



우리나라 예비 과학교사 교육 연구의 동향

이경건, 안태수, 문선영, 홍훈기*
서울대학교

Trends in Pre-service Science Teacher Education Research in Korea

Gyeong-Geon Lee, Taesoo An, Seonyeong Mun, Hun-Gi Hong*
Seoul National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 30 November 2021

Received in revised form

8 February 2022

Accepted 13 February 2022

Keywords:

pre-service teacher education,
science teacher education,
pre-service science teacher
education, research trend,
literature review

ABSTRACT

Pre-service science teacher education is important to elaborate the quality of science teaching and learning in schools. Therefore, many pre-service science teacher education researches have been done in Korea. However, almost no research has comprehensively reviewed those literatures including secondary teacher education context. This study reviewed 410 pre-service science teacher education researches in Korea, from 1995 to 2021 published by 17 journals in KCI. The trends were analyzed with respect to the number of article according to period, keyword frequency, and qualitative features. The qualitative features were coded in multiple aspects of pre-service teachers' type, major, subject-matter in research context, research approach, data type, and the number of participants. The results indicate that the number of research articles has increased by about 40 for every 5-year period. JKASE has published most articles, and the diversity of journals has increased since 2010. Keyword frequency revealed that scientific concepts, science teaching efficacy, nature of science, and other teaching and learning contexts were emphasized. In qualitative features, the most frequent pre-service type was secondary in 'general' science context. For research topic, 'pre-service teacher education program' and 'perception and cognitive domain' were the most frequent. Most of the articles have 'analyzed' the phenomena or consequence of educational issue. Most research was conducted with 11 to 30 participants. These patterns of qualitative features have differed according to period, and types of pre-service teacher. Suggestions for the future pre-service science teacher education research topic were explored, such as policy-administrative research, integrated science teacher education, teacher agency, and environmental education.

1. 서론 및 이론적 배경

21세기라는 거시적 교육 맥락은 정보통신기술과 인공지능의 발달로서 특징지어지곤 한다(OECD, 2019; KMOE, 2021c). 갈수록 발달하고 있는 인공지능 시스템은 학생들의 교수학습을 돕고 평가를 자동화하는 등 교육 맥락에 접목될 것으로 기대되고 있으며(Lee & Ha, 2020), 그 가운데 교사의 역할은 과연 어떻게 변화할 것인가에 대한 질문이 던져지고 있다. 대체로 인공지능은 교사의 역할 중 자동화 가능한 부분을 분담하여 교사의 부담을 줄이고, 교사는 교수학습 상황에서 교사와 학생 간 상호작용 등 인간만이 할 수 있는 일에 더욱 집중하게 될 것으로 본다(Luckin *et al.*, 2016). 결국, 인간이 인간을 길러내는 '교육'의 고유한 가치 하에(Cho, 1997) 앞으로도 교육 현장에서 교사의 중요성은 결코 감소하지 않을 것이다. 그리고 이에 따라 미래의 교육 현장에서 학생들을 가르치게 될 예비교사들을 양성하는 일 역시 여전히 중요성을 지닌다.

2021년 현재 우리나라 교육부는 「초·중등 교원양성체제 발전방안」을 통해 4차 산업 혁명, post 코로나, AI·빅데이터 기술 발전, 학령인구 감소, 학생 선택권의 확대 등을 미래 교육환경의 변화로 인식하고 이에 발맞추어 교원양성체제의 개편을 추진 중이다(KMOE,

2021b). 이 과정에서 거버넌스, 교원양성 교육과정, 초·중등교원 양성체제에 대한 논의가 지속되어야 한다는 점과 함께 이를 위해 교육청, 양성기관, 교원, 전문가 등의 이해당사자들이 관여하는 협의체를 구현하는 일이 추진 방안으로서 제시되고 있다(KMOE, 2021b). 이러한 정책 수립 과정에서 일반 국민, 학생, 학부모 모두 '개별 학생에게 관심을 쏟으며 이해와 소통을 하는 교사'를 희망하는 교사상 1순위로 꼽았다는 점이 반영되었다(Embrain Public, 2020). 결과적으로, 앞으로의 교원양성체제는 교과지식, 수업지도, 다교과 역량, 인성, 학습자 이해, 현장 이해 등 6가지 영역의 역량의 함양을 중시하면서 발전되어 갈 것이다(KMOE, 2021b).

이처럼, 시대의 흐름에 따라 과학교사의 역할이 변화되는 것은 자연스러운 일이다. 앞으로 과학교사는 지식을 가르치는 역할만을 담당하지 않을 것이며, 학생의 성장과 진로 개척을 함께하는 협력자, 표준화된 교육과정을 학습자를 위하여 재구성하는 수업 기획자, 학급 내의 갈등과 문제를 해결하는 소통·중재자, 변화에 대한 통찰력이 있고 새로운 기술을 수용하여 미래에 유연하게 대처하는 혁신가의 역할을 담당해야 할 것이다(KMOE, 2021b; cf. KMOE, 2021c). 이러한 교사 역할 변화는 OECD (2019)가 주도하고 있는 미래사회 역량기반 교육과정 담론인 Education 2030 프로젝트에서도 학생의 행위주체성

* 교신저자 : 홍훈기 (hghong@snu.ac.kr)
<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2022.42.1.127>

(agency)과 함께 발견되는 공동-행위주체성(co-agency)라는 용어로서 개념화되고 있다. 하지만 과학교사의 역할 변화 논의는 다가오는 미래사회에 대한 전망뿐만 아니라 지금까지 이루어져 왔던 교사교육의 실재를 돌아볼 때 교원양성정책에 보다 타당하고 실질적인 기여를 할 수 있을 것이다.

1. 예비 과학교사 교육과 우리나라 교원양성체제

과학교육은 학생들이 과학 지식과 탐구 학습을 통해 과학적 소양을 가진 시민으로 성장하는 것을 기본적인 목표로 한다고 할 수 있다(KMOE, 2015; AAAS, 1990). 이러한 과학교육을 교실 현장에서 실천하는 과학 교사의 질적 수준은 학업성취 수준을 포함하여 교육의 질에 크게 영향을 준다(Lee *et al.*, 2013). 예컨대, 우리나라 학생들이 비교적 뛰어난 과학 성취를 보이고 있는 PISA 2015 등의 국제비교평가에서도 과학 교사의 효능감, 지지, 맞춤식 수업 등이 학생들의 과학 성취도에 유의미한 영향을 미친다는 점이 알려졌다(Kim, Min *et al.*, 2018; Ku & Koo, 2018). 하지만, 현직에서 경험을 쌓은 교사들과 예비 교사들의 전문성 수준은 차이가 나기 마련이다. Barnett & Hodson (2001)은 모범적인 과학교사는 수업에서 활용해야 하는 학문적이고 연구와 관련된 지식, 교과교육학 지식, 전문 지식, 교실 지식을 활용하여 수업을 할 수 있어야 하며, 예비교사나 신규교사는 교수내용지식(Pedagogical Content Knowledge, PCK)을 통해 이를 발달시킬 수 있다고 제안하였다. 곧, 예비 과학교사들이 앞으로 가르칠 학생들의 유의미한 과학 학습 경험을 위해서는, 그들이 바람직한 과학 교사 전문성을 펼 수 있도록 하는 예비교사 교육이 반드시 필요하다(Erduran & Kaya, 2019; van Driel *et al.*, 2014; Loughran, 2007).

우리나라 교원양성체제는 해방 이후 초등교육과 중등교육이 나뉘어 형성되어 왔으며, 교원자격제도를 취득하는 경로 또한 정규교원양성기관 졸업 이외에도 교직과정 이수 등의 방법이 존재하는 등 복잡다단한 양상을 보인다(Yoon *et al.*, 2002, pp. 171-202). 예비교사들은 교과내용학, 교과교육학, 교직이론 수업을 수강한 후에 4주간의 교육실습을 거치게 되는 것이 보통이다. 예컨대 사범대학 졸업자의 교원자격 무시험검정 합격기준을 살펴보자면, 2009학년도 이후 입학자는 기본이수과목 21학점(7과목), 교과교육영역 8학점(3과목), 교직과목 22학점(교직이론, 교직소양, 교육실습) 이상을 이수하여야만 하는 상황이다(KMOE, 2021a). 그러나 이러한 체제는 타 전공들에 비하여 교원양성교육의 특색을 살리지 못할 뿐만 아니라 4주간의 교육실습이 교사 전문성을 기르기에는 너무 짧다는 비판 등을 일찍이 받아왔다(Yoon *et al.*, 2002).

Park *et al.* (2008)은 우리나라 사범대학 교육과정 중 가장 핵심이라 할 수 있는 4주간의 교육실습 이후에도 예비 과학교사의 내용 지식과 학생 이해에 대한 지식 등이 매우 부족하고 과학 교수 지향이 바람직하지 않은 등의 상황이 나타나고 있다고 지적하였다. 비교적 근래에 Kim, Lee *et al.* (2015) 역시 우리나라 사범대학은 과학 및 수학 교과내용학의 측면에서 교사들에게 비교적 충분한 학습기회를 제공하지만 교과교육학 및 교직이론에서는 현장 적합성이 상대적으로 부족하여 교사의 역량 향상을 위한 기회를 제공하지 못한다고 보았다. 그런 면에서, 교육부가 2018년부터 추진하여 2021년 현재 공청회 단계에 진입한 「초·중등 교원양성체제 발전방안」은(KMOE, 2021b) 과학

예비교사 교육에도 작지 않은 영향력을 미칠 것으로 예상되고 있다.

2. 국내 예비 과학교사 교육 연구에 관한 문헌 고찰 사례

교원양성체제를 혁신하기 위해서는 지금까지 우리나라에서 예비 교사교육이 어떻게 이루어져 왔는가를 돌아보는 일이 요구된다. 과학과의 입장에서 지금까지 우리나라의 예비 과학교사 교육이 어떻게 이루어져 왔는가를 학술 연구의 측면에서 일목요연하게 바라보는 작업이 그러한 요구를 충족시키는 일환이 될 수 있다. 우리나라의 많은 과학교육 연구자들은 지금까지 예비 과학교사 교육을 개선하기 위하여 많은 연구를 수행하고 이를 학술논문의 형태로 보고하여 왔다. 국내 예비 과학교사 교육 연구 문헌들은 상당한 양으로 축적되어, 2021년 8월 1일 현재 한국학술지인용색인(Korea Citation Index, KCI) 데이터베이스에서는 500건 이상의 학술논문이 검색되고 있다.

축적된 연구문헌들에 대한 메타적 고찰을 통해 연구 동향을 파악하는 일은 지금까지 해당 주제의 연구사가 어떻게 흘러왔는지를 파악하게 하고 향후 연구가 나아갈 방향을 제시한다는 점에서 가치 있는 일이다. 지금까지 국내 과학교육 연구의 동향을 살펴보는 연구들이 적지 않게 보고되어 왔다. 그 일부 사례로서 학생의 과학 학습 관련 국내 과학교육 연구의 동향이나(Kim, Paik *et al.*, 2015) 한국 초등 과학교육의 연구 동향을 포괄적으로 살펴본 연구가 있었는가 하면(Lee & Hong, 2013), 우리나라 과학교육 관련 학회지에서 Piaget, Bruner, Ausubel과 관련된 다소 이론적인 측면에서 연구 동향을 살펴본 연구(Lee *et al.*, 2007), 유아 과학교육 프로그램의 연구 동향을 분석한 연구(Kim *et al.*, 2012), 텍스트 네트워크 분석을 활용하여 태도 관련 국내 과학교육 연구 동향을 분석한 경우도 있었다(Hong, 2019). 그러나 예비 과학교사 교육 연구의 동향을 파악하려는 시도는 국내에서 비교적 드물게 이루어져 왔다. 예비 과학교사 교육과 관련한 국내 연구 동향을 보고한 사례는 4건을 지목할 수 있는데, 이들은 모두 유치등 과학교육과 관련 있는 문헌들이다.

우선 Kim *et al.* (2012)은 유아과학교육을 위한 교사교육연구의 동향을 보고하기 위하여 1998년부터 2011년까지 보고된 학술지 및 학위논문 43편을 분석 대상으로 삼았다. 그들에 따르면 예비 및 현직 유아교사를 대상으로 한 연구들에서 연구 방법은 질적 연구 방법으로서의 내용분석 방법이 가장 많이 활용되었고, 연구 주제로서는 교사들의 태도 및 인식 변화에 대한 것이 주를 이루었다. 교사교육의 접근법으로서의 구성주의, 탐구중심, 반성적 교수, 개념도 전략 접근법이 많이 활용되었으며 교수전략으로서의 반성적 저널 쓰기, 협의 및 토의, 강의, 수업 사례, 면담이 빈번히 활용되었다. 이들은 2000년대 이후 유아과학을 위한 교사교육이 빠르게 증가하는 추세에 있으며 연구 방법, 교육 목적, 교수 전략 등이 점차 중첩되고 있음을 지적하였다.

Lee & Kim (2016)은 예술 활동과 통합한 유아과학교육 연구 동향을 파악하기 위하여 2000년에서 2015년까지 발간된 관련 논문 총 78편을 분석하였다. 분석 결과 문학, 미술과 통합한 연구가 많이 나타났고 대부분의 연구가 양적 연구 방법을 활용하고 관찰법을 통해 자료 수집이 이루어졌으며 연구 참여자의 수가 30~59명인 연구가 가장 많았다. 내용적인 측면에서는 개발한 프로그램을 적용함으로써 효과를 알아보는 연구가 주로 이루어졌다. 유아 발달 영역에 대한 프로그램의 효과를 알아본 연구에서는 약 65%가 과학적 태도, 과학과정

지식, 과학적 탐구능력 등 과학과 관련한 능력을 발달 변인으로 설정하였다. 연구 참여자의 측면에서 예비교사를 위한 연구는 1편, 현직교사를 대상으로 한 연구는 3편으로, 대부분이 만 5세의 유아 대상이며 0~4세의 영유아를 위한 과학교육은 고려되지 못하고 있음을 지적하였다.

Kim (2018)은 2007 개정 과학과 교육과정 각론 적용 시기(2009-2012년)와 2009 개정 과학과 교육과정 각론 적용 시기(2013-2017년)에 출판된 초등 예비교사 대상 과학교육 연구 논문 중 KCI 등재(후보) 논문 126편을 키워드 네트워크로 분석하였다. 그에 따르면 2007 개정 교육과정 시기에는 ‘인식’과 ‘PCK’(Pedagogical Content Knowledge)라는 키워드가 중심으로 나타났으며, 독창적이고 다양한 논문이 더욱 많이 보고되었다고 할 수 있다. 반면 2009 개정 교육과정 시기에는 ‘오개념’이라는 키워드가 중심으로 나타났다. 그런가 하면 두 시기 모두에서 중심성이 높았던 키워드는 ‘교수효능감’과 ‘동료교수’였다. 다만 Kim (2018)의 경우 연구 방법의 특징상 키워드 중심의 분석이 이루어져 일반적인 연구 동향 논문에서 보고하게 되는 연구 주제, 연구 방법, 연구 참여자 수 등의 정보를 제한적으로만 제공하고 있다.

한편 Lee (2020)는 2014년에서 2018년까지 5년간 유아과학교육에서 예비교사 및 현직교사를 대상으로 한 20편의 KCI 등재 논문을 분석하여 연구 동향을 보고하였다. 그에 따르면 현직교사를 대상으로 한 논문이(55%) 예비교사를 대상으로 한 논문보다(45%) 비율이 높았다. 연구 주제로서는 교사들의 과학교수효능감과 인식이 많은 편이며, 구성주의 관점에서 과학 활동에 대한 반성적 성찰이 주요 키워드로 도출되었다. 그리고 연구 방법 면에서는 설문지 연구가 35%, 질적 면담에 기반한 연구가 35%를 차지하였으나 문헌 연구는 이루어지지 않았다고 지적하였다.

위와 같이 지금까지 국내 예비 과학교사 교육에 대한 문헌 고찰 사례들이 있었지만, 현재까지 국내 과학교육계에서 이루어진 예비 과학교사 교육 논문을 포괄적으로 고찰한 연구는 사실상 보고되지 않았다고 할 수 있으며, 그러한 연구가 여전히 요구된다는 점을 알 수 있다.

3. 포괄적·다각적 접근의 필요성

본 연구자들은 위에서 살펴본 선행 문헌들에 기반하여 새로운 문헌 고찰 연구의 필요성과 중점을 도출하였다. 첫째, 현재까지 보고된 예비 과학교사 교육 관련 문헌에 비하여 기존 연구 동향 논문의 분석 대상 수가 적었으므로 이를 늘리는 일이 요구된다. 둘째, 이는 또한 해당 연구들의 분석 대상이 유초등 예비 과학교사 관련 문헌으로 한정되었기 때문일 수 있으므로, 이를 중등 예비 과학교사 관련 연구로까지 확장하는 일이 요구된다. 셋째, 현직교사 대상 연구를 포함하기 보다 예비교사 교육에 더욱 초점을 맞춘 연구가 요구된다. 넷째, KCI 급 학술지에 출판된 논문을 중심으로 하는 분석을 통한 질적 제고가 요구된다. 다섯째, 2021년 현재의 시점에서 지금까지의 연구 동향을 시기별로 살펴보는 일이 요구된다.

이와 함께, 본 연구자들은 국내 예비 과학교사 교육 연구 동향을 살펴보기 위해서는 보다 다각적인 접근이 필요하다고 인식하게 되었다. 그러므로 논문의 저자들이 직접 제시한 초록이나 주제어 등의

키워드를 살펴보는 방법이나(cf. Kim *et al.*, 2018), 연구 동향을 파악하고자 하는 연구자들이 논문의 속성에 대한 질적인 코딩을 수행하는 방법(e.g., Kim *et al.*, 2012; Lee & Kim, 2016; Lee, 2020) 모두 각각의 의미를 지닐 수 있으며 이러한 정보들을 통합할 때 연구 동향을 포괄적으로 파악할 수 있다고 보았다. 특히 질적인 코딩에 있어서 되도록 예비교사 유형/전공, 연구맥락 교과, 연구 주제, 접근 방법, 자료 유형, 연구 참여자 수 등 여러 측면을 살펴보는 일이 향후의 예비 과학교사 교육 연구가 나아가야 할 방향을 가늠하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

4. 연구 문제

이에 본 연구에서는 지금까지 국내에서 보고되었던 예비 과학교사 교육 관련 연구 논문의 동향을 살펴보고자 하였다. 본 연구의 세부 연구 문제는 다음과 같다.

1. 예비 과학교사 교육 관련 국내 연구 문헌 수의 동향은 어떠한가?
2. 예비 과학교사 교육 관련 국내 연구 문헌의 주제어의 동향은 어떠한가?
3. 예비 과학교사 교육 관련 국내 연구 문헌의 질적 속성의 동향은 어떠한가?

II. 연구 방법

1. 분석 대상 문헌 수집 및 선정

본 연구자들은 2021년 8월 1일 현재로서 한국학술지인용색인(<https://www.kci.go.kr/>; KCI)에서 ‘예비 과학 교사 교육’이라는 검색어를 논문 제목, 초록, 주제어(keyword) 필드에서 검색하였다.¹⁾ 검색 결과를 KCI 등재지 이상 학술 논문으로 한정된 결과, 97개 학술지에 게재된 총 728건의 문헌이 나타났다. 이 중 예비 과학교사 교육을 실질적인 주요 연구 주제로 삼는 학술지를 선정하기 위하여 2021년 8월 1일 현재까지 10건 이상의 논문이 검색된 학술지로 범위를 축소 한 결과, 18개 학술지에 게재된 546건의 문헌이 나타났으며, 이 중 중복하여 검색된 11건의 논문을 제외하였다.

연구자 3인이 535건의 논문들의 제목, 초록, 주제어를 읽으며 예비 과학교사 교육과 직접적인 관련이 없는 문헌을 다시 한 번 제거하는 과정을 거쳤다. 이 과정을 거쳐 제외된 125건의 논문들은 예비 과학교사 교육을 간접적으로 언급한 사례들로서, 과학교육 연구의 동향을 파악하는 문헌 리뷰이거나, 교사교육 맥락이기는 하나 과학 교과를 단순 언급하였거나, 예비교사 교육 맥락과 직접적인 관계가 없는 연구이지만 단순히 연구 참여자가 예비 과학교사인 경우 등이었다. 최종적으로 선정한 분석 대상 문헌은 17개 학술지에 출판된 410건이었으며, 이를 학술지별로 나열하면 Table 1과 같다.

1) 연구 동향 논문에서 분석 대상 문헌을 검색 및 선정하기 위하여 다양한 조합의 검색어를 활용하는 것이 일반적이다. 본 연구자들도 그러한 작업을 수행하고자 하였으나, 단순한 단어의 나열에 해당하는 본 연구의 검색어 특성상 분석의 잠정적 대상이 되는 문헌들은 ‘예비 과학 교사 교육’으로 검색하였을 때 가장 많이 등장하였고, 다른 단어를 추가할 때 오히려 검색 결과로서 등장하는 문헌의 수가 감소하였다. 이에 연구자들은 ‘예비 과학 교사 교육’이라는 검색어가 본 연구의 취지와 목적에 맞추어 볼 때 최적이라고 판단하였다.

Table 1. Number of published pre-service science teacher education research article according to journal (codes are given by researchers)

학술지 (코드)	발행기관명	논문 수
한국과학교육학회지 (A)	한국과학교육학회	94
초등과학교육 (B)	한국초등과학교육학회	60
생물교육 (C)	한국생물교육학회	46
학습자중심교과교육연구 (D)	학습자중심교과교육학회	30
한국지구과학회지 (E)	한국지구과학회	28
대한지구과학교육학회지 (F)	대한지구과학교육학회	22
대한화학회지 (G)	대한화학회	21
새물리 (H)	한국물리학회	19
유아교육연구 (I)	한국유아교육학회	17
교과교육학연구 (J)	이화여자대학교 사범대학 교과교육연구소	13
유아교육학논집 (K)	한국영유아교원교육학회	11
교원교육 (L)	한국교원대학교 교육연구원	11
열린유아교육연구 (M)	한국열린유아교육학회	8
예술인문사회융합멀티미디어논문지 (N)	사단법인 인문사회과학기술융합학회	9
현장과학교육 (O)	한국현장과학교육학회	8
과학교육연구지 (P)	경북대학교 과학교육연구소	8
한국교원교육연구 (Q)	한국교원교육학회	5
총합		410

2. 분석 방법

가. 주제어 빈도 분석

예비 과학교사 교육 관련 문헌을 질적으로 분석하기에 앞서, 지금까지 적지 않은 수가 누적되어 온 데이터를 양적으로 분석하는 일이 선이해를 도울 수 있다고 보았다. 이에 두 가지의 사전(preliminary) 빈도 분석을 실시하였다. 첫째로, Table 1에서 제시한 학술지별로 예비 과학교사 교육 관련 논문의 출판 수를 시계열적으로 조사하였다. 둘째로 분석 대상 문헌들에 제시된 주제어(keyword)에 대한 빈도 분석을 실시하였다. 주제어를 분석한 이유는 그것이 연구자 자신들이 해당 논문에서 가장 중요한 이론이나 내용 등을 선정한 결과라고 할 수 있기 때문이다. 빈도 분석을 위한 말뭉치(corpus)를 구성하기 위하여 KCI 데이터베이스에서 제공하고 있는 각 논문의 주제어 자료를 활용하되, 국문 주제어가 직접 데이터베이스에 연결되지 않은 경우 연구자들이 논문 원문을 확인하여 이를 확보하는 작업을 진행하였다. 또한 일부 학술지들의 경우 영문 주제어만을 논문에서 제시하고 있으므로(예: ‘생물교육’) 이러한 경우에는 연구자들이 해당 논문 원문의 용례를 일차적으로 참조하고 타 문헌들의 용례를 부차적으로 참조하여 영문 주제어를 국문으로 번역하여 분석 대상으로 삼았다. 이 과정에서, 2001년 및 그 이전에 보고된 10여개의 문헌은 논문 내에서 주제어가 제시되지 않는 경우가 있었으므로 주제어 빈도 분석에서 제외하였고 결과적으로 총 399개 논문의 주제어를 분석하였다. 주제어 빈도 분석은 두 가지 방법으로 진행하였다. 먼저는 분석 대상 문헌에서 저자들이 직접 제시한 주제어의 빈도를 분석하였다. 그런데 주제어들은 유사한 의미를 지닌 표현들이 띄어쓰기를 비롯한 사소한 차이로 다른 종류의 주제어로서 제시될 가능성이 높다(예: ‘예비교사의 인식’과 ‘예비교사 인식’). 이에 주제어 말뭉치의 명사와 동사를 추출하여

다시 빈도 분석을 수행하였다. 형태소 분석 및 빈도 분석은 Python 3.6.2 환경에서 KoNLpy 0.5.2 패키지의 Okt(Open Korean Text) 모듈을 활용하여 수행하였다.

나. 질적 속성 코딩

질적 코딩에는 과학교육 전문가 1인, 박사수료 1인, 석사과정 2인이 참여하였다. 연구자들은 우선 분석 대상 문헌들 중 일부를 추출한 후에, 이와 함께 과학 교사교육 관련 선행 문헌(Kim et al., 2011; Lee et al., 2013; Lee & Kim, 2016; Kim 2018; Erduran & Kaya, 2019; Lee, 2020), 국내 과학교육 관련 연구 동향 선행문헌(Lee et al., 2007; Kim et al., 2012; Lee & Hong, 2013; Kim, Paik et al., 2015; Hong, 2019), 그리고 후술할 본 연구에서의 주제어 빈도 분석 결과를 참조하면서 분석 틀을 고안하였다(Table 2). 이 분석 틀에서 기본적으로 중복 코딩이 허용되었다. 초기 협의를 거쳐 구축된 분석 틀을 기반으로, 2000년대 이후 출판된 논문 중 인용 수가 가장 높은 20여 개의 논문을 대상으로 개별적 파일럿 코딩을 진행하였다. 파일럿 코딩한 논문들에서 예비교사 유형, 예비교사 전공, 연구맥락 교과, 연구 참여자 수에서는 차이가 거의 발생하지 않았으며 연구 주제 및 연구 방법에 있어서는 약간의 차이가 발생함을 확인하였다. 연구자들은 협의회에서 논문의 본문을 함께 읽으며 분석 틀 및 코딩을 보완하였고, 다른 연구자들과의 협의를 통해 합의된 결과를 도출하기 위한 체제를 수립하였다. 이후 연구자들은 100여 건의 논문에 대한 개별적인 예비 코딩 이후에 협의회를 갖는 과정을 다시 한 번 반복하였으며, 이를 통해 다시 한 번 분석 틀을 정교화할 뿐 아니라 분석의 타당성을 확보하고자 노력하였다. 이후 연구자들은 정기적인 협의회 안에서 모든 분석 대상 논문의 본문을 다시 함께 확인하며, 동시에 코딩을 수행하였다.

Table 2. Analytical framework for qualitative coding on pre-service science teacher education research article

항목	내용	예시 문헌	
예비교사 유형	유아, 초등, 중등		
예비교사 전공	일반, 물리, 화학, 생물, 지구과학		
연구맥락 교과	일반, 물리, 화학, 생물, 지구과학, 융합(STEAM 등)		
연구 주제	1 과학 개념 및 지식	- 예비 과학교사들의 (오)개념 조사, (오)개념 형성, 인지갈등 등	Kim et al. (2007); Won et al. (2010); Ha (2016)
	2 과학의 본성	- 예비 과학교사들이 과학의 본성을 접하고 습득하는 과정, 과학사 및 과학철학, 인식론적 및 존재론적 신념 등	Nam et al. (2007); Kim et al. (2008); An & Kim (2011)
	3 인식 및 정의적 영역	- 예비 과학교사들의 인식, 신념, 태도, 동기, 효능감, 정체성 등	Park. (1998); Park & Kim (2011); Jang & Hong (2020)
	4 PCK 및 역량	- 예비 과학교사들의 수업과 관련된 PCK(교수내용지식), 역량, 반성적 사고 등	Jang (2006); Yoon (2012); Noh et al. (2017)
	5 SSI 및 STS	- 과학 관련 사회 이슈(Socio-Scientific Issue, SSI) 및 과학-기술-사회 (Science-Technology-Society, STS)관련 주제	Lee (2008); Lee & Chang (2012); You et al. (2015)
	6 탐구 및 실험	- 예비 과학교사들의 탐구 및 실험 경험 등	Baek et al. (2015); Cho & Baek (2015); Kim & Ryu (2018)
	7 예비교사의 교수 설계 및 실행	- 예비 과학교사들이 직접 수업을 설계 및 실행하는 경험 (교재연구 및 지도법, 과학교육론 교생실습 등에서)	Chung et al. (2007); Jung & Lee (2016); Kim et al. (2018a)
	8 예비교사 교육 프로그램	- 예비 과학교사 대상 교육 프로그램의 분석, 효과 검증, 시사점 제안 등 (전공 수업, 교직 수업, 교생실습 등에서 연구자가 새로운 프로그램을 개발 및 적용)	Kim & Shim (2015a); Jeon & Yoon (2016); Lim (2017b)
	9 비형식 교육	- 과학관 학습, 과학 축제, 멘토링 등	Lee et al. (2014); Lim (2014); Im et al. (2018)
접근 방법	효과	- 특정 교육 프로그램의 효과 등. 사전-사후에 양적으로나 질적으로 예비교사의 변화를 살펴보는 경우	Cho (1999); Shin (2016); Jo et al. (2017)
	조사	- 행정적인 실태 조사, 단순한 사례 또는 인식 조사 등	Ahn et al. (1997); Song & Choi (2018); Chi & Kim (2011)
	분석	- 질적으로 깊이 있는(in-depth) 분석이 주요 연구 결과인 경우 - 양적 연구에서 인과성을 밝히거나 예측 모델을 만드는 경우	Lee (2011); Lim (2017a); Lee, Ryu et al. (2018)
	비교	- 2개 이상의 연구 대상 또는 주제에 대한 비교 및 관계 탐색	Lee (2006); Lim (2007); Kim & Shin (2008)
	개발	- 프로그램 개발, 검사지(설문지, 루브릭, 평가기준, ...) 개발 등	Kim & Kim (2020); Ha et al. (2019); Kim & Kang (2006)
자료 유형	양적	- 기술통계(설문지 등), 추리통계(준실험설계), 점수를 산출하기 위한 검사지	You et al. (2010); Jung et al. (2011); Ha (2017)
	질적	- 질적 면담, 질적으로 수집되는 설문지. 설문지에서의 개방형 문항(open question), 논변 활동, 질적 데이터의 수량화	Oh et al. (2008); Jeong et al. (2008); Lee & Shin (2021)
	산출물	- 수업지도안, 반성적 저널, 과학적 글쓰기 등 예비교사의 산출물	Sung & Shim (2015); Lee, K. (2016); Na & Jang (2018)
	기타	- 교과서 분석, 문헌 리뷰, 데이터 마이닝 등	Kim et al. (2010); Ryoo et al. (2010); Kim (2013)
연구 참여자 수	예비교사 연구 참여자 수		

본 연구에서 구성 및 활용한 분석 틀에서(Table 2), 예비교사 유형은 연구 참여자들의 학교 유형(유아교육과, 교육대학, 사범대학)에 따라 ‘유아’, ‘초등’, ‘중등’으로 구분하였다. 예비교사 전공은 논문의 본문 내에 드러난 예비교사의 세부 전공을 의미한다. 예비교사의 전공이 유아 및 초등교육, 과학교육, 공통과학 등으로 표기된 경우에는 ‘일반’으로, 물리, 화학, 생물, 지구과학교육 등이 드러난 경우에는 해당 전공명으로 분류하였다. 연구맥락 교과는 연구가 이루어진 구체적인 맥락이 어떤 교과와 연관이 있었는가를 의미한다. 예컨대, ‘화학 교육론’ 또는 ‘화학 실험’ 등의 예비교사교육 과목에서 이루어진 연구의 경우 연구맥락 교과를 ‘화학’으로 분류하였다(e.g., Choi, 2014). 연구맥락 교과의 전반적인 분류 체계는 예비교사 전공의 분류 체계와 같이 ‘일반’에서부터 ‘지구과학’을 포함하였다. 다만, 보다 직접적으

로 융합적인 맥락을 강조하면서 STE(A)M교육이나 프로젝트기반 학습을 연구 맥락으로 삼은 경우에는 ‘융합’으로 분류하였다. 여기서, 예비교사의 전공과 연구맥락 교과가 다를 수 있음에 유의할 필요가 있다. 예컨대, 초등 예비교사에게 지구과학 관련 개념을 묻는 경우 예비교사 전공은 ‘일반’이지만 연구맥락 교과는 ‘지구과학’으로 코딩되었다(e.g., Oh & Oh, 2011).

연구 주제는 ‘과학 개념 및 지식’과 ‘과학의 본성’으로부터 ‘비형식 교육’에 이르기까지 9가지로 범주화하였다. 연구 주제의 범주는 초기에 상기한 선행 문헌들을 참조하여 일차적으로 도출하였으나, 코딩 과정에서 실제로 나타나는 빈도수가 과도하게 작은 것은 다른 것과 통합하거나 삭제하기도 하였다. ‘과학 개념 및 지식’은 예비 과학교사들이 특정한 과학 개념 및 지식을 올바르게 습득하고 있는지를 확인

하거나 이를 증진하는 데 관심을 둔 경우이다. ‘과학의 본성’은 예비 과학교사들이 과학의 본성을 접하고 습득하는 과정, 과학사 및 과학 철학, 예비교사들의 인식론이나 존재론 등의 철학적 관점에 관심을 둔 경우이다. 예컨대 구성주의적 인식론에 관하여 논하는 문헌들은 이로 분류되었다(e.g., Kwak, 2002; Cho & Choi, 2018). ‘인식 및 정의적 영역’은 예비교사들이 특정한 소재에 대하여 가진 인식 및 신념을 조사하거나, 그들이 지닌 태도, 동기, 효능감, 정체성 등에 관심을 둔 경우이다. ‘PCK 및 역량’은 예비 과학교사들의 수업과 관련된 교수내용지식(PCK), 역량, 반성적 사고 등에 관심을 둔 경우이다. ‘SSI 및 STS’는 과학 관련 사회 이슈(socio-scientific issues) 및 과학-기술-사회(science-technology-society) 관련 주제를 다룬 경우이다. ‘탐구 및 실험’은 전통적 수업이 아닌 탐구 및 실험 맥락에서 예비교사들의 가설 설정이나 수행 등을 살펴본 경우이다. ‘예비교사의 교수 설계 및 실행’은 과학 예비교사들이 직접 수업을 설계하고 실행하는 경험을 다룬 경우이다. ‘예비교사 교육 프로그램’은 예비교사 양성을 위한 수업 등 교육 프로그램의 분석, 효과 검증, 개발, 시사점 제안 등에 해당한다. ‘비형식 교육’은 학교 정규 수업시간이 아닌 과학관 학습, 과학축제, 멘토링 등을 연구 주제로 삼은 경우이다.

접근 방법 측면은 분석 대상 연구가 어떠한 종류의 지식주장을 하는지를 분류하고자 도입하였으며, ‘효과’, ‘조사’, ‘분석’, ‘비교’, ‘개발’의 5가지로 범주화하였다. ‘효과’는 특정 예비교사교육 프로그램이나 교수학습 방법, 테크놀로지 등의 효과를 조사하는 경우 등에 해당한다. 사전-사후에 양적이거나 질적인 데이터로서 예비교사의 변화를 살펴보는 때에 이를 ‘효과’로서 분류하였다. ‘조사’는 행정적인 실태 조사나 특정 주제에 대한 예비교사의 인식이나 반응 등을 기술적으로(descriptive) 나열하는 경우에 해당한다. ‘분석’은 기본적으로는 질적으로 깊이 있는(in-depth) 분석을 주요 연구 결과로 제시하는 경우로 하되, 양적 연구에서 인과성을 밝히거나 예측력이 있는 통계적 모델을 제시하는 경우 또한 포함하였다. 여기서 특정 문헌이 ‘조사’와 ‘분석’ 중 어디에 해당하는지를 판별하기가 쉽지 않을 수 있음이 사실이다. 그럼에도 불구하고 본 연구자들은 분석 대상 문헌들 사이에 일말의 차이가 분명히 존재하며 양자를 구별하는 일이 의미가 있을 것이라고 보고, 연구자들의 논의를 통해 ‘조사’와 ‘분석’ 중 타당한 코드를 부여하기 위하여 노력하였다. ‘비교’는 2개 이상의 연구 대상 또는 주제에 대한 비교나 관계를 탐색한 경우에 해당한다. 예컨대, 예비교사와 현직교사의 인식을 비교하는 경우(e.g., Kim, D. R., 2012) 나 예비교사와 학생의 개념을 비교하는 경우(e.g., Park et al., 2004) 등이다. ‘개발’은 분석 대상 문헌이 예비교사교육 프로그램 또는 이들을 대상으로 하는 검사지를 개발하는 등 특정한 산출물의 개발 및 타당화에 초점을 둔 경우에 해당한다(e.g., Ha et al., 2019). 접근 방법의 경우에는 해당 문헌의 특성이 잘 드러날 수 있도록 가능한 중복 코딩을 피하였으나, 일부 문헌들의 경우 중복 코딩이 이루어지기도 하였다(e.g., Park & Park, 2010).

데이터 유형은 ‘양적’, ‘질적’, ‘산출물’, ‘기타’의 4가지로 범주화하였다. ‘양적’은 개념 또는 정의적 영역 검사지나 설문지 등을 활용하여 정량적인 데이터를 수집한 경우에 해당한다. ‘질적’은 질적 면담, 질적으로 수집 및 분석되는 설문지, 설문지 내에서의 개방형 문항(open question), 논변 활동 등으로 정성적인 데이터를 수집한 경우에 해당한다. 여기서 질적으로 수집된 데이터를 코딩한 후에 수량화한

경우를 ‘양적’ 또는 ‘질적’ 중 어느 쪽으로 분류할 것인지가 문제가 될 수 있다. 이는 연구자들의 의도와 관점에 따라 달라질 수 있는 것으로서, 본 연구자들은 이 역시 ‘질적’으로 분류하였다. 예컨대, Draw-a-scientist 검사지의 경우 이를 질적으로 분석할 수도 있고 또는 그에 나타난 여러 요소들을 코딩한 후 수량화할 수도 있으나, 본 연구에서는 이들을 일관적으로 ‘질적’ 자료를 수집한 것으로 보았다(e.g., Na & Jang, 2017). ‘산출물’의 경우 예비교사들이 구성한 수업지도안, 반성적 저널, 과학적 글쓰기, 포트폴리오 등을 분석한 경우에 해당한다. ‘기타’의 경우 교과서 분석, 순수한 문헌 연구, 데이터 마이닝(텍스트 마이닝 포함)에 기반하여 데이터를 수집하고 분석한 경우이다.

마지막으로, 연구 참여자 수는 분석 대상 문헌에서 연구 대상으로서 자료를 수집하여 분석한 예비 과학교사의 총 수를 의미한다. 예비교사와 함께 현직교사나 학생을 연구 대상으로 삼은 경우에는 예비교사의 수만을 계수하였으며, 순수한 문헌 연구나 데이터 마이닝 등의 경우 연구 참여자 수를 ‘해당 없음’으로 코딩하였다. 예비교사 교육에 관한 현직교사의 인식을 조사하는 등(e.g., Kwak, 2003) 인간 연구 참여자가 존재하나 예비교사가 참여하지 않은 문헌의 경우에는 연구 참여자를 0으로 코딩하였다. 전체 분석 틀에 따라 코딩된 문헌들의 예시 역시 Table 2에 제시하였다.

분석 결과가 단순한 논문 분류에 그치지 않도록 하는 질적 제고를 위하여, 본 연구자들은 모든 논문의 본문을 함께 확인하는 작업을 거쳤다. 또한 1990년대, 2000년대, 2010년대에 출판된 분석 대상 문헌들 중 각 시기별로 가장 많이 인용된 10여 개의 논문들을 KCI에서 확인한 후 본문을 읽는 작업을 거쳤다. 이 외에도 분석 대상 문헌들 중 2021년에 출판된 논문들 역시 모두 읽는 작업을 거쳤다. 이를 비롯하여 본 연구에서 직접 인용되지 않은 논문들 중 상당수의 본문을 연구자들이 상세하게 읽는 작업을 거쳤음을 밝혀 둔다.

III. 연구 결과

1. 예비 과학교사 교육 연구의 수

가. 시기별 예비 과학교사 교육 연구 추이

본 연구의 분석 대상으로 삼은 연구 문헌들의 보고 시기는 1995년부터 2021년에 이른다. 이를 약 5년 간격으로 나누어 시기별로 출판된 연구 논문의 수의 추이를 Figure 1에 제시하였다. 1995-2000년까지의 1990년대 연구 문헌의 수는 12건에 해당하였다. 이후 국내 예비 과학교사 교육 연구 문헌의 수는 지속적으로 증가하였음을 알 수 있다. 2001-2005년까지 2000년대 전반 연구 문헌의 수는 31건, 2006-2010년까지 2000년대 후반 연구 문헌의 수는 78건에 해당하였다. 그렇다면 2011-2015년까지 2010년대 전반 연구 문헌의 수는 117건, 2016-2020년까지 2010년대 후반 연구 문헌의 수는 158건에 해당하였다(본 연구자들이 문헌을 수집한 2021년 8월 1일 시점에서 2021년 연구 문헌이 아직 완전히 보고된 것이 아니므로 연구의 수 변화를 파악하는 데는 2020년까지의 문헌들만을 대상으로 하였다). 흥미롭게도 이러한 연구 문헌의 수는 약 5년 기간 동안 약 40여 건씩(회귀계수 37.7) 선형적으로 증가하는 경향을 보였다. 이에 대한 추세식을 산출해 보면 설명력(R^2)이 .99에 근접하는 회귀모형을 얻게 된다. 이

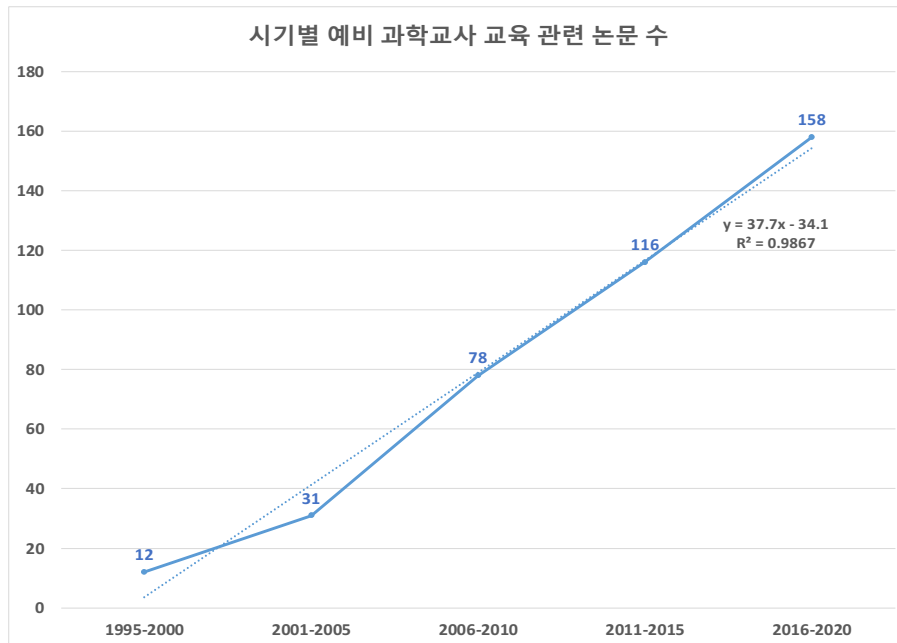


Figure 1. Number of pre-service science teacher education research article according to period

를 바탕으로 향후 우리나라에서 예비 과학교사 교육 관련 연구가 지속적으로 증가할 것을 짐작할 수 있으며, 이러한 추세가 지속될 경우 2021-2025년에는 약 200건, 2026-2030년에는 약 240건의 연구 문헌이 보고될 것이라고 예상할 수 있다.

나. 학술지별 예비 과학교사 교육 연구 추이

본 연구의 분석 대상으로 삼은 연구 문헌들의 학술지별 추이를 Table 3 및 Figure 2에 제시하였다(단, Figure 2에는 출판된 논문 수가 가장 많은 10개 학술지의 논문 출판 추이만을 그래프로 나타내었으

며, 그래프 안의 수치는 5개 학술지만을 나타내었다). 전반적으로 가장 많은 예비 과학교사 교육 관련 논문을 출판한 학술지는 ‘한국과학교육학회지’였으며(94건), ‘초등과학교육’(58건), ‘생물교육’(44건), ‘한국지구과학회지’(28건), ‘학습자중심교과교육연구’(27건) 등의 순서로 가장 많은 논문을 출판하였다(Table 3).

이를 시기별로 살펴보자면, 여러 학술지를 통틀어 1995-2000년 및 2001-2005년 시기에는 예비 과학교사교육 관련 논문이 출판된 수가 10건 미만으로 그리 많지 않음을 알 수 있다. 2001-2005년 시기에는 ‘한국지구과학회지’(8건) 및 ‘한국과학교육학회지’(7건)에서 예비 과학교사 교육 논문의 상당 부분을 출판하였다. 하지만 2006-2010년의

Table 3. Number of pre-service science teacher education research article according to journal (without 2021) (n = 395)

학술지 (코드)	1995-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	합계
한국과학교육학회지 (A)	4	7	19	34	30	94
초등과학교육 (B)	4	3	21	15	15	58
생물교육 (C)	1	1	6	14	22	44
학습자중심교과교육연구 (D)	0	0	1	4	22	27
한국지구과학회지 (E)	0	8	8	7	5	28
대한지구과학교육학회지 (F)	0	0	1	0	19	20
대한화학회지 (G)	0	0	4	9	8	21
새물리 (H)	0	1	3	8	5	17
유아교육연구 (I)	2	5	2	5	2	16
교과교육연구 (J)	0	0	2	6	4	12
유아교육학논집 (K)	0	0	4	5	2	11
교원교육 (L)	0	0	1	8	1	10
열린유아교육연구 (M)	0	4	4	0	0	8
예술인문사회융합멀티미디어논문지 (N)	0	0	0	0	9	9
현장과학교육 (O)	0	0	0	1	6	7
과학교육연구지 (P)	0	0	1	0	7	8
한국교원교육연구 (Q)	1	2	1	0	1	5

* 굵게 및 밑줄: 시기별 가장 수치가 높은 것을 표시

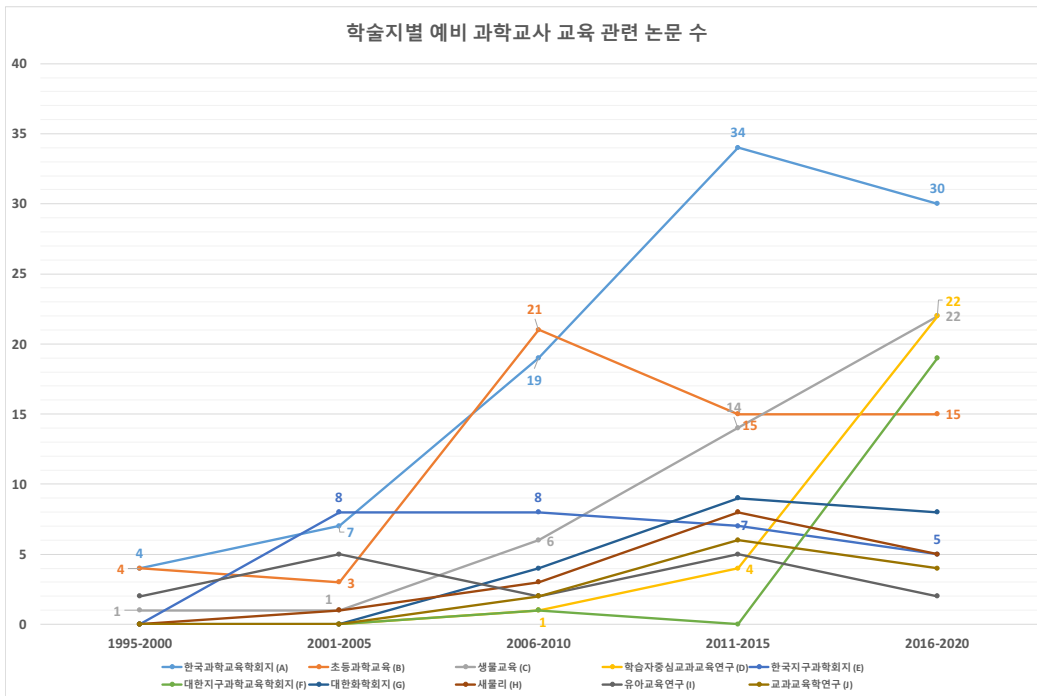


Figure 2. Number of pre-service science teacher education research article in upper 10 journals

2000년대 후반 시기에는 ‘초등과학교육’ 및 ‘한국과학교육학회지’에서 논문의 수가 약 20여건으로 급증하였다. 2011-2015년의 2010년대 전반 시기에 ‘한국과학교육학회지’의 논문 수는 34건으로 다시 한번 증가하여 정점에 달하였으나, ‘초등과학교육’의 논문 수는 15건으로 다시 감소하였다. 그런가 하면 ‘생물교육’의 논문 수가 14건으로 급격하게 증가하였다. 2016-2020년에는 ‘한국과학교육학회지’의 논문 수가 30건으로 다소 감소하였다. ‘초등과학교육’의 논문 수는 15건으로 유지되었으며, ‘생물교육’의 논문 수는 22건으로 다소 증가하였다. 2016-2020년 시기의 가장 큰 특징은 ‘학습자중심교과교육연구’(22건)와 ‘대한지구과학교육학회지’(19건)의 논문 수가 급격하게 증가하였다는 점일 것이다. 이와 함께, ‘대한화학회지’, ‘새물리’, ‘한국지구과학회지’, ‘교과교육학연구’, ‘유아교육연구’의 논문 수는 다소 감소하는 경향을 보였다.

2. 논문 주제어 빈도 분석 결과

분석 대상 문헌의 각 연구자들이 직접 제시한 주제어들의 빈도를 Table 4에 나타내었다. 주제어의 종류는 1,643개에 달하였으나, 빈도가 10회 이상인 주제어는 13개에 불과하였으며, 3회 이상인 주제어는 82개가 있었다. Table 4에서는 그 중에서 ‘예비교사’, ‘예비과학교사’, ‘예비 과학교사’, ‘과학교육’ 등의 주제어는 본 연구의 맥락상 빈번히 등장하는 것이 당연하고 특별히 제공하는 정보가 없으므로 그에 준하는 주제어 12개를 제외하고, 총 70개의 주제어를 제시하였다.

주제어 빈도 분석에서 나타난 패턴을 간략하게 제시하자면 다음과 같다. ‘예비유아교사’(26건), ‘유아과학교육’(11건), ‘예비 유아교사’(3건) 등의 주제어가 빈번하게 나타났다는 점은 유아교육 수준에서 예비 과학교사 교육 연구가 활발하게 이루어져 왔음을 보여준다. 마찬가지로, ‘초등 예비교사’(24건), ‘초등 예비 교사’(15건), ‘초등예비교사’(8건) 등의 주제어 역시 초등교육 수준에서 예비 과학교사 연

구가 활발하였음을 보여준다. ‘과학의 본성’(14건), ‘인식론적 신념’(5건), ‘과학사’(3건) 등의 주제어는 예비교사 교육에서 NOS가 주요 연구 주제였음을 보여준다. ‘오개념’(11건)이나 ‘진화’(3건) 같은 주제어는 특정 과학적 개념에 대한 예비교사의 이해가 주요 연구 주제임을 보여주며, ‘비유’(6건)는 그 학습 방법으로 주목받았을 수 있다. ‘교육실습’(10건), ‘교육 실습’(4건), ‘수업 계획’(4건) 등의 주제어는 예비교사가 교육실습 때 어떠한 수업을 계획하였는지가 주요 연구 맥락이 되었음을 암시한다. ‘탐구’(8건), ‘과학적 탐구’(5건), ‘과학탐구’(5건) 등의 주제어는 ‘실험’(3건)이나 ‘과학실험’(3건)과 함께 예비교사 교육의 주요 맥락이 탐구 및 실험에서 이루어졌음을 보여준다. 또한 ‘과학에 대한 태도’(7건), ‘과학적 태도’(6건), ‘과학교수태도’(3건) 등은 예비교사의 정의적 영역이 연구 주제 중 하나임을 보여준다. 그런가 하면 ‘구성주의(6건) 및 구성주의 교사교육’(3건) 등의 주제어 역시 등장하여 구성주의적 패러다임의 영향을 보여주었다.

한편, 주제어 말뭉치에 대하여 명사와 동사 위주의 자동화된 형태소 분석을 실시한 이후 빈도를 Table 5에 나타내었다. 형태소의 종류는 3,651개에 달하였으며, 빈도가 10회 이상인 형태소가 62개 등장하였다. Table 5에서는 그 중에서 ‘교사’, ‘예비’, ‘교육’ 등의 형태소는 본 연구의 맥락상 빈번히 등장하는 것이 당연하고 특별히 제공하는 정보가 없으므로 그에 준하는 형태소 6개를 제외하고 총 56개의 형태소를 제시하였다.

형태소 빈도 분석에서 나타난 패턴을 간략하게 제시하자면 다음과 같다. 우선 ‘수업’(100건), ‘교수’(92건), ‘학습’(39건), ‘설계’(12건), ‘프로그램’(12건) 등의 형태소가 빈번하게 나타났다는 점은 예비교사들이 실행하는 수업 또는 예비교사 교육 연구의 맥락으로서 과학교육론 등의 수업 프로그램이 언급되기 때문으로 생각된다. ‘탐구’(79건), ‘실험’(33건), ‘활동’(21건), ‘모형’(16건), ‘가설’(14건), ‘과정’(14건), ‘모델’(11건), ‘설명’(10건) 등의 형태소가 빈번하게 나타난 것은 예비 과학교사 교육 연구에서 탐구실험 활동 맥락이 중요하게 여겨지기

Table 4. Keyword frequency of pre-service science teacher education research article

순위	단어	빈도	순위	단어	빈도	순위	단어	빈도	순위	단어	빈도	순위	단어	빈도
1	예비유아교사	26	16	과학적 태도	6	31	과학 글쓰기	4	46	과학 교과서	3	61	예비초등교사	3
2	초등 예비교사	24	17	교과교육학 지식(PCK)	6	32	동기	4	47	교사 전문성	3	62	과학실험	3
3	과학교수효능감	15	18	예비 화학교사	6	33	글쓰기	4	48	동료모의수업	3	63	담화 분석	3
4	초등 예비 교사	15	19	과학 교수 효능감	6	34	인식	4	49	과학	3	64	지구과학교육	3
5	예비 생물교사	14	20	내러티브 탐구	5	35	과학적 소양	4	50	의사결정	3	65	반성	3
6	과학의 본성	14	21	초등학교	5	36	과학관	4	51	구성주의 교사교육	3	66	예비 유아교사	3
7	오개념	11	22	PCK	5	37	예비화학교사	4	52	논증	3	67	과학교수 효능감	3
8	유아과학교육	11	23	과학수업	5	38	과학교수지식	4	53	과학사	3	68	초등 교사	3
9	교육실습	10	24	과학적 탐구	5	39	교육 실습	4	54	과학에 대한 인식	3	69	유아과학교육 강좌	3
10	반성적 사고	9	25	교사교육	5	40	질문	4	55	과학적 지식	3	70	STEAM	3
11	초등예비교사	8	26	예비 초등교사	5	41	과학 수업	4	56	실험	3			
12	탐구	8	27	인식론적 신념	5	42	과학지식	4	57	과학교수태도	3			
13	과학에 대한 태도	7	28	과학탐구	5	43	물리교육	4	58	구성주의적 평가	3			
14	비유	6	29	지구과학	4	44	예비 초등 교사	4	59	진화	3			
15	구성주의	6	30	고등학생	4	45	수업 계획	4	60	과학자	3			

* 유사한 범주에 속하는 항목들을 같은 색으로 음영 처리

Table 5. Keyword frequency of pre-service science teacher education research article based on nouns and verbs

순위	단어	빈도	순위	단어	빈도	순위	단어	빈도	순위	단어	빈도
1	수업	100	16	능력	22	31	전략	15	46	모델	11
2	교수	92	17	글쓰기	22	32	교육과정	14	47	학생	11
3	탐구	79	18	활동	21	33	물리	14	48	반성	11
4	초등	74	19	주의	20	34	교육학	14	49	설명	10
5	개념	46	20	신념	20	35	가설	14	50	문제	10
6	지식	40	21	분석	19	36	과정	14	51	학교	10
7	학습	39	22	성적	19	37	중심	13	52	자기	10
8	비유	36	23	교과서	18	38	교육실습	13	53	경험	10
9	실험	33	24	평가	17	39	역량	12	54	실습	10
10	효능	33	25	지구과학	17	40	내용	12	55	지구	10
11	태도	28	26	구성	17	41	전문성	12	56	질문	10
12	유아	27	27	화학	16	42	동기	12			
13	인식	23	28	본성	16	43	설계	12			
14	생물	23	29	교과	16	44	프로그램	12			
15	사고	23	30	모형	16	45	중등	12			

때문으로 볼 수 있다. ‘초등’(74건), ‘유아’(27건), ‘중등’(12건) 등의 형태소가 빈번하게 나타난 것은 예비 과학교사 교육 연구에서 예비교사 유형이 중요한 맥락 차이로 작용함을 암시한다. ‘개념’(46건), ‘지식’(40건) 등의 형태소는 예비 과학교사 교육에서 정확한 과학적 개념 및 지식의 습득이 중요시됨을 암시하며, ‘비유’(36건)는 이를 학습하는 주요한 방법이 될 수 있다. ‘효능(감)’(33건), ‘태도’(28건) 등이 많이 나타난 것은 과학 교사의 정서적 영역을 살펴본 연구가 많음을 보여주며, ‘인식’(23건) 및 ‘신념’(20건)을 조사한 연구 또한 빈번히 보고되어 왔음을 짐작할 수 있다. 그런가 하면 ‘구성’(17건) 및 ‘주의’(20)는 구성주의 인식론 등을 나타내는 표현에서 등장한 것으로 개연성이 크다.

3. 논문 질적 코딩 결과

본 연구자들이 질적으로 코딩한 국내 예비 과학교사 교육 연구의 속성을 Table 6에서 제시하였다. 질적 코딩 과정에서 중복 코딩을 허용하였으므로, 항목 내 요소들의 비율의 합이 대체로 100%(N = 410)를 초과한다는 점에 유의할 필요가 있다.

가. 예비교사 유형

예비교사 유형 중 ‘유아’는 50건으로 전체의 12.2%를 차지하였다. 시기별로 출판된 논문 수는 1995-2000년 시기에 3건이었으나

2001-2006년 시기에 11건으로 증가하여, 이후 시기에도 비슷한 수의 논문이 지속적으로 출판되었다. ‘초등’은 총 133건으로 전체의 32.4%를 차지했다. 1995-2000년 및 2001-2005년 시기에는 10건 미만이 출판되었으나, 2006-2010년 시기 출판 논문이 32건으로 급증하였으며 2016-2020년 시기에도 출판 논문이 50건으로 다시 증가하였다. ‘중등’은 총 230건으로 56.1%를 차지하며 가장 많은 수의 논문이 출

판되었다. 1995-2000년 시기에는 3건이 출판되었으나, 2001-2005년 시기에 13건이 출판되었으며 이후에 지속적으로 출판 논문의 수가 증가하여 대부분의 시기에 가장 많은 연구가 보고되고 있었다.

Table 6. Result of qualitative coding on pre-service science teacher education research article (N = 410)

항목	1995-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	2021 (~8.1)	전체 (%)	
예비교사 유형	유	3	11	11	12	2	50 (12.2)	
	초	<u>7</u>	9	32	29	50	6	133 (32.4)
	중	3	<u>13</u>	<u>38</u>	<u>73</u>	<u>95</u>	<u>8</u>	<u>230 (56.1)</u>
예비교사 전공	일	<u>11</u>	<u>25</u>	<u>48</u>	<u>62</u>	<u>79</u>	<u>10</u>	<u>235 (57.3)</u>
	물	1	2	16	18	22	2	61 (14.8)
	화	2	5	19	29	36	2	93 (22.7)
	생	0	4	15	24	39	3	85 (20.7)
연구 맥락 교과	지	1	4	16	12	22	2	57 (13.9)
	일	<u>8</u>	<u>19</u>	<u>37</u>	<u>36</u>	<u>51</u>	<u>7</u>	<u>158 (38.5)</u>
	물	1	4	6	17	18	2	48 (11.7)
	화	1	4	13	24	32	3	77 (18.8)
	생	2	2	11	27	32	2	76 (18.5)
연구 주제	지	0	7	16	14	37	4	78 (19.0)
	융	1	1	3	8	14	1	28 (6.8)
	1	2	10	13	25	22	4	76 (18.5)
	2	2	7	12	11	19	0	51 (12.4)
	3	<u>5</u>	<u>13</u>	<u>31</u>	30	<u>59</u>	<u>6</u>	144 (35.1)
	4	1	4	21	30	52	4	112 (27.3)
	5	1	0	2	6	5	2	16 (3.9)
	6	3	6	17	26	28	2	82 (20.0)
	7	1	3	12	29	34	2	81 (19.8)
8	<u>5</u>	11	28	<u>48</u>	57	<u>6</u>	<u>155 (37.8)</u>	
접근 방법	9	0	0	1	7	6	0	14 (3.4)
	효과	<u>5</u>	<u>11</u>	15	39	45	3	118 (28.8)
	조사	<u>5</u>	10	20	33	40	3	111 (27.1)
	분석	1	6	<u>29</u>	<u>45</u>	<u>59</u>	<u>5</u>	<u>145 (35.4)</u>
자료 유형	비교	1	6	15	6	16	3	47 (11.5)
	개발	1	1	4	8	9	1	24 (5.9)
	양적	<u>9</u>	15	41	46	71	4	186 (45.4)
연구 참여자 수	질적	6	<u>19</u>	<u>45</u>	<u>71</u>	<u>90</u>	<u>8</u>	<u>239 (58.3)</u>
	산출물	3	9	20	50	49	6	137 (33.4)
연구 참여자 수	기타	1	0	4	8	10	2	25 (6.1)
	≤ 10	1	4	<u>15</u>	22	29	0	71 (17.3)
	≤ 30	2	<u>10</u>	<u>15</u>	<u>38</u>	<u>50</u>	<u>5</u>	120 (29.3)
	≤ 50	2	4	9	16	22	<u>5</u>	58 (14.1)
	≤ 100	1	8	14	21	24	2	70 (17.1)
	≤ 200	<u>4</u>	2	11	8	16	3	44 (10.7)
	> 200	2	2	13	6	13	0	36 (8.8)

* 굵게 및 밑줄: 시기별 가장 수치가 높은 것을 표시

나. 예비교사 전공

예비교사 전공은 ‘일반’이 235건으로 전체의 57.3%를 차지하였다. ‘일반’의 비율이 높았던 것은 ‘유아’ 및 ‘초등’ 유형 예비교사가 대부분 ‘일반’ 전공으로 코딩되었기 때문이다. 다만 ‘중등’ 예비교사를 중심으로 물리, 화학, 생물, 지구과학 등의 전공이 명시된 경우를 합하면 총 296건(72.1%)이 되어 ‘일반’ 과학교육 전공 예비교사의 경우보다 더 많은 연구가 보고되었음을 알 수 있었다. 세부전공으로는 화학 93건(22.7%), 생물 85건(20.7%), 물리 61건(14.8%), 지구과학 57건(13.9%) 순으로 많은 연구가 보고되었다. 예비교사 전공별 문헌 수는 대체로 시간이 지남에 따라 증가하였으나, 지구과학 전공의 경우 2006-2010년의 16건에 비하여 2011-2015년에는 12건의 연구가 보고되어 논문의 수가 다소 감소하기도 하였다.

다. 연구맥락 교과

연구맥락 교과는 ‘일반’이 158건(38.5%)으로 각 세부 교과들에 비해 2배 이상 많았다. 이는 교과에 특수적이지 않은 예비 과학교사의 정의적 영역(e.g., Jeon, 2006), NOS(e.g., Ha & Lee, 2019), 탐구 및 실험(e.g., Jung *et al.*, 2011) 등의 연구 주제들의 경우 연구맥락 교과가 ‘일반’으로 코딩되었기 때문이다. 한편 지구과학(78건, 19.0%), 화학(77건, 18.8%), 생물(76건, 18.5%) 교과에서 서로 유사한 수의 연구가 비슷하게 보고되었다. 물리는 48건(11.7%)으로 다른 교과에 비하여 논문이 다소 적은 편이었다. ‘융합’의 경우는 28건(6.8%)으로 가장 적게 보고된 연구맥락 교과에 해당하였고, 2016-2020년 시기에야 연구의 수가 10건을 초과하였다. 1995년부터 2020년까지 시기별 연구 맥락 교과별 문헌 수는 전반적으로 증가하여, 모든 교과가 공통적으로 2016-2020년에 가장 활발하게 연구되었다는 점을 확인할 수 있었다. 다만 ‘일반’의 경우 2001-2005년과 2006-2010년 사이에 증가폭이 가장 컸고(18건), 물리, 화학, 생물 교과의 경우 2006-2010년과 2011-2015년 사이에 증가폭이 가장 컸다(11-16건). 지구과학의 경우 2011-2015년과 2016-2020년 사이에 연구 수의 증가폭이 가장 급격하였다(23건). 그런가 하면 ‘일반’과 지구과학은 2006-2010년 시기에 비하여 2011-2015 시기에 연구의 수가 각각 1건과 2건씩 감소하기도 하였다.

라. 연구 주제

연구 주제는 ‘예비교사 교육 프로그램’(8)이 155건(37.8%)으로 가장 많았는데, 이는 Lee & Kim (2016)의 연구와 유사한 결과이다. 두 번째로 많은 연구 주제는 ‘인식 및 정의적 영역’(3)으로, 144건(35.1%)의 연구가 이루어졌으며 ‘PCK 및 역량’(4)에서 역시 112건(27.3%)으로 100건 이상의 연구가 있었다. 다음으로는 ‘탐구 및 실험’(6)에서 82건(20.0%), ‘예비교사의 교수 설계 및 실행’(7)에서 81건(19.8%), ‘과학 개념 및 지식’(1)에서 76건(18.5%)의 연구가 뒤를 이었

다. 한편 ‘과학의 본성’(2)에 대해 51건(12.4%), ‘SSI 및 STS’(5)에 대해 16건(3.9%), ‘비형식 교육’(9)에 대해 14건(3.4%)이 코딩되었다.

시기별 연구 주제를 살펴보자면, 대부분의 시기에서 ‘인식 및 정의적 영역’(3)에 관한 연구가 가장 많았으나, ‘예비교사 교육 프로그램’(8)에 관한 연구가 이와 유사한 수로 유지되었다. 특히 2011-2015년에 ‘예비교사 교육 프로그램’(8)이(48건) ‘인식 및 정의적 영역’(3)보다(30건) 약 1.5배 많은 수의 연구가 보고되어, 결과적으로 ‘예비교사 교육 프로그램’(8)이 가장 많은 수의 연구 주제를 차지하였다. ‘PCK 및 역량’(4)과 ‘예비교사의 교수 설계 및 실행’(7)에 관한 연구의 경우 2006-2010년부터 그 수가 각각 21건과 12건으로, 이전의 10건 미만에 비하여 크게 증가하였다. 해당 연구 주제들은 2011-2015년 이후로도 그 증가세가 이어져, 2016-2020년에는 ‘PCK 및 역량’(4)의 경우 52건의 논문이 보고되었으며, ‘예비교사의 교수 설계 및 실행’(7)은 34건의 논문이 보고되었다. ‘SSI 및 STS’(5)는 1997년에 처음 등장하여(Ahn *et al.*, 1997) 2006-2010년 이후 시기부터 10건 미만의 논문들이 지속적으로 보고되는 추세이다. ‘비형식 교육’(9) 역시 2008년에 과학관 관련 연구 주제로 처음 등장하여(Chang & Lee, 2008) 이후 시기별로 10건 미만의 관련 연구가 진행되고 있다. 이외에 ‘과학 개념 및 지식’(1), ‘과학의 본성’(2) ‘탐구 및 실험’(6) 역시 시기별로 꾸준히 증가하는 추세를 보였다.

연구맥락 교과별 연구 주제를 Table 7에 나타내었다. ‘일반’ 연구맥락에서는 ‘인식 및 정의적 영역’(3)에 관한 연구가 가장 많았다(81건). 그런가 하면 물리(15건), 화학(31건), 생물(31건), 융합(15건)에서 ‘예비교사 교육 프로그램’(8)에 관한 연구가 가장 많은 것으로 나타났다. 지구과학에서는 ‘과학 개념 및 지식’(1)에 관한 연구가 가장 많이 이루어졌다(33건). 한편 이를 연구 주제별 연구맥락 교과로 살펴볼 경우, 대부분의 주제는 ‘일반’ 연구맥락 교과에서 가장 많이 연구되었으나, ‘과학 개념 및 지식’(1)의 경우 지구과학에서(33건), ‘SSI 및 STS’(5)는 ‘융합’에서(7건) 가장 많이 연구되었다. 그리고 ‘탐구 및 실험’(6)은 화학(26건), 생물(25건), ‘일반’(20건)에서 비교적 많은 연구가 이루어졌다. ‘예비교사의 교수 설계 및 실행’(7)은 화학(25건), ‘일반’(24건), 지구과학(20건)에서 비교적 많은 연구가 이루어졌다.

연구 현장 및 상황을 연구 주제별로 함께 살펴볼 필요가 있는데, 예를 들어 ‘과학 개념 및 지식’(1)의 경우 일반물리학이나 일반화학과 같은 수업에서 많은 연구가 이루어졌다(e.g., Chu & Lee, 2005; Shim & Lee, 2017). 또한 ‘예비교사의 교수 설계 및 실행’(7)은 교재연구

및 지도법 수업에서 많이 연구가 이루어졌고(e.g., Yang *et al.*, 2015; Kim *et al.*, 2018b), ‘예비교사 교육 프로그램’(8)은 과학교육론이나 교재연구 및 지도법 수업, 또는 교육실습 등에서 주로 연구되었음을 알 수 있었다(e.g., Lee & Jang, 2011; Kim, 2014, Choi, 2006).

마. 접근 방법

지식주장을 위한 접근으로서는 ‘분석’이 145건(35.4%)으로 가장 많이 사용되었다. 이후로 빈번히 사용된 접근 방법은 ‘효과’ 188건(28.8%), ‘조사’ 111건(27.1%), ‘비교’ 47건(11.5%), ‘개발’ 24건(5.9%)의 순으로 나타났다. ‘효과’ 및 ‘조사’는 1995-2000년(각 5건) 및 2001-2005년(10-11건)에 가장 많이 보고되었으나, 2006-2010년 이후에는 항상 ‘분석’ 연구가 가장 많은 비율을 차지하였다. 각 접근 방법의 사용 역시 시간의 흐름에 따라 대부분 증가하는 추세로 보이지만, ‘비교’의 경우 2006-2010년(15건)에 비해 2011-2015년(6건)에 연구의 수가 감소하기도 하였다.

‘효과’ 연구는 양적 사전-사후 검사를 통해 프로그램의 효과를 알아본 경우가 많았고(e.g., Im *et al.*, 2008; Choi & Lee, 2015; Shim & Lee, 2017), 연구자에 따라 질적인 방법으로 교육 프로그램을 통한 예비교사의 변화를 살펴보기도 하였다(e.g., Kim, Hong, *et al.*, 2013). 실험집단과 통제집단을 모두 설정한 연구가 있었는가 하면(e.g., Song & Hwang, 2004), 단일집단설계에 기반한 연구 또한 보고되었다(e.g., Go, 2013). ‘조사’ 연구는 특정 주제에 대한 예비교사의 인식 조사가 가장 많았고(e.g., Song & Shim, 2017; Na & Jang, 2017), ‘분석’ 연구는 과학 예비교사의 과학적 개념 뿐만 아니라(e.g., Jeong *et al.*, 2004; Lee & Hur, 2013), 수업 장면 및 지도안(e.g., Yoon *et al.*, 2012; Choi *et al.*, 2017), 탐구실험 보고서(e.g., Paik & Son, 2014; Ha *et al.*, 2020), 담화 및 논증(e.g., Lee, 2011; Kang, 2014), 내러티브(e.g., Oh *et al.*, 2008; Jang *et al.*, 2020) 등 다양한 주제에 대하여 이루어졌다. ‘비교’ 연구의 경우 예비교사와 현직교사를 비교한 경우가 많은 편이었으며(e.g., Chae, 2004; Kim & Shin, 2008; Kang *et al.*, 2009), 예비교사와 학생을 비교하거나(e.g., Park *et al.*, 2004), 과학을 전공한 예비교사와 그렇지 않은 예비교사를 대비하는 경우도 있었다(e.g., Kim, 2010). 그런가 하면 예비교사 국제비교연구 역시 보고되어 왔다(e.g., Chang & Lee, 2011). ‘개발’ 연구는 대다수의 경우 예비교사를 대상으로 한 교육 프로그램 개발에 해당하였으며(e.g., Shin *et al.*,

Table 7. Result of qualitative coding according to subject-matter in research context

(N = 410)

항목	일	물	화	생	지	융	전체 (%)
1	7	14	17	10	33	2	85 (20.2)
2	29	7	5	9	5	1	56 (13.7)
3	81	11	18	27	16	11	164 (40)
4	40	11	22	20	17	9	119 (29.0)
연구 주제	5	1	1	2	0	7	16 (3.9)
6	20	13	26	25	13	6	103 (25.1)
7	24	8	25	18	20	2	97 (23.7)
8	67	15	31	31	24	15	183 (44.6)
9	8	0	0	3	3	1	15 (3.7)

* **굵게 및 밑줄**: 연구맥락 교과별 가장 수치가 높은 것을 표시

2006; Lee & Cho, 2010; Kim & Shim, 2015a; 2015b), 예비 과학교사 대상 검사지 개발 연구들도 적지 않게 보고되었다(e.g., Park, 1996; Kim & Kim, 2020).

바. 자료 유형

예비 과학교사 교육 연구에서 가장 빈번하게 활용된 자료는 ‘질적’ 자료였으며(239건, 58.3%), ‘양적’ 자료가 그 다음이었다(186건, 45.4%). ‘산출물’ (137건, 33.4%) 역시 어느 정도 질적인 특성을 지녔다고 한다면, ‘질적’ 및 ‘산출물’ 자료가 ‘양적’ 자료에 비하여 확연히 많이 활용되고 있었음을 알 수 있다. ‘기타’에 포함된 자료는 25건 (6.1%)으로 비율이 작은 편이었다. ‘기타’ 자료는 융합 및 통합과학 (e.g., Kim & Shim, 2015a; 2015b), 해수면온도 영상(e.g., Park & Choi, 2011), BTB 용액의 변색(e.g., Yoon & Kim, 2013) 등 예비 과학교사들이 앞으로 가르쳐야 할 내용 요소에 대한 교과서 또는 대학교재 분석을 수행한 경우가 많았으며, 텍스트 마이닝을 수행하거나 (e.g., Kim, 2018), 시선추적기를 활용하거나(e.g., Ko et al., 2017) 교원임용시험 기출시험 및 관련 인터넷 카페의 질문을 분석한 경우도 있었다(e.g., Kim et al., 2010). 시기별 자료 유형을 살펴보면, 1995~2000년에는 ‘양적’ 자료가 가장 많이 활용되었으나(9건), 2001~2005년 이후로는 일반적으로 ‘질적’ 자료가 가장 빈번히 활용되었음을 알 수 있다.

사. 연구 참여자 수

과학 예비교사교육 연구에서는 11명-30명의 연구 참여자가 120건 (29.3%)으로 가장 많았다. 연구 참여자가 10명 미만인 연구는 71건 (17.3%)이고, 51명-100명은 70건(17.1%)으로 비슷한 수치였다. 31명-50명은 58건(14.1%), 101명-200명은 44건(10.7%), 200명이 초과하여 참여한 연구는 36건(8.8%)의 순으로 확인되었다. 2000년 이전에는 101명-200명 미만이 참여하는 연구의 비율이 높지만(4건), 2000년대 이후로 10~30명이 참여한 연구의 비율이 높았다. 2011년 이후에 101명 이상이 참여한 연구의 숫자는(14건) 2006-2010년 시기(24건)에 비하여 다소 감소하였다가 2016-2020년 시기에 다시 증가하였다(39건). 상술했듯, 문헌 기반의 이론적 연구나(e.g., Kim & Shim, 2015a; 2015b) 현장교사의 인식을 조사한 경우(e.g., Kwak, 2003) 등 예비 과학교사 연구 참여자가 0으로 코딩된 경우들이 있었는데, 1-2명을 대상으로 이루어진 질적 연구도 있었다(e.g., Park et al., 2008; Bang & Choi, 2016). 한편, 가장 많은 연구 참여자의 수는 815명이었다(Lee & Kim, 2018).

아. 학교급별 연구 동향

상술했듯 국내 예비 과학교사 교육 연구 동향을 살펴본 선행 연구들은 유초등 예비 과학교사에 초점을 맞춘 면이 크다(e.g., Kim et al., 2011; Lee & Kim, 2016; Kim 2018; Lee, 2020). 이에 본 연구에서는 중등 예비 과학교사 교육 연구 동향을 추가적으로 살피고 이를 유초등 예비 과학교사 교육 연구들과 비교하는 일이 필요하다고 보았다. 이에 학교급별로 질적 코딩 결과를 정리하여 Table 8에 나타내었다.

다(단, 연구 문헌에서 여러 학교급 예비교사들을 함께 조사한 경우에는 중복 코딩되었다).

유아 예비 과학교사 연구물들에서는 예비교사 전공이 모두 ‘일반’으로 코딩되었고, 연구맥락 교과 역시 ‘일반’이 대부분이었다(46건, 92.0%). 연구 주제로서는 ‘예비교사 교육 프로그램’(8)이 35건 (70.0%)으로 가장 많이 나타났으며, ‘인식 및 정의적 영역’(3) 또한 31건(62.0%)으로 빈번한 편이었다. 접근 방법으로는 ‘효과’가 30건 (60.0%)으로 확연하게 많은 편이었다. 자료 유형은 ‘산출물’이 34건 (68.0%)으로 가장 빈번하였으며, ‘양적’ 및 ‘질적’이 각각 29건 (58.0%)과 28건(56.0%)으로 유사하게 나타났다. 연구 참여자의 수는

Table 8. Result of qualitative coding according to pre-service teachers' prospective serving school level

항목	유아 (%) (n = 50)	초등 (%) (n = 133)	중등 (%) (n = 230)	
예비교사 전공	일	50 (100.0)	133 (100.0)	57 (24.8)
	물	0 (0.0)	0 (0.0)	60 (26.1)
	화	0 (0.0)	2 (1.5)	92 (40.0)
	생	0 (0.0)	1 (0.8)	84 (36.5)
	지	0 (0.0)	2 (1.5)	56 (24.3)
연구맥락 교과	일	46 (92.0)	58 (43.6)	53 (23.0)
	물	1 (2.0)	17 (12.8)	29 (12.6)
	화	1 (2.0)	14 (10.5)	61 (26.5)
	생	2 (4.0)	19 (14.3)	55 (23.9)
	지	1 (2.0)	41 (30.8)	39 (17.0)
연구 주제	융	2 (4.0)	7 (5.3)	20 (8.7)
	1	6 (12.0)	28 (21.1)	43 (18.7)
	2	5 (10.0)	13 (9.8)	32 (13.9)
	3	31 (62.0)	55 (41.4)	57 (24.8)
	4	17 (34.0)	34 (25.6)	61 (26.5)
	5	0 (0.0)	4 (3.0)	12 (5.2)
	6	7 (14.0)	26 (19.5)	51 (22.2)
	7	7 (14.0)	16 (12.0)	57 (24.8)
	8	35 (70.0)	34 (25.6)	87 (37.8)
	9	0 (0.0)	3 (2.3)	9 (3.9)
접근 방법	효과	30 (60.0)	27 (20.3)	58 (25.2)
	조사	9 (18.0)	47 (35.3)	57 (24.8)
	분석	5 (10.0)	40 (30.1)	101 (43.9)
	비교	6 (12.0)	22 (16.5)	22 (9.6)
	개발	4 (8.0)	6 (4.5)	14 (6.1)
자료 유형	양적	29 (58.0)	65 (48.9)	94 (40.9)
	질적	28 (56.0)	64 (48.1)	149 (67.8)
	산출물	34 (68.0)	32 (24.1)	73 (31.7)
	기타	0 (0.0)	8 (6.0)	16 (7.0)
연구 참여자 수	≤ 10	4 (8.0)	8 (6.0)	58 (25.2)
	≤ 30	17 (34.0)	23 (17.3)	79 (34.3)
	≤ 50	13 (26.0)	13 (9.8)	32 (13.9)
	≤ 100	9 (18.0)	33 (24.8)	33 (14.3)
	≤ 200	3 (6.0)	32 (24.1)	10 (4.3)
	> 200	4 (8.0)	21 (15.8)	11 (4.8)

* 굵게 및 밑줄: 예비교사 유형별 가장 수치가 높은 것을 표시

10명 초과 30명 미만이 가장 빈번하였다(17건, 34.0%).

초등 예비 과학교사 연구물들에서 역시 예비교사 전공이 모두 ‘일반’으로 코딩되었다. 초등교사교육 연구들에서는 ‘지구과학 예비교사’와 ‘초등 예비교사’의 과학 독서감상문을 분석하는 등(e.g., Lim, 2021) 비교 연구들이 일부 포함되어, 총 5건의 문헌들에서 예비교사 전공이 추가로 중복 코딩되기도 하였다. 연구맥락 교과에서 ‘일반’의 비율은 예비교사 전공에 비하여 크게 감소하였고(133건, 100% → 58건, 43.6%), 세부 교과로서는 지구과학(41건, 30.8%)이 여타 교과들에 비하여 빈번하게 나타났다. 연구 주제는 ‘인식 및 정의적 영역’(3)이 55건(41.4%)으로 가장 빈번하였고, ‘PCK 및 역량’(4)과 ‘예비교사 교육 프로그램’(8)이 동일하게 34건(25.6%)으로 빈번하게 나타났다. 접근 방법으로는 ‘조사’가 47건(25.3%)으로 많이 나타난 편이었고, ‘분석’이 40건(30.1%)으로 뒤를 이었다. 자료 유형은 ‘양적’과 ‘질적’이 각각 65건(48.9%)과 64건(48.1%)으로 높은 비율을 보였다. 연구 참여자 수는 50명 초과 100명 미만의 경우(33건, 24.8%)와 100명 초과 200명 미만의 경우(32건, 24.1%)가 많은 편이었다.

중등 예비 과학교사 연구물들에서 예비교사의 전공은 화학이 가장 많았고(92건, 40.0%), 다음으로 생물(84건, 36.5%), 물리(60건, 26.1%), ‘일반’(57건, 24.8%), 지구과학(56건, 24.3%) 순이었다. 연구 맥락 교과는 화학(61건, 26.5%) 다음으로 생물(55건, 23.9%) 및 ‘일반’(53건, 23.0%) 맥락이 많았다. 연구 주제는 ‘예비교사 교육 프로그램’(8)이 확연하게 높은 비율을 차지하였다(87건, 37.8%). 그 다음으로 ‘PCK 및 역량’(4) (61건, 26.5%), ‘인식 및 정의적 영역’(3) (57건, 24.8%), ‘예비교사의 교수설계 및 실행’(7) (57건, 24.8%), ‘탐구 및 실험’(6) (51건, 22.2%) 등이 빈번하게 나타난 연구 주제였다. 이를 통해 중등 예비 과학교사 연구들이 보다 다양하고 균형 있는 연구 주제를 설정하여 왔음을 알 수 있다. 다만 자료 유형은 ‘질적’이 149건(67.8%)으로서 다소 높은 비율을 차지하고 있었으며, 그 다음으로 ‘양적’이 94건(40.9%)으로서 비율이 높은 편이었다. 연구 참여자의 수는 10명 초과 30명 미만이 가장 높은 비율을 보였고(79건, 34.3%), 10명 미만의 경우도 비교적 높은 비율을 보였다(58건, 25.2%).

자. 2021년 연구 동향

2021년은 2020년 발발한 코로나19 팬데믹 사태 이후 그와 관련된 예비 과학교사 교육 연구 논문이 본격적으로 보고되기 시작한 시점이라고 할 수 있고, 최근의 연구 동향을 돌아보는 일이 향후 예비 과학교사 교육 연구를 전망하는 데 도움을 줄 것이라고 할 수 있다. 이에 본 연구자들이 2021년 8월 1일 현재 수집한 15건의 예비 과학교사 교육 연구의 동향을 추가적으로 살펴보았다(Table 6).

본 연구에서 분석한 15건의 2021년 연구 문헌의 질적 코딩 결과, 예비교사 유형은 중등이 가장 많았다(8건). 예비교사 전공 및 연구맥락 교과는 ‘일반’이 각각 10건과 7건으로 높은 편이었다. 연구 주제로서는 ‘인식 및 정의적 영역’(3) 과 ‘예비교사 교육 프로그램’(8)이 동일하게 6건으로 나타났다. 접근 방법은 ‘분석’이 5건으로 가장 많았으며, 자료 유형은 ‘질적’(8건)이 가장 많은 편이었다. 연구 참여자 수는 10명 초과 30명 이하, 그리고 30명 초과 50명 미만이 동일하게 5건의

로 나타났다.

2021년 연구물들의 내용을 보다 자세하게 살펴보자면 다음과 같다. 우선 다니엘 진지에서 엮다리의 역할(Lee & Lee, 2021)이나 지층에 관련된(Moon, 2021) 예비 과학교사들의 과학 개념을 조사한 연구나, 예비 과학 교사의 탐구 과정을 조사한 연구(Lee, 2021) 등이 있었다. 한편으로는 예비교사들이 상대론과 양자론(Park & Lee, 2021), 과학 교과 독서(Lim, 2021), 과학과 교과 역량(Byun & Ha, 2021)에 대하여 가진 인식을 조사한 연구들이 보고되었다. 일부 문헌들은 교사 SSI 글쓰기 맥락(Kim & Kang, 2021)이나 융합교과 수업 등에서(Choi & Hong, 2021) 역량이라는 개념을 통해 과학 예비교사 교육을 바라보고 있었다. 그런가 하면 초등 예비교사의 과학 학습 동기에 따른 학습 과정을 살펴보기나(Kim, 2021), 예비 과학교사의 정체성에 대한 내러티브 탐구를 수행한 경우도 있었다(Lee & Shin, 2021).

여기서, 2021년에 발행된 15건의 문헌들 중 6건의 문헌은 교수학습 맥락에서 활용할 수 있는 테크놀로지와 관련지을 수 있었다는 점에 주목할 만하다. 예컨대, 초등교사가 스마트 테크놀로지를 활용한 수업을 계획하는 과정을 살펴보기나(Na, 2021a), 4차 산업 혁명 시대에 필요한 과학교육학 과목에 대한 초등 예비교사의 인식을 조사하거나(Na, 2021b), 중등 과학 예비교사들의 실험 설계 역량을 함양하기 위하여 메이커 교육 기반 실험 설계 프로그램을 개발하고 효과성을 살펴보기나(Yoon et al., 2021), 초등교사 대상 TPACK(technological pedagogical content knowledge) 훈련 프로그램에서 융합에 대한 태도와 과학교수효능감의 변화를 살펴본 경우(Choi & Hong, 2021) 등이다. 이렇듯 예비 과학교사 교육에서 테크놀로지와 관련된 문헌의 비율이 낮지 않다는 점은 코로나19로 인하여 촉발된 ICT 기반 온라인 수업 환경과 관련이 있다고 하겠다(Na, 2021a; 2021b; Kim, 2021). 특히, Kim (2021)은 ‘실시간 화상수업에 기반한 e-portfolio’가 핵심적으로 작용한 유아과학교육론 수업의 수강 학생을 대상으로 연구를 진행하였으며, Jang (2021)은 ‘코로나-19 시대 예비유아교사의 유아과학교육 운영’을 살펴보는 실험연구를 수행함으로써 코로나19로 인하여 변화하고 있는 과학 예비교사교육 맥락을 보다 직접적으로 드러내기도 하였다.

IV. 논의 및 제언

예비 과학교사 교육은 학교 현장에서 이루어지게 될 과학교육의 질을 제고하기 위하여 중요하며, 이에 따라 많은 예비 과학교사 교육 연구들이 국내에서 보고되어 왔다. 그러나 그 연구 동향을 중등교사 맥락을 포함하여 포괄적으로 살펴보고 정리하는 작업은 거의 이루어지지 않아 왔다. 이에 본 연구는 지금까지 국내에서 이루어진 예비 과학교사 교육 연구의 동향을 살펴보았다. 분석 대상 문헌은 1995년부터 2021년까지 17개의 KCI 등재지급 학술지에서 출판된 410건이었다. 해당 연구 문헌들의 동향은 시기별 문헌 수, 주제어 빈도, 연구의 질적 속성을 살펴봄으로써 조사하였다. 이 때 연구의 질적 속성은 예비교사의 유형과 전공, 연구맥락 교과, 연구 주제, 접근 방법, 자료 유형, 연구 참여자 수를 질적 코딩함으로써 다각적으로 파악하였다. 연구 결과, 예비 과학교사 교육 연구의 보고는 5년 간격으로 약 40건씩 증가하는 추세를 보였다. 연구가 출판되는 학술지는 ‘한국과학교육학회지’가 가장 큰 비중을 차지하되 2010년대 후반 이후 다양성이

증가하고 있었다. 주제어 빈도 분석 결과 과학교수효능감이나 과학의 본성, 그리고 여타 교수학습맥락이 강조되고 있었다. 질적 속성 코딩 결과 예비교사 유형은 중등교사, 예비교사 전공과 연구맥락 교과는 ‘일반’ 과학교육이 가장 많았다. 연구 주제로서는 ‘예비교사 대상 교육 프로그램’, 그리고 ‘인식 및 정의적 영역’이 가장 많았다. 접근 방법으로서는 특정 주제에 대한 ‘분석’을 수행한 연구가 가장 많았다. 연구 참여자 수는 11명 이상 30명 미만이 가장 많았다. 다만 이러한 질적 속성의 패턴은 시기별로, 그리고 예비교사 유형별로(유, 초, 중) 사뭇 다르게 나타났다.

1. 연구 결과의 함의

연구 결과의 각 부분과 관련지어 다음과 같이 논의하고자 한다. 우리나라에서 보고되는 예비 과학교사 연구의 증가 추세는 그것이 국내 과학교육 연구에서 갈수록 중요한 위치를 차지할 것임을 암시한다(Figure 1). 학술지별 출판 논문 수를 살펴보면, 지금까지 우리나라에서 보고된 예비 과학교사 교육 관련 연구는 한국과학교육학회지에 의하여 주도된 면이 있으면서도, 물리/화학/생물/지구과학교육, 유아교육, 교사교육 등과 관련된 여러 학술지에서 예비 과학교사 교육 연구가 보고되어 왔다(Table 1, 3) 특히 Figure 2는 2010년대 후반에 들어 국내 예비 과학교사 교육 연구가 보고되는 학술지의 다양성이 증가하고 있음을 보여준다. 결국 앞으로 예비 과학교사 교육 연구의 양과 다양성이 증대될 것으로 예견되는 가운데, 추후 예비 과학교사 교육 연구가 나아갈 방향을 모색하는 일이 필요함을 알 수 있다.

분석 대상 논문들의 주제어 빈도 분석을 통해서도 국내 예비 과학교사 교육 연구에서 중요하게 여겨지던 주제들을 파악할 수 있었다(Table 4-5). 이는 곧 다양한 교수학습 맥락(학교급, 교육실습 등), 과학의 본성, 탐구실험 활동, 과학 개념 및 지식의 습득, 교수효능감, PCK 등이었다. 그리고 학습이론 또는 인식론적 신념으로서 구성주의 역시 강조되었다. 이러한 요소들은 예비 과학교사에게 필요한 과학교육학 이론의 내용에 관한 선행 문헌의 요소들과 대체로 일치한다(Lee et al., 2013). 이에 따라 향후 과학 예비교사 교육 연구들 또한 위와 같은 주제들을 포함할 것을 예상할 수 있다.

다음으로, 연구 문헌에 대한 질적 속성 코딩을 통하여 다양한 항목들의 연구 동향을 파악할 수 있었다(Table 6). 가장 먼저, 예비교사의 전공과 연구에서 사용된 교과는 대체로 일치했다. 유아 및 초등 예비 과학교사의 경우 물리, 화학, 생물, 지구과학이라는 세부 전공 및 연구 맥락 교과가 나누어지지 않은 경우가 대부분인 것이 자연스럽다. 하지만 중등 예비 과학교사 연구임에도 불구하고 본문 내에서 예비교사의 전공 및 연구맥락 교과를 확인할 수 없는 문헌들이 일부 존재하였다. 심지어는 예비 과학교사 연구 참여자가 존재함에도 그 수를 정확하게 파악하기 어려운 경우조차 있었다. 이러한 문헌들은 대부분 2010년대 이전에 보고되었으나, 향후에도 연구문헌이 보다 정확한 정보를 제공할 수 있도록 하는 최소한의 요건이 갖추어져야 할 것이다. 한편, ‘비교’ 접근 등 개별 연구의 필요성에 따라 환경교육, 수학교육, 국어교육 등의 타 전공 예비교사들이 연구에 참여한 경우가 있었다는 점 또한 언급하고자 한다(e.g., Kwon et al., 2000; Joo et al., 2004; Kim et al., 2018). 비록 과학이 아닌 다른 교과를 가르치는 교사들이라 하더라도 그 자신이 과학적 소양을 갖출 때 학생들에게

간접적으로나마 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것이라는 점에서 특색 있는 연구 참여자들의 사례로 생각된다.

연구맥락 교과의 측면에서는 유초등 예비 과학교사들을 중심으로 ‘일반’의 비율이 높으면서도 중등 예비 과학교사들을 중심으로 물리, 화학, 생물, 지구과학의 각 교과 맥락에서 적지 않은 연구들이 축적되었다는 점이 고무적이라고 할 수 있다. NOS 등 비교적 일반적으로 적용할 만한 연구 주제들이 있는가 하면, 과학의 세부 교과마다 효과적인 교수학습은 고유하게 존재한다고 볼 수 있으므로(Abell & Lederman, 2007), 예비 과학교사 교육 연구에서도 교과-일반적인 접근과 교과-특수적인 접근 모두가 의미를 지닌다고 하겠다. 한편 2011-2015년 시기 이후 특히 ‘융합’과학에 관한 연구가 증가한 이유는 2009 개정 교육과정에서 강조되었던 융합형 과학이나 STE(A)M 교육, 그리고 2015 개정 교육과정의 통합과학의 영향으로 생각해볼 수 있을 것이다. ‘융합’ 교과와 관련한 추후 연구 주제에 대하여는 후술하겠다.

연구 주제를 분석한 결과 ‘예비교사 교육 프로그램’(8)과 ‘인식 및 정의적 영역’(3)에 대한 연구가 많았으므로, 이 두 연구 주제가 1995-2000년 시기부터 우리나라 예비 과학교사 교육 연구에서 꾸준히 그 중요성을 인정받고 있다고 볼 수 있다. ‘PCK 및 역량’(4)과 ‘예비교사의 교수 설계 및 실행’(7)에 관한 연구는 2006-2010년 이후 크게 증가하였는데, 과학에서 PCK의 발달은 교과 내용에 대한 충분한 개념적 지식을 실제 교수에 적용하는 경험을 반복함으로써 발달한다는 점에서 서로 연관 지어 이해할 수 있다(Lim, 2003). 예비교사 교육에서 교과내용학과 같은 개념적 지식 이외에도 예비교사의 과학 교수효능감이나(e.g., Jeon, 2006; An, 2014; Kim, S. Y., 2012) PCK와 같은 실천적 지식을 증진시키기 위한 연구들이(e.g., Kim, Lee et al., 2015; Barnett & Hodson, 2001; Kwak, 2006) 앞으로도 요구될 가능성이 높다. 이와 관련하여, 특수교육학생(Im et al., 2018), 탈북학생(Lim, 2014), 다문화학생(Kim & Lim, 2016) 등 다소 특수한 교수학습 상황을 고려하였던 일부 연구들의 의의가 돋보인다. 다양한 학습자를 이해하고 그에 맞춘 교수를 제공하는 교사의 역량의 필요성이 증가되는 시대에는(KMOE, 2021b) 예비 과학교사 교육 연구 역시 다양한 학습자들을 상정한 교육 맥락에 주목할 필요가 있다.

한편 이러한 주제로 이루어진 연구의 현상이 과학교육론이나 교재 연구 및 지도법 수업에 의존한 경우가 많았다는 점에 유의할 필요가 있다. 이는 예비교사 대상 연구의 목적과 취지를 살리기 위하여, 또한 연구 참여자를 모집하기 위하여 해당 수업들이 가장 적합하였기 때문일 수 있다. 또한 교생실습 전후의 변화(e.g., Choi, 2006), 교생실습에서 나타나는 예비교사의 정의적 영역(e.g., Kim & Lee, 2014), 교생실습 프로그램 적용(e.g., Jang et al., 2014), 교생실습 교수 설계 및 경험(e.g., Jung & Lee, 2016) 등 교육실습 맥락에서 이루어진 연구들이 상당히 많았다. 향후 교원양성체제에서는 교생실습의 기간이 4주 이상에서 학기제로 개편되는 실습학기제가 검토되고 있는 만큼(KMOE, 2021b), 4주간의 교육실습이 아닌 학기 단위의 교육실습 맥락에서 이루어질 새로운 연구 방법을 모색하는 것이 필요해 보인다.

본 연구에서 접근 방법, 자료 유형, 연구 참여자 수를 별개의 항목으로 코딩하였으나 이러한 세 차원은 서로 밀접하게 연관되어 있다고 할 수 있다. 예비 과학교사 연구의 접근 방법은 1995-2000년 및 2001-2005년에는 ‘효과’와 ‘조사’가 동등하게 가장 높은 비율을 차지

하였으나 2006-2010년 이후 특정 연구 주제에 대한 깊이 있는 ‘분석’을 수행한 경우가 가장 많았다는 점을 고무적으로 이해할 수 있다. 자료 유형은 ‘양적’, ‘질적’, ‘산출물’이 모두 빈번하게 활용되어 온 것으로 보인다. 다만 1995-2000년에는 ‘양적’인 자료가 가장 높은 비율을 차지하였고, 2001-2005년 이후에는 ‘질적’인 것이 가장 높은 비율을 차지하였다. 예비 과학교사 연구 참여자의 수는 연구별로 다양하였으며, 소규모 연구에서부터 대규모 연구에 이르기까지 어느 정도 균형 있는 보고가 이루어졌다고 할 수 있겠다. 연구 참여자의 수가 1995-2000년에는 100명 초과 200명 이하가 많은 편이었으나 2000년대 이후에는 10명 초과 30명 이하인 경우가 대다수였다. 세 차원 모두 2001-2005년 즈음하여 가장 높은 비율을 차지하는 항목이 변화하였다는 점에 주목할 만하다. 이는 해당 시기를 전후로 과학 예비교사 연구의 주류 유형에 변화가 있었음을 짐작하게 한다. 곧, 1995-2000년에는 100명 초과 200명 이하의 ‘양적’ 자료를 활용하여 예비교사들의 과학적 개념 이해나 STS에 대한 신념 등 특정 주제에 대한 ‘조사’를 수행한 연구가 많은 편이었으나(e.g., Lee & Lim, 1997; Ahn *et al.*, 1997) 2000년대 이후에는 10명 초과 30명 미만의 ‘질적’ 자료를 활용하여 특정 주제에 대한 ‘분석’을 수행한 경우가 많았을 수 있는 것이다(e.g., Lee *et al.*, 2004; Lee & Lim, 2010, Yang *et al.*, 2014; Yang *et al.*, 2016)

그런가 하면, 연구 참여자의 수는 예비교사 유형에 따라서도 다소 다른 패턴을 보였다. 초등 예비교사의 경우 연구 참여자의 수가 100명 이상인 경우가 유아 및 중등에 비하여 많은 편이었는데(Table 8), 이는 교육대학교의 경우 한 학년의 인원이 100명이 넘는 경우가 많아 과학교육론 등의 한 과목 안에서 이루어진 연구에서 자연스럽게 발생한 결과일 수 있다(e.g., Jeon, 2006; Yoon, 2011; Moon, 2019). 한편 중등 예비교사 연구 참여자의 수는 30명 이하가 많은 편이었는데, 이는 사범대학에서 과학교육론 등의 한 과목을 수강하는 예비교사 학생 수와 비슷하고(e.g., Jeon & Yoon, 2016; Noh *et al.*, 2010), 10명 미만은 교재연구 및 지도법 수업이나 교육실습 등의 맥락과 밀접한 연관이 있어 보인다(e.g., Kim *et al.*, 2020; Choi *et al.*, 2015) 이처럼 예비 과학교사 교육 프로그램의 수강 인원은 교사교육 프로그램을 수강하는 인원과 연구 참여자 수가 관련이 깊다고 할 수 있다(e.g., Choi, 2006; Shin, 2007; Park, *et al.*, 2008). 이 역시 조만간 변화할 교원양성체제 안에서(KMOE, 2021b) 예비 과학교사 교육 연구가 새로운 연구 방법을 모색해야 할 것임을 제시한다.

이와 무관하지 않게, 예비 과학교사 교육 연구의 동향을 예비교사 유형에 따라 구별하여 파악하고자 하였다. 본 연구가 갖는 의의 중 하나이다. 우선 유아, 초등, 중등으로 학교급이 올라갈수록 과학 예비교사 교육에 관한 연구의 수가 많았다는 점과 함께, 교육 연구의 중점과 방법이 다소 달랐다는 점을 확인할 수 있었다(Table 8). 예컨대, 유아교육 전공에서는 유아 예비교사에게 과학교육 관련 특정 ‘교육 프로그램’(8)을 적용하여, 예비교사들의 ‘산출물’을 통해 그 ‘효과’를 살펴보는 연구가 많았던 것으로 보인다(e.g., Kim, 2005; Song, 2006). 초등교육 전공에서는 ‘양적’인 설문지를 통해 특정 주제에 대한 예비 초등교사들의 ‘인식 및 정의적 영역’(3)을 ‘조사’한 연구가 많았던 것으로 보인다(e.g., Jeon, 2006; Kwon *et al.*, 2007). 그런가 하면, 중등교육 전공에서는 화학 등의 교과에서 ‘예비교사 교육 프로그램’(8)에서 발생한 현상들을 ‘질적’ 면담 등의 데이터를 통해 ‘분석’

한 경우가 많았다고 볼 수 있다(e.g., Jung & Lee, 2016). 이를 논문을 작성하는 연구자의 수나 연구 전통의 차이라고 해석할 수도 있지만, 과학 예비교사들이 진출하게 될 학교 현장에서 요구하는 전문성의 측면이 다소 다르기 때문일 수도 있다. 예컨대, 유아 및 초등교육에서는 다소 보육적인 면의 전문성이 더욱 강조되거나, 중등교육에서는 내용학적 지식이나 PCK와 같은 면의 전문성이 더욱 강조될 수 있다. 이러한 차이가 왜 발생하는가에 대한 보다 상세한 논의를 통해, 각 예비교사의 유형에 따라 예비교사 교육 연구가 더욱 다양화하는 방향을 모색할 수 있을 것이다.

본 연구에서 특별히 관심을 가진 예비 중등교사교육의 경우는 예비교사의 진로에 관한 연구(e.g., Lee, *et al.*, 2009; Jang & Hong, 2020)가 유아 및 초등 예비교사의 경우보다 빈번히 보고되어 온 것으로 보인다. 이는 유아 및 초등 예비교사의 경우 학교 현장으로의 진출로서의 진로 결정이 비교적 수월한데 비하여, 중등 예비교사의 경우 적지 않은 내용학적 지식을 습득하게 되므로 일반 기업으로의 취업이나 대학원 진학 등의 여러 가능성이 열려 있는 것으로 인식되기 때문일 수 있다. 또한 유아 및 초등에 비하여 중등임용시험의 경쟁률이 높은 편이므로(KMOE, 2021b), 중등 예비교사가 진로에 대한 고민을 하는 비율이 높을 것으로도 생각해볼 수 있다. 추후에는 중등 예비 과학교사가 자신들의 진로를 정할 수 있는 바람직한 가이드를 제시하는 방안을 연구하거나, 중등 예비 과학교사의 임용시험 부담을 줄이는 방안 역시 모색할 필요가 있을 것이다.

그런가 하면, 2021년에 발행된 논문들에서는 예비교사의 개념, 인식, 역량, 정체성 등 기준에 중시되어 왔던 주제들이 다루어지는 등 그 동향이 대체로 2020년까지의 연구 동향들과 대체로 유사하였던 것으로 보인다(Table 6). 다만 2021년 8월까지의 연구 문헌들은 상기 하였던 테크놀로지와 관련된 문헌들의 비중이 높은 편이었던 것으로 보인다. 이는 코로나19 사태로 인하여 촉발된 교수학습 환경의 변화가 그 원인이 된 것으로 생각된다. 앞으로 국내 예비교사 교육 연구에서는 테크놀로지 기반 교수학습에 대한 관심이 더욱 증대될 수 있음을 짐작할 수 있으며(KMOE, 2021b), 그런 면에서 예비 과학교사의 테크놀로지 활용 능력과 관련된 연구가 지속적으로 이루어질 필요가 있을 것이다.

2. 향후 예비 과학교사 교육 연구 주제

본 연구의 결과를 바탕으로 추후 예비 과학교사 교육 연구의 주제를 다음과 같이 탐색하고 제안하고자 한다. 우선, 절대 다수의 예비 과학교사 교육 연구물들이 예비교사 대상 경험적 연구를 수행하여 왔음에 비하여, 보다 정책학적이거나 행정학적인 관점에서 교원양성체제, 교원자격증 발급 요건, 교육실습 체제 개편 등의 정책을 다룬 문헌은 상당히 드물었다. 과학교육계 안에서 예비 과학교사 교육에 대한 정책학적이고 행정학적인 연구가 부족한 상태가 지속된다면, 교원양성체제 개편 등의 정책 논의에서 교과교육 전문가들의 견해보다는 총론 수준의 교육학 전문가 또는 행정가들의 일반적인 견해가 더 큰 영향력을 미치는 결과를 낳을 가능성이 있다. 이와 관련하여 우리나라에서 1990년대 이후 대두된 과학기술(사회)학(Science and Technology Studies)의 관점에서 예비 과학교사 교육을 바라보는 관점이 필요할 수 있다(Lee, 2013). 여기서 ‘과학기술(사회)학’은 과학기

술의 지식사회학 정도로 이해할 수 있는 바, 철학, 윤리학, 사회학, 역사학, 인류학 등의 학제적 접근을 허용하며(Han, 2014) 경영학, 경제학, 행정학(정책학)적인 시각 역시 견지하게 해주는 학문 분야이다(Lee, 2013). 이는 과학교육학계에서 NOS와 관련하여 논의되어 온 STS(과학-기술-사회)와 의미가 어느 정도 유사하면서도, 인문사회학적인 성격이 더욱 강하고 정책적인 논의를 진행하는 데 강점을 지니는 논의라고 하겠다. Roth *et al.* (1996)은 과학교육에 과학기술학을 접목할 수 있다는 가능성을 제시하였고, 이를 과학 교수학습뿐만 아니라(Roth & McGinn, 1998) SSI와 관련된 과학 교사교육에서도 이를 접목할 가능성이 대두되고 있다(Bencze *et al.*, 2020). 우리나라 과학기술학 연구자들 역시 공학교육과 과학기술학의 학제적 협력 방안을 탐색하거나(Han, 2014), 전국과학전람회 참여한 교사 겸 연구자를 연구하는 등(Seo, 2020) 과학교육과의 접점을 모색하고 있는 중이다. 곧, 보다 정책적인 논의를 가능하게 해주는 과학기술학의 시각을 과학 예비교사 교육 연구에서도 적극적으로 도입하는 방향을 고려할 필요가 있다.

다음으로, 지금까지의 예비 과학교사 교육 연구에서는 ‘융합’을 맥락 교과로 삼은 경우가 지속적으로 증가하면서도 상대적으로 적은 편이었다(Table 6). 그러나 앞으로는 물리/화학/생물/지구과학 및 통합형 교과를 두루 가르칠 수 있는 예비 과학교사를 양성하기 위한 연구가 이루어질 필요가 있을 것이다. 1997년에 법제화된 공통과학 교사자격증 제도가 실제 적용에 어려움을 겪는 상황이나(Yang *et al.*, 2013), 2009 개정 교육과정에서 도입하였던 융합형 과학이나 STEAM 융합수업, 2015 개정 교육과정의 통합과학 등은 예비 과학교사들이 다양한 과학 분과 지식을 갖추어야 할 필요가 있음을 잘 보여준다(Kim & Shim, 2015a; 2015b). 교육부 역시 향후 교원양성체제에서 학생 선택형 교육과정, 교과 융합, 원격교육 등 미래 변화에 유연하게 대응할 수 있는 “**多**교과 역량”을 중시하는 방향을 견지하고 있다(KMOE, 2021b). 2022 개정 과학과 교육과정에서는 과학사, 기후변화, 인공지능 등의 ‘**융합선택**’ 교과들이 편성될 것으로 예상되는 상황에서(Shin, 2021), 중등 과학 예비교사들이 물리/화학/생물/지구과학 및 여타의 교과들(컴퓨팅, AI 등)을 어느 정도 범위와 수준으로 배워야 하는지, 공통과학 전공 과학 교사를 양성하여야 할 필요는 없는지 등을 고찰해보아야만 한다.

예비 과학교사의 행위주체성 역시 향후 지속적으로 다루어져야 할 연구 주제이다. 우리나라에서 현직 과학교사의 행위주체성에 대한 연구들이 지금까지 적지 않게 보고되어 온 것이 사실이나(e.g., Lee & Kim, 2021), 이를 예비교사 교육의 관점에서 보고한 문헌은 많지 않았다. 행위주체성 개념은 근래 들어 학생 수준에서 논의되는 면이 있으나(OECD, 2019), 교육학 맥락에서 보다 먼저 교사 수준에서 그 가 주어질 교육과정, 자원, 교수학습환경 등의 구조 하에서 발견되어 가는 과정을 살펴보는 연구가 주류에 해당한 면이 있다(So & Choi, 2018). 교육과정학 분야에서 교사의 행위주체성 논의가 지속적으로 이어지고 있다는 점(e.g., Um, 2020) 특히 과학 교육과정의 재편성 업무를 대비한 교사의 행위주체성 함양을 논의해야 할 필요성을 부각한다. 제6차 교육과정 이후 우리나라 교육과정은 분권화와 지역화의 기초 하에 탈중심화를 지속하고 있으며, 향후에는 교과별 성취기준 자체를 지역화하여 교육청별로 마련하게 될 가능성이 높다(Lee *et al.*, 2018). 또한 2025년부터 전면 시행될 고교학점제 역시 학교 수준

에서의 과학 교육과정을 유연하게 편성하는 일이 필요함을 보여준다(KMOE, 2021c). 그러한 업무의 당사자는 과학 교사가 될 것이므로(KMOE, 2021c), 예비 과학교사 양성 역시 주어진 국가 교육과정 체제라는 구조 하에서 발견되는 행위주체성의 관점을 증시하여야 할 필요가 있다(Im *et al.*, 2016).

‘SSI 및 STS’(5)나 ‘비형식교육’(10)은 초중등학생을 대상으로 하는 과학 교수학습에서 지속적으로 그 중요성이 강조되어 왔음에 비하여(e.g., Levinson, 2006; Maarschalk, 1988) 우리나라 예비 과학교사 교육과 관련하여 이루어지는 연구는 그 수가 많지 않은 것으로 보인다(Table 6) 이와 관련한 연구들이 계속하여 보고될 필요가 있을 것이다. 이와 관련하여, 추후 과학 예비교사 교육 연구에서는 환경교육과 관련한 주제들이 늘어나야 할 필요가 있다. 우리나라 교육기본법은 2021년 9월 24일 ‘기후변화환경교육’(제22조의2)를 신설하여, “국가와 지방자치단체는 모든 국민이 기후변화 등에 대응하기 위하여 생태전환교육을 받을 수 있도록 필요한 시책을 수립·실시하여야 한다”고 규정하였다.²⁾ 기후변화 등의 환경 문제는 그에 관한 과학적인 지식을 갖춘 시민들에 의해서만 올바르게 대응할 수 있으므로, 앞으로는 그러한 생태전환교육을 실천할 과학교사의 수요가 증대될 것이다. 과학 예비교사 교육 연구에서 환경교육 전공자들이 포함되었던 사례들(Kwon *et al.*, 2000; Joo *et al.*, 2004) 및 예비 초등 교사들의 환경에 대한 태도를 조사한 사례 등을 참조하여(Choi & Lee, 2003) 환경교육을 과학교육학계 안에서 더욱 부각하여야 할 것이다.

본 연구의 한계점으로는 다음과 같은 점들을 들 수 있다. 첫째, 논문 주제가 빈도 분석과 형태소 빈도 분석은 문헌의 전체 맥락을 파악하는 데는 큰 도움을 주지 못할 수 있다. 둘째, 본 연구에서 활용한 질적 속성 코딩의 방식이나 서술 중점은 개별 연구자의 관심사에 따라 다소 부족하게 여겨지는 면이 있을 수 있다. 이처럼, 본 연구에서 활용한 분석 방법들은 각각 어느 정도의 한계를 가지고 있음이 사실이다. 그럼에도 불구하고, 본 연구에서 활용한 각각의 분석 방법들은 과학교육 연구 동향을 파악한 기존 문헌들에서도 사용했던 방법들에 준한다(Lee *et al.*, 2007; Kim *et al.*, 2011; Kim *et al.*, 2012; Lee & Hong, 2013; Kim *et al.*, 2015; Lee & Kim, 2016; Kim 2018; Hong, 2019; Lee, 2020). 또한 본 연구에서는 모든 논문의 본문을 연구자들이 함께 확인하고 동시에 코딩을 진행하였다는 점에서 코딩의 타당성이 높을 것으로 생각된다. 특히 중등 예비 과학교사 교육 연구 문헌들의 동향을 살펴보았다는 점은 본 연구의 가장 큰 기여일 수 있다. 이처럼, 본 연구는 일말의 한계가 있는 방법들을 다양하게 활용하여 국내 예비 과학교사 교육 연구의 동향을 여러 측면에서 파악하고자 하였다는 데서 그 의의를 찾을 수 있을 것이다. 앞으로 우리나라에서 과학 교원양성정책이 변화하며 관련 연구가 더욱 많이 보고될 것으로 예상되는 상황에서, 본 연구의 결과가 예비 과학교사 교육의 연구와 실천에 기여할 수 있기를 희망한다.

국문요약

예비 과학교사 교육은 학교 현장에서 이루어지게 될 과학교육의 질을 제고하기 위하여 중요하며, 이에 따라 많은 예비 과학교사 교육 연구들이 국내에서 보고되어 왔다. 그러나 그 연구 동향을 중등교사

2) <https://www.law.go.kr/교육기본법> (Retrieved November 19th, 2021)

맥락을 포함하여 포괄적으로 살펴보고 정리하는 작업은 거의 이루어지지 않아 왔다. 이에 본 연구는 지금까지 국내에서 이루어진 예비과학교사 교육 연구의 동향을 살펴보았다. 분석 대상 문헌은 1995년부터 2021년까지 17개의 KCI 등재지급 학술지에서 출판된 410건이었다. 해당 연구 문헌들의 동향은 시기별 문헌 수, 주제어 빈도, 연구의 질적 속성을 살펴봄으로써 조사하였다. 이 때 연구의 질적 속성은 예비교사의 유형과 전공, 연구맥락 교과, 연구 주제, 접근 방법, 자료 유형, 연구 참여자 수를 질적 코딩함으로써 다각적으로 파악하였다. 연구 결과, 예비과학교사 교육 연구의 보고는 5년 간격으로 약 40건씩 증가하는 추세를 보였다. 연구가 출판되는 학술지는 ‘한국과학교육학회지’가 가장 큰 비중을 차지하되 2010년대 후반 이후 다양성이 증가하고 있었다. 주제어 빈도 분석 결과 과학교수효능감이나 과학의 본성, 그리고 여타 교수학습맥락이 강조되고 있었다. 질적 속성 코딩 결과 예비교사 유형은 중등교사, 예비교사 전공과 연구맥락 교과는 ‘일반’ 과학교육이 가장 많았다. 연구 주제로서는 ‘예비교사 대상 교육 프로그램’, 그리고 ‘인식 및 정의적 영역’이 가장 많았다. 접근 방법으로서 특정 주제에 대한 ‘분석’을 수행한 연구가 가장 많았다. 연구 참여자 수는 11명 이상 30명 미만이 가장 많았다. 다만 이러한 질적 속성의 패턴은 시기별로, 그리고 예비교사 유형별로(유, 초, 중) 사뭇 다르게 나타났다. 연구 결과로부터 보다 행정적인 측면에 집중한 연구, 공통과학 교사에 대한 연구, 교사의 행위주체성에 집중한 연구, SSI 및 STS와 측면에서 생태전환교육을 주도할 환경교육 맥락의 포용 등 추후 예비과학교사 교육 연구가 나아갈 방향을 탐색하고 제안하였다.

주제어 : 예비교사 교육, 과학 교사교육, 예비과학교사 교육, 연구 동향, 문헌 고찰

References

- Abell, S. K. & Lederman, N. G. (eds.) (2007). *Handbook of Research in Science Education*. Routledge.
- Ahn, S.-S., Lee, S.-K., Ha, M.-K., & Kim, U.-H. (1997). Examination of preservice and in-service science teachers' beliefs about STS. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 17(4), 359-371.
- American Association for the Advancement of Science [AAAS]. (1990). *Science for All Americans*. New York: Oxford University Press.
- An, B. G. (2014). The effect of a science lesson analysis program on self-efficacy in teaching science of pre-service early childhood teachers. *Journal of Early Childhood Education*, 34(6), 29-54.
- An, Y. -L., & Kim, H. -J. (2011). Recognition of the nature of science by preservice science teachers on the basis of the atomic model. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 31(4), 539-556.
- Baek, J., Choi, C. I. & Jeong, D. H. (2015). An investigation on pre-service chemistry teachers' difficulties in practice of inquiry-based experiment. *Journal of the Korean Chemical Society*, 59(5).
- Bang, A., & Choi, A. (2016). Pre-service chemistry teacher's designing and implementing inquiry-based science instruction that emphasizes argumentation and writing: Focus on ways to overcome difficulties. *Journal of the Korean Chemical Society*, 60(5), 342-352.
- Barnett, J., & Hodson, D. (2001). Pedagogical context knowledge: Toward a fuller understanding of what good science teachers know. *Science Education*, 85(4), 426-453.
- Bencze, J. L., Halwany, S. E., & Zouda, M. (2020). Critical and active public engagement in addressing socioscientific problems through science teacher education. In Evagorous, M., Nielson, J. A., Dillon, J. (eds.) *Science Teacher Education for Responsible Citizenship* (pp. 63-83). Springer.
- Byun, T., & Ha, S. (2021). Analysis of secondary school pre-service teachers' perception on the science subject competencies using semantic network analysis. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 21(7), 239-257.
- Chae, D. H. (2004). The changes of preservice and inservice elementary school teachers' concepts of the solar system based upon their exposure to the earth motion centric solar system model. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 24(5), 886-901.
- Chang, H. S., & Lee, H. J. (2008). Discourse analysis of pre-service science teachers and students in science museums and its implication for teacher education. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 27(3), 211-220.
- Chang, H. S., & Lee, H. J. (2011). Exploring Pre-service science teachers' motivation for career choice and their self-image as a science teacher. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 31(1), 14-31.
- Chi, S. A. & Kim, C. G. (2011). The study of the relationships among pre-service early childhood teachers' science teaching efficacy, science attitudes and education belief in constructivism. *Early Childhood Education Research & Review*, 15(1), 277-300.
- Cho, H. S. (1999). The effect of an inquiry-based science method course on the attitudes of preservice early childhood teachers. *Journal of Early Childhood Education*, 19(2), 227-245.
- Cho, J. H. & Woo, A. J. (2017). A study of pre-service science teacher satisfaction and perception of open 'inquiry-based chemistry laboratory'. *Journal of Research in Curriculum & Instruction*, 21(5), 524-536.
- Cho, S. & Baek, J. (2015). A case study on the inquiry guidance experiences of pre-service science teachers: Resolving the dilemmas between cognition and practice of inquiry. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(4), 573-584.
- Cho, Y. (1997). *Socialization and Education*. Seoul: Kyoyookbook.
- Cho, Y., & Choi, W. (2018). Comparison of pre-service science teachers' epistemological views and pre-service science teachers' responses on the discrepant cases. *School Science Journal*, 12(3), 297-308.
- Choi, A. (2014). Pre-service science teachers' understanding and views of argument-based inquiry approach. *Journal of the Korean Chemical Society*, 58(6), 658-666.
- Choi J. (2006). The change of preservice teachers' arguments about the role of school science laboratories through a practicum. *New Physics: Sae Mulli*, 53(4), 290-295.
- Choi, J. H., (2006). The change of preservice teachers' arguments about the role of school science laboratories through a practicum. *New Physics: Sae Mulli*, 53(4), 290-295.
- Choi, S., & Lee, Y. H. (2015). Enhancing preservice teachers' science self-efficacy beliefs and pedagogical content knowledge (PCK) through scientific investigations. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 34(4), 406-418.
- Choi, S., Lee, J., & Noh, T. (2015). A case study of preservice secondary science teachers' demonstration of STEAM lessons. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(4), 665-676.
- Choi, S., Song, N., & Noh, T. (2017). The characteristics of curriculum design of pre-service chemistry teachers participating in educational program for teaching in science museum. *Journal of the Korean Chemical Society*, 61(6), 388-401.
- Choi, S. H., & Lee, E. A. (2003). Pre-service elementary teachers' conceptions of environmental issues. *The Journal of The Korean Earth Science Society*, 24(3), 135-140.
- Choi, Y., & Hong, S. -H. (2021). A multilevel examination of the influence of content domain choice on attitudes toward convergence and science teaching efficacy beliefs in a TPACK training program for elementary teacher candidates. *Biology Education*, 49(1), 54-68.
- Chu & Lee. (2005). Pre-service teachers' conceptions about brightness of bulbs in simple electrical circuits and suggestions of physics concept development programme for the pre-service science teacher. *New Physics: Sae Mulli*, 51(5), 448-457.
- Chung, A. R., Maeng, S. H., Lee, S. K., & Kim, C. J. (2007). Pre-service science teachers' areas of practice concern and reflections on the science classes in student-teaching. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 27(9), 893-906.
- Embrain Public (2020). Report of Results of 「Survey for Exploration of Future Education System」
- Erduran, S., & Kaya, E. (2019). *Transforming Teacher Education Through the Epistemic Core of Chemistry*. Springer.
- Go, Y. (2013). Pre-service early childhood teachers' images of science teaching and the factors influencing changes in those images during a course on early childhood science education. *Journal of Early Childhood Education*, 33(4), 337-361.
- Ha, H., Kang, E., & Kim, H. B. (2020). Exploring pre-service science teachers' positioning and epistemic understanding in a course about designing inquiry-based lessons. *Journal of the Korean Association for*

- Science Education, 40(3), 307-320.
- Ha, M. (2016). Exploring development of pre-service science teachers' natural selection concepts according to ecology and genetics concepts. *Biology Education*, 44(2), 300-311.
- Ha, M. (2017). Korean pre-service science teachers' perception of practical value of evolution and evolution acceptance compared with american college students. *Biology Education*, 45(3), 427-436.
- Ha, M., Shin, S., & Lee, J. K. (2019). Developing the questionnaire to measure the perception of the norms of science and applying to pre-service science teachers. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 39(4), 489-498.
- Han, K. -H. (2014). Interdisciplinary cooperation between engineering education and science and technology studies (STS). *Journal of Engineering Education Research*, 17(2), 50-58.
- Han, S. J., Kang, S. J., & Noh, T. H. (2010). Preservice elementary school teachers' awareness of students' misconceptions about science topics. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 29(4), 474-483.
- Hong, S. K. (2019). A study on the science education research trend about attitude in Korea using text network analysis. *School Science Journal*, 13(4), 412-430.
- Im, S., Yoon, H. G., & Cha, J. (2016). Pre-service science teacher education system in South Korea: prospects and challenges. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), 1863-1880.
- Im, S. M., Cha, J. H. and Kim, H. B., (2018). A case study on science education for students with special educational needs and the change of pre-service science teachers' attitude towards disability and inclusive. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 38(1), 87-96.
- Im, S. M., Kim, J. K. & Kim, T. Y., (2008). Pre-service physics teachers' views on the nature of science before and after an inquiry-based introductory physics experiment course. *New Physics: Sae Mulli*, 57(2), 105-113
- Jang, H. J. (2021). An action research of early childhood science education for pre-service teachers during COVID-19 pandemic. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 21(7), 123-138.
- Jang, H. S., Koh, E., & Choi, B. (2014). The influence of the curriculum in advance of practicum of the practicum-affiliated course on preservice chemistry teacher's practice teaching. *Korean Journal of Teacher Education*, 30(3), 21-48.
- Jang, M. -D. (2006). Analysis of pre-service teachers' lesson planing strategies in elementary school science. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 25(2), 191-205.
- Jang, W., & Hong, H. -G.. (2020). Students in the department of science education who wish to pursue a career in the field of non-teaching. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 20(24), 43-66.
- Jang, W., You, I., Min, S., Jeong, M., & Hong, H. -G. (2020). Science education in the perspective of 'the stranger' - An autobiographics narrative inquiry of pre-service science teacher who entered graduate school in order to complete the course of teaching -. *School Science Journal*, 14(2), 209-226.
- Jeon, K. M. (2006). The perceptions of pre-service elementary teachers in regards to the learning environment in science education courses and their science teaching efficacy belief. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 25(1), 8-14.
- Jeon, Y. J. & Yoon, M. B. (2016). The application of science education lecture for pre-service teacher using teaching-learning method based on flipped learning. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(3), 499-507.
- Jeong, J. W., Koh, Y. K., Youn, S. T., Kim, H. G., Oh, K. H., & Moon, B. C. (2004). Related conception s to earth system and applying of systems thinking about carbon cycle of the preservice teachers. *The Journal of The Korean Earth Science Society*, 25(8), 684-696.
- Jeong, J. -W., Kwon, J. -H., & Kim, Y. -J. (2008). Earth science pre service teachers' ideas about the earth on the ontological categories. *Journal of the Korean Society of Earth Science Education*, 1(1), 111-118.
- Jo, J. -H., Son, J. -H *, Song, J. -Y., Jung, J. -H., & Kim, J. -H. (2017). The effect of learning module using, cognitive conflict strategies on secondary pre-service science teachers conceptual change about tide. *Journal of Korean Society of Earth Science Education*, 10(1), 26-37.
- Joo, J. -Y., Kim, S. -Y., & Pail, S. -H. (2004). Analysis of secondary pre-service science teachers' conceptions about motion of objects based on the viewpoints of science history. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 24(6), 1049-1062.
- Joung, Y. J., Jang, M. D., & Kim, H. J. (2011). Elementary pre-service teachers' views about the purpose of science experiments. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 30(2), 255-270.
- Jung, J., & Lee, B. (2016). Analysis on the mismatch between instructional design and teaching practice of pre-service science teachers in teaching practicum. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(3), 435-443.
- Jung, Y. J., Jang, M. D., & Kim, H. J. (2011). Elementary pre-service teachers' views about the purpose of science experiments. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 30(2), 255-270.
- Kang, H. S., Park, J. K., & Noh, S. G. (2009). A Study on the basic scientific knowledge of in-service and pre-service elementary school teachers. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 28(1), 67-78.
- Kang, K. H. (2014). Analysis on the types of questions and the structure of the discourse used in pre-service science teachers' microteaching. *New Physics: Sae Mulli*, 64(12), 1172-1180.
- Kim J. G., Im, S., & Kim, T. Y. (2008) Pre-service physics teachers' views on the nature of science before and after an inquiry-based introductory physics experiment course. *New Physics: Sae Mulli*, 57(2), 105-113.
- Kim K., Kim J., Kim K., & Han B. (2007) Analysis of misconceptions about sound waves of pre-service teachers. *New Physics: Sae Mulli*. 55(6), 397-408.
- Kim, C. -G., Yun, K. -K., Oh, S. -K., Bak, J. -S., Kim, M. -S., & Shin. M. -S. (2012). An analysis of research trends in early childhood science education program. *Early Childhood Education Research & Review*, 16(6), 49-72.
- Kim, C. H., Nam, K. W., Woo, Y. S., & Choi, S. D. (2011). An analysis of research trends in teacher training for early childhood science education. *Early Childhood Education Research & Review*, 15(5), 569-597.
- Kim, D. R. (2012). Analysis of in-service and pre-service elementary school teachers' awareness of science teaching. *Biology Education*, 40(1), 47-60.
- Kim, D. R. (2013). An analysis of scientific concepts pre-service elementary school teachers have through semantic network analysis. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(3), 327-345.
- Kim, D. -R. (2018). An inquiry into the trend of elementary pre-service teachers' science education research through keyword network analysis. *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, 8(7), 159-175.
- Kim, D. -R. (2021). An exploration on pre-service elementary school teachers' science-learning processes according to their motivation types. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 40(2), 127-144.
- Kim, E. G., Min, S. B., & Kim, G. H. (2018). The influence of teacher collaboration mediated by teacher efficacy upon student achievement in science: An evidence from PISA 2015. *The Journal of Korean Teacher Education*, 35(3), 373-396.
- Kim, E. -N. (2021). A meaning of pre-service early childhood teachers' experiences using e-portfolio based on real-time video system in early childhood science education course. *Korean Journal of Early Childhood Education*, 41(2), 233-258.
- Kim, H., & Kang, K. (2021). An analysis of science core competencies presented in pre-service biology teachers' SSI (socioscientific issues) writing. *Biology Education*, 49(1), 122-132.
- Kim, H., & Lee, N. (2014). Exploring pre-service science teacher's professional identity focusing student teaching. *Korean Journal of Teacher Education*, 30(2), 171-201.
- Kim, H., & Lee, N. (2016). Exploring the pre-service science teachers' emotional experience, display rules, and controlling strategies during teaching practice. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(2), 231-251.
- Kim, H. -J. & Kang, S. (2006). The development of experimental strategy stressing process and skill based on the learning cycle - for the growth of hypothetical thinking skill -. *Journal of Research in Curriculum Instruction*, 10, 105-125.
- Kim, H. J., Hong, H. G., & Hong, J. H. (2013). The influence of reflective thinking facilitation program on reflection areas and levels in pre-service science teachers' teaching practice. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(6), 1087-1102.
- Kim, H. -J., Joung, Y. J., & Jang, M.-D. (2013). Elementary pre-service teachers' conceptions on "the freezing point depression" and a proposal of explanatory models. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(2), 206-224.
- Kim, H. J., & Shin, E. S. (2008). Preservice and inservice early childhood teacher' pedagogical content knowledge. *Early Childhood Education Research & Review*, 12(3), 239-263.
- Kim, H. K., Kim, Y. R., Kim, S. H., Youn, H. S. (2018). Possibilities and limitations of secondary pre-service teacher education program for interdisciplinary teaching proficiency: Focusing on fusion of Korean language, mathematics, and science. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 18(24), 929-955.
- Kim, H. -S. (2003). Teacher expertise and quality: exploration of concepts

- and improvement strategies. *Korean Journal of Educational Research*, 41(2), 93-114
- Kim, I. -W., Cha, J., Kim, C. M., & Kim, H. B. (2010). Difficulties experienced by preservice science teachers in studying the theory of science education for teacher selection test. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 30(4), 429-436.
- Kim, J. (2005). The change of preservice early childhood teachers' beliefs about science education through teacher education based on constructivism -Focused on their science teaching efficacy, goals and methods-. *Korean Journal of Early Childhood Education*, 25(4), 133-151.
- Kim, M., Kim, H., & Noh, T. (2018a). The characteristics in the processes of generating analogy for lessons by pre-service science teachers. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 38(3), 369-378.
- Kim, M., Kim, H., & Noh, T. (2018b). The characteristics of lessons using analogies planned by pre-service science teachers. *Journal of the Korean Chemical Society*, 62(2), 148-158.
- Kim, M., Kim, S., & Noh, T. (2020). The characteristics of lessons using student-centered analogies by pre-service science teachers. *Journal of the Korean Chemical Society*, 64(2), 99-110
- Kim, N. H., & Shim, K. C. (2015a). Educational implications for pre-service science teacher training through the comparative analysis between 'Integrated Science' based on the 2015 Revised Science Curriculum and educational contents presented in the pre-service science teachers' textbooks of the college of education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(6), 1039-1048.
- Kim, N. H., & Shim, K. C. (2015b). Educational implications of pre-service science teachers' education by analysis of connection between learning contents presented in the high school 'Science' and in the pre-service science textbooks of college of education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(3), 363-374.
- Kim, S. J., Lee, S. J., Shin, J. C., Kim, J. G., Yoo, J., ..., & Jeong, T. S. (2015). A study on site suitability of the secondary school teacher education curriculum focusing on science and math subject. *Asian Journal of Education*, 16(4), 1-30.
- Kim, S. Y. (2010). Exploring preservice science teachers' views of the nature of science: biology vs. non-biology teachers. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 30(2), 206-217.
- Kim, S. Y. (2012). Effects of Simulated Instruction Activities through a constructivist lens on preservice biology teachers' epistemological belief, science teaching efficacy belief and teaching motivation. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(7), 1157-1168.
- Kim, S. Y. (2014). Changes of preservice biology teachers' epistemological beliefs and worldviews through teaching practice focused on constructivism. *Korean Journal of Teacher Education*, 30(4), 235-254.
- Kim, S. Y. (2016). Construction of preservice biology teachers' NOS pedagogical content knowledge within biology teaching context. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(1), 147-158.
- Kim, S. Y. & Lim, M. Y., (2016). A study on multicultural experience, multicultural perception, and multicultural self-efficacy of pre-service science teachers. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 16(9), 1091-1118
- Kim, S., Kim, E., & Kim, S. W. (2013). The formation process of scientific knowledge for pre-service science teachers through collective intelligence. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(5), 963-980.
- Kim, W., & Kim S. -W. (2020). A study on developing and validating the modern physics conceptual diagnostic survey for pre-service physics teachers based on the 2015 revised national science curriculum. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 40(3), 253-269.
- Kim, Y., & Ryu, S. (2018). Interaction of pre-service teachers in the inquiry chemistry labs: Combining discourse analysis and social network analysis. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 18(4), 95-116.
- Kim, Y., Paik, S. -H., Choi, S. Y., Kang, N. -H., Maeng, S., & Jung, Y. J. (2015). Analysis on the trends of science education studies related to students' science learning in Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(4), 751-772.
- Ko, K. J., Kim, D. Y., Lee, Y. J., Kwon, S. H., & Kwon, Y. J. (2017). A study on the characteristics of empathy through the gaze of expert teachers and pre-service teachers in science experiment class. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 17(8), 1-19.
- Korea Ministry of Education [KMOE] (2015). Science Curriculum.
- Korea Ministry of Education [KMOE] (2021a) Handbook for Qualification of Teacher's License.
- Korea Ministry of Education [KMOE] (2021b). Plans for developing elementary and secondary teacher education for field-orientation and elaborating powers to future response.
- Korea Ministry of Education [KMOE] (2021c). Plans for proceeding future curriculum with peoples.
- Ku, J., & Koo, N. (2018). The analysis of characteristics and effects of contextual variables in terms of student achievement levels and gender based on the results of PISA 2015 science domain. *Journal of Science Education*, 42(2), 165-181.
- Kwak, B. S. (2001). Reformation of classroom education and the teacher's instructional expertise. *The Journal of Korean Teacher Education*, 18, 5-13.
- Kwak, H. Y. (2006). A study on the implication of practical intelligence on the preservice teacher education change. *Theory and Research in Citizenship Education*, 38(1), 1-18.
- Kwak, Y. S. (2002). Preservice teachers' belief change represented as constructivist profile change. *The Journal of The Korean Earth Science Society*, 23(3), 242-258.
- Kwak, Y. S. (2003). Exemplary science teachers' suggestions for how to improve science teacher education. *The Journal of The Korean Earth Science Society*, 24(3), 117-127.
- Kwon, C. S., Kim, J. Y., Kim, N. I., Yeo, S. I., Lim, C. S., Lim, C. H., Jhun, Y. S., Shin, M. K. & Jang, S. H. (2007). A survey of university professors' as well as pre-service and in-service teachers' perceptions of the specialized science education courses in the national universities of education in Korea. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 26(1), 117-130.
- Kwon, Y. -J., Yang, I. -H., & Chung, W. -W. (2000). An explorative analysis of hypothesis-generation by pre-service science teachers. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 20(1), 29-42.
- Lee, A. -R., & Hong, Y. -S. (2013). An analysis of the recent research trend in Korean elementary science education. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(3), 260-268.
- Lee, B. (2021). Analysis of the pre-service teachers' strategies in an inquiry theme finding activity through a change of prior inquiry. *New Physics: Sae Mulli*, 71(5), 490-499.
- Lee, B., & Kim, H. (2018). What factors affect pre-service teachers in choosing teaching science as career?: teaching motivations of pre-service science teachers in Korea. *Journal of The Korean Association for Science Education*, 38(2), 123-133.
- Lee, B., Paik, K., Lee, J., Park, C., Oh, S., & Park, S. (2018). Direction of Curriculum Governance to Strengthening Educational Autonomy. KICE Research Report RRC 2018-6.
- Lee, B., Shim, K. -C., Shin, M. -K., Kim, J., Choi, J., Park, E., Yoon, J., Kwon, Y., & Kim, Y. -J. (2013). Relationship between science education researchers' views on science educational theories for pre-service teachers and the examination for appointing secondary school science teachers. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(4), 826-839.
- Lee, B. -W., & Lim, M.-S. (2010). Analysis of argumentation in the inquiry discourse among pre-service science teachers. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 30(6), 739-751.
- Lee, E. J., & Cho, B. K. (2010). Development of an early childhood science education course model for enhancing pre-service teachers' pedagogical content knowledge. *Korean Journal of Early Childhood Education*, 30(2), 405-429.
- Lee, G. -D. (2020). Science education of children: Research trends between 2014 and 2018. *Korea Journal of Child Care and Education*, 122, 125-144.
- Lee, G. -G. & Ha, M. (2020). The present and future of AI-based automated evaluation: A literature review on descriptive assessment and other side. *Journal of Educational Technology*, 36(2), 353-382.
- Lee, H. (2008). Decision-making patterns of pre-service science teachers on socioscientific issues. *Journal of Research in Curriculum Instruction*, 12(2), 377-396.
- Lee H., & Chang H. (2012) Patterns of pre-service science teachers' use of evidence in web-based discussions of the nuclear power generation issue. *New Physics: Sae Mulli*, 62(4), 364-373.
- Lee, H., & Jang, H. S. (2011). Enlargement of pre-service science teachers' understanding of SSI teaching through a teacher education program. *Journal of Research in Curriculum Instruction*, 15(4), 911-930.
- Lee, H., & Kim, H. -B. (2021). Exploring science teacher agency as agent of change: The case of distance learning practice due to COVID-19. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 41(3), 237-250.
- Lee, H. J., Jeong, J. S., Park, K. T., Kwon, Y. J. (2004). Types of scientific questions generated in observational activity by elementary students and preservice teachers. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 24(5), 1018-1027.

- Lee, I. S., Choi, K. H., Hahn, I. S., Kim, S. H., & Lee, H. J. (2009). The effect of pre-service science teachers' experiences in nuclear physics research on their understanding of scientific inquiry process and career planning. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 29(5), 541-551.
- Lee, J. A. (2011). The practice of discourse analysis for evaluating and reflecting of pre-service elementary teachers' science classes in terms of information flow. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 30(3), 367-378.
- Lee, J. H., Kim, E. J., & Moon, D. H. (2014). The effects of inquiry worksheet developing activities for science field trip at informal educational institutes on science teaching efficacy and science attitudes of secondary science preservice teachers. *Biology Education*, 42(2), 160-177.
- Lee, J. -K., & Shin, S. (2021). Narrative inquiry of pre-service science teachers' identity: Focused on the two cultures of science and the humanities. *Korean Journal of Teacher Education*, 37(1), 69-99.
- Lee, J. Y., & Lee, S. K. (2021). Conception investigation of pre-service teachers and experimental study on the role of the salt bridge in Daniel cell. *School Science Journal*, 15(1), 37-51.
- Lee, J., Ryu, G., Kang, S., Noh, T., & Kang, H. (2018). The characteristics of PCK components and their integrations in developing performance assessment tasks of pre-service chemistry teachers participating in constructive performance assessment workshop. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 38(4), 505-518.
- Lee, K. (2016). A study on pre-service early childhood teachers' & early childhood teachers' awareness of science through their autobiographies of science. *Korean Association For Learner-Centered Curriculum And Instruction*, 16(8), 549-572.
- Lee, K. M. (2006). Preservice and kindergarten teachers' conceptions of the nature of science. *Journal of early childhood education*, 26(1), 25-42.
- Lee, S. -H., & Lim, C. -H. (1997). Preservice elementary teachers' understanding on the basic science concepts. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 16(2), 325-339.
- Lee, S. -M., & Kim, M. -J. (2016). A study on research trends of early childhood science education integrated art-activity. *Journal of Children's Literature and Education*, 17(1), 391-420.
- Lee, S., Park, J., & Jeon, M. (2007). Analyzing the research works published in the filed of Korean science education in relation to theory of 'J. Piaget', 'D. P. Bruner or' J. S. Ausubel'. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 27(5), 447-455.
- Lee, Y. -H. (2013). Sociological studies on science and technology in Korea - A review and appraisal -. *Economy and Society*, 100, 251-272.
- Lee, Y. H. (2016). A case study of the award winning science methods course for elementary preservice teachers in the us teacher education program based on the components of pedagogical content knowledge (PCK). *Journal of Research in Curriculum & Instruction*, 20(1), 35-49.
- Lee, Y. M., & Hur, C. (2013). Characteristics of pre-service teachers' PCK in the activities of content representation of boiling point elevation. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 33(7), 1385-1402.
- Levinson, R. (2006). Towards a theoretical framework for teaching controversial socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 28(10), 1201-1224.
- Lim, C. H. (2003). Nature and development of pedagogical content knowledge in science teaching. *Journal of the Korean earth science society*, 24(4), 235-249.
- Lim, H. J. (2007). Comparison of general teaching efficacy and science teaching efficacy of preservice elementary teachers. *Elementary Science Education*, 26(1), 131-139.
- Lim, M. Y. (2014). Making pedagogical sense of preservice science teachers experience of teaching North Korean Defector students. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 14(5), 373-396.
- Lim, S. M. (2017a). An analysis of evaluation items on 'Stratum and Fossil' unit that were made by elementary pre-service teacher. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 17(7), 129-146.
- Lim, S. -M. (2017b). What did pre-service earth science teachers feel through teaching practice? - Focusing on the relationship between university curriculum and teaching practice -. *Journal of the Korean Society of Earth Science Education*, 10(1), 38-49.
- Lim, S. -M. (2021). A comparison of science disciplinary reading's meaning contained in the science book reviews of earth science pre-service teachers and primary pre-service teachers. *Journal of Korean Society of Earth Science Education*, 14(1), 69-79.
- Loughran, J. J. (2007). Science teacher as learner. In Abell, S. K., & Lederman, N. G. (eds.). *Handbook of Research on Science Education* (pp. 1043-1065). Routledge.
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). Intelligence unleashed: An argument for AI in education. London: Pearson..
- Maarschalk, J. (1988). Scientific literacy and informal science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(2), 135-146.
- Moon, B. C. (2019). A study on the effectiveness of process-based evaluation for preliminary elementary school teachers in science class. *Journal of the Korean Society of Earth Science Education*, 12(3), 239-251.
- Moon, B. -C. (2021). A study on the knowledge of elementary school textbooks related to strata from the perspective of core competency-based education and the concept of preservice elementary teachers. *The Journal of The Korean Earth Science Society*, 14(1), 48-58.
- Na, J. (2021a). Analysis of pre-service elementary teachers' questions and lesson plans in planning science class utilizing smart technology. *Korean Journal of Early Childhood Education*, 40(2), 162-174.
- Na, J. (2021b). Elementary pre-service teachers' perception of elementary science education subject required in the 4th industrial revolution era. *Journal of Research in Curriculum & Instruction*, 25(2), 108-120.
- Na, J., & Jang, B. -G. (2017). The perspectives of pre-service elementary teachers on science education of future. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 36(1), 85-94.
- Na, J., & Jang, B -G. (2018). The characteristics of lesson planning of pre-service elementary teachers to develop scientific communication skills for elementary school students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 37(1), 54-65.
- Nam, J. H., Choi, J. H., Lim, J. H. & Mayer V. J. (2007). Pre-service science teachers' understanding of the nature of science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 27(3), 253-262.
- Noh, T., Lee, J., Kang, S., Han, J. & Kang, H. (2017). The characteristics of the PCK components of pre-service secondary chemistry teachers considered in developing performance assessment. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(2), 291-299.
- Noh, T. H., Yoon, J. H., Kim, J. Y., & Lim, H. J. (2010). Pedagogical content knowledge factors considered by pre-service elementary teachers in planning and implementing of science teaching demonstration. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 29(3), 350-363.
- Oh, P.-S., & Oh, S.-J. (2011). A study on the processes of elaborating hypotheses in abductive inquiry of preservice elementary school teachers. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 31(1), 128-142.
- Oh, P. S., Lee, S. K., Lee, G. H., Kim, C. J., & Kim, H. B. (2008). Narrative inquiry on student-teachers' teaching experiences with extra curricular science classes of a high school: Types and characteristics of the knowledge constructed by the pre-service science teachers. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 28(6), 546-564.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] (2019). *OECD Future of Education and Skills 2030: OECD Learning Compass 2030 - A Series of Concept Notes*. Paris: OECD.
- Paik, S. H., & Son, S. H. (2014). An analysis of pre-service science teachers' argument structures, the factors affecting the practice of state change experiment in 7 th grade and cognition of pre-service education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(3), 197-206.
- Park, C. Y., Min, H., & Paik, S. H. (2008). An analysis of pre-service science teachers' pedagogical content knowledge through the student-teacher practice. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 28(6), 641-648.
- Park, E. J. & Park, S. M. (2010). A study on the change of scientific attitudes and science teaching attitudes of pre-service early childhood teachers through the constructivism science course. *Early Childhood Education Research & Review*, 14(5), 207-233.
- Park, J. H., Kim, D. U., & Paik, S. H. (2004). An analysis of conception types of high school students, chemistry teachers, and pre-service science teachers about salt bridge of daniel electronic cell. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 24(3), 544-555.
- Park, J., & Kim J. -Y. (2011). Perception of pre-service science teachers on the classes for the gifted in science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 31(4), 609-620.
- Park, J., & Lee, I. (2021). Perception of relativity and quantum physics by pre-physics teachers and physics teachers. *New Physics: Sae Mulli*, 71(5), 476-489.
- Park, K. -A., & Choi, W. -M. (2011). Error analysis of satellite imagery for sea surface temperature in the high school science textbook and responses of pre-service teachers. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 32(7), 809-831.
- Park, S. (1996). Development and validation of the Korean science teaching efficacy beliefs instrument (K-STEBI) for prospective elementary school teachers. Unpublished Doctoral Dissertation, Pennsylvania State

- University.
- Park, S. -H. (1998). Impact of preparatory science methods courses on Korean prospective elementary school teachers' science teaching self-efficacy beliefs. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 17(2), 33-44.
- Roth, W. M., & McGinn, M. K. (1998). Knowing, researching, and reporting science education: Lessons from science and technology studies. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(2), 213-235.
- Roth, W. M., McGinn, M. K., & Bowen, G. M. (1996). Applications of science and technology studies: Effecting change in science education. *Science, Technology, & Human Values*, 21(4), 454-484.
- Ryoo, J. -J., Ryu, J. -E., & Paik, S. -H. (2010). An analysis of high school science textbook contents and pre-service teachers' perceptions related to sulfuric acid. *Journal of the Korean Chemical Society*, 54(2), 240-247.
- Seo, M. (2020). Teacher-cum-researchers in post-colonial Korea and the information order of their teaching-led research in the science fair, 1949-1970s. *Journal of Science & Technology Studies*, 20(2), 93-140.
- Shim, H., & Lee, H. (2017). Influence of pre-service science teachers' selection of earth science I, II in high school and college major on their self-perceived attitude and academic achievement in general earth science lecture. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 38(3), 239-249.
- Shim, W. -S. (2016). The effect of the elementary science inquiry classes on pre-service elementary teachers' attitude toward science, perception of science teaching-learning and personal science teaching efficacy. *Biology Education*, 44(3), 555-568.
- Shin Y. (2021). The process of competence-fostering science curricular restructuring and ways of elementary-secondary science curricular content. In *Proceedings of the Public Hearing for Competence-fostering Science Curricular Restructuring Research* (pp. 2-14).
- Shin, A. K. (2007). The effects of reflective thinking on verbal interaction of the pre-service teachers in elementary science classes. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 26(4), 428-439.
- Shin, M. K., Kim, H. S., & Kim, J. H. (2006). A study on pre-service teachers' perception of learning environment in earth science with using Virtual Reality (VR): An exploratory case. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 27(3), 269-278.
- So, K., & Choi, Y. (2018). Understanding teachers' practices in the context of school-based educational reform: Focusing on the concept of 'teacher agency'. *The Journal of Curriculum Studies*, 36(1), 91-112.
- Song, S. C., & Shim, K. C. (2017). A study on the awareness of pre-service science teachers about secondary education in future intelligence information society. *Biology Education*, 45(3), 404-417.
- Song, Y. S. & Hwang, H. I., (2004). A study of changes in preservice early childhood teachers' scientific knowledge. *Korean Journal of Early Childhood Education*, 24(2) 87-105.
- Song, Y. S. (2006). The effect of reflective teaching application on pre-service early childhood teacher's science teaching self-efficacy and young children's scientific activity participation. *The Journal of Korea Open Association for Early Childhood Education*, 11(6), 45-63.
- Song, Y., & Choi, H. (2018). Secondary pre-service science teachers' image of scientists and perception on the science-related career. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 38(5), 753-763.
- Sung, S. Y., & Shim, H. B. (2015). Exploring the pre-service early childhood teachers' reflections on lesson plan and practices through journal writing: Focusing on science education for young children. *Journal of Early Childhood Education*, 35(5), 515-542.
- Um, S. J. (2020). Curriculum (re)construction and teacher agency: Butler, Bhabha, and performativity. *The Journal of Curriculum Studies*, 38(3), 57-77.
- van Driel, J. H., Berry, A., & Meirink, J. (2014). Research on science teacher knowledge. in Lederman, N. G., & Abell, S. S. (eds.) *Handbook of Research on Science Education: Volume II* (pp. 848-870). Routledge.
- Won, J. -A., Gwak, J. -R., Park, Y. -N., & Paik, S. -H. (2010). A research of chemistry education major pre-service teachers' conceptions related to acid-base & neutralization reaction. *Korean Journal of Teacher Education*. 26(2), 65-87.
- Yang, C. H., Bae, Y. J., & Noh, T. H. (2015). The characteristics of pre-service secondary science teachers' curriculum design for teaching in science museum. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(1), 95-107.
- Yang, C., Kwak, Y., Han, J., & Noh, T. (2013). Current status of teacher education curriculum and recruitment of general science teachers and ways to improve them as suggested by professors from the department of science education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(3)m 345-358.
- Yang, C., Lee, J., & Noh, T. (2014). The characteristics of lesson planning of pre-service secondary science teachers. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(2), 187-195.
- Yang, C., Song, N., Kim, M., & Noh, T. (2016). Analysis of pre-service secondary chemistry teachers' uses of teacher's guide in planning lessons. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(4), 681-691.
- Yoon, H. G. (2011). Pre-service elementary teachers' inquiry on a model of magnetism and changes in their views of scientific models. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 30(3), 353-366.
- Yoon, H. -G. (2012). Analysis of pre-service elementary teachers' reflection on their science teaching in terms of productive reflection. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(4), 703-716.
- Yoon, H. G., Jung, Y. J., Kim, M., Park, Y. S., & Kim, B. S. (2012). Examining pre-service elementary teachers' views on science inquiry teaching during peer teaching practice. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 31(3), 334-346.
- Yoon, H. G., Na, J., & Park, H. (2017). A survey on pre-service elementary teachers' attitudes towards science teaching. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 36(3), 193-207.
- Yoon, H., & Kim, J. -M. (2013). Analysis of textbook and pre-service teachers' understanding on color change of BTB solution in photosynthesis experiment. *Korean Journal of Teacher Education*, 29(3), 345-361.
- Yoon, J., Kim, Y., Hwang, Y., Kang, S. -J. (2021). Developing a maker education-based experiment design program and exploring its effectiveness for cultivating the experiment design competency of pre-secondary science teachers. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 21(2), 1385-1416.
- Yoon, J., Song, G., Cho, D., & Kim, B. (2002). *Issues in Korean Educational Policy*. Seoul. Kyoyookbook.
- You, I. -K., Yoon, J., & Kang, S. -J. (2015). Analyzing the perception of secondary science pre-service teachers on the relationship between scientific technology and society focusing on the citizen participation. *School Science Journal*, 9(3), 190-201.
- You, J. Y., Kang, H. S., & Noh, T. H. (2010). Preservice elementary school teachers' self-images of science teaching and factors influencing their formation. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 30(1), 94-106.

저자정보

이경진(서울대학교 학생)
 안태수(서울대학교 학생)
 문선영(서울대학교 학생)
 홍훈기(서울대학교 교수)