

논의 중심 과학 탐구에 대한 예비과학교사의 이해와 인식

최애란*

이화여자대학교 과학교육과
(접수 2014. 8. 13; 게재확정 2014. 10. 28)

Pre-Service Science Teachers' Understanding and Views of Argument-Based Inquiry Approach

Aeran Choi*

Department of Science Education, Ewha Womans Univerisy, Seoul 120-750, Korea.

*E-mail: achoi@ewha.ac.kr

(Received August 13, 2014; Accepted October 28, 2014)

요 약. 이 연구의 목적은 예비과학교사의 논의 중심 과학 탐구에 대한 이해와 인식을 알아보는 것이다. 대도시 소재 사범 대학 과학교육과에서 예비과학교사 17명을 대상으로 화학교과교재및연구법 수강이전과 이후에 실시한 서술형 설문과 사후 개별 면담 자료를 연속적 비교분석법으로 분석하였다. 사후 설문 및 면담에서 과학 탐구의 중요한 요소로서 논의를 언급하고, 탐구 문제에 대한 주장과 근거를 협상하는 과정으로서 논의의 역할을 이해하는 예비과학교사의 수가 사전보다 늘어났다. 예비과학교사들은 논의가 강조된 탐구 중심 과학 수업의 중요성을 인식함에도 불구하고 여러 가지 어려움과 문제점에 대한 우려를 하고 있었다. 사전에는 학생들의 소극적인 논의 참여를 어려움으로 인식하는 반면, 사후에는 예비교사 자신의 수업지도안 계획 또는 학생들의 논의를 안내하는 어려움에 대하여 언급하는 경우가 많았다.

주제어: 예비과학교사교육, 과학탐구, 논의

ABSTRACT. This study was designed to explore pre-service secondary science teachers' understanding and views of argument-based inquiry approach. Participants were 17 pre-service secondary science teachers enrolled in chemistry curricular materials and teaching methods course for majors in the college of education at a university in Seoul. Main data sources included each student responses to an open ended survey and individual interviews. Data analyses indicated that the pre-service teachers had very limited and biased understanding on scientific inquiry at the beginning of the semester. While the pre-service teachers understood that scientific inquiry should be an essential component of science teaching, a few pre-service teachers mentioned 'argumentation' or 'discussions' when they defined what scientific inquiry is. The majority of the pre-service teachers mentioned that science should be taught through scientific inquiry since science is inquiry itself. However, the pre-service teachers expressed several potential barriers and their concerns on implementing argumentation in scientific inquiry. While they concerned about students' lack of participation at the beginning of the semester, they concerned more about the teachers' ability of leading student argumentation at the end of the semester.

Key words: Pre-service teacher education, Argument-based inquiry approach

서 론

과학 탐구에서 논의 활동의 중요성은 최근에 더욱 강조되고 있다.¹⁻⁷ 2013년 National Research Council이⁸ 발표한 미국의 새로운 국가과학교육기준(Next Generation Science Standards)은 탐구 문제에 대한 주장을 타당한 증거를 가지고 동료와 협의하는 과학 실천(scientific practice)을 통하여 학생들의 진정한 과학 학습이 이루어진다고 서술하고 있다. 과학 탐구 안에서 주장과 증거를 협상하는 논의의 중요성에 대한 강조에도 불구하고 현장 과학 교실에서는

단순히 확인실험을 하거나 지식 전달을 하는 전통적 강의 중심 수업이 진행되고 있고 학생의 논의 활동이 포함된 탐구 수업은 찾아보기가 어렵다.^{9,10}

이는 현장 과학교사의 과학 탐구 본질에 대한 이해 및 과학 탐구 경험 부족과 관련이 있는 것으로 알려져 왔다.^{11,12} 교사가 탐구 중심 과학 교수-학습에 대하여 제대로 알고 있지 못하다면 탐구 중심 과학 교수-학습을 계획하고 수행하는 것은 매우 어려울 것이다.¹³⁻¹⁵ 따라서 과학교육 현장에서 학생들의 논의가 강조된 과학 탐구 수업을 증진하기 위해서는 과학 탐구 및 논의가 강조된 탐구 수업의

중요성과 학습에 있어서의 장점에 대한 교사의 이해가 선행되어야 한다.^{13,16} 선행연구에서 과학 교사의 논의 중심 탐구에 대한 경험과 논의 중심 탐구 수업을 지도할 수 있는 능력이 부족하다는 것이 밝혀져 왔다.² 국내의 한 연구에서도 많은 현장 교사들이 학생들의 논리적 사고력 신장과 개념 습득을 위해서 논의 활동이 필요하다고 인식하고 있으나 논의 활동에 대한 교과교육학적 지식은 미흡하다고 보고하였다.¹⁰ 강의 중심의 전통적 과학 교수에 익숙한 현장의 과학교사들에게 논의 중심의 과학 탐구 수업 수행은 큰 도전이 될 것이다.^{17,18} 따라서 학교현장에서 논의가 강조된 탐구 수업의 실현을 위해서는 교사교육프로그램에서 과학에서의 논의의 의미와 중요성에 대한 교사의 이해에 초점을 두고 과학교사들에게 충분한 경험을 제공하여야 한다.¹⁹⁻²⁴ 논의 중심 과학 탐구 수업에서 학생 논의를 가이드 할 수 있는 교사의 열린 형태의 질문법에 대하여 토론헤보고 실천해보는 것도 도움이 될 것이다.^{25,26} 이 연구에서는 예비과학교사를 대상으로 하는 화학교과교재및 연구법의 과목에서 이와 같은 내용과 전략을 포함하였다.

과학 논의나 논증에 대한 국내 연구는 논의 요소를 분석하거나 학생들이 과학 논증에서 어떤 양상을 나타내는 지 등을 알아본 것이 대부분이다. 과학교육현장에서 학생들의 논의가 활성화 되기 위해서 과학교사의 논의가 강조된 탐구 수업의 이해와 인식이 교수-학습의 형태와 방향에 영향을 미치는 결정적 요소임에도 불구하고 현장교사나 예비교사의 논의 중심의 과학 탐구 수업에 대한 이해나 인식에 대하여 알아본 국내 연구는 찾아보기 어렵다.²⁷ 예비과학교사가 탐구에 대하여 어떻게 이해하고 있으며 과학 수업에서 논의의 역할에 대한 견해가 어떠한지를 이해하는 것은 매우 중요하다. 앞으로 학교 과학 수업이 어떠한 모습일 것인가는 현재의 예비교사가 무엇을 알고, 어디에 가치를 두고 있으며, 어떠한 점을 고려하는가에 달려있기 때문이다. 이에 이 연구에서는 예비과학교사의 과학 탐구에 대한 이해와 논의가 강조된 탐구 수업에 대한 인식을 화학교과교재및연구법 수강 전과 후에 알아보 고자 한다. 이 연구의 연구 문제는 다음과 같다.

1. 예비과학교사의 논의가 강조된 탐구에 대한 이해와 경험은 어떠한가?
2. 예비과학교사는 논의가 강조된 탐구 수업에 대하여 어떻게 인식하는가?

연구 방법

이 연구에서는 예비과학교사의 과학 탐구에 대한 이해와 논의가 강조된 과학 탐구 수업에 대한 인식을 알아보고자 하는 연구 목적을 달성하기 위하여 서술형으로 구성된 설

문과 반구조화 면담 자료를 이용하는 질적 연구 설계를 하였다.

연구대상

이 연구는 대도시 소재 사범대학 화학교육과 전공 3학년에 재학중인 예비화학교사 17명을 대상으로 하였다. 이들은 이 연구 참여 전 학기에 화학교육의 철학, 교육과정, 교수학습이론, 평가 등의 이론적 측면을 논의하는 ‘화학 교과교육론’ 과목을 수강하였다.

논의 중심의 과학 탐구에 대한 수업

이 연구에서는 중 고등학교 화학을 가르치는데 필요한 교과교육학적 지식을 함양할 수 있도록 설계된 ‘화학교과교재및연구법’ 과목에서 예비과학교사들에게 논의 중심 과학 탐구에 대하여 소개하였다. 우선 예비교사들은 탐구에서 논의와 글쓰기의 의미와 역할에 대해서 배우고, 논의를 강조한 탐구 수업의 중요성에 대하여 토의하는 기회를 가졌다.

Cavagnetto²⁸는 논의를 강조한 과학 수업 처치에 대한 선행 연구를 분석한 논문에서 과학 탐구 안에서의 논의와 글쓰기의 중요성을 강조하였다. 이러한 수업 전략의 하나의 예로서 탐구적 과학 글쓰기(Science Writing Heuristic approach)는 논의와 글쓰기를 병행한 과학 탐구를 통하여 학생들의 과학 학습을 증진하기 위하여 Hand와 Keys가 1999가 개발한 것이다.²⁹ 탐구적 과학 글쓰기에서 학생들은 탐구 문제에 답하기 위하여 자료를 수집 분석하고, 주장과 증거를 제시하며, 읽기자료와 비교하고, 구성원들 간에 논의를 함으로써 탐구과정 전체에 대한 반성적 사고를 한다. 탐구적 과학글쓰기에서 교사는 학생들의 사고와 논의를 촉진하기 위하여 비계(scaffold)의 역할을 할 뿐 아니라 학생들이 탐구와 관련된 과학 개념에 관해 읽고, 쓰고, 토론할 수 있도록 안내한다. 이 연구에서는 탐구적 과학 글쓰기에서의 교사의 역할과 학생의 활동을 예비교사들에게 소개하고 이를 적용한 탐구 활동을 예비교사가 학생입장에서 경험할 수 있는 기회를 제공하였다. 또한 예비교사들은 논의를 강조한 탐구 수업을 계획하는데 고려해야 하는 여러 가지 전략에 대하여 배우고, 기존의 전통적 확인실험을 논의가 강조된 탐구 수업으로 바꾸어 교수 학습지도안을 개발하고 발표한 후 개선할 점 등에 대하여 토론하였다.

자료 수집

서술형 설문과 반구조화 면담을 연구대상 17명 예비과학교사 모두에게 실시하였다. 서술형 설문은 화학교과교재및연구법 과목을 수강하기 전 학기 초와 수강한 후 학기말에 실시하였고, 설문에 답하는데 30분 정도 소요되었

다. 개별 면담에서는 논의가 강조된 탐구 수업에 관한 반구조화된 문항들을 활용하여 학기말 설문에 대한 응답에 대한 좀 더 명확하고 자세한 견해를 들을 수 있었다. 개별 면담은 20분에서 60분이 소요되었고, 면담내용은 모두 녹음되어 전사되었다.

자료분석

예비과학교사의 설문지 응답과 면담 녹음 및 전사 자료는 연속적 비교 분석법(constant comparative method)을 사용하여 분석하였다.³⁰ 과학교육과 석사과정 대학원생 5명과 한 명의 과학교육전문가 각자가 설문 응답과 전사된 면담 자료를 읽고 논의를 강조한 탐구 및 이를 적용한 수업에 관한 예비과학교사의 이해와 인식에 관하여 오픈 코딩(open coding)하였다. 예비 코딩틀(preliminary coding scheme)을 만들고, 이를 가지고 자료를 다시 읽고 비교하면서 추가되는 코드를 포함시키고 코딩틀(coding scheme)을 정교하게 다듬었다. 이러한 과정을 두 번 반복하면서, 각각의 코드의 특성과 차원에 따라 항목화, 정교화시켜 최종 코딩틀을 만들어 전체 자료를 분석하였다. 전체 자료를 각자 분석하면서 불일치가 있을 때는 토론 협의하였다.

연구 결과 및 해석

각 예비과학교사가 한가지 이상의 코드에 해당되는 내용을 응답한 경우 중복코딩 하였다. 이에 각 문항에 대한 전체응답 수는 연구대상 학생수보다 많다(Table 1,2).

예비과학교사의 논의가 강조된 탐구에 대한 이해와 경험

탐구 중심 과학 수업의 가장 중요한 요소를 묻는 문항(Table 1)에 대하여 ‘학생중심’ 이라고 답한 경우가 사전

에 9명으로 가장 많았고 사후에도 10명으로 다수의 예비과학교사가 학생 스스로 자발적으로 참여하는 활동이 포함되어 학생이 중심이 되는 수업을 탐구 중심 과학 수업이라고 이해하고 있었다.

- 학생 스스로 하는 활동(예비교사 L, 사전설문)
- 학생들의 자발적 참여, 동기 유발, 호기심, 개방적 분위기(예비교사 N, 사전설문)
- 스스로 생각하고 알아내는 수업(예비교사 Q, 사후설문)
학생이 주체가 되고 스스로 사고해서(예비교사 M, 사후설문)

탐구 중심 과학 수업에서는 학생들이 ‘과학적 방법’의 단계를 수행한다고 답한 예비교사가 사전 사후 모두 7명이었다. 이는 예비교사가 중고등학교 시절에 과학교과서에서 배운 내용으로 정확하게 정해진 단계에 따라 수행하는 과학적 방법으로 과학 탐구를 이해하는 것이었다.

- 관찰, 가설설정을 하는 단계, 실험을 설계하고 수행하는 단계, 결론을 도출하고 일반화하는 단계. 학생들이 직접 과학자가 하는 방법을 사용해 보는 수업(예비교사 K, 사전설문)
- 문제인식, 가설설정, 실험설계, 실험, 결과 및 결론도출, 토론 등을 하면서...(예비교사 F, 사후설문)
- 가설을 설정하고 실험을 설계, 수행하는 과정을 거쳐 과학적 지식을 알아내는 것이 중요하다(예비교사 P, 사후설문)

과학 탐구는 ‘문제 해결’을 하기 위한 것이라고 답한 예비교사는 사전 3명에서 사후 16명으로 크게 늘어났다. 이는 여러 가지 방법으로 문제를 해결해 나가는 과정으로 과학 탐구를 인식한 것으로 한 가지의 정해진 과학적 방법인 것

Table 1. Pre-service teacher understanding and experience of argument-based scientific inquiry

	Code	Pre	Post
Essential feature of inquiry-based science teaching	· Student-centeredness	9	10
	· Scientific method	7	7
	· Problem-solving procedure	3	16
	· Argumentation	4	7
	Total	23	40
Function of argument in scientific inquiry	· Share ideas	10	14
	· Change ideas	4	2
	· Construct knowledge	6	7
	· Embedded in inquiry	3	6
	· Negotiate claims and evidence	0	7
Total	23	36	
K-12 experiences of inquiry approach	· Experienced - engaged in argument	3	
	· Experienced - simply experiment	8	
	· Inexperienced	6	
Total	17		

으로 답한 경우보다는 더욱 발전된 이해라고 볼 수 있다.

- 어떤 문제에 대해 학생들이 흥미를 가지고 그 문제를 해결하기 위해 실험을 설계하여 문제를 해결해 나가는 것이다(예비교사 L, 사전설문)
- 학생 스스로 문제를 해결해 나가는 수업(예비교사 C, 사후설문)
- 문제현상을 인지하고 학생이 문제해결을 논리적으로 풀어나가는 수업(예비교사 E, 사후설문)

또한 ‘논의’가 탐구 중심 과학 수업의 중요한 요소라고 언급한 예비교사는 사전 4명에서 사후 7명으로 늘어났다. 과학 탐구 과정에서 동료간에 의견을 교환하고 토론하는 중요성을 인식하는 예비교사가 더 많아졌으나 상대적으로 적은 수이다.

- 충분히 스스로 정리한 생각을 서로 공유할 시간(발표)도 주어져야 한다(예비교사 A, 사전설문)
- 탐구 중심의 과학수업은 ...의견을 나눌 수 있는 분위기가 형성되어야 합니다(예비교사 G, 사후설문)
- 탐구는 같이 토론해 가고...일단 다른 사람의 의견을 들어보자 나요. 탐구라는 게 문제제기를 하고
- 각자 하는 방법이 다른데 그걸 더 종합해서 이끌어 나갈 수 있을 거 같기도 하고(예비교사 E, 사후면담)

다음으로 과학 탐구 내에서 논의의 역할에 대한 문항(Table 1)에 대해서는 ‘의견 교환’이라는 응답이 사전에 10명, 사후에는 14명으로 대다수의 예비교사가 과학 탐구에서 논의는 다양한 의견을 들어볼 수 있는 기회라고 이해하고 있었다.

- 다른 사람들의 생각을 듣고 나와 다른 점은 무엇인지, 내가 가진 지식과 다른 지식을 함께 공유할 수 있게 하는 것이다(예비교사 E, 사전설문)
- 자신의 지식을 말로 표현하고 다른 학생의 과학적 지식을 들음으로써..(예비교사 O, 사후설문)

과학 탐구에서의 논의를 통해 ‘지식이 형성’된다는 의견이 그 다음으로 많았다. 단순히 ‘의견을 나누는 것’을 넘어서 논의를 통해 지식을 형성하고 확장시킬 수 있다는 논의의 중요한 역할을 이해하는 학생이 사전에 6명, 사후에 7명이었다.

- 더 완성된 이론이나 결론을 도출하는 것(예비교사 B, 사전설문)

- 자신의 지식을 말로 표현하고 다른 학생의 과학적 지식을 들음으로써 자신의 생각을 정리하고 새로운 지식을 형성할 수 있는 중요한 의미를 갖고 있다(예비교사 O, 사후설문)

논의를 ‘탐구의 일부’로 언급하여 탐구와 논의의 관련성을 이해하는 예비교사가 사전에 3명, 사후에는 6명으로 늘어났다.

- 과학자들의 탐구과정 중 하나(예비교사 N, 사전설문)
- 서로의 탐구과정에 대해 토론을 통해 이야기 나누며 그것을 통해 자신이 생각해 보지 못한 것에 대해 깨닫게 되거나 보안 점이나 더 좋은 방법은 없는지에 대해 자유롭게 이야기 하는 것(예비교사 L, 사후설문)

논의는 과학 탐구에서 ‘주장에 대하여 근거를 가지고 협의하는 과정’이라고 언급한 예비과학교사가 사전에 한 명도 없었던 반면, 사후에 7명이 이에 대해 언급하였다. 논의가 단순히 의견교환이 아니라 과학 탐구에서의 주장을 타당한 근거를 가지고 협의하고 합의해 나가는 논의 과정에 대하여 이해하고 있는 것으로 볼 수 있다.

- 다른 사람의 의견 중에서 올바른 것은 수용하고 자신의 주장을 적절한 근거를 이용하여 이야기 하는 것(예비교사, 사후설문)
- 나의 생각을 정리하고 바른 근거를 제시할 수 있는...다른 사람의 의견을 경청하고 나의 생각과 어떻게 다른지 무엇이 좀더 나와 다른 사람에게 보완되어야 하는지 의견을 교환하는 것(예비교사 K, 사후설문)

이 연구에서 예비과학교사의 과학 탐구에 대한 경험은(Table 1) 매우 제한적인 것으로 나타났다. 6명의 예비과학교사는 과학 탐구의 경험이 전혀 없다고 응답하였다. 탐구의 경험이 있다고 답한 예비교사 중에 논의를 포함한 탐구, 즉 실험 결과에 대하여 학급 동료 또는 과학 교사와 토론을 한 경험이 있다고 응답한 학생은 3명이었다. 나머지 8명은 실험 수행 경험만을 언급하였다. 토론 경험이 있다고 응답한 3명중 2명은 과학 동아리 또는 과학 중점 고등학교에서 주제선정, 실험 계획 수립, 관찰, 실험결과 해석 과정에서 토론하는 경험을 해보았다고 하였고, 한 명은 일반 화학 수업시간에 기체확산속도법칙에 관련된 원리를 배우기 전에 실험을 하고 토론이 많이 이루어졌다고 답했다. 이처럼 이 연구에서 예비과학교사들의 과학 수업 경험은 대부분 강의 또는 확인실험 위주였고, 논의가 포함된 과학 탐구에의 경험은 매우 제한적이었음을 알 수

있다.

사전설문에서 예비교사의 탐구에 대한 이해가 ‘학생중심이다’ 또는 ‘과학 탐구 단계’ 등 단편적으로 나타난 것은 당연한 결과일 것이다. 직접적인 과학 탐구 경험이 없이 교과서나 교재를 통해 배운 지식을 바탕으로 과학 탐구에 대한 이해를 하고 있고, 탐구에서의 논의의 역할에 대해서도 의견 공유라고 단순하게 답한 경우가 대다수였다. 사전 설문 이후 예비교사들은 한 학기 동안 화학교과교재및연구법의 수업을 통해 과학 탐구와 논의의 역할에 대하여 배우고 논의가 포함된 탐구활동을 학생입장에서 경험하였다. 사후 설문에서는 논의를 과학 탐구의 중요한 요소로서 언급하고 의사소통을 통하여 탐구에 관련된 주장과 근거를 협상하는 과정으로 논의의 역할을 이해하는 예비교사의 수가 늘어났다. 그러나 그 수가 전체에 비해 상대적으로 적은 수에 불과한 것은 본 연구에서의 강의나 탐구 경험이 장기간의 초 중 고등학교 과학 수업 경험을 통해 형성된 과학 탐구에 대한 이해를 변화, 확장시키기에는 부족했음을 시사한다.

예비과학교사의 논의가 강조된 과학 탐구 수업에 대한 인식

탐구 중심의 과학 교수·학습이 강조되는 이유(Table 2)에 대하여 ‘과학 자체가 탐구 이므로’ 라고 응답한 예비교사가 가장 많았고, ‘진정한 과학 학습을 위해’ 필요하다고 응답한 경우가 그 다음으로 많았다. 사전에는 한 명도 없었던 ‘학생의 흥미 또는 동기유발에 도움이 된다’는 응답이 사후에는 6명으로 늘어났고, ‘일상생활에서의 문제 해결력의 향상에 도움이 된다’ 라고 답한 경우도 사전 1명에 비해 사후 4명으로 증가하였다.

과학 자체가 탐구이므로 학생들도 탐구를 통해 과학을 배워야 한다는 응답은 사전 12명, 사후 9명으로 가장 많은 수의 예비교사들이 언급하였는데, 교수·학습이 그 학문의 기본 성격과 본성에 충실해야 한다고 인식하는 것으로 보인다.

- 탐구가 곧 과학이므로(예비교사 H, 사전설문)
- 과학자가 실제 과학을 하는 방법이기 때문에(예비교사 K, 사전설문)
- 과학이라는 학문이 탐구를 바탕으로 하는 학문이기 때

Table 2. Pre-service teacher views of argument-based inquiry approach

Code		Pre	Post
Rationale for Inquiry-based Science Teaching	Nature of science	12	9
	Authentic learning	6	7
	Scientific reasoning	4	3
	Daily life problem solving	1	4
	Students' interest/motivation	0	6
	Total	23	29
Challenges of Argument-Based Inquiry Approach	Teachers	0	12
	· Develop argument-based inquiry lesson plan	4	6
	· Stimulate students' engagement in argument-based inquiry		
	· Classroom management	3	5
	· Lack of experiences related to argument-based inquiry	0	2
	· Lack of understanding of student argumentation level	0	9
	· Collaborate with colleagues	0	3
Subtotal	7	37	
Students	· Inactive students' participation	9	2
	· Lack of students' motivation	0	6
	· Prior knowledge	1	0
	· Ineffectiveness	2	1
	Subtotal	12	13
Environment	· Teacher accountability	3	6
	· Limited time	4	11
	· Physical environment (Laboratory room)	0	7
	· Unsupportive parents and colleagues	0	3
	· Textbooks and teaching materials	0	2
	Subtotal	7	29
Total	26	79	
Self-Efficacy on Argument-Based Inquiry Approach	· Positive		11
	· Negative		6
	Total		17

문에...(예비교사 O, 사후설문)

- 과학이라는 학문은 탐구를 기반으로 만들어졌기 때문에 과학이라는 학문을 배우기 위해서 탐구 또한 배워야 하는 것(예비교사 G, 사후설문)

탐구 중심의 과학 수업이 학생의 진정한 학습(authentic learning)을 유도함을 언급한 예비교사도 사전 6명, 사후 7명으로 다수 있었다. 탐구 중심의 과학 수업에서는 교사의 일방적인 강의를 통해 전달되는 개념을 수동적으로 받아들이는 것이 아니라 학생들이 스스로 과학 개념을 형성해 나가므로 진정한 유의미한 학습으로 이어질 거라 인식하였다.

- 무엇을 배우는지 왜 배우는지에 대한 이해가 잘되고 학습효과를 높일 수 있다(예비교사 O, 사전설문)
- 의미 있는 Learning이 일어날 수 있기 때문이다(예비교사 J, 사후설문)

탐구 중심 과학 수업이 학생의 동기 부여에 유익하다고 답한 경우가 사전에는 한 명도 없었으나 사후에는 6명으로 늘어났다. 과학에 대한 학생들의 흥미, 관심, 동기유발 등을 탐구 중심 과학 수업의 장점으로 인식한다는 것은 고무적이다.

- 과학지식을 단순히 습득하는 것이 아니라 탐구를 통해 배우면 학생들의 학문에 대한 관심 또한 높아지리 것이라고 기대할 수 있습니다(예비교사 G, 사후설문)
- 과학 수업 중 학생들이 가장 흥미를 느낄 수 있는 부분이라고 생각한다(예비교사 C, 사후설문)

탐구 중심 과학 수업을 통해 학생들이 실생활에서 문제 해결을 해결할 수 있는 능력을 향상 시킬 수 있다는 이점을 언급한 경우가 사전 1명보다 사후에 4명으로 늘어났다. 학생들의 문제해결력과 같은 중요한 과학교육의 목표를 달성하는데 탐구 중심 과학 수업이 유익할 것이라는 것을 인식하는 것으로 보인다.

- 과학적인 탐구 방식을 통해 학생들이 실생활에서 문제 해결을 논리적으로 할 수 있고, 과학지식을 자기 것으로 만들어서 유용하게 쓸 수 있다(예비교사 B, 사후설문)

또한 예비과학교사들은 논의 중심의 탐구 수업에 관련된 여러 가지 어려움에 대하여 언급하였다(Table 2). 교사의 지식이나 능력에 대한 문제점 언급은 사전(7)보다 사후(37)에 크게 늘어났고, 학생의 동기부족 또는 소극적 참여

에 따른 어려움은 사전(12)과 사후(13)에 거의 비슷하였다. 교육과정, 제한된 시간, 실험실 환경, 탐구수업자료, 및 학부모 지원 등 물리적 환경에 대한 우려도 사전(7)보다 사후(29)에 크게 늘어났다.

사전에는 학생들의 저조한 참여가 과학 탐구에 논의를 수행하는 데 어려움이 될 것이라고 언급한 예비교사가 가장 많아 9명이었고 사후에는 2명이 있었다. 탐구 중심 과학 수업 실현을 위한 교사의 역할에 대한 언급은 없이 단순히 학생들이 논의에 참여하지 않을 것이라고 답하는 경우가 사전에는 과반수 이상이었으나 사후에는 이와 같은 목소리는 줄어들었다.

- 학생들 중에서 소극적이거나 발표를 유난히 싫어하는 학생은 수업에 참여하기 힘들지도 모른다(예비교사 I, 사전설문)
- 토론, 토의에 익숙해 하는 학생들이 적어 토론, 토의 논의에 참여하는 학생은 극소수에 불과할 수 있다(예비교사 L, 사전설문)
- 참여가 안 될 거 같고(예비교사 G, 사후면담)

반면 교사의 논의 중심 탐구 수업 지도안 작성의 어려움을 언급한 예비교사 수는 사전에는 전혀 없었으나 사후에는 12명으로 가장 많았다. 사전에는 탐구 중심 과학 수업에서 교사가 무엇을 어떻게 준비해야 하는지 고려하지 못하였으나 사후에는 학생들의 동기유발, 문제제기 브레인스토밍 등을 위한 교사의 발문을 포함한 교수-학습 계획안을 매우 치밀하고 체계적으로 준비하고 계획하여야 함을 알게 된 것으로 보인다.

- 되게 생각을 많이 해야 되잖아요. 그러니까 만약에 어떤 개념을 가르치고 싶은데 그 개념에 맞는 질문도 생각해 봐야 되고 그 질문에 대답을 할 수 있는 실험이 뭐가 있을까 또 생각을 해야 되고(예비교사 C, 사후면담)
- 일단 탐구수업 같은 경우에는 학생들 스스로 하려는 기회를 주려고 만든거니까 질문을 준비해간다면 학생들의 예상 반응, 학생들이 이렇게 질문했을 땐 어떻게 생각할 것인가. 많은 생각을 하고 가야 되는데(예비교사 G, 사후면담)

또한 학생들 논의 능력에 대한 교사의 이해 부족 때문에 논의 중심 탐구 수업 수행이 어려울 것이라는 의견도 사전에는 전혀 없었으나 사후에는 9명으로 늘어났다. 이는 학생들이 논의에 참여하도록 유도하고 독려하기 위해서는 학생의 논의 능력이나 수준에 대한 교사의 이해가 선행되어야 함을 인식하게 된 것을 보여준다.

- 애들이 어떻게 생각하냐에 따라서 방향이 다르게 흘러 갈수도 있는거고(예비교사 F, 사후면담)
- 우선 아이들이 무슨 말을 할지 전혀 모르니까...(예비 교사H, 사후면담)
- 내가 이런말을 했을 때 학생들이 어떤 생각을 할지에 대한, 어떤 반응을 보일지에 대한..(예비교사 J, 사후면담)

교사의 논의 중심 탐구 수업 경험 부족과 관련된 어려움을 언급한 경우도 사후에 2명이었다. 예비교사 자신이 진정한 의미의 탐구 즉, 논의 중심 탐구 수업을 학생의 입장에서 경험해 본 적이 없어 탐구 중심 과학 교수-학습 과정에 대한 이해가 제한적이고 이에 따른 어려움을 토로한 경우이다.

- 제가 교육을 받았던 방식이랑 달라서. 무의식 중에 제가 가지고 있는 교육 방식이 나오게 될테니까 그것도 힘들 것 같고(예비교사 B, 사후면담)
- 제가 받아본적이 없으니까 옛날에 내가 그런 수업을 받았을 때 선생님이 어떻게 행동하셨고 어떤 말을 해주셨지 이런거가 하나도 없으니까 그걸 제가 지금 다 생각해서 수업을 해야되고 경험이 없는 상태에서 내가 새로운 걸 해야되는 거잖아요..(예비교사 D, 사후면담)

과학 수업시간에 논의하고 협의하고자 하는 의지나 동기가 없는 학생들을 논의하도록 유도하는 것도 어려울 것이라고 언급한 예비교사도 사후에 6명으로 늘어났다. 단순히 학생의 소극적인 참여를 걱정하기 보다는 학생들의 흥미나 동기유발이 중요하다는 점을 언급하였다.

- 엉뚱한 추측에 대해 무시하지 않고 적절한 방향으로 유도하는 것이 어려울것(예비교사 J, 사전설문)
- 어떻게 하면 학생들이 스스로 생각하게 할 수 있을까도 고민해야 하고 ...중간 중간에 어떤 질문을 해야 되는 지도 생각해야 하니깐... 자기가 예상할 수 없는 것에 대해서 예상해야 된다는 것도 그렇고...(예비교사 O, 사후면담)

논의 중심 과학 수업에서 학생 통제가 어려울 것이라는 의견도 사전 3명, 사후 5명이었다. 학생들의 논의나 토론이 강조되는 탐구 중심 과학 수업이 교사의 강의 중심 수업에 비하여 학생들의 다양한 아이디어 또는 학생 통제 등의 측면에서 더 어려울 것이라는 우려를 하는 경우이다.

- 주제가 다른 길로 새버리고(예비교사 B, 사전설문)
- 저는 그 classroom management 그게 되게 걱정도

많이 되고 일단 안전사고 이런 것도 많이 걱정이 되고 그러니까 학생들을 어떻게 통제해야 될지는 아직 그 방법을 전혀 모르겠어요(예비교사 C, 사후면담)

대학 입시 준비에 대한 교사의 부담감을 언급한 경우가 사전 3명 사후 6명이었고, 정해진 교육과정을 모두 이수해야 하기 때문에 상대적으로 시간이 많이 소요되는 논의 중심 탐구 수업을 수행하는 것이 어려울 것이라고 언급한 경우도 사전 4명, 사후 11명으로 많았다.

- 고등학생은 거의 입시 때문에 이론수업이 많이 강조되므로 수업을 하기가 힘들 수도 있다(예비교사 F, 사전설문)
- 수능때문에 막 정답 알려주기 바쁘고..수능 공부하는데 inquiry같은 건 크게 도움이 되지 않잖아요(예비교사 H, 사후면담)
- 수업진행속도가 느려질것이다. 정해진 진도가 있기 때문에 어려울것으로 예상된다(예비교사 C, 사전설문)
- 저한테 주어진 시간은 50분인데 우리는 흐름이 있어야 하는데 2,3일 후에 오면 얼마나 기억에 남아있을지도 모르고. 저는 3시간을 쫓고 싶은데 학교 사정상 안 되잖아요(예비교사 B, 사후면담)

향후 과학 수업에서 교사로서 논의 중심 탐구 수업을 할 수 있겠다 또는 하고 싶다고 한 예비교사는 11명이었고, 할 수 없겠다고 한 예비교사는 6명 이었다. 할 수 있겠다고 응답한 경우는 교사의 역할이 중요하므로, 교사가 발문법 등을 치밀하게 계획하여 준비하면 가능할 것이고 교사가 힘들겠지만 할 수 있을 것 같고 하고 싶다고 응답하였다. 여러 가지 어려움을 인식함에도 불구하고 사후에 대다수의 예비과학교사들이 논의 중심 탐구 수업을 활용한 수업을 할 수 있을 것 같다는 인식을 가진 것은 예비교사교육의 방향과 내용에 긍정적인 면을 시사한다.

사전에도 예비과학교사들은 논의가 강조된 과학 탐구 수업의 중요성이 강조되는 배경에 대하여 비교적 잘 이해하고 있었으나 과학교육 현장에서의 실행에 대하여 여러 가지 어려움과 문제점을 언급하였다. 사전에는 대부분의 예비교사들이 학생들의 소극적인 참여 때문에 논의 중심 탐구 수업을 수행하기 어려울 것이라고 답한 반면 사후에는 예비교사 자신의 수업지도안 계획 능력, 학생 논의 능력에 대한 교사의 지식, 학생들을 수업에 참여하도록 독려하고 이끄는 능력에 대하여 걱정하는 경우가 크게 늘어났다. 이는 본 연구에서의 수업 경험 이후에는 학생들의 논의에의 참여를 증진하기 위하여 학생의 수준에 대한 이해 및 전략적으로 조직화된 질문법 등의 교사의 철저한 준비가 학생들의 탐구와 논의에의 참여를 도모하

는데 중요함을 인식하게 된 것으로 볼 수 있다. 또한 사후에 탐구 중심 과학 수업이 학생들의 호기심과 동기유발을 할 수 있고 실생활에서의 문제 해결 능력을 향상하는 데 도움이 된다는 것을 인식하는 예비교사가 늘어난 것은 탐구에 대한 수업 경험이 인식 변화에 영향을 줄 수 있음을 시사한다.

결론 및 제언

이 연구 결과 예비과학교사들의 과학 탐구에 대한 이해가 매우 제한적인 것으로 드러났다. 단순히 과학 탐구는 학생중심이다 라고 언급하거나 문제인식, 가설설정, 실험설계, 실험수행, 결론도출 등의 정해진 과학적 방법(the scientific method)으로 이해하는 경우가 많았다. 또한 과학 탐구에서의 논의의 역할에 대해서도 단순히 의견 교환으로 이해하는 경우가 많았고, 과학 탐구의 요소로서 논의를 언급하거나 주장과 증거의 협상을 언급한 경우는 매우 드물었다. 대부분의 예비교사들이 논의 중심 탐구 수업의 경험이 거의 없고, 옳은 답을 찾는 확인 실험 및 강의 위주의 과학 수업 경험을 한 것으로 비추어 볼 때 사전 설문에서 과학 탐구에서의 논의의 중요성과 그 역할에 대한 이해가 부족한 것으로 나타난 것은 당연한 결과일 것이다. 이 연구에서 예비교사들은 논의를 강조한 탐구 즉, 문제를 제기하고 탐구과정을 설계하고, 자료를 수집, 해석하여, 주장과 이를 뒷받침하는 증거를 제시하고 협의하는 과정을 경험하였다. 또한 개발한 교수·학습지도안에 대하여 동료들과 토론 하면서 학생들의 논의활동을 활성화하기 위하여 개선할 수 있는 여러 가지 방안에 대하여 토론하였다. 이러한 경험 이후 학기말 설문에서는 여러 가지 방법의 문제 해결 과정으로서 과학 탐구를 이해하는 경우가 크게 늘어나고, 논의의 중요성과 역할에 대한 예비과학교사들의 이해도가 향상된 것을 알 수 있었다. 또한 과학탐구의 중요한 요소로서 주장과 증거를 가지고 협상하는 논의의 중요성을 인식하는 예비교사가 상당수 늘어났다. 사전에 대부분의 예비교사들이 학생들의 소극적인 참여 때문에 논의 중심 탐구 수업을 수행하기 어려울 것이라고 단순하게 답한 반면 사후에는 학생들의 논의에의 참여를 증진하기 위하여 학생의 수준에 대한 이해 및 전략적으로 조직화된 질문법 등의 교사의 철저한 준비가 학생들의 탐구와 논의에의 참여를 도모하는데 중요함을 인식하는 경우가 크게 늘어났다. 이와 같은 탐구에서의 논의에 대한 예비과학교사의 이해와 인식의 변화는 예비과학교사 양성 프로그램의 방향과 내용에 중요한 시사점을 제공한다.

그러나 사후에도 여전히 지식의 집합체로서 과학을 인

식하고 학생이 과학을 배우는데 있어 논의가 비효율적인 방법이라고 보거나 논의를 과학 교수법으로 활용하고자 하는 의지를 보이지 않은 예비교사가 일부 있었다. 논의를 과학 수업에 접목시키는 전략에 대해서 배운 한 학기의 수업보다는 12년 초 중 고등학교에서의 과학 수업 경험의 영향이 더 크게 작용하는 것으로 보인다. 논의와 탐구가 강조되고 있는 최근 과학교육의 패러다임에서 그러한 경험과 이해가 부족한 예비교사들에게 과학 탐구에서의 논의의 의미와 중요성을 강조할 뿐 아니라 학생의 입장에서 직접 경험할 기회를 충분히 제공하고 그 과정에 대하여 반성적 토론을 하도록 돕는 것이 필요할 것이다. 또한 예비교사가 논의를 과학 교수·학습에 접목시킬 수 있는 능력을 기르게 하기 위해서는 논의 중심 과학 수업을 어떻게 설계해야 하는지에 대하여 구체적이고 명확한 가이드 제공이 필요할 것이다. 논의 중심 탐구의 학생 참여를 유도할 수 있는 적절한 발문 등의 실제적인 안내를 한다면 예비교사의 실천적 지식의 함양을 도울 수 있을 것이다. 이를 바탕으로 실제로 수업을 계획하고 수업 시연을 할 수 있는 기회를 제공하여 학생들과의 상호작용이 일어나는 수업 수행의 과정에서 일어나는 어려움을 구체적으로 인식하고 이를 해결해 나가는 과정에 대하여 토론한다면 논의 중심 과학 탐구 수업을 지도할 수 있는 능력을 함양할 수 있을 것이다. 또한 학교 과학 수업에서 실행되는 논의 중심 탐구 수업을 관찰할 수 있다면 실제 수업 상황에서 일어나는 다양한 문제와 그 해결 과정을 간접적으로 경험함으로써 논의 중심 탐구 수업에 대하여 긍정적인 인식을 가지는데 도움이 될 것이다.

이 연구는 사범대학에서 화학교재및연구법을 수강한 학생들만을 연구 대상으로 하였다는 한계점이 있으므로 더 많은 관련 후속 연구가 수행될 필요가 있겠다. 뿐만 아니라 학교현장에서의 논의가 강조된 탐구 수업 실현을 위해서는 현장과학교사를 대상으로 하는 지속적인 교육과 연구도 수반되어야 할 것이다.

Acknowledgments. 이 연구는 2012학년도 이화여자대학교 교내연구비 지원에 의한 연구임.

REFERENCES

1. Bricker, L.; Bell, P. *Science Education* **2008**, *92*, 473.
2. Driver, R.; Newton, P.; Osborne, J. *Science Education* **2000**, *84*, 287.
3. Duschl, R. A. *Restructuring Science Education: The Importance of Theories and Their Development*; Teacher's College Press: New York, 1996.
4. Ford, M. *Science & Education* **2008**, *17*, 147.

5. Kuhn, D. *Science Education*, **1993**, 77, 319.
 6. National Research Council(NRC). *National Science Education Standards*; National Academy Press: Washington, D.C., 1996.
 7. National Research Council (NRC). *Inquiry and the National Science Education Standards*; National Academy Press: Washington, D.C., 2000.
 8. National Research Council (NRC). *Next Generation Science Standards*: National Academy Press: Washington, D.C., 2013.
 9. Asay, L. D.; Orgill, M. *Journal of Science Teacher Education* **2010**, 21, 57.
 10. Lee, H. Y.; Cho, H. J.; Sohn, J. J. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2009**, 29(6), 666.
 11. Abd-El-Khalick, F.; Boujaoude, S.; Duschl, R.; Lederman, N. G.; Mamlock-Naaman, R.; Hofstein, A.; Niaz, M.; Treagust, D.; Tuan, H.-L. *Science Education* **2004**, 88, 397.
 12. Kang, N. H.; Wallace, C. S. *Science Education* **2005**, 89, 140.
 13. Kang, N. H.; Orgill, M.; Crippen, K. J. *Journal of Science Teacher Education* **2008**, 19, 337.
 14. Keys, C. W.; Kennedy, V. *Journal of Science Teacher Education* **1999**, 10, 315.
 15. Sampson, V.; Blanchard, M. R. *Journal of Research in Science Teaching* **2012**, 49(9), 1122.
 16. Crawford, B. A. *Journal of Research in Science Teaching* **2000**, 37, 916.
 17. Lakshmanan, A.; Heath, B.; Perlmutter, A.; Elder, M. *Journal of Research in Science Teaching* **2011**, 48(5), 534.
 18. McNeill, K.; Knight, A. *Science Education* **2013**, 97, 936.
 19. Fogleman, J.; McNeil, K.; Krajcik, J. *Journal of Research in Science Teaching* **2011**, 48, 149.
 20. Osborne, J.; Erduran, S.; Simon, S. *Journal of Research in Science Teaching* **2004**, 41(10), 994.
 21. Osborne, J.; Simon, S.; Christodoulou, A.; Howell-Richardson, C.; Richardson, K. *Journal of Research in Science Teaching* **2013**, 50(3), 315.
 22. Simon, S.; Erduran, S.; Osborne, J. *International Journal of Science Education* **2006**, 28(2-3), 235.
 23. Windschitl, M. *Journal of Research in Science Teaching* **2004**, 41, 481.
 24. McNeill, K.; Krajcik, J. *Journal of Research in Science Teaching* **2008**, 45(1), 53.
 25. McNeill, K.; Pimentel, D. S. *Science Education* **2010**, 94, 203.
 26. Pimentel, D.; McNeill, K. *Science Education* **2013**, 97, 367.
 27. Shin, J. W.; Choi, A. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2014**, 34(2), 107.
 28. Cavagnetto, A. *Review of Educational Research* **2010**, 80(3), 336.
 29. Keys, C. W.; Hand, B.; Prain, V.; Collins, S. *Journal of Research in Science Teaching* **1999**, 36(10), 1065.
 30. Strauss, A.; Corbin, J. *Basics of Qualitative Research: Grounded Theory Procedures and Techniques*, 2nd ed.; Sage: Newbury Park, 1990.
-