

# 초등예비교사의 비판적 사고와 과학적 소양의 역량에 대한 인과구조

김동욱

(대구교육대학교 과학교육과)

## The Causal Structure between the Critical Thinking and the Scientific Literacy Competency in Pre-service Elementary Teachers

Kim, Dong Uk

(Daegu National University of Education)

### ABSTRACT

Factors and causal structures of pre-service elementary teachers about the critical thinking and the scientific literacy competency were investigated in this study. The third grade university students and the first grade university students in the metropolitan city participated in this study. The factor analysis method and the structural equation modeling method were used for the data analysis, and the following results were obtained. First, the third grade university students and the first grade university students recognized 'inquisitive thinking' factor and 'reflective thinking' factor as factors of the critical thinking, and 'scientific explanation' factor and 'evidence-based conclusion' factor as factors of the scientific literacy competency respectively. Second, the third grade university students showed more the influence from 'reflective thinking' factor to 'scientific explanation' factor and from 'reflective thinking' factor to 'evidence-based conclusion' factor than the first grade university students.

**Key words:** critical thinking, scientific literacy competency, pre-service elementary teacher

### I. 서 론

과학적 소양은 2007 개정 과학과 교육과정부터 총괄 교과목표로 명시된 이후, 2009 및 2015 개정 과학과 교육과정에서도 계속해서 강조되고 있다(National Curriculum Information Center, 2014). 또한 과학적 소양의 정의, 수행 및 실천에 대하여 과학적 소양의 연구가 진행되고 있다(Fives *et al.*, 2014; Lee, 2014; Park, 2016). PISA(Programme for International Student Assessment) 2006년 조사에 있어서 과학적 소양의 정의는 '자연계 및 인간의 활동에 의하여 일어난 자연계의 변화에 대하여 이해하며 의사결정을 하기 위하여 과학적 지식을 사용하며, 과제를 명확하게 하고 증거에 기초를 둔 결론을 도출하는 능력'으로 나타내고 있다(OECD, 2006). PISA 2006년 조사에 있어서 과

학적 소양의 정의는 상황(context), 지식(knowledge), 태도(attitude), 역량(competencies)의 네 가지 측면의 상호관계에 의한 특징을 나타내고 있는데, 상황, 지식, 태도는 역량에 영향을 미치는 구조로 되어 있다(OECD, 2006). PISA 2006년 조사에 의하면 과학적 소양의 역량으로 '과학적 의문을 인식하는 것', '현상을 과학적으로 설명하는 것'과 '과학적 증거를 이용하는 것'에 중점을 두고 있는데, 이러한 과학적 소양의 역량을 동반하는 인지과정 중에는 비판적 사고가 있다(OECD, 2006). 그리고 과학적 소양은 비판적 사고의 구성요소로 있는 정보의 평가와 증거를 기초로 한 추론 등의 기반으로 되어 있다(Kusumi *et al.*, 2011).

비판적 사고에 대한 연구는 과학교육에서는 학습프로그램을 통한 비판적 사고의 육성에 관한 연구가 진행되어 오고 있으며(Park & Kang, 2007;

이 논문은 2015년도 대구교육대학교 교내 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

2017.11.14(접수), 2017.11.23(1심통과), 2017.12.13(2심통과), 2018.01.08(최종통과)

E-mail: dkim@dnue.ac.kr(김동욱)

Park *et al.*, 2013), 교과별로 다양한 연령층 및 영역을 대상으로 비판적 사고에 대한 연구들이 진행되어 오고 있다(Bhang, 2011). 비판적 사고에 대하여 Ennis(1991)는 ‘무엇을 믿고 무엇을 행하는가의 결정에 초점을 둔 합리적 반성적 사고’로 정의를 내리고 있다. 또한 비판적 사고는 실험으로부터의 증거를 비판적으로 평가하고 분석하는 능력으로 영국, 호주, 캐나다, 한국 및 그 외 많은 국가에서 과학교과에서의 핵심역량으로 강조되고 있다(Koh & Jeong, 2014; Park & Kang, 2007).

Kusumi(2013)는 ‘과학적 소양에 대하여 과학적 지식과 비판적 사고에 토대를 두고 자연계와 과학 기술을 이해하며, 증거에 기반을 둔 결론을 이끌어 내는 능력이라 할 수 있다’라고 기술하고 있다. 그리고 한국의 2009 개정교육과정에서 과학의 목표는 ‘과학적 사고력과 창의적 문제 해결력을 길러 일상생활의 문제를 해결할 줄 아는 과학적 소양을 기른다’로 되어 있는데(National Curriculum Information Center, 2014), 과학적 사고력의 육성을 통해 과학적 소양을 육성하는 것이 강조되고 있다. 과학적 사고의 중요한 요소의 하나로 비판적 사고가 있으므로(Kaneta, S. *et al.*, 2016) 비판적 사고와 과학적 소양은 관계가 있음을 알 수 있다. 이와 같이 과학교육과정에서 보듯이 과학적 사고 중의 하나인 비판적 사고를 육성시켜서 과학소양을 기르는 것은 과학교육의 목표달성을 위한 방법임을 알 수 있다. 하지만 이와 같이 과학적 소양과 비판적 사고의 관련성에 대하여 다루고 있지만, 실제적으로 연구한 사례는 찾아보기 힘들다. 특히 과학적 소양과 비판적 사고의 구성요인들 사이의 영향에 대한 연구는 거의 없다. 그러므로 현대사회에서 요구되는 비판적 사고의 특성을 가진 과학소양인을 양성을 위한 수업설계 및 학습프로그램의 개발을 위하여 비판적 사고와 과학적 소양의 구성요인 사이의 깊이 있는 연구가 필요하다.

본 연구에서는 초등학생들의 학습에 큰 영향을 미치는 초등예비교사들이 가진 비판적 사고와 과학적 소양의 역량의 특성에 대하여 연구를 수행하였다. 본 연구의 목적은 첫 번째로 초등예비교사들을 대상으로 비판적 사고 및 과학적 소양의 역량에 대한 인식을 조사하며, 두 번째로 초등예비교사들이 가진 비판적 사고와 과학적 소양의 역량의 구성요인들 사이의 관계를 밝히고자 한다. 그리고 연구대

상인 초등예비교사는 대학 3학년 재학생과 대학 1학년 신입생으로 구성되어 있으며, 대학 1학년 신입생의 경우 처음으로 대학수업을 시작하는 주에 측정하였으므로 고등학생 3학년의 특성을 지녔다고 할 수 있다. 그러므로 두 그룹을 비교분석을 통하여 대학 재학생과 초등예비교사지원 고등학교 학생의 특성 차이를 알 수 있으며, 대학교에서의 초등과학 교육과정 및 과학수업의 특성도 파악할 수 있다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상 및 연구시기

본 연구는 초등예비교사인 교육대학교의 3학년 재학생과 1학년 신입생을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 설문조사에 참여한 학생들은 대학 3학년 학생 116명(남자 37명, 여자 79명)과 대학 1학년 학생 109명(남자 38명, 여자 71명)으로 구성되어 있다.

연구의 시기는 대학 3학년 학생의 경우는 2학기가 시작하는 9월 첫째 주에 설문조사를 실시하였으며, 대학 1학년 학생의 경우는 3월 첫째 주에 설문조사를 실시하여, 대학교 수업을 받지 않은 상태이므로, 대학 1학년 학생의 경우는 고등학교 3학년 학생의 특성을 지녔다고 볼 수 있다. 그러므로 본 연구를 통하여 얻어진 결과는 대학교 학생들의 비판적 사고와 과학적 소양의 역량의 육성을 위한 수업방법 및 수업방향의 개선에 대한 시사점도 얻을 수 있다.

### 2. 검사도구

비판적 사고와 과학적 소양의 역량은 상호 어떤 영향을 미치는가에 대한 공분산구조 분석을 수행하기 위하여 비판적 사고 문항들과 과학적 소양의 역량 문항들이 함께 들어 있는 비판적 사고 및 과학적 소양의 역량 설문지를 제작하였다. 제작된 설문지는 Table 1에서 보이고 있는 바와 같이 17문항으로 구성되어 있다.

비판적 사고의 경우, 인지적 측면으로 있는 비판적 사고 능력과 정의적 측면으로 있는 비판적 사고 성향으로 나눈다(Ennis, 1987). 하지만 비판적 사고를 능숙하게 행하기 위해서는 한 가지 측면만으로 부족하다. 그러므로 본 연구의 비판적 사고와 관련한 문항은 비판적 사고 능력과 비판적 사고 성향의

Table 1. Questionnaire questions

설문조사 문항		범주
일상생활, 과학수업 및 과학수업과 관련된 실험을 행할 때		
Q1	다양한 사고방법을 가진 사람과 만나서 많은 것을 배우고 싶다.	탐구적 사고
Q2	평생동안 새로운 것을 계속 배우고 싶다.	
Q3	새로운 것에 도전하는 것을 좋아한다.	
Q4	여러 가지 문화에 대하여 배우고 싶다.	
Q5	자신과는 다르게 생각하는 사람에게 흥미를 가진다.	
Q6	자신의 예상에 이상한 것은 없는지 다시 생각해 본다.	실험에서의 반성적 사고
Q7	친구들의 예상에 이상한 것은 없는지 생각해 본다.	
Q8	실험을 하기 전에 다른 실험방법은 없는지 다시 생각해 본다.	
Q9	실험결과가 나왔을 때 이상한 점(것)은 없는지 생각한다.	
Q10	실험방법에 잘못은 없었는지 생각한다.	
Q11	발생한 현상 및 문제점을 과학적으로 설명한다.	문제점에 대한 과학적 설명
Q12	발생한 현상 및 문제점을 과학적으로 묘사한다.	
Q13	발생한 현상 및 문제점에 대하여 과학적으로 해석한다.	
Q14	과학적 증거를 사용하여 결론을 내린다.	과학적 증거를 사용한 결론
Q15	과학적 증거를 사용하여 평가한다.	
Q16	과학적 증거를 사용하여 결론에 대한 의사소통을 한다.	
Q17	과학적 증거를 사용하여 설명하고 결론을 내린다.	

두 가지 측면을 포함하는 것으로 구성하였다.

Hirayama and Kusumi(2004)는 비판적 사고 태도에 대한 설문조사 결과, 비판적 사고 태도의 요인으로 ‘논리적 사고의 자각’, ‘탐구심’, ‘객관성’과 ‘증거의 중시’ 등 네 가지 요인을 들고 있으며, ‘논리적 사고의 자각’, ‘탐구심’은 각각 제 1요인과 제 2요인으로 비판적 사고태도에 대한 요인의 기여율이 큰 것을 알 수 있다. 또한 Kinoshita et al.(2013)은 비판적 사고 능력과 성향의 두 가지 측면을 고려한 설문조사문항을 개발하여 설문조사를 수행하였으며, 결과로서 비판적 사고는 ‘반성적 사고’, ‘탐구적·합리적 사고’, ‘근거의 중시’, ‘건전한 회의심’의 네 가지 구성요인으로 되어 있으며, ‘반성적 사고’, ‘탐구적·합리적 사고’가 각각 제 1요인과 제 2요인을 나타내고 있었다. 이러한 분석을 통하여 비판적 사고는 요인의 기여율이 높은 ‘탐구적·합리적 사고’ 요인과 ‘반성적 사고’ 요인에 두고 문항을 개발하였다. 비판적 사고와 관련된 설문조사 문항은 위의 두 검사지(Hirayama & Kusumi, 2004;

Kinoshita et al., 2013)로부터 선별한 총 10문항으로, ‘탐구적 사고’와 관련한 문항은 Q1, Q2, Q3, Q4, Q5의 5문항이며, ‘실험에서의 반성적 사고’와 관련한 문항은 Q6, Q7, Q8, Q9, Q10의 5문항으로 구성되어 있다. 그러므로 비판적 사고를 측정하는 문항들은 비판적 사고의 인지적 측면과 정의적 측면인 비판적 사고 능력과 비판적 사고 성향을 모두 포함한 문항들로 구성되어 있다.

과학적 소양의 역량에 관련된 문항은 PISA에 의하여 제안된 과학적 소양의 세 가지 역량 중에서 학교교실의 과학수업상황에서 적용하기가 다소 어렵다고 판단되는 역량인 ‘과학적 의문을 인식하는 것’을 제외한 두 가지 역량, 즉, ‘현상을 과학적으로 설명하는 것’의 역량과 ‘과학적 증거를 이용하는 것’의 역량과 관련한 과학적 소양의 역량 검사문항을 개발하였다.

과학적 소양의 역량과 관련한 문항은 총 7문항으로 구성되어 있다. PISA의 과학적 소양의 역량 중에서 ‘현상을 과학적으로 설명하는 것’과 관련한

내용 중에서 문제점에 대해 과학적으로 설명하는 것과, 문제점을 과학적으로 분석하여 해석하는 것에 초점을 맞추어 ‘문제점에 대한 과학적 설명’과 관련한 문항을 개발하였다. 과학적 소양의 역량 중에서 ‘문제점에 대한 과학적 설명’과 관련된 문항은 Q11, Q12, Q13으로 3문항으로 구성하였다. PISA에 의하면, 과학적 소양의 역량 중에서 ‘과학적 증거를 이용하는 것’은 과학적 증거를 해석하고, 결론을 도출하고 전달하는 것과 결론의 배경으로 있는 가설, 증거, 추론을 정하는 것과 과학과 기술의 발전의 사회적 의미에 대하여 생각하는 것을 의미한다. 하지만 본 설문조사 문항에서는 과학적 증거를 해석하고, 결론을 도출하고 전달하는 것에 초점을 맞추어서 ‘과학적 증거를 사용한 결론’과 관련한 문항들을 개발하였다. 과학적 소양의 역량 중에서 ‘과학적 증거를 사용한 결론’과 관련한 문항은 Q14, Q15, Q16, Q17로 4문항으로 구성하였다.

### 3. 자료처리 및 분석

비판적 사고 및 과학적 소양의 역량에 대한 설문조사지의 문항은 총 17문항으로 구성되어 있으며, 각 문항은 Likert 5단계 평정척도에 따라 점수를 부여하였다. 각 문항의 답이 ‘매우 그렇다’는 5점, ‘그렇다’는 4점, ‘어느 쪽이라 말할 수 없다’는 3점, ‘그렇지 않다’는 2점, ‘전혀 그렇지 않다’는 1점을 각각 부여하였다.

연구의 분석을 위하여 분산분석방법, 요인분석방법과 공분산구조분석방법을 사용하였다. 요인분석방법으로 주축요인추출법 및 프로맥스 회전법을 사용하여 분석을 수행하였다.

## III. 연구결과 및 논의

### 1. 대학생들의 비판적 사고 및 과학적 소양의 역량과 관련된 요인

#### 1) 대학 3학년 학생의 요인

대학 3학년 학생을 대상으로 한 비판적 사고 및 과학적 소양의 역량 설문지의 요인분석 결과는 Table 2에 나타내었다. 대학 3학년 학생은 비판적 사고 및 과학적 소양의 역량에 대하여 네 가지 요인들을 인식하고 있었다.

첫 번째 요인은 Q15, Q16, Q14, Q17의 문항으로

구성되어 있으므로 첫 번째 요인은 ‘증거기반 결론’ 요인을 나타낸다. 두 번째 요인은 Q2, Q3, Q1, Q4, Q5의 문항으로 구성되어 있으므로 두 번째 요인은 ‘탐구적 사고’ 요인을 나타낸다. 세 번째 요인은 Q12, Q13, Q11로 구성되어 있으므로 세 번째 요인은 ‘과학적 설명’ 요인을 나타낸다. 네 번째 요인은 Q10, Q9, Q6, Q7, Q8로 구성되어 있으므로 네 번째 요인은 ‘반성적 사고’ 요인을 나타낸다. 대학 3학년 학생은 비판적 사고 및 과학적 소양의 역량에 대한 설문조사결과에 의하면 ‘증거기반 결론’, ‘탐구적 사고’, ‘과학적 설명’과 ‘반성적 사고’ 요인들을 인식하고 있었다. ‘증거기반 결론’ 요인, ‘탐구적 사고’ 요인, ‘과학적 설명’ 요인과 ‘반성적 사고’ 요인에 대한 신뢰도는 각각 크론바흐 알파 .885, .756, .879와 .685를 나타냈다. 또한 문항들에 대한 요인분석 결과, ‘증거기반 결론’, ‘탐구적 사고’, ‘과학적 설명’과 ‘반성적 사고’ 요인으로 나누어져 구인타당도가 있음을 나타내고 있다. 이러한 결과는 요인분석결과에 의해 얻어진 각 요인들을 구성하는 설문조사문항들은 신뢰도와 타당도가 있는 것으로 분석할 수 있다. 이와

Table 2. Factor analysis about the 3 grade university students

문항	요인 1	요인 2	요인 3	요인 4
Q15	<b>.888</b>	-.012	-.006	.037
Q16	<b>.876</b>	-.068	.091	-.119
Q14	<b>.843</b>	.023	.012	.031
Q17	<b>.531</b>	.052	.056	.182
Q2	-.043	<b>.773</b>	.049	-.076
Q3	.001	<b>.666</b>	.081	-.076
Q1	.114	<b>.635</b>	-.039	-.091
Q4	.032	<b>.564</b>	-.121	.171
Q5	-.152	<b>.478</b>	.046	.099
Q12	.075	.022	<b>.838</b>	-.128
Q13	.036	.064	<b>.792</b>	.054
Q11	.078	-.070	<b>.772</b>	.107
Q10	.135	-.055	-.119	<b>.670</b>
Q9	-.057	-.133	.116	<b>.655</b>
Q6	.042	.036	-.074	<b>.520</b>
Q7	.111	.219	-.046	<b>.462</b>
Q8	-.203	.047	.267	<b>.462</b>

같은 결과는 일본의 대학생을 대상으로 비판적 사고에 대한 요인분석 결과에 의하면 비판적 사고의 요인으로서 탐구심과 반성적 사고가 있다는 결과와 일치하고 있다(Kinoshita & Yamanaka, 2013).

2) 대학 1학년 학생의 요인

대학 1학년 학생을 대상으로 비판적 사고 및 과학적 소양의 역량에 대한 요인분석결과는 Table 3에 나타나 있다. 대학 1학년 학생은 비판적 사고 및 과학적 소양의 역량에 대해 다음과 같은 요인들을 인식하고 있었다.

첫 번째 요인은 Q14, Q15, Q16, Q17의 문항으로 구성되어 있으므로 첫 번째 요인은 ‘증거기반 결론’ 요인을 나타낸다. 두 번째 요인은 Q13, Q12, Q11로 구성되어 있으므로 두 번째 요인은 ‘과학적 설명’ 요인을 나타낸다. 세 번째 요인은 Q4, Q3, Q2, Q1, Q5의 문항으로 구성되어 있으므로 세 번째 요인은 ‘탐구적 사고’ 요인을 나타낸다. 네 번째 요인은 Q9, Q10, Q6, Q7, Q8로 구성되어 있으므로 네 번째 요인은 ‘반성적 사고’ 요인을 나타낸다. 대학

1학년 학생은 비판적 사고 및 과학적 소양의 역량에 대한 설문조사 결과에 의하면, ‘증거기반 결론’, ‘과학적 설명’, ‘탐구적 사고’와 ‘반성적 사고’ 요인들에 대하여 인식하고 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 대학 3학년 학생에 대한 설문조사 결과와 얻어진 요인들과 같으므로 대학 1학년 학생과 대학 3학년 학생은 동일한 인식을 가지고 있다고 볼 수 있다. 또한 조사문항들의 타당도는 요인분석 결과, ‘증거기반 결론’ 요인, ‘과학적 설명’ 요인, ‘탐구적 사고’ 요인과 ‘반성적 사고’ 요인으로 나누어져 구인타당도가 있음을 나타내고 있다. 그리고 대학 1학년 학생이 가진 ‘증거기반 결론’ 요인, ‘과학적 설명’ 요인, ‘탐구적 사고’ 요인과 ‘반성적 사고’ 요인에 대한 신뢰도는 각각 크론바흐 알파 .874, .910, .783과 .693으로 나타났다. 이러한 결과는 요인분석 결과 얻어진 각 요인들에 대한 설문조사문항들은 신뢰도가 있음을 나타낸다.

2. 대학생들이 가진 요인 간의 상호비교

대학 3학년 학생과 1학년 학생 간의 요인들에 대한 비교는 분산분석방법을 사용하여 분석했으며, Table 4와 Table 5에 그 결과를 나타내었다. 대학 3학년 학생은 각 인자의 평균값에서 유의미한 차이가 얻어졌다( $F(3, 345) = 8.314, p < .01$ ). 대학 3학년 학생은 ‘탐구적 사고’ 요인의 평균값이 ‘반성적 사고’ 요인, ‘과학적 설명’ 요인의 평균값들보다 유의미하게 높았다. 또한 ‘반성적 사고’ 요인의 평균값이 ‘과학적 설명’ 요인의 평균값보다 유의미하게 높았으며, ‘증거기반 결론’ 요인의 평균값이 ‘과학적 설명’ 요인의 평균값보다 유의미하게 높게 나타났다. 대학 1학년 학생의 경우에도 각 인자의 평균값에서 유의미한 차이가 얻어졌다( $F(3, 324) = 30.259, p < .001$ ). 대학 1학년 학생은 ‘탐구적 사고’ 요인의 평균값이 ‘반성적 사고’ 요인, ‘과학적 설명’ 요인, ‘증거기반 결론’ 요인의 평균값들 보다 유의미하게 높았다. 또한 ‘반성적 사고’ 요인의 평균값이 ‘과학적 설명’ 요인의 평균값보다 유의미하게 높았으며, ‘증거기반 결론’ 요인의 평균값이 ‘과학적 설명’ 요인보다 유의미하게 높게 나타났다. 하지만 대학 3학년 학생과 대학 1학년 학생이 가진 4가지 요인의 평균값들을 비교분석해 보면 ‘반성적 사고’ 요인, ‘과학적 설명’ 요인과 ‘증거기반결론’ 요인에서 대학 3학년 학생이 대학 1학년 학생보다 높은 평균값을 보

Table 3. Factor analysis about the 1 grade university students

문항	요인 1	요인 2	요인 3	요인 4
Q14	.894	-.039	-.037	-.086
Q15	.891	-.072	-.021	.164
Q16	.621	.187	-.044	-.050
Q17	.595	.281	.099	-.021
Q13	-.003	.808	.078	.062
Q12	.044	.854	-.098	-.069
Q11	.203	.718	-.004	.017
Q4	-.108	-.014	.759	-.021
Q3	.194	.027	.704	-.090
Q2	.072	-.096	.659	-.057
Q1	-.061	-.047	.647	.184
Q5	-.103	.136	.538	-.013
Q9	.056	-.154	.000	.792
Q10	.093	-.194	-.029	.658
Q6	-.155	.241	.029	.503
Q7	.005	.264	.002	.453
Q8	-.026	.350	-.015	.406

**Table 4.** The mean value of the factors about university students

학년	요인	평균치	표준편차
3학년	탐구적 사고 (A)	4.021	.619
	반성적 사고 (B)	3.764	.431
	과학적 설명 (C)	3.572	.646
	증거기반 결론 (D)	3.856	.600
1학년	탐구적 사고 (A)	4.130	.560
	반성적 사고 (B)	3.730	.463
	과학적 설명 (C)	3.388	.773
	증거기반 결론 (D)	3.775	.618

**Table 5.** Main effects and interaction effects of factors about university students

	대학3학년 요인 (I)				대학1학년 요인 (I)			
	(A)	(B)	(C)	(D)	(A)	(B)	(C)	(D)
대학 1학년 요인 (J)	(A)	-.110						
	(B)		.034		.400*			
	(C)			.183	.742*	.342*		
	(D)				.080	.355*	-.045	-.387*
대학 3학년 요인 (J)	(A)							
	(B)	.257*						
	(C)	.449*	.192*					
	(D)	.165	-.092	-.284*				

요인: (A): 탐구적 사고, (B): 반성적 사고, (C): 과학적 설명, (D): 증거기반 결론.  
 값: 요인(I)-요인(J), \*  $p < .05$ .

였지만 유의미한 차이는 없었다( $F(1, 223) = .748, n.s.$ ).

위의 결과는 대학 3학년 학생과 대학 1학년 학생에 있어서 비판적 사고 요인으로 있는 ‘탐구적 사고’ 요인과 ‘반성적 사고’ 요인 중에서 ‘탐구적 사고’ 요인이 일상생활 및 과학수업에서 보다 활성화되어 있다는 것을 나타내고 있다. 또한 과학적 소양의 역량의 요소인 ‘과학적 설명’ 요인과 ‘증거기반 결론’ 요인 중에서 ‘증거기반 결론’ 요인이 일상생활 및 과학수업에서 보다 활성화되어 있다는 것을 나타낸다. 그리고 대학 3학년과 1학년 학생들의 과학적 소양의 역량의 요인 중에서 ‘증거기반 결론’ 요인의 평균값이 ‘과학적 설명’ 요인의 평균값보다 유의미하게 높았는데, 이러한 결과는 PISA 2003, PISA 2006, PISA 2012의 과학 역량에서 ‘과학적 증거이용’ 능력이 ‘현상에 대한 과학적 설명’ 능력보다 평균값이 높았다는

결과(Kim & Kim, 2009; Choi, 2015)와 동일한 결과를 나타내고 있다. 그러므로 본 연구결과를 볼 때 초등학교부터 대학교까지의 모든 학생들을 대상으로 비판적 사고 관련 ‘탐구적 사고’ 요인과 ‘반성적 사고’ 요인 및 과학적 소양의 역량 관련 ‘과학적 설명’ 요인과 ‘증거기반 결론’ 요인에 대하여 상호 간의 필요성의 인식 및 육성에 대한 노력이 필요하다.

### 3. 대학생의 비판적 사고와 과학적 소양의 역량의 인과구조

과학학습에 있어서 대학생의 비판적 사고가 과학적 소양의 역량에 영향을 미친다는 요인구조를 설정하고, 이 요인구조를 검토하기 위하여 공분산 구조분석을 이용하여 모델을 작성하고 분석하였다. 구체적으로 분석과정을 보면, 비판적 사고의 ‘탐구

적 사고' 요인과 '반성적 사고' 요인이 과학적 소양의 역량의 '과학적 설명' 요인과 '증거기반 결론' 요인에 미치는 영향에 대한 인과모형을 작성하며, 이 네 가지 요인들에 대한 대학 3학년 학생과 대학 1학년 학생그룹 간에 인과구조의 차이가 있는지 알기 위하여 다중집단분석방법을 도입한 공분산구조 분석방법을 사용하였다.

대학 3학년 학생과 대학 1학년 학생으로 구성된 두 그룹에 대한 비판적 사고가 과학적 소양의 역량에 미치는 영향에 대한 다중집단분석방법을 도입한 공분산구조분석을 통해 얻어진 인과모형은 Fig. 1에 나타내었다. 인과모형의 적합도는 CFI(Comparative Fit Index: 비교적합도지표)와 RMSEA(Root Mean Square Error of Approximation: 평균제곱오차평균방근) 방법을 사용하여 분석하였다. 인과모형의 적합도는 CFI는 0.932, RMSEA는 0.047을 나타내고 있으므로 CFI는 0.90보다 크며, RMSEA는 0.05보다 작으므로 이 인과모형은 적합하다고 할 수 있다(Matsuura et al., 2004). 그러므로 이 인과모형을 토대로 대학생들의 비판적 사고가 과학적 소양의 역량에 미치는 영향에 대해

여 분석을 수행했다.

Table 6에서 대학 3학년 학생은 '반성적 사고' 요인이 '과학적 설명' 요인에 미치는 경로계수는 .51, '반성적 사고' 요인이 '증거기반 결론' 요인에 미치는 경로계수는 .25, '과학적 설명' 요인이 '증거기반 결론' 요인 사용에 미치는 경로계수는 .47을 나타냈으며, 이 세 가지 경로계수들은 유의미한 값을 보였다. Table 7은 Fig. 1의 대학 3학년 학생의 인과모형의 경로계수를 분석한 것이다. 이 표에서 '반성적 사고' 요인은 '과학적 설명' 요인에 대하여 직접효과 및 총효과에서 .51을 보였으며, '과학적 설명' 요인은 '증거기반 결론' 요인에 대하여 직접효과 및 총효과에서 .47을 보임으로서 두 가지 경로는 영향력이 큰 것을 알 수 있다. 또한 '반성적 사고' 요인은 '증거기반 결론' 요인에 대하여 총효과에서 .49를 나타내므로 큰 영향을 미치고 있는 것을 알 수 있다. 이와 같이 대학 3학년 학생에 있어서 '반성적 사고' 요인은 '과학적 설명' 요인과 '증거기반 결론' 요인에 대하여 유의미하게 큰 영향을 미치고 있는 것으로 밝혀졌다. 즉, 대학 3학년 학생은 과학수

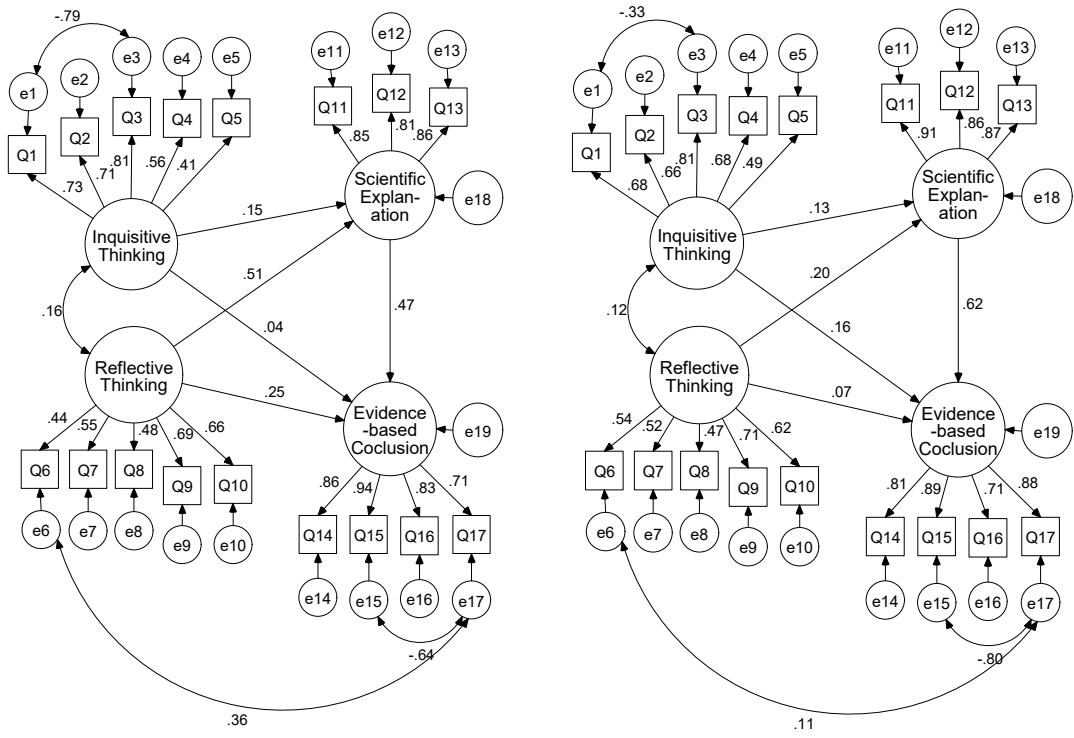


Fig. 1. Causal model of the critical thinking and the scientific literacy competency about university students as pre-service elementary teachers.

**Table 6.** Path estimate of the causal model of the 3 grade university students

경로	표준화 경로계수	비표준화 경로계수		
		추정치	표준오차	검정통계량
과학적 설명 ← 탐구적 사고	.15	.167	.109	1.532
과학적 설명 ← 반성적 사고	.51	1.064	.295	3.602***
증거기반 결론 ← 탐구적 사고	.04	.037	.078	.469
증거기반 결론 ← 반성적 사고	.25	.455	.222	2.047*
증거기반 결론 ← 과학적 설명	.47	.408	.101	4.050***
탐구적 사고 ↔ 반성적 사고	.16	.026	.021	1.230

\*  $p < .05$ , \*\*\*  $p < .001$ .

**Table 7.** Analysis of the standardized effect of the causal model of the 3 grade university students

경로	직접효과	간접효과	총효과
과학적 설명 ← 탐구적 사고	.15	—	.15
과학적 설명 ← 반성적 사고	.51	—	.51
증거기반 결론 ← 탐구적 사고	.04	.07	.11
증거기반 결론 ← 반성적 사고	.25	.24	.49
증거기반 결론 ← 과학적 설명	.47	—	.47

업에서 탐구나 실험과정에서 ‘과학적 설명’이나 ‘증거기반 결론’을 행할 때 ‘반성적 사고’를 하고 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 예비과학교사는 실험수업과정 즉 실험목표, 실험오차나 변인, 실험도구의 조작방법, 실험상황에서의 문제, 실험으로 얻은 구체적인 관찰, 실험결과, 실험결과의 적용 등에 대하여 많은 반성적 사고를 한다는 연구결과와 같다 (Lee & Im, 2011).

Table 8에서 대학 1학년 학생은 ‘과학적 설명’ 요인이 ‘증거기반 결론’ 요인에 미치는 경로계수는 .62를 나타내었으며, 이 경로계수는 유의미한 값으로 분석되었다. 하지만 다른 경로계수들은 유의미한 값으로 분석되지 않았다. Table 9는 Fig. 1의 대학 1학년 학생의 인과모델의 경로계수를 분석한 것인데, ‘과학적 설명’ 요인이 ‘증거기반 결론’ 요인에 미치는 직접효과 및 총효과에서 .62로 ‘과학적 설명’ 요인이 ‘증거기반 결론’에 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 하지만 그 외의 다른 요인들 사이에는 직접효과와 총효과의 값으로 볼 때 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 고등학생을 대상으로 한 연구에서 반성적 사고 전략을 활용한 수업은 과학적 사고력 즉 자료해석 및 결론도출에 효과가

있다고 한다(Song & Shim, 2011). 하지만 현재 교사들은 다양한 교사 교육 프로그램에 참여하여 연수를 받고 있지만, 과학 내용과 교육 과정, 교수법에 대한 연수비중이 높은 편이나, 과학과 정보 기술을 통합하거나 비판적 사고나 탐구 능력 향상에 대한 연수 비중은 적다.(Lee, 2016) 또한 고등학교 과학 교사의 수업 구성에 영향을 미치는 요인을 분석해보면 고등학교 과학교사들은 학생, 학교, 사회적 특성을 반영하여 입시에 도움이 되도록 수업을 구성함으로써 탐구활동의 수업보다는 입시를 위해서 설명식 주입식 수업을 진행한다(박 & Lee, 2012). 그러므로 연구를 위한 설문조사 시기상 고등학생의 특성을 지니고 있는 대학 1학년 학생은 고등학교 수업에서 비판적 사고의 경험이 드물었을 것이므로 비판적 사고에 의한 과학적 소양의 역량에 대한 영향이 적었다고 할 수 있다.

대학 3학년 학생과 대학 1학년 학생을 대상으로 한 비판적 사고와 과학적 소양의 역량에 대한 인과구조에 대하여 상호비교분석을 하면, 대학 3학년 학생의 경우 ‘반성적 사고’ 요인에서 ‘과학적 설명’ 요인에서의 표준화경로계수는 .51로 유의미한 값으



**Table 8.** Path estimate of the causal model of the 1 grade university students

경로	표준화 경로계수	비표준화 경로계수		
		추정치	표준오차	검정통계량
과학적 설명 ← 탐구적 사고	.13	.212	.183	1.161
과학적 설명 ← 반성적 사고	.20	.487	.325	1.500
증거기반 결론 ← 탐구적 사고	.16	.211	.118	1.784
증거기반 결론 ← 반성적 사고	.07	.154	.199	.774
증거기반 결론 ← 과학적 설명	.62	.516	.078	6.599***
탐구적 사고 ↔ 반성적 사고	.12	.018	.019	.908

\*\*\*  $p < .001$ .

**Table 9.** Analysis of the standardized effect of the causal model of the 1 grade university students

경로	직접효과	간접효과	총효과
과학적 설명 ← 탐구적 사고	.13	—	.13
과학적 설명 ← 반성적 사고	.20	—	.20
증거기반 결론 ← 탐구적 사고	.16	.08	.24
증거기반 결론 ← 반성적 사고	.07	.12	.19
증거기반 결론 ← 과학적 설명	.62	—	.62

로 평가되었지만, 대학 1학년 학생의 경우 ‘반성적 사고’ 요인에서 ‘과학적 설명’ 요인으로의 표준화 경로계수의 .20으로 유의미한 값을 나타내지 않았다. 그러므로 대학 3학년 학생은 대학 1학년 학생보다 ‘반성적 사고’ 요인이 ‘과학적 설명’ 요인에 대하여 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 또한 대학 3학년 학생의 경우 ‘반성적 사고’ 요인에서 ‘증거기반 결론’ 요인으로의 표준화경로계수의 .25는 유의미한 값으로 평가되었지만, 대학 1학년 학생의 경우 표준화경로계수의 .07로 유의미한 값을 나타내지 않았다. 그러므로 대학 3학년 학생은 대학 1학년 학생보다 ‘반성적 사고’ 요인이 ‘증거기반 결론’ 요인에 대하여 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

이와 같은 결과는 비판적 사고가 과학적 소양의 역량에 미치는 영향에 대한 대학 3학년 학생과 대학 1학년 학생의 인과구조의 차이는 학생들이 대학교에서 교사양성교육과정에 따라 수업을 지속적으로 경험한 유무의 결과이며, 교사양성대학교의 학생중심의 발표, 활동 및 토론 등의 수업방법과 고등학교의 입시위주의 교사중심 강의식 수업방법의 차이에 기인한다고 본다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 대학생들이 가진 비판적 사고와 과학적 소양의 역량에 대한 요인 및 인과구조에 대하여 연구를 수행하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 첫째로 대학 3학년 학생과 대학 1학년의 학생은 비판적 사고로서 ‘탐구적 사고’ 요인과 ‘반성적 사고’ 요인을 인식하고 있었으며, 과학적 소양의 역량으로서 ‘과학적 설명’ 요인과 ‘증거기반 결론’ 요인을 인식하고 있었다. 둘째로 대학 3학년 학생과 대학 1학년의 학생의 인과구조를 분석해 보면, 대학 3학년 학생은 대학 1학년의 학생보다 ‘반성적 사고’ 요인이 ‘과학적 설명’ 요인에 미치는 영향과 ‘반성적 사고’ 요인이 ‘증거기반 결론’ 요인에 미치는 영향이 큰 것으로 나타났다.

위의 연구의 결과를 통하여 대학 3학년 학생은 대학교에서 수업을 받은 적이 없는 대학 1학년의 신입생과의 비교에서 대학 3학년 학생의 경우에 비판적 사고의 요인 중의 하나인 ‘반성적 사고’가 과학적 소양의 요인들인 ‘과학적 설명’과 ‘증거기반 결론’에 큰 영향을 미치고 있음을 나타내고 있다.

이것은 대학 3학년 학생의 경우에는 대학에서의 초 등과학교육과정에 따른 수업을 통하여 반성적 사고가 육성되고 있음을 알 수 있다. 하지만 이 연구에서의 비판적 사고 및 과학적 소양의 역량의 요인 들인 ‘탐구적 사고’ 요인, ‘반성적 사고’ 요인, ‘과학 적 설명’ 요인과 ‘증거기반 결론’ 요인에 대하여 대 학 3학년 학생과 대학 1학년 학생의 평균값의 비교 분석결과는 두 학생그룹 사이에는 유의미한 평균 값의 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 비판적 사고와 과학적 소양의 역량에 중점을 둔 대학의 학 습프로그램을 개발의 필요성과 수업방법적인 측면 에서 비판적 사고와 과학적 소양을 육성에 중점을 둔 교수법 개발의 필요성을 시사하고 있다. 또한 본 연구에서는 특정지역의 대학 3학년 및 대학 1학 년 일부 학생들을 대상으로 연구를 수행하였으므 로 참여인원 및 연구지역 및 연구대상을 확대하여 후속연구를 행할 필요성이 있다.

## 참고문헌

- Bhang, S. (2011). Research trends in Korea on critical thinking education and lessons. *Journal of Lifelong Learning Society*, 7(1), 61-83.
- Choi, H. (2015). The result of science performance in PISA 2012: Comparing the results of Korea with those of Japan, and of Finland. *Korean Journal of Teacher Education*, 31(3), 379-399.
- Ennis, R. (1987). A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities, In J. B. Baron & R. J. Sternberg (Eds.), *Teaching skills: Theory and practice* (pp. 9-26), New York: W.H. Freeman and Company.
- Ennis, R. (1991). Critical thinking: A streamlined conception. *Teaching Philosophy*, 14, 5-25.
- Fives, H., Huebner, W., Birnbaum, A. & Nicolich, M. (2014). Developing a measure of scientific literacy for middle school students. *Science Education*, 98(4), 549-580.
- Hirayama, R. & Kusumi, T. (2004). Effect of critical thinking disposition on interpretation of controversial issues: Evaluating evidences and drawing conclusion. *Japanese Association of Educational Psychology*, 52, 186-198.
- Kaneta, S., Kawasaki, K. & Inada, Y. (2016). Study on the factors for development of scientific thinking in science education. *Bulletin of Center for Teacher Education and Development, Okayama University*, 6, 97-105.
- Kim, J. & Kim, K. (2009). An analysis of trends in high school students' scientific literacy achievement. *Journal of Research in Curriculum Instruction*, 13(3), 457-473.
- Kinoshita, H. & Yamanaka, S. (2013). A research study on the critical thinking of university students in science. *Bulletin of the Graduate School of Education, Hiroshima University. Part. II. Arts and Science Education*, 62, 9-15.
- Kinoshita, H., Yamanaka, S. & Nakayama, T. (2013). A study of the critical thinking of elementary school students in science and the structure of associated factors. *Journal of Research in Science Education*, 54(2), 181-187.
- Koh, E. & Jeong, D. (2014). Study on Korean science teacher' perception in accordance with the trends of core competencies in science education worldwide. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(6), 535-547.
- Kusumi, T. (2013). Scientific literacy and risk literacy. *Japanese Journal of Risk Analysis*, 23(1), 29-36.
- Kusumi, T., Koyasu, M. & Michita, Y. (2011). Developing critical thinking in higher education. Tokyo: Yuhikaku.
- Lee, J. (2016). Analysis of changes in the learning environments of middle school science classes. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(5), 717-727.
- Lee, M. (2014). Characteristics and trends in the classifications of scientific literacy definitions. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(2), 55-62.
- Lee, Y. & Im, S. (2011). An analysis of pre-service science teachers' reflective thinking about scientific experiment in experimental journal writings. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 31(2), 198-209.
- Matsuura, T., Meng, L. & Kadoya, S. (2004). A comparative study of Japan and China with regard to structures of teachers' consciousness in elementary science education. *Journal of Science Education in Japan*, 27(1), 19-24.
- National Curriculum Information Center (2014). *Curriculum documents of Korea*. Curriculum Resources. Retrived December 1, 2017, from <http://www.ncic.go.kr/>.
- OECD (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. Paris: OECD Publishing.
- Park, E. & Kang, S. (2007). The influence of hypothetico-deductive teaching programs on creative thinking, critical thinking and scientific attitude. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 27(3), 225- 234.
- Park, J. (2016). Discussion about the three aspects of scientific literacy: Focus on integrative understanding, settlement in curriculum, and civic education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(3), 413-422.

Park, S. & Lee, B. (2012). Analysis of factors affecting high school science teachers' class compositions. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(5), 991-1006.

Park, Y., Yoon, S., Hand, B., Therrien, W. & Shelley, M. (2013). The effectiveness of an argument-based teaching and learning approach for improving the science and math ability and the relation of critical thinking ability to

the science and math ability of elementary students with special needs. *Journal of Special Education & Rehabilitation Science*, 52(4), 411-433.

Song, S. & Shim, K. (2011). The effects of biological instruction using reflective thinking strategies on scientific thinking ability of high school students. *The Korean Society of Biology Education*, 39(3), 387-400.