

학생의 과학 오개념에 대한 초등 예비 교사의 지식

한수진 · 강석진[†] · 노태희
(서울대학교) · (전주교육대학교)[†]

Preservice Elementary School Teachers' Awareness of Students' Misconceptions about Science Topics

Han, Sujin · Kang, Sukjin[†] · Noh, Taehee
(Seoul National University) · (Jeonju National University of Education)[†]

ABSTRACT

In this study, we investigated preservice elementary school teachers' awareness of students' misconceptions about several science topics, and the variables influencing their awareness. Seniors ($N=106$) from an university of education were asked to predict elementary school students' misconceptions on science topics such as phase changes and dissolution. Their conceptions about teaching and learning were also measured. The results indicated that the preservice teachers' predictions about the kinds and/or the ratios of students' misconceptions were different from those reported in previous studies. The low level preservice teachers in terms of the degrees of possessing traditional conception about teaching and learning predicted more students' common misconceptions. The degrees of preservice teachers' constructivist conception about teaching and learning and their major, however, did not significantly influence the numbers of common misconceptions predicted.

Key words : misconception, preservice elementary school teacher, conception about teaching and learning

I. 서 론

구성주의 관점에 의하면 지식은 학습자의 기존 지식이나 경험을 바탕으로 형성되므로, 과학적 개념 이해를 목적으로 하는 과학 수업에서 학습자가 수업 전에 지니고 있는 개념은 학습에 영향을 미치는 중요한 요인이다(Taber, 2001). 학생들의 선개념은 학교 교육 이전부터 형성되기 시작하며(Gardner, 1991), 실제 경험에 기반하여 구성되므로 쉽게 변하지 않고, 학년이 높아져도 자연 현상의 해석 틀로 계속 사용되는 경우가 많다(Driver *et al.*, 1994). 특히, 초등학생들은 과학적인 개념과 다른 오개념을 많이 지니고 있는데, 아동기에는 추상적인 사고 능력이 부족하여 과학자 사회에서 받아들여지는 것

과 다른 오개념을 형성할 가능성이 크기 때문이다(Bar & Travis, 1991).

지금까지 학생들의 오개념에 대한 연구들은 활발히 진행되어 여러 가지 과학 주제에서 학생들이 일반적으로 지니고 있는 다양한 오개념들이 보고되었다(Driver *et al.*, 1994). 학생들의 오개념을 과학적 개념으로 변화시키거나 과학적 개념에 대한 이해를 높이기 위해서는 교사들이 학생들의 오개념을 미리 파악하고 있어야 할 필요가 있다. 학생들의 오개념에 대한 지식은 교사들이 학생들의 오개념 유형을 고려하여 수업 계획을 세울 수 있도록 도움을 주기 때문이다.

그러나 현직 초등교사들을 대상으로 학생들의 오개념에 대한 지식을 조사한 결과, 많은 교사들이

이 논문은 2008년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2008-321-B00192).

2010.7.16(접수), 2010.8.6(1심 통과), 2010.9.30(2심 통과), 2010.10.5(최종 통과)

E-mail: nohth@snu.ac.kr(노태희)

자신이 가르치는 과학 주제에 대해 학생들이 어떤 생각을 가지고 있는지 제대로 알지 못하는 것으로 나타났다(Smith & Neale, 1989). 특히, 경력이 적은 초등교사들의 경우, 학생들이 자신의 개념을 표출하도록 유도하고, 학생들의 반응으로부터 개념 이해 정도를 진단하는 능력도 부족하다고 보고되었다(Aker-son *et al.*, 2000). 이에 최근에는 교사 양성 단계에서부터 학생들의 오개념에 대한 정보나 오개념을 과학적인 개념으로 변화시키기 위한 교수 전략에 대한 강조가 이루어져야 한다고 제안되고 있다(Davis & Smithy, 2009; Pringle, 2006). 그러나 교사 양성 교육의 측면에서 초등 예비 교사들이 학생들의 오개념 유형과 비율에 대해 얼마나 이해하고 있는지에 대해서는 연구가 거의 이루어지지 않았다. 따라서 초등 예비 교사들을 대상으로 학생들의 오개념에 대한 지식을 조사할 필요가 있다.

한편, 학생들의 오개념에 대한 지식은 학습자에 관한 지식의 일종으로, 교사의 전문성을 구성하는 교과교육학 지식 영역에 포함된다(Shulman, 1987). 즉, 학생들의 오개념에 대한 지식은 효과적인 과학 수업을 위해 교사가 알고 있어야 할 전문 지식으로, 교사의 여러 가지 특성 변인으로부터 영향을 받을 수 있다. Hewson(1996)은 학생들의 오개념을 과학적 개념으로 변화시키는 개념 변화 수업을 위한 조건으로 교수와 학습에 대한 교사들의 구성주의적 신념을 제안하였다. 이에 따르면 예비 교사들이 어떤 교수·학습관을 가지고 있는지에 따라 학생들의 오개념에 대한 지식 정도가 다를 가능성이 있다. 또한, 초등 교사 양성 교육과정에서 심화 과정으로 과학을 선택한 예비 교사들은 다른 심화 과정을 선택한 예비 교사들보다 과학 과목이나 과학교육학 과목을 더 많이 이수한다. 즉, 과학 심화 과정을 선택한 예비 교사들은 학습한 과학 및 과학교육 지식의 양이 상대적으로 많을 것이므로, 학생들의 오개념에 대한 지식 정도가 다른 심화 과정을 선택한 예비 교사들과 다를 수 있다.

이 연구에서는 초등 예비 교사들에게 몇 가지 과학 주제에 대한 초등학생들의 오개념 유형과 비율을 예상하도록 하고, 이를 문헌에 보고된 결과와 비교하여 초등학생들의 오개념에 대한 지식을 조사하였다. 또한, 예비 교사들의 과학 교수·학습관의 수준과 과학 심화 전공 여부에 따라 학생들의 오개념에 대한 지식에 차이가 있는지를 분석하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상 및 절차

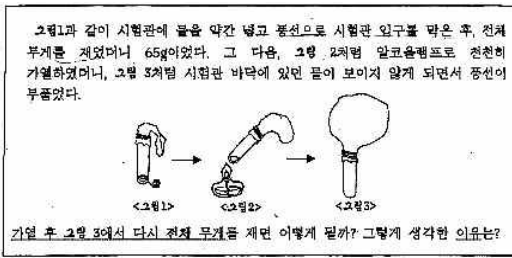
이 연구의 대상은 전라북도 소재한 교육대학의 4학년 학생 106명으로, 성별과 심화 전공에 따른 사례 수는 표 1과 같다. 모든 검사는 교육 실습을 포함한 교육대학교의 모든 교육과정이 거의 끝난 4학년 2학기 말에 실시하였다.

2. 검사도구

이 연구에서는 과학 오개념에 관한 지식 검사지, 과학 교수·학습관 검사지를 사용하였다. 과학 오개념에 관한 지식 검사지는 예비 교사들이 알고 있는 초등학생들의 오개념 유형과 비율을 조사하기 위해 개발하여 사용하였다. 이 검사지는 주어진 개념 검사 문항을 초등학생들이 답할 때 나타날 만한 개념 유형을 가능한 많이 기술하고, 각 개념 유형의 비율을 예상하도록 구성하였다. 또한, 예상되는 개념 유형 중에서 과학적 개념이 무엇인지 표시하도록 함으로써(그림 1), 예비 교사들이 과학적 개념 유형과 오개념 유형을 구분하도록 하였다. 검사 문항에서 다른 개념은 초등학교 과학교육과정(교육인적자원부, 2007)에 제시된 내용에 대한 오개념 연구를 고찰한 후 선정하였다. 이 연구에서는 물질 영역에서 초등학생들의 오개념을 조사한 선행 연구(노금자와 김효남, 1996; 예종성, 1999; 최후남, 1991; Hatzinikita & Koulaidis, 1997; Osborne & Cosgrove, 1983)를 분석하여, 공통적인 오개념이 많이 보고된 상태 변화(물의 기화 시의 질량 변화, 수증기의 응결)와 용해(용해 시의 질량 변화, 용액의 균일성) 주제를 선정하고, 검사에 사용할 세부 개념을 확정하였다. 검사 문항은 총 4문항으로, 초등학생들을 대상으로 상태 변화와 용해에 대한 개념 이해도를 조사한 선행 연구(노금자와 김효남, 1996; 예종성, 1999; 최후남, 1991; Hatzinikita & Koulaidis, 1997; Osborne & Cosgrove, 1983)의 문항을 선택 후 설명 형태로 수정하여 사용

표 1. 연구 대상 학생들의 성별과 전공에 따른 사례 수

	과학	비과학	계
남	7	14	21
여	21	64	85
계	28	78	106



초등학생들의 개념적 이유	비율
<input checked="" type="checkbox"/> 무게는 변하지 않는다. 물이 변하여 수증기가 되었으나, 선택의 변화가 없기 때문에 무게 변화가 없다.	(25)%
무게가 줄어든다. 물(액체)보다 공기(기체)가 훨씬 가볍기 때문이다.	(50)%
무게가 늘어난다. 중선의 부피가 늘었기 때문이다.	(25)%

그림 1. 과학 오개념에 관한 지식 검사지의 예

하였다. 검사지는 과학교육 전문가 3인과 초등교사 2인에게 안면 타당도를 검토받았다.

과학 교수·학습관 검사지는 Teaching Learning Conceptions Questionnaire(Chan & Elliot, 2004)를 번역하여 사용하였다. 이 검사지는 교사가 선호하는 교수·학습 방식에 대한 신념을 조사하는 것으로, 교수·학습의 의미, 교사와 학생의 역할, 교실 관리, 교수·학습 전략 등에서 구성주의적 관점에 대한 12 문항과 전통적 관점에 대한 18문항의 두 범주로 구성되어 있다. 검사지는 과학교육 전문가 3인에게 번역의 적절성 및 안면 타당도를 검토받았으며, 이 연구에서의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 두 범주에서 각각 .76과 .73이었다.

3. 자료 분석

예비 교사들이 예상한 초등학생들의 오개념 유형을 분석하기 위해 선행 연구(노금자와 김효남, 1996; 예종성, 1999; 최후남, 1991; Osborne & Cosgrove, 1983)를 바탕으로 예비 분류틀을 구성하였다. 예비 교사들의 응답 중 무작위로 추출한 일부 응답을 2인의 분석자가 각자 분류한 뒤 논의를 통해 분류틀을 수정·보완하였다. 이 과정을 반복하여 최종적인 분류틀을 결정하고, 분석시간 일치도가 90% 이상에 도달한 후 분석자 1인이 모든 응답을 분석하였다.

분류 결과를 이용하여 각 오개념 유형별로 실제로 그 오개념을 예상하여 제시한 예비 교사들의 빈도를 구하였다. 이 때, 빈도가 2 이하인 오개념 유형은 논의가 필요한 경우를 제외하고, 모두 '기타' 유형으로 통합하였다. 그리고 각 오개념을 지니고 있을 초등학생들의 비율에 대한 예비 교사들의 예상을 평균하여 구하였다. 특별히 빈도와는 별도로 오개념을 지닌 초등학생들의 비율, 즉 오개념 비율에 대한 예상의 평균을 구한 이유는 예비 교사들이 초등학생들의 오개념 유형을 바르게 예상하더라도 그 오개념이 얼마나 많은 초등학생들에게 광범위하게 분포되어 있는지에 대해서는 잘못된 예상을 할 수 있기 때문이다. 한편, 오개념 비율에 대한 예상에서 특정 오개념의 존재를 예상한 예비 교사들의 응답만을 분석할 경우, 그 오개념 유형의 존재를 예상하지 못한 예비 교사들의 생각은 반영되지 못한다는 문제가 있으므로, 특정 오개념의 존재를 예상한 예비 교사들의 응답과 전체 교사들의 응답을 구분하여 분석하였다. 과학 오개념에 관한 지식 검사지에서 오개념 유형, 학생 비율, 과학적 개념의 표시 중 어느 하나라도 응답하지 않은 예비 교사는 분석 대상에서 제외하였다.

과학 오개념에 대한 지식을 분석하기 위해 예비 교사들이 예상한 오개념 유형과 학생 비율을 문헌에 보고된 결과와 비교하였다. 예비 교사들은 교육 현장에서 초등학생들의 오개념을 접할 기회가 거의 없으므로, 주로 문헌에 기초한 과학 교과교육학 자료로부터 초등학생들의 오개념을 알게 된다고 가정할 수 있기 때문이다. 예비 교사들이 예상한 오개념 유형과 학생 비율은 선행 연구 중 이 연구에서 사용한 지식 검사 문항과 내용이 유사하고, 서술형 또는 선택 후 설명형 검사를 사용하여 초등학생들의 개념을 조사한 결과(노금자와 김효남, 1996; 최후남, 1991)를 기준으로 비교하였다. 서술형 또는 선택 후 설명형 검사의 선행 연구가 없는 경우에는 선다형 검사를 사용한 연구(예종성, 1999; Hatzinikita & Koulidis, 1997; Osborne & Cosgrove, 1983)를 기준으로 비교하였다.

초등학생들의 오개념에 대한 지식에 영향을 미치는 예비 교사의 특성 변인을 탐색하기 위해, 과학 교수·학습관 검사 점수의 상·하위 30%를 각각 상위와 하위 집단으로 구분하여 오개념에 대한 지식을 비교하였다. 또한, 심화 전공이 과학인 집단과

과학이 아닌 집단을 기준으로 오개념에 대한 지식을 비교하였다. 각 집단별 오개념에 대한 지식은 예비 교사들이 예상한 오개념 중 선행 연구(노금자와 김효남, 1996; 예종성, 1999; 최후남, 1991; Hatzinikita & Koulaidis, 1997; Osborne & Cosgrove, 1983)에 공통적으로 보고된 주요 오개념 수의 평균으로 비교하였다. 집단에 따른 예상한 주요 오개념 수의 차이 분석에는 비모수 통계 방법인 Mann-Whitney U 검증을 사용하였다.

III. 연구 결과

1. 초등학생들의 오개념에 대한 예비 교사들의 지식

1) 물의 기화 시의 질량 변화

1번 문항에서는 물이 든 시험관 입구를 풍선으로 막은 후 가열했을 때, 물이 기화하여 보이지 않게 되면서 풍선이 부풀어 오른 상황을 제시하였다. 물이 기화할 때의 질량 변화에 대한 초등학생들의 오개념 유형과 비율에 대한 예비 교사들의 예상은 표 2와 같다. 이 때, ‘오개념 유형의 제시 빈도’는 해당

되는 오개념 유형이 초등학생들에게 나타날 것으로 예상한 예비 교사들의 인원수이다. 그리고 ‘오개념 비율에 대한 예상의 평균’은 해당되는 오개념을 지니고 있을 초등학생들의 비율을 예비 교사들이 예상한 결과로, 그 오개념 유형을 제시한 예비 교사들의 예상만을 평균한 결과와 전체 예비 교사들의 예상을 평균한 결과를 구분하여 제시하였다.

예비 교사들은 물의 기화 시의 질량 변화에 대한 오개념을 평균 2.4개 제시하였으며, 이 중에서 제시 빈도가 높았던 오개념 유형은 ‘부피가 늘어났기 때문에 무거워진다.’, ‘물이 없어지기 때문에 가벼워진다.’, ‘기체는 액체보다 가볍기 때문에 가벼워진다.’였다. ‘부피가 늘어났기 때문에 무거워진다.’와 ‘기체는 액체보다 가볍기 때문에 가벼워진다.’는 오개념은 선행 연구(최후남, 1991; Hatzinikita & Koulaidis, 1997)에서 보고된 초등학생들의 주요 오개념 유형과 일치하였다. 그러나 이 유형을 제시한 예비 교사들이 이 오개념을 지니고 있을 초등학생들의 비율로 예상한 값은 각각 25.0%와 28.1%로서 선행 연구(최후남, 1991)에 보고된 오개념 비율인 15%와 40%와 차이가 있었다. 이 유형을 제시하지 못한 예비 교사들까지 포함한 전체 예비 교사들의 예상 비율은 각각 18.0%와 10.4%로 실제 초등학생들의 오개념 비율과

표 2. 기화 시의 질량 변화에 대한 학생들의 오개념 유형과 비율에 대한 예비 교사들의 예상¹⁾ (N=97)

오개념 유형	오개념 유형의 제시 빈도(%) ²⁾	오개념 비율에 대한 예상의 평균(표준편차)	
		유형을 제시한 예비 교사	전체 예비 교사
부피가 늘어났기 때문에 무거워진다.*	70(72.2)	25.0(13.9)	18.0(16.3)
물이 없어지기 때문에 가벼워진다.	49(50.5)	28.5(12.8)	14.4(16.9)
기체는 액체보다 가볍기 때문에 가벼워진다.*	36(37.1)	28.1(15.4)	10.4(17.3)
물이 보이지 않기 때문에 가벼워진다.	14(14.4)	32.6(14.9)	4.7(12.8)
기체는 무게가 없으므로 가벼워진다.	9(9.3)	28.3(13.7)	2.6(10.2)
기체가 더 생겼기 때문에 무거워진다.	6(6.2)	30.0(23.7)	1.9(9.1)
풍선 밖으로 기체가 새어 나갔기 때문에 가벼워진다.	6(6.2)	25.9(27.8)	1.6(8.9)
밖으로 나간 것이 없기 때문에 같다.	5(5.2)	27.0(9.8)	1.4(6.3)
수증기가 위로 올라가서 떠 있기 때문에 가벼워진다.	4(4.1)	23.3(13.5)	1.0(5.2)
부피가 늘어난 만큼 기체가 더 들어갔기 때문에 무거워진다.	4(4.1)	22.5(15.0)	1.0(3.6)
상태가 변해도 질량은 변하지 않기 때문에 같다.	3(3.1)	29.3(8.1)	0.9(5.2)
물이 사라진 만큼 풍선의 크기가 커졌기 때문에 같다.	3(3.1)	20.0(15.0)	0.6(4.1)
불꽃의 열이 들어갔기 때문에 무거워진다.	3(3.1)	8.3(5.8)	0.3(1.7)
기타	18(18.6)	19.3(13.6)	3.6(1.7)

¹⁾중복 응답을 포함.

²⁾분석 사례수(N)를 기준으로 한 백분율로서 중복 응답이 가능하므로 그 합이 100 이상임.

*선행 연구에 보고된 주요 오개념

의 차이가 더 컸다. 또한, 전체 예비 교사들의 예상 비율이 높았던 ‘물이 없어지기 때문에 가벼워진다.’는 개념 유형은 실제로는 초등학생들에게 많이 나타나지 않는 것으로 보고되었다(최후남, 1991; Hatzinikita & Koulaidis, 1997).

2) 수증기의 응결

2번 문항에서는 컵을 마른 행주로 깨끗이 닦은 후 얼음을 넣었을 때, 컵 표면에 물방울이 맺히는 상황을 제시하였다. 얼음이 담긴 컵 표면에 물방울이 맺히는 현상에 대한 초등학생들의 오개념 유형과 비율에 대한 예비 교사들의 예상은 표 3과 같다.

예비 교사들은 얼음이 담긴 컵 표면에 물방울이 맺히는 현상에 대한 초등학생들의 오개념을 평균 1.6개 제시하였는데, ‘얼음이 녹은 물이 컵을 뚫고 나온 것’과 ‘컵 속의 물이 컵을 뚫고 나온 것’이라는 유형이 제시 빈도가 가장 높았다. 그러나 선다형 검사를 사용하여 초등학생들의 개념 이해도를 조사한 선행 연구(예종성, 1999; Hatzinikita & Koulaidis, 1997; Osborne & Cosgrove, 1983)에 보고된 오개념 유형은 ‘공기 중의 수소와 산소가 변한 것’, ‘얼음의 차가운 기운이 변한 것’, ‘얼음이 녹은 물이 컵을 뚫고 나온 것’이었고, 그 비율은 각각 54.2%, 9.4%, 3.5%(예종성, 1999)로서 예비 교사들의 예상과 차이가 컸다. 특히, 실제 초등학생들에게 많이 나타났던 ‘공기 중의 수소와 산소가 변한 것’이라는 오개념을 예상한 예비 교사는 거의 없었다. ‘얼음이 녹은 물

이 컵을 뚫고 나온 것’이라는 오개념 유형은 93.6%의 예비 교사들이 제시했지만, 이들이 예상한 오개념 비율은 48.1%로서 선행 연구(예종성, 1999)에 보고된 비율보다 높았다. 한편, ‘공기 중의 수증기가 냉각되어 물로 된 것이다’라는 과학적 개념을 오개념으로 잘못 알고 있는 예비 교사들도 소수 존재하는 것으로 나타났다.

3) 용해 시의 질량 변화

3번 문항에서는 설탕과 물을 합한 질량과 설탕을 물에 녹인 설탕물의 질량을 비교하도록 하였다. 설탕을 물에 녹이기 전후의 질량 변화에 대한 초등학생들의 오개념 유형과 비율에 대한 예비 교사들의 예상은 표 4와 같다.

예비 교사들은 용해 시의 질량 변화에 대한 오개념을 평균 1.8개 예상하였는데, ‘설탕이 사라져서 눈에 보이지 않기 때문에 가벼워진다.’는 오개념 유형의 제시 빈도가 가장 높았다. 그러나 선행 연구(노금자와 김효남, 1996)의 결과, 예비 교사들의 예상과 달리 초등학생들은 용해와 상태 변화인 용해를 혼동하여 ‘녹으면 고체일 때보다 가벼워진다.’거나 ‘녹으면 고체일 때보다 무거워진다.’는 오개념을 많이 지니고 있었다. 또한, 이 주요 오개념의 비율은 각각 18~29%, 7~13%로서, 이 유형을 제시한 예비 교사들은 그 비율까지 대체로 잘 예상하였으나, 전체 예비 교사들은 이 유형의 비율을 매우 낮게 예상하고 있었다.

표 3. 컵 표면에 물방울이 맺히는 현상에 대한 학생들의 오개념 유형과 비율에 대한 예비 교사들의 예상¹ (N=94)

오개념 유형	오개념 유형의 제시 빈도(% ²)	오개념 비율에 대한 예상의 평균(표준편차)	
		유형을 제시한 예비 교사	전체 예비 교사
얼음이 녹은 물이 컵을 뚫고 나온 것이다.*	88(93.6)	48.1(19.3)	45.0(22.1)
컵 속의 물이 컵을 뚫고 나온 것이다.	11(11.7)	14.5(9.8)	1.7(5.7)
원래 컵 표면에 있던 물이 얼음 때문에 잘 보이는 것이다.	6(6.4)	15.0(6.3)	1.0(4.0)
공기 중의 물이 차가운 컵에 달라붙은 것이다.	5(5.3)	19.8(11.9)	1.1(5.1)
얼음을 넣을 때 묻은 물이다.	4(4.3)	18.0(12.6)	0.8(4.3)
컵을 닦은 행주에서 묻은 물이다.	3(3.2)	12.0(15.6)	0.4(3.1)
저절로 생겨난 물이다.	3(3.2)	18.3(12.6)	0.6(3.7)
공기 중의 수증기가 냉각되어 물로 된 것이다.	2(2.1)	45.0(7.1)	1.0(6.6)
얼음의 차가운 기운이 변한 것이다.*	2(2.1)	30.0(14.1)	0.6(4.6)
기타	25(28.7)	22.7(17.4)	6.0(13.9)

¹중복 응답을 포함.

²분석 사례수(N)를 기준으로 한 백분율로서 중복 응답이 가능하므로 그 합이 100 이상임.

*선행 연구에 보고된 주요 오개념

표 4. 용해 전후 질량 변화에 대한 학생들의 오개념 유형과 비율에 대한 예비 교사들의 예상¹ (N=97)

오개념 유형	오개념 유형의 제시 빈도(% ²)	오개념 비율에 대한 예상의 평균(표준편차)	
		유형을 제시한 예비 교사	전체 예비 교사
설탕이 사라져서 눈에 보이지 않기 때문에 가벼워진다.	88(90.7)	36.7(15.2)	33.3(18.0)
녹은 설탕의 무게만큼 무거워진다.	11(11.3)	25.0(13.4)	2.8(9.1)
녹으면 새로운 물질이 생겨서 무거워진다.	11(11.3)	12.9(9.6)	1.5(5.1)
녹으면 고체일 때보다 가벼워진다.*	9(9.3)	21.7(13.7)	2.0(7.5)
녹으면 부피가 늘어나서 무거워진다.	8(8.2)	17.9(9.8)	1.5(5.6)
설탕 분자가 물 분자 사이로 들어가기 때문에 가벼워진다.	5(5.2)	22.6(12.4)	1.2(5.6)
물과 설탕이 합쳐지기 때문에 무거워진다.	5(5.2)	9.0(4.2)	0.5(2.2)
녹으면 고체일 때보다 무거워진다.*	4(4.1)	12.5(5.0)	0.5(2.7)
녹으면 부피가 줄어들어 가벼워진다.	3(3.1)	30.0(17.3)	0.9(5.8)
물과 설탕이 결합하여 가벼워진다.	3(3.1)	28.3(2.9)	0.9(5.0)
기타	28(28.9)	13.4(9.9)	3.9(8.5)

¹중복 응답을 포함.

²분석 사례수(N)를 기준으로 한 백분율로서 중복 응답이 가능하므로 그 합이 100 이상임.

*선행 연구에 보고된 주요 오개념

4) 용액의 균일성

4번 문항에서는 물에 소금을 넣어 완전히 녹인 상태에서 소금물의 위, 가운데, 아래 부분의 맛을 비교하도록 하였다. 소금물에서 짠 맛의 분포에 대한 초등학생들의 오개념 유형과 비율에 대한 예비 교사들의 예상은 표 5와 같다.

예비 교사들은 소금물에서 짠 맛의 분포에 대한 오개념을 평균 2.1개 예상하였으며, 그 중 ‘소금은 물보다 무거워서 아래로 가라앉기 때문에 아래 부분이 짜다.’와 ‘물 위로 소금을 넣었기 때문에 윗부분이 가장 짜다.’는 유형의 제시 빈도가 높았다. 그러나 선행 연구(노금자와 김효남, 1996)에 보고된 초

표 5. 소금물에서 짠 맛의 분포에 대한 학생들의 오개념 유형과 비율에 대한 예비 교사들의 예상¹ (N=92)

오개념 유형	오개념 유형의 제시 빈도(% ²)	오개념 비율에 대한 예상의 평균(표준편차)	
		유형을 제시한 예비 교사	전체 예비 교사
소금은 물보다 무거워서 아래로 가라앉기 때문에 아래 부분이 가장 짜다.	61(66.3)	34.9(16.7)	23.2(21.4)
물 위로 소금을 넣었기 때문에 윗부분이 가장 짜다.	24(26.1)	17.3(8.0)	4.5(8.7)
소금은 물보다 가벼워서 위쪽에 많기 때문에 윗부분이 가장 짜다.	20(20.7)	16.5(7.5)	3.4(7.5)
녹으면 원래보다 무거워져서 가라앉기 때문에 아래 부분이 가장 짜다.*	16(17.4)	37.5(13.2)	6.5(15.3)
가운데에서 가장 많이 녹기 때문에 가운데 부분이 가장 짜다.	13(14.1)	13.8(9.0)	2.0(5.8)
녹은 후 가벼워져서 위로 가기 때문에 윗부분이 가장 짜다.	9(9.8)	8.3(5.1)	0.8(2.9)
소금이 다 녹지 않고 가라앉기 때문에 아래 부분이 가장 짜다.	7(7.6)	32.0(9.6)	2.4(8.9)
위에 가장 많이 녹기 때문에 윗부분이 가장 짜다.	3(3.3)	13.3(5.8)	0.4(2.5)
고르지 않게 부분적으로 녹기 때문에 위치마다 맛이 다르다.	3(3.3)	10.0(5.0)	0.3(1.9)
소금이 녹아서 골고루 섞이므로 맛이 같다.	2(2.2)	8.5(2.1)	0.2(1.3)
기타	40(43.5)	16.9(12.0)	7.6(14.4)

¹중복 응답을 포함.

²분석 사례수(N)를 기준으로 한 백분율로서 중복 응답이 가능하므로 그 합이 100 이상임.

*선행 연구에 보고된 주요 오개념

등학생들의 주요 오개념은 ‘녹으면 원래보다 무거워져서 가라앉기 때문에 아래 부분이 찌다.’로, 80% 이상의 예비 교사들은 이 오개념 유형들을 모르고 있었다. 또한, 이 유형의 존재를 알고 유형을 제시한 예비 교사들이 예상한 오개념 비율도 37.5%로서 문헌(노금자와 김효남, 1996)에 보고된 비율인 25~28%보다 높았다. 한편, ‘기타’ 유형을 제시한 예비 교사들은 20가지 이상의 다양한 오개념이 16.9%의 초등학생들에게 나타날 것으로 예상하였다. 그러나 ‘녹지 못한 소금이 위쪽에 남아 있기 때문에 윗부분이 가장 찌다.’, ‘경우에 따라 녹는 부분이 다르므로 알 수 없다.’ 등의 ‘기타’ 오개념 유형은 지금까지 문헌(노금자와 김효남, 1996)에 보고되지 않은 것이었다.

2. 예비 교사의 특성 변인에 따른 초등학생들의 오개념에 대한 지식

예비 교사들의 과학 교수·학습관의 수준과 과학 심화 전공 여부에 따라 초등학생들의 오개념에 대한 지식 차이를 조사하기 위하여 예비 교사들이 선행 연구(노금자와 김효남, 1996; 예종성, 1999; 최후남, 1991; Hatzinikita & Koulaidis, 1997; Osborne & Cosgrove, 1983)에 보고된 주요 오개념을 예상한 수의 평균을 분석하였다. 분석 대상에서 과학적 개념을 오개념으로 오해한 예비 교사 4명을 추가로 제외함으로써 개념 이해도 수준에 의한 차이를 통제하였다. 예비 교사들이 예상한 오개념 중 선행 연구(노금자와 김효남, 1996; 예종성, 1999; 최후남, 1991; Hatzinikita & Koulaidis, 1997; Osborne & Cosgrove, 1983)에서 실제 초등학생들에게 많이 나타난 주요 오개념의 수는 평균적으로 0.64개(표준편차=0.22)에 불과했다. 예비 교사들이 예상한 주요 오개념 수의 평균을 과학 교수·학습관 수준에 따라 분석한 결과는 표 6에, 과학 심화전공 여부에 따라 분석한 결과는 표 7에 제시하였다.

예비 교사들이 예상한 주요 오개념 수의 평균은 구성주의적 교수·학습관 수준에서는 상위 집단과 하위 집단의 차이가 없었다. 그러나 전통적 교수·학습관 수준에서는 하위 집단의 예비 교사들이 상위 집단보다 통계적으로 유의미하게 많은 주요 오개념을 예상하였다. 과학 심화 전공 여부에 따라서도 예상한 주요 오개념 수에 통계적으로 유의미한 차이가 없었다.

표 6. 과학 교수·학습관 수준에 따른 예상한 주요 오개념 수의 평균

변인	예상한 주요 오개념 수의 평균(표준편차)		U	p
	상위 30%	하위 30%		
구성주의적 교수·학습관	.70(.24)	.63(.19)	280.500	.263
전통적 교수·학습관	.56(.21)	.74(.20)	173.000	.007**

**p<.01.

표 7. 과학 심화 전공 여부에 따른 예상한 주요 오개념 수의 평균

심화 전공	예상한 주요 오개념 수의 평균(표준편차)	U	p
과학(n=19)	.66(.23)	574.500	.778
비과학(n=63)	.64(.21)		

IV. 논 의

초등 예비 교사들은 각 개념 검사 문항에서 학생들이 지니고 있을 만한 오개념을 평균적으로 2개 정도 예상하였다. 외국의 중등 예비 교사들을 대상으로 한 선행 연구(Halim & Meerah, 2002)에서 학생들이 과학적 개념을 어려움 없이 이해할 수 있으므로 오개념이 나타나지 않을 것이라는 응답이 대부분이었던 반면, 우리나라의 초등 예비 교사들은 학생들이 여러 가지 오개념을 지니고 있음을 상대적으로 잘 알고 있었다. 그러나 많은 초등 예비 교사들이 제시한 오개념 유형은 선행 연구(노금자와 김효남, 1996; 예종성, 1999; Hatzinikita & Koulaidis, 1997; Osborne & Cosgrove, 1983)에 보고된 학생들의 오개념 유형과 일치하지 않았다. 즉, 대부분의 예비 교사들은 실제로 초등학생들이 많이 지니고 있는 주요 오개념 유형을 모르고 있었다. 또한, 오개념을 지닌 학생 비율에 대한 예상도 실제 학생 비율과 차이가 있었다. 이러한 차이는 실제 초등학생들이 많이 또는 적게 지니고 있는 오개념에 대한 예비 교사들의 지식이 부족함을 보여 준다. 한편, 주요 오개념 유형을 제시한 예비 교사들의 예상 비율도 실제와 차이가 있었는데, 이는 주요 오개념 유형을 알고 있는 예비 교사더라도 그 개념 유형의 분포에 대한 지식은 불

완전함을 의미한다.

교사의 예상과 학습자의 개념 사이의 불일치는 과학 학습의 효과를 낮추는 한 가지 요인이다(Taber, 2001). 학생들의 오개념을 실제와 다르게 알고 있을 경우, 교사가 설정한 교수·학습 활동의 방향은 잘못될 수밖에 없다. 예비 교사들은 교육 현장에서 학생들의 오개념을 직접 경험할 기회가 거의 없으므로, 적절한 학습 없이는 오개념에 대한 예상에 한계가 있을 수밖에 없다. 예를 들어, 용해와 상태 변화의 혼동과 관련된 오개념 유형을 예상한 예비 교사는 거의 없었는데, 이와 같이 직관적인 사고에 근거한 학생들의 오개념은 논리적인 추론만으로는 예상하기 어렵기 때문으로 볼 수 있다. 반면에 물의 기화 시의 질량 변화 문항에서 빈도가 높았던 ‘물이 없어지기 때문에 가벼워진다.’는 개념 유형은 학생들이 관찰 가능한 변화에 주목할 것이라고 생각한다면 논리적으로 예상할 수 있다. 그러나 실제로 이러한 오개념을 지니고 있는 초등학생들은 많지 않은 것으로 보고되었다(최후남, 1991; Hatzinikita & Koulaidis, 1997). 용액의 균일성 문항에서 다수의 예비 교사들이 주요 오개념이 아닌 ‘물 위로 소금을 넣었기 때문에 윗부분이 가장 짜다.’는 개념 유형을 예상했던 결과 또한 예비 교사들이 문헌이나 지식에 근거하기보다 추론에 근거하여 학생들의 오개념을 예상했음을 뒷받침한다. 학생들이 소금을 넣어 준 처음 위치에만 초점을 둔다면 소금이 윗부분에 가장 많이 있다는 오개념을 지닐 것으로 예상할 수 있기 때문이다.

한편, 예비 교사들의 특성 변인 중 구성주의적 교수·학습관 수준에 따라서 학생들의 오개념에 대한 예비 교사들의 지식은 차이가 없었다. 그러나 전통적 교수·학습관 수준에 따라서는 차이가 있었는데, 전통적 교수·학습관 수준이 낮은 예비 교사들이 수준이 높은 예비 교사들보다 학생들의 오개념에 대한 지식이 많은 것으로 나타났다. 이와 같은 결과들은 예비 교사들이 구성주의적 교수·학습관을 지향하지만, 그 이해가 피상적인 수준이기 때문일 가능성이 있다(권홍진 등, 2006; 조영남, 2003). 즉, 예비 교사들은 수업에서 학생들의 오개념을 고려해야 한다는 점은 수긍하더라도 오개념이 학생들의 학습 과정에 어떤 영향을 미치는지에 대해서는 구체적으로 알지 못할 수 있다. 그러나 학생들을 백지 상태로 간주하여 과학적 개념을 쉽게 전달할 수 있다는 전

통적 관점에 반대하는 예비 교사들은 오개념을 수업에서 교정해야 할 오답 이상의 아동 고유의 사고틀로 고려함으로써(Morrison & Lederman, 2003), 교사 양성 교육 과정에서 학생들의 오개념에 대해 더 관심을 갖고 관련된 내용의 학습에 적극적으로 참여할 가능성이 크다. 결과적으로, 예비 교사들이 학생들의 오개념에 대한 이해를 바탕으로 하는 참된 구성주의적 관점을 갖기 위해서는 전통적 관점을 극복하는 것이 중요하다고 볼 수 있다.

과학 심화 전공 여부에 따라서는 학생들의 오개념에 대한 지식의 차이가 없었다. 심화 전공이 과학인 집단은 상대적으로 과학 및 과학교육 지식이 풍부할 것이므로 학생들의 오개념 유형과 비율을 정확하게 예상할 것으로 기대할 수 있다. 그러나 과학 심화 과정을 이수한 경험의 차이가 학생들의 오개념에 대한 지식의 차이로 이어지지는 않았다. 이러한 결과는 과학 심화 과정이 과학 과목 위주로 이루어짐에 따라 심화 전공으로 과학을 이수한 예비 교사들이라도 학습한 과학교육 지식의 양과 질이 다른 예비 교사들과 크게 다르지 않았기 때문일 수 있다. 교육대학교의 과학 심화 과정 운영에 대한 예비 교사들의 인식을 조사한 연구(권치순 등, 2007)에서 편제와 내용에서 과학교육학보다 과학 과목의 비중이 크다는 인식이 높았던 결과도 이러한 가능성을 뒷받침한다. 학생들의 오개념에 대한 지식은 과학 교과교육학 지식의 핵심적인 구성 요소로 과학 내용 지식과는 별개이므로(Shulman, 1987), 이에 대한 교육은 과학교육학 과목을 통해 독립적으로 이루어져야 할 것이다.

V. 결론 및 제언

이 연구에서는 교육대학교의 교육과정을 이수한 초등 예비 교사들이 초등학생들의 오개념 유형과 비율에 대해 얼마나 잘 알고 있는지를 조사하였다. 또한, 예비 교사들의 과학 교수·학습관의 수준과 과학 심화전공 여부에 따라 학생들의 오개념에 대한 지식이 어떻게 다른지 비교하였다.

전반적으로 예비 교사들은 초등학생들이 과학적으로 타당하지 않은 오개념을 지닐 수 있다는 것을 알고 있지만, 학생들의 오개념의 유형과 비율에 대한 지식은 부족한 것으로 나타났다. 즉, 예비 교사들이 높은 비율로 나타날 것으로 예상한 오개념 유

형은 문헌에 보고된 초등학생들의 주요 오개념과 일치하지 않았으며, 학생들의 비율에 대한 예상도 차이가 있는 경우가 많았다. 학생들의 오개념에 대한 이해는 교수의 계획에서 평가까지 교수 전체 과정에 대한 결정에 영향을 미치며, 궁극적으로는 교과교육학 지식을 증진시킴으로써 교사의 전문성을 향상시킬 수 있다(Park & Oliver, 2008). 따라서 학생들의 오개념에 대한 예비 교사들의 이해를 향상시키기 위해 교사양성 과정에서 학생들의 오개념에 대한 교육을 강화할 필요가 있다. 이를 위해 초등학생들의 대표적인 오개념, 인지적 발달과 관련된 오개념의 형성 원인 및 특성, 학생들의 오개념이 개념 학습에 미치는 영향 등을 교육대학의 수업에서 명시적으로 다룰 필요성이 있다. 또한, 학생들의 오개념에 대한 지식은 교사 자신의 개념 이해 정도를 직시하게 함으로써 과학 개념에 대한 교사들의 이해 증진에도 도움이 될 수 있다(Akerson *et al.*, 2000). 그러므로 학생들의 오개념에 대한 교육은 다양한 과목을 가르쳐야 하기 때문에 과학에 많은 시간을 투자할 수 없는 초등 예비 교사들의 과학 개념에 대한 이해도를 자연스럽게 높임으로써 전문성을 갖춘 초등교사 양성의 효율적인 방안이 될 수 있을 것이다.

또한, 예비 교사들의 특성 변인에 따라서 학생들의 오개념에 대한 지식의 차이가 있었는데, 예비 교사들의 전통적 교수·학습관의 경우 그 수준이 낮을수록 오개념에 대한 지식이 많았다. 그러나 예비 교사들의 구성주의적 교수·학습관의 수준에 따라서 오개념에 대한 지식의 차이가 없었으므로, 학생들의 오개념에 대한 지식에는 구성주의적 관점을 얼마나 지니고 있는가보다는 전통적 관점을 얼마나 포기했는가가 더 중요한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 결과의 원인으로 예비 교사들이 구성주의적 교수·학습에 대해 불안전하게 이해하거나 구성주의적 교수·학습관과 전통적 교수·학습관을 동시에 지니고 있을 가능성을 생각할 수 있다. 따라서 예비 교사들이 단순히 구성주의적 관점을 지니고 있는 것을 넘어 구성주의적 교수·학습을 실시할 수 있는 능력을 갖추도록 교사 양성 과정에서 구성주의적 관점의 교육이 더욱 강조될 필요가 있다. 한편, 과학 심화전공 여부에 따라서는 지식의 차이가 없었는데, 이로부터 과학 지식의 학습량이 많고 해서 학생들의 오개념에 대한 예비 교사들의 지식이 많지는 않음을 알 수 있다. 따라서 교사 양성

과정에서 학생들의 오개념과 관련된 내용을 직접적으로 학습할 수 있는 과학교육학 과목의 비중을 높일 필요가 있다.

한편, 국내에서는 초등학생들의 오개념에 대한 조사가 주로 선다형 지필 검사로만 진행된 경향이 있다. 그러나 선다형 검사에서는 응답자의 독특한 생각이 잘 드러나지 않고 응답자가 자신의 실제 생각과 다른 답지를 선택할 확률이 상대적으로 더 크다고 보고되었다(Bar & Travis, 1991). 그러므로 초등학생들을 대상으로 한 대규모의 서술형 지필 검사나 심층적인 면담 등을 통해 학생들의 오개념을 조사하고, 이를 바탕으로 학생들의 보편적인 오개념에 대한 데이터베이스를 구축하여 교육 현장에 제공할 필요성이 있다.

참고문헌

- 교육인적자원부(2007). 초등학교 교육과정. 교육인적자원부 고시 제2007-79호 [별책 9]. 서울: 교육인적자원부.
- 권치순, 김재영, 김남일, 여상인, 임채성, 임정환, 전영석, 신명경, 장신호(2007). 교육대학교 과학교육과 심화 과정 운영에 대한 대학 교수, 예비 교사, 현장 교사의 인식 조사. *초등과학교육*, 26(1), 117-130.
- 권홍진, 김찬중, 최승언(2006). 초임 중등 과학 교사의 교수활동에 대한 지향과 실행: 동기 유발과 학생 이해를 중심으로. *한국지구과학학회지*, 27(3), 289-301.
- 노금자, 김효남(1996). 과학적 상황과 일상적 상황에 따른 초등학생들의 용해 개념. *초등과학교육*, 15(2), 233-250.
- 예종성(1999). 초등학교 학생들의 증발과 응결에 대한 대안적 개념 연구. 부산교육대학교 석사학위논문.
- 조영남(2003). 초등교사를 위한 구성주의 교수 - 학습환경 개발에 관한 연구. *초등교육연구*, 16(1), 179-205.
- 최후남(1991). 물질의 상태변화 현상에 대한 학생들의 개념 연구 - 국민학교 6학년 학생과 중학생을 대상으로. 서울대학교 석사학위 논문.
- Akerson, V. L., Flick, L. B. & Lederman, N. G. (2000). The influence of primary children's ideas in science on teaching practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 363-385.
- Bar, V. & Travis, A. S. (1991). Children's views concerning phase changes. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(4), 363-382.
- Chan, K. W. & Elliott, R. G. (2004). Relational analysis of personal epistemology and conceptions about teaching and learning. *Teaching and Teacher Education*, 20(8), 817-831.

- Davis, E. A. & Smithey, J. (2009). Beginning teachers moving toward effective elementary science teaching. *Science Education*, 93(4), 745-770.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science: Research into children's ideas*. London: Routledge.
- Gardner, H. (1991). *The unschooled mind: How children think and how schools should teach*. New York: Basic Books.
- Halim, L. & Meerah, S. M. (2002). Science trainee teachers' pedagogical content knowledge and its influence on physics teaching. *Research in Science and Technological Education*, 20(2), 215-225.
- Hatzinikita, V. & Koulaidis, V. (1997). Pupils' ideas on conservation during changes in the state of water. *Research in Science and Technological Education*, 15(1), 53-70.
- Hewson, P. W. (1996). Teaching for conceptual change. In Treagust, D. F., Duit, R., Fraser, & B. J. (Eds.), *Improving teaching and learning in science and mathematics* (pp. 131-140). New York: Teachers College Press.
- Morrison, J. A. & Lederman, N. G. (2003). Science teachers' diagnosis and understanding of students' preconceptions. *Science Education*, 87(6), 849-867.
- Osborne, R. J. & Cosgrove, M. M. (1983). Children's conceptions of the changes of state of water. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(9), 825-838.
- Park, S. & Oliver, J. S. (2008). Revisiting the conceptualization of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261-284.
- Pringle, R. M. (2006). Preservice teachers' exploration of children's alternative conceptions: Cornerstone for planning to teach science. *Journal of Science Teacher Education*, 17(3), 291-307.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Smith, D. C., & Neale, D. C. (1989). The construction of subject matter knowledge in primary science teaching. *Teaching and Teacher Education*, 5(1), 1-20.
- Taber, K. S. (2001). The mismatch between assumed prior knowledge and the learner's conceptions: A typology of learning impediments. *Educational Studies*, 27(2), 159-171.