

실험 저널쓰기에서 나타난 예비과학교사들의 과학실험에 대한 반성적 사고 분석

이윤정 · 임성민*

대구대학교

An Analysis of Pre-service Science Teachers' Reflective Thinking about Scientific Experiment in Experimental Journal Writings

Lee, Yunjung · Im, Sungmin*

Daegu University

Abstract: In this study, pre-service science teachers' reflective thinking in their journal writing was investigated. To do this, the authors used pre-service science teachers' journal writing abilities, wherein they not only reported data and result formally, but also wrote their feelings and reflections about an inquiry-based physics experiment they performed. Pre-service science teachers' writings were decomposed into sentences and each sentence was analyzed into a framework with 4 dimensions: knowledge, procedure, orientation and attitude. Reflective thinking in knowledge dimension included reflection on what they know before the experiment, what they still do not know and what they learned from the experiment. Reflective thinking in procedure dimension included recalls of experiences about general experimental procedures and specific experimental skill. Reflective thinking in orientation dimension included their views about the nature of science and science teaching and learning, and reflective thinking in attitude dimension consisted of interests, motives and values about the experiment they performed. While there were some variations in frequency distribution of reflective thinking by the topic of experiments, pre-service science teachers' reflective thinking in journal writings revealed their metacognition on their knowledge and learning, epistemological belief about science and science learning, and affective domain related to experiment. This study can infer that such kind of writing with 'their own language' in an informal way followed by formal 'scientific' reports in a scientific experiment has a significance not only as a mediator representing reflective thinking but also as an instructional activity to facilitate reflective thinking in science learning and teaching.

Key words: Reflective thinking, scientific experiment, experimental journal, metacognition, epistemological belief

I. 서론

학교 과학교육에서 실험실습의 중요성에 대해서는 교사와 연구자는 물론 국가 사회도 인식하고 있는 바이다. 우리나라의 경우 지난 2003년부터 2007년까지 중앙 정부의 특별교부금과 지방자치단체의 대응 투자로 2700억원 규모의 예산이 소요된 '초중등 과학교육 활성화 사업'에서도 탐구와 실험을 활성화 사업의 기본 방향으로 설정하고 이를 위해서 '실험실 현대화'를 소요된 예산면에서나 실적면에서 가장 큰 비중으로 수행하였고, 이에 대해서 현장의 평가 또한 긍정적이었다(임성민 등, 2007). 그러나 과학 실험교육의 환

경이 나아졌다는 것만으로 효과적인 과학실험교육을 보장하기는 어려우며 교육과정과 입시제도의 개선 등 외적인 환경과 현장에 활용될 수 있는 실험실습 지도 자료의 보급 등의 내적인 지원이 보장되어야 한다(임영주, 2008). 하지만 무엇보다도 중요한 것은 실험교육에 대한 숙련된 기술과 풍부한 교과지식, 적극적인 태도와 위험을 감수할 수 있는 자세 등 과학교사의 자질과 전문성이라고 할 수 있다.

과학교사의 자질과 과학교과의 전문성은 현직교사 연수와 과학교사 양성과정을 통해서 향상될 수 있으나(심재호, 2006; 이윤아 등, 2008), 실험교육과 관련하여 현장의 반응은 그리 긍정적이지 않다. 실험연

*교신저자: 임성민(ismphs@daegu.ac.kr)

**2010.11.27(접수) 2011.01.21(1심통과) 2011.02.11(2심통과) 2011.02.16(최종통과)

수를 이수한 교사들은 연수의 필요성은 인식하지만 연수를 통해서 현장에서 도움이 된다는 만족도에 있어서는 낮은 반응을 보이고 있으며, 연수 교육내용과 수준이 중등학교 현장에서 필요로 하는 과학교육과 거리가 있다고 지적한다(김정곤 등, 1991; 박준호, 1993; 임항빈, 2004). 또 예비과학교사들은 실험교육에 대한 충분한 준비를 해서 현장에 나가야 하는 입장이지만 과학교사양성과정을 비롯한 전반적인 이공계 실험교육의 현실은 그렇지 못하다(임성민, 김재경, 2007; 하정민, 2008). 따라서, 탐구와 실험실습 지도 능력과 관련하여 교사의 전문성 향상에 대한 실천적인 연구는 계속 요구된다.

과학교사의 전문성과 관련하여 교사의 반성적 사고에 대한 논의가 최근 비교적 활발하게 논의되고 있다. 반성(reflection)은 특별히 정의되는 학문적 개념이기보다는 '자신의 행동이나 사고를 돌아보는 사고'라는 의미의 보편적인 개념으로서 학술적인 맥락이든 일상생활 맥락이든 흔히 사용된다. 이에 비해 반성적 사고(reflective thinking)는 보다 좁은 의미에서 학문적 배경에 따라 정의되기도 하고 특정 상황에서 유용한 고등 사고방법 중 하나로서 언급되기도 한다. 엄밀히 말하지만 반성이라는 개념 자체에 이미 사고(thinking)가 포함되어 있기 때문에 반성적 사고(reflective thinking)라는 용어는 동의어 반복과도 같다. 하지만 Dewey(1933)가 철학적 의미로서 반성적 사고를 '자신의 신념이나 실천 행위에 대해 그 원인이나 결과를 적극적으로 면서 끈기 있고 주의 깊게 고려하는 것'으로 정의한 이래, 갈등과 문제해결 상황에서 유용한 고등 사고방법으로서 교육학적 맥락에서 꾸준히 언급되고 있다. 특히 Schön(1983, 1987)이 갈등과 독특성, 불확실성을 필연적으로 포함하는 전문적인 상황에서 반성적으로 사고하면서 실천할 수 있는 사람으로서 '전문가' 개념을 도입하여 반성적 사고를 '전문가가 자연스럽게 사고하고 행위하는 방식'이라고 정의하면서 교사의 전문성과 관련하여 '반성적 실천가'로서 교사의 실천적 지식을 강조한 교사의 반성적 사고에 대한 연구가 최근까지 부각되고 있다. 박미화 등(2007)은 이러한 관점에서 반성적 사고에 대한 정의와 연구를 과학 교수학습 맥락에서 종합하여 과학교사의 반성적 사고를 '자신의 기존 지식과 신념 및 교수경험으로서의 실천이 과학수업 상황에서 갈등과 딜레마를 겪는 것을 인식하거나, 이를 해소하

기 위해 새로운 대안을 고려하는 사고과정'이라고 정의하였다. 이와 같은 반성적 사고에 대한 논의들은 주로 전문가로서 교사의 사고 또는 교수 상황에서의 문제해결과 관련된 사고에 초점을 두고 있다.

한편 반성적 사고는 그 의미 자체가 '사고(thinking)에 대한 사고(thinking)'로서 초인지(metacognition)의 한 부분이라고도 할 수 있다. Pintrich(1996)는 초인지를 다음 세 가지 요소 즉 자신의 지식과 인지 전략에 대해서 알기, 초인지적 판단과 점검하기, 그리고 인지에 대한 조절과 자기 규제하기 등을 포함한다고 하였다. 자신의 사고를 돌아보는 사고인 반성을 통해서만 자신의 지식과 인지전략에 대해서 알 수 있으며, 이러한 앎이 없이는 자신의 인지 전략에 대해서 점검하거나 조절하는 것이 불가능하다. 따라서 초인지를 강조하는 입장에서 반성 또는 반성적 사고란 초인지의 핵심적인 과정이자 기능이라고 할 수 있다. 특히 학습 상황에서 반성적 사고는 '자신의 앎에 대해서 스스로 돌아보고 점검하는 과정'이라고 할 수 있다. 이러한 의미의 반성적 사고는 학습을 통해 얻게 된 것과 얻지 못한 것 그리고 앞으로 노력이 더 필요한 부분 등이 무엇인지를 점검하는 것을 포함한다(Given, 2002). 즉 반성적 사고는 학습자로 하여금 자신의 생각에 대해서 생각할 것을 요구한다.

과학교육을 실천하는 전문가로서 교사의 반성적 사고가 중요하다면 장래 교사가 될 예비교사교육에서 이에 대한 강조가 필요하다. 교사가 가지는 전문가적 신념이 교사 양성과정을 통해 많은 부분 형성되기 때문이다(석은조, 2006). 교사 양성과정에서 반성적 사고를 강조하는 연구 사례로서 Merseth(1996)는 예비교사와 초임교사들에게 자신의 교수 수행에 대한 저널쓰기를 하게 한 결과, 문제를 해석하고 정의하고 대안을 마련해 보는 연습기회를 제공하여 반성적 사고의 개념을 명확하게 하고 반성적 사고 발달의 수단이 되었다고 하였다. 최근 국내의 예비 과학교사의 반성적 사고에 대한 연구들은 이와 같이 과학 교수 실천 맥락에서 반성적 사고를 정의하고 예비교사로서 자신의 수업 행동에 대한 반성을 분석하는 경우가 많았다(김현정 등, 2010; 박미화 등, 2007; 정애란 등, 2007). 그러나 예비교사는 장래의 교수자이자 동시에 현재의 학습자이므로 자신의 교수에 대한 반성뿐 아니라 자신의 학습에 대한 반성 또한 중요하다. 이러한 맥락에서 예비 과학교사들이 자신이 수행한 과학실험활동에

대하여 지속적인 반성의 경험을 갖는 것은 그들 자신의 과학 학습뿐만 아니라 교사가 되었을 때의 실험실습 교수 실천에 있어서도 긍정적인 영향을 미칠 것이 기대된다. 학교 과학교육에서 실험실습의 중요성과 이때 교사의 전문성과 역할이 결정적이라는 점을 고려할 때, 과학교사양성과정의 실험실습교육에서 예비교사들의 반성적 사고를 촉진하는 수업전략이 요구된다.

이를 위하여 먼저 과학실험수업에서 나타나는 예비과학교사들의 반성적 사고를 알아보는 것이 필요하다. 이에 본 연구에서는 물리실험수업에서 각 실험 주제가 끝난 후 실험에 대한 결과보고와 자신의 반성을 담은 실험저널을 작성하도록 하고 이를 분석함으로써 예비 과학교사들의 실험실습에 대한 반성적 사고를 조사하였다.

II. 연구 방법

1. 실험수업과 실험저널

이 연구에서는 임성민과 김재경(2007)이 제안한 ‘탐구기반 기초물리 실험수업’을 적용하여 이 수업 과정에서 예비교사들이 작성한 실험저널을 분석하였다. ‘탐구기반 기초물리 실험수업’이란 탐구지도와 실험교육에 대한 수월성을 갖춘 중등물리교사양성을 위하여 제안된 물리 실험과목의 하나로 실험의 주된 내용이 토론과 실습을 포함한 탐구 활동 중심으로 구성되었고, 중등 교육과정과 구체적 관련성을 가지고 이를 명시하고 있으며, 전통적인 확인실험 뿐 아니라 기초, 확인, 탐구, 재현, 구현 실험 등 다양한 범주의 실험으로 구분하여 제시한다는 점을 특징으로 한다. 이를 위하여 실험 소재는 일상생활에서 구하기 쉬운 소재 위주로 구성하되, ICT와 디지털 장비를 적극 활용하였으며, 실험교재는 기존의 매뉴얼을 탈피하여 실험방법의 핵심적인 내용만 소개하고 토론과 자발적인 수행을 요구하는 탐구 문제 위주의 ‘탐구안내서’로 구성되었다. 또한 수업지도는 소크라테스식 대화와 소집단 토론을 주요 학습방략으로 적용하고 교수와 조교들이 함께 팀티칭으로 수업을 진행한다. 실험 결과에 대한 보고는 기존의 실험보고서 대신 조별로 탐구활동을 기록한 ‘실험 저널’로 대신 한다. 실험 저널이란 매 주제의 실험 수행마다 실험 과정과 수행에 대한 결과와 논의를 쓰고 이에 덧붙여 실험 수행 후 실험에

대한 자신의 느낌이나 의견을 자유롭게 기술하도록 한 것이다.

2. 연구 대상 및 조사 방법

연구를 위하여 경상북도에 소재한 한 사범대학의 과학교사양성과정에서 전공필수과목으로서 ‘물리탐구실험교육’ 과목을 수강하는 예비 과학교사 2학년생 26명이 매 실험 수행 후 조별로 작성한 한 학기 동안의 실험 저널을 수집하여 분석하였다.

한 학기 동안의 실험 주제는 전자기학과 파동 및 광학과 관련된 총 10종이었고, 여러 종의 실험을 조별로 돌아가면서 실험하는 방식이 아니라 모든 학생들이 하나의 동일한 실험주제에 대해서 조별로 수행하는 방식으로 진행되었다. 3~4명이 한 조로 되어 총 7조가 구성되어 조 단위로 토론을 포함한 실험 수업에 참여하였으며, 실험 저널은 조원들이 함께 작성하도록 하였다. 따라서 연구에서는 7개조가 10개의 실험 주제마다 작성한 총 70편의 저널이 분석에 사용되었다. 실험 저널은 전통적인 실험보고서와는 달리 특별히 주어진 양식과 분량의 제한을 없었다. 다만, 내용을 크게 세 부분으로 구분하여 첫째 실험과제 수행에 대한 기본적인 정보, 둘째 실험과정에 따른 결과 및 논의, 셋째 자신들이 수행한 실험에 대한 느낌이나 반성에 대한 자유로운 기술이 포함되도록 하였다. 이 연구에서는 실험 저널 내용 중에서 마지막 부분인 실험수행에 대한 자유로운 느낌이나 반성에 대한 기술만을 분석하였다.

3. 분석틀 및 분석 방법

박미화 등(2007)은 과학교사의 반성적 사고를 ‘자신의 기존 지식과 신념 및 교수경험으로서의 실천이 과학수업 상황에서 갈등과 딜레마를 겪는 것을 인식하거나, 이를 해소하기 위해 새로운 대안을 고려하는 사고과정’으로서 정의하고 이와 같은 사고의 유형을 지식의 탐구 패러다임에 따라서 기술적, 전문적, 비판적 사고로 구분할 것을 제시하였다. 이 연구에서는 반성적 사고의 맥락이 전문가로서 교사 자신의 교수 실천에 대한 반성이 아니라 학습자로서 예비교사 자신이 수행한 실험학습에 대한 반성이므로, 연구가 수행된 맥락과 관련하여 반성적 사고를 ‘실험수행과 관련

하여 자신의 삶에 대하여 스스로 돌아보고 점검하는 과정'으로서 정의하고 이에 따라 반성적 사고의 유형을 구분하였다.

이러한 맥락에서 응답자가 진술한 내용을 의미있게 구분하는 것을 우선으로 하여 반성적 사고에 대한 새로운 분석틀을 개발하였다. 이를 위해 전체 진술문 중 일부 표본을 추출하여 그 안에 포함된 사고들을 유사한 내용끼리 구분하여 범주화하고, 각 범주의 의미를 해석하는 예비조사를 하였다. 예비조사 결과 Table 1과 같이 실험 저널에서 나타나는 반성적 사고를 지식, 과정, 지향, 태도 등 4가지 차원으로 구분하고 각각의 차원을 하위 유형으로 범주화하는 분석틀을 개발하였다.

지식(knowledge) 차원은 실험을 통해 획득한 지식에 대한 반성적인 기술로써, 실험과 관련하여 자신이 이미 알고 있는 과학개념이나 지식에 대한 반성, 실험을 수행하였으나 여전히 모르고 넘어간 내용에 대한 반성, 실험을 통해 새롭게 알게 된 것이나 기존의 개념이해가 변화한 내용에 대한 반성의 하위 유형으로 나뉜다.

과정(procedure) 차원은 실험을 통해 학습하는 과정에 대한 반성적인 기술로써, 전반적인 실험 과정에 대한 반성, 구체적인 실험 수행 과정이나 방법에 대한 반성의 하위 유형으로 나뉜다.

지향(orientation) 차원은 실험을 통해 느끼게 된 과학과 과학교육의 인식에 관한 반성적 기술로써, 실험을 통해 인식하는 과학의 본성에 대한 반성, 실험을 하면서 예비 과학교사로써 느낀 과학교육에 대한 반성의 하위 유형으로 나뉜다.

태도(attitude) 차원은 실험 수행과정에서 나타나

는 태도 영역에 대한 반성적 기술로써, 과학실험 또는 과학 공부에 대해 자신이 느끼는 흥미에 관한 반성, 실험을 통하여 과학실험 또는 과학학습에 있어 느끼는 동기에 관한 반성, 과학실험 또는 과학학습에 대한 목적과 실험의 중요성에 관한 반성의 하위유형으로 나뉜다.

연구에서는 총 70편의 실험저널에서 실험수행에 대한 느낌이나 반성을 기록한 부분만을 발췌하여 이를 문장 단위로 나누어 총 608개의 진술 문장을 추출하였다. 이 문장들은 반성적 사고 분석틀에 따라 유형별로 코드화되었다. 이 때 경우에 따라서는 하나의 진술문이 여러 유형에 동시에 적용되는 것도 인정하였다. 이렇게 코딩된 각 진술문은 반성적 사고 분석틀의 유형 및 실험 주제에 따라 정리되었다.

이 연구에서 제안된 반성적 사고 분석틀에 대해서는 연구자를 제외한 과학교육 전문가 2명으로부터 내용 검토 및 의견 일치 형태로 안면타당도 검증을 받았다. 또한 이렇게 구성한 분석틀을 과학교육 전공자 4명이 독립적으로 608개의 진술문을 유형별로 분석한 결과 1차 분석에서 72.9%의 일치도를 보이는 것으로 확인하였다.

Ⅲ. 결과 및 논의

1. 진술문에 나타난 반성적 사고의 빈도 분석

1) 차원별 반성적 사고 빈도

전체 진술문 중 지식 차원에 해당하는 진술 수는 99개 문장으로 16.4%, 과정 차원에 해당하는 진술 수는

Table 1
Analysis framework for reflective thinking in journal writing

Dimension	Meaning	Category
Knowledge	Reflection of what they learned through the experiment	K1. What they had already known
		K2. What they still don't know
		K3. What they come to know
Procedure	Reflection of the procedure of learning and experiment	P1. General experiment procedure
		P2. Specific experimental procedure
Orientation	Reflection of their views on science and teacher through the experiment	O1. Views on nature of science
		O2. Views on science education
		A1. Interest
Attitude	Reflection of their interest, motive, value in the experiment	A2. Motive
		A3. Value

326개 문장으로 53.5%, 지향 차원에 해당하는 진술 수는 25개 문장으로 9.5%, 태도 차원에 해당하는 진술 수는 136개 문장으로 22.4%를 차지하여, 차원별 진술 수는 과정, 태도, 지식, 지향 차원 순으로 빈도를 나타냈다. 즉, 예비 과학교사들의 실험 수업에 대한 반성적 사고는 실험 수업 과정에 대한 내용이 과반수로 가장 많았으며, 실험 수행과 관련한 태도에 대한 내용이 뒤를 이었다. 한편 과학과 과학교육에 대한 인식은 상대적으로 가장 낮은 빈도를 보였다.

2) 하위 유형별 반성적 사고 빈도

각 차원의 하위 유형별로 진술문의 빈도를 나타낸 것은 Table 2와 같다. 지식 차원에서는 이미 알고 있는 내용에 대해 반추하는 것이 가장 많은 빈도를 보였고, 실험 수업 후에도 여전히 모르는 것에 대한 반성은 상대적으로 가장 적었다. 과정 차원에서는 전체적으로 다른 차원이나 하위 유형보다 높은 빈도를 보였는데 그 중에서도 구체적인 실험 수행 절차나 방법에 대한 내용이 가장 많았다. 지향 차원에서는 과학교육에 대한 인식이 과학의 본성에 대한 인식보다 약간 더 높은 빈도를 보였다. 태도 차원에서는 실험 수행에 대한 흥미를 언급한 것이 상대적으로 가장 많았다. 전체적으로 보면 예비 과학교사들의 실험 수업에 대한 반성적 사고는 구체적인 실험 수행 절차나 방법에 대한 내용이 가장 많았으며, 전반적인 실험수업 과정에 대한 반성, 실험 수행과 관련한 흥미를 기술하는 내용이 뒤를 이었다.

3) 실험 주제별 반성적 사고 유형 빈도

실험저널에 나타난 반성적 사고 진술을 실험 주제에 따라 빈도를 나타내면 Table 3과 같다. 각 실험주제별로 평균적으로 약 62문장 정도의 실험에 대한 반성적 사고를 드러내는 진술이 포함되었으며, 차원과 유형별로 진술이 차지하는 비율은 주제마다 편차는 있지만 비슷한 분포를 보였다. 총 10개의 실험 주제 중에서 ‘스피커 만들기’와 ‘RC회로’ 주제에서 비교적 많은 진술 수를 나타냈으며, 이에 비해 ‘전동기 만들기’와 ‘소리의 관찰’ 주제에서는 낮은 진술 수를 나타냈다.

전자기력과 전자기유도에 대한 이해와 응용을 다루는 ‘스피커 만들기’는 이미 과학과 교육과정에서 심화 활동이나 탐구과제로 소개되어 잘 알려진 내용이지만, 수업에 참여한 예비교사들에게는 매우 좋은 반응을 보인 소재였다. 특히 실험 수행과정 및 흥미에 대한 기술이 많았다. 저항과 축전기가 연결된 단순회로에서 전압과 전류의 관계를 탐구하는 ‘RC회로’는 전류가 일정한 단순직류회로에서만 확인하던 옴의 법칙을 MBL장비를 활용하여 짧은 시간 동안 전류가 변하는 RC회로에서 확인한다는 점에서 수업에 참여한 예비교사들의 호응이 좋았던 실험이었고, 특히 실험과 관련한 동기 유형의 진술이 10개 실험 주제 중에서 상대적으로 가장 많았다.

전자기력에 대한 이해와 응용을 다루는 ‘전동기 만들기’도 중등 교육과정에서 소개하고 있는 내용으로서 ‘스피커 만들기’와 유사한 형태의 실험수행과 탐구 과정을 제시하고 있으나 수업에 참여한 예비교사들의 진술 수는 전체 실험 주제 중 가장 낮았다. 이 주제에 대해서는 대부분의 반성적 사고 유형에서, 특히 실험

Table 2
Distribution of statements in journal writings by categorization

Dimension	Category	Statements	Portion (%)	
Knowledge	K1. What they had already known	58	9.5	16.4
	K2. What they still don't know	13	2.1	
	K3. What they come to know	29	4.8	
Procedure	P1. General learning procedure	148	24.3	53.5
	P2. Specific experimental procedure	177	29.1	
Orientation	O1. Views on nature of science	25	4.1	9.5
	O2. Views on science education	33	5.4	
Attitude	A1. Interest	86	14.1	22.4
	A2. Motive	25	4.1	
	A3. Value	25	4.1	

에 대한 흥미를 나타내는 유형에서 가장 낮은 진술을 보였으나 과학교육에 대한 인식을 나타내는 유형에서는 비교적 많은 진술 수를 나타내었다. 한편 컴퓨터와 마이크를 이용하여 소리의 파형을 분석하는 ‘소리의 관찰’ 역시 전체적으로 낮은 진술 수를 보였으나 실험에 대한 흥미를 나타내는 유형에서는 높은 진술 수를 보였다.

차원별로 주제에 따라 진술 수의 빈도를 비교해보면, 지식 차원에서는 ‘빛의 기하학적 성질’, ‘자기적 상호작용’ 등과 같이 비교적 내용이 쉽거나 익숙한 주제에서 많은 빈도를 나타내었고, 과정 차원에서는 ‘스피커 만들기’, ‘RC회로’ 등과 같이 조작활동이 많은 주제에서 많은 빈도를 나타내었다. 지향 차원에서는 ‘파동 만들기’, ‘전동기 만들기’ 등과 같이 기존 교과서에 흔히 등장하여 예비교사 입장에서 중등학생의 지도에 있어 교육적으로 의미가 있다고 판단되는 주제에서 많은 빈도를 나타내었고, 태도 차원에서는 과정 차원과 유사하게 우리주변에서 쉽게 구할 수 있는 소재로 만들기 활동을 하는 주제에서 비교적 많은 빈도를 나타내었다. 이처럼 주제에 따라 반성적 사고의 유형이 다양하게 나타난 것은 한편으로는 실험 수업 설계시 고려할 점을 시사한다.

2. 차원별 내용 분석 결과

1) 지식 차원의 반성적 사고

지식 차원에 해당하는 반성적 사고 유형은 다시 ‘이미 알고 있는 것’, ‘여전히 모르는 것’, ‘새롭게 알게 된 것’ 등으로 나눌 수 있다.

‘이미 알고 있는 것’ 유형에는 실험을 통하여 기존에 학습한 이론과 개념을 재확인하거나 이미 학습한 개념과 공식의 의미를 새롭게 이해하였다는 내용이 포함되었으며, 전체 진술의 9.5%가 이 유형에 해당하였다. 이 유형의 예시로 든 아래 진술문에서 예비교사는 자신이 이미 알고 있는 내용과 실험에서 수행한 내용을 비교하면서 자신의 앎의 상태를 반추하고 있다. 이러한 유형의 반성적 사고를 통하여 예비교사는 실험을 통하여 이미 알고 있는 지식을 확인할 뿐 아니라 이론적 앎을 실제 상황에 적용 가능한 앎으로 확장하고 있음을 알 수 있다.

‘우리가 평소애 알던 식을 이용해 초점거리를 구하고 또 그것을 확인함으로써 그 식의 의미를 알 수 있었다.’

‘여전히 모르는 것’ 유형에는 실험 내용에 대한 개념적 이해의 어려움과 실험안내서에 제시된 문제의 답을 해결하지 못함 등에 대한 반성적 사고가 포함되었다. 아래의 예시에서 예비교사는 자신의 실험 수행에서 문제점을 인식하고 그것을 구체적으로 드러내고 있다. 실험 수행에서의 문제점을 해결하기 위해서는 구체적으로 무엇이 잘못 되었는지를 아는 것이 필요

Table 3
Distribution of statements in journal writings by topic of experiment

Dimension	Category	Static electricity	Electric field	Simple circuits	R C circuits	Magnetic interaction	Speaker	Electric motor	Making wave	Observing sound	Geometric Optics	Average
Knowledge	K1	4	5	6	2	8	3	4	8	8	10	5.8
	K2	0	1	2	2	5	1	0	0	1	1	1.3
	K3	8	1	6	1	6	1	0	3	2	1	2.9
Procedure	P1	16	9	13	18	8	28	14	18	13	11	14.8
	P2	18	22	16	28	15	29	18	7	8	16	17.7
Orientation	O1	2	2	6	1	2	1	4	5	1	1	2.5
	O2	3	3	1	0	3	2	6	8	4	3	3.3
Attitude	A1	8	9	7	6	8	14	3	7	13	11	8.6
	A2	3	2	4	7	0	2	1	3	2	1	2.5
	A3	1	4	3	4	1	3	2	4	1	2	2.5
		63	58	64	69	56	84	52	63	53	57	61.9

(Unit: number of statements)

하며, 무엇이 잘못 되었는지를 알기 위해서는 잘못되었다는 것 또는 모르고 있다는 것 자체를 인식하는 것이 전제가 된다. 이러한 맥락에서 보면 이와 같은 유형의 반성은 모든 실험에서 필연적으로 생길 수 있는 실패나 문제점을 극복하고 성공적인 수행의 자원으로 삼을 수 있는 중요한 사고라고 할 수 있다. 그러나 전체 진술 중에서 이 유형에 해당하는 진술은 2.1%로 가장 낮은 빈도를 보였다.

‘종이에 연필로 색칠하여 전류를 측정하는 실험에서는 무엇이 문제인지는 끝까지 알아내지 못한 채 실험이 안돼서 포기할 수밖에 없었다.’

‘새롭게 알게 된 것’ 유형에는 이전에는 몰랐던 사실, 개념, 원리 등을 실험을 통해 알게 되었다는 반성적 사고가 포함되었다. 이 유형은 전체 진술 중에서 4.8%를 차지하였다. 아래 예시와 같이, 이러한 유형의 사고는 과거에는 몰랐으나 ‘새롭게’ 형성된 지식을 반추하는 것이므로 필연적으로 과거의 지식 상태에 대한 회상을 요구한다.

‘테이프를 떼면 전기력이 생기는 것도 이 실험을 통해 처음 알게 되었다.’

지식 차원에 해당하는 반성적 사고는 자신이 수행한 실험과 관련하여 자신의 앎의 상태를 돌아보자는 점에서 초인지(metacognition)적 사고라고 할 수 있다. 유의미학습의 맥락에서 보면 자신의 앎의 상태에 대한 반추는 새로운 지식이 기존의 지식 체계에 의미 있게 연결되기 위한 중요한 조건이라고 할 수 있다. 효과적인 과학 학습에서 초인지가 중요한 역할을 한다는 것은 잘 알려져 왔으며, 특히 Pintrich(2002)는 과학 학습지도에서 초인지적 사고의 활용을 명시적으로 지도하는 것이 필요하다고 주장하였다. 이러한 사고 유형의 지도를 위하여 과학적 상황에서의 글쓰기는 중요한 방법이라고 할 수 있다(Wallace, 2004). 여기서 과학적 글쓰기는 전통적인 실험보고서 작성과 같이 정해진 과학적 절차에 따른 형식적 글만이 아니라, 일상생활의 글과 같이 비교적 비형식적인 자신의 글로 쓰는 것을 함께 병행할 때 보다 효과적이다(Hand et al., 2003). 이러한 측면에서 실험 과정과 결과뿐 아니라 실험 후의 자유로운 느낌과 반성을 쓰

도록 한 실험저널은 초인지로서의 반성적 사고를 촉진하는 활동이 될 수 있다.

2) 과정 차원의 반성적 사고

과정 차원은 ‘전반적인 실험 과정’과 ‘구체적인 수행 과정’ 유형으로 나눌 수 있다.

‘전반적인 수업 과정’ 유형에는 실험 목표에 대한 반추, 실험 결과의 적용에 대한 생각, 실험 오차나 변인에 대한 반성, 실험 도구에 대한 일반적인 생각, 실험 결과 자체에 대한 반추 등이 포함되었으며, 전체 진술 중 24.3%에서 나타나서 비교적 많은 비중을 차지했다. 아래에 제시한 예시와 같이 이 유형에 해당하는 진술에서 예비교사들은 실험을 수행하는 일반적인 절차나 과정에 대한 고민을 드러내고 있다.

‘실험 중에 예상과 다른 결과가 나오기도 하고 같은 실험에 다른 결과들이 도출되면서 많은 시행착오를 겪었으나 그만큼 더 많이 생각하게 되었다.’

‘우리가 실제로 배우는 $V=IR$ 이라는 작은 것도 실제로 측정해 보면 이상적이고 개념적인 수치가 나오질 않아 실험에 상당히 어려움이 따른다. 어떻게 하면 이런 오차를 더 줄일 수 있을까 고민해본다.’

구체적인 수행 과정 유형은 전반적 실험 과정 유형과 유사하지만 아래에 든 예시와 같이 보다 구체적으로 특정 실험 수행 상황에 대한 반추를 포함하고 있다. 예를 들어 실험실의 기본 조건이나 환경에 대한 반추, 변인 통제, 다양한 변인 조절, 실험 도구의 구체적인 조작 방법, 실험 주제에 따른 구체적인 실험 상황에서의 문제, 실험으로 얻은 구체적인 관찰 사실 등에 관한 반성적 사고가 이에 포함된다. 이와 같은 유형의 반성적 사고는 전체 진술의 29.1%로 가장 많은 빈도를 보였다.

‘지난 검전기 실험 때와 마찬가지로 작은 힘에도 큰 반응을 보기 위해 머리카락을 최대한 잘게 잘랐다’

‘이 실험에서 말굽자석을 사용하였을 때는 알루미늄 호일은 팽팽해지는 정도였지만 자기력이 큰 네오디뮴 자석을 사용하였을 때는 알루미늄호일은 파르르 떨리는 것을 관찰할 수 있었다’

실험을 통해 얻은 지식만이 아니라 실험 과정 자체

에 대한 이와 같은 반성적 사고는 산물로서의 과학 뿐 아니라 과정으로서의 과학에 대한 인식을 드러내고 있다는 점에서 의미있다. 실험 수행에 따른 과정과 결과를 기술하는 것은 이미 실험 결과 보고의 중요한 부분으로서 실험 저널 앞부분에 글, 표, 그래프 등의 ‘과학적’ 표현으로 보고하도록 하였음에도 불구하고, 많은 예비교사들은 자유로운 느낌이나 반성을 기록하는 저널 부분에서도 실험과정에 대한 내용을 비교적 ‘편안한’ 표현으로 반복해서 언급하고 있다. 이는 언급한 실험과정이나 특정 수행이 그만큼 예비교사들에게 의미있게 반추되고 있다는 것을 의미한다. 실험에 대한 반성적 사고에서 실험 과정과 수행에 대한 반성이 가장 많다는 점은, 역으로 생각해보면 추상적인 이론 학습보다 구체적인 실험 수행 활동이 과정으로서의 과학에 대한 반성적 사고를 보다 활발히 유발할 수 있다는 점을 시사하기도 한다(조덕주, 2008; Wallace, 2004).

3) 지향 차원의 반성적 사고

지향 차원은 ‘과학의 본성에 대한 인식’ 과 ‘과학교육에 대한 인식’ 의 하위 유형을 포함한다.

‘과학의 본성에 대한 인식’ 유형에는 물리학에 대한 인식, 기술과 과학과의 관계, 일상생활과의 관련성, 과학자에 대한 자신의 인식, 물리 실험의 진정한 의미, 자연 현상을 과학으로 표현하는 것의 의미 등에 대한 반성적 사고가 포함되었으며, 전체 진술 중 4.1%가 이와 같은 유형에 해당한다. 아래 예시에서 예비교사는 실험을 통해 과학과 자연세계와의 관련성을 다시 반추하고 이로부터 일상생활에서 경험하는 주변 현상을 물리학의 관점에서 다시 돌아보는 사고를 표현하고 있다. 이론적인 수준에서 알고 있던 과학의 본성에 대한 이해가 구체적인 맥락의 실험 활동을 통해서 다시 점검되면서 명료화되고 있다. 이와 같이 실험 후에 과학의 본성에 대한 반성적 사고가 표현된다는 점은 실험 활동이 과학의 본성에 대한 이해를 함양하는 한 방법이 될 수 있다는 점을 다시 한번 고려하게 한다(김재경 등, 2008; McComas, 1996).

‘세상 대부분의 물리현상은 중력과 전기력으로 설명할 수 있다는 교수님 설명이 물리적인 생각을 한층 더 깊게 해 주었고, 주변의 현상을 다시 둘러보고 생각할 수 있게 되었다’

‘과학교육에 대한 인식’ 유형에는 과학을 지도함에 있어서 고려할 점, 과학학습지도에서 실험의 의미와 중요성, 과학교육에서 실험의 의의 등에 대한 반성이 포함되었다. 전체 진술의 5.4%가 이에 해당되었다. 아래 예시에서 예비교사는 실험을 통해 추상적인 물리학 이론이 구체적인 실생활 기술과 연관된다는 것을 물리를 가르치는 방법의 중요한 측면으로 여기고 있다. 실험을 통해 얻은 자신의 물리학습에서의 ‘유용함’을 다른 사람을 가르치는 물리지도에서의 ‘유용함’으로 전이하고 있다. 이 유형과 같이 과학을 배우고 가르치는 것에 대한 반성적 사고는 이 연구의 맥락이 과학교사 양성과정의 실험수업이라는 점에서 의미를 더욱 중요한 의미를 갖는다.

‘원리는 간단한 물리의 전자기 법칙과 현상이 실생활에 적용되어 스피커라는 형태로 편의를 제공하는 기술이라는 부분 역시 물리를 알리는데 매우 중요하다는 생각이 든다’

지향 차원에 해당하는 반성적 사고는 학습자의 과학학습과 교수에 대한 인식론적 신념을 반영한다. 과학학습에 대한 인식론적 신념은 과학학습의 중요한 변인으로 부각되어 왔으며(임성민, 2008; Elby, 2001; Tsai, 1999), 특히 예비교사와 현직교사의 인식론적 신념은 과학학습지도에 영향을 주는 중요한 변인으로 지적되어왔다(이선경 등, 2010; 남정희 등, 2007; 김희백, 이선경, 1997). 과학 교수학습 상황에서 인식론적 신념이 중요하다는 것은 많은 연구에서 공통적으로 주장하지만, 이러한 신념의 함양과 활용에 대해서는 신념에 대한 정의부터 시작하여 가치판단에 이르기까지 연구마다 다른 관점에서 여러 논란이 있는 것도 사실이다. 하지만 이 연구와 같이 비형식적인 실험 저널쓰기에서 인식론적 신념이 드러난다는 점은 과학지식을 형성하는 구체적인 탐구 맥락에서의 반성적 글쓰기가 이러한 신념 함양에 한 요인이 될 수 있다는 점을 시사한다(조덕주, 2008; 정애란 등, 2007).

4) 태도 차원의 반성적 사고

태도 차원의 반성적 사고 진술에는 흥미, 동기, 가치 등의 하위 유형이 포함된다.

흥미 유형에는 아래 예시문과 같이 성공적인 실험

수행의 기쁨, 자신의 개념 이해에 대한 만족, 실험 도구에 대한 흥미, 다음 실험에 대한 기대감, 실험 주제 및 목적에 대한 흥미 등에 관한 진술이 포함되었다. 전체 진술의 14.1%에 해당하는, 비교적 많은 수의 진술이 이와 같은 유형에 해당되었다.

‘늘 책으로만 보던 이론이 실생활에서 구할 수 있는 간단하고 쉬운 재료를 통해서 확인할 수 있다는 사실이 흥미로웠다’

‘흔히 볼 수 있는 평면거울은 물체와 거울의 거리가 거울과 상의 거리가 된다는 것을 경험적으로 알 수 있었지만 이번에 실험한 오목거울이나 볼록거울은 여태 이론적으로만 알고 있었던 거라 이번 실험을 통해 흥미롭게 다가왔고, 그러다 자동차 사이드미러의 작은 글씨인 ‘사물이 보이는 것보다 가까이 있음’이라는 말이 떠올라 괜히 작은 미소가 띄어지는 실험이었다’

동기 유형에는 실험에 대한 동기, 자신의 실험 수업 태도나 자세에 대한 반성, 더 깊게 알고 싶어하는 마음, 관련된 다른 실험에 대한 호기심 등의 진술이 포함되었으며, 전체 진술의 4.1%를 차지했다.

‘다음에는 좀 더 열정을 가지고 실험을 하여야겠다’, ‘아주 간단한 형태의 파동발생기인 용수철로 실험하여 반사와 중첩 등을 알아 볼 수 있었는데 기회가 된다면 교과서에 흔히 등장하는 물 표면에서 점 파원 2개를 만들어 간섭도 되는지 실험해보고 싶었다’

가치 유형에는 실험 과정이나 결과가 주는 유익, 실험 결과에 대한 가치 부여 등에 관한 진술이 포함되었으며, 전체 진술의 4.1%를 차지했다.

‘실생활 전자기기내에 있는 띠저항 읽는 법 그리고 연결하는 방법, 멀티테스트를 이용하는 우리가 사회에 나가서 쓸 수 있는 지식을 얻을 수 있어 유익했다’

‘주위에 들리는 수많은 소리를 모두 분석한다는 것은 어렵고 지치는 일일지 모르나 이러한 실험을 통하여 우리는 좀 더 소리와 친해지고 자연의 본질에 대해 더 깊이 이해할 수 있지 않을까라는 생각을 해 본다’

이 차원의 반성적 사고 진술은 실험을 통한 과학학습에 대한 태도를 드러낸다. 이는 추상적인 상황에서 주어진 질문에 따라 반응하는 진술이 아니라 구체적인 과제 수행상황에서 자발적으로 자신의 흥미, 동기나 가치를 드러내는 진술로서, 과학에 대한 태도를 보다 타당하게 드러내고 있다고 볼 수 있다. 과학학습에서의 정의적 영역의 평가는 지필평가로는 한계가 있으므로 관찰이나 면담과 같은 다양한 평가 방법이 필요하다. 이러한 맥락에서 실험에 대한 자유로운 반응을 유도하는 저널쓰기는 과학학습에서의 정의적 영역을 평가하기 위한 하나의 대안으로서 가능성이 있다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 예비과학교사들의 실험수업에 대한 반성적 사고를 알아보고 위하여 예비교사들이 탐구기반 물리실험을 수행한 후 작성한 실험 저널을 분석하였다. 이 연구의 맥락에서 반성적 사고는 ‘실험수행과 관련하여 자신의 삶에 대하여 스스로 돌아보고 점검하는 과정’으로 정의하였으며, 이에 따라 실험 저널에 나타난 진술문들을 지식, 과정, 지향, 태도 등 4가지 차원 및 각 차원별 하위 유형으로 구분하고 차원과 유형 및 주제별 진술의 빈도를 조사하였다. 또한 차원별로 구체적인 진술 내용에 담긴 반성적 사고의 의미를 분석하였다.

실험 저널에서 나타난 반성적 사고의 빈도를 분석한 결과 차원별로는 과정, 태도, 지식, 지향 차원의 순으로 나타나서, 실험 과정과 구체적인 수행에 대한 반성적 사고가 가장 많이 나타났음을 알 수 있었다. 하위 유형별로는 구체적인 실험 수행 과정에 대한 반성이 전체 진술의 29.1%로 가장 많았으며, 다음으로는 전반적인 실험 수업 과정에 대한 반성이 24.5%, 실험 수업에 대한 흥미를 표현하는 반성이 14.1%, 실험 수업 내용을 통해 이미 알고 있는 것을 확인하는 반성이 9.4%로 뒤를 이었다. 실험 주제별로는 평균적으로 62 문장의 반성적 사고 진술을 포함하고 있으나 실험에서 다루는 물리 내용의 이해, 실험 과정의 조작적 활동, 실험 주제의 중등 교과서와의 관련, 실험 주제의 친숙도 등에 따라 지식, 과정, 지향, 태도의 각 차원별로 조금씩 분포가 달랐다.

지식 차원의 반성적 사고에는 이미 알고 있는 내용을 실험을 통하여 재확인하고 점검하는 반성, 실험시

해결하지 못한 과제나 이해하지 못한 내용에 대한 반성 및 실험을 통해서 새롭게 알게 된 내용을 돌아보는 반성이 포함되었다. 이와 같이 실험과 관련하여 자신의 앞의 상태에 대해 반성하는 사고는 예비교사 자신의 의미있는 과학학습을 매개할 수 있는 변인이라는 점에서 의미있다. 과정 차원의 반성적 사고에는 자신의 전반적인 실험 과정에 대한 점검과 특정한 실험 수행 자체에 대한 반추가 포함되었다. 이와 같이 실험을 수행하는 과정에 대한 반추는 산물로서의 과학과 과정으로서의 과학을 연계하는 사고를 촉진한다는 면과 학습자가 스스로 자신의 학습과정을 점검한다는 면에서 의미있다. 지향 차원의 반성적 사고에는 실험을 수행하면서 얻게 된 과학의 본성에 대한 인식과 과학교육에 대한 예비교사로서의 견해가 포함되었다. 이와 같은 반성적 사고는 과학과 과학교육에 대한 인식론적 신념과 관련하여 과학 교사로서 과학 학습지도에 영향을 줄 수 있다는 점에서 의미있다. 태도 차원의 반성적 사고에는 실험에 대한 자신의 흥미, 실험과 과학학습에 대한 동기와 가치를 돌아보는 내용이 포함되었다. 이는 태도를 묻는 질문에 대한 수동적인 반응이 아니라 실제 과학탐구 맥락에서 비형식적인 자발적인 글쓰기로 드러나는 정의적 영역의 표현이라는 점에서 의미있다.

이와 같이 실험 저널쓰기에서 드러난 반성적 사고는 자신의 지식 상태와 앞의 과정을 돌아보는 초인지, 과학과 과학교육에 대한 인식론적 신념, 구체적인 과학 탐구 수행 상황에서 보이는 정의적 특성들을 드러낸다. 예비 과학교사에게 이와 같은 반성적 사고는 학습자로서 현재의 과학학습과 예비교사로서 앞으로의 과학교수에 영향을 줄 수 있는 변인으로서 중요하다. 형식적인 절차에 따른 '과학적' 글쓰기뿐만 아니라 자신이 수행한 실험에 대해 자유로운 형태로 '자신의' 글쓰기를 하게 하는 실험 저널쓰기는 과학학습 맥락에서 반성적 사고가 드러날 수 있는 매개이자 반성적 사고를 촉진할 수 있는 활동으로서 의미를 갖는다.

이상의 연구 결과를 바탕으로 이 연구는 예비 과학교사 교육을 포함한 과학학습지도 맥락에서 다음과 같이 몇 가지 시사점을 제시할 수 있다.

첫째, 수월성있는 과학교사 양성을 위해서는 과학교수 실천에 대한 반성적 사고뿐 아니라 자신의 과학학습에 대한 반성적 사고에 대한 강조도 필요하다. 배운대로 가르친다는 격언과 같이, 좋은 교사가 되기 위

하여 좋은 학생이 되어야하는 것은 자명하다. 이러한 맥락에서 예비 과학교사가 갖는 자신의 학습에 대한 반성적 사고가 궁극적으로는 수월한 과학학습 지도에도 영향을 줄 수 있다. 학습자이자 교사로서 예비교사의 정체성과 관련하여 예비교사 자신의 학습과 관련된 심리적 구인에 대한 분석적인 연구가 계속 요청된다.

둘째, 과학학습에 대한 반성적 사고는 구체적인 탐구 수행과정 및 이러한 구체적 맥락에서의 글쓰기를 통하여 타당하게 드러낼 수 있다. 또한 이러한 글쓰기를 통하여 드러난 반성적 사고는 학습자의 초인지, 인식론적 신념 및 정의적 영역을 평가할 수 있는 수단이 될 수 있다.

셋째, 형식적인 실험보고서 작성과 더불어 저널쓰기와 같은 비형식적인 '개인적' 글쓰기 활동은 의미있는 과학학습을 촉진할 수 있다. 글쓰기는 과학적 소양(scientific literacy)의 기초가 되는 문해력(literacy) 함양을 위해서 필수적인 요소이며(Norris & Phillips, 2003), 문해력 함양에는 자신의 앞의 상태와 과정을 돌아보는 반성적 사고가 중요한 역할을 한다(Holliday et al., 1994). 또한 자신의 실험 수행을 점검하게 하는 저널쓰기활동은 학생의 반성적 사고를 유도할 수 있다. 따라서 구체적인 탐구 실험 맥락에서 수행의 결과를 과학적 용어뿐 아니라 자신의 글로 표현하는 실험 저널쓰기는 Wallace(2004)가 주장한 '진정성(authenticity)' 맥락에서 의미있는 과학학습의 한 방법이 될 수 있다.

국문 요약

이 연구에서는 실험 저널쓰기에서 나타난 예비 과학교사의 실험에 대한 반성적 사고를 조사하였다. 이를 위하여 탐구기반 물리실험 수업에서 예비 과학교사들에게 매 주제의 실험 수행마다 실험 과정과 수행에 대한 결과 및 논의와 더불어 실험 수행 후 실험에 대한 자신의 의견을 자유롭게 기술하는 실험 저널을 작성하도록 하고, 이들이 작성한 실험 저널에 포함된 진술문을 분석하여 실험에 대한 반성적 사고를 지식, 과정, 지향, 태도 등 4개의 차원으로 나누어 분석하였다. 지식 차원에는 반성적 사고는 실험을 통해 이미 알고 있는 내용을 점검하거나 실험 후에도 여전히 해결되지 않는 내용과 실험 후 새롭게 알게 된 내용에 대한 반추가 포함되었으며, 과정 차원에는 전반적인

실험 과정에 대한 점검과 구체적인 실험 수행에 대한 반성이 드러났다. 지향 차원에서는 실험 수업을 통하여 얻게 된 과학의 본성에 대한 이해와 과학교육에 대한 견해가 포함되었으며, 태도 차원에서는 실험 수업에 대한 흥미와 동기, 실험수업에 대한 가치 인식이 포함되었다. 수행한 실험주제에 따라 반성적 사고의 유형별 빈도는 조금씩 다르게 나타났으나, 공통적으로 이러한 반성적 사고에는 예비 과학교사들의 자신의 앎과 학습과정에 대한 초인지, 과학과 과학교육에 대한 인식론적 신념, 과학과 실험에 대한 정의적 특성이 드러났다. 이와 같이 자신이 수행한 실험에 대해서 형식적인 절차에 따른 '과학적' 글쓰기뿐만 아니라 자유로운 형태로 '자신의' 글쓰기를 하게 하는 실험 저널쓰기는 과학학습 맥락에서 반성적 사고가 드러날 수 있는 매개이자 반성적 사고를 촉진할 수 있는 활동으로서 의미를 갖는다.

참고 문헌

- 김정곤, 김인호, 정계준, 김봉곤, 구인선 (1991). 과학교사 재교육의 개선 방안. 한국과학교육학회지, 25(2), 183-193.
- 김재경, 임성민, 김태영 (2008). 탐구기반 기초물리 실험수업 전후 예비물리교사의 과학의 본성에 대한 관점 변화. 새물리, 57(2), 105-113.
- 김현정, 홍훈기, 전화영 (2010). 수업평가와 반성 저널쓰기를 통한 예비 과학교사들의 수업 수행 능력 개선에 대한 연구. 한국과학교육학회지, 30(6), 836-849.
- 김희백, 이선경 (1997). 과학교사의 과학 및 학교 과학에 대한 신념과 실험실 환경에 대한 인식. 한국과학교육학회지, 17(4), 501-510.
- 남정희, 최준환, 임재향, Mayer, V. J. (2007). 예비 과학교사의 과학의 본성에 대한 인식. 한국과학교육학회지, 27(3), 253-262.
- 박미화, 이진석, 이경호, 송진웅 (2007). 과학 수업에 대한 반성적 사고의 개념적 정의와 유형: 예비과학교사를 중심으로. 한국과학교육학회지, 27(1), 70-83.
- 박준호 (1993). 국민학교 자연과 일반 연수에 대한 문제의식 연구. 초등과학교육학회지, 12(2), 179-200.
- 석은조 (2006). 저널쓰기가 예비유아교사의 반성적 사고수준 향상에 미치는 효과. 미래유아교육학회지, 13(4), 373-396.
- 심재호 (2006). 과학교사 전문성과 실험 연수에 대한 중등 과학 교사의 인식. 한국생물교육학회지, 34(1), 27-37.
- 이선경, 유은정, 최종림, 김찬중, 한혜진, 신명경 (2010). 과학 및 과학 교수학습에 대한 과학교사의 인식론적 이해의 탐색. 한국과학교육학회지, 30(2), 218-233.
- 이윤아, 여상인, 임희준 (2008). 초등과학 실험연수가 과학교수 효능감 및 과학교수에 대한 교사의 인식에 미치는 영향. 과학교육논총, 21(1), 91-99.
- 임성민, 김재경 (2007). 탐구기반 기초물리실험교육 개선방안의 실천사례와 의의. 새물리, 54(4), 296-306.
- 임성민, 김옥자, 박미애, 윤진, 이명제, 이화국, 임길영 (2007). 국가 수준 과학교육 사업의 평가. 교육인적자원부 정책연구과제, 한국교원대학교 과학교육연구소, 미간행.
- 임성민 (2008). 물리 교수학습 방략으로서 학생의 인식론적 자원 활용 방안. 새물리, 57(6), 381-390.
- 임영주 (2008). 과학교육활성화사업 평가에 나타난 과학교사의 요구분석. 대구대학교 대학원 석사학위 논문, 미간행.
- 임항빈 (2004). 과학과 실험 연수에 대한 초등학교 교사들의 인식과 요구. 경인교육대학교 석사학위 논문, 미간행.
- 정애란, 맹승호, 이선경, 김찬중 (2007). 교육실습에 참여한 예비 과학교사의 과학수업 실행에 대한 관심 영역과 반성적 사고. 한국과학교육학회지, 27(9), 893-906.
- 조덕주 (2008). 예비 교사의 반성적 사고 수준 향상을 위한 실제적 맥락 안에서의 저널 쓰기 연구. 교육학연구, 46(1), 231-259.
- 하정민 (2008). 중등 예비 과학교사들의 실험교육에 대한 인식 조사. 대구대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- Dewey, J. (1933). How we think: a restatement of the relation of reflective thinking to the Educative Process. Boston: D. C. Heath.
- 임한영(역) (1986). 사고하는 방법. 서울: 법문사
- Elby, A. (2001). Helping physics students learn how to learn. American Journal of

Physics, Physics Education Research Supplement, 69(7), S54-S64.

Given, B. K. (2002). Teaching to the brain's natural learning systems. Washington, DC: Association of Supervision and Curriculum Development.

Hand, B. M., Alvermann, D. E., Gee, J., Guzzetti, B. J., St. Norris, P., Phillips, L. M., Prain, V., & Yore, L. D. (2003). Message from the "Island Group": What is literacy in science literacy? *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 607-692.

Holliday, W. G., Yore, L. D., & Alvermann, D. E. (1994). The reading-science learning-writing connection: Breakthroughs, barriers and promises. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 877-894.

McComas, W. F. (1996). Ten myths of science: Reexamining what we think about the nature of science. *School Science and Mathematics*, 96, 10-16.

Merseth, K. K. (1996). Cases and case methods in teacher education. In J. Sikula(Ed.) *Handbook of research in teacher education*(2nd ed.), New York: Macmillan.

Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87, 224-240.

Pintrich, P. R. (1996). The role of motivation in promoting and sustaining self-regulated learning, 31(6),459-470.

Pintrich, P. R. (2002). The role of metacognitive knowledge in learning, teaching and assessing. *Theory into Practice*, 41(4), 220-227.

Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner*. New York: Basic Books.

Schön, D. A. (1987). *Educating the reflective practitioner*. San Francisco: Jossey-Bass.

Tsai, C. C. (1999). "Laboratory exercises help me memorize the scientific truths": A study of eight graders' scientific epistemological views and learning in laboratory activities. *Science Education*, 83, 654-674.

Wallace, C. S. (2004). Framing new research in science literacy and language use: Authenticity, multiple discourse, and the "Third Space". *Science Education*, 88, 901-914.