

## 초등 예비 교사들의 자유 탐구 수행 능력 분석

황현정 · 전영석

(서울교육대학교)

### Analysis of the Ability of Open Inquiry Performance for Pre-service Elementary Teachers

Hwang Hyunjung · Jhun, Youngseok

(Seoul National University of Education)

#### ABSTRACT

The revised curriculum in 2007 includes open inquiry approach to increase students' interest in science and to build up creativity. So teachers and pre-service teachers should be equipped with the ability of open inquiry performance. In order to investigate pre-service teachers' readiness to perform open inquiry tasks, we analyzed reports written as homework by a group of 71 juniors in a national university of education. The investigation tool was composed of four domains: topic selection, the inquiry process, the conclusion, and reporting. Each domain had three or four sub-domains. By using the framework, four raters scored the students' inquiry reports. The findings reveal that the pre-service elementary school teachers have difficulty in the domain of 'topic selection' and the 'conclusion' compared with the other domains. Under the topic selection domain, they showed weaknesses in 'creativity' and 'scientific topic' and under the conclusion domain, they had difficulty in 'recognizing limits' and 'value of conclusion'. The finding suggests that pre-service teaching program should provide with opportunities to perform open inquiry continually.

**Key words** : open inquiry, assessment of open inquiry performance, pre-service elementary teacher

#### I. 서 론

탐구는 과학자들이 자연세계를 연구하고 이해하는 방법을 의미하며, 과학의 중요한 연구 방법일 뿐만 아니라 과학교육의 중요한 학습 방법이기도 하다. 과학을 배우는 학생들은 탐구를 통해 과학자들의 활동과 사고 과정을 경험할 수 있다(NRC, 2000). 탐구 중심의 과학 교육은 제 3차 교육과정에서 탐구 방법을 강조하는 학문 중심으로 방향을 전환하면서부터 제 7차 교육과정까지 계속 강조되어 왔다(교육인적자원부, 1999). 특히 2007년 개정 과학과 교육과정에서는 학생들의 과학적 흥미와 창의력을 신장시킬 수 있도록 학생 스스로 관심 있는 주제를

선정하여 탐구할 수 있는 '자유탐구'를 신설하였다(교육인적자원부, 2007). '자유탐구'는 탐구의 전 과정을 학생이 주도적으로 이끌어 나가는 탐구로서 일상생활의 문제를 창의적이고 과학적으로 해결하는 탐구 과정을 통해 과학 탐구 능력과 태도, 과학적 소양을 함양하는 것을 목적으로 한다. 이러한 '자유탐구'는 2010년부터 3, 4학년 학생들에게 적용되며, 2011년부터는 전 학년에 시행될 예정이다.

박종호 등(2001)은 교사의 도움이 없는 자유탐구 활동은 기초 탐구 능력과 과학적 태도의 향상에 도움이 되지 않는다고 주장하며 교사의 개입이 보다 적극적일 때 학생들도 변화할 것이라고 주장하였다. 장진아(2009)는 자유탐구를 시작하는 3, 4학년

에게는 교사의 안내된 자유탐구가 요구되며, 이에 따른 교사 교육의 필요성을 제언하고 있다. 또한, 자유탐구 지도 방안을 연구한 전민지(2008)는 자유탐구 현장 시행의 문제점을 통해 교사 교육의 필요성을 주장하고 있다. 선행 연구 결과를 통해 ‘자유탐구’를 올바르게 시행하기 위해서 교사들의 ‘자유탐구’ 지도 능력이 우선적으로 갖춰져야 한다는 점을 알 수 있다.

지금은 2010년 ‘자유탐구’의 시행을 앞두고 지도 방법을 모색해야 하는 중요한 시점이다. 자유탐구의 지도 방법에 대한 논의를 위해 지도할 교사와 배우게 될 학생 및 앞으로 현장에 나가 자유탐구를 지도하게 될 예비 교사들의 자유탐구 수행 능력의 실태를 파악하는 것이 먼저 이루어져야 한다. 학생들의 탐구 능력에 관한 연구로 전영석과 박종찬(2006)은 자유탐구 능력 분석틀을 개발하여 과학 고등학교 학생들의 개방적 탐구 과제 수행 준비도를 분석하였고, 홍준의 등(2007)은 초등학교 과학 영재 학생의 탐구 수행 능력을 분석하였다. 이외에 김재우 등(1998)은 중학교 1학년 학생들의 자유탐구 보고서에 나타난 변인 유형을 분석하였다.

교사들의 탐구 능력에 관한 연구로 정진우 등(2003)은 신규 교사들의 탐구 지도를 살펴보고, 신규 교사들은 실제 과학자와 같은 탐구를 경험하지 못하였고, 중 고등학교 때 배운 교육 방식도 탐구 중심이 아니었기에 탐구 지도에 어려움이 크다고 보고 교사 양성 과정에서 실제적인 탐구 교수 기법에 대한 이론과 실제를 겸비할 수 있는 방안을 강구해야함을 주장했다. 또한, 진순희와 장신호(2007)는 초등 교사들은 과학 탐구에 대한 정확한 이해가 부족하며 대부분의 초등 교사들은 대학 재학 중에 과학 탐구에 대한 수업을 받지 않았다고 인식하고 있음을 밝혔다.

예비 교사들을 대상으로 한 과학 탐구에 관한 연구로는 오필석 등(2008)의 중등 예비 교사들이 형성하는 지식의 종류와 특징, 조형숙(1999)의 유치원 예비 교사를 위한 탐구 중심 과학교육 수업의 효과에 관한 연구가 있으나, 초등 예비 교사들을 대상으로 과학 탐구 능력의 수준을 분석한 연구는 없었다. 예비 교사들의 자유탐구 수행 능력은 어느 정도이며, 앞으로 교사 양성 과정에서 예비 교사들의 부족한 탐구 능력을 어떻게 키워줄지에 대한 논의가 필요하다. 본 연구 특징, 초등 예비 교사들의 자유탐

구 수행 능력이 어떠한지 살펴보고 이를 통해 초등 예비 교사 양성 과정에서 자유탐구 지도 과정과 관련된 시사점을 찾고자 하였다.

## II. 연구의 내용 및 방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 초등 예비 교사들의 자유탐구 수행 능력을 분석하기 위해 교육대학교에서 ‘초등과학교육의 실제’를 수강하는 수학교육과와 사회교육과 3학년 학생 71명을 대상으로 하였다. 학생들은 본 강좌 이전에 자연과학개론 2학점, 과학교육탐구 2학점, 과학교육론 3학점을 수강하였다.

### 2. 연구 절차

‘초등과학교육의 실제’ 강의를 수강하는 학생들에게 한 학기동안 수행할 과제를 강의 첫 시간에 제시하였다. 과제는 학생 스스로 탐구 주제를 선정하고 탐구 실험을 수행하여 결론을 도출해 내는 자유탐구이다. 보고서는 3회에 걸쳐 제출하되, 1차 계획서는 탐구 주제 선정, 주제 선정 이유, 실험 설계가 간략히 들어나도록 하였고, 2차 중간 보고서는 진행된 중간 실험 과정을 포함시키도록 하였다. 마지막 3차 최종 보고서는 완성된 자유탐구 보고서를 제출하도록 하였다.

### 3. 자료 분석

초등 예비 교사들의 자유탐구 수행 능력을 분석하기 위해 1차 계획서, 2차 중간 보고서, 3차 최종 보고서 중 자유탐구의 전 과정이 드러나는 71명의 3차 최종 보고서를 평가 대상으로 하였다. 최종 보고서를 평가하기 위해 전영석과 박종찬(2006)의 연구에서 개발된 평가 준거틀을 재구성하여 사용하였다. 표 1의 평가 준거틀에서 평가 기준은 클로퍼의 과학교육 목표 분류와 NRC에서 제시한 9~12학년 탐구 기본 능력(fundamental abilities of inquiry)의 정교화 문건(NRC, 2000)을 참고하여 주제 선정, 탐구 과정, 결론 도출, 결과 제시의 4단계에 각각의 하위 영역을 정하였다. 또한 평가 기준에서의 배점 및 등급화 방안은 이양락 등의 연구에 의해 개발된 ‘국가 교육과정에 근거한 평가 기준 및 도구 개발 연구’의 체제를 참조하였다(전영석과 박종찬, 2006).

표 1. 탐구 과제 수행 능력 평가 준거들

주제 선정	
평가 기준	상: 독창적이며 과학적인 탐구의 목적과 내용이 구체적이고 명확하게 잘 드러나 있다. 중: 과학성과 독창성이 부족하거나 목적과 탐구의 내용이 주제에 잘 드러나 있지 않다. 하: 탐구 주제가 명확하지 않고 과학성과 독창성도 부족하다.
채점 기준	탐구의 제목 및 서론 부분을 평가할 때, ① (창의성) 탐구 주제가 창의적인 내용인가? (우수: 3점, 보통: 2점, 부족: 1점) ② (명확성) 탐구 제목 및 서론 부에 탐구의 목적과 탐구하고자 하는 핵심 내용이 논리적이고 명확하게 구체적으로 표현되어 있는가? (우수: 3점, 보통: 2점, 부족: 1점) ③ (과학성) 탐구할 만한 과학적 가치가 있으며 실현 가능한 것인가? (우수: 3점, 보통: 2점, 부족: 1점)
각 항목의 점수를 합산하여 상: 8점~9점,      중: 5점~7점,      하: 3점~4점	
탐구 과정	
평가 기준	상: 주제에 맞는 적절한 가설을 설정하고 이에 따라 알맞은 실험 방법을 선택하여 정확히 수행한다. 중: 가설이 선명하게 드러나지 않거나, 고려해야 할 중요한 변인을 간과하는 등 실험 과정에 부족한 점이 있다. 하: 가설이 선명하게 드러나지 않았으며 적절한 실험 과정을 거치지 않았다.
채점 기준	제시된 보고서의 탐구 과정을 평가할 때, ① (가설 설정) 실험 등을 통해 검증 가능한 가설을 설정하였는가? (우수: 3점, 보통: 2점, 부족: 1점) ② (탐구 설계) 가설을 검증하기 위한 적절한 탐구 절차를 선택하였으며, 오차를 최소화 할 수 있게끔 합리적이고 체계적으로 설계하였는가? (우수: 3점, 보통: 2점, 부족: 1점) ③ (탐구 수행) 탐구에 필요한 도구를 적절히 선택하고 안전에 유의하여 관찰, 측정, 분류 등의 탐구 과정을 적절하게 수행하였는가? (우수: 3점, 보통: 2점, 부족: 1점) ④ (자료 해석) 탐구 결과를 재가공하여 해석 가능한 형태로 전환하였는가? 또한 탐구 결과에 대한 해석이 논리적이고 과학적인가? (우수: 3점, 보통: 2점, 부족: 1점)
각 항목의 점수를 합산하여 상: 10점~12점,      중: 7점~9점,      하: 4점~6점	
결론 도출	
평가 기준	상: 실험 결과에 근거하여 논리적으로 결론을 도출하였으며, 내린 결론이 과학적으로 타당하고도 유용한 의미를 갖는다. 중: 실험 결과에 근거하여 결론을 내렸지만, 일반화하기에는 무리가 있거나 실험 결과의 정확성에 대한 한계를 인식하지 못한다. 하: 자신의 주관이나 추측이 포함되거나, 결론이 과학적으로 타당하지 않은 등, 결론이 논리적이지 않다.
채점 기준	① (결론 도출 과정) 탐구 결과나 자료를 해석한 결과에 근거하여 논리적이며 객관적인 일반화 과정을 거쳐 결론을 도출하였는가? (우수: 3점, 보통: 2점, 부족: 1점) ② (한계 인식) 탐구 과정상의 오차나 정확성에 대한 한계를 인식하며 탐구 결과에 대해 다른 방향으로 해석하거나 혹은 다른 모델을 적용할 가능성을 고려하고 있는가? (우수: 3점, 보통: 2점, 부족: 1점) ③ (결론의 가치) 최종 결론이 과학적으로 타당하고, 유용한가? (우수: 3점, 보통: 2점, 부족: 1점)
각 항목의 점수를 합산하여 상: 8점~9점,      중: 5점~7점,      하: 3점~4점	
결과 제시	
평가 기준	상: 보고서를 논리적이고 체계적으로 구성하였으며, 탐구의 목적에 따라 결과를 체계적으로 알아보기 쉽게 그림, 표, 사진 등으로 정리하여 나타내었다. 중: 보고서를 구성할 때, 논리적인 측면이 부족하거나 탐구의 목적과 연관성이 적은 그림이나 사진, 표 등이 보고서에 포함되었다. 하: 보고서가 논리적으로 구성되지 않았으며 그림이나 사진, 표 등을 이용하여 탐구 결과를 보여주지 못한다.
채점 기준	① (구성) 보고서를 논리적이고 체계적으로 구성하였는가? (우수: 3점, 보통: 2점, 부족: 1점) ② (가독성) 보고서를 작성한 문장이 정확하며 본인의 주장을 정확히 전달하는가? (우수: 3점, 보통: 2점, 부족: 1점) ③ (결과의 제시) 탐구 결과를 탐구 목적에 맞게 표나 그래프 등을 이용하여 명확하게 제시하였는가? (우수: 3점, 보통: 2점, 부족: 1점)
각 항목의 점수를 합산하여 상: 8점~9점,      중: 5점~7점,      하: 3점~4점	

평가 기준은 평가 기준의 하위 영역마다 우수 3점, 보통 2점, 부족 1점으로 3단계 점수를 부여하였고, 탐구 단계 중 주제 선정, 결론 도출, 결과 제시 단계의 평가는 우수 2개, 보통 1개 이상의 점수인 8~9점을 '상', 보통 2개, 부족 1개 이상의 점수인 5~7점을 '중', 그 이하 점수인 3~4점을 '하'로 보기로 하였다. 탐구 과정 단계는 하위 영역이 4개이므로 우수 2개, 보통 2개 이상 점수인 10~12점을 '상', 보통 3개, 부족 1개 이상 점수인 7~9점을 '중', 그 이하인 4~6점을 '하'로 보았다. 평가 기준 앞에 괄호로 묶어 표시한 제목은 평가자들이 보고서를 평가할 때 사용한 평가표의 제목으로 활용하여 두 문서의 일관성을 높이고자 하였다. 본 연구에서 사용한 평가 준거들은 평가 기준 4개 항목과 13개의 하위 기준으로 구성된 세부적인 평가 준거들로 초등 예비 교사들의 자유탐구 능력을 세부 영역별로 파악하여 자유탐구 능력을 향상시키기 위한 지도 방향을 처방하기 위한 진단적 목적을 지닌다.

평가는 과학교육 및 과학탐구 지도에 대한 연구 모임에 참여하고 있는 현직 초등학교 교사이자, 교육대학교 석사과정 대학원생 4명이 평가자가 되어 최종 보고서를 평가하였다. 평가자간 신뢰도를 확보하기 위해 평가 전에 3단계의 평가 훈련을 받았다. 먼저 5개의 보고서를 평가 기준에 따라 평가하게 하여 신뢰도를 분석하였다. 분석 결과 일치도 평균은 0.43, 상관관계 평균은 0.43으로 신뢰도가 낮았다.

신뢰도를 높이기 위한 첫 단계로 평가자 4명은 최종 보고서 2편을 함께 평가하며, 평가 기준을 세분화하였다. 이를 테면, 주제 선정 단계의 하위 영역인 명확성에서 서론에 연구의 목적과 연구 내용이 세부적으로 명확히 제시되어 있으면 3점, 탐구 목적만 나와 있고 탐구하고자 하는 탐구 내용을 담고 있지 않은 경우 혹은 탐구 목적은 제시되어 있지 않고 탐구하고자 하는 내용만 담고 있는 경우는 2점, 탐구 목적과 탐구 내용이 모두 없거나 잘못된 탐구 내용이 제시되어 있는 경우는 1점을 주기로 했다. 과학성의 경우 과학적 가치가 있고 실현 가능한 것은 3점, 과학적 가치가 없으나 실현 가능하거나 과학적 가치가 있으나 실현 불가능한 것은 2점, 무의미한 탐구는 1점을 주기로 하였다. 그리고 과학적 가치를 생각할 때, 기준에 이미 탐구하고 있는 활동 주제 혹은 결과가 널리 알려진 생활 속 지혜,

이미 쓰이고 있는 물건의 원리, 교과서에 제시된 과학 원리나 법칙의 예를 그대로 탐구해보는 과정은 과학성과 창의성에서 낮은 점수를 주기로 하였다. 평가 기준을 세분화한 후, 세분화된 평가 기준에 따라 처음 평가한 보고서 5편 중 남은 최종 보고서 3편을 다시 평가하였다. 평가 결과 일치도 평균이 0.57이고, 상관관계 평균이 0.78이었다. 이는 처음 평가한 일치도와 상관관계 평균인 0.43에 비해 많이 상승하였다. 성태제(2002)는 일치도가 0.85 이상이고 상관관계가 0.6 이상일 때 신뢰도가 높다고 제안하였다. 성태제의 관점에 따라 일치도를 더 높이기 위해 평가자들이 평가한 3명의 최종 보고서를 함께 평가해 보며 평가 관점을 맞추었다. 그리고 3단계로 새로운 6명의 최종 보고서를 각각 평가하였다.

표 2와 표 3은 3단계에서 실시한 평가 결과의 일치도와 상관관계를 보여준다. 평가자간 일치도 평균이 0.81로 성태제의 관점인 0.85에 비하면 조금 낮으나, 가장 낮은 일치도가 R2와 R3의 0.73으로 그 차이가 크지 않았다. 상관관계 평균은 0.76이고, 평가자간 상관관계가 모두 0.69 이상으로 상관관계가 높아 신뢰도가 확보되었다고 할 수 있다. 이렇게 신뢰도가 확보된 4명의 평가자들은 각각 15명의 서로 다른 최종 보고서를 평가하였다. 1단계, 2단계 평가 기준 논의 과정에서 평가한 보고서 5개의 평가 점수와 3단계에서 4명이 각각 채점한 6개의 보고서 평가 점수의 평균, 평가자들이 각각 15개씩 채점한 60개의 보고서 평가 점수로 평균과 표준편차를 구하여, 예비 교사들의 탐구 수행 능력 전반적인 수준을

표 2. 3단계 평가자간 일치도

	R1	R2	R3	R4
R1	1			
R2	0.82	1		
R3	0.87	0.85	1	
R4	0.83	0.73	0.74	1

표 3. 3단계 평가자간 상관관계

	R1	R2	R3	R4
R1	1.00			
R2	0.73	1.00		
R3	0.73	0.69	1.00	
R4	0.82	0.69	0.88	1.00

판단하였고, 주제 선정, 탐구 과정, 결론 도출, 결과 제시의 4단계에 대하여 하위 영역별로 분석하였다.

### III. 연구 결과

#### 1. 탐구 단계별 분석 결과

그림 1은 초등 예비 교사들의 탐구 수행 능력 전반적인 수준을 단계별로 나타낸 그래프이다. 초등 예비 교사들의 수준은 4명의 평가자가 부여한 점수를 표 1의 탐구 과제 수행 능력 평가 준거들에 따라 각 하위 영역의 점수를 합하여 상, 중, 하로 등급화하였다. 하위 영역이 3가지인 주제 선정, 결론 도출, 결과 제시 단계는 8~9점을 상, 5~7점을 중, 3~4점을 하로, 하위 영역이 4가지인 탐구 과정 단계는 10~12점을 상, 7~9점을 중, 4~6점을 하로 등급화하였다. 그림 1에서 막대그래프 안에 표시된 수치는 각 수준에 해당하는 학생수를 의미하며, 괄호 안의 수치는 각 수준에 해당하는 학생수를 소수 첫째 자리에서 반올림한 백분율을 의미한다. 그림 2는 각 단계에서 학생들이 얻은 점수의 평균을 나타낸 그래프이다. 오차 막대는 각 단계별로 학생들이 얻은 점수의 표준편차를 의미하며, 평균을 기준으로 표준편차를 상하로 더한 값을 선으로 표시하였다.

그림 1과 그림 2를 통해 초등 예비 교사들의 자유탐구 수행 능력을 분석해 보면 주제 선정, 결론 도출 영역에서는 상 등급을 받은 학생이 28명, 26명으로 40%에 못 미치는 것으로 나타났다. 반면, 탐구 과정과 결과 제시 영역은 56명, 51명으로 70% 이상이 상 등급을 받았다. 그림 2의 평균을 보면 결론 도출, 주제 선정, 결과 제시, 탐구 과정 순으로 점수가 높아진다는 점을 알 수 있다.

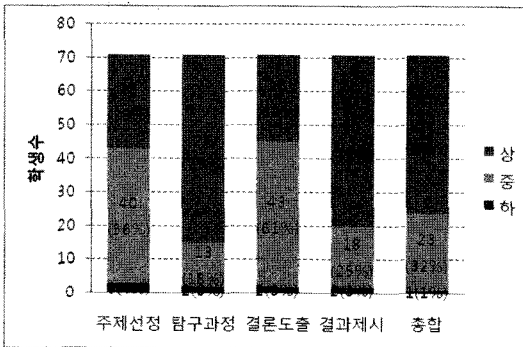


그림 1. 탐구 단계별 예비 교사 분포

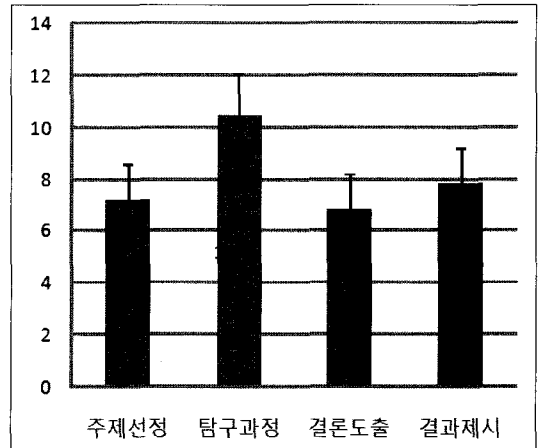


그림 2. 탐구 단계별 평균

#### 2. 탐구 단계의 하위 영역별 분석 결과

##### 1) 주제 선정

주제 선정의 하위 영역은 창의성, 명확성, 과학성으로 그림 3과 그림 4를 보면 창의성과 과학성 항목의 평균이 2.11과 2.28로 명확성에 비해 상대적으로 낮은 편이고, 상 수준을 받은 예비 교사 수도 각각 21명, 25명으로 30%, 35%에 그쳤다. 이는 2009년부터 현장으로 나가 자유탐구를 지도할 예비 교사들이라는 관점에서 볼 때, 창의성과 과학성 영역이 높은 편은 아니라고 할 수 있다. 예비 교사별로 각각의 평가 점수를 검토해 보면, 창의성과 과학성의 점수가 같은 경향을 보였다. 창의성이 높은 최종 보고서가 과학성 역시 높은 점수를 받았는데, 이러한 주제의 예는 다음과 같다.

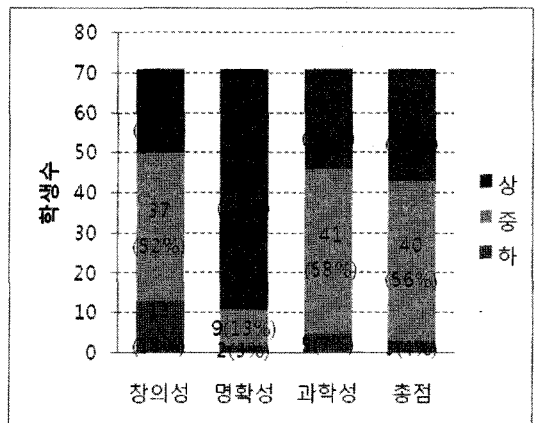


그림 3. 주제 선정의 하위 영역별 학생 분포

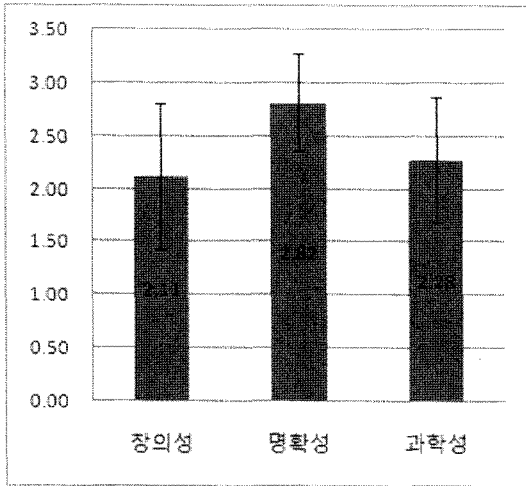


그림 4. 주제 선정의 하위 영역별 평균

- S3 : 유산균 음료의 평균 효과
- S11 : 바이킹을 탈 때, 몸무게에 따라 움직임이 다를까?
- S13 : 달걀이 회전이 끝난 후에도 계속 도는 이유는 무엇일까?
- S16 : 세탁 조건에 따른 청바지의 물빠짐 효과
- S17 : 종이가방의 부피가 같을 때, 모양에 따른 최대 중량의 차이는 있을까?
- S22 : 외부 기압이 낮아지면 모든 물체의 부피가 증가할까?
- S23 : 온도가 높은 물을 온도가 낮은 물보다 빨리 열리기 위해서는 어떻게 해야 할까?
- S28 : 같은 글라스의 위스키를 나누어 마신 두 사람, 어째서 한 사람만 독살 당하게 된 것일까?
- S37 : 비오는 날 빨래는 왜 냄새가 날까?
- S61 : 어떤 음료가 음식물 소화에 가장 효과적일까?
- S56 : 전자레인지에 데운 음식이 다른 음식보다 더 빨리 딱딱해지는 현상
- S58 : 알약은 어떤 액체에서 빨리 녹을까?
- S67 : 물수제비의 원리와 여러 번 뜯 수 있는 요령
- S69 : 배드민턴공은 어떻게 운동하는 것일까? 등

이처럼 창의성과 과학성 모두 높은 점수를 받은 학생은 71명 중 16명으로 약 23%에 그쳤다. 반면, 초등 예비 교사들은 주제를 선정할 때, 기존에 이미 탐구하고 있는 활동 주제 혹은 결과가 널리 알려진 생활 속 지혜, 교과서에 제시된 과학 원리나 법칙의 예를 그대로 탐구 주제로 선정한 경우가 많았다. 이러한 경우 평가자들은 평가 세부 기준을 정할 때, 낮은 점수를 주기로 하였다. 그러한 예는 아래와 같다.

- S8: 여닫이 문의 손잡이가 끝에 달려 있는 이유
- S10: 옷에 묻은 기름때를 효율적으로 제거하는 방법은 무엇일까?
- S15: 2 m 높이에서 달걀을 깨뜨리지 않고 낙하시킬 수 있을까?
- S20: 드라이아이스는 이산화탄소가 맞을까?
- S27: 가장 맛있는 삶은 달걀을 만드는 조리 방법
- S33: 소금물에서 삶은 계란은 정말 껍질이 잘 까질까?
- S55: 우유와 식초의 혼합액 속의 덩어리
- S62: 결명자차를 컵에 넣고 흔들면 왜 거품이 발생하는 것일까?
- S63: 아이스크림 스푼과 아이스크림 통 옆에 있는 물통은 과연 어떤 관계가 있을까?
- S64: 비스킷과 스낵 중에서 어느 것이 더 오래 바삭함을 유지할까?
- S70: 파란 색소 물에 담가 둔 흰 꽃의 잎은 색은 파란색이 될까? 등

분석 결과를 보면 초등 예비 교사들은 창의성과 과학성이 높은 자유탐구 주제를 선정하는데 어려움을 느끼며 창의적인 주제가 떠오르지 않을 때, S15와 같이 기존에 탐구하고 있는 과학 활동 주제를 선택하거나 S10, S27, S33, S62, S63, S64와 같이 결과를 이미 알고 있는 생활 속 지혜에서 탐구 주제를 찾았다. 또한, S20, S55, S70과 같이 교과서에 제시된 실험을 탐구하는 경우가 있으며, S8과 같이 과학의 원리나 법칙에 관한 대표적인 예를 주제로 잡아서 탐구하는 경우가 있었다. 정진우 등(2003)의 연구에서 신규 교사들은 중 고등학교 때 배운 교육 방식이 탐구 중심이 아니었고, 교사 양성 과정에서도 실제적인 탐구 경험이 없다는 점과 진순희와 장신희(2007)의 연구에서 초등 교사들을 대상으로 설문한 결과, 대학 및 대학원 재학 중에 과학 탐구에 대한 수업을 받지 않았다고 한 점을 미루어 보면, 초등 예비 교사들 역시 중 고등학교와 대학 재학 중 자유탐구 경험이 거의 없기 때문에 창의적이고 과학적인 주제를 선정하는데 어려움을 느꼈던 것으로 판단된다.

명확성의 경우, 71명 중 60명이 상, 9명이 중, 2명이 하 등급을 받았다. 상 등급을 받은 학생은 전체 85%로 모든 단계의 하위 영역 중 가장 많은 수를 차지하였다. 명확성은 서론에 목적과 탐구 내용이 명확히 제시되어 있는가를 보는 영역으로 예비 교사들에게 자유탐구 과제를 부여할 때, 1차 계획서에 탐구 주제, 탐구 주제를 선정한 이유, 간단한 실험

계획을 포함하도록 하였고, 이를 검토하여 중간 보고서, 최종 보고서를 작성하도록 하였기에 명확성 항목에서 높은 점수를 받은 것으로 보인다. 따라서 초등 예비 교사들의 자유탐구 지도 시 자유탐구 과제를 제시할 때 탐구 보고서에 들어가야 할 항목을 정확히 제시한다면 명확성을 높일 수 있을 것이다.

2) 탐구 과정

그림 5는 탐구 과정의 하위 영역인 가설 설정, 탐구 설계, 탐구 수행, 자료 해석 영역에 대한 예비 교사들의 수준을 보여주는 그래프이다. 그래프 안의 수치는 그 수준에 해당하는 학생수를 의미하며 괄호 안은 학생수의 백분율을 소수 첫째 자리에서 반올림하여 나타내었다. 탐구 과정 단계는 4단계 중 상수준의 학생이 가장 많았다. 가설 설정은 42명, 탐구 설계 51명, 탐구 수행 55명, 자료 해석 47명의 예비 교사들이 상 수준이었다. 평균을 보면 탐구 과정 단계의 하위 영역 중 탐구 수행의 평균이 가장 높았다. 이는 전체 하위 영역을 비교해볼 때, 주제 선정 단계의 명확성 영역 다음으로 가장 높은 점수이다.

탐구 수행은 탐구에 필요한 도구를 적절히 선택하고 안전에 유의하여 관찰, 측정, 분류 등의 탐구 과정을 적합하게 수행하는지를 평가하는 항목이다. 예비 교사들은 대부분 자신이 선정한 탐구 주제를 해결하기 위해 실험 가능한 도구를 찾아내거나 구안해내는 능력을 갖추었다. 예를 들어, S1은 ‘선풍기 날이 어떤 모양일 때 가장 시원할까?’라는 주제로 탐구를 하기 위해, 지우개와 뾰뾰한 달력 종이를 이용하여 휴대용 선풍기 모터에 장착하여 실험을 하였다. S68의 경우 ‘드라이기 입구를 가로로 하는

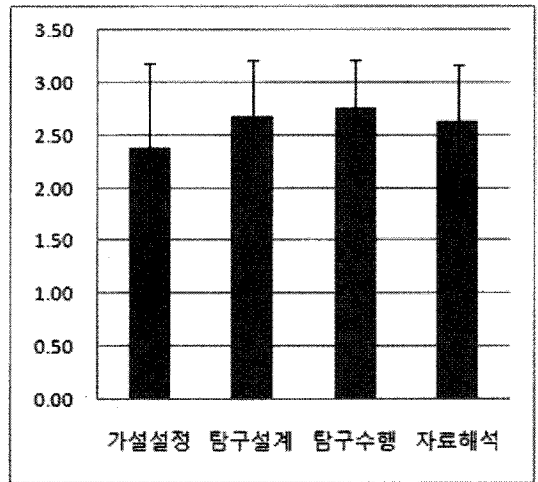


그림 6. 탐구 과정의 하위 영역별 평균

것과 세로로 하는 방법 중 어떤 것이 더 빨리 머리를 말릴 수 있을까?’라는 주제를 탐구하기 위해 가발을 사용하였다. 평가자들은 탐구 수행 항목을 평가할 때, 탐구 수행 과정에서 가능한 탐구 과정을 모두 수행하면 3점, 측정할 수 있는 경우에도 측정값을 구하지 않고 관찰에 그친 경우 혹은 오차를 고려하지 않아 여러 번 측정하지 않은 경우에는 2점, 이에 잘못된 탐구를 수행한 경우 1점을 주었다. 대부분의 예비 교사들은 가능한 탐구 과정을 모두 거쳐 탐구를 수행하였으나 15명의 예비 교사는 탐구 과정에서 측정을 할 수 있는 경우에도 관찰에 그쳤고 측정을 하더라도 여러 번 측정하여 평균값을 구하지 않았다. 따라서 예비 교사들에게 기초 탐구 활동으로 관찰 외에도 분류, 측정, 예상, 추리 등 가능한 탐구 활동을 모두 수행하도록 하고, 측정 시 오차를 고려하여 여러 번 측정하여 평균을 구할 필요가 있음을 인식시켜야 하겠다.

탐구 설계는 평균이 2.69, 자료 해석은 2.63으로 예비 교사들의 탐구 설계 능력과 자료 해석 능력이 중상 수준은 되었다. 탐구 설계를 평가할 때, 평가자들은 탐구할 내용을 모두 탐구할 수 있는 탐구 설계를 하였을 때 3점을 부여했고, 탐구 내용을 모두 탐구하기 불충분할 때 2점, 잘못 설계하였을 때 1점을 부여하였다. 이러한 관점에서 볼 때, 탐구 주제를 해결하는데 적합한 탐구 설계를 한 예비 교사는 51명이었고, 불충분한 탐구 설계를 한 예비 교사는 18명, 잘못된 설계를 한 경우는 2명이었다. 또한 대부분의 예비 교사들은 탐구 결과에 대해 해석을 제

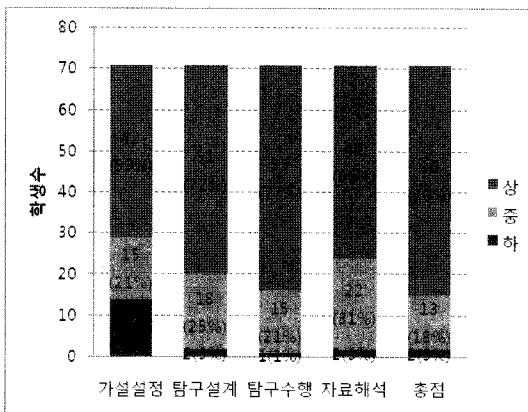


그림 5. 탐구 과정의 하위 영역별 학생 분포

시하였으나 2명은 아예 자료 해석을 제시하지 않았고, 22명은 결과 부분에서 표나 사진만 제시하고 자료 해석 과정을 거치지 않고 결론에서 자료 해석을 찾아볼 수 있거나 자료를 해석한 내용이 짧고 간단하여 논리적으로 설명하기에 한계가 있었다. 따라서 예비 교사들에게 탐구 과정을 지도할 때, 실험 결과를 해석하는 능력을 길러주어야 하고 결과를 바탕으로 결론을 도출해내는 과정을 함께 지도하여 결과와 결론의 차이점을 알 수 있도록 할 필요가 있었다.

탐구 과정 단계에서 가설 설정 영역이 가장 낮은 점수를 보였다. 평균이 2.39로 상 수준의 점수를 받은 예비 교사는 42명이었고 15명의 예비 교사들은 가설을 제시했으나, 탐구 내용을 확인하기 위한 충분한 가설을 제시하지 않았다. 특히 우려되는 점은 14명의 예비 교사가 아예 가설을 제시하지 않았다는 것이다. 이 항목의 경우, 전체 4단계의 하위 영역 중에서 하 수준의 예비 교사가 가장 많았다. 예비 교사들이 가설 설정의 필요성을 느끼지 않고 있다는 점을 뜻한다. 김지영과 강순희(2006)는 중등학교 과학 교사들의 탐구 과정 활용 정도에서 ‘가설 설정’의 활용 빈도가 가장 낮았다는 것을 설문을 통해 조사하였다. 이를 비추어 볼 때, 예비 교사들은 중 고등학교 교육에서부터 지금까지 가설 설정의 중요성을 인식하지 못하였고, 가설 설정을 한 경험이 부족하여 나타난 결과라고 추측할 수 있다. 따라서 예비 교사들에게 통합 탐구 과정에서 가설 설정의 중요성을 인식시키고, 가설 설정 및 탐구 설계의 사례를 보고 모방할 기회를 가지며, 탐구 주제 및 실험을 제시하여 가설을 설정해보는 훈련을 통해 탐구 수행 능력을 향상시킬 수 있을 것이다.

### 3) 결론 도출

그림 7은 결론 도출의 하위 영역인 결론 도출 과정, 한계 인식, 결론의 가치에 대한 예비 교사들의 수준을 보여주는 그래프이고, 그림 8은 각 항목에서 얻은 평균을 나타낸 그래프이다. 결론 도출 단계는 전체 단계 중 가장 낮은 점수를 보였고, 결론 도출 단계에서도 결론의 가치는 평균이 2.10으로 전체 4단계의 하위 영역 중 가장 낮았고, 상 수준의 예비 교사가 16명으로 전체 하위 항목 중 가장 적었다. 결론의 가치는 최종 결론이 과학적으로 타당하고 유용한가를 평가하는 항목으로, 과학적으로 타당하

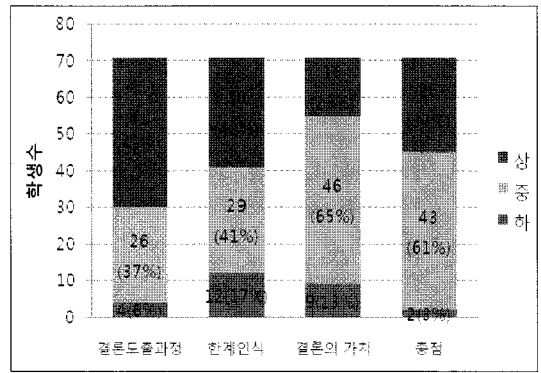


그림 7. 결론 도출의 하위 영역별 학생 분포

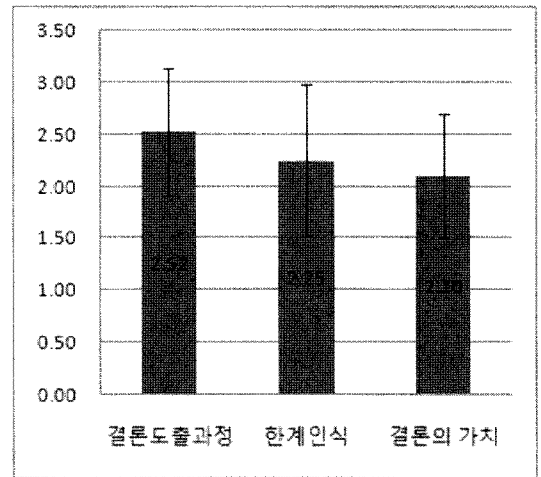


그림 8. 결론 도출의 하위 영역별 평균

고 의미 있으며 유용하면 3점, 과학적으로 타당하나 유용하지 않은 경우는 2점, 과학적으로 무의미한 탐구는 1점을 부여했다. 낮은 점수를 받은 예를 살펴보면, S55는 ‘우유와 식초의 혼합물 속의 덩어리’를 탐구하였는데, 흰 우유와 딸기 우유, 포도 주스, 두유에 식초를 넣어 혼합물이 생기는 덩어리를 관찰하는 탐구를 거쳤다. 이러한 탐구는 과학적으로 의미가 없으며 유용하지 못한 경우이다. S62는 ‘결명자차를 컵에 넣고 흔들면 왜 거품이 발생하는 것일까?’라는 주제로 탐구를 하나, 거품이 생기는 이유를 찾지 못하고 결명자의 양에 따른 거품 발생의 양만 조사하는데 그쳤다. S64는 ‘비스킷과 스넥 중 어느 것이 더 바삭함을 유지할까?’라는 주제로 경험 상으로 스넥이 더 바삭함을 오래 유지한다는 것을 알고 있기 때문에, 주제 선정의 창의성과 과학성, 결론의 가치 모두 낮은 점수를 받았다. 즉, 예비 교



사들이 낮은 점수를 받은 경우를 살펴보면 탐구 주제를 잘 선정하였으나 탐구를 제대로 수행하지 못하여 의미 있는 결론을 찾지 못하는 경우, 탐구 주제를 선정하고 탐구 과정을 거쳤으나 타당한 결론을 도출해내지 못하고 그 결과가 유용하지도 않은 경우, 탐구할 만한 주제가 아니라서 주제 선정부터 결론의 가치가 모두 낮게 나온 경우가 있었다. 따라서 자유탐구에서 결론의 가치를 높이기 위해서는 의미 있는 탐구 주제를 선정하고, 적합한 탐구를 설계하고 수행하도록 하여 과학적이고 논리적으로 타당한 결론을 이끌어 낼 수 있도록 주제 선정, 탐구 과정 단계와 관련지어 지도해야 하겠다.

한계 인식 항목은 평균이 2.25이고, 상 수준이 30명, 중 수준이 29명, 하 수준이 12명이었다. 예비 교사들은 자신이 수행한 자유탐구에서 한계를 정확히 인식하여 다른 방향으로 해석하거나 다른 모델의 가능성을 고려한 경우가 30명으로 전체의 약 42% 정도이며, 한계 인식을 하지 않은 예비 교사가 12명이나 되었다. 따라서 탐구 과제를 수행하기 전 탐구 과정상의 오차나 정확성에 대한 한계를 스스로 인식할 수 있도록 지도해야 한다. 이를 위해 동료와 서로의 탐구 과정을 논의해 보도록 하여 한계를 인식하고 추가 실험을 설계할 수 있는 하는 힘을 길러줄 수 있을 것이다.

결론 도출 과정의 평균은 2.52로 탐구 결과나 자료를 해석한 결과에 근거하여 과학적인 지식을 사용하여 논리적, 일반적 과정을 거쳐 결론에 도달한 경우가 41명이었고, 자료 해석 결과를 바탕으로 일반화 과정을 거치지 않고 결과 제시에 그친 경우가 26명, 결론을 제시하지 않거나 결론이 잘못된 경우가 4명이었다. 예비 교사들은 자료 해석 결과를 바탕으로 일반화 과정을 거쳐 나가는데 서툴다는 것을 알 수 있었다. 따라서 탐구 결과를 바탕으로 결론을 도출해나가는 연습이 필요하다.

#### 4) 결과 제시

그림 9는 결과 제시의 하위 영역인 구성, 가독성, 결과의 제시에 대한 예비 교사들의 수준을 나타낸 그래프이며, 그림 10은 각 항목에서 얻은 평균을 나타낸 그래프이다. 구성은 51명의 예비 교사가 상 점수를 받았고, 14명이 중, 6명이 하 점수를 받았다. 대부분의 예비 교사들은 탐구 보고서가 갖추어야 할 항목을 모두 갖추었으며 보고서의 흐름이 논리

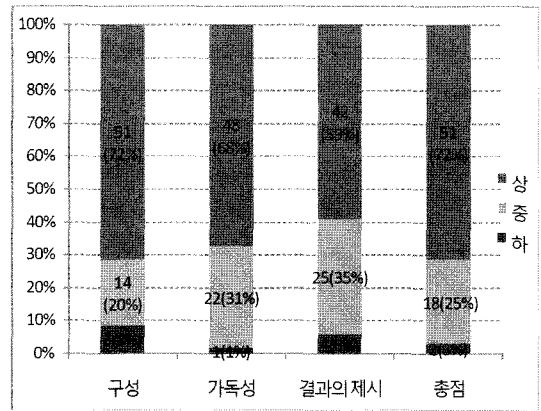


그림 9. 결과 제시의 하위 영역별 학생 분포

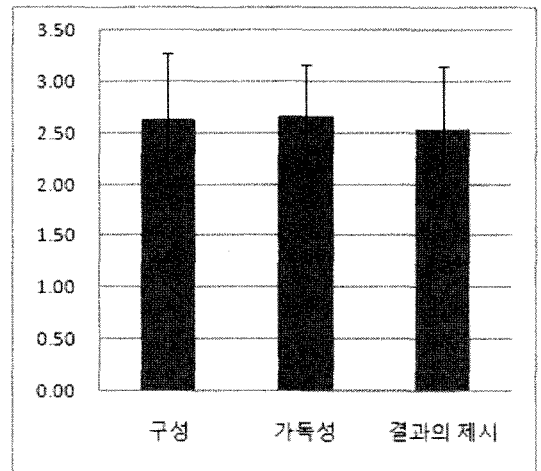


그림 10. 결과 제시의 하위 영역별 평균

적이었으나, 14명의 예비 교사는 탐구 보고서의 항목을 갖추었으나 논리성이 부족했다. 6명의 예비 교사는 보고서의 형식조차 갖추지 않았다. 가독성은 문장이 정확하여 본인의 주장을 정확히 전달하는 경우가 48명이었고, 문장이 명확하나 문장 간 연결이 어색한 경우가 22명, 문단의 의미를 모르거나 문장이 너무 길고 난해하여 의미 파악이 어려운 경우가 1명 있었다. 결과의 제시 항목은 탐구 결과를 탐구 목적에 맞게 표나 그래프를 이용하여 명확히 제시하는 능력을 평가하는 항목이다. 탐구하는 내용의 결과를 표나 그래프, 사진 자료로 나타낼 수 있는 충분한 자료를 제시한 경우가 42명이었고, 25명의 학생은 결과를 의미하는 표가 있으나, 결과를 모두 나타내기에 부족함이 있거나 보기 불편한 형태였다. 또한 ‘중’ 수준에서는 결과의 추이를 분석하

거나 표의 값을 한 눈에 알아 볼 수 있는 그래프가 필요한 경우가 많았으나 그래프를 제시한 경우가 없었다. 표를 제시하지 않고 글로만 관찰한 내용을 기록해 놓은 경우도 4명이나 있었다. 예비 교사들에게 정보를 효과적으로 제시하는 방법에 대한 학습이 필요하다는 것을 알 수 있었다. 결과 제시 단계는 하위 영역의 평균이 모두 2.5이상인 것을 볼 때, 예비 교사들은 대체로 탐구보고서를 구성하는 능력을 갖춘 것으로 보인다. 그러나 결과를 제시함에 있어서 효과적인 방법으로 충분한 자료를 제시하지 못한 경우가 많았다. 특히, 예비 교사들은 표를 제시한 경우는 있으나 그래프를 제시한 경우는 전혀 없었다. 따라서 표와 그래프의 장단점을 알고 탐구 결과를 효과적으로 제시할 수 있는 자료 제시 방법을 선정하여 작성할 수 있는 능력을 갖추게 할 필요가 있겠다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 교육대학교에서의 자유탐구 지도에 대한 시사점을 찾고자 초등 예비 교사들이 수행한 자유탐구 최종 보고서를 평가하여 자유탐구 수행 능력을 분석하였다. 연구의 결론 및 제언은 다음과 같다.

초등 예비 교사들의 단계별 자유탐구 능력을 분석한 결과, 결론 도출, 주제 선정, 결과 제시, 탐구 과정 순으로 평균이 높았다. 먼저, 주제 선정 단계에서 명확성은 높은 점수를 보였으나, 창의성과 과학성이 낮았다. 예비 교사들은 탐구 주제가 떠오르지 않을 때 기존에 이미 탐구하고 있는 활동 주제 혹은 결과가 널리 알려진 생활 속 지혜, 교과서에 제시된 과학 원리나 법칙의 예를 그대로 탐구 주제로 선정한 경우가 많았다. 이는 예비 교사들이 중·고등학교와 대학교에서 자유탐구 경험이 거의 없었기 때문에 창의성과 과학성이 높은 자유탐구 주제를 선정하는데 어려움을 느낀 것으로 보인다. 따라서 교육대학교에서 자유탐구를 지도할 때, 직접 자유탐구 주제를 찾는 경험을 해 볼 기회를 충분히 제공하여야 한다. 나아가 토론을 통해 여러 가지 탐구 주제 중 좋은 탐구 주제를 선별하는 훈련을 제공하여 스스로 창의적이고 탐구할 만한 과학적 가치가 있는 주제를 선택할 수 있는 힘을 기르도록 도와야 한다. 반면, 자유탐구 과제를 부여할 때 1차 계획서

에서 탐구 주제 선정 이유, 실험계획을 포함시키도록 하였기에 명확성이 높게 나타났다. 따라서 자유탐구를 수행하기 전에 탐구 주제 선정 이유, 탐구 주제, 실험 계획을 포함한 자유탐구 계획서를 작성해 보도록 한다면 무엇을 탐구하고자 하는지 명확히 알 수 있을 것이다.

탐구 과정 단계는 가설 설정, 탐구 설계, 탐구 수행, 자료 해석 영역으로 예비 교사들은 가설 설정을 아예 하지 않은 경우가 14명이었고, 탐구 내용을 알아보기에 충분한 가설을 설정하지 못한 경우가 15명이나 되었다. 탐구를 수행할 때 필요한 도구를 적절히 선택하여 안전에 유의하여 잘 수행하였으나, 탐구 과정에 적합한 탐구 활동을 선택하지 못하고 관찰 활동에만 그친 경우가 많았고 측정을 하더라도 오차를 고려하여 다수 측정하여 평균을 구한 경우가 거의 없었다. 또한, 자료 해석을 한 부분이 없거나 표에 대한 충분한 자료 해석을 제공하지 못한 경우가 눈에 띄었다. 이는 예비 교사들이 자유탐구를 수행하면서 스스로 탐구를 설계하고 가설을 설정하고 적합한 탐구 방법을 선정하여 탐구를 수행해 본 경험이 적었기 때문인 것으로 보인다. 따라서 가설 설정 및 탐구 설계의 사례를 살펴보고 모방할 기회를 가지고 탐구 주제 및 실험을 제시하여 가설을 직접 설정해 보는 훈련을 통해 탐구 수행 능력을 향상시킬 수 있을 것이다. 또한 기초 탐구 활동과 통합 탐구 활동의 종류와 개념을 알고, 탐구내용에 따라 적합한 탐구 활동을 직접 수행해 보는 과정이 필요하다.

결론 도출 단계는 전체 단계 중 가장 낮은 점수를 보였고, 그 중 과학적으로 타당하고 의미 있는 결론을 내리는 결론의 가치가 가장 취약했으며, 한계 인식을 하지 않은 경우가 많았다. 결론의 가치에서 낮은 점수를 받은 경우를 보면 탐구 주제를 잘 선정하였으나, 탐구를 제대로 수행하지 못하여 의미 있는 결론을 찾지 못한 경우, 탐구 주제를 선정하고 올바른 탐구 과정을 거쳤으나 타당하고 유용한 결론을 도출해 내지 못한 경우, 탐구에 적합하지 않은 주제를 선정하지 못한 경우이다. 이를 비추어 볼 때 결론의 가치를 높이기 위해서는 의미 있는 탐구 주제를 선정하고, 적합한 탐구를 설계하고 수행하도록 하며 과학적이고 논리적으로 타당한 결론을 이끌어 낼 수 있도록 주제 선정, 탐구 과정, 결론 도출 단계를 서로 연계하여 지도할 필요가 있다. 또

한, 결론을 도출할 때 탐구 과정 상의 오차나 정확성에 대한 한계를 인식하도록 지도하여야 한다. 이를 위해 동료와 논의를 거쳐 한계를 인식하고 수정해 가는 과정을 거치는 것이 효과적일 것이다.

결과 제시 단계에서 예비 교사들은 구성 및 가독성, 결과의 제시 모두 중상 수준 이상의 능력을 갖추었으나, 탐구 결과를 탐구 목적에 맞게 표나 그래프를 이용하여 명확하게 제시하는 방법을 모르는 경우가 다수 발견되었다. 예비 교사들의 결과 제시 능력을 향상시키기 위해 효과적으로 결과를 제시한 보고서의 예와 그렇지 않은 경우를 비교해 보고, 경우에 따라 자료를 효과적으로 제시하는 방법을 선정하고, 직접 표나 그래프 작성 방법을 연습해 보는 경험을 제공할 필요가 있다.

자유탐구 수행 능력을 향상시키기 위한 가장 효과적인 방법은 자유탐구를 많이 경험해 보면서 시행착오를 거치는 것이다. 그러나 자유탐구를 수행하기 전 혹은 수행하는 동안 좋은 탐구가 무엇인지 알아야 하고, 자유탐구의 평가 항목별로 적합한 방법을 찾아 나가야 한다. 이러한 과정은 한 학기, 한 수업을 통해 쉽게 습득되지 못한다. 한 학기 동안 진행되는 과학교육 관련 강의에서 계획부터 탐구 수행, 탐구 보고서 작성까지의 과정을 고려한다면 한 강의에서 두 번 이상 자유탐구 경험을 가지기가 매우 어렵다. 예비 교사들에게 다양한 자유탐구 경험을 제공하기 위해서는 교육대학교 예비 교사 과학교육학 강의에서 학기별, 학년별로 연계된 지도가 필요하다. 이를 위해서는 교육대학교 과학교육 강의 과정을 연계적으로 설계하고, 초등 예비 교사들의 자유탐구 지도 프로그램을 개발하여 체계적인 지도가 이루어져야 할 것이다.

### 참고문헌

교육 인적 자원부(1999). 초등학교 교육과정 해설 (IV). 대한교과서주식회사.  
 교육 인적 자원부(2007). 차기 과학과 교육과정(교육 인적자원부 고시 제 2007-79호). 한국교육과정평

가원.  
 김재우, 오원근, 박승재(1998). 중학교 1학년 학생들의 자유탐구 보고서에 나타난 변인의 유형. 한국과학교육학회지, 18(3), 297-301.  
 김지영, 강순희(2006). 중등학교 과학 교사들의 탐구 과정의 활용 정도와 가설에 대한 인식. 한국과학교육학회지, 26(2), 258-267.  
 박중호, 김재영, 배진호(2001). 자유탐구활동이 초등 학생의 과학탐구능력과 과학적 태도에 미치는 영향. 초등과학교육, 20(2), 271-280.  
 성태제(2002). 현대교육평가. 학지사.  
 오필석, 이선경, 이경호, 김찬중, 김희백(2008). 예비 과학 교사들의 고등학교 과학반 지도 경험에 관한 내러티브 탐구: 예비 교사들이 형성하는 지식의 종류와 특징. 한국과학교육학회지, 28(6), 546-564.  
 장진아(2009). 초등학교 3, 4학년 학생의 과학 탐구 능력 수준에 적합한 안내된 자유탐구 교수·학습 지도방안 탐색. 서울교육대학교 석사학위 논문.  
 전민지(2008). 효과적인 초등학교 과학 자유탐구 지도 방안 탐색. 서울교육대학교 석사학위 논문.  
 전영석, 박종찬(2006). 과학고등학교 학생의 물리분야 개방적 탐구 과제 수행 준비도 분석. 한국물리학회지, 52(4), 345-355.  
 정진우, 양일호, 권영주(2006). 신규 과학교사의 탐구 중심 교수 기술의 발달. 청람과학교육연구논총, 16(1), 1-16.  
 조형숙(1999). 예비 교사를 위한 탐구 중심 과학교육 수업의 효과 탐색. 유아교육연구, 19(2), 227-245.  
 진순희, 장신호(2007). 과학 탐구에 대한 초등 교사들의 지도 경험. 초등과학교육, 26(2), 181-191.  
 홍준의, 이인호, 전영석(2007). 초등학교 과학 영재 학생의 탐구 수행 능력 분석. 한국초등교육학회지, 26(3), 267-275.  
 NRC(National Research Council). (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington DC: National Academy Press.