

## 천체의 상대적 크기에 대한 초등 예비교사들의 인식

장명덕<sup>1,\*</sup> · 남윤경<sup>2</sup>

<sup>1</sup>공주교육대학교 초등과학교육과, 314-711, 충남 공주시 웅진로 27  
<sup>2</sup>뉴욕주립대학교 브락포트 캠퍼스 과학교육과, 브락포트, NY, 14420, 미국

### Pre-service Elementary Teachers' Conceptions on the Relative Sizes of Celestial Bodies

Myoung-Duk Jang<sup>1,\*</sup> and Younkyeong Nam<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Elementary Science Education, Gongju National University of Education, Chungnam 314-711, Korea

<sup>2</sup>Department of Education and Human Development, The College at Blackport-State University of New York, NY 14420, USA

**Abstract:** The purpose of this study was to investigate pre-service elementary teachers' conceptions about the relative sizes of celestial bodies including the universe, galaxy, star, planet, satellite, asteroid, and comet, which were presented in elementary school science textbook. This study also examined the causes of their misconceptions as shown in the study. Sixty three pre-service elementary teachers participated in this study. The survey was developed for this study that asked to make an order of relative sizes of the given celestial bodies and to write scientific facts about each of the celestial bodies. The survey items were analyzed by simple descriptive statistics, and the written responses were analyzed using qualitative and inductive methods. The results showed that only five (7.9%) of the participants correctly answered about the relative size of the given celestial bodies. There were three common misconceptions identified in relation to the relative sizes of the celestial bodies; more than 20% of the participants had: (1) a planet is bigger than a star (46.0% of the participants), (2) an asteroid is bigger than satellite (58.7%), 3) a comet is bigger than a star (22.2%).

**Keywords:** pre-service elementary teacher, celestial body, relative size, misconception

**요약:** 이 연구의 목적은 초등교사가 될 교대 신입생들의 우주와 은하 그리고 현행 초등 과학과 교과서에 등장하는 주요 천체들(별, 행성, 위성, 소행성, 혜성)의 상대적 크기에 대한 인식을 조사하고, 이들이 가지고 있는 천체의 상대적 크기에 대한 오개념의 원인을 밝히는 것이다. 이를 위해 63명의 예비교사가 이 연구에 참여하였으며, 이들은 연구자들이 개발한 설문지에 제시된 문항, 즉 제시된 천체들을 그 상대적 크기 순서로 나열하고 각 천체들의 대한 설명의 글을 작성하도록 하는 문항에 응답을 하였다. 이들의 응답은 양적 분석과 응답자의 기술에 근거한 질적 분석을 통해 분석되었으며, 이에 대한 구체적인 연구 결과는 다음과 같다: 첫째, '우주>은하>별>행성>위성>소행성>혜성'이라고 제시된 천체들에 대해 바르게 나열한 교사는 총 63명 중 5명(7.9%), '우주>은하>별>행성'까지 바르게 나열한 예비교사도 28명(44.4%)에 불과하였다. 둘째, 천체들의 상대적 크기에 대한 예비교사들의 두드러진 주요 오개념은, '행성이 별보다 크다(행성>별, 29명, 46.0%)', '소행성이 위성보다 크다'(소행성>위성, 37명, 58.7%) '혜성이 별보다 크다(혜성>별, 14명, 22.2%)'는 것이다.

**주요어:** 초등 예비교사, 천체, 상대적 크기, 오개념

\*Corresponding author: mdjang@gju.ac.kr

Tel: +82-41-850-1663

Fax: +82-41-850-1669

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.

### 연구의 필요성 및 목적

Spiliotopoulou-Papantoniou(2007)가 지적했듯이, 천문·우주 과학은 인간의 마음과 상상력을 자극하는 강력한 매력을 가지고 있다. 실제로 우리나라 청소년이 가장 궁금해 하는 과학 분야는 천문·우주 분야이며(National Science Museum, 1994), 초등학생들의

과학 캠프 주제별 선호도에 대한 연구에서도 우주 · 항공 · 천문 캠프에 대한 선호도가 가장 높은 것 (Kwon et al., 2010)으로 나타났다.

그러나 천문 개념에 대한 이해는 고도의 지적 능력, 즉 시간과 공간에 대한 이해를 필요로 하고(Orion and Ault, 2007), 학생들이 일상생활에서 구체적으로 경험할 수 없는 내용이 많아서 학생들이 나름대로의 대안개념을 갖게 될 가능성이 많다(Kim, 1999; Myeong, 2001; Trumper, 2001).

학생들이 가지고 있는 천문 개념에 대한 오개념이 무엇인지, 그리고 이러한 오개념이 어떻게 생성되는 지에 대한 이해는 학교 현장에서 학생들을 지도하는데 매우 중요한 지식이다. 그러나 많은 선행 연구에서 드러난 것과 같이, 계절의 변화, 달의 위상 변화나 달의 자전과 같은 천문현상에 대해 교사들도 학생들과 유사한 오개념을 많이 가지고 있다(Schoon and Boone, 1998; Trundle et al., 2002, 2006; Oh, 2006; Trumper, 2006). 예를 들어, 학생들과 마찬가지로 교사들도 계절의 변화 원인이 태양과 지구 사이의 거리 변화 때문이라거나 달은 자전을 하지 않는다는 등의 오개념을 가지고 있다는 것이다. 더욱 주목을 끄는 점은 초등학교 교사들이 가지고 있는 이러한 천문 현상에 대한 오개념이 학생들에게 그대로 전해지며, 이것이 학생들이 천문 현상에 대한 오개념을 가지게 되는 주된 요인으로 작용한다는 사실이다 (Atwood and Atwood, 1997).

실제로 한국과 일본 초등 예비교사들을 대상으로 한 연구(Lee and Jang, 2007)에서도 나타났듯이 초등 예비교사들의 천문학에 대한 기초 지식이나 개념의 수준이 낮은 편이며, 천문학을 상당히 어렵다고 인식하고 있다. 더욱이 초등 예비교사들이 가지고 있는 낮과 밤 그리고 계절 변화의 원인에 대한 개념 연구들은 초등학교 예비교사들이 가지고 있는 오개념이 학생들과 비슷한 수준임을 보여 준다(Atwood and Atwood, 1997; Trundle et al., 2006).

Schoon(1995)은 초등학교 예비교사 619명을 대상으로 한 연구에서, 초등학교 예비교사들의 천문과학 개념의 이해 정도는 교사들의 과학 교수에 관한 자신감에도 크게 영향을 미친다는 것을 보여 주었다. 국내에서 이루어진 Kang et al.(2004b)의 조사 결과에 따르면, 초등학교 교사들은 과학을 지도하는데 있어서 지구영역을 가장 어려워하고 있었으며, 그 중 가장 어려워하는 내용은 천문 분야인 것으로 나타났

다. Schoon(1995)의 연구에 비추어 볼 때, Kang et al.(2004b)의 연구는 우리나라 초등 교사들이 천문 개념을 가르치는데 있어 자신감이 높지 않을 것임을 짐작하게 해준다.

지난 수십 년간에 걸쳐 초등 과학 교과에서 천문 영역이 차지하는 비중과 교사의 천문영역 내용 지식의 중요성을 토대로, 초등학생과 초등 예비교사나 현직교사를 대상으로 한 계절의 변화, 달의 위상 변화, 별 등에 대한 지식이나 개념 조사 연구나 처치활동에 관한 연구가 꾸준히 이루어고 있다(Lee and Jang, 2007). 그러나 천문 우주에 관한 학생 및 교사들의 인식에 대한 연구는 다른 과학 분야와 비교하여 극히 제한되어 있으며(Spiliotopoulou-Papantoniou, 2007), 주로 천문학의 특정 개념들, 즉 지구 개념, 지구의 자전, 달의 위상 변화, 계절의 변화, 별 등에 집중되어 있다(Ryu, 2007). 최근에는 교사와 학생의 빅뱅에 대한 인식에 대한 연구(Lineweaver and Davis, 2005; Ryu, 2007), 천문학적 거리에 대한 인식에 대한 연구(Jeong and Han, 2010; Miller and Brewer, 2010), 우주에 대한 인식(Spiliotopoulou-Papantoniou, 2007)과 같은 태양계 이상 규모의 우주의 구성과 기원에 대한 연구들이 발표되고 있다. 그러나 우주와 우주를 구성하고 있는 주요 천체들의 상호관계에 대한 연구는 국내외적으로 찾아보기 어렵다.

우주의 구성이나 공간에 대한 기본적인 이해는 우주와 우주를 구성하고 있는 주요 천체들의 상호관계에 대한 이해에서부터 시작된다고 할 수 있다. 지질학적 시간 단위나 규모에 대한 이해가 지구의 역사를 이해하는데 도움이 되듯이(Trend, 2000; 2001), 우주와 우주를 이루고 있는 천체들의 상호관계와 공간 구성에 대한 이해는 우주와 천문 현상을 이해하는데 중요한 요인이다(Orion and Ault, 2007).

따라서 우주를 구성하고 있는 천체들의 상호관계와 공간 구성에 대한 교사나 학생들의 이해를 조사하는 다각도의 연구가 절실히 요구된다. 이 연구는 그 일환으로 초등 예비교사들의 대상으로 우주를 구성하고 있는 천체들의 상호관계에 대한 이해를 파악하기 위한 한 가지 방법으로 우주 구성 천체들의 상대적인 크기에 대한 인식을 조사하였는데, 이는 우주 구성 천체들의 상호관계에 대한 이해와 우주 구성 천체들의 상대적인 크기에 대한 이해가 서로 밀접한 관련이 있기 때문이다. 즉 천체들의 상대적 크기에 대한 이해는 이러한 우주 시스템 내에서의 역학을 이해

하는데 중요한 요인 중 하나로 작용하기 때문이다.

이 연구의 구체적인 목적은 초등학교 교사가 될 교대 신입생들이 가지고 있는 우주와 은하 그리고 현행 초등 과학 교과서에 등장하는 주요 천체들(별, 행성, 위성, 소행성, 혜성)의 상대적 크기에 대한 인식을 조사하는 것으로, 이에 대한 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 초등 예비교사들이 가지고 있는 천체들의 상대적 크기에 대한 인식은 어떠한가?

둘째, 초등 예비교사들이 가지고 있는 천체들의 상대적 크기에 대한 오개념의 원인은 무엇인가?

### 연구 방법 및 절차

이 연구는 설문지를 이용해서 모아진 자료를 토대로 mixed-methology (Tashakkori and Teddlie, 1998)를 이용한 연구로, 설문지 응답에 대한 양적 분석과 응답자의 기술에 근거한 질적 연구가 병행되었다.

#### 연구 대상

이 연구를 위해 2012년 4월초 충청지역 소재 교육대학교 신입생을 대상으로 설문조사를 실시하였으며, 설문조사 당시 이들은 과학 교과와 무관한 교양 선

택과목을 수강하고 있는 8개 학과 67명의 학생들이었다. 설문지의 배부 및 회수는 강의 담당자에 의해 강의 중에 이루어졌다. 설문에 응한 학생은 총 67명이었으나 불성실하거나 정확한 정보를 얻을 수 없다고 판단되는 4명을 제외한 63명(남: 19명, 여: 44명)을 설문에 참여한 예비교사로 보았다.

#### 검사 도구

설문지는 크게 응답자 기본 정보와 천체들의 상대적 크기 순서에 대한 생각을 묻는 2개 영역으로 구성되어 있다.

첫 번째, 응답자 기본 정보 영역은 성별, 나이, 심화과정, 고등학교 재학 당시 문과·이과 여부 등을 묻는 질문으로 구성되어 있다. 두 번째 영역은, Fig. 1과 같이, <보기>에 크기 순서와 상관없이 무작위로 제시된 천체들의 상대적 크기 순서에 대한 인식을 조사하기 위한 완성형 문항(문제 1)과 이 문항(문제 1)에 대한 세부적인 정보를 얻기 위한 것으로 제시된 각 천체에 대한 생각을 조사하는 개방형 문항(문제 2)으로 이루어져 있다.

<보기>에 제시된 천체들은 연구자간 논의를 통해 현행 5학년 2학기 '4. 태양계와 별' 단원의 교과서(MEST, 2011a)에 등장하는 천체를 중심으로 선정되

1. Arrange the following celestial bodies in order of their relative sizes.

① Comet ② Star ③ Satellite ④ Galaxy ⑤ The universe ⑥ Planet ⑦ Asteroid

■ the order of size : \_\_\_\_\_ > \_\_\_\_\_ > \_\_\_\_\_ > \_\_\_\_\_ > \_\_\_\_\_ > \_\_\_\_\_

2. Provide a written explanation of the above celestial bodies.

① Comet	
② Star	
③ Satellite	
④ Galaxy	
⑤ Universe	
⑥ Planet	
⑦ Asteroid	

Fig. 1. Survey item.

었으며, ‘우주’와 ‘은하’는 과학 교과서에 등장하지 않고 우주는 천체가 아니지만 전체 공간적 인식을 조사하기 위해서 포함시켰다.

1차 개발된 설문지는 3월 초 현장교사 2명과 교대 신입생 2명을 대상으로 예비 투입을 통해 일부 문구를 수정한 후 4월 초에 최종 투입하였다.

### 자료 분석

전술한 바와 같이, 회수된 설문지는 67부였으나 두 번째 영역의 ‘문제 1’에는 응답하였지만 ‘문제 2’에서 총 7개 천체 중 3개 이상에 대해 응답을 하지 않은 4명은 불성실한 답변으로 판정하고 분석에서 제외하였다. 따라서 실제 자료 분석에 사용된 설문지는 총 63부이다.

자료 분석을 위해 먼저 각 예비 교사별로 두 번째 영역의 ‘문제 1’과 ‘문제 2’에 대한 응답을 정리하였다. ‘문제 1’에 대한 응답 분석 결과는 유형별 빈도와 백분율로 표기되었다. 특히 각 예비교사의 ‘문제 1’에 대한 응답 중 과학적 개념과 일치하지 않는 유형의 경우 그 원인을 찾기 위해 ‘문제 2’에 대한 응답을 따로 정리하였다. 예를 들어 ‘문제 1’에서 예비교사들이 혜성과 유성에 대한 오개념을 가진 경우가 하나의 사례로 분류되면 이 사례에 해당하는 다른 응답자들의 응답들을 모으고 이에 대한 질적 분석이 이루어졌다. 같은 사례에 해당하는 응답에 대한 질적 분석은 귀납적 분석(Patton, 2002)을 이용하였다. 즉 응답에서 공통적으로 드러나는 내용을 귀납적으로 찾아가는 방법을 이용하였다. 또한 연구자 각자의 개념 분류와 범주화, 질적 분석 결과를 비교 검토 후, 서로 불일치하는 결과에 대해서는 연구자간 논의를 통해 결정하였다.

## 연구 결과 및 논의

### 천체의 상대적 크기에 대한 인식

Fig. 1과 같이, <보기>에 제시된 혜성, 별, 위성, 은하, 우주, 행성, 소행성을 크기가 가장 큰 것부터 차례대로 나열하라는 ‘문제 1’에 대한 63명 예비교사들의 응답은 총 22가지(A-V) 유형으로 분류할 수 있었다(Table 1).

대개의 학문이 종종 예외들을 가진 보편적인 원리들로 이루어져 있듯이 천체들의 크기에도 예외가 존재한다. 예를 들어, 위성 중에는 가니메데(Ganymede)

와 타이탄(Titan)과 같이 행성인 수성보다 큰 것이 존재한다. 이와 같이 종종 예외가 있기는 하지만, ‘문제 1’의 <보기>에 제시된 7개 천체를 그 크기에 따라 나열하면, ‘우주>은하>별>행성>위성>소행성>혜성’이라고 할 수 있다. 따라서 제시된 천체들에 대해 가장 바르게 나열한 경우는 ‘유형 A’로, 총 63명 중 5명(7.9%)이 이에 해당하는 응답을 하였으며, ‘우주>은하>별>행성’까지 바르게 나열한 예비교사도 절반에 불과한 28명(44.4%, 유형 A-D)이었다.

한편 Table 1을 근거로 전체 응답자의 20% 이상에서 공통적으로 나타나는 천체의 상대적 크기에 대한 예비교사들의 주요 오개념은 다음과 같다.

첫째, ‘행성이 별보다 크다’는 것으로 29명(46.0%, 유형 H-S/U-V)이 이에 해당하는 응답을 하였으며, 이들 중 23명(36.5%, 유형 L-R 및 U-V)은 심지어 위성이나 소행성 또는 혜성이 별보다 크다고 응답하였다.

둘째, ‘소행성이 위성보다 크다’는 것으로 37명(58.7%, 유형 C-D/F/I-J/O-R/T/V)이 이에 해당하는 응답을 하였다.

셋째, ‘혜성이 별보다 크다’는 것으로 14명(22.2%, 유형 N/R-T/V)이 이에 해당하는 응답을 하였으며, 이 외에도 ‘혜성이 행성보다 크다’(유형 G와 T, 2명, 3.2%), ‘혜성이 위성보다 크다’(유형 D-G/J-K/P/S-T/V, 18명, 28.6%) 및 ‘혜성이 소행성보다 크다’(유형 B/E-H/K/S-T, 16명, 25.4%)는 응답도 있었다.

### 천체의 상대적 크기에 관한 오개념 원인

이 연구에 참가한 예비교사의 20% 이상이 Fig. 1의 ‘문제 1’에서 공통적으로 보인 천체의 상대적 크기에 대한 세 가지 주요 오개념(행성>별, 소행성>위성, 및 혜성>별)에 대한 보다 상세한 정보를 얻기 위해, ‘문제 2’, 즉 해당 천체에 대한 예비교사들의 설명을 비교 분석한 결과는 다음과 같다.

#### 가. 오개념 1: 행성이 별보다 크다(행성>별)

Table 2는 63명의 예비교사와 이 예비교사들 중 ‘문제 1’에서 ‘행성>별’이라고 응답한 29명(46.0%)의 별에 대한 설명을 분류한 것이다.

별은 “중력에 의해 뭉쳐있는 플라스마로 이루어진, 빛을 발하는, 거대한 구형의 천체”(http://en.wikipedia.org/wiki/Star)로, 현행 5학년 2학기 ‘4. 태양계와 별’ 단원의 교사용 지도서에는 별에 대해 “일상생활에서는 보통 하늘에 떠 있는 것을 별이라고 하지만, 엄격

**Table 1.** The participants' responses to the order of relative sizes of the celestial bodies

The order of relative size				Type	Totals (n=63)		
The universe > Galaxy (61 <sup>a</sup> , 96.9 <sup>b</sup> )	Star (33, 52.4)	Planet (32, 50.8)	Satellite (12, 19.0)	Asteroid	Comet	A	5 ( 7.9%)
				Comet	Asteroid	B	7 (11.1%)
			Asteroid (16, 25.4)	Satellite	Comet	C	10 (15.9%)
			Comet ( 4, 6.3)	Satellite	Asteroid	D	6 ( 9.5%)
			Comet ( 1, 1.6)	Planet ( 1, 1.6)	Satellite	Asteroid	G
			Satellite ( 1, 1.6)	Comet	Asteroid	H	1 ( 1.6%)
		Star ( 5, 7.9)	Asteroid ( 3, 4.8)	Satellite	Comet	I	1 ( 1.6%)
			Comet ( 1, 1.6)	Satellite	Asteroid	J	2 ( 3.2%)
				Satellite	Asteroid	K	1 ( 1.6%)
		Planet (27, 42.9)	Satellite ( 8, 12.7)	Star ( 1, 1.6)	Asteroid	Comet	L
		Asteroid ( 7, 11.1)	Comet	Star	Comet	M	1 ( 1.6%)
			Comet	Star	N	6 ( 9.5%)	
		Star ( 3, 4.8)	Satellite	Comet	O	2 ( 3.2%)	
	Asteroid (13, 20.6)	Satellite (10, 15.9)	Comet	Satellite	P	1 ( 1.6%)	
			Star	Comet	Q	5 ( 7.9%)	
		Comet ( 1, 1.6)	Star	Comet	R	5 ( 7.9%)	
			Satellite	Asteroid	S	1 ( 1.6%)	
	Comet ( 1, 1.6)	Star	Planet	Asteroid	Satellite	T	1 ( 1.6%)
Galaxy > The universe ( 2, 3.2)	Planet ( 2, 3.2)	Satellite	Asteroid	Star	Comet	U	1 ( 1.6%)
		Asteroid	Comet	Satellite	Star	V	1 ( 1.6%)

\* a: the number of respondents, b: response rate (%)

히 말하면 스스로 빛을 내는 것만 ‘별(항성)’이라고 한다. 일상적인 용어와 구분하기 위해서 ‘불박이별’이라고 부르기도 한다”(MEST, 2011b)라고 진술되어 있다.

Table 2와 같이, 총 63명 중 유형 a~d에 해당하는 34명(54.0%)이 현행 교사용 지도서에 제시된 별에 대한 정의, 즉 ‘스스로 빛을 발하는 천체’라는 표현을 포함한 설명을 하였다. 흥미로운 점은 유형 d의 29명 중 10명(34.5%)이 ‘문제 1’에서 ‘행성>별’이라고 응답하였는데, 이들은 별에 대해 스스로 빛을 내는 천체라는 사실만 알 뿐 그 크기에 대해서는 알고 있지 못할 가능성을 시사한다.

그 나머지 29명(46.0%, 유형 e-j)은 별에 대해 일

상적인 의미의 표현을 하거나, 모호하거나 현재 널리 받아들여지고 있는 개념과 다른 설명을 하였다. 이들 29명 중 19명(65.5%)은 행성과 별의 상대적 크기를 잘못 나열하였다. 이는 별에 대한 정확한 이해 부족이 그 원인 중 하나임을 시사한다. 이들 중 대부분은 별을 설명함에 있어서, 태양과 달을 제외한 행성, 혜성 등의 천체를 두루 이르는 표현과 ‘일상생활에서는 보통 하늘에 떠 있는 것’이라는 일상적인 표현을 하거나(유형 e와 f), 항성(별)과 행성의 용어 혼동이나 행성으로서의 별의 의미를 표현하였다(유형 g와 h).

Table 3은 63명의 예비교사와 이 예비교사 중 ‘문제 1’에서 ‘오개념 2: 행성>별’이라고 응답한 29명의 예비교사의 행성에 대한 설명을 분류한 것이다.

**Table 2.** The participants' explanations about the "star"

The type of explanation	The number of respondents (%)	The number of respondents of 'Misconception 1' (%)
a. A self-luminous celestial body by hydrogen nuclear fusion reaction.	1( 1.6)	-
b. A self-luminous celestial body that consists of a mass of gas (like sun).	2( 3.2)	-
c. A self-luminous celestial body that has planets by gravitational force (like sun).	2( 3.2)	-
d. A self-luminous celestial body (like sun).	29(46.0)	10(34.5)
e. A general term for planet, asteroid, fixed star, satellite, and so on.	4( 6.3)	1( 3.4)
f. A twinkling or visible celestial body in the distance (or in the night sky).	10(15.9)	5(17.2)
g. A self-luminous planet.	3( 4.8)	1( 3.4)
h. A bright celestial body by the reflection of light.	3( 4.8)	3(10.3)
i. Other responses	6( 9.5)	6(20.7)
j. No response	3( 4.8)	3(10.3)
Totals	63(100.1)	29(99.8)

**Table 3.** The participants' explanations about the "planet"

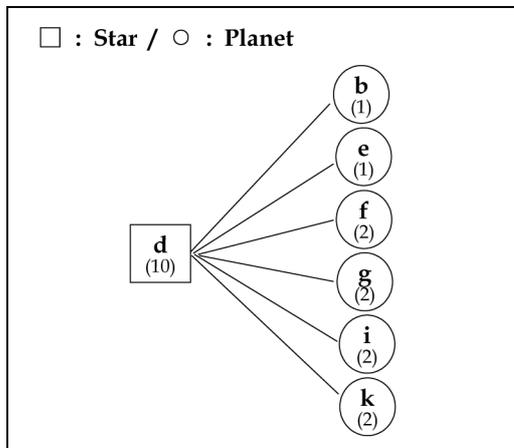
The type of explanation	The number of respondents (%)	The number of respondents of 'Misconception 1' (%)
a. A celestial body that revolves around a star, that cannot make its own light, and that has predominant gravity within its orbital path.	1( 1.6)	-
b. A celestial body that revolves around a star and that is over a certain size (or mass).	3( 4.8)	1( 3.4)
c. A celestial body that revolves around a star and that cannot make its own light.	2( 3.2)	-
d. A celestial body that revolves around a star and has (a) satellite(s).	1( 1.6)	-
e. A celestial body that revolves around a star.	20(31.7)	7(24.1)
f. A celestial body that cannot make its own light (like Mercury, Earth, and so on).	5( 7.9)	1( 3.4)
g. A celestial body like Mercury-Neptune.	14(22.2)	8(27.6)
h. A (large) celestial body (or star) like Earth.	4( 6.3)	4(13.8)
i. A celestial body (or star) that revolves around Earth.	2( 3.2)	2( 6.9)
j. Other responses	7(11.1)	4(13.8)
k. No response	4( 6.3)	2( 6.9)
Totals	63(99.9)	29(99.9)

2006년에 채택된 국제천문연맹의 행성에 대한 정의에 따르면, 행성이란 별 주위를 공전하고, 역학적 평형을 유지할 수 있는 구형에 가까운 형태를 가지고 있을 정도로 충분한 질량을 가지며, 공전구역 내에서 지배적인 역할을 하는 천체이다. 한편 현행 교사용 지도서에는 “별 주위를 공전하는 것으로서, 어느 정도 크기가 큰 것을 ‘행성’이라고 한다. 스스로 빛을 내지 못한다.”(MEST, 2011b)라고 설명되어 있다.

Table 3에서 위 국제천문연맹의 행성에 대한 정의와 교사용 지도서에 제시된 행성의 정의에서 두 가지 이상의 조건을 포함하고 있는 설명을 한-즉 행성

에 대해 비교적 정교하게 설명하였다고 볼 수 있는-예비교사는 6명(9.5%, 유형 a-c)에 불과하였다. 유형 d-f에 해당하는 26명(41.3%)은 한 가지 조건만을 포함한 설명을 하였으며, 나머지 31명(유형 g-k, 49.2%)은 행성에 대해 모호하거나 현재 널리 받아들여지고 있는 정의와 다른 표현을 하였다. 이러한 결과는 행성이 친숙한 천체임에도 불구하고 상당수의 예비교사들이 이에 대한 정교한 이해가 부족함을 시사한다.

Fig. 2는 Table 2에서 유형 d의 29명 중 10명 - 즉 별에 대해서는 현행 교사용 지도서에 제시된 정의와 일치하는 설명을 하였으나 별과 행성의 상대적 크기



**Fig. 2.** The participant teachers' (who showed relatively correct conception about the star) explanations about the planet.

를 정확히 비교하는데 실패한 예비교사-의 별과 행성에 대한 설명을 비교한 것이다. Fig. 2와 같이, 별에 대해 비교적 정확히 설명할 수 있으나 별과 행성에 대한 상대적 크기에 대해 오개념을 가진 예비교사 10명 중 1명만이 행성에 대해 비교적 정확하다고 볼 수 있는 설명을 할 수 있으며, 나머지 학생들은 행성에 정의에 대해 완전하지 않거나 모호한 설명을 하거나(n=7) 응답하지 않은(n=2) 것으로 나타났다. 이러한 결과는 행성의 정의에 대한 이해의 부족이 별과 행성에 대한 상대적 크기에 대한 오개념에 주된 원인으로 작용함을 보여준다. 다시 말해 별과 행성에 대해 비교적 적절한 이해를 하고 있으나, 상대적인 크기에 대한 이해만 부족한 경우(1명은 드물다는 것이다.

이상의 결과를 통해 두 천체의 상대적 크기에 대한 이해는 두 천체의 정의에 대한 전반적인 이해가 선행되어야 한다는 것을 알 수 있다.

하지만 이와는 달리, Fig. 2에서 별에 대한 응답 유형 d와 행성의 응답 유형 b에 해당하는 설명을 한 1명의 예비교사의 응답은 개별 천체에 대해 비교적 정확하게 이해하고 있다고 할지라도 해당 천체의 상대적 크기에 대해서는 이해하지 못할 가능성도 지시한다. 다시 말해서, 제시된 천체들의 상호관계, 즉 별의 한 구성원으로서의 행성이라는 이해 없이도 별과

행성 각각에 대해 비교적 정확하다고 볼 수 있는 설명을 할 수 있다는 것이다. 이는 천문 관련 단위 지도 시 우주를 구성하고 있는 천체 각각에 대한 이해 뿐 아니라 천체들의 상호관계 및 그 상대적 크기에 대해 보다 구체적으로 이해를 도모할 수 있는 비유 등의 교육적 방법이 강구될 필요성을 시사한다.

나. 오개념 2: 소행성이 위성보다 크다(소행성>위성)

Table 4는 63명 예비교사의 위치에 대한 설명과 이들 중 '문제 1'에서 '소행성>위성'이라고 응답한 총 37명(Table 2의 유형 C-D, F, I-J, O-R, T 및 V)의 설명을 분류한 것이다.

현행 과학 교과서에는 위성\*에 대해 “행성 주위를 돌고 있는 것을 ‘위성’ …태양계 행성 중에서 수성과 금성을 제외한 나머지 행성은 위성이 있으며, 지구의 위성은 달…”(MEST, 2011a)라고 설명되어 있다. 교사용 지도서에는 위성에 대해 “행성의 주위를 공전하는 것을 ‘위성’이라고 한다. 달은 지구의 위성이며 목성, 토성, 천왕성, 해왕성은 여러 개의 위성을 갖고 있다.”(MEST, 2011b)라고 설명되어 있다.

Table 4와 같이, 이 연구에 참가한 총 63명 중 현행 과학 교과서와 교사용 지도서에 제시된 설명과 비교적 일치하는 응답, 즉 위성에 대해 행성 주위를 공전하는 천체라는 표현을 포함하여 설명한 교사는 35명(유형 a와 b, 55.6%)이다. 그 외의 응답자들은 위성을 행성 주위를 공전하는 천체로 명확히 표현하지 않거나(유형 c와 d), 위성을 다른 천체(별, 행성, 운석)와 혼동하여 설명하였거나(유형 e, f, g 및 h), 자연위성과 인공위성을 포괄한 설명 또는 인공위성에 국한한 설명을 하였거나(유형 i와 j), ‘먼지나 얼음으로 이루어져 있다’고 설명하였다(유형 k).

Table 5는 전체 예비교사들의 소행성에 대한 설명과 이들 중 '소행성>위성'이라고 응답한 37명의 소행성에 대한 설명을 나타낸 것이다.

현행 과학 교과서에는 “행성 사이를 움직이는 작은 천체를 ‘소행성’ …지금은 수만 개의 소행성이 발견…대부분의 소행성은 반지름이 100km를 넘지 않으며, 화성과 목성사이에 많이 …”(MEST, 2011a)라고 설명되어 있으며, 교사용 지도서에는 암석으로 이루어진 불규칙한 모양의 소행성 사진과 함께 “현재까

\* 우리 태양계에는 240개의 위성이 있는 것으로 알려져 있으며, 이 가운데 행성을 도는 것이 166개, 왜소행성을 도는 것이 6개, 그 밖의 태양계 소행 천체를 도는 것이 수십 개 있지만 여기에서는 현행 교과용 도서에 제시된 설명, 즉 행성을 공전하는 천체를 위성으로 한정하여 예비교사들의 응답을 분석하였다.

**Table 4.** The participants' explanations about the "satellite"

	The type of explanation	The number of respondents (%)	The number of respondents of 'Misconception 2' (%)
a.	A celestial body orbiting around a planet under the influence of the planet's gravitational force (like the Earth's moon).	3( 4.8)	2( 5.4)
b.	A celestial body orbiting around a planet (at a regular period of orbit) (like the Earth's moon).	33(52.4)	18(48.6)
c.	A celestial body that is subordinate to or is next to a planet (like the Earth's moon).	5( 7.9)	3( 8.1)
d.	A celestial body like the Earth's moon.	3( 4.8)	2( 5.4)
e.	A (small) planet orbiting around a big planet under the influence of the big planet's gravitational force (like the Earth's moon).	5( 7.9)	3( 8.1)
f.	A star (that is smaller than a planet) orbiting around a planet (like the Earth's moon).	6( 9.5)	1( 2.7)
g.	A meteorite orbiting around a planet.	1( 1.6)	1( 2.7)
h.	A planet (or an object) orbiting around a star under the influence of the star's gravitational force.	2( 3.2)	2( 5.4)
i.	An artificial satellite or the Earth's moon.	1( 1.6)	1( 2.7)
j.	An artificial satellite (that is launched into orbit around the Earth).	3( 4.8)	3( 8.1)
k.	Other response	1( 1.6)	1( 2.7)
	Totals	63(100.1)	37(99.9)

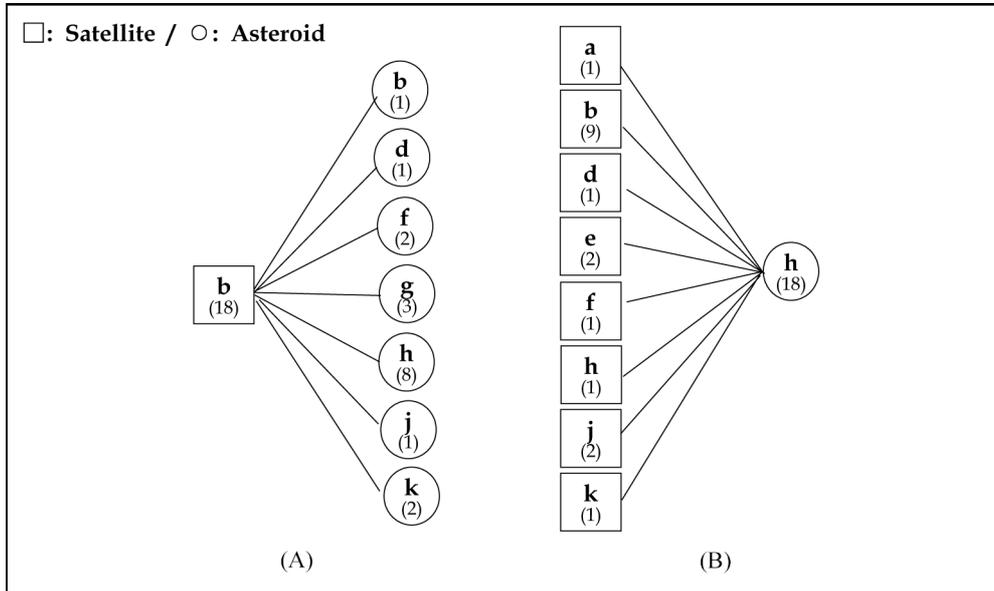
**Table 5.** The participants' explanations about the "asteroid"

	The type of explanation	The number of respondents (%)	The number of respondents of 'Misconception 2' (%)
a.	A small rock-shaped celestial body that revolves around the sun mainly between the orbital paths of Mars and Jupiter.	1( 1.6)	-
b.	A rock-shaped celestial body that exists between (the orbits of) Mars and Jupiter.	4( 6.3)	1( 2.7)
c.	A rock or meteorite that is wandering in cosmic space (without its regular orbit).	4( 6.3)	2( 5.4)
d.	A small celestial body that is wandering in a flock and that is irregular shape.	3( 4.8)	1( 2.7)
e.	A celestial body that orbits around the Sun between Mars and Jupiter.	1( 1.6)	-
f.	A celestial body that exists between the orbital paths of Mars and Jupiter.	4( 6.3)	2( 5.4)
g.	A celestial body that is smaller than a planet.	7(11.1)	6(16.2)
h.	A small-sized planet (out of planets).	21(33.3)	18(48.6)
i.	A small planet wandering without its regular orbit or without its regular shape.	3( 4.8)	-
j.	Other responses	5( 7.9)	2( 5.4)
k.	No response	10(15.9)	5(13.5)
	Totals	63	37

지 발견된 소행성은 주로 화성과 목성 사이에 많이 존재하며, 2007년 7월을 기준으로 18만 개 이상의 소행성이 발견되었다. 그러나 소행성은 매우 작기 때문에 화성과 목성 사이에 존재하는 소행성을 모두 합해도 달 질량의 4%에 불과하다”(MEST, 2011b)고 설명되어 있다.

Table 5와 같이, 현행 과학 교과서와 교사용 지도

서에 제시된 설명과 비교적 일치하는 설명을 한 예 비교사는 유형 a와 b의 5명(7.9%)이다. 그 외의 응답자는 소행성이 태양 주위를 공전하는 천체라는 사실을 모르거나 드러나지 않거나(유형 c와 d), 소행성이 주로 화성과 목성사이에 존재한다는 사실을 알고 있지만 그 크기에 대한 설명이 언급하지 않거나(유형 e와 f), 한자 그대로 크기가 '작은 행성'이라는 표현만



**Fig. 3.** The comparison of the participants' (who showed 'Misconception 2: Asteroid>Satellite' and belonged to the type of highest response rate in Table 4 and Table 5, respectively) explanations about the satellite and the asteroid.

하였거나 작은 행성이라는 의미를 내포한 짧은 설명만 표현하였다(유형 g, h 및 i).

흥미로운 점은 다른 설명에 비해, 작은 행성으로서 소행성의 의미를 내포한 설명을 한 예비교사가 무려 31명(49.2%, 유형 g, h 및 i)에 이른다는 사실이다. 이러한 결과는 이 연구에 참가한 예비교사의 거의 과반수가 가지고 있는 소행성에 대한 막연한 개념, 특히 '작은 행성'이라는 개념이 위성과 행성의 상대적 크기 비교에서 주된 실패 요인으로 작용함을 시사한다. 실제로 '오개념 2: 소행성>위성'을 보인 37명 중 24명(64.9%)이 소행성을 '작은 행성'으로 설명하거나 응답하지 않은 것으로 나타났는데, Fig. 3은 이에 대한 구체적인 근거를 제시한다.

Fig. 3의 (A)와 같이, Table 4에서 위성에 대해 비교적 정확히 설명한 유형 b의 18명 중 8명(44.4%)이 소행성에 대해서는 '작은 행성'(Table 5의 유형 h)이라고 응답하였다. 참고로 Table 5에서 소행성에 대해 '작은 행성'이라고 응답한 21명 중 18명은 '오개념 2(소행성>위성)'를 보인 반면, 나머지 3명은 위성에 대해 각각 Table 4의 유형 b(2명)와 유형 e(1명)에 해당하는 응답을 하였다. Fig. 3의 (B)에서도 유사한 양상을 보이는데, Table 5의 유형 h에 해당하는 18명 중 10명(55.6%)이 Table 4의 위성에 대한 유형 a와 b에 해당하는 응답을 하였음에도 불구하고 소행성은

'작은 행성'이라는 생각으로 인해 오개념 2를 보인 것으로 추정된다.

한편 '오개념 1(행성>별)'에서와 마찬가지로 위성과 소행성에 대해 모두 올바른 설명을 한 예비교사 중 소수(n=2, 3.2%)는 위성과 소행성에 대해 비교적 정확한 설명하였음에도 불구하고 두 천체간의 크기 비교에서는 오개념을 보였다.

다. 오개념 3: 혜성이 별보다 크다(혜성>별)

Table 6은 이 연구에 참가한 63명의 예비교사의 혜성에 대한 설명과 이들 중 '문제 1'에서 '혜성>별'이라고 응답한 14명(Table 2의 유형 N, R-T, V)의 혜성에 대한 설명을 나타낸 것이다.

현행 과학 교과서에는 "태양 주위를 돌아서 멀리 갔다가 다시 돌아오는 것을 '혜성'이라고... 혜성은 대부분 얼음과 먼지로 이루어진 몸통과 긴 꼬리를 가지고 있으며, 지름은 수 km에서 수십 km 정도... 헤일-불 혜성이나 하쿠타케 혜성처럼 수천 년에서 수만 년에 한 번 태양 가까이 왔다가 가는 혜성도... 혜성이 지나가며 남긴 부스러기가 지구로 떨어지면서 불타는 것을 '유성'..."(MEST, 2011a)이라고 설명되어 있다. 교사용 지도서에는 "태양 주위를 돌아서 멀리 태양계 밖까지 나갔다가 다시 돌아오기를 반복하는 것을 '혜성'이라고 한다."(MEST, 2011b)라고만 설

**Table 6.** The participants' explanations about the "comet"

The type of explanation		The number of respondents (%)	The number of respondents of 'Misconception 3' (%)
a.	A celestial object that orbits the Sun (along an elongated orbital path) and that consists of ice, gas, dust, and so on. When it comes close to the Sun, it forms a long tail or its tail gets a longer.	7(11.1)	3(21.4)
b.	A celestial body that orbits the Sun. When it comes close to the Sun, it forms a tail or its tail gets a longer.	1( 1.6)	-
c.	A celestial body that orbits the sun in a elliptical orbit and that consists of ice, dust, and so on.	1( 1.6)	-
d.	A celestial object that orbits the Sun along an elongated path and at a regular period, and that has a long tail.	1( 1.6)	-
e.	A (small) celestial body that orbits (the sun) (at a regular period under (the sun's) gravity) and (that consists of small particles).	6( 9.5)	-
f.	A celestial body that consists of ice, gas, dust, and so on (and that has a long tail)	5( 7.9)	-
g.	A (moving) celestial body that has a long tail (like Halley's Comet).	6( 9.5)	1( 7.1)
h.	Another type or another form of star. ex) "a star having a long tail", "a star that makes a tail consisting of gas and dust"	7(11.1)	-
i.	Another type or form of asteroid. ex) "a flaming asteroid moving in its own way", "an asteroid having a tail as it comes close to the sun"	2( 3.2)	-
j.	A meteorite. ex) "a meteorite floating in space along a certain orbit"	1( 1.6)	-
k.	A meteor. ex) "a shooting star that has a long tail consisting of gas", "a shooting star. When it enters the Earth's atmosphere and the friction with the air causes it to glow with heat."	13(20.6)	4(28.6)
l.	Other responses	6( 9.5)	3(21.4)
m.	'I don't know' or No response	7(11.1)	3(21.4)
Totals		63(99.9)	14(99.9)

명되어 있다.

Table 6에서 유형 a(7명, 11.1%)는 과학 교과서에 제시된 설명과 비교하여, 혜성의 크기와 공전주기에 대해서 명확히 언급하고 있지는 않지만, (1) 태양을 중심으로 공전하고, (2) 태양 가까이 접근하면 꼬리가 생기거나 길어지며, (3) 얼음과 먼지로 이루어져 있다는 것을 비교적 자세히 설명한 경우이다. 유형 b-f(14명, 22.2%)는 위 세 가지 중 1-2가지에 대해서만 언급한 경우이다. 그 나머지(유형 g-m, 42명, 66.7%)는 혜성에 대한 설명이라고 보기에 다소 부족하거나 오개념을 가진 경우(유형 g-k) 또는 설명의 양이 개념의 이해 정도를 파악하기에 부족한 경우(유형 l)이다.

한편 Fig. 4는 '오개념 3(혜성>별)'을 보인 14명의 별과 혜성에 대한 설명을 비교한 것이다. Fig. 4의 (A)와 같이, Table 6에서 혜성에 대해 비교적 정확하게 설명한 유형 a의 3명은 별에 대해서는 각각 Table 2의 유형 g, i 및 j에 해당하는 응답을 하였다. 즉 혜

성에 대해서는 정확하게 설명하였지만 별에 대해서는 정확한 설명을 하지 못함으로써 별에 대한 이해 부족이 상대적 크기 비교에 영향을 주었다고 추정된다. (B)의 3명은 혜성에 대해 모르겠다거나 응답을 하지 않았으나 별에 대해서는 별에 대해서는 유형 d에 해당하는 응답을 하였다. 즉 (A)와는 반대로 별에 대해서는 현행 교사용 지도서에 제시된 설명과 일치하는 설명을 하였으나 혜성에 대해서는 잘 모르겠다거나 응답을 하지 않았다. (A)와 (B)는 앞의 다른 천체 비교에서와 같이 한 천체에 대한 이해 부족이 상대적 크기 비교에 영향을 준 경우이다. 반면 그 나머지 8명(Fig. 4의 (C)-(E)) 중 5명은 두 천체에 관한 이해 부족이 '오개념 3'의 주된 요인임을 시사한다.

## 결론 및 제언

이 연구는 초등교사가 될 교대 신입생들의 우주와 은하 그리고 현행 초등 과학 교과서에 등장하는 주

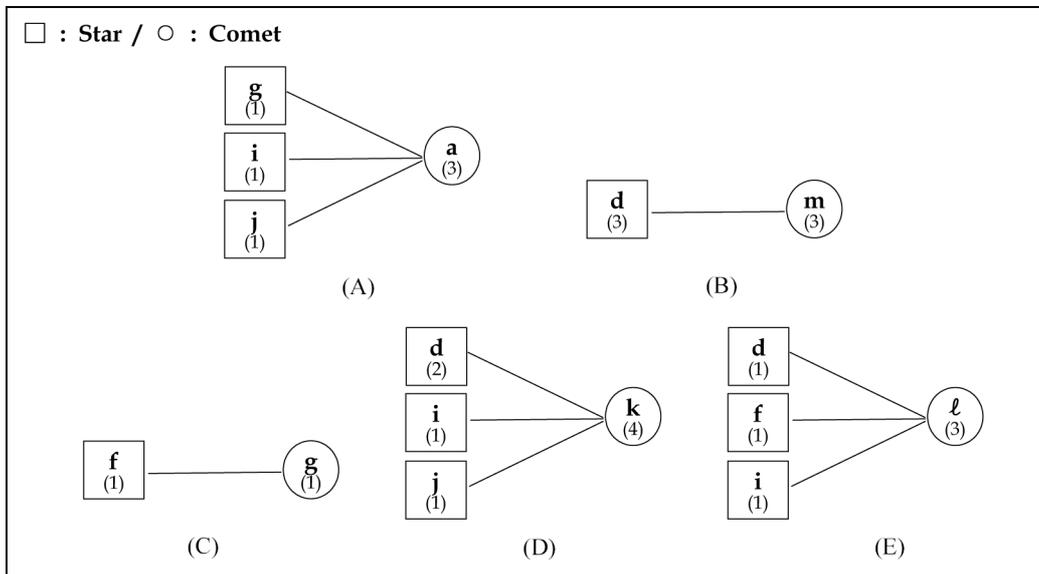


Fig. 4. The comparison of 14 participants' (who showed 'Misconception 3: Comet > Star') explanations about the star (Table 2) and the comet (Table 6).

요 천체들(별, 행성, 위성, 소행성, 혜성)의 상대적 크기에 대한 인식을 조사하고 이들이 가지고 있는 상대적 크기에 대한 오개념의 원인을 밝히는 것으로, 이에 대한 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 제시된 천체들에 대해 '우주 > 은하 > 별 > 행성 > 위성 > 소행성 > 혜성'이라고 바르게 나열한 예비교사는 총 63명 중 5명(7.9%), '우주 > 은하 > 별 > 행성'까지 바르게 나열한 예비교사도 28명(44.4%)에 불과하였다. 이것은 이 연구에 참여한 초등 예비교사들의 상당수가 초등 과학 교과용 도서에서 언급되는 천체들의 상대적 크기에 대한 적절한 이해가 부족함을 시사한다.

둘째, 천체들의 상대적 크기에 대한 예비교사들의 두드러진 주요 오개념은, '행성이 별보다 크다(행성 > 별, 29명, 46.0%)', '소행성이 위성보다 크다'(소행성 > 위성, 37명, 58.7%), '혜성이 별보다 크다(혜성 > 별, 14명, 22.2%)'는 것이다. '행성 > 별'의 경우에는 별보다는 행성에 대한 정확한 이해 부족이 더 큰 요인으로 작용했다. '소행성 > 위성'의 경우에는 위성보다는 소행성에 대한 이해 부족이 더 큰 요인으로 작용했다. 즉 과반수의 예비교사가 소행성의 개념을 한자 그대로의 해석을 적용하여 '작은 행성'이라고 설명했으며, 이러한 이해가 소행성을 행성의 다른 종류, 즉 크기만 작은 행성으로 인식하게 함으로써 위성과의 크기

비교에서 오개념을 가지게 한 것으로 이해된다. '혜성 > 별'의 경우에는 혜성에 대한 이해 부족이 별과 혜성의 크기 비교에 더 큰 어려움을 준 것으로 나타났다.

천체에 대한 개념 이해에 있어서 중요한 요인 중 하나는 우주 속에서 각 천체들의 상호관계에 대한 이해이다. 천체의 상대적 크기에 대한 이해는 이러한 우주 시스템 내에서의 역학을 이해하는데 중요한 요인 중 하나로 작용한다. 이 연구는 초등 예비교사들의 우주를 구성하고 있는 각 천체에 대한 개별적 이해뿐만 아니라 천체간의 상대적인 크기에 대한 이해에 대해 긍정적이지 않은 결과를 보여준다. 전체 응답자 중 8%인 5명에 해당하는 예비교사만이 주어진 천체간의 상대적 크기를 바르게 비교하였으며, 나머지 92%(58명)의 예비교사들은 한 개 이상의 천체에 대한 이해 부족으로 천체간의 상대적인 크기 비교에 실패하였다. 또한 비록 소수이기는 하지만 일부 예비교사의 경우에는 개별 천체에 대해 비교적 정확한 설명을 할지라도 각 천체의 상대적 크기 비교에 있어 실패하기도 하였다. 즉, 개별 천체의 크기, 더 나아가 천체 사이의 상호관계에 대한 이해를 하지 못한 상태에서도 해당 천체의 일반적인 특성에 대해서는 비교적 정확하다고 볼 수 있는 설명을 하였다.

이상의 연구 결과를 토대로 한 교육적 시사점 및 제언은 다음과 같다.

첫째, 초등학생들이 가장 흥미 있어 하는 과학 분야가 천문·우주라는 점(National Science Museum, 1994; Kwon et al., 2010)을 고려하면, 일선 현장에서 초등학생들이 우주와 우주의 구성 천체에 관해 많은 질문을 할 것이라는 것을 쉽게 예상할 수 있다. 그러나 전국 교대 재학생과 현장 교사를 대상으로 설문 조사를 한 Kang et al.(2004a, 2004b)에 의하면, 천문 영역 지도를 어려워하며, 과학 수업에서 지도내용이 어려운 경우 그 이유에 대해 ‘명쾌한 대답에 대한 자신이 없어서(43.4%)’ 및 ‘의외의 질문에 대한 답변이 어렵기 때문(29.0%)’이라는 응답하였다. 이는 이 연구에서 드러난 것처럼 예비교사들이 우주를 구성하고 있는 주요 천체들 그리고 그 상호관계에 대한 이해 부족으로 인해 이들이 향후 현장에서 천문영역을 지도할 때 어려움을 겪을 것으로 예상되는 바, 교대 관련 교과목에서 이에 대한 점검 및 보다 효과적인 지도 방안이 고려될 필요가 있다.

둘째, 천문현상에 대한 오개념이 학생들 뿐 아니라 현직 및 예비교사에게도 일반적이라는 사실을 고려하면, 일선 현장 교사도 이 연구의 결과와 비슷한 양상을 보일 가능성이 높다. 따라서 우주를 이루고 있는 주요 천체들의 상호관계 및 상대적 크기에 대한 일선 현장교사의 이해를 도모할 수 있는 교육 자료의 개발이나 교육적 조치가 필요하다. 예를 들어, 교사용 지도서의 해당 단원 도입부에 주요 천체들의 수 치상의 크기 뿐 아니라 비유 등을 통해 그 상호관계에 대한 직관적인 이해를 도모하는 자료의 제시가 그 한 가지 방안이 될 수 있다.

셋째, 이 연구는 지필형태의 질문지에 근거하여 천체들의 상대적 크기에 대한 초등 예비교사들의 대략적인 인식의 경향성을 파악한 것으로, 추후 면담 등을 통한 심층적인 연구나 현직 교사를 대상으로 한 후속 연구가 요구된다. 또한 이 연구는 우주를 구성하고 있는 개별 천체 각각에 대한 인식 조사에 초점을 두기보다는 우주 구성 천체들의 상호관계, 특히 우주 구성 천체간의 상대적인 크기에 대한 인식 조사에 초점을 두었으므로, 우주 구성 천체 각각에 대한 인식에 초점을 둔 후속 연구도 필요하다.

## 감사의 글

이 연구는 2012년도 공주교육대학교 교수학술연구비(연구 및 파견교수) 지원으로 수행되었습니다.

## 참고문헌

- Atwood, R.K. and Atwood, V.A., 1997, Effects of instruction and preservice elementary teachers' conception of the causes of night and day and the seasons. *Journal of science teacher education*, 8, 1-13.
- Jeong, J.W. and Han, S., 2010, The conceptions of astronomical distance of elementary school teachers. *Journal of Korean Earth Science Society*, 31, 827-838. (in Korean)
- Kang, H.K., Kwon, S.G., Noh, S.G., Park, J.W., Lee, M.U., and Choi, S.Y., 2004a, <sup>2)</sup>The application of science education programs for educating elementary school teachers. Ministry of Education Human Resources Development, Seoul, Korea, 713 p. (in Korean)
- Kang, H.K., Kim, M.H., Noh, S.G., Park, J.W., Lee, M.U., and Choi, S.Y., 2004b, <sup>1)</sup>The development of science education programs for educating elementary school teachers. Ministry of Education Human Resources Development, Seoul, Korea, 305 p. (in Korean)
- Kim, B.S., 1999, The concept formation on the motion of the earth and the moon by learners' characteristics. Ed. D. thesis, Korea National University of Education, Chung-Buk, Korea, 118 p. (in Korean)
- Kwon, N.J., Kim, S.Y., and Na, S.H., 2010, Suggestions for the activation of the elementary science camp through the present status of operation and preference survey. *Journal of Science Education*, 34, 306-319. (in Korean)
- Lee, M.U. and Jang, E.S., 2007, Comparison of the pre-service elementary teachers' understandings of the basic concepts of astronomy and their attitudes toward astronomy between Korea and Japan. *Journal of Korean Earth Science Society*, 28, 789-802. (in Korean)
- Lineweaver, C.H. and Davis, T.M., 2005, Misconception about the Big Bang. *Scientific America*, 294, 38-45.
- Ministry of Education, Science and Technology, 2011a, Elementary school science 5-2. Kumsung Publishing Co. Ltd, 174 p. (in Korean)
- Ministry of Education, Science and Technology, 2011b, Elementary school science teachers' guide 5-2. Kumsung Publishing Co. Ltd., Seoul, Korea, 386 p. (in Korean)
- Millar, B.W. and Brewer, W.F., 2010, Misconceptions of astronomical distance. *International Journal of Science Education*, 32, 1549-1560.
- Myeong, J., 2001, Reasons for unsuccessful earth science problem solving of pre-service teachers: A study on the motions of the moon and the planets. *Journal of Korean Earth Science Society*, 22, 339-349. (in Korean)
- National Science Museum, 1994, <sup>3)</sup>Korean teenager "Astronomical phenomena and space, the most curious science field". *The Dong-A Ilbo*, December 12, 23 p.

- (in Korean)
- Oh, J.Y., 2006, Preservice elementary teachers' mental models about astronomical phenomena: A theoretical framework of Vosniadou. Sc. D. thesis, Pusan National University, Busan, Korea, 124 p. (in Korean)
- Orion, N. and Ault, C.R., 2007, Learning Earth Sciences. In Abell, S.K. and Lederman, N.G. (ed.), Handbook of research on science education. Mahwah, N.J., Lawrence Erlbaum Assoc Inc, New Jersey, USA, 653-687.
- Patton, M.Q., 2002, Qualitative research and evaluation methods. Thousand Oaks, California, USA, 589 p.
- Ryu, J.S., 2007, Conception of preservice earth science teachers about Big Bang. Ed. M. thesis, Korea National University of Education, Chung-Buk, Korea, 39 p. (in Korean)
- Schoon, K.J., 1995, The origin and extent of alternative conceptions in the earth and space sciences: A survey of pre-service elementary teachers. Journal of elementary science education, 7, 27-46.
- Schoon, K.J. and Boone, W., 1998, Self-efficacy and alternative conceptions of science of preservice elementary teachers. Electronic version, Science Education, 82, 553-568. Retrieved March 7, 2012, from ERIC database.
- Spiliotopoulou-Papantoniou, V., 2007, Models of the Universe: Children's experiences and evidence from the history of science. Science and Education, 16, 801-833.
- Tashakkori, A. and Teddlie, C., 1998, Combining qualitative and quantitative approaches. Sage Publications, California, USA, 185 p.
- Trend, R., 2000, Conceptions of geological time among primary teacher trainees, with reference to their engagement with geoscience, history, and science. International Journal of Science Education, 22, 539-555.
- Trend, R.D., 2001, Deep time framework: A preliminary study of U.K. primary teachers' conceptions of geological time and perceptions of geoscience. Journal of Research in Science Teaching, 38, 191-221.
- Trumper, R., 2001, Assessing students' basic astronomy conceptions from junior high school through university. Australian Science Teacher Journal, 47, 21-31.
- Trumper, R., 2006, Teaching future teachers basic astronomy concepts -Seasonal changes- At a time of reform in science education. Journal of Research in Science Teaching, 43, 879-906.
- Trundle, K.C., Atwood, R.K., and Christopher, J.E., 2002, Preservice elementary teachers' conceptions of moon phases before and after instruction. Journal of Research in Science Teaching, 39, 633-658.
- Trundle, K.C., Atwood, R.K., and Christopher, J.E., 2006, Preservice elementary teachers' knowledge of observable moon phases and pattern of change in phases. Journal of Science Teacher Education, 17, 87-101.

---

2012년 10월 4일 접수

2012년 10월 14일 수정원고 접수

2012년 10월 31일 채택

<sup>1), 2), 3)</sup>의 보고서와 신문기사의 영문 제목은 연구자가 번역한 것으로, 국문제목은 각각 “초등교사 교육을 위한 과학 교과교육 프로그램 개발”, “초등교사 교육을 위한 과학교육 프로그램 적용 연구” 및 “청소년 ‘천문우주 가장 궁금’”이다.