

논의활동 전·후의 글쓰기에 나타난 과학글쓰기 능력의 정량적 변화 분석

공영태^{*} · 강묘정¹

진주교육대학교 · ¹양주초등학교

A Change of the Science Writing ability before and after Argumentation

Young-Tae Kong^{*} · Myo-Jeong Kang¹

Chinju National University of Education · ¹Yangju Elementary School

Abstract : The aim of this study is to investigate the change of science writing ability between pre and post-science writing which was written before and after argumentation activity and to show how argumentation influences the science writing ability. To fulfill this aim, eight 5th grade students were chosen from an elementary school. They were involved in the nine science writing themes which was compose of scientific contexts and social scientific contexts. Students' science works in argumentation and writing activity were collected and analysed based on four domains of framework for science writing ability: scientific thinking, logic, creativity and expression ability. The result of this study showed that the affirmative change of four domains of science writing ability on post-science writing written after argumentation was observed. Also, an affirmative change was observed in all of the scientific and social scientific themes. A lot of changes of the scientific writing ability were observed especially when the themes were familiar to student. The degree of change depended on the level of the student, but overall it influenced all participating students with a positive improvement for their scientific writing ability. Students with high grade of academic achievement showed high improvement in science writing ability, but students who had low grade of academic achievement also showed a positive improvement in science writing ability.

keywords : science writing, argumentation, elementary school student, science writing ability

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

세계화·정보화 시대로 특징 지워지는 21세기는 지식을 기반으로 하는 무한 경쟁사회이며 새로운 지식과 정보가 개인 및 국가의 경쟁력으로 통하고 있다. 이러한 사회의 요구에 따라 이루어져야 할 과학교육의 방향은 2007 개정 과학과 교육과정의

목표에 잘 나타나 있다. 이번 2007 개정 과학과 교육과정의 커다란 특징 중의 하나로는 과학적 창의력의 충실을 들 수 있다(교육인적자원부, 2007). 이는 과학적 지식과 기능을 습득하고 나아가 과학적 사고력·판단력·표현력 등의 균형을 증시하는 것으로 PISA형 과학 학력의 중심축이라고도 할 수 있다(공영태, 나성은, 2008; 공영태, 2013).

하지만 과학적 지식 및 과학적 탐구 기능을 습득하는 학습 활동과 나아가 이것을 활용하여 문제를 해결하기 위하여 사고하고, 판단하고, 표현하는 학

^{*}교신저자 : 공영태(ytkong@cue.ac.kr)

^{**}이 논문은 2011년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음(NRF-2011-327-B00608)

^{***}2013년 10월 24일 접수, 2013년 12월 10일 수정원고 접수, 2013년 12월 16일 채택

습활동은 기본적으로 언어활동에 의하여 이루어지고 있다. 이러한 배경 아래 과학 교과에서도 국어 교과에서 배양된 언어에 관한 능력에 기초하여, 지적 활동의 기반이기도 하고 커뮤니케이션 활동의 기반이기도 한 언어의 역할에 중점을 두고 과학교육의 목표를 효과적으로 실현하기 위한 수단으로서의 언어의 중요성이 강조되었다. 이러한 필요성에 따라 말하기, 듣기, 읽기, 쓰기 형태의 다양한 언어 형태를 이용한 관련 연구가 진행되어왔다.

이들 가운데 글쓰기의 역할은 학습을 위한 효과적인 전략으로 인식되어 과학교육분야에서도 학습 전략으로서의 활용도에 관한 연구가 진행되어 왔다. Emig(1977)과 Connally(1989)는 글쓰기는 학습자들의 학습을 보다 능동적이게 하고 개념간의 체계적인 연관을 짓게 한다고 하였다. 그리고 Flower(1998)는 많은 가능성과 다양한 해결방법을 지닌 문제해결과정이며, 인간의 창의력과 상상력이 무한히 발휘될 수 있다고 하였다(Flower & Hayes, 1980; Bereitre & Scardamala, 1987). 또한 재음미와 재사고를 가능하게 하는 실제적인 과정이며(Applebee, 1984), 표현과정에서 새로운 내용을 발견하기도 하며(Raimes, 1983; Nunan, 1999), 주요원리에 토론하는 것을 가능하게 한다(Herrington, 1981).

이러한 연구의 흐름을 받아들여 2007 개정 과학과 교육과정에서는 교수·학습의 방법으로 과학글쓰기를 제안하고, 과학 및 과학과 관련된 사회적 쟁점에 대한 자료를 읽고, 이를 활용한 과학글쓰기를 통하여 과학적 사고력, 창의적 사고력 및 의사소통 능력을 함양할 수 있게 지도하도록 하고 있다(교육인적자원부, 2007).

일반적으로 과학글쓰기는 과학적 사실이나 법칙, 이론, 실험 데이터 등을 소재로 하여 글에 자연현상에 대한 사고과정을 담은 활동으로 천재훈, 손정우(2004)는 글쓰기를 과학교육에 적용한다면 과학과의 목표 달성에 중요한 수단으로 활용될 수 있다고 하였다. 또한 배희숙(2008)은 과학글쓰기는 과학 수업 시간에 이루어지는 수업 내용의 정리활동과 평가에서 뿐만 아니라 수업의 전 과정에 걸쳐 과학적 사고력을 향상시키는 교수·학습 전략으로

사용될 수 있다고 하였다. 그리고 과학글쓰기는 과학적 사고력(손정우, 2006; 천재훈, 2006), 생물에 대한 흥미와 과학적 태도(김형자, 변정호, 권용주, 2012), 과학 개념(박은희, 전영석, 2007; 이남은, 2009; 지영숙, 2006), 인지적 정의적 측면(문미희, 신애경, 2012), 과학탐구능력과 과학에 대한 태도(신영준, 황현옥, 박헌우, 2009; 이석희, 서봉희, 김용권, 2007)에 긍정적인 효과가 있다는 선행연구가 있다.

그러나 많은 학생들은 글쓰기를 어려워하며 자신의 사고과정을 드러내는데 부담을 가지고 있다. 또한 지식을 학습자 스스로 구성해 나간다는 구성주의의 관점에서 상호작용을 통한 사고력의 신장은 매우 중요하다. 이러한 관점에서 과학글쓰기는 자신의 사고과정을 발견하고 수정해감으로써 과학적 사고력의 신장을 도모할 수 있으나 글쓰기만으로는 사회적 상호작용을 통한 지식의 구성은 어렵다는 단점을 가지고도 있다(신영식, 2009).

이러한 글쓰기의 단점을 보완하여 과학글쓰기를 과학적 사고력 향상을 위한 중요한 수단으로 활용하기 위한 방안으로 논의를 활용한 연구가 진행되고 있다(남정희 등, 2008; 광경화, 남정희, 2009 & 장경화, 남정희, 최애란, 2012; Keys et al., 1999; Kelly and Chen., 1999; Kuhn, 2009; Lawson, 2010). 논의와 같은 말하기는 글쓰기보다 학생들에게 부담이 적으며, 자신의 사고를 표현할 뿐만 아니라 다른 사람의 생각을 듣고 평가하는 반성적 상호 작용의 기회를 제공함으로써, 학생들의 사고는 보다 정교해지고 명확해지므로 자신의 생각을 글로 표현하는데 도움이 된다(이하룡 등, 2005; 강순민, 광경화, 남정희, 2006; 위수민 등, 2009; Toulmin, 1958; Osborne et al., 2001; Hand et al., 2006; Hand et al., 2004; Hohenshell, 2006). 김용권, 서봉희(2006)는 학생들에게 논의의 기회를 제공한다면 자신의 논증을 언어화하는 과정을 통해 효과적인 표현법을 익힐 수 있으며 상대의 주장과 자신의 주장을 비판하고 되돌아봄으로써 논리적인 사고력을 향상시킬 수 있다고 했다. 즉 논의활동은 주장, 근거, 보장, 보강 등의 논의 요소를 활용하여 자신의 사고를 표현하고 통찰하는 과정으로 토론보

다 좀 더 논리적인 체계를 갖추므로 과학적 사고력 및 창의성 신장을 위한 과학글쓰기에 도움을 줄 것으로 여겨진다(강순민, 2004).

따라서 논의활동을 통한 과학글쓰기는 자신의 사고를 드러내고 다른 사람의 생각을 평가하는 사회적 상호작용을 통하여 과학적 사고의 확장 및 지식 구성의 기회를 제공할 것이며, 학생들에게 사고의 확장으로 인한 다양한 과학적 근거 및 소재를 활용하여 글쓰기에 대한 부담감을 줄일 수 있을 것이다. 그리고 이를 통하여 과학적 사고력과 창의성의 신장을 도모해 과학적 소양을 갖춘 과학인 육성이라는 과학과의 목표 도달을 이룰 수 있을 것이다.

그러나 대부분의 선행연구에서는 논의와 과학글쓰기의 한쪽 면만의 효과를 고찰한 연구가 대부분이고, 특히 초등학교 수업에 논의와 과학글쓰기를 접목한 사례 연구는 거의 발표되지 않았다. 또한 논의나 토론을 행한 후 학생들이 작성한 과학글쓰기를 대상으로 하여 논의나 토론이 과학글쓰기에 미치는 영향과 이의 요인분석 등의 연구(장경화, 남정희, 최애란, 2012; 광경화, 남정희, 2009; 남정희, 이동원, 조혜숙, 2011; 신영식, 전영석, 2012)는 있지만, 이번 연구에서 행하고자 하는 논의활동 전·후의 글쓰기 내용을 분석하여 초등학교의 과학글쓰기 능력의 변화를 정량적으로 고찰한 연구는 거의 없다.

이 연구에서는 논의활동 전·후에 작성한 초등학교생들의 과학글쓰기에서 나타나는 과학글쓰기 능력의 변화를 정량 및 정성적으로 살펴봄으로써 과학글쓰기 능력의 변화 정도와 논의활동이 과학글쓰기에 미친 영향을 살펴보는 데 목적을 두었다. 이를 통해서 과학글쓰기 향상을 위한 논의활동 수업의 적용 가능성을 확인하고 이의 실현을 위한 구체적인 교수·학습방법의 기초적인 데이터가 얻어질 것이다.

2. 연구문제

이 연구에서는 논의활동 전·후의 과학글쓰기에서 나타나는 과학글쓰기 능력의 변화를 살펴보기 위하

여 다음과 같은 구체적인 연구문제를 설정하였다.

첫째, 4가지 과학글쓰기 목표영역별에 따른 논의활동 전·후의 과학글쓰기 능력의 변화 정도를 살펴본다.

둘째, 주제별에 따른 논의활동 전·후의 과학글쓰기 능력의 변화 정도를 살펴본다.

셋째, 학생별에 따른 논의활동 전·후의 과학글쓰기 능력의 변화 정도를 살펴본다.

II. 연구방법 및 절차

1. 연구대상

경상남도 양산시 소재의 Y 초등학교 5학년 학생 8명(남학생 4명, 여학생 4명)을 과학교과의 학업성취도 및 흥미도를 바탕으로 임의로 선정하였다. 남녀 혼성으로 4명씩을 모둠원으로 선정하여 모둠 1과 모둠 2로 구성하였다. 이들 모둠 구성에 있어서는 비대칭그룹이 보다 논의활동이 활발하게 일어난다는 선행연구결과(김용권, 서봉희, 2006; 이석희, 서봉희, 김용권, 2007; 신영식, 진영석, 2012)에 기초하여, 이번 연구의 주요 분석항목인 과학성, 논리성, 창의성과 관련된 학업성취도 검사, 논리적 사고력 검사 및 창의성 검사를 행하고 이의 결과에 준거하여 비대칭그룹으로 구성하였다.

학업성취도는 1학기 기말고사 과학교과 평가 결과를 바탕으로 하였고, 논리적 사고력은 short version GALT 검사지(최정미, 2007)를 이용하였다. 그리고 창의성은 Rimm와 Davis(1976)에 의해 개발된 GIFT(group inventory for finding creative talent)를 사용하였다(이수진 2007). 각 학생의 수준은 논의 및 과학글쓰기에 참여한 학생 전체의 점수를 바탕으로 하여 ‘상’, ‘중’, ‘하’로 나누어 결정하였다(표 1).

표 1. 연구대상 학생 정보

모둠	이름	학업성취도	논리적 사고력	창의성
1	A	중	중	상
	B	상	상	중
	C	하	하	하
	D	중	중	중
2	E	하	중	중
	F	중	중	상
	G	중	하	하
	H	상	상	중

2. 논의 및 과학글쓰기 주제선정

이번 연구에서는 과학 교과서에서 제시되어 있는 과학글쓰기 주제(과학적 상황 주제) 가운데 7개를 선택하여 학생들이 쉽게 접근하고 보다 논의가 활발히 일어날 수 있도록 내용을 재구성했다. 또한 시사적으로 주목받고 있는 과학과 관련된 사회적 쟁점에 대한 주제(사회과학적 상황 주제)를 2가지

추가하여 최종적으로 9가지 주제를 선정하였다. 사회과학적 상황 주제는 과학적 상황 주제보다 비교적 배경지식의 영향을 받지 않으므로 활발한 논의가 이루어진다(Osborne et al., 2004; 광경화, 남정희, 2009)고 알려져 있다. 개발된 최종 주제는 과학교육 전문가 1명과 초등학교 교사 3명으로부터 타당도를 검증받았다. 논의 및 과학글쓰기에 사용한 주제의 제목과 제시내용은 <표 2>와 같다.

3. 과학글쓰기 및 논의에 대한 사전지도 실시

논의와 과학글쓰기를 시작하기 전에 2차시에 걸쳐 학생들을 대상으로 과학글쓰기의 정의, 과학글쓰기를 하면 좋은 점, 과학글쓰기에 필요한 3가지 기준(과학성, 논리성, 창의성)에 대한 사전지도를 실시하였다. 또한 과학 논의의 정의, 과학 논의를 하는 방법, 과학 논의를 하면 좋은 점을 이야기하고 과학글쓰기 및 과학 논의 예시를 제시하여 학생들이 과학글쓰기 및 논의가 구체적으로 이해될 수

표 2. 논의 및 과학글쓰기 주제 및 제시 내용

번호	상황	관련 학년 및 단원	제목	제시 내용
1	과학적	3학년 우리생활과 물질	미래의 휴대폰은 어떤 모습일까	· 미래의 휴대폰 상상하기
2	과학적	3학년 자석의 성질	세상에 자석이 없다면 어떤 일이 생길까?	· 자석이 없다면 일어나는 현상 상상하기
3	사회과학적	-	동물 실험은 계속되어야 하는가?	· 동물 연구의 찬반 여부 표현하기
4	과학적	3학년 날씨와 우리생활	올 여름이 유난히 무덥고 태풍이 자주 온다면 어떤 준비를 해야 할까? 그리고 그런 날씨를 이용할 수 있는 방법은?	· 올 여름이 예년보다 유난히 덥고, 태풍이 자주 올 것이라 예상될 때 사람들이 준비할 것 · 이런 여름 날씨를 이용할 수 있는 방법 제안하기
5	사회과학적	-	달로 가는 교통수단에는 무엇이 있을까?	· 달로 가는 우주 교통수단 상상하기
6	과학적	4학년 지표의 변화	비로 인한 산사태를 막기 위한 방법에는 무엇이 있을까?	· 비로 인한 산사태를 막기 위한 방법 제안하기
7	과학적	3학년 동물의 한살이	개구리의 한살이 과정을 이야기해보자	· 개구리의 한 살이 과정을 친구들에게 소개하는 글쓰기
8	과학적	4학년 무게계기	저울이 없어지면 어떤 일이 생길까?	· 만약 저울이 없어진다면 일어날 수 있는 일과 일어난 문제를 해결할 수 있는 방법 제시하기
9	과학적	4학년 모습을 바꾸는 물	물이 부족해서 생길 수 있는 문제와 물을 절약할 수 있는 방법은?	· 물이 부족하여 나타날 수 있는 문제점과 해결방안 제시하기

있도록 하였다. 하지만 표현력에 대해서는 학생들의 자유로운 글쓰기 활동을 제한할 수 있다고 판단하여 이의 지도는 행하지 않았다.

4. 논의 및 과학글쓰기 활동

이번 논의활동 및 과학글쓰기 활동은 방과 후 시간에 이루어졌다. 먼저 각 주제에 대하여 사전 과학글쓰기를 행한 후 학생들은 모둠별로 다른 시간대에 논의를 행하였다. 논의를 할 때에는 연구자가 자체 제작한 논의 학습지를 활용했다. 논의 학습지는 논의를 하기 전에 나의 주장과 근거를 정리하고, 논의를 할 때에는 다른 친구들의 이야기 중 특징적인 것을 기록하고, 논의 후에는 새롭게 알게 된 것을 기록하도록 구성하였다. 이를 통해 논의 활동에서 알게 된 정보를 기록하여 논의 후의 과학글쓰기를 위한 기초 자료로 활용되도록 했다. 논의는 시간제한을 두지 않고 학생들이 자유롭게 진행하도록 하였고, 연구자는 논의과정이 주제에서 크게 벗어나지 않는 이상 논의에 참여하지 않았고 논의과정의 관찰기록에 중점을 두었다. 각 모둠별로 행하여진 논의는 모두 녹음되고 전사되었다. 그리

고 각 주제별로 논의가 끝나면 다른 시간대에 같은 주제에 대하여 사후 과학글쓰기를 행하였다.

5. 논의 및 과학글쓰기 분석틀

이번 연구에서는 논의과정뿐만 아니라 과학글쓰기 내용 분석을 통하여 과학글쓰기 능력의 변화 모습과 논의활동이 과학글쓰기에 미친 영향을 고찰하는 것이 연구 목적이므로, 일반적으로 논의과정의 분석에 사용하는 논의요소 분석틀(강순민, 2004; 광경화, 남정희, 2009)이나 과학글쓰기의 분석에 사용하는 요약글쓰기 평가틀(남정희 등, 2008; 장경화, 남정희, 최애란, 2012)을 직접 사용하기가 어려웠다. 따라서 선행연구(권은실, 2006; 박은희, 전영석, 2007; 장혜진, 2009)에 기초하여 과학글쓰기 목표영역을 ‘과학성’, ‘논리성’, ‘독창성’, ‘표현성’ 등의 네 가지 영역으로 구성된 분석틀을 만들었다(표 3 참조). 최종 분석틀은 과학교육 전문가 3명과 초등학교 교사 3명으로부터 타당도를 검증받은 후 사용하였다.

표 3. 논의 및 과학글쓰기 분석틀

영역	하위요소	내용
과학성	과학지식	· 과학과 관련된 사실, 용어, 개념, 원리
	과학탐구	· 현상 및 문제의 인식 · 자료의 수집·해석으로 문제를 해결
	과학태도	· 과학에 대한 태도 : 과학에 대한 흥미, 과학의 필요성을 인식, 과학과 사회와의 관계 인식 · 과학적 태도 : 호기심, 준비성, 객관성, 비판성 등
논리성	주장	· 자신의 견해를 밝히기 위한 진술
	주장설명	· 주장을 명확하게 드러내기 위한 부연 설명 · 설명적 논의과정 요소에 포함되는 ‘한정’을 포함
	근거	· 주장을 논리적으로 타당하게 하기 위해 제시
	근거설명	· 근거를 명확하게 드러내기 위한 부연 설명
창의성	보장	· 주장에 대한 근거를 정당화해주는 진실, 자료 등이 포함
	보강	· 보장을 강화하기 위해서 추가정보를 제시
표현력	독창성	· 기존의 생각에서 벗어나 참신하고 독특한 생각
	유창성	· 주어진 문제 상황에서 가능한 한 많은 양의 생각
표현력	시각적 표현	· 도표, 그림, 모형, 밑줄 긋기 등의 방법
	강조적 표현	· 자신의 의견을 더욱 강하게 표현하기 위해 사용(반복법, 점층법, 열거법, 대조법)
	비유적 표현	· 과학적 용어나 현상을 주변의 사물이나 현상에 빗대어 표현

6. 자료 분석

논의과정 및 과학글쓰기의 내용 분석은 개발된 9개의 논의과제를 수행하는 동안 학생들의 대화 및 사전·사후 과학글쓰기 내용을 모두 전사하여 전사본을 작성한 후 분석틀에 근거하여 과학교육전문가 1인과 과학교사 2인 등 총 3인이 공동으로 분석하였다. 분석의 과정은 1차와 2차를 거쳐 진행되었으며 모두 정기적인 모임을 통하여 이루어졌다. 1차 분석에서는 논의 및 과학글쓰기 내용에 대해 3명의 분석자들이 2개의 주제에서 행한 논의과정 및 과학글쓰기를 분석하여 각 분석틀에 대한 이해를 확고히 하는 것을 목표로 하였다. 2차 분석에서는 1차 분석에서의 경험을 바탕으로 분석자들이 의견이 있는 경우에 합의를 통하여 일치도를 높여가는 과정을 반복하였다.

III. 연구결과 및 해석

1. 과학성 영역

1) 전체 과학성 변화

[그림 1]은 전체 과학성 빈도수의 변화량을 각 주제별로 나타낸 것이다. [그림 1]의 일부 주제(주제 2와 주제 8)에서는 빈도수가 음의 값을 나타내고 있는데 이것은 논의 후의 과학글쓰기에서 나타난 과학성의 빈도수가 논의 전의 과학글쓰기에 나타난 빈도수에 비하여 감소하였음을 의미한다.

[그림 1]에서 알 수 있듯이 모든 주제에서 전체 과학성의 빈도수는 증가하였다. 이들 가운데 주제 7의 경우에는 모든 학생들의 과학성의 빈도수가 증가하였고 증가량 또한 48회로 가장 많았다. 다음으로 주제 3, 주제 2, 주제 5, 주제 1에서는 6명 이상의 아동에게서 변화가 관찰되었고 23~31회의 증가가 있었다. 특히 이들 가운데 주제 3의 경우에는 논의 전 과학글쓰기에서는 과학성이 하나도 발견되지 않던 3명의 학생들에서 논의 후 과학글쓰기에서 과학성 빈도가 6~7회로 상승하기도 하였다. 이러한 변화는 논의활동이 논의 후 과학글쓰기의 과학성 영역에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 나타낸다.

다음은 과학성의 3가지 하위요소별의 변화 정도를 살펴보기 위하여 각 주제별 과학성 하위요소의 변화량을 [그림 2]에 나타내었다. 앞서 전체 과학성의 빈도수가 가장 많은 증가를 보였던 주제 7의 경우를 살펴보면 과학지식이 46회(96.0%), 과학탐구가 1회(2.0%), 과학태도가 1회(2.0%)로 전체 과

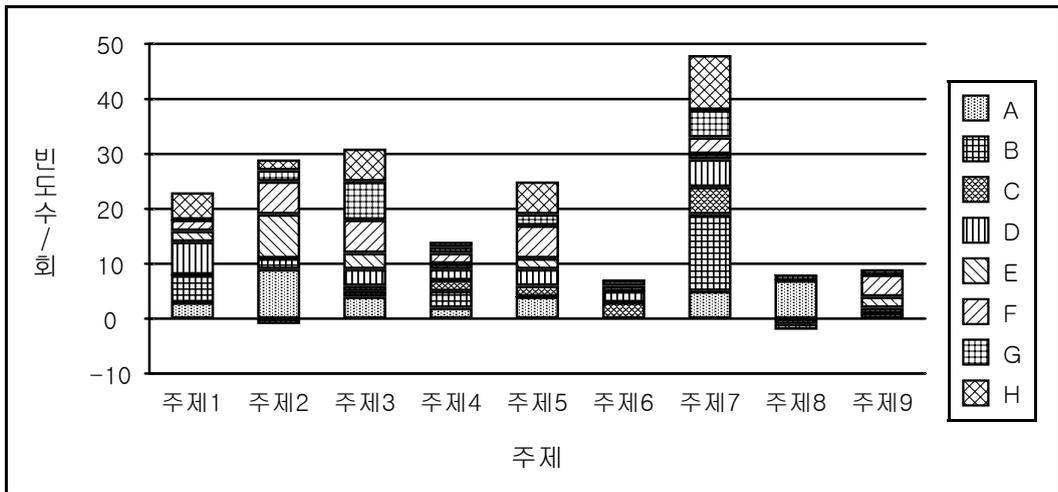


그림 1. 논의활동 전·후 각 주제별 과학글쓰기에 나타난 전체 과학성 빈도수의 변화량

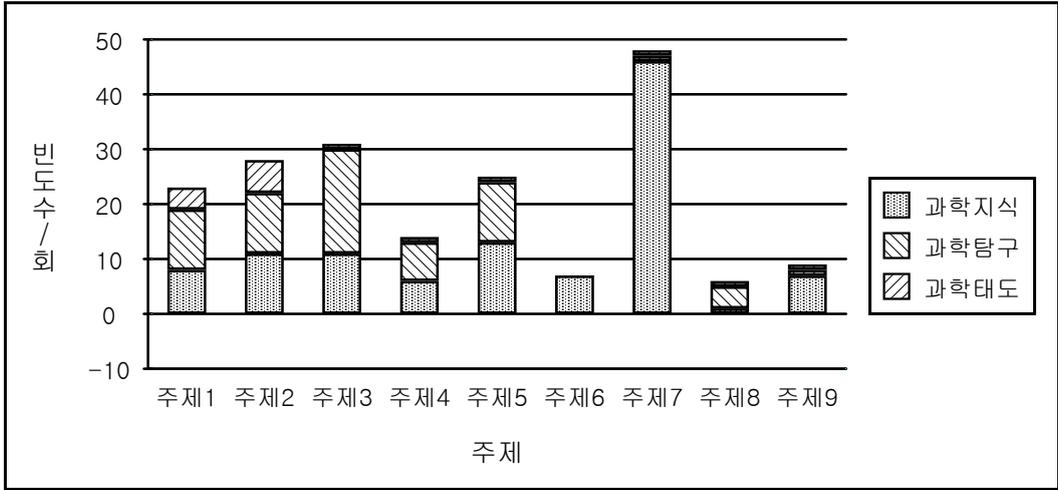


그림 2. 주제별 논의활동 전·후 과학글쓰기에 나타난 과학성 하위요소들의 빈도수 변화량

학생 증가량의 대부분은 ‘과학지식’에 의한 것임을 알 수 있었다. 이러한 편향성은 ‘개구리의 한살이 과정을 친구에게 소개하라.’라고 제시된 주제의 특성 때문으로 생각된다. 즉, 제시문에 따라 학생들은 과학지식을 활용하여 설명에 집중하였고, 과학탐구나 과학태도에 대해서는 고려하지 않은 것으로 보인다. 이에 비하여 주제 7과 주제 6을 제외한 나머지 주제에서는 ‘과학지식’, ‘과학탐구’, ‘과학태도’의 빈도 증가가 함께 일어났다.

다음 [그림 3]은 각 학생별로 논의활동 전·후의

과학글쓰기에 나타난 과학성 하위요소들의 변화량을 나타낸 것이다. 모든 학생들의 논의 후 과학글쓰기에서 전체 과학성이 증가함을 확인 할 수 있었다. 하지만 과학성 하위요소의 변화를 살펴보면 전체 과학성의 증가는 대부분 ‘과학지식’과 ‘과학탐구’의 증가함에 기인하고 ‘과학태도’의 변화는 상대적으로 적었다. 이러한 경향은 과학탐구의 변화가 없는 C 학생을 제외한 대부분의 학생들에게서 공통적으로 나타났다.

이들 가운데 1 모듈의 경우, A 학생의 전체 과

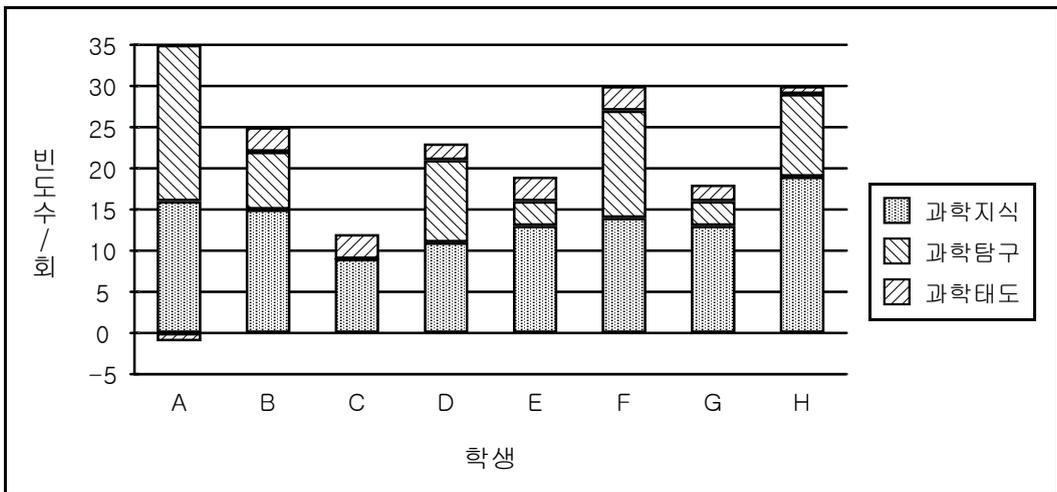


그림 3. 학생별 논의활동 전·후 과학글쓰기에 나타난 과학성 하위요소들의 빈도수 변화량

학생의 증가량은 다른 3명의 모둠원에 비하여 상대적으로 많았다. 하지만 과학태도의 변화량은 유일하게 A 학생의 경우에만 줄어들었다. A 학생은 9개의 논의주제 가운데 4개의 주제에서의 논의활동을 주도적으로 이끌었고, 논의과정에서 모둠원과의 상호작용을 활발하게 하는 등 적극적으로 논의에 참여하였다. 이에 비하여 C 학생의 경우 과학지식 및 과학태도의 증가량은 상대적으로 낮았고 과학탐구의 증가는 나타나지 않았다. C 학생은 1개의 주제에서 논의의 시작을 이끌었지만, 논의과정에서 상대적으로 낮은 참여도를 나타내었다. 이에 비하여 2 모둠에서는 F 와 H 학생의 과학성이 상대적으로 많은 증가를 나타내었다.

2) 과학성 하위요소: 과학지식의 변화

9개의 모든 주제에서 논의활동 후의 과학글쓰기에서 과학지식의 빈도수가 증가하였고, 특히 주제 7에서의 과학지식 빈도수의 증가량은 46회로 가장 높았다. 다음으로 주제 2, 주제 5, 주제 3의 순서로 빈도수의 증가량이 높았다. 하지만, 주제 8의 경우 대부분의 학생들에게서 과학지식의 변화가 나타나지 않았다. 이는 주제 8의 제시내용이 저율이 없어졌을 때의 상황을 상상하여 이야기로 꾸며 쓰도록 되어 있어, 학생들이 과학적 사실 보다는 이야기를 꾸며 쓰는데 더 초점을 맞추었기 때문인 것으로 생각된다.

[사례 1]은 주제 7의 과학글쓰기 내용의 일부분으로, 알에서 올챙이가 되는 과정을 설명하는 부분에서 과학지식의 빈도 변화가 나타난 사례이다. 논의 전의 과학글쓰기에서는 ‘부화기간’에 대한 과학지식이 1회만 나타났으나, 논의 후의 과학글쓰기에서는 ‘알을 낳은 장소’, ‘알의 모습’, ‘세포 분열’, ‘기관 형성’, ‘부화기간’을 자세히 설명하는 등 과학지식이 7회 증가되어 보다 정교화된 과학지식으로 표현되었다.

[사례 1] 과학지식의 변화사례

<논의 전 과학글쓰기>

개구리의 알은 암컷 개구리가 낳은 후 2~3주 지나면 부화(과학지식)해서 올챙이가 된다.

[논의 후 과학글쓰기]

개구리의 알은 논이나 물웅덩이에서 볼 수 있으며(과학지식) 마치 젤리같이 둥글고 투명하며(과학지식) 안에 검은 점이 있다. 그렇다면 이 작은 점이 어떻게 개구리로 변할 수 있을까? 그 점은 하나의 세포다(과학지식). 세포는 분열하여 수가 점점 늘어나는데 이것이 세포 분열이다(과학지식) 세포 분열이 끝나면 한 개의 덩어리가 되고(과학지식) 그 후 꼬리가 생기고 눈이 생기는데(과학지식) 이것이 올챙이다. 이 과정은 2~3주 걸린다(과학지식).

3) 과학성 하위요소 : 과학탐구의 변화

9개의 모든 주제에서 논의활동 후의 과학글쓰기에서 과학탐구의 빈도수가 증가하였고, 특히 주제 3에서의 과학탐구 증가량은 19회로 가장 많았다. 이는 주제가 제시하는 문제를 논의활동을 통해 정확히 인식하고 그에 따른 해결방법을 공유했기 때문이라 생각된다. 다음으로는 주제 1, 주제 2, 주제 5의 순서로 빈도수의 증가량이 높았다.

[사례 2]는 주제 8에서 과학탐구가 증가한 사례로, 논의 전 과학글쓰기에서는 문제를 발견했을 뿐 해결방법을 제시하지 않았으나, 논의 후의 과학글쓰기에서는 문제의 발견 및 그에 해당하는 해결방안을 제시하는 과학탐구가 1회 증가했다.

[사례 2] 과학탐구의 변화사례

<논의 전 과학글쓰기>

가축, 농산물, 수산물의 무게를 알지 못해 일정한 가격에 팔 수 없다. 그러면 같은 가격에 산 것의 크기, 양이 달라진다.

<논의 후 과학글쓰기>

물건의 무게를 잴 수 없으므로, 돼지, 생선 등의 가축, 농산물, 수산물 등의 무게를 알 수 없어 가격이 일정하지 않다. -중략- 그는 하나씩 해결해 가기로 했다. '음.. 돼지와 생선이라.. 그래. 무게가 아니라 부피를 재는 거야. 지방의 두께까지 재면 확실해! 그는 돼지와 생선의 경우 부피를 재어서 돼지·생선의 지방 농도까지 함께 재어 계산하는 방법을 썼다(과학탐구).

4) 과학성 하위요소: 과학태도의 변화

9개의 모든 주제에서 논의활동 후의 과학글쓰기

에서 과학태도의 빈도수가 증가하였고, 특히 주제 2에서의 과학태도 빈도수의 증가량은 6회로 가장 많았다. 그리고 주제 1과 주제 7에서는 논의 전의 과학글쓰기에서는 과학태도와 관련된 진술이 보이지 않았지만 논의 후의 글쓰기에서는 나타나기도 하였다. 하지만, 과학태도 빈도수의 증가량은 과학 지식과 과학탐구의 증가량에 비하면 상대적으로 적었다.

[사례 3]은 주제 7의 과학글쓰기에서 과학태도가 증가한 사례로, 논의 전 과학글쓰기에서는 나타나지 않았던 과학에 대한 흥미와 호기심이 논의 후의 과학글쓰기에서는 표현되었다.

[사례 3] 과학태도의 변화사례
<논의 후 과학글쓰기>

이렇게 개구리의 한살이 과정을 살펴보니 내가 직접 개구리의 알부터 키워보고 싶은 생각이 들었다. 직접 관찰을 하며 더 한살이 과정을 잘 알 수 있을 것 같다. 기회가 된다면 꼭 해봐야겠다(과학태도).

2. 논리성 영역

1) 전체 논리성 변화

[그림 4]는 전체 논리성 빈도수의 변화량을 각

주제별로 나타낸 것이다. [그림 4]에서 알 수 있듯이 모든 주제에서 전체 논리성의 빈도수는 증가되었다. 이들 가운데 주제 9의 경우에는 모든 학생들의 논리성의 빈도수가 증가하였고 증가량 또한 116회로 가장 많은 변화를 나타내었다. 그리고 주제 5, 주제 2, 주제 4에서는 6명 이상의 아동에서 변화가 관찰되었고 58~83회 빈도수의 증가하였다. 이들 가운데 주제 4에서는 논의활동 전에 비하여 논의 후의 글쓰기에서 논리성이 20회 이상 증가된 학생도 있었다. 이러한 변화는 논의활동이 논의 후 과학글쓰기의 논리성 영역에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 나타낸다.

다음은 논리성의 6가지 하위요소별의 변화 정도를 살펴보기 위하여 각 주제별 논리성 하위요소의 변화량을 [그림 5]에 나타내었다. 앞서 전체 논리성의 빈도수가 가장 많은 증가를 보인 주제 9의 경우를 살펴보면 주장 79회(68.1%), 주장설명 4회(8.5%), 근거 26회(22.4%), 근거설명 0회(0.0%), 보장 7회(3.0%), 보장 0회(0.0%)로 전체 논리성 증가량의 대부분은 ‘주장’과 ‘근거’의 증가에 의한 것임을 알 수 있다. 이러한 경향은 대부분의 주제에서 공통적으로 나타나고 있다.

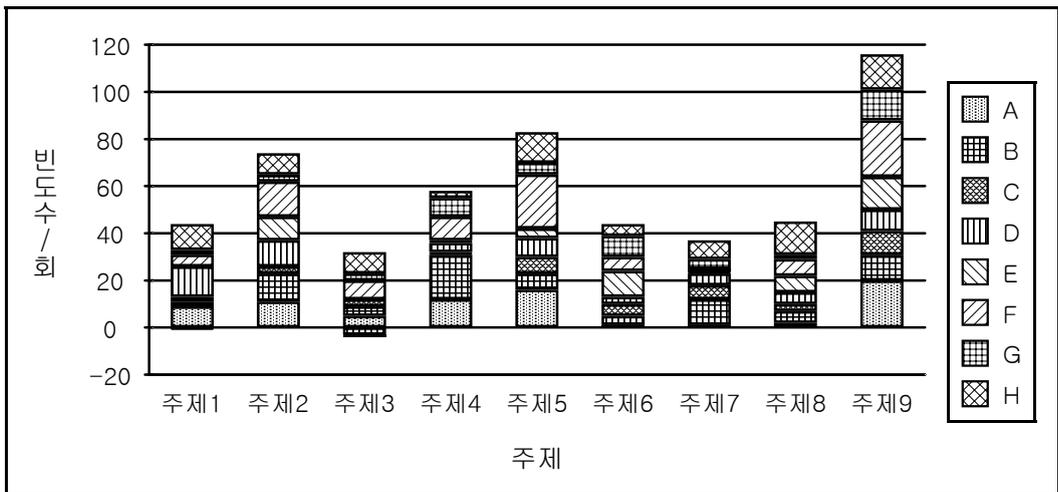


그림 4. 논의활동 전·후 각 주제별 과학글쓰기에 나타난 전체 논리성 빈도수의 변화량

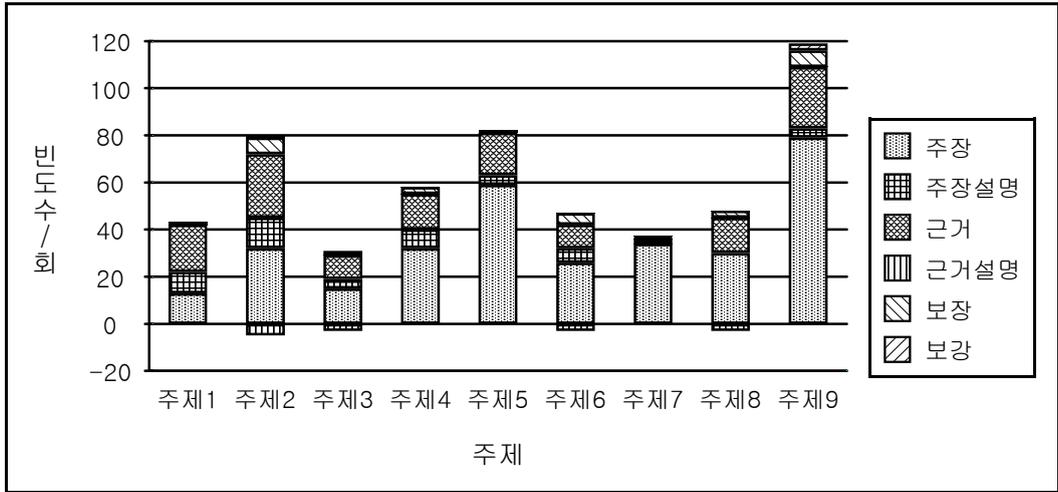


그림 5. 주제별 논의활동 전·후 과학글쓰기에 나타난 논리성 하위요소들의 빈도수 증가량

다음 [그림 6]은 각 학생별로 논의활동 전·후의 과학글쓰기에 나타난 논리성 하위요소들의 변화량을 나타낸 것이다. 대부분의 학생들은 논의 후의 과학글쓰기에서 전체 논리성이 증가함을 확인 할 수 있었다. 하지만 논리성 하위요소별 변화를 살펴보면 전체 논리성의 변화는 대부분 ‘주장’ 및 ‘근거’의 빈도가 증가함에 기인하고 ‘근거설명’, ‘주장설명’, ‘보장’, ‘보강’ 등의 변화는 상대적으로 적었다. 이러한 경향은 모든 학생들에게서 공통적으로 나타났다.

이들 가운데 1 모둠의 경우, A 학생과 B 학생의

전체 논리성은 많은 증가를 나타내었다. 그리고 2 모둠의 경우는 F 학생과 H 학생의 전체 논리성의 증가량이 많았다. F 학생은 H 학생과 함께 2 모둠의 논의활동에서 논의를 주도적으로 이끌었고 과학적 용어의 사용빈도가 높았다. 이에 비하여 2 모둠의 E 학생과 G 학생의 전체 논리성은 상대적으로 낮은 증가량을 보였다. 성취도 수준이 낮은 E 학생은 논의과정에서의 참여도 또한 상대적으로 낮았다. 하지만 모둠원들의 의견을 열심히 기록하는 모습을 보였다.

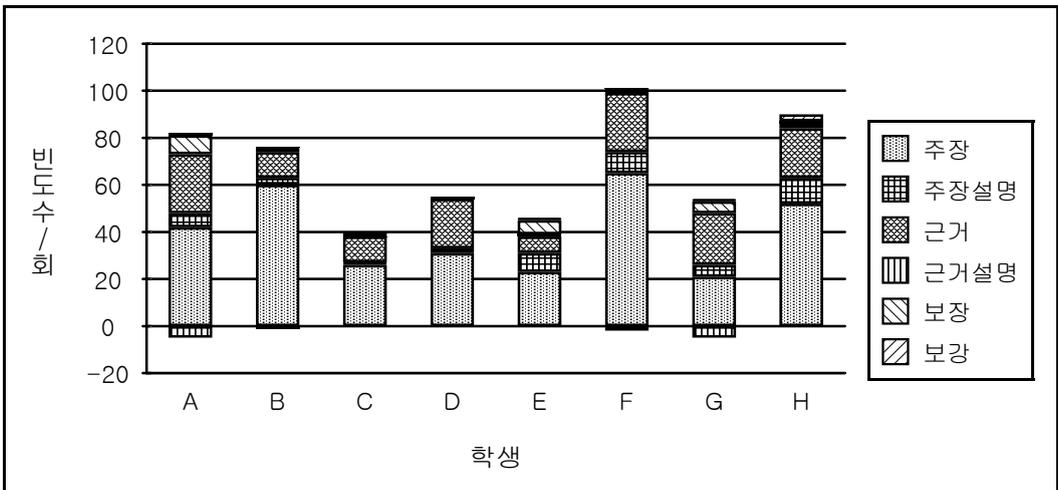


그림 6. 학생별 논의활동 전·후 과학글쓰기에 나타난 논리성 하위요소들의 빈도수 변화량

2) 논리성 하위요소 : 주장 및 주장설명의 변화

‘주장’의 빈도수는 모든 주제의 논의 후 과학글쓰기에서 증가하였고, 특히 주제 9에서의 증가량은 7회로 가장 높았다. 다음으로는 주제 5, 주제 2, 주제 8의 순으로 빈도수의 증가량이 많았다. 그리고 ‘주장설명’의 빈도수는 주제 2에서 13회로 가장 많은 증가가 나타났으며 다음으로는 주제 2, 주제 4의 순서로 증가량이 많았다.

[사례 4]는 주제 2의 과학글쓰기에서 ‘주장설명’이 증가한 사례로, 논의 전의 과학글쓰기에서는 주장이 1회 나타났으나 논의 후의 과학글쓰기에서는 탐험가들이 혼란에 빠지게 될 것이라는 주장에 대한 설명이 1회 나타났다.

[사례 4] 주장설명의 변화사례

<논의 전 과학글쓰기>

나침반은 방향을 자석의 힘을 이용하여 남과 북을 탐험가들에게 알려준다. 만약 자석이 없다면 나침반도 없고 탐험가들은 위치를 알 수 있는 것이 작아진다(주장).

<논의 후 과학글쓰기>

자석이 없어진다면 탐험가들이 큰 혼란에 빠지게 될 것이다(주장). 왜냐하면 탐험가들의 도구 중 나침반은 자석을 이용해서 남과 북을 가르쳐 주고 어느 쪽으로 가야하는지를 가르쳐 주기 때문이다. 자석이 없다면 탐험가들은 지도 등으로만 위치를 알아야 하니깐 지도가 없거나 내가 지도에 표시되어 있지 않은 곳에 있다면 그만 길을 잃게 된다(주장설명).

3) 논리성 하위요소 : 근거 및 근거설명의 변화

‘근거’의 빈도수는 모든 주제의 논의 후 과학글쓰기에서 증가하였고, 특히 주제 9에서의 증가량은 26회로 가장 높았다. 다음으로 주제 2, 주제 1, 주제 4의 순으로 빈도수의 증가량이 많았다. 하지만 ‘근거설명’의 빈도수는 대부분의 주제에서 감소하거나 변화가 나타나지 않았다. 이는 학생들이 논의를 행한 후의 과학글쓰기에서는 자신의 논의 의견을 보충하여 기술하거나 다른 사람의 의견을 자기화하여 기술하는 등 근거를 많이 가져오지만 이의 근거에 대한 설명을 구체화하려는 노력은 부족함을 나타낸다.

[사례 5]는 주제 9의 과학글쓰기에서 ‘근거’가 증가한 사례로 논의 전 과학글쓰기에서는 주장 4회와 근거 1회가 나타났으나 논의 후 과학글쓰기에서는 주장 8회 및 근거 7회로 빈도수가 크게 증가하였다.

[사례 5] 근거의 변화사례

<논의 전 과학글쓰기>

물이 부족해지면 가뭄이 일어날 수도 있고(주장) 비가 오지 않아(근거) 사막처럼 될 수도 있다(주장). 물이 부족하여 사람과 동물이 죽고 식물들도 말라죽을 것이다(주장). 이렇게 되면 인구도 점점 줄어 들 것이다(주장).

<논의 후 과학글쓰기>

물이 점점 부족해진다면 많은 문제점들이 생길 것이다. 우선 가뭄이 일어날 것이고(주장) 공업·식수·농업에 쓸 물에 문제가 생긴다(주장). 왜냐하면 농사를 짓는 데는 꼭 물이 필요하고(근거), 공장에서 기계를 돌릴 때에도 물은 꼭 필요하기 때문이다(근거). 물속 생물도 죽을 것이다(주장). 수력·조력 발전도 안 되어 전기생산에 큰 문제가 있을 것이고(주장), 물 전쟁이 일어날 것이다(주장). 지금도 물로 인해서 나라 간에 싸움이 일어나고 있다. 앞으로는 더욱 더 물로 인한 갈등이 심해질 수 있기 때문이다(근거). 음식을 만드는 데에도 큰 문제가 있으니(근거) 사람들도 목숨을 잃을 것이다(주장). 옷도 못 빨고(근거), 물청소도 못 하고(근거), 샤워도 못하니(근거) 전염병이 걸릴 수도 있다(주장). 즉 먹을 것이 부족하고 전염병이 돌고 전쟁이 일어나는 지옥과 같은 생활이 될 것 같다(주장).

4) 논리성 하위요소 : 보장 및 보강의 변화

‘보장’의 빈도수는 대부분 주제의 논의 후 과학글쓰기에서 증가하였다. 특히 주제 2와 주제 9에서 가장 많은 9회의 증가가 나타났다. 이에 비하여 ‘보강’의 빈도수는 주제 2(1회 증가)와 주제 3(2회 증가)에서만 나타났다. 보장과 보강의 빈도수가 논리성의 다른 하위요소에 비하여 상대적으로 적게 나타난 것은 초등학생들이 아직 주장과 근거를 뒷받침할 수 있는 보장과 보강에 대한 지식 및 경험이 풍부하지 않고, 과학을 비롯한 다른 교과에서도 자신의 주장을 다양하게 뒷받침 하는 논리적 구조에 익숙하지 않은 탓으로 여겨진다(김용권, 서봉희,

2006).

[사례 6]은 주제 3의 논의 후 과학글쓰기에서 ‘보장’과 ‘보강’이 나타난 사례로 논의 전 과학글쓰기에서는 동물 실험에 찬성하는 주장과 근거만을 제시하고 있지만 논의 후 과학글쓰기에서는 ‘보장’과 ‘보강’이 각 1회씩 나타나 더욱 논리적인 글로 표현되었다.

[사례 6] 보장 및 보강의 변화사례

<논의 전 과학글쓰기>

과학은 점점 발전하지만 안전성은 보장하지 못한다. 그래서 인간 대신 비슷한 무언가가 그 일이 위험한 것인지 알아보는데 희생을 해야만 했다(근거). 나는 이런 동물 연구가 계속 되어야 한다고 생각한다(주장).

<논의 후 과학글쓰기>

동물 실험은 계속되어야 한다(주장). 동물실험은 인간의 수명연장과 과학의 발전에 큰 영향을 미쳤다. 동물 실험이 없었더라면 실험이 이루어지지 못해 이러한 연구결과 등은 얻어낼 수 없었을 것이다(근거). 인간을 실험대상으로 사용할 수는 없기 때문이다(보장). 아무리 사형수라도 인간이 인간에게 바이러스를 투여하는 등의 실험을 하는 것은 결국 살인이기 때문이다(보강).

3. 창의성 영역

1) 전체 창의성 변화

[그림 7]은 전체 창의성 빈도수의 변화량을 각 주제별로 나타낸 것이다. [그림 7]에서 알 수 있듯이 대부분의 주제에서 전체 창의성의 빈도수가 증가되었다. 이들 가운데 주제 9의 경우에는 모든 학생들의 창의성의 빈도수가 증가하였고 증가량 또한 103회로 가장 많은 변화를 나타내었다. 다음으로 주제 5, 주제 2, 주제 7, 주제 4에서는 6명 이상의 아동에서 변화가 관찰되었고 51~70회 이상의 빈도수의 증가가 있었다. 이러한 변화는 논의활동이 논의 후 과학글쓰기의 창의성 영역에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 나타낸다.

다음은 창의성의 2가지 하위요소별의 변화 정도를 살펴보기 위하여 각 주제별 창의성 하위요소의 변화량을 [그림 8]에 나타내었다. 앞서 전체 창의성에서 가장 많은 증가를 보인 주제 9의 경우를 살펴보면 유창성이 98회(95.1%), 독창성이 5회(4.9%)로 전체 창의성 증가량의 대부분은 ‘유창성’에 의한 것임을 알 수 있었다. 이러한 경향은 유창성의 증가가 나타나지 않은 주제 7을 제외한 나머지 주제에서 공통적으로 나타났다.

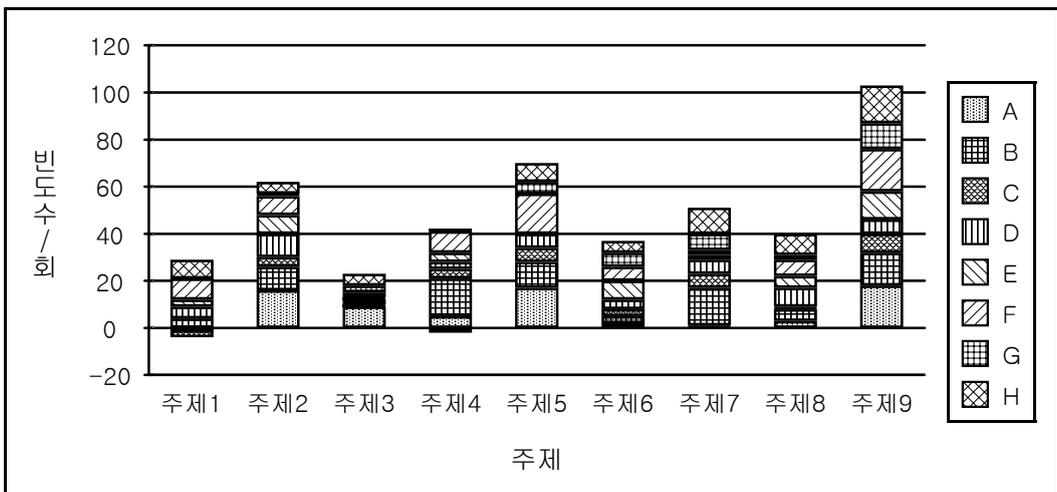


그림 7. 논의활동 전·후 각 주제별 과학글쓰기에 나타난 전체 창의성 빈도수의 변화량

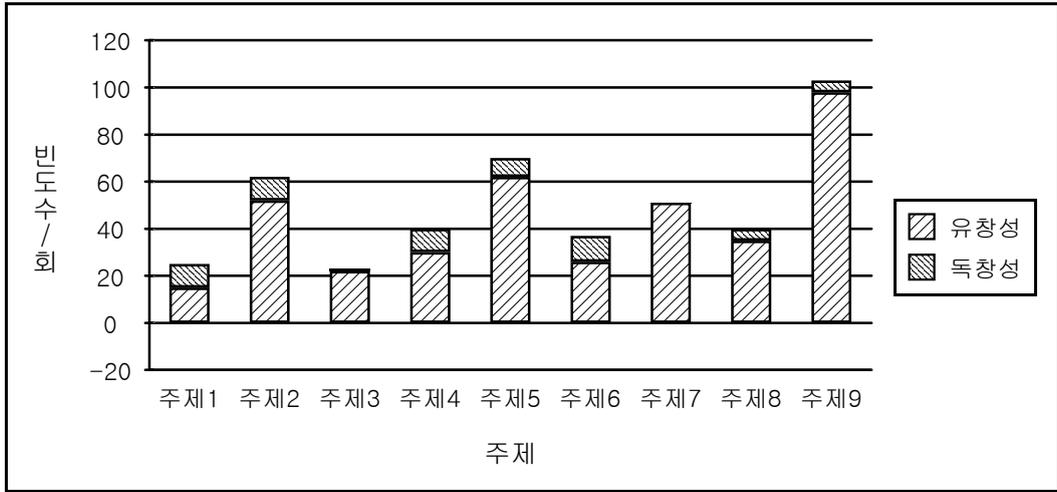


그림 8. 논의활동 전·후 각 주제별 과학글쓰기에 나타난 창의성 하위요소들의 빈도수의 증가량

다음 [그림 9]는 각 학생별로 논의활동 전·후의 과학글쓰기에서 나타난 창의성 하위요소들의 변화량을 나타내고 있다. 대부분의 학생들은 논의 후의 과학글쓰기에서 전체 창의성이 증가하였다. 하지만 창의성 하위요소의 변화를 살펴보면 대부분의 변화는 ‘유창성’의 증가함에 기인하고 상대적으로 ‘독창성’에서는 적은 변화를 보였다. 이러한 경향은 8명의 학생들에게 공통적으로 나타났다.

이들 가운데 1 모듈의 경우 A 학생과 B 학생의 증가량이 많았고 C 학생의 증가량이 가장 작았다. 그리고 2 모듈의 경우는 F 학생과 H 학생의 증가량이 많았고 G 학생의 증가량이 가장 작았다.

2) 창의성 하위요소 : 유창성 및 독창성의 변화
 유창성 및 독창성의 빈도수는 대부분의 논의 후 과학글쓰기에서 증가하였다. 유창성의 경우, 주제 9에서 8명 모두의 학생에서 빈도수의 증가가 있었고 그 변화량 또한 98회로 가장 높았다. 다음으로 주제 5, 주제 7, 주제 2의 순으로 증가된 모습을 보였다. 독창성의 경우, 주제 1에서 7명의 학생에서 빈도수의 증가가 있었고 그 변화량 또한 11회로 가장 높았다. 다음으로 주제 6, 주제 4, 주제 2의 순으로 증가되었다.

[사례 7]은 주제 6의 과학글쓰기에서 창의성이

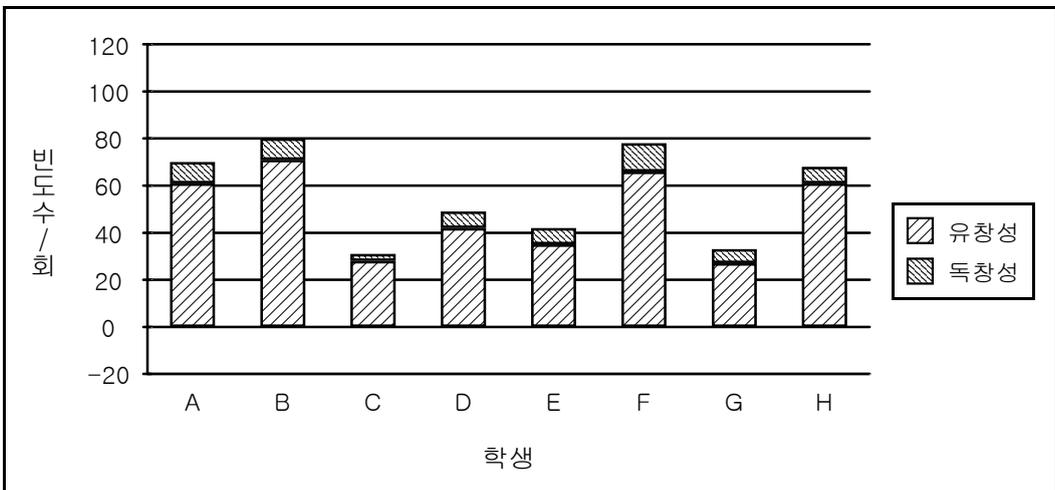


그림 9. 논의활동 전·후 과학글쓰기에 나타난 학생별 창의성 하위요소의 빈도수 변화량

증가한 사례이다. 논의 전의 과학글쓰기에서는 ‘유창성’ 1회만 나타났지만 논의 후의 과학글쓰기에서는 나무 심기 외에도 다양한 해결방법을 찾아 ‘유창성’ 6회와 ‘독창성’ 2회가 증가하였다.

[사례 7] 유창성 및 독창성의 변화사례

<논의 전 과학글쓰기>

사방공사(유창성)도 있다. 그러므로 산사태를 막기 위해서 나무를 심기와 사방공사를 한다.

<논의 후 과학글쓰기>

또한 사방공사(유창성)를 한다. 그 다음 산사태를 감지하는 신호등(유창성, 독창성)과 단면도를 보여주는 카메라(유창성, 독창성)를 산 중턱에 설치하여 산사태를 대비한다. 그리고 댐에 바로 연결되는 배수로(유창성)를 만들고, 그 주위에 스펀지를 흙 속에 넣어(유창성) 물을 흡수하고 조절한다. 그 다음 집집마다 지붕은 한옥처럼(유창성) 이런 지붕모양으로 고쳐 물이 덜 빠르게 흘러내리도록 하면 땅도 잘 안파이고 산사태도 막을 수 있다.

4. 표현력 영역

1) 전체 표현력

[그림 10]은 전체 표현력 빈도수의 변화량을 각 주제별로 나타내었다. [그림 10]에서 알 수 있듯이 대부분의 주제에서 전체 표현력의 빈도수가 증가되었음을 알 수 있었다. 이들 가운데 주제 2의 경우

에서는 7명의 학생들의 표현력이 증가하였고 증가량 또한 11회로 가장 많은 변화를 나타내었다. 다음으로 주제 7과 주제 3에서 3~4회의 증가가 있었다. 이러한 변화는 논의 활동이 학생들의 사후 과학글쓰기의 표현성에 긍정적인 효과를 미치고 있다는 것을 알 수 있다. 하지만 표현력 빈도의 증가량은 다른 과학글쓰기 목표 요소인 과학성, 논리성, 창의성에 비하여 상대적으로 적었다.

다음은 표현력의 3가지 하위요소별의 변화 정도를 살펴보기 위하여 각 주제별 표현력 하위요소의 변화량을 [그림 11]에 나타내었다. 앞서 전체 표현력의 빈도수가 가장 많은 증가를 보인 주제 2의 경우를 살펴보면 ‘비유적 표현’ 1회(9.1%), ‘강조적 표현’ 10회(90.9%), ‘시각적 표현’ 0회(0.0%)로 전체 표현력 증가량의 대부분은 ‘강조적 표현’에 의한 것임을 알 수 있었다. 하지만 각 주제별의 변화 모습에는 일정한 경향성이 나타나지 않았다.

다음 [그림 12]는 각 학생별로 논의활동 전·후의 과학글쓰기에 나타난 표현력 하위요소들의 변화량을 나타내고 있다. 대부분의 학생들은 논의 후의 과학글쓰기에서 전체 표현력의 빈도수가 증가하였다. 하지만 표현력 하위요소의 변화를 살펴보면 대부분 ‘비유적 표현’과 ‘강조적 표현’이 주로 증가하였고 ‘시각적 표현’의 증가는 1명에서만 관찰되었다.

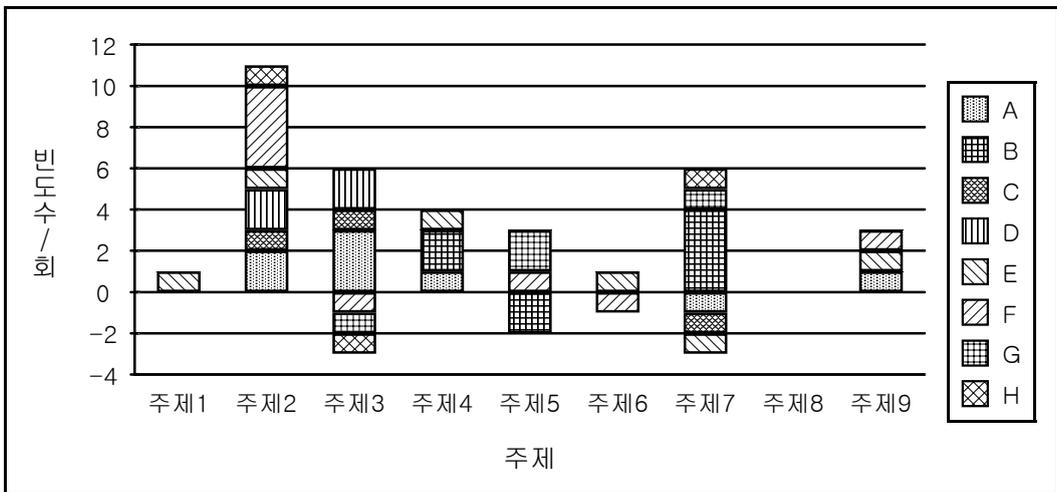


그림 10. 논의활동 전·후 각 주제별 과학글쓰기에 나타난 전체 표현력 빈도수의 변화량

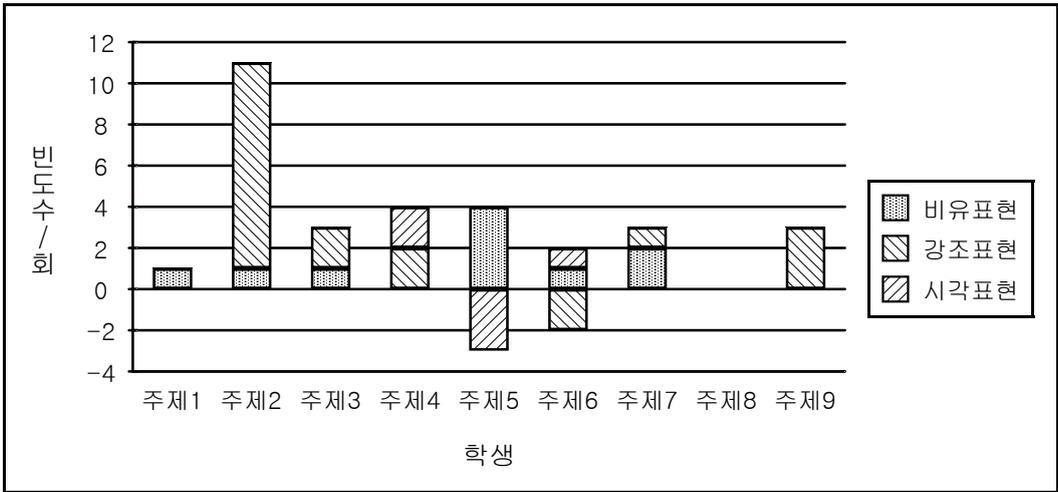


그림 11. 논의활동 전·후 각 주제별 과학글쓰기에 나타난 전체 표현력 하위요소들의 빈도수의 증가량

이들 가운데 1 모둠의 경우 A 학생에 있어서는 다른 학생에 비하여 ‘강조적 표현’의 증가가 가장 많았다. 2 모둠의 경우에는 E 학생과 F 학생에게서 상대적으로 많은 증가가 관찰되었다.

2) 표현력 하위요소 : 비유적 표현, 강조적 표현, 시각적 표현의 변화

비유적 표현은 6개의 주제에서 빈도수의 증가가

관찰되었다. 주제 5에서는 3명의 학생에서 1~2회의 증가가 있었고, 주제 7의 경우에는 1명의 학생에서 3회의 증가가 있었다. 다음으로 주제 1, 주제 2, 주제 3, 주제 6에서는 1회의 증가가 관찰되었다. 강조적 표현은 5개의 주제에서 빈도수 증가가 관찰되었다. 주제 2에서는 6명의 학생에게서 1~2회의 증가가 있었고 변화량 또한 10회로 가장 높았다. 다음으로 주제 3과 주제 9에서는 1~2회의

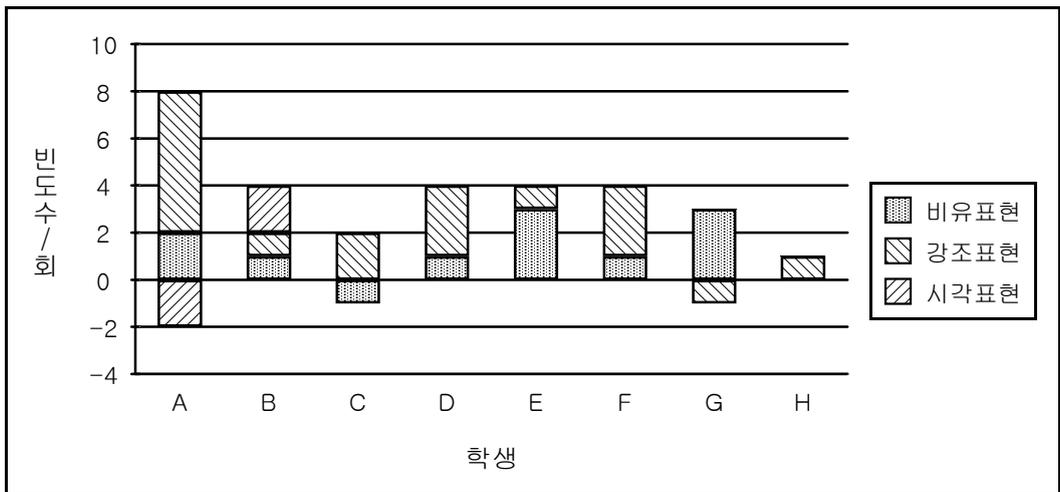


그림 12. 논의활동 전·후 과학글쓰기에 나타난 학생별 표현력 하위요소의 빈도수 변화량

증가가 관찰되었다. 시각적 표현은 3개의 주제에서만 5회 증가가 관찰되었고 나머지 주제에서는 증가되지 않았다.

[사례 8]은 주제 5에서 논의 전 과학글쓰기에서는 나타나지 않았던 ‘비유적 표현’이 논의 후 과학글쓰기에서 등장한 사례로, 우주 청룡열차에 대해 설명하기 위해 만화영화에 나오는 장면을 비유하여 자신의 아이디어를 효과적으로 전달하려 했다. 이는 논의활동을 통해 자신의 주장을 다른 사람에게 설득시키기 위한 다양한 방법을 모색하였고, 그 결과 과학글쓰기에 반영되어 나타난 것으로 보인다. 그리고 [사례 9]는 주제 5에서 논의 후 과학글쓰기에서 정교화된 ‘시각적 표현’의 등장 사례로 자신이 고안한 우주 자동차를 그림을 나타내고 각 기능의 특징을 구체적으로 설명하고 있다.

[사례 8] 비유적 표현의 변화사례

<사후 과학글쓰기>

그리고 은하철도 999처럼 주위에 방어막이 쳐져 있어(비유표현) 소행성 쓰레기, 돌덩이 때문에 부서질 위험이 없다는 것이 가장 대표적인 장점이라 생각된다.

<사례 9> 시각적 표현의 변화 사례

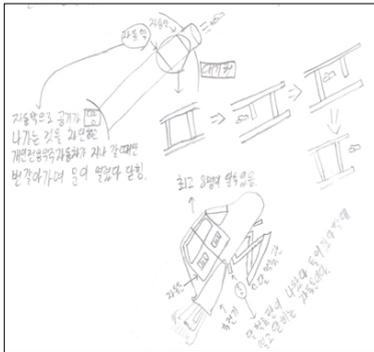


그림 13. 주제 5의 사후 과학글쓰기에 나타난 시각표현

5. 주제별 변화

논의활동 전·후의 과학글쓰기에 나타난 과학글쓰기 목표영역별 빈도수의 변화량을 각 주제별로 정리하면 [그림 14]와 같다. 전체 과학글쓰기 목표영역

역의 변화가 가장 많이 나타난 주제는 주제 9로, 이의 변화량은 231회였다. 다음으로 주제 2와 주제 5의 순으로 증가하였고 이의 증가량은 181~185회였다. 이와 같이 논의활동은 모든 주제의 글쓰기에서 과학글쓰기의 4가지 목표영역에 긍정적인 효과를 주었다는 것을 알 수 있다.

하지만, 과학글쓰기 4가지 목표영역별 변화의 정도는 각 주제에 따라 다르게 나타났다. 특히 논의 및 글쓰기 주제가 학생들에게 친숙할 경우 과학글쓰기 목표영역의 변화가 많았다. 예를 들어, 주제 2는 3학년 ‘자석의 성질’에 기초한 과학적 상황 주제로 생활에서 자석이 활용되는 예와 사실적 근거를 두고 학생들이 상상력을 발휘하여 창의적인 글을 쓰고 논의하도록 구성하였다. 그 결과 학생들은 교육과정에 의해 자석에 관한 기본적인 지식을 가지고 있고 일상생활에서 친숙하게 접하는 것이므로 더 활발히 논의를 했다. 따라서 과학성에서 과학지식의 향상과 과학태도가 많이 보였고, 그로 인해 강조적인 표현도 많이 등장하였다. 또한 기본 지식을 바탕으로 논의를 하여 더 다양하고 논리적으로 논의 할 수 있었으므로 논리성 및 창의성에서도 크게 향상된 모습을 볼 수 있었다.

또한 주제 9는 4학년 ‘모습을 바꾸는 물’에 기초한 과학적 상황 주제로 시사적으로 문제가 되고 있는 물 부족 사태에 관한 내용을 포함하여 재구성했다. 학생들에게 물 부족 문제에 대한 사전 정보를 제공하기 위하여 개정 교육과정 지도서 자료실에 제시된 ‘지구상의 물’, ‘세계의 물 분쟁 사례’를 읽을거리로 제시하여 학생들이 물의 소중함과 물 부족 문제의 심각성을 인식하고 주제에 대한 생각을 표현하도록 구성했다. 그 결과 학생들은 논의활동 후 과학글쓰기에서 논리성과 창의성에서 큰 향상을 나타냈다. 이는 과학적 문제를 논의활동을 통해 실생활의 문제와 접목시켜 해결방안을 찾아나갔고, 그에 따라 다양한 주장과 주장을 뒷받침하는 사례와 지식을 찾아나갈 수 있었기 때문으로 보여진다.

이러한 결과는 주제에 따라 학생들의 논의활동의 형식과 내용이 달라지며 결과적으로 과학글쓰기 능력에 미치는 영향이 달라질 수 있다는 것을 나타낸

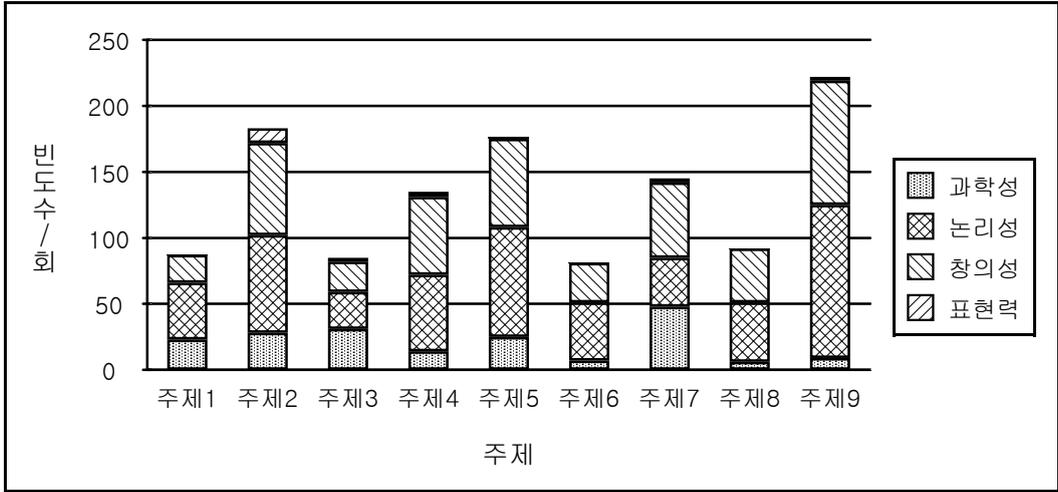


그림 14. 주제에 따른 논의활동 전·후 과학글쓰기에 나타난 과학목표 요소별 변화량

다. 논의 및 과학글쓰기를 이용한 수업에서 주제 선정의 중요성을 다시 한 번 강조하는 결과가 얻어졌다.

또한 이번 연구에서는 학생들의 논의활동이 잘 일어나도록 사회과학적 상황으로 주제 3과 주제 5를 의도적으로 도입하였다. 그 결과 주제 5의 경우에는 사후 과학글쓰기에서 과학글쓰기 목표영역의 빈도수가 상대적으로 높게 증가하였다. 하지만 주제 3의 경우에는 과학글쓰기 목표영역의 빈도수의 증가가 기대만큼 높지 않았다. 이는 주제 3의 경우

동물실험의 찬반에 대한 논의가 주로 이루어졌는데 동물실험의 안정성과 연구윤리적인 측면에 대한 기초적인 지식을 가지고 있지 않는 초등학생들에게는 어려운 문제로 느껴졌기 때문이라 생각한다.

6. 학생별 변화

논의활동 전·후의 과학글쓰기에 나타난 과학글쓰기 목표영역별 빈도수의 변화량을 각 학생별로 정리하면 [그림 15]와 같다. [그림 15]에서 알 수 있

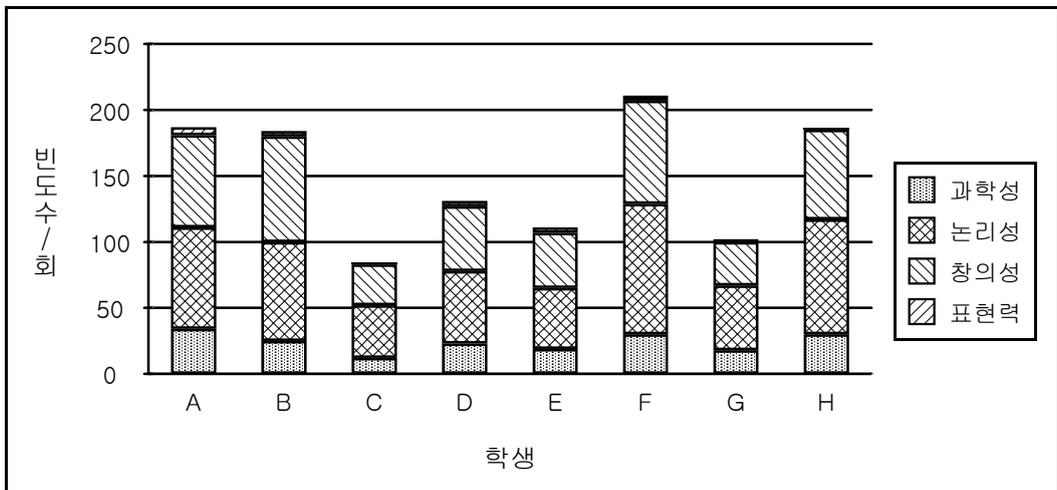


그림 15. 참여 학생에 따른 논의활동 전·후 과학글쓰기에 나타난 과학목표 영역별 변화량

듯이 모든 참여 학생들에게 있어서 논의 후 과학글쓰기에서 과학글쓰기 4가지 목표영역 증가가 관찰되었다. 이와 같이 논의활동을 통한 과학글쓰기 수업은 다양한 수준에 있는 모든 학생의 과학글쓰기 능력에 긍정적인 효과를 주었다는 것을 알 수 있다.

1 모듈에서는 학업성취도 수준이 높은 A 학생과 B 학생이 상대적으로 많은 변화를 보였다. 이들 A 학생과 B 학생은 성취도뿐만 아니라 논리적 사고력 및 창의성에서도 모두 높은 수준에 있었고 논의 과정에서도 적극성을 가지고 활동하였다. 하지만 C 학생과 D 학생처럼 성취도가 낮은 학생의 경우에도 논의활동 후의 과학글쓰기에서 과학글쓰기 목표영역의 긍정적인 변화가 관찰되었다. 이는 논의과정에서 우수한 학생의 도움과 영향을 받은 결과로 생각된다.

2 모듈에서도 학업성취도 수준이 높은 F 학생과 H 학생의 경우 과학글쓰기 목표영역 빈도수의 변화가 상대적으로 많이 증가하였다. 하지만, 학업성취도 수준이 상대적으로 낮은 E 학생과 G 학생에서도 논의활동 후 과학글쓰기에서는 과학글쓰기의 목표영역의 증가가 함께 관찰되었다.

IV. 결론 및 제언

이번 연구에서는 과학적 상황과 사회과학적 상황으로 구성된 9가지 논의 및 과학글쓰기 주제를 초등학교 5학년 학생 8명을 대상으로 적용하여, 논의활동 전·후에 행한 과학글쓰기의 서술 내용을 과학글쓰기 4가지 목표영역 분석틀에 따라 비교 분석하여 과학글쓰기 능력의 변화를 정량적 및 정성적으로 분석하였다. 이번 연구에서 얻어진 결론은 다음과 같다.

첫째, 논의활동 후 과학글쓰기는 논의 전 과학글쓰기에 비하여 과학글쓰기 능력인 4가지 목표영역(과학성, 논리성, 창의성, 표현력)에서 모두 긍정적인 변화가 관찰되었다. 과학글쓰기의 4가지 목표영역에서 가장 많은 빈도수의 증가가 관찰된 것은

‘논리성’영역으로 논리성 영역의 하위요소 가운데 ‘주장’과 ‘근거’의 증가가 가장 많았다. 이는 토론활동이 과학글쓰기의 논리성에 긍정적 변화를 가져온 신영식, 전영석(2012)의 연구결과와 마찬가지로 이번 연구에서도 논의를 통한 ‘논리성’의 향상은 단시간에 효과를 나타낼 수 있는 것으로 나타났다.

다음으로 많은 빈도수 증가를 보인 영역은 ‘창의성’영역으로 이번 연구대상 학생들 모두에서 창의성의 향상이 관찰되었고 특히 ‘유창성’의 증가량이 또한 높았다. 이에 비하여 ‘표현력영역’은 가장 낮은 변화를 나타내었다.

둘째, 과학적 상황 및 사회과학적 상황의 주제에서 모두 긍정적인 변화가 관찰되었다. 특히 논의 및 글쓰기 주제가 친숙할 경우 과학글쓰기 목표영역의 변화가 많이 관찰되었다. 즉 주어진 주제가 학생과 친숙하다고 느낄수록 이를 학생은 흥미를 가지고 참여하며 실생활과 쉽게 연관 지을 수 있었다. 학생들은 이 연구에서 실시된 주제에 대하여 대체로 흥미롭게 참여했으나, 주제가 구체적으로 명시되지 않거나 너무 협소하게 제시되는 경우에는 논의 및 과학글쓰기를 하는데 어려움을 겪었다. 따라서 개정 과학과 교육과정에 따른 과학글쓰기를 수업에 적용할 경우에는 현장의 교사들이 주제를 보다 구체적으로 제시하며 다양한 관점에서 생각할 수 있는 방향으로 수정이나 재구성이 필요할 것으로 보인다.

셋째, 학생들의 수준에 따라 변화하는 정도는 다르지만 논의 활동은 모든 참여 학생들의 과학글쓰기 능력의 향상에 긍정적인 영향을 주었다. 성취도 수준이 높은 학생일수록 과학글쓰기 능력의 향상이 높았지만 성취도 수준이 낮은 학생에서도 긍정적인 변화가 관찰되었다. 이는 학생들이 논의활동을 통해 자신의 사고를 확장 표현하고 다른 사람의 생각을 듣고 평가하는 반성적 상호작용의 기회를 제공받았다고 할 수 있다.

논의활동을 통한 과학글쓰기는 과학교육의 목표인 과학적 사고력 신장을 위한 좋은 교수·학습 방법이 될 수 있다. 따라서 현장에서 적극적으로 과학과 교수·학습의 방법으로 활용하기 위해서는 다음과 같은 몇 가지를 고려해야 할 것이다.

첫째, 논의활동과 과학글쓰기 활동이 활발히 일어나기 위해서 적절한 환경 구성이 필요하다. 학생들은 사회적 상호작용인 논의를 통하여 지식이 구성되고 정교화되어 과학글쓰기를 수행함에 있어 긍정적인 영향을 미쳤다. 따라서 이런 논의를 위한 체계적인 집단의 구성과 논의의 절차와 방법에 대한 숙달은 필수적일 것이다.

둘째, 일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 보다 다양한 과학글쓰기 주제가 제시되어야 할 것이다. 학생들이 평소에 궁금해 하고 쉽게 접할 수 있는 과학적 원리가 담긴 과학글쓰기 주제는 학생들에게 보다 흥미롭게 과학글쓰기를 할 수 있도록 할 것이며 논의활동 역시 활발히 이루어질 수 있도록 도와 줄 것이다. 과학과 교육과정에서는 일상생활에서의 창의적인 문제 해결력을 중시하고 있으므로 과학과 교육의 목표 달성을 위해서도 필수적일 것이다.

셋째, 이번 연구에서는 논의활동이 사후 과학글쓰기에 어떻게 반영되었고, 또한 과학글쓰기 능력과의 관련성에 대해서는 자세하게 밝히지는 못하였다. 이를 위해서 논의활동 내용 분석과 과학글쓰기 내용과의 비교연구를 통한 후속연구가 이어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 교육인적자원부 (2007). 초등학교 교육과정 해설 (IV). 서울 : 대한교과서주식회사.
- 강순민 (2004). 과학적 맥락의 논의 과제 해결 과정에서 나타나는 논의과정 요소와 특성. 한국교원대학교 대학원 박사학위논문.
- 강순민, 광경화, 남정희 (2006). 논의과정을 강조한 교수학습전략이 중학생들의 인지발달, 과학개념 이해, 과학관련 태도 및 논의과정에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 26(3), 450-461.
- 공영태 (2013). PISA형 리터러시 함양을 위한 과학과 교수·학습전략. 서울 : 북스힐.
- 공영태, 나성은 (2008.) 핀란드 교육의 성공. 서울 : 북스힐.
- 권은실 (2006). 과학논술능력향상을 위한 과학글쓰기 수업모형개발. 경상대학교 대학원 석사학위논문.
- 광경화, 남정희 (2009). 과학적 논의과정 활동을 통한 학생들의 논의과정 변화 및 논의상황에 따른 논의과정 특성. 한국과학교육학회지, 29(4), 400-413.
- 김용권, 서봉희 (2006). 초등학교 학생들의 과학 논의과정에서 사용되는 논의요소들의 특성에 관한 연구. 과학교육연구, 29, 227-244.
- 김형자, 변정호, 권용주 (2012). 창의적 과학글쓰기를 활용한 수업이 생물에 대한 흥미와 과학적 태도에 미치는 효과. 한국교육연구지, 36(2), 198-215.
- 남정희, 광경화, 장경화, Brian hand (2008). 논의를 강조한 탐구적 과학글쓰기의 중학교 과학수업에의 적용. 한국과학교육학회지, 28(8), 922-936.
- 남정희, 이동원, 조혜숙 (2011). 논의가 강조된 일반화학실험이 학생들의 글쓰기에 나타난 다중표상과 내재성에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 31(6), 931-941.
- 문미희, 신애경 (2012). 과학 글쓰기 활동이 초등학생들의 인지적 정의적 측면에 미치는 효과. 초등과학교육, 31(4), 413-423.
- 박은희, 전영석 (2007). 초등 분야 과학논술대회 참가자들의 과학 글쓰기 능력 분석. 초등과학교육학회지, 26(4), 385-394.
- 배희숙 (2008). 과학탐구능력 향상을 위한 과학글쓰기 교수·학습 전략의 개발 및 적용. 서울교육대학교 대학원 석사학위논문.
- 손정우 (2006). 과학논술능력의 향상을 위한 과학적 사고력에 근거한 과학 글쓰기 교수법. 교육과정평가연구, 9(2), 333-355.
- 신영식 (2009). 소집단 토론이 초등학생의 과학글쓰기에 미치는 영향. 서울교육대학교 대학원 석사학위논문.
- 신영식, 전영석 (2012). 토론 활동이 초등학생의 과학글쓰기 능력에 미치는 영향. 한국과학교육

- 학회지, 32.7, 1109-1123.
- 신영준, 황현욱, 박현우 (2009). 논리적 사고력을 강화한 과학 글쓰기가 초등학생의 과학 탐구 능력과 과학적 태도에 미치는 영향. *한국생물교육학회지*, 37(1), 151-161.
- 위수민, 조현준, 김선홍, 이효녕 (2009). 학생 특성에 따른 소그룹 논증 수준 분석. *과학교육연구지*, 33(1), 1-11.
- 이남은 (2009). 과학 글쓰기 프로그램 적용에 의한 개념변화 과정 분석. *한국교원대학교 대학원 석사학위논문*.
- 이석희, 서봉희, 김용권 (2007). 과학적 맥락의 논의 과제 해결 과정에서 나타나는 초등학생들의 논의 과정 요소의 특성에 관한 연구. *초등과학연구*, 26(1), 76-86.
- 이수진 (2007). 초등과학 영재와 일반 아동의 특성 비교 연구. *부산교육대학교 대학원 석사학위논문*.
- 이하룡, 남경희, 문성배, 김용권, 이석희 (2005). 논의과정 활용수업이 초등학생의 학습 동기와 과학태도에 미치는 영향. *초등과학교육*, 24(2), 183-191.
- 장경화, 남정희, 최애란 (2012). 학생들의 글쓰기에 나타난 논의구조에 미치는 탐구적 과학 글쓰기 활동의 효과 분석. *한국과학교육학회지*, 32(7), 1099-1108.
- 장혜진 (2009). 과학관련 도서 독후활동이 초등학생의 과학적 태도와 창의성에 미치는 영향. *경인교육대학교 대학원 석사학위논문*.
- 지영숙 (2006). '지구와 달' 단원에서 초등학생들의 과학글쓰기 활동 효과. *청주교육대학교 대학원 석사학위논문*.
- 최정미 (2007). 학습 차원을 강조한 초등 과학 수업이 과학태도, 학업 성취도 및 논리적 사고력에 미치는 영향. *부산교육대학교 석사학위논문*.
- 천재훈, 손정우 (2004). 과학글쓰기에 나타난 창의적 사고기능의 유형분석 -중학교 과학교과서를 중심으로-. *교육과정연구*, 7(2), 285-304.
- 천재훈 (2006). 과학적 사고력 향상을 위한 과학 글쓰기 활동. *경상대학교 대학원 석사학위논문*.
- Applebee, A. N. (1984). Writing and reasoning. *Review of Education Research*, 54, 577-596.
- Bereitre, C., & Scardamala, M. (1987). *The psychology of written composition*. NJ: Lawrence Erlbaum.
- Connally, P. (1989). Writing and the ecology of learning. In P. Connally & T. Vilardi (Eds). *Writing to learn mathematic and science*. New York: Teachers College Press.
- Emig, J. (1977) Writing as a mode of learning. *College Composition and Communication*, 28(2), 122-128.
- Flower, L. S. (1998). *Problem-solving strategies for writing*. NY: Harcourt Brace Jovanovich. Inc.,
- Flower, L. S. & Hayes, J. R. (1980). Identifying the organization of writing process. In L. W. Gregg & E. R. Steinberg (Eds). *Cognitive process in writing*, (pp4-30). NJ.: Lawrence Erlbaum.
- Hand, B., Meier, L. N., Staker, J., & Bintz, J. (2006). When science and literacy meet in the secondary learning space: Implementing the science writing heuristic (SWH). Iowa City, IA: University of Iowa.
- Hand, B., wallace, C., & Yang, E. M. (2004). Using a science writing heuristic to enhance learning outcomes from laboratory activities in seventh-grade science: Quantitative and qualitative aspects. *International Journal of Science Education*, 26(2), 131-149.
- Hohenshell, L., & Hand, B. (2006). Writing-to-learn strategies in secondary school cell biology: A mixed method study. *International Journal of Science Education*, 28(2-3), 261-289.
- Herrington, A. J. (1981). *Writing to learn: Writing across the disciplines*. College English

- h, 43, 379-387.
- Keys, C. W., Hand, B., Prian, V., & Collins, S. (1999). Using the Science Writing Heuristic as Tool for Learning from Laboratory Investigations in Secondary Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(10), 1065-1084.
- Kelly, G. J., & Chen, C. (1999). The sound of music: Constructing science as sociocultural practices through oral and written discourse. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 883-915.
- Kuhn, D. (2009). Teaching and learning as argument. *Science Education*, 94(5), 810-824.
- Lawson, A. E. (2010). Basic inferences of scientific reason, argumentation, and discovery. *Science Education*, 94(2), 336-364.
- Nunan, D. (1999). *Second Language Teaching and Learning*. Boston: Heinle & Heinle.
- Osborne, J., Erduran, S., Simon, S., & Monk, M. (2001). Enhancing the quality of argument in school science. *School Science Review*, 82(301), 63-70.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-102.
- Raimes, A. (1983). *Techniques in Teaching Writing*. New York: Oxford University Press.
- Rimm, S., & David, G. A. (1976). GIFT: An instrument for the identification of creativity. *Journal of Creativity Behavior*, 10, 178-182.
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.

국문 요약

이 연구의 목적은 논의활동 전·후에 작성한 초등학교 5학년 학생들의 과학글쓰기에서 나타나는 과학글쓰기 능력의 변화 모습과 논의활동이 과학글쓰기 능력에 미친 영향을 알아보는데 두었다. 이를 위하여 과학적 상황과 사회과학적 상황으로 구성된 9가지 논의 및 과학글쓰기 주제를 개발하고 이를 초등학교 5학년 학생 8명을 대상으로 적용하였다. 논의활동 전·후에 작성한 과학글쓰기의 서술 내용을 과학글쓰기 4가지 목표영역 분석틀에 따라 비교하여 과학글쓰기 능력의 변화를 정량 및 정성적으로 분석하였다. 이번 연구에서 얻어진 결론은 다음과 같다. 첫째, 논의활동 후 과학글쓰기는 논의 전 과학글쓰기에 비하여 과학글쓰기 능력인 4가지 목표영역(과학성, 논리성, 창의성, 표현력)에서 모두 긍정적인 변화가 관찰되었다. 둘째, 과학적 상황 및 사회과학적 상황의 주제에서 모두 긍정적인 변화가 관찰되었다. 특히 논의 및 글쓰기 주제가 친숙할 경우 과학글쓰기 목표영역의 변화가 많았다. 셋째, 학생들의 수준에 따라 변화하는 정도는 다르지만 모든 참여 학생들의 과학글쓰기 능력의 향상되었다. 성취도 수준이 높은 학생일수록 과학글쓰기 능력의 향상이 높았지만 성취도 수준이 낮은 학생에서도 긍정적인 변화가 관찰되었다.

주요어: 과학글쓰기, 논의, 초등학생, 과학글쓰기 능력