

논증 구조 교육을 통한 고등학교 학생들의 과학 글쓰기 분석: 과학 글쓰기 장르에 따른 글쓰기 과제를 중심으로

박정은 · 유은정* · 이선경 · 김찬종

서울대학교

An Analysis of Science Writing by High School Students through the Argumentation Structure Instruction:

Focus on Writing tasks Based on Genres of Science Writing

Park, Jeong-Eun · Yu, Eun-Jeong* · Lee, Sun-Kyung · Kim, Chan-Jong

Seoul National University

Abstract: The purpose of this study was to demonstrate the changes in structure and contents of different functional genre of science writing during high school using the argumentation structure. For this thesis, seven students of a girls' high school in the national capital region took the argumentation structure instruction for 40 hours for a month. As a result, considerable changes had occurred amid the Explanation genre, the Experiment-recount genre and the Exposition genre. In the Explanation genre and the Experiment-recount genre, noticeable progress had been made in the usage of the argumentation elements and scientific concepts and knowledge evolved in a more rarified and detailed manner. In the Exposition genre, argumentation structure had changed from the simple argumentation structure to the subordination or the multiplex argumentation structure. Simultaneously, it was affirmed that the types and number of the argumentation elements increased significantly along with enlargement of respective scientific concepts and knowledge. Hence, this implies students can determine their understanding of scientific facts and contents during the progress of developing the argumentation structure. It is necessary that students take the well-organized argumentation structure instruction.

Key words: scientific writing, science writing genre, argumentation structure

I. 서론

과학을 배운다는 것은 전통적으로는 과학 지식이나 개념을 익히는 것을 의미하였으나 최근에는 과학적 소양을 함양하고 과학 문화에 입문하는 것으로 이해되어야 한다는 주장이 강해지고 있다(Hand *et al.*, 1999; Jimenez-Aleixandre *et al.*, 2000; Yore *et al.*, 2003). 이 경우 과학 학습이 이루어짐에 있어서 무엇보다 중요한 것이 과학 언어의 사용이다. 왜냐하면 탐구의 설계에서부터 수행 결과 분석, 분류, 설명에 이르기까지의 모든 과정이 과학 언어의 사용에서 비롯되기 때문이다(Lemke, 1990; Norris & Phillips, 2003; Osborne, 2002). 이러한 관점에서 특히 논증은 국제 과학교육 표준에서도 중요한 핵심 요소로서 강조되고 있다(AAAS, 1993; NRC, 1996,

2000). 그러나 기존의 과학 교육에서는 과학 언어나 과학 글쓰기와 같은 언어를 매개로 하는 교육에 관심이 적었다. Halliday & Martin (1993)에 의하면 과학 교육에서의 글쓰기는 과학적 정의나 정보의 단순 확인 등에 한정되어 왔고 이로 인해 과학 학습 평가에서 과학적 글쓰기는 기술적 용어의 정의, 단답형 질문, 괄호 채우기 연습 등과 같이 매우 제한적인 활용에 그치는 결과를 낳았다고 보고한다. 또한 과학에서 언어나 글쓰기의 중요성을 알고 있음에도 불구하고 대부분의 과학 교사들은 학생들에게 특별한 쓰기의 틀을 제시하거나 연습시키지 않았으며, 대부분은 무관심한 경향을 보였다는 지적도 있었다(Newton *et al.*, 1999). 이처럼 학교 교육에서 과학 글쓰기가 등한시된 이유로 과학 수업 시간을 통해 과학 탐구의 본성을 학생들이 이해 할 수 있도록 과학적 사고가 가능한

*교신저자: 유은정(gogil75@snu.ac.kr)

**2009.05.22(접수) 2009.08.28(1심통과) 2009.10.09(2심통과) 2009.10.09(최종통과)

논증 기회를 충분히 제공하지 못한 원인을 들 수 있다 (박영신, 2006). 즉, 학생을 작은 과학자(small scientist)로 보고 학생들이 직접 관찰하고 실험을 하는 “과학을 함(doing science)”에 강조점을 둔 반면 관찰과 실험 과정이나 탐구 수행에 따른 결과 및 결론을 논리적이고 체계적으로 진술하는 과학적 논증 과정을 통한 탐구 활동이 상대적으로 소홀히 여겨져 왔기 때문이다 (Osborne *et al.*, 2004).

따라서 과학 탐구의 본질에 대해 재정의해야 할 필요가 있다. 과학교육에서 ‘탐구(inquiry)’가 갖는 근본적 의미는 학생들이 과학 활동에 능동적으로 참여하는 것에 있다. 즉, 학생들은 ‘과학을 함(doing science)’으로써 궁극적으로는 과학 활동의 본질을 경험하고, 사고하고, 지식을 만들어가는 과정에 참여할 수 있어야 한다(Norris & Phillips, 2003; Osborne, 2002; Duschl & Osborne, 2002). 실제로 과학자의 연구에서 논증 과정은 중심적인 위치를 담당하고 있으며(Newton *et al.*, 1999), 이는 논증 과정을 통하여 과학적 지식이 계속 하여 발전해 나가기 때문이다(Zohar & Nemet, 2002). 결국 과학교육이 지향하는 ‘탐구’의 핵심에는 논증활동(argumentation)이 자리하고 있는 것이다(강순민, 2004; 김희경과 송진웅, 2004; 박영신, 2006; 이선경, 2006; Driver *et al.*, 2000). Kuhn(1993)은 과학적 사고의 특징을 탐구로서의 과학(Science as exploration)이 아니라 “논증으로서의 과학(Science as argument)”(p.1)으로 설명하고 있다. 즉, 학습자가 과학적 사고를 하고 과학적 지식을 형성하는데 있어서 실험기구를 조작하고 실험을 구상하는 실제적 활동도 중요하지만, 그 수행 과정에 있어 말과 글을 사용하여 실험계획을 세우고 결과를 해석해내며 그 해석을 다른 과학자들에게 설득하고 공동체의 합의를 이끌어내는 논증활동이 더욱 중요하다는 것을 의미한다. 이러한 측면에서 봤을 때 논증 활동의 매개체가 되는 것이 언어이므로 과학을 배운다는 것은 과학의 사실과 정의 또는 실험 과정을 학습하는 것뿐만 아니라 과학의 언어를 사용하는 방법을 배우는 것(Wellington & Osborne, 2001; Lawson, 2003)이라고 할 수 있다.

이에 최근 들어 국내외의 연구자들에 의해 과학 수업에서 논증 교육의 중요성이 더욱 부각되고 있으며 다양한 맥락에서 논증 관련 연구가 이루어지고 있다 (Clark & Sampson, 2006; von Aufschnaiter,

Erduran *et al.*, 2008; 광경화, 남정희, 2009; 남정희 외, 2008). 이들 연구 들은 과학적 사고력의 중요성을 언급하면서 기존 지식을 탐색, 검증, 강화, 개량하는 사고의 도구로써 글쓰기를 강조하고 있다. 즉, 글쓰기를 통해 사고가 분명해지고 정교해질 수 있으며(Hodson, 1993), 학생들에게 과학적 현상을 말이나 글쓰기로 설명하도록 유도하는 것이 과학 내용에 대한 이해를 향상시킬 수 있다(Fellows, 1994; Newell & Winograd, 1989). 이러한 측면에서 볼 때, 과학교육의 중요한 목표로서 과학적 사고력 함양과 활용을 촉진시킬 수 있는 수업을 설계하고, 실행하는 방식을 이해할 필요가 있다(Kuhn & O’Loughlin, 1988). 이러한 맥락에서 다양한 글쓰기를 활용하여 수업하였을 때 학생들이 과학 개념에 대하여 더욱 애착을 갖게 되고, 과학 수업에 대한 인식도 더욱 긍정적으로 변화되었음이 밝혀지고 있다(Kelly *et al.*, 2008).

결국 과학 교육의 중요한 목표 중 하나인 ‘탐구(inquiry)’는 논증활동을 통해 이루어질 수 있고 이러한 논증활동이 일어나는 매개체가 되는 것이 말과 글 즉, 언어이기 때문에 이는 상호간의 대화나 글쓰기를 통해 표면적으로 드러날 수 있다. 이러한 면에서 과학 글쓰기는 과학교육에서 대단히 중요한 영역이다. 그러나 이러한 선행 연구 결과에도 불구하고 그동안 과학 교사들의 자신감 부족(Driver *et al.*, 2000), 교육과정상의 문제, 교사들의 인식 부족(Osborne *et al.*, 2004), 학생들의 논증과정에 대한 지식 부족(Simon *et al.*, 2006) 등의 이유로 지금까지 과학교육 현장에서 학생들에게 제시할 수 있는 적절한 과학 글쓰기 과제나 쓰기의 틀에 관한 실제적 적용이 잘 이루어지지 않고 있는 실정이다(양일호 외, 2009). 물론 일부에서는 글쓰기가 국어나 다른 인문사회과학에서 주로 이루어져야 한다고 생각할지 모른다. 하지만 과학은 그 특성상 “과학 장르”라는 것을 갖기 때문에 과학 글쓰기 연구 역시 과학교육의 영역 안에서 과학 장르(genre) 차원에서 이루어져야 한다. 최근 수십 년 동안 장르에 기반한 글쓰기(genre-based writing) 접근이 초등학교와 중등학교 맥락에서 학교 교육과정과 언어 교육에 있어 중요한 역할을 해 왔다(Barrs, 2004; Johns, 2002; Macken-Horarik, 2002). 뿐만 아니라 과학교육에서도 과학 장르별 글쓰기가 학생들에게 탐구 경험을 통해 새로운 구어적 지식을 형

성시키는 데 상당한 가능성을 제공함을 밝혔다(Keys, 1999). 특히 과학 성취도가 낮은 학생들에게 다양한 과학 장르별 글쓰기가 과학 개념에 대한 의미 형성의 주체로서의 학생 스스로에 대한 자신감을 키워주고 과학에 대한 긍정적인 태도를 발달시켜 주는데 도움을 주었다는 연구 결과도 있다(Becker *et al.*, 1993).

장르는 라틴어 어원인 'genus'에서 유래한 것으로 종류, 카테고리, 또는 예술 작품의 유형을 뜻한다(Kallberg, 1987). 따라서 장르가 무엇인가에 대한 질문에 대해서는 하나의 정답이 존재하지 않으며 서로 다른 주장과 체계가 존재할 수 밖에 없다(Kallberg, 1987; 강현모, 2007). 과학 장르 역시 다양한 견해가 존재한다. Martin (1993)에 의하면 과학 글쓰기 장르를 분류, 분해, 묘사, 특성 나열이 주가 되는 기록이나 사실을 설명하는 설명글, 절차적 과정을 포함하는 실험 보고서나 설명적 실험 보고서, 어떤 입장에 대해 찬반을 주장하는 논쟁이나 개인적 글쓰기가 사용되는 내러티브 등으로 분류하고 있다. 한편 Veel (1997)은 학교 과학 맥락에서 과학 장르를 과학에 도전하기(Challenging science), 과학 행하기(Doing science), 과학적 정보 조직하기(Organizing scientific information), 과학적 현상 설명하기(Explaining events scientifically)의 네 영역으로 나누고 있다. 반면 Keys (1999)는 실험(experiment), 설명(explanation), 보고서(report), 전기(biography), 논쟁(exposition)으로 구분하고 있으며, Varelas *et al.*(2002)은 과학 장르를 지식 창출 글쓰기(creating knowledge), 개념 협상 글쓰기(negotiation of idea), 개념 검증 글쓰기(probing each other's idea), 감각적 글쓰기(sense of engagement, intensity, commitment, disappointment, and satisfaction)의 네 영역으로 구분하고 있다. 이처럼 학자마다 다양한 과학 장르에 대한 견해가 존재하므로, 본 연구에서는 장르를 상황적 요인에 따른 텍스트의 종류라는 일반적 의미로 정의하고, 과학 장르를 크게 세 가지로 분류하였다. 즉, 정보 저장 장르, 예증 및 사실 검증 장르, 기타 장르로 나누었다. 첫째, 정보 저장 장르에 해당되는 과학 글쓰기를 보고서나 설명으로 보았고, 둘째, 예증 및 사실 검증 장르의 과학 글쓰기는 실험-절차적 텍스트와 실험-상세 묘사를 포함 시켰다. 마지막으로 기타 장르의 과학 글쓰기로 전기, 논쟁, 내러티브와 같은 형식의 글을 포함시켰다.

본 연구에서는 과학 글쓰기에 있어서 학생들의 논증 활동이 구조화되어 드러날 수 있는 논증 구조 교육 프로그램을 실시하고 장르별 과학 글쓰기 과제를 통해 학생들의 논증 구조 교육 실시 전, 후 글에서 나타나는 논증 구조 변화를 분석해보도록 할 것이다. 또한 이를 통해 논증 활동이 어떻게 전개되는지 살펴보고 이에 따른 과학 지식이나 개념에도 변화가 발생하는지 탐색하고자 한다. 이에 따른 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 논증 구조 교육 실시 전과 후에 학생의 장르별 과학 글쓰기에서 나타나는 논증 구조에는 어떠한 변화가 있는가?

둘째, 논증 구조 교육 실시 전과 후에 학생의 장르별 과학 글쓰기에서 나타나는 논증 요소를 구성하는 과학 지식 및 내용 개념에는 어떠한 변화가 있는가?

II. 연구방법

1. 연구 참여자

본 연구가 시작된 시점인 2007년 7월 당시, 수도권에 위치한 고등학교 2학년 자연계열 여학생을 대상으로 한 달 동안 총 40시간에 걸쳐 본 연구를 수행하였다. 본 연구에 참여한 학생들은 모두 방과 후 수업 프로그램인 과학 논술반 학생들로 총 9명의 자연계 학생들로 구성되어 있었다. 이들 중 본 연구에 참여할 것을 희망한 8명의 학생 가운데 중도 탈락자인 1명의 학생을 제외한 총 7명의 여학생을 대상으로 과학 글쓰기를 과학 장르별로 최종 선정하여 분석하였다. 고등학교 2학년 자연계열 여학생을 본 연구의 참여자로 선정한 이유는 다음과 같다.

첫째, 과학 글쓰기의 장르 문제 때문이었다. 즉, 연구의 목적에 따르면 학생의 논증 활동을 논증 구조를 통해 분석하되 이를 과학 장르별 글쓰기로 살펴보아야 하기 때문에 인문계열 학생들에 비해 자연계열 학생에게 적합하다고 판단하였다. 왜냐하면 인문계열 학생들에 비해 자연계열 학생들이 학습 내용과 관련하여 다양한 과학 장르 언어에 상대적으로 더 많이 노출되어 있으므로, 글쓰기의 필요성과 동기 부여 면에서 더 적합하다고 판단되었기 때문이다.

둘째, 과제 및 논증 구조 교육 프로그램을 구성하는 내용 때문이었다. 사전 과제 및 프로그램을 구성하는

지문 및 문제들이 모두 고등학교 지구과학 I, II 교과 과정의 내용이기 때문에 연구 대상으로 고등학교 2, 3학년 자연계열 학생들이 적합할 것으로 판단되었다. 왜냐하면 본 논증 교육 프로그램을 구성하는 내용들은 주로 한국교육과정평가원에서 제공한 과학 영역 논술 관련 지문 내용들로 구성되어 있었기 때문에 논증하는 과정에서 과학 개념의 부족으로 인한 문제점을 최소화하기 위해서는 인문계열 학생들 보다는 자연계열 학생들에게 적합한 내용들이었기 때문이다.

셋째, 연구의 용이성 때문이었다. 연구 당시 연구자는 고등학교 2학년 자연계열 학생들을 담당하고 있었으므로, 야간 자율학습 시간을 이용하여 이들에게 장시간의 논증 구조 교육을 효율적으로 실시할 수 있었다. 최종 선택된 연구 참여자 7명의 배경 정보¹⁾는 다음 Table 1과 같다.

Table 1에서 보는 바와 같이, 연구에 참여한 학생들

의 과학성적은 최상위 권에서부터 중하위권 까지 다양하였으며, 주로 지구과학과 화학에 대한 과학 선호도가 높은 편이었다. 또한 사전 면담 및 설문 조사를 통해 학생들의 글쓰기 경험을 조사해 본 결과, 이전에 글쓰기 및 논술 교육을 받았거나 논술 관련 글쓰기를 정기적으로 받은 경험이 있는 학생은 2명이었고 나머지 5명의 학생은 학교에서 실시하는 논술 대회 이외의 글쓰기 경험이 전혀 없는 학생이었다. 또한 대부분의 학생들이 편지나 일기 이외에 설명문이나 논설문 등의 글을 써본 경험이 거의 없었다.

2. 연구 설계

본 연구는 2008년 7월 한 달 동안 총 40시간에 걸쳐 Fig. 1과 같이 여섯 단계로 실시되었다.

첫째, 사전 설문조사 및 면담에서는 효과적인 논증

Table 1
연구 참여자

연구 참여자	과학 성적	과학 과목 선호도	논술경험	논증에 관한 선행 개념	논증 구조에 대한 선행 개념
A	상위권 (특히 화학 점수 높음)	화학>지구과학>생물>물리	거의 없음	논증하는 글이 논설문이라는 인식 있음	들어본 적 없으나 글의 구조가 중요하다는 인식 있음
B	최상위권 (특히 지구과학 점수 높음)	지구과학>생물>화학>물리	1년간 논술 그룹 수업 경험 있음	논증이라는 의미를 자세히 모름	논증 구조라는 말은 들어본 적 있으나 그 의미는 모름
C	최상위권 (전반적으로 우수)	지구과학>생물>화학>물리	거의 없음	논증이라는 용어 모르나 논리적인 주장 전개의 중요성 인식하고 있음	논증 구조는 모르나 글의 구조가 중요하다는 점을 인식하고 있음
D	최상위권 (특히 지구과학 점수 높음)	화학>생물>지구과학>물리	과학 논술과 수리 논술 경험 있음	논증은 주장에 대한 논리적인 증거라는 인식 있음	들어본 적 없음
E	중위권 (특히 지구과학 점수 높음)	지구과학>생물>물리>화학	거의 없음	논증이라는 말은 모르나 논리적이고 타당한 증거 제시에 대한 인식 있음	들어본 적 없음
F	하위권 (특히 물리 점수 높음)	지구과학>생물>물리>화학	거의 없음	논증이라는 말을 어느 정도 알고 있으며 논증하는 글이 논리적으로 증거를 제시하고 설명하는 글로 인식하고 있음	타당한 근거를 제시하는 구조라고 알고 있음
G	중위권 (특히 지구과학 점수 높음)	화학>생물>지구과학>물리	논술 반 경험 있음 (일주일에 한 번 두 달 간)	논쟁과 비슷한 의미로 이해하고 있음	들어본 적 없음

1) 학생들의 과학성적 수준별 비교기준은 1학기 과학 내신 성적으로 과학 전교 석차 백분율이 최상위권은 3% 이내, 상위권은 33% 이내, 중위권은 66% 이내, 하위권은 66% 이상인 학생들이다.

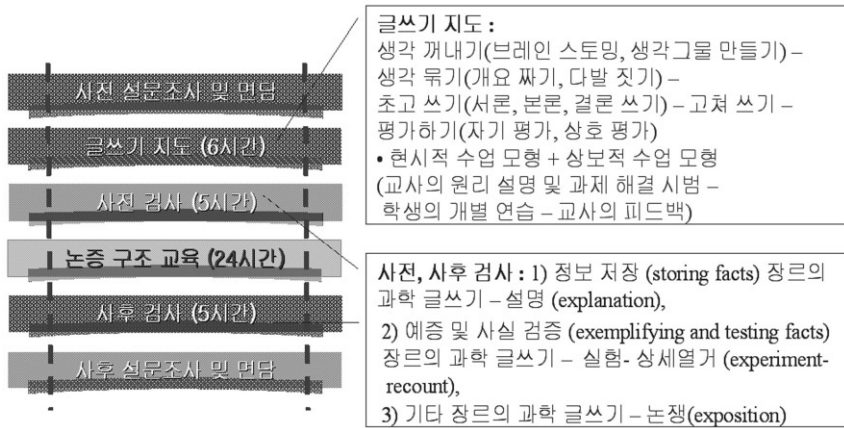


Fig. 1 연구 과정

Table 2
과학 글쓰기 장르별 사전·사후 과제 주제

과학 글쓰기 장르		주제
정보 저장	설명	북반구 대서양 심층 순환의 설명
예증 및 사실 검증	실험-상세 묘사	에라토스테네스의 지구 크기 측정
기타	논쟁	개발도상국의 기후 협약 준수 여부

교육을 실시하기 위하여 학생들의 과학 성적, 과학 과목 선호도, 논술 경험, 논증 및 논증 구조에 대한 선행 개념 등을 면담하였다. 그 결과 학생 대부분이 특정한 논술이나 글쓰기에 관한 정기적인 수업을 받아본 적이 없고 논증이나 논증 구조에 대한 뚜렷한 개념이 없었으며 과학 글쓰기뿐만 아니라 글쓰기 절차에 관한 기본 지식조차 전무한 상태인 학생이 많았다. 때문에 사전·사후 검사 및 논증 교육 실시 전에 학생들에게 개략적인 글쓰기 지도가 필요하다는 것을 확인하게 되었다.

둘째, 글쓰기 지도는 총 6시간에 걸쳐 이루어졌으며, 논증 구조 교육 실시에 앞서 학생들로 하여금 글쓰기 단계를 숙지시키는 것을 그 목적으로 하였다. 이를 위하여 우선 교사가 글쓰기 절차에 관한 개념을 직접 교수법의 형태로 교수 한 후, 학생들에게 참고 자료 및 글쓰기 과제를 제시하고 글쓰기 단계에 맞춰 글을 작성해 보도록 하였다. 즉, 교사가 제공하는 활동지를 이용하여 '계획하기-생각 꺼내기(브레인스토밍) 생각 묶기(개요 짜기) 초고 쓰기-고쳐 쓰기'의 순서로 이루어졌다. 특히 마지막 단계인 고쳐 쓰기(다들

기)는 자기 평가 및 상호평가와 교사의 피드백을 통해 이루어지는 상보적 수업 모형²⁾을 사용하였다.

셋째와 다섯째 단계에 해당하는 사전·사후 과제는 과학 장르가 그 기능에 따라 크게 세 가지 유형으로 나뉘는 것에 착안하여 정보 저장(storing facts) 장르의 설명적(explanation) 글쓰기, 예증 및 사실 검증(exemplifying and testing facts) 장르의 실험-상세 묘사적(experiment-recount) 글쓰기, 기타 (other genre) 장르의 논쟁적(exposition) 글쓰기 과제를 선정하였다. 사전·사후 검사에 사용된 과학 장르별 글쓰기 주제는 Table 2와 같이 사전·사후 모두 동일하였다.

넷째, 논증구조 교육 프로그램은 총 24시간 동안 4단계로 이루어 졌다. 논증 구조는 단순 논증 구조부터 확장된 복합 논증 구조까지 다양한 유형으로 구성되어 있을 뿐만 아니라, 학생들은 논증에 대한 개념이 생소하고 논증 구조를 한 번도 접해보지 않았기 때문에 논증 요소부터 확장된 복합 논증 구조에 이르기까지의 단계별 교육이 필수적으로 요구되었다. 이에 본 연구에서는 논증 요소 및 단순 논증 구조를 습득할 수

2) 상보적 수업 모형(reciprocal teaching model)은 학습 참여자들 간의 협동적인 학습 환경의 조성을 특징으로 한 안내되고 협동적인 학습형태이다. 즉, 교사와 학생의 상호작용인 대화를 통한 사고 발달을 중요한 요소로 강조하며 교사와 학생의 협의에 초점을 둔다.

있는 기본학습 1단계, 복합 논증 구조 같은 논증 구조 유형을 습득할 수 있는 기본학습 2단계, 확장된 논증 구조 유형을 습득할 수 있는 심화학습 단계, 논증 구조를 글쓰기에 직접 활용해보는 적용학습 단계의 총 네 단계로 이루어진 수업 모형을 설계하였다. 이를 구성하는 수업 모형은 교사의 직접 교수법 위주로 구성된 현시적 수업 모형³⁾과 교사와 학생 그리고 학생 상호 간의 활발한 상호작용이 이루어질 수 있는 상보적 수업 모형이 결합된 수업 모형을 선택하였다. 이에 각 단계별 수업에 있어서 ‘교사의 설명과제 해결 시범 또는 모형 예시 제시-학생 개별 연습-소집단 토의 및 발표-교사의 피드백 및 학생 과제 수정-가정 학습 과제 부여’의 차례로 수업을 진행할 수 있도록 단계별 수업 모형을 설계하였다. 여기서 사용한 전략은 읽기·쓰기 통합 전략과 과제 해결 전략을 사용하였다. 교사가 제공한 지문을 읽어 분석하는 읽기 전략을 통해서 이를 구조도에 작성해보고 결과적으로 글쓰기에 적용하는 쓰기 전략과 맞물릴 수 있도록 수업을 설계하였다. 총 네 단계의 논증 구조 교육 활동지를 구성하는 자료들은 주로 지구과학에서 다루는 지식이나 기사들로 구성되었다. 특히 논증 요소를 익히는 과정에서는 신문 기사를 인용하여 학생들의 흥미를 동시에 이끌 수 있도록 수업을 설계하였다. 이러한 논증 구조 교육의 단계를 정리하면 Table 3과 같다.

여섯째, 사후 설문조사 및 면담에서는 학생들에게 본인이 작성한 장르별 사전·사후 글쓰기를 다시 논증 구조별, 과학 개념별로 도식화한 결과를 보여주면서 논증 구조 교육 후의 변화에 관해 면담하였다. 그 결과 7명 모두 논증 구조와 과학 개념에 있어서 유의

미한 결과를 이끌어냈다고 주장하였고 학생들은 이러한 결과의 주된 요인을 논증 교육의 효과로 인식하고 있었다.

이상의 논증구조 교육 프로그램 설계에서 다음과 같은 점에 특히 주의하였다. 즉, 사전 글쓰기 주제와 관련하여 학생들이 과학 지식이나 개념을 추가하거나 수정함으로써 본 연구의 결과가 왜곡 될 수 있으므로, 연구자는 논증 구조 교육 단계에서 실시되는 글쓰기 관련 자료 및 수업 내용을 사전 과제와 무관한 과학 지식이나 과학 개념으로 구성하도록 하였다. 또한 학생들에게 사후 과제 부여에 대한 어떤 언급도 하지 않았다. 사전 검사 후 7명 학생 모두 과제에 대한 과학 지식의 첨가나 공유가 전혀 없었다는 것을 사후 학생 면담을 통해 확인하였다.

3. 과학 글쓰기 분석틀

본 연구의 목적은 논증 구조 교육을 실시한 후 학생의 과학 글쓰기에서 나타나는 논증 구조 변화와 과학 개념 및 지식이 어떻게 달라지는지 알아보기 위함이다. 따라서 학생들의 과학 글쓰기를 분석함에 있어 논증 구조 분석틀과 과학개념 및 지식의 변화 분석틀이 요구된다.

먼저 본 연구에서 사용한 논증 구조 분석틀은 Brinker (1994)의 논증 구조를 바탕으로 연구자가 일부 수정 보완하여 단순논증 구조로 사용하였다. 왜냐하면 선행연구를 통해 van Dijk(1997)의 논증 구조는 미시 구조에 한정되어 있고, 거시 규칙 적용에 따른 문제가 명쾌하게 설명되어 있지 않는 한계를 보였으며,

Table 3
논증 구조 교육의 단계

기본학습 1	기본학습 2	심화학습	적용학습
논증 요소 및 논증 구조 학습	논증 구조 유형 학습	연구에 사용된 논증 구조 유형 학습	논증 구조 유형을 활용한 글 쓰기 학습
수업 모형 : 현시적 수업 모형 + 상보적 수업 모형			
전략 : 읽기 및 쓰기 전략			
교사의 원리 설명 및 과제 해결 시범-학생 개별 연습-협동 학습을 통한 과제 해결(소집단 토의 및 발표)-교사의 피드백-학생의 과제 수정	교사의 원리 설명-교사의 과제 제시 및 과제 해결 시범-질문을 이용한 학생 이해 확인(학생 활동)-교사의 새로운 과제 제시-학생 개별 연습-소집단 토의 및 발표-교사의 피드백-학생의 과제 수정	교사의 과제 제시 및 과제 해결 시범-학생 개별 연습-소집단 토의 및 발표-교사의 피드백-학생의 과제 수정	교사의 과제 제시-학생의 개별 활동(글쓰기)-자기평가 및 상호평가(평가지)-소집단 토의-교쳐 쓰기

3) 현시적 수업모형(explicit instruction model)에서는 학생에게 기능이나 전략이 무엇인지를 설명해 주고 그 전략의 활용을 직접 시범을 통해 보여준다. 또한 전략을 사용해야 하는 목적, 방법, 이유, 시기에 대해서도 설명을 해 준다. 즉, 학생들이 스스로 과제를 완수할 수 있을 때까지 교사는 연습 안내를 통해 학생들에게 과제 완수에 대한 책임감을 점진적으로 이양한다.

Toulmin(1958)의 논증 구조는 텍스트가 아닌 개개의 문장들에만 응용하였다는 한계를 지녔다는 지적 때문이었다. 반면 Brinker(1994)의 논증 구조는 Toulmin(1958)의 논증 이론의 불합리점을 극복하고 이를 실제에 적용할 수 있도록 재구조화하였다는 점에서 그 의의를 찾을 수 있었기 때문이다. Brinker(1994)의 논증 구조는 자료 삽입항, 테제, 논거, 추론규칙, 지원, 가치 기반 등의 여섯 가지 요소로 이루어져 있으나 학생들이 쉽게 인지할 수 있는 용어로 재구성하는 작업을 하였다. 즉, '테제'는 '주장'으로, '논거'는 '근거'로 바꾸었고, Toulmin의 논증 요소인 '반증'과 '한정'을 추가하였다. 왜냐하면 '반증'은 주장과 근거 그리고 추론 규칙과 밀접한 관계를 지니고 있고, 반증을 제거하면 일방적으로 자기주장만 내세울 뿐 실제 논증에서 일어나는 다양한 변인과 상황을 고려하는 명쾌한 논증을 펼치지 못하기 때문이다(Brinker, 1994). 또한 '한정'은 주장의 개연성을 높여주는 역할을 하며, 아무리 강한 주장이라 할지라도 적절한 제한을 두는 것이 주장 내용을 신뢰할 수 있도록 만들기 때문이다(김재봉, 2002).

또한 Brinker(1994)의 논증 구조를 단순논증 구조

로 명명하고, 이에 더불어 본 연구에서는 확장된 논증 구조로서 다중, 대등, 종속 논증으로 크게 분류하여 확장논증 구조도 사용하였다. 이러한 확장된 논증 구조는 van Eemeren와 Grootendorst(1996)에 의해 제시된 다층적인 논증 구조 유형에 근거하였다. 본 연구에서 논증 구조를 단순 논증 구조에 한정하지 않고 확장된 논증 구조까지 사용한 이유는 다음과 같다. 학생의 논증 구조 교육이 이루어지는 수단인 논술이라는 실제 논증 텍스트에서, 글을 구성하는 주장과 논거간의 다층적인 구성 방식을 설명하는 동시에 각 논증 요소들 간의 구체적인 관계를 밝히기에 단순 논증 구조는 한계를 지니고 있기 때문이다(van Eemeren & Grootendorst, 1996). 따라서 본 연구에서는 보다 복잡한 다층적인 논증 구조를 제시함으로써 학생들에게 주장과 근거간의 다층적인 구성 방식을 설명하기 위하여 단순 논증 구조를 기본으로 하여 확장된 논증 구조인 다중, 대등, 종속 논증 구조를 사용하였다.

다음 Fig. 2는 본 연구에서 사용한 단순 논증구조와 확장된 논증 구조를 나타낸 것이다.

Fig. 2에서 보는 바와 같이, 본 연구에서 사용된 논증 구성 요소는 자료삽입항, 주장, 추론규칙, 지원, 가

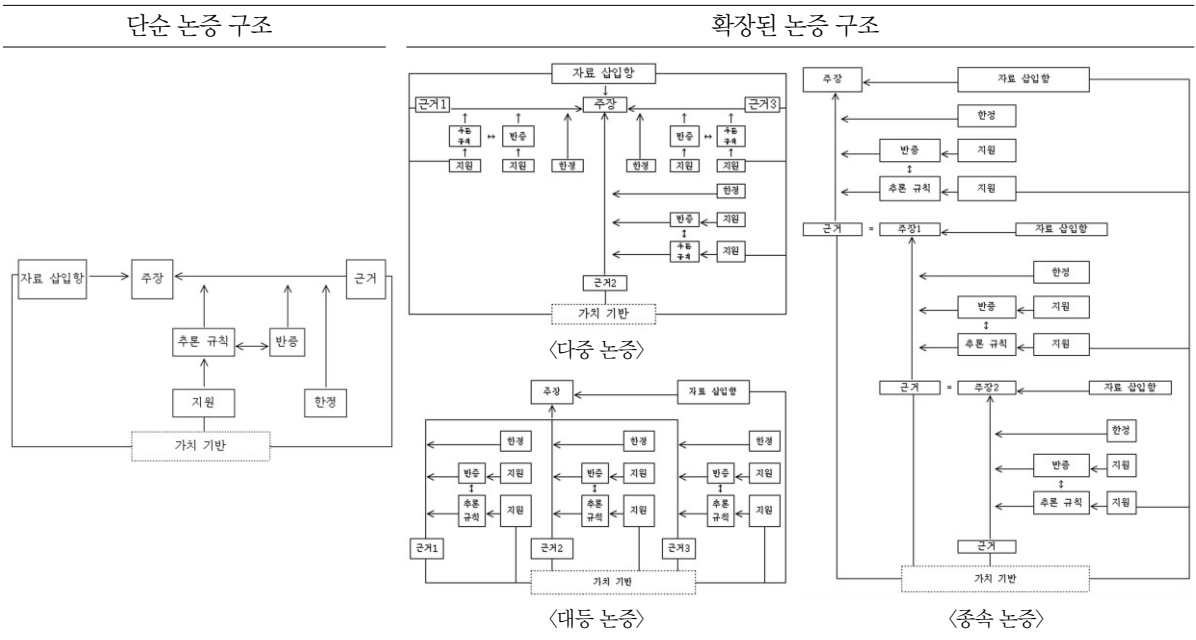


Fig. 2 논증 구조⁴⁾

4) 자료 삽입항: 가설이나 논거들의 위치를 규정해 주고 논증 가능성 한정, 가치기반: 전반적인 논증 구조를 뒷받침 하는 논증 구조의 기저, 추론규칙: 주장을 지지하는 편에서 주장에 대한 설득력 정도, 지원: 추론 규칙을 강화할 수 있는 정보, 반증: 다른 사람의 주장을 약화시키거나 반대하는데 사용되는 증거 또는 추론, 한정: 주장에 대한 확신 정도나 상대를 설득할 수 있는 정도

치기반, 반증, 한정, 근거 등 총 여덟 가지 요소로 구성된다. 여기서 '자료 삽입함(Einbetting)'이란 가설과 논거들의 위치를 규정해주고 논증 가능성을 한정 시킴으로써 논증을 '지원하는' 기능을 갖는다(Brinker, 1994). 또한 '가치 기반'이란 전반적인 논증 구조를 뒷받침하는 것으로 논증 구조의 기저가 되나, 직접적으로 드러나지 않는 경우가 많다(민병곤, 2000). 그 밖에 '추론 규칙'과 '지원'은 Toulmin(1958)의 '보장'과 '보강'에 각각 해당되는 것이다. 즉, 근거에서 주장에 이르는 과정을 정당화해주는 가교 역할을 하는 진술인 '보장'은 그 자체로는 증명이 불가능하기 때문에 다시 '보장'을 뒷받침하는 부가적인 증거인 '보강'이 필요하다(이선영, 2002). 여기서 '보장'은 가정, 일반적 원리, 널리 수용된 가치, 문화적 가치, 전제, 숨은 전제, 일반적 진리와 동의어로 사용된다. 반면 '보강'은 보장을 강화할 수 있는 정보이므로 보장을 정당화할 수 있는 인용자료나 구체적인 사례, 보장을 받아들일 수 있는 이유, 권위 있는 사람의 말 인용, 선행 연구인용, 법인용 등이 이에 해당된다. '반증'은 논증 활동에서 주장을 성립 시키는데 제기 될 수 있는 예상되는 반증에 대한 인식을 의미한다. 즉, 근거가 주장을 정당화 시키지 못하는 구체적인 상황이나 조건을 제시함으로써 주장이 정당하게 받아들여 질 수 있도록 영역이나 조건을 미리 제시하는 것을 말한다. 마지막으로 '한정'이란 주장에 대한 확신 정도나 상대를 설득할 수 있는 정도를 나타내는 것으로 확실히, 아마도, 그럴듯한, 있을 수 있는 등이 그 예이다(Freeley, 1996).

한편, 과학 지식이나 개념 변화 분석을 위하여 학생들이 사용하는 과학 지식 및 개념을 다음과 같은 기호로 연구자가 코드화하여 분석하였다. 먼저 학생들의 과학 지식 및 개념을 보편적인 원리나 일반 법칙에 해당하는 상위 개념과 주어진 자료나 그래프의 예시를 제시하거나 이를 좀 더 자세히 분석하는 하위 개념으로 나누었다. 그 다음 상위 개념은 Γ , Λ , Δ 등으로, 하위 개념은 $\Gamma-1$, $\Lambda-1$, $\Delta-1$ 등으로 위계적으로 표시하였다. 또한 주어진 자료나 구체적인 숫자를 이용한 경우는 하위 개념 중에서도 좀 더 세분화된 분석 내용이므로 $\Gamma-1-1$, $\Lambda-1-1$ 등으로 나타내었다. 한편 장르별 주어지는 문제의 특징에 따라 설명과 실험-상세 묘사 장르에서는 논증 구조의 '주장'에 해당

하는 것을 '논제'로 바꾸어 표현하고, 마지막 논쟁 장르에서는 자료 분석보다는 학생 개인적 의견이 많이 포함되므로 '주장'이라는 용어 그대로 표현하였다.

이상의 분석틀을 바탕으로 Table 4에 설명 장르⁵⁾에 대한 학생 글을 논증 구조 분석틀과 과학 개념의 코드화를 이용하여 분석한 방법의 예를 제시하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 설명(Explanation)적 과학 글쓰기: 정보 저장(Storing Facts) 장르

논증 구조교육을 실시하기 전과 후에 연구에 참여한 학생들의 설명적 과학 글쓰기에서 나타난 논증구조와 과학 개념의 변화는 Table 5와 같았다.

Table 5에서 보는 바와 같이, 정보 저장(설명) 장르의 글쓰기에 대한 학생들의 글을 분석한 결과 논증구조상에서는 두드러진 변화는 없었다. 즉, 사전 과제 해결을 위해 단순 논증 구조를 사용하여 글을 썼던 7명의 학생들은 모두 사후에도 마찬가지로 근거를 한 가지 제시하여 자신의 논리를 펼쳐나가는 단순 논증 구조를 사용하여 글을 기술하였다. 이는 논증 교육 이후 학생들의 설명적 과학 글쓰기에서 논증 구조상의 큰 변화가 없음을 의미하는 듯 보인다. 그러나 사후에 나타나는 단순 논증 구조는 그것을 구성하는 논증 요소들이 훨씬 많아지고 다양하게 변화되는 경향을 7명의 학생 모두에게서 확인할 수 있었다. 이것은 학생들의 글이 좀 더 구조적으로 탄탄해지고 있음을 의미하는 것이다.

.....논증 구조를 사용하면 틀을 잡는 거죠 구조를 잡는 것이 중요해요. 뼈대를 만들 수 있으면 어떻게든 살을 붙일 수 있다고 생각해요...(학생 A)

또한 내용면에서는 6명의 학생들(학생 B, C, D, E, F, G)이 사전 과제에 비해 사후 과제 해결 시 훨씬 많은 과학 개념 및 지식을 제시하고 있었다. 비록 내용 개념의 종류에 변화가 없었던 학생 A도 상위개념과 하위 개념의 수는 모두 증가하는 양상을 보였다. 특히 7명의 학생 모두 상위 개념에 비해 하위 개념이 증가하는 경향을 두드러지게 보여 주었다. 이것은 학생들

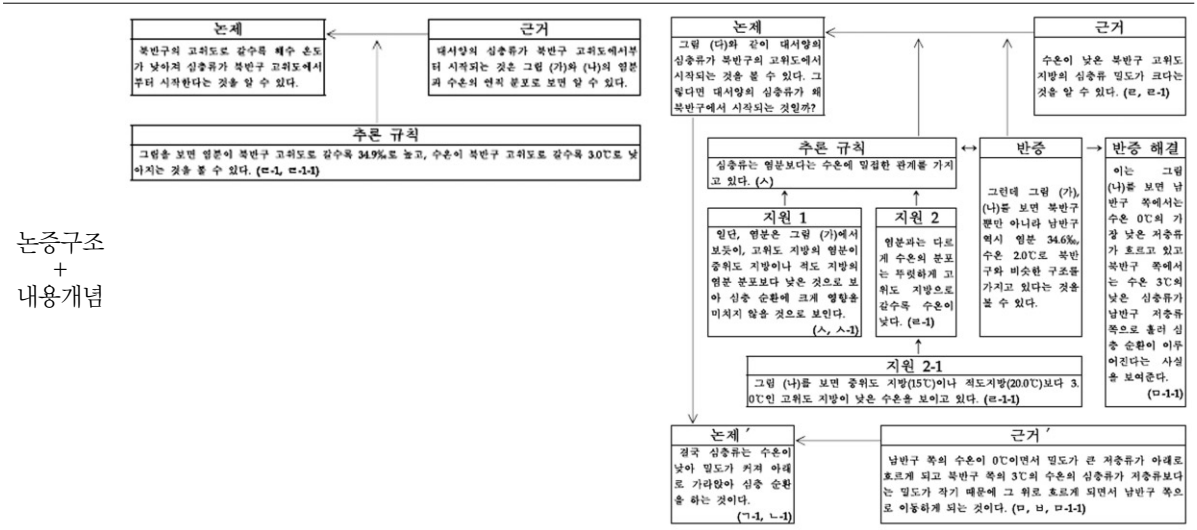
5) 설명 장르에 대한 과제는 복반구 대서양 심층 순환에 대한 설명으로 Appendix 1에 활동지 일부를 첨부하였다.

Table 4
논증 구조와 과학 개념 분석 예시

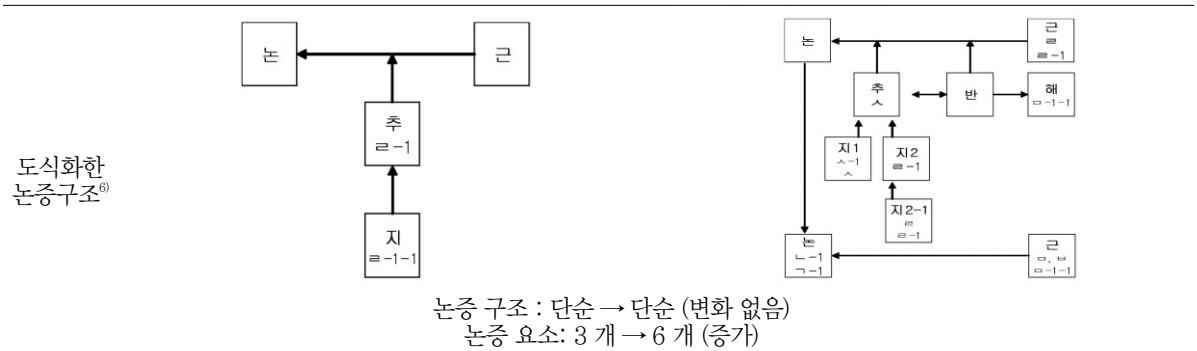
	학생 G	사후
설명 장르 글쓰기	<p>대서양의 심층류가 북반구 고위도에서부터 시작되는 것은 그림 (가)와 (나)의 염분과 수온의 연직 분포를 보면 알 수 있다. 그림을 보면 염분이 북반구 고위도로 갈수록 34.9%로 높고, 수온이 북반구 고위도로 갈수록 3.0℃로 낮아지는 것을 볼 수 있다. 이로부터 북반구의 고위도로 갈수록 해수 온도가 낮아져 심층류가 북반구 고위도에서부터 시작한다는 것을 알 수 있다.</p>	<p>그림 (다)와 같이 대서양의 심층류가 북반구의 고위도에서 시작되는 것을 볼 수 있다. 그렇다면 대서양의 심층류가 왜 북반구에서 시작되는 것일까? 이를 염분과 수온 분포를 이용해 설명하자면 일단, 염분은 그림 (가)에서 보듯이 고위도 지방의 염분이 중위도 지방이나 적도 지방의 염분 분포보다 낮은 것으로 보아 심층 순환에 크게 영향을 미치지 않을 것으로 보인다. 염분과는 다르게 수온의 분포는 뚜렷하게 고위도 지방으로 갈수록 수온이 낮다. 그림 (나)를 보면 중위도 지방(15℃)이나 적도 지방(20℃)보다 3.0℃인 고위도 지방이 낮은 수온을 보이고 있다. 이 두 가지를 보면 심층류는 염분보다는 수온에 밀접한 관계를 가지고 있고, 수온이 낮은 북반구 고위도 지방의 심층류 밀도가 크다는 것을 알 수 있다. 그런데 그림 (가), (나)를 보면 북반구 뿐만 아니라 남반구 역시 염분 34.6%, 수온 2.0℃로 북반구와 비슷한 구조를 가지고 있다는 것을 볼 수 있다. 이는 그림 (나)를 보면 남반구 쪽에서는 수온 0℃의 가장 낮은 저층류가 흐르고 있고 북반구 쪽에서는 수온 3℃의 낮은 심층류가 남반구 저층류 쪽으로 흘러 심층 순환이 이루어진다는 사실을 보여준다. 남반구 쪽의 수온이 0℃이면서 밀도가 큰 저층류가 아래로 흐르게 되고 북반구 쪽의 3℃의 수온의 심층류가 저층류 보다는 밀도가 작기 때문에 그 위로 흐르게 되면서 남반구 쪽으로 이동하게 되는 것이다. 결국 심층류는 수온이 낮아 밀도가 커져 아래로 가라앉아 심층 순환을 하는 것이다. 이처럼 심층 순환은 수온과 관련하여 이러한 순환을 가지고 있다.</p>
논증 요소를 구성하는 내용 개념에 대한 코드화	<p>ㄱ. 밀도 차에 의해 달라진다. ㄱ-1. 밀도가 클수록 가라앉는다. ㄱ-2. 밀도가 작을수록 떠오른다. ㄴ. 수온에 따라 밀도가 달라진다. ㄴ-1. 수온이 낮을수록 밀도가 크다. ㄴ-2. 수온이 높을수록 밀도가 작다. ㄴ-1-1. ㄴ-1을 그림에서 구체적인 수치 값을 찾아 그 자료 값과 동시에 기술함. ㄴ-2-1. ㄴ-2를 그림에서 구체적인 수치 값을 찾아 그 자료 값과 동시에 기술함. ㄷ. 염분에 따라 밀도가 달라진다. ㄷ-1. 염분이 높을수록 밀도가 크다. ㄷ-2. 염분이 낮을수록 밀도가 작다. ㄷ-1-1. ㄷ-1을 그림에서 구체적인 수치 값을 찾아 그 자료 값과 동시에 기술함. ㄷ-2-1. ㄷ-2를 그림에서 구체적인 수치 값을 찾아 그 자료 값과 동시에 기술함. ㄹ. 북반구 고위도 대서양의 해수는 밀도가 크다. ㄹ-1. 북반구 고위도 대서양은 주위(중위도)보다 수온이 낮아서 가라앉는다. ㄹ-1-1. ㄹ-1을 그림에서 구체적인 수치 값을 찾아 그 자료 값과 동시에 기술함. ㅁ. 남반구 저층류는 북반구 심층류보다 밀도가 크다. ㅁ-1. 남반구 고위도의 수온이 북반구 고위도의 수온보다 낮다. (=북반구 고위도의 수온이 남반구 고위도의 수온보다 높다.)</p>	

Table 4
이어서

학생 G	사전	사후
논증 요소를 구성하는 내용 개념에 대한 코드화		□-1-1. □-1을 그림에서 구체적인 수치 값을 찾아 그 자료 값과 동시에 기술함. ▣. 북반구의 심층류는 남반구 저층류 위로 흐른다. ▸. 해수의 밀도는 염분보다 수온의 영향을 많이 받는다. ▸-1. 남반구 고위도의 표층 염분이 북반구 고위도의 표층 염분보다 낮다. ▸-1-1. ▸-1을 그림에서 구체적인 수치 값을 찾아 그 자료 값과 동시에 기술함. ▸-2-1. ▸-2를 그림에서 구체적인 수치 값을 찾아 그 자료 값과 동시에 기술함. ○. 북반구 극지방은 단위 면적당 도달하는 태양 에너지가 적어 표면 수온이 낮아진다.



논증구조 + 내용개념



도식화한 내용개념	상위개념	ㄱ	ㄴ	ㄷ	ㄹ	ㅁ	ㅂ	ㅅ	ㅇ
	하위개념	ㄱ-1	ㄴ-1	ㄷ-1	ㄹ-1	ㅁ-1		ㅅ-1	
구체적인 하위개념		ㄱ-1-1	ㄴ-1-1	ㄷ-1-1	ㄹ-1-1	ㅁ-1-1	ㅅ-1-1		
		ㄱ-2-1	ㄴ-2-1				ㅅ-2-1		

내용 개념의 종류: 1 개(ㄹ) → 6 개 (증가: ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㅁ, ㅂ, ㅅ)

상위 개념의 수: 0 개 → 4 개 (증가: ㄹ, ㅁ, ㅂ, ㅅ)

하위 개념의 수: 2 개 (ㄹ-1, ㄹ-1-1) → 6 개 (증가: ㄱ-1, ㄴ-1, ㄷ-1, ㅁ-1, ㄹ-1-1, ㅅ-1-1)

6) 논증 구조도에 표시한 논, 주, 논', 주', 추, 반, 해, 지, 가는 각각 다음을 의미한다. (자: 자료 삽입항, 논: 논제, 주: 주장, 논': 논제 반복, 주': 주장 반복, 추: 추론 규칙, 반: 반증, 해: 반증 해결, 반지: 반증 지원, 지: 지원, 가: 가치 기반을 의미한다.)

Table 5
 설명적 과학 글쓰기(정보저장 장르) 분석 결과

학생	논증 구조		내용 개념 및 과학 지식	
	사전	사후	사전	사후
A				
	논증 구조: 단순 → 단순 (변화 없음) 논증 요소: 6개 → 7개 (증가)		내용 개념의 종류: 4개 → 4개 (변화 없음) 상위 개념의 수: 1개 → 3개 (증가) 하위 개념의 수: 3개 → 4개 (증가)	
B				
	논증 구조: 단순 → 단순 (변화 없음) 논증 요소: 3개 → 6개 (증가)		내용 개념의 종류: 3개 → 7개 (증가) 상위 개념의 수: 3개 → 4개 (증가) 하위 개념의 수: 4개 → 5개 (증가)	
C				
	논증 구조: 단순 → 단순 (변화 없음) 논증 요소: 4개 → 6개 (증가)		내용 개념의 종류: 6개 → 7개 (증가) 상위 개념의 수: 5개 → 4개 (감소) 하위 개념의 수: 3개 → 6개 (증가)	
D				
	논증 구조: 단순 → 단순 (변화 없음) 논증 요소: 4개 → 4개 (가지 수 증가)		내용 개념의 종류: 3개 → 6개 (증가) 상위 개념의 수: 3개 → 3개 (변화 없음) 하위 개념의 수: 0개 → 4개 (증가)	

Table 5
이어서

학생	논증 구조		내용 개념 및 과학 지식																																																																															
	사전	사후	사전	사후																																																																														
E	<p>논증 구조: 단순 → 단순 (변화 없음) 논증 요소: 5개 → 6개 (증가)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>르</th><th>모</th><th>남</th><th>사</th><th>오</th><th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>르</th><th>모</th><th>남</th><th>사</th><th>오</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>가-1</td><td>나-1</td><td>다-1</td><td>르-1</td><td>모-1</td><td>남</td><td>사-1</td><td>오</td><td>가-1</td><td>나-1</td><td>다-1</td><td>르-1</td><td>모-1</td><td>남</td><td>사-1</td><td>오</td> </tr> <tr> <td>가-2</td><td>나-2</td><td>다-2</td><td>르-2</td><td>모</td><td>남</td><td>사-2</td><td>오</td><td>가-2</td><td>나-2</td><td>다-2</td><td>르-2</td><td>모</td><td>남</td><td>사-2</td><td>오</td> </tr> <tr> <td>나-1-1</td><td>나-1-1</td><td>다-1-1</td><td>다-1-1</td><td>다-1-1</td><td>사-1-1</td><td></td><td></td><td>나-1-1</td><td>다-1-1</td><td>다-1-1</td><td>다-1-1</td><td>다-1-1</td><td>사-1-1</td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>나-2-1</td><td>다-2-1</td><td></td><td></td><td></td><td>사-2-1</td><td></td><td></td><td>나-2-1</td><td>다-2-1</td><td></td><td></td><td></td><td>사-2-1</td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table> <p>내용 개념의 종류: 3개 → 6개 (증가) 상위 개념의 수: 3개 → 3개 (변화 없음) 하위 개념의 수: 1개 → 3개 (증가)</p>	가	나	다	르	모	남	사	오	가	나	다	르	모	남	사	오	가-1	나-1	다-1	르-1	모-1	남	사-1	오	가-1	나-1	다-1	르-1	모-1	남	사-1	오	가-2	나-2	다-2	르-2	모	남	사-2	오	가-2	나-2	다-2	르-2	모	남	사-2	오	나-1-1	나-1-1	다-1-1	다-1-1	다-1-1	사-1-1			나-1-1	다-1-1	다-1-1	다-1-1	다-1-1	사-1-1			나-2-1	다-2-1				사-2-1			나-2-1	다-2-1				사-2-1		
가	나	다	르	모	남	사	오	가	나	다	르	모	남	사	오																																																																			
가-1	나-1	다-1	르-1	모-1	남	사-1	오	가-1	나-1	다-1	르-1	모-1	남	사-1	오																																																																			
가-2	나-2	다-2	르-2	모	남	사-2	오	가-2	나-2	다-2	르-2	모	남	사-2	오																																																																			
나-1-1	나-1-1	다-1-1	다-1-1	다-1-1	사-1-1			나-1-1	다-1-1	다-1-1	다-1-1	다-1-1	사-1-1																																																																					
나-2-1	다-2-1				사-2-1			나-2-1	다-2-1				사-2-1																																																																					
F	<p>논증 구조: 단순 → 단순 (변화 없음) 논증 요소: 4개 → 6개 (증가)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>르</th><th>모</th><th>남</th><th>사</th><th>오</th><th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>르</th><th>모</th><th>남</th><th>사</th><th>오</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>가-1</td><td>나-1</td><td>다-1</td><td>르-1</td><td>모-1</td><td>남</td><td>사-1</td><td>오</td><td>가-1</td><td>나-1</td><td>다-1</td><td>르-1</td><td>모-1</td><td>남</td><td>사-1</td><td>오</td> </tr> <tr> <td>가-2</td><td>나-2</td><td>다-2</td><td>르-2</td><td>모</td><td>남</td><td>사-2</td><td>오</td><td>가-2</td><td>나-2</td><td>다-2</td><td>르-2</td><td>모</td><td>남</td><td>사-2</td><td>오</td> </tr> <tr> <td>나-1-1</td><td>다-1-1</td><td>다-1-1</td><td>다-1-1</td><td>다-1-1</td><td>사-1-1</td><td></td><td></td><td>나-1-1</td><td>다-1-1</td><td>다-1-1</td><td>다-1-1</td><td>다-1-1</td><td>사-1-1</td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>나-2-1</td><td>다-2-1</td><td></td><td></td><td></td><td>사-2-1</td><td></td><td></td><td>나-2-1</td><td>다-2-1</td><td></td><td></td><td></td><td>사-2-1</td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table> <p>내용 개념의 종류: 5개 → 6개 (증가) 상위 개념의 수: 3개 → 4개 (증가) 하위 개념의 수: 3개 → 6개 (증가)</p>	가	나	다	르	모	남	사	오	가	나	다	르	모	남	사	오	가-1	나-1	다-1	르-1	모-1	남	사-1	오	가-1	나-1	다-1	르-1	모-1	남	사-1	오	가-2	나-2	다-2	르-2	모	남	사-2	오	가-2	나-2	다-2	르-2	모	남	사-2	오	나-1-1	다-1-1	다-1-1	다-1-1	다-1-1	사-1-1			나-1-1	다-1-1	다-1-1	다-1-1	다-1-1	사-1-1			나-2-1	다-2-1				사-2-1			나-2-1	다-2-1				사-2-1		
가	나	다	르	모	남	사	오	가	나	다	르	모	남	사	오																																																																			
가-1	나-1	다-1	르-1	모-1	남	사-1	오	가-1	나-1	다-1	르-1	모-1	남	사-1	오																																																																			
가-2	나-2	다-2	르-2	모	남	사-2	오	가-2	나-2	다-2	르-2	모	남	사-2	오																																																																			
나-1-1	다-1-1	다-1-1	다-1-1	다-1-1	사-1-1			나-1-1	다-1-1	다-1-1	다-1-1	다-1-1	사-1-1																																																																					
나-2-1	다-2-1				사-2-1			나-2-1	다-2-1				사-2-1																																																																					
G	<p>논증 구조: 단순 → 단순 (변화 없음) 논증 요소: 3개 → 6개 (증가)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>르</th><th>모</th><th>남</th><th>사</th><th>오</th><th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>르</th><th>모</th><th>남</th><th>사</th><th>오</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>가-1</td><td>나-1</td><td>다-1</td><td>르-1</td><td>모-1</td><td>남</td><td>사-1</td><td>오</td><td>가-1</td><td>나-1</td><td>다-1</td><td>르-1</td><td>모-1</td><td>남</td><td>사-1</td><td>오</td> </tr> <tr> <td>가-2</td><td>나-2</td><td>다-2</td><td>르-2</td><td>모</td><td>남</td><td>사-2</td><td>오</td><td>가-2</td><td>나-2</td><td>다-2</td><td>르-2</td><td>모</td><td>남</td><td>사-2</td><td>오</td> </tr> <tr> <td>나-1-1</td><td>다-1-1</td><td>다-1-1</td><td>다-1-1</td><td>다-1-1</td><td>사-1-1</td><td></td><td></td><td>나-1-1</td><td>다-1-1</td><td>다-1-1</td><td>다-1-1</td><td>다-1-1</td><td>사-1-1</td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>나-2-1</td><td>다-2-1</td><td></td><td></td><td></td><td>사-2-1</td><td></td><td></td><td>나-2-1</td><td>다-2-1</td><td></td><td></td><td></td><td>사-2-1</td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table> <p>내용 개념의 종류: 1개 → 6개 (증가) 상위 개념의 수: 0개 → 4개 (증가) 하위 개념의 수: 2개 → 6개 (증가)</p>	가	나	다	르	모	남	사	오	가	나	다	르	모	남	사	오	가-1	나-1	다-1	르-1	모-1	남	사-1	오	가-1	나-1	다-1	르-1	모-1	남	사-1	오	가-2	나-2	다-2	르-2	모	남	사-2	오	가-2	나-2	다-2	르-2	모	남	사-2	오	나-1-1	다-1-1	다-1-1	다-1-1	다-1-1	사-1-1			나-1-1	다-1-1	다-1-1	다-1-1	다-1-1	사-1-1			나-2-1	다-2-1				사-2-1			나-2-1	다-2-1				사-2-1		
가	나	다	르	모	남	사	오	가	나	다	르	모	남	사	오																																																																			
가-1	나-1	다-1	르-1	모-1	남	사-1	오	가-1	나-1	다-1	르-1	모-1	남	사-1	오																																																																			
가-2	나-2	다-2	르-2	모	남	사-2	오	가-2	나-2	다-2	르-2	모	남	사-2	오																																																																			
나-1-1	다-1-1	다-1-1	다-1-1	다-1-1	사-1-1			나-1-1	다-1-1	다-1-1	다-1-1	다-1-1	사-1-1																																																																					
나-2-1	다-2-1				사-2-1			나-2-1	다-2-1				사-2-1																																																																					

이 논증 교육을 받은 이후에는 논증 구조를 구성하는 논증 요소를 채우기 위한 시도를 하게 되기 때문인 것으로 추측할 수 있다. 즉, 학생들은 논증 구조를 세우는 과정에서 자신의 논리를 타당하게 전개하기 위하여 과제에서 주어진 그래프를 좀 더 자세하게 분석하고 이해하려는 노력을 기울이게 되는 것이다. 이러한 사실은 학생과의 사후 면담 과정에서도 확인할 수 있었다.

.....논증 구조를 세우다 보니까.....구조를 채우려면 논증 요소들을 생각해야 하고 각 논증 요소에 해당하는 내용은 주어진 자료에서 찾아야 하니까.....그 래프를 몇 번이고 다시 보게 되고 거기에서 증거를 찾게 되는 거 같아요.....(학생 D)

결국, 논증 구조 교육 이후 학생들은 구조를 세우는 과정을 통해 논증 요소들을 완전하게 갖춘 단순 논증

구조를 사용할 수 있게 되었다. 또한 이러한 논증 요소를 구성함으로써 과학 지식이나 개념 역시 확연히 증가하게 됨을 확인 할 수 있었다. 아울러 내용 개념 중 상위 개념과 하위 개념이 학생들 전반적으로 증가하였고 특히 하위 개념이 두드러지게 증가하는 경향을 보였다. 이것은 학생 면담 결과 글을 쓰기 전 논증 구조를 세워보는 과정에서 각 논증 요소들에 해당하는 내용을 찾으려는 노력을 하게 되기 때문인 것으로 드러났다. 즉, 주어진 그래프를 좀 더 심도 있게 분석하려는 시도를 하였다든 것을 알 수 있다.

2. 실험-상세 묘사(Experiment-recount)적 과학 글쓰기: 예증 및 사실 검증(Exemplifying and Testing Facts) 장르

논증 구조교육을 실시하기 전과 후에 연구에 참여한 학생들의 실험-상세 묘사적 과학 글쓰기에서 나타난 논증 구조와 과학 개념의 변화는 Table 6과 같았다.

Table 6에서 보는 바와 같이, 사실 검증(실험-상세 묘사) 장르에 대한 학생들의 글을 분석한 결과 논증 구조상에서 단순 논증 구조가 종속 논증 구조로 바뀐 학생도 있었지만(학생 F), 대부분의 학생들은 논증 교육 이후에도 단순 논증 구조(학생 A, B, C, E, G)나 종속 논증 구조(학생 D) 등 처음 사용했던 논증 구조를 여전히 유지하는 경향을 보였다. 그러나 설명 장르에서와 마찬가지로 7명의 학생 모두 논증 요소의 종류와 개수가 논증 교육 이후 약간씩 증가하는 양상을 보였다. 이는 학생들이 자신의 논리를 타당하게 제시하기 위해 다양한 논증 요소를 활용하여 글을 전개하려는 노력을 하고 있음을 보여주는 결과이다.

.....논증 구조를 세우기 전에는 글을 쓸 때 어렵다고 생각하는 것이... 다 어렵긴 한데. 글을 쓸 때 주제와 상관없는 글을 쓰게 되요. 양을 채워야 하니까. 어떻게 전개해야 하는가. 논리적으로 정리가 안 되어 어수선하고..... 자기가 아는 건 많은데 글을 못 쓸 수도 있잖아요. 뒤에 나와야 할 말을 앞에서 먼저 쓰게 되고 그런 식으로 뒤죽박죽 되어서...글의 구조를 잡아 주는 것이 필요하다고 생각해요. (학생 D)

또한 내용면에서는 학생 B, C, F, G의 경우 상위 개념이나 하위 개념이 증가하는 양상을 보였다.

특히 좀 더 구체적인 자료 값이나 수치를 도입하는 하위 개념의 증가가 대부분의 학생들에게 두드러지게 나타났다(학생 A, C, D, E, F, G). 이는 학생들이 근거 제시를 위해 더 객관적인 자료를 도입하려 애쓰게 되었다는 점을 알려주고 있다. 이는 논증 구조 교육이 학생들로 하여금 글의 구조를 세울 수 있도록 도와주는 것뿐만 아니라 각각의 논증 요소들에 해당하는 과학 지식 및 개념들을 해석하고 기억하며 발견해내는 데에도 도움을 준다는 점을 시사한다. 이에 대한 시사점은 학생과의 사후 면담 과정에서 확인할 수 있었다.

.....논증 구조를 세우기 전에는 그냥 막 쓰니까 단순히 비례식을 사용하면 이런 결과가 나온다는 것만 생각하고 글로 써 내려가면 되었는데, 글쓰기 전에 구조를 세우려면 각 요소에 들어갈 내용을 찾아야 하고.....비례식을 세운다고 추론 규칙을 정했으면 그에 대한 지원 항도 찾아야 하니까 그 비례식이 구체적으로 어떻게 되는 것인지도 생각해야 하는 것이고.....계속 어떤 사실을 적으면 그것이 왜 그런지 근거를 찾아야 하니까 자료도 계속 읽게 되고 생각을 계속 하게 되는 것 같아요.....(학생 F)

결국, 논증 구조 교육 이후 학생들은 구조상의 큰 변화가 없더라도 다양한 논증 요소들을 갖춘 완전한 단순 논증 구조를 세울 수 있게 되었고 이는 글의 논리를 탄탄하게 하는데 많은 도움이 되었다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 각 논증 요소들을 채우는 과학 지식 및 개념에 있어서도 학생들로 하여금 각각의 논증 요소를 채우는 작업이 세부적인 증거나 구체적인 근거를 찾으려는 노력을 하게 만든다는 것을 알 수 있었다. 따라서 이러한 논증 구조를 세워가는 과정이 학생들로 하여금 어떠한 현상에 대한 이유를 찾고 그에 대한 궁금증을 해결해나가는 탐구의 과정과 일치하기 때문에 학생의 탐구 능력 향상 및 사고력 증진에 많은 도움이 될 것이라는 것을 예상할 수 있다.

3. 논쟁(Exposition)적 과학 글쓰기: 기타(Other Genre) 장르

논증 구조교육을 실시하기 전과 후에 연구에 참여한 학생들의 논쟁적 과학 글쓰기에서 나타난 논증구

Table 6
실험-상세 묘사적 과학 글쓰기(예증 및 사실 검증 장르) 분석 결과

학생	논증 구조		내용 개념 및 과학 지식																																																																							
	사전	사후	사전	사후																																																																						
A			<table border="1"> <tr><th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>라</th><th>마</th><th>바</th><th>사</th><th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>라</th><th>마</th><th>바</th><th>사</th></tr> <tr><td>가-1</td><td>나-1</td><td>다-1</td><td>라-1</td><td></td><td></td><td></td><td>가-1</td><td>나-1</td><td>다-1</td><td>라-1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>나-2</td><td>다-2</td><td>라-2</td><td></td><td></td><td></td><td>나-2</td><td>다-2</td><td>라-2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>다-3</td><td>라-3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>다-3</td><td>라-3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>라-3-1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>라-3-1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	가	나	다	라	마	바	사	가	나	다	라	마	바	사	가-1	나-1	다-1	라-1				가-1	나-1	다-1	라-1					나-2	다-2	라-2				나-2	다-2	라-2							다-3	라-3					다-3	라-3								라-3-1						라-3-1					내용 개념의 종류: 6개 → 6개 (변화 없음) 상위 개념의 수: 6개 → 4개 (감소) 하위 개념의 수: 1개 → 4개 (증가)
	가	나	다	라	마	바	사	가	나	다	라	마	바	사																																																												
가-1	나-1	다-1	라-1				가-1	나-1	다-1	라-1																																																																
	나-2	다-2	라-2				나-2	다-2	라-2																																																																	
		다-3	라-3					다-3	라-3																																																																	
			라-3-1						라-3-1																																																																	
논증 구조: 단순 → 단순 (변화 없음) 논증 요소: 6개 → 8개 (증가)																																																																										
B			<table border="1"> <tr><th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>라</th><th>마</th><th>바</th><th>사</th><th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>라</th><th>마</th><th>바</th><th>사</th></tr> <tr><td>가-1</td><td>나-1</td><td>다-1</td><td>라-1</td><td></td><td></td><td></td><td>가-1</td><td>나-1</td><td>다-1</td><td>라-1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>나-2</td><td>다-2</td><td>라-2</td><td></td><td></td><td></td><td>나-2</td><td>다-2</td><td>라-2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>다-3</td><td>라-3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>다-3</td><td>라-3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>라-3-1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>라-3-1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	가	나	다	라	마	바	사	가	나	다	라	마	바	사	가-1	나-1	다-1	라-1				가-1	나-1	다-1	라-1					나-2	다-2	라-2				나-2	다-2	라-2							다-3	라-3					다-3	라-3								라-3-1						라-3-1					내용 개념의 종류: 5개 → 6개 (증가) 상위 개념의 수: 4개 → 5개 (증가) 하위 개념의 수: 2개 → 2개 (변화 없음)
	가	나	다	라	마	바	사	가	나	다	라	마	바	사																																																												
가-1	나-1	다-1	라-1				가-1	나-1	다-1	라-1																																																																
	나-2	다-2	라-2				나-2	다-2	라-2																																																																	
		다-3	라-3					다-3	라-3																																																																	
			라-3-1						라-3-1																																																																	
논증 구조: 단순 → 단순 (변화 없음) 논증 요소: 6개 → 7개 (증가)																																																																										
C			<table border="1"> <tr><th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>라</th><th>마</th><th>바</th><th>사</th><th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>라</th><th>마</th><th>바</th><th>사</th></tr> <tr><td>가-1</td><td>나-1</td><td>다-1</td><td>라-1</td><td></td><td></td><td></td><td>가-1</td><td>나-1</td><td>다-1</td><td>라-1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>나-2</td><td>다-2</td><td>라-2</td><td></td><td></td><td></td><td>나-2</td><td>다-2</td><td>라-2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>다-3</td><td>라-3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>다-3</td><td>라-3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>라-3-1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>라-3-1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	가	나	다	라	마	바	사	가	나	다	라	마	바	사	가-1	나-1	다-1	라-1				가-1	나-1	다-1	라-1					나-2	다-2	라-2				나-2	다-2	라-2							다-3	라-3					다-3	라-3								라-3-1						라-3-1					내용 개념의 종류: 4개 → 6개 (증가) 상위 개념의 수: 4개 → 4개 (변화 없음) 하위 개념의 수: 1개 → 4개 (증가)
	가	나	다	라	마	바	사	가	나	다	라	마	바	사																																																												
가-1	나-1	다-1	라-1				가-1	나-1	다-1	라-1																																																																
	나-2	다-2	라-2				나-2	다-2	라-2																																																																	
		다-3	라-3					다-3	라-3																																																																	
			라-3-1						라-3-1																																																																	
논증 구조: 단순 → 단순 (변화 없음) 논증 요소: 6개 → 6개 (가지 수 증가)																																																																										
D			<table border="1"> <tr><th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>라</th><th>마</th><th>바</th><th>사</th><th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>라</th><th>마</th><th>바</th><th>사</th></tr> <tr><td>가-1</td><td>나-1</td><td>다-1</td><td>라-1</td><td></td><td></td><td></td><td>가-1</td><td>나-1</td><td>다-1</td><td>라-1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>나-2</td><td>다-2</td><td>라-2</td><td></td><td></td><td></td><td>나-2</td><td>다-2</td><td>라-2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>다-3</td><td>라-3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>다-3</td><td>라-3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>라-3-1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>라-3-1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	가	나	다	라	마	바	사	가	나	다	라	마	바	사	가-1	나-1	다-1	라-1				가-1	나-1	다-1	라-1					나-2	다-2	라-2				나-2	다-2	라-2							다-3	라-3					다-3	라-3								라-3-1						라-3-1					내용 개념의 종류: 6개 → 6개 (변화 없음) 상위 개념의 수: 3개 → 4개 (증가) 하위 개념의 수: 6개 → 9개 (증가)
	가	나	다	라	마	바	사	가	나	다	라	마	바	사																																																												
가-1	나-1	다-1	라-1				가-1	나-1	다-1	라-1																																																																
	나-2	다-2	라-2				나-2	다-2	라-2																																																																	
		다-3	라-3					다-3	라-3																																																																	
			라-3-1						라-3-1																																																																	
논증 구조: 종속 → 종속 (변화 없음) 논증 요소: 6개 → 6개 (가지 수 증가)																																																																										

Table 6
이어서

학생	논증 구조		내용 개념 및 과학 지식																																																													
	사전	사후	사전	사후																																																												
E			<table border="1"> <tr><th>가</th><th>지</th><th>추</th><th>근</th><th>논</th><th>사</th><th>가</th><th>지</th><th>추</th><th>근</th><th>논</th><th>사</th></tr> <tr><td>가-1</td><td>지-1</td><td>추-1</td><td>근-1</td><td>논-1</td><td></td><td>가-1</td><td>지-1</td><td>추-1</td><td>근-1</td><td>논-1</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>지-2</td><td>추-2</td><td>근-2</td><td></td><td></td><td>지-2</td><td>추-2</td><td>근-2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>추-3</td><td>근-3</td><td></td><td></td><td></td><td>추-3</td><td>근-3</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>추-3-1</td><td></td><td></td></tr> </table>	가	지	추	근	논	사	가	지	추	근	논	사	가-1	지-1	추-1	근-1	논-1		가-1	지-1	추-1	근-1	논-1			지-2	추-2	근-2			지-2	추-2	근-2						추-3	근-3				추-3	근-3													추-3-1			<p>내용 개념의 종류: 5개 → 5개 (변화 없음) 상위 개념의 수: 3개 → 2개 (감소) 하위 개념의 수: 2개 → 4개 (증가)</p>
	가	지	추	근	논	사	가	지	추	근	논	사																																																				
가-1	지-1	추-1	근-1	논-1		가-1	지-1	추-1	근-1	논-1																																																						
	지-2	추-2	근-2			지-2	추-2	근-2																																																								
		추-3	근-3				추-3	근-3																																																								
									추-3-1																																																							
논증 구조: 단순 → 단순 (변화 없음) 논증 요소: 5개 → 6개 (증가)																																																																
F			<table border="1"> <tr><th>가</th><th>지</th><th>추</th><th>근</th><th>논</th><th>사</th><th>가</th><th>지</th><th>추</th><th>근</th><th>논</th><th>사</th></tr> <tr><td>가-1</td><td>지-1</td><td>추-1</td><td>근-1</td><td>논-1</td><td></td><td>가-1</td><td>지-1</td><td>추-1</td><td>근-1</td><td>논-1</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>지-2</td><td>추-2</td><td>근-2</td><td></td><td></td><td>지-2</td><td>추-2</td><td>근-2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>추-3</td><td>근-3</td><td></td><td></td><td></td><td>추-3</td><td>근-3</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>추-3-1</td><td></td><td></td></tr> </table>	가	지	추	근	논	사	가	지	추	근	논	사	가-1	지-1	추-1	근-1	논-1		가-1	지-1	추-1	근-1	논-1			지-2	추-2	근-2			지-2	추-2	근-2						추-3	근-3				추-3	근-3													추-3-1			<p>내용 개념의 종류: 4개 → 6개 (증가) 상위 개념의 수: 3개 → 3개 (변화 없음) 하위 개념의 수: 2개 → 5개 (증가)</p>
	가	지	추	근	논	사	가	지	추	근	논	사																																																				
가-1	지-1	추-1	근-1	논-1		가-1	지-1	추-1	근-1	논-1																																																						
	지-2	추-2	근-2			지-2	추-2	근-2																																																								
		추-3	근-3				추-3	근-3																																																								
									추-3-1																																																							
논증 구조: 단순 → 종속 (구조 확장) 논증 요소: 5개 → 5개 (가지 수 증가)																																																																
G			<table border="1"> <tr><th>가</th><th>지</th><th>추</th><th>근</th><th>논</th><th>사</th><th>가</th><th>지</th><th>추</th><th>근</th><th>논</th><th>사</th></tr> <tr><td>가-1</td><td>지-1</td><td>추-1</td><td>근-1</td><td>논-1</td><td></td><td>가-1</td><td>지-1</td><td>추-1</td><td>근-1</td><td>논-1</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>지-2</td><td>추-2</td><td>근-2</td><td></td><td></td><td>지-2</td><td>추-2</td><td>근-2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>추-3</td><td>근-3</td><td></td><td></td><td></td><td>추-3</td><td>근-3</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>추-3-1</td><td></td><td></td></tr> </table>	가	지	추	근	논	사	가	지	추	근	논	사	가-1	지-1	추-1	근-1	논-1		가-1	지-1	추-1	근-1	논-1			지-2	추-2	근-2			지-2	추-2	근-2						추-3	근-3				추-3	근-3													추-3-1			<p>내용 개념의 종류: 4개 → 6개 (증가) 상위 개념의 수: 2개 → 3개 (증가) 하위 개념의 수: 3개 → 4개 (증가)</p>
	가	지	추	근	논	사	가	지	추	근	논	사																																																				
가-1	지-1	추-1	근-1	논-1		가-1	지-1	추-1	근-1	논-1																																																						
	지-2	추-2	근-2			지-2	추-2	근-2																																																								
		추-3	근-3				추-3	근-3																																																								
									추-3-1																																																							
논증 구조: 단순 → 단순 (변화 없음) 논증 요소: 5개 → 8개 (증가)																																																																

조와 과학 개념의 변화는 Table 7과 같았다. Table 7에서 보는 바와 같이, 기타(논쟁) 장르에 대한 학생들의 글을 분석한 결과 앞의 두 장르의 글쓰기와는 달리 논증 구조상에서 많은 변화가 일어났다는 것을 확인 할 수 있었다. 즉, 논증 구조 교육 이전에는 여섯 명의 학생들(학생 A, B, C, E, F, G)이 근거를 한 가지만 제시하는 단순 논증 형태를 사용하였으나, 논증 구조 교육 이후에는 7명의 학생들이 모두 주장에 대한 근거를 여러 가지 제시하는 다중 논증 구조나 종속 논증 구조 등의 복합 논증 구조를 사용하였다. 아울러 학생들의 논쟁 장르 글쓰기가 논증 교육 이후 각 근거를 뒷받침하는 추론 규칙이나 지원 등의 다양한

논증 요소들을 활용하는 글로 바뀌어 감을 발견 할 수 있었다. 또한 내용면에서는 논증 교육 이후 과학 지식 및 개념상 상위 개념과 하위 개념이 모두 현저하게 증가하는 양상을 보였다(학생 A, B, C, E, G). 이는 논증 구조 자체가 복잡하게 변하기 때문에 각 요소에 해당하는 과학 지식 및 개념들을 찾아서 각각에 채워 넣어야 하기 때문인 것으로 해석된다. 즉, 학생들은 기존에 이미 알고 있었으나 떠올리지 못했던 사실 혹은 주어진 지문에 제시되어 있음에도 불구하고 발견하지 못했던 지식을 찾기 위해 더 많은 노력을 하게 된다는 것을 의미한다. 따라서 논쟁 장르의 과학 글쓰기는 앞

Table 7
논쟁적 과학 글쓰기(기타 장르) 분석 결과

학생	논증 구조		내용 개념 및 과학 지식																																																																																																			
	사전	사후	사전	사후																																																																																																		
A			<table border="1"> <tr><th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>라</th><th>마</th><th>바</th><th>사</th></tr> <tr><td>가-1</td><td>나-1</td><td>다-1</td><td>라-1</td><td>마-1</td><td>바-1</td><td>사-1</td></tr> <tr><td>가-2</td><td>나-2</td><td>다-2</td><td>라-2</td><td>마-2</td><td>바-2</td><td>사-2</td></tr> <tr><td>가-3</td><td>나-3</td><td>다-3</td><td>라-3</td><td>마-3</td><td>바-3</td><td>사-3</td></tr> <tr><td>가-4</td><td>나-4</td><td>다-4</td><td>라-4</td><td>마-4</td><td>바-4</td><td>사-4</td></tr> <tr><td>가-5</td><td>나-5</td><td>다-5</td><td>라-5</td><td>마-5</td><td>바-5</td><td>사-5</td></tr> <tr><td>가-6</td><td>나-6</td><td>다-6</td><td>라-6</td><td>마-6</td><td>바-6</td><td>사-6</td></tr> </table>	가	나	다	라	마	바	사	가-1	나-1	다-1	라-1	마-1	바-1	사-1	가-2	나-2	다-2	라-2	마-2	바-2	사-2	가-3	나-3	다-3	라-3	마-3	바-3	사-3	가-4	나-4	다-4	라-4	마-4	바-4	사-4	가-5	나-5	다-5	라-5	마-5	바-5	사-5	가-6	나-6	다-6	라-6	마-6	바-6	사-6	<table border="1"> <tr><th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>라</th><th>마</th><th>바</th><th>사</th></tr> <tr><td>가-1</td><td>나-1</td><td>다-1</td><td>라-1</td><td>마-1</td><td>바-1</td><td>사-1</td></tr> <tr><td>가-2</td><td>나-2</td><td>다-2</td><td>라-2</td><td>마-2</td><td>바-2</td><td>사-2</td></tr> <tr><td>가-3</td><td>나-3</td><td>다-3</td><td>라-3</td><td>마-3</td><td>바-3</td><td>사-3</td></tr> <tr><td>가-4</td><td>나-4</td><td>다-4</td><td>라-4</td><td>마-4</td><td>바-4</td><td>사-4</td></tr> <tr><td>가-5</td><td>나-5</td><td>다-5</td><td>라-5</td><td>마-5</td><td>바-5</td><td>사-5</td></tr> <tr><td>가-6</td><td>나-6</td><td>다-6</td><td>라-6</td><td>마-6</td><td>바-6</td><td>사-6</td></tr> </table>	가	나	다	라	마	바	사	가-1	나-1	다-1	라-1	마-1	바-1	사-1	가-2	나-2	다-2	라-2	마-2	바-2	사-2	가-3	나-3	다-3	라-3	마-3	바-3	사-3	가-4	나-4	다-4	라-4	마-4	바-4	사-4	가-5	나-5	다-5	라-5	마-5	바-5	사-5	가-6	나-6	다-6	라-6	마-6	바-6	사-6
	가	나	다	라	마	바	사																																																																																															
가-1	나-1	다-1	라-1	마-1	바-1	사-1																																																																																																
가-2	나-2	다-2	라-2	마-2	바-2	사-2																																																																																																
가-3	나-3	다-3	라-3	마-3	바-3	사-3																																																																																																
가-4	나-4	다-4	라-4	마-4	바-4	사-4																																																																																																
가-5	나-5	다-5	라-5	마-5	바-5	사-5																																																																																																
가-6	나-6	다-6	라-6	마-6	바-6	사-6																																																																																																
가	나	다	라	마	바	사																																																																																																
가-1	나-1	다-1	라-1	마-1	바-1	사-1																																																																																																
가-2	나-2	다-2	라-2	마-2	바-2	사-2																																																																																																
가-3	나-3	다-3	라-3	마-3	바-3	사-3																																																																																																
가-4	나-4	다-4	라-4	마-4	바-4	사-4																																																																																																
가-5	나-5	다-5	라-5	마-5	바-5	사-5																																																																																																
가-6	나-6	다-6	라-6	마-6	바-6	사-6																																																																																																
<p>논증 구조: 단순 → 다중 (구조 확장) 논증 요소: 5개 → 4개 (가지 수 증가)</p>		<p>내용 개념의 종류: 3개 → 3개 (변화 없음) 상위 개념의 수: 2개 → 3개 (증가) 하위 개념의 수: 2개 → 6개 (증가)</p>																																																																																																				
B			<table border="1"> <tr><th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>라</th><th>마</th><th>바</th><th>사</th></tr> <tr><td>가-1</td><td>나-1</td><td>다-1</td><td>라-1</td><td>마-1</td><td>바-1</td><td>사-1</td></tr> <tr><td>가-2</td><td>나-2</td><td>다-2</td><td>라-2</td><td>마-2</td><td>바-2</td><td>사-2</td></tr> <tr><td>가-3</td><td>나-3</td><td>다-3</td><td>라-3</td><td>마-3</td><td>바-3</td><td>사-3</td></tr> <tr><td>가-4</td><td>나-4</td><td>다-4</td><td>라-4</td><td>마-4</td><td>바-4</td><td>사-4</td></tr> <tr><td>가-5</td><td>나-5</td><td>다-5</td><td>라-5</td><td>마-5</td><td>바-5</td><td>사-5</td></tr> <tr><td>가-6</td><td>나-6</td><td>다-6</td><td>라-6</td><td>마-6</td><td>바-6</td><td>사-6</td></tr> </table>	가	나	다	라	마	바	사	가-1	나-1	다-1	라-1	마-1	바-1	사-1	가-2	나-2	다-2	라-2	마-2	바-2	사-2	가-3	나-3	다-3	라-3	마-3	바-3	사-3	가-4	나-4	다-4	라-4	마-4	바-4	사-4	가-5	나-5	다-5	라-5	마-5	바-5	사-5	가-6	나-6	다-6	라-6	마-6	바-6	사-6	<table border="1"> <tr><th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>라</th><th>마</th><th>바</th><th>사</th></tr> <tr><td>가-1</td><td>나-1</td><td>다-1</td><td>라-1</td><td>마-1</td><td>바-1</td><td>사-1</td></tr> <tr><td>가-2</td><td>나-2</td><td>다-2</td><td>라-2</td><td>마-2</td><td>바-2</td><td>사-2</td></tr> <tr><td>가-3</td><td>나-3</td><td>다-3</td><td>라-3</td><td>마-3</td><td>바-3</td><td>사-3</td></tr> <tr><td>가-4</td><td>나-4</td><td>다-4</td><td>라-4</td><td>마-4</td><td>바-4</td><td>사-4</td></tr> <tr><td>가-5</td><td>나-5</td><td>다-5</td><td>라-5</td><td>마-5</td><td>바-5</td><td>사-5</td></tr> <tr><td>가-6</td><td>나-6</td><td>다-6</td><td>라-6</td><td>마-6</td><td>바-6</td><td>사-6</td></tr> </table>	가	나	다	라	마	바	사	가-1	나-1	다-1	라-1	마-1	바-1	사-1	가-2	나-2	다-2	라-2	마-2	바-2	사-2	가-3	나-3	다-3	라-3	마-3	바-3	사-3	가-4	나-4	다-4	라-4	마-4	바-4	사-4	가-5	나-5	다-5	라-5	마-5	바-5	사-5	가-6	나-6	다-6	라-6	마-6	바-6	사-6
	가	나	다	라	마	바	사																																																																																															
가-1	나-1	다-1	라-1	마-1	바-1	사-1																																																																																																
가-2	나-2	다-2	라-2	마-2	바-2	사-2																																																																																																
가-3	나-3	다-3	라-3	마-3	바-3	사-3																																																																																																
가-4	나-4	다-4	라-4	마-4	바-4	사-4																																																																																																
가-5	나-5	다-5	라-5	마-5	바-5	사-5																																																																																																
가-6	나-6	다-6	라-6	마-6	바-6	사-6																																																																																																
가	나	다	라	마	바	사																																																																																																
가-1	나-1	다-1	라-1	마-1	바-1	사-1																																																																																																
가-2	나-2	다-2	라-2	마-2	바-2	사-2																																																																																																
가-3	나-3	다-3	라-3	마-3	바-3	사-3																																																																																																
가-4	나-4	다-4	라-4	마-4	바-4	사-4																																																																																																
가-5	나-5	다-5	라-5	마-5	바-5	사-5																																																																																																
가-6	나-6	다-6	라-6	마-6	바-6	사-6																																																																																																
<p>논증 구조: 단순 → 다중+종속 (구조 확장) 논증 요소: 6개 → 6개 (가지 수 증가)</p>		<p>내용 개념의 종류: 3개 → 4개 (증가) 상위 개념의 수: 2개 → 3개 (증가) 하위 개념의 수: 2개 → 7개 (증가)</p>																																																																																																				
C			<table border="1"> <tr><th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>라</th><th>마</th><th>바</th><th>사</th></tr> <tr><td>가-1</td><td>나-1</td><td>다-1</td><td>라-1</td><td>마-1</td><td>바-1</td><td>사-1</td></tr> <tr><td>가-2</td><td>나-2</td><td>다-2</td><td>라-2</td><td>마-2</td><td>바-2</td><td>사-2</td></tr> <tr><td>가-3</td><td>나-3</td><td>다-3</td><td>라-3</td><td>마-3</td><td>바-3</td><td>사-3</td></tr> <tr><td>가-4</td><td>나-4</td><td>다-4</td><td>라-4</td><td>마-4</td><td>바-4</td><td>사-4</td></tr> <tr><td>가-5</td><td>나-5</td><td>다-5</td><td>라-5</td><td>마-5</td><td>바-5</td><td>사-5</td></tr> <tr><td>가-6</td><td>나-6</td><td>다-6</td><td>라-6</td><td>마-6</td><td>바-6</td><td>사-6</td></tr> </table>	가	나	다	라	마	바	사	가-1	나-1	다-1	라-1	마-1	바-1	사-1	가-2	나-2	다-2	라-2	마-2	바-2	사-2	가-3	나-3	다-3	라-3	마-3	바-3	사-3	가-4	나-4	다-4	라-4	마-4	바-4	사-4	가-5	나-5	다-5	라-5	마-5	바-5	사-5	가-6	나-6	다-6	라-6	마-6	바-6	사-6	<table border="1"> <tr><th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>라</th><th>마</th><th>바</th><th>사</th></tr> <tr><td>가-1</td><td>나-1</td><td>다-1</td><td>라-1</td><td>마-1</td><td>바-1</td><td>사-1</td></tr> <tr><td>가-2</td><td>나-2</td><td>다-2</td><td>라-2</td><td>마-2</td><td>바-2</td><td>사-2</td></tr> <tr><td>가-3</td><td>나-3</td><td>다-3</td><td>라-3</td><td>마-3</td><td>바-3</td><td>사-3</td></tr> <tr><td>가-4</td><td>나-4</td><td>다-4</td><td>라-4</td><td>마-4</td><td>바-4</td><td>사-4</td></tr> <tr><td>가-5</td><td>나-5</td><td>다-5</td><td>라-5</td><td>마-5</td><td>바-5</td><td>사-5</td></tr> <tr><td>가-6</td><td>나-6</td><td>다-6</td><td>라-6</td><td>마-6</td><td>바-6</td><td>사-6</td></tr> </table>	가	나	다	라	마	바	사	가-1	나-1	다-1	라-1	마-1	바-1	사-1	가-2	나-2	다-2	라-2	마-2	바-2	사-2	가-3	나-3	다-3	라-3	마-3	바-3	사-3	가-4	나-4	다-4	라-4	마-4	바-4	사-4	가-5	나-5	다-5	라-5	마-5	바-5	사-5	가-6	나-6	다-6	라-6	마-6	바-6	사-6
	가	나	다	라	마	바	사																																																																																															
가-1	나-1	다-1	라-1	마-1	바-1	사-1																																																																																																
가-2	나-2	다-2	라-2	마-2	바-2	사-2																																																																																																
가-3	나-3	다-3	라-3	마-3	바-3	사-3																																																																																																
가-4	나-4	다-4	라-4	마-4	바-4	사-4																																																																																																
가-5	나-5	다-5	라-5	마-5	바-5	사-5																																																																																																
가-6	나-6	다-6	라-6	마-6	바-6	사-6																																																																																																
가	나	다	라	마	바	사																																																																																																
가-1	나-1	다-1	라-1	마-1	바-1	사-1																																																																																																
가-2	나-2	다-2	라-2	마-2	바-2	사-2																																																																																																
가-3	나-3	다-3	라-3	마-3	바-3	사-3																																																																																																
가-4	나-4	다-4	라-4	마-4	바-4	사-4																																																																																																
가-5	나-5	다-5	라-5	마-5	바-5	사-5																																																																																																
가-6	나-6	다-6	라-6	마-6	바-6	사-6																																																																																																
<p>논증 구조: 단순 → 다중 (구조 확장) 논증 요소: 4개 → 5개 (증가)</p>		<p>내용 개념의 종류: 1개 → 5개 (증가) 상위 개념의 수: 1개 → 2개 (증가) 하위 개념의 수: 1개 → 6개 (증가)</p>																																																																																																				

Table 7
이어서

학생	논증 구조		내용 개념 및 과학 지식																																																																																																																																																																									
	사전	사후	사전	사후																																																																																																																																																																								
D			<table border="1"> <tr><th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>라</th><th>마</th><th>바</th><th>사</th><th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>라</th><th>마</th><th>바</th><th>사</th></tr> <tr><td>가-1</td><td>나-1</td><td>다-1</td><td>라-1</td><td>마-1</td><td>바-1</td><td>사-1</td><td>가-1</td><td>나-1</td><td>다-1</td><td>라-1</td><td>마-1</td><td>바-1</td><td>사-1</td></tr> <tr><td>가-2</td><td>나-2</td><td>다-2</td><td>라-2</td><td>마-2</td><td>바-2</td><td>사-2</td><td>가-2</td><td>나-2</td><td>다-2</td><td>라-2</td><td>마-2</td><td>바-2</td><td>사-2</td></tr> <tr><td>가-3</td><td>나-3</td><td>다-3</td><td>라-3</td><td>마-3</td><td>바-3</td><td>사-3</td><td>가-3</td><td>나-3</td><td>다-3</td><td>라-3</td><td>마-3</td><td>바-3</td><td>사-3</td></tr> <tr><td></td><td>나-4</td><td>다-4</td><td>라-4</td><td>마-4</td><td>바-4</td><td>사-4</td><td></td><td>나-4</td><td>다-4</td><td>라-4</td><td>마-4</td><td>바-4</td><td>사-4</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>다-5</td><td>라-5</td><td>마-5</td><td>바-5</td><td>사-5</td><td></td><td></td><td>다-5</td><td>라-5</td><td>마-5</td><td>바-5</td><td>사-5</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>라-6</td><td>마-6</td><td>바-6</td><td>사-6</td><td></td><td></td><td></td><td>라-6</td><td>마-6</td><td>바-6</td><td>사-6</td></tr> </table>	가	나	다	라	마	바	사	가	나	다	라	마	바	사	가-1	나-1	다-1	라-1	마-1	바-1	사-1	가-1	나-1	다-1	라-1	마-1	바-1	사-1	가-2	나-2	다-2	라-2	마-2	바-2	사-2	가-2	나-2	다-2	라-2	마-2	바-2	사-2	가-3	나-3	다-3	라-3	마-3	바-3	사-3	가-3	나-3	다-3	라-3	마-3	바-3	사-3		나-4	다-4	라-4	마-4	바-4	사-4		나-4	다-4	라-4	마-4	바-4	사-4			다-5	라-5	마-5	바-5	사-5			다-5	라-5	마-5	바-5	사-5				라-6	마-6	바-6	사-6				라-6	마-6	바-6	사-6	<table border="1"> <tr><th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>라</th><th>마</th><th>바</th><th>사</th><th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>라</th><th>마</th><th>바</th><th>사</th></tr> <tr><td>a-1</td><td>b-1</td><td>c-1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>a-1</td><td>b-1</td><td>c-1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>a-2</td><td>b-2</td><td>c-2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>a-2</td><td>b-2</td><td>c-2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>a-3</td><td>b-3</td><td>c-3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>a-3</td><td>b-3</td><td>c-3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>a-4</td><td>b-4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>a-4</td><td>b-4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	가	나	다	라	마	바	사	가	나	다	라	마	바	사	a-1	b-1	c-1					a-1	b-1	c-1					a-2	b-2	c-2					a-2	b-2	c-2					a-3	b-3	c-3					a-3	b-3	c-3					a-4	b-4						a-4	b-4					
	가	나	다	라	마	바	사	가	나	다	라	마	바	사																																																																																																																																																														
가-1	나-1	다-1	라-1	마-1	바-1	사-1	가-1	나-1	다-1	라-1	마-1	바-1	사-1																																																																																																																																																															
가-2	나-2	다-2	라-2	마-2	바-2	사-2	가-2	나-2	다-2	라-2	마-2	바-2	사-2																																																																																																																																																															
가-3	나-3	다-3	라-3	마-3	바-3	사-3	가-3	나-3	다-3	라-3	마-3	바-3	사-3																																																																																																																																																															
	나-4	다-4	라-4	마-4	바-4	사-4		나-4	다-4	라-4	마-4	바-4	사-4																																																																																																																																																															
		다-5	라-5	마-5	바-5	사-5			다-5	라-5	마-5	바-5	사-5																																																																																																																																																															
			라-6	마-6	바-6	사-6				라-6	마-6	바-6	사-6																																																																																																																																																															
가	나	다	라	마	바	사	가	나	다	라	마	바	사																																																																																																																																																															
a-1	b-1	c-1					a-1	b-1	c-1																																																																																																																																																																			
a-2	b-2	c-2					a-2	b-2	c-2																																																																																																																																																																			
a-3	b-3	c-3					a-3	b-3	c-3																																																																																																																																																																			
a-4	b-4						a-4	b-4																																																																																																																																																																				
<p>논증 구조: 다중 → 다중 (변화 없음) 논증 요소: 4개 → 6개 (증가)</p>		<p>내용 개념의 종류: 2개 → 3개 (증가) 상위 개념의 수: 2개 → 2개 (변화 없음) 하위 개념의 수: 2개 → 4개 (증가)</p>																																																																																																																																																																										
E			<table border="1"> <tr><th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>라</th><th>마</th><th>바</th><th>사</th><th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>라</th><th>마</th><th>바</th><th>사</th></tr> <tr><td>가-1</td><td>나-1</td><td>다-1</td><td>라-1</td><td>마-1</td><td>바-1</td><td>사-1</td><td>가-1</td><td>나-1</td><td>다-1</td><td>라-1</td><td>마-1</td><td>바-1</td><td>사-1</td></tr> <tr><td>가-2</td><td>나-2</td><td>다-2</td><td>라-2</td><td>마-2</td><td>바-2</td><td>사-2</td><td>가-2</td><td>나-2</td><td>다-2</td><td>라-2</td><td>마-2</td><td>바-2</td><td>사-2</td></tr> <tr><td>가-3</td><td>나-3</td><td>다-3</td><td>라-3</td><td>마-3</td><td>바-3</td><td>사-3</td><td>가-3</td><td>나-3</td><td>다-3</td><td>라-3</td><td>마-3</td><td>바-3</td><td>사-3</td></tr> <tr><td></td><td>나-4</td><td>다-4</td><td>라-4</td><td>마-4</td><td>바-4</td><td>사-4</td><td></td><td>나-4</td><td>다-4</td><td>라-4</td><td>마-4</td><td>바-4</td><td>사-4</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>다-5</td><td>라-5</td><td>마-5</td><td>바-5</td><td>사-5</td><td></td><td></td><td>다-5</td><td>라-5</td><td>마-5</td><td>바-5</td><td>사-5</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>라-6</td><td>마-6</td><td>바-6</td><td>사-6</td><td></td><td></td><td></td><td>라-6</td><td>마-6</td><td>바-6</td><td>사-6</td></tr> </table>	가	나	다	라	마	바	사	가	나	다	라	마	바	사	가-1	나-1	다-1	라-1	마-1	바-1	사-1	가-1	나-1	다-1	라-1	마-1	바-1	사-1	가-2	나-2	다-2	라-2	마-2	바-2	사-2	가-2	나-2	다-2	라-2	마-2	바-2	사-2	가-3	나-3	다-3	라-3	마-3	바-3	사-3	가-3	나-3	다-3	라-3	마-3	바-3	사-3		나-4	다-4	라-4	마-4	바-4	사-4		나-4	다-4	라-4	마-4	바-4	사-4			다-5	라-5	마-5	바-5	사-5			다-5	라-5	마-5	바-5	사-5				라-6	마-6	바-6	사-6				라-6	마-6	바-6	사-6	<table border="1"> <tr><th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>라</th><th>마</th><th>바</th><th>사</th><th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>라</th><th>마</th><th>바</th><th>사</th></tr> <tr><td>a-1</td><td>b-1</td><td>c-1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>a-1</td><td>b-1</td><td>c-1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>a-2</td><td>b-2</td><td>c-2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>a-2</td><td>b-2</td><td>c-2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>a-3</td><td>b-3</td><td>c-3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>a-3</td><td>b-3</td><td>c-3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>a-4</td><td>b-4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>a-4</td><td>b-4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	가	나	다	라	마	바	사	가	나	다	라	마	바	사	a-1	b-1	c-1					a-1	b-1	c-1					a-2	b-2	c-2					a-2	b-2	c-2					a-3	b-3	c-3					a-3	b-3	c-3					a-4	b-4						a-4	b-4					
	가	나	다	라	마	바	사	가	나	다	라	마	바	사																																																																																																																																																														
가-1	나-1	다-1	라-1	마-1	바-1	사-1	가-1	나-1	다-1	라-1	마-1	바-1	사-1																																																																																																																																																															
가-2	나-2	다-2	라-2	마-2	바-2	사-2	가-2	나-2	다-2	라-2	마-2	바-2	사-2																																																																																																																																																															
가-3	나-3	다-3	라-3	마-3	바-3	사-3	가-3	나-3	다-3	라-3	마-3	바-3	사-3																																																																																																																																																															
	나-4	다-4	라-4	마-4	바-4	사-4		나-4	다-4	라-4	마-4	바-4	사-4																																																																																																																																																															
		다-5	라-5	마-5	바-5	사-5			다-5	라-5	마-5	바-5	사-5																																																																																																																																																															
			라-6	마-6	바-6	사-6				라-6	마-6	바-6	사-6																																																																																																																																																															
가	나	다	라	마	바	사	가	나	다	라	마	바	사																																																																																																																																																															
a-1	b-1	c-1					a-1	b-1	c-1																																																																																																																																																																			
a-2	b-2	c-2					a-2	b-2	c-2																																																																																																																																																																			
a-3	b-3	c-3					a-3	b-3	c-3																																																																																																																																																																			
a-4	b-4						a-4	b-4																																																																																																																																																																				
<p>논증 구조: 단순 → 다중 (구조 확장) 논증 요소: 6개 → 8개 (증가)</p>		<p>내용 개념의 종류: 4개 → 4개 (변화 없음) 상위 개념의 수: 1개 → 2개 (증가) 하위 개념의 수: 3개 → 5개 (증가)</p>																																																																																																																																																																										
F			<table border="1"> <tr><th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>라</th><th>마</th><th>바</th><th>사</th><th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>라</th><th>마</th><th>바</th><th>사</th></tr> <tr><td>가-1</td><td>나-1</td><td>다-1</td><td>라-1</td><td>마-1</td><td>바-1</td><td>사-1</td><td>가-1</td><td>나-1</td><td>다-1</td><td>라-1</td><td>마-1</td><td>바-1</td><td>사-1</td></tr> <tr><td>가-2</td><td>나-2</td><td>다-2</td><td>라-2</td><td>마-2</td><td>바-2</td><td>사-2</td><td>가-2</td><td>나-2</td><td>다-2</td><td>라-2</td><td>마-2</td><td>바-2</td><td>사-2</td></tr> <tr><td>가-3</td><td>나-3</td><td>다-3</td><td>라-3</td><td>마-3</td><td>바-3</td><td>사-3</td><td>가-3</td><td>나-3</td><td>다-3</td><td>라-3</td><td>마-3</td><td>바-3</td><td>사-3</td></tr> <tr><td></td><td>나-4</td><td>다-4</td><td>라-4</td><td>마-4</td><td>바-4</td><td>사-4</td><td></td><td>나-4</td><td>다-4</td><td>라-4</td><td>마-4</td><td>바-4</td><td>사-4</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>다-5</td><td>라-5</td><td>마-5</td><td>바-5</td><td>사-5</td><td></td><td></td><td>다-5</td><td>라-5</td><td>마-5</td><td>바-5</td><td>사-5</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>라-6</td><td>마-6</td><td>바-6</td><td>사-6</td><td></td><td></td><td></td><td>라-6</td><td>마-6</td><td>바-6</td><td>사-6</td></tr> </table>	가	나	다	라	마	바	사	가	나	다	라	마	바	사	가-1	나-1	다-1	라-1	마-1	바-1	사-1	가-1	나-1	다-1	라-1	마-1	바-1	사-1	가-2	나-2	다-2	라-2	마-2	바-2	사-2	가-2	나-2	다-2	라-2	마-2	바-2	사-2	가-3	나-3	다-3	라-3	마-3	바-3	사-3	가-3	나-3	다-3	라-3	마-3	바-3	사-3		나-4	다-4	라-4	마-4	바-4	사-4		나-4	다-4	라-4	마-4	바-4	사-4			다-5	라-5	마-5	바-5	사-5			다-5	라-5	마-5	바-5	사-5				라-6	마-6	바-6	사-6				라-6	마-6	바-6	사-6	<table border="1"> <tr><th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>라</th><th>마</th><th>바</th><th>사</th><th>가</th><th>나</th><th>다</th><th>라</th><th>마</th><th>바</th><th>사</th></tr> <tr><td>a-1</td><td>b-1</td><td>c-1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>a-1</td><td>b-1</td><td>c-1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>a-2</td><td>b-2</td><td>c-2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>a-2</td><td>b-2</td><td>c-2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>a-3</td><td>b-3</td><td>c-3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>a-3</td><td>b-3</td><td>c-3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>a-4</td><td>b-4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>a-4</td><td>b-4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	가	나	다	라	마	바	사	가	나	다	라	마	바	사	a-1	b-1	c-1					a-1	b-1	c-1					a-2	b-2	c-2					a-2	b-2	c-2					a-3	b-3	c-3					a-3	b-3	c-3					a-4	b-4						a-4	b-4					
	가	나	다	라	마	바	사	가	나	다	라	마	바	사																																																																																																																																																														
가-1	나-1	다-1	라-1	마-1	바-1	사-1	가-1	나-1	다-1	라-1	마-1	바-1	사-1																																																																																																																																																															
가-2	나-2	다-2	라-2	마-2	바-2	사-2	가-2	나-2	다-2	라-2	마-2	바-2	사-2																																																																																																																																																															
가-3	나-3	다-3	라-3	마-3	바-3	사-3	가-3	나-3	다-3	라-3	마-3	바-3	사-3																																																																																																																																																															
	나-4	다-4	라-4	마-4	바-4	사-4		나-4	다-4	라-4	마-4	바-4	사-4																																																																																																																																																															
		다-5	라-5	마-5	바-5	사-5			다-5	라-5	마-5	바-5	사-5																																																																																																																																																															
			라-6	마-6	바-6	사-6				라-6	마-6	바-6	사-6																																																																																																																																																															
가	나	다	라	마	바	사	가	나	다	라	마	바	사																																																																																																																																																															
a-1	b-1	c-1					a-1	b-1	c-1																																																																																																																																																																			
a-2	b-2	c-2					a-2	b-2	c-2																																																																																																																																																																			
a-3	b-3	c-3					a-3	b-3	c-3																																																																																																																																																																			
a-4	b-4						a-4	b-4																																																																																																																																																																				
<p>논증 구조: 다중 → 다중 (변화 없음) 논증 요소: 5개 → 5개 (가지 수 증가)</p>		<p>내용 개념의 종류: 3개 → 4개 (증가) 상위 개념의 수: 2개 → 3개 (증가) 하위 개념의 수: 2개 → 4개 (증가)</p>																																																																																																																																																																										

Table 7
이어서

학생	논증 구조		내용 개념 및 과학 지식																																																																																																																																																																																													
	사전	사후	사전	사후																																																																																																																																																																																												
G			<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>가</th> <th>나</th> <th>다</th> <th>라</th> <th>마</th> <th>바</th> <th>사</th> <th></th> <th>가</th> <th>나</th> <th>다</th> <th>라</th> <th>마</th> <th>바</th> <th>사</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="5">가</th> <td>가-1</td> <td>나-1</td> <td>다-1</td> <td>라-1</td> <td>마-1</td> <td>바-1</td> <td>사-1</td> <td></td> <td>가-1</td> <td>나-1</td> <td>다-1</td> <td>라-1</td> <td>마-1</td> <td>바-1</td> <td>사-1</td> </tr> <tr> <td>가-2</td> <td>나-2</td> <td>다-2</td> <td>라-2</td> <td>마-2</td> <td>바-2</td> <td>사-2</td> <td></td> <td>가-2</td> <td>나-2</td> <td>다-2</td> <td>라-2</td> <td>마-2</td> <td>바-2</td> <td>사-2</td> </tr> <tr> <td>가-3</td> <td>나-3</td> <td>다-3</td> <td>라-3</td> <td>마-3</td> <td>바-3</td> <td>사-3</td> <td></td> <td>가-3</td> <td>나-3</td> <td>다-3</td> <td>라-3</td> <td>마-3</td> <td>바-3</td> <td>사-3</td> </tr> <tr> <td>가-4</td> <td>나-4</td> <td>다-4</td> <td>라-4</td> <td>마-4</td> <td>바-4</td> <td>사-4</td> <td></td> <td>가-4</td> <td>나-4</td> <td>다-4</td> <td>라-4</td> <td>마-4</td> <td>바-4</td> <td>사-4</td> </tr> <tr> <td>가-5</td> <td>나-5</td> <td>다-5</td> <td>라-5</td> <td>마-5</td> <td>바-5</td> <td>사-5</td> <td></td> <td>가-5</td> <td>나-5</td> <td>다-5</td> <td>라-5</td> <td>마-5</td> <td>바-5</td> <td>사-5</td> </tr> <tr> <th colspan="8">가</th> <th colspan="8">가</th> </tr> <tr> <th colspan="8">A</th> <th colspan="8">A</th> </tr> <tr> <td colspan="8">a-1 b-1 c-1 d e</td> <td colspan="8">a-1 b-1 c-1 d e</td> </tr> <tr> <td colspan="8">a-2 b-2 c-2</td> <td colspan="8">a-2 b-2 c-2</td> </tr> <tr> <td colspan="8">a-3 b-3 c-3</td> <td colspan="8">a-3 b-3 c-3</td> </tr> <tr> <td colspan="8">a-4 b-4</td> <td colspan="8">a-4 b-4</td> </tr> </tbody> </table>			가	나	다	라	마	바	사		가	나	다	라	마	바	사	가	가-1	나-1	다-1	라-1	마-1	바-1	사-1		가-1	나-1	다-1	라-1	마-1	바-1	사-1	가-2	나-2	다-2	라-2	마-2	바-2	사-2		가-2	나-2	다-2	라-2	마-2	바-2	사-2	가-3	나-3	다-3	라-3	마-3	바-3	사-3		가-3	나-3	다-3	라-3	마-3	바-3	사-3	가-4	나-4	다-4	라-4	마-4	바-4	사-4		가-4	나-4	다-4	라-4	마-4	바-4	사-4	가-5	나-5	다-5	라-5	마-5	바-5	사-5		가-5	나-5	다-5	라-5	마-5	바-5	사-5	가								가								A								A								a-1 b-1 c-1 d e								a-1 b-1 c-1 d e								a-2 b-2 c-2								a-2 b-2 c-2								a-3 b-3 c-3								a-3 b-3 c-3								a-4 b-4								a-4 b-4							
		가	나	다	라	마	바	사		가	나	다	라	마	바	사																																																																																																																																																																																
가	가-1	나-1	다-1	라-1	마-1	바-1	사-1		가-1	나-1	다-1	라-1	마-1	바-1	사-1																																																																																																																																																																																	
	가-2	나-2	다-2	라-2	마-2	바-2	사-2		가-2	나-2	다-2	라-2	마-2	바-2	사-2																																																																																																																																																																																	
	가-3	나-3	다-3	라-3	마-3	바-3	사-3		가-3	나-3	다-3	라-3	마-3	바-3	사-3																																																																																																																																																																																	
	가-4	나-4	다-4	라-4	마-4	바-4	사-4		가-4	나-4	다-4	라-4	마-4	바-4	사-4																																																																																																																																																																																	
	가-5	나-5	다-5	라-5	마-5	바-5	사-5		가-5	나-5	다-5	라-5	마-5	바-5	사-5																																																																																																																																																																																	
가								가																																																																																																																																																																																								
A								A																																																																																																																																																																																								
a-1 b-1 c-1 d e								a-1 b-1 c-1 d e																																																																																																																																																																																								
a-2 b-2 c-2								a-2 b-2 c-2																																																																																																																																																																																								
a-3 b-3 c-3								a-3 b-3 c-3																																																																																																																																																																																								
a-4 b-4								a-4 b-4																																																																																																																																																																																								
<p>논증 구조: 단순 → 다중+종속 (구조 확장) 논증 요소: 5개 → 7개 (증가)</p>		<p>내용 개념의 종류: 1개 → 6개 (증가) 상위 개념의 수: 1개 → 3개 (증가) 하위 개념의 수: 1개 → 5개 (증가)</p>																																																																																																																																																																																														

서 두 장르(설명, 실험-상세 묘사)와 마찬가지로 논쟁 교육 이후 학생들은 주어진 자료를 좀 더 심도 있게 분석하여 근거를 제시하려는 노력을 하기 때문에 구체적인 예시에 해당하는 하위 개념의 숫자가 많이 증가하게 된다. 이와 동시에 논쟁 장르의 글쓰기에서는 일반적인 원리나 보편적인 사실들에 해당하는 상위 개념의 증가도 두드러진 특징을 보였다(학생 A, B, C, E, F, G). 이는 앞의 두 장르와는 다른 결과인데 학생들의 사후 면담을 통해 이러한 결과가 나오게 된 이유를 찾아볼 수 있었다.

.....논증 구조를 세우지 않고 글을 쓰면 앞 뒤 생각하지 않고 써 내려가지만 논증 구조를 세우려다 보니 필요 없는 내용은 빼버리게 되고 필요한 내용은 채워 넣게 되는 것 같아요.....그리고 원래 알고 있었는데 구조를 세우지 않으면 떠오르지 않았던 기억들이 구조를 세우려고 머리를 쥐어짜다보면 생각 안 났던 내용들도 막 떠오르고 옛날에 배웠던 내용들도 꼬집어내게 되고.....주어진 글이나 자료들도 더 자세하고 꼼꼼하게 여러 번 보게 되니까 근거 제시를 더 쉽게 할 수 있는 것 같아요.....(학생 G)

이와 같이, 학생들이 기존에 알고 있었으나 글로 표현해내지 못했던 과학 지식이나 개념들을 논증 구조 교육을 통해 논쟁 장르의 과학 글쓰기를 할 때 근거를 한 가지만 제시하는데 그치는 것이 아니라 여러 가지

근거를 각 논증 요소에 맞추어 세워볼 수 있게 되었음을 의미한다. 이는 글의 구조 자체를 탄탄하게 할 뿐만 아니라 각 논증 요소들을 채워주는 과학 지식이나 개념들도 함께 증가하게 되어 학생들로 하여금 기존에 배웠던 지식이나 알고 있었던 개념들을 회상하는 데에도 도움을 줄 수 있을 것이라는 가능성을 시사한다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 통합 논술 능력 강화가 강조되고 있는 근래의 동향을 파악하여 학생들의 과학 글쓰기에서 논증 활동이 구조화되어 나타날 수 있도록 논증 구조 교육을 실시한 후 이를 분석해 보았다. 과학 글쓰기는 과학이라는 학문의 특수한 기능에 따라 장르별로 이루어져야 하므로 학생들의 글쓰기가 이루어질 수 있는 논술이라는 수단을 이용하되 기능에 따른 과학 장르별 글쓰기가 드러날 수 있는 사전 과제를 부여하여 이를 수행하게 하였다. 그 후 논증 구조 교육을 실시하고, 사전 과제와 같은 과제로 글을 작성하게 했을 때 나타나는 과학 글쓰기의 구조상, 내용상의 변화를 분석하였다.

논증 구조 교육을 시행한 후 학생의 과학 글쓰기에서 나타나는 논증 구조와 논증 내용이 과학 장르별로 어떻게 달라지는지 연구한 결과 다음과 같았다.

첫째, 논증 구조 측면에서는 논증 구조를 구성하는 논증 요소들을 논증 교육 후에 학생들은 좀 더 다양한

시각으로 여러 측면에서 사용하는 경향을 보였다. 특히 설명 장르와 실험-상세 묘사 장르에 비해 논쟁 장르에서 단순 논증 구조만 사용하던 학생들이 좀 더 복잡한 다중 논증 구조나 종속 논증 구조를 사용하여 글을 쓰게 됨을 확인 할 수 있었다.

둘째, 내용 면에서는 사전 지식이 풍부함에도 불구하고 이것을 구조화하지 못하여 단순히 과학 지식을 열거해 놓는 것에 그쳤던 학생들이 논증 교육 후에는 자신의 논리 전개에 타당한 내용을 기술하고 타당하지 못한 지식은 과감히 버리는 정보 선별 능력을 갖추게 되는 것을 확인할 수 있었다. 특히 설명 장르와 실험-상세 묘사 장르에서 상위 개념에 비해 하위 개념이 증가하는 양상을 보였는데, 이는 학생들이 주어진 자료나 그래프를 좀 더 상세하고 철저히 분석하여 글로 표현해 내려는 노력을 기울이는 모습을 보여주는 결과로 해석된다. 또한 논쟁 장르에서는 하위 개념과 더불어 상위 개념도 현저하게 증가하는 모습을 보였다.

학생들이 논증 구조를 세워봄으로써 주어진 자료값을 좀 더 깊이 있게 분석하려는 노력을 하고, 동시에 기존에 알고 있었으나 생각하지 못했던 개념이나 지식을 논증 구조를 세워봄으로써 떠올리게 된다는 점을 시사하는 것이다. 즉, 자신이 이미 알고 있으나 밖으로 표현해내지 못했던 과학 지식이나 개념을 기억해내려는 노력을 훨씬 더 많이 기울이게 됨을 확인할 수 있었다.

현대 과학교육의 중요한 목표는 과학적 소양의 함양이다. 과학 장르별 글쓰기 과정은 학생들에게 과학적 주제에 대하여 학습하게 할 뿐만 아니라 과학적 지식의 사회적 구성 방법까지도 간접적으로 배울 수 있는 기회를 제공한다. 또한 과학 장르별 글쓰기 과정을 통해 자신이 이미 가지고 있는 선개념을 다시 기억 회상해 보게 되고, 현재 가지고 있는 개념을 토대로 새로운 정보를 찾고, 이를 이용하여 스스로 과학적 문제를 판단하고 해결하는 능력을 키울 수 있다. 즉, 과학 장르별 글쓰기 프로그램의 개발과 현장 적용을 통해 학생들이 활발한 논증 과정에 참여함으로써 자연 세계에 대한 인과적 원인을 구성해 보고 도전과 반론을 통해 과학이 일반적인 합의보다는 논쟁, 대립, 논의 과정을 통해 발전한다는 사실을 배울 수 있도록 해야 할 것이다. 나아가 과학 장르별 글쓰기의 논의 과정을 통해 비판적으로 판단하는 사고 능력을 향상시키고, 학습 내용과 관련된 과학 언어에 더욱 숙달하여 명확

한 개념 이해에 도달하게 해야 할 것이다.

그러나 이러한 연구 결과는 특정한 지역 일부 학생을 대상으로 짧은 기간 동안 특정 영역에 대한 논증 구조와 내용을 분석한 결과이므로, 다양한 영역 및 연구 참여자를 대상으로 보다 장기간의 논증 교육을 실시하여 그 효과를 검증하는 연구가 필요할 것이다. 그럼에도 불구하고 본 연구가 과학 글쓰기 교육에 주는 시사점은 다음과 같다.

첫째, 논증 구조 교육 이후 단순 논증 구조만을 사용하거나 아예 주장에 대한 근거 및 추론 과정이 없어 논증 구조를 세우지 못했던 학생들이 여러 개의 근거를 제시하고 또 이를 뒷받침하는 다른 논증 요소들을 이끌어내게 된 것을 확인할 수 있었다. 이로써 학생들은 글을 기술함에 있어서 좀 더 짜임새 있는 구조를 세울 수 있게 되었고 이를 통해 자신의 논리를 구조적으로 정리할 수 있게 되었음을 의미한다. 또한 글의 장르에 따라 단순 논증 구조와 복합 논증 구조를 적절하게 활용하여 글을 논리적으로 전개하려고 노력하는 것을 볼 수 있었다. 이러한 과정은 학생들로 하여금 자신의 주장을 펼치기 위해 끊임없이 생각하게 만드는 기회를 제공하고 학생의 논증 활동을 활성화시키며 과학 사고력 신장에 도움을 주게 되는 것이다. 아울러 논증 구조 교육에서 제공하지 않았던 몇몇 논증 요소들이 새롭게 등장하고 있었다. 이는 학생 스스로 글의 구조를 세우면서 필요하다고 생각되는 요소를 창조해낸 것이다. 이러한 결과는 향후 논증 구조 교육이 과학 글쓰기 교육 이상의 효과를 얻기 위해서는 학생들이 자유롭게 생각을 표현하고 새로운 방식을 시도해 볼 있도록 조력자로서의 교사의 역할의 중요성을 시사해 준다.

둘째, 논증 구조 교육은 과학 지식이나 개념에 직접적으로 관련된 과학 교육이 아님에도 불구하고, 학생들은 논증 구조 교육만 받았음에도 불구하고 글을 쓰기에 앞서 구조를 세움으로써 기존의 과학 지식이나 개념을 상기하게 되는 것을 확인할 수 있었다. 즉, 학생들은 논증 구조를 완성하는 과정에서 객관적이고 타당한 근거를 제시하고 올바른 추론 과정을 전개하려 노력하기 때문에 기존에 가지고 있던 과학 지식이나 개념들을 재정리하여 선별하게 되는 것을 발견 할 수 있었다. 또한 학생들이 이미 갖고 있는 지식임에도 불구하고 이를 생각해내지 못하여 글로 표현되지 않았던 부분도 논증 구조를 세우는 과정에서 밖으로 표

출할 수 있게 되었다. 이는 논증 구조를 세워보는 구조 교육이 학생의 기억을 이끌어내는 또 다른 교육 프로그램 개발로 이어질 수 있다는 가능성을 시사해준다.

셋째, 논증 구조 교육이 과학 지식 및 개념의 도출을 이끈다는 것은 학생들이 기존 과학 내용에 대한 어느 정도의 지식을 가지고 있어야 하고 자료 해석 능력을 갖추어야한다는 가정 하에서 이루어진다. 따라서 논증 구조 교육은 과학 학습의 기초가 이미 이루어진 고등학교 1학년 이상의 학생에게 적합할 것으로 보인다.

넷째, 과학 글쓰기 장르 중 두 번째 장르인 예증 및 사실 검증 단계는 각 논증 요소를 찾아가는 과정이 과학 탐구 교육에서의 가설 설정, 탐구 설계, 탐구 수행, 결과 정리, 결론 도출의 관계와 적절하게 접목될 수 있음을 확인할 수 있었다. 이는 논증 구조 교육이 과학 탐구 교육에 많은 기여를 할 수 있다는 점을 시사한다.

다섯째, 최근 통합 논술 능력 강화에 대한 관심이 높아짐에 따라 과학 글쓰기의 중요성이 그 어느 때보다 강조되고 있다. 그러나 우리나라의 과학 교육 영역에서 지금까지의 글쓰기 교육은 미흡한 상황이고, 교사와 학생 역시 과학 글쓰기에 대한 지식이 거의 없는 상태이다. 이러한 측면에서 과학 글쓰기의 각 장르별로 도입될 수 있는 논증 구조 교육은 학생들의 논증 활동을 활성화시키고 과학 사고력을 향상시킬 수 있는 하나의 효과적인 도구가 될 수 있으리라 기대된다.

국문 요약

본 연구에서는 논증 구조 교육을 실시한 후 학생의 과학 글쓰기에서 나타나는 논증 구조 변화와 과학 개념 및 지식이 어떻게 달라지는지 알아보려고 하였다. 이를 위해 수도권에 위치한 고등학교 2학년 자연계열 여학생 중 7명을 선정하여 한 달 동안 총 40시간에 걸쳐 논증 구조 교육을 실시하였다. 논증교육을 실시하기 전과 후 설명, 실험-상세묘사, 논증 등 각각의 과학 장르에 대해 학생들의 글쓰기에 어떠한 변화가 있는지를 분석하였다. 그 결과 세 가지 장르 모두에서 유의미한 변화를 발견 할 수 있었다. 설명과 실험-상세 묘사 장르에서는 논증 요소들이 더 다양하고 풍부해질 뿐만 아니라, 과학 개념 및 지식이 더 구체적이고 세부적으로 변화였다. 논쟁 장르에서도 글의 구조가 단순 논증 구조에서 벗어나 근거를 여러 가지 다양

한 방법으로 제시하게 되는 다중 논증 구조나 종속 논증 구조의 형태로 바뀌었으며, 논증 요소들의 종류와 수도 많아짐을 확인할 수 있었다. 이는 학생들이 논증 구조를 세우는 과정을 통해 과학 개념들에 대한 이해를 확고히 하게 됨을 의미하며, 체계적인 논증 구조 교육의 필요성을 시사한다.

주요어: 과학 글쓰기, 글쓰기 장르, 논증 구조

참고 문헌

- 강순민 (2004). 과학적 맥락의 논의 과제 해결 과정에서 나타나는 논의과정 요소의 특성. 한국교육대학교 박사학위 논문.
- 강현모 (2007). 찰스 아이브스의 <114 노래집> (1922) : 미국의 정체성을 찾기 위한 장르에 대한 탐색. 서울대학교 박사학위 논문.
- 곽경화, 남정희 (2009). 과학적 논의과정 활동을 통한 학생들의 논의 과정 변화 및 논의 상황에 따른 논의과정 특성. 한국과학교육학회지, 29(4), 400-413.
- 김재봉(2002). 창조적 국어사용과 논증 문화. 한국초등국어교육 제 20집. 한국초등국어교육학회.
- 김희경, 송진웅 (2004). 학생의 논변활동을 강조한 개방적 과학탐구 모형의 탐색. 한국과학교육학회지, 24(6), 1216-1234.
- 남정희, 곽경과, 장경화, Hand, B. (2008). 논의를 강조한 탐구적 과학글쓰기의 중학교 과학수업에의 적용. 한국과학교육학회지, 28(8), 922-936.
- 민병곤 (2000). 신문 사설의 논증 구조 분석. 국어국문학, 127, 133-154.
- 박영신 (2006). 교실에서의 실질적 과학 탐구를 위한 과학적 논증기회에 대한 이론적 고찰. 한국지구과학회지, 27(4), 410-415
- 양일호, 이효정, 이효녕, 조현준. (2009). 과학적 논증과정 평가를 위한 루브릭 개발. 한국과학교육학회지, 29(2), 203-220.
- 이선경 (2006). 소집단 토론에서 발생하는 학생들의 상호작용적 논증 유형 및 특징. 대한화학회지, 50(1), 79-88.
- 이선영 (2002). 토론의 논증 구성과 사회적 상호작용에 관한 연구, 서울대학교 석사학위 논문.
- American Association for the Advancement

of Science[AAAS]. (1993). Benchmarks for science literacy. New York: Oxford University Press.

Barrs, M. (2004) Writing and Thinking. Retrieved from the World Wide web: <http://www.teachingthinking.com>

Becker, J., Knight, E.Q., & Varelas, M. (1993). Meaning, love, and self in the classroom. *Teaching and Learning: Journal of Natural Inquiry*, 8, 11-15.

Brinker, K. (1994) Linguistische Textanalyse / 이성만 역 (2004). 텍스트언어학의 이해: 언어학적 텍스트분석의 기본 개념과 방법, 한국문화사

Clark, D., & Sampson, V. (2006). Personally seeded discussions to scaffold online argumentation. *International Journal of Science Education*, 29(3), 253-277.

Dijk, T. A. v. (1997). The study of discourse. In Dijk, T. A. v. (Ed.), *Discourse studies: a multidisciplinary introduction-Discourse as structure and process* (Vol. 1). SAGE Publication Ltd. (London): 1-34.

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

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

Emmeren, F. H. v & Grootendorst, R. (1996). *Fundamentals of argumentation theory a handbook of historical backgrounds and contemporary development*, Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Emmeren, F. H. v., Grootendorst, R., Blaire, J. A., & Willard C. A. (1992). *Argumentation Illuminated*. International Centre for the Study of Argumentation, SICSAT.

Fellows, N. J. (1994). *A window into thinking: Using student writing to understand*

conceptual change in science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 985-1001.

Freely, A. J. (1996). *Argumentation and Debate: Critical thinking for reasoned decision making* (9th ed.), Belmont, C. A.: Wadsworth Publishing Company.

Halliday, M. A. K. & Martin, J. R. (1993). *Writing Science: Literacy and Discursive Power*. The Falmer Press: London.

Hand, B., Prain, V., Lawrence, C., & Yore, L. D. (1999). A writing in science framework designed to enhance science literacy. *International Journal of Science Education*, 21(10), 1021-1035.

Hand, B., Hohenshell, L., & Prain, V. (2004). Exploring students' responses to conceptual questions when engaged with planned writing experiences: A study with year 10 science students. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(2), 186-210.

Hodson, D. (1993). In science of a rationale for multi cultural science education. *Science Education*, 77(6), 685-711.

Jimenez-Aleixandre, M. P., Rodriguez, A. B., & Duschl, R. (2000). Doing the lesson or doing science: argument in high school genetics. *Science Education*, 84, 757-792.

Johns, A. M. (2002). *Genre in the classroom: multiple perspectives*. M□모: Lawrence Erlbaum Associates.

Kallberg, J. (1987). The rhetoric of genre: chopin's nocturne in C minor, *Nineteenth Century Music*, 9(1987-8), p.239

Kelly, G. J., Regev, J., & Prothero, W. (2008). Analysis of lines of reasoning in written argumentation. In S. Erduran & M. P. Jimenez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 137 - 157). Dordrecht, The Netherlands: Springer

Keys, C. W. (1999). *Revitalizing instruction*

in scientific genres: connecting knowledge production with writing to learn in science. *Science Education*, 83, 115-130.

Kuhn, D., & O'Loughlin, M. (1988). The development of scientific thinking skills. San Diego: Academic Press, INC.

Kuhn, D. (1993). Science argument: Implication for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77(3), 319-337.

Kuhn, D., Amsel, E., & O'Loughlin, M. (1988). The development of scientific thinking skills. New York: Academic Press, Inc.

Lemke, A. L. (1990). Talking science: language, learning, and values. New Jersey: Alex Publishing Corporation.

Macken-Horarik, M. (2002). Something to shoot for: a systemic functional approach to teaching genre in secondary school science. In A.M. Jones (ED.), *Genre in the classroom: multiple perspectives* (pp.17-46). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Martin, J. R. (1993). Literacy in science: Learning to handle text as technology. In M. A. K. Halliday & Martin (Eds.), *Writing science: Literacy and discursive power* (pp.166-202). Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.

Martin, J. R., Christie, F., & Rothery, J. (1987). Social processes in education: A reply to Sawyer and Watson. In L. Reid (Ed.), *The place of genre in learning: Current debates* (pp. 58-82). Centre for Studies in literary education. Geelong: Deakin University.

Newell, G. E., & Winograd, P. (1989). The effects of writing on learning from expository text. *Written Communication*, 6(2), 196-217.

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

Norris, S., & Phillips, L. (2003). How literacy in its functional sense is central to

scientific literacy. *Science Education*, 87, 224-240.

National Research Council[NRC]. (1996). *National Science Education Standards*. National Academy Press, Washington, DC: National Academy Press.

National Research Council[NRC]. (2000). *Inquiry and the national science education standards: a guide for teaching and learning*. National Academy Press, Washington, DC: National Academy Press.

Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argument in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 994-1020.

Osborne, J. F. (2002). Science without literacy: A ship without a sail? *Cambridge Journal of Education*, 32, 203-215.

Prain, V., & Hand, B. (1999). Students Perceptions of Writing for Learning in Secondary School Science. *Science Education*, 83(2), 151-162.

Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation: research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28(2-3), 235-260.

Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge University Press.

van Eemeren, F. H. & Grootendorst, R. (1996). *Fundamentals of argumentation theory a handbook of historical backgrounds and contemporary development*, Lawrence Erlbaum Associates, INC.

Veel, R. (1997). Learning how to mean-scientifically speaking: apprenticeship into scientific discourse in the secondary school. In F. Christie & J.R. Martin (Eds.), *Genre and Institutions* (pp.170-193). London: Continuum.

von Aufschnaiter, C., Erduran, S., Osborne, J., & Simon, S. (2008). *Arguing to Learn and Learning to Argue: Case Studies of How*

Students' Argumentation Relates to Their Scientific Knowledge. *Journal of Science Teaching*, 45(1), 101-131.

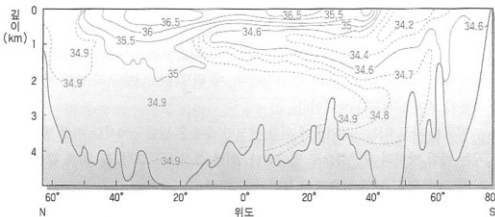
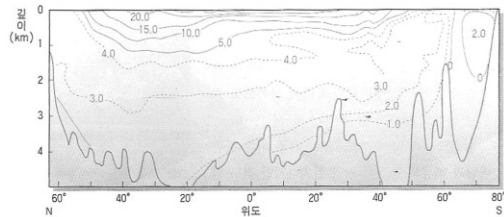
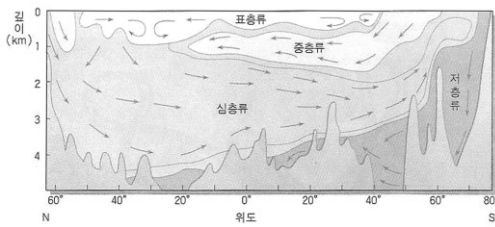
Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and Literacy in Science Education*. Buckingham, UK: Open University Press.

Yore, L. D., Bisanz, G. L., & Hand, B. M. (2003). Examining the literacy component of science literacy: 25 years of language arts and

science research. *International Journal of Science Education*, 25(6), 689-725.

Zohar, A. & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 35-62.

[부록 1] 설명(정보 저장) 장르 과제 활동지

학생활동	* 구조를 알면 글쓰기는 내 것!	
단계	사후 검사	2학년 ()반 ()번 ()
과제명	□ 정보 저장 (Storing Facts) 장르의 과학 글쓰기 - 설명(Explanation) 장르	
학습목표	기능에 따른 과학 장르 별 과학 글쓰기 유형을 논술문의 형태로 표현해 본다.	
과제 1	<p>※ 그림 (가)와 그림 (나)는 각각 대서양의 염분과 수온의 연직 분포를 나타낸 것이고, 그림 (다)는 심층 순환의 모식도를 나타낸 것이다.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>그림 (가) 대서양에서 염분(%)의 분포</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>그림 (나) 대서양에서 수온(°)의 연직 분포</p> </div> </div> <div style="margin-top: 20px;">  <p>그림 (다) 대서양에서의 심층 순환</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 20px;"> <p>문제) 그림 (다)에서 볼 수 있듯이 대서양의 심층류가 북반구의 고위도에서 시작되는 것을 그림 (가), (나)의 대서양에서 염분과 수온 분포를 이용하여 설명해보자. (500자 내외)</p> </div>	