



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](#)

지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구의 효과

박지현

2017



석 사 학 위 논 문

지구와 달의 공전궤도를 고려한
달의 위상 변화 관찰 교구의 효과

The effect of observing material
on the phase change of moon considering
the orbits of earth and moon

제주대학교 교육대학원

초등과학교육전공

박 지 현

2017년 8월

석 사 학 위 논 문

지구와 달의 공전궤도를 고려한
달의 위상 변화 관찰 교구의 효과

The effect of observing material
on the phase change of moon considering
the orbits of earth and moon

제주대학교 교육대학원

초등과학교육전공

박 지 현

2017년 8월

지구와 달의 공전궤도를 고려한
달의 위상 변화 관찰 교구의 효과

The effect of observing material
on the phase change of moon considering
the orbits of earth and moon

지도교수 현 동 결

이 논문을 교육학 석사학위 논문으로 제출함

제주대학교 교육대학원

초등과학교육전공

박 지 현

2017년 5월

박 지 현의
교육학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 인

심사위원 인

심사위원 인

제주대학교 교육대학원

2017년 6월

목 차

국문 초록	i
I. 서론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구 내용	2
II. 이론적 배경	3
1. 달에 대한 초등학생들의 학습 현황	3
2. 달에 대한 오개념	4
3. 달의 위상 변화 이해 개선을 위한 선행연구	6
4. 공간능력과 달의 운동 이해와의 관계	7
III. 연구 방법 및 절차	9
1. 연구 대상	9
2. 연구 절차	9
3. 검사 도구	11
4. 교구의 개발	13
5. 자료 분석	23

IV. 연구 결과	26
1. 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구를 활용한 수업의 효과	26
2. 공간지각능력에 따른 달의 위상 변화 관찰 교구의 효과	41
V. 결론 및 제언	45
1. 결론	45
2. 제언	46
참고 문헌	47
ABSTRACT	50
부 록	53

표 목 차

〈표 III-1〉 연구 절차	11
〈표 III-2〉 개념 검사지의 구성	12
〈표 III-3〉 공간지각능력 검사지의 구성	13
〈표 III-4〉 개념 수준별 분류 기준	24
〈표 IV-1〉 개념검사 t-검정 결과	26
〈표 IV-2〉 실험집단과 비교집단 학생들의 개념 수준에 따른 분류	29
〈표 IV-3〉 사전검사 시 개념 수준별 공간지각능력 검사 결과	42
〈표 IV-4〉 개념 수준 변화별 공간지각능력 검사 결과	43
〈표 IV-5〉 사후 검사에 따른 개념 수준별 공간지각능력 검사 결과	44

그림 목 차

[그림 III-1] 2009 개정교육과정 6학년 1학기 1단원 ‘지구와 달의 운동’ 40쪽 교과서 활동 그림	14
[그림 III-2] 달의 실제 공전궤도와 현행 교과서 활동으로 발생할 수 있는 달의 공전궤도 오개념	14
[그림 III-3] 1차 제작 교구 중 우주적 관점 교구	16
[그림 III-4] 수업 시 활용한 학습지	17
[그림 III-5] 지구적 관점 교구	17
[그림 III-6] 지구적 관점 교구를 활용한 달의 위치에 따른 달의 위상 관찰	18
[그림 III-7] 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구 모습	20
[그림 III-8] 달의 위상 변화 관찰 교구 제작 절차 및 방법	21
[그림 III-9] 달의 위상 변화 관찰 교구의 설치 모습	22
[그림 III-10] 2차 개발 교구를 활용하여 달의 위치에 따른 달의 위상 관찰	23
[그림 IV-1] 실험집단과 비교집단의 사전, 사후, 지연 개념 검사 점수 비교	27
[그림 IV-2] 실험집단의 사전, 사후, 지연검사의 개념 수준 변화	31
[그림 IV-3] 비교집단의 사전, 사후, 지연검사의 개념 수준 변화	32
[그림 IV-4] 인지 불가 수준의 학생이 그린 달의 밝은 부분을 표시한 그림	40

국 문 초 록

지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구의 효과

박 지 현

제주대학교 교육대학원 초등과학교육 전공
지도교수 현 동 걸

이 연구는 학생들이 공전의 위치 따라 달라지는 달의 위상을 이해하고 관련 오개념을 감소시킬 수 있도록 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구를 제작하여 그 교구의 효과를 알아보는 것을 목적으로 하였다. 그리고 학생들의 공간지각능력에 따른 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구의 효과성을 확인하고자 하였다.

이를 위해 지구의 공전궤도와 5° 기울어진 달의 공전궤도를 확인할 수 있는 지구와 달의 모형을 제작하였다. 이 연구는 초등학교 6학년 110명을 대상으로 하였다. 실험집단은 이 연구에서 개발된 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구를 활용하여 수업을 하였고 비교집단은 현행 교과서 활동으로 수업을 하였다. 실험집단과 비교집단을 대상으로 사전, 사후, 지연 개념 검사를 실시하고 각 개념 수준별로 학생들을 표집하여 반구조화된 면담을 실시하였다. 그리고 학생들의 공간지각능력을 측정하여 개념 수준 및 개념 수준의 변화와 공간지각능력의 관계를 분석하였다.

이 연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구는 학생들의 개

념 형성에 효과가 있었다. 이 연구에서 개발한 교구를 이용하여 수업을 한 실험집단은 현행 교과서 활동으로 수업을 한 비교집단보다 사후 개념 검사에서 평균 점수가 더 많이 상승하였고 지연검사에서도 점수가 더 높았다.

둘째, 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구는 학생들의 개념 수준 향상에 효과가 있었다. 사후검사와 지연검사 결과를 살펴보면 가장 상위 수준인 ‘위상 인지’에 속한 실험집단 학생이 비교집단 학생보다 많았다. 그리고 가장 하위 수준인 ‘인지 불가’에서 과도기적 수준인 ‘우주적 관점’과 가장 상위 수준인 ‘위상 인지’로 변화한 학생 수가 실험집단이 비교집단에 비해 더 많았다.

셋째, 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구는 학생들이 개념을 정확히 이해하고 오개념을 줄이는데 효과가 있다. 반구조화된 면담 결과 실험집단의 학생은 지구와 달의 공전궤도가 5° 기울어져 있어 달이 모든 위치에서 태양 빛을 받음을 알고 있지만 비교집단의 학생들은 다양한 오개념을 가지고 있음을 확인하였다.

넷째, 공간지각능력이 달의 위상 변화와 관련된 개념 확립에 영향을 주었다. 가장 상위 개념 수준인 위상 인지 수준의 학생들은 다른 수준의 학생들보다 공간지각능력 검사 점수가 높았다. 그리고 개념 수준이 높을수록 공간지각능력 검사 점수가 높았다.

다섯째, 공간지각능력이 높은 학생이 낮은 학생보다 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구를 사용하였을 때 더 많은 효과를 얻었다. 사후 개념검사 결과 가장 상위 수준인 ‘위상 인지’ 수준으로 변화한 학생들이 그러지 못한 학생들에 비해 공간지각능력 검사 결과가 높았다.

주요어: 달의 위상 변화, 달의 공전궤도, 지구와 달의 모형, 공간지각능력

I. 서 론

1. 연구의 필요성

과학교육에서 대부분의 천문학 영역 내용은 학생들이 직접 관찰을 할 수 없다. 천문학 현상은 매우 광범위하기 때문에 한눈에 관찰할 수 없고, 우주 밖에서의 관찰은 현실적으로 불가능하다. 그래서 모형을 통한 학습이 이루어지고 있으나(곽영순, 2006), 모형은 실제와 달라 학생들에게 오개념을 형성시킬 수 있다. 모형은 실제 현상이나 실물을 단순화시켜 만드는데 학생들이 모형과 실제의 차이점을 정확하게 인식하지 못하거나 모형에서 의도치 않게 중요한 요소가 삭제되었을 경우 오개념이 형성될 수 있다(Soulier, 1981). 그러므로 모형은 실제 현상과 비슷하게 제작되어야 하고, 학생들이 오개념을 가지게 되는 원인을 파악하여 지속적으로 보완해야 한다.

달은 자주 보는 대상이며 신기하고 아름답게 느껴져 학생들이 흥미를 지니고 있는 학습 소재이다(김태선, 2006). 그러나 많은 학생들이 달의 위상 변화 개념을 이해하기 어려워하고(채동현 외, 2016; Abell et al., 2001; Zeilik & Bisard, 2000) 다양한 오개념을 지니고 있다(이조옥, 1994; 조병준, 2013). 그 중 대표적인 오개념은 달이 공전하면서 바뀌는 위치에 대한 달의 위상이다(변재성 외, 2004). 특히 태양-달-지구가 일직선이 되는 위치와 태양-지구-달이 일직선이 되는 위치에서의 위상을 잘못 알고 있는 경우가 많았다(김종희, 2006). 태양-달-지구가 일직선이 될 때 지구에서 달을 볼 경우 달이 보이지 않는다. 하지만 많은 학생들은 달이 태양과 가까이 있기 때문에 많은 빛을 받아 보름달로 보일 것이라는 오개념을 가지고 있다. 그리고 태양-지구-달이 일직선이 될 때 보름달이 보이지만 학생들은 태양 빛이 지구에 가려져 달이 보이지 않을 것이라고 잘못 생각한다. 이는 달이 땅의 위치에 있을 때마다 식 현상이 일어날 것이라 생각하는 과일반화로 인한 오개념이다. 이러한 오개념은 달의 공전 궤도가 지구의 공전 궤도와 5° 기울어져 있어 태양 빛이 지구에 가리지 않고 달에 도달한다는 것을 알지 못하고 2차원적 그림만 가지고 생각한 결과이다(김종욱, 2015).

따라서 이 연구에서는 초등학생들이 달의 공전에 따른 위상 변화를 이해하고

관련 오개념을 줄일 수 있도록 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구를 제작하고 그 교구의 효과를 알아보고자 하였다. 그리고 학생들의 공간지각능력에 따른 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구의 효과성을 확인하고자 하였다.

2. 연구내용

이 연구는 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구의 효과성을 알아보고자 하였다. 이를 위해 새로운 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구를 제작하고 학습 시 효과성을 확인하였다. 그리고 학생의 공간지각능력에 따라 그 효과성이 어떻게 달라지는지 알아보고자 하였다.

위와 같은 연구의 목적을 달성하기 위한 구체적인 연구내용은 다음과 같다.

- 가. 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구를 활용한 수업의 효과는 어떠한가?
- 나. 공간지각능력에 따른 새로운 달의 위상 변화 관찰 교구의 효과성은 어떠한가?

Ⅱ. 이론적 배경

지구의 위성인 달은 천문학에서 중요한 학습 소재로 초등학교 교육과정에서 두 차례 다루어지고 있다. 달은 생활과 밀접한 학습소재이나 학생들의 이해도가 낮은 편이다. 달에 대한 낮은 이해도는 다양한 오개념 생성으로 이어졌다. 이러한 문제를 해결하고 달의 위상 변화 이해를 돕기 위해 많은 연구들이 이루어졌다. 또한 학생들의 공간능력과 달의 운동에 대한 이해가 관련이 있다는 연구 결과도 있었다.

1. 달에 대한 초등학생들의 학습 현황

달에 대한 학습은 현행 2009 개정 교육과정에서 초등학교 4학년 2학기 4단원 ‘지구와 달’ 단원과 6학년 1학기 1단원 ‘지구와 달의 운동’ 단원에서 다루어지고 있다.

4학년 ‘지구와 달’ 단원에서는 지구와 달의 모양이나 모습과 같은 달의 외형적인 현상을 학습한다. 이는 생활과 밀접한 내용으로 호기심과 상상력을 자극하여 달에 흥미를 가지고 달을 탐구하려는 자세를 가지도록 한다.

6학년 ‘지구와 달의 운동’ 단원에서는 지구의 자전과 공전, 달의 공전과 같은 달의 시스템에 대해 학습한다. 달의 움직임과 모양 변화는 쉽게 관찰할 수 있는 천문 현상이며 이는 우리 생활과 밀접하게 연관되어 있음을 알게 한다.

이 논문과 관련된 6학년 ‘지구와 달의 운동’ 단원은 2007 개정 교육과정의 5학년 ‘지구와 달’과 ‘태양계와 별’에서 각각 다루었던 지구의 자전과 공전, 달의 공전에 대한 개념을 하나의 단원으로 구성하여 천체의 기본적인 운동인 자전과 공전의 개념을 다루도록 하였다.(교육부, 2015)

생활과 밀접한 달은 학생들이 흥미를 보이는 학습 소재이다. 김태선(2006)은 학생들이 달의 모양 변화와 달의 표면, 달과 관련된 이야기에 흥미를 지니고 있음을 확인하였다. 특히 전체 응답자 180명 중에서 28.9%인 52명의 학생들이 달의 모양 변화가 가장 흥미롭다고 응답하였다. 달에 대한 흥미의 원인으로서는 ‘신기해서’, ‘아

름다워서’, ‘달에 가보고 싶어서’ 등의 이유를 들었다.

하지만 달은 가장 어려운 학습 소재이기도 하다. 채동현 외(2016)는 설문 대상자 168명 중 57.7%인 97명이 지구과학 내용 중 지구와 달의 운동 내용이 가장 어려웠다는 응답을 통해 달의 운동에 대한 학습이 어려움을 확인하였다. 이는 거시적인 운동인 천체 영역의 운동은 직접 관측이 어려워 공간적 이해가 필요하기 때문이다.

2. 달에 대한 오개념

학생들은 달에 대한 다양한 오개념을 가지고 있었다. 그리고 이러한 오개념의 유형과 원인을 분석하는 선행 연구도 많이 이루어져 있었다.

이조옥(1994)은 달의 위상 변화와 관련된 오개념의 유형을 분석하였다. 오개념 분석 결과에 따르면 학생들의 35.6%가 보름달의 위치(태양-지구-달)에서 달이 보이지 않는다고 하였고 그 이유는 달이 지구 그림자에 가려지기 때문이라고 응답하였다. 이러한 오개념은 식 현상과의 혼돈으로 달이 땅의 위치에 있을 때 매번 식 현상이 일어날 것이라 생각하는 과일반화로 인해 발생하였다. 또한 학생들의 38.6%가 달이 보이지 않는 위치(태양-달-지구)에서 달이 태양빛을 받지 못한다고 응답하였다. 이와 같은 분석을 통해 학생들이 공전에 따라 달라지는 위치에서 달이 태양 빛을 어떻게 받는지 알지 못하고 이를 지구적 관점으로 바르게 전환하지 못하여 각 위치에 따른 달의 위상에 대해 오개념을 지니고 있음을 알 수 있다.

김순결(1995)은 지구와 달의 운동에 관한 오개념을 분석하였다. 학생의 33.2%가 달의 위상 변화 원인을 지구나 달의 운동이라 답하였다. 이는 달의 위상 변화 내용을 막연히 암기하였거나 불확신한 개념들 때문에 정확한 답변을 하지 못한 것이다. 달의 위상 변화와 공전상의 위치를 파악하는 문제에서는 오직 16.1%의 학생만이 정답을 선택하였다. 또한 달의 위상 변화 원인으로 정답보다 많이 응답한 답변이 지구에 가리거나 그림자에 가려 일부분만 보인다는 오개념이었다.

김봉섭(1999)은 달의 운동에 대한 초등학생과 대학생의 오개념 유형의 차이를 분석하였다. 달의 운동에 대한 초등학생과 대학생의 오개념 유형은 비슷하나 먼

담 결과 대학생들은 우주적 관점과 지구적 관점을 정확하게 지니고 개념을 이해하는 반면 초등학생들은 지구적 관점 없이 학습한 내용을 기억하여 응답을 하고 있었다. 달의 운동 개념 형성은 학년이 올라갈수록 증가하였는데 이는 인지능력, 특히 공간능력의 발달과 관련이 있었다. 또한 학습양식도 개념 성취에 영향을 주었는데 시각적 학습자는 언어 학습자보다, 실험 학습자가 반성적 사고 학습자보다 높은 개념 성취도를 보였다.

조병준(2013)은 달의 위상 변화의 원인에 대한 오개념을 질적 연구 방법을 통해서 분석하였다. 질적 연구에서 초등학생 2명은 달의 위상에 대해 조금은 알고 있으나 위상 변화의 이유와 그와 관련된 개념에 대해서는 모르고 있었다. 중학생 2명 중 1명은 달의 위상 변화가 달의 공전 때문임은 알지만 정확한 원리를 모르고 있었고 다른 1명은 해당 내용을 암기를 했을 뿐 정확히 원리를 이해하지 못하고 있었다. 고등학생 2명도 해당 내용을 암기하여 정확히 이해하지 못하고 잘못된 개념도 지니고 있었다. 이를 통해 학생들이 학교급이 올라갈수록 개념을 바르게 형성하는 것이 아니라 암기에 의존하여 학습하고 있음을 알 수 있다. 이러한 과정에서 교과서의 그림이 오개념의 원인이 되는 경우가 있었다. 학생들이 주로 교과서 그림을 암기하는데 2차원적인 그림에 의존하여 암기하다보니 3차원적 현상을 이해하는데 어려움이 있었던 것으로 여겨진다.

김종욱(2015)은 초등학생들이 달의 위상을 이해하는 과정에서의 어려움과 원인에 대해서 연구하였다. 가장 상위 수준의 학생들은 광학 및 천체 운동에 대한 개념에서 오개념을 지니고 있었다. 이러한 오개념은 태양, 지구, 달의 거리를 실제로 고려하지 못하고 태양 빛의 평행 입사를 이해하지 못하기 때문에 발생하였다. 두 번째 수준의 학생들은 상현과 하현, 초승과 그믐, 상현망간과 하현망간을 혼란스러워하였다. 이는 우주적 관점에서 지구적 관점으로 전환을 하지 못하여 생기는 오개념이다. 세 번째 수준의 학생들은 삭과 망을 혼란스러워하고 혼재 모델을 지니고 있었다. 이러한 오개념은 백도와 황도가 5° 기울어져 있음을 알지 못하고 과학적 모델을 학습했음에도 불구하고 위상의 시각화에 실패하였기 때문에 형성되었다. 가장 하위 수준의 학생들은 달의 위상을 설명하는 모델을 아예 형성하지 못하였다. 이는 달의 위상 변화를 설명하는데 필요한 개념들을 통합적으로 이해하지 못하였기 때문이다.

3. 달의 위상 변화 이해 개선을 위한 선행연구

학생들이 달의 위상 변화에 대한 오개념을 줄이고 달의 공전과 위상 변화에 대한 개념을 쉽게 학습하도록 새로운 교과서 삽화나 활동, 모형을 제시한 선행연구들이 있었다.

이미애와 최승언(2008)은 중, 고등학생이 표현한 달의 위상 변화 모델을 분석하여 보완 모델을 제시하였다. 분석 결과 학년이 낮을수록 유년적 개념과 대안적 개념을 지니고 있었는데 이는 교과서에 제시된 달의 위상 변화 삽화가 태양, 지구, 달의 상대적인 크기 및 거리에 대한 올바른 축적을 알려주지 않고 지구의 공전궤도와 달의 공전궤도가 5° 기울어져 있는 것을 표현하지 않았기 때문으로 나타났다. 이러한 삽화는 식 현상과 혼란을 일으킬 수 있으므로 보완 모델이 필요하다고 하였다. 보완 모델로 태양, 지구, 달의 실제 크기와 거리를 상대적으로 표현한 삽화와 달의 공전궤도와 지구의 공전궤도가 기울어져 있음을 보여주는 측면 삽화를 제시하여 지구, 달의 크기에 비해 우주상에서의 5° 차이가 매우 큰 것임을 확인할 수 있도록 하였다.

손준호(2015)는 지도서에 제시된 수업 절차에 추가 활동을 넣어 재구성한 교수 학습 방법을 제시하였다. 광원의 위치가 변화함에 따라 농구공의 반사되는 부분이 바뀌는 것을 관찰하는 활동, 농구공을 위에서 바라보는 것과 정면에서 바라보는 것의 차이를 통해 빛의 방향과 관찰자의 위치가 다를 경우 반사되는 부분이 어떻게 보이는지를 확인하는 활동, 관찰자가 지구의 위치에 있을 때 달이 어떤 모습으로 보이는지 확인하는 활동을 추가적으로 구성하였다. 이러한 활동이 태양과 달, 지구의 운동을 이해하는 가교 역할을 하여 달의 위상 변화의 원리를 이해하도록 도움을 주었다.

한신과 정진우(2015)는 달의 위상 변화를 학습할 수 있는 스마트 교수 학습 프로그램을 개발하였다. 우선 달의 위상에 대한 어플리케이션과 'google 별지도'를 통해 음력 1일부터 음력 15일까지의 달의 위상 변화를 관찰하였다. 그 후 절반을 까맣게 칠한 탁구공을 스마트폰과 30cm 떨어진 곳에 두고 45° 간격으로 이동시키며 사진을 찍어 달의 움직임과 위상 변화를 확인하였다. 스마트 교수 학습 프로그램은 학생들

이 흥미를 가지고 달의 위상 변화 내용을 쉽게 학습할 수 있도록 도와주었다.

이기정(2011)은 여러 날 동안의 달의 위치와 위상 변화를 지도할 때 활용할 관측지를 제시하였다. 태양과 달의 각도에 따른 달의 위치와 위상 변화를 살펴보기 위해 각도기와 가늌자를 갖춘 관측지를 이용하여 15일 동안 태양과 달을 동시에 볼 수 있는 시간에 달을 관측하도록 하였다. 관측지를 활용하여 태양과 달 사이의 각도를 측정하고 달의 위상을 그림으로 그려 기록하였다. 이를 통해 학생들이 태양, 지구, 달의 위치에 따라서 달의 위상이 달라진다는 것을 깨닫도록 하였다.

채동현(2008)은 달의 위상 변화 개념에 대한 교과서 중심의 2차원적 학습 방법의 단점을 극복하기 위해 공간적, 입체적인 3차원적 모형을 활용한 학습 방법을 제시하였다. 그 모형은 전체적인 바탕 부분, 지구의 공전궤도 판, 달의 위상 변화 판, 달의 공전궤도 판을 제작, 연결하여 삼구의 형태로 만들고 달의 공전궤도 판을 지구 주위로 돌리면서 각 위치에서 달의 위상과 1년 동안의 달의 운동을 관찰하도록 제작되었다. 이를 통해 태양, 지구, 달의 운동을 종합적으로 이해하고 관찰자가 지구 모형의 위치에서 달 모형을 보며 위상을 관찰할 수 있어 달의 위상 변화를 이해하는데 도움을 주었다.

서원우와 김중욱(2002)은 초등학생들의 달의 위상 변화 학습을 위해 추상적인 내용을 구체화하는 교수 전략과 모형의 사용이 필요하므로 새로운 모형을 제안하였다. 태양-지구-달로 구성된 삼구의 형태의 모형으로 모형 태양이 빛을 내어 지구와 달을 비추도록 하였다. 삼구의 손잡이 부분을 잡고 45°씩 돌릴 때 관찰자가 우리나라 지점 위에 있는 인형의 위치와 같은 위치에서 모형 달의 밝은 부분을 관찰하도록 하였다. 이를 통해 학생들이 달이 공전하는 각각의 위치에 따른 달의 위상을 지구 관찰자의 입장에서 관찰을 하여 달의 위상 변화의 원인을 학습하도록 하였다.

4. 공간능력과 달의 운동 이해와의 관계

달의 운동은 광범위한 시간과 거리를 다루고 있고 개념이 추상적이기 때문에 학생들이 학습을 어려워하고 있다(임청환과 정진우, 1993). 그리고 2차원적으로

표현된 교과서 삽화를 통해 3차원적 현상을 이해하는 어려움이 있다. 이러한 어려움을 극복하고 달의 운동에 대한 바른 개념을 확립하기 위해서는 공간능력이 필요하다는 선행연구들이 지속적으로 이루어지고 있다.

김기정(1997)은 학생들의 달의 운동에 대한 개념 성취도와 공간지각능력 수준, 그리고 두 가지의 상관관계를 분석하였다. 분석 결과 지구와 달의 운동에 대한 개념 성취도에서 총 16문항 중 5.7개를 바르게 응답하여 낮은 성취도를 보였다. 공간지각능력에 대해서는 총 20개 문항 중 9.8개를 바르게 응답하였고 남학생이 여학생보다 1문항 더 바르게 응답하여 남학생의 공간지각능력이 높게 평가되었다. 그리고 공간지각능력과 달의 운동에 대한 개념 성취도의 상관관계수는 $r=0.39$ ($p<0.01$)로 유의미하였다. 회귀분석 결과 공간지각능력이 우수한 학생이 달의 운동에 대한 개념 성취도가 높다는 결과를 얻어 공간지각능력이 달의 운동에 대한 개념 형성에 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다.

김주리(1998)는 천체 운동 개념의 성취도와 공간능력의 관련성을 분석하였다. 공간능력을 공간시각, 공간방향, 지각으로 분류하여 측정한 후 전체 공간능력 점수로 환산하였다. 이를 기준으로 집단을 상, 중, 하로 나누고 공간능력과 천체 운동 개념 성취도 간의 관계를 알아보기 위해 변량분석을 한 결과 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 즉 달의 운동과 같은 천체 운동의 학습에 공간능력이 요구됨을 확인하였다.

김상달, 이용섭, 이상균(2005)은 초등학생들의 천체 운동 개념과 공간능력 및 과학탐구능력의 관계를 분석하였다. 분석 결과에 따르면 학생들은 천체 운동 개념에 대해 낮은 성취도를 보이고 공간능력과 과학탐구능력에 대해서는 중간 정도의 성취도를 보였다. 성별에 따른 성취도 차이는 미흡했고 통계적으로 그 차이가 유의미하지 않았다. 공간능력의 성취도에 따라 상집단, 중상집단, 중하집단, 하집단으로 분류하여 집단별 천체 운동 개념과 과학탐구능력 성취도를 분석하였다. 집단별 천체 운동 개념 성취도는 상집단 6.33, 중상집단 5.65, 중하집단 5.40, 하집단 3.98로 공간능력의 성취도가 높은 집단일수록 천체 운동 성취도가 높았고 이 차이는 통계적으로 유의미하였다. 과학탐구능력 성취도는 상집단 20.58, 중상집단 17.93, 중하집단 16.04, 하집단 14.11로 공간능력의 성취도가 높을수록 과학탐구능력의 성취도도 높았고 이 차이는 통계적으로 유의미하였다.

Ⅲ. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상

이 연구는 중소도시인 J시 소재의 S초등학교 6학년 4개 학급 110명의 학생을 대상으로 하였다. 연구 대상은 4학년 때 달의 외형적인 모습에 대하여 학습한 상태이다. 실험집단은 2개 학급 55명의 학생으로 이 연구에서 개발한 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구를 활용하여 수업을 진행하였다. 반면 비교집단 2개 학급 55명의 학생은 현행 교과서 활동으로 수업을 진행하였다. 학생들의 개념 이해 정도를 보다 정확하게 확인하기 위해 개념 수준별로 실험집단 12명, 비교집단 12명의 학생을 표집해 반구조화된 면담을 실시하고 이를 분석하였다.

연구 대상자들의 평균 학업 성취도는 시내의 다른 학교와 비교하여 낮은 편이다. 연구 대상자들이 속한 학교는 교육복지특별지원학교로 가정환경이 어려운 학생이 비교적 많으며, 이에 따라 전체적인 학력도 시내의 다른 학교에 비해 낮다.

2. 연구 절차

이 연구는 학생들이 달의 공전에 따른 위상 변화를 이해하고 오개념을 줄일 수 있도록 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구를 제작하여 교구의 효과를 알아보고자 하였다.

달의 위상 변화에 대한 연구는 지속적으로 이루어져 있었다. 선행 연구의 탐색 및 분석을 통해 달은 학생들이 흥미를 지니고 있는 학습 소재이나 달의 위상 변화 내용을 학생들이 이해하기 어려워하고 다양한 오개념을 가지고 있다는 것을 확인하였다. 특히 달이 공전하면서 변화하는 위치에 대한 달의 위상과 관련하여 많은 오개념을 가지고 있었다.

학생들이 태양-달-지구가 일직선이 되는 위치와 태양-지구-달이 일직선이 되는 위치에서의 달의 위상을 잘못 알고 있는 경우가 많아 이러한 오개념을 줄일

수 있는 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구를 개발하였다. 달의 위상 변화 관찰 교구의 개발은 사전 개념 검사 후에도 과학교육전문가와 논의 후 지속적으로 수정하여 완성하였다.

수업 실시 전 실험집단과 비교집단을 대상으로 사전 개념 검사를 실시하였고 두 집단은 동질 집단임을 확인하였다. 사전 개념 검사 후 개념 수준별로 실험집단 6명, 비교집단 6명의 학생을 표집하여 반구조화된 면담을 실시하였다. 달의 위상 변화는 6학년 1학기 1단원인 ‘지구와 달의 운동’ 중 8/11차시 ‘달의 모양이 변하는 까닭은 무엇일까요?’에서 학습한다. 8/11차시 수업에서 비교집단은 현행 교과서에 제시된 활동으로[그림 III-1] 수업을 하였고, 실험집단은 교과서 활동 대신 이 연구에서 만든 교구를 활용한 관찰 활동으로 수업을 하였다. 수업 2주 후 사후 개념 검사를 실시하고 개념 수준별로 사전검사의 면담자와 다른 실험집단 6명, 비교집단 6명의 학생을 표집하여 반구조화된 면담을 실시하였다. 수업 6주 후 지연 개념 검사를 실시한 후 자료를 분석하였다. 또한 각 학생의 개념 검사 결과 및 수업의 효과와 공간지각능력의 관계를 파악하기 위해 공간지각능력 검사를 실시하였다.

<표 III-1> 연구 절차

연구 절차	일정	세부 내용
연구 계획 수립	2015. 9. ~ 2016. 1.	<ul style="list-style-type: none"> · 연구 문제 선정 · 관련 선행 연구 탐색 및 분석 · 연구 과정 설정
달의 위상 변화 관찰 교구 개발	2016. 2. ~ 2016. 3.	<ul style="list-style-type: none"> · 지구의 공전궤도와 5° 기울어진 달의 위상 변화 관찰 교구 개발 · 개발 교구에 대한 논의 및 수정
수업 전 사전 개념 검사 및 면담	2016. 3. 7. ~ 2016. 3. 11.	<ul style="list-style-type: none"> · 사전 개념 검사지 작성 및 수정 · 사전 개념 검사 실시 · 사전 개념 검사에 대한 반구조화된 면담 실시 · 사전 개념 진단
수업 실시	2016. 3. 28. ~ 2016. 4. 1.	<ul style="list-style-type: none"> · 실험집단에서는 이 연구에서 개발한 새로운 교구를 활용한 수업 실시 · 비교집단에서는 현행 교과서 활동으로 수업 실시
사후 개념 검사 및 면담	2016. 4. 11. ~ 2016. 4. 22	<ul style="list-style-type: none"> · 사후 개념 검사 실시 · 사후 개념 검사에 대한 반구조화된 면담 실시
공간지각능력 검사	2016. 4. 25. ~ 2016. 5. 4.	<ul style="list-style-type: none"> · 공간지각능력 검사 실시
지연 검사	2016. 5. 9. ~ 2016. 5. 13.	<ul style="list-style-type: none"> · 지연 검사 실시
자료 분석	2016. 5. 14. ~	<ul style="list-style-type: none"> · 자료 분석 · 결과 도출

3. 검사 도구

이 연구는 연구 대상자들의 개념 변화 양상을 살펴보기 위해 개념 검사지를 제작하여 사전 개념 검사를 실시하였고 동일 검사지로 수업 2주 후 사후 개념 검사, 수업 6주 후 지연 개념 검사를 실시하였다. 사전 검사와 사후 검사 실시 후 개념

수준별로 학생들을 표집하여 반구조화된 면담을 실시하였다. 반구조화된 면담 시 학생들이 작성한 검사지의 내용을 기본으로 면담을 진행하였다. 면담에서는 이 연구와 관련이 깊은 태양 빛의 반사 개념과 달의 공전궤도에 따라 변화하는 달의 위상에 대한 심층적인 질문을 통해 학생들의 개념 이해 정도를 확인하였다. 또한 학생의 개념 검사 결과 및 수업의 효과가 공간지각능력과 관계가 있는지 알아보기 위해 공간지각 능력 검사지를 사용하여 검사하였다.

가. 개념 검사지

이 연구에 사용된 개념 검사지는 달의 위상 변화에 대한 개념 검사지로 총 10개의 문항으로 구성되었다. 이 검사지는 태양 빛을 받은 달의 밝은 부분을 파악하는 반사 개념, 달의 공전 방향, 달의 위상과 이름에 대한 개념, 달의 위상 변화 순서, 달이 공전하면서 변화하는 위치에 대한 달의 위상, 달의 위상이 변하는 이유를 묻는 문항으로 구성되어 있다. 문항 형태는 선다형과 단답형으로 이루어졌다. 개념 검사지는 과학교육전문가 2인이 내용타당도를 검증하였다.

<표 III-2> 개념 검사지의 구성

문항 내용	문항 수	문항 형태
달의 밝은 부분을 파악하는 반사 개념	2	선다형, 단답형
달의 공전 방향	1	단답형
달의 위상과 이름	2	단답형, 선다형
달의 위상 변화	1	선다형
달이 공전하면서 바뀌는 위치에 대한 달의 위상 변화	3	선다형
달의 위상이 변하는 이유	1	선다형

나. 공간지각능력 검사지

이 연구에서는 공간지각능력 검사 도구로 권오남 등(1996)이 개발한 공간지각능력 검사지를 활용하였다. 이 검사지는 Tartre, KEDI 집단지능검사, KEDI 적성검사 등의 공간 검사 문항을 참조하여 제작되었다. 공간지각능력 검사지는 총 20

개의 문항으로 구성되어 있고 검사지의 내용은 회전 4문항, 2차원→3차원 도형변환 4문항, 나무도막세기 4문항, 3차원→2차원 도형변환 4문항, 도형유추 4문항으로 구성되어 있다. 이 공간지각능력 검사지는 신뢰도 분석 결과 신뢰도 지수 0.749로 검사의 신뢰도를 확보하였다.

<표 III-3> 공간지각능력 검사지의 구성

	변인	문항
회전	2D	1, 2, 3
	3D	4
변환	2D → 3D	5, 6, 7, 8
	3D → 2D	13, 14, 15, 16
	3D → 3D(나무도막세기)	9, 10, 11, 12
통합	도형유추	17, 18, 19, 20

4. 교구의 개발

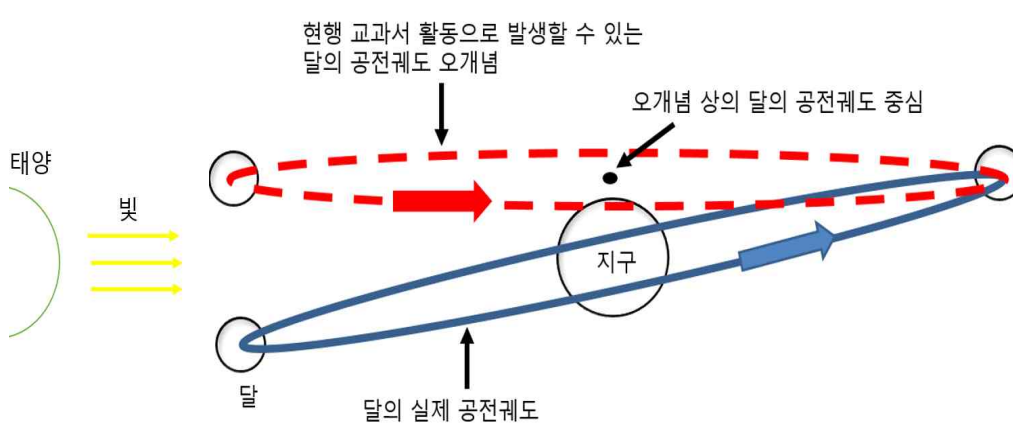
가. 현행 달의 위상 변화 학습 방법

현행 교육과정에서 달의 위상 변화에 대한 내용은 과학 6학년 1학기 1단원인 ‘지구와 달의 운동’ 중 8/11차시 ‘달의 모양이 변하는 까닭은 무엇일까요?’에서 학습된다. 현행 교과서에서는 달의 위상 변화 원인을 학습하기 위해 [그림 III-1]과 같은 활동을 제시하였다. 이 활동에서 전기스탠드는 태양, 학생이 들고 있는 스타이로폼 공은 달, 학생은 지구에서 달을 관찰하는 관찰자를 나타낸다. 우선 연필에 스타이로폼 공을 끼운 다음에 팔을 뻗어 눈보다 조금 위에 스타이로폼 공이 위치하도록 들어 올린다. 스타이로폼 공이 ㉠의 위치에 있을 때 스타이로폼 공의 어느 부분이 빛을 받아 반사하는지 관찰한다. 이때 빛이 반사된 면과 달의 모양을 확인한다. 스타이로폼 공을 든 학생이 90°씩 몸을 돌려 서 있는 방향만 바꾸어 스타이로폼 공이 ㉡, ㉢, ㉣의 위치에 있을 때 달의 모양을 관찰하는 것으로 학습을 진행한다(교육부, 2015). 그러나 이 활동으로는

달의 공전궤도와 지구의 공전궤도가 5° 기울어져 있어서 태양 빛이 지구에 가려지지 않고 달에 도달한다는 것을 학습할 수 없으므로 태양 - 지구 - 달이 일직선이 되는 위치에서 태양 빛이 지구에 가려 달이 보이지 않을 것이라는 오개념이 그대로 유지된다. 또한 달 모형을 학생의 눈보다 조금 위에 위치하도록 들어 올려 회전시킴으로써 [그림 III-2]와 같이 달의 공전궤도 중심이 지구보다 위에 있고 그 중심에 평행하게 달이 공전한다는 새로운 달의 공전궤도에 대한 오개념도 형성시킬 수 있다.



[그림 III-1] 2009 개정 교육과정 6학년 1학기 1단원 '지구와 달의 운동' 40쪽 교과서 활동 그림



[그림 III-2] 달의 실제 공전궤도와 현행 교과서 활동으로 발생할 수 있는 달의 공전궤도 오개념

채동현(2008)은 달의 공전궤도 편을 지구 주위로 돌리며 각 위치에 해당하는 달의 위상 변화 및 1년 동안의 달의 움직임을 관찰하는 삼구의 형태의 모형을 제작하였다. 서원우와 김중욱(2002)은 태양 모형이 직접 빛을 내어 지구와 달을 비추도록 하는 삼구의 형태의 모형을 제작하여 달이 변화하는 위치에 따라 지구 위치의 관찰자가 달의 밝은 부분이 어떻게 보이는지를 관찰하도록 하였다. 두 연구에서 제작한 모형은 모두 삼구의 형태를 변형한 것으로 내용을 구체화하고 3차원적으로 제시하였으나 달의 공전궤도와 지구의 공전궤도가 5° 기울어져 있다는 것을 고려하지 않아 이 연구에서 개발한 모형과 차이가 있다.

시중에서 판매되고 있는 달의 위상 변화와 관련된 교구는 크게 두 가지 유형이 있다. 간이 삼구를 활용하여 달의 위상을 관찰하는 유형과 달 모형을 가운데 두고 빛을 비추 후 달 모형을 중심으로 관찰 위치를 바꾸어 달의 위상을 관찰하는 유형이 있다. 간이 삼구를 활용한 교구는 달 모형과 지구 모형을 일직선으로 연결하여 달의 공전궤도가 지구의 공전궤도와 5° 기울어져 있는 것을 나타내지 못한다. 달 모형을 가운데 두고 관찰하는 교구도 달 모형과 관찰자의 위치가 일직선이기 때문에 달의 공전궤도와 지구의 공전궤도가 5° 기울어져 있어 태양 빛이 지구에 가리지 않고 달에 도달한다는 것을 관찰할 수 없다. 심지어 이런 유형의 교구는 달의 위상 변화가 달의 공전으로 인한 것이 아닌 달을 중심으로 지구가 돌기 때문이라는 새로운 오개념도 발생시킬 수 있다. 시중에 판매되는 달의 위상 변화 관찰 교구들은 단지 달의 위상만을 관찰하게 할 뿐 달의 공전궤도 기울기를 고려하지 않아 정확한 개념 형성에 도움을 주지 못하므로 새로운 달의 위상 변화 관찰 교구가 필요하다.

나. 1차 개발 교구

1) 1차 개발 교구의 특징

이 연구에서 1차적으로 개발한 교구는 2가지였다. 우주적 관점의 교구는 지구의 공전궤도에서 5° 기울어지게 만든 달의 공전궤도를 통해 학생들이 지구의 공전궤도와 달의 공전궤도가 5° 기울어져 있다는 것을 확인할 수 있게 하였다. 지구적 관점의 교구는 달이 공전하면서 바뀌는 위치에 따라 변하는 달의 위상을 눈으로 관찰할 수 있게 하였다.

2) 1차 개발 교구의 제작 과정

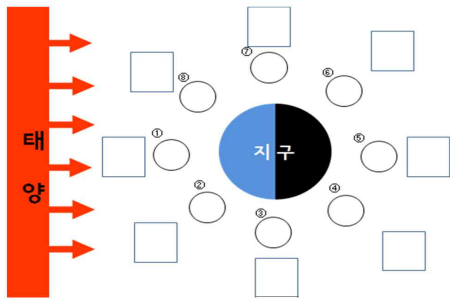
우주적 관점의 교구는 지구의 공전궤도와 달의 공전궤도가 5° 기울어져 있다는 것을 확인하기 위해 지구의 공전궤도에서 5° 기울어진 달의 공전궤도에 맞추어 8개의 달 모형을 만들었다. 5° 기울어진 달의 공전궤도를 표현하기 위해 공전궤도상의 달의 위치에 따라 달 모형인 솜 방울을 지지하는 막대의 길이를 다르게 제작하였다.

실제 지구의 지름과 달의 지름, 지구와 달 사이의 거리를 고려하여 지구 모형의 지름과 달 모형의 지름, 지구 모형과 달 모형 사이의 거리를 정하였다. 지구의 지름은 달의 지름의 약 4배이므로 지구 모형은 지름이 3.5~4cm인 스타이로폼 공을 사용하였고, 달 모형은 지름이 1cm인 솜 방울을 사용하였다. 지구와 달 사이의 거리도 그 비율에 맞게 축소하여 지구 모형과 달 모형 사이의 거리는 45cm로 고정하였다.

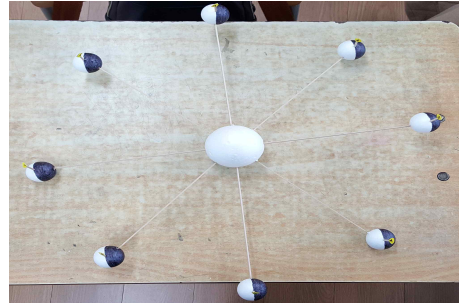
지구적 관점의 교구는 달이 공전하면서 바뀌는 위치에 따라 달의 위상을 확인할 수 있도록 지구 모형과 밝고 어두운 부분을 표시한 달의 모형을 모두 연결하여 제작하였다. 달은 공전하는 각 위치에서 태양 쪽의 부분은 밝고 태양 반대쪽의 부분은 어두우므로 흰 스타이로폼 공의 반을 검게 칠하여 달 모형을 제작한 후 지구 모형과 막대로 연결하여 지구 주위의 8곳에 고정시켰다. 학생들이 달의 위치를 혼돈하지 않도록 수업 시 활용한 학습지에 나온 달의 위치에 따른 번호를 달 모형에 붙여 교구를 제작하였다.



[그림 III-3] 1차 제작 교구 중 우주적 관점 교구



[그림 III-4] 수업 시 활용한 학습지

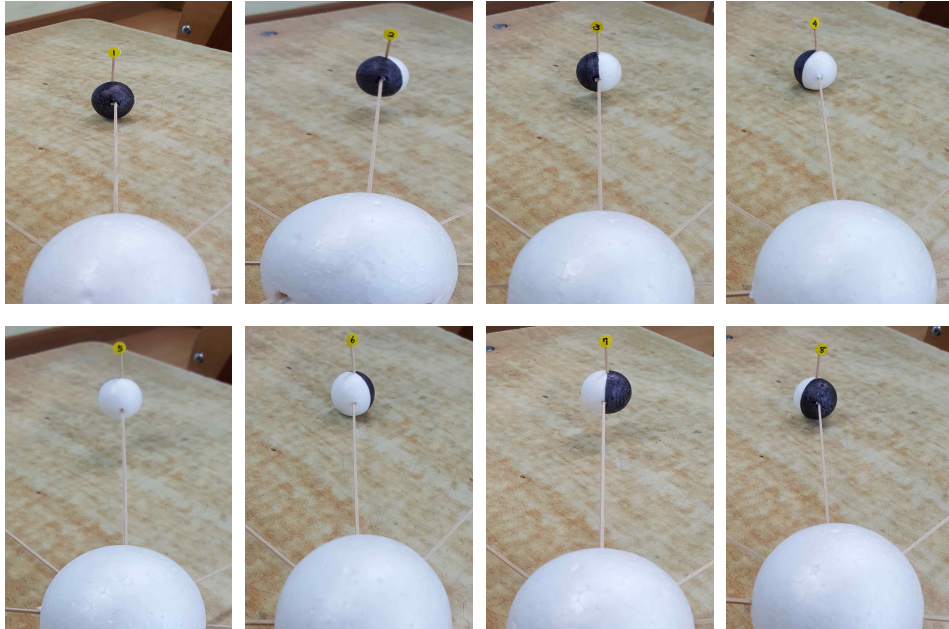


[그림 III-5] 지구적 관점 교구

3) 1차 개발 교구의 활용

우주적 관점 교구를 활용할 때에는 달 모형을 지지하는 막대의 길이가 가장 짧은 달 모형의 방향에 태양의 역할을 하는 전등을 설치한다. 교실을 어둡게 하고 전등을 밝히면 8개의 달 모형 모두가 태양 빛을 받는다는 것을 시각적으로 확인할 수 있다. 학생들은 태양-지구-달이 일직선이 되는 위치에서 지구에 의해 태양 빛이 가려져 달의 밝은 부분이 없어 어두울 것이라는 오개념을 가지고 있다. 하지만 이 교구를 이용하여 달의 공전궤도는 지구의 공전궤도와 5° 기울어져 있어 달이 모든 위치에서 태양 빛을 받으며 태양 빛을 받는 부분은 밝고 받지 못하는 부분은 어둡다는 개념을 확립할 수 있다.

지구적 관점 교구는 학생들이 우주적 관점 교구를 통해 달이 공전하면서 바뀌는 모든 위치에서 태양 빛을 받으며 태양 빛을 받는 태양 쪽을 향하는 부분은 밝고 태양 빛을 받지 못하는 태양 반대쪽의 부분은 어두움을 확인하였다는 것을 기반으로 하여 활동을 연결해 사용하도록 하였다. 지구 모형 주위에 태양 빛을 받은 8개의 달 모형이 연결된 지구적 관점의 교구를 손에 들고 달의 공전 방향에 맞게 달 모형이 돌아가도록 하여 각 달의 모형을 바라보면 달의 위상 변화를 관찰할 수 있다.



[그림 III-6] 지구적 관점 교구를 활용한 달의 위치에 따른 달의 위상 관찰

4) 1차 개발 교구에 대한 논의

1차 개발 교구를 제작한 후 과학교육전문가 2인, 과학교육 석사과정 1인과 개발한 교구에 대하여 논의를 하였다. 1차 개발 교구로 실험을 한 결과 두 가지의 교구를 사용하였을 때 학생들이 두 가지 교구를 연관 지어 판단할 수 있을 것인가에 대한 문제가 제기되었다. 우주적 관점 교구에서 달이 모든 위치에서 빛을 받는다는 것을 확인하여도 이를 지구적 관점 교구와 연관 지어 생각하지 못할 수 있다는 것이다. 이러한 문제점을 보완하기 위해 1차 교구의 우주적 관점 교구와 지구적 관점 교구를 결합하여 하나의 교구로 제작하는 방안을 논의하였다.

다. 2차 개발 교구(완성 교구)

1) 2차 개발 교구의 특징

2차 개발 교구 역시 달의 공전궤도와 지구의 공전궤도가 5° 기울어져 있다는 것에 중점을 두어 제작하였다. 그리고 2차 개발 교구는 1차 개발 교구의 문제점을 보완하여 1차 개발 교구의 우주적 관점 교구와 지구적 관점 교구를 결합해 하나

의 교구로 제작하였다. 우주적 관점 교구에서 각 달의 위치에 따른 달의 위상을 관찰할 수 있도록 달의 모형과 지구의 모형을 더 크게 제작하였다.

이 하나의 교구를 통해 우주적 관점에서 달의 공전궤도가 지구의 공전궤도와 5° 기울어져 있어 태양-지구-달의 위치에서 태양 빛이 지구에 의해 가리지 않음을 관찰할 수 있게 하였다. 그리고 지구적 관점에서 달이 공전하면서 달라지는 위치에 따라 달의 위상이 어떻게 변화하는지를 관찰할 수 있도록 제작하였다.

2차 교구는 8개의 달의 모형으로 달의 공전궤도를 나타내고 이를 지구 모형, 태양 역할을 하는 전구와 같이 설치하여 관찰하도록 제작하였다. 이때 8개의 달 모형의 위치를 지구 모형을 중심으로 회전시키면서 변경함으로써 백도면의 변화를 나타내어 식 현상도 관찰할 수 있다. 그러나 식 현상은 고등학교 교육과정에 나오는 내용으로 초등학교 수업에서는 다루지 않아 이번 논문 및 실험집단의 수업에는 활용하지 않았다.

2) 2차 개발 교구의 제작 과정

2차 개발 교구는 지구의 공전궤도와 5° 기울어진 달의 공전궤도를 나타내는 8개의 달 모형을 만들었다. 공전궤도 상의 달의 위치에 따라 달 모형 스타이로폼 공을 지지하는 풍선 막대의 길이를 다르게 제작하여 5° 기울어진 달의 공전궤도를 표현하였다[그림 III-7].

실제 지구의 지름과 달의 지름, 지구와 달 사이의 거리를 고려하여 지구 모형의 지름과 달 모형의 지름, 지구 모형과 달 모형 사이의 거리를 정하였다. 지구의 지름은 달의 지름의 약 4배이므로 지구 모형은 지름이 10cm인 스타이로폼 공을, 달 모형은 지름이 2.5cm인 스타이로폼 공을 사용하였다. 지구와 달 사이의 거리도 그 비율에 맞게 축소하여 지구 모형과 달 모형 사이의 거리는 110cm로 제작하였다. 그리고 8개의 달 모형과 지구 모형을 끈으로 연결하여 사용할 때마다 거리를 측정하지 않아도 110cm의 거리를 유지하도록 하였다.

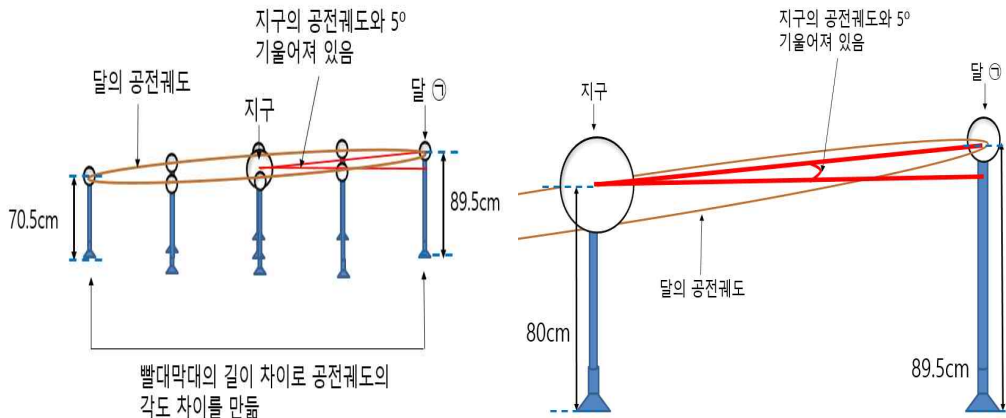
학생들이 달의 위상을 관찰할 때 학생 본인의 그림자에 빛이 가려지지 않도록 지구 모형의 높이를 초등학교 6학년의 평균 앉은키인 80cm로 제작하였고 공전궤도의 위치에 따른 달 모형의 높이는 지구의 공전궤도와 5° 기울어진 달의 공전 궤도에 맞춰 제작하였다.



앞에서 본 모습



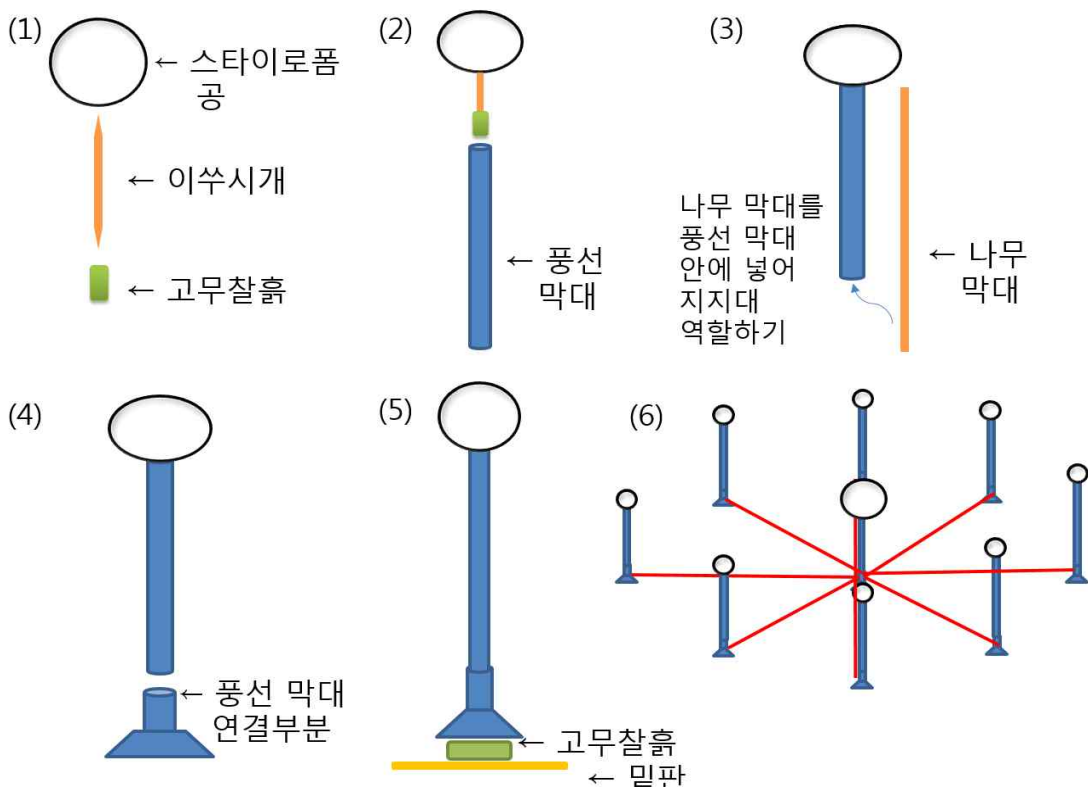
위에서 본 모습



[그림 III-7] 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구 모습

이 연구에서 개발한 달의 위상 변화 관찰 교구를 만드는 절차와 방법은 [그림 III-8]과 같다. 우선 스타이로폼 공을 이쑤시개로 고정하고 이쑤시개의 반대편에 고무찰흙을 끼운다. 둘째, 이쑤시개의 고무찰흙을 끼운 부분에 풍선 막대를 끼운다. 풍선막대의 길이는 달 모형의 위치에 따라 다르다. 태양-달-지구가 일직선인 위치의 달 모형을 지지하는 풍선 막대는 69.25cm로 길이가 가장 짧고 달 모형의 위치가 45°씩 이동함에 따라 풍선 막대의 길이가 4.75cm씩 길어져 각각 74cm, 78.75cm, 83.5cm가 된다. 태양-지구-달이 일직선인 위치의 달 모형을 지지하는 풍선 막대의 길이는 88.25cm로 가장 길다. 지구 모형을 지지하는 풍선막대의 길이는 75cm이다. 이는 달 모형 스타이로폼 공의 반지름과 지구 모형 스타이로폼 공의 반지름을 고려한 것이다. 바닥에서부터 모형의 중심까지의 높이를 계산한 풍선 막

대의 길이 차이가 지구의 공전궤도와 5° 기울어진 달의 공전궤도를 표현한다. 셋째, 풍선 막대 안에 나무 막대를 넣어 풍선 막대가 기울어지지 않게 한다. 넷째, 풍선 막대의 끝에 연결 부분을 끼운다. 다섯째, 연결 부분과 밑판 사이에 고무찰흙을 넣어 고정시킨다. 마지막으로 지구 모형을 가운데 설치하고 110cm 떨어진 곳에 달 모형을 설치한 후 지구 모형과 8개의 달 모형을 끈으로 연결한다. 각각의 달 모형은 지구 모형을 중심으로 45° 간격으로 설치한다.



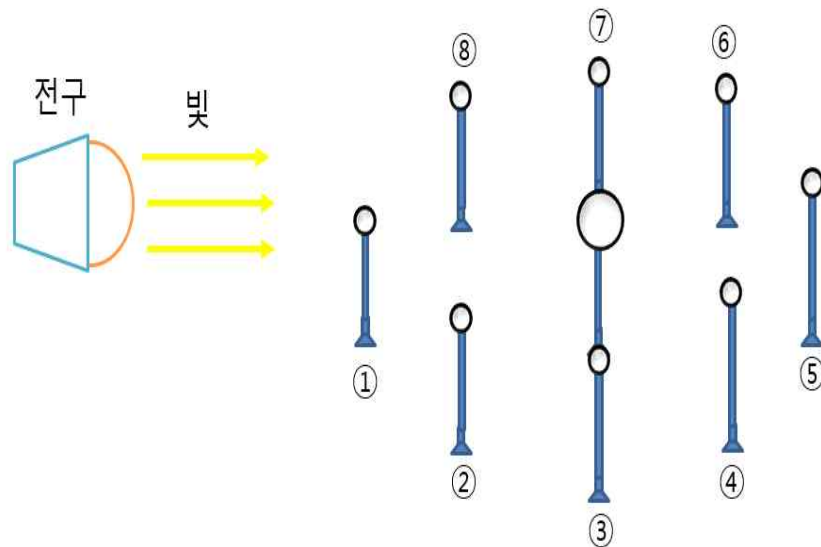
[그림 III-8] 달의 위상 변화 관찰 도구 제작 절차 및 방법

3) 2차 개발 교구의 활용

2차 교구를 활용할 때에는 지구 모형을 가운데 두고 8개의 달 모형을 45° 간격으로 설치한다. 태양-달-지구가 일직선인 위치에 풍선 막대가 가장 짧은 달 모형을 설치하고 태양-지구-달이 일직선인 위치에 풍선 막대가 가장 긴 달 모형을 설

치한다. [그림 III-9]와 같이 지지대의 길이가 가장 짧은 달 모형의 방향에 태양 역할의 전구를 설치하고 교실을 어둡게 한 후 전구를 켜다. 학생들은 달이 공전궤도의 각 위치(①~⑧)에서 태양 빛을 받는다는 것을 관찰할 수 있다. 각 위치에서 달의 태양을 향하는 부분은 빛을 받고 태양의 반대 부분은 빛을 받지 못한다. 이러한 관찰을 통해 태양-지구-달이 일직선이 되는 위치(⑤)에서 태양 빛이 지구에 가려 달이 보이지 않을 것이라는 오개념을 없앨 수 있다.

그 후 학생들은 지구 모형의 위치에서 각 위치(①~⑧)의 달 모형을 관찰하여 달의 위상 변화를 관찰할 수 있다. 학생들이 관찰 활동에 활용하는 학습지에 교구를 통해 관찰한 달의 위상을 기록할 수 있다. 각각의 달 모형과 학습지에 숫자(①~⑧)를 기입하여 학생들이 달의 위상을 쉽게 정리할 수 있도록 한다. 지구 모형의 자리에서 달의 공전궤도에 위치한 각각의 달 모형을 바라보면 달의 위상 변화를 [그림 III-10]과 같이 관찰할 수 있다.



[그림 III-9] 달의 위상 변화 관찰 교구의 설치 모습



[그림 III-10] 2차 개발 교구를 활용하여 달의 위치에 따른 달의 위상 관찰

5. 자료 분석

가. 개념검사 점수 분석

실험집단과 비교집단을 대상으로 사전, 사후, 지연 검사로 실시한 개념검사의 점수를 분석하여 이 연구에서 개발한 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구의 효과를 확인하였다. 사전 개념 검사에서 실험집단과 비교집단의 결과가 통계적으로 유의미하지 않아 사후 검사와 지연 검사에서는 독립표본 t-검정을 통해 교구의 효과를 알아보았다.

나. 개념 수준별 분석

실험집단과 비교집단 학생들의 개념검사 응답에 따라 개념 수준을 나누어 비교·분석하였다. 우주적 관점에서 달의 공전궤도에 따른 각 위치에서 태양 빛을

받는 달의 부분을 이해하고 있는지, 지구적 관점에서 지구의 관찰자가 바라본 달의 각 위치에 따른 위상을 알고 있는지를 기준으로 개념 이해 수준을 <표 III-4>와 같이 분류하였다.

<표 III-4> 개념 수준별 분류 기준

개념 수준	분류 기준
위상 인지	<ul style="list-style-type: none"> 우주적 관점에서 달의 공전궤도에 따른 각 위치의 달이 태양 빛을 어떻게 받는지 파악함 지구적 관점에서 지구의 관찰자가 바라본 달의 각 위치에 따른 위상을 앎 달의 위상 변화를 이해한 학생들로 학습 목표에 최종적으로 도달한 상태임
우주적 관점	<ul style="list-style-type: none"> 우주적 관점에서 달의 공전궤도에 따른 각 위치의 달이 태양 빛을 어떻게 받는지 파악함 지구적 관점에서 지구의 관찰자가 바라본 달의 각 위치에 따른 위상을 알지 못함
지구적 관점	<ul style="list-style-type: none"> 우주적 관점에서 달의 공전궤도에 따른 각 위치의 달이 태양 빛을 어떻게 받는지 파악하지 못함 지구적 관점에서 지구의 관찰자가 바라본 달의 각 위치에 따른 위상을 앎
인지 불가	<ul style="list-style-type: none"> 우주적 관점에서 달의 공전궤도에 따른 각 위치의 달이 태양 빛을 어떻게 받는지 파악하지 못함 지구적 관점에서 지구의 관찰자가 바라본 달의 각 위치에 따른 위상을 알지 못함 달의 위상 변화에 대한 개념이 전혀 성립되어 있지 않거나 오개념이 완고하게 형성되어 있는 상태임

학생들이 달의 위상 변화를 이해하는 정도에 따라 개념 수준을 위상 인지, 우주적 관점, 지구적 관점, 인지 불가로 분류하였다. 가장 상위 수준인 위상 인지 수준은 빛의 반사 개념을 이해하고 우주에서 달이 태양 빛을 어떻게 받는지 파악하고 있으며, 달의 각 위치에 따른 위상을 알고 있다. 우주적 관점 수준은 빛의 반사 개념을 이해하고 우주에서 달이 태양 빛을 어떻게 받는지 파악하고 있으나, 이를 지구적 관점으로 전환하지 못하여 달의 위상을 인지하지 못하는 과도기적 수준이

다. 지구적 관점 수준은 우주에서 달이 태양 빛을 어떻게 받는지 파악하지 못하나, 학습으로 달의 위상을 암기하여 알고 있는 수준이다. 가장 하위 수준인 인지 불가 수준은 우주에서 달이 태양 빛을 어떻게 받는지 파악하지 못하고, 달의 위상도 인지하지 못한다.

실험집단과 비교집단의 학생들이 사전 검사, 사후 검사, 지연 검사에서 각각 어떤 개념 수준으로 분류되었는지, 그리고 검사가 진행되면서 개념 수준이 어떻게 변화하였는지를 분석하여 학생들의 개념 변화를 파악하였다.

다. 개념 수준별 반구조화된 면담 실시

사전 검사와 사후 검사 실시 후 실험집단과 비교집단에서 각 개념 수준별 학생을 표집하여 반구조화된 면담을 실시하였다. 반구조화된 면담에서 심층적인 질문을 통해 학생들이 우주적 관점과 지구적 관점에서 달의 위상 변화 개념을 정확하게 파악하고 있는지 확인하였다. 우주적 관점에서 태양-지구-달이 일직선일 때 달의 밝은 부분은 어디이고 그 이유가 무엇인지를 질문하여 달의 공전궤도가 지구의 공전궤도와 5° 기울어져 있어 달이 태양 빛을 받아 태양 방향의 부분은 밝고 반대 방향의 부분은 어둡다는 것을 정확히 인지하고 있는지 확인하였다. 지구적 관점에서는 달의 각 위치에서 지구의 관찰자가 바라본 달의 위상과 그렇게 보이는 이유를 물어 학생이 달의 위상을 단순히 암기한 것인지, 아니면 개념을 이해한 것인지 파악하였다.

라. 공간지각능력 검사 분석

연구 대상자의 공간지각능력 점수를 측정하고 각 개념 수준별로 점수를 분석하였다. 지속적으로 인지 불가 수준에 속해 있는 학생들과 지속적으로 위상 인지 수준에 속해 있는 학생들, 인지 불가에서 위상 인지로 변화한 학생들의 공간지각능력 점수를 비교분석하여 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구의 효과성과 공간지각능력 사이의 관계를 파악하였다.

IV. 연구 결과

1. 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구를 활용한 수업의 효과

가. 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구가 개념 형성에 미치는 효과

이 연구에서 개발한 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구를 활용하여 수업을 진행한 실험집단과 현행 교과서 활동으로 수업을 진행한 비교집단으로 나누어 달의 위상 변화 개념에 대한 사전검사, 사후검사, 지연검사 결과를 분석하여 교구의 효과를 알아보았다. 개념검사 t-검정 결과는 <표 IV-1>과 같다.

<표 IV-1> 개념검사 t-검정 결과

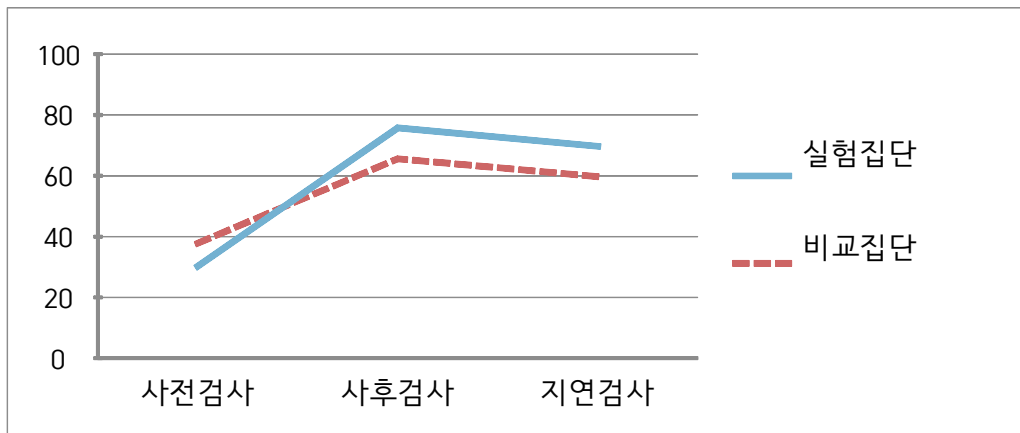
검사 시기	검사 집단	평균	표준편차	t	p
사전검사	실험집단	30.3	18.4	-1.96	0.052
	비교집단	37.9	22.4		
사후검사	실험집단	75.8	20.0	2.35	0.021
	비교집단	65.6	25.7		
지연검사	실험집단	69.7	21.3	2.27	0.025
	비교집단	59.7	24.8		

사전검사 결과 실험집단은 30.3점, 비교집단은 37.9점으로 비교집단이 실험집단보다 평균 점수가 높으나, t-검정 결과 두 집단은 동질집단임을 확인할 수 있다.

수업 후 2주 뒤에 실시한 사후검사 결과 실험집단은 75.8점, 비교집단은 65.6점으로 두 집단 모두 평균 점수가 상승하였다. 하지만 실험집단은 사전검사에 비해 사후검사에서 45.5점이 상승하였고, 비교집단은 27.7점이 상승하여 실험집단이 비

교집단보다 사후 평균 점수가 더 많이 상승하였다는 것을 알 수 있다. 사후검사의 t-검증 결과 통계적으로 유의미한 차이임을 확인할 수 있다.

수업 후 6주 뒤에 실시한 지연검사 결과 실험집단은 69.7점, 비교집단은 59.7점으로 두 집단 모두 사후검사에 비해 평균 점수가 소폭 하락하였다. 하지만 여전히 실험집단이 비교집단보다 평균 점수가 더 높았고 이는 통계적으로 유의미한 차이임을 확인할 수 있었다. 따라서 이 연구에서 개발한 교구는 사후검사뿐만 아니라 지연검사에서도 효과가 있음을 확인하였다.



[그림 IV-1] 실험집단과 비교집단의 사전, 사후, 지연 개념 검사 점수 비교

이기정(2011)은 학생들이 달의 위상 변화를 공간적으로 파악하는데 어려움을 겪으며, 삼구의 실험이나 교과서의 삽화로는 달의 위상 변화 개념을 이해하는데 어려움이 있다고 하였다. 이러한 어려움은 이 연구에서도 비교집단의 낮은 성취도로 확인되었다. 반면 이 연구에서 개발한 교구는 달의 위상 변화를 공간적으로 이해할 수 있고 시각적으로 관찰할 수 있어 이 교구를 활용한 실험집단은 비교집단보다 높은 성취도를 보였다.

양일호, 김정연, 임성만(2015)은 2009 개정 과학 교과서의 삽화는 2007 개정 과학 교과서의 삽화에 비해 지구 관찰자 관점의 달 모양 삽화, 우주 관찰자 관점의 달의 공전 삽화와 지구 관찰자 관점을 연결하는 기호, 지구 관찰자의 시점을 나타낸 점선 등이 제시되어 더 많은 학생들이 달의 위상 변화를 파악하였다고 하였다.

또한 손준호(2015)는 지구에서 바라볼 때와 지구의 공전 궤도면 위에서 내려다 볼 때 태양-지구-달의 상대적인 위치에 따라 달의 위상이 달라짐을 단계별로 제시한 재구성 수업을 받은 실험집단이 기존의 수업을 받은 비교집단보다 학업성취도가 향상되었음을 확인하였다. 한신과 정진우(2015)는 지구 외부자적 관점과 내부자적 관점을 동시에 확인할 수 있는 N 스크린 어플리케이션을 활용한 수업이 성취도 향상에 도움이 되었음을 확인하였다. 위의 세 연구에서 우주 관찰자 관점과 지구 관찰자 관점이 모두 제시된 경우 달의 위상 변화 개념을 이해하는데 도움이 된다는 것이 이 연구의 결과와 일치한다.

한주연(2009)은 역할놀이를 활용한 수업이 달의 운동에 대한 개념 변화에 효과가 있으나 ‘달의 위상이 변하는 이유’와 ‘달의 위상에 따른 태양, 달, 지구의 위치 관계’에서는 역할놀이를 활용한 수업 후에도 비과학적 개념의 비율이 과학적 개념의 비율보다 더 높았다는 것을 확인하였다. 이 연구에서도 현행 교과서 활동인 역할놀이보다 이 연구에서 개발한 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구를 활용한 활동이 더 효과적이라는 것을 확인하였다.

이미애와 최승언(2008)은 지구의 공전궤도와 달의 공전궤도가 기울어져 있음을 보여주는 측면 삽화와 실제 태양, 지구, 달의 크기와 거리를 상대적으로 나타내는 삽화를 보완 모델로 제시하였다. 이는 이 연구에서 추구하는 내용과 일치하지만 이 연구의 학습 대상은 중·고등학생이 아닌 초등학생이므로 초등학생들이 이해하기 어려운 2차원적인 삽화보다 직접 관찰이 가능한 모형으로 제작하여 보완 모델의 형태에서 차이가 있다.

나. 달의 위상 변화 관찰 교구가 개념 수준의 변화에 미치는 효과

실험집단과 비교집단 학생들의 응답을 개념 수준별로 나누어 분류한 결과는 <표 IV-2>와 같다. 사전 개념 검사 결과 실험집단과 비교집단 모두 위상 인지 수준으로 3.6%, 우주적 관점 수준으로 1.8%의 학생이 분류되었다. 실험집단은 지구적 관점 수준으로 21.8%의 학생들이 분류되었는데, 비교집단은 지구적 관점 수준으로 32.7%의 학생들이 분류되어 비교집단이 실험집단보다 더 많이 지구적 관점 수준에 분류되어 있었다. 인지 불가 수준으로는 실험집단의 72.8%와 비교집단의 63.6%가 분류되어 있어 실험집단이 비교집단보다 많이 속해있음을 알 수 있다.

사후 개념 검사 결과 위상 인지 수준으로 실험집단은 65.5%의 학생들이 분류되었는데, 비교집단은 36.4%에 불과하였다. 지연 개념 검사 결과 실험집단은 위상 인지 수준으로 58.2%의 학생들이 분류되었는데, 비교집단은 위상 인지 수준으로 34.5%만의 학생들이 분류되었다. 또한 사후 개념 검사 결과 가장 낮은 개념 수준인 인지 불가 수준으로 실험집단의 9.1%만이 분류된 반면, 비교집단은 인지 불가 수준으로 21.8%의 학생이 분류되었다. 지연 개념 검사에서도 실험집단은 인지 불가 수준으로 9.1%의 학생들이 분류되었으나 비교집단은 인지 불가 수준으로 23.6%의 학생들이 분류되었다. 즉 사후 개념 검사와 지연 개념 검사에서 실험집단은 가장 상위 개념 수준인 위상 인지 수준으로 더 많은 학생들이 분류되었고, 가장 하위 개념 수준인 인지 불가 수준으로 매우 적은 학생들이 분류되어 이 연구에서 개발한 교구의 효과를 확인할 수 있었다.

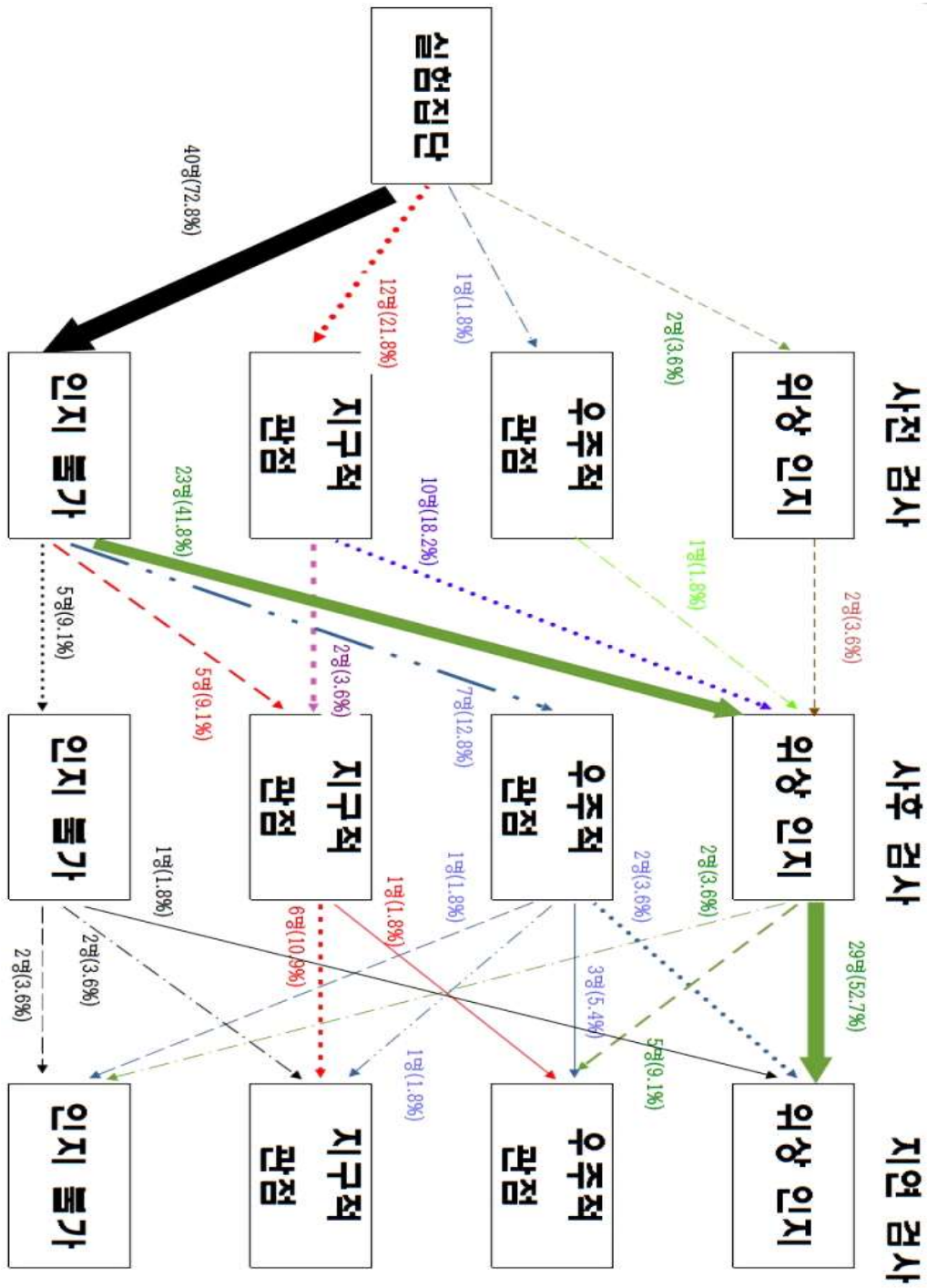
<표 IV-2> 실험집단과 비교집단 학생들의 개념 수준에 따른 분류

집단	개념수준				
	검사 시기	위상 인지	우주적 관점	지구적 관점	인지 불가
실험집단	사전검사	2 (3.6%)	1 (1.8%)	12 (21.8%)	40 (72.8%)
	사후검사	36 (65.5%)	7 (12.7%)	7 (12.7%)	5 (9.1%)
	지연검사	32 (58.2%)	9 (16.3%)	9 (16.3%)	5 (9.1%)
비교집단	사전검사	2 (3.6%)	1 (1.8%)	17 (30.9%)	35 (63.6%)
	사후검사	20 (36.4%)	3 (5.4%)	20 (36.4%)	12 (21.8%)
	지연검사	19 (34.5%)	8 (14.5%)	15 (27.3%)	13 (23.6%)

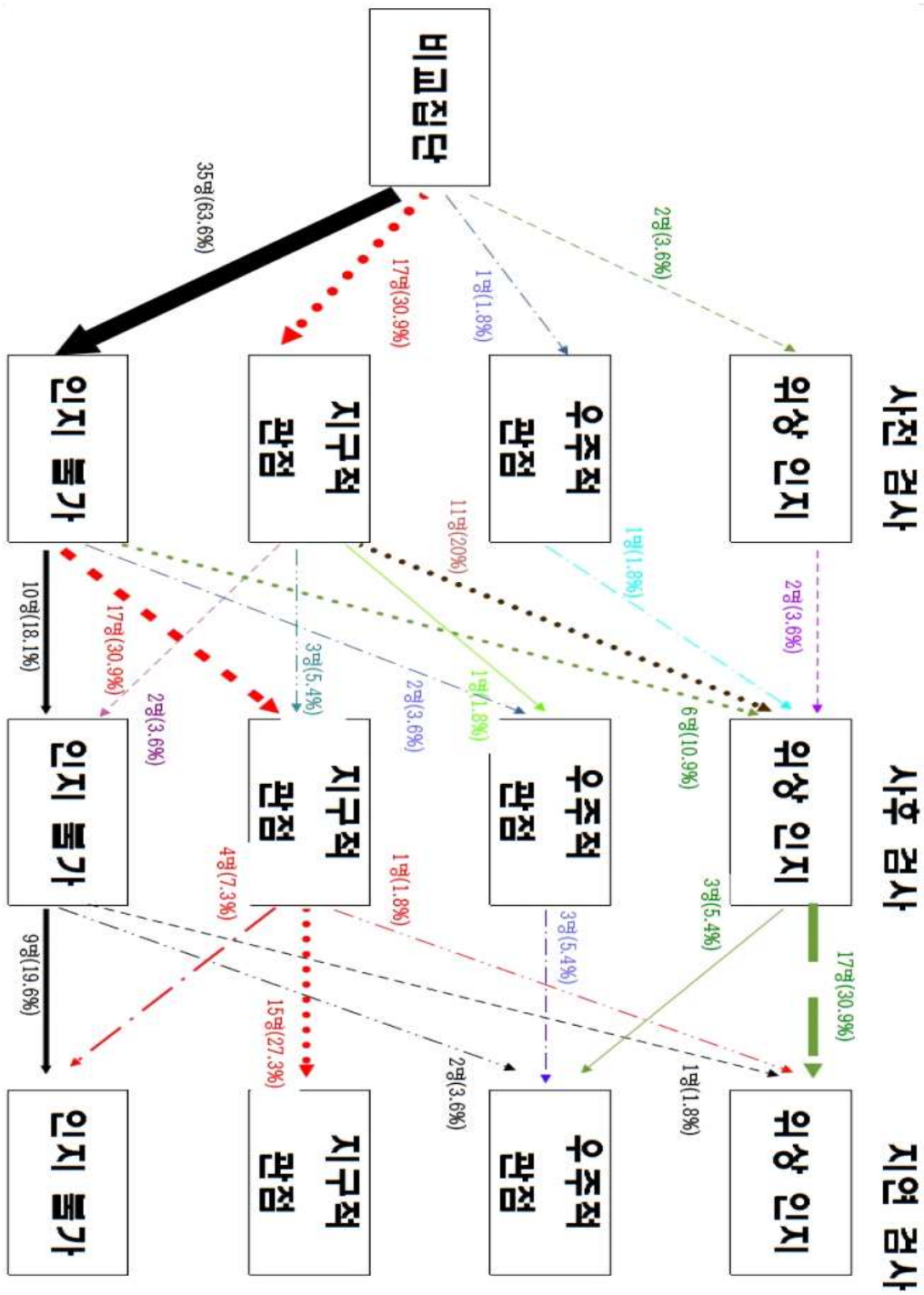
실험집단 학생들의 사전검사, 사후검사, 지연검사의 개념 수준별 변화를 나타낸 [그림 IV-2]을 살펴보면, 사전검사 시 72.8%의 학생들이 인지 불가 수준으로 분류되었으나 이들 중 41.8%의 학생들이 사후검사에서 가장 상위 수준인 위상 인지 수준으로 변화하였음을 확인할 수 있다. 그리고 인지 불가 수준으로 분류되었던 학생들 중 12.8%의 학생들이 사후검사에서 과도기적 수준인 우주적 관점 수준으로 변화하였다. 사후검사에서 위상 인지 수준으로 분류되었던 학생들 중 일부가 지연검사에서 인지 불가 수준이나 우주적 관점 수준으로 퇴행하기는 하였으나, 대부분의 학생들은 위상 인지 수준을 유지하였다.

비교집단 학생들의 사전검사, 사후검사, 지연검사의 개념 수준별 변화를 나타낸 [그림 IV-3]을 살펴보면, 사전검사에서 인지 불가 수준으로 63.6%의 학생들이 분류되었다. 사후검사에서 이들 중 10.9%만이 가장 상위 수준인 위상 인지 수준으로 변화하였고, 30.9%는 달의 위상을 단순히 암기하는 지구적 관점 수준으로 변화하여 비교집단 학생들은 수업 후 달의 위상 변화 개념을 이해하기보다 암기하는 경우가 더 많음을 확인할 수 있다. 지연검사 결과를 보면 다소 개념 수준이 변화하였으나, 대부분의 학생들은 사후검사의 개념 수준이 유지되었다.

각 집단의 개념 수준 변화를 통해 실험집단이 비교집단에 비해 가장 하위 수준인 인지 불가 수준에서 과도기적 수준인 우주적 관점 수준과 가장 상위 수준인 위상 인지 수준으로 더 많이 변화하였음을 확인할 수 있다.



[그림 IV-2] 실험집단의 사전, 사후, 지연검사의 개념 수준 변화



[그림 IV-3] 비교집단의 사전, 사후, 지연검사의 개념 수준 변화

다. 반구조화된 면담에서 나타난 개념 수준별 달의 위상 변화 관찰 교구의 효과

1) 위상 인지 수준의 학생과의 면담

위상 인지 수준의 학생들은 우주적 관점에서 태양과 달을 따로 제시하였을 때 태양 빛을 받는 부분을 밝게, 받지 못하는 부분을 어둡게 나타내어 빛을 받는 부분을 바르게 표시하였다. 그리고 달의 공전궤도에 따라 달을 8개 제시하였을 때에도 따로 제시한 경우와 같이 각각의 달에 태양 빛을 받는 부분을 밝게, 받지 못하는 부분을 어둡게 표현하여 빛을 받는 부분을 바르게 나타내었다. 면담 시 학생들은 달이 공전궤도에 따라 위치가 달라져도 태양과 달이 따로 제시된 경우와 같이 태양 빛을 받아서 태양 빛을 받는 방향은 밝고 태양 빛을 받지 못하는 방향은 어두울 것이라 판단하였다고 진술하였다. 이를 통해 학생들이 빛의 반사 개념을 이해하고, 이를 달의 위치가 바뀌어도 동등하게 적용함을 알 수 있다.

지구에서 달을 바라보았을 때 태양-달-지구가 일직선에 위치한 경우 달이 보이지 않고 태양-지구-달이 일직선에 위치한 경우 보름달로 보일 것이라고 바르게 답하였다. 이는 우주적 관점에서 달이 태양 빛을 어떻게 받는지 알고, 달의 밝은 부분을 지구에서 보았을 때 어떻게 보이는지 지구적 관점으로 전환하여 달의 위상을 파악하고 있다는 것으로 판단할 수 있다.

이러한 특징은 사전검사와 사후검사에서 위상 인지 수준에 속한 학생들이 공통적으로 지니고 있었다. 하지만 위상 인지 수준에 속한 학생들 사이에서도 달이 태양 빛을 어떻게 받는지에 대한 개념 이해 정도는 차이가 있었다. 면담 결과 사전검사 시 위상 인지 수준에 속한 학생들과 사후검사 시 위상 인지 수준에 속한 비교집단 학생들은 태양-지구-달이 일직선에 위치한 경우 달이 태양 빛을 받을 수 있는 이유에 대해 ‘태양에 비해 지구가 굉장히 작기 때문에 지구의 그림자가 그렇게 크지 않아 달이 태양 빛을 받을 수 있다.’, ‘태양 빛은 회전성이 있어 살짝 휘어서 가면 태양 빛이 달에 가서 비칠 수 있다.’, ‘태양 빛이 강해서 태양-지구-달의 위치에 있는 달도 태양 빛을 받을 수 있다.’와 같이 다양한 오개념을 지니고 있었다. 하지만 사후검사 시 위상 인지 수준에 속한 실험집단 학생들은 달의 공전궤도가 지구의 공전궤도와 5° 기울어져 있어 태양-지구-달이 일직선에 위치한 경우에도 달이 태양 빛을 받는다고 대답하여 개념을 정확히 이해하고 있음을 확인할 수 있었다.

<사전검사 시 위상 인지 수준에 속한 학생>

T: 달이 오른쪽에 있고 태양이 왼쪽에 있을 때, 우주에서 바라본 달이 왼쪽은 밝고 오른쪽은 어두운 이유는 무엇인가요?

S₁: 태양이 이곳에(왼쪽) 있고 달이 이곳에(오른쪽) 있잖아요. 태양의 빛을 받을 때 한쪽 면은(오른쪽) 그림자가 생기니까 이쪽(왼쪽)은 태양 빛을 받아서 노란색이 되고 저쪽(오른쪽)은 빛을 받지 않아서 검은 색이 되요.

T: 달의 공전궤도에 따라 달이 8개 제시되었을 때 왜 모두 달의 왼쪽은 밝고 오른쪽은 어두운가요?

S₁: 여기에서(태양-지구-달이 일직선인 위치) 지구의 그림자가 있어도 태양에 비해 지구가 굉장히 작기 때문에 지구의 그림자가 그렇게 크지 않아요. 그래서 이쪽에서도(태양-지구-달이 일직선인 위치) 반반으로 보여요.

T: 그러면 달이 이쪽에(태양-달-지구가 일직선인 위치) 있을 때 지구에서 달을 보면 어떤 모양으로 보일지 그려봅시다.

S₁: 안 보여요.

T: 왜 안 보이나요?

S₁: 태양 빛이 너무 강해서요.

T: 그렇다면 달이 태양-지구-달이 일직선이 되는 위치에 있을 때 지구에서 달을 보면 어떤 모양으로 보일지 그려봅시다.

S₁: (보름달을 그린다.)

T: 왜 이렇게 보이나요?

S₁: 지구의 그림자가 달에 미치지 않아 달은 받은 태양 빛을 반사하니까요.

<사후검사 시 위상 인지 수준에 속한 **실험집단** 학생>

T: 달이 오른쪽에 있고 태양이 왼쪽에 있을 때, 우주에서 바라본 달이 왼쪽은 밝고 오른쪽은 어두운 이유는 무엇인가요?

S₂: 태양 빛이 이렇게(왼쪽에서 오른쪽) 오면 이쪽(달의 왼쪽) 반만 태양 빛을 받고 이쪽은(달의 오른쪽) 못 받아서 왼쪽은 밝고 오른쪽은 어두울 것 같아요.

T: 달의 공전궤도에 따라 달이 8개 제시되었을 때 왜 모두 달의 왼쪽은 밝고 오른쪽은 어두운가요?

S₂: 달이 여기에(달을 하나 지정) 있으면 태양 빛이 이렇게(왼쪽에서 오른쪽) 와 여기에(달의 왼쪽)이 비추고 달이 여기에(다른 달의 위치) 있으면 여기에(그 달의 왼쪽) 비춰요. 다 똑같아요.

T: 여기의 달은(태양-지구-달이 일직선인 위치) 지구에 가려서 겹게 보이지 않을까요?

S₂: 아니요. 달의 공전궤도가 지구의 공전궤도와 5°도 기울어져 있어서 태양 빛을 받아요.

T: 지구에서 달이 이곳에(태양-지구-달이 일직선인 위치) 있을 때 보름달로 보인다고 하였는데 왜 그런가요?

S₂: 달을 반으로 잘랐을 때 지구에서 보이는 부분이 다 빛을 받기 때문이요.

T: 그러면 달이 태양-달-지구가 일직선인 위치에 있을 때 달이 보이지 않는다고 답하였는데 왜 그런가요?

S₂: 이 부분에는(지구에서 보는 달의 오른쪽) 태양 빛이 반사가 안 되기 때문이에요.

2) 우주적 관점 수준의 학생과의 면담

면담을 통해 우주적 관점 수준의 학생들이 우주에서 달이 태양 빛을 어떻게 받는다고 생각하는지 알아보았다. 이 수준의 학생들도 위상 인지 수준의 학생들과 유사한 답변을 하였다. 태양과 달이 따로 제시된 경우와 달이 공전궤도에 따라 8개 제시된 경우 모두 태양 빛을 받는 쪽은 밝게, 받지 못하는 쪽은 어둡게 나타내어 달이 태양 빛을 받는 부분을 바르게 표현하였다. 면담에서 위상 인지 수준의 학생들과 동일한 이유를 답하여 개념을 인식하고 있음을 확인하였다. 이를 통해 학생들이 빛의 반사 성질을 알고 이를 달의 위치가 바뀌어도 동등하게 적용함을 알 수 있다.

그러나 태양-달-지구가 일직선인 경우와 태양-지구-달이 일직선인 경우의 지구에서 바라본 달의 위상에 대해서는 혼란스러운 모습을 보였다. 면담 중 답변을 계속 수정하거나 잘 모르겠다고 답하는 등 자신의 답변이 잘못되었음을 느끼나, 무엇이 잘못되었는지 파악을 하지 못하거나 정답을 알지 못하였다. 이는 우주적 관점에서 달이 태양 빛을 어떻게 받는지 알고 있지만 달의 밝은 부분이 지구에서 보았을 때 어떻게 보이는지 관점을 전환하여 생각하지 못해 생기는 반응으로 볼 수 있다.

이러한 특징은 사전검사와 사후검사에서 우주적 관점 수준에 속한 학생들이 공통적으로 지니고 있었다. 하지만 우주적 관점 수준에 속한 학생들 사이에서도 달이 태양 빛을 어떻게 받는지에 대한 개념 이해 정도는 차이가 있었다. 면담 결과 사전검사 시 우주적 관점 수준에 속한 학생들과 사후검사 시 우주적 관점 수준에 속한 비교집단 학생들은 면담 초반에는 바르게 답하였으나, 추가 질문이 계속되었을 때 혼란스러워 하여 아직 개념이 정확하게 확립되지 않았음을 알 수 있었다. 하지만 사후검사 시 우주적 관점 수준에 속한 실험집단 학생들은 달의 공전궤도가 지구의 공전궤도와 5° 기울어져 있어 태양-지구-달이 일직선인 위치의 달도 태양 빛을 받는다고 대답하여 우주에서 달이 태양 빛을 어떻게 받고 있는지는 정확히 알고 있으나, 지구에서 바라본 달의 위상은 알지 못함을 확인할 수 있었다.

<사전검사 시 우주적 관점 수준에 속한 학생>

T: 달이 오른쪽에 있고 태양이 왼쪽에 있을 때, 우주에서 바라본 달이 왼쪽은 밝고 오른쪽은 어두운 이유는 무엇인가요?

S₃: 달이 오른쪽에 있고 태양이 왼쪽에 있기 때문에 태양 빛이 달을 비출 때 달을 이등분해서 왼쪽은 태양 빛을 받아서 노란색이고, 오른쪽은 태양 빛을 받지 않아서 검은 색입니다.

T: 달의 공전궤도에 따라 달이 8개 제시되었을 때 왜 모두 달의 왼쪽은 밝고 오른쪽은 어두운가요?

S₃: 아까처럼 태양 빛을 받아서 달을 이등분한 왼쪽은 햇빛을 받고 오른쪽은 햇빛을 못 받아 왼쪽은 밝게 그리고 오른쪽은 어둡게 그렸습니다.

T: 그러면 여기(태양-달-지구가 일직선인 위치)랑 여기(태양-지구-달이 일직선인 위치)에서 모두 같은 원리라고 생각하나요?

S₃: 그런데 여기는(태양-지구-달이 일직선인 위치) 지구가 태양 빛을 막아 여기에 있는 달은 태양 빛을 못 받을 것 같다고 생각합니다.

T: 지구에서 봤을 때 달이 이곳(태양-달-지구가 일직선인 위치)에 있을 때 어떤 모양으로 보일지 그려봅시다.

S₃: 태양 빛에 달이 가려져 아예 안 보일 것 같습니다.

T: 그렇다면 달이 태양-지구-달이 일직선인 위치에 있을 때 어떻게 보일까요?

S₃: 여기서는 지구가 태양의 빛을 가려서 달이 안 보일 것 같습니다.

<사후검사 시 우주적 관점 수준에 속한 **실험집단** 학생>

T: 달이 오른쪽에 있고 태양이 왼쪽에 있을 때, 우주에서 바라본 달이 왼쪽은 밝고 오른쪽은 어두운 이유는 무엇인가요?

S₄: 태양 빛이 이렇게(왼쪽에서 오른쪽으로) 오면 이쪽은(달의 오른쪽) 태양 빛을 못 받아 검게 되고 이쪽은(달의 왼쪽) 태양 빛을 받아 밝아지니까요.

T: 달의 공전궤도에 따라 달이 8개 제시되었을 때 왜 모두 달의 왼쪽은 밝고 오른쪽은 어두운가요?

S₄: 수업 시간에 선생님이랑 활동했을 때 이렇게 되었어요. 다 이렇게(달의 왼쪽은 밝고 오른쪽은 어두움) 됐어요.

T: 왜 그렇게 될까요?

S₄: 수업시간에 달의 공전궤도가 지구의 공전궤도랑 비교해서 기울어져 있어서 다 태양 빛을 받을 수 있다고 했어요.

T: 지구에서 봤을 때 달이 여기(태양-달-지구가 일직선인 위치) 있을 때 보름달로 보인다고 하였는데 왜 그런가요?

S₄: 그냥 몰라서 찍었어요.

T: 그러면 달이 태양-지구-달이 일직선인 위치에 있을 때 어떤 모양으로 보일 것 같나요?

S₄: 모르겠어요.

3) 지구적 관점 수준의 학생과의 면담

지구적 관점 수준의 학생들은 우주에서 태양과 달이 따로 제시된 경우 태양 빛을 받는 쪽은 밝게, 받지 못하는 쪽은 어둡게 나타내어 빛을 받는 부분을 바르게 표현하였다. 하지만 공전궤도에 따라 달을 8개 제시하였을 때는 각각의 달의 밝은 부분을 따로 제시했을 때처럼 나타내지 못하고, 그림을 전체적으로 인식하여 태양에 가까운 달들은 밝게, 태양과 멀리 떨어진 달들은 어둡게 표현하거나 태양과 가까운 쪽의 달들은 밝은 부분이 많고 태양과 멀어질수록 어두운 부분이 많게 표현하였다. 면담 시 학생들은 달이 태양과 가까이 있으면 태양 빛을 많이 받아 밝

을 것이고, 멀리 떨어져 있으면 달에 태양 빛이 닿지 않거나 지구에 태양 빛이 가려져서 어두울 것이라 판단하였다고 진술하였다. 지구에 태양 빛이 가려져서 달이 보이지 않는 월식의 개념이 달이 땅의 위치에 있을 때마다 매번 일어날 것이라고 생각하는 과일반화된 오류가 발생한 것이다.

지구에서 달을 보았을 때 태양-달-지구가 일직선인 경우는 달이 보이지 않고 태양-지구-달이 일직선인 경우 보름달로 보인다고 바르게 답하였다. 하지만 면담 결과 학생들이 정확히 개념을 이해하고 있는 것이 아닌 선행 학습을 통해 단순히 내용을 암기하고 있는 것을 확인하였다. 면담에서 학생들은 우주적 관점에 관한 질문과 함께 내용을 생각할 경우 혼란스러워 하였고, 응답을 정답에서 오개념으로 바꾸는 경우도 있었다. 즉, 지구적 관점 수준의 학생들은 달의 위상 변화에 관한 개념이 형성되어 있지 않았음을 확인할 수 있었다.

이러한 오개념은 사전검사와 사후검사에서 지구적 관점 수준에 속한 실험집단과 비교집단의 학생들이 공통적으로 지니고 있었다. 사후검사에서도 지구적 관점 수준에 속한 학생들은 수업을 통해 각 위치에 따른 달의 위상을 암기하였을 뿐 이러한 위상이 보이는 이유까지는 알지 못한다는 것을 확인할 수 있었다.

<사전검사 시 지구적 관점 수준에 속한 학생>

T: 달이 오른쪽에 있고 태양이 왼쪽에 있을 때, 우주에서 바라본 달이 왼쪽은 밝고 오른쪽은 어두운 이유는 무엇인가요?

S₅: 태양 빛이 이쪽(왼쪽에서 오른쪽)으로 오니까 빛을 받은 달의 왼쪽은 밝고 달의 오른쪽은 빛이 안 오니까요.

T: 달의 공전궤도에 따라 달이 8개가 있을 때 왜 태양과 가까이 있는 달들은 밝은 부분이 많고 태양과 멀리 있는 달들은 밝은 부분이 적고 어두운가요?

S₅: 태양과 지구 사이에 있는 달은 태양과 제일 가까운 위치에 있는 것이니까 제일 밝을 것이라 생각하고 여기(태양, 지구, 달 45도)는 조금 가까이 있으니까 조금 어둡고 여기(태양, 지구, 달 90도)는 반쯤에 달이 있으니까 달의 반은 어둡고 반은 밝고 여기(태양, 지구, 달 135도)는 태양과 조금 멀리 있으니까 살짝 밝고 여기(지구 뒤쪽)는 지구가 가운데 막고 있어서 태양 빛을 못 받을 것 같아요.

T: 매번 달이 각 위치에 있을 때 그렇게 빛을 받게 될 것 같나요? 여기(지구 뒤 쪽)에서는 태양 빛을 못 받고?

S₅: 네.

T: 달이 태양과 지구 사이에 있을 경우 지구에서 달을 봤을 때 어떤 모양으로 보이는지 그려봅시다.

S₅: (보름달을 그린다.)

T: 태양-지구-달이 일직선인 경우 지구에서 달이 어떻게 보일 것 같나요?

S₅: (원 전체를 검게 그린다.)

T: 질문지에는 지구에서 달을 볼 때 보름달로 보이는 곳이 태양-지구-달이 일직선이 되는 곳이라고 답변했는데 아까는 태양-달-지구로 일직선이 되는 경우에 보름달로 보인다고 했네요. 왜 여기서(개념 검사지)는 태양-지구-달이 일직선인 위치에서 보름달로 보인다고 하였나요?

S₅: 태양 빛이 왼쪽에서 오른쪽으로 오니까 태양-지구-달이 일직선인 위치의 달 왼쪽이 밝아서 지구에서 달을 볼 때 보름달로 보일 것 같아요.

T: 아까는 빛이 가려질 것 같다고 하였는데요?

S₅: 음..그러게요..... 잘 모르겠어요.

T: 질문지에서는 지구에서 달이 보이지 않는 위치가 태양-달-지구가 일직선에 있을 때라고 했는데 왜 그때 달이 보이지 않을 것 같아요?

S₅: 태양-달-지구가 일직선인 경우의 달 오른쪽이 어두우니까요.

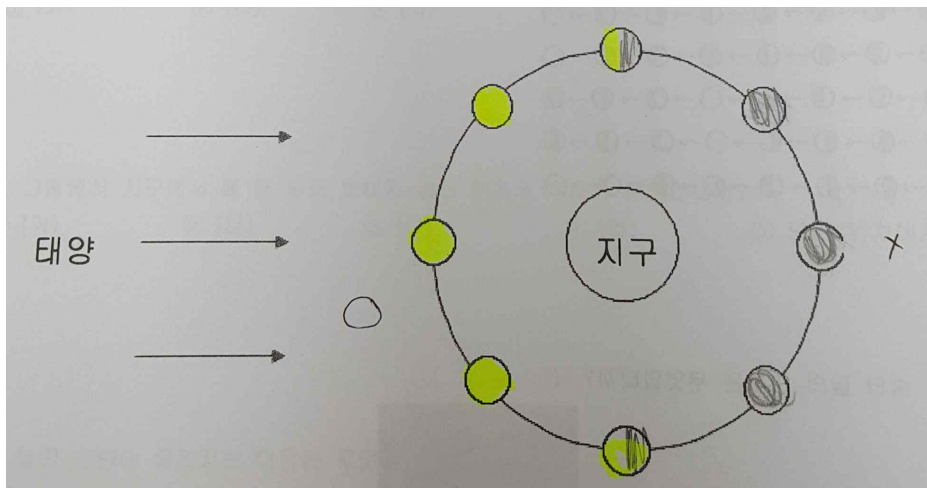
T: 같은 위치인데 아까는 밝다고 하였고 지금은 어두울 것 같다고 답변을 했네요.

S₅: 잘 모르겠어요.

4) 인지 불가 수준의 학생과의 면담

면담을 통해서 가장 하위 개념 수준인 인지 불가 수준의 학생들이 우주에서 달이 태양 빛을 어떻게 받는다고 생각하는지 알아보았다. 학생들은 태양과 달이 따로 제시된 경우에 태양 빛을 받는 쪽은 밝게, 받지 못하는 쪽은 어둡게 나타내어 빛을 받는 부분을 바르게 표현하였다. 하지만 공전궤도에 따라 달을 8개 제시하였을 경우에는 각각의 달의 밝은 부분을 따로 제시하였을 때처럼 나타내지 못하고 그림을 전체적으로 인식하여 태양에 가까운 달들은 밝게, 태양과 멀리 떨어진 달

들은 어렵게 표현하였다. 면담에서 지구적 관점 수준의 학생들과 동일한 이유를 답하여 같은 오개념을 지니고 있음을 확인하였다. 이를 통해 학생들이 빛의 반사 성질은 알고 있으나, 이를 달의 위치에 따라 동등하게 적용하지 못하고 달의 공전 궤도에 따라 변화하는 8개의 달의 위치를 하나로 인식하고 있음을 알 수 있다[그림 IV-4]. 또한 달의 공전궤도가 지구의 공전궤도와 5° 기울어져 있어 달이 모든 위치에서 태양 빛을 받을 수 있다는 것을 알지 못함을 나타낸다.



[그림 IV-4] 인지 불가 수준의 학생이 그린 달의 밝은 부분을 표시한 그림

지구에서 달을 보았을 때 태양-달-지구가 일직선인 경우 달이 태양 빛을 많이 받아 보름달로 보이고, 태양-지구-달이 일직선인 경우 달이 태양 빛을 받지 못하거나 지구에 가려 달이 보이지 않을 것이라고 생각하였다. 면담을 통해 이러한 오개념은 우주적 관점에서 달의 위치에 따라 빛을 받는 부분에 대한 오개념과 관련된 것임을 확인할 수 있었다. 또한 지구의 공전궤도와 달의 공전궤도가 5° 기울어져 있다는 것을 알지 못하여 달이 땅의 위치에 있을 때마다 월식 현상처럼 달이 지구의 그림자에 가려질 것이라 생각하는 것을 알 수 있었다.

이러한 오개념은 사전검사와 사후검사에서 인지 불가 수준에 속한 실험집단과 비교집단의 학생들이 공통적으로 지니고 있었다. 사후검사에서 인지 불가 수준에 속한 학생들은 수업을 통해서 오개념이 수정되지 못하고 기존의 오개념이 유

지된 것으로 보인다.

<사전검사 시 인지 불가 수준에 속한 학생>

T: 달이 오른쪽에 있고 태양이 왼쪽에 있을 때, 우주에서 바라본 달이 왼쪽은 밝고 오른쪽은 어두운 이유는 무엇인가요?

S₆: 태양이 달의 절반만 비출 것 같아서요.

T: 태양 빛을 받는 부분은 밝고 못 받은 부분은 어두운 것인가요?

S₆: 네.

T: 달의 공전궤도에 따라 달이 8개가 있을 때 왜 태양과 가까운 3개는 달 전체가 밝고, 지구와 90° 각도로 있을 때는 왼쪽 부분은 밝고 오른쪽 부분은 어둡고 태양과 멀리 있는 3개는 달 전체가 어두운가요?

S₆: 태양과 가까운 달들은 태양의 빛을 받고 나머지 달들은 빛을 못 받아서요.

T: 그렇다면 태양과 지구 사이에 달이 있을 경우 지구에서 달이 어떻게 보일 것 같나요?

S₆: 보름달로 보일 것 같아요.

T: 그렇게 생각하는 이유는 무엇인가요?

S₆: 이쪽 위치에서는 달이 태양 빛을 받아서요.

T: 달이 태양-지구-달이 일직선인 위치에 있을 때 어떻게 보일 것 같나요?

S₆: 안 보일 것 같아요.

T: 그렇게 생각하는 이유는 무엇인가요?

S₆: 달이 지구에 가려져서요.

2. 공간지각능력에 따른 달의 위상 변화 관찰 교구의 효과

달의 위상 변화를 인지하기 위해서는 우주적 관점에서 달의 공전궤도에 따른 각 위치의 달이 태양 빛을 어떻게 받는지 파악해야 하고, 이를 지구적 관점으로 전환하여 지구의 관찰자가 바라본 달의 각 위치에 따른 위상을 알아야 한다. 공간지각능력이 이러한 과정을 이해하는데 영향을 줄 수 있다고 생각하여 실험집단의

개념 수준 변화와 공간지각능력의 관련성을 확인함으로써 공간지각능력에 따른 달의 위상 변화 관찰 교구의 효과를 파악하고자 하였다.

가. 사전검사 시 실험집단의 개념 수준에 따른 공간지각능력 검사 결과

사전검사에서 나뉜 개념 수준에 따라 공간지각능력 검사 점수를 비교하여 공간지각능력이 기존의 개념 확립에 주는 영향을 확인하고자 하였다. 개념 수준별 공간지각능력 검사 결과는 <표 IV-3>와 같다.

<표 IV-3> 사전검사 시 개념 수준별 공간지각능력 검사 결과

개념 수준	빈도	공간지각능력 검사 결과
위상 인지	2명(3.6%)	77.5점
우주적 관점	1명(1.8%)	45점
지구적 관점	12명(21.8%)	65.5점
인지 불가	40명(72.8%)	56.3점

개념 수준별 공간지각능력 검사 결과를 살펴보면 인지 불가 수준의 학생들은 공간지각능력 검사에서 56.3점으로 위상 인지 수준의 학생들의 검사 결과인 77.5점에 비해 낮은 것을 확인할 수 있다. 또한 지구적 관점 수준의 학생들은 65.6점으로 위상 인지 수준의 학생들보다 점수가 낮고 인지 불가 수준의 학생들보다는 점수가 높았다. 우주적 관점 수준인 경우 해당 수준의 학생이 1명밖에 없어 이를 우주적 관점 수준의 공간지각능력 검사 결과를 대표하기에 신뢰도가 떨어졌다.

위상 인지 수준의 학생들은 다른 세 수준의 학생들보다 공간지각능력 검사 점수가 높음으로 다른 학생들보다 우수한 공간지각능력을 지녔다는 것을 알 수 있다. 그리고 위상 인지, 지구적 관점, 인지 불가 수준의 공간지각능력 검사 결과 비교를 통해 개념 수준이 높을수록 공간지각능력 검사 점수가 높아 공간지각능력이 달의 위상 변화 개념 확립에 영향을 준다는 것을 확인할 수 있다.

나. 실험집단의 개념 수준 변화에 따른 공간지각능력 검사 결과

실험집단 학생들이 사후검사에서 변화한 개념 수준에 따라 공간지각능력 검사 점수를 비교하여 공간지각능력이 달의 위상 변화 관찰 교구의 효과에 미치는 영향을 확인하고자 하였다. 개념 수준 변화별 공간지각능력 검사 결과는 <표 IV-4>와 같다. 그리고 사후검사에 따른 개념 수준별 공간지각능력 검사 결과는 <표 IV-5>로 정리하였다.

검사 결과에서 위상 인지 수준으로 변화한 학생들인 경우 그러지 못한 학생들에 비해 공간지각능력 검사 결과가 높음을 확인할 수 있다. 특히 사전검사에서 인지 불가 수준에 속하였던 학생들 중 위상 인지 수준으로 바뀐 학생들과 인지 불가 수준이 유지된 학생들을 비교하였을 때 공간지각능력 검사 점수가 26.1점이나 차이가 났다. 또한 사후검사에 따른 개념 수준별 공간지각능력 검사 결과에서도 위상 인지 수준의 학생들은 64.1점인 반면 인지 불가 수준의 학생들은 36.3점으로 공간지각능력 검사 점수가 27.8점이 차이가 났다. 이를 통해 공간지각능력이 높은 학생인 경우 공간지각능력이 낮은 학생보다 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구를 사용하였을 때 더 많은 효과를 얻을 수 있다는 것을 확인할 수 있다.

<표 IV-4> 개념 수준 변화별 공간지각능력 검사 결과

사전검사 수준 → 사후검사 수준	수준 변화	빈도	공간지각능력 검사 결과
위상 인지 → 위상 인지	유지	2명(3.6%)	77.5
우주적 관점 → 위상 인지	1단계 상승	1명(1.8%)	45
지구적 관점 → 위상 인지	2단계 상승	10명(18.2%)	67.8
지구적 관점 → 지구적 관점	유지	2명(3.6%)	37.5
인지 불가 → 위상 인지	3단계 상승	23명(41.8%)	62.4
인지 불가 → 우주적 관점	2단계 상승	7명(12.8%)	53.6
인지 불가 → 지구적 관점	1단계 상승	5명(9.1%)	42
인지 불가 → 인지 불가	유지	5명(9.1%)	36.3

<표 IV-5> 사후 검사에 따른 개념 수준별 공간지각능력 검사 결과

사후검사 수준	빈도	공간지각능력 검사 결과
위상 인지	36명(65.5%)	64.1
우주적 관점	7명(12.7%)	53.6
지구적 관점	7명(12.7%)	40.7
인지 불가	5명(9.1%)	36.3

V. 결론 및 제언

1. 결론

이 연구에서는 초등학교 6학년 학생들이 달의 공전에 따른 위상 변화를 이해하고 해당 내용에 대한 오개념을 줄일 수 있도록 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구를 제작하고 그 교구의 효과를 알아보았다.

새로운 달의 위상 변화 관찰 교구는 지구의 공전궤도와 5° 기울어져 있는 달의 공전궤도에 맞추어 8개의 달 모형을 만들었다. 5° 기울어진 달의 공전궤도를 표현하기 위해 공전궤도 상의 달의 위치에 따라 달 모형인 스타이로폼 공을 지지하는 풍선 막대의 길이를 다르게 제작하였다. 그리고 실제 지구의 크기와 달의 크기, 지구와 달 사이의 거리를 고려하여 지구 모형의 크기와 달 모형의 크기, 지구 모형과 달 모형 사이의 거리를 정하였다.

이 연구에서 개발된 새로운 달의 위상 변화 관찰 교구를 활용한 활동은 현행 교과서 활동과 달리 달의 공전궤도가 지구의 공전궤도와 5° 기울어진 것을 직접 시각적으로 보여주고 달의 위상 변화를 관찰하는 활동 시 태양-지구-달이 일직선인 위치에서도 달이 태양 빛을 받는다는 것을 확인시켜준다. 그리하여 ‘태양-지구-달이 일직선인 위치에서 태양 빛이 지구에 가려 달이 태양 빛을 받지 못해 보이지 않는다.’라는 오개념을 줄일 수 있다.

개념검사와 반구조화된 면담을 통해 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구로 수업을 받은 실험집단이 현행 교과서 활동으로 수업을 받은 비교집단보다 달의 공전에 따른 위상 변화를 정확히 이해하고 오개념도 적었다는 사실을 확인하였다. 실험집단은 비교집단보다 사후검사의 전체적인 평균 점수가 더 많이 향상되었고 달의 위상 변화를 이해한 가장 상위 수준인 ‘위상 인지’ 수준에 속한 학생들도 많았다. 지연검사에서도 실험집단의 평균 점수가 비교집단의 평균 점수보다 높았고 ‘위상 인지’ 수준에 속한 학생들도 많아 사후검사와 같은 결과를 보였다. 이러한 사후검사와 지연검사의 결과는 통계적으로 유의미하였고 이를 통해 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구가 달의 위상 변화 수업에 효과적이라고 사료된다.

개념 수준별 공간지각능력 검사 점수를 비교해보면 개념 검사의 상위 수준 학생들이 하위 수준 학생들보다 공간지각능력 검사 점수가 높아 공간지각능력이 달의 위상 변화 개념 확립에 영향을 준다는 것을 확인하였다. 그리고 개념 수준 변화에 따른 공간지각능력 검사 결과를 통해 위상 인지 수준으로 변화한 학생들이나 그렇지 못한 학생들에 비해 공간지각능력 검사 점수가 높음을 확인하였다. 특히 위상 인지 수준으로 바뀐 학생들과 인지 불가 수준으로 유지가 되는 학생들을 비교하였을 때 많은 점수 차이가 있었다. 이를 통해 공간지각능력이 높은 학생인 경우 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구를 사용하였을 때 공간지각능력이 낮은 학생보다 더 높은 효과를 얻을 수 있다고 판단된다.

위의 결과를 통해 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구는 달의 위상 변화를 학습하는데 효과적이라는 것을 알 수 있다. 그리고 이는 공간지각능력이 높을수록 더 많은 효과를 얻을 수 있었다. 이러한 연구결과를 토대로 학습 활동을 보완한다면 학생들이 달의 위상 변화를 학습하는데 도움이 될 것이라 판단된다.

2. 제언

이 연구의 결론을 바탕으로 다음과 같이 제언을 하고자 한다.

첫째, 이 연구는 연구 대상자가 J시 소재 S초등학교 6학년 4개 학급 110명으로 제한적이다. 특히 공간지각능력과 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구의 관계를 확인하기 위한 작업은 55명의 학생을 대상으로 통계를 낸 결과로 신뢰도가 다소 떨어진다. 보다 정확한 연구 결과를 위해서는 다양한 지역의 더 많은 학생들을 대상으로 연구를 실시할 필요가 있다.

둘째, 이 연구에서 개발한 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구는 공간지각능력에 따라 효과의 차이를 보였다. 따라서 공간지각능력이 낮은 학생이 달의 위상 변화를 효과적으로 학습할 수 있는 교구나 학습방법에 대한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- 곽영순. (2006). 과학과 교육용 콘텐츠 개발 방안 연구. **교육과정평가연구지**, 9(1), 339-361.
- 교육과학기술부. (2015). **과학 6-1 교과서**. 비상교육.
- 김기정. (1997). **지구와 달의 운동에 대한 개념 성취도와 공간 능력과의 상관관계**. 한국교원대학교 대학원 초등과학교육전공 석사학위논문.
- 김봉섭. (1999). **학습자의 특성에 따른 지구와 달의 운동 개념 형성**. 한국교원대학교 대학원 과학교육전공 박사 학위논문.
- 김상달, 이용섭, 이상균. (2005). 초등학교 학생들의 공간능력과 천체운동개념 및 과학탐구능력과의 관계. **한국지구과학회지**, 26(6), 461-468.
- 김순걸. (1995). **지구와 달의 운동에 대한 오개념 연구**. 강원대학교 교육대학원 석사 학위논문.
- 김종욱. (2015). **초등학생들이 달 위상 이해 과정에서 겪는 어려움과 원인 분석**. 서울교육대학교 교육대학원 석사 학위논문.
- 김종희. (2006). 달의 위상 작도 모듈 활용 수업에 의한 고등학생들의 달의 위상 개념 변화. **한국지구과학회지**, 27(4), 353-363.
- 김주리. (1998). **초등학생의 공간능력과 천체 운동 개념 성취도의 관련성 분석**. 한국교원대학교 대학원 초등과학교육 전공 석사 학위논문.
- 김태선. (2006). **달에 대한 초등학교 고학년 학생들의 개념 조사**. 대구교육대학교 교육대학원 석사 학위논문.
- 변재성, 문병찬, 정진우, 정재구. (2004). 지구와 달의 운동에 대한 고등학생들의 생각. **한국지구과학회지**, 25(7), 519-531.
- 서원우, 김종욱. (2002). 달의 모양 변화에 대한 재구성 수업의 효과 분석: 초등학교 5학년을 대상으로. **과학·수학 교육연구**, 25, 11-29.
- 손준호. (2015). 초등학생들의 달의 위상변화에 대한 개념 유형과 수업 방법의 제안 및 효과. **한국과학교육학회지**, 35(2), 289-301.
- 양일호, 김정연, 임성만. (2015). 2007과 2009 개정 과학교과서에 제시된 달의 위상 변화 삽화에 대한 초등학교 5학년 학생들의 이해. **대한지구과학**

- 교육학회지, 8(1), 56-65.
- 이기정. (2011). 달 위상변화 지도를 위한 관측자료의 제작과 활용. 서울교육대학교 교육대학원 석사 학위논문.
- 이미애, 최승언. (2008). 중·고등학생이 이해하는 달의 위상 변화 모델 분석을 통한 보완 모델 제안. 한국지구과학회지, 29(1), 60-77.
- 이조옥. (1994). 달의 위상 변화에 대한 오개념 연구. 이화여자대학교 교육대학원 석사 학위논문.
- 임청환, 정진우. (1993). 초등학교 자연과 천문분야 내용 분석과 문제점. 한국과학교육학회지, 13(2), 247-256.
- 조병준. (2013). 달의 운동과 위상변화에 대한 학생들의 오개념 분석. 전북대학교 교육대학원 석사 학위논문.
- 채동현(2008). 새로운 달 위상 모형의 개발과 그 적용. 초등과학교육연구, 27(4), 385-398.
- 채동현, 임성만, 이효녕, 한계준, 이상균, 김은정. (2016). 학생 활동 중심의 초등학교 과학 교과서 모형 개발 및 적용: '지구와 우주' 영역을 중심으로. 대한지구과학교육학회지, 9(1), 15-26.
- 한신, 정진우. (2015). 초등학교 5학년 '지구와 달' 단원의 스마트 교수 학습 프로그램 개발 및 적용. 대한지구과학교육학회지, 8(1), 76-86.
- 한주연. (2009). 역할놀이를 활용한 수업이 초등학교 5학년 학생들의 달의 운동 개념변화에 미치는 효과. 청주교육대학교 교육대학원 석사 학위논문.
- Abell, S. et al. (2001). That's what scientists have to do: Preservice elementary teachers' conception of the nature of science during a moon investigation. International Journal of Science Education, 23, 1095-1109.
- Soulier, J. S. (1981). Real objects and models. In J. E. Duane(Ed.), The Instructional Media Library(Volume 12), (pp.1-82). New Jersey: Educational technology publications.
- Zeilik, M. & Bisard. W. (2000). Conceptual change in

introductory-level astronomy courses: Tracking
misconceptions to reveal which- and how much-concepts
change. *Journal of College Science Teaching*, 29(4), 229-232.

A B S T R A C T

The effect of observing material on the phase change of moon considering the orbits of earth and moon

Park, Ji-Hyun

Major in Elementary Science Education
Graduate School of Education
Jeju National University

Supervised by professor Hyun, Dong-Geul

The purpose of this study is to investigate the effect of observing material on the phase change of moon considering the orbits of earth and moon for elementary school students. And it is to investigate the effect of observing material on the phase change of moon considering the orbits of earth and moon according to student's space perception ability.

For this study, the material which shows the orbit of moon tilted at 5° with the orbit of earth is developed. 110 6th grade students in an elementary school are sampled. They are divided into the experimental group and the control group. The lessons using the material developed in this study are implemented to the experimental group, and the lessons using the material proposed in

ordinary textbook are implemented to the control group. The pre, post, delayed concept tests on the phase change of moon are administered to the students of the experimental group and the control group, and semi-structured interviews are conducted for each concept level. Using the measurement of student's space perception ability, it analyzed the connection between the concept level and the space perception ability. The result of this study are summarized as follows.

First, the observing material on the phase change of moon considering the orbits of earth and moon is effective for concept formation. The experimental group gains significantly more scores than the control group in the post and delayed tests.

Second, the observing material on the phase change of moon considering the orbits of earth and moon is effective in improving the concept level. In the post and delayed tests, more students of the experimental group are in the highest level 'Phase recognition' than the control group. And students of the experimental group who were in the 'Phase recognition' and 'Space viewpoint' explain more scientifically than the students of the control group.

Third, the observing material on the phase change of moon considering the orbits of earth and moon is effective that students understand the concept accurately and reduce misconception. According to the result of semi-structured interviews, the experimental group know that the orbit of moon tilted at 5° with the orbit of earth and moon receives the light of the sun everywhere in the orbit, but the control group have various misconception.

Fourth, The space perception ability influenced the establishment of the moon phase change concept. The highest concept level 'Phase recognition' gains more scores than other concept level in the space perception ability test. And the higher the level of concept, the higher scores of test for the space perception ability.

Fifth, students with high space perception ability gained more effect when

using the observing material on the phase change of moon considering the orbits of earth and moon than the low students. According to post-concept test result, students who changed to 'Phase recognition' gain more scores than students who could not do so in the space perception ability test.

Therefore the results of this study show that the observing material on the phase change of moon considering the orbits of earth and moon is effective. And the higher the space perception ability, the more effects can be obtained.

Key Words : the phase changes of moon, the orbit of moon, moon and earth model, the space perception ability

부록. 개념 검사지

달의 위상변화

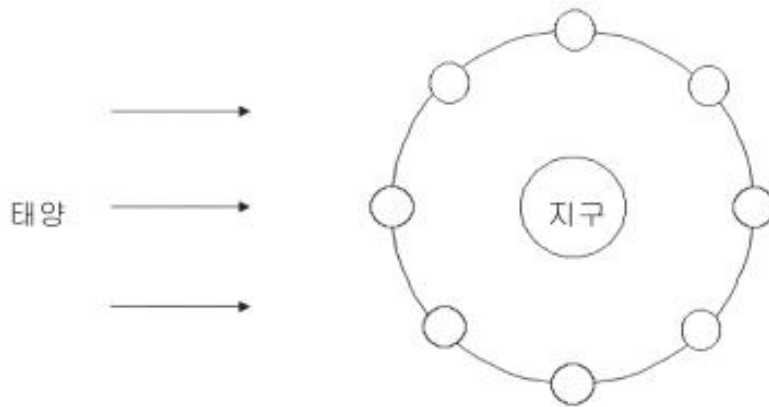
6학년 반 번 이름:

이 검사지는 연구의 목적으로 제작되었습니다. 검사지 결과는 여러분의 과학 평가에 사용되지 않음을 알려드립니다. 검사지 결과는 연구에만 사용되고 다른 목적으로는 사용되지 않습니다. 바른 연구 결과가 나올 수 있도록 문제를 잘 읽고 자신의 생각을 표현하기 바랍니다.

1. 그림과 같이 태양이 왼쪽에 있고 달이 오른쪽에 있을 때 달의 밝은 부분을 바르게 표현한 것은 무엇입니까? ()



* 다음 그림을 보고 문제를 푸시오.



2. 우주공간에서 달의 밝은 부분을 그림에 그려보시오.(달이 밝은 부분을 노란색으로, 달이 어두운 부분을 검은색으로 색칠하시오.)

3. 달의 공전방향을 그림에서 화살표로 나타내시오.

4. 내가 아는 달의 모양을 모두 그려봅시다. 모양에 따른 달의 이름도 안다면 써봅시다.

달의 모양				
달의 이름				
달의 모양				
달의 이름				

5. 음력1일부터 달의 모양이 변화하는 순서로 바른 것은 무엇입니까? ()

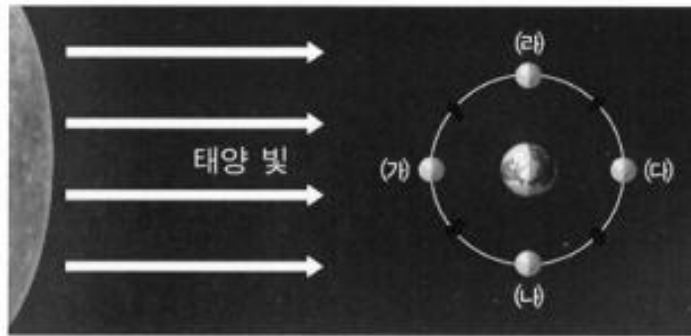
- ① ● → ◐ → ◑ → ◒ → ◓ → ◔ → ◕ → ○
 ② ● → ◑ → ◒ → ◓ → ◔ → ◕ → ◐ → ○
 ③ ● → ◑ → ◒ → ◓ → ◔ → ○ → ◐ → ◑
 ④ ● → ◐ → ◑ → ◒ → ◓ → ○ → ◔ → ◕
 ⑤ ● → ◐ → ◑ → ◒ → ◓ → ◔ → ◕ → ○

6. 사진 속의 달의 이름은 무엇입니까? ()



- ① 상현달 ② 하현달 ③ 초승달 ④ 그믐달 ⑤ 보름달

※ 다음 그림을 보고 문제를 푸시오.



7. 그림에서 (나)에 위치에 달이 있을 때 우리나라에서 본 달은 어떤 모양입니까? ()
 ① ② ③ ④ ⑤
8. 그림에서 지구에서 볼 때 달이 보름달로 보이는 위치의 기호는 무엇입니까? ()
 ① (가) ② (나) ③ (다) ④ (라) ⑤ 위치 없음
9. 그림에서 지구에서 볼 때 달이 보이지 않는 위치의 기호는 무엇입니까? ()
 ① (가) ② (나) ③ (다) ④ (라) ⑤ 모든 위치에서 보임
10. 달의 모양이 달라지는 이유는 무엇입니까?
 ① 지구가 자전하기 때문에 ② 지구가 공전하기 때문에
 ③ 달이 자전하기 때문에 ④ 달이 공전하기 때문에
 ⑤ 태양이 자전하기 때문에