

멘델 유전에 대한 중학교 과학교사의 PCK 사례 연구

송미란 · 김성하^{1*}

순천연향중학교 · ¹한국교원대학교

A Case Study of the PCK of Middle School Science Teachers on the Mendelian Genetics

Mi-Ran Song · Sung-Ha Kim^{1*}

Suncheon Yeonhyang Middle School · ¹Korea National University of Education

Abstract : This study was intended to determine PCK of the middle school science teachers on Mendelian genetics and factors influenced to form their PCKs. Two science teachers with biology major with a teaching experience over 5 years were chosen as the subject. Data were collected by class observation, semi-structured interview, teacher questionnaire survey, Content Representation and Pedagogical and Professional-experience Repertoire. The collected data were analyzed based on Magnusson's PCK for science teaching consisting of five components: (a) the orientation toward teaching science, (b) the knowledge of science curriculum, (c) the knowledge of students' understanding, (d) the knowledge of assessment, and (e) the knowledge and belief in the instructional strategies to teach science. Teachers could have the orientation toward teaching science served as an assisting role to support students' abilities. Both subject teachers seemed to focus on giving lectures. Their efforts to improve students' exploration methods and abilities were not expressed enough in their real classes and they found that students struggled to understand Mendelian genetics. Therefore, they should have explained them in an easier way and worked harder to make their students understood accurately and applied basic and advanced concepts of Mendelian genetics. They found students' preconception and misconception regarding Mendelian genetics and wished to enhance their learning effects by various teaching strategies such as correcting misconception, adding the history of science and simply assessing students' affirmative domains. It was also found that factors influenced to form PCK regarding Mendelian genetics by both teachers were as follows: teacher's personality and endeavor, textbooks and guidance books, schools and their circumstances, teaching experience, experience as a learner, interaction with their colleagues, and university curriculum. Both teachers said that it was important for teachers to make every efforts to give better classes.

keywords : PCK, Mendelian genetics, Content Representation, Pedagogical and Professional-experience Repertoire

I. 서 론

교사가 수업을 어떻게 설계하고 실행하느냐에 따라 수업의 질이 결정되고 교육의 효과가 다르게 나타난다. 그렇기 때문에 내실 있는 교실 수업을 위

해서는 교사의 수업 전문성이 있어야 한다(곽영순과 최승현, 2007). 교사들은 가르칠 내용을 아는 것만으로는 충분하지 않고 내용 전문가와는 구별되는 전문적 지식을 필요로 하고, 잘 가르치기 위해 특정한 개념을 특정 학생들이 잘 이해하도록 어떻

*교신저자 : 김성하(shkim@knue.ac.kr)

**이 논문은 한국교원대학교 2013학년도 KNUE 학술연구비 지원을 받아 수행하였음.

***본 논문은 송미란의 2012년도 석사 학위논문의 데이터를 활용하여 재구성하였음.

****2014년 10월 20일 접수. 2014년 12월 1일 수정원고 접수. 2014년 12월 5일 채택

게 도울 것인가에 대한 지식이 필수적이다 (Magnusson et al., 1999).

Shulman(1986)은 교사가 갖추어야 할 전문 지식을 교과내용 지식(subject matter knowledge), 내용 교수 지식(pedagogical content knowledge), 교육과정 지식(curricular knowledge)으로 분류하면서, Pedagogical Content Knowledge(PCK)라는 용어를 처음 소개하였다. PCK는 다양한 능력과 흥미를 가진 학습자를 위해 선택된 주제를 어떻게 조직하고 표현해야 하는가에 대한 지식으로 내용전문가의 지식이나 교육학자의 지식과 구별되는 교사 전문성을 개념화하는 요소이다. 조희형 등(2006)은 연구자들마다 다양한 PCK 변형체들을 제안하지만, PCK의 공통점은 가르치는 내용과 상황에 따라 달라지며, 그에 따라 실제 적용과정에서 한계를 드러낼 수밖에 없다고 지적하였다. 또, 과학 PCK의 효과는 과학 분야나 주제에 따라 다르다고 하였다. PCK는 교사지식 기반의 한 구성요소로 제시된 이후 교사지식 및 PCK에 관한 연구의 발견법적 도구로 이용되었으나(조희형과 고영자, 2008), PCK에 대한 정의와 관련 구성요소들이 통일되기 어렵고, PCK의 분류 역시 연구자에 따라 그 분류 양상이 조금씩 다르다(이연숙, 2005).

Magnusson 등(1999)은 과학교육의 입장에서 PCK의 구성요소를 제시하였는데, PCK를 과목내용 지식과 신념, 교육학지식과 신념, 상황맥락에 관한 지식과 신념이 상호작용하여 변형한 결과로 보았다. 이들은 PCK의 구성요소를 과학교수지향, 과학 교육과정에 대한 지식과 신념, 학습자에 대한 지식과 신념, 교수전략에 대한 지식과 신념, 과학평가에 대한 지식과 신념 등 5가지로 정하였고, 교수를 위한 가장 중요한 지식으로 교사들의 과학 교수지향을 꼽았다. 이들은 ‘지향(orientation)’이라는 용어를 과학 교수를 바라보는 방법 혹은 개념화하는 방법을 표현하기 위하여 사용하였고, 과학 교수·학습에 대한 교사들의 지식과 신념은 수업 활동 조직, 학습자의 과제물 내용, 교과서와 교육과정 자료의 사용, 그리고 학습자의 학습 평가와 같은 교수 방법에 대한 의사결정을 좌우하게 된다고 하였다.

PCK는 교사를 둘러싸고 있는 외부적 물리적 환경, 지적 환경, 내부적 사고방식 신념 등 여러 가지

가 복잡하게 얽혀서 형성해 나가는 지식이라 할 수 있다(Van Driel et al., 1998). 그러나 교사들은 각자의 교실에 고립된 채, 그들이 교실에서 행하고 있는 것에 대하여 전문적인 피드백을 거의 받지 못하고 있는 실정이다(곽영순, 2006). 그러므로 과학 교육 입장에서 교사의 올바른 PCK 형성을 위해서는 교수·학습 과정에서 교사지식 및 신념에 따른 교사의 행동에 영향을 주는 외적 요인과 내적 요인이 파악되어야 한다. 따라서 교사의 실제 교수 경험 및 어떤 요인의 영향을 받아 PCK가 형성되었는지에 대한 연구가 필요하다.

교사의 PCK는 그 특성상 주제에 따라 다르고 (Veal & MaKinster, 1999), 가르치는 내용과 상황에 따라 달라지기 때문에(조희형 등, 2006) 구체적인 주제에 대한 과학교사의 PCK를 탐구할 필요가 있다(Van Driel et al., 1998). 또한 교사들의 경력 연수는 PCK와 유의미한 관계에 있기 때문에(임청환, 2003; 박성혜, 2003), 이 연구에서는 생물교육에 있어 핵심적이면서 많은 오개념을 갖게 되는 유전 영역의 멘델 유전에 대하여 5년 이상의 교직 경력을 가진 생물 전공 교사의 PCK와 그 형성 요인에 대해 알아보고자 하였다. 이 연구의 결과는 PCK에 대한 기존 연구에 보완이 되어 보다 높은 수준의 PCK를 개발하고 과학교사들의 수업의 질을 높일 수 있는 기초자료가 될 것이며, 이들의 PCK 형성에 영향을 주는 요인을 알아봄으로써 교사 개인의 전문성 신장을 위한 방법과 현 과학교사의 양성 교육에 시사점을 제공할 수 있을 것이다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

이 연구에서는 교직 경력이 5년 이상이고 교사 재교육을 1회 이상 받았으며 생물교육을 전공한 교사 중 연구자와 레포 형성이 되어 있는 중학교 과학교사 A와 B 2명을 연구 대상으로 선정하였다. 두 교사의 배경은 <표 1>과 같다.

표 1. 연구 대상인 A교사와 B 교사의 연구자 특성

구분	A 교사	B 교사
소속기관	전남 목포시 M중학교	전남 무안군 M중학교
교직경력	8년차	12년차
나이(성별)	34세(여)	35세(여)
고등학교	이과	이과
대학교	J대학교 사범대학 생물교육과	J대학교 자연과학대학 생물학과
중학교 교수 경력	7년	11년
멘델 유전 단위 교수 경험	3회	9회

2. 연구 대상의 수업 단위

연구 대상의 수업 단위는 제7차 교육과정 중학교 3학년 과학 ‘유전과 진화’ 단원의 일부인 멘델 유전으로 하였다. 두 교사는 모두 학습 주제별 지도 순서 및 학습 목표를 조금씩 재구성하여 총 5차시에 걸쳐 수업을 실시하였다. 각 교사가 재구성한 차시별 학습 주제 및 학습 목표는 <표 2>와 <표 3>에 제시하였다.

3. 자료 수집 방법

PCK는 교사의 지식과 행동 그리고 행동의 이유 세 가지 측면을 통해 알아보아야 왜곡되지 않으므로(Baxter & Lederman, 1999), 이 연구에서는 수업 관찰, Content Representation(CoRe), Pedagogical and Professional-experience Repertoire(PaP-eR), 교사 질문지, 교사의 반구조화된 면담 등의 자료를 수집하여 분석하였다.

표 2. A 교사의 멘델 유전 차시별 학습 주제와 학습 목표

차시	학습 주제	학 습 목 표
1	유전현상 유전용어	·생물의 형질이 유전됨을 이해할 수 있다. ·유전과 관련한 용어를 이해하고 설명할 수 있다.
2	우성과 열성	·형질이 유전될 때 그 규칙성을 찾을 수 있다. ·멘델의 완두 교배 실험 결과를 통해 우성과 열성을 이해하고 설명할 수 있다.
3	분리의 법칙	·멘델의 완두 교배 실험 결과를 통해 분리의 법칙을 이해하고 설명할 수 있다. ·잡종 제2대에서 분리 비를 수학적 원리로 설명할 수 있다.
4	독립의 법칙	·멘델의 완두 교배 실험 결과를 통해 독립의 법칙을 이해하고 설명할 수 있다.
5	중간유전	·멘델 유전과 다른 중간 유전의 원리를 설명할 수 있다.

표 3. B 교사의 멘델 유전 차시별 학습 주제와 학습 목표

차시	학습 주제	학 습 목 표
1	유전용어	·여러 가지 유전 용어를 이해한다.
2	우성과 열성	·우성과 열성을 이해하고 설명할 수 있다.
3	분리의 법칙 유전 열개	·분리의 법칙을 이해하고 설명할 수 있다. ·생식세포의 유전자형을 이용하여 유전 열개를 완성할 수 있다.
4	독립의 법칙	·독립의 법칙을 이해하고 설명할 수 있다. ·두 쌍의 대립 형질의 유전 열개를 생식세포의 유전자형으로 나타낼 수 있다.
5	중간유전	·중간 유전을 이해하고 설명할 수 있다.

1) CoRe 질문지에 의한 방법

CoRe는 Loughran 등(2004)이 교사가 가지고 있는 지식을 표현하는 도구로서 개발한 것으로 교사들의 지식을 일반적인 방법으로 코드화 하고 과학 교사들이 그들의 교수활동을 인식하고 내용의 중요한 특징을 확인하도록 돕는다. 이 연구에서 사용한 CoRe 질문지의 틀은 <표 4>와 같다.

연구 대상자들은 수업을 실행한 후 CoRe 질문지의 내용과 작성 요령에 대한 설명을 받았으나, 두 교사 모두 CoRe 질문지 작성을 어려워하여 1차로 작성한 것을 회수하여 3개월 정도 연구자와 면담 및 이메일 교환 등을 통해 수정, 보완하는 과정을 거쳐 완성하였다.

2) PaP-eR에 의한 조사 방법

PaP-eR는 교사 PCK에 대한 서술적 묘사로서, 교사의 사고를 의도적으로 풀어내기 위해 설계되었고 주로 교실 실제에 기초하고 있다(Loughran et al., 2006). 이 연구에서 연구 대상의 PaP-eR 작성 및 회수는 자료 분석이 많이 진행된 후 2011년 10월부터 11월 사이에 이루어졌고, 교사가 자신의 수업 동영상을 직접 보며 연구자의 질문에 따라 수업 실제에서 교사의 발문이나 학습내용 설명 시 교사의 의도와 배경이 되는 사고가 필요한 부분만을 중심으로 직접 서술하게 하였다. 이 연구에서 사용한 PaP-eR의 틀은 <표 5>와 같다.

표 5. 이 연구에 사용한 PaP-eR의 틀

교사의 행동	그 행동의 배경이 되는 사고

3) 교사 질문지에 의한 방법

교사 질문지는 CoRe 질문지와 과학지식 요소를 기반으로 박재원(2006)이 개발한 것을 이 연구의 목적에 맞게 수정하여 과학교육전문가와 과학교사 5인으로부터 타당도를 검증한 후 사용하였다. 교사 질문지의 구체적인 질문 내용은 <표 6>과 같다.

교사 질문지는 연구 대상자가 CoRe에 비해 큰 어려움 없이 자신의 경험이나 생각을 자유롭게 정확히 서술할 수 있다고 하였고, 연구자도 자료를 분석하는 데 있어 CoRe보다는 더 많은 정보를 얻을 수 있었다.

4) 수업 관찰과 면담을 통한 자료 수집

연구자는 수업에 직접 참여하지 않았고, 교실 한쪽에 캠코더를 설치하여 수업을 녹화한 후 수업 동영상 등을 통해 수업을 관찰하였다. 녹화된 수업 내용은 모두 전사하여 문서화된 자료로 만들었으며, 교사 면담 및 PaP-eR 작성의 기초 자료로 활용하였다. 면담은 수업 관찰 전사가 끝난 후 각 2회씩 이루어졌다. 면담의 목적은 수업에서 관찰된 말과 행동에 대한 교사의 의도 및 학생에 대한 교사의 이해, 교사가 작성한 교사 질문지 및 CoRe와 PaP-eR의 내용을 보완하기 위한 것이었다. 면담은 참여자의 기억을 돕기 위해 수업 동영상과 전사자료, 교사가 작성한 교사 질문지와 CoRe 등을 참고

표 4. 이 연구에 사용한 CoRe 질문지

	주요 과학 개념			
	A	B	C	D
1. 이 내용에 대해 학생들이 무엇을 배우기를 바라는가?				
2. 학생들이 이것을 아는 것이 왜 중요한가?				
3. 이 내용에 대해 학생들에게 가르칠 생각은 없지만, 더 알고 있는 것은 무엇인가?				
4. 이 내용을 가르치는 것과 관련된 어려움/한계는 무엇인가?				
5. 이 내용을 가르치는 것에 영향을 줄 수 있는 학생들의 선개념은 무엇인가?				
6. 이 내용을 가르치는 것에 영향을 줄 수 있는 다른 요인은 무엇인가?				
7. 교수전략과 이 전략을 사용한 특별한 이유는 무엇인가?				
8. 이 내용에 대한 학생들의 혼동이나 이해를 확인할 수 있는 방법은 무엇인가?				

표 6. 이 연구에 사용한 교사 질문지의 내용

번호	질문 내용
1	선생님이 다녔던 대학과 대학원을 다녔거나 다니고 있다면 학교와 전공 등을 적어주십시오.
2	지금까지 학교를 다니면서 가장 인상 깊게 과학을 가르친 선생님과 그 선생님의 특징 및 본인이 과학과목을 좋아하는지 싫어하는지 생물교육을 전공하게 된 이유는 무엇이었는지 적어주십시오.
3	과학이라는 과목의 존재 이유에 대해 선생님의 생각을 적어주십시오.
4	과학이라는 것이 재미있다고 느껴질 때가 있었다면 어떤 경우였는지 적어주십시오.
5	현재 선생님이 학생들에게 과학을 가르치는데 가장 도움이 많이 된 때는 언제였고, 왜 그때가 가장 도움이 되었다고 생각하는지 이유를 적어주십시오.
6	대학을 다니면서 과학에 대해 배운 것은 주로 어떤 것이었는지 기억나시는 대로 적어주십시오. 그리고 대학에서 배운 것이 학생들에게 과학을 가르치면서 어떤 점에서 도움이 되는지, 그렇지 않다면 그 이유는 무엇인지 적어 주십시오.
7	과학을 가르치는 게 어렵다고 생각되는 때와 그 이유는 무엇인지 적어주십시오.
8	멘델 유전에 대해 가르쳤는데 그 중 가장 어려웠던 부분과 그 이유를 적어주십시오.
9	현장에 나와서 받은 과학연수는 어떤 것이 있고, 이수시간과 연수내용을 적어주십시오. 그리고 그 연수가 학생들을 가르치는데 어떤 점에서 도움이 되는지, 그렇지 않다면 그 이유는 무엇인지와 연수가 어떤 방향으로 개선되는 게 좋을지에 대한 생각도 적어주십시오.
10	선생님이 알고 있는 과학과 교수·학습 모형은 무엇이며, 그러한 방법들을 적용한 경험과 적용에 있어 어렵다고 느끼는 부분에 대한 이유를 적어주십시오.
11	동료 교사의 수업을 참관하신 적이 있는지, 있다면 그러한 수업이 어떤 점에서 도움이 되었는지 구체적으로 적어주십시오.
12	선생님의 과학 수업 방식에 가장 큰 영향을 준 건 무엇이고, 그것이 어떤 식으로 영향을 미쳤는지를 구체적으로 적어주십시오.(예를 들어, 학창시절 선생님 또는 교사가 된 이후에 알게 된 누군가의 수업, 지도서나 기타 자료 등)
13	멘델 유전 수업에서 선생님께서 학생들에게 중점적으로 가르치고자 하는 것은 무엇입니까?
14	멘델 유전을 학생들이 왜 배워야 한다고 생각하는지 적어주십시오.
15	멘델 유전과 관련된 개념이라고 생각하는 것을 모두 적어주십시오.
16	학생들이 멘델 유전을 배우기 전 이와 관련되어 갖고 있을 것으로 생각되는 개념은 무엇인지 적어주십시오.
17	멘델 유전을 가르칠 때 학생들의 생각 외에 수업에 영향을 미칠 수 있다고 생각되는 요인들을 모두 적어주십시오.
18	멘델 유전을 가르칠 때 어려운 점은 무엇인지 구체적으로 적어주십시오.
19	멘델 유전을 가르칠 때 교과서의 제시 순서나 방법이 적당하다고 생각하는지, 아니라면 선생님 나름의 순서를 제시해 주십시오.

하며 이루어졌다.

4. 자료 분석

1) 자료 분석 방법

수업 관찰 자료는 모두 전사하여 문서화 한 후 교사 질문지 및 CoRe와 함께 반복적으로 읽어보면서 그 의미를 파악하였고, 의문 나는 사항은 교사에게 사후 질문하는 방식으로 실시하였다. 수집한 자료는 반복적으로 비교 분석하였고, 연구 결과가 분석에 활용된 자료를 잘 반영하고 있는지, 해석과정에서 의미의 왜곡이 발생한 것은 없는지 등을 알아보기 위해 PCK 연구를 수행하였던 동료 교사의 검토를 받았다. 또 연구자의 분석 결과를 문서화하

여 연구 대상으로 참여한 두 교사로부터 자신의 의도와 일치하는지 검토를 받고 확인하였다.

2) 교사의 PCK 구성요소별 분석

수집된 자료를 분석한 결과, 과학교육에 대한 교수지향 및 특정 교수지향을 가진 교사가 가질 수 있는 과학 교수의 목적과 수업의 전형적인 특징이 잘 제시되고 각 구성요소에 대한 지식과 신념 간 상호작용을 강조한 Magnusson 등(1999)의 PCK 다섯 가지 구성요소 관점에서 분석하였다. 다섯 가지 구성요소는 과학교수에 대한 지향, 과학교육과정에 대한 지식과 신념, 학습자에 대한 지식과 신념, 교수전략에 대한 지식과 신념, 과학평가에 대한 지식과 신념으로 이를 반복적으로 비교 분석하였

다.

3) 교사의 PCK 형성에 영향을 미치는 요인 분석

교사의 멘델 유전에 대한 PCK 형성에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위해 선행연구(박성혜, 2003; 고미례 등, 2009; 방은정과 백성혜, 2010; 김정숙 등, 2013; 김천겸, 2011) 결과를 바탕으로 13가지 요인을 선정 후 설문지를 제작하였다. 설문지는 PCK에 대한 간단한 설명과 함께 교사의 기본사항 및 교사의 멘델 유전에 대한 PCK 형성에 영향을 줄 수 있는 요인 13가지에 대해 5점 척도 방식으로 응답할 수 있도록 구성하였고, 과학교육 전문가와 16명의 과학교사로부터 타당도를 검증받은 후 사용하였다. 설문 결과에서 평균 4.5점을 기준으로 교사의 멘델 유전에 대한 PCK 형성에 큰 영향을 준 요인 6가지를 추출한 후 두 연구 대상자에게 면담을 통해 구체적인 영향을 조사하였고, 각 요인들이 멘델 유전에 대한 PCK의 각 구성요소별로 어떻게 영향을 주었는지 수집된 다른 자료들과 함께 분석하였다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 과학교수지향 관점에서의 PCK 분석 및 형성요인

1) 멘델 유전과 관련한 두 교사의 과학교수지향

과학교수에 대한 지향은 과학교수를 바라보거나 개념화하는 일반적인 방법을 표현하는 것으로 교수의 결정을 안내하는 역할을 한다(Magnusson et al., 1999). 이 연구에서는 과학교수지향의 종류와 과학교수지향에 따른 수업 특징을 기준으로 교사의 과학교수지향 및 멘델 유전이라는 특정 주제를 가르치는 목적에 대한 교사의 신념을 알아보았다. 두 교사는 과학이라는 과목의 존재 이유와 멘델 유전이라는 단원을 학생들이 배워야 하는 이유에 대해 다음과 같이 대답하였다.

과학이라는 학문이 존재하기 때문에 현재와 미래도 존재할 수 있다고 생각한다. 학생들이 과학이라는 것을 안다면 어른이 되어서 사회생활을 하며 겪게 되는 여러 가지 문제들을 좀 더 합리적으로 해결할 수 있도록 도와준다고 생각한다. 멘델 유전을 학습하면서 학생들은 생물의 특성이 유전자에 의해 결정되며 이들 유전자의 발현에는 규칙이 있음을 알게 되는데 이를 통해 학생들은 자신이 부모와 닮는 것은 유전자 때문이고, 유전자의 이상으로 장애를 갖고 태어날 수 있기 때문에 유전학의 기초인 멘델 유전을 알아야 한다.

<A 교사의 교사질문지 응답>

과학은 기술을 발달시키고 과학이 존재하기에 현재와 미래가 존재할 수 있다고 생각한다. 과학을 몰라도 되지만 과학이라는 것을 안다면 과학적인 방법으로 문제를 해결할 수 있게 되고 좀 더 논리적인 사고를 할 수 있고, 합리적인 생활을 할 수 있도록 도와준다. 유전은 생물의 생명현상을 설명할 수 있는 중요한 요소이고 일상에서 적용할 기회가 많은 지식 중 하나이기 때문에 학생들이 배워야 한다고 생각한다.

<B 교사의 교사질문지 응답>

A와 B 두 교사는 과학을 실생활에 이용하기 위한 도구로 보는 신념을 갖고 있고, 과학은 실제 문제 상황에서 합리적으로 문제를 해결할 수 있는 능력을 기를 수 있게 해준다고 인식하고 있었다. 또 학생들이 멘델 유전을 통해 유전 및 생명현상에 대한 원리를 이해하고 자신의 생활에 적용할 수 있어야 하며 교사는 그러한 과정에 안내자 역할을 해야 한다고 생각하고 있었다. 이것은 Magnusson 등(1999)이 제시한 교수 지향에 따른 수업의 특징 중 지식을 얻거나 문제를 해결하기 위해 과학적인 기존의 사고과정과 기술을 활용하는 것을 중요시하는 과정지향과 교사가 과학의 지적 도구를 활용하려는 학생들의 노력을 지원하는 안내자 역할을 하는 안내된 탐구 지향이 혼재되어 나타난다고 할 수 있겠다. 하지만 두 교사는 실제 멘델의 유전 수업에서는 모든 수업에서 강의 중심 지향으로 나타났고, 두 교사의 평소 과학교수지향에 대한 인식은 실제 수업에서 발현되는 지향과는 차이가 있었다. 이러한 차이가 나타나는 원인은 교사의 과학교수지향이

발현되는데 학교 현장이라는 외부적 요인이 크게 작용한 것으로 생각된다(송미란, 2012).

2) 멘델 유전과 관련한 두 교사의 과학교수지향의 형성 요인

가. 과학의 본성에 대한 이해

A 교사는 과학이라는 학문의 존재 이유에 대해 과학적 방법 또는 과학지식을 일상생활에 적용하는 과정을 통해 문제 상황을 합리적으로 해결하기 위해 필요하다고 하였다. B 교사는 과학이 기술의 발달과 우리 삶에 영향을 주고 과학적 지식을 이용하여 논리적으로 사고할 수 있게 되고 일상생활에서 결정을 내릴 때 활용한다고 하였으며 자연현상에 대한 지적 호기심을 갖고 탐구할 수 있도록 해준다고 하였다.

두 교사의 과학의 본성에 대한 공통된 견해는 과학은 과학적인 탐구 방법 및 과학지식의 활용을 통한 합리적인 문제해결을 위한 수단으로서의 가치가 크다는 점이다. 이것은 교사의 과학의 본성에 대한 이해가 두 교사가 과학적 탐구과정을 중시하는 과학교수지향인 과정지향 그리고 안내된 탐구 지향을 갖게 하는 가장 큰 요인으로 작용하였다고 할 수 있다.

나. 개인적 특성

A와 B 두 교사는 일상에서 의문이 생기거나 문제 상황에 직면했을 때 과학적인 방법으로 해결하고 싶어 하고, 관련된 과학 개념에 지적 호기심을 갖는다고 하였다. 이러한 교사의 특성은 학생도 자신과 같은 과정을 통해 과학에 흥미를 느끼게 되고 과학 개념을 습득하게 될 거라고 생각하여 자신의 사고 과정과 과학개념의 습득 과정과 같은 방식으로 학생들도 과학개념을 습득할 수 있도록 수업을 진행해가고 그 과정에서 교사는 조력자 역할을 해야 한다고 하였다. 방은정과 백성혜(2010)의 연구에서 교사의 특성, 즉 교사 내부요인은 교사가 어떤 과학교수를 지향하게 되느냐에 중요한 영향을 미쳤다는 연구결과가 보고되었다. 이 연구에서도 교사의 과학에 대한 흥미와 과학 개념에 대한 지적

호기심 등은 교사가 탐구과정을 중시하는 과학교수지향을 갖게 하는데 큰 영향을 주었을 것으로 분석된다.

다. 학교 상황

이 연구에서 두 교사는 평소 자신의 과학교수지향과는 달리 실제 수업에서 모두 강의 중심 지향이 나타났다. 이것은 고미례 등(2009)의 연구 결과 교사가 평소 자신이 가진 교수에 대한 인식과 실제 수업에서 많은 차이가 나타난 것과 같은 결과라 할 수 있다. 두 교사는 강의중심지향의 교사 주도적인 수업을 진행한 이유로 학생 주도적으로 뭔가를 알고 학습하기에는 시간이 많이 걸리는데 학생들이 곧 고입선발고사를 치러야 하고, 시험과 관련된 일정한 양의 교과 내용을 알려줘야 상급학교로 진학한 후 학습하는데 지장이 없다고 생각하기 때문이라고 하였다. 그리고 학교에서는 다인수 학급에서 짧은 시간에 많은 교과내용을 전달해야하기 때문에 멘델 유전의 수업에서는 주로 강의 중심으로 수업을 진행하고 문제풀이에 많은 시간을 할애하게 된다고 하였다. 생물교육에 있어 핵심 개념이라 할 수 있는 멘델 유전 단원이 중학교 3학년 2학기가 아닌 다른 시기에 소개된다면 이 연구와는 다른 연구결과가 나올 것으로 생각된다(송미란, 2012). 두 교사의 과학교수지향과 그 형성요인을 정리해보면 <그림 1>과 같다.

2. 과학교육과정에 대한 지식과 신념 관점에서의 PCK 분석 및 형성요인

1) 멘델 유전과 관련한 두 교사의 과학교육과정에 대한 지식과 신념

교사들의 과학교육과정에 대한 지식과 신념에 대한 분석은 제7차 과학교육과정에서의 과학과의 목표에 대한 인식 및 단원과 관련되는 것으로 생각되는 개념, 그리고 단원 내 내용의 재구성과 학습목표에 대한 인식 및 성취기준에 중점을 두어 이루어졌다. 두 교사 모두 수업 실제에서는 강의중심 지

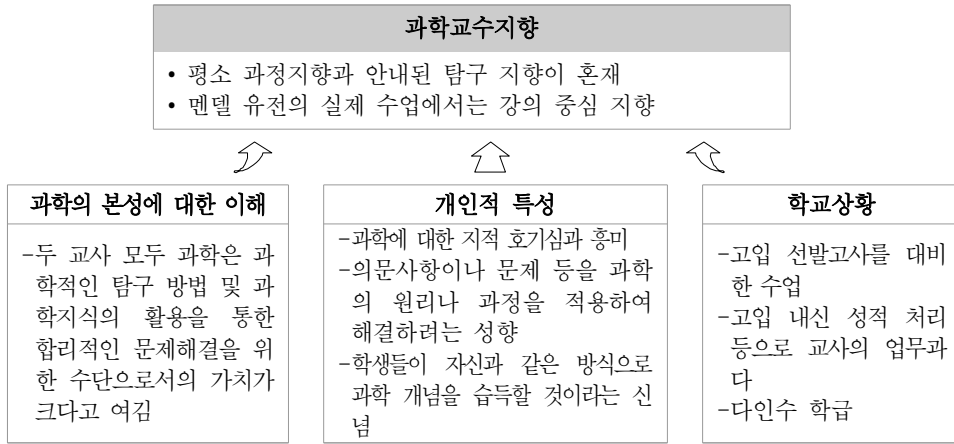


그림 1. 두 교사의 과학교수지향 및 주된 형성 요인

향의 수업이 이루어졌기 때문에 두 교사는 멘델 유전의 수업실제에서 제7차 과학교육과정에서의 과학과의 목표인 학생들이 탐구방법을 습득하고 자연을 과학적으로 탐구하는 능력을 기르도록 하는 부분에 대한 인식은 미흡하다고 할 수 있다. <표 7>은 멘델 유전 단원과 관련이 있다고 생각되는 개념을 묻는 질문에 대한 응답 내용으로 교사 나름대로 그룹을 지어 나타냈고 각 그룹 간 중요한 정도에는 차이가 없었다.

A 교사는 멘델 유전과 관련된 개념으로 생식 단원의 개념에서부터 고등학교 생물II에서 배우는 연관의 개념까지 교육과정상 연계된 단원의 개념들을 묶어서 순서대로 제시하였고, 수업 실제에서는 감수분열을 통한 생식세포 형성 시 염색체의 유전자형과 염색체의 수 변화 및 생식세포의 결합을 통해 자손이 형성되는 과정을 자세히 설명하며 부모로부터 태어난 자손의 유전자형 및 표현형을 설명하였

다. B 교사는 멘델 유전 단원 내에서만 관련 개념을 제시하였고, 학습 순서에 따라 그룹을 지으려는 경향이 나타났다. 수업실제에서도 어버이세대가 생식세포분열을 통해 생식세포를 형성하는 과정을 자주 설명하며 멘델 유전에서 생식세포의 유전자형의 종류를 알아내는 것이 중요함을 강조하였다.

교사 : 없죠. 예. 여기까진 상관이 없지만 그 다음부터 한번 봐야죠. 어. 그다음부터 한번 봅시다. 이렇게 존재하기 때문에 그리고 이렇게 있으면 어떻게 되나 한번 봅시다. OK? 만약에 염색체가 이렇게 각각 유전자에 존재한다면 이렇게 생긴 아이가 만들어낼 수 있는 생식세포의 종류는 몇 종류인가 생각해보고 이렇게 돼있다면 애가 만들 수 있는 생식세포의 종류가 몇 종류인가 한번 생각해볼까요? OK? 자 이렇게 생긴 아이가 만들 수 있는 생식세포는 몇 종류예요?

표 7. A와 B 교사가 인식하는 멘델 유전과 관련된 개념

관련 개념	
A 교사	B 교사
체세포분열과 감수분열, 염색체, 생식 세포, 수정	염색체, 유전자
유전, 유전자, 형질, 대립형질	형질, 대립형질, 표현형, 유전자형
형질, 대립형질, 우성, 열성, 독립	순종, 잡종, 열성, 우성
연관, 돌연변이, 사람의 유전	우열의 법칙, 분리의 법칙, 독립의 법칙, 중간유전

(중략)
 교사 : 여기에 R, Y가 있고 여기에 r, y가 있어. 몇 종류 만들 수 있어?
 학생들 : 4개
 교사 : 4가지라고? 아니지. 그렇잖아. 애가 감수분열하려면 이렇게 하잖아. 이렇게. 먼저 복제해야 하잖아. 복제 이렇게 하지?
 학생 : 네
 교사 : 그래가지고 2가가 만나지?
 학생 : 네
 교사 : 그런 다음에 분열할거지?
 학생 : 네
 교사 : 그래서 결국엔 각각 하나씩 밖에 못주잖아. 이렇게밖에 못주잖아. OK?
 학생 : 네
 <B 교사의 4차시 수업에서>

두 교사는 유전을 가르치는 데는 연계된 내용인 세포분열 개념에 대한 정확한 이해가 필수적이라는 것을 보여주었고, 멘델 유전에 대한 학교급간의 연계된 단원과 관련개념을 정확히 인식하고 학생들에게 멘델 유전을 가르치고 있었다. 학생들이 멘델 유전을 통해 유전의 기본 원리를 이해하고, 대립유

전자의 개념을 이해하는 것을 바탕으로 대립 형질이 한 쌍인 경우와 두 쌍인 경우를 이해할 수 있도록 지도 하였으며, 멘델 유전이 들어맞지 않는 유전현상의 예인 중간유전에 대해서도 멘델 유전의 우열의 법칙과 비교설명하며 차이점을 가르쳤다.

멘델 유전에 대한 지도에서 유의할 점 중에 분리의 법칙은 생식세포가 각각 1 : 1로 분리되어 나타나는 것을 뜻하는데, F₁을 자가 수분시켜 F₂에서 우성과 열성의 비가 3 : 1로 나타나는 것을 분리의 비라 하는 것으로 잘못 가르치면 안 된다. 그러나 분리의 법칙을 설명하는 수업내용을 살펴보면 두 교사 모두 잡종 제2대에서 우성형질과 열성형질이 표현되는 비가 3 : 1로 분리되기 때문이라고 결론적 해석으로 설명하였다. <표 8>은 두 교사가 분리의 법칙을 결론적으로 설명한 이유를 PaP-eR를 통해 알아본 것이다.

학생들에게 분리의 법칙에 대해 잘못 설명한 이유를 두 교사 공통적으로 교과서의 교사용 지도서로 제시하였다. 하지만 교사가 교사용 지도서와 참고서만을 바탕으로 학생들에게 잘 못 가르치고 있

표 8. 두 교사의 PaP-eR 일부

구분	교사의 행동	그 행동의 배경이 되는 사고
A 교사	<p>교사 : 그 다음에 등근 원뿔에 잡종이예요(F₁을 가리키며). 애네 둘을 자가 교배시켜요. 자 그러니까 아버지가 둘 다 등근 원뿔에 잡종이라는 거죠. 자가 교배시켰더니 등근 원뿔과 주름진 원뿔이 3 : 1의 비로 나타나더라. 그래서 멘델은 아 잡종 1대를 자기수분 시키면 잡종 2대에서는 우성형질과 열성형질이 분리돼서 나타나더라. 그래서 분리의 법칙이라고 이름을 지었습니다. 그게 무슨 법칙? 학생들 : 분리의 법칙 교사 : 분리의 법칙. 그러면 이렇게 이 열성 형질이 분리되어 나오려면 이 R, r이 무슨 세포를 만들 때? 생식세포를 만들 때 유전자가 어떻게 된다? R을 갖는 생식세포를 만들고, r을 가진 생식세포도 만들어진다는 말이죠. 그래서 유전자가 생식세포를 만들 때 분리된다. 그런 의미도 있다는 거죠.</p>	<p>분리의 법칙은 생식세포 형성 시 두 대립유전자가 분리된다는 의미에서 지어진 것인데 잡종2대에서의 우성형질과 열성형질이 3:1로 분리되기 때문이라고 설명하고 있는 이유는? (생식세포 형성 시 대립 유전자가 분리된다는 의미로 분리의 법칙이 되었다는 것은 알고 있었지만, 교사용 지도서에서는 표현형이 분리되어 나오기 때문에 분리의 법칙이라고 설명되어 있어서)</p>
B 교사	<p>교사 : 그럼 겉으로 표현하는 형, 표현형의 경우는 어때요? 표현형의 비는? 표현형은 크다와 작다의 경우로 말할 수 있겠죠 (중략) 교사 : 잡종 제2대의 경우엔 이렇게 3 : 1로 나뉘는 걸 무슨 법칙이라고 한다? 학생들 : 분리의 법칙 교사 : 분리의 법칙이라고 한다.</p>	<p>분리의 법칙은 생식세포 형성 시 두 대립유전자가 분리된다는 의미에서 지어진 것인데 잡종2대에서의 우성형질과 열성형질이 3:1로 분리되기 때문이라고 설명하고 있는 이유는? (대부분의 교과서, 지도서, 참고서에 제시되어 있어서)</p>

는 것은 멘델 유전의 분리의 법칙에 대해 잘 못 알고 있거나 교육과정에 대한 지식과 이해가 부족한 것이 원인이라고 할 수 있겠다.

2) 멘델 유전과 관련한 두 교사의 과학교육과정에 대한 지식과 신념의 형성 요인

가. 교과서 및 지도서

과학교사가 수업을 할 때 전공 단원을 가르치게 되더라도 교과서나 지도서를 주로 참고하여 가르치는 것은 당연한 것이다. 두 교사도 수업을 준비할 때는 교과서와 지도서를 충분히 검토하고 교과서와 지도서 내용과 순서를 많이 따른다고 하였다. A 교사는 교과서와 지도서에 제시된 자료를 바탕으로 학습 목표와 수업 과정의 방향성을 잡는다고 하였고, B 교사도 교과서는 교육과정을 잘 표현하고 있기 때문에 교과서를 중심으로 수업을 한다고 하였다. A와 B 두 교사가 수업 실재에서 분리의 법칙을 결과론적인 것으로 틀리게 설명하였는데, 이것은 두 교사가 교과서와 지도서에 제시된 과학지식을 너무 신뢰하기 때문에 옳지 않은 과학지식까지도 학생들에게 그대로 전달하고 있다고 할 수 있다. 교사들이 자신의 과학지식보다 교과서 및 지도서를 더 신뢰하는 것을 보면 교과서 및 지도서의 검정 절차가 더욱 정확하고 철저하게 이루어져야 하겠다(송미란, 2012).

나. 교수 경험

유전과 진화 단원의 올바른 학습을 위해서는 교사들이 멘델 유전과 관련된 개념을 잘 알고 있어야 한다. 이들 교사는 멘델 유전을 수차례 지도해본 경험을 바탕으로 학생들이 멘델 유전을 학습하기 위해 어떤 과학 개념을 갖고 있어야 쉽게 이해할 수 있고, 과학 개념뿐만 아니라 수학적 지식도 필요하며 멘델 유전을 학습한 이후에 상급 학교에서 배우게 될 관련 개념에는 어떤 것들이 있는지를 알게 되었다고 하였다. 이것은 교사들의 과학교육과정에 대한 지식 중 학교급간의 연계된 단원과 관련 개념을 정확히 인식하는 데 교수 경험이 영향을 준다는 것을 나타낸다. <그림 2>는 두 교사의 과학교육과정에 대한 지식과 신념 및 주된 형성요인을 정리한 것이다.

3. 학습자에 대한 지식과 신념 관점에서의 PCK 분석 및 형성요인

1) 멘델 유전과 관련한 두 교사의 학습자에 대한 지식과 신념

Magnusson 등(1994)은 PCK의 구성요소 중 학생에 대한 이해는 교사가 학생들에게 특정한 과학 지식을 발달시키도록 돕기 위해 학생에 대해 가져야 하는 지식을 알려주며, 그것은 특정한 과학 개념을 학습하기 위한 선개념과 학생들이 어려워하는 과학의 영역 지식 두 범주를 포함한다고 하였다.

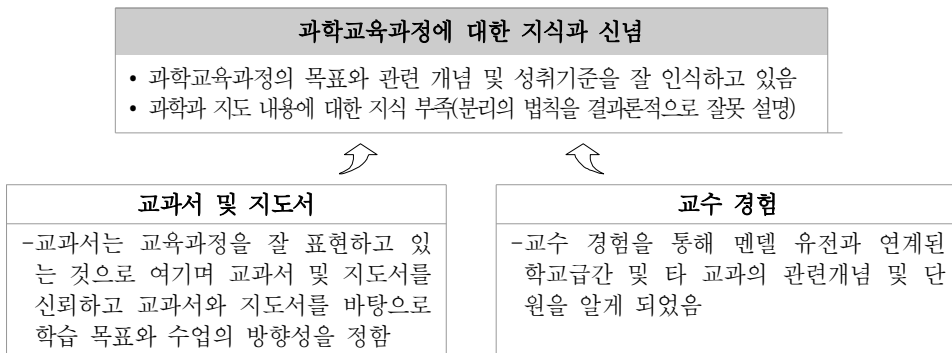


그림 2. 두 교사의 과학교육과정에 대한 지식과 신념 및 주된 형성 요인

멘델 유전을 가르칠 때 어려운 점을 묻는 질문에 대해 교사 A는 학생들이 멘델 유전과 관련한 영역에 대해 어려워하고 개념을 많이 혼동하고 있으며, 보이지 않는 유전자와 염색체의 개념을 이용해 수학적 지식을 동원해 설명해야 하는 점이라고 응답했다. 교사 B도 눈에 보이지 않는 유전자의 개념을 설명하는 것이 가장 어렵고, 학생들이 평소 알고 있는 용어의 개념과 혼동하고 사람의 유전은 더욱 복잡해서 학생들이 어려워한다고 응답했다. 그렇기 때문에 두 교사 모두 학생들에게는 중학교 수준으로 교사가 가능하면 쉽고 자세하게 설명하며 가르쳐야 한다고 하였다.

학생들의 올바른 과학적 개념의 이해와 수업전략의 설계를 위해서는 교사가 학습자의 선개념에 대해 이해하는 것이 중요하다(조희형, 1985). <표 9>는 학생들이 멘델 유전 영역을 학습하기 전에 어떠한 개념을 갖고 있을 것인가를 묻는 질문에 대한 응답과 교사가 작성한 CoRe 질문지의 일부를 정리한 것으로 A와 B 두 교사는 유전 관련 오개념에 대한 학생들의 선개념과 많은 오개념을 파악하고 있는 것으로 나타났다.

2) 멘델 유전과 관련한 두 교사의 학습자에 대한 지식과 신념의 형성 요인

가. 교수 경험

A 교사는 멘델 유전에 대해 학생들이 어려워하는 개념이나 멘델 유전을 학습하기 위하여 요구되

는 사전 지식 등에 대한 정보를 과거 자신의 교수 경험을 회상하며 더 자세히 구분하여 설명하게 된다고 하였다. 또 과거 학생들의 질문을 바탕으로 학생들이 어떤 개념을 어려워하는지에 대한 정보를 얻게 된다고 하였다. 하지만 교수 경험이 반드시 해당 주제에 대한 것만을 의미하지는 않는다. B 교사는 3학년의 학습 내용이 중학교 1, 2학년 시기에 학습한 지식을 필요로 하게 되는데, 학생들은 쉽게 잊어버릴 뿐만 아니라 과학 개념을 단어적 의미로만 이해한다는 것을 경험을 통해 알게 되었다고 하였다. 예를 들어 자신의 경험에 비추어 볼 때 핵속 유전자는 생명 활동의 중추적 기능만 담당하는 것으로 알고 있는 학생들이 있기 때문에 멘델 유전에 대한 수업을 시작하기 전에 과거에 가르쳤던 세포나 생식과 관련된 내용을 간단히 복습하고 멘델 유전과 관련지어 설명한다고 하였다.

나. 학습자로서의 경험

A 교사는 고등학교 때 생물선생님으로부터 수업을 받았던 경험과 교사가 된 이후에도 수업 내용과 관련된 강의를 들으면서 이해하기 어려운 개념을 어떻게 가르칠 것인지 또는 가르치는 순서 등을 어떻게 재구성하는 게 좋을지에 대해 생각하게 되었다고 하였다. B 교사는 고등학교 시절 자신의 생각에 너무 많은 정보가 두서없이 나열되는 식의 수업에 대해 거부감을 느꼈던 경험을 통해 자신의 수업은 교과내용을 자신이 이해했던 과정과 방식대로 재구성하여야 수업이 체계적으로 흘러갈 수 있도록 한

표 9. 학생들이 가지고 있을 것으로 생각한 멘델 유전의 선개념들

A 교사	B 교사
<ul style="list-style-type: none"> - 생물은 생식세포의 결합으로 자신의 유전자를 자식에게 전달한다. - 자식이 부모를 닮는 것은 유전자 때문이다. - 유전은 부모의 형질이 혼합되어 나타나는 것이다. - 염색체의 정의 - 생식세포분열과정에서 염색체 수의 변화 - 우성은 열성보다 우월하다 - 순종은 잡종보다 좋은 유전자를 갖고 있다. - 수학의 통계와 확률 	<ul style="list-style-type: none"> - 유전자는 DNA이다. - 세포의 핵 속의 유전자는 DNA로 존재하며, 세포분열 시에는 염색체로 관찰가능하다. - 유전자에 의해 생물의 모양이나 특성이 결정된다. - 생식세포분열로 염색체수가 반으로 줄어든다. - 부모와 닮은 자식을 낳는 것이 유전이다. - 부모를 닮지 않은 자식은 돌연변이이다. - 우성은 좋은 것, 열성은 나쁜 것, 순종은 좋은 것, 잡종은 안 좋은 것 - 수학 확률의 and와 or - 분홍물감은 흰색과 빨간색 물감을 섞어 만든다.

다고 하였다.

두 교사는 공통적으로 자신이 학습자였던 경험을 선택적으로 지각하게 됨으로써 학생들이 어떠한 내용을 어려워하는지, 어떤 오개념을 갖고 있는지. 또는 현재 자신의 수업에서 교과내용을 어떻게 재구성하여 가르치는 게 좋을지 등 학습자에 대한 지식과 신념에 영향을 받는다고 하였다. 학습자로서의 경험이 교사의 PCK형성에 영향을 미친다는 것은 교사의 연수기회의 확대가 요구된다고 할 수 있겠다. <그림 3>은 두 교사의 학습자에 대한 지식과 신념 및 주된 형성요인을 정리한 것이다.

4. 교수전략에 대한 지식과 신념 관점에서의 PCK 분석 및 형성요인

1) 멘델 유전과 관련한 두 교사의 교수전략에 대한 지식과 신념

두 교사가 멘델 유전 수업에서 사용한 교과 특이적 전략으로는 오개념 교정 전략과 과학사를 이용한 전략, 그리고 직접 언어 전략이 있었다. 과학적인 개념의 올바른 이해는 과학교육의 중요한 과제 중 하나이므로(권재술, 1992), 교수활동 전에 학생이 가지고 있는 오개념을 찾아 이를 교정하기 위한 수업전략을 설계하는 것이 필요하다. 다음은 B교사의 수업실제의 일부로 순종과 잡종에 대한 학생들의 오개념을 교정하기 위해 설명하고 있다.

교사 : 같으니까 따라서 우리가 순종 잡종이라는 말을 표현할 때 똥개 때문에도 잡종은 무진장 나쁘고, 잡종이 열등한 것이고, 안 좋다고 생각하잖아요. 순종은 깨끗하다고 생각하잖아요.

학생들 : 네

교사 : 이제 그렇게 생각하지 말자는 거죠? 순종이란 뭐다?

학생 : 섞이는 거.

학생 : 아. 그거 유전자가 같은 거

교사 : 그렇죠. 동일한 유전자가 존재하는 거 그래서 자손에게 한 가지 유전자밖에 줄 수 없는 거 그렇죠? 잡종이라면 여러 종류의 유전자를 줄 수 있기 때문에 여러 종류의 자손을 낼 수 있겠죠.

<B 교사의 1차시 수업 중에서>

두 교사는 수업 중간에 우성은 우수하고 열성은 열등하다는 개념은 잘못된 것이라는 것과 DNA가 유전자이고 DNA는 염색체 안에 존재한다는 것, 감수분열로 생긴 생식세포의 종류는 확률적 개념이라는 것, 그리고 순종과 잡종에 대해 학생들이 갖고 있을 오개념을 교정하여 과학적 개념을 올바르게 이해하도록 하기 위한 전략을 사용하였다.

A 교사는 멘델 유전을 설명하는 과정에서 과학사를 도입하여 학생들의 흥미나 동기 유발을 위한 교수자료로 활용하기도 하고, 과학사를 이용한 교수·학습을 통해 학생들의 오개념을 학생 스스로 교

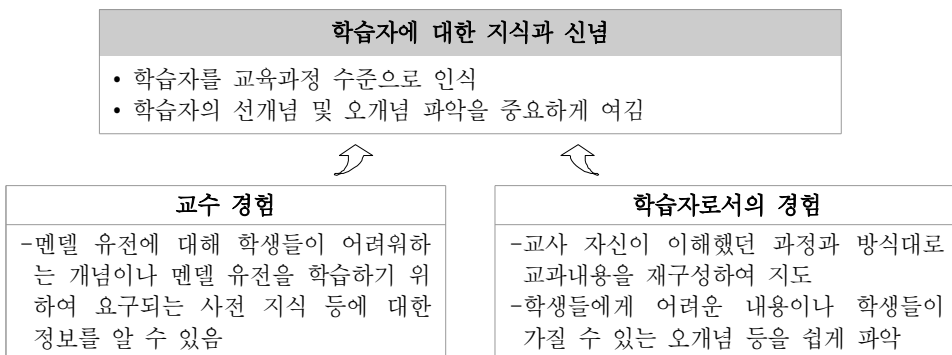


그림 3. 두 교사의 학습자에 대한 지식과 신념 및 주된 형성 요인

정하게 할 수 있게 하며, 새로운 학설이나 개념을 보다 과학적으로 이해할 수 있게 하여 학습 효과를 높이고자 하였다.

교사 : 그렇죠. 멘델이 수도원에 완두콩을 봤더니 어떤 완두콩은 둥글고 어떤 완두콩은 주름지더라. 그래서 이제 이 멘델이 그걸 가지고 유전 실험을 했어요. 멘델이 유전실험을 해가지고 유전과 관련된 규칙성이 보이더라. 그래서 그걸 법칙으로 만든 거죠. 그리고 그 법칙은 1,2,3이 있거든요. 근데 멘델은 1800년대 사람이거든요. 그래서 멘델이 이제 그 완두콩을 실험해가지고 논문으로 발표를 했어요. 유전법칙 해가지고 1,2,3. 그런데 그 멘델의 유전법칙을 1800년대에는 거의 사람들이 이해를 못했어요. 아까 여러분이 얘기한 것처럼 흑인과 백인이 결혼을 하면은?

학생 : 황인.

교사 : 아이는 황인이 나오더라. 중간 색. 그러니까 그 당시의 사람들은 유전이 다 섞여서 나온다고 생각을 했어요. 키가 큰 사람하고 키가 작은 사람하고 결혼을 하면?

학생 : 중간

교사 : 중간키가 나온다고 생각을 했어요. 그래서 이 멘델이 유전법칙 1,2,3을 제시했는데 그 당시에 이해한 사람은 없었다는 거죠. 그래서 멘델은 자기가 완전 힘들게 콩 세가면서 했는데 아무도 그걸 알아주지 않았다는 거죠. 멘델이 죽은 후 한 2,30년 후에 20세기로 넘어와요. 1900년대 그때서야 이제 멘델의 유전법칙을 이해할 수 있는 학자들이 나왔다는 거죠. 그런데 그 사람들도 자기들이 실험해서 유전을 하는데 뭔가 규칙성이 보이더라는 것을 발견해서 제시를 하면 그건 이미 멘델이 몇 십 년 전에 이미 발표 했던 거예요

<A 교사의 1차시 수업 중에서>

Yeany(1975; 1977)는 교수 전략을 수업 중 나타나는 언어의 빈도를 기준으로 사실의 설명이나 제한된 질문이 많은 경우를 '직접 언어 전략'이라 하였다. 이 연구에서 두 교사는 공통적으로 교사 중심의 사실적 설명이나 제한된 질문을 주로 하는

강의 중심 수업을 하였고, 특히 수업 전반에 걸쳐 어떤 사실이나 지식에 관련된 질문이 제한된 수의 정답을 요구하는 발문을 주로 하고 있었다. 또한 두 교사 모두 교사의 질문에 학생들이 대답을 하면 그 대답을 교사가 반복하여 얘기해 주었고, 학생들이 옳게 대답하지 못하거나 대답을 빨리 하지 못할 때는 교사가 직접 설명을 하기도 하였다.

2) 멘델 유전과 관련한 두 교사의 교수전략에 대한 지식과 신념의 형성 요인

가. 개인적 특성 및 노력

A 교사는 일상에서 발생하는 의문사항이나 문제 등을 과학의 원리나 과정을 적용하여 해결하게 될 때 과학이 재미있다고 느낀다고 하였다. B 교사는 과학이 규칙성이 있기 때문에 흥미롭고, 평소 '왜?'라는 의문을 갖고 답을 찾기 위해 책을 읽고 인터넷을 검색하여 답을 찾게 되는 순간에 과학이 재미있다고 느낀다고 하였다. 또 두 교사는 일상에서 의문이 생기거나 문제 상황에 직면했을 때 과학적인 방법으로 해결하고 싶어 하고, 관련된 과학 개념에 지적 호기심을 갖는다고 하였다. 이러한 교사의 특성은 학생도 자신과 같은 과정을 통해 과학에 흥미를 느끼게 되고 과학 개념을 습득하게 될 거라고 생각하여 자신의 사고 과정과 과학개념의 습득 과정과 같은 방식으로 학생들도 과학개념을 습득할 수 있도록 교수 전략을 세운다고 하였다.

또한 두 교사는 수업 전 반드시 교재 연구를 하고, 학습지를 직접 제작하거나 동료교사의 자료를 공유하더라도 반드시 자신이 다시 편집하고 재구성하여 사용하는 등 교과내용을 학생들에게 어떻게 전달하는 것이 효과적일지 고민한다고 하였다. 또한 TV와 인터넷, 도서 등에서 다양한 수업 소재 및 주의 집중과 동기유발 자료를 수집하여 수업 중에 활용한다고 하였다. 특히 A 교사는 EBS와 현직 교사들의 수업동영상을 통해 교수전략을 세우는데 도움을 받는다고 하였고, B 교사는 과학관련 도서를 통해 흥미나 동기유발 자료를 얻는다고 하였다.

교사 스스로 과학 교과의 내용에 대해 재미와 지적 호기심을 느끼고, 수업에 활용하기 위해 적극적

으로 정보를 수집하고 정리하며, 새로운 지식과 정보를 습득하려고 하는 자신의 의지와 노력이 교사의 수업전략에 대한 지식과 신념 요소에 영향을 주었다고 할 수 있다.

나. 교수 경험

A 교사는 자신의 교수 경험 및 반성적 사고를 통해 수업시간에 어떤 전략을 사용하여 멘델 유전을 가르칠 것인지 학생들을 어떻게 관리하고 통제할 것인지를 알게 되었다고 하였다. B 교사는 현직 발령 초기 매일같이 수업지도안을 구상하고 시행착오를 겪으며 자신만의 수업 방식을 다듬고 수업 주제에 따른 수업전략을 습득할 수 있었다고 하였다. 이렇게 교사의 교수 경험은 특정 주제의 수업을 어떻게 가르치는 것이 효과적인지, 수업시간에 학생들을 어떻게 관리하는 것이 좋은지에 대한 지식을 습득하는 데 큰 요인으로 작용한다고 할 수 있다.

다. 대학 교육과정

A 교사는 대학 때 배웠던 유전에 관련된 전공교과들은 너무 어렵고 심화된 내용이어서 중·고등학생들을 가르치는 데는 별 도움이 안 된다고 하였지만, 과학교육론이라는 과목에서 배운 교수방법과 교수전략은 발령 후 학교 현장에서 수업을 할 때 기억이 많이 난다고 하였다. B 교사 역시 대학에서

배운 내용은 주로 교과 이름만 기억에 남는다고 하였지만, 유전 관련 전공교과의 몇몇 내용들은 수업 도입 부분이나 전개 부분에 학생들의 호기심을 유발하기 위해 활용하기도 한다고 하였다.

두 교사는 대학 교육과정에서 유전에 관련된 전공 교과는 너무 어려운 내용을 다루고 있어 중학교 과학교사들의 교과내용지식 측면에서는 거의 도움이 되지 않는다고 하였다. 하지만 이 연구에서는 대학 교육과정 중 교과교육론이나 실험실습, 탐구 활동 등은 연구에 참여한 두 교사의 교수전략에 대한 지식과 신념의 형성에 영향을 주는 요인으로 작용하였다는 것을 알 수 있다. 교사들이 예비교사 시절부터 대학에서 다양하고 풍부한 교수경험을 갖는다면 더욱 발달된 PCK를 통해 교사로서의 전문성을 가질 수 있을 것이다(송미란, 2012). <그림 4>는 두 교사의 과학교수전략에 대한 지식과 신념 및 주된 형성요인을 정리하여 나타낸 것이다.

5. 과학평가에 대한 지식과 신념 관점에서의 PCK 분석 및 형성요인

1) 멘델 유전과 관련한 두 교사의 과학 평가에 대한 지식과 신념

A 교사의 과학 평가에 대한 지식과 신념에 대해

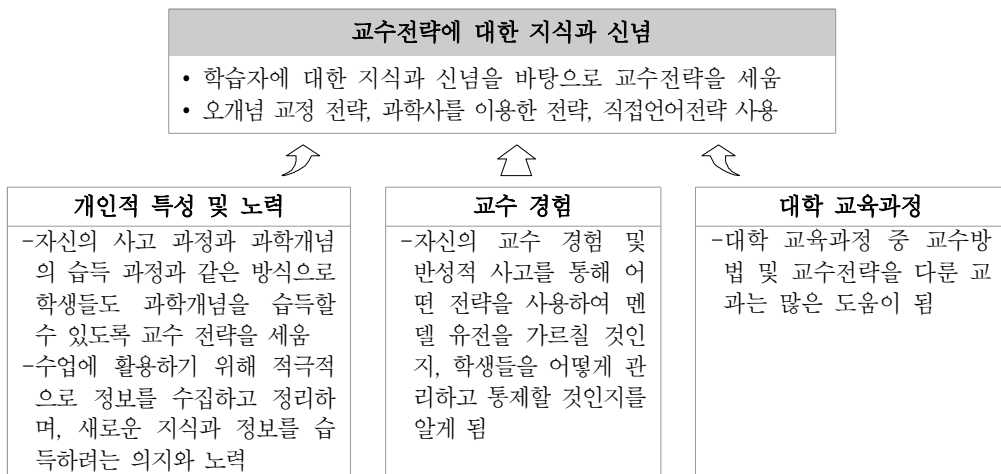


그림 4. 두 교사의 교수전략에 대한 지식과 신념 및 주된 형성 요인

분석은 수업 중 실시되는 형성평가 문항과 CoRe를 활용하였다. 수업 중 실시하는 형성평가는 교사가 교과내용을 설명한 후 교과서에 제시된 문제를 학생들과 풀이한 후 학습지에 제시된 문제를 학생 스스로 풀어보도록 하는 방식으로 수행되었다. 교과서나 학습지에 있는 문제들을 살펴보면 내용 영역에서는 수업에서 설명한 내용과 관련된 것이고 행동 영역에서는 모두 인지적 영역만을 평가할 수 있는 것이었다. <표 10>은 A 교사의 CoRe 질문지의 일부로 A 교사는 학생들이 유전에 관련된 실험의 결과를 예측하여 표현해 보도록 하고 설명할 수 있는지 확인하는 등 제7차 과학교육과정에 제시된 탐구과정 중 기초탐구 영역에 대해 평가하겠다는 생각이 나타나 있었다. 하지만 실제 수업은 교사 중심의 설명과 교사의 폐쇄적 발문에 대한 학생들의 응답, 그리고 문제풀이를 하는 방식으로 진행되었기 때문에 실제 학생들의 탐구능력에 대한 평가는 이루어질 수 없었다.

B 교사의 과학 평가에 대한 지식과 신념은 학교 정기 지필고사 출제원안과 이원목적 분류표를 통해 알아보았다. B 교사의 지필고사 출제원안과 이원목적분류표에서 보면 유전 관련 용어에서부터 멘델 유전과 중간유전까지 멘델 유전과 관련된 문제는 총 9문항으로 각 내용에 대하여 행동영역 중 인지적 영역만을 평가하고 있었다. 내용영역에서는 유전 개념과 특징을 묻는 문항과 유전과 관련된 개념과 멘델 유전을 이해하고 적용하는 문항, 중간유전 현상의 원인과 그 표현형에 대해 묻는 문항 등 교

육과정에서 제시한 교과내용 및 수업에서 자신이 지도한 내용을 고루 평가하였고 문항별 배점과 난이도를 다양하게 하여 변별도를 높이고자 하였다. 하지만 B 교사 역시 수업 실제에서는 탐구나 실험을 통한 관찰 및 보고서 평가, 실기평가 등은 실시하지 않았다.

두 교사는 멘델 유전에 있어 과학평가에 대한 지식과 신념은 학습자의 인지적 영역만을 평가하려고 하였고, 인지적 영역 중에서도 단순한 행동 영역만을 평가한 것으로 나타났다.

2) 멘델 유전과 관련한 두 교사의 과학 평가에 대한 지식과 신념의 형성 요인

가. 교과서 및 지도서

A 교사가 수업 중 실시한 형성평가는 교과서에 제시된 문항 또는 교과서에 제시된 문항과 유사한 문항을 학습지를 통해 학생 스스로 풀어보도록 하였고, B 교사도 지필평가 문항 출제 시 교과서에 제시된 학습 내용과 탐구활동을 주로 참고하여 자신이 직접 제작한다고 하였다. 이것은 앞서 두 교사가 과학교육과정에 대한 지식과 신념에 가장 큰 영향을 받는 요인으로 교과서 및 지도서라고 한 것과 일치한다고 할 수 있고, 두 교사가 평가 영역과 방법을 다양하게 하지 못한 것은 탐구학습보다는 교사가 가르쳐야 할 내용을 중심으로 구성되어 있는 과학 교과서와 지도서의 영향도 있다고 할 수 있겠다.

표 10. A 교사의 CoRe 질문지의 응답 일부

질문	주요 과학 개념				
	A	B	C	D	E
멘델의 완두실험을 통해 대립형질의 개념을 설명할 수 있다.	멘델의 실험을 통해 우열의 법칙을 설명한다.	멘델의 실험을 통해 분리의 법칙을 설명한다.	멘델의 실험을 통해 독립유전의 법칙을 설명한다.	멘델의 유전법칙에도 예외가 있음을 분꽃을 예로 설명한다.	
8. 이 내용에 대한 학생들의 혼동이나 이해를 확인할 수 있는 방법은 무엇인가?	- 유전현상을 예측해 보도록 한다. - 유전현상을 유전 용어를 사용하여 설명하도록 한다.	- 우열의 법칙과 관련한 멘델의 유전실험 결과를 예측해보도록 한다.	- 분리의 법칙과 관련한 멘델의 유전실험 결과를 예측해보도록 한다.	- 독립의 법칙과 관련한 멘델의 유전실험 결과를 예측해보도록 한다.	- 중간유전과 관련한 유전 실험 결과를 표현형으로 나타내 보도록 한다.

나. 학교 상황

A와 B 교사는 형성평가 또는 정기 지필평가 문항을 통해 과학 평가 내용에 있어 학생들이 과학 기본 개념을 잘 이해했는지에 대한 평가만 하였다. 즉, 탐구활동 및 과학적 태도에 대한 평가가 이루어지지 않았고, 평가 방법에 있어서도 다양한 방법을 활용한 평가는 전혀 이루어지지 않았다. 이것은 고등학교 입학에 위한 내신 성적 처리와 고입선발 교사를 대비한 내용전달 위주의 수업이 진행되고, 이런 상황에서 다인수 학급의 학생들을 대상으로 탐구활동을 수행할 수 없기 때문에 강의 중심으로 학습내용을 전달한 후 수업 내용 중심으로 평가 문항이 제작되기 때문이라고 하였다. 즉 교사의 과학 평가에 대한 지식과 신념이 학교 상황의 영향을 받아 형성되었다고 할 수 있다. <그림 5>는 두 교사의 과학평가에 대한 지식과 신념 및 주된 형성요인을 정리한 것이다.

IV. 결론 및 제언

이 연구는 생물교육을 전공한 5년 이상의 경력을 가진 중학교 과학교사의 멘델 유전에 대한 PCK를 알아보고, 이들의 PCK 형성에 영향을 주는 요인에는 어떤 것들이 있는지 알아보는 것이었다. 두 교사의 멘델 유전에 대한 PCK를 알아본 결과 평소 과학교수지향에 대한 인식과 실제 수업에서 발견되

는 지향에는 차이가 있는 것으로 나타났다. 평소에는 학생들이 과학교과를 통해 과학적 탐구과정을 학습함으로써 과학적 사고와 합리적으로 문제해결을 할 수 있는 능력을 기를 수 있다는 신념을 갖고 있었다. 그리고 교사는 학생들이 그러한 능력을 습득할 수 있도록 조력자 역할을 해야 한다고 인식하는 경향이 크게 나타났다. 하지만 멘델 유전에 대한 수업 실제에서는 두 교사 모두 강의 중심 지향의 수업을 하였다. 그러다보니 과학교육과정의 목표 중 학생들의 탐구방법 습득 및 탐구능력 향상을 위한 교사의 노력이 수업 실제에서 발현되지 못하였고, 학생들의 다양성이 고려되지 않은 수업이 이루어졌으며, 평가도 멘델 유전에 대해 학습자의 인지적 영역 중에서 단순한 행동 영역만을 평가하는 것으로 나타났다. 하지만 기본 개념의 습득을 목표로 하는 것과 연계된 단원 및 개념에 대해서는 잘 인식하고 있는 것으로 나타났다. 그리고 학생들의 선개념과 오개념의 파악이 중요하다는 것을 인식하고 교정하기 위해 오개념 교정 전략과 과학사를 이용한 전략을 사용하였으며, 학생들이 멘델 유전 영역에 대해 매우 어려워하기 때문에 쉽고 자세하게 가르쳐야 한다고 생각하였다.

두 교사의 멘델 유전에 대한 PCK 형성 요인으로서는 교사의 개인적 특성 및 노력, 교과서 및 지도서, 교수 경험, 학습자로서의 경험, 학교 상황, 대학 교육 과정, 동료교사와의 상호작용 등이 있었다. 그 중 대학 교육과정의 교과교육론이나 실험 교과를

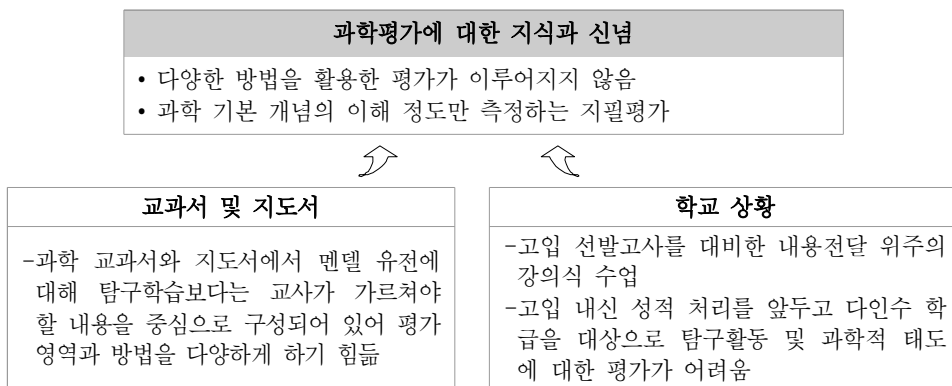


그림 5. 두 교사의 과학평가에 대한 지식과 신념 및 주된 형성 요인

제외한 유전 관련 전공교과는 너무 어렵고 생각이나지 않아 중학교 교실수업에서 PCK 발현에 도움이 되지 않는다고 하였다. 동료교사와의 상호작용은 두 교사 모두 자신의 PCK 형성에 큰 영향을 주는 것으로 생각하였으나 실제 학교현장에서 동료교사와의 상호작용은 많이 이루어지지 않기 때문에 얼마나 영향력이 있는지는 가늠하기 어려웠다. 여러 요인 중에서도 두 교사는 교사의 개인적 특성 및 노력과 학습자로서의 경험이 큰 영향을 미친 것으로 나타났는데, 두 교사는 자신이 학습자였을 때의 경험을 통해 학습자에 대해 이해하게 되고 학생들이 어려워하는 것이 무엇인지 알게 되며 어려운 내용을 자신이 이해했던 방식으로 재구성하여 가르치려고 하였다. 또한 자신의 지적 호기심과 일상에서의 문제를 과학적으로 해결하려고 하는 특성을 바탕으로 학생들에게 보다 나은 수업을 위한 끊임 없는 노력이 무엇보다도 중요하다고 하였다.

이 연구 결과를 바탕으로 교사들이 멘델 유전에 대한 PCK를 더욱 발전시키기 위해서는 다음 몇 가지를 제언할 수 있다. 교사들이 예비교사 시절부터 교수 경험을 풍부하게 하여 보다 나은 PCK를 형성하기 위해 대학교육과정에서 교과교육론 및 수업실습이 좀 더 확대되어야 하고, 교사들이 교과서 및 지도서를 좀 더 신뢰할 수 있도록 교과서 검정 절차를 엄격히 해야 할 것이다. 그리고 교사들의 평소 과학교수지향과 실제 수업에서 발현되는 과학교수지향에서 차이가 나타나는 원인을 분석하고 실제 수업에서 그 차이를 좁힐 수 있도록 하는 교육환경이 조성되어야 할 것이다.

참고 문헌

- 고미례, 남정희, 임재향(2009). 신입 과학교사의 교과교육학 지식(PCK)의 발달에 관한 사례 연구, 한국과학교육학회지, 29(1), 54-67.
- 곽영순(2006). 중등 과학교사들이 말하는 교과교육학 지식의 의미와 교직 전문성 제고 방안, 한국과학교육학회지, 26(4), 527-536.
- 곽영순, 최승현(2007). 교육과정 개정에 따른 과학과 내용 교수 지식(PCK) 연구, 한국교육과정평가원 연구보고 RRI 2007-3-3.
- 권재술(1992). 과학 개념 학습을 위한 수업 절차와 전략, 한국과학교육학회지, 12(2), 19-29.
- 김경숙, 유상근, 김성하(2013). 『식물교재 탐구실험』 강좌에서 나타난 예비 생물교사의 내용 교수 지식 변화에 대한 사례 연구, 생물교육 41(2), 377-391.
- 김천겸(2011). 거울과 렌즈 단원에 대한 초등교사의 PCK 사례 연구, 한국교원대학교 석사학위논문.
- 박성혜(2003). 교사들의 과학 교과교육학지식과 예측변인. 한국과학교육학회지, 23(6), 671-683.
- 박재원(2006). 물속에서의 무게와 압력 단원에서 초등교사의 교수 내용 지식에 따른 수업분석, 한국교원대학교 박사학위논문.
- 방은정, 백성혜(2010). 중학교 과학교사의 교수지향과 이에 영향을 미치는 요인 분석, 한국과학교육학회지, 30(6), 719-738.
- 송미란(2012). 멘델 유전에 대한 중학교 과학교사의 PCK 및 이의 형성 요인에 대한 사례 연구, 한국교원대학교 석사학위논문.
- 이연숙(2005). 교수학적 내용지식(PCK) 및 그 표상(PCKr)의 개념적 정의와 분석도구 개발, 서울대학교 석사학위논문.
- 임청환(2003). 초등교사의 과학 교과교육학 지식의 발달이 과학 교수 실제와 교수 효능감에 미치는 영향. 한국지구과학학회지, 24(4), 258-271.
- 조희형(1985). 고등학교 생물의 기본개념의 확인 및 결정. 한국과학교육학회지, 5(1), 11-17.
- 조희형, 조영신, 권석민, 박대식, 강영진, 김희경, 고영자(2006). 중등 과학교사 양성 교육과정과 교수내용지식 연구 동향의 탐색. 교과교육학연구, 10(2), 281-301.
- 조희형, 고영자(2008). 과학교사 교수내용지식(PCK)의 재구성과 적용 방법, 한국과학교육학회지, 28(6), 618-632.

- Baxter, J.A., & Lederman, N.G. (1999). Assessment and measurement of pedagogical content knowledge. In J. Gess-Newsome & N.G. Lederman (eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge*. pp. 147-161. Boston: Kluwer Academic Publisher.
- Loughran, J., Mulhall, P., & Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370-391.
- Loughran, J., Berry, A., & Mulhall, P. (2006). *Understanding and Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Magnusson, S., Borko, H., & Krajcik, J. S. (1994). Teaching complex subject matter in science: Insight from an analysis of pedagogical content knowledge. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Anaheim, CA.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Broko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science. In K. Gess-Newsome & N.G. Lederman (Eds), *Examining Pedagogical Content Knowledge*, pp. 95-132. Boston: Kluwe Academic Publisher.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(20), 4-14.
- Van Driel, J. H., Verloop, N., & De Vos W. (1998). Development science teachers' pedagogical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 673-695.
- Veal, W. R., & MaKinster, J. G. (1999). Pedagogical content knowledge taxonomies. *Educational Journal of Science Education*, 3(4), 1-14.
- Yeany, R. Jr. (1975). A Case from the research for training science teachers in the use of inductive / indirect teaching strategies. *Science Education*, 59(4), 521-520.
- Yeany, R. Jr. (1977). The effects of model viewing with systematic strategy analysis on the science teaching styles of preservice teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 14(3), 209-222.

국문 요약

이 연구는 멘델 유전에 대한 중학교 과학교사의 PCK와 이의 형성에 영향을 주는 요인을 조사하고자 하였다. 연구 대상은 생물교육을 전공한 5년 이상의 교육경력을 가진 중학교 과학교사 두 명으로 하였으며, 멘델 유전과 관련한 5차시의 수업 관찰, 교사의 반구조화된 면담, 교사 질문지, Content Representation, Pedagogical and Professional-experience Repertoire 등을 통해 자료를 수집하였다. 수집한 자료는 PCK의 구성요소인 과학교수 지향, 과학교육 과정에 대한 지식과 신념, 학습자에 대한 지식과 신념, 과학교수전략에 대한 지식과 신념, 과학평가에 대한 지식과 신념 관점에서 분석하였다. 두 교사의 멘델 유전에 대한 PCK를 알아본 결과, 학생들이 과학교과를 통해 과학적 탐구과정을 학습함으로써 과학적 사고와 합리적으로 문제를 해결하는 능력을 기를 수 있고, 교사는 학생들이 그러한 능력을 습득할 수 있도록 조력자 역할을 해야 한다는 과학교수지향을 평소에 가진 것으로 나타났으나 수업 실제에서는 두 교사 모두 강의 중심 지향으로 나타났다. 과학교육과정의 목표와 관련 개념 및 지도 내용을 잘 인식하고 있었으나 학생들의 탐구방법 습득 및 탐구능력 향상을 위한 두 교사의 노력

은 수업 실제에서 충분히 발현되지 못하였다. 그리고 학생들이 멘델 유전을 매우 어려워하기 때문에 쉽고 자세히 가르쳐야 한다고 인식하고 있으며 멘델 유전에 대한 기본 개념 및 연계된 개념을 정확히 이해하고 적용할 수 있도록 지도하였다. 또한 학생들의 선개념과 오개념을 파악하여 오개념 교정 전략과 과학사를 이용한 교수 전략 등을 통해 학생들의 학습효과를 높이하고자 하였고, 학습자의 인지적 영역 중 단순한 행동 영역에 대한 평가만 이루어졌다. 두 교사의 멘델 유전에 대한 PCK 형성 요인으로는 교사의 개인적 특성 및 노력, 교과서 및 지도서, 교수 경험, 학습자로서의 경험, 학교 상황, 동료교사와의 상호작용, 대학교육 과정 등이 있었

다. 이 중 두 교사는 자신의 학습자로서의 경험과 과학적 탐구심이 강한 개인적 특성 및 보다 나은 수업을 위한 교사의 노력이 PCK 형성에 가장 큰 영향을 주었다고 하였다. 이러한 결과를 통해 교사의 PCK가 수업 실제에서 충분히 발현될 수 있도록 하는 교사교육에 대한 설계가 필요하고, 교사들에게 지속적인 자기 연수와 전문성을 개발할 수 있는 기회를 제공하여 그에 따른 보상을 통해 교사들의 PCK를 발달시킬 수 있도록 해야 한다는 것을 시사한다.

주요어: PCK, 멘델유전, Content Representation, Pedagogical and Professional-experience Repertoire