

ORIGINAL ARTICLE

지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구의 효과

박지현¹, 현동걸², 신애경^{3*}

(¹신제주초등학교, ²제주대학교 초등교육과, ^{3*}제주대학교 초등교육연구소)

The Effect of Observing Material on the Phase Change of Moon Considering the Orbits of Earth and Moon

Ji-Hyun Park¹, Dong-Geul Hyun², Ae-Kyung Shin^{3*}

(¹Shinjeju Elementary School, ²Teachers College, Jeju National University, ^{3*}Elementary Education Research Institute, Jeju National University)

ABSTRACT

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. 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. According to students' responses, the concept levels are divided into 'Phase recognition', 'Space viewpoint', 'Earth viewpoint', and 'No recognition'. The experimental group and the control group are homogeneous in the pre-test. The result of this study shows that the experimental group gains significantly more scores than the control group in the post and delayed tests. Also, in the post and delayed tests, more students of the experimental group are in the highest level 'Phase recognition' than the control group. Finally, students of the experimental group who were in the 'Phase recognition' and 'Space viewpoint' explain more scientifically than the students of the control group. 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.

Key words : the phase changes of moon, the orbit of moon, moon and earth model

1. 서론

과학교육에서 천문학 영역의 내용 대부분은 학

생들이 직접적인 관찰을 할 수 없다. 천문학 현상은 매우 광범위하여 한눈에 관찰할 수 없고, 우주 밖에서의 관찰은 현실적으로 불가능하기 때문이다.

Received 16 November 2016; Revised 14 December, 2016; Accepted 21 December, 2016

*Corresponding author : Ae-Kyung Shin, Elementary Education Research Institute, Jeju National University, 61 Ijudong-ro, Jeju-si, Jeju Special Self-Governing Province, 63294, Korea

Phone: +82-10-9892-0714

E-mail: akshin@jejunu.ac.kr

"This research was supported by the 2016 scientific promotion program funded by Jeju National University"

© The Korean Society of Earth Sciences Education . All rights reserved.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

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 모형을 제작할 경우 실제 현상과 비슷하게 만들어야 하고, 학생들이 오개념을 가지는 원인을 파악하여 꾸준히 보완할 필요가 있다.

달은 자주 보는 대상이고 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(조병준, 2013; 이조옥, 1994). 그 중 대표적인 오개념은 달이 공전 하면서 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(김중희, 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 되는 위치에서는 보름달이 보이지만 학생들은 지구가 태양 빛을 가려 달이 보이지 않을 것이라고 생각한다. 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(김중옥, 2015).

따라서 이 연구에서는 학생들이 달의 공전에 따른 위상 변화를 이해하고 관련 오개념을 줄일 수 있도록 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구를 제작하여 교구의 효과를 알아보 고자 하였다.

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상

이 연구는 중소도시 J시 소재 S초등학교 6학년 4개 학급 110명을 대상으로 하였다. 연구 대상은 4학년 때 지구와 달에 대하여 학습한 상태이다. 실험집단은 2개 학급 55명으로 이 연구에서 개발한 지구와 달의 공전 궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구를 이용하여 수업을 하였다. 반면 비교집단 2개 학급 55명은 기존의 교과서 활동으로 수업을 하였다. 학생들의 개념 이해 정도를 확인하기 위해 개념 수준별로 실험집단 12명, 비교집단 12명을 표집하여 반구조화된 면담을 실시하고 이를 분석하였다.

연구 대상자들의 평균 학업 성취도는 다른 시내 학교와 비교하여 낮은 편이다. 해당 학급이 속한 학교는 교육복지특별지원학교로 가정환경이 어려운 학생들이 비교적 많으며, 이에 따라 전체 학력도 다른 시내학교에 비해 낮다.

2. 연구 절차

학생들이 달의 공전에 따른 위상 변화를 이해하고 오개념을 줄일 수 있도록 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구를 제작하여 교구의 효과를 알아보 고자 하였다. 이를 위해 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구를 개발하였고, 실험집단과 비교집단 학생들을 대상으로 사전 개념 검사 및 반구조화된 면담을 실시하였다. 달의 위상변화에 대한 학습은 6학년 1학기 1단원 ‘지구와 달의 운동’ 8/11차시 ‘달의 모양이 변하는 까닭은 무엇일까요?’에서 진행된다. 8/11차시 수업에서 비교집단은 현행 과학교과서에 나와 있는 활동으로(Fig. 1.) 수업을 진행하였고, 실험집단은 교과서 활동 대신 이 연구에서 개발한 교구를 활용한 관찰 활동으로 수업을 진행하였다. 수업 2주 후 사후 개념 검사 및 반구조화된 면담이 이루어졌고, 수업 6주 후 지연 개념 검사를 실시한 후 자료를 분석하였다.

3. 검사 도구

이 연구에 사용된 검사 도구는 달의 위상 변화

개념 검사지로 총 10개의 문항으로 구성되어 있다. 개념 검사지는 과학교육전문가 2인이 내용타당도를 검증하였다. 검사지의 구성은 태양 빛을 받아 달의 밝은 부분을 파악하는 반사 개념 2문항, 달의 공전 방향 1문항, 달의 위상과 이름에 대한 개념 2문항, 달의 위상 변화 순서 1문항, 달이 공전하면서 바뀌는 위치에 대한 달의 위상 3문항, 달의 위상이 변하는 이유 1문항으로 되어 있다. 문항 형태는 선다형과 단답형으로 이루어졌다. 반구조화된 면담 시 학생들이 작성한 검사지의 내용을 기본으로 면

담을 진행하였다. 면담에서는 이 연구와 관련이 깊은 반사 개념과 달이 공전하면서 바뀌는 위치에 따른 달의 위상에 대해 더욱 심층적인 질문을 하여 학생들의 개념 이해 정도를 확인하였다.

4. 교구의 개발

가. 현행 달의 위상변화 학습 방법

현행 교육과정에서 달의 위상변화는 과학 6학년 1학기 1단원 ‘지구와 달의 운동’ 8/11차시 ‘달의 모

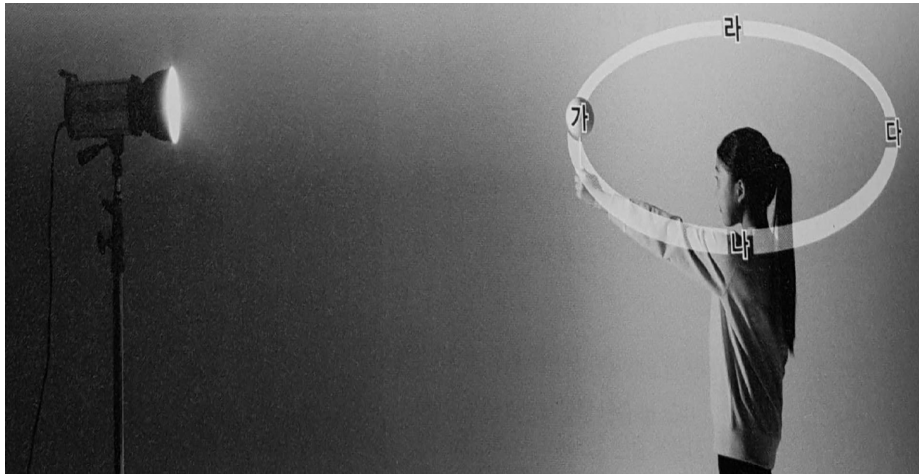


Fig. 1. 2009 Revised National Curriculum 6th grade 1st semester lesson 1 ‘Movement of Earth and Moon’ p.40.

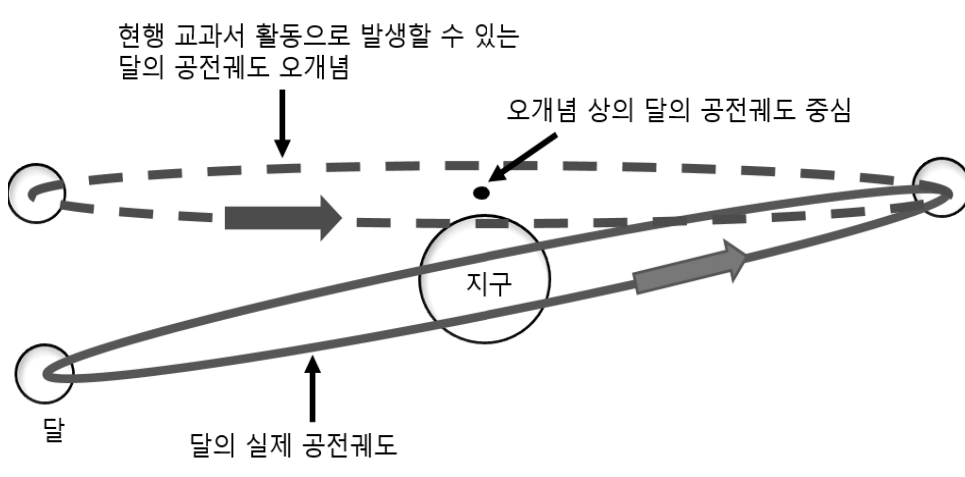


Fig. 2. Actual revolution orbit of the moon and misunderstanding revolution orbit of the moon that may occur in the activity of the current textbook

양이 변하는 까닭은 무엇일까요?’에서 학습된다. 현행 교과서에서 달의 위상 변화 원인을 알아보기 위한 학습은 Fig 1.과 같은 활동으로 진행된다. 전 기스탠드는 태양, 학습자가 들고 있는 스타이로폼 공은 달, 학습자는 지구에서 달을 관찰하는 관찰자의 역할을 한다. 우선 스타이로폼 공을 연필에 끼운 다음에 팔을 뻗어 스타이로폼 공이 눈보다 조금 위에 위치하도록 들어 올린다. 스타이로폼 공이 ㉠ 위치에 있을 때 스타이로폼 공에서 어느 부분이 전 기스탠드의 빛을 받아 반사하는지 확인한다. 이때 빛이 반사된 면과 달의 모양을 확인한다. 스타이로폼 공을 든 학습자가 90°씩 몸을 돌려 서 있는 방향만 바꾸어 스타이로폼 공이 ㉡, ㉢, ㉣의 위치에 있을 때 달의 모양을 관찰하는 것으로 학습을 진행한다(교육부, 2015). 그러나 이러한 활동에서는 달의 공전 궤도가 지구의 공전 궤도와 5° 기울어져 있어 태양 빛이 지구에 가리지 않고 달에 도달한다는 것을 알 수 없어 태양-지구-달이 일직선이 되는 위치에서 지구가 태양 빛을 가려 달이 보이지 않을 것이라는 오개념이 그대로 발생하게 된다. 또한 달 모형을 눈보다 조금 위에 위치하도록 들어 회전시킴으로써 Fig 2.와 같이 달의 공전궤도의 중심이 지구보다 윗부분에 있으며 그 중심에 평행하게 달이 공전한다는 달의 공전궤도에 대한 새로운 오개념도 형성시킬 수 있다.

채동현(2008)은 달의 위상 변화에 대한 2차원적인 단점을 극복하기 위해 3차원적으로 제시할 수 있는 달 위상 변화 모형을 제안한 점에서 이 연구와 유사하다. 하지만 그 모형은 삼구의 형태로 달의 공전 궤도 판을 잡고 지구 주위로 돌리면서 각 위치에 해당하는 달의 위상 변화 및 1년 동안의 달의 움직임을 관찰하도록 제작되었다. 그 모형에서는 달의 공전궤도가 지구의 공전궤도와 5° 기울어져 있는 것을 고려하지 않아 이 연구에서 개발한 모형과 차이를 보인다.

서원우와 김중욱(2002)은 달의 위상 변화를 학습할 때 추상적 내용을 구체화한 적절한 교수 전략과 모형의 필요성을 제안한 점에서 이 연구와 유사하나 기존의 삼구의를 개선한 교구를 제시하였다는 점에서 차이가 있다. 그 연구에서 제안한 모형은

태양-지구-달로 구성된 삼구의 형태로 모형 태양은 직접 빛을 쬐어 지구와 달을 비추도록 하였다. 삼구의 손잡이 부분을 돌려 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, 315°, 360° 돌릴 때 우리 나라 지점 위에 있는 인형이 보는 위치와 같은 위치를 관찰자가 보며 모형 달의 밝은 부분이 어떻게 보이는지를 관찰하여 달의 모양 변화가 일어나는 이유를 학습하도록 하였다. 하지만 그 모형에서는 달의 공전궤도와 지구의 공전궤도가 5° 기울어져 있는 것을 고려하지 않아 이 연구에서 개발한 모형과 차이가 있다.

시중에 판매되고 있는 달의 위상 변화 관찰 교구는 크게 두 가지 유형이 있는데 간이 삼구의를 만들어 달의 위상을 관찰하는 유형과 가운데 달 모형을 두고 한 측면에서 빛을 비춘 후 가운데 달 모형을 중심으로 관찰 위치를 바꾸어 가며 달의 위상을 관찰하는 유형이 있다. 간이 삼구의를 활용한 교구는 지구 모형과 달 모형을 일직선으로 연결하여 달의 공전 궤도와 지구의 공전 궤도가 5° 기울어져 있다는 것을 나타내지 못한다. 가운데 달 모형을 든 후 관찰하는 교구 역시 달 모형과 관찰 위치가 일직선이기 때문에 달의 공전 궤도가 지구의 공전 궤도와 5° 기울어져 있어 태양 빛이 지구에 가리지 않고 달에 도달한다는 것을 이해할 수 없다. 심지어 이 교구는 달의 위상 변화 원인이 달의 공전이 아닌 지구가 달을 중심으로 돌기 때문이라는 새로운 오개념도 유발시킬 수 있다. 시중에 판매되고 있는 달의 위상 변화 관찰 교구들은 단순히 달의 위상만을 관찰하게 할 뿐 궤도의 기울기를 고려하지 않아 올바른 개념 형성에 도움을 주지 못하여 새로운 달의 위상 변화 관찰 교구가 필요하다.

나. 교구의 특징

지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구는 지구의 공전 궤도와 달의 공전 궤도가 5° 기울어져 있다는 것에 중점을 두어 제작하였다. 이 교구를 통해 우주적 관점에서 학생들이 달의 공전 궤도가 지구의 공전궤도와 5° 기울어져 있고, 태양-지구-달의 위치에서 지구에 의해 태양 빛이 가리지 않음을 확인할 수 있게 하였다. 또한 지구적 관점에서 달이 공전하면서 변화하는 달의 위상을

관찰할 수 있도록 제작하였다.

다. 교구의 제작 과정

지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구는 지구의 공전 궤도와 5° 기울어진 달의 공전 궤도에 맞추어 8개의 달 모형을 만들었다. 5° 기울어진 달의 공전 궤도를 표현하기 위해 달의 위치에 따라 달 모형인 스티yro폼 공을 지지하는 막대의 길이를 다르게 제작하였다(Fig. 3).

실제 달의 지름과 지구의 지름, 달과 지구 사이의 거리를 고려하여 달 모형의 지름과 지구 모형의 지름, 달 모형과 지구 모형 사이의 거리를 정하였다. 지구의 지름과 달의 지름은 약 4배 차이가 나므

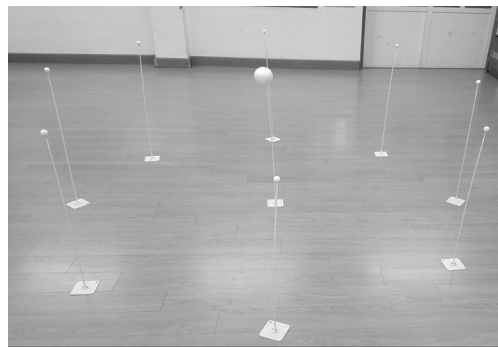
로 지구 모형은 지름이 10cm인 스티yro폼 공, 달 모형은 지름이 2.5cm인 스티yro폼 공을 사용하였다. 지구와 달의 거리도 그 비율에 맞춰 축소하여 지구의 모형과 달의 모형 사이의 거리는 110cm로 제작하였다. 그리고 끈으로 각 달의 모형과 지구 모형을 연결하여 사용할 때마다 거리를 재지 않아도 110cm의 거리를 유지하도록 하였다.

학생들이 관찰할 때 학생 본인의 그림자에 빛이 가리지 않도록 지구의 높이를 초등학교 6학년 학생들의 평균 앉은키인 80cm로 제작하였고, 각 위치에 따른 달의 높이는 지구의 공전궤도와 5° 기울어진 달의 공전 궤도에 맞추어 제작하였다.

이 연구에서 개발한 달의 위상 변화 관찰 교구를



앞에서 본 모습



위에서 본 모습

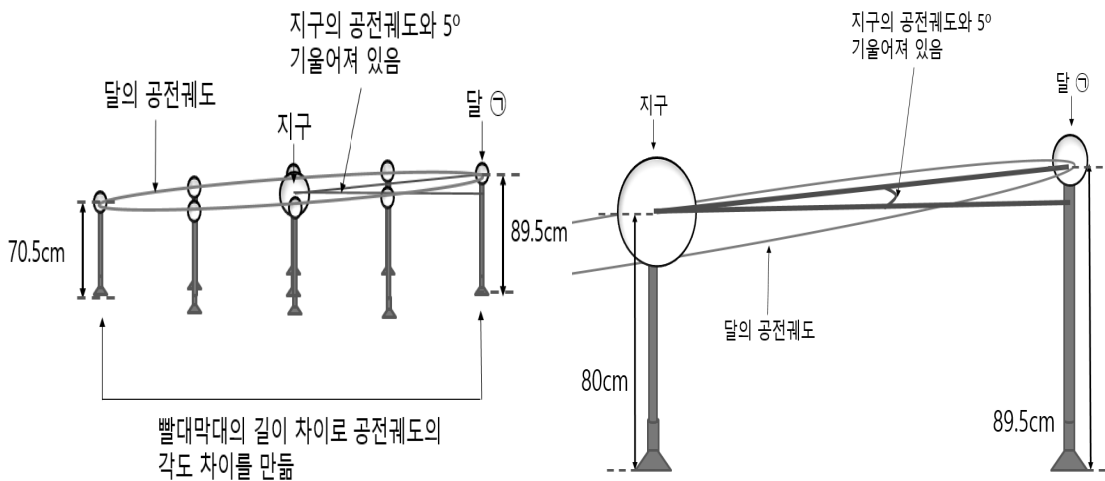


Fig. 3. The observing material on the phase change of moon developed in this study

만드는 절차와 방법은 Fig. 4와 같다. 우선 스타이로폼 공을 이쑤시개로 고정하고 이쑤시개의 반대편에 고무찰흙을 끼운다. 둘째, 고무찰흙을 끼운 부분에 길이에 맞게 자른 풍선 막대를 끼운다. 풍선 막대의 길이는 모형의 위치에 따라 다르다. 태양-달-지구가 일직선이 되는 위치의 달 모형의 풍선막대 길이는 69.25cm로 가장 짧고 45°로 이동하는 위치에 따라 4.75cm씩 길어져 74cm, 78.75cm, 83.5cm가 된다. 태양-지구-달이 일직선이 되는 위치의 달 모형의 풍선막대 길이는 88.25cm로 가장 길다. 지구 모형의 풍선막대의 길이는 75cm이다. 달 모형 스타이로폼 공의 반지름 1.25cm와 지구 모형 스타이로폼 공의 반지름 5cm를 고려하여 바닥에서부터 모형의 중심까지의 높이를 고려한 풍선막대의 길이 차이가 지구의 공전궤도와 5° 기울어진 달의 공전궤도를 만든다. 셋째, 나무 막대를 풍선 막대 안에 넣어 막대가 기울어지지 않게 한다. 넷째, 풍선 막대

의 아래 부분에 연결 부분을 끼운다. 다섯째, 연결 부분과 밑판 사이에 고무찰흙을 넣어 고정시킨다. 마지막으로 지구 모형을 가운데 두고 110cm 거리에 달 모형을 설치한 후 지구 모형과 각각의 달 모형을 끈으로 연결한다. 각각의 달 모형은 45° 간격으로 설치한다.

라. 교구의 활용

교구를 활용할 때에는 지구 모형을 가운데 두고 각 달의 모형을 45° 간격으로 설치한다. 태양-달-지구가 일직선이 되는 위치에 풍선 막대가 가장 짧은 달의 모형을 설치하고 태양-지구-달이 일직선이 되는 위치에 풍선 막대가 가장 긴 달의 모형을 설치한다. Fig. 5와 같이 풍선 막대의 길이가 가장 짧은 달 모형의 방향에 태양의 역할을 하는 전구를 설치하고 주변을 어둡게 한 후 전구를 켜다. 학생들은 달이 모든 위치(①~⑧)에서 태양 빛을 받는다는

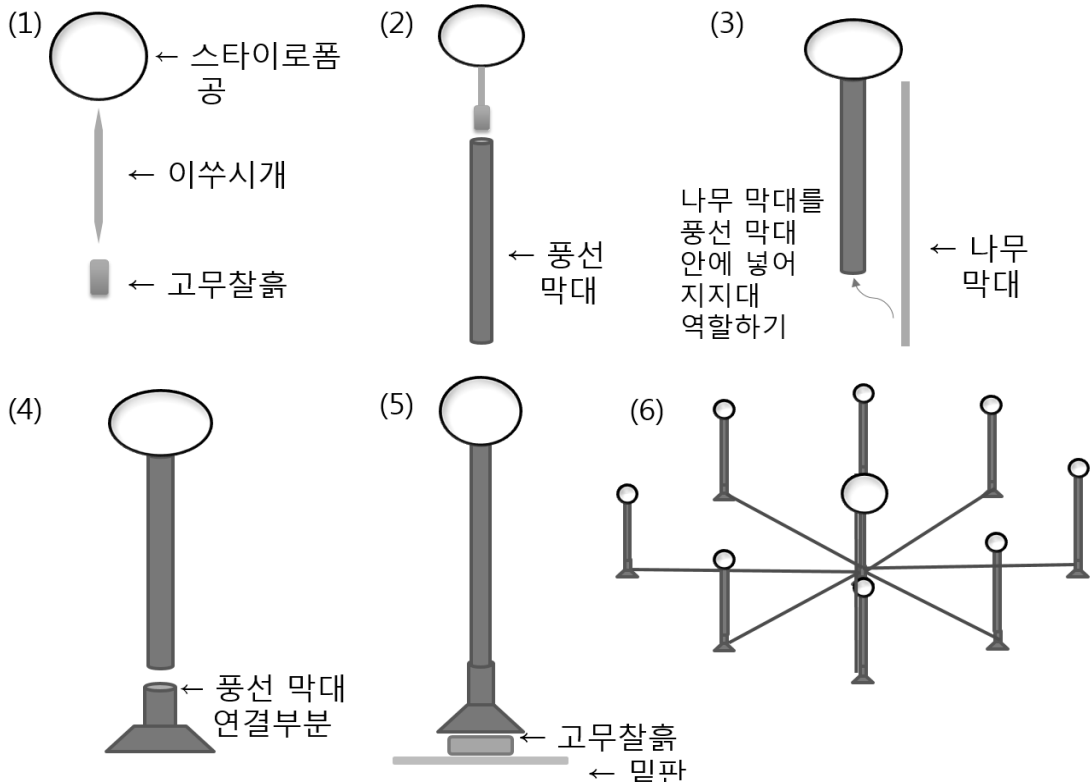


Fig. 4. The procedure for making the observing material

사실을 관찰을 통해 확인할 수 있다. 모든 위치에서 달의 태양을 향하는 측면은 빛을 받고 태양의 반대 측면은 빛을 받지 못한다. 이를 통해 태양-지구-달이 일직선이 되는 위치에서 지구가 태양 빛을 가려 달이 보이지 않을 것이라는 오개념을 없앨 수 있다.

그 후 학생은 지구의 위치에서 각 위치(①~⑧)의 달을 관찰하여 달의 위상변화를 확인할 수 있다.

Fig. 6는 학생들이 수업 중에 활용하는 학습지의 그림으로 교구를 통해 관찰한 달의 위상을 기록할 수 있다. 교구와 학습지에 숫자를 기입하여 학생들이 보다 쉽게 정리할 수 있도록 한다. 학생들은 지구 모형의 자리에서 달의 공전 궤도에 위치한 각각의 달 모형을 바라보며 달의 위상 변화를 Fig. 7과 같

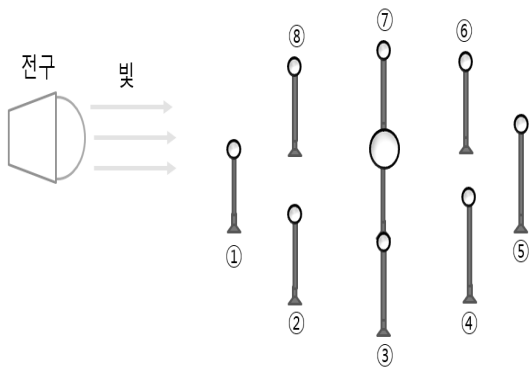


Fig. 5. Installation of the observing material

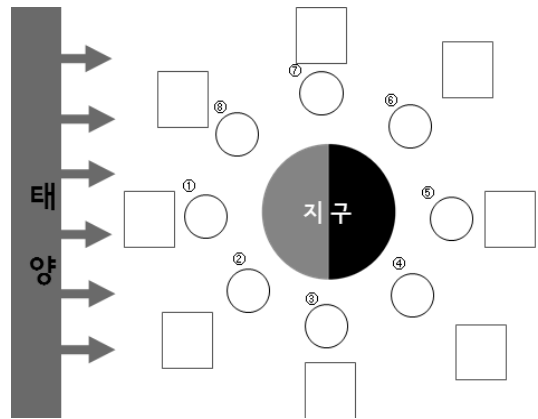


Fig. 6. Picture of worksheet

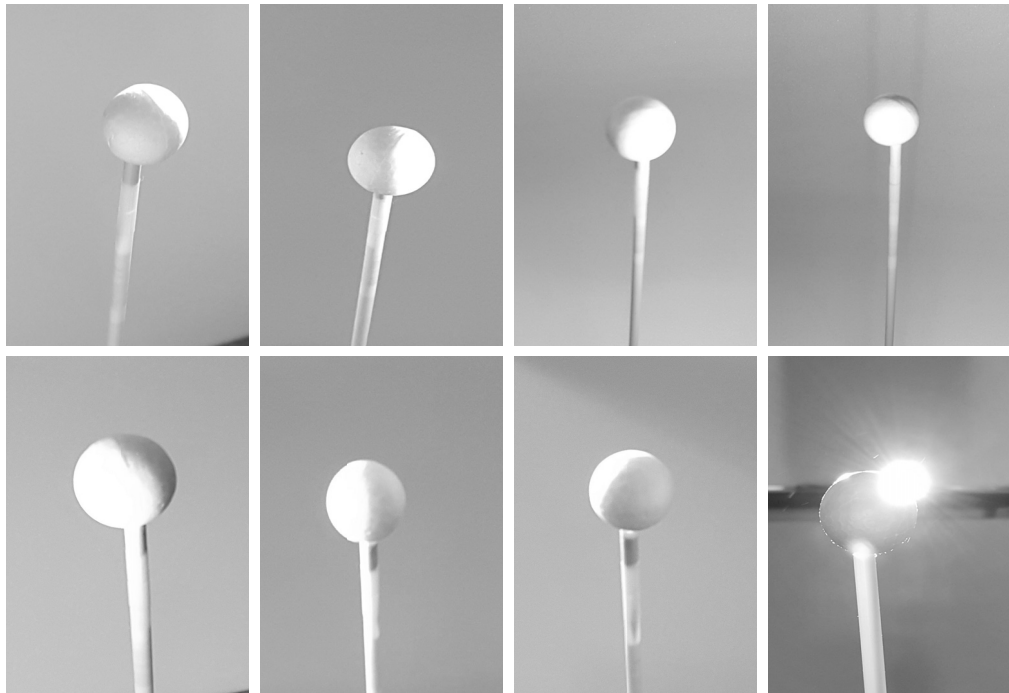


Fig. 7. The phase of moon observed when use the observing material

이 관찰할 수 있다.

5. 자료 분석

가. 개념검사 점수 분석

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

나. 개념 수준별 분석

개념검사 후 실험집단과 비교집단 학생들의 응답을 개념 수준별로 나누어 비교·분석하였다. 우주적 관점에서 달의 공전 궤도에 따라 태양 빛을 받는 달의 부분을 이해하는지, 지구적 관점에서 지구의 관찰자가 바라본 달의 각 위치에 따른 위상을 알고 있는지에 대한 개념 이해 수준을 기준으로 Table 1과 같이 분류하였다.

개념 수준은 학생들이 달의 위상 변화를 이해하는 정도에 따라 위상 인지, 우주적 관점, 지구적 관점, 인지 불가로 나누었다. 위상 인지 수준은 빛의 반사 개념을 알고 우주에서 달이 태양 빛을 어떻게 받는지 알고 있으며, 달의 각 위치에 따른 위상을 알고 있는 가장 상위 수준이다. 우주적 관점 수준은 빛의 반사 개념을 알고 우주에서 달이 태양 빛을 어떻게 받는지 알고 있으나, 이를 지구적 관점

Table 1. The framework of classification on concept levels

개념 수준	분류 기준
위상 인지	<ul style="list-style-type: none"> · 우주적 관점에서 달의 공전 궤도에 따른 각 위치의 달이 태양 빛을 어떻게 받는지 파악함 · 지구적 관점에서 지구의 관찰자가 바라본 달의 각 위치에 따른 위상을 알 · 달의 위상 변화를 이해한 학생들로 학습 목표에 최종적으로 도달한 상태임
우주적 관점	<ul style="list-style-type: none"> · 우주적 관점에서 달의 공전 궤도에 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 공전 궤도에 따른 각 위치의 달이 태양 빛을 어떻게 받는지 파악하지 못함 · 지구적 관점에서 지구의 관찰자가 바라본 달의 각 위치에 따른 위상을 알
인지 불가	<ul style="list-style-type: none"> · 우주적 관점에서 달의 공전 궤도에 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

Table 2. The t-test results on concept test

검사 시기	검사 집단	평균	표준편차	t	p
사전검사	실험집단	30.3	18.4	-1.96	0.05
	비교집단	37.9	22.4		
사후검사	실험집단	75.8	20.0	2.35	0.02
	비교집단	65.6	25.7		
지연검사	실험집단	69.7	21.3	2.27	0.03
	비교집단	59.7	24.8		

으로 전환하지 못하여 달의 위상을 인지하지 못하는 과도기적 수준이다. 지구적 관점은 우주에서 달이 태양 빛을 어떻게 받는지 알지 못하나, 학습에 의해 달의 위상을 암기하여 알고 있는 수준이다. 인지 불가 수준은 우주에서 달이 태양 빛을 어떻게 받는지 알지 못하고, 달의 위상도 인지하지 못하는 가장 하위 수준이다.

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

다. 개념 수준별 반구조화된 면담 실시

사전 검사와 사후 검사 후 실험집단과 비교집단에서 각 수준별 학생을 표집하여 반구조화된 면담을 실시하였다. 반구조화된 면담에서 심층적 질문을 통해 연구 대상자가 우주적 관점과 지구적 관점에서 개념을 정확하게 파악하고 있는지 확인하였다. 우주적 관점에서는 태양-지구-달이 일직선이 될 때 달의 밝은 부분은 어느 부분이고 그 이유는 무엇인지를 물어 달의 공전 궤도가 지구의 공전 궤도와 5° 기울어져 있어 달이 태양 빛을 받아 태양 쪽 면은 밝고 반대 쪽 면은 어둡다는 것을 정확히 인지하고 있는지 파악하였다. 지구적 관점에서는 지구의 관찰자가 바라본 달의 각 위치에 따른 위상과 그렇게 보이는 이유를 물어 연구 대상자가 달의 위상을 단순히 암기하였는지, 아니면 개념을 이해한 것인지 파악하였다.

III. 연구 결과

1. 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 이용하여 수업한 실험집단과 현행 교과서 활동으로 수업을 한 비교집단으로 나누어 달의 위상 변화에 대한 사전개념검사, 사후개념검사, 지연개념검사 결과를 분석

하여 교구의 효과를 알아보았다. 개념검사 t-검정 결과는 Table 2와 같다.

사전개념검사에서 실험집단은 30.3점, 비교집단은 37.9점으로 비교집단이 실험집단보다 평균이 높았으나, t-검정 결과 두 집단은 동질 집단임을 확인할 수 있다.

수업 후 2주 뒤 실시한 사후개념검사에서 실험집단은 30.3점에서 75.8점으로, 비교집단은 37.9점에서 65.6점으로 두 집단 모두 점수가 상승하였다. 하지만 비교집단은 사전검사에 비해 사후검사에서 27.7점이 상승하였고, 실험집단은 사전검사에 비해 사후검사가 45.5점이 상승하여 비교집단보다 실험집단의 사후 평균이 더 많이 상승하였다는 것을 알 수 있다. 사후 개념 검사의 t-검증 결과 통계적으로 유의미한 차이임을 확인할 수 있다.

수업 후 6주 뒤 실시한 지연검사에서 실험집단은 69.7점, 비교집단은 59.7점으로 두 집단 모두 사후검사에 비해 점수가 소폭 하락하였다. 하지만 실험집단이 비교집단보다 여전히 점수가 더 높았고 통계적으로 유의미한 차이임을 확인할 수 있다. 따라서 이 연구에서 개발한 교구의 효과는 사후검사에서 뿐만 아니라 지연검사에서도 효과가 있음을 확인하였다.

이기정(2011)은 학생들이 달의 위상 변화의 원인을 공간적으로 파악하는데 어려움을 겪고 있으며, 삼구의 실험이나 교과서의 그림으로는 달의 위상 변화를 이해하는데 다소 어려움이 있다고 하였다. 이러한 어려움은 이 연구에서 비교집단의 낮은 성취도로 확인할 수 있었다. 반면 이 연구에서 개발한 달의 위상 변화를 공간적으로 이해하고 시각적으로 관찰할 수 있는 교구를 활용한 실험집단에서는 비교집단보다 높은 성취도를 보였다.

양일호 외(2015)는 2007 개정 과학 교과서 삽화에 비해 2009 개정 과학교과서 삽화는 지구 관찰자 관점의 달의 모양 그림, 우주 관찰자 관점의 달의 공전 그림과 지구 관찰자 관점을 연결해주는 데 쓰인 기호, 지구 관찰자 시점을 나타낸 점선 등이 제시되어 더 많은 수의 학생들이 달의 위상 변화 개념을 파악하였다고 하였다. 또한 손준호(2015)는 지구공전 궤도면 위에서 내려다 볼 때와 지구에서 바

라볼 때 태양-지구-달의 상대적 위치에 따라 달의 위상이 달라지는 내용을 단계별로 제시한 재구성 수업을 받은 집단이 기존의 수업을 받은 집단보다 학업성취도가 향상되었음을 확인하였다. 한신 외(2015)는 지구 내부자적 관점과 외부자적 관점을 동시에 관찰할 수 있는 프로그램인 N 스크린 어플리케이션을 활용하여 수업을 한 경우 성취도 향상에 도움을 준 것을 확인하였다. 세 연구에서 지구 관찰자 관점과 우주 관찰자 관점이 모두 제시된 경우 달의 위상 변화에 대한 개념 이해에 도움이 된다는 것이 이 연구 결과와 일치한다.

한주연(2009)은 역할놀이를 활용한 수업이 달의 운동 개념변화에 효과가 있으나 ‘달의 모양에 따른 태양, 달, 지구의 위치관계’와 ‘달 모양이 변하는 이유’에서는 역할 놀이를 활용한 수업 후에도 과학적 개념보다 비과학적 개념의 비율이 더 높았다는 것을 확인하였다. 이 연구에서도 달의 위상 변화 수업 시 현행 교과서 활동인 역할놀이보다 지구와 달의 공전궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구를 활용하는 것이 더 효과적이라는 것을 확인할 수 있었다.

이미애와 최승언(2008)은 교과서에서 제시하는 달의 위상 변화 그림이 태양, 지구, 달의 상대적 크기 및 거리에 대한 올바른 축적 개념을 알려주지 않고 지구의 공전궤도와 달의 공전궤도가 5° 기울어져 있다는 표현이 없기 때문에 식 현상과 혼란을 일으킬 요소가 있으므로 보완 모델이 필요하다고 하였다. 보완 모델로 달의 공전궤도와 지구의 공전

궤도가 기울어짐을 보여주는 측면 그림과 실제 태양, 지구, 달의 크기와 거리를 상대적으로 보여주는 그림을 제시하였다. 이러한 보완 모델은 이 연구에서 추구하는 내용과 같지만 이 연구는 중·고등학생이 아닌 초등학생이 학습 대상이므로 초등학생들이 이해하기 어려운 2차원적인 그림보다 직접 관찰이 가능한 모형을 제작하여 보완 모델의 형태에서 차이를 보인다.

2. 달의 위상 변화 관찰 교구가 개념 수준의 변화에 미치는 효과

실험집단과 비교집단 학생들의 응답을 개념 수준별로 나누어 분류한 결과는 Table 3과 같다. 사전 검사 결과 실험집단과 비교집단 모두 3.6%의 학생이 위상 인지 수준으로, 1.8%의 학생이 우주적 관점 수준으로 분류되었다. 실험집단은 21.8%의 학생들이 지구적 관점으로 분류되었는데, 비교집단은 30.9%의 학생들이 지구적 관점으로 분류되어 비교집단의 학생들이 실험집단의 학생들보다 더 많이 지구적 관점에 분류되어 있었다. 인지 불가 수준은 실험집단의 72.8%의 학생들과 비교집단의 63.6%의 학생들이 분류되어 있어 실험집단의 학생들이 비교집단의 학생들보다 많이 속해있음을 알 수 있다.

사후검사 결과 실험집단은 65.5%의 학생들이 위상 인지 수준으로 분류되었는데, 비교집단은 위상 인지 수준이 36.4%에 불과하였다. 지연검사 결과 실험집단은 58.2%의 학생들이 위상 인지 수준으로

Table 3. The frequencies according to concept levels in experimental group and control group

집단	개념수준		위상 인지	우주적 관점	지구적 관점	인지 불가
	검사 시기					
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%)

분류되었는데, 비교집단은 34.5%의 학생들이 위상 인지 수준으로 분류되었다. 또한 사후검사 결과 실험집단의 9.1%만이 가장 낮은 수준인 인지 불가 수준으로 분류된 반면, 비교집단은 21.8%의 학생이 인지 불가로 분류되었다. 지연검사에서도 실험집단은 9.1%의 학생들이 인지 불가 수준이나 비교집단은 23.6%의 학생들이 인지 불가 수준으로 분류되었

다. 즉 사후검사와 지연검사에서 실험집단이 가장 상위 수준인 위상 인지에 더 많은 학생들이 분류되었고, 가장 하위 수준인 인지 불가에 매우 적은 학생들이 분류되어 이 연구에서 개발한 자료의 효과를 확인할 수 있었다.

실험집단 학생들의 사전검사, 사후검사, 지연검사의 개념 수준별 변화를 나타낸 Fig. 8을 살펴보

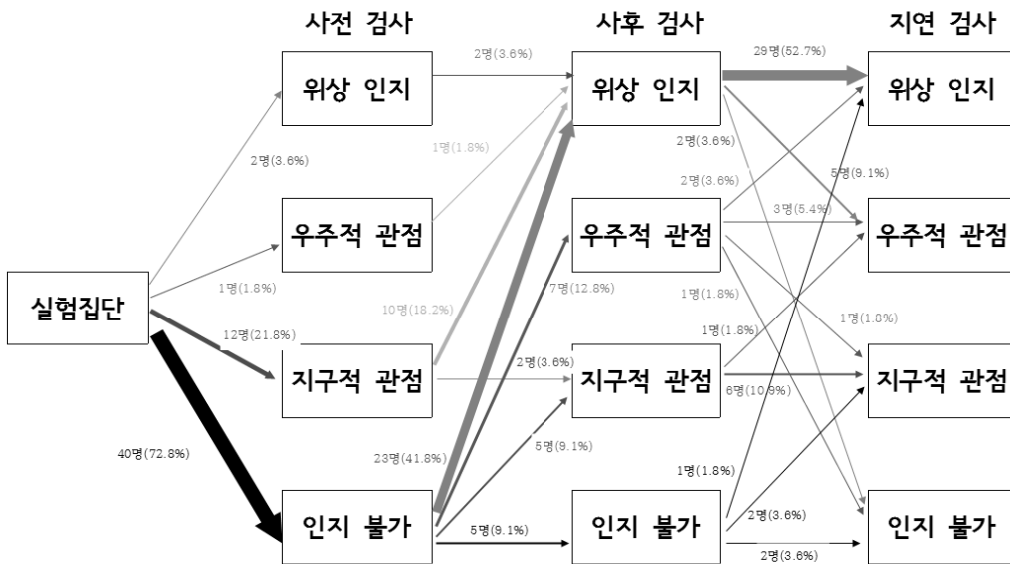


Fig. 8. Changes of concept levels of pre, post, delayed tests in the experimental group

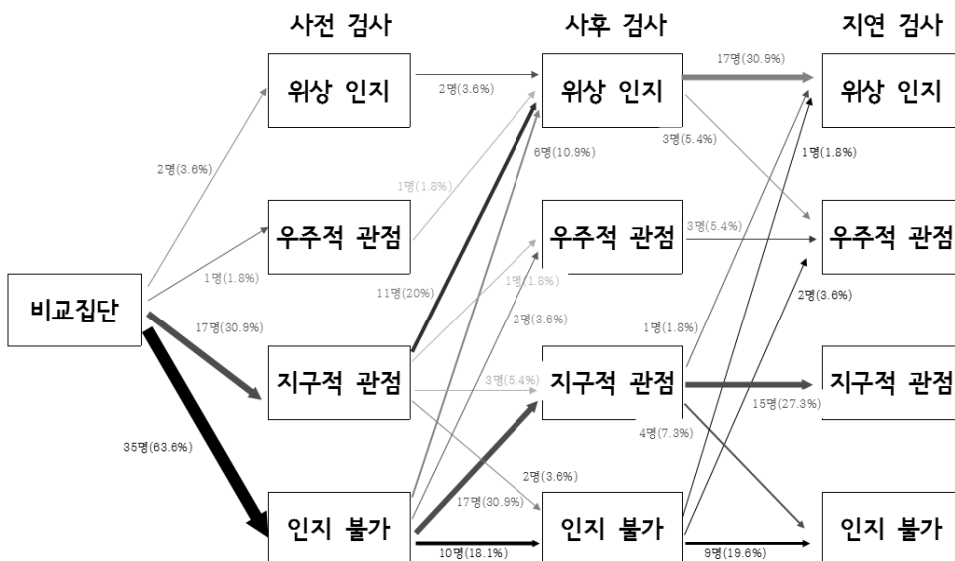


Fig. 9. Changes of concept levels of pre, post, delayed tests in the control group

면, 사전검사 시 72.8%의 학생들이 인지 불가 수준으로 분류되었으나 이들 중 41.8%의 학생들이 사후검사에서 가장 상위 수준인 위상 인지로 변화하였음을 확인할 수 있다. 그리고 12.8%의 학생들이 과도기적 수준인 우주적 관점으로 변화하였다. 사후검사에서 위상 인지 수준으로 분류되었던 학생들 중 일부는 지연검사에서 인지 불가나 우주적 관점으로 퇴행하기는 하였으나, 대부분의 학생들이 위상 인지 수준을 유지하였다.

비교집단 학생들의 사전검사, 사후검사, 지연검사의 개념 수준별 변화를 나타낸 Fig. 9를 살펴보면, 사전검사에서 63.6%의 학생들이 인지 불가 수준으로 분류되었다. 이들 중 10.9%만이 사후검사에서 가장 상위 수준인 위상 인지로 변화하였고, 30.9%가 달의 위상을 단순 암기하는 지구적 관점으로 변화한 것을 통해 비교집단 학생들은 수업 후 개념을 이해하기보다 암기하는 경우가 더 많음을 확인할 수 있다. 지연검사에서는 다소 개념 수준의 변화가 있으나, 대부분 사후검사의 개념 수준이 유지되었다.

각 집단의 개념 수준별 변화를 통해 실험집단이 비교집단에 비해 인지 불가에서 과도기적 수준인 우주적 관점과 가장 상위 수준인 위상 인지로 더 많이 변화하였음을 확인할 수 있다.

3. 반구조화된 면담에서 나타난 개념수준별 달의 위상 변화 관찰 교구의 효과

가. 위상 인지 수준의 학생과의 면담

위상 인지 수준의 학생들은 우주적 관점에서 태양과 달이 따로 제시된 경우 태양 빛을 받는 부분은 밝게, 받지 못하는 부분은 어둡게 표현하여 빛을 받는 부분을 바르게 표시하였다. 그리고 달을 공전 궤도에 따라 8개 제시하였을 때, 역시 따로 제시한 경우와 같이 각각의 달을 태양 빛을 받는 부분은 밝게, 받지 못하는 부분은 어둡게 표현하여 빛을 받는 부분을 바르게 표시하였다. 면담 시 연구 대상자들은 달이 공전 궤도에 따라 위치가 달라지더라도 앞에서 태양과 달이 따로 제시된 것과 같이 태양 빛을 받아서 태양 빛을 받는 방향은 밝고

태양 빛을 받지 못하는 방향은 어두울 것이라 판단하였다고 진술하였다. 이를 통해 연구 대상자들이 빛의 직진 성질과 반사 개념을 알고, 이를 달의 위치가 바뀌어도 동등하게 적용함을 알 수 있다.

지구에서 바라보았을 때 태양-달-지구가 일직선에 위치한 경우 달이 보이지 않고 태양-지구-달이 일직선에 위치한 경우 보름달로 보일 것이라고 바르게 답하였다. 이는 우주에서 달이 태양 빛을 어떻게 받는지 인식하고, 달의 밝은 부분을 지구에서 보았을 때 어떻게 보이는지 전환하여 달의 위상을 파악하고 있다는 것으로 볼 수 있다.

이러한 특징은 사전검사와 사후검사 시 위상 인지에 속한 학생들이 공통적으로 지니고 있었다. 하지만 위상 인지에 속한 학생들 사이에서 달이 태양 빛을 어떻게 받는지에 대한 개념 확립 정도는 차이가 있었다. 면담을 통해 확인한 결과 사전검사 시 위상 인지에 속한 학생들과 사후검사 시 위상 인지에 속한 비교집단 학생들은 태양-지구-달의 위치에서 달이 태양 빛을 받을 수 있는 이유에 대해 ‘지구가 태양에 비해 굉장히 작기 때문에 그림자가 그렇게 크지 않아 달이 빛을 받을 수 있다.’, ‘태양 빛이 회전성이 있어 살짝 휘어서 가면 달에 가서 비칠 것이다.’, ‘태양 빛이 강해서 태양-지구-달의 위치에 있는 달도 태양 빛을 받을 수 있다.’와 같이 다양한 오개념을 가지고 있었다. 하지만 사후검사 시 위상 인지에 속한 실험집단 학생들은 달의 공전 궤도가 지구의 공전궤도와 5° 기울어져 있어 태양-지구-달의 위치에 있는 달도 빛을 받는다고 대답하여 개념을 정확히 알고 있음을 확인할 수 있었다.

<사전검사 시 위상 인지 수준에 속한 학생>

T: 태양이 왼쪽에 있고 달이 오른쪽에 있을 때, 우주에서 바라본 달이 왜 왼쪽은 밝고 오른쪽은 어두운가요?

S₁: 태양이 여기(왼쪽) 있고 달이 여기(오른쪽) 있잖아요 태양의 빛을 받는데 한쪽은(오른쪽) 그림자가 생기니까 왼쪽은 태양 빛을 받아서 노란색이 되고 오른쪽은 빛이 들어오지 않아서 검은 색이 되요

T: 달의 공전 궤도에 따라 8개가 있을 때 왜 모두 왼쪽은 밝고 오른쪽은 어두운가요?

S₁: 여기서(태양-지구-달이 일직선이 되는 위치) 지구에 그림자가 있어도 지구가 태양에 비해 굉장히 작기 때문에 그림자가 그렇게 크지 않아요. 그래서 이쪽(태양-지구-달이 일직선이 되는 위치)도 반반으로 보여요.

T: 그러면 달이 여기(태양-달-지구가 일직선이 되는 위치) 있을 때 지구에서 달을 보면 어떤 모양이 될지 그려봅시다.

S₁: 안 보여요.

T: 왜 안 보일 것 같나요?

S₁: 태양 빛이 너무 강하니까요.

T: 그러면 달이 태양-지구-달이 일직선에 있는 위치에 있을 때 지구에서 달을 보면 어떻게 보일지 그려봅시다.

S₁: (보름달을 그림)

T: 왜 이렇게 보일 것 같나요?

S₁: 그림자가 달에 미치지 않고 달은 받은 태양 빛을 반사해서요.

<사후검사 시 위상 인지 수준에 속한 실험집단 학생>

T: 태양이 왼쪽에 있고 달이 오른쪽에 있을 때 우주에서 바라본 달이 왜 왼쪽은 밝고 오른쪽은 어두운가요?

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

T: 달의 공전 궤도에 따라 8개가 있을 때 왜 모두 왼쪽은 밝고 오른쪽은 어두운가요?

S₂: 달이 이쪽에(달의 위치를 하나 지정) 있으면 태양 빛이 이렇게(왼쪽에서 오른쪽) 와 이쪽이(달의 왼쪽) 비추고 달이 이쪽에(다른 달의 위치) 있으면 이쪽이(그 달의 왼쪽) 비춰요. 다 같아요.

T: 이 뒤의 달은(태양-지구-달이 되는 위치) 지구에 가려서 검게 보이지 않을까요?

S₂: 아니요. 달의 공전 궤도가 지구의 공전 궤도와 5°도 기울어져 있어서 태양 빛을 받아요.

T: 지구에서 달이 여기(태양-지구-달이 일직선이 되는 위치) 있을 때 보름달로 보일 것 같다고 하었는데 왜 그렇게 생각하나요?

S₂: 이렇게 반 잘랐을 때 지구에서 보이는 쪽이 다 빛을 받기 때문이요.

T: 그러면 달이 태양-달-지구가 일직선에 있는 위치에 있을 때 달이 보이지 않는다고 하였는데 왜 그렇게 생각하나요?

S₂: 여기에는(지구에서 보는 달의 오른쪽) 빛이 반사가 안 되기 때문이에요.

나. 우주적 관점 수준의 학생과의 면담

우주적 관점 수준의 학생들이 우주에서 태양 빛을 어떻게 받는지 면담을 통해 알아보았다. 이 수준의 학생들은 위상 인지 수준의 학생들과 유사한 답변을 하였다. 태양과 달이 따로 제시된 경우와 달을 공전 궤도에 따라 8개 제시한 경우 모두 태양 빛을 받는 부분은 밝게, 받지 못하는 부분은 어둡게 표현하여 빛을 받는 부분을 바르게 표시하였다. 면담을 통해 위상 인지 수준의 학생들과 동일한 이유로 개념을 인식하고 있음을 확인하였다. 이를 통해 연구 대상자들이 빛의 직진 성질을 알고 이를 달의 위치가 바뀌어도 동등하게 적용함을 알 수 있다.

지구에서 태양-달-지구가 일직선에 위치한 경우와 태양-지구-달이 일직선에 위치한 경우의 달의 위상에 관해서는 혼란스러운 모습을 보였다. 면담을 하던 중 답을 계속 바꾸거나 잘 모르겠다고 하는 등 자신의 생각이 잘못되었음을 느끼지만, 무엇이 잘못되었는지 인식을 하지 못하거나 정답을 찾지 못하였다. 이는 우주에서 달이 태양 빛을 어떻게 받는지는 인식하고 있지만 달의 밝은 부분을 지구에서 보았을 때 어떻게 보이는지 전환을 시키지 못하여 생기는 반응으로 볼 수 있다.

이러한 특징은 사전검사와 사후검사 시 우주적 관점 수준에 속한 학생들이 공통적으로 지니고 있었다. 하지만 우주적 관점 수준에 속한 학생들 사이에서 달이 태양 빛을 어떻게 받는지에 대한 개념 확립 정도는 차이가 있었다. 사전검사 시 우주적 관점 수준에 속한 학생들과 사후검사 시 우주적 관점 수준에 속한 비교집단 학생들은 처음에는 바르게 답하였으나, 질문이 계속되었을 때 혼란스러워하는 모습을 보여 아직 개념이 정확하게 확립되지

않았음을 알 수 있었다. 하지만 사후검사 시 우주적 관점 수준에 속한 실험집단 학생들은 달의 공전 궤도가 지구의 공전궤도와 기울어져 있어 태양-지구-달이 일직선에 위치한 경우의 달도 빛을 받는다고 대답하여 우주에서 달이 빛을 어떻게 받고 있는지는 정확히 알고 있으나, 지구에서 바라본 달의 위상에 대해서는 이해하지 못함을 확인할 수 있었다.

<사전검사 시 우주적 관점 수준에 속한 학생>

T: 태양이 왼쪽에 있고 달이 오른쪽에 있을 때 우주에서 바라본 달이 왜 왼쪽은 밝고 오른쪽은 어두운가요?

S₃: 태양이 왼쪽에 있고 달이 오른쪽에 있기 때문에 태양이 달을 비출 때 달을 세로로 이등분했을 때 왼쪽은 태양 빛을 받아서 노란색이 되고, 오른쪽은 빛이 들어오지 않아서 검은 색이 됩니다.

T: 달의 공전 궤도에 따라 8개가 있을 때 왜 모두 왼쪽은 밝고 오른쪽은 어두운가요?

S₃: 앞에서와 같이 태양 빛을 받아서 달을 이등분 했을 때 왼쪽은 햇빛을 받고 오른쪽은 햇빛을 안 받기 때문에, 왼쪽은 밝게 그렸고 오른쪽은 어둡게 그렸습니다.

T: 그러면 이쪽 위치(태양-달-지구가 일직선이 되는 위치)랑 이쪽 위치가(태양-지구-달이 일직선이 되는 위치) 모두 같은 원리로 되어 있을 것이라고 생각하나요?

S₃: 그런데 이쪽 위치는(태양-지구-달이 일직선이 되는 위치) 지구가 태양의 빛을 막기 때문에 이쪽에 있는 달은 햇빛을 못 받는다고 생각합니다.

T: 지구에서 봤을 때 달이 여기(태양-달-지구가 일직선이 되는 위치) 있을 때 어떤 모양이 될지 그려봅시다.

S₃: 태양 빛에 달이 가려져서 아예 안 보일 것 같습니다.

T: 그러면 달이 태양-지구-달이 일직선에 있는 위치에 있을 때 어떻게 보일 것 같나요?

S₃: 이쪽에서는 지구가 태양의 빛을 가리기 때문에 안 보일 것 같습니다.

<사후검사 시 우주적 관점 수준에 속한 실험집단 학생>

T: 태양이 왼쪽에 있고 달이 오른쪽에 있을 때 우주에서 바라본 달이 왜 왼쪽은 밝고 오른쪽은 어두운가요?

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

T: 달의 공전 궤도에 따라 8개가 있을 때 왜 모두 왼쪽은 밝고 오른쪽은 어두운가요?

S₄: 수업시간에 선생님이랑 했을 때 그렇게 되었어요. 다 이렇게(왼쪽은 밝고 오른쪽은 어두움) 되었어요.

T: 왜 그렇게 되나요?

S₄: 수업시간에 달의 공전궤도가 지구랑 비교해서 기울어져 있어서 다 빛을 받을 수 있다고 했어요.

T: 지구에서 봤을 때 달이 여기(태양-달-지구가 일직선이 되는 위치) 있을 때 보름달로 보일 것 같다고 하였는데 왜 그렇게 생각하나요?

S₄: 몰라서 찍었어요.

T: 그러면 달이 태양-지구-달이 일직선에 있는 위치에 있을 때 어떻게 보일 것 같나요?

S₄: 모르겠어요.

다. 지구적 관점 수준의 학생과의 면담

지구적 관점 수준의 학생들은 우주에서 태양과 달이 따로 제시된 경우 태양 빛을 받는 부분은 밝게, 받지 못하는 부분은 어둡게 표현하여 빛을 받는 부분을 바르게 표시하였다. 하지만 달을 공전 궤도에 따라 8개 제시하였을 때는 각각의 달을 앞의 표시처럼 나타내지 못하고, 그림을 전체적으로 파악하여 태양에 가까운 곳에 위치한 달은 밝게, 태양과 멀리 떨어진 달은 어둡게 표현하거나 태양과 가까운 쪽의 달은 밝은 부분이 많고 멀어질수록 어두운 부분이 많게 표시하였다. 면담 시 연구 대상자들은 태양과 가까이 있으면 태양 빛을 받아 밝을 것이고, 멀리 떨어져 있으면 태양 빛이 닿지 않거나 지구에 가려져서 어두울 것이라 판단하였다고 진술하였다.

지구에서 태양-달-지구가 일직선에 위치한 경우 달이 보이지 않고 태양-지구-달이 일직선에 위치한 경우 보름달로 보일 것이라고 바르게 답하였다. 하지만 면담을 통해 학생들이 정확한 개념을 지니고 있는 것이 아닌 선행 학습을 통해 단순히 암기하고 있는 사항이라는 것을 확인하였다. 면담에서 우주적 관점에 관한 질문과 함께 생각할 경우 학생들은 혼란스러워 하였고, 답을 오개념으로 바꾸는 경우도 있었다. 즉, 지구적 관점 수준에 속한 학생들은 달의 위상 변화에 대한 개념이 형성되어 있지 않음을 확인할 수 있었다.

이러한 오개념은 사전검사와 사후검사 시 지구적 관점 수준에 속한 실험집단과 비교집단의 학생들이 공통적으로 지니고 있었고, 사후검사에서도 지구적 관점 수준에 속한 학생들은 수업을 통해 달의 각 위치에 따른 위상을 암기하였을 뿐 그러한 위상이 보이는 이유까지는 알지 못함을 확인할 수 있었다.

<사전검사 시 지구적 관점 수준에 속한 학생>

T: 태양이 왼쪽에 있고 달이 오른쪽에 있을 때 우주에서 바라본 달이 왜 왼쪽은 밝고 오른쪽은 어두운가요?

S: 태양의 빛이 왼쪽에서 오른쪽으로 오니까 빛을 받은 왼쪽은 밝고 오른쪽은 빛이 안 오니까 이렇게 보일 것 같아요.

T: 달의 공전 궤도에 따라 8개가 있을 때 왜 태양에 가까운 곳에 있는 달은 밝은 부분이 많고 태양과 멀리 있는 달은 밝은 부분이 적고 어두운가요?

S: 태양과 지구 사이에 위치한 달은 태양과 가장 가까운 위치에 달이 있는 것이니까 제일 밝을 것이라고 생각하고 이쪽(태양, 지구, 달 45도)은 조금 멀리에 있으니까 살짝 어둡고 이쪽은(태양, 지구, 달 90도) 반쯤에 있으니까 반은 어둡고 반은 밝고 이쪽은(태양, 지구, 달 135도) 태양과 조금 멀리 있으니까 살짝 밝고 여기는(지구 뒤쪽) 지구가 막고 있어서 태양 빛을 못 받을 것 같았어요.

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

S: (보름달을 그림)

T: 달이 태양-지구-달로 일직선에 있을 경우 어떻게 보일 것 같나요?

S: (원 전체를 검게 그림)

T: 지구에서 볼 때 보름달로 보이는 위치가 태양-지구-달이 일직선이 되는 위치라고 답변했는데 아까는 태양-달-지구로 일직선에 있을 경우에서 보름달로 보인다고 했어요 왜 여기서는(개념 검사지) 태양-지구-달이 일직선이 되는 위치에서 보름달로 보일 것 같나요?

S: 태양 빛이 왼쪽에서 오른쪽 오니까 태양-지구-달이 일직선이 되는 위치의 왼쪽이 제일 밝아서 지구에서 볼 때 보름달로 보일 것 같아요.

T: 아까는 빛이 가려질 것 같다고 하였는데?

S: 그러게요.... 잘 모르겠어요.

T: 달이 보이지 않는 곳은 태양-달-지구로 일직선에 있을 경우라고 했는데 왜 보이지 않을 것 같아요?

S: 태양-달-지구로 일직선에 있을 경우의 오른쪽 어두우니까요.

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

S: 잘 모르겠어요.

라. 인지 불가 수준의 학생과의 면담

인지 불가 수준의 학생들이 우주에서 달이 태양 빛을 어떻게 받는지를 면담을 통해서 알아보았다. 학생들은 태양과 달이 따로 제시된 경우 태양 빛을 받는 부분은 밝게, 받지 못하는 부분은 어둡게 표현하여 빛을 받는 부분을 바르게 표시하였다. 하지만 달을 공전 궤도에 따라 8개 제시하였을 때는 각각의 달을 앞의 표시처럼 나타내지 못하고 그림을 전체적으로 파악하여 태양에 가까운 곳에 위치한 달은 밝게, 태양과 멀리 떨어진 달은 어둡게 표현하였다. 면담을 통해 지구적 관점 수준의 학생들과 동일한 이유로 개념을 인식하고 있음을 확인하였다. 이를 통해 연구 대상자들이 빛의 직진 성질은 알고 있으나, 달의 위치에 따라 동등하게 적용하지 못하고 달의 공전 궤도에 따른 8개의 달을 하나로 인식하고 있음을 알 수 있다(Fig. 10). 또한 달의 공전 궤도가 지구의 공전 궤도와 5° 기울어져 있어

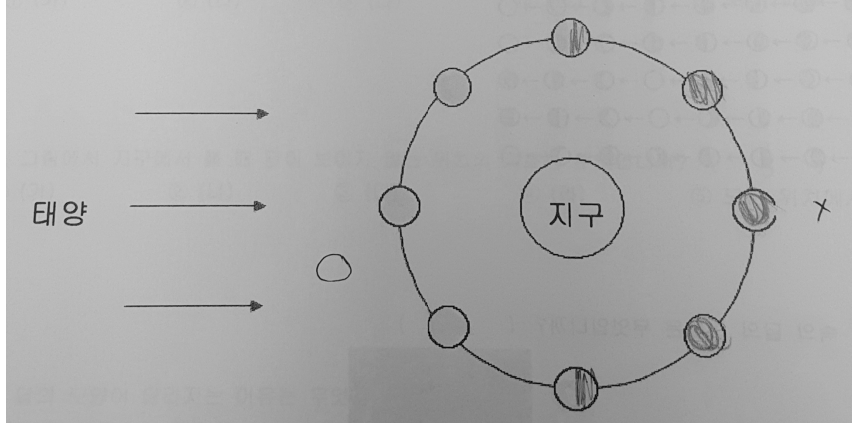


Fig. 10. A diagram showing the bright part of moon drawn by student of 'No recognition' level

빛을 받을 수 있음을 알지 못함을 나타낸다.

지구에서 태양-달-지구가 일직선에 위치한 경우 달이 태양 빛을 받아 보름달로 보이고, 태양-지구-달이 일직선에 위치한 경우 달이 태양 빛을 받지 못하거나 지구에 가려 보이지 않을 것이라고 생각하였다. 면담을 통해 이러한 판단이 우주적 관점에서 달의 위치에 따라 빛을 받는 부분에 대한 오개념이 연결된 것임을 확인할 수 있었다.

이러한 오개념은 사전검사와 사후검사 시 인지 불가 수준에 속한 실험집단과 비교집단의 학생들이 공통적으로 지니고 있었고, 사후검사에서도 인지 불가 수준에 속한 학생들은 수업을 통해 오개념이 수정되지 못하고 기존의 오개념이 유지된 것으로 보인다.

<사전검사 시 인지 불가 수준에 속한 학생>

T: 태양이 왼쪽에 있고 달이 오른쪽에 있을 때 우주에서 바라본 달이 왜 왼쪽은 밝고 오른쪽은 어두운가요?

S₆: 태양이 달의 절반만 비출 것 같아요.

T: 태양 빛을 받는 쪽은 밝고 못 받은 쪽은 어두운 것인가요?

S₆: 네

T: 달의 공전 궤도에 따라 8개가 있을 때 왜 태양 쪽 3개는 달 전체가 밝고, 지구와 90°로 있을 때는 왼쪽은 밝고 오른쪽은 어둡고 태양과 먼 3개는

달 전체가 어두운가요?

S₆: 태양 쪽 달들은 태양의 빛을 받고 나머지는 빛을 못 받아서요.

T: 그러면 태양과 지구 사이에 달이 있을 때 지구에서 달이 어떤 모양으로 보일 것 같나요?

S₆: 보름달로 보일 것 같아요.

T: 왜 그렇게 생각하나요?

S₆: 이쪽 위치에서는 태양 빛을 받아서요.

T: 달이 태양-지구-달이 일직선에 있는 위치에 있을 때 어떻게 보일까요?

S₆: 안 보일 것 같아요.

T: 왜 그렇게 생각하나요?

S₆: 달이 지구에 가려져서요.

IV. 결론

이 연구는 초등학교 6학년 학생들이 달의 공전에 따른 위상 변화를 이해하고 오개념을 줄일 수 있도록 지구와 달의 공전 궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구를 제작하고, 그 교구의 효과를 알아보았다.

이 연구에서 개발된 달의 위상 변화 관찰 교구를 활용한 활동은 현행 교과서에 나온 활동과 비교할 때, 달의 공전 궤도가 지구의 공전 궤도와 5° 기울어진 것을 시각적으로 보여주고 달의 위상 변화 관찰 활동 시 태양-지구-달이 일직선인 위치에서

도 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.

달의 위상 변화에 대한 사전 개념 검사에서 실험집단과 비교집단의 평균은 유의미한 차이가 없었으나, 사후검사에서는 비교집단에 비해 실험집단의 평균이 더 높았고 이는 통계적으로 유의미하였다. 또한 지연검사에서도 실험집단의 평균이 비교집단의 평균보다 통계적으로 유의미하게 높았다. 이는 이 연구에서 개발된 달의 위상 변화 관찰 교구가 초등학생들의 달의 위상 변화에 대한 개념 형성에 효과가 있음을 나타낸다.

개념 수준별 분석 시 사후검사와 지연검사에서 실험집단의 학생들이 비교집단의 학생들보다 가장 상위 수준인 위상 인지로 더 많이 분류되었다. 실험집단과 비교집단의 사전검사, 사후검사, 지연검사에서의 개념 수준별 변화에서도 실험집단이 비교집단에 비해 인지 불가에서 가장 상위 수준인 위상 인지와 과도기적 수준인 우주적 관점으로 더 많이 변화하였음을 확인할 수 있었다. 이를 통해 이 연구에서 개발한 달의 위상 변화 관찰 교구가 달의 위상 변화 수업에 효과적이고, 그 효과가 지속적으로 유지됨을 알 수 있다.

국문요약

이 연구의 목적은 지구와 달의 공전 궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구의 효과를 알아보고자 하는 것이다. 이를 위하여 지구의 공전 궤도와 5° 기울어진 달의 공전 궤도를 나타내는 달의 위상 변화 관찰 교구를 개발하였다. 그리고 이 교구의 효과를 확인하기 위해 제주시내 초등학교 6학년 110명의 학생을 실험집단과 비교집단으로 나누어 연구를 실시하였다. 실험집단 55명의 학생은 이 연구에서 개발한 달의 위상 변화 관찰 교구를 활용하여 수업을 진행하였고 비교집단 55명의 학생은 현행 교과서 활동으로 수업을 진행하였다.

실험집단과 비교집단의 학생들에게 달의 위상 변화에 대한 사전, 사후, 지연 개념검사와 개념수준

별 반구조화된 면담을 실시하였다. 학생들의 응답에 따라 ‘위상 인지’, ‘우주적 관점’, ‘지구적 관점’, ‘인지 불가’로 개념 수준을 구분하였다. 사전개념검사에서 t-검정 결과 실험집단과 비교집단은 동질 집단임을 확인할 수 있었다. 사후개념검사와 지연개념검사에서도 실험집단은 비교집단보다 통계적으로 유의미하게 높은 점수를 얻었다. 또한 실험집단은 비교집단보다 상위 개념 수준인 ‘위상 인지’에 속하는 학생 수가 많았다. 반구조화된 면담 결과 ‘위상 인지’와 ‘우주적 관점’에 속한 실험집단 학생들은 비교집단 학생들보다 달의 위상 변화에 대해 더 과학적으로 설명하였다. 이를 통해 지구와 달의 공전 궤도를 고려한 달의 위상 변화 관찰 교구가 효과가 있음을 확인할 수 있다.

References

- 곽영순(2006). 과학과 교육용 콘텐츠 개발 방안 연구. *교육과정평가연구지*, 9(1), 339-361.
- 교육과학기술부(2015). 과학 6-1 교과서. 비상교육.
- 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.
- 김태선(2006). 달에 대한 초등학교 고학년 학생들의 개념 조사. 대구교육대학교 교육대학원 석사 학위논문.
- 변재성 외(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. *과학수학 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. *대한지구과학교육학회지*, 8(1), 56-65.

- 이기정(2011). 달 위상변화 지도를 위한 관측자료의 제작과 활용. 서울교육대학교 교육대학원 석사 학위논문.
- 이미애, 최승연(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.
- 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 외(2016). 학생 활동 중심의 초등학교 과학 교과서 모형 개발 및 적용: ‘지구와 우주’ 영역을 중심으로. 대한지구과학교육학회지, 9(1), 15-26.
- 한신 외(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.