

개방적 상황에서 과학적 문제 만들기 활동이 예비교사의 과학적 문제발견능력에 미치는 영향

황요한, 박윤배*
경북대학교

Effects of Open-Situation Scientific Problem-Making Activity on the Scientific Problem-Finding Ability of Pre-Service Teachers

Yohan Hwang, Yunebae Park*
Kyungpook National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 25 November 2014

Received in revised form

26 December 2014

13 January 2015

Accepted 13 January 2015

Keywords:

problem-finding ability,
scientific problem-finding,
problem-making,
pre-service teacher,
open-situation

ABSTRACT

In this study, we investigated how the scientific problem-finding ability of pre-service teachers is improved through open-situation scientific problem-making activity. We organized two experimental groups and a control group by degree of participation. The 1st experimental group is an actively participating class, while the 2nd experimental group is a passively participating class. We developed and applied a worksheet for training in problem-making. The pre-service teachers filled in the worksheet for problem-making once a week for seven weeks, then the lecturer gave feedback for every worksheet. We developed and applied a problem finding test in an open-situation to measure their problem finding ability at pre- and post-training. As a result of the training, problem level and diversity improved for pre-service teachers through continuous problem-making activities and feedback. The 1st experiment group significantly improved on the quality and quantity of problems. Especially in the originality, elaboration, verifiability, and variables' category, the 1st experimental group significantly improved compared to the control group and the 2nd experimental group. On the other hand, the quality and quantity of problems of the 2nd experimental group decreased. These results provide a basis for correlation between training attitude and improvement of problem-finding ability. Based on the result of this study, continuous problem-making training and feedbacks are helpful in improving the problem-finding ability of pre-service teachers.

1. 연구의 필요성 및 목적

과학에서 연구는 궁금증으로 시작한다. 어떤 상황이나 현상을 보고 “왜 이런 일이 일어날까? 이것은 무엇일까? 어떤 방법을 통해 이런 결과를 얻을 수 있을까?” 등의 궁금증을 가지게 되고, 과학적 문제로 발전시킨 후 구체화하여 해결방법을 고안하게 되는 것이 과학 연구의 단계라고 할 수 있다. 주변의 현상이나 상황에 대해 스스로 의문을 가지고 답을 찾으려고 하는 자세는 과학의 발달에서도 매우 중요한 역할을 한다. 자연 현상에 대한 흥미와 호기심을 갖고, 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 기르도록 하는 것은 교육과정에 제시된 중요한 목표이기도 하며(MEST, 2011), 호기심을 흥미 있게 해결하려는 의욕이 과학 학습의 원동력이 되기도 한다(Kwak, 1999). 그러나 현장 과학교육의 탐구에서는 의문을 풀어보고 답을 찾아보는 과정을 잘 수행하지 않는 것도 사실이다(Chinn & Malhotra, 2002).

이렇게 의문을 풀는 과정을 ‘문제발견’이라고 할 수 있는데, 일반적으로 제공된 문제 상황에서 문제를 형성하고 창조하기 위한 행동, 태도, 사고 과정을 말한다(Lee, 2005). Hoover & Feldhusen(1990)은 문제발견을 문제해결의 초기 단계에 일어나는 것으로 보았으나, 일반적으로 문제발견은 창의적 사고 과정의 첫 단계에서만 일어나는 것이

아니라 창의적 과정의 여러 단계에서 문제 인식, 문제 재정의 등의 형태로 계속적으로 일어난다고 보고 있다(Getzels & Csikszentmihalyi, 1976; Runco, 1994). 특히 과학에서의 문제발견은 “낮게 구조화되거나 중간으로 구조화된 과학적 문제 상황에서 과학의 기본 지식과 탐구 능력을 바탕으로 발산적 사고와 비판적 사고를 통하여 과학적 탐구를 위한 새로운 문제의 생성 및 가치 있는 문제를 선택하는 과정”으로 정의할 수 있다(Ryu, 2008). 그 중 문제 상황을 실험실 환경에서의 실험 활동과 관련된 상황으로 제한하면 “주어진 문제 상황에서 호기심과 민감성을 바탕으로 새롭고 가치 있는 과학탐구문제를 생성하고, 그 문제를 정교하게 하는 능력”으로 정의하기도 한다(Ryu & Park, 2008a). 또한 Lee(2006)는 탐구상황에서의 ‘탐구 문제발견’을 자신이 처한 상황이나 제공된 문제 상황에서 탐구하기 위한 심도 깊은 질문과 새로운 문제를 형성하고 구성, 창조하는 것을 의미한다고 하였고, Kim(2006)은 생소한 상황에서 탐구를 수행할 수 있도록 탐구의 방향을 지워주는 탐구 문제를 제안하고 이를 구체화하는 것이라고 하였다.

문제발견에서 과학적 문제나 의문은 일반적인 문제와 그 정의에서 조금 차이가 있다. 과학철학자들은 과학적인 문제, 즉 ‘과학적 탐구 문제(scientific inquiry problem)’는 단순히 이해를 위한 질문(question)이 아니라 주어진 어떤 상황에서 탐구 혹은 조사할만한 가치가 있다고

* 교신저자 : 박윤배 (ypark@knu.ac.kr)
http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2015.35.1.0109

생각되는 문제라고 정의하였다(Brugman, 1995). Kim(2006)은 ‘과학적 증거를 생성할 수 있거나 증거를 수집하는 활동을 요구하는 과업’이라고 정의하였다. 또한 Choi(2007), Kwon *et al.* (2003), Lee *et al.* (2004), Lee, Park, & Kwon (2005)의 연구에서는 자연 현상을 관찰했을 때 갖게 되는 궁금증이나 알고자 하는 것 가운데 현재의 지식으로는 설명할 수 없는 불안정한 문제, 의심, 불확실성 등을 ‘과학적 질문 (scientific question)’이라고 하였다. 이는 과학적으로 탐구할만한 가치가 있는지 없는지를 알아보는 탐구 문제로서의 적절성 여부를 고려하지 않았기 때문에 ‘과학적 탐구 문제’와는 조금 다르다고 할 수 있다. 탐구 문제라고 할 때는 소박한 질문에서 관련 없는 것을 직관적으로 또는 경험적 지식이나 배경 지식을 사용하여 배제하고, 실험 가능하거나 반박 가능한 형태로 질문을 재진술 하는데 있어서 문제와 가장 관련된 요인들을 추출하여 이들의 관련을 따지는 특수한 방법이 요구되기 때문이다(Kim, 2006). 하지만 과학적 질문을 발견하고 그 의문이 탐구에 적절한지 아닌지를 고려하면서 탐구문제를 재발견하는 등의 과정을 거치기도 하므로, 과학적 문제발견에서 과학적 탐구문제와 과학적 질문은 둘 다 중요하다고 볼 수 있다.

이러한 과학적 문제발견은 관심 영역을 발견하고, 그 영역에서 문제를 인식하고 문제를 정의하는 과정을 모두 일컫는 것으로 문제해결에 앞서 반드시 선행되어야 할 부분이다(Ryu & Park, 2008a). 그러므로 원활한 과학적 문제발견을 위해, 사물이나 현상·상황을 보고 과학적 사고를 이끌어내는 훈련이 필요하다. 똑같은 상황에서 과학적 사고 훈련이 되어있는 사람과 없는 사람은 산출물의 질과 양에서 다른 결과를 나타낼 수 있다. 여기서 상황이란 ‘맥락’과 유사한 의미로 쓰인 것인데, 과제의 내용이 표현되는 소재(Song, 1997)을 의미한다. 그중 과학적 상황(scientific context)은 교과서나 실험실에서 제기되는 문제 상황을 의미하며(Noh & Kim, 1996), 일상적 상황(everyday context)은 개인 및 그와 관련된 사람들이 일상생활에서 직면하는 문제의 탐구와 해결에 과학적 개념이나 원리를 활용하는 문제 상황으로 정의된다(Jeong, 1996). 교육과정에서도 일상생활과 연계된 과학교육이 필요하다고 이야기하고 있으므로(MEST, 2011), 좀 더 창의적이고 다양한 문제발견을 위해서는 학생들이 과학적 상황보다는 일상적인 상황으로 완전히 개방적인 상황에서 과학적 사고를 이끌어내는 훈련이 필요할 수 있다. 또한, 중학생들을 대상으로 한 문제발견에 관한 연구 결과, 영재학생의 경우 확산적 사고와 내적동기가 문제발견의 양과 질에 영향을 미친다(Yun, 2004)고 하였으므로, 역으로 생각하면 문제발견 훈련은 확산적 사고의 향상에도 도움이 될 수 있다고 말할 수 있다.

문제발견은 또한 창의성의 중요한 요소 중 하나이기도 하므로(Hah, 2003), 과학에서 창의적 문제해결력 신장을 위해서는 문제발견에도 강조를 두어야 하며 학생들의 창의성 신장을 위해서도 문제발견을 위한 훈련이 학교에서도 수행되어야 한다(Ryu & Park, 2008a; 2008b). 이것을 위해 앞으로 학생들에게 과학을 가르쳐야 하는 예비교사들에게 먼저 적용하여 과학적 문제발견능력의 향상을 보고자 한다. 그래서 본 연구에서는 사범대 과학교육학부 학생을 대상으로 과학적 문제발견능력 향상을 위한 과학적 문제 만들기 훈련을 실시하였다.

본 연구의 연구문제는 다음과 같다.

개방적 상황에서 과학적 문제 만들기 활동을 통해 예비교사들의 과학적 문제발견능력은 어떻게 향상되는가?

Table 1. Composition of each group

그룹	N	내용
통제집단	17	훈련에 참여하지 않은 집단
실험집단 1	18	적극적으로 훈련에 참여한 집단
실험집단 2	18	수동적으로 훈련에 참여했으며, 과제 수행정도가 떨어지는 집단

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구에서는 K대학교 사범대학 과학교육학부 1학년 학생 중 물리, 화학, 지구과학 교육전공 학생을 대상으로 문제 만들기 훈련을 실시하였다. 학생들에게 훈련을 시작하기 전에, 예비과학교사로서 과학교육에서 문제발견과 과학적 문제발견을 중요하게 다룰 필요가 있음에 대해 주지시키고, 관련 내용에 대한 강의를 실시하였으며, 창의성 신장과 일상생활과의 연계를 위해서도 문제발견 훈련이 중요하다고 언급하였다. 또한 예비과학교사로서 문제발견을 경험해볼 필요가 있다고 제안하였다. 사전 검사 후 7주간 문제 만들기 과제를 자율적으로 하도록 학생들에게 제안하였는데, 세 전공의 학생들이 훈련 수행도에 차이가 있어 자연스럽게 실험집단과 통제집단이 형성되었다. 훈련에 참여한 학생들 중 적극적으로 훈련에 참여한 학생들과 수동적으로 훈련에 참여한 전공의 학생 집단을 실험집단 1, 2로 편성하였고 창의적으로 훈련에 참여하지 않았던 전공의 학생들을 통제집단으로 편성하였다. 실험집단이 두 그룹으로 재편성된 것은 의도적으로 나는 것이 아니라, 학생들의 반별 성향과 활동 수행정도에 의해 편성된 것이다. 실험집단 2의 학생들은 과제 수행정도가 실험집단 1에 비해 현저히 떨어지며, 사후 인터뷰와 담당교수 관찰 결과, 과제 제출 전 급하게 작성하는 학생의 수가 많았던 것으로 보고되었다. 연구대상의 구분은 Table 1과 같다.

2. 문제 만들기 활동

가. 활동지 제작

문제 만들기 활동지는 Hwang & Park(2010)의 연구에서 중학생 과학영재를 대상으로 사용한 Curiosity Note(CN)을 보완하여, 학문적인 요소가 더 많이 가미될 수 있는 형태로 제작하였다. 기존 CN은 일상 소재에서 과학적 문제발견능력 개발, 과학적 사고력 증대 및 심화된 과학적 지식의 습득이란 목적을 두고 개발된 자료이다. 실제 연구를 하고 있는 과학자와 학생들 간의 문제발견과정 지도에서 중요시하는 요소를 추출하여, ‘궁금증에서의 키워드와 의미’, ‘Layer 나누기’ 등의 항목을 추가하였고, 관련 사실을 통한 문제 명료화를 위해 ‘관련사실’ 항목과, ‘관련사실을 근거하여 질문 명확화하기’ 항목을 추가하였다. 기존의 CN 문항과 본 연구에서 개발한 문제 만들기 활동지는 Table 2와 같다.

문제 만들기 활동지는 학생이 일상적 상황에서 궁금증을 찾아내는 훈련과 찾아낸 궁금증을 과학적인 문제로 발전시켜 나가는 훈련을 할 수 있도록 구성되어 있다. 문제 만들기 활동은 의문에 대한 정보를 학생 스스로 정리하게 함으로써 문제에 대한 정교성을 향상시킬 수

Table 2. Questions of Curiosity Note and problem making worksheet

Curiosity Note(Hwang & Park, 2010)	Problem making worksheet
1. 왜 이런 현상이 일어날까?	1. 찾아낸 궁금증 적어보기
2. 언제 궁금증을 느꼈어요?	2. 궁금증을 느낀 상황이나 배경
3. 어떤 상황에서 궁금증을 느꼈어요?	3. 나의 궁금증에서의 키워드와 의미 (질문 재정의의 위한 단어의 명확한 정의)
4. 해결 했어요^^ 해결 내용	4. 관련사실(근거, 이론적 배경)
5. 궁금증을 해결하는데 어느 정도 시간이 걸렸나요?	5. 관련사실을 근거하여 질문 명확화하기
6. 궁금증을 해결하는데 어디에서(혹은 누구에게) 도움을 얻었나요?	6. Layer 나누기: 먼저 해결해야 하는 작은 주제
7. 궁금증을 해결하는 과정에서 새롭게 나타난 궁금증이 있나요? 아래에 적어주세요^^	7. 질문을 정의하는 과정에서 새롭게 나타난 의문
	8. 가설설정하기 : 변인과 예상되는 결과 기반

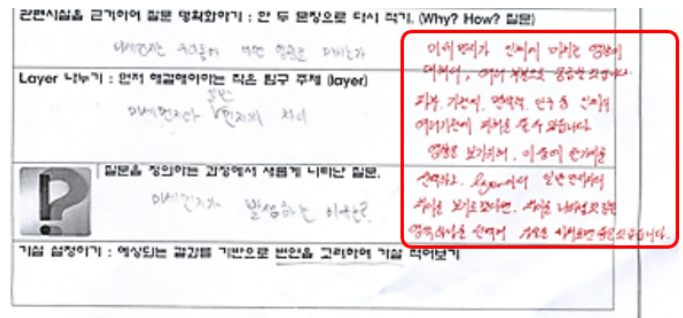


Figure 2. Example of feedback

다. 피드백

본 연구에서 개발한 활동지는 학생들이 매 주 하나의 의문을 찾아 활동지의 8개의 단계에 맞춰 발견한 의문을 과학적 문제로 명료화해가는 과정을 훈련하도록 되어있다. 매주 예비교사들이 작성한 내용에 대해 연구자 및 교수의 의견을 작성하여 되돌려줌으로써 피드백을 하였다. 피드백의 내용은 예비교사들이 찾은 의문을 발전시켜 나가는데 있어 미흡한 부분을 확인하고 보완해주거나, 개선할 수 있는 방향을 제시해주어 문제발견의 질적 향상을 이끌어내는 식으로 이루어졌다. 예를 들어 과학적 요소가 드러나지 않거나 자연과학적이지 않은 소재의 경우에 소재의 개선이나 연구방법의 개선을 권고하였다. 활동지에 Figure 2와 같은 방식으로 피드백 내용을 작성하여 예비교사 자신이 작성한 내용에 관한 전체적인 피드백을 보기 쉽게 전달하였고, 필요에 따라 각 단계별 피드백을 주기도 하였다.

피드백의 주요 내용은 의문 영역 선정, 검증 가능성 고려, 활동지 작성 장려, 가설설정과 변인 고려에 대한 부분과 문제 명료화 과정에 대한 적절성 여부 등이었다.

1) 의문 영역 선정에 대한 피드백

찾은 의문의 주제 영역이 자연과학이나 공학영역에서 벗어나지 않도록 피드백 하였다. 인지영역이나 심리학, 사회과학적 의문을 작성한 경우에 주제를 자연과학 영역으로 바꾸도록 제안하였다.

2) 검증 가능성 고려 여부에 대한 피드백

주제는 과학적인 의문이지만 검증 가능성을 고려하지 않은 의문의 경우, 키워드의 정의 및 관련문헌을 통해 문제를 좀 더 명료화하면서 검증 가능한 상태로 발전시켜 나가도록 제안하였다.

3) 활동지의 단계를 모두 활용하도록 피드백

강제성을 띄지 않게 자유롭게 작성하도록 하였지만, 훈련의 효과를 위해서 질문만 작성하고 다른 내용을 작성하지 않은 경우가 있어, 활동지의 단계를 따라 과정을 진행해보도록 제안하였다.

4) 가설설정과 변인 고려에 대한 피드백

문제 만들기 활동지에서 가설이나 변인을 고려한 문제를 만들도록 훈련하기 위해, 활동지의 마지막에 발견한 문제에 대한 변인을 고려한 가설을 작성하도록 하였다. 이 부분은 아직 가설이나 변인에 대한 교육이 잘 안 되어 있거나 습관이 안 이루어져 있는 예비교사들에게 과학적 문제의 특수성을 고려하여 검증 가능한 질문을 만들어 보도록 제안하였다.

5) 문제 명료화 과정에 대한 피드백

처음에 발견한 의문이 과학적인 요소를 잘 표현하지 못하더라도, 키워드나 참고문헌을 통해 문제를 명료화하며 과학적 문제로 발전시

‘문제 만들기 활동지’ 쓰는 법

- 1-1. 특별히 자료를 찾는 것이 아니라, 학교 생활하면서 혹은 언제든지 “왜, 어떻게 ... 이런 일(현상, 상태)이 생길까?” 라는 궁금증이 생기면 즉시 노트한다.
 - 1-2. 궁금증이 일어나지 않으면, 어떤 사물이나 현상을 관찰할 때, “왜 이런 현상이 일어날까?” 등의 질문을 가지도록 노력한다.
 2. 작성한 궁금증을 가지게 된 상황이나 배경에 대해서 자세하게 적고, 왜 그런 생각을 하게 되었는지 작성한다.
 3. 궁금증을 작성할 때 사용된 용어 중 정확한 정의가 필요한 것은 사전, 책, 논문 등을 참고하여 명확한 정의를 확인한다.(출처 기록)
 4. 궁금증과 관련된 사실(법칙, 근거)을 논문이나 책, 사전 등을 통해 찾아보고, 질문을 좀 더 명확하게 할 수 있는 근거들을 찾아 적는다.(출처 기록)
 5. 조사한 관련사실과 키워드를 활용해 작성한 궁금증을 명확한 문제로 작성한다.
 6. 자신의 질문을 해결하기 위해 선행되어야 하는 탐구내용이나 해결할 문제가 있다면, 작은 탐구주제(layer) 란에 작성한다.
 7. 질문을 정의하는 중에 관련된 의문점이 떠오르면 같이 작성한다. 후속 연구주제나 연관주제로 지속적 연구에 도움을 줄 수 있다.
 8. 정의한 문제를 해결하기 위한 가설을 세워본다. 가설을 세울 때는 예상되는 결과와 함께 변인을 고려하여 작성한다.
- ※ 모든 단계를 따라 작성하지 못했더라도 궁금증만이라도 작성하여 제출한다.

Figure 1. Guideline for writing problem making worksheet

있고, 의문을 명료화하고 정의하는 과정에서 새로운 질문을 도출해내는 훈련을 통해 문제발견에서 문제의 수준을 높일 수 있다. 또한 발견한 문제를 해결하는데 있어 먼저 해결해야 되는 주제들이 있는지 검토하는 과정인 layer 나누기 과정을 거쳐 가설설정하기 과정을 통해 가설과 변인까지 생각해보도록 한다. 발견한 문제의 검증 가능성과 변인을 스스로 검토해봄으로써, 검증 가능성과 변인의 수준이 더 높은 문제를 만드는 훈련이 되도록 하였다.

나. 활동지 작성

예비교사들은 문제 만들기 활동지를 첫 주에 받았고, 한 주에 하나의 궁금증을 찾아 활동지 양식에 맞추어 작성해오게 하였다. 활동지 쓰는 법을 통해 각 항목을 어떻게 작성하는지에 대해 자세하게 안내하였다(Figure 1).

켜 나가도록 활동지가 구성되어있다. 이 단계에서 문제의 명료화 과정이 적절히 진행되지 않거나, 주요어의 정의 및 관련문헌을 사용하여 명료화하는 과정을 지나친 경우 이 과정을 통해 좀 더 구체적인 문제로 발전시키도록 제안하였다.

3. 사전 사후 검사지 제작

개방적인 상황에서 과학적 문제 찾기를 위한 검사지를 제작하기 위해서 적당한 주제를 제시해야 하는데, ‘환경, 자연, 태양, 호수와 수중생태, 계절’ 등의 주제가 후보로 거론되었다. 주제를 주고 20분 동안 떠오르는 의문을 작성하는 것이므로 구체적인 상황을 제시하기보다는 주제명만 주어 사고의 초점을 맞추도록 하였다. 주제는 다음과 같은 기준을 두고 결정하였다.

- (1) 경계의 너비가 너무 좁아 다양한 문제발견을 제한하는 주제는 지양한다.
- (2) 아무런 경계가 없는 주제도 지양한다.
- (3) 심도 있는 사고와 확산적 사고가 가능한 주제를 선정한다.
- (4) 사전과 사후에 실시할 두 번의 검사에 유사하지만 완전히 동일하지는 않은 주제를 두 개 이상 포함하고 있는 범주에서 선정한다.

위와 같은 기준을 두고 검사지에 사용할 주제에 관한 논의를 한 결과, 계절이라는 주제가 선정되었다. 그래서 사전 검사에서는 “봄”이라는 주제를 주고, 예비교사들에게 궁금한 내용을 최대한 많이 적어 보게 하였다. 사후 검사에서는 “여름”이라는 주제로 똑같이 검사를 실시하였다. 사전 사후 검사 모두 20분 동안 작성하게 하였다.

4. 연구 절차

예비교사들이 ‘과학적 문제’와 ‘문제발견’이라는 개념에 대한 이해가 부족하거나, 개인별로 차이가 있을 것으로 판단하여, 사전에 과학적 문제에 대한 간단한 강의 및 자료를 제시하였다. 이것은 예비교사들이 단순한 의문이 아닌 과학적으로 검증가능하고 의미 있는 의문과 문제를 찾아내도록 안내하고자 하는 의도에서 제공하였다. 과학적 문제발견은 그 상황과 탐구적 측면에서 일반 문제발견과 차이가 있으므로 (Brugman, 1995), 명확하게 안내하여 적절한 과학적 문제를 만드는 훈련에 집중할 수 있도록 하였다. 그 후 개방적 상황에서 과학적 문제 찾기 검사를 실시하였고, 그 주부터 예비교사들은 문제 만들기 활동지를 사용하여 일주일에 하나씩 과학적 의문을 찾아 명료화 하는 과정을 거쳤다. 7주간 활동지를 적용하였으며, 7주 후에 다시 개방적 상황에서 과학적 문제 찾기 검사를 실시하였다. 마지막으로 자·타의 추천을 받아 활동지를 통한 훈련에 관심을 가지고 적극적으로 임한 예비교사 3명에 대해 인터뷰를 실시하였다.

5. 분석방법

가. 문제 만들기 활동지 내용 분석

학생들이 작성한 활동지를 분석함으로써 문제발견능력이 어떻게

Table 3. Rubric for qualitative assessment of questions on the questionnaire

contents	details	score
융통성	작성한 의문의 개수로 비교	
	보통이다	1
독창성	독창적이다.	2
	매우 독창적이다	3
	문제를 이해할 수 없다.	0
정교성	문제가 요소 없이 너무 간단하거나, 이해 가능하지만 일부 단어 및 개념이 모호하여 의미가 부정확	1
	문제를 구체적으로 표현하고자 했으나 약간 부족	2
	문제를 매우 상세하고 구체적으로 표현하여 의미 전달이 명확함	3
문제 수준	일상적인 질문이나 현상에 대한 궁금증	1
	관찰과 사고를 통해 찾아내어야 하는 문제	2
	아직 해결책이 존재하지 않으나 과학적 사고나 탐구를 요구하는 문제	3
검증 가능성	과학적 탐구가 가능한 의문이 아님	0
	과학적 의문이지만, 탐구를 통해 해결하기가 매우 어려움	1
	과학적 탐구를 통해 해결할 수 있는 의문임	2
	과학적 탐구를 통해 해결할 수 있고 간단한 해결방안까지 제시됨	3
변인의 유형	변인이 없음	1
	독립변인이 1개이고 범주형인 경우	2
	독립변인이 1개이고 연속형인 경우	3
	독립변인이 2개이고 범주형인 경우	4
	독립변인이 2개 이상이고 연속형인 경우	5

향상되었는지를 보기 위해, 먼저 활동지의 단계 중 문제가 명료화 되어 가는 것을 직접 볼 수 있게 의문과 문제를 직접 적게 한 단계인 1단계 ‘찾아낸 궁금증’, 5단계 ‘질문 명확화하기’, 7단계 ‘질문 정의과정에서 새롭게 나타난 질문’에 작성된 내용을 비교하여 처음 찾아낸 의문이 문제 만들기 단계를 거치면서 과학적 문제발견으로 잘 발전하였는지를 보았다. 또한, 실험집단 1의 예비교사들이 1차 적용에서 작성한 의문 전체와 7차 적용에서 작성한 의문 전체의 수준과 영역을 비교하였다. 문제 수준은 Table 3의 문제 찾기 검사 루브릭에 제시된 문제 수준 영역 기준을 사용하여 분석하였고, Wilcoxon Signed Rank Tests로 비교하여 통계적으로 유의미한 차이가 있는지를 비교하였다. 영역은 물리, 화학, 생명과학, 지구과학으로 나누어 분석하였다.

나. 과학적 문제 찾기 사전 사후 검사 분석

본 연구에서는 문제발견에서 ‘과학적’이라는 용어를 사용함으로써 특수한 상황을 만들었는데, 과학적 상황은 문제발견 능력에 있어 양적 증가 뿐 아니라 과학적 타당성 및 수준의 향상 등의 질적 향상도 고려해야 한다(Jung et al., 2004). 그래서 문헌조사를 통해 문제발견과 관련된 창의성 요소 및 과학적 타당성 및 수준 요소를 평가할 수 있는 기준을 세웠다. 먼저 Ryu & Park(2008a) 등의 연구에서는 과학적 문제발견 능력을 측정하기 위해 하위요소를 적절성, 융통성, 독창성, 정교성, 가치판단으로 하여 학생들이 발견한 문제를 분석한 바가 있다. 이 항목들은 문제발견이 창의성과 밀접한 관련이 있다는 것을 기반으로 창의성의 요소와 관련지어 세운 기준이다(Jung et al., 2004). 여기서 적절성은 제시된 문제 상황과 관련성을 이야기하는데, 이번 연구에서는 개방적 상황에서의 문제발견을 요구하였으므로 적절성 항목은

제외하였다.

문제를 많이 발견할수록 문제발견 능력이 높다(Ryu, 2008)는 사전 연구를 통해 융통성을 문제 찾기 검사의 양적 분석 요소로 선정하였다. 예비교사들이 작성한 문제의 개수가 증가하였다는 것만으로도 예비교사들의 문제발견능력이 향상되었다고 볼 수 있다. 그래서 사전과 사후에 각 집단의 예비교사들이 작성한 문제의 수를 세어 양적평가로 융통성의 향상을 보았는데, 사전 집단별 평균을 공변인으로 한 사후 집단별 평균을 비교하는 ANCOVA 분석 방식으로 세 집단간의 차이를 보았다.

또한 Ryu & Park(2008a)의 요소 중 독창성 항목은 제시한 문제의 새로움 정도를 판단하고, 정교성 항목은 적절한 문제를 대상으로 분명하고 자세하게 서술한 정도를 판단하는 척도로 평가 기준을 삼았다. 또한 가치판단 항목은 이 연구에서는 개방 상황에서의 의문을 찾아내어 과학적 문제를 발견하는 것으로 실제 의문의 가치까지 고려하여 명료화하는 과정을 요구하지 않았으므로 제외하였다. 그리고 과학적 문제의 수준과 타당성에 대한 항목으로 ‘문제 수준’, ‘검증 가능성’, ‘변인의 유형’ 세 가지 요소를 추가하였다. Dillon(1982)은 문제를 ‘기존의(existing)’, ‘발생적인(emergent)’, ‘잠재적인(potential)’ 문제라는 3가지 수준으로 구분하였다. Starko(2000)는 관찰자들은 발생적 또는 잠재적 문제의 요소들을 어떤 식으로 조합하여 이전에는 아무런 문제도 없던 곳에서 문제를 창출하거나 발명해야 한다고 말했다. 이것으로 보아, 기존의 문제보다는 발생적 문제, 발생적 문제보다는 잠재적 문제의 수준이 더 상위라고 할 수 있다. 본 연구에서는 Dillon(1982)의 문제 수준을 기반으로 ‘일상적 문제’, ‘발생적 문제’, ‘잠재적 문제’로 나누어 구분하였다.

‘검증 가능성’ 항목은 과학적 타당성 부분을 대변하는 항목으로, 과학적 탐구를 통해 검증이 가능한 문항인지 아닌지에 대한 기준을 두어 구분하였다. 과학적 탐구를 통해 해결할 수 있으며 해결방안까지 제시된 경우를 만점 3점으로 하였고, 과학적 탐구가 가능한 의문이 아닌 경우를 0점으로 하였다. 또한 탐구 문제에 변인이 구체적으로 언급되어 있으면 그렇지 않은 경우보다 과학적 증거를 얻을 수 있는 가능성이 더 많으므로, 변인을 포함한 탐구 문제를 단순 조사를 위한 문제보다 높은 수준의 탐구 문제로 구분할 수 있다(Kim, 2000). 따라서 본 연구에서는 질적 평가 기준에 ‘변인의 유형’ 항목을 추가하였으며, Gott와 Duggan(1995)의 연구에서 구분한 기준을 도입하여, 독립변인의 개수가 몇 개인지와 변인이 범주형인지, 연속형인지를 기준으로 평가하였다.

문제 찾기 검사의 평가기준은 위에 제시된 문헌연구에서 추출한 융통성, 독창성, 정교성, 문제 수준, 검증 가능성, 변인의 유형 여섯 가지 항목으로 하였는데, 이 항목 중에 융통성은 작성한 문제의 개수로 평가되는 것이므로 루브릭을 따로 만들지 않았고, 나머지 5개의 항목에 대한 루브릭을 제작하였다. 그 평가 기준 역시 문헌연구를 통해 과학교육전문가 1인과 과학교육학 박사과정 1인의 논의를 통해 결정하였다. 결정된 루브릭은 Table 3에 제시하였으며, 이학 박사 1명, 과학교육학 석사 이상의 학위를 소지한 교사 2명, 과학교육학 박사과정 연구원 1명으로 총 4명이 루브릭을 통해 사전평가를 실시하여 타당도를 분석한 결과 Cronbach α 값은 0.775이었다. 루브릭의 각 항목에 따라 평가한 점수를 사전점수를 공변인으로 하는 ANCOVA로 분석하였고, ANCOVA 검증은 SPSS 21.0으로 실시하였다.

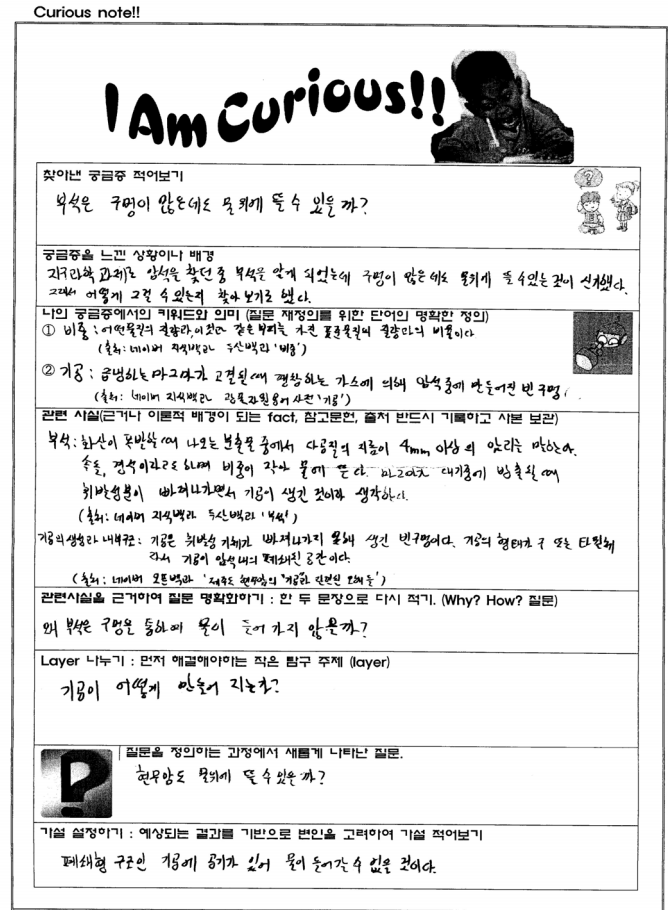


Figure 3. Sample of written problem making worksheet

III. 연구 결과

1. 문제 만들기 활동지 내용의 변화

Figure 3의 예와 같이 예비교사들은 7주 동안 매주 하나의 궁금증을 찾아 일상생활에서의 과학적 문제발견을 위한 활동지를 작성하였고, 매주 활동지를 작성함에 있어서 과제로서의 강제성은 부여하지 않았다. 활동지의 주요 목표는 예비교사가 스스로 찾아낸 궁금증을 용어의 정의와 관련 사실을 통해 좀 더 명료화 하여 궁금증을 단계로 나누고, 가설과 변인까지 생각해보게 함으로써 과학적 문제로 명확하게 만드는 것이다.

Table 2의 단계가 적용된 문제 만들기 활동지(Figure 3)에서 볼 수 있듯이 1단계에 예비교사가 처음에 찾아낸 궁금증을 작성하고, 5단계에서 조사한 용어의 정의와 관련 사실을 바탕으로 질문을 명료화한 후, 6단계에서 사전 탐구할 주제를 생각해보고 7단계에서 과학적 문제를 정의하면서 새롭게 나타난 질문을 작성하였다. 따라서 문제 만들기 활동지의 1, 5, 7단계에 작성한 문제의 발전과정을 보면 찾아낸 궁금증을 과학적 문제로 발전시켜 나가는 과정을 알 수 있다. 1, 5, 7단계로 문제를 발전시켜 나간 몇 가지 예를 Table 4에 제시하였다. 이런 예에서 볼 수 있듯이 학생들은 문제 만들기 활동지의 단계를 거치면서 자신이 찾아낸 궁금증을 관련사실과 용어의 정의 및 이론적 배경 등을 통해 명료화하고, 검증 가능한 문제로 정의하는 훈련을 경험하였음을 알 수 있다.

또한 자신의 지식이나 정보를 바탕으로 새로운 과학적 질문을 작성

Table 4. Examples of clarifying question in problem making worksheet

1. 찾아낸 궁금증	5. 질문 명확화하기	7. 질문 정의과정에서 새롭게 나타난 질문
여드름은 왜 나는 것인가?	사춘기가 지난 고3 학생들이 여드름이 많이 나는 이유는 무엇인가?	테스토스테론의 분비량이 사춘기의 여드름과 관련이 있다면 월경 때 피부에 여드름이 생기는 이유는 무엇인가?
살이 타는 이유는 무엇인가?	자외선이 강하지 않은 겨울에도 스키장에 가면 살이 타는 이유는 무엇인가?	눈이 많이 쌓인 나라의 사람들은 백인이 많은데 이들도 살이 많이 탈까?
단 음식을 먹으면 왜 식욕이 떨어질까? 입맛이 없을까? 밥을 잘 못먹게 되나?	당류가 많이 포함된 단 음식은 왜 적은 양으로도 배고픔을 덜 느끼게 하고 식욕을 억제할까?	단 음식을 먹으면 배가 덜 곪은 이유는 탄수화물이 주된 에너지원으로 쓰이기 때문일까?
술을 마시면 왜 얼굴이 빨개질까?	알코올을 흡수하면 왜 피부가 붉게 변할까?	아세트알데하이드가 피부의 혈관을 팽창시키는 과정은 어떻게 되고, 혈관팽창과 피부색과는 정확히 어떤 관계가 있을까?

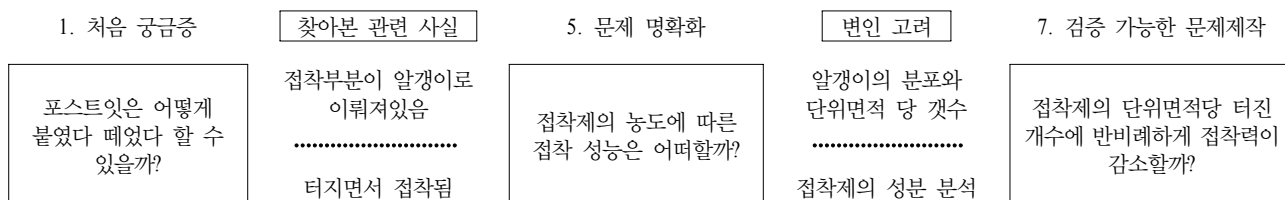


Figure 4. Example of clarifying problem to consider reference and variables

Table 5. Examples of students' questions at early & late stages

1차 적용에서 나타난 궁금증	영역	수준	7차 적용에서 나타난 궁금증	영역	수준
여드름은 왜 날까?	생	1	사진의 색은 왜 바래는 것일까? 요인을 차단하면 바래지 않을까?	화	2
배고플 때 소리가 나는 이유	생	1	계영배는 왜 잔의 70%가 넘어가면 내용물이 다 빠져나갈까?	물	2
하늘은 왜 파란색일까?	물	1	냉장고 속 식빵의 어떤 특징이 탈취효과를 나타내는 것일까?	화	2
굳은 살이 생기는 이유?	생	1	페브리즈는 어떻게 향균 작용을 할까?	화	2
암세포는 왜 아플까?	생	1	자외선이 강하지 않은 겨울에도 스키장에 가면 살이 타는 이유는 무엇일까?	물	2
상처부분이 가려운 이유	생	1	탄산은 어떤 원리로 음료에서 빠져나가게 될까?	화	2
식물은 어떻게 계절의 변화를 알고 싹을 틔우거나 꽃을 피울까?	생	2	테스토스테론 분비량이 사춘기의 여드름과 관련이 있다면 월경 때 피부에 트러블이 생기는 이유는?	생	2
미세먼지는 왜 위험한가?	생	1	어떤 방법이 혈장, 혈구 분리에 가장 적합할까?	생	3
차에서 책을 읽으면 멀미가 나는 이유는?	생	1	야구공의 실밥의 역할은 회전을 주는데 있다고 하는데 실밥이 108개로 정해진 이유는 무엇일까?	물	2
0에 수렴하는 두께로 물체를 자르면 어떻게 될까?	물	2	음이온이 우리 몸에 어떤 영향을 미쳐 건강에 좋은가? 또 양이온이 많은 환경은 어떤 환경이며, 양이온의 영향은 무엇인가?	화	3
벚꽃나무는 어떻게 온도에 맞춰 꽃을 피울까?	생	1	자외선을 흡수하는 방식과 산란하는 방식 중 자외선 차단제에 더 적합한 방식은 무엇일까?	화	2
3-4월에 초여름만큼 기온이 높은 이유	지	1	모기에 물리면 히스타민이 분비된다고 하는데, 히스타민이 분비되면 왜 붓고 간지러울까?	생	2
나무에서 꽃은 어떤 자극을 받아서 필까?	생	2	빨래는 위, 아래가 동시에 마르지 않는데, 이것이 상대습도와 관련이 있는가? 상대습도가 100%가 된 공기는 어떻게 순환할까?	지	2
지우개는 어떤 원리로 연필자국을 지울까?	물	2	한 개의 정자가 한 개의 난자와 결합함에도 불구하고 왜 한 번의 사정에서 수억개의 정자가 배출되는가?	생	3
심하게 웃을 때 왜 배가 아플까?	생	1	왜 응결핵이 있으면 응결이 더 잘 되는 것인가?	지	2
왜 자외선이 우리 몸에 해로울까?	생	1	오래된 사진이 빛 바래는 이유는 무엇일까? 덜 빛 바래게 할 수는 없을까?	화	3
과산화수소수와 상처가 만나면 거품이 왜 생기고 무슨 반응일까?	생	2	철판은 왜 초록색으로 만들어져 있을까?	물	2
잠은 왜 올까?(어두운 곳, 피곤할 때)	생	1	포스트잇은 어떻게 떼었다 붙였다 할 수 있을까?	물	2
	m	1.28		m	2.22

해내는 등, 문항을 발전시켜 나가는 과정을 보였다. 질문을 명확하게 하는 과정에서 관련 사실에 근거하여 변인을 세우고 검증가능성을 고려하며 발견한 문제를 명료화하는 모습도 많이 보였다. Figure 4는 관련 사실과 변인을 고려하여 검증가능한 문제로 명료화하는 문제 만들기 활동의 예를 보여준다.

훈련을 거듭할수록 검증가능성 및 질문 내용의 고려를 통해 더 구체적이고 고려할만한 과학적 문제들이 발견되었다. 훈련 초기에는 문제 수준이 일상적 의문이나 현상에 대한 궁금증에 대한 것이 대부분이었

고, 문제 영역 역시 다양하지 못하고 대체로 생명과학 영역이었다. 그러나 적용이 거듭될수록 문제의 수준이 향상되어 관찰과 사고를 요하거나 깊은 통찰이나 과학적 사고 및 탐구를 요구하는 문제들이 많이 나타났고, 문제 수준이 높아지면서 발견하는 문제의 영역도 다양해졌다. 실험 집단 1의 예비교사들이 1차 적용에서 작성한 궁금증과 7차 적용에서 작성한 궁금증을 Table 5에 나타내고 영역과 문제수준을 분석하였는데, 영역의 분석기준은 과학에서 물리·화학, 생명과학, 지구과학의 구분으로 하였고, 문제수준의 분석기준은 Table 3의 질적 분석

기준으로 일상적 의문을 1점, 관찰과 사고를 통해 찾아내어야 하는 문제를 2점, 아직 해결책이 존재하지 않으나 과학적 사고나 탐구를 요하는 문제 수준을 3점으로 평가하였다. 1차 적용 시 발견한 의문을 보면, 18개 중 14개가 생명과학 영역이며 물리 영역이 3개, 지구과학 영역이 1개로 일상적 의문의 수준이다 보니 대체로 질문이 인체나 식물 등의 생명과학 영역에 집중되어 있었다. 문제 수준의 평균 역시 1.28로 일상적 의문의 수준에 그치고 있다. 이에 반하여 7차 적용 시 발견한 의문은 물리 6개, 화학 7개, 생명과학 4개, 지구과학 1개로 다양하게 분포되었으며, 문제 수준의 평균도 2.22로 Wilcoxon Signed Rank Tests 결과 1차 적용 평균에 비해 유의미하게 향상되었다 ($Z=3.900, p=.000$). 이것은 문제 만들기 활동의 지속적인 적용이 예비교사들로 하여금 다양한 영역에서의 궁금증을 찾을 수 있도록 사고를 넓혀주고, 지속적인 피드백을 통해 과학적 문제발견에 대한 수준이 높아져, 깊은 사고를 요구하는 문제들을 많이 발견하게 되었다는 것을 보여준다.

또한, Figure 5의 그래프를 통해 실험 집단 1이 발견한 문제의 수준이 적용을 거듭할수록 증가함을 보여주고 있다. 또한 Table 6을 통해 1차부터 7차까지 실험 집단 1의 두 학생의 궁금증 작성한 내용을 함께 제시하였다. 이 그래프를 통해서 볼 수 있듯이 문제 만들기 활동의 지속적인 적용이 학생들의 문제발견에 대한 수준을 높여줄 수 있으며, 표의 예에서 볼 수 있듯이 생명과학 영역에 그치던 의문 분야가 다양한 분야로 의문의 영역을 넓혀가는 데 도움을 줄 수 있다는 것을 알 수 있다.

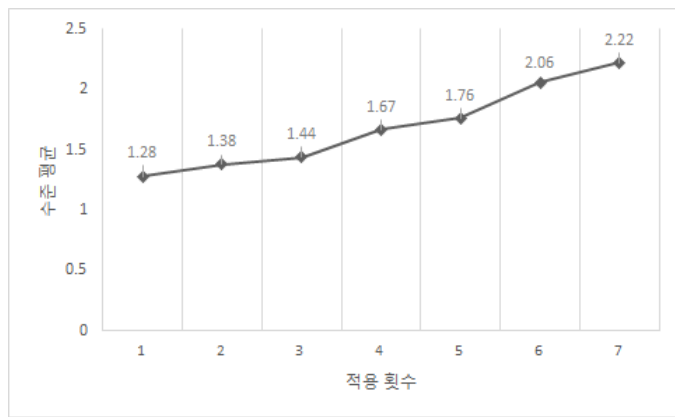


Figure 5. Problem making level average of experimental group 1

2. 과학적 문제 찾기 검사 결과

전체 예비교사들이 사전과 사후에 실시한 검사에서 발견한 문제를 연구방법의 Table 3에 제시되어 있는 유통성, 독창성, 정교성, 문제수준, 검증가능성, 변인의 유형 여섯 가지 기준에 의해 분석하였다. 사전 검사 결과를 공변인으로 하여 사후 검사 결과를 비교하는 ANCOVA를 사용하여 분석한 결과는 Table 7과 같다.

가. 유통성

과학적 문제 찾기 검사결과를 먼저 유통성 사전검사 점수를 공변인으로 한 ANCOVA 분석과 사후개별비교 결과 실험집단 1이 다른 두 집단에 비해 유의미하게 향상한 것으로 나타났다. 이것은 문제 만들기 활동의 적용이 과학적 문제발견능력의 향상에 도움이 되었음을 보여준다. 실험집단 1은 과제 수행 정도가 뛰어나며 적극적으로 과제에 참여하였던 반으로, 사전에 비해 사후에 의문 생성 양이 68% 상승하여 통계적으로도 유의미한 변화를 보였다. 과제를 수행하였으나 빠진 적이 많고 수동적인 자세로 활동에 임한 실험집단 2의 경우 증가율이 6%로서 대조군의 증가율 23%보다 더 낮았다. 이것은 의미 있는 차이는 아니지만, 자율성이 부여된 개방적 문제발견 활동에서 수동적인 자세로 임한 반복적 훈련은 오히려 강제성이 부과되는 것으로 느껴져 스트레스를 주게 되고, 문제발견 능력의 향상에 도움이 되지 않은 것으로 보인다. 특히 실험집단 2의 예비교사 중 사전검사서에서 8개, 사후 검사에서 26개를 작성함으로써 전체 실험집단 2의 평균보다 매우 많은 향상을 보인 한 명의 자료를 제외하면, 실험집단 2 전체 예비교사의 문제발견 개수는 오히려 14% 감소한 것으로 나타났다.

두 실험집단의 문제 만들기 활동지 제출은 7회였는데 실험집단 1의 평균 수행정도는 6.8회인 것에 반해, 실험집단 2의 평균 수행정도는 4회였다. 또한 인터뷰 결과 실험집단 1의 예비교사들은 문제 만들기 활동 과제를 수행하기 위해 일주일동안 많이 고민하고 적극적으로 자료를 찾아보았다고 한 반면, 실험집단 2의 예비교사들은 과제 제출일 당일 급하게 과제 수행을 위해 의문을 찾거나 다른 곳에 나와 있는 것을 참고하여 작성하는 등 불성실하게 과제에 임했다고 하였다. 이들은 7회 훈련 중 평균 3회 정도 훈련을 빠졌고, 과제 참여에 대한 적극성도 부족하였던 점으로 보아 태도나 의식과 같은 부분이 결과에 영향을 주었다고 볼 수 있다. 이것은 수동적이고 불성실한 태도는 문제발견 능력 향상에 부정적인 결과를 초래할 수도 있다고 해석할 수 있다. 사후 인터뷰에서도 학생들은 처음 검사를 시작할 때는 “처음에는

Table 6. Examples of students' questions at each stages

적용	A 학생의 궁금증		B 학생의 궁금증	
	영역	수준	영역	수준
1차	여드름은 왜 날까?	생 1	배고플 때 소리가 나는 이유	생 1
2차	꽃가루는 왜 날리는가?	생 1	높은 굽을 신으면 왜 허리가 아플까?	생 1
3차	술 먹은 다음날 머리가 아픈 이유?	생 1	술을 마시면 왜 필름이 끊길까?	생 1
4차	핸드폰 터치하는 어떤 원리로 되는 걸까?	물 2	아주 어린 시절을 기억하지 못하는 이유는?	생 2
5차	큐티클이 제거해도 다시 생기는 이유	생 2	자외선 차단제는 자외선을 반사시키는 것일까?	화 2
6차	야구공에 실밥이 없다면 어떻게 될까?	물 3	글라스하프의 원리는 무엇일까?	물 2
7차	오래된 사진이 빛 바래는 이유는 무엇일까? 빛이 덜 바래게 할 수는 없을까?	화 3	한 개의 정자가 한 개의 난자와 결합함에도 불구하고 왜 한 번의 사정에서 수억 개의 정자가 배출되는가?	생 3

Table 7. ANCOVA results for problem finding test

articles	class	N	m	SD	F	p	LSD	
융통성	pre	통제	17	4.06	1.85	4.680	.006	실험집단 1 ∨ 통제집단, 실험집단 2
		실험 1	18	5.67	3.04			
		실험 2	18	5.33	4.04			
	post	통제	17	5.00	3.20			
		실험 1	18	9.50	5.12			
		실험 2	18	5.67	5.98			
독창성	pre	통제	17	1.47	.35	10.128	.000	실험집단 1 ∨ 통제집단, 실험집단 2
		실험 1	18	1.11	.19			
		실험 2	18	1.29	.31			
	post	통제	17	1.21	.22			
		실험 1	18	1.45	.39			
		실험 2	18	1.07	.15			
정교성	pre	통제	17	1.85	.35	13.668	.000	실험집단 1 ∨ 통제집단, 실험집단 2
		실험 1	18	1.42	.38			
		실험 2	18	1.81	.59			
	post	통제	17	1.68	.43			
		실험 1	18	2.28	.43			
		실험 2	18	1.59	.31			
문제 수준	pre	통제	17	2.11	.47	4.348	.018	실험집단 1 ∨ 통제집단, 실험집단 2
		실험 1	18	1.26	.25			
		실험 2	18	1.66	.44			
	post	통제	17	1.39	.34			
		실험 1	18	1.91	.50			
		실험 2	18	1.40	.42			
검증 가능성	pre	통제	17	1.66	.36	3.632	.034	실험집단 1 ∨ 통제집단, 실험집단 2
		실험 1	18	.78	.35			
		실험 2	18	1.42	.39			
	post	통제	17	.95	.39			
		실험 1	18	1.43	.47			
		실험 2	18	1.15	.49			
변인의 유형	pre	통제	17	2.11	.34	4.887	.012	실험집단 1 ∨ 통제집단, 실험집단 2
		실험 1	18	1.29	.27			
		실험 2	18	1.60	.53			
	post	통제	17	1.37	.53			
		실험 1	18	1.71	.60			
		실험 2	18	1.34	.56			

될 적으라는 건지 모르겠고 황당했다.”, “답이 없는 과제를 수행하려니 막막했다.” 라고 느낌을 이야기 하였으나, 사후검사 후 느낌으로는 “반복적으로 훈련을 해서 사고하는 방법이 익숙해졌는지, 궁금증을 적는 것이 수월해졌다.”, “과학적인 방법에 대해 생각하게 되고, 익숙해진 것 같다.”, “주제를 한 가지 찾으니 연결되는 궁금증이 많이 떠올랐다.” 라고 응답하였다. 이는 지속적인 문제 만들기 훈련을 통해 학생들이 과학적으로 사고하는 것이 익숙해지는 것이 문제발견능력 향상에 도움이 되었다는 것을 보여준다.

나. 독창성

과학적 문제 찾기 검사에서 독창성 영역의 사전 점수를 공변인으로 한 사후 분석 결과 실험집단 1의 독창성 향상 정도가 다른 집단에 비해 유의미하게 차이가 있는 것으로 분석되었다. 독창성은 예비교사들이 발견한 문제가 얼마나 창의적인가를 평가하는 기준으로, 과학 연구에서는 창의적인 주제를 발견하는 것이 어려우면서도 중요한 과제이다. 문제 만들기 활동은 일상적인 상황에서 지속적으로 의문을 찾아내고, 과학적 궁금증을 발견하도록 사고를 유도하기 때문에 과학적 사고력 향상과 더 우수하고 창의적인 문제를 발견하는데 도움을

줄 수 있다. 그러므로 독창성 영역에서 실험집단 1의 평균이 많이 향상된 것은 의미 있는 결과라고 할 수 있다. 학생 인터뷰 결과 적용 초기에 대해서는 “처음에는 생각이 전혀 나지 않아서, 수업시간에 배웠던 것이나 했던 과제에서 생각나는 것을 추렸다.” 라고 하였으나, 지속적 훈련을 통해 “피드백을 통해 내가 생각한 주제를 이런 식으로 구체화해 볼 수 있겠다고 생각해보고, 또 다른 방법으로 생각해보기도 하였다.” 라고 응답하였다. 이것은 창의성 기법에서 제시하는 보통 생각할 수 있는 주제를 다르게 변형시킴으로써 독창적인 아이디어를 생산해내는 방법과도 유사한 만큼, 학생들의 독창성 증가에도 도움이 되었다고 볼 수 있다.

통제집단과 실험집단 2의 평균 점수는 사전에 비해 사후에 하락하였다. 평가자는 채점 결과 전체적으로 의문 수는 많아진데 비해 의문의 질이 떨어졌다고 하였는데, 이것이 독창성에도 반영된 것으로 보인다. 실제 통제집단 및 실험집단 2의 예비교사들과의 인터뷰 결과 학기 초에 실시한 것과 유사한 검사를 학기 말에 하였는데, 사후 검사 시 변화를 스스로도 느끼지 못하였다고 보고하였다. 검사를 담당한 교수도 두 집단의 사후 검사 태도가 소극적이고 성의 있게 작성하지 않는 것으로 보였다고 하였다.

다. 정교성

정교성은 문제가 얼마나 명확하고 구체적으로 표현되었는가를 평가하는 척도이다. 정교성은 질적 분석 항목 중에 지속적인 훈련으로 효과를 보기에 가장 적절한 항목이다. 통계적으로도 사전 검사를 공변인으로 한 사후 검사 평균 비교에서 가장 크게 유의미한 차이를 보였다. 문제 만들기 활동을 통해 발견한 궁금증을 관련지식을 통해 지속적으로 정교화 하는 훈련을 반복한 예비교사들이 사후 검사에서 발견한 문제를 더 정교하게 잘 표현하였다고 볼 수 있다. 학생 인터뷰 결과 초기에는 “실험 시간에 했던 내용들 중에 생각나는 것을 그냥 적거나, 봄이니깐 그냥 식물에 관련된 것을 많이 적었다.” 라고 응답한 반면, 후기에는 “단순히 질문만 생각난 게 아니라, 실험이나 과제에서 했던 방식을 생각하면서 더 구체적으로 작성하게 되었다.” 고 응답하였다. 이것은 학생들이 문제 만들기 훈련을 통해, 단순 의문을 과학적으로 해결할 수 있는 문제로 정교화 하는 훈련이 잘 된 결과라고 볼 수 있다.

실제로 ANCOVA 분석 결과 가장 많은 차이를 나타내고 있는데, 이것으로 보아 문제 만들기 활동을 통해 문제를 더 정확히 표현하는 훈련이 잘 이루어졌음을 알 수 있다. 통제집단과 실험집단 2의 정교성 수준은 감소하였는데, 이것은 독창성이 감소된 것과 마찬가지로 의문수에 비해 의문의 질이 감소하여, 질적 평가에서는 나쁜 점수를 받게 된 것으로 보인다.

라. 문제수준

문제 수준은 얼마나 깊은 사고를 요구하는 문제인가를 알아본다. 단순한 관찰이나 생각이 아니라 깊이 고민하거나 생각하여 추출한 궁금증을 높은 수준의 문제로 보았고, 일상적인 의문이나 현상에 대한 궁금증을 낮은 수준의 문제로 보았다. 여기서는 낮은 수준의 문제더라도 기본으로 1점을 부여하였고, 가장 높은 수준의 문제에 3점을 부여하였다. 문제 수준에 대한 ANCOVA 분석결과도 역시 실험집단 1이 유의미하게 향상된 것으로 나타났다.

문제 수준의 향상 정도는 독창성이나 정교성에 비해 적은 이유는 평가의 최하점 기준인 일상적 의문보다 높은 수준의 문제를 찾아내는 데는 깊은 사고가 필요하지만 제한된 시간에 사고의 깊이가 깊은 문제를 많이 찾아내는 것이 쉽지 않기 때문이다. 제한된 시간에 높은 수준의 문제를 발견하기 위해서는 훨씬 더 많은 훈련이 필요할 것이다. 또한 본 연구에서의 처치 중 중요한 부분이 피드백인데, 예비교사들이 작성한 문제 만들기 활동에 대한 피드백에서 발견한 문제의 수준에 대한 언급이 다른 항목에 비해 적었고 실제 문제 수준을 높이는 것에 대한 피드백 항목은 없었던 것도 원인이 될 수 있다. 문제 만들기 활동을 통해 학생들이 발견한 문제의 수준도 유의미하게 향상하였으므로, 문제 만들기 활동이 학생들의 문제 발견에서 높은 수준의 문제를 발견할 수 있도록 도와준다고 할 수 있다. 차후 더 높은 수준의 문제발견을 요구하는 피드백을 추가한다면 발견하는 문제의 수준을 더 높이는 것도 기대할 수 있을 것이다. 실제 학생들도 처음에는 “단순한 질문이나 일상적 의문만 생각이 났었다.” 라고 응답하였으나, “찾아낸 궁금증을 탐구문제를 만들다보니 더 생각해보고 싶고 탐구해보고 싶어졌다.” 라고 응답하기도 하였다. 이것은 지속적인 문제 만들기 훈련이 학생들

의 사고를 자극하여, 더 높은 수준의 문제에 관심을 갖도록 유도하는 효과를 보였다고 볼 수 있다.

마. 검증 가능성

검증 가능성 항목은 과학적 탐구를 할 수 있는 문제인지 해결방안이 있는지를 평가하는 것이다. ANCOVA 분석 결과 사전에 비해 사후에 집단별 차이가 유의미하다는 결과가 나왔는데, 실제로 실험 집단 1의 평균만 비교해보면 점수가 거의 두 배 가량 상승하였다. 문제 만들기 활동 적용에서 초기에는 변인이나 예상되는 결과를 고려하지 않은 의문들이 많았으나, 활동을 지속적으로 적용한 후에는 일상적 의문을 검증 가능하게 잘 명료화 해 나갔다. 문제 만들기 훈련은 그 과정에서 용어의 정의와 관련 사실을 통해 궁금증을 좀 더 명확히 하고, 궁금증을 단계로 나누고 가설과 변인까지 생각해보게 하는 훈련이다. 이 훈련을 통해 검증 가능한 문제 혹은 과학적 문제로 사고하는 능력이 더 많이 길러졌다고 할 수 있다.

학생들 역시 “처음에는 그냥 식물이나 봄에 관련된 문제를 많이 적었지만, 계속 문제 만들기를 써보니 여름에 대해서는 다양한 질문이 많이 생각나기도 했고, 어떻게 하면 좋을지에 대한 생각이 함께 떠올라 같이 작성했다.” 라고 하거나, “어떻게 실험을 진행할지에 대한 것도 같이 생각하면서 적게 되었다.” 라고 응답하였다. 이로 보아 지속적인 문제 만들기 훈련을 통해 사고가 자극되어, 단순 의문을 작성하는 것에서 그치지 않고 어떻게 해결할까에 대한 검증 가능성을 고려하는 습관이 만들어질 수 있다는 것을 보여준다.

바. 변인의 유형

변인의 유형은 문제의 독립변인의 개수와 유형을 평가하는 것으로 정교성이나 검증가능성보다 어느 정도 연관성이 있는데, 변인이 명확하게 나타나면 문제가 좀 더 명확해지고 제시된 변인의 조작 가능 여부에 따라 검증 가능성 여부도 달라지기 때문이다. 통계 결과 사전에 비해 사후의 집단별 차이가 유의미한 것으로 나왔으며, 이것은 문제 만들기 활동이 변인을 고려한 가설 진술에 대한 훈련을 제공하여 문제 발견 과정에서 변인을 고려한 문제발견이 이루어지는 데 도움이 되었음을 보여준다. 학생들 역시 “과학적 방법에 대해 생각하게 되었다”, “지식이 쌓이는 것 같았다.” 라는 응답과 함께 “문제를 만들 때, 무엇을 고려해야하는지를 더 쉽게 생각할 수 있었다.” 라고 응답하였으며, “피드백을 통해, 가설이나 변인에 대한 생각을 더 많이 하게 되었고, 나중에는 변인을 고려하면서 질문을 적었다.” 라고 응답하였다. 이것은 문제 만들기 훈련을 통해 학생들이 검증 가능성에 대한 고려를 하고, 가설을 세워보면서 변인설정에 대한 훈련도 이루어졌다고 볼 수 있다.

한편, 변인의 유형 평가의 경우 다른 영역에 비해 평가 점수의 격차가 더 커서, 변인이 없는 의문의 경우 1점에서부터, 독립변인이 2개 이상이며 연속형인 경우 5점까지 부여하여 변인의 중요성과 관련된 요소를 높게 평가하고 있다. 하지만 결과를 보면 평균점수는 다른 항목과 크게 차이가 없는데, 이것은 예비교사들이 문제발견 시 독립변인을 2개 이상 고려하는 것이 아직 익숙하지 않다는 것을 보여준다.

IV. 결론 및 논의

이 연구는 과학 연구과정에서 문제해결에 선행되어야 하는 중요한 과정인 문제발견을 위한 훈련으로 문제 만들기 활동을 통해 과학 예비교사들의 과학적 문제발견능력의 향상정도를 알아보았다. 먼저 활동에 적극적으로 참여한 집단은 과학적 문제 찾기 검사의 분석 항목 전체에 걸쳐 문제발견능력이 향상되었는데, 이를 통해 개방적인 상황에서 질문을 찾아내어 과학적으로 명료화하는 과정을 지속적으로 수행하면 과학적 문제발견능력이 향상된다는 결론을 얻을 수 있었다. 또한 여기서 중요한 과정으로 지속적인 피드백을 통해 예비교사들이 발견한 문제의 질적 향상을 유도하면, 예비교사들이 발견한 문제의 질적 향상까지 유도할 수 있다는 결론을 얻을 수 있다. 본 연구에서는 예비교사들이 문제 만들기 활동을 수행하는 전 과정에서 연구자와 교수의 피드백을 통해 문제발견의 방향과 개선할 점을 알려주었는데, 예비교사들이 발견한 문제의 질적 향상과 검사결과에서 알 수 있듯이 문제의 질적 요소도 대부분 향상되었다.

문제의 질적 요소 중에는 독창성이나 정교성과 같이 직접적으로 창의성과 관련된 영역도 있고, 문제 수준과 같은 깊은 사고를 요하는 영역도 있어서, 문제발견의 질적 향상은 창의성 향상과도 관련이 있다고 할 수 있으며, 실제로 문제발견은 창의적 성취에 중요한 요소이기도 하기 때문에(Getzels & Csikszentmihalyi, 1976), 이번에 적용한 문제 만들기 활동이 창의성 향상에도 도움이 될 수 있다고 본다. 이번 연구에서는 창의적 요소에는 크게 관심을 두지 않았지만, 다른 연구에서는 문제발견에서 창의적 성취를 평가할 수 있는 방안을 마련하여 창의성 향상과 관련된 연구를 해볼 수 있을 것이다.

이번 연구에서는 대조군을 따로 편성하지 않고 예비교사들의 수행 정도를 기준으로 편성을 하였는데, 여기서 주목할 만한 결과가 나타났다. 훈련의 역효과가 발생한 것인데, 불성실하고 수동적인 태도를 보인 실험집단 2에서 통제집단 보다도 더 부정적인 결과가 발생하였다. 이를 통해 문제발견 능력은 그 훈련 대상의 태도와도 상관이 있다는 것을 짐작할 수 있으며, 이에 대한 추가적인 연구가 더 필요하다고 볼 수 있다.

이전 연구들은 과학영재들을 대상으로 많이 이루어졌지만(Jeong & Kim, 2013; Ryu & Park, 2008a), 일반 학생들도 스스로 문제를 발견하고 해결할 수 있는 방법을 찾고 직접 설계해보는 과정을 경험하게 하는 것은 과학교육에서 중요한 과제이다(Jeong, Choi, & Yang, 2011). 실제 학생들은 스스로 탐구 문제를 정하는 자유탐구에 있어서도 탐구 문제 설정 단계에서 어려움을 겪는 것으로 나타났다(Shin & Kim, 2010). 이 또한, 기존의 문제발견에 대한 연구들이 문제 상황을 주어진 상태에서의 문제발견 능력을 보았고(Jeong & Kim, 2013; Ryu & Park, 2008b), 일상적 상황에서 문제발견에 대한 연구가 많이 이루어지지 않았기 때문이다. 이번 연구는 중·고등학교 현장에 적용하기 전에 예비교사들에게 적용하여, 훈련의 효과가 있는지 연구해 본 결과로서, 이 일상적 상황에서의 문제발견에 대한 문제 만들기 훈련을 현장에 적용하기 위해 추가적인 연구가 필요하다. 이는 먼저 학년에 따라 어느 정도 수준의 문제발견을 요구할 것인지에 대한 기준이 필요하며, 이것에 따른 평가 기준의 명료화가 필요하다. 평가 기준을 좀 더 명료화하기 위해 과학적 문제의 구성 요소를 정의하고, 이것을 통해 문제발견능력을 평가하기 위한 루브릭의 기준 및 요소로 활용하여 더 완벽한

문제발견능력 평가 기준을 제작하는 연구가 필요할 것이다.

국문요약

본 연구는 개방적 상황에서 과학적 문제 만들기 활동을 통해 예비교사들의 과학적 문제발견능력이 어떻게 향상되는지를 보았다. 이를 위해 과학교육학부 1학년 세 반을 훈련에 참여한 정도를 기준으로 적극적으로 참여한 반을 실험집단 1로, 비적극적으로 참여한 반을 실험집단 2로, 참여하지 않은 집단을 통제집단으로 편성하였다. 문제 만들기 훈련을 위해 활동지를 제작하여 예비교사들에게 적용하였는데, 예비교사들은 7주간 한 주에 하나의 궁금증을 찾아 활동지를 작성하였고, 연구자와 교수가 매주 피드백 해주었다. 또한 문제 만들기 훈련이 문제발견능력에 주는 영향을 보기 위해 개방적 상황에서의 문제발견 검사지를 개발하여 훈련 전후 문제발견능력을 측정하였다. 훈련 간 문제 만들기 활동지의 지속적인 작성과 피드백을 통해 예비교사들이 발견하는 문제의 수준이 높아지고 다양해졌으며, 검사결과 발견한 문제의 양과 질에서 실험 집단 1이 다른 집단에 비해 유의미한 향상을 보였다. 특히 질적 검사 항목 중 독창성, 정교성, 검증 가능성, 변인의 유형에서 유의미한 차이를 보였다. 또한 실험 집단 2는 부정적인 결과를 보였는데, 이것으로 보아 훈련에 임하는 태도가 문제발견능력의 향상과 상관이 있다고 짐작할 수 있다. 전체적인 결과로 보아 지속적인 문제 만들기 훈련과 피드백은 예비교사들의 문제발견능력 향상에 도움이 된다고 할 수 있다.

주제어 : 문제발견능력, 과학적 문제발견, 문제 만들기, 예비교사, 개방적 상황

References

- Brugman, G. B. (1995). The discovery and formulation of problems. *European Education*, 27(1), 38-57.
- Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluation inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175-218.
- Choi, O. (2007). The patterns, contents and backgrounds of experience of scientific questions generated by elementary school students in daily life (Master's thesis). Kongju National University, Gongju.
- Dillon, J. T. (1982). Problem finding and solving. *Journal of Creative Behavior*, 16(2), 97-111.
- Getzels, J. W., & Csikszentmihalyi, M. (1976). *The creative vision: A longitudinal study of problem finding in art*. New York: John Wiley.
- Gott, R., & Duggan, S. (1995). *Investigative work in the science curriculum*. Buckingham: Open University Press.
- Hah, J. (2003). A Study of the Relations among Problem Finding, Creative Thinking and Creative Personality. *The Korean Journal of Educational Psychology*, 17(3), 99-115.
- Hoover, S. M., & Feldhusen, J. F. (1990). The scientific hypothesis formulation ability of gifted ninth-grade students. *Journal of Educational Psychology*, 82(4), 838-848.
- Hwang, Y., & Park, J. (2010). Development and application of CNP model for the enhancing creativity of scientifically gifted students. *Journal of Gifted/Talented Education*, 20(3), 847-866.
- Jeong, J., & Kim, H. (2013). An analysis of the science inquiry problem finding processes of elementary science gifted and general students. *Journal of educational studies*, 44(1), 123-145.
- Jeong, S., Choi, H., & Yang, I. (2011). Analysis on the complexity of scien-

- tific reasoning during pre-service elementary school teachers' open-inquiry activities. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 30(3), 379-393.
- Jeong, J. (1996). Measurement on science process skills of elementary upper graders using 3-dimensional assessment framework (Master's thesis). Korea National University of Education, Cheongju.
- Jung, H., Cho, S., Seo, H., Shin, M., & Heo, N. (2004). The exploratory study on the self-directed research ability of the gifted. A study on consignment CR2003-43. Seoul: Korea Educational Development Institute.
- Kim, J. (2000). Case analysis on the process of middle school students' setting scientific inquiry problems (Unpublished doctoral dissertation). Seoul National University, Seoul.
- Kim, J. (2006). How to guide problem set-up in science inquiry for middle school students?. Paju: Korean Studies Information Co.
- Kwak, Y. (1999). The effects of computer-assisted instruction (CAI) on Korean elementary school students' attitude towards science and their ability to pursue the subject (Master's thesis). Cheonnam National University, Gwangju.
- Kwon, Y., Choi, S. Park, Y., & Jeong, J. (2003). Scientific thinking types and processes generated in inductive inquiry by college students. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 23(3), 286-298.
- Lee, H. (2005). An analysis on the relative contributions of variables to problem finding in ill and moderately structured problem situations. *The Journal of Elementary Education*, 18(2), 123-148.
- Lee, H. (2006). Gender differences in the factors affecting elementary school students' ability to identify scientific problems. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 25(4), 419-429.
- Lee, H., Jeong, J., Park, K., & Kwon, Y. (2004). Types of scientific questions generated in observational activity by elementary students and preservice teachers. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 24(5), 1018-1027.
- Lee, H., Park, K., & Kwon, Y. (2005). Type of thinking and generating processes of causal questions appeared in preservice elementary teachers' observation activity. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 24(3), 249-258.
- MEST (Ministry of Education and Science Technology) (2011). Proclamation of the Ministry of Education, Science and Technology: #2011-361 [separate volume 9] Science Curriculum. Ministry of Education, Science and Technology, Korea.
- Noh, K., & Kim, H. (1996). Elementary school children's conceptions about dissolution according to scientific and everyday context. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 15(2), 233-250.
- Runco, M. A. (1994). Problem finding, problem solving, and creativity. Norwood, NJ : Ablex Publishing Corporation.
- Ryu, S. (2008). Analysis of problem-finding activity and the relationship between problem finding and problem solving of the scientifically-gifted (Unpublished doctoral dissertation). Kyungpook National University, Daegu.
- Ryu, S., & Park, J. (2008a). Development of an instrument to measure scientific problem-finding ability for scientifically-gifted student. *Journal of Korea Association for Science Education*, 28(2), 139-149.
- Ryu, S., & Park, J. (2008b). Relationship between problem finding ability and problem solving ability in chemistry. *Journal of the Korean Chemical Society*, 52(2), 179-185.
- Shin, H., & Kim, H. (2010). Analysis of elementary teachers' and students' views about difficulties on open science inquiry activities. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 29(3), 262-276.
- Song, J. (1997). Review and analysis of the studies on contexts in science education. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 17(3), 273-288.
- Starko, A. J. (2000). Finding the problem finders: Problem finding and the identification and development of talent. In R. C. Friedman & B. M. Shore(Eds.), *Talents unfolding: Cognition and development*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Yun, K. (2004). Differences in problem finding between the scientifically gifted and the average students, and the analysis of variables effecting problem finding (Unpublished doctoral dissertation). Pusan National University, Busan.