

과학관 과학 글쓰기 프로그램이 초등학생들의 논증구조 변화에 주는 영향: 에너지와 기후변화 주제를 중심으로

한신¹ · 김중한¹ · 김형범^{2*}

¹고려대학교, ²충북대학교

The Effect of Science Museum's Science-Writing-Program on the Argument Structure of Elementary School Students: Focusing on Energy and Climate Change

Han, Shin¹ · Kim, Jung-Han¹ · Kim, Hyoungbum^{2*}

¹Korea University, ²Chungbuk National University

Abstract : This study conducted science writing activities related to 'energy and climate change' for 6th grade elementary school students over 6 weeks, and investigated how their argument structure was developed. The results are as follows. First, before receiving writing education, elementary school students used argument elements such as claim and reason, but after receiving science writing education using feedback, the frequency of use of argument elements such as 'reason, evidence, acknowledgement and rebuttal' increased. Second, in the early days of writing, "reason types" were the most common, but gradually developed into "rebuttal types" that included all argument elements. Third, it was confirmed that continuous science writing activities and feedback improved the students' level of argument. Fourth, as a result of semi-structured interviews, it was found that constant writing, continuous feedback, and science writing-related classes had a positive effect on the development of the students' argument structure.

Keywords : science museum, science writing, argument structure, feedback, semi-structured interview

요약 : 이 연구는 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 '에너지 및 기후변화'와 관련된 과학 글쓰기 활동을 6주간에 걸쳐 실시하였고, 그들의 논증 구조가 어떠한 형태로 발달하는지를 알아보았다. 그 결과는 다음과 같다. 첫째, 글쓰기 교육을 받기 전 초등학생들은 이유와 주장과 같은 논증 요소를 사용하였으나, 피드백을 활용한 과학 글쓰기 교육을 받은 후 이유, 근거, 반론수용, 반박과 같은 논증 요소의 사용빈도가 증가하였다. 둘째, 글쓰기 초기에 학생들은 주장과 이유로 이루어진 '이유형'의 과학 글쓰기 유형이 가장 많았으나, 점차 주장, 이유, 근거, 반론수용, 반박의 논증 요소를 모두 포함하는 '반박형' 유형으로 발달하였다. 셋째, 지속적인 과학 글쓰기 활동과 피드백은 학생들의 논증 수준을 향상시킴을 확인할 수 있었다. 넷째, 반구조화된 면담 결과 꾸준한 글쓰기와 지속적인 피드백, 그리고 과학 글쓰기 관련 수업이 학생들의 논증구조 발달에 긍정적인 영향을 끼친 것으로 나타났다.

주요어 : 과학관, 과학 글쓰기, 논증 구조, 피드백, 반구조화된 면담

1. 서론

2015 개정 과학과 교육과정에서는 통합 주제로 초등

학교에서는 '물의 여행', '에너지와 생활'을 중심으로 다양한 탐구 활동을 강조하고 있으며, 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결력, 과학적 의

This work was supported by the Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity (KOFAC) grant funded by the Korea government(MOE)(2019-2021).

*Corresponding author : 김형범

E-mail : hyoungbum21@chungbuk.ac.kr

사소통 능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력의 핵심역량을 함양하기 위한 방법으로 증거에 근거한 논증 활동 등을 포함하고 있다(교육부, 2015). 2007 개정 과학과 교육과정에서 처음으로 과학 글쓰기가 소개된 이후, 학습자의 사고 활동을 논리적으로 조직화하고, 학생들의 과학지식 구조화, 과학적 사고력 향상, 과학적 태도 형성, 과학 탐구능력 향상을 위한 과학 글쓰기가 강조되고 있다(송윤미, 2012). 과학글쓰기는 과학을 소재로 하여 과학 논설문이나 설명문, 감상문, 실용문 등을 쓰는 활동이며, 과학 수업 시간에 경험하는 탐구 활동을 과학적 사고로 인식하고 그것을 글로 표현함으로써 초인지 기능을 습득할 수 있다(천재훈과 손정우, 2004). 이 때문에 과학 학습에 있어 과학 글쓰기는 효과적인 방법일 뿐만 아니라 과학적 사고력을 함양할 수 있고(구슬기와 박일우, 2010), 과학적 탐구력 향상에 효과적이다(Gunel et al., 2009; Wellington & Osborne, 2001).

과학 글쓰기는 일반적인 글쓰기와는 달리 논리적 사고력 및 창의적 사고력이 요구되고, 사고의 내용이 자연 현상에 맞춰져 있으며, 학습 소재로 사실이나 법칙 등이 주로 사용된다(황신영, 2011). 이러한 과정을 통해 과학 글쓰기는 정보를 조직하기 위하여 필요한 추론 기술을 사용하게 되고, 과학 현상을 기술하면서 논증을 만들 수 있다. 즉, 학생들은 과학 글쓰기와 같은 논증 과정을 통해 과학적 지식과 명제의 구성 방법에 대해 학습할 수 있다(Bell & Linn, 2000). 논증 과정을 통해 개념들 간의 관계를 파악하고, 논증을 할 때 정보를 선별하는 효과적인 학습이 가능하다면(위수민 등, 2014; O'Donnell & King, 1998), 학습자는 논증 활동을 통해 과학 지식뿐만 아니라 과학 학습, 언어의 역할, 과학 문화, 그리고 사회적 상호작용까지 과학 지식 구성 과정 중에 배울수 있는 기회를 얻게 된다(Osborne et al., 2004).

그동안 과학 글쓰기와 관련된 연구는 다양한 형태와 방법을 통해 전개되어 왔다. 이에 대한 국내·외 선행연구를 찾아보면, 다음과 같다. Prain and Hand (1999)는 과학 글쓰기 활용 수업에서 학생들이 과학 개념에 더 애착을 갖게 되었고, 과학 수업에 대한 인식도 더 긍정적으로 변화되었다고 보고하였다. 그리고 Raimes(1983)와 Nunan(1999)은 학습자는 자신이 학습한 내용을 글쓰기를 통해 표현하기 때문에 학

습한 내용이 장기 기억에 남을 가능성이 높다고 하면서, 글쓰기를 통해 학습한 개념을 학습자들만의 새로운 방법이나 내용을 재구성하기 때문에 글쓰기는 가치 있는 학습 전략이 될 수 있다고 하였다. 그리고 과학 수업에 과학 글쓰기를 적용하면서 학생들의 과학 글쓰기 수준, 과학 탐구 능력 향상, 과학 교과의 학업 성취도 향상에 긍정적인 효과를 나타냄을 보여주는 연구도 진행되었다. 권순희(2012)는 과학 글쓰기를 통해 과학적 문제해결 과정을 학습하고, 과학 글쓰기를 분석하고 평가하는 과정을 통해 과학적 사고력이 향상될 수 있다고 보았다. 또한 박정은 등(2009)은 과학 글쓰기를 할 때 논증 구조 교육을 도입하면 학생들의 논증 활동을 활성화시킬 수 있고, 과학적 사고력까지 향상시킬 수 있는 효과적인 도구가 될 것이라고 보았다. 정민이와 여성희(2013)는 과학 글쓰기 모형을 고등학생을 대상으로 적용한 수업에서 학업 성취수준에 상관없이 모든 학습자들의 과학적 소양 함양에 유의미한 효과가 있다는 연구 결과를 제시하였으며, 변정호 등(2011)은 일방적으로 과학 지식을 전달하는 수업이 아닌, 스스로 참여하고 학습한 내용을 자신의 언어로 표현하는 수업을 하면 과학에 대한 흥미와 참여도가 향상될 수 있다는 연구 결과를 제시하였다. 이러한 연구 결과들을 종합해 보면, 과학 글쓰기 수업은 학생들의 인지수준 발달, 과학개념 이해, 논증 및 글쓰기의 향상에 도움이 된다고 할 수 있다(남정희 등, 2008).

그러나 이러한 과학 글쓰기의 장점에도 불구하고 학생들이 과학 수업 시간을 통해 과학의 본성을 이해할 수 있고, 과학적 사고를 할 수 있는 논증 기회가 충분히 제공받지 못하고 있는 실정이다(박영신, 2006). 또한 과학에서 글쓰기는 주로 ‘과학 학습을 위한 글쓰기(Writing to Learning Science)’ 또는 과학 개념의 이해 및 기억의 수단, 그리고 학습결과를 평가하는 도구로 인식되고 있다(Ellis, 2004; Prain, 2006). 이것은 글쓰기가 중요한 것은 맞지만 가르쳐야 할 내용이 무엇인지를 분명하게 말할 수 없다는 데에서 비롯된 문제일 것이며(김은정, 2020), 이 때문에 교사들은 학생들에게 과학 글쓰기 교육을 위한 목표 및 교육 내용 수립을 위한 측면에서 무엇을, 어떻게 교육해야 할지가 분명하지 않아 힘들어하고 있다.

이러한 문제로 인해 실제 교육 현장에서 과학 글쓰기 수업이 활발하게 이루어지지 않을 뿐만 아니라(정

는 것으로, 먼저 논제를 선정 할 때에는 가급적 연구 참여자의 지식수준에서 벗어나지 않거나 일상에서 경험할 수 있는 친숙한 내용을 선정하였다. 이에 대한 전문가 타당도를 위해 2020년 2월~3월까지 초등학교 4학년의 과학 글쓰기 교육을 위하여 본 연구자를 포함하여 과학교육 전문가 3인이 정기적으로 세미나에 참여하여, 프로그램 내용을 수정 보완하면서 타당도를 검증하였다. 이 연구에서 개발한 프로그램의 전문가에 의한 타당도(CVI)는 .85였다. 이 연구에서 사용한 ‘기후변화’ 및 ‘에너지’ 관련 주제는 2015 개정 과학과 교육과정 중 ‘지구의 환경’, ‘전기 안전’의 초등학교 내용 요소와 관련하여 학생들의 과학 글쓰기 활동이 활발하게 일어날 수 있는 친숙한 주제라고 판단하였다. 이 연구에서 개발하여 6주간에 걸쳐 실시한 과학 글쓰기 주제는 Table 2와 같다.

과학 글쓰기 수업은 총 6주 동안 진행하였으며, 수업 시간 동안 학생 스스로 작성하여 제출하는 형식으로 진행하였다. 연구 참여자들의 기본적인 논증 수준을 파악하기 위해 1주차 때는 논증과 관련된 교육 없이 글쓰기 제시문과 논제를 제시한 후 글을 작성하게 하였으며, 2주차부터는 William and Colomb(2007)이 제시한 논증 구조에 대한 수업을 진행 한 후, 2~6

주차 주제에 맞는 글을 작성하게 하였다. 또한 학생들이 작성한 글쓰기에 대해 Williams and Colomb (2007)의 논증구조와 관련한 피드백을 빠짐없이 제공하였다.

3. 검사 도구

1) 논증적 글쓰기 분석틀

이 연구에서는 Williams and Colomb(2007)이 제시한 논증 구조를 중심으로, 김현미(2014)와 한신(2020)이 제시한 논증 구조 유형을 분석틀로 사용하였다(Table 3). Williams and Colomb(2007)의 논증 요소는 ‘주장(claim), 이유(reason), 근거(evidence), 추론규칙(warrant), 반론 수용(acknowledgements)과 반박(rebuttal)’이며, 그 논증 요소 중 ‘추론규칙(warrant)’은 글쓴이와 독자가 공유하는 보편적인 원칙이기 때문에 논증 구조 유형에 포함시킬 필요가 없다고 판단하여 제외하였다.

2) 반구조화된 면담 도구

논증 구조 발달 요인을 보다 정확히 분석하기 위해 선행연구들(유병호, 2019; 위수민 등, 2014; 한계준, 2013)을 토대로 면담 문항을 선정하였다. 선행연구 조사는 논증 및 논증활동을 분석한 연구 중 ‘심층면담’을 통해 질적 연구를 진행한 연구를 중심으로 조사하였다.

선행연구를 토대로 본 연구의 분석 대상인 초등학교 4학년의 눈높이에 맞게 검토, 보완하고 과학교육 전문가 4인의 신뢰도를 확보하여 면담 도구를 선정하였다. 특히 여러 명의 연구 대상자들 간의 비교 가능한 자료를 수집할 수 있도록 하기 위하여, 반구조화된 면담(semi-structured interview)의 형태로 면담의 주요 질문지를 작성하였으며, 주요 질문 내용은 Table 4와 같다.

면담은 과학 글쓰기 수업이 종료된 후, 개별로 이

Table 2. 수업 일시와 글쓰기 주제

수업 일시	글쓰기 주제
1주(3.25)	지구 온난화를 낮추기 위한 온실 가스 배출 감축 필요성
2주(4.01)	지구 온난화 예방을 위한 수소, 전기자동차 개발 필요성
3주(4.08)	화력 발전소 건설 문제
4주(4.15)	여름철 에어컨 사용에 관한 문제
5주(4.30)	기후변화로 인한 우주 개발 필요성
6주(5.07)	원자력 발전소 건설 문제

Table 3. 논증 구조 유형 분석틀

유형	주장형	이유형	근거형	반론수용형	반박형
논증 구성 요소	주장(C)	주장(C), 이유(R)	주장(C), 이유(R), 근거(E)	주장(C), 이유(R), 근거(E), 반론수용(A)	주장(C), 이유(R), 근거(E), 반론수용(A), 반박(Rt)

Table 4. 범주 및 반구조화된 인터뷰 질문 내용

범주	질문 내용
과학 글쓰기 발달에 영향을 준 요인	· 과학 글쓰기가 발전한 이유는 무엇일까요?
과학 글쓰기에 대한 인식	· 과학 글쓰기를 왜 배워야 할까요? · 논증구조를 바탕으로 글쓰기를 했을 때의 장점과 단점은 무엇이 있을까요?
과학 글쓰기 개선방안	· 논증구조를 바탕으로 글쓰기를 했을 때 어려웠던 점은 어떤점이 있었나요?

루어졌으며 20~30분 정도에 걸쳐서 실시하였다. 면담자료는 녹음과 전자과정을 거친 후, 4명의 교육전문가들이 분석하여 신뢰도를 확보하고 그 의미를 정리하였다. 특히 면담 대상이 초등학생이기 때문에 말하는 내용이 주제를 벗어나거나 추상적일 경우에는 추가 질문을 통해 연구의 방향을 올바르게 이어갔다. 또한, 자연스러운 분위기를 유도하기 위해 녹음장비를 면담 전에 미리 설치 및 동의를 구하고, 녹음에 대한 거부감을 느끼지 않도록 하였다.

4. 자료 분석

이 연구에서는 Williams and Colomb(2007)의 논증구조 유형에 따라 초등학생들의 과학 글쓰기 활동에서 나타난 과학 글쓰기 자료들을 분석하였다. 논증구조 발달 및 논증구조 유형 분석을 위해 과학 글쓰기 자료들을 먼저 분석하였고, 분석틀에 나타난 논증구조 유형에 따라 분석된 글쓰기 자료들을 대상으로 논증구조 유형을 분류하였다.

4인으로 구성된 전문가 집단이 논증구조 유형 분석을 실시하였으며, 4인의 전문가 각자가 개별적으로 글쓰기 결과물을 분석한 후 논증구조 유형을 판단하였다. 전문가 집단의 구성은 글쓰기 주제와 관련된 교과교육학 박사 1인과 교수 1인, 그리고 과학 논증 관련 연구 경험이 있는 과학교육 박사 1인 그리고 초등교사 1인으로 하였다. 그리고 4인의 전문가 집단 분석 결과가 일치하지 않는 경우도 있었는데, 그 때는 4인이 논의를 통해 그 유형을 판단하였다. 이때 4인의 평가자 간 신뢰도는 Cronbach $\alpha=.81$ 로 높은 신뢰도를 보였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 논증구조 발달 분석

초등학생들의 논증구조 발달 정도를 확인하기 위

하여 6주 동안 수업 내용을 바탕으로 과학 글쓰기 활동을 진행하였다. 1주차에는 과학 글쓰기에 대한 교육 없이 주제와 제시문만을 제시한 후 글쓰기 활동을 진행하였으며, 2주차부터는 Williams and Colomb (2007)이 제시한 논증구조모형을 토대로 글쓰기 교육을 실시한 후 글쓰기 활동을 진행하였다. 6주 동안 진행된 논증적 글쓰기 결과물은 논증구조 분석을 통해 논증요소와 유형별로 구분하였으며, 6주 간의 변화를 바탕으로 논증구조의 발달 정도를 알아보았다.

1) 논증요소 사용 빈도 변화

초등학생들의 논증요소 사용 빈도는 Fig. 1과 같다. 논증적 글쓰기에 사용된 논증요소의 사용빈도는 차시별로 점차 증가하는 추세를 보였다. 1주차에는 주장 8개와 이유 10개만 사용되었으나, 6주차에는 다양한 논증요소가 나타남을 확인할 수 있었다. 특히 논증요소의 분포가 ‘주장’과 ‘이유’에 대부분 편중되어 있던 처음과는 달리 수업이 진행될수록 ‘근거, 이유-근거, 반론수용’의 사용빈도가 늘어남을 확인할 수 있으며, 이는 꾸준한 글쓰기를 통해 논증요소들에 대한 이해도의 증가와 함께 다양한 논증요소들을 활용할 수 있는 능력이 발달하였다고 볼 수 있다. 이는 선

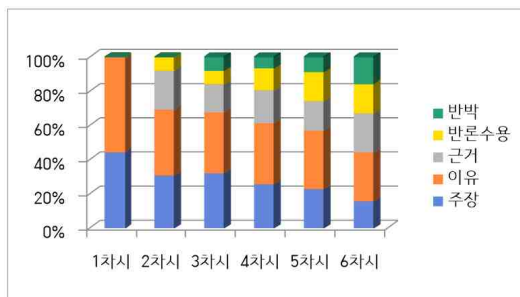


Fig. 1. 초등학생들의 차시별 논증요소 사용 빈도 (단위: %)

행연구(강경희, 2018; 위수민 등, 2014)에서 꾸준한 글쓰기는 초등학생의 논증적 글쓰기 수준 향상에 긍정적인 영향을 미친다는 결과와 맥락을 같이 한다.

위 자료에서 특히 관심을 가져야 할 부분은 ‘이유’의 감소와 ‘근거’의 증가라고 할 수 있다. 우선, 근거의 사용 비율에 대해 Williams and Colomb(2007)은 글 전체에서 근거의 사용 비율이 1/3보다 작다면 이유를 뒷받침할 만큼 근거가 충분하지 않다고 보았으며, 2/3가 넘는다면 근거가 너무 많은 것으로 설명했다. 근거의 사용비율을 살펴보면 가장 높은 비율을 보이는 차시에서도 평균 약 24%의 수치를 보이고 있으므로 근거의 사용량은 여전히 부족하다는 것을 확인할 수 있다. 하지만 여기서 주의 깊게 봐야 할 부분은 바로 근거사용 비율이 점차 증가하고 있다는 것으로, 이는 학생들이 주장을 뒷받침함에 있어 주관적인 의견에만 의존하던 초기에 비해 객관적 사실 정보를 적극 활용하는 능력이 향상되고 있음을 보여준다. 김현미(2014)는 이유에 따른 근거를 많이 제시할수록 글의 설득력을 높이는데 도움이 된다고 보았으며, 서성교(1999)는 주장과 근거를 1:1의 비율로 구성할 것을 제안하며 근거에 대한 중요성을 강조하였다. 6주 간의 짧은 기간임에도 불구하고 근거의 사용 비율이 증가하는 쪽으로 나타나고 있다는 점에서 이를 교수학습에 적용하여 보다 오랜 기간 꾸준한 글쓰기수업을 진행한다면, 학생들의 논증 수준이 더욱 향상될 것으로 기대할 수 있을 것이다. 그러나 학생들이 근거사용의 필요성을 인지하고 근거를 논증의 요소로써 활용한 경우라고 하더라도, 출처가 명확하지 않거나 자신이 추측한 내용을 근거로 제시하는 경우를 발견할 수 있었다. 이는 주장에 대한 설득력을 감소시키므로(김현미, 2014), 보편적이며 타당한 근거를 제시하는 것 또한 중요한 문제라 할 수 있다.

그리고 이유, 근거, 반론수용과 관련된 논증 요소도 모두 증가하는 추세를 보이고 있지만 주장, 이유, 근거의 변화양상을 나타내는 그래프의 변화폭과 비교했을 때 발달양상이 일관되지 않고 불안정한 경향을 보인다는 것도 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 학생들이 반론수용과 반박이라는 논증요소의 필요성을 인식하고 있다고 하더라도 실질적으로 논증적 글쓰기에 적용하는 데 어려움을 느끼고 있는 것으로 판단할 수 있다.

2) 논증구조 유형별 발달 정도

논증구조의 유형은 논증구조를 이루는 각 요소들의 결합으로 구분할 수 있다. 이 연구에서는 Williams and Colomb(2007)이 제시한 논증구조를 이루는 요소 중, 글에 명시적으로 드러나지 않는 추론규칙(warrant)을 제외한, 주장(claim), 이유(reason), 근거(evidence), 반론 수용(acknowledgements)과 반박(rebuttal)의 총 5가지 구성요소의 조합을 바탕으로, 예비연구를 거쳐 본 연구의 목적에 가장 부합되도록 수정, 보완하여 최종 5가지 유형으로 구분하였다.

매주 진행된 학생들의 논증적 글쓰기 자료를 논증 유형별로 분류하였으며, 분류된 자료는 Table 5와 같다. 아무런 교육 없이 글쓰기를 진행한 첫 번째 글쓰기에서는 주장과 이유로 이루어진 ‘이유형’이 7명으로 가장 많은 빈도를 차지하였으며, 과학 글쓰기 교육과 피드백을 주면서 진행한 2~6시 동안 가장 큰 증가 빈도를 보인 것은 모든 논증요소가 사용된 ‘반박형’이었다. 이러한 결과는 글쓰기 수업을 꾸준히 진행하면 학생들의 논증 유형 발달에 긍정적이며, 특히 단순한 논증구조를 사용하거나 논증에 익숙하지 않은 초등학생일지라도 논증 유형을 확립하는 데 도움을 줄 수 있다고 판단할 수 있다.

Table 5. 차시별 논증 유형 발달 정도

차시	1차시	2차시	3차시	4차시	5차시	6차시
주장형	1	0	0	0	0	0
이유형	7	2	4	3	2	0
근거형	0	0	0	0	0	0
반론수용형	0	4	2	1	0	1
반박형	0	2	2	4	6	7

그리고 글쓰기 활동 초기에 가장 많은 논증 유형이었던 ‘이유형’의 경우, 일반적인 학생들의 글쓰기에서 가장 일반적으로 나타나는 유형이라 판단된다. ‘이유’는 글쓴이의 주장을 뒷받침하는 주관적인 판단으로, 주장과 이유로만 구성된 논증은 객관적 사실이나 정보의 활용 없이 글쓴이의 생각 위주로 작성되는 경향이 있다. 그렇기 때문에 이러한 논증 방식은 올바른 논증이라 할 수 없다. 그러나 과학 글쓰기 교육을 통해 학생들은 평소 자신이 사용하던 글쓰기 방식의 문제점을 빠르게 파악하고 교사의 피드백을 적극적으로 반영하면서, 주장에 대한 타당성을 입증함과 동시에 논증적으로 완성된 형태로 발전하고 있음을 엿볼 수 있는 자료라 할 수 있다.

그러나 이 연구에서는 주장, 이유, 근거의 논증 구성 요소를 사용하는 ‘근거형’은 수업이 종료가 될 때까지 한 번도 나타나지 않았다. 그 이유는 객관적인 사실인 과학이론을 제대로 알고 있지 못하거나, 혹은 알고 있는 과학이론일지라도 그 사실 정보를 주장에 대한 뒷받침 요소로 활용하지 못하는 경우로 볼 수 있다. 특히 후자의 경우는 기존의 글쓰기 교육이 국어의 영역으로 한정되어 자신의 생각을 표현하는 것에 초점이 맞춰져 있기 때문에(민병근, 2001), 학생들은 증거를 찾아 자신의 주장을 더욱 설득력 있게 만드는 논증적인 활동과 글쓰기 활동은 별개로 여기기 때문이라고 판단된다. 이를 조금 더 넓은 범위로 확대해보면 학생들은 실험을 통해 얻은 과학적 지식과 과학 이론을 논리적으로 연결하여 생각하지 못하고 단편적인 지식으로 따로 기억하는 것으로 해석할 수 있다. 특히 초등학교 교과서는 대부분 실험과 관찰활동으로 구성되어 제시된 자료를 해석하고 연결하는 과정이 필수적이라는 점에서(김영대, 2015) 논리적인 연결과정인 논증활동의 중요성이 더욱 강조되며, 과학수업에 있어서 학생들이 논증을 원활하게 사용할 수 있도록 꾸준한 논증적 글쓰기 활동이 필요하다는 것을 다시 한번 상기시켜 준다.

2. 글쓰기를 통한 논증 수준의 발달

초등학교생들의 논증 수준의 발달 정도를 알아보기 위해 1~6주까지의 글쓰기 자료를 분석하고 비교하였다. Fig. 2와 Fig. 3은 연구참여자 A와 G의 1주차 글쓰기 자료이고, Fig. 4와 Fig. 5는 6주차의 글쓰기 분석 자료이다. 연구 참여자 A와 G는 글쓰기에 대한 교

육은 받아본 적은 없었으나, 수업 시간에 자신의 의견을 자유롭게 발표를 잘하며, 과학과 관련된 주제에 매우 많은 관심을 갖고 있는 학생들이었다.

연구 참여자 A와 G의 1주차 글쓰기에서는 Fig. 2 및 Fig. 3과 같이 단순하게 자신의 주장과 함께 이유를 간단하게 서술하였다. 이러한 형태의 글은 연구 초기 이 연구에 참여한 학생들에게 공통적으로 나타나는 글쓰기 유형이며, 이러한 논증 방식은 글쓴이의 생각을 위주로 작성되었기 때문에 올바른 논증으로 볼 수 없다.

하지만 논증 관련 수업을 진행하면서 이러한 주장형, 이유형의 유형은 점점 줄어들었다. 이와 같은 결과는 학생들이 평소에 사용하는 논증방식이 주장과 이유로 이루어진 단순한 형태이지만, 꾸준한 논증구조 수업과 피드백은 학생들이 자신의 평소 글쓰기 방식의 문제점을 파악하여, 피드백 결과를 적극적으로 반영하였음을 보여준다. 이러한 결과는 위수민 등(2014)의 연구 결과와 일치하며, 피드백의 중요성을 나타내는 중요한 자료라 판단된다.

Fig. 4와 Fig. 5는 연구 참여자 A와 G의 6주차 글쓰기 예시 자료이며, ‘반박형’ 형태를 보여주고 있다. ‘반박형’은 주장, 이유, 근거, 반론수용 및 반박이 모두 드러난 글이다. 따라서 이러한 글은 보이지 않는 독자의 생각을 고려할 수 있는 보다 높은 논증적 사고의 시작을 의미하며, 주장에 대한 타당성을 입증함과

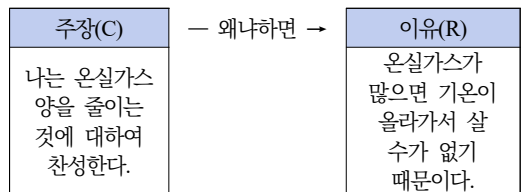


Fig. 2. 연구 참여자 A의 1주차 글쓰기(이유형)



Fig. 3. 연구 참여자 G의 1주차 글쓰기(이유형)

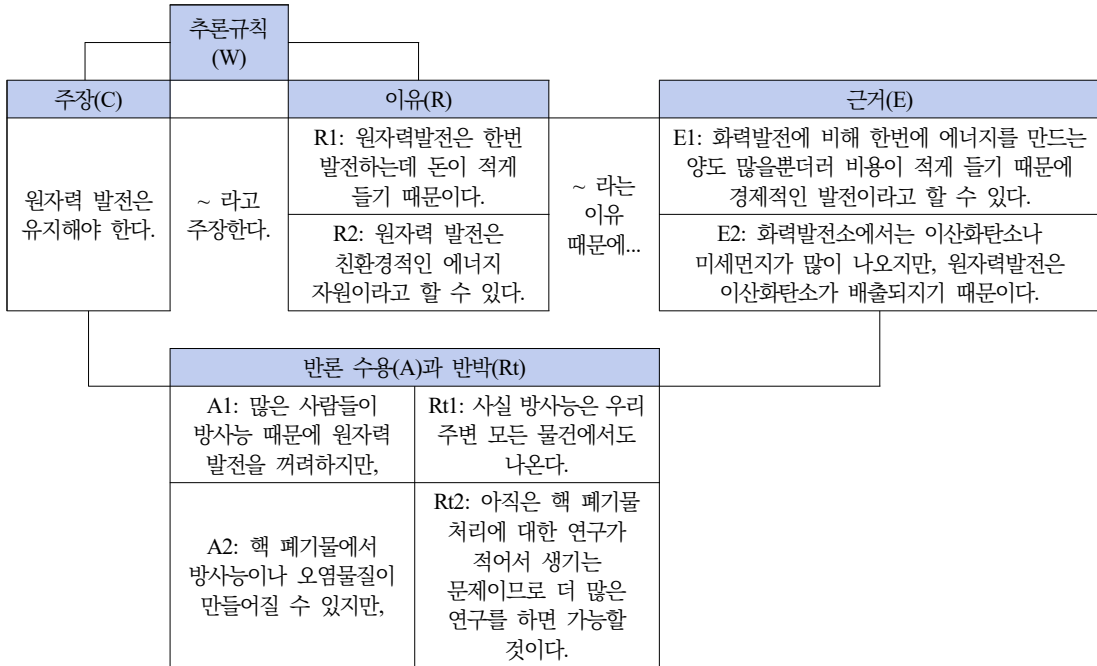


Fig. 4. 연구 참여자 A의 6주차 글쓰기(반박형)

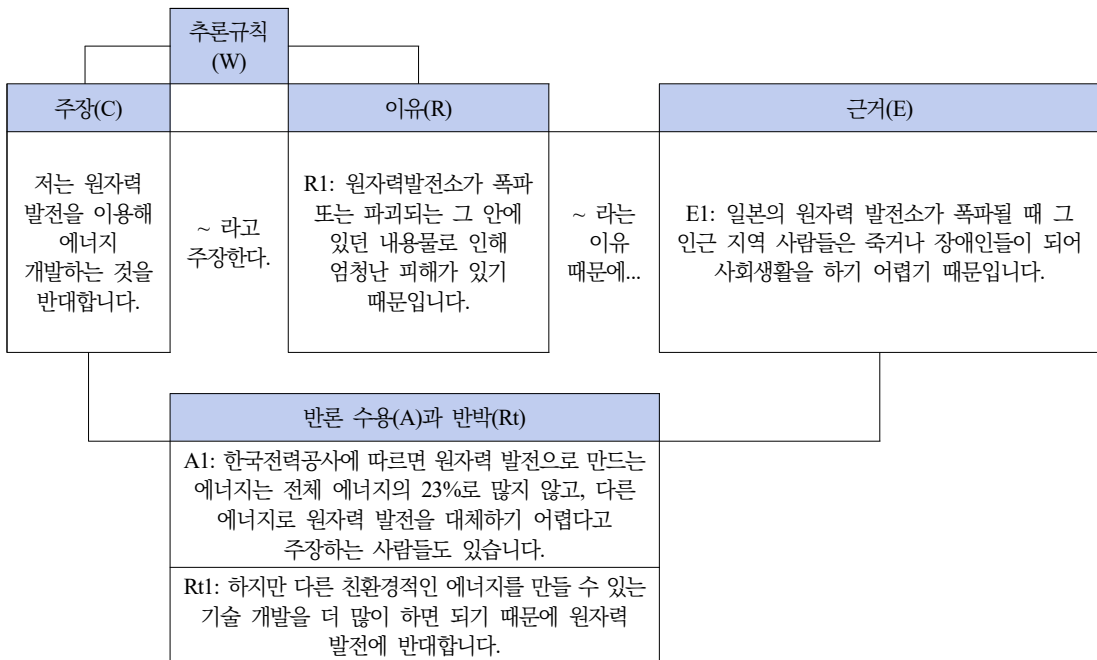


Fig. 5. 연구 참여자 G의 6주차 글쓰기(반박형)

동시에 논증적으로 완성된 형태의 글이라 할 수 있다. 따라서 이러한 과학 글쓰기 유형이 논증적 과학 글쓰기의 최종 목적지라고 할 수 있으며, 해당 유형이 모든 초등학교 학생들에게서 증가하는 경향을 보이고 있다는 점에서, 지속적인 피드백이 학생들의 논증구조 발달에 영향을 끼친다는 사실을 보여준다.

Fig. 6은 Williams and Colomb(2007)의 논증구조에 맞춰 논증 수준이 어떻게 발달되어 가는지를 나타내는 자료이다. 연구 참여자 D의 논증 유형 발달과정을 살펴보면 처음 1~3주 동안은 주장 1개와 이유 1개로 이루어진 단순한 논증 유형을 보이지만, 4주 이후로 근거가 나타나기 시작하여 서서히 완성된 논증 유형으로 변화하고 있음을 확인할 수 있다. 다음은 연구 참여자 D가 작성한 과학 글쓰기 자료의 일부분이다.

- 1주차: (주장) 나는 반대한다. 온실가스를 줄이면서 지구 온난화를 예방한다고 하는데, (이유) 사람이 살아가는데 힘들어지기 때문이다.
- 5주차: (주장) 나는 우주개발이 인류에게 필요하다고 생각한다. (이유) 그 이유는 중 가장 큰 문제는 지구온난화인데, 만약 지구온난화가 너무 커지면 인류는 지구에 생존할 수 없게 되기 때문에, 우주 개발로 다른 행성에 정착하여 살 수 있기 때문이다. (근거) 실제로 나사에서는 지구온난화가 지속되어 인류가 생존하지 못할 때를 대비하여 인류가 정착할 다른 행성을 찾고 있다. (반론수용) 하지만 신문에서는 성공

가능성과 막대한 비용, 미래에 대한 보장이 되어있지 않기 때문에 반대하는 사람들도 있지만, 그래도 나는 우주 개발은 필요하다고 생각한다.

- 6주차: (주장) 나는 원자력발전을 유지하지 않는 것이 좋다고 생각한다. (근거) 러시아나 일본에서 원자력 발전소가 폭발해 피해를 주는 것처럼, (이유) 만약 원자력발전소가 사고로 인해 폭발하거나 방사능이 퍼져 많은 인류에게 엄청난 피해를 줄 수도 있고, 돌연변이가 생겨 사람들이 피해를 받기 때문이다. 그리고 (반론수용) 지금은 대체할 발전소가 어렵다는 이야기도 하지만, (반박) 태양발전소나 바람으로 전기를 만드는 기술을 사용해 대체할 수도 있을 것이다.

위 자료에 나타난 것과 같이 연구 참여자 D의 1주차 글쓰기에는 지구 온난화와 관련한 온실가스 줄이는 주제에 대해, 연구 참여자 D가 평소 작성하던 글의 형태 대로 주장과 이유로 구성된 단순한 논증 형태로 글을 작성하였다. 그러나 4주차부터 연구 참여자 D는 본격적으로 주장, 이유, 근거를 구분한 논증 형태를 형성하기 시작하였고, 5주차와 6주차에 이르러서는 반론 수용과 반박 모두가 드러난 글로 발달시켰다. 다음은 연구 참여자 D의 답변이다.

- 연구 참여자 D 인터뷰: 처음에는 주장과 이유만 넣었는데 선생님이 잘못된 부분을 말해줘서 계속 고치다 보니 글이 늘게 된 것 같아요.

1주차	2주차	3주차	4주차	5주차	6주차
주장 ← 이유1	주장 ← 이유1	주장 ← 이유1	주장 ← 이유1	주장 ← 이유1	주장 ← 이유1
			↑ 근거1	↑ 근거1	↑ 근거1
				↑ 반론수용	
					↑ 반박

Fig. 6. 연구 참여자 D의 논증 유형 발달 과정

이러한 결과는 연구 참여자 D와의 인터뷰에서도 나타나는데, 단순하게 학생들에게 글쓰기 기회만 제공하는 것을 넘어 교사들이 체계적으로 피드백을 해주었을 때 글쓰기 효과가 있음을 보여준다. 이러한 결과는 한신(2020)과 위수민 등(2014)이 연속적인 글쓰기 훈련을 통해 논증구조와 논리 전개 방식을 향상시킬 수 있다고 하는 결과와도 일치한다.

3. 초등학생들의 과학 글쓰기 교육에 대한 인식

논증 유형 발달에 영향을 준 요인에 대한 학생들의 인식을 반구조화된 면담을 통해 정리하였다. 주요 질문 내용은 ‘논증적 글쓰기가 발전한 이유는 무엇일까요?’이며, 면담결과를 바탕으로 초등학생들의 과학 글쓰기에 대한 초등학생들의 인식을 알아보았다.

먼저, 학생들은 꾸준한 글쓰기 훈련과 지속적인 피드백이 논증 유형 발달에 도움이 된 것으로 인식하였다. 첫 시간에는 학생들은 주장과 이유로만 구성된 글을 작성하였으나 글쓰기 수업이 진행될수록 잘못된 부분을 바로 잡아나가면서 논증 유형에 대해 더욱 잘 이해하게 되었다고 많은 학생들이 응답하였는데, 이러한 응답은 교사의 꾸준한 글쓰기와 피드백이 학생들의 과학 글쓰기에 영향을 미쳤음을 보여준다. 이러한 결과는 단순히 논증 기회만 제공해서는 학생들의 글쓰기 능력을 향상시킬 수 없으며, 꾸준하고 체계적인 과학 글쓰기 교수방법이 필요하다. 이는 위수민 등(2014)의 연구 결과와도 맥을 같이 한다고 할 수 있다.

다음은 꾸준한 글쓰기 훈련과 지속적인 피드백이 논증 유형 구조 향상에 도움이 되었다고 응답한 연구 참여자 G의 답변이다.

- 연구 참여자 G: 반론이나 반박 같은걸 어떻게 적어야 할지 몰랐는데 계속 선생님이 수정해 주신 대로 적다보니 알 것 같아요.

둘째, 논증 요소 및 논증 유형과 관련된 과학 글쓰기 수업을 듣고 난 후, 학생들은 글쓰기를 더욱 체계적으로 할 수 있었다고 인식하였다. 이는 강경희(2018), 위수민 등(2014)의 연구 결과와도 일치한다. 다음은 논증적 과학 글쓰기 수업에 참여했던 연구 참여자 A, H의 답변이다.

- 연구 참여자 A: 처음에는 글을 그냥 적었는데, 이어나 근거나 반박 같은 걸 알게 되어서 배운 구조대로 글을 적다보니 글이 잘 써지게 된 것 같아요.
- 연구 참여자 H: 학교에서는 서론, 본론, 결론을 배웠는데 여기서 근거 같은 걸 자세히 배우니까 글을 더 잘 쓸 수 있는 것 같아요.

셋째, 과학 글쓰기 교육의 실질적인 개선 방향을 알아보기 위하여 이 수업에서 어려웠던 점이나, 논증적 글쓰기를 더 잘하기 위해 과학 글쓰기 수업이 어떤 방향으로 바뀌면 좋을지에 대해 면담을 진행하였다. 어려웠던 점에 대한 학생들의 응답으로는 논증 요소들, 특히 근거를 찾는 과정, 반론사용과 반박을 쓰는 과정이 어렵고, 또한 글을 쓰는데 시간이 오래 걸린다는 내용이 대부분이었다. 또한 학생들은 글 쓰는 시간이 오래 걸리기 때문에, 제한시간 안에 글을 작성해야 하는 시험에 응시했을 때 제대로 끝낼 수 없을 것이라는 비판적인 의견도 있었다. 이는 아직 논증적 글쓰기에 완전히 익숙해 지지 않은 학생들이 논증 요소들을 하나하나 따져보는 과정에서 시간이 소요되어 발생한 문제로 보인다. 따라서 학생들이 꾸준히 과학 글쓰기 활동을 통해 과학 글쓰기에 익숙해진다면 완성된 글을 더욱 빨리 작성할 수 있을 것으로 판단된다.

마지막으로 논증 유형 수업의 개선 방향에 대한 의견으로 학생들은 한 시간에 모든 논증 요소들을 배우지 말고, 순차적으로 하나씩 배워나간다면 더욱 이해도가 높아질 것이라는 응답이 있었다. 그리고 학생들은 관련 주제에 대한 정보를 찾아보는 시간이 충분하면 좋겠다는 의견과 수업 횟수를 더 많이 늘린다면 더욱 발달할 것이라는 응답 또한 있었다. 다양한 의견 중 특히 관심을 가져야 할 부분은 논증 요소를 순차적으로 배웠으면 좋겠다는 의견인데, 논증구조의 발달이나 교수법을 개발에 관한 기존 선행연구들에서는 그 연구대상이 고등학생이거나(김정배, 2013; 박정은 등, 2009; 유병호, 2019), 예비교사 혹은 현직교사(강경희, 2018; 위수민 등, 2014) 위주로 구성되어 있어 초등학생과 이해도 면에서 차이가 날 수 밖에 없다고 판단된다. 따라서 초등학생의 이해 수준에 맞게 논증 요소들을 하나씩 구체적으로 설명하는 교수법은 대상의 수준을 고려한 효과적인 교수법 중 하나로 판단된다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 에너지와 기후변화와 관련된 과학 글쓰기 활동을 6주 간에 걸쳐 실시하였고, 그들의 논증 구조가 어떠한 형태로 발달하는지를 알아보고자 하였다. 이를 위해 초등학교 학생들의 글쓰기에 나타난 논증구조 발달 과정을 논증 요소별, 유형별로 구분하여 분석하였으며, 글쓰기 활동이 종료된 후 과학 글쓰기 수업에 대한 인식을 반구조화된 면담을 통해 조사하였다. 이를 통해 나타난 결과를 바탕으로 다음의 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 글쓰기 교육을 받기 전 초등학생들은 이유와 주장과 같은 논증 요소를 사용하였으나, 피드백을 활용한 과학 글쓰기 교육을 받은 후 이유, 근거, 반론수용, 반박과 같은 논증 요소의 사용빈도가 증가하였다. 이러한 결과는 매 시간 과학 글쓰기와 피드백을 통해 학생들이 논증요소에 대한 이해도가 증가하고, 다양한 논증 요소들을 활용하는 능력이 발달하였기 때문으로 판단된다. 특히, 학생들은 근거의 사용 비율이 증가하였는데, 이는 학생들이 객관적 사실 정보를 적극 활용하여 설득력 있는 글쓰기로 변화되고 있음을 확인할 수 있었다.

둘째, 글쓰기 초기에 학생들은 주장과 이유로 이루어진 ‘이유형’의 과학 글쓰기 유형이 가장 많았으나, 점차 주장, 이유, 근거, 반론수용, 반박의 논증 요소를 모두 포함하는 ‘반박형’ 유형으로 발달하였다. 글쓰기 초기에 일반적으로 많이 나타나는 이유형은 글쓴이의 주장과 이를 뒷받침하는 주관적인 판단인 이유로 구성된 올바른 논증이라고 할 수 없다. 그러나 지속적인 글쓰기 교육은 학생들로 하여금 자신들의 글쓰기 문제점을 파악하여 주장에 대한 타당성을 입증하고, 점차 논리적으로 완성된 형태인 반박형으로 발전하고 있음을 확인할 수 있었다.

셋째, 지속적인 과학 글쓰기 활동과 피드백은 학생들의 논증 수준을 향상시킴을 확인할 수 있었다. 6차시 동안의 논증적 글쓰기 결과 ‘주장’과 ‘이유’는 감소하였으며, ‘근거’, ‘반론수용’ 및 ‘반박’은 증가하는 형태로 나타났다. 특히 ‘이유’의 감소와 ‘근거’의 증가는 이유에 대한 근거의 사용 비율이 점차 증가하고 있음을 의미하며 이는 주장을 뒷받침함에 있어 주관적인 의견에만 의존하던 초기에 비해 객관적 사실 정보를 적극 활용하는 능력이 향상되고 있음을 보여준다.

또한 ‘반론수용’ 및 ‘반박’의 증가는 상대방의 반론에 대해 대비할 수 있음과 동시에 자신의 주장을 더욱 설득력 있게 만들어 나가는 보다 고차원적인 논증활동이 가능해졌다는 것을 의미한다.

넷째, 반구조화된 면담 결과 꾸준한 글쓰기와 지속적인 피드백, 그리고 과학 글쓰기 관련 수업이 학생들의 논증구조 발달에 긍정적인 영향을 끼친 것으로 나타났다. 또한 면담에 참여한 학생들은 과학 글쓰기 활동을 통해 자신의 주장을 논리적으로 전달할 수 있는 방법을 배울 수 있으며, 자신이 알고 있는 내용을 체계적으로 정리할 수 있고 이러한 과정에서 배운 내용을 복습하고 요약해 볼 수 있는 기회를 얻을 수 있다고 응답하였다. 따라서 과학과 교육목표 중 하나로 과학 글쓰기를 포함하여 관련 교수법 개발에 대한 관심을 가지고 지속적으로 교육이 이루어질 수 있도록 과학교육자들의 많은 노력이 필요할 것으로 판단된다.

이러한 연구 결과를 바탕으로 다음과 같은 제안을 하고자 한다.

첫째, 학생들의 과학 글쓰기와 논증요소 및 논증구조를 분석한 결과를 이용하여 교사들이 과학 글쓰기 수업을 진행할 때 어떠한 점을 고려해야 할지에 대한 연구가 필요하다. 이는 과학 글쓰기의 흐름과 그 내부에서 논증요소의 연결 고리를 파악해 학생들의 글쓰기 활동에서 보완되어야 할 부분에 대한 정보를 제공할 수 있기 때문이다.

둘째, 과학 글쓰기 활동을 진행하는데 있어 학생들의 성향을 고려한 글쓰기 전략과 관련된 연구가 필요하다. 이 연구의 결과를 고려해 볼 때, 학생들의 성향은 그들이 중요하게 생각하는 가치에 따라 교사가 직접·간접적으로 파악할 수 있다. 따라서 학생들의 성향을 고려하고, 그들의 부족한 부분을 보완해 줄 수 있는 방향으로 수업과 연구가 진행될 필요가 있다.

참고문헌

- 강경희, 2018, 예비 생물교사의 SSI(socio-scientific issue) 관련 글쓰기에 나타난 논증 구조 분석, 생물교육, 46(1), 55-62.
- 교육부, 2015, 과학과 교육과정, 교육부 고시 제2015-74호 [별책 9], 교육부.
- 구슬기, 박일우, 2010, 초등 과학 글쓰기 지도 전략의 개발 및 적용, 초등과학교육, 29(4), 427-440.
- 권순희, 2012, 생물교육에서의 논리 논술, 선정어문, 40, 303-335.

- 김영대, 2015, 초등학생 과학 논증 수준에 영향을 미치는 학습자 변인 경로분석, 한국교원대학교 석사학위논문.
- 김은정, 2020, 대학생의 글쓰기 능력 변화과정 추정을 위한 단기 종단 연구, 인문과학연구, 39, 57-82.
- 김정배, 2013, 논증적 글쓰기에서의 반문수용과 논증 구조의 문제, 열린정신 인문학연구, 14(2), 65-95.
- 김현미, 2014, 초중학생의 설득적 글에 반영된 논증 구조 및 논증 도식 연구, 한양대학교 박사학위논문.
- 남정희, 광경화, 장경화, Han, B., 2008, 논의를 강조한 탐구적 과학 글쓰기의 중학교 과학 수업에의 적용, 한국과학교육, 28(8), 922-936.
- 민병곤, 2001, 논증 이론의 현황과 국어 교육의 과제, 국어교육학연구, 12, 237-285.
- 박영신, 2006, 교실에서의 실질적 과학 탐구를 위한 과학적 논증기회에 대한 이론적 고찰, 한국지구과학회지, 27(4), 410-415.
- 박정은, 유은정, 이선경, 김찬중, 2009, 논증 구조 교육을 통한 고등학교 학생들의 과학 글쓰기 분석: 과학 글쓰기 장르에 따른 글쓰기 과제를 중심으로, 한국과학교육, 29(8), 824-847.
- 변정호, 이일선, 권용주, 2011, 학습 패러다임 분석을 통한 과학 학습의 구성요소와 과정에 대한 고찰, 중등교육연구, 59(2), 415-441.
- 서성교, 1999, 답화 연결사 ‘그러니까’에 관한 연구, 대한언어학회, 7(3), 379-398.
- 송윤미, 2012, 과학 글쓰기 평가 루브릭 개발, 한국교원대학교 박사학위 논문.
- 위수민, 윤지영, 임성만, 2014, 지구과학 관련 사회적문제 (socio-scientific issue)와 관련된 논증적 글쓰기를 통해 알아본 예비교사들의 논증 구조 발달 분석, 대한지구과학교육, 7(1), 1-23.
- 유병호, 2019, 지구과학 관련 사회적 쟁점(SSI)dp 관한 글쓰기의 논증 구조 분석, 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 정민이, 여성희, 2013, 2009 개정 고등학교 과학교과서의 과학 글쓰기 활동 분석: 글쓰기 유형, 형태, 과학적 소양, 비판적 사고를 중심으로, 한국생물교육, 41(1), 119-134.
- 천재훈, 손정우, 2004, 과학 글쓰기에 나타난 창의적 사고기능의 유형 분석: 중학교 과학교과서를 중심으로, 교육과정평가연구, 7(2), 285-304.
- 한신, 2020, 기후변화 문제와 관련된 논증적 글쓰기에 나타난 중등 과학 예비교사들의 논증 구조 유형 분석, 에너지기후변화교육, 10(1), 61-71.
- 한계준, 2013, 계절 변화 수업의 논증과정 및 논증적 담화 전략 분석, 한국교원대학교 박사학위 논문.
- 황신영, 2011, 과학 글쓰기 프로그램이 중학생들의 과학 창의성과 과학에 대한 태도에 미치는 영향, 이화여자대학교 석사학위논문.
- Bell, P., & Linn, M. C., 2000, Scientific arguments as learning artifacts: Designing for learning from the web with KIE, International Journal of Science Education, 2(8), 797-817.
- Elis. R. A., 2004, University student approaches to learning science through writing, International Journal of Science Education, 26(15), 1835-1853.
- Gunel, M., Hand, B., & McDermot, M. A., 2009, Writing for diferent audiences: Effects on high-schol students' conceptual understanding of biology, Learning and Instruction, 19(4), 354-367.
- Hand, B., 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, 131-149.
- Maloney, J., & Simon, S., 2006, Mapping children's discussions of evidence in science to assess collaboration and argumentation, International Journal of Science Education, 28(15), 1817-1841.
- Nunan, D., 1999, Second Language Teaching and Learning, Heinle & Heinle Publishers.
- O'Donnell, A. M., & King, A., 1998, Cognitive Perspectives on Peer Learning, Routledge.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S., 2004, Enhancing the quality of argumentation in school science, Journal of Research in Science Teaching, 41(10), 94-1020.
- Prain, V., & Hand, B., 1999, Students perceptions of writing for learning in secondary school science, Science Education, 83(2), 151-162.
- Prain, V., 2006, Learning from writing in secondary science: some theoretical and practical implications, International Journal of Science Education, 28, 179-201.
- Raimes, S. A., 1983, Techniques in Teaching Writing, Oxford University Press.
- Wellington, J. M., & Osborne, J., 2001, Language and Literacy in Science Education, Buckingham: Open University Press.
- Williams, J. M., & Colomb, G. G., 2007, The Craft of Argument, 3rd ed, New York: Longman.

2020년 12월 7일 접수
 2020년 12월 23일 수정완료 접수
 2020년 12월 26일 채택

한신, 고려대학교 겸임교수(Han, Shin; Adjunct Professor, Korea University).

김중한, 고려대학교 대학원생(Kim, Jung-Han; Master's Student, Korea University)

* 김형범, 충북대학교 부교수(Kim, Hyoungbum; Associate Professor, Chungbuk National University).