

중학생들의 오개념에 대한 예비 화학교사들의 지식과 교육요구

한수진 · 박연옥 · 박지애 · 노태희*

서울대학교 화학교육과

(접수 2009. 11. 2; 수정 2009. 12. 19; 게재확정 2010. 1. 10)

Pre-service Chemistry Teachers' Awareness of Middle School Students' Misconceptions and Their Perceived Educational Needs

Sujin Han, Younok Park, Jiae Park, and Taehee Noh*

Department of Chemistry Education, Seoul National University, Seoul 151-748, Korea

(Received November 2, 2009; Revised December 19, 2009; Accepted January 10, 2010)

요약. 이 연구에서는 5개 사범대학의 화학교육과 4학년 87명을 대상으로 중학생들의 오개념에 대한 지식과 인식, 그리고 교육요구를 조사하였다. 검사 도구는 학생들의 화학 오개념에 대한 지식 검사지 및 인식 검사지와 학생들의 오개념을 접한 경험과 관련 교육요구에 대한 교육요구 검사지로 구성되어 있다. 지식 검사에서 대부분의 예비 화학교사들은 물질의 입자성과 관련된 학생들의 오개념 유형을 충분히 인지하지 못하였다. 인식 검사에서는 학생 오개념에 대한 지식의 필요성을 높이 인식하고 이를 수업에서 활용하려는 의지가 컸다. 그러나 구성주의적 관점에서 오개념 활용 방안을 제시한 예비 화학교사들은 적었다. 학생들의 오개념은 주로 사범대학 화학 교과교육학 강의 및 강의 자료를 통해서 접했으며, 과제 수행이나 수업 시연 및 교육실습에서 학생들의 오개념 유형과 대처 방안에 대한 지식 및 관련 교수-학습 자료 등의 부족으로 인해 어려움을 겪고 있었다. 또한, 오개념 관련 강의 및 실행에 대한 교육요구가 높았다. 이에 대한 교육적 함의를 논의하였다.

주제어: 오개념, 예비 교사, 교육요구

ABSTRACT. In this study, we investigated pre-service chemistry teachers' awareness and perceptions of middle school students' misconceptions and their perceived educational needs. A survey was administered to 87 seniors at the department of chemistry education of five colleges of education. The instrument was consisted of a test for their awareness and perceptions of students' misconceptions on chemistry topics and an educational need test for their experiences and needs for learning them. Analyses of the results revealed that most pre-service teachers were not thoroughly aware of students' misconceptions related to the particulate nature of matter. The perceptions of a necessity of knowing misconceptions and a willingness to deal with them were positive. However there were few pre-service teachers addressing them according to the constructivism. The pre-service teachers encountered misconceptions through chemical education courses, and had difficulties in practicing teaching strategies addressing misconceptions because of limited examples of misconceptions and insufficiencies of methods/materials in teaching. They also needed lectures and practices related to students' misconceptions. Educational implications of these findings are discussed.

Keywords: Misconception, Pre-service teacher, Educational need

서론

구성주의의 관점에 따르면 학생들은 과학 수업 이전에 학습할 내용과 관련된 선개념을 가지고 있으며, 이 선개념은 과학적인 개념과 의미가 다른 오개념인 경우가 많다. 학생들의 오개념은 쉽게 변화하지 않고¹ 잘못된 선행 지식으로 작용하여 후속 학습을 방해할 수 있다.² 이에 학생들의 오개념을 파악하고 과학적 개념으로 변화시키기 위한 많은 연구들이 진행되어 왔다.³

화학 분야에서 학생들의 오개념이 많이 보고된 개념 중 하나로 물질의 입자성을 들 수 있다.⁴ 물질이 입자로 이루어져

있다는 개념은 물질의 상태, 화학 반응 등의 화학의 핵심 내용을 이해하는데 필수적인 지식이다. 입자성에 대한 과학적 개념이 정립되지 않을 경우 상태 변화, 확산, 용해 등의 화학 주제에서 다양한 화학 오개념이 발생할 수 있다.⁵ 따라서 화학을 가르치는 교사들은 효과적인 개념 학습을 위해 물질의 입자성에 관한 학생들의 오개념을 숙지하고 이를 교정하는 수업을 설계할 수 있어야 한다.

그러나 국·내외의 많은 현직 중등교사들은 학생들에게 많이 나타나는 과학 오개념의 유형을 잘 알지 못하고,^{6,7} 학생들의 오개념을 과학 개념 학습을 위해 효과적으로 활용하지 못하는 것으로 보고되었다.^{7,8} 또한, 현장에서의 과학 교수 경

험만으로는 학생들의 오개념을 인지하는데 한계가 있음에도 학생들의 오개념을 파악하기 위한 특별한 노력을 기울이지 않는 것으로 조사되었다.⁹ 이러한 실태를 개선하기 위해 교사 연수를 통한 현직 교사의 재교육과 장차 교사가 될 예비 교사의 교사 양성 교육에서 학생들의 오개념 및 그 활용 방법을 강조하는 방안을 고려할 수 있다. 특히 교사 양성 교육은 장기간에 걸쳐 이루어지므로 체계적인 교육이 가능할 뿐 아니라 모든 교사들에게 교육 기회를 제공할 수 있다는 점에서 교사들의 학생 오개념에 대한 이해 향상에 더욱 효과적일 수 있다.

교사 양성 교육에서 실시할 학생들의 오개념에 대한 교육 프로그램을 계획하기 위해서는 우선 현재 예비 교사들의 학생 오개념에 대한 지식의 수준을 확인할 필요가 있다.¹⁰ 또한, 학생들의 오개념에 대한 예비 교사들의 인식은 실제 과학 수업에서의 오개념 활용 의지와 실행에 영향을 미칠 수 있으므로 이에 대한 조사도 필요하다. 그러나 예비 교사들의 학생 오개념에 대한 지식과 인식을 조사한 연구는 매우 부족할 실정이다. 따라서 이 연구에서는 예비 화학교사들에게 물질의 입자성에 대해 중학생들이 가질 만한 오개념의 유형과 그 중에 실제로 많이 나타날 유형을 예상하도록 함으로써 학생 오개념에 대한 지식을 조사하고, 이러한 지식의 필요성과 활용 의향 및 활용 방안에 대한 견해를 분석함으로써 학생 오개념에 대한 인식을 알아보았다.

한편, 교사 양성 과정에서 교육 프로그램을 통해 학생 오개념에 대한 지식과 인식의 긍정적인 변화를 이끌어내기 위해서는 교육 수요자인 예비 교사들의 필요와 요구를 바탕으로 개선 방향을 설정할 필요가 있다.¹¹ 그러나 지금까지 교사 양성 교육의 개혁을 위한 연구는 주로 사범대학 교육과정의 편성 및 운영에 대한 예비 교사들의 의견을 조사하거나¹² 교육과정 전반에 대한 예비 교사와 현직 교사의 평가 견해를 조사하여 비교하는 방식으로 진행되어 왔다.¹³ 이에 비해 교과 교육학 영역의 특정 프로그램에 대한 예비 교사들의 교육요구를 조사한 경우는 드물었다. 그러므로 학생들의 오개념과 관련된 교육에 대한 예비 화학교사들의 어려움이나 요구를 분석하는 연구가 필요하다. 이에 이 연구에서는 화학교사 양성 교육에서 학생 오개념에 대한 경험과 오개념과 관련된 교육요구를 조사하였다.

연구 내용 및 방법

연구 대상 및 절차

연구 대상 학교는 지역적으로 편재되지 않도록 수도권, 충청도, 경상도, 전라도에 위치한 총 5개의 사범대학을 선정하였다. 선정된 대학의 화학교육과 또는 과학교육학부 화학 전공 4학년 학생들을 대상으로, 교육실습을 비롯한 사범대학의 교육과정이 거의 끝난 2학기에 설문 조사를 실시하였다. 설문에 응한 예비 화학교사들은 총 87명이었다(Table 1).

Table 1. The numbers of subjects

	Male	Female	Total
University A	6	24	30
University B	5	14	19
University C	6	9	15
University D	4	6	10
University E	4	9	13
Total	25	62	87

검사 도구

이 연구에서는 학생 오개념에 대한 지식 검사지, 인식 검사지, 교육요구 검사지를 사용하였다. 지식 검사지는 박지애 등⁷의 연구에 사용된 검사 문항 중 기체의 압력과 부피 관계, 기체의 온도와 부피 관계에 대해 학생들의 오개념 유형을 예상해보는 2개 문항을 선택하고, 추가적으로 과학적 개념을 설명하도록 수정하여 구성하였다. 기체의 압력과 부피 관계, 기체의 온도와 부피 관계는 학생들의 개념 이해 정도를 조사한 선행연구¹⁴에서 물질의 입자성에 관한 오개념이 많이 보고된 주제이다. 이에 대한 중학생들의 오개념 유형을 가능한 많이 기술하고 그 중 실제 중학생들에게 많이 나타날 것으로 예상되는 3가지 유형을 순서대로 나열하게 함으로써 예비 화학교사들이 알고 있는 오개념 유형의 종류와 순위를 조사하였다. 또한, 각 주제에서 목표로 하는 과학적 개념을 분자 수준의 그림으로 표현하고 자세히 글로 설명하도록 함으로써 예비 화학교사들에게 오개념이 존재하는지를 조사하였다.

인식 검사지는 박지애 등⁷의 연구를 참고하여 학생 오개념 지식의 필요성에 대한 인식 문항은 5단계의 리커트 척도로, 오개념을 교수에 활용하려는 의향 문항은 4단계의 리커트 척도로 구성하였다. 그리고 오개념을 활용할 의향이 없을 경우에는 그 이유를 서술하도록 하고, 활용 의향과 관계없이 알고 있는 오개념을 활용한 교수 방법을 모두 서술하도록 하였다.

교육요구 검사지는 사범대학에서의 학생 오개념에 대한 경험과 오개념과 관련된 교육요구를 조사하기 위해 사용하였다. 오개념에 대한 경험은 학생들의 오개념을 알게 된 구체적인 경로에 대한 3개 문항과 오개념과 관련된 과제 수행이나 수업 시연 및 교육실습에서 어려웠던 점에 대한 1개 문항으로 조사하였다. 각 문항은 모든 연구 대상 대학의 교육과정을 참고하여 선다형으로 구성하고 복수 응답과 제시된 항목 이외의 사항에 대한 응답도 할 수 있도록 제작하였다. 예비 화학교사들의 경험에 대한 응답의 신빙성을 확보하기 위해 추가적으로 경험을 얻게 된 화학 교과교육학 강의명과 시수를 서술형으로 조사하였다. 오개념에 대한 교육요구는 주영 등¹⁵의 연구를 참고하여 사범대학에서 가능한 학생들의 오개념에 대한 교육 유형을 10개 문항으로 제시하고, 각 문항에 대한 요구 정도를 5단계 리커트 척도로 측정하였다. 그리고 필요한 경우 문항에 제시된 유형 이외의 교육요구 사항도 자유롭게 서술할 수 있도록 하였다. 이 연구에서 사용한 모든 검

사지는 과학교육 전문가 3인 및 중등 과학 교사 2인으로부터 안면 타당도를 검증받았다.

결과 분석

학생 오개념에 대한 지식을 조사하기 위해 예비 화학교사들이 예상한 학생 오개념 유형의 종류와 순위를 분석하고, 선행연구^{7,14,16}에 보고된 중학생들의 오개념 유형 및 비율과 비교하였다. 오개념 유형의 종류 분석에서는 예비 화학교사들의 응답을 박지애 등⁷의 연구를 참고하여 크게 분포, 보존, 운동의 세 범주로 구분하고 다시 이를 세분하였다. 즉, 주어진 공간에 분자들이 퍼져 있는 정도에 관한 오개념들은 분포 범주로, 분자의 크기와 수, 모양 등의 불변에 대한 오개념들은 보존 범주로, 분자의 운동성 및 운동 속도 변화에 대한 오개념들은 운동 범주로 분류한 후 범주 내에서 다시 세분하였다. 분석의 신뢰도를 높이기 위해 연구자 2인이 각자 그림으로 표현된 오개념 유형을 글로 작성된 설명을 참고하여 분석하고, 분석자 간 일치도가 90% 이상에 도달한 후 연구자 1인이 모든 답안지를 분석하였다. 오개념 유형의 순위 분석에서는 중학생들에게 많이 나타날 것으로 예상된 순서에 따라 다른 가중치를 부여하여 계산된 대표 순위를 이용하였다. 대표 순위는 1순위로 예상된 유형에 300%, 2순위로 예상된 유형에 200%, 3순위로 예상된 유형에 100%의 가중치를 부여한 후, 유형별로 가중치를 합산하여 계산되었다.¹⁷ 한편, 지식 검사의 분석 대상은 정확한 결과 분석 및 해석을 위해 오개념을 지니지 않은 예비 화학교사들로 한정하였다. 이를 위해 기체의 압력과 부피 관계와 기체의 온도와 부피 관계에 대한 지식

검사 문항에서 과학적 개념으로 예비 화학교사들이 제시한 응답을 ‘과학적 이해’, ‘오개념이 없는 부분적 이해’, ‘오개념이 포함된 부분적 이해 및 비과학적 이해’로 분류하고,¹⁴ 각 문항별로 ‘오개념이 포함된 부분적 이해 및 비과학적 이해’에 포함된 응답을 한 20명과 10명을 분석 대상에서 제외하였다. 예비 화학교사들의 오개념의 예로는 ‘기체의 압력이 증가하면 분자 운동이 느려진다’, ‘기체의 압력이 증가하면 분자들이 가운데로 모이거나 서로 붙는다’, ‘기체의 온도가 높아지면 분자들이 용기의 벽에 붙는다’ 등이 있었다.

학생들의 오개념에 대한 인식을 조사하기 위해 오개념에 대한 지식의 필요성, 오개념을 교수에 활용하려는 의향에 관한 응답은 빈도와 백분율로 분석하였다. 또한, 교육요구를 파악하기 위해 조사한 학생 오개념에 대한 경험에서 오개념을 알게 된 경로, 오개념과 관련된 사범대학 교육과정에서 어려웠던 점에 대한 응답은 빈도와 백분율로 분석하였다. 그리고 오개념에 대한 교육요구 정도는 문항별 평균과 표준편차로 분석하였다.

연구 결과 및 논의

예비 화학교사들의 학생 오개념에 대한 지식 기체의 압력과 부피 관계

기체가 들어 있는 용기 위에 추를 더 올려서 부피가 감소한 현상을 분자 수준으로 설명하는 지식 검사 문항에서 예비 화학교사들이 예상한 학생들의 오개념 유형은 Table 2와 같다. 중학생들이 가지고 있을 오개념 유형의 종류로는 ‘분자 크

Table 2. The predicted students' misconceptions by pre-service chemistry teachers about gas pressure and volume relationships at constant temperature^a

Category	Type of misconception	Response (N = 67) ^b	Rank
Distribution	The molecules are spread at the upper piston.	17(25.4) ^c	18(5) ^d
	The molecules are spread at the underneath piston.	34(50.7)	45(3)
	The molecules get together or cling to each other.	12(17.9)	13(8)
	The molecules array orderly in the middle of piston.	7(10.4)	16(6)
	The molecules fill up the piston.	8(11.9)	16(6)
	The others	4(6.0)	4(15)
Conservation	The number of molecules is decreased.	47(70.1)	88(2)
	The size of molecules is reduced.	50(74.6)	111(1)
	The shape of molecules is flat.	19(28.4)	20(4)
	The others	5(7.5)	2(16)
Motion	The molecules move faster.	4(6.0)	9(11)
	The molecules move slower.	4(6.0)	7(12)
	The others	4(6.0)	0(17)
The others	The state of matter turns into liquid or solid.	5(7.5)	5(13)
	The matter is continuous.	5(7.5)	5(13)
	The molecules are combined with each other.	12(17.9)	12(9)
	The others	11(16.4)	12(9)
No response		1(1.5)	

^amultiple responses, ^bthe number of subjects excluding pre-service teachers who had misconceptions, ^cfrequency (percentage), ^dweight value (average rank)

기가 작아진다'(74.6%), '분자 수가 줄어든다'(70.1%), '분자들이 아래로 가라앉는다'(50.7%) 등을 예상한 예비 화학교사들이 많았다. 범주별로는 분자의 크기나 수 등이 일정한지에 대한 보존 범주의 응답이 많았다. 오개념 유형의 순위에서 중학생들에게 많이 나타날 것으로 예상된 대표 순위 1위부터 3 위까지는 오개념 유형의 종류에서 응답 빈도가 높았던 3가지와 동일했다. 즉, 예비 화학교사들은 많은 중학생들이 분자 크기나 수, 배열 위치에 대한 오개념을 가지고 있을 것으로 예상하고 있었다. 그러나 유사한 문항으로 중학생들의 개념 이해 정도를 조사한 선행연구^{7,14}의 결과에 따르면, 실제 중학생들은 예상과 달리 '분자 운동이 느려진다', '분자 운동이 빨라진다', '분자들이 용기 가운데 규칙적으로 배열된다' 등의 분자의 운동 속도와 배열의 규칙성에 대한 오개념을 많이 가지고 있었다. 한편, 예비 화학교사 1명당 평균 3.8개씩 예상한 오개념 유형을 모두 종합하면 실제 학생들의 오개념 유형을 포괄하였다. 이상의 결과로부터 예비 화학교사들은 중학생들이 가질만한 오개념의 유형의 종류는 예상할 수 있으나, 실제로 많은 중학생들이 가지고 있는 일반적인 오개념 유형은 잘 모르고 있음을 알 수 있다. 이는 예비 화학교사들이 교사가 되어 오개념을 고려한 수업을 할 때에 실제로 많은 학생들이 가지고 있는 오개념에 초점을 맞추지 못하여 기대한 교수-학습 효과를 얻지 못할 수 있음을 암시한다.

예비 화학교사들이 중학생들이 많이 갖고 있는 분자 운동에 대한 오개념을 거의 예상하지 못한 원인 중 하나로 교사

양성 교육에서 관련 지식을 습득하지 못했을 가능성을 생각할 수 있다. 현직 초등교사들이 오개념 관련 연수 후 학생에 대한 지식이 향상되었다는 선행연구¹⁸ 결과에 비추어 볼 때, 화학교사 양성 교육에서 오개념에 관한 교육이 예비 화학교사들의 학생 오개념 지식 수준에 영향을 주었을 수 있다. 또한, 다른 원인으로 개념에 대한 불완전한 이해가 보편적인 학생 오개념의 예상을 방해했을 수도 있다.¹⁹ 예비 화학교사들이 기체의 압력과 부피 관계의 과학적 개념으로 제시한 응답의 분석 결과, 분자의 충돌 횟수 증가 또는 운동 속도 불변 등과 같은 운동 범주의 목표 개념을 언급하지 않아 '오개념이 없는 부분적 이해'로 분류된 응답을 한 예비 화학교사들이 14명(20.9%) 있었다. 이와 같이 현상 설명에 분자 운동 개념을 적용하지 않은 예비 화학교사들은 학생들이 분자 운동에 대한 오개념을 가질 것이라고 예상하기 어려울 것으로 생각된다.

기체의 온도와 부피 관계

기체가 들어 있는 플라스크 위쪽에 풍선을 연결하고 가열하였을 때 풍선의 부피가 커진 현상을 분자 수준으로 설명하는 지식 검사 문항에서 예비 화학교사들이 예상한 학생들의 오개념의 유형은 Table 3과 같다.

오개념 유형의 종류에서 예비 화학교사들의 응답 빈도가 높았던 유형은 '분자들이 모두 풍선으로 이동하여 퍼져있다'(74.0%), '분자 크기가 커진다'(64.9%), '분자 수가 늘어난다'(49.4%) 등이었다. 이 오개념들은 오개념 유형의 순위

Table 3. The predicted students' misconceptions by pre-service chemistry teachers about gas temperature and volume relationships at constant pressure^a

Category	Type of misconception	Response (N = 77) ^b	Rank
Distribution	All molecules are spread only at the balloon.	57(74.0) ^c	121(1) ^d
	All molecules are attached to the balloon wall.	5(6.5)	7(8)
	Almost all molecules are spread only at the balloon.	1(1.3)	3(13)
	Molecules are spread at the upper flask and at the balloon.	13(16.9)	24(4)
	Some molecules move into the balloon, and the others are situated at the underneath flask.	4(5.2)	3(13)
	All molecules are at one place of the balloon.	5(6.5)	7(8)
	All molecules are spread only at the flask.	16(20.8)	24(4)
	The molecules are spread at the underneath flask and along the balloon wall.	4(5.2)	8(7)
	The others	12(15.6)	4(11)
Conservation	The number of molecules is increased.	38(49.4)	76(3)
	The size of molecules is enlarged.	50(64.9)	87(2)
	The others	4(5.2)	2(17)
Motion	The speed of molecules remains unchanged when heated.	2(2.6)	2(17)
	After heated, the molecules begin to move.	3(3.9)	2(17)
	The molecules do not move.	4(5.2)	7(8)
	All molecules move toward the wall.	2(2.6)	4(11)
	The others	5(6.5)	3(13)
The others	The matter is continuous.	2(2.6)	0(20)
	New matter is created.	3(3.9)	3(13)
	The others	11(14.3)	11(6)
No response		3(3.9)	

^amultiple responses, ^bthe number of subjects excluding pre-service teachers who had misconceptions, ^cfrequency(percentage), ^dweight value(average rank)

Table 4. The perceptions of the necessity of knowing students' misconceptions and the willingness to deal with them

How necessary do you think it is to know students' misconceptions in teaching chemistry concepts?	Very necessary 63 (72.4) ^a	Necessary 23 (26.4)	Neutral 0 (0)	Not necessary 0 (0)	Never necessary 0 (0)	No response 1 (1.1)	Total 87 (100)
How often would you deal with students' misconceptions in your teaching?	Very often 51 (58.6)	Often 35 (40.2)	Rarely 0 (0)	Never 0 (0)	No response 1 (1.1)	Total 87 (100)	

^afrequency (percentage)Table 5. The teaching strategies for addressing misconceptions suggested by pre-service chemistry teachers^a

Teaching strategy for addressing misconceptions	Response (N = 87)
To bring about cognitive conflict by encountering an event that can not be explained by students' misconceptions	37(42.5) ^b
To change students' misconceptions to scientific conceptions	8(9.2)
To teach for students not to have misconceptions carefully	4(4.6)
To present scientific conceptions	3(3.4)
To present various misconceptions	2(2.3)
To explain the implausibility of misconceptions explicitly	4(4.6)
To select the directions and teaching strategies by considering misconceptions	8(9.2)
To explain by comparing misconceptions with scientific conceptions	5(5.7)
The others	20(23.0)
No response	4(4.6)

^amultiple responses, ^bfrequency (percentage)

서 학생들에게 많이 나타날 것으로 예상된 대표 순위 1위부터 3위까지의 오개념과 동일했다. 실제로 선행연구^{7,14,16}에서 보고된 중학생들에서 많이 나타난 오개념은 ‘분자들이 모두 풍선으로 이동하여 퍼져 있다’, ‘분자들이 플라스크 위쪽과 풍선에 퍼져 있다’, ‘분자 크기가 커진다’, ‘분자 수가 늘어난다’로, 예비 화학교사들이 높은 순위로 예상한 오개념 유형과 거의 유사하였다. 그러나 예비 화학교사들이 1인당 평균 3.3개씩 제시한 학생들의 오개념을 종합했을 때 그 유형의 종류가 매우 다양하여, ‘모든 분자들이 풍선 안에 한 곳에 치우쳐 있다’, ‘플라스크의 아래쪽과 풍선의 벽에 기체 분자가 분포한다’, ‘기체 분자가 움직이지 않고 정지해 있다’ 등의 실제 학생들에게서 거의 나타나지 않았던 유형까지 포함되어 있었다. 이는 예비 화학교사들이 예상한 오개념이 학생들의 특성이나 오개념에 대한 체계적이고 정확한 지식에 근거한 것이 아니라 추측이나 직관적 판단에 의한 것일 가능성을 보여 준다.

예비 화학교사의 학생 오개념에 대한 인식

예비 화학교사들이 인식하는 학생 오개념에 대한 지식의 필요성과 학생 오개념을 활용하려는 의향은 Table 4에 제시하였다. 대부분의 예비 화학교사들은 교수 활동에서 학생 오개념에 대해 아는 것이 필요하다고 응답하였으며(98.8%), 불필요하다는 응답은 전혀 없었다. 이는 예비 화학교사들이 학생들의 오개념을 화학 개념 지도에서 중요한 요소로 인식하고, 오개념에 대한 지식을 교사로서 갖추어야 할 필수적인 내

용으로 간주하는 것으로 볼 수 있다. 또한, 장차 교사가 되면 교수 활동의 준비나 교수-학습 활동에서 학생 오개념을 자주 활용하겠다는 예비 화학교사들이 많았다(58.6%). 가끔 활용할 것으로 응답한 예비 화학교사(40.2%) 중 일부는 ‘학생들의 과학 개념이 안정되지 않은 상태에서 오개념을 활용하는 것은 오히려 학생들에게 혼란을 줄 수 있다’거나 ‘오개념을 활용하고 싶지만 능력이 부족하다’는 이유를 제시하였다.

한편, 예비 화학교사들이 알고 있는 오개념을 활용한 교수 방법을 조사한 결과는 Table 5와 같다. 42.5%의 예비 화학교사들이 오개념을 수정하기 위해 오개념으로 설명할 수 없는 상황을 제시하여 인지 갈등을 일으킬 것이라고 응답하였다. 그러나 인지 갈등은 오개념에 대한 불만을 야기함으로써 개념 변화가 일어날 수 있는 여건을 조성할 수는 있지만, 대안인 과학적 개념이 존재하지 않거나 과학적 개념에 대한 이해가 동반되지 않을 경우 개념 변화를 보장할 수 없다는 단점이 있다.²⁰ 한편, 13.8%의 예비 화학교사들은 ‘오개념을 과학적 개념으로 변화시키는 수업을 한다’(9.2%), ‘오개념을 갖지 않도록 주의해서 가르친다’(4.6%)와 같이 교수 목표만 진술하고 오개념의 활용 방안을 언급하지 않았다. 이는 오개념을 변화시켜야 할 필요성은 인식하지만 구체적인 대처 방안은 잘 알지 못하기 때문으로 생각된다. 또한, ‘과학적 개념을 제시한다’(3.4%), ‘다양한 오개념 유형들을 제시한다’(2.3%), ‘오개념의 잘못된 점을 구체적으로 설명한다’(4.6%) 등과 같이 응답한 예비 화학교사들도 있었다. 이러한 응답들은 교사

가 과학적 개념을 제시하거나 오개념이 틀린 것임을 알려준다면 학생들이 무리 없이 개념을 이해할 수 있을 것이라고 가정하고 있다. 이는 학습을 백지 상태의 학생들이 교사에 의해 전달되는 지식을 수동적으로 받아들이는 과정이라고 보는 전통주의적 교수관을 반영한다고 볼 수 있다.⁸ 반면에 ‘오개념을 고려하여 수업 방향 및 수업 방법을 선택한다’(9.2%)는 응답은 막연하지만 오개념을 수업 계획에 고려해야 한다는 인식이 반영된 것으로 볼 수 있다. 그리고 ‘오개념을 과학적인 개념과 비교·대조하여 설명한다’(5.7%)는 응답은 학생들에게 오개념과 과학적 개념을 동시에 평가하게 함으로써, 오개념에 대한 불만을 유발하고 과학적 개념의 타당성과 유용함을 이해하게 하므로²¹ 오개념을 과학적 개념으로 변화시킬 수 있는 효과적인 방안이라고 할 수 있다. 그 외의 활용 방안을 제시한 23%의 예비 화학교사들의 응답은 ‘오개념을 바탕으로 평가 문항을 제작한다’, ‘오개념으로 학습 동기를 유발한다’, ‘토론의 주제로 사용한다’ 등 다양하였다.

전반적으로 예비 화학교사들은 학생 오개념 지식의 필요성과 활용에 매우 긍정적이었지만 이들이 제시한 오개념 활용 수업 방안은 현대 과학교육자들이 제안하는 구성주의적 교수 전략과 차이가 있었다. 이는 현직 중등교사들을 대상으로 한 선행연구 결과⁹와 유사한데, 선행연구에서는 이러한 결과의 원인으로 교사들이 구성주의적 교수에 반대되는 신념을 가지고 있거나 구성주의적 신념을 갖고 있다더라도 실제 수업에 전이되지 않기 때문이라고 지적하였다. 교사의 교수 신념은 교수 방법이나 수업 결과를 결정하는 중요한 변인으로 알려져 있으므로,²² 추후 연구를 통해 예비 화학교사들의 교수 신념과 오개념에 대처하는 수준과의 관계를 알아볼 필요가 있다.

예비 화학교사들의 학생 오개념에 대한 교육요구

학생 오개념에 대한 경험

예비 화학교사들이 화학 교과교육학 관련 강의나 활동, 관련 자료, 개인적인 경험 등에서 학생들의 오개념을 알게 되는 경로는 Table 6에 정리하였다. 화학 교과교육학 강의나 활동 범주에서는 화학 교과교육학 이론 강의(52.9%), 학습 활동지와 지도안 등의 수업 자료 제작 활동(33.3%), 수업 시연(32.2%), 교육 참관 및 실습(33.3%), 연구 논문(29.9%)을 통해 학생 오개념을 알게 되었다는 응답이 많았으며, 이러한 경험을 제공한 화학 교과교육학 강의는 학교별로 평균 1.0~2.6 개 정도였다. 관련 자료 범주에서는 화학 교과교육학 강의 자료(59.8%)를 통하여 학생 오개념을 알게 되었다는 응답이 가장 많았다. 이상의 결과는 예비 화학교사들에게 사범대학에서의 화학 교과교육학 강의나 활동이 학생 오개념을 접한 경험의 큰 부분을 차지하며, 학생 오개념에 대한 지식 및 인식 형성에 중요한 요인으로 작용할 수 있음을 보여 준다. 그러나 화학 오개념과 관련된 과제 수행이나 수업 시연 및 교육실습에서 겪는 어려움에 대한 응답에서 예비 화학교사들은 학생

Table 6. The channels in which pre-service chemistry teachers encountered students' misconceptions^a

Item	Response (N = 87)
Lectures or practices in chemical education courses	
Lessons for chemistry teaching and learning	46(52.9) ^b
Preparing teaching materials	29(33.3)
Teaching demonstrations	28(32.2)
Field experiences	29(33.3)
Reading research papers	26(29.9)
Related resources	
Lecture notes in method courses of chemical education	52(59.8)
Books on chemical education	34(39.1)
Internet resources	11(12.6)
Middle school science textbooks	7(8.0)
Middle school science textbooks for teachers	19(21.8)
Research papers	39(44.8)
The others (survey)	1(1.1)
Personal experiences	20(23.0)
The others	1(1.1)

^amultiple responses, ^bfrequency (percentage)

들의 오개념 유형(43.7%)이나 오개념을 수정하기 위한 교수 전략(39.1%)을 알지 못하거나 관련된 교수-학습 자료가 부족하다(41.4%)고 생각하는 것으로 나타났다. 이는 현재 사범대학의 화학교사 양성 교육에서 학생 오개념과 관련된 교육이 시도되고 있지만, 이러한 교육이 예비 교사들의 학생 오개념 이해 및 이에 기초한 교수 실천을 가능하게 하기 위해서는 개선이 필요함을 의미한다.

학생 오개념 관련 교육요구

학생들의 오개념과 관련된 교육요구에 대한 각 문항의 평균과 표준 편차를 Table 7에 제시하였다. 평균은 5점 만점에 3.82~4.48로 예비 화학교사들은 모든 교육 항목에 대한 요구가 높았다. 이는 기존의 교육과정이 예비 화학교사들의 학생 오개념에 대한 교육요구를 충족시켜 주지 못하고 있음을 시사한다.

특히 ‘오개념을 과학적 개념으로 변화시키는 수업 전략이나 오개념을 활용하는 교수 방법에 관한 강의’(4.48), ‘학생 오개념 목록이나 이를 활용한 교수-학습 자료의 제공’(4.28), ‘다양한 화학 개념에 대한 학생 오개념 소개’(4.25)에 대한 요구가 높았다. 이 항목들은 학생 오개념에 대한 경험의 조사 결과에서 예비 화학교사들이 과제 수행이나 수업 시연 및 교육실습을 하면서 겪는 어려움들을 해소하는 한 가지 방안이 될 수 있다. 즉, 예비 화학교사들은 자신이 겪었던 어려움을 극복하기 위한 교육을 요구한 것으로 해석할 수 있다. 또한, ‘오개념을 다루는 수업 시연이나 교육실습 과정에서 지도교사나 지도 교수의 멘토링’(4.21), ‘오개념을 활용한 수업 자료를 제작하는 활동’(4.09) 등에 대한 교육요구도 높았다. 이는 예비 화학교사들이 수업 설계나 교수-학습 활동 등에서 오개

Table 7. The means and standard deviations of the test scores of the needs for education related to students' misconceptions

Item	M(SD) (N = 87)	Rank
Lectures on teaching strategies for changing misconceptions to scientific conceptions and how to use misconceptions in chemistry classes	4.48(.53)	1
Providing the lists of students' misconceptions and the materials using their misconceptions	4.28(.52)	2
Lectures informing students' misconceptions on various chemistry concepts	4.25(.51)	3
Guidances on where the materials related to misconceptions are located	3.91(.77)	7
Lectures on theoretic backgrounds of students' misconceptions	3.86(.70)	8
Lectures dealing with research findings on students' misconceptions	3.82(.84)	9
Mentoring of professors and/or in-service teachers in teaching demonstrations and/or field experiences addressing misconceptions	4.21(.63)	4
Practices to prepare the teaching-learning materials using misconceptions	4.09(.67)	5
Practices to use students' misconceptions in teaching demonstrations and/or field experiences	3.95(.81)	6
Observing science classes employing misconceptions or watching video clips related to them	3.86(.81)	8
Total	4.07(.34)	

념과 관련된 지식을 적용할 수 있는 실제적인 지식을 원하며, 이를 얻기 위해 전문가의 조언을 필요로 하는 것으로 생각할 수 있다. 제시된 교육 항목 이외의 요구로는 ‘학생 오개념 발생 원인에 대한 이론 교육’, ‘예비 화학교사나 현직 교사들이 가지는 오개념에 대한 연구 결과의 소개’, ‘오개념이 많이 보고된 주제의 과학적 개념에 대한 교육’ 등이 있었다.

결론 및 제언

이 연구에서는 예비 화학교사들을 대상으로 물질의 입자성과 관련된 학생 오개념에 대한 지식을 알아보고, 그 지식의 필요성과 활용 의지 및 활용 방안에 대한 인식, 학생 오개념에 대한 교육요구를 조사하였다.

예비 화학교사들은 화학 개념을 가르칠 때 학생들의 오개념에 대한 지식이 필요하다는 인식이 높았고 학생 오개념을 활용하려는 의지가 강하였다. 그러나 화학에서 핵심적인 개념인 물질의 입자성과 관련된 학생들의 보편적인 오개념을 예상하지 못하거나 실제로 나타나지 않는 오개념을 제시하는 등 학생 오개념에 대한 지식이 부족하였다. 구성주의적 관점에서 적절한 오개념 활용 방법을 제안한 예비 화학교사들도 적었다. 대부분의 예비 화학교사들이 사범대학의 화학교사 양성 교육을 통하여 학생들의 오개념을 알게 되었다고 응답하였으므로, 학생 오개념에 대한 지식이 부족하고 적절한 대처 방안을 제시하지 못한 중요한 원인 중 하나로 화학교사 양성 교육을 생각해 볼 수 있다. 실제로 예비 화학교사들은 오개념과 관련된 과제 수행이나 수업 시연 및 교육실습에서 일반적인 학생 오개념의 유형이나 교수-학습에서의 오개념 활용 방법 및 실례 등의 정보가 부족하여 어려움을 겪은 것으로 조사되었으며, 오개념과 관련된 교육을 필요로 하고 있었다. 이상의 결과는 현행 사범대학의 화학교사 양성 교육에서 학생 오개념에 대한 교육을 강조할 필요가 있음을 시사한다. 따라서 예비 화학교사들의 교육요구를 포함한 이 연구 결과

를 바탕으로 학생 오개념에 대한 이해를 향상시키기 위한 교육 프로그램의 개선책을 제안하고자 한다.

첫째, 주요 화학 개념에 대한 학생 오개념과 이를 수정하기 위한 교수 전략을 학습하는 기회를 제공할 필요가 있다. 학생들의 오개념을 아는 것은 구성주의적 교육의 기초로서 학생에 대한 이해에 기반한 수업 설계를 가능하게 하며, 교사 자신이 학생들과 비슷한 오개념을 갖고 있는지 점검하게 한다. 또한, 오개념의 발생 원인이나 특징 등과 같이 학생들의 오개념 형성 과정을 심층적으로 이해할 수 있는 교육을 제공하여 화학 개념 학습에서 나타날 만한 다양한 오개념을 예상하도록 돕는 것도 필요하다.

둘째, 학생 오개념에 대한 지식의 내면화를 위해 예비 화학교사들이 수업 시연이나 교육실습을 통해 직접 학생들의 오개념을 검사하고 진단하거나 과학적 개념으로 변화시키는 교수 전략을 실행해보는 경험을 제공할 필요가 있다. 아는 것과 실천하는 것 사이에는 괴리가 있으므로, 학생 오개념과 관련된 실제적인 지식을 습득하기 위해서는 오개념에 대한 지식과 활용 방안 등의 지식을 적용하고 반성해보는 활동이 필요하다. 또한, 이러한 과정에 예비 화학교사들의 요구가 높았던 지도 교수나 교사의 멘토링을 도입한다면, 예비 화학교사들의 부족한 지식이나 경험 미숙으로 인한 시행착오를 줄이고 현장과 관련된 맥락적인 지식까지 습득할 수 있을 것으로 기대된다.

셋째, 예비 화학교사들이 현장에서 장차 가르치게 될 주요 화학 개념에 대한 교육을 강화할 필요성이 있다. 이 연구 결과에서 일부 예비 화학교사들은 물질의 입자성을 불완전하게 이해하고 있었는데, 이는 학생들의 오개념을 인지하는데 부정적인 영향을 끼칠 수 있다.¹⁹ 또한, 지식 검사에서 과학적 개념으로 예비 화학교사들이 제시한 응답 중에는 오개념이 적지 않았다. 오개념을 가진 교사는 학생들에게 오개념을 전달할 우려가 있고,⁶ 동일한 오개념을 가진 학생들에게 오개념을 수정할 기회를 제공하지 못할 수 있다. 구성주의 관점에

서 교사는 학생들의 과학적 개념 구성의 안내자 역할을 담당하므로 개념에 대한 교사 본인의 이해는 필수적이다.²³ 따라서 중등 교육과정의 화학 개념에 대한 예비 화학교사들의 이해 수준을 확인하고 이를 향상시키는 방향으로 교육 프로그램이 개선되어야 할 것이다.

한편, 예비 화학교사들의 학생 오개념의 활용 방안이 구성주의적 관점과 차이가 있었던 원인으로 이들의 과학 교수 신념 등을 생각해 볼 수 있다. 정성적인 방법의 선행연구⁹ 결과, 학생 오개념에 효과적으로 대처하는 전략의 사용 여부는 구성주의적 교수 신념과 관련이 있었다. 그러나 예비 화학교사들의 학생 오개념에 대한 지식과 그 적용이 교수 신념과 어떤 관계가 있는지에 대해서는 체계적으로 조사되지 않았으므로, 추후 연구를 통해 알아볼 필요가 있다. 이를 통해 예비 화학교사의 학생 오개념에 대한 지식과 인식을 향상시키는 교육 프로그램을 보완할 수 있을 것이다.

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

REFERENCES

1. Griffiths, A. K.; Preston, K. R. *J. Res. Sci. Teach.* **1992**, *29*, 611.
2. Nussbaum, J.; Novick, S. *Instructional Sci.* **1982**, *11*, 183.
3. Driver, R.; Guesne, E.; Tiberghien, A. *Children's Ideas in Science*; Open University Press: Milton Keynes, U. K., 1985; p 193.
4. Abraham, M. R.; Williamson, V. M.; Westbrook, S. L. *J. Res. Sci. Teach.* **1994**, *31*, 147.
5. Ayas, A.; Özmen, H.; Çalik, M. *Int. J. Sci. Math. Educ.* published online June 11, 2009 <http://dx.doi.org/10.1007/s10763-009-9167-x>.
6. Berg, T.; Brouwer, W. *J. Res. Sci. Teach.* **1991**, *28*, 3.
7. Park, J. A.; Han, S. J.; Noh, T. H. *J. Kor. Assoc. Res. Sci. Educ.* submitted for publication, **2009**.
8. Gomez-Zwiep, S. *J. Sci. Teach. Educ.* **2008**, *19*, 437.
9. Morrison, J.; Lederman, N. *Sci. Educ.* **2003**, *87*, 849.
10. Otero, V. K.; Nathan, M. J. *J. Res. Sci. Teach.* **2008**, *45*, 497.
11. Kim, H. S. *Journal of Educational Research* **2003**, *41*, 93.
12. Lee, J. W. *Social Studies Education* **2004**, *43*, 107.
13. Hwang, W. C.; Kim, J. K. *Educational Theory and Practice* **1993**, *3*, 3.
14. Kim, K. S. The Effects of Cooperative CAI and Reciprocal Peer Tutoring CAI in Chemistry Concept Learning: Conceptual Understanding and Verbal Interactions. Ph. D. Thesis, Seoul National University, Seoul, Korea, August, 2005.
15. Joo, Y.; Kang, H. S.; Noh, T. H. *J. Kor. Chem. Soc.* **2009**, *53*, 432.
16. Noh, T. H.; Cha, J. H.; Kim, C. M.; Choi, Y. N. *J. Kor. Assoc. Res. Sci. Educ.* **1998**, *18*, 161.
17. Woo, S. M. *SPSS 14.0 for Windows*; Human and Welfare Press: Seoul, Korea, 2007; p 241.
18. Smith, D. C.; Neale, D. C. *Teach. Teach. Educ.* **1989**, *5*, 1.
19. Halim, L.; Meerah, S. M. *Res. Sci. Tech. Educ.* **2002**, *20*, 849.
20. Kwon, J. S.; Lee, K. H.; Kim, Y. S. *J. Kor. Assoc. Res. Sci. Educ.* **2003**, *23*, 574.
21. Posner, G. J.; Strike, K. A.; Hewson, P. W. Gertzog, W. A. *Sci. Educ.* **1982**, *66*, 211.
22. Cho, J. I.; Yoon, S. M. *J. Kor. Assoc. Res. Sci. Educ.* **2002**, *22*, 632.
23. Yager, R. E. *Sci. Teach.* **1991**, *58*, 52.