Journal of the Korean Association for Science Education
Journal homepage: www.koreascience.org

학생의 과학학습 관련 국내 과학교육 연구 동향 분석

김영민[1], 백성혜[2], 최선영[3], 강남화[2], 맹승호[4], 정용재[5*]
[1]부산대학교, [2]한국교원대학교, [3]경인교육대학교, [4]서울교육대학교, [5]공주교육대학교

Analysis on the Trends of Science Education Studies Related to Students' Science Learning in Korea

Youngmin Kim[1], Seoung-Hey Paik[2], Sun Young Choi[3], Nam-Hwa Kang[2], Seungho Maeng[4], Yong Jae Joung[5*]
[1]Pusan National University, [2]Korea National University of Education, [3]Gyeongin National University of Education,
[4]Seoul National University of Education, [5]Gongju National University of Education

ARTICLE INFO

Article history:
Received 28 July 2015
Received in revised form
11 August 2015
24 August 2015
26 August 2015
Accepted 27 August 2015

Keywords:
science learning,
students' learning,
science education study,
trends of science education studies

ABSTRACT

Valid and effective science education would require research-based decisions on multiple aspects of science education including policy decisions, science curriculum development, designing teaching resources and methods. However, this has not been the case. In order to provide a research base for science education practices and policy-making, this study reviewed research articles published in major science education research journals in South Korea in the last ten years. The analysis was focused on 8 areas including student conceptions, student thinking, inquiry, affective domain, student ideas about science, science curriculum, students' learning and classroom activity, and student learning in informal settings. General research trends found include: First, science education research conducted for the past decade focused on a certain limited topics/areas. Second, research participants were also limited to certain grade levels or types of students. Third, rather than examining developmental processes descriptive research was prevalent. Fourth, there was a lack of research on developing new areas of study or research on generation of new perspectives, theories or tools. Fifth, many studies were related to school science learning while relatively less studies were about other areas that would impact students' future. Based on the results, we suggest several implications for science curriculum development, policy development, science teaching and learning resources, and others.

Ⅰ. 서론

타당하고 효과적인 과학교육의 계획과 실천을 위해서는 축적된 연구 결과에 근거한 과학교육 정책의 결정이나 교육과정 개발, 교수학습 방법 및 적절한 학습 자료 개발 등이 이뤄져야 한다. 그러나 과학교육 과정의 개발이나 과학교육 정책, 과학 교수학습 방법 및 학습 자료 개발 등의 과정이 기존의 연구 결과들에 충분히 기반 하고 있지 못하다는 자성의 목소리가 꾸준히 있어 왔다(Lee, 2004; Sim, Shin, & Lee, 2010).

연구에 기반 한 교육과정 개발, 정책 입안, 교수학습 방법 제안 등이 가능하기 위해서는, 우선, 기존의 과학교육 연구들의 경향성은 어떠했고, 주요 연구결과들은 어떠했는지에 대한 연구가 선행되어야 할 것이다. 물론, 국내 과학교육 연구 동향에 대한 분석 연구들은 기존에도 있어왔다. 예를 들어, Kim (1985)은 과학 교육의 사조, 과학 학습의 과정, 과학 교육과정, 과학 학습 지도, 과학 교육 교재 및 시설, 과학 교육 평가, 한국 과학 교육의 실태와 개선 과제, 과학 교육 정책과 행·재정, 자연과학, 기타의 총 10개의 분석 기준을 사용하여 1964년부터 1984년 2월까지 4년제 대학 석사학위 논문, 서울대학교 과학교육연구소 발행 '과학 교육 연구 논총', '한국과학교육학회지'에 게재된 논문을 분석하였다. 주요 결과로, 자연 과학 영역(약 70%)을 제외하면, 과학교육과정 영역에 연구가 다소 편중되어 있으며, 과학 교육의 사조, 과학 교육 교재 및 시설 영역은 빈약하다고 보고하였다. 또, Kim, Oh, & Han (1987)은 동일한 기준으로 '한국과학교육학회지', 한국물리학회 발행 '물리교육', 대한화학회 발행 '화학교육', 생물교육학회 발행 '생물교육', 한국지구과학회 발행 '지구과학(교육)회지'를 창간호부터 1986년까지 분석한 바 있다('생물교육'은 1977년부터 1981년). 한편, Jang (2003)은 한국초등과학교육학회 학회지인 '초등과학교육'에 창간호부터 2002년까지 실린 총 243편의 논문을 대상으로 초등 과학교육 연구의 동향을 분석하기도 하였다. 이 연구를 통해 연구자는 초등과학교육 교수방법 및 학습과정 분야가 절반을 차지하고 있었고, 반면 시설자료 분야의 연구나 행·재정을 포함한 과학교육 일반 분야의 연구는 매우 부족함을 밝힌 바 있다.

그러나 기존의 국내 과학교육 연구에 대한 분석 연구들은 국내 과학교육 연구의 동향을 종합적으로 분석한 것으로 보기에는 다소 한계가 있었다. 다시 말해서, 몇몇 연구(e.g., Kim, 1985; Song *et al.*,[1)] 1999;

* 교신저자 : 정용재 (yjjoung@gjue.ac.kr)
** 이 논문은 2013년도 교육부의 재원으로 한국과학창의재단의 지원을 받아 수행된 연구임.
http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2015.35.4.0751
1) 한국과학교육학회지의 투고규정에는 저자가 3인을 초과하는 경우에 '*et al.*'을 사용하여 참고문헌을 인용하도록 되어 있으나, 본 연구의 경우 참고문헌의 수가 많아 독자의 혼란을 줄이고자 저자가 6인 이상인 경우에 한하여 '*et al.*'을 사용하였음.

Jang, 2003)를 제외하고는, 특정 학습이론이나 능력에 국한되어 있거나(e.g,, Lee, Park, & Jeon, 2007; Kim, & Kim, 2009), 영재교육과 같은 특정 분야에 국한되어 있어서(e.g., Kang, 2010; Kwon & Ahn, 2012) 국내 과학교육 연구의 전반적인 동향을 분석한 연구로 보기에는 한계가 있다. 또, 일부 연구는 분석 대상에 국내 과학교육 관련 주요 학회지 중 한 두 가지만을 포함하고 있어 국내 과학교육 연구의 주요한 동향을 파악한 것으로 보기에 한계가 있다. 예를 들어, Kim (1985)의 연구는 석사학위 논문과 서울대학교 과학교육연구소의 '과학 교육 연구 논총', '한국과학교육학회지'를 대상으로 분석하였고, Kwon & Ahn, (2012)의 연구는 '한국과학교육학회지'와 '초등과학교육'을 대상으로, Jang (2003)의 연구는 '초등과학교육' 학회지만을 대상으로 분석하였다. 요컨대, 국내 과학교육 연구의 동향을 종합적으로 파악하기 위해서는, 현실적으로 모든 연구를 다 분석할 수는 없겠지만, 좀 더 폭넓은 분야에 대한 분석과 국내의 주요 학회지들을 포괄할 수 있는 대상 선정이 필요한 실정이다.

한편, 타당하고 효과적인 과학교육의 계획과 실천을 위해서는 특히 학생의 과학 학습 관련 연구 동향에 대한 폭넓은 분석이 필요하다. 물론 교사의 과학 개념 이해도나 교수내용학적 지식(Pedagogical Content Knowledge), 교사의 과학의 본성에 대한 인식이나 과학 관련 태도 등 역시 과학교육에서 중요하게 다루어야할 것들이며, 따라서 이와 관련된 연구들에 대한 동향 분석 연구 역시 중요한 연구가 될 것이다. 그러나 이러한 교사와 관련된 요소들이 효과적이고 적절한 과학 교육 실천으로 이어지기 위해서는, 학생의 개념, 학습 과정 및 방법, 과학에 대한 학생의 인식, 학생의 과학 관련 태도 등, 학생의 과학 학습과 관련된 요인들에 대한 파악과 이를 고려한 교수 방법 및 학습 환경, 학습 자료, 교육과정 개발 등이 선행되어야 할 것이다. 과학 교육의 지향점은 교사가 객관적인 지식을 '가르쳐 버리는' 것에 있기 보다는, 학생이 능동적인 지식의 구성을 통해 학습하는 것에 있기 때문이다(Driver, 1983). 즉, 학생이 학습을 한다는 것은 무엇이고, 어떤 과정을 거쳐 학습하게 되며, 현재 어떠한 선개념을 가지고 있고, 과학에 대해서는 어떤 생각과 자세를 가지고 있는지 등을 파악해서, 이를 바탕으로 한 교수 행위를 통해 학생의 능동적인 학습을 돕는 것이 필요하다는 것이다. "과학이란 무엇이고, 어떻게 아동이 과학을 학습하고 과학을 하게 되는가?"라는 질문을 바탕으로, 인지과학부터 교실 관찰까지 광범위한 분야의 연구 결과들을 분석한 후, 이에 근거하여 유치원부터 8학년까지 학생들을 대상으로 하는 과학 교수학습 방법에 대한 이해와 기초자료를 제시한 미국의 사례(NRC, 2007)는 이러한 필요성에 대한 인식의 한 사례라고 볼 수 있을 것이다. 요컨대, 타당하고 효과적인 과학교육의 계획과 실천을 위해서는 무엇보다도 학생의 과학 학습 관련 요인들에 대한 파악이 선행되어야 하며, 이러한 파악이 좀 더 충실히 이뤄지기 위해서는 기존에 학생의 학습 관련 연구들의 동향을 폭넓게 분석함으로써 관련 연구 흐름의 특징을 분석하고 보완해가는 노력이 필요할 것이다.

이에 따라, 본 연구에서는 2000년부터 2013년까지 국내 주요 과학교육 관련 학회지에 게재된 논문들을 대상으로, 근래 학생의 과학 학습과 관련된 국내 과학교육 관련 연구의 전반적인 동향을 분석함으로써, 추후 과학교육과정개발이나 정책 개발, 교수학습자료 개발 등에 기초자료와 시사점을 제공하고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 분석 대상 선정

분석 대상 학회지는 기존의 국내 과학교육 연구 동향 분석 연구들(e.g., Kim, Oh, & Han, 1987)에서 공통적으로 분석 대상으로 한 학회지들(예를 들어, 한국과학교육학회지, 초등과학교육 등)과 물리, 화학, 생물, 지구과학 영역별로 현재 국내 과학교육 학회지 발행 현황과 회원 수 등을 감안하여 국내의 대표적인 6개 학회지(한국과학교육학회가 발행하는 '한국과학교육학회지', 한국초등과학교육학회가 발행하는 '초등과학교육', 한국물리학회가 발행하는 '새물리', 대한화학회가 발행하는 '대한화학회지', 한국생물교육학회가 발행하는 '생물교육'(구 생물교육학회지), 한국지구과학회가 발간하는 '한국지구과학회지')를 선정하였다.

분석 대상 논문은 위 학회지에 2000년부터 2013년까지 게재된 논문 중 분석 시작 당시(2013년 10월) 각 학회 홈페이지를 통해 제공되는 논문 전체를 대상으로 하였다. 2000년 이전의 연구들에 대한 동향 분석은 기존의 연구들(e.g., Song *et al*., 1999; Jang, 2003)에서 어느 정도 이루어졌다고 판단되어 제외하였다. 아울러서, 논문 분석을 시작한 2013년 10월 이후부터 최근까지 각 학회지에 게재된 논문들은, 분석 과정에서 새로운 논문들을 대상으로 추가하는 경우 전체 분석을 다시 해야 하는 현실적인 한계로 인해 분석에서 제외되었다. 따라서 본 연구의 결과와 2014년 이후의 연구 동향은 다소 차이가 있을 수도 있음을 감안할 필요가 있을 것이다. 그러나 이러한 한계를 감안하더라도, 2000년부터 2013년까지라는 기간은 근래 약 15년 동안의 국내 과학학습 관련 연구 동향 분석이 가능한 기간으로, 추후 과학교육과정개발이나 정책 개발, 교수학습자료 개발 등에 기초자료와 시사점을 제공하는 데에 있어서 의미 있는 기간이라고 판단하였다. 위 기간 중에 6개 학회지에 게재된 총 논문 수는 6773편으로, 각 학회지별 연도별 논문 수는 Table 1과 같고, 학회지별 논문 수를 합한 총 논문 수의 연도별 추이는 Figure 1과 같다.

Table 1과 Figure 1에서 알 수 있듯이, 6개 학회지에 게재된 연도별 총 논문 수는 서서히 증가하는 추세에 있었다. 이러한 연도별 추이는 본 논문의 '연구 결과 및 분석' 절에서 각 영역 내 논문의 연도별 추이를 전체 논문 수에 대비적으로 해석함에 있어 참고할 수 있을 것이다. 다만, 6개의 학회지 중 '새물리', '대한화학회지', '한국지구과학회지'는 과학교육 관련 논문뿐만 아니라 내용학 관련 논문이 함께 게재되는 논문으로, 위 총 게재 논문 수에는 내용학 관련 논문이 포함되어 있으므로, 각 영역별 논문 수의 연도별 경향을 총 게재 논문 수에 직접적으로 대비하여 해석하는 데에는 한계가 있음을 주의할 필요가 있어, 본 연구에서는 이러한 분석은 최소화하였다.

한편, 분석 대상 논문을 선정하는데 있어서, 본 연구의 목적이 과학학습 관련 연구 동향을 분석하여 과학 교육과 관련된 교육과정 개발이나 정책 수립, 교수학습 방안 개발 등에 시사점을 얻고자 하는데 있으므로, 연구 대상이 초중고 학생과 관련되어 있는 논문으로 국한하였다. 단, 연구 대상을 명확히 구분 짓기 어려운 연구의 경우에는 연구 주제를 감안하여 선정하였다. 해당 논문이 과학 학습과 관련된 논문인가에 대한 판단은 다음에 기술될 '분석 영역' 중 하나 이상에 해당되는지를 판단하여 결정하였다. 이때 물리교육, 화학교육, 생물교육, 지구과학교

Table 1. Frequency of the papers published in the 6 journals (2000.01～2013.10)

연도	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	계
한국과학교육학회지	58	75	88	57	103	85	79	84	77	74	77	77	107	78	1119
초등과학교육	20	22	22	20	42	48	40	66	39	45	49	53	44	29	539
새물리	158	128	119	129	164	127	161	153	146	183	188	182	202	168	2208
대한화학회지	93	91	83	94	94	85	64	80	93	104	122	154	111	88	1356
생물교육	45	40	38	34	37	46	54	54	49	48	51	47	38	34	615
한국지구과학회지	60	48	67	67	75	79	68	80	54	86	72	72	56	52	936
계	434	404	417	401	515	470	466	517	458	540	559	585	558	449	6773

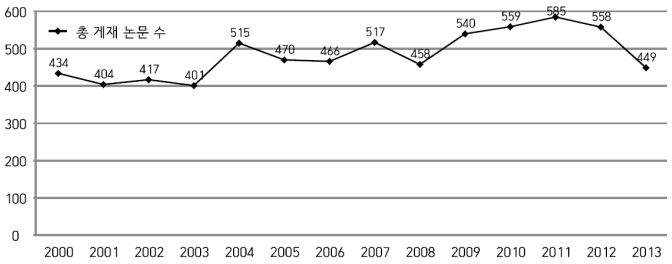

Figure 1. Total frequency of the papers published in the 6 journals (2000.01～2013.10)

육 전문가가 포함된 총 6명의 공동연구원이 각 전공 학회지에 게재된 논문 20여 편을 제목, 초록, 연구목적, 연구대상, 주요 결과 등을 고려하여 우선 판단한 후, 이를 공동으로 검토하여 판단기준을 공유하는 절차를 거쳤다. 이후 공유된 판단 기준을 바탕으로 6명의 공동 연구원이 각 전공 학회지에 2000년부터 2013년까지 게재된 논문 전체를 대상으로 본 연구의 분석 대상 논문을 선정하였다.

2. 분석 영역 선정

본 연구의 분석 영역은 2000년 이후 국내외 연구 동향 분석 문헌들에서 사용된 학생의 과학 학습 영역을 참고하여 선정하였다. 국내 문헌으로는 Jang (2003), Kang (2010), Lee & Hong (2013) 등의 연구를 고찰하였고, 국외 문헌의 경우 대만의 Tsai 연구 그룹이 수행한 동향 분석 연구들(Lee, Woo, & Tsai, 2009; Lin, Lin, & Tsai, 2014; Tsai & Wen, 2005;)과 Fraser & Tobin (2003), Abell & Lederman (2007) 등의 핸드북, Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8 (NRC, 2007)에서 사용한 영역을 고찰하였다.

국내 문헌 고찰 결과, 대체로 '교수방법', '학습과정', '교사교육', '평가', '교육과정', '시설자료', '일반'의 7개의 영역으로 구분하여 분석하고 있었고, Kang (2010)는 이 7개 영역 중 하나인 교수방법에 관한 동향 분석 연구를 여러 교수법, 즉, 강의법, 질문법, 발견법 등에 따른 영역으로 나누어 분석하고 있었다. 그러나 국내 연구 중 학생의 과학 학습에 관한 세부 영역을 선정하여 연구 동향을 분석한 연구는 찾기 어려웠다.

한편, 국외 문헌의 경우, 과학 학습 영역을 '과학학습에 대한 관점', '학생 개념', '언어와 학습', '학습과 정의적 영역', '교실 학습 환경', '비형식 교육'으로 제시하거나(Abell & Lederman, 2007), '학습에 관한 관점', '과학에서 언어', '과학 학습의 문화적 측면', '모형을 통한 학습', '과학 교수에 관한 학습', '어린 학생의 과학 탐구', '지식 획득에 관한 이론', '학생의 인식론' 등(Fraser & Tobin, 2003)으로 나누어 제시하고 있었다. 또, NRC (2007)는 '과학교육의 목표', '학습에 관한 이론', '과학지식의 이해', '과학적 증거와 설명의 생성 및 평가', '과학지식 생성에 관한 이해', '과학적 실천에의 참여', '학습발달진전', '과학을 실천으로 가르치기', '과학수업 지원' 등으로 제시하고 있었다.

이상의 기존 문헌들에서 사용된 학생의 과학 학습 관련 영역을 참고하여 본 연구에서의 분석 영역을 총 8개 영역('학생의 개념', '학생의 사고', '탐구', '정의적 영역', '학생의 과학에 대한 생각', '교육과정', '학생의 학습/수업 활동', '비형식 교육에서 학생의 학습')으로 선정하였다. 이중에서 '교육과정' 영역은 직접적인 과학 학습의 영역으로 보기 어려운 점도 있으나, 초중고 학교 '과학교육의 목표'와 깊게 관련되어 있으며 과학 학습의 대상이나 성취 기준 설정이 밀접히 관련되어 있으므로 분석 영역으로 선정하였다.

3. 분석 세부 범주 구성 및 분석 방법

분석 과정에서 각 영역별 세부 범주의 구성을 위해, 우선, 기존의 연구 동향 분석 연구와 본 연구의 8개 영역별 관련 연구들을 고찰하여 각 영역별로 연구목표, 주요연구 결과 등을 고려한 대략적인 세부 범주를 구성하였다. 예를 들면, '학생 개념' 영역에서는 최근 미국 유초중등 과학교육 표준에 근거한 분석이 각 영역별 핵심 개념을 대체로 모두 포함할 수 있을 것으로 판단되어 The Next Generation Science Standards (NRC, 2013)의 핵심아이디어와 하위 요소에 따라 하위 범주를 구성하였다. 또, '학생의 과학에 대한 생각' 영역에서는 세부 범주의 구성을 위해, 기존에 HPS/NOS 관련 문헌 모음집, 즉, The History & Philosophy of Science in Science Teaching (Herget (Ed.), 1989), More History & Philosophy of Science in Science Teaching (Herget (Ed.), 1990), The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies (McComas (Ed.), 1998)에 분야별로 수록된 논문들의 유형을 참고하여, 연구자들이 대략적인 세부 범주를 우선 선정하였다. 이러한 방식으로 선정된 대략적인 세부 범주를 기준으로, 개별 논문들의 범주화를 시도하면서 가급적 모든 관련 논문이 범주화 될 수 있도록 선정된 세부 범주들을 통합 혹은 나누거나 새로운 범주를 만드는 과정을 반복하여 수행하였다.

이후, 각 영역별로 분석 원칙을 수립하고, 세부 범주에 따라 논문을 1차적으로 분류한 후, 분류 결과에 따라 기존의 세부 범주 구성을 수정 보완하는 과정을 거쳐 최종 영역별 세부 범주를 구성하였다. 이때에도 6명의 공동연구원이 우선 20여 편의 논문을 분류한 후 이를 공동으로 검토하여 세부 범주의 판단 기준을 공유하는 과정을 거쳤다. 이후 공유된 판단 기준을 바탕으로 6명의 공동 연구원이 각 전공 학회지에 2000년부터 2013년까지 게재된 논문 전체를 대상으로 각 영역별 분석을 실시하였다. 본 연구에서 최종적으로 사용한 영역별 세부 범주 구성은 각 영역의 분석 결과 절에서 제시하였다(Table 3~10 참조).

Table 2. Frequency of the papers related to each domain of students' science learning

영역	논문 수*
학생의 개념	257
학생의 사고	80
탐구	137
정의적 영역	168
학생의 과학에 대한 생각	69
교육과정	80
학생의 학습/수업 활동	259
비형식 교육에서 학생의 학습	54

*논문 한 편이 2가지 이상의 영역을 다루고 있을 경우, 각 영역의 논문 수에 모두 포함시킨 값임

한편, 연구 동향을 분석하기 위해, 각 영역에 해당하는 연구의 연도별 빈도수, 세부 범주별 빈도수 등을 중심으로 분석을 수행하였으며, 각 범주별 연구 대상별 빈도수 및 특징적인 연구 결과들도 함께 분석하였다. 기초적인 빈도수 분석 후 이를 바탕으로 한 1차적인 동향 분석과 의미를 해석 한 후, 6명의 공동 연구원이 10여 차례에 걸친 검토 회의를 통해 그 결과를 공유하고 수정 보완하는 절차를 거쳤다. 다만, 본 논문에 분석 결과를 모두 기술하기에는 그 양이 방대하여, 본 논문에서는 분석 결과 중에서 영역별로 종합적인 경향에 관한 내용과 특별히 의미 있는 시사점을 주는 내용들을 중심으로 기술하였다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 연구 동향의 개관

국내 과학교육 관련 주요 6개 학회지에 2000년부터 2013년까지 게재된 논문 중, 본 연구에서 선정한 과학 학습 관련 8개 영역('학생의 개념', '학생의 사고', '탐구', '정의적 영역', '학생의 과학에 대한 생각', '교육과정', '학생의 학습/수업 활동', '비형식 교육에서 학생의 학습') 관련 주제를 다루고 있는 논문의 빈도수[1]는 Table 2와 같았다.

8개 영역 중 가장 많은 논문이 주제로 다루고 있었던 영역은 259편의 '학생의 학습/수업 활동'과 257편의 '학생의 개념' 영역이었다. 그 다음으로 '정의적' 영역을 다룬 논문(168편)과 '탐구' 영역을 다룬 논문(137편)이 많았다. 반면, '비형식 교육에서 학생의 학습' 영역(54편)과 '학생의 과학에 대한 생각' 영역(69편)에 대한 논문은 상대적으로 적었다. 이러한 영역별 논문 수의 차이는 근래 국내 과학 학습 관련 연구가 학생의 사고 과정의 특징이나 과학에 대한 인식, 교육과정이나 비형식 교육 분야의 연구보다는 학생의 개념에 대한 연구와 학습 및 수업 활동, 정의적 영역에 대한 연구 등을 중심으로 이뤄지고 있음을 보여준다.

이러한 경향은 기존의 동향 분석 연구들에서 보고된 경향과 유사한

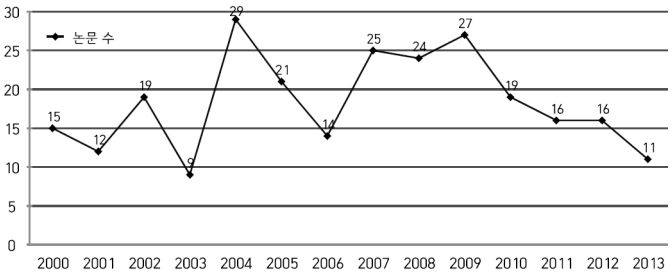

Figure 2. Frequency of the papers related to 'students' conceptions'

측면이 있다. 예를 들어, Tsai 연구 그룹이 International Journal of Science Education, Journal of Research in Science Teaching, Science Education에 1998년부터 2002년까지(Tsai & Wen, 2005), 2003년부터 2007년까지(Lee, Woo, & Tsai, 2009), 2008년부터 2012년까지(Lin, Lin, & Tsai, 2014) 게재된 논문을 교사교육, 교수, 학습-개념, 학습-상황, 목표/정책/교육과정, 문화/사회/성(gender), 철학/역사/과학의 본성, 교육공학, 비형식교육으로 나누어 분석한 결과를 종합하면, 1998년 2012년까지 총 2,661편의 논문 중, 교실 상황에서의 학습과 학습자의 특성을 다룬 '학습-상황' 범주에 해당하는 논문이 713편(26.8%), 학생의 개념이나 개념변화를 다룬 '학습-개념' 범주에 해당하는 논문이 481편(18.1%)인 반면, 교육과정을 포함하여 교육 목표와 정책을 다룬 '목표/정책/교육과정' 범주에는 267편(10.0%), 과학에 대한 학생의 생각을 포함하여 과학철학 및 과학사 관련 내용을 다룬 '철학/역사/과학의 본성' 범주에는 201편(7.6%), 그리고 '비형식교육' 범주에는 110편(4.1%)이 해당되었다. 물론 본 연구에서 사용한 범주와 동일한 범주를 사용한 연구가 아니며, 본 연구와 같이 과학학습 관련 연구 내의 영역별 빈도수를 비교한 연구가 아니므로 직접적인 비교는 어려우나, 범주의 내용이 유사한 점을 고려할 때, 국제적으로 공인된 학회지에 게재된 논문들 역시 본 연구의 결과와 유사하게 상대적으로 학생의 학습 및 수업활동이나 학생의 개념에 대한 연구에 비해 과학에 대한 인식이나 교육과정, 비형식 교육 분야의 연구가 적음을 알 수 있다. 비슷하게, IJSE, JRST, SE와 Research in Science Education에 1990년부터 2007까지 게재된 총 1,401편의 논문을 분석한 결과, 학생의 개념변화와 관련된 논문이 49%인 반면, 학생의 사고와 관련이 깊은 '추론 기능 및 문제 해결' 범주에 해당하는 논문은 6%에 불과했다는 연구(Chang, Chang, & Tseng, 2010) 또한 본 연구의 결과와 유사한 측면이 있다. 또, 교수방법, 학습과정(개념, 심리 포함), 평가, 교사교육, 교육과정, 시설/자료, 교육일반으로 나누어 분석했을 때, 학회지, 학위 논문, 각 대학 연구소 발간 논문들을 포함하여 1992년에서 1996년 사이에 발간된 논문의 21.1%가 학생의 개념을 포함하는 '학습과정(개념, 심리)' 범주에 해당하였고(Song *et al.*, 1999), 1983년부터 2002년까지 '초등과학교육'에 게재된 논문 중에서는 22.2%가 이에 해당(Jang, 2003)한 반면, 교육과정 연구는 각각 12.8%, 6.4%에 그쳤다는 두 연구의 결과 역시, 본 연구의 결과와 유사하게, 특정 분야의 연구가 상대적으로 적게 이뤄지고 있음을 보여준다. 한편, 본 연구에서는 상대적으로 인지적 영역에 해당하는 학생의 개념에 대한 연구(257편)와 학생의 사고에 대한 연구(80편)를 합한 논문 수(337편)에 비해 정의적 영역에 대한 연구(168편)가 적었는데, 이러한 경향은 1975년, 1985년, 1995년 3년 동안 Research in Science Education에 게재된 논문을 분석해 보니

1) Table 1의 빈도수는 해당 영역을 다루고 있는 논문의 수로, 한 편의 논문이 두 개 이상의 영역을 주제로 다루고 있는 경우에는 각 영역의 빈도수에 각각 모두 포함시킨 값이다. 즉, Table 1의 논문 수를 단순히 합하면 1,104편이지만, 이는 논문의 수가 아니라 각 영역에 해당하는 '주제' 수의 총합에 해당한다. 따라서 '학생의 개념' 영역 논문의 수가 257편이라 해서 전체 '논문 편수'의 23.3%라고 해석해서는 안 되며, 총 1,104의 전체 주제 수의 23.3%가 '학생의 개념' 관련 주제임을 뜻하는 것임에 주의할 필요가 있다. 이에 따라 본 연구에서는 혹시 있을 혼동을 줄이기 위하여 Table 1에 대한 해석에서는 전체 대비 비율을 비교하지 않고 해당 주제를 다루고 있는 논문 수를 상대적으로 비교하는 방식으로 기술하였음을 밝혀둔다.

Table 3. Frequency of the papers related to each sub-categories of 'students' conceptions'

분야	세부 범주		논문 수*	비율**	예
	핵심아이디어	하위 요소			
물리	운동과 안정성: 힘과 상호작용	힘과 운동-물체의 지속적 운동, 운동의 변화 및 안정성의 예측	43	50.6	갈릴레오의 자유낙하 사고실험에 대한 중학생들의 사고과정 분석 (Jeong & Park. 2001)
		상호작용의 유형-다양한 상호작용에 관여되는 힘	13	15.3	초·중·고 학생들의 자기장 및 자성체 관련 오개념 비교 (Jang & Oh, 2009)
		물리적 시스템에서 안정성과 불안정성	0	0.0	
	에너지	에너지의 정의	4	4.7	열의 전도 및 상태 변화에 대한 중등학생들의 선개념이 교과서의 삽화 이해에 미치는 영향 (Oh, Kang, & Park, 2005)
		에너지 보존과 에너지 변환	7	8.2	비가역 단열 과정에서 열역학적 평형상태로의 이동에 관한 과학고 학생들의 이해(Lee & Song, 2013).
		에너지와 힘과의 관계	1	1.2	은유적 과학 용어들에 대한 고등학생들의 인식 및 이해도 조사 (Kim, Hong, & Kim, 2013)
		일상생활에서의 에너지와 화학적 과정	0	0.0	
	파동과 정보 전달 기술에의 적용	파동의 특성	4	4.7	관 내 공기 진동 및 종파에 대한 중학교 상위권 학생들의 이해 (Park & Yoo, 2009)
		전자기 복사	7	8.2	광학분야에서 학생 개념의 상황 의존성: 시각과 거울상을 중심으로 (Kwon, Bang, Lee, & Lee, 2006)
		정보 기술과 기구	0	0.0	
	전기	전기회로, 전구의 밝기, 저항, 전류의 세기 등	33	38.8	초등학생의 전기회로 개념과 전류 개념간의 관계(Kim & Kwon, 2000).
화학	물질과 물질의 상호작용	물질의 구조와 성질	17	45.9	다양한 물질의 상태에 대한 중고등학생들과 과학교사들의 분류기준에 대한 유형 분석 (Kim, Kim, & Paik, 2008)
		화학 반응	10	27.0	고등학생들의 화학반응속도 개념과 화학평형개념간의 상관관계(Park, Kim, Park, Kim, & Kim., 2006)
	운동과 안전성; 힘과 상호작용	상호작용의 종류	5	13.5	용해·확산과 관련된 혼합현상에 대한 고등학생들의 개념 유형 분석 (Hur, Jeon, & Paik, 2008)
		물리 시스템의 안전성	5	13.5	증발과 증발 조건에 관한 활동에서 유, 초, 중학교 학생들의 개념 유형 및 학년별 경향성에 관한 연구(Cho *et al*., 2002)
생물	분자에서 생명체로: 구조와 과정	구조와 기능	17	21.5	중학교 과학 생물의 구조와 기능 단원의 실험 및 관찰 탐구활동 내용에 대한 교과서 비교 연구(Go, Shim, & Kim, 2001)
		생명체의 성장과 발전	6	7.6	생식과 유전 개념에 대한 고등학생들의 개념 생태 분석 (Kim & Lee, 2007)
		생명체 안에서의 물질과 에너지 흐름	16	20.3	Hypermedia 학습 자료를 활용한 수업이 초등학생의 영양과 건강 단원에 대한 선개념과 오개념 교정에 미치는 효과 (Cho, Bae, Kang, & Kim., 2001)
		정보처리	6	7.6	고등학교 시각장애 학생들의 눈의 구조와 기능 개념 조사(Jeong, Yoo, Kim, & Yun., 2009)
	생태계: 상호작용, 에너지 그리고 역동성	생태계에서의 상호 의존적인 관계	4	5.1	생태계내의 물질 순환 개념의 횡단적인 분석과 과학 교육과정 영향 분석(Shin & Cha, 2007)
		생태계 안에서의 물질과 에너지의 순환	3	3.8	고등학생의 생태계에 대한 오개념 유형(Park, Min, & Kim, 2003)
		생태계의 역동성, 기능, 회복능력	5	6.3	지구온난화에 대한 초등학교 학생들의 개념 이해 조사 연구(Kil & Song, 2012)
		사회적 상호작용과 단체행동	0	0.0	
	유전 : 형질의 유전과 변이	형질의 유전	12	15.2	C-Fern을 이용한 유전 실험 수업이 중학생 유전 개념 체계의 변화에 미치는 효과 (Kim & Kim, 2010)
		형질의 변이	1	1.3	중학교 과학 영재를 위한 유전 심화 학습 프로그램의 개발과 적용: 초파리(돌연변이체)를 중심으로 (Lee, Park, Chun, Kim, & Jeon, 2007)
	생물학적 진화: 동일성과 다양성	공통조상과 다양성의 증거	7	8.9	증거 기반 설명 활동이 고등학생들의 논변 수준과 진화 개념 변화에 미치는 영향 (Jung & Kim, 2010)
		자연 선택	11	13.9	중 · 고등학생들의 진화에 관한 오개념 유형과 유형별 원인 분석(Lee, Lee, & Lee., 2007)
		적응	6	7.6	교과서의 증거를 바탕으로 구성한 고등학생들의 진화적 설명에서 나타나는 논변 구조와 진화 개념 유형(Jung & Kim, 2009)
		생물의 다양성과 인간	2	2.5	생명 윤리 내용에 대한 준거 카드 활용 가치 판단 프로그램의 개발 및 적용 효과 (Park & Kim, 2007)
지구과학	우주에서 지구의 위치	우주와 별	2	3.8	과학사 자료를 활용한 중학생들의 천동설에서 지동설로의 개념 변화(Choi, Kim, & Chung, 2005)
		지구와 태양계	20	37.7	달의 운동에 관한 초등학생들의 대안개념 및 인지갈등 상황 후 변화(Lim & Kim, 2010)
		행성 지구의 역사	0	0	
	지구계	지구 구성 물질과 지구계	6	11.3	광물과 암석에 대한 고등학생들의 개념 이해의 특징(Wee, Cho, Kim, & Kim, 2007)
		판 구조론 및 대규모 시스템 상호작용	6	11.3	판구조론에 관한 고등하교 1학년 학생들의 오개념(Jeong, Jeong, Moon, & Jeong, 2007)
		지표의 변화과정에서 물의 역할	6	11.3	'흐르는 강'에 대한 CAI 프로그램이 초등학생들의 개념변화에 미치는 효과 (Chae, Kim, & Park, 2000)
		날씨와 기후	5	9.4	수업 방안이 중학생들의 대기압 개념 변화에 미치는 영향 (Kim, Kim, Bae, & Lee, 2004)
		생물지질학(Biogeology)	2	3.8	공룡의 멸종 원인에 대한 고등학생의 생각과 대안적 가설에 대한 반응 유형 분석 (Park, Jeong, & Jung, 2004)
	지구와 인간활동	자연 자원	0	0	
		자연 재해	0	0	
		지구계와 인간의 영향	5	9.4	지구계와 환경 문제에 대한 초등학교 과학 영재학생들의 인식(Jung, Lee, Go, & Oh, 2012)
		전 지구적 기후 변화	1	1.9	PISA 검사 결과에서 드러난 만 15세 한국 학생들의 온실효과에 대한 대안적 개념 (Kwak, 2004b)

* 논문 한 편이 세부 범주 중 2가지 이상에 해당될 경우 각 세부범주의 논문 수에 모두 포함시킨 값으로, 각 세부범주 논문 수의 총 합계는 본 영역으로 분류된 257편보다 42편이 초과된 298편임.

** 각 분야별 총 논문 수(물리 85편, 화학 37편, 생물 79편, 지구과학 56편)에 대한 각 세부범주(하위요소)별 해당 논문 수의 비율임

종속변인과 상관변인으로 인지적 영역의 변인을 탐색한 연구가 총 87편 중 39편(44.8%)인 반면, 정의적 영역의 변인을 탐색한 연구는 23편(26.4%)이었다는 연구 결과(White, 1997)에서도 나타난다. 요컨대, Table 1에서 볼 수 있듯이, 과학 학습 관련 연구가 특정 영역에 다소 편중되어 있다는 본 연구의 결과는 기존의 연구 결과들과 유사한 측면이 있으며, 이러한 결과는 학생의 개념이나 학생의 학습/수업활동 등에

대한 연구가 학생의 과학 학습과 관련된 연구에서 상대적으로 중요하게 인식되고 있음을 방증하는 것이기도 하지만, 학생의 과학에 대한 생각이나 교육과정, 비형식 교육에서 학습 역시 그 중요성을 간과할 수 없음을 감안할 때, 좀 더 다양한 영역에서 학생의 과학 학습과 관련된 연구들이 수행될 필요가 있음을 시사하고 있기도 하다.

2. 학생의 개념 관련 연구의 동향

전통적인 교수학습 방법으로는 학생들의 개념변화가 쉽게 일어나지 않음이 많은 연구자들에 의해 지적되어 왔다(Hashweh, 1986). 어떤 경우에는 자신의 생각과 반대되는 사례를 무시하거나 회피함으로써(Wandersee, Mintzes, & Novak, 1994), 어떤 경우에는 경험에 근거를 둔 직관적인 사고로 일관함으로써(Hashweh, 1986; Stepans, 1991) 학생들은 자신의 생각을 고수한다. 이러한 난점을 극복하기 위해서는 학생들의 선개념을 파악한 후 적절한 변칙사례를 제공하여 스스로 개념을 재구성할 수 있도록 하는 노력이 필요하다(Strike & Posner, 1982; Driver, 1983). 이러한 점에서, 학생의 개념에 대한 연구는 학생의 효과적인 과학 학습을 위해 반드시 필요한 연구일 것이다.

2000년부터 2013년까지 국내 주요 6개 과학 교육 학회지에 게재된 '학생의 개념' 관련 논문은 총 257편으로, 상대적으로 다른 영역에 비해 많은 수의 연구가 이루어졌다. 각 연도별로 빈도수를 분석한 결과, Figure 2에서 보이는 바와 같이 그 수가 서서히 증가하다가 2009년 이후 다소 감소하는 추세를 보였다[2]. 이는 Figure 1에서 볼 수 있듯이 6개 학회지에 게재된 총 논문 수가 2009년 이후에도 감소하지 않고 있음에도 나타난 경향으로, 상대적으로 학생의 개념에 대한 많은 양의 연구가 지속적으로 이뤄지면서 해가 갈수록 기존 연구와 차별화되는 연구의 수행에 어려움이 있기 때문이 아닌가 생각된다. 그러나 최근의 감소 추세에도 불구하고 2009년 이후에도 1년에 15편 이상의 논문들이 발표되고 있어 여전히 과학 학습에 관련된 다른 영역에 비해서 활발히 연구되고 있었다.

총 257편의 논문을 물리, 화학, 생물, 지구과학 분야별로 나누고, 이를 다시 각 분야의 세부 범주별로 분석하였는데, 그 결과는 Table 3과 같다.

각 분야별 학생 개념 관련 연구를 분석하기 위한 세부 범주는 미국의 NGSS (NRC, 2013)에서 제시하고 있는 각 분야의 핵심아이디어와 하위 요소에 근거하여 구성하였다. 이는 NGSS의 핵심아이디어와 하위 요소가 비교적 주요한 개념들이 모두 포괄되어 있고 각 분야별로 체계적인 구조를 가지고 있다고 판단하였기 때문이다. 다만, 물리 분야의 경우에는 세부 범주로 '전기'를 추가하였는데, 전기회로, 전류의 세기, 전구의 밝기 등을 포함하는 전기 관련 연구가 국내에서는 다수 수행되었지만, 이를 NGSS의 범주에 따라 분류하기에는 모호한 점이 있었기 때문이다.

학생의 개념 관련 연구 중 물리 분야에 대한 연구는 총 85편이었다. 이를 다시 세부 범주별로 분석한 결과, Table 2에서 볼 수 있듯이, 절반에 해당하는 43편(50.6%)의 논문이 '갈릴레오의 자유낙하 사고실험에 대한 중학생들의 사고과정 분석' (Jeong & Park. 2001)과 같이 힘과 운동에 대한 개념을 다루고 있었다. 또, '초등학생의 전기회로 개념과 전류 개념간의 관계' (Kim & Kwon, 2000)와 같이 전류 및 전기회로 등 전기 관련 개념에 관한 연구가 33편(38.8%)로 그 다음으로 많았다. 반면, 파동의 특성 관련 연구(4.7%), 에너지의 정의와 관련된 연구(4.7%), 에너지와 힘의 관계에 대한 연구(1.2%)는 매우 적었으며, 물리적 시스템에서 안정성과 불안정성에 대한 연구는 한 편도 없어서, 학생들의 물리 개념에 대한 연구는 역학과 전기 분야 관련 연구에 편중되어 있는 것으로 나타났다.

학생들의 화학 개념과 관련된 연구는 총 37편이 있었는데, 이중에서 절반 가까운 17편(45.9%)의 논문이 '다양한 물질의 상태에 대한 중고등학생들과 과학교사들의 분류기준에 대한 유형 분석'(Kim, Kim, & Paik, 2008)과 같이 물질의 구조와 성질에 대한 연구였고, 10편(27.0%)의 논문이 화학반응에 대한 연구였다. 반면에 상호작용의 종류에 대한 연구와 물리적 시스템에서 안정성과 불안정성에 대한 연구는 각각 5편(13.5%)로 상대적으로 적게 연구되고 있어서, 학생들의 화학 개념에 대한 연구 역시 일부 영역에 편중되어 있는 것으로 나타났다. 한편, 물질의 구조와 성질에 관한 연구 내용으로는 주로 물질의 상태와 원자, 분자, 결합 등이 포함되어 있었으며, 화학 반응에 관한 연구 내용으로는 주로 산과 염기, 산화환원, 전기화학, 화학평형과 속도 등이 포함되어 있었다. 또한 상호작용의 종류에 관련된 연구로는 주로 용해 현상의 인력과 엔트로피에 관련된 내용이 포함되어 있었다. 물리 시스템의 안정성에 관련된 연구에는 주로 상변화와 상평형에 관련된 내용이 포함되어 있었다.

학생들의 생물 개념과 관련된 연구는 총 79편이었는데, 이중에서 17편(21.5%)과 16편(20.3%)의 논문이 각각 '구조와 기능'에 대한 연구(예를 들어, 중학교 과학 생물의 구조와 기능 단원의 실험 및 관찰 탐구활동 내용에 대한 교과서 비교 연구(Go, Shim, & Kim, 2001))와 '생명체 안에서의 물질과 에너지의 흐름'에 대한 연구(예를 들어, Hypermedia 학습 자료를 활용한 수업이 초등학생의 영양과 건강 단원에 대한 선개념과 오개념 교정에 미치는 효과(Cho, Bae, Kang, & Kim., 2001)였다. 즉, 절반 이상의 논문들이 미국 NGSS에서 제시하고 있는 네 가지 핵심아이디어('분자에서 생명체로: 구조와 과정', '생태계: 상호작용, 에너지와 역동성', '유전: 형질의 유전과 변이', '생물학적 진화: 동일성과 다양성') 중 '분자에서 생명체로: 구조와 과정'에 대한 연구였다. 반면, 생태계와 유전에 대한 연구는 각각 15.2%, 16.5%로 상대적으로 적게 이뤄지고 있었다. 특히 유전에 대한 학생들의 개념에 대한 연구는 '형질의 유전'에 대한 연구가 12편(15.2%)인 반면 '형질의 변이'에 대한 연구는 1편(1.3%)이어서 하나의 핵심아이디어 내에서도 특정 세부 영역에 편중되어 연구가 이루어지는 경우가 있음이 나타났다. 이러한 사례는 진화에 대한 연구에서도 나타났는데, '자연선택'과 관련된 대한 연구는 11편(13.9%)인 반면, '생물의 다양성과 인간' 관련 연구는 2편(2.5%)에 지나지 않았다.

지구과학 영역과 관련된 학생들의 개념에 대한 연구는 총 56편이었는데, 20편(37.7%)의 논문이 달의 운동에 관한 초등학생들의 대안개념 연구(Lim & Kim, 2010)와 같이, '우주에서 지구의 위치'와 관련해서 지구와 태양에 대한 학생들의 개념을 다루고 있었다. 또, 지구 구성 물질과 지구계(11.3%), 판 구조론 및 대규모 시스템 상호작용(11.3%), 지표의 변화과정에서 물의 역할(11.3%) 등 '지구계'와 관련한 연구가

2) 2013년도의 경우는, '연구방법' 절에서 밝혔듯이, 본 연구의 분석을 시작한 10월까지 각 학회지에 게재된 논문을 대상으로 분석한 한 값이므로, 전체적 추이에 대한 해석 및 이후 각 영역의 연도별 추이에 대한 해석은 모두 2012년까지의 빈도수를 바탕으로 하였음.

총 25편(47.1%)이었다. 반면, '지구와 인간 활동'과 관련한 연구는 지구계와 인간의 영향에 대한 학생들의 개념을 다룬 연구(예를 들어, 지구계와 환경 문제에 대한 초등학교 과학 영재학생들의 인식(Jung, Lee, Go, & Oh, 2012)가 그나마 5편(9.4%) 있었을 뿐, 전 지구적 기후변화에 대한 학생들의 개념을 다룬 논문은 단 1편 있었고, 자연자원과 자연재해에 대한 학생들의 개념을 다룬 연구는 단 한 편도 없었다. 이는 국내의 지구과학 영역의 학생 개념 연구가 지구과학의 내용 요소 측면을 많이 강조하고 있으며, 그 중에서 지구와 태양계에, 특히 계절변화, 달의 운동 및 위상 변화에 집중되어 진행되어 왔고, 반면 지구와 인간 활동의 관계 측면은 그동안 많이 다루지 않았음을 보여준다.

이상의 분석 결과들은 추후 좀 더 다양한 영역에서 다양한 방법으로 학생의 개념 연구가 이뤄질 필요가 있음을 시사하고 있다. 연구 결과에서 나타났듯이, 물리의 경우에는 역학과 전기 관련 개념에 대한 연구에, 화학의 경우에는 물질과 물질의 상호작용에 대한 연구에, 생물의 경우에는 구조와 기능에 대한 연구에, 지구과학의 경우에는 계절변화나 달의 위상 변화와 같이 지구와 태양에 대한 연구에 집중되어 있었다. 이는 기존에 어느 정도 알려져 있는 학생들의 오개념과 관련된 연구가 반복되는 점이 있기 때문으로 해석된다. 물론 학생들이 특정 영역 관련 개념의 이해에 상대적으로 많은 어려움을 느낄 수 있고 이에 따라 그러한 영역에 대한 연구가 더 이뤄질 수 있지만, 그 집중도가 다소 지나친 감이 있다. 더욱이, 연구가 비교적 많이 이루어진 영역에 대한 연구 역시 학생의 개념을 단편적으로 조사한 연구가 많은 반면, 개념 형성의 원인이나 과정을 심층적이고 종단적으로 분석한 연구는 찾아보기 어려웠다. 예를 들어, 힘과 운동에 대한 연구는 전체 물리 분야 연구 중 65.9%를 차지하고 있으며, 물체의 운동을 임페투스(impetus) 관점에서 해석하는 경향이 초등학생은 물론 일부 고등학생에게서도 보인다(Paik & Jo, 2006)는 등 학생 개념의 비과학성을 지속적으로 보고하고 있었지만, 이에 대한 심층적이고 종단적인 연구는 찾아보기 어려웠다. 개념도를 이용하여 1학년부터 12학년까지 12년 동안 학생의 개념이 어떻게 변화했는지를 종단적으로 연구한 Novak & Musonda (1991)의 연구처럼 학생들의 개념 변화 과정을 좀 더 긴 시간 심층적으로 분석하는 연구가 이뤄질 때, 단편적인 조사 연구를 통해서는 얻기 어려운 학생 개념 형성 과정에 대한 시사점을 얻을 수 있을 것이다. 또한 영역 간 학생 개념의 관계에 대한 연구도 필요할 것이다. 가령, 힘과 운동에 대한 특정 유형의 이해가 전기와 자기에 대한 이해와 어떤 연관이 있는가를 파악하는 것은 연계되고 통합적인 학습 기회를 제공할 수 있는 방안 마련에 도움이 될 것이다.

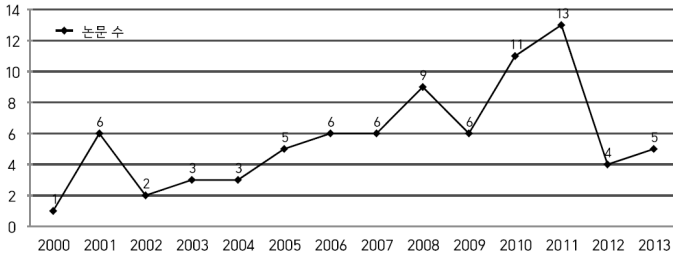

Figure 3. Frequency of the papers related to 'students' thinking'

3. 학생의 사고 관련 연구의 동향

본 연구에서 학생의 사고 관련 연구는 '논리·탐구적 사고', '사고와 언어', '문제해결관련 사고', '특출한 사고', '사고와 학업성취도'에 관련된 연구를 말한다. '논리·탐구적 사고'는 일반적인 논리적 사고와 과학 탐구에서 나타나게 되는 논리 중심의 사고를 포함한다. 예를 들면, 귀추적 사고와 가설 생성의 사고(Joung & Song, 2006) 등이 이에 포함된다. '논증적 사고'는 학생들이 특정 관점에서의 제안을 정당화하거나 이에 대해 반박하는 표현을 함으로써 상대방에 대한 합리적인 비판과 설득을 목표로 하는 언어, 사회, 논리적인 활동을 말한다(van Eemeren, & Grootendorst, 2003). '사고와 언어'에는 사고의 바탕이 되는 어휘력, 언어 능력, 언어적 비유 능력 등이 포함되며, 이러한 능력과 학생의 사고 과정의 특성을 연결 짓는 연구들이 포함된다. '문제해결관련 사고'는 문제를 발견하거나 해결하는 과정에서 나타나는 사고의 특징이나, 문제해결과 사고과정의 관계 등이 포함된다. '특출한 사고'는 창의성, 다양성, 융합적 사고 등 일반 학생에 비해 상대적으로 뛰어난 학생들의 사고의 특징에 대한 것으로서, 주로 영재학생들의 사고 방법이나 과정의 특징에 관련된 연구들이 이에 포함된다. 이러한 사고에 대한 연구는 과학 학습을 촉진하는 좀 더 발전된 모습의 사고를 탐색하는 데에 기여할 수 있다는 점에서도 의미가 있다. '사고와 학업성취도'는 특정한 과학 학습이 결과에 관련되는 사고의 특징이나, 역으로 특정한 사고가 과학 학습의 결과에 어떻게 연결되는지 등에 대한 연구를 포함한다.

2000년부터 2013년까지 국내 주요 6개 과학 교육 학회지에 게재된 과학 학습 관련 논문 중 학생의 사고에 대한 논문은 총 80편이었다. 각 연도별로 빈도수를 분석한 결과, Figure 3에서 보이는 바와 같이 2000년도에 1편에서 2011년도 13편으로 증가했다. 비록 2012년에는 크게 낮아진 현상을 보였지만, 전체적으로는 학생의 사고 관련 연구가 지속적으로 증가하고 있었고, 이러한 증가 추세는 Figure 1에서 보이는 6개 학회지 전체 논문 수의 증가 추세에 비해서 더 가파른 증가 추세임을 알 수 있다. 단, Figure 1의 증가 추세는 3개 학회지(새물리, 대한화학회지, 한국지구과학회지)의 내용학 논문 수가 포함된 것이므로, 이를 감안하여 해석할 필요가 있다.

학생의 사고에 대한 연구를 다시 6개 세부 범주, 즉, '논리·탐구적 사고', '사고와 언어', '문제해결관련 사고', '특출한 사고', '사고와 학업성취도'로 나누어 분석한 결과, 그 빈도수는 Table 4와 같았다.

Table 4에서 볼 수 있듯이, 가장 많이 연구되고 있는 분야는 '특출한

Table 4. Frequency of the papers related to each sub-categories of 'students' thinking'

세부 범주	논문 수	비율(%)	예
논리·탐구적 사고	20	25.0	'생각하는 과학'활동을 경험한 초등 학생들의 논리 사고력 측면의 비판적 사고력 신장 (Yang, & Kang, 2013)
논증적 사고	7	8.8	과학 문제 해결 과정에서 나타나는 초등학생의 논증 특징 (Lim & Yeo, 2012)
사고와 언어	11	13.8	지각 변동을 학습하는 과정에서 나타나는 중학생들의 중간 언어 유형 (Kang *et al*., 2012)
문제해결관련 사고	10	12.5	문제발견 능력과 화학 문제해결 능력과의 관계 (Ryu & Park, 2008)
특출한 사고	26	32.5	과학영재의 비유 만들기 과정에서 나타난 심상적 사고의 특성 (Yang, Park, Kim, Choi, & Noh, 2011)
사고와 학업성취도	6	7.5	과학영재학생의 사고양식 유형과 학업성취 및 과학개념과의 관계 분석 (Park & Kim, 2005)

사고'(32.5%)와 '논리·탐구적 사고력'(25.0%)에 대한 연구였고, 상대적으로 '논증적 사고'에 대한 연구(8.8%)와 '사고와 학업성취도' 관련 연구(7.5%)는 적게 이뤄지고 있었다. '특출한 사고'에 대한 연구의 경우 대부분이 영재학생의 사고와 관련된 연구였는데, 지식 생성과정, 창의성, 문제 해결과정 등에서 일반 아동들과 차별화되는 것으로 보고한 연구가 많았다. 예를 들어, 초등학교 과학 영재와 일반 아동의 과학 창의적 문제 해결 과정에서 나타난 사고 유형 및 특성을 분석한 Lee, Bae, & Kim (2007)의 연구에서는 귀납적 사고를 요하는 과학 문제 풀이 과정에서 복합적인 요소를 포함하는 사상에서 공통점을 이끌어내는 능력에서 영재학생과 일반학생의 차이가 나타났으며, 영재학생들은 특히 과학 개념과 관련하여 공통점을 찾고 이를 주변 상황과 연결하는 사고가 일반학생에 비해서 뛰어났다고 보고하였다. 또, Yang, Park, Kim, Choi, & Noh (2011)의 연구에서는 대다수의 과학영재 학생들은 자신의 기존 지식이나 과거에 직접적, 간접적으로 학습했던 경험을 바탕으로 심상을 생성하여 비유 만들기에 활용하였다고 보고 한 바 있다. 이러한 연구 결과들은 일반 학생들의 학습과 문제 해결에 어떠한 종류의 사고가 효과적일 수 있을지에 대한 시사점을 주고 있다.

논리·탐구적 사고력에 대한 연구는 총 20편으로 전체의 25.0%를 차지하고 있었는데, 특히, 논리·탐구적 사고력은 성취동기, 인지수준, 인지 양식, 초인지, 자기조절 학습능력, 자기효능감, 다중 지능, 학업성취도, 심리적 변인, 가정 변인, 학습 환경 변인 등 다양한 변인의 영향을 받는다는 연구들(e.g., Chung & Lee, 2000; Kim, Kim, Choi, & Choi, 2004)이 많았다. 한편, 과학 수업을 통해 학생들이 추론 활동을 경험하게 하면 추론 능력도 향상될 것이라는 연구(Lee, Choi, Lee, Shin, & Song, 2013)가 있는 반면, 학습에 의해 논리적 사고능력이 향상되기는 하지만 질적인 변화는 잘 일어나지 않으며, 논리에 따라 전이 효과가 다르게 나타났다는 연구(Kim & Park, 2009)도 있어, 논리·탐구적 사고력을 수업을 통해 향상 시킬 수 있는지에 대해서는 좀 더 연구가 필요함이 나타나기도 하였다.

한편, 모든 세부 범주의 연구들이 특정한 학년이나 학교급을 대상으로 한 연구가 대부분으로, 초중고를 거쳐 성장하는 학생들의 사고 발달 과정을 추적 연구하는 종단 연구는 찾아보기 어려웠다. 학생의 종단적인 사고 발달 과정에 대한 연구 결과는 교육과정의 목표와 내용 제시에서부터 학교 수업에서 어떤 자료를 사용할 것인지 등의 실천적인 문제에까지 그 적절성을 판단하는 기초자료를 제공한다는 점에서 좀 더 활발히 연구될 필요가 있을 것이다.

아울러서 학생의 사고와 관련된 연구는 중고등학생(41%)을 대상으로 한 연구가 가장 많았고, 그 뒤로 영재학생(33%)과 초등학생(31%) 대상의 연구 순으로 많아, 다른 영역에 비해서 영재학생 대상의 연구가 많았다. 반면, 부진학생이나 특수학생을 대상으로 하는 연구는 단 한편도 없었다. 학생의 사고 발달 과정은 뛰어난 학생의 사례에서도 드러나겠지만, 동시에 부진학생이나 특수학생에게서도 드러날 수 있으며, 무엇보다도 사고 발달 과정에 대한 연구 결과가 적용되어 혜택을 입을 수 있는 대상 중 하나가 부진학생이나 특수학생임을 감안할 때, 추후 이 분야에 대한 연구가 반드시 이뤄져야 할 것이라고 생각된다.

4. 탐구 관련 연구의 동향

2000년부터 2013년까지 국내 주요 6개 과학 교육 학회지에 게재된

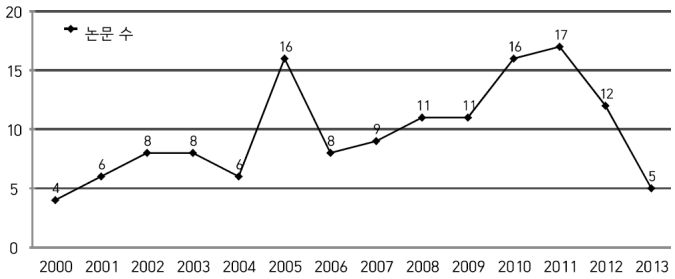

Figure 4. Frequency of the papers related to 'inquiry'

Table 5. Frequency of the papers related to each sub-categories of 'inquiry'

세부 범주	논문 수	비율 (%)	예
전통적 과정 중심의 탐구	92	67.2	분류 과제 제시 형태에 따른 초등학생들의 잎 분류 행동 차이 (Lee, Ha, & Cha, 2008)
새로운 탐구 개념에 따른 탐구	45	32.8	식물의 증산작용 탐구 실험에서 동료검토활동의 효과 (Lee & Kim, 2012)

과학 학습 관련 논문 중 탐구에 대한 논문은 총 137편이었다. 각 연도별로 빈도수를 분석한 결과, Figure 4에서 보이는 바와 같이 2000년도에 4편에서 2011년도 17편으로 증가했다. 비록 2012년부터 다소 주춤하고 있지만, 전체적으로는 탐구 관련 연구가 지속적으로 증가하고 있음을 알 수 있다. 이러한 증가 추세는, 앞서 언급하였듯이 해석의 주의가 필요하지만, Figure 1에서 보이는 6개 학회지 전체 논문 수의 증가 추세에 비해서 가파른 증가 추세였다.

탐구에 대한 연구를 다시 2개 세부 범주, 즉, '전통적 과정 중심의 탐구'에 대한 연구와 '새로운 탐구 개념에 따른 탐구'에 대한 연구로 나누어 분석하였다. 이러한 두 가지 세부 범주로 대별한 이유는 근래에 기초탐구기능과 통합탐구기능으로 대표되는 탐구기능 중심의 전통적인 탐구개념에서 탐구의 사회문화적 성격과 실천으로서의 성격을 강조하는 탐구개념으로 그 강조점이 옮겨가고 있기 때문이다(Kang & Lee, 2013). 즉, 전통적인 과학 탐구는 논리실증주의 과학철학에 기초를 두어 이론을 증명하는 실험이 강조되어 왔으나, 근래에 들어서는 이러한 실험으로서의 과학탐구에서 쿤의 과학 혁명에 관한 논의를 비롯한 후기 논리실증주의나 구성주의의 영향으로 설명 또는 모형을 구축하고 개정하는 과정으로서의 과학 탐구가 강조되고 있다 (Nersessian, 2002). 또, 최근의 사회적 구성주의의 맥락 속에서, 학습이 개별적인 인지활동이라는 가정을 넘어 학습이 사회적 상호작용으로 일어나며 학습의 결과 역시 개인적 능력의 향상뿐만이 아니라 개인이 사회적 활동을 얼마나 잘 참여하게 되는 가로 측정할 수 있다는 주장(Lave & Wenger, 1991)이 제기되기도 하였다. 이러한 관점에서는 학생의 탐구 능력 역시 개별적인 탐구 기능의 측정에 의해서가 아니라, 동료와 함께 탐구를 하는 과정에서 얼마나 참여할 수 있는지를 측정함으로써 가늠해야 할 것이다. 이러한 점들을 고려할 때, 기존 탐구 관련 연구의 동향 역시 위 두 가지 탐구 개념을 중심으로 분석하는 것이 의미 있는 시사점을 얻기에 적절하다고 판단하였다. 두 가지 세부 범주로 분석한 결과는 Table 5와 같았다.

Table 5에서 볼 수 있듯이, 총 137편의 논문 중에서 92편(67.2%)의 논문이 학생들의 기초 또는 통합 탐구 능력에 관한 연구, 즉 '전통적 과정 중심의 탐구'에 대한 연구였다. 즉, 이들 논문은 학생들의 개별

탐구 과정 능력의 증진을 명시적 또는 암시적 학습 목표로 전제한 연구였다. 이러한 탐구 기능을 강조한 연구가 상당히 높은 비율을 차지하는 이유는 여러 측면에서 찾을 수 있을 것이나, 한 가지 이유는 우리나라 과학교육과정(MOE, 2011)에서 탐구를 기초탐구와 통합탐구로 명시적으로 나누어 제시하는 등, 여전히 기능으로서의 탐구가 부각되어 있기 때문으로 생각된다. 또 한 가지 이유는 학생 탐구 능력을 평가하기 위한 도구로 전통적인 탐구 개념에 근거한 도구, 즉, Kwon & Kim (1994)의 탐구능력측정도구 또는 그 기초가 되었던 미국에서 개발된 SAPA II (AAAS, 1990)가 널리 사용되고 있기 때문으로 생각된다.

전통적인 과정 중심 탐구에 대한 연구에는 학생들의 현재 탐구 기능 수준을 측정하는 연구와 더불어서, 이들 탐구 기능들 중 특정 기능에 대하여 집중적으로 수업한 후 그 효과를 탐색하는 연구들도 있었다. 예를 들어, 학생들의 분류 능력(e.g., Lee, Ha, & Cha, 2008)에 관한 연구, 학생의 측정에 관한 연구(e.g., Suh, Jo, & Pak, 2003), 자료 변환 중 그래프 사용에 관한 연구(e.g., Kim, Choi, & Noh, 2009), 자료 해석에 관한 연구(e.g., Lim, Son, & Yang, 2011), 변인통제에 관한 연구(e.g., Han, Choi, Kang, & Park, 2002)가 있었다. 위의 예들에서 볼 수 있듯이, 이들 연구 중 관찰이나 분류에 관한 연구는 주로 생물 내용에서, 측정, 자료의 변환 및 해석에 관한 연구는 물리 및 화학 분야에서 이루어졌는데, 이는 특정 탐구 기능과 과학 내용 간에 연관성이 있을 수 있음을 보여준다. 즉, 탐구의 내용에 무관한 독립적인 탐구 기능의 사용과 습득이 가능할 것이라는 전제에 관해 재고의 여지가 있음을 시사하고 있다.

'새로운 탐구 개념에 따른 탐구'에 대한 연구는 총 45편(32.8%)으로 상대적으로 적은 빈도수를 보였다. '새로운 탐구 개념에 따른 탐구'에 대한 연구의 예로는 현대적인 과학의 본성 관점에 기반 하여 탐구의 모습을 재구성하고자 시도하는 '참탐구'에 대한 연구가 있었다. 예를 들어, Kim & Kim (2008)은 Chinn & Malhotra (2002)의 정의를 빌어 참탐구를 "과학자들이 일상에서 수행하는 형태의 과학을 의미. 과학자들이 행하는 것처럼 잘 정의되지 않은 문제, 복잡한 추론 구조, 지식과 이론의 잠정성과 사회적 본성, 공동체 내의 상호 작용이 중요한 복잡한 활동"으로 정의하면서, 과학 지식의 성격이 잠정적이고 사회적이라는 것을 경험해야 한다는 점과 탐구 활동이 공동체내의 상호작용을 필요로 한다는 점을 강조하였다. 참탐구에 대한 논문은 비록 92편의 논문 중 단 3편에 불과하였지만, 새로운 탐구의 모습에 대한 단초를 제공하고 있었다. 이외에도 전통적인 기초탐구기능에 해당하는 '관찰'과 관련해서, 관찰활동이 학습자(관찰자)의 실험에 대한 가치 인식이나 과학의 본성에 관한 인식에 따라 달라질 수 있음을 보여준 연구(Jo & Song, 2011), 탐구는 다른 사람과 생각을 공유하고 설득하는 능력을 포함한다는 점을 지적하면서 비판적 자료의 평가, 아이디어에 관한 논쟁, 그리고 근거를 토대로 주장하는 것을 탐구의 중요한 요소로 지적한 연구(Kim, 2009), 과학철학과 과학사회학에서 거론되어온 표상과 기입(inscription) 개념을 도입하여 과학탐구에서 자료기록과 해석의 지평을 넓히고자 한 연구(Lee, Lee, & Park, 2010) 등이 있었다.

이상의 분석 결과들은, 여전히 전통적 관점의 탐구에 대한 연구가 국내 탐구 관련 연구의 주를 이루고 있다는 현황을 보여줌과 동시에, 상대적으로 적은 수이긴 하지만, 탐구의 본성에 깊이 있는 고민과 이에 기반 한 실천을 위한 노력 역시 이뤄지고 있음을 보여주고 있다.

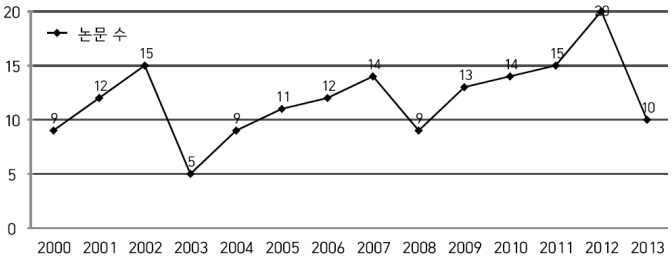

Figure 5. Frequency of the papers related to 'affective domain'

Table 6. Frequency of the papers related to each sub-categories of 'affective domain'

세부 범주	논문 수*	비율 (%)**	예
태도	92	54.8	Jigsaw Ⅲ 협동 학습이 중학생의 과학 성취도와 과학에 관한 태도에 미치는 영향 (Yoon, So, & Yeau, 2005)
흥미	36	21.4	초등학생들의 생물에 대한 흥미의 특성 및 경험과의 관계 (Jeon, Kim, & Kim, 2012)
가치	12	7.1	생명공학 영역의 STS(과학-기술-사회) 수업이 학생의 양면가치태도와 학업 성취도에 미치는 효과에 대한 연구 (Kim, Hong, & Chang, 2001)
주장	2	1.2	TIMSS결과에 기초한 과학의 정의적 성취 특성 및 과학교사의 인식 분석 (Kim & Cho, 2013)
신념	7	4.2	지구 온난화를 위한 행동에 대한 한국과 싱가포르 학생들의 신념과 행동 의지에 대한 연구 (Yoon, Kim, Boyes, Stanisstreet, & Skamp, 2011)
동기유발	54	32.1	중·고등학생들의 과학 교과에 대한 학습동기의 수준 비교 (Yoon, Ha, Shim, Kim, & Park, 2005)

* 논문 한 편이 세부 범주 중 2가지 이상에 해당될 경우 각 세부범주의 논문 수에 모두 포함시킨 값으로, 각 세부범주 논문 수의 총 합계는 본 영역으로 분류된 168편보다 35편이 초과된 203편임.

** 본 영역의 총 논문 수 168편에 대한 각 세부범주(하위요소)별 해당 논문 수의 비율임

5. 정의적 영역 관련 연구의 동향

2000년부터 2013년까지 국내 주요 6개 과학 교육 학회지에 게재된 과학 학습 관련 논문 중 정의적 영역에 대한 논문은 총 168편이었다. 각 연도별로 빈도수를 분석한 결과, Figure 5에서 보이는 바와 같이 2002년도까지 증가하던 추세가 2003년도에 감소한 후, 다시 2012년도까지 지속적으로 증가하고 있었다. 이는 2003년도와 2009년도에 잠시 감소했었지만, 전체적으로는 과학 학습과 관련된 정의적 영역의 연구가 조금씩이기는 하지만 꾸준히 증가하고 있음을 알 수 있다. 단, Figure 1에서 볼 수 있듯이 해당 기간 동안 6개 학회지 전체 게재 논문 수 역시 비슷한 추세로 증가하고 있으므로 전체 연구의 증가에 따른 추세일 가능성 역시 염두에 둘 필요가 있을 것이다.

168편의 정의적 영역에 대한 연구들을 정의적 요소의 종류를 고려하여 다시 몇 개의 세부 범주로 나누어 분석하였다. 인간의 정의적 특성은 학자에 따라 다양하게 정의되고 있다. Anderson (1981)은 정의적 특성의 주요한 특징을 들어, 정의적 특성은 감정을 지니고 있고, 전형적인 느낌의 방식이며, 어느 정도의 강도와 방향 그리고 지향하는 어떤 대상(아이디어, 활동, 대상물)을 지니고 있다고 주장하였다. Kempa (1986)는 과학과 과학 학습에 대한 학생들의 태도와 흥미, 신념, 가치뿐만 아니라, 도덕적 판단이나 개인 간의 관계 등을 인지적, 운동기능적 특성과 구별하여 정의적 특성이라 하였다. 그러나 이러한

구분은 정의적인 특성이 정확하게 인지적, 운동기능적 능력과 구분되는 것은 아니며 세 영역의 특성들은 서로 보완적인 관계라고 하였다. 또, Simpson, Koballa, Oliver, & Crawley (1994)은 과학교육에서 인지적, 심체적, 그리고 정의적 영역의 중요성을 언급하면서, 인지적 영역은 신체적이고 기술적인 능력이라면 정의적 영역은 태도, 가치 신념, 주장, 흥미 그리고 동기유발을 포함한다고 한 바 있다. 위와 같은 기존의 제안들을 바탕으로 본 연구에서는 정의적 영역의 세부 범주를 '태도', '흥미', '가치', '주장', '신념', '동기유발'의 6개 범주로 구성하였다. 이러한 세부 범주별로 분석한 결과는 Table 6과 같다.

Table 6에서 볼 수 있듯이, 총 168편의 논문 중에서 92편(54.8%)의 논문이 '태도'와 관련된 연구로서 전체의 절반이 넘었다. 그 다음으로는 동기유발에 관한 논문이 54편(32.1%), 흥미에 관한 논문이 36편(21.4%)로 많았다. 반면에, 가치에 관한 논문과 신념에 관한 논문은 각각 7.1%, 4.2%에 지나지 않았고, 주장에 관한 논문은 단 2편(1.2%)에 지나지 않아, 과학 학습과 관련된 정의적 영역의 논문은 태도, 동기유발, 흥미라는 세 분야에 편중되어 이뤄졌음을 알 수 있다.

'태도' 관련 연구에는 Jigsaw Ⅲ 협동 학습이 중학생의 과학 성취도와 과학에 관한 태도에 미치는 영향에 대한 연구(Yoon, So, & Yeau, 2005)와 같이 학습방법을 개선하여 태도의 긍정적인 변화를 목적으로 하는 연구나, 초·중학생의 과학에 대한 태도와 환경 인식 분석(Park & Kang, 2007), 학교 과학 교육에서 과학에 대한 태도에 영향을 미치는 요인 조사(Lee & Jeong, 2004) 등과 같이 학생의 과학 관련 태도와 태도에 영향을 미치는 요인을 조사하는 연구 등이 주를 이루었다.

'동기유발' 관련 연구 중에는 동기를 유발할 수 있는 수업 전략과 관련된 연구들이 있었는데, Bae & Kim (2010) 연구에서는 ARCS 전략을 적용한 초등 과학 수업이 과학적 태도의 하위 영역 중 개방성, 비판성, 판단 유보의 영역에서 유의한 효과를 보였으며, 학생들의 자기효능감 향상에도 긍정적인 효과가 있었다고 보고되었고, Park, Kim, & Moon (2010)의 연구에서는 STS 자료를 활용한 ARCS 전략 수업이 학습자의 흥미를 유발시키고 성취동기를 높여 학습에 대한 지속적인 동기유발로 학습에 대한 태도에 효과적이며, 학습자가 지속적으로 동기유발이 되어 수업에 집중도가 높아지고, 수업시간 이후에도 학습이 지속되어 학습습관에 효과적이라고 보고되기도 하였다. 이외에도 Graphic Organizer 유형을 활용한 수업(Bae, Bae, & So, 2012)이나, 동기보상 시스템 기반 모형(Lee, Byeon, & Kwon, 2012) 등 동기유발을 위한 다양한 접근의 연구가 이루어졌다.

'흥미' 관련 연구에는 흥미도, 요소, 유발 원인, 다른 요인과의 관계 등을 조사한 연구, 학습방법을 개선하여 태도의 긍정적인 변화를 목적으로 하는 연구 등이 있었는데, 예를 들어, 학생의 물리학습에서 흥미가 주제, 동기, 활동의 3차원으로 구분하여 이해하고 측정할 수 있으며 각 차원별로 하위 차원으로 나뉘어 설명될 수 있다고 주장한 연구(Im & Pak, 2000), 관찰 활동에서는 관찰결과의 특성으로 관찰을 통해 이전에는 알지 못했던 새로운 정보가 얻어졌을 때, 기존에 가지고 있던 지식과 다른 결과가 얻어졌을 때, 확실하고 뚜렷한 관찰결과를 얻게 되었을 때 흥미가 발생하였다는 연구(Yu, Chun, & Jeong, 2010) 등이 있었다.

이외에, '가치' 관련 연구에는 가치분석법, 역할극 및 토론, web forum 수업이 학생들의 양면가치태도 제고에 긍정적이었다는 연구(Jeong & Kim, 2001) 등이 있었고, '신념' 관련 연구에는 물리 영재학생의 자기효능감에 성격, 사고능력, 정신능력, 학습경험, 학습전략, 과학의 본성 이해, 학습 환경, 학습 동기의 8개 요인이 영향을 미치고 있었다는 연구(Mun, Mun, Kim, & Shin, 2013) 등이 있었다. 그러나 이 두 분야에 대한 연구는 그 수가 많지 않았고, 아울러서, '주장' 관련 연구는 단 2편 밖에는 없었다.

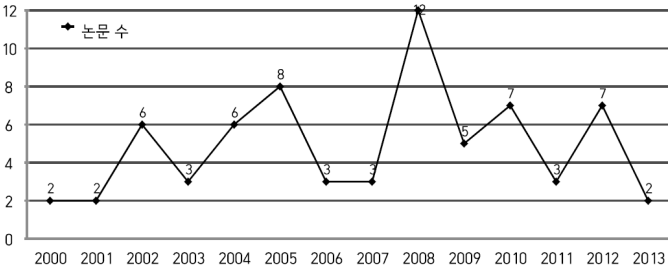

Figure 6. Frequency of the papers related to 'students' ideas about science'

한편, 과학 학습과 관련된 정의적 영역 관련 연구에서도 부진학생이나 특수학생을 대상으로 한 연구는 매우 적어서, 단 2편 밖에는 없었다. 인지적으로 어려움을 겪을 확률이 큰 부진학생이나 특수학생에게 과학에 대한 흥미 증진이나 과학 학습에 대한 동기유발은 과학 학습이 가능하도록 하는 유용한 접근이 될 수 있음을 감안할 때, 추후 부진학생이나 특수학생을 대상으로 정의적 영역 관련 연구가 좀 더 활발히 이뤄질 필요가 있을 것이다.

6. 학생의 과학에 대한 생각 관련 연구의 동향

2000년부터 2013년까지 국내 주요 6개 과학 교육 학회지에 게재된 과학 학습 관련 논문 중 과학의 본성에 대한 인식, 과학 및 과학자에 대한 이미지 등을 포함하는 '학생의 과학에 대한 생각' 에 대한 논문은 총 69편이었다. 각 연도별로 빈도수를 분석한 결과, Figure 6에서 보이는 바와 같이, 2005년까지 증가하던 추세가 잠시 감소했다가 다시 2008년을 정점으로 한 후 서서히 감소하는 경향을 나타났다.

총 69편의 학생의 과학에 대한 생각 관련 연구들을 다시 몇 개의 세부 범주로 나누어 분석하였다. 총 9개의 세부 범주와 각 세부 범주별 논문의 수는 Table 7과 같다.

Table 7에서 볼 수 있듯이, 총 69편의 논문 중에서 22편(31.9%)의 논문이 과학지식과 과학적 방법의 본성 등 '과학의 본성에 대한 인식 관련 연구'였고, 그 다음으로는 20편(30.3%)의 논문이 '과학의 본성 지도 관련 수업 방법' 연구여서 전체의 60%를 넘는 연구가 이 두 세부 범주에 해당되었다. 즉, 국내에서 이뤄진 학생의 과학에 대한 인식 관련 연구는 대부분 학생의 과학의 본성에 대한 인식을 조사하거나 과학의 본성에 대한 적절한 이해를 위해 어떻게 할지에 대한 연구가 대부분이었다. 반면, 리뷰 연구나 도구 개발 연구 등, 과학에 대한 인식과 관련된 기초 연구는 2편(2.9%)에 그쳤다.

가장 빈도수 높았던 '과학의 본성에 대한 인식 관련 연구'의 주요 결과 중 하나는 학생들이 대체로 과학에 대해서는 긍정적으로 생각하고 있지만, 과학의 본성에 대해서는 현대적인 인식론적 관점이 다소 부족하다는 것이었다. 예를 들어, Han & Kim (2000)은 초중학생의 과학에 대한 이해도는 비교적 긍정적이지만, 개방성과 간결성에 대한 이해도가 다소 낮다고 보고 하였다. 이들은 과학방법에 대한 이해도와 과학이론에 대한 이해도가 상당한 관련이 있으므로 과학의 방법에 대한 바른

Table 7. Frequency of the papers related to each sub-categories of 'students' ideas about science'

세부 범주	논문 수*	비율(%)**	예
과학에 대한 인식 관련 기초 연구	2	2.9	과학의 본성에 대한 학생의 생각을 조사하기 (Jang, 2004)
과학의 본성에 대한 인식 관련 연구	22	31.9	과학의 본성에 대한 고등학생들의 견해 (Kwack, Kim, & Sung, 2002)
과학-기술-사회/환경/윤리에 대한 인식 관련 연구	5	7.2	과학의 사회성과 윤리적 특성에 대한 여고생의 인식: 물리 영역의 소음과 방사능 단원을 중심으로 (Choi, Chang, & Cho, 2003)
과학자에 대한 인식 관련 연구	7	10.1	초, 중, 고 학생과 예비 교사 및 초등 교사가 생각하는 과학자에 대한 이미지 분석 (Lim, Lim, Choi, & Yang, 2008)
과학 진로 인식 관련 연구	4	5.8	'과학, 기술 관련 일하는 장소 그리기'를 이용한 초등학생들의 과학, 기술 관련 직업에 대한 인식 조사 (Kim, Lee, & Noh, 2009)
학교 과학에 대한 인식 관련 연구	6	8.7	과학 실험을 왜 할까?: 초등과학 영재아들이 생각하는 과학 실험의 목적 (Joung, Jang, & Kim, 2011)
과학의 본성 지도 관련 수업 방법	20	29.0	과학사를 이용한 소집단 토론 수업이 학생들의 과학의 본성에 대한 이해에 미치는 영향 (Kang, Kim, & Noh, 2004)
특정 과학에 대한 인식 관련 연구	2	2.9	첨단과학에 대한 초등 교사와 학생의 인식 및 교과서 내용 분석 (Kim & Park, 2009)
교과서/전시물에 반영된 과학의 본성 분석 관련 연구	4	5.8	자연사박물관의 전시에 반영된 과학의 본성 (Lee, Shin, & Kim, 2005).

* 논문 한 편이 세부 범주 중 2가지 이상에 해당될 경우 각 세부범주의 논문 수에 모두 포함시킨 값으로, 각 세부범주 논문 수의 총 합계는 본 영역으로 분류된 69편보다 3편이 초과된 72편임.
** 본 영역의 총 논문 수 69편에 대한 각 세부범주(하위요소)별 해당 논문 수의 비율임

지도를 통해 과학 이론에 대한 이해도 높일 수 있을 것으로 제언하였다. Lee & Paik (2006)은 초등 6학년 265명을 대상으로 Elder (1999)의 도구를 번역하여 설문조사한 결과, 과학의 본성에 대한 초등학생의 신념은 현대 인식론적 관점과 달랐다고 보고하였고, 6학년 159명 대상으로 검사한 Noh, Kim, Han, & Kang (2002)의 연구에서도 전반적으로 초등학생들은 과학의 본성에 대해 부정확하고 부적절한 견해를 가지고 있다고 보고하였다. 이외에도 Won & Paik (2003), Yang, Park, Kim, Choi, & Noh (2011)의 연구도 유사한 연구 결과를 얻었다.

두 번째로 빈도수가 높았던 '과학의 본성 지도 관련 수업 방법' 연구들에서 보고된 주요 결과 중의 하나는, 학생들에게 과학의 본성에 대한 인식의 변화를 기대하기 위해서는 과학의 본성을 명시적으로 가르치는 것이 필요하다는 것이었다. 예를 들어, Kim, Kim, Kim, Kim, & Paik (2008)은 초등 6학년을 대상으로 명시적 방법으로 과학의 본성을 가르쳤을 때 교수 효과, 수업 전후 학생들의 과학의 본성에 대한 인식 변화 조사하였는데, 학생들이 직접 보고 느끼는 활동을 통하여 과학의 본성에 대한 내용을 명확하게 이해하게 되었을 뿐 아니라, 이와 더불어 수업에 대한 학생들의 태도도 적극적으로 변화되었다고 보고하였다. 또, Bang & Kim (2010)의 연구에서도 명시적 과학의 본성 수업은 낮은 인지 수준 군, 높은 인지 수준 군의 학생들 모두에게 일반적 수업보다 과학의 본성에 대한 이해를 향상시키는데 효과적이었다고 보고하였다. 이외에도 명시적으로 과학의 본성을 가르치는 수업이 효과적이었다는 연구결과가 지속적으로 보고되고 있었다(e.g., Cho, Kim, & Hong, 2010; Park & Hong, 2010)

적은 수이긴 하지만, 과학 진로 인식 관련 연구(4편, 5.8%)도 수행되었는데, 예를 들어, 학생들이 인식하고 있는 과학 관련 직업은 물리학자, 생물학자 등 기초 과학자에, 기술 관련 직업은 기술 교사나 수리정비 기술자 등 몇몇 직업에 편중되어 있었고, 많은 학생들이 과학과 관련된 일하는 장소로 실험실(72%)을 인식하고 있었다는 연구(Kim, Shin, Lim, & Noh, 2008)가 있었다. 또, 유·초등학생 다수의 학생이 과학을 좋아한다(76.7%)고 응답했지만, 장래에 과학자가 되겠다고 응답한 학생은 소수(15.7%)에 불과했다는 연구(Kim & Cho, 2002)도 있었다. 이러한 연구 결과들은 학생들이 과학자라는 직업에 대해 다소 편중된 인식을 하고 있었고, 과학에 대해 흥미가 있다고 해서 과학

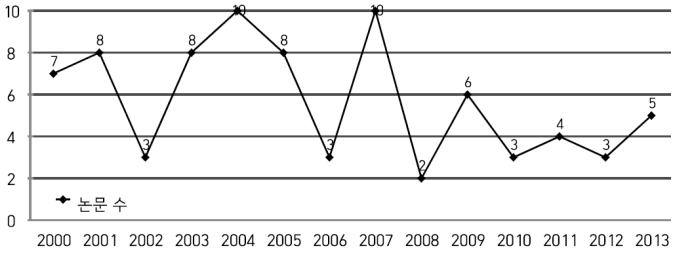

Figure 7. Frequency of the papers related to 'science curriculum'

진로 선택으로 바로 이어지는 것은 아니라는 점을 보여주고 있어, 과학 교육에서도 과학 진로 교육이 중요함을 말해 주고 있었다.

역시 적은 수였지만, '과학의 본성에 대한 기초 연구'(2편, 2.9%)도 수행되었는데, 과학의 본성에 대한 인식 검사 도구를 고찰한 Na & Song (2010)의 연구에서는 국내외를 합하여 VNOS(Views about Nature of Science), VOSTS (Views on Science-Technology-Society), Solomon, Scott, & Duveen (1996)의 사용 빈도가 높았고, 검사 도구를 자체 개발하기보다는 기존 도구를 수정, 번안하여 사용하는 경우가 많았다고 보고하였다. 이는 국내여건, 아동의 연령 등을 고려하여, 일반적인 상황의 문제를 학생 수준에 맞게 구체적 상황의 문제로 바꾸거나, 과학 활동이나 환경에 대한 학생의 인식은 학생의 주장보다는 실제 행동에 바탕을 둔 검사도구가 필요하다고 한 연구결과(Jang, 2004)와 비슷하게, 외국의 검사 도구를 그대로 번역하여 사용하기 보다는 우리나라 학생들의 특성과 상황을 고려한 적절한 도구의 개발이 필요함을 시사하고 있었다.

한편, 학생의 과학에 대한 생각 관련 연구 역시 연구의 대상이 일반 초등학생(36.2%)과 중고등학생(46.4%)이 대부분이었고, 부진학생이나 특수학생이 연구의 대상인 경우는 한편도 없어서, 소수 혹은 소외계층의 인식에 대한 연구가 미흡했음을 보여주었다.

7. 교육과정 관련 연구의 동향

2000년부터 2013년까지 국내 주요 6개 과학 교육 학회지에 게재된 과학 학습 관련 논문 중 교육과정과 관련된 논문은 80편이었다. 각 연도별로 빈도수를 분석한 결과, Figure 7에서 보이는 바와 같이 2003

Table 8. Frequency of the papers related to each sub-categories of 'science curriculum'

세부 범주	논문 수	비율(%)**	예
내용/활동 분석 및 적절성 관련 연구	43	53.8	제7차 초등학교 과학과 교육과정 내용의 적정성 분석 및 평가 (Lee, Park, Lee, & Han, 2005)
영역 내 내용/활동의 계속성과 위계성 관련 연구	26	32.5	한국과 미국의 초등 과학 교육과정 지구영역의 학년 간 내용 연계성 분석 연구 (Suh, 2008)
영역(교과) 간 내용/활동의 계속성과 위계성 관련 연구	5	6.3	초등 교육과정에서 과학과의 생물 영역과 타 교과의 내용 연계성에 대한 분석 (Park, Kang, & Kim, 2007).
교육과정의 목표 및 평가 관련 연구	12	15.0	Klopfer의 교육모표 분류에 따른 제7차 교육과정의 중학교 과학 교육목표 분석: 7학년을 중심으로 (Kim, Lee, & Choi, 2005)
특정 교육/사상 관점을 포함하는 교육과정 분석/배경이론 및 제안 관련 연구	10	12.5	Big idea를 중심으로 한 통합형 과학 교육과정 틀 설계 (Bang *et al*., 2013)
교육과정 내용 및 운영 관련 인식/실태 관련 연구	15	18.8	제7차 초등 과학과 교육과정 운영 실태 분석 (Kwak, 2004a)
연차별 교육과정 비교 관련 연구	9	11.3	초등과학 교육과정 변천에 따른 지질 영역에 관한 내용 분석 (Cho & Kwon, 2005)
국가 간 교육과정 비교 관련 연구	18	22.5	우리나라, 미국, 영국, 일본, 싱가포르의 과학과 교육과정 비교 (Lee & Kim, 2004)
교과용도서의 전반적 개발 방향, 체제 및 운영 관련 연구	11	13.8	초등학교 3-4학년 차세대 과학 교과서 체제 개발 연구 (Lim *et al*., 2007)
교육과정 개발(개정) 절차 및 방식 관련 연구	4	5.0	교육과정 개발 체제 및 총론과 과학과 교육과정의 연계성 분석 (Lee, 2004)

* 논문 한 편이 세부 범주 중 2가지 이상에 해당될 경우 각 세부범주의 논문 수에 모두 포함시킨 값으로, 각 세부범주 논문 수의 총 합계는 본 영역으로 분류된 80편보다 73편이 초과된 153편임.
** 본 영역의 총 논문 수 80편에 대한 각 세부범주(하위요소)별 해당 논문 수의 비율임.

부터 2005년까지, 그리고 2007년에 상대적으로 많은 논문이 발표되었다. 이 시기는 2007 개정 교육과정의 개정을 준비하여 완료한 시기와 겹치는 것으로, 7차 교육과정 이후 10년 만의 개정이었다는 점을 감안할 때, 교육과정 개정 과정에서 필요한 연구들이 상대적으로 많이 수행된 것으로 보인다. 반면, 짧은 기간 만에 다시 개정되었던 2009 개정(과학과는 2011년 고시) 교육과정이 개정되는 시기에는 교육과정 관련 연구의 빈도수에 특별한 증가가 보이지 않았다.

총 80편의 교육과정 관련 연구들을 다시 세부 범주로 나누어 분석하였는데, 총 10개의 세부 범주와 각 세부 범주별 논문의 수는 Table 8과 같다.

Table 8에서 볼 수 있듯이, 총 80편의 논문 중에서 '내용/활동 분석 및 적절성 관련 연구'가 총 43편(53.8%)으로 가장 높은 비율을 차지하고 있었다. 두 번째로 높은 비율을 차지한 것은 물리, 화학 등 동일한 '영역 내 내용/활동의 계속성과 위계성 관련 연구'로 26편(32.5%)의 논문이 이 세부 범주에 해당되었다. 세 번째로 높은 비율을 차지한 것은 '국가 간 교육과정 비교 관련 연구'로 18편(22.5%)이었다. 결국, 교육과정에 관한 연구에서는 교육과정의 내용이나 활동을 분석하거나 분석 결과에 따라 적절성을 논의한 연구, 내용이나 활동의 계속성이나 위계성에 대한 연구, 그리고 국가 간 비교 등이 꾸준히 이루어져 왔음을 알 수 있었다. 반면, 타 영역(예를 들면, 물리와 화학)이나 타 교과 간 교육과정과 비교하는 연구(5편)나, 교육과정 개발 체제 및 서술 방식 등에 대한 연구(3편)는 전체 교육과정 연구 중에 6.3%와 5.0%에 그쳤다. 한편, Table 7의 각주에서 명시한 바와 같이 교육과정 관련 연구들은 2개 이상의 세부 범주에 걸친 연구들이 다른 영역에 비해 상대적으로 많았는데, 이는 교육과정에 대한 연구가 많은 경우 종합적인 측면을 고려해서 수행되기 때문으로 생각된다.

가장 빈도수 높았던 '내용/활동 분석 및 적절성 관련 연구'의 주요 결과 중 하나는 학습할 내용이 많거나 학습자의 입장에서 볼 때 수준이 적절하지 않다는 것이었다. 예를 들어, Lee, Park, Lee, & Han (2005)은 교육과정 연구 개발 보고서 및 논문, 우리나라 제7차 초등 과학과 교육과정 및 교과서, 미국 캘리포니아주 교육과정, 영국 교육과정, 일본의 교육과정 및 교과서를 비교 분석하고, 초등학생 4158명, 교사 542명, 교대 교수 21명을 대상으로 교수-학습 방법, 학습량, 학생의 이해도, 내용의 수준 및 난이도, 학생의 흥미도 등을 조사한 결과, 우리나라 7차 교육과정에서 학습량 축소와 난이도 조정을 강조하였음에도 불구하고 여전히 내용구성 및 연계, 학습량의 측면에서 해결되지 못하였다고 결론 내렸다. 비슷하게, 위의 연구와 연결된 중등 과학교육과정의 연구(Lee, Park, & Lee, 2006)에서는 연구 결과, 각 학년의 주제 또는 단원수가 지나치게 많고 단원 간 연계가 적합하지 않으므로 유사한 것은 통합하여 단원수를 줄여야 한다고 제안하였다. 또, 시수 대비 및 다른 나라와 비교할 때 학습량이 많고 초, 중, 고교 간 내용의 중복이 많은 것으로 나타나, 과학 개념수와 활동 수는 수업 시수, 교사의 수업 부담, 실험실 여건 등을 고려하여 중복 내용 배제와 탐구 활동 수 감축 등으로 적정수준으로 감소시켜야 한다고 제안하기도 하였다. 이외에도 Kim & Kim (2012)의 연구에서는 국가 수준 과학과 교육과정의 입자 관련 내용을 국제 비교하여 도입 시기와 관련 내용 제시 순서를 검토하여, 원자 구조에서 원자 법칙의 순서로 제시되어 있는 현재 순서 보다는 원자 법칙에서 원자 구조로 바꾸어 제시되어야 할 것이라고 제안하기도 하였다.

두 번째로 빈도수 높았던 '영역 내 내용/활동의 계속성과 위계성 관련 연구'의 주요 결과 중 하나는 대체로 학년에 따라 지나치게 내용이 비약적으로 전개되거나 위계성이 부족하다는 것이었다. 예를 들어, 우리나라 과학과 교육과정의 변화 및 특징을 살펴본 Kim & Kim(2012)의 연구에서는 대부분의 입자와 관련된 핵심개념이 중학교 1~3학년군에 제시되어 있고, 실제 초등학교에서는 개념보다는 활동 위주로 제시되어 있어, 초, 중, 고등학교 전체를 아우르는 내용의 연계성에 한계가 있음을 지적하였다. 또, 2007 개정 교육과정에서는 상대적으로 미시적 대상인 원자 구조(전자, 핵)는 낮은 학년에서, 원자 구조보다 거시적 대상을 다루는 원자 법칙(질량보존의 법칙, 원자설)은 높은 학년에서 제시되고 있어 일관성이 없는 것을 볼 수 있다고 주장하였다. 우리나라와 미국의 초등학교 교육과정 중 지구 영역의 학년 간 연계성 분석한 Suh (2008)은, 지질영역의 학년 간 개념의 수직적 연계성 측면에서 볼 때, 미국의 교육과정에서는 좀 더 통합적인 시각에서 지구 표면의 변화를 이해할 수 있도록 개념을 명시하고 있고 학년이

높아질수록 난이도가 심화되어 수직적 연계성이 확실하게 나타나 있는 반면에, 우리나라는 학년마다 관련 개념이 지속적으로 제시되고 있으나 학년 간 위계 개념에 큰 차이가 없이 내용을 다룸으로써 세부 내용 및 개념의 수직적 관련성이 명확하지 않다고 보고하였다.

'교육과정 내용 및 운영 관련 인식/실태 관련 연구'들은 대체로 교육과정의 내용이 명료하게 제시되어 있지 않거나 양이 많고 어렵다는 교육과정 내적인 어려움과 함께 현실적인 여건에 의한 어려움 등을 보고하고 있었다. 예를 들어, 48명의 고등학교 물리 교사를 대상으로 2009 개정 고등학교 물리Ⅰ 교육과정과 평가에 대한 현장 교사의 의견을 설문 조사를 통해 알아본 Lee (2013)의 연구에 따르면, 교사들은 교과내용의 수준과 범위에 대한 규정이 미흡하여 많은 교사가 새로 도입된 교과내용을 가르치는데 어려움을 겪고 있었다. 제7차 중등학교 과학과 수준별 교육과정 운영 실태를 분석한 Jeong (2006)의 연구에 따르면, 수준별 교육과정을 운영하고 있다는 응답은 21.2%로 아주 낮게 나타났고, 인력 부족, 시설의 미비, 여건의 미비 등으로 수준별 수업 준비에 따른 부담이 크다는 의견이 많았다. 이외에도 여러 연구(e.g., Hong, 2010; Sim, Shin, & Lee, 2010) 에서 현실적인 여건의 미비와 제시된 활동의 모호성 등으로 운영에 어려움을 겪고 있음을 보고하고 있었다.

한편, '교육과정의 목표 및 평가 관련 연구' 에는 기존의 관련 사항들을 분석하는 연구(e.g., Kim, Lee, & Choi, 2005; Lee & Kim, 2004)와 더불어, 앞으로 과학과 교육과정 개발 과정이나 목표, 내용 선정에서 고려해야할 사항들을 제안하는 연구들도 있었다. 예를 들어, Kwak (2013)은 최근 세계 각국에서 미래 사회의 변화된 상황에 맞추어 학교 교육의 방향을 근본적으로 재조정하려는 노력의 일환으로 등장한 '핵심역량'을 우리나라 과학교육 과정의 목표에 반영할 필요가 있음을 주장하고, 핵심역량을 과학 교육과정의 목표에 어떻게 반영할 수 있는지에 대해서 논의하였다. 또, 적은 수(5.0%)이긴 하지만, '교육과정 개발(개정) 절차 및 방식 관련 연구'도 수행되었는데, 교육과정 개발(개정) 시 충분한 연구 시간의 확보, 현장의 상황에 대한 충분한 고려 등이 필요함을 주장하기도 하였다(e.g., Lee, 2004; Sim, Shin, & Lee, 2010). 이러한 연구 결과들은 추후 교육과정의 목표 설정, 교육과정의 개발이나 개정 시에 고려해야할 사항들에 대해서 시사점을 주고 있다.

8. 학생의 학습/수업 활동 관련 연구의 동향

2000년부터 2013년까지 국내 주요 6개 과학 교육 학회지에 게재된 과학 학습 관련 논문 중 학생의 학습/수업 활동 관련 논문은 총 259편이었다. 각 연도별로 빈도수와 추이를 분석한 결과는 Figure 8과 같다.

학생의 학습/수업 활동 관련 논문들의 연도별 분포를 보면, Figure 8에서 볼 수 있듯이 2000년대 초반에는 거의 매년 20여 편 이상이 출판되었으나 200년 이후로는 대략 15편 내외로 출판되고 있어, 전체적으로 점차 감소하고 있는 것을 알 수 있다. 이는 Figure 1에서 볼 수 있었던 6개 학회지 전체 논문 수의 지속적인 증가 추세와는 상반되는 추세이기도 하다. 이와 같은 추세는 특정한 수업 방법을 고안하고 적용하여 그 효과를 확인하는 것을 중요하게 다루었던 경향이 2000년대 중반 이후에는 다소 줄어들었기 때문으로 생각된다.

총 259편의 교육과정 관련 연구들을 다시 몇 개의 세부 범주로 나누어 분석하였다. 세부 범주의 구성을 위해, 활동이 중심이 되는 '학습/수업 활동' 영역의 특징을 감안하여, 기존 문헌으로부터 특정한 틀을 가져오기보다는 귀납적으로 각 연구에서 다루고 있는 학습 혹은 수업 활동들을 범주화하여 세부 범주를 구성하였다. 우선, 공통적인 수업 방법이나 수업 전략, 교수 방법이나 교수 전략, 수업 모형 등을 다루고 있는 논문들을 묶어 대략적으로 범주화한 후, 가급적 모든 관련 논문이 범주화 될 수 있도록 선정된 범주들을 통합 혹은 나누거나 새로운 범주를 만드는 과정을 반복하여 수행하였다. 이러한 과정을 거쳐 구성된 총 19개의 세부 범주와 각 세부 범주별 논문의 수는 Table 9와 같다.

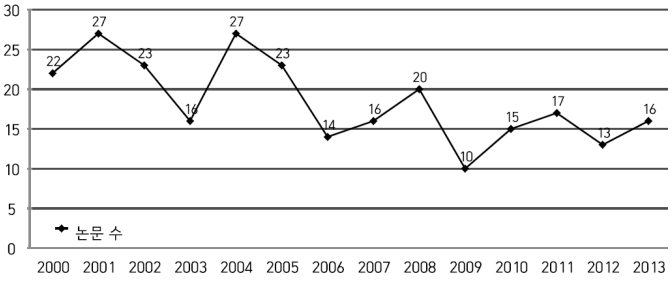

Figure 8. Frequency of the papers related to 'students' learning and classroom activity'

Table 9에서 볼 수 있듯이, 총 259편의 논문 중에서 협동학습을 다룬 연구가 32편(12.4%)으로 가장 많았다. 이는 국내 과학교육 연구에서 학생들 간의 사회적 상호작용을 강조하는 수업 상황을 많이 고려하고 있었음을 보여준다. 실제로 학생들의 협력적 참여를 촉진할 수 있는 수업활동으로 권장되는 협동학습, 토의 수업, 상호작용 학습, 논증활용 수업 등을 다룬 논문들이 각각 32편(12.4%), 12편(4.6%), 6편(2.3%), 4편(1.5%)으로, 모두 합치면 전체 논문들 중에서 약 20%를 차지함을 알 수 있다.

한편, 259편의 논문 중 약 73% 정도의 연구들은 학습의 결과를 측정할 때 개별적인 검사를 통해 학생 개개인의 개념 이해도, 학업 성취도, 개념 변화 여부 등을 조사한 연구들이었다. 반면, 학습의 참여 과정이나 참여 정도 등과 같이 학습의 과정을 직접적인 평가의 대상으로 하는 연구들은 상대적으로 적었다. 후자의 논문들은 대체로 학습을 사회적 참여의 과정으로 보는 관점을 전제한 경우가 많았는데, 예를 들면, Kang, Han, Jeong, & Noh (2001)의 논문에서는 사회적 합의 전략 소집단에서 학생들이 가설을 비교, 평가할 때 메타인지 진술, 의견제시형 대칭적 상호작용 단위, 탐구형 에피소드가 많이 구현되었음을 밝힌 바 있다. Jeon & Noh (2002)의 연구에서도 학생들이 해결자-청취자 역할로 문제해결 전략의 4단계(이해-계획-풀이-검토) 활동에 참여하는 과정에서 보여주는 각 소집단의 언어 특성을 조사하여, 사회적 과정으로서의 학습이 어떻게 이뤄지는지 그 과정을 파악하고자 하였다. 이외에도, Lee & Kang (2008)의 연구와 같이 수업 활동에서 학생들 간의 언어적 상호작용을 조사하거나, Han, Kwon & Kim (2000)의 연구처럼 포트폴리오 활동에 학생들의 참여 양상을 조사하여 학습의 사회적 과정을 파악하려는 시도가 있었다. 그러나 이러한 연구들은 개인의 인지적 결과물을 평가하는 연구들에 비해 상대적으로 적게 수행되고 있었다.

개인의 인지적 과정과 사회적 참여 과정은, 예를 들면 Joung(2014)의 연구에서 제안된 과학교실 탐구공동체 모형과 같이, 교실 안에서 적절히 통합되어야 할 요소이므로 학습의 결과 평가에서도 모두 고려

Table 9. Frequency of the papers related to each sub-categories of 'students' learning and classroom activity'

세부 범주	논문 수	비율(%)	예
협동학습	32	12.4	중학교 과학수업에 적용한 Jigsaw 협동학습의 효과 (Park & You, 2007)
교수매체활용 수업	24	9.3	멀티미디어 프로그램 활용수업이 생물교과의 학습태도 및 학업성취에 미치는 효과에 대한 연구 (Lee, Cho, & Kim, 2001)
일상생활적용 수업	17	6.6	울산 지역의 생태적 특성을 반영한 STS 모듈의 개발 및 적용 효과 (Kang, Ha, & Cha, 2008)
인지과정중심 수업	18	6.9	사고 기술에 따른 Graphic Organizer 유형을 활용한 초등 과학 수업이 학업성취도, 과학탐구능력, 학습동기에 미치는 영향 (Bae, Bae, & So, 2012)
개념도/개념변화	16	6.2	7차 교육과정 중학교 과학 생물영역의 개념도 활용수업 효과 (Kim & Park, 2002)
표현활동/글쓰기/그림	16	6.2	학생-학생 언어적 상호작용 분석을 통한 문제 해결형 탐구 모듈에서의 SWH 활용 효과 (Lee & Kang, 2008)
과학적 사고 활동	17	6.6	Thinking Science 프로그램의 확률 활동이 초등학생의 확률적 사고 신장에 미치는 효과 (Kim, Shin, Lee, Choi, & Choi, 2005)
문제중심학습	13	5.0	창의적 문제 해결 학습이 학생들의 과학 탐구 능력 및 과학적 태도에 미치는 영향에 대한 연구 (Hong & Lee, 2008)
학습동기 강조 수업	13	5.0	동기 유발 전략을 적용한 생물 수업이 중학교 과학 영재들의 과학 관련 태도와 생물 영역에 대한 흥미도, 학습동기에 미치는 효과 (Kim, 2008)
토의 수업	12	4.6	중학교 과학과 토의 학습을 위한 자료개발과 적용 효과: 힘과 운동 개념을 중심으로 (Choi, Cho, Kim, & Kim, 2000)
비유 수업	12	4.6	포화 용액 개념 학습에서 비유 표현 방식과 언어적 학습 양식에 따른 비유 사용 수업의 효과 (Kang & Seo, 2012)
실험 방법	14	5.4	세 가지 다른 중화적정 실험 방법에 따른 고등학생들의 산, 염기 관련 개념의 이해 분석 (Ree, Park, & Lee, 2011)
포트폴리오	8	3.1	초등 과학 수업에서 포트폴리오 수업이 학생들의 창의성과 과학 탐구능력에 미치는 영향 (Han, Kwon, & Kim, 2000)
순환학습	7	2.7	5E 순환 학습 모형을 적용한 생물 수업이 고등학생들의 학업 성취도와 태도에 미치는 효과 (Kim, 2009)
상호작용활동	6	2.3	분자의 운동에 대한 개념 학습에서 상호동료교수 전략을 활용한 CAI의 효과 (Kim & Noh, 2006)
논증활용 수업	4	1.5	논의과정을 강조한 교수학습 전략이 중학생들의 인지발달, 과학개념 이해, 과학관련 태도 및 논의과정에 미치는 영향 (Kang, Kwak, & Nam, 2006)
자기조절학습	6	2.3	자기조절학습 수업 모형을 적용한 과학 수업이 초등학생의 학업적 자기조절능력 및 학업 성취, 과학에 관련된 정의적 특성에 미치는 영향 (Chun & Ahn, 2010)
질문활용 수업	5	1.9	질문 강화 수업이 중학생들의 질문 수준과 학업 성취도에 미치는 영향 (Chung & Bae, 2002)
발견학습 모형	3	1.2	초등과학 영재교실에서 발견 학습 모형 수업에 효과적인 환경 조건의 탐색 (Lee & Jhun, 2006)
기타	16	6.2	과제 학습을 활용한 수업이 초등학생들의 과학 탐구 능력과 과학적 태도에 미치는 효과에 대한 연구 Kwon & Lee, 2007)

될 필요가 있는 요소들이다. 즉, 학습을 개인의 인지적 과정으로 보는 관점의 연구에서도 토론이나 실험 활동에 참여하는 과정을 평가할 수 있을 것이며, 반대로 학습을 사회적 참여 과정으로 보는 관점의 연구에서도 개념 변화나 학업성취도와 같은 인지적 결과물을 평가할 수 있을 것이다. 다만, 근래에 국내외 과학 교육과정에서 강조되고 있는 핵심역량에 '다양한 구성원들과 상호작용하기(타인과 관계 맺기, 팀 속에서 일하고 협동하기, 갈등을 관리하고 해결하기)'나, '대인관계', '참여와 공헌' 등이 포함된다거나(Kwak, 2012), 실제 상황에 결부된 문제와 이를 해결하기 위한 공동체 구성원들의 협력, 교사와 학생 사이의 이해의 교섭(negotiation of understanding), 공동체 구성원들 사이의 아이디어 공유, 그리고 구성원들의 참여와 책임 등을 중시하는 등(Crawford, Krajcik, & Marx, 1999) 학습에 대한 공동체적 접근과 참여 자체가 부각되고 있다는 점(Joung & Chun, 2014) 등을 감안한다면, 학습의 인지적 결과와 더불어 학습이 일어나는 공동체 속 참여 과정에도 직접적으로 주목하는 연구가 좀 더 이뤄질 필요가 있지 않을까 한다.

한편, 순환학습모형(7편, 2.7%)이나 발견학습모형(3편, 1.2%)을 다룬 연구는 상대적으로 그 빈도가 낮았고, 대부분 2000년대 초반에 출판된 논문들이었다. 현재 교육대학교와 사범대학의 교과교육 강좌와 교원 임용 시험에서 수업 모형이 상당히 비중 있게 다뤄지고 있음을 감안하면, 이는 교원양성대학이나 교육 현장에서 중요하게 생각하는 부분일 가능성이 크므로 이와 관련된 연구 역시 좀 더 활발히 이뤄질 필요가 있을 것이다.

9. 비형식 교육에서 학생의 학습 관련 연구의 동향

2000년부터 2013년까지 국내 주요 6개 과학 교육 학회지에 게재된 과학 학습 관련 논문 중 비형식 교육에서 일어나는 학생의 학습과 관련된 논문은 총 54편으로, 본 연구에서 분석 영역으로 선정한 8개 영역 중 출판된 논문 수가 가장 적었다. Figure 9은 각 연도별로 출판된 논문의 빈도수를 분석한 결과이다.

Figure 9에서 보이는 바와 같이, 2000년도 이후에 출판된 '비형식 교육에서 학생의 학습' 관련 논문의 수는 서서히 증가하는 추세이긴 하지만, 특정한 시기에 따라서 빈도수가 크게 영향을 받는 것을 볼 수 있다. 즉, 2005년까지는 비교적 급격하게 논문의 수가 증가했지만, 2006년부터 2008년까지는 다시 매우 적은 수의 논문이 출판되었다. 2009년과 2010년, 2012년에는 다시 상대적으로 많은 논문이 출판되었지만, 전체적으로는 관련 연구가 지속적으로 이뤄지고 있다고 보기는 어려웠다. 이는 전체 논문 수가 적어 작은 차이가 크게 부각되는 면도 있어 보이지만, 기본적으로 관심과 활동이 지속적일 수밖에 없는 학교 교육과 달리, 비형식 교육은 상대적으로 국가 정책이나 사회적 분위기 등에 영향을 받기 때문인 것으로도 생각된다. 예를 들어서, 관련 논문 수가 비교적 지속적이고 빠르게 증가한 2001년부터 2005년까지는, 우리나라의 대표적인 과학관인 국립과천과학관 건립 계획이 대통령에 의해 발표된 시점이 2001년 과학의 날이었다는 점(Gwacheon National Science Museum, 2015)에서 나타나듯이, 국가 정책적으로 과학관의

활성화가 추진되기 시작한 기간이다. 또, 상대적으로 많은 논문이 출판된 2012년은 창의적 체험활동을 강조하는 2009개정 과학과 교육과정이 고시된 2001년과 거의 겹친다. 이러한 시기적 특성에 따른 빈도수의 차이는 비형식 교육을 통한 과학 학습 연구의 활성화를 위해서는 과학교육계 내부의 관심 및 노력과 더불어 국가 정책 등 외부의 관심 및 노력도 수반되어야 함을 시사하고 있다.

총 54편의 '비형식 교육에서 학생의 학습' 관련 연구들을 다시 몇 개의 세부 범주로 나누어 분석하였다. 보통 국내에서는 비형식 교육(informal education)을 정규 학위를 부여할 수 없는 기관에서 일어나는 학습을 통칭한다(Choi *et al*., 2006). 예를 들어, 대학부설 평생교육원, 사설 교육기관(학원), 평생교육 시설, 문화센터 등과 같은 기관에서 이루어지는 학습을 포함한다. 이러한 비형식 교육의 정의를 감안하여, 우선 비형식 교육이 행해지는 기관이나 장소의 특징, 행사나 활동의 특징에 따라 대략적으로 범주를 선정한 후, 개별 논문들을 범주화하면서 가급적 모든 관련 논문이 범주화 될 수 있도록 선정된 범주들을 통합 혹은 나누거나 새로운 범주를 만드는 과정을 반복적으로 수행하였다. 이러한 과정을 거쳐 구성된 총 8개의 세부 범주와 각 세부 범주별 논문의 수는 Table 10과 같다.

Table 10에서 볼 수 있듯이, 총 54편의 논문 중에서 가장 높은 비율을 차지하고 있었던 연구는 '과학관·대학연구소·유적지·박물관 탐방 학습' 관련 연구(37.0%)였고, 두 번째로 높은 비율을 차지하고 있었던 연구는 '야외 과학 체험학습'에 관한 연구(25.9%)였다. 반면, '과학전람회/과학탐구대회/과학발명대회'에 관한 연구와 '온라인 과학 학습'에 관한 연구는 각각 단 2편에 지나지 않았다. 이러한 빈도수의 차이는 국내 비형식 과학 학습에 대한 연구들이 과학관, 박물관, 유적지 등 비형식 기관 탐방 활동에 대한 연구와, 야외 관찰 학습 등의 야외 과학 체험 학습 관련 연구에 편중되어 있음을 보여주고 있다.

가장 빈도수가 높았던 '과학관·대학연구소·유적지·박물관 탐방 학습' 관련 연구들에는 자연사 박물관 활용 프로그램이 학생들의 생물 분류

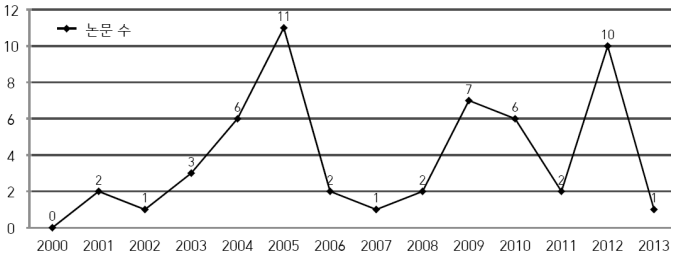

Figure 9. Frequency of the papers related to 'students' learning in informal settings'

군 이해에 도움을 주었다거나(Park & Shim, 2012), 자연사 박물관에 제시되어 있는 진화에 대한 증거 기반 설명이 교과서에 제시되어 있는 내용에 비해 구체적이고 충분한 증거를 제시하고 있었다는 연구(Jung, Lee, & Kim, 2010), 그리고 석빙고(Cho & Kim, 2001)와 수원 화성(Choi & Pak, 2004)과 같은 전통문화 유적지 탐방이 과학적 탐구 태도나 과학적 안목의 형성에 긍정적 이었다는 연구 등, 비형식 교육 기관을 활용한 활동이 학생들의 학습에 긍정적이라는 결과를 보고한 연구들이 있었다. 그러나 동시에, 과학관 전시 패널(설명글)이 일방적 정보 제공에서 좀 더 상호 의사소통의 성격을 띠어 초점이 되는 문제를 해결하고 핵심 주장을 이끌어낼 수 있는 서술 방식으로 구성될 필요가 있다고 제언한 연구(Lee *et al*., 2011)나, 전시물의 설명 방식을 패널뿐만 아니라 좀 더 적극적이고 다양한 매체를 활용할 필요가 있고, 조작형 전시물의 작동을 좀 세련되게 하고 조작의 시간을 늘릴 필요가 있다고 제언한 연구(Kim & Song, 2003) 등, 좀 더 개선되어야 할 점들을 지적한 연구들도 있었다. 결국, 이들 연구들을 종합해 보면, 비형식 기관 탐방 활동이 학생의 과학 학습에 긍정적이지만, 이러한 효과를 배가하기 위해서는 전시물의 전시 방식과 설명 방식의 개선 등이 수반되어야 함을 시사하고 있었다.

한편, 온라인 물리탐구토론의 특징을 연구한 Lee & Kim (2004)의 연구에 따르면, 온라인 탐구토론은 시간과 공간의 제약이 없이 토론에 참여할 수 있다는 장점과, 동시에 참여하지 않아도 되기 때문에 충분한 심사숙고가 가능한 토론이 될 수 있다는 장점을 가지고 있었다. 그러나 비형식 교육의 일환으로 '온라인 과학 학습'을 다룬 연구는 위의 연구를 포함하여 단 2편(3.7%)에 지나지 않았다. 근래 SNS(Social Network System)의 발전 등 온라인을 통한 의사소통의 장이 급격히 확장되고 있음을 감안할 때, 온라인을 활용한 비형식 과학 학습에도 주목할 필요가 있을 것이다.

Ⅳ. 결론 및 제언

본 연구는 2000년부터 2013년까지 국내 주요 과학교육 관련 학회지에 게재된 논문들을 대상으로, 근래 학생의 과학 학습과 관련된 국내 과학교육 관련 연구의 전반적인 동향을 분석함으로써, 추후 과학 교육과정 개발이나 정책 개발, 교수학습자료 개발 등에 기초자료와 시사점을 제공하고자 하였다.

이를 위해, 국내의 대표적인 6개 과학교육 관련 학회지('한국과학교육학회지', '초등과학교육', '새물리', '대한화학회지', '생물교육', '한국지구과학회지')에 2000년부터 2013년까지 게재된 과학 학습 관련

Table 10. Frequency of the papers related to each sub-categories of 'students' learning in informal settings'

세부 범주	논문 수	비율(%)	예
과학관·대학연구소·유적지·박물관 탐방	20	37.0	과학관 전시물의 특징과 학생들의 전시물에 대한 인식: 서울시 소재 3 개 과학관을 중심으로(Kim & Song, 2003)
야외 과학 체험학습	14	25.9	생태적 소양 함양을 위한 토양 종자 은행 교육 프로그램의 개발(Ju & Kim, 2012)
과학전람회/과학탐구대회/과학발명대회	2	3.7	현행 전국과학전람회에 실태 및 개선방안에 관한 연구(Choi & Han, 2001)
과학캠프/과학놀이마당/과학강연회	5	9.3	과학동산 운영에 관한 질적 연구(Chae & Lee, 2002)
R&E 또는 프로젝트 학습 프로그램	3	5.6	과학고 및 영재고 Research and Education (R&E) 수행과정 및 운영환경 분석: 지도자와 학생의 인식 차이를 중심으로(Jung, Chae, & Ryu, 2012)
온라인 과학 학습	2	3.7	학생들의 인식조사를 통한 온라인 물리탐구토론의 특징(Lee & Kim, 2004)
생활과학교실/이동과학교실	4	7.4	학생들의 인식조사를 통한 이동과학교실의 특징 분석(Lee et al. 2009).
기타(복합 상황 등)	4	7.4	창의성센터 건립을 위한 학생, 교사 및 학부모의 인식 조사(Lee, Choi, & Jhun, 2012)

논문들을 분석하였다. 분석을 위해 기존 문헌들을 참고하여 총 8개의 과학 학습 영역(‘학생의 개념’, ‘학생의 사고’, ‘탐구’, ‘정의적 영역’, ‘학생의 과학에 대한 생각’, ‘교육과정’, ‘학생의 학습/수업활동’, ‘비형식 교육에서 학생의 학습’)을 선정하였고, 각 영역별 세부 범주를 구성한 후, 이에 따라 빈도수, 대상, 주요 결과 등을 분석하였다.

분석 결과를 종합해 봤을 때, 근래 수행된 국내의 과학 학습 관련 국내 연구의 동향에 대해 다음과 같은 몇 가지 결론과 시사점을 얻을 수 있었다.

첫째, 국내에서 2000년부터 약 15년간 이뤄진 국내 과학 학습 관련 연구들은 다소 특정 분야에 편중되어 있었다. 예를 들어, 학생의 물리 개념에 대한 연구는 역학 분야(50.6%)와 전기 분야(38.8%)에 편중되어 있었고, 화학 개념에 대한 연구는 물질의 구조와 성질(45.9%)에 편중되어 있었다. 또, 탐구와 관련된 연구들은 전체의 약 67%가 교육과정에서 제시하고 있는 기초 및 통합 탐구 능력과 같이 탐구를 과정 기능 중심으로 보는 관점에서의 연구였다. 이러한 특정 분야에 대한 편중은 그 분야가 특별히 중요함을 보여주는 것이라고 볼 수도 있지만, 새로운 연구를 시도하기 보다는 기존에 수행된 연구를 조금 더 확장하거나 기존 연구에서 사용된 도구를 활용하는 연구가 주로 이루어졌기 때문일 가능성도 있다. 그 정확한 원인은 추후 연구를 통해 밝혀낼 필요가 있겠지만, 학생의 과학 학습과 관련된 다양한 특징과 문제점, 해결 방안 등을 모색하기 위해서는 특정 영역에 편중되기 보다는 좀 더 다양한 분야의 연구가 수행될 필요가 있다.

둘째, 연구의 대상도 다소 편중되어 있었다. 2000년부터 약 15년간 국내에서 이뤄진 과학학습 관련 연구들은 대부분 초등학생과 중등학생을 대상으로 하고 있었다. 물론 본 연구가 교사와 예비교사를 대상으로 한 연구는 분석 대상에 제외하였기 때문에 학생 중심의 연구가 주를 이룬 것은 당연한 분석 결과로 볼 수 있다. 그러나 학생 중에서도 일반 학생을 대상으로 한 연구가 대부분이었으며 학습부진 학생이나 특수 학생, 다문화 학생 등 이른바 과학교육의 소외 계층에 대한 연구는 턱없이 부족하였다. 예를 들어, 정의적 영역에 관한 연구에서는 부진 학생이나 특수 학생을 대상으로 하는 연구는 2편에 불과 했으며, 과학에 대한 학생의 생각에 대한 연구에서는 한 편도 찾아보기 어려웠다. 근래 모든 이를 위한 과학 교육이 큰 흐름이 되고 있음을 감안할 때, 슬로건으로서만 모든 이를 위한 과학 교육이 아니라 학습부진 학생이나 특수학생 등 소외 계층을 포함하는 실제적인 모든 이를 위한 과학 교육이 되기 위해 노력할 필요가 있다.

셋째, 개념, 사고, 태도 등의 형성 과정이나 발달 과정 보다는 현재 상태를 진단하는 연구에 다소 편중되어 있었다. 물론 현재 상태를 진단하는 것은 현재 문제점을 파악하고 추후 해결 방안을 모색하는 데에 있어서 필수적일 것이다. 그러나 학생의 개념이나 사고력 등이 어떤 과정을 거쳐 형성이 되고 연령이 증가함에 따라 어떻게 발달하는지를 알아보는 종단적이고 종합적인 연구가 뒷받침 되지 않으면, 현재의 문제들을 해결하는 방안의 제안은 타당하고 적절한 근거를 갖기 어려울 수 있을 것이다.

넷째, 기존의 이론이나 도구를 활용하여 조사하거나 효과를 검증하는 연구에 비해 새로운 관점이나 이론의 창안, 적절한 도구의 개발 등 새로운 분야와 주제를 개척하는 연구가 상대적으로 미흡하였다. 예를 들어, 탐구와 관련된 영역의 연구들은 대부분 과정 기능으로서의 탐구라는 기존의 관점에서 이뤄진 연구였고, 참탐구 혹은 참여로서의 탐구 등 전통적인 탐구에 대한 관점을 넘어서는 연구는 소수에 불과하였다. 또, 학생의 사고력을 측정하는 연구나 학생의 과학에 대한 생각을 조사하는 연구는 대부분 몇몇 기존 도구를 사용하여 수행되었고, 우리나라의 상황이나 학생의 상황 등을 고려한 적절한 도구의 개발에 대한 연구는 상대적으로 미흡하였다. 국내 과학 교육의 질적 제고를 위해서는 이제는 그동안의 연구 결과들을 바탕으로 국내 과학 교육에 적절한 이론이나 도구 개발 등을 수행하고 이를 발전시키는 연구가 좀 더 활발히 이뤄질 필요가 있다.

다섯째, 과학과 교육과정의 내용의 적절성이나 연계성, 교육과정에 대한 안내, 개정 과정 등에 대해서 비판적인 연구 결과가 많았다. 예를 들어, 다른 나라와 비교할 때 시수 대비 학습량이 많고 초, 중, 고교 간 내용의 중복이 많다는 지적이 있었고, 학년에 따라 지나치게 내용이 비약적으로 전개되거나, 개념의 제시 순서가 적절하지 않은 경우가 있다는 지적도 있었다. 또, 현실적인 여건의 미비와 제시된 활동의 모호성, 안내의 미흡 등으로 인해 교육과정을 운영하는 데에 어려움을 겪고 있다는 지적도 있었다. 아울러서 교육과정이 개정되는 과정에서 충분한 시간의 확보나 학교 현장에 대한 고려가 미흡하다는 지적도 있었다. 과학 교육과정이 내용의 적정성과 연계성의 확보에 어려움을 겪는 이유는 여러 가지 있을 수 있으나, 축적된 연구에 기반 하지 못한 상태에서 과학교육계 외부로부터 오는 하향식 개정 요구에 의해 교육과정이 촉박하게 개정되는 실태도 하나의 이유가 될 것이다. 현실적인 여러 어려움으로 인해 이러한 실태를 온전히 다 변화시키지 못한다면, 적어도 과학교육계 내부에서라도 미래 사회를 대비하는 과학과 목표, 학년별 적정 과학 개념, 개념의 횡적 및 종적 위계, 학습발달진전(learning progression), 교과서 개발 체제의 개선 방향, 학교 현장에서 느끼는 교육과정 운영의 어려움 등등, 또 다시 촉박하게 진행될 교육과정 개정에 대비하여 관련된 다양한 연구를 지속적이고 선제적으로 수행하고 있어야 할 필요가 있다.

여섯째, 많은 연구들이 학생의 개념, 탐구, 태도, 수업 방안이나 활동 등 직접적인 학교 과학 교육 활동과 관련된 연구였으며, 다소 간접적이기는 하나 학생들의 현재와 미래에 영향을 줄 수 있는 다른 분야의 연구들은 상대적으로 미흡한 편이었다. 예를 들어, 학생의 과학 학습과 관련하여 2000년부터 약 15년간 주요 6개 과학교육 관련 학회지에 게재된 논문 중 학생의 개념에 관한 연구는 257편, 탐구 관련 연구는 137편, 정의적 영역 관련 연구는 168편, 학생의 학습/수업 활동 관련 연구는 259편이었지만, 과학에 대한 이미지나 과학 진로에 대한 생각 등이 포함된 학생의 과학에 대한 생각 관련 연구는 69편, 비형식 교육에서 일어나는 학생의 학습 관련 연구는 54편에 그쳤다. 물론, 학교 과학 교육의 중요성을 감안할 때 이와 관련된 분야의 연구가 활발히 이루어져야 함은 당연한 일이겠지만, 이와 아울러서 학생들의 터전인 학교 밖 상황에 기반을 둔 과학 학습이나, 학생들의 과학에 대한 이미지 제고를 통해 과학 진로 포부를 함양시킬 수 있는 방안에 대한 연구들 역시 미래를 대비하는 과학 교육이라는 측면에서 좀 더 활발히 연구될 필요가 있다.

본 연구에서는 국내 과학학습 관련 연구의 동향 분석에 초점을 맞추기 위해서 예비교사나 현장 교사를 대상으로는 하는 연구들은 제외하였다. 이점은 본 연구의 한계가 될 수도 있다. 예비교사와 현장교사가 과학 개념에 대해 어느 정도 이해하고 있고, 과학의 본성에 대해서는 어떻게 인식하고 있으며, 교수 방안의 고안 능력과 활용 능력은 어떠하

고, 또 이를 위해 어떤 교육과 연수를 받고 있는지 등은 학생의 과학 학습에도 영향을 미칠 것이기 때문이다. 아울러서, 본 연구가 2014년 이후의 최근 연구 결과를 동향 분석에 반영하지 못하였다는 점도 본 연구의 한계가 될 수 있을 것이다. 다만, 이러한 한계를 감안한 상태에서라도, 근래 약 15년 동안의 과학 학습 관련 연구의 동향을 분석했다는 점에서, 본 연구의 결과가 추후 과학 교육과정 개발이나 정책 개발, 교수학습자료 개발을 위해 어느 분야에 어떤 내용의 연구를 더 수행할 필요가 있으며, 그 방향은 어떠해야 하는지 등을 판단하는 데에 기초자료로 활용될 수 있기를 기대해 본다.

국문요약

타당하고 효과적인 과학교육의 계획과 실천을 위해서는 축적된 연구 결과에 근거한 과학교육 정책의 결정이나 교육과정 개발, 교수학습 방법 및 적절한 학습 자료 개발 등이 이뤄져야 할 것이다. 그러나 실제로는 그러하지 못한 실정이다. 이에 본 연구에서는 2000년부터 2013년까지 국내 주요 과학교육 관련 학회지에 게재된 논문들을 대상으로, 근래 학생의 과학 학습과 관련된 국내 과학교육 관련 연구의 전반적인 동향을 분석함으로써, 추후 과학 교육과정 개발이나 정책 개발, 교수학습자료 개발 등에 기초자료와 시사점을 제공하고자 하였다. 이를 위해, 국내 6개 주요 과학교육 관련 학회지에 2000년도부터 2013년도까지 게재된 과학 학습 관련 논문을 분석하였다. 분석은 총 8개의 과학 학습 영역('학생의 개념', '학생의 사고', '탐구', '정의적 영역', '학생의 과학에 대한 생각', '교육과정', '학생의 학습/수업활동', '비형식 교육에서 학생의 학습')과 각 영역의 세부 범주에 의거하여 수행되었다. 분석 결과, 기존의 연구들은 다소 특정 분야와 특정 대상에 편중되어 있었다. 또, 발달 과정보다는 현재 실태를 진단하는 연구들이 많았다. 새로운 이론이나 도구를 개발하는 연구들이 상대적으로 적었고, 다소 직접적이진 않지만 학생의 미래에 영향을 미칠 수 있는 과학의 본성에 대한 인식이나 비형식 학습에 대한 연구 역시 상대적으로 적었다. 이러한 연구 결과들을 바탕으로 교육과정 개발이나 정책 개발, 교수학습자료 개발 등과 관련된 몇 가지 시사점에 대해 논의 하였다.

주제어: 과학학습, 학생의 학습, 과학교육 연구, 과학교육 연구 동향

References

Abell, S. K. & Lederman, N. G. (Eds.) (2007). Handbook of research on science education. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1990). Science... A process approach (SAPA II). Delta Education.

Anderson. L. W.(1981). Assessing affective characteristics in the schools. Boston, MA: Allyn and Bacon, Inc.

Bae, J. -H., & Kim, J. -S. (2010). The effect of ARCS learning strategies on scientific attitude, self-efficacy and learning achievement in the elementary science class. Biology Education, 38(2), 243-253.

Bae, J. -H., Bae, D. -K., & So, K. -H. (2012). The influence of the elementary science class that utilized graphic organizer according to thinking skill on students` achievement, science process skills and learning motivation. Biology Education, 40(2), 209-224.

Bang, D., Park, E., Yoon, H., Kim, J. Y., Lee, Y., Park, J. Song, J. -Y. Dong, H., Shim, B. J., Lim, H. -J., & Lee, H. -S. (2013). The design of integrated science curriculum framework based on Big Ideas. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 33(5), 1041-1054.

Bang, M., & Kim, H. -N. (2010). The effects of explicit instruction about nature of science by elementary school student`s cognitive level. Journal of Korean Elementary Science Education, 29(3), 277-291.

Chae, D. -H., Kim, C. -H., & Park, J. -Y. (2000). CAI program development on flowing rivers and how primary students' concepts change through this program. Journal of Korean Elementary Science Education, 19(1), 15-28.

Chae, D., & Lee, S. (2002). A qualitative study of running "Science Garden". Journal of Korean Elementary Science Education, 21(2), 263-288.

Chang, Y. H., Chang, C. Y., & Tseng, Y. H. (2010). Trends of science education research: An automatic content analysis. Journal of Science Education and Technology, 19(4), 315-331.

Chinn, C. A. & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. Science Education, 86(2), 175-218.

Cho, B. -K., Ko, Y. -M., Kim, H. -N., Paik, S. -H., Park, J. -W., Park, J. -O., & Im, M. -H. (2002). A study of kindergarten, elementary, and middle school students' conception types and trend of grade related to evaporation and conditions of evaporation activities. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 22(2), 286-298.

Cho, J., Kim, J., & Hong, H. (2008). Effects of model construction and pattern identification activities on views on the nature of science in the context of science 10 inquiry unit. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 28(8), 955-963.

Cho, O. -G., & Kim, Y. -M. (2001). An analysis of high school students` scientific attitudes and inquiry abilities in traditional cultural contexts. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 21(1), 174-184.

Cho, S. -S., Bae, J.. H., Kang, T. H., & Kim, N. -I. (2001). Effects of instruction applicated hypermedia on correcting the elementary students` preconceptions and misconceptions of nutrition and health subject. Biology Education, 29(2), 179-185.

Cho, Y. N., & Kwon, C. S. (2005). Analysis on the contents about geological domain with regard to the change of the elementary science curriculum. Journal of Korean Elementary Science Education, 24(5), 546-567.

Choi, D. -S., & Han, H. -E. (2001). A study of the status and improvements of the National Science Fairs. Journal of Korean Elementary Science Education, 20(1), 59-73.

Choi, J. -H., Kim, H. -S., & Chung, J. -I. (2005). Middle school Student`s conceptual change from geocentricism to heliocentricism using science history materials. Journal of Korean Earth Science Society, 26(6), 489-500.

Choi, J., & Pak, S. -J. (2004). The development of students` scientific perspectives on historical heritages through the science field trip of Hwasong Fortress. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 25(5), 930-936.

Choi, K., Chang, H., Cho, H. -H. (2003). The perceptions of female high school students regarding the social aspects and ethical characteristics of science. Sae Mulli, 46(1), 10-17.

Choi, K. -H., Cho, H. -H., Kim, D. -S., & Kim, S. W. (2000). The effects and the development of learning materials for the discussion in dcience classes of the decondary school: Focussing on the concepts of force and motion. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 20(4), 510-518.

Choi, S., Baik, E., Kim, T., Jeoung, K., Shin, J., & Mun, T. (2006). Recognition of non-formal and informal learning in South Korea (RR2006-21). Korean Educational Development Institute.

Chung, Y. -L., & Ahn, M. K. (2010). Effects of self-regulated learning on academic self-regulation, science achievement and science related affective domains. Journal of Korean Elementary Science Education, 29(4), 389-400.

Chung, Y. L., & Bae, J. -H. (2002). The effects of science question enhancement instruction on the science question level and achievement of middle school students. Journal of Korean Association for Research

in Science Education, 22(4), 872-881.
Chung, Y. -L., & Lee, E. -J. (2000). Relationships among students' understanding of genetics topics, meaningful learning orientation, and reasoning ability. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 20(2), 297-306.
Crawford, B. A., Krajcik, J. S., & Marx, R. W. (1999). Elements of a community of learners in a middle school science classroom. Science Education, 83(6), 701-723.
Driver, R. (1983). The pupils as scientist? Milton Keynes: Open University Press.
Duschl, R. A., & Grandy, R. E. (Eds.) (2008). Teaching scientific inquiry: Recommendations for research and implementation. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers,
Elder, A. D. (1999). An exploration of fifth grade students' epistemological beliefs in science and an investigation of their relation to science learning. Doctorial dissertation, University of Michigan.
Fraser, B., & Tobin, K. (Eds.) (2003). International handbook of science education. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer.
Go, G. -S., Shim, K -C., & Kim, H. -S. (2001). Comparative analysis for the inquiry activity content of experiments and observations presented the units on structure and function of living things of middle school science textbooks. Biology Education, 29(1), 46-56.
Gwacheon National Science Museum (2015). History of Gwacheon National Science Museum. Retrieved July 11, 2015, from http://www.sciencecenter.go.kr/gnsm_web/?sub_num=259
Han, A. -C., & Kim, J. -B. (2000). The primary and middle school students understanding on science. Journal of Korean Elementary Science Education, 19(1), 57-69.
Han, H., Choi, B. -S., Kang, S., & Park, J. Y. (2002). Effects of the variable activities in the "Thinking Science" program on the ability of variable: Controlling of elementary school students. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 22(3), 571-585.
Han, S. -R., Kwon, C. -S., & Kim, C. -J. (2000). The effects of portfolio instruction on the creativity and scientific inquiry ability of students in elementary science classroom. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 20(3), 421-431.
Hashweh, M. Z. (1986). Toward an explanation of conceptual change. European Journal of Science Education, 8(3), 229-249.
Herget, D. E. (Ed.) (1989). The history & philosophy of science in science teaching. Science Education and Department of Philosophy, Florida State University, Tallahassee, Florida.
Herget, D. E. (Ed.) (1990). More history & philosophy of science in science teaching. Science Education and Department of Philosophy, Florida State University, Tallahassee, Florida.
Hong, M. (2010). A study on school-level science elective-centered curriculum operation through science teacher interviews. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 30(5), 609-620.
Hong, S. -W., & Lee, Y. -S. (2008). The effects of the science process skill and scientific attitudes by creative problem solving. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 27(3), 233-243.
Hur, M. -Y., Jeon, H. -S., & Paik, S. -H. (2008). A study of high school students' conceptions of mixing phenomena related to dissolution and diffusion. Journal of the Korean Chemical Society, 52(1), 73-83.
Im, S., & Pak, S. -J. (2000). An analysis of Multi: Dimension of students` interest in learning physics. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 20(4), 491-504.
Jang, B. G. (2003). Overview on research trend in the Journal of Korean Elementary Science Education. Journal of Korean Elementary Science Education, 22(2), 192-199.
Jang, H. -S., & Oh, W. (2009). Secondary students' misconceptions about magnetic fields and magnetic materials. Sae Mulli, 58(6), 629-637.
Jeon, K., & Noh, T. (2002). Small group processes in paired think-aloud problem solving. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 22(3), 411-421.
Jeon, M. -J., Kim, H. -T., & Kim, J. G. (2012). The characteristic of elementary school students' interest in life and the relationship with their experience about nature. Biology Education, 40(1), 1-14.
Jeong, E, -Y. (2006). A study on the differentiated curriculum implemented in secondary science classrooms. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 26(1), 155-165.
Jeong, E, -Y., & Kim, Y, -S, (2001). The effect of biology instruction for value inquiry on ambivalence of the attitudes toward bioethics. Biology Education, 29(3), 203-212.
Jeong, J. -S., Yoo, J. -Y., Kim, S. G., & Yun, S. G. (2009). Investigation of visually impaired high school students` conceptions of eye Structure and function. Biology Education, 37(1), 38-46.
Jeong, K. -J., Jeong, K. -S., Moon, B. -C., & Jeong, J. -W. (2007). Misconceptions of the freshmen at high school about plate tectonics. Journal of Korean Earth Science Society, 28(7), 762-774.
Jeong, S. -I., & Park, J. -W. (2001). Analysis of middle school students` thinking processes in Galileo`s free fall thought experiment. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 21(3), 566-579.
Jo, H,, & Song, J. (2011). The observation yype of primary students and the effect of their views of science on observation activity in anomalous situation. Journal of Korean Elementary Science Education, 30(4), 405-414.
Joung, Y. J. (2014). Theoretical investigation on implications of 'Community of Inquiry' for science education: Toward 'Community of Inquiry in Science Classroom'. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 34(3), 303-319.
Joung, Y, J., & Chun, E. (2014). Analysis on the trends of studies related to 'Community of Practice' in Korea: Focused on implications for study of elementary science education. Journal of Korean Elementary Science Education, 33(3), 464~478
Joung, Y. J., & Song, J. (2006). Exploring the implications of Peirce`s abduction in science education by theoretical investigation. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 26(6), 703-722.
Joung, Y. J., Jang, M. -D., & Kim, H. -J. (2011). Why do we do science experiments?: Scientifically gifted children`s views about the purpose of science experiments. Journal of Korean Elementary Science Education, 30(2), 189-203.
Ju, E, J., & Kim, J. G. (2012). Development of educational program using soil seed bank for promoting ecological literacy. Journal of Korean Elementary Science Education, 31(3), 284-297.
Jung, H. -C., Chae, Y., & Ryu, C. -R. (2012). Study on research and education (R&E) programs in science high schools and science academies: Focusing on the differences of perceptions between students and mentors. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 32(7), 1139-1156.
Jung, J. -H., & Kim, H. -B. (2009). High school students` argumentative and conceptual aspects in evolutionary explanation constructed based on evidences of textbook. biology education, 37(4), 526-542.
Jung, J. -H., & Kim, H. -B. (2010). Influence of ACESE on high school students` argumentative structure and evolutionary conception. Biology Education, 38(1), 168-183.
Jung, J. -H., Lee, S. -K., & Kim, H. -B. (2010). Characteristics of evidence-based evolutionary explanation in textbooks and natural history museums. Biology Education, 28(2), 254-269.
Jung, J., Lee, H., Go, S., & Oh, Y. (2012). Gifted elementary students` understandings about earth systems and environmental problems. Journal of Korean Earth Science Society, 33(7), 672-682.
Kang, D., Shin, M., Shin, P., We, H., Yun, K., Yang, C., Kim, J., Min, H., Noh, T., & Kim, C. -J. (2012). The types of interlanguage of middle school students in the process of learning diastrophism. Journal of Korean Earth Science Society, 33(1), 69-82.
Kang, H., & Soe, J. (2012). The effects of instructions using analogies in learning the concept of saturated solution by analogy presentation types and verbal learning styles. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 32(2), 402-414.
Kang, I. J., Ha, M. S., & Cha, H. Y. (2008). The development and application effects of STS modules focused on ecological trait of Ulsan. Biology

Education, 36(1), 76-84.
Kang, K. H. (2010). The domestic research trend related to science education for the gifted. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 30(1), 54-67.
Kang, N. -H., & Lee, E. M. (2013). An analysis of inquiry activities in high school physics textbooks for the 2009 revised science curriculum. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 33(1), 132−143.
Kang, S. M., Kwak, K. H., & Nam, J. H. (2006). The effects of argumentation-based teaching and learning strategy on cognitive development, science concept understanding, science-related attitude, and argumentation in middle school science. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 26(3), 450-461.
Kang, S., Han, S., Jeong, Y., & Noh, T. (2001). Comparison of verbal interaction patterns in small-group discussion by learning strategies. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 21(2), 279-288.
Kang, S., Kim, Y., & Noh, T. (2004). The influence of small group discussion using the history of science upon students' understanding about the nature of science. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 24(5), 996-1007.
Kempa, R. (1986). Assessment in science. Cambridge University Press.
Kil, J. -H., & Song, S. -C. (2012). Study on elementary school students` conceptual understanding of the global warming. Biology Education, 40(4), 421-428.
Kim, D. -H., & Kim, H. -N. (2012). International comparison of contents about particle concept in national science Curricula. Journal of Korean Elementary Science Education, 31(2), 164-176.
Kim, D. -R. (2008). The effect of a biology class with motivation-triggering strategy towards the attitudes, interest, and motivation of science-gifted junior high school students. Biology Education, 36(4), 500-511.
Kim, D. -R. (2009). The effect of biology class enhanced with 5E Learning Cycle Model toward high school student`s academic achievement and attitude. Biology Education, 37(1), 72-84.
Kim, E. -J., Shin, A. -K., Lee, S. -K., Choi, M. -H., & Choi, B. -S. (2005). The effects of probability activities in Thinking Science Program on the development of probabilistic thinking of elementary school students. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 25(7), 787-793.
Kim, G. -H., & Kim, S. -H. (2010). Effects of experimental genetics program using C-Fern on students` change of concepts in genetics. Biology Education, 38(1), 195-207.
Kim, J, -N., Kim, S. -K., Kim, D. -U., Kim, H. -K., & Paik, S. -H. (2008). Analysis of explicitly instructional effects about nature of science of elementary school students. Journal of Korean Elementary Science Education, 27(3), 261-272.
Kim, J. S., & Kwon, S. G. (2000). Relationships of elementary students` conceptions about basic circuits and electric currents. Journal of Korean Elementary Science Education, 19(2), 1-12.
Kim, J., & Cho, B. (2002). Perceptions about science and scientific activity of students in kindergarten and primary school. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 22(3), 617-631.
Kim, J., & Park, I. -W. (2009). Perception for the frontier science of teachers and children in elementary schools, and analysis of corresponding contents in textbooks. Journal of Korean Elementary Science Education, 28(4), 390-403.
Kim, J., Kim, S., Bae, J., & Lee, Y. (2004). The effects of teaching methods on conceptual change of atmospheric pressure in middle school students. Journal of Korean Earth Science Society, 25(4), 214-221.
Kim, K. S., & Noh, T. H. (2006). The effects of CAI using reciprocal peer tutoring strategy in concept learning on the motion of molecules. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 26(2), 298-306.
Kim, K., Lee, S., & Noh, T. (2009). The relationships among elementary school students` cognitive, affective, and behavioral characteristics related to science learning and their perceptions toward scientific and/or technological professions. Journal of Korean Elementary Science Education, 28(2), 121-131.
Kim, K., Shin, S., Lim, H., & Noh, T. (2008). Middle and high school students' awareness on scientific or technological workplaces and relevant professions. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 28(8), 890-900.
Kim, M, & Cho, J. (2013). An analysis of the properties of affective achievement in science based on TIMSS and science teachers' perception. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 33(1), 46-62.
Kim, M, -K., Hong, J, -L., & Chang, N. -K. (2001). Development of the instrument for assessing the degree of ambivalence of the attitudes of high school students. Biology Education, 29(2), 128-137.
Kim, M. -K. (2009). The effect of practicing the authentic open inquiry on compositions of laboratory reports. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 29(8), 848-860.
Kim, M. -K., & Kim, H. -B. (2008). Exploring the factors influencing the understanding of the nature of science through authentic open inquiries. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 28(6), 565-578.
Kim, M. -Y., Lee, K. -J. (2007). An Analysis of High School Students` Conceptual Ecologies for Concept of Reproduction and Inheritance. Biology Education, 35(4), 678-691.
Kim, S. -D., Lee, Y. -S., & Choi, S. -B. (2005). An analysis of 7th Middle School Science Curriculum by Klopfer`s taxonomy of education objectives: Focusing on 7th grade. Journal of Korean Earth Science Society, 26(7), 640-651.
Kim, S. -H., & Song J. (2003). The characteristics of the exhibits in science centers and students` perceptions about the exhibits: In the case of 3 science centers in Seoul. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 23(5), 544-560.
Kim, S. -K., Kim, Y. -M., & Paik, S. -H. (2008). Type analysis of secondary school students' and science teachers' criteria for classifying states of various matter. Journal of the Korean Chemical Society, 52(5), 569-579.
Kim, S. -Y., & Park, W. -H. (2002). The effect of instruction using concept map on the middle school science in the 7th Curriculum: Focus on respiration and excretion. Biology Education, 30(4), 336-352..
Kim, Y. (1985). Analysis of research trends on science education in korea. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 5(2), 139-145.
Kim, Y. -M., Oh, J., -S., & Han, Y. -S. (1987). A study on research trends of Korean Academic societies related to science education. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 7(2), 15-20.
Kim, Y. J., Kim, S. -J., Choi, M. -H., & Choi, B. -S. (2004). Characteristics of elementary school students` problem solving process related to proportional or compensational reasoning. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 4(5), 987-995.
Kim, Y., & Kim, S. H. (2009). A meta-analysis on the logical thinking ability of Korean middle-school students: Meta-analysis of the researches between 1980 and 2000. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 29(4), 437-449.
Kim, Y., & Park, H. -C. (2009). A study of optimal periods for learning non-formation students in variable controlling and correlational reasoning. Journal of Korean Elementary Science Education, 28(2), 154-160.
Kim, Y., Choi, G., & Noh, T. (2009). High school students' errors in constructing and interpreting science graph. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 29(8), 978-989.
Kim, Y., Hong, S. -H., & Kim, J. -K. (2013). Korean high school students' perception and understanding of highly metaphorical science terminologies. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 33(4), 718-734.
Kwack, D. -O., Kim, Y. -S., & Sung, M. -W. (2002). High school students` views on the nature of science. Biology Education, 30(1), 1-12.
Kwak, Y. (2004a). An evaluative study on the 7th National Elementary-School Science Curriculum implementation. Journal of Korean Association for

Research in Science Education, 24(5), 1028-1038.
Kwak, Y. (2004b). Korean fifteen-year-olds` alternative conceptions on the greenhouse effect revealed in PISA test results. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 24(3), 668-674.
Kwak, Y. (2012). Research on ways to improve science teaching methods to develop students' key competencies. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 32(5), 855-865.
Kwak, Y. (2013). Ways of restructuring key competencies for a revision of science curriculum. Journal of Korean Earth Science Society, 34(4), 368-377.
Kwon, G. P., Bang, S. Y., Lee, S. M., & Lee, G. H. (2006). Context-dependency of students` conceptions in optics: Focused on vision & mirror image. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 26(3), 406-414.
Kwon, J. -S., & Kim, B. -K. (1994). The development of and instrument for the measurement of science process skills of the Korean elementary and middle school students. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 14(3), 251-264.
Kwon, N., & Ahn, J. (2012). The analysis on domestic research trends for convergence and integrated science education. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 32(2), 265-278.
Kwon, N., & Lee, E. -H. (2007). The effects of task-based learning strategies on the science process skills and the scientific attitudes of elementary school students. Journal of Korean Elementary Science Education, 26(2), 141-148.
Lave, J., & Wenger, E. (1991). Situated learning: Legitimate peripheral participation.. New York: Cambridge university press.
Lee, A. -R., & Hong, Y. -S. (2013). An analysis on the recent research trends in Korean elementary science education. Journal of Korean Elementary Science Education, 32(3), 260-268.
Lee, B., & Kim, H. (2004). Characteristics of online discussion system for physics investigation through the students` perceptions. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 24(6), 1206-1215.
Lee, B., Son, J., Choi, W., Lee, I., Hwang, B, & Choi, J. (2009). Analysis on the effect of "Mobile Science Lab" through the survey of students` perception. Journal of Korean Elementary Science Education, 28(1), 1-8.
Lee, C. S., Lee, M. -S., & Lee, K. -J. (2007). The analysis of middle and high school students` misconception pattern and cause of each misconception pattern in evolution. Biology Education, 35(4), 611-621.
Lee, E. -K., & Kang, S. -J. (2008). The effect of SWH application on problem-solving type inquiry modules through student-student verbal interactions. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 28(2), 130-138.
Lee, I. -S., Byeon, J. -H., Kwon, Y. -J. (2012). Development of a learning model for improvement of biology learning motivation based on the brain motivation and reward system. Biology Education, 40(1), 109-120.
Lee, I., & Jhun, Y. (2006). Effective classroom environments in discovery learning classes for gifted science pupils. Journal of Korean Elementary Science Education, 25(3), 307-317.
Lee, J. (2013). A Survey of physics teachers' opinions about the 2009 Revised High-school 'Physics I' curriculum and test. Sae Mulli, 63(4), 400-410.
Lee, J. G., Park, K. -S., Chun, M. -R., Kim, K. T., & Jeon, S. -H. (2007). Development and application of genetics enrichment learning program for the science-gifted middle school students: Using fruit fly, drosophila melanogaster. Biology Education, 35(2), 236-252.
Lee, J. -H., & Paik, S. -H. (2006). An analysis of relationships between epistemological beliefs about science and learner`s characteristics of elementary school students. Journal of Korean Elementary Science Education, 25(2), 167-178.
Lee, J. K., Ha, M., & Cha, H. (2008). Difference in elementary student behaviors according to the material types provided as classifying leaves. Journal of Korean Elementary Science Education, 27(3), 287-295.
Lee, J. -Y., & Kim, S, -H. (2012). Effects of the peer review activities on the inquiry experiments regarding plant transpiration. Biology Education, 40(4), 494-510.
Lee, J., Lee, K. Y., & Park, Y. -S. (2010). Graph interpretation ability and perception of high school students and preservice secondary teachers in earth science. Journal of Korean Earth Science Society, 31(4), 378-391.
Lee, J., Song, J. (2013). Science high school students' understanding of the movement of an irreversible adiabatic system toward an equilibrium state. Sae Mulli, 63(6), 606-619.
Lee, M. -H., Cho, H -W., Kim, J. -H. (2001). The effects of the teaching method using multimedia programs on learning attitude and learning achievement of biology subject. Biology Education, 29(2), 99-105.
Lee, M. H., Wu, Y. T., & Tsai, C. C. (2009). Research trends in science education from 2003 to 2007: A content analysis of publications in selected journals. International Journal of Science Education, 31(15), 1999-2020.
Lee, M. -K., & Jeong, E. -Y. (2004). A study on factors in school science influencing students` attitudes toward science. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 24(5), 946-958.
Lee, M. -K., & Kim, J. (2004). An international comparative study of science curriculum. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 24(6), 1082-1093.
Lee, S, H., Park, J. S., & Jeon, M. K. (2007). Analyzing the research works published in the field of Korean science education in relation to theory of "J. Piaget", "D. P. Bruner" or "J. S. Ausubel. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 27(5), 447-455.
Lee, S. -H., Choi, S. -Y., & Jhun, Y. -S. (2012). A survey study of perceptions for students, teachers and parents regarding building creativity center. Journal of Korean Elementary Science Education, 31(2), 177-187.
Lee, S. -J., Bae, J. -H., & Kim, E. -J. (2007). The comparison of the scientifically gifted and general children`s characteristics on reasoning patterns in creative science problem solving processes. Journal of Korean Elementary Science Education, 25(5), 56-581.
Lee, S. -K., Choi, C. I., Lee, G., Shin, M. -K., & Song, H. (2013). Exploring scientific reasoning in elementary science classroom discourses. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 33(1), 181-190.
Lee, S. -K., Shin, M. -K., & Kim, C. -J. (2005). The nature of science reflected in exhibitions of natural history museums. Journal of Korean Earth Science Society, 26(5), 376-386.
Lee, S. -K., Shin, M. -K., Lee, G. Choi, C. I., Baek, D., Chung, K., Yu, M., Kim, S. J., Son, S. K., Choi, H. S., Lee, K. H., & Lee, J. G.. (2011). Exploring epistemological features presented in texts of exhibit panels in the science museum. Journal of Korean Earth Science Society, 32(1), 124-139.
Lee, Y. R. (2004). Analysis of curriculum development processes and the relationship between general statements of the curriculum and science curriculum. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 24(3), 468-480.
Lee, Y. -R., Park, J. -K., & Lee, B. -W. (2006). Analysis of the content relevance of the 7th National Science Curriculum in secondary schools. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 26(7), 775-789.
Lee, Y. -R., Park, J. -K., Lee, B. -W., & Han, I. O. (2005). Analysis and evaluation of the content relevance in the 7th National Primary Science Curriculum, Journal of Korean Elementary Science Education, 24(3), 214-225.
Lim, C. H., & Kim, H. J. (2010). Elementary school children's alternative conceptual types and change after conflict situations on the movement of the Moon. Journal of Korean Earth Science Society, 30(8), 1110-1122.
Lim, C. -S., Yoon, H. -G., Jang, M. -D., Lim, H., Shin, D. -H., Kim, M., Park, H. -W., Lee, I. -S., Kwon, C. -S., Lee, D. -H., & Kim, N. -I. (2007). Developing an innovative framework of grade 3~4 science textbooks. Journal of Korean Earth Science Society, 26(5), 580-595.
Lim, H., & Yeo, S. -I. (2012). Characteristics on elementary students` argumentation in science problem solving process. Journal of Korean

Elementary Science Education, 31(1), 13-24.
Lim, S. -M., Lim, J. -K., Choi, H, -D., & Yang, I. -H. (2008). An analysis of students`, preservice teachers`, and inservice teachers` images of scientists. Journal of Korean Elementary Science Education, 27(1), 1-8.
Lim, S., Son, H., & Yang, I. (2011). An analysis of elementary school students' interpretation of data characteristics by cognitive style. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 31(1), 78-98.
Lin, T. C., Lin, T. J., & Tsai, C. C. (2014). Research Trends in Science Education from 2008 to 2012: A systematic content analysis of publications in selected journals. International Journal of Science Education, 36(8), 1346-1372.
McComas, W. F. (Ed.) (1998). The nature of science in science education: Rationales and strategies. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
Ministry of Education (MOE) (2011). The 2009 Revised Science Curriculum.
Mun, K., Mun, J., Kim, S. -W., & Shin, S. (2013). Exploring influence factors of physics gifted students' self efficacy. Sae Mulli, 63(3), 227-237.
Na, J., & Song, J. (2010). A review and analysis of the studies using instruments on the nature of science (1990~2009). Journal of Korean Elementary Science Education, 29(3), 292-306.
National Research Council (2007). Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8. R. A. Duschl, H. A. Schweingruber, & A. W. Shouse (Eds.), Washington DC: National Academy Press.
National Research Council (2013), Next Generation Science Standards. Washington, DC: National Academies Press.
Nersessian, N. J. (2002). The cognitive basis of model-based reasoning in science. In P. Carruthers, S. Stich, & M. Siegal (Eds.). The cognitive basis of science (pp. 133-153). NY: Cambridge University Press.
Noh, T., Kim, Y., Han, S., & Kang, S. (2002). Elementary school students` views on the nature of science. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 22(4), 882-891.
Novak, J. D., & Musonda, D. (1991). A twelve-year longitudinal study of science concept learning. American Educational Research Journal, 28(1), 117-153.
Oh, W., Kang, J., & Park, E. (2005). Influence of secondary students' preconceptions about thermal conduction and phase change on understanding related textbook figures. Sae Mulli, 50(6), 363-374.
Paik, S. H., & Jo, Y. J. (2006). Analysis of high school students' viewpoints based on science history about motion of objects. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 26(3), 317-329.
Park, D. -W., & Shim, G. -C. (2012). Learning effects of creative experience program using natural history museum on biological taxa. Biology Education, 40(3), 383-393.
Park, E. -I, & Hong, H. -G. (2010). The effects of explicit instructions on nature of science for the Science-gifted. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 30(2), 249-260.
Park, H. -G., Jeong, J. -W., & Jung, J, -G. (2004). High school students` ideas and analysis of responses types to alternative hypotheses about cause of dinosaur extinction. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 24(5), 959-976.
Park, H. -k., Kim, S. Y., & Moon, D. -H. (2010). The effect of ARCS strategy using STS materials on students` learning achievement and learning attitudes toward science in the middle school science classes: Focused on the Unit of Reproduction and Development. Biology Education, 38(4), 570-582.
Park, H. -W., & Kang, S. -W. (2007). An analysis of scientific attitude and environmental awareness of elementary and junior high school students. Biology Education, 35(1), 92-100.
Park, I., & Kim, H. -B. (2007). Development and application of value judgement program using bioethics norm cards about bioethics issues. Biology Education, 35(2), 178-190.
Park, J. -K., Kang, H. -K., & Kim, Y. -J. (2007). An analysis of the relationship between biology-related contents presented in science and other subject matter areas in the elementary school curriculum. Journal of Korean Elementary Science Education, 26(1), 63-75.
Park, J. -Y., & You, H. -S. (2001). The effects of Jigsaw cooperative learning strategy applied to the middle school science class. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 21(3), 635-647.
Park, J. -Y., Min, J. -S., & Kim, H. -B. (2003). High school students` patterns of ecological conceptions. Biology Education, 31(3), 203-213.
Park, J., & Yoo, J. (2009). Middle-school high-achievers' understandings of air-particles' vibrational motions and longitudinal waves in a pipe. Sae Mulli, 59(4), 320-328.
Park, K. -T., Kim, K. -S., Park, K. -s., Kim, E. -S., & Kim, D. -J. (2006). The correlation between concepts on chemical reaction rates and concepts on chemical equilibrium in high school students. Journal of the Korean Chemical Society, 50(3), 247-255.
Park, S. -K., & Kim, K. -H. (2005). Analysis on the relationship between gifted science students` thinking Style types and academic achievement and science concepts. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 25(2), 307-320.
Ree, J., Park, G. -Y., Lee, S. K. (2011). Analysis of high school students` understanding of acid-base related concepts using three different neutralization titration technologies. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 31(6), 864-875.
Ryu, S. -G., & Park, J. -S. (2008). Relationship between problem finding ability and problem solving ability in Chemistry. Journal of the Korean Chemical Society, 52(2), 179-185.
Shin, H., & Cha, H. (2007). A cross sectional analysis of children`s conceptions of the cycling of matters in ecosystem and analysis of science curriculum effect. Biology Education, 34(5), 575-587.
Sim, J. H., Shin, M. K., & Lee (2010). Science teachers` perception on major features of the 2007 Revised Science Curriculum for class implementation. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 30(1), 140-156.
Simpson, R. D., Koballa, T. R., Oliver, J. S., & Crawley, F. E. (1994). Research on the affective dimension of science learning. Handbook of research on science teaching and learning, 1, 211-234.
Solomon, J., Scott, L., & Duveen, J. (1996). Large-scale exploration of pupils' understanding of the nature of science. Science Education, 80(5), 493-508.
Song, P. S., Ki, S. Y., Kim, S. j., Kim, J. k., Kim, H. G., Nam, C. W., Choi, D. S., Han, G. L., & Hong, H. H. (1999). The analytical study on the research trends of science education in Korea (The period ; 1992 ~ 1996). Journal of Korean Elementary Science Education, 18(1), 19-28.
Stepans, J.(1991). Developmental patterns in students' understanding of physics concepts. In S. M. Glynn, R. H. Yeany, & B. K. Britton (Eds.), The psychology of learning science (pp. 89-115). NJ: Lawrence Erlbaum.
Strike, K. L., & Posner, G. J.(1982). Conceptual change and science teaching. European Journal of Science Education, 4(3), 231-240.
Suh, J., Jo, K., Pak, S. (2003). Analysis of middle school students` ability in estimating order of magnitude for physical quantities. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 23(3), 229-238.
Suh, Y. (2008). An analysis of sequence of earth science content in elementary school curriculum in Korea and the U.S.. Journal of Korean Elementary Science Education, 27(4), 356-370.
Tsai, C. & Wen, M. (2005). Research and trends in science education from 1998 to 2002: A analysis of publication in selected journals. International Journal of Science Education, 27(1), 3-14.
Van Eemeren, F. H., & Grootendorst, R. (2003). A pragma-dialectical procedure for a critical discussion. Argumentation, 17(4), 365-386.
Wandersee, J. H., Mintzes, J. J., & Novak J. D. (1994). Research on alternative conceptions in science education. In D. L. Gabel (Ed.) Handbook of research on science teaching and learning (pp. 357-387). New York: Macmillan Publishing Company.
Wee, S. M., Cho, H., Kim, J. S., & Kim, Y. J. (2007). Characteristics of high school students` conceptual understanding about minerals and rocks. Journal of Korean Earth Science Society, 28(4), 415-430.
White, R. (1997). Trends in research in science education. Research in Science Education, 27(2), 215-221.
Won, J. -A., & Paik, S. -H. (2003). Elementary school students` views about

nature. Journal of Korean Elementary Science Education, 23(1), 9-20.

Yang, C., Park, W., Kim, Y., Choi, G., & Noh, T. (2011). The characteristics of imagery thinking in the processes of science-gifted students' generating analogy. Journal of the Korean Chemical Society, 5(5), 846-856.

Yang, H, & Kang, S, (2013). The enhancement of critical thinking skill by the logical thinking skill about the elementary school`s pupil through the activities of "Thinking Science". Journal of Korean Elementary Science Education, 32(4), 485-494.

Yoon, C. -W., Ha, T. -K., Shim, J. -C., Kim, H. -S., Park, Y. -C. (2005). A comparative study on secondary school students` level of learning motivation in science. Biology Education, 33(1), 104-111.

Yoon, H. -G., Kim, M., Boyes, E., Stanisstreet, M., & Skamp, K. (2011). Understanding students` beliefs about actions and willingness to act on global warming in Korea and Singapore. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 1(2), 181-197.

Yoon, H. -S., So, K. -H., & Yeau, S. -H. (2005). The effects of Jigsaw Ⅲ cooperative learning on science achievement and attitude toward science of middle school students. Biology Education, 33(4), 465-474.

Yu, K. -J., Chun, J., & Jeong, J. -S. (2010). Analysis of the factors that generate scientific interest in middle school students` observation activity on life phenomenon. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 30(5), 594-608.