

# 지구과학 관련 사회적 문제(socio-scientific issue)와 관련된 논증적 글쓰기를 통해 알아본 예비교사들의 논증구조 발달 분석

위수민 · 윤지영 · 임성만\*

한국교원대학교

## An Analysis on argumentation structure development of preservice teachers through argumentative writing on earth science related SSI

Wee Soo-meen · Yoon Ji-young · Lim Sung-man\*

Korea National University of Education

### ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze the degree of argumentation structure development and factors of development of preservice teachers through SSI related argumentative writings. The study was conducted with 16 preservice teachers that students taking elementary science education theory class in K university located in Chungbuk. The testees wrote six SSI related argumentative writings (once a week), and we examined the degree of argumentation structure development and the change in the recognition of SSI of the preservice teachers by comparing the writings before and after the experiments. The experimental results showed that argumentation structure of the preservice teachers' writings improved and argument level (argument capability) of them also increased as the number of writing was increased. Factors that affect the argumentation structure improvement are mainly argumentation structure education, a number of writings, feedbacks, and subjects related to SSI. In this aspect, the argumentative writing on SSI has the effect of developing scientific sophistication and enhancing the decision-making power of students, and it has positive impacts in science education.

**Key words** : argumentation, SSI, argumentative writing, preservice teacher

## I. 서 론

현행 과학 교과서의 목표는 학생들로 하여금 과학의 기본 개념을 이해하고, 탐구능력을 배양하고, 과학적인 태도를 함양함과 동시에 과학, 기술, 사회의 관계를 인식하도록 만드는 것이다(MEST, 2009). 이 중에서 학생들이 과학과 사회와의 관계를 인식하는 것은 과학적 소양 중 하나인 과학의 본성을 이해한다는 측면에서 매우 중요한 부분이다(National Research Council, 1996). 특히 현행 2009 개정 과학과

교육과정의 교수학습 방법 관련 내용에서는 과학과 관련된 사회적 쟁점에 대해 학생들이 이해할 필요가 있으며, 이러한 소재들을 학습에 적극적으로 도입하기를 권하고 있다(MEST, 2009).

최근 학생들에게 과학과 사회와의 관계를 이해시키기 위해 과학교육자들은 SSI(Socio Scientific Issues, 이하 SSI)에 대해 관심을 갖기 시작하였다( Flower et al., 2009; Lee & Chang, 2007; Wee & Lim, 2013; Zeidler et al., 2005). SSI는 사회와 과학의 상호 의존적 관계를 포함하고 있는 문제를 말한다(Zeidler et

al., 2005). SSI는 과학 전문가뿐만 아니라 사회 전체의 관심이 요구되고 있는 문제로(Flower et al., 2009), 기존의 STS 교육에서 놓치고 있던 과학의 윤리적 측면에 대한 고려를 강조하고 있다(Zeidler et al., 2005). 이러한 점에서 SSI는 과학적 논증활동 주제로 많이 사용된다.

한편 과학적 논증활동과 관련하여 현행 과학과 교육과정에서는 과학 글쓰기와 토론을 강조하고 있다(MEST, 2009). 이러한 흐름과 앞서 논의한 SSI의 특징을 관련시켜 생각해보면 SSI를 통한 과학 글쓰기 활동은 학생들의 과학적 소양을 기르는데 좋은 소재와 활동이라고 할 수 있다. Sadler와 Zeidler(2005)는 과학적 소양은 사회적으로 중요한 과학적 이슈를 처리할 때 관련 정보에 바탕을 둔 의사결정 능력을 요구한다고 주장하였다. 이에 본 연구에서는 SSI에 대한 논증적 글쓰기를 통해 예비교사들의 논증구조가 어떻게 발달하고 발달의 요인이 무엇인지에 대해 알아보하고자 하였다.

그동안 과학교육에서는 과학 학습의 도구로써 글쓰기가 학습자의 인지적, 정의적 영역에서의 긍정적 영향을 준다는 연구들이 행해져 왔다(Keys et al., 1999; Rivard & Straw, 2000). 학생들은 글쓰기나 토론 등과 같은 논증과정을 통해서 과학적 명제와 과학적 지식의 구성 방법에 대해 학습할 수 있으며(Bell & Linn, 2000), 논증과정을 통해 개념들 사이의 관계를 파악하고, 논증과정 중 정보를 선별하는 것을 통해 효과적인 학습이 가능하다(O'Donnell & King, 1998). 이러한 글쓰기와 토론과 같은 논증활동의 장점에도 불구하고 아직까지 과학글쓰기와 관련된 수업을 현장에서 구체적으로 어떻게 진행해야 하는지에 대한 연구는 이루어지지 않았다. 즉 과학 글쓰기 수업 진행에 대한 구체적인 사례를 제공해주는 연구는 드물었다. 특히 현행 과학과 교육과정에서도 글쓰기와 토론과 같은 논증과정이 중요함을 강조하고는 있으나 그 실행 방법에 대한 내용은 구체적으로 제시하고 있지 못하다. Maloney와 Simon(2006)은 과학수업에서 학생들이 어떠한 흐름으로 논증을 발달시키는지 파악하는 것은 중요하다고 하였다. 이에 본 연구에서는 예비교사들을 대상으로 과학 글쓰기 활동을 6회에 걸쳐 실시하고 실시하는 중간 논증에 관한 수업 및 지속적인 개별적 피드백을 제공하여 예비교사들의 논증구조의 발달과 발달 요인에 대해 질적인 분석을 시도해보고자 하였다.

특히 많은 선행연구들(Flower et al., 2009; Sadler & Zeidler, 2005)에서는 SSI를 이용한 논증활동이 효과적이라는 결과들이 있어 SSI를 이용하여 과학 글쓰기를 실시하였다. 따라서 본 연구는 이와 같은 필요성을 바탕으로 SSI에 대한 논증적 글쓰기를 통해 예비교사들의 논증구조 발달 및 발달 요인을 분석하기 위해 다음과 같은 구체적인 연구문제는 세웠다.

1. 논증적 글쓰기를 통해 예비교사들의 논증구조가 발달되는가?
2. 논증구조 발달에 영향을 주는 요인은 무엇인가?

### III. 연구방법

#### 1. 연구 절차

본 연구는 지구과학 관련 SSI에 관한 논증적 글쓰기를 통해 예비교사들의 논증구조 발달에 대해 분석하는데 그 목적을 두고 있다. 연구를 위해 과학 교육전문가 3인의 피드백을 통해 글쓰기 주제를 구성하였다. 예비 연구를 통해 글쓰기 주제에 대해 일부 수정하여 확정하였다. 6회의 글쓰기 활동 후에 의도적 표본 추출 전략에 의해 면담 대상자를 선정하여 SSI논증적 글쓰기 활동이 자신의 논증 능력 향상에 어떤 영향을 주었는지 비구조화된 개별 심층 면담을 실시하였다. 면담 후 녹음된 내용은 바로 전사하여 분석하였다.

#### 2. 연구 참여자

이 연구는 우리나라 중부지역에 위치한 K대학교 학부에 재학 중이며, 초등과학교육론을 수강중인 예비교사 16명을 대상으로 실시하였다. 연구 참여자들의 구체적인 특징으로는 초등교육과 14명, 환경교육과 1명, 컴퓨터교육과 1명이며, 남자 7명, 여자 7명으로 구성되어 있다. 연구 초기에는 초등과학교육론을 수강하는 전체인원인 22명을 대상으로 글쓰기 실험을 수행하였지만, 연구 기간 내에 결석으로 인해서 한 번이라도 자료가 누락된 학생 6명을 제외하여 총 16명의 글쓰기 자료를 분석하였다. 글쓰기 실험 수행 후 면담에 참여했던 사람은 초등교육과 학생으로 여자 4명과 남자 1명이었다.

### 3. 자료 수집

예비교사들의 논증구조 발달정도를 분석하기 위해 과학교육전문가 2인이 참여한 세미나를 통해 SSI 관련 글쓰기 주제를 선정하기 위한 원칙을 수립하였다. 원칙은 ‘첫째, 최근 문제가 되고 있는 SSI 소재를 선정한다. 둘째, 지구과학 소재로 선정한다. 셋째, 지구과학 세부영역이 균등하게 들어가도록 선정한다.’ 였다.

과학교육에서의 SSI도입이 중시되고, 연구참여자가 예비교사인 만큼 SSI 소재는 교사가 알아야 하는 최근 이슈로 선정하였다. 따라서 1번 조건을 만족하기 위하여 2009개정 고등학교 과학 교과서에 포함된 SSI소재를 중심으로 분석하여 정리하였다. 또한 연구자의 전공이 지구과학교육이기에 보다 정확한 논증사실과 구조를 파악하는데 유리할 지구과학적 SSI 소재를 선택하였다. 그리고 하나의 세부영역으로 치우치는 성향을 줄이기 위하여 지질학<sup>2</sup>, 해양학<sup>1</sup>, 천문학<sup>1</sup>, 대기학<sup>1</sup>, 지구시스템<sup>1</sup>로 배분하여 총 6가지 제시문과 주제를 작성하였다. 각 주차별 글쓰기 주제는 Table 1과 같다. 글쓰기는 모두 찬/반 논증이 가능한 주제로 선정하였으며, 글쓰기 주제의 형평성을 위해 실험 종료 후 연구참여자들에게 글쓰기 주제 난이도평가를 리커트척도 양식으로 실시하였다. 연구를 위해 과학교육전문가 3인의 피드백을 통해 글쓰기 주제를 구성하였다. 연구를 위해 과학교육전문가 3인의 피드백을 통해 최종적으로 글쓰기 주제 6개를 구성하였다. 과학교육전문가들은 이용되는 개념이 일반인들에게도 생소한 내용일 수 있으므로 내용 서술에 있어서 가급적 쉬운 용어를 사용하라는 피드백이 있었다. 이러한 점을 유의하여 내용을 서술하였다.

6주간의 지구과학 관련 SSI에 대한 글쓰기를 마친 후 연구 참가자 중 논증구조 수준이 꾸준히 향상한 5명을 대상으로 심층 면담을 실시하였다. 면담은 다른 교사들의 대답에 간섭받지 않도록 하기 위해

10-20분 정도 개별 면담을 실시했으며, 면담의 내용은 녹음하여 바로 전사하였다. 연구자는 참여자와의 라포(rapport)형성을 위해 면담 시작 전에 참가자와 대화를 나누며 자연스러운 분위기를 조성하였고, 면담은 편안한 분위기 속에서 진행되었다.

글쓰기는 총 6주 동안 수행하였고, 초등과학교육론 수업 내 1시간동안 A4용지 1장 분량을 수기로 작성하여 제출하는 형식으로 진행하였다. 연구 참여자들의 기본 논증 수준을 파악하기 위하여, 1주차는 아무런 교육 없이 글쓰기 제시문과 논제를 제시한 후 글을 작성하였다. 그 다음 2주차에 툴민(Toulmin)의 TAP에 대한 강의를 한 후 제시된 주차의 논제에 맞는 글을 작성하였고, 2주차 글쓰기부터 논증구조와 TAP 요소에 대한 연구자의 피드백이 제공되었다. Fig. 1은 예비교사들에게 제공된 피드백의 예이다. 예비교사들에게 제공된 글쓰기는 총 6주간 빠짐 없이 진행되었다.

### 4. 자료 분석

수집된 연구참여자들의 글쓰기 결과물은 툴민(Toulmin)의 TAP에 맞추어 분석하였다. 기본적으로 논증은 대립되는 주장과의 논쟁성이 잠재되어 있으므로 논증자의 주장과 반대되는 상대방의 주장을 고려하여 그에 대한 반증을 통해 논증의 질을 높일 수 있다. 이런 관점에서 본 연구에서는 툴민의 TAP 요소 중 반증(rebuttal)을 강조한 오스본(Osborne) 논증 수준 평가 틀을 사용하여 반증(rebuttal) 유무를 기준으로 논증 수준을 분석하였다(Osborne et al., 2004). Table 2는 반증의 수준을 세 가지로 분류해 놓은 것이며, Table 3은 논증구조를 통한 구체적인 논증 수준 분석 기준을 나타낸 표이다. 연구참여자들의 논증글에 반증(rebuttal)이 전혀 없을 경우 NR(no rebuttal), 예상 반론을 인지하고 제시했으나 재반박이 제대로 나타나지 않을 경우 WR(weak rebuttal), 재반박까지 확실히 나타낸 경우 CR(clear re-

**Table 1.** Writing Subjects

Weeks	Writing Subject
1st	Socheongdo tolrayiteu stroma and local residents opposed to fossil excavation
2nd	Fukushima nuclear power plant accident in the future as seen through
3rd	Manganese nodules environmental problems that may occur during the development of
4th	Development of space exploration and social impact of science and technology development
5th	Amazon virgin forest development issues
6th	Twice attention towards the development of poles

5) 아마존 원시림 개발문제 - 연구참여자 N ↓

①나는 아마존 원시림 개발에 대하여 반대하는 입장이다. 그 이유는 ②아마존 벌목으로 인해 생겨나는 환경적인 문제 때문이다. ↓

인류에게 산소를 공급하는 '지구의 허파'인 ③아마존에서는 현재 매년 전라남북도를 합친 면적인 약 2만km<sup>2</sup>의 숲이 사라지고 있다. 이는 ④온실효과를 유발하는 CO<sub>2</sub> 정화기능을 급격히 떨어뜨려 지구 온난화를 심화시킨다. 뿐만 아니라 아마존의 절반이 황폐화 된다면 ⑤미국의 멕시코 만 연안 도시들은 허리케인으로 폐허가 될 수도 있다. 아마존 개발은 이렇게 지구에서 큰 부분을 차지하고 있으며, 아마존 개발은 아마존 주변의 생태계 뿐만 아니라 다른 나라를 넘어서 지구 전체에 영향을 끼친다. ↓

그러나 ⑥환경적인 문제만을 들며 개발 도상국의 개발을 막는 것은 개발도상국의 번발을 불러일으키기에 충분하다. 선진국의 발전 과정에서도 자연의 개발은 행해졌기 때문이다. 하지만 ⑦그렇다고 해서 개발도상국의 아마존 개발을 찬성해서는 안 된다. 다른 방법을 통해서라도 개발도상국의 발전은 이뤄질 수 있지만, 아마존은 다른 어떠한 방도로도 다시 되찾기 힘든 자연이기 때문이다. 그렇다면 개도국이 발전하기 위한 '다른 방법'이 무엇일지를 찾는 것이 문제해결의 열쇠가 될 것이다. 그러므로 앞으로 아마존의 자연을 파괴하는 벌목이 아닌, 관광 사업을 키운다면 더 다양한 시도로 환경파괴를 최소화 시키는 노력이 필요하다.] 선진국에서 무조건 환경을 들먹이며 아마존 개발을 막기보다는 산림 파괴가 아닌 다른 시각으로 개발을 돕는다면, 환경도 살리고 개발도상국도 살릴 수 있을 것이다. ↓

따라서 다른 방법을 찾는 데는 많은 시간과 노력, 선진국의 도움이 필요하더라도 다시 되돌릴 수 없는 아마존의 훼손은 피해야 할 것이다. ↓

① 주장(C). ②근거(D). ③ 보강(B) ④보장(W). ⑤보장(W). ⑥반증(R)([]표시). ↓

↓

[comment] ↓

⑦의 문장 같은 극단적 표현은 피하는 것이 좋습니다. ex) '아마존은 벌목을 통한 개발 이외에 관광사업등의 다른 개발 사업을 통한 이익창출의 가치가 높기 때문에 선진국의 발전 방법을 답습할 필요가 없다.' 라는 문장으로 바꾸면 어떨까요? 전체적으로 논증요소를 잘 배치하고 전개도 좋습니다. 반증부분에서 조금 더 논리적으로 글을 전개해 간다면 더 좋을 듯 싶습니다. ↓

Fig. 1. Feedback examples of a writing related to SSI.

Table 2. Rebuttal level

Rebuttal level	Standard
NR(no rebuttal)	Argument is not present at all rebuttal
WR(weak rebuttal)	They present an expected rebuttal, but did not effectively refuted.
CR(clear rebuttal)	They present an expected rebuttal and effectively refuted.

buttal)로 표현하였다. 또한 톨민의 TAP에서 표현한 각 요소는 주장=C, 근거=D, 보강=W, 보강=B, 반증

=R인 축약형으로 나타났다. 그리고 주장(C)이나 근거(D)가 정확히 명시되지 않고 암묵적으로 제시하였어도 논증 요소로 포함시켰다.

예비교사들의 논증 발달에 대한 면담 결과는 질적연구의 일반적인 분석 방법인 귀납적 범주화를 통해 정리하였다(Colaizzi, 1978). 전사 자료에 기록된 예비 교사들의 진술에서 의미 있게 반복되는 자료들을 추출하여 범주의 틀을 정하여 대표적으로 표현할 수 있는 축약적인 문장으로 모아 분류하였다.

Table 3. Specific argumentation structure level

Level	Explanation
Level 1	Claim(C) + Data(D) + None Rebuttal(NR)
Level 2	Claim(C) + Data(D) + Warrant(W) + 반증 없음(NR)
Level 3	Claim(C) + Data(D) + Warrant(W) + Backing(B) + Weak Rebuttal(WR)
Level 4	Claim(C) + Data(D) + Warrant(W) + Backing(B) + Clear Rebuttal(CR), ※Including an unnecessary claim or opposite argument.
Level 5	Claim(C) + Data(D) + Warrant(W) + Backing(B) + Clear Rebuttal(CR),

## IV. 연구결과 및 논의

### 1. 예비교사들의 논증구조의 변화

6주간의 SSI 관련 논증적 글쓰기를 통한 예비교사들의 논증구조의 발달상황을 보기 위하여, 아무런 교육 없이 글을 작성했던 1주차 글쓰기와 실험과정의 마지막 글쓰기인 6주차 글쓰기의 논증구조를 분석하고 비교하였다. 또한 총 6주 동안의 글쓰기를 통한 논증수준의 변화를 알아보았다.

#### 1) 1주차 글쓰기

1주차의 글쓰기 주제는 ‘소청도 스트로마톨라이트 화석발굴 작업과 지역주민의 반대’로, 학술적 가치를 인정받은 소청도 스트로마톨라이트의 천연기념물 지정에 대한 글쓰기였다. 또한 1주차 글쓰기는 학생들의 글쓰기 수준을 알아보기 위하여 논증구조에 대한 교육이나 학습이 없는 상태로 글을 작성하였다.

1주차 글쓰기에서는 Fig. 2의 연구참여자 E와 같이 대부분의 예비교사들이 찬성과 반대에 대한 자신의 주장을 단순한 근거와 함께 간단히 서술하였다. 예비교사들의 1주차 글쓰기의 특징을 정리해보면, 첫째, 제시문에서 제공된 객관적 사실 보다 주로 자신의 생각을 근거로 사용하였으며 보장(W) 요소를 사용해 정당화 시키는 대신 근거로 사용된 내용을

을 반복해서 기술하는 방법으로 자신의 주장을 뒷받침하고 있었다. 그리고 Fig. 3의 연구참여자 J와 O의 경우와 같이 근거 없이 주장만 거듭해서 사용하는 예도 있었다. 이는 학생들이 논증에 사용할 의미 있는 자료의 선택을 어려워하고 논증구조에 대한 체계적인 사고를 갖추고 있지 않음을 보여주는 예라고 할 수 있다.

둘째, 전체 16명 중에서 3명(연구참여자 D, L, P)의 학생을 제외한 모두가 반증(R) 요소를 사용하고 있지 않다는 점이다(Fig. 4). 논증적 글쓰기에서 반증이 매우 중요함에도 많은 예비교사들은 사용하고 있지 않았다. 반증은 자신의 주장의 근거와 보장을 충분히 피력한 후에, 예상 가능한 상대 의견을 인정하고 재반론하는 것이다. 글에서 저자의 주장의 근거나 보장 없이 상대 주장의 단점만을 언급하고 그 반증 자체를 저자의 주장의 근거로 사용하는 것은 좋은 논증 구조가 아니다. 하지만 1주차의 글쓰기는 대부분 반증요소적 내용을 주장에 대한 근거(D)로 사용하거나 보장(W)으로 서술했다. 또한 연구참여자 D, L, P의 반증도 재반론의 목적보다는 대립되는 주장과의 타협점을 제시하기 위한 방안으로 기술되었다. 따라서 이들 논증에서의 반증은 반증의 순기능적 역할로 사용되지 못했기 때문에 약한 반증(weak rebuttal)으로 분류되었다. 이것은 예비교사들이 논증구조를 세우는 과정에서 자신의 논리를 타당하게 전개해 가는 과정이 미흡함을 나타낸다.

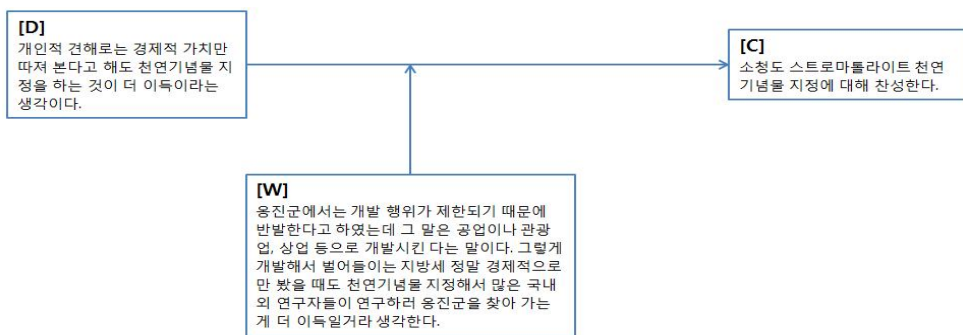


Fig. 2. An Analysis result of Participant E's 1<sup>st</sup> argumentation structure.

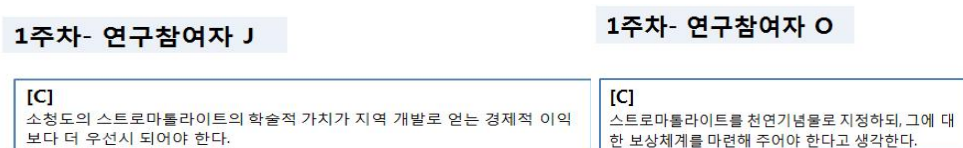


Fig. 3. An Analysis result of Participant J & O's 1<sup>st</sup> argumentation structure.

1주차- 연구참여자 L

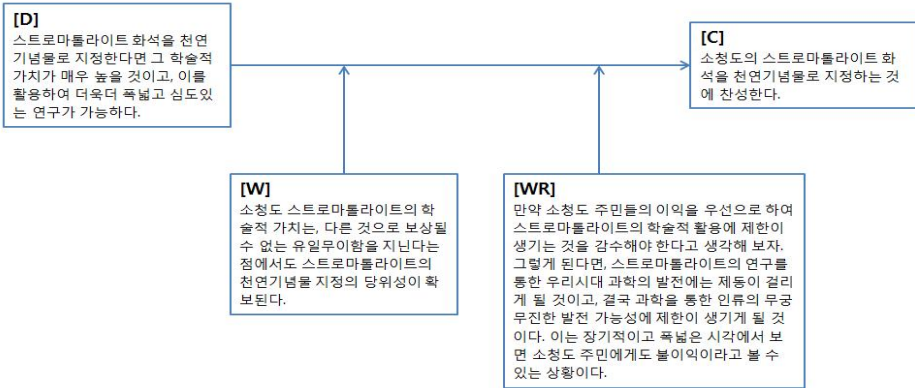


Fig. 4. An Analysis result of Participant L's 1<sup>st</sup> argumentation structure.

2) 6주차 글쓰기

6주차 글쓰기 주제는 ‘극지방 개발을 향한 두 가지 시선’으로 지구상의 마지막 보물창고라고 불리는 극지방 개발에 대한 찬/반 글쓰기였다. 글쓰기 2주차부터 논증구조에 대한 피드백이 제공되었으며, 6주차 글쓰기는 논증구조에 대한 1회의 수업과 4회의 피드백이 제공된 후 작성한 글이었다. 1주차 글쓰기와 비교해 볼 때 6주차 글쓰기는 대부분 논증구조에서 모두 향상된 결과를 보여주었다. 즉 주장(C)+근거(D)+보장(W)+반증(R)으로 구조화시켜 논리를 전개해 나가며 각 요소별로 타당한 내용을 기술하는 특성을 보였다. 특히 1주차에서는 단순히 근거 없이 주장만 내세웠던 연구참여자 J와 O도 보장과 반증을 사용하여 자신의 주장을 내세운 점은 글쓰기활동과 피드백이 효과가 있음을 보여주는 것이라 할 수 있다(Fig. 5). 이와 더불어 예비교사들은 근거(D)나 보장(W) 요소의 활용빈도가 증가했으며, 1

주차에서는 거의 드러나지 않았던 보장(B)까지 포함되어 논증이 더욱 견고해졌다. 이를 통해 논증적 글쓰기를 수행함에 있어서 예비교사들의 논증구조가 발달했음을 알 수 있었으며 자신의 주장을 뒷받침하기 위한 정보 선별 능력이 향상되었음을 알 수 있었다.

연구참여자별로 개인차는 존재하지만 논리 전개 과정에 반증(R)을 시도하는 횟수도 증가하였다. 6주차 글쓰기에는 전체 16명 중 2명을 제외한 모두가 반증(R)을 논증에 포함시켰으며, 그 중 연구참여자 P와 같은 7명의 예비교사들은 한 가지 이상의 명백한 반증(CR)을 제시하였다(Fig. 6). 또한 반증(R)의 내용에서도 개인적 생각이나 추측성 문장이 감소하였으며 객관성 있는 문장으로 서술하여 논증의 설득력을 증가시켰다. 이는 예비교사들의 논증구성 방식이 체계화 되고 질적으로 향상되었음을 나타낸다. 아울러 1회의 수업과 4회에 걸친 지속적인 피드백

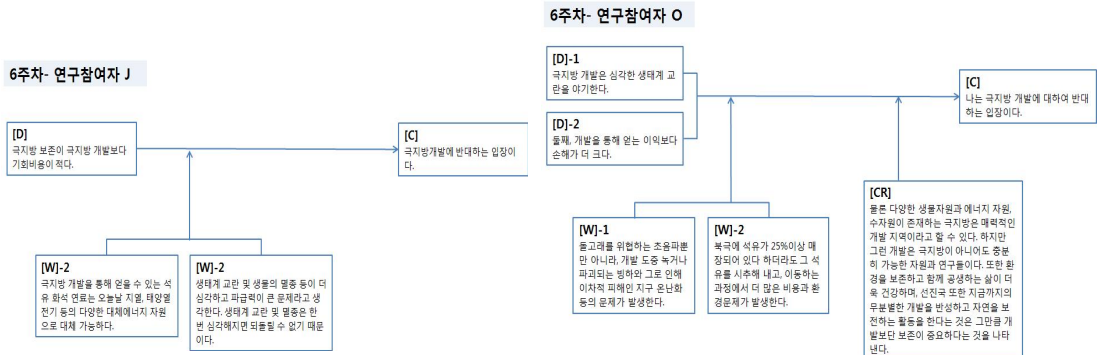


Fig. 5. An Analysis result of Participant J & O's 6th argumentation structure.

이 예비교사의 논증적 글쓰기에 긍정적인 영향을 미쳤음을 보여주었다고 할 수 있다.

## 2. 예비교사들의 논증수준의 변화

예비교사들의 논증수준은 톨민의 TAP 구성요소를 통한 논증구조 분석과, 반증을 강조한 오스본의 논증수준 평가틀을 사용하여 분석하였다. Fig. 6은 예비교사들의 논증수준의 변화를 그래프로 나타낸 것이다. 그래프에서 보는 것과 같이 예비교사들의 논증수준은 대체적으로 회기가 늘어나면서 향상되는 것을 볼 수 있다. 예비교사들의 논증수준이 높아진 이유는 회기가 거듭되면서 근거(D)의 빈도뿐만 아니라 보장(W)과 보강(B)의 빈도가 증가하였으며 반증(R)의 빈도도 증가하였기 때문이다. 또 논증수준의 변화를 보면 변화가 급진적으로 상승하기보다 순차적인 상승을 한다는 것을 알 수 있으며 그 이유는 지속적인 피드백의 영향이라고 해석할 수 있다.

그래프를 보면 대부분의 예비교사들이 1주차 후에 논증수준의 변화를 보인다. 변화의 이유는 다른 이유도 있겠지만 2주차 글쓰기 전에 이루어진 논증적 글쓰기에 관한 수업의 영향이 반영된 결과라 생각된다. Newton 등(1999)에 의하면 과학 수업에서는 논증에 대한 활동은 거의 없으며, 실험에 대한 반성적 토론이나 논증활동 또한 거의 나타나지 않는다고 보고하였다. 즉 논증과 관련된 활동이나 수업이 현장에서는 이루어지지 않고 있다는 것이다(Abi-Ei-Mona & Abd-El-Khalick, 2006). 이런 점이 학생들의

논증수준이 향상되지 않는 이유 중의 하나라고 할 수 있다. 이번 연구결과와 같이 논증에 대한 1회의 수업만으로도 학생들의 논증수준은 향상할 수 있다. 그렇지만 그것마저도 현장에서는 이루어지지 않고 있다는 것이다.

예비교사의 논증수준이 지속적으로 향상된 이유는 반복적 글쓰기 훈련과 더불어 지속적인 피드백에 의한 효과라고 할 수 있다. 이러한 결과는 Fig. 6에 제시된 예비교사들의 논증수준에 대한 각 주차별 평균을 나타낸 그래프를 보면 잘 알 수 있다. 각 주차별로 논증수준의 결과의 평균을 비교해보면 1주차는 1.75, 2주차는 2.56, 3주차는 2.69, 4주차는 3.31, 5주차는 3.38, 6주차는 3.63으로 회기가 거듭될수록 그 값도 증가하고 있으며 마찬가지로 1주차의 결과보다 6주차의 수준 분석 결과가 월등히 뛰어난 것을 알 수 있다. 이는 앞서 언급한 지속적인 피드백이 영향을 미친 결과로 해석할 수 있으며 연속적인 글쓰기 훈련이 연구참여자들의 논증구조와 논리적 개방식을 향상시켰다고 판단할 수 있다.

## 3. 논증구조 발달에 영향을 준 요인

예비교사들의 논증구조 변화에 영향을 준 요인을 알아보기 위하여 6주간의 글쓰기 활동 후 논증수준이 꾸준히 향상된 5명(연구참여자가 C, F, L, N, O)을 포커스 그룹으로 선정하여 면담을 진행하였다. 면담은 ‘글쓰기 활동을 통해 나타난 변화’라는 면담 주제를 가지고 비구조화된 면담이 이루어졌다. 면담

6주차- 연구참여자 P

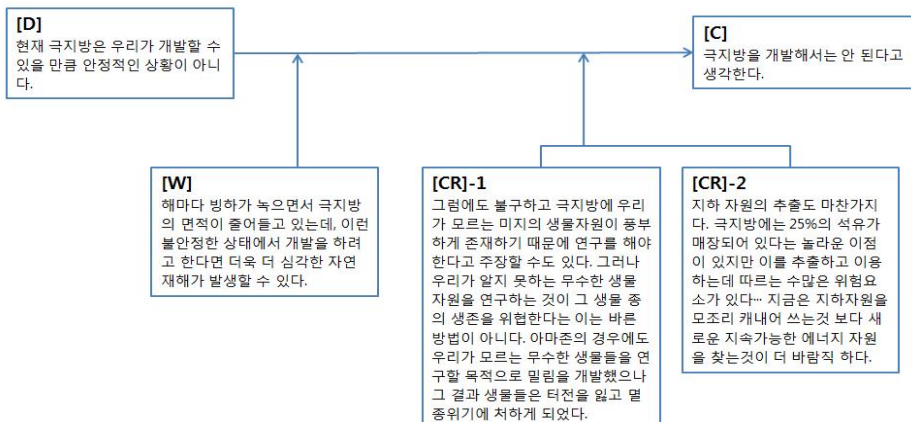


Fig. 6. An Analysis result of Participant P's 6th argumentation structure.

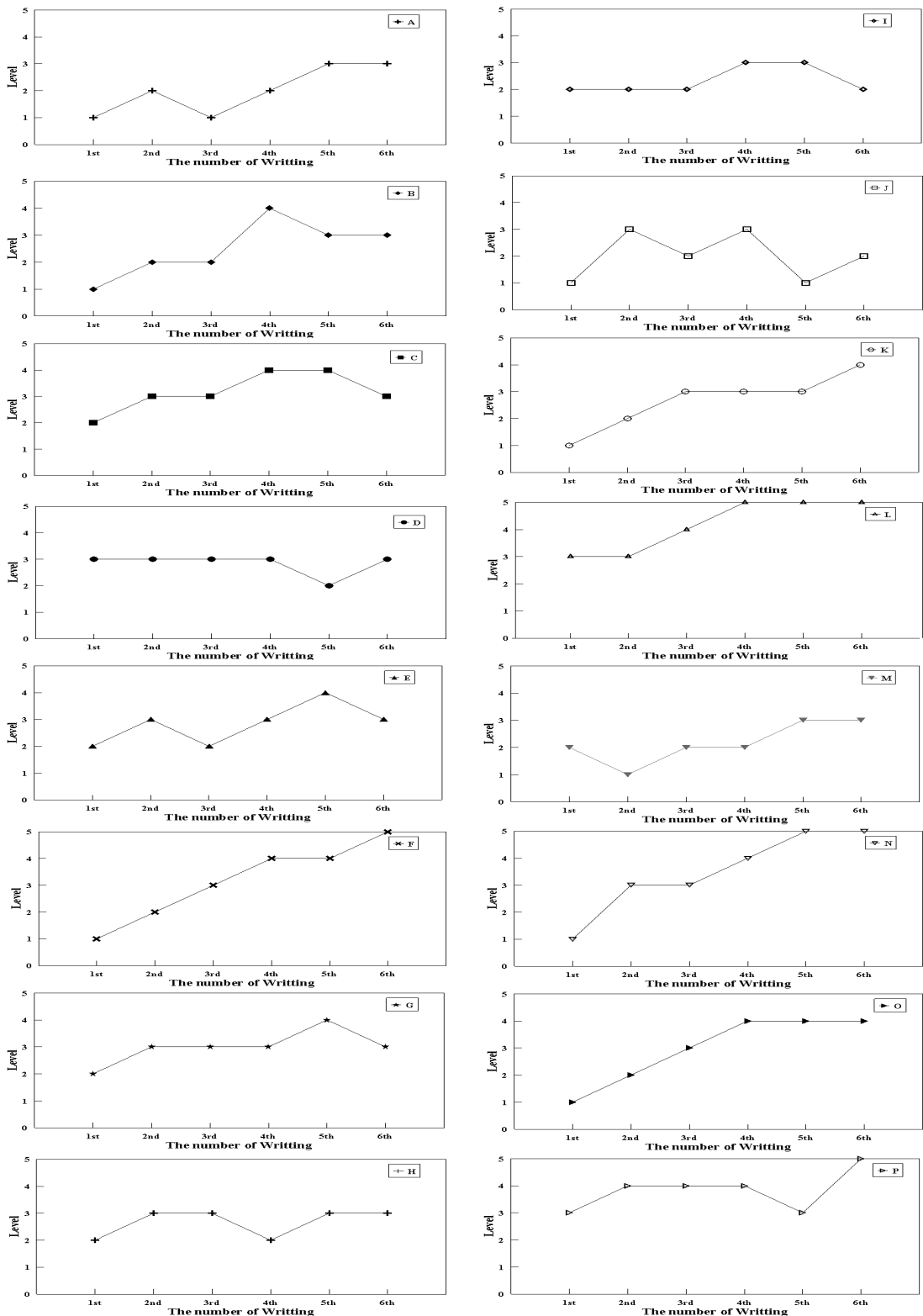


Fig. 6. A change of Participants' argumentation level.



결과는 귀납적 분석을 통해 2개의 범주와 4개의 주제로 나누어 정리하였다. 면담결과를 통해 예비교사들의 SSI에 대한 인식, 논증구조의 변화 및 변화 원인에 대해 알 수 있었다.

### 1) 글쓰기 활동에 대한 고찰

연구에 참여한 예비교사들은 1주차부터 6주차까지의 글쓰기 활동에 대한 소감과 어려움에 대해 처음에는 무엇을 써야 할지 난감했으나, 회기가 거듭될수록 점점 방향을 잡아가며 어떤 것을 요구하는지 알게 되었다고 응답하였다. 아울러 예비교사들은 들어보지 못한 주제에 대한 생소함에서 오는 어려움에 대해 이야기하였다.

#### (1) 점점 방향을 잡아감

시작이 반이다'라는 말이 있듯이 누구에게나 처음은 어렵다. 연구에 참여한 예비교사들 역시 1주차 글쓰기에 대한 고충을 토로하였다. 면담내용을 분석해 보면 그 이유로는 논증구조와 1주차 글쓰기 주제에 대한 생소함을 들 수 있다. 면담을 했던 예비교사 5명은 6주간 글쓰기를 하면서 어려운 점을 묻는 질문에 대부분 논증구조에 대한 무지함과 생소함을 언급했으며, 논증구조 수업 전과 후의 차이를 묻는 질문에도 동일한 내용을 대답하였다. 하지만, 연구참여자 L의 이야기처럼 예비교사들은 글쓰기 활동이 거듭될수록 점점 방향을 잡아가며 적응해나갔음을 알 수 있다. 다음은 6주간 글쓰기를 하면서 어려웠던 부분을 묻는 질문에 대한 답변들이다.

*연구참여자 L : 처음에 아무 방법도 제시 안 해주시고 그냥 딱 쓰라고 하시니까 그때가 제일 난감했구요 점점 방향이 잡히면서 어떤 점이 요구되는지 알게 되고 그대로 썼던 것 같아요*

*연구참여자 N : 아까 그 말씀하신 그 논증구조 그데요.. 일단은 반증 그런 것도 다 처음 들어봤고 그것에 맞춰서 글을 써본다는 생각을 하지 못했어요*

*연구참여자 O : 음.처음에 나눠주는데 제가 찬성. 반대 이런 입장으로도 안 쓰고 처음에는 그런걸 잘 몰랐어요 그래서 엄청 제가 쓰고나서도 난해하다 그러고..*

다음은 논증구조 수업 전과 후의 차이점에 대한

질문에 대해서 논증구조 수업 전 1주차 글쓰기에 대한 내용을 언급한 답변들이다.

*연구참여자 C : 일단 아무것도 안 들었을때는 진짜 글쓰기를 오랜만에 해보기도 했고, 그런 구조 같은 것도 모르니까 제 생각을 그냥 두서없이 정말 그 과정 같은 것도 안하고 막 썼던 것 같아요*

*연구참여자 F : 처음에는 되는데로 생각나는 대로 막 써서 반증 이런 것도 없고. 전혀. 두 번째 한번 하고 나니까 일단 틀이 존재한다는 걸 그때 깨달았어요*

#### (2) 주제에 대한 생소함

예비교사들은 논증적 글쓰기에 대한 낯설음과 논증구조에 대한 어색함 외에도 1주차 때에는 제시문 내용 자체에 대한 생소함을 언급하기도 하였다. 그 이유는 면담을 실시한 연구참여자들의 전공이 초등전공이라는 것을 감안할 때 '스트로마톨라이트'라는 지구과학 학문적 용어가 익숙하지 않고 들어보지 못한 점 때문일 것이다. 다음은 그러한 생소함에 대해 언급한 답변이다.

*연구참여자 C : 처음에 나왔던 스트로마.톨라이트? 그런 거는 한번도 들어본 적이 없는 거예요 그래서 그런 게 새로운 주제에 대해서 쓰려니까 그게 어떻게 쓰는지 알겠는데 어떻게 적용해서 써야할지를 몰라서 좀 어려웠어요*

*연구참여자 O : 소청도요 이게 처음에 찬성과 반대 입장을 나타내시오 라고 했는데 그런 걸 잘 몰라서 두루뭉술하게 썼단 말이에요 그게 처음 써보다 보니까 어색하기도 했고 잘 모르기도 했고 주제도 생소하게도 했던 것 같아요*

### 2) 논증구조 발달 요인

#### (1) 논증 수업의 효과

글쓰기 활동에 대한 면담을 통해 6주간의 논증적 글쓰기가 연구참여자들의 논증구조 확립에 도움이 됨을 확인하였으며 지속적인 글쓰기 과정이 연구참여자들의 자발적인 노력까지 이끌어냄을 알 수 있었다. 특히 논증구조 발달에 도움을 준 요인으로는 대표적으로 논증구조 수업과 지속적인 피드백, 그리고 반복적인 글쓰기를 꼽을 수 있다. 앞에서 살펴본

바와 같이 연구참여자들은 아무런 교육이 없었던 1주차의 글쓰기를 어려워했고 제대로 된 논증을 세울 수 없었다. 따라서 2주차에 실시했던 논증구조 수업이 1회에 불과하지만 연구참여자들에게 논증구조에 대한 인식을 심어주기에 충분했으며 논증구조의 틀을 제공하는 중요한 역할을 했다는 것을 연구참여자 L과 N의 면담결과를 보면 알 수 있다. 더욱이 연구참여자 L의 경우, 논증구조 수업 후 글쓰기를 하면서 반증의 중요성을 깨닫게 되었다는 언급을 하였다. Song 등(2011)의 연구를 보면 일부 교사들은 과학 글쓰기 활동에 대한 효과에 대해 의문시하고 있다. 그러나 이번 연구결과를 보더라도 1회에 불과한 논증 수업이지만 학습자에게는 많은 효과를 보이는 것을 알 수 있다. 이에 Holliday 등(1994)이 연구에서 주장한 것처럼 논증수업에 대해 강조할 필요가 있다.

*연구참여자 L : 달라졌죠 그거에 맞춰서 썼죠. 음. 그거(논증구조)에 대한 설명을 듣고 나니까 내가 무슨 주장을 한다고 하면 어떤식으로 근거를 제시해야하고 그 근거에 대해서 보장을 통해 탄탄하게 할 수 있는 것을 알게 됐고 또 반증이라는 것도 되게 유용하더라고요. 반대의견을 반박해줌으로써 내 논리를 더 강화하는 그런 방법을 익히는데 좋았던 것 같아요.*

*연구참여자 N : 아무것도 없이 그냥 썼을 때는 진짜. 뭐라 해야 하지.. 그냥 친구들이랑 수다 떠는 것처럼 바로 바로 쓰고 오히려 고민이 없었던 것 같아요. 근데 그 표를 받으니까 뭐가 해야 되는 것 같고 그래서 맞춰 쓰는데.. 반증이라 해도 내가 쓰는 게 반증인지도 모르고 신경 쓰이고 하다가.. 나중에 쓰면서 '아 이게 반증이었구나!' 싶더라고요.*

### (2) 지속적인 피드백의 효과

하지만 논증구조 수업만으로는 연구참여자들의 효과적인 논증적 글쓰기에 한계가 있다는 사실을 면담을 통해 알 수 있었다. 이는 글쓰기에서 자신이 사용한 논증 요소가 효과적인 것인지 확신하지 못하는 것에서 기인하는 것으로서 개별적이면서 지속적인 피드백이 필요하다는 점을 의미한다. 피드백이 논증적 글쓰기를 해나가는데 도움이 되었냐는 질문에, 면담에 응했던 연구참여자 5명은 전원 '그렇다'라고 답했다. 특히 연구참여자 C, L, N은 수업과 더

불어 직접적인 피드백이 자신의 부족한 점을 깨닫게 해주었다는 답변을 해주었다. 학습에서 피드백이 중요하다는 점은 교육자들은 익히 알고 있다. 학습자의 부족한 부분을 직접적으로 피드백해주는 것은 수업과 더불어 매우 중요하다는 점을 이번 연구를 통해서 다시금 확인할 수 있었다(Gragson & Hagen, 2010; Ochsner & Fowler, 2004).

*연구참여자 C : 논증구조를 들었어도 한번에 되게 하기가 어렵더라고요. 그래서 진짜 빼먹은 것도 많고 처음에는 개념도 설명해 주시긴 했는데..보강? 이런건 잘 모르겠더라고요. 처음 듣는 단어이기도 하고. 그랬는데 피드백 받고 제가 뭐가 부족한지, 어떤 게 뭔지 이런 걸 다 설명해주시니까 더 글쓰기가 수월했던 것 같아요.*

*연구참여자 L : 틀민의 방법에 맞춰서 쓰긴 했지만, 똑바로 했는지.. 솔직히 처음본거니까 잘 모르고 그냥 단순히 그거예요. 잘 모르는 거니까 읽어봐 주시고 지적해주시니까 제가 무엇이 틀렸는지 알게 돼서..*

*연구참여자 N : 일단은 그 표를 처음에 받았을 때 교수님이 앞에서 아무리 설명을 해주셔도 와 닿지 않는? 그냥 그런가보다.. 저런게 있나보다 그랬는데, 막상 글을 내고 받으니까 이게 이거였고, 이게 이거였다는 것을 안거예요. 예전에는 보강 이런 것도 처음 듣는 단어고, 모든 게 근거였거니 했는데.. 그게 일단은 구분이 돼서 좋았고 내가 어떤 요소가 없는지 아는 게 좋았고, 제가 글쓰기 할 때 제 생각을 엄청 많이 쓰는 편인데 이런 논술을 할 때는 그러면 안 된다는 점을 짚어주셔서 좋았던 것 같아요.*

### (3) 지속적 피드백에 이은 반복적 훈련

연구참여자들은 피드백의 긍정적인 영향을 언급하면서 일회적 글쓰기가 아닌 반복적 글쓰기가 글쓰기 활동에 중요하다는 점을 지적하였다. Maloney와 Simon(2006)도 그들의 연구에서 단순히 논증 기회를 제공하는 것만으로는 학생들의 논증 기술의 향상을 기대할 수 없다고 하였다. 목적을 가지고 체계적인 방법으로 논증을 훈련해야 한다고 주장하였다. 즉 이번 연구에서 예비교사들에게 제공되는 지속적인 피드백과 반복적 훈련, 그리고 SSI 관련 주제는 체계적인 논증 교수 방법이라고 할 수 있다는

것이다. 지금까지 학교에서 이루어지는 글쓰기 활동이 일회적으로 그치는 것을 생각한다면 반복적 훈련을 통한 글쓰기 능력의 향상을 지적한 예비교사들의 답변은 글쓰기 교육에 시사해주는 바가 크다고 하겠다. 이런 부분에서 연구참여자 L이 회기가 거듭될수록 점점 방향을 잡아가며 글을 쓸 수 있었다고 한 이야기는 피드백을 통한 반복적인 글쓰기 경험이 효과가 있었다는 것을 알 수 있다. 또한 연구참여자 F는 회기 거듭할수록 SSI에 대한 관심이 높아져 글쓰기에 도움이 되었다는 의견도 이야기하였다.

*연구참여자 L: 처음에 아무 방법도 제시 안 해주시고 그냥 딱 쓰라고 하시니까 그때가 제일 난감했었구요, 점점 방향이 잡히면서는 어떤 점이 요구되는지 알게 되고 그대로 썼던 것 같아요*

*연구참여자 F: 솔직히 얘기해서 처음에는 약간 좀 허무맹랑. 좀 관련 없는? 저랑 와 닿지 않는 그런 거였는데 또 한 번 한 번 하다 보니, 배경지식 같은 것도 생각하게 되고, 그러다 보니까 조금씩 관심을 가질 수밖에 없는 것 같아요 저 나름대로도 가서 조사를 해본 것도 좀 있구요 그런 식으로요*

#### (4) SSI관련 소재를 이용한 글쓰기

연구참여자들은 찬성과 반대의 입장을 가지고 글을 쓰는데 익숙하지 않아 어려움을 겪었다는 이야기를 많이 하였다. 그러나 SSI와 같이 찬성과 반대의 입장을 가지고 글을 쓰면서 자신의 논증구조가 틀을 잡아가는 느낌을 받았다고 응답하였다. 특히 연구참여자 N의 답변을 보면 자신의 생각은 반대였으나 반대의 논리나 근거가 생각나지 않고 찬성 쪽의 근거가 더 많아 생각과 다르게 글을 쓴 적이 있다고 응답하였다. 이러면서 생각을 더 깊게 할 수 있었다고 하였다.

*연구참여자 N: 솔직히.. 어떤 주제가 개발한다. 이랬을 때 반대를 하고 싶은 적도 있어요 윤리적으로 막 환경적으로 반대하고 그래야 되는데, 받아치는 근거는 찬성 쪽이 더 많은 거예요 그래서 제가 하고 싶은 건 반대인데 찬성 쪽으로 쓴 것도 있어요 왜냐면 생각은 반대인데 근거가 생각이 안 나는 거예요 그래서 솔직히 쓸 수가 없어서 찬성 쪽으로 쓴 적도 있어요 정말 생각을 많이 하게 되는 것 같*

*아요*

또 연구참여자 N은 과학논술과 인문논술을 모두 경험했던 학생으로 SSI에 관한 논술이 이런 두가지의 논술을 합쳐놓은 것 같다는 느낌을 이야기하면서 글쓰기 능력을 향상시키는데 도움이 되는 것 같다고 응답하였다. 특히 현장에서 행해지는 과학논술이 과학 관련 소재만을 다룰 뿐이지 과학적인 글쓰기라고 볼 수 없지 않느냐는 지적을 하였다. 아울러 연구참여자 C는 SSI관련 주제로 글쓰기를 하면서 과학과 사회와의 관계를 생각해 보는 계기를 가질 수 있어서 좋았다는 이야기도 하였다. 이런 점에서 SSI에 관한 학습이 과학과 사회와의 관계 이해를 강조하는 ‘과학의 본성’ 교육 측면에서도 매우 유용하다는 점을 알 수 있다(Wee & Lim, 2013; Zeidler et al., 2005). 또 이러한 결과는 Sadler와 Zeidler(2005)가 SSI는 각 개인의 과학적 추론 능력의 향상에도 긍정적인 영향을 주며 과학 논증에 사용할 만한 좋은 탐구 문제라고 주장한 점과 맥을 같이 한다고 할 수 있다.

*연구참여자 N : ...과학논술에서는 소재만 가져오고 쓰는건 인문논술같은 느낌? 그래서 입시할 때 과학논술이 되게 의미 없다고 생각했거든요 왜냐면 그냥 푸는건데...근데 만약 이런거(SSI 관련 글쓰기)였으면 오히려 생각도 할 수 있고 글쓰는 능력도 생길 수 있고 지식도 알 수 있고. 이게 좀 더 통합된 느낌이었다는게 좋았던 것 같고. 쓰는게 더 어려웠던 것 같아요*

*연구참여자 C : 일반 과학 글쓰기에는 그런.. 윤리적이거나 사회적인 문제를 안 쓰잖아요. 그런 과학 글쓰기는 정말 질문을 주고 그 질문에서 추출해서 제 생각을 쓰긴 하는데.. SSI는 사회적 내용이 들어가는 거잖아요. 이거를 쓰고 나면 우리 사회와 연관되는 그런 거니까 한번쯤 생각해 볼 문제니까... 다른 과학 글쓰기 같은 건 입시 그런 것 때문에 쓰는 거지만 SSI는 논술을 쓰면서도 과학과 뭔가 사회와의 관계를 생각해 보게 되고 나름대로 제 입장에 대해서 다시 생각해 보고 그런 점에서 더 의의가 있는 것 같아요*

요컨대, 예비교사들은 6주간의 SSI관련 논증적 글쓰기를 통해 논증구조에 대한 체계가 확립되어가

고 그에 따른 논증수준이 상승함을 알 수 있었다. 그 이유로는 논증구조 수업과 피드백, 반복적인 글쓰기 훈련을 꼽을 수 있다. 또한 SSI 관련 주제는 다른 과학글쓰기 주제들에 비해 논증적 글쓰기에 적합한 소재이며, 이를 통한 글쓰기는 과학교육과정 중 효과적인 학습 방법이 될 것이다.

## V. 결론 및 제언

이 연구의 목적은 미래의 교사가 될 예비교사들을 대상으로 SSI 관련 논증적 글쓰기를 진행하였을 때 나타나는 예비교사들의 논증구조 발달과 발달 요인에 대해 알아보는 것이다. 연구결과, 연구에 참여한 예비교사들은 1회의 논증수업과 4차례의 개별 피드백이 포함된 6주간의 SSI 관련 논증적 글쓰기 활동을 통해 논증구조가 발달한 것을 확인할 수 있었다. 특히 논증주제의 난이도와 무관하게 글쓰기 횟수가 증가할수록 논증 요소의 구성력과 내용의 객관성이 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 즉 논증구조가 체계화 되고 그 주장 진술이 명확하게 발달하는 것을 확인할 수 있었다. 특히 논증의 설득력을 결정짓는 중요한 요소인 반증(rebuttal)이 명확해지는 양상을 보였다. 아울러 논증 구조 발달에 영향을 미친 요인에 대해 심층인터뷰를 통해 알아본 결과, 2회기에 실시한 논증 구조에 관한 수업과 1회부터 5회까지 연구자들에 의해 제공된 개별적인 피드백 그리고 반복적인 글쓰기, SSI 관련 글쓰기가 예비교사들의 논증구조 발달에 많은 도움을 준 것을 확인할 수 있었다. 2주차에 행해진 논증구조 수업 후 연구참여자 중 한 명을 제외하고 2주차의 논증 수준이 1주차의 논증 수준보다 높았다. 이는 논증수업의 결과로 논증구조를 인지하게 된 이유라고 해석할 수 있다. 지속적인 피드백을 통해 논증 구조의 개념이 명확해지며, 반복적인 글쓰기 과정을 통해 논증의 본질적 이해의 질이 높아졌음을 알 수 있었다. 특히 SSI 관련 글쓰기가 학생들의 과학에 대한 관심과 찬성과 반대의 입장을 가지고 자신의 논증구조가 틀을 잡는데 도움을 주는 것을 확인할 수 있었다.

연구의 결과와 결론은 최근 과학교육 및 과학과 교육과정에서 강조하고 있는 과학 글쓰기 와 토론에 시사해주는 바가 많다. 먼저 논증적 글쓰기에 대한 강조만 있을 뿐, 교육방법에 대한 제안이나 내용을 담고 있지 않은 과학과 교육과정 및 교과용 도서

에 논증적 글쓰기에 관련된 내용이 확충되어야함을 시사한다. 아울러 논증 수업과 피드백, 반복적 훈련이 학생들의 논증수준 발달에 도움을 확인하였으므로 과학의 한 분야인 논증 활동이 지속적으로 교육되어질 수 있도록 과학교육자들은 노력할 필요가 있다. 또 논증과 관련하여 SSI가 좋은 소재임을 이번 연구를 통해서 확인할 수 있었다. 특히 현행 교육과정에서도 SSI에 대한 소재를 학습에 적극적으로 도입하기를 권하고 있으므로 SSI 관련 소재의 수준을 적정화하여 학습에 이용하기 위한 연구들이 행해질 필요가 있다. 아울러 과학 관련 사회적 이슈(SSI)에 대한 논증적 글쓰기를 통해 예비교사들의 논증구조 발달한 것으로 보아 SSI 소재 관련 논증적 글쓰기가 학교 현장의 학생들의 글쓰기 능력 향상에 많은 도움을 줄 수 있으리라 생각된다.

## 참 고 문 헌

- Abi-El-Mona, I., & Abd-El-Khalick, F. (2006). Argumentative discourse in a high school chemistry classroom. *School Science and Mathematics*, 106(8), 349-361.
- Bell, P., & Linn, M. C. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: Designing for learning for the Web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22(8), 797-817.
- Colaizzi, P. E. (1978). *Psychological research as the phenomenologist view it existential phenomenology*: Oxford University press.
- Flower, S. R., Zeidler, D. L., & Sadler, T. D. (2009). Moral sensitivity in the context of socioscientific issues in high school science students. *International Journal of Science Education*, 31(2), 279-296.
- Holliday, W. G., Yore, L. D., & Alvermann, D. E. (1994). The reading-science learning-writing connection: Breakthroughs, barriers, and promise. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 877-893.
- Keys, C. W. (1999). Revitalizing instruction in science genes: connecting knowledge production with writing to learn in science. *Science Education*, 83, 115-130.
- Gragson, D. E., & Hagen, J. P. (2010). Developing technical writing skills in the physical chemistry laboratory: A progressive approach employing peer review. *Journal of Chemical Education*, 87(1), 62-55.
- Lee Hyun-ju, & Chang Hyun-sook(2007). The Comparison of State-level U.S. Science Curricula with Science Teachers' Perception Regarding Teaching Socioscientific Issues(SSI). *The Journal of Curriculum and Evaluation*, 10(1), 189-209.
- Maloney, J., & Simon, S. (2006). Mapping children's discussions of evidence in science to assess collaboration

- and argumentation. *International Journal of Science Education*, 28(15), 1817-1841.
- Ministry of Education and Science Technology(2009). Korean 2009 Revision Science Curriculum. Korea Institute for Curriculum and Evaluation.
- National Research Council[NRC], (1996). National Science Education Standards. Washington, DC: National Academy Press.
- Newton, p., Driver, R., & Osborn, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21(5), 553-576.
- Ochsner, R., & Fowler, J. (2004). Playing devil's advocate: Evaluating the literature of the WAC/WID movement. *Review of Educational Research*, 74(2), 117-140.
- O'Donnell, A. M. & King, A. (Eds.) (1998). *Cognitive perspectives on peer learning*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.
- Rivard, L. P., & Straw, S. B. (2000). The effect of talk and writing on learning science: An exploratory study. *Science Education*, 84, 566-593.
- Sadler, T.D., & Zeidler, D.L. (2005a). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 112-138.
- Song Yun-mi, Yang Il-ho, Kim Ju-yeon, & Choi, Hyun-dong(2011). A Study of the Elementary School Teachers' Perception of Science Writing. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 31(5), 788-800.
- Wee Soo-meon, & Lim Sung-man(2013). Awareness and Educational Needs Concerning SSI of Korean Pre-service Elementary Teachers Related to Nuclear Power Plant Accident. *Journal of Science Education in Korea*, 37(2), 294-309.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L. & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357-377.