

ORIGINAL ARTICLE

초등과학 5학년 1학기 '태양에서 행성까지 거리 비교'에 대한 초등예비교사들의 교재 재구성 내용 분석

김해란¹ · 이용섭^{2*}

(¹부산교육대학교 시간강사, ²부산교육대학교 교수)

Analysis of Contents of Reorganization of Textbooks by Pre-Service Teachers' on 'Comparison of Distances from Solar System to Planets' in First Semester of Elementary Science 5th Grade

Hae-Ran Kim¹ · Yong-Seob Lee^{2*}

(^{1,2}Busan National University of Education)

ABSTRACT

The purpose of this study is to obtain implications for the improvement direction of astronomical education methods and development of educational materials or software. In connection with the 5th grade 1st semester elementary science 'Solar System and Stars' unit, elementary pre-service teachers were given a reorganization task to compare the relative distances from the sun to the planets, and then this was analyzed. Pre-service teachers are 11 male and 19 female students in the second year of the music education department at the elementary school teacher training university in B city. The implications of the study results are as follows. First, the 'distance comparison activity using a roll of tissue paper' is suitable for simply comparing the distances from the sun to the planet, but it has limitations in allowing students to experience the vastness of the solar system or inducing student participation-centered classes. Second, it is necessary to develop software materials for elementary school students that can simultaneously reflect the size of the planet and the distance to the planet that can be applied indoors, and also experience the vastness of the solar system, as well as a wide learning space. Third, textbook materials for students have an important influence on the class design of pre-service teachers.

Key words : reorganization of textbook, solar system, planet distance, astronomy education

I. 서론

아득한 옛날부터 인류는 밤하늘을 관찰하여 왔고 인류 문명 발전에 큰 기여를 한 서양의 과학도 자연 현상에 대한 이해에서 출발하였다. 이해할 수 없는 자

연 현상은 어디든 존재하기 마련이었고 이들을 알아내기 위한 노력은 과학 발전의 원동력이 되었다(전승준 외, 2018). 갈릴레오의 망원경 관측으로 지구 주변의 천체들은 인류의 손이 미치지 영역 안으로 들어왔고 관측한 자료들을 해석하기 위한 우주과학이라는 새로

Received 9 November, 2021; Revised 1 December, 2021; 7 December, 2021;
Accepted 13 December, 2021

*Corresponding author : Yong-Seob Lee, Busan National University of Education 24,
Gyodae-ro, Yeonje-gu, Busan, 47503, Korea
E-mail : earth214@bnue.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.

운 학문분야도 생겨나게 되었다. 이 우주과학과 천체 관측 도구를 비롯한 과학기술의 발달로 인류는 이제 1957년 인공위성 스푸트니크1호 발사, 1969년 인간의 달 착륙, 화성을 비롯한 태양계 행성 탐사에 이어 외계 행성계와 생명체에 대한 탐사, 더 나아가 우주여행까지 시도할 수 있게 되었다. 이와 관련된 우주 산업은 미래의 성장 동력으로 주력하고 있다고 해도 과언이 아니다.

2015 개정 과학과 교육과정에서 우주 공간이 처음으로 다뤄지는 교육과정은 5-6학년군의 '태양계와 별'이다. 우주와 우주를 이루고 있는 천체들의 상호관계와 공간 구성에 대한 이해는 우주와 천문 현상을 이해하는 중요한 요인이 되고(장명덕과 남윤경, 2012; Orion & Ault, 2007), 또한 선행연구(김희수 외 2003; Lee, S. J., 2002; Oh & Lee, 2018; Choi *et al.*, 2019; Ian *et al.*, 2003)에 의하면 추상적 추론 능력, 공간적 사고 능력, 종합적 사고 능력과 같은 고차원의 사고 능력을 요구한다고 밝히고 있다. 그런데 우주 공간을 다루는 천문학은 시·공간적 규모가 너무나 거대하여 실험실과 같은 제한된 공간에서는 직접적인 관찰과 체험이 힘들기 때문에 다루기가 쉽지 않고 학생들 또한 하나의 구조로 이해하는 데 있어서 어려움을 느낀다(Oh & Lee, 2018; Choi *et al.*, 2019; 서영인, 2019). 그리고 천문학 학습은 학년이 올라감에 따라 방법적 측면에서도 탐구 방법이 심화된다(Kim *et al.*, 2008). 이로 인해 중등학교 학생들도 마찬가지로 천문학 학습에 어려움을 경험하고 있다(Ian *et al.*, 2003; Oh & Lee, 2018). 따라서 학생들이 천문학 학습을 기피하는 것을 근본적인 차원에서 예방하고, 천문학을 과학의 한 영역으로 즐겁게 받아들이며 우주 공간이 흥미와 호기심의 대상이 되도록 교수·학습 방법, 내용, 자료, 프로그램 개발 등과 같은 연구는 지속적으로 추진되어야 한다. 그러나 우리나라의 천문 교육에 대한 연구는 양적으로도 미진하고, 그 내용도 주로 개념 수준이어서(Kwak *et al.*, 2019), 연구 결과를 실제로 수업에 적용하는 데는 한계가 있다.

천문 교육은 천문학의 특성을 고려하여 교수·학습 전략 방법과 같은 수업 설계의 측면에서 더욱 신중히 접근해야 한다(최하늘과 신동희, 2021). 과학과 교육과정(교육부, 2015) '태양계와 별' 교수·학습 방법 및 유의 사항에서는 '태양계의 크기와 태양으로부터 행성까지의 거리 등에 관한 조사 활동을 통하여 태양계의 광

대함을 체감하도록 한다.' '모형이나 시청각 자료, 천체 관측 소프트웨어 등을 이용하여 천체에 대한 공간적 이해를 도울 수 있다.' 등과 같이 진술하고 있다. '태양계와 별'의 학습 요소, 즉 '행성의 크기와 거리'와 관련하여 초등학생들의 과학 개념 이해에 실질적으로 가장 많은 영향을 주는 초등 교사들의 천문학적 거리에 대한 인식을 조사한 정진우와 한신(2010)의 연구에 의하면 교사들은 천문학적 거리를 지구와 달, 태양 사이의 거리를 실제거리 보다 크다고 생각하는 반면, 태양계 내에서 태양계 밖으로 갈수록 그 거리를 점점 더 과소평가하는 경향성을 가지고 있고, 장명덕과 남윤경(2012)은 초등예비교사들이 초등 과학 교과용 도서에서 언급되는 천체들의 상대적인 크기에 대해 적절한 이해가 부족하다고 밝히고 있다. 2015 개정 교육과정에 의하면 학교 교육과정 편성·운영 '교육과정의 탄력적 운영'에서 교과 전문가로서 교사는 학교 특성과 학생들의 발달 수준에 맞게 지도 내용의 순서, 비중 등을 재구성하고 교수학습 방법을 구안하여 맞춤형 수업을 하도록 노력하여야 한다고 진술하고 있다. 2024년부터 적용될 2022 개정 교육과정 총론에서도 주요 내용의 분권화를 바탕으로 한 학교 교육과정의 자율성 확대 부분에서 '단위학교 교육과정 편성·운영의 자율권을 확대하는 근거를 총론에 마련'(2021, 교육부)이라는 내용으로 진술하고 있다. 이는 교사가 교육과정의 단순 전달자가 아닌 개발자이며 최종 실행자로서 단순히 교과서를 그대로 따르는 수업이 아니라 특정 상황에서 교육과정을 재구성해야 하는 필요성을 인식하고 교육시설, 교육 자료 등 학교의 여건과 실태를 반영하고 자신의 역량을 발휘하여 교재 재구성, 더 나아가 교육과정 재구성을 더욱 강조하고 있음을 시사한다. 2015 개정 과학과 교육과정의 경우 '교수·학습 및 평가의 방향'에서 학교의 실정이나 지역의 특성, 학생의 능력, 자료의 준비 가능성 등을 고려하여 학습 내용을 조정하도록 하고 있고, 미래세대의 과학교육표준(KSES)에서도 마찬가지로 국가 과학과 교육과정이 '해석과 융통성이 보장되는 안내서 성격'임을 진술하며 미래사회에 대비하기 위한 과학교육의 변화의 방향을 제시하고 있다(한국과학창의재단, 2019). 따라서 초등예비교사로서의 교재 재구성 경험은 이론적으로 접한 교과 교육학의 다양한 지식을 통합적으로 적용한다는 점과 실천적 지식 함양을 위한 활동이 된다는 점(김지영, 2014)

에서 뿐만 아니라 교육과정 재구성을 더욱 강조하고 있는 2022 개정 교육 과정을 바로 적용해야 하는 예비 교사라는 점에서 매우 의미가 있다.

이에 2022 개정 교육과정을 실제로 적용해야 하는 초등예비교사를 대상으로 5학년 1학기 초등과학 지도와 관련하여 태양으로부터 행성까지의 상대적인 거리를 비교하는 교재 재구성 과제를 제시하고 이를 분석함으로써 우주과학으로서의 천문학 교수학습 방법에 대한 개선 방향을 제시하고, 교과서를 비롯한 천문 교육 자료 또는 소프트웨어 프로그램 개발 등과 관련된 시사점을 얻고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상 및 기간

본 연구에 참여한 초등예비교사들은 B광역시 소재 초등 교사 양성 대학교 심화과정 음악교육학과 2학년에 재학중인 학생들로 남자 11명, 여자 19명이다. 대상 초등예비교사들은 2021년 3월부터 6월까지 비대면으로 초등과학 교재연구 강의에 참여하였다. 연구 주제와 관련된 일련의 강의를 끝난 후 이들은 교재 재구성 과제를 부여 받았다. 교재 재구성 기간은 2주였다. 대상자 중 과제를 제출하지 않은 한 명을 제외한 29명의 자료가 분석에 사용되었다.

2. 용어의 정의

교과용 도서에 관한 규정에 따르면, 교과서란 학교에서 학생들의 교육을 위하여 사용되는 학생용의 서책·음반·영상 및 전자 저작물 등을 의미한다. 본 연구에

서의 ‘교재’란 교과용 도서에 관한 규정에 따른 교과서를 의미하며, ‘교재 재구성’은 교육과정을 기반으로 학생의 능력 및 적성, 학교의 여건, 교과서의 특성에 따른 교육 내용과 방법 등을 고려하여 교과서와 실험 관찰 등 교과용 도서의 탐구 내용과 방법 등을 새롭게 구성하는 과정을 말한다.

3. 연구 절차

교재연구 강의 내용 중 본 연구 주제와 관련된 내용을 발췌하면 Table 1과 같다. 본 연구에서는 초등예비 교사들이 재구성한 수업 설계안의 내용 분석을 통해 우주 영역 교육 방법과 교과용 도서 개발, 교육 자료 또는 소프트웨어 개발 등과 관련된 시사점을 얻는데 있다. 이를 위해 선행 연구 고찰 및 과학과 교육과정 분석, 지구와 우주 분야 교재연구 강의, 교재 재구성 과제 제시, 자료 분석, 결과 처리 등의 절차와 방법으로 연구를 진행하였다.

4. 교재 재구성 및 분석 도구

가. 교재 재구성 도구

검토·수정·보완의 과정을 거친 교재 재구성 도구의 구성은 Table 2와 같다. 교재 재구성 도구는 현장에서 두루 사용하고 있는 일반적인 교수·학습 과정안의 양식을 반영하여 연구자가 직접 개발하였다. 연구 대상이 아직 수업 현장 적용 경험이 부족한 초등예비 교사인 점을 고려하고, 우주 영역 지도와 관련된 시사점을 얻기 위하여 학습목표는 교사용 지도서에서 제시하고 있는 내용을 그대로 따르도록 하였다. 재구성 수업 설계에 참고할 자료로 ‘태양계와 별’ 단원의 교과서와

Table 1. Contents related to the research topic

강의 주제	연구 주제 관련 지도 내용
• 2015 개정 교육과정	• 교육과정의 개정 배경 및 방향, 학교 교육과정 편성·운영 - 학생 참여 중심 수업으로의 수업 개선 방향 제시, 교육 내용과 방법의 다양화
• 2015 개정 과학과 교육과정	• 교수·학습 및 평가의 방향 - 학교 실정 및 지역 특성, 학생 능력, 자료 준비 가능성 등을 고려한 수업
• 지구의 모습	• 교재 재구성 적용 사례: 공기 체험활동, ESD 연계 소중한 지구 보존하기
• 지층과 화석	• 교재 재구성 적용 사례: 중생대 송도반도 복원하기 프로젝트
• 수업 설계	• 학생 참여 중심 과학과 수업 설계
• 태양계와 별	• 배경 지식, 교육과정 성취 기준, 학습 요소, 교과서 탐구 활동

Table 2. Research paper form

과학과 교육과정	태양계와 별
성취기준	• 태양이 지구의 에너지원임을 이해하고 태양계를 구성하는 태양과 행성을 조사할 수 있다.
학습주제	• 태양에서 각 행성까지의 거리 상대적으로 비교하기
학습목표	• 태양에서 각 행성까지의 거리를 상대적으로 비교해 나타낼 수 있다.
교재	• 『과학』58-59쪽, 『실험관찰』 29쪽
재구성 배경	• 재구성을 하는 이유나 근거, 필요성 등 제시하기
설계 내용	• 필수 학습 내용 및 교수·학습 활동, 자료 제시 및 유의점
조건 및 분량	• 동기 유발, 전시학습상기, 차시학습 안내 등 생략, 내용과 방법 구체적으로 나타내기 • 전개 단계 중심으로 A4 용지 1쪽 이내 분량

‘실험관찰’의 PDF 파일을 제공하였다. 수업은 전개 단계를 중심으로 설계하도록 하였다. 재구성 도구 개발의 과정에서 연구자의 주관적 판단을 최소화하기 위해 과학교육 전문가인 교수 2명과 교사 3인이 공동으로 참여하였다.

나. 교재 재구성 분석 도구

검토·수정·보완의 과정을 거친 재구성 분석 도구의 영역별 유형과 분석 기준은 Table 3과 같다. 우주영역 지도와 관련된 실제적인 시사점을 얻기 위해 미래세대 과학교육표준(한국과학창의재단, 2019), 학습자 중심의 미래형 교과서 개발을 위한 교과서 발행체

Table 3. Classification and analysis criteria

영역	유형	분석 기준
재구성 배경	학습 참여	자기주도적 학습, 흥미, 재미, 협동 등과 관련된 경우
	거리 체험	태양계의 규모 또는 거리를 직접 체험하는 활동과 관련된 경우
	내용의 어려움	거리 계산의 어려움, 내용 이해의 어려움 등과 관련된 경우
교육장소	통합·추가·연계·대체	통합·추가·연계·대체 등의 필요성과 관련된 경우
	교실 또는 과학실	교실 및 과학실(복도 포함), 창의융합형 교실 등에서 이루어질 경우
	체육관 또는 강당	실내 체육관 또는 강당에서 이루어질 경우
교육방법	운동장 또는 학교 밖	운동장을 비롯한 시설물, 학교 밖 외부 공간에서 이루어질 경우
	실내와 실외	교실 또는 과학실, 운동장 등에서의 활동과 연계되는 경우
	측정	도구 또는 신체를 이용한 측정 활동이 실제 이루어지는 경우
교육내용	체험	상대적 거리를 몸으로 체험하는 형태의 활동이 이루어지는 경우
	측정과 체험	측정 활동과 체험활동이 함께 이루어지는 경우
	인터넷	컴퓨터, 스마트폰 등 활용한 탐구 활동이 이루어지는 경우
	토의·토론	소집단 중심 토의·토론으로 탐구 활동이 이루어지는 경우
측정 방법	구체적 조작활동	조립, 만들기, 꾸미기 등의 방법으로 탐구 활동이 이루어지는 경우
	자	줄자, 30cm자 등 이용
	물체	과자, 큐브, 포스트잇, 두루마리 화장지 등 이용
	신체	팔, 손, 발, 보폭 등 이용
상대적 거리 비교 수준	거리 순서	가장 가까이 있는 행성과 가장 가까이 있는 행성과 멀리 있는 행성
	거리 분류	태양에서 지구보다 가까이 있는 행성과 멀리 있는 행성
	상대적 거리 분류	상대적으로 태양에 가까이 있는 행성과 멀리 있는 행성
	거리 관계	태양으로부터의 거리와 행성 사이의 거리와의 관계 예)태양에서 거리가 멀어질수록 행성 사이의 거리도 멀어진다.
행성 배치	기타	교육과정의 범위를 벗어난 내용
	직선	행성들이 순서대로 줄지어 있는 형태로 수업에 반영한 경우
	원·타원	행성의 거리와 공전궤도를 함께 반영한 탐구가 이루어진 경우
	크기와 거리 관계	행성의 크기와 거리와 관련이 없음을 학생들에게 제시한 경우

제 연구보고서(박일수 외, 2018), 천문학 관련 논문(최하늘과 신동희, 2021; 서영임, 2018)과 재구성 관련 논문(김평국, 2004; 이연형, 2006; 추갑식과 신재한, 2015; 한신영, 2014)을 분석한 후 ‘재구성 배경’, ‘교육 장소’, ‘교육 방법’, ‘교육 내용’ 등의 영역으로 분석 내용을 범주화하였다. 범주화된 분석 영역은 비슷한 형식의 논문(임성만, 2020; 김한제 외, 2013; 김해진 외, 2013; 길지현 외, 2012; 정대균 외, 2007; 정진우와 김윤지, 2008)을 참고로 하여 질적 분석 연구 방법에 따라 귀납적인 방법으로 유형화하였다. 영역 ‘교육장소’는 미래세대 과학교육표준(한국과학창의재단, 2019)과 천문학 관련 연구 자료를 참고하여 1차 유형화한 후 초등 예비교사들의 재구성 수업 설계에 나타난 장소와 우리나라 초등학교 현장 실태를 반영하여 2차로 조정하였다. 영역 ‘재구성 배경’, ‘교육 내용’, ‘교육 방법’은 2015 개정 교육과정 총론 해설서, 과학과 교육과정 ‘태양계와 별’의 성취기준, 핵심 개념, 학습 요소, 핵심 용어, 탐구과정 기능, 과학 교과서, 교사용 지도서 등을 근거로 유형화하였다. 재구성 분석 도구 개발의 과정에서 연구자의 주관적 판단을 최소화하기 위해 과학교육 전문가 5인이 공동으로 참여하였다.

5. 자료 분석

초등예비교사들에게 태양으로부터 행성까지의 상대적인 거리를 비교하는 재구성 수업 설계 과제를 부여한 결과 29명이 재구성 자료를 제출하였다. 재구성 자료는 재구성 배경, 교육 장소, 교육 방법, 교육 내용 등 네 가지 영역으로 범주화하여 유형별로 분석하였다(Table 3). 영역별 세부 유형과 하위 유형 분석은 전체 사례 수에 대해 각각의 유형이 차지하는 비율을 비교

하는 방법으로 하였다. 비율 분석 과정에서 두 가지 이상의 내용 또는 방법이 나타날 경우 중복으로 처리하였다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 재구성 배경 분석

재구성의 배경을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 재구성 배경을 분석한 결과 거리 체험의 비율이 가장 높게 나왔다(40.0%). 신체 표현이나 직접적인 거리 체험 등을 통해 태양계의 광대함을 체험하도록 해주기 위해 재구성이 필요하다는 의견이 주를 이루었다. 흥미 유발, 자기주도적 학습 능력의 신장, 즐거운 수업 등 학습 참여의 비율은 두 번째로 높게 나왔다(20.0%). 2015 개정 교육과정에서 강조하고 있는 학생 참여 중심 수업의 중요성을 인식하고 있기 때문으로 여겨진다. 내용의 어려움, 통합·추가·연계·대체 지도 유형의 비율은 같은 수준으로 나왔다(10.0%). 비와 비율을 배우지 않은 5학년 과정에서의 학습이므로 소수를 나타내는 활동과 내용 자체도 어렵다는 의견이 제시되었다. 통합·추가·연계·대체 지도와 관련하여서는 행성 사이의 거리 알아보기 활동을 추가하거나 이전 차시의 행성의 크기 알아보기 학습과 연계하여 행성의 크기를 표현해 보는 활동이 필요하다는 의견 그리고 행성 모형 대신 행성의 특성이 나타난 사진으로 대체하여 재구성할 필요가 있다는 의견도 나왔다. 기타 의견으로 두루마리 휴지를 이용한 활동이 학습 후 뒷정리를 어렵게 하거나 수업을 산만하게 하므로 재구성이 필요하다는 의견도 있었다. 유형화하지 않았지만 미응답의 비율이 상

Table 4. Purpose of reorganization

영역	유형	인원수(비율)	대표적 예시
재구성 배경	학습 참여	6(20.0%)	흥미 유발, 자기주도적 학습 능력 신장, 학생 참여 중심 수업
	거리 체험	12(40.0%)	태양계의 광활함 체험, 신체 표현을 통한 이해
	내용의 어려움	3(10.0%)	소수 표현의 어려움, 내용 이해의 어려움
	통합·추가·연계·대체	3(10.0%)	행성 사이의 거리 알아보기 추가, 행성 특성이 반영된 사진을 대체한 지도, 행성 크기 표현해보기 활동 추가
	기타	6(20.0%)	수업 후 뒷정리의 어려움, 주의산만한 수업 * 미 응답 4(13.3%) 포함됨.
계		30(100.0%)	* 중복 적용

대적으로 높게 나왔는데(13.3%) 이에 대해서는 추가적인 연구가 필요한 것으로 보인다. 종합해 볼 때 교과서에서 소개하고 있는 '두루마리 휴지를 이용한 거리 비교 활동'은 태양에서 행성까지의 거리를 단순 비교하는 데는 적합하지만 태양계의 광대함을 체험하게 하거나 과학과 교육에서 강조하고 있는 흥미와 호기심을 기반으로 하는 학생 참여 중심의 수업을 이끌어내는 데는 한계가 있는 것으로 보인다. 따라서 이후 교과서를 개발할 때 이러한 결과를 반영할 필요가 있다.

2. 교육 장소 분석

교육 장소를 분석한 결과는 Table 5와 같다. 교육 장소를 유형별로 분석한 결과 교실 또는 과학실(62.1%), 교실 또는 과학실과 운동장과 연계(20.7%), 운동장 또는 학교 밖(13.8%), 체육관 또는 강당(3.4%)의 순으로 나왔다. 주제가 동일하지 않아 비교하는 데 한계가 있지만 최하늘과 신동희(2021)의 연구 결과에 의하면 국내 천체교육 프로그램의 경우 학교의 교실 혹은 실험실과 같은 실내가 11건(65%), 운동장과 같은 실외가 4건(24%)인 반면 국외의 경우 실내가 62건(71%), 실외가 19건(22%)이다. 국외의 경우 실내에서의 수업이 약 6% 정도 더 높은 비율을 차지하고, 최근 들어서는 국내의 모두 실내에서의 수업이 증가하는 경향을 보이고 있는데 이는 천문 교육용 소프트웨어의 개발과 보급이 늘어나면서 실내에서도 천체를 쉽게 관측할 수 있는 스마트 교육이 가능해졌기 때문이라고 밝히고 있다. 본 연구주체의 수업 장소가 실내에서의 수업에 더 적합한지 아니면 실외에서의 수업이나 실내와 실외를 함께 활용하는 수업에 더 적절한지에 대해서는 추가 연구가 필요하겠지만 교실 또는 과학실에서의 수업을 설계한 비율은 최하늘과 신동희(2021)의 국내 연구 결과와 비슷한 수준으로 나왔다(62.1%). 체육관 또는 강당(3.4%), 운동장 또는 학교 밖(13.8%), 교실 또는 과학

실, 운동장 연계(20.7%)를 합한 비율(37.9%)은 재구성 배경 중 거리 체험의 비율(40.0%)과 비슷한 수준이다. 교과서에서는 교실 또는 복도의 벽면을 활용한 거리 비교 수업을 안내하고 있다. 운동장과 강당 등 거리 체험을 위한 충분한 공간 확보나 국내의 모두 실내에서의 수업이 증가하는 경향을 보이고 있는 만큼 우주 영역 지도 소프트웨어의 개발과 보급의 확대가 필요한 것으로 여겨진다.

3. 교육 방법 분석

영역 교육 방법을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 본 연구주체는 과학과 교과 역량 중 과학적 탐구 능력과 관련이 있고 기초탐구 기능은 측정과 분류와 관련된 다. 분류는 교육 내용 영역에서 유형화하여 분석하였다. 교육 방법을 유형별로 분석한 결과 측정(44.8%), 측정과 체험(17.2%), 인터넷 13.8%, 체험과 구체적 조작 활동(10.3%), 토의·토론(3.4%)의 순으로 높게 나왔다.

측정을 통한 탐구 활동은 자, 물체, 신체 등을 이용하여 교실이나 복도, 운동장 또는 강당에서 태양으로부터 행성까지의 거리를 재는 활동으로 설계되어 있었다(44.8%). 행성의 크기를 함께 반영하며 행성까지의 거리 재기, 궤도를 반영하여 거리 나타내기 등의 방법으로 계획한 사례도 각각 한 사례씩 확인되었다. 측정 활동이 꼭 필요한 기초 탐구 기능임을 기본적으로 인지하고 있는 것으로 보인다.

태양으로부터 각 행성까지의 거리를 교사가 제시하고, 학생들은 교사가 설정한 행성을 목표로 릴레이를 통해 땅따먹기 게임을 하거나 행성까지 원반던지기 경기하기, 행성이 되어 행성이 위치할 곳을 직접 찾아가는 활동 등으로 계획된 체험의 비율은 가장 낮았다(10.3%). 학생들이 여러 가지 도구나 신체 등을 이용하여 실제 거리를 나타내는 활동이 주요한 학습 요소가 된다는 점에서는 아쉬움이 있지만 어려움을 느낄 수

Table 5. Teaching and learning place

영역	유형	인원수(비율)	대표적 예시
교육 장소	교실 또는 과학실	18(62.1%)	교실 전체 공간, 교실벽, 복도 등을 활용
	체육관 또는 강당	1(3.4%)	강당(체육관)의 체육 기구를 행성 모형으로 활용
	운동장 또는 학교 밖	4(13.8%)	태양에서 행성까지의 거리 측정하는 공간으로 활용
	과학실과 운동장과 연계	6(20.7%)	교실에서 행성 거리를 알아보기, 운동장에서 측정 및 체험하기
	계	29(100.0%)	

Table 6. Teaching and learning methods

영역	유형	인원수(비율)	대표적 예시
교육 방법	측정	13(44.8%)	자, 물체, 신체 등을 이용하여 태양으로 부터 행성까지의 거리 재기, 행성의 크기를 함께 반영하여 행성까지의 거리 재기, 궤도와 함께 거리 나타내기
	체험	3(10.3%)	칭백으로 나누어 태양계 땅따먹기 게임하기, 행성까지 원반던지기 경기하기, 행성 되어 보기
	측정과 체험	5(17.2%)	행성까지의 거리를 잰 후 실제 몸으로 거리 체험해 보기, 행성까지 릴레이 하기, 행성까지의 거리를 잰 후 몸으로 행성 크기 표현하기
	인터넷	4(13.8%)	Google earth에서 지구 사이의 거리 측정 후 토론하기, 지구 실감하기, Celestia 활용 태양계의 모습 확인하기, Naver 활용 행성 위치 나타내기
	토의·토론	1(3.4%)	토의·토론을 통해 행성까지의 거리, 행성 사이의 거리 계산하기
	구체적 조작활동	3(10.3%)	행성 팽이 만들기, 행성 모빌 만들기, 행성 모형 꾸미기
	계	29(100.0%)	

있는 우주 영역 학습에서 즐거운 수업을 설계함으로써 학생들의 학습에 대한 흥미를 유발하고 학습 참여를 이끌어내려는 의도 때문이었음을 확인할 수 있었다. 체육 교과와 연계하여 탐구 능력을 신장 시키는 동시에 적극적 참여를 이끌어 낼 수 있는 교과 연계 프로그램 개발을 모색할 필요가 있는 것으로 시사되어진다.

측정과 체험의 비율은 두 번째로 높게 나왔다(17.2%). 대부분 태양에서 행성까지의 거리를 잰 후 실제 몸으로 체험하기, 행성까지 릴레이 경기하기, 몸으로 행성 크기 표현해보기 등의 다양한 방법이 제시되었다. 활동 시간을 확인해 본 결과 연속 차시 또는 블록 타임을 적용한 사례는 확인되지 않았다. 도구나 신체를 이용하여 상대적인 거리를 잰 후 실감을 위한 체험활동을 계획하고 있는데 그대로 적용하기에는 시간적 측면에서 어려움이 있을 것으로 여겨진다. 따라서 블록타임 운영이나 창의적 체험활동, 체육 교과, 사회과 등과 연계한 프로그램의 개발도 고려해볼 필요가 있는 것으로 여겨진다.

인터넷의 빈도는 세 번째로 높게 나왔다(13.8%). Google earth를 활용하여 태양에서 지구 사이의 거리를 측정하고 상대적 거리를 알아본 후 Mentimeter 프로그램을 활용하여 토론하기, Google earth 프로그램으로 지구의 크기 실감하기, 3차원 우주 공간 시뮬레이션 프로그램인 Celestia로 태양계의 모습 시각적으로 확인하기, Naver 지도 프로그램을 활용하여 행성지도 표현하기 등과 같은 방법이 제시되었다. Google earth 적용 사례의 경우 행성까지의 거리와 관련된 내용은 구체적으로 나타나 있지 않았다. Celestia 프로그램으로 계획한 사례의 경우 태양계의 모습을 시각적으로 확인하는 과정에서 공간 감각을 이끌어 내는데 초점이 맞추어져 있었지만

실제적인 측정 활동은 포함되지 않았다. 행성의 크기와 행성까지의 거리를 동시에 반영하고 또한 태양계의 광대함도 체험할 수 있는 초등학생용 실감형 콘텐츠(AR, VR) 등 우주 영역 지도 소프트웨어 자료 개발의 필요성이 시사되어진다.

유형 토의·토론 비율은 가장 낮은 수준으로 나왔다(3.4%). 모듈별로 토의·토론을 통해 태양에서 행성까지의 거리, 행성과 행성 사이의 거리를 계산하는 활동으로 설계되어 있었다. 실제 측정의 과정은 생략되었으나 비와 비율을 배우지 않은 단계이므로 모듈원 간의 협력을 통한 탐구에 초점을 두었기 때문으로 여겨진다. 태양계 행성 중 해왕성은 맨눈으로 관찰할 수 없기 때문에 수학적 계산으로 발견된 태양계의 유일한 행성이다. 실험이나 탐구활동 그 자체보다 수학적 계산 또는 사고의 과정에 초점을 두었기 때문으로 여겨진다.

구체적 조작활동(hands-on)의 비율은 체험의 비율과 같았다(10.3%). CD를 이용한 행성 팽이, 접시를 이용한 행성 모빌 만들기과 4절지를 이용하여 행성 모형 꾸미기 등 미술과와 연계하여 적용할 수 있는 활동으로 계획되어 있었다. 각 사례 모두 태양에서 행성까지의 상대적인 거리를 알아보는 활동이 포함되어 있었다. CD를 이용한 행성 팽이와 모빌의 경우 행성의 궤도가 부분적으로 반영되어 있었다. 행성까지의 거리 표현에는 한계가 있지만 팽이를 돌릴 때 행성의 움직임을 관찰할 수 있다는 장점을 의도적으로 반영한 것으로 여겨진다. 행성 모빌의 경우 3차원의 공간에 태양계를 표현하고자 한 의도로 보인다. 2차원의 공간이 아닌 3차원의 공간에서 태양계를 표현할 수 있는 아이디어가 필요한 것으로 시사되어진다.

4. 교육 내용 분석

가. 측정 도구

측정 도구를 분석한 결과 자와 물체(31.0%), 기타(10.3%), 신체(6.9%)의 순으로 높게 나왔다. 자를 이용할 때, 태양에서 지구까지의 단위 길이는 1cm, 10cm, 1m, 150cm, 23m 등으로 나왔다(31.0%). 교육 장소와 연계하여 확인해 본 결과 실내 수업의 경우 1cm, 10cm의 단위로 적용하였고, 운동장 수업의 경우 1m, 150cm, 23m 등으로 적용하였다. 23m로 적용한 사례의 경우 학교 내의 공간으로는 불가능하므로 학교 주변의 지도를 함께 활용한 것으로 나타났다. 보폭이나 팔 길이를 적용한 경우 학생들의 발육 상태에 따라 정확한 거리 측정에는 한계가 있지만 넓은 공간에서 특별한 도구 없이 쉽게 적용할 수 있다는 이점을 반영한 의도로 확인되었다(6.9%). 물체는 빼빼로(과자의 일종), 큐브, 포스트잇, 교사 제작 스티커 등 다양하였다. 빼빼로를 이용한 까닭은 흥미를 유발시킬 수 있고 큐브의 경우 소수 첫째 자리의 수를 간편하고 쉽게 나타낼 수 있다는 장점을 반영한 것으로 확인되었다(31.0%). 교과서에서는 태양에서 지구까지의 단위 길이를 두루 마리 휴지한 칸으로 나타내는 방법을 적용하고 있기 때문에 소수 첫째 자리의 수를 나타내는 데는 어려움이 있다. 소수 첫째 자리의 수를 간편하고 쉽게 나타낼 수 방안이 필요한 것으로 여겨진다.

나. 상대적 거리 비교 내용 수준

태양에서 가장 가까운 행성과 가장 멀리 있는 행성을 알아보는 비교 활동은 모두 적용하고 있음이 확인되었다(100.0%). 거리 분류의 비율은 두 번째로 높게 나왔다(51.7%). '태양에서 지구보다 가까이 있는 행성과 지구보다 멀리 있는 행성'은 실험관찰 탐구 활동에 제시된 내용이다. 상대적 거리 분류의 비율은 세 번째로 높게 나왔다(24.1%). 상대적으로 태양에 가까이 있는 행성과 멀리 있는 행성은 교과서에 제시된 내용이다. 거리 관계의 비율은 상대적으로 낮게 나왔다(13.8%). 태양으로부터의 거리와 행성 사이의 거리와의 관련성 즉 '태양에서 거리가 멀어질수록 행성 사이의 거리도 멀어진다.'는 교사용 지도서 '생각해 볼까요?'의 해답 사례로 제시된 내용이다. 기타의 사례는 '태양으로부터 거리가 멀어짐에

따라 행성이 커진다'는 오개념 사례로 확인되었다. 교사들이 천문학적 거리를 지구와 달, 태양 사이의 거리를 실제거리 보다 크다고 생각하는 반면, 태양계 내에서 태양계 밖으로 갈수록 그 거리를 점점 더 과소평가하는 경향성을 가지고 있다는 초등 교사들의 천문학적 거리에 대한 인식을 조사한 정진우와 한신(2010)의 연구 결과와는 일치하지 않았다. '태양에서 지구보다 가까이 있는 행성과 멀리 있는 행성'의 비율이 '상대적으로 태양에 가까이 있는 행성과 멀리 있는 행성'의 비율보다 높게 나타난 것은 학생들이 탐구 결과를 실제로 기록하는 실험관찰을 교과서 보다 더 우선적으로 반영했기 때문으로 여겨진다.

다. 행성 배치

초등예비교사들의 교육 내용을 분석한 결과는 Table 7과 같다. 행성의 위치를 직선의 형태로 배치(한 줄 또는 여러 줄)한 비율(72.4%)이 원·타원(궤도)의 형태로 배열한 비율(27.6%)보다 45.0%나 더 높게 나타났다. 이는 교과서에서 상대적인 거리 비교를 쉽게 하기 위하여 직선으로 배열했기 때문으로 여겨진다. '태양을 중심으로 하여 행성들이 순서대로 줄지어 운동한다.'는 학생들이 가지고 있는 오개념 중의 하나이다(교육부, 2019). 태양계를 나타내는 대부분의 그림에서 행성의 모습과 순서를 쉽게 보여주기 위해 행성을 일렬로 줄지어 표현하고 있기 때문이다. 따라서 이후 교과서나 실험관찰 등 교과용 도서를 개발할 때에는 학생들이 오개념을 갖지 않도록 원·타원형태에서 행성까지의 거리를 나타내는 활동으로 대체할 필요가 있는 것으로 여겨진다. 행성 크기와 거리와의 관계를 분석한 결과 행성 거리 비교 활동에서 행성의 실제 크기와 거리는 관련이 없다는 사실을 안내한 비율은 그 중요성에 비추어볼 때 높지 않았다(31.0%). 상대적 거리 비교에서와 마찬가지로 교과서에 제시된 자료가 직접 또는 간접적으로 교사의 수업 설계 방향에 영향을 미치고 있음을 확인할 수 있었다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 교육과정 '태양계와 별' 지도와 연계

Table 7. Teaching and learning contents

영역	유형	항 목	인원수(비율)	대표적 예시
측정 도구		자	9(31.0%)	단위 길이: 1cm, 10cm, 1m, 150cm, 23m
		물체	9(31.0%)	빼빼로, 큐브, 포스트잇, 교사 제작 스티커, 화장지
		신체	2(6.9%)	보폭, 팔
		기타	3(10.3%)	인터넷, 교사 제시, 학생 자율
교육 내용	상대적 거리 비교 수준	거리 순서	29(100.0%)	태양에서 가장 가까운 행성(수성)과 멀리 있는 행성(해왕성)
		거리 분류	15(51.7%)	지구보다 가까이 있는 행성(수성, 금성)과 멀리 있는 행성
		상대적 거리 분류	7(24.1%)	상대적으로 태양에 가까이 있는 행성(수성, 금성, 지구, 화성)과 멀리 있는 행성(목성, 토성, 천왕성, 해왕성)
		거리 관계	4(13.8%)	태양에서 거리가 멀어질수록 행성 사이의 거리도 멀어진다.
		기타	1(3.4%)	거리가 멀어질수록 행성의 크기가 커진다(오개념).
		직선	21(72.4%)	행성의 위치를 직선의 형태로 배열하는 방법으로 활동
행성 배치		원·타원	8(27.6%)	행성들의 거리와 공전 궤도를 함께 반영하여 활동 진행
		행성 크기와 거리	9(31.0%)	실제 행성의 크기와 거리와의 관련이 없음을 안내함.

하여 초등예비교사들이 재구성한 수업 설계 내용을 분석하였다. 주제는 ‘태양에서 각 행성까지의 거리 상대적으로 비교하기’이다. 연구 결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 태양계의 광대함을 체험하도록 하기 위해 교재 재구성이 필요하다는 의견이 가장 많이 나왔다. ‘두루마리 휴지를 이용한 거리 비교 활동’은 태양에서 행성까지의 거리를 단순 비교하는 데는 적합지만 태양계의 광대함을 체험하게 하거나 학생 참여 중심의 과학 수업을 이끌어내는 데는 한계가 있다. 둘째, 운동장과 강당 등 거리 체험을 위한 충분한 공간 확보와 행성의 크기와 행성까지의 거리를 동시에 반영하고 또한 태양계의 광대함도 체험할 수 있는 초등학생용 실감형 콘텐츠(AR, VR) 등 실내에서 적용할 수 있는 우주 영역 지도 소프트웨어 프로그램 개발과 보급의 확대가 필요하다. 셋째, 상대적 거리 비교 분류 활동에서 ‘태양에서 지구보다 가까이 있는 행성과 지구보다 멀리 있는 행성’으로 분류한 비율이 ‘상대적으로 태양에 가까이 있는 행성과 멀리 있는 행성’으로 분류한 비율보다 높게 나왔다. 과학 교과서보다 보조 교과서인 실험관찰을 더 우선적으로 수업 설계에 반영했기 때문으로 여겨진다. 넷째, 태양으로부터 행성의 위치를 직선의 형태로 수업에 적용한 비율이 원·타원의 형태 즉 행성들의 거리와 공전 궤도를 함께 반영하여 적용한 비율보다 높게 나왔다. 교과서에서는 태양에서 행성까지의 상대적인 거리 비교를 쉽게 하기 위하여 직선으로 배

열한 행성 이미지 자료를 제시하고 있는 데 이것이 직접 또는 간접적으로 초등예비교사의 수업 설계에 영향을 미쳤기 때문으로 보인다. 이와 같은 연구결과를 토대로 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

첫째, 본 연구에서는 초등예비교사들의 부담을 줄이기 위해 우주 영역 중 ‘태양에서 각 행성까지의 거리 상대적으로 비교하기’라는 1차시 분량의 수업을 재구성하여 설계하도록 하였다. 그러나 수업 설계에서 중요한 부분을 차지하는 평가와 관련된 내용이 포함되지 않았다. 따라서 이후 행성의 크기와 거리, 과정 중심 평가 적용 등 연구주제의 범위를 확대하여 적용할 필요가 있다.

둘째, 우주와 우주를 이루고 있는 천체들의 상호관계와 공간 구성에 대한 이해는 우주와 천문 현상을 이해하는 중요한 요인이 되고 태양계와 별은 우주 영역이 처음으로 도입되는 교육과정인 만큼 학생들이 오개념을 갖지 않도록 2차원의 공간이 아닌 3차원의 공간에서 태양계를 표현할 수 있는 교육 자료의 개발이 필요하다.

국문요약

이 연구의 목적은 천문 교육 방법의 개선 방향과 교육 자료 또는 소프트웨어 개발을 위한 시사점을 얻는 데 있다. 교육과정 ‘태양계와 별’ 지도와 연계하여 초

등예비교사들에게 태양으로부터 행성까지의 상대적인 거리를 비교하는 재구성 과제를 제시한 후 이를 분석하였다. 연구 대상인 초등예비교사들은 B광역시 소재 초등 교사 양성 대학교 음악교육학과 2학년에 재학 중인 학생들로 남자 11명, 여자 19명이다. 도출된 시사점은 다음과 같다. 첫째, '두루마리 휴지를 이용한 거리 비교 활동'은 태양에서 행성까지의 거리를 단순 비교하는 데는 적합하지만 태양계의 광대함을 체감하게 하거나 학생 참여 중심의 수업을 이끌어내는 데는 한계가 있다. 둘째, 넓은 학습 공간의 확보와 함께 행성의 크기와 행성까지의 거리를 동시에 반영하고 또한 태양계의 광대함도 체험하며 실내에서 적용할 수 있는 초등학생용 소프트웨어 자료의 개발이 더 필요하다. 셋째, 교과서 자료는 초등예비교사의 수업 설계에 중요한 영향을 미친다.

주제어: 교재 재구성, 태양계, 행성의 거리, 천문교육, 우주

References

- 교육부(2015). 별책 9 과학과 교육과정 고시 제2015-74호. 교육부.
- 교육부(2019). 과학 5-1교사용 지도서. (주)비상교육.
- 교육부(2021). 더 나은 미래, 모두를 위한 교육2022 개정 교육과정 총론 주요사항(시안). 교육부.
- 길지현, 송신철, 소금현, 여성희(2012). 초등학생들의 온실 효과에 대한 개념 이해 조사 연구. *생물교육*, 40(4), 412-420.
- 김지영(2014). 예비교사가 수행한 교재 재구성 과제에 관한 탐색적 연구. *서울교육대학교 한국초등교육*, 25(1), 223-243.
- 김평국(2004). 초등학교 교사들의 교과 내용 재구성 실태와 그 활성화 방향. *교육과정연구*, 22(2), 135-161.
- 김한제, 정용재, 장명덕(2013). '어느점 내림'에 대한 초등예비교사들의 인식 조사 및 설명 모형 제안. *초등과학교육*, 32(2), 206-224.
- 김해진, 배진호, 심규철, 소금현(2013). 초등학생의 곤충에 대한 인식과 태도 조사 연구. *생물교육*, 41(1), 61-74.
- 김희수, 서창현, 이항로(2003). 천문학적 공간개념 수준에 관한 검사도구 개발. *한국지구과학회지*, 24(6), 508-523.
- 박일수, 김은정, 한춘희, 조호제, 전풍효(2018). 학습자 중심의 미래형 교과서 개발을 위한 교과서 발행체제. (사)한국검인정교과서협회.
- 서영임(2019). 초등학생의 태양계 시스템 모델링 수준에 따른 태양계 이해의 양상. *서울교육대학교 석사학위논문*.
- 이연형(2006). 초등학교 교사의 교육과정 재구성 실태와 실천 방안 연구. *경북대학교 석사학위논문*.
- 임성만(2020). 초등학교 과학교과서에 제시된 탐구활동의 교수전략, 유형, 개념과의 연관성 분석. *초등과학교육*, 39(3), 449-463.
- 장명덕, 남윤경(2012). 천체의 상대적 크기에 대한 초등예비교사들의 인식. *한국지구과학회지*, 33(7), 645-657.
- 전승준, 고운영, 이영식, 광영순, 최성연, 박민아, 김홍중, 박구선, 김대수(2018). 모든 한국인을 위한 과학. 한국과학창의재단.
- 정대균, 이혜정, 정선희, 오창호, 박국태(2007). 기체에 대한 초등학생들의 개념 조사 및 대안 개념 유형 분석. *초등과학교육*, 26(4), 359-371.
- 정진우, 김윤지(2008). 물의 순환에 대한 초등예비교사들의 지구 시스템적 인식. *초등과학교육*, 27(4), 319-327.
- 정진우, 한신(2010). 초등학교 교사들의 천문학적 거리에 대한 개념 연구. *한국지구과학회지*, 31(7), 827-837.
- 최하늘, 신동희(2021). 국내외 천문 교육 프로그램 관련 연구 동향 비교 분석. *천문학논총*, 36(1), 25-36.
- 추갑식, 신재한(2015). 초등교사가 인식하는 교육과정 통합 및 재구성 유형에 대한 연구. *교사교육연구*, 54(1), 120-137.
- 한국과학창의재단(2019). 모든 한국인을 위한 과학적 소양 미래세대 과학교육표준(KSES). 한국과학창의재단.
- 한신영(2014). 교육과정 재구성 실천을 통한 교사의 전문성 신장. *이화여자대학교 석사학위논문*.
- Choi, J. T., Lee, K. Y., & Park, J. Y. (2019). The development and application of an astronomy education program reflecting astronomical thinking: A case of planetarium class at science museum. *Journal of the Korean*

- Earth Science Society, 40(1), 86-106.
- Ian, T., Miles, B., & Alister, J. (2003). Promoting mental model building in astronomy education. *International Journal of Science Education*, 25(10), 1205-1225.
- Kim, K. M., Park, Y. S., & Choe, S. U. (2008). Analysis of scientific inquiry activities in the astronomy section of school science textbooks. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 29(2), 204-217.
- Kwak, M. H., Shin, Y. J., & Lee, J. H. (2019). Research trend in Earth Science education: Based on an application of data mining. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 19(18), 1311-1335.
- Lee, S. J. (2002). The effects of learning spatial abilities on achievement in astronomy. Master thesis, Seoul National University, Seoul.
- Oh, H. S., & Lee, K. Y. (2018). Exploring 6th graders learning progression for lunar phase change: Focusing on astronomical systems thinking. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 39(1), 103-116.
- Orion, N., & Ault, C. (2007). Learning Earth Sciences. *Handbook of Research on Science Education*, 653-687.