

학생들의 글쓰기에 나타난 논의구조에 미치는 탐구적 과학 글쓰기 활동의 효과 분석

장경화 · 남정희* · ¹최애란
부산대학교 · ¹이화여자대학교

The Effects of Argument-Based Inquiry Using the Science Writing Heuristic (SWH) Approach on Argument Structure in Students' Writing

Jang, Kyung-hwa · Nam, Jeonghee* · ¹Choi, Aeran
Pusan National University · ¹Ewha Womans University

Abstract: The purpose of this study was to examine the effects of argument structure on students' writing in implementation of argument-based inquiry using the Science Writing Heuristic (SWH) approach. Participants of this study were 108 8th grade students (three classes). Two classes (68 students) were assigned to an experimental group, and the other class (35 students) was assigned to a comparative group. The experimental group was taught argument-based inquiry using the Science Writing Heuristic (SWH) approach, while the comparative group was taught with the traditional teaching strategy. After implementing this program, the two groups were asked to write summaries using structured argumentation in their writing. The result of this study showed that the experimental group used better argument structure and multimodal representation such as pictures, graphs and examples in evidence than the comparative group. The quality of evidence used in the students' writing was different between two groups. Students of the comparative group only listed fragments of science concepts for evidence to support their claims, but students of the experimental group explained science concepts by giving specific examples. The findings show that argument-based inquiry using the SWH approach was effective on argument structure in students' writing.

Key words: argument-based inquiry, argument structure, writing, Science Writing Heuristic(SWH)

I. 서론

학습은 언어를 매개로 이루어진다. 따라서 학습내용을 명확히 이해하기 위해서는 학습과 관련된 전문적인 언어를 능숙하게 사용하는 능력이 중요하며(Lemke, 1990), 이러한 언어 습득의 중요성은 과학학습에서도 강조된다. 과학에서 강조되는 과학적 추론의 본성과 방법을 이해하기 위해서는 과학의 언어를 사용하고 탐구할 기회를 가져야하는데, 이는 과학적 언어로 과학을 읽고, 그 의미에 대해 토의하고, 증거에 의해 어떻게 뒷받침되는지 논의하고, 쓰고, 의사소통 할 수 있어야함을 의미한다(Osborne, 2002). 이처럼 과학학습에서 언어는 과학에 대한 이해를 발달시키고 새로운 지식을 이끌어내는 도구로서 강조되어 왔고(Norris & Philips, 2003), 과학에서 이러한 언어의 중요성이 강

조되면서 언어를 과학 교육에 효과적으로 적용하는 방법에 대한 논의가 이루어지고 있다.

그러나 여러 연구들에서 과학수업에서 나타나는 일반적인 언어의 사용은 학생들에게 단순히 읽고, 쓰고, 말하고, 듣는 기회를 반복적으로 제공하는 것에 그치고 있어 학습자의 사고 발달, 과학적 본성의 이해, 과학 과정을 학습하는데 적합하지 않다고 보고하고 있다(Driver *et al.*, 2000; Duschl & Osborne, 2002; Sampson & Clark, 2008).

과학 수업에서 학생들을 능동적인 의사소통의 주체로 만들기 위해서는 학생들이 자신의 생각을 말하고 글로 표현하며 읽기를 통해 판단하고, 상대방의 의견을 들으며 비판적으로 평가하는 기회를 가져야 하는데 이러한 의사소통의 형태가 바로 논의(argument)이다. 논의는 다른 사람과의 의견 교환 속에서 주장을

*교신저자: 남정희(jhnam@pusan.ac.kr)

**2012.04.12(접수) 2012.04.30(1심통과) 2012.10.16(최종통과)

***이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2011-0001291).

더욱 정당화시키고 합의점을 찾아가는 과정으로, 논의 과정에서 읽기, 쓰기, 말하기, 듣기 등 언어적 과정이 중요한 역할을 한다(Katherine, 2008).

과학지식이 관찰이나 실험의 결과가 아니라 과학적 탐구과정과 과학자 사이의 합의를 통해 형성된다는 관점(Kuhn, 1970; Kuhn *et al.*, 1997; Driver *et al.*, 2000)에서 볼 때, 논의는 과학지식의 구성과정을 경험할 수 있는 중요한 방법이다. 과학과 관련된 이슈에 대해 서로 논의해 나가는 과정 속에서 학생 스스로 자신의 과학 개념과 지식을 구성하고 문제해결력을 기를 수 있다(Lemke, 1990). 또한 이러한 과정에서 상대방의 의견을 듣고 비판적으로 평가하고, 자신의 생각을 설득력 있게 말하게 함으로써 학생들의 사고를 훈련시켜 보다 고차원적 사고로 발전시킬 수 있다(Kuhn, 2009).

이러한 논의는 사고와 글쓰기를 통한 개인적 활동이거나 협상적인 사회적 활동으로(Duschl & Ellenbogen, 2002), 말하기뿐만 아니라 글쓰기를 통해서도 가능하다. 과학자들은 자신의 이론을 대중에게 인정받고자 논문을 투고하여 자신의 이론을 뒷받침할 타당한 근거를 제시하는 끊임없는 노력을 한다. 이런 과정이 글쓰기를 통해 이루어지는 논의이다(Osborne, 2002). 글쓰기를 통한 논의는 자신의 생각을 되돌아 볼 수 있는 기회를 제공하고 사고를 명확하게 하여 주장과 증거의 타당성과 논리성을 높이는 결과를 가져온다. 과학 수업에서도 글쓰기를 통한 논의가 이루어진다면 학생들은 실험 결과를 의미 있게 추론하여 과학적 증거를 바탕으로 자신의 주장을 제시하고, 자신의 사고를 반성하는 과정을 통해 과학적 지식을 구성하고 논의를 형성하는 추론적 기술을 발달시킬 수 있다(Keys *et al.*, 1999; Kelly *et al.*, 2002).

글쓰기의 역할은 일찍이 학습을 위한 효과적인 전략으로 인식되어 과학에서도 학습의 전략으로 연구되어 왔다. 글쓰기는 많은 가능성과 다양한 해결방법을 지닌 문제 해결과정이며, 글쓰기 활동을 통해 인간의 창의력과 상상력이 무한히 발휘될 수 있다고 하였으며(Flower, 1988), 학습자는 글쓰기를 통해 학습 내용을 내면화할 수 있고, 표현과정에서 새로운 내용을 발견하기도 한다(Raimes, 1983; Nunan, 1999). 또한 글쓰기는 개념을 명료하게 하며, 재음미와 재사고를 가능하게 하는 실제적인 과정이다(Applebee, 1984).

탐구적 과학 글쓰기 활동은 과학 학습에서 언어의 중요성이 강조되면서 효과적인 언어 사용을 위해 제

안된 프로그램이다. 이 활동에서는 대화로써의 논의와 글쓰기로써의 논의를 과학 탐구 과정에 도입함으로써 학생들은 실험을 통해 얻은 데이터를 바탕으로 주장과 증거를 형성한다. 또한 탐구적 과학 글쓰기 활동은 자신의 생각을 되돌아보는 기회를 제공하여 학생들의 과학 지식, 비판적 사고력, 논의 능력, 글쓰기 능력의 향상을 가져오게 하였다(남정희 등, 2008).

기존 연구들은 탐구적 과학 글쓰기 활동이 학생의 과학 개념 이해, 논의 능력, 글쓰기 능력 향상에 긍정적인 영향을 미친다는 결과를 제시하고 있고, 특히 논의 능력에서는 큰 효과를 나타낸다고 보고하고 있다(남정희, 2008, 광경화, 2009). 이들 연구에서 분석한 논의 능력은 학생들이 글쓰기에서 사용한 논의 요소와 사용 빈도수에 초점을 맞추고 있다. 그 후 탐구적 과학 글쓰기 활동을 통해 글쓰기 뿐 만 아니라 대화에서 나타난 논의과정의 질 변화를 알아보는 연구가 실시되었고, 그 결과는 대화에서의 논의 과정의 질도 향상되었음을 제시하고 있다(광경화, 2009). 앞서 언급한 연구 뿐 만 아니라 이전에 이루어진 학생들의 글쓰기에서 나타난 논의 능력과 관련한 연구에서도 논의 능력이 상당히 부족하다는 결과를 제시하고 있다(Greenwald *et al.*, 1990).

학생들이 글쓰기에서 보다 높은 수준의 논의 능력을 갖추기 위해서는 단순히 논의 요소를 많이 사용하는 것이 아니라, 상대방을 설득시키고 이해시키기 위한 주장, 증거, 보장과 같은 논의 요소를 논리적 구조를 갖춰 체계적으로 사용하는 것이 필요하다(Duschl & Osborne, 2002; Driver *et al.*, 2000).

따라서 이 연구에서는 탐구적 과학 글쓰기 활동을 경험한 학생들의 글쓰기에서 나타나는 논의 능력을 단순히 논의 요소의 사용뿐 만 아니라 논리적 구조를 갖추고 있는지를 살펴봄으로써 글에서 나타나는 논의 구조의 특징을 알아보고자 하였다. 이를 통해서 탐구적 과학 글쓰기 활동이 학생들의 글쓰기에서 나타나는 논의 구조 사용에 어떠한 영향을 미치는지를 알아볼 수 있을 것이다.

II. 연구방법

1. 연구대상

이 연구는 광역시에 위치한 A 중학교 2학년생을 대상

으로 이루어졌다. 이 중 2개 학급 68명을 실험집단으로, 1개 학급 35명을 비교집단으로 선정하였다. 두 집단 모두 남녀혼성으로 편성되었으며, 실험집단에는 2010년 4월부터 12월까지 7개 주제의 탐구적 과학 글쓰기 활동을 처치하였고, 비교집단에는 동일한 주제의 전통적 강의 및 실험 수업을 실시하였다. 실험집단과 비교집단 모두 학기 초 동일한 시기에 요약 글쓰기를 실시하여 두 집단의 동질성을 확인하였다.

2. 연구 참여자

연구에 참여한 교사는 A 중학교에 재직 중인 교직 경력 6년의 교사로 사범대학에서 화학교육을 전공하였으며, 복수전공으로 공통과학을 전공하고, 박사과정에 재학 중이었다. 또한 2008년부터 2010년까지 3년 동안 탐구적 과학 글쓰기 활동을 과학 수업에 적용해 왔다.

3. 탐구적 과학 글쓰기 활동 및 적용

탐구적 과학 글쓰기 활동은 학생들이 능동적인 언어의 주제로 수업에 참여시키기 위해 논의와 글쓰기를 강조한 프로그램이다. 이 프로그램에서는 대화와 글쓰기로써 논의를 수업의 전략으로 사용하여 학생들이 생각을 정리하고, 자신의 사고를 되돌아보도록 글쓰기를 활용함으로써 학생들의 과학 개념 이해와 과학적 탐구를 돕고, 비판적 사고력을 향상시키는 것을 목적으로 한다(Keys et al., 1999; 남정희, 2008). 탐구적 과학 글쓰기 활동은 의문 만들기, 실험설계 및 실행, 관찰, 주장과 증거, 읽기, 반성의 6단계로 이루어

어져 있다(Keys et al., 1999).

탐구적 과학 글쓰기 활동을 적용하기 위하여 중학교 2학년 과학에서 7개 주제를 선정하여 프로그램을 개발하였고, 개발된 프로그램은 과학교육 전문가 1명, 과학교육 박사과정 4명, 중학교 교사 3명으로부터 타당도를 검증 받았다.

개발된 프로그램 중 일부는 이전 연구에서 프로그램 적용 시 몇 가지 어려움이 제기되어 이를 해결하고자 프로그램의 몇 단계를 보완하여 개발된 것이다. 프로그램의 주제에 따라 A, B, C 세 가지 유형으로 구분하였는데, A유형은 탐구적 과학 글쓰기 활동의 6단계를 모두 수행하는 프로그램이고, B유형과 C유형은 프로그램 주제마다 난이도 차이와 한정된 수업 시간이라는 시간적 제약을 고려하여 기존의 유형을 수정하여 개발한 것이다. B유형은 A유형과 같은 모든 단계를 거치나 '의문 만들기' 또는 '실험 설계 및 수행'의 단계가 쉬운 주제를 선정하여 진행 시간이 단축 되도록 하였고, C유형은 주제에 따라 실험 수행 단계를 생략하고 제시한 결과 분석을 통해 의문을 해결하도록 하였다. C유형에서는 학생들이 주로 동영상을 통하여 실험을 관찰하도록 하였다(표 1). 이렇게 개발된 프로그램, '밀도', '용해도', '별의 밝기', '광합성', '증산작용', '조류운동', '옴의 법칙' 7개 주제를 2010년 4월부터 12월까지 실험 집단에 적용하였다.

4. 검사도구 및 분석방법

이 연구에 사용된 검사 도구는 사전, 사후검사로 이 용된 요약 글쓰기 검사(Summary Writing Test)이다. 요약 글쓰기 검사는 Prain과 Hand(1996)가 제안

표 1
탐구적 과학 글쓰기 활동 주제

	주제	단원	유형
1	밀도	2. 물질의 특성	A
2	기체의 용해도	2. 물질의 특성	C
3	별의 밝기	3. 지구와 별	B
4	광합성	4. 식물의 구조와 기능	C
5	증산작용	4. 식물의 구조와 기능	A
6	조류 운동	6. 지구의 역사와 지각변동	A
7	저항과 전류의 관계	7. 전기	A

한 것을 바탕으로 개발한 글쓰기 도구로, 일반적인 글쓰기와 다르게 단원의 내용을 설명하는 편지글, 신문 기사, 여행안내서 등을 작성하여 친구 또는 동생 등과 같이 단원 내용을 모르는 대상을 이해하고 설득시키는 글쓰기이다. 학생들은 이해와 설득이 바탕이 되는 글을 쓰기 위해 자신의 과학 지식을 재구성하고 이를 논리적으로 전개하며 상대방을 이해시키고 설득하기 위해 주장과 증거를 사용하여 글을 쓰게 된다.

탐구적 과학 글쓰기 프로그램의 효과를 검증하기 위해 요약 글쓰기 검사를 실시하고, 분석을 위한 평가틀은 남정희(2008)가 개발한 요약 글쓰기 평가틀을 사용하였다. 요약 글쓰기 평가틀은 단원의 학습 목표에 해당하는 Big idea와 과학개념, 논의 구조, 수사적 구조 등 4개의 항목으로 구성되었다. 먼저 Big idea 부분은 단원의 학습 목표를 학생들이 이해하고 있는가를 평가하는 항목이고, 과학 개념은 Big idea를 설명하기 위해 그 단원에서 강조하는 중요 과학개념에 대한 이해를 평가하기 위한 항목이다. 논의 구조는 학생들이 상대방을 이해하고 설득시키기 위해 과학 개념을 설명할 때 주장, 증거, 보장의 논의 요소를 논리적 체계를 갖춰 사용하였는지를 평가하는 항목이다. 수사적 구조 항목은 과학적 개념이나 논의 구조보다 글쓰기의 수사적 측면에 초점을 맞춘 평가항목으로 학생들의 글쓰기 능력을 평가하기 위한 항목이다.

이 연구에서는 프로그램 처치 전 학생들의 동질성 검사를 위해 '물질의 상태와 상태변화'를 설명하는 요약 글쓰기를 실시하였고, 독립 표본 t-검증을 통해 두 집단에 대한 평균 차이를 검증하였다. 프로그램을 처치한 후 그 효과를 알아보기 위해 2학년 '전기' 단원을 설명하는 요약 글쓰기를 실시하였고, 작성한 요약 글쓰기는 두 집단 사이에 Big Idea, 과학 개념, 논의 구조, 수사적 구조에 차이가 있는지 알아보기 위하여 사전 요약 글쓰기를 공변량으로 하여 일원 공변량 분석(one-way ANCOVA)을 실시하였다. 또한 요약 글쓰기에 나타난 Big Idea, 과학 개념, 논의 구조, 수사적 구조에서 각 집단의 효과 정도를 알아보기 위해 실험집단과 비교집단 간의 Cohen's d 값을 구했다. Cohen's d 값은 두 변수 사이의 평균치 간의 효과 크기(effect size)를 알아보는 것으로 $d=0.2\sim 0.4$ 일 때 작은 효과(small)가 있음을, 약 0.5일 때 중간정도의 효과 크기(medium)를, 0.8보다 큰 값일 때 큰 효과(large)가 있음을 보여준다.

논의 구조는 주장, 증거, 보장의 요소가 연관되어 있는지 여부에 따라 주장, 주장-증거, 주장-증거-보장 세 가지로 구분하였다. 논의 구조의 분석은 요약 글쓰기에서 나타난 논의 구조 사용 빈도를 백분율로 환산하여 정량적인 분석을 실시하였으며, 실험집단과 비교집단의 논의 구조 사용에서 나타나는 특징은 증거 제시 방법에 대한 질적 분석을 통하여 이루어졌다. 논의에서 상대방을 설득하기 위해서는 자신의 주장을 뒷받침하기 위한 타당한 증거를 제시해야하며, 제시되는 증거는 이해하기 쉬워야 한다. 따라서 설득력 있는 논의를 하기 위해서는 자신의 주장에 대한 증거를 타당하고 이해하기 쉽게 제시해야 하는데, 이는 증거를 어떻게 제시하는가에 달려있다. 증거 제시 방법은 논의의 질을 평가하는 중요한 요소이다(남정희 등, 2008). 논의 구조의 분석 과정은 과학교육 박사과정 1명과 석사과정 1명이 무작위로 선정한 20명의 요약 글쓰기를 각각 채점하고, 비교하는 과정을 반복하여 분석자간 신뢰도를 높였고, 분석자 1인이 모든 답안지를 채점하였다. 채점에서 의문스러운 점은 다시 2인의 분석자가 합의 과정을 통해 합의점을 도출하여 채점의 신뢰도를 높이고자 하였다.

Ⅲ. 연구 결과

이 연구의 결과는 탐구적 과학 글쓰기 활동을 통해 학생들의 글쓰기에 나타난 논의 구조를 살펴보고자 논의 구조 사용 빈도와 논의 구조 특징을 분석하여 나타내었다. 또한 실험집단과 비교집단의 요약 글쓰기에 나타난 Big Idea, 과학 개념, 논의 구조, 수사적 구조의 차이도 살펴보았다.

1. 사전 요약 글쓰기(Summary Writing) 분석 결과

사전 요약 글쓰기(Summary Writing) 분석 결과는 탐구적 과학 글쓰기 활동의 효과를 알아보기 위해 두 집단 간의 동질성을 확인하기 위해 사전에 두 집단에서 실시한 요약 글쓰기의 Big idea, 과학개념, 논의 구조, 수사 구조, 총점의 평균 점수를 비교한 것이다.

실험집단과 비교집단의 처치 전 동질성을 비교하기 위해 실시한 요약 글쓰기를 독립 표본 t-test를 통해 분석한 결과, Big idea를 제외한 항목에서 실험집단과

표 2
실험집단과 비교집단의 사전 요약 글쓰기 분석 결과

	실험집단		비교집단		t	p
	M	SD	M	SD		
Big idea	6.53	2.336	5.42	3.246	-1.667	.100
과학개념	8.75	4.003	6.78	4.079	-2.071	.042*
논의 구조	11.19	4.973	8.33	5.166	-2.394	.019*
수사 구조	6.11	3.205	4.17	2.720	-2.775	.007*
총점	32.58	10.966	24.97	12.765	-2.714	.008*

*p<.05

비교집단 간에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다(표 2). 따라서 두 집단 간의 차이를 통계적으로 통제하고자 일원 공변량 분석(one-way ANCOVA)을 통해 사후 검사 결과를 분석하였다.

2. 사후 요약 글쓰기 분석 결과

(1) 사후 요약 글쓰기 전체 분석 결과

탐구적 과학 글쓰기 활동을 통해 학생들의 글쓰기에 나타나는 논의 구조를 살펴보기에 앞서 실험집단과 비교집단의 요약 글쓰기에 나타난 Big idea, 과학개념, 논의 구조, 수사 구조, 총점을 분석한 결과를 제시하였다(표 3).

사후 요약 글쓰기의 결과를 보면, 실험집단의 총점 평균은 31.99점으로 비교집단의 평균 22.49점보다 통계적으로 유의미하게 높은 것으로 나타났다($F(1,102)=6.28, p<.05$). 세부 항목의 Big idea에서 실험집단의 평균은 8.24점으로 비교집단의 평균 6.71

보다 높게 나타났으나 통계적으로 유의미한 차이는 나타나지 않았다($F(1,102)=4.82, p>.05$). 과학 개념은 실험집단의 평균 5.62점 비교 집단의 평균 4.23점, 수사적 구조는 실험집단의 평균이 7.62점, 비교집단의 평균이 6.57점으로 두 항목 모두 실험 집단의 평균이 비교집단에 비해 높게 나타났으나 통계적으로 유의미한 차이를 나타내지 않았다($F(1,102)=4.82, p>.05$). 그러나 논의 구조에서는 실험집단의 평균은 10.5점으로 비교집단의 평균 5.03점보다 유의미하게 높은 것으로 나타났다($F(1,102)=4.82, p<.05$).

사후 요약 글쓰기에 나타난 두 집단 간의 효과 크기(Effect-size)를 <표 4>에 제시하였다. Big idea, 과학개념, 수사적 구조에서는 실험집단을 비교집단과 비교했을 때 작은 효과 크기를 나타냈으나, 논의 구조는 큰 효과 크기, 총점에서는 실험집단이 비교집단에 비해 중간 효과 크기를 나타내고 있다(표 4).

(2) 사후 요약 글쓰기의 논의 구조 분석 결과

표 3
실험집단과 비교집단의 사후 요약 글쓰기 분석 결과

	실험집단		비교집단		F
	평균	표준편차	평균	표준편차	
Big idea	8.24	4.87	6.71	4.99	1.31
과학개념	5.62	2.96	4.23	3.59	2.34
논의 구조	10.5	7.43	5.03	4.84	13.7*
수사 구조	7.62	3.37	6.57	3.62	0.18
총점	32.0	15.2	22.5	14.5	6.28*

*p<.05

표 4 사후 요약 글쓰기 효과 크기(Effect-size) 분석 결과

	Cohen's d	scale
Big idea	0.31	small
과학 개념	0.43	small
논의 구조	0.89	large
수사 구조	0.30	small
총점	0.64	medium

실험집단과 비교집단 학생들의 요약 글쓰기에 나타난 논의 구조를 알아보기 위해 주장, 주장-증거, 주장-증거-보장의 사용 빈도를 백분율(%)로 나타내었다(표 5). 백분율은 주장, 주장-증거, 주장-증거-보장의 각 사용 빈도를 총 인원수로 나누고 100을 곱하여 구한 값으로 개별 학생이 평균적으로 사용한 논의 구조 빈도를 나타낸 것이다.

실험집단의 경우 주장만 제시한 빈도는 172회(253%), 비교집단은 77회(220%)로 나타나 실험집단의 주장 사용 빈도가 높은 것으로 나타났다. 주장과 증거를 함께 제시한 경우는 실험집단은 84회(124%)였고, 비교집단은 18회(51.4%)로 나타나 실험집단에서 주장과 증거를 함께 제시한 경우가 비교집단에 비해 약 2.4배 정도 많은 것으로 나타났다. 마지막으로 주장, 증거, 보장을 모두 사용한 경우는 실험집단은 27회(39.7%)이고, 비교집단은 3회(8.57%)로 나타났다. 실험집단에서 주장, 증거, 보장을 사용한 비율이 비교집단에 비해 약 4.6배 정도 높은 것으로 나타났다.

(3) 요약 글쓰기(Summary Writing)에 나타난 논의 구조 특징 분석

논의 구조의 특징 분석은 실험집단과 비교집단 학생들의 요약 글쓰기 나타난 논의 구조 내에서 자신의 주

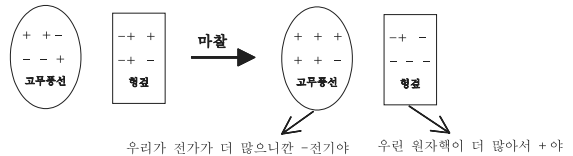
표 5 실험집단과 비교집단의 글쓰기에 나타난 논의 구조 분석

	실험 집단		비교 집단	
	빈도	백분율(%)	빈도	백분율(%)
주장	172	253	77	220
주장-증거	84	124	18	51.4
주장-증거-보장	27	39.7	3	8.57

장에 대한 증거 제시 방법의 차이를 분석한 결과이다.

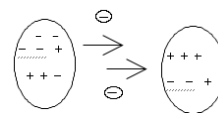
(사례1) 주장-증거-보장(실험집단)

전기에서 마찰전기라는 것이 있는데 마찰전기는 네가 만약에 물체를 마찰시키면 전기가 일어나(주장). 예를 들어 머리카락을 빗으로 많이 빗으면 머리카락이 빗에 달라 붙을 거야(증거). -중략- 마찰전기는 +전기의 양과 -전기의 양이 항상 같아 전기를 띠지 않아. 그러나 서로 마찰하며 전자의 이동으로 전기가 생겨나. +전기와 -전기를 더 자세하게 알려줄게. +전기는 움직이는 것을 싫어해. 그리고 -전기는 원자핵보다 작고 잘 움직이지. 그래서 항상 마찰할 때에는 -전기가 다른 쪽으로 이동해.(보장)



(사례2) 주장-증거-보장(실험집단)

마찰전기란? 마찰하여 생기는 전류로 전자가 옮겨가는 것으로 인해 전기가 발생하는 것이다.(주장) (-)가 (+)원자핵이 많은 곳으로 옮겨갈 때 마찰전기가 생겨. (보장)



마찰은 여러 가지 예로 건조한 날 출입문의 금속 손잡이를 째 잡을 때 짜릿한 경우와, 책받침을 옷에 마찰하여 종이 조각이 달라붙는 경우, 명주털에 풍선을 비빈 풍선을 머리카락에 갖다 대면 머리카락이

달라붙는 경우들이 있다. (증거)

〈사례1〉과 〈사례2〉는 실험집단에 나타난 주장-증거-보장의 예로, 〈사례1〉은 마찰전기를 설명하는 부분에서 마찰전기에 대한 정의를 주장으로 제시하고, 그에 대한 증거로 마찰전기가 발생하는 예를 제시하였으며, 증거를 설명하는 보장으로 마찰전기가 발생하는 이유를 그림과 그림에 대한 설명으로 제시하였다. 〈사례2〉는 마찰전기의 정의를 주장으로 제시하고, 마찰전기의 예를 증거로 제시하고 있다. 증거를 설명하기 위한 보장으로 마찰전기의 발생을 전자의 이동을 설명하면서 설명과 관련된 그림을 제시하고 있다.

〈사례3〉 주장-증거-보장(비교집단)

추운날 출입문 손잡이를 잡으면 전기가 통할거야(주장). 이건 마찰 전기 때문이야. 마찰전기는 서로 다른 두 물체를 마찰시켰을 때 물체가 띄는 전기야(증거). 마찰과정에서 전자가 이동을 해 따끔거리는 거지. 전자를 잃은 물체는 +로 대전되고, 전자를 얻은 물체는 -로 대전되지.(보장)

〈사례3〉은 비교집단에 나타난 주장-증거-보장의 예로 마찰전기를 설명할 때 일상생활에서 발생하는 마찰전기의 예를 주장으로 제시했고 주장에 대한 증거로 마찰전기의 의미를 제시하였으며 보장으로 마찰전기가 발생하는 원인을 +와 -의 이동으로 설명하고 있다.

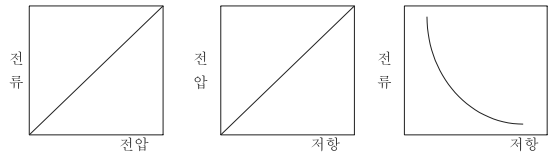
〈사례4〉 주장-증거(실험집단)

전기를 띤 물체를 다른 물체에 가까이하면 전기를 띤 물체와 가까운 쪽은 다른 종류의 전기를 띠고 먼 쪽은 같은 종류의 전기를 띠어.(주장) 이런 현상을 정전기유도라고 하지. 검전기도 이러한 원리로 하면 되지. (증거)



〈사례5〉 주장-증거(실험집단)

옴의 법칙은 전류의 세기는(I)는 전압(V)에 비례하고, 저항(R)에 반비례한다.(주장)
 $I=V/R$, $V=I \cdot R$, $R=V/I$ (증거)



〈사례4〉와 〈사례5〉는 실험 집단에 나타난 주장과 증거의 예로 〈사례4〉는 정전기 유도에 대한 설명을 주장으로 제시하며, 주장에 대한 증거로 정전기유도 현상을 이용한 검전기를 제시하고, 이를 설명하는 그림을 제시하고 있다. 〈사례5〉는 옴의 법칙을 주장으로 제시하며, 이에 대한 증거로 전류, 전압, 저항 사이의 관계를 나타내는 식을 나타내고 있고, 이를 설명하기 위해 다시 그래프를 제시하고 있다.

〈사례6〉 주장-증거(비교집단)

저항이란 전류의 흐름을 방해하는 것을 말해.(주장) 이 저항은 자유로운 전자들이 이동할 때 생기는 원자들 간의 충돌 때문에 생기는 것이라.(증거)

〈사례6〉은 비교집단에서 나타나는 주장-증거의 예로 저항의 정의를 주장으로 제시하고 저항이 발생하는 이유를 증거로 제시하고 있다.

탐구적 과학 글쓰기 활동을 통해 실험집단과 비교집단의 요약 글쓰기에 나타난 논의 구조를 분석해 본 결과, 실험집단과 비교집단 모두 주장-증거-보장, 주장-증거를 제시하는 논의 구조가 나타났지만 증거와 보장을 제시하는 수준에서 차이가 나타났다. 실험집단 학생들은 주장에 대한 증거와 증거를 설명하는 보장을 제시할 때 상대방이 쉽게 이해할 수 있도록 설명과 함께 그림, 그래프, 도표, 예 등 다양한 표현 방법을 사용한 반면 비교집단에서는 단순한 사실을 글로 된 설명만으로 나열하고 있었다. 논의에서 다양한 표현 방법을 사용하는 것은 상대방을 이해시키기 위해 자신의 주장과 논리적인 연결을 가진 증거를 제시하기 위한 것이다(Hand et al., 2008; Kelly & Takao, 2002). 또한 증거와 보장의 내용에서도 차이를 나타냈는데 실험 집단의 경우 우리 주변에서 쉽게 접할 수 있는 예를 이용하고, 현상이 일어나는 이유를 구체적으로 설명하고 있는 반면, 비교 집단에서는 증거로 제시한 과학 용어를 구체적인 설명 없이 나열하는 사례

가 나타났다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 탐구적 과학 글쓰기 활동을 통해 학생들의 글쓰기에 나타나는 논의 구조 및 특징을 살펴 보았다.

탐구적 과학 글쓰기 활동이 학생들의 글쓰기에서 논의 구조에 미치는 영향을 알아보기 위해 두 집단 학생들의 논의 구조 사용 빈도를 분석한 결과, 주장-증거-보장의 사용 비율이 실험 집단이 비교 집단에 비해 약 4.6배 이상 높은 것으로 나타났고, 주장-증거의 사용 비율 역시 실험 집단의 평균이 비교 집단에 비해 약 2.4배 정도 높게 나타났다. 이는 탐구적 과학 글쓰기 활동이 학생들의 글쓰기에서 논의 구조 사용에 효과적이라는 결과로 볼 수 있다. 탐구적 과학 글쓰기 활동을 하는 동안 학생들은 끊임없이 논의를 경험하게 되고 그 과정에서 학생들은 자신의 주장에 대한 설득력을 높이기 위해 다양한 증거를 사용하고 증거를 설명하기 위한 보장을 사용하게 된다. 그러므로 학생들은 자연스럽게 보다 효과적으로 상대방을 설득하기 위한 논의 구조를 체득하게 되고 이런 결과가 글쓰기에 반영되어 나타난 것이라 생각된다.

과학 교육자들은 학생들이 과학 지식을 구성하기 위해 논의를 사용하는 방법 그리고 과학에서 좋은 논의의 기준을 배울 기회를 많이 가져야 한다고 말한다 (Newton *et al.*, 1999; Bell & Linn, 2000; Driver *et al.*, 2000; Duschl & Osborne, 2002; Sandoval, 2003; Kuhn & Reiser, 2005; McNeill *et al.*, 2006). 탐구적 과학 글쓰기 활동은 학생들에게 과학 지식을 구성하기 위한 논의 과정을 경험하게 하고, 이를 통해 과학에서 좋은 논의의 기준을 스스로 배울 기회를 제공하여 학생들의 글쓰기에서 논의 구조 사용에 긍정적인 영향을 미친 것으로 생각된다.

학생들의 글쓰기에 나타나는 논의 구조에 대한 정성적 분석 결과 학생들의 논의 구조의 특징은 다음과 같다. 실험집단 학생들은 주장에 대한 증거와 증거를 설명하는 보장을 제시할 때 상대방이 쉽게 이해할 수 있도록 설명과 함께 그림, 그래프, 도표, 예 등 다양한 표현 방법을 사용한다는 특징이 나타났다. 그리고 학생들은 단순히 그림을 제시하는 것이 아니라 그림에 대한 설명과 함께 그림을 제시함으로써 상대방의 이

해도를 높이려는 경향이 나타났다(조혜숙, 2009; 이동원, 2011).

과학적 논의를 경험하는 학생들은 과학 지식을 표현하기 위해 많은 형태의 전달 방법을 사용하고, 자신이 가치 있게 생각하는 방법으로 표현하고자 한다 (Roth *et al.*, 1999). 현상이나 사물을 직관적인 판단으로 인식하는 학생들에게는 글보다 그림이 더 효과적인 방법이므로 탐구적 과학 글쓰기 활동을 한 학생들은 이해와 설득을 위한 요약 글쓰기에서 이런 표현 방법이 더 효과적이라 것을 이해하고 있는 것으로 생각된다.

탐구적 과학 글쓰기 활동을 통해 학생들의 글쓰기에 나타난 논의 구조의 또 다른 특징은 증거와 보장의 내용에서 보여주는 두 집단 간 차이이다. 실험 집단의 경우 우리 주변에서 쉽게 접할 수 있는 예를 이용하고 현상이 일어나는 이유를 구체적으로 설명하고 있는 반면, 비교 집단에서는 증거로 제시한 과학 용어를 구체적인 설명 없이 나열만 하는 경향이 있었다. 이러한 결과는 일반적으로 학생들은 그들의 주장을 정당화하기 위한 적절한 증거를 사용하지 못한다는 것을 나타내는 것으로(Kuhn, 1991; Sandoval & Millwood, 2005), 학생들이 증거에 대한 이해가 없으면 주어진 자료를 활용하여 적절한 논의 구조를 사용할 수 없다는 연구 결과와 일치한다(Sampson & Clark, 2008). 반면 탐구적 과학 글쓰기 활동을 경험한 학생들은 각 단계에서 지속적으로 논의 과정을 경험하면서 좋은 증거에 대한 기준을 익히게 되어 설득력 있는 증거와 보장을 제시한 것으로 생각된다.

이 연구를 통해 탐구적 과학 글쓰기 활동이 학생의 글쓰기에서 논의 구조 사용에 효과적이라는 것을 알 수 있었다. 탐구적 과학 글쓰기 활동 과정에서 상대방을 보다 효과적으로 이해시키기 위한 많은 노력은 학생들의 주장, 증거, 보장을 제시하는 방법에서 다양한 표현을 사용하게 하는 효과적인 방법이라고 볼 수 있다.

탐구적 과학 글쓰기 활동을 통해 학생들의 글쓰기에서 논의 구조의 특징을 살펴보는 과정에서 학생들이 논의 구조를 사용하려는 노력이 과학 개념을 이해하는 것과 연관이 있음을 알 수 있었고, 이에 후속 연구에서는 논의 구조의 향상이 학생들의 생각을 과학적 개념으로 바꾸는 과정에서 어떤 영향을 미치는지 심층적으로 고찰할 필요가 있다.

국문 요약

이 연구의 목적은 학생들의 글쓰기에 나타난 논의 구조의 특징을 통해 탐구적 과학 글쓰기 활동의 효과를 심층적으로 살펴보고자 하는 것이다. 이를 위해 탐구적 과학 글쓰기 전략을 바탕으로 개발된 중학교 2학년 프로그램 7개 주제를 적용한 후 학생들의 글쓰기에 나타난 논의 구조의 특징을 비교해 보았다. 이 연구를 위해 광역시 소재 중학교 2학년 2개 학급을 실험집단으로, 1개 학급을 비교집단으로 선정하여, 실험집단에는 탐구적 과학 글쓰기 활동을 실시하였고, 비교집단에는 전통적인 강의 및 실험 수업을 실시하였다. 프로그램의 처치 후 두 집단에게 요약 글쓰기를 실시하였고, 요약 글쓰기를 통해 학생들의 글쓰기에 나타나는 논의 구조의 특징을 살펴보았다. 프로그램의 처치 결과 탐구적 과학 글쓰기 활동을 실시한 실험집단 학생들이 전통적 강의 및 실험 수업을 실시한 비교집단에 비해 요약 글쓰기에서 논의 구조를 많이 사용하는 것으로 나타났고, 실험집단 학생들의 증거에서 설명과 함께 그림, 그래프, 예시 등의 다양한 표현 제시되어 있었다. 그리고 증거 제시 수준에서도 비교집단은 증거를 제시할 경우 단순한 용어 나열하는 반면 실험집단의 경우 상대방이 이해하기 쉽게 용어에 대한 설명을 하거나 예를 적절히 사용하고 있었다. 이러한 결과로부터 탐구적 과학 글쓰기 활동이 학생들의 글쓰기에서 논의 구조에 긍정적인 영향을 미치고 비교집단과 구별되는 특징을 나타냄을 알 수 있었다.

주제어: 논의에 기반한 탐구, 논의 구조, 글쓰기, 탐구적 과학 글쓰기 활동

참고 문헌

곽경화, 남정희 (2009). 과학적 논의과정 활동을 통한 학생들의 논의과정 변화 및 논의상황에 따른 논의과정 특성. 한국과학교육학회지, 29(4), 400-413.

남정희, 곽경화, 장경화, Brian Hand (2008). 논의를 강조한 탐구적 과학 글쓰기(Science Writing Heuristic)의 중학교 과학 수업에의 적용. 한국과학교육학회지, 28(8), 922-936.

조혜숙 (2009). 탐구적 과학 글쓰기 활동이 학생들의 글쓰기에서 나타난 다중 표상과 내재성에 미치

는 영향. 부산대학교 석사학위 논문.

이동원 (2011). 논의가 강조된 일반화학실험이 학생들의 글쓰기에서 나타난 다중 표상과 내재성에 미치는 영향. 부산대학교 석사학위 논문.

Applebee, A.N. (1984a). Writing and reasoning. *Review of Education Research*, 54, 577-596.

Bell, P., & Linn, M. C. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: Designing for learning from the web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22(8), 797-818.

Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84, 3, 287-312.

Duschl, R., & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse. *Studies in Science Education*, 38, 39-72.

Duschl, R., & Ellenbogen, K. (2002). Argumentation processes in science learning. Paper presented at the Conference on Philosophical, Psychological, and Linguistic Foundation For Language and Science Literacy Research, University of Victoria, B.C., Canada.

Flower, L. (1998). Problem-solving strategies for writing. Harcourt Brace Jovanovich, Inc., N. Y.

Greenwald, E. A., Persky, H. R., Campbell, J. R., & Mazzeo, J. (1990). NAEP 1999 Writing Report Card for the national and the States. *Education Statistics Quarterly*, 1(4), 23-28.

Hand, B., Choi, A., Greenbowe, T., Schroeder, J., & Bennett, W. (2008). Examining the Impact of Student Use of Multiple-mode Representations in Constructing Science Arguments. Annual International Conference of National Association for Research in Science Teaching, Baltimore, MD.

Katherine L. McNeill. (2008). Lynch school of education. Chestnut Hill, MA: Boston College.

Kelly, G. J., & Takao, A. (2002). Epistemic levels in argument: An analysis of university oceanography student's use of evidence in writing. *Science Education*, 86, 314-342.

Kelly, G. J., Bazerman, C., Skukauakaite, A., & Prothero, W. (2002). Rhetorical features of student science Writing in introductory Conference Ontological, Epistemological, Linguistics and Pedagogical Considerations of language and Science literacy: Empowering Research and Informing Instruction, Victoria, BC, Canada.

Keys, C. W., Hand, B., Prian, V., Collins, S. (1999). Using the Science Writing Heuristic as a Tool for Learning from Laboratory Investigations in Secondary Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(10), 1065-1084.

Kuhn, T. (1970). *The structure of scientific revolution*. Chicago. University of Chicago Press.

Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. Cambridge, England: Cambridge University Press.

Kuhn, D. (2009). Teaching and Learning Science as Argument. *Science Education*, 94(5), 810-824.

Kuhn, L., & Reiser, B. (2005). Students constructing and defending evidence-based scientific explanations. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Dallas, TX.

Kuhn, D., Shaw, V., & Felton, M. (1997). Effects of dyadic interaction on argumentative reasoning. *Cognition and Instruction*, 15(3), 287-315.

Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, Learning, and values*, NJ: Ablex.

McNeill, K. L., Lizotte, D. J, Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *The*

Journal of the Learning Sciences. 15(2), 153-191.

Newton, P., Driver, P., & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21(5), 553-576.

Norris, S., & Philips, L. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87, 224-240.

Nunan, D. (1999). *Second Language Teaching and Learning*. Boston: Heinle & Heinle.

Osborne, J., (2002). Science without literacy. *Cambridge Journal of Education*, 32(2), 203-218.

Prain, V., & Hand, B. (1996). Writing for learning in secondary science: Rethinking practices. *Teaching and Teacher Education*, 28(3), 179-201.

Raimes, A. (1983). *Techniques in Teaching Writing*. New York: Oxford University Press.

Roth, W. M., McGinn, M., Woszcyna, C., & Boutonne, S. (1999). Differential participation during science conversations: The interaction of focal artifacts, social configurations, and physical arrangements. *Journal of the Learning Sciences*, 8, 293-347.

Sandoval, W. A. (2003). Conceptual and epistemic aspects of students' scientific explanations. *Journal of the Learning Sciences*, 12(1), 5-51.

Sandoval, W. A., & Millwood, K. (2005) The quality of student's use of evidence in written scientific explanation. *Cognition and Instruction*, 23(1), 23-55.

Sampson, V. & Clark, D. B. (2008). Assessment of the ways students generate arguments in science education: Current perspectives and recommendations for future directions. *Science Education*, 92(3), 447-72.