

중등 예비 과학교사들의 지구과학영역 탐구문제 개발 능력 분석

김정훈* · 박영신

조선대학교 지구과학교육과, 501-759, 광주광역시 동구 필문대로 309

Exploring Preservice Secondary Science Teachers' Abilities of Developing Inquiry Questions in the Content of Earth Science

Jung-Hoon Kim* and Young-Shin Park

Department of Earth Science Education, Chosun University, Gwangju 501-759, Korea

Abstract: Scientific literacy has long been as one of the key goals of science education, and using scientific inquiry in school science has become an important objective to be achieved. The processes of scientific inquiry consist of proposing/developing inquiry question, designing and conducting investigation, collecting, analyzing and interpreting data, and communicating the results. However, most students experience mainly collecting and transforming data in inquiry processes in science class and they are barely exposed to the opportunities of proposing/developing inquiry questions. Middle school earth science preservice teachers participated in this study (N=36) and their abilities of developing inquiry questions were surveyed. Participants' abilities of developing inquiry questions were investigated whether they were enhanced with activities using the Inquiry Questions Development Guide (IQDG). Also, this study was interested in whether there was any relationship between abilities of developing inquiry questions and designing inquiry investigation. The results of this study were as follows; first, the level and preciseness of inquiry questions and its preciseness developed by participating teachers were enhanced after experiencing IQDG. In addition, teachers' dominating inquiry question-types were two: one is a 'relationship-inquiry question' in which students could discover the relationship between results found in the given experimental situations and the other one is a 'why-how inquiry problem' in which students could explore a cause or a process that results in the outcomes. Finally, the higher level of and preciseness the of inquiry questions were identified as an important factor the determined teachers' abilities of designing more logical investigation. A process of proposing/developing inquiry question was identified as one of the most important processes contributing to a success of scientific inquiry investigation.

Keywords: scientific literacy, scientific inquiry, the ability of developing inquiry question, the ability of designing investigation, preservice teacher

요약: 과학교육의 목적은 과학적 소양의 함양이며 이를 달성하기 위해서는 학교현장에서는 과학탐구의 실행을 중요한 목표로 삼고 있다. 이때 과학탐구의 단계는 문제제기, 가설설정, 자료수집 및 변환, 자료해석 및 결론도출로 이루어져 있다. 하지만 학교에서 학생들의 과학탐구단계는 자료수집 및 변환에 해당하는 단계에 치중되어 있으며, 문제제기는 나머지 단계를 결정하는 가장 중요한 시작의 단계임에도 불구하고 학교현장에서는 학생들에게 문제제기 기회가 거의 주어지지 않고 있다. 이 연구에서는 지구과학을 가르치는 예비교사들의 탐구문제 개발 능력 실태를 파악하고, 연구팀에서 개발한 과학탐구 문제 개발 가이드(IQDG)를 경험 후에는 탐구문제 개발 능력이 향상되었는지, 그리고 이러한 탐구문제 개발 능력은 탐구설계 능력과는 어떤 관계가 있는지를 알아보았다. 연구결과는 다음과 같다. 첫째, 지구과학 예비교사들에 의해 제안된 탐구문제의 수준과 정교성은 IQDG를 통해서 향상되었다. 둘째, 가장 높은 빈도수를 보인 탐구문제의 유형은 실험상황에서 나타난 결과들 사이에 무슨 관계가 있는지를 파악하는 '관계-탐구문제'와, 두 번째의 빈도수를 보인 유형은 결과에 대해서 원인을 찾는 '왜-어떻게 탐구문제'인 것으로 파악되었다. 마지막으로, 수준 및 정교성이 높은 탐구문제는 역시 높은 수준의 탐구설계 능력을 보여줌에 따라 탐구문제 개발 능력은 곧 전체적인 탐구과정의 성공에

*Corresponding author: kjhxy@naver.com

Tel: +82-17-655-6517

Fax: +82-62-230-7539

영향을 미치는 중요한 요소임을 결론 내릴 수 있다.

주요어: 과학적 소양, 과학탐구, 탐구 문제 개발 능력, 탐구 설계 능력, 예비교사

서론

탐구능력의 신장은 과학적 소양을 함양하기 위한 방법으로 각 교실에서의 이의 실현은 중요한 과학교육의 목표로 주시되고 있다. 과학탐구는 기존의 실험 활동의 절차적인 활동으로만 인식되어 온 것과는 달리 현재는 실험을 통하여 자료 수집을 하게 되고 수집된 자료를 들어 제기된 문제에 적절한 설명을 형성하는 과학적 사고의 통합적인 활동으로 인식되고 있다. 이는 실험을 통해 절차적인 탐구기능을 습득하고, 논증을 통해 과학적 사고를 경험하는 동안 과학 사회적 이슈에 대해서 옳고 그름을 판단하는데 필요한 과학적 태도까지 함양하는 것이 과학탐구를 하는 학교현장에서 과학교육의 목적이 되는 것이다.

과학탐구과정은 문제제기, 가설설정, 자료수집, 자료해석 및 결론 도출의 일련의 과정을 보통 일컫게 되며 이를 경험하는 동안 다양한 과학적 탐구기능인 관찰, 추론, 예상, 분류, 측정을 포함하는 기초탐구과정과 문제인식, 변인결정, 자료변환 및 결론 도출과 일반화를 포함하는 통합탐구기능을 습득하게 된다(Wellington, 1998; Woolnough, 1991). 이때 어떠한 탐구과정이란 모든 탐구과정은 호기심을 바탕으로 한 문제제기에서 시작된다. 참 과학 탐구(authentic scientific inquiry)에서 인지과정 요소의 하나로, “탐구질문 생성하기”를 따로 포함시킬 정도로 문제제기는 그 이후의 일련과정의 탐구과정에 영향을 주는 요인으로 주목되기도 한다(박영신, 2011; Chinn and Malhotra, 2002). 과학탐구 기능요소 중 하나인 탐구문제 제안 단계는 자신이 알고 있는 지식과 관찰을 통한 정보를 이용하여 만들어지는 것으로 창의적인 과학 활동을 위한 중요한 시작점이 된다고 할 수 있다. 또한 탐구문제를 제안하는 과정은 과학자의 과학적 활동을 재현하는 일이기도 하다. 즉 과학자는 환경으로부터 즉시적인 현상을 인식하고 문제를 인식하게 되는데 이는 과학자가 그 문제에 관련된 개념체계를 터득하고 탐구 지향적인 태도와 통찰력을 가지고 있어야만 가능하기 때문이다. 실제 과학자들이 수행하는 과학 탐구의 특성이 학교 과학 탐구에서 잘 반영되도록 하기 위해서는 학생들 스스로가 탐구문제를 제안 설

정하여 탐구활동을 수행하게 하는 형태가 바람직하다고 지적되기도 하였다(Roychoudhury and Roth, 1996). 이러한 문제제기 과정은 창의적 과학학습에서도 중요한 학습전략으로 강조되기도 한다(Runco and Dow, 1999). 또한 학생들에게 주어진 과학 정보와 지식을 습득하고 이해하는 것뿐만 아니라, 과학적 탐구문제를 스스로 발견하고 제안하여 해결해 나가는 과정은 자기 주도적 학습을 위해서도 필요한 학습단계임을 확인되기도 하였다(Zimmerman, 1990). Roth (1995)도 학생들이 창의적인 사고를 위해서는 “잘 정의되지 않은 문제 상황에서의 탐구경험”을 가질 수 있어야 함을 강조한다.

하지만 현재 학교 과학에서 이루어지는 탐구활동들은 학생 스스로 질문하고 그 질문에 대한 답을 얻기 위한 과학적 탐구가 아닌(김재우와 오원근, 2002), 어떤 도구를 사용하여 어떤 데이터를 얻을 것인지, 또한 데이터를 어떻게 조작할 것인지가 교사에 의해 제공되고 있다(박영신, 2011). 학교현장에서의 학교탐구를 통해서는 학생들은 잘 정의되어 있지 않은 탐구문제들을 접하거나 스스로 탐구문제를 설정하는 경험은 거의 하지 못하고 있다(Maloney, 1994). 환경적인 제한에서뿐만 아니라 이를 지도하는 교사의 탐구문제를 개발하는 것을 지도하는 교수전략 관련 지식의 한계는 학생들에게 이러한 탐구문제 개발하기의 기회를 부여하지 못하고 있는 것이다. 이를 해결하기 위해서는 교사의 적절한 가이드가 주어져 학생들이 스스로 자발적으로 탐구문제 개발에 참여해야 하는 것이다.

박종원(2005)은 일반물리를 수강한 대학생 6명을 대상으로 꼬마전구에 걸린 전압을 변화시키면서 꼬마전구에 흐르는 전류의 세기와 꼬마전구의 밝기를 측정한 내용을 주고 각각 10개씩의 탐구문제들을 제안해 보도록 하였다. 이 연구에서는 문제제기를 하는 과정에서 필요한 전략을 찾아 물리현상에서 가능한 탐구유형을 발견하여 보고하고 있다. 이때 다양한 탐구유형으로 문제 상황을 생각해볼 수 있도록 가이드가 주어진다면 학습자들은 좀 더 풍부한 탐구방법으로 높은 수준의 탐구문제를 개발할 수 있다는 생각이다. 탐구문제 제안하기와 관련하여 지구과학의 학

문적 탐구특성을 살펴보면, 학생들이 과학탐구문제를 제안할 때 사용될 수 있는 과학탐구방법은 대상의 속성과 관계를 확인하고 유사성과 차이점을 발견하는 전략 등이 동원되며 이러한 전략 등을 학생들이 탐구문제를 탐색하는 데에 영향을 미치는 것으로 파악된다(김재우와 오원근, 2002; 박종원, 2005; Keys, 1998). 따라서 탐구문제를 개발하는 사고전략을 이용한 다양한 탐구유형을 학생들에게 소개하여 이들로 하여금 다양한 각도에서 탐구문제를 개발하는 경험을 시키는 것은 좀 더 학교탐구를 과학자들이 하는 실질적인 과학탐구로의 방향으로 전환시키는데 필요한 학습과정이라 말할 수 있겠다(박영신, 2011; Chinn and Malhotra, 2002).

이러한 탐구의 시작을 할 수 있도록 가이드가 필요하다. 물론 교사의 중재자의 역할, 가끔은 정보자의 역할 또는 코디네이터의 역할이 있어야 학생들은 주어진 상황을 다양한 각도로 분석하여 탐구할 만한 가치가 있는 탐구문제를 개발할 수 있을 것이다. 예비교사나 초임교사는 과학탐구에 대해서 중요성을 인식하지만 이를 제대로 가르치는 것에 대해서 확신이 없는 이유는 가르친 경험이 없을뿐더러 어떻게 가르치는지에 대해서 학습을 한 적도 없기에 과학탐구를 학생들에게 경험시키는 것에는 자신이 없다고 보고하고 있다(박영신, 2011; Luft, 2001; Park, 2008; 2010; Roehrig and Luft, 2006).

이에 예비교사를 배출하는 사범대학의 과학교육을 전공하는 예비교사를 대상으로 과학탐구 능력 중의 시작인 탐구문제 개발 능력은 어떠한지 분석하고, 이들로 하여금 과학탐구문제를 탐색하는 가이드 설문지를 경험하게 하여 이들의 탐구문제 개발 능력의 향상에 영향이 있는지 알아보려고 한다. 예비교사의 탐구문제 개발 능력에 효과가 있다면 사범대학의 교육과정으로 과학교사를 배출하는데 있어 필수 교육과정으로 포함하는데 제언을 둘 수도 있겠다. 또한 탐구문제의 시작은 일련의 나머지 탐구과정의 설계에 영향을 준다는 가정 아래 과연 좋은 등급의 문제는 좋은 점수의 탐구 설계 능력에 긍정적인 영향을 주는 것을 분석한다면 높은 수준의 탐구문제를 개발하는 것은 과학 탐구를 교수 및 학습을 하는데 중요한 첫 단계인 요소임을 부각시킬 수 있다. 이 연구의 연구문제는 다음과 같다.

(1) 예비교사의 탐구문제 개발 능력의 실태를 파악하고, 과학 탐구문제 개발 가이드 설문지를 경험한

후의 예비교사의 문제개발능력은 향상되었는지 알아본다.

(2) 예비교사의 과학 탐구문제 개발 능력과 탐구 설계 능력에는 어떠한 관계가 있는지 알아본다.

연구 방법

연구 대상

사범대학에서 양성되는 과학교육의 예비교사들은 앞으로 중등학생들을 지도해야 한다. 때문에 사범대학의 예비교사 준비 양성 프로그램이 예비교사들에게 과학탐구를 주도적으로 할 수 있는 능력을 가르칠 수 있는 교수전략을 함양하고 있는지를 파악하고자 한다. 본 연구자가 지구과학배경을 가지고 있으므로 질적 연구에서는 연구자가 도구임을 생각할 때(곽영순, 2009), 같은 배경의 연구대상을 선정하는 것이 연구내용의 타당성을 구축하는 방편이기에 지구과학 전공의 예비교사를 대상으로 이 연구를 투입하였다. 편의 표집에 의한 연구자가 소재하는 광역시의 같은 대학의 지구과학 전공의 예비교사 중 과학탐구에 대한 이론적 이해를 포함하는 강의를 수강하는 36명이 본 연구에 참여하였다. 연구자는 이 연구에 참여하는 예비교사를 대상으로 다음과 같은 특징을 지니고 있다. 첫째, 지구과학교육론 수업을 수강하면서 과학탐구에 대해 인식하고 있을 것이라 가정한다. 과학탐구의 정의 및 구성요소와 더불어 과학의 학습에 있어서 과학탐구의 중요성을 인식하고 있다. 둘째, 탐구문제의 제안과정이 통합적 탐구과정에 해당하는 고차원적 사고를 요구하기 때문에 과학탐구과정 요소를 충분히 이해하고 있다.

검사 도구의 개발

본 연구를 위하여 2가지 검사 도구를 개발하였다. 첫 번째의 도구는 탐구문제 개발을 할 수 있는 가이드 역할을 하는 설문지이다. 두 번째는 제시되는 문제를 바탕으로 하여 탐구 설계를 할 수 있도록 가이드 역할을 하는 설문지이다. 탐구문제 개발 가이드 설문지는 박종원(2005)의 논문을 바탕으로 주어진 물리상황이나 자연적 상황에서 다양한 탐구유형과 사고전략 등이 가능하도록 과학교육 전문가와 과학교육을 전공한 대학원생들이 토론을 거쳐 설문내용을 개발하였으며 관련 타당도는 또 다른 과학교육 전문가에 의뢰하여 구축하도록 하였다. 탐구 설계 가이드 설문

지 역시 Park et al.(2011)에서 사용되었던 도구를 이 연구의 목적에 부합하도록 과학교육 전문가 및 과학교육 전공자 대학원생들이 수정하였으며 내용타당도는 설문지를 개발한 과학교육 전문가와 토론하여 구축하도록 하였다.

가. 탐구문제 개발 가이드 설문지

박중원(2005)이 제안한 ‘탐구문제 개발 전략 및 유형’을 토대로 하여, 이 연구에 투입할 ‘탐구문제 개발 가이드 설문지’를 개발하였다. 지구과학영역에 적용하기에 앞서, 기존의 설문지를 현직교사와 과학교육을 전공한 대학원생들을 대상으로 실시하였다. 이를 통해 탐구문제를 제안하기 위해 활동지에 제시된 상황은 물리교과의 특성이 잘 드러나 있고, 문항은 창의적이고 다양한 반응을 원하는데 반하여 가이드와 함께 제시된 예시는 제한적이고 형식적으로 되어있어, 창의적인 생각을 하는데 적절하지 못하다는 지적이 있었다. 이를 보완하기 위하여 학생들에게 어느 정도 익숙한 문제 상황과 예시가 함께 제시된 수정된 활동지를 만들어 지구과학교육론을 수강한 대학생을 대상으로 기존의 활동지와 수정된 활동지의 Pilot test를 통한 선행검사를 실시하여 수정 및 보완하였다. 이렇게 개발된 ‘탐구문제 개발 가이드 설문지’ 검사 도구는 ① 자유롭게 과학탐구문제 제안하기, ② 탐구문제 개발 가이드(Inquiry Question Development Guide, 이하 IQDG), ③ 제안한 탐구문제 선정하기의 세 가지 영역으로 구성되어있다. 총 문항 수는 11문항이며, 문항 유형은 서술형이다.

1) 자유롭게 과학 탐구문제 제안하기

지구과학적 현상이나 실험을 이용하여 착안되는, 즉 탐구할만한 가치가 있다고 생각되는 탐구질문들을 총 3문항씩 자유롭게 제안하도록 하고, 그 탐구문제를 제안한 이유를 기술하는 것이다. 이는 IQDG를 투입하기 이전에 예비교사들이 지니고 있는 문제개발 능력을 알아보기 위함이다. 이를 측정하기 위해서 제안된 탐구문제의 정도를 수준과 정교성 두 영역으로 나누어 분석하였다.

2) 탐구문제 개발 가이드(Inquiry Question Development Guide, IQDG)

이 연구에서는 물의 표면장력과 대기압에 대해서 다양하게 생각하고 실험해 볼 수 있는 “물이 담긴



Fig. 1. This is situation presented on IQDG that the water cup blocked by the paper is upside-down.

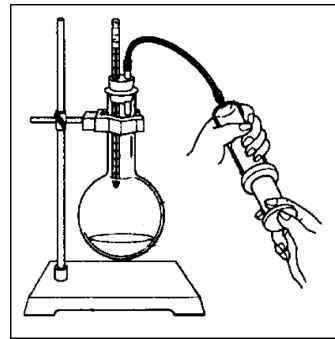


Fig. 2. The experiment of atmosphere unit presented in IQDG.

물 컵을 종이로 막고 뒤집어져있는 상황(Fig. 1)”과 함께 탐구문제를 효과적으로 제안하기 위해 도움이 되는 9개의 가이드 문항과 함께 제시하였다. 이때 제시한 가이드 문항은 앞서 IQDG에서는 예비 검사를 통해 유사한 실험과 함께 예시답안을 제시하는 것이 학생들의 이해도를 높이는 것으로 나타나 대기과학 영역의 실험(Fig. 2)과 연구자들에 의해 제안되었던 내용을 예시로 함께 제시하였다. 그러나 창의적이고 다양한 반응을 얻기 위하여 제시되는 실험과 예시는 최소한의 정보만을 제공하였다.

- 먼저 주어진 정보가 어떤 특징이 있는지 살펴볼 필요가 있다. 예를 들면 “주사기를 밀어 넣으면 공기가 압축된다.”와 같은 특징을 찾을 수 있다. 이와 같이 물이 담긴 물컵을 종이로 막고 뒤집어진 상황에는 어떤 특징들이 있는지 적어 보아라.

☞ 이 경우의 문제는 주어진 상황에 대해서 연구 참여자들이 알고 있는 지식을 최대한 찾아

서술해보는 단계이다. 어떤 상황의 탐구문제이든 아는 것만큼 탐구문제의 내용이나 수준이 정해지기에 우선 참여자로 하여금 선지식을 서로 교환하거나 확인해보는 기회를 갖도록 한다.

- 새로운 문제를 찾기 위해 주어진 상황을 바꾸는 방법도 좋다. 측정방법이나 도구, 측정범위나 측정대상 등을 바꾸어 보는 것이다. 예를 들면 “플라스틱 내부의 습도를 측정해본다.” 또는 “물 대신 매탄올을 넣어본다.”가 될 수 있다. 이와 같이 물이 담긴 물 컵을 종이로 막고 뒤집어진 상황에서 주어진 상황을 바꾼 예를 제한해 적어 보아라.

☞ 이는 연구 참여자로 하여금 주어진 실험장비나 모형의 재질이나 개수, 또는 실험방법을 바꾸는 것이 탐구문제를 개발하는데 효과가 있을지에 대해서 알아보기 위해서 포함한 문항이다. 실험장비가 탐구문제에 영향을 주는 것에 해당한다. 밀리칸의 오일실험은 이런 방법으로 성공적으로 된 경우이다.

3) 제안한 탐구문제 선정하기

다시 한 번 예비교사들의 탐구문제에 대한 생각과 수준 및 정교성이 어떻게 바뀌었는지 확인하고, IQDG 실시 이전과 비교하기 위해, 탐구문제 개발 가이드를 거치면서 각자 제안한 탐구문제들 중에서 좋다고 생각되는 탐구문제 3개를 골라보도록 하였다. 이때 예비교사들에 의해 선정된 탐구문제는 과학교육을 전공하는 대학원생과 전문가 6명이 IQDG 실시 이전과 이후를 탐구문제의 수준과 정교성 영역으로 나누어 각 문항당 점수로 평가하여 6명의 연구자에 의한 점수를 평균을 내어 사용하였다. 이때 연구자간의 점수 차이가 2점 이상 나는 문항에 대하여 재평가 후 연구자들이 평가기준에 대하여 의논하여 평가 점수를 조율하였다.

나. 탐구 설계 가이드 설문지

탐구문제에 따라 탐구 설계 능력에는 어떤 영향을 가져오는지 확인하기 위해 ‘탐구 설계 능력 검사지’(Park et al., 2011)를 사용하였다. 앞서 ‘제안한 탐구문제 수정하기’ 단계에서 평가된 탐구문제 중 높은 점수를 받은 탐구문제(High Level of Inquiry Question, HLIQ)와 낮은 점수를 받은 탐구문제(Low Level of Inquiry Question, LLIQ)를 선별하여 탐구문제의 수

준이 탐구 설계 능력과는 어떠한 관계가 있는지를 파악하기 위해 2가지 탐구문제에 대하여 탐구 설계를 하도록 하였다. 총 문항 수는 7문항이며 서술형이다. 이때 탐구 설계 가이드 문항은 주어진 탐구문제로부터 어떻게 가설설정을 하고, 실험기구 및 준비물, 변수를 결정하며, 실험과정을 기술하여 일련의 과정을 평가할 수 있도록 세분화하여 단계별로 제시하였다(Table 3).

자료의 수집

연구대상자를 선정한 후, 정규 수업 시간을 이용하여 자료를 수집하였다. 수정된 활동지는 교과 담당 교사의 감독하에서 연구대상자에게 활동지를 작성하도록 하였다. 감독을 진행하는 교과 담당자와 연구의 목적과 방법에 대해 충분히 숙지할 수 있도록, 검사를 실시하기 이전에 연구자와의 면담을 하였다.

활동지의 작성은 다양한 생각을 할 수 있도록 4-5명을 하나의 그룹으로 하는 5개의 그룹을 만들고 하나의 문항에 대해 토론 과정을 하되, 활동지에 최종 답안 작성 과정은 개별적으로 생각을 정리하여 작성할 수 있도록 하였다. 그리고 문항을 이해하지 못해 무응답을 하는 경우가 없도록 어려움이 있는 문항은 손을 들어 도움을 청할 수 있도록 하여 부연 설명을 들은 후, 작성하도록 하였다. 또한 제시되는 실험 상황을 실제로 제공하여 예비교사들이 직접 확인할 수 있는 기회를 제공하였다. ‘탐구 설계 가이드 설문지’와 ‘탐구문제 개발에 대한 느낌’은 제시된 HLIQ(“물의 온도에 따라 지속시간이 달라질까?”)와 LLIQ(“왜 물이 쏟아지지 않을까?”)에 대해 각각 20분씩 개별적으로 탐구 설계를 하도록 하였다. 그리고 자유로운 분위기에서 ‘탐구문제 개발에 대한 느낌’을 작성하도록 하였다. 이후 몇 명의 학생을 선정하여 활동지에 대한 인터뷰를 진행하였다.

자료 분석

이 연구를 통해 수집된 활동지의 평가에 대한 분석은 지구과학교육 전공 대학원생 5명과 지구과학교육을 전공한 전문가 1명에 의해 여러 차례 논의와 협의를 통해 내적 타당도 및 신뢰도를 구축하면서 진행되었다. 먼저 IQDG를 시행하기 전(자유롭게 과학적 탐구문제 제안하기)에 제시한 탐구문제와 후(제안한 탐구문제 선정하기)에 제시한 탐구문제를 “문제 발견능력 평가기준(Park et al., 2011; Table 1)”에 준

Table 1. Scoring guide for the ability of developing inquiry question (Park et al., 2011)

Criteria	Rubric	Point
The level of inquiry question	Not stated, not inquiry question (not testable)	0 pt
	Question that only acquires knowledge	1 pt
	Question that extends prior knowledge	2 pt
	Question that requires analysis, synthesis (generalization and prediction), or evaluation	3 pt
Preciseness of inquiry question	Not stated, cannot figure out its purpose	0 pt
	Question worth exploring, but it is not scientific.	1 pt
	Inquiry questions that used nonscientific terms	2 pt
	Inquiry questions that used appropriate scientific terms	3 pt

Table 2. Example for assessment of inquiry questions' level and preciseness

Criteria	Average	Example of inquiry question
Level	1 pt	What type of force is working? Question that acquires knowledge
	2 pt	What would happen if temperature changes? Question to extend the prior knowledge (Relationship between the volume pressure and temperature of air)
	3 pt	How can I make it sustain longer not to drop? Requiring analysis, synthesis (generalization and prediction), or evaluation
	1 pt	Why doesn't water fall downward despite gravity? There is point what to explore but not scientific one
Preciseness	2 pt	What would happen if I experiment with hot water and cold water? It is inquiry question, but with the use of terms which are not scientific one
	3 pt	Is there difference in sustaining time if the density of liquid is changed? Inquiry questions with the use of appropriate scientific terms

거하여 탐구문제의 수준과 탐구문제의 정교성 부분에서 0점에서 3점까지 리커트척도를 이용하여 평가하였다. 연구자 간의 점수 차이가 2점 이상이 나는 문항에 대해서는 평가 준거에 대하여 의논한 후 평가 점수를 조율하였다. 그리고 총 3문제의 평가 점수를 모두 합한 점수를 IQDG 실시 이전과 이후의 수준과 정교성이 어떻게 변하였는지 분석하였다. 준거를 이용해서 수준 및 정교성의 차별화된 예시는 Table 2에 제시하였다.

위의 탐구문제의 수준 및 정교성의 점수로 연구 참여자 예비교사들의 전후 탐구문제 개발 향상 정도를 파악할 수 있도록 점수화하였으며, 지구과학영역에서는 어떤 유형의 탐구문제가 가장 빈번하였는지를 조사하였다.

마지막으로 탐구문제의 수준과 정교성에 따라 탐구 설계능력은 어떤 영향을 받는지 확인하기 위한 ‘탐구 설계 검사지’는 ‘탐구 설계 능력 평가기준(Table 3)’에 의해 항목별로 평가하였다. 그리고 이를 합산하여 HLIQ에 의한 탐구설계 점수와 LLIQ에 의한 탐구설계 점수를 개인별로 비교하였고 또한 8가지 평가요

소별로 각각 비교, 분석하여 높은 점수의 잘 개발된 탐구문제가 과연 탐구 설계 능력도 같은 높은 점수로 이어지는지에 대해서 조사하였다.

연구결과

본 연구에서는 탐구문제 개발 가이드의 필요성을 느껴 기존의 탐구문제 개발 관련 연구의 이론적 고찰을 통해 탐구문제 개발 가이드 설문지를 개발하였다. 탐구문제 개발 가이드(IQDG)를 경험한 후의 예비교사의 문제개발능력은 향상되었는지 수준과 정교성 부분에서 평가해보고, 이때 개발된 탐구문제의 유형은 어떻게 되는지 분석해 보았다. 또한 예비교사의 과학 탐구문제 개발 능력과 탐구 설계 능력에는 어떠한 관계가 있는지 알아보았다.

예비교사의 탐구문제 개발능력 비교

예비 지구과학 교사들에게 탐구할만한 가치가 있다고 생각되는 탐구문제를 그 이유와 함께 자유롭게 제안하도록 하고, ‘탐구문제 개발 가이드(IQDG)’를

Table 3. Scoring guide for the ability of designing investigation (Park et al., 2011)

Criteria	Rubric
Making hypothesis	1point: hypothesis without validity 2point: hypothesis with unclear variables stated 3point: hypothesis with clear variables stated
Preparing appropriate tools and equipments for experimentation	1point: inappropriate equipments prepared 2point: appropriate equipments are provided for experimentation 3point: appropriate equipments are provided for experimentation in detail such as amount of liquid or its characteristics
Considering variables	1point: not considering variables well 2point: developing independent variables with unclear dependent one and controlled one 3point: developing clear independent, dependent, and controlled variables
Controlling variable	1point: no controlled variables 2point: control variable but unclear 3point: control variable clearly
Planning the way of observation and measurement	1point: no or unclear statement about observation and measurement 2point: statement about observation and measurement but not detail 3point: clear statement about observation and measurement in detail
Interpreting the results on the basis of collected data	1point: no or unclear statements about interpreting the results on the basis of data 2point: simple statements about interpreting the results on the basis of data 3point: clear and concrete statements about interpreting the results on the basis of data
Stating the termination of experiments or its replication	1point: no statement about termination or replication of experimentation 2point: simple statement about termination or replication of experimentation 3point: clear and concrete statement about termination or replication of experimentation
Constructing the validity of experimentation	1point: inconsistency among inquiry steps from making hypothesis to concluding the remarks 2point: partial consistency among inquiry steps from making hypothesis to concluding the remarks 3point: consistency among inquiry steps from making hypothesis to concluding the remarks

제공한 이후 연구대상들의 탐구문제 개발 능력이 얼마나 향상되었는지를 탐구문제의 수준 및 정교성 부분에서 평가를 하였다. 탐구문제 수준 부분에서는 탐구문제 개발 능력이 향상된 학생수가 27명(75%), 이전과 동일한 학생수가 4명(11%), 낮아진 학생수가 5명(14%)이 나왔다. 또한 탐구문제 정교성 부분에서는 탐구문제 개발 능력이 향상된 학생은 19명(53%), 동일한 학생은 10명(28%), 낮아진 학생수가 7명(19%) 이 나왔다(Table 4). 탐구문제의 수준과 정교성 부분에서 전반적으로 향상되었으며, ‘탐구문제 개발 가이드’ 수업 활동이 학생들의 과학탐구문제 개발능력의 향상에 도움이 되었음을 보여주고 있다. 또한 T-검정 결과($p < 0.05$)는 수준영역에서는 0.001, 정교성영역에

서는 0.028로 매우 유의미한 결과를 보여주었다.

개발된 탐구문제의 유형 분석

탐구문제 개발 가이드 설문지를 통하여 IQDG 실시 전후에 자유롭게 제안된 44개의 탐구문제 유형을 분석해 보았다. 탐구문제의 유형을 보면, “관계 탐구문제(Relationship Inquiry Problem)”와 “왜-어떻게 탐구문제(Why-how Inquiry Problem)”가 각각 27%와 26%로 가장 높은 빈도의 유형으로 나타났다.

이는 물리영역을 대상으로 하여 “새로운 결과 탐구문제(New-Result Inquiry Problem)”가 가장 높은 비율로 나타난 박종원(2005)의 연구결과와 다르게 나왔는데, 이는 광범위하고 추상적인 개념이 많은 지구

Table 4. Comparison between level and preciseness of inquiry question before and after IQDG

	The level of inquiry question		Preciseness of inquiry question	
	Frequency (person)	Percent (%)	Frequency (person)	Percent (%)
Enhance abilities of developing inquiry questions	27	75	19	53
No change	4	11	10	28
Hinder abilities of developing inquiry questions.	5	14	7	19
Total	36	100	36	100

Table 5. Classification of types of inquiry questions

Classification of types of inquiry questions	Frequency (person)	Percent (%)
Relationship Inquiry Problem (R-IP) (ex) Is there difference in sustaining time if the density of liquid is changed?	59	27
Why-how Inquiry Problem (W-IP) (ex) Why doesn't water fall downward despite gravity?	56	26
New-Result Inquiry Problem (N-IP) (ex) Will water fall if any solvent is added into water?	49	23
Experimental Method Inquiry Problem (E-IP) (ex) Can we calculate the difference of air pressure with the evidence of air flowing into the cup inside?	24	11
Application Inquiry Problem (A-IP) (ex) What would happen if I experiment it in space?	20	9
Total	208	96

과학의 학문적 특성으로 보인다(Kim, 2002). 즉 지구 과학영역의 상황에서는 얻은 결과들 사이에 어떠한 관계가 있을 수 있는지를 알아보고자 하거나, 결과의 원인을 탐구해보고자 하는 사고를 많이 한다고 할 수 있으며 좀 더 창의적 사고를 통한 탐구문제를 개발하는데 있어서 전략을 사용한다면 그 외의 탐구유형에 대해서 익숙해질 수 있도록 할 수 있겠다. 준거에 따라 분류된 예시는 Table 5에 제시하였다.

제안된 탐구문제에 따른 탐구문제의 설계능력 비교
다음은 탐구문제의 질적인 정도가 탐구 설계 능력에 미치는 영향을 알아보았다. 36명의 예비교사들에게 높은 평가를 받은 탐구문제를 제시하고 탐구 설계를 하게 하였으며, 낮은 평가를 받은 탐구문제를 같은 연구 참여자들인 예비교사에게 제시하고 같은 방법으로 탐구 설계를 하게 하였다. 다음은 HLIQ에 해당하는 탐구 설계능력을 보기 위한 한 예비교사의 예시이다.

2. 탐구설계 능력: 아래의 문제를 해결할 수 있는 실험을 구상해보시오.

(제한 시간 20분)

“(물이 절반정도 담긴 물컵을 종이로 막고 뒤집었을 때) 물의 온도에 따라 지속시간이 달라질까?”
단 여러분이 작성한 실험 계획서를 가지고 다른 사람도 실험해 볼 수 있도록 자세하게 쓰시오.

- <가설을 쓰시오.> (이 경우 가설이란 중요한 원인 또는 이유를 예상해 보는 것입니다. “~ 때문에 ~어떻게 될 것이다”의 문장으로 쓰면 가설이 되는 것입니다)

물의 온도가 낮을수록 컵의 물이 쏟아지지 않고 지속되는 시간이 길어질 것이다.

- <실험기구 및 준비물>(위의 가설을 검증하기 위해 필요한 실험기구와 준비물을 구체적으로 기술하시오.)

문지레, 물, 부피피펫, 종이, 일용종프, 바터, 상반이, 초시계

- <실험할 때 결과에 영향을 미치는 요인>

- ✓ 측정하고자 하는 것 (종속변인):

컵이 쏟아지지 않고 지속되는 시간

- ✓ 변화시켜야 하는 것 (독립변인):

물의 온도

- ✓ 통제해야 하는 것 (통제변인):

물의 양, 컵의 크기, 각류, 종이의 종류

분석: 주어진 상황에 대해서 가설설정은 적절하게 변인을 포함하여 기술되었으며 이는 연이어 실험기구 제시 및 변인설정에 영향을 준 것으로 파악된다. 가설설정 및 변인 문항에 대해서는 각각 3점을 부여받았다. 다만 실험기구는 대부분 제시하였으나 수량이나 정확한 특징을 기술하지 않아 2점을 부여받았다. 주어진 문제 상황에서 온도와 압력, 부피의 관계에 대한 선지식을 이용하여 독립변인과 종속변인과의 관계가 잘 드러날 수 있도록 가설을 설정하였다. 이러한 가설설정단계는 필요한 준비물과 관련된 변수 결정에 영향을 주는 것으로 파악된다. 즉 높은 점수의 탐구문제는 일련의 탐구과정 설계에 영향을 준다고 할 수 있겠다.

□ <실험과정>

(위의 사항을 모두 고려하여 구체적인 실험과정을 순서대로 자세히 기술하시오.

관찰 또는 측정의 구체적인 계획,

실험을 종료하기 위한 기준 등이 포함되어야 합니다.

(이해를 돕기 위하여 그림을 그려도 좋습니다.)

1. 버스에 상의 물을 잡고 온도로 온도를 파악한다.
2. 버스의 물을 공에 옮겨 중량을 대고 뒤집은 후 '지속시간'을 조사해준다.
3. 알코올램프로 버스의 물을 가열하고 5°C씩 상승시켜 '과정'과 같이 진행한다.

(※ 유의사항 : 물의 양은 100ml로 정확하게 잡기)

4. 온도와 지속시간을 표에 기록하고 지속시간이 1초가 안되면 실험을 중단한다.

(※ 유의사항 : 개별에 의한 실험 결과가 적절한 값을 내내시 문하면 남피시켜 온도에 따른 지속시간을 측정해 반복 한다.)

(표)	[이 온도]	상온 [°C]					...
	[초] 지속시간						...

분석: 주어진 문제에 대해서 가설설정 및 변수결정은 곧바로 어떻게 실험을 해야 하는지에 대해서 방향을 제시할 수 있는 것으로 확인된다. 정확히 무엇을 관찰, 측정해야 하는지 제시되어있고, 앞서 제시된 변인간의 관계를 파악한 후의 실험종료를 기술하고 있다. 이에 대해 관찰 및 측정, 자료해석, 실험기준 및 타당성에 대해서 3, 2, 3, 3점의 점수를 부여하였다.

높은 수준의 탐구문제(HLIQ)에 대한 탐구 설계 능력과 낮은 수준의 탐구문제(LLIQ)에 대한 탐구 설계 능력을 평가한 결과를 살펴보면(Table 6), 예비교사 36명 중 29명(81%)의 탐구 설계 능력이 LLIQ을 이용했을 때 보다 HLIQ을 이용했을 때 높은 탐구 설계 능력을 보여주었다.

HLIQ의 탐구문제로 탐구 설계를 한 경우 예비교사들은 가설설정, 관찰측정, 자료해석, 실험과정의 타당성에서 LLIQ의 경우에 비해 더 많은 예비교사가 높은 점수를 기록하였으며, 실험기구, 변인설정 및 통제외 항목에서는 HLIQ와 LLIQ의 종류에 상관없이 비슷한 점수를 기록한 참여자가 많은 것으로 나

타났다. 이는 탐구문제를 제안하는 과정 중 실제 문제 상황을 확인하고 상황을 재연하는데 필요한 실험 기구를 직접 확인한 영향으로 보인다.

전반적으로는 다른 등급의 두 개의 탐구문제가 이끌어 내는 탐구 설계 능력의 경우는 높은 등급의 탐구문제가 낮은 등급의 탐구문제보다 탐구 설계 과정에서는 좀 더 높은 설계 능력을 보여주는 것으로 나타났다. 낮은 등급의 탐구문제로 이끄는 탐구 설계 능력의 평균 총합은 15.2이며 높은 등급의 탐구문제로 이끄는 탐구 설계 능력의 평균 총합은 17.8이다(Table 7). 또한 모든 평가 항목에서 HLIQ를 이용하였을 때 탐구 설계 능력이 LLIQ를 이용하였을 때의 탐구 설계 능력

Table 6. Comparison of the designing investigation ability by each inquiry questions

	Frequency (person)	Percent (%)
Enhance abilities of designing investigation ability	29	81
No change	0	0
Hinder abilities of designing investigation ability	7	19
Total	36	100

Table 7. The average of the ability in designing investigation ability by inquiry questions

Criteria		LLIQ	HLIQ
A	Making hypothesis	2.1	2.7
B	Preparing appropriate tools and equipments for experimentation	1.9	2.1
C	Considering variables	2.4	2.5
D	Controlling variable	2.1	2.2
E	Planning the way of observation and measurement	1.8	2.3
F	Interpreting the results on the basis of collected data	1.5	1.9
G	Stating the termination of experiments or its replication	1.6	1.8
H	Constructing the validity of experimentation	1.7	2.3
Total		15.2	17.8

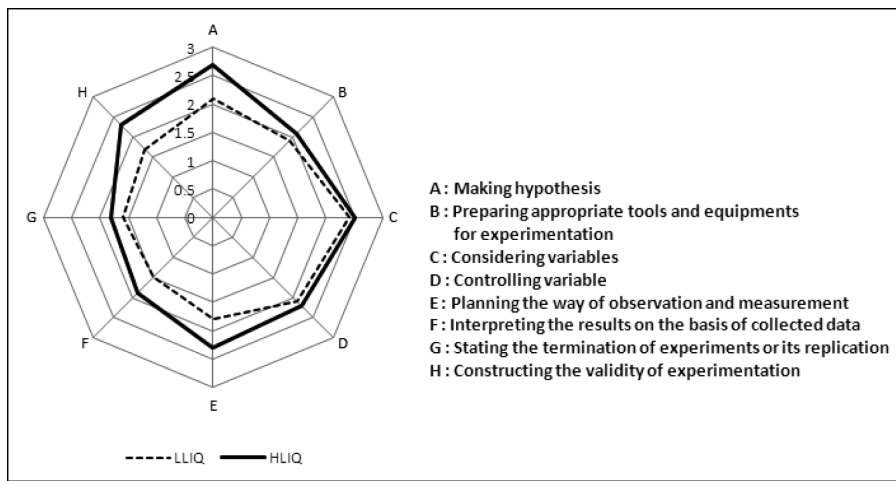


Fig. 3. The graphs comparing the abilities in the components of designing investigation by inquiry question.

보다 높게 나타났다(Fig 3). 또한 T-검정결과($p < 0.05$)는 0.001로 유의미한 결과를 보여주었다.

이러한 ‘탐구문제 개발 가이드 실문지’를 경험한 학생들의 반응을 살펴보면 다음과 같다. 인터뷰에서 R은 면담자인 연구자를, P는 피면담자인 예비교사를 나타낸 것이다.

R: 그러면 처음에 제안을 하고 다음에 넘어가면 어떠한 것들에 대해서 생각을 하게 하잖아요. 특징을 찾아보라고 한다든지, 그러한 것들을 생각했을 때, 앞서서 첫 페이지에서 탐구문제를 제안하기 위해 상황을 봤을 때 미처 보지 못했던 것들을 봤나요? 아니면?

P1: 딱 보이는 현상만이 아닌 제가 이 실문지를 받아봤을 때 사진만 봐서는 표면적인 것만 보았는데 이렇게 접해 보면서 여러 가지 방향을 생각해볼 수 있는 그런 기회가 된 것 같습니다.

R: 앞에서 여러 가지 관찰한 것들이 뒤에서 탐구문제를 제안할 때 다시 한 번 제안해보게끔 하는 질문에 있어서 도움이 된 건가요?

P1: 네. 제 스스로 다른 쪽으로 생각해 볼 수 있는 그런.. (예

비교사 P1).

예비교사(P1)는 중·고등학교 재학 중 자료를 수집, 분석하는 활동을 더 많이 경험하여 탐구문제를 제안하는데 어려움을 느꼈지만, IQDG의 실시 후 탐구문제를 제안하는데 여러 가지 방향으로 상황을 생각해볼 수 있게 되어 도움이 되었다고 말했다.

P2: 처음에 이 문제를 했을 때는 그냥... 어떻게 보면 저는 그래도 이게 원인이 뭔지 알고 있기 때문에 원인에 대해서 중심이 맞춰지니까 그 문제에 대해서는 생각하게 되요. 그렇기 때문에 일이 벌어진 이유 하나로 그래 이게 대기압 때문이겠지? 그러면은 이 힘에 대한 내용과 조금 더 바꿔 보자 했던 것이 종이나 뭐 다른 위치. 이런 거였기 때문에 다른 것 계속 하면서 내가 생각하지 못했던 것들을 생각해 하게 하긴 했어요. 가이드라인이..

R: 그러한 것들을 토대로 해서 뒷부분에서 다시 탐구문제를 제안하게 하는데 거기까지 연결이 잘 되나요?

P2: 가이드라인이 그런 건 있었어요. 어떤 작은 부분만 생각해 하게 하긴 했어요. 그런데 나중에 가서는 탐구문제를 다시

한 번 생각하게 하면서 아 그래 내가 이런 질문을 받으면 이런 대답도 할 수 있겠구나 하는 것은 많이 있었어요. 내가 처음에는 뜬금없이 ‘위치가 달라지면 결과가 달라지겠지’ 했겠지만 이것을 통해서 조금 더 ‘아! 위치라는 게 변인이라면’ 이렇게 논리적인 생각을 하게 됐어요. (예비교사 P2)

예비교사(P2) 역시 IQGD에서 상황을 관찰하게 하거나 탐구문제를 제안하게 할 때 다양한 시각으로 관찰하고, 생각하게끔 해서 도움이 되었다고 말했다. 그리고 탐구문제 개발 가이드로 인한 탐구문제 제안에 도움이 된 것이 연속적으로 탐구 설계 과정에도 도움이 될 것 같다고 말했다. 이를 통해 예비교사들 역시 탐구문제를 제안하는데 어려움을 느끼고 있었고, ‘탐구문제 개발 가이드(IQDG)’가 예비교사의 탐구문제 개발능력의 ‘수준’과 ‘정교성’ 향상에 도움이 되었음을 확인할 수 있고, 예비교사와의 인터뷰를 통해서도 IQDG의 효과가 탐구 설계 과정에 긍정적으로 나타남을 확인할 수 있었다.

결론 및 제언

이 연구에서는 탐구문제 개발 가이드의 필요성을 느껴 기존의 탐구문제 개발 관련 연구의 이론적 고찰을 통해 탐구문제 개발 가이드 설문지를 개발하였다. 이를 지구과학교육전공의 36명의 예비과학교사에게 투입하여 이들의 탐구문제 개발 능력의 정도를 IQDG 경험 전·후의 향상 정도를 비교하였다. 그리고 좋은 등급의 탐구문제와 낮은 등급의 탐구문제가 탐구 설계 능력의 어떤 영향을 주는지도 파악하였다. 또한 이들에 의해 제안된 탐구문제의 유형도 분석하였다. IQDG의 긍정적인 연구결과는 다음과 같은 결론을 포함할 수 있다.

첫째, IQDG를 실시한 후, 예비교사에 의해 제안된 과학탐구문제를 수준과 정교성 영역, 두 관점으로 분석한 결과 IQDG의 사용 전·후의 비교결과는 향상된 것으로 파악되었다. 예비 지구과학 교사들에 의해 제안된 탐구문제의 수준과 정교성에서의 평균 점수가 IQDG의 사용 이전보다 그 후에 더 높게 나왔다. 특히 수준영역에서 많이 향상되었음을 확인할 수 있는데, 이는 탐구문제를 효과적으로 제안하기 위해 도움이 되는 9개의 문항으로 구성된 IQDG를 실시한 영향이 반영된 것으로 보인다. T-검정결과($p < 0.05$)는 수준영역에서는 0.001, 정교성영역에서는 0.028로 매

우 유의미한 결과를 보여주었다. 이러한 연구결과는 IQDG 개발의 필연성에 대해서 확인하게 되는 것이고, 자유탐구나 창의·인성 프로그램과 같은 자발적인 탐구를 실행할 수 있도록 능력을 함양하기 위해서는 탐구문제개발의 단계가 필수적인 요소임을 알 때 과학탐구학습 시간에는 학생들에게 기회를 부여하여 학생 스스로 과학탐구능력을 함양할 수 있도록 해야 할 것이다.

둘째, 예비 지구과학 교사들의 탐구 설계 능력을 평가·분석해본 결과, 수준과 정교성에서 높은 평가를 받은 좋은 등급의 탐구문제(HLIQ)에 의한 탐구 설계 능력 평가가 낮은 등급의 탐구문제(LLIQ)에 의한 탐구 설계 능력 평가보다 높게 나왔다. T-검정결과($p < 0.05$)는 0.001로 유의미한 결과를 보여주었다. 이 또한 앞서 지적한 IQDG의 사용은 탐구문제 개발 능력의 향상을 가져다주었고, 이러한 능력의 함양은 곧 이어 탐구 설계 능력에도 영향을 주는 것을 알 수 있다. 본 연구에서는 화기나 화학약품을 사용하는 실험이 아니어서 ‘실험 시 고려해야 할 안전사항’ 항목은 제외하였지만 ‘화산 폭발 모형 만들기’와 같은 고려해야 할 안전사항이 필요하다면 반드시 고려해야 할 것이다. 이처럼 탐구 설계 능력 평가도구에는 탐구의 종류에 따라(개방 탐구와 확인 탐구) 또는 탐구 영역에 따라(물리·화학·생물·지구과학) 융통성 있게 평가항목이 추가 또는 삭제될 수 있는 융통성이 있는 평가도구가 제시되어야 할 것으로 보인다.

셋째, 예비 지구과학 교사들이 지구과학영역에서 자유롭게 제안한 탐구문제의 유형을 보면, 주어진 실험상황에서 얻은 결과들 사이에 어떠한 관계가 있을 수 있는지를 알아보거나 하는 ‘관계 탐구문제’와 어떤 결과가 나오게 된 인과적 변인을 찾아보거나 어떠한 과정을 통해 그러한 결과가 나오게 되었는지를 탐구해 보고자 하는 ‘왜-어떻게 탐구문제’ 유형이 가장 높게 나타났다. 이는 지구과학이 지구와 그 주변 환경 및 현상을 연구대상으로 하는 학문적 특성 때문으로 보인다. 또한 다양한 탐구문제의 유형을 다 경험할 수 있도록 모형 중심(장비중심) 또는 상황중심, 또는 정량적 상황 또는 정성적 상황을 잘 배합을 하여 지구과학적 IQDG를 개발하는 것은 의미 있는 참 과학 탐구(authentic scientific inquiry)의 기회를 위한 효과적인 학습전략이 될 것으로 판단된다.

예비교사를 배출하는 사범대학의 교육과정에서는 과학탐구에 대한 예비교사들의 이해도를 높이는 것과 동

시에 이들의 실천적인 지식이 형성되고 향상될 수 있도록 탐구교수전략에 대한 학습이 충분히 이뤄져야 할 것이다. 예비교사들의 과학탐구에 대한 인식 및 실천은 곧 학교교실에서 학생들에게 이들의 학습에 영향을 준다는 것을 자명하기에 투입된 IQDG의 개발 및 사용은 시급한 일이라 할 수 있겠다. 좋은 등급의 탐구문제를 개발하는 능력을 향상시키고 연이은 탐구 설계 능력 함양까지 긍정적인 효과를 보게 된다면 우리 학교교육에서 목표로 하는 과학적 소양의 달성은 이전의 교사 및 학생들이 경험했던 경우보다도 좀 더 체계적으로 쉽게 이룰 수 있다고 할 수 있겠다.

무엇보다도 이 연구를 통해서 예비과학교사는 과학 탐구문제 개발 설문지의 경험에 대해 탐구능력의 향상에 긍정적으로 반응을 보임에 따라 IQDG의 사용과 탐구 설계 능력 평가 도구는 예비교사 과학과 교육과정에 포함하여 평가도구로 사용할 수 있겠다. 또한 초임교사나 현직 교사를 위한 교사 전문 연수 프로그램에서도 과학탐구 주제의 연수를 위해서 교사들의 교실 현장에서의 학생들을 위한 탐구능력 개발을 위해서 사용할 수 있는 교수 및 학습전략으로 사용할 수 있겠다.

후속연구로는 IQDG에 함께 제시되는 문제 상황에 대한 연구와 좀 더 다양한 탐구유형을 경험하기 위해서 다양한 지구과학적 상황의 실험을 제시하여 경험하게 할 경우 학생들의 과학탐구에 대한 인식 및 탐구 설계 능력의 함양에 좀 더 긍정적으로 영향을 주게 되는 요인을 찾을 수 있을 것이다. 또한 이 연구에서 사용된 도구의 사용을 교사연수를 통해서 교사들에게 학습시켰을 때 나타나는 질적·양적 현상에 대해서도 연구해보는 것은 의미 있는 일이라 하겠다.

참고문헌

박영순, 2009, 질적 연구 -철학과 예술 그리고 교육-. 교육과학사, 파주, 292 p.
 김재우, 오원근, 2002, 중학교 1학년 상위권 학생들의 적절한 탐구 문제에 대한 생각. 한국과학교육학회지, 22, 261-266.
 박영신, 2011, 예비교사 양성을 위한 PCK의 강점과 약점. 한국지구과학학회 2011년도 춘계학술대회 논문초록집, p. 59.
 박종원, 2005, 학생의 과학적 탐구문제의 제안과정과 특성 분석. 한국물리학회지, 50, 203-211.
 Chinn, C.A. and Malhotra, B.A., 2002, Epistemologically, authentic inquiry in schools: A theoretical framework

for evaluating inquiry tasks. Science Education, 86, 175-218.
 Keys, C.W., 1998, A study of grade six pupils generating questions and plans for open-ended science investigation. Research in Science Education, 28, 301-316.
 Kim, C.J., 2002, Inference frequently used in earth science. Journal of the Korean Earth Science Society, 23, 188-193.
 Luft, J.A., 2001, Changing inquiry practice and beliefs: The impact of a one-year inquiry based professional development program on the beliefs and practices of secondary science teachers. International Journal of Science Education, 23, 517-534.
 Maloney, D.P., 1994, Research on problem solving: Physics. In Gabel, D.L. (ed.), Handbook of research on Science Teaching and Learning. MacMillan Reference Books, NY, USA, 598 p.
 Park, Y-S., 2008, Preservice teachers' beliefs about teaching and learning science through field experience. The Journal of International Science Gifted Education, 2, 53-69.
 Park, Y-S., 2010, Secondary beginning teachers' view of scientific inquiry: With the view of Hands-on, Minds-on, and Hearts-on. Journal of Korean Earth Science Society, 31, 798-812.
 Park, Y-S., Jeong, H-C., and Lee, K-Y., 2011, Exploring students' ability of 'doing' scientific inquiry: The case of gifted students in science. Journal of Korean Earth Science Society, 32, 225-238.
 Roehrig, G.H. and Luft, J.A., 2006, Does one size fit all the experiences of beginning teachers from different teacher preparation programs during an induction program. Journal of Research in Science Teaching, 43, 963-985.
 Roth, W.M., 1995, Authentic school science. Kluwer Academic Publishers, MA, USA, 296 p.
 Roychoudhury, A. and Roth, W., 1996, Interactions in an open-inquiry physics laboratory. International Journal of Science Education, 18, 423-445.
 Runco, M.A. and Dow, G., 1999, Problem finding. In Runco, M.A. and Pritzker, S.R. (eds.), Encyclopedia of Creativity. Academic Press, CA, USA, 1663 p.
 Wellington, J., 1998, Practical Work in School Science. Routledge, London, UK, 312 p.
 Woolnough, B.E., 1991, Practical science. Open University Press, Buckingham, UK, 192 p.
 Zimmerman, B.J., 1990, Self-regulated learning and academic achievement: An overview. Educational Psychologists, 25, 3-17.

2012년 3월 21일 접수
 2012년 5월 14일 수정원고 접수
 2012년 6월 7일 채택