

## 현직 및 예비 지구과학교사의 ‘별의 진화’에 대한 개념 이해 분석

하민경 · 손정주\*

한국교원대학교 지구과학교육과, 28173, 충청북도 청주시 흥덕구 강내면 태성탑연로 250

### Analysis of the Conceptual Understanding of In-service and Pre-service Earth Science Teachers about ‘Stellar Evolution’

Min-Kyoung Ha and Jungjoo Sohn\*

Department of Earth Science Education, Korea National University of Education, Cheongju 28173, Korea

**Abstract:** This study analyzes the conceptual understanding of in-service and pre-service earth science teachers about the H-R diagrams and evolution of stars using conceptual status analysis categories. The results show that (a) many teachers use unscientific language in the Intelligibility range, (b) teachers are categorized in Low scientific inquiry ability related to graph creation and unscientific analogy for scientific concept which is highly correlated to the possibility of misunderstanding in the teaching process, and (c) pre-service teachers lack the understanding of the secondary science curriculum. It is necessary to develop pre-service curriculum that can be applied to the school site. In the category of Plausibility range, (d) both groups understood the cosmological meaning of stellar evolution. However, pre-service teachers do not specifically explain the mechanism of a star. In the category of Fruitfulness range, in-service teachers come up with educational problems reflecting the academic characteristics of earth science and apply their knowledge to actual problem solving. On the other hand, pre-service teachers show high nonresponse ratio, they do not see the H-R diagram and the evolution of stars as a practical concept. In the analysis process, both groups are found to have many unscientific conceptions about the H-R diagram and evolution of stars. Therefore, it is suggested that caution be used in developing a professional development program of earth science teachers.

**Keywords:** H-R diagram, stellar evolution, conceptual understanding, earth science teacher

**요약:** 본 연구는 현직 및 예비 지구과학교사의 H-R도와 별의 진화에 대한 개념 이해 상태를 알아보기 위해 개념 지 위 분석틀을 활용하여 수행하였다. 이해 가능성 영역에서 현직교사의 비과학적 용어 사용이 다수 발견되었고, 그래프 작성에서 낮은 과학적 탐구 능력과 개념에 대한 비과학적 비유가 발견되어 교수 과정에서 잘못된 개념 전달의 가능성이 확인되었다. 예비교사는 중등교육과정 연계 문항에서 다수의 오류를 보였으며, 이와 관련하여 학교 현장에 적용이 더 잘 될 수 있도록 예비교사 교육 과정의 개선이 필요하겠다. 개연성 영역에서, 두 집단 모두 별의 진화가 갖는 우주론적 의미를 이해하고 있었으나, 예비교사의 별의 실제기작에 대한 설명이 구체적이지 않았다. 유용성 영역에서, 현직교사는 지구과학의 학문적 특성을 반영한 교육적 고민을 하고 있었고, 지식을 현실 문제해결에 활용, 적용하려는 경향이 높았다. 반면, 예비교사는 높은 무응답률을 보여 H-R도와 별의 진화를 실용적 개념으로 파악하지 않는 것으로 확인되었다. 결과적으로, 두 집단 모두에서 H-R도와 별의 진화에 대한 비과학적 개념이 다수 발견되어 교사 교육 및 교수 학습 계획 수립 시 주의가 필요함을 확인할 수 있었다.

**주요어:** H-R도, 별의 진화, 개념 이해, 지구과학 교사

\*Corresponding author: jjsohn@knue.ac.kr  
Tel: +82-43-230-3783

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.

## 서론

지구과학1 교과는 대학수학능력시험에서 채택율이 높은 선택과목으로 지구과학 교사에 의한 교수 빈도가 높은 과목이다. 2015개정교육과정 지구과학1의 내용 요소 중에는 H-R도와 별의 진화가 포함되어 있다. ‘H-R도’는 별의 광도와 온도 사이의 관계를 그래

프로 나타낸 것으로, 천문학자들은 이를 활용하여 별 분류 및 크기, 온도, 진화를 이해하고, 거리를 추론할 수 있다(Riddle, 2017). 즉, 'H-R도'와 '별의 진화'는 천문학에서 중요한 주제이다.

기존 천문 교육 연구결과물에서는 주로 달의 관찰, 달의 위상 변화 등 달을 주제로 한 연구물은 다수 보고 되었으나(Jo and Sohn 2018), 시공간, 계절 변화 등 공간지각 능력 기반의 운동을 다루는 연구(Ryu, 2008; Shin, 2000)등 주로 초등학교교육을 대상으로 하며, 중등학교대상으로는 투영관을 이용한 천문 교육(Choi, Lee and Park 2019)이나 천체의 실제 관측(Jeong and Sohn 2016)등이 제한적으로 수행이 되었고, '별의 진화'를 주제로 다룬 현장 교육과 연계된 연구가 미비한 실정이다.

교수학습의 성과를 평가하기 위해서는 교사 대상 연구가 필요하다. 많은 학생들이 교사와의 교수 학습 활동을 통해 개념을 형성하고(Kwak, 2002), 교사가 교과 내용 지식이 부족한 단원을 가르치는 경우 효과적인 수업은 이루어지지 않기 때문이다(Childs and McNicholl, 2007). 초중등 교사들은 천문 단원에서 지도의 어려움을 인식하고 있었고(Park and Park, 2018; Shin and Lee, 2011), 교사도 학생과 동일한 대안 개념을 갖고 있는 것으로(Song, 2003) 보고된 바 있다. 이렇게 천문 교과에 대한 교사의 개념을 확인하는 연구는 필수적이다. 그럼에도 1989년에서 2017년까지 발표된 지구과학 개념변화관련 연구에서 교사 대상 연구는 적었다(Park and Park, 2018).

교사가 가진 개념이 교육적 목표로 하는 과학적 개념으로 유지, 변경, 대체되기 위해서는 그들의 선

행 개념을 파악해야 한다. 이를 위해 개념 이해 측정 및 개념 변화 확인을 위한 평가 도구로서 개념지위 분석을 활용할 수 있다(Choi and Chun, 2015). 개념지위(Conceptual Status)란 학습자의 개념망인 개념생태 안에서 특정 개념이 차지하고 있는 영역, 혹은 개념의 지적 능력을 말한다(Hewson, P. and Lemberger, 2000). 개념지위 분석은 특정 개념을 표현, 설명, 적용하는 방법을 분석하는 것이다. 이를 통해 개념 형성 여부 및 학습 과정에서의 어려움을 파악하고, 교사는 새로운 교수법 및 평가자료 개발을 위한 자료를 획득하여 해결방안을 탐색할 수 있다(Hewson, P. and Lemberger, 2000; Choi and Chun, 2015). 마찬가지로 교사의 개념지위 분석을 통해 이해 역량 진단과 교수학습 과정의 질적 향상을 위한 자료 제공을 기대할 수 있다.

Posner et al.(1982)는 개념변화모델(CCM, Conceptual Change Model)을 설명하며 개념변화가 일어나기 위해 충족되어야하는 4가지 조건(불만족, 이해가능성, 개연성, 유용성)을 제안했다(Syuhendre, 2017). Thorley (1996)는 이해 가능성(Intelligibility), 개연성(Plausibility), 유용성(Fruitfulness)과 같은 개념변화모델의 핵심개념을 표현하기 위해 개념의 표상(Representational)의 예를 추출하여 과학교실담화에 활용할 수 있는, 개념적 내용 구조화를 위한 분석 목록을 개발하였다(Thorley and Stofflett, 1996). 이때 표상은 생각이나 개념의 소통 방법으로 말, 글, 이미지, 제스처 등의 조합이다(Tsui and Treagust, 2007).

Hewson and Lemberger(2000)는 Thorley(1996)의 개념지위 분석 목록을 바탕으로 Table 1로 재구성했

**Table 1.** Status analysis categories (Hewson and Lemberger 2000)

Conceptual Status		Components of status	Definition
Intelligibility	representational modes	Intelligibility Analogy	Analogy or metaphor used to represent conception
		Image	Use of pictures or diagrams to represent conception
		Exemplar	Real-world exemplar of conception
Plausibility	consistency factors	Language	Linguistic or symbolic representation of conception
		Past experience	Particular events consistent with conception
		Epistemology	Consistency with epistemological commitments
Fruitfulness	other factors	Metaphysics	Reference to ontological status of objects, or metaphysical beliefs about how the world really is
		Real mechanism	Causal mechanism invoked
Fruitfulness	other factors	Power	Conception has wide applicability
		Promise	Looking forward to what new conception might do
		Compete	Two competing conceptions are explicitly compared

다. 이를 활용한 경험적 연구를 통해 학습자가 개념의 구별에 지위를 사용하고, 지위가 선지식의 안정적 평가를 위한 기준 범위를 제공함을 확인하였다. 국내 연구로는 유전에 대한 중등학생들의 개념지위 분석 및 횡단분석 연구(Tsui and Treagust, 2007; Park et al., 2011), 진화에 대한 흥미와 수용에 따른 고등학생의 개념지위 분석 연구(Ryu, 2012), 면역을 주제로 현직, 예비교사의 개념지위를 비교 분석한 연구(Choi and Chun, 2015) 등이 진행되었다.

본 연구에서는 현직 및 예비교사의 H-R도와 별의 진화에 대한 개념 이해의 특징은 무엇인지 그리고, 두 집단에서 발견된 비과학적 개념은 무엇인지를 확인하고자, Hewson과 Lemberger(2000)의 개념지위 분석 목록을 활용하여 별이 진화에 관련한 지구과학1 교육과정의 핵심 개념을 바탕으로 지구과학교사를 대상으로 한 문항을 제작하고, 문항 별 답변과 하위 개념 지위 요소를 연계하여 관련 개념 이해에 대한 결과 분석을 수행하였다. 결과 분석 과정에서 발견된, 과학적이지 않은 개념을 ‘비과학적 개념(Unscientific Conception)’으로 나타내었다. 이를 통해 H-R도와 별의 진화에 대한 교사들의 개념 이해를 확인하고, 과학적 교수학습 계획 수립을 위한 정보와 교사 교육 및 천문 교육의 제안점을 찾고자 한다.

## 연구 방법

### 1. 연구 대상 선정

연구 대상으로 현직 지구과학교사 7명과 예비 지구과학교사 10명을 선정하였다. 현직교사의 프로파일은 Table 2와 같다. 연구 초반, 현직교사 집단에서 해당 주제에 대한 교수 유무가 결과에 영향이 있을 것으로 예상하여 질적 분석을 진행하였으나 뚜렷한 인과

관계를 발견할 수 없어 성별, 근무지역, 교수 경험 유무 등의 변인에 따른 결과는 도출하지 않았다.

예비교사는 K대학교 지구과학교육과 3학년 과정에 재학 중인 10명의 대학생이다. 이들은 모두 고등학교 재학 중에 융합과학, 또는 지구과학2 과목에서 H-R도와 별의 진화를 학습한 경험이 있었고, 학부 2학년 1학기에 천문학을 수강하여 연구 주제에 대한 기초 수준의 학습 경험이 있었다.

### 2. 문항지 개발 및 타당도 확보

본 연구에서는 2015개정교육과정 지구과학1의 H-R도와 별의 진화 영역에 대한 성취기준 및 탐구 활동 등의 해설을 바탕으로 문항지를 개발했다. H-R도, 별의 진화 과정, 별의 내부구조와 에너지원의 3가지 개념영역을 설정한 후, 세부 내용을 추출하여 하위 문항을 포함하는, 총 11개의 문항을 개발하였다. 이때 개념지위 하위 요소는 Table 1을 활용하였다. 개념영역 별로 개발된 문항 각각에 해당되는 개념지위 하위 요소를 선정하고, 하위 요소 개수에 따라 점수화하였다.

타당도 검사에 참여한 전문가는 5명으로 경력 15년 이상 2명, 10~15년 1명, 5~10년 2명이다. 이들의 학력은 박사 2명, 석사 3명으로 지구과학교육 전문가 1명, 현장 전문가 4명이다. 개발 문항과 출제지도, 예상 답변 및 그에 적합한 개념지위 하위 요소에 대해 2차례 타당도 검사를 진행하였다. 1차 검사에서 교육과정 위배 여부, 문항 발문 방식, 개념지위 하위 요소와 적합 유무 등에 대한 의견을 받아 면밀히 협의하였고, 수정된 문항으로 2차 검사를 진행하여 각 문항별 타당도 지수(CVI)가 0.85 이상 확보되었다. 이 과정에서 연구 주제 특성 상 모든 하위요소를 담는 것이 어렵다는 의견에 따라 개념 영역별로 개념지위

**Table 2.** Profile of In-service teachers.

In-Service Teacher	Gender	The number of years worked (highschool)	Education	Related units Teaching experience	Score
E	M	10 (10)	Ph.D	○	32.5
D	M	10 (5)		○	35
F	W	7 (2)		○	38
C	M	5 (5)	B.A	○	36
A	W	5 (0)		×	37.5
G	M	4 (4)		○	42.5 (best)
B	M	4 (0)		×	31 (lowest)

※ph.D: Philosophiae Doctor, B.A: Bachelor of Arts in earth science education

**Table 3.** Developed Questions & Analysis Criteria Score

No.	CA	Questions	CS	Components of status	Analysis Criteria Score
1	1	Indicate the evolution phase of one-solar mass stars in the H-R diagram.	I	Image	3
				Language	2
2	2	Explain real mechanism and cause about the Phase from main sequence star to Red giant star.	P	Real Mechanism	5
3	1	Indicate physical quantities of stars around the sun on the H-R diagram.	I	Exemplar	3
				2	Explain phase of each star evolution.
4	2	What are the physical quantities that have the greatest impact on the evolution of stars? And what will become each of the stars in the end?	I	Language	1
				P	Epistemology
5	2	Explain of the stellar evolution relates the title of the book "We are All stardust" by Stefan Klein.	P	Metaphysics	3
				I	Language
6	2	Compare the planetary nebula with the supernova remnant.	P	Epistemology	1
				F	Compete
7	3	1) Represent an energy flow direction on the section of the sun. 2) Explain the reason in relation to actual experience.	I	Image	1
				Language	2
				P	Real Mechanism
8	3	Explain the scientific definition of main sequence star and the real mechanism of energy generation.	I	Language	4
				P	Real Mechanism
9	3	Metaphor the H-R diagram. Metaphor a star internal structure. Metaphor a source of stellar energy.	I	Intelligibility	1
				Anology	1
10	1,2,3	Explain the case where 'H-R diagram & stellar evolution' is used to solve real-world problems or apply in a completely different area.	F	Power	3
11	1,2,3	What do you want to know about the 'H-R diagram & stellar evolution'. And what interests you?	F	Promise	3

※CS (Conceptual Status): I-Intelligibility, P-Plausibility, F-Fruitfulness,

※CA (Concept Area): 1-H-R diagram, 2-Phase of stellar evolution, 3-Star internal structure and source of stellar energy)

하위 요소가 모두 반영되지는 않았다.

예비검사는 총 2차례 이루어졌다. 검사 대상은 1차 타당도 검사 후 현직교사 1명, 2차 타당도 검사 후 지구과학교육 전공 박사과정 2명이다. Table 3은 최종 개발 문항과 결과 분석 기준수(ACS)를 나타낸 것이다.

### 3. 자료 수집 및 분석

제공된 문항지는 2015개정교육과정 해설과 성취기준이 첨부되어, 읽어본 후 답변할 수 있도록 제작되었다. 연구 대상 선정 후 현직교사는 이메일로 문항지를 발송하여 4주 이내에 결과물을 받았다. 교사별

로 회신까지 1주일 이내인 경우와 최대 4주까지 소요된 경우도 있었다. 또한, 회신 후 답변에 대한 추가 질의응답을 1차례 시행했다. 예비교사는 특정 시간에 일괄 배부한 설문지를 1일 후 회수하였다.

결과 분석은 각 문항의 개념지위 하위 요소별로 과학적 답변의 유무를 판단하여 점수화하였다. 하위 요소별 총 분석 기준수에 대해 연구 대상자 집단의 답변 중 과학적으로 판단된 답변 수의 비율, 즉 백분율 점수로 결과를 산출했다. 또한, 모든 답변을 질적 분석하여 연구 대상자들이 갖는 비과학적 개념 목록을 만들었다. 이 과정은 K대 지구과학교육과 천문분야 대학원생 5명과 함께 협의하여 진행하였다.

## 연구 결과 및 분석

### 1. 개념지위 영역별 분석 결과 및 발견된 비과학적 개념

현직교사가 예비교사에 비해 평균적으로 23.3점 더 높은 점수가 나타났다. 이는, 일반적인 임용 고시 준비가 학부 4학년에서 집중적으로 이루어지는 것을 감안하여 유의미한 차이가 아닌 것으로 판단하였다. 따라서 두 집단의 점수 차이(Δ)가 +23.3점 이상인 요소를 중심으로 논의하고자 한다. 또한, 두 집단의 점수는 대체로 이해 가능성, 개연성, 유용성 영역의 순으로 나타났다. 이는, 그럴듯한 개념은 먼저 이해할 수 있어야 하고, 유용한 개념은 이해할 수 있고 그럴듯한 것이어야 한다는 주장(Duit and Treagust, 2003)과 어느 정도 일치하는 결과이다.

교사들의 ‘별의 진화’ 개념 이해에 대한 결과와 발견된 비과학적 개념은 다음과 같다.

#### 가. 이해 가능성(Intelligibility) 영역

이해 가능성 영역은 이해하는 것을 표현하는 양식으로 개념이 뜻하는 바를 이해하여 설명할 수 있는가를 말한다(Hewson, P. and Lemberger, 2000; Choi and Chun, 2015). 3개의 개념영역(CA)에 대한 이해 가능성 영역의 개념지위 하위 요소별 현직, 예비교사의 획득 점수는 Table 4와 같다.

#### (1) 이해 가능한 비유(Intelligibility Analogy)

현직교사와 예비교사는 별의 내부구조에 대해 유정란, 양과 등에 비유하며 구조적, 형태적 비유는 잘하였지만, H-R도와 별의 에너지원과 같이 과학적 정의와 의미를 내포하는 개념에 대한 비유에서 다수의 비과학적 개념을 드러내었다. 이들은 자서전, 기차길 등에 비유하며 H-R도 상에 표시된 다양한 별의 위치를 어느 한 별이 진화해온 경로라는 잘못된 설명을

하였다. 또한, 별의 에너지원에 대해 핵융합반응이라는 중요한 개념을 놓치고, 연료, 식량 등 단순 비유나 용접, 폭죽 등 산화반응과 오해를 유발할 수 있는 비유를 들었다.

특히, 예비교사는 이해 가능한 비유에 대해 높은 무응답률과 잘못된 비유가 다수 확인되어 H-R도와 별의 에너지원에 대한 개념을 완전히 이해하지 못하고 있으며, 다른 영역의 것과 비교할 수 있는 능력이 부족하다 볼 수 있다(Kim and Kim, 2007).

#### (2) 이미지(Image)

현직교사는 H-R도상에 주계열 영역과 1태양질량 별의 진화경로를 대체로 잘 나타내었지만 일부 현직교사와 예비교사에게서 이에 대한 비과학적 개념을 Figure 1과 같이 발견하였다. 현재 태양이 주계열을 벗어나며 주계열을 따라 진행하는 경우(예비교사I, III), 진화 과정 상 꾸준히 광도가 증가하여 백색왜성의 위치가 잘못된 경우(예비교사II), 태양을 진화의 시작점으로 두지 않는 경우(현직교사C) 등이었다. 특히, 진화경로를 과학적으로 표현한 예비교사는 10명 중 1명에 불과해 해당 주제에 대해 학습의 어려움을 느끼는 것으로 확인되었다. 또한, 현직교사의 50% 이상이 H-R도상에 태양의 위치를 부정확하게 표현하여 그래프 작성의 기본을 간과하고, 태양 물리량의 구체적 값을 잘 알지 못하고 있었다.

두 번째로, 연구 대상자 대부분이 태양 단면의 쌀알무늬에 대한 대류 방향을 과학적으로 표현하였지만 쌀알무늬에 대한 오개념을 가진 현직교사와 태양 표면의 색과 온도사이의 관계를 이해하지 못한 예비교사가 발견되었다(Fig. 2). 특히, 이 현직교사는 식고 있는 팔죽의 울퉁불퉁한 표면이 태양의 쌀알무늬와 같다고 설명하며 온도 차이에 의한 색 차이를 태양 표면의 형태적 차이로 잘못 이해하고 있었다.

Table 4. Score of each 'components of status' in Intelligibility area (%)

		Intelligibility area							
CA		1			2		3		
Tea.	CS	Analogy	Image	Exemplar	Language	Language	Analogy	Image	Language
	In	57.1	71.4	76.2	64.3	66.7	71.4	85.7	76.2
	Pre	10.0	46.7	53.3	30.0	80.0	50.0	80.0	71.7
	Δ	+47.1	+24.8	+22.9	+34.3	-13.3	+21.4	+5.7	+4.5

※CA: Concept Area, CS: Conceptual Status, Tea.: Teacher



**Table 5.** Score of each 'components of status' in Plausibility area (%)

		Plausibility area				
CA		2			3	
Tea.	CS	Epistemology	Metaphysics	Real mechanism	Past experience	Real mechanism
In		83.3	81.0	88.6	86.7	64.3
Pre		60.0	70.0	56.0	80.0	40.0
△		+23.3	+11.0	+32.6	+5.7	+24.3

10배 무거운 관함이므로 대략 10억년정도  
 이유 > 태양보다 질량이 크면 그만큼 수축열량이 빨리 일어나 수명이 비교적 짧다.

**Fig. 4.** Unscientific Conceptual of Mass-Age relationships in stars (Pre-service T.V)

(2) 인식론(Epistemology)

인식론은 과학지식, 이론, 생각을 일관되게 표현하는 것을 나타내는 것으로, 별의 질량에 따라 진화과정 이 달라진다는 지식을 여러 문항에서 사용하는지 확인하였다. 그 결과, 별의 진화과정 영역에 대해 현직, 예비교사 모두 과학적 개념 빈도가 높았다. 특히, 현직교사는 질량에 따른 별의 수명 예측에서 예비교사에 비해 수학, 과학적 풀이과정까지 적용하여 더 높은 개념 이해를 보였다. 또한 일부 예비교사는 Fig. 4와 같이 별 질량과 수명이 반비례관계라는 비과학적 개념을 갖고 있었다.

별 진화에서 질량기준을 초기 별 질량 대신 핵의 질량이나 한계질량을 사용하는 경우가 발견되었다. 또한 별 진화의 차이를 결정짓는 질량 범위 기준이 교육과정 해설서에 나타나지 않고, 교과서와 교재별로 그 기준이 달라 교수의 어려움을 호소하는 현직교사도 있었다.

(3) 형이상학(Metaphysics)

형이상학은 창발적 속성이 있거나 서로 독립적 관계를 나타내는 것으로, 두 집단 모두 별의 진화가 갖는 창발적 속성을 잘 이해하고 있었다. 이는 2009개정교육과정의 융합과학에서 해당 주제를 교육 목표로 다루었고, 연구 대상자의 70%이상이 융합과학 교과의 교수학습 경험이 있었음을 볼 때, 교육과정을 바탕으로 실제 교수학습 경험이 교사의 개념 이해에 영향을 주었다고 할 수 있다(Lee, 2009).

(4) 실제기작(Real mechanism)

실제기작은 인과 메커니즘과 현상에 대한 원인의

추론 과정을 나타내는 것으로, 현직교사는 주계열성의 내부 대류현상과 에너지 생성 기작, 적색거성의 관측적물리적 변화 기작에 대해 예비교사에 비해 구체적이고 과학적인 설명을 하였다. 이는 현직교사가 예비교사에 비해 개념에 대한 명확하고 구체적인 설명을 한다는 연구와 일치하는 결과이다(Lee, 2009). 특히, 예비교사는 별의 실제기작 설명에 H-R도를 거의 활용하지 않아 2015개정교육과정에 대한 이해가 낮다고 볼 수 있다.

또한, 별의 진화과정 설명 시 H-R도를 연계하는 과정에서 그래프상 물리량 증감방향과 실제 변화를 잘못 설명하는 경우가 다수 발견되었다. 예비교사 4명은 H-R도의 X축 물리량이 분광형인 경우, 그 변화 경향을 증가/감소로 잘못 표현하였고, 현직교사 1명은 X축 물리량이 표면온도의 경우, 적색거성의 표면 온도 감소 시 H-R도의 X축 값 증가라고 설명하였다. 이에 따라, 해당 주제 교수 과정에서 교사의 비과학적 설명의 가능성이 확인되었다.

다. 유용성(Fruitfulness)

유용성 영역은 학습자가 자신이 가진 개념을 유용하게 사용하는 정도로, 개념에 대한 활용도나 기대에 대한 것이다(Hewson P. and Hewson, 1981; Tsui and Treagust, 2004; Choi and Chun, 2015). 3개의 개념영역(CA)에 대한 유용성 영역의 개념지위 하위 요소별 현직, 예비교사의 획득 점수는 Table 6과 같다.

(1) 적용력(Power)

적용력은 개념의 다양한 적용 가능성을 나타낸 것으로, 본 연구의 전문가 타당도 검사 과정에서 H-R

**Table 6.** Score of each 'components of status' in Fruitfulness area (%)

CA	Fruitfulness area							
	1		2		3			
Tea.	CS	Power	Promise	Power	Promise	Compete	Power	Promise
In		28.6	42.9	71.4	85.7	84.3	14.3	28.6
Pre		0.0	10.0	0.0	50.0	64.0	10.0	0.0
△		+28.6	+32.9	+71.4	+35.7	+20.3	+4.3	+28.6

Fruitfulness	Power	Promise
<p>Answer of In-service Tea.</p> <p>다양한 정보를 파악하는 능력과 자신만의 방법으로 정리하는 능력을 기를 수 있을 것</p>	<p>학습 상담에 사용하였다</p> <p>인간의 삶과 비교</p> <p>핵융합 발전소</p> <p>이유</p>	<p>별의 각 단계별 사진을 이용하여 H-R도에 넣음으로써 H-R도 시각자료가 있다면 동영상 자료를 제작, 홍보해 지구가 온실효과 되기 위한 전 관심은 기질 것 같음.</p> <p>시각적으로</p> <p>그림, 카툰, 게임 등을 활용한 교수-학습지도</p>

**Fig. 5.** Answer of In-service teacher in fruitfulness area.

도와 별의 진화 주제는 실제 상황 적용과 문제해결 활용에 어렵다는 의견이 다수였다. 하지만 7명 중 5명의 현직교사가 상담이나 인성교육 등 현장 교육, 인문학 이해와 음악 감상 등 일상생활에서 별의 진화를 적용, 활용하고 있었고 더 높은 수준의 개념 이해를 위한 방안을 고민하고 있었다(Fig. 5). 다만, H-R도, 별 내부 구조 및 별의 에너지원에 대한 적용 빈도는 낮았다. 하지만 대부분의 예비교사가 적용력의 모든 영역에서 무응답 및 적용할 내용이 없다고 답했다. 즉, 다수의 현직교사는 현장 교수 경험을 바탕으로 교육 내용의 의미와 필요성을 공감하고, 전문성 향상을 위해 노력을 기울이고 있었다.

(2) 가능성(Promise)

가능성은 새 개념에 대한 흥미와 기대감 표출을 나타낸 것으로, 현직교사와 예비교사는 비슷한 유형의 고민과 학습 의욕을 보였다. 이들은 초신성, 블랙홀과 같은 별 종말단계에 대한 높은 흥미와 수업 활

용에 대한 고민을 갖고 있었고, 천체 사진과 내부구조 그림 등을 H-R도와 직접 연계한 시청각 자료의 필요성을 인식하고 있었다(Fig. 5). 이는 지구과학 교사들이 교과 특성 상 교수 전략으로 동영상, 이미지, 모형 등을 활용하는 것을 확인한 연구와 일치하는 결과이다(Lee, 2009).

(3) 경쟁(Compete)

행성상 성운(이하 PN)과 초신성 잔해(이하 SNR)의 명확한 비교를 나타낸 문항을 통해 두 대립개념에 대한 비과학적 개념을 다수 확인하였다. SNR의 중심별이 철보다 무거운 원소만을 형성함, PN 중심별이 철 원소까지 형성할 수 있음, 두 천체의 형성 원소에 헬륨을 언급하지 않음 등이 있었고, 그밖에 개념에 대한 이해 부족으로 잘못된 표현을 한 사례도 있었다. 두 대립개념의 비교 과정에서 교사들의 비과학적 개념을 다수 발견하였고, 학습자의 학습 곤란 사항을 확연히 드러낼 수 있어, 이를 활용한 효과적 교육의



가능성을 확인하였다.

## 결론 및 제언

본 연구는 개념지위 분석틀을 활용하여 현직 및 예비교사의 H-R도와 별의 진화에 대한 개념 이해를 확인하였다. 문항 제작을 위해 개념지위 하위요소를 활용하여 2015개정교육과정을 바탕으로 11개 문항을 개발했다. 2차례 전문가타당도 검사를 거쳐 타당도를 확보했다. 현직교사 7명, 예비교사 10명을 대상으로 결과를 분석한 결론은 다음과 같다.

첫째, 이해 가능성 영역에서 현직교사의 비과학적 용어 사용이 다수 발견되었고, 그래프 작성과 관련하여 낮은 과학적 탐구 능력과 개념에 대한 비과학적 비유가 발견되어 교수 과정에서 잘못된 개념전달 가능성이 확인되었다. 예비교사는 중등교육과정 연계 문항에서 개념 이해가 낮아 학교 현장에 적용 가능한 예비교사 교육 과정 개발이 요구되었다.

둘째, 개념성 영역에서 두 집단 모두가 별의 진화가 갖는 우주론적 의미를 이해하고 있었으나, 예비교사는 별의 실제기작에 대한 설명이 구체적이지 않았다. 또한, 별의 진화를 결정짓는 질량기준, H-R도에서 분광형 변화에 대한 명확한 표현 등을 사용하도록 교육과정에 제시하거나 교사 대상의 연수나 재교육 과정이 필요하겠다.

셋째, 유용성 영역에서 현직교사들은 지구과학의 학문적 특성을 반영한 교육적 고민을 하고 있었고, 지식을 현실 문제해결에 활용, 적용하려는 경향이 높았다. 반면 예비교사는 높은 무응답률을 보여 H-R도와 별의 진화를 실용적 개념으로 파악하지 못하고 있었다.

넷째, 분석 과정에서 두 집단 모두 H-R도와 별의 진화에 대한 비과학적 개념이 다수 발견되었다. 즉, 현직, 예비교사 모두 해당 주제에 대해 과학적으로 정확한 이해를 못하고 있고, 이는 학습자에게 잘못된 교육이 이루어질 수 있는 중대한 문제이다. 연구 결과를 바탕으로 현직, 예비교사에 대한 현실적 지원과 연수 및 교육이 필요하다.

다섯째, 위 결론을 바탕으로 교육과정 및 현장 사례 중심의 예비교사 교육과정 개발이 필요하고, 현직 교사는 교수과정에서 정확한 용어 사용 및 과학적인 표현을 통해 스스로 수업에 신뢰성을 확립하여야 한다. 또한 교사들이 가질 수 있는 천문 관련 비과학적

개념을 바탕으로 교사 연수 등 구체적 노력을 기울여야 하겠다.

이상의 연구 결론을 바탕으로, 후속 연구를 위한 제언은 다음과 같다.

본 연구는 문항지에 서술된 답변을 통해 교사의 개념 이해와 비과학적 개념을 확인하였으나 실제 교실 수업 상황에서 교사들의 이해역량이 어떻게 발현되고 표현되는지에 대한 연구를 통해 비과학적 개념에 대한 심층적 분석과 실제 현장에서의 교사의 언어, 비언어적 영향에 대한 연구가 요구된다. 또한 본 연구 결과가 반영된 교수학습 과정을 현장에 적용하여 효과를 확인해보고, 학습자의 H-R도와 별의 진화 개념에 대한 교사의 이해 역량의 중요성을 입증하는 과정이 필요하다.

그동안 교육 내용에 대해 교사가 정확하게 이해하는 것은 당연한 것으로 여겨져 이를 분석하거나 연구하는 데에 부담과 우려를 가진 것이 사실이다. 하지만 제대로 된 학습자 교육을 위한 가장 첫 단추는 교사의 교육 내용에 대한 이해이다. 교사의 이해역량에 대한 현실과 사태를 직시하고, 그 원인을 정확하게 분석하여 문제를 수정, 보완하고 개선해 나가야 하겠다.

## References

- Bailey, J. M. 2007, Development of a concept inventory to assess students' understanding and reasoning difficulties about the properties and formation of stars. *Astronomy Education Review*, 6(2), 1-7.
- Childs, A., & McNicholl, J. 2007, Investigating the relationship between subject content knowledge and pedagogical practice through the analysis of classroom discourse. *International Journal of Science Education*, 29(13), 1629-1653.
- Choi, Joontae, Lee, Kiyong and Park, Jaeyoung, 2018, The Development and Application of an Astronomy Education Program Reflecting Astronomical Thinking: A Case of Planetarium Class at Science Museum, 40(1), 86-106. (in Korean)
- Choi, Jin Hye and Chun, Jae sun, 2015, Analysis of Immunity Conceptual Status between Inservice and Preservice Biology Teachers. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, (10), 173-193. (in Korean)
- Duit, R., & Treagust, D. F. 2003, Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*,

- 25(6), 671-688.
- Hewson, P., & Lemberger, J. 2000, Status as the hallmark of conceptual learning. *Improving Science Education: The Contribution of Research*, 110-125.
- Jo, Hoon & Sohn, Jungjoo, 2018, A Review of Astronomy Education Researches Related to the Moon, *School Science Journal*, 12(4), 453-466. (in Korean)
- Jeong, Eui Oan & Sohn, Jungjoo, 2016, Geocentric Parallax Measurements of Near-Earth Asteroid using Baselines with Domestic Small-Size Observatories, *Journal of the Korean Earth Science Society*, 37(7), 398-407. (in Korean)
- Park, Ki Rak & Park, Hyun Ju, 2018, Analysis of Research Trend on Conceptual Change in Earth Science. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 39(2), 193. (in Korean)
- Kim, Miyoung, & Kim, Heui-Baik, 2007, Analysis of High School Students' Conceptual Change in Model-Based Instruction for Blood Circulation. *Journal of the Korea association for science education*, 27(5), 379-393. (in Korean)
- Kwak, Youngsun, 2002, Relationship between Preservice Science Teachers' Relativist Epistemology and their Pedagogical Beliefs. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 23(3), 221. (in Korean)
- Lee, Kiyong, 2009, An Analysis of Earth Science Teachers' Topic-Specific Pedagogical Content Knowledge: A Case of Pre-service and In-service Teachers. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 30(3), 330. (in Korean)
- Park ji hyun et al., 2011, The Cross-sectional Analysis of Students' Conceptual Status on Genetics. *The Korean Society of Biology Education*, 39(3), 313. (in Korean)
- Riddle, B. 2017, Star chart. National Science Teachers Association.
- Ryu, Jisun, 2008, Understandings about the Big Bang of the Earth Science Pre-service Teachers. *Korean Journal of Teacher Education*, (4), 367. (in Korean)
- Shin, Dong-Hee, 2000, Past, Present, and Future of Earth Science Education Research in Korea. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 21(4), 479-487. (in Korean)
- Shin, Myeung-Ryeul & Lee, Yong-seob, 2011, A Survey on Astronomical Spatial Concept and Attitudes About Astronomy For Establishment of Effective Teaching Strategy In Astronomy Earth Science. *Journal of the Korean society of the earth science education*, 4(2), 177-185. (in Korean)
- Song, Jinwoong, 2003, Constructivist Science Education and the Map of Students' Physics Misconceptions. *Journal of the Korean Society of mathematical Education Series A: The Mathematical Education*, 42(2), 87. (in Korean)
- Ryu, Sun Hee et al., 2012, Analysis of Conceptual Status Difference of Evolution among High School Students in Terms of Their Interest and Acceptance about Evolution Theory. *The Korean Society of Biology Education*, 40(40), 395-411. (in Korean)
- Syuhendri, S. 2017, A Learning Process Based On Conceptual Change Approach to Foster Conceptual Change In Newtonian Mechanics. *Journal of Baltic Science Education*, 16(2), 228-240.
- Thorley, N. R., & Stofflett, R. T. 1996, Representation of the conceptual change model in science teacher education. *Science Education*, 80, 317-339.
- Tsui, C., & Treagust, D. F. 2004, Motivational aspects of learning genetics with interactive multimedia. *American Biology Teacher (National Association of Biology Teachers)*, 66(4), 277-285.
- Tsui, C., & Treagust, D. F. 2007, Understanding genetics: Analysis of secondary students' conceptual status. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(2), 205-235.

---

Manuscript received: October 6, 2019

Revised manuscript received: October 21, 2019

Manuscript accepted: october 29, 2019