



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

博士學位論文

초등학생의 ‘작은 생물’ 개념 및
인식을 향상시키기 위한 STEAM
프로그램의 개발 및 적용

濟州大學校 大學院

科學教育學部
初等科學教育專攻

崔 英 漢

2015 年 8 月

초등학생의 ‘작은 생물’ 개념 및 인식을 향상시키기 위한 STEAM 프로그램의 개발 및 적용

指導教授 洪 承 鎬

崔 英 洙

이 論文을 教育學 博士學位 論文으로 提出함

2015 年 4 月

崔英洙의 教育學 博士學位 論文을 認准함

審査委員長

김 태 호



委 員

오 홍 식



委 員

권 기 우



委 員

강 정 희



委 員

홍 승 호



濟州大學校 大學院

2015 年 6 月

The Development and Application of a STEAM Program to Improve Elementary Student' Conception and Perception on Small Organisms

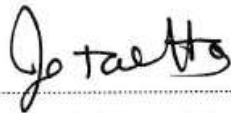
Youngmi Choi

(Supervised by professor Seung-Ho Hong)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for the degree of Doctor of Philosophy in Education

2015. 6.

This thesis has been examined and approved.

Jo, Taeho 

Thesis director, Tae-Ho Jo, Prof. Department of Science Education

Oh, Hongshik 

Kim, Gyeel 

Kang, Kyungho 

Hong, Seungho 

(Name and signature)

June 12, 2015

Date

Department of Elementary Science Education

GRADUATE SCHOOL

JEJU NATIONAL UNIVERSITY

목 차

I. 서 론	1
1. 연구의 필요성 및 목적	1
2. 연구 문제	4
가. 개요	4
나. 작은 생물에 대한 개념 조사	5
다. 작은 생물에 대한 인식 조사	6
1) 연상 단어 및 서식 환경에 대한 이미지	6
2) 작은 생물을 연구하는 과학자 이미지	6
라. STEAM 프로그램 개발	7
마. STEAM 프로그램 적용	7
3. 용어의 정의	7
가. 작은 생물	8
나. 과학 개념	8
다. 인식	8
라. STEAM	8
II. 이론적 배경	9
1. 작은 생물 개념의 중요성	9
2. 연상 단어 및 이미지를 활용한 인식 연구	14
가. 서식 환경에 대한 인식	14
나. 과학자에 대한 인식	16
3. STEAM 교수·학습 설계	20
가. STEAM 수업 설계 모형	20

나. STEAM 프로그램 개발	21
4. STEAM 교육의 적용 효과 선행연구	23
가. 초등교육과 STEAM	24
나. 영재교육과 STEAM	25
Ⅲ. 연구 방법	27
1. 연구 절차	27
2. 연구 대상	29
가. 과학 개념	29
나. 연상 단어와 서식 환경에 대한 이미지	30
다. 작은 생물을 연구하는 과학자 이미지	31
라. STEAM 프로그램의 적용	31
3. 연구 방법	32
가. 조사 연구	32
1) 과학 개념 문항 개발	32
2) 연상 단어와 서식 환경에 대한 이미지	33
3) 작은 생물을 연구하는 과학자 이미지	34
나. 실험 연구	34
1) STEAM 프로그램의 개발 과정	34
2) 일반학생에 대한 STEAM 프로그램의 적용	36
3) 영재학생에 대한 STEAM 프로그램의 적용	38
4. 검사 도구	39
가. 과학 개념 검사 도구	39
나. 연상 단어와 서식 환경 검사 도구	43
다. 과학자 이미지에 대한 검사 도구	44
라. STEAM 교수·학습 검사 도구	45
1) 학업성취도 검사 도구	45
2) 과학 탐구 능력 검사 도구	46

3) 정의적 영역 검사 도구	46
4) 만족도 검사 도구	46
5. 자료의 분석	47
가. 과학 개념	47
나. 인식	48
1) 작은 생물 관련 연상 단어	48
2) 작은 생물의 서식 환경에 대한 이미지	49
3) 작은 생물을 연구하는 과학자에 대한 이미지	50
다. STEAM 프로그램의 효과	51
1) 자료 변환	51
2) 통계 분석	51
3) 수행 과정 분석	52
IV. 연구 결과 및 논의	53
1. 작은 생물에 대한 과학 개념 조사 결과	53
가. 학업성취도	53
나. 오개념	59
다. 지도에의 시사점	61
2. 서식 환경에 대한 이미지 탐색	65
가. 연상되는 단어 및 표현	65
나. 작은 생물의 특징	66
다. 우리 생활과의 관계	69
라. 서식 환경에 대한 이미지	71
마. 연상 단어와 서식 환경 간의 상관관계	76
3. 작은 생물을 연구하는 과학자의 이미지 탐색	79
가. 초등학생의 DAST 분석 결과	79
나. 과학영재의 DAST 분석 결과	88
다. 영재학생과 일반학생의 비교	89

4. STEAM 프로그램의 개발	92
가. 구성 및 내용	92
나. 융합 요소	95
5. 일반학생에 대한 STEAM 프로그램의 적용 효과	101
가. 학업성취도 검사 결과	101
나. 과학 탐구 능력 검사 결과	103
다. 정의적 영역 검사 결과	104
라. 만족도 조사 결과	106
6. 영재학생에 대한 STEAM 프로그램의 적용 효과	109
가. 학업성취도 검사 결과	109
나. 과학 탐구 능력 검사 결과	112
다. 정의적 영역 검사 결과	114
라. 만족도 조사 결과	117
마. 수행 과정의 비교	120
1) 집단별 학습 과정	120
2) 산출물 제작 종류	122
V. 결론 및 제언	124
1. 결론	124
2. 제언	125
참고문헌	127
ABSTRACT	142
부 록	146

표 목차

<표 II-1> 미생물에 대한 아동들의 사고를 일반화한 정신 모형	10
<표 III-1> 연구의 절차	27
<표 III-2> 작은 생물에 대한 개념 연구 대상	30
<표 III-3> 연상 단어와 서식 환경 이미지 연구 대상	30
<표 III-4> 작은 생물을 연구하는 과학자 이미지 연구 대상	31
<표 III-5> STEAM 프로그램 검토 기준	35
<표 III-6> STEAM 교육 체크리스트 요소	36
<표 III-7> 검사 내용의 범위	40
<표 III-8> 개념 문항 내용 및 답변 예시	41
<표 III-9> 최종 선정된 작은 생물에 대한 개념 검사 문항	42
<표 III-10> 연상 단어와 서식 환경 이미지 검사 도구의 구성	43
<표 III-11> 작은 생물을 연구하는 과학자 이미지 검사 도구의 구성	44
<표 III-12> 작은 생물에 대한 과학 개념 검사 도구의 문항 구성	45
<표 III-13> 작은 생물에 대한 답변 분석을 위한 범주	48
<표 III-14> 서식 환경에 대한 그림 및 답변의 분석 범주	49
<표 III-15> I-STEAM 교육 모형에서의 문제해결 과정	52
<표 IV-1> 영역별 각 집단 간의 차이	55
<표 IV-2> 도시 · 농어촌 지역 학생 간 유의한 차이를 보인 문항	56
<표 IV-3> 성별 간 유의한 차이를 보인 문항	57
<표 IV-4> 학년 간 유의한 차이를 보인 문항	58
<표 IV-5> ‘작은 생물’ 개념 인식에 대한 정답률 비교	60
<표 IV-6> 작은 생물에 대한 연상 용어와 표현	65
<표 IV-7> 초등학생이 생각하는 작은 생물의 특징	67
<표 IV-8> 미생물의 이로움 또는 해로움에 대한 답변 빈도	69
<표 IV-9> 작은 생물에 대한 이로움과 해로움에 관한 답변 빈도	71
<표 IV-10> 서식 환경에 대한 이미지 분석 결과	71
<표 IV-11> 집단별 서식 환경에 대한 이미지 비교	73

<표 IV-12> 각 인식 유형의 구성 요소	75
<표 IV-13> 연상한 단어와 서식 환경, 서식 장소 간의 상관분석 결과	77
<표 IV-14> 학년 및 성별에 따른 DAST-C 답변 빈도	80
<표 IV-15> 각 범주에 대한 집단 내 t -검정 결과	84
<표 IV-16> 하위요소에 대한 학년별 t -검정 결과	85
<표 IV-17> 하위요소에 대한 성별 t -검정 결과	86
<표 IV-18> 하위요소에 대한 지역별 t -검정 결과	87
<표 IV-19> 하위요소에 대한 영재성 변인별 t -검정 결과	90
<표 IV-20> ‘작은 생물’을 주제로 한 STEAM 교재의 학습 체계	93
<표 IV-21> STEAM 수업의 차시별 학습 내용	94
<표 IV-23> STEAM 수업 내용에 대한 체크리스트	95
<표 IV-24> 차시별 개발 의도	96
<표 IV-25> STEAM 프로그램의 교수·학습과정안 예시	98
<표 IV-26> 과학 개념 검사 결과	101
<표 IV-27> 과학 탐구 능력 검사 결과	103
<표 IV-28> 정의적 영역 검사 결과	105
<표 IV-29> STEAM 수업에 대한 일반학생들의 만족도 조사 결과	107
<표 IV-30> STEAM 수업에 대한 일반학생들의 만족도 정성적 조사 결과 ..	108
<표 IV-31> 학업성취도에 대한 집단 간 t -검정 결과	110
<표 IV-32> 학업성취도에 대한 집단 간의 공변량 분석 결과	111
<표 IV-33> 일반학생의 과학 탐구 능력 t -검정 결과	112
<표 IV-34> 영재학생의 과학 탐구 능력에 대한 Wilcoxon 부호 순위 검정 결과	113
<표 IV-35> 과학 탐구 능력에 대한 집단 간의 공변량 분석 결과	114
<표 IV-36> 정의적 영역에 대한 집단 간의 t -검정 결과	115
<표 IV-37> 정의적 영역에 대한 집단 간의 공변량 분석 결과	116
<표 IV-38> STEAM 수업에 대한 영재학생들의 만족도 조사 결과	118
<표 IV-39> STEAM 수업에 대한 영재학생들의 만족도 정성적 조사 결과 ..	119
<표 IV-40> 집단 간 문제해결 과정의 특성	121
<표 IV-41> STEAM 산출물의 유형과 예시	122

그림 목차

[그림 I -1] 연구 소개	4
[그림 I -2] 연구 내용의 개요	5
[그림 II-1] 균에 대한 이미지 예시	13
[그림 II-2] 과학자에 대한 이미지의 예시	17
[그림 II-3] STEAM 프로그램 개발을 위한 PDIE 모형의 세부 절차	22
[그림 III-1] 과학 개념 연구 절차	32
[그림 III-2] 연상 단어와 서식 환경에 대한 이미지 연구 절차	33
[그림 III-3] 일반학생에 대한 STEAM 프로그램 적용 연구 절차	37
[그림 III-4] 영재학생에 대한 STEAM 프로그램 적용 연구 절차	38
[그림 IV-1] 전체 학생에 대한 문항별 정답률	53
[그림 IV-2] 하위 영역별 정답률	54
[그림 IV-3] 오개념이 많은 문항에 대한 응답 선택 비율	59
[그림 IV-4] 작은 생물이 서식하는 환경의 이미지 유형 예시	74
[그림 IV-5] 초등학생이 묘사한 작은 생물을 연구하는 과학자 예시	79
[그림 IV-6] 과학영재의 DAST-C 요소에 대한 점수	89
[그림 IV-7] STEAM 수업 중 활동	97
[그림 IV-8] STEAM 수업 모습	99
[그림 IV-9] 산출물 제작 과정	100
[그림 IV-10] 영재학생의 정의적 영역에 대한 STEAM 프로그램의 효과	115
[그림 IV-11] 일반학생의 정의적 영역에 대한 STEAM 프로그램의 효과	115

<국문초록>

초등학생의 ‘작은 생물’ 개념 및 인식을 향상시키기 위한 STEAM 프로그램의 개발 및 적용

최 영 미

제주대학교 대학원 과학교육학부 초등과학교육전공

지도교수 홍 승 호

본 연구는 초등과학 ‘작은 생물’과 관련된 개념 및 인식 조사를 통해 나타난 결과를 토대로 하여 이를 향상시키기 위한 방안으로 융합인재교육(STEAM) 프로그램을 개발하여 적용 효과를 알아보고자 하였다.

작은 생물에 대한 초등학생의 개념 이해 정도는 ‘작은 생물의 생김새와 사는 환경’과 ‘작은 생물의 특징’ 영역에서 낮았다. 도시와 농어촌 학생 간에 작은 생물에 대한 개념은 유의미한 차이가 있었으며($p < .001$), 성별 간에도 여학생이 남학생보다 유의미하게 높았다($p < .001$). 학년 간에는 6학년 학생이 5학년 학생보다 유의미하게 높은 이해 정도를 나타냈다($p < .05$).

작은 생물에 대한 인식에 관해서는 미생물의 긍정적인 측면과 부정적인 측면을 모두 인식하고 있었고 작은 동식물에 대해서도 이로움과 해로움을 비슷한 비율로 인식하고 있는 것으로 나타났다. 또한 작은 생물의 서식 환경에 대해서는 작은 생물을 동식물에 국한하기보다 미생물까지 연상하는 경우에 서식 환경도 다양한 사례로 인식하고 있었다. 작은 생물을 연구하는 과학자에 대한 이미지는 과학자의 외형적 특징, 과학 도구, 과학자의 성별, 작업 환경, 과학자의 나이 등에 대해서 학생들 간에 차이를 보였다.

위의 작은 생물에 대한 개념 및 인식 연구 결과에서와 같이 초등학생들은 작은 생물에 대하여 적지 않은 오개념과 잘못된 인식을 갖고 있는 것으로 나타나, 이를 향상시키기 위한 전략으로서 작은 생물을 주제로 한 STEAM 프로그램을 개발하고 적용하여 그 효과를 알아보았다. STEAM 프로그램은 교과와 연계하여 차시별

로 융합 요소를 포함하며, 다양한 활동을 경험하게 하고 동료와 협동함으로써 학생들의 성취감과 작은 생물에 대한 긍정적인 인식을 심어주도록 개발하였다.

개발한 STEAM 프로그램을 초등학교 일반학생과 과학영재 학생들에게 적용하여 그 효과를 알아보았다. 먼저 일반학생에게 STEAM 프로그램을 적용한 결과, 작은 생물에 대한 학업성취도($p < .05$) 및 정의적 영역($p < .001$)의 향상에는 효과적이었다. 그러나 탐구 능력에 있어서는 실험 집단이 비교 집단보다 사후 검사의 점수가 다소 높았으나 유의한 수준은 아니었다. 이를 보완하기 위해서는 과학 탐구 능력을 고려하여 프로그램을 개발할 필요가 있으며, 과학의 지식과 과정을 통합하여 지도하고 학생들이 과학적 사실을 수집할 기회를 충분히 주어야 할 것이다. 그리고 STEAM 프로그램을 투입한 실험 집단에 대한 만족도 조사 결과에서 학생들은 STEAM 수업에 대하여 매우 긍정적이었다.

한편 영재학생과 일반학생에 미치는 영향을 비교하기 위해 STEAM 프로그램을 적용한 결과는 다음과 같다. 집단 간의 학업성취도의 향상 비교에서 영재 집단은 일반 집단보다 유의미한 수준에서 높게 나타났다($p < .05$). 그리고 과학 탐구 능력에서도 영재 집단이 일반 집단보다 STEAM 수업 후에 유의미하게 향상되었다($p < .05$). 정의적 영역에서는 각 집단별로 영재 집단($p < .001$)과 일반 집단($p < .01$)에서 STEAM 수업이 매우 높은 효과를 보였고, 특히 영재 집단은 정의적 영역의 모든 하위 요소인 자신감, 즐거움, 가치에서 효과가 있었다. 그러나 집단 간 정의적 영역 향상도의 차이는 없는 것으로 나타났다. 영재 집단과 일반 집단 모두 STEAM 수업에 대한 만족도가 높았으며 모둠원과의 협동을 통해서 창의적인 산출물을 제작하였다. 한편, STEAM 수업 과정에서 영재 집단은 일반 집단보다 문제를 해결하기 위한 전략을 잘 활용하며 산출물의 유형도 일반 집단보다 영재 집단이 더 다양하게 나타났다.

본 연구의 결과를 토대로 작은 생물에 대한 오개념을 감소시키고 과학적 개념을 형성할 수 있는 적절한 탐구 활동이나 수업을 모색할 필요가 있다. 또한 작은 생물에 관한 인식을 탐색한 결과를 통해 앞으로 초등학교의 작은 생물 교육 및 환경 교육을 어떻게 접근해야 하는지에 대한 시사점을 제공할 수 있을 것이다. 아울러 앞으로 초등학생들이 과학 개념 및 탐구 능력을 습득하면서도 학습에 자신감과 즐거움, 흥미를 갖도록 하는 다양한 STEAM 프로그램의 자료 개발 및 보급이 꾸준히 이루어질 필요가 있다.

주제어: 작은 생물, STEAM, 개념, 인식, 초등학교, 탐구 능력, 정의적 영역

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

예측하기 어려운 미래 사회의 복잡한 문제일지라도 슬기롭게 해결하는 유능한 인재가 곧 사회를 주도할 자원이자 국가경쟁력이 될 수 있는 시대이다(노상우와 안동순, 2012; Zollman, 2012). 이에 따라 창의적인 융합형 인재를 육성하는 방향으로 교육 패러다임이 변화되고 있다(송인섭 등, 2011). 하지만 융합교육의 개념이 완전히 새로운 것이라고 볼 수는 없고, 기존의 통합교육에서 확장되며 발전되어 왔다고 할 수 있다(이경진과 김경자, 2012). 각 분야의 특수성과 분과적 학문의 중요성이 강조되던 시대에서 다양한 분야를 통섭할 수 있는 융합교육이 주목 받는 이유는 분과적 학문이 해결하지 못하는 문제들을 다양성과 소통의 아이디어로 접근할 필요성과 요구가 높아지고 있기 때문이다.

앞으로의 과학기술은 다른 기술과 결합한 융합기술을 통해 시너지 효과를 극대화할 것이라는 전망이 나오고 있으며, 국가 정책적으로 기술 역량제고와 미래형 융합산업 창출을 위해 지원하고 있다(오테광, 2008; 김윤중 등, 2009). 그 중에서 생명현상 및 기능을 연구하거나, 보건의료 분야에서의 신약 개발, 바이오 소재의 응용, 농업·해양과 관련하여 유전자 변형 생물체의 개발, 생물자원을 보존하는 기술, 동·식물 병충해 제어기술 등은 모두 생명을 기반으로 하는 기술이다(장지영 등, 2010). 생명과학 기술의 발달은 여러 의학, 환경 개선의 분야에 활용되고 일상생활에서 중요하여 교육적으로 활용될 가치가 있으며(Byrne & Grace, 2010), 질병과 건강 등의 생활 중심 내용을 다루는 생명과학에 대한 학습을 통해서 생명현상에 관심과 흥미를 갖게 하며 실생활 문제에 접근할 수 있다(구성지와 조운복, 2008). Dunham *et al.*(2002)은 생명공학 기술을 수업에 적용시킨다면 학생들이 실생활의 문제를 수행하기 위해 효과적으로 내용을 이해하고 수업에 참여하므로 교수 전략으로 활용할 수 있다고 하였다.

또한 인간이 직면한 생태학적 환경위기를 극복하기 위해서는 가치관의 변화, 새로운 세계관, 생태중심주의 환경윤리를 바탕으로 하는 교육이 요구되는데, 이

를 위해서는 생명을 중심으로 하는 생태학적 각성을 통해 변화되어야 한다(조용개, 2006). 생물에 대한 친밀감과 호기심이 높아질수록 생물에 대한 관심도 커지게 되며, 정서적으로 공감을 하는 정도가 높아질수록 환경 친화적 행동을 할 가능성은 높아지게 된다. 특히 아동기는 정서적인 발달이 이루어지는 시기이므로 생물에 대한 친밀감과 호기심은 아동들의 환경 친화적 행동에 중요한 역할을 할 수 있다(김홍태 등, 2012). 비록 국내에서 미생물을 활용한 교수·학습 방법에 관한 연구(이남은 등, 2009; 양정순과 홍승호, 2013)들이 일부 있었으나 작은 생물 학습의 필요성 및 학습자의 인식을 파악하는 연구는 매우 적었다.

그동안 구성주의 관점에서의 교육은 학습자의 개념 구조와 변화에 대한 활발한 연구를 야기하였고, 과학 교육에서도 학습자의 오개념 연구와 교정을 위한 수업처럼 다양한 교육적 시도들이 이루어져 왔다(Marek, 1986; 김영미와 오경환, 1996; 김창배, 2006). 그러나 한편으로는 학생들이 올바른 과학 개념을 가지고 있는가에 대해 여전히 고질적인 문제를 갖고 있어 과학 교육에서의 중요한 과제로 남아있다(권재술, 1992; 이용주와 심미숙, 2004). 교사가 학생들에게 학습 내용을 제시하기 이전에 이미 학생 각자의 경험을 통해서 용어나 자연 현상에 대해 선개념을 가지고 있으므로(McCloskey, 1983; Osborne & Wittrock, 1985) 주변에서 관찰할 수 있는 생물에 대해서도 초등학생들은 나름대로의 선개념을 가질 수 있다. 구성주의에 따르면 기존에 형성된 선개념은 새로 배울 개념과 상호작용하여 과학적 개념을 형성해 나가는데, 오개념은 수업에 의해 변하지 않을 수 있고 오히려 개념 학습에 방해요인으로 작용하기도 한다(권재술 등, 1998). 특히 초등학교 시기의 오개념은 지속적으로 올바른 과학 개념의 형성을 방해할 뿐만 아니라(김효남, 1990), 이를 적절한 시기에 교정하지 못한다면 장기적으로 과학 교육의 효과를 저해할 수 있다. 따라서 교사가 학생들의 오개념 및 학생들의 개념 인식의 경향성을 파악한다면 인지 발달수준을 높일 수 있는 교수 전략을 적용할 때 많은 도움이 될 것이다.

한편, 개념, 현상, 또는 사건에 관한 모형은 정신 모형의 외부 표상이며 그림이나 글쓰기, 말하기를 포함한 다양한 방법을 통해 접근할 수 있다(Buckley & Boulter, 2000). 모형은 개념이나 현상, 사건을 형성하는 과정에 대하여 통찰력을 제공할 수 있고 개인이 가지고 있는 지식과 이해를 밝혀낼 수 있다. 특히 이미지는 심상을 표

현하는 효과적인 수단이며 생물에 대한 인식을 파악하는데 도움이 될 수 있다(권은정과 홍승호, 2012; 최소영, 2013).

어떻게 효과적인 과학 수업을 할 것인가에 대한 문제는 과학 교육에 있어서 본질적으로 중요한 화두가 되어왔다. 그러나 과학 성취도 국제 비교에서 상위권을 차지했음에도 불구하고, 과학에 대한 학생들의 흥미가 매우 낮다는 연구 결과는 효과적인 교육적 접근이 필요함을 시사한다(OECD, 2007; 조지민 등, 2011). 학생들의 학습에 대한 낮은 흥미와 태도 문제는 교과 간의 연계 부족, 첨단기술, 공학 관련 내용의 부재, 실생활 연계의 부족 등에서 비롯된다고 하였다(이효녕 등, 2013). 학습 흥미의 저하는 학습 효과를 감소시킬 수 있으며, 장기적인 관점에서 보면 학습 동기를 촉진하는데 장애 요인이 될 수 있다.

근래에 STEAM이 이러한 문제 해결을 위한 대안으로 제시되고 있으며, 국내 외에서 통합 교육에 대한 연구가 꾸준히 이루어지고 있다(권난주와 안재홍, 2012; Brown, 2012; Yakman & Lee, 2012). STEAM 교육은 학문의 구분을 넘어서 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 예술(Arts) 및 수학(Mathematics)의 통합으로 종합적인 사고를 할 수 있도록 하며, 주입식 교육에서 벗어나서 체험·탐구·실험 중심을 통한 실생활 문제 해결력을 신장시킬 수 있다(정진수 등, 2012). 몇몇 연구에서는 STEAM 교육을 통해서 학생들의 정의적 영역에 긍정적인 향상 효과가 있었다고 알려져 있으나(김진영, 2012; 오정철 등, 2013; 황광석, 2013), STEAM 교육이 단지 정의적 영역의 향상만을 목적을 두는 것은 아니므로, 그밖에 과학 지식, 탐구 능력 면의 향상을 검증하기 위한 시도도 이루어지고 있다(서주희, 2012; 채희인과 노석구, 2013).

기존의 STEAM 교육 연구들 중 상당수가 각 연구대상 집단에 대한 효과를 연구한 것이 대부분이고, 영재학생과 일반학생 간 STEAM 수업 수행에 대한 비교 연구처럼 집단 간의 학습자 특성에 따라 STEAM 수업의 효과를 분석한 연구는 비교적 적었다. 따라서 영재학생과 일반학생의 STEAM 수업을 통한 향상 정도를 비교·분석할 필요가 있다. 즉, 영재학생이 점수가 절대적·상대적으로 높다는 점에 주목하기 보다는 일반학생보다 어떤 면에서 STEAM 수업으로 인한 향상 폭이 큰지 연구할 가치가 있다. STEAM 교육의 적용 대상 간의 효과를 비교하는 연구는 융합교육의 효과를 단편적으로 검증하는데 그치지 않고 메타적으로

STEAM 수업을 분석하여 STEAM 수업에서의 학습자별 특성을 이해할 수 있다는 점에서 의미가 있다(최영미와 홍승호, 2013a).

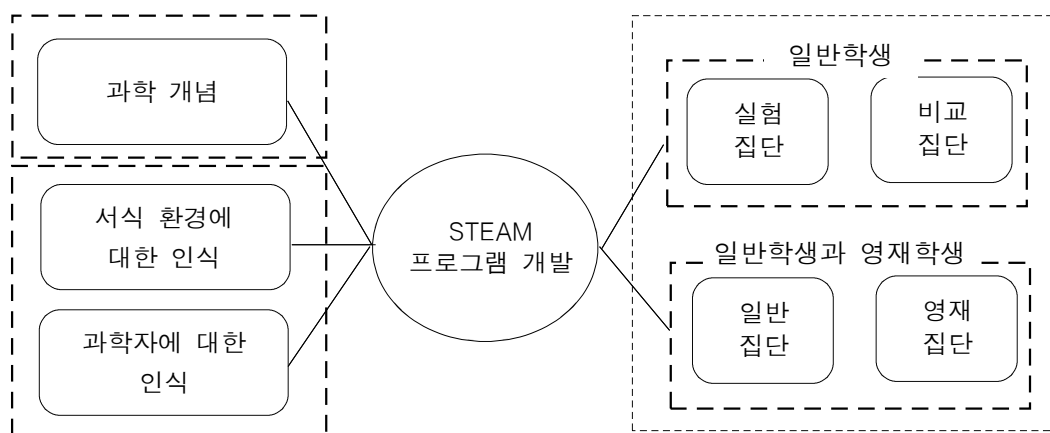
따라서 본 연구에서는 초등학생이 지닌 작은 생물에 대한 과학 개념 및 서식 환경과 과학자에 대한 인식의 탐색을 통하여, 초등 과학수업에서의 STEAM 프로그램을 개발 및 적용해 봄으로써 일반학생 및 영재학생의 과학 개념, 과학 탐구 능력 및 정의적 영역에 미치는 효과를 알아보고자 한다.

2. 연구 문제

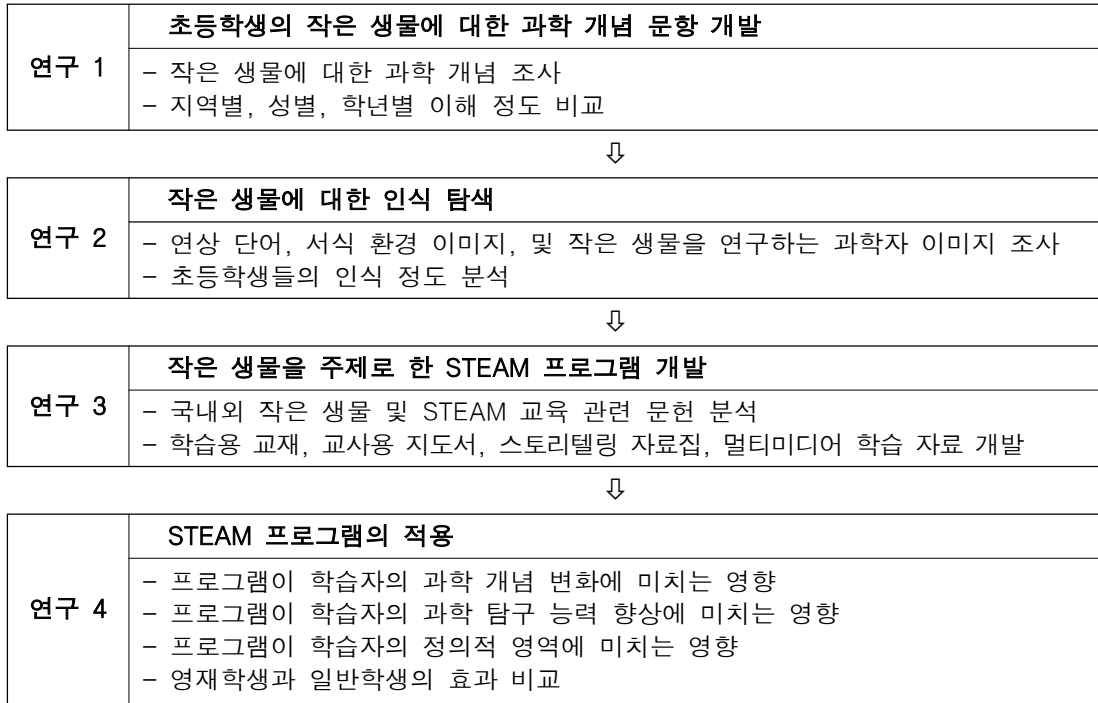
가. 개요

연구의 전체 구조는 [그림 I-1]과 같으며, [그림 I-2]는 연구의 개요를 나타낸 것이다. 본 연구는 크게 초등학생의 작은 생물에 대한 과학 개념 및 인식 조사, 작은 생물을 주제로 한 STEAM 교육 프로그램의 개발 및 적용으로 구분할 수 있다.

초등학생의 작은 생물에 대한 과학 개념 문항 개발 연구는 초등학생들의 작은 생물에 대한 과학 개념을 조사하여 작은 생물 지도에서 유의할 점을 파악하고, 과학 개념과 관련한 문항을 개발한다. 작은 생물에 대한 인식 탐색 연구는 작은



[그림 I-1] 연구 소개



[그림 I-2] 연구 내용의 개요

생물에 대한 연상 단어 및 서식 환경, 연구하는 과학자의 이미지를 조사하여 초등학생들이 형성하고 있는 작은 생물에 대한 인식을 파악해본다. 작은 생물을 주제로 한 STEAM 프로그램 개발 연구에서는 과학과 교육과정의 ‘작은 생물의 세계’ 단원을 토대로 STEAM 프로그램을 개발한다. STEAM 프로그램의 적용 연구에서는 개발한 STEAM 프로그램을 일반학생과 영재학생에게 적용하여 과학 개념, 과학 탐구 능력, 정의적 영역에 미치는 영향을 알아본다.

나. 작은 생물에 대한 개념 조사

작은 생물의 효과적인 지도 방안을 모색하기 위해서는 초등학생들의 개념 인식을 분석한 결과를 기초적인 토대로 삼아 교수 전략을 세울 수 있다. 개념 이해에 대한 조사 결과는 작은 생물 지도에서 학생들이 학습하기 어려워하는 생물과 오개념의 양상을 파악할 수 있으며, 개념 이해 정도에 대한 경향성을 통해 여러 가지 변인에 따른 학습자의 사고를 예측할 수 있다.

이에 본 연구에서는 초등과학의 작은 생물에 대한 개념 문항을 개발하여 작은

생물의 분류, 생김새와 환경, 특징, 인간과의 관계에 대한 학업성취수준을 조사하고 지역별, 성별, 학년별 요인에 따른 작은 생물에 대한 개념 이해 정도의 차이 및 경향성을 알아본다.

첫째, 작은 생물에 대한 개념 이해 정도는 지역별, 성별, 학년별로 차이가 있는가?

둘째, 초등학생들은 작은 생물에 대해 어떤 오개념을 가지고 있는가?

셋째, 작은 생물에 대한 개념 이해의 파악은 교육에 어떠한 시사점을 주는가?

다. 작은 생물에 대한 인식 조사

1) 연상 단어 및 서식 환경에 대한 이미지

현재까지 학생들의 생물에 대한 인식 연구는 어느 정도 이루어진 반면, 작은 생물이 서식하는 환경에 대한 이미지에 관한 연구는 거의 없다. 따라서 본 연구에서는 그림 그리기 및 설문을 활용하여 작은 생물에 대한 연상 단어, 우리 생활과의 관계 및 서식하는 환경에 대한 초등학생들의 인식을 조사하였으며, 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 초등학생들은 작은 생물과 우리 생활과의 관계를 어떻게 생각하는가?

둘째, 초등학생들의 작은 생물 서식 환경 이미지는 어떠한가?

셋째, 초등학생들이 작은 생물에서 연상한 단어와 서식 환경은 어떠한 관계가 있는가?

2) 작은 생물을 연구하는 과학자 이미지

초등과학교육에서 적용할 수 있는 작은 생물 교육의 방향을 탐색하기 위한 연구로서 이를 연구하는 학자에 대한 인식을 조사하였으며, 학년과 성별, 지역에 따라 어떤 차이점이 있는지도 비교해 보았다. 그리고 과학영재를 대상으로 동일한 활동을 수행하게 하여 작은 생물을 연구하는 과학자에 관해 갖고 있는 이미지를 비교 분석한다.

첫째, 작은 생물을 연구하는 과학자에 대한 이미지는 무엇인가?

둘째, 과학자에 대한 이미지는 지역별, 성별, 학년별 차이가 있는가?

셋째, 영재학생과 일반학생 간에 과학자 이미지는 차이가 있는가?

라. STEAM 프로그램 개발

본 연구는 '작은 생물'을 주제로 한 STEAM 교육 방안을 설계하여 교육 현장에 적용할 수 있는 STEAM 교재를 개발한다. 또한 개발한 STEAM 교재를 초등학교 학생에게 적용하여 과학 개념, 과학 탐구 능력 및 정의적 영역에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

첫째, 교육과정을 재구성하여 STEAM 프로그램으로 개발할 수 있는가?

둘째, STEAM 요소를 중심으로 프로그램을 개발할 수 있는가?

셋째, STEAM 관련 학생용 교재, 교사용 지도서, 스토리텔링 자료집, 멀티미디어 자료를 개발할 수 있는가?

마. STEAM 프로그램 적용

본 연구는 STEAM 수업을 받은 학생들과 일반 수업을 받은 학생을 통해 STEAM 프로그램의 효과를 검증한다. 또한 STEAM 수업에 대한 학습자의 특성에 초점을 맞추어 영재학생들과 일반학생들 간 STEAM 프로그램의 적용 효과를 비교하고자 한다. 구체적으로 STEAM 프로그램이 집단 간의 과학 개념, 과학 탐구 능력, 정의적 영역에 미치는 영향을 알아보고 학습하는 과정을 비교할 것이다.

첫째, STEAM 교육이 과학 개념, 과학 탐구 능력 및 정의적 영역에 미치는 영향이 어떠한가?

둘째, STEAM 교육을 적용한 영재학생과 일반학생의 과학 개념, 과학 탐구 능력, 정의적 영역은 차이가 있는가?

셋째, 영재학생과 일반학생 간에 STEAM 활동 수행 과정에서 어떤 차이가 있는가?

3. 용어의 정의

가. 작은 생물

2007 개정 교육과정의 초등과학에서 다루는 5학년 ‘작은 생물의 세계’ 단원에서는 인간과 더불어 살아가는 주변의 작은 동물, 식물, 균류, 세균 등을 지칭하는 ‘작은 생물’로 사용하고 있다(교육과학기술부, 2012a).

나. 과학 개념

과학교육은 학생들이 가지고 있는 개념(conception: 주관 개념)을 과학자적인 개념(concept: 객관 개념)으로 변화시키는데 목적이 있으므로 학생들이 어떤 과학 개념을 가지고 있는가를 파악하는 일은 중요하다(권재술 등, 1998). 여기서 과학 개념이란 학생들의 내적·외적 경험으로부터 형성된 개념체계로 오개념 및 과학적 개념을 포괄하는 의미로 사용된다.

다. 인식

내면화를 통한 환경과의 상호작용과 성숙은 인지발달에 영향을 미치는데, 인지양식에 따라 개인의 선호하는 정보처리 방법은 다르다(Sternberg & Williams, 2002). 본 연구에서의 인식은 사물에 대한 자극을 받아들이고 저장 및 인출하는 정신적 과정으로 형성된 개인의 지각 혹은 도식으로 설명될 수 있다.

라. STEAM

STEAM은 미래 사회의 요구와 학교 교육 변화의 필요성에 대응하는 교육 패러다임이며, 융합형 과학 기술 인재를 양성하기 위한 교육으로 서로 연계된 과학(S), 기술(T), 공학(E), 예술(A), 수학(M) 교과 학습을 통하여 융합적 소양(STEAM literacy)과 실생활 문제 해결력을 갖춘 인재를 양성하는 교육이다(교육부, 2014).

II. 이론적 배경

이 장에서는 본 연구에서 다루는 학습 주제인 작은 생물 교육의 중요성, 인식을 탐색하기 위한 연상 단어 및 이미지를 서식 환경과 과학자를 중심으로 살펴보고, STEAM 교수·학습 설계의 방법, STEAM 교육의 적용 사례와 관련된 선행연구의 결과를 소개한다.

1. 작은 생물 개념의 중요성

다양한 생물 중에 지구상에서 가장 많이 존재하고 있는 미생물은 우리 주변의 어디에서나 살아가고 있으며 의학, 식품, 산업, 농업 등 다양한 분야에서 우리 생활과 밀접한 관계를 갖고 있다(Jones & Rua, 2006; Byrne & Grace, 2010; Byrne, 2011). 20세기 초에는 주요 사망원인이 미생물에 의해서 유발되는 전염성 질환이었으며, 오늘날도 여전히 생명에 위협 요인이 되고 있다. 그러나 많은 종류의 미생물들이 전염병을 일으킨다고 여기고 있는 것에 반해 불과 몇 종류의 미생물만이 질병원으로 작용한다. 농업에 있어서 미생물은 식물이 흡수할 수 있는 핵심적인 양분들을 순환시키는데 도움을 준다. 식품산업에서 식품의 부패로 인하여 막대한 경제적 손실이 발생하는 반면에, 발효를 포함하여 수많은 제품들이 미생물의 활성에 의해 만들어진다. 에너지 생산 측면에서도 메탄생성세균과 같은 미생물의 활성에 의해 천연가스가 생성되며 쓰레기나 배설물 같은 폐기물도 미생물로 인하여 생물연료로 전환될 수 있다. 미생물은 독성 오염물질을 분해하는데 사용될 뿐만 아니라 유전자 자원으로서의 분자생물학 연구에서 활용되고 있어 앞으로의 환경 문제 해결에도 기여할 가능성이 높다(Madigan *et al.*, 2011). 흔히 미생물을 더럽거나 해로운 것으로서 여기고 부정적으로 인식하곤 하지만(오태광, 2008; 이지선 등, 2008; Karadon & Şahin, 2010) 실제로는 지구 생태계에서 매우 중요한 역할을 담당하고 있다(Black, 2005).

이러한 미생물에 대하여 학습하는 일은 학생들이 일상생활 속에서 미생물의 중요성을 이해하는데 도움이 되므로 궁극적으로 생물의 다양성을 이해하고 공존할

수 있는 방법을 모색할 수 있다(Harms, 2002). 생물다양성 교육은 주변의 생물에 대한 관심을 높이며 효과적으로 생물과 환경과의 상호의존성을 이해시키므로, 인간은 다른 생물과 살아간다는 인식과 생물다양성을 이용하고 보존해야 한다는 인식이 확산되는 것을 돕는다(김정은과 이상원, 2010). 학습에서 미생물에 관한 교육은 건강, 생태학, 생명공학처럼 과학 이외의 넓은 영역으로 통합될 수 있다고 보며 교육과정에서 생태계 및 미생물의 기술적 적용뿐만 아니라 미생물의 중요성을 이해시켜야 한다고 강조하고 있다(Jones & Rua, 2006; Byrne, 2011). 학생들이 미생물에 대하여 과학적으로 수용되고 있는 관점과는 동떨어진 생각을 갖고 있을 수 있지만(Simonneaux, 2002) 일상의 경험을 통해서 과학적 사고를 발달시킬 수 있으며(김정화와 조부경, 2002; Byrne, 2011), 그러한 경험이 중요한 까닭은 과학적 아이디어를 사용하는 다양한 상황에서의 사고 간에 상호 작용이 있을 때 유의미한 학습이 일어날 수 있기 때문이다(Novak, 2002). Byrne (2011)이 제안한 7세에서 14세 아동의 사고를 일반화한 정신 모형은 <표 II-1>과 같다.

<표 II-1> 미생물에 대한 아동들의 사고를 일반화한 정신 모형

핵심 테마	초기 수준	과도기 수준	확장 수준
분류			
• 무리짓기	비생물적 독립체, 차이는 독성의 수준에 따름 인간의 건강에 위협적	동물 또는 동물 같음 인간에게 해로움을 포함하는 생김새, 활동에 따름	살아있는 단세포 유기체 식물 및 동물과는 구분 생김새와 활동에 의한 분류
• 분류하기	단일한 용어가 한 개의 집단을 언급하기 위해 사용	다양한 용어가 다른 집단을 언급하기 위해서 사용	포괄적 용어인 '미생물'은 박테리아, 균류, 바이러스를 포함 '세균'도 포괄적인 용어임
형태			
• 외형적 생김새와 특징	작은 동물 인간중심적	무정형의 단일 '세포' 인지할 수 있는 식물 또는 동물 세포	일부 인지할 수 있는 단세포가 외형적 특징
크기와 규모	작고, 실제 크기가 이해되지 않음	작고/현미경으로 보아야 하며, 기준으로 일상의 물체 또는 측정된 단어를 사용하여 설명한 크기	현미경으로 보아야 하고, 보려면 배율을 요구하며, 때로는 표준적인 측정을 언급(하지만 정확한 이해는 아님)
살아있는 것과 살아있지 않은 것	살아있지 않음/살아있을 수도 있음	생명 과정을 증거로 들고 움직임 및 생식, 인간중심적 사고	살아있음의 증거로서 포함한 세포 구조/세포 기관이 있음

질병, 건강과 위생			
• 질병과 감염	모든 미생물은 잠재적으로 발병시킬 수 있고 감염정도가 높음 질병은 미생물 존재의 자발적인 반응으로 생김	모든 미생물이 질병을 일으키지 않음 감염의 방법은 인간의 전염에 초점이 있음	모든 질병이 미생물에 의해 일어나지는 않음 일부 미생물은 질병을 일으킴 질병의 증상은 미생물적 활동에 대한 면역 반응의 결과임
생태학			
• 지역	미생물은 먼지, 비위생적인 장소, 동물과 연관이 있음	미생물은 어디에서나 찾을 수 있지만 특히 인간과 연관된 곳에서 나타남	미생물은 어디에서나 발견될 수 있음
• 부패	부패는 시간과 물리적 환경의 결과임 부패의 모든 형태는 부정적으로 간주되고 미생물 분해의 긍정적인 역할은 인지되지 않음	미생물은 부패 물질과 연관이 있음 토양은 부패 물질을 위한 중요한 마지막 종점	부패는 미생물적 성장을 위해 환경적, 물리적 요인의 조합을 요구함 부패는 이익이 될 수 있음
기술적 적용			
• 음식	미생물은 (인간에게) 위험하여 음식을 만드는데 사용될 수 없음	미생물은 어떤 음식을 만드는데 사용됨	몇몇 미생물적 대사 활동은 음식을 만드는데 사용됨
• 의료	백신과 항생제는 항균성 대체물이고 질병을 일으키는 미생물을 죽임	미생물은 백신과 항생제 제도에 사용됨 백신과 항생제는 (인간) 질병을 야기하는 '나쁜' 미생물과 싸우거나 죽이려고 '좋은' 미생물을 함유하고 있음	미생물은 백신과 항생제를 생산하는데 사용됨 죽고, 약화된, 덜 질병을 일으키는 미생물이 질병을 막기 위해 백신에 사용됨
• 환경	미생물은 인간에게 위험하고 환경에 유익하지 않음	미생물은 흙에 영양을 공급하기 위해 물질을 분해하는데 유용함 퇴비 더미와 하수 처리장은 많은 미생물이 존재하고 있어 인간에게 잠재적인 위험의 원천	미생물은 유기 물질을 분해하고 환경을 '청소부', 물의 정화와 유기물 '쓰레기'의 제거로서 도움

작은 규모의 생물에 대한 인식을 연구한 사례에서도, 학생들이 부정적인 인식을 하고 있음이 나타났다. 예를 들어, 여학생들은 남학생들보다 곤충을 징그러워하거나 무서워하는 경향이 높기 때문에 관련된 개념 습득에 영향을 미칠 수 있으며(이정애와 홍승호, 2008), 예비 초등교사들이 곤충의 탈피와 변태에 대해 여러 가지 대

안개념을 가지고 있기 때문에 과학적 개념으로 바꾸기 위한 노력이 요구된다고 하였다(손석락, 2005). 김혜진 등(2013)은 초등학생이 파리, 소금쟁이, 진디, 애벌레에 대하여 곤충임에도 곤충이 아니라고 생각하거나, 지렁이, 거미, 쥐며느리, 지네는 곤충이라고 생각하는 잘못된 인식을 하고 있는 것으로 나타났으며 곤충에 대한 거부감과 두려움이 존재한다고 보았다.

2007 개정 교육과정의 초등과학에서 다루는 5학년 ‘작은 생물의 세계’ 단원은 학생들에게 주변 생물들의 생김새, 사는 환경, 특징 등을 학습하도록 하여 생명의 다양성과 공통성의 개념을 심어줄 수 있다(교육과학기술부, 2011a). ‘작은 생물의 세계’ 단원에서는 인간과 더불어 살아가는 주변의 작은 동물, 식물, 균류, 세균 등을 지칭하는 ‘작은 생물’을 사용하고 있으며 생물의 다양성에 대한 이해를 도울 뿐만 아니라 인간과 밀접한 관계가 있다는 점을 학습하게 된다(교육과학기술부, 2012a). 구나경 등(2012)은 생물다양성 의미 영역을 생물종, 유전자, 생태계 다양성으로 나누고 원생생물, 균류, 박테리아, 바이러스, 동물, 식물의 모든 종을 생물종 다양성 영역으로 구분하였다. 생물다양성 측면에서 2007 개정 교육과정의 5학년 ‘작은 생물의 세계’는 3학년 ‘동물의 세계’와 4학년 ‘식물의 세계’와 함께 생물의 다양성에 대한 이해를 돕는데 중점을 두고 있으며, 동식물의 세계에서 다루지 않은 생물 및 서식 환경을 다루도록 설정되었다. 2009 개정 교육과정에서도 2007 개정 교육과정의 학습내용과 유사하게 동·식물의 한살이, 동·식물의 생활, 생물과 환경 등의 내용을 통해 생물다양성 교육이 가능하며, 학년이 올라가면서 생태계의 개념 및 다양성이 구체화되고 집중된다.

교육과정에서 다루는 작은 생물은 서식 환경에 따라 특징이 다양하므로 교실에서 수업하는 것보다 야외에서 실제로 생물들이 살고 있는 서식지와 연결 지어 학습하는 방법이 효과적일 수 있다(김창배, 2006). 하지만 현실적으로 작은 생물과 관련한 야외 학습 방법이 충분치 않아 교사들이 ‘작은 생물’ 중의 서식 장소에 대한 인지도가 낮고 야외 학습을 하더라도 서식지 환경보다는 생물 채집에 집중하여 지도하는 문제점이 있다(최도성 등, 2000). 또한 작은 생물을 채집 혹은 관찰하지 못하는 경우가 있거나 생물 학습 지도에서 작은 생물을 직접 보여주기 힘들고 현미경을 조작하는데 어려움이 있어 교육과정에서 추구하는 학습 목표의 도달에는 한계가 있다(김정혜, 2009). 이러한 문제점들이 누적된 결과 초등학생들

에게 작은 생물에 관련된 오개념이 많이 나타나게 되었다(박종철, 1999; 김창배, 2006; 김세욱과 홍승호, 2007). 초등학생들은 생물의 범위를 육안으로 쉽게 관찰이 가능한 동물과 식물에 국한시켜 인식한다거나(임채성, 1999), 생물의 개념 형성에 있어 교사와 대중매체로 인한 영향을 많이 받고 있는 것으로 조사되었다(김효남, 1990; 황영록, 2002). 학생, 교사, 의학전문가를 대상으로 한 Jones and Rua(2006)의 연구에서 나타난 균에 대한 이미지 범주별 예시는 [그림 II-1]과 같았으며, 참여자들은 미생물에 대한 이해에 근거하여 인터뷰에 답변하였다.



[그림 II-1] 균에 대한 이미지 예시.

작은 생물의 효과적인 교육 방안에 대해 관찰 중심의 포트폴리오 개발 수업을 실시하고 학생 활동의 실태와 문제점을 파악하거나(박신영, 2003) 웹기반 학습을 위하여 멀티미디어 교수·학습 자료를 개발한 사례(장인자, 2001; 하충호, 2004)

는 있지만 작은 생물에 대한 개념을 향상시키기 위한 기본 조사는 부족한 실정이다. 중·고등학생과 대학생을 대상으로 한 생물 개념 연구(정완호, 1993; 오현경, 2009) 및 생물분류 개념 형성을 주제로 한 연구(정완호와 차희영, 1992; 이소영 등, 2004; 배진호 등, 2006)는 활발히 이루어진 반면 작은 생물을 주제로 한 초등학생들의 개념에 관한 연구는 거의 이루어지지 않았다. 작은 생물에 대한 과학 개념을 연구한 사례로 작은 생물에 대한 초등학생들의 사고 형태를 조사한 연구에서는 생물의 특징에 대한 내용을 주로 검사하였고(박종철, 1999), 김창배(2006)도 비교적 소수의 연구 대상이기는 하지만 ‘작은 생물’ 단원의 야외 학습에 과학 개념 형성 검사를 도입하였다. 학습자들의 작은 생물에 대한 인식을 파악하고, 작은 생물에 대하여 올바르게 이해하도록 지도한다면 생물의 특정 영역을 부정적으로 인식하는 편견을 줄일 수 있다(이동민과 차희영, 2009).

2. 연상단어 및 이미지를 활용한 인식 연구

가. 서식 환경에 대한 인식

환경교육을 통해 인간 중심적인 가치관에서 벗어나 환경의 가치를 깨닫고, 소중히 하고자 하는 가치관을 기르는 일(임광심과 남상준, 2008)과 생물에 대한 긍정적인 이해, 자연의 일부로서 함께 공존하는 인간의 모습, 환경을 아끼는 태도를 함양하는 일은 중요하다(김해진 등, 2013). 그런데 미생물에 대한 학생들의 인식을 조사한 선행 연구에 따르면, 미생물의 이로움보다는 해로움을 훨씬 더 많이 생각하며, 부정적인 감정도 갖고 있다(이지선 등, 2008; Byrne, 2011). 미생물에 대한 지식, 의견, 인식을 조사한 Karadon and Şahin(2010)은 과반수의 초등학생들이 미생물을 먼지, 오염물, 해로운 것으로 정의한다고 하였으며, 미생물을 전혀 모르는 학생들도 많다고 하였다. 학생들에게 관련된 정보를 제공하고 교육할 필요가 있으며, 특히 미생물의 활용적 측면과 이로움에 대해 지도하여 일상생활에서 공존하고 있는 미생물의 중요성을 이해하고, 가치를 고려하는 일은 의미가 있

다(Simonneaux, 2000; Harms, 2002; 이동민과 차희영, 2009).

작은 생물은 현행 2007 개정 과학과 교육과정에서 사용되는 용어로서, 환경에 적응하여 인간과 더불어 살아가는 주변의 작은 동물, 식물, 균류, 세균 등을 포함한다. 작은 생물 단원은 생물의 다양성에 대한 이해를 돕고, 인간과 다양한 관계를 맺으며 살고 있다는 점을 지도하는데 목표를 둔다. 현 교육과정에서는 이들을 물에 사는 작은 생물, 땅에 사는 작은 생물로 구분하여 생물의 서식 환경을 주로 다루고 있다(교육과학기술부, 2011). 환경에 관한 인식은 생태 교육을 통해서 고취될 수 있는데(허정림 등, 2011), 교과에서 다루는 작은 생물 관련 학습 내용은 자연 속에서의 생태 교육을 지향하고 있어 환경교육이 병행된다면, 학생들의 환경 의식을 긍정적으로 변화시킬 수 있는 요소들을 포함하고 있다. 따라서 생물 다양성을 유지하고 보전하기 위한 동식물의 서식지를 보호하려는 마음과 더불어 건강한 생태계를 유지하는데 핵심적인 역할을 하는 작은 생물에 대한 인식을 바로 갖도록 할 필요가 있다.

환경정책기본법(환경부, 2013)에 따르면, 환경이란 지하·지표 및 지상의 모든 생물과 이들을 둘러싸고 있는 비생물적인 것을 포함한 자연의 상태를 지칭하는 자연환경 및 사람의 일상생활과 관계되는 생활환경을 의미한다. 학생들은 환경에 대하여 생물이 살아가는 공간 또는 장소로서 인식하기도 하며(Loughland *et al.*, 2003; Shepardson *et al.*, 2007), 오염된 환경보다는 자연과 연관된 환경으로 인식하기도 한다(권은정과 홍승호, 2012). 김동렬(2013)은 환경에 대한 개념을 단일적 공간이나 어떤 종류의 물체로 보는 견해와 서로 다른 사건이나 사람들 간의 관계로 보는 통합적 개념의 견해로 설명하였으며, 상호 관계적 균형을 강조하는 환경교육이 필요함을 논하였다.

이러한 환경에 대한 인식은 학생들의 경험을 통해 형성되며, 환경에 대한 마음가짐과 친환경 실천 의지에도 큰 영향을 미친다고 보고되어 왔다(김동렬, 2013; 정철 등, 2013). 정철(2008)은 대학생을 대상으로 한 환경에 대한 인식 연구에서 '환경'이란 단어를 생각할 때 떠오르는 이미지를 그린 후, 그 그림이 왜 환경을 의미하는가를 설명하게 하였는데, 환경인식을 분석하기 위하여 숲, 하천, 숲과 하천, 인간 환경으로 구성된 쾌적한 환경 및 대기, 하천 환경, 폐기물, 생물종 감소, 지구 환경으로 구성된 오염된 환경의 분석 기준을 도출하였다. 그가 제시한 환경

에 대한 정신 모형은 동·식물이 살아가는 장소, 생명 유지를 위한 장소, 인간의 영향을 받거나 변화된 장소, 동·식물과 인간이 살아가는 장소, 사회적 규범이 있는 장소로 구분되어 있다. 초등학생들은 추상적인 사고보다는 구체적인 활동과 경험을 통해 사고를 형성하므로, 주변의 작은 생물과 그 서식 환경에 대한 이해 수준을 파악함으로써 가까운 곳에서부터 환경에 관심을 갖고 실천할 수 있도록 하는 교육이 요구된다.

환경에 대한 학생들의 인식을 파악하기 위해 다양한 연구 방법이 시도되었는데, 그 중에 그림 그리기는 학생들의 생각을 시각화하고 구체화시키는데 유용한 방법이라 할 수 있다(권은정과 홍승호, 2012; 최소영; 2013). 그림은 학생들의 개념을 제약 없이 표현하는데 유용하므로, 정해진 틀이나 관습에 얽매이지 않고, 자유롭게 사고를 표현할 수 있기 때문이다(White & Gunstone, 1992). 정철(2011)도 그리기를 활용한 연구가 다양한 환경 문제에 대한 인식을 조사하는데 효과적인 도구가 될 수 있으며, 학생들이 일상에서 경험할 수 있는 대기오염과 수질오염을 중요한 지구 환경 문제로 인식한다고 하였다. 그러나 글이나 언어적 표현 없이 그림만으로 학생들의 생각을 파악하는데 한계가 있을 수 있으므로, 이를 보완하기 위하여 그림의 해석에 도움이 될 진술을 추가하는 방법을 통해서 학생들의 시각적인 표현을 해석할 수 있다(Rennie & Jarvis, 1995; 최소영, 2013). 학생들의 그림은 여러 가지의 개인적 개념을 포함하여 내재된 의미에 대한 이해를 시각화시킨 것이며(Alerby, 2000), 특정한 용어의 의미를 표현하기 위해 사용한 언어와 그림은 개인적, 사회적, 교육적 경험이 반영된 관점을 나타내는 상징이기 때문에 중요하다(Kress *et al.*, 2001). 오대섭 등(1990)은 연상을 관념들의 연합으로 설명하며, 피험자의 언어를 통해 사고가 구체적으로 표현된다고 하였고, 교사의 입장보다는 학생의 입장에서 이해할 수 있는 과학 용어의 사용이 중요함을 강조하였다. 특히, 단어 연상은 학생들이 자신을 빠르고 쉽게 표현할 수 있는데 유용하게 쓰일 수 있을 뿐만 아니라(Benthin *et al.*, 1995), 일상생활의 경험을 반영하므로 초등학생들의 의미적 연결, 어휘 수준, 생활 경험에 대한 지표를 제공해 줄 수 있다(박미자, 2008).

나. 과학자에 대한 인식

과학자와 과학 학습의 경험에 대한 인식은 과학에 대한 태도에도 중요한 영향을 미친다고 알려져 있으며(Oliver & Simpson, 1988; 권난주, 2005), 과학 및 기술적 관점에서 올바른 결정을 할 수 있는 시민을 양성하고자 하는 요구가 높아짐에 따라 과학 및 과학자의 이미지에 대한 학생들의 생각을 이해하는 일이 중요하게 생각되었다(Schibeci, 2006). 그래서 지난 50여년이 넘는 기간 동안 과학 및 과학자에 대한 인식에 관한 연구가 활발하게 진행되어 왔다. Mead and Metraux(1957)은 고등학생들이 어떻게 과학자를 바라보고 있는가에 대해서 그림과 에세이를 통해 묘사하게 하였는데, 전형적으로 나이가 들거나 중년의 안경을 낀 남성이 실험복을 입고 위험한 실험을 수행하는 과학자로서 인식하고 있다고 하였다. 대중 매체나 TV 등의 미디어가 그러한 전형적인 이미지를 확고하게 인식시키는데 영향을 주며, 후속 연구들도 학생들이 전형적인 과학자의 이미지를 갖는 경향이 있다고 보고되어 왔다(Barman, 1999; Rubin *et al.*, 2003; 권난주, 2005). Toğrol(2013)의 연구에 나타난 5~8학년이 생각하는 과학자 이미지의 예시는 [그림 II-2]와 같았다.



[그림 II-2] 과학자에 대한 이미지의 예시.

Chambers(1983)가 Draw-a-Scientist Test(DAST)를 개발한 이후에는 연구자들이 다양한 국가 및 연령의 연구 대상에 대해 시행함으로써 과학자에 대한 학생들의 인식을 확인할 수 있는 효과적인 접근으로 간주되었다(Finson, 2002;

Monhardt, 2003). 그러나 일부 연구자들이 추상적인 사고를 나타낼만한 언어적 표현 없이 그림만으로 판단하는 것에 대한 의문을 제기하였고, 그림의 해석에 도움이 될 진술을 추가하도록 보완되었다(Rennie & Jarvis, 1995; 여상인, 1998). 또한 그림에 대한 효율적인 분석을 위해 Draw-A-Scientist Test Checklist(DAST-C)가 제안되었는데(Finson *et al.*, 1995), 이는 학생들이 얼마나 전형적인 사고를 갖고 있는가에 대한 비교에 활용되었다(Finson, 2003; Monhardt, 2003; Özel, 2012).

한편, 유사한 직업군으로 확장시켜 학생들의 인식을 조사한 선행 연구에 따르면, 과학자에 대한 전형적인 이미지와는 다르게 생각하는 것으로 나타났다. 야외에서 자연을 연구하는 과학자를 거의 연상하지 않았던 것(Chambers, 1983)과 대조적으로, 주영 등(2008)의 연구에서는 고등학생들의 환경과학자에 대한 이미지가 과학자의 전형적인 이미지와는 다르게 대부분 야외에서 데이터 수집을 하는 사람으로 인식하였다. 과학자, 기술자, 공학자에 대한 이미지를 비교한 연구(김현영 등, 2012)에서 기술자는 공장이나 카센터에서 일하며, 작업복을 입고 공구를 이용하여 수리하는 것으로 묘사되었으며, 공학자는 기계를 다루는 모습으로 나타났다. DAST는 학생들로 하여금 단지 과학자만을 그리도록 하여 다른 직업 간의 비교를 어렵게 한다는 단점을 가지고 있으므로(Losh *et al.*, 2008), 다양한 직업군에 대한 학생들의 인식을 파악함으로써 STEAM 영역의 직업 교육을 대비할 필요가 있다.

특히 미생물 생명공학 연구는 바이오산업, 건강, 의학, 식품, 농업 등 광범위한 분야에 적용되므로 미래에 관련 직종에 종사할 학생들에게 중요한 분야이다. 반면에 그동안 초등과학 교육과정에서 미생물에 대한 내용을 간과함으로써 오개념 및 부정적인 감성이 나타나고 있으므로 미생물에 대한 학생들의 인식을 파악하고, 효과적인 교육을 제공할 필요가 있다(Harms, 2002; 이동민과 차희영, 2009; Byrne, 2011). 세균이나 바이러스와 같은 미생물에 대한 학생들의 개념과 추론 능력의 연구는 학생들이 생명공학에서 유전자 연구 활용 대상으로서의 미생물을 이해하는데 도움이 되는 기초 자료가 될 수 있기 때문에 중요하다(Simonneaux, 2000; Gelamdin *et al.*, 2013). 작은 생물은 생명공학에서 다루는 다양한 생물을 초등학교 수준에서 도입하고 있으며, 연관된 과학적 소양을 기르는데 토대가 되

므로 학습적 가치를 갖는다.

현재까지 전반적인 과학자에 대한 인식 연구는 풍부하게 이루어진 반면, 학생들의 미생물학자에 대한 이미지와 하는 일에 대한 인식에 관한 연구는 거의 없어서 학생들에게서 공통적으로 나타나는 특징적인 이미지가 보고된 바 없다. 미생물 교육과 관련지어 작은 생물에 대한 인식, 과학자를 함께 탐색한 연구는 작은 생물과 생물을 연구하는 과학자에 대한 연결된 인식 및 학생들이 왜 그러한 이미지를 표현하였는지 파악하는데 도움이 될 수 있다. 또한 작은 생물을 연구하는 과학자에 대한 학생들의 인식을 조사함으로써 기존의 전형적인 과학자에 대한 인식과 어떤 차이가 있는지 밝혀내어, 다양한 분야의 직업에 대한 인식과 비교 자료를 제공할 수 있다. 영재학생과 일반학생의 과학자 이미지에 대한 인식 비교에서 선행 연구마다 대상 학년이나 연령의 구분이 달라 비교하는데 어려움이 있었는데(임희준과 여상인, 2001), 본 연구에서는 초등과학 교육과정에 미생물 관련 학습내용이 나타나는 시기인 5학년 및 6학년에 초점을 두어 연구하고자 한다. 교육과정 상에서 작은 생물에 대한 내용 학습 후의 학년을 대상으로 하여 작은 생물을 연구하는 과학자에 대한 이미지를 어떻게 형성하고 있으며, 그 이미지는 다양한 교육적 경험 및 변인에 따라 영향을 받는지 알아보고자 한다. 뿐만 아니라 일반학생과는 구별되는 영재학생과의 비교 연구도 함께 수행한다면 영재학생을 지도하는 교사와 연구자에게 도움이 될 수 있을 것이다.

Reiss *et al.* (2002)는 그림을 통해서 일반적인 아동이 갖는 특정한 현상을 표현 모형으로 나타낼 수 있다고 제안하였다. 그림은 편리하게 방대한 양의 정보를 수집하여 연구대상의 생각을 도출할 수 있는데, Williams *et al.*(1989)의 연구에서는 아동들에게 미생물 그림을 그리도록 요청한 뒤, 그림에 대하여 무엇이든 적어보게 하였다. 연관된 사진들을 활용하여서도 개념을 파악할 수 있으며, 생물학적 작용이 묘사된 사진들을 사용하여 개념 지도를 완성하도록 하는 방식이 학생들의 사고를 알아내는데 도움을 줄 수 있다고 한다(Byrne & Grace, 2010). 학습자가 갖고 있는 기존의 도식은 과학 수업뿐만 아니라 자연 현상이나 외부 정보를 통해 형성되고 발달된다(문성숙과 권재술, 2008; 강훈식과 이지영, 2010). 광고, 만화영화, TV 프로그램 등의 미디어는 미생물에 대한 정보를 학생들에게 주는 역할을 하며, 미생물의 개념을 설명하는 충분한 양과 질적으로 우수한 시각 자료는 학습자의 인식을

형성하는데 중요하다(Karadon & Şahin, 2010). 학생들이 형성한 과학적 인식은 쉽게 변하기 어렵다는 특성이 있어서 체계적인 지도하에 의도적으로 교육될 필요가 있으며(김효남, 1990), 효과적인 생물 교육 방향을 설정하기 위해서는 대상에 대한 실태를 파악하는 일이 중요하다.

3. STEAM 교수·학습 설계

가. STEAM 수업 설계 모형

통합교육과정의 배경과 관련하여 물리적으로 합친 것을 의미하는 통합, 화학적으로 합친 융합, 원래의 학문이 사라지는 것이 아니라 학문들 간에 소통을 하는 것을 의미하는 통섭(consilience)으로 용어를 구분할 수 있다. 또는 서로 다른 학문을 단순히 연관 지어 통합하는 연계(connection), 서로 다른 학문을 물리적으로 일부만 통합하는 통합(integration), 서로 다른 학문을 화학적으로 완전히 통합하는 융합(convergence)으로 구분하기도 한다(김진수, 2011).

통합교육과정의 교육적 기능으로는 인식론적 기능, 심리적 기능, 사회적 기능으로 분류할 수 있는데, 인식론적 기능(epistemological function)은 지식에 관련된 기능이고 심리적 기능(psychological function)은 학습의 과정에서 학습자와 학습 내용의 상호 작용의 기능이다. 사회적 기능(social function)이란 협동을 통한 교수·학습, 간학문적 이슈에 대처, 학교와 사회의 연결하는 기능이다(김진수, 2011).

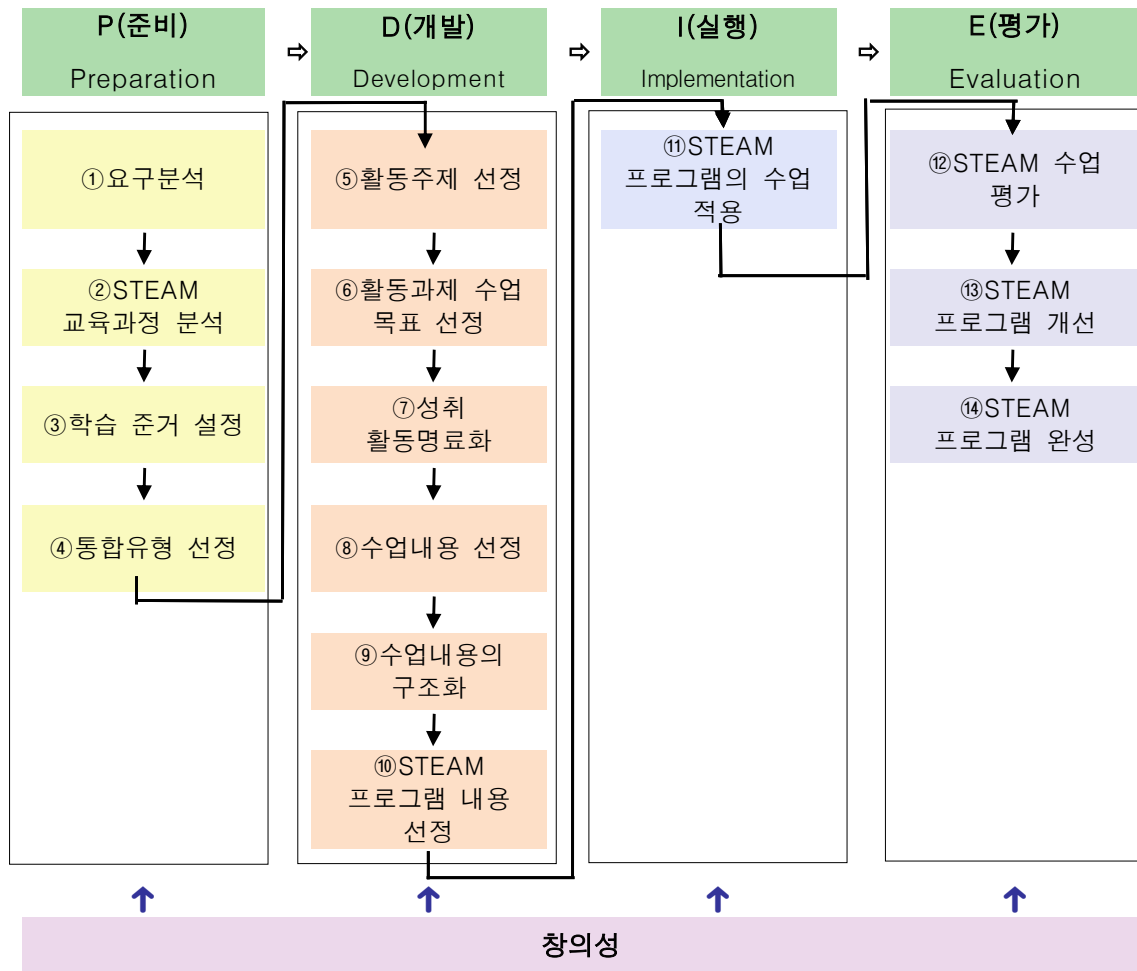
국의 통합교육 설계 모형 중, 본 연구에서 적용한 PDIE 모형의 기저가 되는 PDI 모형(Mager & Beach, 1967) 및 ADDIE 모형(Seels & Richey, 1994)을 살펴보면, PDI는 준비(Preparation), 개발(Development), 개선(Improvement)의 3단계 모형으로서 수업의 실행 단계가 빠져있다는 단점이 있다. ADDIE 모형은 분석(Analysis), 설계(Design), 개발(Development), 실행(Implementation), 평가(Evaluation)으로 나뉘어 있는데 PDIE 모형에서는 ADDIE의 복잡하고 비실용적

이었던 분석 및 설계 단계를 통합하여 준비 단계로 통합하였다.

국내 통합교육 프로그램의 개발 모형에도 유사성을 띄기는 하나 각각의 특징이 있다. 이상갑(2001)은 MST 통합교육 프로그램 개발 모형을 제안하였는데, 이는 준비, 개발, 개선의 3단계로 구성되어 있으며 요구분석, 주제분석, 교육목표 설정, 학습내용 선정, 주제망 작성, 학습내용 조직, 수업목표 진술, 프로그램 구성, 프로그램 평가, 최종프로그램의 순서대로 진행된다. 송정범(2010)의 STEM 통합교육 프로그램 개발을 위한 모형은 크게 모형과 수정 모형으로 구분되고 하위 단계로서 분석(Analysis), 설계(Design), 개발(Development), 실행(Implementation), 평가(Evaluation), 모형의 수정 단계로서 개발, 실행, 평가의 단계를 다시 거친다. 이소이(2011)의 STEM 통합 수업 설계 모형은 통합 과학, 수학, 공학의 개념, 방법, 지식을 기술적 문제에 적용하는 방식의 간학문적 접근과 더불어 학습자 중심, 협동학습, 활동중심의 교육학적 기초를 함께 제시하였다. 본 연구에 활용된 김진수(2011)의 PDIE 모형은 준비(Preparation), 개발(Development), 실행(Implementation), 평가(Evaluation)의 단계를 따르며, 세부적으로 각 단계 내의 절차가 구체적으로 설정되어 있다(그림 II-3). 그 내용은 ① 요구분석, ② STEAM 교육과정 분석, ③ 학습준거 선정, ④ 통합유형 선정, ⑤ 활동주제 선정, ⑥ 활동과제 수업 목표 선정, ⑦ 성취 활동명료화, ⑧ 수업내용 선정, ⑨ 수업내용의 구조화, ⑩ STEAM 프로그램 내용 선정, ⑪ STEAM 프로그램의 수업 적용, ⑫ STEAM 수업 평가, ⑬ STEAM 프로그램 개선, ⑭ STEAM 프로그램 완성의 절차이다. 이러한 하위 절차들은 학생들의 창의성 교육을 중심으로 진행되어야 하며, 초·중등학교의 STEAM 교육을 위한 수업 자료의 개발을 위한 목적에서 활용될 수 있다.

나. STEAM 프로그램 개발

시대적 흐름에 따라 여러 선진국들은 융합교육에 노력을 쏟고 있다(이효녕 등, 2013). 통합적 STEM 교수 방법이 성취도, 흥미, 학습동기에 효과가 있으며(Sanders, 2009), STEM 학습자가 non-STEM 학습자보다 통합적이고 반성적인 학습에 대해서도 우수하다고 보고되었다(Nelson Laird *et al.*, 2011). 한편, 우리나라



[그림 II-3] STEAM 프로그램 개발을 위한 PDIE 모형의 세부 절차.

라에서도 STEAM 교육의 토대가 된 미국의 STEM 교육이 국내에 도입되면서 새로운 융합교육 패러다임에 부응하기 위한 정책을 펴오고 있다(교육과학기술부, 2010; 김진수, 2011; 송인섭 등, 2011).

STEAM 교육은 Dewey(1933)의 ‘내용과 경험’의 통합을 통해 실현되어야 하는데, 이는 ‘통합적 내용’과 ‘경험의 제공’에 대한 두 가지의 측면에서 접근해야 한다(백운수 등, 2011). 다양한 분야의 융합적 지식, 과정, 본성을 토대로 자기주도적인 학습 경험을 제공한다는 점(백운수 등, 2012)에서 초등과학의 ‘작은 생물’은 STEAM 교육의 효과를 기대할 수 있는 적합한 학습 내용의 조건을 포함하고 있다. 자신의 생활 주변에서 쉽게 관찰할 수 있는 학습 소재이기 때문에 Piaget의

구체적 조작기에 해당하는 초등학생 시기에 주변의 환경에 관심을 갖고 탐구를 경험할 기회를 제공하며, 그러한 과정 속에서 종합적인 지식을 습득하기에 적절하다. 또한 ‘작은 생물’은 인간의 생활과 밀접하게 연관되어 있는 주제이기 때문에 사회적인 문제와 연관 짓기에도 유용하며, 과학·기술·공학에 대한 방대한 지식을 통합하기 위한 매개체가 될 수 있다. 그동안 과학, 기술, 공학 및 수학 등은 학생들이 흥미가 낮고 학습하는 과정에서 어렵게 여겨져 왔으므로(이미경, 2007), 이러한 분야들을 융합하여 흥미를 심어줄 수 있는 STEAM 프로그램이 요구된다고 하겠다. 기존의 패러다임을 초월하여 STEAM을 기반으로 한 융합교육 프로그램은 학생들의 창의성을 신장시키는데 도움을 줄 수 있으므로(김정아 등, 2011), 직면하는 문제들을 융합적인 사고를 통하여 해결하는 능력을 신장시키는데 기여할 수 있다(최유현 등, 2008; 김권숙, 2012).

비록 우리나라의 교육에서도 STEAM 교육이 대두되고 있지만, 여전히 관련 연구 및 STEAM 교육 프로그램이 부족하다는 지적이 따르고 있다(김권숙, 2012; 이진아, 2012; 홍민아 등, 2012). 교사들은 STEAM의 중요성을 인식하면서도 교육 현장에 적용하기에는 아직은 준비가 미흡하다는 생각을 갖고 있다(신영준과 한선관, 2011; 권난주와 안재홍, 2012). 반면, 사회의 복잡한 문제들을 해결할 수 있는 종합적인 능력을 갖춘 인재를 기르기 위해서 적시 교육(Just in time)을 반영하는 STEAM 교육 콘텐츠에 대한 요구는 점점 높아지고 있는 실정이다. 사회의 문제들을 해결하려면 기본적으로 과학 기술적 소양을 갖추어야 하는데 이는 저절로 생기는 것이 아니라, 학생들이 습득한 정보와 지식이 토대가 되어야 한다. 그러한 점에서 과학에 대한 정의적 영역은 물론이고, 과학 지식 및 탐구 능력을 함양하는 일이 필요하다. 따라서 STEAM 교육을 구성하기 위한 조건들을 고려한 융합 콘텐츠를 통해서 학습자들은 효과적으로 교육의 목적을 성취할 수 있을 것이며, 한 분야에 국한되지 않고 넓은 시야와 통합적인 안목을 가질 수 있다.

4. STEAM 교육의 적용 효과 선행연구

가. 초등교육과 STEAM

국외에서 통합 교육의 흐름에 따라 다양한 융합교육 방안에 대한 연구들이 수행되고 있는데, 보스턴 과학박물관의 National Center for Technology Literacy (NCTL)에서 개발된 The Engineering is Elementary(EiE) 프로젝트는 20개 학습 주제의 STEM 교육 프로그램으로 구성되었으며, 학생들이 공학설계에 참여하는 과정을 통해서 융합교육을 실천하고 있다. EiE의 교재는 이야기책, 평가 루브릭, 교사들을 위한 참고 자료와 추가 참고 자료 등이 포함되어 있어 STEM 지도 시 실용적으로 활용할 수 있다(Cunningham, 2009; NCTL, 2009). 또한 국제기술공학교육자학회(ITEEA)에서 개발한 Engineering by Design(EbD)는 공학설계를 기반으로 한 문제해결 중심의 프로그램으로서, 초등학교 3~5학년용 과정에서는 'EbD-Technology, Engineering, Environment, Mathematics, and Science(TEEMS)'의 STEM 통합 교육 모형과 교수 학습 자료를 제공하였다(ITEEA, 2011). EbD의 빅 아이디어를 도입한 White(2013)의 특별 여름 프로그램은 아프리카계 미국 학생들에게 기술과 공학을 구성요소로 하는 STEM 프로그램을 제공하였고, 학업과 직업에 대한 경로를 알려주었다. DeJarnette(2012)의 연구에서는 초등학생 단계에서 STEM 계획과 활동을 하는 일이 통찰력과 기질에 긍정적인 영향을 미친다고 하였다. 이처럼 다방면에서 과학 기술적 소양을 갖춘 인재를 양성하기 위한 노력을 기울이고 있으며, 융합교육의 효과와 중요성이 강조되고 있다(Sanders, 2009).

국내에서 이루어진 STEAM 프로그램에 대한 연구로는 기술, 공학 중심의 융합교육을 적용하여 태도, 문제해결력, 인식에 미치는 영향을 알아보거나(문대영, 2009; 정의석과 나승일, 2012) 과학 수업에서의 '우리 몸' 단원에 대한 STEAM 교육을 적용 후 학생들의 자기효능감과 태도의 상승효과를 얻기도 하였다(박혜원과 신영준, 2012). 그리고 예술 중심(장근주와 유정은, 2009), 수학 교과 중심(김우진, 2012), 환경 문제 중심(이성희, 2012; 홍민아 등, 2012)의 통합교육처럼 통합의 방향에 따라서 다양한 접근 방식을 시도하고 있으며, 연구대상도 초등학생 저학년부터 일반인들까지 다양한 범위에서 STEAM 교육의 효과에 대한 연구

가 진행되어 오고 있다(홍병선, 2009; 권난주와 안재홍, 2012; 서주희, 2012).

최근 각 학교급별 학생을 대상으로 한 통합교육 프로그램이 개발되고 있는 추세이며, STEM 및 STEAM 프로그램의 적용 효과 분석, 실태 및 인식, 내용 분석에 이르기까지 연구되고 있다(권난주와 안재홍, 2012; Brown, 2012). STEAM 프로그램 개발 및 적용을 통해 학생들의 창의적 인성, 창의적 문제해결력 등의 요소에서 효과가 검증되고 있지만(권순범 등, 2012; 김권숙과 최선영, 2012; 이경진과 김경자, 2012), STEAM 수업은 기본적으로 종래의 과학교육이 안고 있던 단점을 보완할 수 있어야 하므로 과학교육에서 중요하게 다루어지고 있는 학업성취도, 과학 탐구 능력, 정의적 영역 등 또한 소홀히 할 수는 없다. 학업성취도는 개별 국가의 교육 수준을 가늠할 수 있는 잣대로 활용되고 있으며, 과학흥미 및 과학가치 요인이 과학성취도에 미치는 영향력이 크다고 하였다(염시창과 강대중, 2011). 그러나 우리나라 학생들은 과학에 대하여 긍정적인 태도가 낮은 경향이 있으며, 특히 과학성취도가 높은 집단에서 과학에 대한 태도와 성취도와의 상관관계가 가장 크게 나타났다(이미경과 김경희, 2004). 그리고 탐구 능력의 향상은 과학적 사실과 과학적 개념을 이해하는데 도움을 주고 실험능력 향상에 기여할 수 있다(하병권 등, 2000).

나. 영재교육과 STEAM

영재교육에서도 STEAM 교육이 학문 분야를 막론하여 여러 측면에서 효과적이었다는 사례들이 보고되었다. 김권숙과 최선영(2012)은 과학 기반 STEAM 프로그램을 초등과학 영재학생에게 적용한 결과, 창의적 문제해결력이 향상되었다고 하였으며, 특히 ‘다양한 문제 제안하기’와 ‘해결책 생각하기’ 영역에서 효과가 두드러졌다고 하였다. STEAM 교육에 기반을 두어 초등수학 영재를 대상으로 프로그램을 개발하고 적용한 연구(이승우 등, 2013)에서는 학습자들이 학습 내용과 학습 활동에 대한 만족도가 높았으며, 각과 속도에 관한 부분에서 창의력과 문제해결력이 증진되었다고 하였다. STEAM과 동일한 맥락의 통합교육 연구 중에 영어를 통한 의사소통 능력 및 과학을 통한 논리력·사고력·창의력의 신장을 위한 목적에서 개발한 영어·과학 통합 프로그램의 적용 결과에서는 영재학

생의 인지적, 정의적 영역 및 집단 유형의 성격에 긍정적인 효과를 보였다(김정렬과 김소연, 2007).

한편, 영재학생과 일반학생의 비교 연구로서 인지적, 신체적, 성향적 측면에서 일반학생과는 구분되는 영재의 특성이 밝혀졌다. 영재학생이 일반학생에 비해 논리·수학적 지능, 개인이해 지능, 자연탐구 지능이 높으며(조은부와 백성혜, 2006), 뇌기능 영역 내의 상호작용이 우수하고(박경희 등, 2006), 과제집착력 특성을 통해 구별된다고 하였다(장정은 등, 2013). 과학영재는 지능과 탐구 능력뿐만 아니라, 과학 태도에서도 일반학생보다 긍정적인 특성을 보인다고 하였다(양태연 등, 2003). 하지만 STEAM 수업 상황에서 영재의 특성이 어떻게 유리하게 작용하여 어떤 측면에서 효과가 향상되는지에 대해서는 선행 연구를 통해 단정을 지을 수는 없다.

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구 절차

작은 생물을 주제로 한 STEAM 프로그램 개발 및 적용 연구는 과학 개념 검사 문항 개발 및 작은 생물에 대한 인식 조사, 사전·사후검사 통제집단 설계의 흐름으로 수행되었으며 그 절차는 <표 Ⅲ-1>과 같다.

<표 Ⅲ-1> 연구의 절차

추진 단계	세부 내용	
선행 연구	STEAM 연구	- STEAM 관련 국내외 선행연구 분석
	'작은 생물' 연구	- 초등 과학과 교육과정 분석 - '작은 생물' 관련 선행연구 조사
	검사지 자료 수집	- 과학 개념, 과학 탐구 능력, 정의적 영역 관련
계획 수립	- 제작 프로그램에 대한 세부사항 논의 - 전문가 면담 - STEAM 프로그램의 학습 내용 설정	
과학 개념 검사문항 개발	- 문항 내용 및 목표 설정 - 주관식 문항 제작 - 주관식 문항 투입 (5~6학년 60명)	- 객관식 문항 제작 - 객관식 문항 사전 투입 (6학년 25명) - 객관식 문항 투입(642명)
연상단어 및 서식환경 인식 조사	- 검사도구 개발, 투입(449명) - 통계 및 분석	
작은 생물을 연구하는 과학자에 대한 인식 조사	- 검사도구 개발, 투입(530명) - 통계 및 분석	
PDIE 모형 적용	- STEAM과 작은 생물 연계방안 고려 - 제작 절차에 따른 프로그램 제작	
정보 수집	- 관련 학회 참가 - 전문가 자문	
STEAM 프로그램 초안 제작	- 【교사용】 STEAM 프로그램 (단원 체계, 재구성한 학습 내용, 지도상의 유의점, 교수·학습 과정안, 평가 작성) - 【교사용】 차시별 멀티미디어 자료 - 【학생용】 학습 자료(학습지) - 【학생용】 스토리텔링 자료(읽기 자료)	
프로그램 안내 제작	- 【교사용】 학습지에 예시 답안, 교사용 tip, 활용 안내 (프로그램 매뉴얼) 개발	
전문가 타당도 검사	- 프로그램 내용 타당도 검사 (과학교육과 교수, 대학원 박사 과정, 석사 과정, 현직 교사)	

	수정 및 보완	- 프로그램 1차 수정 및 보완
	연구 대상 선정	- 초등학교 5~6학년 3개교, 6학년 선정(136명) - 현직 초등교사 5인 프로그램 적용 협조 및 동의
프로그램 1차 개발	교사용 지도서 개발	- 학습 목표 및 수업 형태 방법 연구 - 교수·학습 활동 검토(10차시) - 작은 생물 STEAM 교사용 지도서 제작(8부)
	학생용 교재 개발	- 교사용 지도서에서 학생 수준에 맞는 편집 - 작은 생물 STEAM 학생용 교재 제작(100부)
	STEAM 콘텐츠 개발	- 교수·학습에 필요한 스토리텔링 자료집 제작(40부) - 멀티미디어 자료 파일 제작(3부)
	비교반 교수·학습 과정안 작성	- 전통적인 이론 수업 과정안 작성(10차시)
	프로그램 평가 설문지 개발	- 학생 수업 만족도 설문지 개발
	재료 준비	- 학습 준비물 구입 및 준비
	연구 대상 학교 투입 준비	- 투입 관련 협의 - 재구성 운영 계획
	사전 검사	- 사전 검사지 투입(과학 개념, 과학 탐구 능력, 정의적 영역)
	실험 집단 STEAM 교육 프로그램 적용	- 실험 집단 5~6학년 3개 학급(69명)에 작은 생물에 대한 STEAM 교육 프로그램을 적용
	비교 집단 일반 전통식 수업 적용	- 비교 집단 5~6학년 3개 학급(67명)에 작은 생물에 대한 전통식 교육 수업을 적용
	영재 집단 STEAM 교육 프로그램 적용	- 영재 집단 5~6학년 2개 학급(29명)에 작은 생물에 대한 STEAM 교육 프로그램을 적용
	사후 검사	- 사후 검사지 투입(과학 개념, 과학 탐구 능력, 정의적 영역, 만족도 설문지) - 평가기준에 따른 결과 정리
	프로그램 투입 결과	- 검사지 수합 완료
	적용 결과 통계 처리	- 과학 개념, 과학 탐구 능력, 정의적 영역 검사 결과 분석 - SPSS 통계 처리
	결과 분석	- 프로그램의 강점 및 효과 검증 확인 - 결과 분석을 통한 STEAM 개선점 파악 - 프로그램 적용에 따른 시사점 파악
	수정 및 보완	- 보완할 점에 대한 지속적인 피드백 - 프로그램 2차 수정 및 보완
프로그램 2차 개발	교사용 지도서 개발	- 프로그램 보완, 작은 생물 STEAM 교사용 지도서 제작
	학생용 교재 개발	- 교재 보완, 작은 생물 STEAM 학생용 교재 제작
	STEAM 콘텐츠 개발	- 융합인재교육 부가 학습 자료 보완, 스토리텔링 자료집 제작 - 멀티미디어 자료 파일 제작
	논문 작성	- 수행 연구에 대한 논문 작성 및 발표

본 연구를 수행하기 위해 STEM 및 STEAM 교육, 작은 생물 연구 관련 문헌을 분석하였으며, 초등과학 교육과정을 토대로 재구성한 STEAM 프로그램의 개발을 계획하였다. 작은 생물과 연관된 초등학생들의 선개념 파악 및 검사도구 개발의 목적에 따라, 과학 개념 검사문항을 개발하고 초등학생 5, 6학년에게 투입하였다. 작은 생물에 대한 연상 단어, 우리 생활에 미치는 영향, 서식 환경, 연구하는 과학자 이미지는 설문 및 그리기 방법을 통해서 학생들의 인식을 조사하였다. 학생들이 갖고 있는 다양한 작은 생물에 대한 이론, 개념적 과학 지식을 조사한 결과는 STEAM 프로그램의 개발 및 지도 과정에서 활용되었다. STEAM 프로그램은 교사용, 학생용, 학습 자료로 구성되어있으며 해당 프로그램은 5, 6학년 일반학생 집단 및 영재 집단에게 투입되었고, 동일한 학습 내용을 다루되 전통적 과학수업대로 진행한 비교 집단과 실험 집단과의 비교연구도 수행하였다. 아울러 개발한 STEAM 프로그램이 학습자의 과학 개념, 과학 탐구 능력, 정의적 영역에 어떠한 영향을 미치는지 알아보았다.

2. 연구 대상

본 연구에 참여한 학생은 총 1,337명으로, 5학년 637명, 6학년 700명(남학생 690명, 여학생 647명), 과학영재 110명이다.

가. 과학 개념

J도에 소재하고 있는 도시 지역 초등학교 4개교 및 농어촌 지역 4개교의 작은 생물에 대한 단원을 학습한 5학년과 6학년 총 642명(남학생 317명, 여학생 325명)을 대상으로 설문 조사를 실시하였다. 농어촌과 도시 거주 환경의 경험이 미치는 영향도 알아보기 위해 지역별로 표집한 학생은 도시 학생 400명, 농어촌 학생 242명이다(표 III-2).

<표 III-2> 작은 생물에 대한 개념 연구 대상

(단위: 명)

지역	투입학교	학년	인원수		소계
			남	여	
도시	B 초등학교	5	116	106	222
	H 초등학교				
	O 초등학교	6	94	84	178
	S 초등학교				
농어촌	D 초등학교	5	42	51	93
	D 초등학교				
	P 초등학교	6	65	84	149
	W 초등학교				
합계			317	325	642

나. 연상 단어와 서식 환경에 대한 이미지

조사 대상은 5~6학년 449명으로 J도 소재의 도시지역 I 초등학교 4개 반과 S 초등학교 6개 반, 읍면지역 J 초등학교 4개 반과 D 초등학교 4개 반이 참여하였으며, 연구 대상의 분포는 <표 III-3>과 같다.

<표 III-3> 연상 단어와 서식 환경 이미지 연구 대상

	집단	학생수(명)	전체(명)
학년별	5학년	219	449
	6학년	230	
성별	남학생	233	
	여학생	216	
지역별	도시 지역	256	
	읍면 지역	193	

서로 다른 사회적, 교육적 경험을 갖고 있는 5학년 및 6학년, 도시 및 읍면 지역의 학생들로부터 자료를 수집하여 폭넓은 개념을 알아보며, 학생들이 서식 환경을 인식하는데 있어서 그러한 요인들이 어떤 영향을 주는지 분석하고자 연구 대상을 선정하였다. 3~4학년 시기에 동물과 식물의 다양성을 학습한 5학년은 과학 교육과정에서 ‘작은 생물의 세계’ 단원을 학습하였고, 6학년은 생태계와 환

경 단원으로부터 생태계의 구성 요소와 상호 작용을 추가적으로 학습하였다.

다. 작은 생물을 연구하는 과학자 이미지

조사에 참여한 대상은 5~6학년 초등학교 일반학급 학생 및 영재학생 총 530 명으로, 연구 대상의 분포는 <표 III-4>와 같다. 449명의 일반학생은 J도 소재의 도시지역 I 초등학교 4개 반, S 초등학교 6개 반, 읍면지역 J 초등학교 4개 반, D 초등학교 4개 반이 참여하였고, 영재학생은 J도 소재의 지역교육청 소속의 영재학급 2개 반, J대학교 과학영재교육원 소속의 영재학급 3개 반 학생들이다. 중점 초등학교에서 운영하는 지역교육청 소속 영재학생 및 대학교 과학영재교육원의 영재학생들은 일련의 영재선발 시험을 통과하였으며, 다양한 학교에서 선발되었다.

<표 III-4> 작은 생물을 연구하는 과학자 이미지 연구 대상

집단		학생수(명)	전체(명)	
일반 학생	학년별	5학년	219	
		6학년	230	
	성별	남학생	233	449
		여학생	216	
	지역별	도시 지역	256	
		읍면 지역	193	
영재 학생	소속	지역교육청	35	
		J대학 과학영재교육원	46	
	학년별	5학년	17	81
		6학년	64	
	성별	남학생	51	
		여학생	30	

라. STEAM 프로그램의 적용

본 연구의 대상은 J도 J시에 소재한 I초등학교 5학년 35명, O초등학교 5학년 51명, J초등학교 6학년 50명 총 136명(남 67명, 여 69명)으로, STEAM 교재를 활용한 수업을 적용한 실험 집단 69명과 교육과정에 따른 내용을 일반 수업으로

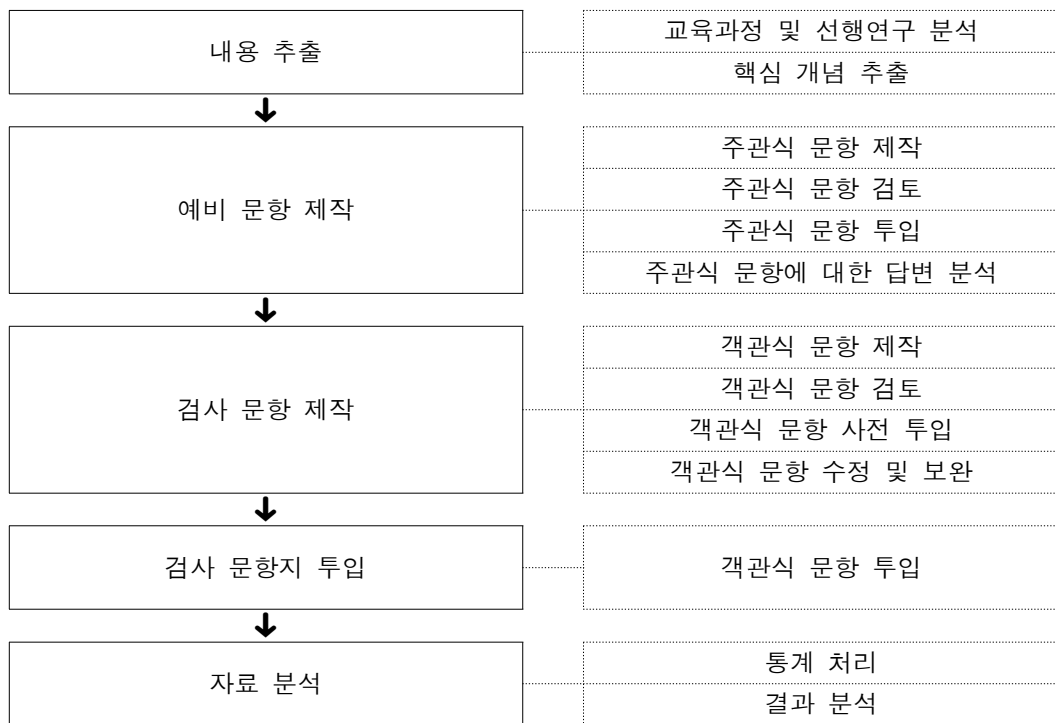
진행한 비교 집단 67명으로 설정하였다. 영재 집단은 J 대학교 부설 과학영재교육원의 초등과학 영재학급 2개 반으로 구성된 5, 6학년 29명(남 22명, 여 7명)과 비교집단은 일선 초등학교의 일반학급 5, 6학년 69명(남 32명, 여 37명)을 대상으로 하였다.

3. 연구 방법

가. 조사 연구

1) 과학 개념 문항 개발

초등학생의 작은 생물에 대한 과학 개념 이해 정도를 조사하기 위한 절차는 [그림 III-1]과 같다.

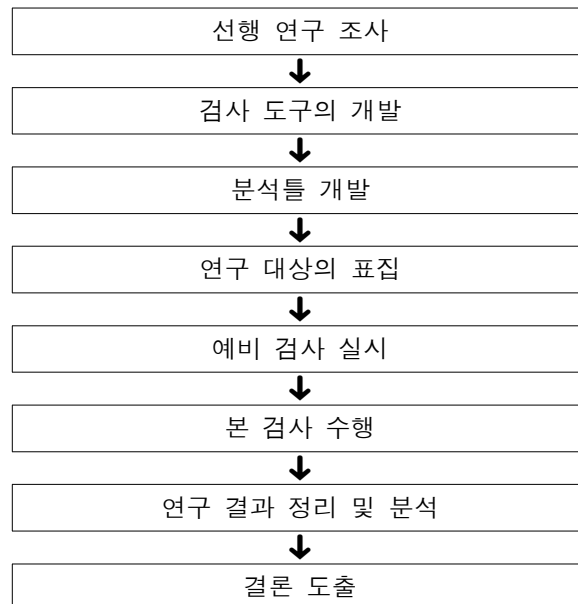


[그림 III-1] 과학 개념 연구 절차.

초등과학 교육과정의 ‘작은 생물의 세계’ 단원 및 선행 연구 분석을 통해 핵심 개념을 추출하여 주관식 개념 문항을 제작하였고, 과학교육과 생물전공 교수 1인, 초등과학교육전공 박사과정 2인, 경력 5년 이상이거나 과학교육 석사학위 소지 및 2년 이내 해당 단원 지도 경험이 있는 현직교사 11인에게 안면타당도를 검토 받은 후 초등학교 5~6학년 59명에게 예비 조사를 실시하였다. 주관식 문항에 대한 응답을 Marek(1986)의 과학 개념 검사 평정 척도에 따라 완전한 이해, 불완전한 이해, 틀린 이해, 무응답으로 분석하여 객관식 문항을 제작하였다. 주관식 설문 문항을 검토하였던 집단에 객관식 문항의 내용 타당도를 검증받고, 초등학생 23명을 대상으로 예비 조사를 실시한 후 다시 검사 도구의 수정 및 보완 과정을 거쳤다. 예비 조사를 수행한 학생들을 제외한 642명 학생들에게 객관식 개념 검사 도구를 투입한 후 결과를 분석하였다.

2) 연상 단어와 서식 환경 그리기

본 연구는 선행 연구에서 활용된 그림을 기반으로 하는 검사 도구를 연구 목적에 맞게 변형한 후, 초등학생들이 설문에 참여하는 방식으로 조사하였다(그림 III-2).



[그림 III-2] 연상 단어와 서식 환경에 대한 이미지 연구 절차.

검사 도구는 작은 생물이 우리 생활에 주는 이로움과 해로움에 대한 설문과 작은 생물이 서식하는 환경을 그리는 내용을 포함하고 있다. 학년별, 지역별, 성별에 따른 서식 환경에 대한 인식의 차이를 알아보기 위해 검사지의 답변 및 그림을 분석하였다.

3) 작은 생물을 연구하는 과학자 이미지

본 연구는 선행연구에서 활용된 그림을 기반으로 하는 DAST 방식의 검사 도구를 연구 목적에 맞게 변형한 후, 교사의 안내에 따라 초등학생들이 설문에 참여하는 방식으로 조사하였다.

기존의 DAST 도구를 토대로 작은 생물에 대한 연상 용어, 작은 생물이 연구하는 과학자와 그림에 대하여 서술하는 내용의 검사 도구를 개발하여 활용하였으며, 학년별, 지역별, 성별 및 영재성에 따른 과학자 이미지의 차이를 알아보기 위해 설문 결과 및 그림을 분석하였다.

나. 실험 연구

1) STEAM 프로그램의 개발 과정

본 연구에서 개발한 STEAM 수업을 위한 교재는 초등과학 ‘작은 생물의 세계’ 단원과 연계 지도할 수 있도록 재구성하여 제작하되, 김진수(2011)의 ‘PDIE 절차 모형’에 따라서 준비(Preparation), 개발(Development), 실행(Implementation), 평가(Evaluation)의 4단계를 거쳤다. PDIE 모형은 초·중등학교의 STEAM 교육을 위한 수업 자료 개발에 적합하도록 개발되었고, PDI 모형과 ADDIE 모형의 장점을 통해 구안되었으므로 초등학교 5, 6학년을 대상으로 하는 STEAM 교재 개발 과정으로 활용하였다.

개발한 ‘작은 생물의 세계’ STEAM 교재는 개발 과정에 따른 단계를 항목화하여 제작한 3개 영역 총 35문항에 대한 교수 1인 및 현장 교사 10인의 검토와 피드백을 반영하여 논의를 바탕으로 STEAM 교재를 수정 및 보완하였다(표 III-5).

<표 III-5> STEAM 프로그램 검토 기준

종류	평가 항목	
STEAM 프로그램에 대한 검토	활동주제 선정	선정된 활동들은 주제와 관련이 있다.
	수업목표 선정	수업자료가 수업목표에 부합한다.
	수업내용 선정	학습자의 수준과 요구에 적절하다.
		내용에 편견이나 왜곡이 없다.
		인간, 생태 환경 존중의 관점에서 기술되었다.
	수업내용의 구조	STEAM 요소의 원리를 적당하게 적용하였다.
		수업 자료는 체계와 계열성이 있다.
		알맞은 분량의 학습 내용이 제시되어 있다.
	프로그램 내용	수업자료의 전체적인 구성과 디자인이 잘 이루어졌다.
		내용이 논리적이며 의미 전달이 명확하다.
		학습자의 흥미와 동기를 유발한다.
	적용	최신 교육 동향을 반영하고 있다.
학습자의 문제해결능력, 창의력, 사고력의 발달을 촉진하도록 수업이 설계되어 있다.		
학습자가 수행한 교수학습 활동에 대해 상호작용할 수 있다.		
학습자의 자기주도적 학습을 촉진하고 있다.		
수업 과정안은 수업진행에 별다른 무리가 없도록 작성되었다.		
평가	평가가 학습 목표와 내용에 부합한다.	
	지식을 적절하게 이해하고 적용하는지 평가할 수 있다.	
	작은 생물에 대해 학생들이 관심을 가질 수 있겠다.	
	평가 도구 사용을 위한 안내가 제시되어 있다.	
스토리텔링 자료에 대한 검토	학습자의 수준과 요구에 적절하다.	
	수업내용 선정	내용에 편견이나 왜곡이 없다.
	수업내용의 구조	인간, 생태 환경 존중의 관점에서 기술되었다.
		STEAM 요소의 원리를 적당하게 적용하였다.
		수업자료가 현장에서 활용될 가능성이 있다.
	프로그램 내용	수업자료의 전체적인 구성과 디자인이 잘 이루어졌다.
사진, 도표, 삽화 등이 효과적으로 활용되어 전달 내용이 명확히 표현되고 있다.		
	학습자의 흥미와 동기를 유발한다.	
	최신 교육 동향을 반영하고 있다.	
멀티미디어 자료에 대한 검토	디자인	수업자료의 디자인이 적절하다.
	수업내용의 구조	글자의 크기와 모양이 읽기 쉽다.
		수업자료가 현장에서 활용될 가능성이 있다.
	프로그램 내용	수업 진행이 원활할 수 있도록 제작되었다.
사진, 도표, 삽화 등이 효과적으로 활용되어 전달 내용이 명확히 표현되고 있다.		
	학습자의 흥미와 동기를 유발한다.	

또한 개발한 STEAM 프로그램이 정진수 등(2012)이 제시한 STEAM 교육 체크리스트의 항목을 통해서 ‘작은 생물의 세계’ 단원에 대한 STEAM 수업이 STEAM 교육의 목적, 개념, 학습 준거와 부합하는지 고려하였다. <표 III-6>은 STEAM 교육 체크리스트의 세부 항목을 요약한 것이다.

<표 III-6> STEAM 교육 체크리스트 요소

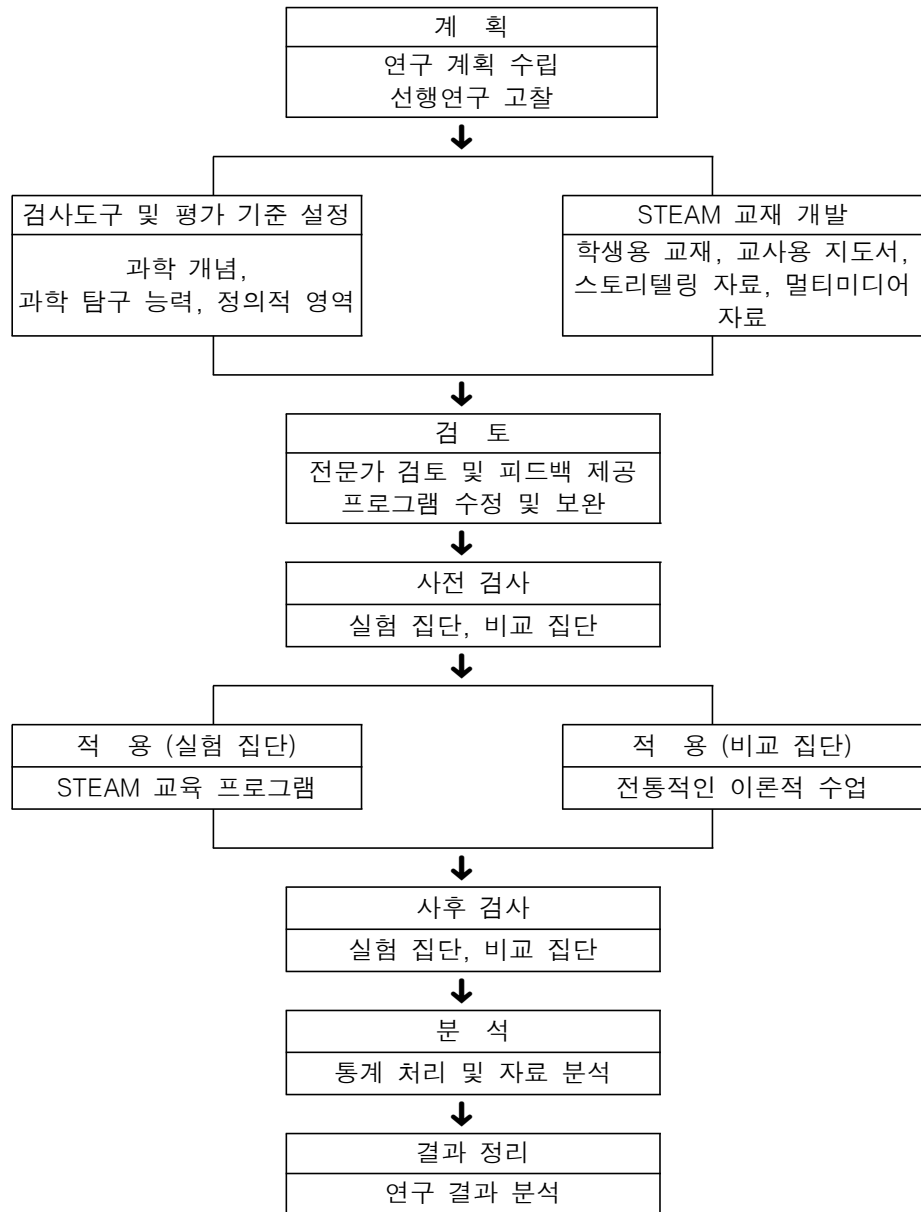
STEAM 교육 목적	STEAM 교육 개념	STEAM 교육 학습 준거		
		상황 제시	창의적 설계	감성적 체험
융합인재양성	학생 흥미 증진, 실생활 연계, 융합적 사고력 배양	상황 제시, 자연스러운 융합	학생 중심, 아이디어 발현, 자기 문제화, 학습 방법, 과정, 활동 중심, 다양한 산출물, 협력 학습	Hands-on, 성공의 경험, 새로운 도전 요소, 자기 평가

STEAM 체크리스트에 따라 각 항목을 검토한 결과, 일치하지 않는 항목에 대해서는 지속적으로 프로그램을 수정 및 보완하였고, ‘작은 생물’과 관련된 문제를 해결하기 위해 학생들 스스로 지식을 연결하고, 모듈별로 계획한 산출물을 제작하는 과정에서 다양한 정보를 활용하여 창의적인 아이디어를 실현하는 과정을 체험하도록 하였다.

2) 일반학생에 대한 STEAM 프로그램의 적용

2007 개정 교육과정 초등과학 5학년 ‘작은 생물의 세계’ 단원에 대한 STEAM 교재를 개발하고 적용하기 위한 본 연구의 절차는 [그림 III-3]과 같다.

‘작은 생물’을 주제로 한 STEAM 프로그램은 김진수(2011)의 PDIE 모형에 따라 내용을 선정하고 프로그램을 구체화하였으며, STEAM 교육을 학교 현장에 적용하고자 학생용 교재, 교사용 지도서, 스토리텔링 자료, 멀티미디어 자료 4종의 교재를 제작하였다. 제작한 STEAM 프로그램은 학생들에게 적용하기 전에 전문가 집단의 검토를 통해 수정 및 보완하였다. 초등학생 5, 6학년을 대상으로 과학 개념, 과학 탐구 능력, 정의적 영역에 대한 사전 검사를 실시한 후, 실험 집



[그림 III-3] 일반학생에 대한 STEAM 프로그램 적용 연구 절차.

단체에는 본 연구의 STEAM 프로그램을 투입하고, 비교 집단에게는 일반적인 과학 수업을 적용하였다. 두 집단에 대하여 사후 검사 결과를 분석하였으며, 적용 결과를 토대로 보완할 점을 반영하여 STEAM 프로그램을 재정리하였다.

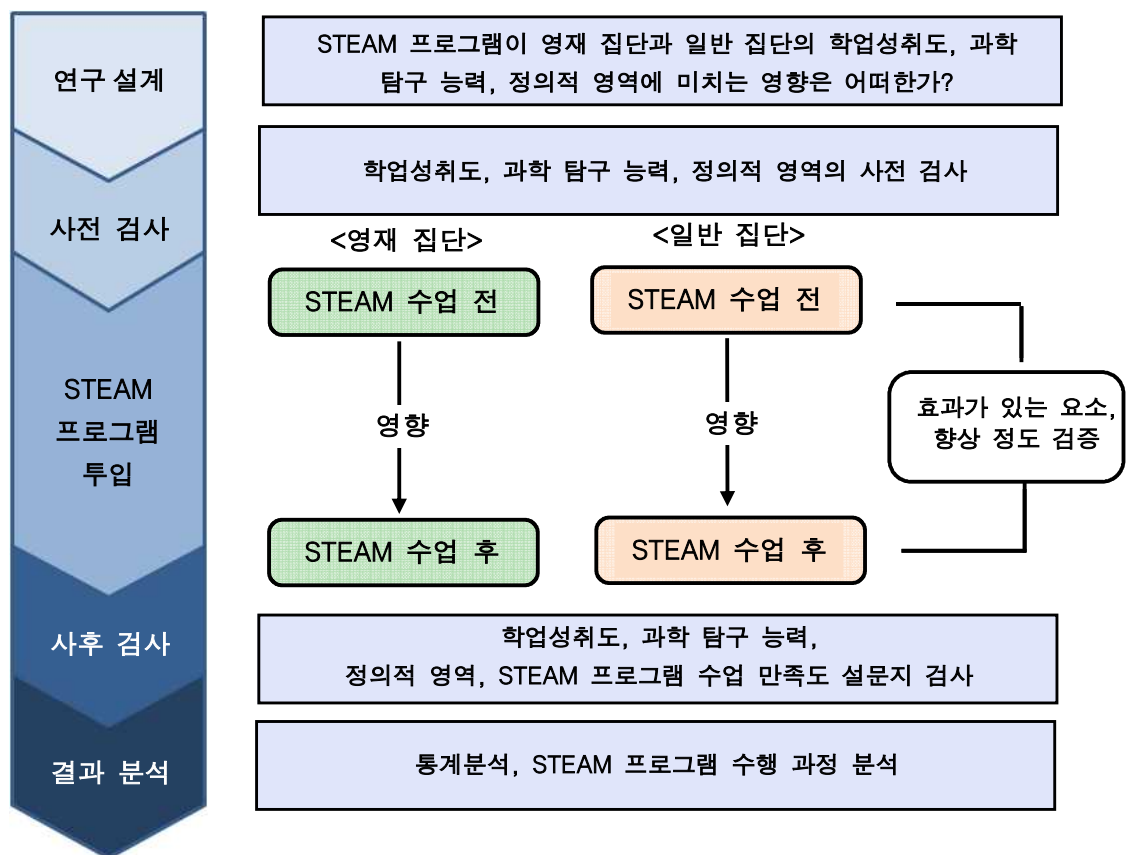
STEAM 수업에는 초등학교 고학년 학생을 대상으로 최영미와 홍승호(2013b)에 의해 개발된 ‘작은 생물의 세계’에 대한 STEAM 프로그램을 사용하였다.

본 연구는 초등과학 ‘작은 생물의 세계’에 대하여 실험 집단에는 학생용

STEAM 교재, 교사용 STEAM 지도서, 스토리텔링 자료, 멀티미디어 보조 자료로 구성된 10차시 분량의 STEAM 교재를 적용하였으며, 비교 집단은 일반적인 교수 방법을 활용한 과학 수업을 10차시 동안 실시하였다(부록 10). 학교별로 실험 집단과 비교 집단에 모두 동일한 교사가 수업을 진행하였으며, 각 학교 및 학급의 수업 처치는 3명의 교사가 사전 협의 하에 교수·학습 지도안에 따라 같은 학습 조건 및 유사한 환경을 유지하였다.

3) 영재학생에 대한 STEAM 프로그램의 적용

영재 집단과 일반 집단을 대상으로 주변의 생물에 대한 STEAM 수업 효과를 비교하기 위한 연구 절차는 [그림 III-4]와 같다.



[그림 III-4] 영재학생에 대한 STEAM 프로그램 적용 연구 절차.

먼저 STEAM 수업 전에 학업성취도, 과학 탐구 능력 및 정의적 영역의 검사지를 이용하여 사전 검사를 실시하였다. 그리고 STEAM 프로그램을 영재 집단과 일반 집단에 적용한 후, 사전 검사와 동일한 검사지를 투입하여 사후 검사하였다. STEAM 프로그램이 어떤 요소에 영향을 미쳤으며 그 향상 정도를 알아보기 위해 통계 처리하였고, 아울러 수행 과정도 분석하였다.

본 연구의 목적에 따라 영재 집단과 일반 집단이 STEAM 수업을 어떻게 수행하고 효과를 비교하기 위해서 조작 변인인 집단 변인 이외에 프로그램을 포함한 나머지 변인들, 즉 시수, 학습 내용, 학습 자료 등을 의도적으로 동일하게 통제하였다. 영재 집단은 여름 집중강좌를 통해서, 일반 집단은 교육과정 시수를 활용하여 10차시의 STEAM 수업이 2주에 걸쳐 연속적으로 이루어졌다. STEAM 수업에 참여한 영재 집단 및 일반 집단 학생들이 학교에서 관련 단원을 학습한 이후의 시기에 적용되었으며, 지도한 교사는 총 3명으로 C(28세, 여, 교육경력 3년), Y1(26세, 여, 교육경력 3년), Y2(27세, 여, 교육경력 2년) 교사가 분담하여 일반 집단을 지도하였고, 영재 집단은 C교사가 지도하였다.

4. 검사 도구

가. 과학 개념 검사 도구

초등과학 '작은 생물'과 직접적으로 관련된 단원은 5학년 1학기의 '작은 생물의 세계'이며, 생물의 다양성을 학습하는 3학년 2학기 '동물의 세계' 및 4학년 2학기 '식물의 세계' 단원은 이 단원의 선수 학습으로서 연관된다(표 III-7). 후속 학습으로는 6학년 1학기의 '생태계와 환경' 단원이 있는데 생태계의 구성 요소 및 상호 작용의 학습을 통해서 생물과 환경의 관계에 대해 집중적으로 학습하게 된다(교육과학기술부, 2011a; 2011b; 2011c; 2011d; 2011e).

〈표 III-7〉 검사 내용의 범위

학년 및 학기	단원명	학습 내용	학습 활동	관련 영역			
				분류	생김새와 환경	특징	인간과의 관계
5 학년 1 학기	작은 생물의 세계	여러 작은 생물의 생김새와 특징	주변의 작은 생물 알아보기		●	●	
		사는 곳에 따른 작은 생물의 생활 방식	물에 사는 작은 생물 알아 보기		●	●	
			땅에 사는 작은 생물 알아 보기		●	●	
			작은 생물 키우기		●		
			여러 작은 생물의 공통점과 차이점	작은 생물의 세계 정리하기	●		●
		작은 생물과 우리 생활과의 관계	작은 생물과 우리 생활과 의 관계 알아보기				●
		곰팡이, 세균, 바이러스가 건강에 미치는 영향	작은 생물의 유익한 영향 과 유해한 영향 알아보기				●

‘작은 생물의 세계’ 단원에서 핵심적인 학습 내용을 범주화한 ‘작은 생물의 분류’, ‘작은 생물의 생김새와 환경’, ‘작은 생물의 특징’, ‘작은 생물과 인간과의 관계’ 4개의 영역을 토대로 제작된 주관식 검사 문항을 전문가 집단의 검토 및 논의를 통해서 각 문항에 대한 세부적인 내용에 관하여 수정·보완 과정을 거쳤다. 문항의 타당도를 높이기 위해 각 문항마다 검사 목표에 잘 부합되는지 Likert 5단계 척도로 평가하도록 하였으며, ‘매우 부적절’하거나 ‘부적절’에 해당된다고 생각하는 문항에 대해서는 바람직한 대안을 제시하도록 하였다.

제작된 주관식 개념 검사지를 5학년 35명(남 15명, 여 20명), 6학년 24명(남 13명, 여 11명)에게 투입하여 학생들의 답변을 Marek(1986)의 개념 분석 척도에 따라 분류하고, 각 이해 수준에서 나타나는 여러 가지의 답변 유형에 대해서 학생들의 답변 빈도를 분석하였다(표 III-8).

주관식 개념 검사 결과에서 분석한 내용을 바탕으로 불완전 이해에 해당하는 답변을 보기에 포함시켜 객관식 문항을 구성하였다. 또한 일부 문항은 박종철(1999)과 김창배(2006)의 작은 생물에 대한 초등학생들의 개념 연구에서 활용한

<표 III-8> 개념 문항 내용 및 답변 예시

문항 번호	문항 내용	답변 예시		
		완전한 이해	불완전한 이해	틀린 이해
1-1	물에 사는 작은 생물 고르기	7가지 (해캄, 물벼룩, 개구리밥, 플라나리아, 장구벌레, 소금쟁이, 검정말)	1~6가지, 8~9가지 답변함	땅에 사는 생물을 찾은 경우
1-2	제시된 생물 이외에 물에 사는 작은 생물의 종류 아는 대로 쓰기	2개 모두 맞은 경우	1개만 맞은 경우	0개 맞은 경우
2-1	땅에 사는 작은 생물 고르기	5가지 (우산이끼, 지렁이, 개미, 무당벌레, 솔이끼)	1~4가지, 6가지	물에 사는 생물을 찾은 경우
2-2	제시된 생물 이외에 땅에 사는 작은 생물의 종류 아는 대로 쓰기	2개 모두 맞은 경우	1개만 맞은 경우	0개 맞은 경우
3	해캄의 생김새와 사는 환경 적어 보기	녹색의 머리카락처럼 가늘고 길다. 물이 고여 있거나 물살이 세지 않은 곳	녹색이다. 물	징그럽다. 바다
4	물벼룩의 생김새와 사는 환경 적어 보기	4~6쌍의 다리를 가지고 있다. 고여 있는 물	벼룩 같이 생겼다. 물	징그럽다. 곰팡이가 있는 곳
5	개구리밥의 생김새와 사는 환경 적어 보기	잎의 수가 2-3장 정도이다. 논이나 연못의 물위	동그란 모양이다. 연못	개구리를 닮았다.
6	플라나리아의 생김새와 사는 환경 적어 보기	머리는 세모 형태이다. 깨끗한 물의 돌 밑이나 나뭇잎 밑	작다. 물 속	눈이 한 개다. 땅
7	우산이끼의 생김새와 사는 환경 적어 보기	암그루는 갈라진 우산 모양이다. 그늘지고 습한 곳	녹색이다. 땅	물
8	장구벌레의 생김새와 사는 환경 적어 보기	머리, 가슴, 배로 구분된다. 물이 고여 있는 웅덩이나 하수구	작다. 물	바퀴벌레처럼 생겼다. 땅
9	지렁이의 생김새와 사는 환경 적어 보기	갈색의 길쭉한 몸이다. 땅 속	분홍색이다. 진흙	징그럽다. 물
10	개미의 생김새와 사는 환경 적어 보기	머리, 가슴, 배로 구분되어 있다. 땅 속	검정색이다. 땅	다리가 8개 이다. 어디서나 산다.
11	곰팡이의 생김새와 사는 환경 적어 보기	포자가 균사에 붙어있다. 햇빛이 잘 들지 않고 축축한 곳	푸른색이다. 상한 음식	세균처럼 생겼다. 더러운 곳
12	개구리밥이 물 위에 떠서 살 수 있는 까닭	표면장력에 의해서	숨을 쉬기 위해서	개구리가 밥을 먹기 위해서
13	플라나리아가 움직이는 모양	몸을 움츠렸다 폈다하면서 움직인다.	좌우로 움직인다.	직진한다.
14	장구벌레가 꼬리를 물 표면에 가만히 대고 멈추는 행동을 하는 이유	호흡을 하기 위해서 하는 행동이다.	공기를 모으려고	알을 낳으려고
15	곰팡이는 스스로 양분을 만들어 살아가는지 선택하고 답변 이유 적기	엽록체가 없어 광합성을 하지 못하므로 기생생활을 한다.	햇빛이 적고 습기가 있는 곳에 살기 때문이다.	식물이기 때문에
16	비가 오는 날 땅 위에서 지렁이를 많이 볼 수 있는 까닭	피부로 호흡을 하기 때문이다.	지렁이는 축축한 것을 좋아하기 때문에	빗물을 먹으려고
17	개미가 큰 음식물을 어떻게 운반하는지 쓰기	단단한 몸과 턱을 가지고 있어 먹이를 잘라 운반한다.	몸을 이용해서 운반한다.	더듬이로 운반한다.
18	무당벌레가 농사에 도움이 되는 점을 예를 들어 설명해보기	진딧물을 없애기 위해 천적으로 사용하는 유기농법에 이용된다.	진드기를 먹기 때문이다.	빨리 익는데 도움을 준다.
19	발효 음식의 종류가 아닌 것을 고르기	두부, 소시지, 두유	1~2가지, 4~6가지 답변함	치즈, 김치, 요구르트, 된장, 청국장, 찜갈
20	모기의 피해를 막을 수 있는 방법 쓰기	미꾸라지나 송사리 같은 장구벌레의 천적을 이용한다.	모기를 고통스럽게 다 죽인다.	
21	대장균이 우리의 건강에 미치는 영향 쓰기	대장균으로 암을 진단, 치료 한다.	소화를 잘 되게 한다.	대장 기능에 문제가 생긴다.
22	작은 생물이 우리 건강에 주는 이로운 점을 한 가지 예를 들어 설명하기	푸른곰팡이(항생제)	농사를 도와준다.	이로운과 해로운을 혼동한 경우
23	작은 생물이 우리 건강에 주는 해로운 점을 한 가지 예를 들어 설명하기	바이러스	모기가 사람의 피를 빨아 먹는다.	이로운과 해로운을 혼동한 경우

〈표 III-9〉 최종 선정된 작은 생물에 대한 개념 검사 문항

문항 번호	문항 내용	문항의 실제	영역	문항수
1	물에 사는 작은 생물의 분류	다음 <보기> 중에서 <u>물에 사는 작은 생물</u> 을 모두 고른 것은 어느 것일까요?	물에 사는 작은 생물의 분류	2
2	땅에 사는 작은 생물의 분류	다음 <보기> 중에서 <u>땅에 사는 작은 생물</u> 을 모두 고른 것은 어느 것일까요?	땅에 사는 작은 생물의 분류	
3	해감의 생김새와 사는 환경	해감의 생김새와 사는 환경을 바르게 설명한 것은 무엇입니까?		9
4	물벼룩의 생김새와 사는 환경	물벼룩에 대한 설명으로 옳은 것은 어느 것입니까?		
5	개구리밥의 생김새와 사는 환경	개구리밥에 대한 설명으로 옳은 것은 어느 것입니까?	물에 사는 작은 생물의 생김새와 환경의 관계	
6	플라나리아의 생김새와 사는 환경	플라나리아에 대한 설명으로 옳은 것은 어느 것입니까?		
7	우산이끼의 생김새와 사는 환경	우산이끼에 대한 설명으로 옳은 것은 어느 것입니까?		
8	장구벌레의 생김새와 사는 환경	장구벌레에 대한 설명으로 옳은 것은 어느 것입니까?		
9	지렁이의 생김새와 사는 환경	지렁이에 대한 설명으로 옳은 것은 어느 것입니까?	땅에 사는 작은 생물의 생김새와 환경의 관계	
10	개미의 생김새와 사는 환경	개미에 대한 설명으로 <u>옳지 않은</u> 것은 어느 것입니까?		
11	곰팡이의 생김새와 사는 환경	곰팡이에 대한 설명으로 옳은 것은 어느 것입니까?		
12	개구리밥의 특징	개구리밥은 물 위에 뜰 수 있습니다. 그 까닭은 무엇인가요?		7
13	플라나리아의 특징	플라나리아가 움직이는 모양에 대해서 바르게 설명한 것을 고르세요.	물에 사는 작은 생물의 특징	
14	장구벌레의 특징	장구벌레가 가끔씩 꼬리를 물 표면에 대고 있는 까닭은 무엇입니까?		
15	곰팡이의 특징	다음 중 곰팡이에 대한 설명으로 옳은 것은?		
16	지렁이의 특징	비가 오는 날 땅 위에서 지렁이를 많이 볼 수 있는 까닭은 무엇입니까?	땅에 사는 작은 생물의 특징	
17	개미의 특징	개미가 큰 음식을 어떻게 운반할까요?		
18	물과 땅에 사는 작은 생물의 특징	물과 땅에 사는 작은 생물들의 일반적인 특징으로 옳은 것은 어느 것입니까?	물과 땅에 사는 작은 생물의 특징	
19	무당벌레의 이용	무당벌레가 농사에 도움이 되는 점은 무엇입니까?	우리 생활과의 관계	5
20	발효 식품의 종류	다음 중 발효 음식이 <u>아닌</u> 것을 모두 고른 것은 어느 것일까요?		
21	모기의 피해	모기의 피해를 막기 위한 방법에 대한 설명으로 옳은 것을 고르시오.		
22	대장균과 건강	대장균이 우리의 건강에 미치는 영향에 대한 설명으로 <u>옳지 않은</u> 것을 고르시오.	건강과의 관계	
23	인간의 건강에 미치는 영향	작은 생물이 우리 건강에 주는 영향에 대한 설명으로 옳은 것은?	작은 생물과 인간과의 관계	

검사 문항을 일부 변형하여 현행 교육과정에 맞는 표현으로 재구성하였고, 초등 과학 5학년 1학기 교과서(교육과학기술부, 2011b)에서 제시된 단원의 과학 개념 확인 문제도 객관식 문항 제작에 활용하였다. 기존의 연구보다 체계적으로 영역을 나누어 다양한 내용을 포함하였으며, 이전에 거의 없었던 작은 생물에 대한 분류, 특징, 인간과의 관계에 대한 내용을 추가하였다. 주관식 개념 검사 문항의 검토를 담당하였던 전문가 집단의 재검토와 논의를 통해서 수정하고 보완한 객관식 개념 검사 문항을 6학년 23명(남 11명, 여 12명)에게 사전 투입하여 검사 도구의 오류 여부를 확인하였다. 이를 최종적으로 수정·보완하여 <표 III-9>와 같이 작은 생물에 대한 5지 선다형의 개념 검사 도구를 만들었다(최영미와 홍승호, 2014a). 개발한 23개의 객관식 검사 문항지를 642명의 연구대상에 투입하여 분석한 결과 신뢰도는 Cronbach α .670, 평균 변별도는 .213, 평균 난이도는 .442이었으며, 난이도의 분포는 .132~.785로 그 범위는 .653이었다.

나. 연상 단어와 서식 환경 검사 도구

검사 도구는 초등학생들의 인식을 조사하기 위해 그림 및 설명을 병행한 선행 연구(Shepardson *et al.*, 2007; Byrne, 2011)를 바탕으로 개발하여 사용하였다. 초등학생들을 대상으로 투입하기 위한 문항의 구성과 내용은 초등교사 8명, 박사과정 2명, 교수 1명의 검토를 통해 수정 및 보완 과정을 거쳤으며, 5~6학년 30명을 대상으로 사전에 예비 투입을 하였다. 이렇게 개발된 작은 생물에 대한 인식, 살고 있는 환경에 대한 내용으로 구성된 5개 문항의 검사 도구를 투입하였다(표 III-10).

<표 III-10> 연상 단어와 서식 환경 이미지 검사 도구의 구성

범주	질문	방법
I. 작은 생물에 대한 인식	1. '작은 생물'을 생각하면 떠오르는 단어를 5개 써 보세요.	개방형 문항
	2. '작은 생물'이 우리 생활에 주는 유익한 점을 3가지 써 보세요.	개방형 문항
	3. '작은 생물'이 우리 생활에 주는 해로운 점을 3가지 써 보세요.	개방형 문항
II. 작은 생물이 서식 하는 환경	4. '작은 생물'이 살고 있는 환경의 모습을 그림으로 그려 봅시다.	그리기
	5. 위의 그림은 무엇을 그린 것인지 구체적으로 설명해 보세요.	서술형 문항

작은 생물을 생각하면 떠오르는 단어를 써보는 문항을 통해 서식 환경과의 상관관계를 알아보고자 하였고, 이로운 점과 해로운 점을 쓰도록 한 문항은 질병과 건강, 부패, 식품·의학·환경 기술적 적용에 관하여 올바른 이해를 하고 있는지 파악하려고 하였다. 작은 생물의 서식 환경에 대한 이미지는 그림을 분석함으로써 생물이 살고 있는 주변의 환경에 대한 인식을 검사하고자 하였다(최영미와 홍승호, 2014b).

다. 과학자 이미지에 대한 검사 도구

초등학생들의 인식을 조사하기 위해 과학자에 대한 그림 및 설명을 활용한 선행 연구(여상인, 1998; Byrne, 2011; Özel, 2012)를 토대로 개발하여 사용하였다. 초등학생들을 대상으로 투입하기 위한 문항을 구성하기 위해 초등교사 8명, 박사 과정 2명, 교수 1명이 수정 및 보완을 하였으며, 5~6학년 30명을 대상으로 예비 투입을 실시하였다. 작은 생물을 연구하는 과학자를 조사하기 위한 검사 도구의 구성은 <표 III-11>과 같다.

<표 III-11> 작은 생물을 연구하는 과학자 이미지 검사 도구의 구성

범주	질문	조사 목적	방법
I. 작은 생물에 대한 인식	1. ‘작은 생물’을 생각하면 떠오르는 단어를 5개 써 보세요.	초등학생들이 생각하는 작은 생물에 대한 용어(또는 표현)	개방형 문항
II. 작은 생물을 연구하는 과학자	2. ‘작은 생물’을 연구하는 과학자를 그림으로 그려 봅시다.	DAST 분석틀에 기반한 작은 생물을 연구하는 과학자 이미지	그리기
	3. 위의 그림은 무엇을 그린 것인지 구체적으로 설명해 보세요.	그림의 의도를 파악	서술형 문항

과학자가 연구하는 생물은 학생들이 생각하는 과학자의 이미지에 영향을 끼치므로 작은 생물을 생각하면 떠오르는 단어를 5개 써보는 문항을 통해 초등학생들이 연상하는 용어 혹은 표현을 알아보고자 하였다. 작은 생물의 서식 환경 및 연구하는 과학자에 대한 이미지는 그림의 내용을 분석함으로써 작은 생물의 특

정, 작은 생물을 연구하는 과학자에 대한 고정 관념을 검사하고자 하였다(최영미와 홍승호, 2014c).

본 연구의 검사 도구는 초등학교 각 학급 담임교사 및 영재학급 담당교사를 통하여 배포되었으며, 교사의 안내 하에 학생들이 설문에 응하도록 하였고, 30분이 소요되었다. 회수된 설문지 중 해독이 불가하거나 무성의한 답변을 제외한 검사 결과를 분석 대상으로 하였다.

라. STEAM 교수·학습 검사 도구

1) 학업성취도 검사 도구

본 연구에서 사용한 학업성취도 검사지는 ‘작은 생물의 세계’ 단원의 내용을 토대로 개념 요소를 추출하고 개념 문항을 구성하여, 생물학전공 교수 1인, 박사과정 2인, 현직 교사 11인에게 타당도를 검증 받았으며, 내용타당도는 87.5이다. 검사지는 객관식 23문항으로서, ‘작은 생물의 분류’, ‘작은 생물의 생김새와 사는 환경’, ‘작은 생물의 특징’, ‘작은 생물과 인간과의 관계’ 4개의 영역으로 구분하였다(표 III-12). 검사 문항은 학생 응답에 대한 정답과 오답 여부에 따라서 ‘정답’ 1점, ‘오답’ 0점으로 처리하여 분석하였다.

<표 III-12> 작은 생물에 대한 과학 개념 검사 도구의 문항 구성

하위 영역	문항 내용	문항수
작은 생물의 분류	물에 사는 작은 생물의 분류	1
	땅에 사는 작은 생물의 분류	1
작은 생물의 생김새와 사는 환경	물에 사는 작은 생물의 생김새와 환경의 관계	5
	땅에 사는 작은 생물의 생김새와 환경의 관계	4
작은 생물의 특징	물에 사는 작은 생물의 특징	3
	땅에 사는 작은 생물의 특징	3
	물과 땅에 사는 작은 생물의 특징	1
작은 생물과 인간과의 관계	우리 생활과의 관계	2
	건강과의 관계	3
	계	23

검사지의 평가 내용은 ‘작은 생물의 분류’ 2문항, ‘생김새와 사는 환경’ 9문항, ‘작은 생물의 특징’ 7문항, ‘인간과의 관계’ 5문항이며, 총 23문항의 선택형 문제로 구성되었다(부록 2).

2) 과학 탐구 능력 검사 도구

과학 탐구 능력을 알아보는 검사지는 송경혜 등(2004)이 초등학교 고학년을 대상으로 개발한 검사 도구를 사용하였다. 전체 30개 문항이며, Science-A Process Approach(SAPA) 교육과정과 제7차 과학과 교육과정의 과학 탐구과정 요소를 바탕으로 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리, 문제인식, 변인통제, 자료해석, 결론도출, 실험설계의 10가지 하위 요소로 구성되어 있다(부록 5). SAPA와 제7차 교육과정에 따른 탐구 과정 요소에 대해 선택형 3문항씩 구성되어 있으며, 이 10개의 탐구 과정 요소는 기능별로 기초탐구와 통합탐구로 구분될 수 있다. 검사 도구에 대한 타당도 .916, 신뢰도 지수 Cronbach α .790, 객관도 .933, 변별도 지수 .300, 난이도 평균은 .661이었다. 객관식 문항으로 정답은 ‘1점’, 오답은 ‘0점’을 부여하여 통계처리 하였다.

3) 정의적 영역 검사 도구

정의적 영역 검사지는 TIMSS의 수학, 과학에 대한 정의적 영역을 측정한 문항지 중, 2007년 한국교육과정평가원에서 번역하고 구성한 내용을 사용한 김진영(2012)의 검사지를 활용하였다(부록 6). 검사 문항은 개인이 과학을 학습하는데 느끼는 자신감, 즐거움, 가치를 평가할 수 있는 12문항으로 구성되며, 4단계의 Likert 척도에 의하여 분석하였다. 단, 부정 문항에 대해서는 역으로 점수를 산출하였다.

4) 만족도 검사 도구

STEAM 프로그램 적용 후의 수업 만족도를 알아보기 위하여 최영미와 홍승호(2013b)가 개발한 검사지를 사용하였으며, 총 15문항으로 Likert 5단계 척도와 개방형 문항이 혼합된 형태이다. 학생들이 STEAM 수업을 통해서 어떻게 느끼고 배웠는가에 대한 만족도를 조사하기 위한 객관식 13문항, 서술형 2문항의 수

업 평가 문항을 STEAM 수업을 받은 실험 집단만을 대상으로 투입하였다(부록 7). 만족도 조사를 위한 15문항은 STEAM 수업 적용 후 학생 만족도를 조사하였던 연구(김학진, 2012; 문찬원, 2012; 박소정, 2012; 배협, 2012; 석현희, 2012)의 수업 만족도 검사 문항 중 본 프로그램과 관련 있는 문항을 선별하고, 초등학교들의 수준에 맞도록 편집한 것을 사용하였다. 객관식 문항은 5단계의 Likert 척도에 따라 응답한 학생 수 및 실험 집단 전체 학생 수에 대한 백분율로 결과를 나타내었고, 주관식 문항에 대한 응답은 중복된 답변 내용을 제외한 모든 답변을 정리하였다.

5. 자료의 분석

가. 과학 개념

개념 검사지는 검사 시 유의 사항 및 설명 예시를 포함한 검사 안내서와 함께 담당 교사에게 전달하였으며 담임교사 또는 과학 교과 교사의 감독 하에 학생들에게 충분한 시간을 제공하여 검사를 실시하였다. 주관식 개념 검사지는 투입한 5학년과 6학년 전원 59명의 결과가 수합되어 학생별 23문항의 대답을 Marek(1986)의 완전한 이해, 불완전한 이해, 틀린 이해, 무응답으로 구분하여 답변 내용 및 응답 유형의 빈도를 분석하였다. 그리고 객관식 개념 검사지는 선정한 8개교의 학교로부터 결석생 및 특수 아동을 제외한 644부가 회수되었으며 이 중에서 같은 번호로 무성의하게 응답한 2부를 제외한 최종 642명의 객관식 개념 검사지를 분석하였다. 개념 검사 문항에 대한 초등학교들의 응답은 빈도 분석을 통해 백분율로 나타내었으며 각 문항의 답변에 대한 지역별, 성별, 학년별 집단 간 개념 이해의 차이를 알아보기 위하여 t -검정을 실시하였다. 통계 분석 프로그램은 SPSS(PASW statistics, version 18.0)을 이용하였다.

나. 인식

1) 작은 생물 관련 연상 단어

Byrne(2011)에 의해 개발된 7세에서 14세 아동들의 미생물에 대한 지식 및 이해와 관련한 정신 모형을 본 연구 목적에 맞게 일부 수정하여 분석 기준으로 활용하였으며, 범주는 <표 III-13>과 같다.

<표 III-13> 작은 생물에 대한 답변 분석을 위한 범주

용어	표현	분류	형태	크기와 규모	생존 여부
미생물 세균	긍정	세포 같은/단세포	단세포/ 세균세포	현미경으로 보아야 하는/ 확대를 요하는	살아있음/세포 구조
바이러스 곰팡이	중립	동물/의인화	무정형/ 인지할 수 있는 동식물 세포	작은	생명 활동
균 식물	부정	추상 기타	동물 같은 추상 기타	실사이해를 이해하지 못함	살아 있을 수도/ 살아있지 않거나
동물 기타					

떠오르는 단어에 대해서는 미생물, 세균, 바이러스, 곰팡이, 균, 식물, 동물, 기타로 분류하여 관련된 용어의 빈도를 구하였고, 형용사 또는 동사 형태의 묘사를 제시하였을 경우에는 박종석 등(2001)과 이지선 등(2008)의 연구에서처럼 긍정, 중립, 부정으로 구분하였다. 그리고 분류, 형태, 크기와 규모, 살아있음의 여부 등을 작은 생물의 특징에 대한 하위요소로 두었다.

이 연구는 박테리아, 바이러스, 균류에 대한 학생들의 생각을 연구하고, 미생물이라는 용어를 이 세 가지 모든 미생물 집단을 지시하는 용어로 사용하되, 교육 과정을 통해 학생들이 학습한 용어인 작은 생물로 대체하여 미생물보다 포괄적인 범위의 생물로 확장시켜 연구를 실시하였다. 학생들이 답변한 연상 용어를 분석할 때, 유산균, 조류독감 바이러스, 푸른곰팡이, 식중독균, 우산이끼, 개미처럼 구체적인 생물 명을 제시한 경우에는 해당 생물이 속하는 영역으로 분류하였고,

‘미생물’, ‘세균’처럼 생물의 총칭을 직접적으로 지칭한 경우에도 해당 분류 기준에 속하게 된다. 즉, ‘유산균’ 또는 ‘세균’을 연상한 학생은 분석 기준 중에 세균에 합산이 되며 미생물에는 포함되지 않지만, ‘미생물’이라고 연상한 학생은 미생물에 포함된다.

2) 작은 생물의 서식 환경에 대한 이미지

우리 생활과의 관계에서 작은 생물의 이로움과 해로움에 대하여 답변한 개방형 문항은 질병과 건강, 부패, 기술적 활용 측면에서 답변하였는지 분석하였다. 그리고 작은 생물이 살고 있는 환경에 대한 그림에서 표현된 서식 환경의 장소를 ① 어디에서나 잘 삶, ② 인간, ③ 동물 ④ 더럽고/비위생적인 장소, ⑤ 물, ⑥ 땅으로 구분하여 빈도를 분석하였다(Byrne, 2011)(표 III-14).

<표 III-14> 서식 환경에 대한 그림 및 답변의 분석 범주

범주	분류	분석 기준
우리 생활과의 관계	미생물	<ul style="list-style-type: none"> · 미생물은 면역 반응을 일으킴 · 일부 미생물은 병원균임 · 모든 미생물이 병원균임
		<ul style="list-style-type: none"> · 미생물은 이롭거나 해로운 부패를 일으킬 수 있음 · 미생물은 부패를 일으킴 · 미생물은 부패를 일으키고 그것은 해로움
	기술적 활용	· 음식 생산 · 의학 · 환경
	작은 동·식물 영향	· 이로움 · 해로움
서식 환경	표현된 장소	<ul style="list-style-type: none"> · 어디에서나 · 인간 · 동물 · 더럽고/비위생적 장소 · 물 · 땅

살고 있는 환경에 대한 이미지는 Shepardson *et al.* (2007)이 수행했던 연구 분석 방법을 따라서 참여자의 응답을 범주화하였는데, 그 연구는 ‘watershed’의 개념을 표상하기 위해 학생들이 사용한 언어와 그림을 이해하여 학습자의 인식을 해석하고, 환경, 사고 수준, 진술 사례 등의 요소를 활용하였다. 학생들의 답변에 대한 해석은 환경 교육에 기반을 둔 연구자들의 관점과 시각에서 이루어졌고, 그러한 답변에서의 개념과 경향성을 정의하기 위해 귀납적인 방식으로 삼각

법을 도입하여 질적 연구로 분석하였다. 본 연구에서도 다양한 자료로부터 학생들의 개념을 정의하고자 연구대상이 사용한 언어, 그림, 사고 수준, 진술 내용을 분석하고, 정의된 개념의 통계적 검사를 실시하였다. 학생들의 그림과 답변으로부터 수집한 자료를 통해 의미를 구성하여 분석 기준을 범주화하였다. 연구에 참여한 각 학생을 분석 단위로 하며, 각각의 그림에 나타난 의미 단위에 대한 분석 기준을 세운 후, 분석틀을 재검토하면서 분석 기준을 수정 및 보완하여 다양한 사례의 검사 결과를 분석할 수 있는 범주를 구성하였다. 그리고 학생들이 묘사한 환경에서 나타나는 공통점 및 차이점을 기준으로 범주화한 관점에 따른 분석 요소를 고려하여 학생들이 갖고 있는 인식 유형을 구분하였다.

상관관계 분석은 작은 생물에 대하여 학생들이 특정 단어를 연상할수록 특정 서식 환경을 연상하는지 파악하기 위하여, 연상한 용어와 묘사한 서식 환경의 각 범주마다 개별 학생의 답변에 따라 ‘답변함’을 1, ‘답변하지 않음’을 0으로 설정하여 Pearson 상관 분석하였다. 그리고 연상하는 용어 및 생물 인식에 대한 세부 항목의 빈도 분석을 위한 기술 통계, 서식 환경에 대한 집단별 비교를 목적으로 한 t -검정, 용어와 이미지의 상관관계를 알아보기 위한 통계 분석은 SPSS(version 18.0)를 활용하였다.

3) 작은 생물을 연구하는 과학자에 대한 이미지

작은 생물을 연구하는 과학자의 인식에 대한 분석 방법으로는 Chambers(1983)가 과학자에 대한 학생들의 이미지를 알아보기 위해서 개발한 DAST를 활용하되, 정형화된 분석틀 이외의 항목을 알아보기 위해 선행연구에서는 강조되지 않았으나, 본 연구에서 높은 빈도로 나타나는 요소들에 대해서는 추가하여 분석하였다. 또한 Özel(2012)의 연구처럼 과학자에 대한 전형적인 요소들에 대한 인식이 학년별, 성별, 지역별로 유의미한 차이가 있는지 알아보기 위해 ‘그렇다’ 1점, ‘아니다’ 0점을 부여하여 t -검정 하였다. 일반학급과 과학 영재학급 각각에 동일한 검사 도구를 적용하여, 그 차이도 통계 분석하였다. 작은 생물을 연구하는 과학자의 생김새, 과학적 지식, 성별, 연구 환경, 나이, 기타 주제에 대해서 각각 3~6개의 세부적인 하위요소에 따라 그림을 분석하였고, 그림을 해석할 때는 학생들이 본인의 그림에 대하여 글로 설명한 내용을 참고하였다. 주관적인 판단에

의한 오류를 방지하고자 학생들이 그린 그림을 대상으로 분석 요소에 대한 2인의 연구자 간 협의 및 재검토를 통해 분석 자료의 신뢰도를 높이고자 노력하였다. 내적일치도의 확보를 위해 실시한 상관계수법에 따른 채점자 신뢰도는 Cronbach α .894이고 Cochran 검정의 급내 상관계수(Intra-Class Correlation)에 따른 값은 .809로 분석 결과는 신뢰할 수 있는 범위였다.

다. STEAM 프로그램의 효과

STEAM 수업을 적용한 결과, 실험 집단과 비교 집단의 평균 차이가 통계적으로 유의한지 알아보하고자 SPSS(version 21.0)을 이용하여 분석하였다. 두 집단이 동질적인지 알아보기 위하여 과학 개념, 과학 탐구 능력, 정의적 영역의 사전 검사를 t -검정 하였으며, 동질 집단으로 밝혀진 실험 집단과 비교 집단의 사후 검사 결과를 각각의 요인마다 전체, 문항별, 하위 영역별로 t -검정을 통해 통계 분석하였다.

1) 자료 변환

학업성취도 및 과학 탐구 능력을 측정하는 검사에서 정답은 1점, 오답은 0점을 부여하였다. 정의적 영역 검사는 Likert 4단계 척도에 따라서 ‘매우 그렇지 않다’(1점)에서 ‘매우 그렇다’(4점)까지 설정하였고, 수업 만족도 설문은 5단계 척도이므로 ‘매우 그렇다’를 5점으로 부여하여 학생들이 응답한 자료를 변환하였다.

2) 통계 분석

영재 집단은 비교 집단에 비해 소표본에 해당하므로 Kolmogorov-Smirnov 정규성 검정을 실시하여 정규분포에 따르지 않는 경우, 대응 2-표본 비모수적 검정인 Wilcoxon의 부호 순위 검정을 실시하였다. 정규분포에 따르는 경우는 대응표본 t -검정으로 집단 내의 향상 정도를 알아보았다.

집단 간 비교분석은 독립표본 t -검정을 실시하였으며, 사전 검사에서 두 집단 간에 유의한 차이를 보인 경우에는 공변량 분석(ANCOVA)을 실시하였다.

두 집단의 STEAM 수업에 대한 만족도 설문 분석은 문항에 따라 답변을 선택

한 인원수를 백분율로 정리하였다.

3) 수행 과정 분석

영재 집단과 비교 집단의 학습 수행 과정을 비교하고자 STEAM 프로그램에 참여하였던 전체적인 과정을 I-STEAM 교육모형(이효녕 등, 2013)의 Analysis-Design-Build-Assessment(ADBA, 문제이해-설계-제작-평가) 단계를 기준으로 하여 결과를 분석하였다. 여기서의 문제해결 과정은 과학, 기술/공학, 수학의 탐구 과정 및 문제해결 과정을 통합한 것으로 각 단계의 수행 내용은 <표 III-15>와 같다. 또한 학생들이 STEAM 수업을 통해 제작한 산출물을 유형별로 분류하여 범주화 하였다.

<표 III-15> I-STEAM 교육 모형에서의 문제해결 과정

단계	문제이해 (Analysis)	→	설계 (Design)	→	제작 (Build)	→	평가 (Assessment)
수행 내용	문제 상황		자료 수집, 아이디어 협의, 설계		제작, 테스트, 개선		발표 및 평가

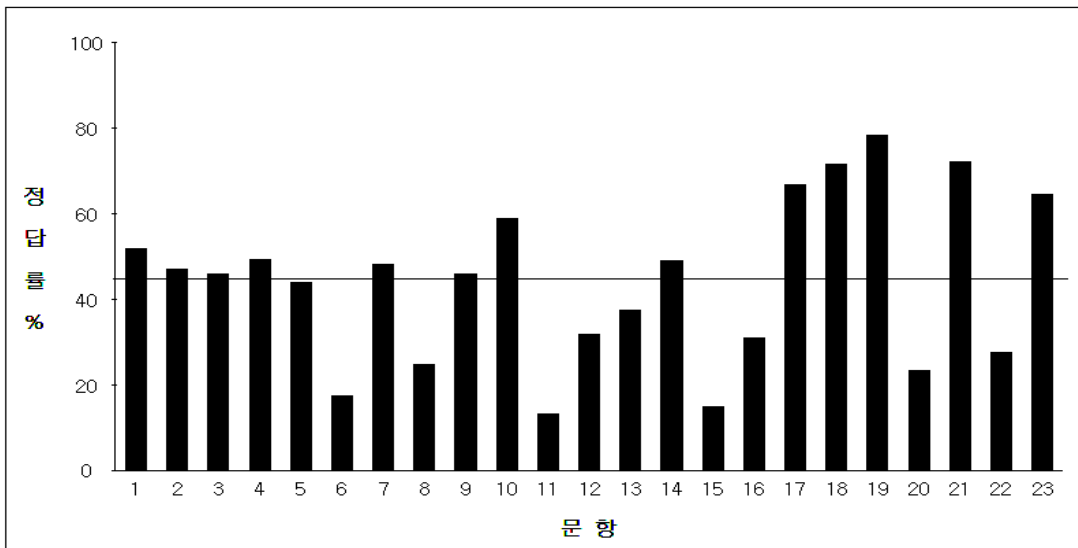
IV. 연구 결과 및 논의

1. 작은 생물에 대한 과학 지식 조사 결과

작은 생물을 주제로 한 STEAM 프로그램의 효과를 검증하기 이전에 초등학생들이 해당 내용에 대하여 얼마나 올바르게 이해하고 있는지 알아보는 일은 중요하다. 학생들의 올바른 과학 개념의 형성을 돕고 인지 발달수준을 높일 수 있는 교수·학습 방안을 탐색하고 적용하기 위한 정보로 활용할 수 있기 때문이다.

가. 학업성취도

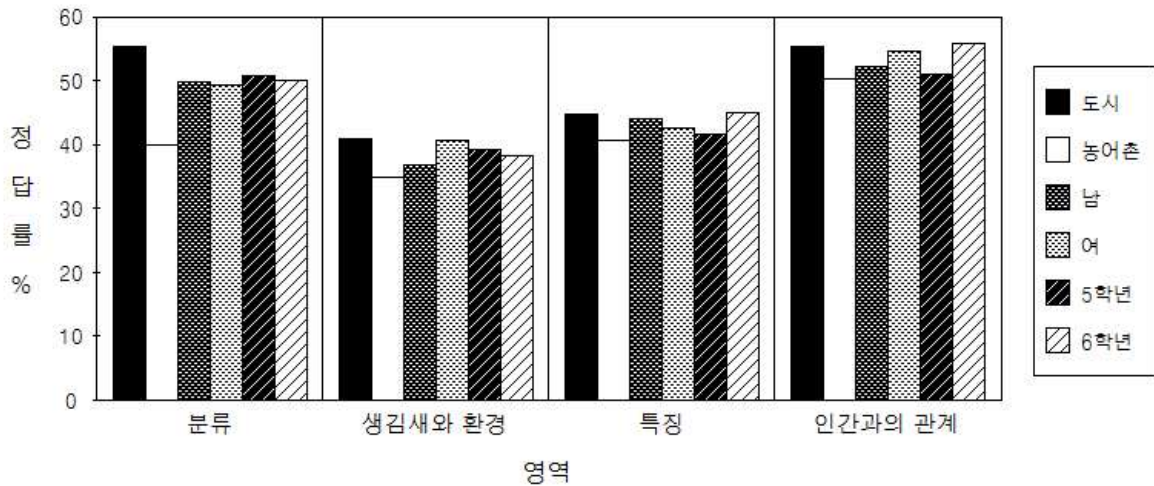
객관식 개념 검사에 참여한 전체 642명의 초등학생들을 대상으로 ‘작은 생물’에 대한 개념 이해 정도를 백분율로 분석하였다(그림 IV- 1).



[그림 IV-1] 전체 학생에 대한 문항별 정답률.

전체 문항에 대한 평균 정답률(45.0%) 보다 낮은 문항은 10개 문항으로 ‘작은 생물의 생김새와 사는 환경’ 영역에서 4개 문항(5, 6, 8, 11번), ‘작은 생물의 특

정’ 영역에서 4개 문항(12, 13, 15, 16번), ‘작은 생물과 인간과의 관계’ 영역에서 2개 문항(20, 22번)이었다. ‘작은 생물의 분류’, ‘작은 생물의 생김새와 환경’, ‘작은 생물의 특징’, ‘작은 생물과 인간과의 관계’ 영역별로 각 집단의 정답률은 [그림 IV- 2]에 제시하였다.



[그림 IV-2] 하위 영역별 정답률.

전체적으로 5, 6학년 학생들은 ‘작은 생물과 인간과의 관계’ 영역이 4개의 영역 중에서 상대적으로 높은 이해를 하고 있지만 ‘작은 생물의 생김새와 환경’에 대해서는 이해 수준이 낮았다. 각 영역별로 살펴보면 도시 지역의 학생들은 모든 영역에서 농어촌 지역의 학생들보다 높은 평균 정답률을 보인 반면, 성별, 학년별 집단 비교에서는 영역에 따라서 상이한 결과를 나타냈다. 과학 탐구의 문제 해결 과정에서 성별 특성에 따라 유리한 부분이 있을 수 있기 때문에 그에 맞는 교수 학습 지도를 고려해야 한다(박병태, 2010). 그리고 동일한 학습 주제라도 영역에 따라 학년별 이해도의 차이가 있으므로 학습자 발달 단계에 맞는 학습 내용을 순서대로 조직할 필요가 있다. 분류와 같은 기초 탐구 기능을 활용하는 부분을 하위 학년으로, 인간과의 관계처럼 생활과 연계하여 종합적인 사고가 필요한 학습 내용을 상위 학년으로 구성할 수 있다. 4개의 영역별로 전체 집단의 평균 정답률 및 각각의 집단에 해당하는 평균, 표준편차, t -검정 결과, 유의 수준을 <표 IV-1>에 제시하였다.

〈표 IV-1〉 영역별 각 집단 간의 차이

영역	작은 생물의 분류				작은 생물의 생김새와 환경				작은 생물의 특징				작은 생물과 인간과의 관계				
	M	SD	t	p	M	SD	t	p	M	SD	t	p	M	SD	t	p	
지역	도시	.553	.498	5.416	.000***	.410	.492	4.682	.000***	.448	.497	2.730	.006**	.553	.500	2.818	.005**
	농어촌	.399	.490			.349	.477			.407	.491			.502	.500		
성별	남	.497	.500	.162	.871	.367	.482	-3.058	.002**	.440	.497	1.030	.303	.521	.500	-1.468	.142
	여	.492	.500			.406	.491			.425	.495			.546	.502		
학년	5	.508	.500	.941	.347	.392	.488	.670	.503	.416	.493	-2.219	.027*	.509	.504	-2.715	.007**
	6	.500	.500			.383	.486			.449	.498			.557	.497		
전체 평균 정답률			.495			.387				.433				.534			

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

‘작은 생물의 세계’ 단원을 학습한 5, 6학년 학생들은 ‘작은 생물과 인간과의 관계’, ‘작은 생물의 분류’, ‘작은 생물의 특징’, ‘작은 생물의 생김새와 환경’ 순으로 작은 생물에 대한 과학적 개념을 갖고 있는 것으로 나타났다. 작은 생물을 직접 관찰하고 서식 환경을 체험했을 경우에 과학적 개념을 형성하기 유리한 ‘작은 생물의 특징’ 및 ‘생김새와 환경’ 관련 영역에서 저조한 개념 이해를 보인 까닭은 학생들이 실제 주변의 작은 생물을 탐구할 기회가 적었기 때문으로 볼 수 있다 (박종철, 1999; 최도성 등, 2000; 최영미와 홍승호, 2013c). 또한 배진호와 정현태 (2007)도 제 7차 교육과정의 초등과학 생명 영역 중에서 ‘작은 생물’ 단원에 대한 현장 학습의 필요성이 높게 인식되고 있으나 실행은 저조하다고 하였으므로 ‘작은 생물’ 단원의 학습 지도에 필요한 야외 탐구 학습이 이러한 학생들의 낮은 개념 인식을 과학적으로 변화시키는데 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

‘작은 생물의 생김새와 환경’의 경우 지역 및 성별 변인에 의해서 유의한 차이가 있었으나 학년 간에는 유의한 차이가 없었다. 세부적인 학습 내용을 많이 포함하고 있는 ‘작은 생물의 생김새와 환경’ 영역의 특성을 고려하면 학생들에게 생물 관찰에 대한 흥미를 심어 지속적인 학습의 실천을 격려하고, 생물의 환경 적응에 대한 원리를 바탕으로 작은 생물들의 구체적인 사항들을 이해시키는 지도가 요구된다. ‘작은 생물의 특징’과 ‘작은 생물과 인간과의 관계’ 영역에서는 지

역 및 학년 변인에 의해 유의한 차이가 있었으나 성별 변인은 유의한 수준에서 차이를 보이지는 않았다. 두 영역 모두 도시 지역의 학생과 6학년이 높은 이해 수준을 보임에 따라 생물에 대한 지식을 바탕으로 응용하는 문항에 대해서는 도시 지역 및 6학년에게 유리하게 작용하였음을 알 수 있었다.

지역별로는 4개의 영역에서 모두 유의한 차이가 있었는데 그 중 특히 ‘작은 생물의 분류’와 ‘작은 생물의 생김새와 환경’ 영역에서 도시 학생이 농어촌 학생보다 정답률이 매우 높았다($p < .001$). 이러한 현상은 작은 생물을 보다 쉽게 관찰할 수 있는 농어촌 학생들이 높게 나타날 것으로 생각하였으나 의외의 결과였다. 다른 연구에서도 이와 같은 경향이 보고되었으며(정완호, 1993; 박종철, 1999), 이는 최근 도시와 시골 간의 학력차가 있음을 나타내고 있다. 문항별로 분석한 결과에서는 차이를 보인 8개 문항 모두에서 도시 지역 학생이 농어촌 지역 학생보다 정답률이 유의하게 높았다(표 IV-2).

〈표 IV-2〉 도시 · 농어촌 지역 학생 간 유의한 차이를 보인 문항

문 항	내용	N(도시)=400, N(농어촌)=242					
		도시		농어촌		<i>t</i>	<i>p</i>
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
1	물에 사는 작은 생물의 분류	.595	.492	.393	.489	5.066	.000***
2	땅에 사는 작은 생물의 분류	.510	.501	.405	.492	2.594	.010*
3	해감의 생김새와 사는 환경	.505	.501	.384	.487	2.990	.003**
5	개구리밥의 생김새와 사는 환경	.490	.500	.355	.480	3.355	.001**
9	지렁이의 생김새와 사는 환경	.528	.500	.351	.478	4.400	.000***
14	장구벌레의 특징	.533	.500	.422	.495	2.738	.006**
15	곰팡이의 특징	.185	.389	.095	.294	3.103	.002**
17	개미의 특징	.710	.454	.599	.491	2.905	.004**

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

해감, 개구리밥, 지렁이의 생태와 특징을 묻는 각각의 문항에 대해서 모두 읍

면지역 학생보다 대도시 학생의 정답률이 높은 것으로 나타났는데, 작은 생물을 실제로 접할 기회가 많은 농어촌 아동들이 오히려 오답의 비율이 높은 것은 작은 생물에 대한 정확하고 다양한 방법으로 관찰하는 활동이 이루어지지 않아 발생하는 현상일 수 있다(박종철, 1999). 따라서 학생들이 작은 생물을 관찰할 때에는 객관적인 관점에서 정확하고 다양한 방법을 통해 관찰할 수 있도록 지도하는 일이 중요하다.

성별 간에는 ‘작은 생물의 생김새와 환경’ 영역에서 여학생이 남학생보다 정답률이 높았으나($p < .01$), 각 문항별로 분석한 결과에서는 남학생 정답률이 유의하게 높은 문항과 여학생의 정답률이 유의하게 높은 문항이 각각 3개였다(표 IV-3).

〈표 IV-3〉 성별 간 유의한 차이를 보인 문항

		N(남)=317, N(여)=325					
문항	내용	남학생		여학생		<i>t</i>	<i>p</i>
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
3	해캄의 생김새와 사는 환경	.420	.494	.499	.501	-2.009	.045*
6	플라나리아의 생김새와 사는 환경	.221	.415	.132	.339	2.960	.003**
10	개미의 생김새와 사는 환경	.527	.501	.652	.477	-3.254	.001**
12	개구리밥의 특징	.360	.481	.277	.448	2.255	.024*
14	장구벌레의 특징	.558	.497	.425	.495	3.415	.001**
18	물과 땅에 사는 작은 생물의 특징	.634	.482	.794	.405	-4.548	.000***

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

실험이나 야외학습을 통해서 습득할 수 있는 과학 개념에 한해서 남학생이 여학생보다 높게 나타났다. 황영록(2002)의 연구에서도 실험이나 야외 학습이 도움이 되는 문항에서 여학생이 남학생보다 높은 오개념을 보였다고 하였다. 하지만 이러한 결과는 여학생이 남학생에 비해 자연탐구 지능이 높다는 연구(박성옥과

권나영, 2005)와 일치하지는 않았다. 성별 변수처럼 생물에 대한 선호도가 제각각인 학생들을 지도할 때에는 다양한 인지 양식이나 다중지능을 가진 학생들이 협동적 또는 공동으로 관찰하게 한다면 효과를 기대할 수 있을 것이다(임채성, 1999).

학년 간 비교의 경우, 작은 생물의 분류나 생김새와 환경 영역에서는 두 학년이 비슷한 정답률을 나타냈지만 작은 생물의 특징($p < .05$)과 인간과의 관계($p < .01$)의 영역에서 6학년이 5학년보다 이해 수준이 높았다. 6학년 1학기의 생태계와 환경 단원은 생태계와 인간과의 상호 작용에 대하여 과학적 용어를 도입하고 실험 활동으로 구성한 단원(교육과학기술부, 2011e)으로, 개념 검사에 참여한 6학년 학생들은 ‘작은 생물의 세계’의 후속 학습이 이루어졌고 특히 인간과의 관계에 대하여 추가적으로 학습한 효과가 나타났음을 알 수 있었다. 문항별로 분석한 결과에서는 5학년이 2개 문항, 6학년이 4개 문항에서 정답률이 더 유의하게 높았다(표 IV-4).

〈표 IV-4〉 학년 간 유의한 차이를 보인 문항

N(5학년)=315, N(6학년)=327

문항	내용	5학년		6학년		t	p
		M	SD	M	SD		
1	물에 사는 작은 생물의 분류	.565	.497	.474	.500	2.315	.021*
3	해감의 생김새와 사는 환경	.556	.498	.367	.483	4.874	.000***
4	물벼룩의 생김새와 사는 환경	.435	.497	.554	.498	-3.021	.003**
14	장구벌레의 특징	.425	.495	.554	.498	-3.268	.001**
16	지렁이의 특징	.273	.446	.346	.476	-1.990	.047*
22	대장균과 건강	.206	.405	.346	.476	-3.982	.000***

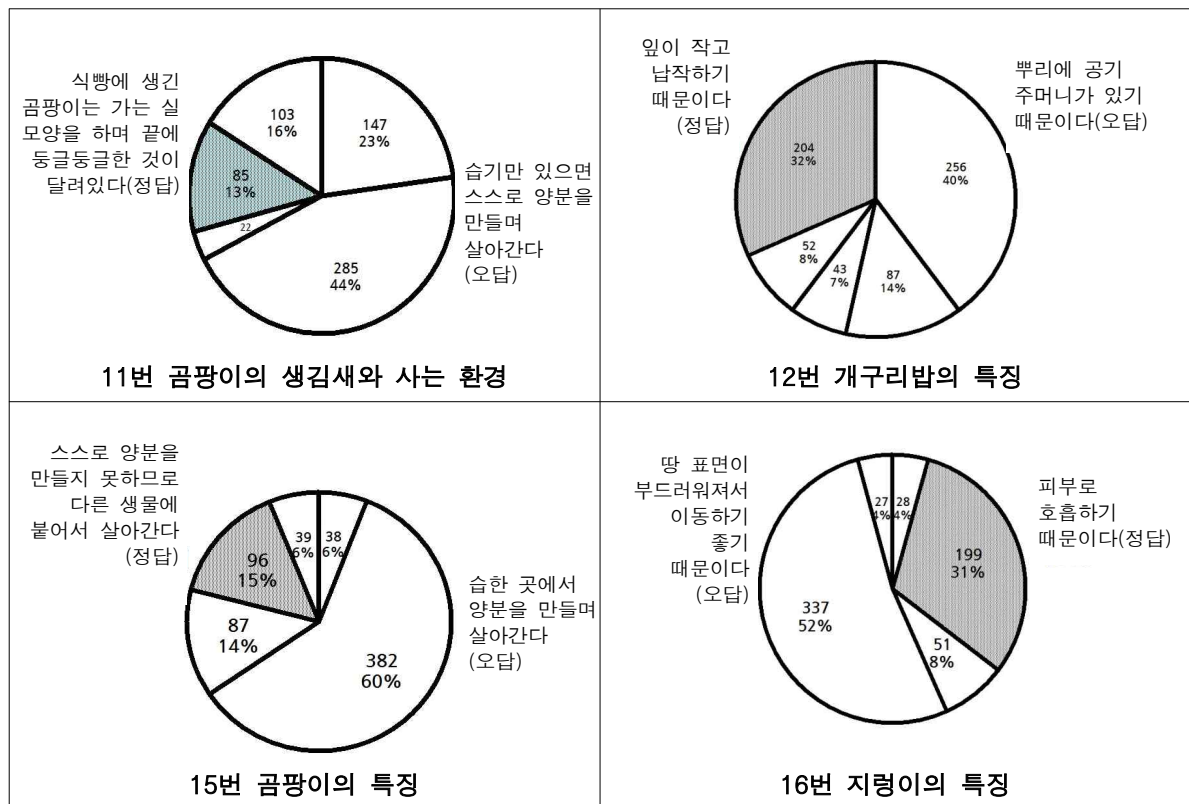
* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

초등학생들의 생물 분류 개념 형성은 학년이 높아질수록 보다 정확한 개념을 가지며(이소영 등, 2004), 본 연구 결과에서도 ‘작은 생물의 특징’과 ‘작은 생물과 인간과의 관계’ 영역에서 6학년의 정답률이 5학년보다 통계적으로 유의하게 높았

다. 반면, ‘작은 생물의 분류’의 1번 문항과 ‘작은 생물의 생김새와 사는 환경’ 중 해캄의 생김새와 사는 환경을 묻는 3번 문항은 5학년이 정답률이 높았다. 영역별 각 집단 간의 차이를 정리하면 ‘작은 생물의 분류’ 영역에서 지역 변인은 도시 지역 평균 55.3%와 농어촌 지역 평균 39.9%로 각 집단별 학생들의 이해 수준에 매우 큰 차이를 보였지만, 성별 및 학년 변인에 의해서는 유의한 차이가 없었다. 탐구 기능의 수준이 지역 간에 차이를 보이는 이유는 문항별 비교에서도 명확하게 나타났듯이, 지역별 환경에 따른 정보 습득 및 문화, 학습 경험 등의 차이가 주요 원인으로 파악되고 있다(신현택, 2002; 이보람, 2011).

나. 오개념

정답보다 특정 오답의 선택이 높았던 문항과 학생들의 인식 경향은 [그림 IV-3]과 같았다.



단위: 명(%)

[그림 IV-3] 오개념이 많은 문항에 대한 응답 선택 비율.

11번과 15번 문항에서 공통적으로 곰팡이가 양분을 만들어 살아간다는 오답을 선택한 비율(11: 44%, 15: 60%)이 높았으며, 상대적으로 곰팡이의 생김새나 특징에 대해서는 잘못 인식하고 있음을 알 수 있었다. 개구리밥이 물에 뜰 수 있는 이유를 묻는 12번 문항에서는 뿌리에 공기 주머니가 있기 때문으로 생각하고 있었으며(40%), 비오는 날 땅위에서 많이 볼 수 있는 까닭을 묻는 16번 문항은 피부 호흡이라는 지렁이의 생리적 특징보다는 땅 표면이 부드러워져서 이동하기 좋기 때문(52%)이라는 생각을 많이 갖고 있었다.

전체 문항의 개념 검사 결과에서 평균 정답률보다 정답률이 낮은 문항을 중심으로 오답의 예시는 다음과 같다(표 IV-5).

〈표 IV-5〉 ‘작은 생물’ 개념 인식에 대한 정답률 비교

단위: 명(%)

구분	문항	정답률						오답 선택 내용
		지역별		성별		학년별		
		도시	농어촌	남	여	5	6	
작은 생물의 생김새와 환경	5	196 (49.0)	86 (35.5)	132 (41.6)	150 (46.2)	138 (43.8)	144 (44.0)	<ul style="list-style-type: none"> 개구리밥은 뿌리, 줄기, 잎의 구분이 명확하다. 실뿌리는 물속의 땅에 박혀있다.
	6	74 (18.5)	39 (16.1)	70 (22.1)	43 (13.2)	56 (17.8)	57 (17.4)	<ul style="list-style-type: none"> 플라나리아는 화살표처럼 생겼다. 몸이 오징어 모양이다. 좌우가 비대칭형이다.
	8	104 (26.0)	56 (23.1)	74 (23.3)	86 (26.5)	89 (28.3)	71 (21.7)	<ul style="list-style-type: none"> 장구벌레는 번데기를 거치지 않고 성충이 된다. 땅 위에서도 숨을 쉴 수 있는 구조를 가지고 있다.
	11	57 (14.3)	28 (11.6)	37 (11.7)	48 (14.8)	44 (14.0)	41 (12.5)	<ul style="list-style-type: none"> 뿌리, 줄기, 잎의 구분이 뚜렷하다.
작은 생물의 특징	12	118 (29.5)	86 (35.5)	114 (36.0)	90 (27.7)	90 (28.6)	114 (34.9)	<ul style="list-style-type: none"> 개구리밥은 뿌리에 공기 주머니가 있기 때문에 물 위에 떠서 살아간다.
	13	155 (38.8)	86 (35.5)	128 (40.4)	113 (34.8)	119 (37.8)	122 (37.3)	<ul style="list-style-type: none"> 플라나리아는 좌우로 흔들면서 움직인다. 플라나리아는 물에 등등 떠다닌다.
	15	213 (53.3)	102 (42.1)	48 (15.1)	49 (15.1)	45 (14.3)	52 (15.9)	<ul style="list-style-type: none"> 곰팡이는 습한 곳에서 스스로 양분을 만들어 살아간다.
	16	122 (30.5)	77 (31.8)	103 (32.5)	96 (29.5)	86 (27.3)	113 (34.6)	<ul style="list-style-type: none"> 비가 오는 날 땅위에서 지렁이를 많이 볼 수 있는 까닭은 땅 표면이 부드러워져서 이동하기 좋기 때문이다.
작은 생물과 인간과의 관계	20	103 (25.8)	47 (19.4)	81 (25.6)	69 (21.2)	67 (21.3)	83 (25.4)	<ul style="list-style-type: none"> 두부와 소시지는 발효 음식이다.
	22	113 (28.3)	169 (69.8)	83 (26.2)	95 (29.2)	60 (20.6)	113 (34.6)	<ul style="list-style-type: none"> 대장균은 대장의 기능을 억제한다. 대장 밖에서 식중독을 일으키지 않는다.

작은 생물에 대한 생김새와 환경에 대해 초등학생들은 개구리밥의 생김새를 정확하게 이해하지 못하고 있고, 주변의 쌍떡잎식물처럼 여기고 있었다. 물 위에 떠서 살아가는 개구리밥의 모습을 직접 관찰할 기회를 주거나 충분한 설명을 제공해야 할 것이다. 작은 생물의 사는 환경을 생물과 연결하여 지도하는 일에 대한 요구 및 효과는 박종철(1999), 최도성 등(2000), 배진호와 정현태(2007)의 연구에서도 강조된 바 있다. 플라나리아의 모양에 대해서는 초등학생들이 기존에 알고 있는 형태 또는 생물과 비교하여 인식하고 있으므로 비유의 대상이 실제 모양과 차이가 있음을 인식시켜야 한다. 또한 물이 있는 곳에 사는 장구벌레가 땅 위에서 숨을 쉴 수 있다고 생각하는 것은 장구벌레의 숨관에 대하여 잘 모르고 있기 때문으로 생각되며, 번데기 과정을 거쳐 모기가 된다는 완전변태를 이해시킬 필요가 있다.

작은 생물의 특징에 관한 문항을 통해 드러난 학생들의 개념 인식의 오류로는 개구리밥 잎자루에 공기 주머니가 있는 수생 식물인 부레옥잠의 경우처럼 막연하게 생각하고 있다는 점이 있었다. 그리고 곰팡이가 습한 곳에서 산다는 점은 잘 이해하고 있지만, 기생에 대한 개념이 미흡하므로 곰팡이의 특성에 대하여 학생들의 사고를 변화시켜야 한다. 자기중심적 사고를 하는 초등학생들은 생물의 특징에 대해서도 인간 중심으로 인식하는 경향이 있으므로, 과학적인 근거를 통해서 사고하고 판단할 수 있도록 지도해야 한다.

작은 생물과 인간과의 관계에서 나타난 결과, 초등학생들은 훈제 음식 또는 가공 음식과 발효 음식을 구분하지 못하는 경우가 있으므로 발효 음식의 특징을 파악하는 일이 요구된다. 대장균에 대해서는 우리 몸에 필요한 물질을 만들며 이로운 역할을 한다는 점을 인식하지 못하고 있거나, 대장 밖에서 식중독을 일으키지 않는다고 생각하기도 하는 점으로 미루어보아 유해한 점도 잘 알지 못하고 있어 두 측면에 대해 모두 접근할 필요가 있다.

다. 지도에의 시사점

정완호 등(1991)과 이소영 등(2004)의 연구에서 초등학생들이 움직이는 동물만

이 생물이 움직이지 않는 식물 등은 생물이 아니라고 인식하는 경향이 많다고 하였다. 본 연구에서도 땅에 사는 작은 생물을 분류하는 2번 문항에서 44.7%의 학생들이 우산이끼와 솔이끼를 땅에 사는 작은 생물로 인식하지 못하고 있었다. 이를 통해 초등학생들이 생물에 관해 갖는 오개념의 양상이 작은 생물에서도 그대로 반영되고 있음을 알 수 있었다.

또한 자연현상을 단순히 경험한 것 이상의 이해를 요구할 때 오개념이 생기기도 하는데(윤성규 등, 2007), 본 연구에서 초등학생들은 동·식물을 벗어난 생물의 분류에 대해서는 불명확한 개념을 가지고 있었다. 곰팡이에 대한 특징을 묻는 15번 문항에서 ‘곰팡이는 습한 곳에서 양분을 만들며 살아간다’는 오답이 많았는데(59.5%), 이 결과로부터 초등학생들은 곰팡이가 습한 곳에 산다는 것에 대해서는 알고 있지만 스스로 양분을 만들지 못한다는 점은 이해하지 못하고 있음을 추론해 볼 수 있다. 이와 비슷한 예는 김세욱과 홍승호(2007)의 연구에서 균류의 일종인 버섯은 광합성을 하여 양분을 만드는 식물이라고 오인하는 것으로 보아, 초등학생들은 곰팡이도 버섯처럼 식물로 생각하는 경향이 높음을 알 수 있었다. 따라서 초등학생들에게 곰팡이는 엽록소를 갖고 있지 않아 식물이 아니라는 개념을 심어줄 필요가 있다.

작은 생물의 특징에 대하여 학생들은 자신의 주관적인 관점에서 쉽게 관찰되지 않는 사실에 대해서는 존재하지 않는다고 판단하기도 하였다. 예로, 16번 문항에서 학생들은 관찰에 의해 지각되기 어려운 생물인 지렁이가 피부 호흡을 한다는 사실에 근거해서 답을 찾기보다는 ‘땅 표면이 부드러워져서 이동하기 좋기 때문’이라는 오답을 더 많이 선택하였다(52.5%). Gilbert *et al.*(1982)도 식물이 동물처럼 걸음으로 드러나 보이는 숨쉬기 운동을 하지 않기 때문에 학생들이 식물은 호흡을 하지 않는다고 여기며 관찰 가능한 속성에 추리의 바탕을 두고 판단하고 있음을 시사 하였다. 정완호 등(1991)의 연구 결과에서도 유사하게 식물의 특성에 관한 개념을 묻는 문항에서 ‘호흡을 한다’라고 응답한 학생의 비율이 낮았다고 하였다.

언어에 의해서도 초등학생들의 작은 생물에 대한 개념 형성에 영향을 미치는 것으로 파악되었다. Driver *et al.*(1985)은 말로써 객관적이고 직접적인 묘사가 어려운 경우에 사용하게 되는 비유적 표현에 의해서 오개념이 발생한다고 하였는

데, 본 연구에서도 학생들은 비유적 표현 그대로 작은 생물을 인식하고 있었다. 예로서 ‘작은 생물의 생김새와 사는 환경’ 영역 중 4번 문항에서 ‘물벼룩은 해파리처럼 생겼다’(31.0%), 플라나리아의 생김새를 묻는 6번 문항의 ‘지렁이처럼’ 또는 ‘화살표처럼’ 생겼다는 오답에 대하여 높은 답변 선택의 경향(42.2%)을 보였다. 과학교육에서 비유의 사용에 관해 변순화 등(2007)의 연구에서는 비유를 사용한 수업이 추상적인 개념을 이해하는데 도움이 된다고 하였으며, 다만 학생들의 조작 활동 대신 교사의 설명만에 의존한다면 그 효과가 제한적일 수 있다고 하였다. 반면, 황신영 등(2009)은 학습과정에서 비유는 개념 이해에 도움을 줄 수 있지만 비유물과 목표물이 완전히 동일하지 않고 의도된 비유가 학생들에 의해 도출되지 않을 수 있어서 오개념을 강화시킬 수도 있다고 하였다.

그리고 언어 표현에 의한 오개념은 비유적 표현뿐만 아니라 용어 선택에 있어서도 발생할 수 있으므로 유의해야 한다(김효남, 1990). 9번과 15번 문항에서 일부 초등학생들은 곰팡이를 ‘우리에게 오로지 해로운 것’ 또는 ‘공기 중 먼지를 먹으며 사는 것’으로 알고 있었다. 이는 박신영(2003) 및 Karadon and Şahin(2010)의 연구와도 일치하였는데, 초등학생들이 작은 생물 중 곰팡이에 대해 ‘해롭다’, ‘징그럽다’, ‘더럽다’ 등으로 묘사하였다고 하였다. 작은 생물의 생김새에 관해 정보를 제공하는 교과서 및 교재를 개발할 때 부적절하거나 모호한 언어 표현은 배제하도록 해야 하며, 실제 지도 시 비유하는 대상이 완전히 동일할 수 없다는 사실을 강조해서 가르칠 필요가 있다. 더불어 학생들이 작은 생물의 실물 자료를 관찰할 때 관찰자의 사전 개념이나 예측에 의한 왜곡된 간접적 관찰이 학생의 과학적 개념형성에 부정적 영향을 미친다는 사실을 인식하여 교사가 학생이 과학적 관찰을 할 수 있도록 안내해야 한다(박창선 등, 2008).

관찰에 의해 지각되는 현상일지라도 유심히 관찰하지 않으면 관찰하지 못하는 ‘작은 생물의 특징’ 영역에 대해서는 상상력을 발휘하여 응답한 경우가 있었는데 문화적인 요인에 의해 생성된 선입견 때문에 과학적 개념을 받아들이지 못한 것으로 보인다. 예로 개미가 큰 음식물을 어떻게 운반하는지에 대한 17번 문항에서 2007 개정 교육과정 과학과 교과서에 ‘단단한 턱으로 먹이를 잘라 운반’한다고 명시되어 이미 학습한 상태임에도 불구하고 학생들은 ‘등에 젖서 운반’ 혹은 ‘더듬이로 운반’으로 응답하기도 하였다. 개미를 사람처럼 생각하여 등짐을 지고 운

반한다는 발상은 학생들이 부모, 친구, TV 등을 통해 주위 환경을 이해하는 과정에서 형성된 잘못된 선입관 때문일 수 있다(Pines & West, 1986). 문제는 이렇게 형성된 작은 생물에 대한 오개념을 교정하기란 무척 어렵다는데 있다. Ausubel *et al.*(1978)은 학습자가 과지하고 있는 선행 지식이 연관된 학습에 영향을 미치며 오히려 저해 요인으로 작용할 수도 있다고 하였다. 여러 문화적인 환경을 통해 학습자가 받아들이는 과정에서 잘못 이해하여 오개념을 형성할 수 있고 학생들의 잘못된 선입관은 지속되는 경향이 있으므로 그러한 점에 유의하여 작은 생물들을 지도해야 할 것이다.

따라서 초등학생들의 자연환경 인식은 주로 육안으로 관찰 가능한 것에 국한되어 있어서 관찰 대상을 동물과 식물로 국한시키지 않더라도 미생물에 대한 관찰이나 사고가 없었다는 연구(임채성, 1999)로 미루어 볼 때, 작은 생물에 대한 올바른 이해는 초등학생들의 미흡한 생물 개념에 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것이다. 본 연구에서 드러난 초등학생들의 과학적 개념을 향상시키기 위하여 작은 생물과 관련한 적절한 교육 방안이 개발되어야 하고 초등학교에서의 교육과정 개발에서도 동·식물에만 중점을 두지 않도록 고려해야 할 것이다.

2. 서식 환경에 대한 이미지 탐색

그리기는 초등학생이 글로써 표현하기 어려운 심상적인 부분까지도 드러나므로 작은 생물에 대한 학생들의 인식을 탐색하기에 적절한 도구가 될 수 있다. 학습자가 학습 주제에 대하여 어떻게 인식하고 있는가를 분석한다면 교육 프로그램 개발 및 적용에 시사점을 얻을 수 있을 것이다. 여기서는 두 갈래로 나누어 작은 생물의 서식 환경에 대한 이미지를 어떻게 인식하고 있는가와, 작은 생물을 연구하는 과학자의 이미지는 무엇인지 탐색하는 연구이다. 이를 통해 초등학생들이 생각하고 있는 작은 생물의 특징, 연상 단어, 서식 환경의 모습을 구체화하여 파악하고 효과적으로 작은 생물을 교육할 방안을 모색할 수 있다.

가. 연상되는 단어 및 표현

초등학생들은 과학과 교육과정에서 미생물 관련 내용을 소개하고 있는 단원의 학습 이후임에도 불구하고, 작은 규모의 동·식물을 중심으로 인식하고 있었다 (표 IV-6).

<표 IV-6> 작은 생물에 대한 연상 용어와 표현

(n=449, %)

자료	답변*				전체 (Total=449)	
	5학년		6학년			
	남학생 (n=115)	여학생 (n=104)	남학생 (n=118)	여학생 (n=112)		
용어	미생물	14(12.2)	8(7.7)	29(24.6)	27(24.1)	78(17.4)
	세균	35(30.4)	12(11.5)	11(9.3)	10(8.9)	68(15.1)
	바이러스	17(14.8)	8(7.7)	6(5.1)	2(1.8)	33(7.3)
	곰팡이	31(27.0)	29(27.9)	27(22.9)	28(25.0)	115(25.6)
	균	3(2.6)	0(0.0)	2(1.7)	1(0.9)	6(1.3)
	식물	46(40.0)	37(35.6)	32(27.1)	32(28.6)	147(32.7)
	동물	92(80.0)	89(85.6)	109(92.4)	105(93.8)	395(88.0)
	기타	9(7.8)	1(1.0)	9(7.6)	3(2.7)	22(4.9)
표현	긍정	3(2.6)	11(10.6)	3(2.5)	3(2.7)	20(4.5)
	중립	49(42.6)	55(52.9)	29(24.6)	28(25.0)	161(35.9)
	부정	6(5.2)	9(8.7)	4(3.4)	7(6.3)	26(5.8)

* 전체 합계는 중복 답변으로 인하여 100%를 넘을 수도 있음.

초등학생들이 작은 생물에 대하여 연상한 용어를 살펴보면 곤충이나 선대식물의 종류처럼 작은 규모의 동·식물을 지칭하는 용어 이외에, 곰팡이(25.6%), 미생물(17.4%), 세균(15.1%), 바이러스(7.3%) 순으로 선택하였다. 전체적으로 작은 동물을 연상한 비율이 높은 반면에(88.0%) 미생물을 연상한 비율은 낮아, 생태계에서 분해에 참여하는 생물의 역할을 중요하게 인식하지 못하기 때문으로 생각되며, 교육과정 편성 및 지도 시 다양한 생물의 소개를 통해서 편향적인 사고를 갖지 않도록 해야 한다. 선행연구에서도 생물을 이해하는데 있어 미생물 교육의 중요성을 시사 하였으며, 교육과정에 보다 체계적으로 미생물 관련 학습 내용을 정비하는 일이 중요할 것이다(이지선 등, 2008; Karadon & Şahin, 2010; Byrne, 2011).

한편, ‘작은’이라는 표현의 모호성으로 학생들은 식물의 새싹이나 모종처럼 생장 중인 식물들을 작은 생물로 여기는 답변도 있었다. 미생물 관련 학습 소재를 활용한 단원을 구성할 때는 생태계에서 환원의 역할을 하는 부식성 및 분식성의 동물, 균류, 세균류 등의 부생생물을 포함하려는 목적인지, 다양한 생물종을 소개할 수 있는 원생생물과 원핵생물을 다루려고 했던 목적인지 혼란을 야기할 소지가 없도록 분명히 해야 한다. 일부 학생들은 연상되는 용어로서 대중 매체에서 빈번하게 소개되었던 살인진드기와 같은 사회적 이슈에 관심을 보였다. 권난주(2005)에 따르면, 초등학생들은 과학관에 방문하기, 관련 TV 프로그램의 시청, 과학 서적의 구입 경로를 통해 과학에 대한 경험을 한다고 한다. 대중 매체를 통해 과학 정보를 접하는 경험은 생물의 인식에 영향을 미칠 수 있다(Jones & Rua, 2006; Karadon & Şahin, 2010). 형용사적 표현이나 생물종이 아닌 용어를 연상한 경우, 학생들은 개별적이거나 주관적인 감정으로 작은 생물에 대해 떠올렸는데, 답변의 예를 들면 ‘소중하다’, ‘신비롭다’(긍정), ‘작다’(중립), ‘징그럽다’나 ‘위험하다’(부정)가 있다. 긍정도 부정도 아닌 입장에서 서술한 비율이 상대적으로 높았다(35.9%).

나. 작은 생물의 특징

초등학생들의 그림 및 설명에서 나타난 작은 생물의 분류, 형태, 크기 및 규모, 생존 여부에 대한 결과는 <표 IV-7>과 같다. 용어의 선택과 유사하게 곤충과 같은 ‘동물’을 그림 및 설명으로 묘사한 비율이 가장 높았다.

<표 IV-7> 초등학생이 생각하는 작은 생물의 특징

(n=449, %)

자료	그림*				전체 (Total=449)	
	빈도					
	5학년		6학년			
집단	남학생 (n=115)	여학생 (n=104)	남학생 (n=118)	여학생 (n=112)		
분류	세포 같은/단세포	15(13.0)	4(3.8)	14(11.9)	10(8.9)	43(9.6)
	동물/의인화 ¹⁾	93(80.9)	88(84.6)	94(79.7)	98(87.5)	373(83.1)
	추상 ²⁾	2(1.7)	2(1.9)	2(1.7)	0(0.0)	6(1.3)
	기타 ³⁾	9(7.8)	11(10.6)	9(7.6)	9(8.0)	38(8.5)
형태	단세포/ 세균세포 ⁴⁾	3(2.6)	0(0.0)	2(1.7)	0(0.0)	5(1.1)
	무정형/ 인지할 수 있는 동식물 세포	16(13.9)	10(9.6)	8(6.8)	15(13.4)	49(10.9)
	동물 같은 ⁵⁾	72(62.6)	73(70.2)	79(66.9)	81(72.3)	305(67.9)
	추상 ⁶⁾	27(23.5)	22(21.2)	21(17.8)	17(15.2)	87(19.4)
	기타 ⁷⁾	10(8.7)	4(3.8)	12(10.2)	10(8.9)	36(8.0)
크기 및 규모	현미경으로 보아야 하는/ 확대를 요하는	54(47.0)	44(42.3)	43(36.4)	32(23.6)	173(38.5)
	작은 ⁸⁾	55(47.8)	56(53.8)	56(47.5)	61(54.5)	228(50.8)
	실사이즈를 이해하지 못함	6(5.2)	6(5.8)	22(18.6)	20(17.9)	54(12.0)
생존 여부	살아있음/세포 구조	3(2.6)	0(0.0)	3(2.5)	3(2.7)	9(2.0)
	생명 활동	102(88.7)	100(96.2)	103(87.3)	106(94.6)	411(91.5)
	살아 있을 수도/ 살아있지 않거나	11(9.6)	4(3.8)	12(10.2)	3(2.7)	30(6.7)

* 전체 합계는 중복 답변으로 인하여 100%를 넘을 수도 있음.

¹⁾ 예를 들면, 벌레, 곤충, ²⁾ 예를 들면, 점, 선, ³⁾ 예를 들면, 공상, 만화, ⁴⁾ 예를 들면, 간균, 구균,

⁵⁾ 예를 들면, 벌레, 곤충, ⁶⁾ 예를 들면, 점, 삼각형, ⁷⁾ 예를 들면, 만화, ⁸⁾ 기준으로서 사물들이 고려됨.

분류는 세포 관련으로 하였더라도 형태적으로 동물 형태(67.9%) 또는 추상 형태(19.4%)로 나타내는 경우도 있었다. 초등과학과 교육과정에서 인간의 건강과 역사 관련 주제는 다루지만, 해부학적 구조나 생리적 기능에 관해서는 소개된 바 없기 때문에 분류학적으로 미생물로 분류했더라도 형태학적으로는 어떤 모습인지 이해하지 못했다고 볼 수 있다. Byrne(2011)도 연령대가 낮은 아동에게서 미

생물을 추상적인 독립체 또는 작은 동물, 벌레, 애벌레, 곤충으로 생각한다는 특징이 나타났다고 하였으며, 의인화한다는 점도 본 연구와 일치하였다. 특히 미생물을 동물처럼 그리는 학생들은 곤충을 언급하는 경향이 있는데, 이 아동들은 미생물을 작은 생명체로 인식한다고 할 수 있으며, 그들에게 익숙한 동물 종과 연관 지었다. 분류 및 형태학적인 면에서 나타난 또 다른 특징으로, 초등학교생들은 포자나 균사 등 곰팡이의 형태나 구조를 이해하지 못하고, 추상적으로 표현하는 경우가 많았다. 그리고 작은 생물을 작은 규모의 동식물로 정의하면서도 곰팡이를 포함시키는 것으로 보아, 균류 및 균류계에 대한 이해가 부족해 보인다. 일부 학생들은 ‘손에 바이러스가 많다’거나 ‘바이러스에 감염되었다’고 진술하였는데, 바이러스와 세균에 대한 명확한 개념이 형성되지 않았다고 생각된다. 작은 생물을 세포 구조적으로 접근한 학생들의 그림의 경우, 세균 및 바이러스의 형태를 묘사하기 위하여 점모, 편모, 핵, 피막을 사용하였으며, 이는 Karadon and Şahin (2010)의 연구에서 제시된 사례와 매우 유사하였다. 동식물에 대한 응답 중에서 나타난 오개념으로서, 개구리밥은 개구리에게 먹이를 제공한다거나, 곰팡이가 자라서 버섯이 된다는 사고를 하는 경우도 있었다. 김세욱과 홍승호(2007)의 연구에서도 개구리밥의 이름과 개구리의 서식 장소로 인해 ‘개구리밥은 개구리가 먹는 식물성 먹이’라는 오개념을 가진 학생들이 상당수 있다고 하였다. 또한 버섯이 ‘광합성을 하여 영양분을 만드는 식물’인 독립영양생물로 인식하고 있다는 선행연구의 결과와 유사하게 분해자와 동식물을 구분하는데 어려움을 겪는다는 점이 본 연구 결과에서도 나타났다.

그림에서 나타난 크기와 규모를 분석한 결과, 작은 생물을 미생물로 인식하거나 동물로 인식하는 경우 모두에서 현미경적으로 확대를 요하는 크기일 수 있음이 도구를 통해서 그림에 암시되었다(38.5%). 동식물을 묘사한 경우에서 대부분은 경험 또는 사물에 비하여 ‘작은’ 규모(50.8%)로 묘사하였다.

생존 여부에 대하여 초등학교생들은 ‘살아있다’, ‘기어간다’, ‘먹는다’ 등 생명 활동에 대한 언급(91.5%)을 많이 하였지만, 유기체의 구조적 이해를 하고 있는 경우는 거의 없었으며, 교육과정의 지도 내용에서 벗어난 범위이기 때문에 한계가 있어 묘사하지 못했다고 생각된다. Byrne(2011)의 연구에서 만 11세 학생들이 생명 활동에 관한 그림의 비중이 가장 높았다는 점은 본 연구의 결과와 유사하였지만,

만 14세에서는 세포 구조적 이해가 높아져 연령이 증가함에 따라 생존 여부에 대한 인식의 양상이 변할 수 있다고 하였다.

다. 우리 생활과의 관계

작은 생물이 우리 생활에 미치는 이로움과 해로움에 대하여 중복 답변을 인정하여 질병과 건강, 부패, 기술적 활용 범주로 분류한 결과는 <표 IV-8>과 같다.

<표 IV-8> 미생물의 이로움 또는 해로움에 대한 답변 빈도

(n=449, %)

자료	집단	답변*				전체
		빈도				
		5학년		6학년		
	남학생	여학생	남학생	여학생		
질병과 건강	미생물은 면역 반응을 일으킴.	28 (24.3)	18 (16.3)	7 (5.9)	5 (4.5)	58 (12.9)
	일부 미생물은 병원균임.	86 (74.8)	75 (72.1)	52 (44.1)	56 (50)	269 (59.9)
	모든 미생물이 병원균임.	4 (3.5)	2 (1.9)	3 (2.5)	1 (0.9)	10 (2.2)
부패	미생물은 이롭거나 해로운 부패를 일으킬 수 있음.	1 (0.9)	2 (1.9)	0 (0)	0 (0)	3 (0.7)
	미생물은 부패를 일으킴.	34 (29.6)	30 (28.8)	29 (24.6)	29 (25.9)	122 (27.2)
	미생물은 부패를 일으키고 그것은 해로움.	5 (4.3)	3 (2.9)	0 (0)	5 (4.5)	13 (2.9)
식품 생산	미생물의 대사 작용이 활용됨.	9 (7.8)	12 (11.5)	14 (11.9)	10 (8.9)	45 (10.0)
	미생물이 사용됨.	37 (32.2)	43 (41.3)	19 (16.1)	18 (16.1)	117 (26.1)
	미생물은 너무 위험함.	0 (0)	0 (0)	1 (0.8)	0 (0)	1 (0.2)
기술적 활용 (의학 (항생물질 및 백신)	미생물이 활용됨.	52 (45.2)	54 (51.9)	13 (11.0)	4 (3.6)	123 (27.4)
	좋은 미생물이 사용됨.	13 (11.3)	4 (3.8)	8 (6.8)	13 (11.6)	38 (8.5)
	항생물질 및 백신은 미생물을 죽임.	0 (0)	0 (0)	1 (0.8)	0 (0)	1 (0.2)
환경	미생물은 분해자임.	4 (3.5)	1 (1.0)	5 (4.2)	8 (7.1)	18 (4.0)
	미생물은 증식하기 위해 유기물을 사용함.	12 (10.4)	9 (8.7)	24 (20.3)	26 (23.2)	71 (15.8)
	미생물은 이롭지 않음.	2 (1.7)	1 (1.0)	1 (0.8)	0 (0)	4 (0.9)

* 전체 합계는 중복 답변으로 인하여 100%를 넘을 수도 있음.

질병과 건강 범주에 대하여 ‘일부 미생물이 병원성이다’(59.9%)거나 ‘미생물이 면역 반응을 일으킨다’(12.9%)고 하였다. 미생물이 병을 일으키게 한다는 생각은 생활 주변에서 겪은 감기, 무좀과 같이 흔한 질병을 통해 설명하였다. 그리고 일부 초등학생들이 예방 접종 혹은 장 속 대장균의 역할에 대해 알고 있다는 Byrne(2011)의 연구 결과와 부합하였다.

부패의 영향에 관해서 미생물이 음식물이나 주거지, 생활용품을 썩게 한다는 답변(27.2%)은 있었지만, 부패 과정이 전적으로 해롭기만 하다거나 혹은 해로우면서도 이로울 수 있다는 점에 대한 암시는 거의 하지 않았다.

음식 생산에 미생물이 활용될 수 있는가에 대한 관점으로 분석한 결과, 구체적인 사례와 발효 과정을 함께 설명한 경우(10.0%)보다는 미생물이 사용될 수 있다는 답변(26.1%)이 더 많았다. 학생들의 이해를 높이기 위해서는 요구르트를 사용한 실험을 하거나(Harms, 2002), 그밖에 김치, 치즈, 빵, 술, 젓갈처럼 일상생활의 소재와 연결하여 식품에서 미생물의 활용을 지도하는데 도입할 수 있을 것이다.

미생물의 기술적 활용 중 가장 많이 등장한 소재는 플레밍의 페니실린인데, 푸른곰팡이로 만든 페니실린이 항생제이므로 암을 치료한다는 몇몇 답변을 통해 학생들이 미생물의 성장을 억제하는 항생제의 의미를 이해하지 못하고 항암제와 용어를 혼동하고 있거나, 대장균으로 암을 진단 및 치료하는 학습 내용과 혼동하고 있는 것으로 생각된다.

작은 생물을 환경적으로 활용할 수 있는 유익한 점으로 생태계와 연관 지은 서술이 6학년에서 두드러졌다. 이는 5학년 교육과정에서는 생태계의 구성 요소를 직접적으로 다루지 않지만, 6학년은 과학 교과에서 생태계를 학습하여 분해자로서의 미생물의 역할을 학습하였기 때문으로 보인다.

작은 생물을 동·식물로 인식하는 경우에 이로움과 해로움을 적절하게 답한 학생들은 비슷하였으나, 이로움에 대해 좀 더 잘 이해하고 있었다(표 IV-9).

작은 생물의 이로움에 관한 학생들의 답변(64.4%)에서 ‘무당벌레가 진딧물을 잡아먹는 유기농법에 사용된다’, ‘지렁이의 분변토가 흙을 좋게 만든다’처럼 교과서에서 다루는 내용이 대부분이었다. 작은 생물이 우리 생활에 미치는 해로운 영향(59.7%)의 예시 답변으로는 농작물 피해, 모기 같은 흡혈성 곤충이 있었다.

<표 IV-9> 작은 생물에 대한 이로움과 해로움에 관한 답변 빈도

(n=449, %)

자료	답변*				전체
	빈도				
	5학년		6학년		
집단	남학생	여학생	남학생	여학생	
이로움	79 (68.7)	72 (69.2)	65 (55.1)	73 (65.2)	289 (64.4)
해로움	64 (55.7)	61 (58.7)	74 (62.7)	69 (61.6)	268 (59.7)

*전체 합계는 중복 답변으로 인하여 100%를 넘을 수도 있음.

라. 서식 환경에 대한 이미지

작은 생물이 살고 있는 환경을 묘사한 장소로는 81.1%의 학생들이 ‘땅’을 가장 많이 선택하였다(표 IV-10).

<표 IV-10> 서식 환경에 대한 이미지 분석 결과

(n=449, %)

자료	그림*				전체
	빈도				
	5학년		6학년		
집단	남학생	여학생	남학생	여학생	
어디에서나	0 (0)	0 (0)	4 (3.4)	4 (3.6)	8 (1.8)
인간	16 (13.9)	5 (4.8)	8 (6.8)	8 (7.1)	37 (8.2)
동물	2 (1.7)	0 (0)	0 (0)	1 (0.9)	3 (0.7)
더럽고/비위생적 장소	4 (3.5)	1 (1.0)	6 (5.1)	1 (0.9)	12 (2.7)
물	21 (18.3)	29 (27.9)	36 (30.5)	55 (49.1)	141 (31.4)
땅	87 (75.7)	92 (88.5)	89 (75.4)	96 (85.7)	364 (81.1)

* 전체 합계는 중복 답변으로 인하여 100%를 넘을 수도 있음.

작은 생물을 동물로 인식하는 학생들은 서식지로서 물보다 땅을 더 많이 표현하였다. 김해진 등(2013)의 연구에서도 초등학생들의 그림에서 나타난 곤충의 서식지는 나무, 산, 꽃, 풀, 땅 등이 있었는데, 그 중 고학년의 그림에서는 땅과 나

무가 가장 높게 나타났다고 하였다. 허정림 등(2011)은 생태 환경교육이 자연과 소통하고 교감하면서 감정 이입이 되며 친환경적인 가치관을 갖기 때문에 효과가 있다고 하였는데, 본 연구의 초등학생들이 주변의 자연을 중심으로 작은 생물의 서식 환경을 인식하고 있음을 고려하면, 작은 생물을 지도할 때도 그러한 관점이 요구될 것이다. 한편, 본 연구에서 높은 비율을 차지하지 않았지만, 선행 연구에서는 초등학생들이 미생물의 서식 장소로 주로 ‘더러운 곳 또는 비위생적인 장소에서만 산다’는 선개념을 가지고 있다고 하였다(Simonneaux, 2000; Jones & Rua, 2006; Byrne, 2011).

작은 생물의 서식 환경에 대한 이미지에 대하여 학년별, 성별, 지역별로 비교하면 <표 IV-11>과 같다.

‘어디에서나’ 작은 생물이 살고 있다고 생각하는 비율은 5학년 학생보다 6학년 학생들이 더 높았으며, 도시 지역 학생보다 읍면 지역 학생이 인간 및 동물과 관련된 서식지를 더 많이 그렸다. 작은 생물의 서식 환경이 더럽고 비위생적인 장소라는 생각은 남학생이 여학생보다 많이 갖고 있는 것으로 나타났고, 물에 산다는 그림 및 답변은 학년별, 성별, 지역별 집단 모두에서 유의한 차이를 보였다. 6학년, 여학생, 도시 지역에 속하는 학생이 작은 생물의 서식 환경으로서 물과 관련하여 그리는 경향이 높다고 볼 수 있다. 땅을 더 많이 그린 집단은 남학생과 읍면 지역의 학생이었다. 선행 연구에서도 도시와 농촌에 거주하고 있는 학생 간의 사회·문화적 차이가 환경에 대한 인식에 영향을 미친다고 하였다(홍승호, 2009; 권은정과 홍승호, 2012). 최소영(2013)의 연구에 따르면, 남학생이 환경오염과 같은 환경문제에 대한 관심과 비판적인 사고 경향이 강한 반면, 여학생은 자연환경에 대한 감수성 및 적극적 태도가 발달되었다고 언급하였다. 본 연구 결과에서도 남학생이 비위생적 환경처럼 비판적인 측면을 여학생보다 비교적 더 많이 고려하여 서식 환경을 인식하는 것으로 보인다. 한편, 초등학생들이 비록 환경개념을 단편적이고 지식으로 인식하는 경향이 있지만(심왕근과 문병찬, 2009), 생태 환경교육을 통하여 학생들의 인식은 긍정적으로 변화될 수 있다(허정림 등, 2011). 그렇기 때문에 6학년에서 학습하는 ‘생태계와 환경’ 단위 및 환경교육 활동이 환경 인식에 긍정적인 영향을 미쳐, 다양한 생물의 서식 환경을 이해하는데 도움을 주었다고 생각된다.

<표 IV-11> 집단별 서식 환경에 대한 이미지 비교

서식 환경	집단	<i>M</i>	<i>S.D</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
어디에서나	5학년	.000	.000	-2.803	.005**
	6학년	.035	.184		
	남학생	.017	.130	- .108	.914
	여학생	.019	.135		
	도시 지역	.008	.088	-1.849	.065
	읍면 지역	.031	.174		
인간	5학년	.096	.295	1.013	.312
	6학년	.070	.255		
	남학생	.103	.305	1.650	.100
	여학생	.060	.238		
	도시 지역	.055	.228	-2.471	.014*
	읍면 지역	.119	.325		
동물	5학년	.009	.095	.621	.535
	6학년	.004	.066		
	남학생	.009	.092	.513	.608
	여학생	.005	.068		
	도시 지역	.000	.000	-2.006	.045*
	읍면 지역	.016	.124		
더럽고/비위생적 장소	5학년	.023	.150	- .498	.618
	6학년	.030	.172		
	남학생	.043	.203	2.217	.027*
	여학생	.009	.096		
	도시 지역	.027	.163	.093	.926
	읍면 지역	.026	.159		
물	5학년	.228	.421	-3.874	.000***
	6학년	.396	.490		
	남학생	.245	.431	-3.324	.001**
	여학생	.389	.489		
	도시 지역	.383	.487	3.662	.000***
	읍면 지역	.223	.417		
땅	5학년	.817	.387	.351	.726
	6학년	.804	.398		
	남학생	.863	.344	3.309	.001**
	여학생	.741	.439		
	도시 지역	.755	.431	-3.135	.002**
	읍면 지역	.870	.337		

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

작은 생물의 서식 장소로서 표현한 인식 범주의 구체적인 그림의 예시는 [그림 IV-4]와 같다.

유형 1	유형 2	유형 3	유형 4
			
땅	물	인간과 관계된 장소	어디에서나

[그림 IV-4] 작은 생물이 서식하는 환경의 이미지 유형 예시.

대다수의 초등학생들이 유형 1처럼 숲 같은 환경에서 작은 생물이 서식한다고 생각하고 있었으며, 특히 습기가 있고 햇빛이 덜 드는 장소로 생각하고 있었다. 땅, 수계, 인간의 몸에 국한하는 경우(유형 1~3)도 있지만, 생물의 다양한 서식 환경을 고려하면 작은 생물이 어디에서나 서식하고 있음을 지도할 필요가 있다고 생각한다. 작은 생물을 지도할 때 학생들에게 자기중심적 사고에서 벗어나, 인간과 생태계 구성 요소들과의 상호관계 속에서 인간의 존재적 의의를 찾고, 자연에 대한 인간의 책임감을 함양시킨다면 바람직할 것이다(유기옥과 이채식, 2007).

대표적인 인식 수준 및 실제 미생물이 서식한다고 알려진 네 가지의 유형을 제시하면 <표 IV-12>와 같다.

초등학생들의 그림에서 나타난 인식 범주는 두 가지 이상의 유형이 동시에 해당할 수 있으며, 특히 과학과 교육과정에서 물에 사는 작은 생물 및 땅에 사는 작은 생물의 내용을 학습하였던 학생들은 유형 1과 유형 2를 동시에 그린 경우가 많았다. 네 가지 유형 중 가장 높은 빈도인 364명에 해당하는 유형 1의 사고 수준은 땅에 사는 곤충을 중심으로 생각하는데, 작은 생물이 땅위 또는 땅속에서 산다고 생각하며, 자연 환경으로는 토지, 대지, 들판의 토양 서식 환경을 묘사하

<표 IV-12> 각 인식 유형의 구성 요소

요소	인식			
	유형 1	유형 2	유형 3	유형 4
사고 수준	작은 생물은 땅 위 또는 속에서 산다.	미생물을 포함하여 작은 생물은 물이 있는 환경에서 발견될 수 있다.	미생물은 인간 주변에 존재하며 인체의 내부에도 있다.	미생물은 어디에서나 존재한다.
자연 환경	토양, 대지, 들판	습지, 강, 개울, 바다.	인체 및 주거지	다양한 장소 혹은 환경
작은 생물/미생물의 예시	개미, 지렁이	플랑크톤, 조류, 물벼룩, 플라나리아	균, 세균, 곰팡이	세균, 바이러스
진술	동물의 생명 활동과 환경	동물의 생명 활동과 환경	몸 속 또는 음식을 포함한 인간과 연관된 사물	미생물이 어디에나 있다는 가능성을 직접적으로 언급
설명 사례	<ul style="list-style-type: none"> · 개미가 먹이를 날라 이동하고 있다. · 흙이 있는 환경에서 산다. · 돌 틈에 산다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 늪에 산다. · 강에 작은 생물이 산다. · 작은 생물은 바다에 산다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 인간의 몸속에 살고 있다. · 집안 축축한 장소(방 모서리, 욕실, 주방)에 곰팡이가 피어 있다. · 요구르트 속 유산균 처럼 음식 속에 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 우리가 사는 곳 주위 의 어디에나 존재한다. · 음식, 나무, 낙엽, 풀, 물 속, 땅 등 환경 어디에나 살고 있다.
빈도(명)	364	141	37	8

였다. 이 유형에 속하는 학생들이 그린 그림에 대한 설명은 ‘곤충이 먹이를 옮기고 있다’, ‘먹는다’, ‘흙이 있는 환경에 산다’와 같이 동물의 생명 활동 및 생활환경을 서술하는데 중점을 두고 있었다. 유형 2(141명)는 물에서 사는 생물과 그 환경에 초점을 둔 그림이었는데, 유형 1과 유사하게 해당 환경에 서식하는 동물로서, 플라나리아나 물벼룩처럼 물에 서식하는 동물을 설명한 사례와 플랑크톤, 조류와 같은 예를 들어 묘사한 사례로 구분할 수 있었다. 유형 2에서도 유형 1처럼 동식물을 주로 그렸지만, 곤충에 치우친 유형 1보다는 비교적 생물의 종류를 다양하게 제시하였고, 자연 환경으로는 습지, 강, 개울, 바다와 같은 환경을 묘사하였다. 유형 3은 인간의 생활과 밀접한 관계를 갖고 있음을 나타낸 사례로, 인간의 몸 속 미생물뿐만 아니라, 충치 같은 세균, 음식물을 썩게 만드는 곰팡이가 존재하는 장소를 작은 생물의 서식 환경으로 묘사하였다. 유형 3의 사고 수준은 미생물은 인간 주변에 존재하고, 인체의 내부에도 있다고 생각하며, 건강, 식품,

일상생활의 환경과 관련하여 인간의 생활에 영향을 미치는 이로움 또는 해로움을 표현하였다. 유형 3을 나타낸 학생들(37명)은 인간의 몸 전체 또는 일부, 그리고 음식 또는 재화의 부식이나 응용을 설명하였으며, 그 사례로 ‘인간의 몸속에 살고 있다’, ‘집안의 축축한 장소에 곰팡이가 피어 있다’, ‘발효식품에 있다’고 대답하였다. 이지선 등(2008)의 연구에서는 세균에 대한 부정적인 그림으로서, 충치, 질병을 연관 지었다고 하였는데, 유형 3에 해당하는 그림에서 유사한 사례를 확인할 수 있었다. 유형 1~3이 대부분 초등학생들의 경험과 학습을 통해 이루어진 지식에 기반을 두어 그린 그림이라면, 유형 4에 해당하는 소수의 학생들(8명)은 미생물이 존재하는 장소를 매우 다양한 장소로서 인식하고 있었으며, 생물의 세포를 도입하기도 하였다. 유형 4는 미생물이 ‘어디에서나’ 존재할 수 있다고 직접적으로 설명하며, 그림에서도 생물이 존재할 수 있는 환경의 가능성을 표현하려고 여러 가지 환경을 분류하거나, 동시에 제시한 모습이 나타났다. 본 연구 결과에서 나타난 인식 유형의 사례들처럼 Harms(2002)도 학생들이 몸 밖에서 세균이 존재하는 장소로서, 공기, 동물, 더러운 장소, 어디에서나, 액체, 유기체, 식물, 흙, 수영장, 식탁과 같은 것들을 생각하고 있다고 하였다.

마. 연상 단어와 서식 환경 간의 상관관계

작은 생물에 대한 초등학생들의 인식은 작은 규모의 동식물에 치우쳐져 있었다. 작은 생물에 대하여 연상하는 단어 및 표현에서 동물명이 가장 많았던 반면에, 곰팡이, 미생물, 세균, 바이러스에 관련된 용어는 비교적 적었다. 초등학생들이 작은 생물에 대하여 연상한 여러 가지 용어와 서식 환경 간의 상관관계를 분석한 결과, 유의한 상관관계가 일부 있었다(표 IV-13).

균 또는 식물에 해당하는 연상 용어와 서식 환경과의 상관관계는 나타나지 않았고, 미생물, 세균, 바이러스, 곰팡이, 동물과 서식 환경 간의 관련성은 크지 않은 것으로 나타났다. 그러나 미생물과 ‘어디에서나’의 상관계수는 .283으로서 상대적으로 미생물을 연상한 학생들이 작은 생물의 서식 장소로 어디에서나 산다는 생각을 하는 경향이 있으며, 물 환경 및 땅 환경과도 연관 지었다. 세균을 연상한 학생들은 인간 및 동물, 땅 환경과 상관관계가 있었는데, 세균으로 인한 질

<표 IV-13> 연상한 단어와 서식 환경, 서식 장소 간의 상관분석 결과

(n=449)

항목	Pearson 상관계수						
	어디에서나	인간	동물	더럽고/ 비위생적 장소	물	땅	
미생물	.283**	.088	.026	-.072	.202**	-.186**	
세균	.071	.223**	.215**	-.038	-.013	-.166**	
바이러스	.091	.071	.186**	-.047	-.043	-.016	
연상 용어	곰팡이	-.041	.109*	.071	-.065	.017	-.055
	균	-.016	.036	-.010	-.019	-.079	.056
	식물	-.011	-.011	-.049	.035	-.073	-.026
	동물	-.107*	-.113*	-.073	.007	-.047	.140**
	기타	.081	-.034	-.016	.055	.018	-.049
서식 환경	어디에서나	1	.021	-.011	-.022	-.055	-.236**
	인간	.021	1	.075	.001	-.063	-.310**
	동물	-.011	.075	1	-.014	.003	-.030
	더럽고/ 비위생적 장소	-.022	.001	-.014	1	-.082	-.202**
	물	-.055	-.063	.003	-.082	1	-.212**
	땅	-.236**	-.310**	-.030	-.202**	-.212**	1

* 상관계수는 .05 수준(양쪽)에서 유의.

** 상관계수는 .01 수준(양쪽)에서 유의.

병, 예를 들어 충치나 병원균처럼 경험에서 비롯된 생각이 영향을 미쳤을 수 있다. 곰팡이도 마찬가지로 부패한 음식, 페니실린을 제조하는 푸른곰팡이의 예시처럼 학생들의 일상생활에서 관찰한 사례와 환경을 연관 짓는 것으로 보인다. 바이러스를 생각한 학생들은 동물을 서식 환경으로 생각한다는 약한 상관관계가 나타났다. 동물, 특히 곤충은 연구에 참여한 대다수의 학생들이 연상했던 용어였는데, ‘어디에서나’ 및 ‘인간’ 환경에서 음의 상관관계, 땅 환경에서 약한 양의 상관관계가 있었다. 한편, 서식 환경별 상관관계로는 어디에서나-땅, 인간-땅, 더럽고 비위생적인 장소-땅, 물-땅 간에 상관을 나타냈다. 초등학생들의 자연요소에 대한 관심은 환경태도와 높은 긍정적인 상관관계가 있으므로(김인호 등, 2000),

작은 생물의 서식 환경을 지도할 때, 자연요소에 대한 관심을 높여준다면 환경 일반, 환경오염, 동물 보호 등의 환경태도의 함양에 도움을 줄 수 있을 것이다. 박현우와 강심원(2007)의 연구에서는 과학에 대한 태도와 해양 갯벌에 대한 인식 사이에 상관관계가 있었는데, 여러 가지 환경 요소들 중에서 작은 생물의 서식지와 밀접한 관련이 있는 해양 갯벌이 가장 상관성이 높았다. 생물과 그 서식 환경을 함께 학습하는 환경교육이 학생들의 환경 인식에 영향을 미칠 수 있기 때문에, 다양한 작은 생물의 서식 환경을 고려한 효과적인 지도 방안을 모색할 필요가 있다(최영미와 홍승호, 2015).

3. 작은 생물을 연구하는 과학자의 이미지 탐색

과학자에 대한 인식은 과학에 대한 태도에도 중요한 영향을 미친다고 알려져 있으며, 과학 및 기술적 관점에서 올바른 결정을 할 수 있는 요구가 높아짐에 따라 과학자의 이미지에 대한 학생들의 생각을 이해하는 일이 중요해졌다. 이처럼 과학에 대한 태도에 영향을 미칠 뿐만 아니라 기존 과학자에 관한 인식 연구에 따르면 특정한 정형성이 나타나고 있는 바, 다양한 직업군 중에서 작은 생물을 연구하는 학자는 초등학생에게 어떤 모습으로 인식되고 있는지 조사하였다.

가. 초등학생의 DAST 분석 결과

초등학생들이 그린 작은 생물을 연구하는 과학자 이미지의 예시는 [그림 IV-5]와 같다.



[그림 IV-5] 초등학생이 묘사한 작은 생물을 연구하는 과학자 예시.

작은 생물을 연구하는 과학자에 대한 학생들의 그림을 DAST 분석한 결과, 하위 요소로 ‘고글, 젊은 과학자, 공동 연구’ 항목이 추가되었으며, 학생들의 답변 빈도는 <표 IV-14>와 같다. 고글과 마스크, 공동 연구의 여부에 대한 항목은 주은정 등(2009)이 재구성한 DAST-C에도 포함되었는데, 그들의 조사 결과에서 고글과 마스크 같은 안전 장비의 착용 여부는 매우 적었으며, 공동 연구의 이미지를 그린 학생도 소수였다.

<표 IV-14> 학년 및 성별에 따른 DAST-C 답변 빈도

(n=449, %)

범주	요소	5학년		6학년		전체 (Total=449)
		남학생 (n=115)	여학생 (n=104)	남학생 (n=118)	여학생 (n=112)	
외형적 특징	실험복	31(27.0)	43(41.3)	36(30.5)	51(45.5)	161(35.9)
	안경	27(23.5)	18(17.3)	28(23.7)	19(17.0)	92(20.5)
	고글	1(0.9)	4(3.8)	5(4.2)	12(10.7)	22(4.9)
	마스크	6(5.2)	4(3.8)	8(6.8)	4(3.6)	22(4.9)
	얼굴의 털	6(5.2)	1(1.0)	7(5.9)	4(3.6)	18(4.0)
	턱수염	3(2.6)	0(0.0)	4(3.4)	3(2.7)	10(2.2)
	콧수염	2(1.7)	1(1.0)	3(2.5)	1(0.9)	7(1.6)
	타이	1(0.9)	0(0.0)	2(1.7)	6(5.4)	9(2.0)
과학적 지식	연구 도구 (구체적 종류 및 크기)	81(70.4)	79(76.0)	72(61.0)	75(67.0)	307(68.4)
	기술 (컴퓨터, TV, 로켓)	10(8.7)	3(2.9)	7(5.9)	6(5.4)	26(5.8)
	과학적 보충 설명	10(8.7)	1(1.0)	4(3.4)	3(2.7)	18(4.0)
과학자의 성별	남자	93(80.9)	40(38.5)	95(80.5)	53(47.3)	281(62.6)
	여자	1(0.9)	47(45.2)	1(0.8)	41(36.6)	90(20.0)
	알 수 없음	21(18.3)	20(19.2)	22(18.6)	20(17.9)	83(18.5)
작업 환경	실내	93(80.9)	81(77.9)	87(73.7)	85(75.9)	346(77.1)
	실외	7(6.1)	14(13.5)	19(16.1)	23(20.5)	63(14.0)
	알 수 없음	15(13.0)	8(7.7)	12(10.2)	7(6.3)	42(9.4)
연령	중년 이상	6(5.2)	2(1.9)	7(5.9)	6(5.4)	21(4.7)
	젊은이	22(19.1)	26(25.0)	22(18.6)	35(31.3)	105(23.4)
	아동	34(29.6)	45(43.3)	42(35.6)	42(37.5)	163(36.3)
	알 수 없음	53(46.1)	30(28.8)	47(39.8)	30(26.8)	160(35.6)
기타	위험성 표시	1(0.9)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	1(0.2)
	진구	0(0.0)	3(2.9)	1(0.8)	5(4.5)	9(2.0)
	신화적 고정 관념	0(0.0)	1(1.0)	2(1.7)	4(3.6)	7(1.6)
	비밀 표시	1(0.9)	1(1.0)	0(0.0)	0(0.0)	2(0.4)
	협동 연구*	5(4.3)	15(14.4)	5(4.2)	11(9.8)	36(8.0)
	다른 언급	2(1.7)	3(2.9)	14(11.9)	11(9.8)	30(6.7)

* 2명 이상의 과학자를 묘사하였거나 혼성 집단으로 연구하는 경우임.

작은 생물을 연구하는 과학자의 외형적인 특징으로 실험복을 입고 안경을 착용한 전형적인 과학자의 이미지가 나타났지만, Maed and Metraux(1957)의 연구와는 달리 덩수룩한 머리털이나 수염, 넥타이를 묘사한 사례는 적었다. 대신 초

등학생들의 그림에서 고글(4.9%)이나 마스크(4.9%)를 착용한 과학자의 모습이 표현되었다는 점은 과거에 비해 현대적인 과학자의 이미지에 대한 인식으로 변모되고 있음을 알 수 있다. 초등학생들이 정형화된 과학자 이미지에서 탈피하여 유연한 사고를 할 수 있도록 하기 위해서는 여성과학자, 생명공학자, 국내 과학자, 우주개발 과학자와 같은 과학자의 여러 면모를 소개시킬 필요가 있다(임성만 등, 2008).

과학적 지식과 연관된 그림을 분석한 결과, Chambers (1983)는 연령이 증가할수록 화학 실험 기구보다는 현미경, 망원경, 컴퓨터와 같은 구체적인 기구들이 등장한다고 하였는데, 본 연구 결과에서는 오히려 5학년에서 돋보기, 루페, 현미경과 같은 실험 도구가 많이 나타났다. 물론 스포이트, 페트리접시, 비커와 같은 화학 실험 도구들은 5학년 및 6학년 모두에서 확인되었지만, 작은 생물을 연구하는 과학자에 대해서는 생물을 확대하여 관찰할 수 있는 도구가 화학 실험 도구보다 더 빈번하게 묘사되었다.

초등학생들이 생각하는 작은 생물을 연구하는 과학자의 성별은 전체적으로 남성 과학자에 대한 인식(62.6%)이 여성 과학자(20.0%)보다 높았지만, 여학생들이 과학자의 성별을 남여 비슷한 수준에서 선택하여 그린 점은 해당 연령의 초등학생들이 여학생들도 남성 과학자를 더 많이 인식하였다는 선행 연구 결과(여상인, 1998; Toğrol, 2013)와 다소 차이를 보였다. 흥미로운 사실은 본 연구에 참여한 남학생들은 절대적으로 남성 과학자를 그린 반면, 여학생들은 남성을 그린 비율과 여성을 그린 비율이 비슷하다는 점이다. 권난주(2005)가 언급한대로 여학생들이 과학자를 남성으로 고정하여 인식하지 않는다는 점은 고무적이며, 정형화된 과학자의 이미지가 변화되고 있다고 볼 수 있다. 노태희와 최용남(1996)은 여성 과학자에 대한 역할 모델을 활용하거나, STS 교육을 통해 과학자에 대한 인식을 변화시켜야 한다고 하였다.

작업 환경에 대한 측면은 임성만 등(2008)의 연구 결과에서보다 실내 연구에 대한 DAST-C 점수가 감소하였지만, 학생들은 작은 생물을 연구하는 과학자도 실내에서 연구 활동을 수행할 것이라는 그림이 더 많았다(77.1%). 실내에서 일하는 과학자의 이미지는 Chambers(1983), Barman(1997), Özel(2012), Narayan *et al.*(2013)의 연구에서도 우세하였다.

작은 생물을 연구하는 과학자의 연령은 중년의 나이든 이미지(4.7%)보다는 청년이거나(23.4%), 아동(36.3%)으로 그렸으며, 이러한 결과는 여상인(1998), 권난주(2005), 임성만 등(2008) 및 주영 등(2008)의 연구 결과와 유사하였다.

그림에서 위험성이나 신화적 고정관념, 비밀과 관련된 묘사는 드물게 나타났으며, 이러한 점은 Barman(1997) 및 임성만 등(2008)의 연구에서도 유사한 경향을 보였다. 공동 연구에 대한 항목을 분석한 결과, 작은 생물을 연구하는 과학자들이 협력적으로 활동하는 모습을 그린 학생은 8%에 불과하였다. Toğrol(2013)의 연구 결과에서도 520개의 연구 대상 중에 8개의 그림만이 집단 연구를 하는 과학자를 그렸으며, 대부분은 홀로 연구하는 과학자였다고 하였다. 본 연구에서는 Toğrol(2013)의 연구에서보다는 비교적 다수의 학생이 협력하는 과학자들을 그리기는 했지만, 2명 이상의 과학자를 표현한 학생 중에 혼성으로 연구하는 경우는 매우 적었다. 과학자를 지칭하는 표현으로 연구원, 박사와 같은 용어들이 사용되었으며, 작은 생물을 연구하는 과학자가 하는 일은 생물을 소재로 한 실험 또는 관찰 중의 모습이 대부분이지만, 실험 준비 혹은 연구 결과를 발표하는 사례도 나타났다. 과학기술이 발달한 미래의 작은 생물을 연구하는 과학자, 수질오염 분석을 위해 플라나리아를 오염된 물에 넣고 성장을 관찰하려고 실험 설계 중인 과학자를 설명한 사례도 있었다. 초등학생들이 표현한 과학자에 대한 이미지로 결혼하지 않거나, 독신주의에 대한 언급도 있었다. 권난주(2005)의 연구에서도 과학자의 특징으로 ‘노총각’과 같은 답변이 있었다고 하였다.

초등학생들이 생각하는 과학자는 자연 현상을 연구하는 모습보다 발명가로서의 과학자를 떠올리는 경향이 높다고 보고된 바 있다(임희준과 여상인, 2001; 김소형 등, 2005). 작은 생물을 연구하는 학자에 대하여 지도할 때는 순수학문을 연구하는 미생물학자, 생물학자 및 응용학문을 연구하는 생명공학자, 의학자, 유전공학자 등을 고려하여 과학적 본성의 탐구 측면과 우리 생활에 미치는 실용적인 측면을 두루 인식할 수 있도록 해야 한다.

또한 학생들의 과학자에 대한 이미지는 교사에 의해서 영향을 받기도 하므로, 교사가 우선 과학자에 대한 다양한 측면을 인식할 필요가 있다(Schibeci, 2006). 교사들에게 작은 생물을 연구하는 과학자를 포함하여 생명공학 분야의 직업 세계를 소개하는 내용과 관련된 자료가 제공된다면 지도 시 참고할 수 있을 것이다.

각 DAST 영역에 대한 집단별 t -검정 결과, 전형적인 과학자의 이미지는 5학년보다 6학년($p < .05$), 읍면 지역 학생보다 도시 지역 학생($p < .001$)이 더 강하게 가지고 있는 것으로 나타났다(표 IV-15). 하지만 성별 간의 차이는 없었다. 이는 학년이 높을수록 과학자의 정형화된 이미지가 두드러졌다는 선행 연구 결과와 일치하였다(권난주, 2005; 임성만 등, 2008).

과학적 설명과 관련된 영역은 학년별, 성별, 지역별 모두 유의한 차이가 없는 것으로 보아 어떤 집단이 더 전형적인 과학자상을 가지고 있다고 판단할 수 없다. 작은 생물을 연구하는 과학자의 성별, 작업 환경, 연령의 경우, 하위 범주별 선택 유무에 의한 점수가 상쇄되어 전체적으로 합산한 것의 비교는 큰 의미가 없고, 이후 하위 범주별 분석 결과에서 세부적인 차이를 확인할 수 있다.

각 하위 범주에 대한 인식이 학년 변인에 의해 차이가 있는지 t -검정한 결과를 <표 IV-16>에 제시하였다.

학년 간에 작은 생물을 연구하는 과학자의 외형에서 차이를 보인 하위 범주는 고글($p < .05$)과 넥타이($p < .05$)가 있었으며, 두 항목 모두 5학년보다 6학년의 그림에서 더 많이 나타났다. 그러나 구체적인 실험 도구와 관련해서는 작은 생물 관련 단원을 비교적 최근에 학습한 5학년의 그림에 더 많이 나타났고($p < .05$), 과학자의 연령에 대한 학년별 차이는 유의하지 않았다. 노태희와 최용남(1996)은 과학 관련 경험이 누적되는 고학년으로 올라갈수록 과학자에 대하여 여성적인 이미지보다는 남성적인 이미지가 더욱 강화되고 있다고 하였으나, 본 연구에서는 학년이 높아짐에 따라 남성 과학자의 비율이 다소 상승하기는 했으나, 5학년과 6학년 간에는 과학자의 성별 인식에 대한 유의미한 변화는 없었다. 작업 환경은 두 집단 모두 실내 환경을 더 많이 그렸으나, 실외 환경으로 묘사한 빈도는 6학년이 5학년보다 더 높았다. 신화적 고정관념과 관련된 표현 및 설명은 5학년에서 더 많이 등장하였다.

성별에 따른 이미지 인식 차이는 8개 하위 범주에서 나타났다(표 IV-17). 외형적인 면에서 여학생이 남학생보다 ‘실험복’을 입고 ‘고글’을 쓴 과학자 모습을 더 많이 표현하였다. 뿐만 아니라 과학적인 부가 설명은 여학생보다 남학생이 더 많이 묘사한 것으로 나타났고($p < .05$), 여학생이 남학생보다 젊은 과학자를 더 많

<표 IV-15> 각 범주에 대한 집단 내 *t*-검정 결과

구분	집단	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	
외형적 특징	학년	5	.085	.278	-2.033	.042*
		6	.104	.308		
	성별	남학생	.091	.290	-.727	.468
		여학생	.098	.298		
	지역	도시 지역	.110	.315	3.700	.000***
		읍면 지역	.074	.262		
과학적 지식	학년	5	.280	.449	1.590	.112
		6	.242	.429		
	성별	남학생	.263	.441	.230	.818
		여학생	.258	.438		
	지역	도시 지역	.270	.444	.862	.389
		읍면 지역	.249	.433		
과학자의 성별	학년	5	.338	.473	.065	.948
		6	.336	.473		
	성별	남학생	.333	.472	-.299	.765
		여학생	.341	.474		
	지역	도시 지역	.337	.473	.017	.986
		읍면 지역	.337	.473		
작업 환경	학년	5	.332	.471	-.228	.820
		6	.338	.473		
	성별	남학생	.333	.472	-.120	.905
		여학생	.336	.473		
	지역	도시 지역	.333	.472	-.133	.894
		읍면 지역	.337	.473		
연령	학년	5	.249	.433	-.056	.955
		6	.250	.433		
	성별	남학생	.250	.433	.057	.955
		여학생	.249	.433		
	지역	도시 지역	.250	.433	.900	.950
		읍면 지역	.249	.433		
기타	학년	5	.039	.193	-.329	.742
		6	.041	.199		
	성별	남학생	.034	.182	-1.581	.114
		여학생	.046	.210		
	지역	도시 지역	.044	.204	1.076	.282
		읍면 지역	.035	.185		

* $p < .05$, *** $p < .001$

<표 IV-16> 하위요소에 대한 학년별 *t*-검정 결과

범주	요소	집단	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
외형적 특징	실험복	5	.338	.474	-.890	.374
		6	.378	.486		
	안경	5	.206	.405	.030	.976
		6	.204	.404		
	고글	5	.023	.150	-2.529	.012*
		6	.074	.263		
	마스크	5	.046	.209	-.319	.750
		6	.052	.223		
	얼굴의 털	5	.032	.176	-.602	.547
		6	.044	.225		
턱수염	5	.014	.117	-1.200	.231	
	6	.030	.172			
콧수염	5	.014	.117	-.315	.753	
	6	.017	.131			
타이	5	.005	.068	-2.292	.022*	
	6	.035	.184			
과학적 지식	연구 도구	5	.731	.445	2.089	.037*
		6	.639	.481		
	기술	5	.059	.237	.128	.898
		6	.057	.231		
과학적 보충 설명	5	.050	.219	1.068	.286	
	6	.057	.172			
과학자의 성별	남자	5	.607	.489	-.791	.430
		6	.644	.480		
	여자	5	.219	.415	.943	.346
		6	.183	.388		
알 수 없음	5	.187	.391	.125	.900	
	6	.183	.387			
작업 환경	실내	5	.795	.405	1.175	.240
		6	.748	.435		
	실외	5	.096	.295	-2.659	.008**
		6	.183	.387		
알 수 없음	5	.105	.307	.814	.416	
	6	.082	.276			
연령	중년 이상	5	.037	.188	-1.002	.317
		6	.057	.231		
	젊은이	5	.219	.415	-.716	.475
		6	.248	.433		
	아동	5	.361	.481	-.003	.998
6		.361	.481			
알 수 없음	5	.379	.486	.977	.329	
	6	.335	.473			
기타	위험성 표시	5	.005	.068	1.025	.306
		6	.000	.000		
	진구	5	.041	.199	.883	.377
		6	.026	.160		
	신화적 고정 관념	5	.027	.164	1.975	.049*
		6	.004	.066		
	비밀 표시	5	.005	.068	-1.294	.193
6		.017	.131			
협동 연구	5	.091	.289	.847	.397	
	6	.070	.255			
다른 언급	5	.064	.245	-2.379	.018*	
	6	.130	.338			

p* < .05, *p* < .01

<표 IV-17> 하위요소에 대한 성별 *t*-검정 결과

범주	요소	집단	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
외형적 특징	실험복	남학생	.288	.454	-3.291	.001**
		여학생	.435	.497		
	안경	남학생	.236	.426	1.700	.090
		여학생	.171	.378		
	고글	남학생	.026	.159	-2.369	.018*
		여학생	.074	.263		
	마스크	남학생	.060	.238	1.130	.259
		여학생	.037	.189		
	얼굴의 털	남학생	.056	.248	1.956	.051
여학생		.019	.135			
턱수염	남학생	.030	.171	1.158	.247	
	여학생	.014	.117			
콧수염	남학생	.022	.145	1.042	.298	
	여학생	.009	.096			
타이	남학생	.013	.113	-1.125	.261	
	여학생	.028	.165			
과학적 지식	연구 도구	남학생	.657	.476	-1.282	.201
		여학생	.713	.453		
	기술	남학생	.073	.261	1.419	.157
과학적 보충 설명	남학생	.060	.238	2.251	.025*	
	여학생	.019	.135			
과학자의 성별	남자	남학생	.807	.396	8.915	.000***
		여학생	.431	.496		
	여자	남학생	.009	.092	-12.182	.000***
알 수 없음	남학생	.185	.389	-.017	.986	
	여학생	.185	.389			
작업 환경	실내	남학생	.773	.420	.101	.920
		여학생	.769	.423		
	실외	남학생	.112	.316	-1.823	.069
알 수 없음	남학생	.116	.321	1.690	.092	
	여학생	.069	.255			
연령	중년 이상	남학생	.056	.230	.939	.348
		여학생	.037	.189		
	젊은이	남학생	.189	.392	-2.349	.019*
		여학생	.232	.451		
아동	남학생	.326	.470	-1.588	.113	
	여학생	.398	.491			
알 수 없음	남학생	.429	.496	3.382	.001**	
	여학생	.278	.449			
기타	위험성 표시	남학생	.004	.066	.963	.336
		여학생	.000	.000		
	전구	남학생	.043	.203	1.164	.245
		여학생	.023	.151		
	신화적 고정 관념	남학생	.022	.145	1.042	.298
		여학생	.009	.096		
	비밀 표시	남학생	.004	.066	-1.435	.152
여학생		.019	.135			
협동 연구	남학생	.043	.203	-3.044	.002**	
	여학생	.120	.326			
다른 언급	남학생	.090	.287	-.581	.561	
	여학생	.107	.309			

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

<표 IV-18> 하위요소에 대한 지역별 *t*-검정 결과

범주	요소	집단	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
외형적 특징	실험복	도시	.465	.500	5.580	.000***
		읍면	.218	.414		
	안경	도시	.207	.406	.129	.898
		읍면	.202	.403		
	고글	도시	.043	.204	-.671	.503
		읍면	.057	.232		
	마스크	도시	.047	.212	-.239	.811
		읍면	.052	.222		
	얼굴의 털	도시	.047	.230	1.087	.278
		읍면	.026	.159		
턱수염	도시	.023	.152	.192	.848	
	읍면	.021	.143			
콧수염	도시	.023	.152	1.547	.123	
	읍면	.005	.072			
타이	도시	.027	.163	1.270	.205	
	읍면	.010	.102			
과학적 지식	연구 도구	도시	.699	.460	.811	.418
		읍면	.663	.474		
	기술	도시	.055	.228	-.336	.737
		읍면	.062	.242		
과학적 보충 설명	도시	.055	.228	1.819	.070	
	읍면	.021	.143			
과학자의 성별	남자	도시	.664	.473	1.932	.054
		읍면	.575	.496		
	여자	도시	.234	.424	2.047	.041*
		읍면	.156	.364		
알 수 없음	도시	.113	.318	-4.594	.000***	
	읍면	.280	.450			
작업 환경	실내	도시	.766	.424	-.288	.773
		읍면	.777	.417		
	실외	도시	.156	.364	1.119	.264
		읍면	.119	.325		
알 수 없음	도시	.078	.269	-1.292	.197	
	읍면	.114	.319			
연령	중년 이상	도시	.059	.235	1.366	.173
		읍면	.031	.174		
	젊은이	도시	.258	.438	1.381	.168
		읍면	.202	.403		
	아동	도시	.313	.464	-2.466	.014*
읍면		.425	.496			
알 수 없음	도시	.371	.484	.750	.454	
	알 수 없음	도시	.337	.474		
		읍면	.337	.474		
기타	위험성 표시	도시	.004	.063	.868	.386
		읍면	.000	.000		
	전구	도시	.031	.174	-.292	.770
		읍면	.036	.187		
	신화적 고정 관념	도시	.020	.139	.775	.439
		읍면	.010	.102		
	비밀 표시	도시	.008	.088	-.772	.441
		읍면	.016	.124		
협동 연구	도시	.086	.281	.517	.606	
	읍면	.073	.260			
다른 언급	도시	.113	.318	1.254	.210	
	읍면	.078	.268			

p* < .05, **p* < .001

이 그렸으며($p < .05$), 협동적 연구자를 표현한 경우도 유의하게 더 많았다($p < .05$). 김현영 등(2012)은 외형적인 특징에서 ‘안경 또는 보안경’을 표현한 남학생보다 여학생 수가 근소하게 많았지만 큰 차이는 없었다고 하였다.

성별에 따른 차이를 세부 하위요소별로 분석한 결과, 남학생은 작은 생물을 연구하는 과학자를 남자라고 생각하는 반면, 여학생은 여자라고 생각하는 경향이 매우 두드러졌으며, 남학생이 여자 과학자를 그리는 경우는 거의 없었다. 이러한 결과는 여학생이 남학생보다 과학자를 남자라고 생각하는 경향이 낮다는 권난주(2005)의 연구와 일치하였다. 한편, 여상인(1998)의 연구에서는 3학년의 경우, 남학생은 과학자를 남성으로, 여학생은 과학자를 여성으로 인식하였지만, 6학년의 경우 성별에 관계없이 과학자를 남성으로 인식하는 경향이 높았다고 하였다.

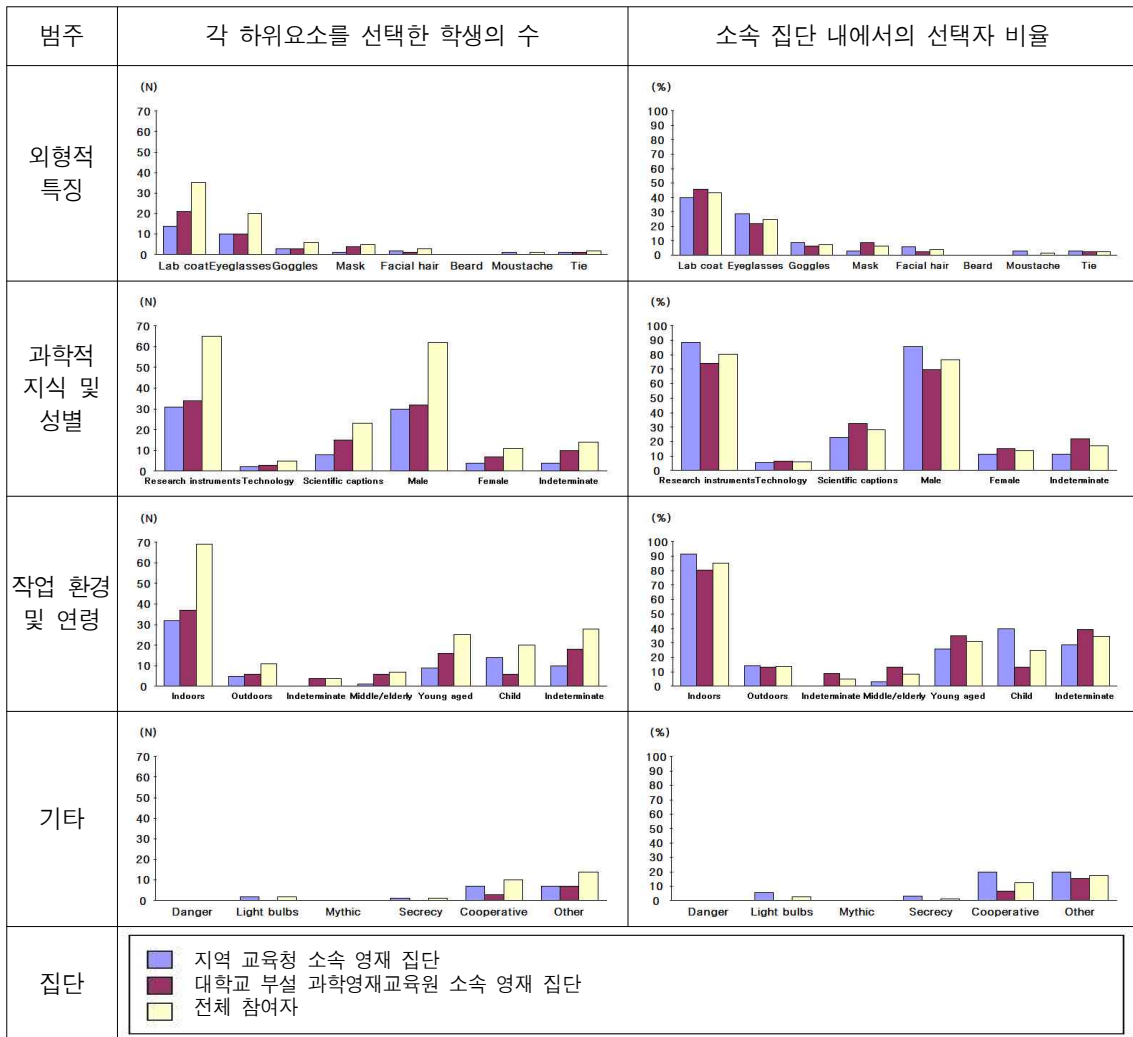
지역에 따른 작은 생물을 연구하는 과학자에 대한 인식은 실험복의 유무 외 3개의 하위 범주에서 격차가 많았다(표 IV-18).

도시 지역의 아동이 읍면 지역의 아동보다 작은 생물을 연구하는 과학자로서 실험복을 입은 모습을 강하게 연상하는 반면에($p < .001$), 읍면 지역은 과학자를 아동으로 생각하는 정도가 높았다($p < .05$). Barman(1999), 임성만 등(2008) 그리고 Özel(2012)은 과학자에 대한 정형성이 과학 수업이나 과학 관련 경험, 대중매체의 영향을 받아 높아진다고 하였다.

나. 과학영재의 DAST 분석 결과

지역교육청 소속 영재학급 및 대학교 소속 과학영재교육원의 영재학급 학생들의 DAST 분석 항목의 집단별 점수는 [그림 IV-6]과 같다.

작은 생물을 연구하는 과학자의 외형에서 영재학생들은 실험복과 안경을 그린 반면, 수염은 묘사하지 않았다. 전체의 80.2%의 학생들이 연구를 위한 특정한 도구를 그렸으며, 그림의 설명을 위하여 과학적인 설명도 28.4%의 영재학생들이 언급하였다. 본 연구에서 과학영재들은 여성과학자보다는 남성과학자를, 실외 환경보다는 실내 환경을, 그리고 중년의 나이든 과학자보다 젊거나 어린 과학자를 더 많이 표현하였다. 위험 표시나 신화적 고정관념은 나타나지 않았고, 협력 연구를 하는 과학자를 그린 학생은 12.3%이었다. 기타 언급의 예시로는 생물학자,



[그림 IV-6] 과학영재의 DAST-C 요소에 대한 점수.

생명공학자, 연구원, 강연자와 같은 직업에 대해 서술하거나 밤샘 연구, 서식지도 분석, 표본 관찰, 관찰 일지 작성의 연구 과정 진술을 포함하고 있었고, 그밖에 미래 과학자가 되어 연구하는 나의 모습이라고 설명한 사례도 있었다.

다. 영재학생과 일반학생의 비교

작은 생물을 연구하는 과학자 이미지에 대하여 과학자의 외형 및 작업 환경 영역에서는 일반학급과 영재학급 간에 유의한 차이가 없었지만, 과학적 지식에서 2개, 과학자의 성별 1개, 연령 1개, 기타 1개 하위 항목에서 유의한 차이가 있었

<표 IV-19> 하위요소에 대한 영재성 변인별 *t*-검정 결과

범주	요소	집단	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
외형적 특징	실험복	일반	.359	.480	-1.261	.208
		영재	.432	.498		
	안경	일반	.205	.404	-.851	.395
		영재	.247	.434		
	고글	일반	.049	.216	-.951	.342
		영재	.075	.265		
	마스크	일반	.049	.216	-.505	.614
		영재	.063	.244		
	얼굴의 털	일반	.038	.202	.034	.973
영재		.037	.190			
턱수염	일반	.022	.148	1.356	.176	
	영재	.000	.000			
콧수염	일반	.016	.124	.220	.826	
	영재	.012	.111			
타이	일반	.020	.140	-.270	.788	
	영재	.025	.156			
과학적 지식	연구 도구	일반	.684	.466	-2.155	.032*
		영재	.803	.401		
	기술	일반	.058	.234	-.135	.893
영재	.062	.242				
과학적 보충 설명	일반	.040	.196	-7.990	.000***	
영재	.284	.454				
과학자의 성별	남자	일반	.626	.484	-2.429	.015*
	영재	.765	.426			
	여자	일반	.201	.401	1.371	.171
영재	.136	.345				
알 수 없음	일반	.185	.389	.257	.797	
영재	.173	.380				
작업 환경	실내	일반	.771	.421	-1.634	.103
		영재	.852	.357		
	실외	일반	.140	.348	.108	.914
영재	.136	.345				
알 수 없음	일반	.094	.292	1.299	.195	
영재	.049	.218				
연령	중년 이상	일반	.047	.211	-1.468	.143
		영재	.086	.283		
	젊은이	일반	.234	.424	-1.440	.150
		영재	.309	.465		
아동	일반	.361	.481	1.990	.047*	
	영재	.247	.434			
알 수 없음	일반	.356	.479	.184	.854	
영재	.346	.479				
기타	위험성 표시	일반	.002	.047	.424	.671
		영재	.000	.000		
	진구	일반	.033	.180	.409	.683
		영재	.025	.156		
	신화적 고정 관념	일반	.016	.124	1.130	.259
		영재	.000	.000		
비밀 표시	일반	.011	.105	-.095	.925	
	영재	.012	.111			
협동 연구	일반	.080	.272	-1.273	.204	
영재	.124	.331				
다른 언급	일반	.098	.298	-1.990	.047*	
	영재	.173	.380			

* $p < .05$, *** $p < .001$

다(표 IV-19).

과학자를 그리고 나서 그 그림을 서술할 때, 영재학생이 일반학생보다 과학자의 연구 도구를 더 많이 표현하며, 과학적인 설명도 더 많이 하였다. 또한 두 집단 모두 남성 과학자를 빈번히 그렸으나, 영재학생은 작은 생물을 연구하는 과학자의 모습으로 남성 과학자를 떠올리는 비율이 일반학생의 비율보다 상대적으로 높았다. 반면, 영재학생이 일반학생보다 과학 활동을 하는 아동으로 묘사한 경우는 적었다. 과학자에 대한 초등학교 일반학생 및 과학영재 학생의 인식을 비교한 연구(김소형 등, 2005)에서도 영재학생과 일반학생 집단 모두가 실내 연구 및 남성 과학자에 대한 정형적인 이미지를 가지고 있다고 하였다. 그밖에 심병주와 윤희숙(2013)도 일반학생 및 영재학생 모두 과학자에 대한 외적 이미지에 있어서 정형화된 인식을 갖고 있다고 하였으나, 안미정과 유미현(2012)은 영재학생에 비해 일반학생이 보다 정형화된 과학자의 이미지로 인식하고 있다고 하였다. 영재학생의 과학자에 대한 이미지 출처는 과학 잡지, 위인전, 영화 등으로, 과학자의 생애를 다룬 선별된 영화 및 위인전을 활용하거나, 역할놀이나 토론과 같은 활동을 통해 과학자의 삶을 경험하도록 할 수 있다(심병주와 윤희숙, 2013). 과학자와 연계한 멘토링 프로그램이나 진로 체험학습, 지역사회 인재를 활용한 STEAM 교육처럼 학생들에게 실제 사회에서 과학자의 삶을 관찰할 기회를 제공하는 일도 영재학생들이 진로를 설계하는데 도움이 될 것으로 생각된다. 동시에 다양한 성별, 국적, 나이의 과학자들을 접한다면 학생들의 정형화된 이미지가 감소될 수 있다(임희준과 여상인, 2001).

4. STEAM 프로그램의 개발

STEAM 교육은 창의력과 문제해결력을 기르는데 효과적이며 여러 분야에 응용이 가능한 지식을 생산하는 통합적인 교육으로 알려져 있다(김진수, 2011). ‘작은 생물’ 교육에서 수업의 효과를 극대화할 수업 전략의 일환으로 도입하여 초등학생들의 부족한 과학 지식 및 편협적인 인식을 개선할 수 있는 방안을 모색하고자 하였다. 작은 생물의 특징, 서식 환경, 인간과의 관계에 대하여 과학적으로 인식할 수 있고 과학 개념, 과학 탐구 능력, 정의적 영역에서 향상을 목적으로 한 STEAM 프로그램의 구성, 내용, 융합 요소를 소개한다.

가. 구성 및 내용

‘작은 생물의 세계’ 단원에 대한 STEAM 교재는 단원의 내용이 심화됨에 따라 다학문적 통합, 간학문적 통합, 탈학문적 통합의 단계의 순서로 구성되었으며, ‘작은 생물’이라는 대주제 아래 ‘주변의 작은 세상’, ‘작은 생물이 사는 환경’, ‘작은 생물과 인간’의 3개 소주제를 하위로 설정하였다(표 IV-20).

PDIE 모형의 개발 단계에서의 세부 절차에 따라 활동주제, 수업목표, 수업내용을 설계하고, 최종적으로 STEAM 프로그램 내용을 <표 IV-21>과 같이 선정하였다. ‘작은 생물’을 주제로 하는 과학 교과 중심의 STEAM 수업이지만 과학, 수학, 실과, 국어 등의 학습 내용 중 결합이 가능한 내용으로 구성하였으므로 재구성 후 교육과정에 도입하여 지도할 수 있도록 하였다. STEAM 학습준거틀(백운수 등, 2012)로서 강조되고 있는 문제해결 또는 기술적 설계활동을 포함한 창의적 설계 및 학습자의 경험을 통합하는 감성적 체험을 자기 주도적으로 하는 과정을 학습 활동 및 STEAM 교재의 내용 속에 포함시켰다.

<표 IV-20>에서처럼 ‘작은 생물의 세계’ STEAM 수업을 위한 단원의 통합유형이 다학문적 통합에서 탈학문적 통합으로 점차 학문 또는 교과가 완전히 통합되는 단계로 변화되기 때문에 차시별 STEAM 통합 모형도 연계형, 통합형, 융합형의 순서대로 진행할 수 있게 구성하였다. 김진수(2012)가 학문 통합 방식에 따라 분류한 STEAM의 유형은 c-STEAM (연계형), i-STEAM(통합형),

<표 IV-20> ‘작은 생물’을 주제로 한 STEAM 교재의 학습 체계

통합유형	소주제	단계	차시	학습 주제	학습 활동의 흐름
다학문적 통합	주변의 작은 세상	도입	1	우리 주변과 작은 생물	<ul style="list-style-type: none"> 작은 생물 알아보기 작은 생물 조사하기
		탐구 ①	2~3	작은 생물 탐구하기	<ul style="list-style-type: none"> 작은 생물 탐구방법 이해하기 관찰하기 분류하기 숨은 원리 찾아보기
↓					
간학문적 통합	작은 생물이 사는 환경	탐구 ②	4~5	작은 생물의 서식환경	<ul style="list-style-type: none"> 작은 생물이 살아가는 환경의 특징 작은 생물 서식지 고려하기 작은 생물 키우기 생물 및 서식환경 기록하기
↓					
탈학문적 통합	작은 생물과 인간	적용 ①	6	작은 생물과 인간의 관계①	<ul style="list-style-type: none"> 작은 생물과 인간의 관계 인간이 작은 생물의 서식 환경에 미치는 영향
		적용 ②	7	작은 생물과 인간의 관계②	<ul style="list-style-type: none"> 작은 생물의 유익한 점 알기 작은 생물의 유해한 점 알기 작은 생물 특징 정리하기
	STEAM 산출물 만들기	결과 정리	8~9	학습 개념 정리	<ul style="list-style-type: none"> 환경과 생물 관계 정리하기 산출물 제작하기
		발표회	10	STEAM 결과작품 발표회	<ul style="list-style-type: none"> 산출물 공유하기 탐구 보고서 발표하기 탐구 내용 토의하기

f-STEAM(융합형)으로 구분할 수 있는데, 1~3차시에서는 과학 교과를 중심으로 도입하는 c-STEAM을 설정하였고, 다양한 교과의 시수 통합으로 지도하거나, 창의적 체험활동 또는 기타 수업에도 적용할 수 있는 i-STEAM은 4~5차시, f-STEAM 수업은 6~10차시에 배당하였다. 또한 각 차시별로 과학(S), 기술(T), 공학(E), 예술(A), 수학(M)의 각 요소에 대한 학습 목표를 제시하였기 때문에 중점을 두어 지도할 성취 기준을 선택하는데 참고할 수 있도록 하였다.

전체 단원의 관점으로는 주변에서 일어나는 생태계 파괴, 우리 생활에 미치는 영향, 지역 사회 문제와 같이 ‘작은 생물’에 대한 실생활의 문제를 해결할 수 있는 창의적인 아이디어를 구현하도록 하는 과정에서 STEAM이 도입되었다면, 각 차시에서는 ‘작은 생물’과 연관된 다양한 지식과 정보들을 학습내용 및 방법 면에서 수업에 활용할 수 있도록 구성하였다. 프로그램의 세부적인 내용을 [부록 9]에 제시하였다.

연계하여 STEAM 수업에 활용이 가능한 4종의 교재는 모두 ‘작은 생물의 세계’를 주제로 하여 내용이 구성되어 있는데, 학생용 STEAM 교재는 STEAM 수

<표 IV-21> STEAM 수업의 차시별 학습 내용

차시	단원	학습 목표	활동 내용	구체적 STEAM 목표	STEAM 통합 모형	STEAM 통합 요소
1	우리 주변에 작은 생물의 세계가 있음을 알 수 있다.	① 작은 생물의 크기 가능해보기 ② 주변의 작은 생물에 대한 조사 계획 세우기 ③ 작은 생물 조사하기		S 작은 생물을 관찰할 수 있다. T 작은 생물에 대해 조사할 수 있다. E 장비를 조작하는 모습을 살펴볼 수 있다. A 보고서 작성 계획을 세울 수 있다. M 크기를 어렵할 수 있다.	c-STEAM	흥미 중심
2~3	작은 생물을 탐구할 수 있다.	① 현미경 사용방법 알기 ② 탐구 시 유의점 확인하기 ③ 미소 패류 관찰하기 ④ 미소 패류 분류하기 ⑤ 탐구결과에서 알 수 있는 점 정리하기		S 미소 패류를 탐구 할 수 있다. T 현미경을 사용할 수 있다. E 실시간 확대 장비를 활용할 수 있다. A 관찰 내용을 구체적으로 서술할 수 있다. M 작은 생물에 숨은 황금비율을 알 수 있다.	c-STEAM	탐구 중심
4~5	작은 생물의 서식지 환경을 알고 작은 생물을 키울 수 있다.	① 물에 사는 생물 탐구하기 ② 작은 생물의 서식지와 환경 특징 알기 ③ 곰팡이와 균 배양하기 ④ 탐구일지 작성하기		S 생물의 서식지 환경 특징을 알 수 있다. T 서식 환경을 조성할 수 있다. E 서식지 환경 유지에 필요한 방법을 생각할 수 있다. A 그림, 글을 사용하여 탐구일지를 작성할 수 있다. M 조사 대상의 수를 통계표에 기록할 수 있다.	i-STEAM	개념 중심
6	인간이 작은 생물에 미치는 영향을 알 수 있다.	① 미소 패류의 유실사례 확인하기 ② 작은 생물의 생태계 파괴 문제 생각하기 ③ 작은 생물의 소중함 느끼기		S 주변의 작은 생물 생태계를 찾을 수 있다. T 복원 방안을 구상할 수 있다. E 실천 방안을 설계할 수 있다. A 인간이 환경에 미치는 영향과 문제점을 확인할 수 있다. M 도표를 해석할 수 있다.	f-STEAM	문제 중심
7	작은 생물이 인간에게 미치는 영향을 알 수 있다.	① 인간에게 유익한 작은 생물의 종류 알기 ② 인간에게 유해한 작은 생물의 종류 알기 ③ 역사상 작은 생물을 활용하는 사례 읽기 ④ 생각 표현하기		S 인간에게 영향을 주는 작은 생물들을 알 수 있다. T 인간이 작은 생물을 이용하는 기술에 대해 알아볼 수 있다. E 작은 생물과 관련된 첨단 기술과 공학 내용을 파악할 수 있다. A 역사적 사건에서 교훈을 얻을 수 있다. M 관찰 사실을 수량으로 표현할 수 있다.	f-STEAM	주제 중심
8~9	작은 생태계를 표현할 수 있다.	① 작은 생물에 미치는 인간의 악영향을 줄일 수 있는 방법 연구하기 ② 유익한 작은 생물을 친환경적으로 활용할 방안 찾아보기 ③ 작은 생물 생태계 프로젝트		S 작은 생물의 생태계를 이해할 수 있다. T 문제를 해결할 방법을 설계할 수 있다. E 창의적으로 융합 산출물을 만들 수 있다. A 작은 생물과 관련된 사회 문제를 이해할 수 있다. M 근거자료를 도표를 활용해서 정리할 수 있다.	f-STEAM	활동 중심
10	작은 생물에 대한 생각을 공유할 수 있다.	① 전시회 및 발표회 열기 ② 작은 생물 생태계 프로젝트 발표하기 ③ 발표 내용에 대해 토의하기		S 과학 개념을 정리할 수 있다. T 목적에 맞는 기술을 활용해 발표할 수 있다. E 컴퓨터를 다룰 수 있다. A 다양한 분야를 융합하여 효과적으로 발표할 수 있다. M 연관된 수학 원리를 정리할 수 있다.	f-STEAM	주제 중심
학습 활동 수		25				

업에서 활용할 수 있도록 하였고, 교사용 STEAM 지도서는 단원 개관, 프로그램의 구성, 목표, 학습 계열, 교과별 학습 연관 요소, 학습 내용, 교수·학습 과정안, 평가 도구, 지도상의 유의점, 답안의 예시, 차시별 개발 의도 등 STEAM 수업 지도시 필요한 내용을 수록하였다. 스토리텔링 교재의 경우, 수업에 참고할 수 있으면서도 학생들이 자유롭게 읽을 수 있는 읽기 자료, 사진 자료, 그림, 만화 등을 STEAM 프로그램의 소주제 순으로 배열하였다. 멀티미디어 자료는 STEAM 수업에서 교사가 활용할 수 있는 다양한 멀티미디어 콘텐츠를 제공하였다.

나. 융합 요소

개발한 STEAM 프로그램은 우리 주변에 사는 다양한 생물들을 학습 소재로 삼아 과학교과 중심의 STEAM 수업으로 재구성한 프로그램으로, <표 IV-23>과 같은 STEAM의 융합 요소를 포함하고 있다.

<표 IV-23> STEAM 수업 내용에 대한 체크리스트

구분	요소	부합 내용	
목적	융합인재 양성	-개발한 STEAM 수업은 융합인재를 양성하기 위한 목적에 부합함.	
개념	학생흥미 증진 실생활 연계	-STEAM 수업은 학습자가 생명과학에 흥미를 느낄 수 있도록 하며, 학습주제들은 실생활속의 생명과학 기술과 밀접한 연관이 있음.	
	융합적 사고력 배양	-각 차시의 STEAM 요소들은 융합적 사고력을 함양하는데 도움이 되도록 설계되었음.	
상황	상황 제시	-전체 프로그램을 아우르는 상황으로서, ‘작은 생물 생태계 프로젝트’가 제시되었고, 이는 실생활의 주변의 작은 생물과 연관된 STEAM 산출물을 제작하는 활동이 중심임.	
	내용 통합		
교육 활동 준거	자기주도적 학습	-학생이 주도적으로 참여할 수 있으며, STEAM 산출물에 대한 창의적인 아이디어를 반영하는데 중요한 역할을 함.	
	아이디어 발현		
	창의적 설계	문제발견 및 정의	-학습자가 작은 생물의 특징, 서식지, 이로운과 해로움을 학습하면서, 문제 상황의 중요성을 깨달을 수 있음.
		학습 방법	-STEAM 수업은 과학적 개념을 습득하기 위한 조사 및 탐구활동으로 구성되어 있음.

	과정, 활동 중심	-결과보다 학생 스스로 하는 과정 및 활동이 강조됨.
	다양한 산출물	-STEAM 산출물은 각 모듈의 다양한 아이디어에 따라 다양하게 산출되도록 함.
	협력 학습	-STEAM 수업에서 동료와의 협동, 의사소통, 도구의 사용은 필수 요소임.
감성적 체험	Hands-on	-학습자들은 직접적인 체험(hands-on) 활동을 통하여 STEAM 수업에 참여함.
	성취의 경험	-학생들은 문제를 해결하고 STEAM 산출물을 완성하며 성취를 경험할 수 있음.
	새로운 도전	-학생들은 STEAM 수업이 끝난 후에도 생명과학과 연계된 활동에 새로운 도전을 하고 심화된 학습을 할 수 있음.

차시별 STEAM 하위 목표, 통합 요소, 통합 모형을 설정하여 융합적인 요소를 프로그램에 명시적으로 제시하였으며, STEAM 수업을 위한 차시별 개발 의도는 <표 IV-24>와 같다.

<표 IV-24> 차시별 개발 의도

차시	개발의 중점 사항
1	우리 주변에 작은 생물의 세계가 있음을 알아보는 차시로서 STEAM 수업의 도입에 해당하는 차시이므로 학생들에게 호기심을 일으킬 수 있는 소재를 도입하고자 하였다. 또한 단원의 마지막 프로젝트에 대한 안내와 계획을 세워보는 활동을 통해서 학생들이 자기 주도적으로 산출물 제작의 설계를 할 수 있도록 하였다. 크기를 어렵히는 수학적 활동 및 조사 계획 세우기 과정에서 STEAM 요소가 도입될 수 있게 제시하였다.
2~3	작은 생물을 탐구해보는 활동으로 구성된 2~3차시는 현미경 사용 방법을 알고, 미소중 패류라는 작은 생물을 관찰 및 분류하는 탐구 과정으로 이루어진다. 과학의 탐구에 중점을 두었지만 동시에 현미경, 디지털 현미경 등 각종 기구들을 소개하거나 직접 활용하게 할 뿐만 아니라, 패류의 무늬에 숨은 황금비 이야기를 통하여 학생들에게 학습 주제에 대한 보다 넓은 안목을 지니도록 구성하였다.
4~5	작은 생물의 서식지 환경의 특징을 알고 작은 생물을 키울 수 있도록 하는 데 초점을 맞추어 개발을 하였다. 먼저 지표생물에 대한 이야기를 나누면서 왜 작은 생물들이 갖고 있는 특징에 대하여 생각해 보게 하며, 지표생물에 대한 개념을 도입한다. 이어서 서식 환경에 대하여 이야기를 하며 서식지에 대한 본 활동으로 넘어가게 된다.

6	인간이 작은 생물에게 미치는 영향에 대해서 학습하는 차시로서, 작은 생물의 생태계 파괴의 문제를 STS적 관점으로 바라볼 수 있도록 구성하였다. 더불어 작은 생물의 소중함을 느낄 수 있게 하는 과정은 학생들이 직접 복원 방안 및 실천 방안을 세워보고 문제 상황에 대한 도표나 자료에 대한 해석을 해보는 활동으로 엮어 보았다.
7	작은 생물과 인간과의 관계를 알아보면서 작은 생물이 우리 생활과도 밀접한 관련이 있음을 학습하도록 구성하였다. 인간에게 유익하거나 유해한 작은 생물들을 알아보고 또, 역사적으로 종두법, 페니실린 등 작은 생물을 이용한 구체적인 사례들을 살펴보면서 생활 속 과학을 접할 수 있는 기회를 제공하고자 하였다.
8~9	학습한 내용을 바탕으로 작은 생물과 작은 생태계에 대한 STEAM 산출물을 제작하는 활동을 구성하였다. 과학뿐만 아니라 수학, 미술, 음악, 기술 등의 방법들을 융합적으로 활용하여 UCC 제작, 작은 생태계 모형 만들기, 작은 생태계를 알리는 광고 만들기, 노래 개사하기 등 다양한 형식으로 학생들 스스로 창의적으로 STEAM 산출물을 제작할 수 있는 개방적인 분위기를 조성하고자 하였다.
10	10차시는 본 STEAM 프로그램을 마무리 하는 활동으로 STEAM 결과 작품을 발표하는 차시이다. 이 활동을 통하여 학생들은 과학 개념을 정리할 수 있고 목적에 맞는 기술을 활용하여 발표를 하며, 연관된 수학 원리에 대하여 정리하는 시간을 가질 수 있을 것이다. 또한 효과적으로 발표하기 위하여 다양한 분야를 통합하고 전략을 펼치는 과정에서 융합적 사고를 할 수 있는 기회를 갖는다.

수업 과정의 모습은 [그림 IV-7]과 [그림 IV-8]에서 제시하였다.



[그림 IV-7] STEAM 수업 중 활동.

교육과정에서의 과학과, 실과, 국어과, 미술과 등 통합 수업이 가능한 시수를 그대로 운영 또는 블록타임으로 운영하였다. 비교반에는 같은 학습 내용을 지도 하되, 일반 수업 방식으로 진행하였다.

STEAM 프로그램 중 일부 차시를 구체적인 예시로 <표 IV-25>에서 소개하였다.

<표 IV-25> STEAM 프로그램의 교수·학습과정안 예시

단 원	4. 작은 생물의 세계		차 시	8~9 /10
소 주 제	STEAM 산출물 만들기		대 상	초등학교 5~6학년
학습주제	학습 개념 정리		학습형태	전체-소집단
학습목표	작은 생태계를 표현할 수 있다.		STEAM 통합요소	활동중심
STEAM 하위목표	S	작은 생물의 생태계를 이해할 수 있다.	STEAM 통합모형	
	T	문제를 해결할 방법을 설계할 수 있다.		
	E	창의적으로 융합 산출물을 만들 수 있다.		
	A	작은 생물과 관련된 사회 문제를 이해할 수 있다.		
	M	근거자료를 도표를 활용해서 정리할 수 있다.		
학습자료	교사	학생활동 모습(사진 또는 영상), ppt 자료(학습안내)		
	학생	학습지, 필기도구 탐구일지, 평가기준 체크리스트, 모듈별 제작 준비물		
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동	시간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기유발 학습 문제 파악하기 학습 순서 확인하기	◎ 전시학습 상기 • 작은 생물에 대해서 어떤 내용들을 학습해 왔나요? -이제까지 우리는 작은 생물의 특징을 알아보고, 작은 생물이 사는 환경을 만들어보고, 인간과 작은 생물이 서로 미치는 영향에 대해 알아보았습니다. ◎ 학습문제 확인하기 작은 생태계를 표현해 보자. ▣ 학습 활동 안내 【활동1】 작은 생물에 미치는 인간의 악영향을 줄일 수 있는 방법 연구하기 【활동2】 유익한 작은 생물을 친환경적으로 활용할 방안 찾아보기 【활동3】 작은 생태계 프로젝트	5'	□ 학생이 기록한 탐구일지 ■ 학생이 기록한 탐구일지와 활동 사진(영상)을 보여주면서 이제까지 했던 과정을 상기시킨다.
전개	S T A 문제해결방안	【활동1】 작은 생물에 미치는 인간의 악영향을 줄일 수 있는 방법 연구하기 ◎ 작은 생태계를 파괴하는 문제의 해결 방법 찾기 • 계획했던 내용을 바탕으로 우리 모듈은 어떤 해결방법을 찾을 수 있을지 구체적인 내용을 정리해 봅시다. -작은 생물을 보존할 수 있는 환경을 만들어야 합니다. -작은 생태계를 파괴시키지 않도록 사람들에게 알려주어야 합니다. -화학 살충제를 대신할 수 있게 해로운 작은 생물을 효과적으로 퇴치할 로봇을 제작합니다.	10'	□ 읽기자료 ■ 사회 문제와 연관시켜 해결방법을 찾아본다.
전개	T E 친환경적 활용방안	【활동2】 유익한 작은 생물을 친환경적으로 활용할 방안 찾아보기 ◎ 이로운 주는 작은 생물의 친환경적 활용방안 • 계획했던 내용을 바탕으로 우리 모듈은 어떤 활용방법을 찾을 수 있을지 구체적인 내용을 정리해 봅시다. -발효식품과 관련된 숙성 기술을 발달시켜야 합니다. -우리나라 발효식품의 세계화를 시키면 좋겠습니다. -작은 생물을 농업에 적극적으로 도입하도록 해야 합니다.	10'	■ 모듈별 설계에 따라서 백과사전 및 도감뿐만 아니라, 인터넷 등 최신 과학정보를 찾아 활용한다.
전개	S T E A M 산출물 만들기	【활동3】 작은 생태계 프로젝트 ◎ 작은 생태계 프로젝트 • 모듈별로 계획한 작은 생물 UCC, 작은 생태계의 소중함 알림 홍보물, 우리 동네 생태 지도, 작은 생태계 모형, 역할극, 친환경 발명품 등을 제작해 봅시다. -(창의성을 발휘하여 모듈별로 아이디어가 반영된 작품을 제작한다.) ◎ 검토하기 • 우리가 만든 작품이 갖추어야 하는 요소들을 확인해 봅시다. -(실용성, 작품의 의미, 견고성 등의 조건을 확인한다.)	50'	■ 작은 생물 UCC, 작은 생태계 모형, 생태 지도 등의 프로젝트를 수행하게 한다. ■ 사회에 도움이 될 내용으로 제작하게 이끈다. □ 평가기준 체크리스트

정리	정리하기 차시 예고하기	◎ 정리하기 • 오늘은 작은 생물에 대하여 학습했던 모든 내용들을 총정리하여 제작품을 만들어 보았습니다. ◎ 차시 예고하기 • 다음 시간에는 최종적으로 여러분들이 제작한 작품에 대한 발표회 시간을 갖도록 하겠습니다. -네, 알았습니다. • 발표회를 준비하면서 점검해야 할 점은 무엇이 있을까요? -발표 내용, 제작 자료, 발표 방법 등을 준비하겠습니다.	5'	■ 과학자들도 사회에 발표과정을 거친다는 점을 언급할 수 있다. ■ 최종 제작품 및 발표내용 준비를 과제로 부여한다.
----	------------------------	---	----	--

평가 내용	구분	평가 기준	평가방법
학습한 지식을 활용해서 작은 생태계를 나타낼 수 있는가?	잘함	• 학습한 지식을 종합적이고 창의적으로 활용 및 응용해서 작은 생태계를 나타낼 수 있다.	관찰법
	보통	• 학습한 지식을 종합적으로 활용하여 작은 생태계를 나타낼 수 있다.	
	노력요함	• 학습한 지식을 일부분 활용해서 작은 생태계를 나타낼 수 있다.	

평가 결과의 활용 방안	평가 항목
<input checked="" type="checkbox"/> 학습자 학습 목표 도달 수준 측정 <input checked="" type="checkbox"/> 학습자 행동 특성 이해 <input checked="" type="checkbox"/> 학생들에게 피드백 <input checked="" type="checkbox"/> 교사의 수업정보와 반성 <input checked="" type="checkbox"/> STEAM 수업 효과성 확인 <input type="checkbox"/> 기타 ()	<input checked="" type="checkbox"/> 학습준비물 <input type="checkbox"/> 학습지 <input checked="" type="checkbox"/> 학습태도 <input type="checkbox"/> 형성평가 <input checked="" type="checkbox"/> 과제수행 <input checked="" type="checkbox"/> 작품
평가 시 유의점	
※ 평가 결과를 통해서 학생들의 창의적인 아이디어를 모둠 특성에 맞게 실현시킬 수 있도록 조언할 수 있어야 한다. ※ 가드너의 다중 지능이론에 근거하여 획일화된 한 가지 방법이 아닌 창의성과 아이디어에 높은 비중을 두어 평가한다.	



[그림 IV-8] STEAM 수업 모습.

f-STEAM 통합모형 및 활동중심으로 구성된 차시로, 그동안 탐구하고 조사한 내용을 바탕으로 모듈별로 다양한 STEAM 산출물을 제작하는 활동을 하도록 계획되었다. 교육과정 기반의 STEAM 수업은 학생들의 작은 생물과 관련된 흥미도를 높일 수 있을 것으로 기대되며, [그림 IV-9]에서 처럼 모듈활동으로 친구들과 소통하고 협동하여 STEAM 산출물을 제작하는 활동을 통해 학습효과 향상 및 협동심과 공동체 의식을 함양하는데 기여할 수 있다(김이원, 2010; 이영석과 조정원, 2012).



[그림 IV-9] 산출물 제작 과정.

5. 일반학생에 대한 STEAM 프로그램의 적용 효과

일반학생에게 미치는 영향에서는 STEAM 프로그램을 적용한 초등학생 실험 집단 및 동일한 교육과정의 과학과 교수·학습을 적용한 비교 집단의 적용 결과를 알아본다.

가. 학업성취도 검사 결과

STEAM 교육을 적용한 ‘작은 생물의 세계’ 단원 수업이 과학 개념에 미치는 영향을 알아보기 위해 실험 집단과 비교 집단의 과학 지식 검사 문항에 대한 *t*-검정 결과는 <표 IV-26>과 같다.

<표 IV-26> 과학 개념 검사 결과

구분	처치	집단	<i>M</i>	<i>S.D.</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
전체	사전	실험 집단	6.762	10.486	.901	.368
		비교 집단	6.440	10.327		
	사후	실험 집단	7.291	10.704	2.278	.023*
		비교 집단	6.440	10.327		
영역	작은 생물의 분류	사전	1.044	1.003	-.011	.991
		비교 집단	1.044	1.003		
	사전	실험 집단	1.072	1.001	-.264	.792
		비교 집단	1.104	0.998		
	작은 생물의 생김새와 사는 환경	사전	3.555	4.402	1.981	.048*
		비교 집단	3.060	4.267		
사후	실험 집단	3.519	4.396	1.560	.119	
	비교 집단	3.132	4.291			
작은 생물의 특징	사전	실험 집단	1.680	2.993	-.333	.739
		비교 집단	1.743	3.032		
	사후	실험 집단	2.002	3.165	2.112	.035*
		비교 집단	1.582	2.931		
작은 생물과 인간과의 관계	사전	실험 집단	0.495	1.493	-.752	.453
		비교 집단	0.580	1.606		
	사후	실험 집단	0.695	1.733	.646	.518
		비교 집단	0.610	1.641		

* $p < .05$

사전 검사 결과에서 두 집단은 동질 집단으로서 뚜렷한 차이가 없었으나, 사후 검사에서는 통계적으로 유의한 차($p < .05$)가 있는 것으로 보아 STEAM 수업이 과학 개념의 향상에 효과가 있는 것으로 나타났다. 통합교육이 지식 향상에 효과가 있다는 점에서 STEM 통합교육 기반의 로봇교육 모형 및 프로그램이 일반적인 분과형 교육보다 과학 학업성취도에서 유의한 향상을 나타내었다는 송정범과 이태욱(2011)의 연구 결과와도 일치하였다. 본 연구와 달리 서주희(2012)의 연구에서는 융합인재교육으로 재구성한 과학 수업이 과학적 내용지식 형성에 영향을 미치지 못하였는데, 그 원인으로서는 다른 교과와 융합되어 있어 과학적 내용 지식이 드러나지 못했으며, 단기간의 교육 때문이라고 하였다. 하지만 성취욕이 높고 개방적이며, 발산적인 사고를 촉진하는 학습 방식을 선호하는 학생들의 경우 같은 수업 방식에도 불구하고 융합 교육의 효과가 높았으므로 STEAM 수업을 운영할 때는 지식적인 면이 향상될 수 있도록 학생들의 특성을 배려하여 지도해야 할 것이다.

‘작은 생물’에 대한 과학 개념의 하위 영역별 검사 결과, ‘작은 생물의 특징’ 영역에서 사전 검사에서는 더 낮은 평균 점수를 보였던 실험 집단이 사후 검사에서는 통계적으로 유의한 상승효과를 보였다($p < .05$). 나머지 하위 영역에서 STEAM 수업 처치의 효과가 나타나지 않은 까닭은 비교 집단에게 실시한 일반적인 과학 수업을 통해서도 ‘작은 생물’에 대한 지식이 습득되었기 때문에 유의한 차이를 보이지 않은 것으로 보인다. ‘작은 생물의 분류’, ‘작은 생물의 생김새와 환경’, ‘작은 생물과 인간과의 관계’ 하위 영역에서는 사후 검사 결과, 비록 유의한 차이는 없었으나, STEAM 수업이 일반적 수업에 비해 과학 지식 면에서 학습 효과가 뒤떨어지지 않으므로 대체할 수 있다는 가능성을 확인할 수 있었다.

본 연구의 ‘작은 생물의 세계’ STEAM 교재에 수록된 생물의 종류는 초파리, 미소 패류, 곰팡이, 균, 플라나리아, 이끼, 지렁이 등이며, 이 중에서 학생들이 수업을 통하여 직접적인 탐구를 한 경험이 있는 생물은 미소 패류(1~3차시), 곰팡이(4~5, 7차시), 균(4~5, 7차시), 플라나리아(4~5차시)였다. 다양한 학습 소재들을 학생들이 직접 접하는 일이 과학 지식의 형성에 큰 영향을 미친다고 볼 수 있으며, 이는 최도성 등(2000)이 생물 재료 준비의 문제 등으로 인한 ‘작은 생물’ 지도의 실태를 지적한 연구에서 시사하는 바와 유사하다. 본 STEAM 수업에서

지령이는 실물 자료로 직접 활용되지 않았으나, STEAM 교재에 수록된 관련 스토리텔링 및 우리 생활에 미치는 유의한 점을 학습하면서 과학적인 지식을 자연스럽게 체득하게 되어 이끼보다 상대적으로 이해 수준이 높게 결과가 나왔다.

나. 과학 탐구 능력 검사 결과

과학 탐구 능력은 STEAM 수업의 적용 결과, 유의한 차이는 없었으나, 사후 검사에서 실험 집단의 평균이 비교 집단의 평균보다 다소 높았다(표 IV-27).

<표 IV-27> 과학 탐구 능력 검사 결과

구분	처리	집단	<i>M</i>	<i>S.D.</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
전체 과학 탐구력	사전	실험 집단	16.500	14.940	-.404	.686
		비교 집단	16.500	14.910		
	사후	실험 집단	16.200	14.940	1.660	.097
		비교 집단	15.600	14.940		
기초 탐구 능력 (관찰, 분류, 측정, 예상, 추리)	사전	실험 집단	8.100	7.485	.712	.477
		비교 집단	7.800	7.500		
	사후	실험 집단	8.100	7.485	.704	.482
		비교 집단	7.800	7.500		
통합 탐구 능력 (문제인식, 변인통제, 자료해석, 결론도출, 실험설계)	사전	실험 집단	8.400	7.455	-1.29 3	.196
		비교 집단	8.700	7.395		
	사후	실험 집단	8.250	7.455	1.644	.100
		비교 집단	7.800	7.500		

과학 탐구 능력에서 유의한 효과가 나타나지 않은 이유로는 10차시의 프로그램을 적용한 기간이 짧아서 과학 탐구 능력을 향상시키기에는 한계가 있었기 때문으로 생각된다. 이는 STEAM 수업 적용 결과, 과학 탐구 능력이 비교적 단기 기간에 상승하지 않았다는 박성진(2012)의 연구와도 일치하였다. 반면에 STEAM 활동을 통해 기초 탐구 능력에서 긍정적인 효과를 나타낸 채희인과 노석구(2013)의 연구 결과와는 차이가 있었는데, 그 연구에서는 특정 주제에 심화된 접근을

한 반면, 본 연구의 프로그램은 교육과정의 재구성의 측면에서 개발하였기 때문이라고 생각한다. 그리고 한국, 영국, 미국의 초등학교 융합 과학교육 프로그램을 비교한 나상훈(2013)의 연구에 따르면 한국의 STEAM 교육 활동이 기초 탐구 활동에 집중되고 있다고 조사된 바, STEAM 교육에서 좀 더 높은 수준의 과학 교육 활동을 구성할 필요가 있다고 하였다. 본 연구에서의 ‘작은 생물의 세계’ 단원에 대한 STEAM 교육 역시 통합 탐구 기능보다 기초 탐구 기능이 많이 구성된 경향이 있어, 과학 탐구 능력의 향상을 위해서는 심도 있는 과학교육 활동을 포함한 STEAM 프로그램의 보완이 필요할 것이다.

기초 탐구 능력(관찰, 분류, 측정, 예상, 추리)과 통합 탐구 능력(문제인식, 변인 통제, 자료해석, 결론도출, 실험설계)으로 나누어 분석한 결과에서도 효과가 나타나지 않았다. 비록 ‘작은 생물의 세계’ 단원에 대한 STEAM 수업이 과학 탐구 능력 향상에 효과를 보이지는 못했지만, STEAM 교수·학습 과정에서 과학 지식과 과학의 과정을 동시에 다루면서 다양한 관찰을 통해 많은 사실을 수집하는 기회를 충분히 제공해야 한다(이효녕 등, 2013)는 시사점을 얻을 수 있었다.

다. 정의적 영역 검사 결과

‘작은 생물의 세계’ 단원에 대한 STEAM 교육을 적용한 수업이 정의적 영역에 미치는 영향을 분석한 결과는 <표 IV-28>과 같다. 실험 집단과 비교 집단은 사전 검사에서는 차이가 없었는데, 사후 검사 결과에서는 실험 집단이 비교 집단보다 유의하게 향상되었다($p < .01$). 이는 STEAM 프로그램을 활용한 수업이 정의적 영역에서 매우 효과가 있었음을 의미한다.

이러한 결과는 태도의 형성과 같은 정의적 영역은 단기간에 효과를 나타낼 수 없다는 이용섭과 홍순원(2011)의 연구와는 상반되는 결과였다. 김권숙(2012)은 영재학생들을 대상으로 과학기반 STEAM 프로그램을 적용하였는데, 과학적 태도가 비교반 학생들에 비해 향상되었으나, 통계적으로 유의한 수준에는 도달하지 못하였는데, 태도가 단기간의 변화를 보기 어렵다고 하였다.

그러나 본 연구에서는 10차시 분량의 STEAM 수업 기간에도 불구하고, STEAM 수업이 학생들의 과학에 대한 흥미를 느끼게 하는 유용한 방법이 될 수

<표 IV-28> 정의적 영역 검사 결과

구분	처치	집단	M	S.D.	t	p
전체 과학 태도	사전	실험 집단	8.454	2.659	-.140	.889
		비교 집단	8.470	2.244		
	사후	실험 집단	8.897	2.416	3.300	.001**
		비교 집단	8.524	2.300		
자신감	사전	실험 집단	2.554	0.902	.245	.807
		비교 집단	2.547	0.760		
	사후	실험 집단	2.746	0.796	2.472	.014*
		비교 집단	2.587	0.760		
영역	즐거움	사전	2.814	0.889	-.980	.327
		비교 집단	2.880	0.722		
	사후	실험 집단	3.028	0.766	2.944	.003**
		비교 집단	2.843	0.749		
	가치	사전	3.086	0.785	.536	.592
		비교 집단	3.053	0.667		
사후	실험 집단	3.122	0.808	.477	.655	
	비교 집단	3.093	0.707			

* $p < .05$, ** $p < .01$

있다는 점을 시사한다. 이는 융합인재교육을 적용한 과학 수업이 학생들의 흥미에 긍정적인 영향을 미쳤다는 박혜원과 신영준(2012)의 연구와도 일치하였다. Laird 등(2011)의 연구에서도 STEM 학습자가 non-STEM 학습자보다 통합적이고 반성적인 학습에 대하여 향상되었는데, 융합수업에서의 활동적이고 협력적인 학습 방법은 학습자들로 하여금 성취감을 형성시키는데 적절한 것으로 보인다.

정의적 영역에 대한 하위 영역별 분석 결과를 보면, 실험 집단은 비교 집단에 비해 하위 영역 중에 ‘자신감’($p < .05$)과 ‘즐거움’($p < .01$)이 유의한 차이로 향상되었다. ‘가치’에 대한 검사는 사전, 사후 검사를 통틀어서 세 개의 하위 영역에서 가장 높은 수치를 나타냈기 때문에 큰 폭으로 상승하는데 한계가 있었던 것으로 생각된다.

오정철 등(2012)의 연구에서도 STEAM 교육 프로그램을 적용한 결과, 과학과 관련된 정의적 영역의 인식 및 흥미 부분에서 긍정적으로 향상되었다고 하였다. 또한 황광석(2013)도 STEAM 수업이 학생들의 과학에 대한 정의적 영역에 긍정적인 영향을 미쳤다고 하였다. 생명과학 중심의 STEAM 교육 프로그램이 고등학생의 정의적 영역이 상승에 효과를 미치기도 하였는데(김진영, 2012), 본 연구

는 초등학생을 대상으로 적용하여 유사한 결과를 얻었으므로 생물 교육에서의 STEAM 교육은 학교급을 초월하여 정의적인 영역에서 효과적인 접근 방식으로 제안될 수 있다.

라. 만족도 조사 결과

STEAM 수업을 받은 실험 집단 학생들의 수업 후 만족도 조사 결과는 <표 IV-29>와 같다.

‘작은 생물의 세계’ 단원에 대한 STEAM 수업을 받은 학생들은 전반적으로 STEAM 수업에 대한 만족감을 보였으며, 통합교육의 수업 형태에 대해서도 긍정적인 반응을 보였다. 이는 STEAM 프로그램에 대해 긍정적인 인식을 갖게 되었고, 수업에 대한 만족도가 높았다는 김권숙(2012)의 연구와도 일치하였다. 배협(2012)의 STEAM 수업 적용 결과에서도 발명수업에 대한 학생들의 만족도 결과가 높은 것으로 보아, 학생들은 STEAM 수업에 대하여 긍정적으로 평가하고 있음을 알 수 있다.

STEAM 수업에 대한 학생들의 정성적인 응답은 <표 IV-30>과 같다. 학생들은 ‘작은 생물의 세계’ STEAM 수업을 통해서 다양한 경험 및 체험 활동을 함으로써 학습 주제에 대해 보다 깊게 알게 되었다고 응답하였으며, 과학 교과에 흥미를 느끼게 되었다고 하였다. 이영은(2012)도 학생들에게 융합인재교육 프로그램을 적용한 수업 방식이 자기 주도적이고 도전 과제를 해결하거나 제작하는 활동을 함께 경험할 수 있어서 학습 효과가 있었다고 하였다.

<표 IV-29> STEAM 수업에 대한 일반학생들의 만족도 조사 결과

번호	평가항목	단위: 명(%)				
		매우 그렇다	그렇다	보통 이다	그렇지 않다	매우 그렇지 않다
1	작은 생물에 대한 통합교육활동 수업에 대하여 전반적으로 만족한다.	31 (44.9)	31 (44.9)	7 (10.1)	0 (0)	0 (0)
2	통합교육활동 후 작은 생물에 대한 관심과 흥미가 더 높아졌다.	25 (36.2)	26 (37.7)	17 (24.6)	1 (1.4)	0 (0)
3	이번 통합교육활동을 통해서 과학 교과가 더 좋아졌다.	30 (43.5)	17 (24.6)	19 (27.5)	3 (4.3)	0 (0)
4	과학 교과에서 강의식 수업보다 통합교육활동과 같은 체험 활동이 더 학습효과가 크다고 생각한다.	30 (43.5)	23 (33.3)	16 (23.2)	0 (0)	0 (0)
5	이번 프로젝트의 난이도는 초등학교 고학년 수준에서 적당하였다.	24 (34.8)	29 (42.0)	12 (17.4)	4 (5.8)	0 (0)
6	통합교육활동과 관련하여 과제의 분량은 적당하였다.	22 (31.9)	31 (44.9)	16 (23.2)	0 (0)	0 (0)
7	이번 통합교육활동은 문제해결력을 신장시키는데 도움이 되었다.	24 (34.8)	30 (43.5)	15 (21.7)	0 (0)	0 (0)
8	통합교육활동에 대한 평가 기준은 공정하였다.	27 (39.1)	29 (42.0)	13 (18.8)	0 (0)	0 (0)
9	과제 해결을 위한 선생님의 안내는 충분했다.	39 (56.5)	22 (31.9)	7 (10.1)	1 (1.4)	0 (0)
10	선생님이 지도할 때 사용하신 자료는 다양하고 흥미로웠다.	39 (56.5)	21 (30.4)	8 (11.6)	1 (1.4)	0 (0)
11	실생활에서는 과학, 기술, 공학, 예술, 수학이 통합되어 적용되어 있다는 것을 알았다.	28 (40.6)	23 (33.3)	16 (23.2)	2 (2.9)	0 (0)
12	다른 수업에서도 통합교육형태로 수업을 했으면 좋겠다.	31 (44.9)	19 (27.5)	18 (26.1)	1 (1.4)	0 (0)
13	통합교육활동 후 '나도 할 수 있다'는 자신감이 생기고 뿌듯함을 느꼈다.	23 (33.3)	28 (40.6)	17 (24.6)	1 (1.4)	0 (0)
	평균	28.7 (41.6)	25.3 (36.7)	13.9 (20.2)	1.1 (1.5)	0 (0.0)

<표 IV-30> STEAM 수업에 대한 학생 만족도 정성적 조사 결과

번호	평가항목	응답 내용
14	통합교육수업이 기존의 수업과 비교하였을 때 다른 점은 무엇이라고 생각합니까?	<p>지식</p> <ul style="list-style-type: none"> - 여러 가지 수업을 한꺼번에 배울 수 있다. - 교과서보다 더 자세하게 하니까 너무 좋았다. - 더 이해가 잘 된다. - 더 꼼꼼했다고 생각한다. - 기존 수업은 설명만 들었는데 통합교육은 직접 해 보니 이해가 잘 된다. - 수업하는 방식이 다르다.
		<p>긍정적 측면</p> <p>행동</p> <ul style="list-style-type: none"> - 직접 보고 만지고 만들면서 느낌으로 공부할 수 있다. - 체험을 많이 할 수 있다. - 더 신기하거나 다양한 실험을 많이 했다. - 주제에 알맞은 생물을 볼 수 있어서 좋다. - 활동을 많이 하였다. - 한 가지에 관하여 자세한 탐구 활동을 하게 되었다. - 모둠 활동으로 만들기를 하였다. - 직접 수집을 해보고 관찰하는 것이다. - 교과서로만 공부하지 않고 직접 체험하고 느껴서 신기하고 재미있었다.
		<p>정의</p> <ul style="list-style-type: none"> - 과학보다 더 좋은 것 같다. - 재미있다. - 어려운 내용에 도전하는 것이다. - 더 특별한 수업처럼 느껴진다. - 지겹지 않았다. - 선생님이 학생을 위해 더 노력하시는 것 같다. - 실험을 하면서 나도 할 수 있다는 생각이 들었다. - 기존의 수업보다 통합교육 수업이 더 자세하고 재미있다.
15	통합교육수업이 작은 생물을 이해하는데 어떤 점이 도움이 되었습니까?	<p>부정적 측면</p> <ul style="list-style-type: none"> - 조금 어렵다. - 과제가 더 많다. - 모르겠다.
		<ul style="list-style-type: none"> - 작은 생물의 종류를 많이 알게 되었다. - 작은 생물의 구체적 특성, 생김새, 특징, 서식지, 먹이 등 더 다양한 것을 알게 되었다. - 미소 패류도 관찰해 보니 작은 생물에 대해 훨씬 이해가 잘 되었다. - 자세히 알게 되었다. - 많이 알게 되었다. - 새로운 것을 알게 되었다. - 능력을 향상시킨 것 같다. - 직접 작은 생물을 현미경으로 보니 신기하였다. - 현미경을 사용하여 작은 생물의 모양, 색깔, 움직임 알 수 있었다. - 과학기구를 사용한 체험활동이 도움이 되었다. - 과학에 대한 실험을 해서 좋았다. - 실제로 작은 생물을 관찰하여 재미있었다. - 직접 곰팡이, 세균, 플라나리아를 키우고 관찰하며 일지를 써보니 강의식 수업보다 재미있었다. - 사진으로만 보았었던 작은 생물을 실제로 보니까 흥미가 생기고 과학도 좋아졌다. - 작은 생물이 소중한다는 것을 알게 되었다. - 교재에 그림이 자세히 나왔다. - 더 자세한 설명과 여러 용어들이 도움이 되었다. - 더 쉽게 공부할 수 있다. - 창의성이 늘어난 것 같다. - 과학에 흥미를 갖게 되었다.

6. 영재학생에 대한 STEAM 프로그램의 적용 효과

STEAM 교육 프로그램들이 개발되고 여러 영역에서 효과가 검증되고 있지만 영재학생과 일반학생 간의 학습자 특성에 따라 STEAM 수업의 효과를 비교 분석한 연구는 드물었다. 여기서는 과학영재에게 미치는 영향에서는 동일한 STEAM 프로그램을 적용한 초등학생 일반 집단과 영재학생 집단의 적용 결과를 비교하였다. STEAM 교육의 방법으로 수업을 진행한 집단과 일반 과학 수업의 방법으로 수업을 진행한 집단의 비교를 넘어, 동일한 STEAM 프로그램을 집단의 특성을 달리하여 적용시켰을 때의 결과를 비교하여 과학 개념, 과학 탐구 능력, 정의적 영역에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 수행 과정의 분석은 집단별 학습 과정 및 산출물에 관하여 다루었다.

가. 학업성취도 검사 결과

각 집단 내에서 STEAM 프로그램이 과학성취도에 대한 효과를 분석한 결과, 영재 집단은 STEAM 수업을 통해 전체적으로 유의하게 상승하였고, 일반 집단은 다소 점수가 상승했지만 유의한 차이는 없었다(표 IV-31).

하위 영역에서는 영재 집단의 ‘생물의 분류’ 및 ‘특징’ 요소만 유의한 차이를 나타내었다. 이는 조은부와 백성혜(2006)의 탐구 능력 중 분류 및 자료해석 능력에서 영재학생과 일반학생이 가장 큰 차이를 나타냈다는 연구와 일치하였다. 그러나 ‘생김새와 사는 환경’은 유의한 차이를 나타내지 않았는데, 그 이유로 실내에서 진행된 생물 수업의 한계(김창배, 2006)로 인하여 생물이 살아가는 환경에 대한 학생들의 이해를 높이지 못하였기 때문으로 생각된다. 대장균, 발효 등을 묻는 문항으로 구성된 ‘인간과의 관계’에서는 본 STEAM 수업의 맥락 속에서 학습 내용을 직접적으로 경험하지 않아 유의한 효과를 이끌어 내지 못하였다. 미생물에 관한 교육은 건강, 생태학, 생명공학처럼 통합될 수 있는 범위가 넓으므로 경험이나 상황을 통해 미생물의 역할을 이해시키는 적절한 지도가 필요하다(Byrne, 2011).

<표 IV-31> 학업성취도에 대한 집단 간 *t*-검정 결과

영역	집단	검사	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
분류	영재	사전	.707	.459	-2.824	.007**
		사후	.897	.307		
	일반	사전	.529	.501	-.130	.897
		사후	.536	.501		
생김새와 환경	영재	사전	.598	.491	-1.044	.297
		사후	.640	.481		
	일반	사전	.404	.491	.481	.631
		사후	.391	.488		
특징	영재	사전	.645	.480	-2.127	.035*
		사후	.729	.446		
	일반	사전	.424	.495	-1.566	.118
		사후	.470	.500		
인간과의 관계	영재	사전	.745	.437	-1.260	.210
		사후	.793	.406		
	일반	사전	.501	.501	-1.589	.113
		사후	.551	.498		
전체	영재	사전	.654	.476	-.3093	.002**
		사후	.723	.448		
	일반	사전	.442	.497	-.1257	.209
		사후	.463	.499		

* $p < .05$, ** $p < .01$

본 연구의 결과는 STEAM 프로그램이 일반학생의 학업성취도에 영향을 주지 못하였다는 연구(윤정교 등, 2013) 및 STS 수업이 학업성취도를 향상시키는데 효과가 없었다는 연구(조현순과 정영란, 1995)와 일치하였다. 그러나 STEM 기반 프로그램을 적용했을 때 과학 학업성취도에서 유의한 향상($p < .05$)이 있었다는 송정범과 이태욱(2010)의 연구 결과와는 일치하지 않았다. STEAM 교육에서 각 학문체계의 기초 학습 요소를 제대로 학습하지 못해 혼란이 야기될 수 있다는 우려가 있으므로, 여러 분야의 지식 및 교육 내용이 잘 구조화된 STEAM 프로그램이 필요하다(태지훈, 2012).

그리고 실생활의 상황과 목적에 맞게 지식을 활용할 수 있는 소양이 중시되고 있으므로(염시창과 강대중, 2011) 과학성취도를 향상시키려면 일반학생을 위한 맞춤형 STEAM 교육을 위한 내실화가 이루어져야 할 것이다. 본 연구의 결과,

일반 집단이 과학성취도에서 유의하게 향상되지 못한 이유로 STEAM 수업에서 교사의 명료한 지식 전달보다는 체험 활동에 중점을 두어 지도가 이루어졌기 때문으로 생각된다. STEAM 교육 지도 시 체험 자체에만 목적을 둘 것이 아니라, 학생들의 인지적 측면이 고루 성장할 수 있도록 하는 배려가 필요하며, 학습자의 특성에 맞는 STEAM 수업을 진행할 수 있는 여건이 조성되어야 한다.

집단 간 비교에서는 사전 검사에서 과학성취도가 유의한 차이를 나타내어 공변량 분석을 실시한 결과를 <표 IV-32>에 나타내었다.

<표 IV-32> 학업성취도에 대한 집단 간의 공변량 분석 결과

소스	제 III 유형 제곱합	df	평균 제곱	F	p
수정 모형	32.934 ^a	2	16.467	40.330	.000
절편	297.254	1	297.254	1,269.553	.000
사전 검사 결과	1.156	1	1.156	4.937	.026
집단	28.263	1	28.263	120.711	.000
오차	527.052	2,251	.234		
합계	1,216.000	2,254			
수정 합계	559.986	2,253			

^a R Squared=.059(adjusted R squared=.058)

<표 IV-32>에서 알 수 있듯이 사전 검사의 효과를 통제된 상태에서 영재 집단과 일반 집단 간에 사후 검사의 차이는 유의하였다. 배진호와 김동국(2011)의 연구에서도 통합교육모형(IEM)을 적용한 과학 수업이 초등과학 영재 집단의 학업성취도를 향상시켰다.

염시창과 강대중(2011)은 과학성취도에 영향을 미치는 요인으로 과학교사의 부족이 해소될수록 과학성취도가 높지만, 학교가 속한 지역의 규모와 학교의 물리적 환경은 과학성취도를 예측하는데 유의한 변수가 아니라고 하였다. 보다 장기적인 안목에서 정규 과학 수업시간을 효율적으로 활용하여 과학성취도를 높이는 데 도움을 줄 수 있는 다양한 활동을 STEAM 수업에 적용하는 교사의 역할이 중요함을 시사하며, 학습자의 수준과 흥미를 고려한 STEAM 수업에 대해 체계적인 연구가 요구된다.

나. 과학 탐구 능력 검사 결과

먼저 STEAM 수업이 일반 집단의 과학 탐구 능력에 미치는 영향을 <표 IV-33>에 제시하였다.

<표 IV-33> 일반학생의 과학 탐구 능력 *t*-검정 결과

영역	검사	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
관찰	사전	.544	.499	-1.145	.253
	사후	.588	.493		
분류	사전	.476	.500	-.707	.480
	사후	.497	.501		
측정	사전	.656	.476	.582	.561
	사후	.636	.482		
예상	사전	.690	.463	.092	.927
	사후	.687	.464		
추리	사전	.690	.463	1.258	.209
	사후	.646	.479		
요소 문제인식	사전	.714	.453	1.754	.080
	사후	.653	.477		
변인통제	사전	.741	.439	.408	.684
	사후	.728	.446		
자료해석	사전	.544	.499	.543	.588
	사후	.524	.500		
결론도출	사전	.571	.496	-1.115	.266
	사후	.612	.488		
실험설계	사전	.626	.485	-.311	.756
	사후	.636	.482		
탐구 기능	기초 탐구 능력 사전	.548	.498	.615	.539
	사후	.535	.499		
통합 탐구 능력	사전	.564	.496	.531	.596
	사후	.554	.497		
전체	사전	.556	.497	.811	.418
	사후	.544	.498		

일반 집단 내 통계처리 결과, STEAM 수업은 탐구 능력의 전체 및 하위요소에 대해 효과를 나타내지 못했다. 이는 STEAM 교육을 적용한 과학수업이 학생들의 탐구 능력 향상에 유의한 효과가 없었다는 박성진(2012)의 연구와는 일치하였지만, 탐구 능력에 긍정적인 영향을 미쳤다는 채희인과 노석구(2013)의 연구와는 상반된 결과였다.

영재 집단의 경우에는 정규분포를 따르지 않아 ‘사후 검사 결과-사전 검사 결

과'의 차이 값에 절대 값을 취한 다음, 순위를 매겨 차이 값의 절대순위를 부호에 따라 합한 Wilcoxon의 부호 순위 검정통계의 결과를 제시하였다(표 IV-34).

<표 IV-34> 영재학생의 과학 탐구 능력에 대한 Wilcoxon 부호 순위 검정 결과

사후검사 결과 - 사전검사 결과	N	평균 순위	순위합
양의 순위	90 ^a	95.50	8595.00
음의 순위	100 ^b	95.50	9550.00
동률	680 ^c		
합계	870		

^a 사후검사 결과 < 사전검사 결과

^b 사후검사 결과 > 사전검사 결과

^c 사후검사 결과 = 사전검사 결과

영재 집단의 사전 검사 결과와 사후 검사 결과의 탐구 능력 수준은 단일집단만을 고려했을 때 유의한 차이가 없었다($Z = -.725, p = .468$).

과학영재 프로그램의 탐구활동들은 다양한 주제들로 구성되어야 하고, 각 주제의 탐구활동에 상위 수준의 탐구 능력을 다루어야 하기 때문에(신미영, 2013) 한 가지 주제의 단편적인 STEAM 교육만으로는 학생들의 탐구 능력을 신장시키기에 한계가 있다고 생각한다. 또한 신미영(2013)은 탐구 능력의 변화를 가져오기 위해서는 과학 탐구 능력을 의도적으로 교육하여 익숙하게 해야 한다고 했는데, 본 연구에서 적용한 STEAM 프로그램은 지도할 과학 탐구 능력을 사전에 정하고 구안하려는 의도로 개발된 프로그램이 아니었기 때문에 효과가 없었던 것으로 생각된다. 따라서 탐구 능력의 향상을 목적으로 하는 STEAM 수업을 위해서는 학습자의 요구에 따른 탐구 기능을 사전에 분석하고, 수업에 반영하는 철저한 계획이 수반되어야 할 것이다.

비록 본 연구에서 과학 탐구 능력에 대한 향상은 없었지만 STEAM 교육에서 추구하는 바와 같이 과학을 학습하는 것은 과학자들이 발전시켜온 지식을 그대로 학습하는 일과는 거리가 멀고 과학자가 하는 일에 대한 이해와 과학에서 필수적인 탐구 과정을 발전시키는 것과 연관이 있다. 그래서 탐구는 인내, 반성, 교사에 의한 적절한 모델링이 요구되는 과정임에도 충분한 가치가 있다(Bergman & Olson, 2011).

탐구 능력에서는 사전 검사 결과, 두 집단 간에 유의한 차이가 있어서 공변량 분석을 실시하였다(표 IV-35).

<표 IV-35> 과학 탐구 능력에 대한 집단 간의 공변량 분석 결과

소스	제 III 유형 제공합	df	평균 제공	F	p
수정 모형	2.543 ^a	2	1.272	5.416	.004
절편	310.562	1	310.562	1,322.698	.000
사전검사 결과	2.037	1	2.037	8.676	.003
집단	1.037	1	1.037	4.416	.036
오차	689.591	2,937	.235		
합계	1,825.000	2,940			
수정 합계	692.134	2,939			

^a R squared=.004(adjusted R squared=.003)

공변량 분석 결과, 영재 집단과 일반 집단 간의 탐구 능력에 대한 STEAM 수업의 효과는 유의한 차이를 나타내었다($p = .036$). 하위요소 분석 결과는 기초 탐구 능력에서 측정 및 예상(각 $p < .01$), 추리 및 관찰(각 $p < .05$), 통합 탐구 능력에서 변인 통제 및 자료 해석(각 $p < .001$), 문제 인식($p < .01$), 실험 설계($p < .05$)에서 유의한 차이가 있었다.

조현철과 유수창(2011)의 연구에서도 과학영재가 일반학생에 비해 월등히 높은 탐구 능력을 가지고 있으며, 자기조절학습전략을 효율적으로 사용한다고 하였다. 탐구 능력과 자신의 학습을 관리하는 능력이 우수한 영재의 특성은 STEAM 수업에서도 발휘되는 것으로 생각된다.

다. 정의적 영역 검사 결과

전체 정의적 영역에 대해서 영재 집단($p < .001$)과 일반 집단($p < .01$)은 사전 검사보다 사후 검사에서 유의하게 향상되었다(표 IV-36).

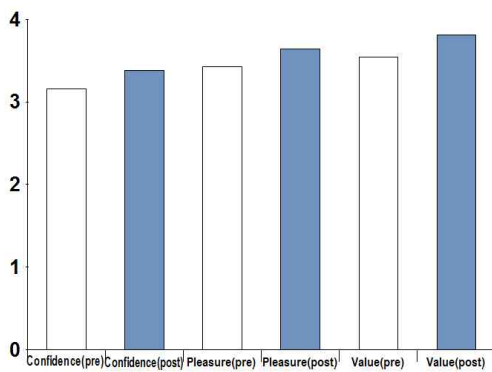
<표 IV-36> 정의적 영역에 대한 집단 간의 *t*-검정 결과

영역	집단	검사	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
전체	영재	사전	3.383	.646	-4.824	.000***
		사후	3.617	.613		
	일반	사전	2.839	.886	-3.473	.001**
		사후	2.965	.805		

** $p < .01$, *** $p < .001$

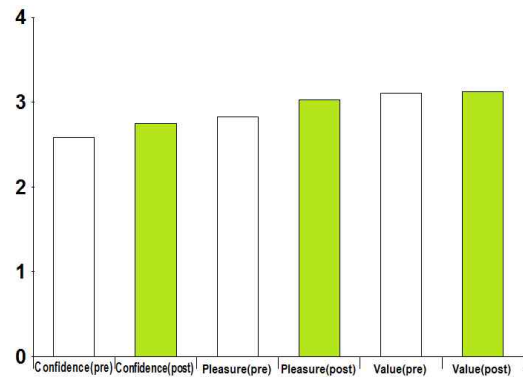
이시예와 이형철(2013)의 연구에서도 STEAM 수업을 통한 일상생활과 관련한 아이디어를 활용한 만들기 활동이 과학에 대한 흥미를 향상시키고, 과학에 대한 인식에도 긍정적인 역할을 한다고 하였다. 그리고 통합교육모형(IEM)을 적용한 과학 수업이 초등과학 영재 집단의 정의적 태도에 긍정적인 영향을 주었다는 배진호와 김동국(2011)의 연구와도 일치한다. 우리나라는 과학성취도 국제 비교에서 상위권을 차지했음에도 불구하고, 과학에 대한 학생들의 흥미가 낮은 것으로 나타나는데(김경희 등, 2009), 본 연구의 영재 집단 및 일반 집단은 각각 정의적 영역에서 사전·사후 검사 결과, 유의한 향상이 있었으므로 STEAM 교육이 과학에 대한 낮은 흥미도를 극복할 수 있는 효과적인 접근이 될 수 있을 것으로 생각된다.

정의적 영역 검사의 하위 요소인 자신감, 즐거움, 가치에 대한 사전·사후 비교 결과를 영재 집단 [그림 IV-10]과 일반 집단 [그림 IV-11]에 각각 제시하였다.



[그림 IV-10]

영재학생의 정의적 영역에 대한 STEAM 프로그램의 효과.



[그림 IV-11]

일반학생의 정의적 영역에 대한 STEAM 프로그램의 효과.

영재 집단과 일반 집단은 정의적 영역의 하위 요소에서도 자신감($p < .05$)과 즐거움($p < .01$)에 대하여 동시에 높은 효과를 보였다. 과학에 대한 가치 인식은 어떤 목적을 얻기 위해 학습하려는 도구적 동기의 의미로서 진학, 진로, 유용성 등을 포함하는데(김미영과 조지민, 2013), 본 연구 결과 영재 집단에서만 유의한 차이를 나타냈다($p = .000$). STEAM 수업을 통해서 영재학생들의 과학에 대한 가치가 향상될 수 있었던 이유는 박분희와 김누리(2012)가 보고했던 직업과 관련된 미래목표가 과학 영재학생의 자기조절학습에 영향을 미치기 때문에 나타난 결과로 생각된다.

정의적 영역의 사전 검사에서 두 집단 간에 유의한 차이가 있었기 때문에 공변량 분석을 실시한 결과는 <표 IV-37>과 같다.

<표 IV-37> 정의적 영역에 대한 집단 간의 공변량 분석 결과

소스	제 III 유형 제곱합	<i>df</i>	평균 제곱	<i>F</i>	<i>p</i>
수정 모형	3.317 ^a	2	1.659	2.554	.078
절편	666.892	1	666.982	1,026.997	.000
사전검사 결과	3.294	1	3.294	5.072	.024
집단	.144	1	.144	.222	.638
오차	769.493	1,185	.649		
합계	12,591.000	1,188			
수정 합계	772.811	1,187			

^a *R squared*=.004(*adjusted R squared*=.003)

공변량의 효과를 통제된 상태에서, 두 집단 간의 STEAM 수업으로 인한 전체 정의적 영역 향상도의 차이는 없는 것으로 나타났다($p = .638$).

양태연 등(2003)의 연구에서는 영재 집단이 일반 집단보다 과학 관련 태도가 유의미하게 높은 경향이 있다고 하였는데, 본 연구에서는 집단에 따른 STEAM 수업을 통한 향상 정도를 분석하였으므로 STEAM 수업이 일반 집단에게도 과학에 대한 흥미와 자신감 향상에 긍정적인 영향을 준 것으로 보인다. 또한 두 집단 간에는 유의한 차이가 없다는 것으로 보아 STEAM 교육이 영재학생뿐만 아니라, 일반학생의 정의적 영역의 향상에도 충분히 기여할 수 있다고 생각된다.

황광석(2013)은 성취 수준에서 하위권 학생들이 STEAM 프로그램에 대한 흥미 및 자신감이 상승했다고 하였으나, 본 연구의 결과에서는 과학성취도가 상위권인 영재 집단에서 정의적 영역의 모든 하위 요소인 자신감, 즐거움, 가치 측면의 향상 정도가 높았다. 이는 단순히 성취도가 상위권 또는 하위권이기 때문에, 자신감 등이 더 높게 향상되었다기보다는 STEAM 프로그램에 참여한 학생들의 자아효능감과 같은 심리적 요인이 영향을 끼쳤을 것으로 생각된다. 장정은 등(2013)도 영재학생의 과제집착력이 학습 활동에 몰입하게 하는데 효과가 있다고 하였다.

라. 만족도 조사 결과

각 설문 문항에 따른 학생들의 만족도에 대한 응답 비율을 비교하면 <표 IV-38>과 같다.

STEAM 수업에 대한 만족도 설문 결과의 평균은 영재학생 4.68점, 일반학생 4.18점으로 높게 나타났다. 모든 문항의 응답 선택에 따른 추이를 보면 영재 집단의 94.1%, 비교 집단의 78.3%가 STEAM 수업에 만족했다고 답하였다. ‘매우 그렇지 않다’에 대한 답변은 두 집단 모두에서 없었다.

과제의 분량에 대해서 영재학생의 96.5%가 적당하였다고 응답하였지만, 일반학생은 76.8%가 적당하다고 응답한 것으로 보아 STEAM 수업 중 문제를 해결하여 산출물을 제작하는 과정에서 일부 학생들은 부담을 느낀 것으로 생각된다. 그리고 75.9%의 영재 집단이 다른 교과 수업에서도 통합교육형태로 수업을 하는 것을 매우 희망하는 반면, 일반 집단은 44.9%만이 매우 희망한다고 하였다. 영재학생들은 자기주도적으로 능동적인 학습을 하는데 익숙하지만(장정은 등, 2013), 일반학생들은 상대적으로 그렇지 못하므로 이 학생들의 특성을 고려한 STEAM 프로그램을 개발할 필요가 있다. 여전히 일반학생들이 실생활에서 과학, 기술, 공학, 예술, 수학이 통합되어 있다는 STEAM에 대한 이해가 충분하지 않은 것으로 생각된다. 장기적인 관점에서 보다 의미 있는 ‘모두를 위한 융합교육적 소양’(Sanders, 2009)을 되새겨 STEAM 교육이 대중화 될 수 있도록 초등학생들이 자연스럽게 융합교육을 접할 수 있는 기회를 제공해야 할 것이다.

<표 IV-38> STEAM 수업에 대한 영재학생들의 만족도 조사 결과

단위: %

번호	평가항목	영재 집단					일반 집단				
		매우 그렇다	그렇다	보통 이다	그렇지 않다	매우 그렇지 않다	매우 그렇다	그렇다	보통 이다	그렇지 않다	매우 그렇지 않다
1	작은 생물에 대한 통합교육활동 수업에 대하여 전반적으로 만족한다.	75.9	20.7	3.4	0	0	44.9	44.9	10.1	0	0
2	통합교육활동 후 작은 생물에 대한 관심과 흥미가 더 높아졌다.	72.4	17.2	10.3	0	0	36.2	37.7	24.6	1.4	0
3	이번 통합교육활동을 통해서 과학 교과가 더 좋아졌다.	62.1	27.6	10.3	0	0	43.5	24.6	27.5	4.3	0
4	과학 교과에서 강의식 수업보다 통합교육활동과 같은 체험활동이 더 학습효과가 크다고 생각한다.	89.7	6.9	3.4	0	0	43.5	33.3	23.2	0	0
5	이번 프로젝트의 난이도는 초등학교 고학년 수준에서 적당하였다.	65.5	27.6	6.9	0	0	34.8	42.0	17.4	5.8	0
6	통합교육활동과 관련하여 과제의 분량은 적당하였다.	72.4	24.1	3.4	0	0	31.9	44.9	23.2	0	0
7	이번 통합교육활동은 문제해결력을 신장시키는데 도움이 되었다.	65.5	31.0	3.4	0	0	34.8	43.5	21.7	0	0
8	통합교육활동에 대한 평가 기준은 공정하였다.	72.4	24.1	3.4	0	0	39.1	42.0	18.8	0	0
9	과제 해결을 위한 선생님의 안내는 충분했다.	86.2	10.3	3.4	0	0	56.5	31.9	10.1	1.4	0
10	선생님이 지도할 때 사용하신 자료는 다양하고 흥미로웠다.	89.7	6.9	3.4	0	0	56.5	30.4	11.6	1.4	0
11	실생활에서는 과학, 기술, 공학, 예술, 수학이 통합되어 적용되어 있다는 것을 알았다.	69.0	24.1	6.9	0	0	40.6	33.3	23.2	2.9	0
12	다른 수업에서도 통합교육형태로 수업을 했으면 좋겠다.	75.9	17.2	6.9	0	0	44.9	27.5	26.1	1.4	0
13	통합교육활동 후 ‘나도 할 수 있다’는 자신감이 생기고 뿌듯함을 느꼈다.	65.5	24.1	10.3	0	0	33.3	40.6	24.6	1.4	0
평균		74.72	19.81	5.43	0	0	41.6	36.7	20.2	1.5	0

개방형 문항에 대한 답변 결과를 <표 IV-39>에 제시하였는데, 영재 집단과 일반 집단이 공통적으로 답변한 내용에 대해서는 밑줄로 표시하였다.

동일하게 학습한 STEAM 프로그램에 대해서 영재 집단과 일반 집단은 공통적으로 기존의 수업에 비해 여러 교과의 학습을 동시에 접할 수 있으며, 체험 활동과 탐구 활동이 많고 어려운 과제에 도전할 수 있다는 점을 특별하게 느꼈다고

<표 IV-39> STEAM 수업에 대한 영재학생들의 만족도 정성적 조사 결과

영역	평가 항목		통합교육수업이 작은 생물을 이해하는데 어떤 점이 도움이 되었습니까?	
	통합교육수업이 기존 수업과 비교하였을 때 다른 점은 무엇이라고 생각합니까?	기존의 수업과 비교하였을 때 다른 점은 무엇이라고 생각합니까?	영재 집단	일반 집단
인지적 측면	<ul style="list-style-type: none"> -더 다양한 분야의 지식을 얻을 수 있다.* -더 심화된 수업이었다. -더욱 자세하고 구체적인 내용의 수업이었다. -조금 더 자세히 알 수 있어서 좋았다. -통합교육수업이 기존 수업보다 다양한 정보를 알 수 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> -여러 가지 수업을 한꺼번에 배울 수 있다. -교과서보다 더 자세하게 하니까 너무 좋았다. -더 이해가 잘 된다. -더 꼼꼼했다고 생각한다. 	<ul style="list-style-type: none"> -종류를 잘 알게 되었다. -여러 가지 작은 생물의 특징을 잘 알게 되었다. -새로운 사실을 알게 되었다. -작은 생물에 대한 심화적인 정보를 얻었다. -더욱 자세하고 많은 것, 실제로 어떤 지까지 직접 볼 수 있어 이해가 잘 되었다. -여러 방면에서 공부하니 이해가 빠르다. -여러 가지 작은 생물을 이해하는데 필요한 자료들이 도움이 되었다. 	<ul style="list-style-type: none"> -작은 생물의 종류를 많이 알게 되었다. -작은 생물의 구체적인 특성, 생김새, 특징, 서식지, 먹이 등 더 다양한 것을 알게 되었다. -새로운 것을 알게 되었다. -교재에 그림이 자세하 나왔다. -더 자세한 설명과 여러 용어들이 도움이 되었다.
정서적 측면	<ul style="list-style-type: none"> -좀 더 높은 수준의 과제, 실험 등을 하며 할 수 있다는 것이 좋았다. -수업이 특색 있고 집중하고 이해하기 쉽다. -기존의 수업은 암기적이거나 주입적인 것에 반해 통합교육수업은 활동하고 화합하며 즐겁게 배울 수 있다. -학교에서 주어진 대로 하는 것보다 우리가 직접 탐구계획을 짜고 자신만의 생각으로 창의적이게 할 수 있다는 것이 다르다. -생각을 더 많이 하게 되고 협동심이 더 커지는 것 같다. 	<ul style="list-style-type: none"> -어려운 내용에 도전하는 것이다. -더 특별한 수업처럼 느껴진다. -과학보다 더 좋은 것 같다. -재미있다. -지겹지 않았다. -선생님이 학생을 위해 더 노력하시는 것 같다. -실험을 하면서 나도 할 수 있다는 생각이 들었다. 	<ul style="list-style-type: none"> -더 생생하고 재미있게 느끼도록 도와주었다. -처음 무심코 지나쳤던 사소한 것에도 그렇게 된 이유가 있다는 것을 알게 되었고 생명을 존중하는 마음도 생기게 되었다. -직접 만들어보니 더 재미있었다. -실습을 하여 생물이 더 좋아졌다. -즐겁게 배워서 좋았다. -전에 알고 있던 것파 다른 가치관을 가지게 되었다. 	<ul style="list-style-type: none"> -사진으로만 보았었던 작은 생물을 실제로 보니까 흥미가 생기고 과학도 좋아졌다. -작은 생물이 소중한다는 것을 알게 되었다. -직접 생물을 관찰하며 일지를 써보니 강의식 수업보다 재미있었다. -창의성이 늘어난 것 같다.
심동적 측면	<ul style="list-style-type: none"> -직접 체험을 훨씬 많이 하고 이론만 배우는 것보다 재미있다. -내가 못 보던 것, 할 수 없을 것 같았던 실험을 할 수 있었다. -실제로 여러 실험을 하는데, 기존 수업과 다르게 흥미를 유발하는 부분이 정말 좋다. 	<ul style="list-style-type: none"> -직접 보고 만지고 만들면서 느낌으로 공부할 수 있다. -체험을 많이 할 수 있다. -더 신기하거나 다양한 실험을 많이 했다. -주제에 알맞은 생물을 볼 수 있어서 좋다. -활동을 많이 하였다. -한 가지에 관하여 자세한 탐구 활동을 하게 되었다. -모둠 활동으로 만들기를 하였다. 	<ul style="list-style-type: none"> -현미경으로 생물을 관찰한 경험이 도움 되었다. -더 자세한 자료를 조사하면서 더욱 깊이 있게 배울 수 있었다. -직접 체험하니 더 쉽게 이해가 잘 되었다. -쉽게 설명하였다. 	<ul style="list-style-type: none"> -현미경을 사용하여 작은 생물의 모양, 색깔, 움직임을 알 수 있었다. -직접 작은 생물을 현미경으로 보니 신기하였다. -과학기구를 사용한 체험활동이 도움이 되었다. -과학에 대한 실험을 해서 좋았다.

* 밑줄은 영재 및 비교집단이 공통으로 답변한 내용임.

답변하였다. 영재 집단은 STEAM 수업에서 협동의 의미와 스스로 과제를 수행할 수 있다는 점에 대하여 긍정적으로 평가했다. 통합교육 수업이 우리 생활 주변의 생물을 이해하는데 어떤 도움이 되었는가에 대한 질문에서는 다양한 생물의 특징과 새로운 사실들을 알게 되었고 현미경과 같은 조작 활동을 통한 경험이 도움이 되었으며, 과학에 흥미를 느끼고 생명의 소중함까지도 느낄 수 있었다고 하였다.

학생들의 응답을 통해서 STEAM 교육에서 학습 준거로서 강조되고 있는 창의적 설계와 감성적 체험(박현주 등, 2012)이 학생들로 하여금 STEAM 수업에 대한 만족감을 느끼게 하는 것으로 생각된다. Zollman(2012)은 STEM 소양을 함양하기 위한 정의적 영역 측면에서 학생들에게 동료와의 관계 및 협력적인 목표의 성취를 격려하고 지원하는 일이 중요하다고 하였는데, 본 연구의 학생들도 STEAM 수업에서 협동의 중요성을 인식하고 있었다.

마. 수행 과정의 비교

1) 집단별 학습 과정

STEAM 수업의 문제를 해결하는 과정에서 관찰된 특징은 <표 IV-40>와 같다.

영재 집단은 일반 집단에 비해서 STEAM 수업에서의 문제를 수행하는 과정에 있어 탐구 활동과 연계하려는 특성이 두드러졌다. 영재학생들이 일반학생들에 비해 탐구 능력이 우수하다는 특성(조은부와 백성혜, 2006; 조현철과 유수창, 2011)이 STEAM 수업 방식을 도입한 과학 수업 속에서도 전반적으로 반영된 것으로 보인다. 영재학생은 일반학생에 비해 자기조절학습의 인지전략 및 행동전략이 뛰어나므로(조현철과 유수창, 2011) STEAM 수업 상황에서의 문제에 대해 조직화하고 비판적 사고로 접근하며, 환경관리 및 동료학습 등과 관련된 전략을 적극적으로 학습에 도입하고 있었다. 예를 들어, 설계 단계에서 자기주도적으로 정보를 수집하려 노력하였고, STEAM 산출물에 대하여 실생활에 도움이 되는 창의적인 디자인을 협의하였다. 또한 제작 단계에 있어서 제작품을 보완하기 위한 동료와의 의사소통 과정이 활발하였으며, 평가 단계에서는 다른 팀의 산출물에 대한 예

<표 IV-40> 집단 간 문제해결 과정의 특성

창의적 설계 기반의 문제해결 과정		내용		탐구 기능	
		영재 집단	일반 집단	영재 집단	일반 집단
문제이해 (Analysis)	문제 상황	생활 주변의 작은 생물 프로젝트		-관찰 -예상 -문제 인식 -가설 설정	-관찰 -예상 -문제 인식
	자료 수집	-과학 개념 이해 -생물 도감 지참 -인터넷 정보 검색	-과학 개념 이해 -교과서 및 실험관찰 활용 -인터넷 정보 검색	-관찰 -분류 -추정	-관찰 -분류 -추정
설계 (Design)	아이디어 협의	-작은 생물 서식 환경 표현 또는 산출물 제작 방법 모듈별 협의 -과학·기술·공학 요소 주로 고려	-작은 생물 서식 환경 표현 또는 산출물 제작 방법 모듈별 협의 -예술 요소 주로 고려	-의사소통	-의사소통
	설계	-목적과 실용성 중시	-심미적 효과 중시	-변인 통제	
제작 (Build)	제작	-모듈별로 협동하여 STEAM 산출물 제작 -제작 단계 사진 촬영	-모듈별로 협동하여 STEAM 산출물 제작	-자료 변환 -자료 해석	
	테스트	-자기 평가 및 피드백 -제작 중간에 수시 점검	-자기 평가 및 피드백		
	개선	-제품의 개선과 수정에 적극적	-제품의 단점 보완	-의사소통	-의사소통
평가 (Assessment)	발표 및 평가	-모둠원들이 제작품을 설명하는 형태 -제작품 소개를 위한 파워포인트 제작 -다른 모듈의 작품에 대한 감상 및 칭찬 의견 제시 매우 적극적	-모둠원들이 제작품을 설명하는 형태 -다른 모듈의 작품	-결론 도출 -의사소통	-의사소통

리한 비판과 보완점을 개진하였다.

산출물을 설계하는 학생들에게 탐구는 과학 학습을 위한 좋은 수단이 되므로 (Estes & Dettloff, 2008) STEAM 수업에서도 창의적인 아이디어를 실현할 수 있는 기회를 제공할 필요가 있다. 그리고 영재학생은 주어진 상황을 완전히 수용할 때 과업 수행에 몰입할 수 있으므로(정상윤과 손정주, 2013), 문제이해 단계를 소홀히 지도하는 것은 바람직하지 못하다. STEAM 수업은 의도적으로 계획되어야 하며, 모든 학습자에게 개별적으로 도전할 수 있도록 해야 한다. 특히 다양한 학습자를 위한 계획을 위해 교사들은 학습자 개인별 및 집단별 강점, 약점, 능력,

배경 지식에 대한 이해, 학습 참여에 대한 동기와 같은 세부적인 고려사항을 숙지해야 한다(Basham & Mario, 2013). 더불어 융합교육을 통해서 학습자의 자아실현을 위한 개인적 요구도 존중할 필요가 있다(태지훈, 2012; Zollman, 2012).

2) 산출물 제작 종류

영재학생과 일반학생이 작은 생물과 관련된 STEAM 프로그램을 통해 제작한 산출물은 모듈원들의 아이디어 협의를 통해 설계하고 만들었기 때문에 동일한 작품이 없었고, 모듈마다 창의적이고 다양하였다(표 IV-41).

<표 IV-41> STEAM 산출물의 유형과 예시

산출물 유형	생물의 이용	생활 발명품	생물 서식지	가상 세계	홍보 자료	UCC
영재학생	✓	✓	✓	✓	✓	
일반학생					✓	✓
산출물 예시						
	분변토 만들기	모기퇴치로봇	개미집	The Powder Toy 시뮬레이션	생태계 모형	콩트

학생들의 산출물 유형은 실제 생물을 이용하여 실생활에 도움이 되도록 한 ‘생물의 이용’, 생활의 편리를 위한 아이디어를 고안해낸 ‘생활 발명품’, 생물의 서식 환경을 조성하고 탐구 실험을 수행할 수 있는 ‘생물 서식지’, 컴퓨터를 활용해 아이디어를 구현한 ‘가상 세계’, 정보를 수집하여 목적에 맞게 제작한 ‘홍보 자료’, 스토리텔링을 기반으로 제작한 ‘UCC’ 등으로 구분할 수 있다.

영재 집단은 보다 다양한 산출물을 설계하고 제작한 것에 비해 비교 집단은 각 모듈마다 창의적인 아이디어는 반영되었지만, 산출물의 유형은 다양하지 않았다. 영재 집단은 산출물을 통해 생명, 기술 같은 분야에 관심을 갖고 과학·기술 영역을 표현하고자 하였으나, 일반 집단은 조형, 광고처럼 예술 영역에 관심이 많고, 산출물 결과도 ‘홍보 자료’와 ‘UCC’가 대부분이었다.

이를 통하여 영재학생들은 STEAM 수업에서 전략을 수립하고 수행하는 능력을 적극 활용하여 문제를 해결하고 있음을 알 수 있었다. 김희경과 이봉우(2011)는 과학영재의 특성을 분석하였는데, 과학영재들이 다양한 과학적 상상 유형을 표현하며 자신의 이해를 바탕으로 다양한 이론을 구성해 제시한다는 결과와 일치하였다.

체계적인 수업과 평가 전략에 대한 교사들의 이해는 다양한 학습자들을 위해 효과적인 교육을 하는데 도움이 되므로(Basham & Mario, 2013), STEAM 수업에서의 산출물 평가 및 수행 평가와 관련된 구체적인 안내도 중요하다고 생각된다.

V. 결론 및 제언

1. 결론

초등학생들의 작은 생물에 대한 개념 및 인식 정도를 조사하여 이를 향상시키기 위한 STEAM 프로그램의 효과를 알아본 결과를 토대로 내린 결론은 다음과 같다.

초등학생들의 작은 생물에 대한 개념 이해 정도를 조사한 결과, 적지 않은 오개념을 보유하고 있는 것으로 나타났다. 이를 해소하기 위해서는 첫째, 작은 생물의 생김새, 특징 등을 학생들이 흥미를 갖고 관찰하면서 탐구해봄으로써 생물의 다양성과 공통성을 이해하고 작은 생물의 오개념을 줄일 수 있도록 하는 방안을 강구해야 할 것이다. 학생들이 스스로 과학적 개념을 형성하기에 한계가 있는 개념에 대해서는 이해를 돕는 자료를 적극적으로 활용하거나 학습자가 내면화 할 수 있는 활동이 구안되어야 한다. 둘째, 초등학생들은 작은 생물을 인식할 때 성급한 일반화나 직관적 관념, 낮은 수준의 사고방식 등을 활용하여 개념을 형성하는 경향이 있으므로, 체계적으로 탐구하는 방법을 통해서 과학적으로 자연 현상과 생물의 이해에 접근할 수 있도록 지도하는 일이 중요하다. 작은 생물에 대한 교재를 개발하거나 교사가 지도할 때는 부적절하거나 모호한 언어 표현을 줄이고, 작은 생물을 비유하는 대상이 완전히 동일하지 않다는 점을 유의하여야 한다. 또한 육안으로 볼 수 있는 동·식물에만 중점을 두지 말고 작은 생물에 대해 과학적 개념을 형성할 수 있는 적절한 교육 프로그램이 개발될 필요가 있다.

작은 생물의 인식에서도 한정된 사고를 하고 있는 초등학생들이 많은 것으로 조사되었다. 서식 환경에 대한 편협한 인식을 해소하기 위한 방안으로 첫째, 서식 환경 교육 및 주변의 작은 생물을 이롭게 활용한 사례를 직접 경험할 수 있는 활동과 연계한다면, 학생들이 우리 생활에서의 활용적인 부분을 인식하는데 도움이 될 것이라고 기대한다. 둘째, 작은 생물의 다양한 서식지를 소개하여 고정적인 서식 환경에 대한 인식을 탈피하도록 지도할 필요가 있다고 생각된다. 셋째, 생물이 적응해서 사는 생태 환경은 매우 다양하고 다소 일시적인 환경일 수

도 있으므로, 생물이 서식하는 여러 가지 환경에 대하여 교육 시 무의식적으로 특정 생물 집단 또는 서식 환경에 치중하여 지도하지 않도록 주의할 필요가 있다. 작은 생물을 연구하는 과학자에 대한 인식에서는 편견과 정형성이 나타나 미생물 및 관련 분야를 연구하는 학자들에 대한 보다 다양한 교육적 경험을 제공하여 학생들이 편견을 극복하도록 도와주어야 한다.

작은 생물에 대한 교과연계형 STEAM 프로그램을 개발하여 적용 효과를 알아본 결과, 일반학생들은 학업성취도 및 정의적 영역에서는 유의미한 향상을 나타냈다. 그러나 과학 탐구 능력에서는 유의미한 효과가 없었다. 이러한 점을 보완하기 위해서는 STEAM 수업에서 기초 탐구 기능뿐만 아니라, 통합 탐구 기능의 비중도 높게 구성하면 탐구 능력 향상에도 도움을 줄 수 있을 것이다. 또한 과학의 개념과 탐구 과정을 통합하여 학생들에게 과학적 사실을 수집할 기회를 충분히 주어 탐구 능력을 체득하게 한다면 문제해결과정에서 지식과 정보를 활용하는 능력을 향상시킬 수 있을 것이다. 영재학생과 일반학생을 비교한 연구에서는 영재 집단이 학업성취도 및 탐구 능력에 있어서 일반 집단보다 유의하게 향상된 것으로 나타났다. 반면, 정의적 영역에서는 두 집단 간에 유의미한 차이가 없었다. 따라서 집단 특성에 따라 STEAM 프로그램을 개발하고 적용할 때 도움을 주는 자료로 제공될 수 있다. 그리고 만족도 검사에서 두 집단 모두 STEAM 수업에 대해 만족하고 있는 것으로 나타나 앞으로 폭넓은 주제를 소재로 하여 융합한 교육 프로그램들이 요구된다고 하겠다.

2. 제언

본 연구의 결과를 토대로 작은 생물 지도시 유념해야 할 사항을 제언하면 다음과 같다.

첫째, 작은 생물 개념에 대한 학생들의 낮은 과학적 개념 이해 수준을 고려하면 앞으로 현장의 적용 가능성을 염두에 두고 학생들의 탐구 능력을 신장시키는 방향으로 교육과정을 설계해야 한다. 또한 작은 생물 채집, 현장 학습 등의 어려

움으로 인하여 영상물에 의존하던 수업 방식을 대체할 수 있는 통합적인 프로그램을 개발하여 오개념을 과학적 개념으로 수정해 나가는 노력이 필요하다.

둘째, 작은 생물의 서식 환경에 대한 인식을 향상시키기 위해서는 좀 더 유연하게 사고할 수 있는 학습 자료가 개발되어야 할 것으로 생각된다. 또한 과학자에 대한 인식도 전형적인 이미지에서 탈피하여 다양한 세계가 있음을 소개할 필요가 있다.

셋째, 본 연구의 STEAM 프로그램에 대한 효과에 비추어 초등학생들이 과학 개념 및 과학 탐구 능력을 습득하는 동시에 학습에 자신감과 즐거움, 흥미를 갖도록 하는 다양한 STEAM 프로그램을 위한 자료 개발 및 보급이 꾸준히 이루어질 필요가 있다. 또한 개발된 STEAM 프로그램들은 여전히 과도기적 성격을 띠므로 검증이 필요할 것이다. STEAM 프로그램에 대한 효과뿐만 아니라, STEAM 교육에 대한 본질과 같은 심도 있는 분야까지 연구되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 강훈식, 이지영(2010). 초등학생들의 과학 수업에 대한 이미지와 이미지 형성에 영향을 미치는 요인. **한국과학교육학회지**, 30(4), 519-531.
- 교육과학기술부(2010). **창의인재와 선진과학기술로 여는 미래 대한민국**. 2011년도 교과부 연두업무보고.
- 교육과학기술부(2011a). **초등학교 교사용 지도서 과학 5-1**. 서울: (주)금성출판사.
- 교육과학기술부(2011b). **과학 5-1**. 서울: (주)금성출판사.
- 교육과학기술부(2011c). **초등학교 교사용 지도서 과학 3-2**. 서울: (주)금성출판사.
- 교육과학기술부(2011d). **초등학교 교사용 지도서 과학 4-2**. 서울: (주)금성출판사.
- 교육과학기술부(2011e). **초등학교 교사용 지도서 과학 6-1**. 서울: (주)금성출판사.
- 교육부(2014). **과학 4-2 교사용 지도서**. 서울: (주)미래엔.
- 구나경, 이성희, 김기대. (2012). 초등학교 생물다양성 가치 교육을 위한 교재화 연구. **교사교육연구**, 51(2), 195-214.
- 구성지, 조운복(2008). 제7차 교육과정 고등학교 생물I의 건강과 질병에 대한 내용 분석 및 그 학습이 학생의 지식과 과학적 태도에 미치는 영향. **교사교육연구**, 47(3), 71-96.
- 권난주(2005). 초등학생들이 생각하는 과학자 이미지와 과학과 관련된 경험 및 배경 조사. **초등과학교육**, 24(1), 59-67.
- 권난주, 안재홍(2012). 융합 및 통합 과학교육 관련 국내 연구 동향 분석. **한국과학교육학회지**, 32(2), 265-278.
- 권순범, 남동수, 이태욱(2012). STEAM 기반 통합교과 학습이 초등학생의 창의적 인성에 미치는 영향. **한국컴퓨터정보학회논문지**, 17(2), 79-86.
- 권은정, 홍승호(2012). 환경에 대한 연상 단어와 그리기 활동을 통해 나타난 초등학생의 환경인식 및 거주 지역, 학년 간의 비교. **환경교육**, 25(2), 161-179.
- 권재술(1992). 어린이의 『과학 오개념』 을 어떻게 알아낼 수 있을까? **한국초등과학교육학회지**, 11(2), 173-180.
- 권재술, 김범기, 우종욱, 정완호, 정진우, 최병순(1998). 서울: **과학교육론**. 교육과학사.
- 김경희, 김수진, 김남희, 박선용, 김지영, 박효희, 정송(2009). **수학. 과학 성취도 추이 변화 국제비교 연구: TIMSS 2007 결과보고서**. 한국교육과정평가원, PIM

2009-2.

- 김권숙(2012). 과학기반 STEAM 프로그램이 초등 영재 학생들의 창의적 문제 해결력과 과학적 태도에 미치는 영향. 경인교육대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 김권숙, 최선영(2012). 과학 기반 STEAM 프로그램이 초등과학 영재 학생들의 창의적 문제해결력과 과학적 태도에 미치는 영향. **초등과학교육**, 31(2), 216-226.
- 김동렬(2013). 초등학생들이 생각하는 환경 개념과 환경과학자 이미지 분석. **환경교육**, 26(1), 33-48.
- 김미영, 조지민(2013). TIMSS 결과에 기초한 과학의 정의적 성취 특성 및 과학 교사의 인식 분석. **한국과학교육학회지**, 33(1), 46-62.
- 김세옥, 홍승호(2007). 초등 과학 영재학생들의 '작은 생물'에 대한 오개념 연구. **초등과학교육**, 25(5), 485-494.
- 김소형, 박재일, 정진수, 이해정, 권용주, 박국태(2005). 과학자에 대한 초등학교 일반 학생과 과학 영재반 학생의 인식 비교 분석. **초등과학교육**, 24(1), 1-8.
- 김우진(2012). 초등 수학영재의 창의성 신장을 위한 STEAM 프로그램 개발 및 적용: 4D-Frame 교구활동을 중심으로. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위 위논문.
- 김윤종, 정욱, 정상기(2009). 융합기술 관련 국가 연구개발 사업 현황과 효과적 지원전략에 대한 연구. **한국기술혁신학회지**, 12(2), 413-429.
- 김영미, 오경환(1996). 초등학교 6학년 학생들의 생태계와 환경오염에 관한 오개념. **경상대학교 과학교육연구소보**, 16(1), 27-53.
- 김이원(2010). 초등 과학에 대한 협동학습에서 사회적 상호작용과 창의성 발현의 관계. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김인호, 주신하, 안동만(2000). 초등학교 학생들의 환경인식과 태도에 관한 연구. **환경교육**, 13(1), 122-132.
- 김정렬, 김소연(2007). 초등학교 영어, 과학 통합 영재 프로그램의 개발과 적용. **영재와 영재교육**, 6(1), 69-94.
- 김정아, 김병수, 이지훤, 김종훈(2011). 융합형 인재 양성을 위한 IT 기반 STEAM 교수·학습 방안 연구. **한국수산해양교육연구**, 23(3), 445-460.
- 김정은, 이상원(2010). 지속가능발전교육에 기반을 둔 초등학생 대상 생물다양성 교육프로그램의 개발 및 효과. **실과교육연구**, 16(3), 161-182.

- 김정혜(2009). **초등학교 고학년 과학수업에서의 어려움에 대한 교사와 학생들의 인식 조사**. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김정화, 조부경(2002). 유치원과 초등학교 학생의 과학 및 과학활동에 대한 인식. **한국과학교육학회지**, 22(3), 617-631.
- 김진수(2011). **STEAM 교육론**. 경기: 양서원.
- 김진영(2012). **생명과학 중심의 STEAM 교육 프로그램이 고등학생의 과학에 대한 정의적 영역과 창의성에 미치는 영향**. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 김창배(2006). **초등학교 5학년 ‘작은 생물’ 단원의 야외 학습이 과학 개념 형성 및 과학적 태도에 미치는 영향**. 대구교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김학진(2012). **중학교 기술·가정 교과와 ‘뮤직 로봇’ 만들기 STEAM 수업자료 개발**. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 김해진, 배진호, 심규철, 소금현(2013). 초등학생의 곤충에 대한 인식과 태도 조사 연구. **생물교육**, 41(1), 61-74.
- 김현영, 박수영, 김영민(2012). 과학자, 기술자, 공학자에 대한 중학생들의 이미지와 인식 비교. **한국과학교육학회지**, 32(1), 64-81.
- 김효남(1990). 국민학교 아동의 과학개념에 대한 실태조사 및 교정을 위한 방법 연구. **한국과학교육학회지**, 10(2), 11-24.
- 김흥태, 전민정, 김재근(2012). 초등학생의 생물에 대한 정서적 친밀감 및 지적 호기심, 자연 및 생물에 대한 경험과 환경 친화적 행동의 관계. **초등과학교육**, 31(2), 197-207.
- 김희경, 이봉우(2011). 무지개를 활용한 과학영재활동에 나타난 과학영재의 특징 분석. **영재교육연구**, 21(1), 39-56.
- 나상훈(2013). **국내외 초등학교 융합 과학교육 프로그램 탐색: 한국, 영국, 미국을 중심으로**. 경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 노상우, 안동순(2012). 초등학교 융합인재교육(STEAM)의 발전 방향 모색. **교육종합연구**, 10(3), 75-96.
- 노태희, 최용남(1996). 성역할의 관점에서 조사한 과학자와 자신에 대한 이미지의 격차 및 과학 관련 태도와의 관계성 조사. **한국과학교육학회지**, 16(3), 286-294.
- 문대영(2009). 초등학생의 공학에 대한 태도 및 공학 문제 해결에 대한 사례 연구 : STEM 통합 접근 교육 프로그램 적용을 통해. **한국실과교육학회지**, 22(4),

51-66.

- 문성숙, 권재술(2008). 개념구조를 이용한 인지갈등에 대한 새로운 논의. **한국과학교육학회지**, 28(5), 359-382.
- 문찬원(2012). 특성화고등학교에서 ‘지게차 모형’ 만들기의 창의적 STEAM 수업자료 개발. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 박경희, 권용주, 김수용, 이길재(2006). 뇌 기능의 공동작용에서 나타난 과학영재와 일반학생의 뇌파 특성. **한국과학교육학회지**, 26(3), 415-424.
- 박미자(2008). 대학생과 초등학생의 단어 연상 비교. **인지과학**, 19(1), 17-39.
- 박병태(2010). 초등 과학 최상위권 학생의 과학 탐구 능력 문제 해결 과정에서의 성별 특성. **영재교육연구**, 20(2), 527-546.
- 박분희, 김누리(2012). 과학영재의 미래목표, 성취목표지향성과 자기조절학습과의 관계. **영재와 영재교육**, 11(1), 73-96.
- 박성옥, 권나영(2005). 아동의 다중지능과 인지양식에 관한 연구. **한국생활과학회 학술대회**, 2, 119-120.
- 박성진(2012). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 초등 과학 수업이 과학 학습 동기, 흥미 및 과학적 탐구 능력에 미치는 영향. 부산교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 박소정(2012). 기술·가정과 “전자 기계 기술” 단원에서 오토마타 만들기의 STEAM 수업자료 개발. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 박신영(2003). 포트폴리오 개발 수업에서의 학생 활동의 실태와 문제점. 대구교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 박종석, 심규철, 김도욱, 김경호, 윤길수, 오원근(2001). 초등 예비교사의 과학에 대한 인식 조사 연구. **초등과학교육**, 20(2), 229-238.
- 박종철(1999). 작은 생물 단원에 대한 초등학생들의 사고 형태. 대구교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 박창선, 엄안흠, 하민수, 차희영(2008). 관찰 자료의 종류와 제시 방법에 따른 초등학생들의 생물 관찰 유형 분석. **한국생물교육학회지**, 36(4), 566-576.
- 박현우, 강심원(2007). 초·중학생의 과학에 대한 태도와 환경 인식 분석. **한국생물교육학회지**, 35(1), 92-100.
- 박현주, 김영민, 노석구, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙, 백운수(2012). STEAM 교육의 구성 요소와 수업 설계를 위한 준거 틀의 개발. **학습자중심교과교육연구**, 12(4), 533-557.

- 박혜원, 신영준(2012). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 과학수업이 자기효능감, 흥미 및 과학 태도에 미치는 영향. **생물교육**, 40(1), 132-146.
- 배진호, 김동국(2011). Clark의 통합교육모형(IEM)을 적용한 과학 수업이 초등과학 영재반의 학업 성취도와 과학적 태도에 미치는 영향. **초등과학교육**, 30(4), 490-503.
- 배진호, 정윤희, 배기연, 노성인(2006). 초등학생의 생물분류 개념 형성에 대한 연구. **과학교육연구**, 31, 93-103.
- 배진호, 정현태(2007). 생물 야외 탐구 학습이 초등학생의 과학 탐구 능력 및 과학적 태도에 미치는 영향. **한국생물교육학회지**, 35(2), 201-211.
- 배협(2012). **중학교 발명수업에서 톨링볼 만들기의 STEAM 수업자료 개발**. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 백윤수, 김영민, 노석구, 박현주, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙, 최종현(2012). **융합인재교육(STEAM) 실행방향 정립을 위한 기초연구**. 한국과학창의재단 연구보고서.
- 백윤수, 박현주, 김영민, 노석구, 박종윤, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙(2011). 우리나라 STEAM 교육의 방향. **학습자중심교과교육연구**, 11(4), 149-171.
- 변순화, 김경순, 최숙영, 노태희, 차정호(2007). 화학 개념 학습에서 물리적 비유를 사용한 학생 중심 비유 수업의 효과. **한국과학교육학회지**, 27(2), 631-638.
- 서주희(2012). **초등학교 저학년을 대상으로 한 융합인재교육(STEAM) 프로그램 개발 및 적용 효과**. 경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 석현희(2012). **기술·가정과 '전통기술의 이해' 단원에서 STEAM 수업자료 개발**. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 성의석, 나승일(2012). 통합적 STEM 교육이 일반고등학교 학생의 과학 및 기술교과 자기효능감과 공학 태도에 미치는 효과. **한국기술교육학회지**, 12(1), 255-274.
- 손석락(2005). 초등예비교사들의 곤충의 탈피와 변태에 관한 개념. **초등과학교육**, 24(2), 130-137.
- 송경혜, 이항로, 임청환(2004). 초등학교 고학년 학생의 과학 탐구능력 측정을 위한 평가 도구 개발. **한국과학교육학회지**, 24(6), 1245-1255.
- 송인섭, 도승이, 이정규, 김누리, 성은현(2011). 한국 영재교육의 방향 모색 -융합형 창의 인재 육성-. **영재와 영재교육**, 10(3), 75-95.

- 송정범(2010). **STEM 통합교육을 위한 교실친화적 로봇교육모형 및 프로그램 개발에 관한 연구**. 한국교원대학교 박사학위논문.
- 송정범, 이태욱(2011). 교육용 로봇을 활용한 STEM 통합교육이 학업성취, 교과태도에 미치는 효과. **정보교육학회논문지**, 15(1), 11-22.
- 신미영(2013). 과학영재 탐구활동에 제시된 과학탐구능력 분석 및 개발을 위한 제안. **영재교육연구**, 23(2), 289-310.
- 신영준, 한선관(2011). 초등학교 교사들의 융합인재교육(STEAM)에 대한 인식 연구. **초등과학교육**, 30(4), 514- 523.
- 신현택(2002). **지역간 문화격차에 관한 연구**. 경기대학교 대학원 박사학위논문.
- 심병주, 윤희숙(2013). 영재지도교사, 영재학생 및 학부모의 과학 및 과학자에 대한 인식. **영재교육연구**, 23(5), 715-729.
- 심왕근, 문병찬(2009). 초등학교 5학년 학생들의 자연 환경 보존에 대한 인식. **환경교육**, 22(1), 83-96.
- 안미정, 유미현(2012). 초등 영재학생과 일반학생의 진로인식, 과학 선호도 및 과학자의 정형화된 이미지 비교. **영재교육연구**, 22(3), 527-550.
- 양정순, 홍승호(2013). 친환경 미생물(EM)을 주제로 한 STEAM 기반 환경교육프로그램이 환경소양 및 EM 관련 환경지식에 미치는 영향. **환경교육**, 26(4), 423-440.
- 양태연, 배미란, 한기순, 박인호(2003). 과학영재의 과학 관련 태도와 지능 및 과학탐구능력과의 관계. **한국과학교육학회지**, 23(5), 531-543.
- 여상인(1998). 변형된 DAST와 인터뷰를 이용한 과학자에 대한 이미지와 과학자가 하는 일에 관한 초·중등 학생의 인식 조사. **한국초등과학교육학회지**, 17(1), 1-10.
- 엄시창, 강대중(2011). PISA 2006 과학성취도에 대한 학생 및 학교 수준 맥락요인의 영향력 분석. **교과교육학연구**, 15(2), 281-304.
- 오대섭, 이선행, 이임숙, 김애란(1990). 연상을 통한 과학용어의 분석. **한국과학교육학회지**, 10(2), 67-72.
- 오정철, 이지훤, 김정아, 김종훈(2012). 스크래치를 활용한 STEAM 기반 교육 프로그램 개발 및 적용 -초등학교 6학년 과학교과를 중심으로-. **한국컴퓨터교육학회지**, 15(3), 11-23.
- 오태광(2008). **보이지 않는 지구의 주인 미생물**. 서울: (주)양문.
- 오현경(2009). **중·고등학교 생물 영역의 오개념에 관한 연구 동향 분석**. 아

- 주대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 유귀옥, 이채식(2007). 청소년의 자연경험이 환경인식에 미치는 영향에 관한 연구. **환경교육**, 20(4), 106-116.
- 윤성규, 김창만, 박양희(2007). **생물 오개념 연구와 지도**. 서울: 월드사이언스.
- 윤정교, 김방희, 김진수(2013). T-STEAM 프로그램이 기술교과의 흥미도와 학업 성취도에 미치는 효과. **교원교육**, 29(3), 157-175.
- 이경진, 김경자(2012). 통합교육과정 접근으로서의 ‘융합인재교육’의 의미와 실천 가능성 탐색. **초등교육연구**, 25(3), 55-81.
- 이남은, 차희영, 천재순(2009). 과학 글쓰기를 통한 세균 개념 변화 과정 분석. **생물교육**, 37(4), 594-606.
- 이동민, 차희영(2009). 세균에 관한 선개념 및 감성을 고려한 초등과학 교수 학습 프로그램 개발 및 적용 효과. **한국생물교육학회지**, 37(4), 565-578.
- 이미경(2007). **PISA 2006 결과 분석 연구-과학적 소양, 읽기 소양, 수학적 소양 수준 및 배경 변인 분석-**. 연구보고 PRE 2007-1, 한국교육과정평가원.
- 이미경, 김경희(2004). 과학에 대한 태도와 과학성취도의 관계. **한국과학교육학회지**, 24(2), 399-407.
- 이보람(2011). **초등학생들의 성과 지역별 정보격차 현황**. 청주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 이상갑(2001). **주제 중심 통합적 접근에 의한 기술교과 교육프로그램 개발**. 한국교원대학교 박사학위논문.
- 이성희(2012). STEAM 기반 환경교육 프로그램이 초등학생의 환경 소양에 미치는 영향. **환경교육**, 25(1), 66-76.
- 이소영, 강태완, 김남일(2004). 초등학생의 학년별 생물분류 개념형성에 대한 연구. **한국생물교육학회지**, 32(1), 16-26.
- 이소이(2011). **STEM 통합 접근의 기술 수업 설계 모형 개발**. 충남대학교 박사학위논문.
- 이승우, 백종일, 이정근(2013). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 초등 수학영재 교육 프로그램의 개발과 적용 효과. **초등수학교육**, 16(1), 35-55.
- 이시예, 이형철(2013). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 과학수업이 초등학생의 창의성과 과학 관련 태도에 미치는 영향. **초등과학교육**, 32(1), 60-70.
- 이영석, 조정원(2012). 주제중심 프로젝트 기반 STEAM 교육 프로그램 개발 및 적용. **한국산학기술학회지**, 13(12), 5770-5775.

- 이영은(2012). **창의적 설계와 과학 탐구 기반의 융합인재교육 프로그램이 중학생의 흥미, 자기효능감 및 진로 선택에 미치는 효과**. 경북대학교 대학원 석사학위논문.
- 이용섭, 홍순원(2011). STSE 프로그램을 활용한 수업이 환경친화적 태도 및 학습동기에 미치는 효과. **초등과학교육**, 30(2), 141-151.
- 이용주, 심미숙(2004). 초등학생들이 가진 생물학적 적응 개념에 관한 조사 연구. **초등과학교육**, 23(2), 101-109.
- 이정애, 홍승호(2008). 초등학생들의 곤충에 대한 개념 인지도 및 오개념 형성 원인 분석. **교과교육학연구**, 12(3), 669-686.
- 이지선, 하민수, 차희영(2008). 세균과 바이러스에 대한 학생들의 감성. **한국생물교육학회지**, 36(3), 302-313.
- 이진아(2012). **STEAM(융합인재교육) 중심의 초등영재교육 프로그램 개발**. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 이효녕, 권혁수, 김미랑, 김용기, 남정철, 박경숙, 박병열, 서보현, 손동일, 오영재, 오희진, 이성수, 이영은, 전재돈, 정현일, 조현준, 한인기(2013). **과학탐구와 창의적 설계 기반의 STEM/STEAM 교육의 이해와 적용**. 서울: (주)북스힐.
- 임광심, 남상준(2008). 초등학교 학생 및 교사의 환경인식 유형 연구 -새로운 환경패러다임을 중심으로-. **사회과학연구**, 15(2), 169-191.
- 임채성(1999). 초등학교 아동의 인지양식과 성별에 따른 생물 관찰 특성. **한국생물교육학회지**, 27(2), 143-150.
- 임희준, 여상인(2001). 초등학교 영재 학생들의 과학자에 대한 인식 조사. **영재교육연구**, 11(2), 39-57.
- 임성만, 임재근, 최현동, 양일호(2008). 초·중·고 학생과 예비 교사 및 초등 교사가 생각하는 과학자에 대한 이미지 분석. **초등과학교육**, 27(1), 1-8.
- 장근주, 유정은(2009). 통합교과적 접근에 의한 현대음악 학습 지도연구 -바르톡의 연가곡 '시골풍경(Dorfszenen)'을 중심으로-. **음악교육공학**, 9, 171-189.
- 장인자(2001). **웹기반 학습을 위한 자연과 '작은 생물' 단원의 교수·학습자료 개발**. 광주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 장정은, 정윤숙, 최양희, 김성원(2013). 과학 영재들의 과제집착력 특성 탐색. **한국과학교육학회지**, 33(1), 1-16.
- 장지영, 오윤정, 최경희(2010). 과학 교육과정 개정에 따른 첨단과학기술 내용 분석. **학습자중심교과교육학회지**, 10(3), 389-406.

- 정상윤, 손정주(2013). 초등과학영재를 위한 “지구와 달” 단원의 STEAM 교수·학습 프로그램 개발 및 적용. **과학교육연구지**, 37(2), 359-373.
- 정완호(1993). **한국 고등학생의 생물오개념에 관한 연구**. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 정완호, 차희영(1992). 한국 초.중.고등학교 학생들의 생명개념에 관한 연구. **한국생물교육학회지**, 20(2), 147-151.
- 정완호, 허명, 차희영(1991). 한국 초.중.고등학교 학생들의 동물분류개념에 관한 연구. **한국생물교육학회지**, 19(2), 95-114.
- 정진수, 조향숙, 허준영, 김현정(2012). **손에 잡히는 STEAM 교육 무엇이 아이들을 즐겁게 하는가**. 서울: 한국과학창의재단 융합교육정책실.
- 정철(2008). 대학생들의 환경에 대한 인식과 정신 모형. **환경교육**, 21(2), 68-79.
- 정철(2011). 그리기를 활용한 중학생의 지구 환경 문제에 대한 인식 조사. **환경교육**, 24(1), 76-87.
- 정철, 권혁재, 권난주(2013). 초등학생의 친환경 행동 인식과 실천에 관한 조사. **환경교육**, 26(4), 441-452.
- 조용개(2006). 생태중심주의 환경윤리의 철학적 함의와 교육적 대안. **환경철학**, 5, 33-62.
- 조은부, 백성혜(2006). 초등과학 영재학급 학생들과 일반 학생의 인지적 특성 비교 분석. **한국과학교육학회지**, 26(3), 307-316.
- 조지민, 김수진, 이상하, 김미영, 옥현진, 임해미(2011). **2011년 국제 학업성취도 평가 연구(PISA/TIMSS)**. 연구보고 PIM 2012-2, 한국교육과정평가원.
- 조현순, 정영란(1995). STS 프로그램이 중학생들의 환경 문제에 대한 태도와 학업성취도에 미치는 효과. **한국과학교육학회지**, 15(3), 310-315.
- 조현철, 유수창(2011). 과학영재학생과 일반학생간 과학탐구력과 자기조절학습력의 비교. **영재와 영재교육**, 10(3), 97-116.
- 주영, 김경순, 노태희(2008). 환경과학자 그리기를 이용한 환경과학자와 환경과학자가 하는 일에 대한 고등학생들의 인식 조사. **한국과학교육학회지**, 28(5), 453-463.
- 주은정, 이수영, 김재근, 이지영(2009). 초등학교 3학년의 과학자와 과학 학습에 대한 이미지 분석. **초등과학교육**, 28(1), 35-45.
- 채희인, 노석구(2013). STEAM 활동이 초등학생의 과학탐구능력 및 과학에 대한 태도에 미치는 영향. **과학교육연구지**, 37(3), 417-433.

- 최도성, 최규식, 남철우, 김정길, 김석중, 송판섭, 한광래, 한효의(2000). 초등학교 자연과 '작은 생물'단원의 수업 실태 분석. **한국초등과학교육학회지**, 19(1), 157-170.
- 최소영(2013). 그리기 활동을 통한 고등학생들의 인간과 환경의 관계에 대한 인식 및 성별차 조사. **환경교육**, 26(1), 49-61.
- 최영미, 홍승호(2013a). 주변의 생물을 주제로 한 STEAM 프로그램이 초등과학 영재학생에게 미치는 영향. **생물교육**, 41(4), 569-588.
- 최영미, 홍승호(2013b). 초등과학 '작은 생물의 세계' 단원에 대한 STEAM 프로그램 개발 및 적용 효과. **초등과학교육**, 32(3), 361-377.
- 최영미, 홍승호(2013c). 새로운 학습 소재 '미소종 패류'를 활용한 탐구 수업 프로그램의 개발. **생물교육**, 41(1), 21-36.
- 최영미, 홍승호(2014a). 초등학생들의 작은 생물에 대한 개념 연구. **한국초등교육**, 25(4), 69-89.
- 최영미, 홍승호(2014b). 작은 생물 서식 환경에 대한 그리기와 연상 단어 분석을 통한 초등학생의 인식 연구. **환경교육**, 27(3), 330-344.
- 최영미, 홍승호(2014c). 작은 생물을 연구하는 과학자에 대한 초등학생들의 인식 및 이미지 분석. **초등과학교육**, 33(4), 655-673.
- 최영미, 홍승호(2015). 예비 초등교사가 생각하는 작은 생물에 대한 이미지, 연상 용어, 우리 생활과의 관계. **교원교육**, 31(2), 107-131.
- 최유현, 문대영, 강경균, 이진우, 이주호(2008). STEM 기반 발명영재교육 프로그램 개발과 적용 효과. **한국기술교육학회지**, 8(2), 143-164.
- 태지훈(2012). **영재를 위한 차별화된 융합인재교육(STEAM)의 방향 모색**. 인천대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 하병권, 이용복, 하옥선, 신명주(2000). 초등학교 학생들의 과학 탐구 능력 측정 도구 개발. **과학과 수학교육 논문지**, 26, 33-72.
- 하충호(2004). **작은 생물 관찰을 위한 멀티미디어 타이틀 설계 및 구현**. 울산대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 허정림, 최경희, 박석순(2011). 생태환경교육을 통한 초등학생의 환경 인식 변화에 관한 연구. **환경교육**, 24(1), 12-25.
- 홍민아, 황복기, 최정훈(2012). 물의 오염도 측정에 대한 STEAM 교육 교재개발. **한국환경과학회지**, 21(8), 909- 929.
- 홍병선(2009). 대학교육에 대한 사회적 요구와 대안 모색: 교육경쟁력 강화를 위한

- 융합교과목 개발. *교양교육연구*, 3(2), 51-78.
- 홍승호(2009). 초등학생들의 환경오염 개념에 대한 인식 수준 연구. *환경교육*, 22(3), 63-71.
- 환경부(2013). *환경정책기본법*. Retrieved Jul. 6, 2014, from <http://www.me.go.kr/home/web/index.do?menuId=70>
- 황광석(2013). 초등학교 5학년 '전기회로' 단원의 STEAM교육이 과학에 대한 태도 및 수업만족에 미치는 영향. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 황신영, 김연정, 허명(2009). 한국과 미국 고등학교 생물교과서의 비유 분석. *교과교육학연구*, 13(2), 257-277.
- 황영록(2002). 초등학생의 생물학적 오개념에 대한 연구: 초등학교 6학년을 대상으로. 경희대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Alerby, E. (2000). A way of visualizing children's and young people's thoughts about the environment: A study of drawings. *Environmental Education Research*, 6(3), 205-222.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D. & Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: A cognitive view* (2nd ed.). New York: Holt Rinehart & Winston.
- Barman, C. R. (1997). Student views of scientists and science: Results from a national study. *Science and Children*, 35(1), 18-23.
- Barman, C. R. (1999). Students' views about scientists and school science: Engaging K-8 teachers in a national study. *Journal of Science Teacher Education*, 10(1), 43-54.
- Basham, J. D., & Marino, M. T. (2013). Understanding STEM education and supporting students thorough universal design for learning. *Teaching Exceptional Children*, 45(4), 8-15.
- Benthin, A., Slovic, P., Poran, P., Severson, H., Mertz, C. K., & Gerrard, M. (1995). Adolescent health-threatening and health-enhancing behaviors: A study of word association and imagery. *Journal of Adolescent Health*, 17(3), 143-152.
- Bergman, D. J., & Olson, J. (2011). Got inquiry? *Science and Children*, 48(7), 44-48.
- Brown, J. (2012). The current status of STEM education research. *Journal of*

- STEM Education: Innovations & Research*, 13(5), 7-11.
- Byrne, J. (2011). Models of micro-organisms: Children's knowledge and understanding of micro-organisms from 7 to 14 years old. *International Journal of Science Education*, 33(14), 1927-1961.
- Byrne, J., & Grace, M. (2010). Using a concept mapping tool with a photograph association technique (CoMPAT) to elicit children's ideas about microbial activity. *International Journal of Science Education*, 32(4), 479-500.
- Chambers, D. W. (1983). Stereotypic images of the scientist: The Draw-a-Scientist Test. *Science Education*, 67(2), 255-265.
- Cunningham, C. M. (2009). Engineering is elementary. *The Bridge*, 30(3), 11-17.
- DeJarnette, N. K. (2012). America's children providing early exposure to STEM (Science, Technology, Engineering and Math) initiatives. *Education*, 133(1), 77-84.
- Dewey, J. (1933). *How we think: A restatement of the relation of reflective thinking to the educative process*. IL: Health and Company.
- Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (1985). *Children's idea in science*. Buckingham: Open University Press.
- Estes, F., & Dettloff, L. (2008). Inquiring minds: reaching gifted students with challenging science. *Understanding Our Gifted*, 21(1), 19-23.
- Finson, K. D. (2002). Drawing a scientist: What we do and do not after fifty years of drawings. *School Science and Mathematics*, 102(7), 335-345.
- Finson, K. D. (2003). Applicability of the DAST-C to the images of scientists drawn by students of different racial groups. *Journal of Elementary Science Education*, 15(1), 15-26.
- Finson, K. D., Beaver, J. B. & Cramond, B. L. (1995). Development and field test of a checklist for the Draw-a-Scientist Test. *School Science and Mathematics*, 95(41), 195-205.
- Gelamdin, R. B., Alias, N. & Attaran, M. (2013). Students' and teachers' perspectives on biotechnology education: A review on publications in selected journals. *Life Science Journal*, 10(1), 1210-1221.
- Gilbert, J. K., Osborne, R. J. & Fensham, P. J. (1982). Children's science and its consequence for teacher. *Science Education*, 66(4), 623-633.

- Harms, U. (2002). Biotechnology education in schools. *Electronic Journal of Biotechnology*, 5(3), 205-211.
- International Technology and Engineering Educators Association (ITEEA). (2011). *Engineering by Design* (EbD). Retrieved August 6, 2013, from <http://www.iteea.org/>
- Jones, M. G. & Rua, M. J. (2006). Conceptions of germs: Expert to novice understandings of microorganisms. *Electronic Journal of Science Education*, 10(3), [http:// wolfweb.unr.edu/homepage/crowther/ejse/ejsev10n3.html](http://wolfweb.unr.edu/homepage/crowther/ejse/ejsev10n3.html)
- Karadon, H. D. & Şahin, N. (2010). Primary school students' basic knowledge, opinions and risk perceptions about microorganisms. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 4398-4401.
- Kress, G., Jewitt, C., Ogborn, J., & Tsatsarelis, C. (2001). *Multimodal teaching and learning: The rhetorics of the science classroom*. London: Continuum.
- Losh, S. C., Wilke, R. & Pop, M. (2008). Some methodological issues with "draw a scientist tests" among young children. *International Journal of Science Education*, 30(6), 773-792.
- Loughland, T., Reid, A., Walker, K., & Petocz, P. (2003). Factors influencing young people's conceptions of environment. *Environmental Education Research*, 9(1), 3-19.
- Mager, R. F., & Beach, K. M. (1967). *Developing vocational education*. CA: Fearon Publishers.
- Marek, E. A. (1986). They misunderstand, but they'll pass. *The Science Teacher*, 53(9), 32-35.
- McCloskey, M. (1983). Intuitive physics. *Scientific American*, 248, 122-238.
- Mead, M. & Metraux, R. (1957). Image of the scientist among high school students: A pilot study. *Science*, 126, 386-690.
- Monhardt, R. M. (2003). The image of the scientist through the eyes of Navajo children. *Journal of American Indian Education*, 42(3), 25-39.
- Narayan, P., Park, S., Peker, D. & Suh, J. (2013). Students' images of scientists and doing science: An international comparison study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 9(2), 115-129.
- National Center for Technology Literacy (NCTL). (2009). *The Engineering is*

- Elementary* (EiE). Retrieved November 11, 2011, from <http://www.mos.org/eie/>
- Nelson Laird, T. F., Sullivan, D. F., Zimmerman, C., & McCormick, A. C. (2011). STEM/Non-STEM differences in engagement at US institutions. *Peer Review, 13*(3), 23-26.
- OECD. (2007). *PISA 2006 Science Competencies for tomorrow's world*. Volume 1: Analysis. Paris: OECD.
- Oliver, J. S. & Simpson, R. D. (1988). Influences of attitude toward science, achievement motivation, and science self concept on achievement in science: a longitudinal study. *Science Education, 72*(2), 143-155.
- Osborne, R. J. & Wittrock, M. (1985). The generative learning model and its implications for science education. *Studies in Science Education, 12*, 59.
- Özel, M. (2012). Children's image of scientists: Does grade level make a difference? *Educational Sciences: Theory & Practice, 12*(4), 3187-3198.
- Pines, A. L. & West, L. H. T. (1986). Conceptual understanding and science learning: An interpretation of research within a source-of-knowledge framework. *Science Education, 70*(5), 583 - 604.
- Rennie, L. J. & Jarvis, T. (1995). Children's choice of drawings to communicate their ideas about technology. *Research in Science Education, 25*(3), 239-252.
- Rubin, E., Bar, V. & Cohen, A. (2003). The images of scientists and science among Hebrew-and Arabic-speaking pre-service teachers in Israel. *International Journal of Science Education, 25*(7), 821-846.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *Technology Teacher, 68*(4), 20-26.
- Schibeci, R. (2006). Student images of scientists: What are they? Do they matter? *Teaching Science, 52*(2), 12-16.
- Seels, B. B., & Richey, R. C. (1994). *Instructional technology*. IN: Association for Educational Communications and Technology.
- Shepardson, D. P., Wee, B., Priddy, M., Schellenberger, L., & Harbor, J. (2007). What is a watershed? Implications of student conceptions for environmental science education and the national science education standards. *Science Education, 91*(4), 554-578.

- Simonneaux, L. (2000). A study of pupils' conceptions and reasoning in connection with 'microbes', as a contribution to research in biotechnology education. *International Journal of Science Education*, 22(6), 619- 644.
- Sternberg, R. J., & Williams, W. M. (2002). *Educational psychology*. New York: Pearson Education, Inc.
- Toğrol, A. Y. (2013). Turkish students' images of scientists. *Journal of Baltic Science Education*, 12(3), 289-298.
- White, D. W. (2013). Urban STEM education: a unique summer program. *Technology and Engineering Teacher*, 72(5), 8-13.
- White, R., & Gunstone, R. (1992). *Probing understanding*. New York: Routledge.
- Yakman, G. & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(6), 1072-1086.
- Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *School Science and Mathematics*, 112(1), 12-19.

ABSTRACT

The Development and Application of a STEAM Program to Improve Elementary Student' Conception and Perception on Small Organisms

Yougmi Choi

Department of Elementary Science Education

Graduate School

Jeju National University

Supervisor: Prof. Seung-Ho Hong

The purpose of this study was to research effective teaching and learning approach regarding small organisms by developing and applying STEAM program based on elementary school students' scientific understanding and conception on small organisms.

First, the study on conception of elementary students regarding small organisms was engaged to provide the basic data for effective teaching strategy by analyzing the inclination of their conceptions. Twenty three questions were developed to examine the conceptions of fifth and sixth grade 642 elementary school students. They had the comparatively low scientific knowledge on the level of understanding the concepts of small organisms of their own. In particular, the wrong answer rates of 'appearance and environment' and 'characteristics' sections were high. Furthermore, the significant differences were shown between urban and rural areas($p < .001$), male and female students($p < .001$), also fifth and sixth grades($p < .05$).

Next, the purpose of this study was to investigate elementary students' perceptions concerning inhabiting environments of small organisms through analysis of drawings and associated words. The participants were 449 elementary students from grades 5th and 6th living in J province. The results showed that the largest proportion of the students answered small-sized animals and/or plants as associated words about small organisms. The students had beneficial and detrimental perceptions about the influence of small sized organisms without a one-sided inclination. Students' conceptions of the habitats in which small organisms live were related to four categories, the ground, the hydrosphere, the living environment, and 'everywhere'. The study of image analysis on scientists studying small organisms was considered of perception for them by investigating images on scientists reflected in elementary student's drawing using a modified version of the Drawing-A-Scientist-Test. The participants were 530 of fifth and sixth graders consisted of 449 ordinary students and 81 science gifted students. The results indicated that more stereotypes of scientists' appearance were exhibited at sixth graders and city region group. Most of the students depicted indicators such as lab coat, glasses, scientific instruments for observing, indoor, male and young, whereas only a few students depicted collaborative work. There was statistically significant difference between girls and boys, because boys perceived male scientists only, while half of girls depicted female. More frequent research instruments and scientific captions were used when science gifted students depicted scientists studying small organisms.

Third, the study was on the development of STEAM program regarding small organisms to develop STEAM teaching materials about 'world of small organisms' unit on elementary science education. The STEAM teaching materials includes students' STEAM book, teachers' guide, story-telling book and multimedia teaching aids consisted of practical resources to manage STEAM lessons. The whole program was designed from multidisciplinary integration to extradisciplinary integration through activities making creative products, meanwhile each period had discretionary S, T, E, A, M factors

specifically.

Finally, on the application effects of STEAM program was to apply lesson using them for the 5th and 6th graders. To examine the effects of integrated lesson on scientific knowledge, process skills, and affective domain, the study subjects were divided into two groups. The experimental group was composed of 69 individuals participated in STEAM lesson, while students of the control group were 67 individuals learned through general learning methods. The developed STEAM teaching materials affected significantly on scientific achievements and affective domain of elementary school students, but process skills were not increased significantly. In the present study, therefore, the approach applying STEAM education could be suggested as alternative learning materials or supplementary teaching materials at the field of small organisms in elementary science sufficiently. On the other hand, developed STAEM program was applied for comparing with gifted group as well. The purpose of the present study was to examine relative effects of the STEAM program with regard to small organisms on science achievements, process skills and affective domain. It was also intended to compare how to carry it out when gifted students and general students learn through the STEAM lessons. The program was applied to 29 gifted students and 69 general students for 10 class hours. In intragroup, the STEAM lessons affected on science achievements to gifted group only ($p < .01$), but significantly on affective domain to both gifted ($p < .001$) and general groups ($p < .01$). In comparison of intergroup, there were significant differences on achievements ($p < .05$) and process skills ($p < .05$). Gifted group tended to make STEAM products more various than general group.

With regards of the students' low conceptual understanding of small organisms, the development of teaching materials included STEAM activities is important to form the correct scientific concepts to the students. These results could contribute to developing a curriculum concerning small organisms and the environments in which they live within the ecosystem. The results of this study suggest that gifted students are more suitable to this STEAM program compared general students, but if general students be

trained to have high self-learning abilities, it would be useful to adjust to STEAM lessons. Future studies will be required to design STEAM programs according to characteristics of learners.

* **Key words** : small organism, STEAM, scientific conception, perception, elementary student, process skills, affective domain

부 록

[부록 1] 과학 개념 검사 주관식 문항

[부록 2] 과학 개념 검사 객관식 문항

[부록 3] 단어 연상 및 서식 환경 그리기 검사지

[부록 4] 작은 생물을 연구하는 과학자 그리기 검사지

[부록 5] 과학 탐구 능력 검사 문항

[부록 6] 정의적 영역 검사 문항

[부록 7] 수업 만족도 조사 설문지

[부록 8] 전문가 STEAM 프로그램 타당도 검토 양식

[부록 9] STEAM 프로그램 교사용 지도서

[부록 10] 비교반 일반 교수·학습 과정안

작은 생물의 생김새와 사는 환경

※ 작은 생물의 생김새와 사는 환경에 대해서 자세하게 써봅시다.

1. 해캄의 생김새와 사는 환경을 적어 보세요.

(1) 생김새: _____

(2) 사는 환경: _____

2. 물벼룩의 생김새와 사는 환경을 적어 보세요.

(1) 생김새: _____

(2) 사는 환경: _____

3. 개구리밥의 생김새와 사는 환경을 적어 보세요.

(1) 생김새: _____

(2) 사는 환경: _____

4. 플라나리아의 생김새와 사는 환경을 적어 보세요.

(1) 생김새: _____

(2) 사는 환경: _____

5. 우산이끼의 생김새와 사는 환경을 적어 보세요.

(1) 생김새: _____

(2) 사는 환경: _____

6. 장구벌레의 생김새와 사는 환경을 적어 보세요.

(1) 생김새: _____

(2) 사는 환경: _____

7. 지렁이의 생김새와 사는 환경을 적어 보세요.

(1) 생김새: _____

(2) 사는 환경: _____

8. 개미의 생김새와 사는 환경을 적어 보세요.

(1) 생김새: _____

(2) 사는 환경: _____

9. 곰팡이의 생김새와 사는 환경을 적어 보세요.

(1) 생김새: _____

(2) 사는 환경: _____

작은 생물의 특징

1. 개구리밥은 물 위에 떠서 살아간다. 그 까닭을 적어 보세요.

2. 플라나리아가 움직이는 모양을 설명해보세요.

3. 장구벌레는 꼬리를 물 표면에 가만히 대고 멈추는 행동을 한다. 그 까닭을 적어 보세요.

4. 곰팡이는 스스로 양분을 만들어 살아갈까요? 예 (), 아니오 ()
답을 택한 이유도 적어 보세요.

5. 비가 오는 날 땅 위에서 지렁이를 많이 볼 수 있다. 그 까닭을 적어 보세요.

6. 개미가 큰 음식물을 어떻게 운반하는지 쓰세요.

인간과의 관계

○ 우리 생활과의 관계

1. 무당벌레가 농사에 도움이 되는 점을 예를 들어 설명해보세요.

2. 다음 중 발효 음식의 종류가 아닌 것을 모두 고르세요.

치즈, 김치, 두부, 요거르트, 소시지, 된장, 청국장, 젓갈, 두유, 식초

○ 건강과의 관계

1. 모기의 피해를 막을 수 있는 방법을 써보세요.

2. 대장균이 우리의 건강에 미치는 영향을 써보세요.

3. 작은 생물이 우리 건강에 주는 이로운 점을 한 가지 예를 들어 설명하세요.

4. 작은 생물이 우리 건강에 주는 해로운 점을 한 가지 예를 들어 설명하세요.

[부록 2] 과학 개념 검사 객관식 문항

작은 생물의 분류

1. 다음 <보기> 중에서 물에 사는 작은 생물을 모두 고른 것은 어느 것일까요? ()

<보기>

해감, 우산이끼, 지렁이, 물벼룩, 개구리밥, 플라나리아, 개미, 장구벌레, 소금쟁이, 검정말, 무당벌레, 솔이끼

- ① 해감, 물벼룩, 개구리밥, 소금쟁이
- ② 해감, 물벼룩, 개구리밥, 장구벌레, 소금쟁이
- ③ 해감, 물벼룩, 개구리밥, 플라나리아, 장구벌레, 소금쟁이
- ④ 해감, 물벼룩, 개구리밥, 플라나리아, 장구벌레, 소금쟁이, 검정말
- ⑤ 해감, 우산이끼, 물벼룩, 개구리밥, 플라나리아, 장구벌레, 소금쟁이, 검정말, 솔이끼

2. 다음 <보기> 중에서 땅에 사는 작은 생물을 모두 고른 것은 어느 것일까요? ()

<보기>

해감, 우산이끼, 지렁이, 물벼룩, 개구리밥, 플라나리아, 개미, 장구벌레, 소금쟁이, 검정말, 무당벌레, 솔이끼

- ① 지렁이, 개미
- ② 지렁이, 개미, 무당벌레
- ③ 우산이끼, 지렁이, 개미, 무당벌레, 솔이끼
- ④ 지렁이, 플라나리아, 개미, 장구벌레, 무당벌레
- ⑤ 우산이끼, 지렁이, 개미, 무당벌레, 솔이끼, 검정말

작은 생물의 생김새와 사는 환경

※ 작은 생물의 생김새와 사는 환경에 대한 물음입니다. 자신이 생각하는 답을 ()안에 적으세요.

3. 해감의 생김새와 사는 환경을 바르게 설명한 것은 무엇입니까? ()

- ① 넓적하고 녹색을 띠며 고인 물에서 산다.
- ② 나무줄기 모양으로 길쭉하며 깊은 물속에서 산다.
- ③ 구불구불하며 갈색으로 고인 물에서 산다.
- ④ 실 모양으로 길며 고인 물에서 산다.
- ⑤ 그물 모양으로 흐르는 물에서 이동하며 산다.

4. 물벼룩에 대한 설명으로 옳은 것은 어느 것입니까? ()

- ① 가슴에 다리가 붙어 있다.
- ② 흐르는 깨끗한 물에 산다.
- ③ 물벼룩은 헤파리처럼 생겼다.
- ④ 곱팡이가 있는 곳에서 많이 볼 수 있다.
- ⑤ 벼룩을 물에 넣으면 물벼룩이 된다.

5. 개구리밥에 대한 설명으로 옳은 것은 어느 것입니까? ()

- ① 뿌리, 줄기, 잎의 구분이 분명하다.
- ② 잎의 모양이 뾰족하며 색깔은 연녹색이다.
- ③ 강물 속에서 산다.
- ④ 뿌리는 실뿌리로 물속의 땅에 박혀 있다.
- ⑤ 잎의 수는 1장, 2장, 3장으로 되어 있는 것도 있으며 흰 뿌리가 있다.

6. 플라나리아에 대한 설명으로 옳은 것은 어느 것입니까? ()

- ① 머리는 둥글며 몸은 길쭉하고 기어간다.
- ② 좌우가 비대칭형이며 깨끗한 물에서 산다.
- ③ 머리는 세모 모양이며 등과 배의 색깔이 다르고 눈이 2개 이다.
- ④ 지렁이처럼 생겼고 몸을 자르면 눈이 있는 쪽만 살아난다.
- ⑤ 화살표처럼 생겼고 물이 고인 곳에서 산다.

7. 우산이끼에 대한 설명으로 옳은 것은 어느 것입니까? ()

- ① 뿌리, 줄기, 잎을 명확하게 구별할 수 있다.
- ② 갈라진 우산 모양을 하고 있는 것이 수그루이다.
- ③ 물을 빨아들이기 위한 단단한 원뿌리를 가지고 있다.
- ④ 우산이끼는 고여 있는 물보다는 흐르는 물에서 산다.
- ⑤ 햇빛이 비치지 않는 그늘진 나무 그늘 아래나 돌 틈에서 볼 수 있다.

8. 장구벌레에 대한 설명으로 옳은 것은 어느 것입니까? ()

- ① 장구벌레는 산골짜기의 맑은 물에서 산다.
- ② 땅 위에서도 숨을 쉴 수 있는 구조를 가지고 있다.
- ③ 장구벌레는 잠자리의 애벌레이다.
- ④ 장구벌레는 번데기를 거치지 않고 성충이 된다.
- ⑤ 머리, 가슴, 배의 세 부분으로 되어 있고 머리와 꼬리를 붙이는 동작으로 움직인다.

9. 지렁이에 대한 설명으로 옳은 것은 어느 것입니까? ()

- ① 풀이나 나뭇잎이 썩어 있고 햇빛이 적당히 들어오는 곳을 좋아한다.
- ② 지렁이는 가늘고 길며 여러 개의 고리 모양 마디를 가지고 있고 머리 쪽에 굵은 형태의 띠가 있다.
- ③ 뱀처럼 매끈한 비늘로 싸여있다.
- ④ 지렁이는 몸을 좌우로 비틀고 흔들어서 움직인다.
- ⑤ 지렁이의 머리 쪽과 꼬리 쪽을 각각 당기면 배 옆의 털 때문에 꼬리 쪽이 잘 당겨진다.

10. 개미에 대한 설명으로 옳지 않은 것은 어느 것입니까? ()

- ① 단단한 몸과 이빨을 가지고 있다.
- ② 머리, 가슴, 배로 구분되어 있다.
- ③ 다리가 6개 있다.
- ④ 더듬이가 있다.
- ⑤ 틈이 많은 나무껍질에도 산다.

11. 곱팡이에 대한 설명으로 옳은 것은 어느 것입니까? ()

- ① 그늘지고 축축한 곳에서 자라기 때문에 우리들에게 해로운 것들이다.
- ② 습기만 있으면 스스로 양분을 만들어 살아간다.
- ③ 뿌리, 줄기, 잎의 구분이 뚜렷하다.
- ④ 식빵에 생긴 곱팡이는 가는 실 모양을 하며 끝에 둥글둥글한 것이 달려있다.
- ⑤ 누룩곰팡이는 빵을 부풀게 하는 재료로 쓰이며 가는 실이 없는 곱팡이이다.

작은 생물의 특징

12. 개구리밥은 물 위에 뜰 수 있습니다. 그 까닭은 무엇인가요? ()
- ① 뿌리에 공기 주머니가 있기 때문이다.
 - ② 뿌리가 물을 흡수하기 위해서이다.
 - ③ 개구리가 쉽게 먹을 수 있기 때문이다.
 - ④ 숨을 쉬기 위해서이다.
 - ⑤ 잎이 작고 납작하기 때문이다.
13. 플라나리아가 움직이는 모양에 대해서 바르게 설명한 것을 고르세요. ()
- ① 물 위에 등등 떠다닌다.
 - ② 지렁이와 같이 몸의 굽기를 변화시키면서 기어간다.
 - ③ 몸이 오징어 모양으로 좌우로 흔들면서 움직인다.
 - ④ 움츠렸다 폈다를 반복하여 움직인다.
 - ⑤ 물벼룩처럼 튀어 다닌다.
14. 장구벌레가 가끔씩 꼬리를 물 표면에 대고 있는 까닭은 무엇인가? ()
- ① 먹이를 찾기 위해서 하는 행동이다.
 - ② 알을 낳으려고 하는 과정이다.
 - ③ 호흡을 하기 위해서 하는 행동이다.
 - ④ 헤엄을 치기 위한 준비 동작이다.
 - ⑤ 천적으로부터 자신을 보호하기 위한 행동이다.
15. 다음 중 곰팡이에 대한 설명으로 옳은 것은? ()
- ① 식물이기 때문에 스스로 양분을 만들어 살아간다.
 - ② 습한 곳에서 양분을 만들며 살아간다.
 - ③ 곰팡이는 주로 물기를 먹고 산다.
 - ④ 스스로 양분을 만들지 못하므로 다른 생물에 붙어서 살아간다.
 - ⑤ 공기 중 먼지를 먹으며 살아간다.
16. 비가 오는 날 땅 위에서 지렁이를 많이 볼 수 있는 까닭은 무엇인가? ()
- ① 짝짓기하기에 유리하기 때문이다.
 - ② 피부로 호흡을 하기 때문이다.
 - ③ 빗물에 몸을 씻기 위해서이다.
 - ④ 땅 표면이 부드러워져서 이동하기 좋기 때문이다.
 - ⑤ 비가 내려서 시원하기 때문이다.
17. 개미가 큰 음식을 어떻게 운반할까요? ()
- ① 단단한 턱으로 먹이를 잘라 운반한다.
 - ② 등에 젖혀 운반한다.
 - ③ 더듬이로 운반한다.
 - ④ 마다에 실어서 운반한다.
 - ⑤ 다리로 들어 올려서 운반한다.
18. 물과 땅에 사는 작은 생물들의 일반적인 특징으로 옳은 것은 어느 것입니까? ()
- ① 물에 사는 작은 생물은 물살이 센 곳에 주로 산다.
 - ② 작은 생물은 사는 환경이 바뀌어도 적응하는 데 지장이 없다.
 - ③ 땅에 사는 작은 생물은 건조하고 햇빛이 드는 곳을 좋아한다.
 - ④ 작은 생물은 매우 작아 물이 없어도 살 수 있다.
 - ⑤ 물의 흐르는 정도, 물의 깊이, 물의 양 등에 따라서 사는 작은 생물의 종류가 다르다.

작은 생물과 인간과의 관계

○ 우리 생활과의 관계

19. 무당벌레가 농사에 도움이 되는 점은 무엇입니까? ()
- ① 새들이 농작물보다 무당벌레를 먹으려고 하기 때문이다.
 - ② 작물이 빨리 익는데 도움을 준다.
 - ③ 배설물로 비옥한 거름을 만들 수 있다.
 - ④ 진딧물의 천적으로서 유기농법에 이용된다.
 - ⑤ 농약을 좋아해서 먹어 치우기 때문이다.

20. 다음 중 발효 음식이 아닌 것을 모두 고른 것은 어느 것 일까요? ()

치즈, 김치, 두부, 요구르트, 소시지, 된장,
청국장, 젓갈, 두유, 식초

- ① 소시지, 두유
- ② 소시지, 청국장
- ③ 두부, 소시지, 두유
- ④ 소시지, 두유, 식초
- ⑤ 두부, 소시지, 두유, 식초

○ 건강과의 관계

21. 모기의 피해를 막기 위한 방법에 대한 설명으로 옳은 것을 고르시오. ()

- ① 주변에 물을 뿌려 고인 물을 만든다.
- ② 독감 바이러스와는 달리 모기에 의한 질병은 예방접종의 효과가 없다.
- ③ 모기 유충이 사는 곳에 미꾸라지나 송사리 같은 천적을 살게 한다.
- ④ 활동 후에 몸을 씻지 않는 것이 효과적이다.
- ⑤ 방충망 또는 모기장을 치면 도움이 되지 않는다.

22. 대장균이 우리의 건강에 미치는 영향에 대한 설명으로 옳지 않은 것을 고르시오. ()

- ① 대장 속에 살며 우리 몸에 필요한 물질을 만든다.
- ② 대장의 기능을 억제하는 역할을 한다.
- ③ 대장균으로 암을 진단, 치료한다.
- ④ 병을 일으킬 수 있는 세균 번식을 막는다.
- ⑤ 대장 밖에서는 식중독을 일으킬 수도 있다.

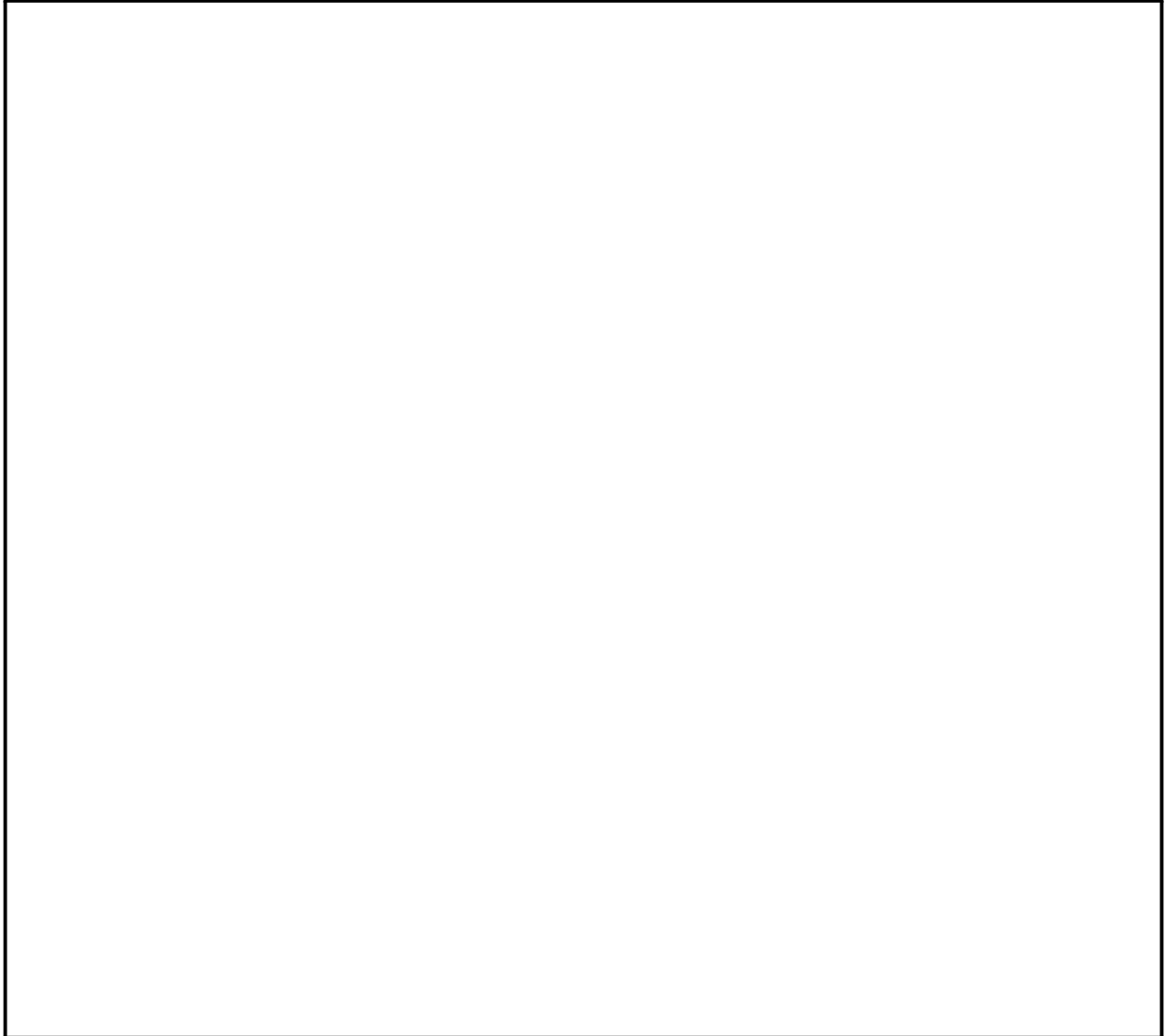
23. 작은 생물이 우리 건강에 주는 영향에 대한 설명으로 옳은 것은? ()

- ① 곰팡이는 항생제로 이용되지 않는다.
- ② 유산균은 우리 몸속에서 복통을 일으킨다.
- ③ 독감 바이러스는 발열, 두통을 일으키며 심하면 사망에 이른다.
- ④ 우산이끼 같은 생물은 물을 더럽게 한다.
- ⑤ 지렁이의 분변토는 인간에게 해롭다.

<끝>

[부록 4] 작은 생물을 연구하는 과학자 그리기 검사지

5. '작은 생물'을 연구하는 과학자를 그림으로 그려 봅시다.



5-1. 위의 그림은 무엇을 그린 것인지 구체적으로 설명해 보세요.

[부록 5] 과학 탐구 능력 검사 문항

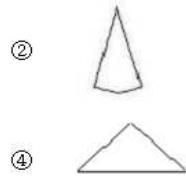
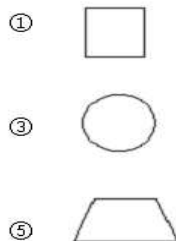
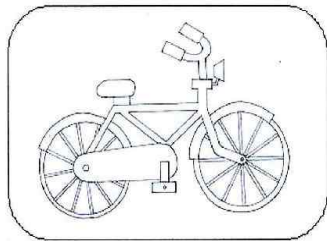
과학 탐구 능력 검사지

이 검사지는 여러분의 과학탐구능력을 측정하기 위한 검사지입니다. 검사의 결과는 여러분의 성적과는 아무 관련이 없으며 그 결과 또한 공개하지 않습니다.

학교명: _____ 초등학교 제 _____ 학년 _____ 반 성별: 남 여

※ 문제를 차근차근 잘 읽고 잘 생각하여 맞는 답을 골라 () 안 에 번호를 적으세요.

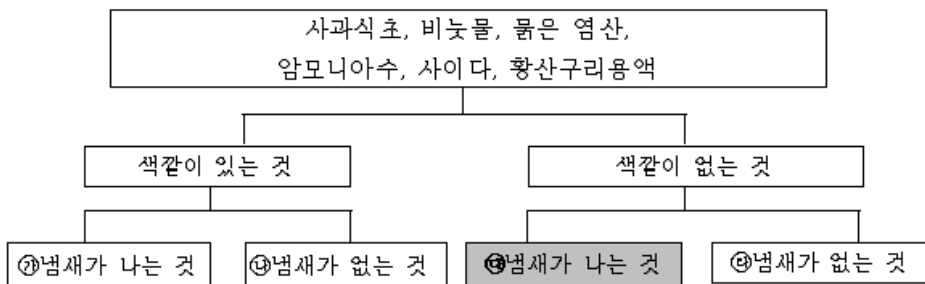
1. 다음 그림을 보고 그림에서 찾을 수 있는 도형이 아닌 것은? ()



2. 다음 표는 여러 가지 용액들을 관찰한 결과를 정리한 것이다.

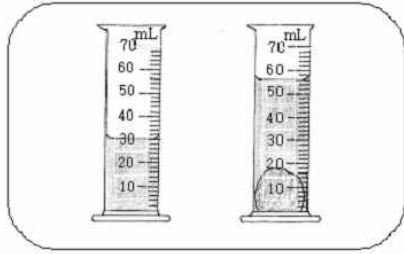
용액	성질	색깔	투명도	냄새	용액	성질	색깔	투명도	냄새
사과식초		노란색	○	시큼한 냄새	암모니아수		무색	○	화장실 냄새
비눗물		흰색	×	비누 냄새	사이다		무색	○	없음
뉘은 염산		무색	○	없음	황산구리용액		파랑색	○	없음

위의 표를 바탕으로 하여 아래 도표와 같이 용액을 분류한다면 ㉔에 해당하는 것은? ()



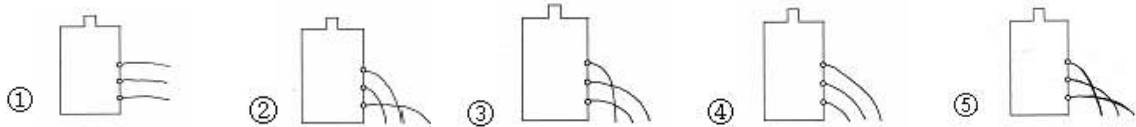
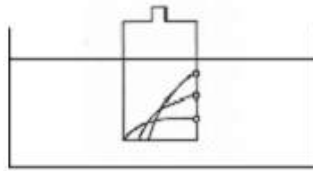
① 암모니아수 ② 황산구리 용액 ③ 비눗물, 사이다 ④ 뉘은 염산, 사이다 ⑤ 사과식초, 비눗물

3. 물이 든 눈금실린더에 울퉁불퉁한 모양의 돌을 넣었더니 아래 그림과 같이 물의 높이가 높아졌다. 이 돌이 물속에서 차지하는 부피는 몇 mL일까? ()

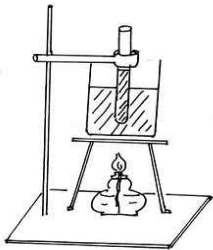


- ① 23 mL
- ② 26 mL
- ③ 28 mL
- ④ 32 mL
- ⑤ 56 mL

4. 물이 든 수조에 세로 방향으로 구멍을 뚫은 뚜껑이 열린 PET병을 넣으면 아래 그림과 같은 모양으로 물이 PET병 안으로 들어온다. 이 PET병에 물을 가득 채운 후 수조 밖으로 꺼내면, PET 병 안에서 밖으로 빠져 나가는 물줄기의 모양은?(단, PET병의 뚜껑은 열어 놓고 실험한다) ()



5. 철민이는 '물을 가열하면 물의 부피가 늘어난다'는 사실을 배웠다. 그런데 시험관에 물을 담고 가열하였더니 시간이 지날수록 시험관 속의 물이 줄어들었다. 왜 그럴까? ()



- ① 비커의 물 때문에 열이 잘 전달되지 않아서이다.
- ② 시험관의 입구를 통해 물이 증발되었기 때문이다.
- ③ 시험관을 통해 비커로 물이 새어 나왔기 때문이다.
- ④ 물은 가열하면 부피가 줄어드는 성질이 있는데 잘못 배운 것이다.
- ⑤ 열에 의해 시험관의 부피가 늘어나서 물의 높이가 낮아졌기 때문이다.

6. 철판 위에 종이, 숯, 나무를 올려놓고 알코올 램프로 가열하였더니 제일 먼저 숯에 불이 붙었고 두 번째는 종이, 세 번째는 나무의 순서로 불이 붙었다.



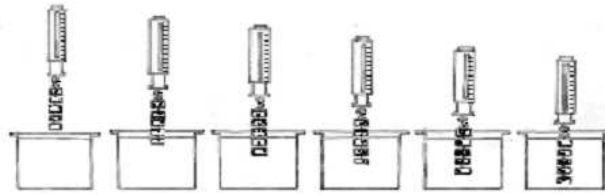
이 실험은 무엇을 알아보기 위한 실험인가? ()

- ① 불이 붙는 조건을 알아보기 위한 실험이다.
- ② 물질의 종류에 따라 연기의 색깔을 알아보려는 실험이다.
- ③ 불이 붙는 데는 열이 필요하다는 것을 알아보는 실험이다.
- ④ 나무를 이용하여 만든 물질의 성질을 알아보기 위한 실험이다.
- ⑤ 물질에 따라 불이 붙는데 걸리는 시간을 알아보기 위한 실험이다.

7. '소금 알갱이의 크기가 작을수록 빨리 녹을 것이다'라는 예상을 한 후 실험 계획을 세웠다. 이 실험의 예상을 확인하기 위해 다르게 해 줘야 하는 조건은 무엇일까? ()

- ① 같은 양의 소금을 하나는 500mL의 물에, 다른 하나는 200mL의 물에 녹인다.
- ② 두 비커에 같은 양의 소금과 물을 넣은 후 한쪽은 저어주고 다른 한쪽은 저지 않는다.
- ③ 한쪽은 소금을 막자사발에 곱게 갈고 다른 하나는 소금 알갱이 그대로 사용하여 녹인다.
- ④ 같은 양의 소금을 한쪽 비커는 상온(20℃)의 물에 다른 쪽 비커는 알코올 램프로 가열한 물에 녹인다.
- ⑤ 같은 양의 물이 담긴 비커 두 개에, 한쪽 비커에는 소금 20g을 다른 쪽 비커에는 소금 50g을 녹인다.

8. 용수철 저울에 20g짜리 추를 5개 달고 무게를 재어보니 100g이었다. 물이 담긴 수조에 추가 담기도록 재어보니 그 결과는 다음과 같았다. 그 결과를 바르게 설명한 것은? ()



수조 물 속에 담긴 추의 수	0	1	2	3	4	5
용수철의 눈금	100g	98g	96g	94g	92g	90g

- ① 물속이나 물 밖이나 추의 무게와는 상관없다.
- ② 추가 물속에 많이 들어간 만큼 물의 높이도 높아진다.
- ③ 물속에서 무게를 재면 물의 무게까지 더해져 점점 무거워진다.
- ④ 물속에서 무게를 재면 추가 물 위에 떠서 정확하게 잴 수 없다.
- ⑤ 물속에 추가 더 많이 잠길수록 용수철의 눈금 숫자 크기는 작아진다.

9. 다음의 사실을 바탕으로 결론을 바르게 정리한 것은? ()

가. 문 틈새로 빛이 곧게 들어온다.
 나. 창문을 통해 아침 햇살이 곧게 들어온다.
 다. 전구의 불빛이 물체를 지나 그림자를 만들었다.

- ① 빛은 물속에서 곧게 나아가는 성질이 있다.
- ② 빛은 매끈한 표면에서 반사되는 성질이 있다.
- ③ 빛은 다른 물질을 만나면 꺾이는 성질이 있다.
- ④ 빛은 공기 중에서 곧게 나아가는 성질이 있다.
- ⑤ 빛은 다른 물질을 만나면 흩어지는 성질이 있다.

10. '공기의 양이 많을수록 양초는 오래 탈 것이다.'라는 가설을 세운 후 실험을 하려고 한다. 아래의 <보기>에서 바른 실험 계획끼리 모은 것은? ()

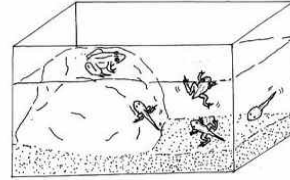
<보기>

㉠ 크기가 같은 집기병 ㉡ 크기가 다른 집기병
 ㉢ 같은 크기의 양초 ㉣ 다른 크기의 양초
 ㉤ 두 집기병 아래에 공기가 통할 수 있도록 설치
 ㉥ 두 집기병 아래에 공기가 통할 수 없도록 설치

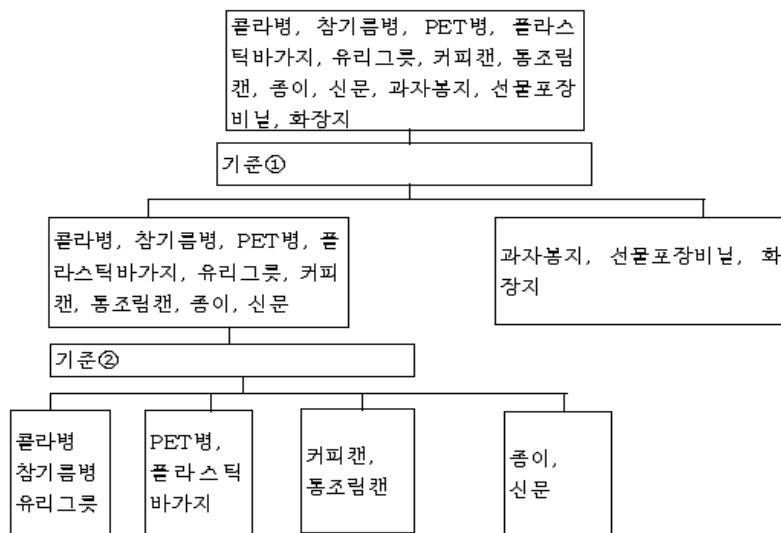
- ① ㉠, ㉡, ㉤
- ② ㉠, ㉢, ㉥
- ③ ㉠, ㉢, ㉤
- ④ ㉠, ㉢, ㉥
- ⑤ ㉠, ㉡, ㉤

11. 올챙이를 수조에 넣고 개구리로 키우고 있다. 아래 수조 안의 모습을 관찰한 내용으로 알맞은 것은? ()

- ① 올챙이는 앞다리부터 생긴다.
- ② 올챙이는 물 밖에서 생활한다.
- ③ 올챙이는 달걀 노른자를 주로 먹는다.
- ④ 개구리는 물 속, 물 밖에서 모두 생활한다.
- ⑤ 개구리는 울음주머니를 이용하여 소리를 낸다.



12. 교실에서 생기는 여러 가지 쓰레기를 분리수거하려고 한다. 아래와 같이 쓰레기를 분리하는 기준으로 바른 것은? ()

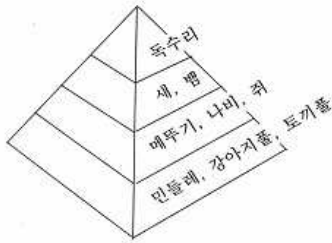


	기준①	기준②
①	태울 수 있는 것과 없는 것	모양
②	재활용 가능한 것과 불가능한 것	재질의 종류
③	태울 수 있는 것과 없는 것	썩는 시간
④	재활용 가능한 것과 불가능한 것	오래된 것의 순서
⑤	재활용 가능한 것과 불가능한 것	태울 수 있는 것과 없는 것

13. 제주도 한라산에 희귀한 난초가 자라고 있는 것이 발견되었다. 난초의 특징과 함께 얼마나 많은 수가 자라고 있는지 알아보려고 한다. 난초 수를 알아보는 가장 좋은 방법은? (단, 한라산 전체에 희귀 난초가 골고루 흩어져 자라고 있다) ()

- ① 난초를 모두 뽑은 뒤에 그 수를 세어본다.
- ② 산 정상에 올라 대충 눈짐작으로 어림한다.
- ③ 많은 사람들이 산에 올라 한꺼번에 세어본다.
- ④ 일정 간격으로 줄을 치고 산에 오르면서 센다.
- ⑤ 일정 지역을 정해 난초 수를 세어보고 산 전체가 일정 지역의 몇 배가 되는지 알아본다.

14. 넓은 평원에 아래 그림과 같은 생물들이 균형을 이루며 살고 있었다.

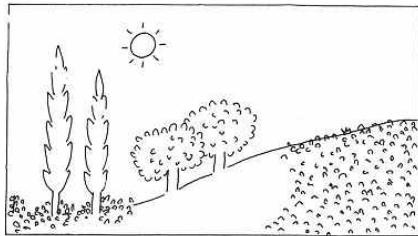


어느 날 메뚜기떼가 이 지역으로 많이 날아와 그 수가 많이 늘어나게 되었다. 이 지역 생물들의 모습 변화를 바르게 예상한 것은? ()

- ① 나비와 쥐의 수가 늘어난다.
- ② 이 지역은 앞으로 메뚜기들만 살게 된다.
- ③ 민들레, 강아지풀, 토끼풀의 수가 줄어든다.
- ④ 새가 메뚜기를 잡아먹어 뱀의 수가 줄어든다.
- ⑤ 메뚜기를 피해 독수리가 다른 지역으로 이동한다.

15. 철수는 할아버지 맥 낮은 뒷산에 올라갔다가 신기한 사실을 발견하였다. 두 종류의 나무가 이윽하여 자라고 있는데 한 나무 아래에는 풀이 많이 자라고 있었고 다른 나무 아래에는 풀이 거의 없었다.

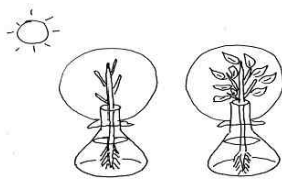
아래 그림을 보고 그 이유를 추측한 것을 가장 바른 것은? ()



- ① 두 나무 아래의 습도
- ② 나무가 자라는 흙의 종류
- ③ 두 지역에 있는 산소의 양
- ④ 나무 아래로 들어오는 햇빛의 양
- ⑤ 나무 사이로 통과하는 바람의 양

16. 다음의 실험은 무엇을 알아보기 위한 것인가? ()

실험 방법 : 똑같은 크기의 삼각 플라스크에 같은 양의 물을 넣고 같은 종류의 식물을 뿌리째 넣었다. 그리고 한쪽은 잎을 모두 따내고 다른 한쪽은 그대로 둔 채 비닐로 양쪽 모두 덮어 씌워서 햇빛이 잘 비치는 곳에 두었다. 다음날 비닐봉지 안의 상황을 관찰한다.



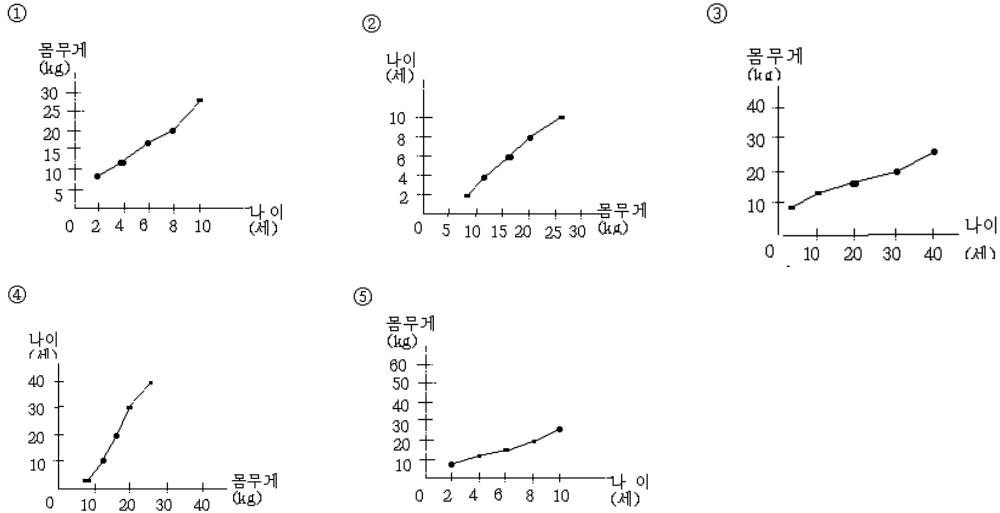
- ① 식물 뿌리가 어떤 역할을 하는지 알아보는 실험이다.
- ② 잎을 비닐봉지로 싸 놓으면 어떻게 되는지 알아보는 실험이다.
- ③ 나뭇잎이 없는 식물은 오래 못산다는 것을 알기 위한 실험이다.
- ④ 뿌리에서 흡수된 물이 잎을 통해 나간다는 것을 알아보기 위한 실험이다.
- ⑤ 식물도 숨을 쉰다는 것을 알아보기 위해 비닐봉지로 공기를 막는다.

17. 햇빛이 직접 비추지 않는 땅속에서 싹이 트는 것을 생각하고, 응달에서 온도에 따라 식물이 싹트는 속도를 알아보려고 한다. 이를 알아보기 위해 '응달 온도에 따라 강낭콩이 싹트는 속도가 다를 것이'라는 가설을 세운 후 실험을 실시하였다. 다음 중 다르게 해야 하는 것은? ()

- ① 강낭콩을 두는 장소
- ② 사용하는 강낭콩의 종류
- ③ 강낭콩에 부는 바람의 양
- ④ 강낭콩을 담은 살레의 크기
- ⑤ 강낭콩을 담은 살레에 물을 주는 횟수

18. 오른쪽 표는 영희가 태어나서 10살 때까지의 몸무게 변화를 적은 것이다. 이 변화를 가장 잘 나타낸 것은? ()

나이(세)	몸무게(kg)
2	8
4	12
6	16
8	20
10	26



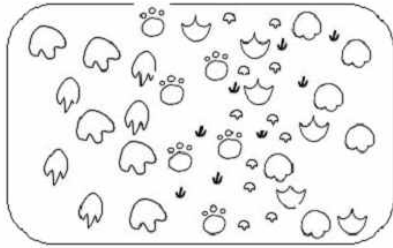
19. 다음 뼈에 대한 설명을 보고 뼈의 역할을 바르게 고른 것은? ()

<뼈에 대한 설명>	
<ul style="list-style-type: none"> ◇ 팔뼈와 다리뼈는 곧으며 길다. ◇ 팔과 다리뼈에는 근육이 붙어 있다. ◇ 머리뼈와 갈비뼈는 둥글게 되어 있다. ◇ 팔과 다리를 움직이면 근육 모양의 변화를 느낄 수 있다. ◇ 뼈가 없는 오징어, 문어와 같은 생물은 몸이 흐느적거린다. ◇ 머리뼈 속에는 뇌가 있고 갈비뼈 안에는 내장과 소화기관이 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> ① ㉠,㉡,㉢ ② ㉠,㉢,㉣ ③ ㉡,㉢,㉣ ④ ㉠,㉢,㉣ ⑤ ㉠,㉢,㉣
<뼈의 역할>	
<ul style="list-style-type: none"> ㉠ 몸의 형태를 이룬다. ㉡ 힘을 낼 수 있게 한다. ㉢ 근육을 붙여 움직일 수 있게 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> ㉣ 소화 작용을 돕는다. ㉤ 몸속 내장과 기관을 보호한다.

20. “식물의 자람에는 물이 필요할 것이다”라는 가설을 가지고 실험을 하려고 한다. 다음 중 알맞은 실험 설계는? ()

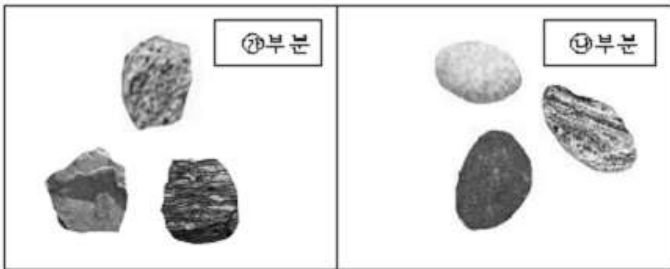
- ① 같은 크기, 종류의 화분에 한쪽은 배양토를 넣고 다른 한쪽은 모래를 넣어 기른다.
- ② 같은 크기, 종류의 화분에 같은 흙을 넣고 한쪽은 야외에 다른 한쪽은 실내에 둔다.
- ③ 같은 크기, 종류의 화분에 같은 흙을 넣고 한쪽은 물을 주고 다른 한쪽은 주지 않는다.
- ④ 같은 크기, 종류의 화분에 같은 흙을 넣고 한쪽은 깨끗한 물을 다른 한쪽은 비눗물을 준다.
- ⑤ 같은 크기, 종류의 화분에 같은 흙을 넣고 한쪽은 햇빛을 받게 하고 다른 한쪽은 검은 종이 상자를 씌운다.

21. 다음 그림은 숲 속 옹달샘 근처에 찍힌 발자국들이다. 동물들은 모두 몇 종류일까? ()



- ① 8종류
- ② 7종류
- ③ 6종류
- ④ 5종류
- ⑤ 4종류

22. 아래와 같이 암석을 ㉠부분과 ㉡부분으로 나눈 기준은? ()

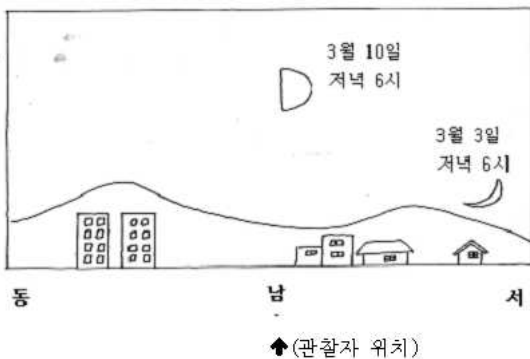


- ① 모가 난 것과 둥근 것
- ② 색이 짙은 것과 옅은 것
- ③ 암석이 큰 것과 작은 것
- ④ 줄무늬가 있는 것과 없는 것
- ⑤ 알갱이가 보이는 것과 보이지 않는 것

23. 철수는 교과서로 배운 지층의 모습을 직접 관찰해 보기 위해 야외로 갔다. 멋진 지층의 모습을 보고 친구들에게도 보여주고 싶어 사진을 찍었다. 사진을 본 친구들은 여러 지층의 실제 크기를 알고 싶어 했다. 철수는 어떻게 하면 사진만 보고도 지층의 실제 크기를 알 수 있도록 할 수 있을까? ()

- ① 항상 같은 배율로 사진을 찍는다.
- ② 반대쪽 높은 곳에 올라가 전체 모습을 찍는다.
- ③ 더 큰 지층은 좀 더 큰 크기로 사진을 뽑는다.
- ④ 연속해서 여러 장 찍어서 이어 붙여 지층 전체의 모습을 보여준다.
- ⑤ 지층 사진을 촬영할 때 비교할 수 있는 물체나 물건을 같이 찍는다.

24. 3월 3일 날 저녁 6시 서쪽 하늘에서 초승달을 보았다. 그 뒤 7일 후 3월 10일 저녁 6시에 하늘을 보니 반달이 남쪽 하늘에 떠 있었다. 다시 8일 후 3월 18일 저녁 6시에 하늘을 본다면 어떤 달이 어느 하늘에 떠 있을까? ()



- ① 동쪽하늘 반달
- ② 동쪽하늘 보름달
- ③ 서쪽하늘 초승달
- ④ 서쪽하늘 보름달
- ⑤ 남쪽하늘 보름달

25. 아래의 설명으로 미루어 볼 때, '겨울에 별이 잘 보인다'는 사실에 대한 증거로 맞는 것은? ()

- | | |
|--------------------------------|----------------------------|
| ▷ 겨울에는 눈이 가끔 온다. | ▷ 여름에는 기온이 높고 습도도 높다. |
| ▷ 여름에는 비가 자주 많이 온다. | ▷ 겨울에는 기온이 낮고 습도도 낮다. |
| ▷ 여름에는 집중호우, 장마, 태풍이 온다. | ▷ 여름에는 피부의 표면이 끈적거릴 때가 많다. |
| ▷ 여름에는 구름이 잘 생기고 소나기가 자주 온다. | |
| ▷ 겨울에는 피부의 표면이 건조하여 살이 트기도 한다. | |

- ① 겨울에는 날씨가 더 춥기 때문이다.
- ② 겨울에는 하늘이 더 높기 때문이다.
- ③ 겨울철 별자리 종류가 더 많기 때문이다.
- ④ 겨울에는 공기 중에 수증기량이 더 적기 때문이다.
- ⑤ 겨울에는 공기 중에 오염 물질이 더 적기 때문이다.

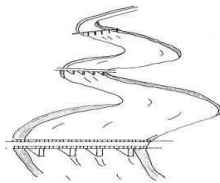
26. 화석은 세계 곳곳에서 발견되고 있다. 아래의 설명을 바탕으로 해야 할 일은 무엇일까? ()

- | |
|------------------------------|
| 가. 산에서 물고기 화석이 발견되었다. |
| 나. 매머드의 화석이 빙하 속에서 발견되었다. |
| 다. 바닷가에서 조개 화석이 무더기로 발견되었다. |
| 라. 공룡의 화석과 함께 고사리 화석이 발견되었다. |

- ① 화석을 종류별로 분류하여 전시해야 한다.
- ② 시대별로 살았었던 생물의 종류를 알아본다.
- ③ 산에서 발견된 물고기 화석이 진짜인지 알아본다.
- ④ 화석을 통해 과거의 생물이 살았던 지역의 환경을 알아본다.
- ⑤ 바닷가에서 조개를 먹고 함부로 버리지 않도록 캠페인을 한다.

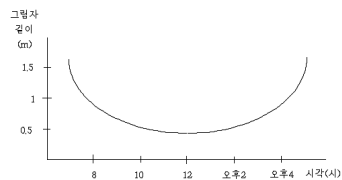
27. 강물 위의 다리를 건너 가다가 물 위에 떠내려가는 나뭇잎들을 보았다. 나뭇잎은 어떤 곳에서는 빠르게, 어떤 곳에서는 느리게 내려갔다. 그것을 보고 '강의 가장자리가 물의 속력이 가장 빠를 것이'라는 가설을 세우고 실험을 하였다. 실험에서 다르게 해야 하는 조건은 무엇일까? ()

- ① 물체를 떨어뜨리는 높이
- ② 물체를 떨어뜨리는 시각
- ③ 떨어뜨리는 물체의 종류
- ④ 물체를 떨어뜨리는 다리의 종류
- ⑤ 다리 위 물체를 떨어뜨리는 위치

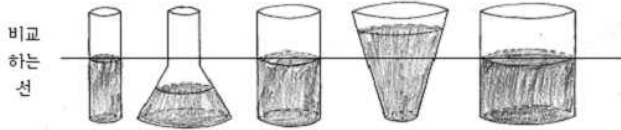


28. 운동장에 1m 막대를 세워놓고 하루 동안의 그림자의 길이를 재어 보았더니 다음 그래프와 같았다. 이 그래프에 대한 설명으로 옳은 것은? ()

- ① 하루 중 그림자의 방향은 항상 같다.
- ② 시간이 지날수록 그림자는 점점 길어진다.
- ③ 낮 12시를 중심으로 태양이 낮게 떴다가 높게 뜬다.
- ④ 그림자의 모양은 직선이 아니라 굽은 모양으로 생긴다.
- ⑤ 낮 12시를 중심으로 그림자가 짧아진다가 다시 길어진다.



29. 비가 내리는 날 비의 양을 재기 위해서 여러 가지 모양의 그릇들을 이용하여 같은 시간동안 빗물을 받았다. 비가 그친 후 각각의 그릇 안에 모인 빗물의 높이는 다음과 같았다. 이것을 통해 알 수 있는 것은? ()



- ① 비의 양은 그릇의 모양과는 상관이 없다.
 ② 그릇마다 비가 온 높이가 달라 비의 양을 재기가 어렵다.
 ③ 비가 너무 많이 와서 그릇으로는 비의 양을 재기 어렵다.
 ④ 비는 넓은 지역에 걸쳐 오기 때문에 넓은 그릇을 사용해야 한다.
 ⑤ 위와 아래의 굵기가 같은 기둥모양의 그릇으로 비의 양을 재어야 한다.
30. 갈릴레이의 책을 읽다가 “무게가 다른 물체도 같은 높이에서 떨어뜨리면 같은 속도로 떨어진 다”라는 내용을 보았다. 무거운 물체와 가벼운 물체를 동시에 떨어뜨리면 무거운 물체가 먼저 떨어질 것 같은 생각이 들어 실험을 해 보기로 하였다. 다음 중 올바른 실험 방법은 무엇일까? ()
- ① 20g짜리 추와 100g짜리 추를 학교 옥상에서 동시에 떨어뜨린다.
 ② 20g짜리 추와 20g짜리 나무토막을 학교 옥상에서 동시에 떨어뜨린다.
 ③ 20g짜리 추는 2층 창문에서, 100g짜리 추는 4층 창문에서 동시에 떨어뜨린다.
 ④ 20g짜리 추 중 하나는 4층 창문에서 다른 하나는 2층 창문에서 동시에 떨어뜨린다.
 ⑤ 스케치북 2장을 찢어 한 장은 그대로, 다른 한 장은 배를 접어 학교 옥상에서 동시에 떨어뜨린다.

정의적 영역 검사지

이 검사지는 여러분의 과학에 대한 생각을 알아보기 위한 검사지입니다. 검사의 결과는 여러분의 성적과는 아무 관련이 없으며 그 결과 또한 공개하지 않습니다.

※ 한 문제에 한 군데만 동그라미 표시하여 빠짐없이 답해주세요.

학교명: _____ 초등학교 제 _____ 학년 _____ 반 성별: 남 <input type="checkbox"/> 여 <input type="checkbox"/>

I. 당신은 과학을 공부하는 것에 대하여 어떻게 생각하십니까?

	①매우 그렇다	②그렇다	③그렇지 않다	④전혀 그렇지 않다
1. 나는 대체로 과학을 잘한다.	①	②	③	④
2. 나는 학교에서 과학 수업을 더 많이 했으면 한다.	①	②	③	④
3. 나는 반 친구들에 비해 과학을 더 어렵게 느낀다.	①	②	③	④
4. 나는 과학 공부 하는 것이 즐겁다.	①	②	③	④
5. 과학은 내가 잘하는 과목이 아니다.	①	②	③	④
6. 나는 과학 내용을 빨리 배운다.	①	②	③	④
7. 과학은 지루하다.	①	②	③	④
8. 나는 과학을 좋아한다.	①	②	③	④

II. 당신은 과학에 대하여 어떻게 생각하십니까?

	①매우 그렇다	②그렇다	③그렇지 않다	④전혀 그렇지 않다
9. 나는 과학을 배우는 것이 일상생활을 하는데 도움이 된다고 생각한다.	①	②	③	④
10. 나는 다른 과목을 배우는데 과학이 필요하다고 생각한다.	①	②	③	④
11. 원하는 대학에 들어가기 위해 나는 과학을 잘해야 할 필요가 있다.	①	②	③	④
12. 원하는 직업을 얻기 위해서 나는 과학을 잘해야 할 필요가 있다.	①	②	③	④

[부록 7] 수업 만족도 조사 설문지

『작은 생물 STEAM 프로그램』에 대한 수업 만족도 설문지(학생용)

이 설문지는 여러분들이 통합교육활동을 통해서 어떻게 느끼고 배웠는지 알아보고자 합니다. 여러분의 소중한 의견은 더 나은 수업을 위한 토대가 됩니다. 감사합니다.

※ 한 문제에 한 군데만 동그라미 표시하여 빠짐없이 답해주세요.

학교명: _____ 초등학교 제 _____ 학년 _____ 반 성별: 남 여

번호	평가항목	매우 그렇다	그렇다	보통 이다	그렇지 않다	매우 그렇지 않다
1	작은 생물에 대한 통합교육활동 수업에 대하여 전반적으로 만족한다.					
2	통합교육활동 후 작은 생물에 대한 관심과 흥미가 더 높아졌다.					
3	이번 통합교육활동을 통해서 과학 교과가 더 좋아졌다.					
4	과학 교과에서 강의식 수업 보다 통합교육활동과 같은 체험활동이 더 학습효과가 크다고 생각한다.					
5	이번 프로젝트의 난이도는 초등학교 고학년 수준에서 적당하였다.					
6	통합교육활동과 관련하여 과제의 분량은 적당하였다.					
7	이번 통합교육활동은 문제해결력을 신장시키는데 도움이 되었다.					
8	통합교육활동에 대한 평가 기준은 공정하였다.					
9	과제 해결을 위한 선생님의 안내는 충분했다.					
10	선생님이 지도할 때 사용하신 자료는 다양하고 흥미로웠다.					
11	실생활에서는 과학, 기술, 공학, 예술, 수학이 통합되어 적용되어 있다는 것을 알았다.					
12	다른 수업에서도 통합교육형태로 수업을 했으면 좋겠다.					
13	통합교육활동 후 ‘나도 할 수 있다’는 자신감이 생기고 뿌듯함을 느꼈다.					
14	통합교육수업이 기존의 수업과 비교하였을 때 다른 점은 무엇이라고 생각합니까?					
15	통합교육수업이 작은 생물을 이해하는데 어떤 점이 도움이 되었습니까?					

[부록 8] 전문가 STEAM 프로그램 타당도 검토 요청 양식

**초등과학 ‘작은 생물의 세계’ 단원에 대한
융합인재교육(STEAM) 프로그램 개발에 관한 연구**

자문 위원님께

안녕하세요?

저희는 제주대학교 교육대학원 초등과학교육전공 박사과정 및 석사과정에 재학 중이며 현재 초등학교에서 재직하고 있는 교사입니다. 바쁘신 중에도 시간을 할애하여 주셔서 대단히 고맙습니다.

사회가 점차 복잡해짐에 따라서 더불어 복잡해지는 문제를 창의적으로 해결하는 인재를 양성하기 위한 시대의 흐름에 맞추어 우리나라의 교육에서도 STEAM 교육이 대두되고 있습니다. 하지만 여전히 관련 연구 및 융합인재교육(STEAM)프로그램이 부족하다는 지적이 따르고 있어, 적시 교육을 반영하는 STEAM 교육 콘텐츠가 요구되고 있습니다. STEAM 교육 프로그램을 통해서 학습자들은 효과적으로 교육의 목적을 성취할 수 있을 것이며, 한 분야에 국한되지 않고 넓은 시야와 통합적인 안목을 가질 수 있습니다.

그러나 교사가 STEAM 교육을 현장에 적용하고자 하여도 STEAM 교육에 대한 구체적인 안내가 되어 있지 않고, 실제로 필요한 교수·학습 자료가 부족한 실정입니다. 교사가 STEAM 교육을 시도할 때 따르는 어려움들에 대해서 본 연구가 도움이 되고자 합니다.

이에 연구자는 PDIE 모형에 근거해 과학 교과에서 ‘작은 생물’을 주제로 한 STEAM 교육 프로그램을 개발하여, 초등과학 영역에서의 STEAM 교육 방안을 제시하고자 합니다. 또한 개발한 프로그램이 초등학생들에게 어떤 효과가 있는지를 알아보하고자 합니다. 개발된 프로그램은 비단 과학 영역에서 뿐만 아니라 다양한 분야에서 교육 현장에서 실제적으로 활용될 수 있으리라 기대합니다.

자문 위원님께서 도움을 주실 일은 연구자가 개발한 모형의 내용 타당도를 검토해 주시는 것입니다. 솔직하고 소중한 의견은 연구에 귀중하게 활용될 것이며, 아울러 주신 의견은 통계 분석 및 프로그램 개선 이외의 목적으로는 절대 사용하지 않겠습니다.

무궁한 발전과 행운을 기원합니다. 검토에 응해주셔서 다시 한 번 감사드립니다.

제주대학교 대학원 과학교육학부 초등과학교육전공 박사과정 대학원생 최영미
 제주대학교 교육대학원 초등과학교육전공 석사과정 대학원생 양정순, 양지혜
 지도교수 홍승호
 문의 및 연락처: 최영미(86ym@naver.com)

□ 전문가 위원 인적사항

성명	
연령	<input type="checkbox"/> 20대 <input type="checkbox"/> 30대 <input type="checkbox"/> 40대 <input type="checkbox"/> 50대 <input type="checkbox"/> 60대
최종학력	<input type="checkbox"/> 학사 <input type="checkbox"/> 석사과정 재학 <input type="checkbox"/> 석사 <input type="checkbox"/> 박사과정 재학 <input type="checkbox"/> 박사 <input type="checkbox"/> 기타()
전공 경력 (교육/연구)	()년
주요 연구분야	
이메일	

□ 연구의 개요

① 개요

이 연구는 초등 과학 교과 교육에서 적용 가능한 ‘작은 생물’중심의 STEAM 프로그램을 개발하는데 있습니다. ❶ STEAM 교재 및 지도서 ❷ 스토리텔링 자료 ❸ 멀티미디어 자료로 구성된 개발된 프로그램은 실제 학교 현장에서 교사가 STEAM 수업을 실시하고자 할 때 활용할 수 있을 것으로 생각됩니다. 이에 이론적 연구, 전문가 협의를 통해서 고안한 ‘작은 생물 STEAM 교육 프로그램’의 내용이 타당한지 검토 받고자 하오니, 의견을 기재해주시기 바랍니다.

㉔ 용어의 정의

STEAM: 과학, 기술, 공학, 예술, 수학의 융합을 의미하며, STEAM 교육은 통합적으로 교수·학습하는 활동을 의미합니다.

□ 설문지 작성요령과 구성

① 설문지 작성요령

설문지에 전문적인 의견을 적어 주시기 바랍니다.
 ① 각 항목별 타당성을 해당하는 번호에 ✓ 하시면 됩니다.
 ② 수정 및 보완에 관한 의견이 있으면 적어주시기 바랍니다.

② 설문지 구성

본 설문지는 다음과 같이 구성되어 있습니다.
 질문1. STEAM 프로그램에 대한 검토
 질문2. 스토리텔링 자료에 대한 검토
 질문3. 멀티미디어 자료에 대한 검토

질문1. STEAM 프로그램에 대한 검토

평가항목		매우 부적절	부적절	보통	타당함	매우 타당함	의견
활동주제 선정	선정된 활동들은 주제와 관련이 있다.						
수업목표 선정	수업자료가 수업목표에 부합한다.						
수업내용 선정	학습자의 수준과 요구에 적절하다.						
	내용에 편견이나 왜곡이 없다.						
	인간, 생태 환경 존중의 관점에서 기술되었다.						
	STEAM 요소의 원리를 적당하게 적용하였다.						
수업내용 의 구조	수업 자료는 체계와 계열성이 있다.						
	알맞은 분량의 학습 내용이 제시되어 있다.						
	수업자료의 전체적인 구성과 디자인이 잘 이루어졌다.						
프로그램 내용	내용이 논리적이며 의미 전달이 명확하다.						
	학습자의 흥미와 동기를 유발한다.						
	최신 교육 동향을 반영하고 있다.						
적용	학습자의 문제해결능력, 창의력, 사고력의 발달을 촉진하도록 수업이 설계되어 있다.						
	학습자가 수행한 교수학습 활동에 대해 상호작용할 수 있다.						
	학습자의 자기주도적 학습을 촉진하고 있다.						
	수업 과정안은 수업진행에 별다른 무리가 없도록 작성되었다.						
평가	평가가 학습 목표와 내용에 부합한다.						
	지식을 적절하게 이해하고 적용하는지 평가할 수 있다.						
	작은 생물에 대해 학생들이 관심을 가질 수 있겠다.						
	평가 도구 사용을 위한 안내가 제시되어 있다.						
기타의견							
'부적절' 판정이 있는 부분에 대해서 자세히 적어주시고, 수정이 필요한 사항을 자세하게 적어주세요. →							

질문2. 스토리텔링 자료에 대한 검토

평가항목		매우 부적절	부적절	보통	타당함	매우 타당함	의견
수업내용 선정	학습자의 수준과 요구에 적절하다.						
	내용에 편견이나 왜곡이 없다.						
	인간, 생태 환경 존중의 관점에서 기술되었다.						
	STEAM 요소의 원리를 적당하게 적용하였다.						
수업내용의 구조	수업자료가 현장에서 활용될 가능성이 있다.						
	수업자료의 전체적인 구성과 디자인이 잘 이루어졌다.						
프로그램 내용	사진, 도표, 삽화 등이 효과적으로 활용되어 전달 내용이 명확히 표현되고 있다.						
	학습자의 흥미와 동기를 유발한다.						
	최신 교육 동향을 반영하고 있다.						
기타의견							
‘부적절’ 판정이 있는 부분에 대해서 자세히 적어주시고, 수정이 필요한 사항을 자세하게 적어주세요. →							


질문3. 멀티미디어 자료에 대한 검토

평가항목		매우 부적절	부적절	보통	타당함	매우 타당함	의견
디자인	수업자료의 디자인이 적절하다.						
	글자의 크기와 모양이 읽기 쉽다.						
수업내용의 구조	수업자료가 현장에서 활용될 가능성이 있다.						
	수업 진행이 원활할 수 있도록 제작되었다.						
프로그램 내용	사진, 도표, 삽화 등이 효과적으로 활용되어 전달 내용이 명확히 표현되고 있다.						
	학습자의 흥미와 동기를 유발한다.						
기타의견							
‘부적절’ 판정이 있는 부분에 대해서 자세히 적어주시고, 수정이 필요한 사항을 자세하게 적어주세요. →							

1. '작은 생물' STEAM 교재 활용 매뉴얼

1. 교사용 프로그램 안내서

▶ STEAM 교재의 전반적인 지도 내용


제주대학교 대학원 초등과학교육원

**초등과학 '작은 생물의 세계' 단원에 대한
융합인재교육(STEAM) 프로그램**

**개관부터 평가까지
프로그램의 설계 및 내용**

1. '작은 생물' STEAM 교육 프로그램의 개관

가. 요구 분석

1) 교육 과정적 요구

2007 개정 과학과 교육과정 중 3학년 '4.작은 생물의 세계'에 해당하는 이 단원은 3학년의 '동물의 세계'와 4학년의 '식물의 세계'에서 다루지 않은 작은 생물의 특징, 살아가는 환경, 작은 생물과 생활과의 관계 등을 알아보게 함으로써 작은 생물의 다양성을 인식하고, 탐구 능력을 신장할 수 있도록 한다(교육과학기술부, 2011).

2) 학생 발달적 요구

'작은 생물' STEAM 교육 프로그램을 통해서 초등학교 고학년 학생들이 스스로 탐구 계획을 세워서 주의 깊게 살펴보아야 관찰이 가능한 작은 생물들을 탐구하는 활동을

교사용 지도서에는 '작은 생물' STEAM 교육 프로그램의 개관, 학습목표, 학습계열, 학습 연관 요소, 교육 내용의 계열화, 학습 체계, 차시별 학습 내용, 차시별 교수·학습 과정안, 차시별 평가 방향, 학습 평가 도구 등을 포함하였다.

▶ 차시별 교수·학습 과정안

각 차시별 지도안(10차시)을 구체적으로 제시하여 수업 계획에 참고할 수 있도록 하였다.

2. 교사용 지도서

▶ 예시 답안과 교사용 tip의 수록

학습 소주제

주변의 작은 세상을 만나보자!
우리 주변과 작은 생물

초등학교 ()학년 ()반 이름()

1차시

- 단 원: 작은 생물의 세계
- 소 주 제: 주변의 작은 세상
- 학습주제: 우리 주변과 작은 생물
- 학습목표: 우리 주변의 작은 생물의 세계가 있음을 알 수 있다.
- 중 요 어: 학생의 흥미 도구

교사용 지도서 tip

학생들이 소주제를 이해하는 데 도움을 주며, 내용을 이해할 수 있도록 한다.

초등학교 3학년이 있는 곳에서 볼 수 있는 후 거의 사진을 통해, 작은 생물의 관찰의 차이점은 무엇 인가요? 작은 생물을 관찰하기 위해서는 왜 관찰 도구가 필요한 것일까요?

핵심개념

작은 생물 우리 깊게 찾아보거나 특별한 도구를 이용해야만 관찰할 수 있는 생물
인간과 비슷하게 관찰할 수 있는 미세한 물이나 미생물을 확대하여 관찰하는 도구

예시 답안

활동안내

【활동1】 작은 생물의 크기 가능해보기

- ① 작은 생물과 나뭇잎 사진 보기
- ② 작은 생물 크기 측정하기
- ③ 확대경 사용 연습하기

【활동2】 주변의 작은 생물에 대해 조사하여 색칠하기

- ① 주변의 작은 생물에 대해 공부해보기
- ② 교재에서 작은 생물에 대한 조사해서 색칠하기

【활동3】 작은 생물 조사하기

- ① 조사해서 색칠하기
- ② 작은 생물 조사하기

※ 활동 시 유의사항을 꼭 지켜주세요!
※ 활동 시 유의사항을 꼭 지켜주세요!

활동보고서

활동명	활동 설계하기	일 시	2013년 09월 09일
교 육	1교시	장 소	5학년 1반 교실

그 우리 주변의 작은 생물들을 조사할 계획을 세워봅시다.

① 연구 내용

관찰기에 대해 연구
- 관찰기는 어떤 온도에서 잘 작동하나요?
- 관찰기는 어떤 용량에서 잘 작동하나요?
- 관찰기는 어떻게 사용하는 것일까요, 없는 곳에서 잘 작동하나요? 등

지도서 필요한 세부적인 조사를 수록 하였다.

학생들이 작성할 내용에 대한 예시를 참고할 수 있다.

3. 학생용 교재

▶ 학생용 교재의 구성

실생활과 경험 중심의 도입 내용이다.

들어가기

핵심개념

차시에서 다루는 중요한 개념에 대해 제시한다.

활동안내

활동안내

활동에 대한 소개를 한다.

보고서

활동의 결과를 기록하는 공간이다.

학생용 STEAM 교재에서는 주제별·차시별로 프로그램과 연결 지어 학습할 수 있도록 들어가기, 핵심개념, 활동안내, 탐구보고서의 체계로 구성되었다.

4. 스토리텔링 자료

스토리텔링 자료에서는 수업에 참고할 수 있으면서도 학생들이 자유롭게 읽을 수 있는 읽기 자료, 사진 자료, 그림 자료, 만화 등이 각 하위 주제 순으로 배열되어 있다.

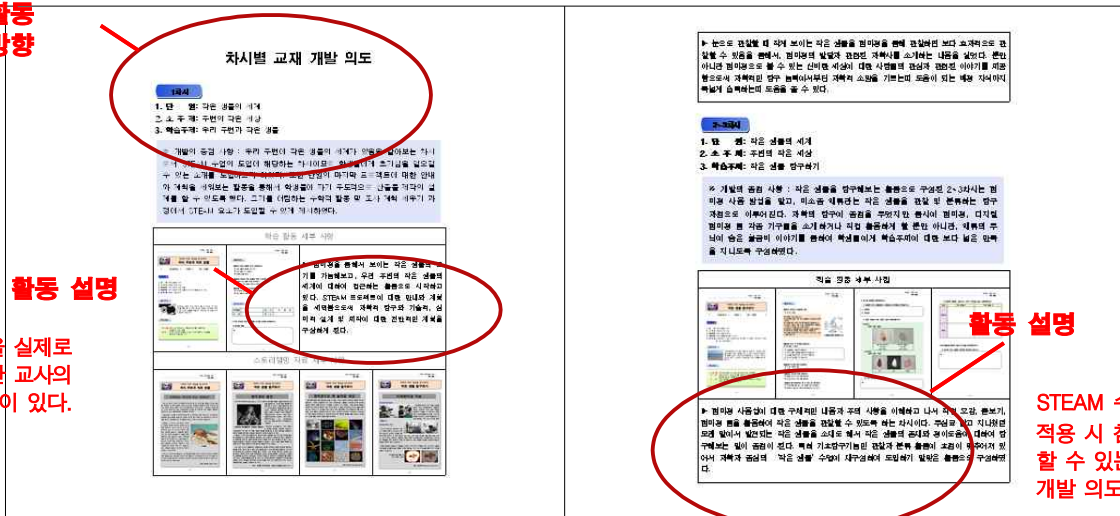
5. 멀티미디어 자료



STEAM 수업에 교사가 활용할 수 있는 각종 멀티미디어 자료(ppt, 동영상 등)를 CD로 제작하였다. 제작된 ppt는 필요에 따라 각 차시별, 또는 통합된 파일 중에 선택하여 활용할 수 있다.

6. 차시별 교재 개발 의도

학습 활동 지도 방향



수업을 실제로 적용한 교사의 보충 설명이 있다.

활동 설명

STEAM 수업 적용 시 참고할 수 있는 개발 의도 확인

차시별 교재 개발 의도에서는 STEAM 수업을 실시하는 교사가 참고할 수 있도록 개발자의 의도를 설명하였다.

II. 초등과학 ‘작은 생물의 세계’ 단원에 대한 융합인재교육(STEAM) 프로그램

1. ‘작은 생물’ STEAM 교육 프로그램의 개관

가. 요구 분석

1) 교육 과정적 요구

2007 개정 과학과 교육과정 중 5학년 ‘4.작은 생물의 세계’에 해당하는 이 단원은 3학년의 ‘동물의 세계’와 4학년의 ‘식물의 세계’에서 다루지 않은 작은 생물의 특징, 살아가는 환경, 작은 생물과 생활과의 관계 등을 알아보게 함으로써 작은 생물의 다양성을 인식하고, 탐구 능력을 신장할 수 있도록 한다. 이 단원에서는 ‘여러 작은 생물의 생김새와 특징’, ‘사는 곳에 따른 작은 생물의 생활 방식’, ‘여러 가지 작은 생물의 공통점과 차이점’, ‘작은 생물이 우리 생활에 주는 영향’ 등의 내용을 다루고 있다(교육과학기술부, 2011).

2) 학생 발달적 요구

‘작은 생물’ STEAM 교육 프로그램을 통해서 초등학교 고학년 학생들이 스스로 탐구 계획을 세워서 주의 깊게 살펴보아야 관찰이 가능한 작은 생물들을 탐구하는 활동을 하게 된다. 작은 생물 탐구 과정은 돋보기, 실제 현미경, 루페 등의 도구를 사용하는 과정이 포함되어 있다. 학생들이 관찰한 것을 저장, 변환, 적용할 수 있는 활용적 측면을 고려하여서, 최근의 발달 기술을 수업에 활용하면 학생들이 작은 생물에 대한 호기심과 동기를 유발할 수 있을 것이다(교육과학기술부, 2011).

3) 사회적 요구

작은 생물과 생활과의 관계를 이해하기 위한 다양한 자료들을 소개함으로써 학습자가 작은 생물과 연관된 사회적 문제를 해결할 능력을 기르도록 구성한다. 더불어 점점 복잡해지는 사회와 첨단 기술 등 새로운 변화에 대하여 창의성을 발휘할 수 있는 인재상이 요구되고 있는바, 과학, 기술, 공학, 예술, 수학을 융합한 교육이 필요한 시기이다.

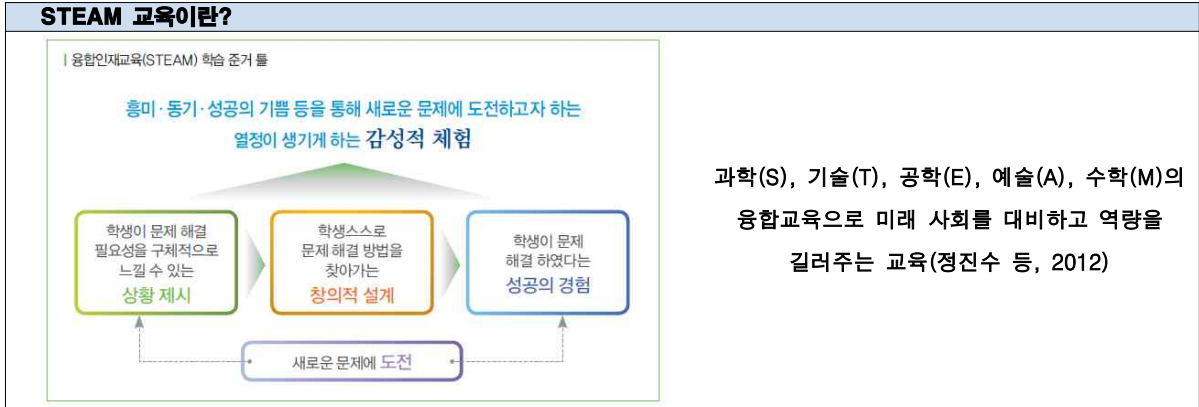
국내에서 이루어진 STEAM 교육 연구들 중 일부를 다음 표에 소개하였는데, STEAM 수업 투입 결과 학생들의 창의력, 문제해결능력, 태도, 흥미, 지식 형성 등에서 효과를 보였다. STEAM을 기반으로 하여 초등과학교육에 중점을 두어 제작한 ‘작은 생물의 세계’ 중심의 융합콘텐츠를 통해서도 과학 지식 및 정의적 영역에서의 효과를 기대할 수 있다.

[표] 국내에서 이루어진 STEAM 관련 연구

연구자	적용	중점	대상	효과
최유현 등(2008)	STEM	발명영재교육	중학생	창의력과 문제해결능력
문대영(2009)	STEM	공학	초등학생	공학에 대한 태도 및 공학 문제 해결
김정아 등(2011)	STEAM	IT 기반	초등학생	문제해결력, 창의성, 협동학습력, 과제집중력
금지현(2012)	STEAM	실과 가정생활	초등학생	실과에 대한 태도와 학습몰입
김권숙(2012)	STEAM	영재	초등학생	창의적 문제해결력, 과학적 태도
박혜원(2012)	STEAM	과학수업	초등학생	자기효능감, 흥미 및 과학 태도
서주희(2012)	STEAM	저학년 통합	초등학생	과학적 내용지식 형성
성의석 등(2012)	STEM	기술	고등학생	과학 및 기술교과 자기효능감, 공학 태도
오정철 등(2012)	STEAM	스크래치 활용	초등학생	과학 교육에 대한 인식, 흥미, 과학적 태도
이성희(2012)	STEAM	환경교육	초등학생	환경 소양

나. STEAM 교육의 목적

'작은 생물' STEAM 교육을 통해서 과학기술 기반의 융합적 사고와 문제해결력을 갖춘 인재를 기르는데 기여한다.



2. 학습 목표

가. 교육과정상에 제시된 목표

영역	학습 목표
지식	<ol style="list-style-type: none"> 1. 우리 주변에 사는 여러 가지 작은 생물의 특징을 설명할 수 있다. 2. 작은 생물이 살아가는 환경을 설명할 수 있다. 3. 작은 생물과 우리 생활과의 관계를 설명할 수 있다.
탐구	<ol style="list-style-type: none"> 1. 주변의 작은 생물을 관찰하고 특징을 비교할 수 있다. 2. 서식지에 따라 작은 생물을 분류할 수 있다. 3. 작은 생물과 우리 생활과의 관계에 대해 토의할 수 있다.
태도	<ol style="list-style-type: none"> 1. 작은 생물 채집 시에는 주위 환경과 생물을 훼손하지 않는다. 2. 관찰이 모두 끝난 작은 생물은 해당 서식지에 다시 놓아 준다. 3. 생물의 다양성과 생명에 대한 소중함을 인식하도록 한다.

나. STEAM 교육에서 지향하는 목표

교육과학기술부(2011)가 발표한 융합인재교육(STEAM)의 개념은, 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 과학기술 기반의 융합적 사고(STEAM literacy)와 문제해결력을 높이는 교육이다. STEAM 교육을 통해서 과학 및 수학 이론을 공학 및 기술로 실생활에 연계하는 동시에 예술을 체험할 수 있도록 하는 것이다. 기존의 교육과는 달리, 지식을 왜 배우는지 어디에 사용되는지를 이해하며 실생활의 문제해결력을 배양하는데 중점을 두어야 한다(김진수, 2012). 국가의 STEAM 교육관을 반영하여 '작은 생물'을 다루는 STEAM 교육에서는 다음과 같은 요소들을 추가적인 목표로 둔다.

- 과학, 기술, 공학, 예술, 수학 분야를 융합적으로 '작은 생물의 세계'에 대해 학습한다.
- '작은 생물' STEAM 프로그램을 통해 산출물을 제작하는 과정에서 탐구력과 흥미를 높인다.
- '작은 생물'과 관련된 실생활의 문제들을 해결할 수 있는 능력 및 소양을 기른다.

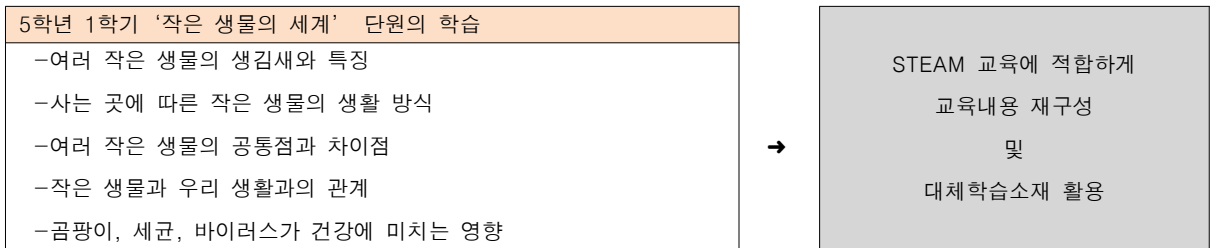
3. 학습 계열

STEM 통합 접근의 기술 수업 설계 모형에 따르면 'STEM 수업 내용 계열화' 단계에서는 STEM 각 영역별 내용 간의 체계도를 요구로 한다(이소이, 2011). STEAM 바로 이전의 교육적 접근인 STEM 통합적 수업 설계

모형의 요건을 고려하여, ‘작은 생물의 세계’ 에서 계열별 내용을 기초로 한 STEAM 선행학습 및 후속학습 계열을 제시하면 다음과 같다.

계열	학년	과학	기술	공학	예술(인문학)				수학
					국어	도덕	사회	미술	
선수 학습	3	•동물의 세계 -동물의 다양성				•생명을 존중해요		•자연환경과 미술	•길이와 시간 •소수
	4	•식물의 세계 -식물의 다양성			•정보를 모아	•우리가 지키는 푸른별	•우리 지역의 자연환경과 생활 모습	•관찰 표현 •디자인과 생활	•규칙 찾기 •수의 범위와 어림
관련 단원	5	•작은 생물의 세계		•정보기기와 사이버 공간	•우리가 사는 세상			•자연환경과 미술	•도형의 대칭 •자료의 표현과 해석
후속 학습	6	•생태계와 환경 -생태계의 구성 요소와 상호 작용	•인터넷과 정보	•생활자원과 소비	•정보와 이해 •사실과 관점		•환경을 생각하는 국토 가꾸기	•관찰 표현 •디자인과 생활	•비례식
	7	•생물의 구성과 다양성 -세포와 생물 분류	•기술과 발명						

※ 2012년 각 학교급에 적용되고 있는 2007 개정 교육과정을 기준으로 함.



4. 학습 연관 요소

초등학교 5~6학년 10개 전 교과에서 ‘작은 생물’ STEAM 프로그램과 연관시켜 지도할 수 있는 학습 내용에 대해서 정리하였다. 교육과정의 학습 내용을 기준으로 하여서 어떤 내용을 통합 시켜 지도할 수 있는지 제시하였으며, Yakman(2011)의 STEAM 피라미드 모형의 세부 학문(Discipline Specific: Science, Technology, Engineering, Mathematics, and Arts)에 해당하는 내용을 ‘STEAM 요소’로, 세부적 내용(Contents Specific) 범위에 해당하는 내용을 ‘세부분야’에서 다루었다.

가. 5학년 교과 통합 분석

STEAM 통합 학습 요소(5학년)						
교과명	학기	단원	교육과정 학습내용	통합지도 내용	STEAM 요소	세부분야
과학	5-1	4.작은 생물의 세계	작은 생물의 특징과 사는 곳	작은 생물과 우리 생활의 관계	S	생명
실과	5학년	정보기기와 사이버 공간	정보기기의 이용	정보의 수집과 활용	T	정보
국어	5-2	우리가 사는 세상	발표할 때의 주의점	발표하는 방법	A	인문
수학	5-2	도형의 대칭	선대칭 도형	플라나리아의 형태	SM	기하학
수학	5-2	자료의 표현과 해석	그림그래프와 평균	자료를 그래프로 나타내고 설명하기	AM	통계

나. 6학년 교과 통합 분석

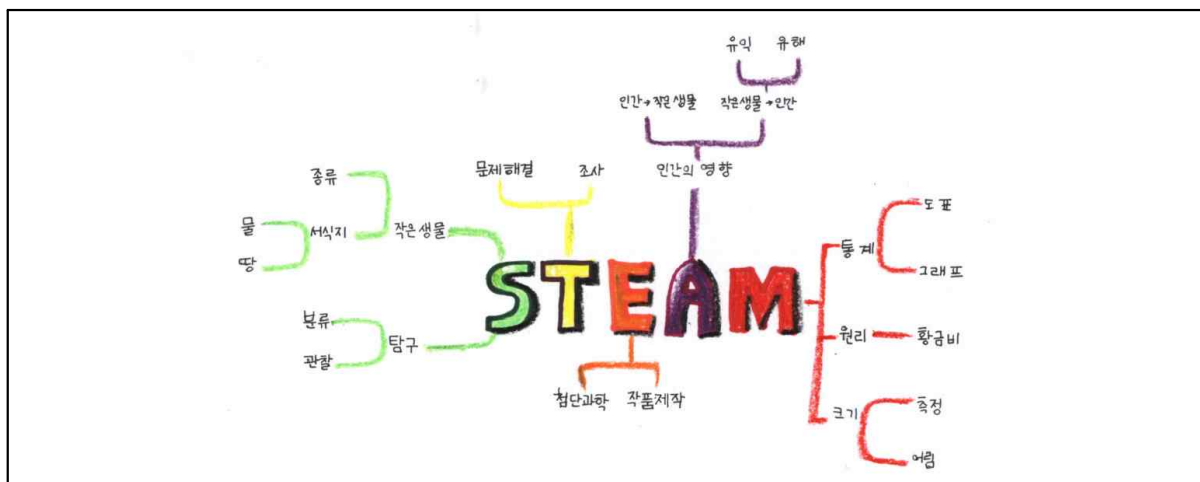
STEAM 통합 학습 요소(6학년)						
교과명	학기	단원	교육과정 학습내용	통합지도 내용	STEAM 요소	세부분야
과학	6-1	4.생태계와 환경	생태계와 환경	훼손된 생태계 복원하기	STE	환경
실과	6학년	인터넷과 정보	인터넷 정보 탐색과 선택	작은 생물 관련 정보 탐색 및 발표	T	컴퓨터 기술
실과	6학년	생활 자원과 소비	생활 자원의 환경적 소비	친환경적 태도	EA	환경
국어	6-1	2.정보의 이해	조사한 내용을 글로 쓰는 방법 배우기	조사한 내용 글로 정리하기	A	인문
국어	6-1	5.사실과 관점	정보나 사건에 대한 관점이 드러나게 뉴스 만들기	정보와 사건에 대한 홍보자료 만들기	A	경영
사회	6-1	3.환경을 생각하는 국토 가꾸기	환경문제 해결을 위해 노력할 점 찾아보기	환경 파괴 문제의 심각성 알기 및 문제 해결 방향 설정하기	SA	사회 환경
수학	6-1	7.비례식	비례식	황금비	M	이론

다. 5, 6학년 공통 교과 분석

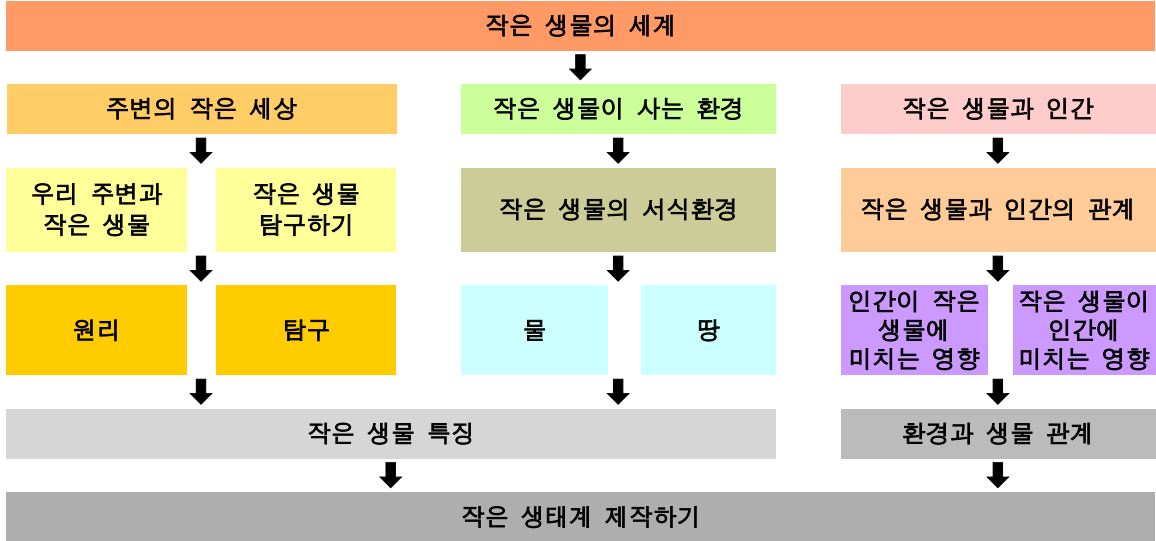
STEAM 통합 학습 요소(5, 6학년 공통)						
교과명	학기	단원	교육과정 학습내용	통합지도 내용	STEAM 요소	세부분야
미술	5학년 ~ 6학년	자연환경과 미술	자연을 느끼고 표현하기	자연 관찰탐구 활동과 아이디어 표현하기	EA	공학적 설계와 미학
미술	"	관찰 표현	관찰 방법의 탐색	작은 생물의 관찰	SA	표현
미술	"	디자인과 생활	알리는 것 꾸미기	포스터 만들기	A	디자인

5. STEAM 교육 내용 계열화

가. STEAM 프로그램 설계 마인드맵



나. 단원 내용의 도식화



6. 학습 체계

‘작은 생물’ 을 주제로 한 STEAM 교육 프로그램의 학습 체계						
통합유형	소주제	단계	차시	학습주제	학습 활동의 흐름	
다학문적 통합	주변의 작은 세상	도입	1	우리 주변과 작은 생물	<ul style="list-style-type: none"> 작은 생물 알아보기 작은 생물 조사하기 	
		탐구 ①	2~3	작은 생물 탐구하기	<ul style="list-style-type: none"> 작은 생물 탐구방법 이해하기 관찰하기 분류하기 숨은 원리 찾아보기 	
↓						
간학문적 통합	작은 생물이 사는 환경	탐구 ②	4~5	작은 생물의 서식환경	<ul style="list-style-type: none"> 작은 생물이 살아가는 환경의 특징 작은 생물 서식지 고려하기 작은 생물 키우기 생물 및 서식환경 기록하기 	
↓						
탈학문적 통합	작은 생물과 인간	적용 ①	6	작은 생물과 인간의 관계 ①	<ul style="list-style-type: none"> 작은 생물과 인간의 관계 인간이 작은 생물의 서식 환경에 미치는 영향 	
		적용 ②	7	작은 생물과 인간의 관계 ②	<ul style="list-style-type: none"> 작은 생물의 유익한 점 알기 작은 생물의 유해한 점 알기 	
	STEAM 산출물 만들기	결과 정리	8~9	학습 개념 정리	<ul style="list-style-type: none"> 작은 생물 특징 정리하기 환경과 생물 관계 정리하기 산출물 제작하기 	
		발표회	10	STEAM 결과작품 발표회	<ul style="list-style-type: none"> 산출물 공유하기 탐구 보고서 발표하기 탐구 내용 토의하기 	

7. 차시별 학습 내용

단계	차시	단원 학습목표	활동내용	구체적 (STEAM) 목표	학습 소재
도입	1	우리 주변에 작은 생물의 세계가 있음을 알 수 있다.	① 작은 생물의 크기 가능해 보기 ② 주변의 작은 생물에 대한 조사계획 세우기 ③ 작은 생물 조사하기	S 작은 생물을 관찰할 수 있다.	초파리 미소중 패류
				T 작은 생물에 대해 조사할 수 있다.	
				E 장비를 조작하는 모습을 살펴볼 수 있다.	
				A 보고서 작성 계획을 세울 수 있다.	
				M 크기를 어렵할 수 있다.	
탐구 ①	2 ~ 3	작은 생물을 탐구할 수 있다.	① 현미경 사용방법 알기 ② 탐구 시 유의점 확인하기 ③ 미소중 패류 관찰하기 ④ 미소중 패류 분류하기 ⑤ 탐구결과에서 알 수 있는 점 정리하기	S 미소중 패류를 탐구 할 수 있다.	미소중 패류
				T 현미경을 사용할 수 있다.	
				E 실시간 확대 장비를 활용할 수 있다.	
				A 관찰 내용을 구체적으로 서술할 수 있다.	
				M 작은 생물에 숨은 황금비율을 알 수 있다.	
탐구 ②	4 ~ 5	작은 생물의 서식지 환경 특성을 알고 작은 생물을 키울 수 있다.	① 물에 사는 생물 탐구하기 ② 작은 생물의 서식지와 환경 특성 알기 ③ 곰팡이와 균 배양하기 ④ 탐구일지 작성하기	S 생물의 서식지 환경 특성을 알 수 있다.	곰팡이 균 콜라 나리아
				T 서식 환경을 조성할 수 있다.	
				E 서식지 환경 유지에 필요한 방법을 생각할 수 있다.	
				A 그림, 글을 사용하여 탐구일지를 작성할 수 있다.	
				M 조사 대상의 수를 통계표에 기록할 수 있다.	
적용 ①	6	인간이 작은 생물에 미치는 영향을 알 수 있다.	① 미소중 패류의 유실사례 확인하기 ② 작은 생물의 생태계 파괴 문제 생각하기 ③ 작은 생물의 소중함 느끼기	S 주변의 작은 생물 생태계를 찾을 수 있다.	미소중 패류 이기
				T 복원 방안을 구상할 수 있다.	
				E 실천 방안을 설계할 수 있다.	
				A 인간이 환경에 미치는 영향과 문제점을 확인할 수 있다.	
				M 도표를 해석할 수 있다.	
적용 ②	7	작은 생물이 인간에게 미치는 영향을 알 수 있다.	① 인간에게 유익한 작은 생물의 종류 알기 ② 인간에게 유해한 작은 생물의 종류 알기 ③ 역사상 작은 생물을 활용하는 사례 읽기 ④ 생각 표현하기	S 인간에게 영향을 주는 작은 생물들을 알 수 있다.	곰팡이 균 지렁이
				T 인간이 작은 생물을 이용하는 기술에 대해 알아볼 수 있다.	
				E 작은 생물과 관련된 첨단 기술과 공학 내용을 파악할 수 있다.	
				A 역사적 사건에서 교훈을 얻을 수 있다.	
				M 관찰 사실을 수량으로 표현할 수 있다.	
결과 정리	8 ~ 9	작은 생태계를 표현할 수 있다.	① 작은 생물에 미치는 인간의 악영향을 줄일 수 있는 방법 연구하기 ② 유익한 작은 생물을 친화경적으로 활용할 방안 찾아보기 ③ 작은 생물 생태계 프로젝트	S 작은 생물의 생태계를 이해할 수 있다.	선택
				T 어떤 방법으로 문제를 해결할 수 있을지 논의할 수 있다.	
				E 창의적으로 융합 산출물을 만들 수 있다.	
				A 작은 생물과 관련된 사회 문제를 해결할 방안을 찾을 수 있다.	
				M 근거자료를 도표를 활용해서 정리할 수 있다.	
발표회	10	작은 생물에 대한 생각을 공유할 수 있다.	① 전시회 및 발표회 열기 ② 작은 생물 생태계 프로젝트 발표하기 ③ 발표 내용에 대해 토의하기	S 과학 개념을 정리할 수 있다.	선택
				T 목적에 맞는 기술을 활용해 발표할 수 있다.	
				E 컴퓨터를 다룰 수 있다.	
				A 다양한 분야를 융합하여 효과적으로 발표할 수 있다.	
				M 연관된 수학 원리를 정리할 수 있다.	

8. 차시별 교수학습과정안

1차시

단 원	4. 작은 생물의 세계		차 시	1/10
소 주 제	주변의 작은 세상		대 상	초등학교 5~6학년
학습주제	우리 주변과 작은 생물		학습형태	전체
학습목표	우리 주변의 다양한 작은 세상과 작은 생물이 있음을 알 수 있다.		STEAM 통합요소	흥미중심
STEAM 하위목표	S	작은 생물을 관찰할 수 있다.	STEAM 통합모형	 S-STEAM
	T	작은 생물에 대해 조사할 수 있다.		
	E	장비를 조작하는 모습을 살펴볼 수 있다.		
	A	보고서 작성 계획을 세울 수 있다.		
	M	크기를 어렵할 수 있다.		
학습자료	교사	실체현미경, 초파리 사진, ppt 자료(학습안내)		
	학생	학습지, 필기도구		
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동	시간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기유발 학습 문제 파악하기 학습 순서 확인하기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 초파리 관찰 경험 이야기하기 <ul style="list-style-type: none"> • 과일이 있는 곳에서 초파리를 관찰해 본 경험이 있나요? -네, 아주 작은 파리였습니다. • 사진1과 사진2의 차이점은 무엇인가요? -사진2가 더 확대되어 볼 수 있어서 자세한 것 까지 보입니다. • 작은 생물을 관찰하기 위해서는 왜 관찰도구가 필요할까요? -크기가 작기 때문입니다. ○ 학습문제 확인하기 <p style="text-align: center;">우리 주변의 다양한 작은 세상과 작은 생물이 있음을 알아보자.</p> <p>▣ 학습 활동 안내</p> <p>【활동1】 작은 생물의 크기 가능해보기 【활동2】 주변의 작은 생물에 대한 조사계획 세우기 【활동3】 작은 생물 조사하기</p>	5'	□ 초파리 사진 (사진1: 몸통 전체, 사진2: 부분) ■ 학생들이 초파리를 보았었던 실제 경험을 수업 내용과 연결시킨다.
전개	S 작은 생물 관찰 M 어렵 E 장비확인	<p>【활동1】 작은 생물의 크기 가능해보기</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 작은 생물의 일부분 사진 보기 <ul style="list-style-type: none"> • 관찰 도구를 활용해서 작은 생물의 일부분을 보여줄게요. 다음 사진은 무엇을 확대해 본 것일까요? -곰팡이/고동/이끼 같습니다. ○ 작은 생물 크기 어렵하기 <ul style="list-style-type: none"> • 작은 생물의 크기가 얼마나 작은지 어렵해봅시다. -1cm보다 작은 것 같습니다./ 손톱만해요. ○ 확대한 생물 맞추기 <ul style="list-style-type: none"> • 확대한 화면을 보고 어떤 생물일지 추측해봅시다. -눈으로만 관찰하면 어떤 생물을 확대한 것인지 확실하지 않습니다. 	10'	□ 현미경 □ 작은 생물의 실물 또는 사진 ■ 수학 단위를 사용해서 대답할 수 있도록 유도한다.
전개	S 주변의 작은 생물 A 조사 계획	<p>【활동2】 주변의 작은 생물에 대한 조사계획 세우기</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 주변의 작은 생물에 대해 생각해보기 <ul style="list-style-type: none"> • 우리 주변 곳곳에는 아주 다양한 작은 생물들이 살고 있어요. 주변에서 볼 수 있는 작은 생물에는 어떤 것들이 있을까요? -땅 속에서 지렁이와 개미를 볼 수 있습니다. -오래된 빵에서 곰팡이를 볼 수 있습니다. -모래알만큼 작은 생물도 있습니다. ○ 모둠원과 작은 생물에 대한 조사계획 세우기 <ul style="list-style-type: none"> • 과학자가 자연을 탐구하는 것처럼 우리 주변의 작은 생물들을 조사할 계획을 세워봅시다. -(모둠별로 작은 생물에 대한 조사계획을 세운다.) 	10'	■ 주의를 기울여야 볼 수 있는 생물들에 대한 인정한다.
전개	T 작은 생물 조사	<p>【활동3】 작은 생물 조사하기</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 조사계획 검토하기 <ul style="list-style-type: none"> • 현실성 있는 작은 생물 채집 및 조사계획을 세웠는지 함께 확인해봅시다. ○ 작은 생물 조사하기 <ul style="list-style-type: none"> • 모둠 친구들과 함께 우리 주변의 작은 생물에 대해 조사해봅시다. -네. 	10'	□ 학습지 ■ 계획세우기의 예시를 보면서 잘된 점과 개선점을 토의한다. ■ 컴퓨터 또는 도서관을 활용할 수 있으며, 과제로 제시할 수 있다.
정리	정리하기 차시 예고하기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정리하기 <ul style="list-style-type: none"> • 오늘은 무엇을 공부했나요? -우리 주변에 작은 생물이 있고, 작은 생물을 관찰하려면 도구가 필요하다는 점을 알아보았습니다. ○ 차시 예고하기 <ul style="list-style-type: none"> • 다음 시간에는 여러분이 직접 도구를 사용해서 작은 생물을 관찰해보겠습니다. • 모둠의 최종 STEAM 프로젝트 발표회는 다음 주에 갖도록 하겠습니다. -네. 	5'	■ 학생들이 생활 속에서 탐구하는 즐거움을 느낄 수 있도록 격려한다.

평가 내용	구분	평가 기준	평가방법
우리 주변의 다양한 작은 세상과 작은 생물이 있음을 인식할 수 있는가?	잘함	•우리 주변의 다양한 작은 세상과 작은 생물이 있음을 인식하고 도구의 중요성을 설명할 수 있다.	관찰법
	보통	•우리 주변의 다양한 작은 세상과 작은 생물이 있음을 알 수 있다.	
	노력요함	•우리 주변의 다양한 작은 세상과 작은 생물이 있음을 인식하기 어려워한다.	

평가 결과의 활용 방안	평가 항목
<input type="checkbox"/> 학습자 학습 목표 도달 수준 측정 <input checked="" type="checkbox"/> 학습자 행동 특성 이해 <input checked="" type="checkbox"/> 학생들에게 피드백 <input type="checkbox"/> 교사의 수업정보와 반성 <input type="checkbox"/> STEAM 수업 효과성 확인 <input type="checkbox"/> 기타 ()	<input type="checkbox"/> 학습준비물 <input type="checkbox"/> 학습지 <input checked="" type="checkbox"/> 학습태도 <input checked="" type="checkbox"/> 형성평가 <input type="checkbox"/> 과제수행 <input type="checkbox"/> 작품

평가 시 유의점

※ 눈에 잘 띄는 큰 생물들만 있는 것이 아니라 작은 세상도 있음을 알고 있는지 파악하는 것이 중요하다.
 ※ 학습내용의 난이도가 가르치는 대상 학생들의 수준에 적합인지 확인한다.

2~3차시

단 원	4. 작은 생물의 세계		차 시	2~3/10
소 주 제	주변의 작은 세상		대 상	초등학교 5~6학년
학습주제	작은 생물 탐구하기		학습형태	전체-개인
학습목표	작은 생물을 탐구할 수 있다.		STEAM 통합요소	탐구중심
STEAM 하위목표	S	미소종 패류를 탐구 할 수 있다.	STEAM 통합모형	 S-STEAM
	T	현미경을 사용할 수 있다.		
	E	실시간 확대 장비를 활용할 수 있다.		
	A	관찰 내용을 구체적으로 서술할 수 있다.		
	M	작은 생물에 숨은 황금비율을 알 수 있다.		
학습자료	교사 페트리접시, 모래, 실체현미경, 확대용 TV, ppt 자료(학습안내) 학생 학습지, 필기도구, 색연필, 읽기자료(황금비)			
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동	시간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기유발	◎ 전시학습 상기 • 지난 시간에 무엇을 배웠었나요? -작은 생물의 세계가 있다는 것을 알았습니다. -작은 생물을 관찰할 때에 도구가 필요하다는 점을 배웠습니다. • 먼저 맨눈으로 오늘 탐구할 작은 생물을 살펴보겠습니다. 어떤 생물인지 자세하게 보이나요? -작아서 눈으로 확인하기 어렵습니다. • 오늘은 확대하는 도구를 써서 작은 생물을 탐구하는 활동을 하겠습니다. ◎ 학습문제 확인하기	10'	□ 모래 □ 페트리 접시 ■ 페트리 접시에 모래를 얇게 깔아서 눈으로 확인하게 한다.
	학습 문제 파악하기	작은 생물을 탐구해보자.		
	학습 순서 확인하기	▣ 학습 활동 안내 【활동1】 현미경 사용방법 알기 【활동2】 탐구 시 유의점 확인하기 【활동3】 미소종 패류 관찰하기 【활동4】 미소종 패류 분류하기 【활동5】 탐구결과에서 알 수 있는 점 정리하기		
전개	T E 현미경과 장비의 사용	【활동1】 현미경 사용방법 알기 ◎ 도구의 사용법 • 모래만큼 아주 작은 패류를 관찰하기 위해서 현미경을 사용하게 됩니다. 현미경을 사용하는 방법을 알아봅시다. -(현미경 사용법에 대하여 학습한다.) • 기술이 발달하여 작은 생물을 보다 쉽게 관찰할 수 있게 되었습니다. 화면과 연결되는 현미경은 더 자세하게 관찰할 수 있습니다. -(장비의 사용법을 숙지한다.)	10'	□ 현미경 ■ 현미경을 다루는 방법에 대해 구체적으로 안내한다. □ 확대용 TV

전개	탐구 시 유의점	【활동2】 탐구 시 유의점 확인하기 ◎ 탐구 활동 시 유의점 • 탐구 활동을 할 때에는 어떤 점들을 조심해야 할까요? -생물들을 소중하게 다룹니다. -다른 모둠의 활동을 방해하지 않습니다. -장비를 방법에 맞게 조심하게 다룹니다.	5'	■ 학생들에게서 유의할 점을 유도한 후에, 명시적으로 제시해주는 것이 좋다.
전개	S 작은 생물 관찰 A 관찰 내용의 기록과 묘사	【활동3】 미소종 패류 관찰하기 ◎ 미소종 패류의 관찰 • 현미경으로 모래 입자를 관찰해봅시다. -(모래 입자를 현미경으로 관찰한다.) • 무엇을 관찰할 수 있나요? -큰 고동이나 조개와 닮은 생물을 관찰할 수 있습니다. ◎ 관찰의 기록 • 현미경으로 관찰한 작은 생물을 글과 그림으로 표현해봅시다. -(구체적인 특징을 찾아 그림을 그리고 글로 설명한다.)	25'	□ 학습지 ■ 미술교과의 '관찰과 표현' 에서 요구되는 세밀한 묘사를 사용하여 작성할 수 있도록 한다. ■ mm 단위 개념을 도입할 수 있다.
전개	S 작은 생물 분류	【활동4】 미소종 패류 분류하기 ◎ 미소종 패류의 분류 • 공통점 또는 차이점을 찾아서 관찰한 작은 생물을 분류해봅시다. -(색깔, 모양, 돌기 등의 기준을 세워 생물을 분류한다.)	15'	■ 기준을 세워 분류하도록 지도한다.
전개	S 작은 생물의 특징 M 황금비	【활동5】 탐구결과에서 알 수 있는 점 정리하기 ◎ 작은 생물의 특징 • 탐구결과를 통해 얻은 점들을 정리해봅시다. -작은 생물은 매우 다양합니다. -크기가 큰 생물과 형태가 매우 비슷한 것들도 있습니다. ◎ 패류에서 발견되는 황금비 • 패류에서 발견되는 수학적 원리에 대한 내용을 읽어봅시다. -(읽기 자료의 내용을 파악한다.) • 어떤 점이 흥미로운가요? -우리가 흔하게 밟고 다니는 작은 세상에 아주 다양한 생물이 있고, 그 생물 속에 수학적 원리가 숨어 있다는 점이 흥미로웠습니다.	10'	■ 학생들의 다양한 반응을 수용하되, 작은 생물의 다양성을 인식할 수 있게 지도한다. □ 읽기자료 ■ 학습 소재를 수학 내용과 연계시킨다.
정리	정리하기 차시 예고하기	◎ 정리하기 • 오늘은 무엇을 공부했나요? -모래알만큼 작은 생물을 관찰하고 분류해보았습니다. -작은 생물의 특징을 찾아보았습니다. ◎ 차시 예고하기 • 다음 시간에는 작은 생물이 살아가는 환경을 만들어볼 것입니다.	5'	

평가 내용	구분	평가 기준	평가방법
작은 생물의 개념에 대해 이해하고 설명할 수 있는가?	잘함	•자세히 기록한 탐구결과를 토대로 작은 생물의 개념에 대해 이해하고 설명할 수 있다.	관찰법 수행평가 (학습지)
	보통	•중요사항을 포함한 탐구결과를 토대로 작은 생물의 개념에 대해 이해하고 설명할 수 있다.	
	노력요함	•얕은 정보의 탐구결과를 통해 작은 생물의 개념에 대해 이해하고 설명하는데 어려움을 겪는다.	

평가 결과의 활용 방안	평가 항목
<input checked="" type="checkbox"/> 학습자 학습 목표 도달 수준 측정 <input type="checkbox"/> 학습자 행동 특성 이해 <input checked="" type="checkbox"/> 학생들에게 피드백 <input checked="" type="checkbox"/> 교사의 수업정보와 반성 <input checked="" type="checkbox"/> STEAM 수업 효과성 확인 <input type="checkbox"/> 기타 ()	<input type="checkbox"/> 학습준비물 <input checked="" type="checkbox"/> 학습지 <input checked="" type="checkbox"/> 학습태도 <input checked="" type="checkbox"/> 형성평가 <input type="checkbox"/> 과제수행 <input type="checkbox"/> 작품
평가 시 유의점	
※ 구체적으로 특징을 발견하여 글 또는 그림으로 표현하는 학생을 격려한다. ※ 분류 활동 시 대상에 대한 공통점과 차이점을 기준으로 삼아 분류할 수 있는지 평가한다. ※ 탐구 결과뿐만 아니라 과정도 중요하므로 평가 시 과정에 대한 학생들의 수행능력을 함께 평가의 대상으로 삼는다.	

4~5차시

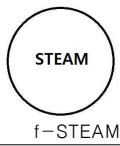
단 원	4. 작은 생물의 세계		차 시	4~5/10
소 주 제	작은 생물이 사는 환경		대 상	초등학교 5~6학년
학습주제	작은 생물의 서식환경		학습형태	전체-소집단-개인
학습목표	작은 생물의 서식지 환경 특징을 알고 작은 생물을 키울 수 있다.		STEAM 통합요소	개념중심
STEAM 하위목표	S	생물의 서식지 환경 특징을 알 수 있다.	STEAM 통합모형	 i-STEAM
	T	서식 환경을 조성할 수 있다.		
	E	서식지 환경 유지에 필요한 방법을 생각할 수 있다.		
	A	그림, 글을 사용하여 탐구일지를 작성할 수 있다.		
	M	조사 대상의 수를 통계표에 기록할 수 있다.		
학습자료	교사	현미경, 동영상(지표생물), 작은 생물(플라나리아, 곰팡이, 균), ppt 자료(학습안내)		
	학생	학습지, 필기도구, 빵, 배양배지, 면봉, 돋보기		
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동	시간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기유발 학습 문제 파악하기 학습 순서 확인하기	◎ 지표생물에 대한 영상자료 보기 <ul style="list-style-type: none"> 다음 영상자료를 함께 보도록 합니다. (지표생물에 대한 동영상을 시청한다.) 여기서 등장하는 ‘지표생물’이란 무엇을 의미할까요? -물의 깨끗한 정도를 알려주는 생물입니다. ‘지표생물’ 중 하나인 플라나리아를 관찰하고, 작은 생물이 서식할 수 있는 환경을 만들어보는 활동을 하겠습니다. ◎ 학습문제 확인하기 작은 생물의 서식지 환경 특징을 알고 작은 생물을 키워보자. ▣ 학습 활동 안내 【활동1】 물에 사는 생물 탐구하기 【활동2】 작은 생물의 서식지와 환경 특징 알기 【활동3】 곰팡이와 균 키우기 【활동4】 탐구일지 작성하기	5'	□ 동영상 (지표생물) ■ 환경에 따라서 사는 작은 생물이 다름을 깨닫게 한다. ■ 작은 생물의 사는 환경으로 물의 맑기를 구분할 수 있음을 소개한다.
전개	S 물에 사는 생물 M 대칭도형	【활동1】 물에 사는 생물 탐구하기 ◎ 플라나리아 관찰하기 <ul style="list-style-type: none"> 물에 사는 작은 생물인 플라나리아를 관찰해봅시다. (플라나리아를 관찰한다.) ◎ 플라나리아 형태에서 선대칭 도형 배우기 <ul style="list-style-type: none"> 플라나리아 모양에서 대칭축을 찾아봅시다. (작은 생물에게서 수학적 원리인 대칭을 찾을 수 있음을 학습한다.) 	20'	□ 플라나리아 ■ 플라나리아의 형태를 통해 대칭의 개념을 학습한다.
전개	S 서식지 환경	【활동2】 작은 생물의 서식지와 환경 특징 알기 ◎ 작은 생물이 사는 곳 <ul style="list-style-type: none"> 작은 생물이 사는 곳에 대하여 알아봅시다. (작은 생물의 서식지에 대해서 개념을 확인한다.) ◎ 작은 생물 서식지의 조건 <ul style="list-style-type: none"> 작은 생물이 살아가기 위해서는 무엇이 필요할까요? -알맞은 습도, 온도, 먹이 등이 필요합니다. 	15'	□ 학습지 ■ 땅 속, 물 속, 습지, 갯벌 등 다양한 서식환경을 소개한다.
전개	T 서식환경 조성	【활동3】 곰팡이와 균 키우기 ◎ 곰팡이 키우기 <ul style="list-style-type: none"> 곰팡이가 살기 좋은 조건을 이야기해 봅시다. -촉촉하고 햇빛이 잘 들지 않는 조건을 만들어야 합니다. 우리 주변에서 흔하게 볼 수 있는 곰팡이를 키워보겠습니다. (빵에 물을 뿌리고 따뜻하며 습한 장소에 둔다.) 다른 모듬은 곰팡이가 자라지 않는 환경을 만들어보겠습니다. (곰팡이가 자랄 수 없는 환경을 만든다.) 	25'	□ 곰팡이 □ 빵 □ 균 □ 배지 □ 면봉 ■ 곰팡이를 키우는 목적의 모듬과 곰팡이가 생기지 않

	<p>A 생활과 건강</p> <p>E 서식환경 유지</p>	<p>○ 균 배양하기</p> <ul style="list-style-type: none"> 우리 손에 얼마나 많은 균이 살고 있는지 알아보기 위해서 작은 생물의 하나인 균을 배양해보겠습니다. - (면봉을 손에 문지른 후 배지에 문힌다.) <p>○ 작은 생물의 서식 환경 유지</p> <ul style="list-style-type: none"> 작은 생물을 유지하려면 어떤 조건들을 유지시켜주어야 할 지 생각해봅시다. - 온도, 습도, 장소 등을 고려해야 합니다. 곰팡이는 어떻게 유지시켜줄 수 있을까요? - 곰팡이가 잘 자랄 수 있도록 습한 환경을 만들어 줍니다. 균은 어떻게 유지시켜줄 수 있을까요? - 따뜻한 온도가 유지되어야 자랄 것입니다. 		<p>게 하는 모둠으로 나누어서 실험한다. 학생들이 스스로 선택할 수 있다.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■배지를 뒤집으면 공기 중의 균이 들어가기 쉬우므로 조심한다. ■실험결과는 건강과 관련된 습관지도와 연계한다.
전개	<p>M 조사내용 통계 정리</p> <p>A 탐구일지 작성</p>	<p>【활동4】 탐구일지 작성하기</p> <p>○ 작은 생물 기르기</p> <ul style="list-style-type: none"> 작은 생물을 기르면서 관찰할 내용을 정리해봅시다. -작은 생물이 하루마다 어떻게 변하는지 관찰합니다. -작은 생물을 유지하기 위해 한 일에 대해서 적습니다. -작은 생물의 모습을 스케치 할 수 있습니다. <p>○ 나만의 탐구일지 작성해보기</p> <ul style="list-style-type: none"> 나만의 탐구일지를 작성해봅시다. 탐구일지에 꼭 들어가야 하는 내용에는 어떤 것들이 있을까요? -관찰한 생물의 이름이 제시되어야 합니다. -관찰한 날짜가 있어야 합니다. -관찰 내용이 들어가야 합니다. 	10'	<ul style="list-style-type: none"> ■학생들이 꾸준하게 탐구일지를 기록할 수 있도록 북돋아준다.
정리	<p>정리하기</p> <p>차시 예고하기</p>	<p>○ 정리하기</p> <ul style="list-style-type: none"> 작은 생물을 키우기 위해서 신경써야할 점들을 정리해봅시다. -온도, 습도 등이 있습니다. <p>○ 차시 예고하기</p> <ul style="list-style-type: none"> 인간이 작은 생물에 미치는 환경적 문제에 대해 학습해봅시다. 	5'	

평가 내용	구분	평가 기준	평가방법
작은 생물의 서식지 환경 특징을 알고 작은 생물을 키울 수 있는가?	잘함	•작은 생물의 서식지 환경 특징을 알고 그에 알맞은 구체적인 계획을 적절하게 세워 작은 생물을 키울 수 있다.	관찰법
	보통	•작은 생물의 서식지 환경 특징을 알고 그에 알맞은 계획을 세워 작은 생물을 키울 수 있다.	
	노력요함	•작은 생물의 서식지 환경 특징을 알지만 작은 생물을 키우는 과정에 대해 어려움을 겪는다.	

평가 결과의 활용 방안	평가 항목
<input checked="" type="checkbox"/> 학습자 학습 목표 도달 수준 측정 <input checked="" type="checkbox"/> 학습자 행동 특성 이해 <input checked="" type="checkbox"/> 학생들에게 피드백 <input type="checkbox"/> 교사의 수업정보와 반성 <input type="checkbox"/> STEAM 수업 효과성 확인 <input type="checkbox"/> 기타 ()	<input type="checkbox"/> 학습준비물 <input type="checkbox"/> 학습지 <input checked="" type="checkbox"/> 학습태도 <input checked="" type="checkbox"/> 형성평가 <input checked="" type="checkbox"/> 과제수행 <input type="checkbox"/> 작품
평가 시 유의점	
<p>※ 학생들이 작은 생물의 서식환경을 조성하는 수행 과정에 중점을 두어 평가한다.</p> <p>※ 과학자들의 태도로 지속적으로 탐구일지를 작성하는 학생이 있는지 확인한다.</p>	

6차시

단 원	4. 작은 생물의 세계	차 시	6/10
소 주 제	작은 생물과 인간	대 상	초등학교 5~6학년
학습주제	작은 생물과 인간의 관계①	학습형태	전체-개인-소집단
학습목표	인간이 작은 생물에 미치는 영향을 알 수 있다.	STEAM 통합요소	문제중심
STEAM 하위목표	S	주변의 작은 생물 생태계를 찾을 수 있다.	
	T	복원 방안을 구상할 수 있다.	
	E	실천 방안을 설계할 수 있다.	
	A	인간이 환경에 미치는 영향과 문제점을 확인할 수 있다.	
	M	도표를 해석할 수 있다.	
학습자료	교사: 뉴스(인간에 의한 작은 생물의 피해), ppt 자료(학습안내) 학생: 학습지, 필기도구, 색연필		

학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동	시간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기유발 학습 문제 파악하기 학습 순서 확인하기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 이유 추측해 보기 <ul style="list-style-type: none"> • 여름에만 보이던 모기가 이제는 겨울에도 나타납니다. 인간이나 동물의 피를 빨아먹는 모기가 겨울에도 찾아오는 이유는 무엇일까요? -환경이 변해서 모기에게 영향을 미쳤을 것 같아요. -모기약 때문에 온도변화에 강하게 변했을 것 같습니다. ○ 학습문제 확인하기 <p style="text-align: center;">인간이 작은 생물에 미치는 영향을 알아보자.</p> <p>▣ 학습 활동 안내 【활동1】 미소종 패류의 유실사례 확인하기 【활동2】 작은 생물의 생태계 파괴 문제 생각하기 【활동3】 작은 생물의 소중함 느끼기</p>	5'	<ul style="list-style-type: none"> ■ 인간이 환경에 미치는 영향을 생각해본다. ■ '왜?' 라는 의문으로 시작할 수 있게 한다.
전개	A 인간에 의한 환경문제	【활동1】 미소종 패류의 유실사례 확인하기 <ul style="list-style-type: none"> ○ 인간에 의해 변하는 작은 생태계 <ul style="list-style-type: none"> • 작은 생태계가 인가에 의해서 변하는 사례를 읽어봅시다. - (인간에 의해 작은 생물이 받는 피해들을 확인한다.) • 여러분의 주변에서 인간의 영향 때문에 작은 생물이 피해를 보는 경우를 본 적이 있나요? - (다양한 대답과 문제에 대해 함께 토의한다.) 	5'	□ 뉴스(인간에 의한 작은 생물의 피해)
전개	S 주변의 문제 M 도표해석	【활동2】 작은 생물의 생태계 파괴 문제 생각하기 <ul style="list-style-type: none"> ○ 주변의 작은 생물 생태계 <ul style="list-style-type: none"> • 우리 주변에서 일어나고 있는 작은 생물 생태계의 파괴의 문제점은 무엇인가요? - 환경 오염, 생태계 파괴 등의 문제가 일어나고 있습니다. ○ 인간이 작은 생물에 미치는 악영향의 심각성 • 인간이 미치는 영향의 심각성을 알아봅시다. - (주어진 자료를 해석하여 결론을 도출해낸다.) 	5'	■ 도표자료를 해석하는 능력을 키운다.
전개	T A 문제해결방안 구상 E 설계	【활동3】 작은 생물의 소중함 느끼기 <ul style="list-style-type: none"> ○ 작은 생물의 소중함 <ul style="list-style-type: none"> • 아무리 작은 생물일지라도 사라지게 된다면 어떤 일이 일어나게 될까요? - 작은 생물이 사라지면 결국 인간도 피해를 봅니다. - 크기가 작은 생물일지라도 서로 연결되어 있기 때문에 중요합니다. ○ 생명을 지키기 위하여 <ul style="list-style-type: none"> • 생명의 소중함을 지키려면 어떻게 해야 할까요? • 작은 생물 서식지 복원 방안을 마인드맵으로 그려봅시다. - (아이디어를 표현해본다.) • 모둠원과 브레인스토밍을 활동을 통해서 어떻게 실천할 수 있을지 이야기해봅시다. - (모둠원들과의 토의를 통해서 실천 방법을 계획해본다.) 	20'	□ 학습지 ■ 개인활동에서 모둠활동으로 넘어가며 토의한다. ■ 결과정리 단계(8~9차시)에서 생각을 산출물로 표현하게 된다.
정리	정리하기 차시 예고하기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정리하기 <ul style="list-style-type: none"> • 오늘은 학습한 내용을 정리해봅시다. - 인간이 작은 생물에 미치는 영향에 대해 고민해보았습니다. ○ 차시 예고하기 <ul style="list-style-type: none"> • 다음 시간에는 인간이 작은 생물을 활용해온 내용들에 대하여 학습하겠습니다. -네. 	5'	

평가 내용	구분	평가 기준	평가방법
인간이 작은 생물에 미치는 영향을 알 수 있는가?	잘함	• 인간이 작은 생물에 미치는 영향의 문제를 정확히 파악할 수 있다.	관찰법
	보통	• 인간이 작은 생물에 미치는 영향을 대부분 이해할 수 있다.	
	노력요함	• 인간이 작은 생물에 미치는 영향을 이해하기 어려워한다.	

평가 결과의 활용 방안	평가 항목
<input checked="" type="checkbox"/> 학습자 행동 특성 이해 <input checked="" type="checkbox"/> 학생들에게 피드백	<input checked="" type="checkbox"/> 학습지 <input checked="" type="checkbox"/> 학습태도

평가 시 유의점

※ 생명을 대하는 학생들의 의식을 질문법을 통해서 확인한다.

7차시

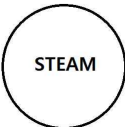
단 원	4. 작은 생물의 세계	차 시	7/10	
소 주 제	작은 생물과 인간	대 상	초등학교 5~6학년	
학습주제	작은 생물과 인간의 관계②	학습형태	전체-개인	
학습목표	작은 생물이 인간에게 미치는 영향을 알 수 있다.	STEAM 통합요소	주제중심	
STEAM 하위목표	S	인간에게 영향을 주는 작은 생물들을 알 수 있다.	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 60px; height: 60px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> STEAM </div> <p style="margin-top: 5px;">f-STEAM</p>	
	T	인간이 작은 생물을 이용하는 기술에 대해 알아볼 수 있다.		
	E	작은 생물과 관련된 첨단 기술과 공학 내용을 파악할 수 있다.		
	A	역사적 사건에서 교훈을 얻을 수 있다.		
	M	관찰 사실을 수량으로 표현할 수 있다.		
학습자료	교사 자료(지렁이의 분변토), 작은 생물 상식 퀴즈, ppt 자료(학습안내) 학생 학습지, 필기도구, 백과사전과 도감(또는 인터넷 접속 환경), 색연필			
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동	시간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기유발 학습 문제 파악하기 학습 순서 확인하기	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 지렁이의 분변토 이야기 듣기 <ul style="list-style-type: none"> • 지렁이의 분변토 이야기를 들어봅시다. - (지렁이의 분변토의 효과를 듣는다.) • 지렁이의 분변토 이야기를 통해서 알 수 있는 점은 무엇입니까? <ul style="list-style-type: none"> - 땅에는 지렁이가 살고 있습니다. - 지렁이는 우리 생활에 도움이 되는 작은 생물입니다. <p>◎ 학습문제 확인하기</p> <p style="text-align: center;">작은 생물이 인간에게 미치는 영향을 알아보자.</p> <p>▣ 학습 활동 안내</p> <p>【활동1】 인간에게 유익한 작은 생물의 종류 알기 【활동2】 인간에게 유해한 작은 생물의 종류 알기 【활동3】 역사상 작은 생물을 활용하는 사례 읽기 【활동4】 생각 표현하기</p>	5'	<ul style="list-style-type: none"> □ 자료(지렁이의 분변토) ■ 지렁이에 대한 편견을 깨트린다.
전개	<div style="background-color: #d9ead3; padding: 2px; display: inline-block; font-weight: bold;">S</div> <div style="background-color: #d9ead3; padding: 2px; display: inline-block; font-weight: bold;">T</div>	<p>【활동1】 인간에게 유익한 작은 생물의 종류 알기</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎ 이로운 줄 주는 작은 생물 <ul style="list-style-type: none"> • 우리 생활에 이로운 작은 생물을 백과사전이나 도감에서 찾아봅시다. - (발효 음식, 지렁이, 무당벌레와 같은 예시를 찾아본다.) - (일상생활, 농업기술 등 다양하게 찾을 수 있다.) 	5'	<ul style="list-style-type: none"> □ 백과사전 또는 도감 ■ 인터넷 도감을 활용할 수 있다.
전개	<div style="background-color: #d9ead3; padding: 2px; display: inline-block; font-weight: bold;">S</div> <div style="background-color: #d9ead3; padding: 2px; display: inline-block; font-weight: bold;">T</div>	<p>【활동2】 인간에게 유해한 작은 생물의 종류 알기</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎ 인간에게 해로운 작은 생물 <ul style="list-style-type: none"> • 인간에게 해로움을 주는 작은 생물을 찾아봅시다. - (모기, 바이러스, 독감균 등의 예시를 알아본다.) ◎ 곰팡이의 증식과 우리의 건강 <ul style="list-style-type: none"> • 곰팡이 기르기와 곰팡이 억제하기 실험 결과를 비교해 봅시다. - (곰팡이 탐구 결과를 비교해보고, 어떤 환경요인이 결과에 영향을 미쳤는지 이야기해본다.) ◎ 균의 증식과 우리의 건강 <ul style="list-style-type: none"> • 이전에 배양했던 배지를 살펴봅시다. 처음과 비교했을 때 얼마나 많이 생겼나요? - 약 100배로 늘어났습니다. 	5'	<ul style="list-style-type: none"> □ 균을 키운 배지 ■ 곰팡이와 균이 우리 생활에 미치는 영향에 대해 생각해 보는 시간을 갖는다.
전개	<div style="background-color: #d9ead3; padding: 2px; display: inline-block; font-weight: bold;">S</div> <div style="background-color: #d9ead3; padding: 2px; display: inline-block; font-weight: bold;">A</div> <div style="background-color: #d9ead3; padding: 2px; display: inline-block; font-weight: bold;">M</div>	<p>【활동3】 역사상 작은 생물을 활용하는 사례 읽기</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎ 역사상 작은 생물의 활용 사례 알아보기 <ul style="list-style-type: none"> • 우리 조상들이 작은 생물을 어떻게 활용해왔는지 알아봅시다. - (종두법, 페스트, 페니실린 등과 같은 사례를 읽어본다.) ◎ 작은 생물과 첨단 공학 <ul style="list-style-type: none"> • 과학 기술이 발달하여 작은 생물을 활용하는 새로운 기술들을 찾아봅시다. - (의학 등 다양한 분야에서 작은 생물이 활용되는 사례를 찾아보고 논의한다.) 	10'	<ul style="list-style-type: none"> □ 읽기자료 ■ 흥미로운 역사적인 소재를 도입하여 학생들의 소양을 높인다. ■ 백과사전 및 도감뿐만 아니라 인터넷 등 최신 과학정보를 찾는 방법을 익힌다.
전개	<div style="background-color: #d9ead3; padding: 2px; display: inline-block; font-weight: bold;">S</div> <div style="background-color: #d9ead3; padding: 2px; display: inline-block; font-weight: bold;">A</div>	<p>【활동4】 생각 표현하기</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎ 작은 생물과 인간의 관계에 대한 나의 생각 <ul style="list-style-type: none"> • 과학 글쓰기에서 작은 생물에게 쓰는 편지를 완성해봅시다. • 과학 만화에서 말풍선에 주인공의 생각을 채워 넣어 봅시다. - (글쓰기 또는 만화그리기 활동을 선택하여 자신의 생각을 표현해본다.) 	10'	<ul style="list-style-type: none"> ■ 창의적인 아이디어를 격려하되 생명윤리에서 벗어나지 않도록 지도한다.

정리	정리하기	<ul style="list-style-type: none"> 정리하기 <ul style="list-style-type: none"> 학습한 내용을 확인하는 상식 퀴즈를 풀어봅시다. <ul style="list-style-type: none"> (학습 내용을 정리하기 위한 퀴즈를 해결한다.) 	5'	<ul style="list-style-type: none"> 작은 생물 상식 퀴즈 알림장, 면담을 통해서 학생들의 준비 및 프로젝트 수행상황을 수시로 점검한다.
	차시 예고하기	<ul style="list-style-type: none"> 차시 예고하기 <ul style="list-style-type: none"> 다음 시간에는 이제까지 학습한 내용을 종합해서 모둠별로 작품을 만들어 보도록 하겠습니다. 모둠별로 필요한 준비물을 챙겨주세요. -네. 		

평가 내용	구분	평가 기준	평가방법
작은 생물이 인간에게 미치는 영향을 알 수 있는가?	잘함	작은 생물이 인간에게 미치는 영향 중 4개의 사례를 들어 유익함과 유해함의 경우를 설명할 수 있다.	관찰법 수행평가 (학습지)
	보통	작은 생물이 인간에게 미치는 영향 중 2~3개의 사례를 설명할 수 있다.	
	노력요함	작은 생물이 인간에게 미치는 영향 중 1개 이하의 근거를 들고 잘 설명하지 못한다.	

평가 결과의 활용 방안	평가 항목
<input checked="" type="checkbox"/> 학습자 학습 목표 도달 수준 측정 <input type="checkbox"/> 학습자 행동 특성 이해 <input checked="" type="checkbox"/> 학생들에게 피드백 <input type="checkbox"/> 교사의 수업정보와 반성 <input checked="" type="checkbox"/> STEAM 수업 효과성 확인 <input type="checkbox"/> 기타 ()	<input type="checkbox"/> 학습준비물 <input type="checkbox"/> 학습지 <input checked="" type="checkbox"/> 학습태도 <input checked="" type="checkbox"/> 형성평가 <input checked="" type="checkbox"/> 과제수행 <input type="checkbox"/> 작품
평가 시 유의점	
* 정보와 자료의 수집과 활용 과정을 이해하고 잘 수행할 수 있는지가 평가의 요소가 된다.	

8~9차시

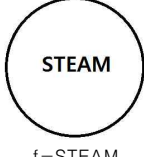
단 원	4. 작은 생물의 세계		차 시	8~9 /10
소 주 제	STEAM 산출물 만들기		대 상	초등학교 5~6학년
학습주제	학습 개념 정리		학습형태	전체-소집단
학습목표	작은 생태계를 표현할 수 있다.		STEAM 통합요소	활동중심
STEAM 하위목표	S	작은 생물의 생태계를 이해할 수 있다.	STEAM 통합모형  f-STEAM	
	T	어떤 방법으로 문제를 해결할 수 있을지 논의할 수 있다.		
	E	창의적으로 융합 산출물을 만들 수 있다.		
	A	작은 생물과 관련된 사회 문제를 해결할 방안을 찾을 수 있다.		
	M	근거자료를 도표를 활용해서 정리할 수 있다.		
학습자료	교사	학생활동 모습(사진 또는 영상), ppt 자료(학습안내)		
	학생	학습지, 필기도구 탐구일지, 평가기준 체크리스트		
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동	시간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기유발	<ul style="list-style-type: none"> 전시학습 상기 <ul style="list-style-type: none"> 작은 생물에 대해서 어떤 내용들을 학습해왔나요? -이제까지 우리는 작은 생물의 특징을 알아보고, 작은 생물이 사는 환경을 만들어보고, 인간과 작은 생물이 서로 미치는 영향에 대해 알아보았습니다. 	5'	<ul style="list-style-type: none"> □ 학생이 기록한 탐구일지 ■ 학생이 기록한 탐구일지와 활동 사진(영상)을 보여주면서 이제까지 했던 과정을 상기시킨다.
	학습 문제 파악하기	<ul style="list-style-type: none"> 학습문제 확인하기 <p style="text-align: center;">작은 생태계를 표현해보자.</p>		
	학습 순서 확인하기	<ul style="list-style-type: none"> 학습 활동 안내 【활동1】 작은 생물에 미치는 인간의 악영향을 줄일 수 있는 방법 연구하기 【활동2】 유익한 작은 생물을 친환경적으로 활용할 방안 찾아보기 		

		【활동3】 작은 생태계 프로젝트		
전개	S T 문제해결방 안	【활동1】 작은 생물에 미치는 인간의 악영향을 줄일 수 있는 방법 연구하기 ◎ 작은 생태계를 파괴하는 인간의 문제해결 방법 찾기 • 구상했던 내용을 바탕으로 우리 모둠은 어떤 해결방법을 찾을 수 있을지 구체적인 내용을 정리해봅시다. -작은 생물을 보존할 수 있는 환경을 만들어야 합니다. -작은 생태계를 파괴시키지 않도록 사람들에게 알려주어야 합니다.	10'	■사회문제와 연관 시켜 해결방법을 찾아본다.
전개	T E 친환경적 활용방안	【활동2】 유익한 작은 생물을 친환경적으로 활용할 방안 찾아보기 ◎ 이로운 주는 작은 생물의 친환경적 활용방안 • 구상했던 내용을 바탕으로 우리 모둠은 어떤 활용방법을 찾을 수 있을지 구체적인 내용을 정리해봅시다. -발효식품과 관련된 숙성 기술을 발달시켜야 합니다. -우리나라 발효식품의 세계화를 시키면 좋겠습니다. -작은 생물을 농업에 적극적으로 도입하도록 해야 합니다.	10'	
전개	S T E A M 산출물 만들기	【활동3】 작은 생태계 프로젝트 ◎ 작은 생태계 프로젝트 • 모둠별로 계획한 작은 생물 UCC, 작은 생태계의 소중함 알림 홍보물, 우 리 동네 생태 지도, 작은 생태계 모형, 역할극 등을 제작해봅시다. -(창의성을 발휘하여 모둠별로 작품을 제작한다.) ◎ 검토하기 • 우리가 만든 작품이 갖추어야 하는 요소들을 확인해봅시다. -(실용성, 작품의 의미, 견고성 등의 조건을 확인한다.)	50'	■작은 생물 UCC, 작은 생태계 모형, 생태 지도 등의 프 로젝트를 수행하게 한다. ■사회에 도움이 될 내용으로 제작하게 이끈다. □평가기준 체크리 스트
정리	정리하기 차시 예고하기	◎ 정리하기 • 오늘은 작은 생물에 대하여 학습했던 모든 내용들을 총정리 하여 제작품 을 만들어 보았습니다. ◎ 차시 예고하기 • 다음 시간에는 최종적으로 여러분들이 제작한 작품에 대한 발표회 시간을 갖도록 하겠습니다. -네. 알았습니다. • 발표회를 준비하면서 점검해야 할 점은 무엇이 있을까요? -발표 내용, 제작 자료, 발표 방법 등을 준비하겠습니다.	5'	■과학자들도 사회 에 발표과정을 거 친다는 점을 언급 할 수 있다. ■최종 제작품 및 발표내용 준비를 과제로 부여한다.

평가 내용	구분	평가 기준	평가방법
배운 지식을 활용해서 작은 생태계를 나타낼 수 있는가?	잘함	•배운 지식을 종합적이고 창의적으로 활용 및 응용해서 작은 생태계를 나타낼 수 있다.	관찰법
	보통	•배운 지식을 종합적으로 활용하여 작은 생태계를 나타낼 수 있다.	
	노력요함	•배운 지식을 일부분 활용해서 작은 생태계를 나타낼 수 있다.	

평가 결과의 활용 방안	평가 항목
<input checked="" type="checkbox"/> 학습자 학습 목표 도달 수준 측정 <input checked="" type="checkbox"/> 학습자 행동 특성 이해 <input checked="" type="checkbox"/> 학생들에게 피드백 <input checked="" type="checkbox"/> 교사의 수업정보와 반성 <input checked="" type="checkbox"/> STEAM 수업 효과성 확인 <input type="checkbox"/> 기타 ()	<input checked="" type="checkbox"/> 학습준비물 <input type="checkbox"/> 학습지 <input type="checkbox"/> 학습태도 <input type="checkbox"/> 형성평가 <input checked="" type="checkbox"/> 과제수행 <input checked="" type="checkbox"/> 작품
평가 시 유의점	
※ 평가 결과를 통해서 학생들의 창의적인 아이디어를 모둠 특성에 맞게 실현시킬 수 있도록 조언할 수 있어야 한다. ※ 가드너의 다중 지능이론에 근거하여 확립화된 한 가지 방법이 아닌 창의성과 아이디어에 높은 비중을 두어 평가한다.	

10차시

단 원	4. 작은 생물의 세계	차 시	10 /10
소 주 제	STEAM 산출물 만들기	대 상	초등학교 5~6학년
학습주제	STEAM 결과작품 발표회	학습형태	전체
학습목표	작은 생물에 대한 생각을 공유할 수 있다.	STEAM 통합요소	주제중심
STEAM 하위목표	S	과학 개념을 정리할 수 있다.	
	T	목적에 맞는 기술을 활용해 발표할 수 있다.	
	E	컴퓨터를 다룰 수 있다.	
	A	다양한 분야를 융합하여 효과적으로 발표할 수 있다.	
	M	연관된 수학 원리를 정리할 수 있다.	
학습자료	교사: 스무고개 퀴즈, ppt 자료(학습안내), 학생평가서 학생: 학습지, 필기도구, 산출물(모듬별)		

학습 단계	학습 과정	교수-학습 활동	시간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기유발 학습 문제 파악하기 학습 순서 확인하기	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 작은 생물의 세계에 대한 스무고개 <ul style="list-style-type: none"> • 작은 생물의 세계 단원을 공부하며 배운 생물들에 대해 스무고개를 해봅시다. - (작은 생물의 특징을 공개하며 개념을 상기시킨다.) ◎ 학습문제 확인하기 <ul style="list-style-type: none"> • 우리가 이제까지 만들었던 작품들과 학습 내용들을 함께 살펴보는 시간입니다. <p style="text-align: center;">작은 생물에 대한 생각을 공유해보자.</p> <p>▣ 학습 활동 안내</p> <p>【활동1】 전시회 및 발표회 열기 【활동2】 작은 생물 STEAM 프로젝트 발표하기 【활동3】 발표 내용에 대해 토의하기</p>	5'	□ 스무고개 퀴즈 ■ 학생들이 문제를 출제해보는 것도 좋다.
전개	<div style="background-color: #ffcc00; padding: 2px; display: inline-block; margin-right: 5px;">T</div> <div style="background-color: #ffcc00; padding: 2px; display: inline-block; margin-right: 5px;">E</div> 발표회	<p>【활동1】 전시회 및 발표회 열기</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎ 발표 준비하기 <ul style="list-style-type: none"> • 발표에 앞서서 전시 및 발표회장을 만들겠습니다. • 사람들 앞에서 발표하기 전에 모듬별로 발표 내용에 대한 최종 점검을 하겠습니다. - (준비한 산출물에 대해서 발표 준비를 한다.) 	5'	□ 산출물(모듬별) ■ 사전에 기기가 작동하는지 확인한다.
전개	<div style="background-color: #90ee90; padding: 2px; display: inline-block; margin-right: 5px;">S</div> <div style="background-color: #ffff00; padding: 2px; display: inline-block; margin-right: 5px;">T</div> <div style="background-color: #90ee90; padding: 2px; display: inline-block; margin-right: 5px;">E</div> <div style="background-color: #ffcc00; padding: 2px; display: inline-block; margin-right: 5px;">A</div> <div style="background-color: #ffcc00; padding: 2px; display: inline-block; margin-right: 5px;">M</div> 산출물 발표하기	<p>【활동2】 작은 생물 STEAM 프로젝트 발표하기</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎ STEAM 프로젝트 발표회 <ul style="list-style-type: none"> • 작은 생물에 대하여 학습하고 만들었던 모든 작품을 서로 공유하는 시간입니다. 각 모듬은 자신 모듬의 방식대로 작품을 표현하고 설명해주세요. - (학생들은 스스로 제작한 작품에 대해서 발표한다.) 	15'	□ 산출물(모듬별) ■ 각 모듬별 작품에 대한 발표회를 갖는다.
전개	<div style="background-color: #90ee90; padding: 2px; display: inline-block; margin-right: 5px;">S</div> <div style="background-color: #ffff00; padding: 2px; display: inline-block; margin-right: 5px;">T</div> <div style="background-color: #90ee90; padding: 2px; display: inline-block; margin-right: 5px;">E</div> <div style="background-color: #ffcc00; padding: 2px; display: inline-block; margin-right: 5px;">A</div> <div style="background-color: #ffcc00; padding: 2px; display: inline-block; margin-right: 5px;">M</div> 개선방안	<p>【활동3】 발표 내용에 대해 토의하기</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎ 작품에 대해 개선사항 <ul style="list-style-type: none"> • 각 모듬에서의 작품에 대한 장단점을 이야기해 봅시다. - (다른 모듬의 산출물에 대한 개선방안을 논의한다.) 	10'	■ 더 나은 작품으로 개선하기 위한 아이디어를 논의한다.
정리	정리하기 단원의 마무리	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 정리하기 <ul style="list-style-type: none"> • 작은 생물을 학습하면서 배운점과 느낀점을 정리하여 봅시다. - (평가지를 작성한다.) ◎ 단원 마무리하기 <ul style="list-style-type: none"> • 작은 생물 STEAM 프로그램을 통해서 여러분은 작은 생물 과학자에 입문하였습니다. 앞으로 꾸준한 탐구를 통해서 창의적인 아이디어를 발휘할 수 있기 바랍니다. 	5'	□ 학생평가서

평가 내용	구분	평가 기준	평가방법
작은 생물에 대한 생각을 공유할 수 있는가?	잘함	• 프로그램 및 자기주도적으로 학습한 내용을 통해서 작은 생물에 대한 자신의 생각을 효과적으로 공유할 수 있다.	관찰법 수행평가 (산출물)
	보통	• 프로그램을 통해 학습한 내용을 통해서 작은 생물에 대한 생각을 공유할 수 있다.	
	노력요함	• 학습한 내용의 일부만 이해하지만 작은 생물에 대한 생각을 듣고 말할 수 있다.	
평가 결과의 활용 방안		평가 항목	
<input checked="" type="checkbox"/> 학습자 학습 목표 도달 수준 측정 <input checked="" type="checkbox"/> 학생들에게 피드백 <input checked="" type="checkbox"/> 교사의 수업정보와 반성 <input checked="" type="checkbox"/> STEAM 수업 효과성 확인		<input checked="" type="checkbox"/> 학습준비물 <input checked="" type="checkbox"/> 학습태도 <input checked="" type="checkbox"/> 작품	
평가 시 유의점			
※ 평가 루브릭을 통해 체계적인 평가가 이루어 질 수 있도록 한다.			

9. 학습 평가

가. 평가 기준표

영역	평가 관점	관련 차시
지식	1. 우리 주변에 사는 여러 가지 작은 생물의 특징을 설명할 수 있는가?	1, 3, 4, 5 /10
	2. 작은 생물이 어떤 환경에서 살아가고 있는지 설명할 수 있는가?	4, 5, 6 /10
	3. 작은 생물과 우리 생활과의 관계를 설명할 수 있는가?	6, 7 /10
탐구	1. 서식지에 따라 작은 생물을 찾고 분류할 수 있는가?	4, 5 /10
	2. 주변의 작은 생물을 관찰하고 특징을 비교할 수 있는가?	2, 3, 4, 5 /10
	3. 작은 생물과 우리 생활과의 관계에 대해 친구들과 토의를 할 수 있는가?	6, 7, 8, 9 /10
	4. 곰팡이, 세균, 바이러스가 우리 건강에 미치는 영향을 조사할 수 있는가?	7 /10
태도	1. 작은 생물 채집시에는 주위 환경과 생물을 보호할 수 있는가?	2, 3, 4, 5 /10
	2. 관찰이 모두 끝난 작은 생물들은 해당 서식지에 다시 놓아줄 수 있는가?	2, 3, 4, 5 /10
	3. 생물의 다양성과 생명에 대한 소중함을 인식하고 있는가?	1~8 /10

나. 평가 도구 예시

평가일	년 월 일		교시 (교과:)				
평가대상	학년	반	모둠	모둠원			
평가항목	평가 기준			잘함	보통	노력 요함	
활동지	내용	학습 주제에서 다루는 학습 내용을 완전히 이해하였다.					
	구조	체계적인 논리를 갖추어 작성하였다.					
	성실성	모든 내용을 빠짐없이 성실하게 기록하였다.					
산출물	디자인	조화로운 꾸미기를 통하여 제작품의 특징을 잘 나타내었다.					
	견고성	견고하고 튼튼하게 작품을 제작하였다.					
	실용성	문제해결에 도움이 되는 작품을 제작하였다.					
	작품 의미	작품 제작 과정에서 얻은 지식과 내용을 반영하여 작품에 표현할 수 있다.					
태도	적극성	활동에 적극적으로 참여하고 있다.					
	협동성	협력적인 태도로 모둠에 창의적인 아이디어를 제시한다.					
특이사항 (개인 또는 모둠)							

작은 생물
STEAM

주변의 작은 세상을 만나보자!
우리 주변과 작은 생물

() 초등학교 () 학년 () 반 이름()

1차시

1. 단 원: 작은 생물의 세계
2. 소 주 제: 주변의 작은 세상
3. 학습주제: 우리 주변과 작은 생물
4. 학습목표: 우리 주변에 작은 생물의 세계가 있음을 알 수 있다.
5. 준 비 물: 학습지, 필기도구

들어가기



학생들이 초파리를 보았었던 실제 경험을 수업 내용과 연결시킨다.

초파리는 과일이 있는 곳에서 볼 수 있어요. 두 개의 사진을 통해 알 수 있는 초파리 관찰의 차이점은 무엇인가요? 작은 생물을 관찰하기 위해서는 왜 관찰 도구가 필요한 것일까요?

핵심개념

작은 생물 주의 깊게 찾아보거나 특정한 도구를 이용해야만 관찰할 수 있는 생물
현미경 인간의 눈으로 관찰할 수 없는 미세한 물체나 미생물을 확대하여 관찰하는 기구

활동안내

【활동1】 작은 생물의 크기 가늠해보기

- ① 작은 생물의 일부분 사진 보기
- ② 작은 생물 크기 어렵하기
- ③ 확대한 생물 맞추기

【활동2】 주변의 작은 생물에 대한 조사계획 세우기

- ① 주변의 작은 생물에 대해 생각해보기
- ② 모둠원과 작은 생물에 대한 조사계획 세우기

【활동3】 작은 생물 조사하기

- ① 조사계획 검토하기
- ② 작은 생물 조사하기

컴퓨터 또는 도서관을 활용할 수 있으며, 과제로 제시할 수 있다.

탐구보고서

탐구활동	탐구 설계하기	일 시	2013 년 00 월 00 일
모 둠	1모둠	장 소	5학년 1반 교실

□ 우리 주변의 작은 생물들을 조사할 계획을 세워봅시다.

○ 탐구할 내용

➔ 곰팡이에 대한 연구

- *곰팡이는 어떤 온도에서 잘 생길까?
- *곰팡이는 어떤 물질에서 잘 자랄까?
- *곰팡이는 햇빛이 있는 곳에서 잘 자랄까, 없는 곳에서 잘 자랄까? 등

○ 탐구할 방법

1. 언 제: 2013년 1월 31일(금) ~ 2013년 2월 10일(일)
2. 어디서: 우리학교 과학실
3. 어떻게: 실험 설계대로 곰팡이를 기른다. (조건: 온도)
4. 누구와: 1모둠: ○○, ☆☆, ◇◇, △△

○ 역할 분담

- ➔ ○○: 곰팡이를 기를 물질 준비하기, 기록하기, 발표하기.
- ☆☆: 다른 온도의 장소 찾아보기. 도서관에서 책 찾아보기. 기록하기.
- ◇◇: 곰팡이를 기를 도구 준비하기. 기록하기. 사진 찍기.
- △△: 관찰 기록 수합하고 정리하기. 발표자료 만들기.

학생들이 생활 속에서 탐구하는 즐거움을 느낄 수 있도록 격려한다.

작은 생물 STEAM 주변의 작은 세상을 만나보자!
작은 생물 탐구하기

() 초등학교 () 학년 () 반 이름()

2~3차시

1. 단 원: 작은 생물의 세계
2. 소 주 제: 주변의 작은 세상
3. 학습주제: 작은 생물 탐구하기
4. 학습목표: 작은 생물을 탐구할 수 있다.
5. 준 비 물: 페트리접시, 모래, 실체현미경, 확대용 TV, 학습지, 필기도구, 색연필, 읽기자료(황금비)

들어가기



해수욕장에는 백사장이 펼쳐져 있습니다. 눈으로 모래 알갱이를 자세히 살펴본 적이 있나요? 눈으로 모래입자 한 알을 유심히 바라보면 무엇을 볼 수 있나요? 우리가 무심코 밟고 지나쳤던 모래알만큼 작은 생물을 탐구해봅시다.

핵심개념

미소중 패류 관찰 분 류 패각으로 둘러싸인 모래 입자만큼 작은 연체동물
모든 감각이나 또는 도구를 사용하여 사물과 현상으로부터 필요한 정보와 자료를 얻는 과정
어떤 목적을 가지고 사물을 그 공통적인 속성이나 조건에 따라 같이 묶거나 구분하는 것

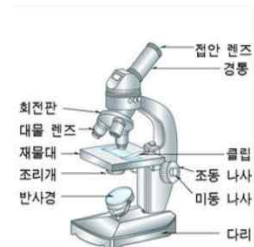
활동안내

【활동1】 현미경 사용방법 알기

① 도구의 사용법

직접 작은 생물을 관찰할 것이므로 현미경을 다루는 방법에 대해 이해할 수 있도록 지도한다.

- ① 평평한 곳에 놓습니다.
- ② 회전판을 돌려 가장 낮은 대물렌즈가 중앙에 오도록 합니다.
- ③ 모래를 담은 페트리 접시를 재물대에 올려놓습니다.
- ④ 옆에서 보면서 조동 나사로 재물대를 올려 대물렌즈와 대상의 거리를 가장 가깝게 합니다.
- ⑤ 미동나사로 재물대를 천천히 내리면서 초점을 맞춥니다.
- ⑥ 현미경으로 관찰한 것을 그리면서 기록합니다.
- ⑦ 이동할 때에는 한 손으로 받치고 한 손으로 손잡이를 잡습니다.



↑ 재물대 이동식 현미경의 구조

【활동2】 탐구 시 유의점 확인하기

① 탐구 활동 시 유의점

- ㉠ 생물들을 소중하게 다룹니다.
- ㉡ 다른 모둠의 활동을 방해하지 않습니다.
- ㉢ 장비를 방법에 맞게 조심하게 다룹니다.
- ㉣ 친구와 장난을 치지 않습니다.

학생들에게서 유의할 점을 유도한 후에, 명시적으로 제시해주는 것이 좋다.

【활동3】 미소종 패류 관찰하기

- ① 미소종 패류의 관찰
- ② 관찰한 내용을 기록하기

【활동4】 미소종 패류 분류하기

- ① 공통점 찾아서 작은 생물 분류하기
- ② 차이점 찾아서 작은 생물 분류하기

【활동5】 탐구결과에서 알 수 있는 점 정리하기

- ① 탐구결과를 통해 얻은 작은 생물의 특징 정리해보기
- ② 패류에서 발견되는 수학적 원리(황금비)이야기 읽기

탐구보고서

탐구활동	미소종 패류 관찰하기	일 시	2013 년 00 월 00 일
모 둠	1모둠	장 소	과학실

□ 현미경으로 모래 입자를 관찰해봅시다.

○ 맨눈으로 관찰했을 때의 특징

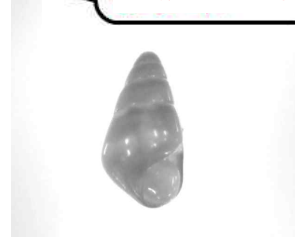
- *모래 알갱이마다 색깔이 다양하다.
- *모래 알갱이 중에 뾰족한 것이 있다.
- *고동처럼 생긴 알갱이도 있다.
- *조개가 부서진 조각도 섞여 있다.
- *모래 알갱이에서 바닷물 냄새가 난다.
- *모래를 만져보면 부드럽다.

페트리 접시에 모래를 얇게 깔아서 눈으로 확인하게 한다.

○ 돋보기와 현미경으로 관찰한 모습



돋보기



현미경

미술교과의 '관찰과 표현' 에서 요구되는 세밀한 묘사를 사용하여 작성할 수 있도록 한다.

○ 관찰한 작은 생물의 특징

- *모래 알갱이 하나마다 고동의 모양을 갖추고 있다.
- *현미경으로 확대해서 보니 속 안에 누렇게 매끈한 것이 보인다.
- *촉촉한 돌기가 돌레를 따라 있다.
- *끝 부분에 구멍이 나 있다.
- *불투명한 흰 색이다.
- *갈색 점의 무늬가 점선 모양으로 있다.

□ 미소종 패류를 분류해봅시다.

- 관찰한 작은 생물들에서 공통점과 차이점을 찾아봅시다.

1. 공통점: 색깔이 흰 색이다.
2. 차이점: 끝이 뾰족하다. 끝이 둥글다.

- 분류 기준을 세워 다음과 같이 분류해봅시다.

○ 예시1

- 분류 기준: 형태



○ 예시2

- 분류 기준: 색깔

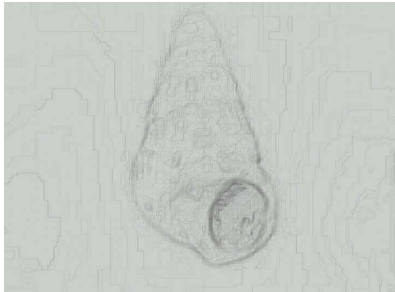



○ 내가 설정한 분류 기준

→ 형태

공통점과 차이점에 따라
기준을 세워 분류하도록 지도한다.

○ 분류한 생물을 그림으로 그리고, 특징을 글로 기록해봅시다.

분류	작은 생물 A	작은 생물 B
생김새		
특징	끝이 뾰족하다.	끝이 둥글다.

□ 탐구활동을 통해서 알게 된 점을 정리해봅시다.

○ 탐구한 작은 생물의 특징을 정리하여 봅시다.

- ➔ *모래 알갱이를 확대해서 보면 작은 생물을 관찰할 수 있다.
- *형태나 색깔으로 미소종 패류를 분류할 수 있다.
- *고유한 무늬를 가지고 있는 것도 있다.
- *돌기가 나있는 것은 광택이 없었다.
- *1mm의 모래 알갱이 크기의 작은 생물도 다양하다.
- *해수욕장의 모래마다 발견되는 패류가 다른지 알아보고 싶다.

학생들의 다양한 반응을 수용하되, 작은 생물의 다양성을 인식할 수 있게 지도한다.

작은 생물 STEAM **주변의 작은 세상을 만나보자!**
우리 주변과 작은 생물

()초등학교 ()학년 ()반 이름()

4~5차시

1. 단 원: 작은 생물의 세계
2. 소 주 제: 작은 생물이 사는 환경
3. 학습주제: 작은 생물의 서식환경
4. 학습목표: 작은 생물의 서식지 환경 특징을 알고 작은 생물을 키울 수 있다.
5. 준 비 물: 학습지, 필기도구, 돋보기, 실체현미경, 빵, 배양배지, 면봉.

들어가기



환경요인에 따라서 사는 작은 생물이 다름을 깨닫게 한다.

과학시간에 ‘리트머스 종이’ 를 사용한 적이 있나요? 리트머스 종이는 리트머스 이끼를 이용하여 만든 것으로 산성을 만나면 붉은색으로, 알칼리성을 만나면 푸른색으로 변하는 성질을 가지고 있습니다. 이러한 특성 때문에 산성과 염기성을 구분할 때에 사용되지요.

그런데 자연환경에도 리트머스 종이처럼 환경에 대해 판단을 내리는 데 기준이 되는 생물들이 있습니다. 어떻게 작은 생물이 환경을 판단하는 기준이 될 수 있을까요?

핵심개념

지표생물 특정한 환경조건에서만 살 수 있는 생물. 지표생물을 이용하면 그 지역의 환경조건이나 오염 정도를 알 수 있다.
서식지 생물이 살아가는 장소. 작은 동물은 바위틈과 나무껍질, 땅 속, 혹은 논이나 개울과 같은 물이 있는 곳에 산다.

활동안내

- 【활동1】 플라나리아 관찰하기**
- ① 플라나리아 관찰하기
 - ② 플라나리아 형태에서 선대칭 도형 찾기

플라나리아의 형태를 통해 선대칭의 개념을 학습한다.

- 【활동2】 작은 생물의 서식지와 환경 특징 알기**
- ① 작은 생물이 사는 곳 알아보기
 - ② 작은 생물 서식지의 조건 알아보기

【활동3】 곰팡이와 균 배양하기

- ① 곰팡이 키우기
- ② 곰팡이 안 키우기
- ③ 균 배양하기

곰팡이를 잘 키우려는 모둠과 곰팡이가 생기지 않도록 하는 모둠으로 나누어서 실험한다. 이 과정을 통하여 학생들이 곰팡이의 서식 조건에는 어떤 것이 있는지 학습할 수 있도록 한다.

【활동4】 탐구일지 작성하기

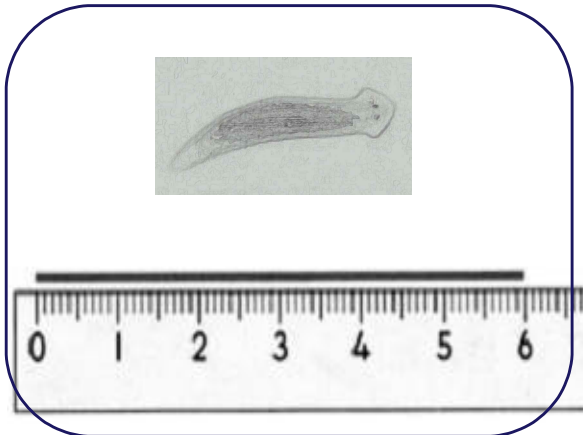
- ① 작은 생물 기르기
- ② 나만의 탐구일지 작성하기

탐구보고서

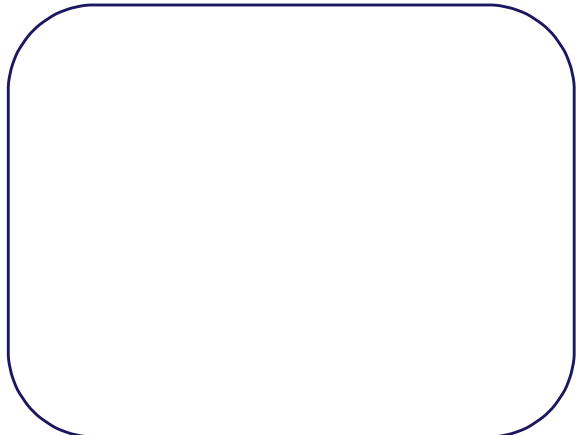
탐구활동		일 시	
모 둠		장 소	

□ 플라나리아를 관찰해 보고, 관찰한 것을 그림으로 나타내어 봅시다.

○ 눈으로 관찰



○ 현미경으로 관찰



□ 플라나리아를 관찰하고 알게 된 사실을 정리해 봅시다.

○ 플라나리아의 특징

→ 몸의 앞면과 뒷면, 등과 배의 표면, 왼쪽과 오른쪽이 같은 좌우 대칭이다.
 몸의 색이 등 쪽은 갈색 또는 적갈색이고 배 쪽이 등 쪽보다 밝고 연하다.
 머리 쪽에는 1쌍의 안점이 있다.
 몸을 가로로 반으로 잘랐을 때 몸이 다시 재생된다.

○ 플라나리아가 살아가는 환경의 특징

→ 수온이 낮고 깨끗한 물이 흐르는 개울이나 계곡의 돌 밑에 산다.
 오염되지 않은 깨끗한 물에 산다.

□ 작은 생물을 키우며 탐구일지를 작성해 봅시다.

○ 우리 모둠에서 선정한 작은 생물

곰팡이

○ 작은 생물이 살아가는 환경의 특징

→ 햇빛이 잘 들지 않고 축축한 곳에서 살아간다.
 빵, 과일껍질 등 썩기 쉬운 음식물에서 잘 자란다.

○ 역할 분담

→ 먹이: ○○○ 서식지 구성: ○○○
 관찰일지 작성: ○○○, ○○○

일 시	년 월 일	장 소	
-----	-------	-----	--

○ 관찰 내용

균 실험의 경우, 배지를 뒤집으면 공기 중의 균이 들어가기 쉬우므로 조심한다.

일 시	년 월 일	장 소	
-----	-------	-----	--

○ 관찰 내용

학생들이 꾸준히 탐구일지를 기록할 수 있도록 북돋아준다.

작은 생물 STEAM 작은 생물과 인간은 서로 어떤 영향을 주고 있을까? 작은 생물과 인간의 관계 ①

() 초등학교 () 학년 () 반 이름()

6차시

1. 단 원: 작은 생물의 세계
2. 소 주 제: 작은 생물과 인간
3. 학습주제: 작은 생물과 인간의 관계 ①
4. 학습목표: 인간이 작은 생물에 미치는 영향을 알 수 있다.
5. 준 비 물: 뉴스(인간에 의한 작은 생물의 피해), 학습지, 필기도구

들어가기



앵~앵~ 소리를 내면서 날아다니며 피를 빨아먹는 모기! 과거에는 여름에만 보이던 모기가 요즘에는 겨울에도 볼 수 있어요. 인간이나 동물의 피를 빨아먹는 모기가 겨울에도 찾아오는 이유는 무엇일까요?

핵심개념

생태계 파괴 생태계가 안정된 상태를 벗어나서 회복되지 못하고 평형이 깨지게 된 상태
환경오염 자연의 파괴와 각종 교통 기관이나 공장에서 배출하는 가스나 폐수 또는 농약 등으로 동식물이나 인간의 생활환경이 더럽혀지는 일

활동안내

【활동1】 미소종 패류의 유실사례 확인하기

- ① 인간에 의해 변하는 작은 생태계

【활동2】 작은 생물의 생태계 파괴 문제 생각하기

- ① 주변의 작은 생물 생태계
- ② 인간이 작은 생물에 미치는 악영향의 심각성

【활동3】 작은 생물의 소중함 느끼기

- ① 작은 생물의 소중함
- ② 생명을 지키기 위하여

탐구보고서

탐구활동	작은 생물 생태계 파괴 알아보기	일 시	2013 년 00 월 00 일
모 둠	1모둠	장 소	5학년 1반 교실

□ 주변에서 일어나고 있는 작은 생물 생태계의 파괴 사례를 찾아봅시다.

○ 작은 생물 생태계의 파괴가 일어나는 장소

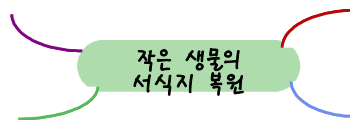
1. 누 가: 건설 회사
2. 언 제: 2012년 여름
3. 어디서: 공원 근처
4. 무엇을: 개미 소굴
5. 어떻게: 삽으로 파괴 하였다.
6. 왜: 공원 확장 공사 때문에.

□ 인간이 작은 생물에 미치는 악영향을 정리해봅시다.

- *인간이 편리함을 추구하다보면 작은 생물의 서식지가 파괴될 때가 있다.
- *인간이 작은 생물의 소중함을 모르고 마구 이용할 수 있다.
- *작은 생물은 크기가 작아 인간의 눈에 잘 안 띄기 때문에 함부로 밟고 다닐 수 있다.

□ 작은 생물 서식지 복원 방안을 마인드맵으로 그려봅시다.

○ 마인드맵 그리기



□ 모둠원들과 실천 방안에 대해 브레인스토밍을 해 봅시다.

○ 실천 가능한 아이디어들

- *개미들을 죽이지 말고 옆 공터에서 살 수 있도록 한다.
- *개미들이 출입하는 구멍을 막지 말고 틈을 남겨둔다.
- *플라나리아가 살 수 있도록 하천을 오염시키지 말고 깨끗하게 보존한다.
- *인간의 편의에 의해서 자연을 함부로 훼손하는 일이 없도록 어른들에게 작은 생물의 소중함을 알리는 편지를 쓴다.

작은 생물
STEAM

작은 생물과 인간은 서로 어떤 영향을 주고 있을까?
작은 생물과 인간의 관계 ②

() 초등학교 () 학년 () 반 이름()

7차시

1. 단 원: 작은 생물의 세계
2. 소 주 제: 작은 생물과 인간
3. 학습주제: 작은 생물과 인간의 관계 ②
4. 학습목표: 작은 생물이 인간에게 미치는 영향을 알 수 있다.
5. 준 비 물: 학습지, 필기도구, 백과사전과 도감(또는 인터넷 접속 환경), 색연필

들어가기



비오는 날 지렁이가 많이 보이죠? 보기에는 꿈틀꿈틀 징그러운 지렁이! 과연 지렁이는 징그럽기만 할까요? 지렁이는 환경과 우리에게 어떠한 영향을 미칠까요?

지렁이를 징그럽게 여기는 학생들에게 거부감이 들지 않고 친근하게 느낄 수 있도록 교사가 편견을 깨뜨린다.

핵심개념

- 지렁이** 몸은 보통 길쭉한 기둥 모양이며 앞 끝에 입이, 뒤끝에 항문이 열려 있다. 지렁이는 몸이 거의 같은 모양의 환절로 되어 있어 전형적인 체절성 동물
- 분변토** 지렁이의 변으로 미생물이 살기에 최적의 조건을 가지고 있음. PH가 중성이고 아주 부드러운 입자로 되어있어서 모든 종류의 흙 속으로 쉽게 섞임
- 곰팡이** 영양 번식 기간 중에 균사체의 발달이 극히 왕성하고 또한 포자 혹은 분생자를 현저하게 형성하는 균류군의 총칭

활동안내

【활동1】 인간에게 유익한 작은 생물의 종류 알기

- ① 이로움을 주는 작은 생물 찾아보기

【활동2】 인간에게 유해한 작은 생물의 종류 알기

- ① 인간에게 해로움을 주는 작은 생물 찾아보기
- ② 곰팡이 기르기와 곰팡이 억제하기 실험 결과를 비교하기
- ③ 이전에 배양했던 배지 살펴보기

도서관 및 컴퓨터실에서 백과사전 및 인터넷을 활용할 수 있도록 사전에 준비한다.

종두법, 페스트, 페니실린 등 흥미로운 역사적인 소재를 활용하여 학생들의 흥미를 높인다.

【활동3】 역사상 작은 생물을 활용하는 사례 읽기

- ① 역사상 작은 생물의 활용 사례 알아보기
- ② 작은 생물을 활용하는 새로운 기술들을 찾아보기

【활동4】 생각 표현하기

- ① 과학 글쓰기에서 다음에 이어질 내용을 완성

창의적인 아이디어를 격려
하되 생명윤리에서 벗어나지
않도록 지도한다.

조사보고서

조사활동	인간에게 유익한 작은 생물 조사	일 시	○○○○년 ○월 ○일
모 둠	○○모듬	장 소	도서관, 컴퓨터실

□ 우리 주변에 인간에게 유익한 작은 생물들을 조사해봅시다.

○ 조사 방법

1. 언 제: ○○○○년 ○월 ○일 ○시
2. 조사 주제: 인간에게 유익한 작은 생물 조사
3. 어디서: 도서관, 컴퓨터실
4. 어떻게: 문헌조사, 인터넷검색
5. 누구와: ○○모듬 친구들과

○ 조사 내용

1. 작은 생물 이름: 지렁이
- 인간에게 유익한 면: 땅 속에 구멍을 만들어 땅이 숨을 쉴 수 있게 하며, 음식물 찌꺼기를 먹고, 분변 토를 만드는 데, 이것을 이용하여 농사를 지으면 환경오염문제를 해결할 수 있다.
2. 작은 생물 이름: 무당벌레
- 인간에게 유익한 면: 농작물에 피해를 주는 진딧물을 잡아먹어, 농약을 사용하지 않고도 해충의 피해를 막을 수 있다.
3. 작은 생물 이름: 유산균
- 인간에게 유익한 면: 우리 몸속에 서식하는 나쁜 세균을 없애주기도 하여 건강한 생활을 할 수 있도록 도와준다.
4. 작은 생물 이름: 푸른곰팡이
- 인간에게 유익한 면: 몸에 들어온 세균을 제거하는 항생제인 '페니실린'의 주원료이며 질병을 치료하는 데 큰 도움을 준다.
5. 작은 생물 이름: 흰개미 장내 작은 생물
- 인간에게 유익한 면: 바이오 에탄올을 이용하여 미래 청정에너지를 만들어 내어 환경오염 문제를 해결하는 데 큰 역할을 할 것으로 기대되고 있다.

탐구보고서

탐구활동	곰팡이 기르기, 억제하기 실험 관찰	일 시	○○○○년 ○월 ○일
모 둠	○○모둠	장 소	교실

□ 곰팡이 기르기와 곰팡이 억제하기 실험 결과를 탐구할 계획을 세워봅시다.

○ 탐구할 내용

→ 곰팡이가 잘 자라기 위해서 필요한 환경은 무엇일까?
예) 햇빛, 온도, 습도 등

○ 탐구할 방법

1. 언 제: ○○○○년 ○월 ○일
2. 어디서: 교실
3. 어떻게: 1개의 배지(식빵에 물을 뿌려서 만든 사육 상자)는 그늘진 곳에 놓고, 다른 1개의 배지는 햇빛이 잘 드는 창가에 두어 곰팡이가 자라는 모습을 비교 관찰
4. 누구와: ○○모둠 친구들과

○ 역할 분담

- ○○ : 곰팡이 서식 환경에 대해 조사하기
☆☆ : 준비물 준비하기
◇◇ : 관찰 내용 그림으로 그리기
△△ : 관찰 내용 글로 기록하기

○ 탐구 내용(그림 및 글로 나타내기)

1. 곰팡이 기르기 실험 결과

→



2. 곰팡이 억제하기 실험결과

→



3. 영향을 미친 환경요인은 무엇인가요?

→ 햇빛이 있으면 곰팡이가 잘 자라지 못한다. 그늘진 곳에서 곰팡이가 잘 자란다.

○ 이전에 배양했던 배지가 처음과 달라진 점은 무엇인가요?

→ 식빵, 물 등 다른 조건은 똑같지만 햇빛이 잘 들지 않도록 그늘에 두었다.

과학글쓰기

학습한 내용을 활용하여 쓸 수 있도록 활동을 안내하고 발표를 통해 학습내용을 정리한다.

- 작은 생물에게 전하고 싶은 말을 편지로 써봅시다. 여러분들이 가장 관심을 가지고 있는 작은 생물을 선택하고, 그 생물에 대하여 알고 있는 내용과 알고 싶은 것 등을 포함해 봅시다.

곰팡이에게

안녕? 나는 ○○이라고 해.

이번 수업시간에 작은 생물에 대해서 배우면서 너에 대해서 많은 것을 새롭게 알게 되었어.

사실은 나는 곰팡이라고 하면 더럽고 사람들에게 나쁜 것인 줄만 알고 있었는데 그게 아니어서 놀랐어. 곰팡이도 사람들에게 유익한 점이 정말 많더라. 사람들이 병에 걸려서 아프면 고칠 수 있는 약을 만들어주기도 하고, 김치나 요구르트처럼 맛있는 음식을 발효시켜주기도 하고……. 정말 놀랍고 신기했어.

그런데 몇 가지 궁금한 게 있어. 곰팡이야 너는 종류가 정말 다양하지? 어떤 종류들이 있니? 그리고 햇빛을 싫어하던데 왜 그런 거야? 정말 궁금해~! 알려주지 않을래?

이번 수업시간에 공부하면서 곰팡이, 너와 많이 친해진 느낌이야. 나중에 너를 만나게 되면 반갑게 인사할게. 안녕~

○○이가

과학만화그리기

- 작은 생물을 주제로 해서 만화그리기 활동을 해봅시다. 여러분들이 가장 관심을 가지고 있는 작은 생물을 선택하고, 그 생물에 대하여 알고 있는 내용과 알고 싶은 것 등을 포함해 봅시다.

제 목: 곰팡이



<그림 출처: LG 사이언스 랜드 작은 생물의 세계속>

작은 생물
STEAM

작은 생물과 인간은 서로 어떤 영향을 주고 있을까?
STEAM 산출물 만들기

() 초등학교 () 학년 () 반 이름()

8~9차시

1. 단 원: 작은 생물의 세계
2. 소 주 제: STEAM 산출물 만들기
3. 학습주제: 학습 개념 정리
4. 학습목표: 작은 생태계를 표현할 수 있다.
5. 준 비 물: 학습지, 필기도구 탐구일지, 평가기준 체크리스트

들어가기



이제까지 배워왔던 작은 생물에는 어떠한 종류가 있었나요? 어떤 환경에 영향을 영향을 받았나요? 그리고 인간과 환경에 어떤 영향을 미쳤나요? 차근차근 정리해봅시다.

학생이 기록한 탐구일지와 활동한 사진 또는 영상을 보여주면서 이제까지의 학습과정을 상기시킨다.

핵심개념

생태계 어느 환경 안에서 사는 생물군과 그 생물들을 제어하는 제반 요인을 포함한 복합 체계
환경 생물에게 직접·간접으로 영향을 주는 자연적 조건이나 사회적 상황. 생활하는 주위의 상태

활동안내

【활동1】 작은 생물에 미치는 인간의 악영향을 줄일 수 있는 방법 연구하기

- ① 작은 생태계를 파괴하는 인간의 문제해결 방법 찾기

사회문제와 연관하여 해결방법을 찾아볼 수 있도록 안내한다.

【활동2】 유익한 작은 생물을 친환경적으로 활용할 방안 찾아보기

- ① 우리 모두가 활용할 방법 구체적으로 내용 정리하기

환경 및 사회에 도움이 되는 내용이 들어갈 수 있도록 분위기를 조성한다.

【활동3】 작은 생태계 프로젝트

- ① 작은 생태계 프로젝트 산출물 만들기

UCC, 작은 생태계 모형, 생태 지도 등의 다양한 프로젝트를 수행할 수 있도록 안내한다.

활동지

활동	작은 생물을 이용한 친환경 생활	일시	○○○○년 ○월 ○일
모둠	○○모둠	장소	교실

□ 작은 생태계를 파괴하는 인간의 문제해결 방법에는 어떤 것들이 있는지 생각해봅시다.

- 작은 생태계를 파괴하는 인간의 문제해결 방법에는 어떤 것들이 있을까요?

환경 및 사회에 도움이 되는 내용이 들어갈 수 있도록 분위기를 조성한다.

- 무분별한 개발이 아닌 자연과 공존하는 친환경적 개발하기
- 농약, 세제 등 환경오염을 일으키는 물질 대신 작은 생물을 이용한 친환경적 생활 실천하기

- 내 생각과 친구들의 생각을 비교하며 우리 모둠에서 활용할 작은 생물의 친환경적 활용방안을 정해봅시다.

1. 작은 생물의 친환경적 활용방안: 작은 미생물 EM을 활용한 친환경적 생활 실천
 - 구체적인 내용: 환경오염을 일으키는 세제를 대신 작은 미생물 EM을 활용하여 만든 세제를 이용하여 설거지, 손 씻기 등을 실천하여 친환경적 생활을 실천하면서 작은 생태계를 보존한다.
(EM은 환경 친화적인 미생물로 환경오염을 일으키지 않고, 자정작용을 통해 환경을 깨끗하게 해준다.)

산출물계획서

작품주제	EM을 활용한 작은 생태계 보호하기 광고 만들기	일시	○○○○년 ○월 ○일
모둠	○○모둠	장소	교실

□ 작은 생태계 산출물을 제작할 계획을 세워봅시다.

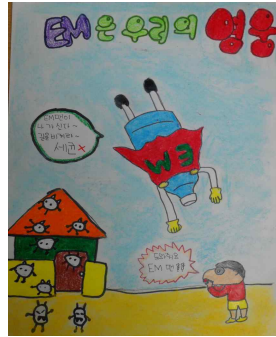
- 제작 방법

UCC, 작은 생태계 모형, 생태 지도 등의 다양한 프로젝트를 수행할 수 있도록 안내한다.

1. 형식: 포스터
2. 준비물: 도화지, 사인펜, 색연필, 물감, 색종이, 풀, EM 관련 자료
3. 방법: EM을 활용한 친환경적 생활의 유용성과 직접 실천한 사례를 바탕으로 EM을 홍보할 수 있는 광고포스터 제작

○ 작품 내용(글과 그림으로 표현하기)

<예시>



→ 작은 미생물 EM이 환경에 이로운 점과 인간에게 이로운 점을 부각시킬 수 있도록 그림과 문구를 제작한다.

○ 역할 분담

- ○○ : EM에 대해 조사한 내용 정리하기
- ☆☆ : 준비물 준비하기
- ◇◇ : 광고포스터 디자인 구상하기
- △△ : 광고문구 구상하기

산출물평가

○ 산출물 평가(자기평가)※기준별 1~5점

기준	점수
1. 산출물은 작은 생태계를 잘 표현하였나요?	
2. 견고하고 치밀하게 잘 표현하였나요?	
3. 작품의 구성 및 색감 등을 아름답게 표현하였나요?	
4. 다른 사람들이 보았을 때 주제를 한 번에 알 수 있도록 표현하였나요?	
총 점	

○ 산출물 평가(다른 모둠 평가)※기준별 1~5점

기준	모둠명				
1. 산출물은 작은 생태계를 잘 표현하였나요?					
2. 견고하고 치밀하게 잘 표현하였나요?					
3. 작품의 구성 및 색감 등을 아름답게 표현하였나요?					
4. 다른 사람들이 보았을 때 주제를 한 번에 알 수 있도록 표현하였나요?					
총 점					

○ 산출물이 잘 표현된 1개 모둠을 뽑아 칭찬해봅시다.

- 모둠명:
- 칭찬하고 싶은 점:

작은 생물
STEAM

작은 생태계 프로젝트 STEAM 결과작품 발표회

() 초등학교 () 학년 () 반 이름()

10차시

1. 단 원: 작은 생물의 세계
2. 소 주 제: STEAM 산출물 만들기
3. 학습주제: STEAM 결과작품 발표회
4. 학습목표: 작은 생물에 대한 생각을 공유할 수 있다.
5. 준 비 물: 학습지, 필기도구, 모둠별 산출물

학습한 내용을 스무고개 퀴즈로 정리하며 상기시킨다. 이때, 학생들이 직접 문제를 출제해보는 것도 좋다.

들어가기



지금까지 탐구한 내용을 바탕으로 우리 주변 환경에서 살고 있는 작은 생물에 대한 STEAM 프로젝트를 발표해 봅시다. 다른 모둠과 서로 부족한 점을 보충하며 이번 단원을 마무리 해 봅시다.

활동안내

【활동1】 전시회 및 발표회 열기

- ① 발표 준비하기

【활동2】 작은 생물 STEAM 프로젝트 발표하기

- ① STEAM 프로젝트 발표회

【활동3】 발표 내용 토의하기

- ① 작품 개선사항 생각하기

다른 모둠의 작품 발표를 경청할 수 있도록 분위기를 조성한다.

더 나은 작품으로 개선할 수 있는 아이디어를 논의할 수 있도록 안내한다.

탐구보고서

탐구활동	작은 생물 STEAM 프로젝트 발표하기	일 시	○○○○년 ○월 ○일
모 둠	○○모둠	장 소	교실

□ 우리 모듬 발표는 어떠하였는지 스스로 평가해 봅시다.

더 나은 작품으로 개선할 수 있는 아이디어를 논의할 수 있도록 안내한다.

→ 사람들의 흥미를 이끌고 이목을 집중시킬 수 있도록 잘 제작되었다.
EM을 잘 모르는 사람들을 위한 EM의 의미와 유용성, 친환경적인 측면을 더 자세하게 설명했으면 하는 아쉬움이 남는다.

□ 친구들이 발표하는 내용을 들으며 평가해 봅시다.

다른 모듬의 작품 발표를 경청할 수 있도록 분위기를 조성한다.

모듬 이름	발표 주제	
좋은 점		
보충할 점		
평가	☞ 조화로운 꾸미기를 통하여 작품의 특징이 잘 드러나는가?	☆☆☆☆☆
	☞ 공부한 내용이 작품에 잘 표현되어 있는가?	☆☆☆☆☆
	☞ 모듬원들이 협동하여 창의적으로 작품을 만들었는가?	☆☆☆☆☆

III. 차시별 교재 개발 의도

1차시

1. 단 원: 작은 생물의 세계
2. 소 주 제: 주변의 작은 세상
3. 학습주제: 우리 주변과 작은 생물

※ 개발의 중점 사항 : 우리 주변에 작은 생물의 세계가 있음을 알아보는 차시로서 STEAM 수업의 도입에 해당하는 차시이므로 학생들에게 호기심을 일으킬 수 있는 소재를 도입하고자 하였다. 또한 단원의 마지막 프로젝트에 대한 안내와 계획을 세워보는 활동을 통해서 학생들이 자기 주도적으로 산출물 제작의 설계를 할 수 있도록 했다. 크기를 어렵히는 수학적 활동 및 조사 계획 세우기 과정에서 STEAM 요소가 도입될 수 있게 제시하였다.

학습 활동 세부 사항

		<p>▶ 현미경을 통해서 보이는 작은 생물의 크기를 가늠해보고, 우리 주변의 작은 생물의 세계에 대하여 접근하는 활동으로 시작하고 있다. STEAM 프로젝트에 대한 안내와 계획을 세워봄으로써 과학적 탐구와 기술적, 심미적 설계 및 제작에 대한 전반적인 계획을 구상하게 된다.</p>
--	--	---

스토리텔링 자료 세부 사항

--	--	--	--

▶ 눈으로 관찰할 때 작게 보이는 작은 생물을 현미경을 통해 관찰하면 보다 효과적으로 관찰할 수 있음을 통해서, 현미경의 발달과 관련된 과학사를 소개하는 내용을 실었다. 뿐만 아니라 현미경으로 볼 수 있는 신비한 세상에 대한 사람들의 관심과 관련된 이야기를 제공함으로써 과학적인 탐구 능력에서부터 과학적 소양을 기르는데 도움이 되는 배경 지식까지 폭넓게 습득하는데 도움을 줄 수 있다.

2~3차시

1. 단 원: 작은 생물의 세계
2. 소 주 제: 주변의 작은 세상
3. 학습주제: 작은 생물 탐구하기

※ 개발의 중점 사항 : 작은 생물을 탐구해보는 활동으로 구성된 2~3차시는 현미경 사용 방법을 알고, 미소중 패류라는 작은 생물을 관찰 및 분류하는 탐구 과정으로 이루어진다. 과학의 탐구에 중점을 두었지만 동시에 현미경, 디지털 현미경 등 각종 기구들을 소개하거나 직접 활용하게 할 뿐만 아니라, 패류의 무늬에 숨은 황금비 이야기를 통하여 학생들에게 학습주제에 대한 보다 넓은 안목을 지니도록 구성하였다.

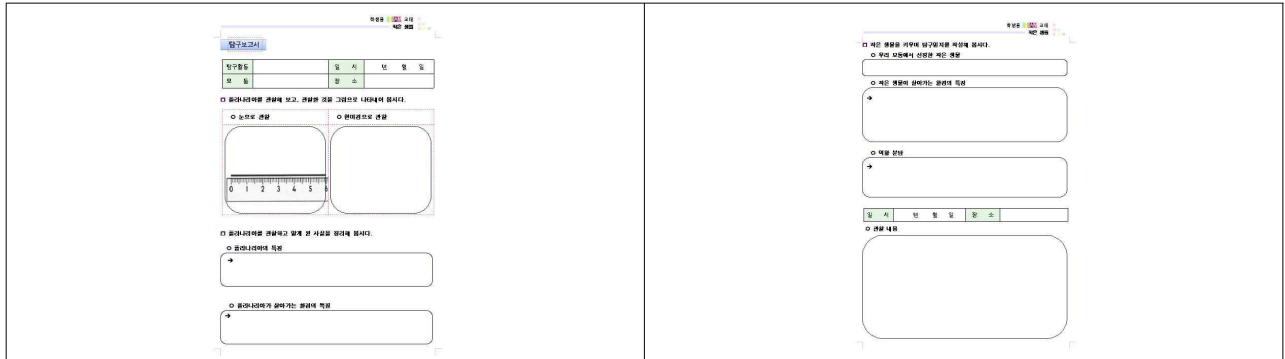
학습 활동 세부 사항			
<p>▶ 현미경 사용법에 대한 구체적인 내용과 주의 사항을 이해하고 나서 직접 오감, 돋보기, 현미경 등을 활용하여 작은 생물을 관찰할 수 있도록 하는 차시이다. 무심코 밟고 지나쳤던 모래알에서 발견되는 작은 생물을 소재로 해서 작은 생물의 존재와 경이로움에 대하여 탐구해보는 일이 중점이 된다. 특히 기초탐구기능인 관찰과 분류 활동에 초점이 맞추어져 있어서 과학과 중심의 '작은 생물' 수업에 재구성하여 도입하기 알맞은 활동으로 구성하였다.</p>			
스토리텔링 자료 세부 사항			
<p>▶ 학습한 작은 생물에서 발견되는 황금비 이야기를 소개하면서, 자연에서 나타나는 수학적 비율을 안내하는 자료를 구성하였다. 학생들의 일상생활에서 사용하는 수많은 물품 또는 발명품들 속에 숨은 수학적 원리에 대하여 생각해 볼 기회를 제공하게 된다.</p>			

4~5차시

- 1. 단 원: 작은 생물의 세계
- 2. 소 주 제: 작은 생물이 사는 환경
- 3. 학습주제: 작은 생물의 서식환경

※ 개발의 중점 사항 : 작은 생물의 서식지 환경의 특징을 알고 작은 생물을 키울 수 있도록 하는 데 초점을 맞추어 개발을 하였다. 먼저 지표생물에 대한 이야기를 나누면서 왜 작은 생물들이 그러한 성질을 갖게 되는지에 대하여 생각해 보게 하며, 지표생물에 대한 개념을 도입한다. 이에 부가적인 설명으로 서식 환경에 대하여 이야기를 하며 서식지에 대한 본 활동으로 넘어가게 된다.

학습 활동 세부 사항	
	<p>▶ 수업의 도입으로 지표생물에 대한 이야기를 나누면서 어쩌서 이러한 성질을 갖게 되는지에 대하여 생각해 보게 하며, 지표생물에 대한 개념을 도입한다. 이에 부가적인 설명으로 서식 환경에 대하여 이야기를 하며 서식지에 대한 본 활동으로 넘어가게 된다.</p> <p>▶ 수업에 대한 학습활동을 안내하고, 지표생물 중 하나인 플라나리아를 직접 관찰하여 보고, 작은 생물이 살아가는 서식지에 대하여 알아보도록 구성하였다. 이후 작은 생물중 하나인 곰팡이와 균을 키우는 과정을 통하여 생물에게 서식 조건이 어떠한 영향을 주는지 알아보도록 하였다.</p>



▶ 먼저 교재에서 도입하고 있는 소재는 물에 사는 생물인 플라나리아이다. 플라나리아의 형태를 관찰하며 5학년 수학과 교육과정에서 다루는 선대칭 도형에 대하여 알 수 있도록 하였다. 두 번째 활동으로는 작은 생물의 서식지와 환경의 특징에 대하여 배우며 과학 지식을 배우게 된다. 세 번째 활동으로 곰팡이와 균을 배양해 보는 활동을 하며, 서식 환경을 스스로 조성하는 기술적인 면을 체득하도록 하였다. 또한 생물의 서식환경을 유지하며 공학적인 생각을 해 볼 수 있도록 하였다. 마지막 활동으로 탐구 일지를 작성할 수 있게 구성하였는데, 이 때 조사내용을 통계적으로 정리하면서 수학적 사고를 응용할 수 있도록 하였고 탐구 일지를 작성하며 넓은 의미의 예술적인 기능을 신장하는데 도움을 주고자 하였다.

스토리텔링 자료 세부 사항



▶ 지표생물에 대한 보충 자료를 첨부하여 학생들의 이해를 돕고자 하였다. 작은 생물 중 하나인 버섯에 대한 이야기로, 무인도에 떨어진 상황에서 과연 어떠한 버섯을 선택할 것인지 이야기 나누는 활동이 덧붙여 진행된다면 더욱 의미 있는 활동이 될 것이다.

6차시

1. 단 원: 작은 생물의 세계
2. 소 주 제: 작은 생물과 인간
3. 학습주제: 작은 생물과 인간의 관계①

※ 개발의 중점 사항 : 인간이 작은 생물에게 미치는 영향에 대해서 학습하는 차시로서, 작은 생물의 생태계 파괴의 문제를 STS적 관점으로 바라볼 수 있도록 구성하였다. 더불어 작은 생물의 소중함을 느낄 수 있게 하는 과정은 학생들이 직접 복원 방안 및 실천 방안을 세워보고 문제 상황에 대한 도표나 자료에 대한 해석을 해보는 활동으로 엮어보았다.

학습 활동 세부 사항

▶ 학생들이 작은 생물을 위한 실천을 계획하는 단계로서, 학생들의 창의성을 자극하는 마인드맵을 도입한 수업을 진행할 수 있다. 인간이 작은 생물에게 미치는 영향을 고려하여 학생들의 입장에서 어떤 실천을 할 수 있을지에 대한 논의를 하게 되는데, 사회의 구성원으로서의 역할과 책임에 대해서도 연관 지어 지도할 수 있다.

스토리텔링 자료 세부 사항

The four panels show different parts of a storyboarding material. The first panel is titled '작은 생물과 인간은 서로 어떤 영향을 주고 있을까?' (How do small animals and humans influence each other?) and features a photo of a road with a sign '전국 백사장 100여 곳 침식... 대안안?' (Over 100 beaches across the country are eroding... alternative solutions?). The second panel is titled '지렁이는 농력자' (Earthworms are soil improvers) and includes a photo of earthworms in soil. The third panel is titled '경주 대왕암 해변의 변화' (Changes in Kingju Daewangam Beach) and contains a table and a line graph showing beach erosion data from 2007 to 2009.

▶ 인간의 무지로 인하여 작은 생물의 서식처를 파괴하게 되는 문제를 다룬 뉴스를 제시하였다. 그 수치는 도표로 표현하여 학생들이 표와 그래프를 해석하는 연습을 할 수 있게 하였다. 대체적인 활동으로 학생들이 사는 지역의 소재를 검색하여 도입하고 문제점을 고민해보며 해결 방안을 생각하는 활동으로 진행할 수 있다.

7차시

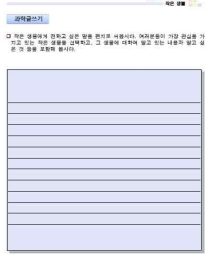
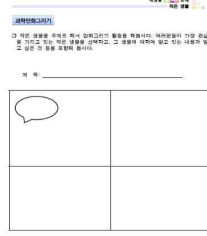
1. 소 주 제: 작은 생물과 인간
2. 학습주제: 작은 생물과 인간의 관계②
3. 학습목표: 작은 생물이 인간에게 미치는 영향을 알 수 있다.

※ 개발의 중점 사항 : 작은 생물과 인간과의 관계를 알아보면서 작은 생물이 우리 생활과도 밀접한 관련이 있음을 학습하도록 구성하였다. 인간에게 유익하거나 유해한 작은 생물들을 알아보고 또, 역사적으로 종두법, 페니실린 등 작은 생물을 이용한 구체적인 사례들을 살펴 보면서 생활 속 과학을 접할 수 있는 기회를 제공하고자 하였다.

학습 활동 세부 사항

The two panels show details of learning activities. The first panel is titled '작은 생물과 인간과의 관계 ②' (Relationship between small animals and humans ②) and includes a list of questions and a '활동지' (activity sheet) with a drawing of a worm. The second panel is titled '탐구 활동' (Inquiry activity) and includes a list of questions and a '조사표' (survey form) with columns for '조사 대상' (survey target), '조사 방법' (survey method), '조사 결과' (survey results), and '조사 후' (after survey).

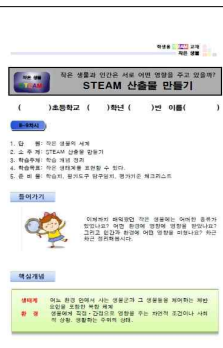
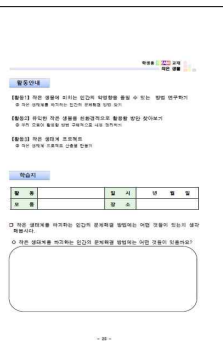
▶ 조사 활동에 이어 작은 생물인 곰팡이를 직접 기르는 탐구 실험 활동을 구성하였다. 학생들 스스로 조작변인과 통제변인을 사용한 실험 설계를 하고 실험을 하면서 곰팡이가 자랄 수 있는 환경요인을 알아보고 생물이 환경에 영향을 받고 있음을 학습하도록 하였다.

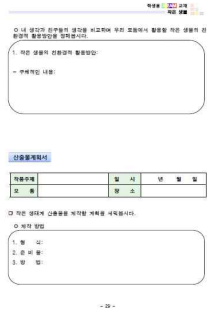
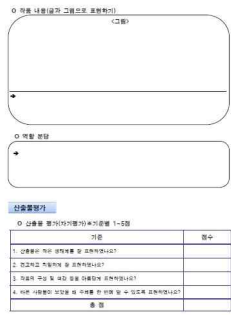
	
<p>▶ 이 수업의 마무리 활동으로 학습한 내용을 바탕으로 작은 생물에게 편지를 쓰는 과학 글쓰기 활동과 과학만화 그리기 활동을 마련하였다. 과학 글쓰기와 과학만화 그리기 활동은 스토리텔링 관점에서 학습 내용을 흥미롭게 정리할 수 있도록 하였다. 특히 과학 글쓰기 활동은 학생들의 과학적 개념 형성 및 태도 함양에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대된다(김명은, 2011).</p>	
<p>스토리텔링 자료 세부 사항</p>	
<p>▶ 지렁이가 우리 생활에 주는 이로움을 구체적으로 설명해주는 자료와 작은 생물을 이용한 항생제인 페니실린, 그리고 빵 속의 이스트 등을 실생활과 연결된 스토리텔링 자료를 제작하였다. STS관점에서 우리 주변의 사례들을 통해 학생들이 작은 생물에 대해 쉽게 이해하고 좀 더 깊이 생각해 볼 수 있도록 구성하였다.</p>	

8~9차시

1. 소 주 제: STEAM 산출물 만들기
2. 학습주제: 학습 개념 정리
3. 학습목표: 작은 생태계를 표현할 수 있다.

※ 개발의 중점 사항 : 학습한 내용을 바탕으로 작은 생물과 작은 생태계에 대한 STEAM 산출물을 제작하는 활동을 구성하였다. 과학뿐만 아니라 수학, 미술, 음악, 기술 등의 방법들을 융합적으로 활용하여 UCC 제작, 작은 생태계 모형 만들기, 작은 생태계를 알리는 광고 만들기, 노래 개사하기 등 다양한 형식으로 학생들 스스로 창의적으로 STEAM 산출물을 제작할 수 있는 개방적인 분위기를 조성하고자 하였다. 이를 통해 학생들의 학습효과를 증대시키고, 작은 생물과 관련된 흥미도를 높일 수 있을 것이다(이영석과 조정원, 2012). 또한, 모둠활동으로 친구들과 소통하고 협동하여 STEAM 산출물을 제작하는 활동을 통해 학습효과 향상은 물론, 협동심과 공동체 의식을 함양할 수 있을 것이다(김이원, 2010).

<p>학습 활동 세부 사항</p>	
	
<p>▶ 수업의 도입으로 작은 생물에 대해 학습한 내용을 간단한 퀴즈로 정리할 수 있도록 하였다.</p>	<p>▶ 우리 생활 속에서 작은 생태계를 파괴하는 모습을 찾아보고 이런 문제가 어떠한 영향을 끼칠지 생각해보면서 작은 생태계의 소중함을 알아보려고 하였다.</p>

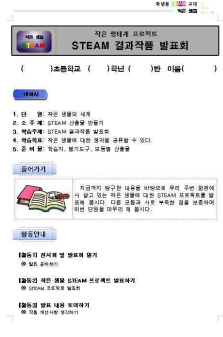
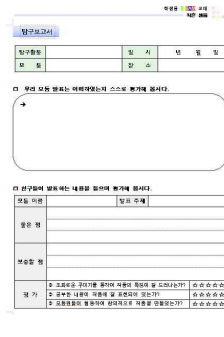
	
<p>▶ 작은 생태계의 소중함을 바탕으로 토의활동을 통해 작은 생태계를 보호할 수 있는 방법을 모색하는 활동을 구성하였다. 또한 구체적인 실천 방법을 함께 찾아보면서 실생활에서 실천할 수 있도록 안내하고 실천의지를 다지도록 하였다.</p>	<p>▶UCC 제작, 작은 생태계 모형 만들기, 작은 생태계를 알리는 광고 만들기, 노래 개사하기 등 다양한 형식으로 학생들이 스스로 창의적인 STEAM 산출물을 제작할 수 있는 개방적인 분위기의 활동을 구성하였다. 또한 모둠원간의 의사소통과 역할분담 등을 통해 협동적인 작품을 완성하고 스스로 자기 평가를 통해 개선방향을 생각할 수 있는 기회를 제공하였다, 이를 통해 학생들은 학습한 내용을 종합적으로 정리하고, 주제와 관련된 융합적인 사고와 친구들과의 소통, 협동심을 기를 수 있을 것이다.</p>

10차시

- 1. 단 원: 작은 생물의 세계
- 2. 소 주 제: STEAM 산출물 만들기
- 3. 학습주제: STEAM 결과작품 발표회

※ 개발의 중점 사항 : 10차시는 본 STEAM프로그램을 마무리 하는 활동으로 STEAM 결과 작품을 발표하는 차시이다. 이 활동을 통하여 학생들은 과학 개념을 정리할 수 있고 목적에 맞는 기술을 활용하여 발표를 하며, 연관된 수학 원리에 대하여 정리하는 시간을 가질 수 있을 것이다. 또한 효과적으로 발표하기 위하여 다양한 분야를 통합하는 과정에서 융합적 사고를 할 수 있는 기회를 갖는다.

학습 활동 세부 사항

	<p>▶ 수업의 도입은 작은 생물에 대한 스무 고개 문제를 해결하며 과학적 개념에 대하여 복습할 수 있도록 하였다.</p>		<p>▶ 산출물 발표회장을 꾸미고 발표를 할 수 있도록 하는데, 이 때 학생들이 발표를 하는 것으로만 끝내는 것이 아니라 각 모둠의 발표를 들으면서 다른 모둠의 산출물에 대한 개선방안을 논의할 수 있도록 하였다. 또한 학생들의 평가 표에는 평가 항목으로 공부한 내용의 표현, 작품의 조화뿐만 아니라 모둠원들의 협동성을 평가할 수 있도록 하여, 학생들이 협동의 중요성에 대하여 생각해 볼 수 있도록 하였다. 이 활동을 통하여 학생들은 융합적 사고력과 협동심에 대하여 학습할 수 있을 것이다.</p>
---	--	--	---

자료 출처

□ 교사용지도서

- 교육과학기술부(2011). 과학 5-1 교사용 지도서. (주)금성출판사.
- 금지현 (2012). 실과 가정생활 영역을 활용한 융합인재교육프로그램이 초등학생의 실과에 대한 태도와 학습몰입에 미치는 영향. 한국가정과교육학회지, 24(1), 61-71.
- 김권숙(2012). 과학기반 STEAM 프로그램이 초등 영재 학생들의 창의적 문제해결력과 과학적 태도에 미치는 영향. 경인대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김명은(2011). 과학글쓰기를 활용한 과학 수업이 초등학생의 과학 개념 형성과 과학적 태도 변화에 미치는 영향, 대구교육대학원 교육대학원 석사학위논문.
- 김이원(2010). 초등 과학에 대한 협동학습에서 사회적 상호작용과 창의성 발현의 관계. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김정아, 김병수, 이지현, 김종훈 (2011). 융합형 인재 양성을 위한 IT 기반 STEAM 교수·학습 방안 연구. 한국수산해양교육연구, 23(3), 445-460.
- 김진수(2012). STEAM 교육론. 양서원.
- 문대영 (2009). 초등학생의 공학에 대한 태도 및 공학 문제 해결에 대한 사례 연구 : STEM 통합 접근 교육 프로그램 적용을 통해. 한국실과교육학회지, 22(4), 51-66.
- 박혜원(2012). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 과학수업이 자기효능감, 흥미 및 과학 태도에 미치는 영향. 경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 서주희 (2012). 초등학교 저학년을 대상으로 한 융합인재교육(STEAM) 프로그램 개발 및 적용 효과. 경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 성의석, 나승일(2012). 통합적 STEM 교육이 일반고등학교 학생의 과학 및 기술교과 자기효능감과 공학 태도에 미치는 효과. 한국기술교육학회지, 12(1), 255-274.
- 오정철, 이지현, 김정아, 김종훈 (2012). 스크래치를 활용한 STEAM 기반 교육 프로그램 개발 및 적용 -초등학교 6학년 과학교과를 중심으로-. 한국컴퓨터교육학회지, 15(3), 11-23.
- 이성희 (2012). STEAM 기반 환경교육 프로그램이 초등학생의 환경 소양에 미치는 영향. 환경교육, 25(1), 66-76.
- 이소이(2011). STEM 통합 접근의 기술 수업 설계 모형 개발. 충남대학교 대학원 박사학위논문.
- 이영석, 조정원(2012). 주제중심 프로젝트 기반 STEAM 교육 프로그램 개발 및 적용. 한국산학기술학회지, 13(12), 5770-5775.
- 정진수, 조항숙, 허준영, 김현정(2012). 손에 잡히는 STEAM 교육: 무엇이 아이들을 즐겁게 하는가. 한국과학창의재단 융합교육정책실.
- 최유현, 문대영, 강경균, 이진우, 이주호 (2008). STEM 기반 발명영재교육 프로그램 개발과 적용 효과. 한국기술교육학회지, 8(2), 143-164.
- Yakman, G. (2011.6). Introducing teaching STEAM as a practical educational framework for Korea, STEAM 교육 국제세미나, 이화여대, 40-76, (2011.6.25).

□ 학습자료

2~3차시

- ① 현미경 이미지
<http://blog.naver.com/hlrespect?Redirect=Log&logNo=20167266969> (접속일자: 2012.12.1.)

4~5차시

- ① 리트머스 시험지 사진: 한빛과학
<http://blog.naver.com/diashin1?Redirect=Log&logNo=120137690246> (접속일자: 2012.12.3.)

6차시

- ① 모기 이미지
http://navercast.naver.com/contents.nhn?contents_id=1197 (접속일자: 2012.12.1.)

7차시

- ① 한 권으로 끝내는 교과서 실험관찰 5·6학년, 양일호, 2011.3.18., 아울북
 ② LG 사이언스 랜드
<http://www.lg-sl.net/product/sciencesong/sncsong/sncsongList.mvc> (접속일자: 2013.5.22.)

□ 스토리텔링 자료

1차시

- ① 한겨레21
<http://h21.hani.co.kr/arti/reader/together/33351.html> (접속일자: 2012.12.2.)

2~3차시

- ① 예병일, 2007.1.25, 살림지식총서 275-인류를 구한 항균제들, (주)살림출판사
 ② 네이버지식백과
<http://terms.naver.com/entry.nhn?cid=902&docId=1048035&mobile&categoryId=902#> (접속일자: 2012.12.2.)
 ③ 현미경으로 본 놀라운 세상 지디넷코리아
<http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&sid1=105&oid=092&aid=0002011115> (접속일자: 2012.12.2.)
 ④ 미세현미경 한그루치과
http://han-groo.co.kr/bbs/board.php?bo_table=G06_1 (접속일자: 2012.12.5.)
 ⑤ 네이버지식백과: 눈으로 읽는 수학[황금비]
<http://terms.naver.com/entry.nhn?cid=3067&docId=957799&mobile&categoryId=3067> (접속일자: 2012.12.2.)
 ⑥ 초등수학 개념사전, 석주식, 최순미, 심진경, 2010.3.25, (주)북이십일 아울북

4~5차시

- ① 환경부 민물고기 환경/생태 사이버 체험관
<http://www.fish.go.kr/index.php> (접속일자: 2012.12.2.)

6차시

- ① 전국백사장 100여 곳 침식
http://news.kbs.co.kr/news/NewsView.do?SEARCH_NEWS_CODE=2534777&retRef=Y&source=http://search.naver.com/search.naver%3Fwhere=nexearch%26query=%5B%EC%9D%B4%EC%8A%88%26EB%89%B4%EC%8A%A4%5D+%EC%A0%84%EA%B5%AD+%EB%B0%B1%EC%82%AC%EC%9E%A5+100%EC%97%AC+%EA%B3%B3+%EC%B9%A8%EC%8B%9D%E2%80%A6%EB%8C%80%EC%95%88%EC%9D%80%3F%26sm=top_hyty%26fbm=1%26ie=utf8 (접속일자: 2012.12.2.)
- ② 경주 대왕암 해변
http://www.imaail.com/sub_news/sub_news_view.php?news_id=62177&yy=2012 (접속일자: 2012.12.2.)
- ③ 작은 흙벌레, 모기
http://navercast.naver.com/contents.nhn?contents_id=1197 (접속일자: 2012.12.2.)
- ④ 정지숙, 신애경, 황신영, 2010.3.25, 초등과학 개념사전-바이오스피어, (주)북이십일 아울북
<http://terms.naver.com/entry.nhn?cid=3068&docId=957973&mobile&categoryId=3068> (접속일자: 2012.12.2.)
- ⑤ 양일호, 2011.3.18, 한 권으로 끝내는 교과서 실험관찰 5·6학년, (주)북이십일 아울북
<http://terms.naver.com/entry.nhn?cid=3068&docId=1540089&categoryId=3068> (접속일자: 2012.12.2.)

7~9차시

- ① 세경 지렁이농장
www.skworm.co.kr (접속일자: 2012.12.2.)
- ② 푸른 농원
cafe.naver.com/ei01/ (접속일자: 2012.12.2.)
- ③ 하나뿐인 지구
<http://home.ebs.co.kr/hana/index.html> (접속일자: 2012.12.2.)
- ④ 세균 1kg 우리 몸속의 세균은 1kg, 2006.04.16, ©Science Times 신동호 뉴스와이어 편집장
[http://cms.daegu.ac.kr/spark/microbiology/미생물\(기사\).htm](http://cms.daegu.ac.kr/spark/microbiology/미생물(기사).htm) (접속일자: 2013.1.22.)

□ ppt 및 멀티미디어 자료

1차시

- ① 초파리사진
 교육과학기술부(2011). 과학 5-1. 금성출판사.
- ② 현미경으로 본 놀라운 세상 지디넷코리아
<http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&sid1=105&oid=092&aid=0002011115> (접속일자: 2012.12.2)
- ③ 현미경사진
<http://cafe.naver.com/ccbbss/29> (접속일자: 2012.12.2)

2~3차시

- ① 현미경으로 본 놀라운 세상 지디넷코리아
<http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&sid1=105&oid=092&aid=0002011115> (접속일자: 2012.12.2)
- ② 최영미(2012). 모래해안에서 발견되는 미소중 패류의 탐구학습 자료 개발. 제주대학교 교육대학원 석사학위논문.

4~5차시

- ① 지표생물: 한국 원자력문화재단
<http://blog.naver.com/energyplanet?Redirect=Log&logNo=10093245236> (접속일자: 2012.12.8.)
- ② 플라나리아 사진: 아이스크림 동영상자료
www.i-scream.co.kr (접속일자: 2012.12.8.)
- ③ 곰팡이, 세균 사진[EBS 배움너머, 곰팡이 노벨상을 받다]
www.ebs.co.kr (접속일자: 2012.12.10.)
- ④ 도롱뇽
http://www.edrb.co.kr/clip/detl/selectClipDetail?clipId=VOD_20120511_00149&mainType=M&subType=11000957&subMenu=11001594&subList=11001815& (접속일자: 2012.12.8.)

6차시

- ① 모기 이미지
http://navercast.naver.com/contents.nhn?contents_id=1197 (접속일자: 2012.12.7.)
- ② 개미 삽화
<http://terms.naver.com/entry.nhn?cid=3068&docId=957973&mobile&categoryId=3068> (접속일자: 2012.12.7.)
- ③ 모래유실 동영상
http://news.kbs.co.kr/news/NewsView.do?SEARCH_NEWS_CODE=2534777&retRef=Y&source=http://news.search.naver.com/search.naver?ie=utf8&where=news&query=해수욕장모래유실뉴스&sm=tab_pge&sort=0&photo=0&field=0&reporter_article=&pd=0&ds=&de=&sim=0&docId=&mynews=0&office_input=0&start=11&refresh_start=0&#scrapinsert
 (접속일자: 2012.12.5.)

7~9차시

- ① ebs 하나뿐인 지구
<http://home.ebs.co.kr/hana/index.html> (접속일자: 2012.12.2.)
- ② 양일호, 2011.3.18, 한 권으로 끝내는 교과서 실험관찰 5·6학년, (주)북이십일 아울북

[부록 10] 비교반 일반 교수·학습 과정안

1차시

단 원	4. 작은 생물의 세계	차 시	1/10
소 주 제	주변의 작은 세상	대 상	초등학교 5~6학년
학습주제	작은 세상 관찰하기	학습형태	전체
학습목표	우리 주변의 다양한 작은 세상과 작은 생물이 있음을 알 수 있다.	수업모형	경험학습모형
학습자료	교사	작은 생물의 실물 또는 사진	
	학생	학습지, 필기도구	

학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동	시간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기유발 학습 문제 파악하기 학습 순서 확인하기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 초파리 관찰하기 <ul style="list-style-type: none"> • 사진을 보고 도구에 따라서 초파리 관찰의 차이점은 무엇인가요? <ul style="list-style-type: none"> - 초파리의 전체 모습이 보이는 것도 있고, 초파리의 머리만 확대해서 보이는 것도 있습니다. • 작은 생물을 관찰하기 위해서는 왜 관찰도구가 필요할까요? <ul style="list-style-type: none"> - 크기가 작기 때문입니다. ○ 학습문제 확인하기 <p style="text-align: center;">우리 주변의 다양한 작은 세상과 작은 생물이 있음을 알아보자.</p> <p>■ 학습 활동 안내 【활동1】 주변의 작은 세상 관찰하기 【활동2】 관찰 내용 정리하기 【활동3】 작은 생물 조사하기</p>	5'	□ 초파리사진
전개	작은 생물 관찰 자유탐색	<p>【활동1】 주변의 작은 세상 관찰하기</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 작은 생물의 일부분 사진 보기 <ul style="list-style-type: none"> • 관찰 도구를 활용해서 작은 생물의 일부분을 보여줄게요. 다음 사진은 무엇을 확대해 본 것일까요? <ul style="list-style-type: none"> - 머리카락/고동/이끼 같습니다. ○ 확대한 생물 맞추기 <ul style="list-style-type: none"> • 확대한 화면을 보고 어떤 생물일지 추측해봅시다. - 눈으로만 관찰하면 어떤 생물을 확대한 것인지 확실하지 않습니다. 	10'	□ 작은 생물의 실물 또는 사진
전개	주변의 작은 생물	<p>【활동2】 관찰 내용 정리하기</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 주변의 작은 생물에 대해 생각해보기 <ul style="list-style-type: none"> • 우리 주변 곳곳에는 아주 다양한 작은 생물들이 살고 있어요. 주변에서 볼 수 있는 작은 생물에는 어떤 것들이 있을까요? <ul style="list-style-type: none"> - 땅 속에서 지렁이와 개미를 볼 수 있습니다. - 오래된 빵에서 곰팡이를 볼 수 있습니다. - 모래알만큼 작은 생물도 있습니다. 	10'	■ 주의를 기울여야 볼 수 있는 생물들이다.
전개	작은 생물 관찰 내용 비교	<p>【활동3】 관찰 내용 비교하기</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 관찰 내용 비교하기 <ul style="list-style-type: none"> • 디지털 현미경으로 우리 주변을 관찰했을 때와 화단 흙, 연못 물, 죽은 나무껍질을 관찰했을 때 차이가 있는 것을 발표해 봅시다. <ul style="list-style-type: none"> - 책상이나 사물함을 관찰했을 땐 작은 생물이 없었는데, 화단 흙, 연못 물, 죽은 나무껍질에는 작은 생물이 살고 있습니다./ 죽은 나무껍질에는 곰팡이 같은 것이 있었습니다. 등 ○ 작은 생물 관찰의 특징 알기 <ul style="list-style-type: none"> • 눈에 잘 보이지 않은 작은 생물을 관찰하기 위해서는 어떻게 해야 할까요? <ul style="list-style-type: none"> - 디지털 현미경과 같은 도구가 필요합니다./ 관찰할 때 작은 생물이 다치지 않게 조심합니다./ 현미경을 사용할 땐 낮은 배율에서 높은 배율로 조절하며 관찰합니다. 등 	10'	
정리	정리하기 차시 예고하기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정리하기 <ul style="list-style-type: none"> • 오늘은 무엇을 공부했나요? <ul style="list-style-type: none"> - 우리 주변에 작은 생물이 있고, 작은 생물을 관찰하려면 도구가 필요하다는 점을 알아보았습니다. ○ 차시 예고하기 <ul style="list-style-type: none"> • 다음 시간에는 우리 주변에 어떤 작은 생물이 있는지에 대해 공부하겠습니다. - 네. 	5'	

평가 내용	구분	평가 기준	평가방법
우리 주변의 다양한 작은 세상과 작은 생물이 있음을 식할 수 있는가?	잘함	• 우리 주변의 다양한 작은 세상과 작은 생물이 있음을 인식하고 도구의 중요성을 설명할 수 있다.	관찰법
	보통	• 우리 주변의 다양한 작은 세상과 작은 생물이 있음을 알 수 있다.	
	노력요함	• 우리 주변의 다양한 작은 세상과 작은 생물이 있음을 인식하기 어려웠다.	

2차시

단 원	4. 작은 생물의 세계	차 시	2/10	
소 주 제	주변의 작은 세상	대 상	초등학교 5~6학년	
학습주제	우리 주변에 어떤 작은 생물이 있는지 알아보기	학습형태	전체-소집단	
학습목표	작은 생물의 개념에 대하여 이해하고 설명할 수 있다.	수업모형	경험학습모형	
학습자료	교사	작은 생물의 실물 또는 사진		
	학생	학습지, 필기도구		
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동	시간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기유발	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 작은 생물 떠올리기 • 지금까지 관찰한 적이 있는 작은 생물의 이름을 발표해 봅시다. -개미, 이끼, 개구리밥, 해캄, 달팽이, 지렁이 등이 있습니다. • 그 생물들은 어디에 살고 있을까요? -개미는 땅 속에 삽니다./ 달팽이는 풀에 삽니다./ 해캄은 물 속에 삽니다. 등 	5'	
	학습 문제 파악하기	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 학습문제 확인하기 <li style="text-align: center;">우리 주변에는 어떤 작은 생물이 있는지 알아보자. 		
	학습 순서 확인하기	<ul style="list-style-type: none"> ▣ 학습 활동 안내 【활동1】 주변에 살고 있는 작은 생물 찾기 【활동2】 주변에 살고 있는 작은 생물 발표하기 【활동3】 동식물 도감을 통해 작은 생물 알아보기 		
전개	자유탐색	<ul style="list-style-type: none"> 【활동1】 주변에 살고 있는 작은 생물 찾기 ◎ 탐색하기 • 우리 주변에 살고 있는 작은 생물에는 어떤 것들이 있는지 생각하여 봅시다. -(주변에 살고 있는 작은 생물을 떠올린다) 	5'	<ul style="list-style-type: none"> ■ 초등학교에서 작은 생물이란 주의 깊게 보거나, 다른 도구를 사용해야만 관찰 가능한 생물이다.
전개	탐색 결과 발표	<ul style="list-style-type: none"> 【활동2】 주변에 살고 있는 작은 생물 발표하기 ◎ 발표하기 • 주변에 살고 있는 다양한 작은 생물에 대해 생각한 것을 발표하여 봅시다. -개미, 지렁이, 해캄, 물벼룩, 우산이끼, 장구벌레, 개구리밥, 플라나리아, 검정말 등이 있습니다. 	10'	
전개	교사의 인도에 따른 탐색	<ul style="list-style-type: none"> 【활동3】 동식물 도감을 통해 작은 생물 알아보기 ◎ 추가 탐색 하기 • 동식물 도감을 통해 찾은 작은 생물을 추가하여 써 봅시다. ◎ 작은 생물 관찰의 특징 알기 • 우리 모둠에서 생각한 작은 생물의 서식지와 특징을 동식물 도감에서 찾아 정리하여 봅시다. -(해캄, 지렁이, 달팽이 등 작은 생물의 특징을 찾아 정리한다) 	15'	
정리	정리하기 차시 예고하기	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 정리하기 • 조사한 작은 생물을 서식지에 따라 분류하여 봅시다. -물 틈이나 숲 속의 그늘진 땅 위 : 우산이끼, 곰팡이 축축하고 그늘진 땅속 : 개미, 지렁이 흐르거나 고여 있는 물 : 해캄, 개구리밥, 반달말, 장구말, 장구벌레, 물벼룩, 플라나리아 ◎ 차시 예고하기 • 다음 시간에는 물에 사는 생물에 대해 공부하겠습니다. -네. 	5'	

평가 내용	구분	평가 기준	평가방법
작은 생물의 개념에 대해서 이해하여 서식지에 따라 작은 생물을 찾고 분류할 수 있는가?	잘함	•작은 생물의 개념에 대해서 정확하게 이해하며, 서식지에 따라 작은 생물을 찾고 적절히 분류할 수 있다.	관찰법
	보통	•작은 생물의 개념에 대해서 어느 정도 이해할 수 있으며, 서식지에 따라 작은 생물을 찾고 적절히 분류할 수 있다.	
	노력요함	•작은 생물의 개념에 대해서 이해할 수 있으나, 서식지에 따라 작은 생물을 찾고 적절히 분류하는데 어려움을 겪는다.	

3~4차시

단 원	4. 작은 생물의 세계	차 시	3~4/10
소 주 제	주변의 작은 세상	대 상	초등학교 5~6학년
학습주제	물에 사는 작은 생물 알아보기	학습형태	전체-개인
학습목표	물에 사는 작은 생물의 생김새와 특징을 설명할 수 있다.	수업모형	발견학습모형
학습자료	교사	돋보기, 작은 생물 사진 또는 영상	
	학생	학습지, 필기 도구	

학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동	시간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기유발 학습 문제 파악하기 학습 순서 확인하기	<p>◎ 전시학습 상기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 지난 시간에 무엇을 배웠었나요? - 작은 생물의 세계가 있다는 것을 알았습니다. - 작은 생물을 관찰할 때에 도구가 필요하다는 점을 배웠습니다. • 오늘은 물에 사는 작은 생물의 특징과 사는 환경에 대해 공부 하겠습니다. <p>◎ 학습문제 확인하기</p> <p style="text-align: center;">물에 사는 작은 생물을 알아보자.</p> <p>▣ 학습 활동 안내</p> <p>【활동1】 물에 사는 작은 생물을 눈으로 관찰하기 【활동2】 물에 사는 생물을 관찰한 결과 발표하기 【활동3】 돋보기나 현미경을 사용해 작은 생물 관찰하기 【활동4】 물에 사는 작은 생물의 생김새와 특징을 정리하기 【활동5】 물에 사는 작은 생물의 사는 환경을 정리하기</p>	5'	
전개	문제 파악	<p>【활동1】 물에 사는 작은 생물을 눈으로 관찰하기</p> <p>◎ 도구의 사용법</p> <ul style="list-style-type: none"> • 물에 사는 작은 생물의 생김새를 눈으로 관찰하여 봅시다. - (물에 사는 작은 생물의 생김새를 눈으로 관찰한다.) • 어떤 도구가 있으면 편리할까요? - 돋보기나 현미경이 있으면 좋겠습니다. 	10'	□ 현미경을 다루는 방법에 대해 구체적으로 안내한다.
전개	관찰 탐색	<p>【활동2】 물에 사는 생물을 관찰한 결과 발표하기</p> <p>◎ 물에 사는 생물의 생김새와 특징</p> <ul style="list-style-type: none"> • 물에 사는 작은 생물의 관찰 사실을 정리하여 발표해 봅시다. - 해캄 : 녹색의 머리카락처럼 가늘고 길다. 물이 고여 있거나 물살이 세지 않은 곳에 삽니다. 물벼룩 : 둥근 모양으로 물속에서 뛰어 다닌다. 네 쌍 ~ 여섯 쌍의 다리를 가지고 있으며, 때 지어 삽니다. 고여 있는 물에 삽니다. 	10'	□ 작은 생물 사진 또는 영상
전개	추가 탐색	<p>【활동3】 돋보기나 현미경을 사용해 작은 생물 관찰하기</p> <p>◎ 관찰의 기록</p> <ul style="list-style-type: none"> • 물에 사는 작은 생물을 돋보기나 실제 현미경을 사용하여 관찰한 작은 생물을 글과 그림으로 표현해봅시다. - (구체적인 특징을 찾아 그림을 그리고 글로 설명한다.) • 맨눈으로 볼 때와 돋보기나 실제 현미경을 사용할 때의 차이점을 정리하여 봅시다. - 맨눈으로 보았을 때 관찰하지 못하던 것들을 관찰할 수 있습니다./ 도구를 사용하면 관찰 대상이 크게 확대되어 보다 세밀한 관찰이 가능합니다. 	25'	■ 실제 현미경 사용 방법을 사전에 충분히 숙지하도록 한다.
전개	개념 정리	<p>【활동4】 물에 사는 작은 생물의 생김새와 특징을 정리하기</p> <p>◎ 물에 사는 작은 생물의 특징</p> <ul style="list-style-type: none"> • 해캄과 물벼룩이 물에서 살아가는 모습을 말하여 봅시다. - 해캄은 둥쳐서 살며, 고여 있는 물에서 삽니다./ 물벼룩은 물속에서 움직이며 살아갑니다. • 물에 사는 작은 생물의 생활 방식을 정리하여 봅시다. - 물의 흐르는 정도나 깊이, 양에 따라서 다양한 형태를 가지고 있습니다./ 물속에서 양분과 먹이를 구하고, 호흡하며 살기에 편리한 형태와 생활 방식을 가지고 있습니다. 	15'	
전개	적용 및 응용	<p>【활동5】 물에 사는 작은 생물의 사는 환경을 정리하기</p> <p>◎ 작은 생물의 특징</p> <ul style="list-style-type: none"> • 탐구결과를 통해 얻은 점들을 정리해봅시다. - 작은 생물은 매우 다양합니다. - 크기가 큰 생물과 형태가 매우 비슷한 것들도 있습니다. • 해캄이 물에 살기에 적합한 특징을 써 봅시다. - 주로 고여 있는 물에서 둥쳐 살고 있어 다른 곳으로 흘러가지 않습니다./ 단단하지 않고 연하여 물의 세기나 흐름의 변화에 적응하기 쉽습니다. 	10'	
정리	정리하기 차시 예고하기	<p>◎ 정리하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 오늘은 무엇을 공부했나요? - 물에 사는 작은 생물의 생김새, 특징, 사는 환경을 알아보았습니다. <p>◎ 차시 예고하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 다음 시간에는 작은 생물이 살아가는 환경을 만들어볼 것입니다. 	5'	

평가 내용	구분	평가 기준	평가방법
물에 사는 작은 생물의 생김새와 특징을 알고, 물에 사는 작은 생물이 살아가는 환경의 특징에 대해서 말할 수 있는가?	잘함	• 물에 사는 작은 생물의 생김새와 특징을 알고 있으며, 물에 사는 작은 생물이 살아가는 환경의 특징에 대해서 정확하게 말할 수 있다.	관찰법
	보통	• 물에 사는 작은 생물의 생김새와 특징을 알고 있으며, 물에 사는 작은 생물이 살아가는 환경의 특징에 대해서 대체적으로 말할 수 있다.	
	노력요함	• 물에 사는 작은 생물의 생김새와 특징을 알고 있으나, 물에 사는 작은 생물이 살아가는 환경의 특징에 대해서 말할 수 없다.	

5~6차시

단 원	4. 작은 생물의 세계		차 시	5~6/10
소 주 제	주변의 작은 세상		대 상	초등학교 5~6학년
학습주제	땅에서 사는 작은 생물 알아보기		학습형태	전체
학습목표	땅에 사는 작은 생물의 생김새와 특징을 설명할 수 있다.		수업모형	경험학습모형
학습자료	교사	지렁이 분변토사진, 우산이끼, 개미, 페트리접시, 핀셋, 돋보기, 루페, 실체 현미경		
	학생	학습지, 필기도구		
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동	시간 (분)	자료(□) 및 유의점(●)
도입	<p>동기유발</p> <p>학습 문제 파악하기</p> <p>학습 순서 확인하기</p>	<p>○ 지렁이 관찰하기</p> <ul style="list-style-type: none"> 이 사진은 무엇일까요? -흙입니다. / 동글동글한 흙이 많이 있습니다. 흙이 이렇게 동글동글하게 뭉쳐져 있는 이유가 무엇일까요? -지렁이가 흙을 먹고 나서 다시 몸 밖으로 내보낸 흙이기 때문입니다. <p>○ 학습문제 확인하기</p> <p style="text-align: center;">땅에 사는 작은 생물을 알아보시다.</p> <p>▣ 학습 활동 안내</p> <p>【활동1】 눈으로 관찰하기</p> <p>【활동2】 관찰 내용 정리하기</p> <p>【활동3】 도구로 관찰하기</p>	5'	□ 지렁이 분변토 사진
자유 탐색	작은 생물 관찰	<p>【활동1】 눈으로 관찰하기</p> <p>○ 땅에 사는 작은 생물을 눈으로 관찰하기</p> <ul style="list-style-type: none"> 땅에 사는 작은 생물의 생김새를 눈으로 관찰하여 봅시다. 맨눈으로 작은 생물을 보는 것이 어떠한가요? -맨눈으로 보려니 너무 작아서 잘 안보입니다./ 자꾸 움직여서 자세히 보기 어렵습니다. 	10'	□ 우산이끼, 개미, 페트리접시, 핀셋, 돋보기, 루페, 실체 현미경
탐색 결과 발표	발표하기	<p>【활동2】 관찰 내용 정리하기</p> <p>○ 땅에 사는 작은 생물 관찰 내용 정리하기</p> <ul style="list-style-type: none"> 땅에 사는 작은 생물의 관찰 사실을 정리하여 발표해 봅시다. -우산이끼는 뿌리, 줄기, 잎의 구분이 없으며, 자라면 암수 구분이 됩니다. -개미는 단단한 몸과 턱을 가지고 있어 먹이를 잘 자를 수 있고, 서로 다양한 역할을 맡아 집단생활을 합니다. 	10'	■ 주의를 기울여야 볼 수 있는 생물들에 대한 인정한다.
교사의 인도에 따른 탐색	추가 탐색하기	<p>【활동3】 도구로 관찰하기</p> <p>○ 돋보기나 현미경을 사용하여 작은 생물 관찰하기</p> <ul style="list-style-type: none"> 땅에 사는 작은 생물을 돋보기나 실체 현미경을 사용하여 관찰하고 그려 봅시다. - 우산이끼와 개미 그리기 맨눈으로 볼 때와 루페를 사용할 때의 차이점을 정리하여 봅시다. -움직이는 개미를 관찰할 때 한 장소에 가두어 볼 수 있어 효과적인 관찰이 가능합니다./ 무게가 가벼워서 손쉽게 휴대하고 다닐 수 있습니다. / 위험한 대상을 관찰할 때 안전하게 탐구할 수 있습니다. 	30'	
정리	정리하기 차시 예고하기	<p>○ 정리하기</p> <ul style="list-style-type: none"> 땅에 사는 작은 생물은 주로 어디에 살아가고 있나요? -주로 습한 곳이나 땅 속 혹은 나무껍질 등에서 살고 있습니다. 땅에 사는 작은 생물의 특징을 정리하여 봅시다. -우산이끼는 뿌리, 줄기, 잎의 구분이 없으며, 개미는 단단한 몸과 턱을 가지고 먹이를 자르거나 땅속에 집을 짓고 살아갑니다./ 우산이끼의 허뿌리는 물을 흡수하기보다 땅에 고정시키는 작용을 합니다./ 우산이끼는 몸 전체로 물을 흡수합니다./ 개미는 몸이 단단한 겹질로 둘러싸여 있어 음식을 자르고, 나르거나 땅 속에 집을 짓기에 편리합니다. <p>○ 차시 예고하기</p> <ul style="list-style-type: none"> 다음 시간에는 작은 생물을 직접 키워보겠습니다. -네. 	25'	

평가 내용	구분	평가 기준	평가방법
땅에 사는 작은 생물의 생김새와 특징을 알고, 땅에 사는 작은 생물이 살아가는 환경의 특징에 대해서 말할 수 있는가?	잘함	•땅에 사는 작은 생물의 생김새와 특징을 알고 있으며, 땅에 사는 작은 생물이 살아가는 환경의 특징에 대해서 정확하게 말할 수 있다.	관찰법
	보통	•땅에 사는 작은 생물의 생김새와 특징을 알고 있으나, 땅에 사는 작은 생물이 살아가는 환경의 특징에 대해서 대체적으로 말할 수 있다.	
	노력요함	•땅에 사는 작은 생물의 생김새와 특징을 알지 못하며, 땅에 사는 작은 생물이 살아가는 환경의 특징에 대해서 말할 수 없다.	

7차시

단 원	4. 작은 생물의 세계		차 시	7/10
소 주 제	주변의 작은 세상		대 상	초등학교 5~6학년
학습주제	작은 생물 키워 보기		학습형태	전체
학습목표	사는 곳에 따른 작은 생물의 생활 방식에 차이가 있음을 이해할 수 있다.		수업모형	POE모형
학습자료	교사	작은 생물, 사육 상자, 먹이, 흙, 나무 조각, 핀셋, 분무기 등		
	학생	학습지, 필기도구		
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동	시간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	<p>동기유발</p> <p>학습 문제 파악하기</p> <p>학습 순서 확인하기</p>	<p>◎ 기르고 있는 생물의 종류 발표하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 여러분은 집에서 어떤 생물을 기르고 있나요? -곰팡이, 강아지, 고양이, 장수풍뎠이 등이 있습니다. • 생물을 키우기 위해 여러분은 어떤 일을 하나요? -먹이를 줍니다./ 물을 자주 갈아줍니다./ 분무기로 물을 자주 뿌려 줍니다. 등 <p>◎ 학습문제 확인하기</p> <p style="text-align: center;">작은 생물을 키워 봅시다.</p> <p>■ 학습 활동 안내</p> <p>【활동1】 서식지 구상하기</p> <p>【활동2】 서식지 만들기</p> <p>【활동3】 성장모습 관찰하기</p>	5'	
자유 탐색	작은 생물 관찰	<p>【활동1】 서식지 구상하기</p> <p>◎ 작은 생물의 서식지에 필요한 조건 예상하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 작은 생물이 살아가기 위해서 필요한 것을 말하여 봅시다. - 살 수 있는 장소, 먹이나 영양분, 알맞은 온도나 습도가 있습니다. • 모둠별로 사육할 작은 생물을 선정하여 봅시다. - 곰팡이를 선택했습니다. 왜냐하면 음식물을 습한 곳에 놓으면 쉽게 생기기 때문에 쉽게 기를 수 있을 것이라고 생각했기 때문입니다. • 여러분이 선정한 작은 생물이 살아가기 위해 반드시 필요한 것을 예상해 봅시다. -곰팡이는 썩은 음식물, 습하거나 그늘진 공간 등이 필요합니다. 	10'	<p>□작은 생물, 사육 상자, 먹이, 흙, 나무 조각, 핀셋, 분무기 등</p> <p>■교과서에 제시된 곰팡이, 이끼, 개미 이외에 주변에서 흔히 구할 수 있는 생물이면 모두 가능하다.</p>
관찰	관찰하기	<p>【활동2】 서식지 만들기</p> <p>◎ 작은 생물 서식지를 구성하고 성장 비교하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 선정한 작은 생물과 반드시 필요한 조건들을 생각하며 작은 생물 서식지를 만들어 봅시다. -땅 환경 : 땅 위에 돌 틈이나 낙엽 사이와 땅속에는 촉촉한 습기와 그늘 만들기 -물 환경 : 물과 양분을 쉽게 구할 수 있게 자주 주기 	10'	
설명	설명하기	<p>【활동3】 성장모습 관찰하기</p> <p>◎ 작은 생물이 살기 위한 조건 설명하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 우리 모둠에서 만든 서식지와 다른 모둠이 만든 서식지의 공통점을 찾아봅시다. -알맞은 먹이와 쉴 수 있는 공간을 주었습니다./ 햇빛이 들지 않도록 하였습니다. 등 -쉴 수 있는 물건을 넣어주지 않고, 먹이와 흙만 주었습니다. 등 • 작은 생물이 잘 살기 위해 꼭 필요한 조건에는 어떤 것들이 있는지 설명하여 봅시다. -작은 생물을 채집한 당시 살았던 환경과 비슷한 서식지 조건, 작은 생물이 즐겨 먹는 먹이 등입니다. • 일정 기간 동안 사육한 후 다른 모둠에서 만든 서식지에서의 작은 생물을 서로 비교하여 봅시다. 	10'	<p>■상품화되어 있는 재료를 통한 실험은 자칫 생명을 사고 팔 수 있다는 생각을 갖게 될 수 있으므로 가급적 주변에서 쉽게 구할 수 있는 것으로 사용하도록 한다.</p>
정리	정리하기	<p>◎ 정리하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 작은 생물을 키우기 위한 최소한의 조건은 무엇인가요? -사는 장소와 먹이입니다. <p>◎ 차시 예고하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 다음시간에는 작은 생물과 우리 생활과의 관계에 대해 공부하겠습니다. -네. 	25'	

평가 내용	구분	평가 기준	평가방법
사는 곳에 따른 작은 생물의 생활 방식에 차이가 있음을 이해하고, 작은 생물의 서식지를 만들어 잘 키울 수 있는가?	잘함	•사는 곳에 따른 작은 생물의 생활 방식에 차이가 있음을 정확하게 이해하고, 작은 생물의 서식지를 만들어 잘 키울 수 있다.	관찰법
	보통	•사는 곳에 따른 작은 생물의 생활 방식에 차이가 있음을 이해하고 있으나, 작은 생물의 서식지를 만들어 잘 키우지 못한다.	
	노력요함	•사는 곳에 따른 작은 생물의 생활 방식에 차이가 있음을 이해하고 못하고, 작은 생물의 서식지를 만들어 잘 키우지 못한다.	

8차시

단 원	4. 작은 생물의 세계	차 시	8/10	
소 주 제	작은 생물과 우리 생활과의 관계	대 상	초등학교 5~6학년	
학습주제	작은 생물과 우리 생활과의 관계 알아보기	학습형태	전체	
학습목표	작은 생물과 우리 생활과의 관계에 대하여 설명할 수 있다.	수업모형	POE 모형	
학습자료	교사	작은 생물 활용 동영상, 백과사전, 동식물도감		
	학생	학습지, 필기도구		
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동	시간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기유발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 발효음식을 만드는 과정 알아보기 • 김치나 된장, 간장 등을 만드는 것을 본 적이 있나요? -네, 할머니 댁에 갔을 때 된장 담그는 것을 보았습니다./ 어머니께서 김치 담그는 것을 보았습니다. • 작은 생물이 우리 생활에 활용되고 있는 동영상을 함께 볼까요? -동영상 시청하기 	5'	□ 작은 생물 활용 동영상
	학습 문제 파악하기	○ 학습문제 확인하기 작은 생물은 우리 생활과 어떤 관계가 있는지 알아보시다.		
	학습 순서 확인하기	<ul style="list-style-type: none"> ■ 학습 활동 안내 【활동1】 주변의 작은 생물 찾아보기 【활동2】 신기한 '발효' 를 찾아서! 【활동3】 작은 생물은 우리의 친구! 		
예상	예상하기	<ul style="list-style-type: none"> 【활동1】 주변의 작은 생물 찾아보기 ○ 생활에서 작은 생물의 영향 생각해 보기 • 작은 생물이 우리 생활에 어떤 영향을 주고 있을지 생각해 봅시다. -여러 가지 음식을 만들어 줍니다. • 생활에서 발효 음식을 찾아봅시다. -치즈, 김치, 요구르트, 된장, 젓갈, 식초 등이 있습니다. • 집에서 사용하고 있는 발효 음식의 종류를 말해 봅시다. -치즈, 김치, 된장, 젓갈, 요구르트 등이 있습니다. 	10'	□ 백과사전, 동식물도감
관찰	관찰하기	<ul style="list-style-type: none"> 【활동2】 신기한 '발효' 를 찾아서! ○ 발효 음식의 쓰임 조사하기 • 발효 음식이 생활에서 어떻게 이용되고 있는지 조사하여 봅시다. -음식을 만드는 재료로 이용합니다./ 식초는 빨래할 때 옷에서 나는 냄새를 제거하거나, 청소할 때 사용하기도 합니다./ 요구르트 유산균으로 우유를 사용해 떠먹는 요구르트를 만들 수 있습니다. 	10'	
설명	설명하기	<ul style="list-style-type: none"> 【활동3】 작은 생물은 우리의 친구! ○ 발효 음식의 좋은 점 이야기하기 • 여러 가지 발효 음식의 좋은 점에 대해 친구들과 이야기를 나누어 봅시다. -청국장 : 냄새는 나지만, 콩을 발효해서 몸에 좋은 음식입니다. 장이 건강해집니다. • 작은 생물을 이용한 물질들이 우리 생활에 주는 유익한 영향을 설명하여 봅시다. -여러 가지 건강에 유익한 발효음식을 제공합니다./ 다양한 음식의 재료와 음료로 이용합니다./ 질병의 치료나 개선에 이용합니다. • 작은 생물들을 이용한 발효 음식을 우리 생활에 어떻게 이용할 수 있는지 생각하여 봅시다. -발효 식품에 있는 유산균을 통해 몸속에 있는 나쁜 미생물을 죽이거나 없애는 역할을 합니다./ 식초의 경우 강한 산성은 방부 효과와 식품의 저장, 의약품 등에 이용되기도 합니다. 	10'	■ 학생들이 경험한 내용을 바탕으로 발표한다.
정리	정리하기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정리하기 • 작은 생물의 분해 활동으로 우리에게 유용한 물질이 만들어지는 과정을 무엇이라고 할까요? -발효입니다. ○ 차시 예고하기 • 다음 시간에는 곰팡이, 세균, 바이러스는 우리 건강에 어떤 영향을 줄지에 대해 공부하겠습니다. -네, 감사합니다. 	5'	

평가 내용	구분	평가 기준	평가방법
작은 생물과 우리 생활과의 관계에 대하여 말할 수 있는가?	잘함	•작은 생물에 의한 발효의 사례를 3가지 이상 찾아내고, 작은 생물과 우리 생활과의 관계에 대하여 적절히 말할 수 있다.	관찰법
	보통	•작은 생물에 의한 발효의 사례를 1가지 이상 찾아내고, 작은 생물과 우리 생활과의 관계에 대하여 대략적으로 말할 수 있다.	
	노력요함	•작은 생물에 의한 발효의 사례를 찾지 못하며, 작은 생물과 우리 생활과의 관계에 대하여 말하지 못한다.	

9차시

단 원	4. 작은 생물의 세계	차 시	9/10
소 주 제	작은 생물과 우리 생활과의 관계	대 상	초등학교 5~6학년
학습주제	곰팡이, 세균, 바이러스가 우리에게 어떤 영향을 미치는지 알아보기	학습형태	전체
학습목표	곰팡이, 세균, 바이러스가 우리에게 미치는 유익한 영향과 유해한 영향에 대해 말할 수 있다.	수업모형	POE 모형
학습자료	교사	구제역 뉴스 기사, 작은 생물 관련 보도 자료, 백과사전, 인터넷 자료, 조사 학습지	
	학생	학습지, 필기도구, 마인드 맵, 편지지	

학습 단계	학습 경	교수·학습 활동	시간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기유발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지난 뉴스 살펴보기 • 여러분은 2010년 겨울에 있었던 가축전염병에 대해 들어 보았나요? - 구제역 때문에 수많은 소와 돼지들이 죽었다는 이야기를 들었습니다. • 구제역은 어떻게 걸리는 것인가요? - 구제역 바이러스가 돌아다니면서 가축에 전염되는 것입니다. 	5'	□ 2012년 구제역 뉴스 기사 □ 작은 생물이 건강에 미치는 영향에 대한 보도 자료, 백과사전, 인터넷 자료, 조사 학습지 ■ 다양한 방법으로 조사할 수 있도록 환경을 미리 조성한다.
	학습 문제 파악하기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 학습문제 확인하기 곰팡이, 세균, 바이러스가 우리에게 미치는 유익한 영향과 유해한 영향에 대해 말할 수 있다.		
	학습 순서 확인하기	■ 학습 활동 안내 【활동1】 주변의 작은 생물을 찾아보기 【활동2】 신기한 '발효'를 찾아서! 【활동3】 작은 생물을 한눈에!		
예상 관찰	예상하기	【활동1】 작은 생물이 우리 건강에 미치는 영향은? <ul style="list-style-type: none"> ○ 곰팡이, 세균, 바이러스가 우리 건강에 미치는 영향 생각하기 • 곰팡이, 세균, 바이러스가 우리 건강에 어떤 영향을 주고 있는지 생각해 봅시다. - 무서운 병을 일으켜 생물에 위협을 줄 수 있습니다./ 활용하는 것에 따라서 우리 건강에 이로운 물질을 만들기도 합니다. 	10'	□ 작은 생물이 건강에 미치는 영향에 대한 보도 자료, 백과사전, 인터넷 자료, 조사 학습지 ■ 다양한 방법으로 조사할 수 있도록 환경을 미리 조성한다.
	관찰하기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 작은 생물이 우리 건강에 미치는 영향 조사하기 • 최근 인터넷 기사나 보도 자료를 통해 작은 생물이 우리 건강에 미치는 영향을 조사하여 봅시다. ○ 인터넷 기사나 기타 보도 자료를 바탕으로 조사하기 		
설명	설명하기	【활동2】 우리 건강은 우리가 지켜요! <ul style="list-style-type: none"> ○ 작은 생물이 우리 건강에 미치는 영향을 정리하기 • 작은 생물이 우리 건강에 미치는 유익한 영향과 유해한 영향을 정리해서 발표해 봅시다. - 유익한 영향 : 대장균으로 암을 진단하거나 치료합니다./ 세균 감염을 치료하는 항생 물질로 쓰입니다. - 유해한 영향 : 조류 독감이나 식중독 등을 일으킬 수 있습니다./ 독감을 일으키고 심하면 사망에 이르게 합니다./ 감염 속도가 빨라 인류 건강의 적입니다. • 유해한 영향을 주는 작은 생물로부터 나의 건강을 지킬 수 있는 방법을 찾아봅시다. - 활동을 하고 난 이후에는 손을 깨끗하게 씻도록 합니다./ 상한 음식은 먹지 않습니다./ 평소 운동을 열심히 하여 유해한 작은 생물을 이겨낼 수 있는 힘을 기르도록 합니다. 	10'	■ 세균, 바이러스 등의 구조와 기능 및 바이러스의 생물적, 비생물적 특성을 구분하는 활동이나, 바이러스와 세균의 차이점 등에 대해서는 다루지 않는다.
전개	개념 정리하기	【활동3】 작은 생물을 한눈에! <ul style="list-style-type: none"> ○ 작은 생물의 세계 정리하기 • 물과 땅에 사는 작은 생물의 특징과 생활 방식, 생활과 우리 건강과의 관계에 대해서 정리하여 봅시다. ○ 물에 사는 생물의 종류와 특징, 땅에 사는 생물의 종류와 특징, 작은 생물의 우리 생활에 이용한 예와 유익한 점, 유해한 점을 마인드 맵 형식으로 적기 	10'	□ 작은 생물의 사진 ■ 틀에 구애받지 않고 자유롭게 마인드 맵을 그릴 수 있도록 분위기를 조성한다.
정리	정리하기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정리하기 • 작은 생물이 우리 건강에 미치는 유익한 영향은 무엇인가요? - 대장균으로 암을 진단하거나 치료합니다./ 세균 감염을 치료하는 항생 물질로 쓰입니다. • 유해한 영향은 무엇인가요? - 조류 독감이나 식중독 등을 일으킬 수 있습니다./ 독감을 일으키고 심하면 사망에 이르게 합니다./ 감염 속도가 빨라 인류 건강의 적입니다. 	5'	
	예고하기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 차시 예고하기 • 다음 시간에는 작은 생물의 세계에 대해 정리하겠습니다. -네, 감사합니다. 		

평가 내용	구분	평가 기준	평가방법
곰팡이, 세균, 바이러스가 우리 건강에 미치는 유익한 영향과 유해한 영향에 대해 말할 수 있는가?	잘함	• 작은 생물이 우리 건강에 미치는 영향을 조사할 수 있고, 곰팡이, 세균, 바이러스가 우리 건강에 미치는 유익한 영향과 유해한 영향에 대해 어느 정도 말할 수 있다.	관찰법
	보통	• 작은 생물이 우리 건강에 미치는 영향을 조사할 수 있으나, 곰팡이, 세균, 바이러스가 우리 건강에 미치는 유익한 영향과 유해한 영향에 대해 말하지 못한다.	
	노력요함	• 작은 생물이 우리 건강에 미치는 영향을 조사하지 못하고, 곰팡이, 세균, 바이러스가 우리 건강에 미치는 유익한 영향과 유해한 영향에 대해 말하지 못한다.	

10차시

단 원	4. 작은 생물의 세계	차 시	10/10	
소 주 제	작은 생물의 생태 지도	대 상	초등학교 5~6학년	
학습주제	작은 생물의 생태 지도 만들기	학습형태	전체	
학습목표	작은 생물과 서식 환경에 대한 다양한 정보를 제공하는 작은 생물 생태 지도를 만들 수 있다.	수업모형	일반 학습 수업 모형	
학습자료	교사	생태학자 및 생태 지도 참고 자료, 전지, 사인펜, 크레파스		
	학생	학습지, 필기도구		
학습 단계	학습 과정	교수-학습 활동	시간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기유발 학습 문제 파악하기 학습 순서 확인하기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전시 학습 상기하기 • 지난 시간에 무엇을 공부하였나요? - 작은 생물의 세계에 대해 배운 내용을 정리했습니다./ 작은 생물에게 편지를 썼습니다. ○ 학습문제 확인하기 <p style="text-align: center;">작은 생물 생태 지도를 만들어 봅시다.</p> <p>▣ 학습 활동 안내 【활동1】 생태 학자는 무슨 일을 할까? 【활동2】 생태 지도란 무엇일까? 【활동3】 우리는 생태학자!</p>	5'	<ul style="list-style-type: none"> ■ 그동안 학습한 내용을 상기할 수 있도록 추가발문을 한다.
전개	생태학자에 대해 알아보기	<p>【활동1】 생태학자는 무슨 일을 할까?</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 생태학자 알아보기 • 생태학자가 어떤 일을 하는지 알아봅시다. - 자연 생태계에 대한 이해를 돕기 위해 다양한 자료를 모으고 분석합니다. • 생태학자가 하는 일은 왜 중요한가요 - 생태계에 대한 이해나 생태계 보전 등에 필요한 정보를 제공하기 때문입니다. 	5'	<ul style="list-style-type: none"> ■ 사전과제로 생태학자와 생태 지도에 대해 조사해올 수 있도록 안내한다.
전개	생태 지도에 대해 알아보기	<p>【활동2】 생태 지도란 무엇일까?</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 생태 지도 알아보기 • 생태 지도란 무엇이며, 왜 중요한지 생각하여 봅시다. - 생태 지도는 환경에 따라 서식하는 생물에 대한 특징과 생활 방식 등의 다양한 정보를 제공해 주는 중요한 자료로써, 이것을 통해 해당 서식지에 분포하는 생물종에 대한 정보를 얻을 수 있고, 겨울 철새의 경우 언제 해당 종을 관찰할 수 있는지 안내의 역할도 수행합니다. ○ 생태 지도 이해하기 • 지방 자치 단체나 환경 단체에서 발행하는 생태 지도를 찾아봅시다. ○ 국토해양부가 50개 생태 관광 명소를 선정하여 만든 4대강 생태 지도 참고하기 - 1단계 : 해당 지역에 사는 생물종과 환경 생태계 조사 2단계 : 생물의 서식지와 생활 방식 및 생활과의 관계 정리 3단계 : 알고 싶은 내용을 선정하여 다양하고, 창의적인 표현을 통해 생태 지도 작성 - 작은 생물의 서식지별 개체의 분포와 수에 대한 정보를 넣겠습니다./ 서식하고 있는 작은 생물에 대한 정보를 포함하여 생물 관찰시 쉽게 편리하게 만들겠습니다. • 어떤 방식을 통해 제작되는지 알아봅시다. - (1) 계획한 내용을 정리하기 1단계 : 해당 지역에 사는 생물종과 환경 생태계 조사 2단계 : 생물의 서식지와 생활 방식 및 생활과의 관계 정리 3단계 : 알고 싶은 내용의 선정하여 다양하고, 창의적인 표현을 통해 생태 지도 작성 4단계 : 모둠에서 만든 생태 지도에 따라 발표 (2) 생태 지도에 포함시킬 사항 정하기 (3) 생태 지도 완성하기 	10'	<ul style="list-style-type: none"> □ 4대강 생태 지도 참고 자료 (www.4river.go.kr/eco) ■ 생태 지도를 제작하는 과정도 자세하게 설명한다.
전개	생태 지도 제작하기	<p>【활동3】 우리는 생태학자!</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 생태 지도 제작하기 • 우리 모둠이 만들고 싶은 생태 지도의 특징을 써 봅시다. • 작은 생물 생태 지도를 작성하여 봅시다. 	15'	<ul style="list-style-type: none"> □ 생태 관련 자료, 전지, 사인펜, 크레파스 등
정리	정리하기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생태 지도 전시회 • 모둠에서 만든 생태 지도를 살펴으며 작은 생물의 학습내용 정리하기 	5'	

평가 내용	구분	평가 기준	평가방법
친구들과 협동하여 생태학자들의 수행 방법에 따라 작은 생물과 서식 환경에 대한 다양한 정보를 제공하는 작은 생물 생태 지도를 만들 수 있는가?	잘함	• 친구들과 협동하여 생태학자들의 수행 방법에 따라 작은 생물과 서식 환경에 대한 다양한 정보를 제공하는 작은 생물 생태 지도를 어느 정도 만들 수 있다.	관찰법
	보통	• 친구들과 협동하여 생태학자들의 수행 방법에 따라 작은 생물과 서식 환경에 대한 다양한 정보를 제공하는 작은 생물 생태 지도를 간략하게 만들 수 있다.	
	노력요함	• 친구들과 협동하여 생태학자들의 수행 방법에 따라 작은 생물과 서식 환경에 대한 다양한 정보를 제공하는 작은 생물 생태 지도를 만들지 못한다.	

감사의 글

멈추지 말고 꾸준히 공부하자는 생각으로 처음 입문한 초등과학교육에 대한 연구가 지금까지 이어져 어느덧 꽤 오랜 시간이 흘렀습니다. 수년 간 학업을 꾸준히 해왔음에도 불구하고 이제 겨우 틈새를 비집고 껌질을 까고 나온 것처럼 미약한 자리에 서 있다고 생각하니 학문의 세계란 그 폭과 깊이가 얼마나 될지 가늠하기조차 힘듭니다.

학계에서 연구를 수행하고 논문을 출판하는 과정은 많은 시간과 노력을 필요로 합니다. 한 글자 한 단어가 전부 고심의 대상이 되기도 하고 때로는 곤란한 문제를 해결해나가야만 하는 연속이기 때문입니다. 그동안 여러 고마운 사람들의 도움이 있었기에 어려움들을 극복해낼 수 있었습니다.

20대 초반부터 사제의 인연이 닿아 연구의 즐거움을 깨닫게 해주시고 학문의 기본적인 모든 것에서부터 학자로서의 자세까지도 아버지처럼 지도해주신 홍승호 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 열정이 넘칠 때나 힘들 때나 언제나 학업을 놓치지 않게 지원해주시고 때로는 편달하시며 양심적으로 성심껏 도와주셨기 때문에 이 학위논문의 모든 과정을 끝마칠 수 있었습니다.

바쁘신 일정 속에서도 박사학위 논문을 완성하는데 많은 도움 주신 조태호 교수님, 오홍식 교수님, 김기욱 박사님, 강경희 교수님 감사드립니다. 그리고 학사 과정부터 박사 과정까지 기억에 남는 강의들을 해 주시고 격려도 아끼지 않았던 초등과학교육전공 현동걸 교수님, 신애경 교수님 고맙습니다. 흥미로운 프로그램들을 소개해주셨던 초등컴퓨터교육전공 김종훈 교수님, 박남제 교수님 고맙습니다. 저의 부족한 논문에 대해 구체적으로 첨삭해주셨던 서울대학교 Sonya N. Martin 교수님 고맙습니다.

하는 연구를 위해 답사다닐 시절부터 지속적으로 다양한 경험을 함께한 같은 연구실의 김덕호 선배님, 한국과학창의재단 프로젝트 때 고단한 여정에도 불평 없이 잘 따라준 양지혜, 양정순 선생님 고맙습니다. 여러 연구 프로그램 검토에 참여해주신 제주대학교 교육대학원 선생님들 및 일도초등학교 동료 선생님들과 감사지 수합에 협조해주신 표본 학교의 수많은 선생님들께도 감사드립니다. 재직 중에도 대학원을 무사히 다닐 수 있도록 배려해주셨던 김석홍, 박재춘 교장선생님 감사합니다. 자신의 일처럼 여기고 적극적으로 도와주는 소중한 친구 김여정, 임유빈, 유석현 고맙습니다.

언제나 딸의 뜻을 존중하고 응원해주시는 사랑하는 부모님께 정말 감사드립니다. 같은 교육자의 길을 걸으면서 조언을 해주는 든든한 오빠 최재영 고맙습니다. 마지막으로 내가 가장 나다울 수 있도록 나를 믿어주고 항상 힘이 되어주는 반려자 김해원 사랑합니다.

더욱 정진하며 노력하겠습니다.

2015년 6월

최영미