

# 교실 수업에서 초임 과학교사의 교과내용지식이 내용교수지식에 주는 영향에 대한 연구

곽영순\*

한국교육과정평가원

## Research on the effects of Subject Matter Knowledge(SMK) on Pedagogical Content Knowledge(PCK) of secondary beginning science teachers in classroom teaching

Youngsun Kwak\*

KICE

**Abstract:** The purpose of this research is to investigate the characteristics of beginning science teachers' subject matter knowledge (SMK) as revealed in their classroom teaching methods. In this research, we explored six beginning teachers' classroom teaching episodes on the 'work and energy' unit. Using open-ended interviews with the teachers and group discussions taking place on a regular basis to analyze and compare the classes of six beginning teachers, we extracted the features of beginning science teachers' SMK. Using grounded theory methods, the characteristics of beginning science teachers' SMK drawn from this research are: (1) beginning teachers' positivistic epistemology on science, (2) claiming the teacher's authority based on rich subject content knowledge, and (3) beginning teachers' science elitism. These epistemological characteristics are realized such PCK as (1) representational errors caused by the teacher's own science misconception, (2) doing harm to students with too much content knowledge, (3) sporadic content presentation lacking a focus, and (4) surplus class hours with lack of effective science teaching explanations. Suggestions for alternative perspectives on science SMK are presented by experienced teachers. In conclusion, science teachers' SMK is necessary, but not sufficient, for effective teaching. Science teachers' SMK does have an effect on science teaching, mediated by other types of teacher knowledge. The beginning teachers need a systematic support to transform their SMK into a viable PCK.

**Key words:** Subject Matter Knowledge, Pedagogical Content Knowledge (PCK), beginning teachers, instructional consulting

### 1. 서 론

성공적인 교사가 되기 위해 적절한 교과내용지식(subject matter knowledge)이 필수적이라는 점에 대해서는 이견이 없다. 교사가 필요로 하는 교과내용에 대한 준비 수준은 그 교사가 가르치는 과목에 따라 달라지며, 심화 과목을 가르치려면 교사는 더 많은 과목을 이수할 필요가 있을 것이다. 최근에는 교과내용 자체에 대한 확실한 이해와 더불어 특정 교과를 가르치는 방법에 대한 지식의 중요성이 지적되고 있다. 선행연구 결과에 따르면, 얼마나 많은 전공과목을 이수했는지 보다는, 교과와 관련된 특정 개념이나 절차를

가장 잘 학습할 수 있는 방법에 대한 지식을 교사가 습득하는 것이 더 중요하다고 한다(Ingersoll & Kralik, 2004). 이렇게 교과별 교수방법, 교실관리에 대한 기초 지식, 교과별 학생평가 등을 모두 포괄하는 영역이 교과별 내용교수지식(PCK, Pedagogical Content Knowledge)이다.

내실 있는 교실 수업의 열쇠는 교사의 수업 전문성이며, 교사의 수업 전문성의 핵심은 교과 내용을 지도하기에 적절한 방법적 지식인 내용교수지식(PCK, Pedagogical Content Knowledge)이다. 1980년대 이래로 Shulman(1987)의 영향으로 교사의 전문지식은 교과내용 지식, PCK 및 일반 교수 지식으로 개념

\*교신저자: 곽영순(kwak@kice.re.kr)

\*\*2009.02.07(접수) 2009.03.28(1심통과) 2009.08.24(2심통과) 2009.09.08(최종통과)

화되었다. 유능한 교사는 교과내용을 학생들이 이해할 수 있는 형태로 변환시킨다. PCK는 교사지식을 구성하는 교과내용 지식, 일반 교수법적 지식 및 상황 지식 영역의 영향을 받아서 재구성되는 영역이다.

PCK는 교육학적 내용 지식, 교과교육학 지식, 교수내용적 지식, 교수법적 내용 지식, 교수내용 지식 등으로 번역되어 사용되고 있다. 교과교육학 지식 또는 내용교수지식으로 번역되는 PCK로 대변되는 것은 교과영역별 내용전문가와 차별화되는 교직의 전문성을 규명하고, 일반 교육학 지식(Pedagogical Knowledge, PK)과 차별화되는 교과별 교사지식의 특징을 포착하여 교사가 지닌 고유한 전문성이 있음을 보여주려는 것이다(한국교육과정평가원, 2008). 따라서 PCK는 특정 교과내용을 가르치는 데 요구되는 전문성을 의미한다. 교사만이 가지고 있는 고유한 전문성의 한 형태인 PCK는 교과별 교사 전문성의 요체로 간주되므로, 경쟁력 있고 전문성을 갖춘 교과 교사를 정의하는 핵심적인 구인이다(임청환, 2003; Magnusson, et al., 1999; Shulman, 1987).

Shulman이 PCK를 제안한 이래로 많은 연구자들이 PCK와 교사지식의 영역에 대한 다양한 변형 모델을 제안하였다(Carlsen, 1999; Gess-Newsome, 1999; Tamir, 1988). 선행연구에서 논의된 과학과 PCK의 특징 중 하나는 PCK는 교실수업 경험을 통하여 얻어지는 경험적, 실천적 지식으로, 교과내용이나 내용 주제별로 달라진다(조희형 등, 2006; Van Driel, et al., 2002). PCK란 교과내용을 가르치기 위한 교사의 내용 지식으로 해당 분야의 다른 전문직의 내용 지식과 교사 지식(예: 의사와 생물교사, 물리학자와 물리 교사 등)을 차별화해주는 요인이기도 하다(Ball & Bass, 2000; Van Dijk & Kattmann, 2006). 요약하면, PCK의 정의에 충실할 때 PCK는 각 교과별로 차별화되는 교사의 수업 전문성으로 구체적인 구성요소나 주변 변인은 달라지지만, 학생의 성공적인 교과별 교육목표 달성을 지원하기 위한 교사의 전문적인 노력이라는 특징은 모두 공유하고 있음을 알 수 있다(한국교육과정평가원, 2008).

최근 들어 PCK라는 용어 대신에 가르치기 위한 교과내용지식(content knowledge for teaching)이라는 표현이 선호되고 있다(권영순, 2008). 이러한 변화는 교과내용별로 특화된 교사의 지식기반을 구체화하려는 지속적인 노력을 반영한 것으로 보인다. 듀이

(1897)는 이미 100여 년 전에 교수활동에 수반되는 내용지식을 해석하는 과정에서, 교사의 내용지식의 특수한 성격을 지적하였다. 듀이는 특히 교사가 가르치려는 목적으로 내용지식을 개념화하는 방식은 해당 학문영역에서 내용지식을 생산하거나 그 분야 내에서 그 내용지식을 적용하는 방식과는 질적으로 다르다는 점을 인식하였다. 달리 말해서 과학이나 수학 교사들이 가르치기 위해 요구되는 교과내용지식은 과학자나 수학자가 필요로 하는 지식과는 다르며, 또한 수학이나 과학을 활용하는 의사나 경제 분야의 다른 전문가들이 필요로 하는 내용지식과도 차별화된다고 한다. 그러나 과학교사나 수학교사가 필요로 하는 내용지식의 독특한 성격은 아직도 연구나 학자들의 심각한 논쟁의 대상으로 남아있다(Ball et al., 2001; Gess-Newsome & Lederman, 1999).

수업 상황이 되면 학생을 고려하지 않고서는 상황을 파악하기 어렵다. 수업내용, 수업방법, 평가 등 수업의 모든 측면과 요소에 학생이란 변인이 녹아들어 학생을 위한 수업내용 전개, 학생을 위한 수업전개, 학생을 위한 평가 전략 등으로 변환된다. 여기서 교과내용지식(Subject Matter Knowledge, SMK)은 수업의 핵심요소 중 하나이다. 지금까지 과학교사의 교과내용지식과 교수활동과의 관련성에 대한 연구에서는 심화된 과학내용지식을 지닌 교사가 더 나은 과학교사인지를 연구하였다. 교사가 대학에서 이수한 과학내용학과 관련된 과목수나 평균 학점과 교수 효과성 사이의 관련성을 연구하거나, 개념도, 서술형 평가문항, 개별 면담, 가상적 수업상황 등을 활용하여 교사가 지닌 과학내용지식을 평가하기도 하였다(Abell, 2007). 예컨대 교사가 지닌 공식적 과학내용 지식 배경과 수업시간의 고차원적 질문기법 활용, 교실탐구 활용, 학생중심 실험수업 운영, 수업에서의 의사결정 등을 점검하였다.

한편, 최근 들어 교원평가제, 수석교사제, 교원 능력별 성과급제 등의 도입을 통해 교원의 전문성 발달을 촉진하려는 정책이 많이 제안되고 있다. 이러한 일련의 교사 전문성 제고를 위한 노력과 다양한 정책들을 현장의 체제와 문화에 길들여지지 않은 초임교사에게 투입하는 것이 그 성과 면에서 더 효과적인 것이다(이화진 등, 2007). 달리 말해서 이미 타성에 젖어서 좀처럼 바뀌기가 어려운 경력교사보다도 교직의 첫발을 내딛는 초임 기간 동안 바람직한 태도와 능력

을 연마할 수 있도록 올바른 방향을 제시해 주는 것이 더 효과적인 것이다.

이러한 배경 하에, 본 연구에서는 초임 과학교사를 대상으로 실제 교실수업 상황에서 구현된 교사가 지닌 과학내용지식(Science Subject Matter Knowledge) 측면의 특징을 추출하였다. 교사가 지닌 지식관, 학습관, 학생과 관계 등에 대한 인식론적 관점이 교사의 수업 실천 행위를 결정짓는 데 상당한 영향을 준다(Jones, 2000). 따라서 본 연구에서는 과학 교과내용에 대한 초임교사의 인식, 과학을 가르친다는 것에 대한 교사의 태도와 인식 등을 함께 분석하였다. 나아가 초임 과학교사가 지닌 과학내용지식 측면의 특징을 기초로, 교사의 교과내용지식(SMK)이 내용교수지식(PCK)에 주는 영향을 고찰하였다.

## II. 연구방법 및 절차

본 연구는 과학과 초임교사 지원을 위한 수업컨설팅 프로그램 개발 연구의 일부로 진행된 것이다. 과학과 중등학교 초임교사 지원을 위한 수업컨설팅 프로그램 개발에서는 중학교 1, 2, 3학년의 과학 중, 물리 단원을 중심으로 진행되었다. 본 연구에서 주된 분석 대상으로 한 수업은 중학교 3학년 일과 에너지 9차시 수업이다. 과학내용 측면의 초임교사 수업의 특징을 탐구하기 위해, 먼저 동일한 주제를 가르치는 초임교사 6명의 수업을 촬영하여 비교분석하였다. 초임교사

는 주변의 추천과 대학원에 재학 중인 후배 교사들을 중심으로 선발하였다. 대부분의 초임교사들의 경우 수업촬영에 대한 부담감을 갖고 있었다. 수업동영상을 촬영한 6명의 초임교사 이외에 선배교사와 연구자 등으로 구성된 6명이 컨설턴트의 자격으로 수업분석에 참가하였다. 본 연구에 참여한 교사들의 배경정보를 제시하면 다음과 같다.

각 초임교사에 대해, 동일한 수업 주제로 진행한 1개 단원의 전체 수업을 촬영하고, 동일 차시 수업에 대하여 수업을 비교분석하는 수업컨설팅 협의회를 진행하였다. 45분짜리 1차시 수업을 비교분석하는 컨설팅 협의회는 짧게는 1시간에서 길게는 2시간 이상 지속되었으며, 그 내용을 녹음하여 전사하였다. 이 단계에서 초임교사 및 경력교사를 대상으로 한 교사면담도 실시하였다. 수업교차분석을 위한 수업컨설팅 협의회에 참가한 사람들은 각자의 경험을 기초로 초임교사와 경력교사 수업에 대한 분석평을 제공하였다. 수업을 진행한 초임교사와 경력교사, 연구자 등으로 구성된 수업분석 협의회를 통하여, 초임교사의 수업에서 진단된 개선 영역에 초점을 맞추어 경력교사의 수업 경험과 연계하여 수업컨설팅을 제공하려고 노력하였다.

본 연구의 주된 자료는 협의회를 전사한 자료와 교사면담자료이다. 초임교사 수업동영상을 함께 시청하고 교차분석한 뒤에, 초임교사들에게서 공통으로 발견되는 문제의식을 공유하고, 협의회를 통하여 대안

**Table 1**  
Background information of the participants

	ID	전공	교직 경력	최종 학위
초임교사	A	공통과학/물리	3년차	석사
	B	공통과학/물리	3년차	학사
	C	공통과학/물리	4년차	석사
	D	공통과학/물리	3년차	학사
	M	공통과학/물리	1년차	학사
	G	공통과학/화학	3년차	학사
컨설팅 협의회진	W	공통과학/물리	18년차	석사
	Y	공통과학/물리	14년차	박사
	V	공통과학/물리	6년차	석사
	Z	공통과학/물리	23년	석사
	U	과학교육	-	박사
	X	과학교육	8년	박사

과 해결방안을 공동으로 모색하였다. 이러한 과정을 통하여 수집된 자료들은 주제별로 코딩되어 초임교사들이 필요로 하는 수업측면의 컨설팅 프로그램 개발에 활용되었다. 예컨대 교사의 교과내용지식, 교육과정, 과학 교수전략, 학생 이해, 전문성 개발 등의 측면에서 초임교사 지원을 위한 컨설팅 프로그램 개발이 진행되었다.

이 중에서 본 논문에서는 초임교사의 과학 수업을 과학내용지식(Science Subject Matter Knowledge) 측면에서 분석하였다. 즉, 동일한 주제를 가르치는 수업들을 비교분석하여 교사의 과학내용지식(SMK)이 실제 수업에서 구현된 교사의 PCK에 어떤 영향을 미치는지를 분석하고, 과학내용지식(SMK) 측면에서 수업 개선방안을 탐색하였다.

### Ⅲ. 연구결과 및 논의

수업동영상 분석을 위한 컨설팅 협의회, 초임교사와의 면담 자료 등을 활용하여 초임교사들이 지닌 과학교과에 대한 인식 및 과학내용 지식의 특징을 추출하였다. 그 특징을 차례로 살펴보면 다음과 같다.

#### 1. 교과내용지식에 대한 초임교사의 인식

##### 1) 교사의 실증주의 인식론: 과학은 체계화된 지식이고 공식이다.

초임교사들의 수업을 지켜본 경력교사들은 초임교사들이 과학지식에 대하여 실증주의 관점을 지니고 있다고 평가하였다. 즉, 과학지식의 잠정성이나 변화가능성을 미처 표현하지 못하고, 학생들에게 “과학지식이 절대적 진리인 것처럼” 제시하고 있다고 지적하였다.

Z: 과학적 사실을 과학자가 물론 단순화시켜서 모델로 한 게 있지만, 교사들은 그걸 더 단순화시켜서 교실로 가져온다는 거죠. 그걸 알고 가져오면 좋은데 A선생님처럼 절대적인 진리인 것처럼 가지고 들어오면 이 선생님한테 이건 모델이 아닌 거예요.

W: 그러니까 A교사한테는 지식이 변한다는 개념이 없는 거예요. 자기가 알고 있는 게 절대적이죠.

초임교사들이 이러한 지식관을 가진 이유는 “그들 머릿속의 과학이 수식으로 들어있기 때문”이라고 설명하였다(Z교사). 즉, 일부 초임교사들은 과학은 체계화된 지식이고, 과학의 진수는 수학적인 부분이라고 인식하고 있는 것으로 보인다. 과학지식을 이렇게 인식한 초임교사의 수업은 “일반적인 공식을 만드는 과정”이 되고, 평가문항조차도 “기호와 기호들의 관계인 공식을 외워서 각 기호에 수치를 대입하여 풀어내도록” 요구하게 된다고 한다.

X: 그런데 위치에너지가 뭔지를 설명을 왜 안해주요? 우리 물리수업은 위치에너지라고 하면  $9.8mh$ 를 대입해서 문제는 잘 푸는데 정작에 위치에너지가 뭔지는 몰라요.

Z: 이런 게 아닌가 싫어요. 초임교사나 일부교사의 머릿속에서 위치에너지는  $mgh$  라는 수식으로 정의가 들어있는 거죠. 그러니까 아이들이 알아들을 수 있는 언어로 말을 못하고 어떻게든  $mgh$ 로 끝고 가야 되는 거죠.

W: 그러니까 일반적인 공식을 만드는 과정이에요. 이제 교사나 교과서의 논리적인 순서는 실험을 통해서 일반화된 공식을 만들고 싶은 거죠. 그래서 어쩔 수 없이 위치에너지는 질량( $m$ )과 높이( $h$ )에 비례한다는 그 가정하에 그러면 같아지려면 어쩔 수 없이 앞에 비례상수  $9.8$ 이 와야 된다고 논리적으로 설명을 하는 거죠. 그런데 중학생 수준이면 그 논리적인 방법이 오히려 어렵다는 생각이 들어요.

##### 2) 교사의 권위는 내용지식을 많이 아는 데서 나온다.

실증주의 인식론을 가진 초임교사들에게서 발견되는 또 하나의 특징은 교사의 권위는 과학내용지식을 많이 아는 데서 비롯되는 것으로 생각하고 있다는 점이다. 초임 과학교사들의 경우 과학교과내용에 대한 양적 우월감이 수업에서 자신감으로 표출된다고 한다. 특히 사범대학 과학교육과 출신에 비해서 자연대학을 나오고 교직과정을 이수하여 중·고등학교 과학교사가 된 경우에 과학교과내용을 많이 아는 데서 교사의 권위와 자신감을 찾으려는 경향이 더 강하게 발견되었다.

W: 그런데 C선생님은 자신감이 있는 것 같아요. 그 자신감이 개념의 양적인 게 자신감으로 표현되는 것 같아요.

M: 학원강사가 들어온다는 것에 대해서 사람들이 되게 거부감이 많은데, 그런 학원강사가 예를 들어서 물리학과나 화학과를 나온 사람이 들어오는 것에 대해서 그런 것도 거부감이 있는 거죠?

X: 과학내용만 안다고 가르치려 들어오는 사람들인데, 그런데 D선생님은 반대 안하시죠?

D: 잘 모르겠어요. 왜냐면 제가 물리학과 출신이어서, 물리학과에서 교직이수해서 교사가 되었으니까. 그런데 그런 건 있는 것 같아요. 사범대학에 비해서 물리학과나 화학과 나온 사람들이 사범대학 사람들이 배운 것에 대해서 내용학적인 깊이가 더 적다는 그런 인식이 있어요.

초임교사들이 체계적으로 공식으로 정리된 지식 덩어리를 학생들에게 전달하는데 주력하고, 학생들에게는 각각의 공식과 표현이 외래어처럼 낯설게 느껴짐에도 불구하고 “오비탈이나 반도체 등과 같은 최신의 과학정보 전달에 주력하는” 그 출발점을 따져보면 초임교사들이 교사의 권위를 “학생들보다 과학내용을 훨씬 더 많이 알고 있다는 데서 찾았 때문”이라고 한다. 일부 초임교사들은 “학생들이 모르는 표현과 새로운 지식을 쏟아내는 즐거움”을 누리기 위해 항상 준비된 지식보따리를 수업에 들고 들어가기도 한다. 따라서 초임교사들에게 수업이란 교사가 미리 알고 있는 지식을 어떤 형태로든 학생들에게 전달해주는 것이라고 간주하기 때문에, 가능하면 짧은 시간내에 효과적으로 많은 양의 지식을 전달하는 데 주력하는 경향이 발견된다.

W: 그런 모든 것들의 출발점을 다 따져 봐요. [초임교사들이 수업을 왜 저렇게 진행하는지, 그 출발점] 다 따져 보면 이 교사에게 있어서의 지식이란 자기가 학생들보다 훨씬 많이 알고 있다. 그리고 이 교사가 가지고 있는 지식을 어떤 형태로든 아이들한테 내 입으로 한번 말을 해주면은 나는 수업한 게 되는 거고, 내가 할 일을 다 하게 된 거고, 그리고 지식이 이미 전달된 거라고 간주를 해요. 그리고 학생보다 그러한 것들을 내가 많이 알고 있는 그 자체가 이 교사의 권위에

요. 이 교사의 권위는 거기서 나와요. '너 모르지?' 학생들도 거기에 굴복하는 이유가, 교사가 알고 있다는 것 자체가 커다란 권위가 돼요. 그래서 모든 행동들이 다 그 권위에 맞춰 가야 되는 상황이에요.

V: 아니 강남에서 학원에서 저렇게 가르칠 것 같은데요. 그래서 이제 1학년 수업하면 학원에서 배우고 온 아이들이 갑자기 그런 수업을 안 하니까 처음에 진도가 안 나가니까...

Y: '진도 안 나가고 뭐해요?' 그렇게 얘기해요.

W: 저도 초임 때 저런 모습이었다고 생각하거든요. [저도 그래요.] 그런데 그런 부분이 뭐냐면 내가 알고 있는 지식이라는 걸 [그걸 다 쏟아야 돼. 그 시간에] 저는 첫 발령을 인문계 고등학교로 받았잖아요. 그때는 고민이 뭐였냐면 아이들이 모르는 거, 몇 개 단어를 써 먹는 거, 그게 되게 즐거웠던 거예요. 아이들은 여기서 그거를 모르는데 내가 그걸 설명을 해줄 수 있다는 거. 나는 지식 덩어리를 가지고 들어갔어요.

X: 저도 그랬어요. 제가 중학교 2학년들 데리고 오비탈까지 들어갔다고 했잖아요.

초임교사들은 30여명의 학생들 앞에서 40여분을 버텨야 하는 긴장 상태에서 교사들의 교과내용지식은 초임교사의 주요 구명 장비이다. 따라서 초임교사에게 교과내용지식에 지나치게 의존하고 있다고 지적하면 초임교사들은 상당한 좌절을 경험한다고 한다.

과학교사가 지닌 교과내용 지식에 따라 교실담론이 결정된다고 한다(Carlson, 1997). 예컨대 교사가 덜 친숙하거나 내용을 깊이 있게 알지 못하는 주제를 가르칠 때 더 많은 질문을 던지는 경향이 발견된다고 한다. 대화의 장을 개방하기보다는 낮은 인지적 수준의 사실 위주의 질문을 많이 던지게 되어, 학생들은 교사의 질문에 대하여 방어적 입장을 취하게 된다고 한다.

결국 교사의 교과내용지식 수준에 따라 교실대화에서 학생 참여를 허용하는 정도, 학생에게 제시되는 질문의 유형, 미리 규정된 교육과정 목적에 집착하는 정도가 달라진다고 한다. 예컨대 수업 중에 교사가 학생에게 던지는 질문은 특정한 과학 주제에 대한 학생의 반응을 끌어내는 즉각적인 기능과 함께, 학생들과 대화 주제의 범위에 대한 교사의 통제권을 유지하는 기능도 한다.

선행연구에 따르면 과학을 말하는 교실담론에 학생들이 참여할 기회가 제한될수록 학생들은 과학을 협소한 권위주의적인 것으로 파악하는 과학에 대한 이데올로기적 관점을 갖게 된다고 한다. 이러한 과학교사의 과학에 대한 관점이나 교실담론에 대한 관점은 교사 스스로 경험한 과학으로 사회화 되는 과정과 과학교사로서 전문성 개발 과정에서 기인한다고 한다 (Abell & Lederman, 2007).

### 3) 초임교사들의 과학 엘리트주의, 따라올 테면 따라와 봐

초임 과학교사, 특히 물리를 전공한 교사들에게서 발견되는 '과학 과목에 대한 엘리트 의식'의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 물리에서 공식이나 수학적 풀이를 강조하지 않을 수가 없다. 그게 물리의 매력이다. 물리에 대한 엘리트 의식과 연계하여 일부 초임교사들은 과학에서 공식이나 수학적 풀이를 강조하지 않을 수가 없다고 설명한다. 왜냐하면 그게 물리의 매력이기 때문이라고 한다. 성급한 결론일수도 있지만 임용고시 이후에 교직에 입문한 초임과학교사들의 경우 중·고등학교는 물론 대학교육을 통하여 교사들 스스로 성공적인 과학학습자였기 때문에 지식전달 위주의 과학과 교수 학습 방법에 불만이 없는 세대들이다. 즉, 이들 초임 과학교사들은 그들 스스로 "과학의 모든 현상들이 수학적으로 풀이되고, 수식 속에서 물리적인 의미를 해석해내는 데서 과학의 매력을 느껴본" 학습자이다.

M: 저는 물리에서 수식을 강조하지 않을 수가 없다고 생각해요. 제가 물리를 흥미 있어 한 이유가 물리의 모든 현상들이 수학적으로 풀이되고 식의 변환도 재미있다고 생각했어요. 그걸 암기하는 것이 아니라 단순한 기본적인 사실로부터 유도해 낼 수 있다는 사실들이 저는 매우 재밌다고 느꼈고, ... 그래서 저는 이런 것들이 물리의 학문체계의 일종이고 학문의 구조라는 생각이 들어요. 그래서 나중에 아이들이 물리를 배우게 되면 이런 것들을 많이 언급하고, 물리학과에 와서는 이런 내용들을 중요시한다는 것을 학생들에게 은연중에 많이 심어주고 싶었어요. 그래서 계속 수업시간에 그런 걸 많이 하고요,

X: 그게 몇 명이나 될까요? 선생님이 대상으로 하는 학생은 상위 몇 퍼센트이고 선생님이 가르친 대부분의 아이들은 문과를 가요.

어떤 초임교사들은 "공식의 간결성을 추구하고 공식 속에 담긴 물리적 의미를 해석해보는 것이 물리학의 궁극적 목표"라고 주장하면서 은연중에 학생들 중에서 물리를 좋아하고 장차 물리 쪽으로 가려는 학생들을 염두에 두고 수업을 진행하게 된다고 언급하였다. 모든 학생들을 위한 과학적 소양이라는 구호가 지난 수십년간 만연했음에도 불구하고 일부 초임교사들에게는 아직도 "꼬마 물리학자 양성"이라는 인식이 지배적인 것으로 보인다. 물리학자가 될 극소수의 학생을 제외하고, 대부분의 나머지 학생들에게는 "살아가면서 부딪히는 과학이 오히려 중요하다"고 경력교사는 지적하였다.

초임교사들은 "고도의 추상화되고 이상화되어 공식 하나로 정리되는 그게 물리학자들이 원하는 궁극적인 목표"라고 설명하였다. 이에 대해 경력교사들은 대부분의 학생들이 물리 공식 속에 대한 의미를 읽어내기 보다는 연역적 진술문과 수많은 공식에 질려서 과학을 싫어하게 된다고 지적하였다.

한편, 따라올 테면 따라오라는 형태로 진행되는 수업방식도 문제지만, 공식에 대입하여 문제를 풀도록 요구하는 평가체제에도 문제가 있다고 지적하였다. 즉, 선행학습 수준에 따라 변별되는 평가문항을 출제하는 평가체제도 교사의 고급지식이 여기저기서 분출하도록 자극하는 또 하나의 장치라고 한다.

W: 따라올 테면 따라오라는 그 방향이 올림피아드든 무슨 문제든 항상 그런 식의 문제라는 거죠. 그러니까 대한민국이 1위를 해요. 그러니까 탐구 문제를 안 만드니까 요구하지 않으니까. [탐구문제라고 말하는 건 아이들에게 요구되는 수준은 맞추고 그 시간에 자기의 지적능력을 발휘해서 뭔가 문제를 해결하는 걸 말하는 건데] 기존 문제집의 유형화된 문제는 다 풀어내요.

둘째, 다소 어려운 내용이라도 아이들의 호기심을 유발하기 위해 도입할 필요가 있다. 일부 초임교사들은 수업에서 중학교 교육과정을 넘어서는 심화된 과학내용이나 최신 과학소재를 도입하고 있었다. 주어

진 교육과정을 이해하기도 벅찬데, 중학생들이 이해하기에는 오비탈이나 자연계를 통합하는 네 가지 힝등과 같은 주제가 너무 어렵지 않겠느냐는 지적에 대하여 초임교사는 “과학을 좋아하는 학생들이 언론매체나 주변에서 흔히 언급되는 최신 이론을 다루어줌으로써 학생들의 호기심을 유발할 수 있다”고 설명하였다.

M: 그런데 그건 가르치는 사람들의 마음 문제인 것 같아요. 내가 교육과정에 대해서 알고 있고, 이 아이들에게 이런 얘기를 해서 미칠 영향이 무언지를 알고 있으면 오비탈 얘기하는 것이 무슨 문제가 되겠어요. 교양과학서적들을 보면 오비탈에 대해서 수식을 써서 양자적으로 풀어서 계산하는 게 아니라, 원자의 구조가 어떻게 되어서 오비탈이라는 구조가 나왔다, 그러면 그런 것들에 대해서 아이들이 아, 오비탈이라는 게 있구나 라고 호기심을 가질 수도 있잖아요. 과학을 좋아하는 아이들이 과학교양 서적을 보면서 어려운 내용이 나와도 진짜 재밌겠구나 하고 보겠죠.

이러한 초임교사의 수업에 대하여 경력교사는 교과서에 있는 내용을 제대로 이해시키기에 시간도 부족하는데 호기심 유발을 위해 “수업시간에 교사가 가끔 내용 범위를 선을 넘어서서 시사과학이나 최신 과학 이론을 도입할 경우”에 오히려 학생들에게는 외워야 할 외래용어가 더 늘어나게 되는 결과를 가져온다고 한다.

셋째, 물리가 어렵다고 싫어하는 아이는 어쩔 수 없이 버리고 가야 한다. 일부 초임교사들은 중학생들이 과학을 싫어하고 어려워한다고 해서 내용수준을 낮추거나 재밌는 과학을 추구할 것이 아니라, “어차피 떨어져 나갈 학생들이라면” 타협할 필요가 없다고 주장하였다. 달리 말해서 중학교 수준에서 “쉬운 것만 가르쳐서 자신감을 길러준다고 해도” 상급학교 수준에서 언젠가는 학생들이 좌절을 겪고 이해에 어려움을 겪고 실망할 것이라고 지적하였다.

M: 우리나라 학생들이 과학을 중2 정도만 되면 어려워져 싫어한다고 하는데 그렇다고 쉬운 것만 가르친다고 하면 언제까지 쉬운 것만 가르칠 수

는 없는 거잖아요. 고등학교 대학교까지. 결국은 문제가 되지 않나요?

M: 학생들이 안하는 건 어쩔 수 없다는 생각도 들고요, 그런데 아이들이 물리를 선택을 안한다고 해서 과학을 쉽게 가르쳐서, 그렇게 약간 뺄뺄기를 해서 과학이 재미있고 물리가 재밌다고 가르쳐서 한 반에 4,50명씩이 물리를 선택해서 대부분의 아이들이 물리는 정말 재미있는 거라고 해서 물리학과를 갔다고 하면 그 아이들이 대학에 가게 되면 대학교육은 다르잖아요. 그러면 대학교육을 받으면서 아이들이 또 얼마나 좌절에 빠지고 더 실망할 것 같아요. 결국 시기의 문제인 것 같아요. [어느 정도에서 떨구어낼 것인가] 시기의 문제이긴 한데, 그렇다고 하면 미리부터, ... 그렇다고 제가 하는 수업이 대개 어려운 걸 가르치는 게 아니라 가장 보편타당한 걸 가르치는 건데 ...

초임교사들은 “중학교 수준에서 내가 지금 하는 수업이 굉장히 어려운 것을 가르치는 게 아니라, 가장 보편타당한 것을 가르치는 것이므로” 이 정도 수준의 수업도 이해하지 못하는 학생이라면 언젠가는 과학을 포기할 것이므로 가능성이 있는 학생들을 위해서 과학내용이나 수준을 타협해서는 곤란하다는 주장이었다.

## 2. 교과내용지식이 내용교수지식에 주는 영향

과학교과에 대한 초임교사의 이러한 인식이 실제 과학수업에서 어떠한 내용교수지식으로 구현되는지를 살펴보면 다음과 같다.

### 1) 교사의 오개념으로 인한 표현 오류

초임 과학교사에게서 발견되는 교사의 과학내용 지식 측면의 특징으로는 교사 스스로 오개념을 지니고 있어서 잘못된 비유나 예를 사용하거나 표현상의 오류를 범하는 경우가 발견되었다. 또한 교사가 관련 과학내용지식을 충분히 갖추지 못하여 산발적으로 낱말의 정보형태로 많은 양의 지식을 쏟아내는 경우도 발견되었다. 각각을 살펴보면 다음과 같다.

과학교사가 지닌 오개념으로 인해 학생들에게 오개

념을 전달하고 있는 경우가 발견되었다. 일부 초임교사들은 교사의 오개념으로 인해 잘못된 비유나 예를 사용하고 있었다. 학생들과 마찬가지로 교사들에게서도 과학 오개념이 발견되며, 교사 스스로 오개념을 지니고 있는 경우에 그릇된 비유와 사례를 활용하여, 학생들이 지닌 오개념을 오히려 더 강화하기도 한다.

Z: 교사가 충분히 알고 있어야 되요. 안 그러면 교사 스스로 오개념을 전달할 것 같아요.

X: 교사 스스로 오개념이 너무 많아서 드는 비유나 수업에 사용하는 도구들이 잘못된 게 많아요.

W: 저 선생님은 거울이어야 빛을 반사할 수 있다는 생각을 갖고 있어요. 물체이기 때문에 빛을 반사한다고 생각하는 게 아니라 [난반사의 개념이 없어요] 거울이기 때문에 빛을 반사한다고 생각하고 있어요. 반사는 곧 거울이어야 된다고 생각하고 있어요. 물체는 반사하지 않고.

Y: 물체를 보는 과정에서는 반사를 한다고 했지만, 그건 잊어버리고 그 다음부터는 거울이, 그래서 달도 거울로 비유할 수밖에 없었던 거예요.

W: 그 다음에 레이저 빛에 의해서 물체를 본다는 사고를 많이 심어줘서, 아이들이 눈에서 빛이 나왔다는 그 생각을 아이들이 '선생님 눈에서 빛이 나가서 물체를 보는 거냐'고 아이들이 자꾸 말을 하는데, 그 개념을 계속 굳어지게 한 게 레이저 빛을 비춰주니까 학생들은 눈을 레이저로 파악하게 되는 거예요. 그래서 아이들이 계속 중간에 그 말을 해요.

예컨대 눈으로 사물을 보게 되는 과정을 설명하면서 레이저 광원에서 나온 빛으로 물체를 비추어주면서, 사물을 보기 위해서는 광원이 필요하다고 설명하는 과정에서 학생들은 은연중에 레이저 광원을 눈으로 파악하게 되어, 눈에서 빛이 나가서 물체를 보게 된다는 생각을 강화하게 된다.

교사의 과학내용지식 미숙이나 오류로 인해 표현이나 표상 상의 오류도 발견되었다. 예컨대 중학교 2학년 여러 가지 운동 단원에서 '힘이 커야 속도가 빨라진다거나, 관성을 힘으로 표현하는 등의 경우가 발견되었다. 이에 대해 선배교사들은 교사가 좀 더 정확한 표현을 사용한다면 이 수업을 열심히 배운 학생이 수업 시간에 배운 내용을 가지고 다른 사람과 생산적인

의사소통을 더 잘 할 수 있을 것이라고 지적하였다.

## 2) 내용을 많이 알면 오히려 독이 되는 수업

과학내용을 많이 아는 데서 교사의 권위가 비롯된다고 생각하는 초임 과학교사들의 경우에는 “교사가 과학내용을 많이 알수록 더 잘 가르칠 수 있다”고 생각하고 있었다. 과학교과내용 전문성에서 교사의 권위와 역할을 찾으려는 초임교사일수록 주어진 시간에 더 많은 내용을 더 깊이 소개하고 말해주려는 경향이 발견되었다.

M: [중학생에게] 오비탈 얘기하는 것이 무슨 문제가 되겠어요. 교양과학서적들을 보면 오비탈에 대해서 수식을 써서 양자적으로 풀어서 계산하는 게 아니라, 원자의 구조가 어떻게 되어서 오비탈이라는 구조가 나왔다, 그러면 그런 것들에 대해서 아이들이 아, 오비탈이라는 게 있구나 라고 호기심을 가질 수도 있잖아요. 과학을 좋아하는 아이들이 과학교양 서적을 보면서 어려운 내용이 나와도 진짜 재밌겠구나 하고 보겠죠. ... 최신의 이론을 얘기 안하고 어떻게 [수업을] 해요. 요즘 사실은 반도체에 대해서 교과서에 언급된 게 없잖아요. ... 아니면 예를 들어서 천문분야에서 최초의 빅뱅에서부터 3분간을 잠깐 얘기해 줄 수도 있는 것이고.

한편, 잘 가르치기 위해서, 즉 교사 전문성 제고에서 교과내용학이 얼마나 필요하며, 교과내용지식이 어떤 역할을 하는지에 대해서는 논쟁의 여지가 많다. 경력교사들의 의견은 학생들의 눈높이를 파악하지 못하고 과학내용을 많이 아는 데서 교사의 권위를 주장하는 초임교사들의 경우 “아이들을 잡을 수도 있다”고 표현하였다. 즉, 학생들 스스로 생각하고 의심하고 고민해서 지식을 자기 것으로 만들 기회를 제공하기보다는 “너희들 따라올 테면 따라와 보라고” 결과만 나열하는 수업이 되기 쉽다고 지적하였다.

Z: 예컨대 내가 물리학 박사였다, 교육대학이 아니고 물리학 박사학위 딴 사람이 초등학교에 가서 초등학생들을 가르치면... 그러면 아마 아이들을 잡을 것 같은데. 너희들 따라올 테면 따라와 봐, 그



려고 좌악 가버릴 것 아니에요. 중학교 1학년들에게 자연계의 4가지 힘이 어려워요. 많은 지식이 필요하고, 그걸 생각하고 결과만 가르쳐서 무얼 하겠다는 건지 모르겠어요.

X: 거기에 대해서는 찬반양론이 많은데요, 내용학 수준이 높은 석박사, 자연대학 나온 사람, 그 다음이 사범대학 나온 사람들을 비교해보면 별 차이가 없고, 그리고 아는 게 병이 된대요. 아이들은 바닥수준인데 양자물리까지 이야기를 하는 거죠.

이렇듯 교사가 고등학교와 일반 시사과학의 수준을 넘나들며 온갖 지식과 개념을 쏟아내면, 중학교 학생들은 경중을 구분하지 못한 채, 심지어 과학내용과 농담도 구분하지 못한 채 정신없이 받아 적고 외우고 삼키게 된다. 이렇게 삼킨 지식을 시험에서 쏟아내고 학교문을 나서는 순간 까맣게 잊어버리고 학생들은 과학에 대해 지긋지긋하고 어려운 것으로 기억하게 된다고 한다. 교사는 실 새 없이 “죽은 지식을 활활활 쏟아내고, 학생은 힘들게 헉헉대며 쫓아가는 양상”이라고 지적하는 Z교사는 이런 식으로 수업이 계속 진행된다면 대부분의 학생들이 “과학은 나와는 무관한 교과”라는 인식을 갖게 될 것이라고 Z교사는 주장하였다.

### 3) 생각나는 것을 모두 언급하는 산발적 내용 전개

초임 과학교사에게서 발견되는 과학내용 측면의 특징 중 하나는 해당 주제와 관련하여 “생각나는 건 모두 언급한다”는 점이다. 즉, 개념의 논리적 전개 순서나 경중을 따져서 핵심이 되는 내용을 선별적으로 제시하는 것이 아니라, 산발적으로 교사 머리에 떠오르는 생각을 모두 언급하고 가르쳐주려는 경향이 발견된다.

예컨대 일상생활의 힘과 과학에서의 힘의 의미를 구분하는 과정에서 교사가 쏟아낸 수많은 배경정보와 관련 용어들의 홍수 속에서 학생들은 표류하게 된다고 한다. 이러한 현상은 초임교사들 스스로 개념전개의 논리적 구조와 중요도를 파악하지 못해서 벌어지는 현상이라고 한다.

X: 그런데 문제는 나는 이런 식으로 하면 별도의 부수적인 정보가 메인이 되어버리거든요.

Z: 이 선생님 수업의 특징은 메인하고 메인 아닌 것

의 구분이 없잖아요. 그냥 다 중요하고 모두가 메인이에요.

W: [중1의] 힘 단원을 배우고 나서 아이들이 시험 준비를 할 때 이걸 에너지야, 아냐 이걸 근력이야, 이걸 팔약근이야 이런 걸 공부해요. 국어수업이에요. [엄청난 정보를 아이들한테 쏟아낸 거죠] 주변 정보가 많아서 아이들이 그것만 배우고 분산돼요. 그래서 힘은 다른 의미로 해석된다는 게 너무 강조되어서 아이들 머리에 그게 기억에 남아요.

### 4) 초임이나 비전공자가 진행할 경우 시간이 남는 수업

초임이나 비전공자가 진행한 수업은 시간이 남아도는 현상이 발견되었다. 경력교사들의 경우 중학교 수준의 내용을 제대로 가르치기에도 주어진 수업시간이 턱없이 부족하다고 느끼는 반면에, 초임교사들의 경우에는 중학교 범위를 벗어나 상위수준의 내용까지 언급하면서도 시간이 남아도는 현상이 발견된다. 즉, 추상화하여 공식으로 소개해버리면 시간이 남는다고 한다. 따라서 “경력교사가 구현하려는 수업의 입장에서 보면 과학시수는 늘어나야 되는 것이지만” 경력이 짧은 교사의 입장에서 수업을 구현하려고 하면 과학 수업시수가 짧아도 괜찮다는 역설적인 결론이 도출되었다(Z교사). 예컨대 주어진 수업시간동안 위치에너지와 운동에너지 공식이 왜 그렇게 나오는지 체험하고 원리를 이해하려고 들자면 시간이 부족하지만, 공식을 선언적으로 제시해버리는 형태로 진행하면 수업시간이 남아돌게 된다는 것이다.

X: 내 그 다음 질문이 그거예요. 힘과 운동은 물리를 전공한 교사는 추상적이고 중요한 줄은 알겠는데 정말 접근하기 어렵하고 하는데 비전공자는 오히려 이 단원을 제일 가르치기 좋아하고 만만하고 편하게 생각해요. 그래서 내가 C선생님 수업을 보면서 25분 정도인데 벌써 수업진도를 다 나가고 시간이 남아요.

Y: 주어진 한정된 시간에 우리가 뭔가를 하자면 아이들에게 뭘 중점을 두고 볼 것인가를 초점을 맞춰야 되는데. 대표적인 게 역학적 에너지 보존을 위치에너지  $mgh$ 와 운동에너지 공식을 하고 나

면 그게 다예요. 그러면 할 게 없어서 세 시간을 내내 문제풀이만 하는 거죠.

W: 그 두 시간이 그 공식이나 그것과 관련된 체험이나 그 어떤 원리를 아는데 투자해야 될 시간인데 그 세 시간을 문제를 풀어준 거죠.

이렇게 진도가 빨리 나가는 현상은 초임교사뿐만 아니라, 경력교사라 하더라도 자신의 전공영역이 아닌 영역을 가르칠 때 진도가 빨리 끝난다고 한다.

V: 그것도 똑같아요. 생물교사가 물리 부분 가르칠 때 빨리 끝나는 거죠.

Y: 내가 중간 정도 나가고 있으면 비전공자 선생님은 진도 다 나갔어요.

Z: 비전공자가 아니고, 이제 무경험자나 경험이 짧은 사람들도 그래요.

물론 자신의 전공영역이 아닌 단원을 가르칠 경우 교사의 교과내용지식이 불안정하여 수업시간에 적절하고 효과적인 설명을 제공하는 능력도 제한될 수밖에 없다(Childs & McNicholl, 2007). 초임교사이거나 비전공영역을 가르칠 때 진도가 빨라지는 이유를 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 비전공자나 초임교사들이 특정 단원의 내용을 쉽게 느끼는 것은 관련 개념들의 복합성을 미처 파악하지 못하기 때문이라고 한다. 초임교사나 비전공자의 경우 추상적인 기호를 도입하여 수식으로 정리하고 그래프를 해석하는 형태로 수업을 전개하므로 내용정리가 간결하며 시간적 여유도 확보된다. 즉, 일반화된 공식이나 원리를 선언적으로 제시할 경우 수업시간이 너무 많이 남는다. 45분 수업을 실험이나 활동위주로 구성하는 경력교사의 수업에 비해 진술문의 형태로 공식이나 원리를 정리해주는 형태로 진행되는 초임교사들의 경우 짧은 시간 내에 진도를 다 마치게 된다. 예컨대 역학적 에너지나 운동에너지를 주제로 한 수업에서 공식위주로 전개할 경우 “역학적 에너지 공식과 운동에너지 공식 두 줄을 적어주고 나면” 더 이상 할 게 없어서 할당된 세 시간 내내 문제풀이에 투자하게 된다고 한다.

또한, 짧은 시간 안에 주어진 내용을 모두 설명해버리고 나서 남은 시간동안 파생된 내용을 다루는 경향이 발견된다. 예컨대 중학생들을 대상으로 자연계의

네 가지 힘, 엔트로피, 미적분을 이용한 이동거리 계산 등 심화된 내용을 다루는 경향이 발견되었다. 과학적 과정이나 내용 이해보다는 간단하게 공식이나 개념을 선언적으로 제시한 다음에 남은 시간동안 출제 가능한 다양한 유형의 문제풀이에 투자한다. 즉, 원리나 개념을 간단하게 설명한 다음에, 문제풀이가 길게 지속되는 수업을 특징으로 한다. 남은 수업시간을 모두 문제풀이에 투자하여 다양한 유형의 문제를 반복하여 풀어보는 형태로 수업이 진행되었다.

Y: 일의 원리가 지레, 도구를 이용한 게 2차시부터인데, [그건 교사마다 다른데] 그런데 이 사람들은 내가 세 시간에 하는 걸 한시간만에 다 해버렸어요. 빗면, 지레, 도르래 등 도구를 사용해도 일의 양은 똑같다는 일의 원리. [그게 대략 3차시란 말이죠, 그런데 그걸 2차시나 1차시에 하는 사람도 있었어요]

Y: 우리 학교에 지구과학 선생님이 중3의 일과 에너지를 가르치는데, 내가 절반 쯤 했는데 이미 끝난 거예요. 그래서 뭐까지 했냐면 아이들 말을 들어보면 별 희한한 것까지 다했어요. [시간이 넘치고 남아서] 거의 토크까지 다했어요. 지레를 잘못하면 토크가 되어버리잖아요.

W: 뭘 다른 데서 찾아요. 아까 C선생님 수업에서 봤잖아요. C선생님 수업에서 너무나 수준을 높여버려서, 공식화해버리면 시간이 남는다는 거죠. 그래서 힘의 종류가 나온 거죠. 자연계의 네 개의 힘, 기본적인 힘까지 다루고, 그래서 좌우 지간 너희들이 제5의 힘을 찾을 수도 있어 라고 했을 거야.

둘째, 전공영역이 아니거나 초임인 경우 학생들의 인지적 부담이나 “체감 난이도”를 읽어내지 못하고 선언적으로 제시하고 넘어가는 경향이 발견된다. 예컨대, 문제점은 중학교 2학년 수준에서는 가속도라는 개념을 도입하지 않고 여러 가지 운동을 설명하는 것인데, 대부분의 초임교사들은 가속도라는 기호와 가속도로 표현된 운동공식을 도입하여 수업을 전개하였다. 물리를 전공한 교사들의 경우 속도나 가속도 개념은 추상적이어서 학생들이 어려워하므로 구체적인 체험을 많이 시킨 다음에 최후에 도입하는 개념이지만, 초임교사나 비전공교사의 경우 속도나 가속도를 먼저

도입하고 수업을 전개해나가는 경향이 발견된다.

Z: 그러니까 비전공자들의 머릿속에는 속도, 가속도는 이미 매우 쉬운 것처럼 느껴지나 봐요. 그러나 전공자들이 그걸 백지상태의 학생들에게 가르치려고 생각하면 그건 속도도 추상적이지만 가속도는 더 추상적인 거거든요. 그러니까 최후까지 놔두었다가 맨 나중에 나 같은 경우에는 가속도를 가르친단 말이예요. 그래도 아이들이 어려워해요. 그런데 비전공자는 그런 체감 난이도가 쉽게 느껴지고 어렵게 안 느껴지나 봐요.

셋째, 추상적인 개념을 이해시키려고 들자면 힘이 들지만, “밀줄 치고 넘어가거나 일단은 외워두라고 하고” 넘어가면 진도가 빨라진다고 한다. 학생들의 발달 단계나 개념전개의 위계를 고려한다면 중학교 수준에서는 “실제로 만져보고 당겨보고 활동하면서 내용을 전개해나가야 하는데” 초임이나 비전공 교사인 경우 가속도를 도입하여 “ $F=ma$ ”라고 선언해버리면 수업 전개가 빨라진다고 한다. 그 결과 초임교사나 비전공자가 진행한 수업에서 학생은 주요 과학개념 계발에 실패하게 된다(Abell, 2007).

결국 교사가 지닌 내용지식의 수준에 따라 수업방식이 달라진다고 한다. 교사가 지닌 과학내용지식이 부족하거나 자신의 전공이 아닌 단원의 수업을 진행할 경우 교사는 학생들에게 질문할 기회를 주지 않고 교과서의 세밀한 진술까지 집착하며, 주로 강의식 수업을 진행하는 경향을 보인다(Abell, 2007). 반면에 전공한 영역의 단일원 경우 교사는 학생을 대화에 더 많이 참여시키며, 학생들의 질문을 두려워하지 않는다.

과학교사의 교과내용지식(SMK)과 교수활동 사이의 관련성을 연구한 다양한 선행연구 결과에 따르면, 과학교사의 교과내용지식은 교사의 교수활동에 도움을 주지만, 과학교사의 교과내용지식(SMK)과 PCK 사이의 직접적인 관련성은 찾아보기 어려움을 알 수 있다(Llyod et al., 1998; Abell, 2007). 달리 말해서, 과학교사의 교과내용지식(SMK)은 과학 교수활동에 영향을 주지만, 다른 교사지식에 의해 중재되고 매개되고 있음을 선행연구들은 시사한다(Abell, 2007). 즉, 효과적인 수업을 위해 교사의 교과내용지식(SMK)은 반드시 필요하지만, 그것만으로는 충분치

않음을 알 수 있다.

### 3. 교과내용지식 측면의 대안 탐색

초임교사들의 실증주의 인식론에 대하여, 경력교사들은 과학은 체계화된 지식의 덩어리가 아니라, 또 하나의 언어라고 설명하였다. 즉, 과학은 수식이나 공식이 아니라, 주변현상을 설명하기 위한 또 하나의 언어라는 것이다.

W: 그런데 그건 [과학은 수식이] 아니라는 거죠. 원래 물리는 언어란 말이죠. 원래 물리는 위치에너지는 높이에 의해서 갖게 되는 에너지다, [높이 정의부터 시작해야 되겠죠] 그게 물리의 시작인 거죠.

Z: 흔히 물리학은 수학이 아니라고 말하는데, 수학은 단지 편리하고 이용하기 좋은 거니까 가져온 거라고 말하는데, 어떤 물리학자는 수학이 전세계적으로 논리적으로 설득하기 가장 좋은 언어라서 남들에게 지식이나 연구결과를 설득하기 위해서 물리학이 수학을 가져오고 수학을 쓸 뿐이지, 물리학은 절대로 수학이 아니다. 이 말은 물리학의 진수는 글이나 말로 표현할 수 있다는 거죠. 그런데 글로 표현하면 사람들 사이에 논란이 될 것 같아서, 가장 논란의 여지가 적은 언어인 수학이란 형태로 표현한 것이라는 걸 어디서 읽었는데 저는 그 말이 맞는 것 같아요.

과학에서 수학적 공식과 기호를 빌려 쓰는 것도 다른 사람과 의사소통하고 논리적으로 설득하기 위한 도구로서 차용하는 것일 뿐이며, 물리학은 절대로 수학이 아니라고 역설하였다. 달리 말해서 물리학의 진수는 되도록 오해를 줄이면서 말과 글을 다른 사람과 주변 자연현상과 사물에 대하여 의사소통하기 위한 언어이다. 과학에서 수학을 즐겨 활용하는 것은 “가장 논란의 여지가 적고 오해를 줄일 수 있는 소통방식이라서” 그런 것일 뿐, 과학은 수학이 아니라고 경력교사들은 강조하였다.

나아가, 과학교육을 받았지만, 수많은 사람들이 “과학을 전혀 안 배운 듯이 살고 있다”고 지적하면서 Z교사는 그런 과학교육은 빨리 바뀌어야 된다고 말한다. 과학은 정교한 지식의 체계라는 인식을 가지고 교

사가 지식전달에 주력하다면 “어디에도 써먹지 못할 지식의 양만 많아지게 된다”는 것이다.

Z: 그런데 그렇게 수업을 계속 하면 정작 아이들의 사고력도 늘지 않고 지식의 양은 많은데 그 지식은 어디다 써먹는 것보다 안 써먹은 게 더 많아지겠죠. 사실 여태까지 과학교육이 그랬던 것 같아요. 왜냐하면 과학 배웠던 사람들 중에 내가 만난 사람 중 10에 9는 아무 것도 몰라요. 어쨌든 왜 배워야 되는지 의미를 못 찾을 정도니까. 그런 교육은 가능하다면 하지 말아야죠. ... 그러면 과학교육은 그 개인에게는 실패한 거죠. 그런데 제가 만난 수많은 사람들이 과학을 전혀 안 배운 듯이 살고 있다는 거죠.

지식전달 위주의 과학교육은 “각 개인에게 실패한 것으로 드러났다”고 말하는 경력교사들은 미래지향적인 과학수업으로 바꾸어나가야 한다고 주장하였다. 경력교사들이 말하는 미래지향적인 과학교육이란 “학생들의 능동적으로 즐겁게 공부할 수 있도록” 과학수업을 통하여 과학을 왜 배우는지, 과학을 배우면 무엇을 할 수 있는지 보여줄 수 있는 수업을 가리킨다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 초임 과학교사의 교과내용지식에 대한 인식을 살펴보고, 이러한 교과내용지식이 수업에서 어떻게 구현되는지를 살펴보았다. 즉, 수업에서 발견되는 교사의 실천지식인 PCK에 교과내용지식이 어떤 영향을 주는지를 분석하였다. 연구결과에 따르면, 교사 자신이 과학지식에 대하여 오개념을 지닌 경우도 발견되었으며, 교사의 오개념이나 개념 이해 부족으로 인해 표현상의 오류가 발견되기도 하였다. 초임 과학교사들이 지니고 있는 과학에 대한 인식론이나 교수학습관은 자신의 성공적인 학교교육 경험에서 비롯된 것이다. 초임교사의 경우 대학의 과학내용학 교과목에서 자신이 배운 방식대로 수업을 진행하는 경향이 발견된다. 대학의 과학내용학 과목들의 경우 수업방식과 평가 전략이 교과내용 통합은 거의 강조하지 않고, 주로 전달형 강의식 수업방법을 통해 개념들을 연계할 기회도 제공하지 않으며, 선택형 평가절차를 통하여 단편적인 정보를 평가하고 있는 실정이다

(Hewson *et al.*, 1999).

기존에 과학 공부를 잘한 학생이 현재 과학교사가 되어있을 것으로 추정할 수 있으므로, 결국 중·고등학교는 물론 대학교육을 통하여 “교사가 아는 내용을 말해주면 학생들이 배우는” 스타일에 길들여진 이들 초임교사들은 교사가 된 다음에도 배운 방식대로 가르치고 있는 것으로 보인다. 따라서 초임교사 단계에서 모든 교사교육자들이 직면한 과제는 초임교사들이 ‘배운 방식대로 가르친다’는 자명한 이치를 벗어날 수 있도록 도전하고 자극하는 일일 것이다. 본 연구에서 도출한 주요 결론은 다음과 같다.

첫째, 초임교사가 수업에 대한 실천적 지식인 내용교수지식(PCK)을 학습할 수 있도록 체계적인 지원 시스템 마련이 요구된다. 대부분의 초임교사들의 문제점은 과학내용은 많이 알지만 그것을 중·고등학생을 대상으로 어떻게 가르쳐야 할지를 모른다는 점이다. 매력적인 교수학습 이론도 실제 과학개념이나 주제를 가르치는 데 적용하기는 어렵다. 때로는 이론이 너무 일반적이어서 언제, 어떻게 적용되는지를 모르거나 이론적인 세부사항은 많이 알지만 실제 적용하기가 어려운 경우도 있다. 또한, 교과내용이나 교과교육학과 관련된 이론을 많이 안다고 해서 실제 교실현장에서 이론이나 계획대로 구현되는 것은 아니다. 교실 현장이나 학생들은 이론이 예측하고 교사가 계획한대로 움직여주지 않는다. 따라서 초임교사는 예측불가능한 문제 상황에 대처할 수 있는 실천적 지식을 학습할 기회가 필요하다. 초임교사들의 경우 초임시절에 실제 학생들을 실험대상으로 하여 시행착오를 겪게 된다. 물론 개별 교사가 시행착오를 통하여 현장에서 터득하는 방법도 있겠지만, 체계적인 지원이 제공된다면 교사는 물론 학생 차원의 불필요한 시간과 희생을 줄일 수 있을 것이다. 초임교사들이 필요로 하는 것은 알고 있는 과학지식을 가르칠 수 있는 형태로 재구조화하는 것이다. 이러한 과학내용의 재구조화에는 관련된 교수학습 이론이 투입되어야 한다. 따라서 초임교사들이 필요로 하는 이론이나 더 좋은 수업방법을 찾기 위해 실제 수업을 들여다보고 연구할 필요가 있다.

둘째, 배워온 방식대로 가르치지 않도록 초임교사에게 대안을 제시해야 한다. 초임교사는 디폴트로 내정된 수업스타일을 지니고 있는 것으로 보인다 (Russell & Martin, 2007). 이러한 디폴트 스타일은

교사 자신의 학교교육 경험을 통하여 자신을 가르친 교사들을 관찰하면서 자동적으로 습득된 것이다. 이는 초임교사들이 15년 이상의 학교교육을 통하여 자동으로 학습한 스타일로서, 별다른 생각 없이 반사적으로 취하게 되는 교수 방식으로 초임교사들에게는 편안하고 친숙한 방식이기도 하다. 따라서 과학학습에서 개념변화 학습과 마찬가지로 초임교사의 디폴트 수업스타일을 바꾸려면 각 초임교사는 먼저 자신의 출발점을 파악해야 한다. 자신의 디폴트 수업스타일을 파악한 다음에 그 스타일을 수정하거나 다른 대안적인 교수행동을 개발할 수 있게 된다. 달리 말해서 컨설팅을 통하여 초임교사가 자신의 디폴트 교수 스타일을 파악하게 하고, 나아가 학생들의 학습기회 개선을 위해 초임교사의 디폴트 수업스타일을 개선해나갈 수 있도록 지원해야 한다.

셋째, 교사가 과학내용을 표상하는 방식에 따라 학생의 과학에 대한 관점이 결정되므로, 초임교사의 과학에 대한 인식론적 관점을 점검해보아야 한다. 대부분의 과학교실에서 과학지식은 명제적 지식의 형태로 표상되고, 학생들은 주어진 문제에 대하여 정답을 기대하게 된다. 이러한 수업분위기에 길들여질 경우 학생들은 과학에 대하여 논의하고 정당화할 여지가 없으며, 따라서 학생들은 과학을 말할 기회를 거의 갖지 못하게 되어 과학의 언어를 자신의 것으로 만드는 연습을 하지 못하게 된다. 나아가 이런 교실에서 과학지식은 논쟁의 여지가 없으며 동시에, 학습하기 어려운 것으로 지적 엘리트들을 위한 것으로 받아들여지게 된다. 그러나 최근 들어서 과학지식을 최종적인 명제적 진술문의 형태로 제시하기보다는 학생들에게 과학이라는 또 다른 언어를 습득하게 하는 것이라는 관점이 확산되고 있다. 이러한 수업의 변화가 가능하려면 교사 스스로 자신이 지닌 과학에 대한 실증주의적 인식론을 점검해 보아야 할 것이다. 결국 교사가 선택한 과학내용 제시방식에 따라 학생이 접하게 될 과학에 대한 관점이 달라질 것이기 때문이다.

끝으로 과학내용지식(SMK)과 과학 내용교수지식(PCK) 사이의 균형이 필요하다. 전통적으로 교과내용을 많이 알면 가르치는 방법은 자동으로 따라온다고 생각하는 경향이 있다. 이는 어떤 내용을 가르치기 위해 요구되는 교수방법적 지식을 경시한 데서 비롯된 것이다. 교사는 교육과정을 해석하고, 그들이 지닌 교과내용지식을 학생들이 배울 수 있는 형태로 개조하

여 학생들의 삶에 도움이 되는 형태로 학습할 수 있도록 지원해야 한다. 무언가를 안다는 것과 무언가를 가르칠 줄 안다는 것은 별개의 것이다. 따라서 교사가 되려는 사람은 교과내용지식을 아는 것만으로는 부족하고, 변화하는 세상에서 교수와 학습의 복합성을 탐구할 시간이 필요하며, 이러한 논의가 성숙하는 데는 시간이 필요하다.

한편, 최근 들어서 교수법적 지식에 해당하는 내용교수지식(PCK)에 대한 관심이 증가할수록 교과내용지식의 중요성은 경시되는 경향이 있는 것도 사실이다. 특히 우리나라의 경우 중학교 과학교사의 경우 공통과학 자격증이 있기는 하지만, 내면을 들여다보면 실제로 과학 교사들은 자신이 전공한 내용은 25%, 비전공한 내용을 75% 가르치고 있는 셈이다(홍미영, 2008). 교사가 비전공 영역이나 가르치는 내용지식에 대한 자신감이 없을 때는 교과서나 활동지 위주의 지식전달식 수업을 하게 된다. 내용교수지식(PCK)이 현장 경험을 통해서 길러진다고는 하지만 예비교사교육에서 결핍된 과학내용지식은 경력이 쌓인다고 해서 자연스럽게 터득되는 것이 아니다(홍미영, 2008). 오류가 있는 내용을 권위를 가지고 자신있게 가르치는 교사만큼 위험한 수업은 없다. 따라서 교사의 주요 업무가 해당 교과내용을 가르치는 것이므로, 내용교수지식(PCK)만큼이나 교과내용지식(SMK)의 중요성도 강조되어야 할 것이다.

과학교사의 교과내용지식(SMK)과 내용교수지식(PCK)의 발달 및 상호작용에 대한 이해는 과학교사교육의 성공을 위해 중요하다. 국내외 교사양성 프로그램에서는 교과내용지식(SMK)과 내용교수지식(PCK)에 비추어 대학의 교육과정과 교수활동기준을 규정한다. 앞으로는 구체적인 과학 주제별로 과학교사의 교과내용지식(SMK)이 실제 수업에서 어떠한 내용교수지식(PCK)으로 변형되는지에 대한 연구가 필요하다(van Driel et al., 2002). 결국 과학교사지식에 대한 연구는 교사가 지닌 지식을 이해하고, 나아가 궁극적으로는 수업을 개선하고 이를 통해 학생의 학습기회를 향상시키려는 것임을 기억해야 한다.

## 국문 요약

이 연구의 목적은 수업에서 드러난 초임교사의 과학내용지식 측면의 특징을 탐구하는 것이다. 수업동

영상 분석을 위한 컨설팅 협의회, 초임교사와의 면담 자료 등을 활용하여 초임교사들이 지닌 과학교과에 대한 인식 및 과학내용 지식의 특징을 추출하였다. 분석대상으로 한 수업은 중학교 3학년 일과 에너지 단원의 9차시 수업이며, 6명의 초임교사와 선배교사로 구성된 6명의 컨설팅 협의진이 차시별 수업을 교차분석하였다. 연구결과에 따르면, 초임과학교사들은 실증주의적 인식론을 지니고 있으며, 교사의 권위는 내용지식을 많이 아는 데서 나온다고 생각하며, 과학 엘리트 의식을 지니고 있음을 알 수 있다. 교과내용지식 측면에서 초임교사의 수업의 특징을 살펴보면, 때로는 교사 자신의 오개념으로 인해 수업 중에 표현 오류가 발견되고, 교사가 내용을 많이 아는 것이 오히려 독이 되는 경우가 발견되고, 생각나는 것을 모두 언급하는 산발적 내용 전개가 발견되며, 초임이나 비전공자가 진행할 경우 수업시간이 남아도는 등의 특징을 나타내었다. 아울러 초임교사의 과학에 대한 인식에 대하여 경력교사들이 제안하는 대안을 탐색하였다. 결론에서는 과학교사의 교과내용지식(SMK)은 과학 교수활동에 영향을 주지만, 다른 교사지식에 의해 매개되므로, 초임 과학교사들의 교과내용지식(SMK)을 과학 내용교수지식(PCK)으로 전환할 수 있는 지원 방안을 제안하였다.

주제어: 교과내용지식(SMK), 교과교육학 지식(PCK), 초임교사, 수업컨설팅

## 참고 문헌

- 곽영순 (2008). 과학과 교과교육학 지식 유형별 교사 전문성의 특징 연구. 한국과학교육학회지, 28(6), 592-602.
- 이화진, 홍선주, 권점래, 상경아 (2007). 초등 초임교사의 수업 전문성 발달 자료 개발 및 지원 방안 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 RRI 2007-4-1.
- 임청환 (2003). 초등교사의 과학 교과교육학 지식의 발달이 과학 교수 실재와 교수 효능감에 미치는 영향. 한국지구과학회지, 24(4), 258-272.
- 조희형, 조영신, 권석민, 박대식, 강영진, 김희경, 고영자 (2006). 중등 과학교사 양성 교육과정과 교수 내용 지식 연구 동향의 탐색. 교과교육학연구, 10(2), 281-301.
- 한국교육과정평가원 (2008). 교과별 내용교수지식(PCK) 연구(Ⅱ) - 중등 초임교사 수업컨설팅을 중심으로. 한국교육과정평가원 연구보고 RRI 2008-3.
- 홍미영 (2008). 국내외 교실 학습 연구(Ⅱ) - 우리나라, 핀란드, 호주의 중학교 과학 수업을 중심으로. 한국교육과정평가원 연구보고 RRI 2008-1-1.
- Abell, S. K., & Lederman, N. G. (Eds.), Handbook of Research on Science Education. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Abell, S. K. (2007). Research on science teacher knowledge. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), Handbook of Research on Science Education (pp. 1105-1149). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ball, D. L., & Bass, H. (2000). Interweaving content and pedagogy in teaching and learning to teach: Knowing and using mathematics. In J. Boaler (Ed.), Multiple perspectives on mathematics teaching and learning, (pp. 357-387). Westport, CT: Ablex.
- Carlsen, W. S. (1999). Domains of teacher knowledge. In J. Gess-Newsome, & N. G. Lederman (Eds.), Examining pedagogical content knowledge, (pp. 133,144). Dordrecht: Kluwer.
- Gess-Newsome, J., & N. G. Lederman (1999). Examining pedagogical content knowledge. Dordrecht: Kluwer.
- Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical content knowledge: An introduction and orientation. In J. Gess-Newsome, & N. G. Lederman (Eds.), Examining pedagogical content knowledge, (pp. 3-17). Dordrecht: Kluwer.
- Hewson, P. W., Tabachnick, B. R., Zeichner, K. M., & Lemberger, J. (1999). Educating prospective teachers of biology: Findings, limitations, and recommendations. Science Education, 83, 373-384.
- Ingersoll, R., & Kralik, J. M. (2004). The Impact of Mentoring on Teacher Retention: What the Research Says. Denver, CO: Education Commission of the States.

Jones, M. (2000). Trainee Teachers' Perceptions of School-based Training in England and Germany with Regard to their Preparation for Teaching, Mentor Support and Assessment. *Mentoring & Tutoring*, 8(1), 63-80.

Lloyd, J. K., Smith, R. G., Fay, C. L., Khang, G. N., Kam Wah, L. L., & Sai, C. L. (1998). Subject knowledge for science teaching at primary level: A comparison of pre-service teachers in England and Singapore. *International Journal of Science Education*, 20, 521-532.

Magnusson, S. J., & Palincsar, A. S. (2005). Teaching to Promote the Development of Scientific Knowledge and Reasoning About Light at the Elementary School Level. In M. S. Donovan & J. D. Bransford (Eds.), *How students learn history, mathematics, and science in the classroom*, (pp. 397-565). Washington, DC: National Academy Press

Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of PCK. In J. Gess-Newsome, & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 95,132). Dordrecht: Kluwer.

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-21.

Tamir, P. (1988). Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 4, 99-110.

Van Dijk, E. M., & Kattmann, U. (2006). A research model for the study of science teachers' PCK and improving teacher education. *Teaching and Teacher Education*, Available online 11 July 2006.

Van Driel, J. H., De Jong, O., & Verloop, N. (2002). The development of preservice chemistry teachers' pedagogical content knowledge. *Science Education*, 86, 572-590.