

물리 전공이 아닌 중학교 과학교사들의 ‘힘과 운동’ 내용 지식 영역의 전문성

박경영 · 김영민^{1*}

화명중학교 · ¹부산대학교

Professional Level of Non-physics Major Middle-school Science Teachers in ‘Force and Motion’ Content Knowledge

Kyeong-yeong Park · Youngmin Kim^{1*}

Hwameong Middle School · ¹Pusan National University

Abstract: The purpose of the study was to investigate the professional level of the Korean non-physics major middle-school science teachers in ‘force and motion’ content knowledge. For the study, nine science teachers who majored in chemistry, biology, or earth science were sampled from middle-schools in a big city in Korea. The physics concept test-tool (subjective type), which the authors developed, were administered, and then followed by in-depth interviews. The research findings are as follows: Firstly, non-physics major science teachers' correct answer rate in physics knowledge test of secondary school level was not so high that they may have difficulty in teaching correct concepts in physics to middle-school students. Secondly, some teachers show that they can not apply some physics concepts from one to another situation. That means that they may have difficulty in teaching physics conceptual application in various situations to students.

Key words: non-physics major science teacher, middle school, force and motion, science teacher's conception of physics, science teacher preparation

I. 서 론

과학 교사가 갖추어야 할 가장 중요한 요소 중의 하나는 과학 내용에 관한 지식이다. 그러기 때문에, Shulman(1986)은 교사가 갖추어야 할 전문적인 지식에 교과 내용 지식, 교육과정적 지식, 교과교육학 지식이 있다고 하였고, Wenning(1998)은 과학 교사가 갖추어야 할 기본적인 자질의 첫째로 과학 내용에 대한 지식(content knowledge), 둘째로는 탐구 과정에 대한 절차적 지식을 들었고, 미국의 NBPTS(National Board for Professional Teaching Standards, 2006)에서는 중등학교 과학 교사 자격 기준의 첫째로 학생에 대해 이해하기, 둘째로 과학에 대해 이해하기, 셋째로는 과학 수업에 대해 이해하기를 들었다. 또한, 미국의 NSTA(National Science Teacher Association, 2003)에서는 중등학교 과학 교사 자격 기준의 첫 번째 항목을 물리, 화학, 생물, 지구과학 등의 과학 내용

으로, 두 번째 항목은 과학의 본성으로, 세 번째 항목은 과학의 탐구 항목으로 구성하였다. 그밖에 교수법적 지식 등 여러 항목이 있지만 이들 연구에서는 과학 교사의 전문성에서 무엇보다 중요한 것이 과학 내용에 관한 지식과 탐구 능력이라고 보았다. 광영순(2006)도 우리나라 과학교사들을 대상으로 한 연구를 통해 과학 교사 전문성의 가장 큰 구성 요소는 ‘과학 내용 지식’이라고 주장하였다.

우리나라 중학교에서의 과학 교과는 고등학교 교육과정과는 달리 물리, 화학, 생물, 지구과학 영역이 통합되어 있고(교육부, 1997), 실제 현장에서는 몇몇 학교를 제외하고는 대부분의 경우 과학의 모든 영역을 한 명의 과학 교사가 가르치고 있다. 그러므로 중학교의 과학 교사는 물리, 화학, 생물, 지구과학의 기본 개념들에 대해 대학의 일반과학 수준 이상의 지식을 갖추고 있어야 한다. 그러기 때문에 우리나라의 중학교에서 과학을 가르칠 수 있는 ‘공통과학’ 교사 자격

*교신저자: 김영민(minkyoy@pusan.ac.kr)

**2009.07.18(접수) 2009.09.09(심통과) 2009.10.20(2심통과) 2009.10.28(최종통과)

증을 취득하기 위해서는 물리교육전공자의 경우에는 과학 내용 과목으로 일반물리와 전공 물리학 외에 일반화학 및 실험, 고급 화학, 일반생물학 및 실험, 고급 생물학, 일반지구과학 및 실험, 고급지구과학을 추가로 이수하여야 하고, 화학교육전공자의 경우에는 일반화학 및 전공 화학 외에 일반물리학 및 실험, 고급 물리학, 일반생물학 및 실험, 고급 생물학, 일반지구과학 및 실험, 고급지구과학을 추가로 이수하여야 하고, 생물교육전공자의 경우에는 일반생물학과 전공 생물학 외에 일반물리학 및 실험, 고급 물리학, 일반화학 및 실험, 고급 화학, 일반지구과학 및 실험, 고급 지구과학을 추가로 이수하여야 하고, 지구과학교육전공자의 경우에는 일반지구과학과 전공 지구과학 외에 일반물리학 및 실험, 고급 물리학, 일반화학 및 실험, 고급 화학, 일반생물학 및 실험, 고급 생물학을 추가로 이수하여야 한다(교육인적자원부, 2007). 이렇듯 자신의 전공과목들 외에 다른 과학 영역의 기본 과정들을 이수시키는 것은 이들이 어떤 전공 과정을 이수했더라도 중학교에서 과학을 지도하는 데 어려움이 없도록 하기 위함이다.

최근의 과학 교사의 전문성과 관련된 국내외 연구들에 의하면, 특히 과학 내용 지식과 관련된 연구들에 의하면 현직에 있는 과학 교사들이 가지고 있는 과학 내용 지식의 전문성에 대해 문제점을 제기하고 있으며, 미래의 과학 교사 양성(Windschitl, 2005), 교사 양성 과정에서의 물리학 및 다른 과학 내용 배치(McDermott, 1990; Aiello-Nicosia and Sprandio-Mineo, 2000), 중등 과학 교사 교육의 재개념화(Lederman and Gess-Newsom, 1999) 등에 대한 연구 결과들을 내 놓고 있다. 우리나라에서 제기된 과학교사 전문성 문제 중의 하나는 과학 영역별로 자신의 전공과 다른 전공 내용을 지도하는 데 어려움을 가지고 있다는 것이다. 이학동(1986)의 연구에 의하면, 물리를 전공한 교사는 생물을, 화학을 전공한 교사는 지구과학을, 생물을 전공한 교사는 물리를, 지구과학을 전공한 교사는 화학을 가르치기 어렵다고 응답했다고 한다. 그런가 하면, 구선아와 채희권(2008)은 물리 전공, 화학 전공, 생물 전공, 지구과학전공의 교사들을 대상으로 한 연구에서 상당수 과학 교사들이 확산 현상에 대하여 정확한 개념을 갖기 보다는 부분적으로 이해하고 있음을 보고하였으며, 김선경 등(2007)은 상당수의 과학 교사들이 학생들과 마찬가지로 물질의 세 가지 상태에 대

한 분류 기준에서 거시적 관점과 미시적 관점들이 서로 긴밀하게 연결되지 못하고 단순히 나열식으로 제시되는 특징이 있다고 보고하였다. 이 연구들은 화학 내용에 관한 지식에 대해 상당수의 과학 교사들이 잘못된 개념을 가지고 있다는 것인데, 여기서 특별히 전공을 구분하진 않았지만 화학을 전공하지 않은 과학 교사들이 대부분을 차지할 것이라는 것을 추측할 수 있다.

지금까지의 과학 교사들을 대상으로 한 과학 지식의 전문성에 대한 연구는 대부분 전공을 구분하지 않고 어떤 과학 개념에 대해 얼마만한 과학교사들이 잘못된 개념을 가지고 있는지를 수량적으로 밝히는 것이거나 전공한 영역의 지식수준을 밝히는 것이었다(예를 들면, Talbot, *et al*, 2009; 박진희 등, 2006; 백성혜, 조미정, 2005). 물리 전공이 아닌 중등학교 과학교사들을 대상으로 빛과 파동에 대한 개념 조사를 한 양적 연구(오원근, 김재우, 2006)도 있다. 이러한 연구도 과학교육 개선에 여러 가지 시사점을 줄 수 있지만, 이러한 결과만 가지고는 그들이 어떠한 배경 지식 또는 어떠한 방식의 사고과정을 통해 그러한 개념을 가지는지에 대해서는 알 수가 없다. 양적 조사에서는 교사들이 추측에 의해서 정답을 선택하더라도 올바른 개념을 가지고 있는 것으로 간주 될 수 있기 때문이다. 또한 전공 영역인 경우와 전공 영역이 아닌 경우 어떤 차이를 보이는지는 알 수가 없다. 그래서 본 연구자들은 서술형 응답 분석과 심층면담의 방법을 주로 활용한 질적 연구를 통해 과학 교사들의 자신의 전공이 아닌 교과내용지식적인 측면에서의 전문성 문제를 조사해 보고자 하였다.

본 연구에서는 그 하나로 물리를 전공하지 않은 중학교 과학 교사들을 대상으로 물리 개념 문항에 대해 서술형으로 응답한 내용을 분석하고, 관련 내용에 대한 심층 면담의 방법을 통해 개별 교사들의 사고 과정을 분석함으로써 이들의 물리 영역 지식에 대한 전문성의 정도를 알아보았다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 문제 및 연구 대상

본 연구에서 알아보고자 하는 연구 문제는 다음과 같다:

물리 전공이 아닌 중학교 과학 교사들의 ‘힘과 운동’ 지식 영역의 전문성 정도는 어떠한가?

본 연구의 문제를 해결하기 위해, 연구 대상으로 B광역시 중학교에서 과학을 가르치고 있는 과학 교사 9명을 선정하였다. 화학, 생물, 지구과학의 각 전공별로 3명씩 선정하였으며 성별이나 연령은 구분하지 않았고, 경력을 중심으로 하여 대상자를 선정하였다. 각 전공 영역별로 경력 5년 미만의 교사, 5년 이상 10년 미만의 교사, 10년 이상의 교사 각 1명씩을 선정하였으며, 연구결과 분석에서 준거가 필요하기 때문에 준거 대상으로 경력 5년 미만의 물리전공의 과학 교사 2명을 연구대상으로 추가하였다. 이 연구에서는 주어진 문항들이 혹시 물리를 전공한 교사에게도 어려운 문항은 아닌가 하는 것을 점검하기 위해 물리 전공 교사들을 선정한 것이며, 전공에 따른 중학교 과학 교사들의 개념 수준을 비교하고자 하는 것은 아니기 때문에 물리 전공 교사는 5년 미만의 교사로 한정하였다. 각 전공 영역별로 선정된 연구대상 과학 교사들에 대한 정보는 표 1과 같다.

2. 검사 도구의 개발

물리의 전체 영역에 대해 조사하는 것은 연구 대상 교사들에게 너무 과중한 부담이 된다고 생각되어, 중학교에서 가장 많이 다루고 있는 ‘힘과 운동’ 영역으로 조사 영역을 한정하였다. 검사 도구 개발을 위해 먼저 7차 교육과정에 따라 개발된 중학교 과학 교과서에서 다루고 있는 ‘힘과 운동’ 영역의 내용을 분석하였

다. 그 내용을 분석하고 정리한 결과는 표 2와 같다.

이 내용을 바탕으로 하여 중학교 교육과정 수준 또는 이보다 약간 높은 수준의 검사문항을 개발하였다. 약간 높은 수준의 문항은 가급적 고등학교 1학년(10학년) 과정에서 다루는 수준으로 구성 하였으며, 적어도 물리I이나 물리II 내용 수준을 넘지는 않도록 하였다. 문항 개발에 있어서는 새로운 문항들을 개발하는 것 보다는 기존에 개발되어 타당도가 검증된 문항들을 선정하여 사용하기로 하고, 먼저 송진웅 등(2005)이 개발한 문항들 중에서, 중학교 과학 교과과의 ‘힘과 운동’ 영역의 내용과 연관이 깊고 기본적인이라고 생각되는 문항들을 선정하여 원문 그대로 또는 약간 수정하여 검사도구로 사용하였다. 이렇게 해서도 ‘힘과 운동’ 내용 영역을 포괄하기에는 부족한 부분이 있어 Epstein & Hewitt(2004)가 개발한 문항 중에서 1개 문항(문항 6번)을 추가하였고, 대학수학능력시험 기출문제 중에서 5개 문항(문항 11 ~ 문항 15)을 추가하였다. 대학수학능력시험 기출문제는 1999학년도 대학수학능력시험(한국교육과정평가원, 1998)부터 2004학년도 대학수학능력시험(한국교육과정평가원, 2003)까지의 수리 탐구(II) ‘인문계’ 영역에서 물리 영역 문항을 추출하였다. 인문계 영역을 선택한 이유는 인문계 영역 출제 문제는 당시 고등학교 1학년에서 학습하는 ‘공통과학’에서 다루어지는 내용만 시험에 출제되었고, 당시의 공통과학 개념 수준은 중학교 수준을 넘지 않도록 하고 탐구 중심으로 구성하도록 되어 있어서 이 문항들은 물리 분야의 기본적인 개념을 측정할 수 있는 것들로 구성되었기 때문이다. 여기에서 선별

표 1
연구 대상 교사

전공	교사	경력	학력	비고
화학	C 교사	4년	학사	대학원 재학
	D 교사	6년	학사	대학원 재학
	E 교사	20년	학사	
생물	F 교사	3년	학사	
	G 교사	6년	석사	
	H 교사	12년	학사	
지구과학	I 교사	3년	학사	대학원 재학
	J 교사	8년	석사	
	K 교사	16년	학사	
물리	A 교사	3년	학사	
	B 교사	3년	학사	

표 2
중학교 과학 교과서에서 다루고 있는 '힘과 운동' 내용

학년	단원명	학습 목표	주요 내용 요소
7	10. 힘	가) 탄성력, 마찰력, 자기력, 전기력, 중력 등 여러 가지 힘을 다양한 활동을 통하여 확인하고, 실생활에서 힘이 작용하여 나타나는 현상을 조사한다. 나) 용수철을 이용하여 힘의 크기를 측정하고, 힘의 크기와 방향을 화살표로 나타낸다. 다) 한 물체에 작용하는 두 힘의 방향에 따라 두 힘의 합력이 달라짐을 실험을 통하여 확인하고, 두 힘의 합력을 구하는 방법을 이해한다.	탄성력, 마찰력, 중력, 자기력, 전기력
8	1. 여러 가지 운동	가) 속력이 변하지 않는 운동, 속력이 변하는 운동, 방향이 변하는 운동 등 여러 가지 운동을 시간과 위치의 변화로 나타낸다. 나) 힘이 작용하지 않을 때의 물체의 운동을 이해하고, 실생활에서 관성으로 설명되는 현상을 찾는다. 다) 힘이 작용할 때의 물체의 운동을 이해하고, 일상생활에서 그 예를 찾는다.	속력(평균속력), 등속운동, 주기운동, 관성, 구심력(원심력)
9	2. 일과 에너지	가) 일의 정의를 알고, 일의 원리, 일률, 일과 역학적 에너지와의 관계를 이해한다. 나) 중력장에서의 운동을 관찰하여 위치 에너지와 운동 에너지를 이해한다. 다) 위치 에너지와 운동 에너지의 상호 전환 관계를 조사하여, 역학적 에너지가 보존됨을 이해한다.	일, 에너지, 일률, 역학적 에너지(위치 에너지, 운동에너지), 역학적 에너지 보존

한 문항들을 가지고 연구 대상자의 사고 과정을 이끌어 낼 수 있도록 문항을 적절하게 수정하거나, 재구성하여 검사도구로 사용하였다. 마지막으로 에너지 보존 법칙, 위치에너지와 관련되는 1개의 문항(문항 10번)은 연구자들이 직접 개발하였다. 또한 송진웅 등(2005)이 개발한 문항과 Epstein & Hewitt(2004)가 개발한 문항들은 선택형 문항으로 구성되어 있어서, 연구 대상 교사들의 사고 과정에 대한 심층 분석을 위해 그에 대한 이유를 서술하도록 하였으며, 대학수학능력 시험 기출문제로부터 가져온 문항과 직접 개발한 문항은 모두 서술형으로 문항을 재구성하였다.

검사도구의 타당도와 신뢰도에 있어서는 송진웅 등(2005)이 개발한 문항들의 경우는 수년간에 걸쳐 다른 연구에서 사용될 정도로 타당성을 인정받았고 대학수학능력 시험 문항들 또한 출제 과정에서 문항의 질이나 타당도를 검증했기 때문에 검사 도구로 사용하는 데에는 문제가 없다고 보았다. 그러나 이러한 문항을 수정하고 재구성하는 과정에서 타당성에 약간의 변화가 생겼을 수 있고 연구자들이 직접 개발한 문항도 포함되어 있기 때문에 검사 도구 전체에 대해 사전 예비 조사를 실시하였다. 한 개 중학교의 과학교사 2명(본 검사 대상은 아님)을 대상으로 사전 예비조사를 실시하여 검사 과정에서 문제점은 없는지 살펴보고, 이 검사 도구를 투입하는 데 어느 정도의 시간이 적절한지도 파악하였다. 이 과정에서 부적절하게 사용된 용어를 수정하고, 문제의 의도가 다소 불명확하게 해

석될 수 있는 문항들을 수정하거나 제외하였다. 최종적으로, 검사도구의 수정 및 타당성 검증을 위해 과학 교육학 전공 교수 1명, 박사과정과 석사과정의 대학원생 9명이 참여하여 문항들이 검사하고자 하는 내용에 맞게 선정되고 구성되었는지, 용어의 부적절한 사용은 없는지, 문항의 수준은 적절한지에 대한 검증 과정과 수정과정을 3회에 걸쳐 수행한 뒤, 최종적으로 15 문항으로 구성된 검사 도구를 제작하였다. 검사도구의 구성은 표 3과 같다.

3. 검사 도구의 투입과 결과 분석

연구자 중의 한 명이 설문 대상 과학 교사를 적절한 시간에 직접 만나서, 검사의 목적이 과학 교사의 물리 영역에 대한 지식 및 문제 해결의 사고과정을 파악하는 과학교육 연구에 사용될 것임을 충분히 설명한 다음, 30분 동안 제시된 문항에 대해 답하도록 하였다. 문제를 풀고 있는 교사가 서술하고자 내용이 많은 경우에는 시간을 더 사용할 수 있도록 하였다.

검사 도구를 투입한 연구자가 직접 응답지를 회수하여 응답한 내용을 검토한 다음, 응답자가 정확하게 답을 구하고 풀이를 제시한 경우는 제외하고, 사고 과정을 파악하기 어렵거나 잘못된 풀이를 한 문제들을 선정하였다. 그리고 그 문제에 대해 면담의 과정을 통해 교사의 사고 과정과 교과 내용 지식에 대한 이해의 정도, 오개념 여부 등을 파악하는 과정으로 면담을 진

표 3
김사도구의 구성

영역	번호	개념 영역	검사 목표	문항 출처
선택 후 설명식 문항	1	중력	손을 떠난 물체에 작용하는 힘은 중력뿐임을 이해하고 있는가?	송진웅 등(2005)
	2	힘의 평형	등속직선운동 하는 물체에 작용하는 알짜 힘은 0이라는 것을 이해하고 있는가? 이 경우에 물체에 작용하는 힘을 찾아낼 수 있는가?	송진웅 등(2005)
	3	힘의 평형	정지해 있는 물체에 작용하는 알짜 힘은 0이라는 것을 이해하고 있는가? 이 경우에 물체에 작용하는 힘을 찾아낼 수 있는가?	송진웅 등(2005)
	4	구심력	등속원운동이 일어나기 위한 힘은 구심력이며, 구심력의 방향은 원의 중심을 향한다는 것을 구체적인 예에 적용할 수 있는가?	송진웅 등(2005)
	5	중력	지구 중력은 지구 중심에서의 거리의 제곱에 반비례하는 힘이라는 것을 이해하고 있는가?	송진웅 등(2005)
	6	작용-반작용	두 물체 사이에 작용하는 작용-반작용력은 질량의 크고 작음에 상관없이 크기는 같고 방향이 반대라는 것을 이해하고 있는가? 운동량 보존법칙을 적용할 수 있는가?	Epstein & Hewitt(2004)
	7	중력, 장력	진자의 운동에서 진자가 최고점에 왔을 때 작용하는 힘을 이해하고 있는가?	송진웅 등(2005)
	8	중력, 장력	진자의 운동에서 진자가 최저점에 왔을 때 작용하는 힘을 이해하고 있는가?	송진웅 등(2005)
	9	힘과 운동 경로	운동방향과 수직인 방향으로 힘이 작용할 때 물체의 운동궤도를 이해하고 있는가?	송진웅 등(2005)
서술형 문항	10	역학적 에너지 보존 위치에너지	역학적 에너지 보존의 적용 조건과 위치에너지 공식의 적용범위와 제한 사항을 알고 있는가?	연구자 개발
	11	힘과 가속도 작용-반작용	작용-반작용력의 크기를 이해하고 있는가? 등속 운동하는 경우와 가속 운동하는 경우에서 알짜 힘을 구분해 낼 수 있는가?	한국교육과정평가원(1998)
	12	속력의 변화	문제 상황을 정확히 이해하고, 속력의 변화를 시간-속력 그래프로 표현할 수 있는가?	한국교육과정평가원(2001)
	13	중력 힘의 평형	등속운동과 정지 상태에서의 알짜 힘을 구할 수 있는가? 중력의 본성을 이해하고 있는가?	한국교육과정평가원(2003)
	14	힘과 가속도	가속 운동과 관련하여 독립변인에 따른 종속변인의 변화를 이해하고 있는가?	한국교육과정평가원(2000)
	15	마찰력	마찰력을 결정하는 요인(수직항력, 마찰계수)에 대해 이해하고 있는가?	한국교육과정평가원(1998)

행하였다. 그리고 응답자가 정답을 표기했지만 연구자가 보기에 그 이유나 풀이과정이 충분하지 않거나 분석하기 어려운 경우에 대해서는 추가 면담을 하여 정확한 이해와 지식을 가지고 풀이를 한 것인지, 직관이나 추측에 의해 풀이를 한 것인지 파악하도록 노력하였다.

연구자가 직접 응답자의 설명을 기록하거나 타이핑을 하면서 면담을 진행하였고, 면담 후에는 곧바로 면담 결과를 정리함으로써, 기억을 하지 못함으로 인한 데이터 손실을 막기 위해 노력하였다. 연구 대상 교사들의 각 문항에 대한 응답과 면담 조사 결과를 분석하

여, 이들이 문제를 해결하는 과정에서의 사고과정을 파악하였다.

Ⅲ. 연구 결과 및 분석

1. 물리 전공이 아닌 과학 교사들과 물리 전공 과학 교사들의 정답률 비교

물리를 전공하지 않은 과학 교사 9명과 물리를 전공한 과학 교사 2명의 전체적인 문제 풀이 결과를 정리하여 표 4 및 표 5에 제시하였다. 표 4는 각각의 문항

표 4
연구 대상 과학 교사들의 각 문항에 대한 응답 결과

문항	화학			생물			지구과학			물리	
	C	D	E	F	G	H	I	J	K	A	B
1	○	○	×	×	×	○	○	○	×	○	○
2	○	○	○	○	×	×	○	○	×	○	○
3	×	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○
4	○	○	×	×	×	×	○	○	×	○	○
5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
6	×	○	○	×	○	×	○	○	○	○	○
7	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○
8	×	×	×	×	×	×	×	○	×	○	○
9	○	○	○	○	×	×	○	○	○	○	○
10	×	△	○	△	△	△	○	○	△	○	○
11	○	△	○	○	△	△	○	○	×	○	○
12	×	×	×	○	×	×	×	○	×	○	○
13	○	△	△	△	△	○	○	○	△	○	○
14	○	○	○	△	△	△	○	△	△	○	○
15	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

*○ : 정답, △ : 부분정답, × : 오답

표 5
물리 전공이 아닌 과학 교사들의 선택 후 설명형 문항과 서술형 문항에 대한 정답률(%)

구분	교사	C	D	E	F	G	H	I	J	K	전체 평균
선택 후 설명형 9문항		66.7	88.9	66.7	55.6	44.4	33.3	88.9	100	44.4	65.4
서술형 6문항		66.7	61.2	75.1	77.9	50.1	55.8	83.3	91.7	38.9	66.5
전체		66.7	77.8	70.1	64.5	46.7	42.3	86.7	96.5	42.2	65.9

에 대한 11명 교사들의 정답 여부를 나타낸 것이고, 표 5는 물리를 전공하지 않은 9명의 교사들의 선택 후 설명형 문항들과 서술형 문항들의 평균 정답률을 나타낸 것이다. 각 문항의 배점은 모두 10점으로 하였으며, 부분적으로 옳은 응답을 한 경우에는 5점을 부여하였다.

표 4에서 보는 바와 같이 물리를 전공한 과학 교사 2명은 모든 문항에 대해 과학적으로 옳은 응답을 했으나, 물리를 전공하지 않은 과학 교사들은 15개 문항 전체에 대해 옳은 응답을 한 교사는 1명뿐(부분 정답도 정답으로 간주했을 때)이고, 다른 8명의 교사들은 2 ~ 7개 문항에서 잘못된 답을 하였다. 또한, 표 5에서 보는 바와 같이 물리를 전공하지 않은 과학 교사 9명 모두의 정답률을 평균하면 65.9%이고, 선택 후 설명형 문항에서는 65.4%, 서술형 문항에서는 66.5%이

며, 교사 개인적으로는 42.2 ~ 96.5%까지의 정답률 분포를 보였다. 선택 후 설명형 문항과 서술형 문항 모두에서 80% 이상의 정답률을 보인 교사는 9명 중 2명뿐이다. 이는 일부의 과학 교사를 제외하고는 물리를 전공하지 않은 중학교 과학교사들의 상당수가 중학교 과학의 '힘과 운동' 영역 내용을 지도하는 데 어려움을 가지고 있음을 의미한다.¹⁾

2. 물리 전공인 과학 교사들의 물리 개념 설명 방식

앞에서 설명한 바와 같이 물리를 전공한 교사들을 연구 대상으로 선정한 이유는 제시된 문항들이 물리를 전공한 교사들도 어려워 할 수 있는 문항들은 아닌가 하는 점을 파악하기 위한 것이었다. 즉, 물리를 전공하지 않은 과학 교사들의 과학 개념 이해의 정도와

1) 이 연구가 소수의 과학교사들을 대상으로 한 질적 연구임을 감안한다면, 이 연구 결과인 평균 정답률을 일반화하여 해석하는 것은 곤란하다.

비교하기 위해 물리 교사의 과학 개념 이해의 정도를 준거적으로 분석하였다. 물리를 전공한 두 명의 교사가 문제를 해결한 결과는 다음과 같다.

A교사는 모든 문항을 정확하게 풀었고, 상세하게 이유를 서술하였으며, 정확한 물리학적 개념을 바탕으로 한 정성적인 설명을 통해 풀이과정을 서술하였다. B교사는 제시된 문제에 대해 아주 쉽게 접근하고 쉽게 풀이하는 경향을 보였으며, 이유나 풀이과정이 간략하였지만 논리적이고 명확했다. 면담을 하면서 알 수 있었던 부분은, B교사에게는 이러한 문항들의 수준이 간단한 사고 과정을 통해 답을 구할 수 있는 문제 수준이었다는 점이다.

물리를 전공한 두 교사는 문제를 파악하고 접근하는 과정, 풀이하는 과정, 이유를 서술하는 과정에서 큰 차이가 나지 않았다. 다만 개인적인 문제풀이 성향에 따라 A교사는 상세하게 이유를 적으면서 문제를 해결하였고, B교사는 핵심원리 또는 핵심 개념을 도입하면서 문제를 해결하였다는 점에서 약간의 차이가 있었다.

두 교사의 답안에서 확인할 수 있는 공통점은 풀이 과정에서 수식과 공식을 거의 사용하지 않았다는 것이다. A교사는 $F = ma$ 라는 공식을 1회 사용하였고,

B 교사는 정답을 기술하면서, $E_p = -\frac{GMm}{r}$ 라는

공식을 사용하긴 했지만, A교사의 경우는 설명에 덧붙이는 형태로 기술한 것이었고, B교사는 정답을 구체적으로 기술하기 위해서 사용했을 뿐이었다. 다음은 두 교사와의 면담 내용이다.

연구자 : 주어진 문제들의 풀이 과정에서 수식이나 공식을 주로 사용하는 것이 좋다고 생각하진 않는가?

A교사 : “공식을 써서 풀이하는 것이 편하다고 느낄 때도 있지만, 그렇게 하면 정확하게 이해하고 있음을 표현하기가 어려워요. 그리고 물리 문제를 해결할 때 수식을 사용해서 계산하는 문제가 아니라면 정성적인 설명을 통해서 풀이하는 것이 훨씬 더 중요하죠.”

B교사 : “공식을 쓰면서까지 풀 문제는 아니라고 생각하는데요. 원리만 이해하면 간단히 풀 수 있는 문제니까요.”

이렇게 두 교사 모두 수식이나 공식을 이용한 문제 풀이보다는 정성적인 개념 이해를 통한 물리 문제 해결의 중요성을 강조하고 있었다.

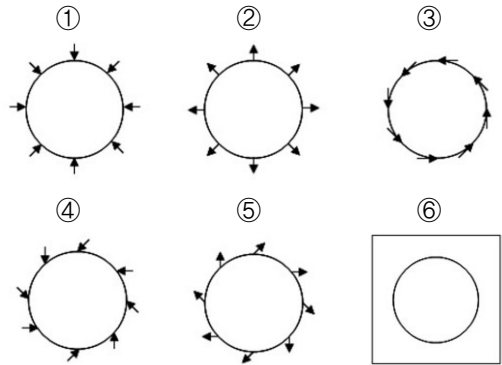
3. 물리 전공이 아닌 과학 교사들의 물리 개념 설명 방식

물리 전공이 아닌 과학 교사들에 대해, 이들의 문제 풀이 과정을 분석하고, 문제 해결 과정에 대한 심층적 면담 결과 중에서 특징적인 몇 가지 사례를 소개하면 다음과 같다.

(1) ‘등속원운동’ 문제에 대한 K 교사의 풀이 과정과 면담 결과

‘등속원운동’ 문제(4번 문항)는 다음과 같다.

[4] 무중력 상태의 우주 공간에 우주선이 있다. 원형 궤도를 따라 반시계 방향으로 일정한 속력으로 운동할 수 있도록 추진력의 방향을 조정하려고 한다. 우주선에 작용시켜야 하는 힘을 화살표로 가장 잘 나타낸 것은 어느 것인가? (보기 중에 답이 없다면 ⑥에 직접 그리시오. 보기에서 주어진 원은 우주선이 운동하는 원형 궤도를 의미함.)



답을 선택한 이유를 적어주세요.

K 교사는 이 문항에서 ④번을 정답으로 선택하였다. 이 답을 선택했다는 것은 원운동을 하기 위해서는 원 궤도 방향과 비스듬하게 힘이 주어져야 한다는 생각을 가지고 있음을 의미한다. 자신의 생각에 대한 설명을 요청했을 때, 그의 응답은 다음과 같다.

K교사 : “운동방향으로 힘을 주면 원이 아닌 곡선운

동을 하면서 밖으로 나갈 것 같고, 약간 중심방향으로 치우친 상태로 힘이 가해져야 바깥으로 나가려는 성질과 안쪽으로 오려는 성질이 균형을 이루어서 원운동을 계속 유지할 수 있겠죠!”

다음은 그 후 계속된 면담의 내용이다.

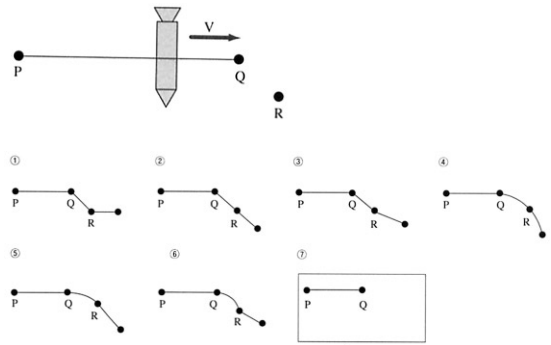
- 연구자 : “구심력과 원심력을 아시죠? 이 힘들은 어떤 힘들인가요?”
 K교사 : “원의 중심 방향으로 향하는 힘이 구심력이고, 그 반대 방향의 힘이 원심력이죠.”
 연구자 : “이 힘들의 역할을 아시나요?”
 K교사 : (잠시 생각한 후) “아! 등속 원운동 하는데 필요한 힘이니까, 이 문제 답은 그림 ①번이 되어야 합니까?”

이 교사는 ‘구심력의 역할이 무엇인가?’ 또는 ‘등속 원운동을 하기 위해 필요한 힘이 무엇인가?’ 라는 직접적인 질문에 대해서는 비교적 정확하게 답을 하지만, 위의 경우에서처럼 어떤 상황에서의 물리적 문제로 주어지고 그 과정에서 답을 찾아가는 경우에는 교사 자신의 직관에 의존해서 답을 구하는 경향이 있음을 보였다. 본 연구자들은 K 교사 외에도 연구 대상으로 참여한 다른 일부 교사들도 면담 과정에서 K 교사와 비슷한 경향을 보임을 발견하였다.

(2) ‘일정한 방향으로 힘이 작용할 때의 물체 운동’ 문제에 대한 H 교사의 풀이 과정과 면담 결과

‘일정한 방향으로 힘이 작용할 때의 물체 운동’ 문제(9번 문항)는 다음과 같다.

[9] 어떤 로켓이 외력이 작용하지 않는 우주 공간의 P점에서 Q점으로 일정한 속도로 이동하고 있다. 로켓이 Q점에 왔을 때 로켓의 엔진을 점화하여 PQ선에 수직으로 일정한 추진력을 가했다. 그 후 로켓이 R점에 도달했을 때 엔진을 다시 껐다. 다음 그림 중 로켓의 운동 경로를 가장 잘 나타낸 그림은? (보기 중에 답이 없다면 ⑦에 직접 그리시오.)



답을 선택한 이유를 적어주세요.

이 문제에 대해 H교사는 ③번을 정답으로 선택하였다. 이것은 연구자들의 예상과는 다소 의외의 선택이었다. H교사의 생각은 PQ 구간에서는 로켓이 등속직선운동을 하다가 Q 지점에서 운동방향과 수직으로 힘이 작용하면 방향을 바꾸어서 직선운동을 한다고 생각을 하고, R 지점에서 그 힘이 사라지면, 다시 방향을 바꾸어서 직선운동을 한다는 생각이었다. 다음은 이와 관련된 면담 내용이다.

- 연구자 : “QR 구간에서는 왜 직선운동을 한다고 생각하나요?”
 H교사 : “원래 오른쪽으로 운동하려는 관성과 아랫 방향으로 운동시키고자 하는 힘이 동시에 작용하여 직선으로 운동을 할 것 같아요.”
 연구자 : “그러면 R 구간 이후에 방향을 바꾸어서 직선운동 하는 이유는 무엇이라고 생각하세요?”
 H교사 : “힘이 사라졌기 때문에 원래 오른쪽으로 운동하려는 관성만 남아 있기 때문에 다시 약간 오른쪽으로 치우쳐서 운동하고, 아무런 힘이 없기 때문에 직선운동을 해야 할 것 같아요.”

H 교사는 운동방향에 수직인 방향으로 힘이 작용하면 곡선(포물선) 운동을 한다는 점을 이 경우에는 적용하지 못하고 있었다.

- 연구자 : “지표면상에서 수평으로 던진 물체가 어떤 궤도로 운동을 하나요?”
 H교사 : “곡선을 그리면서 떨어지죠!”

연구자 : “그럼 이 로켓의 경우에는 곡선운동을 한다고 생각하지 않으세요?”

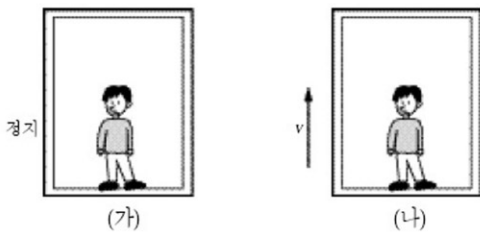
H교사 : (잠시 생각을 한 후) “그럴 것 같긴 하네요. 하지만, 웬지 우주 공간은 공기의 저항이 전혀 없어서 지표면과는 조금 다른 운동을 할 것 같다는 생각이 들어요.”

면담 내용에서 알 수 있듯이 이 교사는 물체의 운동을 설명함에 있어서, 개념 적용의 일관성을 보이지 못하고 있으며, 또한 운동법칙에 의해서 운동을 분석하려는 경향보다는 상상과 직관에 의해서 생각하는 경향을 보이고 있음을 알 수 있다.

(3) ‘등속 직선 운동하는 엘리베이터 안의 물체에 작용하는 힘’ 문제에 대한 G 교사의 풀이 과정과 면담 결과

‘등속 직선 운동하는 엘리베이터 안의 물체에 작용하는 힘’ 문제(13번 문항)는 다음과 같다.

[13] 그림 (가)는 철수가 탄 엘리베이터가 정지한 상태를 나타내고, 그림 (나)는 그 엘리베이터가 일정한 속력 v ($v = 2 \text{ m/s}$)로 위로 움직이고 있는 상태를 나타낸다. 다음 질문에 답하시오. (단, 철수의 질량은 50kg 이다.)



- 1) 철수에게 작용하는 알짜 힘은 각각 얼마인가?
(가) (나)
- 2) 각각의 경우 철수에게 작용하는 중력의 크기를 서로 비교하시오.

G교사는 13번 문항의 하위 문항 1)에서는, ‘정지한 경우의 알짜 힘 = $50 \times 9.8 = 490 \text{ N}$

등속운동 하는 경우의 알짜 힘 = $(50 \times 9.8) + \text{관성력}$ ’이라고 답을 했고, 하위 문항 2)에서는 중력의 크

기는 같다고 했다. G 교사의 경우도 앞의 9번 문항에서 답한 교사와 같이 연구자들이 예상하지 못한 풀이 과정을 보였다. 다음은 그 면담 내용이다.

연구자 : “정지한 경우는 중력이 알짜 힘이고, 운동하는 경우는 중력과 관성력의 합이 알짜 힘이라고 생각하시는 거죠? 그러면 정지한 경우에는 중력만 작용하나요?”

G교사 : “그렇죠. 지구상의 모든 물체에는 중력이 작용하니까요.”

연구자 : “정지해 있는데도 중력만 작용하는 걸까요? 정지한 상태의 물체에 작용하는 알짜 힘이 0이라는 사실은 앞의 3번 문항에서 직접 말씀하셨는데.”

G교사 : (잠시 생각한 후) “아 맞네요. 다른 힘이 있어야죠. 수직항력이 빠졌네요. 둘 다 수직항력을 빠뜨렸군요.”

연구자 : “네. 맞습니다. 그럼 수직항력까지 고려하면 답이 어떻게 되죠?”

G교사 : “일단 정지한 경우는 0이 될 것이고, 운동하는 경우는 관성력만 남게 될 것 같네요.”

연구자 : “그럼 이 관성력의 실체에 대해서 설명해 주실 수 있을까요?”

G교사 : “사람이 위로 올라가고 있으니까, 이 사람은 아랫방향으로 가상의 힘을 느끼게 되겠죠. 그 힘이 정확히 얼마인지는 모르겠지만, 작용할 것 같아서 그냥 관성력이라고만 답을 했어요.”

연구자 : “문제에서 등속운동이라고 했는데, 등속운동인 경우도 관성력을 느낀다고 생각하나요?”

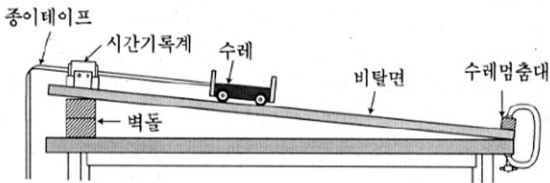
G교사 : (한동안 생각을 한 후) “아닌가요? 제가 잘못 알고 있었나요? 등속으로 운동할 때는 느낄 수 없는 건가요?”

G 교사는 수직항력의 존재를 분명히 알고 있고, 앞에서의 2번과 3번 문항에서는 정확히 찾아내고 서술도 했지만, 13번 문항의 경우에서는 이 개념을 적용시키지 못하고 있었다. 역시 문제 상황이 달라질 때 개념을 잘 적용하지 못함을 알 수 있다. 또한 등속 직선 운동하는 경우에도 관성력을 느낀다는 잘못된 개념을 가지고 있음도 보이고 있다.

(4) '중력장에서의 낙하운동 가속도' 문제에 대한 H 교사의 풀이 과정과 면담 결과

'중력장에서의 낙하운동 가속도' 문제(14번 문항)는 다음과 같다.

[14] 다음은 벽돌을 이용해 비탈면을 만들고 수레를 굴러 내리는 장치를 나타낸 그림이다. 모든 조건을 동일하게 유지한 채 수레의 질량만을 증가시켜 보았다. 이 때 다음 각각의 물리량이 변하는지(증가 또는 감소), 변하지 않는지 쓰고 그 이유도 간단히 쓰시오.



- 1) 수레에 작용하는 중력
- 2) 수레의 가속도
- 3) 비탈면을 완전히 내려오는데 걸린 시간

14번 문항에서 이 교사는 1)문항과 2)문항에서는 정답을 구했지만, 3)문항에서는 걸리는 시간이 감소한다고 답을 했다. 2)문항에서 가속도가 일정하다고 했는데도, 3)문항에서 걸리는 시간이 줄어든다고 한 점에 대해서 연구자가 면담한 결과는 다음과 같다.

연구자 : “수레의 가속도는 처음과 변화가 없는데, 내려오는데 걸리는 시간이 줄어든다고 생각하는 이유가 뭐죠?”
 H교사 : “질량이 증가했으니까 빨리 내려오는 것이 아닌가요?”
 연구자 : “그럼, 가속도는 두 경우 같지만, 속력은 질량이 큰 경우가 더 빠를 것이라는 생각이 신가요?”
 H교사 : “네! 그렇죠.”

H 교사는 가속도와 속도를 서로 연관 지어 생각하

지 않고 별개의 문제로 나누어 생각하고 있음을 알 수 있다. 처음에 똑같이 정지한 상태에서 출발하는 물체라면, 가속도가 동일하면 속도 역시 동일해야 하는 것이 당연함에도 불구하고 가속도는 같고 속도는 다르다고 생각하고 있는 것이다. 면담 과정에서 연구자는 다시 가벼운 펜과 이보다 좀 더 무거운 지우개를 들고, 보충 질문을 하였고, 그 때 H 교사의 응답은 다음과 같다.

연구자 : “만약 이 두 물체를 같은 높이에서 떨어뜨리면 어떻게 될까요?”
 H교사 : “같이 떨어지죠. (한동안 생각을 한 후), 아! 그럼 여기서도 걸리는 시간이 같아야겠군요. 저는 비탈면이라서 다른 상황이라고 생각해 버린 것 같아요.”

이 교사는 자유 낙하하는 경우에서는 질량에 관계없이 같이 떨어짐을 알고 있으나, 문제 상황이 조금 바뀌면, 알고 있는 물리 개념이나 원리를 적용하지 못하고 직관에 의존한 생각을 보였다.

4. 분석 결과의 종합

물리를 전공하지 않은 과학 교사들이 물리 개념 조사 도구에 대해 서술형으로 응답한 내용의 분석과 심층 면담 내용의 분석 결과를 종합하여 정리하면 다음과 같다.

첫째, 물리를 전공하지 않은 과학 교사들의 평균 정답률은 9명 중에서 4명만이 70%를 넘었고 3명은 50%를 넘지 못했다.

둘째, 물리를 전공하지 않은 일부 과학 교사들은 알고 있는 지식을 실제 문제 해결과정에서 잘 적용하지 못하는 경우가 많았다. 예를 들면, 등속원운동을 하기 위해 필요한 구심력의 방향은 원의 중심을 향한다는 것, 정지 또는 등속직선 운동하는 물체에 작용하는 알짜 힘은 0이라는 것, 두 물체 사이에서 힘을 주고받을 때 작용-반작용 법칙이 성립한다는 것 등에 대해서 직접적으로 질문하면 비교적 정확히 답을 하지만, 그 개념이 포함된 어떤 상황의 문제를 해결할 때는 이러한 지식을 사용하지 못하고 직관에 의존하는 경향이 컸다.

셋째, 물리를 전공하지 않은 일부 과학 교사들은 물

리 개념을 피상적으로 알고 있거나 단순히 공식으로만 기억하고 있고, 그것의 정성적인 의미를 정확히 알고 있지 못한 경우가 많다. 특히 힘과 운동에 관련한 뉴턴의 운동 법칙을 정성적이고 심층적으로 이해하지 못하는 교사가 상당수 있었다. 이들은 단순히 이 법칙의 명칭과 일부 내용만을 알고 있을 뿐 구체적이고 종합적으로 이해하지 못했다.

넷째, 일부의 과학교사들은 물리 개념이나 원리를 적용함에 있어 일관성이 부족함을 보였다. 문제 상황이 바뀌었을 때 똑같은 개념이나 원리를 적용해야 함에도 불구하고 전혀 다른 방향으로 이해하여 문제를 해결해 나가거나, 자신의 추측에 의해서 문제를 해결하는 경우를 볼 수 있었다.

끝으로, 학생들이 가지는 물리 오개념에서 대표적으로 알려져 있는, ‘운동방향으로 알짜 힘이 존재한다.’라는 오개념을 가진 교사가 본 연구에서도 일부 있었다. 특히 진자의 운동에서 힘을 분석하는 데 있어서는 이러한 오개념이 두드러지게 나타남을 보였다. 또한, 등속 직선 운동하는 경우에서도 관성력이 작용한다고 생각하는 교사와 질량이 큰 물체가 빨리 떨어진다는 생각을 가진 교사도 있었다.

IV. 결론 및 시사점

이상의 분석 결과로부터 본 연구의 연구 문제에 대해 다음과 같이 결론지을 수 있다.

본 연구에서 대상으로 한 상당수 교사들이 물리 개념이나 법칙에 관한 문제 풀이 과정에서 이해보다는 개념이나 법칙의 기억에 의존하여 문제를 해결하고 있고, 연구자와의 면담 시에 문제 풀이 과정을 충분히 설명하지 못하는 것을 볼 때, 물리를 전공하지 않은 과학 교사들의 상당수가 물리 개념이나 법칙에 대해 충분한 이해를 가지지 못한 상태에서 중학교 과학 내용을 지도함으로써 중학교 학생들이 물리 개념이나 법칙을 정확하고 충분하게 이해하도록 하는데 어려움을 가질 수 있다. 더욱이 물리를 전공하지 않은 과학 교사들의 일부는 물리 개념이나 법칙의 설명에서 보편적으로 나타나고 있는 오개념을 보임으로써 학생들로 하여금 관련 물리 개념에 대해 잘못된 개념을 가지게 할 수도 있음을 보였다. 또한 물리를 전공하지 않은 상당수 과학 교사들은 상황이 달라졌을 때 물리 개념을 일관성 있게 적용하지 못한다든지, 공식을 단순

히 적용하여 문제를 해결함으로써 일부 물리 개념에 대한 정성적인 이해가 부족함을 보였다. 이는 학생들로 하여금 물리 개념의 적용 및 심화 적용 능력을 지도하는 데 어려움이 있음을 시사한다. 최근에 연구된 우리나라 ‘공통과학 교사 자격 기준’(한국교육과정평가원, 2008)에 의하면 내용 지식 영역의 전문성 요소의 하나로, ‘중·고등학교 과학에 기본적인 물리학 지식을 종합적으로 이해한다.’라는 기준이 제시되어 있다. 본 연구의 결과에서 볼 때, 물리를 전공하지 않은 과학 교사들 중에서 상당수가 이 기준을 만족하지 못하는 것으로 생각된다.

본 연구에 사용된 문항들이 중학교 과학교육과정에서 다루는 내용에서 조금 더 구체적이거나, 한 단계 높은 수준의 문제였음을 감안한다면 바람직한 중학교 과학교육을 위해서는 이러한 연구 결과는 문제로 제기되지 않을 수 없다. 이러한 결과는 화학을 전공하지 않은 물리 교사가 화학을 가르칠 때, 생물을 전공하지 않은 물리 교사가 생물을 가르칠 때, 지구과학을 전공하지 않은 물리 교사가 지구과학을 가르치는 데 있어서도 나타날 수 있는 문제이다. Chou(2002)가 대만 과학 교사들을 대상으로 연구한 결과에 의하면 화학을 전공하지 않은 상당수의 과학 교사들이 화학 영역의 개념들에 대해 오개념을 가지고 있다는 연구 결과를 이를 간접적으로 뒷받침하고 있다.

본 연구가 소수의 과학 교사들을 대상으로 한 것이어서 일반화시키기에는 제한이 있지만, 그럼에도 불구하고 이상의 연구 결과로부터 우리나라 과학 교사 양성과 현직 교사 대상의 연수과정에 대한 중요한 몇 가지 시사점을 얻을 수 있다. 그 한 가지는 과학 교사 양성기관의 교육과정이 개선될 필요가 있다는 것이다. 개선의 한 방법은 중학교 과학교사와 고등학교 과학교사를 분리 양성하는 것이다. 중학교와 고등학교의 교육은 같은 중등교육이라는 틀 속에 있긴 하지만, 국가에서 정한 교육과정상의 측면이나 실제 현장에서 이루어지는 수업의 측면에서 다른 성격을 가지고 있다. 특히 네 영역으로 나누어지는 과학은 더욱 그렇다. 통합과학으로 지도하는 중학교 과학 교과와 각 교과 영역별로 나누어 지도하는 고등학교 과학교과는 그 수준이나 질적인 측면에서 차이가 날 수밖에 없다. 현행 사범대학의 과학 교사 양성 과정이 고등학교 과학 교사 양성 과정으로 편향되어 있다고 하는 주장(이학동, 1989)과 절대 다수의 과학 교사가 중학교와 고

등학교 교사의 분리 양성이 바람직하다고 보고 있다는 조사 결과(조희형 등, 1989) 및 중학교 과학 교사는 통합 학과 형태로 양성하고 고등학교 과학 교사는 분과 학과 형태로 양성해야 한다는 의견조사 결과(이학동 등, 1996) 등의 선행 연구 결과들은 이러한 주장을 강하게 뒷받침하고 있으며, 5년 이상의 과학 교사 양성 과정을 두어 교사 양성을 차별화하는 것(예를 들면, Rutgers Graduate School of Education, 2009)도 하나의 방법이 될 것으로 본다.

다른 한 가지 시사점은 과학 교사들을 대상으로 한 연수에서 영역별로 세분화된 프로그램이 마련되어야 한다는 것이다. 중학교에서는 물리, 화학, 생물, 지구과학이 아닌 '과학' 교과가 있고, 그에 따라서 특정한 몇몇 분야를 제외하고는 대부분의 연수가 영역별로 세분화되어 있지 않다. 물리, 화학, 생물, 지구과학의 각 영역별로 나누어서 연수 프로그램이 개설되면 교사들은 자신의 부족한 영역의 전문성을 신장시키는데 효과적으로 활용할 수 있을 것이다. 미국의 AAPT에서 개발된 과학교사 전문성 개발 모델에서는 세분화된 과학의 각 영역에 대해 교사들이 전문성 신장을 경험할 수 있도록 기회를 제공하고 있다(Nelson, 2009).

본 연구에서는 물리를 전공하지 않은 중학교 과학 교사들의 '힘과 운동' 영역의 교과내용지식적인 측면의 문제점을 살펴보았다. 본 연구자들은 물리교육을 전공하고 있기 때문에 물리 영역의 교과내용지식적인 측면에 대한 연구를 했다. 그러나 위의 연구 결과를 바탕으로 볼 때, 화학, 생물, 지구과학 전공의 연구자들도 이와 비슷한 성격의 연구를 하고 문제점을 찾아낸다면, 더욱 더 전문성 높은 교사양성과 교사 재교육을 위한 과정과 프로그램을 만들 수 있는 근거를 마련할 수 있을 것이다.

국문 요약

본 연구에서는 물리를 전공하지 않은 중학교 과학 교사들의 '힘과 운동' 영역의 교과내용지식에 대한 전문성의 정도를 서술형 응답 분석 및 심층 면담의 방법을 통해서 조사하였다. 조사 대상으로는 화학, 생물, 지구과학을 전공한 중학교 과학 교사 9명을 선정하였으며, 이들을 대상으로 물리 개념 조사 도구를 투입하여 이들의 서술형 응답 내용의 분석 및 심층 면담

내용의 분석 결과로부터 이들의 '힘과 운동' 내용 지식 영역에서의 전문성을 분석하여 물리를 전공하지 않은 중학교 과학 교사들의 전문성을 유추해 보았다. 연구의 결과, 연구 대상 교사들의 '힘과 운동' 영역 개념에 대한 정답률이 높지 않고 일부 교사는 오개념을 가지고 있음을 볼 때, 중학교 수준의 물리 내용 지식, 적어도 힘과 운동 영역의 물리 영역의 전문성이 높다고 보기 어렵고, 따라서 물리 개념을 정확히 설명하는 데 어려움을 겪을 수 있다고 생각되며, 상황이 달라졌을 때 물리 개념을 일관성 있게 적용하지 못한다든지, 공식을 단순히 적용하여 해결함으로써 문제 해결에 대한 정성적인 이해가 부족함을 보임을 볼 때, 학생들에게 물리 개념의 적용 및 심화 적용 능력을 지도하는 데 어려움이 있음을 유추할 수 있다.

참고 문헌

- 곽영순(2006). 중등 과학교사들이 말하는 교과교육학지식의 의미와 교직 전문성 제고 방안. 한국과학교육학회지, 26(4), 527-536.
- 교육부(1997). 제7차 교육과정 - 중학교 교육과정, 대한교과서주식회사.
- 교육인적자원부(2007). 교육인적자원부 공고 제 2007-133호.
- 구선아, 채희권(2008). 7학년 교과서의 확산 현상 기술에 대한 분석과 과학교사들의 확산 개념에 대한 이해도 조사, 한국과학교육학회지, 28(8), 383-394.
- 김선경, 김영미, 백성혜(2007). 물질의 상태에 관한 중·고등학생들과 과학 교사들의 분류 기준에 대한 유형 분석, 한국과학교육학회지, 27(4), 337-345.
- 박진희, 김동욱, 백성혜(2006). 전국 전위에 대한 고등학교 화학교사와 학생들의 인식 조사, 한국과학교육학회지, 26(2), 279-290.
- 백성혜, 조미정(2005). 대기 중의 수증기량이 증발과 끓음에 미치는 영향에 대한 고등학생과 화학 전공 교사들의 인식 조사 및 관련 교과서 내용 분석, 한국과학교육학회지, 25(7), 773-786.
- 송진웅, 김익균, 김영민, 권성기, 오원근, 박종원(2005). 학생의 물리 오개념 地圖. 서울:북스힐.
- 오원근, 김재우(2006). 물리 전공이 아닌 중등학교 과학교사들의 빛과 파동 개념, 새물리, 52(6), 512-520.

이학동(1986). 통합과학교육의 실태조사. 한국과학교육학회지, 6(2), 43-52.

이학동(1989). 중학교 과학교사 양성을 위한 교육과정의 개선 방안. 한국과학교육학회지, 9(1), 1-17.

이학동, 손연아, 노경임, 송진웅(1996). 과학교사의 양성, 임용, 재교육에 대한 개선 방향. 한국과학교육학회지, 16(1), 103-120.

조희형, 이문원, 조영신, 한인숙(1989). 중등학교 과학교육의 내실화방안에 대한 연구 : 중등과학교사 교육 및 재교육. 한국과학교육학회지, 9(2), 1-12

한국교육과정평가원(1998). 1999학년도 대학수학능력시험문제, 한국교육과정평가원.

한국교육과정평가원(2000). 2001학년도 대학수학능력시험문제, 한국교육과정평가원.

한국교육과정평가원(2001). 2002학년도 대학수학능력시험문제, 한국교육과정평가원.

한국교육과정평가원(2003). 2004학년도 대학수학능력시험문제, 한국교육과정평가원.

한국교육과정평가원(2008). 표시과목 [공통과학]의 교사 자격 기준과 평가 영역 및 평가 내용 요소, 한국교육과정평가원.

Aiello-Nicosia, M. L. and Sperandeo-Mineo, R. M.(2000). Educational Reconstruction of Physics Content to be taught and of Pre-service Teacher Training: A Case Study. International Journal of Science Education, 22(10), 1085-1097.

Chou, C.-Y.(2002). Science Teachers' Understanding of Concepts in Chemistry. Proc. Natl. Sci. Coun. ROC(D), 12(2), 73-78.

Epstein, L. & Hewitt, P. 저, 백운선 옮김 (2004). 재미있는 물리여행. 서울:김영사.

Lederman, N. G. and Gess-Newsom, J. Eds.(1999). Reconceptualizing Secondary Science Teacher Education, in PCK and Science Education, Hingham, MA: Kluwer Academic Publishers.

McDermott, L.M.(1990). A Perspective on

Teacher Education in Physics and Other Sciences: The Need for Special Science Course for Teachers. American Journal of Physics, 58(8), 734-742.

National Board for Professional Teaching Standards (2006). Adolescence and Young Adulthood/ Science Standards, Second Edition. NBPTS.

National Science Teachers Association (2003). Standards for Science Teacher Preparation, NSTA.

Nelson, J.(2009). Professional Development for K-12 Teachers of Physics and Physical Science, 2009 APS April Meeting (May 2-5, Denver, Colorado).

Rutgers Graduate School of Education (2009). Five-Year Teacher Education Program: Physical Science and Physics Education (K-12).

Shulman, L. S.(1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. Educational Researcher, 15(2), 4-14.

Talbot, R., Otero, V., and Briggs, D.(2009). Measuring Physics Teacher Knowledge: Is it Domain Specific? 2009 APS April Meeting (May 2-5, Denver, Colorado).

Wenning, C. J. (1998). Knowledge base for prospective secondary level physics teacher. <http://www.phy.ilstu.edu/programs/ptefiles/index.html>.

Windschitl, M.(2005). Guest Editorial - The Future of Science Teacher Preparation in America: Where is the Evidence to Inform Program Design and Guide - Responsible Policy Decisions? Science Education, 89(4), 525-534.