



중학교 과학 수업 학습 환경에 대한 변화 분석

이재봉*

한국교육과정평가원

Analysis of Changes in the Learning Environments of Middle School Science Classes

Jaebong Lee*

Korea Institute for Curriculum and Evaluation

ARTICLE INFO

Article history:

Received 25 July 2016

Received in revised form

3 September 2016

20 September 2016

7 October 2016

Accepted 10 October 2016

Keywords:

learning environment, TIMSS,
teaching and learning

ABSTRACT

Using TIMSS survey data, we analyzed whether there were any significant changes in the learning environment of middle school science classes over the last 10 years. Our study selected questions from teachers and school principals' questionnaires and divided them by category: science class, teacher professional development, and school environment. The science class components were subdivided into three categories: science learning activities, evaluation, and homework. Within teacher professional development, the sub-categories included teacher training, collaboration to improve teaching, and teacher evaluation. School environment subdivided into two aspects, these being school characteristics and school system. Our research confirmed that there has been a positive change overall in learning environments. However, most classes are teacher-conducted and also teacher-oriented; the proportion of science investigation activities has declined compared against the prior ten years. Our study show that students do not engage in a range of inquiry-related activities. The questions on tests and examinations involve mostly knowledge application and understanding, although recent methods of evaluation show improvement. As for the science teachers, they participate in many professional development programs but focus on science content, science curriculum, and pedagogy. In addition, teachers do not have many opportunities to participate in the training to integrate information technology into science, science assessment, or improving students' critical thinking or inquiry skills. The teachers are satisfied with their profession, and the shortage of science resources does not seem to affect instruction.

1. 서론

과학 기술과 정보가 기반이 된 현대 사회에서는 다양한 사회 현상과 갈등이 과학과 밀접한 관련을 맺고 있다. 따라서 삶을 영위해 가면서 부딪히는 과학과 직접 관련된 문제뿐만 아니라 일반적인 문제나 사회적 갈등을 합리적으로 해결하기 위해서는 과학 교육을 통해 과학의 특성이나 과학 내용 그리고 과학과 기술이 사회에 미치는 영향에 대해서 이해해야만 한다. 그러므로 학교 교육에서 교과로서 과학이 차지하는 역할은 매우 크고 중요하다. 그러나 우리나라 과학 교육은 다양한 문제점이 지적되고 있었는데 특히 우리나라 학생들은 일반적인 학업 성취도는 높지만, 정의적 영역의 성취가 매우 낮다는 문제점은 지속적이면서도 가장 중요한 문제점으로 여겨져 왔다. 한 예로 TIMSS(Trends in International Mathematics and Science Study) 2011에 의하면 초등학생의 경우 학업 성취도는 1위를 기록했지만, 전체 50개국 중 과학에 대한 흥미는 48위, 과학에 대한 자신감은 50위로 나타났다. 중학교의 경우도 과학에 대한 흥미는 전체 26개국 중 26위, 과학에 대한 자신감은 24위, 과학에 대한 가치 인식은 23위로 나타났다(Kim *et al.*, 2012b, Martin *et al.*, 2012). PISA(Programme for International Student Assessment)의 결과도 이와 유사하게 학업 성취도와 달리 과학에 대한 정의적 영역의 성취는 매우 낮다.

이렇게 학생들의 과학에 대한 정의적 영역의 성취가 낮은 하나의 원인은 그동안 과학 교육에서 끊임없이 탐구 중심의 수업을 지향하여 왔지만 여전히 학교 수업은 지식 위주의 수업이 주를 이루고 있고 실제로 학교 현장에서 실행되고 있는 실험 수업의 빈도는 낮은 것이 원인일 수 있다(Park, 2013b). 학생들은 탐구 실험을 통해 추상적인 과학 개념을 보다 구체적으로 경험하게 되고, 과학적 탐구 능력을 기를 수 있다. 또한, 학생들도 과학적 흥미를 높이기 위해 실험 중심의 수업 전환을 요구하기도 한다(Kwak *et al.*, 2006). 따라서 과학 수업을 보다 활동 중심으로 전환하고 학습 환경을 변화시키기 위한 끊임없는 노력이 필요하다.

최근 과학 교육이 직면한 문제점을 해결하기 위한 노력 중에 대표적인 것이 '교육과정의 개정(Ministry of Education and Human Resources Development, 2007a; Ministry of Education and Science Technology, 2009; Ministry of Education, 2015)'과 '과학 교육 발전을 위한 종합 계획(Ministry of Education and Human Resources Development, 2002; Ministry of Education and Human Resources Development, 2007b, Ministry of Education and Science Technology, 2011)'이라 할 수 있다. 이러한 과학 교육 개선을 위한 다양한 시도에는 다음과 같은 특징이 있는 것을 볼 수 있다. 첫째, 과학적 탐구에 대한 지속적인 강조를 들 수 있다. 과학 교육에서 탐구에 대한 강조는

* 교신저자 : 이재봉 (jblee@kice.re.kr)

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2016.36.5.0717>

과학 교육 개혁 과정에서 끊임없이 추진되어 왔다. 우리나라에서는 특히, 제6차 교육과정부터 교육과정에 탐구에 대한 목표를 제시하는 등 탐구를 실제 학교현장에 정착되도록 하기 위한 노력을 지속해서 추진하고 있다. 또한, 2002년부터 실시된 ‘탐구·실험 중심의 초·중등 과학 교육 활성화 계획’에 따라 실험실 현대화 및 과학교구 확충, 실험 탐구학습 지원 자료 개발·보급, 과학교사의 실험수업 지도역량 강화 등을 실시하여 탐구실험을 위한 기반 구축하기 위해 노력하였다 (Leem & Kim, 2016). 최근 개정된 2015 개정 교육과정에서도 다양한 탐구 중심의 학습이 이루어지도록 하고 있다. 둘째, 융합을 지향하고 있다. 과학기술·예술 융합(STEAM)으로 일컬어지는 융합 과학 교육은 제2차 과학기술인재 육성·지원 기본계획(‘11~’15)에 따라 과학 기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 융합적 사고와 문제해결 능력을 배양할 수 있도록 학습내용 및 방식 재구조화하는 것을 목표로 2011년 교육과학기술부에서 ‘과학기술·예술 융합(STEAM) 교육 활성화 방안’을 발표한 이후 지속해서 추진하고 있다. 융합 과학 교육은 미국의 STEM 교육에서 유래되었다고 볼 수 있으나, 우리나라에서 강조하는 융합 인재 교육은 과학을 중심으로 학생들의 창의성을 길러주는 방향에 그 초점을 두고 있다(Baek *et al.*, 2011; Sim, Lee & Kim, 2015). 그러나 융합 과학 교육을 위해서는 무엇보다도 교사의 역할이 중요하지만, 교사들이 융합 인재 교육을 단순히 과학, 기술, 공학, 예술, 수학 교과의 나열이나 결합으로 이해하거나, 각 교과와 관련된 여러 가지 활동을 제공하는 수준으로 인식하는 문제점도 지적되고 있다(Sim, Lee & Kim, 2015). 셋째, 수업 방식의 변화로 토론 수업 활성화 및 흥미 유발에 초점을 두고 있다. 기존의 교사 중심의 지식 전달에서 벗어나 구성주의를 반영한 학생 중심의 교수 학습 방법을 도입하려는 시도가 늘어나고 있다. 이것은 학생들에게 적극적인 참여 기회를 부여함으로써 흥미를 높여주는 것과 같은 맥락에 있다. 특히, 최근 개정된 2015 개정 교육과정에서는 ‘학생 참여 중심 교수 학습 방법 개선’을 강조하고 있으며, 과정 중심의 평가가 확대하고자 하였다(Ministry of Education, 2015).

이러한 탐구에 대한 강조, 융합 지향, 토론 수업 활성화와 흥미 유발을 위한 수업 방식의 변화로 대표될 수 있는 그동안의 과학 교육 개선의 시도는 학습 환경 변화를 이끌어 학교 과학 교육이 가진 문제점을 바꾸어 보고자 하였다. 실제로 학습 환경에 대한 선행 연구에 의하면 학습 환경은 직·간접적으로 학생들의 학업 성취 및 정의적 성취, 과학탐구 능력에 영향을 주는 것으로 나타나고 있다. Lee & Kim(1999)는 과학 수업에서 학습의 과정이나 결과에 작용하는 학습 환경은 인지적 학습 결과나 정의적 특성에 영향을 주는데 특히 과학 교사들이 의해 조성되는 수업 태도, 인성 특성, 학급 분위기, 수업 행동, 지원적 행동 등 심리적 학습 환경이 학생들의 정의적 인식 성향과 인지적 학습 결과에 영향을 준다고 하였으며, Kwon *et al.*(2004)는 정의적 영역인 과학 태도에 학습 환경이 미치는 영향을 분석하였는데 여기서는 과학 경험, 교사 특성, 교사와 학생들의 상호 작용, 교사의 기대 수준, 학급 분위기, 학교 생활 태도, 학교의 심리적 환경에 대해서 살펴보았다. 이중 학생들의 과학 태도에 가장 영향을 많이 주는 요인은 과학에 대한 경험이고 교사나 학급 분위기도 많은 영향을 주는 것으로 드러났다. Hong, Kang & Kim (2010)은 호주의 Fraser에 의해 개발된 WHIC(What Is Happening In this Class)를 활용해서 학생 간의 단결, 교사 지원, 수업 참여, 탐구 활동, 과제 지향, 협동성,

평등성 측면에서 학습 환경을 조사 분석하였다. 연구 결과에 의하면 학생들 간의 단결, 과제 지향, 협동성, 평등성에서는 긍정적인 인식이 수업 참여, 탐구 활동, 교사 지원 항목에서는 부정적인 인식이 높았다. 그러나 Joo, Lee & Kim (2012)의 연구에 의하면 과학 수업 환경에 대한 교사와 학생의 인식 차이에서 보면 교사는 학생들보다 과학 수업 환경에 대해 긍정적으로 평가하는 경향이 나타나기도 하고, Kim & Kim (2012)에서는 초·중등학교의 과학 실험실 교수 환경에 대해서 과학 실험실 설비 상태, 교수 조건과 서비스 지원, 교수 학습 장비와 재료, 지원 정책과 실천 측면에서 과학 교사들의 선호와 실재를 비교한 결과 선호에 비해 실재가 낮게 나타나기도 하였다. 그러면 과학 교육 개선을 위한 노력으로 실제 과학 수업을 위한 학습 환경에는 그동안 변화가 있었을까? 과학 교육을 변화시키려는 다양한 노력이 과학 교육의 변화를 가져왔는지를 분석할 필요가 있으나 이에 대한 연구는 그리 많지 않다. 이러한 점에서 학교 교육에서 과학 수업이 실제로 어떻게 이루어지고 있으며 학습 환경에 어떠한 변화가 일어나고 있는지를 살펴볼 필요가 있다. 특히 학습 환경은 학교의 주요 활동이 교실 수업에서 이루어지고 있으므로 이에 대한 변화를 살펴보는 것은 매우 중요하고 의미 있는 연구이다. 앞서의 선행 연구에서는 학습 환경의 현황과 영향은 보여주지만 학습 환경의 변화를 알려주지 못하고, 서로 다른 검사 도구를 사용하기 때문에 메타 분석을 통해 변화를 살펴보기도 쉽지 않다. Hong, Kang & Kim (2010)이 동일한 WHIC를 활용해서 Kim, Fisher & Fraser (2000)의 연구와 비교하기도 하였으나 표집 등의 문제로 인식의 변화가 연도별 변화인지 지역별 편차인지는 알 수 없다고 하였다.

따라서 본 연구에서는 지난 3주기 간의 국제 학업 성취도 연구 자료를 활용하여 중학교 과학 수업의 학습 환경의 변화를 살펴보고자 한다. 이 분석에 사용한 국제 학업 성취도 자료는 여러 주기 동안 동일하게 사용되는 설문 문항이 많고, 문항의 타당성과 신뢰도가 확보되었을 뿐만 아니라 체계적인 표집을 통해 우리나라 전체의 경향을 살펴볼 수 있다는 장점이 있다. 그러나 본 연구가 이미 설계되어 실시된 자료에 근거하기 때문에 과학 수업을 위한 학습 환경 중 일부 요소에 한하여 변화를 살펴볼 수밖에 없는 한계점도 가지고 있다.

II. 연구방법

본 연구의 목표인 과학 수업의 학습 환경의 변화를 살펴보기 위해서는 무엇보다도 객관적이며 타당한 자료 수집이 무엇보다도 중요한데, 이를 위해 수학 과학 국제 학업 성취도 평가인 TIMSS 연구 자료를 활용하였다. TIMSS는 IEA(International Association for the Evaluation of Educational Achievement)가 주관하는 국제 학업 성취도 평가에 관한 주기성 연구로 1995년부터 시작해서 4년 주기별로 시행되고 있다. 우리나라는 중학교의 경우 1995년부터 매년 참가해 오고 있는데, TIMSS에서는 수학 및 과학의 학업 성취도뿐만 아니라 교사, 학생, 학교장을 대상으로 다양한 교육 맥락 변인을 조사하여 학업 성취도 평가와 교육 맥락 변인 간의 관계를 살펴 교육적인 시사점을 얻고 있다. 연구에 사용된 자료는 TIMSS 공식 웹사이트에서 배포된 자료를 활용하였다(IEA, 2008; IEA, 2016). TIMSS 2015가 2015년에 시행되었으나 결과가 발표되지 않아 가장 최근에 시행된 자료만을 활용할 수 있었다. 또한 Kim *et al.*(2012a)에서 일부 자료에

Table 1. Questionnaire items

대범주	소범주	변수명	주요 설문 내용	세부 문항 수	설문지 대상자
과학 수업 현황	교수 학습 활동	BTBS19A~BTBS19I	표집 학급의 과학 수업에서 학생들에게 다음 각 활동을 얼마나 자주 하게 합니까?	9	교사 설문
		BTBS26	표집 학급의 학생들을 얼마나 자주 평가합니까?	1	교사 설문
	평가	BTBS27A~BTBS27D	과학 시험 문제에 다음 유형을 얼마나 자주 출제합니까?	4	교사 설문
		BTBS24B	표집 학급의 학생들에게 대체로 어느 정도의 시간이 걸리는 과학 숙제를 내줍니까?	1	교사 설문
	숙제	BTBS24CA~BTBS24CE	표집 학급에서 과학 숙제와 관련된 다음의 활동들을 얼마나 자주 합니까?	5	교사 설문
교사의 전문성 개발 활동	교사 연수	BTBS28A~BTBS28F	지난 2년 동안, 다음 분야에 대한 전문성 개발 활동에 참여한 적이 있습니까?	6	교사 설문
	교사의 교류	BTBG10A, BTBG10B, BTBG10D,	동료 교사들과 다음과 같은 교류를 얼마나 자주 합니까?	3	교사 설문
	교사 평가	BCBG14A~BCBG14D	귀교에서는 과학 교사의 수업 평가를 위해 다음과 같은 방법이 적용되었습니까?	3	학교장 설문
학교 환경	학교의 특성(교사가 느끼는 특성)	BTBG06A~BTBG06H	학교에서 다음의 각 항목은 어떤 특성을 보입니까?	8	교사 설문
	지원 환경	BCBG08B	학생들이 과학 실험을 할 때 도와 줄 실험보조 교사가 있습니까?	1	학교장 설문
		BCBG09CB~BCBG09CG	귀교에서는 다음 항목이 부족하거나 부적합하여 과학 수업에 주는 영향은 어느 정도입니까?	6	학교장 설문

대해서 2007까지의 경향을 분석하였으나 본 연구에서는 2011를 포함 시켜서 분석하였다.

과학 수업의 학습 환경 변화를 살펴보기 위해 TIMSS 2003~2011의 교사나 학교장 설문 중에 3주기 연속으로 사용되었던 설문 또는 최근 2주기 설문 중 공통으로 사용되었던 설문 문항을 연구 대상으로 하였다. 설문 문항 중에 교수 학습 변화를 살펴볼 수 있는 문항만을 선정하였다. TIMSS 2003은 2002년에, TIMSS 2007은 2006년에, TIMSS 2011은 2010년에 우리나라에서 본검사가 시행되었기 때문에 3주기에서의 변화를 보면 제7차 교육과정의 도입기와 후반기 그리고 2007 개정 교육과정의 도입기에 중학교 과학 수업의 학습 환경 변화를 살펴볼 수 있다.

설문 문항 중에 학습 환경 변화를 알 수 있는 내용만을 연구의 대상으로 하였는데, 연구에 사용된 설문 문항의 개요는 Table 1과 같다. 변수명은 TIMSS 2011을 기준으로 작성하였다. 설문 문항은 과학 수업 현황, 교사의 전문성 개발 활동, 학교의 지원 환경 측면으로 범주화해 볼 수 있다. 과학 수업 현황의 경우는 보다 세부적으로 교수 학습 활동, 평가, 숙제로 3가지 범주로, 교사의 전문성 개발 활동은 교사 연수, 교사의 교류, 교사 평가의 3가지 범주로, 학교 환경은 학교 특성, 지원 환경의 2가지 범주로 구분해 볼 수 있다. 앞서 선행 연구에서 보았듯이 실제로 과학 수업의 학습 환경은 Table 1에 나열된 요소 외에 다양한 요소로 구성될 수 있으나 본 연구에서는 설문 문항에서 알 수 있는 요소만을 분석하였다.

분석 방법은 SPSS 22.0을 사용하였다. 설문 문항은 3~5점 리커트 척도와 어떠한 행동이 얼마나 자주 일어나는지를 살펴보기 위한 ‘일주일에 한번’ 등과 같은 척도를 사용하고 있다. 리커트 척도는 일반적으로 등간척도(interval scale)로 보고 분석하는 경우가 많으나, 리커트 척도의 경우 서열척도(ordinal scale)의 특성이 크며, 설문 문항 중 ‘가끔’ ‘일주일에 한번’ 등은 서열척도이므로 연구에서 동일한 분석

방법을 사용하기 위해 모두 서열척도로 변환하여 분석하였다. 시행 연도 간의 차이를 분석하기 위해서 서열척도의 경우에 사용되는 비모수적 통계분석 방법인 크루스칼-월리스(Kruskal-Wallis) 분석 방법을 사용하였다. 크루스칼-월리스 분석 방법은 순위 데이터에서 집단 간 차이를 분석하기 위해 흔히 사용되는 방법이다(Noh, 2004). 일부 문항은 교차분석을 실시하였다.

III. 연구결과

1. 과학 수업 현황

학교에서 과학 수업 현황의 변화를 살펴보기 위해서 교수 학습 활동, 평가, 숙제에 대한 설문을 분석하였다. 먼저 교수 학습 활동과 관련해서는 교사를 대상으로 한 설문으로 ‘표집 학급의 과학 수업에서 학생들에게 다음 각 활동을 얼마나 자주 하도록 합니까?’라는 질문에서 ‘자연현상을 관찰하고 관찰한 것 설명하기’, ‘교사가 하는 실험이나 조사 활동 지켜보기’, ‘실험이나 조사에 대한 설계나 계획 세우기’, ‘실험이나 조사 활동 수행하기’, ‘교과서나 기타 참고자료 읽기’, ‘사실과 원리를 암기하기’, ‘과학 공식과 법칙을 이용하여 전형적인 문제풀기’, ‘학생들이 공부하고 있는 것에 대해서 설명하기’, ‘과학 학습 내용과 실생활을 관련시키기’의 활동을 얼마나 자주 하는지를 묻고 있다(Cho *et al.*, 2012).

척도에서 ‘전혀 하지 않음’, ‘가끔’, ‘두 시간에 한 번 정도’, ‘거의 매 수업 시간마다’를 각각 1~4로 순위화하여 분석하였다. 최근 TIMSS 3주기 동안 과학 수업에서 교수 학습 활동의 변화를 살펴보면 Table 2와 같다. 각 항목에서 주기별로 유의미한 차이를 보였다.

Table 2. Teachers emphasis about learning activities in science classes

질문	주기	전혀 하지 않음	가끔	두 시간에 한 번 정도	거의 매 수업 시간마다	Kruskal-Wallis 검정			
						평균 순위	H (df)	사후 분석(쌍대 비교)	
								2007-2003	2011-2007
자연현상을 관찰하고 관찰한 것 설명하기	2003	-	-	-	-	-	53,221* (1)	-	135,643*
	2007	12.4%	55.0%	27.9%	4.7%	573,327			
	2011	0.9%	54.1%	30.9%	14.2%	708,970			
교사가 하는 실험이나 조사활동 지켜보기	2003	1.9%	65.6%	28.2%	4.3%	827,974	20,688* (2)	-34,338*	103,524*
	2007	3.7%	66.2%	27.8%	2.4%	793,636			
	2011	0.8%	59.3%	33.7%	6.2%	897,161			
실험이나 조사에 대한 설계나 계획 세우기	2003	10.7%	72.9%	16.2%	0.2%	796,549	26,247* (2)	8,629*	98,820*
	2007	11.2%	70.8%	17.3%	0.7%	805,178			
	2011	7.1%	66.0%	23.9%	3.0%	903,998			
실험이나 조사 활동 수행하기	2003	2.3%	68.0%	28.4%	1.3%	814,177	5,697* (2)	53,313*	-43,017*
	2007	1.3%	63.2%	33.6%	1.9%	867,489			
	2011	2.7%	66.6%	27.8%	3.0%	824,472			
교과서나 기타 참고자료 읽기	2003	-	-	-	-	-	76,711* (1)	-	171,204*
	2007	5.8%	41.0%	30.5%	22.6%	552,685			
	2011	2.1%	23.8%	32.1%	42.0%	723,889			
사실과 원리를 암기하기	2003	-	-	-	-	-	89,706* (1)	-	185,188*
	2007	6.4%	38.0%	39.2%	16.5%	552,546			
	2011	1.6%	22.5%	39.2%	36.7%	737,734			
과학 공식과 법칙을 이용하여 전형적인 문제풀기	2003	-	-	-	-	-	58,979* (1)	-	148,818*
	2007	2.1%	35.1%	45.5%	17.4%	570,898			
	2011	1.3%	21.7%	41.6%	35.5%	719,716			
학생들이 공부하고 있는 것에 대해서 설명하기	2003	-	-	-	-	-	71,412* (1)	-	159,397*
	2007	1.0%	21.9%	36.4%	40.7%	565,907			
	2011	0.0%	8.9%	29.0%	62.0%	725,304			
과학 학습 내용과 실생활을 관련시키기	2003	-	35.6%	22.6%	41.8%	736,124	49,088* (2)	87,002*	111,365*
	2007	-	17.9%	39.3%	42.8%	823,126			
	2011	-	9.8%	36.4%	53.8%	934,492			

*p<0.05

대부분의 조사 대상 교수 학습 활동에서 평균 순위가 주기가 변할수록 대체로 증가하는 것으로 볼 때, 전체적으로 과학 수업에서 이루어지는 활동 중에 예시된 활동에 대한 수업에서의 활용 빈도가 점차 높아지고 있음을 알 수 있다. TIMSS 2003과 TIMSS 2007의 변화를 보면 교사가 하는 실험 활동이나 조사 활동 지켜보기는 감소하고 실험이나 조사 활동에 대한 설계나 계획 세우기는 증가하고 있으며 과학 학습 내용과 실생활을 관련시키는 활동도 증가하는 것을 볼 수 있다. 특히 과학 학습 내용과 실생활을 관련시키는 활동의 비중이 크게 상승하였는데 이러한 경향은 TIMSS 2011에서도 그대로 이어졌다. TIMSS 2007에서 TIMSS 2011에서의 변화를 보면 자연현상을 관찰하고 관찰한 것 설명하거나 교사가 하는 실험이나 조사 활동 지켜보기, 실험이나 조사에 대한 설계나 계획 세우기가 증가하지만 실험이나 조사 활동을 수행하는 것은 감소하고 있으며, 교과서나 기타 참고자료 읽기 사실이나 원리 암기하기, 과학 공식과 법칙을 이용하여 전형적인 문제 풀기 등이 크게 증가하는 것을 볼 수 있다. 2007 개정 교육과정에서 자유탐구를 도입하여 학생들의 탐구 활동의 실행을 강조했음에도 여전히 학교에서는 탐구나 활동을

강조한 수업보다는 교사 중심의 수업이 주를 이루고 있음을 알 수 있다. 특히, 지식의 전달에 초점을 둔 자료를 읽거나 암기하기, 문제 풀이 활동의 비중이 높아지고 있어 이를 개선하기 위한 노력이 필요해 보인다. 비슷한 연구 결과로 중학교 과학 교사들은 과학실험이 호기심이나 흥미 유발 등 많은 장점이 있다고 인식을 하고 있지만 업무과다, 수업진도나 평가의 문제, 실험실 환경 등의 이유로 한 학기에 1~3번의 실험만을 진행하는 것으로 나타났다(Park, 2013b).

Hodson (1998)은 실험을 통해 학생들은 과학의 개념과 과정, 그리고 과학 자체에 대해서 배우게 된다고 하였다. 물론 일부 연구에서 실험 활동 효과가 크지 않다는 연구도 있지만(Lazarowitz & Tamit, 1994; Kim & Song, 2003에서 재인용), 실제로 다양한 활동 중심의 실험이 정의적 영역이나 탐구 능력의 향상에 도움을 주었다(Kang, Kang & Lee, 2013; Kim & Woo, 2016). 실험이 효과가 크지 않은 원인 중에 하나는 실험 활동의 목적들 사이의 혼란과 충돌에서 기인하기도 한다(Woolnogh, 1999; Kim & Song, 2003에서 재인용). 따라서 실험 활동의 횟수를 늘리는 것뿐만 아니라 실험의 목적에 맞게 실험 활동을 구성하려는 노력도 함께 필요하리라 생각된다.

Table 3. The period of science tests or examinations

질문	주기	전혀	1년에 한 번	1달에 한 번	2주일에 한 번	1주일에 한 번	Kruskal-Wallis 검정			
							평균 순위	H (df)	사후 분석(쌍대 비교)	
									2007-2003	2011-2007
평가의 빈도	2003	1.3%	15.9%	33.8%	30.7%	18.4%	885,489	7,226 (2)	-78,107*	25,192*
	2007	-	17.0%	44.4%	26.4%	12.2%	807,381			
	2011	0.4%	16.8%	40.8%	27.3%	14.8%	832,573			

*p<0.05

과학 수업 현황에서 교수 학습 활동에 이어 평가와 관련한 실태를 살펴보았다. 평가는 과학 교수 학습이 일어나는 일련의 과정에서 계속 활용되기 때문에 최근에는 평가가 단순히 학생의 성취 정도를 알아보는 것뿐만 아니라 교수 학습 과정의 일부로 받아들여지기도 한다. 실제로 최근 형성 평가의 중요성을 강조하고, 학습의 결과가 아니라 학습의 과정을 평가의 주요 대상으로 설정하며, 평가의 과정을 교수 학습과정과 연계하여 하나의 통합된 형태로 학습과정을 진단하고 개별학습을 촉진하고자 하는 노력이 점점 더 많아지고 있다(Hwang, 2008; Park, 2013a). 이러한 점에서 과학 수업의 학습 환경 변화에서 평가의 실태 변화를 살펴보는 것은 매우 중요한데 평가의 빈도와 시험 유형에 대한 변화를 교사 설문을 통해 살펴보았다. 우선 평가의 빈도는 “표집 학급의 학생들을 얼마나 자주 평가합니까?”라는 질문에 대해 척도 ‘전혀’, ‘1년에 한 번’, ‘1달에 한 번’, ‘2주일에 한 번’, ‘1주일에 한 번’ 등을 1~5로 순위화하여 분석하였다. 분석한 결과에 의하면 주기별로 유의미한 차이를 보였는데, TIMSS 2003에 비해 TIMSS 2007에서 평가의 횟수가 많이 감소하였으며, 이것이 TIMSS 2011에서는 다소 증가한 것을 알 수 있다.

평가의 빈도와 더불어 “과학 시험 문제에 다음 유형을 얼마나 자주 출제합니까?”라는 질문을 통해 시험 유형 ‘사실 및 개념을 아는 것과 관련된 문제’, ‘지식을 적용하고 이해하는 것과 관련된 문제’, ‘가설을 설정하거나 과학적 탐구를 설계하는 것과 관련된 문제’, ‘설명이나 정당화를 요구하는 문제’를 얼마나 자주 출제하는지를 살펴보았다. 이 질문에 대한 척도 ‘전혀 또는 거의 출제하지 않음’, ‘가끔’, ‘항상

또는 거의 항상’을 1~3으로 순위화하였으며 이를 분석한 결과는 Table 4와 같다. 각 항목에서 주기별로 유의미한 차이를 보였다. 전체적으로 사실이나 개념 지식의 이해와 관련된 문제가 가설을 설정하거나 과학적 탐구 설계를 하는 문제보다 출제의 비중이 높았으며, 설명이나 정당화를 요구하는 문제가 가장 낮은 비중을 나타내었다. 그러나 TIMSS 2007과 비교할 때, TIMSS 2011에서는 점차 사실이나 개념을 강조한 것보다는 가설을 설정하거나 과학적 탐구를 설계하는 것과 관련된 문제나 설명이나 정당화를 요구하는 문제의 출제 횟수의 증가하는 경향을 보였다. 이것으로 볼 때, 과학 교육 평가에서 변화가 있음을 알 수 있다. 이것은 최근 들어 서술형 평가를 점차 강조하며, 수행 평가의 비중을 높여가고 있는 정책과 관련이 있을 수 있다. 그러나 Kim, Kwack & Sung(2000)은 중등학교 교사의 학습평가에 대한 실태 조사에서 보면 교사들은 그 이전 연구와 동일하게 지식에 대한 평가 비중이 높고, 기능은 주로 실험보고서를 통해 평가하며 태도를 평가하는 경우는 매우 낮았다. 또한 Jeong & Choi (2014)는 과학과 평가실태를 전국적으로 조사하였다. 연구 결과에 의하면 학교급이 올라갈수록 지필평가의 비중이 높고, 지식이 탐구보다는 평가하는 비중이 높았다. 문항 유형으로 선다형 문항의 비중이 여전히 컸으며, Sim, Noh & Kim (2012)는 우리나라 국가수준 학업 성취도 평가에서 서답형 문항이 차지하는 비중이 외국에 비해서 낮다고 보고하기도 하였다. 현재 과학 수업에서 점차 평가가 개선되고 수행평가의 비중은 늘리고 있지만 수행평가도 실험보고서 위주로 실행되고 있어 여전히 개선해야 할 부분이 많다.

Table 4. The types of questions

질문	주기	전혀 또는 거의 출제하지 않음	가끔	항상 또는 거의 항상	Kruskal-Wallis 검정			
					평균 순위	H (df)	사후 분석(쌍대 비교)	
							2007-2003	2011-2007
사실 및 개념을 아는 것과 관련된 문제	2003	-	-	-	-	5,603* (1)	-	32,231*
	2007	-	19.9%	80.1%	624,554			
	2011	-	14.8%	85.2%	656,785			
지식을 적용하고 이해하는 것과 관련된 문제	2003	-	-	-	-	6,665* (1)	-	35,165*
	2007	0.6%	19.3%	80.1%	625,541			
	2011	0.0%	14.6%	85.4%	660,706			
가설을 설정하거나 과학적 탐구를 설계하는 것과 관련된 문제	2003	-	-	-	-	40,643* (1)	-	114,818*
	2007	16.3%	63.5%	20.2%	581,991			
	2011	7.6%	59.0%	33.4%	696,809			
설명이나 정당화를 요구하는 문제	2003	-	-	-	-	46,257* (1)	-	121,195*
	2007	21.8%	62.0%	16.3%	579,508			
	2011	9.8%	62.3%	27.9%	700,703			

*p<0.05

Table 5. Weekly time that students spend on science homework

질문	주기	15분 이하	16~30분	31~60분	61~90분	90분 초과	Kruskal-Wallis 검정			
							평균 순위	H (df)	사후 분석(쌍대 비교)	
									2007-2003	2011-2007
학생에게 부여한 숙제의 분량	2003	19.6%	53.0%	24.1%	1.8%	1.5%	754,624	12,778* (2)	-42,951*	-49,046*
	2007	22.4%	56.4%	15.4%	1.1%	4.6%				
	2011	27.5%	54.5%	15.2%	0.8%	2.1%				

*p<0.05

과학 수업 현황에서에서 마지막으로 과학 숙제와 관련해서는 숙제의 분량과 숙제와 관련하여 활동하는 유형에 관하여 살펴보았다. 숙제의 분량과 관련하여 “표집 학급의 학생들에게 대체로 어느 정도의 시간이 걸리는 과학 숙제를 내줍니까?”에 대한 질문에 대해 척도 ‘15분 이하’, ‘16~30분’, ‘31~60분’, ‘61~90분’, ‘90분 초과’를 각각 1~5로 순위화하여 분석하였다. 최근 3주기 동안의 변화를 살펴보면 Table 5와 같은데 주기별로 유의미하게 감소하는 경향이 보이고 있었다. 분석 결과에 의하면 전체적으로 30분 이내에 걸리는 숙제를 내주고 있으나 점차적으로 시간이 적게 걸리는 숙제를 학생들에게 부과하고 있었다. 이러한 숙제시간의 감소 경향은 TIMSS 2011에서 더욱 크게 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 감소 원인에 대한 보다 상세한 분석 연구가 필요하다.

숙제와 연관 지어 어떠한 활동을 주로 하는지를 살펴보기 위해서 “표집 학급에서 과학 숙제와 관련된 다음의 활동들을 얼마나 자주 합니까?”라는 질문에서 ‘숙제를 교정하여 학생들에게 피드백을 줌’, ‘학생들이 스스로 자신의 숙제를 수정하게 함’, ‘수업 시간에 숙제에 대해 토론함’, ‘숙제를 다 했는지 점검함’, ‘숙제를 학생들의 등급 및 성적 산출 자료로 활용함’에 대한 실행 정도를 살펴보았다. 척도 ‘전혀 또는 거의 출제하지 않음’, ‘가끔’, ‘항상 또는 거의 항상’을 1~3으로 순위화하였으며 이를 분석한 결과는 Table 6과 같다. 전체적으로

피드백을 주거나 토론을 위해 사용하는 비중은 낮고 숙제를 다 했는지 점검하거나 성적 산출을 위해 사용하는 비중이 높은 편이다. 그러나 연도별 변화를 살펴보면, 숙제를 교정하여 학생들에게 피드백을 주는 비중이 점차 늘어나고 있으며, 숙제를 점검하거나 성적 산출에 활용하는 비중은 최근에는 점차 낮아지고 있었다.

2. 교사의 전문성 개발 활동

과학 교사는 과학 교육 개혁을 실제 학교 현장에서 실천하고 있는 실행자라는 측면에서 과학 교사가 자신의 전문성을 향상을 위해 얼마나 노력하고 있는지를 살펴보는 것이 중요하다. 과학 수업 활동에 이어 과학 교사가 어떤 전문성 개발 활동에 참여하였는가를 교사 연수, 교사의 교류, 교사 평가 측면에서 살펴보았다. 우선 교사 연수와 관련하여 어떠한 연수 프로그램에 주로 참여하고 있는지를 살펴보기 위해 “지난 2년 동안, 다음 분야에 대한 전문성 개발 활동에 참여한 적이 있습니까?”라는 질문을 분석하였다. 최근 2년간 과학 내용, 과학 교수법, 과학 교육과정, 과학과 정보 기술의 통합, 학생들의 탐구 능력 향상, 학생평가 등에 대해서 교사들이 교사 연수에 참여해 본 경험 여부를 분석한 결과는 Table 7과 같다.

Table 6. Teachers' activity with science homework

질문	주기	전혀 또는 거의 출제하지 않음	가끔	항상 또는 거의 항상	Kruskal-Wallis 검정			
					평균 순위	H (df)	사후 분석(쌍대 비교)	
							2007-2003	2011-2007
숙제를 교정하여 학생들에게 피드백을 줌	2003	16.8%	67.5%	15.7%	617,034	29,639* (2)	87,268*	46,494*
	2007	15.1%	56.4%	28.5%				
	2011	7.2%	63.4%	29.4%				
학생들이 스스로 자신의 숙제를 수정하게 함	2003	23.5%	62.5%	14.1%	606,221	65,339* (2)	61,379*	136,556*
	2007	23.9%	50.6%	25.4%				
	2011	11.2%	50.5%	38.2%				
수업 시간에 숙제에 대해 토론함	2003	23.0%	69.7%	7.3%	687,955	23,672* (2)	-32,301*	102,203*
	2007	27.8%	65.3%	6.9%				
	2011	21.2%	60.3%	18.5%				
숙제를 다 했는지 점검함	2003	2.0%	40.1%	57.9%	568,753	93,238* (2)	190,288*	-41,260*
	2007	0.0%	15.1%	84.9%				
	2011	0.5%	20.4%	79.1%				
숙제를 학생들의 등급 및 성적 산출 자료로 활용함	2003	5.6%	65.1%	29.3%	612,225	39,409* (2)	147,250*	-83,410*
	2007	3.7%	45.5%	50.8%				
	2011	11.1%	46.4%	42.4%				

*p<0.05

Table 7. Teacher participation in professional development for the last two years

질문	주기	아니요	예	χ^2 검정
과학 내용	2003	51.2%	48.8%	47,501**
	2007	30.9%	69.1%	
	2011	34.9%	65.1%	
과학교수법	2003	65.4%	34.6%	116,021**
	2007	50.8%	49.2%	
	2011	31.5%	68.5%	
과학 교육과정	2003	60.2%	39.8%	89,321**
	2007	66.4%	33.6%	
	2011	40.7%	59.3%	
과학과 정보 기술의 통합	2003	56.0%	44.0%	29,545**
	2007	71.2%	28.8%	
	2011	69.7%	30.3%	
학생들의 비판적 사고 또는 탐구능력의 향상	2003	72.8%	27.2%	34,095**
	2007	61.8%	38.2%	
	2011	54.6%	45.4%	
과학과목에서의 학생평가	2003	76.2%	23.8%	43,441**
	2007	64.4%	35.6%	
	2011	55.8%	44.2%	

**p<0.001

전체적으로 많은 교사들이 다양한 교사 교육 프로그램에 참여하고 있음을 알 수 있다. 특히, 최근에 과학 내용이나 과학교수법, 과학 교육과정에 대한 교사 연수 프로그램에 참여한 경우가 많았으며, 과학과 정보 기술을 위한 통합을 제외하고는 전체적으로 최근일수록 증가하는 경향을 보이고 있다. ICT 활용 교육의 경우 2000년대 초반에는 많이 있었으나 2000년대 후반에 교육 정보화 지침이 개정되어 필수화하지 않으면서 감소하고 있는 것으로 보인다(Lee, 2015). 최근 스마트폰 등 새로운 방식의 ICT 활용이 중요하게 부각되고 있으므로 이에 대한 교사 교육프로그램을 마련할 필요가 있어 보인다. 과학 교육과정의 경우 교육과정 개정의 시기에 집중적으로 교사 연수가 실시되고 있음을 볼 수 있다. 학생 평가나 학생들의 탐구 능력 향상을 위한 연수에 교사들의 참여가 지속적으로 늘어나고 있는 것은 매우

고무적이라 할 수 있다. 그러나 Table 7에 의하면 가장 최근에도 교사가 참여하는 연수 프로그램의 내용에서 전통적인 과학 내용과 교육과정, 교수법에 대한 비중이 60% 이상인데 비해 학생들의 비판적 사고나 과학적 탐구 능력 향상, 다양한 평가 방안을 다루는 프로그램은 45%정도만이 참여하고 있으므로 보다 다양한 연수 프로그램에 참여할 수 있도록 할 필요가 있다. 특히, 최근 개정된 교육과정이 과정 중심 평가를 강조하고 과학적 탐구 능력, 과학적 사고력 등 핵심역량을 교과에 반영하도록 하고 있는데 비해 비판적 사고나 과학적 탐구 능력 향상, 다양한 평가 방안에 대한 참여 비율이 낮으므로 이에 대한 연수 프로그램의 확대는 반드시 필요하다.

교사들 간의 교류도 최근 들어 강조하는 부분이다. 교사의 학교 내 공동체를 통한 상호 연수 및 토론은 교사들의 전문성 향상에 매우 중요한 역할을 한다. 교사들의 교류에 대해서 “동료 교사들과 다음과 같은 교류를 얼마나 자주 합니까?”라는 질문에서 ‘특정 주제에 대한 교수 방법 토의하기’, ‘수업 자료 계획 및 준비에 대한 협의하기’, ‘수업 개선을 위해 다른 수업 참관하기’를 척도 ‘전혀 또는 거의 안함’, ‘한 달에 2~3번’, ‘일주일 1~3번’, ‘매일 또는 거의 매일’을 각각 1~4로 순위화하여 분석한 결과를 Table 8과 같다. 특정 주제에 대한 교수 방법 토의하기와 수업 자료 계획 및 준비에 대한 협의하기는 TIMSS 2003에서 TIMSS 2007에서 증가하였으나 TIMSS 2011에서는 감소하는 경향을 보이고 있었으며, 수업 개선을 위한 다른 수업 참관하기는 계속적으로 증가하는 경향을 보이고 있다. 최근 학교 내 교사 공동체의 활동을 강화하고 있으나 TIMSS 2011에서 교사 간의 수업에 관해 논의하는 횟수가 감소하고 있는 점에 주목할 필요가 있다. 수업 참관처럼 공식적인 협력 외에 비공식적인 교사들 간의 교류 협력을 늘릴 수 있는 기회를 많이 제공할 필요가 있다.

과학 교사의 수업을 평가하기 위해 어떤 방법을 적용하고 있는지를 살펴보기 위해 학교장을 대상으로 “귀교에서는 과학 교사의 수업 평가를 위해 다음과 같은 방법이 적용되었습니까?”라는 질문에 대해 ‘학교장이나 경력교사의 참관’, ‘장학사나 학교 외부인사의 참관’, ‘학생의 학업 성취도 결과’, ‘동료 교사의 평가’를 ‘안한다’와 ‘한다’로 하여 분석하였다. 분석한 결과는 Table 9와 같다. 학교장이나 경력교사의 참관이나 동료 교사의 평가는 증가하지만 장학사나 학교 외부인사의 참관이나 학생의 학업 성취도 결과는 감소하는 경향을 보이고 있다. 특히 동료 교사의 평가가 증가하고 있다. 이것은 최근 교원 능력

Table 8. Teachers Collaboration to Improve Teaching

질문	주기	전혀 또는 거의 안함	한 달에 2~3번	일주일 1~3번	매일 또는 거의 매일	Kruskal-Wallis 검정			
						평균 순위	H (df)	사후 분석(쌍대 비교)	
								2007-2003	2011-2007
특정 주제에 대한 교수 방법 토의하기	2003	22.8%	41.2%	26.7%	9.2%	838,056	41,560* (2)	85,992*	-162,425*
	2007	10.2%	50.0%	33.7%	6.0%	924,048			
	2011	21.3%	53.1%	22.2%	3.3%	761,623			
수업 자료 계획 및 준비에 대한 협의하기	2003	9.8%	39.2%	39.1%	11.8%	854,145	60,235* (2)	82,269*	-196,516*
	2007	3.6%	40.5%	39.1%	16.9%	936,414			
	2011	9.7%	51.9%	33.4%	5.0%	739,898			
수업 개선을 위해 다른 수업 참관하기	2003	86.7%	11.0%	1.4%	1.0%	688,179	196,825* (2)	82,402*	240,853*
	2007	76.3%	22.3%	1.4%	0.0%	770,582			
	2011	47.3%	49.9%	2.4%	0.4%	1,011,435			

*p<0.05

Table 9. Evaluation the practice of science teachers

질문	주기	안한다	한다	χ^2 검정
학교장이나 경력교사의 참관	2003	8.4%	91.6%	160.8**
	2007	5.2%	94.8%	
	2011	1.2%	98.8%	
장학사나 학교 외부인사의 참관	2003	38.1%	61.9%	84.0**
	2007	26.7%	73.3%	
	2011	34.4%	65.6%	
학생의 학업 성취도 결과	2003	10.0%	90.0%	114.0**
	2007	8.3%	91.7%	
	2011	16.6%	83.4%	
동료 교사의 평가	2003	30.3%	69.7%	954.7**
	2007	21.5%	78.5%	
	2011	0.7%	99.3%	

**p<0.001

평가의 변화를 반영한 결과라 할 수 있다. 교원 능력 개발 평가에서는 2005년부터 시범적으로 운영되다가 2012년 전면 시행되고 있으며 여기에 동료 교원 평가가 평가 항목으로 설정되어 있다. 동료 평가는 기존의 수직적인 평가 체제에서 수평적인 평가를 보완함으로써 평가의 객관성과 신뢰성을 높이기 위한 것이다. 교원 능력 개발 평가는

평가 결과를 교사에게 제공하여 수업을 개선하고 교사의 전문성을 신장시키는 데 기여하게 된다(Hong, 1999).

3. 학교 환경

학교 과학 수업의 변화의 또 다른 중요한 측면이 바로 학교의 교수 학습 지원 환경이다. 이와 관련해서 교사가 느끼는 학교의 교육 환경 특성과 지원 환경에 대해서 살펴보았다. 이와 관련된 설문은 교사가 생각하는 학교의 특성과 지원 환경에 대한 인식에 대한 것이다. 우선 “귀하의 학교에서 다음의 각 항목은 어떤 특성을 보입니까?”에 대한 질문에 척도 ‘매우 낮다’, ‘낮다’, ‘보통이다’, ‘높다’, ‘매우 높다’를 각각 1~5로 순위화하여 분석하였다. 이 설문에 해당하는 항목들은 교사의 직무 만족도, 학교 교육과정 목표에 대한 교사의 이해, 학교 교육과정에 대한 교사의 실행 성과, 학생의 학업 성취에 대한 교사의 기대, 학생의 학업 성취를 위한 학부모의 지원, 학교 활동에 대한 학부모의 참여, 학교 자산을 소중히 여기는 학생들의 마음, 학교생활을 잘하려는 학생들의 의지이다.

전체적으로 교사의 직무 만족도, 학교 교육과정 목표에 대한 교사의 이해, 교육과정에 대한 실행 성과, 학업 성취에 대한 교사의 이해, 학생들의 학교생활 의지 등이 높은 특성을 나타냈으나 학교 자산을

Table 10. Characteristics within school

질문	주기	매우 낮다	낮다	보통이다	높다	매우 높다	Kruskal-Wallis 검정		
							평균 순위	H (df)	사후 분석(쌍대 비교) 2007-2003 2011-2007
교사의 직무 만족도	2003	1.8%	10.2%	56.2%	30.1%	1.6%	681,358	166,665* (2)	98,205* 247,652*
	2007	2.4%	7.9%	47.8%	35.9%	6.1%	779,563		
	2011	0.5%	3.0%	28.5%	53.5%	14.5%	1,027,216		
학교 교육과정 목표에 대한 교사의 이해	2003	2.7%	2.2%	51.6%	40.8%	2.7%	628,983	229,998* (2)	174,938* 235,249*
	2007	-	2.4%	35.2%	55.0%	7.4%	803,922		
	2011	-	1.4%	11.8%	70.4%	16.4%	1,039,171		
학교 교육과정에 대한 교사의 실행 성과	2003	-	1.8%	38.9%	49.7%	9.7%	762,807	50,856* (2)	41,148* 134,613*
	2007	-	3.4%	28.5%	61.9%	6.2%	803,954		
	2011	-	0.3%	20.3%	65.9%	13.5%	938,568		
학생의 학업 성취에 대한 교사의 기대	2003	1.2%	6.7%	24.9%	58.4%	8.8%	821,793	6,559* (2)	4,892* 55,745*
	2007	-	3.3%	35.8%	45.5%	15.3%	826,685		
	2011	0.9%	3.7%	24.8%	56.5%	14.0%	882,430		
학생의 학업 성취를 위한 학부모의 지원	2003	6.3%	18.8%	45.7%	24.9%	4.4%	827,980	22,966* (2)	-37,780* 121,452*
	2007	6.5%	23.7%	42.6%	22.1%	5.1%	790,201		
	2011	1.1%	17.5%	45.1%	33.6%	2.6%	911,653		
학교 활동에 대한 학부모의 참여	2003	5.7%	25.3%	44.3%	22.7%	2.0%	787,384	34,841* (2)	8,397* 134,696*
	2007	5.7%	27.5%	39.2%	24.3%	3.3%	795,782		
	2011	1.3%	17.3%	46.5%	31.0%	3.9%	930,478		
학교 자산을 소중히 여기는 학생들의 마음	2003	9.1%	31.3%	45.3%	14.0%	0.4%	812,910	42,801* (2)	-31,667* 161,864*
	2007	9.6%	34.5%	42.9%	12.0%	1.0%	781,243		
	2011	3.3%	28.1%	44.8%	19.2%	4.7%	943,108		
학교생활을 잘하려는 학생들의 의지	2003	2.6%	12.7%	52.9%	30.7%	1.1%	850,059	20,733* (2)	-58,071* 113,790*
	2007	5.5%	16.8%	48.7%	27.0%	2.1%	791,988		
	2011	1.7%	9.8%	52.9%	31.9%	3.7%	905,779		

*p<0.05

소중히 여기는 학생들의 마음은 낮은 편이었다. 조사한 대부분의 항목에 대해서 TIMSS 2011에서의 증가하는 폭이 매우 커서 긍정적인 변화가 있다고 볼 수 있다. 예를 들어, 교사의 직무 만족도는 TIMSS 2003에서 TIMSS 2011로 갈수록 증가하는 경향을 보였으며 TIMSS 2011에서 크게 증가하였다. 학교 교육과정 목표에 대한 교사의 이해나 실행 성과도 점차 증가하고 있었다. 학생의 학업성취를 위한 학부모 지원이나 참여의 경우도 보통보다 낮은 편이었으나 최근 들어 점차 참여가 확대되고 있었다.

과학 수업과 관련된 물리적인 지원 환경과 관련해서는 실험 보조원과 과학 수업을 위한 자원의 변화를 살펴보았다. 실험 보조원의 유무를 분석한 결과는 Table 10이다. TIMSS 2007에 비해 TIMSS 2011에서 다소 줄어든 것을 볼 수 있다. 과학 실험 보조원은 배치기준은 각 시·도교육청에 따라 다르지만 학교 실험실 관리 및 실험 수업의 지원을 위해 배치를 권장하고 있다. 그러나 예산과 정규직 전환의 문제로 어려움을 겪고 있는 것으로 보인다. 따라서 지속적인 지원과 관리가 필요하다.

과학 수업을 위한 자원의 부족이나 부적합이 수업에 주는 영향을 보기 위해 “귀교에서는 다음 항목이 부족하거나 부적합하여 과학 수업에 주는 영향은 어느 정도입니까?”라는 학교장 대상 질문에서 컴퓨터, 컴퓨터 소프트웨어, 도서자료, 시청각자료, 계산기, 과학기자재의 부족이 얼마나 영향을 주는지를 척도 ‘전혀 영향을 주지 않음’, ‘약간 영향을 줌’, ‘다소 영향을 줌’, ‘많이 영향을 줌’을 각각 1~4로 순위화하여 분석하였다. 분석한 결과는 Table 12와 같다. 전체적으로 과학 수업을 위한 여러 항목의 부족이 과학 수업에서 많은 영향을 주지 않고 있음을 볼 수 있다. 과학 수업을 위한 컴퓨터나 컴퓨터 소프트웨어의 경우도 그 부족함이 약간 영향을 주는 정도이며, 도서자료나

Table 11. Assistance available in science classroom

질문	주기	없다	있다	χ^2 검정
실험 보조원 유무	2003	-	-	6.4**
	2007	53.9%	46.1%	
	2011	57.1%	42.9%	

**p<0.001

시청각 기자재, 과학기자재의 경우도 매우 개선된 것을 볼 수 있다. 따라서 과학 교육을 위한 다양한 물리적 지원 환경은 점차 개선되고 있어 이러한 지원 환경의 부족이 과학 교육에 미치는 영향은 매우 작은 것으로 드러났다. 따라서 앞으로는 물리적인 지원 환경과 더불어 교사의 교수 학습 활동을 직접 지원하는 정책이 우선적으로 시행되어야 할 것으로 보인다.

IV. 요약 및 제언

과학 기술 기반 사회에서 과학 교육의 중요성이 점점 강조되고 있는 가운데 그동안 과학 교육 활성화를 위해 여러 차례 교육과정을 개정하고, 과학 실험을 통한 탐구 능력 향상에 많은 노력을 기울여 왔다. 이러한 과학 교육 개혁으로 실제 학교 현장에 어떠한 변화를 일으켰는지를 살펴보는 것은 매우 중요하고 의미 있는 일이다. 본 연구에서는 과학 수업의 학습 환경의 변화를 국제 학업 성취도 평가인 TIMSS의 교사와 학교장 설문 자료를 활용하여 과학 수업 현황, 교사의 전문성 개발 활동, 학교 환경 측면에서 분석하였다. 연구 결과에 의하면 첫째, 과학 수업에서 다양한 과학 탐구 활동이 수행되고 있으며, 일부 활동 빈도가 낮은 활동의 경우도 빈도는 점차 증가하고

Table 12. The degree to which science resource shortages affected instruction

질문	주기	전혀 영향을 주지 않음	약간 영향을 줌	다소 영향을 줌	많이 영향을 줌	평균 순위	Kruskal-Wallis 검정	
							H (df)	사후 분석(쌍대 비교) 2007-2003 2011-2007
과학 수업을 위한 컴퓨터	2003	19.8%	43.4%	29.7%	7.0%	5,073	505.9* (2)	-997.5* -404.2*
	2007	43.0%	33.4%	16.2%	7.4%	4,075		
	2011	53.0%	26.4%	15.5%	5.2%	3,671		
과학 수업을 위한 컴퓨터 소프트웨어	2003	17.2%	45.2%	30.8%	6.9%	4,959	360.9* (2)	-930.8* -234.5*
	2007	37.1%	37.9%	20.8%	4.2%	4,028		
	2011	47.1%	24.8%	25.1%	3.0%	3,794		
도서자료	2003	23.5%	50.6%	23.1%	2.8%	4,639	394.4* (2)	-150.3* -922.5*
	2007	23.0%	57.1%	17.5%	2.5%	4,488		
	2011	45.8%	39.5%	13.2%	1.4%	3,566		
시청각자료	2003	13.3%	49.0%	31.6%	6.2%	4,757	237.3* (2)	-576.5* -388.0*
	2007	17.8%	58.4%	21.1%	2.7%	4,181		
	2011	39.4%	31.6%	18.1%	10.8%	3,793		
계산기	2003	36.3%	48.5%	9.8%	5.5%	4,249	317.3* (2)	365.3* -997.5*
	2007	25.3%	58.1%	16.0%	0.6%	4,613		
	2011	59.0%	18.8%	20.8%	1.4%	3,616		
과학기자재	2003	16.8%	45.1%	32.5%	5.6%	4,825	259.5* (2)	-747.2* -257.4*
	2007	34.8%	37.5%	19.9%	7.8%	4,078		
	2011	44.0%	30.1%	13.7%	12.2%	3,820		

*p<0.05

있었다. 그러나 최근 들어 교사 중심의 수업이 많이 증가하고 실험이나 조사 활동을 직접 수행하는 활동이 감소하고 있어 개선이 필요해 보인다. 평가에 있어서는 사실이나 개념 지식의 이해와 관련된 문제의 출제의 비중이 과학적 탐구 능력을 평가하는 문항의 비중보다 높았으며, 설명이나 정당화를 요구하는 문제가 가장 낮은 비중을 나타내었다. 그러나 최근의 경우 평가 유형에서 변화를 보면 가설을 설정하거나 과학적 탐구를 설계하는 것과 관련된 문제나 설명이나 정당화를 요구하는 문제에 대한 출제 빈도가 많이 상승하고 있었다. 계속해서 수행평가의 비중을 늘리고 평가 유형도 다양화하는 노력이 필요하다. 숙제와 관련해서는 과학 숙제를 내주는 비중이 계속해서 감소하고 있었다. 숙제와 관련하여 피드백을 주거나 토론을 위해 사용하는 비중은 낮고 숙제를 다 했는지 점검하거나 성적 산출을 위해 사용하는 비중이 높은 편이지만 점차 개선되고 있었다. 교사의 전문성 개발 활동에서는 교사들은 다양한 교사 교육 프로그램에 참여하고 있지만 여전히 전통적인 과학내용과 교육과정, 교수법에 대한 비중이 높은 편이었으며, 과학과 정보기술의 통합에 대한 연수 비중은 많이 감소하고 있었다. 교사들 간의 교류 협력에 있어서도 협의와 토의의 기회가 감소하고 있어 교사들 간의 협력을 증진할 수 있는 기회를 제공할 필요가 있었다. 셋째, 학교 지원 환경과 관련해서는 교사의 직무 만족도는 증가하고 있으며 학교 교육과정 목표에 대한 교사의 이해나 실행 성과도 점차 증가하고 있었다. 자원과 관련해서도 과학 수업을 위한 자원의 부족이 과학 수업에서 많은 영향을 주지 않고 있으며, 일부 부족한 경우도 점차 개선되고 있었다.

본 연구의 목적은 과학 수업의 학습 환경의 변화의 정도를 분석하는 것이었는데 연구 결과를 종합해 보면 그동안 중학교 과학 수업의 학습 환경의 여러 가지 요소들에서 긍정적인 방향으로 변화가 있었다. 과학 교육 현장에서 물리적이거나 양적인 여건 개선과 더불어 내용면에서도 분명 많은 변화가 있었다. 특히, 과학 수업을 위한 자원의 부족이 과학 수업에 영향을 주는 정도는 계속해서 감소하고 있고, 다양한 교수 학습 활동에서 활동의 빈도가 높아지는 것은 고무적인 일이다. 이러한 변화의 원인을 단정하기는 어렵지만 그동안의 과학 교육 개선을 위한 여러 시도들이 영향을 주었으리라 생각된다. 앞으로도 과학 교육 개선을 위한 노력과 지원이 지속적으로 추진되어야 하겠다. 더욱이 중요한 부분은 그동안 많은 학습이론이나 연구에서 강조해 오고 있었지만 교사 중심의 수업보다는 학생 중심의 활동의 비중을 넓혀갈 필요가 있고, 이를 위한 교사의 인식 변화나 지원을 강화되어야 할 것이다. 특히, 최근 개정된 2015 개정 교육과정이 핵심역량을 강조하고 있고, 학생 참여를 강조하고 있는 것은 이러한 다양한 요구가 반영된 결과라 할 수 있다. 그러나 이것이 정착하려면 새로운 교수 방법 및 평가에 대한 구체적인 방안을 마련하고 안내할 필요가 있다. 교사 연수는 교과 내용보다는 학생들의 비판적 사고나 과학적 탐구 능력 향상, 다양한 평가 방안을 다루는 교사 연수를 확대할 필요가 있다.

더불어 본 연구에서는 일부 자료를 가지고 학습 환경에 대한 변화를 분석하였으나 과학 교육을 위한 다양한 정책이 지속적으로 추진되고 있는 만큼 이러한 정책이 학교 현장에서 얼마만큼 성과를 나타내는지 살펴볼 수 있는 평가 지표를 마련해서 관리할 필요가 있다. 먼저 과학 교육의 현황을 체계적으로 분석하고 정책의 효과 분석에 필요한 평가 지표가 무엇인지를 밝히고 이러한 자료를 수집 관리하여 이른바 증거에 기초한 정책이 추진되기 위한 기반을 마련해야 한다.

국문요약

본 연구에서는 과학 수업의 학습 환경에 10년 간 어떠한 변화가 있었는지를 지난 3주기 간의 TIMSS 연구 자료를 활용하여 분석하였다. 본 연구에서는 과학 수업 현황, 교사의 전문성 개발 활동, 학교 환경 측면으로 범주화해 분석하였다. 보다 세부적으로 과학 수업 현황의 경우는 교수 학습 활동, 평가, 숙제로 3가지 범주로, 교사의 전문성 개발 활동은 교사 연수, 교사의 교류, 교사 평가의 3가지 범주로, 학교 환경은 학교 특성, 지원 환경의 2가지 범주로 구분해 분석하였다. 연구 결과에 의하면, 그동안의 과학 교육 관련 정책들이 어느 정도 성과를 보이고 있었다. 과학 수업에서는 다양한 과학 탐구 활동의 빈도는 점차 증가하고 있었다. 그러나 여전히 교사 중심의 수업이 많이 이루어지고 있고 실험이나 조사 활동을 직접 수행하는 활동이 감소하고 있어 개선이 필요해 보인다. 평가에 있어서도 사실이나 개념 지식의 이해와 관련된 문제의 비중이 높지만, 최근 과학적 탐구나 정당화를 요구하는 문제가 많이 증가하고 있었다. 숙제와 관련해서는 피드백을 주거나 토론을 위해 사용하는 비중은 낮고 숙제를 다 했는지 점검하거나 성적 산출을 위해 사용하는 비중이 높은 편이지만 점차 개선되고 있었다. 교사의 전문성 개발 활동에서는 교사들은 다양한 교사 교육 프로그램에 참여하고 있지만 여전히 전통적인 과학 내용과 교육 과정, 교수법에 대한 비중이 높은 편이었으며, 과학과 정보 기술을 통합하거나 비판적 사고력이나 탐구 능력 향상에 대한 연수 비중은 적었다. 학교 지원 환경과 관련해서는 교사의 직무 만족도는 증가하고 있으며 학교 교육과정 목표에 대한 교사의 이해나 실행 성과도 점차 증가하고 있었다. 자원과 관련해서도 과학 수업을 위한 자원의 부족이 과학 수업에서 많은 영향을 주지 않고 있으며, 일부 부족한 경우도 점차 개선되고 있었다.

주제어 : 학습 환경, 국제 학업 성취도 평가, 교수 학습

References

- Baek, Y., Park, H., Kim, Y., Noh, S., Park, J., Lee, J., Jeong, J., Choi, Y., & Han, H. (2011). STEAM education in Korea. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 11(4), 149-171.
- Cho, J., Kim, S., Lee, S., Kim, M., Ok, H., Rim, H., Park, Y., Lee, M., Han, H., & Son, S. (2011). The trend in international mathematics and science study (TIMSS 2011) : a technical report of the main survey in Korea. Seoul: KICE, research report RRE 2011-4-1.
- Hodson, D. (1998). Is this really what scientist do? Seeking a more authentic science in and beyond the school laboratory. In J. J. wellington (Ed.). *Practical Work in School Science* (pp. 93-108). NY: Routledge.
- Hong, K. (1999). Comparative study of teacher's evaluation. *The Journal of Korean Teacher Education*, 16(1), 310-328.
- Hong, M., Kang, M. & Kim J. (2010). Middle school students' perceptions of science classroom learning environments. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 30(1), 68-79.
- Hwang, Y. (2008). An exploratory study of connecting assessment and learning : based on the assessment in differentiated instruction. *The Journal of Curriculum Studies*, 26(4), 47-72.
- International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) (2008). IEA study data repository. Retrieved May. 15, 2016 from <http://rms.iea-dpc.org/>.
- International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) (2016). TIMSS & PIRLS international study center. Retrieved May. 1, 2016 from <http://timssandpirls.bc.edu/>
- Jeong, E., & Choi, W. (2014) A survey on evaluation in science education at primary and secondary school in Korea. *Journal of Science Education*, 38(1), 168-181.

- Joo, H., Lee, J., & Kim, Y. (2012). An investigation of perception difference between science teachers and their students about science teaching and learning environment. *Teacher Education Research*, 51(3), 410-422.
- Kang, C., Kang, K., & Lee, S. (2013). The effects of activity-based STEAM education program on middle school students' interest in science learning. *Journal of Science Education*, 37(2), 338-347.
- Kwak, Y., Kim, C., Lee, Y., & Jeong, D. (2006). Investigation on elementary and secondary students' interest in science. *Journal of Korean Earth Science Society*, 27(3), 260-268.
- Kim, H., Fisher, D., & Fraser, B. (2000). Classroom environment and teacher interpersonal behaviour in secondary science classes in Korea. *Evaluation and Research in Education*, 14(1), 3-22.
- Kim, H., Kwack, H., & Sung, M. (2000). An investigation on science teachers' evaluation practices in the secondary schools. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 20(1), 101-111.
- Kim, H., & Song, J. (2003). Middle school students' ideas about the purposes of laboratory work. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 23(3), 254-264.
- Kim, K., & Woo, A. (2016). The effects of active-based science instruction considering context of learning. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 16(6), 1-25.
- Kim, M., & Kim, Y. (2012). Preference and actuality for science laboratory and teaching environment of science teachers' in primary and secondary school. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(10), 1567-1579.
- Kim, S., Park, J., Kim, H., Jin, E., Lee, M., Kim, J. Ahn, Y., & Seo, J. (2012a). Trends and international comparative analysis of educational environment in TIMSS. Seoul: KICE, research report RRE 2012-4-1.
- Kim, S., Park, J., Kim, H., Jin, E., Lee, M., Kim, J. Ahn, Y., & Seo, J. (2012b). Findings from TIMSS for Korea : TIMSS 2011 international results. Seoul: KICE, research report RRE 2012-4-3.
- Kwon, C., Hur, M., Yang, I., & Kim, Y. (2004). A cause analysis of learning environment variables of change in science attitudes on elementary and secondary school students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 24(6), 1256-1271.
- Lazarowitz, R. & Tamir, P. (1994). Research on using laboratory instruction in science. In D. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning*(pp. 94-128). New York: Macmillan.
- Lee, J. (2015). International comparative study of the use of ICT by middle school teachers. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(5), 885-893.
- Lee, J., & Kim, B. (1999). The effects of the psychological learning environment by science teachers on students' science achievement. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 19(2), 315-328.
- Leem, Y., & Kim, Y. (2016). A historical study on the Korean science education development plans for the elementary and secondary schools. *Biology Education*, 44(2), 210-221.
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Foy, P., & Stanco, G. M. (2012). *The TIMSS 2011 international results in science*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Ministry of Education and Human Resources Development. (2007a). *Science curriculum*. Seoul: Ministry of Education and Human Resources Development.
- Ministry of Education and Human Resources Development (2007b). *Science education substantial plan for the elementary and secondary schools in order for the development of creative talented persons*. Seoul: Ministry of Education and Human Resources.
- Ministry of Education, Science and Technology (MEST). (2009). *Science curriculum*. Seoul: Ministry of Education Science and Technology.
- Ministry of Education, Science and Technology (MEST). (2011). *Activating plan of convergence education for science, technology, art and mathematics*. Seoul: Ministry of Education, Science and Technology.
- Ministry of Education (MOE). (2015). *Science curriculum*. Seoul: Ministry of Education.
- Noh, H. (2004). *Research methods and statistical analysis by SPSS 10.0*. Seoul: Hyungseul.
- Park, C. (2013a). Resurgence of formative assessment and the educational implication. *Journal of Educational Evaluation*, 26(4), 719~738.
- Park, H. (2013b). A study of middle school science teachers' perceptions on science lessons with experiments. *Journal of Science Education*, 37(1), 79-86.
- Sim, J., Lee, Y., & Kim, H. (2015). Understanding STEM, STEAM education, and addressing the issues facing STEAM in the Korean context. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(4), 709-723.
- Sim, J., Noh, E., & Kim, M. (2012). Comparative analysis of supply-type items and scoring method among domestic, foreign, and international achievement tests. *Journal of Yeolin Education*, 20(4), 159-185.
- Woolnough, B. E. (1999). School science - real science? personal knowledge, authentic science and student research projects. In M. Bandiera, S. Caravita, E. Torracca & M. Vicentini (Ed.), *Research in science education in Europe* (pp. 245-251). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.