



2015 개정 교육과정의 ‘통합과학’ 도입에 따른 중등 과학과 현직교사 역량 제고 방안

곽영순, 이재봉*, 이양락
한국교육과정평가원

Ways to Improve In-Service Science Teachers' Expertise with the Introduction of 'Integrated Science' in the 2015 Revised Curriculum

Youngsun Kwak, Jaebong Lee*, Yangrak Lee
Korea Institute for Curriculum and Evaluation

ARTICLE INFO

Article history:

Received 31 January 2017

Received in revised form

3 March 2017

28 March 2017

Accepted 3 April 2017

Keywords:

Integrated science,
teacher competence,
teacher certificate,
required courses, teacher training
program

ABSTRACT

Teacher reeducation is required to be comfortable with the 'Integrated science' subject as introduced in the 2015 revised curriculum. In this research, we designed in-service teacher training programs according to the types of secondary school science teacher's certificates, and developed ways to improve in-service science teachers' competencies. Through Delphi surveys with 22 science education experts, we investigated the features of the 2015 revised 'Integrated science' curriculum in light of its characteristics, purposes, contents system, contents, and so on, and explored teachers' competencies to teach the subject. Based on the analysis of the features of each type of secondary school science teachers' certification and required teacher competencies for teaching 'Integrated science', we developed three types of teacher training programs: in-service training courses for understanding the 2015 revised 'Integrated science' (Type A), in-service training courses for 'Integrated science' (Type B), and in-service teacher training certificate program for 'Integrated science' (Type C). For each teacher training program, we suggested the target of the training program in light of teacher certificates, operation systems, and ways to organize the program. In addition, we also suggested ways to improve 'Integrated science' teacher education programs for pre-service as well as in-service teachers, and examined ways to improve educational requirements for qualification in 'Integrated science' teaching based on the opinions of experts. Discussed in the conclusion are ways to design in-service teacher training programs for 'Integrated science' teaching and ways to improve 'Integrated science' teacher training.

I. 서론

교육부가 창의융합형 인재 양성을 목표로 2015년 9월에 확정·발표한 2015 개정 교육과정에서 고등학교 교육과정의 주요 특징 중 하나는 공통 필수과목으로 통합사회, 통합과학 및 과학탐구실험을 신설하여 모든 학생이 진로 및 진학 경로를 막론하고 반드시 이수하도록 한 것이다. 한국과학창의재단(KOFAC)은 2015 개정 교육과정 시안 개발 연구 I, II를 통해 문·이과 통합형 교육과정의 기본 방향에 부합하는 통합과학 교육과정을 개발하고, 미래 창의융합형 인재 양성을 위한 통합과학 교육과정 정착 방안을 제안하였다(KOFAC, 2015a; 2015b). 여기서 제안한 2015 개정 통합과학 교육과정은 기존 '공통과학' 과목과 달리 물리학, 화학, 생명과학, 지구과학을 관통하면서 자연현상을 설명할 수 있는 핵심개념(big ideas)을 선정하고, 물리학, 화학, 생명과학 및 지구과학의 관련 내용을 연계하여 성취기준을 진술함으로써, 자연현상에 대한 통합적인 접근과 융·복합적 사고를 길러주는 것을 목적으로 한다고 적시하고 있다(MOE, 2015).

2015 개정 '통합과학' 교육과정이 2018년부터 학교현장에 적용됨에 따라 가장 우선적으로는 신설 과목인 '통합과학'과 '과학탐구실험'을 '누가 어떻게 가르칠 것인가'에 대한 문제가 제기되었으며, 현직교사에 대한 재교육의 필요성도 함께 대두되었다. 이에 대한 대책의 일환으로 교육부에서는 2016년 하반기부터 통합과학 선도요원 연수 등을 실시해오고 있다. 그러나 현안 문제인 통합과학 지도뿐만 아니라 근본적으로 21세기형 인재를 키우기 위한 교사상의 변화가 요청되는 실정이다. 개정된 교육과정은 핵심역량을 중심으로 한 교육과정이므로, 새로운 역량을 지닌 인재를 기르기 위해서는 교사들 스스로가 창의적 학습자가 되어야 하며, 교사의 역할과 교사상의 변화를 함께 모색할 필요가 있다(Son *et al.*, 2012; Hwang *et al.*, 2014). 같은 맥락에서 정부가 요구하는 창의융합형 인재 육성을 위해 초·중등학교 과학교육에서는 융합인재교육을 강조하고 있으며, 이에 부응하기 위해 STEAM과 같은 통합·융합과학을 지도할 수 있는 과학교사의 역량에 대한 재규정도 필요하다(Maeng & Son, 2011). 또한 미래지향적으로 과학과 통합·융합형 교육과정 개정에 대비하여, 향후 '통합 및 융합과학'을 지도할 수 있는 차세대 과학교사의 전문성 규명이 필요

* 교신저자 : 이재봉 (jblee@kice.re.kr)

** 본 논문은 연구보고서 '2015 개정 교육과정의 '통합과학' 도입에 따른 중등 과학과 현직교사 역량 제고 방안: 현직교사 재교육 내용 구안'(Kwak *et al.*, 2016)의 일부 내용을 재구성하였음.

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2017.37.2.0263>

하기도 하다.

이러한 논의를 진행함에 있어 ‘공통과학’과 ‘통합과학’에 대한 용어 사용에 있어서 혼란이 초래되기도 한다. 교육부는 제6차 교육과정에서 ‘공통과학’ 과목을 신설함에 따라 교원자격검정업무편람에 과학 관련 표시과목으로 ‘공통과학’을 추가하였다(MOE, 1997; Choi *et al.*, 1997; Hong, 2002). 기존의 공통과학은 보통 교과목 명칭으로서 공통과학 이외에, ‘공통과학(common science)’이라는 의미에서 공통으로 배운다는 ‘학습의 범위’를 가리키기도 한다(Lee, 1993; Lee *et al.*, 1996). 개정된 교육과정에서의 ‘통합과학(integrated science)’은 보통 과목 구성의 ‘성격’을 나타내는 표현으로, 교과목의 성격이 분과가 아님을 강조하는 의미로 주로 사용된다. 2015 개정 교육과정의 경우 모든 중등학교 학생들이 공통으로 배워야 하는 과학 과목이 중학교 ‘과학’과 고등학교 1학년의 ‘통합과학’이므로, 통합과학은 학습의 범위로는 공통과학(common science)으로 간주할 수 있다. 따라서, 2015 개정 교육과정의 ‘통합과학’의 경우, 학습의 범위로는 모든 학생들이 ‘공통’으로 이수해야 할 과목을 나타내고, 교과목의 성격으로는 핵심 개념을 중심으로 과학영역들을 연계, 통합한 것을 특징으로 한다(KOFAC, 2015a).

과학과 교육과정 개정과 더불어 새로운 교과목을 도입함에 따라 해당 과목을 지도할 수 있는 교사자격 및 교사연수와 관련된 연구로는 제6차 교육과정에서 신설된 ‘공통과학’ 과목과 관련된 연구들이 있다. Lee, Choi & Park(1990)은 중등교사자격 표시과목제도 개선 연구를 통해 과학과를 포함하여 표시과목별 기본 이수영역을 체계화하였으며, Yang *et al.* (2013)은 공통과학 교사 양성 교육과정 운영과 임용의 실태 및 과학교육계열 교사들이 제안한 개선 방안 등을 탐구하고, 이를 토대로 공통과학 교사자격증의 정당성 확보 방안, 공통과학 교사 양성을 위한 교육과정 내실화 방안 등을 제안하였다.

통합과학적 성격을 지닌 과학과 교과목의 성공적인 실행을 위해서는 통합과학의 성격과 교육과정에 대한 높은 전문성을 지닌 교사를 필요로 한다(Maeng & Son, 2011). 특히 2015 개정 통합과학 지도를 위한 교사연수 프로그램을 개발함에 있어서 기존 공통과학 도입에 따른 후속조치로부터 시사점을 얻을 수 있을 것이다(Yang *et al.*, 2013). 통합과학적 성격을 지닌 공통과학이나 통합과학 교육과정을 효과적으로 실행하려면 ‘다양한 과학영역들에 대한 지식’이 매우 중요한 요소로 여겨진다(Yang *et al.*, 2013). 하지만 제6차 교육과정에서 공통과학을 도입한 이래로 현장의 과학교사들은 통합과학 교육을 실행함에 있어서 많은 어려움을 겪고 있는 것으로 나타났다. 예컨대 전공 이외의 다른 과학영역에 대한 지식 부족, 통합의 취지에 대한 이해 부족, 과학영역 간 통합내용에 대한 통합·융합 수업 능력 부족 등이 문제점으로 지적되었다(Kim, 2000; Kim & Lee, 1994, Bang & Kang, 2012; Shin & Han, 2011; Lee *et al.*, 2012; Kim *et al.*, 2015).

이러한 어려움이 가진 현직교사들의 통합교육과정 지도를 지원하기 위한 현직교사 연수와 관련하여, 공통과학 도입과 더불어 실시된 추수연수에 대해 현장교사들은 실험연수가 가장 도움이 되었으며, 공통과학 지도방법론에 대한 연수를 희망하는 것으로 나타났다(Kim & Kim, 1997). 특히 비전공 과목의 지도방법론과 교과내용학 연수에 대한 요청이 많았다. Kim *et al.*(2015)은 현직교사연수를 통해 통합과학 교과 운영을 위한 교수방법 개발이 필요하며, 이는 제6차 교육과정에서 공통사회와 공통과학 개발의 필요를 제기한 내용과 유사(Kang,

1999; Lee, 1993)하다고 주장하였다. 2009 개정 교육과정에 따른 고등학교 융합형 과학의 경우에도 많은 교사들이 융합인재교육을 위한 과학 내용 지식의 부족을 포함한 자신의 전문성이 부족하다고 인식하는 것으로 나타났다(Bang & Kang, 2012; Shin & Han, 2011; Yoon, Yoon & Woo, 2011; Lee *et al.*, 2012). 과학과 통합교과목 지도를 위한 연수 방법과 관련하여, Chung *et al.*(2010)의 연구에서 시행된 장학생, 초·중등학교 교장, 경력교사, 초임교사에 대한 설문 조사 결과에 따르면, 교사들은 실제 교수방법 측면에서 많은 어려움을 겪고 있어 교육방법론에 대해 이론적·실제적 도움을 원하는 것으로 나타났다. 한편, Kim *et al.*(2016)은 전·현직 교사교육에서 교육실습의 중요성을 규명하고, 교육실습 운영의 내실화 방안을 제안하기도 하였다.

최근 교육과정 개정으로 문·이과 통합형 교육과정 개편 및 적용을 앞두고, 통합형 교육과정인 ‘통합과학’을 성공적으로 실행에 옮기기 위해서는 국가 교육과정이 지향하는 것을 교수학습으로 전환하는 역할을 담당하는 교사들을 위한 추수연수가 반드시 필요하다. 이러한 요구에 따라 Kim *et al.*(2015)은 2015 개정 교육과정에서 고등학교 통합과학 교과 신설에 따라 교원 양성 체제 및 교육과정 개편, 교과목 표시과목 재편이나 신설을 포함한 교원자격제도 개편, 학교급별·교과별 교원 배치 방안, 현직교사의 전공 전환을 위한 부전공연수 등 교원 현직연수 방안 등을 마련할 필요가 있다고 지적하였다. 이러한 맥락에서 지난 교육과정에서 ‘공통과학’ 과목 개설과 더불어 실시된 ‘공통과학’ 교사연수와 마찬가지로 2015 통합과학 교육과정 현장 실행에 대비한 ‘통합과학을 가르치기 위해 요구되는 교사 전문 역량’에 대한 체계적인 연구와 연수 방안을 모색할 필요가 있다.

교육과정의 변화는 이를 현장에서 실천하는 교원 인사제도(교원의 양성체제 및 교육과정, 자격 부여, 교원의 수급과 임용, 교원의 현직연수, 승진 등)의 변화를 불가피하게 요구한다(Lee, 1994; MEST, 2010). 이에 본 연구에서는 교원 인사제도 중 현직교사 연수 측면의 대응과제를 탐색하려고 한다. 먼저 ‘통합과학’을 비롯한 문·이과 통합형 교육과정 개정이 학교 현장에서 실효성을 거두려면 이를 구현할 수 있는 역량을 갖춘 교사가 필수 불가결하지만, 개정된 교육과정의 현장 시행을 앞둔 현재 학교현장의 중등학교 과학교사들이 소지한 자격증을 살펴보면, 단일 자격증(물리/화학/생물/지구과학, 택1)을 소지한 과학교사의 경우 자신의 전공영역 이외에 타(他)과학 과목을 전혀 이수하지 않은 까닭에 고등학교 ‘통합과학’ 지도는 물론 중학교 ‘과학’ 과목을 가르치는 데 상치교사여서 한계를 지니고 있다(MOE, 1997). 이러한 맥락에서 제6차 교육과정에서 ‘공통과학’ 과목 개설과 더불어 실시된 ‘공통과학’ 교사연수와 마찬가지로 2015 통합과학 교육과정 현장 실행에 대비한 ‘통합과학을 가르치기 위해 요구되는 교사 전문 역량’을 분석하고 이를 바탕으로 교사 연수 방안을 마련할 필요가 있다(MOE, 2016). 장기적으로는 교사 양성기관의 교육내용을 개선하여 새로운 교육과정에 적합한 교사를 양성하는 것이 필요하지만, 새 교육과정의 시행을 앞둔 현시점에서 우선적으로 현장의 과학교사들을 대상으로 한 교원정책적 대책 마련이 필요하다. 구체적으로 2015 개정 교육과정에서 통합과학 교과를 새로 도입함에 따라 현재 고등학교에 재직 중인 과학 교원의 통합과학 교과 지도의 자격을 어떻게 지원할 것인지, 통합과학 교사 자격 취득을 위한 교원양성기의 이수과목을 무엇으로 할 것인지 등과 같은 교원정책적 대응 방

Table 1. Science teacher certification types of secondary schools

자격증 유형	취득 경로	비고
2000년 이전 I. 과학(물리/화학/생물/지구과학)	- 2000년 이전 전국 사범대학 및 교육대학원의 과학교육 전공자들에게 부여된 과학교사 자격증	일반 물리(화학/생물/지구과학) 등 자신의 전공 이외의 과목을 32단위 수강
II. 공통과학	- 교원자격증검정령 시행규칙 (제761호 부칙 제3조, '00.1.28. 기준) - 졸업 시 공통과학교육 자격증만 부여 (예: 연세대 교육대학원 공통과학교육전공, 전주대 과학교육과)	공통과학 직무연수는 2003~2007년까지 실시하였음. 이 기간 내에 이수하지 못한 경우에는 2008년까지 이수
2000년 이후 III. 물리/화학/생물/지구과학(택1) + 공통과학(복수전공)	- 물리/화학/생물/지구과학 자격증을 수여하되, 복수전공으로 공통과학 자격증 수여	
IV. 물리/화학/생물/지구과학(택1)	- 최근 교사임용시험에서 '공통과학' 교사를 선발하지 않음에 따라 공통과학을 복수전공으로 이수하는 학생 감소	

안 마련이 요구된다. 이에 본 연구에서는 현직 과학교사들을 위한 통합과학 지도 자격 지원의 일환으로 교사연수 프로그램을 제안하고자 한다. 즉, 향후 통합과학 교사 자격 취득을 위한 기초 연구의 일환으로 2015 개정 교육과정의 '통합과학' 지도를 위해 요청되는 중등 과학과 현직교사의 역량은 무엇이며, 이러한 역량을 갖추기 위해 어떤 연수 프로그램을 필요로 하는지를 탐색하고자 한다.

본 연구의 목적은 2015 개정 '통합과학' 교육과정 분석에 근거하여, 2018년부터 통합과학 교육과정을 가르쳐야 할 중등 과학과 현직 교사 재교육 내용을 구상하고, 과학과 현직교사 역량 제고 방안과 통합과학 교사 양성 과정에 대한 개선 방안을 제안하는 것이다. 본 연구를 통해 밝히고자 하는 연구문제는 다음과 같다.

- 첫째, 연수 내용을 구성할 때 반영해야 할 2015 개정 통합과학 교육과정의 특징은 무엇인가?
- 둘째, 학교 현장의 과학교사 자격증 유형별로 통합과학 지도를 위해 추가되어야 할 교사 역량은 무엇인가?
- 셋째, 통합과학 교육과정 후속 지원의 일환으로 현직 과학교사들에게 연수를 제공할 경우, 과학교사들이 소지한 자격증 유형별로 어떤 연수 프로그램이 필요한가? 끝으로, 통합과학 교사 자격 취득을 위한 교원양성기관의 이수과목 개선 방안은 무엇인가?

II. 연구 내용 및 방법

현재 학교현장의 중등학교 과학교사들의 자격증을 유형별로 살펴보면, 2000년을 기점으로 학교 현장의 중등학교 과학교사들이 소지한 자격증 유형은 네 가지로 구분할 수 있다. 즉, 2000년 이전에 과학(물리/화학/생물/지구과학, 택1)의 형태로 물리(또는 화학/생물/지구과학, 택1) 자격증과 더불어 공통과학에 준하는 '과학' 교사 자격증을 동시에 부여받은 교사들과, 2000년 이후 '공통과학' 자격증을 별도로 취득한 교사들로 구분할 수 있다(Table 1 참조).

본 연구에서는 2018년부터 통합과학 교육과정을 가르쳐야 할 학교 현장의 과학교사 재교육(연수) 프로그램 구안을 위해, 현재 학교 현장의 과학교사들이 지니고 있는 교사자격증 유형별로 통합과학을 가르치기 위해 어떠한 교사역량이 필요한지를 파악하고자 한다. 연구에서는 2015 개정 통합과학 교육과정의 특징, 공통과학 교사자격증의 통용가능성, 학교 현장의 과학교사 자격증 유형별로 요청되는 통합과학

지도 역량, 통합과학 지도를 위한 현직교사 재교육 연수 프로그램 구성(안) 도출 등을 위해 두 차례의 델파이 조사, 전문가 심층면담, 전문가 협의회 등을 실시하였다.

델파이 조사는 두 차례에 걸쳐서 진행되었는데 1차 델파이 조사에서는 연수 내용을 구성에 반영해야 할 2015 개정 통합과학 교육과정의 특징, 공통과학 교사자격증의 통용가능성, 학교 현장의 과학교사 자격증 유형별로 요청되는 통합과학 지도 역량 등을 서술형으로 응답하도록 요청하였다. 연수 내용 구성에 반영해야 할 2015 개정 통합과학 교육과정의 특징을 파악하기 위해 전문가들에게 성격과 목표, 내용 체계 및 내용 구성, 교수학습 방법 및 평가 등으로 구분하여 2015 개정 통합과학 교육과정의 특징이 무엇인지를 질문하였다. 2차 델파이 조사에서는 통합과학 지도를 위한 현직교사 재교육 연수 프로그램 구성(안) 도출에 초점을 두고 질문하였다. 델파이 조사와 병행하여 과학교육 관련 학회의 의견을 전문가 협의회를 통해 수렴하였다. 본 연구의 델파이 조사와 심층면담 참여자는 Table 2와 같다.

Table 2. Participants of the Delphi survey and in-depth interview

구분	참여자	계
델파이 참여자	물리 (7명) K교수, L교수, C교수, S교수, J교수, W교수, Z교사*	22명 *델파이 조사 및 심층면담 (협의회)에 모두 참여(5명)
	화학 (5명) Y교수, H교수, I교수, E교사, M교사*	
	생명과학(5명) R교수, F교수, X교수, B교수, Q교수*	
	지구과학(5명) U교수, V교수, D교수*, N교수, A교사*	
심층면담 참여자	Z교사*, M교사*, Q교수*, D교수*, A교사*, P교수, G교사	7명

2015 개정 교육과정의 통합과학 도입에 따른 중등 과학과 현직교사 연수 프로그램을 제안하는 것은 기존 공통과학 교사자격증의 통용가능성 점검, 통합과학 교사자격증 취득 자격 설정 등에서 관계당사자들의 이해관계가 첨예한 부분이다. 특히 통합과학 교사 양성과정 및 기본이수과목 개선(안)의 경우 과학영역별 입장을 수렴할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 델파이 조사를 과학영역별(물리학, 화학, 생명과학, 지구과학) 대표 학회의 책임자(학회장 및 과학교육학회 분

과장)를 포함하여 2015 개정 교육과정 개발에 참여한 과학영역별 교수들과 교사들을 대상으로 실시하였다. 최종적으로 과학영역별 대표 학회의 의견을 반영할 수 있는 실무 담당자 8명, 2015 개정 교육과정 개발에 참여한 교수 10명, 교사 4명 등 총 22명을 대상으로 델파이 조사를 실시하였다.

델파이 조사를 통해 통합과학 연수 유형별 연수 프로그램 구성 및 교사에게 요청되는 전문성 구성영역에 대한 과학영역별 대표 학회의 의견을 수렴하고 합의를 도출하였다. 또한, 델파이 조사에 참여한 학회별 실무 담당자를 대상으로 전문가 협의회를 한 차례 실시하였으며, 2015 개정 교육과정 개발에 참여한 교수와 교사 7명을 대상으로 하여 심층면담을 실시하였다. 전문가 협의회와 심층면담을 통해 델파이 조사에서 제시하지 못한 의견을 추가로 수렴하고, 통합과학 과목 지도를 위해 요구되는 과학교사의 전문성 및 통합과학 교사 양성과정 개선 방안을 도출하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 연수 내용 구성에 반영해야 할 2015 개정 통합과학 교육과정의 특징

1차 델파이 조사에서 2015 개정 통합과학 교육과정의 특징을 질문한 것은 전문가들이 파악한 2015 개정 통합과학 교육과정의 특징에 비추어 ‘통합과학의 이해’ 연수 프로그램의 내용 구성을 위한 시사점을 얻으려는 것이다. 즉, 통합과학이 기존 공통과학과 어떤 점에서 같고 다른지에 대한 분석을 바탕으로, 통합과학 지도를 위한 현직교사 연수 프로그램의 내용 구성을 위한 시사점을 도출하고자 하였다. 전문가들을 대상으로 한 델파이 조사에서 전문가들이 제시한 2015 개정 통합과학 교육과정의 특징은 Table 3과 같다.

Table 3. Characteristics of the 2015 Revised Integrated Science Curriculum (Delphi 1st-round)

2015 개정 통합과학 교육과정의 특징		응답빈도 (복수응답)
성격과 목표	분과적 지식보다 과학적 기초 소양 강조	10
	핵심개념(big ideas) 중심의 통합성 강조	12
	목표로 과학적 태도를 1순위로 강조	5
	과학과 핵심 역량에 대해 구체적으로 제시	4
	평생학습능력 추가	4
소 계		35
내용 체계 및 내용 구성	종래의 물리학, 화학, 생명과학, 지구과학의 틀을 벗어나 단위 자체를 핵심개념(big idea)을 중심으로 통합적으로 구성	12
	과학적 설명에 해당하는 성취기준보다는 학생활동 중심의 성취기준이 50% 이상을 차지함.	1
	내용량 축소	1
소 계		14
교수학 습 방법 및 평가	학생 활동 위주의 다양한 교수학습 방법 및 평가 방법 강조	9
	결과 보다 과정과 수행 중심의 평가 중시	5
	교과 핵심역량 증진을 위한 방안 추가로 포함	2
소 계		16

통합과학의 성격 및 목표 측면과 관련하여 전문가들은 통합과학은 분과적 과학지식보다 핵심개념(big ideas) 중심으로 통합성과 과학적 기초 소양을 강조한다고 지적하였다. 전문가들은 통합과학 교과가 기존의 공통과학과 어떤 점에서 같고 다른지에 대한 분석을 바탕으로, 통합과학 지도를 위한 현직교사 연수 프로그램을 개발하여 운영할 필요가 있다고 주장하였다.

내용 체계 및 내용 구성 측면에서 통합과학은 자연현상에 대한 통합적 접근, 융·복합적 사고를 위해 핵심개념(big idea)을 중심으로 단위 자체를 통합적으로 구성한 점을 특징으로 한다고 진단하였다. 기존 물리학, 화학, 생명과학, 지구과학의 틀을 벗어나, 각 영역을 하나의 스토리라인으로 구성하고, 과학적 설명에 해당하는 성취기준보다는 과학적 과정에 해당하는 추론, 논증, 토의, 토론, 발표 등과 같은 학생활동 중심의 성취기준을 50% 이상 제공하는 것을 특징으로 한다고 지적하였다.

교수학습 방법 및 평가 측면에서 통합과학은 과학과 핵심역량을 증진하기 위한 일환으로, 학생 활동 위주의 다양한 교수학습 방법 및 평가 방법을 강조하고, 결과보다는 과정과 수행 중심의 평가 요소와 방법을 중시한다고 전문가들은 지적하였다.

2015 개정 통합과학 교육과정의 특징에 대한 전문가들의 응답결과는 향후 ‘2015 개정 통합과학의 이해’ 연수 프로그램의 내용 구성에 활용하였다. 구체적으로 살펴보면, 2015 개정 통합과학에 대한 이해 연수의 경우 새로운 과학내용학과 (통합)과학교육학으로 구성되는데, 앞서의 연구결과를 바탕으로 제안할 수 있는 연수프로그램의 구성 방향은 다음과 같다.

첫째, 새로운 통합과학 내용 이해를 위한 과학내용학의 경우 전문가들이 응답한 “핵심개념(big ideas) 중심의 통합성 강조”라는 특징을 반영하여 통합과학을 구성하는 영역별 핵심개념, 즉 물리학의 운동량과 충격량, 화학의 물질의 구성과 변화, 생명과학의 세포라는 생명계, 지구과학의 지구계 등과 같은 핵심개념을 중심으로 과학내용학 연수 프로그램을 구성할 필요가 있다.

둘째, 통합과학교육학 연수 내용으로는 전문가들이 2015 개정 통합과학 교육과정의 특징으로 제시한 ‘학생 활동 위주의 다양한 교수학습 방법 및 평가 방법, 수행 중심의 평가, 핵심역량 증진을 위한 방안’ 등을 반영하여 2015 개정 통합과학 취지에 맞는 연수 프로그램을 구성할 필요가 있다. 예컨대 학생 참여형 교수학습 및 평가를 중심으로 연수 프로그램을 구성하는 방안으로 통합과학의 핵심개념을 가르치되 학생 참여형으로 수업을 구성할 수 있도록 통합과학 지도법이나 평가 방법을 제안하고, 핵심역량 평가를 위한 수행평가 방안 등을 중심으로 연수 프로그램을 구성하는 방안을 마련해야 한다.

이와 같이 2015 개정 통합과학 교육과정의 특징에 대한 전문가들의 델파이 응답결과를 반영하여, 2차 델파이 조사에서는 2015 개정 교육과정의 특징 분석을 토대로 ‘새로운 통합과학의 핵심개념 이해’와 ‘핵심개념을 가르치기 위한 학생 참여형 과학교육학 수업 방안’으로 구분하여 연수 프로그램의 내용 구성을 제안해달라고 요청하였다.

2. 교사 자격증 유형별 통합과학 지도에 필요한 교사역량 및 연수 프로그램

1차 델파이 조사에서 학교 현장의 중등학교 과학교사 자격증 유형

Table 4. Teacher competencies to be added for integrated science instruction by teacher certification type (Delphi 1st-round, Multiple Responses)

과학 교사 역량	과학교사 자격증 유형				
	유형 I	유형 II	유형 III	유형 IV	
과학 내용학	• 일반 물리학/화학/생물학/지구과학 관련 내용 전문성	11	-	-	11
	• 개별 과학교과(물/화/생/지)에 대한 심화된 전문성	-	6	-	-
	• 빅 아이디어(개념)에 대한 내용 지식(예: 시스템적 이해, 물질중심 통합과학 등)	7	2	2	6
	• 현대물리학 등 새로 추가된 교육과정 내용에 관한 내용학 과목	3	1	3	-
과학교육학	• 통합과학 교재연구 및 지도법(수업방법 및 평가 방법 포함)	19	12	11	14
	• 통합 과학의 의미 및 필요성에 대한 인식	1	1	-	1

별로 추가되어야 할 교사 역량을 질문한 결과는 Table 4와 같다. 과학 내용학과 관련하여 전문가들은 과학교사 자격증 유형 I과 IV의 경우 일반 물리학/화학/생물학/지구과학 관련 내용 전문성을 가장 필요로 하며, 자격증 유형 II의 경우 개별 과학교과(물/화/생/지)에 대한 심화된 전문성을 가장 필요로 하며, 자격증 유형 III의 경우 핵심개념(big idea)이나 현대물리학 등에 대한 내용 전문성을 가장 필요로 한다고 응답하였다. 과학교육학과 관련하여 전문가들은 과학교사 자격증 유형을 막론하고, 실제 현장에서 통합과학 지도가 가능하려면 통합과학 교재연구 및 지도법과 관련된 전문성을 가장 필요로 한다고 응답하였다.

1차 델파이 조사결과를 토대로, 2차 델파이 조사에서는 학교 현장의 과학교사들이 소지한 자격증 유형(I~IV 유형)별로 필요한 연수 프로그램과 연수 프로그램 구성을 질문하였다.

전문가들은 과학교사 자격증 중, I~III 유형의 자격증을 지닌 교사들의 경우 공통과학 자격증(또는 이에 상응하는)을 지닌 것으로 간주하여 통합과학을 지도할 자격을 갖춘 것으로 인정하고, <2015 개정 통합과학의 이해 연수>만을 필요로 한다고 응답하였다. 한편, 자격증 유형 IV(단일 과목 자격증(물리, 화학, 생물 또는 지구과학))을 지닌 교사들의 경우에는 먼저 1) <통합과학 직무연수>를 받고, 희망자에 한하여 추가로 2) 부전공 자격 취득을 위한 <통합과학 부전공 자격연수(연계전공)>를 받을 필요가 있다고 응답하였다. 전문가들의 응답결과를 토대로 연수 대상에 따라, 통합과학 지도를 위한 교사연

Table 6. Training programs by training types

연수 유형	주요 대상자	운영 시간	연수 프로그램 구성		
			과학내용학	(통합)과학교육학	
A형	2015 개정 통합과학의 이해	'공통과학' 및 이에 준하는 자격증 소지자	30 시간	<ul style="list-style-type: none"> • 새로운 (통합)과학 내용 이해 - 물리학: 운동량과 충격량, 중력과 자유낙하 등 - 화학: 이온결합과 공유결합, 금속과 비금속 등 - 생명과학: 세포막의 기능과 세포 소기관, 유전자(DNA)와 단백질 등 - 지구과학: 우주 초기의 원소 생성, 태양계에서 원소 생성 등 	<ul style="list-style-type: none"> • 과학 통합내용(핵심개념)을 가르치기 위한 과학교육학 수업 • 2015 개정 교육과정의 취지에 맞는 교수학습(수업) 및 평가 연수
				계	24시간
B형	통합과학 직무연수	단일 과목 (물리/화학/생물/지구과학, 택1) 자격증	180 시간	<ul style="list-style-type: none"> • 비전공 분야에 대한 (통합)과학 내용 학습 • 새로운 (통합)과학 내용 이해 	<ul style="list-style-type: none"> • 과학내용학과 과학교육학을 연계한 교수내용지식(PCK) 연수로 구성
				계	150시간
C형	통합과학 부전공 자격연수 (연계전공)	단일 과목 (물리/화학/생물/지구과학, 택1) 자격증	345 시간	<ul style="list-style-type: none"> • 비전공 분야에 대한 (통합)과학 내용 학습 - 물리학: 역학, 현대물리학, 전자기학 등 - 화학: 무기화학, 분석화학 등 - 생명과학: 분자생물학, 생태학, 유전학 등 - 지구과학: 천문학, 지질학 등 	<ul style="list-style-type: none"> • 통합과학교재연구 및 지도법, (통합)과학 평가 등으로 구성
				계	270시간

Table 5. Teachers by training programs for Integrated Science Instruction

연수 유형	운영시간	주요 대상자	
A형 (공통 필수)	2015 개정 통합과학의 이해 연수	30시간	I. 과학(물리, 화학, 생물, 또는 지구과학) II. 공통과학 III. 물리/화학/생물/지구과학(택1) + 공통과학(복수전공)
B형	통합과학 직무연수	180시간	IV. 단일 과목 자격증 (물리, 화학, 생물 또는 지구과학)
C형	통합과학 부전공 자격연수 (연계전공)	345시간 (23학점* 15시간)	※ 과학(물리/화학/생물/지구과학) 이외의 전공인 경우 연계전공이 아니어서 부전공 불가

수 프로그램을 Table 5와 같이 A, B, C 유형으로 구분할 수 있다.

연수 유형별 주요 연수 대상자를 제안하면, A형(2015 개정 통합과학의 이해 연수)은 I~III 유형의 자격증을 소지한 교사들을, B형(통합과학 직무연수)은 IV 유형의 자격증을 소지한 교사들을 대상으로 하며, C형(통합과학 부전공 자격연수(연계전공))의 경우에는 IV 유형의 자격증을 소지한 교사들 중 부전공 자격 취득을 희망하는 교사를 대상으로 한다. 델파이 조사와 전문가 협의회, 학회 의견 수렴 등을 통해 도출한 연수 프로그램별 특징과 프로그램 구성(안)을 요약하면 Table 6과 같다.

가. A형 <2015 개정 통합과학의 이해 연구>

A형은 2015 개정 통합과학의 이해에 관한 연구로, 기존 ‘공통과학’ 및 이에 준하는 자격증을 소지한 학교 현장의 과학교사를 대상으로 한다. 전문가들은 과학교사 자격증 중, I~III 유형의 자격증을 지닌 교사들의 경우 공통과학 자격증(또는 이에 상응하는)을 지닌 것으로 간주하여 통합과학을 지도할 자격을 갖춘 것으로 인정하고, <2015 개정 통합과학의 이해 연구>만을 필요로 한다고 응답하였다. 여기서 주목할 점은 과학영역별 대표 학회의 책임자 및 통합과학 교육과정 개발진은 2015 개정 통합과학이 기존 공통과학의 통합적 성격을 공유한다고 인정하면서, 통합과학 교육과정에 초점을 맞춘 교사연수와 현직교사 지원이 필요하다고 주장하였다.

통합과학 이해 연구 프로그램은 총 30시간이며 과학내용학(24시간)과 (통합)과학교육학(6시간)으로 구성한다. 전문가들은 <2015 개정 통합과학의 이해 연구>의 경우 새로운 과학 통합내용(핵심개념)에 대한 이해와 더불어 통합내용을 어떻게 가르칠지를 중심으로 연구 프로그램을 구성해야 한다고 제안하였다. A형 연구 프로그램은 먼저, 통합과학 교육과정의 특성을 고려할 때, <2015 개정 통합과학의 이해 연구>에 포함해야 할 필수 교육내용을 질문한 결과, 전문가들은 물리학 영역의 경우 운동량과 충격량, 중력과 자유낙하 등을, 화학 영역의 경우 이온결합과 공유결합, 금속과 비금속 및 최외각 전자 등을, 생명과학영역의 경우 세포막의 기능과 세포 소기관, 유전자(DNA)와 단백질 등을, 그리고 지구과학영역의 경우 우주 초기의 원소 생성(우주론), 태양계에서 원소 생성(태양계 천문학) 등을 포함해야 한다고 제안하였다.

과학내용학과 과학교육학 사이의 시간 배분에 대한 근거를 살펴보면, 전문가들은 <2015 개정 통합과학의 이해 연구>의 경우 현장 교사들이 “교수학습 경험을 비롯한 과학교육 방법론”은 이미 전문성을 갖추고 있기 때문에 통합과학에 새로 등장하는 과학 통합내용(핵심개념) 등 과학내용학 이해”에 초점을 두어야 한다고 제안하였다. 즉, 과학내용학은 새로운 (통합)과학 내용 이해를 중심으로, (통합)과학교육학은 2015개정 교육과정의 과학 핵심개념을 가르치기 위한 학생 참여형 교수학습(수업) 및 평가를 중심으로 구성해야 한다고 주장하였다.

나. B형 <통합과학 직무연구>

B형은 통합과학 직무연구로, 단일 과목(물리/화학/생물/지구과학, 택1) 자격증을 소지한 학교 현장의 과학교사를 대상으로 한다. 연구 프로그램 구성은 총 180시간으로, 과학내용학(150시간)과 (통합)과학교육학(30시간)으로 구성하는 것이 바람직하다고 전문가들은 제안하였다. 과학과 현장교사들 중 IV 유형의 자격증을 소지한 교사들의 경우 자신의 전공영역 이외의 과학내용학 전문성이 부족하므로 이에 대한 지원이 필요하다고 지적하였다. 즉, IV 유형의 자격증을 소지한 교사들의 경우 통합과학을 가르치기 위해 부전공 연구까지는 아니더라도 자신의 전공 이외의 과학내용학과 통합과학의 성격에 맞는 과학내용학 연구에 초점을 둔 직무연구가 필요하다고 전문가들은 주장하였다. B형 연구 프로그램 구성의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

먼저, 과학내용학 연구 프로그램의 구체적인 구성내용으로는 자신

의 전공을 제외한 나머지 3개 과목의 과학내용학을 일반물리학, 일반화학, 일반생물학 및 일반지구과학 수준에서 발췌하여 각각 30~40시간으로 구성한다. 이때 통합과학 내용 중 핵심개념을 중심으로 과학내용학 연구 프로그램으로 구성하는 것이 바람직하다. 둘째, 과학교육학 연구 프로그램의 구체적인 구성내용으로는 통합과학 주제별로 과학내용학과 과학교육학을 결합한 교수내용지식(Pedagogical Content Knowledge, PCK) 연구로 구성하는 것이 바람직하다고 전문가들은 제안하였다. 예컨대 과학의 핵심개념과 역량을 연계해서 ‘물질에 대한 문제해결 역량을 어떻게 가르칠 것인지’ 등을 중심으로 연구 프로그램을 구성하는 것이 바람직하다.

다. C형 <통합과학 부전공 자격연구(연계전공)>

C형은 통합과학 부전공 자격연구(연계전공)로, 단일 과목(물리/화학/생물/지구과학, 택1) 자격증을 소지한 학교 현장의 과학교사들 중 ‘통합과학’ 부전공 자격 취득을 희망하는 교사를 대상으로 한다. 연구 프로그램 구성은 총 345시간의 연구시간을 과학내용학(270시간)과 (통합)과학교육학(75시간)으로 구성하는 것이 바람직하다고 전문가들은 제안하였다. C형 연구 프로그램 구성의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

먼저, 345시간의 C형 부전공 자격 연구 프로그램 구성에 앞서서, 2차 델파이 조사를 통해 자신의 전공 이외의 타(他)전공 영역별로 이수해야 할 교과목을 질문하였다. 그 결과 물리학 영역의 경우 역학, 현대물리학, 전자기학 등이, 화학 영역의 경우 무기화학, 분석화학 등이, 생명과학영역의 경우 분자생물학, 생태학, 유전학 등이, 그리고 지구과학영역의 경우 천문학, 지질학 등이 중요하며, 이들 교과목을 중심으로 부전공 자격연구 프로그램을 구성해야 한다고 전문가들은 응답하였다. 또한, 부전공 자격연구의 과학교육학은 통합과학교재연구 및 지도법, (통합)과학 평가 등을 중심으로 구성하는 것이 바람직하다고 전문가들은 제안하였다.

3. 통합과학 교사 자격 취득을 위한 기본이수과목 개선(안)

현직 교사들이 새로 도입된 통합과학 교과를 지도할 수 있도록 지원하는 것과 별도로, 교원양성기관의 이수과목의 개편도 이에 맞춰 이루어져야 할 것이다. 이에 2차 델파이 조사를 통해 통합과학 교사자격 취득을 위한 교원양성기관의 이수과목은 무엇으로 할 것인지를 질문하였다.

2차 델파이 조사를 통해, 연구진에서 도출한 통합과학 교사 양성과정(안) 2가지를 제시하고 각각의 적절성과 근거를 질문한 결과를 정리하면 Table 7과 같다.

응답결과를 살펴보면, 22명 중 18명의 전문가들은 2000년 이전처럼 과학(물리/화학/생물/지구과학, 택1) 자격증을 지닌 교사를 양성하되, ‘일반(물리학/화학/생물학/지구과학) 및 실험’의 4개 과목을 기본 이수과목으로 추가 지정(예컨대, 물리 교사의 경우 대학에서 자신의 전공영역을 제외하고 “일반화학/일반생물학/일반지구과학 및 실험”을 필수로 이수하게 함)하는 1안을 지지하였다. 1안에 찬성한 근거를 살펴보면, 1안이 현실적인 안으로, 통합과학은 물론 중학교 과학 교과목 지도에 필요한 타(他)전공 내용은 ‘일반(물리학/화학/생물학/지구

Table 7. Appropriateness of Improvement Process of Integrated Science Teacher Training Course(Delphi 2nd-round)

구분	주요내용(응답빈도)	근거/이유(응답빈도, 복수응답)
1안	2000년 이전처럼 과학(물리/화학/생물/지구과학, 택1)의 자격증을 지닌 교사를 양성하되, '일반(물리/화학/생물/지구과학) 및 실험'의 4개 과목을 기본이수과목으로 추가 지정(예컨대, 물리 교사의 경우 대학에서 "일반화학/일반생물학/일반지구과학 및 실험"을 필수로 이수하게 함). ※자격증을 예컨대 통합과학(물리) 등의 형태로 발급	- 통합과학과 중학교 과학 교과목 지도에 필요한 타 전공 내용은 '일반(물리/화학/생물/지구과학) 및 실험' 수업만으로 충분함. 7
		- 타 전공영역 학점을 12학점에서 18학점으로 강화하고, 최소 2개 학기 이상 편성하여 기본이수과목으로 수강하게 함. 7
		- 중학교의 과학 교과목을 지도할 수 있는 교사 양성을 위해서도 필요 3
		- 이렇게 되면 예전처럼 '과학(물리)'와 같이 자격증 표시과목을 표시해야 하며, 교사임용시험에서도 초창기 때처럼 자신의 전공영역을 제외한 나머지 영역에 대해 개론 수준의 시험을 의무적으로 치르게 해야 함. 3
		- 6년 과정으로 운영하고 이렇게 교육을 받은 교사후보자는 임용에 특혜 제공 2
		- 1안이 현실적인 안으로, 현재 과학교육학부로 운영되는 교사 양성기관에서 실제로 적용되고 있음. 2
		- 일반(물리/화학/생물/지구과학) 및 실험 과목을 통합과학을 대비한 과목으로 실러버스를 별도로 개발 필요 1
2안	현행처럼 단일전공 + 통합과학 복수전공(예컨대, 물리 교사의 경우 통합과학 복수전공을 필수로 이수하게 함). ※자격증을 "물리+통합과학" 등의 형태로 발급	- 보다 전문적인 통합과학 및 중학교 과학 지도를 위해서는 적어도 연계전공 교육과정 정도는 이수하여 별도의 자격증 취득 필요 2
		- 과학 교사가 통합과학만을 가르칠 것이 아니므로 전공은 적절히 이수하고, 통합과학을 가르치는 데 필요한 내용을 추가로 이수하는 것이 적절함. 2

Table 8. Basic courses for acquiring the current 'Common Science' teacher qualification

표시과목	관련학과 또는 학부	기본이수과목(또는 분야)	비고
공통과학	과학교육, 물리교육, 화학교육, 생물교육, 지구과학교육, 공통과학교육전공 및 관련되는 학부(전공·학과)	(1) 공통과학교육론(또는 과학교육론) (2) 일반물리학 및 실험, 전자기학, 현대물리학 (3) 일반화학 및 실험, 무기화학, 유기화학 (4) 일반생물학 및 실험, 세포학, 분자생물학 (5) 지구과학 및 실험, 지질학, 대기과학	(1) 분야에서 1과목, (2)-(5)분야 중 각 분야에서 2과목 이상 이수 (주전공 표시과목 해당 분야 제외)

출처: MOE (2016)

Table 9. Change of basic courses for acquiring 'Integrated Science' teacher qualification

	조정 (안)	응답빈도 (복수응답)
전체	• 일반(물리학, 화학, 생물학, 지구과학)을 필수로 지정하고 단위수 증대	8
	• 일반(물리학, 화학, 생물학, 지구과학)을 필수로 지정	7
	• 통합과학교육론, 통합과학 교재연구 및 지도법(통합과학 교재분석 및 개발) 등을 신설하고 필수로 지정	6
	• (2)-(5)분야 중 (주전공 표시과목 해당 분야 제외하고) 나머지 분야에서 3과목 이상 필수 이수	4
물리학	• 통합과학 지도를 위해서 과학내용학 교과목 자체를 새롭게 편성 필요(예: 첨단과학, 첨단기술, 융합사례, 실생활 응용 등을 포함).	1
	• (현대물리학 대신) 역학 추가 필요	1
화학	• 물리화학 이수 필요	1
	• 유기화학 대신 분석화학 이수 필요	1
생명과학	—	—
지구과학	• 대기과학 대신에 천문학이 포함되는 것이 적절함.	3
	• '지구과학 및 실험' 등은 너무 폭이 넓으므로, 작은 단위의 세부 과목 (예: 암석학, 고생물학, 기상학, 대기역학, 해양학, 태양계 천문학, 항성 천문학 등)으로 분절 필요	1

과학) 및 실험'만으로 충분하다고 주장하였다. 1안처럼 과학교사를 양성하면, 중학교의 과학 교과목 및 고등학교 통합과학 등을 지도할 수 있는 교사 양성이 가능하다고 전문가들은 주장하였다.

전문가들 22명 중 4명은 단일전공에다가 통합과학을 복수전공하는 2안에 찬성하였는데, 찬성한 근거를 살펴보면, 상치교사를 해소하고, 보다 전문적인 통합과학 및 중학교 과학 교과목 지도를 위해서는 적어도 복수전공 교육과정 정도는 이수하여 별도의 자격증 취득이 필요하기 때문이라고 주장하였다. 즉, 자신의 전공 이외에 통합과학을 가르치는 데 필요한 내용을 추가로 이수함으로써 과학교사 전문성

을 제고할 수 있을 것이라고 전문가들은 지적하였다. 예컨대 현재 IV유형의 자격증을 소지한 교사들의 경우 중학교에 임용되어 '과학' 교과를 가르치게 되면 자신의 전공 표시과목 이외의 과학영역을 가르치지 않을 수 없게 되므로 결과적으로 일종의 '과목상치 교사'에 의한 지도가 이루어지게 된다. 따라서 교사 양성과정에서 중학교 과학 및 고등학교 통합과학 수준의 교과목을 지도할 수 있도록 일반 물리학/화학/생물학/지구과학 수준의 과목을 이수하게 해야 한다고 전문가들은 제안하였다. 한편, 통합과학 교사 양성과 관련하여, 현행 '공통과학' 교사자격 취득을 위한 기본이수과목은 Table 8과 같다.

2차 델파이 조사를 통해, 향후 복수전공으로 ‘통합과학’ 교사자격 취득을 위한 기본이수과목 조정 방안을 질문하였다. 전문가들의 응답결과를 정리하면 Table 9와 같다.

전문가들이 제안한 통합과학 교사자격 취득을 위한 기본이수과목 개선 방안을 살펴보면, 우선 과학내용학과 관련하여 일반(물리학, 화학, 생물학, 지구과학)을 필수로 지정하고 단위수를 증대하거나, (주 전공 표시과목 해당 분야 제외하고) 나머지 분야에서 3과목 이상을 필수로 이수하는 등 과학내용학 강화가 필요하다고 주장하였다. 특히 ‘통합과학’ 교사자격 취득을 위한 기본이수과목에 대한 조정이 필요한데, 물리학의 역할, 화학의 물리화학 및 지구과학의 천문학을 추가할 필요가 있다고 지적하였다.

또한, 과학교육학과 관련하여, 통합과학교육론, 통합과학 교재연구 및 지도법 등을 신설하여 필수로 지정하는 등 (통합)과학교육학을 강화할 필요가 있다고 주장하였다. 통합과학 교과를 운영하기 위해 교사는 통합의 뿌리가 되는 학문(물리학, 화학, 생명과학, 지구과학)에 대한 기초 개념을 이해할 필요가 있으며, 또한 이를 융합할 수 있는 간학문적, 학제적인 능력을 필요로 한다. 따라서 이수과목의 개편도 이에 맞추어 이루어져야 할 것이다. 특히 통합과학처럼 통합·융합형 교육과정 개정에 대비하여, 교사 양성 대학의 (통합)과학교육학 강좌를 통해 통합에 대한 명확한 이해와 실습 기회를 제공할 필요가 있다. 실제로 교사 양성과정을 통해 자신의 전공 이외의 세 교과를 모두 복수전공하는 것은 현실상 어려움이 있으므로 대학의 교육과정을 운영할 때 교과 간 수평적 연계와 통합 방안을 마련할 필요가 있다 (Kim et al., 2015).

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 2015 개정 ‘통합과학’ 교과목 신설에 대비하여 2018년부터 학교현장에서 통합과학 교육과정을 가르쳐야 할 중등 과학과 현직교사 재교육 내용을 구상하고, 과학과 현직교사 역량 제고 방안을 제안하고자 하였다. 이를 위해 2015 개정 통합과학 교육과정의 특징을 분석하고, 현재 학교 현장의 중등학교 과학교사 자격증 유형별 특징과 통합과학 지도를 위해 추가되어야 할 교사 역량을 탐색하고, 통합과학 교사 양성과정 개선(안)의 적절성을 평가하고, 통합과학 교사자격 취득을 위한 기본이수과목 개선(안)을 제안하였다. 특히 현재 학교 현장의 중등학교 과학교사들이 소지하고 있는 4가지 자격증 유형(Ⅰ~Ⅳ 유형)별로 A(2015 개정 통합과학의 이해 연수), B(통합과학 직무연수), C(통합과학 부전공 자격연수(연계전공)의 3개 유형 중 어느 연수 프로그램이 적절한지를 제안하고 구체적인 연수 프로그램 구성을 제안하였다. 연구결과를 토대로 통합과학 지도를 위한 현직교사 재교육 연수 프로그램 구성상의 유의점 및 통합과학 교사 양성과정 개선 방안을 제안하면 다음과 같다.

첫째, 연구결과에 따르면 전문가들이 과학교육 관련 학회 관계자들은 2000년 이전처럼 물리/화학/생물/지구과학(택1) 교사자격 취득을 위한 기본이수과목에 ‘일반(물리학/화학/생물학/지구과학) 및 실험’의 4개 과목을 필수과목으로 지정하고, 자격증을 과학(물리/화학/생물

/지구과학, 택1) 형태로 발급하는 것이 바람직하다고 제안하였다. 이는 실현가능성이 높을 뿐만 아니라, 이렇게 통합과학 교사를 양성할 경우 중학교 과학 및 고등학교 통합과학 교과목을 지도할 수 있는 과학교사를 양성함으로써 상치교사를 예방할 수 있다는 장점이 있으며, 2015 개정 교육과정의 고등학교 진로선택 과목인 융합과학, 생활과 과학, 과학사 등도 지도할 수 있다. 다만, 이렇게 통합과학 교사를 양성할 경우 졸업이수학점이 증가하거나, 졸업이수학점 중 추가된 일반(물리학/화학/생물학/지구과학) 관련 학점만큼의 전공 관련 이수학점이 상대적으로 줄어들어서 전공영역의 전문성 감소가 우려된다. 한편, 과학(물리/화학/생물학/지구과학, 택1) 형태의 자격증을 지닌 교사를 양성할 경우 교사임용시험에서 자신의 전공영역을 제외한 나머지 과학 일반(물리/화학/생물학/지구과학) 영역을 반드시 평가할 필요가 있다. 이는 두 번째 개선 방안으로 연결된다.

둘째, 향후 양성되는 과학 교사의 경우 전공을 막론하고 교사임용시험에서 통합과학 관련 핵심 과목(일반과학 수준)에 대한 출제 및 인증이 필요하다. 즉, 교사임용시험에서도 전공교과(물리/화학/생물/지구과학, 택1) 이외에 통합과학과 관련된 핵심과목(일반과학 수준)을 출제하고, 이 분야에서 일정 수준 이상의 점수를 획득해야 합격할 수 있도록 해야 한다. 또한, 심층면접 및 수업시연 등에서도 통합과학 관련 주제를 지도할 수 있는 실천 능력 평가가 필요하다.

셋째, 통합과학 교사 양성과 관련하여 교사양성 교육과정 측면에서 개선이 필요하다. 우선 과학내용학 교육과정과 관련하여, 통합과학을 비롯한 고등학교 과학내용과 관련된 교과내용학 과목 개설이 필요하다. 대학의 과학 교사 양성을 위한 교육과정에서도 기존 분과주의적 교육과정 편성에서 벗어나 핵심개념 중심의 통합적인 교과목을 신설할 필요가 있다. 즉, 물리학, 화학, 생명과학, 지구과학 등의 내용을 분절적으로 배우는 것이 아니라 내용자체를 통합된 형태로 학습할 수 있도록 하고, 교과내용학에 통합·융합형 과학 관련 교과목을 설치, 운영할 필요가 있다. (통합)과학교육학 교육과정과 관련하여 통합과학 지도를 위한 별도의 교과교육학 강좌 개설이 필요하다. 즉, 통합과학과 같이 통합(융합) 교과에 특화된 ‘교육론’과 ‘교재연구 및 지도법’ 신설 및 운영이 요청된다. 특히 일반교육학에서 다루어 현장과 괴리되는 교육학 영역(예: 교육과정, 교수학습이론, 교육평가 등)을 과학 교육과정, 과학 교수학습이론, 과학교육 평가 등으로 개편하여 ‘과학과 교과교육학’을 통해 지도할 필요가 있다. 요컨대 일반교육학 비중을 축소하고(교육학개론, 교육심리, 교육사회학 등으로 한정), 교과교육학의 비중을 증대하며, 학교 현장에서 실제로 활용할 수 있는 교수학습 및 평가 방안을 학습하고 시연하는 등 실습위주의 경험과 전문성을 예비교사들에게 제공할 필요가 있다.

끝으로, 통합과학 지도를 위한 예비교사 양성과정은 물론 현직 과학교사를 위한 통합과학 연수 프로그램을 기획하고 운영함에 있어서 교사 양성 교육과정에서 교과내용학과 교과교육학의 접목이 강조되는 것처럼, 현직교사 연수에서도 통합과학의 특정 내용을 개발하고, 이를 어떻게 가르칠 것인지를 접목한 교수내용지식(PCK) 연수가 필요하다. 특히, 현직교사 연수를 통해 통합·융합 교육이 무엇인지에 대해 지도하는 것만으로는 과학교사들이 학교 현장에서 통합·융합 교육을 실시하는 데에 한계가 있으며, 과학교사들이 현직연수를 통해 통합·융합 과학교육을 경험하도록 하는 것이 가장 중요한 연수 방법이라고 전문가들은 강조하였다. 그 일환으로, 교사의 직무 연수와 관

1) 현행 교사 양성대학에서의 공통과학 자격증 취득 과정의 경우 과학 전공과 연계하여 복수전공으로 운영되고 있어서, 공통과학과 연계된 과학 교육 전공자만 수강할 수 있음.

련하여 최근에서 학교단위 학습공동체 지원을 강조하는 만큼, 학교 단위 학습공동체를 지원하여 교과 통합을 이룬 통합과학과 교육과정과 교수학습 방법 사례를 발굴하고 확산할 필요가 있다.

국문요약

최근 개정된 2015 개정 교육과정의 주요 신설과목인 '통합과학'이 학교 현장에서 정착되기 위해서는 현직교사에 대한 재교육이 필요하다. 본 연구에서는 개정 교육과정의 '통합과학' 교과목 신설에 대비하여 중등 과학교사의 자격종별로 현직교사 재교육 내용을 구상하고, 과학과 현직교사 역량 제고 방안을 마련하고자 하였다. 이를 위해 문헌 연구와 과학교육 전문가 22명을 대상으로 한 델파이 조사를 통해 2015 개정 통합과학 교육과정의 특징을 성격과 목표, 내용 체계 및 내용 구성 등의 측면에서 분석하고 이를 가르치기 위해 필요한 교사 역량이 무엇인지를 탐색하였다. 이렇게 분석된 내용을 바탕으로 현재 학교 현장의 중등학교 과학교사 자격증 유형별 특징과 통합과학 지도를 위해 추가되어야 할 교사 역량을 탐색하여, 교사 자격증 유형별로 2015 개정 통합과학의 이해 직무 연수(A형), 통합과학 직무연수(B형), 통합과학 부전공 자격연수(C형) 등 3가지 유형의 연수프로그램을 개발하였다. 각각의 연수 프로그램 유형별로 교사 자격증별 대상자, 운영시간, 연수프로그램의 구체적인 구성 방법 등을 제시하였다. 또한, 이 연구에서는 전문가 의견에 기초하여 현직 교사뿐만 아니라 통합과학 교사 양성과정 개선안과 통합과학 교사자격 취득을 위한 기본이수과목 개선안을 제안하고 그 타당성을 평가하였다. 이러한 연구결과를 바탕으로 통합과학 지도를 위한 현직교사 재교육 연수 프로그램 구성상의 유의점 및 통합과학 교사 양성과정 개선 방안을 제안하였다.

주제어 : 통합과학, 교사역량, 교사자격, 기본이수과목, 교사연수 프로그램

References

Bang, D., & Kang, S. (2012). Elementary and secondary school teachers' perceptions on inter-disciplinary science education(IV). *Journal of the Korean Chemical Society*, 56(1), 115-127.

Choi, B., Kwon, J., Kim, B., Kim, C., Kim, H., Baek, S., & Chung, W. (1997). Development of middle school integrated science curriculum. *KNUE Research report*.

Chung, M., Kim, K., Ryoo, S.-C., Kim, B., Park, S., & Moon C. (2010). Improving teacher education curriculum. (Research Report RR 2010-11). Seoul: KEDI.

Hong, M. (2002). A Study on the Problems of Training Science(physics) Teachers and how to improve it - a research about appointments of teachers and their training. - major in physics education. Master's thesis of Kyung-Hee University.

Hwang, G., Park, S., Yoon, K., Lee, S., & Choi, E. (2014). Research on teacher education curriculum and certificate standards without examination. MOE & Incheon Metropolitan Office of Education.

Kang, H. (1999). A study on the educational system of integrated studies major in the graduate school of Education. *CBNU Journal of Educational Research*, 2, 1-15.

Kim, E., Park, S., Kim, S., & Lee, W. (2015). Explore teacher policy direction in response to the reform of integrated curriculum. Seoul: Korean Federation of Teachers' Association (KFTA).

Kim, E., Jeon, J., & Lee, J. (2016). Improving the quality and relevance of practicum for elementary and secondary pre-service teachers. (KOFAC report. BD16020005). Seoul: KOFAC.

Kim, Y. (2000). The state of the art of common science teaching in high school. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 20(2), 200-213.

Kim, Y. & Lee, M. (1994). The high school science teacher's perception on the common science and science-technology-society. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 14(3), 330-343.

Kim, Y., & Kim, J. (1997). The real situation of teaching and improvement plan for common science subject in the 6th curriculum. *Report of Science Education*, 28, 207-218.

KOFAC (2015a). Development research of draft of 2015 revised subject curriculum I - Science curriculum. Seoul: KOFAC.

KOFAC (2015b). Development research of draft of 2015 revised subject curriculum II - Science curriculum. (Research Report BD15110002). Seoul: KOFAC.

Kwak, Y., Lee, Y., Dong, H., Lee, I., Lee, J., & Kim, H. (2016). Ways to improve in-service science teachers' expertise with the introduction of 'Integrated Science' in 2015 revised curriculum. (Issue Paper ORM 2016-26-4). Seoul: KICE.

Lee, H. (1994). Development of science teacher training and reeducation policy for innovation of science education. The symposium on ways to innovate school science education. *The Korean Association for Science Education*(1994. 10. 28-29).

Lee, H., Son, D., Kwon, H., Park, K., Han, I., Jung, H., Lee, S., Oh, H., Nam, J., Oh, Y., & Phang, S. (2012). Secondary teachers' perceptions and needs analysis on integrative STEM education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(1), 30-45.

Lee, H., Son, Y., No, K., & Song, J. (1996). The ways to improve the training, employment and retraining of science teachers. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 16(1), 103-120.

Lee, K. (1993). A study on the curriculum of the common science subject. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 13(2), 198-209.

Lee, Y., Choi, S., & Park, Y. (1990). A study on the improvement of teaching area specification on secondary school teacher certificates in Korea - Focused on the clarification of pertinent departments and their required subject in teacher education institutes.

Maeng, H., & Son, Y. (2011). An analysis of the differences in perceptions and pedagogical content knowledge (PCK) of elementary teachers depend on application experience of integrated science education in the elementary science class. *Elementary Science Education*, 30(4), 601-614.

MEST (2010). 2010 Manual for certification of teachers. MEST.

MOE (1997). Science Curriculum. MOE Notification 1997-15 [Issue 9].

MOE (2015). Announcement of major issues of 2015 integrated curriculum of liberal arts and general science courses (2015. 9. 24.). MOE press release.

MOE (2016). 2016 Manual for certification of teachers. MOE.

Shin, Y., & Han, S. (2011). A Study of the Elementary School Teachers' Perception in STEAM(Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) Education. *Elementary Science Education*, 30(4), 514-523.

Son, M., Ahn, Y., Cho, D., Kim, P., & Kim, W. (2012). Research on development of a future curriculum for teacher education institutes. Seoul: Korean Federation of Teachers' Association (KFTA).

Yang, C., Kwak, Y., Han, J., & Noh, T. (2013). Current status of teacher education curriculum and recruitment of general science teachers and ways to improve them as suggested by professors from the department of science education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(2), 345-358.

Yoon, H., Yoon, W., & Woo, A. (2011). High School Science Teachers' Perceptions of the 2009 Revised Science Curriculum and the Science Textbook. *Journal of Research in Curriculum Instruction*, 15(3), 757-776.