

묽은 용액의 성질에 대한 화학전공 예비교사들의 이해 및 화학교사 양성교육에 대한 인식 사례 연구

이송연 · 김성혜 · 백성혜*

한국교원대학교 화학교육과

(접수 2010. 8. 9; 수정 2010. 9. 10; 게재확정 2010. 9. 10)

A Case Study of Chemistry Major Pre-service Teacher's Understanding about the Properties of Dilute Solutions and Perception on Teacher Education Curriculum

Song-Yeon Lee, Soeng-Hye Kim, and Seoung-Hye Paik*

Korea National University of Education

(Received August 9, 2010; Revised September 10, 2010; Accepted September 10, 2010)

요약. 이 연구에서는 화학교육을 전공하는 4명의 예비교사들과 화학을 전공한 2명의 예비교사들을 대상으로 고등학교 화학II 교과서에 제시된 "묽은 용액의 성질" 단원에 관련된 개념의 이해를 비교하였다. 연구결과, 예비교사들 중에 고등학교 화학II 교과서에 제시된 내용을 깊이 있게 이해하는 예비교사들이 많지 않았으며, 묽은 용액의 성질에 관련된 오개념을 가지고 있는 경우도 나타났다. 그리고 사범대학에서 화학교육을 전공한 예비교사들의 이해수준과 비사범대학에서 화학을 전공한 예비교사들의 이해수준은 차이가 없는 것으로 나타났다. 연구에 참여한 대부분의 예비교사들은 대학과 상관없이 그들의 예비교사 교육과정에서 실천적 지식이 부족하다고 느끼고 있었다.

주제어: 예비교사, 화학II 교과서, 교사교육과정, 묽은 용액

ABSTRACT. We compared the understanding of 4 pre-service teachers of chemistry education major and 2 pre-service teachers of chemistry major related to conceptions of "properties of dilute solutions" chapter in high school Chemistry II textbooks. As results, few pre-service teachers understood fully the concepts of high school Chemistry II textbooks. Some pre-service teachers had misconceptions related to properties of dilute solutions. We found that few differences existed between the pre-service teachers' understanding regardless of whether they took a major in chemistry education of a education college or a major in chemistry of non-education college. Most of the pre-service teachers who attended this research recognized the lack of practical knowledge in their pre-service teacher curriculum.

Keywords: Pre-service teacher, ChemistryII textbook, Teacher education curriculum, Property of dilute solution, Pedagogical content knowledge

서론

현재 중등 교사의 양성은 사범대학과 종합대학 내의 각 단과대학에서 교직이수를 통해 이루어지고 있다. 대통령자문 교육혁신위원회¹에서는 현행 교원 정책의 문제점을 진단하면서 국가 수준의 교원 자격 및 교원 양성 교육과정의 기준이 부재함을 지적하였다. 노석구와 임희준의 연구²에서도 중등 임용고사과정에서 교사의 보다 상세한 자격 기준을 강조하고 이에 의거하여 교직 적격자를 선발하는 것이 매우 중요한 과제라고 하였다.

과학 교사로서의 적격 여부 중에 가장 중요한 점은 수업에서의 전문성일 것이다. 최근 연구에서는 이를 교사의 PCK(Pedagogical Content Knowledge)로 보고, PCK의 특성

및 향상 방안에 초점을 맞추고 있다. 여러 나라의 과학교육 개혁에도 상당한 영향을 준 NRC³의 국가과학교육기준(NSES)에서도 과학교사의 전문성 개발 준거를 제시하였으며, 여기에 과학교육과정과 과학교수 실제에 이용되는 전반적인 지식 기반을 다루었다. Shulman⁴은 교사들이 과학 교수 학습 전략 및 교육론을 그들 스스로 효과적으로 학습할 수 없음을 고려할 때, 교사 양성 프로그램을 통해 교사 교육자들이 예비교사들에게 PCK를 갖출 수 있도록 준비시켜야 할 책임이 있다고 하였다.

그러나 Carter의 연구⁵에서는 교사 교육 프로그램에 수업 실제에 대한 지식기반이 잘못 사용되고 있음을 지적하였다. 즉, 교사 교육 프로그램에 합당한 지식 대신, 대학에서 교수가 합당하다고 믿는 지식을 전수해 왔다는 것이다. Carter는

대학교수의 지식은 대개 학교현장과 상관이 없으며, 실천적이지 못하고, 단지 교수들이 '맞는다고 생각하는 지식'일 뿐이라고 하였다.

Cochran⁶등은 Shulman이 제시한 PCK 모델에 SMK (Subject Matter Knowledge)를 포함할 필요가 있다고 주장하였다. SMK는 과학이라는 '학문(discipline of science)으로서의 SMK'와 '학교 과학 교과(school science subject)로서의 SMK'로 구분될 수 있다. Stengel⁷은 이 둘을 서로 다른 것으로 보고 학교 과학 교과로서의 SMK를 PCK의 진수라고 보았다. 하지만 Haidar⁸의 연구에 따르면 예비 화학교사들의 SMK는 조각나 있었으며, 서로 연결되지 않았다.

교사 양성 과정의 문제점에 대한 연구 및 논의는 현재까지 많이 있어 왔다.⁹⁻¹⁵ 김중희와 이기영의 연구¹⁰에서는 교원 양성 기관으로서 사범대학의 설립 목적과 정체성의 요체(core)가 되는 교육과정의 주된 목표가 교사로서의 소양(literacy) 함양과 전문성 개발(professional development)로 변화되어야 함을 지적하였다. 허명¹⁴은 과학 교사 양성의 방향을 정립하는 데 있어서 어떻게 교과내용학을 자연대학보다 잘 가르칠 것인가에 노력을 기울이기 보다는, 어떻게 과학교사로서 필요한 내용을 가르칠 것인가에 초점을 두어야 한다고 하였다. 또한 교과 교육학 내용이 이론과 실제의 조화라는 측면에서 중요하나, 실제 양성기관에서는 이론이나 실제 중 어느 한 가지에 치중하는 경우가 대부분이라고 지적하였다. 정미경의 연구¹⁵에 따르면, 학교 교육력 제고를 위해 교사의 전문성 신장 방안과 함께 우수 교사의 양성에도 관심을 기울이고 있으나 크게 개선된 바가 없으며, 이는 교원양성교육의 실체를 심도 있게 다루는데 초점을 두지 못했기 때문이라고 하였다.

최근에는 비사범대학에서도 교직이수과정을 통해 교사양성을 담당하고 있으므로, 예비교사들의 이해와 교사교육과정에 대한 인식을 알아보기 위하여 사범대학과 비사범대학 출신의 예비교사들을 모두 조사하는 것이 필요하다. 특히 사범대학과 다른 형태로 운영되는 비사범대학의 교사양성에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 사범대학 및 비사범대학에서 이루어지고 있는 교사양성교육을 심도 있게 비교하여 예비교사 양성을 위한 기준을 수립하는 것이 필요하다고 본다.

이 연구에서는 7차 교육과정 중 화학II에 제시되어 있는 '뭉은 용액의 성질'에 대한 내용을 중심으로 사범대학과 비사범대학에서 예비교사 양성교육을 받은 연구대상자들의 이해 수준에 대해 살펴보고자 한다. 홍미영 등의 연구¹⁶에 따르면, 2000년과 2001년 대학수학능력 시험에서 정답률이 가장 낮고, 학생들이 특히 어려워하는 개념이 용액의 성질에 관한 것이었다고 하였으며, 그 원인에 대한 면밀한 분석이 필요하다고 제안하였다. 뭉은 용액의 성질인 증기압력 내림, 끓는점 오름, 어는점 내림, 삼투 현상에 대한 연구들¹⁷⁻²¹에 따르면 교사들과 학생들이 현상이 일어나는 원인에 대하여 잘못 알고

있고, 단순히 현상을 묘사하는 경향을 보인다고 한다. 또한, 교재의 설명과 다른 개념을 가지고 있으며, 자신이 가진 화학적 지식을 실제 상황에 적용하지 못하는 것으로 드러났다. 교사가 잘못된 개념을 가지고 있을 때 학생의 개념 형성에 직접적으로 영향을 주게 된다는 여러 연구들²²⁻²⁵에 근거하여, 이 연구에서는 예비교사 양성과정을 통해 교사의 수업 전문성의 중요 요인 중 하나로 볼 수 있는 SMK가 제대로 형성되었는지에 대해 점검하고자 한다. 이를 위하여 학습에 많은 어려움이 밝혀진 뭉은 용액의 성질에 대한 예비교사들의 개념 이해를 심층 면담을 통해 자세히 알아보고, 이를 통해 예비교사 교육과정에 대한 인식을 드러내고 문제점을 짚어보고자 한다. 이 연구는 예비교사의 전문성에 대한 어려움을 알아보는 연구이므로 예비교사들에게 어려움을 느낄 수 있을 만한 주제를 선정하기 위하여 뭉은 용액의 성질에 관련된 개념에 대한 이해를 알아보려고 하였다.

연구 방법 및 절차

연구 대상

연구의 목적을 설명하고 자발적으로 연구에 참여하고자 하는 예비교사들 중에서 배경 변인이 사범대학인 경우와 비사범대학인 경우를 구분하여 연구 대상자를 선정하였다. 이때 레포 형성은 질적 연구의 자료 수집에서 매우 중요²⁶하므로, 자신의 경험에 관한 이야기를 충분히 나눌 수 있는 예비교사들을 대상으로 하였다. 또한 예비교사 교육과정에 대한 인식을 알아보기 위하여 전공 및 교육실습 등을 경험한 대학교 3학년과 4학년을 대상으로 하였다. 중부권 지역의 H 사범대학에 다니는 예비교사 4인과 남부권 지역의 P 자연대학에 다니면서 교직을 이수하고 있는 예비교사 2인을 최종적으로 연구 대상으로 섭외하였다. 비사범대학의 대표적인 사례로 자연대학을 선정하였다. 연구자들이 사범대학에 있는 특성 때문에 질적 연구의 자료 수집을 위한 면담 시간 등이 충분히 확보될 수 있는 자연대학 예비교사들의 선정에 어려움이 있었으며, 이 때문에 비사범대학생의 경우 충분한 인원수를 확보하기 어려워 사범대학과 비사범대학의 특징을 비교하는 결과를 일반화하는데 제한점을 가진다. 연구대상자는 사범대학의 경우 Edu.A - Edu.D까지 기호를 부여하고, 비사범대학의 경우는 Sci.A, Sci.B로 기호를 부여하였다. 면담 시기는 2학기말이었으므로, 4학년인 연구대상자 Edu.C는 면담 시기가 임용고사를 보고 난 직후였으며, 연구 후 임용고사에 합격하여 경기도에 소재한 과학교사가 되었다. 연구대상자에 대한 정보는 Table 1과 같다.

연구 대상자들이 재학 중인 대학교에 개설된 교직 이수 과목과 학점을 비교해 보면, H 사범대학과 P 자연대학의 교직 이수 과정 중 일반 육학 개설 과목에는 차이가 없었다. 교육실습의 경우 H 사범대학에서는 3학년 2학기과 4학년 1학기, 각

Table 1. Informations of the subjects

Classification	Grade	Major	Double Major	National Teacher Examination
Edu.A	3	Chemistry Education	Science	-
Edu.B	3	Chemistry Education	mathematics	-
Edu.C	4	Chemistry Education	Science	Pass
Edu.D	4	Chemistry Education	Science	Fail
Sci.A	3	Chemistry	-	-
Sci.B	3	Chemistry	-	-

Table 2. Interview contents

Item	Content
1	The reasons of different features between a solution and a solvent
2	The reasons of vapor pressure decreasing in a solution compared with a solvent
3	The reason of emphasizing dilute when we treat the properties of solution
4	The reason of boiling-point elevation in a solution and roles of solutes in the solution
5	The reason of freezing-point depression in a solution and roles of solutes in the solution
6	Explaining the reason of freezing point depression with enthalpy and entropy concept
7	The reason of osmotic pressure in a solution and roles of solute in the solution
8	The opinions of teacher education curriculum

3주씩 총 6주 동안 실시하였으며, P 자연대학에서는 4학년 1학기에 4주 동안 실시하였다. 교과교육학의 경우 H 사범대학에서는 2학년 2학기부터 학기당 1과목씩 이수하도록 하고, 과학교수이론 및 화학지도와 탐구화학실험의 경우 선택영역으로 분류되어 두 과목 중 한 과목을 선택 이수하도록 하였다. 따라서 H 사범대학에서는 학생의 선택에 따라 9학점에서 12학점까지 이수할 수 있었다. P 자연대학의 경우, 3학년 1학기부터 2학기까지 학기당 한 과목이 개설되었다. H 사범대학은 과학교육론, 과학교수이론 및 화학지도 등과 같은 명칭으로 교과목이 개설되었고, P 자연대학은 화학교육론, 화학연구 및 지도법 등과 같이 화학이라는 교과목에 한정하여 과목이 개설되었으나 실제로 다루는 내용에서는 H 사범대학과 큰 차이가 없었다. P 자연대학에서는 교직 이수를 위해서 반드시 이 두 과목(5학점)을 이수해야 한다. 두 대학에서 사용한 교과교육학 교재는 ‘과학교육론’²⁷과 ‘화학 교재 연구 및 지도’²⁸로 동일하였다. 전공의 경우에는 묶은 용액의 성질 단원과 관련이 있는 물리화학에 대한 이수 학점만 비교하였다. 물리화학의 경우도 두 학교 모두 2학기에 걸쳐 물리화학I 한 과목(3학점)과 물리화학II 한 과목(3학점)을 이수하였다.

또한 고등학교 화학II교과서 8종²⁹⁻³⁶에 제시된 ‘묶은 용액의 성질’에 대한 내용을 분석하고 ‘묶은 용액의 성질’에 관련된 대학교 일반화학 교재와 물리화학 교재 내용도 분석하였다. H 사범대학교에서 사용한 일반화학 교재³⁷와 P 대학교에서 사용한 일반화학 교재,³⁸ 그리고 두 학교 모두 공통적으로 사용하는 물리화학 교재³⁹의 내용을 분석하였다.

자료 분석

예비교사들이 묶은 용액의 성질에 대하여 어떻게 이해하고 있는지와 교사양성교육과정에 대한 인식을 알아보기 위해 반구조화된 면담을 실시하였다. 면담은 연구자가 사전에 준비한 면담 항목을 활용하였으나, 질문의 형태가 개방적이기 때문에 응답에 따라 연구대상자의 생각을 구체적으로 확인하는 추가 면담을 하는 방식으로 진행하였다. 면담 항목의 기초적인 틀은 화학 전공 현직 교사들을 대상으로 묶은 용액의 성질에 대한 인식을 알아본 선행연구⁴⁰를 참고하여 구성하였으며, 이 연구에서 연구대상자들에게 공통적으로 제시한 면담 내용은 Table 2에 나타나있다.

묶은 용액의 성질 중 증기압 내림, 끓는점 오름, 어는점 내림, 삼투현상 등에 대한 이해를 알아보는 과정에서 단편적인 응답을 피하기 위하여 현상들과 관련된 개념인 증기압, 증발, 끓음의 정의 등을 함께 질문하였으며, 이를 통해 예비교사들이 가진 개념이 통합적이고 체계적으로 구조화되어 있는지를 알아보려고 하였다. 또한, 연구대상자들의 사고를 구체적으로 알아보기 위하여 현상의 단순한 원리와 분자 수준에서의 설명 등 다각적인 추가 면담을 실시하였다. 면담 도중에 연구대상자들이 답변을 어려워하는 경우, 적절한 수준에서 연구자가 비계를 제시하고, 이를 통해 다음 사고를 진행하도록 도움을 주었으며, 이 과정에서 예비교사들의 사고 확장이 얼마나 많이 이루어지는가에 대해서도 살펴보았다.

연구자와 자주 만날 수 있는 사범대학 예비교사들(Edu.A-Edu.D)은 연구자와 면담자 간에 1:1의 대면 형태로 면담을 진

Table 3. Explanation types of vapor pressure decreasing

Explanation type	Basis
Disturbance of solutes	ChemistryII textbooks, General chemistry textbook, Pre-service teachers' responses
Interaction between solvents and solutes	ChemistryII, Pre-service teacher
Decreasing of chemical potential	Physical chemistry textbook
Decreasing of kinetic energy	ChemistryII textbooks

Table 4. Explanation types of boiling point elevation and freezing point depression

Explanation type	Basis
Disturbance of solutes	Pre-service teachers' responses
Interaction between solvents and solutes	ChemistryII textbooks, Pre-service teachers' responses
Decreasing of chemical potential	Physical chemistry textbook
Decreasing of vapor pressure	ChemistryII textbooks, General chemistry textbook

Table 5. Explanation types of osmotic pressure

Explanation type	Basis
Disturbance of solutes	ChemistryII textbooks, General chemistry textbook
Decreasing of chemical potential	Physical chemistry textbook
Diffusion of solvents	ChemistryII textbooks, General chemistry textbook, Pre-service teachers' responses
Concentration equilibrium	Pre-service teachers' responses
Solvent blocking of membrane holes	Pre-service teachers' responses

행하였으며, 연구자와 자주 만나기 어려운 비사범대학 예비 교사들(Sci.A, Sci.B)의 면담은 두 명의 연구대상자를 한번에 면담하는 1:2 면담 방식으로 진행하였다. 그러나 이 경우에도 한 연구대상자의 응답이 같이 참여한 다른 연구대상자의 사고에 영향을 끼치지 않도록 연구자가 최대한 배려하여 진행하였다. 면담 시간은 대략 40분에서 70분 정도였다.

예비교사들의 면담 결과에 따른 사고 유형과 고등학교 화학II, 대학 교재의 설명 유형을 비교 분석하기 위하여 유형을 유목화하였다(Table 3 - Table 5). 증기압력 내림의 원인은 용질의 방해, 용질과 용매의 인력, 화학적 퍼텐셜 감소, 운동 에너지 감소의 네 유형으로 유목화 하였는데, '용질의 방해' 유형은 화학II 교과서와 일반화학 교재, 그리고 예비교사의 응답 유형으로부터 도출하였으며, '용질과 용매의 인력' 유형은 화학II 교과서와 예비교사의 응답 유형에서 도출하였다. 그리고 '화학적 퍼텐셜 감소' 유형은 물리화학 교재에서만 그 사례를 찾을 수 있었으며, '운동에너지 감소' 유형은 화학II 교과서에서만 그 사례를 찾을 수 있었다.

끓는점 오름과 어는점 내림의 원인은 용질의 방해, 용질과 용매의 인력, 화학퍼텐셜 감소, 증기압 내림 등 4 유형으로 유목화 하였는데, '용질의 방해'는 예비교사의 응답에서 도출하였다. '용질과 용매의 인력'은 화학II 교과서와 예비교사의 응답에서 도출하였으며, '화학적 퍼텐셜 감소'는 물리화학 교재에서, 그리고 '증기압 내림'은 일반화학 교재에서 도출하였다.

삼투 현상의 원인은 5 유형으로 유목화 하였는데, '용질의 방해'는 화학II 교과서와 대학 일반화학 교재에서 도출하였고, '화학적 퍼텐셜 감소'는 대학 물리화학 교재에서 도출하였다. '용매의 확산'은 화학II 교과서와 일반화학 교재, 그리고 예비교사의 사고로부터 도출하였으며, '농도의 평형'과 '용질이 막의 구멍을 막음'은 예비교사의 사고로부터 도출하였다. 선행연구⁷에 따르면, '농도 평형'과 '용질이 막의 구멍을 막음'과 같은 유형의 응답은 오개념으로 분류할 수 있다. '농도 평형'에 대한 사고는, 시간이 지날수록 농도 차이가 감소하다 보면 결국 반투막 양쪽의 용액 농도가 같아질 때 삼투 현상이 멈춘다는 생각을 유발할 수 있다.⁴²⁻⁴⁴ 대부분 화학 교과서에서는 삼투 현상을 그림으로 제시할 때, 순수한 물과 용액 사이에 반투막을 설치하는 것으로 제시하고 있었다. 이 때 반투막으로 용질이 이동할 수 없으므로, 삼투 현상이 종료된 후에도 양쪽의 농도는 같아질 수 없다.

연구 결과 및 논의

증기압력 내림

증기압력 내림의 원인에 대한 고등학교 화학II 교과서와 대학 교재의 설명 유형 및 예비교사들의 응답 유형을 분석한 결과를 Table 6에 제시하였다.

증기압력 내림에 대한 화학II 교과서의 설명은 세 유형으

로 나타났다. 대부분의 화학II 교과서와 대학 일반화학 교재 중 한 권³⁸에서는 '용질의 방해'로 설명하였으며, 다른 일반화학 교재³⁷에서는 설명이 제시되지 않았다. 그리고 물리화학 교재 한 권³⁹에서는 '화학 퍼텐셜의 감소'로 설명하였다. 용질의 방해와 용질과 용매의 인력, 두 가지 유형으로 기술한 화학II 교과서³²에서는 용질 입자와 용매 입자 사이에 인력이 작용한다는 내용과 함께, 용액의 표면에 위치하는 용질 입자는 용매 입자가 증발하려는 것을 방해한다는 내용도 같이 제시하고 있다. 이 연구에 참여한 모든 예비교사들도 이 두 가지 유형으로 증기압 내림 원인을 설명하였다.

유일하게 증기압력 내림의 원인을 '운동에너지 감소'로 설명한 고등학교 화학 II 교과서³¹에서는 용매화에 의해 물 분자가 증발하는 데 필요한 운동 에너지를 갖는 분자의 수가 감소되어 증기 압력 내림 현상이 일어난다고 설명하였다. 하지만 연구대상자 중에 이러한 사고를 하고 있는 예비교사는 없었다.

예비교사들이 공통적으로 배운 물리화학 교재³⁹에서는 화학 퍼텐셜 감소로 증기 압력 내림을 설명하였다. 이처럼 증기 압력 내림의 원인을 교과서마다 다르게 서술하고 있으며, 설명 간의 연결이 없기 때문에 이를 배우는 학생들에게 혼란을 유발할 가능성이 높다. 또한, 대부분의 고등학교 교과서와 대학 교재에서 '용질의 방해'로 설명함에도 불구하고, 연구대상자의 대부분은 '용질과 용매의 인력'으로 설명하는 경향을 보였다. 이는 '용질과 용매의 인력'으로 증기압 내림을 사고하는 화학전공 현장 교사의 비율이 가장 많다는 선행 연구⁴⁰와도 그 결과가 유사하다. 따라서 화학을 전공한 교사 및 예비교사들이 특정 유형의 설명을 선호하는 것을 알 수 있다.

연구대상자들은 예비교사 교육과정 중에 물리화학을 이수하였지만, 이러한 전공 지식을 통해 사고 유형을 도출하는 경향은 보이지 않았으며, 대학별 차이도 보이지 않았다. 따라서 예비교사들이 대학교육과정을 통해 고등학교 화학II 교과서의 설명 유형으로부터 사고의 변화를 일으키지 못하였음

을 알 수 있다.

끓는점 오름의 원인

화학II 교과서 및 일반화학 교재에서는 '증기압력 내림' 유형으로 제시되었으며 물리화학 교재에서는 '화학 퍼텐셜 감소'로 제시하였으나, 예비교사들은 '용질의 방해'와 '용질과 용매의 인력' 유형으로 응답하여 교과서 설명과 차이를 나타내었다(Table 7).

고등학교 화학II 교과서와 대학 일반 화학 교재에서 제시한 '증기압 내림' 유형에서는 용액의 증기압력이 내려가기 때문에 용액을 끓게 하려면 온도를 높여 증기압이 대기압과 같아지도록 해주어야 한다는 설명과 함께 순수한 물의 증기압력 곡선에 용액의 증기압력 곡선을 겹쳐서 대기압에서 끓는점이 올라감을 표현하였다. 그러나 구체적으로 용액에서 용질이 증기압을 내리는데 어떤 작용을 하는 지에 대한 설명은 제시되어 있지 않다.

또한 물리화학 교재³⁹에서는 '화학퍼텐셜 감소'로 끓는점 오름의 원인을 설명하였다. 그러나, 6명의 예비교사들 중에서 5명은 끓는점 오름이 '용질과 용매의 인력' 때문에 나타난다고 생각하였으며, 이러한 경향은 대학별 차이를 나타내지 않았다. 이 결과는 현장 교사의 연구 반응^{18,40}과도 유사하다. 따라서 고등학교에서 뭍은 용액의 성질을 지도할 때 화학전공 교사들이 겪는 어려움은 일반화학과 물리화학을 배우는 예비교사 교육과정에서 교정되지 못함을 확인할 수 있었다. 다음은 끓는점 오름을 '용질과 용매의 인력' 때문이라고 생각한 자연대 학생과의 면담 내용이다.

연구자: 끓는점 오름의 원인은?

Sci.A: 용질이 용매와의 상호작용으로 인해서...용매의 분자를 따로 떨어뜨릴 수가 없는 거죠. 물 분자가 끓어 올라가기 위해서용이 없어야 하는데, 용질과의 인

Table 6. Explanation types of the textbooks and pre-service teachers related to vapor pressure decreasing

Explanation type	ChemistryII	College textbook		Respondent
		General Chemistry	Physical Chemistry	
Disturbance of solutes	Kumsung, Kyohaksa, Daehan, Joongang, ^a Jihaksa, ^a Chunjae, ^a Chungmoongak	Zumdahl & Zumdahl	-	Edu.B, ^a Sci.B ^a
Interaction between solvents and solutes	Joongang, ^a Jihaksa, ^a Chunjae ^a	-	-	Edu.A, Edu.B, ^a Edu.C, Edu.D, Sci.A, Sci.B ^a
Decreasing of chemical potential	-	-	Atkins & de Paula	-
Decreasing of kinetic energy	Hyungseul	-	-	-
No explanation	-	Oxtoby etc.	-	-

^aTwo types of description or respond.

Table 7. The explanation types of the textbooks and pre-service teachers related to boiling point elevation

Explanation type	ChemistryII	College textbook		Respondent
		General Chemistry	Physical Chemistry	
Disturbance of solutes	-	-	-	Edu.B, Sci.B ^a
Interaction between solvents and solutes	-	-	-	Edu.A, Edu.C, Edu.D, Sci.A, Sci.B ^a
Decreasing of chemical potential	-	-	Atkins & de Paula	-
Decreasing of vapor pressure	Kumsung, Kyohaksa, Daehan, Joongang, Jihaksa, Chunjae, Chungmoongak, Hyungseul	Oxtoby etc, Zumdahl & Zumdahl	-	-

^aTwo types of description or respond.

Table 8. The explanation types of textbooks related to dilute solution

Explanation type	ChemistryII textbook	College textbook	
		General Chemistry	Physical Chemistry
Proportion of mole fraction of solute	Kumsung, ^b Kyohaksa, Daehan, ^a Joongang, ^a Jihaksa, ^a Chunjae, Chungmoongak, ^a Hyungseul	Oxtoby etc., ^b Zumdahl & Zumdahl ^b	Atkins & de Paula ^b
Raoult's law	Kumsung, ^b Daehan, ^a Joongang, ^a Jihaksa, ^a Chungmoongak ^a	Oxtoby etc., ^b Zumdahl & Zumdahl ^b	Atkins & de Paula ^b
Ideal solution condition	Kumsung ^b	Oxtoby etc., ^b Zumdahl & Zumdahl ^b	Atkins & de Paula ^b

^aTwo types of description or respond, ^b Three types of description or respond.

력이 있기 때문에 더 많은 온도를 줘야지 떨어져서 올라간다고.

설명 유형 중에서 '화학 퍼텐셜 감소'나 '증기압력 내림'에는 용질의 역할이 뚜렷하게 제시되어 있지 않다. '화학 퍼텐셜 감소'에서는 용질에 대한 언급이 있지만, 용질의 개수에 따라 끓는점이 증가하는 것만을 묘사하였으며, 왜 용질이 용매의 상태변화에 영향을 미치는지 원인에 대한 설명은 제시하지 않았다. '화학 퍼텐셜 감소'가 용질의 개수에 관련되는 이유는 라울의 법칙으로부터 나온다. 그러나 라울의 법칙은 이상 용액, 즉 용질과 용매의 평균 상호작용이 순수한 용매끼리의 상호작용과 용질끼리의 상호작용의 평균과 같은 경우에만 적용된다. 이러한 전제 조건이 있어야 용액의 증기압 내림이 용질의 몰 분율에 비례하기 때문이다. 용질의 농도가 묽은 경우에는 이상용액에 가깝게 행동한다는 점에서 라울의 법칙을 적용할 수 있지만, 진한 용액은 이상 용액에서 벗어나기 때문에 단지 용질의 개수만으로 설명하기 어렵다. 따라서 '화학 퍼텐셜 감소'나 '증기압 내림'으로 용액의 성질을 설명하려면 이상용액을 가정하는 전제 조건이 포함되어야 한다. 이에 관련된 내용을 분석하여 Table 8에 제시하였다.

대학교재에서는 라울의 법칙을 제시할 때 이상 용액이라는 전제 조건을 제시하였지만, 대부분의 고등학교 화학II 교

Table 9. Understanding of pre-service teachers about precondition of dilute solution property

Explanation type	Respondent
Raoult's law applicable to ideal solution only	Edu.C, Sci.B
Raoult's law can not applicable to dense solution	Edu.B, Edu.D, Sci.A
Raoult's law can applicable to dense solution	Edu.A

과서에서는 이러한 전제 조건을 명시하지 않고, 물분율 혹은 몰랄 농도에 비례하여 용액의 성질이 나타난다고 설명하고 있다. 이상용액의 조건을 제시한 교과서는 1종³⁰뿐이었다.

용액의 성질을 다룰 때 이상 용액이라는 전제 조건이 필요한 이유에 대한 설명을 제시하지 않고 묽은 용액의 성질임을 강조한다면 진한 용액에서는 용액의 총괄성이 나타나지 않는다고 생각하는 오류를 낳을 수 있다.⁴⁰ 연구 대상자인 예비 교사들이 대학 교육과정을 통해 이러한 전제조건을 인식하고 있는 지에 대해 알아보기 위한 면담을 통해 사고 유형을 분류하였다(Table 9). 면담에서는 진한 용액에도 라울의 법칙이 적용된다고 생각하는 지에 대해 알아본 결과, 이상 용액이라는 전제 조건을 인식한 예비교사는 2명뿐이었으며, 나머지 4명의 예비교사들은 이러한 전제 조건을 명확히 인식하지

Table 10. The explanation types of textbooks and pre-service teachers related to freezing point depression

Explanation type	ChemistryII	College textbook		Respondent
		General Chemistry	Physical Chemistry	
Disturbance of solutes	-	-	-	Edu.D
Interaction between solvents and solutes	Hyungseul	-	-	Edu.C, Sci.A
Decreasing of chemical potential	-	-	Atkins & de Paula	-
Decreasing of vapor pressure	-	Oxtoby <i>etc.</i> , Zumdahl & Zumdahl	-	-
Presentation of phase diagram	Chunjae, Kumsung, Jihaksa, Chungmoongak, Joongang, Kyohaksa, Daehan	-	-	-
No response	-	-	-	Edu.A, Edu.B, Sci.B

못하는 것으로 나타났다. 또한 진한 용액에도 라울의 법칙이 적용된다고 생각하는 예비교사도 한 명 있었다.

연구 대상자 선정의 제한 때문에 이 결과를 일반화하는 데에는 어려움이 있으나, 화학 전공 예비교사들 중에서도 묶은 용액의 성질에서 전제가 되는 조건을 고려하지 못하는 경우가 있음을 확인할 수 있었다. 이는 학생들을 지도할 때 어려움으로 나타날 수 있다. 그리고 전제 조건의 인식 없이 현상을 묘사하는 경우에는 현상의 원인에 대한 과학적 사고를 획득하지 못하게 된다.⁴⁵ 이러한 문제가 발생하지 않도록 고등학교 화학II 교과서에서 묶은 용액의 성질을 다룰 때, 전제 조건인 이상 용액에 대한 내용이 포함될 필요가 있다. 또한 예비교사 교육과정에서도 자연 현상을 설명하기 위한 과학의 전제 조건에 대한 인식을 명확하게 제시할 필요가 있다. 이러한 이상화조건에 대한 사고는 과학의 법칙을 이해하는데 매우 중요하기 때문이다.^{46,47} 그러나 사범대 학생인 Edu.D와의 면담을 통해 과학의 법칙에 관련된 이상화 조건을 인식하는 경우에도 그 의미를 제대로 형성하지 못하고 있음을 확인할 수 있었다.

연구자: 용액의 총괄성을 얘기 할 때 라울의 법칙을 쓰는데, 진한 용액에서도 이 식을 쓸 수 있을까?

Edu.D: 없어요. 없다고 배웠어요.

연구자: 왜? 그 식은 어떤 특징이 있나?

Edu.D: ... 배우긴 배웠는데 잘 기억이 안나요.

어는점 내림의 원인

어는점 내림 원인에 대한 교재의 설명 유형과 예비교사들의 응답을 Table 10에 정리하여 제시하였다.

상평형 그림으로 어는점 내림 원인을 설명한 고등학교 화학II 교과서³⁰에서는 수용액의 증기 압력 곡선을 순수한 물의 증기 압력 곡선과 비교한 상평형 그림을 통해 수용액의 어는점이 물의 어는점보다 낮다고 설명하였다. 대부분의 교과서

가 이와 같은 설명 유형으로 제시되었으나 상평형 그림 설명으로 응답한 예비교사는 없었다.

일반화학 교재³⁷에서는 어는점 내림 원인을 ‘증기압 내림’ 유형으로 설명하였고, 물리 화학 교재³⁹에서는 화학 퍼텐셜로 설명하였다. 그러나 대학 교재의 설명 유형으로 응답하는 예비교사는 없었으며, 2명의 사범대학생과 1명의 자연대학생이 응답을 하지 못하였다. 따라서 예비교사들이 어는점 내림 현상의 원인을 이해하는데 사범대학 전공 수업의 영향을 크게 받지 못함을 알 수 있다. 특히 예비교사들이 어는점 내림 현상을 묶은 용액의 성질에 대한 다른 현상에 비해 답변을 어려워하는 경향을 보였다. Gudmundsdottir와 Shulman⁴⁸은 예비교사 교육을 통해 예비교사들이 주요 교과 과정의 개념을 연결할 수 있게, 교과 내용 구조를 형성할 수 있도록 도와주어야 한다고 제안하였다. 그러나 묶은 용액의 성질에 대한 예비교사들의 이해 분석을 통해 예비교사의 SMK 발달이 충분히 이루어지지 못하였음을 확인할 수 있었다.

삼투현상의 원인

Table 11에 삼투가 일어나는 원인에 대한 교과서 설명 유형과 예비교사의 응답 유형을 정리하여 제시하였다.

고등학교 화학II 교과서³² 와 일반화학교재³⁸에서 삼투 현상의 원인을 용질의 방해라고 설명했음에도 불구하고, 예비교사들 중에서 용질이 용매의 이동을 방해한다고 응답한 경우는 관찰되지 않았다. 또한, 대학의 물리 화학 교재³⁹에서는 삼투 현상의 원인을 화학 퍼텐셜과 용매의 확산으로 설명하였지만, 면담한 예비교사들 중에 화학 퍼텐셜로 삼투 현상을 설명한 예비교사도 관찰되지 않았다. 대부분의 고등학교 화학II 교과서와 대학 교재에서는 용매의 확산으로 삼투 현상을 설명하였고, 응답자 중에 사범대학생 3명과 자연대 학생 1명은 이 유형의 사고를 가지고 있었다.

하지만 면담에 참여한 일부 예비교사들은 '농도 평형'이나 '용질이 막의 구멍을 막음'과 같은 오개념을 부분적으로 혹은

Table 11. The explanation types of textbooks and pre-service teachers related to osmotic pressure

Explanation type	ChemistryII	College textbook		Respondent
		General Chemistry	Physical Chemistry	
Disturbance of solutes	Jihaksa*	Zumdahl & Zumdahl*	-	-
Decreasing of chemical potential	-	-	Atkins & de Paula	-
Diffusion of solvents	Chunjae, Kumsung, Hyungseul, Chungmoongak, Joongang, Kyohaksa, Jihaksa*	Oxtoby etc., Zumdahl & Zumdahl*	Atkins & de Paula	Edu.B, Edu.C,* Edu.D, Sci.B*
Concentration equilibrium	-	-	-	Edu.A, Edu.C,* Sci.B*
Solvent blocking of membrane holes	-	-	-	Sci.A

*Two types of description or respond.

완전히 가지고 있었다. 더구나 용액의 성질에서 용질의 역할에 대한 사고를 물었을 때 반투막 구멍으로 용매가 이동한다는 것에 초점을 둔 설명으로부터 사고의 전환을 하는 것에 대해 어려워하였다.

연구자: 그럼 삼투 현상에 대해서 설명해 볼래요?

Edu.A: 반투막이 존재하잖아요. 그 안에 불균형 상태가 일어나 가지고, 어떤 건 이동이 가능한데 어떤 건 이동이 불가능하다. 그래서 그 평형을 맞추기 위해서 용매, 더 작은 물질들이 이동하는 거죠.

연구자: 용질이 존재해서 삼투 현상이 생기는 건 아닌 것 같아요? 삼투에서 용질의 역할은 얘기할 수 없을 것 같아요?

Edu.A: 음.

연구자: 그냥 불균형이라서 용매만 이동할 수 있으니까, 그래서 삼투압이 생긴다, 이렇게 생각하는 거예요?

Edu.A: 일단은요.

연구자: 삼투압의 정의가 뭔데요? 삼투 현상은 어떤 거예요?

Edu.C: 순수한 용매에서 농도를 맞춰주려고 이쪽으로 이동하니까 순수한 용매가 용액 쪽으로 반투막을 통해서 이동하는 것. 삼투압은 그렇게 되면 이쪽에 용액의 양이 많아져서 수면의 높이가 올라가잖아요. 그럴 때 수면의 높이가 같아지게 하기 위해 눌러야 하는 압력.

연구자: 아까 '농도가 같아지기 위해서'라고 말했는데, 그러면 순수 용매는 용액 쪽으로 다 빨려가겠네? 그럼 용질의 역할은?

Edu.C: 용질이 많을수록, 음 까먹었는데.

이러한 결과를 통해 예비교사들이 묽은 용액의 성질을 나

타내는 자연 현상을 용어나 현상 수준에서 하고 있으며, 입자 관점으로 이해하는 수준에 도달하지 못하였음을 알 수 있다. 물질의 구성 입자 관점의 사고는 자연 현상을 이해하는 가장 중요한 시각이며, 이러한 시각은 화학 교사의 SMK 발달과도 깊은 관련을 가진다. 따라서 예비교사 교육과정을 통해 화학 교사의 SMK가 구조화되고 적용 능력을 가질 수 있도록 향상시키는 것이 필요하다. 특히 중등학교 학생들을 가르칠 때에는 대학 물리화학 교재와 같이 화학적 퍼텐셜을 도입하여 설명할 수 없으므로, 입자 관점의 용질과 용매 움직임과 역할에 대한 시각이 형성될 필요가 있다고 본다.

예비교사 교육과정에 대한 인식

사범대학과 비사범대학의 교사양성 교육과정에 대한 예비교사들의 인식을 알아보기 위하여 면담을 실시하였으며, 그 결과를 Table 12에 정리하여 제시하였다.

전공 교과 내용 지식의 부족을 인식하는 한 명의 사범대학생(Edu.C)을 제외하고는 사범대학과 비사범대학의 구분없이 대부분의 학생들이 교과교육학적 지식이나 가르칠 때 필요한 실천적인 교수지식의 부족을 인식하고 있었다. 다음은 비사범대 학생들이 교과교육과 교육실습 등의 부족을 인식하는 내용이 포함된 면담 자료이다.

연구자: 자연대 교직이수 과정에 대해서 부족한 점이나 불만 같은 거 있어요?

Sci.A: 화학교육과 같은 경우는 교과교육학을 4과목씩 배우거든요. 2학년 2학기 때부터 4학년 1학기 때까지 한 과목씩. 근데 저희는 딱 2과목만 들으니까, 저희는 뭘 못 배운 상태에서 졸업하니까, (중략) 그래서 자유 선택을 청강해 볼까 싶고, 그런 게 교육과정 상에 없으니까. 이리저리 애길 들어보면 비사범계 애들은 전공을 잘하고, 사범계 애들은 교과교육학이랑 교육학을 잘한다고. 그래서 (임용고사) 성적이

Table 12. Perceptions of pre-service teachers about teacher education curriculum

Type of perception	Respondent
Lack of pedagogical knowledge	Sci.A, ^a Sci.B, ^a Edu.A
Lack of content knowledge	Edu.C
Lack of practical teaching knowledge	Sci.A, ^a Sci.B, ^a Edu.B, Edu.D

^aTwo types of respond

비슷하다고... 개네들은 교직 수업도 많고, 다른 부 전공도 해야 하는데 저희는 그 시간에 전공 수업을 더 들으니까 (장점도 있지만) 교직수업(교과교육학)이 좀 부족하다고 느껴요.

Sci.B: 사대랑 자연대랑 차이나는 게 교과교육학 수업이고, 또 자연대는 실습이 4주 한번 나가는데, 사대는 6주 고. 그래서 개네들은 더 많이 보고 경험하잖아요.

연구자: 곧 실습 나갈 건데.

Sci.B: 큰일이에요.

연구자: 왜?

Sci.B: 어떻게 가르쳐야 하나.

Sci.A: 이런 교육과정에서 우리가 어떻게 애들을 가르쳐야 하는지 방법에 대해서 하나도 모르는 상태로 나가야 되는 거잖아요. 4번 정도 수업을 받으면 (나올 텐데). 이걸 어떻게 가르치고 (교수법을 좀 더 알 수 있을 텐데) 이런 걸 배우지를 못해서. 근데 우리는 모르는 상태에서 (교육실습을) 나가니까.

Sci.B: 걱정이예요.

한편 사범대 학생들 역시 현재의 교사양성 교육과정이 교사로서의 교수 전문성을 길러주는데 충분하지 않다고 생각하는 것으로 나타났다.

Edu.A: 대학에 와서 색다른 것에 많이 생각하게 되는 거 같아요. 고,액,기(고체, 액체, 기체) 정의가 잘 안 되어 있잖아요. 불확실하다고 생각했던 것. 그러니까 옛날에는 그냥 그러네, 이렇게 생각했던 게 대학 와서 더 혼란스러워졌어요. 그렇지만 제 스스로 그런 것에 대해서 더 정리를 해야겠죠. 그런데 스스로 정리하는데 교과교육론에서 도움을 받아야 되는데 (중략) 이게 왜 그런가에 대해서 안 가르쳐 주잖아요. 그런 거에 대해서 도와줄 수 있는 게 교육학 시간인데 3번(과목)이면 끝나잖아요. 그래서 물음만 던져주고 아직 답을 주는 게 없거든요. 그런데 4학년 때는 임고(임용고사) 준비해야 하니까, 수업이 그런 쪽으로 흘러가고.... 그래서 스스로 생각하

고 답을 구하고 그러는 수밖에 없는 거 같아요. 남이 좀 도와주면 좋은데 만약에 수업을 더 해주거나, 교과교육학을 강화하거나, 정확하게 그런 걸 해소할 수 있는 과목? 그런 게 개설된다면 모를까.

연구자: 그런데 지금 교사 교육이 그런 방향으로 가고 있는 거 같아요? 지금 받고 있는 수업에서 지도안을 만든다든지 하는 것들, 뭐 여러 가지 것들이, 자신이 생각하는, 애들이 화학을 공부 하도록 돕는 데로 가는 거 같나요?

Sci.B: 그게 직접적으로 가는 건 아니고, 그냥 이론 연구 같거든요. 대학교에서 교재 연구해서 발표해 보라 그런 걸 보면, 교수님들의 기준도 다 달라요. 실제 교실에서 이뤄지는 것(에 초점을 두기)보다는 얼마나 (새로운) 아이디어가 있는지, 탐구 능력이 있는지 (에 초점을 두니까). 근데 현장에서는 그런 것들을 다 적용할 수 있는 건 아니잖아요. 내가 이렇게 배웠다고 해서 애들한테 바로 직접적으로 할 수는 없지만, 교사들을 고민하게는 만들어 주는 것 같아요. 교사의 태도를 바꾸기는 (해야) 하는데, 정말 교실로 가서 아이들에게 효과 있게 (수업)하기에는.... 이거(현재 교사 교육) 가지고는 좀 힘들 거 같아요.

또한 예비교사 교육을 담당하는 교수들보다 현직 교사들이 학생들을 가르칠 때 필요한 교수 전문성을 더 가지고 있다고 인식하였다.

연구자: (예비교사 교육에서) 좀 더 보충해야 될 것은?

Edu.D: 어떤 현상이랑 현상을 넘어갈 때 연결 짓는 고리라든지 그런 것. 예를 들어서 교과교육학에서 이론들을 배우면, 그 이론들이 좋아 보이잖아요. 근데 학교에 가면 변수가 많잖아요. 그런 것도 좀 언급을 (해야 한다고 생각해요). 그런 것들을 교수님들은 언급을 잘 안하시는데, 현장에서 오시는 선생님들은 그런 애길 많이 해주시는 거 같아요.

면담에서 예비교사 교육과정이 교육 현장의 실천적 교수 지식 획득에 부족하다고 언급한 Edu.B와 Edu.D의 경우에는 라울의 법칙이 이상 용액에 적용되는 것이라는 전제 조건을 몰랐고, 자신들도 연구 진행 과정을 통해 이러한 문제점을 인식하게 되었다. 따라서 예비교사 교육과정에 대한 이들의 불만은 처음부터 존재하였다기 보다는 연구 진행과정에서 형성되었을 가능성도 있다. 이러한 점에 근거한다면, 이 연구의 결과로 제시한 예비교사들의 인식은 일반적으로 관찰될 수 있는 사례는 아닐 수도 있다.

그러나 교육의 수혜자들이 느끼는 인식은 예비교사 교육

과정에 대한 반성적 사고를 촉진하는 데 중요한 역할을 할 수 있다고 생각한다. 따라서 예비교사 교육과정이 학교 현장에서 학생들을 지도할 때 필요한 구체적이고 실천적인 지식의 습득 과정이 될 수 있도록 개선될 필요가 있다고 판단된다.

물은 용액의 성질에 대한 예비교사들의 이해를 통해 살펴본 바와 같이, 사범대학과 비사범대학 예비 교사들의 이해 정도에 차이가 거의 드러나지 않았으므로, 이 연구에서 지적한 문제는 단지 예비교사 교육과정에서 교육 실습의 기간이나 횟수를 늘이거나, 교과교육학 강좌, 혹은 교과내용학 강좌수나 학점을 증가시킨다고 해서 개선되기는 어려울 것이다. 면담에 응한 예비교사들도 현직 교사들에 비해 대학 교수들의 지도 내용이 실천적 지식 습득에 부족하다고 생각하였기 때문이다. 따라서 예비교사 교육의 질적 변화가 이루어질 필요가 있다고 본다. 특히 화학 내용을 학생들에게 지도할 때 필요한 SMK를 발달시키기 위해서는 과학방법론 과정과 과학 내용 과정을 결합하여 제시하는 교육 프로그램이 중요하다고 제안한 선행연구^{49,50}에 근거하여, 보다 교육 현장에 맞는 실천적 교수 내용 지식의 획득이 가능한 예비교사 교육 프로그램의 개발이 이루어져야 할 것이라고 생각한다.

결론 및 제언

이 연구에서 물은 용액의 성질에 대한 예비교사의 이해를 알아본 결과, 교사양성 교육과정을 대부분 이수한 예비교사들 중에 고등학교 화학 교과서에 제시한 내용을 깊이 있게 이해하는 교사들이 많지 않았으며, 교정되어야 할 오개념이 유지되는 경우도 관찰되었다. 또한, 이러한 현상은 사범대학과 비사범대학 예비교사들간에 차이가 나타나지 않았다. 그리고 대부분의 예비교사들은 대학의 교육과정이 교사의 실천적 지식을 획득하는데 부족하다고 느끼고 있었다. 예비교사들의 이러한 문제가 중등교사임용시험과 같은 관문을 통해 걸러지지 않을 경우 교사의 전문성 부족으로 야기되는 문제는 학생들의 지도에 반영될 것이며, 이는 학생들의 과학 이해에 곤란함으로 나타나게 될 것이다.

Talbot 등은 선행연구⁵¹를 통해 초임 교사의 SMK 부족을 지적하면서, 대부분의 초임 교사들은 SMK가 단편적이고 불완전하게 조직화되어 있기 때문에, 학생들을 가르칠 때 SMK가 효율적으로 활용되지 않으며, 따라서 교사들은 자신의 학창시절로부터 기억하는 알고리즘에 의존하여 가르친다고 하였다.

교육의 질을 결정하는 가장 중요한 요소가 교사의 교수 능력이라면, 교사양성 교육과정을 통해 교사의 실천적 교수 지식의 향상을 가져와야 하는 것이 중요하다. 특히 관련 과목과 관련된 실천적 교수 지식이라 할 수 있는 SMK의 향상은 매우 중요하지만, 지금까지 이루어진 예비교사 교육과정에서는 이를 위한 노력이 미흡하였다고 할 수 있다. 교사들이 교수 전

문성을 인정받지 못한다면, 사범대학의 고유한 특성이 드러나지 못하게 될 것이다. 오늘날 거론되고 있는 사범대학의 통, 폐합이나 규모 축소, 자격증에 대한 우선권 보장의 축소, 비사범계열 대학 교사양성의 허용 등에 대한 내용은 결국 사범대학 교육과정의 고유성과 효율성에 대한 회의로부터 야기된 것이라고도 볼 수 있다.

따라서 사범대학의 정체성을 보다 공고히 하기 위해, 근본적인 노력과 변화가 이루어져야 할 것이다. 이러한 변화는 단순히 교과교육학이나 교육실습 학점이나 시수의 증가로 해결되는 부분이 아니다. 조경원⁴¹은 사범대학에서 운영하는 교사양성 교육과정을 비사범대학의 경우에도 교사 양성을 목적으로 할 때에는 동일하게 운영하여 왔고, 이에 대한 질적 차이가 불분명하였기 때문에 사범대학 폐지론이 대두된 것이라고 진단하기도 하였다. 이 연구에서 시도한 물은 용액의 성질에 대한 예비교사들의 이해에서도 대학별 차이가 가지적으로 나타나지 않았다.

따라서 교사양성 기관의 정체성을 확립하기 위하여 우리는 교사의 실천적 교수 지식 향상을 위한 노력을 기울일 필요가 있다. 이를 위하여 예비교사 양성과정에 있는 교과내용학 수업에서 과학자 양성을 위한 깊이 있는 과학보다는, 교사가 학생들에게 가르칠 때 구체적으로 필요한 개념적 통합이 이루어진 배경지식을 제공해 주어, 이를 통해 교사의 실천적 교수 능력이 향상될 수 있도록 하는 데에 교육의 초점을 두어야 한다. 그러한 예 중 하나로 현재 사범대학과 비사범대학에서 공통적으로 사용하는 일반화학 교재나 전공과목 교재들을 개선하여, 사범대학 학생을 위한 고유한 교재 개발이 이루어져야 한다. 현재 사범대학과 비사범대학의 전공 교재는 차별화되어 있지 않으며, '학문으로서의 교과 내용 지식' 발달에 초점을 두고 있다. 따라서 이러한 교재로부터 '학교 과학 교과로서의 교과 내용 지식'을 예비교사들이 스스로 발달시키기는 어려울 것이다.

따라서 예비 교사들이 미래의 과학 교사로서 능력을 획득할 수 있도록 실천적인 현장교육을 위한 수업이 필요하다. 이는 교육실습이나 교과교육학 수업을 의미하는 것만이 아니다. 많은 교과교육 관련 수업에서 과학 교수-학습 이론과 수업 전략을 다루고 이에 맞추어 수업지도안을 작성하는 등의 과정을 거치지만, 교수 학습 상황이란 매우 다양하고 복잡하기 때문에 학습 이론을 수업 장면에서 효과적으로 적용하는 능력을 따로 길러주어야 할 필요가 있다. 따라서 교수-학습 이론 학습 이외에도 현장 교사들이 직접 겪은 다양한 수업 장면을 활용하여 예비교사들에게 자신들이 개발해야 할 관점에 초점을 맞추게 하고, 이를 해결하는 과정에 대한 직접적인 경험을 실천해 볼 기회를 제공하는 것이 중요하다. 이는 단순히 학교 현장을 경험하는 교육실습과는 다른 차원의 교육을 의미하는 것이다. 교육실습에서는 현직 교사의 표면적인 피드백 이외에 전문적인 교정 기회를 제공받기 어렵기 때문이다.

이러한 예비교사 교육과정의 개선을 위한 노력이 있어야 앞으로 교사의 실천적 교수 전문성을 높이고 이를 통해 현장 교육의 질적 변화가 야기될 수 있을 것이다.

이 논문은 한국교원대학교 2010학년도 KNUE 학술연구비 지원을 받아 수행하였음.

REFERENCES

1. Korea National Strategy Institute *Improvement of policies for enhancing teachers'*, The Korean Presidential Residence, December 28, 2006.
2. Noh, S. G.; Lim, H. J. *Instructor in Chemistry Qualification Standard Development: Teacher Qualification Standard Development of Major Subject and Detailed Area of Evaluation*, Public Hearing of Class Ability Assessment Research, May 30, 2008.
3. National Research Council [NRC] *National science education standard*; National Academic Press: Washington, D. C.: USA, 1996.
4. Shulman, L. S. *Educational Research* **1986**, 15(2), 4-14.
5. Carter, K. In *Handbook of research on teacher education*; W. R. Houston, Ed.; Macmillan: N. Y., USA 1990; pp 291-310.
6. Cochran, K. F.; DeRuiter, J. A.; King, R. A. *Journal of Teacher Education* **1993**, 44(4), 263-272.
7. Stengel, B. S. *Educational Foundation* **1997**, 11(3), 29-52.
8. Haidar, H. *Journal of Research in Science Teaching* **1997**, 34, 181-197.
9. Kwak, Y. S. *J. Korea Earth Science Society* **2002**, 23(4), 309-424.
10. Kim, J. H.; Lee, K. Y. *J. Korea Earth Science Society* **2006**, 27(4), 390-400.
11. Kim, H. S. *J. Korea Educational Research Assoc.* **2003**, 41(2), 93-114.
12. No, J. H. *Journal of Korean Society for the Studies of Educational Administration* **1997**, 15(3), 42-62.
13. Park, J. R. *J. Korean Society for the Study of Teacher Education* **1997**, 14(1), 108-144.
14. Hu, M. *2006 Spring Conference and International Symposium of Korean Society for Curriculum Studies* **2006**, 608-612.
15. Jung, M. K. *J. Korean Society for Curriculum Studies* **2007**, 25, 247-264.
16. Hong, M. Y.; Jeon, K. M.; Lee, B. H.; Lee, Y. R. *J. Korea Assoc. Sci. Edu.* **2002**, 22(1), 204-213.
17. Ko, Y. H. Analysis of Osmosis Concepts Described in Chemistry and Biology Textbooks and the Conceptions on Osmosis of High School Teachers and Students. Doctor Thesis, Korea National University of Education, Chung-Buk, Korea, 2002.
18. Yoon, H. S.; Jung, D. H. *J. Korea Assoc. Sci. Edu.* **2006**, 26(7), 805-812.
19. Ha, S. J.; Kim, B. K.; Paik, S. H. *J. Korea Assoc. Sci. Edu.* **2005**, 25(2), 88-97.
20. Pinarbasi, T.; Canpolat, N. *Journal of Chemical Education* **2003**, 80(11), 1328-1332.
21. Smith, K. J.; Metz, P. A. *Journal of Chemistry Education* **1996**, 73, 233-235.
22. Kim, K. J. A Study on the College Science Students' and Science Teachers' Conceptions of Genetics. Master Thesis, Chonnam National University, Chon-nam, Korea, 1993.
23. Paik, S. H.; Jo, M. J. *J. Korea Assoc. Sci. Edu.* **2005**, 25(7), 773-786.
24. Jung, K. S. An Investigation on the Secondary Biology Teachers' Misconception in the Definition of Vessel·Sieve Tube, Diffusion·Osmosis and Transpiration·Evaporation. Master Thesis, Gyeongsang National University, Gyeong-nam, Korea, 1999.
25. Sanders, M. *Journal of Research in Science Teaching* **1993**, 30(8), 919-934.
26. Choi, J. R.; Lee, S. K.; Kim, C. J.; Yoo, E. J.; Kim, J. H.; Oh, H. S. *J. Korea Assoc. Sci. Edu.* **2009**, 29(8), 798-811.
27. Kwon, J. S.; Kim, B. K.; Woo, J. O.; Jung, W. H.; Jung, J. W. Choi, B. S. *Theory of Science Education*; Kyoyookbook: Seoul, Korea, 1998.
28. Choi, B. S.; Kang, S. J.; Kang, S. M.; Kang, S. H.; Gong, Y. T.; Kwon, H. S.; Kim, J. H.; Nam, J. H.; No, S. G.; Park, J. S.; Park, H. J.; Paik, S. H.; Lee, B. H.; Lee, S. K.; Choi, M. H. (2004). In *Chemical Textbook Research and Teaching*; Freedom Academy: Gyeonggi-do, Korea.
29. Kim, H. J.; Yoon, K. B.; Lee, J. Y.; Hwan, S. Y.; Lee, B. Y.; Jeon, H. Y. *Chemistry II*; Chunjae Education Inc.: Seoul, Korea, 2002.
30. Seo, J. S.; Huh, S. I.; Kim, C. B.; Park, J. O.; Ha, Y. K.; Lim, Y. J.; Bea, B. I. *Chemistry II*; Kumsung Publishing: Seoul, Korea, 2002.
31. Song, H. B.; Lee, J. H.; Lee, J. H.; Kang, G. D.; Yang, K. Y.; Gu, I. S.; Jeon, K. Y. *Chemistry II*; Hungseul: Seoul, Korea, 2002.
32. Yeo, S. I.; Lee, J. S.; Kim, H. S. *Chemistry II*; Jihaksa: Seoul, Korea, 2002.
33. Yeo, S. D.; Yeo, H. J.; Jung, Y. G.; Lee, K. O.; Jo, C. H.; Park, H. Y.; Yang, D. K.; Lee, J. G. *Chemistry II*; Cungmoongak: Seoul, Korea, 2002.
34. Woo, K. H.; Choi, S. N.; Oh, D. H.; Han, E. T.; Kim, B. R.; Kang, B. J. *Chemistry II*; Institute For Better Education: Seoul, Korea, 2002.
35. Yoon, Y.; Jung, J. O.; Park, J. S.; Kim, Y. H. *Chemistry II*; Kyohaksa: Seoul, Korea, 2002.
36. Lee, D. H.; Kim, D. S.; Sim, K. S.; Jeon, S. C.; Lee, J. H.; Sim, J. S.; Seo, I. H.; No, G. J. *Chemistry II*; Daehanbook: Seoul, Korea, 2002.
37. Oxtoby, Gillis, Nachtried. *Principles of Modern Chemistry (5th)*; Thomson Learning: USA, 2002.
38. Zumdahl & Zumdahl *Chemistry. 7 edition*; Houghton Mifflin Company: Boston, USA, 2008.
39. Atkins, Peter & de Paula, Julio *Physical Chemistry(7th edition)*; Oxford: U. K., 2006.
40. Kim, S. H.; Lee, E. S.; Paik, S. H. *J. Korea Earth Science Society* **2008**, 28, 291-301.
41. Jo, K. W. *Journal of Educational* **2004**, 35, 1-19.
42. Kim, M. S.; Jung, Y. R. *J. Korea Assoc. Sci. Edu.* **1997**, 17(2), 191-200.
43. Johnstone, A. H.; Mahmoud, N. A. *Journal of Biological Education* **1980a**, 14(2), 163-166.
44. Johnstone, A. H.; Mahmoud, N. A. *Journal of Biological Education* **1980b**, 14(4), 325-328.
45. Kim, H. H.; Yang, K. C.; Kim, D. W.; Paik, S. H. *Journal of the Korean Chemical Society* **2006**, 50, 65-78.
46. Park, J. W.; Chung, B. H.; Kwon, S. G.; Song, J. W. *J. Korea Assoc. Sci. Edu.* **1998**, 18(2), 209-219.
47. Park, J. W.; Chung, B. H.; Kwon, S. G.; Song, J. W. *J. Korea Assoc. Sci. Edu.* **1998**, 18(2), 245-256.
48. Gudmundsdottir, S.; Shulman, L. *Journal of Educational Re-*

- search* **1987**, 31(2), 59-70.
49. Rubba, P. A.; Campbell, L. M.; Dana, T. M. *Excellence in educating teachers of science*. 1993 Yearbook of the Association for the Education of Teachers of Science, Columbus, OH, ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics and Environmental Education, 1993.
50. Stake, R.; Raths, J.; St. John, M.; Trumbull, D.; Jenness, D.; Foster, M.; Sullivan, S.; Denny, T.; Easley, J. *Teacher preparation archives: Case studies of NSF-funded middle school science and mathematics teacher preparation projects*. Urbana, IL, Center for Instructional Research and Curriculum Evaluation College of Education University of Illinois, 1993.
51. Talbert, J. E.; McLaughlin, M. W.; Rowan, B. *Teachers College Record* **1993**, 95(1), 45-68.
-