

ORIGINAL ARTICLE

학교 급별에 적합한 ‘지구의 모양’ 실험에 대한 예비교사의 인식 연구

한제준¹ · 채동현^{2*}

(¹남원대산초등학교 · ²전주교육대학교)

Research on Perception of Pre-service Teachers in Experiments of ‘the Earth’s Shape’ of Each Stage of School

Je-jun Han¹ · Dong-hyun Chae^{2*}

(¹Namwon Daesan Elementary School · ²Jeonju National University of Education)

ABSTRACT

To learn the Earth’s shape is a very important achievement standard in the earth science education. The purpose of this study is for helping school experiments by investigating effective experiments of the Earth’s shape of each stage of school. Researchers suggest various experiment methods to learn the Earth’s shape and investigated appropriate experiments to stage of elementary school, secondary school, high school and university for 26 pre-service teachers. As a result, there is difference between schools in effective experiments of the Earth’s shape. Pre-service teachers thought that to observe a sail of ship to come back to a harbour is effective for elementary school students. And they responded that to compare the altitude of the polar star by latitudes is good for the secondary and high school students and to compare difference of sight according to height of the ground is effective for university students. They thought that level of the experiment method, abstract thinking and depth of background knowledge should be considered when teachers choose an effective experiment of the Earth’s shape.

Key words : earth, shape of the earth

1. 서론

지구에 대한 개념(earth concept)은 천문 교육에서 Big idea라 불리는 것 중 하나로 중요하게 다루어져 왔다(Lelliott & Rollnick, 2010). 지구에 대한 개념은 중력(gravity)이나 낮과 밤(day and night), 계절(seasons) 등 다른 천문 관련 개념을 형성하는데 있어 매우 중요한 역할을 한다. 따라서 우리나라 교육과정에서도 지구의 모양을 아는 것은 과학교육에서 중요한 성취기준 중

하나로, 학생들은 초등학교 3학년에서부터 지구의 모양을 탐구 실험을 통해 학습하고 있다(교육부, 2015). 세계의 여러 연구자는 오래전부터 학생들이 지구의 모양을 어떻게 생각하고 있는지 많은 연구를 실시해 왔다. 그 결과 학생들은 학교에서 지구의 모양을 배우기 이전부터 다양한 개념을 형성하고 있으며, 이러한 개념은 이후 학습에 영향을 준다는 것을 밝혀냈다.

Nussbaum과 Novak(1976)은 미국에 있는 초등학교 2학년 학생을 대상으로 한 연구에서 학생들의 19%는

Received 6 July, 2018; Revised 24 July, 2018; Accepted 11 August, 2018

*Corresponding author : Chae Dong-hyun, Jeonju National University of Education, 50 Seohak-ro, Wansan-gu, Jeonju-si, Jeollabuk-do, 55101, Korea

Phone : +82-63-281-7150

E-mail : donghyun@jnu.ac.kr

© 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.

지구의 모양을 구형(球形) 모델로 이해하고 있었으며, 11%는 편평한 지구로 인식하고 있었다. Sneider와 Pulos (1983)의 연구에서는 초등학교 3학년 학생의 30%가 지구의 모양을 설명할 때 납작하게 눌려진 공 모양의 편평한 구형 모델을 사용하였으며 Vosniadou와 Brewer (1992)의 연구에서는 초등학교 3학년 학생 중 15%가 편평한 구형 모델을 사용했고 40%는 구형 모델을 가지고 있는 것으로 나타났다.

우리나라에서도 학생들이 지구의 모양을 어떻게 생각하는지 많은 연구가 되었다. 그중 김선양과 이종희 (2001)는 4~6살 유치원생을 대상으로 지구의 모양을 조사한 결과 아이들은 크게 원판형, 구형, 반구형 등 3개의 유형을 가지고 있었으며, 많은 아이들이 땅의 전체 모양을 편평하게 표현하였다. 김재중(2004)은 3학년 학생을 대상으로 지구의 모양의 인식에 대해 조사한 결과 학생들은 지구의 모양에 대해 과학적으로 깊게 이해하지 못하고 피상적으로만 인식하고 있음을 알아냈다. 강인숙 등(2008)은 초등학교 3학년 학생들의 지구의 모양에 대한 선개념을 조사한 결과 많은 학생들이 지구를 구형으로 인식하고 있었으며 일부 학생에게서는 편평한 지구나 ‘이중 지구’의 개념을 가지고 있음을 알아냈다. 이완(1999)의 연구에서는 이러한 지구와 관련된 개념들이 초등학교 고학년으로 갈수록 과학적인 개념으로 변한다고 하였다.

지구의 모양에 대한 개념 연구 결과는 조금씩 다르지만 대부분의 연구에서 적어도 일부 학생들은 ‘편평 지구 모델(flat earth model)’을 가지고 있음을 알 수 있다(Jipson, 2000). 지구의 모양에 대해 학생들이 다양한 개념을 형성하는 것은 학생들이 단순한 지각 경험(예를 들어 눈에 보이는 지구의 표면은 편평함)을 통해 얻은 정보에 기초하여 초기 개념을 형성하기 때문이다(Jipson, 2000). 학교 교육에서는 이처럼 학생들이 일상적인 감각 경험에서 생성한 초기 개념을 추상적이고 과학적인 정보와 조화시켜야 한다. 이러한 과정을 Carey(1985)는 학생들이 세계를 이해하는데 있어서 요구되는 ‘급진적인 구조 조정(radical restructuring)’이라고 명명했다. Jipson(2000)도 학생들은 시간이 흐르면서 초기의 지구 모양 개념을 구형이라는 과학적 개념과 병합하려는 시도를 보인다고 하였다.

과학 수업을 계획하는 데 있어서 Han과 Chae(2017)는 학생들은 일상 경험이나 학습 경험 등에 의해 지구

과학에 대한 선개념이 형성되며, 교사들은 이러한 선개념을 고려하여 수업을 계획해야 한다고 하였다. 이때 교사는 학생들의 선개념과 상충되는 질문이나 자료를 준비하여 학생들이 스스로 깨닫도록 해야 한다고 제안하기도 하였다. 국외에서 학교 교육에서 지구의 모양에 대한 초기 개념을 과학적 개념으로 변화시키기 위한 노력이 시도되었다. Sneider와 Ohadi(1998)는 미국 10개 주에 있는 549명의 학생에게 지구의 모양과 중력 개념에 대한 자신의 생각을 명확히 하고 이를 표현할 수 있는 기회를 제공하였다. 그리고 토론이나 창의 활동, 하늘 관찰 및 관찰한 현상을 설명할 수 있는 구체적인 모델 조작 활동을 통해 지구의 모양과 중력에 대한 오개념을 수정할 수 있었다. 우리나라의 경우 지구의 모양에 대한 개념 조사는 많이 이루어졌지만 이를 과학적인 개념으로 변화시키기 위한 연구는 거의 없다. 과학의 주요 개념에 대한 오개념은 학생이 되어서까지도 변화되지 않고 유지될 수 있으므로 지속적으로 노력을 기울여야 한다(Gil-Perez & Carrascosa, 1990). 과학 수업에서 이러한 노력은 탐구 실험을 통해 이루어져야 한다. 학생들은 과학 수업에서 실험을 통해 과학개념을 학습하며 탐구 능력을 발달시키고 의미 있는 학습을 할 수 있기 때문이다(Hofstein & Lunetta, 2004; Girault et al., 2012).

이 연구에서는 학생들에게 과학적인 지구의 모양 개념을 형성하기 위하여 이와 관련된 실험을 조사 및 정리하고, 초등학교에서 대학교에 이르기까지 학교 급별로 적합한 지구의 모양 실험이 무엇인지 알아보는데 목적이 있다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

연구자는 J교육대학교에 재학 중인 과학교육과 3학년 학생을 대상으로 연구의 목적, 내용, 방법을 설명하였다. 그리고 연구에 동의하고 참여하고자 하는 의사가 있는 예비교사 26명을 대상으로 연구를 하였다. 연구 참여자를 과학교육과 학생으로 선정 한 이유는 과학적 배경지식이 풍부하고, 과학교육에 보다 많은 관심을 가지고 있을 것이라는 연구자의 의도가 반영되었

다. 연구 참여자는 1~2학년 학부과정에서 과학교육학 개론을 수업 받았으며, 초등학교 과학 교과서에 제시된 실험 및 실습 활동을 해본 경험이 있다.

2. 자료 수집

Table 1에 제시된 지구의 모양을 알아보기 위한 실험은 연구자가 교과서 및 각종 연구 자료 등을 이용하여 수집한 실험과 연구자가 새롭게 고안한 실험들이다. 연구자는 연구 참여자에게 Table 1과 같이 지구의

모양을 알 수 있는 실험 주제와 실험 과정을 정리한 유인물을 제시하고 간단한 시연과 함께 설명하였다.

이후 연구 참여자들은 4~5명이 한 조가 되어 Table 1에서 제시된 14개의 실험을 수행하며, 그 방법과 효과를 토의하였다. 실험 과정에서 연구 참여자들이 이해가 안 가는 것은 연구자에게 질문을 하도록 하여, 실험 과정에 대해 정확히 이해를 할 수 있도록 하였다.

연구 참여자들이 모든 실험을 수행하고 그에 대해 조별 토론을 마친 후 연구자는 Table 2와 같은 반구조화 된 설문지를 제시하였다. 연구 참여자들은 제시된

Table 1. Experiment subjects and experiment courses to know the shape of the earth

| 순 | 실험 주제 | 실험과정 |
|------|------------------------------|--|
| 실험1 | 항구로 들어오는 배의 돛 관찰하기 | ① 농구공과 책상 위에 종이배를 각각 올려놓고, 종이배를 천천히 밀거나 당기면서 달라지는 종이배의 모습을 관찰한다. ② 농구공과 책상 위에서 종이배의 움직이는 모습이 서로 다르게 보이는 까닭을 설명한다. |
| 실험2 | 마젤란의 세계 일주 따라가기 | ① 농구공 위에 작은 종이배를 올려놓고 종이배를 한 방향으로 계속 움직인다. ② 종이배가 어떻게 될지 그 까닭을 설명한다. |
| 실험3 | 월식 때 달에 비친 지구의 그림자 관찰하기 | ① 전등, 지구, 달 모형을 차례대로 놓고, 전등에 비친 지구의 그림자가 달에 비추도록 한다. ② 그림자의 모습이 어떤지 관찰한다. |
| 실험4 | 동일한 경도에 따른 그림자의 길이 비교하기 | ① 지구본 위 같은 경도에 있는 나라 세 곳을 선정한 후에 사람 모형을 세운다. ② 전등으로 지구본을 비춘다. 각 나라 그림자의 길이를 측정한다. ③ 사각형 모양의 스티로폼 상자 위에 세 곳을 선정한 후, 사람 모형을 세우고 전등을 비추어 그림자의 길이를 측정한다. |
| 실험5 | 그림자가 생기지 않는 곳 찾아보기 | ① 지구본과 세계지도 앞에 전등을 두고 그림자가 생기지 않는 곳을 찾아본다. ② 그림자가 생기는 곳이 어디인지 알아보고, 그 이유를 생각해 본다. |
| 실험6 | 북반구, 남반구에서 달의 위상 차이 알아보기 | ① 지구본 위에 사람 인형을 올리고 달 모형을 설치한다. ② 북반구에서 상현달일 때, 남반구에는 어떤 달 모양을 관찰할 수 있는지 추리해보고, 그 이유를 설명한다. |
| 실험7 | 북반구, 남반구에서 태양의 움직임 차이 알아보기 | ① 지구본 위에 사람 인형을 올리고 지구본 앞에 전구를 설치한다. ② 지구본을 움직이면서 전구의 움직임을 확인한다. |
| 실험8 | 북반구, 남반구에서 그림자 방향의 변화 | ① 지구본 위에 사람 인형을 올리고 지구본 앞에 전구를 설치한다. ② 지구본을 반시계 방향으로 돌리면서 인형 그림자를 관찰한다. |
| 실험9 | 지구의 모양에 따른 태양의 고도 비교하기 | ① 지구본 위 3곳에 태양고도측정기를 올려놓고 태양의 고도를 측정한다. ② 평평한 종이판지 위 3곳에 태양고도측정기를 올려놓고 태양 고도를 측정한다. |
| 실험10 | 지구의 위도에 따른 북극성 고도 비교하기 | ① 위도 차에 따라 같은 시간에 본 북극성의 고도는 모두 다르다. ② 지구의 각 위치(북극, 중위도, 적도)에서 지평선을 긋고 각도를 통해 북극성의 고도를 구해 본다. |
| 실험11 | 평면과 구에서 삼각형을 그려 비교하기 | ① 종이에 90도 각도로 직선을 세 개 그리고 삼각형이 되지 않음을 확인한다. ② 구 모형 스티로폼 위에 90도 각도로 직선 세 개를 그리고 삼각형이 된 것을 확인한다. |
| 실험12 | 지역에 따라 해가 뜨는 시간 차이 알아보기 | ① 지구본에 관찰자를 세우고 반시계 방향(자전방향)으로 돌려본다. ② 지역에 따라 해가 뜨는 시간이 왜 다른지 생각해본다. |
| 실험13 | 태양의 일주운동 궤도를 동영상으로 촬영하여 비교하기 | ① 휴대폰 카메라를 지구본에 고정시키고 반시계 반향으로 돌리며 지구의 관측자 입장에서 보는 태양의 움직임을 동영상으로 촬영한다. ② 동영상을 비교하고 태양의 일주운동궤도가 직선이 아닌 이유를 생각해 본다. |
| 실험14 | 지면의 높이에 따른 시야의 차이 비교하기 | ① 건물모형 위 사람모형을 설치하고 시야를 측정한다. 종이를 구부린 후에 시야를 측정한다. ② 평평한 지면과 구부린 지면의 시야를 비교해본다. |

Table 2. Semi-structured interview contents

| 순 | 질문 |
|---|--|
| 1 | 학생들에게 지구가 둥글다는 사실을 가르칠 때, 초등학교 학생들에게 가장 적합한 실험은 무엇인가? |
| 2 | 1번과 같이 답한 이유는 무엇인가? |
| 3 | 학생들에게 지구가 둥글다는 사실을 가르칠 때, 중학교, 고등학교 학생들에게 가장 적합한 실험은 무엇인가? |
| 4 | 3번과 같이 답한 이유는 무엇인가? |
| 5 | 학생들에게 지구가 둥글다는 사실을 가르칠 때, 대학교 학생들에게 가장 적합한 실험은 무엇인가? |
| 6 | 5번과 같이 답한 이유는 무엇인가? |

지구의 모양 실험 중 초등학교, 중·고등학교, 대학교 학생들에게 가장 적합하고 효과적인 실험을 한 가지 선택하고, 그 이유에 대해서 적었다. 연구 참여자들이 충분히 생각하고 작성할 수 있도록 설문지를 작성하는 시간은 제한하지 않았으며, 모든 연구 참여자들이 설문지를 작성하는 데에는 30~50분 정도가 소요되었다.

3. 자료 분석

자료는 먼저 학교 급별로 적합한 실험으로 응답한 숫자를 표로 제시하였다. 그리고 연구 대상자들이 적합한 실험이라고 응답한 이유에 대해서는 반복적 비교 분석법을 이용하여 분석하였다. 연구자는 연구 대상자의 진술에서 주요한 부분에 표시를 하고, 이를 포괄하는 문장으로 진술하여 코딩하였다. 이렇게 코딩된 자료는 귀납적인 방법을 이용하여 비슷한 응답끼리 묶어서 정리하였다.

III. 연구 결과

1. 학교 급별 효과적인 ‘지구의 모양’ 실험

예비교사들에게 학교 급별, 즉 초등학교, 중·고등학교, 대학교에서 학생들에게 지구의 모양을 효과적으로 학습할 수 있는 실험을 조사한 결과는 Table 3과 같다.

예비교사들은 학교 급별에서 적용할 수 있는 효과적인 실험으로 14개의 실험 중, 가장 많이 선택한 두 개의 실험으로 초등학교는 실험1과 2, 중·고등학교는 실험10과 6 그리고 대학교는 실험14와 13을 각각 선택하였다.

예비교사들은 초등학교에 효과적인 실험으로는 실험1(항구로 들어오는 배의 돛 관찰하기)을 가장 많이 선택했으며, 실험2(마젤란의 세계 일주 따라가기)가 그 다음으로 많았다. 항구로 들어오는 배의 돛 관찰하기 실험은 초등학교 과학교과서에서 주로 제시되는 실험이기도 하다. 실험1의 실험 모습은 Fig. 1과 같다.

중·고등학교에 적합한 실험으로는 실험10(지구의 위도에 따른 북극성 고도 비교하기)과 실험6(북반구, 남반구에서 달의 위상 차이 알아보기)실험이 비교적 많은 응답자 수를 보였다. 실험10의 실험 방법은 Fig. 2와 같다. 그 외에도 연구 참여자들은 실험3, 실험9, 실험13에 3명이 응답하였으며, 실험4, 실험7은 2명이 응답하였다.

대학교에 적합한 실험으로는 실험14(지면의 높이에 따른 시야의 차이 비교하기)와 실험13(태양의 일주운동 궤도를 동영상으로 촬영하여 비교하기)에 비교적 많이 선택되었다. 대학교 실험으로 가장 적합한 실험14의 실험방법은 Fig. 3과 같다. 이 외에도 실험4, 실험11이 3명, 실험6, 실험9, 실험10에 2명이 응답하였다.

Table 3. Number of respondents of Effective ‘earth’s shape’ experiment

| 학교급 | 실험번호 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 계(명) |
|--------|------|---|----|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|------|
| | 초등학교 | | 16 | 6 | 1 | | | | | | | | | | 1 | |
| 중·고등학교 | | | | 3 | 2 | | 5 | 2 | 1 | 3 | 6 | 1 | | 3 | | 26 |
| 대학교 | | | | | 3 | 1 | 2 | 1 | | 2 | 2 | 3 | 1 | 5 | 6 | 26 |



Fig. 1. Experiment to observe the sails of the ship entering the port.

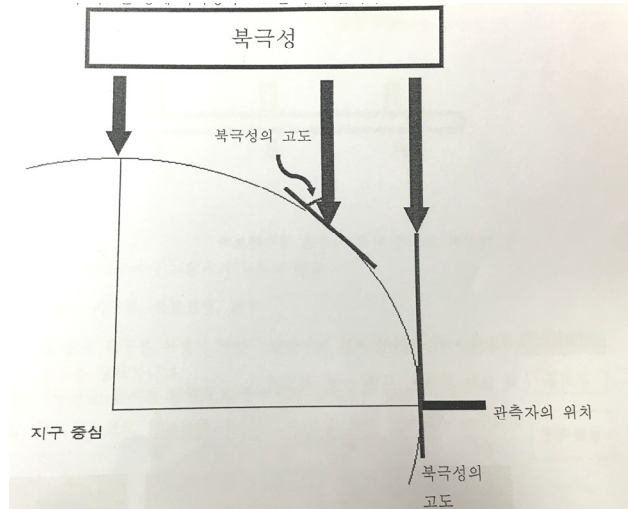
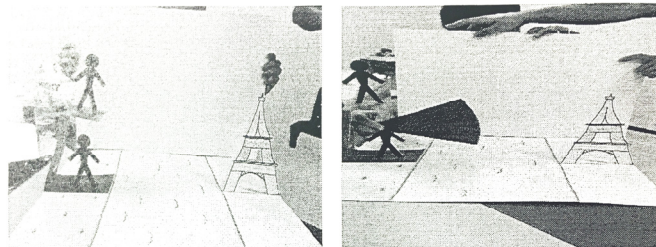
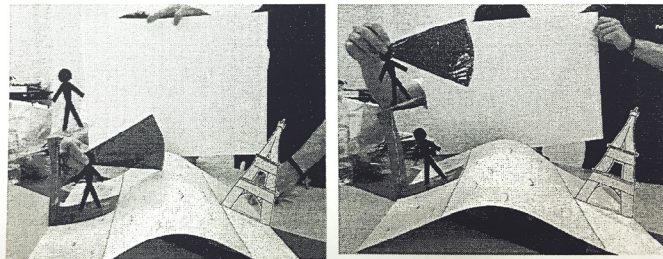


Fig. 2. Comparing the altitude of the Polaris on the Earth's latitude.



2. 종이를 구부린 후에 위,아래 사람의 시야를 측정합니다.



3. 평평한 지면과 구부린 지면의 시야를 비교해봅시다.
4. 그 이유를 생각해봅시다.

Fig. 3. See the difference in field of view according to the height of the ground.

2. 학교 급별 효과적인 ‘지구의 모양’ 실험을 선택한 이유

가. 초등학교에 효과적인 ‘지구의 모양’ 실험 선택 이유

예비교사들은 초등학교에 효과적인 지구의 모양 실험으로 실험1과 실험2를 주로 선택하였다. 예비교사들이 각 실험을 선택한 이유는 Table 4와 같다.

예비교사들은 초등학생의 수준에 맞는 낮은 난이도를 가진 실험을 선택해야한다고 생각하였다. 또한 고차원적인 사고보다는 실험1과 같이 농구공에서 멀어지는 배의 모습을 직접 눈으로 관찰하는 실험이 초등학교에 효과적인 실험이라고 생각하고 있었다. 실험1을 선택한 다른 이유 중에는 실험 방법이 어렵지 않고 실험에 필요한 준비물이 간단하기 때문이라는 의견도 있었다. 다음은 실험1을 선택한 예비교사의 진술이다.

지구가 둥글다는 사실을 초등학생들이 이해하는 것은 어려움이 있다. 따라서 사고보다는 직접적으로 보고 둥글다는 사실을 배우는 게 효과적이라고 생각한다. 항구로 배가 들어올 때 돛부터 보이는 사실을 상기시켜주고 농구공 위에서 종이배를 관찰하고 평평한 곳에서 종이배를 관찰해보면 이해를 도울 수 있을 것이다. (실험1을 선택한 연구 참여자4)

예비교사들이 두 번째로 많이 선택한 실험2도 직접 눈으로 관찰할 수 있기 때문에 효과적이라고 응답하였다. 다음은 실험2를 선택한 예비교사의 진술이다.

지구와 비슷한 모양인 농구공을 이용해서 농구공 위에 올려놓은 종이배가 한 바퀴 돌아서 원래 올려놓았던 자리로 되돌아오는 것을 학생들이 직접 눈으로 관찰하게 하며 지구에서도 배를 띄우면 다시 제자리로 돌아온다는 현상을 설명해줄 수 있기 때문이다. (실험2를 선택한 연구 참여자2)

나. 중·고등학교에 효과적인 ‘지구의 모양’ 실험 선택 이유

초등학교에 효과적인 실험이 실험1, 2에 집중되어 나타난 것과 다르게 중·고등학교에서 효과적이라고 선택된 실험은 다양하게 분산되어 나타났다. 예비교사들은 중·고등학교에 효과적인 지구의 모양 실험으로 실험6과 실험10, 실험9 등을 다양하게 선택하였다. 예비교사들이 각 실험을 선택한 이유는 Table 5와 같다.

예비교사들은 실험 10을 중·고등학교에서 효과적인 실험으로 선택하였다. 이 실험에서는 지구가 둥글기 때문에 위도에 따른 북극성의 고도 차이가 나타나는 것을 인식하고 북극, 중위도, 적도에서의 북극성의 고도를 각도 계산을 통해 구하는 실험이다. 이 실험은 초등에서 배운 ‘지구가 둥글다’는 개념을 바탕으로 하고 있으며, 이에 더해 계산 및 측정 능력이 요구되는 실험이기 때문에 중·고등학생에게 적합하다고 선택되었던 것으로 생각된다. 실험 6도 중·고등학교에 적합한 실험으로 많이 선택되었다. 이 실험은 사람 인형을 통해 학생들이 직접 북반구와 남반구에 있다고 생각하고 그때 달의 모양을 유추하는 것이다.

Table 4. Reason for effective ‘Earth Shape’ experiment in elementary school

| 실험 번호 | 연구 참여자 코드 | 선택 이유 |
|-----------------------------|---|---|
| 실험1 (항구로 들어오는 배의 돛 관찰하기) | 3, 4, 6, 7, 8, 14, 21, 22, 23, 24, 25, 26 | 직접적으로 둥근 이유를 알 수 있음(쉽게 이해할 수 있음) |
| | 13, 14, 15, 20, 21, 25 | 실험방법이 어렵지 않음 |
| | 3, 6, 20 | 실험에 필요한 준비물이 간단하고 구하기 쉬움 |
| | 17 | 다른 행성을 신경 쓰지 않고 이해할 수 있음 |
| 실험2 (마젤란의 세계 일주 따라가기) | 24 | 조별활동으로 실험하여 협동학습 효과를 기대 |
| | 2, 9, 10, 18 | 직접 눈으로 관찰할 수 있기 때문 |
| | 16, 18 | 실험이 간단함 |
| 실험14 | 19 | 제3자의 입장에서 방향감각과 같은 기본적 사고의 틀을 만들 수 있음 |
| | 5, 11 | 그림으로 쉽게 이해가 가능함 |
| 실험3 | 11 | 간단한 준비물 |
| 실험3 | 12 | 지구의 그림자를 직접적으로 볼 수 있음 |
| 실험13 | 1 | 구체적 조작기 특징인 초등학생에게 가장 구체적이고 감각을 통해 이해할 수 있음 |

Table 5. Reason for effective 'Earth Shape' experiment in middle school and high school

| 실험 번호 | 연구 참여자 코드 | 선택 이유 |
|---|---------------|-------------------------------------|
| 실험10 (지구의 위도에 따른 북극성 고도 비교하기) | 5, 6, 12 | 배경지식(지구가 둥글, 위도, 북극성의 고도 등)이 있음 |
| | 5, 15, 21 | 추상적인 실험(공식, 그림, 설명)으로 하여도 어려워 하지 않음 |
| | 19 | 지구 외적요소를 이용하여 사고 확장 |
| 실험6 (북반구, 남반구에서 달의 위상 차이 알아보기) | 2, 10, 13, 22 | 배경 지식(달의 위상변화, 남북반구)이 있음 |
| | 10, 14 | 관찰과 유추등의 활동 필요 |
| | 13 | 짧은 실험 시간 |
| | 22 | 직접 눈으로 확인할 수 있음 |
| 실험9 (지구의 모양에 따른 태양의 고도 비교하기) | 9 | 간단히 실험하고 명확한 결과를 알 수 있음 |
| | 11, 24 | 배경지식(태양의 고도) 필요 |
| | 24 | 추론이 필요함 |
| 실험3 | 17 | 다른 행성과 항성 사이의 관계를 이해할 수 있음 |
| | 23 | 쉽게 이해할 수 있을 것 같음 |
| | 26 | 교과교육과정 연계성 |
| 실험13 | 16, 18, 25 | 미디어를 활용한 수업에 흥미를 느끼고 이해가 쉬움 |
| | 18 | 배경지식(자전)이 있음 |
| | 25 | 교과교육과정 연계성 |
| 실험4 | 3, 7 | 배경 지식(위경도, 엣각) 이 필요 |
| | 3 | 직접적 활동(자로 수치를 재는 활동)을 통해서 객관화 가능 |
| 실험7 | 4, 8 | 배경지식(지구가 둥글, 지구 자전 방향)는 것을 알고 있음 |
| | 8 | 북반구와 남반구를 나누어서 생각해볼 기회 제공 |
| 실험8 | 1 | 추상적 조작기기에 해당하여 상상실험으로 이해 가능 |
| 실험11 | 20 | 배경지식(수학적 지식)이 있음 |

예비교사들은 중·고등학교에서는 우주 공간과 관련된 과학적 개념을 정확히 알 수 있고, 관찰과 유추 등의 다양한 탐구 방법을 통해 개념을 알아가는 것이 효과적이라는 의견이 많았다. 이것은 중·고등학생이 초등학생에 비해 지구과학에 대한 기본적인 지식을 어느 정도 확립한 상태이며, 그에 따라 조금 더 고차원적인 사고를 할 수 있다고 생각하는 것이다. 다음은 실험10과 6과 실험9를 선택한 예비교사의 진술이다.

고등학생의 경우 웬만큼 지구가 둥글다는 점을 인지한다. 때문에 지구가 둥글다는 사실을 인용할 수 있는 북극성의 고도를 구하는 수업을 할 수 있다. 고도가 왜 다른지 이해하고 각 위치의 북극성의 고도를 구하는 공식을 배워도 어려워하지 않을 것 같다. (실험10을 선택한 연구 참여자5)

초등학생의 경우 보이는 사실에 한해서만 이해시킬 수 있으나 중·고등학생의 경우 북반구와 남반구에 있는 사람 인형이 거꾸로인 모습을 보고 보이는 달의 모양

역시 다를 것이라는 사실을 유추해낼 수 있다. (실험6을 선택한 연구 참여자14)

단순한 측정 활동뿐만 아니라 다양한 생각의 확장을 할 수 있는 실험이다. 반구, 직선 위에서 실험하는 것을 지구의 모양을 찾도록 추론해야 한다. 초등학교와 구별됨. 이를 찾기 위해 기본적인 지식이 필요하다. (실험9를 선택한 연구 참여자 24)

다. 대학교에 효과적인 '지구의 모양' 실험 선택 이유

예비교사들은 대학교에 효과적인 지구의 모양 실험으로 실험14과 실험13을 주로 선택하였다. 예비교사들이 이 실험을 선택한 이유는 Table 6과 같다.

예비교사들은 대학생이 초, 중·고등학생보다 더 높은 수준의 사고력을 지니고 있기 때문에 보다 추상적인 개념을 이해할 수 있다고 생각하였다. 그래서 실험과정이나 실험도구의 사용방법이 비교적 복잡한 실험14와 실험13을 대학교 과정에 효과적인 실험으로 선택

Table 6. Reason for effective 'Earth Shape' experiment in university

| 실험 번호 | 연구 참여자 코드 | 선택 이유 |
|--|------------|----------------------------|
| 실험14 (지면의 높이에 따른 시야의 차이 비교하기) | 15, 16, 18 | 배경지식(측정능력, 시야변화 이해) 필요 |
| | 14 | 실험을 통해 다시 확인해 볼 수 있기 때문 |
| | 15 | 내가 해보고 싶은 실험이기 때문 |
| | 24 | 자유로운 대학생만 직접 실험할 수 있기 때문 |
| 실험13 (태양의 일주운동 궤도를 동영상으로 촬영하여 비교하기) | 26 | 문제해결과정이 창의적이기 때문 |
| | 3, 12 | 관점의 변화(지구본 관찰자와 지구본 위)가 필요 |
| | 20, 21 | 휴대폰 사용 가능 |
| | 8 | 흥미 있게 실험할 수 있음 |

하였다.

실험14는 Fig. 3과 같이 건물, 사람, 구조물 모형 등을 이용해 평평한 지면과 구부린 지면에서의 시야를 비교하는 실험이다. 이 실험은 학생들이 실험에서 사용된 사람 모형으로 관점을 이동하여 시야를 측정해야 하기 때문에 비교적 어려운 실험이라고 생각하고 있었다. 실험 13도 지구본을 밖에서 보는 외부 관찰자 입장이 아니라 지구본 위에 있는 스마트폰의 입장으로 관점을 이동해야 하기 때문에 대학교 과정에서 효과적인 것으로 선택되었다. 다음은 실험14와 13을 선택한 연구 참여자의 진술이다.

대학생은 정확하게 실험이 요구하는 설치물을 설치할 수 있는 단계이고 보다 다양한 준비물과 복잡한 측정이 필요한 실험이다. 또 이 실험이 어떻게 지구가 둥글다는 사실과 연계되는지 이해할 수 있는 추상적 개념이 필요하기 때문이다. 만들기와 측정이 동시에 필요해 시간 안에 잘 수행할 수 있는 대학생에게 적합하고 효과적인 실험이다. (실험14을 선택한 연구 참여자18)

스마트폰으로 지구본을 돌리며 보이는 시야를 녹화하여 보면 전까지 관찰했던 지구본 밖에서의 입장이 아닌 실제 지구에서 보는 입장으로 볼 수 있다. 익숙한 증명이지만 전과는 다른 관점에서 실험을 해보며 새로운 시각으로 지구가 둥글다는 사실을 생각해볼 수 있다. (실험13을 선택한 연구 참여자12)

이처럼 예비교사들은 이러한 수준 높은 실험을 통해 대학생들이 초, 중·고등학교에서 배운 지식을 총동원하여 응용할 수 있을 것이라고 생각하고 있었다.

IV. 결론

지구의 모양은 과학과 교육과정에서 중요한 성취기준 중 하나이다. 하지만 학생들은 편평한 지구와 같은 비과학적인 선개념을 가지고 있으며, 이를 과학적인 개념으로 변화시키기 위한 교육이 필요하다. 이에 이 연구에서는 학교 급별로 지구의 모양을 학습할 수 있는 효과적인 실험이 무엇인지 알아보았다.

연구결과 지구의 모양을 학습하는데 있어서, 예비교사가 생각하는 학교 급별 효과적인 실험에는 차이가 있었다. 그리고 학교 급별 효과적인 실험을 선택할 때에는 실험 방법의 난이도, 추상적인 사고와 배경지식의 깊이 등이 고려되어야 한다고 생각하였다.

초등학교에서 효과적인 실험으로는 항구로 들어오는 배의 돛 관찰하기와 마젤란의 세계일주 따라가기 실험이 선택되었다. 이 실험을 선택한 이유로는 초등학생의 수준에 맞게 실험의 난이도가 낮아야하며 직접 눈으로 관찰할 수 있는 실험이라는 의견이 많았다.

중·고등학교에서 효과적인 실험으로는 지구의 위도에 따른 북극성 고도 비교하기와 북반구 남반구에서 달의 위상 차이 알아보기 실험이 선택되었다. 다만 초등학교와 달리 중·고등학교에서 효과적인 실험은 여러 개로 분산되어 선택되었다. 이 실험들은 우주 공간과 관련된 과학적 개념을 정확히 알 수 있고, 관찰과 유추 등의 다양한 탐구 방법을 사용하기 때문에 선택되었다.

대학교에서 효과적인 실험으로는 지면의 높이에 따른 시야의 차이 비교하기와 태양의 일주운동 궤도를 동영상으로 촬영하여 비교하기 실험이 선택되었다. 이 실험은 초, 중·고등학교 보다 더 높은 사고력이 필요

하고 실험을 통해 그동안 배웠던 지식을 적극 활용하여 응용할 수 있기 때문에 효과적이라고 생각되었다.

동일한 과학개념이라 할지라도 학습 대상이 달라지면 이를 탐구하기 위한 방법도 달라져야 한다. 연구 결과를 통해 초등학생에서부터 대학생에 이르기까지 지구의 모양을 탐구하기 위한 효과적인 실험이 다를 수 있음을 알게 되었다. 하지만 이 연구는 예비교사의 입장에서 생각한 실험으로 실제 교육 현장에서 이를 적용해 보고 그 효과를 알아보지 못했다는 한계가 있다. 이에 각 학교 급별로 지구의 모양을 탐구하기 위한 다양한 실험을 적용해 보고 학생들의 학습 효과를 적용해 보는 후속 연구가 필요하다.

국문요약

지구의 모양을 아는 것은 지구과학 교육에서 중요한 성취기준이다. 이 연구의 목적은 학교 급별로 효과적인 지구의 모양 실험을 조사하여 학교 탐구실험에 도움을 주고자하는데 있다. 이를 위해 연구자는 지구의 모양을 학습하기 위한 다양한 실험 방법을 제시하고, 예비교사 26명에게 초등학교, 중·고등학교, 대학교 학생들에게 적절한 실험이 무엇인지 조사하였다. 그 결과 효과적인 지구의 모양 실험에 있어서 학교 급별로 차이가 있었다. 예비교사는 초등학생들에게는 ‘항구로 돌아오는 배의 돛 관찰하기 실험이 효과적일 것으로 생각하고 있었다. 그리고 중·고등학교 학생들에게는 지구의 위도에 따른 북극성 고도 비교하기 실험, 대학교 학생들에게는 지면의 높이에 따른 시야의 차이 비교하기 실험이 효과적일 것이라고 응답하였다. 예비교사는 학교 급별 효과적인 지구의 모양 실험을 선택할 때에는 실험 방법의 난이도, 추상적인 사고와 배경 지식의 깊이 등이 고려되어야 한다고 생각하였다.

주제어: 지구, 지구의 모양

References

강인숙, 정진우, 김윤지(2008). 지구의 모양, 색깔, 중력에 대한 3학년 학생들의 선개념. *초등과학교육*, 27(1), 31-41.

교육부(2015). 2015개정 과학과 교육과정.
 김선양, 이종희(2001). 4,5,6세 아동의 지구 모양에 관한 인식. *미래유아교육학회지*, 8(2), 47-73.
 김재중(2004). 지구 모양에 대한 초등학교 아동의 이해. *춘천교육대학교 석사학위논문*.
 이완(1999). 초등학교 학생들의 정신 용량과 지구 개념. *한국교원대학교 석사학위논문*.
 Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA: MiT Press.
 Gil-Perez, D. & Carrascosa, J. (1990). What to do about science “misconceptions”. *Science Education*, 74(5), 531-540.
 Girault, I., d’Ham, C., Ney, M., Sanchez, E. & Wajeman, C. (2012). Characterizing the experimental procedure in science laboratories: A preliminary step towards students experimental design. *International Journal of Science Education*, 34(6), 825-854.
 Han, J. J. & Chae, D. H. (2017). How can we improve the lesson on seasonal change? *The Korean Society of Earth Science Education*, 10(3), 254-261.
 Hofstein, A. & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28-54.
 Jipson, J. L. (2000). “It’s like a big, blue, ball:” Parent-child conversation and children’s understanding of the shape of the earth. *Doctoral Dissertation, University of California Santa Cruz, United States*.
 Lelliott, A. & Rollnick, M. (2010). Big ideas: A review of astronomy education research 1974-2008. *International Journal of Science Education*, 32(13), 1771-1799.
 Nussbaum, J. & Novak, J. D. (1976). An assessment of children’s concepts of the earth utilizing structured interviews. *Science Education*, 60(4), 535-550.
 Sneider, C. I. & Ohadi, M. M. (1998). Unraveling students’ misconceptions about the earth’s shape and gravity. *Science Education*, 82(2), 265-282.
 Sneider, C. & Pulos, S. (1983). Children’s cosmographies: Understanding the earth’s shape and gravity. *Science Education*, 67(2), 205-221.
 Vosniadou, S. & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24(4), 535-585.