



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

제주도 지질 자료를
활용한 STEAM 프로그램
개발 및 적용 효과



濟州大學校 大學院

科學教育學部
初等科學教育專攻

金 德 浩

2015 年 2 月

제주도 지질 자료를 활용한 STEAM 프로그램 개발 및 적용 효과

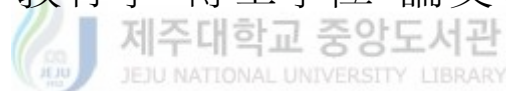
指導教授 洪 承 鎬

金 德 浩

이 論文을 教育學 博士學位 論文으로 提出함

2014年 10月

金德浩의 教育學 博士學位 論文을 認准함



審査委員長 _____ (인)

委 員 _____ (인)

委 員 _____ (인)

委 員 _____ (인)

委 員 _____ (인)

濟州大學校 大學院

2014 年 12 月

Development and Application Effects of STEAM Program Utilizing Learning Materials for Geology of Jeju-do Province

Deok-Ho Kim

(Supervised by professor Seung-Ho Hong)

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

2014. 12.

This thesis has been examined and approved.



Thesis director, Dong-Hyun Chae, Prof. Department of Elementary Science Education

(Name and signature)

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 내용	4
3. 용어의 정의	5
가. 지역 자료	5
나. 과학 개념	5
다. 선개념	5
라. 오개념	6
마. STEAM	6
II. 이론적 배경	7
1. 제주도 지질의 개관	7
2. 초등과학 지질 관련 내용의 변천 과정	8
3. 야외학습과 지역화	22
4. 과학 개념	24
5. STEAM	24
6. 학업성취도, 창의적 문제해결력, 과학적 태도	27
7. 선행연구	29
가. 현장체험학습과 지역화 관련 선행연구	29
나. 지질 개념 관련 선행연구	32
다. STEAM 관련 선행연구	35



Ⅲ. 연구 절차 및 방법	36
1. 연구 절차	36
2. 연구 방법	37
가. 지역 자료 개발을 위한 현장 조사	37
나. 개념 연구	38
다. STEAM 프로그램의 개발 과정	42
라. STEAM 프로그램 개발의 실제	47
마. 실내학습 STEAM 프로그램의 실험 장치 고안	52
바. STEAM 프로그램 적용	54
사. 자료 분석	56
Ⅳ. 연구 결과 및 논의	58
1. 지질 관련 단위 지역 자료 개발	58
가. ‘지층과 화석’ 단위 관련 장소	58
1) 지층을 관찰할 수 있는 장소	58
2) 퇴적암을 관찰할 수 있는 장소	60
3) 화석을 관찰할 수 있는 장소	61
나. 지질 관련 단위와 연계할 수 있는 현장체험학습 장소	63
1) 성산일출봉~신양리층 구간	64
2) 서귀포층	66
3) 송악산~용머리 해안 구간	67
4) 수월봉	69
2. ‘지층과 화석’ 단위 관련 개념 검사 결과	71
가. 개념 검사 결과	71
1) 지층 개념	71
2) 퇴적암 개념	80
3) 화석 개념	88
나. 지질 관련 개념 연구가 주는 시사점	97

3. STEAM 프로그램의 개발	97
가. 현장체험 STEAM 프로그램	97
나. 실내학습 STEAM 프로그램	114
4. STEAM 프로그램의 적용 결과	130
가. 현장체험 STEAM 프로그램 적용 결과	130
1) 학업성취도 검사 결과	130
2) 창의적 문제해결력 검사 결과	132
3) 과학적 태도 검사 결과	133
4) 수업만족도 분석 결과	134
나. 실내학습을 STEAM 프로그램 적용 결과	136
1) 학업성취도 검사 결과	136
2) 창의적 문제해결력 검사 결과	138
3) 과학적 태도 검사 결과	139
4) 수업만족도 분석 결과	141



V. 결론 및 제언	144
1. 결론	144
가. 제주도 지질 자료의 개발	144
나. 개념 조사	144
다. STEAM 프로그램의 개발	145
라. STEAM 프로그램의 적용	145
2. 제언	145
참고문헌	146
ABSTRACT	158
부 록	160

표 목차

<표 II-1> 초등과학 지질 관련 영역의 내용	9
<표 II-2> 교수요목기 초등과학 지질 관련 영역의 내용	10
<표 II-3> 제1차 교육과정 초등과학 지질 관련 영역의 내용	10
<표 II-4> 제2차 교육과정 초등과학 지질 관련 영역의 내용	11
<표 II-5> 제3차 교육과정 초등과학 지질 관련 영역의 내용	12
<표 II-6> 제4차 교육과정 초등과학 지질 관련 영역의 내용	13
<표 II-7> 제5차 교육과정 초등과학 지질 관련 영역의 내용	15
<표 II-8> 제6차 교육과정 초등과학 지질 관련 영역의 내용	16
<표 II-9> 제7차 교육과정 초등과학 지질 관련 영역의 내용	18
<표 II-10> 2007 개정교육과정 초등과학 지질 관련 영역의 내용	20
<표 II-11> 2009 개정교육과정 초등과학 지질 관련 영역의 내용	21
<표 II-12> STEAM에 연계되는 초등 교과	26
<표 III-1> ‘지층’ 관련 개념 검사 문항	39
<표 III-2> ‘퇴적암’ 관련 개념 검사 문항	40
<표 III-3> ‘화석’ 관련 개념 검사 문항	41
<표 III-4> 개념 연구 대상	42
<표 III-5> 현장체험 STEAM 프로그램의 학습목표	42
<표 III-6> 현장체험 STEAM 프로그램의 요소별 주요 내용	43
<표 III-7> 실내학습 STEAM 프로그램의 학습목표	44
<표 III-8> 실내학습 STEAM 프로그램의 요소별 주요 내용	45
<표 III-9> 지질 관련 STEAM 프로그램과 다른 교과와의 연계	46
<표 III-10> 현장체험 STEAM 프로그램의 교수·학습 계획	48
<표 III-11> 실내학습 STEAM 프로그램의 교수·학습 계획	50
<표 III-12> STEAM 프로그램의 연구 대상	54
<표 III-13> 과학 개념 검사 평정 척도	56
<표 IV-1> 지층을 관찰할 수 있는 장소	59

<표 IV-2> 퇴적암을 관찰할 수 있는 장소	60
<표 IV-3> 화석을 관찰할 수 있는 장소와 종류	62
<표 IV-4> 지질 관련 단원의 학습 내용	63
<표 IV-5> 현장체험학습 실시에 적합한 지역의 지질 현상	63
<표 IV-6> ‘지층의 정의’ 영역의 오답률	72
<표 IV-7> ‘지층의 생성’ 영역의 오답률	73
<표 IV-8> ‘지층의 특징’ 영역의 오답률	75
<표 IV-9> 지층 영역에 대한 지역 간 차이	77
<표 IV-10> 지층 영역에 대한 학년 간 차이	78
<표 IV-11> 지층 영역에 대한 성별 간 차이	79
<표 IV-12> ‘퇴적암의 생성’ 영역의 오답률	81
<표 IV-13> ‘퇴적암의 구분’ 영역의 오답률	82
<표 IV-14> ‘퇴적층’ 영역의 오답률	83
<표 IV-15> ‘퇴적형태’ 영역의 반응유형별 인원 수	84
<표 IV-16> 퇴적암 영역에 대한 지역 간 차이	86
<표 IV-17> 퇴적암 영역에 대한 학년 간 차이	87
<표 IV-18> 퇴적암 영역에 대한 성별 간 차이	87
<표 IV-19> ‘화석에 대한 정의’ 영역의 오답률	89
<표 IV-20> ‘화석의 생성’ 영역의 오답률	91
<표 IV-21> ‘화석과 암석, 지층’ 영역의 오답률	92
<표 IV-22> ‘화석에 대한 이해’ 영역의 오답률	93
<표 IV-23> 화석 개념에 대한 지역 간 유의미한 차이를 보인 문항	95
<표 IV-24> 화석 개념에 대한 학년 간 유의미한 차이를 보인 문항	96
<표 IV-25> 현장체험 STEAM 교수·학습 과정안(1차시)	98
<표 IV-26> 현장체험 STEAM 교수·학습 과정안(2차시)	100
<표 IV-27> 현장체험 STEAM 교수·학습 과정안(3차시)	102
<표 IV-28> 현장체험 STEAM 교수·학습 과정안(4차시)	104
<표 IV-29> 현장체험 STEAM 교수·학습 과정안(5~7차시)	106

<표 IV-30> 현장체험 STEAM 교수·학습 과정안(8차시)	107
<표 IV-31> 현장체험 STEAM 교수·학습 과정안(9~10차시)	109
<표 IV-32> 현장체험 STEAM 교수·학습 과정안(11차시)	111
<표 IV-33> 실내학습 STEAM 교수·학습 과정안(1차시)	115
<표 IV-34> 실내학습 STEAM 교수·학습 과정안(2차시)	116
<표 IV-35> 실내학습 STEAM 교수·학습 과정안(3차시)	118
<표 IV-36> 실내학습 STEAM 교수·학습 과정안(4차시)	120
<표 IV-37> 실내학습 STEAM 교수·학습 과정안(5~6차시)	121
<표 IV-38> 실내학습 STEAM 교수·학습 과정안(7차시)	124
<표 IV-39> 실내학습 STEAM 교수·학습 과정안(8차시)	125
<표 IV-40> 실내학습 STEAM 교수·학습 과정안(9차시)	127
<표 IV-41> 학업성취도 사전·사후 비교	131
<표 IV-42> 창의적 문제해결력 사전·사후 비교	132
<표 IV-43> 과학적 태도 사전·사후 비교	133
<표 IV-44> STEAM 프로그램에 대한 만족도	135
<표 IV-45> 현장체험 STEAM 프로그램을 하면서 좋았던 점	135
<표 IV-46> 현장체험 STEAM 프로그램을 하면서 아쉬웠던 점	136
<표 IV-47> 학업성취도 사전·사후 비교	137
<표 IV-48> 창의적 문제해결력 사전·사후 비교	138
<표 IV-49> 과학적 태도 사전·사후 비교	140
<표 IV-50> 실내학습 STEAM 프로그램에 대한 학생들의 응답	142

그림 목차

[그림 II-1] STEAM의 학습 준거 틀	26
[그림 III-1] 연구의 절차	36
[그림 III-2] 조사 지역의 위치	38
[그림 III-3] 현장체험 STEAM 프로그램의 학습 준거	44
[그림 III-4] 실내학습 STEAM 프로그램의 학습 준거	45
[그림 III-5] 지층 관련 실험 장치의 제작 과정	52
[그림 III-6] 지층 관련 실험 장면	53
[그림 III-7] 지층이 형성된 모습	54
[그림 IV-1] 제주도에서 관찰된 지층과 장소	58
[그림 IV-2] 제주도에서 관찰된 퇴적암과 장소	60
[그림 IV-3] 제주도에서 관찰된 화석과 장소	61
[그림 IV-4] 성산일출봉~신양리층 구간에 분포한 지질 현상과 교과서 비교	64
[그림 IV-5] 서귀포층에 분포한 지질 현상과 교과서 비교	66
[그림 IV-6] 송악산~용머리 해안 구간에 분포한 지질 현상과 교과서 비교	68
[그림 IV-7] 수월봉에 분포한 지질 현상과 교과서 비교	70
[그림 IV-8] 지층에 대한 오답률	71
[그림 IV-9] 퇴적암에 대한 오답률	80
[그림 IV-10] 화석에 대한 오답률	88
[그림 IV-11] 화석 개념에 대한 지역 간 비교	94
[그림 IV-12] 화석 개념에 대한 학년 간 비교	96
[그림 IV-13] 현장체험 STEAM 프로그램 적용 장면	112
[그림 IV-14] 현장체험 학습지	113
[그림 IV-15] 실내학습 STEAM 프로그램 적용 장면	129
[그림 IV-16] 실내학습 학습지	130
[그림 IV-17] 실내학습 STEAM 프로그램에 대한 만족도 결과	142

<국문초록>

제주도 지질 자료를 활용한 STEAM 프로그램 개발 및 적용 효과

김 덕 호

제주대학교 대학원 과학교육학부 초등과학교육전공

지도교수 홍 승 호

2007 개정교육과정 초등과학의 ‘지질’ 영역은 자연 현상을 학습 대상으로 하고 있지만 시간과 공간 규모가 광범위하여 과학 수업에서 직접 관찰하거나 재현해 보기가 어렵고, 내용의 대부분이 추상적이기 때문에 학생들이 개념을 이해하기가 쉽지 않다. 이에 본 연구에서는 제주도 지질 자료를 활용하여 이 내용과 연계할 수 있는 현장체험 및 실내학습 STEAM 프로그램을 개발하고 적용하여 초등학생들의 학업성취도, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도의 변화를 알아보았다. 또한 지층, 퇴적암 및 화석에 대한 개념 문항을 개발하여 초등학생들의 인식 정도와 STEAM 수업에 학업성취도 검사 문항으로 이용하였다.

본 연구의 결과와 제언은 다음과 같다.

첫째, 2007 개정교육과정 초등과학을 바탕으로 제주도에 지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있는 14곳을 조사한 결과, 현장체험학습 장소로 적합한 곳은 성산일출봉~신양리층 구간, 서귀포층, 송악산~용머리해안 구간 그리고 수월봉을 선정하였고, 이곳에서 관찰할 수 있는 지질 현상을 교과서 삽화 및 학습 내용과 비교·분석하여 지역 자료를 제시하였다. 이러한 지역 자료를 기초로 지질 영역에 대한 학습 효과를 극대화 시킬 수 있는 체계적이고 통합적인 프로그램들이 개발되어야 한다.

둘째, 초등과학의 지층, 퇴적암 및 화석 관련 개념 검사를 실시한 결과, 전반적으로 개념 이해 정도가 낮아 이를 과학 개념으로 교정하는 효과적인 방안을 모색해야 한다.

셋째, 초등과학 ‘지층과 화석’ 단원을 바탕으로 현장체험 및 실내학습 STEAM 프로그램을 개발하였다. 앞으로 유사한 프로그램을 개발하고자 할 때 참고 자료

로 제공될 수 있다.

넷째, STEAM 프로그램이 학생들의 학업성취도, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도에 미치는 영향을 알아본 결과, 유의미한 수준의 결과를 나타냈다. 따라서 지질 영역의 다양한 단원에서 체계적이고 지속적인 STEAM 프로그램의 개발이 요구되며, 교육현장에서 STEAM 프로그램을 효율적으로 활용하려는 노력이 이루어져야 할 것이다.

주제어: 초등과학, 지역 자료, 지층, 퇴적암, 화석, 개념, STEAM



I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

과학교육은 주로 교실, 실험실 그리고 야외라는 세 가지 유형의 학습 환경 속에서 이루어지며, 초등과학을 비롯하여 과학교육 전반에 걸쳐서 탐구 능력과 과학적 소양이 강조되고 있고, 이런 목표는 교실과 실험실 환경에서 어느 정도는 달성될 수 있지만, 야외 환경은 교사, 교육과정 개발자 및 연구자들에 의해 가장 많이 간과되는 영역 중 하나이다(Orion & Hofstein, 1994). 과학 수업에서 지역 자료를 이용한 야외 학습은 여러 면에서 중요한 역할을 하는데, 정의적인 측면에서 학습할 내용에 대한 동기를 부여하고(Mckenzie *et al.*, 1986), 인지적인 측면에서는 학생의 탐구기능을 향상시키며 관찰 내용과 개념 간의 이해를 강화하기도 한다(Zielinski, 1987). 또한, Manner(1995)는 야외 학습장은 새로운 교육의 장소이기도 하며, 학생의 오개념을 효과적으로 교정하는 곳이라고 하였다.

과학교과에서 ‘지구와 우주’ 영역은 자연 현상을 학습 대상으로 하고 있지만, 교육과정에서 다루는 시간과 공간 규모가 너무 광범위하여 특정한 현상이나 사물에 대해 교육 현장에서 직접 관찰하거나 재현해보기가 매우 어렵고, 교과 내용의 대부분이 추상적이어서 학생들이 개념을 이해하는데 어려움이 많다. 특히, 지질 분야에서는 학생들이 야외로 나가서 직접 노두를 관찰하며, 자연 그대로의 지질 현상을 학습할 수 있어야 한다. 야외 지질 학습은 교실에서 경험할 수 없는 광물, 암석 및 지질 현상을 관찰하고 직접 경험할 수 있는 기회를 제공받을 수 있다는 면에서 매우 중요하다(Orion *et al.*, 1986). 정찬홍(2000)은 학생들은 자신이 살고 있는 지역의 지질을 관찰·조사함으로써 지질학적 관심을 갖게 되고, 이를 바탕으로 다른 지역에서 일어나는 지질 현상에 대한 이해를 높여 나가는 것이 효율적인 지질학의 학습 방법이라고 하였고, 송시대(2003)도 지구과학은 우리가 살고 있는 곳을 대상으로 자연현상을 탐구하는 학문이기 때문에 자연환경을 직접 경험하고 관찰할 수 있는 체험학습이 매우 중요하다고 하였다. 그러나 과학 교과서에 제시된 지질에 대한 특정 지역의 내용을 우리나라 모든 지역에서 직접 다루기는 거의 불가능하므로 어떤 경우는 지역 특이적 자료를 이용하는 것이 보다 더 효과적인 학습이 될 수 있다. 왜냐하면, 학생들이 실체가 분명한 학습 자료를 직접 관찰함으로써 교실에서 경험할 수 없는 흥미로운 학습활동을 하면서 자연스럽게 학습 목표가 달성될 수 있기 때문이다(최영재 등, 2001).

제주도는 신생대 제3기부터 형성된 화산섬으로 다양한 지형과 지질 현상이 나타난다(이문원, 1994). 그러나 현재 제주도의 학생들도 지질 영역에 대해서 다른

지역과 마찬가지로 동일한 교육과정에 의해서 과학 수업이 이루어지고 있고, 교실 위주의 공간에서 학습하고 있는 실정이다. 이러한 이유 때문에 UNESCO 세계자연유산과 세계지질공원으로 지정된 제주도 지역에 맞는 자료 개발을 통해서 학생들이 지질 현상을 학습할 수 있도록 해야 한다. 이를 통해서 교사와 학생들로 하여금 제주도의 지층, 퇴적암 및 화석에 대한 인식을 향상시킬 수 있도록 해야 한다. 일반적으로 제주도는 화산기원 섬이라는 인식이 강해 초등과학에서 중요하게 다루고 있는 퇴적활동, 퇴적암 그리고 지층과 관련된 야외학습장 개발에 관심이 높지 않았다. 그러나 전용문 등(2009)은 서귀포층이 플라이스토세의 초기와 중기 사이에 형성되었다고 하였고, 김정률과 김경수(2004)는 하모리층이 수천년 전에 형성되어 지질학적 중요성을 강조한 바 있다. 위와 같은 장소에서는 초등과학 교과서의 지층과 화석 등에 관한 매우 유용한 교수-학습 자료로서 지질현상과 화석들을 더욱 자세히 관찰할 수 있다. 하지만 현재 제주도의 지질 관련 학습 자료는 매우 부족한 실정이기 때문에 이에 대한 개발이 필요하다.

또한, 학생들이 지니고 있는 과학 개념을 파악하는 것은 매우 중요하다. 흔히 학습자가 수업을 받기 이전부터 일상생활의 경험을 통하여 이미 형성된 개념을 선개념이라고 하며, 이러한 선개념 중 비과학적인 개념을 오개념이라고 한다. 과학교육 전문가들은 학생들의 오개념이 매우 확고하기 때문에 쉽게 변화되지 않으며(Gilbert *et al.*, 1985), Osborne *et al.*(1983)은 과학 학습에 영향을 미칠 뿐만 아니라 학습에 의해서 그들 특유의 체제로 발달시켜 나가기 때문에 관련된 후속 학습에도 영향을 준다고 하였다. 그리고 한수진 등(2010)은 학생들의 오개념은 효과적인 과학 수업을 위해 교사가 반드시 알고 있어야 하는 전문적 지식이라고 하였다. 그러므로 교사는 사전에 학생들의 선개념을 조사하여 인식 수준을 파악하고 과학 수업에 활용한다면 좀 더 효율적으로 오개념을 줄일 수 있을 것이다. 하지만 대부분의 학교현장에서 학생들은 지질 영역의 내용을 교실 또는 실험실에서 단순히 지질 구조 모형 위주로 학습하기 때문에 실제 자연현상과 연관 지어 이해하는데 혼란스러워 하고, 오개념이 제대로 교정되지 않고 있다. 이러한 이유 때문에 손창호(1993)는 초등학생들에게 지구과학 영역의 내용을 지도할 때 가장 힘들다고 하였다. 특히, 지질학 분야는 학교에서 지질구조 모형이나 암석 표본만을 가지고 관찰 또는 탐구를 하는 방법으로는 방대한 공간과 장시간에 걸쳐서 일어나는 지질학적 과정을 이해하기 어려울 뿐만 아니라 학습자의 관심과 흥미를 지속적으로 유지시키기 어렵다(박정웅 등, 2007).

그리고 구성주의 관점에 따르면 학생들은 일상생활로부터 얻은 경험을 바탕으로 자연현상에 대하여 나름의 개념을 형성하므로, 학습이란 이미 형성된 개념과의 상호작용을 토대로 학습자가 스스로 의미를 구성해 가는 능동적인 활동이라고 할 수 있고, 그 능동적인 활동은 초등교육에서 반드시 필요한 것이다(채동현, 2004). 즉, 학습 개념변화의 과정은 학생들의 선개념과 새로운 경험과의 상호 작

용을 통해 능동적으로 새로운 의미를 구성해 가는 구성주의 관점에서 그 필요성을 찾을 수 있다(Driver, 1985). 아동기에 형성된 태도와 가치는 이어질 다양한 학습 활동에 중요한 영향을 미치며, 이 시기에 획득된 과학적 지식, 기능, 사고방식도 일상생활은 물론 상급학교에서의 과학학습에 기초가 되기 때문에 초등수준에서의 과학교육은 매우 중요하다(이창수, 여상인, 2004). 장명덕(2010)은 수업 이전에 학생들의 오개념을 확인하려는 이유는 오개념을 파악하는 것 자체가 목적이 아니라 확인된 오개념을 어떻게 효과적으로 교정할 것인가를 고려하여 수업을 설계하기 위한 것이라고 하였다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 초등학생을 대상으로 지질 영역의 개념과 탐구활동 수준에 대한 사전 조사가 실시되어야 하고, 이를 통해서 지질 체험 프로그램을 개발해야 한다(김중욱, 2001).

한편, 지식 기반 사회에 살고 있는 우리는 과학·기술만으로는 해결할 수 없고 인문·사회과학과 자연과학이 결합해야 해결이 되는 복합적인 문제들에 직면하고 있다. 그런데 현실에서는 분리되지 않은 다양한 자연 현상이나 생활 과학 기술과 연결된 교육과 현장에서의 분과적인 교과로 과학을 가르치는 일은 거리가 있는 것이다(박혜원, 신영준, 2012). 나장함(2005)은 통합교육을 지지하는 관점으로 우리가 현실에서 접하게 되는 문제들을 창의적으로 해결하기 위해서는 어느 한 영역의 한정된 지식이 아니라 다차원적인 지식이 요구되고, 다양한 교과들로부터 필요한 지식과 기능을 공급받아 교과들 사이의 연관성을 이해하며, 직접 적용해 볼 수 있는 기회를 충분히 가져야 한다고 하였다.

즉, 이러한 문제의 해결을 위해서 많은 지식을 가르치는 것보다는 제한된 시간 내에 통합적 지식을 효율적으로 학습하기 위해 여러 학문에서 중요한 개념이나 기본 원칙을 알아낼 수 있는 학문과 학문 사이의 경계를 넘나드는 융합적 접근이 필요하다(조주연, 2010). 또한 학생들이 과학 교과에 흥미를 가지고 일상생활에서 과학 관련 문제를 해결하는 과학적 소양을 갖추기 위해서는 활동적이면서 동시에 통합된 지식과 관련된 학습 경험을 갖는 기회를 충분히 제공하는 것이 필요하다(김정희 등, 2008). 이를 통해 창의적 인재가 국가 경쟁력의 핵심이 되고, 사회에 대한 영향력을 바람직한 방향으로 행사할 수 있는 올바른 인성과 창의력을 지닌 글로벌 인재를 완성해야 한다.

하지만 STEAM에 대한 사회적인 관심과 교육적 요구는 계속되고 있지만 아직까지 현장의 교사들과 학생들에게는 STEAM에 대한 개념이 제대로 자리 잡고 있지 못한 상황이기 때문에 세부적인 STEAM 교수 전략을 가지고 학생들이 구체적인 상황에서 창의적인 설계를 하고 성공의 경험을 할 수 있도록 지속적인 연구가 필요하다. 김영충과 배선아(2012)는 STEAM이 초등 현장에 올바르게 적용되기 위해서는 교사의 역할이 중요하다고 하였다. STEAM에 대한 교사의 올바른 인식과 이해가 무엇보다도 선행되어야 하며, 이를 바탕으로 실내·외에서 적용 가능한 다양한 교수·학습 자료의 개발, 효과적인 학습 방법 및 평가가 이루어

질 때 STEAM은 그 효과를 발휘할 수 있다고 하였다. STEAM에서 과학과 수학은 이론과 개념, 공학과 기술은 실생활 연계 적용이며, 예술은 감상적 측면에서 접근할 수 있고, 이를 통해서 수학·과학에 대하여 학생들이 흥미를 가지고 보다 능동적으로 참여하며, 스스로 문제를 정의하고 해결할 수 있는 능력을 길러줌으로써 학생들을 창의성을 지닌 과학 기술 인재로 키우려고 하는 것이다(교육부, 2014). 이에 본 연구에서는 제주도의 지질 자료를 조사하고 개념 분석을 통하여 STEAM 프로그램을 개발하고 학생들의 학업성취도, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도를 향상시키고자 하였다.

2. 연구내용

초등과학의 지질 단원과 관련하여 지역 자료를 조사하고 이에 대한 개념 형성 정도를 파악한 후, 이를 기초로 STEAM 프로그램을 개발하고 적용한 효과를 알아보기 위한 연구 내용은 다음과 같다.

가. 지질 단원과 관련된 지역 학습 자료를 개발한다.

2007 개정교육과정 초등과학에 제시된 지질 관련 단원을 바탕으로 제주도에서 지질현상을 관찰할 수 있는 장소를 조사한 후 자료를 분석하여 지역 학습 자료를 개발하고, 조사된 지역 중에서 현장체험학습을 실시하기에 적합한 장소를 선정하여 교과서의 삽화 및 학습 내용과 비교·분석한다.

나. 지역 자료를 기초로 지질 관련 개념 인식 정도를 알아본다.

지역 자료와 관련하여 초등학생의 지층, 퇴적암 및 화석에 대한 개념 형성 정도와 오개념 유형을 조사한다. 개념에 관한 연구를 통해서 초등학생의 물리적, 사회적 그리고 학교 환경에 따른 개념 형성 정도의 차이를 파악하고, 오개념을 과학 개념으로 수정하기 위한 효과적인 방안을 모색한다. 또한 개발된 개념 문항은 본 연구의 STEAM 수업에 따른 학업성취도 검사지로도 활용한다.

다. STEAM 프로그램을 개발한다.

‘지층과 화석’ 단원과 관련하여 위에서 조사한 지역 자료와 학생들의 개념을 연계할 수 있는 현장체험 및 실내학습 STEAM 프로그램을 개발한다. 프로그램 개발 시에는 융합인재교육의 필요성 및 목적에 부합하도록 한다.

라. STEAM 프로그램을 적용한 효과를 알아본다.

현장체험 및 실내학습 STEAM 프로그램을 적용하여 학생들의 학업성취도, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도 변화와 학생들의 수업만족도를 알아보고 교육적 함의를 논의한다.

3. 용어의 정의

가. 지역 자료

지역 자료는 지역 사회의 사회적 실태, 학교, 학생 실태 그리고 시설 등을 고려하여 학생의 학습 능력 수준에 적합하게 개발한 자료를 의미한다(박용재, 오후진, 1999). 그리고 지역화란 국가수준에서 의도하는 교육과정과 지역 또는 학교에서 전개하는 교육과정간의 간격을 좁히며, 서로의 관계를 의미 있고, 효율적으로 연계하기 위해서 국가수준에서 개발된 교육과정을 지역사회의 실정, 학교의 특수성 그리고 학습자의 특성 등에 적합하게 재구성하는 것을 의미한다.

나. 과학 개념



학생들이 배우는 과학 개념은 여러 연구자들에 의해서 다양한 실험과 검증을 통해 합의가 된 과학 지식이라고 할 수 있고, 과학 개념의 중요한 역할은 자연과 사물 현상에 관한 지식을 규격화하고 일반화할 수 있다는 것이다. 과학 개념은 언어와 기호로 표현되는데, 자연 현상에 보편적으로 적용되는 언어적 표현을 통해서 사고를 보다 효과적으로 발전시키고 자연에 관한 경험을 정리하고 분화시키며, 적용 범위를 넓힘으로써 지식을 체계화하는데 중요한 역할을 하게 된다(장월기, 2014).

다. 선개념

선개념은 학습자가 학습에 임하기 전에 학습자의 인지구조 내에 이미 형성되어 있는 개념을 말한다. 최병순 등(1993)은 학생들의 선개념은 다음과 같은 특성이 있다고 하였다. 첫째, 선개념은 개인 특유의 것이지만 동시에 일반적으로 나타나는 공통성이 있다. 둘째, 선개념은 상황 의존적이다. 셋째, 선개념은 매우 안정적이다.

라. 오개념

과학 현상에 대하여 학생들이 가지고 있는 선개념이 당대의 과학자들에 의해 만들어진 과학 개념과 다를 때, 오개념이라고 한다. 오개념은 학생들의 독특한 문화적, 개인적 경험의 결과로 수업 이전에 형성되기도 하기 때문에, 수업에 의해서 쉽게 변화되지 않고 오히려 강화되거나 학습한 과학 개념과 함께 존재하기도 하며, 인지구조 내에 독립된 형태로 존재하기도 한다(Gibert *et al.*, 1982).

마. STEAM

STEAM이란 과학, 기술, 공학, 예술, 수학의 과목 또는 내용을 통합하여 가르침으로써, 과학기술에 대한 학생들의 흥미와 이해력을 높이고 창의적 문제해결력을 기를 수 있는 융합 교육이라고 정의하며, 융합인재교육이라고도 부른다(김진수, 2012). 즉, STEAM은 학생들의 과학·기술 기반의 융합적 사고력과 문제해결력을 배양하는 교육인 것이다.



II. 이론적 배경

1. 제주도 지질의 개관

제주도는 유라시아판 가장자리에 위치하며, 제주도의 화산활동은 이른바 열점 활동이고, 화학적으로 알칼리암계열로 분류되는 다량의 현무암질 용암류를 분출한 것이 특징이다(박준범, 권성택, 1993). 신생대 제3기 말 플라이오세에 기저를 구성하고 있는 현무암이 해상에서 분출된 이후, 신생대 제4기 동안 지속적인 화산활동의 결과로 만들어진 성산층, 신양리층, 화순층 등의 퇴적암층과 현무암, 조면암질, 조면암, 안산암 등의 화산암류, 그리고 후화산작용으로 인한 각종 화산쇄설물 등으로 제주도가 형성된 것이다(한국동굴학회, 1986).

제주도에서의 화산활동은 크게 5회의 분출 단계로 구분하고 있고, 100회 이상의 용암 분출이 있었던 것으로 확인되고 있다.

가. 제1분출기(120만년 이전) - 기저현무암 분출기

제주도의 기반은 서귀포층, 기저현무암, 퇴적암층과 화강암으로 구성되어 있다. 제1기 화산분출은 지표에 노출되어 있지 않은 기저현무암의 분출기를 의미하며, 이를 피복한 것이 서귀포층의 응회질이다. 즉, 서귀포 남서 해안 절벽에서만 소규모로 노출되어 있는 서귀포 퇴적층에서 신생대 제3기말 플라이오세의 것으로 보이는 동물 화석이 확인됨으로써, 그 하부에 있는 기저현무암층은 서귀포층 퇴적 이전의 분출 결과로 볼 수 있다. 또한 제주도 여러 곳의 해수면 아래에서 동일한 현무암층이 확인되어 제주도의 기저를 형성하고 있음을 알 수 있다(김범훈, 2009).

나. 제2분출기 (120만년 ~ 70만년 전) - 서귀포층 퇴적기

이 시기에 서귀포 퇴적암층에서 분출한 표선리 현무암이 최초로 용암대지를 형성하였고, 성산층과 화순층 퇴적기에 이르기까지 서귀포조면암과 중문조면암까지의 분출이 있었다. 즉, 표선리 현무암의 분출로부터 서귀포 및 중문 조면암의 분출까지의 분화 과정을 의미하며, 이 결과 산방산에서 서귀포를 잇는 해안선을 중심으로 원시 제주도가 형성되었다. 또한, 화산쇄설물이 퇴적되어 성산일출봉, 산방산, 고산봉, 별도봉 등의 기생화산들이 형성되었다(강정효, 2003).

다. 제3분출기 (70만년 ~ 30만년 전) - 해안저지대 형성

10만년동안 정지 상태에 있던 화산활동이 재개되어, 제주현무암의 분출로부터 하호리 현무암과 법정리 조면암의 분출이 있었던 시기이다. 초기 백록담을 중심으로 중심 분출이 시작되었으나, 동남부에 분포하는 제주 현무암은 거문오름, 붉은오름 등 부분적인 광역분출로 형성되었다. 이 때 분출한 용암류들은 점성이 약해 유동성이 컸기 때문에 현재 제주도 대부분의 해안 테두리까지 용암대지를 형성할 정도로 넓게 흘러갈 수 있었던 것으로 보인다(제주도, 1997).

라. 제4분출기 (30만년 ~ 10만년 전) - 한라산 화산체 형성

시흥리 현무암의 분출로 시작하여 한라산 현무암과 조면암질 안산암의 분출이 있었던 시기이다. 초기에는 동서 해안지대에 넓게 유출되었으나, 점차 백록담을 중심으로 국한되어 분출하였다. 이때 분출한 용암류는 이전 시기의 것과는 달리 점성이 커서 유동성이 적은 성질을 가졌기 때문에 넓게 퍼지지 못하고 분화구 주변에 쌓여 현재의 한라산과 같은 높이의 한라산체를 형성할 수 있었다(원종관, 1981).

마. 제5분출기 (10만년 ~ 2만 5천년 전) - 기생화산 형성

화산활동의 최후 분출기로서 한라산 정상에서의 분출을 비롯하여 한라산체의 산록에서 동시다발적으로 오름의 분화활동이 일어난다(이문원, 1994). 이 시기에 형성된 오름은 대부분 현무암질과 분석구로서, 붉은 색의 스킨리아 또는 암갈색의 현무암 화산재 등 화산 채설물로 구성되어 있다.

한라산 중심부에서는 백록담 현무암이 한라산 조면암질 정상을 부수고 북동면에 분출하여 현무암 웅덩이를 형성해 현재의 백록담 분화구의 모습을 갖게 되었다. 동시에 한라산체 도처에서 일어난 화산활동으로 기생화산들을 생성하여 오늘날의 제주도와 유사한 지형과 지질을 완성하게 되었다(현승엽, 2008).

2. 초등과학 지질 관련 내용의 변천 과정

교수요목기부터 2009 개정교육과정까지 나타난 지질 관련 학습내용의 변화를 알아보기 위해 교육과정의 단원 체제와 교과서에서 학습 주제가 있는 부분을 참고하여 각 주제 속에서 학습목표가 되는 내용을 틀로 정하였으며, 각 학습 영역과 세부 내용들을 <표 II-1>과 같이 분류하였다.

<표 II-1> 초등과학 지질 관련 영역의 내용

영역	세부 영역	세부 내용
지표의 변화	지표 구성물	여러 가지 돌, 모래, 흙
		생물이 잘 자라는 흙
	변화하는 땅	흙의 생성 과정
		지표 구성물과 생활
지층과 화석	지층	물에 의한 지표의 변화
		강 주변의 지표
	화석	바닷가의 지표
		지층의 정의
		지층의 생성
		퇴적암
화산과 지진	화산	화석의 정의
		화석의 생성
		화석의 이용
	지진	화산 분출
		화산 모양
		화산 활동에 의한 암석
		화산 활동의 영향
		지진 조사 활동
		지진이 발생하는 곳
		지진 발생 이유

초등과학에서 제1차 교육과정에서부터 지속적으로 제시되어 있는 내용과 개념은 매우 중요하며 교육적 가치가 높은 것으로 인식되고 있고, 과학 내용을 어떻게 선정하고 조직하며, 지도하는 것이 보다 바람직한지를 결정하는 것은 교육과정을 설계할 때 중요한 과제로 인식되고 있다(조용남, 권치순, 2005). 지질 관련 영역은 크게 ‘지표의 변화’, ‘지층과 화석’ 그리고 ‘화산과 지진’으로 나눌 수 있고, 각 영역 별로 2개의 세부 영역과 그 하위에 다수의 세부 내용으로 구성되었다.

지질 관련 영역의 초등교육과정 시기별 학습의 세부 내용과 적용학년의 주요 활동의 변천은 다음과 같다.

가. 교수요목기 (1945 ~ 1954)

교수요목기의 지질 관련 영역의 세부 내용과 주요 활동을 <표 II-2>와 같이 분류하였다.

<표 II-2> 교수요목기 초등과학 지질 관련 영역의 내용

단원 및 학년	세부 내용	주요 활동
지표의 변화 6-2	여러 가지 돌, 모래, 흙 흙의 생성 과정	- 여러 곳의 돌 관찰 및 비교하기 - 풍화 작용에 의한 흙의 생성
	지표 구성물과 생활 물에 의한 지표의 변화	- 흙을 보존하는 방법 알기 - 유수에 의한 지표 변화
지층 과 4-2	화석의 정의	- 화석의 정의 알기
	화석의 생성	- 화석의 생성 과정 알기
화석 6-2	지층의 정의	- 지층의 정의와 모양 알기
화산과 지진 6-2	화산 활동에 의한 암석	- 마그마와 용암 그리고 화산 지형 알기
		- 화성암 알기

교수요목기에서는 지구 표면의 다양한 변화로 인해 지구가 오래 되었다는 것을 알게 하고, 지구 표면의 변화와 화석을 관련지어 서술하고 있으나 내용의 수준이 높은 편이며, 화산에 대한 내용을 많이 다루고 있다.

나. 제1차 교육과정 (1954 ~ 1963)

제1차 교육과정의 지질 관련 영역의 세부 내용과 주요 활동을 <표 II-3>과 같이 분류하였다.



<표 II-3> 제1차 교육과정 초등과학 지질 관련 영역의 내용

단원 및 학년	세부 내용	주요 활동
지표 의 변화 4-1	물에 의한 지표 변화	- 비 오기 전후의 땅의 모습 알기 - 유수에 의한 지표 변화 알기
	강 주변의 지표	- 강의 상류·중류·하류에서의 지표 변화 알기 - 침식, 운반, 퇴적 작용 알기
	바닷가의 지표	- 파도에 의한 지표 변화 알기
6-2	여러 가지 돌, 모래, 흙	- 여러 곳의 흙을 관찰하고 물 빠짐 비교하기
	생물이 잘 자라는 흙	- 식물이 잘 자라를 흙과 부식물 알기
	흙의 생성 과정	- 풍화 작용에 의한 흙의 생성
지층 과 화석 6-2	지표 구성물과 생활	- 돌, 모래, 흙의 이용 알기
	지층의 정의	- 지층 모형 만들기 - 단층의 정의와 화석의 발견 장소 이해하기
6-2	퇴적암	- 퇴적암의 정의와 종류 알기
	화석의 이용	- 석탄, 석유에 대해서 알기
화산 과 지진 6-1	화산 분출	- 화산의 정의 알기 - 마그마의 정의 및 화산 분출 시 나오는 물질 알기
	화산 활동의 영향	- 온천물이 데워진 이유 생각하기
	지진 발생 이유	- 단층의 정의 알기

6-2	화산 활동에 의한 암석	- 화산의 생성 과정 및 형성 지역 알기
		- 암석 표본 만들기
		- 화강암과 현무암 관찰하기
		- 화성암과 편마암 비교 관찰하기

제1차 교육과정에서는 풍화작용에 의한 흙의 생성과정을 자세히 제시하였고, 과학 용어의 의미를 풀어서 상세히 기술하였으며, 퇴적암의 정의가 제시되었다. 그리고 6학년 내용 중에서 중복된 내용이 많았다.

다. 제2차 교육과정 (1963 ~ 1973)

제2차 교육과정의 지질 관련 영역의 세부 내용과 주요 활동을 <표 II-4>와 같이 분류하였다.

<표 II-4> 제2차 교육과정 초등과학 지질 관련 영역의 내용

단원 및 학년	세부 내용	주요 활동
지 표 의 변 화	여러 가지 돌, 모래, 흙	- 여러 가지 돌, 모래, 흙 살펴보기 - 모래, 진흙, 밭의 흙의 물 빠짐 비교
	3-1 생물이 잘 자라는 흙	- 모래와 밭의 흙의 씨앗이 자라는 모양 비교해보기
	지표 구성물과 생활	- 침식 작용에 따른 피해 및 피해 예방 방법에 대해서 알기 - 모래, 진흙 그리고 밭의 흙을 물에 이겨서 각각 뭉쳐보기
	물에 의한 지표의 변화	- 물의 흙이 가라앉는 모양 살펴보기 - 비가 그친 뒤 지면의 모양 살펴보기 - 시냇물이 흐르는 모양 살펴보기 - 유수대에 물이 흐를 때 모래와 흙이 떠내려가는 모양 살펴보기
4-1	강 주변의 지표	- 시냇물 흐름의 특징 이해하기 - 침식, 운반, 퇴적 작용 이해하기
	바닷가의 지표	- 바닷물에 의한 침식, 운반, 퇴적작용 이해하기
지 층 과	지층의 정의	- 서로 다른 흙을 넣은 두 화분의 물 빠짐 비교하기 - 우물물, 수돗물, 시냇물의 색, 침전물, 가열 후 냄새 비교하기 - 시냇가에서 주워온 돌들의 생김새와 색깔 관찰하고 분류하기
	3-1 퇴적암	- 여러 가지 퇴적암의 알갱이 크기와 모양, 색깔 비교하고 분류하기 - 붉은 염산을 유리 막대기에 찍어 사암, 석회암 등에 묻혀 보기

화 석	5-2	지층의 정의	- 지층의 모양 살펴보기 - 바위 조각을 이용해서 표본 만들기 - 지층에서 기울어져 있거나 휘어져 있는 곳 찾아보기 - 단층을 볼 수 있는 곳 찾아가보기
		화석의 정의 화석의 이용	- 화석이 된 조개나 나뭇잎과 일반 조개나 나뭇잎을 비교하기 - 석탄, 석유의 층에 대해서 이해하기
화 산	6-2	화산 활동에 의한 암석	- 화산이 생기는 이유 이해하기 - 화성암과 썩돌 관찰하기 - 썩돌, 대리석, 편마암 비교·관찰하기
		화산 활동의 영향 지진 발생 이유	- 온천물이 테워진 이유에 대해서 생각해보기 - 단층이 생성되는 과정 알아보기

제2차 교육과정에서는 침식, 운반 및 퇴적 작용이라는 용어가 처음 사용되며, 중요 개념에 대한 자세한 서술과 관찰, 실험으로 구성되었으나 전체적으로 서술 내용이 어려운 편이었다. 또한 화산 활동의 영향을 구체적으로 제시하고 있다.

라. 제3차 교육과정 (1973 ~ 1981)

제3차 교육과정의 지질 관련 영역의 세부 내용과 주요 활동을 <표 II-5>와 같이 분류하였다.

<표 II-5> 제3차 교육과정 초등과학 지질 관련 영역의 내용

단원 및 학년	세부 내용	주요 활동
지표 의 변화	여러 가지 돌, 모래, 흙	- 논밭과 냇가 흙의 차이점 비교하기 - 여러 곳의 흙을 채집하여 색깔, 촉감, 알갱이의 크기 비교하기 - 흙을 체로 쳐서 알갱이 크기에 따라 분류 및 관찰하기 - 여러 가지 흙의 물 빠짐 시간 비교하기
		- 농작물이 잘 자라는 흙과 잘 자라지 않는 흙 살펴보기
	생물이 잘 자라는 흙	- 컵 밑의 흙이 가라앉는 모습 관찰하고, 가라앉은 밑부분과 윗부분의 알갱이 크기 비교하기 - 여러 가지 흙의 가라앉는 모습을 관찰하고 그림으로 그려보기
		- 표면이 부서지거나 금이 간 바위나 돌을 찾아 관찰하고 생성된 이유에 대해서 추리하기 - 바위가 부서져서 흙이 되기까지의 과정 이야기하기
물에 의한 지표의 변화		- 빗물이 흐르는 모습 관찰하기 - 땅에 닿기 전의 빗물과 운동장에 흐르는 빗물을 시험관에 넣어 비교해보기 - 냇물의 가운데와 양쪽 가의 흐름의 빠르기 비교하기

지표 의 변화	4-2	강 주변의 지표	- 흐름의 빠르기와 물의 양, 냇가의 땅의 경사 등에 의해서 냇가 모양의 변화 모습에 대해서 알아보기
			- 경사가 급한 곳과 느린 곳에서 흐르는 냇물의 흐름 빠르기 비교해보기
		바닷가의 지표	- 흙, 모래, 자갈이 냇물에서 가라앉는 모습과 떠내려가는 모습 비교해보기
			- 냇가의 돌이 둥글게 된 이유를 생각해보고, 냇물이 굽어서 흐르는 안쪽과 바깥쪽의 냇바닥 모양 비교하기
지층 과 화석	4-2	지층의 정의	- 층이 있는 낭떠러지의 각 층의 색깔, 두께, 모양과 각 층을 이루고 있는 알갱이의 크기 관찰하기
		지층의 생성	- 지층의 생성 과정, 쌓이는 차례 생각해보기
		퇴적암	- 찰흙 반대기를 쌓아서 층을 만들고 자른 면 관찰하기
		화석의 생성	- 투명한 컵에 물을 반쯤 채운 후에 흙, 모래, 자갈을 넣고 흔든 후 가라앉는 모습 관찰하기
화산 과 지진	4-2	화산 활동에 의한 암석	- 여러 가지 퇴적암 관찰 및 알갱이 크기 비교하기
			- 찰흙 반대기를 이용해서 나뭇잎 화석 만들어보기
			- 실제 화석과 모형화석을 비교하면서 화석 생성 과정을 이야기하고, 화석을 통해 알 수 있는 것 생각해보기
			- 화성암의 종류 알아보고, 관찰하며, 화성암이 되기까지의 과정 알아보기
			- 온천물이 데워진 이유 생각해보기
			- 화성암과 퇴적암 비교하기

제3차 교육과정에서는 학생들의 활동 위주의 학습 내용으로 구성되었고, 지층과 화석에 대해서 적은 분량으로 간결하게 다루고 있으며, 지질 영역을 4학년에 서만 학습할 수 있게 구성하였다.

마. 제4차 교육과정 (1981 ~ 1987)

제4차 교육과정의 지질 관련 영역의 세부 내용과 주요 활동을 <표 II-6>과 같이 분류하였다.

<표 II-6> 제4차 교육과정 초등과학 지질 관련 영역의 내용

단원 및 학년	세부 내용	주요 활동
3-2	여러 가지 돌, 모래, 흙	- 여러 가지 돌 수집 및 관찰, 비교하기 - 바위에서 모래가 되기까지의 과정 이야기 나누기 - 모래와 흙 속에 있는 알갱이 비교하기 - 모래와 흙의 물 빠짐에 대한 비교 시험하기

지 표 의 변 화	3-2	생물이 잘 자라는 흙 지표 구성물과 생활	- 겉흙과 속흙에서 지렁이의 움직임과 배추씨의 싹이 나는 과정 살펴보기 - 산사태를 방지할 수 있는 방법 생각하기
	4-1	물에 의한 지표의 변화	- 빗물이 지면에서 흐르는 모양과 빠르기, 변화된 지면 모 습, 괴는 모양 살펴보기 - 물이 빨리 흐르는 곳과 느리게 흐르는 곳의 물이 흐르는 모양 살펴보기 - 강물의 흐름에 따른 모래, 자갈의 크기 및 물가의 모양 이야기 나누기
		강 주변의 지표	- 산골짜기와 넓은 들에서 물이 흐르는 모양 비교 및 물가 에 있는 돌 관찰하기 - 냇가나 강가의 모양을 살펴보고, 모래와 자갈이 많이 쌓 인 곳 찾아보기
지 층 과 화 석	4-2	바닷가의 지표	- 모래나 자갈이 쌓여 있는 바닷가의 모양, 밀물과 썰물 때 의 바닷가의 모양 살펴보기 - 바다와 강의 차이점 및 바닷물로 인해서 바닷가의 모양 이 변화되는 과정 알아보기
		지층의 정의	- 지층의 모양과 두께 살펴보기 - 여러 지층의 두께, 색깔, 알갱이 크기 비교 - 지층에서 물이 빠지는 정도 실험하기 - 지하수가 지면 위로 흘러나오게 되는 과정 이야기하기
		지층의 생성	- 운반된 흙, 모래가 바다에 쌓인 모양 보기 - 지층에서 보이지 않는 속 모양 생각해보기 - 지층이 이루어질 때 자갈, 모래, 진흙의 순서로 쌓이게 되는 이유 알아보기
화 산	6-1	퇴적암	- 지층이 이뤄진 환경과 구성 물질 알아보기 - 지층의 알갱이와 역암, 사암, 이암 관찰하기
		화석의 정의	- 지층에서 나온 여러 가지 화석 관찰하기 - 화석들과 실제 생물의 생김새 비교하기
		화석의 생성	- 나뭇잎과 찰흙 반대기를 이용해 모형 화석을 만들고 실 제 화석과 비교하기 - 화석이 된 생물의 과거에 살았던 곳 추리하기 - 수평으로 쌓인 지층의 화석 생성 순서 비교하기 - 두 지층 사이의 쌓인 순서와 화석이 만들어진 순서 비교하기
지 진	6-1	화산 분출	- 화산이 폭발하는 모양 관찰하기 - 중크롬산암모늄을 이용해서 화산 분출 모형을 실험하고 실제 화산과 비교하기 - 화산 분출 시 나오는 물질 이해하기 - 화산이 분출하는 과정 관찰하고 이해하기
		화산 모양	- 화산과 화산이 아닌 산의 모양 비교 관찰하기
		화산 활동에 의한 암석	- 마그마와 용암의 정의와 암석화 과정 이해하기 - 현무암과 화강암 표본의 겉모양, 색, 알갱이 크기 관찰하기 - 화산 활동에 의해 생긴 암석과 지층을 이루고 있는 암석 비교와 편마암 관찰하기
지 진	6-1	화산 활동의 영향	- 온천물이 데워진 이유 알아보기
		지진 조사 활동	- 지진에 의해서 지표면에 생기는 변화 알아보기 - 지진 발생 지역의 피해 정도 이해하기

지진 발생 이유	- 지층이 휘어진 이유를 알아보고, 찰흙을 이용해서 지층의 휘어짐 모형 실험하기 - 어긋난 곳의 지표면의 모양을 관찰하고, 스티로폼을 이용해서 지층의 끊어짐 현상 실험하기
-------------	--

제4차 교육과정에서는 생물이 돌, 모래, 흙 중에서 어떤 곳에서 자라는지 알아보고, 강과 바다의 특징과 차이점을 살펴보았으며, 지층에 대한 차시 구성이 다소 많은 편이다. 또한, 화산과 지진에 의해 발생하는 변화에 대해 학생들이 생각해 볼 수 있는 기회를 제공하고 있다.

바. 제5차 교육과정 (1987 ~ 1992)

제5차 교육과정의 지질 관련 영역의 세부 내용과 주요 활동을 <표 II-7>과 같이 분류하였다.

<표 II-7> 제5차 교육과정 초등과학 지질 관련 영역의 내용

단원 및 학년	세부 내용	주요 활동
3-2	여러 가지 돌, 모래, 흙	- 산의 돌과 강가의 돌 관찰 및 차이점 비교하기
		- 돌의 깨진 부분과 모래, 돌을 이루고 있는 알갱이를 돋보기로 관찰하기
	생물이 잘 자라는 흙	- 모래와 흙의 색깔, 촉감, 알갱이의 크기 관찰하기
		- 모래와 흙의 물 빠짐 비교 관련 실험하기
지표의 생성 과정	- 식물이 잘 자라는 곳과 잘 자라지 못하는 곳 살펴보고 비교하기	
	- 잔디가 있는 흙과 없는 흙에 물을 뿌려 흙의 씻김 비교하기	
지표 구성물과 생활	- 산사태를 방지할 수 있는 방법 알아보기	
	- 주위에서 돌, 모래, 흙이 이용되는 곳 찾아보기	
변화	물에 의한 지표 변화	- 빗물이 흐르는 모양과 빗물이 흘러간 땅의 모양 살펴보기
		- 빗물이 시내나 강을 이루면서 바다로 흘러가는 과정 조사하기
4-1	강 주변의 지표	- 흐르는 물에 의한 지면의 변화 이야기하기
		- 산골짜기와 넓은 들에서 물이 흐르는 모양과 냇바닥의 모양 살펴보기
바닷가의 지표	지층의 정의	- 물이 굽이쳐 흐르는 곳에서 안쪽과 바깥쪽의 가장자리 모양 및 물의 빠르기 살펴보기
		- 파도가 바닷가의 모양을 변화시키는 과정 이야기 나누기
		- 바닷물의 흐름이 지면을 어떻게 변화시키는지 이야기 나누기
		- 여러 곳의 지층이 쌓여 있는 모양, 각 층의 두께, 색깔, 알갱이의 크기 관찰하기
		- 지층에서 물이 빠지는 정도 실험하기

지 층 과	4-2	지층의 생성	- 흐르는 물에 의해서 운반된 물질이 쌓이는 장소 관찰하기 - 지층이 쌓인 모습을 관찰하며 자갈, 모래, 진흙이 쌓인 순서 생각해보기
		퇴적암	- 지층을 이루는 알갱이가 장소에 따라 다른 까닭에 대하여 이야기하기 - 역암, 사암, 이암 관찰하고 비교하기
	화 석	화석의 정의	- 화석을 관찰하며 생물의 종류 생각해보기
		화석의 생성	- 나뭇잎과 조개껍데기를 이용해 화석 모형을 만들고, 화석 모형을 실제 화석과 비교해보기 - 화석이 생성되는 과정 이야기하고, 두 지층에서 같은 시대에 쌓인 층 찾아보기
		화석의 이용	- 화석을 통해서 어떤 생물이 살았으며, 당시의 환경을 짐작하는 방법에 대해서 이해하기
화 산 과	6-1	화산 분출	- 증크롬산암모늄을 이용한 화산분출 모형 실험하기 - 화산 분출 시 나오는 물질이 땅 속에서의 상태 추리해보기 - 화산 분출 시 흐르던 물질이 식으면 어떻게 되는지 예상해보기
		화산 모양	- 화산과 화산이 아닌 산의 모양 사진으로 비교하기
		화산 활동에 의한 암석	- 화강암과 현무암이 만들어진 과정 이야기하기 - 화강암과 현무암의 겉모양, 색깔, 알갱이 크기 - 화강암과 현무암을 세일이나 사암과 비교하기
	지 진	화산 활동의 영향	- 화산 활동이 우리에게 주는 영향 이야기하기
		지진 조사 활동	- 지진 발생 시 일어나는 현상 이야기하기 - 지진이 세기에 따라 주는 피해 이해하기
		지진 발생 이유	- 칼흙을 이용해서 지층 모형 실험하기 - 지층이 끊어질 때, 지표면에서 일어나는 현상에 대해 예상해보고 스티로폼으로 끊어짐 실험하기

제5차 교육과정에서는 흙과 생물의 관계를 파악하고, 흐르는 물에 의한 지표의 변화 그리고 빗물, 강물, 바닷물의 작용이 제시되어 있다. 지층에 대한 내용이 여러 차시에 제시되어 있고, 서로 다른 암석을 비교해 보며, 화산 활동과 지진이 우리 생활에 주는 영향에 대해서 생각해 보도록 하였다.

사. 제6차 교육과정 (1992 ~ 1997)

제6차 교육과정의 지질 관련 영역의 세부 내용과 주요 활동을 <표 II-8>과 같이 분류하였다.

<표 II-8> 제6차 교육과정 초등과학 지질 관련 영역의 내용

단원 및 학년	세부 내용	주요 활동
	여러 가지 돌, 모래, 흙	- 여러 가지 돌을 관찰하고 비슷한 것끼리 분류하기. 돌과 모래 돌보기로 관찰하기

			- 모래와 흙의 물빠짐 비교하기
		생물이 잘 자라는 흙	- 흙에서 살고 있는 동식물 찾아보기
	3-2	흙의 생성 과정	- 식물이 있는 비탈진 곳과 식물이 없는 비탈진 곳에 물을 뿌려 흙의 씻김 비교
지표의 변화		지표 구성물과 생활	- 흙을 잘 보존하는 방법 이야기하기 - 흙을 보호하지 않으면 발생하는 일과 이를 막아주는 방법 알아보기
		물에 의한 지표의 변화	- 돌, 모래, 흙이 이용되는 예 찾아보기 - 빗물과 땅 위를 흐르는 물 비교하기 - 비가 그친 뒤 물이 고여 있는 곳과 흘러간 길 살펴보기 - 널빤지에 흙, 모래, 자갈을 조금씩 놓은 다음 흐르는 물속에 담가 빨리 씻겨 내려가는 것 찾아보기
	4-1	강 주변의 지표	- 홍수가 나기 전후의 강 주변의 모습 알기 - 흐르는 물이 자갈, 모래, 흙을 운반하는 과정에 대해서 이야기 나누기
		바닷가의 지표	- 바닷가의 모래와 자갈의 생성원리 알기 - 밀물과 썰물 때 바닷가의 모양 살펴보기
		지층의 정의	- 지층의 쌓여 있는 모양, 두께 등 관찰 - 여러 곳의 지층의 같은 점, 다른 점을 비교하며 관찰하기
		지층의 생성	- 모래와 진흙의 물빠짐 비교 실험하기 - 흐르는 물에 의해 운반된 물질 살펴보기 - 자갈, 모래, 진흙이 함께 섞여 지층이 만들어질 때 쌓이는 순서 알아보기
지층과 화석	4-2	퇴적암	- 지층을 이루는 알갱이의 크기 살펴보기 - 지층을 이루는 알갱이가 다른 까닭 알기 - 지층을 이루는 암석의 겉모양, 촉감, 알갱이의 크기, 단단한 정도 관찰하기 - 역암과 사암은 각각 어떤 것이 굳어서 된 것인지 생각하고 비교 관찰하기
		화석의 정의	- 화석을 관찰하며 동물의 화석 찾아보기
		화석의 생성	- 나뭇잎과 조개껍데기를 이용해서 화석 모형 만들기 - 화석이 생성되는 과정을 알고 지층을 보며 화석의 생성 순서대로 말하기
		화석의 이용	- 석유와 석탄을 찾는 데에 어떤 것을 이용할지 생각하기
화산과 지진	6-1	화산 분출	- 화산에서 분출하는 물질이 지표면에 쌓이면 어떻게 되는지 관찰하기 - 중크롬산암모늄을 이용한 화산분출 모형 실험하기 - 화산 분출 후 흐르던 물질이 식으면 어떻게 되는지 예상해보기 - 화산 분출을 촬영한 사진 관찰하기
		화산 모양	- 화산과 화산이 아닌 산을 사진으로 관찰하기
		화산 활동에 의한 암석	- 화강암과 현무암이 생성된 과정 이해하기 - 화성암의 겉모양, 색깔, 알갱이 크기 관찰하기

화 산 과 지 진	6-1	화산 활동의 영향	- 현무암과 세일, 화강암과 사암, 편마암과 대리암 비교 관찰하기 - 편마암과 세일, 대리암과 사암 비교 관찰 - 화산이 분출할 때, 우리에게 주는 이로움과 피해 조사하기
		지진 조사 활동	- 지진 발생 시의 피해 조사하기 - 지진에 의한 피해를 줄일 수 있는 방법 생각해보기
		지진 발생 이유	- 찰흙 반대기와 나무판을 이용해서 지층의 휘어짐 모형 실험하기 - 단층 모형을 가지고 힘의 방향 알아보기 - 지층이 어긋나면 땅 표면의 변화 예상

제6차 교육과정에서는 지표의 구성물뿐만 아니라 바다와 강이 우리 생활에서 이용되는 경우를 조사하였지만, 지층과 관련된 차시의 구성에서 일관성이 부족하였다. 그리고 화산과 지진이 우리에게 주는 이로움뿐만 아니라 피해까지 생각해 볼 수 있도록 하였다.

아. 제7차 교육과정 (1997 ~ 2007)

제7차 교육과정의 지질 관련 영역의 세부 내용과 주요 활동을 <표 II-9>와 같이 분류하였다.

<표 II-9> 제7차 교육과정 초등과학 지질 관련 영역의 내용

단원 및 학년	세부 내용	주요 활동	
지 표 의 변 화	3-1	여러 가지 돌, 모래, 흙	- 여러 가지 돌을 수집하고 분류하기 - 식물이 잘 자라는 화단 흙과 운동장 흙 비교하기
		생물이 잘 자라는 흙	- 두 컵에 화단 흙과 운동장 흙을 각각 넣고 물을 부어 저은 뒤 관찰하기
	3-2	흙의 생성 과정	- 큰 바위와 그 주변에 있는 돌이나 흙 살펴보고 색깔 비교하기
		지표 구성물과 생활	- 흙을 보호하지 않으면 발생하는 일 알아보고 대비하는 방법 알아보기 - 생활에서 돌, 모래, 흙을 이용한 예 찾아보고 이용한 이유 알아보기
4-1	물에 의한 지표 변화	- 빗물이 흐르는 모습 관찰하며 땅이 깎인 곳과 흙이 쌓인 곳 찾아보기 - 흐르는 물에 의해 모래와 자갈이 섞이고 흙이 운반되는 모습 관찰하기	
	강 주변의 지표	- 강물을 따라 내려가면서 강 주변의 여러 모습과 특징 알아보기	

		- 경사진 땅에 구부러진 물길을 낸 후 천천히 물 흘러 보낸 후에 흠이 깎인 곳과 흠이 쌓인 곳 찾아보기
	바닷가의 지표	- 바다 밑의 땅 모양 알아내는 방법 찾기
	지층의 정의	- 지층과 지층이 아닌 것 구별하기 - 여러 지역의 지층을 살펴보고, 같은 점과 다른 점 이야기하기
	지층의 생성	- 지층을 보며 쌓인 순서 이야기하기 - 진흙, 모래, 자갈을 이용해 지층 만들기
지층과	퇴적암	- 지층을 이루고 있는 알갱이에 대해 관찰 - 지층을 이루는 암석을 관찰하고 알갱이가 서로 다른 이유를 사진을 보며 생각하기
4-2	화석의 정의	- 동물 화석과 식물 화석을 찾아보고, 화석이 된 생물의 살아있을 때의 모습 상상하기
화석	화석의 생성	- 조개 화석, 솔방울 화석 제작하기 - 공룡발자국 화석을 보며 있었던 일 추리하기
	화석의 이용	- 지층 안의 화석이 만들어진 순서 알아보기 - 멀리 떨어진 두 곳의 지층을 보면서 같은 시대에 쌓인 지층 짝지어보기 - 석유나 석탄이 이용되는 예 조사하기 - 공룡에 대하여 알고 싶은 것 찾아보기
	화산 분출	- 중크롬산암모늄, 베이킹 파우더와 소다를 이용한 화산분출 실험하기 - 용암, 화산가스, 화산재, 화산탄 비교 관찰 - 화산 폭발 전, 중, 후의 모습 관찰하기
화산과	5-2	- 용암이 흘러내리는 모습과 흘러 굳어진 모습 관찰하기
	화산모양	- 화산과 화산이 아닌 산의 다른 점 찾기
	화산 활동에 의한 암석	- 마그마와 용암의 정의 이해하기 - 현무암과 화강암이 생성되는 곳 관찰하기
지진	화산 활동의 영향	- 화산이 주는 피해와 이로움을 이해하기
	지진 조사 활동	- 지진이 발생한 지역의 피해의 종류 알아보기 - 지진의 피해를 줄이는 방법 이해하기
	6-1	- 지진 발생 연대표 확인하기
	지진 발생 이유	- 두꺼운 종이를 이용한 지층의 휘어짐 실험 - 스티로폼으로 지층의 끊어짐 실험한 후 조각으로 여러 단층 모형 제작하기

제7차 교육과정에서는 강물이 흘러 바다와 만나기까지의 흐름을 관찰과 의사소통 그리고 간단한 실험으로 구성하였으며, 활동 위주로 차시가 구성되었고, 화산과 지진 단원을 별도로 제시하였다.

자. 2007 개정교육과정 (2007 ~ 2009)

2007 개정교육과정의 지질 관련 영역의 세부 내용과 주요 활동을 <표 II-10>과 같이 분류하였다.

<표 II-10> 2007 개정교육과정 초등과학 지질 관련 영역의 내용

단원 및 학년	세부 내용	주요 활동	
지 표 의 변 화	4-1	여러 가지 돌, 모래, 흙	- 바위가 돌이 되고, 돌이 흙이 되는 과정 이해하기 - 학교 주변의 여러 가지 흙을 찾아 색깔, 촉감, 알갱이, 냄새 관찰하기
		생물이 잘 자라는 흙	- 같은 양의 화단과 운동장 흙을 2개의 유리컵에 넣고 물을 부은 후 차이점과 물에 뜬 물질 관찰하기
	흙의 생성 과정	- 각설탕을 가루 설탕으로 만들어보고 바윗돌이 모 래가 되는 과정과 비교하기	
	지표 구성물과 생활	- 산사태를 막기 위해 할 수 있는 일 찾아보기	
	물에 의한 지표의 변화	- 비오는 날 운동장의 변화 알아보기 - 2개의 유수대에 흐르는 물의 양과 기울기를 달리 하였을 때 나타나는 변화 알아보기	
	강 주변의 지표	- 강의 상류, 중류, 하류의 특징 파악하기 - 강의 상류, 중류, 하류에서 발생하는 침식, 운반, 퇴적 작용 이해하기	
	바닷가의 지표	- 수조 안에서 물결이 칠 때 모래가 쌓인 곳의 변 화를 관찰하고 실제 바닷가 모습과 비교하기	
지 층 과 화 석	4-2	지층의 정의	- 지질 현장에서 지층이나 암석을 관찰하기 - 여러 가지 모양의 지층 사진 관찰하기
		지층의 생성	- 샌드위치를 만들면서 지층 형성 과정 실험 - 퇴적암의 종류와 특징 관찰하기
	퇴적암	- 묽은 염산을 여러 암석에 떨어뜨려 보고, 모래, 자갈, 액체풀을 사용해서 퇴적암 만들기	
	화석의 정의	- 여러 가지 화석을 관찰하기	
	화석의 생성	- 찰흙을 이용해 나만의 나뭇잎화석 만들기 - 화석이 될 수 있는 조건 이해하기	
	화석의 이용	- 화석 골격 맞추기 - 화석을 볼 수 있는 곳 알아보기	
	화 산 과	4-2	화산 분출
화산 모양			- 사진을 통해서 화산 분류하기
화산 활동에 의한 암석		- 현무암과 화강암의 표본 관찰하고 비교하기	
화산 활동의 영향		- 화산 활동이 주는 영향 나타내기	
지 진	4-2	지진 조사 활동	- 세계에서 지진으로 인한 피해 이해하기 - 지진 관련 기사 모으고, 지진대피 훈련 활동
		지진이 발생하는 곳	- 지진대 지도와 화산대 지도 관찰하기
		지진 발생 이유	- 우드락을 이용한 지층의 휘어짐과 끊어짐 관찰하 고 지층의 어긋남 이해하기

2007 개정교육과정에서는 여러 가지 흙의 물 빠짐을 비교해보고 흐르는 물에 의한 지표의 모습 변화가 제시되었으며, 과학 개념에 대한 서술이 자세하게 되었고, 박물관 견학과 같은 내용도 제시되었다. 전체적으로 개념과 탐구 활동이 잘 제시되어 있고, 실제 사진 위주로 구성되었다.

차. 2009 개정교육과정 (2009 ~ 현재)

2009 개정교육과정의 지질 관련 영역의 세부 내용과 주요 활동을 <표 II-11> 과 같이 분류하였다.

<표 II-11> 2009 개정교육과정 초등과학 지질 관련 영역의 내용

단원 및 학년	세부 내용	주요 활동
지 표 의 변 화 3-1	여러 가지 돌, 모래, 흙	- 돋보기로 여러 곳의 흙 관찰하며 비슷한 점과 다른 점 찾아보기 - 여러 곳의 흙에 대한 물 빠짐 비교하기
	생물이 잘 자라는 흙	- 비커에 화단 흙과 운동장 흙을 각각 넣고 물을 부어 저은 뒤 관찰하기 및 부유물 관찰하기 - 얼음 설탕을 가루 설탕으로 만들기
	흙의 생성 과정	- 얼음 설탕이 가루가 되는 것과 바위나 돌이 모래가 되는 것의 공통점 찾아보기
	지표 구성물과 생활	- 생활에서 흙을 지키기 위하여 할 수 있는 일 알아보기 - 동물과 식물에게 흙이 이로운 점에 대해 역할 놀이하기 - 비 오기 전·후 운동장의 모습 비교하기
	물에 의한 지표 변화	- 하늘에서 내리는 비와 운동장에 흐르는 빗물을 비커에 담아 거름 장치로 걸러보기 - 흙 언덕을 만들고 위쪽에서 물을 부어 물이 흙의 모습을 변화시키는 과정 알아보기
	강 주변의 지표	- 강의 상류, 중류, 하류의 특징에 따라 강 주변의 모습을 붙임 딱지를 이용해서 꾸며보기 - 강물의 흐름에 따른 침식과 퇴적 작용 알아보기
	바닷가의 지표	- 파도가 치는 바닷가 지형의 특징 알아보기 - 기이한 모형의 지형이 만들어진 과정 작성하기
지 층 과 화 석 3-2	지층의 정의	- 채석장 주변 모습을 통해 지층의 정의 알아보기 - 여러 가지 모양의 지층 관찰하기
	지층의 생성	- 식빵과 잼을 이용해서 지층 모형 만들기 - 여러 가지 모양의 지층 모형 만들기
	퇴적암	- 퇴적암 관찰하기 및 묽은 염산 용액 떨어뜨리기 - 퇴적암 모형 만들기 - 지질 답사 계획 세우기

3-2	화석의 정의	- 여러 가지 화석 표본 관찰하기
	화석의 생성	- 알지네이트, 동식물 모형, 석고를 이용해서 나만의 화석 모형 만들기 - 화석의 형성 조건 및 과정에 대해서 알아보기
	화석의 이용	- 석탄 관찰하기
화산과	화산 분출	- 찰흙과 색점토를 이용해 화산 활동 모형 만들기 - 화산 분출물 알아보기
	화산모양	- 세계 여러 곳의 화산 관찰하기
	화산 활동에 의한 암석	- 현무암과 화강암 표본 관찰하기 - 현무암과 화강암이 만들어지는 과정 알아보기
	화산 활동의 영향	- 화산 활동이 주는 영향 설명하기, 백두산 연구 이야기 - 지진의 개념 알아보기
지진	지진 조사 활동	- 지진의 세기를 나타내는 단위 알아보기(규모) - 지진 발생 시 대피하는 방법 알아보기
	지진이 발생하는 곳	- 최근 발생한 지진 조사하기
	지진 발생 이유	- 우드록을 이용해서 지진 발생의 원인 알아보기

2009 개정교육과정에서는 지표에 대한 개념 정의가 자세히 제시되었고, 캐릭터를 통해 스토리텔링 형태로 차시를 전개하며, 실제 지질 현상의 사진 비중이 높은 편이다. 그리고 지질 답사와 박물관 견학 등과 같은 활동 내용들이 강조되었고, 내용의 이해를 돕는 삽화가 잘 구성되었지만 내용 서술은 2007 개정교육과정과 거의 비슷한 편이다. 또한, 습곡과 단층이라는 개념은 도입되지 않았고, 개념적인 내용이 전 교육과정에 비해 축소된 것이 특징이다.

3. 야외학습과 지역화

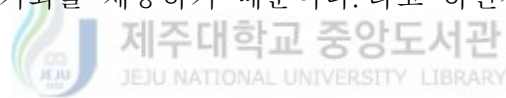
가. 야외학습

과학 교육은 주로 교실, 실험실 그리고 야외라는 세 가지 유형의 학습 환경 속에서 이루어진다. 초등과학을 비롯하여 과학 교육 전반에 걸쳐서 탐구 능력과 과학적 소양이 강조되고 있는데 이들 두 가지 목표는 교실과 실험실 환경에서 어느 정도 달성될 수 있으나 교실에서 다루기에는 너무 비구체적이거나 실험실 여건이 좋지 않을 경우, 자연 환경을 쉽게 접할 수 있는 지역에서는 자연환경 자체가 탐구 활동을 할 수 있는 좋은 장소가 될 수 있다(정완호 등, 1996). 또한, 야외에서의 관찰이 직접적인 경험과 자연 현상의 정확하고 다양한 관찰을 유도할 수 있을 뿐만 아니라 학습동기를 유발시킬 수 있으며, 자발적인 관찰 활동을 촉진시킬 수 있다(우영균 등, 1994). 따라서 과학 교과에서는 학생들을 흥미롭게 하고 그들에게 과학적인 방법을 사용하도록 가르치는 것이 매우 중요하며, 야외 학

습은 이러한 목표를 성취하는데 좋은 기회를 제공하는 것이다.

더욱이 초등 과학과 중에서도 특히 ‘지구와 우주’ 영역은 실험실에서의 탐구 학습보다 자연 환경 그 자체가 좋은 학습 장소가 될 수 있다. 실험실에서 사용하는 모형보다는 야외에서의 관찰이 직접적인 경험과 자연 현상의 정확하고 다양한 관찰을 유도할 수 있을 뿐만 아니라 학습 동기를 유발시킬 수 있으며, 자발적인 관찰 활동을 촉진시킬 수 있다. 따라서 야외에서 이루어져야 하는 학습 내용은 개발된 야외 학습장에서 학습이 이루어지는 것이 매우 바람직하다고 볼 수 있다.

초등학교 야외 수업 실태는 생명 영역이 대부분을 차지하고 있으며, 야외 수업은 1년에 약 1.7회 정도로 매우 낮은 편으로 나타났으며, 단순관찰 및 견학이 대부분을 차지하였고, 위험성, 자료부족 등의 야외수업 빈도수가 낮은 이유로 인해 교사의 간접적 설명식 수업이 진행되고 있다(박강은, 2004). 그러나 야외에서의 탐구 활동은 학교 내 수업에서 경험할 수 없는 다양하고 높은 수준의 과학 교육이 가능하며, 학생들의 탐구력을 자극하고 흥미를 북돋아 준다(김해경 등, 2008). 그리고 송판섭 등(2005)은 야외 현장학습이 자연 현상과 그 구성 물질의 조합과 조직을 직접 관찰할 수 있는 기회를 제공해 준다고 하였고, Orion(1989)은 ‘야외 조사가 교육적으로 타당한 것은 교실에서는 다룰 수 없는 물질과 현상을 관찰하고 직접 경험하는 기회를 제공하기 때문이다.’라고 하면서 야외 학습이 중요하다고 강조하였다.



나. 지역화

교육과정의 지역화란 학습 대상이 되는 사실과 현상을 지역에서 찾아 교재화하고, 학교의 여건, 학생의 사회적·심리적 배경까지를 학습내용에 편성하는 것을 의미하며, 국가 차원에서 전개된 교육 목표, 방법, 평가 등을 지역의 실정, 학교의 특수성 및 학습자의 특성 등에 적합하게 재구성하는 것이다(김순식 등, 2013). 또한, 이수진(2013)은 지역화 개념을 국가교육과정이 교육 효과를 완전히 높이지 못했고, 다양한 요구를 지닌 학습자가 자신의 삶과의 관련성을 통해 보다 유의미하게 학습하려는 경향이 강해진 시대적인 요구에 의한 실질적인 대안이라고 하였다.

지역화를 하면 학생이 속한 지역의 특성에 알맞은 교육을 실시할 수 있다는 장점이 있다. 초등학생 때부터 주변의 사회 현상과 자연 환경을 토대로 학습이 이루어지는 것과 교육과정의 지역화는 지역사회에서의 생활 경험에 기초한 학습이 이루어지게 하는 것이 바람직하기 때문이다. 하지만 교육이 학교와 지역 그리고 학생의 특성을 고려하여 창의적이고 융통성 있게 이루어지기 위해서는 학교와 교사의 교육과정에 대한 자율적인 운영능력이 전제되어야 하며, 교사와 학생

의 지역에 대한 관심과 이해 그리고 학교 교육에 대한 지역사회의 협조도 수반되어야 한다. 교사와 학생은 자기가 살고 있는 지역에 대한 자료를 수집하고 분석하는 과정을 통해서 지역에 대한 관심을 갖게 되고, 지역에서 제공하는 체험 프로그램에 참여할 기회가 많아지게 된다. 특히, 초등과학교육은 학생들에게 실제 자연환경과의 구체적인 상호 작용을 통하여 탐구할 수 있는 기회를 반드시 제공해야 하며, 해당 지역에서 쉽게 접할 수 있는 소재를 활용하여 학습하는 것이 학생들의 과학탐구능력과 과학적 태도 향상에 도움이 될 것이다. 이를 위해 지역의 특성에 적합한 심화 및 보충자료를 개발하여 지역의 특색을 살린 과학교육이 실시되어야 한다.

4. 과학 개념

학생들이 가지고 있는 개인적인 개념(conception)을 객관화된 개념(concept)으로 변화시키는 것이 과학교육의 목적이다(장월기, 2014). 초등학생들이 과학 개념에 대해 과학적이지 않은 다른 개념들을 가지고 있다는 것은 국내·외 많은 연구에 의해서 밝혀졌다(유병길 등, 2000). 김애진(2014)은 학생들이 갖는 개념에 관한 연구의 대부분이 구성주의 이론을 바탕으로 하고, 학생들은 자신이 갖는 지식에 대한 인지적 갈등을 해소하는 과정에서 개념변화를 일으킨다고 하였다.

이처럼 오개념에 대한 연구 결과들은 수업에 있어 활용 가치가 높고, 학생들이 지닌 개념에 대한 정보를 제공하며, 비과학적 개념을 극복하는데 중요한 열쇠가 된다(위수민 등, 2007). 또한, 김동렬(2009)은 과학 교육의 학습 목적이 학습자 스스로의 개념 수준과 이해 정도를 인식하게 되고, 학습자의 기존 개념에 과학적인 새로운 개념을 연결하도록 도와주기 때문에 교사들이 수업을 진행할 때 많은 도움이 될 수 있다고 하였다.

최근에는 교사 양성 단계에서부터 학생들의 오개념에 대한 정보나 오개념을 과학 개념으로 변화시키기 위한 교수 전략이 강조되어야 한다고 제안되고 있다(Pringle, 2006). 김애진(2014)은 과학 개념을 학습하는데 있어 학생들이 가지고 있는 선개념이나 비과학적 개념이 원활한 학습을 방해한다면 효과적인 학습이 이루어질 수 없기 때문에 교사는 학생들의 선개념과 비과학적 개념이 무엇인지 파악하고 이해해야 하며, 이를 과학 개념으로 바꾸어 갈 수 있도록 도와줘야 한다고 하였다.

5. STEAM

가. STEAM의 정의

STEAM은 미국, 영국을 비롯한 선진국에서 국가적 차원으로 연구 및 추진되고 있는 STEM에 우리나라에서 인문사회 분야를 포함하는 Arts를 추가한 것이다. 한국과학창의재단에서는 2011년에 STEAM을 ‘융합인재교육’이라고 하였다(신영준 등, 2012). 그리고 STEAM은 서로 연계된 과학, 기술, 공학, 예술, 수학교과 학습을 통하여 융합적 소양과 실생활 문제 해결력을 갖춘 인재를 양성하는 것을 그 목적으로 한다(교육부, 2014). 왜냐하면 융합인재교육은 단순히 각 과목의 요소를 섞은 수업이 아니라 문제를 해결하는 과정에서 여러 과목의 자연스러운 융합이 일어나야 하는데, 이는 대부분의 실생활 문제는 다양한 분야의 요소들이 복합적으로 연결되어 있기 때문이다. 즉, 융합은 목적이 아닌 수단이 되어야 한다.

나. STEAM의 필요성

현대 사회는 ‘지식 기반 사회’로 정의할 수 있으며, 지식 기반 사회는 기술이나 지식만을 지닌 것에 끝나지 않고, 창의성과 감성을 갖추고 학문의 경계를 넘나들 수 있는 융합형 인재를 필요로 한다(교육부, 2014). 융합형 인재를 양성하기 위해서는 학교 교육에서 최첨단 과학, 기술, 공학에 대한 흥미를 제고하고, 실생활과 연계된 과학 지식과 소양의 함양이 이루어져야 할 것이다. 이를 위한 방안으로 제시된 것이 융합인재교육이고, 학생들은 수학·과학에 흥미를 가지고 보다 능동적으로 활동에 참여하며, 스스로 문제를 정의하고 해결할 수 있는 능력을 키워줌으로써 학생들은 창의성을 지닌 과학 기술 인재로 기를 수 있는 것이다.

다. 우리나라에서의 STEAM

교육과학기술부 업무 보고에서 STEM에 예술(Arts)을 추가한 STEAM 교육 강화를 제시하였고, 이는 어려운 과목으로 여겨지는 과학과 수학의 개념 및 원리 등을 기술, 공학, 예술과 연계하고, 실생활에 접목시켜 학생들의 흥미와 이해를 높이고, 융합적 사고와 문제 해결능력을 길러 세계적인 과학기술인재를 육성하기 위한 추진전략으로 제안된 것이다(교육과학기술부, 2011). 또한, 정부는 세계적 과학기술인재 육성을 위해 융합인재교육을 강화한다고 발표하였고, 학계나 현장에서 STEAM의 활성화를 위한 다양한 연구 및 교육활동, 연수 등이 활발히 진행되고 있다(문지영 등, 2012).

또한, Yakman(2006)은 <표 II-12>과 같이 STEAM에 대응되는 초등 교과를 분류하기도 하였다.

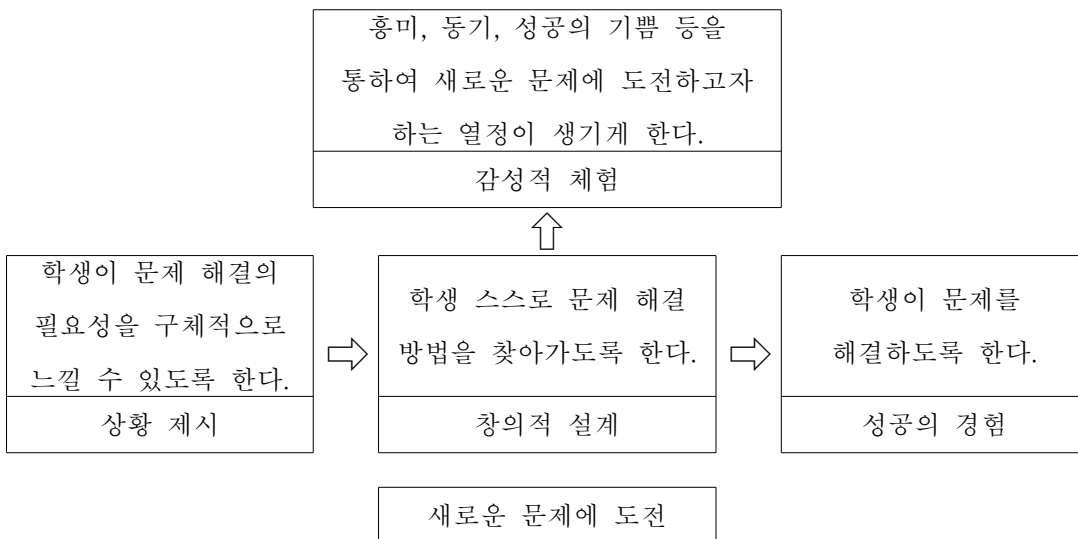
<표 II-12> STEAM에 연계되는 초등 교과

STEAM	세부 내용	초등 교과
S(Science)	생물학, 생화학, 화학, 지구과학, 탐구, 생명공학, 생물의학, 물리와 우주	과학
T(Technology)	농업, 건축, 통신, 정보, 제조, 의학, 힘과 에너지, 생산과 운송	실과 및 창의적 체험활동
E(Engineering)	항공우주, 농업, 건축, 화학, 민간, 컴퓨터, 전자, 환경, 유체, 산업·시스템, 재료학, 기계학, 해양	실과 및 창의적 체험활동
A(Arts)	순수미술, 언어학·인문학, 운동신체(교육, 역사, 철학, 정치, 심리, 사회학, 신학 포함)	국어, 외국어, 도 덕, 음악, 미술, 체 육, 사회, 역사 등
M(Mathematics)	대수, 셈하기, 통신, 데이터 분석·확률, 기하학, 수·연산, 문제해결, 증거·증명, 이론과 삼각법	수학

STEAM에서 융합의 대상은 과학, 수학, 기술, 음악, 예술로 한정되는 것이 아니며, 중심 내용이 과학·기술과 연관이 있다면 인문학, 사회 과학 관련 교과 등의 인문 교양까지도 연계가 가능하다(교육부, 2014).

라. STEAM의 구성 요소

STEAM의 학습 준거 틀은 상황 제시, 창의적 설계 그리고 감성적 체험의 세 단계로 구성되어 있고, 학습 준거 틀에 따라 학생들은 실패를 통한 학습과 성공의 경험을 바탕으로 새로운 문제에 도전할 수 있다(교육부, 2014). 구체적인 내용은 [그림 II-1]과 같다.



[그림 II-1] STEAM의 학습 준거 틀

STEAM은 문제 상황을 제시하는 것으로 학생이 학습 내용과 활동을 자신의 문제로 인식하게 하여, 문제 해결 의지를 가지게 하도록 한다. 학생이 문제 해결의 필요성을 느낄 수 있는 상황이 제시되고 난 후, 창의적 설계 과정에서의 핵심은 학생 스스로가 창의적으로 생각해 낸 아이디어를 수업과 활동에 반영하도록 하는 것이다. 문제를 해결하면서 여러 학문의 지식을 자연스럽게 융합하여 활용하고, 이 과정을 통해서 학생들은 성공의 기쁨을 느낄 수 있으며, 새로운 문제에도 도전하고자 하는 열정을 가지게 할 수 있다. 감성적 체험의 효과를 높이기 위해서는 학생에게 제시된 문제가 실생활에 어떻게 연결되며, 유사한 상황에서 문제를 해결하는 방법에 대해서 학생들의 호기심과 흥미를 유지시켜 주어야 한다.

6. 학업성취도, 창의적 문제해결력, 과학적 태도

가. 학업성취도

학업성취도는 학생, 교사, 그리고 교육기관이 교육적인 목표를 성취하기 위한 교육의 결과이다. 학생들이 교과 내용을 얼마나 잘 이해하고 충실히 학습했는지 파악하고 진단하기 위한 지표이며, 구체적인 교육활동에 대한 학생들의 결과적인 성과를 의미하기도 한다. Bradley & Corwyn(2002)은 학업성취도에 영향을 미치는 학습자 요인으로 인지능력, 스트레스 수준, 건강, 낙관성, 완벽성, 자아존중감 등과 같은 신체적, 정서적 요소들이 있다고 하였다.

학업성취도와 관련된 선행 연구로 배진호 등(2013)은 초등학교 5학년을 대상으로 STEAM을 적용한 과학수업이 학업성취도에 긍정적 효과가 있다고 하였다. 이는 STEAM 적용 과학수업은 구체적인 조작과 다양한 활동이 통합되어 있어 학습한 내용을 구체적으로 확인하는 기회를 가지면서 학습한 내용을 더 깊이 이해하고 내면화할 수 있기 때문이라고 하였다. 윤정교 등(2013)은 중학교 1학년 기술 교과에서 T-STEAM 프로그램이 학생들의 학업성취도에 미치는 효과를 알아보았으며, 연구 결과 ‘기술과 발명’ 단원에서 통계적으로 유의미한 차이를 나타내어 학업성취도를 향상시키는데 효과적이라고 하였다. 또한, 조규성 등(2002)은 탐구학습을 위한 야외 지질학습장을 개발하고, 학업성취도 평가는 25문항을 만들어 사용하였다. 고등학교 1학년 학생들에게 적용한 결과, 실험 집단이 통제 집단에 비하여 학업성취도 면에서 더 높은 성취를 보였다. 따라서 학업성취도를 긍정적으로 향상시키는데 도움이 되는 학교 주변의 야외학습장 개발이 활발히 이루어져야 하고, 이를 수업에 사용할 수 있는 학습 자료의 연구가 뒤따라야 한다고 하였다.

나. 창의적 문제해결력

창의적 문제해결력은 창의성과 문제해결력의 통합적 관점에서 정의되는데, 대개는 해답이 하나가 아니라 해결 대안들 중에서 최선의 것을 선택하는 것이다. Isaksen & Treffinger(1985)는 문제 해결을 위한 문제의 이해, 아이디어의 산출, 계획 및 실행의 3단계를 거치면서 확산적 사고와 수렴적 사고가 작용하여 창의적인 사고가 일어나는 과정을 창의적 문제해결이라고 하였다.

조연순 등(2000)은 과학과에서 창의적 문제해결력은 과학의 기본 지식과 탐구 과정 기술을 기반으로 하여 문제에 대한 적절하고 새로운 해결방법을 발견하는 것이라고 정의하였다. 이를 토대로 ‘문제 확인 및 정의’, ‘가설 설정’, ‘정보의 수집 및 선택’, ‘문제 해결방안 구안’ 그리고 ‘해결 방안의 정교화’의 5가지를 과학과의 창의적 문제해결과정으로 선정하였다. 배영권(2006)은 창의적 문제해결력은 문제를 해결하는 과정에서 지식, 기능, 비판적 사고, 확산적 사고, 동기 등이 복합적이고 역동적으로 상호 작용하여 해결 방안이나 산출물을 만들어 내는 능력이라고 정의하면서 창의적 문제해결력 향상을 위해서는 학습 환경 및 내용과 학습 과정의 상호작용이 중요하다고 하였다. 최선영과 강호감(2006)은 과학에서의 창의적 문제해결력은 과학의 기본 지식과 탐구 과정을 기반으로 확산적 사고와 비판적 사고 과정을 통하여 문제를 해결하는 과정이라고 하였다.

창의적 문제해결력과 관련된 선행 연구로 박재문 등(2008)은 채석강 지역의 야외지질학습 자료를 개발하여 야외학습을 통한 학생들의 교육적 효과를 최대화하려고 하였다. 과학과 학생 13명에게 적용하여 야외활동에 참여한 학생들에게 교과 내용에 대한 이해와 토의를 통하여 문제 해결력을 향상시켰고, 야외활동에 참여하지 않은 학생을 대상으로 탐구활동 내용을 발표하여 발표수업에 참관한 학생들에게 야외학습에 대한 흥미와 학습 동기를 유발했다고 하였다. 김문경과 최선영(2013)은 초등학교 과학교과 수업에서 융합인재교육을 위한 프로젝트 학습 프로그램을 개발하여 5학년 학생들의 창의적 문제해결력에 미치는 영향을 알아보았다. 연구 결과 개발된 프로그램은 초등학생들의 창의적 문제해결력에 긍정적인 영향을 미쳤으며, 이는 학습 주제를 깊이 있게 탐구하고 해결 방법을 찾아가는 능동적인 학습 방법이기 때문이라고 하였다.

다. 과학적 태도

과학에 대한 태도와 과학적 태도는 과학이라는 대상과 태도라는 개념을 포함하고 있어 비슷한 느낌이 들어 간혹 혼용되어 사용되기도 하지만 과학에 대한 태도가 심리적 현상에 대한 반응으로서 감정적, 정의적 요소가 강한 반면, 과학

적 태도는 과학적으로 사고하고 행동하려는 경향성의 문제로 인지적인 요소가 강하다(김동영, 2008). Gardner(1975)는 과학에 대한 태도를 과학에 대한 흥미, 과학의 사회적 책임감에 대한 태도 등으로 설명하였고, 과학적 태도는 개방성, 정직성, 회의성 등으로 제시하였다. 송진웅 등(1992)은 과학과 관련된 태도는 과학에 대한 태도와 과학적 태도로 구분되는데 과학적 태도는 인지중심의 태도로서 예를 들어 타인의 의견존중, 판단 유보 등을 들 수 있다고 하였다. 백광현(1999)은 사물 자연현상을 과학적으로 사고하고 과학적으로 처리하며 과학에 대한 관심 또는 과학 활동에 참여하고자 하는 행동의 경향성과 과학에 대한 협조적인 자세 등을 과학적 태도라 정의하였다. 또한, 김효남 등(1998)은 과학적 태도를 과학자적 태도로서 탐구하는 자세, 과학 정신과 관련된 것으로 문제 해결, 아이디어와 정보의 평가, 의사 결정에 있어서의 특별한 접근방법이라 정의하였다.

과학적 태도와 관련된 선행 연구로 이창진과 정상원(2005)은 충북 두타산 일대의 실제 현장에서 각 관찰 지점별로 학생들이 활동할 수 있도록 야외학습자료를 제시하여 충북대학교 학생을 대상으로 태도를 조사하였다. 연구 결과, 정의적 측면에서 학생들이 야외학습을 수행하는데 도움이 된다는 긍정적인 변화를 보였으며, 특히 지구과학에 관한 구체적인 개념 형성에 많은 도움이 되었다고 하였다. 류춘렬(2009)은 야외지질학습 환경에서 학생들이 지닌 야외지질학습에 관한 인식과 태도의 유형과 야외지질학습에 따른 과학에 관한 정의적 특성 수준과 야외지질학습에 관한 정의적 특성 수준의 변화를 분석하였다. 분석 결과, 야외지질학습에 관한 학업적 자아개념은 대체로 긍정적으로 나타나며, 긍정적 정서와 부정적 정서를 모두 경험하는 것으로 나타났다고 하였다. 조규성 등(2012)은 변산반도 내 적벽강 지역의 야외지질 학습자료를 개발하여, 중학교 2학년 학생들을 대상으로 적용하였다. 연구 결과, 과학에 관한 인식, 과학에 대한 흥미 그리고 과학적 태도에서 긍정적인 변화를 가져왔기 때문에 과학교과의 야외학습장이 지역의 특징을 살려 다양하게 개발되고, 다른 교과와 통합적으로 이루어진다면 더욱 효과적인 과학교육이 이루어질 것이라고 하였다.

7. 선행연구

가. 현장체험학습과 지역화 관련 선행연구

1) 현장체험학습 관련 선행연구

지구과학 영역의 지질 단원 학습 시 가장 적절한 학습 형태는 학생들에게 야외 학습을 제공하는 것이다. Kern & Carpenter(1984)는 지질에 대한 야외 학습은 학생의 학습 동기를 유발시키며, 자발적인 관찰 활동을 촉진시킬 수 있으므로 학

생의 탐구력을 기르는데 매우 효과적이라고 하였다. 또한 야외 지질 학습은 학생들이 실제 야외에서 직접 관찰하고 경험해 보는 활동을 통해 교실에서 학습한 내용의 세부적인 예를 제시함으로써 흥미와 학습을 촉진시킬 수 있다. Manner (1995)는 학교에서 배운 지구과학 지식을 직접 야외에서 경험을 통해 탐색해보고 적용해 보는 과정뿐만 아니라, 과학 본성을 이해하고 자연의 아름다움을 감상하며, 과학에 대한 긍정적 사고와 호기심, 비판적인 사고를 기를 수 있는 장점이 있다고 하였다. 지구과학의 탐구 대상은 우리가 살고 있는 지구와 그 곳에서 일어나는 자연현상이므로 주위의 자연환경에서 직접 경험하고 관찰할 수 있는 것이 매우 중요하고, 거대한 암석층이나 지질구조, 토양의 형성 그리고 화석 등에 관한 직접적인 관찰은 자연 그대로의 야외에서 하는 것이 더욱 효과적이다(박진홍, 2001). 정진우 등(2000)은 야외 학습이 지구과학교육에서 기본적으로 요구되는 사항으로서 지질학의 개념을 이해하기 위하여 반드시 필요한 과정으로 언급하고 있다. 그리고 정진우 등(2003), 맹승호와 위수민(2005)은 과학과는 주위의 사물이나 자연현상을 탐구의 대상으로 하고, 자연 그 자체로부터 직접 배우는 학습의 기회를 많이 만들어야 하며, 특히 지구과학에 관련되는 탐구 활동은 실험실보다는 자연 자체가 더 좋은 탐구의 장이 되는 경우가 많다고 하였다.

실제적으로 김해경 등(1994)은 야외 학습 프로그램을 개발하여 적용한 결과에서 실제 암석이나 지질구조를 볼 수 있는 야외 지질 학습은 학생들에게 직접적인 경험과 자연 현상의 정확하고 다양한 관찰을 유도할 수 있었다고 하였다. 김다영과 김정률(2013)은 ‘지층과 화석’ 단원에 대해 야외 학습을 실시한 결과, 학생들은 지층과 화석을 발견하는 것에 대한 기쁨을 느꼈고, 과학에 대한 자신감이 증가하였으며, 학업성취도 향상에 실질적인 도움이 되었다고 하였다. 그리고 하재연(1996)은 지층·화석 단원을 통합적으로 재구성하여 수업함으로써 수업 시간을 탄력 있게 할 수 있고, 대체 자료의 활용으로 초등학생들의 관심을 높이고 계획적인 현장학습을 실시함으로써 사물에 대한 관찰 능력과 학습 능력이 신장되었다고 하였다.

이러한 야외 학습의 중요성에도 불구하고 박진홍과 정진우(2000)은 초등 과학과 교육과정에서 지질과 관련된 개념을 학습을 할 때, 교과서에서 제시하는 실험은 학생들이 지질관련 개념을 형성하는데 중요한 역할을 하지만 교육과정의 실험은 공간적, 시간적 한계로 인해 문제를 지니고 있다고 하였다. 그리고 김정수(2000)는 초등학교 교사들이 지구과학 내용 지도에 어려움을 느끼고, 실험이 어려운 지층과 화석 단원 지도를 할 때 고충을 겪고 있어 야외 학습의 필요성을 더욱 느끼고 있다고 하였다. 정진규와 박종호(2009), 박진홍 등(2000), 홍정수와 장남기(1977) 그리고 송해선(2002) 등은 학교 현장에서 야외 학습장의 부족, 시간의 부족, 교사의 경험 부족으로 인해 쉽게 야외 학습을 나갈 수 없는 문제 때문에 교사들은 지질 관련 단원을 교실이나 과학실에서 지질구조 모형, 작은 암석표

본, ICT 자료를 이용하여 수업하는 실정이라고 하였다. 또한, 조규성 등(2002)은 현재 개발된 야외 지질 학습장의 소개가 서술적으로만 나열된 것들이 많고, 현장의 접근성과 안전성 문제 때문에 실제 수업에 바로 사용하기에는 많은 어려움이 있다고 하였다. 아울러 서동욱(2004)은 초등과학교육에서 ‘지층과 화석’ 및 ‘화산과 지진’과 같은 지질학 관련 단원은 단순히 교실에서 진행하는 수업만으로 탐구의 효과를 충분히 달성하기 어렵다고 하였다. 송관섭 등(2005)은 ‘지층과 화석’ 분야에 대한 야외 학습의 필요성에 대해서 93.2%에 해당하는 교사들이 필요하다고 응답하였고, 다만 원활한 야외 학습이 이루어지기 위해서는 지역 현장학습 자료의 확충이 필요하며, 시간 확보 및 행·재정적 지원 등이 요구된다고 하였다. 또한, 서민숙(1997)은 제주도의 지층이 과학과 지층 관련 단원에서 제시하고 있는 지층과 다른 점이 많으므로 지층 단원에 대한 학습은 지역화 단원으로 재구성하여 지역의 실정에 맞는 고장의 지층에 대해서 학습할 수 있어야 한다고 하였다.

2) 지역화 관련 선행연구

김소정(2008)은 울산 중심 지역의 지질 소재를 포함한 야외 지질 학습장을 개발하고, 각 답사지에서 수행할 구체적인 활동 내용을 추출하여 교사용 교육 자료와 학생용 탐구 학습지를 제작하여, 고등학교 교사 10명에게 검토를 의뢰하여 분석한 결과, 야외 지질 학습 교육에 있어 타당성이 있다는 결과를 얻었다고 하였다. 노병섭 등(2009)은 마이산 일대의 야외지질 학습자료를 개발하고, 이 자료를 13명의 초등교사들에게 적용하여 나타난 반응을 분석하였다. 연구 결과, 야외지질 학습과 학습자료가 교사들의 과학 수업을 긍정적으로 증진시키는데 매우 유용하였다는 반응을 얻었고, 학생들의 인지 발달에 도움이 되는 체험학습이 활발하게 진행될 수 있도록 다양한 학습장과 자료 개발이 필요하다는 반응도 얻었다고 하였다. 김태훈(2011)은 제주도 바닷가 식물을 중심으로 조사하고 서식지를 기준으로 분류하여, 지역 환경을 이용한 수업을 할 수 있게 도움을 주고자 하였다. 이를 통해 학생들의 탐구능력 신장 및 실생활과 연계된 살아있는 교육의 전개를 통해 다른 지역 학생들에게도 유용한 학습 자료로 이용될 수 있다고 하였다. 김덕호와 홍승호(2012)는 지층과 암석에 대한 지역 대체 자료를 개발하여 교과서에 제시된 장소를 대체할 수 있는 장소를 중심으로 적용할 수 있는 교수·학습과정안과 활동지를 제작하였다. 이를 통해 교사와 학생들에게 학습 요소에 대한 구체적이고 확실한 개념을 제공하고자 하였다. 김화성 등(2013)은 화성암 지역의 지형과 지질 학습을 위한 야외지질학습장을 개발하여 고등학교 1학년 학생을 대상으로 그 교육적 효과를 알아보았다. 화성암이 분포하는 지역의 지형과 지질의 특성을 학습하기 위한 야외지질학습장을 준비, 야외학습, 정리 단계 순으로 총 10개의 노두를 선정하여 교육과정에서 제시하는 지질학습요소가 제대로 반영되었는지 조사하였다.

나. 지질 개념 관련 선행연구

지금까지 초등학생을 대상으로 지층, 퇴적암 그리고 화석에 대한 개념 연구는 단편적으로 이루어진 실정이다. 먼저 지층 개념과 관련된 선행 연구를 살펴보면 김중욱(2001)은 초등학생들을 대상으로 자연 상태에 있는 퇴적암 노두를 탐구하는 인지적 측면의 야외 학습활동을 실시하여 지층 개념을 이해하고 있는지 식별 유형으로 분석하였다. 분석 결과, 40~50% 정도의 학생들만 지층의 개념을 잘 이해하고 있는 것으로 나타났다. 나진호 등(2005)은 6학년 학생들에게 나타나는 지층에 대한 오개념을 알아보고, 이를 과학 개념으로 변화시키기 위해서 인지갈등 전략을 이용한 수업을 적용한 후 학생들의 개념 변화를 조사하였다. 그 결과, 전통적인 방식으로 학습한 학생들은 학습 후에도 많은 비과학적 개념을 가지고 있었으며, 인지갈등 수업을 적용한 실험반은 일부 개념에서 큰 효과가 나타났으나 개념변화가 없는 내용도 있었다. 백점희(2007)는 야외학습을 통해서 학생들의 지층에 대한 개념 수가 많아졌고 전체 개념에서 차지하는 과학 개념의 비율이 높아졌다고 하였지만, 개념들을 단순히 나열하거나 개념의 위계를 나타내는 능력에 대해서는 부족한 경향을 보였다고 하였다. 정진규와 박중호(2009)는 지질 관련 단원 학습 시 지층 형성, 단층 그리고 습곡과 같은 지각변화에 대해 교실 혹은 실험실에서 초등학생들이 학습할 수 있는 다양한 형태의 실험도구를 제시하기 위해 새로운 실험 장치를 개발하였다. 이를 통해 학생들은 지층의 연속적인 변화과정을 관찰할 수 있었으며, 지층에 작용하는 힘의 크기와 방향을 조절할 수 있어 단층과 습곡이 만들어질 때 작용하는 힘의 상호작용을 이해하는 데 도움이 되었다고 하였다.

또한, 암석에 대한 개념 연구도 드문 편이다. 박보라(2006)는 초등학교 5학년을 대상으로 한 연구에서 ‘화산과 암석’ 단원에 대한 수행평가 자료를 개발하였고, 이를 적용하여 학생들의 학습 동기와 탐구 능력 향상에 긍정적인 효과를 가져올 수 있다고 하였다. 이윤복(1994)은 암석에 관한 초등학생들의 개념 조사에서 학생들은 직관적 사고에 의해 다양한 오개념을 가지고 있으며, 그 표현 양식에 있어서 경험적, 시각적 관점으로 표현하였고, 상황에 따라서 다르게 나타나는 상황 의존성과 체계적인 개념의 통합성이 결여되고 미분화된 특성을 가지고 있다고 하였다. 정재구 등(2003)은 초등학교 6학년을 대상으로 한 연구에서 개념도를 활용한 수업은 유의미 학습 원리에 바탕을 둔 수업전략으로 학생들의 암석 개념의 이해, 개념발달 및 태도를 이해하는데 유용한 도구라고 하였다. 하명주(2009)는 초인지 수업 전략이 초등학생들의 암석에 대한 개념 형성에 효과적이기 때문에 오랜 기간 초인지 전략을 훈련하여 학생 스스로 초인지 활동을 하게 하는 장기적인 연구와 교사의 학습에 대한 의식 변화 및 수업 방법 개선을 위한 부단한

노력이 있어야 한다고 하였다. 또한 암석과 관련된 수업방법이나 수업도구 등에 관한 연구가 더 많이 이루어진다면 교육현장에서 학생들의 암석 개념 습득을 좀 더 재미있게 할 수 있고, 학생들이 흥미를 가지고 암석 관련 수업에 임할 수 있을 것이라고 하였다. 한영욱과 장임정(2002)은 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 암석에 대한 개념을 조사하여 암석에 관한 초등학생들의 개념 유형을 전체적인 특성과 성별, 학업성취도 별로 분석하였다. 암석에 대한 학생들의 개념은 상황에 따라 다르게 나타나는 상황 의존성과 전체적인 개념의 통합성이 결여되고 미분화된 특성을 나타내고 있었다. 남녀별 비교에 있어서도 여학생과 남학생이 비슷한 과학 개념을 가지고 있는 것으로 나타났고, 관찰 학습에 의한 개념 획득에 있어서 남학생보다 여학생이 과학 개념 형성 정도가 높게 나타나고 있었다. 이는 남녀 성별에 따른 평소 관심 분야의 차이와 과학 학습에 임하는 태도, 흥미도의 차이가 있기 때문이라고 하였다.

그리고 초등학생뿐만 아니라 중·고등학생을 대상으로 한 암석 관련 개념연구도 살펴보았다. 고민기(2007)는 중학생들은 암석 관련 개념이 다양하며, 비과학적 개념의 심도가 깊다는 것을 알 수 있다고 하였다. 대체적으로 인지수준이 낮아짐에 따라 과학 개념 형성율이 감소하였고, 인지수준에 상관없이 공통적으로 나타나는 비과학적 개념 유형이 있었으며, 이는 직관적 해석에 기초한 것으로서 논리적 일관성을 형성하기도 하였고, 암석의 특징, 분류, 생성 원인 및 암석의 순환에 대한 개념을 혼동하고 있다고 하였다. 윤석태와 이승희(2001)는 중학생을 대상으로 한 연구에서 암석은 성적이 높은 학생이 흥미도와 이해도 및 암석을 구별하는 능력이 높다고 하였다. 그리고 흥미도, 이해도 및 암석 간의 감별도의 상관관계를 살펴보면, 암석을 감별하는 능력에 있어서 흥미보다는 이해도가 높을수록 감별도 잘 한다고 볼 수 있고, 흥미가 높은 학생과 감별능력과의 관계는 낮으며, 흥미가 높은 학생과 이해도의 관계는 높지는 않지만 흥미가 암석을 이해하는 데 있어서 약간의 영향을 미친다고 볼 수 있다고 하였다.

위수민 등(2007)은 광물과 암석에 대한 개념조사에서 고등학생들은 광물과 암석을 명백하게 구별시켜 주는 성질이나 특성이 있다고 생각하였으며, 퇴적암과 화성암에 대해서 오개념을 가지고 있다고 하였다. 한편, 정남식과 정진우(1992)는 야외학습을 통한 고등학생들의 광물 암석에 대한 오개념 특성을 연구하였고, 탐구지향적인 실험 및 교실수업을 한 실험집단과 전통적인 교실수업을 한 통제집단으로 나누었다. 사전·사후 검사에서 통제집단은 거의 변화가 없었고, 실험집단은 정답률이 향상되었으나, 다양한 오개념 유형이 나타났으며 대표적으로 엮리 구조를 퇴적암의 특징으로 잘못 알고 있다고 하였다. 지금까지 암석과 관련된 선행 연구를 살펴보았으나 초등학생의 퇴적암에 대한 개념에 대해서 세부적으로 진행된 연구는 거의 없었다.

마지막으로 화석에 대한 개념 연구를 알아보면, 강연경(2012)은 초등학교 4학

년을 대상으로 한 연구에서 탐구적 과학글쓰기 수업이 화석과 관련된 현재와 과거 환경의 관련성 및 시간적·공간적 변화에 대한 개념, 표준화석에 대한 생물의 진화 속도나 생존 기간에 대한 개념 및 거리의 공간적 개념을 이해하지 못하는 학생들에게 효과적이라고 하였다. 이창수와 여상인(2004)은 초등학교 4학년을 대상으로 놀이 형태의 과학 수업이 지층과 화석 단원에 대한 학생들의 학업성취도에 미치는 영향을 연구하였는데, 비교집단의 학업성취도는 하락한 반면 실험집단의 학업성취도는 상승하여 놀이 학습이 학생들의 화석 개념을 이해하는데 효과적이었다고 하였다. 정진우 등(2003)은 전통적인 수업보다 현장학습을 적용한 수업이 지층·화석 개념 형성 및 과학적 태도 신장에 효과적이라고 하였고, 이는 실험실보다 자연 자체가 더 좋은 탐구의 장이 되어 학생들이 과학 개념을 바르게 이해하는데 영향을 미쳤다고 하였다.

김윤정(2007)은 자연사 박물관을 활용한 중학교 지질단원의 교육 프로그램 개발에 관한 연구에서 '지구의 역사와 화석이야기' 활동지를 통해 자연사 박물관에서 활동할 수 있는 교육프로그램을 활용하여 중학생들의 호기심을 유발하고 과학 개념을 확인하며, 지구과학에 대한 지속적인 관심을 가질 수 있다고 하였다. 황구근 등(2009)은 화석 형성 과정에 대한 이해 연구에서 많은 중학생들이 초등학교 때 생긴 오개념이 중학교 3학년까지 유지되었고, 화석 형성 과정을 위한 효과적인 실험 과정이 설계되어야 한다고 하였다. 그리고 설문조사를 통해 나타난 화석에 대한 학생들의 오개념을 바탕으로 대체 실험 방법을 제시하여 중학생들이 올바른 과학 개념을 학습할 수 있도록 하였다.

김송철 등(2005)은 고등학생을 대상으로 한 화석 학습에서의 오개념에 관한 연구에서 화석의 중요 가치인 고생대를 통한 당시 고환경 추정은 물론 화석이 되기 전 생물의 정확한 모습을 이해하기 위해서 화석 학습 시 화석 종류에 따른 적절한 영상 학습 자료, 실물자료의 적용이 필수라고 하였다. 학생들의 화석에 대한 오개념의 구체적인 예시를 제시하고, 실험반 학생들에게 영상자료를 투입한 후 결과적으로 과학 개념을 갖게 하여 오개념을 교정할 수 있다고 하였다. 김정률과 이정선(1999)은 지구과학 교사와 고등학생들의 화석에 대한 흥미도와 이해도에 관한 연구에서 화석에 대한 지구과학 교사의 흥미도와 이해도는 고등학생의 흥미도와 이해도와 긍정적인 상관관계가 있다고 하였다. 그리고 화석 문항에 대한 정답의 비율이 지구과학 교사는 44.4%, 고등학생은 20.0%로 낮았다는 결과를 통해 학교 현장에서 다양한 교수자료가 포함된 교수 방법의 향상이 필요하다고 하였다.

지금까지 지층, 퇴적암 및 화석 개념과 관련된 선행 연구를 살펴보았으나 초등학생을 대상으로 각 영역의 개념에 대해서 세밀하게 진행된 연구는 찾아보기 어려웠고, 개념 검사지에 대한 연구도 부족하였다.

다. STEAM 관련 선행연구

최근에 국가적인 관심과 함께 STEAM 관련 연구가 많이 이루어지고 있다. 예를 들어, 이시예와 이형철(2013)의 초등학교 4학년을 대상으로 ‘모습을 바꾸는 물’ 단원에 STEAM을 적용한 과학수업이 초등학생의 창의성과 과학 관련 태도에 미치는 영향에 대한 연구, 박혜원과 신영준(2012)의 5학년 2학기 ‘우리 몸’ 단원에 STEAM을 적용하여 교육과정을 재구성한 수업이 학생들의 자기 효능감, 흥미 및 과학 태도에 미치는 영향 연구와 같이 한 가지 소재를 중심으로 특정 단원에 대한 연구를 하였거나, 류제정과 이길재(2013)의 초등과학영재와 일반학생을 대상으로 뇌기반 STEAM 프로그램을 적용하고 창의성과 정서지능 변화에 대한 연구와 같이 특정 프로그램 중심의 연구 등이 이루어지고 있다.

또한, 배선아(2011)는 기술 기반 STEAM 프로그램이 중학생의 기술에 대한 흥미와 창의적 활동에 대한 태도를 향상시키는데 효과적이라고 하였다. 즉, 어려운 시험 과목으로만 생각되던 과학·수학을 기술·공학·예술과 연계하고 실생활에 접목시켜 학생들의 흥미를 유발하고 융합적인 사고력을 키울 수 있다고 하였다. 김우진(2012)은 초등 수학영재를 대상으로 4D-Frame 교구활동 중심의 STEAM 프로그램이 학생들의 창의성 향상에 대한 연구를 통해서 한정된 대상을 위한 특정 프로그램을 개발하여 학생들의 창의성 및 과학교과에 대한 흥미도에 미치는 영향을 분석을 하였다. 이지원 등(2013)은 LED를 활용한 초등학교 STEAM 교수·학습 프로그램의 개발 및 적용을 통해서 학생들이 스스로 과학을 잘 한다고 인식할 수 있도록 도움을 주었고, 즐거움과 관련된 문항에서도 긍정적인 응답이 많았다고 하였다. 이 연구에서 개발한 STEAM 교수·학습 프로그램의 효과를 확인하기 위하여 참여 학생들을 대상으로 과학에 대한 정의적 영역의 사전·사후 검사와 프로그램 평가를 실시한 결과, 과학에 대한 흥미와 만족도가 향상되었다고 하였다.

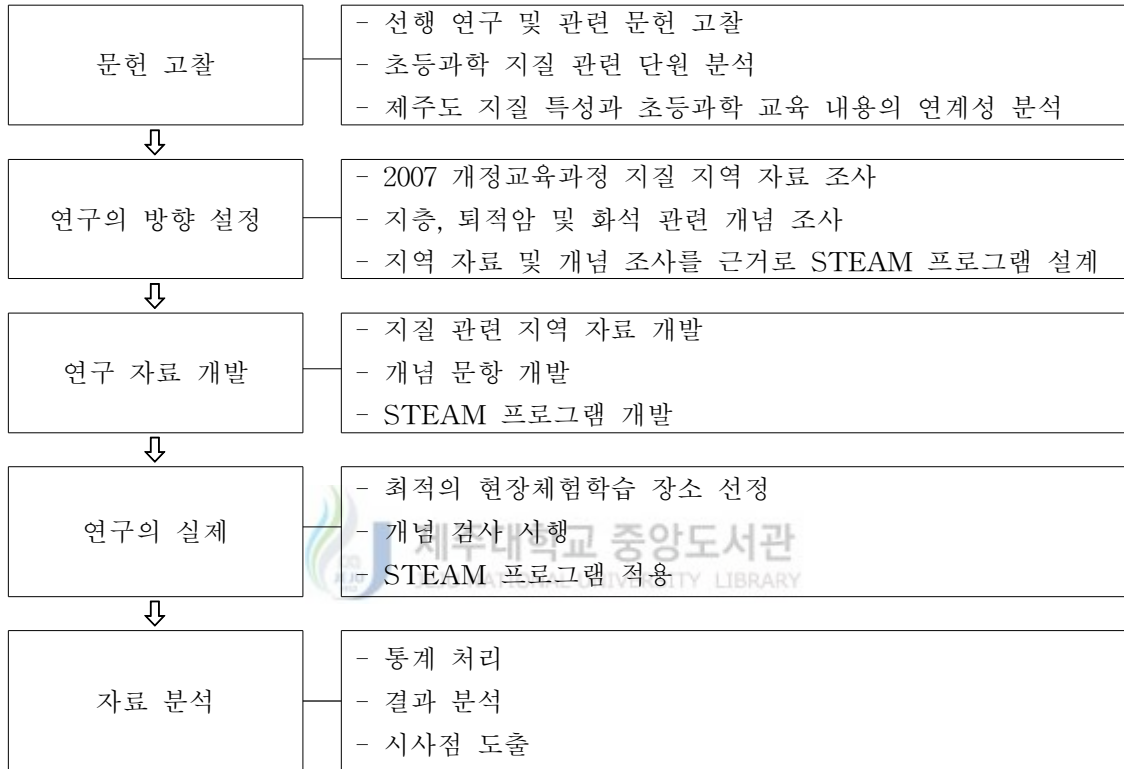
Zubrowski(2002)는 과학의 통합을 시도하기 위해서 설계 기술 수업에서 풍차 만들기 설계과정 표준 모델을 적용한 후 수업의 효과에 대하여 연구하였다. Apedoe *et al.*(2008)은 고등학교 과학 수업의 가열 및 냉각 단원에 설계 기반 학습을 적용하여 학생들의 화학의 어려운 개념 이해에 대한 효과성 및 공학에 대한 흥미도에 미치는 영향에 대하여 분석하였다.

선행 연구의 대부분은 실제 학교 현장에서 교과 수업 시간 외에 특정 시간을 마련해야 하거나 아직까지는 모든 학생들에게 STEAM 프로그램을 적용시키기 어려웠고 교과의 일부분만 STEAM 프로그램을 적용하여 지속적인 융합인재교육이 이루어질 수 없었다는 문제가 있었기 때문에 이에 대한 보완이 요구되고 있다.

Ⅲ. 연구 절차 및 방법

1. 연구 절차

연구의 목적을 달성하기 위하여 [그림 Ⅲ-1]과 같은 절차로 연구를 수행하였다.



[그림 Ⅲ-1] 연구의 절차

본 연구를 수행하기에 앞서 2007 개정교육과정 초등과학 지질 관련 단원을 분석하고 지역화 자료를 수집하여 검토한 다음, 제주도 지질 조사, 지질 관련 개념 및 STEAM에 대한 선행연구와 문헌을 분석하였다. 연구의 방향은 먼저 초등과학의 지질 단원과 관련된 제주도의 지질 현상을 조사하고 지역 자료를 개발하여 최적의 현장체험장소를 선정하는 것이다. 다음으로 지역 자료와 교과서의 내용을 중심으로 초등학생들이 지층, 퇴적암 및 화석 개념에 대하여 얼마나 알고 있는지 의문이 생겨 개념 문항을 개발하고자 하였다. 이러한 지역 자료와 개념 문항을 기초로 초등학생들의 학업성취도, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도를 향상시키기 위해 STEAM 프로그램을 개발하여 적용 효과를 알아보고 그에 따른 시사점을 도출하였다.

구체적으로는 지질 관련 지역 자료를 개발하기 위하여 2007 개정교육과정 초등과학 지질 단원의 학습목표와 내용을 분석하고 학습 내용과 연관이 있는 곳을 선정하여 조사를 실시하였다. 또한 초등학생들의 지층, 퇴적암 및 화석에 대한 개념 정도를 알아보기 위한 검사 문항은 2007 개정교육과정 초등과학에 제시되어 있는 ‘지표의 변화’, ‘지층과 화석’, ‘화산과 지진’ 단원에서 추출하였고, 차후 STEAM 프로그램이 학생들의 학업성취도 변화에 미치는 영향을 알아볼 때 검사 지로도 사용되었다.

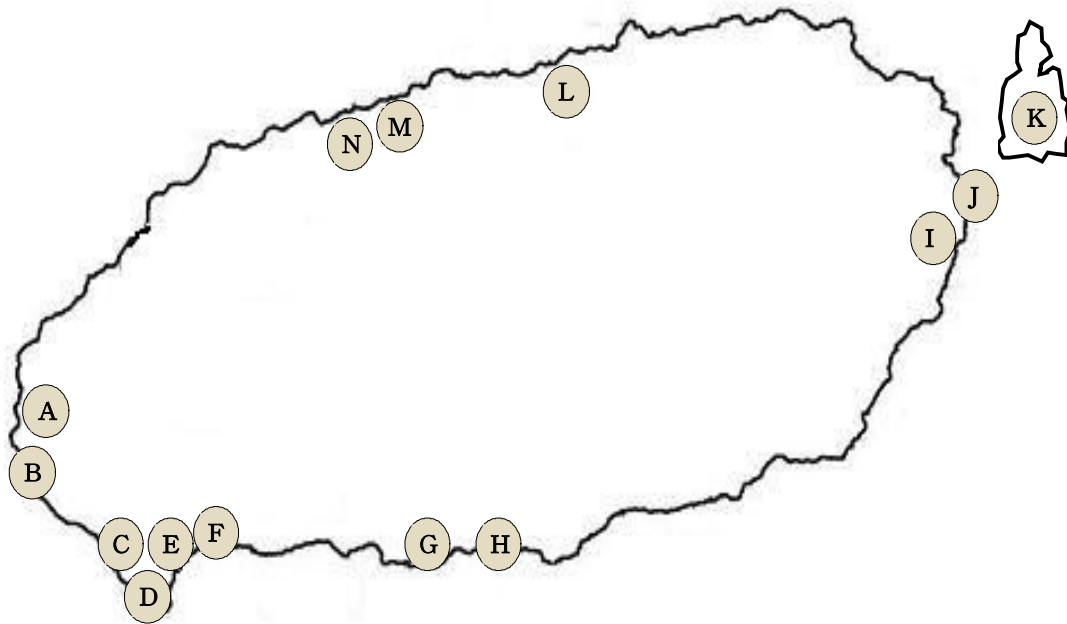
STEAM 프로그램은 초등과학 ‘지층과 화석’ 단원의 내용을 중심으로 개발하였다. 개발된 STEAM 프로그램의 효과를 검증하기 위하여 학업성취도, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도를 검사하여 결과를 분석하였으며, 학교 현장과 교육과정에 효과적으로 적용할 수 있는 방안을 구상하였다.

2. 연구 방법

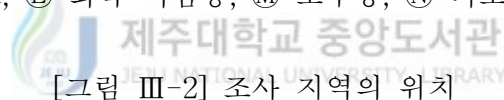
가. 지역 자료 개발을 위한 현장 조사

제주도의 지질 현상에 대한 자료 수집 및 문헌 연구를 실시한 후, 다음과 같은 준거로 체험 학습장 후보지를 선정하였다. 첫째, 초등과학 교과서의 지질 단위 내용에 부합되는 장소로 제주도 학생들이 접근하기 쉽고 가까운 곳이어야 한다. 둘째, 교사들이 교수·학습 내용을 적용할 수 있는 과학교육과정의 내용이 포함되어야 한다. 셋째, 체험 학습 지역이 교통편이 편리하고 현장의 지형 등 위험성이 없는 지역을 택한다. 넷째, 제시된 기본 개념을 토대로 학생들이 체험 학습을 실시하였을 때 교과서에 제시된 장소와 비교하여 동일한 또는 더 좋은 학습효과를 거둘 수 있는 장소로 선정한다. 다섯째, 학생들이 체험 학습장에 대해 사전 조사를 할 수 있도록 여러 매체에서 다양한 자료를 찾을 수 있어야 한다.

구체적으로 2007 개정교육과정 초등과학 ‘지층과 화석’ 관련 단원에 제시된 기본 개념을 토대로 제주도 지질 현상에 대한 현장 조사를 다음과 같이 실시하였다. 조사 지역 14 곳은 선행 연구 분석과 전문가 조언에 의해 선정되었고, 제주도 서부 지역인 당산봉을 시작으로 서남쪽을 돌아 서귀포시를 통과하여 동부인 성산 일출봉을 거쳐 제주시까지 수행되었다. 여러 차례 조사를 진행하면서, 지층, 퇴적암 및 화석의 모습 등을 다양한 각도에서 촬영하였으며, 체험학습 시 발생할 수 있는 위험요소도 함께 파악하였다. 또한, 해안가에 위치한 지역과 섬 지역은 안전사고 위험에 더욱 주의를 기울였고, 전체적으로 낙석과 같은 돌발 상황에 대비할 수 있도록 조사 지역 주변의 환경도 같이 파악하였다. 자세한 조사 지역은 [그림 III-2]에 제시하였다.



- Ⓐ 당산봉, Ⓑ 수월봉, Ⓒ 대정읍 알뜨르, Ⓓ 송악산, Ⓔ 사계리 해안,
 Ⓕ 용머리 해안, Ⓖ 서건도, Ⓗ 서귀포층, Ⓘ 신양리층, ⓫ 성산일출봉,
 ⓫ 우도, ⓬ 화북 역암층, ⓭ 도두봉, ⓬ 외도 역암층



[그림 III-2] 조사 지역의 위치

나. 개념 연구

1) 개념 검사도구 개발

초등학생들의 지층, 퇴적암 및 화석에 대한 개념 형성 정도와 차후 STEAM 프로그램에 적용할 학업성취도 검사지로 사용할 개념 검사 도구는 2007 개정교육과정 초등과학 4학년 교사용 지도서와 교과서(교육과학기술부, 2010)를 분석하여 문항을 제작하였다. 작성된 검사 문항에 대해서 교육대학 과학교육과 교수 1인, 초등과학교육 전공 박사과정 3인 그리고 석사과정 7인 등 총 11인에게 내용에 대한 안면타당도 검사를 의뢰하였다. 검사 문항에 대한 타당도 검사는 각 문항들이 본 연구의 목표와 내용에 바르게 부합되는지 Likert 척도로 평가하였고, ‘부적절’이나 ‘매우 부적절’로 표시한 경우 알맞은 대안을 제시하도록 하여 문항을 수정·보완하는데 참고하였으며, ‘매우 타당함’으로 표시하였을 경우를 100%로 보았다. 최종적으로 완성한 지층, 퇴적암 및 화석 검사 문항은 <표 III-1>~<표 III-3>에 제시하였으며 학생들에게 적용한 구체적인 검사지는 <부록 1>~<부록 3>에 제시하였다.

<표 III-1> '지층' 관련 개념 검사 문항

영역	문항 번호	문항 내용	문항 타당도
지층의 정의	1	'지층'에 대하여 바르게 설명한 것은 무엇일까요?	0.77
	2	'층리'의 의미를 바르게 설명한 것은 무엇일까요?	0.82
	3	'습곡'의 의미로 바른 것은 무엇일까요?	0.89
	4	'단층'의 의미를 바르게 설명한 것은 무엇일까요?	0.84
지층의 생성	5	지층이 생성되는 데 가장 중요한 역할을 하는 것은 무엇일까요?	0.80
	6	지층은 '상류', '중류', '하류' 중 주로 어느 지역에서 생성되는지 선택하고, 그 이유를 옳게 설명한 것은 무엇일까요?	0.76
	7	'단층의 생성 과정'을 옳게 설명한 것은 무엇일까요?	0.85
	8	습곡은 어떤 조건에서 만들어지는지 가장 옳게 설명한 것은 무엇일까요?	0.83
	9	시간이 지나면서 발생하는 지층의 변화 원인에 대한 설명으로 옳은 것은 무엇일까요?	0.70
지층의 특징	10	지층의 모습이 밖으로 드러나게 된 가장 주된 이유는 무엇일까요?	0.76
	11	보이지 않는 땅 속에 지층이 존재하는지 아닌지 선택하고, 그 이유를 옳게 설명한 것은 무엇일까요?	0.75
	12	지층의 보이지 않는 안쪽 면과 우리가 볼 수 있는 바깥쪽 면과의 차이는 무엇일까요?	0.75
	13	지층이 쌓인 시간과 쌓인 층의 두께와의 관계를 바르게 설명한 것은 무엇일까요?	0.84
	14	지층이 처음 쌓이기 시작했던 시점에서 시간이 흘러 지역의 자연 환경이 예전과 다르게 바뀌면 같은 장소의 지층에서 무엇을 발견할 수 있을까요?	0.75
	15	멀리 떨어진 두 지층을 비교할 때, 두 지층이 특정한 시대에 쌓인 동일 지층인지 알 수 있는 방법으로 가장 옳은 것은 무엇일까요?	0.87
	16	지층이 퇴적된 이후 지각 변동이 있었는지 알 수 있는 방법으로 가장 옳은 것은 무엇일까요?	0.84
평균			0.80

지층 관련 개념 문항은 '지층의 정의' 영역 4개, '지층의 생성' 영역 5개 그리고 '지층의 특징' 영역 7개로 구성하였다. <표 III-1>과 같이 하위 영역으로 세분화 한 이유는 초등과학 4학년 1학기 '지표의 변화', 4학년 2학기 '지층과 화석' 및 '화산과 지진' 단원을 통해서 학생들은 지층의 정의, 지층의 형성 과정 그리고 지층의 종류와 특징에 대해서 학습하며, 이로부터 지층이 쌓인 순서와 그 당시의 환경 등을 추리할 수 있는 영역으로 구분지어 초등학생들의 지층 개념을 파악하기 위함이다.

<표 III-2> ‘퇴적암’ 관련 개념 검사 문항

영역	문항 번호	문항 내용	문항 타당도
퇴적암의 생성	1	다음 중 퇴적암이 만들어지는 과정 중에서 필요한 조건이 아닌 것은 무엇일까요?	0.84
	2	다음 중 교결 작용으로 인해 생기는 결과로 가장 알맞은 것은 무엇일까요?	0.83
	3	다음 중 만들어지는 원인이 비슷한 암석끼리 짝지어진 것은 무엇일까요?	0.89
	4	퇴적물이 쌓여 퇴적암으로 만들어지는 시간은 수 십년이면 충분하다.	0.87
	5	바다 속에서도 퇴적암이 만들어진다.	0.91
	6	퇴적암은 화산활동을 통해 분출되는 마그마로부터 만들어질 수 있다.	0.90
퇴적암의 구분	7	다음 중 퇴적암의 종류를 구분할 수 있는 가장 주요한 요소는 무엇일까요?	0.81
	8	다음 중 이암과 셰일의 주요 구성 물질로 알맞게 짝지은 것은 무엇일까요?	0.86
	9	다음 중 석회암의 주요 구성 성분으로 알맞은 것은 무엇일까요?	0.90
	10	다음 중 석탄이 속하는 암석은 무엇일까요?	0.80
	11	다음 중 화석을 발견할 수 없는 암석은 무엇일까요?	0.93
	12	셰일에서는 얇은 층리가 관찰된다.	0.87
퇴적층	13	암석 표면의 줄무늬 유무를 통해 퇴적암과 다른 종류의 암석을 구분한다.	0.87
	14	지구 육지 표면에서 가장 많은 부분을 차지하는 암석은 무엇일까요?	0.90
	15	다음 중 퇴적층에서 층리가 생기는 이유가 아닌 것은 무엇일까요?	0.81
	16	퇴적층을 연구하면 지층의 생성 순서를 알 수 있다.	0.96
	17	퇴적층에서 층리면이 경사진 구조를 보고, 과거의 물의 흐름이나 바람의 방향을 알 수 있다.	0.93
	18	퇴적층은 과거에 만들어진 것이기 때문에 현재에는 더 이상 형태가 변하지 않는다.	0.86
퇴적 형태	주관식	강의 상류에서부터 하류까지 내려가면서 진흙, 모래, 자갈은 어떤 순서로 퇴적될까요?	0.93
평균			0.88

퇴적암 관련 개념 문항은 ‘퇴적암의 생성’ 6개, ‘퇴적암의 구분’ 7개, ‘퇴적층’ 5개, ‘퇴적 형태’ 1개 문항으로 이루어졌다. 문항을 <표 III-2>처럼 구성한 이유는 초등과학의 지질 관련 단원을 통해서 학생들은 퇴적암의 기본 개념을 이해하고, 그 특징에 따라 분류할 수 있으며, 관찰을 통해서 생성 과정을 추리할 수 있는 영역으로 분류하여 초등학생들의 퇴적암에 대한 개념 형성 정도를 파악하기 위함이다. 개방형 문항인 ‘퇴적형태’에 대해서는 이윤복(1993)의 연구를 참고하였다.

<표 III-3> ‘화석’ 관련 개념 검사 문항

영역	문항 번호	문항 내용	문항 타당도
화석에 대한 정의	1	석탄과 석유는 화석의 일종이다.	0.85
	2	얼음 속에서 나온 살아 있는 듯한 피부를 가진 매머드는 화석이다.	0.89
	3	이집트 피라미드 속에서 발견된 미라는 화석이 아니다.	0.87
	4	현재 살고 있는 고사리나 은행나무는 살아있는 화석이라고 할 수 있다.	0.88
	5	생물의 흔적만 남아 있어도 화석이 될 수 있다.	0.89
	6	석기 시대의 토기도 화석이다.	0.82
화석의 생성	7	생물체에 단단한 부분의 유무는 화석 형성에 영향을 주지 않는다.	0.87
	8	공룡 발자국은 공룡이 바위를 밟은 후에 생긴 것이다.	0.78
	9	물 속에서는 동물과 식물의 흔적이 지워질 수 있기 때문에 대부분의 화석은 육지에서만 생성된다.	0.84
	10	화석은 생성기간과 관계없이 만들어질 수 있다.	0.87
화석과 암석, 지층	11	화석은 퇴적암에서만 찾을 수 있다.	0.86
	12	1화석은 발견된 곳의 암석과 색깔이 같다.	0.78
	13	화석이 발견된 지층을 통해서 지층이 쌓인 순서를 알 수 있다.	0.87
	14	특정 화석을 통해 화석연료가 나오는 지층을 쉽게 찾을 수 있다.	0.85
화석에 대한 이해	15	바다생물 화석은 오늘날의 산에서는 발견되지 않는다.	0.87
	16	탄광에서도 화석을 관찰할 수 있다.	0.82
	17	현재 사막인 곳에서는 화석이 발견될 수 있다.	0.85
	18	공룡의 뼈와 발자국 화석을 통해 공룡의 피부색도 알 수 있다.	0.77
	19	화석을 통해 생물의 진화과정을 알 수 있다.	0.85
	20	수 만년 전의 대부분의 생물들은 화석으로 남아 있다.	0.84
평균			0.85

화석 관련 개념 검사 문항의 구성은 ‘화석에 대한 정의’ 6개, ‘화석의 생성’과 ‘화석과 암석, 지층’ 각 4개, ‘화석에 대한 이해’ 6개 문항으로 이루어졌다. <표 III-3>처럼 문항을 구성한 이유는 초등과학 4학년 2학기 ‘지층과 화석’ 단원에서 제시한 화석의 생성 과정, 의미, 일반적인 생각, 발견 장소, 및 이용되는 사례를 학습할 수 있는 영역으로 분류하여 초등학생들의 화석에 대한 개념 형성 정도를 파악하기 위함이다.

2) 개념 연구 대상

초등학생의 지층, 퇴적암 및 화석 개념의 연구 대상은 표 <III-4>와 같다.

<표 III-4> 개념 연구 대상

(단위 : 명)

개념	투입학교	5학년		6학년		총계
		남	여	남	여	
지층	도시형 학교(4곳)	90	73	84	76	323
	농촌형 학교(3곳)	54	52	54	53	213
	총계	144	125	138	129	536
퇴적암	도시형 학교(4곳)	87	77	84	80	328
	농촌형 학교(4곳)	80	82	86	80	328
	총계	167	159	170	160	656
화석	도시형 학교(1곳)	185		185		370
	농촌형 학교(4곳)	130		135		265
	총계	315		320		635

연구 대상은 제주도내 시 지역(도시형), 읍·면 지역(농촌형)를 무선 표집한 다음, 각 학교의 대표성을 고려하여 학년에 따라 1개 또는 2개 학급을 무작위로 추출하여 도시 학생과 농촌 학생, 5학년과 6학년 그리고 성별에 따른 개념 형성 정도를 적절히 비교할 수 있도록 하였다.

연구에 참여한 학생 수는 지층 개념 536명, 퇴적암 개념 656명 그리고 화석 개념 635명으로 4학년 때 지질 관련 단원을 이미 학습한 5, 6학년 학생들로 구성하였다.

다. STEAM 프로그램의 개발 과정

STEAM 프로그램은 크게 현장체험 및 실내학습으로 나누어 개발하였다.

1) 현장체험 STEAM 프로그램 개발의 중점 사항

본 프로그램을 초등학생을 대상으로 적용하여 학생들이 평소 관심이 없었던 제주도의 지질학적 가치에 대해서 흥미를 가지게 되고, 실제적인 체험학습을 통해 융합적 소양을 기를 수 있도록 하였다. 즉, 학생들은 인지적, 기능적, 정의적 영역에 대한 통합적인 목표 달성을 통해서 융합적 사고와 문제해결력을 배양할 수 있는 것이다. 현장체험 STEAM 프로그램의 구체적인 학습목표는 <표 III-5>와 같다.

<표 III-5> 현장체험 STEAM 프로그램의 학습목표

영역	학습목표
인지적 영역	<ol style="list-style-type: none"> 1. 지층, 퇴적암, 화석의 특징을 설명할 수 있다. 2. 지층, 퇴적암, 화석이 발견되는 지질 지역의 특징을 설명할 수 있다. 3. 지층, 퇴적암, 화석과 우리 생활과의 관계를 설명할 수 있다.
기능적 영역	<ol style="list-style-type: none"> 1. 지층, 퇴적암, 화석을 관찰하고 그 특징을 비교할 수 있다. 2. 지층, 퇴적암, 화석이 발견되는 지질 지역의 특징을 조사할 수 있다. 3. 지층, 퇴적암, 화석과 우리 생활과의 관계를 토의할 수 있다.
정의적 영역	<ol style="list-style-type: none"> 1. 호기심을 가지고 적극적으로 탐구하려는 자세를 가질 수 있다. 2. 지층, 퇴적암, 화석을 관찰할 때 주변 환경을 소중히 여기는 마음을 가질 수 있다. 3. 지층, 퇴적암, 화석 발견 지역을 지속적으로 보존하는 마음을 가질 수 있다.

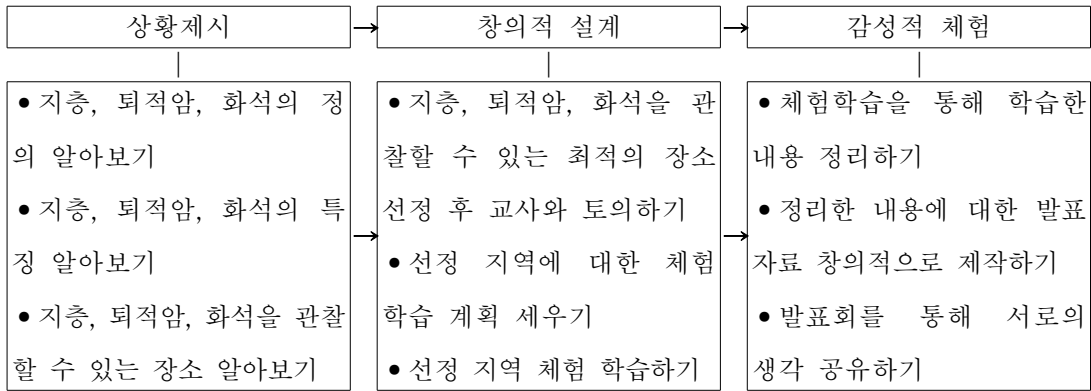
STEAM 프로그램을 학습한 학생들에게 <표 III-5>처럼 인지적, 기능적, 정의적 영역의 목표를 제시하여 활동을 통해서 달성할 수 있는 기준을 구체적으로 제시하였다. 활동에 대한 STEAM 요소는 <표 III-6>에 제시하였다.

<표 III-6> 현장체험 STEAM 프로그램의 요소별 주요 내용

STEAM요소	요소별 주요 내용
S	- 지층과 퇴적암, 화석에 대한 과학 개념 파악하기
T/E	- 지층과 퇴적암, 화석에 대한 나만의 발표방법 설계하기 - 지층과 퇴적암, 화석의 특징을 표현할 수 있는 창의적 산출물 제작하기
A	- 지층과 암석, 화석에 대한 체험 장소의 역사 및 문화적 가치 이해하기
M	- 지층과 퇴적암, 화석에 대한 수학적 원리 찾아보기 - 지층, 퇴적암, 화석에서 관찰할 수 있는 규칙성 찾아보기 - 현장체험 지역 간의 거리와 이동거리 계산해 보기 - 지층, 퇴적암, 화석을 기준별로 분류하기

모든 활동에 STEAM 요소를 다 적용할 수는 없지만 각 요소에 맞게 주요 내용을 배치하였고, 특히, 기술(T)과 공학(E) 요소는 초등교육과정에서는 구분하기에 어려움이 있기 때문에 함께 제시하였다.

그리고 STEAM 프로그램에 대한 구체적인 학습 준거는 [그림 III-3]에 제시하였다.



[그림 III-3] 현장체험 STEAM 프로그램의 학습 준거

상황제시 과정을 통해서 지층, 퇴적암, 화석에 관한 문제 상황 인식의 필요성을 느끼고, 창의적 설계 과정을 통해서 자기주도적으로 문제를 해결할 수 있는 방법을 창의적으로 생각하며, 감성적 체험 과정을 통해서 지층, 퇴적암, 화석과 관련된 문제를 해결하였다는 성공의 경험을 할 수 있도록 구성하였다.

2) 실내학습 STEAM 프로그램 개발의 중점 사항

지층과 화석 관련 실내학습 STEAM 프로그램의 학습을 통해 학생들은 인지적, 기능적, 정의적 영역에 대한 통합적인 목표 달성과 함께 융합적 사고와 창의적인 문제해결력을 배양할 수 있도록 하였다. 학습목표의 구체적인 내용은 <표 III-7>과 같다.

<표 III-7> 실내학습 STEAM 프로그램의 학습목표

영역	학습목표
인지적 영역	1. 지층과 화석의 정의와 특징을 설명할 수 있다. 2. 지층과 화석이 갖는 지질학적 의미에 대해서 설명할 수 있다.
기능적 영역	1. 지층과 화석을 관찰하고 그 특징을 비교할 수 있다. 2. 지층과 화석의 특징을 확인하는 융합 실험을 계획하고 수행할 수 있다.
정의적 영역	1. 우리 주변의 지층과 화석에 대하여 호기심을 가질 수 있다. 2. 지층과 화석을 계속해서 보존하려는 마음을 가질 수 있다.

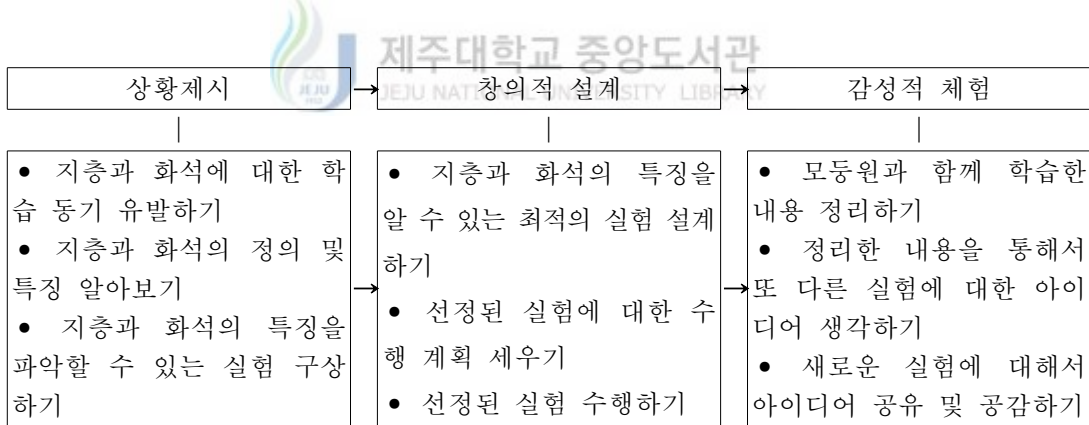
실내학습 STEAM 프로그램을 학습함으로써 학생들은 지층과 화석 관련 영역의 학습목표를 달성함으로써 융합인재교육의 목적에 부합할 수 있고, 자기주도적으로 학습 주제와 관련된 프로젝트를 수행할 수 있다. 주요 활동에 대한 STEAM 요소는 <표 III-8>에 제시하였다.

<표 III-8> 실내학습 STEAM 프로그램의 요소별 주요 내용

STEAM 요소	요소별 주요 내용
S	- 지층과 화석에 대한 과학 개념 이해 및 실험하기
T/E	- 지층과 화석에 관련된 융합 실험 설계하기 - 지층과 화석에 관련된 프로젝트 설계 및 수행하기
A	- 지층과 화석에 담긴 지구과학적인 역사적 가치 이해하기
M	- 지층과 화석에 담긴 수학적 원리 찾아보기 - 지층과 화석의 기준을 정해서 분류하기

STEAM 요소에 따라 주요 내용을 구성하여 각 차시의 구성에 맞게 학생들이 활동할 수 있도록 하여, ‘지층과 화석’이라는 주제에 대해서 학생들이 융합적인 관점에서 자유롭게 접근할 수 있도록 하였다.

그리고 STEAM 프로그램은 학생들이 창의적이고 자기주도적인 활동을 할 수 있도록 단계를 구성하였다. 이를 통해 학생들로 하여금 과학기술 분야에 대한 흥미와 동기를 부여하고, 지층과 화석에 대해 다양한 관점에서 이해하며, 실생활의 문제를 스스로 해결할 수 있는 능력을 배양하도록 하였다. 구체적인 학습 준거는 [그림 III-4]에 제시하였다.



[그림 III-4] 실내학습 STEAM 프로그램의 학습 준거

상황제시, 창의적 설계 그리고 감성적 체험을 통해서 학생들은 문제해결의 필요성을 구체적으로 느끼고, 스스로 문제를 해결할 수 있는 방법을 찾은 후에 새로운 문제에 흥미를 가지고 또다시 도전하도록 하여 궁극적으로 과학기술 분야에 대한 흥미 및 동기를 지속적으로 부여하고자 하였다.

본 STEAM 프로그램은 초등학교 3~6학년 다른 교과들에 과학교과의 ‘지층, 퇴적암 및 화석’을 연관시켜 지도할 수 있도록 구성하였으며, 구체적인 내용은 <표 III-9>에 제시하였다.

<표 III-9> 지질 관련 STEAM 프로그램과 다른 교과와의 연계

교과	학년	단원명	STEAM 관련 내용	STEAM 요소
과학	6	생태계와 환경	<ul style="list-style-type: none"> • 환경을 사랑하는 마음 갖기 • 환경을 깨끗하게 하는 방법 알기 	S, A
실과	5	정보기기과 사이버 공간	<ul style="list-style-type: none"> • 정보기기의 이용 방법 알기 • 사이버 공간에서의 예절 이해하기 	T/E
실과	6	인터넷과 정보	<ul style="list-style-type: none"> • 지층, 퇴적암, 화석에 대해서 자신이 필요한 정보 찾기 및 활용하기 • 문서 작성 응용 소프트웨어를 사용해 보고서 작성하기 • 프리젠테이션 프로그램을 사용하여 실험 수행을 위한 계획서 창의적으로 작성하기 	T/E
미술	3~4	관찰 표현	<ul style="list-style-type: none"> • 대상 관찰하여 표현하기 • 찰흙의 성질 탐색하고 작품 제작하기 • 표현된 작품에 대한 감상 관점 알기 	A
미술	5~6	관찰과 발견	<ul style="list-style-type: none"> • 자세히 관찰하여 표현하기 • 전체와 부분 관찰하기 • 부분을 확대하여 표현하기 	A
미술	5~6	다양한 표현	<ul style="list-style-type: none"> • 과장하고 변형하기 • 느낌이나 형태를 단순화하여 표현하기 	A
도덕	4	우리가 지키는 푸른 별	<ul style="list-style-type: none"> • 환경을 보호해야 하는 이유 알기 • 환경 보호 실천하기 	A
수학	4	규칙 찾기와 문제 해결	<ul style="list-style-type: none"> • 지층, 퇴적암, 화석에서 나타나는 규칙성 찾기 	M
수학	5	도형의 합동	<ul style="list-style-type: none"> • 합동인 도형의 성질 알아보기(퇴적암, 화석) • 합동인 도형 그리기(퇴적암, 화석) • 합동인 도형 찾아보기(퇴적암, 화석) 	M
		자료의 표현과 해석	<ul style="list-style-type: none"> • 그림그래프와 평균 알기 • 제시된 자료를 그래프로 나타내고 설명하기 	M
수학	6	여러 가지 입체도형	<ul style="list-style-type: none"> • 쌓기나무로 만든 입체도형을 보고 쌓기나무의 개수 구하기(지층) • 쌓기나무로 여러 가지 모양을 만들고 규칙 찾기(지층) • 쌓기나무로 만든 것의 위, 앞, 옆에서 본 모양 알기(지층) 	M
		비례식	비례식을 이용하여 문제 해결하기(크기)	M
		직육면체의 겹넓이와 부피	<ul style="list-style-type: none"> • 겹넓이 알아보기(지층) • 부피 비교하기(지층) 	M

STEAM 프로그램을 개발하면서 과학(S)교과를 중심으로 T/E(실과), A(미술, 도덕), M(수학)을 융합하면서 탐구, 실험 및 원리뿐만 아니라 설계, 제작 그리고 인문 영역까지 결합하여 융합인재교육이 가능하도록 구성하였다.

지도 시 유의할 점으로 교사는 조력자의 입장에서 학생들이 평소에 의문을 갖고 있는 친근한 상황을 제시하여 학생들 스스로 문제를 해결하도록 한다. 수업 분위기는 개방적이고 허용적으로 유지하고, 학생들이 다양한 관점에서 창의적인 사고를 할 수 있도록 하여, 산출물 발표 시 여러 가지 방법으로 접근할 수 있도록 한다. 이를 통해 학생들은 인지적, 기능적, 정의적 영역의 학습 목표를 달성할 수 있고, 통합적인 사고과정을 통해 창의적 관점에서 문제를 해결할 수 있으며, 환경을 아끼고 보호하려는 자세도 함양할 수 있다. 또한, 세계지질공원 제주도의 지층, 퇴적암 및 화석에 대한 관심을 통해 학교에서 현장체험 및 실내학습을 효과적으로 실시할 수 있는 계기가 될 수 있도록 하였다.

라. STEAM 프로그램 개발의 실제

현장체험 및 실내학습 STEAM 프로그램 개발을 위해 백윤수 등(2011)의 4C-STEAM과 권난주와 권혁재(2013)가 제시한 STEAM 수업전략을 참고하였다. 백윤수 등(2011)은 기존의 교과간의 내용적 융합 또는 통합적 접근과는 다르게 학생들의 창의적, 인성적 성향을 배양하기 위한 4C-STEAM을 제안하였다. 4C-STEAM은 지식 및 개념의 융합(Convergence), 창의성(Creativity), 소통(Communication) 그리고 배려(Caring)를 추구하는 교육이다. 또한, 권난주와 권혁재(2013)는 상황제시를 통해 문제를 자신의 것으로 인식하고, 창의적 설계과정을 통해서 문제를 자기주도적으로 해결하는 과정에 몰두하여 학생들이 성취의 기쁨을 느끼고 새로운 문제에 끊임없이 도전하는 선순환이 이루어지도록하기 위해서 감성적 체험을 포함한 수업전략을 수립한 것을 참고하였다.

현장체험 및 실내학습 STEAM 프로그램을 개발하기 위해서 선행 연구, 관련 도서 및 다양한 자료 등을 종합하여 조사하였으며, 김권숙과 최선영(2012)의 연구를 기반으로 교수·학습 과정안과 학생용 학습지를 제작하였다. STEAM 프로그램을 개발할 때 중요하게 생각했던 점은 첫째, STEAM 구성 요소 반영은 과학 교과에 기반을 두고 가능한 범위 내에서 다른 교과의 요소를 최대한 접근시켜 상호 융합하도록 하며, 교재 구성 방식은 과학적 원리와 지식을 바탕으로 학생들이 직접 체험하는 방식을 기본으로 하였다. 둘째, STEAM 프로그램 적용 시 발생하는 변인을 최대한 통제하기 위해서 실험 집단은 비교 집단과 동일한 주제로 프로그램을 운영하고, 비슷한 시기에 적용하였다. 셋째, STEAM 프로그램에 맞는 수행 학습 인원으로는 4인 모둠활동을 기본으로 하였다. 그 이유는 문대영(2008)의 연구에서 4인으로 구성된 모둠이

각 교과와 원리와 적용 방안에 대한 집단 사고, 의견 수립 및 협력적 실천 활동에 적합하다고 하였기 때문이다. 넷째, 아직까지 학생들이 STEAM 프로그램에 익숙하지 않기 때문에 STEAM에 대한 두려움과 거부감을 줄이기 위해 프로그램 적용 전에 학습 계획에 대한 안내를 하고, 융합적인 사고의 촉진을 위해서 교과를 분절하여 수업을 진행하지 않았다. 다섯째, 직접적인 야외 학습을 실시하여 학생들은 오감을 사용하여 탐구 활동을 진행하도록 하였고, 살아 있는 과학 원리를 스스로 익힐 수 있도록 하였다. 이 과정에서 학생들의 사고를 유연하게 하기 위한 교사의 구조적인 발문과 대답에 대한 개방적인 수용을 통하여 학생들 사이의 의견 교환이 활발하도록 하였고, 좀 더 창의적인 사고를 할 수 있는 환경을 조성하려고 하였다.

1차로 제작된 현장체험 STEAM 프로그램에 대해 위에서 제시한 전문가 집단의 자문을 받아 프로그램을 수정·보완하였다. 전문가 집단의 사전 검토를 바탕으로 STEAM 프로그램에 대한 다양한 의견을 수렴하고 계열성과 학습 요소를 고려하여 프로그램을 다시 수정·보완하여 11차시의 프로그램을 최종적으로 개발하였다. 현장체험 STEAM 프로그램의 주요 내용은 <표 III-10>에 제시하였다.

<표 III-10> 현장체험 STEAM 프로그램의 교수·학습 계획

단 계	차시 (시간)	학습주제	주요 내용 및 활동	융합 영역
상 황	1 (40분)	지층, 암석, 화석의 정의 및 특징 알아보기	-지층, 암석, 화석의 정의 알아보기 (S)	(S) (A) (M)
			-지층, 암석, 화석의 특징 알아보기 (S)	
제 시	2 (40분)	지층, 암석, 화석을 관찰할 수 있는 지역 알아보기	-제주도의 지질 지역 알아보기 (S)(A)	(S) (A) (M)
			-각 지역에서 관찰할 수 있는 지질 요소 파악하기 (S)(A)	
창 의 적 설 계	3 (40분)	지층, 암석, 화석을 관찰할 수 있는 최적의 장소 선정하기	-지층, 암석, 화석을 관찰할 수 있는 장소에 대한 장점과 단점 등에 대해서 정리하기 (S)(A)(M)	(S) (A) (M)
			-지층, 암석, 화석을 관찰할 수 있는 장소에 대해서 조사된 결과를 바탕으로 현장체험 하기에 최적의 장소 선정하기 (S)(A)	
4 (40분)	선정 지역에 대한 현장 체험 학습 계획 세우기	-선정된 장소에 대해서 교사와 적합성 파악하기 (S)	(S) (T) (E) (A) (M)	
		-선정 지역 현장체험학습 시 필요한 사항에 대해서 친구들과 과 의견 나누기 (S)(A)		
5~7 (120분)	선정 지역 체험	-현장체험학습 시 모듈별로 수행해야 할 조사 내용에 대한 계획 세우기 (S)(T)(E)(M)	(S) (A) (M)	
		-다양한 방법을 이용하여 현장체험학습 계획서 발표하기 (S)		
			-체험 지역의 지층, 암석, 화석 관찰하기 (S)(T)(E)(A)(M)	(S)

	학습하기	-모둠별로 조사한 내용에 대해서 살펴보고 통합 탐구의 필요성에 대해서 논의하기 (S A) -체험 지역 주변 환경 정화 활동하기 (A)	(T) (E) (A) (M)
8 (40분)	체험학습을 통해 학습한 내용 정리하기	-모둠별로 체험학습에 대한 느낀 점 공유하기 (S A) -체험 학습 장소에서 조사했던 내용을 창의적으로 정리하기 (S M)	(S) (A) (M)
9~10 (80분)	발표자료 창의적으로 제작하기	-체험학습 결과에 대한 발표자료 제작을 통해 얻을 수 있는 산출물의 중요성 파악하기 (S A) -모둠별로 지층, 암석, 화석에 대한 발표 자료 제작 계획하기 (S A) -발표자료 창의적으로 제작하기 (S T E A M)	(S) (T) (E) (A) (M)
11 (40분)	발표회를 통해 서로의 생각 공유하기	-발표회를 준비하면서 느낀 점 공유하기 (S A) -발표회를 통해 모둠별 조사 내용에 대해서 창의적으로 정리 및 발표하기 (S T E A M)	(S) (T) (E) (A) (M)

STEAM 프로그램을 개발할 때 활동 내용과 융합 영역이 조화를 이룰 수 있도록 하였다. 융합 영역의 S 영역은 지층, 암석, 화석의 정의 및 특징과 같은 과학적인 내용과 함께 거의 모든 활동에 포함되었고, T/E 영역은 초등교육과정에서는 구분하기가 모호한 부분이 많기 때문에 동시에 제시하였는데, 모둠별로 야외 학습을 구체적으로 설계하고 자료를 수집할 때 멀티미디어 기기를 효율적으로 사용하며, 발표 준비와 발표 시 체계적인 설계를 통해 활동을 하는 내용을 포함하고 있다. A 영역은 예술뿐만 아니라 인문·사회 영역까지 넓은 범위의 학문을 포함하고 있기 때문에, 본 연구에서는 지구과학적 역사의 중요성, 지질에 대한 학생들의 경험담, 지질에 대한 사회적 배경 그리고 주변의 환경 정화 활동에 대한 느낀 점을 공유하며, 발표 자료 제작을 위해 의견을 나누는 것까지 포괄적으로 구성하였다. M 영역은 화석의 크기 비교 및 분류하기, 지질 체험 장소까지의 최단 이동 거리, 제한된 체험 시간에 따른 효율적인 시간 운영 전략 등이 포함되었다.

현장체험 STEAM 프로그램은 총 11차시로 구성하였다. 1~2차시에서는 지층, 퇴적암, 화석의 정의 및 특징 등을 알아본 후, 2007 개정교육과정 초등과학의 내용을 바탕으로 제주도에서 지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있는 지역을 학생들과 함께 조사하였다. 3차시에서는 각 모듈에서 제시한 지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있는 장소의 장점과 단점을 살펴보고, '서귀포층'을 최적지로 함께 선정하였다. 4차시에서는 '서귀포층'에 대해 모둠별로 야외 체험학습 계획을 세우도록 하여, 조사할 내용을 주의 깊게 정하고 체험학습 이후에 결과를 어떤 형식의

로 발표할 것인가에 대해서도 생각하면서 활동하도록 하였다. 5~7차시는 약 120분 정도로 학생들이 실제로 ‘서귀포층’에서 현장체험학습을 실시하여 모듈별로 사전 계획된 내용을 바탕으로 조사하였으며, 현장에서의 중간 점검을 통해 체험 학습 전에 생각하지 못했던 탐구 내용에 대해서 의논해보고, 미흡한 내용을 다시 집중적으로 관찰할 수 있도록 하였다. 8차시에서는 체험 학습을 통해서 조사한 내용을 교실에서 모듈별로 정리하였고, 이를 통해 9~10차시에서 모듈별 발표 자료를 창의적으로 제작하였다. 이때, 융합 영역에 알맞게 다양한 발표 형식을 도입하여 뉴스, 기행문, 노래 가사 바꿔 부르기, 포스터 그리기, 파워포인트로 요약하기, 연극으로 표현하기 등 학생들이 선택할 수 있는 범위를 다양화시킴으로써 허용적인 분위기를 유도하였다. 11차시에서는 모듈별로 제작된 자료를 발표하여 STEAM 프로그램을 통해서 학습했던 내용들을 친구들과 함께 확인해보고 STEAM 프로그램에 참가했던 느낌도 공유하였다.

또한, 실내학습 STEAM 프로그램도 위에서 언급한 전문가 집단에게 검토를 의뢰하였다. STEAM 프로그램에 대한 의견을 수렴하고 학습 요소와 계열성을 고려하여 프로그램을 다시 보완하여 총 9차시의 프로그램을 최종적으로 개발하였다.

본 STEAM 프로그램을 통해 평소 관심이 적었던 지구과학 영역의 지질학적 가치에 대해서 학생들로 하여금 흥미를 갖도록 하고, 실내에서 할 수 있는 프로그램을 학습함으로써 융합적인 소양을 스스로 기를 수 있도록 구성하였다. 개발된 실내학습 STEAM 프로그램의 주요 내용은 <표 III-11>에 제시하였다.

<표 III-11> 실내학습 STEAM 프로그램의 교수·학습 계획

단 계	차시 (시간)	학습주제	주요 내용 및 활동	융합 영역
상 황	1 (40분)	지층과 화석의 정의 및 특징 알아보기	-지층과 화석의 정의 알아보기 (S A)	(S) (A) (M)
			-지층과 화석의 특징 알아보기 (S A)	
제 시	2 (40분)	지층과 화석의 특징을 파악할 수 있는 실험 구상하기	-지층과 화석 관련 기존의 실험 알아보기 (S A)	(S) (T) (E) (A)
			-기존 실험에 추가할 수 있는 융합 요소 파악 (S T E)	
창 의 적 설 계	3 (40분)	지층과 화석의 특징을 알 수 있는 최적의 실험 설계하기	-지층과 화석의 특징을 파악할 수 있는 다양한 실험에 대한 장점과 단점 정리하기 (S A M)	(S) (T) (E) (A) (M)
			-지층과 화석에 대해 조사된 실험을 바탕으로 융합적인 실험 설계하기 (S T E A)	
	4 (40분)	선정된 융합 실험에 대한 수행	-선정된 실험을 수행할 때 필요한 사항에 대해서 친구들과 의견 나누기 (S A)	(S) (T)

	계획 세우기	-실험 시 모듈별로 수행해야 할 내용에 대한 구체적인 계획 세우기 (S T E A) -다양한 방법을 이용하여 실험에 대한 계획서 발표하기 (S A)	(E) (A)
5~6 (80분)	선정된 실험 수행하기	-모듈별로 지층과 화석 중 선택한 실험 수행하기 (S T) (E A M) -모듈별로 실험한 내용에 대해서 살펴보고 추가 실험이 필요한 부분에 대해서 논의하기 (S A) -실험 후 정리정돈하기 (A)	(S) (T) (E) (A) (M)
7 (40분)	학습한 내용 정리하기	-모듈별로 실험 수행 후 느낀 점 공유하기 (S A) -실험을 통해 알게 된 내용을 다양한 방법으로 정리하기 (S A)	(S) (A)
감성 적 체 험 8 (40분)	정리한 내용에 또 다른 실험에 대한 아이디어 생각하기	-모듈별로 지층과 화석에 대한 또 다른 아이디어 생각하기 (S T E A) -모듈별 실험에 대한 융합 아이디어 발표하기 (S A)	(S) (T) (E) (A)
9 (40분)	융합 실험에 대한 아이디어 공유 및 공감하기	-새로운 융합 실험을 발표하면서 느낀 점 공유하기 (S A) -다른 모듈의 융합 아이디어에 대해 장점과 단점 살펴보기 (S A M) -지층과 화석에 대한 STEAM 프로그램을 학습한 후 느낀 점 발표하기 (S A)	(S) (A) (M)

실내학습 STEAM 프로그램은 총 9차시로 구성하였다. 1~2차시에서는 지층과 화석의 정의와 특징을 알아본 후, 2007 개정교육과정 초등과학의 내용을 바탕으로 지층과 화석의 특징을 파악할 수 있는 실험을 구상하였다. 3차시에서는 지층과 화석의 특징을 알 수 있는 최적의 실험을 설계하여, 4차시에서 선정된 융합 실험에 대해서 모듈별로 구체적인 수행 계획을 세웠다. 5~6차시에서는 학생들이 모듈별로 지층 또는 화석에 대한 융합 실험을 주도적으로 수행하고, 실험에 추가적으로 보완해야 할 사항에 대해서 모듈별로 의견을 교환하였다. 7차시에서는 모듈별로 수행한 실험에 대한 결과를 정리하고 느낀 점을 공유하도록 하였고, 8차시에서는 지층과 화석에 대한 또 다른 STEAM 실험을 생각해보고 탐구 과정을 작성하도록 하였다. 마지막 9차시에서는 모듈별로 생각한 새로운 STEAM 아이디어의 장점과 단점을 살펴보고, 본 프로그램을 학습한 느낀 점에 대해서 작성하고 발표하도록 하였다. 전체적으로 허용적인 학습 분위기를 조성하여 학생들이 편안한 상태에서 학습할 수 있도록 하였고, 교사는 학생들이 다양하고 창의적인 사고를 할 수 있도록 도와주는 역할을 하였다.

반면 비교 집단은 대부분 이론적인 내용으로 구성된 전통적 수업을 받았다. 지질 현상을 모형으로 관찰하면서 정의와 특징을 알아보고, 하위 종류에 대해서 분

류하면서 각 지질 요소들이 가지고 있는 지질학적 가치를 파악하였다. 하지만 설명 위주의 수업이 진행되었기 때문에 전반적으로 학생들이 수업에 집중하지 못하였고, 관심을 가지고 적극적으로 학습하려고 하는 학생도 상대적으로 적었다.

마. 실내학습 STEAM 프로그램의 실험 장치 고안

본 연구자가 새롭게 구안한 ‘지층’ 실험 장치는 아크릴 판으로 상자를 제작하여 그 속에 견과류의 층을 쌓고, 양 옆에서 힘을 주어 습곡 및 단층을 형성하는 원리이다. 학생들이 실험 장치를 제작하는 모습은 [그림 III-5]와 같다.



[그림 III-5] 지층 관련 실험 장치의 제작 과정

먼저 아크릴판과 접착제를 준비하여 직육면체 모양의 상자를 제작하였다. 이때, 견과류에 힘을 가할 수 있도록 좌·우 옆면은 고정시키지 않고 상자 안으로 움직일 수 있도록 하였으며, 아크릴 상자의 윗면은 개·폐가 가능하게 하여 실험 재료인 견과류 등을 넣을 수 있도록 하였다. 그리고 아크릴 상자 뒷면에는 습곡의 높이가 얼마만큼 올라갔는지 측정할 수 있도록, 전면 하단에는 양옆에서 얼마

만큼의 압력을 가하였는지 알 수 있도록 1cm 간격으로 눈금을 표시하였으며, [그림 III-5]에서 눈금이 있는 부분에 O 표시를 하였다. 구체적인 실험 장면은 [그림 III-6]과 같다.



[그림 III-6] 지층 관련 실험 장면

제작된 아크릴 상자 안에 견과류는 알갱이가 큰 순서대로 쌓았는데, 층리를 더 잘 표현하기 위해서 견과류 층마다 반죽된 밀가루를 펴서 구분하였다. 견과류 지층이 완성된 후에는 학생들이 양 옆에서 아크릴 판에 힘을 주어 견과류 지층이 휘어지는 현상을 관찰하도록 하였다. 지층 실험 장치를 제작하면서 학생들은 설계도 구상하기, 제작 순서 정하기(T/E), 설계도면 그리기(A), 재료의 비율 계산하기, 눈금 표시하기(M) 등의 활동을 통해서 자연스럽게 여러 교과와 내용을 학습하게 되는 것이다. 또한, 퇴적물로 이루어진 지층이 힘을 받아 습곡현상이 나타나는 것을 확인하면서 실내에서도 생생하게 지층의 형성 및 변화(S)에 대해 바르게 이해할 수 있도록 하였다. 그리고 구안된 실험 장치를 사용하여 지층이 형성된 모습은 [그림 III-7]과 같다.



[그림 III-7] 지층이 형성된 모습

본 연구에서 개발된 실험 장치를 통하여 2007 개정교육과정에 제시된 네 가지 종류의 지층을 재현해 볼 수 있다. 실험에 사용되는 견과류의 종류와 양 그리고 밀가루 반죽 정도에 따라서 지층의 모양이 다르게 형성되었다. 이를 통해서 학생들은 양옆에서 힘을 가하면 지층의 모양이 변하게 되고, 기울어지거나 휘어지거나 또는 끊어진다는 것을 이해하는데 도움이 된다.

바. STEAM 프로그램 적용

1) STEAM 프로그램 적용 대상

현장체험 및 실내학습 STEAM 프로그램의 연구 대상은 제주도내 J초등학교 6학년 4개 반이며 두 프로그램에 대하여 각각 다른 반을 택하여 비교 집단과 실험 집단으로 하였다. 구체적인 내용은 표 <III-12>와 같다.

<표 III-12> STEAM 프로그램의 연구 대상 (단위 : 명)

구분	집단	학급	학생 수	비고	
현장체험 STEAM	실험 집단	A	남 12	25	6학년 2개 반
			여 13		

프로그램	비교 집단	B	남 12	25	
			여 13		
	총계		남 24	50	
			여 26		
실내학습	실험 집단	C	남 12	25	
			여 13		
STEAM 프로그램	비교 집단	D	남 12	25	6학년 2개 반
			여 13		
	총계		남 24	50	
			여 26		

실험 집단과 비교 집단에는 STEAM 프로그램 이외의 다른 변인(수업 시수 및 진도, 교사변인, 실험환경 등)은 동일하게 유지하여 연구의 오차를 최소화 하였다. 비교 집단은 2007 개정교육과정 초등과학 4학년 2학기 ‘지층과 화석’ 단원을 토대로 수업을 진행하였고, 실험 집단은 개발된 STEAM 프로그램을 적용하였다.

비교 집단과 실험 집단은 동일한 교사가 수업을 진행했지만 비교 집단의 전통적 수업에서는 강의 위주의 수업을 진행하였고, 실험 집단의 STEAM 프로그램 적용 수업에서는 학생들의 창의적인 활동을 도와주는 조력자의 역할을 주로 하였다. 그리고 Dimitrov(1999)는 과학교육에서의 탐구 능력은 남학생이 여학생보다 뛰어나다고 하였으므로, 모둠을 구성할 때도 성 비율을 비슷하게 하여 6개 모둠으로 구성하였다.

본 연구에서 개발한 현장체험 및 실내학습 STEAM 프로그램의 효과를 알아보기 위하여 개념 검사 결과를 바탕으로 학업성취도 문항을 개발하였고, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도는 기존의 보고된 검사 도구를 선정하여 이용하였다.

2) 학업성취도 검사도구

현장체험 STEAM 프로그램에서 학업성취도 검사 도구는 지층, 화석 및 퇴적암에 대한 내용으로 지층은 7개의 객관식 문항, 화석은 7개의 진위형 문항 그리고 퇴적암은 진위형 7개 문항으로 총 21개의 문항으로 구성하였으며, 1문항에 1점씩 총 21점 만점으로 하였다. 그리고 실내학습 STEAM 프로그램의 지층과 화석에 대한 학업성취도 검사 도구에는 지층은 7개의 객관식 문항, 화석은 7개의 진위형 문항으로 총 14개의 문항으로 구성하였다.

3) 창의적 문제해결력 검사도구

창의적 문제해결력 검사도구는 최선영과 강호감(2006)이 개발한 과학 창의적 해결력 평가 척도표를 기초로 하여 이동규 등(2008)과 김지인(2011)이 개발한 검사도구를

활용하였다. 검사 영역은 크게 문제 정의하기와 문제 해결하기로 나눌 수 있고 다양한 문제 제안하기, 적절한 탐구문제 선택하기, 해결책 생각하기, 실험계획 세우기 그리고 해결방법 확인하기 등의 하위 영역으로 이루어져 있다. 1문항에 2점씩 10점 만점이지만 학생들의 변화를 좀 더 정확하게 알아보기 위해서 형식은 같지만 내용이 다른 검사지 2개를 적용하여 총 20점 만점으로 하였다.

4) 과학적 태도 검사도구

과학적 태도의 변화를 알아보기 위해 김효남 등(1998)이 개발한 초등학생을 위한 과학적 태도 측정도구를 사용하였다. 이 도구는 Likert 척도 방식으로 긍정적인 문항 18개와 부정적인 문항 3개로 총 21개의 문항으로 이루어져 있으며, 호기심, 개방성, 비판성, 협동성, 자진성, 끈기성 및 창의성의 항목으로 구성되어 있다. 측정도구의 신뢰도 Cronbach α 는 0.89이며, 과학적 태도 검사의 각 문항 당 1~5점으로 계산하여 최소 21점, 최대 105점이다.

5) 수업만족도 검사도구

수업만족도를 알아보기 위해서 김진수(2012)가 개발한 검사 도구를 변형하여 활용하였다. 검사 도구의 영역은 크게 감성적 체험, 내용적 융합, 창의적 설계 그리고 수업 만족도로 분류하여 각 영역별로 5개의 문항으로 구성되었다. 그리고 STEAM 프로그램을 수행하면서 좋았던 점과 아쉬웠던 점에 대해서 학생들이 다양한 의견을 개방형으로 작성할 수 있도록 추가 제시하였다.

사. 자료 분석

1) 개념 연구 분석

초등학생의 개념 검사 문항에 대한 이해 정도를 평정하기 위한 척도로 Marek (1986)의 과학 개념 검사 평정 척도를 활용하였다(표 III-13).

<표 III-13> 과학 개념 검사 평정 척도

평정 척도	평정기준
완전한 이해	학생의 진술이 개념을 올바르게 이해하고 있다.
불완전한 이해	학생의 진술이 개념을 완전 이해를 하고 있지는 않지만, 일부는 올바르게 이해하고 있다.
틀린 이해	학생의 진술이 어떤 과학 개념도 갖고 있지 않다.
무응답	학생의 응답이 '모르겠다.'이거나 응답하지 않은 경우

Marek(1986)의 분류 방법에 따라서 설문에 참여한 초등학생들의 응답 유형을 ‘완전한 이해’, ‘불완전한 이해’, ‘틀린 이해’, ‘무응답’ 4단계로 구분하였다. 비록 답지 선택에서 정답을 선택하였지만, 선택에 대한 이유를 바르게 작성하지 못한 응답도 ‘불완전한 이해’로 분류하였다. 또한, 각 개념의 개별 문항에 대한 초등학생들의 오답 원인을 정리하여 문항 제작에 참여하였던 전문가들과 함께 논의하였다.

지층, 퇴적암 및 화석 개념에 대해서 지역별, 학년별 그리고 성별에 대한 이해 수준의 차이를 파악하기 위하여 검사 문항별 정답은 1점, 오답은 0점으로 하여 t -검정을 실시하였고, 유의미한 차이는 $p < .05$ 로 하였다.

2) STEAM 연구 분석

현장체험 및 실내학습 STEAM 프로그램은 실험 집단과 비교 집단에서 얻은 사전·사후의 학업성취도, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도 검사에 대한 결과를 SPSS 통계 프로그램으로 t -검정을 실시하여 분석하였다. 그리고 실험 집단 학생만을 대상으로 실시한 수업만족도 검사는 Likert 척도를 통해서 검사 결과의 평균을 구하였으며, 만족도 검사의 주관식 문항에 대한 결과는 응답 빈도수의 비율로 계산하였고, 주요 응답은 정리하여 제시하였다.



IV. 연구 결과 및 논의

1. 지질 관련 단위 지역 자료 개발

제주도는 일반적으로 화산활동으로 형성된 섬이라는 인식이 강하기는 하지만 화산쇄설물의 퇴적작용 등으로 인해서 지층과 퇴적암을 발견할 수 있다. 또한 적지 않은 장소에서 화석도 관찰할 수 있기 때문에 야외학습장을 중심으로 관련 내용을 구체화하는 것이 요구된다. 제주도에서 2007 개정교육과정 초등과학의 지질 관련 단원과 관련하여 지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있는 장소와 그 중에서 현장체험학습을 하기에 적합한 장소를 조사한 결과는 다음과 같다.

가. ‘지층과 화석’ 단위 관련 장소

1) 지층을 관찰할 수 있는 장소

지층의 가장 큰 특징은 물이 흐르는 바다의 수평적 환경에서 각각의 퇴적물들이 하부로부터 순서대로 쌓여서 만들어지며, 이 과정은 지질학적인 시간을 요구한다는 것이다. 따라서 현재 기울었거나 휘어졌거나 어긋난 지층은 퇴적암으로 굳어진 이후 지층의 변동이 있었음을 알 수 있다. 현재 남아있는 지층의 모양으로 보아 지층은 수평 지층, 기울어진 지층, 휘어진 지층 그리고 끊어진 지층으로 구분할 수 있다. 그러나 교과서에 제시된 지층의 사진은 강원도 영월과 전라북도 부안 변산반도 등의 한반도를 근거로 제시되어 있는 것들이므로 제주도 지역의 초등학생들에게는 실질적인 야외학습을 전개하기 위해서는 매우 어려운 점이 있다.

조사 결과, 제주도에는 제주시 지역보다 서귀포시 지역에서 지층을 많이 관찰할 수 있었고, 위에서 제시한 지층을 관찰할 수 있는 장소는 당산봉, 송악산, 서건도, 서귀포층, 수월봉, 용머리해안, 신양리층, 사계리 해안, 일출봉, 도두봉 등이다. 각각의 지층에 대한 대표적인 장소의 예를 [그림 IV-1]에 제시하였다.



[그림 IV-1] 제주도에에서 관찰된 지층과 장소

초등과학 교과서에 제시되어 있는 네 종류의 지층 중 세 종류를 관찰할 수 있었고, 휘어진 지층은 본 연구에서는 발견할 수 없었다. 제주도에서 이를 관찰할 수 있는 구체적인 장소를 <표 IV-1>에 나타내었다.

<표 IV-1> 지층을 관찰할 수 있는 장소

지층의 종류	관찰할 수 있는 장소
수평 지층	당산봉, 수월봉, 송악산, 용머리 해안, 서귀포층, 신양리층, 일출봉, 사계리 해안, 도두봉 등
기울어진 지층	당산봉, 수월봉, 송악산, 서귀포층, 일출봉, 도두봉 등
휘어진 지층	-
끊어진 지층	당산봉, 서귀포층, 송악산, 일출봉, 도두봉 등

위에 제시한 것처럼 세 종류의 지층을 한 장소에서 모두 관찰할 수 있는 곳은 당산봉, 송악산, 일출봉, 서귀포층, 도두봉 등이다. 그러나 제주도에서 관찰할 수 있는 지층은 지질학적으로 최근에 형성된 것으로 내륙과는 달리 휘어진 지층인 습곡을 관찰할 수 있는 지역을 발견하지 못하였다. 각 장소의 지층에 대한 특징은 다음과 같다.

당산봉은 전체적으로 볼 때 동, 서 및 남쪽은 가파르며 퇴적암층이 드러나 있다. 당산봉에서 서쪽으로 700m 정도 가면 세계지질공원으로 지정된 수월봉을 만나게 되는데, 수월봉의 해안절벽을 따라 드러난 노두는 화산쇄설암에서 만들어질 수 있는 다양한 퇴적구조를 보여준다. 체험 학습 시 학생들이 당산봉부터 수월봉까지 자세하게 관찰하면 약 1시간 정도 소요되며, 이곳을 중심으로 지층과 관련된 체험 학습을 위한 자료 개발이 필요하다.

송악산과 일출봉은 과거 화산활동은 물론 전 세계 수성화산의 분출과 퇴적과정을 이해하는데 중요한 자료를 제공해주고 있다는 점에서 지질학적 가치가 있다. 또한 화성쇄설물의 퇴적 작용을 한 눈에 관찰할 수 있는 최적의 장소이다.

서귀포층은 우리나라에서 신생대 플라이스토세 초기의 해양퇴적층으로서 해안 절벽을 따라 길이 약 1km에 걸쳐 노출되어 있으며 주로 역질사암, 사암, 이암으로 이루어져 있다.

도두봉은 기생화산으로 화산재가 굳어져 형성된 응회암과 현무암으로 이루어졌다. 응회암은 응회구와 분석구가 북쪽 해안에 나타난다. 암질은 암갈색 내지 암적색을 띠며 풍화된 화산회와 다공질의 분석편과 현무암편으로 구성된다. 이곳에서는 다른 곳과는 달리 응회암 지층을 뚫고 나온 관입현무암을 볼 수 있다.

마지막으로 서건도의 북단과 바닷길은 응회암이며 독특한 지질 특성을 갖고 있기 때문에 자연학습장으로 활용이 가능하며, 교과서에 제시된 여러 가지 퇴적암도 함께 관찰할 수 있다. 하지만 섬이라는 지역적인 특수성이 있기 때문에 사전에 밀물과 썰물의 시간을 조사하여 체험 학습 계획을 수립해야 한다.

2) 퇴적암을 관찰할 수 있는 장소

2007 개정교육과정의 초등과학에 제시된 퇴적암은 이암, 세일, 사암, 역암, 석회암 등이다. 퇴적암을 학습할 때 흔히 교실에서 표본을 사용하지만, 권윤경과 김정률(2012)은 학교에 있는 암석 표본이 너무 오래되어 교육적 가치가 떨어질 뿐만 아니라, 제시된 정보에서도 많은 오류가 발견되었고, 암석 고유의 특징이 잘 나타나지 않아 학습 자료로 활용하기에는 다소 문제가 있다고 하였다. 이런 이유로 체험 현장에서 학생들이 오감을 사용하여 직접 퇴적암을 관찰한다면 더욱 효과적일 것이다.

본 연구에서는 초등과학에 제시된 다섯 종류의 암석 중에서 세일과 석회암을 제외한 세 종류의 퇴적암을 제주도에서 관찰할 수 있었으며, 각각의 암석에 대한 대표적인 장소를 <그림 IV-2>에 제시하였다.



이암 (서귀포층)

사암 (송악산)

역암 (신양리층)

[그림 IV-2] 제주도에서 관찰된 퇴적암과 장소

교과서에 제시된 퇴적암을 관찰할 수 있는 장소의 대부분은 서귀포시 지역이었으며, 이를 관찰할 수 있는 구체적인 장소를 <표 IV-2>에 나타내었다.

<표 IV-2> 퇴적암을 관찰할 수 있는 장소

퇴적암의 종류	관찰할 수 있는 장소
이암	수월봉, 서귀포층, 일출봉, 사계리 해안, 서건도 등
세일	-
사암	송악산, 서귀포층, 사계리 해안, 용머리 해안, 일출봉, 신양리층, 서건도 등
역암	당산봉, 수월봉, 송악산, 용머리 해안, 서귀포층, 일출봉, 신양리층, 도두봉, 외도 역암층, 화북 역암층, 서건도 등

위에 제시한 것처럼 세일과 석회암을 제외하고 다른 세 종류의 퇴적암을 한 장소에서 모두 관찰할 수 있는 곳은 서귀포층, 일출봉, 서건도이다. 따라서, 제주도에서 이 곳은 퇴적암에 대한 체험학습 장소로 적절한 곳으로 생각된다. 그러나 이 장소들은 서귀포시에 위치하고 있으므로 지리적으로 멀리 떨어진 곳의 학생들은 두 가지 종류의 퇴적암을 관찰할 수 있는 송악산, 수월봉, 사계리 해안도 체험 학습 장소로 권장할 만하다. 또한 학생들이 퇴적암을 실제로 관찰했을 때 특징을 바로 파악하기가 어렵기 때문에 사전에 퇴적암의 종류와 특징에 대한 충분한 학습이 동반되어야 하겠다. 왜냐하면 사전 학습을 통해 조사 과정에서 오류가 생겨도 학생들의 토의 과정을 거쳐서 수정될 수 있기 때문이다.

3) 화석을 관찰할 수 있는 장소

2007 개정교육과정의 초등과학에 제시된 화석은 물고기, 고사리, 단풍나무 잎, 암모나이트, 삼엽충, 상어 이빨, 매머드 그리고 호박 속의 곤충 화석 등이다. 화석은 멸종된 생물일지라도 현재에 와서 그 생물을 다시 만날 수 있다는 흥미로운 주제로 지질 시대에 생존했던 생물을 복원하고 이들의 생활을 통해 과거 환경을 유추할 수 있다는 점에서 오랫동안 호기심의 대상이 되어 왔다(황구근 등, 2009). 하지만 화석은 자연에서 학생들이 쉽게 경험할 수 없다는 한계를 갖고 있어 화석에 대한 대부분의 학습은 교과서에 제시된 삽화를 통해 이루어지고 있다(김선희, 2008). 이런 교육적 상황이기 때문에 초등학생들이 화석의 생성과 특징에 대해서 학습하기가 어렵고, 이에 대한 해결 방법으로 지속적인 현장체험학습의 실시 또는 교실에서도 화석에 대해서 구체적으로 학습할 수 있는 방법이 요구되고 있다.

본 연구에서는 제주도에서 험준한 장소를 제외하여 학생들이 비교적 접하기 쉬운 장소에 국한하였으며, 대표적인 장소를 [그림 IV-3]에 제시하였다.



갈대화석 (우도)



패류 화석 (신양리층)



패류화석 (서귀포층)

식물화석 (대정읍 알뜨르)

[그림 IV-3] 제주도에서 관찰된 화석과 장소

화석을 관찰할 수 있는 장소의 대부분은 제주도의 서귀포시 지역이었으며, 이를 관찰할 수 있는 구체적인 장소를 <표 IV-3>에 제시하였다.

<표 IV-3> 화석을 관찰할 수 있는 장소와 종류

장소	종류
우도	갈대 화석
사계리 해안	발자국(사람, 우족류), 패류, 게 화석 등
서귀포층	패류, 산호 화석 등
신양리층	패류 화석 등
대정읍 알뜨르	패류, 식물 화석 등

제주도에 있는 박물관에서도 여러 종류의 화석을 관찰할 수 있지만, 야외에서 직접 관찰할 수 있는 종류는 많은 편이 아니다.

사계리 해안의 일부 지역은 사람들의 출입을 통제하고 있었지만 다른 곳들은 자유롭게 관찰할 수 있었고, 서귀포층에서는 패류 화석의 관찰이 가장 용이하여 학생들의 현장체험 장소로서 적합하였다. 하지만 화석 발견 지역들이 최근 태풍 등의 영향으로 훼손되고 있어서 이에 대한 대책 마련이 시급한 실정이다.

또한, 학생들이 화석을 실제로 관찰했을 때 특징을 바로 찾기가 어렵기 때문에 사전에 현장체험 장소에서 관찰할 수 있는 화석의 종류와 발견 장소 등에 대해서 충분한 학습이 이루어져야 하겠다. 왜냐하면 사전 학습을 통해서 학생들이 화석에 대해서 좀 더 세밀하게 탐구하는 방법에 대해서 알 수 있기 때문이다.

나. 지질 관련 단원과 연계할 수 있는 현장체험학습 장소

2007 개정교육과정 초등과학에서의 지질 관련 단원에 대한 분석 내용은 <표 IV-4>와 같다.

<표 IV-4> 지질 관련 단원의 학습 내용

학년-학기-단원	지질 관련 학습 내용	야외학습 여부
4-1-2 지표의 변화	다양한 종류의 흙, 풍화작용에 의한 흙의 생성 과정, 지표의 변화, 물에 의한 지표의 변화(침식·운반·퇴적 작용), 강에 의한 지표의 변화, 바다에 의한 지표의 변화	○
4-2-2 지층과 화석	지층, 층리, 수평 지층, 수직으로 세워진 지층, 기울어진 지층, 휘어진 지층, 끊어진 지층, 퇴적암(이암, 셰일, 사암, 역암, 석회암), 화석(동물 화석, 식물 화석, 화석 연료, 공룡발자국화석)	○
4-2-4 화산과 지진	화산 활동으로 생긴 지형, 습곡, 단층	○

초등과학 4학년에 제시된 지질 관련 단원의 학습 내용을 정리하여 지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있는 지역 선정의 근거로 사용하였다. 선정된 제주도 지역 중에서도 초등학생들이 현장체험학습을 실시하기에 적합한 장소 네 곳의 지질현상을 <표 IV-5>에 제시하였다.



<표 IV-5> 현장체험학습 실시에 적합한 지역의 지질 현상

지질 현상	성산일출봉~신양리층	서귀포층	송악산 ~ 용머리해안	수월봉
식물에 의한 풍화	○	○	○	
바다에 의한 지표의 변화	○	○	○	○
지층	○	○	○	○
층리, 수평 지층	○	○	○	○
기울어진 지층	○	○	○	○
끊어진 지층(단층)	○	○	○	○
이암	○	○	○	○
사암	○	○	○	○
역암	○	○	○	○
동물 화석	○	○	○	
화산활동으로 생긴 지형	○		○	○


초등과학 4학년에 제시된 관련 차시들과 연관된 지질 현상을 바탕으로 성산일출봉~신양리층 구간, 서귀포층, 송악산~용머리해안 구간 그리고 수월봉을 현장

체험학습 최적의 장소로 선정하였다. 이곳에서는 바다에 의한 풍화, 여러 가지 모양의 지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있고, 화산활동으로 생긴 지형도 포함하고 있기 때문에 해당 지역에서 학생들이 지질 현상을 바르게 발견하고 관찰할 수 있는 능력을 지닌다면 교육과정에 제시된 내용들을 토대로 관련 단원의 학습 목표 달성에 유리할 것이다.

2007 개정교육과정 4학년 과학교과서의 삽화와 학습내용을 위에 제시한 네 곳의 지질 현상과 비교하여 [그림 IV-4]에서 [그림 IV-7]까지 제시하였다.

1) 성산일출봉~신양리층 구간

성산일출봉에서 신양리층까지의 지질 현상과 교과서의 내용을 비교하여 [그림 IV-4]에 제시하였다.

학년 학기	단원 차시	교과서 삽화 및 학습 내용		성산일출봉~신양리층의 지질 현상	
		교과서 삽화	학습 내용	관련 사진	설명
4-1	지표의 변화 (4/11)		식물에 의한 풍화 p.60-61		지층의 틈에 있는 나무 뿌리에 의한 암석의 풍화
4-1	지표의 변화 (10/11)		바다에 의한 지표의 변화 p.74-75		바다에 의한 지표의 변화 모습
4/2	지층과 화석 (1/10)		지층 p.54-55		지층의 모습
4/2	지층과 화석 (3/10)		기울어진 지층 p.58-59		기울어진 지층의 모습
4/2	지층과 화석 (3/10) 화산과 지진 (6/10)		끊어진 지층(단층) p.58-59 p.134-135		끊어진 지층의 모습

학년 학기	단원 차시	교과서 삽화 및 학습 내용		성산일출봉~신양리층의 지질 현상	
		교과서 삽화	학습 내용	관련 사진	설명
4/2	지층과 화석 (4~5/10)		이암 p.60-61 p.62-63		이암
			사암 p.60-61 p.62-63		사암
			역암 p.60-61 p.62-63		역암
4-2	지층과 화석 (6/10)		동물화석 p.68-69		패류 화석
					
4-2	화산과 지진 (5/10)		화산으로 생긴 지형 p.128-129		화산 지형

[그림 IV-4] 성산일출봉~신양리층 구간에 분포한 지질 현상과 교과서 비교













일출봉은 해저에서 수성화산분출에 의해 형성된 전형적인 응회구이다. 일출봉에서 동쪽으로 난 길을 따라 내려가다 보면 해안가로 내려갈 수 있고, 이곳에서는 ‘화쇄난류’ 현상에 의해 평행하거나 경사진 층리와 물결모양이나 U자형의 층리를 보이는 화산재층이 쌓였는데, 일출봉 응회구의 가장자리에서 이런 구조들을 관찰할 수 있다.

신양리층은 주로 현무암질역, 화산쇄설물 및 패각 편으로 이루어져 있으며, 주로 해안을 따라 발달하였고, 내륙 쪽은 사구에 의해 덮여 있어서 지층의 직접적

인 관찰은 어렵지만, 간조 시에는 드러난 모습을 관찰할 수 있기 때문에 체험 학습 시간대를 잘 조절해야 한다. 신양리층의 최하부는 평행층리를 보이는 사암층이 나타나며, 사암층 바로 위에 암흑색의 현무암 역암층이 나타난다. 암상의 두께는 북쪽으로 갈수록 두꺼워지며, 역의 크기 또한 북쪽으로 갈수록 커진다. 이 역들 사이에는 모래 정도 크기의 화산재와 꽤 각 쇄설물이 포함되어 있다. 신양리 해안가에서 볼 수 있는 사암은 따로 떼어져 나온 것이 아니고 층에서 그 흔적을 찾아볼 수 있었고, 층 곳곳에서 작은 모래입자의 알갱이를 관찰할 수 있었다.

2) 서귀포층

서귀포층의 지질 현상과 교과서의 내용을 비교하여 [그림 IV-5]에 제시하였다.

학년 학기	단원 차시	교과서 삽화 및 학습 내용		서귀포층의 지질 현상	
		교과서 삽화	학습 내용	관련 사진	설명
4-1	지표의 변화 (4/11)		식물에 의한 풍화 p.60-61		지층의 틈에서 자라고 있는 나무 뿌리에 의한 암석의 풍화
4-1	지표의 변화 (10/11)		바다에 의한 지표의 변화 p.74-75		바다에 의한 지표의 변화 모습
4/2	지층과 화석 (1/10)		지층 p.54-55		지층의 모습
	지층과 화석 (2/10)		층리 수평 지층 p.56-57		층리와 수평 지층의 모습
4/2	지층과 화석 (3/10)		기울어진 지층 p.58-59		기울어진 지층의 모습
4/2	지층과 화석 (3/10) 화산과 지진 (6/10)		끊어진 지층(단층) p.58-59 p.134-135		끊어진 지층의 모습

학년 학기	단원 차시	교과서 삽화 및 학습 내용		서귀포층의 지질 현상	
		교과서 삽화	학습 내용	관련 사진	설명
4/2	지층과 화석 (4~5/10)		이암 p.60-61 p.62-63		이암
			사암 p.60-61 p.62-63		사암
			역암 p.60-61 p.62-63		역암
4-2	지층과 화석 (6/10)	 	동물화석 p.68-69	 	패류 화석

[그림 IV-5] 서귀포층에 분포한 지질 현상과 교과서 비교

















해안과 직접 접해 있는 서귀포층의 화석과 지층으로부터 고환경을 분석한 결과, 이 층은 얇은 바다에서 따뜻한 해류가 지배적인 환경에서 퇴적된 것으로 추정되고 있다. 서귀포층의 지층에서 떨어져 나온 해안가의 암석에서 세 종류 퇴적암의 모습을 확인할 수 있었다. 특히, 사암은 패류화석과 함께 생생하게 관찰할 수 있었다.







그러나 서귀포층에는 절벽에서 떨어져 나온 부분에서 퇴적암과 화석을 근접해서 관찰할 수 있었지만 관리가 제대로 이루어지지 않았고, 과도에 의한 침식으로 계속적으로 훼손이 되고 있어서 천연기념물로 지정된 장소에 대한 근본적인 보호 대책이 필요하다.

3) 송악산~용머리 해안 구간

송악산과 용머리 해안 사이의 지질 현상과 교과서의 내용을 비교하여 [그림 IV

-6]에 제시하였다.

학년 학기	단원 차시	교과서 삽화 및 학습 내용		송악산~용머리 해안의 지질 현상	
		교과서 삽화	학습 내용	관련 사진	설명
4-1	지표의 변화 (4/11)		식물에 의한 풍화 p.60-61		나무뿌리 에 의한 풍화
4-1	지표의 변화 (10/11)		바다에 의한 지표의 변화 p.74-75		파도에 의한 지표의 변화
4/2	지층과 화석 (1/10)		지층 p.54-55		지층
4/2	지층과 화석 (2/10)		층리 수평 지층 p.56-57		층리와 수평 지층
4/2	지층과 화석 (3/10)		기울어진 지층 p.58-59		기울어진 지층의 모습
4/2	지층과 화석 (3/10) 화산과 지진 (6/10)		끊어진 지층(단층) p.58-59 p.134-135		끊어진 지층의 모습
4/2	지층과 화석 (4~5/10)		사암 p.60-61 p.62-63		사암
			역암 p.60-61 p.62-63		역암

학년 학기	단원 차시	교과서 삽화 및 학습 내용		송악산~용머리 해안의 지질 현상	
		교과서 삽화	학습 내용	관련 사진	설명
4-2	지층과 화석 (6/10)		동물 화석 p.68-69		발자국 화석 (사계리 해안)
					조개 화석 (용머리 해안)
4-2	화산과 지진 (5/10)		화산으로 생긴 지형 p.128-129		화산으로 생긴 지형






[그림 IV-6] 송악산~용머리 해안 구간에 분포한 지질 현상과 교과서 비교

송악산은 화산활동 시 화구에 물이 들어가서 뜨거운 마그마와 결합할 때 수증기를 대량으로 만들면서 고온의 마그마가 작은 조각처럼 쪼개져 층을 이루며 쌓인 응회암이 커다란 분화구인 응회환을 이룬 후 화구로 더 이상의 물이 유입되지 않자 지표 가까이에 있던 마그마가 공기와 섞이면서 부풀어 올라 지표 밖으로 나온 송이로 이루어진 분석구가 형성된 복합 형태를 띠고 있다. 절벽은 수천권의 책을 쌓아 올린 것처럼 층을 이루고 있어 지층 관련 체험학습을 하는데 적합한 장소라고 할 수 있고, 사암과 역암은 절벽 앞에 떨어져 나온 암석에서 관찰할 수 있다.

용머리 해안은 세계지질공원으로 지정될 만큼 중요한 장소로서 제주도에서 가장 오래된 화산체로서 한라산과 용암대지가 만들어지기 훨씬 이전에 남해 대륙붕에서 일어난 수성화산활동에 의해 만들어진 응회환이다. 그리고 근처의 사계리 해안 지역을 함께 묶어서 현장체험학습을 진행한다면 지질 단원 학습에 더 효율적일 것이다.

4) 수월봉

수월봉의 지질 현상과 교과서의 내용을 비교하여 [그림 IV-7]에 제시하였다.

학년 학기	단원 차시	교과서 삽화 및 학습 내용		수월봉의 지질 현상	
		교과서 삽화	학습 내용	관련 사진	설명
4-1	지표의 변화 (10/11)		바다에 의한 지표의 변화 p.74-75		파도에 의한 지표의 변화
4/2	지층과 화석 (1/10)		지층 p.54-55		지층
	지층과 화석 (2/10)		층리 수평 지층 p.56-57		층리 수평 지층
4/2	지층과 화석 (3/10)		기울어진 지층 p.58-59		기울 어진 지층
4/2	지층과 화석 (3/10) 화산과 지진 (6/10)		끊어진 지층(단층) p.58-59 p.134-135		끊어진 지층의 모습
4/2	지층과 화석 (4~5/10)		이암 p.60-61 p.62-63		이암
			역암 p.60-61 p.62-63		역암
4-2	화산과 지진 (5/10)		화산으로 생긴 지형 p.128-129		화산으로 생긴 지형모습

[그림 IV-7] 수월봉에 분포한 지질 현상과 교과서 비교

당산봉에서 해안을 따라 서쪽의 수월봉 방향으로 가다보면 다양한 지질구조를 관찰할 수 있다. 해안의 지층을 보면 진흙과 같이 작은 알갱이가 굳어진 이암과 함께 층을 이룬 역암을 볼 수 있다. 또한, 수월봉의 하부의 동굴에 물이 차 있는 것을 관찰할 수 있고, 동굴 벽 하단을 보면 진흙색을 띤 이암층을 볼 수 있다. 이는 학생들이 암석층이라는 개념을 이해하는 데 유용할 것이다.

또한, 수월봉의 해안절벽을 따라 드러난 노두는 화산재가 겹겹이 쌓여 만들어진 판상의 층리, 화산암괴가 낙하할 때 충격으로 내려앉은 층리 등의 구조를 자세히 볼 수 있다. 세계지질공원으로 지정된 수월봉 해안 절벽의 노두는 다른 어느 곳에서도 찾아보기 어려운 특징들이 있기 때문에 지질학적으로 큰 의미가 있다.

2. ‘지층과 화석’ 단원 관련 개념 검사 결과

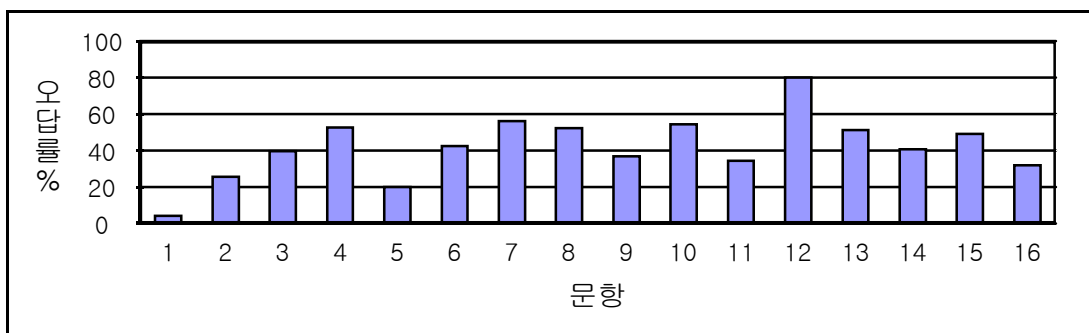
제주도에서 관찰할 수 있는 지질 자료와 ‘지층과 화석’ 단원의 분석 내용을 토대로 초등학생들이 이러한 개념에 대하여 얼마나 알고 있는지 알아보는 것은 중요한 일이며, 또한 STEAM 프로그램의 학업성취도 효과를 알아보기 위한 검사 문항으로서의 역할도 할 수 있는 개념 연구 결과는 다음과 같다.

가. 개념 검사 결과



1) 지층 개념

5학년 269명과 6학년 267명, 총 536명을 대상으로 지층 개념에 대한 검사를 실시하여 오답률을 [그림 IV-8]에 나타내었다.



[그림 IV-8] 지층에 대한 오답률

초등학생들의 지층과 관련된 전체 16개 문항에 대한 평균 오답률은 42.6%로 나타났다. 12번 ‘지층에서 보이지 않는 면과 보이는 면의 차이’에 대한 문항이 가

장 높은 오답율(80.6%)을 보였고, 1번 ‘지층의 개념’에 대한 문항이 가장 낮은 오답율(4.9%)을 보였다. 평균 이상의 오답률을 보인 문항은 ‘지층의 정의’ 1개, ‘지층의 생성’ 3개 그리고 ‘지층의 특징’ 4개 문항으로 총 8개 문항이다.

김윤정(2007)은 지구와 우주 영역이 우리가 생활하고 있는 지구가 연구 대상이기 때문에 직접 체험해보고 느껴보는 학습의 중요성이 강조되는 영역이라고 하였지만, 대부분의 학생들은 지구와 우주 영역이 암기 위주로 학습하는 영역이라고 인식하여 지루해하고 어려워한다고 하였다. 이런 이유 때문에 초등학생들에게 지층의 개념 이해는 현실적으로 쉽지 않다고 할 수 있고, 성유정(2013)은 학생들이 ‘지층과 화석’ 단원을 학습할 때 공간적·시간적인 제약이 많기 때문에 개념 형성에 어려움을 겪거나 오개념을 가지게 된다고 하였다. 본 연구 결과를 통해서도 초등학생들은 지층에 대해서 적지 않은 오개념을 가지고 있다는 것을 알 수 있다.

지층에 대한 초등학생의 응답을 각 영역별로 다음과 같이 분석하였다.

가) ‘지층의 정의’ 영역

‘지층의 정의’ 영역의 평균 오답률은 31.2%로 전체 문항의 오답률보다 낮았으며, 문항별로는 4개의 문항 중 2개 문항에서 이 영역의 평균 오답률보다 높았다. 구체적인 내용은 <표 IV-6>과 같다.

<표 IV-6> ‘지층의 정의’ 영역의 오답률

영역	문항	문항 내용	오답률(%)
지층의	4*	‘단층’의 의미를 바르게 설명한 것은 무엇일까요?	53.2
	3*	‘습곡’의 의미로 바른 것은 무엇일까요?	40.3
정의	2	‘층리’의 의미를 바르게 설명한 것은 무엇일까요?	26.3
	1	‘지층’에 대하여 바르게 설명한 것은 무엇일까요?	4.9
평균			31.2

* 평균 이상의 오답률을 보인 문항

평균 이상의 오답률을 나타낸 문항을 살펴보면, 4번 문항에서 학생들은 단층의 의미를 제대로 이해하지 못하는 것으로 파악되었다. 초등과학 4학년 2학기 ‘화산과 지진’ 단원을 살펴보면, 지층이 끊어져서 이동한 것이 ‘단층’이라고 제시되어 있다. 하지만 약 53%의 학생들은 단층을 ‘매우 단단한 지층’, ‘한 개로 이루어진 지층’, ‘낮은 곳에 있는 지층’ 그리고 ‘매우 짧은 지층’이라고 잘못 이해하고 있었으며, 이는 ‘단’이라는 용어에 대해서 학생들이 흔히 갖고 있는 ‘단단하거나 또는 짧다.’는 의미로 해석한 것으로 생각된다.

3번 문항에서 학생들은 습곡의 의미에 대해서 바르게 이해하지 못하고 있었다. 초등과학 4학년 2학기 ‘화산과 지진’ 단원을 살펴보면, 지층이 휘어진 것을 ‘습곡’

이라고 제시되어 있다. 하지만 약 40%의 학생들은 습곡을 ‘지층의 끝 부분’, ‘지층에서 물에 젖은 층리’, ‘지층에서 햇빛을 받지 못하는 습한 부분’ 그리고 ‘지층에서 물이 고여 있는 웅덩이’라고 잘못 이해하고 있었으며, 이는 단층과 마찬가지로 ‘습’이라는 용어에서 학생들은 ‘습하다 또는 젖어있다’는 의미로 해석한 것으로 보인다. 조희형(1984)은 학생들은 자신의 개념 구조를 통해서 사물을 관찰하고 문제를 생각하기 때문에 그 개념이 과학 개념과 다를 경우 사실을 왜곡하게 된다고 하였는데, 본 연구에서도 학생들이 갖고 있는 단어의 의미를 과학 개념에 잘못 적용하면서 오개념이 생긴 것으로 해석할 수 있다.

3번, 4번 문항과 관련하여 초등과학 4학년 2학기 ‘화산과 지진’ 단원에 ‘지층은 지구 내부에서 생기는 커다란 힘을 받으면 모양이 변하기도 하고 끊어지기도 한다. 이때, 지층이 끊어지면서 땅이 흔들리는 것을 지진이라고 한다.’고 제시되어 있다. 단층과 습곡 개념을 기본으로 ‘지진’이라는 현상을 학습하기 때문에 학생들의 개념 확장을 위해서라도 과학 개념을 갖고 있는 것은 매우 중요한 것이다.

역시 ‘지층과 화석’ 단원에 ‘암석은 자연의 고체 알갱이들이 모여 단단하게 굳어진 덩어리이고, 이러한 암석이 여러 층으로 쌓여 있는 것을 지층이라고 한다.’, ‘지층에 나타난 나란한 줄무늬를 층리라고 한다.’고 제시되어 있다. 이와 관련하여 1번 문항 ‘지층의 정의’, 2번 문항 ‘층리의 의미’에 대한 학생들의 개념 형성 정도를 알아본 결과, 각각 약 5%, 26%의 낮은 오답률을 보였으며, 이를 통해 학생들은 ‘지층과 층리’ 관련 개념을 대체적으로 이해하고 있다는 것을 알 수 있다. 그리고 정진우 등(2003)의 ‘4학년 학생들이 지층의 정의에 대해 실험반의 63%가 이해했다.’는 선행 연구와 비교해 볼 때, 초등학생들이 ‘지층의 정의’에 대한 이해 정도가 대체적으로 높다는 것을 알 수 있다.

나) ‘지층의 생성’ 영역

‘지층의 생성’ 영역의 평균 오답률은 42.1%로 이는 전체 문항의 오답률과 비슷하며, 문항별로는 5개 문항 중 3개의 문항에서 이 영역의 평균 오답률보다 높았다. 구체적인 내용은 <표 IV-7>과 같다.

<표 IV-7> ‘지층의 생성’ 영역의 오답률

영역	문항	문항 내용	오답률(%)
지층의 생성	7*	‘단층의 생성 과정’을 옳게 설명한 것은 무엇일까요?	56.7
	8*	습곡은 어떤 조건에서 만들어지는지 <u>가장</u> 옳게 설명한 것은 무엇일까요?	53.0
	6*	지층은 ‘상류’, ‘중류’, ‘하류’ 중 주로 어느 지역에서 생성되는지 선택하고, 그 이유를 옳게 설명한 것은 무엇일까요?	43.1
	9	시간이 지나면서 발생하는 지층의 변화 원인에 대한 설명으로 옳은 것은 무엇일까요?	37.3

5	지층이 생성되는 데 가장 중요한 역할을 하는 것은 무엇 일까요?	20.5
평균		42.1

* 평균 이상의 오답률을 보인 문항

평균 이상의 오답률을 나타낸 문항을 살펴보면, 7번 문항에서 단층의 생성 과정, 8번 문항에서 습곡이 생성되는 조건에 대해서 50% 이상의 학생들이 바르게 이해하지 못했다. 4학년 2학기 ‘화산과 지진’ 단원을 살펴보면, ‘지층은 아주 단단해 보이지만 지구 내부에서 생기는 커다란 힘을 받으면 모양이 변하기도 하고 끊어지기도 한다.’고 제시되어 있다. 하지만 약 56%의 학생들은 단층의 생성과정을 ‘지층이 쌓이는 과정에서 위에서 아래로 눌러서’, ‘풍화작용 때문에 지층이 침식되어’ 그리고 ‘지층이 만들어질 때 생긴 한 개의 층 또는 짧아지는 층’이라고 잘못 이해하고 있었다. 또한 53%의 학생들은 습곡이 생성되는 조건으로 ‘산사태의 발생’, ‘땅 속 용암의 뜨거운 열’, ‘강한 바람’ 그리고 ‘비가 많이 내려 고인 물’이라고 잘못 이해하고 있었다. 이에 대한 이유로 4학년 2학기 ‘화산과 지진’ 단원에 제시된 우드락 실험으로는 정단층, 역단층, 그리고 습곡의 물결 모양을 표현하기에는 무리가 있었고, 이는 ‘단층과 습곡’의 생성과 관련하여 학생들의 개념형성에도 큰 도움을 주지 못하는 것으로 보인다.

나진호 등(2005)은 오개념의 원인으로 과학교육과정에서 지층의 끊어짐을 실험할 때 스티로폼에서 미는 실험만 하고, 양쪽에서 당기는 실험은 하지 않았기 때문에 학생들이 양쪽에서 당기는 힘에 대한 이해가 부족한 것으로 보인다고 하였다. 또한, 정단층이 생기는 이유에 대해서 30% 이하의 정답률이 나타났기 때문에 초등학생들이 단층의 원인과 결과의 이해에 비교적 어려움을 느끼는 것으로 보인다고 하였다. 그리고 정진규와 박종호(2009)의 연구 결과에서도 학생들이 가지는 비과학적 개념으로 지층이 순서대로 쌓인다는 것은 알지만 위에서 아래로 쌓인다고 이해하거나, 단층과 습곡이 발생할 때 지구 내부의 어떤 힘이 작용한다는 것은 알고 있지만 방향에 관해서는 알지 못한다는 것과 본 연구는 유사한 결과를 나타낸다고 할 수 있다.

또한 나진호 등(2005)의 연구에서 약 78%의 학생들이 ‘지층의 양쪽에서 밀거나 잡아당기는 힘에 의해서 단층이 만들어진다.’고 답변(7번 문항)하였으며, 8번 문항과 관련해서는 약 56%의 학생들이 ‘지층의 양쪽에서 서로 미는 힘에 의해서 습곡이 만들어진다.’고 바르게 대답하였다. 이와 대조적으로 본 연구에서는 약 43%(7번 문항)와 47%(8번 문항)의 학생만이 정답을 선택하여 선행 연구의 결과와 차이가 있었다.

6번 문항에서 학생들은 지층이 생성되는 지역과 그 이유를 제대로 이해하지 못하고 있었다. 4학년 1학기 ‘지표의 변화’ 단원을 살펴보면, ‘강의 하류에서는 강

의 폭이 넓어지면서, 운반되어 온 흙과 모래가 쌓이는 퇴적 작용이 활발해진다.’고 제시되어 있다. 그리고 4학년 2학기 ‘지층과 화석’ 단원을 살펴보면, ‘퇴적물은 오랜 시간이 지나면 단단한 암석으로 변하면서 쌓인 암석을 퇴적암이라고 하고, 이러한 암석이 여러 층으로 쌓여 있는 것을 지층이라고 한다.’고 제시되어 있다. 하지만 약 43%의 학생들은 ‘지층이 주로 생성되는 지역을 상류와 중류로 혼동하고 있거나 하류라고 선택한 학생들도 물이 충분하고 바다와 연결되어 있기 때문’이라고 잘못 알고 있었다. 오답을 선택한 학생들은 전체적으로 지층의 생성을 화산과 관련지어 생각하거나 지구 내부의 열과 압력과 관련지어 생각하는 등의 오개념을 가지고 있었으며, 강의 위치에 따른 물의 빠르기, 암석의 크기 그리고 운반되고 퇴적되는 정도에 대해서도 제대로 이해하지 못하였다. 이와 관련하여 나진호 등(2005)의 연구에서는 약 46%의 학생들이 강의 하류에 지층이 만들어진다고 대답을 하였으나, 본 연구에서는 약 57%의 정답률을 나타냈다. 또한, 초등학교생들은 지층의 형성을 화산폭발과 관련하여 생각하는 경우와 지구내부에서 열과 압력을 받아서 지층이 형성되었다는 생각도 있다고 하였는데, 초등학교생들이 일상생활의 경험에서 화산에 대한 영상을 통해 화산분출물과 화산퇴적물을 쉽게 접하기 때문에 형성된 오개념으로 판단된다고 하였다.

5번과 9번 문항에 대한 오답률은 각각 약 20%, 37%로 학생들은 ‘지층 형성 시 중요한 과정’과 ‘지층의 변화 원인’에 대한 개념은 대체적으로 잘 이해하고 있었고, 이를 바탕으로 지층의 생성과 관련하여 ‘단층과 습곡의 생성’과 ‘퇴적물의 운반과 퇴적 작용’의 개념 형성 정도를 향상시킬 수 있는 방법을 강구해야 하겠다.

다) ‘지층의 특징’ 영역

‘지층의 특징’ 영역의 평균 오답률은 49.5%로 전체 문항의 오답률보다 높았으며, 문항별로는 7개의 문항 중 4개의 문항에서 이 영역의 평균 오답률보다 높았다. 구체적인 내용은 <표 IV-8>과 같다.

<표 IV-8> ‘지층의 특징’ 영역의 오답률

영역	문항	문항 내용	오답률(%)
지층의 특징	12*	지층의 보이지 않는 안쪽 면과 우리가 볼 수 있는 바깥쪽 면과의 차이는 무엇일까요?	80.6
	10*	지층의 모습이 밖으로 드러나게 된 가장 <u>주된</u> 이유는 무엇일까요?	55.2
	13*	지층이 쌓인 시간과 쌓인 층의 두께와의 관계를 바르게 설명한 것은 무엇일까요?	51.7
	15*	멀리 떨어진 두 지층을 비교할 때, 두 지층이 특정한 시대에 쌓인 동일 지층인지 알 수 있는 방법으로 <u>가장</u> 옳은 것은 무엇일까요?	49.8

	지층이 처음 쌓이기 시작했던 시점에서 시간이 흘러	
14	지역의 자연 환경이 예전과 다르게 바뀌면 같은 장소의 지층에서 무엇을 발견할 수 있을까요?	41.4
11	보이지 않는 땅 속에 지층이 존재하는지 아닌지 선택하고, 그 이유를 옳게 설명한 것은 무엇일까요?	35.1
16	지층이 퇴적된 이후 지각 변동이 있었는지 알 수 있는 방법으로 가장 옳은 것은 무엇일까요?	32.6
	평균	42.1

* 평균 이상의 오답률을 보인 문항

평균 이상의 오답률을 나타낸 문항을 살펴보면, 12번 문항에서 대부분의 학생들은 ‘지층의 보이지 않는 안쪽 면과 보이는 바깥쪽 면이 큰 차이가 없다.’는 것을 제대로 이해하지 못하였다. 4학년 2학기 ‘지층과 화석’ 단원을 살펴보면, 지층 모양 만들기 실험이 제시되어 있다. 겹쳐 있는 식빵을 플라스틱 칼을 이용하여 자른 후 식빵의 단면을 살펴보면 자르기 전과 큰 차이가 없다는 것을 알 수 있다. 하지만 약 80%의 학생들이 ‘지층의 안쪽 면에 더 많은 퇴적물이 있고 암석이 더 거칠다.’ 또는 ‘지층의 바깥쪽 면에 더 많은 화석과 층리가 있다.’고 잘못 이해하고 있었다. 물론 풍화 작용으로 인해서 지층 바깥 면이 훼손될 수는 있지만 근본적으로는 지층의 안쪽 면과 바깥쪽 면은 동일하다는 점은 교육 현장에서 강조해야 할 점이다.

10번 문항에서 학생들은 지층의 노두가 발달되는 주된 원인에 대해서 바르게 이해하지 못하였다. 4학년 2학기 ‘지층과 화석’ 단원에 ‘지구 내부에서 힘을 받아 지층의 모양이 변하기도 한다.’라는 내용이 제시되어 있고, 이를 통해 ‘지각의 변동’과 ‘지층의 노두 발달’을 연결시킬 수 있어야 하겠지만, 약 55%의 학생들이 노두의 주된 발달 원인으로 원래부터 노두가 발달되었거나 화산폭발, 침식작용 그리고 퇴적작용이라고 잘못 알고 있었다. 물론 제시된 원인들이 노두의 발달에 영향을 전혀 미치지 않는 것은 아니지만 지각 변동으로 인한 융기를 통해서 지층의 노두가 가장 잘 드러나게 된다는 것을 학생들에게 강조할 필요가 있다.

13번 문항에서 학생들은 지층이 쌓이는 시간과 지층의 두께와의 관계를 제대로 이해하지 못하였다. 4학년 2학기 ‘지층과 화석’ 단원을 살펴보면, ‘지층은 암석이 여러 겹의 층으로 쌓인 것으로, 아래에서부터 수평으로 쌓이지만 오랜 시간이 지나면서 지구 내부에서 여러 가지 힘을 받아 지층의 모양이 변하기도 한다.’고 제시되어 있다. 즉, 외부의 힘이 작용하지 않는 한 지층은 쌓이는 시간이 길수록 두께는 두꺼워지는 것이다. 하지만 약 51%의 학생들은 지층의 쌓이는 시간이 길수록 침식 작용으로 인해서 두께가 더 얇아지거나 시간과는 관계가 없이 퇴적물의 양 또는 생물의 흔적에 따라서 달라진다는 오개념을 갖고 있었다. 물론 예외적으로 짧은 시간에 많은 퇴적물이 한꺼번에 쌓여 지층이 두꺼워지는 경우도 있

을 수 있겠지만 이는 천재지변과 같이 확률적으로 아주 희박한 경우이고, 학교 교육은 보편적인 과학 개념을 학습하는 것이기 때문에 학생 지도 시 참고해야 하겠다.

마지막으로 15번 문항에서 학생들은 두 지층이 같은 시대에 쌓인 동일한 지층인지 알 수 있는 방법에 대해서 바르게 이해하지 못하고 있었다. 모든 지층은 생성 시기에 따라서 포함되는 화석의 종류가 다르기 때문에 ‘멀리 떨어진 지역 간의 지층에서 같은 종류의 화석이 산출되면 서로 같은 시기에 생성된 지층’이라는 동물군 천이의 법칙을 이해해야 한다. 그리고 4학년 2학기 ‘지층과 화석’ 단원을 살펴보면, ‘화석을 통하여 생물이 살았던 시기와 그 지역의 환경도 짐작할 수 있으며, 멀리 떨어져 있는 지층을 서로 비교할 수 있다.’고 제시되어 있다. 하지만 약 50%의 학생들은 ‘멀리 떨어진 지층이 같은 시대에 쌓인 지층인지 알 수 있는 방법이 없다.’고 하거나 ‘지층의 침식 정도’, ‘층리의 개수’ 그리고 ‘지층의 두께’를 통해서 동일 지층을 구분할 수 있다는 오개념을 가지고 있었다.

오치윤(1993)은 학생들이 퇴적물의 운반과 지층의 생성과 같은 과정들을 이해하는 데에는 상당히 추상적인 사고가 필요하기 때문에, 구체적인 체험을 할 수 있는 예시나 상황을 더 많이 제시해주어야 한다고 하였다. 나진호 등(2005)은 지층이 화산 활동으로 형성되는 경우, ‘지층의 습곡은 위에서 누르는 힘 때문에 생긴다.’는 오개념이 있다고 하였고, TV 등의 영상 매체가 견고한 오개념을 형성하는데 역할을 한다고 하였다. 즉, 최근 대중매체의 영향이 지대하여 학생 스스로 개념을 구성해 가는 과정에서 오개념이 형성될 수 있음을 시사하기 때문에 이에 대해서 교육 현장에서의 대책이 필요하다.

라) 지역에 따른 지층 개념 형성 정도

도시 지역 학생 323명과 농촌 지역 학생 213명의 각 영역에 대한 지층 개념의 형성 정도의 차이를 <표 IV-9>에 제시하였다.

<표 IV-9> 지층 영역에 대한 지역 간 차이

영역	지역	N	M	SD	t	p
전체	도시	323	.59	.513	3.131	.002*
	농촌	213	.55	.497		
지층의 정의	도시	323	.71	.455	2.341	.019*
	농촌	213	.66	.474		
지층의 생성	도시	323	.60	.555	1.950	.051
	농촌	213	.56	.497		
지층의 특징	도시	323	.51	.500	1.405	.160
	농촌	213	.49	.500		

*p<.05

전체 문항과 ‘지층의 정의’ 영역에서 농촌 지역 학생들이 도시 지역 학생보다 유의미한 수준에서 낮은 정답률을 나타냈다. 홍승호와 고효림(2009)은 자신이 살고 있는 환경은 과학 개념 형성에 영향을 미칠 수도 있다고 하였으며, 도시 학생들이 농촌 학생보다 일부 문항에서 정답률이 유의미하게 낮게 나타났다고 하였다. 하지만 농촌 학생들이 도시 학생보다 자연 환경과 접할 기회가 많아 지층에 대해 과학 개념을 가지고 있을 것이라는 일반적인 예상과는 달리 본 연구에서는 ‘지층의 정의’ 영역 및 전체에 대한 정답률이 농촌 학생들이 낮은 이유로 도시와 농촌 간에 심해지고 있는 학력차가 주요 원인이라고 생각된다. 그리고 다른 2개 영역에서 유의미한 차이가 발생하지 않은 이유는 연구 대상이 6학년이기 때문에 ‘지층의 생성’과 ‘지층의 특징’ 영역에서는 거주지별 경험과 환경의 차이보다는 학생들의 인지 발달이 비슷한 시기이고 검사 내용에 비가시적인 내용이 적었기 때문이다. 그러나 ‘지층의 정의’ 영역은 추상적인 설명위주로 제시되었기 때문에 거주지별 학생의 경험과 환경의 차이로 인한 과학 개념의 불확실한 이해를 통해서 사전에 알고 있는 개념으로 검사에 임해서 유의미한 차이가 나타났다. 송해선(2002)도 지층에 대한 초등학생들의 이해도는 도시 지역의 학생들이 농촌 지역의 학생보다 높다고 하였고, 반면 흥미도는 농촌 지역의 학생이 도시 지역의 학생보다 더 높다고 하였다. 비록 도시 지역과 농촌 지역 학생들 사이에 다양한 변인들이 존재하지만 절대적으로 구분할 수는 없기 때문에 연구 주제에 따라서 다른 결과가 나올 수 있음을 부인할 수는 없다.

마) 학년에 따른 지층 개념 형성 정도

초등학교 5학년 269명과 6학년 267명의 지층 개념의 형성 정도에 대한 학년 간 차이를 <표 IV-10>에 제시하였다.

<표 IV-10> 지층 영역에 대한 학년 간 차이

영역	학년	N	M	SD	t	p
전체	5	269	.61	.514	6.222	.000*
	6	267	.54	.498		
지층의 정의	5	269	.76	.430	6.807	.000*
	6	267	.62	.485		
지층의 생성	5	269	.61	.565	2.872	.004*
	6	267	.55	.497		
지층의 특징	5	269	.52	.500	2.219	.027*
	6	267	.49	.500		

* $p < .05$

전체 문항 및 모든 하위 영역에서도 6학년이 5학년보다 지층에 대한 개념 형성 정도가 유의미한 수준에서 낮았다. 예상과는 달리 6학년의 정답률이 낮은 이유는 4학년 과정에서 학습한 ‘지층과 화석’ 단원의 내용이 시간이 지남에 따라 잊혀지는 정도가 다르기 때문이라고 분석된다. 즉, 초등 과학에서는 지층에 대해서 4학년 ‘지표의 변화’, ‘지층과 화석’ 및 ‘화산과 지진’ 단원에서만 학습하기 때문에 학년이 올라갈수록 개념의 혼동을 초래하는 것이다. 이러한 이유 때문에 5학년 또는 6학년 교육과정에서도 ‘지질 영역’의 학습이 필요하다고 할 수 있다. 그러나 김효석(2003)의 연구에서 지각 변동에 대한 개념은 5학년보다 6학년의 과학 개념 수준이 높다는 결과와는 일치하지 않았다. 그 이유는 선행 연구가 이루어진 당시에는 초등과학 5학년 2학기에는 ‘화산과 암석’, 6학년 1학기에는 ‘지진’ 단원이 편성되어 있어 학생들이 지질 영역에 대해서 지속적으로 학습할 수 있었기 때문이라고 여겨진다.

바) 성별에 따른 지층 개념 형성 정도

초등학교 남학생 282명과 여학생 254명의 지층 개념의 형성 정도에 대한 성별 간 차이를 <표 IV-11>에 제시하였다.

<표 IV-11> 지층 영역에 대한 성별 간 차이

영역	성별	N	M	SD	t	p
전체	남	282	.57	.496	-1.698	.090
	여	254	.58	.520		
지층의 정의	남	282	.68	.466	-.798	.425
	여	254	.70	.460		
지층의 생성	남	282	.58	.494	-.455	.649
	여	254	.59	.574		
지층의 특징	남	282	.49	.500	-1.635	.102
	여	254	.52	.500		

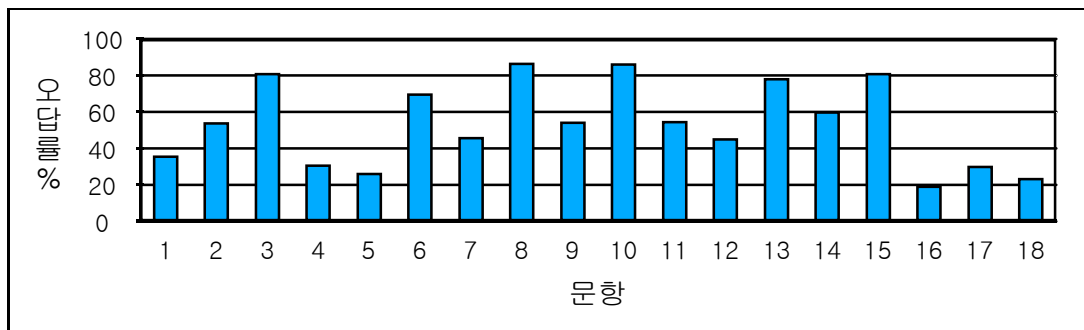
전체 문항 및 모든 하위 영역에서 남학생과 여학생 사이에서 유의미한 수준의 차이를 보이지 않았다. 이를 통해 성별 간에는 지층 개념에 대한 차이가 거의 없다는 것을 알 수 있다. 본 연구의 결과는 김효석(2003)의 지진, 화산, 단층과 습곡의 개념에 관한 연구에서도 성별 간에 개념 형성수준에서 유의미한 차이가 없었다는 연구 결과와 일치하였다. 반면에 송혜선(2002)은 지층에 대해서 남학생보다 여학생의 이해도가 높다고 하였고, 흥미도는 여학생보다 남학생이 더 높다고 한 연구와는 일치하지 않았다. 이는 성별에 따라서 그들의 관심 분야, 흥미도 그

리고 과학 태도 등이 복합적으로 작용하였기 때문이라고 생각된다. 따라서 본 연구에서 성별에 따른 지층 개념의 형성 정도에 대한 차이는 지구과학의 흥미도와 상관관계가 있는지 여부를 후속 연구를 통해서 조사해 볼 필요가 있다. 또한, 송해선(2002)은 지층의 이해도 면에서는 학습 환경이 더 좋거나 학습 경험이 있는 학생들이 더 잘 이해한다고 하였고, 지층의 흥미도 면에서는 학습 환경이 좋지 못한 학생들과 학습 경험이 있는 학생들이 더 높았으며, 전체적으로 학생들의 이해도와 흥미도에서 미약하나마 상관관계가 있다고 하였다. 이런 이유 때문에 후속 연구에서 성별뿐만 아니라 학습 환경과 학습 경험까지도 함께 고려한다면 더욱 의미 있는 결과를 얻을 수 있을 것이다.

학생들에게 오개념이 형성되는 가장 큰 원인은 감각 경험과 관찰에 의한 물리적 환경이 주류를 이루고 있고, 그 다음으로 교육 활동과 관련된 인적 요소와 교과서 및 수업 매체 등과 같은 물적 요소에 의한 교육적 환경들이 영향을 주는 것이다(최영재 등, 2001). 본 연구와 선행 연구의 결과를 바탕으로 우리는 초등학교 학생들이 지층에 대한 과학 개념을 가질 수 있도록 오개념의 유형과 원인을 파악하고 앞으로의 교수·학습 방법을 개선하여 과학교육과정에 오개념 교정에 대한 내용을 추가하는 등의 적극적인 노력을 해야 할 것이다.

2) 퇴적암 개념

5학년 326명과 6학년 330명, 총 656명을 대상으로 퇴적암과 관련된 오답률을 [그림 IV-9]에 나타내었다.



[그림 IV-9] 퇴적암에 대한 오답률

초등학생들의 퇴적암과 관련된 문항의 평균 오답률은 53.8%로 높게 나타났다. 권윤경과 김정률(2012)은 암석의 생성과 같은 자연적인 내용은 아동들이 흥미를 느끼고 있지만, 공간적 개념을 형성하거나 여러 가지 암석의 특징을 찾아 구별해 내는 능력은 부족하다고 하였다. 8번 문항 ‘이암과 셰일의 주요 구성 물질로 알맞게 짝지은 것은 무엇일까요?’는 가장 높은 오답률(87.0%)을 보였고, 16번 문항

‘퇴적층을 연구하면 지층의 생성 순서를 알 수 있다.’는 가장 낮은 오답률(19.7%)을 보였다. 평균 이상의 오답률을 보인 문항은 ‘퇴적암의 생성’ 3개, ‘퇴적암의 구분’ 5개 그리고 ‘퇴적층’ 2개 문항으로 총 10개 문항이었다.

서동욱(2004)은 야외 지질학습장의 퇴적암과 지질 구조에 대한 초등학생들의 관찰 및 가설 분석에 관한 연구에서 학생들은 암석이나 지질 구조에 대해서 많은 오개념을 가지고 있다고 하였다. 이는 초등학생들이 퇴적암에 대해서 다양한 오개념을 가지고 있음을 암시한다고 할 수 있다.

다음은 초등학생들의 퇴적암 개념에 대해서 영역별로 오답률이 높은 순서로 분석하였다.

가) ‘퇴적암의 생성’ 영역

‘퇴적암의 생성’ 문항들에 대한 평균 오답률은 50.0%로 전체 문항의 오답률보다 낮았으며, 문항별로는 6개의 문항 중 3개 문항에서 영역의 평균 오답률보다 높았다. 구체적 내용은 <표 IV-12>와 같다.

<표 IV-12> ‘퇴적암의 생성’ 영역의 오답률

영역	문항	문항 내용	오답률(%)
퇴 적 암 의 생 성	3*	다음 중 만들어지는 원인이 비슷한 암석끼리 짝지어진 것은 무엇일까요?	81.3
	6*	퇴적암은 화산활동을 통해 분출되는 마그마로부터 만들어질 수 있다.	70.3
	2*	다음 중 교결 작용으로 인해 생기는 결과로 가장 알맞은 것은 무엇일까요?	54.3
	1	다음 중 퇴적암이 만들어지는 과정 중에서 필요한 조건이 아닌 것은 무엇일까요?	36.0
	4	퇴적물이 쌓여 퇴적암으로 만들어지는 시간은 수 십년이면 충분하다.	31.1
	5	바다 속에서도 퇴적암이 만들어진다.	26.7
평균			50.0

* 평균 이상의 오답률을 보인 문항

평균 이상의 오답률을 나타낸 문항을 살펴보면, 3번 문항에서 학생들은 ‘암석의 생성원인’을 제대로 이해하지 못하는 것으로 보인다. 역암과 석회암은 퇴적암으로 생성 원인이 비슷하지만 변성암 및 화강암과는 원인 자체가 다르다. 변성암은 높은 온도와 압력을 받아 변화되었고, 화강암은 뜨거운 마그마가 식어 만들어진 암석인 것이다. 이렇게 생성 원인이 다른 암석들이지만 학생들은 암석의 명칭과 생성원인에 대한 이해가 낮아 오답률이 높게 나타난 것 같다.

6번 문항에서 학생들은 '퇴적암이 화산활동 시 분출되는 마그마로 생성될 수 있다.'는 오개념을 갖고 있었다. 그 이유로 '마그마가 굳어서 퇴적되면 퇴적암이 될 수 있다.', '화산활동을 통해 퇴적암이 생성될 수 있다.' 등의 답변으로 보아 퇴적과정에 대한 학생들의 이해가 부족하고, 뜨거운 열이 암석을 변성시킬 수 있다는 것을 이해하지 못했기 때문이라고 할 수 있다.

2번 문항에서 학생들은 퇴적물 사이의 비어있는 공간을 메우는 작용인 '교결 작용'을 제대로 이해하지 못하고 있었다. 퇴적암은 단순히 쌓이면 생성되는 것이 아니고, 오랜 시간 동안 입자가 다져지는 작용과 교결 작용을 함께 받아야만 생성되는 것이다. 하지만, 학생들은 다지는 작용에 대해서는 바르게 이해하고 있었지만 초등 과정에서는 퇴적물 입자 사이의 공극을 채워주는 교결작용에 대해서는 자세히 설명하지 않기 때문에 오답률이 높게 나타난 것 같다.

나) '퇴적암의 구분' 영역

'퇴적암의 구분' 문항들에 대한 평균 오답률은 64.8%로 전체 문항의 오답률보다 높았으며, 문항별로는 7개의 문항 중 3개의 문항에서 영역의 평균 오답률보다 높았다. 구체적 내용은 <표 IV-13>과 같다.

<표 IV-13> '퇴적암의 구분' 영역의 오답률

영역	문항	문항 내용	오답률(%)
퇴 적 암 의 구 분	8*	다음 중 이암과 셰일의 주요 구성 물질로 알맞게 짝지은 것은 무엇일까요?	87.0
	10*	다음 중 석탄이 속하는 암석은 무엇일까요?	86.6
	13*	암석 표면의 줄무늬 유무를 통해 퇴적암과 다른 종류의 암석을 구분한다.	78.4
	11	다음 중 화석을 발견할 수 <u>없는</u> 암석은 무엇일까요?	55.0
	9	다음 중 석회암의 주요 구성 성분으로 알맞은 것은 무엇일까요?	54.7
	7	다음 중 퇴적암의 종류를 구분할 수 있는 <u>가장</u> 주요한 요소는 무엇일까요?	46.3
	12	셰일에서는 얇은 층리가 관찰된다.	45.6
평균			64.8

* 평균 이상의 오답률을 보인 문항

평균 이상의 오답률을 나타낸 문항을 살펴보면, 8번 문항에서 이암과 셰일이 진흙이라는 동일한 성분으로 구성되어 있다는 인식이 매우 부족하였다. 4학년 2학기 '지층과 화석' 단원을 살펴보면, '알갱이의 크기가 진흙과 같이 작은 것이 굳어져서 된 암석을 이암, 이 중에서 특별히 층리가 얇게 관찰되는 암석은 셰일'이라고 제시되어 있다. 학생들은 이미 학습한 내용이지만 이암과 셰일이 같은 성분이라는 것을 이해하지 못하는 것으로 보아 앞으로 이에 대한 학습지도 방법이 보완될 필요가 있다.

10번 문항에서도 많은 학생들은 석탄이 퇴적암에 속한다는 것을 바르게 이해하지 못했다. 역시 ‘지층과 화석’ 단원을 살펴보면, ‘우리가 연료로 사용하는 석탄이나 석유도 과거의 생물에서 유래된 것으로 화석 연료라고 부르며 특정한 지층에서만 발견되는데, 여기에는 특정한 화석이 포함되는 경우가 많다.’고 제시되어 있다. 하지만 학생들은 특정한 지층에서 발견되는 석탄을 퇴적암과 연관시켜 인식하지 못하고 있었다. 생물의 사체가 쌓여 생성된 석탄도 동일한 퇴적 작용을 거쳤기 때문에 퇴적암에 속한다고 할 수 있으므로 학생들에게 이에 대한 강조가 필요하겠다.

13번 문항도 ‘암석 표면의 줄무늬를 통해서 퇴적암과 다른 종류의 암석을 구분할 수 있다.’고 오답을 선택한 학생들이 많았다. 학생들의 답변을 분석해보면 퇴적암에 줄무늬가 없을 수도 있다는 것을 제대로 이해하지 못했고, 암석의 색, 촉감, 구성 물질 및 생성 원인 등의 종합적인 분석을 통해서 암석을 구분한다는 인식도 낮았다. 그리고 변성암에 나타나는 줄무늬인 엽리와 퇴적암의 층리를 혼동하는 학생들도 있었기 때문에 학생들에게 퇴적암의 특성을 충분히 강조해야 하겠다.

다) ‘퇴적층’ 영역

‘퇴적층’ 문항들에 대한 평균 오답률은 43.1%로 전체 문항의 오답률보다 낮았으며, 문항별로는 5개의 문항 중 2개의 문항에서 영역의 평균 오답률보다 높았다. 구체적 내용은 <표 IV-14>와 같다.

<표 IV-14> ‘퇴적층’ 영역의 오답률

영역	문항	문항 내용	오답률(%)
퇴 적 층	15*	다음 중 퇴적층에서 층리가 생기는 이유가 <u>아닌</u> 것은 무엇일까요?	81.3
	14*	지구 육지 표면에서 가장 많은 부분을 차지하는 암석은 무엇일까요?	60.2
	17	퇴적층에서 층리면이 경사진 구조를 보고, 과거의 물의 흐름이나 바람의 방향을 알 수 있다.	30.3
	18	퇴적층은 과거에 만들어진 것이기 때문에 현재에는 더 이상 형태가 변하지 않는다.	23.8
	16	퇴적층을 연구하면 지층의 생성 순서를 알 수 있다.	19.7
	평균		43.1

* 평균 이상의 오답률을 보인 문항

평균 이상의 오답률을 나타낸 문항을 살펴보면, 15번 문항에서 학생들은 퇴적

층에 층리가 생기는 이유를 바르게 이해하지 못하고 있었다. ‘지층과 화석’ 단원에는 ‘지층에 나타난 나란한 줄무늬를 층리라고 하고, 지층을 가까이에서 관찰해 보면 그 속에 있는 암석의 알갱이 크기와 색깔이 서로 다르다.’고 제시되어 있다. 이를 통해 층리는 지층을 구성하는 알갱이의 종류와 크기 그리고 색깔 등의 차이로 나타난다는 것을 알 수 있지만, 80%가 넘는 대다수의 학생들이 ‘퇴적물 속에 있는 화석의 종류’가 층리가 생기는 이유가 아니라는 것을 제대로 인식하지 못하고 있었다.

지구 육지 표면의 약 75%는 퇴적암으로 이루어져 있다(교육과학기술부, 2010). 그러나 이와 관련된 14번 문항에서 60%가 넘는 학생들이 과학 개념을 바르게 이해하지 못했다. 그 이유로 육지 표면의 대부분은 현무암이나 화강암이라고 응답한 학생들이 많았는데, 현무암은 표집된 학생들이 거주하고 있는 제주 지역에서 자주 볼 수 있는 암석이기 때문에 지구 육지 표면에도 많이 존재하고 있을 것이라고 확대 해석한 것으로 생각된다. 학생들에게 지구 표면의 대부분을 퇴적암이 덮고 있다는 것을 강조해야 하겠다.

라) ‘퇴적 형태’ 영역

‘퇴적 형태’ 영역에서는 진흙, 모래 및 자갈이 어떤 순서로 퇴적되며 그에 대한 이유를 적는 개방형 문항에 대한 답변 빈도를 알아보았다. 구체적 내용은 <표 IV-15>에 나타내었다.



<표 IV-15> ‘퇴적 형태’ 영역의 반응유형별 인원 수

반응유형	학년	응답수 (남)	소계 (남)	응답수 (여)	소계 (여)	응답수 (학년별)	합계 (%)
자갈→모래	5	44	99	64	116	108	215
→진흙	6	55		52		107	
자갈→진흙	5	22	42	18	49	40	91
→모래	6	20		31		51	
모래→자갈	5	17	28	12	21	29	49
→진흙	6	11		9		20	
모래→진흙	5	26	48	17	33	43	81
→자갈	6	22		16		38	
진흙→자갈	5	25	47	17	32	42	79
→모래	6	22		15		37	
진흙→모래	5	26	57	24	55	50	112
→자갈	6	31		31		62	
무응답	5	7	16	7	13	14	29
	6	9		6		15	
총계		337		319		656	

전체 32.8%의 학생만 진흙, 모래, 자갈은 하류로 내려가면서 ‘알갱이 크기가 작아지는 순서’, ‘암석이 무거운 순서’ 등에 의해 ‘자갈 → 모래 → 진흙’ 순으로 퇴적된다고 바르게 응답했다. 그러나 오답을 한 학생들은 ‘진흙 → 모래 → 자갈’(17.1%), ‘자갈 → 진흙 → 모래’(13.9%), ‘모래 → 진흙 → 자갈’(12.3%), ‘진흙 → 자갈 → 모래’(12.0%), ‘모래 → 자갈 → 진흙’(7.5%) 순으로 퇴적된다고 잘못 인식하고 있었다. 그 이유로는 ‘알갱이 크기가 작은 순서’, ‘암석이 가벼운 순서’, ‘입자 크기 순서’, ‘암석이 부드러운 순서’ 그리고 ‘모래가 자갈이 되고, 자갈이 침식되어 진흙이 된다.’ 등의 다양한 답변이 나왔다. 이는 각각의 퇴적물의 특징은 제대로 이해하고 있으나, 상류, 중류, 하류에서의 퇴적과정에 대한 이해를 반대로 하고 있는 것으로 보인다. 또한, 진흙과 모래의 입자 크기를 혼동하고 있거나 퇴적암 입자의 크기와 퇴적되는 과정 그리고 퇴적암의 생성 원인과 과정에 대한 이해가 부족한 것으로 보인다.

연구 결과 전체 학생의 62.8%가 자갈, 모래, 진흙의 퇴적 형태에 대해서 잘못 이해하고 있었는데, 이윤복(1993)은 대부분의 학생들이 암석에 대해서 직접 실험에 참여하지 않았거나 단순한 지식 암기 위주의 학습으로 지나치는 경우가 많다고 한 것과도 연관이 있는 것으로 보인다. 초등과학 4학년 2학기에는 ‘알갱이 크기가 진흙과 같이 작은 것이 굳어져서 된 암석을 이암, 진흙보다 더 큰 모래로 이루어진 암석을 사암, 그리고 모래보다 알갱이가 더 굵은 자갈로 이루어진 암석은 역암’이라고 제시되어 있다. 학생들은 이미 알갱이의 크기가 ‘자갈, 모래, 진흙’의 순으로 작아진다는 것을 학습했지만, 어떤 순서로 퇴적되는지에 대해서는 이해 정도가 낮다고 볼 수 있다.

각 영역에 대한 연구 결과를 통해서 우리는 초등학생들의 퇴적암 개념 이해에 대한 전체적인 오답률이 약 53%를 넘어선 것에 대한 해결책을 강구해야 한다. 학교 현장에서 교육과정 운영 시간, 체험학습장의 개발, 학생 인솔 및 안전관리 등의 현실적인 제약 여건들이 많이 존재하지만 현장체험학습을 지속적으로 실시한다면 학생들의 인식 향상에 효과적일 것이다. 왜냐하면 지질 영역에서 야외활동의 중요성은 예전부터 여러 학자들에 의해 강조되어 왔고, 2007 개정교육과정에서도 야외학습을 강조하고 있기 때문이다(김중욱, 2001).

또한, 정정인과 김진아(2005)는 초등과학 ‘지구와 우주’ 영역에서 초등교사에게 ‘태양계와 별’ 관련 단원 다음으로 어려운 단원을 ‘암석’ 관련 단원이라고 하였기 때문에 교사들도 학생들의 퇴적암 개념을 바르게 수정하기 위해서는 암석의 특징과 생성 원인 등에 대해서 효과적으로 지도할 수 있도록 지속적인 연구가 필요하다.

마) 지역에 따른 퇴적암 개념

도시 학생 328명과 농촌 학생 328명의 각 영역에 대한 지역 간 차이를 <표 IV-16>에 제시하였다.

<표 IV-16> 퇴적암 영역에 대한 지역 간 차이

영역	지역	N	M	SD	t	p
전체	도시	328	.48	.50	5.197	.000*
	농촌	328	.43	.49		
퇴적암의 생성	도시	328	.53	.50	4.392	.000*
	농촌	328	.45	.50		
퇴적암의 구분	도시	328	.38	.48	3.654	.000*
	농촌	328	.32	.47		
퇴적층	도시	328	.58	.49	.907	.365
	농촌	328	.56	.50		

* $p < .05$

전체 문항에 대한 도시 학생과 농촌 학생 간의 평균 오답률은 51.8%와 55.9%로 유의미한 차이를 보였다. 또한 ‘퇴적암의 생성과 구분’ 영역에서도 도시학생이 농촌학생보다 유의미한 수준에서 낮은 오답율을 나타냈다. 그리고 문항별로 오답률을 분석한 결과, 도시 지역과 농촌 지역 학생들 사이에 1, 2, 5, 6, 7, 9, 11, 16번의 8개 문항에서 유의미한 차이를 나타냈다. 도시 학생보다 농촌 학생이 유의미한 수준에서 높은 오답률을 나타낸 문항은 7개 문항이었고, 반면 농촌 학생보다 도시 학생이 유의미한 수준에서 높은 오답률을 나타낸 문항은 1개 문항(6번)이었다.

농촌학생들이 도시학생보다 자연과 접할 기회가 많아 퇴적암에 대해 많이 알고 있을 것이라는 예상과는 달리 오답률이 높은 이유는 최근 들어 도농 간에 심해지고 있는 현격한 학력차가 있음을 반영한다고 볼 수 있다. 송해선(2002)은 지층과 화석에 대한 초등학생들의 이해도에 관한 연구에서 도시 지역의 학생들이 농촌 지역의 학생보다 잘 이해하고 있다고 하였다. 또한, 주상현(2013)의 연구에서 도시지역 학생이 도서지역 학생보다 과학 학업성취도에서 우수학생이 상대적으로 많다고 한 것과는 연관성이 있겠다.

바) 학년에 따른 퇴적암 개념 형성 정도

5학년 326명과 6학년 330명의 각 영역에 대한 학년 간 차이를 <표 IV-17>에 제시하였다.

<표 IV-17> 퇴적암 영역에 대한 학년 간 차이

영역	학년	N	M	SD	<i>t</i>	<i>p</i>
전체	5	326	.48	.50	2.848	.004*
	6	330	.45	.48		
퇴적암의 생성	5	326	.52	.50	1.882	.060
	6	330	.49	.50		
퇴적암의 구분	5	326	.37	.48	2.964	.003*
	6	330	.33	.47		
퇴적층	5	326	.57	.50	-.021	.983
	6	330	.57	.50		

* $p < .05$

전체 문항에 대한 5학년과 6학년 간의 평균 오답률은 52.5%와 55.1%로 유의미한 차이를 보였다. 또한 ‘퇴적암의 구분’ 영역에서도 6학년이 5학년보다 유의미한 수준에서 높은 오답율을 나타냈다. 그리고 문항별로 오답률을 분석한 결과, 5학년과 6학년 사이에 1, 2, 3, 4, 11, 12번의 6개 문항에서 유의미한 차이를 나타냈다. 5학년보다 6학년이 유의미한 수준에서 높은 오답률을 나타낸 문항은 5개 문항이었고, 반면 6학년보다 5학년이 유의미한 수준에서 높은 오답률을 나타낸 문항은 1개 문항(4번)이었다.

6학년의 오답률이 5학년보다 높은 이유는 4학년 과정에서 학습한 ‘지층과 화석’ 단원의 내용이 시간이 지남에 따라 망각 정도가 다르기 때문으로 분석된다. 즉, 퇴적암은 4학년 2학기 ‘지층과 화석’ 단원에서만 학습하기 때문에 학년이 올라갈수록 개념에 혼동을 초래한다고 볼 수 있고, 이에 대한 대책이 요구된다.

사) 성별에 따른 퇴적암 개념 형성 정도

초등학교 남학생 337명과 여학생 319명의 각 영역에 대한 성별 간 차이를 <표 IV-18>에 제시하였다.

<표 IV-18> 퇴적암 영역에 대한 성별 간 차이

영역	성별	N	M	SD	<i>t</i>	<i>p</i>
전체	남	337	.45	.50	-1.970	.049*
	여	319	.47	.50		
퇴적암의 생성	남	337	.48	.50	-3.035	.002*
	여	319	.53	.50		

퇴적암의 구분	남	337	.35	.48	-.258	.797
	여	319	.35	.48		
퇴적층	남	337	.57	.50	-.115	.909
	여	319	.57	.50		

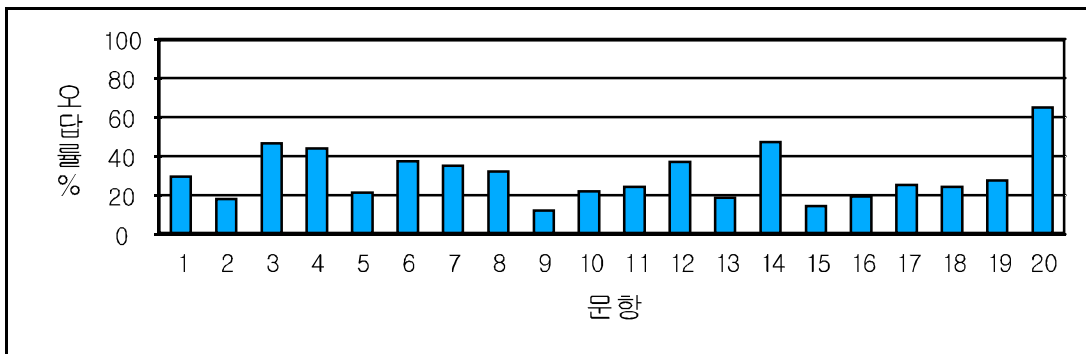
* $p < .05$

전체 문항에 대한 남학생과 여학생 간의 평균 오답률은 54.7%와 52.9%로 유의미한 차이를 보였다. 영역별로는 퇴적암의 생성 영역에서 남학생이 여학생보다 유의미한 수준에서 높은 오답률을 나타냈다. 문항별로 오답률을 분석한 결과, 남학생과 여학생 사이에 1, 2, 8번의 3개 문항에서 유의미한 차이를 보였다. 여학생보다 남학생이 유의미한 수준에서 높은 오답률을 나타낸 문항은 2개 문항이었고, 남학생보다 여학생이 유의미한 수준에서 높은 오답률을 나타낸 문항은 1개 문항(8번)이었다. 그리고 앞서 제시한 ‘퇴적 형태’ 영역의 <표 IV-10>에서 성별로는 여학생(36.4%)이 남학생(29.4%)보다 높은 정답률을 보였다.

본 연구의 성별에 따른 조사 결과는 이윤복(1993)의 연구에서 ‘암석에 관한 개념이 대체로 여학생보다는 남학생이 높은 과학적인 개념을 가지고 있다.’는 것과는 일치하지 않았다. 이는 성별에 따른 관심 분야, 흥미도 그리고 과학 태도 등이 연구 주제에 따라서 복합적으로 작용하고 있기 때문이다. 실제로 김인경(2000)은 초등학교 남학생이 여학생보다 지구과학 영역에서 높은 흥미 수준을 나타내었고 특히, 지질학 분야에서는 남학생의 흥미도가 매우 높았다고 하였다. 이와는 반대로 비록 고등학생을 대상으로 한 연구이지만 위수민과 최준경(2002)은 ‘여학생이 남학생보다 흥미도가 더 높다.’고 하였다. 따라서 본 연구의 성별에 따른 지질 개념에 대한 형성 정도의 차이는 후속 연구를 통해서 지구과학의 흥미도와 상관관계가 있는지 여부를 분석해 볼 필요가 있다.

3) 화석 개념

5학년 315명과 6학년 320명, 총 635명을 대상으로 검사를 실시한 결과, 초등학교생의 화석 개념에 대한 오답률은 [그림 IV-10]에 나타내었다.



[그림 IV-10] 화석에 대한 오답률

초등학생들의 전체 검사 문항에 대한 평균 오답률은 30.8%로 나타났다. 20번 문항인 ‘수 만년 전의 대부분의 생물들은 화석으로 남아있다.’는 가장 높은 오답률(65.7%)을 보였다. 반면 9번 문항인 ‘물 속에서는 동물과 식물의 흔적이 지워질 수 있기 때문에 대부분의 화석은 육지에서만 생성된다.’는 가장 낮은 오답률(12.8%)을 보였는데, 이는 ‘흔적화석’에 대한 답변이 많아서 정답에 포함시켰기 때문이다. 각 하위 영역별로 평균 이상의 오답률을 보인 문항은 ‘화석에 대한 정의’ 3개, ‘화석의 생성’ 및 ‘화석과 암석, 지층’ 각각 2개, 그리고 ‘화석에 대한 이해’ 1개 문항으로 총 8개 문항이다.

송해선(2002)은 초등학생들의 지층과 화석에 대한 이해도와 흥미도에 관한 연구에서 지층과 화석에 대한 이해도가 12점 만점에 8.05점으로 나타나 중간 정도의 이해를 하고 있다고 하였다. 위와 같은 선행연구를 통해서 초등학생들에게 화석에 대한 개념 이해는 어려운 점이 있다고 할 수 있다.

다음은 화석 개념에 대한 영역에서 오답률이 높은 순서로 재배열하여 분석하였다.

가) ‘화석에 대한 정의’ 영역

‘화석에 대한 정의’ 영역의 평균 오답률은 33.4%로 이는 전체 문항의 오답률보다 높았으며, 문항별로는 6개의 문항 중 3개의 문항에서 평균 오답률보다 높았다. 이는 정진우 등(2003)의 연구에서 초등학생들의 화석의 정의에 대한 이해가 낮다고 한 결과와 일치하였다. 구체적 내용은 <표 IV-19>와 같다.

<표 IV-19> ‘화석에 대한 정의’ 영역의 오답률

영역	문항	문항 내용	오답률(%)
화석에 대한 정의	3*	이집트 피라미드 속에서 발견된 미라는 화석이 아니다.	47.1
	4*	현재 살고 있는 고사리나 은행나무는 살아있는 화석이라고 할 수 있다.	44.7
	6*	석기 시대의 토기도 화석이다.	38.0
	1	석탄과 석유는 화석의 일종이다.	30.1
	5	생물의 흔적만 남아 있어도 화석이 될 수 있다.	22.0
	2	얼음 속에서 나온 살아 있는 듯한 피부를 가진 메머드는 화석이다.	18.6
평균			33.4

* 평균 이상의 오답률을 나타낸 문항

평균 이상의 오답률을 나타낸 문항에서 초등학생들이 오답을 선택한 이유를 보면, 3번 문항의 오답으로는 ‘미라도 옛날의 생물 흔적이기 때문에 화석이다.’라는 이유가 많았다. 이와 유사한 연구로 강연경(2012)은 ‘초등학교 4학년 학생들이 고인돌처럼 오래된 것을 화석으로 인식하는 오개념이 있다.’고 하였다. 이외에도 오답의 이유로 ‘미라도 퇴적물이 쌓여서 된 것이기 때문에’, ‘오랫동안 묻혀 있었기 때문에’, ‘미라는 굳어 있기 때문에’라는 소수의 답변도 있었다. 이는 화석이 ‘지질시대에 생성되어 오랜 시간동안 퇴적되어야 한다.’는 과학 개념에 대해서 초등학생들의 이해 정도가 낮은 것으로 해석된다. 반면 정답을 작성한 학생들은 ‘미라는 관 속이라는 사람이 만든 공간에 있기 때문에’, ‘미라는 인공적으로 만들었기 때문에’라는 과학 개념을 가지고 있었다.

4번 문항에서 오답을 한 초등학생들은 ‘화석은 동물이 죽어 만들어지는 것이기 때문에’, ‘현재에도 살아있는 생물이기 때문에’라는 답변이 많았다. 이를 통해 초등학생들은 화석에 대하여 죽은 생물체의 흔적에만 강하게 집착하고 있음을 알 수 있다. 물론 초등학생에게는 다소 어려운 개념일수도 있으나 고사리나 은행나무와 같이 수 천에서 수 억만 년 동안이나 멸종되지 않고 종 보존력을 갖고 있는 생물도 현존하는 화석이라고 한다는 것을 이해시킬 필요가 있다. 한국지구과학회(2009)의 지구과학사전에 의하면 살아있는 화석은 아주 옛날에 나타나 지금까지 생존하는 생물을 지칭하고 있다. 은행나무와 바퀴벌레를 그 예로 제시할 수 있는데, 은행나무는 중생대 쥐라기에, 바퀴벌레는 3억 년 전인 고생대 석탄기에 나타났다고 한다. 반면 정답을 작성한 학생들은 ‘이미 화석이 된 다른 생물이 살았던 시기에 같이 살았기 때문에’, ‘옛날부터 지금까지 지구 환경에 적응해 살아오고 있는 생물이기 때문에’라는 과학 개념을 가지고 있었다.

6번 문항에서 오답을 한 초등학생들은 ‘땅 속에서 발견되기 때문에’, ‘옛날 물건의 흔적이 남아있는 것이기 때문에’라는 답변이 많았다. 이것도 역시 강연경(2012)의 연구에서 초등학생들이 토기처럼 오래된 것을 화석으로 인식하는 오개념이 있다는 결과와 일치하였다.

정진우 등(2003)은 학생들은 화석의 정의에 대해서 학습을 하고 난 후에도 명확하게 화석이란 무엇인지에 대한 개념의 이해가 제대로 이루어지지 않았으며, 이는 화석의 생성에 대한 전체적인 이해가 부족하였기 때문이라고 하였다. 또한 성유정(2013)은 화석에서 ‘石’이란 글자로 인해 많은 학생들이 ‘화석은 모두 돌로 되어 있다.’는 오개념을 가지고 있다고 하였다. 그리고 장을희(2010)는 화석은 지질 시대에 존재했던 생물의 유해나 흔적이 퇴적암 속에서 발견되는 것으로 화석을 연구하면 그 당시의 생물에 대해 많은 것을 알 수 있다고 하였다. 이처럼 화석은 생명의 역사 연구에 중요한 단서가 된다는 점을 학습 시 학생들에게 강조할 필요가 있다.

나) ‘화석의 생성’ 영역

‘화석의 생성’ 영역의 평균 오답률은 26.1%로 이는 전체 문항의 평균 오답률보다 낮았으며, 문항별로는 4개의 문항 중 2개의 문항에서 평균 오답률보다 높았다. 특히, 9번 문항은 12.8%의 낮은 오답률을 보였다. 구체적 내용은 <표 IV-20>과 같다.

<표 IV-20> ‘화석의 생성’ 영역의 오답률

영역	문항	문항 내용	오답률(%)
화석의 생성	7*	생물체에 단단한 부분의 유무는 화석 형성에 영향을 주지 않는다.	35.9
	8*	공룡 발자국은 공룡이 바위를 밟은 후에 생긴 것이다.	32.9
	10	화석은 생성기간과 관계없이 만들어질 수 있다.	22.7
	9	물 속에서는 동물과 식물의 흔적이 지워질 수 있기 때문에 대부분의 화석은 육지에서만 생성된다.	12.8
평균			26.08

* 평균 이상의 오답률을 나타낸 문항

7번 문항에서 오답을 한 초등학생들은 ‘단단한 부분은 화석 형성에 영향을 주지 않기 때문에’, ‘단단한 부분도 시간이 지나면 사라지기 때문에’라는 답변이 많았다. 생물이 화석이 되기 위해서는 ‘퇴적물 속에 신속하게 매몰될 것’, ‘화석화 작용을 받을 것’ 그리고 ‘생물체에 단단한 부분이 있을 것’ 등의 특별한 조건이 있어야 한다. 이 조건들이 제대로 충족되지 않는다면 생물체가 화석이 될 확률이 낮은 것이다. 하지만 이 문항에 대한 오답률이 높다는 결과는 초등학생들이 화석의 생성 조건에 대한 이해가 부족하며, 막연한 추측에 의한 답변으로 볼 수 있다. 이는 학생들이 평소 실물 화석을 보면서 학습할 기회가 적었기 때문이라고 생각된다.

8번 문항에서 오답을 한 초등학생들은 ‘공룡이 바위를 밟아서 굳은 것이다.’, ‘공룡은 무겁기 때문에 바위를 밟으면 움푹 들어가기 때문에’라는 답변이 많았다. 비록 중학생들을 대상으로 한 연구이지만 김선영(2007)은 공룡이나 공룡화석에 대한 지식이나 정보를 51.7%의 학생들은 TV나 영화 등의 영상매체에서, 48.3%의 학생들은 책이나 신문, 교과서 등의 문자매체에서 얻는다고 하였다. 그리고 각종 매체를 통해 습득된 오개념은 쉽게 바뀌지 않는다고 하였다. 이를 통해 초등학생도 공룡에 대한 정보를 얻는 매체가 중학생과 큰 차이가 없을 것으로 생각되어 동일한 오개념이 생긴다고 볼 수 있다. 그리고 강연경(2012)은 초등학생을 대상으로 한 연구에서 만화를 보면 거대한 공룡이 지나갈 때 단단한 땅이 패이는 것으로 발자국 화석이 형성된다고 오인할 수 있다고 하였다. 즉, 학습자가 지닌 선개념이 후속 학습에 영향을 미칠 수 있으며, 학습자의 연령에 관계없이 과학교과에서 오개념이 지속적으로 나타나고 있기 때문에 대책이 요구된다.

다) ‘화석과 암석, 지층’ 영역

‘화석과 암석, 지층’ 영역의 평균 오답률은 32.6%로 전체 문항의 오답률보다 높았으며, 문항별로는 4개의 문항 중 2개의 문항에서 평균 오답률보다 높았다. 구체적 내용은 <표 IV-21>과 같다.

<표 IV-21> ‘화석과 암석, 지층’ 영역의 오답률

영역	문항	문항 내용	오답률(%)
화석과 암석,	14*	특정 화석을 통해 화석연료가 나오는 지층을 쉽게 찾을 수 있다.	48.0
	12*	화석은 발견된 곳의 암석과 색깔이 같다.	37.8
지층	11	화석은 퇴적암에서만 찾을 수 있다.	25.0
	13	화석이 발견된 지층을 통해서 지층이 쌓인 순서를 알 수 있다.	19.5
평균			32.6

* 평균 이상의 오답률을 나타낸 문항

14번 문항에서 오답을 한 초등학생들은 ‘화석연료를 잘 발견할 수 있는 지층에서 특정한 화석이 발견되지 않을 수도 있기 때문에’, ‘화석연료는 특정 화석과 아무런 관계가 없기 때문에’라는 답변이 많았다. 그러나 석탄은 고사리 등의 식물로부터 그리고 석유는 주로 동물의 시체 또는 해양의 플랑크톤으로부터 만들어지기 때문에 학생들은 특정 화석과 화석연료를 연관 지어 생각할 수 능력이 부족하다는 것을 알 수 있다. Skinner & Porter(2003)는 암석의 층 하나하나가 우리에게 지질학적으로 과거의 어느 한 시기, 지구 한 부분의 물리적 그리고 생물학적 특징에 관한 증거가 될 수 있다고 하였다. 하지만 성유정(2013)이 초등학생들은 아직 보이지 않는 것을 추리하는데 익숙하지 않다고 한 연구처럼 14번 문항도 이와 유사한 이유로 오답률이 높게 나온 것으로 생각된다.

12번 문항에서 오답을 한 초등학생들은 ‘지층에 있는 화석은 오랜 시간이 지나면서 암석과 색깔이 같아지기 때문에’, ‘대부분의 화석은 갈색이어서 암석 색깔과 비슷하기 때문에’, ‘퇴적물이 쌓이면서 화석이 만들어지기 때문에’라는 답변이 있었다. 화석은 주로 퇴적암에서 발견되지만 퇴적암에서 발견되는 화석이 색깔까지 동일하지는 않다. 그 이유는 퇴적암과 화석이 생성되는 원인과 시기가 상이하기 때문이다. 퇴적암은 지표에 노출된 암석이 끊임없는 풍화와 침식 작용을 받아 생성된 물질이 이동하여 바다나 호수 및 강바닥에 쌓여 속성 작용을 받아서 된 것이지만, 화석은 과거에 살았던 생물의 몸체나 흔적인 남아 있는 것으로 암석과는 구성성분 자체가 다른 것이다(한국지구과학회, 1998). 따라서 초등학생들은 화석이 발견된 곳의 암석과 색깔이 같거나 다를 수 있음을 정확히 이해하지 못해 오

답률이 높은 것으로 생각된다.

특히, 14번과 12번 문항에서 학생들이 ‘잘 모르겠다.’는 응답이 많아 화석과 암석, 지층과 관련된 차시를 학습할 때, 교사의 체계적이고 자세한 설명이 요구된다.

양혜숙(2008)은 화석이라는 수단 하나만으로도 수백, 그리고 수천 km 떨어진 층들 사이의 ‘대비’가 가능하다고 한 것처럼, 본 연구의 13번 문항에서도 초등학생들이 ‘대비’의 개념을 잘 인식하고 있었다. 또한, 장을희(2010)는 상하 지층 속에 들어 있는 화석군의 변천을 해석하면 지층의 생성 순서를 밝힐 수도 있다는 동물군 천이의 법칙을 적용할 수 있다고 하였다. 이는 어떤 생물도 화성암이 생성되는 고열상태에서 생존할 수 없기 때문에 화석과 연계된 암석은 다양한 종류 중에서 퇴적암만 다룬다고 한 것과 같은 맥락이다(양혜숙, 2008).

라) ‘화석에 대한 이해’ 영역

‘화석에 대한 이해’ 영역의 평균 오답률은 30.0%로 전체 문항의 오답률보다 낮았으며, 문항별로는 6개의 문항 중 1개의 문항에서만 평균 오답률보다 높았다. 구체적인 내용은 <표 IV-22>와 같다.

<표 IV-22> ‘화석에 대한 이해’ 영역의 오답률

영역	문항	문항 내용	오답률(%)
화석에 대한 이해	20*	수 만년 전의 대부분의 생물들은 화석으로 남아 있다.	65.7
	19	화석을 통해 생물의 진화과정을 알 수 있다.	28.2
	17	현재 사막인 곳에서는 화석이 발견될 수 있다.	25.8
	18	공룡의 뼈와 발자국 화석을 통해 공룡의 피부색도 알 수 있다.	24.9
	16	탄광에서도 화석을 관찰할 수 있다.	20.2
	15	바다생물 화석은 현재 산에서는 발견할 수 없다.	15.1
평균			30.0

* 평균 이상의 오답률을 나타낸 문항

20번 문항에서 오답을 한 초등학생들은 ‘현재 생물의 흔적이 많이 남아 있기 때문에’, ‘생물이 죽어 흙에 덮이면 화석이 되기 때문에’, ‘화석이 되었지만 지층에 덮여 있어서 현재 발견만 못 한 것이기 때문에’ 그리고 ‘화석이 안 된 생물이 별로 없기 때문에’라는 답변이 많았다. 화석은 대략 40억 년 전부터 1만년 전의 시기에 살던 생물의 유해나 흔적이 지층이나 암석에 남아 있는 것이다. 초등학생들은 이 시기가 매우 길고 그만큼 많은 생물들이 살았었기 때문에 대부분의 생물들이 화석으로 되었을 것이라는 오개념을 갖고 있었다. 하지만 대부분의 생물들은 죽으면 다른 동물에게 먹히거나 박테리아의 분해 작용으로 흔적 없이 사라

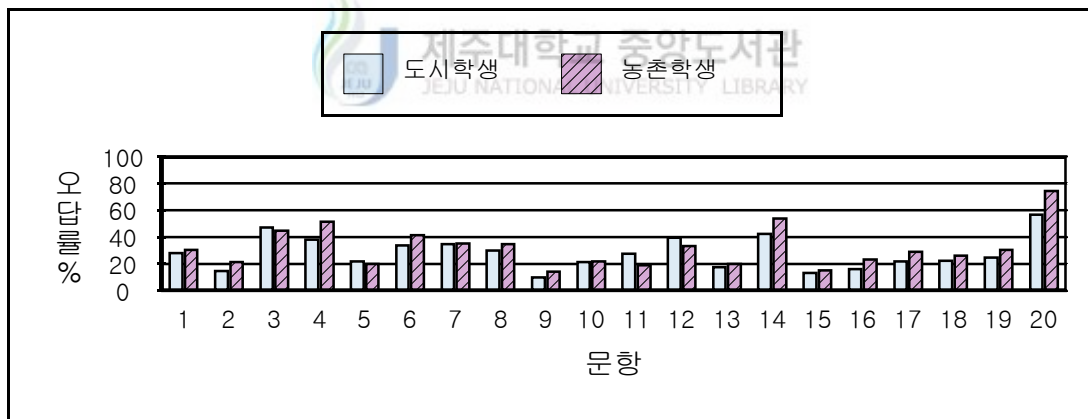
져 버리기 때문에 화석의 생성 조건을 충족하기가 매우 어렵다. 이런 이유로 생물 중에서 지극히 일부만 화석으로 남게 되는 것이다.

지구과학의 특성상 탐구활동 과정에서 실물을 대상으로 하기에는 어려움이 많아 모형이나 시각자료를 많이 사용하게 된다(심규철 등, 2007). 하지만 초등 과학에서의 지질 관련 단원은 학교 현장에서 사진과 동영상 자료 등을 통하여 간접적인 체험을 할 수 있지만, 실제적인 야외 체험 활동을 통한 수업은 이루어지기 어려운 실정이다. 이러한 이유 때문에 김환철(2011)은 일부 학생들이 지질 단원에 대해서 이론적이고 한정적인 사고를 갖게 된다고 하였다.

비록 중학생을 대상으로 하였지만 김선영(2007)의 연구에서 암석과 화석 관련 단원에 대한 흥미도가 50%이하로 나타났으며, 그 이유로 암석과 화석 관련 단원에서 암기해야 할 부분이 많기 때문이라고 하였다. 이 연구를 통해서 학교 현장에서 화석에 대한 개념 교육을 할 때 좀 더 효과적인 결과를 얻기 위해서는 암기 위주가 아니라 체험 위주로 실시해야 함을 알 수 있다.

마) 지역에 따른 화석 개념 비교

각 문항에 대해서 도시학생 370명과 농촌학생 265명의 오답률을 비교한 결과를 [그림 IV-11]에 제시하였다.



[그림 IV-11] 화석 개념에 대한 지역 간 비교

전체 문항에 대한 도시 학생과 농촌 학생 간의 평균 오답률은 29.1%와 33.0%로 유의한 차이는 보이지 않았다. 따라서 전체적으로 도시 학생과 농촌 학생 간의 화석 개념에 대한 형성 정도는 비슷하다고 볼 수 있다. 반면에 송해선(2002)의 연구에서는 화석에 대해서 도시 지역의 학생들이 시골 지역의 학생보다 더 높은 이해를 하고 있다는 결과와는 일치하지 않았다. 문항별로 오답률을 분석한 결과, 도시 지역과 농촌 지역 학생들 사이에 7개 문항에서 유의미한 차이가 나타났다<표 IV-23>.

<표 IV-23> 화석 개념에 대한 지역 간 유의미한 차이를 보인 문항

문항	지역	N	M	SD	t	p
2	도시	370	.84	.37	2.022	.044*
	농촌	265	.78	.42		
4	도시	370	.61	.49	3.339	.001*
	농촌	265	.48	.50		
6	도시	370	.65	.48	2.064	.039*
	농촌	265	.57	.50		
11	도시	370	.71	.45	-2.489	.013*
	농촌	265	.80	.40		
14	도시	370	.57	.50	2.868	.004*
	농촌	265	.45	.50		
16	도시	370	.83	.38	2.127	.034*
	농촌	265	.76	.43		
20	도시	370	.41	.49	4.464	.000*
	농촌	265	.25	.43		

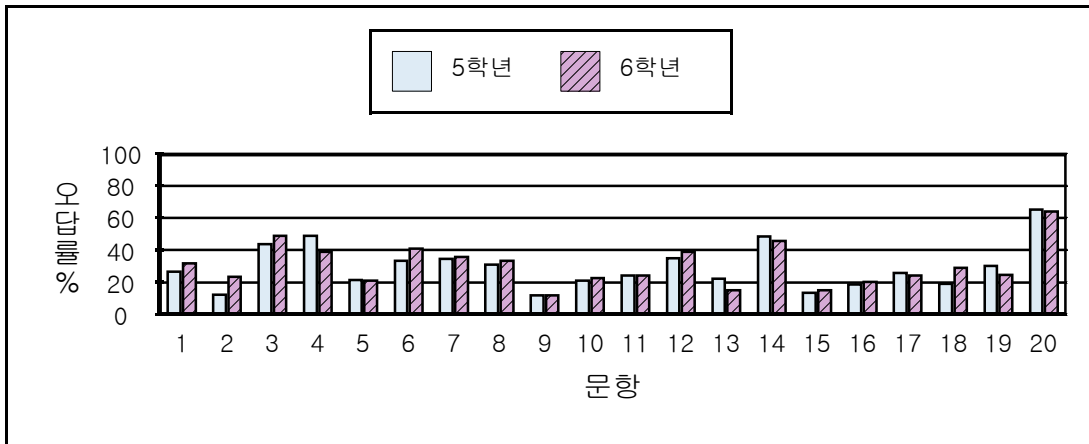
* $p < .05$

농촌 학생이 도시 학생보다 유의하게 높은 오답률을 나타낸 문항은 2번 ‘얼음 속에서 나온 살아 있는 듯한 피부를 가진 메머드는 화석이다.’, 4번 ‘현재 살고 있는 고사리나 은행나무는 살아있는 화석이라고 할 수 있다.’, 6번 ‘석기 시대의 토기도 화석이다.’, 14번 ‘특정 화석을 통해 화석연료가 나오는 지층을 쉽게 찾을 수 있다.’, 16번 ‘탄광에서도 화석을 관찰할 수 있다.’, 20번 ‘수 만년 전의 대부분의 생물들은 화석으로 남아 있다.’이다. 반면 도시 학생이 농촌 학생보다 유의하게 높은 오답률을 나타낸 문항은 1개 문항으로 그 내용은 11번 ‘화석은 퇴적암에서만 찾을 수 있다.’이다.

송해선(2002)의 초등학생들의 지층과 화석에 대한 이해도와 흥미도에 관한 연구에서 시골 지역의 학생들이 도시 지역의 학생들보다 지층과 화석에 대한 흥미도가 더 높았다는 결과가 있다. 하지만 이해도와 흥미도 사이에는 큰 상관관계는 없었고, 지역을 떠나 지층이나 화석에 대한 현장학습 경험이 있는 학생들이 경험이 없는 학생들보다 이해도가 높았으며, 흥미도는 현장학습 경험이 없는 학생들이 높았다고 하였다. 이에 따라 학생들의 화석 개념 이해 정도에 영향을 미칠 수 있는 변수들 간의 관계에 대한 연구가 더 필요하다.

바) 학년에 따른 화석 개념 비교

초등학교 5학년 315명과 6학년 320명의 오답률을 비교한 결과를 [그림 IV-12]에 제시하였다.



[그림 IV-12] 화석 개념에 대한 학년 간 비교

전체 문항에 대한 5학년과 6학년 간의 평균 오답률은 30.2%와 31.3%로 유의한 차이를 보이지 않았다. 따라서 전체적으로 5학년과 6학년 간의 화석에 대한 개념 형성 정도는 비슷하다고 볼 수 있다. 그러나 문항별로 오답률을 분석한 결과, 5학년과 6학년 사이에 4개 문항에서 유의미한 차이가 나타났다<표 IV-24>.

<표 IV-24> 화석 개념에 대한 학년 간 유의미한 차이를 보인 문항

문항	학년	N	M	SD	t	p
2	5학년	315	.87	.34	3.609	.000*
	6학년	320	.76	.43		
4	5학년	315	.50	.50	-2.582	.010*
	6학년	320	.60	.49		
13	5학년	315	.77	.42	-2.306	.021*
	6학년	320	.84	.37		
18	5학년	315	.80	.40	2.837	.005*
	6학년	320	.70	.46		

* $p < .05$

6학년이 5학년보다 유의하게 높은 오답률을 나타낸 문항은 2번 ‘얼음 속에서 나온 살아 있는 듯한 피부를 가진 메머드는 화석이다.’와 18번 ‘공룡의 뼈와 발자국 화석을 통해 공룡의 피부색도 알 수 있다.’이다. 반면 5학년이 6학년보다 유의하게 높은 오답률을 나타낸 문항은 4번 ‘현재 살고 있는 고사리나 은행나무는 살아있는 화석이라고 할 수 있다.’와 13번 ‘화석이 발견된 지층을 통해서 지층이 쌓인 순서를 알 수 있다.’이다.

5학년 2개 문항과 6학년 2개 문항이 유의미한 수준에서 높은 오답률을 나타냈

지만, 학년별 경향성은 특별히 나타나지 않았다. 본 연구에서 실시한 화석 관련 내용은 2007 개정교육과정의 4학년에서만 학습하기 때문에 학습 후에 잊혀진 정도를 학년별로 분석하기에는 무리가 있으며, 그 결과도 크게 유의하지 않은 것으로 생각된다.

나. 지질 관련 개념 연구가 주는 시사점

본 연구를 바탕으로 우리는 학습자가 올바른 개념을 형성할 수 있도록 도울 수 있는 교수·학습 방법에 대한 연구가 필요하다는 것을 알 수 있다. 이는 학습 개념변화의 과정으로 학생들의 선개념과 새로운 경험과의 상호 작용을 통해 능동적으로 새로운 의미를 구성해 간다는 구성주의 관점에서 그 필요성을 찾을 수 있다(Driver *et al.*, 1985). 그리고 박태우(1991)는 학생들이 학습활동을 통해 새로운 개념을 획득하는 동시에 기존의 개념을 수행하면서 현재의 자극 대상에 영향을 주는 과거의 경험에서 관련 있는 특성을 결부시키면서 새로운 경험을 학습하려고 한다고 하였다.

또한, Tytler(2002)는 수업 설계 단계에서 학생들의 오개념이 고려되지 않는다면 학생들의 오개념은 수업을 방해하는 요인으로 작용할 수 있다고 하였다. 이러한 이유 때문에 학생들의 오개념을 과학 개념으로 변화시키거나 과학 개념에 대한 이해를 높이기 위해서는 교사들은 사전에 학생들의 오개념을 파악하고 있어야 한다. 학생들의 오개념에 대한 지식은 교사들이 학생들의 오개념 유형을 고려하여 수업 계획을 세울 수 있도록 도움을 주는 것이다(한수진 등, 2010). 더불어 장명덕(2010)은 학생들의 오개념을 확인하고 이를 토대로 수업을 설계하는 프로그램을 제공하여 실제 수업에서의 적용 가능성을 높여야 한다고 하였다. 이처럼 과학 학습에서 교사는 사전에 학생들이 가지고 있는 선개념을 조사하여 이해 수준을 파악하고 수업에 활용한다면 좀 더 효율적으로 오개념을 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구는 초등과학 ‘지층과 화석’ 단원에 대해서 특정 지역에서 무선 표집된 초등학생들을 대상으로 하였다. 이 때문에 우리나라 전체 초등학생들의 지질 영역에 대한 개념 형성 정도로 보거나 지질 영역에 대한 전반적인 개념의 실태로 일반화하기에는 제한점이 있지만, 초등학생의 지층, 퇴적암 및 화석에 대한 오개념을 토대로 지질 개념 향상을 위해 STEAM 프로그램 개발 등 다양한 연구가 필요하다.

3. STEAM 프로그램의 개발

가. 현장체험 STEAM 프로그램

지층, 퇴적암 및 화석은 지구 역사를 이해하는데 매우 중요한 자료이다. 현재 2007 개정교육과정 4학년 2학기 ‘지층과 화석’ 단원에 제시된 장소는 전라북도 부안군 채석강, 경상남도 고성, 강원도 영월, 전라북도 군산시 고군산 군도 그리고 전라남도 해남군 우항리 등이 있다. 그러나 교과서에 제시된 지역에 근접한 학교가 아니라면 현장체험에 어려움이 많기 때문에 지역화를 할 수 있는 프로그램 개발이 필요하다. 왜냐하면 지질 관련 단원을 학습하면서 현장체험학습은 필수적이지만 교과서에 제시된 지역과 거리가 있는 학교에서는 해당지역으로의 체험학습은 엄두조차 내지 못하고 있기 때문이다. 또한, 일선 학교에서는 현실적인 여건이 맞지 않는 경우도 많아서 외부로 학생들이 체험학습을 가는 것을 제대로 추진하지 못하고 있는 실정이며, 이러한 이유 때문에 교실에서의 수업 내용이 이론적이고 결과론적인 단순 암기식 학습으로만 그치는 경우가 많은 것이다. 그러나 이와 같은 학습으로는 오랜 시간에 걸쳐 발생하는 지질 현상에 대한 본질적인 이해가 어려우며, 학생들의 학습에 대한 흥미도도 떨어지게 되어 학생들이 교육과정에 제시된 학습 목표를 달성하기가 매우 힘들다. 이를 보완하기 위해 지역화를 할 수 있는 STEAM 프로그램 개발이 필요하다.

제주도의 학생들에게 의미 있는 지질 수업이 이루어지기 위해서는 제주도라는 지역적인 특성을 가진 장소에서 지층, 퇴적암 및 화석에 대해서 학생들이 직접 체험학습을 할 수 있는 장소를 찾아보는 것이 중요하다. 이를 통해 학생들은 교실에서 학습한 과학 개념을 체험학습 장소에서 적용해 보면서 학습 목표에 자연스럽게 도달하게 되는 것이다.

지질 관련 단원에 제주도라는 지역적인 특이성을 접목시켜 STEAM 프로그램을 개발하고, 융합적인 방법을 도입하여 학생들로 하여금 지층, 퇴적암 및 화석에 대한 개념 형성도 높이고, 탈학문적 통합이라는 접근을 통해 다양한 활동을 하면서 과학 개념을 더욱 견고히 할 수 있다. 그리고 STEAM을 교육과정에 적용함으로써 학습의 맥락을 고려한 체험활동을 실시할 수 있고, 체험학습을 위한 시수도 확보하여 교사와 학생의 부담도 줄일 수 있다.

현장체험 STEAM 프로그램은 총 11차시로 개발되었으며, 각각의 차시를 <표 IV-25>에서 <표 IV-32>까지 제시하였다. 각 차시의 프로그램을 개발하면서 중점적으로 고려한 사항도 표의 하단에 설명하였다.

<표 IV-25> 현장체험 STEAM 교수·학습 과정안(1차시)

주제	지층, 퇴적암, 화석	차시	1/11	STEAM 요소	S T E A M ○ ○ ○
학습 주제	지층, 퇴적암, 화석의 정의 및 특징 알아보기			STEAM 단계	상황제시

학습 목표	지층, 퇴적암, 화석의 정의 및 특징에 대하여 설명할 수 있다.	학습자료	동영상, PPT 학습지 등
		학습형태	모둠 및 개별학습

학습 단계	교수 · 학습활동	STEAM 자료 및 요소 및 시간 유의사항
--------------	------------------	--

준비 【동기유발】

- '세계지질공원 제주'에 대한 영상 감상하기
 - '세계지질공원 제주'에 대한 홍보 영상 소개하기
 - 영상을 보면서 프로그램 학습의 당위성 느끼기
 - 제주도 지질 지역에 대해서 알아야 하는 이유 알기
- 학습목표 확인하기

5분



동영상

◎ 지층, 퇴적암, 화석의 정의 및 특징에 대하여 설명할 수 있다.



차분한 분위기에서 집중할 수 있도록 유도한다.

- 학습활동 안내하기

- [활동 1] 지층, 퇴적암, 화석의 정의 알기
- [활동 2] 지층, 퇴적암, 화석의 특징 알기
- [활동 3] 지층, 퇴적암, 화석의 역사적 중요성 알기

PPT

실행 【활동 1】지층, 퇴적암, 화석의 정의 알기

10분

- 지층, 퇴적암, 화석의 정의 알아보기
 - 지층, 퇴적암, 화석에 대한 영상 제시하기
 - 영상을 통해 지층, 퇴적암, 화석의 정의 파악하기
 - 지층, 퇴적암, 화석의 정의에 대한 준비자료 공유하기
 - 모둠별로 준비한 자료를 보면서 지층, 퇴적암, 화석의 정의에 대해서 작성하기



PPT, 동영상 학습지 사전에 과제로 미리 조사해 줄 수 있도록 안내한다.

실행 【활동 2】지층, 퇴적암, 화석의 특징 알기

10분

- 지층, 퇴적암, 화석의 특징 알아보기
 - 지층, 퇴적암, 화석 실물 및 교구 관찰하기
 - 지층, 퇴적암, 화석을 보았던 경험 공유하기
 - 모둠별로 자유롭게 경험 말하기
 - 지층, 퇴적암, 화석의 특징에 대한 준비자료 공유하기
 - 모둠별로 준비한 자료를 보면서 지층, 퇴적암, 화석의 특징에 대해서 작성하기



PPT, 학생들의 경험을 자유롭게 말할 수 있는 분위기를 조성한다.

【활동 3】지층, 퇴적암, 화석의 지구과학적

10분

역사의 중요성 알기

- 지층, 퇴적암, 화석의 지구과학적 역사의 중요성
 - 지층, 퇴적암, 화석의 지구과학적인 역사의 중요성 살펴보기



PPT

교사 와 학생, 학생 과 학생과

학습 단계	교수 · 학습활동	STEAM 요소 및 시간	자료 및 유의사항
	<ul style="list-style-type: none"> - 지층을 통해 과거의 환경을 유추할 수 있다는 사실 이해하기 - 퇴적암의 성분을 통해 과거 그 지역의 퇴적물과 형성과정을 알 수 있다는 사실 이해하기 - 화석을 통해 생물의 진화 과정과 기간을 추측할 수 있다는 사실 이해하기 	(M)	의 자유로운 토의를 통해 역사적 중요성을 파악한다.
평가	【정리하기】	5분	PPT
	<ul style="list-style-type: none"> ● 지층, 퇴적암, 화석에 대해서 정리하기 · 본 차시에서 학습한 내용을 퀴즈로 정리하기 - 퀴즈 문제 해결하기 	(S)	퀴즈 활동 시 학생들이 정답만을 맞추는 것이 아니라 학습 내용을 정리하는 것에 중점을 두도록 한다.
	【차시예고】		
	<ul style="list-style-type: none"> · 지층, 퇴적암, 화석을 관찰할 수 있는 장소 알아보기 - 차시 학습 내용 파악하기 		

1차시의 주요 내용은 지층, 퇴적암 및 화석의 정의와 특징을 살펴보는 것이다. 이를 통해 STEAM 프로그램 초반에 학생들의 동기를 유발할 수 있는 방식으로 교수·학습 과정안을 구성하였다. 즉, 문제 상황, 학습 내용 그리고 활동들이 학생 자신의 문제로 인식하여 프로그램에 좀 더 집중할 수 있도록 하였다.

<표 IV-26> 현장체험 STEAM 교수·학습 과정안(2차시)

주제	지층, 퇴적암, 화석	차시	2/11	STEAM 요소	(S) (T) (E) (A) (M)
학습 주제	지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있는 지역 알아보기			STEAM 단계	상황제시
학습 목표	지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있는 지역을 알 수 있다.			학습자료	동영상, PPT 학습지 등
				학습형태	모둠 및 개별학습

학습 단계	교수 · 학습활동	STEAM 요소 및 시간	자료 및 유의사항
준비	【동기유발】	5분	동영상
	<ul style="list-style-type: none"> ● TV 예능프로 '아빠 어디가!' 제주편 감상하기 · '아빠 어디가!' 제주편 중 일부분 보여주기 - 제주편을 보면서 자신이 가고 싶은 지역 생각하기 - 부모님과 가고 싶은 제주의 지질 지역 생각하기 	(A)	영상에 대해 자유롭게 이야기를 나누는다.
	<ul style="list-style-type: none"> ● 학습목표 확인하기 		

학습 단계	교수 · 학습활동	STEAM 자료 및 요소 및 시간 유의사항
	<p>◎ 지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있는 지역을 알 수 있다.</p>	<p>① PPT</p>
	<p>● 학습활동 안내하기 [활동 1] 제주도의 지질 지역 알아보기 [활동 2] 각 지역의 지질 요소 파악하기 [활동 3] 지층, 퇴적암, 화석을 관찰할 수 있는 지역 조사하기</p>	
개발	<p>【활동 1】 제주도의 지질 지역 알아보기</p> <p>● 제주도 지질 지역</p> <ul style="list-style-type: none"> · 지도를 보면서 제주도 지질 지역 살펴보기 - 평소에 알고 있었던 지질 지역 위주로 표시하기 · 표시한 지질 지역을 알게 된 계기 공유하기 - 표시한 지역에 대해서 알게 된 이유와 그 지역에 대한 추억 공유하기 - 모둠에서 선정된 소중한 추억에 대해서 발표하기 	<p>10분</p> <p>① 지도 PPT ② 자율적으로 대화에 참가할 수 있는 분위기를 조성한다.</p>
실행	<p>【활동 2】 각 지역의 지질 요소 파악하기</p> <p>● 지질 요소 파악하기</p> <ul style="list-style-type: none"> · 학생들이 [활동 1]에서 표시한 지질 지역의 지질 요소에 대해서 알아보기 - 교사의 설명과 사전 조사된 내용을 바탕으로 표시되어진 지역의 지질 요소 파악하기 - 학습지에 파악한 내용 정리하기 - 친구들과 학습지에 정리한 내용 공유하기 	<p>10분</p> <p>③ 사전에 학생들이 지질 지역에 대해서 조사하도록 한다. ④ 학습지</p>
실행	<p>【활동 3】 지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있는 지역 조사하기</p> <p>● 지층, 퇴적암, 화석 관찰 가능 지역</p> <ul style="list-style-type: none"> · [활동 2]에서 지질 요소가 파악된 지역에서 지층, 퇴적암, 화석을 관찰할 수 있는 지역 찾아보기 - 모둠별 수집된 자료를 통해서 지층, 퇴적암, 화석을 관찰할 수 있는 지역 알아보기 - 모둠별로 찾은 지역에 대해서 발표하기 - 찾은 지역 간의 거리와 이동거리 계산해 보기 - 찾은 지역으로 가는 효율적인 방법 알아보기 	<p>10분</p> <p>⑤ 프로그램의 취지에 맞게 지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있는 지역을 찾으려 한다.</p>
평가	<p>【정리하기】</p> <p>● 제주도에 지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있는 지역 정리하기</p> <ul style="list-style-type: none"> · 제시된 지도를 보면서 지층, 퇴적암, 화석을 관찰할 수 있는 지역 파악하기 - 학습 했던 내용을 생각하며 문제 해결하기 	<p>5분</p> <p>⑥ PPT ⑦ 학생들이 충분한 분위기에서 학습</p>

학습 단계	교수 · 학습활동	STEAM 요소 및 시간	자료 및 유의사항
	【차시예고】 ● 지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있는 최적의 장소 선정하기 · 다음 시간에 학습할 내용 파악하기 · 차시 학습 내용을 파악하고 학습 의지 다지기		내용을 정리할 수 있도록 한다.

2차시의 주요 내용은 지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있는 장소를 알아내는 것이다. 학생들이 제주도에서 지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있는 장소들의 위치를 파악하고, 해당 지역의 지질학적 특징을 조사하는 방식으로 교수·학습 과정안을 구성하였다. 수업을 할 때 학생들에게 제주도는 화산섬이지만 본 프로그램은 ‘지층과 화석’ 단원을 중심으로 학습한다는 안내를 하고, 백지도에 지질 지역을 표시하면서 자연스럽게 해당 지역의 위치를 인식하도록 하였다.

<표 IV-27> 현장체험 STEAM 교수·학습 과정안(3차시)

주제	지층, 퇴적암, 화석	차시	3/11	STEAM 요소	S T E A M ○ ○ ○
학습 주제	지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있는 최적의 장소 선정하기			STEAM 단계	창의적 설계
학습 목표	지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있는 최적의 장소를 선정할 수 있다.			학습자료 학습형태	동영상, PPT 학습지 등 모둠 및 개별학습

학습 단계	교수 · 학습활동	STEAM 요소 및 시간	자료 및 유의사항
준비	【동기유발】 ● 여행을 했을 때 힘들었던 점에 대해서 이야기하기 · ‘여행 동영상’ 중 일부분 보여주기 - 영상을 보면서 자신의 경험 생각해 보기 - 여행 시 이동 시간이 오래 걸렸던 적 이야기하기 ● 학습목표 확인하기 <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block;"> ◎ 지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있는 최적의 장소를 선정할 수 있다. </div> ● 학습활동 안내하기 [활동 1] 지질 지역의 장점과 단점 파악하기 [활동 2] 최적의 현장체험학습 장소 선정하기	5분 A S	동영상 차분한 분위기에서 영상에 집중할 수 있도록 도와준다. PPT
개발	【활동 1】지질 지역의 장점과 단점 파악하기 ● 지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있는 지역의 장점 파악하기	15분	모둠 별로 진지한
















학습 단계	교수 · 학습활동	STEAM 요소 및 시간	자료 및 유의사항
	<ul style="list-style-type: none"> - 지층, 퇴적암, 화석 모두를 해당 지역에서 관찰 가능 - 우리 학교와 거리가 가깝다. - 접근할 수 있는 교통이 편리하다. - 현장체험 시 발생할 위험요소가 매우 적다. - 지층, 퇴적암, 화석의 특징이 잘 나타나 있다. <p>● 지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있는 지역의 단점 파악하기</p> <ul style="list-style-type: none"> - 지층, 퇴적암 및 화석 중에 일부만 해당 지역에서 관찰 가능 - 우리 학교와 거리가 멀다. - 접근할 수 있는 교통이 불편하다. - 현장체험 시 발생할 위험요소가 있다. - 지층, 퇴적암, 화석의 특징이 잘 나타나 있지 않다. 	<p>(S) (A) (M)</p>	<p>자세로 활동에 참가할 수 있도록 한다.</p> <p>📄 학습지</p> <p>📄 학습지</p> <p>💡 학생들이 다양한 의견을 존중하는 분위기를 조성한다.</p>
실행	<p>【활동 2】최적의 현장체험학습 장소 선정하기</p> <p>● 모둠별로 최적의 현장체험학습 장소 선정하기</p> <ul style="list-style-type: none"> · 토의를 통해서 모둠별로 최적의 장소 선정하기 - 지층, 퇴적암 및 화석 중 관찰할 수 있는 종류가 많은 곳, 학교와의 접근성, 이동 수단의 편리성, 위험요소 정도 등의 요인 중에서 각 모둠별로 한 곳의 지역을 선정하기 <p>● 최적의 현장체험학습 장소 비교 및 정하기</p> <ul style="list-style-type: none"> · 모둠별로 선정된 최적의 장소 발표하기 - 각 모둠에서 선정된 이유와 선정 지역을 전체적으로 발표하기 · 발표한 지역 중에서 최적의 장소 선정하기 - 학생들의 투표를 통해 현장체험학습을 실시할 최적의 장소 정하기 <p>● 선정된 장소에 대해 교사와 함께 적합성 파악하기</p> <ul style="list-style-type: none"> · 학생들과 선정 장소의 적합성에 대해서 이야기하기 - 토의를 통해 선정된 장소 최종 결정하기 	<p>🕒 15분</p> <p>(S) (A)</p> <p>(S) (A)</p> <p>(S)</p>	<p>💡 토의의 규칙을 지켜 참가할 수 있도록 한다.</p> <p>💡 다른 모둠이 발표할 때 집중할 수 있는 분위기를 조성한다.</p> <p>💡 교사 가 미리 조건들을 제시하여 그 조건에 어울리는 장소를 선정할 수 있도록 한다.</p>
평가	<p>【정리하기】</p> <p>● 최종 선정된 지역에 대해서 되돌아보기</p> <ul style="list-style-type: none"> · 선정 지역의 장점에 대해서 파악하기 - 선정 지역에서 관찰할 수 있는 소재, 학교와의 접근성, 위험요소 등에 대해서 한번 더 살펴보기 <p>【차시예고】</p> <p>● 선정 지역에 대한 체험 학습 계획 세우기</p> <ul style="list-style-type: none"> · 다음 시간에 학습할 내용에 대해서 안내하기 - 차시 내용에 대해서 실천 의지 다지기 	<p>🕒 5분</p> <p>(S) (A)</p>	<p>💡 모든 학생들이 의욕을 가지고 활동에 참여할 수 있는 분위기를 조성한다.</p>

3차시의 주요 내용은 지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있는 최적의 장소를 선정하는 것이다. 이를 통해 본 프로그램의 목표를 달성할 수 있는 지역을 다양한 방법으로 미리 조사하고 지질학적 특징을 파악한 후에 ‘지층과 화석’ 단원에 대해서 현장체험학습을 실시하기에 적합한 장소를 선정하는 방식으로 교수·학습 과정안을 구성하였다. 학생들이 지질 지역에 대해서 관찰 가능한 내용, 지리적인 위치 그리고 위험 요소 등을 고려하여 해당 지역의 장점과 단점을 파악하여 장소 선정에 도움이 되도록 하였다.

<표 IV-28> 현장체험 STEAM 교수·학습 과정안(4차시)

주제	지층, 퇴적암, 화석	차시	4/11	STEAM 요소	S T E A M ○ ○ ○ ○ ○
학습 주제	현장체험학습 계획 세우기			STEAM 단계	창의적 설계
학습 목표	지층, 퇴적암 및 화석을 관찰하기 위한 현장체험학습 계획을 세울 수 있다.			학습자료	사진, PPT 학습지, 마이크 등
				학습형태	모둠 및 개별학습

학습 단계	교수·학습활동	STEAM 요소 및 시간	자료 및 유의사항
준비	【동기유발】 ● 선정 지역에 대한 홍보 영상 감상하기 · ‘서귀포층’ 주변의 세연교 사진 일부 제시하기 - 사진을 보면서 체험학습 지역에 대한 위치 감각 키우기 ● 학습목표 확인하기 <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> ◎지층, 퇴적암 및 화석을 관찰하기 위한 현장 체험 학습 계획을 세울 수 있다. </div> ● 학습활동 안내하기 [활동 1] 현장체험학습 시 필요한 사항 의견 나누기 [활동 2] 모둠별 현장체험학습 계획 세우기 [활동 3] 현장체험학습 계획 발표하기	5분 A S	사진 서귀포층의 위치를 인식할 수 있도록 한다. PPT
개발	【활동 1】현장체험학습 시 필요한 사항 의견 나누기 ● 마인드맵 학습지를 사용하여 의견 알아보기 · 마인드맵 학습지에 자신의 생각 작성하기 - 다양한 사고를 통해 필요한 사항을 적어보기 · 마인드맵 활동을 통해 나온 의견 정리하기 - 모둠별로 모둠원들이 작성한 내용 정리하기 - 정리한 내용에 대해서 전체적으로 공유하기	7분 S A	마인드맵 학습지 허용적인 분위기에서 의견을 낼 수 있도록 한다.

학습 단계	교수 · 학습활동	STEAM 요소 및 시간	자료 및 유의사항
실행	【활동 2】모둠별 현장체험학습 계획 세우기 <ul style="list-style-type: none"> ● 활동 1에서 했던 내용을 바탕으로 계획 세우기 <ul style="list-style-type: none"> · 모둠에서 구체적인 전략으로 사전 계획 세우기 - 체험주제, 준비물, 관찰할 내용, 관찰할 내용에 대한 설명, 유의할 사항 등에 대한 내용 계획서에 자세히 작성하기 - 작성한 계획서를 모둠원과 함께 수정하기 	   	 학습지  계획서 작성 시 모둠원들의 의견을 대부분 반영할 수 있도록 한다.
	【활동 3】현장체험학습 계획 발표하기 <ul style="list-style-type: none"> ● 체험학습 계획서 완성본 발표하기 <ul style="list-style-type: none"> · 사전 계획서 발표를 위한 준비하기 - 모둠별로 창의성을 발휘하여 다양한 형식으로 발표할 준비하기 · 모둠별로 준비한 계획서를 발표하기 - 모둠별 특성이 담긴 계획서를 반 친구들에게 간략하게 안내하기 	  	 발표 시 다른 모둠은 차별한 상태에서 경쟁할 수 있도록 한다.  사전에 계획서 발표 방식을 준비하도록 한다.
평가	【정리하기】 <ul style="list-style-type: none"> ● 계획서 발표가 우수한 모둠 선정하기 <ul style="list-style-type: none"> · 창의적인 아이디어가 많이 들어있고, 발표를 잘한 모둠 선정하기 - 본인 모둠을 제외하고 잘한 모둠 두 팀에게 스티커 제공하기 - 스티커를 많이 받은 모둠이 우수 모둠으로 선정되기 【차시예고】 <ul style="list-style-type: none"> ● 지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있는 지역에 대한 체험학습 실시하기 <ul style="list-style-type: none"> · 체험학습 장소에 대해서 간단한 안내하기 - 체험학습에 대한 실천 의지 다짐하기 	 	 우수 모둠이 공정하게 선정될 수 있도록 한다.  스티커

4차시의 주요 내용은 지층, 퇴적암 및 화석을 관찰하기 위한 현장체험학습 계획을 세우는 것이다. 이를 통해 학생들은 문제 해결에 대한 의지를 갖고 자기주도적으로 현장체험학습에 참가할 수 있으며, 좀 더 능동적으로 학습 목표를 달성할 수 있는 방식으로 교수·학습 과정안을 구성하였다. 마인드맵 기법을 활용하여 서귀포층을 체험 학습할 때 필요한 도구, 관찰 요소 및 관찰 전략을 알아보고, 모둠별로 구체적인 체험주제, 자료 수집 방법, 관찰할 내용 및 모둠원의 역할도 정할 수 있도록 하였다.

<표 IV-29> 현장체험 STEAM 교수·학습 과정안(5~7차시)

주제	지층, 퇴적암, 화석	차시	5~7/11	STEAM 요소	S T E A M ○ ○ ○ ○ ○
학습 주제	지층, 퇴적암 및 화석에 대하여 체험학습하기			STEAM 단계	창의적 설계
학습 목표	지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있는 지역을 체험 학습할 수 있다.			학습자료	필기도구, 돋보기(루페), 휴대폰 등
				학습형태	모둠 및 개별학습

학습 단계	교수·학습활동	STEAM 요소 및 시간	자료 및 유의사항
준비	【동기유발】 ● 예시 - '서귀포층' 형성과 관련된 이야기 · 과거 '서귀포층'이 형성될 당시의 이야기하기 - 경청하면서 조사 지역에 대해서 탐구의지 갖기 ● 학습목표 확인하기 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> ◎ 지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있는 지역을 체험 학습할 수 있다. </div> ● 학습활동 안내하기 [활동 1] 체험 지역의 지층, 퇴적암, 화석 관찰하기 [활동 2] 통합탐구의 필요성에 대해서 논의하기 [활동 3] 체험 지역 주변 환경 정화 활동하기	10분 A S	이야기 자료 이야기 경청할 수 있는 분위기를 형성한다. 학생들이 해야 할 활동에 대해서 제대로 인식을 할 수 있도록 안내한다.
개발	【활동 1】체험 지역의 지층, 퇴적암 및 화석 관찰하기 ● 과학의 탐구과정 안내 · 관찰을 할 때 사용할 수 있는 방법 설명하기 - 관찰, 분류, 측정, 예상, 의사소통 등 기초탐구과정 중심으로 학생들에게 안내하기 ● '서귀포층'의 지질 관찰하기 · 지층, 퇴적암 및 화석을 오감을 사용하여 과학 탐구과정에 맞게 관찰하기 - 모둠별로 지층, 퇴적암 및 화석을 관찰한 내용 정리하기 ● '서귀포층'의 핵심이라고 생각하는 부분 찾기 · 지층, 퇴적암, 화석 및 다른 지형에서 서귀포층의 핵심이라고 생각하는 부분 인증 사진 촬영하기 - 모둠별로 토의를 해서 사진을 찍고 선생님께 전송하기	40분 S A S T/E M	안전에 유의해서 관찰 활동을 실시하도록 한다. 필기도구, 돋보기 등 교사 휴대폰에 사진을 전송하도록 한다.
실행	【활동 2】통합탐구의 필요성에 대해서 논의하기	35분	관찰 하

학습 단계	교수 · 학습활동	STEAM 요소 및 시간	자료 및 유의사항
	<ul style="list-style-type: none"> ● 모듬별로 정리한 내용 살펴보기 <ul style="list-style-type: none"> · 모듬별로 촬영 사진과 활동지보면서 이야기 나누기 - 원래 계획했던 내용과 비교해 보고 더 추가해서 조사할 내용에 대해서 의견 나누기 ● 논의한 내용에 따라 다시 관찰하기 <ul style="list-style-type: none"> · 논의한 결과에 맞게 서귀포층 재조사하기 - 모듬별로 역할을 나눠 집중적으로 조사 · 기록하기 	<p>S A</p>	고 정리한 내용이 원래 계획한 내용과 적합한지 알아본다.
	<p>【활동 3】체험 지역 주변 환경 정화 활동하기</p> <ul style="list-style-type: none"> ● '서귀포층' 주변 환경 돌아보기 <ul style="list-style-type: none"> · 천연기념물로 지정된 현장체험학습 장소의 의미를 생각하면서 학생들과 환경 정화하기 - 관광지과 인접한 현장체험학습 장소 주변을 깨끗이 하면서 주인 의식 갖기 	<p>20분 A</p>	학생들이 자발적으로 환경 정화를 할 수 있는 분위기를 조성한다.
평가	<p>【정리하기】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 지층, 퇴적암, 화석에 대해서 조사한 소감 발표하기 <ul style="list-style-type: none"> · 현장체험학습 장소에서 느낀 점 공유하기 - 야외에서 활동을 하면서 학생들이 느꼈던 감정을 모듬별로 공유하고 전체적으로도 함께 알아보기 ● 현장체험학습 시 조사한 내용 정리하기 <ul style="list-style-type: none"> · 모듬별로 조사한 내용을 체계적으로 정리하기 - 다음 시간에 할 내용에 대해서 생각하기 	<p>15분 A</p>	학생들이 차시에 할 내용을 잘 숙지할 수 있는 분위기를 조성한다.

5~7차시의 주요 내용은 지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있는 지역을 직접 체험 학습하는 것이다. 이를 위해 3차시 분량으로 120분을 통합하여 차시를 구성하였고, 학생들이 자기주도적으로 탐구하는 방식으로 교수 · 학습 과정안을 구성하였다. 학생들이 서귀포층에서 실제로 지질 요소에 대해서 관찰하고 그 모습을 묘사하고 정리하면서 자연스럽게 지층, 퇴적암 및 화석의 특징에 대해서 파악할 수 있도록 하였다.

<표 IV-30> 현장체험 STEAM 교수 · 학습 과정안(8차시)

주제	지층, 퇴적암, 화석	차시	8/11	STEAM 요소	S T E A M ○ ○ ○
학습 주제	현장체험학습 내용 정리하기			STEAM 단계	감성적 체험
학습 목표	현장체험을 한 내용에 대해서 정리할 수 있다.			학습자료	사진, PPT 학습지 등
				학습형태	모듬 및 개별학습

학습 단계	교수 · 학습활동	STEAM 자료 및 요소 및 시간 유의사항
준비 【동기유발】	<div style="text-align: right; margin-bottom: 5px;">🕒 5분</div> <ul style="list-style-type: none"> ● '현장체험학습' 사진 감상하기 <ul style="list-style-type: none"> · '서귀포층' 에서 촬영된 사진 보여주기 - 사진을 보면서 체험학습 때의 감정 되돌아보기 ● 학습목표 확인하기 <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; margin: 10px 0; text-align: center;"> ◎ 현장체험을 한 내용에 대해서 정리할 수 있다. </div> <ul style="list-style-type: none"> ● 학습활동 안내하기 <p>[활동 1] 현장체험학습 때 느낀 점 공유하기 [활동 2] 현장체험학습 때 조사한 내용 정리하기</p>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 20px;"> 사진 허용 적인 분위기에서 집중할 수 있다. </div> <div> PPT </div> </div>
개발 【활동 1】느낀 점 공유하기	<div style="text-align: right; margin-bottom: 5px;">🕒 9분</div> <ul style="list-style-type: none"> ● 현장체험학습 후 느낀 점 서로 나누기 <ul style="list-style-type: none"> · 모둠별로 서로의 느낀 점 들어보기 - 현장체험학습 당시에 좋았던 감정 공유하기 - 현장체험학습 당시에 아쉬운 감정 공유하기 - 느낀 점을 '다섯 글자' 로 표현하기 - 느낀 점을 간단한 '제스처' 로 표현하기 · 전체적으로 느낀 점 발표해 보기 - 각 모둠에서 선출된 학생 중에서 반 친구들에게 느낀 점 창의적으로 발표하기 	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 20px;"> </div> <div> 학생들이 모둠 별로 자율적인 분위기에서 느낀 점을 공유하도록 한다. 전체를 대상으로 발표할 때도 자신감 있게 말할도록 한다. </div> </div>
실행 【활동 2】조사한 내용 정리하기	<div style="text-align: right; margin-bottom: 5px;">🕒 21분</div> <ul style="list-style-type: none"> ● 지층에 대해서 정리하기 <ul style="list-style-type: none"> · 서귀포층의 지층에 대해서 조사한 내용 정리하기 - 지층의 전반적인 상태에 대해서 정리하기 - 서귀포층이 퇴적될 당시의 상황 생각해보기 ● 퇴적암에 대해서 정리하기 <ul style="list-style-type: none"> · 서귀포층의 퇴적암에 대해서 조사한 내용 정리하기 - 퇴적암이 지층에서 많이 떨어져 나간 이유 추리하기 - 다양한 종류의 퇴적암이 발견되는 이유 생각해보기 ● 화석에 대해서 정리하기 <ul style="list-style-type: none"> · 서귀포층의 화석에 대해서 조사한 내용 정리하기 - 패류 화석의 크기와 현재 조개의 크기 비교하기 - 패류 화석이 많이 발견된 이유 생각해보기 · 제주 이외의 지역에서 관찰할 수 있는 지층, 퇴적암 및 화석에 대해 학생들과 살펴보면서 제주 지역과 비교해보기 	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 20px;"> </div> <div> 학습지 학생들이 차분한 분위기에서 창의적으로 정리할 수 있는 분위기를 조성한다. </div> </div>

평가 【정리하기】

- 서귀포층의 전반적인 지질 요소에 대해서 확인하기
 - 퀴즈 형식으로 문제 해결하기
 - 정리한 내용을 바탕으로 서귀포층의 지층, 퇴적암 및 화석에 대해서 확인하기

5분

PPT

차 시 에 필요한 준비물 또는 자료를 미리 준비할 수 있도록 안내한다.

【차시예고】

- 지층, 퇴적암 및 화석에 대한 발표자료 제작하기
 - 차시예고를 통해 준비물 및 자료를 미리 준비할 수 있도록 안내하기
 - 모둠별로 준비해야 할 것에 대해서 간단히 얘기하기

8차시의 주요 내용은 현장체험학습 시 조사한 내용에 대해서 정리하는 것이다. 이를 통해 지층, 퇴적암 및 화석의 정의와 특징에 대해서 학생들이 사전에 학습한 내용과 비교·분석하는 방식으로 교수·학습 과정안을 구성하였다. 서귀포층에서 촬영한 사진을 토대로 조사 내용을 모둠별로 정리하도록 하고, 정리된 내용을 토대로 다른 문제로의 선순환이 되도록 하였다.

<표 IV-31> 현장체험 STEAM 교수·학습 과정안(9~10차시)

주제	지층, 퇴적암, 화석	차시	9~10/11	STEAM 요소					
					○	○	○	○	○
학습 주제	지층, 퇴적암 및 화석에 대한 발표 자료 제작하기			STEAM 단계	감성적 체험				
학습 목표	지층, 퇴적암, 화석에 대한 발표 자료를 제작할 수 있다.			학습자료	PPT 학습지, 발표 준비 자료 등				
				학습형태	모둠 및 개별학습				

준비 【동기유발】

- 발표 자료 제작 준비를 하면서 느낀 점 공유하기
 - 발표 자료 제작 준비를 하면서 느낀 점 말하기
 - 모둠별로 재미있는 점, 어려운 점에 대해서 이야기 하기
- 학습목표 확인하기

5분

허 용 적 인 분위기 에서 발표 수 를 할 수 있 는 다.

















◎ 지층, 퇴적암 및 화석에 대한 발표 자료를 제작할 수 있다.

PPT

학습 단계	교수 · 학습활동	STEAM 자료 및 요소 및 시간 유의사항
	<ul style="list-style-type: none"> ● 학습활동 안내하기 [활동 1] 발표 자료 제작을 통한 산출물의 중요성 알기 [활동 2] 지층, 퇴적암, 화석에 대한 발표 자료 제작 계획하기 [활동 3] 발표 자료 창의적으로 제작하기 	
개발	【활동 1】발표 자료 제작을 통한 산출물의 중요성 알기 <ul style="list-style-type: none"> ● 발표 자료 제작을 통해서 알 수 있는 점 이야기하기 <ul style="list-style-type: none"> · 모둠별 발표 자료 제작의 당위성 확인하기 · 발표 자료 제작을 통해 융합적으로 학습할 수 있는 내용에 대해서 의견 나누기 	5분 ● 긍정적 태도로 활동에 접근할 수 있도록 한다. ● S ● A
개발	【활동 2】지층, 퇴적암 및 화석에 대한 발표 자료 제작 계획하기 <ul style="list-style-type: none"> ● 조사한 내용에 대해서 발표 자료 제작 계획하기 <ul style="list-style-type: none"> · 모둠별로 발표 형식 등 의견 교환하기 · 제시된 의견 중에서 발표 형식 정하기 ● 발표 자료 제작 계획서 작성하기 <ul style="list-style-type: none"> · 모둠별로 의논한 내용을 바탕으로 계획서 작성하기 · 계획서 작성을 통해 역할분담을 하고 자기 역할에 대해서 확인하기 	20분 ● 사전에 모둠별로 발표 자료 제작에 대해서 미리 생각할 수 있도록 한다. ● S ● A ● 학습지
실행	【활동 3】발표 자료 창의적으로 제작하기 <ul style="list-style-type: none"> ● 서귀포층에서 조사된 내용에 대한 발표 자료 제작하기 <ul style="list-style-type: none"> · 모둠별로 협력하여 제작하기 · 역할별로 발표 자료 제작 준비하기 · 수집한 자료가 명확히 나타날 수 있게 제작하기 · 모둠별로 프리젠테이션 발표, 포스터 전시, 역할 놀이, 노래 부르기, UCC 등 다양한 발표 형식 중에서 특색에 맞게 제작하기 	45분 ● 미리 준비해 온 자료를 통해 창의적으로 발표자료를 제작할 수 있는 분위기를 조성한다. ● 발표자료 제작도구 ● S ● T/E ● A ● M
평가	【정리하기】 <ul style="list-style-type: none"> ● 발표 자료 제작을 하면서 느낀 점 공유하기 <ul style="list-style-type: none"> · 모둠별 발표 자료 제작을 하면서 느낀 점 발표하기 · 친구들에게 발표 자료 제작을 하면서 좋았던 점과 어려웠던 점에 대해서 발표하기 【차시예고】 <ul style="list-style-type: none"> ● 발표회를 통해 생각 공유하기 <ul style="list-style-type: none"> · 모둠별로 발표회에 대한 생각 갖기 · 차시에 할 활동에 대해서 실천 의지 갖기 	5분 ● 친구가 발표할 때는 경청할 수 있는 자세를 가질 수 있도록 안내한다. ● A ● PPT

9~10차시의 주요 내용은 지층, 퇴적암 및 화석에 대한 발표 자료를 제작하는 것이다. 다양한 발표 형식을 통해 학생들이 서로가 조사한 내용을 확인하는 방식으로 교수·학습 과정안을 구성하였다. 사전에 모듈원들은 발표 주제와 형식, 발표할 내용, 준비물 및 역할에 대해서 논의하고, 발표를 하기 위한 구체적인 계획도 함께 작성하도록 하였다.

<표 IV-32> 현장체험 STEAM 교수·학습 과정안(11차시)

주제	지층, 퇴적암, 화석	차시	11/11	STEAM 요소	 ○ ○ ○ ○ ○
학습 주제	발표회를 통해 모듈별 생각 공유하기			STEAM 단계	감성적체험
학습 목표	발표회를 통해서 서로의 생각을 공유할 수 있다.			학습자료	사진, PPT, 학습지 등
				학습형태	모듈 및 개별학습
학습 단계	교수·학습활동			 자료 및 요소 및 시간  유의사항	
준비	【동기유발】			 5분	 사진
	<ul style="list-style-type: none"> ● 발표 자료 제작하는 모습 감상하기 <ul style="list-style-type: none"> · 모듈별 발표 자료 제작하는 사진 보기 - 사진을 보면서 발표에 대한 의지 다지기 ● 학습목표 확인하기 				 사전에 학생들의 활동장면을 미리 촬영해서 준비한다.
	<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <ul style="list-style-type: none"> ◎ 발표회를 통해서 서로의 생각을 공유할 수 있다. </div>				
	<ul style="list-style-type: none"> ● 학습활동 안내하기 <p>[활동 1] 발표 자료 제작 시 느낀 점 공유하기</p> <p>[활동 2] 창의적으로 발표하기</p>				 PPT
개발	【활동 1】발표 자료 제작 시 느낀 점 공유하기			 5분	 학생들이 느낀 점을 자유롭게 말할 수 있는 허용적인 분위기를 조성한다.
	<ul style="list-style-type: none"> ● 발표 자료를 만들면서 느꼈던 점에 대해서 얘기하기 <ul style="list-style-type: none"> · 모듈별 활동을 통해서 느낀 점 공유하기 - 모듈별로 자신이 느낀 점을 발표하기 - 학급 전체적으로 느낀 점 공유하기 			 	
실행	【활동 2】창의적으로 발표하기			 25분	 발표할 때 자신감 있게 발표
	<ul style="list-style-type: none"> ● 모듈별로 제작한 자료 발표하기 <ul style="list-style-type: none"> · '제주도 보물소개' 활동을 통해 지층, 퇴적암, 화석에 대해서 조사한 내용 발표하기 				

학습 단계	교수 · 학습활동	STEAM 요소 및 시간	자료 및 유의사항
	<ul style="list-style-type: none"> - 노래 가사 바꿔 부르기 - UCC 로 제작하기 (뉴스, 드라마, 광고 등) - 역할 놀이 하기 - 수학적으로 문제해결하는 방법 소개하기 [예시 : 체험장소까지 가장 빨리 갈 수 있는 방법 소개, 지층의 높이에 따른 쌓인 시간 계산하기 지층이 쌓인 모양에 대한 규칙 찾기 지층에서 보이는 면의 층 두께 화석 종류 분류하기, 빈도수 파악 등] - 프리젠테이션 프로그램으로 소개하기 - 신문 형식으로 소개하기 등 - 모둠별로 발표 내용을 들으면서 발표 내용을 학습지에 정리하기 	<p>(S)</p> <p>(T/E)</p> <p>(A)</p> <p>(M)</p>	<p>할 수 있게 안내한다.</p> <p>발표를 경청하면서 상호평가를 할 수 있게 안내한다.</p> <p>학습지</p>
평가 【정리하기】		5분	학생들이 STEAM 프로그램의 취지를 이해할 수 있게 다시 한번 더 확인한다.
	<ul style="list-style-type: none"> ● 서귀포층의 지층, 퇴적암, 화석에 대해서 정리하기 <ul style="list-style-type: none"> · 교실과 체험학습 장소에서 학습했던 내용 확인하기 · 지층, 퇴적암, 화석에 대해서 알게 된 내용 확인하기 ● 본 STEAM 프로그램을 마치면서 소감 나누기 <ul style="list-style-type: none"> · 11차시를 학습하면서 생각나는 점 이야기하기 · 자신이 느꼈던 점에 대해서 자유롭게 진술하기 	<p>(S)</p> <p>(A)</p>	

11차시의 주요 내용은 모둠별로 발표회를 하여 서로의 생각을 공유하는 것이다. 이를 통해 총 11차시의 STEAM 프로그램을 마무리하면서 프로그램의 목표를 달성할 수 있게 교수·학습 과정안을 구성하였다. 모둠의 발표 내용에 대해서 잘된 점과 아쉬운 점을 파악하고, 비슷한 상황에서의 대처 방법에 대해서 생각할 수 있도록 하였으며, 프로그램 전체에 대한 학생들의 소감을 조사하였다.

현장체험 STEAM 프로그램을 통해서 학생들이 참여한 수업의 구체적인 장면은 [그림 IV-13]에, 작성된 학습지의 예는 [그림 IV-14]에 제시하였다.



현장체험학습
장소 선정하기



현장체험학습
계획 세우기



관찰 위치 파악하기



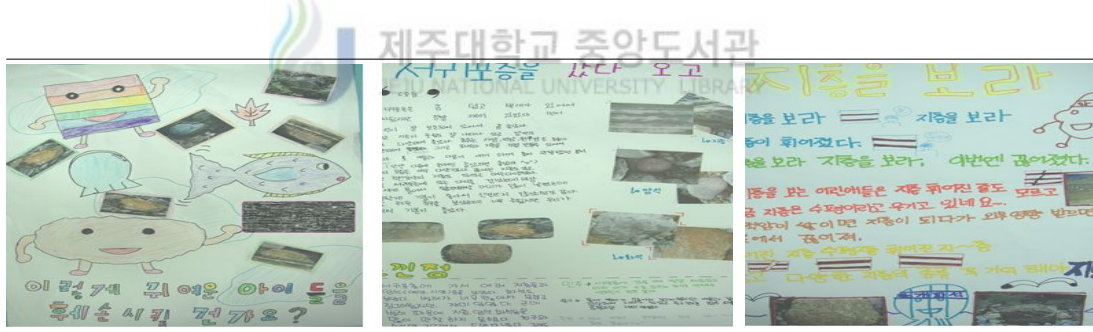
관찰 내용 작성하기

현장체험학습
내용 정리하기

정리한 내용 발표하기

[그림 IV-13] 현장체험 STEAM 프로그램 적용 장면

현장체험장소 선정에서부터 정리한 내용을 발표할 때까지 학생이 주도적으로 참여할 수 있도록 하였다. 사전에 모듈별로 토의한 내용을 바탕으로 서귀포층에서 지층, 퇴적암 및 화석을 체험하면서 관찰하도록 하였고, 이 때 교사는 지질 현상을 관찰할 수 있는 장소에 대해서 간단히 설명을 하고 안전에 유의하도록 도와주었다. 체험이 끝난 후 교실에서 모듈별 조사 내용을 정리하고, 다양한 방법을 사용해서 창의적으로 발표하도록 하여 본 STEAM 프로그램의 목적을 달성할 수 있도록 하였다.



학생 산출물1(포스터)

학생 산출물2(기행문)

학생 산출물3
(연극으로 표현하기)



학생 산출물4(노래)

학생 산출물5(UCC)

학생 산출물6(PPT)

[그림 IV-14] 현장체험 학습지

모둠별로 포스터, 기행문, 연극, 노래, UCC 그리고 PPT 등 다양한 방법을 사용하여 지층, 퇴적암 및 화석에 대해 발표하면서 학생들은 지질 현상에 대한 과학 개념을 습득할 수 있었고, 동시에 문제를 해결해야 하는 당위성을 확인하였다. 또한, 스스로 문제 해결 방법을 찾고, 문제를 해결했다는 성공의 기쁨을 느끼므로써 새로운 문제에 도전하고자 하는 의욕을 가질 수 있었다.

나. 실내학습 STEAM 프로그램

지층과 화석은 과거 지질시대에 형성된 퇴적층의 선후 관계를 밝히고 퇴적 당시 환경을 복원시키는데 유용하게 사용되기 때문에 지구의 역사와 생물의 진화를 설명해 주는 중요한 역할을 한다. 2007 개정교육과정 4학년 2학기 ‘지층과 화석’ 단원의 학습 목표는 ‘자연물에 대해서 호기심과 의문을 가지고 탐구할 수 있다.’, ‘지층과 암석 및 화석을 관찰하고 생성과정을 추리할 수 있다.’ 그리고 ‘지층과 암석 및 화석의 기본 개념을 이해하고 설명할 수 있다.’이다.

이 단원의 학습 목표를 달성하기 위해서 현장체험학습은 필수적으로 이루어져야 한다. 그러나 체험학습 장소와의 접근성, 학교의 일정 그리고 안전사고 발생에 대한 부담감 등으로 인해 실제 교육 현장에서는 현장체험학습이 많이 이루어지지 않는 실정이다. 이러한 이유로 학교에서의 수업이 이론 위주의 암기식 수업 중심으로 이루어지고 있기 때문에 학생들은 지층과 화석의 생성 과정과 특성에 대한 이해가 어려우며, 학습 목표 성취에 대한 집중력이 떨어지게 되어 학습의 효율성이 감소하게 된다.

이러한 문제점을 해결하기 위한 방법을 고려해본 결과, 현장체험학습을 하지 않고도 학생들이 흥미를 가지고 학습목표를 달성할 수 있는 실내학습 STEAM 프로그램을 개발하는 것이 해결책이 될 수 있다. 이를 통해 학생들은 융합적인 사고를 가지고 교육과정에서 요구하는 학습목표를 충분히 달성할 수 있을 것으로 판단된다.

실내학습 STEAM 프로그램을 통해서 많은 학생들이 이해하기 힘들어 하는 ‘지층과 화석’이라는 주제를 가지고 실내에서도 흥미롭게 체험할 수 있도록 하였다. 즉, 교과 간 통합이라는 접근을 통해 실내에서 다양한 활동을 하면서 ‘지층과 화석’에 대한 과학 개념을 습득하는 것이다.

본 프로그램을 학습함으로써 학생들은 ‘지층과 화석’이 지닌 지구과학적 가치에 대해서 이해하게 될 것이며, 하나의 주제에 대해서 다양하게 접근할 수 있는 융합적인 사고를 하게 되는 계기가 될 것이다. 즉, 주제 통합적인 접근을 통해서 하나의 활동에도 다양한 과목의 요소를 접목시켜 학생들이 여러 방면에서 융합적으로 사고하는 방법을 배우게 될 것이다.

실내학습 STEAM 프로그램은 총 9차시로 개발되었으며 각 차시를 <표 IV

-33>에서 <표 IV-40>까지 제시하였다. STEAM 프로그램의 각 차시에 대한 중점적으로 고려한 사항도 표 하단에 제시하였다.

<표 IV-33> 실내학습 STEAM 교수·학습 과정안(1차시)

주제	지층과 화석	차시	1/9	STEAM 요소	
학습 주제	지층과 화석의 정의 및 특징 알아보기			STEAM 단계	상황제시
학습 목표	지층과 화석의 정의 및 특징을 설명할 수 있다.			학습자료	동영상, PPT, 학습지 등
				학습형태	모둠 및 개별학습

학습 단계	교수·학습활동	STEAM 요소 및 시간	자료 및 유의사항
준비 【동기유발】	<ul style="list-style-type: none"> ● '제주 송악산 해안 동굴진지 붕괴'에 대한 뉴스 시청하기 <ul style="list-style-type: none"> · '송악산 해안 동굴 붕괴'에 대한 뉴스 보기 - 뉴스를 보면서 붕괴로 인해 송악산 지층이 훼손되고 있고 올레길도 폐쇄되고 있는 현실에 대한 심각성을 느끼도록 한다. ● 학습목표 확인하기 ◎ 지층과 화석의 정의 및 특징을 이해할 수 있다. ● 학습활동 안내하기 <ul style="list-style-type: none"> [활동 1] 지층과 화석의 정의 알기 [활동 2] 지층과 화석의 특징 알기 [활동 3] 지층과 화석의 지구과학적인 가치 알기 	5분 	동영상 뉴스를 통해 자연스럽게 학습목표와 수업을 연결할 수 있도록 한다. PPT
개발 【활동 1】지층과 화석의 정의 알기	<ul style="list-style-type: none"> ● 지층의 정의 <ul style="list-style-type: none"> · 지층의 정의에 대해서 알아보기 - 지층의 정의에 대해서 의견을 나누며 파악하기 ● 화석의 정의 <ul style="list-style-type: none"> · 화석의 정의에 대해서 알아보기 - 화석의 정의에 대해서 의견을 나누며 파악하기 - PPT와 동영상자료를 통해 지층과 화석의 정의 이해하기 	10분 	PPT, 동영상이 자유로운 분위기에서 의견을 나누도록 한다.
실행 【활동 2】지층과 화석의 특징 알기	<ul style="list-style-type: none"> ● 지층의 특징 <ul style="list-style-type: none"> · 지층의 특징에 대해서 알아보기 - 지층의 특징에 대해서 조사된 내용을 바탕으로 모둠원과 토의를 하며 파악하기 - 지층의 특징에 대해 정리하기 	10분 	PPT, 동영상 사전에

학습 단계	교수 · 학습활동	STEAM 요소 및 시간	자료 및 유의사항
	<ul style="list-style-type: none"> ● 화석의 특징 <ul style="list-style-type: none"> · 화석의 특징에 대해서 알아보기 - 화석의 특징에 대해서 조사된 내용을 바탕으로 파악하기 - 화석의 특징에 대해 정리하기 	A	지층과 화석의 특징에 대해서 조사해 보도록 한다.
	【활동 3】 지층과 화석이 중요한 이유 알기 <ul style="list-style-type: none"> ● 지층과 화석의 지구과학적인 가치 알기 <ul style="list-style-type: none"> · 지층과 화석을 통해서 알 수 있는 것 생각하여 발표하기 - 오래 전의 환경에 대해서 생각해 볼 수 있다. · 지층과 화석이 중요한 이유 알아보기 - 지층 관찰을 통해서 퇴적물의 종류를 알 수 있다. - 공룡 화석의 발자국 크기를 통해서 공룡의 크기를 유추할 수 있다.(공룡 신체의 각 부위별 비율을 이용한다.) - 지층 안에 발견되는 화석을 통해서 지층이 형성된 시기와 화석이 묻혔을 당시의 자연 환경에 대해서 유추할 수 있다. 	10분	PPT, 동영상
평가	【정리하기】 <ul style="list-style-type: none"> ● 지층과 화석에 대해서 정리하기 <ul style="list-style-type: none"> · 본 차시에서 학습한 내용 퀴즈로 정리하기 - O, X 퀴즈로 학습 내용 확인하기 【차시예고】 <ul style="list-style-type: none"> · 지층과 화석을 관찰할 수 있는 장소 알아보기 - 차시 학습 내용 파악하기 	5분	PPT O, X 퀴즈 활동 시 정답 만을 맞추는 것이 아니라 학습 내용을 정리하는 것 에 초점을 두 도록 한다.

1차시의 주요 내용은 지층과 화석의 정의와 특징을 이해하는 것이다. 이를 통해 실내학습 STEAM 프로그램 초반부에 학생들의 흥미를 자연스럽게 유발할 수 있도록 교수 · 학습 과정안을 구성하였다. 그리고 학생들에게 현장체험학습을 실시할 수 없는 상황에서 교실에서도 지층과 화석에 대해서 흥미와 관심을 갖고 다양한 관점에서 효과적으로 학습할 수 있도록 하였다.

<표 IV-34> 실내학습 STEAM 교수 · 학습 과정안(2차시)

주제	차시	2/9	STEAM 요소	S T E A M
학습 주제	지층과 화석의 특징을 파악할 수 있는 실험 구상하기		STEAM 단계	○ ○ ○ ○
학습 목표	지층과 화석의 특징을 파악할 수 있는 실험을 구상할 수 있다.		학습자료 학습형태	동영상, PPT 학습지 등 모둠 및 개별학습

학습 단계	교수 · 학습활동	STEAM 요소 및 시간	자료 및 유의사항
준비 【동기유발】	● '지층과 화석' 관련 영상 감상하기 <ul style="list-style-type: none"> · '지층과 화석' 이 형성되는 동영상 감상하기 - 영상을 통해 지층, 화석의 특징 관심 갖기 ● 학습목표 확인하기 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> ◎ 지층과 화석의 특징을 파악할 수 있는 실험을 구상할 수 있다. </div> ● 학습활동 안내하기 <p>[활동 1] 지층과 화석 관련 기존 실험 알아보기</p> <p>[활동 2] 기존 실험에 추가할 수 있는 융합 요소 파악하기</p> <p>[활동 3] 지층과 화석의 특징을 알 수 있는 실험 생각하기</p>	5분 A S	동영상 차분한 분위기에서 집중할 수 있다. PPT
개발 【활동 1】 지층과 화석 관련 기존 실험 알아보기	● 지층 관련 기존 실험에 대한 조사내용 발표하기 <ul style="list-style-type: none"> · 지층과 관련하여 평소 알고 있었던 실험에 대해 말하기 - 평소에 알고 있었던 실험에 대해서 이야기를 나누면서 추가하고 싶은 내용 생각하기 ● 화석과 관련된 기존 실험 조사내용 발표하기 <ul style="list-style-type: none"> · 화석과 관련하여 평소 알고 있었던 실험에 대해서 말하기 - 기존 실험 관련 동영상 시청을 통하여 실험의 장단점, 실험 방법 등에 대해 이야기 나누기 	10분 S A	PPT, 관련 영상, 학습지 자율적으로 모둠활동에 참가할 수 있는 분위기를 조성한다.
실행 【활동 2】 기존 실험에 추가할 수 있는 융합요소 파악하기	● 추가 가능한 융합요소 파악하기 <ul style="list-style-type: none"> · 기존 실험에 융합적인 요소를 추가할 수 있는지 알아보기 - 기존 실험에는 없는 융합적인 요소 생각하기(재료의 변경, 실험 절차에 변화 주기 등) - 융합적인 요소를 기존 실험에 추가할 수 있는 방법에 대해서 생각하기 - 창의적으로 나만의 실험에 대한 계획 구성하기 	10분 S T/E	사전에 학생들이 미리 융합 요소에 대해서 조사를 하도록 한다. 학습지
실행 【활동 3】 지층과 화석의 특징을 알 수 있는 실험 생각하기	● 지층과 화석의 특징을 알 수 있는 융합 실험 알아보기 <ul style="list-style-type: none"> · 활동1, 2에서 했던 내용을 토대로 실험 구상하기 - 지층 관련 실험에서 기존 실험에서 미흡했던 점을 보완할 수 있는 실험 설계하기 - 화석 관련 실험에서 기존 실험에서 미흡했던 점 	10분 S T/E	STEAM 프로그램의 취지에 맞게 지층과 화석의 특징을 알 수 있는 융합적인 실험을 생

학습 단계	교수 · 학습활동	STEAM 요소 및 시간	자료 및
			유의사항

을 보완할 수 있는 실험 설계하기

각한다.

평가 【정리하기】

5분

PPT

● 지층과 화석에 대한 융합적인 실험 파악하기

- 이번 차시에서 작성했던 아이디어에 대해서 생각하기
- 학습한 내용을 중심으로 문제를 해결한다.

S

본 차시에서 학습한 내용을 토대로 다음 시간에 학습할 내용을 미리 숙지할 수 있도록 한다.

【차시예고】

● 지층과 화석의 특징을 알 수 있는 최적의 실험 설계하기

- 다음 시간에 학습할 내용 파악하기
- 차시 학습 내용을 파악하고 학습 의지 다지기

2차시의 주요 내용은 지층과 화석의 특징을 파악할 수 있는 실험을 구상하는 것이다. 이를 통해 학생들은 지층과 화석의 특징을 찾아낼 수 있는 융합적인 실험 방법을 자율적으로 구상하는 방식으로 교수·학습 과정안을 구성하였다. 기존에 교과서에 제시된 실험에 대해서 살펴보고, 추가할 수 있는 융합 요소를 생각하고 친구들과 서로 의견을 공유할 수 있도록 하였다.

<표 IV-35> 실내학습 STEAM 교수·학습 과정안(3차시)

주제	지층과 화석	차시	3/9	STEAM 요소	S	T	E	A	M
학습 주제	지층과 화석의 특징을 알 수 있는 최적의 실험 설계하기			STEAM 단계	○	○	○	○	○
학습 목표	지층과 화석의 특징을 알 수 있는 최적의 실험을 설계할 수 있다.			학습자료	동영상, PPT 학습지 등				
				학습형태	모둠 및 개별학습				

학습 단계	교수 · 학습활동	STEAM 요소 및 시간	자료 및
			유의사항

준비 【동기유발】

5분

PPT

● 실험설계 과정에 대한 이론적인 방법 알아보기

- 과학 과목에서 실험을 설계하는 방법에 대해서 소개하기
- 실험 설계 방법을 통해서 본 차시 학습 내용 이해하기

S
T/E

허용된 범위 내에서 설문에 집중할 수 있도록 배정한다.


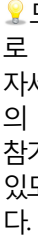


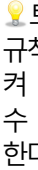
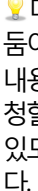

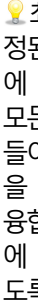
● 학습목표 확인하기

◎ 지층과 화석의 특징을 알 수 있는 최적의 실험을 설계할 수 있다.

S

● 학습활동 안내하기

[활동 1] 주제와 관련된 실험의 장점과 단점 정리하기

학습 단계	교수 · 학습활동	STEAM 자료 및 요소 및 시간 유의사항
[활동 2] 최적의 실험 설계하기		
개발 【활동 1】주제와 관련된 실험의 장점과 단점 정리하기 <ul style="list-style-type: none"> ● 지층 화석과 관련된 실험의 장점 파악하기 <ul style="list-style-type: none"> · 모둠별로 해당 실험의 장점에 대해서 정리하기 - 실험을 하는 과정이 간단하여 단시간에 수행할 수 있다. - 간단한 재료로 손쉽게 실험할 수 있다. 등 ● 지층 화석과 관련된 실험의 단점 파악하기 <ul style="list-style-type: none"> · 모둠별로 해당 실험의 단점에 대해서 정리하기 - 실험이 실제의 상황과는 다른 요소가 많이 있다. - 학생들이 이해하기 힘든 요소가 많이 있다. 등 	<div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;">🕒 15분</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;">  </div> <div style="width: 35%;">  <p>모둠 별로 진지한 자세로 토의 활동에 참가할 수 있도록 한다.</p>  <p>학습지</p> </div> </div>	
실행 【활동 2】최적의 실험 설계하기 <ul style="list-style-type: none"> ● 모둠별로 최적의 실험 설계하기 <ul style="list-style-type: none"> · 토의를 통해서 모둠별로 최적의 실험 설계하기 - 융합적인 요소를 고려하여 실험을 통해 지층과 화석에 대한 특징을 학생들이 잘 파악할 수 있는 최적의 실험을 모둠원들의 토의를 통해서 설계하기 ● 우리 학급에서 수행할 실험 결정하기 <ul style="list-style-type: none"> · 모둠별로 설계된 최적의 실험 발표하기 - 각 모둠에서 설계된 실험에 대한 과정을 다른 모둠 친구들에게 자세하게 설명하기 · 모둠별로 설명한 실험 중에서 최적의 실험 결정하기 - 학생들의 자율적인 토의를 통해 본 STEAM 프로그램에 맞는 최적의 실험 결정하기 	<div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;">🕒 15분</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;">  </div> <div style="width: 35%;">  <p>토의의 시 규칙을 지켜 참가할 수 있도록 한다.</p>  <p>다른 모둠이 발표 내용도 경청할 수 있도록 한다.</p> </div> </div>	
평가 【정리하기】 <ul style="list-style-type: none"> ● 최종 결정된 실험에 대해서 되돌아보기 <ul style="list-style-type: none"> · 결정된 실험의 수행 과정에 대해서 파악하기 - 결정된 실험에 내재된 융합적인 요소에 대해서 한번 더 살펴보기 【차시예고】 <ul style="list-style-type: none"> ● 선정된 실험에 대한 수행 계획 세우기 <ul style="list-style-type: none"> · 다음 시간에 학습할 내용에 대해서 안내하기 - 차시 내용에 대해서 사전 조사할 사항 기록하기 	<div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;">🕒 5분</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;">  </div> <div style="width: 35%;">  <p>최종 결정된 실험에 대해서 모든 학생들이 관심을 가지고 융합 활동에 참여하도록 한다.</p> </div> </div>	

3차시의 주요 내용은 지층과 화석의 특징을 알 수 있는 최적의 실험을 설계하는 것이다. 이를 통해 본 STEAM 프로그램의 목표를 달성할 수 실험을 학생들이 주도하여 창의적으로 설계하는 방식으로 교수·학습 과정안을 구성하였다. 2

차시에서 파악했던 기존 지층과 화석 관련 실험의 장점과 단점을 살펴보고, 융합 인재교육의 관점에서 접근할 수 있는 새로운 실험을 설계하도록 하였다.

<표 IV-36> 실내학습 STEAM 교수·학습 과정안(4차시)

주제	지층과 화석	차시	4/9	STEAM 요소	S T E A M ○ ○ ○ ○ ○
학습 주제	실험에 대한 수행 계획 세우기			STEAM 단계	창의적 설계
학습 목표	지층과 화석 관련 융합 실험에 대한 수행 계획을 세울 수 있다.			학습자료	동영상, PPT 학습지 등
				학습형태	모둠 및 개별학습

학습 단계	교수·학습활동	STEAM 요소 및 시간	자료 및 유의사항
준비	【동기유발】	5분	
	<ul style="list-style-type: none"> ● 계획을 잘 세울 때의 장점에 대한 영상 감상하기 <ul style="list-style-type: none"> - 설계도면을 잘 세울 때의 완성된 건축물에 대한 영상 감상하기 ● 학습목표 확인하기 	A S	동영상 허용적인 분위기에서 집중할 수 있도록 한다.
	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 지층과 화석 관련 융합 실험에 대한 수행 계획을 세울 수 있다. 	S	PPT
	<ul style="list-style-type: none"> ● 학습활동 안내하기 <p>[활동 1] 융합 실험 시 필요한 사항 알아보기</p> <p>[활동 2] 융합 실험 시 수행할 구체적인 계획 세우기</p> <p>[활동 3] 융합 실험 계획서 발표하기</p>		
개발	【활동 1】실험 시 필요한 사항 알아보기	7분	
	<ul style="list-style-type: none"> ● 마인드맵 학습지를 사용하여 서로의 생각 알아보기 <ul style="list-style-type: none"> · 마인드맵 학습지에 자신의 생각 자유롭게 작성하기 - 다양한 사고를 통해 실험 시 필요한 사항 적어보기 · 마인드맵 활동을 통해 나온 의견 정리하기 - 모둠별로 모둠원들이 작성한 내용 정리하기 - 정리한 내용에 대해서 발표를 통해 전체적으로 공유하기 · 모둠원들의 의견을 바탕으로 지층과 화석에 대한 실험 중 1개를 선택하기 	S A	마인드맵 학습지 지층과 화석에 대한 실험 중에 1개를 선택할 때 실험을 선택하는 모둠의 수를 적절히 조정한다.
실행	【활동 2】융합 실험 시 수행할 구체적인 계획 세우기	10분	
	<ul style="list-style-type: none"> ● 활동 1에서 했던 내용을 바탕으로 지난 시간에 결정된 융합 실험 계획 세우기(지층 또는 화석 실험 중에서 선택) <ul style="list-style-type: none"> · 모둠에서 구체적 실험 과정에 대한 계획 세우기 - 체험주제, 준비물, 실험한 내용, 실험한 내용에 대한 설명 등에 대한 내용을 계획서에 자세히 작 	S T/E A	교사의 개입을 최소화 한다. 계획서 작성 시 모둠원들의 의견을 대

학습 단계	교수 · 학습활동	STEAM 요소 및 시간	자료 및 유의사항
	성하기 - 작성한 계획서를 모둠원과 함께 보면서 수정하기		부분 반영할 수 있도록 한다.
	【활동 3】실험 계획서 발표하기 ● 실험 계획서 완성본 발표하기 · 실험 계획서 발표를 위한 준비하기 - 프리젠테이션, 요약서 등의 흐름을 알 수 있는 형식으로 발표할 준비하기 · 모둠별로 준비한 계획서를 창의적으로 발표하기 - 지층과 화석의 특성을 알 수 있는 실험 계획서를 친구들에게 간략하게 설명하기 - 본인 모둠의 실험 절차에 대해서 보충 및 수정하기	15분 S A	발표 시 다른 모둠은 차분한 상태에서 경청하도록 한다. 사전 에 계획서를 발표할 수 있는 준비를 하도록 한다.
평가	【정리하기】 ● 실험 계획서 발표가 우수한 모둠 선정하기 · 융합적인 아이디어가 많이 들어있고, 발표를 잘한 모둠 선정하기 - 본인이 속한 모둠을 제외하고 잘한 모둠 두 팀 선정하여 스티커 제공하기 - 스티커를 가장 많이 받은 모둠이 우수 모둠으로 선정되기	3분 A	우수발표 모둠이 공정하게 선정될 수 있도록 한다. 스티커
	【차시예고】 ● 지층과 화석의 특징을 알 수 있는 융합 실험 수행하기 · 지층과 화석 중에 관심이 더 가는 주제 생각하기 - 실험 수행에 대한 실천 의지를 다지고 준비물 생각하기		

4차시의 주요 내용은 지층과 화석 관련 융합 실험에 대한 수행 계획을 세우는 것이다. 이를 통하여 학생들이 학습 목표를 달성할 수 있는 실험에 좀 더 창의적으로 접근할 수 있도록 교수·학습 과정안을 구성하였다. 실험을 할 때 지층과 화석과 관련해서 필요한 것을 자유롭게 파악하도록 하였고, 실험 주제, 융합 요소 그리고 준비물에 대한 인식의 공유를 통해서 견과류 실험에 대한 절차를 구체적으로 작성할 수 있도록 하였다.

<표 IV-37> 실내학습 STEAM 교수·학습 과정안(5~6차시)

주제	차시	5~6/9	STEAM 요소	S	T	E	A	M	
주제	지층과 화석	차시	5~6/9	STEAM 요소	○	○	○	○	○
학습 주제	지층과 화석에 대한 융합 실험하기		STEAM 단계	창의적 설계					
학습	지층과 화석에 대한 융합 실험을		학습자료	지층 : 물엿, 견과류, 누름판 등					

목표	수행할 수 있다.	화석 : 밀가루, 비닐 등
	학습형태	모둠 및 개별학습

학습 단계	교수 · 학습활동	STEAM 자료 및 요소 및 시간 유의사항
-------	-----------	-------------------------

준비 【동기유발】

5분

● 지층과 화석에 대한 실험 과정 살펴보기

- 자기 모둠이 선택한 지층과 화석에 대한 일련의 실험 과정 살펴보기
- 수행하게 될 실험과정과 준비물 등을 다시 한 번 더 점검하기

S
A

실험 계획서
진정한 분위기에서
실험과정을 수
행할 수 있도록
준비물을
점검하였다.

● 학습목표 확인하기

◎ 지층과 화석에 대한 융합 실험을 수행할 수 있다.

S

모둠이
선택한
실험
활동에
대해서
대립
할 수
있도록
인식
하도록
한다.

● 학습활동 안내하기

- [활동 1] 모둠별로 선택한 지층과 화석 실험 수행하기
- [활동 2] 실험 내용과 결과 정리하기
- [활동 3] 실험 후 정리 정돈하기

개발 【활동 1】선택한 지층과 화석 실험 수행하기

40분

● 선택한 지층과 화석 실험에 대한 준비물 확인하기

- 사전에 선택한 실험에 대한 준비물 준비해 놓고 점검하기
- 모둠별로 실험 과정을 생각하면서 실험도구가 잘 준비되었는지 살펴보기

S
A

실험 도구

● 선택1 - 지층 관련 실험하기

- 지층 관련 융합 실험 수행하기
- 사전에 계획했던 내용을 바탕으로 실험 수행하기
- 견과류 종류별로 물엿 또는 꿀에 넣어 두기
- 투명한 아크릴판 위에 준비한 견과류를 층별로 차곡차곡 쌓기
- 층으로 쌓인 견과류의 긴 쪽 방향의 양 옆에서 같은 힘으로 천천히 누른다.
- 견과류가 힘에 따라서 휘어지거나 끊어지는 현상이 나타남을 관찰한다.
- 관찰된 현상을 지층 관련 과학 개념과 연관지어 본다.

S

T/E

A

M

안전에
유의해서
실험
활동을
실시하
도록
한다.

음식을
사용하는
실험이기에
위생에
주의하여
할 수
있도록
한다.

● 선택2 - 화석 관련 실험하기

- 화석 관련 융합 실험 수행하기
- 사전에 계획했던 내용을 바탕으로 실험 수행하기
- 견과류를 물엿 또는 꿀에 넣어 두기
- 투명한 아크릴판 위에 준비한 견과류를 지표면

S

T/E

밀가루

학습 단계	교수 · 학습활동	STEAM 요소 및 시간	자료 및 유의사항
	처럼 쌓기 ○ 무늬가 잘 나타나는 물건을 위생 랩으로 싸서 견과류에 찍어보기(예시: 호두, 나뭇잎 등) ○ 무늬가 찍힌 곳에 밀가루 반죽을 넣는다. ○ 밀가루 반죽을 떼어내어 찍힌 모양으로 잘 형성되었는지 살펴본다. ○ 관찰된 현상을 화석 관련 과학 개념과 연관지어 본다.	A	반죽은 추후 가정에서 조리하여 기호에 맞게 먹을 수 있도록 안내한다.
실행	【활동 2】실험 내용과 결과 정리하기 ● 선택1 - 지층 관련 실험 내용 살펴보기 · 모둠별로 활동지 창의적으로 정리하기 - 원래 계획했던 내용과 비교해 보고 더 추가해서 조사할 아이디어에 대해서 의견 나누기 ● 선택2 - 화석 관련 실험 내용 살펴보기 · 모둠별로 활동지 창의적으로 정리하기 - 원래 계획했던 내용과 비교해 보고 더 추가해서 조사할 아이디어에 대해서 의견 나누기 ● 실험결과 정리하기 - 모둠별로 실험결과를 바탕으로 결과를 정리한다.	20분	● 관찰하고 정리한 내용이 원래 계획한 내용에 부합되는지 알아본다.
	【활동 3】실험 후 정리 정돈하기 ● 모듬별로 실험 했던 물품 정리하기 · 모듬별로 사용했던 재료 정리하기 - 음식물을 사용하였기에 부스러기가 남지 않게 정리하기 - 실험에 사용되었던 도구 깨끗이 씻고 제자리에 놓기	5분	● 학생들이 자발적으로 뒷정리를 할 수 있는 분위기를 조성한다. ● 비닐봉지
평가	【정리하기】 ● 지층과 화석에 대한 실험 후 소감 발표하기 · 실험을 수행하면서 생생히 느낀 점을 공유하기 - 모듬별 활동을 하면서 학생들이 느꼈던 감정을 자유롭게 공유하고 전체적으로도 함께 알아보기 - 자신의 모듬에서 하였던 실험에 대한 느낀 점을 해당 실험을 하지 못했던 모듬과 자유롭게 의견 나누기 【차시예고】 ● 실험 수행을 통해 학습한 내용 재정리하기 · 모듬별로 이해한 내용을 체계적으로 정리하기 - 다음 시간에 할 내용에 대해서 생각하고 의지 다지기	10분	● 학생들이 실험을 하면서 느낀 점을 자유롭게 말할 수 있도록 한다.

5~6차시의 주요 내용은 지층과 화석에 대한 융합 실험을 수행하는 것이다. 이를 위해 2차시 분량으로 80분의 시간을 통합하여 차시를 구성하였고, 학생들이

사전에 선택한 주제에 대해서 자기주도적으로 실험하는 방식으로 교수·학습 과정을 구성하였다. 실험을 진행하면서 관찰된 현상에 대한 그림을 그리고, 이에 대한 설명을 작성하도록 하여 실험 내용을 효과적으로 파악하도록 하였다.

<표 IV-38> 실내학습 STEAM 교수·학습 과정안(7차시)

주제	지층과 화석	차시	7/9	STEAM 요소	
학습 주제	실험 수행 내용 정리하기			STEAM 단계	감성적 체험
학습 목표	성취감과 함께 실험 수행한 내용을 정리할 수 있다.			학습자료	사진, PPT 학습지 등
				학습형태	모둠 및 개별학습

학습 단계	교수·학습활동	STEAM 요소 및 시간	자료 및 유의사항
준비	【동기유발】 <ul style="list-style-type: none"> ● 융합 실험을 할 때 촬영된 사진 감상하기 <ul style="list-style-type: none"> · 융합 실험 수행 시 모둠별로 촬영한 사진 보여주기 - 사진을 보면서 실험 때의 상황 되돌아보기 ● 학습목표 확인하기 <div style="border: 2px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block;"> ◎ 성취감과 함께 실험 수행한 내용을 정리할 수 있다. </div> <ul style="list-style-type: none"> ● 학습활동 안내하기 [활동 1] 실험 수행 후 느낀 점 공유하기 [활동 2] 알게 된 내용 다양한 방법으로 정리하기	5분 A S	실험 시 활동 사진 촬영된 사진을 보면서 실험 때 느꼈던 것들을 생각해본다. PPT
개발	【활동 1】실험 수행 후 느낀 점 공유하기 <ul style="list-style-type: none"> ● 융합 실험을 한 후의 느낀 점 서로 얘기하기 <ul style="list-style-type: none"> · 모둠별로 서로의 느낀 점 들어보기 - 실험 수행 당시에 좋았던 감정 공유하기 - 실험 수행 당시에 아쉬운 감정 공유하기 · 전체적으로 느낀 점 발표해 보기 - 각 모둠에서 우수 소감 발표자로 선출된 학생 중심으로 반 친구들에게 느낀 점 말하기 	9분 A S	모둠별로 자유로운 분위기에서 느낀 점을 공유하도록 한다. 전체를 대상으로 발표할 때도 자신감 있게 말하도록 한다.
실행	【활동 2】새롭게 알게 된 내용 다양하게 정리하기 <ul style="list-style-type: none"> ● 친구의 발표를 듣고 지층에 대해서 정리하기 <ul style="list-style-type: none"> · 융합 실험을 통해 알게 된 지층의 특징 정리하기 - 친구들의 발표를 통해 지층의 전반적인 특징에 대해서 정리하기 	21분 S	학습지 수행 과정 중에 알게 된 점에

학습 단계	교수 · 학습활동	STEAM 요소 및 시간	자료 및 유의사항

평가	【정리하기】	5분	PPT
	【차시예고】		
	<ul style="list-style-type: none"> ● 지층과 화석에 대한 실험 아이디어 생각하기 · 차시예고를 통해 준비물 및 자료가 필요하면 학생들에게 미리 준비할 수 있도록 안내하기 - 모둠별로 준비해야 할 것에 대해서 이야기하고 확인하기 		차시에 필요한 준비물 또는 자료를 미리 준비할 수 있도록 한다.

7차시의 주요 내용은 실험을 수행한 내용에 대해서 정리하는 것이다. 이를 통해 지층과 화석의 특징에 대해 실험한 결과를 종합적으로 학생들이 다시 확인하는 방식으로 교수 · 학습 과정안을 구성하였다. 학생의 발표를 들으면서 지층과 화석에 대해서 새롭게 알게 된 내용을 정리하고, 이를 바탕으로 과학적인 해석을 할 수 있도록 하였다.

<표 IV-39> 실내학습 STEAM 교수 · 학습 과정안(8차시)

주제	지층과 화석	차시	8/9	STEAM 요소	S T E A M ○ ○ ○ ○
학습 주제	지층과 화석에 대한 또 다른 융합 실험 아이디어 생각			STEAM 단계	감성적 체험
학습 목표	지층과 화석에 대한 또 다른 융합 실험 아이디어를 생각할 수 있다.			학습자료	동영상, PPT 학습지, 발표준비 자료 등
				학습형태	모둠 및 개별학습

학습 단계	교수 · 학습활동	STEAM 요소 및 시간	자료 및 유의사항
준비	【동기유발】		

학습 단계	교수 · 학습활동	STEAM 요소 및 시간	자료 및 유의사항
	<ul style="list-style-type: none"> ● 지난 시간에 촬영된 활동 영상 감상하기 <ul style="list-style-type: none"> · 융합 실험에 대해서 발표하는 모습 살펴보기 - 촬영된 영상을 보면서 전시 학습 내용 생각하기 ● 학습목표 확인하기 	A	동영상
	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 지층과 화석에 대한 또 다른 융합 실험 아이디어를 생각할 수 있다. 	S	동영상을 보면서 전시 학습 내용을 기할 수 있다.
	<ul style="list-style-type: none"> ● 학습활동 안내하기 <ul style="list-style-type: none"> [활동 1] 지층과 화석에 대한 다른 실험 아이디어 생각하기 [활동 2] 모둠별 융합 아이디어 발표하기 		PPT
개발	【활동 1】지층과 화석에 대한 다른 실험 아이디어 생각하기	15분	
	<ul style="list-style-type: none"> ● 실현한 내용을 보완할 수 있는 융합 아이디어 내기 <ul style="list-style-type: none"> · 모둠에서 수행했던 융합 실험 내용의 보완점 생각하기 - 모둠별로 자유롭게 융합 아이디어 내기 - 제시된 아이디어를 재구성하여 구현 가능한 또 다른 융합 실험을 설계하기 ● 설계한 융합 실험을 체계적으로 정리하기 <ul style="list-style-type: none"> · 모둠별로 의논한 내용을 바탕으로 실험 계획서 작성하기 - 실험 계획서 작성을 통해 융합 실험 구체화하기 	S, A, T/E	사전에 모둠별로 또 다른 융합 아이디어에 대해서 미리 생각하도록 한다. 학습지
실행	【활동 2】모둠별 융합 아이디어 발표하기	15분	
	<ul style="list-style-type: none"> ● 작성된 융합 실험 흐름도에 대한 내용 발표하기 <ul style="list-style-type: none"> · 모둠별로 발표 준비하기 - 발표할 사람을 선정하여 모둠원들을 대상으로 미리 발표해 보기 - 사전 발표를 통해 융합 실험 흐름도 내용을 보완하고 발표 시 내용 전달을 효과적으로 할 수 있는 방법에 대해서 생각하기 	S, A	작성된 실험 흐름도를 창의적으로 발표할 수 있는 분위기를 조성한다. 발표자료 제작 도구 등
평가	【정리하기】	5분	
	<ul style="list-style-type: none"> ● 융합 실험 흐름도를 작성하면서 느낀 점 공유하기 <ul style="list-style-type: none"> · 모둠별로 새로운 융합 실험을 계획하면서 느낀 점 발표하기 - 학급 친구들에게 또 다른 융합 실험을 계획하면 	A	친구가 발표할 때는 경청할 수 있는 자세를 가질 수 있다.

학습 단계	교수 · 학습활동	STEAM 요소 및 시간	자료 및 유의사항
	서 좋았던 점과 어려웠던 점에 대해서 발표하기		도록 안내한다.
	【차시예고】		
	● 실험에 대한 아이디어 공유하기		PPT
	· 융합 아이디어를 발표하면서 느낀 점 공유하기		
	- 차시에 할 활동에 대해서 실천 의지 갖기		

8차시의 주요 내용은 지층과 화석에 대한 또 다른 융합 실험 아이디어를 생각하는 것이다. 허용적인 학습 분위기 조성을 통해 학생들이 좀 더 많은 창의적인 아이디어를 생각해내는 방식으로 교수·학습 과정안을 구성하였다. 본 차시에서 수행했던 실험 내용을 바탕으로 새로운 STEAM 관련 아이디어를 접목하여 학생들의 관심을 유도할 수 있는 실험을 모듈별로 설계하도록 하였다.

<표 IV-40> 실내학습 STEAM 교수·학습 과정안(9차시)

주제	지층과 화석	차시	9/9	STEAM 요소	S	T	E	A	M
학습 주제	융합 실험에 대한 아이디어 공유 및 공감하기			STEAM 단계	○			○	○
학습 목표	융합 실험에 대한 아이디어를 공유 및 공감할 수 있다.			학습자료	동영상, 사진, PPT, 학습지 등				
				학습형태	모둠 및 개별학습				

학습 단계	교수 · 학습활동	STEAM 요소 및 시간	자료 및 유의사항
준비	【동기유발】	5분	
	● 지층과 화석에 대한 뉴스 확인하기		동영상, 사진
	· 지층과 화석과 관련된 뉴스 기사 제시하기		
	- 뉴스를 보면서 지층과 화석에 대한 학습 동기 갖기		
	● 학습목표 확인하기		뉴스 기사를 통해 본 STEAM 프로그램을 잘 마무리할 수 있는 의지를 다진다.
	◎ 융합 실험에 대한 아이디어를 공유 및 공감할 수 있다.		
	● 학습활동 안내하기		PPT
	[활동 1] 새로운 융합 실험을 발표하면서 느낀 점 공유하기		
	[활동 2] 다른 모듈의 융합 아이디어 살펴보기		
	[활동 3] 본 STEAM 프로그램에 대한 느낀 점 알아보기		

개발 【활동 1】융합아이디어를 발표하면서 느낀 점 공유하기

공유하기

- **융합 아이디어를 발표하면서 느낀 점에 대해서 얘기하기**
 - 모둠별로 새로운 융합 실험에 대한 아이디어를 창출하면서 느낀 점 공유하기
 - 모둠별로 자신이 활동을 하면서 좋았던 점과 어려웠던 점에 대해서 발표하기
 - 학급 전체적으로 느낀 점 공유하기

🕒 5분

A

S

💡 학생들이 느낀 점을 자유롭게 이야기 할 수 있는 허용적인 분위기를 조성한다.

실행 【활동 2】다른 모듬의 융합 아이디어 살펴보기

- **모듬별로 제작한 융합 실험 계획서 살펴보기**
 - 새로운 실험이 지층과 화석의 특징을 알 수 있는지 확인하기
 - 모듬별로 제시한 지층과 화석에 대한 새로운 융합 실험 아이디어 흐름도를 보면서 학생들이 이 실험을 수행하면서 성취하게 될 학습목표를 달성할 수 있는지 예상하면서 장점과 단점 찾아보기
 - 다른 모듬의 발표를 들으면서 느낀 점에 대해서 작성하기

🕒 15분

S

A

M

💡 서로 의견을 교환하면서 활동하도록 한다.
 💡 다른 모듬의 융합 실험 아이디어를 너무 비난이 담긴 시각으로만 보지 않는다.
 📖 학습지

【활동 3】STEAM 프로그램 학습 마무리하기

- **지층과 화석에 대한 STEAM 프로그램 활동 정리하기**
 - 지층과 화석에 대해 알게 된 점 이야기하기
 - 9차시의 STEAM 프로그램을 학습하면서 새롭게 알게 된 점에 대해서 다시 한번 더 생각하기
 - 생각한 내용을 토대로 느낀 점 창의적으로 작성하기

🕒 10분

S

A

💡 융합적인 시각을 갖고 9차시 활동을 돌아볼 수 있는 시간을 갖는다.
 📖 학습지

평가 【정리하기】

- **지층과 화석에 대해서 전체적으로 정리하기**
 - 교실에서 학습했던 내용 확인하기
 - 지층과 화석의 정의 및 특징에 대해서 알게 된 내용 확인하기
- **본 STEAM 프로그램을 마치면서 소감 나누기**
 - 총 9차시의 학습을 하면서 생각나는 점에 대해서 자유롭게 이야기하기
 - 자신이 느꼈던 점에 대해서 자유롭게 진술하기

🕒 5분

S

A

💡 학생들이 STEAM 프로그램의 목적을 이해할 수 있게 다시 한번 더 확인하는 시간을 갖는다.

9차시의 주요 내용은 지층과 화석에 대한 융합 실험에 대한 아이디어를 공유하는 것이다. 이를 통해 다른 모듈의 융합 실험 아이디어에 대한 장점과 단점을 살펴보면서 본 STEAM 프로그램의 목표를 달성할 수 있는 새로운 실험을 제시할 수 있도록 교수·학습 과정안을 구성하였다. ‘지층과 화석’ 관련 새로운 융합 실험의 공유와 본 프로그램 전체를 학습한 후의 느낀 점을 살펴봄으로써 학생들은 새로운 문제에 도전하고자 하는 열정을 갖고, 실생활에서 스스로 문제를 해결할 수 있는 방법을 이해하고 그에 따라 자신감을 고취시키도록 하였다.

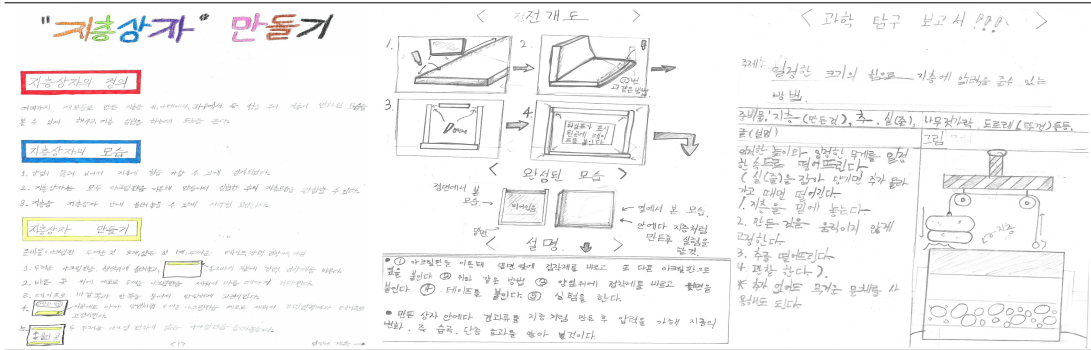
실내학습 STEAM 프로그램을 바탕으로 학생들이 참여한 수업의 구체적인 장면은 [그림 IV-15]에, 작성된 학습지는 [그림 IV-16]에 제시하였다.



[그림 IV-15] 실내학습 STEAM 프로그램 적용 장면

모듈별로 실험을 계획하여 지층은 호두, 땅콩, 아몬드, 해바라기씨, 통보리, 통밀 등 크기, 모양 및 색깔이 다른 견과류를 통해서 퇴적물의 다양한 알갱이를 구현하였고, 견과류들을 후라이팬에 물엿과 함께 볶음으로서 서로 달라붙도록 하였다. 화석 실험은 밀가루 반죽에 여러 가지 모양을 찍고 난 후 오븐에 구웠는데,

비록 실험에서는 반죽이 짧은 시간에 딱딱해지지만 실제 화석은 상당히 오랜 시간이 걸려 생성된다는 것을 알려주어 오개념이 생기지 않도록 하였다.



실험 장치 설계도 1

실험 장치 설계도 2

실험 장치 설계도 3

<p>실험명 지층을 이루는 층과 화석 만들기</p> <p>실험 과정 1. 손에 색칠을 하여 손에 묻힌다. 2. 손에 묻힌 손에 손에 묻힌다. 3. 손에 묻힌 손에 손에 묻힌다. 4. 손에 묻힌 손에 손에 묻힌다.</p> <p>실험에 대한 구체적인 설명 손에 색칠을 하여 손에 묻힌다. 손에 묻힌 손에 손에 묻힌다. 손에 묻힌 손에 손에 묻힌다.</p>	<p>관찰된 현상 손에 색칠을 하여 손에 묻힌다. 손에 묻힌 손에 손에 묻힌다. 손에 묻힌 손에 손에 묻힌다.</p> <p>그림과 관련된 설명 손에 색칠을 하여 손에 묻힌다. 손에 묻힌 손에 손에 묻힌다. 손에 묻힌 손에 손에 묻힌다.</p>	<p>실험 목적 지층을 이루는 층과 화석 만들기</p> <p>실험 재료 손에 색칠을 하여 손에 묻힌다. 손에 묻힌 손에 손에 묻힌다. 손에 묻힌 손에 손에 묻힌다.</p> <p>실험 방법 손에 색칠을 하여 손에 묻힌다. 손에 묻힌 손에 손에 묻힌다. 손에 묻힌 손에 손에 묻힌다.</p>
---	---	---

최상의 STEAM 실험 계획하기

지층과 화석 관련 실험 수행하기

STEAM 실험 되돌아보기

[그림 IV-16] 실내학습 학습지

학생들은 교사가 제시한 지층 실험 장치를 수정·보완하여 설계하도록 하였으며, 지층과 화석의 정의와 특징, 실험 절차 및 재료, 실험 계획 및 수행 그리고 새로운 STEAM 실험에 대한 아이디어 창출까지 직접적이고 구체적인 활동과 학습지 작성을 통해서 실내에서도 지층과 화석 관련 단원의 학습 목표를 충분히 달성하도록 하였다.

4. STEAM 프로그램의 적용 결과

가. 현장체험 STEAM 프로그램 적용 결과

1) 학업성취도 검사 결과

현장체험 STEAM 프로그램이 학생들의 학업성취도에 미치는 효과를 알아보기 위해 비교집단과 실험 집단의 사전·사후 검사를 분석하였다<표 IV-41>.

<표 IV-41> 학업성취도 사전·사후 비교

영역	집단	사전검사		사후검사		사전·사후 비교		집단 간 사후 비교	
		M	SD	M	SD	t	p	t	p
전체	비교	.59	.49	.63	.48	-1.437	.151	-2.975	.003*
	실험	.60	.49	.72	.45	-4.431	.000*		
지층	비교	.49	.50	.55	.50	-1.272	.205	-3.263	.001*
	실험	.51	.50	.72	.45	-4.200	.000*		
화석	비교	.65	.48	.67	.47	-.404	.687	-1.282	.201
	실험	.66	.48	.73	.44	-1.646	.102		
퇴적암	비교	.64	.48	.67	.47	-.749	.455	-.576	.565
	실험	.62	.49	.70	.46	-1.707	.090		

* $p < .05$

사전 검사 후에 비교 집단은 기존의 과학과 교육과정의 전통적 수업을, 실험 집단은 STEAM 프로그램을 적용한 후, 사전 검사와 동일한 학업성취도 검사 도구를 투입하여 분석하였다. 이 결과, 실험 집단은 전체적으로 학업성취도 향상이 두드러졌으며, 영역별로는 지층 영역에서만 사후 검사 점수가 사전 검사 점수보다 유의미한 수준에서 높은 결과를 나타내었다. 반면, 비교 집단은 모든 영역에서 유의미한 결과를 보이지 않았다. 두 그룹 간의 사후 검사에 대한 차이도 전체 및 지층 영역에서 실험 집단이 비교 집단보다 유의미한 수준에서 높아 STEAM 프로그램이 실험 집단의 학업성취도 향상에 긍정적인 영향을 미쳤음을 알 수 있다.

박진홍(2001)은 교과서를 이용한 평면적인 수업이나 암석 표본을 활용한 학습은 학생들에게 실제 자연현상을 이해시키는데 오히려 혼란을 줄 수도 있다고 하였다. 즉, 지질학 분야에서 실험실의 암석 표본과 지질구조 모형만으로 학습이 이루어질 경우, 학생들에게 자칫 오개념을 심어줄 수 있기 때문이라고 하였다. 또한 정진우 등(2000)은 직접 재현하기 어려운 지질 개념을 다른 사물에 비유하여 실제 현상과 비교하는 실험 형태의 전통적인 수업은 현장학습과 연계하여 이루어진 수업보다 학습 동기유발과 과학 개념의 이해 측면에서 낮은 비율을 보였다고 하였다.

이러한 점을 감안하여 본 연구에서는 학생들의 내적 동기를 유발시키기 위해 다양하고 흥미를 가질 수 있는 활동으로 STEAM 프로그램을 구성하였고, 야외에서의 직접적인 학습 경험을 통해서 학습 내용을 바르게 기억하는 전략으로 학

업성취도가 향상된 것으로 생각된다. 본 연구에서와 같이 STEAM 적용으로 학업성취도가 향상된 선행 연구(김자림, 2012; 김문경과 최선영, 2013; 조덕수, 2013; 양정순, 2013; 김준송, 2013)들이 보고되었으며, 반면 서주희와 신영준(2012)의 연구에서는 학업성취도에 별다른 영향을 미치지 못했다고 하였다. 이와 같은 상이한 결과로 볼 때, 앞으로 좀 더 많은 후속 연구가 진행된 후에 보다 정확한 결론을 낼 수 있을 것이다.

2) 창의적 문제해결력 검사 결과

현장체험 STEAM 프로그램이 학생들의 창의적 문제해결력에 미치는 효과를 알아보기 위해 비교 집단과 실험 집단의 사전·사후 검사를 분석하였다<표 IV-42>.

<표 IV-42> 창의적 문제해결력 사전·사후 비교

영역	집단	사전검사		사후검사		사전·사후 비교		집단 간 사후 비교	
		M	SD	M	SD	t	p	t	p
전체	비교	1.22	.84	1.28	.49	-.657	.512	-4.663	.000*
	실험	1.22	.78	1.59	.57	-4.397	.000*		
문제	비교	1.22	.84	1.30	.54	-.573	.569	-1.791	.076
	실험	1.36	.66	1.52	.68	-1.184	.242		
정의하기	비교	1.23	.85	1.27	.45	-.370	.712	-4.921	.000*
	실험	1.12	.84	1.64	.48	-4.815	.000*		

* $p < .05$

실험 집단은 전체적으로 사후 창의적 문제해결력의 결과가 유의미한 수준에서 향상되었으며, 하위 영역에서는 ‘문제 해결하기’ 영역에서 사후 검사 점수가 사전 검사 점수보다 유의미한 수준에서 높은 결과를 나타내었다. 반면, 비교 집단은 모든 영역에서 유의미한 결과를 보이지 않았다. 더욱이 두 그룹 간의 사후 검사에 대한 차이도 전체 및 ‘문제 해결하기’ 영역에서 유의미한 결과가 나타나 STEAM 프로그램이 기존의 과학과 교육과정 수업보다 학생들의 창의적 문제해결력 향상에 더 효과적이라는 것을 알 수 있다.

김권숙과 최선영(2012)은 초등과학 영재 학생들을 대상으로 과학 기반 STEAM 프로그램이 창의적 문제해결력과 과학적 태도에 미치는 효과를 연구한 결과, 창의적 문제해결력 검사의 하위 요소인 ‘해결방법 확인하기’를 제외한 모든 영역에서 평균 점수가 상승되었으나, 프로그램의 효과로서 통계적으로 유의미한 영역은 ‘다양한 문제 제안하기’와 ‘해결책 생각하기’라고 하였다. 이를 통해 STEAM 프로그램이 창의적 문제해결력의 하위 요소 중 ‘다양한 문제 제안하기’에 효과적이라는 것을 확인할 수 있었으며, 이는 STEAM 프로그램에서 하나의 주제를 중심으

로 여러 교과를 통합하여 다양하게 접근하고 탐색하는 활동을 한 것이 사고의 폭을 넓히고 유연하게 하여 다양한 문제를 제안할 수 있는 능력이 향상된 것으로 생각할 수 있다. 하지만 ‘적절한 탐구문제 선택하기’ 영역은 통계적으로 유의미하지 않았으나, 이와 관련된 STEAM 프로그램을 체계적으로 준비하여 장기간 꾸준히 수업한다면 이 영역의 능력이 의미 있게 향상될 것이라고 하였다. 그리고 ‘해결책 생각하기’ 영역의 사후 검사는 실험 집단과 비교 집단이 유의미한 차이를 보였다. 즉, STEAM 교과를 통합한 활동에서 각 교과들의 지식과 원리를 습득하고, 실제 적용하는 활동들과 문제를 해결하거나 산출물을 제작하는 과정에서 끊임없이 여러 가지 아이디어를 요구한 결과, 문제에 대한 다양한 해결책을 생각하는 능력이 향상된 것이라고 하였다.

본 연구와 같이 STEAM 프로그램이 창의적 문제해결력 향상에 효과를 얻은 연구로는 영재학생을 대상으로 한 연구(김태훈, 2013; 이명숙 등, 2013)와 일반학생을 대상으로 한 연구(신승기, 2012; 유선경, 2013; 김덕호 등, 2014)들이 보고되고 있어서 앞으로도 창의적 문제해결력 향상을 위한 다양한 STEAM 프로그램을 개발하는데 노력해야 할 것이다.

3) 과학적 태도 검사 결과

현장체험 STEAM 프로그램이 학생들의 과학적 태도에 미치는 효과를 알아보기 위해 비교 집단과 실험 집단의 사전·사후 검사를 분석하였다<표 IV-43>.

<표 IV-43> 과학적 태도 사전·사후 비교

영역	집단	사전검사		사후검사		사전·사후 비교		집단 간 사후 비교	
		M	SD	M	SD	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
전체	비교	3.64	.93	3.64	.85	.038	.969	-7.694	.000*
	실험	4.01	.97	4.21	.83	-1.338	.185		
호기심	비교	3.71	.97	3.65	.81	.463	.645	-3.117	.002*
	실험	4.01	.97	4.13	1.06	-.730	.468		
개방성	비교	3.52	1.03	3.56	.92	-.291	.772	-4.294	.000*
	실험	3.80	.77	4.17	.83	-3.080	.003*		
비관성	비교	3.60	.84	3.76	.82	-1.285	.203	-.585	.559
	실험	3.32	.89	3.85	1.11	-3.884	.000*		
협동성	비교	3.79	.81	3.83	.81	-.291	.772	-2.890	.004*
	실험	3.63	.85	4.21	.83	-4.654	.000*		
자진성	비교	3.56	.89	3.40	.93	1.126	.264	-3.681	.000*
	실험	3.52	.92	3.99	1.02	-2.996	.004*		
끈기성	비교	3.77	.98	3.68	.86	.645	.521	-3.435	.001*

	실험	3.73	.98	4.16	.85	-2.828	.006*		
창의성	비교	3.56	.93	3.61	.71	-.450	.654		
	실험	3.45	.90	4.00	1.04	-3.908	.000*	-2.654	.009*

* $p < .05$

과학적 태도에 대한 사전·사후 검사를 실시한 결과, 실험 집단은 전체적인 과학적 태도에 대해 유의미하게 향상되지 않았으나 개방성, 비판성, 협동성, 자신성, 끈기성, 창의성 등 하위 영역에서 사후 검사 점수가 사전 검사 점수보다 유의미한 수준에서 높은 결과를 나타내었다. 반면, 비교 집단은 모든 영역에서 유의미한 결과를 보이지 않았다. 더욱이 두 그룹 간의 사후 검사에 대한 차이는 비판성을 제외한 다른 6개 영역과 전체적으로도 유의미한 결과가 나타나 STEAM 프로그램이 기존의 과학과 교육과정 수업보다 학생들의 과학적 태도 향상에 더 효과적이라는 것을 알 수 있다.

정진우 등(2003)은 초등학교 4학년 학생들을 대상으로 한 현장학습이 지층·화석 단원의 과학적 태도에 미치는 영향을 연구한 결과, 비판성과 끈기성을 제외한 호기심, 개방성, 협동성, 자신성 그리고 창의성의 5개 하위 영역에서 사후 점수가 사전 점수보다 통계적으로 유의미한 향상을 보였다고 하였다. 그는 초등학교 고학년이 될수록 학생들의 사회성 발달이나 협력적인 태도 형성이 현저하게 나타나고, 조사하는데 자주적으로 행동하도록 이끌 뿐 아니라 집단 활동을 적극적으로 실행하며, 서로 의견도 교환하면서 비판적인 태도를 기르게 되어 자연을 보다 객관적으로 파악하게 되었다고 하였다. 본 연구에서도 실험 집단 학생들은 모듈별로 다양한 활동을 통해 서로 협력하면서 문제를 해결하였고, 모듈원 간의 지속적인 의사소통을 통해서 다양한 시각으로 바라보는 것이 과학적 태도 향상에 기여한 것으로 생각된다. 한편 Smith & Wetschoff(1992), 허명(1993)은 과학교과에 대한 부정적인 태도는 고학년으로 올라갈수록 심해진다고 하였고, 김수연(2012)은 초등학교에서 상급 학교로 진학하면서 과학에 대한 정의적 특성 성취 점수가 낮아진다고 한 점에 비추어본다면 고학년의 과학적 태도 향상을 위한 STEAM 프로그램 개발이 필요하다고 판단된다.

본 연구처럼 STEAM 수업이 과학적 태도 향상에 효과를 나타낸 연구(박혜원 과 신영준, 2012; 오정철 등, 2012; 이시예와 이형철, 2012; 이형민, 2013; 이하룡, 2013; 안재홍, 2014)들이 보고되었다. 그러나 STEAM 프로그램이 단기간으로는 과학적 태도에 별다른 향상 효과를 보이지 않았다는 김권숙과 최선영(2012)의 연구도 주목할 필요가 있으며, 앞으로 보다 많은 학생들의 과학적 태도의 향상을 기반으로 하는 STEAM 프로그램 개발이 요구된다.

4) 수업만족도 분석 결과

가) 현장체험 STEAM 프로그램에 대한 만족도

STEAM 프로그램을 적용한 실험 집단 25명 학생들의 프로그램 만족도를 Likert 척도로 감성적 체험, 내용적 융합, 창의적 설계 그리고 수업만족도에 대한 네 가지 영역의 결과를 분석하였다<표 IV-44>.

<표 IV-44> STEAM 프로그램에 대한 만족도

평가 문항	남(%)	여(%)
감성적 체험	91.3	87.7
내용적 융합	90.7	86.8
창의적 설계	90.3	87.4
수업만족도	94.7	92.3
평균	91.8	88.6
총계	90.2	

STEAM 프로그램 학습 후 실험 집단의 수업만족도 검사 결과, 전체 평균 90.2%의 높은 만족도를 보였다. 성별에 따른 만족도를 분석해 보면, 남학생은 전 영역에서 모두 90% 이상의 높은 만족도를 보였고, 여학생은 ‘수업만족도’에서만 90%이상의 만족도를 보였으며, 다른 3개의 영역에서는 80% 후반의 만족도를 보여 전반적으로 남학생의 만족도가 높다는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 김인경(2000)의 성별에 따른 과학내용에 대한 학생들의 흥미가 남학생이 더 높았다는 연구 결과와도 일치하고 있다. 따라서 본 연구에서도 성별에 따른 특성상 구체적인 체험 활동을 좋아하면서 동적인 남학생과 감성적이고 정적인 여학생의 성향 차이가 다양한 활동을 요구하는 STEAM 프로그램의 만족도에 영향을 미친 것으로 보인다.

나) 현장체험 STEAM 프로그램을 하면서 좋았던 점

만족도 검사지 중 좋았던 점에 대한 학생들의 반응을 제시하였다<표 IV-45>.

<표 IV-45> 현장체험 STEAM 프로그램을 하면서 좋았던 점

답변	응답수(명)	비율(%)
야외에서 직접 체험해보는 활동이 즐거웠고, 학습 내용에 대한 이해가 잘 되었다.	13	52
여러 과목의 내용들을 함께 배울 수 있어서 좋았다.	5	20
창의적인 활동을 많이 하여서 좋았다.	4	16
친구들과 의논과 협동을 하면서 활동하는 것이 좋았다	2	8
다양한 활동을 하여서 좋았다.	1	4
총계	25	100

STEAM 프로그램을 학습하면서 좋았던 점은 ‘야외에서 직접 체험해보는 활동이 즐거웠고, 학습내용에 대한 이해가 잘 되었다.’고 응답한 학생이 50% 넘었다. 이러한 결과를 통해서 과반수의 학생들이 야외에서 직접 체험하는 활동을 매우 좋아하고, 이를 기반으로 학습 내용에 대한 성취도도 향상되었다는 것을 알 수 있다. 이외에도 여러 학문에 대한 학습, 창의적 활동, 협동 활동 그리고 다양한 활동 등의 순으로 나타나 앞으로 과학교육과정을 운영하면서 반드시 참고하고 적용해야 한다고 판단된다.

다) 현장체험 STEAM 프로그램을 하면서 아쉬웠던 점
 만족도 검사지 중 아쉬웠던 점에 대한 학생들의 반응을 제시하였다<표 IV-46>.

<표 IV-46> 현장체험 STEAM 프로그램을 하면서 아쉬웠던 점

답변	응답수(명)	비율(%)
야외에서 직접 체험해보는 시간이 좀 더 길었으면 한다.	11	44
매우 만족한다.	6	24
문제 해결방법이 어려웠다.	4	16
학습 내용에 대해서 발표하는 활동이 힘들었다.	2	8
STEAM 프로그램을 좀 더 자주했으면 한다.	2	8
총계	25	100

STEAM 프로그램을 학습하면서 아쉬웠던 점은 ‘야외에서 직접 체험해보는 시간이 좀 더 길었으면 한다.’고 응답한 학생이 40%가 넘었다. 그리고 ‘매우 만족한다.’와 ‘STEAM 프로그램을 좀 더 자주했으면 한다.’고 응답한 학생들의 비율의 합이 30%를 넘는 결과를 통해서 많은 학생들이 야외에서 직접 체험 하는 활동을 매우 좋아한다는 것을 다시 확인할 수 있다. 하지만 ‘문제 해결 방법’과 ‘학습

내용에 대한 발표'를 어려워하는 학생도 약 25%의 비율로 나타났다. 이는 학생들이 STEAM 프로그램을 좋아하기는 하지만 아직까지 STEAM 프로그램에 대한 적응이 이루어지지 않았고, 창의적으로 문제를 해결하는 방법과 모듈원들이 함께 준비하여 다양한 형식으로 발표하는 것에 대해서 부담을 갖고 있다는 것을 알 수 있다. 앞으로 STEAM 프로그램을 계획하고 운영하면서 참고하여 보완해야 할 부분이라고 판단된다.

나. 실내학습 STEAM 프로그램 적용 결과

1) 학업성취도 검사 결과

실내학습 STEAM 프로그램이 학생들의 학업성취도에 미치는 효과를 알아보기 위하여 각 집단의 사전·사후 검사를 분석하였다<표 IV-47>.

<표 IV-47> 학업성취도 사전·사후 비교

영역	집단	사전검사		사후검사		사전·사후 비교		집단 간 사후 비교	
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
전체	비교	.57	.50	.61	.49	-1.229	.220	-2.640	.008*
	실험	.59	.49	.76	.46	-3.413	.001*		
지층	비교	.49	.50	.55	.50	-1.272	.205	-3.142	.002*
	실험	.51	.50	.71	.45	-4.213	.000*		
화석	비교	.65	.48	.67	.47	-.404	.687	-.573	.567
	실험	.66	.49	.70	.46	-.687	.493		

* $p < .05$

사후 검사 결과에서 실험 집단은 전체적으로 사전 검사 점수보다 유의미하게 향상되었으며, 하위 영역별로는 지층 영역에서 유의미한 차이를 나타낸 반면, 비교 집단은 모든 영역에서 유의미한 결과를 보이지 않았다. 더욱이 두 그룹간의 사후 검사 비교에서도 전체 및 지층 영역에서 유의미한 수준에서 차이를 보여 STEAM 프로그램이 기존의 과학과 교육과정 수업보다 학생들의 학업성취도 향상에 좀 더 효과적이라는 것을 알 수 있었다. 하지만 화석 영역이 유의미한 차이를 보이지 않은 이유는 다른 영역에 비해 사전 검사 점수가 높아 수업 후에 그 상승폭이 적게 나타난 결과이다. 이와 관련하여 본 연구의 체험학습 STEAM 프로그램에서도 지질 관련 야외 체험학습을 실시한 후 학생들은 지층에 대한 학업

성취도에서 유의미한 향상을 보였지만 화석 영역에 대해서는 유의미한 차이가 나타나지 않았고, 강연경(2012)의 연구에서 학생들은 과거와 현재 환경의 관련성 및 공간적, 시간적 변화에 대한 개념을 바르게 이해하지 못하여 화석에 대한 오개념이 생긴다고 하였다. 이를 통해서 화석의 개념을 향상시키기 위해서 학생들의 오개념을 사전에 파악하고 결과를 분석하여 맞춤형 STEAM 프로그램을 적용해야 한다고 생각된다.

이와 같은 실험 집단에서의 학업성취도의 유의미한 향상은 학생들의 내적인 동기를 유발시키기 위해 다양하고 흥미를 가질 수 있는 활동으로 STEAM 프로그램을 구성하였고, 아울러 학생들의 지속적인 토의 활동을 통해서 지적 호기심을 자극하였으며, 실험을 직접 설계하여 스스로 탐구하고 개념을 습득하는 활동을 통해서 효과가 나타난 것으로 생각된다.

본 연구와 같이 STEAM 프로그램을 적용하여 학생들의 학업성취도에 영향을 준 연구로, 김지인(2011)은 학생들이 STEAM 프로젝트 학습을 통해 자기주도적으로 탐구함으로써 학습 내용을 더 분명히 이해하고 기억하게 되어 학업성취도 향상에 긍정적인 효과를 얻었다고 하였다. 그리고 초등학생들의 집단지성을 활용할 수 있는 STEAM 기반 수업을 개발하고 적용한 조덕수(2013)는 STEAM 프로그램이 과학 개념 및 원리에 대한 이해와 기억을 용이하게 함으로써 학습 효과를 높인다고 하였고, 본 연구의 결과와도 일치한다. 또한 김자림(2012)이 식물의 구조와 기능 단원에 대한 STEAM 프로그램을 개발하고 적용하여 학생들의 과학 학업성취도 향상에 효과적이었다고 한 결과와도 같으며, 양정순(2013)은 초등학교 5학년 학생을 대상으로 친환경미생물(EM)을 주제로 한 STEAM 기반 환경교육 프로그램을 개발하고 적용하여 EM에 대한 학업성취도 향상에 도움이 되었다고 하였다. 김태훈(2013)은 STEAM 적용 수업을 통하여 학생들이 학습 내용을 실생활 소재나 다른 과목과 통합적인 시각으로 학습하기 때문에 학습된 결과가 오래 남고 개념이 잘 연상될 수 있었다고 하였다. 따라서 선행연구의 내용과 본 연구의 지질 단원 관련 STEAM 프로그램 적용 수업도 유의미한 학업성취도 향상을 가져온 점으로 보아 충분히 여러 분야에 적용할 수 있는 가능성을 시사한다. 또한, 선행 연구 중에 지질 관련 STEAM 프로그램과 학업성취도와의 관계에 대한 연구는 거의 없었기 때문에 본 연구의 STEAM 프로그램이 지질 영역 학업성취도와의 관계를 해석하는 데에 기여할 수 있다.

2) 창의적 문제해결력 검사 결과

실내학습 STEAM 프로그램이 학생들의 창의적 문제해결력에 미치는 효과를 알아보기 위하여 각 집단의 사전·사후 검사를 분석하였다<표 IV-48>.

<표 IV-48> 창의적 문제해결력 사전·사후 비교

영역	집단	사전검사		사후검사		사전·사후 비교		집단 간 사후 비교	
		M	SD	M	SD	t	p	t	p
전체	비교	1.22	.84	1.28	.49	-.657	.512	-3.492	.001*
	실험	1.18	.74	1.51	.56	-4.134	.000*		
문제 정의하기	비교	1.22	.84	1.30	.54	-.573	.569	-1.210	.229
	실험	1.32	.65	1.44	.61	-.973	.335		
문제 해결하기	비교	1.23	.85	1.27	.45	-.370	.712	-3.686	.000*
	실험	1.09	.79	1.56	.53	-4.618	.000*		

* $p < .05$

실험 집단은 전체 및 ‘문제 해결하기’ 영역에서 사후 검사 점수가 사전 검사 점수보다 유의미한 수준에서 높은 결과를 나타내었다. 반면, 비교 집단은 모든 영역에서 유의미한 결과를 보이지 않았다. 그리고 두 그룹 간의 사후 검사에 대한 차이도 ‘문제 해결하기’ 영역과 전체적으로 유의미한 결과가 나타나어 STEAM 프로그램이 기존의 과학과 교육과정 수업보다 학생들의 창의적 문제 해결력 향상에 더 효과적이라는 것을 알 수 있었다.

STEAM에서 제시되는 상황은 프로그램 도입으로만 활용되는 것이 아니라 프로그램 전체를 포괄하는 것으로 활용되며, 학생들이 문제 해결 의지를 가지게 하는 역할을 한다(교육부, 2014). 본 연구의 결과가 시사하는 바는 결국 학생들이 문제 해결 과정을 배우고 창의적 사고를 발달시켜야 하는 이유는 문제 해결 과정에서 그들의 창의성을 계발하고 지적인 도구를 사용할 수 있고, 문제 해결을 통해서 인지적 능력과 사고기술을 발달시킬 수 있기 때문이다. 즉, 학생들은 문제 해결의 과정을 좋아하며, 그들에게 제공되는 도전을 즐거워하며, 이런 이유 때문에 우리는 학습자로 하여금 지식의 구조를 깨우쳐서 개념과 개념을 관계 지어 새로운 학습을 가능하게 하여 결과적으로 창의적 문제해결력을 신장시켜 주어야 한다.

STEAM은 학생 스스로가 창의적으로 생각해 낸 아이디어를 수업과 활동에 반영하도록 하기 위해서 문제를 스스로 인식하고 정의하는 것에서부터 시작되며, 이 과정에서 제약 조건을 파악하게 된다(교육부, 2014). 이에 따라 STEAM 프로그램은 다양한 시도와 교과별 통합을 고려하여 활동에 대한 지속적인 확인 및 피드백과 학생들이 자신의 학습에 대한 점검의 필요성을 스스로 더 느낄 수 있는 교육이므로, STEAM 프로그램에 창의성을 발달시키고 확산적 사고를 유도하는 여러 가지 질문이나 사고 전략이 포함되게 하여 문제에 다양한 방면으로 접근하면서 창의적으로 해결할 수 있도록 해야 한다.

본 연구의 결과와 유사한 연구로는 과학 기반 STEAM 프로그램을 초등과학 영재학생들에게 적용하여 창의적 문제해결력이 유의미하게 상승하였다는 결과(김권숙과 최선영, 2012; 김태훈, 2013), STEAM 수업이 수학영재의 수학적 사고 능력과 창의성에 긍정적인 효과를 미쳤다는 결과(이명숙 등, 2013) 등 영재학생에게 효과적이었다. 또한 일반학생들에게 적용하여 효과를 나타낸 연구로는 로봇을 활용한 STEAM 기반 학습을 통해 창의성의 인지적 요인과 정의적 요인 모두 향상되었다는 결과(유선경, 2013), 스크레치를 활용한 창의적 STEAM 프로그램이 초등학생의 창의성을 신장시켰다는 결과(신승기, 2012) 그리고 초등과학 교과내 주제 중심의 STEAM 프로그램이 학생들의 창의성을 향상시키는 데 긍정적인 효과를 가져왔다는 결과(김덕호 등, 2014)가 있다.

3) 과학적 태도 검사 결과

본 연구의 STEAM 프로그램이 학생들의 과학적 태도에 미치는 효과를 알아보기 위하여 각 집단의 사전·사후 검사를 분석하였다<표 IV-49>.

<표 IV-49> 과학적 태도 사전·사후 비교

영역	집단	사전검사		사후검사		사전·사후 비교		집단 간 사후 비교	
		M	SD	M	SD	t	p	t	p
전체	비교	3.64	.93	3.64	.85	.038	.969	-7.163	.000*
	실험	3.63	.91	4.04	.96	-7.405	.000*		
호기심	비교	3.71	.97	3.56	.93	1.351	.181	-2.782	.006*
	실험	3.97	.94	4.08	1.05	-.664	.509		
개방성	비교	3.52	1.03	3.56	.92	-.291	.772	-4.213	.000*
	실험	3.80	.77	4.16	.82	-2.719	.008*		
비판성	비교	3.60	.84	3.76	.82	-1.285	.203	-.504	.615
	실험	3.32	.87	3.84	1.10	-3.526	.001*		
협동성	비교	3.79	.81	3.83	.81	-.291	.772	-2.680	.008*
	실험	3.61	.85	4.19	.83	-4.030	.000*		
자진성	비교	3.56	.89	3.40	.93	1.126	.264	-3.540	.001*
	실험	3.52	.92	3.96	1.01	-2.746	.008*		
끈기성	비교	3.77	.98	3.68	.86	.645	.521	-3.095	.002*
	실험	3.71	.97	4.11	.83	-2.555	.013*		
창의성	비교	3.56	.93	3.61	.71	-.450	.654	-2.412	.017*
	실험	3.48	.88	3.96	1.02	-3.840	.000		

* $p < .05$

사전과 사후의 과학적 태도를 분석 한 결과, 실험 집단은 전체 및 개방성, 비판성, 협동성, 자진성, 끈기성, 창의성 하위 영역에서 사전 검사 점수보다 사후 검사 점수가 유의미한 수준에서 높은 결과를 나타내었다. 반면, 비교 집단은 전 영역에서 유의미한 결과를 보이지 않았다. 두 그룹간의 사후 검사에 대한 차이도 비판성을 제외한 다른 모든 하위 영역과 전체적으로도 유의미한 결과가 나타나 STEAM 프로그램이 기존의 과학과 교육과정 수업보다 학생들의 과학적 태도 향상에 더 효과적이라는 것을 알 수 있다.

정진우 등(2003)은 과학적 태도가 과학정신과 관련된 것으로서 문제해결, 탐구하는 자세, 아이디어와 정보의 평가 그리고 의사 결정에 있어서 특별한 접근방법으로 호기심, 개방성, 비판성, 협동성, 자진성, 끈기성, 창의성 등을 지칭한다고 하였다. 본 연구를 수행하면서 실험 집단 학생들은 STEAM 프로그램에 의해서 주어진 내용을 스스로 조절하고 통제하여 학습 활동을 효율적으로 전개하려고 하였다. 모듈별 과제 수행에서 어려움이 발생하면 교사에게 적극적으로 도움을 요청하였고, 학습 내용에 대해 호기심이 생기면 바로 확인하여 예상 결과를 도출하려고 노력하였다. 과학 교육에 있어 인지적 영역의 목표와 함께 정의적 영역의 목표도 매우 중요하기 때문에, 이러한 활동을 통해 과학을 대하는 태도가 향상된 것이라고 판단된다.

본 연구의 결과처럼 STEAM 수업이 과학적 태도 향상에 효과를 나타낸 연구로는 이형민(2013)의 과학 기반 STEAM을 적용한 ‘태양계와 별’ 수업, 박혜원과 신영준(2012)의 ‘우리 몸’ 단원을 STEAM으로 재구성한 수업, STEAM 교육을 적용한 과학 수업(이시예와 이형철, 2012; 오정철 등, 2012), 이하룡(2013)의 디지털 스토리텔링 기반의 STEAM 수업 그리고 안재홍(2014)의 과학·예술 분야의 융합프로그램을 통하여 흥미를 기반으로 하는 수업들이 있었다.

위에서 언급한 대부분의 STEAM 적용 연구들이 과학적 태도 향상에 기여하고 있음을 볼 때, 앞으로도 학생들의 흥미를 기반으로 하는 STEAM 프로그램의 개발이 지속적으로 필요하다. 또한, STEAM을 통하여 과학과 기술 등의 분야에 대한 이해와 흥미를 높일 수 있는 교육현장으로의 전환이 이루어져야 하겠다.

이와 같은 연구 결과를 통해서 STEAM 프로그램을 적용한 실험 집단 학생들은 ‘지층과 화석’에 대한 개념을 습득하고, 다양한 문제를 해결하는 방법을 창의적으로 생각하게 되었으며, 과학적으로 긍정적인 태도를 지니게 되었다는 것을 알 수 있다. 즉, 학생들은 STEAM을 통하여 성공의 기쁨을 느낄 수 있으며, 이를 바탕으로 새로운 문제에 도전하고자 하는 열정을 가지게 된 것이다. 따라서 하나의 문제에서 다른 문제로의 선순환이 가능해지고, 이러한 선순환 구조 속에서 학생들은 제시된 문제와 실생활과의 연관성, 유사한 상황에서의 문제해결력,

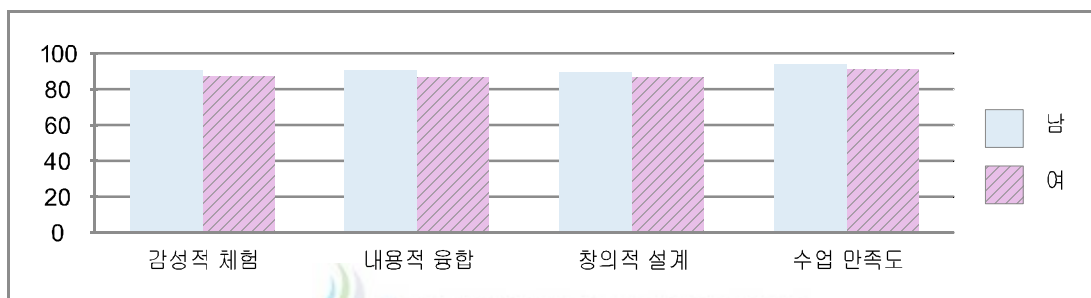
그리고 문제에 대한 호기심과 흥미를 갖게 됨으로써 융합인재교육의 목적에 도달할 수 있다.

4) 수업만족도 분석 결과

학생들 스스로 활동한 STEAM 프로그램에 대한 만족도를 실험 집단을 대상으로 검사하였다.

가) 실내학습 STEAM 프로그램에 대한 만족도

STEAM 프로그램을 적용한 실험 집단 25명 학생들의 프로그램에 대한 만족도를 Likert 척도로 감성적 체험, 내용적 융합, 창의적 설계 그리고 수업만족도 네 가지 영역의 결과에 대해서 성별로 분석하였다[그림 IV-17].



[그림 IV-17] 실내학습 STEAM 프로그램에 대한 만족도 결과

STEAM 프로그램 학습 후 실험 집단을 대상으로 만족도 검사를 한 결과, 전체 평균 89.6%로 높은 만족도를 보였으며, 남학생과 여학생의 평균은 각각 91.3%, 87.9%였다. 성별에 따른 만족도를 분석해 보면, 남학생은 전 영역에서 모두 90% 정도의 높은 만족도를 보였으나 여학생은 ‘수업만족도’에서만 90% 이상의 만족도를 보였으며 다른 영역에서는 80% 중반의 만족도를 보여 남학생의 만족도가 모든 영역에서 높다는 것을 알 수 있다. 성별에 따른 특성상 구체적인 조작 활동을 좋아하면서 동적인 남학생과 감성적이고 정적인 여학생의 성향 차이가 개인과 모듈별로 다양한 활동을 요구하는 STEAM 프로그램의 만족도에 영향을 미친 것으로 판단된다. 본 연구의 STEAM 프로그램 만족도 결과는 수학 영재학생들에게 STEAM 교육을 적용시켜 학생 만족도를 분석한 김준송(2013)의 연구 결과와도 일치하는 것을 보면 학생들은 STEAM 프로그램에 대해 높은 만족도를 갖고 있음을 시사한다. 백운수 등(2011)은 STEAM 프로그램의 높은 난이도로 인하여 학생들에게 외면당하고 있다고 하였지만, 본 연구에서 개발한 STEAM 프로그램은 이러한 문제를 해결할 수 있는 실마리를 제공한다고 할 수 있다.

나) 실내학습 STEAM 프로그램에 대해 느낀 점

만족도 검사지 중 개방형 주관식 문항에 대한 학생들의 반응은 <표 IV-50>과 같다.

<표 IV-50> 실내학습 STEAM 프로그램에 대한 학생들의 응답

반응	답변	응답수(명)	비율(%)
STEAM 프로그램을 하면서 좋았던 점	지층을 직접 만들어보는 활동이 즐거웠다.	12	48
	재료를 요리하면서 활동을 할 수 있어서 좋았다.	7	28
	창의적이고 다양한 활동을 하여서 좋았다.	3	12
하면서 좋았던 점	친구들과 함께 의견을 나누면서 활동해서 좋았다.	2	8
	처음 해보는 활동이어서 좋았다.	1	4
총계		25	100
STEAM 프로그램을 하면서 아쉬웠던 점	요리해보는 시간이 좀 더 길었으면 한다.	13	52
	아쉬운 점이 없고 만족한다.	5	20
	지층에 힘을 가하는 활동이 어려웠다.	4	16
하면서 아쉬웠던 점	활동 후 뒷정리하는 것이 어려웠다.	2	8
	친구들 앞에서 발표하는 것이 힘들었다.	1	4
총계		25	100

학생들의 긍정적인 반응을 통해서 약 50% 정도의 학생들이 실내에서 지층을 직접 제작하는 활동을 매우 좋아하였고, 학습 내용에 대한 성취도와 과학적 태도가 동시에 향상되었다는 것을 알 수 있다. 교사는 학생들이 융합적인 사고를 할 수 있는 학습 환경을 제공해주고, 학생들은 자기 주도적이면서 창의적으로 문제를 해결할 수 있는 능력을 키워나감으로써 높은 만족도를 나타낸 것으로 생각되고, 학생들의 응답은 앞으로 과학교육과정을 운영하면서 참고하고 지속적으로 적용해야 하는 부분이라고 여겨진다.

그리고 아쉬웠던 점은 ‘과학과 요리를 융합한 활동을 더 오래 하고 싶다’는 응답을 통해서 비록 야외는 아니지만 실내에서도 학생들이 직접 체험하는 활동을 좋아한다는 것을 알 수 있다. 하지만 학생들이 STEAM 프로그램에 대한 적응이 제대로 이루어지지 않았고, 창의적으로 문제를 해결하는 과정과 모듈별로 다양한 방법으로 발표하는 것에 익숙하지 않다는 것도 알 수 있다. 또한, STEAM 프로그램은 다양한 재료와 많은 탐구 과정을 거쳐서 실험을 하기 때문에 실험 후 정리활동에 대한 학생들의 고충도 있다는 것을 알 수 있으며, 이러한 점들은 학교 현장에서 STEAM 프로그램을 운영할 때, 반드시 참고하고 보완해야 할 것이다.

V. 결론 및 제언

1. 결론

가. 제주도 지질 자료의 개발

2007 개정교육과정 초등과학 지질 관련 단원에 대한 제주도의 지질 자료를 개발하였으며, 결론은 다음과 같다.

첫째, 지질 관련 단원을 학습할 때 적합한 현장체험학습 장소로 성산일출봉~신양리층 구간, 서귀포층, 송악산~용머리해안 구간 그리고 수월봉을 선정하였다. 이곳에서 관찰할 수 있는 지질 현상과 교과서 삽화와 내용의 비교·분석을 통해 현장체험학습 시 단원의 학습 목표를 충분히 달성할 수 있는 토대를 제공하였다.

둘째, 제주도에서 관찰할 수 있는 지질 현상은 초등과학 지질 관련 단원에 제시된 사진과 유사한 곳이 많기 때문에 효과적인 대체 학습 자료로 제공될 수 있다.

셋째, 개발된 제주도 지질 자료의 활용을 통해 학교에서는 현장체험학습과 연계하여 초등학생들에게 지층, 퇴적암 및 화석 등에 대한 구체적이고 다양한 학습 자료를 제시할 수 있다.

나. 개념 조사

초등학생들의 지층, 퇴적암 및 화석에 대한 오개념은 적지 않게 나타났다. 학생들의 개념별 오답률과 변인 간 유의미한 차이를 나타낸 영역과 문항을 토대로

내린 결론은 다음과 같다.

첫째, 전반적으로 지질 관련 개념 이해가 낮았기 때문에 학생들의 오개념 유형을 분석하여, 이를 과학 개념으로 교정할 수 있는 효과적인 수업 전략을 수립해야 한다.

둘째, 변인 간에 유의미한 차이가 나타난 영역과 문항에 대하여 그 원인을 파악하여 효과적으로 대처해야 한다.

셋째, 오답률이 높은 문항과 변인 간 유의미한 수준에서 차이가 나타난 영역과 문항에 대한 지질 개념 향상을 위해 STEAM 등 다양한 연구를 실시하여야 한다.

다. STEAM 프로그램의 개발

제주도 지질 자료 개발과 개념 검사 결과를 기초로 ‘지층과 화석’ 단위 관련 STEAM 프로그램을 개발한 결과를 토대로 내린 결론은 다음과 같다.

첫째, STEAM 프로그램은 학생들이 지층, 퇴적암 및 화석의 주요 개념을 체계적으로 종합하여 제시된 문제를 해결할 수 있도록 개발하였다. 앞으로 이와 유사한 프로그램을 개발하고자 할 때 기초 자료로 제공될 수 있다.

둘째, STEAM 프로그램은 체험 장소 또는 실내에서 적용할 수 있도록 개별적으로 개발되었기 때문에, 학교 현장에서의 상황에 맞게 프로그램을 선택하여 지질 관련 융합인재교육을 실시할 수 있다.

라. STEAM 프로그램의 적용

개발된 STEAM 프로그램을 학생들에게 적용한 결과를 토대로 내린 결론은 다음과 같다.

첫째, STEAM 프로그램은 학생들의 학업성취도, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도 향상에 긍정적인 효과를 가져 온 것으로 보아 앞으로 다양한 영역과 단원에서 학생들의 흥미를 고려한 활동이 융합된 STEAM 프로그램을 개발할 필요가 있다.

둘째, STEAM 프로그램에 대해 학생들은 기존의 초등과학 교육과정보다 높은 만족도를 보여 활동 위주이면서 문제 해결을 학생 스스로 할 수 있는 프로그램을 많이 개발할 필요가 있다.

2. 제언

본 연구의 결과를 바탕으로 다음과 같이 제언한다.

지층, 퇴적암 및 화석뿐만 아니라 지질 영역 전체를 통합적으로 연계할 수 있는 지역 지질 자료를 개발하여 학생들이 좀 더 효율적으로 학습할 수 있는 기회를 제공할 필요가 있다. 그리고 지금까지 초등학생을 대상으로 한 지질 관련 개념과 STEAM 프로그램에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았기 때문에 지역 지질 자료와 연계하여 지속적인 연구가 필요하다고 생각한다.

또한, 본 연구에서는 STEAM 프로그램의 적용 결과를 학생의 지필 평가를 통해서 정량적으로 검사하였지만, 학생들의 변화 과정을 좀 더 심층적으로 분석할 수 있도록 수행과정에 대한 평가, 학습지 분석 및 개인 면담 등의 정성적인 검사를 병행한 후속 연구가 필요하다고 사료된다.

참고문헌

- 강연경(2012). 탐구적 과학글쓰기 수업이 초등학생의 화석에 대한 개념 형성 및 과학 학습 동기에 미치는 영향. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 강정효(2003). 한라산 오름의 왕국·생태계의 보고. 서울: 돌배개.
- 고민기(2007). 중학생들의 인지 수준에 따른 광물과 암석에 대한 개념. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 교육부(2014). 과학 4-1 교사용 지도서. 서울 : (주)미래엔.
- 교육과학기술부(2010). 과학, 실험관찰, 교사용 지도서 4-1, 4-2. 서울 : (주)금성출판사.
- 교육과학기술부(2011). 창의인재와 선진과학기술로 여는 미래 대한민국. 2011년 업무보고.
- 권난주, 권혁재(2013). 올림픽의 과학을 통한 초등학교 STEAM 교수학습 자료 개발. 현장과학교육 7(1). 1-11.
- 권윤경, 김정률(2012). 초등학교 과학 교육에서 활용하는 암석 표본의 문제점과 개선 방안. 한국지구과학회지, 33(1), 82-93.
- 금영충, 배선아(2012). STEAM 교육에 대한 초등교사의 인식과 요구. 대한공업교육학회지, 37(2), 57-75.

- 김권숙, 최선영(2012). 과학 기반 STEAM 프로그램이 초등과학 영재 학생들의 창의적 문제해결력과 과학적 태도에 미치는 영향. 초등과학교육, 31(2), 216-226.
- 김다영, 김정률(2013). 초등학교 4학년 <지층과 화석>단원과 관련된 현장체험학습의 교육적 효과. 현장과학교육, 7(3), 169-181.
- 김덕호, 홍승호(2012). 세계지질공원 제주도의 지층과 암석에 대한 초등과학 지역 자료 개발. 교원교육, 28(3), 135-158.
- 김덕호, 고동국, 한명재, 홍승호(2014). STEAM 프로그램을 적용한 과학수업이 초등학생의 창의성과 과학교과 흥미도에 미치는 영향. 한국과학교육학회지 34(1). 43-54.
- 김동영(2008). 과학탐구놀이 학습이 아동의 과학탐구능력, 과학성취도 및 과학적 태도에 미치는 효과. 동아대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김문경, 최선영(2013). 초등과학 융합인재교육 프로젝트 학습이 학생의 창의적 문제해결력 및 학업성취도에 미치는 효과. 경북대학교 과학교육연구지, 37(3), 562-572.
- 이명숙, 김미숙, 문은식(2013). STEAM 수업이 수학영재의 수학 창의적 문제해결력과 창의적 태도에 미치는 효과. 영재와 영재교육, 12(3), 75-94.
- 김범훈(2009). 제주도 용암동굴 들여다보기. 제주: 도서출판 각.
- 김선영(2007). 한국의 중생대 백악기층에 분포하는 공룡화석유적 : 산상 및 자연사 교육자료로서의 활용. 부경대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김선희(2008). 교육과정에 따른 초등과학 화석관련 단위 삼화 분석. 광주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김소정(2008). 울산 지역의 야외 지질 학습을 위한 교육 자료 개발. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김송철, 고영구, 윤석태, 오강호(2005). 화석학습에서의 오개념에 관한 연구. 전남대학교 과학교육연구지, 29(1), 15-24.
- 김수연(2012). 초·중·고 학생의 과학 정의적 특성 조사 분석. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김순식, 이용섭, 이하룡(2013). 초등과학 지역화 수업전략이 학생들의 환경인식에 미

- 치는 영향. 대한지구과학교육학회지, 6(1), 60-68.
- 김애진(2014). 2007 개정 교육과정에 따른 초등학교 6학년 학생들의 과학 개념 이해 정도와 비과학적 개념 분석. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김우진(2012). 초등 수학영재의 창의성 신장을 위한 STEAM 프로그램 개발 및 적용 : 4D-Frame 교구활동을 중심으로. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김윤정(2007). 자연사 박물관을 활용한 중학교 지질단원의 교육 프로그램 개발. 연세대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김인경(2000). 성별 및 학교급별에 따른 과학내용에 대한 학생들의 흥미 조사. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김자림(2012). 과학·미술 중심 STEAM 교육 프로그램이 초등학생의 과학학습성취와 정의적 특성에 미치는 효과. 경인교육대학교 교육대학원 박사학위논문.
- 김정률, 김경수(2004). 특별강연 논문 : 제주도의 신생대 하모리층에서 산출된 사람 발자국 및 각종 동물 발자국 화석. 지구과학 교육심포지엄 및 춘계학술발표회, 25-31.
- 김정률, 이정선(1999). 지구과학 교사와 고등학생들의 화석에 대한 흥미도와 이해도에 관한 연구. 한국지구과학회지, 20(2), 143-150.
- 김정수(2000). 초등학교 자연 교과 중 지구과학 분야 야외 학습의 운영 실태 분석. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김정희, 김정선, 박정유, 연혜경, 장선연(2008). 초·중등학교 통합형 문화예술교육 모형개발 연구 : 교과-예술 문화예술교육 교안 개발 매뉴얼. 인천: (재) 인천문화재단.
- 위수민, 조현준, 김준석, 김윤지(2007). 광물과 암석에 대한 고등학생들의 개념 이해의 특징. 한국지구과학회지, 28(4), 415-430.
- 김준송(2013). 융합인재교육(STEAM)과정을 적용한 수학수업이 영재학생의 학습만족도와 학업성취도에 미치는 영향. 고려대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김중욱(2001). 야외의 퇴적암에서 탐구활동으로 조사한 초등학생의 지층 개념. 과학·수학 교육연구, 24, 147-164.
- 김지인(2011). Treffinger의 창의적 문제해결 학습이 초등학생의 과학 학습에 미

- 치는 영향과 학습자 유형에 따른 변화 분석. 경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김진수(2012). STEAM 교육론. 경기 : 양서원.
- 김태훈(2011). 4학년 ‘식물이 사는 곳’에 대한 지역 학습자료 개발 : 바닷가 식물을 중심으로. 제주대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김태훈(2013). 초등과학영재의 창의적 문제해결력 향상을 위한 융합인재교육(STEAM) 프로그램 개발. 경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김혜경, 고영구, 문병찬, 오강호(2008). 초등과학 교과서에서 지형경관과 관련된 사진 분석. 한국지형학회지, 15(4), 87-95.
- 김혜경, 김정길, 장병주(1994). 초등학교의 야외 현장 학습에 관한 연구. 초등과학교육, 13(2), 195-205.
- 김화성, 함호식, 이문원(2013). 화성암 지역의 야외지질학습장 개발 및 적용. 한국지구과학회지, 34(3), 274-285.
- 김환철(2011). 초등학교 현장체험학습 자료로서 해남우항리 공룡화석지 활용 방안. 광주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김효남, 정완호, 정진우(1998). 국가수준의 과학에 관련된 정의적 특성의 평가제 개발. 한국과학교육학회지, 18(3), 357-369.
- 김효석(2003). 초등학생의 지각 변동에 대한 개념 조사. 경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 나장함(2005). 통합교육과정에 대한 한 관점 : 간학문적 접근의 영재 및 범재교육에 대한 시사점. 영재와 영재교육, 4(1), 25-45.
- 나진호, 정미영, 경재복(2005). 인지갈등 수업전략을 통한 초등학생들의 지층에 관한 개념변화. 한국지구과학회지, 26(8), 777-789.
- 노병섭, 양우현, 조규성(2009). 전북 마이산 일대의 야외지질 교수·학습자료 개발 및 초등 교사들의 반응. 한국지구과학회지, 30(7), 869-882.
- 류제정, 이길재(2013). 뇌기반 STEAM 교수-학습 프로그램이 초등과학영재와 초등일반학생의 창의성과 정서지능에 미치는 효과. 초등과학교육, 32(1), 36-46.
- 류춘렬(2009). 야외지질학습에 관한 과학영재학생들의 인식과 태도 분석: 2007년도 한국지구과학올림피아드 겨울학교 사례를 중심으로. 한국지구과학회지,

- 30(1), 81-95.
- 맹승호, 위수민(2005). 경기도 시화호 탄도 해안과 한염 지역의 야외 지질 답사 수업모형에 대한 질적 분석. 한국지구과학회지, 26(1), 9-27.
- 문대영(2008). STEM 통합 접근의 사전 공학 교육 프로그램 모형 개발. 공학교육 연구, 11(2), 90-101.
- 문지영, 송주연, 김성원(2012). 초등학교 과학교과서에 나타난 과학-예술통합 활동의 분석. 한국과학교육학회지, 32(5), 890-902.
- 박강은(2004). 제7차 초·중등학교 과학 교과서에 나타난 동물 학습 소재 분석. 초등과학교육, 23(1), 8-16.
- 박보라(2006). 5학년 2학기 '4.화산과 암석'의 수행평가 개발 및 효과. 전주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 박용재, 오후진(1999). 지역화 교수-학습 자료 개발 활용을 통한 교육과정 운영의 수월성 추구. 과학교육연구, 30(1), 89-97.
- 박재문, 양우현, 조규성(2007). 전북 부안군 채석강 일대의 야외지질 학습자료 개발 및 적용. 한국지구과학회지, 28(7), 747-761.
- 박정웅, 전영호, 권홍진, 최변각, 김찬중(2007). 지구과학 교사 연구 모임 참여교사의 야외 지질 학습 지도에 대한 인식과 실행에 대한 사례 연구. 한국지구과학회지, 28(6), 684-696.
- 우영균, 박종호, 조용현(1994). 공주지역 야외지질실습자료 개발 및 지도방안에 관한 연구. 과학교육연구, 25(1), 133-178.
- 박준범, 권성택(1993). 제주도 화산암의 지화학적 진화 : 제주 북부 지역의 화산층서에 따른 화산암류의 암석기재 및 암석화학적 특징. 지질학회지, 29(1), 39-60.
- 박진홍(2001). 야외 지질 학습장에서 고등학교 학생들의 암석과 지질 구조 동정 과정 분석. 한국교원대학교 대학원 박사학위논문.
- 박진홍, 정진우(2000). 지구과학 교육에서 야외 학습의 역할. 한국지구과학회 추계학술발표 논문요약집, 83-84.
- 박혜원, 신영준(2012). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 과학수업이 자기효능감, 흥미 및 과학 태도에 미치는 영향. 생물교육, 40(1), 132-146.

- 배선아(2011). 기술기반 STEAM 교육이 중학생의 기술적 태도에 미치는 영향. 대한공업교육학회지, 36(2), 47-64.
- 배영권(2006). 창의적 문제해결력 신장을 위한 유비쿼터스 환경의 로봇프로그래밍 교육 모형. 한국교원대학교 대학원 박사학위논문.
- 배진호, 윤봉희, 김진수(2013). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 초등과학수업이 과학 학습 동기와 학업 성취도에 미치는 영향. 초등과학교육, 32(4), 557-566.
- 백광현(1999). 탐구놀이가 초등학생의 과학탐구능력과 과학적 태도에 미치는 효과. 광주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 백윤수, 박현주, 김영민, 노석구, 박종윤, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙(2011). 우리나라 STEAM 교육의 방향. 학습자 중심 교과 교육연구 11(4). 149-171.
- 백점희(2007). 야외학습이 초등학생들의 사고력과 '지층' 개념형성에 미치는 영향. 광주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 서동욱(2004). 야외 지질 학습장의 퇴적암과 지질 구조에 관한 초등학생들의 관찰 및 가설 분석. 한국지구과학회지, 25(7), 586-594.
- 서민숙(1997). 지층과 화산에 관한 현장학습 자료의 개발. 제주교육대학교 과학교육학회지, 11, 65-77.
- 서주희, 신영준(2012). 초등학교 저학년을 대상으로 한 융합인재교육(STEAM) 프로그램 개발 및 적용 효과. 과학교육논총 25(1), 1-14.
- 성유정(2013). 증강현실을 적용한 수업이 초등학생들의 개념이해와 흥미도에 미치는 영향. 한양대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 정진우, 경제복, 성태기(2003). 초등학교 4학년 지층·화석 단원의 현장학습이 과학개념 형성 및 과학적 태도에 미치는 영향. 과학교육논문집, 13(1), 52-76.
- 손창호(1993). 인지수준에 따른 국민학교 자연과 교과서 분석. 과학교육논문집, 3(1), 388-389.
- 송시태(2003). 서건도 일대의 야외지질학습장 개발. 교육과학연구 백록논총, 5(1), 101-111.
- 송진웅, 박승재, 장경애(1992). 초중고 남녀학생의 과학수업과 과학자에 대한 태도. 한국과학교육학회지, 12(3), 109-117.
- 송관섭, 김정길, 김석중, 한광래, 최도성, 전경문, 김해경, 박준, 류재인(2005). 광

- 주·전남 지역 야외 현장학습지 활용 실태 조사 -“지층과 화석”과 관련해서-.
초등과학교육, 24(3), 242-248.
- 송해선(2002). 초등학교 학생들의 지층과 화석에 대한 이해도와 흥미도. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 신승기(2012). 스크래치를 활용한 초등학교의 창의적 STEAM 프로그램 개발 및 적용. 대구교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 신영준, 류희수, 이철현(2012). 경인교대 STEAM교육센터 융합인재교육(STEAM) 기초 과정 연수 자료, 33-69.
- 심규철, 박종석, 박상우, 신명경(2007). 초등 교과서에서 제시된 과학 탐구 활동의 분석. 초등과학교육, 26(1), 24-31.
- 안재홍(2014). 착시예술의 과학적 접근을 통한 초등학교 과학예술 융합 프로그램 개발 및 적용. 경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 양정순, 홍승호(2013). 친환경 미생물(EM)을 주제로 한 STEAM 기반 환경교육 프로그램이 환경소양 및 EM 관련 환경지식에 미치는 영향. 환경교육, 26(4), 423-440.
- 양혜숙(2008). 창조와 진화 모델에 기초한 초등 4학년 ‘지층과 화석’ 단원의 수업 자료 개발 및 응용. 한동대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 오정철, 이지현, 김정아, 김종훈(2012). 스크래치를 활용한 STEAM 기반 교육 프로그램 개발 및 적용 - 초등학교 6학년 과학교과를 중심으로-. 컴퓨터교육학회 논문지, 15(3), 11-23.
- 오치윤(1993). 국민학교 자연과 교육과정의 내용조직 연구. 단국대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 원종관(1981). 제주도 형성사. 한국동굴학회지, 6(7), 2-7.
- 위수민, 최준경(2002). 고등학생들의 광물과 암석에 대한 흥미도. 한국지구과학회지, 23(8), 625-631.
- 유선경(2013). 로봇을 활용한 STEAM 기반 학습이 초등영재의 창의성 신장에 미치는 영향. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 윤정교, 김방희, 김진수(2013). T-STEAM 프로그램이 기술교과의 흥미도와 학습성취도에 미치는 효과. 교원교육, 29(3), 157-175.

- 유병길, 강인석, 김병철, 남만희, 박선희, 소하연, 윤희정, 이영아, 이하룡, 전병문, 정승호(2000). 전류 비유 모델에 의한 초등학생의 전류 개념 변화 분석. 과학교육연구소보, 25, 251-265.
- 이동규, 강호감, 최선영(2008). 창의적 문제해결력 신장을 위한 초등과학 학습 자료 개발 : 4학년 생명 단원을 중심으로. 생물교육, 36(4), 490-499.
- 이문원(1994). 제주도의 형성사와 지질구조. 한국지하수토양환경학회지, 54-74.
- 이수진(2013). 수원화성을 소재로 한 초등미술과 지역화 교수·학습 방안 연구. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 윤석태, 이승희(2001). 암석과 광물에 대한 중학생들의 흥미도와 이해도에 관한 연구. 과학교육연구지, 25(1), 221-235.
- 이시예, 이형철(2013). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 과학수업이 초등학생의 창의성과 과학 관련 태도에 미치는 영향. 초등과학교육, 32(1), 60-70.
- 이윤복(1993). 암석에 관한 국민학생들의 개념 조사. 과학교육논문집, 3(1), 392-392.
- 이지원, 염유진, 김종원, 이경화, 김중복(2013). LED를 활용한 초등학교 융합인재교육(STEAM) 교수·학습 프로그램 개발 및 적용. 현장과학교육, 7(2), 85-97.
- 이창수, 여상인(2004). 놀이를 통한 지층과 화석 단원 지도가 아동들의 과학에 대한 태도와 학업 성취도에 미치는 영향, 과학교육논총, 16, 207-224.
- 이창진, 정상원(2005). 충북 괴산군 두타산 일대의 야외지질조사 학습장 개발. 한국지구과학회지, 26(1), 41-57.
- 이하룡(2013). 디지털 스토리텔링 기반의 STEAM 수업 프로그램 개발 및 적용 효과. 부산대학교 대학원 박사학위논문.
- 이형민(2013). 과학 기반 STEAM을 적용한 ‘태양계와 별’ 단원 수업이 창의적 사고활동 및 과학적 태도에 미치는 영향. 부산교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 장명덕(2010). 학생들의 과학 오개념에 관한 초등 예비 교사들의 이해. 초등과학교육, 29(1), 32-46.
- 장월기(2014). 초등학교 5학년 학생의 생물의 적용에 관한 선개념 유형 분석과 과학적 개념 형성 원인 연구. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.

- 장을희(2010). 화석박물관을 활용한 초등 4학년 화석 단원의 재해석 지도 방안 -
경보 화석박물관을 중심으로. 한동대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 전용문, 최돈원, 손영관(2009). 제주 세계자연유산의 지질학적 특징. 대한지질학회
학술대회, 345-345.
- 정남식, 정진우(1992). 야외학습을 통한 학생들의 광물 암석에 대한 오개념 특성.
한국지구과학회지, 13(3), 397-397.
- 정완호, 권치순, 김재영, 임채성(1996). 초등학교 자연과에서의 야외 수업 실태와
개선 방안 및 지도방략. 청람과학교육연구논총, 6(1), 46-60.
- 정재구, 위수민, 장명덕, 정진우(2003). 초등학교 암석 단원에서 개념도를 활용한
수업의 탐색. 한국지구과학회지, 24(5), 371-377.
- 정정인, 김진아(2005). 초등학교 암석 단원의 삽화에 대한 교사들의 이해. 청주교
육대학교 교육연구원 과학교육연구소 논문집, 27, 93-104.
- 정진규, 박종호(2009). 초등학생들의 지층학습을 위한 실험장치 개발, 교과교육학
연구, 13(3), 585-609.
- 정진우, 조규성, 이병주, 박진홍(2000). 중·고등학생을 위한 야외 지질 학습장 개
발 및 야외 활동 지도 방안. 한국지구과학회지, 21(1), 13-21.
- 정찬홍(2000). 지구과학 야외 교수·학습자료 개발 연구 : 전곡·양평지역을 중심
으로. 강원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 제주도(1997). 제주의 오름. 제주: 신제주인쇄사.
- 조규성, 변홍룡, 김정빈(2002). 야외지질학습장의 개발과 활용에 따른 학생들의
과학에 대한 정의적 영역과 학업성취에 미치는 효과. 한국지구과학회지,
23(8), 649-658.
- 조규성, 양우현, 신순선, 오재명, 정덕호(2012). 변산반도 격포 적벽강 일대 야외
지질 학습자료 개발 및 적용. 한국지구과학회지, 33(7), 658-671.
- 조덕수(2013). 초등학생들의 집단지성을 활용할 수 있는 STEAM 기반 수업의 계
발 및 적용. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 조연순, 성진숙, 채제숙, 구성혜(2000). 창의적 문제해결력 신장을 위한 초등과학
교육과정 개발 및 적용. 한국과학교육학회지, 25(1), 27-38.
- 조용남(2005). 초등과학 교육과정 변천에 따른 지질 영역에 관한 내용 분석. 서울교육

- 대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 조용남, 권치순(2005). 초등과학 교육과정 변천에 따른 지질 영역에 관한 내용 분석. 초등과학교육, 24(4), 546-557.
- 조주연(2010). 인문학 기반의 통합 학문적 융합연구과제 도출 방안. 서울: 경제인문사회연구회.
- 조희형(1984). 선입과의 철학적 배경 및 오인과 과학학습과의 관계. 한국과학교육학회지 4(1). 34-43.
- 조희영, 김희경, 윤희숙, 이기영(2012). 과학교육의 이론과 실제. 경기 : 교육과학사.
- 주상현(2013). 도서와 도시지역의 과학 학업성취도에 따른 학습자의 특성 비교 분석. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 채동현(2004). 지구운동 중심 태양계 실험 모형이 초등 예비교사와 초등학교 교사의 천문개념 변화에 미치는 효과. 한국과학교육학회지, 24(5). 886-901.
- 최병순, 김범기, 김효남, 우종욱, 정완호, 김대식, 이화국, 강순희, 허명(1993). 과학 오개념의 한·영 비교 연구. 한국교원대학교 과학교육연구소 연구보고서, 240-246.
- 최선영, 강호감(2006). 초등학교 과학영재학급 학생 선발을 위한 과학 창의적 문제해결력 검사도구 개발. 초등과학교육, 25(1), 27-38.
- 최영재, 이용복, 구덕길, 고영신, 권치순, 배영부, 김재영, 하병권(2001). 초등과학 교육. 서울: 형성출판사.
- 하명주(2009). 초인지 수업 전략이 초등학생의 암석 개념 형성에 미치는 영향. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 하재연(1996). 지층과 화석 단원의 통합적 재구성 및 현장학습 지도가 과학적 학습력 신장에 미치는 영향. 부산광역시 교육연구원 연구논문집, 55, 128-149.
- 한국동굴학회(1986). 제주도의 지질과 화산동굴. 한국동굴학회지, 13(4), 17-98.
- 한국지구과학회(1998). 지구과학개론. 서울: 교학연구사.
- 한국지구과학회(2009). 지구과학사전. 서울: 북스힐.
- 한수진, 강석진, 노태희(2010). 학생의 과학 오개념에 대한 초등 예비 교사의 지식. 초등과학교육, 29(4), 474-483.
- 한안진, 강호감, 권치순, 김효남, 우종욱(1999). 새초등과학 교수법. 경기 : 교육과학사.

- 한영옥, 장임정(2002). 암석에 관한 초등학교 학생의 개념. 과학교육연구, 27, 99-114.
- 한인수, 권난주, 권재술(2001). 인지갈등 유발 수업에서 오개념에 대한 확신도가 개념 변화에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 22(2), 689-696.
- 허명(1993). 초·중·고 학생의 과학 및 과학교과에 대한 태도 조사 연구. 한국과학교육학회지, 13(3), 334-340.
- 현승엽(2008). 제주도 해안지형에서의 초등학교 야외 학습에 관한 연구. 제주대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 홍승호, 고효립(2009). '식물의 기관'에 대한 초등학생들의 개념 인지도 연구. 교육과학연구 40(3), 195-213.
- 홍정수, 장남기(1997). 중등학교 과학과 야외활동의 실태 및 개선 방안. 한국과학교육학회지, 17(1), 85-92.
- 황구근, 조규성, 허민(2009). 화석 형성 과정에 대한 중학생들의 이해. 한국지구과학회지, 30(3), 305-316.
- Apedoe, X. S., Reynold, B., Ellefson, M. R., & Schunn, C. D. (2008). Bringing engineering design into high school science classrooms: The heating /cooling unit. Journal of science Education and Technology, 17(5), 454-465.
- Bradley, R. H. & Corwyn, R. R. (2002). Socioeconomic status and child development. Annual Review of Psychology, 53, 371-399.
- Dimitrov, D. M. (1999). Gender differences in science achievement: Different effect ability, response format, and strands of learning outcomes. School Science and Mathematics, 99(8), 445-450.
- Driver, R. (1985). Children's ideas in science. Milton Keynes : Open Univ. Press.
- Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (1985). Children's Ideas in Science. Milton keynes, England; Open University Press.
- Gardner, P. L. (1975). Attitudes to science: a review. Studies in Science Education, 2, 1-41.

- Gilbert, J. K., Osborne, R. & Fresham, P. J. (1982). Children's science it's consequences for teaching. *Science Education*, 66(4), 623-633.
- Isaksen, S. G. & Treffinger, D. J. (1985). *Creative problem solving: The basic course*. Buffalo, NY: Bearly.
- Kern, E. L. & Carpenter, J. R. (1984). Enhancement of student values, interests and attitudes in earth science through a field-oriented approach. *Journal of Geological Education*, 32, 299-305.
- Manner, B.M. (1995). Field studies benefit students and teachers. *Journal of geological Education*, 43, 128-131.
- Marek, E, A. (1986). The development of scientific attitudes, *The science Teacher*, 53(9), 32-35.
- Mckenzie, G., Utgard, R. & Lisowski, M. (1986). The importance of field trip, a geological example. *Journal of College Science Teaching*, 16, 17-20.
- Orion, N. (1989). Development of a high-school geology course based on field trips. *Journal of Geological Education*, 37, 13-17.
- Orion, N. & Hofstein, A. (1994). Factors that influence learning during a scientific field trip in natural environment. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(1), 1097-1119.
- Orion, N., Hofstein, A., & Mazor, E. (1986). A field-based school geology course: Igneous and metamorphic terrains, an Israeli experience. *Geology Teaching*, 11, 16-20.
- Skinner, B. J. & Porter, S. C. (2003). *생동하는 지구(박수인 외 8인 역)*. 시그마프레스.
- Smith, E. E. & Wetschoff, G. M. (1992). The taliesin project: Multidisciplinary education and multimedia. *Educational Technology*, 32(1), 15-23.
- Tytler, R. (2002). Teaching for understanding in science: Student conceptions research, & changing views of learning. *Australian Science Teachers' Journal*, 48(3), 14-21.
- Yakman, G. (2006). STEM pedagogical commons for contextual learning.

Unpublished class paper for EDCI 5774. Virginia Tech.

Zielinski, E. J. (1987). So you want to take a field trip?. ED 299079.

Zubrowski, B. (2002). Integrating science into design technology projects: Using a standard model in the design process. *Journal of Technology Education*, 13(2), 48-67.

ABSTRACT

Development and Application Effects of
STEAM Program Utilizing Learning Materials
for Geology of Jeju-do Province

Deok-Ho Kim

Department of Elementary Science Education

Graduate School

Jeju National University

Supervisor: Prof. Seung-Ho Hong

The main learning contents of 'geology' domain in 2007 revised elementary science curriculum have been targeted for a natural phenomenon. But, it is difficult to directly observe or reproduce in science class, because curriculum deal with wide range of time and space. Also, because most of the textbook

contents are abstract, it is difficult for students to understand the concept. Thus, the purposes of this study are as follows; it is to develop the field experience and indoor learning based STEAM program that can be associated with them by utilizing learning materials for regional geology of Jeju-do province. Through two STEAM programs, it was to find the influences on academic achievement, creative problem solving abilities, and scientific attitude of elementary school students. Also, it is develop the conception questions about the stratum, sedimentary rock, and fossil. Using the questions, it is to evaluate how much they know about the concept of geological to elementary students, and academic achievement test questions were used in STEAM program.

The results and proposal of the study works as follows. First, it is to investigate the 14 places that can be observed the stratum, sedimentary rock, and fossil in Jeju-do province based on 2007 revised elementary science curriculum. Based on the research content, Seongsan Ilchulbong~Sinyang-ri Formation, Seogwipo Formation, Songaksan~Yongmeori Cliffs, and Suwolbong were selected as a suitable place for field experience learning in 'Stratum and fossil' unit of elementary science. And, it is to develop learning materials for regional geology related to STEAM that can be observed the geological phenomenon, after it was compared and analyzed to pictures and learning contents of textbooks in four places. Based on development of learning materials for regional geology in Jeju-do province, it has to be developed the systematic and integrated programs that can maximize the effectiveness of field experience learning.

Second, questions on the stratum, sedimentary rock, and fossil conceptions were developed, and conceptions survey was conducted. As a result, the rate of scientific conceptions was relatively low. So, it must find an effective way to correct scientific concepts.

Third, considering 'Stratum and fossil' unit of elementary science, the field experience and indoor learning based STEAM programs were developed. Foward, it can be provided as a reference data to develop a similar program.

Fourth, by applying STEAM program, we found the impact on academic

achievement, creative problem solving abilities, and scientific attitude of elementary school students. As application results for two STEAM programs, the experimental group increased significantly compared to the control group. Therefore, it is required that systematic and continuous development of STEAM program in various units of geologic section, and it requires effort to effectively utilize the program in school.

Keyword: Conceptions, Elementary science, Fossil, Learning materials for geology, Sedimentary rock, STEAM, Stratum

부 록

1. 지층, 퇴적암, 화석 관련 개념 검사지



2. 창의적 문제해결력 검사지

3. 과학적 태도 검사지

4. 학생 만족도 검사지

5. 현장체험 STEAM 프로그램 학습지

6. 실내학습 STEAM 프로그램 학습지



(부록 1) 지층, 퇴적암, 화석 관련 개념 검사지

지층 관련 개념 검사지

() 초등학교 ()학년 ()반 성별(남, 여)

※ 다음 문항들은 지층에 대한 내용입니다. 각 문항을 충분히 읽고 이해한 다음, 정답이라고 생각하는 번호를 ()안에 적어주시기 바랍니다.

영역	문항 내용
지층의 정의	1. '지층'에 대하여 바르게 설명한 것은 무엇일까요? () ① 암벽의 돌이 갈라진 것 ② 자연적으로 퇴적암이 휘어진 것 ③ 퇴적물이 쌓여 층을 이루고 있는 것 ④ 흙이 단시간에 겹겹이 쌓인 것 ⑤ 납작한 암석이 쌓인 것
	2. '층리'의 의미를 바르게 설명한 것은 무엇일까요? () ① 지층에 나타난 나란한 줄무늬 ② 지층이 쌓인 높이 ③ 퇴적암이 망쳐서 이루어진 층 ④ 지층에 박혀 있는 퇴적암 ⑤ 퇴적물이 지구 내부의 열에 의해 다른 것으로 바뀔 때 나타나는 줄무늬
	3. '습곡'의 의미로 바른 것은 무엇일까요? () ① 지층의 끝 부분 ② 지층에서 물에 젖은 층리 ③ 지층에서 햇빛을 받지 못하는 습한 부분 ④ 물결 모양으로 휘어진 지층 ⑤ 지층에서 물이 고여 있는 웅덩이
	4. '단층'의 의미를 바르게 설명한 것은 무엇일까요? () ① 매우 단단한 지층 ② 서로 어긋나서 끊어진 지층 ③ 한 개로 이루어진 지층 ④ 낮은 곳에 있는 지층 ⑤ 매우 짧은 지층
지층의 생성	5. 지층이 생성되는 데 가장 중요한 역할을 하는 것은 무엇일까요?() ① 퇴적물의 종류와 색 ② 지층 생성 당시의 주변 온도 ③ 산사태와 지진과 같은 자연 현상 ④ 퇴적물이 운반되어 퇴적되는 과정 ⑤ 강수량과 햇빛이 비추는 시간
	6. 지층은 '상류', '중류', '하류' 중 주로 어느 지역에서 생성되는지 선택하고, 그 이유를 옳게 설명한 것은 무엇일까요? () ① 하류 - 퇴적물이 운반되어 쌓이기 때문에 ② 상류 - 물의 흐름이 빨라 암석이 신속히 깎이기 때문에 ③ 하류 - 물이 충분하고 바다와 연결되어 있기 때문에 ④ 상류 - 큰 암석들이 있기 때문에 ⑤ 중류 - 물의 양과 물이 흐르는 속도가 퇴적되기 적절한 환경이기 때문에

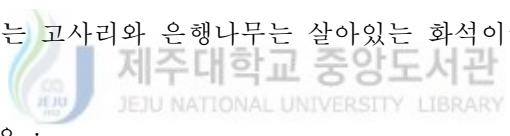
지층의 생성	<p>7. ‘단층의 생성 과정’을 옳게 설명한 것은 무엇일까요? ()</p> <p>① 지층이 쌓이는 과정에서 계속 위에서 아래로 눌러서 생성된다. ② 지층의 양쪽에서 잡아당기는 또는 미는 힘에 의해서 지층이 끊어져서 생성된다. ③ 풍화작용 때문에 지층이 침식되어 생성된다. ④ 지층이 만들어질 때 생긴 한 개의 층이 단층으로 생성된다. ⑤ 지층이 만들어지는 과정에서 짧아지는 층이 생기면서 생성된다.</p>
	<p>8. 습곡은 어떤 조건에서 만들어지는지 가장 옳게 설명한 것은 무엇일까요? ()</p> <p>① 산사태가 발생했을 때 습곡이 생긴다. ② 땅 속 용암의 뜨거운 열에 의해 습곡이 생긴다. ③ 지구 내부의 힘을 받아 습곡이 생긴다. ④ 지층이 퇴적되어 강한 바람의 영향으로 습곡이 생긴다. ⑤ 지층에 비가 많이 내려 물이 고이면 습곡이 생긴다.</p>
	<p>9. 시간이 지나면서 발생하는 지층의 변화 원인에 대한 설명으로 옳은 것은 무엇일까요? ()</p> <p>① 기온이 달라지면서 지층의 형태가 변한다. ② 시간이 지나면 자연스럽게 지층의 형태가 변한다. ③ 서식하는 식물의 종류가 달라지면 지층의 형태가 변한다. ④ 지구 내부의 힘을 받으면 지층의 형태가 변한다. ⑤ 지층의 형태는 한 번 정해지면 변하지 않는다.</p>
지층의 특징	<p>10. 지층의 모습이 밖으로 드러나게 된 가장 주된 이유는 무엇일까요? ()</p> <p>① 화산 폭발 때문에 ② 침식작용 때문에 ③ 지각 변동 때문에 ④ 퇴적작용 때문에 ⑤ 원래부터 지층은 우리가 관찰하기 쉽게 형성되었기 때문에</p>
	<p>11. 보이지 않는 땅 속에 지층이 존재하는지 아닌지 선택하고, 그 이유를 옳게 설명한 것은 무엇일까요? ()</p> <p>① 존재하고 있다. - 지층은 계속적인 퇴적물의 퇴적 작용에 의해서 형성되기 때문에 ② 존재하고 있다. - 지층은 끊임없이 위층과 아래층이 바뀌는 현상이 발생하기 때문에 ③ 존재하지 않는다. - 땅 속은 지층이 아니라 습기가 많은 흙으로 되어 있기 때문에 ④ 존재하지 않는다. - 지층은 땅 위로부터 퇴적되는 것이기 때문에 ⑤ 땅 속에 지층의 존재 여부는 알 수 없다.</p>

지 층 의 특 징	<p>12. 지층의 보이지 않는 안쪽 면과 우리가 볼 수 있는 바깥쪽 면과의 차이는 무엇일까요? ()</p> <p>① 지층의 안쪽 면에 더 많은 퇴적물이 있다. ② 지층의 안쪽 면의 암석이 더 거칠다. ③ 지층의 바깥쪽 면에 화석이 더 많이 있다. ④ 지층의 바깥쪽 면에 층리가 더 많이 있다. ⑤ 지층의 안쪽 면과 바깥쪽 면은 별다른 차이가 없다.</p>
	<p>13. 지층이 쌓인 시간과 쌓인 층의 두께와의 관계를 바르게 설명한 것은 무엇 일까요? ()</p> <p>① 지층이 쌓이는 시간이 길수록 침식 작용에 의해 지층의 두께는 더 얇아진다. ② 지층이 쌓이는 시간이 길수록 지층의 두께는 두꺼워진다. ③ 지층의 두께는 지층이 쌓이는 시간보다 생물의 흔적이 많을수록 더 두꺼워진다. ④ 지층의 두께는 짧은 시간동안 쌓이는 퇴적물의 양에 의해 결정되는 것이다. ⑤ 지층이 쌓이는 시간과 지층의 두께는 별다른 관계가 없다.</p>
	<p>14. 지층이 처음 쌓이기 시작했던 시점에서 시간이 흘러 지역의 자연 환경이 예전과 다르게 바뀌면 같은 장소의 지층에서 무엇을 발견할 수 있을까요? ()</p> <p>① 환경이 달라지기 전에 살았던 동·식물의 흔적을 발견할 수 있다. ② 지층에서 단층과 습곡 현상이 나타나게 된다. ③ 지층에서 암석의 형태가 사라지게 된다. ④ 생태 환경의 변화에 의해서 지층 층리의 형태가 달라질 수 있다. ⑤ 환경이 달라져도 지층에서 별다른 차이점을 발견할 수 없다.</p>
	<p>15. 멀리 떨어진 두 지층을 비교할 때, 두 지층이 특정한 시대에 쌓인 동일 지층 인지 알 수 있는 방법으로 가장 옳은 것은 무엇일까요? ()</p> <p>① 지층의 침식 정도를 비교해 본다. ② 지층의 층리 개수를 비교해 본다. ③ 지층 내부에서 발견되는 화석을 비교해 본다. ④ 지층의 두께를 비교해 본다. ⑤ 멀리 떨어진 지층이 같은 시대에 쌓인 지층인지 알 수 있는 방법은 없다.</p>
	<p>16. 지층이 퇴적된 이후 지각 변동이 있었는지 알 수 있는 방법으로 가장 옳은 것은 무엇일까요? ()</p> <p>① 지층 하부의 땅을 파서 조사한다. ② 지층에서 발견되는 화석의 수를 확인한다. ③ 지층의 두께 정도를 조사한다. ④ 지층에서 끊어진 부분이나 휘어진 부분이 있는지 확인한다. ⑤ 지층의 퇴적된 이후의 지층의 지각 변동 여부는 알 수 없다.</p>

화석 관련 개념 검사지

()초등학교 ()학년 ()반 성별(남, 여)

※ 다음 문항들은 화석에 대한 내용입니다. 각 문항에 대하여 ‘예’, ‘아니오’, 중 하나에 √ 표시를 하도록 합니다. 그리고 자신이 선택한 답에 대한 이유를 글로 간단히 작성해 보도록 합니다.

영역	문항 내용
화 석 에 대 한 정 의	1. 석탄과 석유는 화석의 일종이다. 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 답을 선택한 이유 :
	2. 얼음 속에서 나온 살아 있는 듯한 피부를 가진 메머드는 화석이다. 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 답을 선택한 이유 :
	3. 이집트 피라미드 속에서 발견된 미라는 화석이 아니다. 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 답을 선택한 이유 :
	4. 현재 살고 있는 고사리와 은행나무는 살아있는 화석이라고 할 수 있다. 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 답을 선택한 이유 : 
	5. 생물의 흔적만 남아 있어도 화석이 될 수 있다. 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 답을 선택한 이유 :
	6. 석기 시대의 토기도 화석이다. 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 답을 선택한 이유 :
화 석 의 생 성	7. 생물체에 단단한 부분의 유무는 화석 형성에 영향을 주지 않는다. 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 답을 선택한 이유 :
	8. 공룡 발자국은 공룡이 바위를 밟은 후에 생긴 것이다. 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 답을 선택한 이유 :
	9. 물 속에서는 동물과 식물의 흔적이 지워질 수 있기 때문에 대부분의 화석은 육지에서만 생성된다. 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 답을 선택한 이유 :

	10. 화석은 생성기간과 관계없이 만들어질 수 있다. 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 답을 선택한 이유 :
화석과 암석 지층	11. 화석은 퇴적암에서만 찾을 수 있다. 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 답을 선택한 이유 :
	12. 화석은 발견된 곳의 암석과 색깔이 같다. 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 답을 선택한 이유 :
	13. 화석이 발견된 지층을 통해서는 지층이 쌓인 순서를 알 수 있다. 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 답을 선택한 이유 :
	14. 특정 화석을 통해 화석 연료가 나오는 지층을 쉽게 찾을 수 있다. 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 답을 선택한 이유 :
화석에 대한 이해	15. 바다생물 화석을 현재 산에서는 발견할 수 없다. 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 답을 선택한 이유 :
	16. 탄광에서도 화석을 관찰할 수 있다. 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 답을 선택한 이유 :
	17. 현재 사막인 곳에서는 화석이 발견될 수 있다. 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 답을 선택한 이유 :
	18. 공룡의 뼈와 발자국 화석을 통해 공룡의 피부색도 알 수 있다. 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 답을 선택한 이유 :
	19. 화석을 통해서 생물의 진화과정을 알 수 있다. 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 답을 선택한 이유 :
	20. 수 만년 전의 대부분의 생물들은 화석으로 남아 있다. 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 답을 선택한 이유 :

(부록 2) 창의력 문제해결력 검사지

이 질문지는 여러분의 생각을 알아보기 위해 실시하는 것입니다. 이 질문지는 공개되지 않고, 성적과는 아무 상관이 없습니다. 아래 문항을 읽고 성실히 답해 주시기 바랍니다.

()초등학교 ()학년 ()반 (남, 여)



서연이는 친구들과 놀이터에서 보물찾기 놀이를 하기로 했어요. 서연이는 술래가 되어 친구들이 모래 속에 숨긴 장난감들 중 쇠구슬을 찾아야 했어요. 서연이는 쇠구슬을 찾기 위해 돌아다니다가 자석을 발견했어요. 서연이는 어떻게 쇠구슬을 찾을 수 있을까요?

1. 서연이가 보물찾기를 할 때 생길 수 있는 문제들을 모두 써 보세요.

①	
②	
③	
④	
⑤	

2. 위의 여러 가지 문제들 중 하나를 골라 해결하고 싶은 문제를 자세히 써 보세요.

--

3. 자신이 고른 문제를 해결할 수 있는 방법을 모두 써 보세요.

①
②
③
④
⑤

4. 위의 방법들 중 하나를 골라 문제를 해결하기 위한 계획을 세워 보세요.

(1) 필요한 준비물을 쓰세요.

--

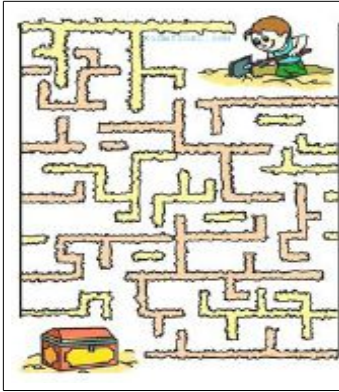
(2) 해결 방법을 자세히 쓰세요.

 제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

5. 자신이 생각한 방법의 좋은 점과 부족한 점을 써 보세요.

좋은 점	부족한 점

()초등학교 ()학년 ()반 (남, 여)



지민이는 친구들과 미로에서 놀다가 길을 잃어 버렸어요. 나가는 길은 남쪽인데 지민이는 방향을 전혀 알 수 없었어요. 시간은 자꾸만 흐르고 벌써 날은 어두워지기 시작했어요.

지민이는 나가는 길을 찾으려고 돌아다니다 길에 떨어져 있는 자석, 바늘, 물이 든 수조, 나무젓가락, 실, 나뭇잎, 투명한 컵 등을 발견했어요.

1. 미로에서는 어떤 문제들이 생길 수 있는지 모두 적어보세요.

①
②
③
④
⑤



2. 위의 여러 가지 문제들 중 하나를 골라 해결하고 싶은 문제를 자세히 써 보세요.

--

3. 자신이 고른 문제를 해결할 수 있는 방법을 모두 써 보세요.

①
②
③
④
⑤

4. 위의 방법들 중 하나를 골라 문제를 해결하기 위한 계획을 세워 보세요.

(1) 필요한 준비물을 쓰세요.

--

(2) 해결 방법을 자세히 쓰세요.

 제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

5. 자신이 생각한 방법의 좋은 점과 부족한 점을 써 보세요.

좋은 점	부족한 점

(부록 3) 과학적 태도 검사지

아래의 검사지를 읽고 자신에게 해당한다고 생각되는 내용에 √표를 해주세요. 이 검사지는 공개되지 않고, 성적과는 아무 상관이 없습니다.

()초등학교 ()학년 ()반 (남, 여)

과학적 태도 문항		정말 그렇다	그렇다	그저 그렇다	아니다	전혀 아니다
번 호	문항					
1	나는 새로운 현상을 보면 왜 그런지 알고 싶다.					
2	나는 친구들의 의견이 내 의견과 다르더라도 주의 깊게 듣는다.					
3	나는 친구들이 발표하는 내용에 대하여 충분한 근거가 있는지 따져본다.					
4	나는 실험이 끝난 후에 친구들과 함께 실험기구를 정리한다.					
5	나는 조별 실험을 할 때 내가 직접 하기 보다는 친구들이 하는 것을 지켜본다.					
6	나는 실험 결과가 잘못 나오면 실망하지 않고 다시 그 실험을 해 본다.					
7	나는 새로운 것을 발명해 내려고 노력한다.					
8	나는 집에 물건이 고장 나면 그 원인이 궁금해진다.					
9	나와 다른 의견을 가진 친구와 토론을 통해 내 의견을 수정할 수 있다.					

과학적 태도 문항		정말 그렇다	그렇다	그저 그렇다	아니다	전혀 아니다
번 호	문항					
10	나는 선생님의 의견이 옳지 않다고 생각 되면 다시 질문한다.					
11	나는 조별 실험을 할 때 역할 분담을 토 의하여 결정한다.					
12	나는 내가 할 수 있는 것을 찾아서 스스로 한다.					
13	나는 실험을 하다가 실험과정이 복잡해지 면 실험을 그만둔다.					
14	나는 어떤 문제를 해결하기 위한 새로운 방법을 찾아내려고 한다.					
15	나는 무엇을, 어떻게, 언제, 왜 등이 들어 가는 질문을 많이 한다.					
16	나는 나의 주장이 틀렸을 때 부끄럽다.					
17	나는 남들이 다 옳다고 하더라도 증거가 충분하다면 다른 의견을 제시한다.					
18	나는 실험기구를 잘 다루지 못하는 친구 를 보면 도와주고 싶다.					
19	나는 의문 나는 과학 문제가 생겼을 때 책을 찾아서 스스로 해결한다.					
20	나는 다른 친구들이 실험을 먼저 끝냈더 라도 내 실험을 끝까지 한다.					
21	나는 실험기구를 사용할 때 불편한 점을 고치려고 한다.					

(부록 4) 학생 만족도 검사지

이 질문지는 과학(STEAM 프로그램) 학습을 한 후 여러분의 생각을 알아보기 위해서 실시하는 것입니다. 이 설문지는 공개되지 않고, 성적과는 아무 상관이 없습니다. 아래 문항을 읽고 한 문항에 하나씩 여러분의 생각에 해당되는 번호에 √표를 해주시기 바랍니다.

() 초등학교 6학년 () 반 (남, 여)

1. [감성적 체험] 과학 수업에 어느 정도 흥미를 느끼나요?

평가 문항	매우 그렇다	그렇다	보통이다	그렇지 않다	전혀 그렇지 않다
1 과학은 우리 생활에 많은 영향을 주는 중요한 과목이다.	⑤	④	③	②	①
2 과학 수업에는 나를 집중하게 만드는 흥미로운 요소가 있다.	⑤	④	③	②	①
3 과학 교과에서 배우는 내용은 일상생활에서 유익하게 사용된다.	⑤	④	③	②	①
4 다른 친구들과 협력하면서 과학수업의 활동을 하였다.	⑤	④	③	②	①
5 과학 수업시간을 통해 성공의 기쁨을 경험하고 새로운 문제에 도전하고 싶은 마음이 생겼다.	⑤	④	③	②	①

2. [내용적 융합] 과학 수업에서 배운 내용은 무엇인가요?

평가 문항	매우 그렇다	그렇다	보통이다	그렇지 않다	전혀 그렇지 않다
6 나는 과학 수업에서 과학 개념을 배우고 활용할 수 있었다.	⑤	④	③	②	①
7 나는 새로운 과학을 배우고 미래 우리 생활의 변화에 대해 생각해보았다.	⑤	④	③	②	①
8 나는 과학 수업을 하면서 음악(또는 미술) 교과와의 예술적 감성을 느낄 수 있었다.	⑤	④	③	②	①
9 나는 과학 수업을 하면서 수학 교과의 내용을 함께 배웠다.	⑤	④	③	②	①
10 과학 수업에서 주어진 문제를 해결하기 위해 다양한 교과의 내용을 활용하였다.	⑤	④	③	②	①

3. [창의적 설계] 과학 수업의 활동과정은 어떠하였나요?

평 가 문 항		매우 그렇다	그렇다	보통 이다	그렇지 않다	전혀 그렇지 않다
11	주어진 문제를 충분하게 해결한 작품을 만들었는지 확인하였다.	⑤	④	③	②	①
12	가능한 다양한 방법을 활용하여 해결책을 찾아보았다.	⑤	④	③	②	①
13	해결책을 찾아보는 과정에서 발생하는 예상하지 못했던 문제에 대해 생각해보았다.	⑤	④	③	②	①
14	과학 수업시간에는 상상력을 발휘하고 새로운 생각을 할 기회가 많다.	⑤	④	③	②	①
15	다른 친구의 작품과 비교했을 때, 새롭고 독창적인 작품을 제작하였다.	⑤	④	③	②	①

4. [수업 만족도] 과학 수업에 어느 정도 만족하나요?

평 가 문 항		매우 그렇다	그렇다	보통 이다	그렇지 않다	전혀 그렇지 않다
16	나는 과학 수업에서 다른 여러 과목의 지식을 함께 배울 수 있어서 좋다.	⑤	④	③	②	①
17	나는 과학 수업시간에 창의적인 활동을 할 수 있는 것에 만족한다.	⑤	④	③	②	①
18	나는 과학 수업을 통해 새로운 기술에 대해 알게 된 것에 만족한다.	⑤	④	③	②	①
19	과학이 우리의 생활에 매우 중요하다는 것을 알게 되어서 만족한다.	⑤	④	③	②	①
20	나는 과학 수업이 다양하고 재미있는 방식으로 진행되어서 좋다.	⑤	④	③	②	①

5. 과학 수업시간에 STEAM 프로그램을 하면서 좋았던 점은 무엇인가요?

6. 과학 수업시간에 STEAM 프로그램을 하면서 아쉬웠거나 만족스럽지 못했던 것은 무엇이었나요?

(부록 5) 현장체험 STEAM 프로그램 학습지

학생용 활동지-1차시	학습주제	지층, 퇴적암 및 화석의 정의와 특징 알아보기
지층, 퇴적암 및 화석의 정의와 특징		
()초등학교 ()학년 ()반 ()번 이름()		

◎ 지층, 퇴적암 및 화석의 정의와 특징을 정리해 봅시다.

구분	정의	특징
지층	<ul style="list-style-type: none"> • 	<ul style="list-style-type: none"> • •
퇴적암	<ul style="list-style-type: none"> • 	<ul style="list-style-type: none"> • • •
화석	<ul style="list-style-type: none"> • 	<ul style="list-style-type: none"> • • •

학생용 활동지-2차시	주 제	지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있는 장소 알아보기
제주도의 지질지역과 그 지역의 특징 조사하기		
()초등학교 ()학년 ()반 ()번 이름()		

◎ 아래 제주도 지도에 여러분이 찾은 지질지역과 그 지역의 특징에 대해 적어봅시다. 지역의 특징은 자유로운 방식으로 적어봅시다.



사진출처 <<http://imagesearch.naver.com/>>


학생용 활동지-3차시 ①	학습주제	지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있는 최적의 장소
현장체험학습 예정지의 장점과 단점		
()초등학교 ()학년 ()반 ()번 이름()		

◎ 지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있는 지역의 장점과 단점을 적어봅시다.

장점	지질 지역	단점
<ul style="list-style-type: none"> • • • 		<ul style="list-style-type: none"> • • •
<ul style="list-style-type: none"> • • • 		<ul style="list-style-type: none"> • • •
<ul style="list-style-type: none"> • • • 		<ul style="list-style-type: none"> • • •
<ul style="list-style-type: none"> • • • 		<ul style="list-style-type: none"> • • •
<ul style="list-style-type: none"> • • • 		<ul style="list-style-type: none"> • • •

학생용 활동지-3차시 ②	학습주제	지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있는 최적의 장소
최적의 현장체험학습 지역을 찾아서		
()초등학교 ()학년 ()반 ()번 이름()		

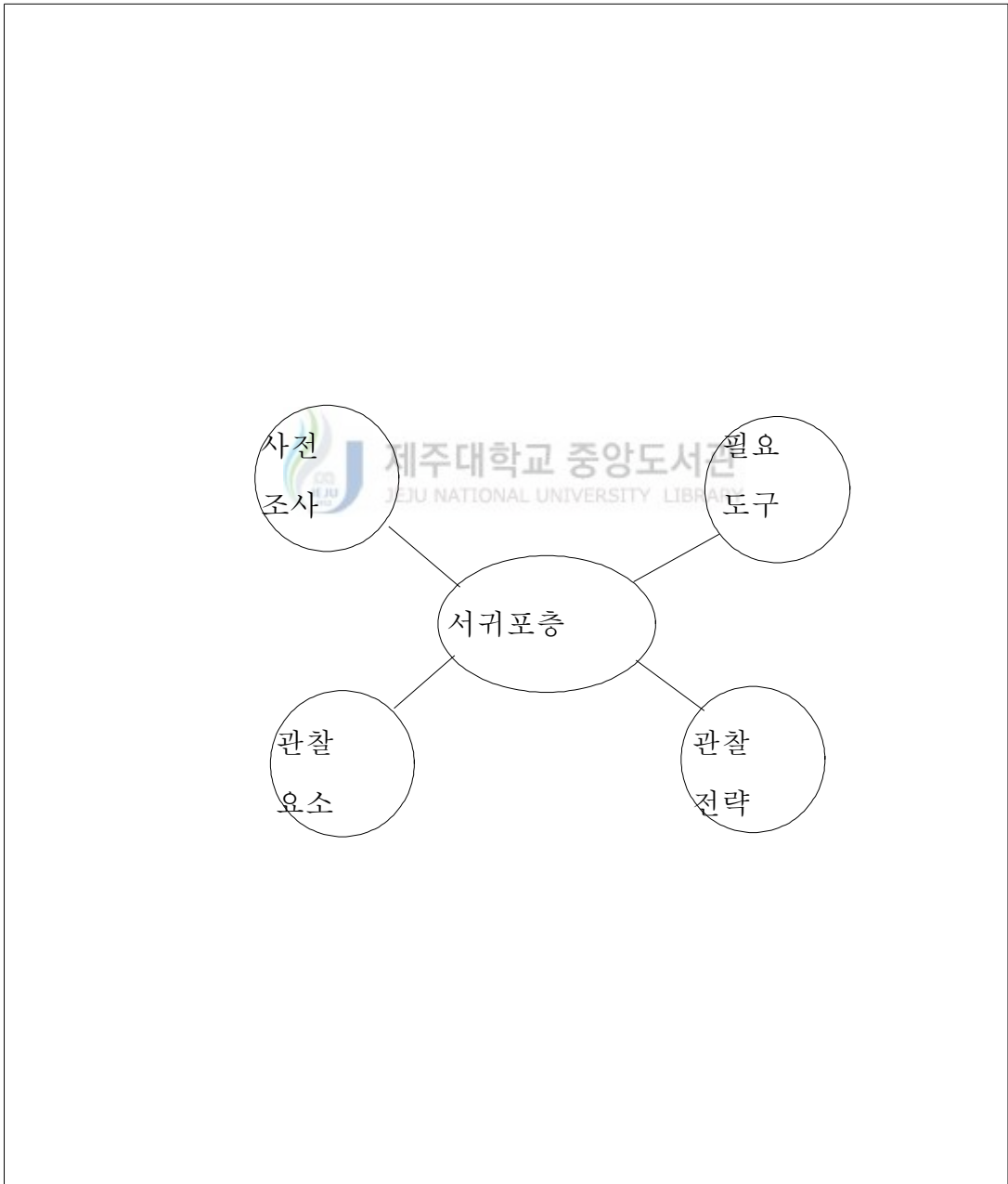
◎ 우리 모듬이 선정한 최적의 현장체험학습 장소에 대해서 다양한 관점에서 좋은 점(관찰 가능한 내용, 위치, 안전요소 등)을 적어 봅시다.

최적의 장소	
<p>우리 모듬이 현장체험학습을 위한 최적의 장소로 이곳을 선정한 이유</p>	 <p>제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY</p>

※ 최적의 장소로 선정한 이유를 자세하게 쓸 수 있도록 합니다.


학생용 활동지-4차시 ①	학습주제	지층, 퇴적암 및 화석에 대한 현장체험학습 계획하기
현장체험학습에 대한 마인드맵		
()초등학교 ()학년 ()반 ()번 이름()		

◎ 모듈별로 현장체험학습에 대한 마인드맵을 작성해 봅시다.



학생용 활동지-4차시②	학습주제	지층, 퇴적암 및 화석에 대한 현장체험학습 계획하기
현장체험학습 계획하기		
()초등학교 ()학년 ()반 ()번 이름()		

◎ 모둠별로 현장체험학습 계획서를 구체적으로 작성해 봅시다.

체험 장소		체험 일시	20 년 월 일
체험 주제		자료 수집 방법	
준비물		유의 사항	
관찰할 내용			
관찰할 내용에 대한 간단한 그림이나 설명	 제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY		
모듬명	모듬원 이름	역할 및 준비물 분담	

학생용 활동지-5~7차시	학습주제	선정 지역 체험학습하기
지층, 퇴적암 및 화석을 관찰할 수 있는 지역 체험하기		
()초등학교 ()학년 ()반 ()번 이름()		

◎ 서귀포층의 지층, 퇴적암 및 화석에 대해 관찰한 내용을 정리해 봅시다.

구분	관찰한 모습 그리기	관찰한 내용 정리하기
지층		
퇴적암		
화석		

◎ 모듈 토의 후에 추가적으로 관찰한 내용에 대해서 정리해 봅시다.

 제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

◎ 현장체험학습을 마치며 자신의 느낀 점을 정리해 봅시다.

학생용 활동지-8차시	학습주제	현장체험을 한 내용 정리하기
지층, 퇴적암 및 화석의 특징에 대해서 정리하기		
()초등학교 ()학년 ()반 ()번 이름()		


◎ 현장체험학습 때 조사한 내용을 바탕으로 지층, 퇴적암 및 화석에 대해서 모두
별로 체계적으로 정리해 봅시다.

구분	촬영한 사진	조사한 내용
지층		
퇴적암	 제주대학교 중앙도서관 <small>JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY</small>	
화석		

◎ 현장체험학습 때 조사한 내용을 정리하면서 느낀 점을 작성해봅시다.

학생용 활동지 9~10차시①	학습주제	지층, 퇴적암 및 화석에 대한 발표 자료 제작하기
모둠별 조사내용을 발표 자료 창의적으로 제작하기		
()초등학교 ()학년 ()반 ()번 이름()		

◎ 현장체험학습 지역에서 모둠별로 조사한 내용을 바탕으로 발표를 할 수 있는 자료를 창의적으로 제작할 계획서를 작성해봅시다.

발표 주제		
발표 형식		
준비물		
발표할 내용	 제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY	
발표 자료 제작 시 준비해야 할 사항		
모듬명	모듬원 이름	발표 자료 제작 시 역할

학생용 활동지 9~10차시②	학습주제	지층, 퇴적암 및 화석에 대한 발표 자료 제작하기
발표자료 제작을 위한 구체적인 계획 작성하기		
()초등학교 ()학년 ()반 ()번 이름()		

◎ 발표자료 제작을 위한 구체적인 계획을 작성해봅시다.(예시 : 역할놀이 대본 등)



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

학생용 활동지-11차시	학습주제	모둠별 생각 공유하기
발표회를 통해서 모둠별 생각 공유하기		
()초등학교 ()학년 ()반 ()번 이름()		

◎ 모둠별로 발표하는 내용을 잘 보면서 발표내용과 잘된 점과 아쉬운 점을 작성해보고 평점(5점 만점)을 주도록 해 봅시다.

모둠	발표 내용	잘된 점	아쉬운 점	평점
	•	• •	• •	
	•	• •	• •	
	•	• •	• •	
	•	• •	• •	
	•	• •	• •	

◎ 모둠별 발표를 다 들은 후에 느낀 점을 작성해 봅시다.

(부록 6) 실내학습 STEAM 프로그램 학습지

학생용 활동지-1차시	학습주제	지층과 화석의 정의와 특징 알아보기
지층과 화석의 정의와 특징		
()초등학교 ()학년 ()반 ()번 이름()		

◎ 지층과 화석의 정의와 특징을 정리해 봅시다.

구분	정의	특징
지층	<ul style="list-style-type: none"> • 	<ul style="list-style-type: none"> • • • •
화석	<ul style="list-style-type: none"> • 	<ul style="list-style-type: none"> • • • •

학생용 활동지-2차시	주 제	지층과 화석 관련 실험 구상하기
지층과 화석의 특징을 파악할 수 있는 실험		
()초등학교 ()학년 ()반 ()번 이름()		

◎ 지층과 화석의 특징을 파악할 수 있는 실험에 대해서 작성해 봅시다.

기존의 지층과 화석 실험에 대한 설명	추가할 수 있는 융합(STEAM)요소
1	
2	
나만의 지층관련 융합 실험 설명하기	나만의 화석관련 융합 실험 설명하기
융합 실험에 대한 친구의 의견 물어보기	융합 실험에 대한 친구의 의견 물어보기

학생용 활동지-3차시 ①	학습주제	지층과 화석 특징을 알 수 있는 최적의 실험 설계
주제 관련 실험의 장점과 단점		
()초등학교 ()학년 ()반 ()번 이름()		

◎ 기존의 지층과 화석에 관련된 실험들의 장점과 단점을 적어봅시다.

실험명	실험에 대한 설명	장점	단점

학생용 활동지-3차시 ②	학습주제	지층과 화석의 특징을 알 수 있는 최적의 실험 설계
최적의 융합 실험 설계하기		
()초등학교 ()학년 ()반 ()번 이름()		

◎ 우리 모둠이 설계한 최적의 융합 실험의 과정에 대해서 적어 봅시다.

실험명	
<p>실험 과정을 그림을 통해 구체적으로 표현해보세요</p>	 <p>제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY</p>
<p>실험에 대한 구체적인 설명</p>	
<p>실험 수행 시 예상되는 문제점</p>	

※ 설계된 실험의 과정에 대해서 핵심이 드러나게 쓸 수 있도록 합니다.

학생용 활동지-4차시 ①	학습주제	지층과 화석에 대한 융합 실험 계획하기
융합 실험 시 필요한 것에 대한 마인드맵		
()초등학교 ()학년 ()반 ()번 이름()		

◎ 지층과 화석 관련 융합 실험 시 필요한 것에 대해 창의적으로 작성해 봅시다.




제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

지층과 화석

학생용 활동지-4차시 ②	학습주제	지층과 화석에 대한 융합 실험 계획하기
융합 실험 계획하기		
()초등학교 ()학년 ()반 ()번 이름()		

◎ 모듈별로 융합 실험 계획서를 창의적으로 작성해 봅시다.

실험 장소		실험 일시	20 년 월 일
실험 주제		융합 요소	
준 비 물		유의 사항	
사전 준비			
실험에 대한 절차	 제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY		
모둠명	모둠원 이름	모둠원 역할 및 관찰한 내용	

학생용 활동지-5-6차시	학습주제	융합 실험 수행하기
지층과 화석 관련 실험 수행하기		
()초등학교 ()학년 ()반 ()번 이름()		

◎ 지층 또는 화석과 관련된 실험을 하면서 관찰 내용에 대해서 작성해 봅시다.

관찰된 현상에 대한 그림	그림과 관련된 설명	알게된 점



◎ 모듈 토의 후에 추가적으로 생각한 아이디어에 대해서 정리해 봅시다.

 제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY
--

◎ 융합 실험 수행을 한 후 자신의 느낀 점을 정리해 봅시다.

학생용 활동지-7차시	학습주제	수행한 융합 실험 내용 정리하기
지층과 화석 실험 결과 창의적으로 정리하기		
()초등학교 ()학년 ()반 ()번 이름()		

◎ 친구들의 발표를 들으면서 융합 실험 후에 새롭게 알게 된 지층과 화석에 대한 실험 결과와 그에 대한 과학적 해석을 창의적으로 정리해 봅시다.

구분	새롭게 알게 된 실험 결과	과학적 해석
지층		
화석		



◎ 친구들의 발표를 듣고 융합 실험 결과를 정리하면서 느낀 점을 작성해봅시다.

◎ 실험을 수행하면서 본인이 느꼈던 성취감 정도에 ○표를 하세요. (상, 중, 하)

학생용 활동지-8차시①	학습주제	지층과 화석에 대한 실험 아이디어 생각하기
지층과 화석에 대한 새로운 융합 실험 아이디어		
()초등학교 ()학년 ()반 ()번 이름()		

◎ 실험을 통해서 모듈별로 알게 된 내용을 바탕으로 또 다른 실험에 대한 융합 아이디어를 생각하여 작성해봅시다. (예시 : 마인드맵 기법 활용하기)



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

학생용 활동지-8차시②	학습주제	지층과 화석에 대한 실험 아이디어 생각하기
지층과 화석에 대한 또 다른 융합 실험 계획서		
()초등학교 ()학년 ()반 ()번 이름()		

◎ 모둠별로 생각한 아이디어를 바탕으로 새로운 융합 실험에 대한 계획서를 작성해 봅시다.

실험명	
실험에 대한 구체적인 계획	 제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY
본 융합 실험이 다른 실험과 차별화 되는 이유	

학생용 활동지-9차시①	학습주제	융합 실험에 대한 아이디어 공유하기
다른 모듬의 새로운 융합 아이디어 살펴하기		
()초등학교 ()학년 ()반 ()번 이름()		

◎ 모듬별로 발표한 융합 실험 아이디어 발표를 잘 듣고서 잘 된 점과 아쉬운 점을 창의적으로 작성해봅시다.

모듬명	잘 된 점	아쉬운 점



◎ 다른 모듬의 새로운 융합 아이디어를 살펴본 후에 느낀 점을 작성해 봅시다.

학생용 활동지-9차시②	학습주제	융합 실험에 대한 아이디어 공유하기
STEAM 프로그램 학습을 마무리 하면서		
()초등학교 ()학년 ()반 ()번 이름()		

◎ 본 STEAM 프로그램 학습을 마무리하면서 느낀 점을 그림과 글로 자유롭게 표현해보도록 합니다.



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY
