



논의 기반 탐구 과학수업에서 동료평가 활동이 고등학생의 논의에 미치는 영향

이선우, 박덕찬, 남정희*
부산대학교

Impact of Peer Assessment Activities on High School Student's Argumentation in Argument-Based Inquiry

Seonwoo Lee, Deokchan Bak, Jeonghee Nam*
Pusan National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 24 March 2015

Received in revised form

17 April 2015

6 June 2015

18 June 2015

Accepted 22 June 2015

Keywords:

peer assessment,
argumentation,
argument-based inquiry

ABSTRACT

This study focused on the use of peer assessment activities to investigate its the impact on students' argumentation skills in argument-based inquiry. The participants of the study were 106 10th grade students (four classes). Two classes were assigned to the experimental group, and the other two classes were assigned to the comparative group. The experimental group was taught argument-based inquiry through the application of peer assessment activities. The comparative group was taught argument-based inquiry without peer assessments. At the claim and evidence stage, students were asked to evaluate whether peers' claims fit with the evidence and whether peers' explanation of the evidences validity was sufficient. The quality of argumentation used in the students' writing was different in each group. According to the analysis of the summary writing test, the results showed that the experimental group had a significantly higher mean score than the comparative group in argumentation components, including evidence and warrant/backing. In addition, the experimental group used better multimodal representation including explanation of evidence than the comparative group. The findings showed that argument-based inquiry applying peer assessment activities had an effect on the argumentation skills in students' writing.

1. 서론

과학 교육은 학생들에게 자연계에 대한 과학적 설명을 만들고 이를 평가하며 과학 실습과 토론에 참여하는 기회를 제공하여 학생들이 탐구에 참여하는 것에 대한 중요성을 강조해 왔다(AAAS, 1993; NRC, 2007; Osborne & Dillon, 2008). 과학적 탐구 능력이란 학생들이 스스로 새로운 지식을 만들거나 능동적으로 지식을 재구성할 수 있는 능력을 말하는 것이며, 이는 과학교육의 중요한 목표이다(NRC, 2000). 이를 위해서 미국에서 발표한 A Framework for K-12 Science Education (NRC, 2012)과 Next Generation Science Standards(NRC, 2013)에서는 과학적 탐구에 대한 교육의 방향은 절차상의 단계로써 경험하는 탐구가 아니라, 증거를 평가하고 비판적으로 해석하면서 만들어진 모델, 설명, 논의를 개발하는 경험적인 탐구로 수정되기를 제안한다. 이러한 일련의 과정은 과학사회의 실재를 반영하고 있으므로 과학 교육 프로그램은 학생들의 과학적 소양을 발달시키기 위해 과학자들에 의해 지식이 어떻게 생성되고 정의되고, 평가되며, 과학자들이 탐구를 어떻게 적용하고 사용하는지를 학습자들이 이해할 수 있도록 설계되어야 한다(Driver, Newton, & Osborne, 2000; Duschl & Osborne, 2002).

과학자들은 지식에 대한 주장과 증거를 생성하는 과정에서 동료들

과 지속적인 논의를 통해 지식을 수정하고 정교화한다. 그러므로 설명을 지지하거나 논박하기 위한 증거와 이론을 조직할 수 있는 설득력 있고 확실한 논의 능력은 탐구 과정의 중요한 요소라 할 수 있다(Clark & Sampson, 2008; Driver, Newton & Osborne, 2000; Duschl & Osborne, 2002; Jimenez-Aleixandre, Rodriguez, & Duschl, 2000). 이처럼 과학적 의사소통 방식으로 논의활동이 주목받고 있으며 학생들이 이런 과정에 능숙해지려면 과학 담화에 능동적으로 참여해야 하고 과학적 주장과 증거를 평가하고 만들어낼 수 있어야 한다(Duschl, Schweingruber, & Shouse, 2007). 수업 및 학습 전략으로써의 논의는 과학 개념에 대한 학생들의 이해력을 향상시킬 뿐만 아니라(Sampson *et al.*, 2013; Tavares, Jiménez-Aleixandre, & Mortimer, 2010), 논의 과정을 통해 종합적이고 비판적인 사고력을 향상시킬 수 있다(Erduran & Jiménez-Aleixandre, 2007; Nam *et al.*, 2011; Osborne, Eduran, & Simmon, 2004; Philips & Norris, 1999; Yore, Bisanz, & Hand, 2003).

과학 학습에서 논의의 중요성을 고려할 때, 많은 연구 결과에서 학생들의 논의 기술을 개발할 필요성을 강조한다. 학생들의 성취를 강화하는 방법으로 과학적 증거와 논의가 수반된 그룹 활동의 기회를 제공하는 것이 있으며, 그 중 하나가 논의기반 탐구 과학수업이다. 논의 기반 탐구 과학수업은 탐구의 전 과정에서 논의와 쓰기를 강조하는 학습전략으로, 활동의 전 과정에서 학생들 사이의 논의에 의한 협상

* 교신저자 : 남정희 (jhn@pusan.ac.kr)
<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2015.35.3.0353>

과 합의 과정을 중요시하고 있다(Keys *et al.*, 1999; Jang, Nam, & Choi, 2012). 이러한 과정을 통해 합의에 의해 부정확한 생각을 수정할 수 있으며(Berland & Lee, 2012), 탐구 과정에 토론, 읽기, 글쓰기 활동을 통합함으로써 학생들이 탐구의 중심에서 과학 개념을 이해하는 데 도움을 줄 수 있다(Hand, Hohenshell, & Prain, 2007; Pooch *et al.*, 2007).

논의활동의 이러한 장점에도 불구하고 논의과정에서 모든 학생들이 논의에 동등하게 기여하지 않을 수 있으며(Kulatunga, Moog & Lewis, 2013), 학생들은 실제 활동에서 절차상의 특징에만 초점을 맞추거나(Alexopoulou & Driver, 1996; Driver, Newton, & Osborne, 2000), 다른 사람의 시각을 이해하거나 그들의 개인적인 관점을 수정하지 않고 동료들의 관점을 그대로 받아들이 수도 있다는 문제점이 제기되고 있다(Hsi & Hoadley, 1997). 또한, 교사들이 학습 내용을 다룰 시간적인 여유가 없어 논의 글쓰기에 많은 시간을 할애하지 못하거나(Fulwiler, 2008; Kelly, Regev, & Prothero, 2007; Kiuahara, Graham, & Hweken, 2009), 수업 중 학생들 간의 활발한 논의활동을 이끌어낼 수 있는 교사의 교육학적 기술이 부족하여(Kelly, Regev, & Prothero, 2007; Kwon & Nam, 2013) 논의에 참여할 수 있는 기회가 제한된다. 따라서 협력적 논의활동에 학생들의 참여를 높일 수 있는 교수 전략이 제공되어야 한다.

학습에서 학생들의 참여를 높이는 방법 중 하나는 평가 활동에 학생들을 참여시켜 평가를 학습의 일부분으로 통합시키는 것이다(Purchase, 2000; Rust, Price, & O'Donovan, 2003; Smyth, 2004). 이 중에서 동료평가 활동은 동료의 활동에 대해 등급을 정하거나 피드백을 제공하는 것을 의미하며(Boud & Falchikov, 2007), 동료평가 활동을 통해 평가자는 비판적인 사고능력을 증진시킬 수 있고 피평가자에게는 적절한 피드백을 제공할 수 있으므로 평가자와 피평가자의 학습을 모두 향상시킬 수 있다(Li, Liu, & Steckelberg, 2010; Liu *et al.*, 2001; Xiao & Lucking, 2008). 특히, 과학적 논의과정을 지원하기 위해 설계된 교수전략에서도 탐구 과정과 결과에 대해 평가하고 비판할 수 있는 기회를 학생들에게 제공함으로써 논의 능력을 향상시킬 수 있다(Driver, Newton, & Osborne, 2000; Duschl & Osborne, 2002; Kuhn & Reiser, 2006). 학생들은 동료에게 즉각적인 피드백을 제공하면서 논의의 질을 판단하는 능력을 향상시킬 수 있으며(Larson, Britt, & Kurby, 2009), 학습 내용에 대해 서로 의견을 교환하는 일련의 동료평가 활동을 통해 협력학습을 격려할 수 있다(Spiller, 2009). 즉, 동료평가 활동은 학습에서 학생들의 참여 문화를 촉진시키는 중요한 요소이다(Kollar & Fischer, 2012). 따라서 학생들이 학습 평가자가 되어 의견을 제기하고 학습의 질을 향상시키는 방법에 대해서 생각해볼 수 있는 지속적인 경험을 제공해야 한다.

이 연구에서는 학생들의 논의활동을 격려하기 위한 방법으로 논의 기반 탐구 과학수업에서 모둠의 주장과 증거 단계에 동료평가 활동을 추가하여 동료평가 활동이 학생들의 논의에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보는 것을 목적으로 하였다. 다른 모둠의 주장과 증거에 대한 적절성과 타당성을 평가해 봄으로써 논의의 질을 평가하는 경험을 학생에게 제공하였으며, 이 후 학생들의 글쓰기에 나타나는 논의를 논의의 구성과 증거 제시의 관점에서 분석하여 동료평가 활동의 효과를 알아보았다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

이 연구는 광역시에 위치한 인문계 고등학교 1학년 4개 학급의 학생 116명을 대상으로 하였다. 이 중 2개 학급 58명은 실험집단으로, 다른 2개 학급 58명은 비교집단으로 선정하였으며, 두 집단 모두 남학생으로 구성되었다. 두 집단 모두 2013년 7월부터 한 학기동안 5개 주제의 논의 기반 탐구 과학수업을 실시하였다. 실험집단에는 동료평가 활동을 적용한 논의 기반 탐구 과학수업을, 비교집단에서는 동료평가 활동을 적용하지 않은 논의 기반 탐구 과학수업을 실시하였다. 실험집단과 비교집단은 학기 초에 사전 요약 글쓰기를 통하여 두 집단의 동질성을 확인하였다.

2. 연구 참여자

연구에 참여한 교사는 인문계 고등학교에 재직 중인 교직 경력 8년의 교사로 사범대학에서 화학교육을 전공하였으며, 화학교육 전공 박사과정에 재학 중이었다. 또한 이 연구에 참여하기 전 2년의 논의 기반 탐구 수업 적용 경험을 가지고 있다.

3. 동료평가 활동을 적용한 논의 기반 탐구 과학수업(ABI)

논의 기반 탐구 과학수업(Argument-Based Inquiry, ABI)은 학생들의 과학적 탐구와 개념이해를 향상시키고 메타인지를 촉진하기 위해 논의와 글쓰기를 활용한 학습전략으로, Keys 등(1999)이 개발한 수업 전략인 탐구적 과학 글쓰기(Science Writing Heuristic, SWH) 수업을 우리나라의 교육실정에 맞게 재구성한 프로그램이다(Nam *et al.*, 2008). 이 프로그램은 의문 만들기, 실험설계 및 수행, 관찰, 주장과 증거, 읽기, 반성하기의 6단계로 구성되어 있다(Keys *et al.*, 1999; Nam *et al.*, 2008).

논의 기반 탐구 과학수업의 1단계는 의문 만들기로, 교사가 교수목표와 관련된 문제 상황을 제시하면 학생들은 개인 수준의 의문을 만들고 모둠별 논의를 거쳐 모둠별 의문을 만든 후 전체 학급 논의를 통해 학급의 의문을 형성한다. 2단계는 실험 설계 및 수행 단계로, 모둠별 논의를 통해 학급의 의문을 해결하기 위한 실험을 설계한 후 실험을 수행한다. 3단계는 관찰 단계로, 실험을 통해 관찰한 결과를 기록하고 수집한 자료를 그래프나 표로 변환하는 단계이다. 4단계는 주장과 증거 단계로, 실험 결과를 바탕으로 자신의 주장과 증거를 제시한 후 모둠별 논의를 거치면서 모둠의 주장과 증거를 작성하고 이를 칠판에 게시한 후 전체 논의를 거쳐 학급의 주장과 증거를 결정한다. 5단계는 읽기 단계로, 전문서적을 통해 얻은 지식을 자신의 생각과 비교하여 학습 내용을 정교화 하는 단계이다. 6단계는 반성 단계로, 수업을 통해 자신의 생각이 어떻게 달라졌는지를 생각해 보는 메타인지 과정이다. 이러한 전략에 따라 실험집단과 비교집단 모두 논의 기반 탐구 과학수업을 적용하였으며, 실험집단에는 주장과 증거단계에서 다른 모둠의 주장과 증거에 대한 적절성과 타당성을 평가하는 동료평가 활동을 추가하였다(Figure 1).

동료평가 활동은 ‘등급정하기’, ‘평가 근거 작성하기’, ‘피드백 제공

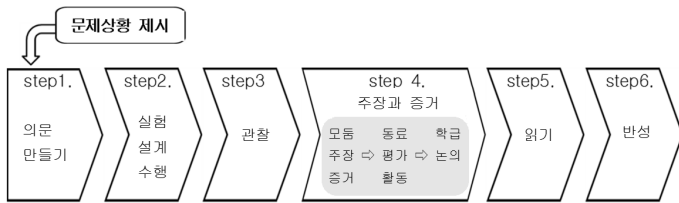


Figure 1. Argument-based inquiry applying peer assessment

하기'의 세 가지 과정으로 구성되어 있다. '등급정하기' 과정은 주장과 증거 단계에서 각 모둠의 주장과 증거 자료가 칠판에 게시되면 학급의 모든 학생들은 칠판에 게시된 다른 모둠의 주장과 증거 자료를 읽고 가장 우수한 모둠에는 빨간 스티커를, 가장 부족한 모둠에는 파란 스티커를 자료 위에 부착하며 등급을 정하는 과정을 말한다. 제한된 시간 안에 모든 모둠을 평가하기에는 무리가 있으며, 한 모둠만 평가한다면 칠판에 게시된 각 모둠의 모든 자료를 읽지 않을 수 있으므로 가장 우수한 모둠과 가장 부족한 모둠을 각각 하나씩 선정하도록 하였다. '평가 근거 작성하기' 과정은 자신이 선택한 모둠이 주장과 증거에 대한 적절성과 타당성 측면에서 왜 가장 우수하였고 가장 부족하다고 평가했는지에 대한 근거를 실험보고서에 작성하는 과정이다. '피드백 제공하기' 과정은 학급 논의과정에서 이루어지며, 실험결과를 바탕으로 작성한 주장과 증거에 대해서 한 모둠이 발표를 하면 자신의 모둠과 다른 점과 같은 의문사항에 대해 질의·응답하는 과정이다. 이 때 발표자들은 자신의 모둠을 가장 우수하다고거나 부족하다고 평정한 학생들에게 왜 그렇게 평가하였는지를 질문함으로써 동료들에게 피드백을 제공받는다. 이 연구에서는 동료평가 활동이 학생들의 논의에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실험집단에는 동료평가 단계를 포함한 논의 기반 탐구 과학수업을 적용하였으며, 비교집단에는 동료평가 단계를 제외한 논의 기반 탐구 과학수업을 적용하였다.

4. 논의 기반 탐구 과학수업(ABI) 활동의 주제 선정 및 적용

논의 기반 탐구 과학수업 활동을 적용하기 위하여 고등학교 1학년 학생들을 대상으로 총 5개의 프로그램을 개발하여 수업에 처치하였다. 개발된 5개의 프로그램 중 첫 번째는 논의 기반 탐구 과학수업에 대한 학생들의 친숙도를 높이기 위하여 사회·과학적 상황의 논의 기반 탐구 수업 프로그램을 개발하였으며, 최근 이슈화 되고 있는 '원자력 발전에 대한 찬반 토론'을 주제로 선정하였다. 다른 4개의 프로그램들은 교육과정과 연계하여 고등학교 '과학' 교과에서 배우는 주제인 '화학반응속도'와 '산화·환원반응'과 관련된 활동을 개발하였다. 1개 주제는 2-3차시로 구성하여 총 14차시의 수업으로 이루어졌으며, 수업은 일주일에 1차시씩 진행하였다. 개발된 프로그램 중 일부는 실험 수행 가능성에 따라 A유형과 B유형으로 나누어 개발하였다. A유형은 논의 기반 탐구 과학수업의 모든 단계를 수행하는 프로그램이고, B유형은 실험 설계 및 수행 단계를 생략하고 제시한 자료를 분석하여 의문을 해결하는 프로그램이다. '원자력 발전에 대한 찬반' 주제에서는 신문 기사 자료를 학생들에게 제공하여 분석하도록 하였으며, '철의 부식' 주제에 대해서는 철의 부식 과정이 장시간에 걸쳐 일어나는 반응으로 제한된 시간 안에 실험수행이 불가능하여 교사가 실험결과 사진과 동영상 자료를 제공하여 실험을 관찰하도록 하였다(Table 1).

Table 1. Topic of program for application of argument-based inquiry

Topic	Type	Period
원자력 발전에 대한 찬반	B	2시간
금속의 산화·환원반응	A	3시간
철의 부식	B	3시간
반응속도와 온도와의 관계	A	3시간
반응속도와 표면적과의 관계	A	3시간

개발된 프로그램은 과학교육 전문가 1명, 과학교육 박사과정 3명, 과학교육 석사과정 5명으로부터 타당도를 검증받았다. 실험집단에는 모둠의 주장과 증거에 대한 동료평가를 실시하였으며, 다른 모둠의 주장 및 증거의 적절성과 타당성을 평가하였다. 평가 방식은 서술형으로 작성하였으며, 평가내용은 학습지에 기록하였다.

5. 검사 도구

이 연구에서는 프로그램 처치 전과 후, 동료평가 활동을 적용한 논의 기반 탐구 과학수업이 학생들의 글쓰기에 나타나는 논의에 미치는 영향을 알아보기 위해 사전, 사후 검사로 요약 글쓰기 검사(Summary Writing Test)를 실시하였다. 요약 글쓰기 검사는 학생들의 학습목표와 과학 개념의 이해도, 논의능력, 글쓰기 능력의 향상을 확인하기 위해 Prain과 Hand(1996)가 제안한 모델을 바탕으로 개발되었다. 이 검사 도구는 특정 주제에 대한 내용을 설명하는 편지글이나 어린 아이들에게 설명하는 글, 저자에게 쓰는 편지, 여행안내서 등 여러 대상들에게 다양한 형태로 쓰는 것이다. 사전검사는 대상 학생 집단의 동질성을 검사하기 위해 실시하였으며, 사후 검사는 논의 기반 탐구 과학수업 프로그램의 효과를 검증하기 위해 실시하였다.

사전검사서 요약 글쓰기 검사는 논의 기반 탐구 과학수업 적용 전 학기인 2013년 1학기(고등학교 1학년 1학기)에 학습한 과학개념을 바탕으로 '화학반응'을 주제로 선정하였다. 사후검사에서는 이 연구에서 개발한 5개의 프로그램과 관련이 있는 주제인 '산화·환원반응과 화학반응속도'를 주제로 요약 글쓰기 검사를 실시하였다. 자유로운 형식의 글쓰기를 통해 자신의 생각을 이끌어내도록 하기 위해 편지글 형식으로 정하였으며, 과학 개념을 이해하여 자신의 언어로 설명하도록 유도하기 위해 학급의 친구를 대상으로 하여 글쓰기를 하도록 하였다.

6. 자료 분석

이 연구에서 실시한 요약 글쓰기 검사(Summary Writing Test)를 분석하기 위해 평가틀을 개발하였다. 요약 글쓰기 검사 평가틀은 이전 연구에서 개발된 요약 글쓰기 평가틀(Nam et al., 2008)을 수정하여 사용하였다. 평가틀은 'Big idea', '과학 개념', '논의', '수사적 구조'의 네 가지 항목으로 구성되어 있다. 'Big idea' 항목은 학습 목표에 대한 학생들의 이해를 평가하는 항목으로, 학생들이 요약 글쓰기의 주제와 관련된 과학 개념들을 통합적으로 제시하였는지를 평가하였다. 과학 개념은 'Big idea'를 설명하기 위해 필요한 과학 개념을 학생들이 이해하고 있는지를 평가하였다. '논의' 항목은 '논의 요소'와 '증거 제시 방법'의 세부항목으로 구성되어 있다. '논의 요소' 항목은 학생들이

과학 개념을 설명할 때 상대방을 이해시키기 위해 ‘주장’, ‘증거’, ‘보장/보강’과 같은 ‘논의 요소’를 사용해 주장을 구체적이고 논리적으로 전개하였는지를 평가하였다. ‘논의 요소’의 분석은 Toulmin(1958)의 논의과정 틀을 이용하였다. 이 틀에 따라 학생들이 작성한 요약 글쓰기에서 Big idea를 설명하기 위해 자신의 견해를 밝히거나 다른 사람의 지지를 얻기 위해 내세운 진술은 ‘주장’, 주장을 도출하기 위한 논거로써 사실, 예, 자료 또는 개인적인 견해는 ‘증거’로 코딩하였다. 그리고 제시된 증거가 주장을 정당화할 수 있는 정당한 이유를 제시하면 ‘보장’, 근거와 보장에 보다 자세한 설명을 제공하여 증거를 보충해주는 설명을 제시하면 ‘보강’으로 코딩하였으나, ‘보장’과 ‘보강’은 구분의 모호함이 있기 때문에 이 두 요소는 모두 ‘보장/보강’ 요소로 합산하여 나타내었다. 그리고 주장이 사실로 받아들여질 수 있는 정도 또는 한계를 제시하면 ‘한정’으로 코딩하였으며 각 요소는 제시된 빈도에 따라 점수를 부여하였다.

학생들은 자신들의 주장에 대해 적절하고 타당한 증거를 제시하기 위해 다양한 증거 제시 방법을 사용하므로(Hand et al., 2008; Kelly & Takao, 2002), 주장을 뒷받침하기 위한 증거들을 어떻게 표현해야 하는지에 대해서도 학습할 필요가 있다(Kelly & Chen, 1999; Osborne, 2002; Sandoval & Reiser, 2004). 증거를 제시하는 방법은 논의의 질에 대한 중요한 평가 요소가 될 수 있으므로(Nam et al., 2008), 타당하고 적절한 증거를 제시하기 위해 사용한 ‘증거 제시 방법’을 ‘논의’ 항목에 포함하였다. ‘증거 제시 방법’에 관한 세부요소에 대해서도 그림, 그래프, 도표, 수식, 예가 나타난 빈도에 따라 점수를 부여하였고, ‘논의’ 항목의 점수는 ‘논의 요소’ 점수와 ‘증거 제시 방법’ 점수를 합산하여 나타내었다. ‘수사적 구조’ 항목은 글쓰기가 대상에게 적합인지, 문맥이 논리적인지와 같은 학생들의 글쓰기 능력을 평가하는 항목으로, ‘편지 글 형식의 적합성’, ‘문맥의 논리성’, ‘대상의 적합성’에 대해 평가하였다.

모든 검사지와 평가들은 과학교육 전문가 1명과 과학교육 박사과정 3명으로부터 내용타당도를 검증받았다. 평가들의 타당도를 높이기 위해 분석자 2명이 무작위로 25명의 요약 글쓰기 검사를 채점한 후 협의 과정을 거쳐 분석틀을 수정하였다. 수정된 분석틀로 과학교육 박사과정 2명이 각각 채점하고 비교하면서 합의에 이를 때까지 지속적으로 협의하여 분석의 신뢰도를 높이고자 하였다. 이 연구에서 수집한 자료는 SPSS STATISTICS 20 통계패키지 프로그램을 사용하여 정량분석을 하였고, 공변량 분석(ANCOVA), *t*-test로 통계 처리하였다. 집단 간의 동질성을 확인하기 위해 실시한 사전 요약 글쓰기는 독립 표본 *t*-test를 통해 두 집단의 평균 차이를 검증하였다. 그리고 개발한 프로그램의 효과를 알아보기 위한 사후 요약 글쓰기의 결과는 두 집단 사이에 Big Idea, 과학 개념, 논의, 수사적 구조에 차이가 있는지 알아보기 위해 사전 요약 글쓰기 결과를 공변량(covariate)으로 하여 일원 공변량 분석(one-way ANCOVA)을 하였다.

III. 연구 결과

1. 동질성 검사 결과

논의 기반 탐구 과학수업에서 동료평가 활동을 적용한 집단과 적용하지 않은 집단 간의 동질성을 확인하기 위해 프로그램 처치 전에

Table 2. Analysis of pre-summary writing test

	Experimental		Comparative		<i>t</i>	<i>p</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
Big idea	1.64	2.546	2.33	2.685	1.420	.158
과학개념	1.21	0.913	1.17	0.939	-0.200	.841
논의	5.69	3.404	4.53	2.939	-1.956	.053
수사적 구조	4.17	1.808	3.41	2.310	-1.97	.051

p>.05 통계적으로 유의미한 차이 없음.

Table 3. Analysis of post-summary writing test

	Experimental		Comparative		<i>F</i>	<i>p</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
Big idea	16.97	6.577	19.31	7.749	2.581	.111
과학개념	7.90	3.463	8.52	3.526	.950	.332
논의	28.95	1.736	19.00	1.752	16.094	.000***
수사적 구조	9.41	2.878	9.14	2.905	.004	.95

****p*<.0001

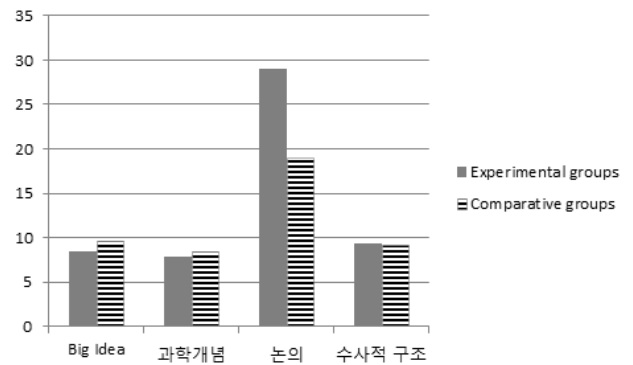


Figure 2. A comparison of the average in post-summary writing test

사전 요약 글쓰기 검사(Summary Writing Test)를 실시하였다. 사전 요약 글쓰기 검사에서 'Big idea', '과학 개념', '논의', '수사적 구조'의 네 가지 항목에 대한 평균 점수를 독립표본 *t*-test로 분석하여 검증하였다. 요약 글쓰기 검사의 세부 항목에서인 'Big idea'(*t*=1.420, *p*=.158), '과학 개념'(*t*=-0.200, *p*=.841), '논의'(*t*=-1.956, *p*=.053), '수사적 구조'(*t*=-1.97, *p*=.051)의 모든 항목에서 실험집단과 비교집단 사이에 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다(Table 2). 사전 요약 글쓰기에서 두 집단의 평균값이 유의미하게 차이가 나지 않아 동질집단으로 간주하였지만 평균값에 차이가 있었기 때문에 사전점수를 공변량으로 통제하여 일원 공변량 분석(one-way ANCOVA)을 통해 사후 검사 결과를 분석하였다.

2. 사후 요약 글쓰기 분석 결과

가. 사후 요약 글쓰기 전체 분석 결과

프로그램 처치 후 실험집단과 비교집단의 요약 글쓰기 검사(Summary Writing Test)에서 나타나는 'Big idea', '과학 개념', '논의', '수사적 구조'의 총점을 분석한 결과는 Table 3에 제시하였다. 사후 요약 글쓰기 검사의 항목별 분석 결과는 다음과 같다. 'Big idea' 항목은 학생들이 '산화·환원반응과 화학반응속도'에 대한 학습목표를 이해

하고 있는지를 평가하기 위한 것이다. 분석 결과 실험집단의 평균은 16.97점으로 비교집단의 평균 19.31점보다 낮았으나 통계적으로 유의미한 차이는 나타나지 않았다($F(1,104)=2.581, p>.05$). '과학 개념' 항목은 학생들이 '산화·환원반응과 화학반응속도'와 관련된 주요 개념과, 개념들 간의 연관성을 적절하게 설명하는가를 평가하기 위한 항목이다. 분석 결과 실험집단의 평균은 7.90점, 비교집단의 평균은 8.52점으로 비교집단의 점수가 더 높았지만 역시 통계적으로 유의미한 차이는 없는 것으로 나타났다($F(1,104)=.950, p>.05$). 논의 항목은 논의 요소를 활용해 주장을 구체적이고 논리적으로 전개하였는지를 평가하기 위한 것으로, 실험집단과 비교집단 간의 논의 요소와 증거제시 방법의 차이를 비교하여 분석하였다. 분석 결과, 실험집단의 평균이 28.95점, 비교집단의 평균이 19.00점으로 실험집단의 평균이 유의미하게 높게 나타났다($F(1,104)=16.094, p<.05$). 논의 기반 탐구 과학수업에서는 교사가 제시한 문제 상황에서 나의 의문을 만든 후에 협상을 통해 학습의 의문으로 발전시켜 나가며, 실험설계 및 수행 과정에서도 활발한 논의를 사용한다. 이는 실험집단과 비교집단에서 동일하게 수행한 과정이기 때문에 이 과정에서 논의 항목의 점수가 차이가 난 것으로는 볼 수 없다. 따라서 이러한 차이는 실험집단 학생들이 동료평가 활동에 참여하면서 논의에 참여할 기회를 얻었기 때문인 것으로 생각된다. '수사적 구조' 항목은 학생들이 작성한 글쓰기가 대상과 형식, 글의 흐름이 적절한지를 평가하는 영역이다. 분석 결과, 실험집단의 평균이 9.41점, 비교집단의 평균이 9.14점으로 근소하게 실험집단이 높았지만 유의미한 차이는 없는 것으로 나타났다($F(1,104)=.004, p>.05$).

나. 사후 요약 글쓰기에서의 논의 항목 분석 결과

실험집단과 비교집단 간의 논의의 차이는 사후 요약 글쓰기 검사 결과에서 나타난 두 집단 간의 논의과정 요소의 사용과 증거제시 방법의 차이를 비교 분석하여 평가하였다.

1) 사후 요약 글쓰기의 논의 요소 분석 결과

논의 항목에서 구체적으로 어떤 논의 요소에서 차이가 있었는지를 알아보기 위해 논의 요소의 하위 항목에 대한 검사 결과를 분석하였다 (Table 4).

논의의 요소 중 주장, 증거, 보장/보강의 세 가지 요소에 대한 두 집단 간의 평균을 비교해 보면, 주장에 대한 실험집단의 평균은 7.01점, 비교집단의 평균은 6.31점으로 실험집단이 비교집단보다 높았으나, 유의미한 차이는 없는 것으로 나타났다($F(1,104)=1.479, p>.05$). 하지만 증거에 대한 실험집단의 평균은 4.31점, 비교집단의 평균은 3.14점

Table 4. Analysis of argumentation components in post-summary writing test

	Experimental		Comparative		F	p
	M	SD	M	SD		
주장	7.01	.400	6.31	.403	1.479	.226
증거	4.31	.310	3.14	.313	6.997	.009*
보장/보강	7.27	.882	3.11	.889	10.986	.001*

* $p<.05$

으로 실험집단의 평균이 유의미하게 높은 것으로 나타났다($F(1,104)=6.997, p<.05$). 그리고 보장/보강에 대한 두 집단 간의 차이를 보면, 실험집단의 평균이 7.27점, 비교집단의 평균이 3.11점으로 실험집단의 평균이 유의미하게 높게 나타났다($F(1,104)=10.986, p<.05$).

아래의 사례들은 '산화·환원반응'에 대한 사후 요약 글쓰기 검사 (Summary Writing Test)에서 나타난 실험집단(사례1)과 비교집단(사례2)의 주장과 증거 및 보장/보강의 사례이다.

<사례1>

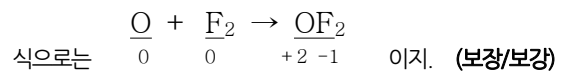
산화반응은 전자를 잃는 것이고, 환원반응은 전자를 얻게 되는 것이다.

(주장)

그럼 왜 이런 현상이 일어나느냐? 그 이유는 전기음성도로 설명할 수가 있지. 전기음성도는 전자를 끄는 정도, 즉 반응하는 힘으로 비교해. (증거) 전기음성도가 클수록 전자를 얻으려는 힘이 강해 산화시키는 것이고 작을수록 그 반대의 결과가 나오는 것이지. (보장/보강)

그렇게 돼서 전기음성도가 꽤 큰 산소, 작은 수소로도 거의 모든 산화·환원반응을 설명 가능해. (보장/보강)

하지만 물론 예외적인 경우도 있지. 플루오린은 전기음성도가 산소보다는 큰 원소라서 산소를 만나도 환원이 돼. (한정)



<사례2>

산화·환원반응은 어떤 물질이 산소, 전자, 산화수, 수소의 변화로 일어나는 반응이야. 산소를 얻고 수소가 분리되고 전자를 잃고 산화수가 증가하면 산화 반응이고, 산소를 잃고 수소가 결합하고 전자를 얻고 산화수가 감소하면 환원반응이야. (주장)

전자는 전기음성도와 관련이 있고, 산화수에 대해 설명하면 산화수는 원소는 산화수가 0, 이온은 그 이온의 전하와 같은 산화수, 수소는 +1, 산소는 -2 등을 이용해 산화수를 구해. (증거)

산화수가 증가하면 산화, 산화수가 감소하면 환원이라고 해. (주장)

위의 사례에서 나타나듯이 실험집단과 비교집단의 학생 모두 산화 환원에 대한 과학 개념은 산소의 이동, 수소의 이동, 전자의 이동, 산화수의 변화로 설명하고 있다. 하지만 <사례1>의 실험집단 학생은 전자를 잃는 것이 산화반응이고 전자를 얻는 것이 환원반응이라는 자신의 주장을 뒷받침할 수 있는 증거로 전기음성도의 개념을 설명하고 있으며, 증거에 대한 보장/보강 설명으로 전기음성도의 차이에 의해 전자가 이동하며, 이러한 전자의 이동에 따라 산소와의 결합이 산화이고, 수소와의 결합이 환원이라고 설명함으로써 산소의 이동, 수소의 이동, 전자의 이동으로 산화·환원을 정의하는 것이 같은 맥락임을 설명하고 있다. 또한, 산소가 전기음성도가 가장 큰 플루오린과 화학반응을 할 때에는 산소와 결합한 플루오린이 환원되는 것을 제시하면서 산소와의 결합이 산화가 아닌 사례를 제시하여 주장을 한정하고 있다. '한정' 요소는 요약 글쓰기 전반에서 잘 나타나지 않았으나, 실험집단에서

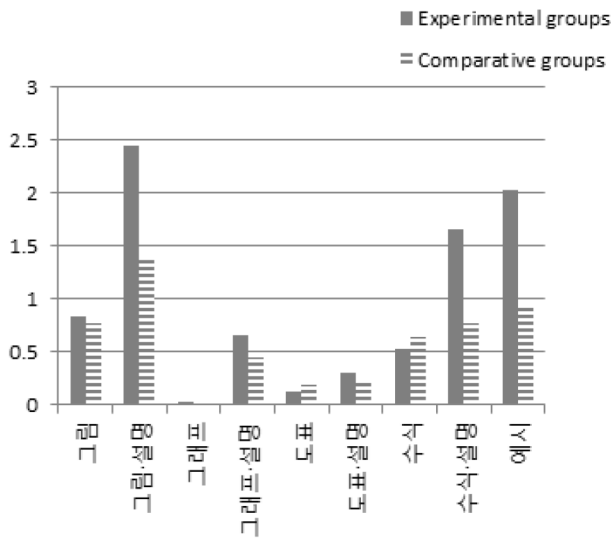


Figure 3. A comparison of the average about the way to provide evidence

이 요소가 나타난 것을 볼 수 있다. 하지만 <사례2>의 비교집단 학생의 글에서는 산화·환원반응이 전기음성도와 관련이 있다고만 언급하고 있으며, 전기음성도의 개념과 전자의 이동, 산화·환원반응의 정의에 대한 개념을 유기적으로 연결시키지 못하고 주장을 단순히 나열하는 경향을 보인다. 아래의 사례들은 ‘화학반응속도’에 대한 사후 요약 글 쓰기 검사(Summary Writing Test)에서 나타난 실험집단(사례3)과 비교집단(사례4, 5)의 주장과 증거 및 보장/보강의 사례이다.

<사례3>

반응속도는 온도, 반응물의 표면적, 농도에 비례해. 이게 무슨 말일까? 하나하나 설명해줄게. 아, 그리고 설명 읽는 동안 ‘충돌횟수’를 잘 생각하면서 읽어봐. **(주장)**

온도가 높으면 반응속도가 빨라진다는 말은 쉽게 말하면 여름에 음식을 밖에 놔두면 금방 상하잖아? 바로 그 이유야. **(증거)**

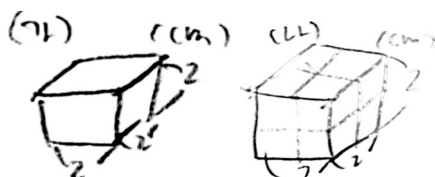
온도가 높으면 분자의 운동속도가 빨라지잖아. 운동속도가 빨라지면 충돌횟수가 증가하겠지? **(증거)**

...중략...

그럼 반응물의 표면적에 따라 반응속도는 어떻게 달라질까? 비타민 발포정을 갈아서 물에 탄 거랑 알약으로 물에 탄 실험말이야. 그 때 실험결과가 가루로 만들고 넣었을 때 반응이 훨씬 더 빨랐잖아. **(주장)**

왜일까? 이것도 충돌횟수 때문이야. **(증거)**

수확시간에 직사각형 기둥 겹넓이를 구할 때를 예를 들어 볼게. (가)와 (나)는 부피가 8cm³이지만 겹넓이는 (가)는 24cm², (나)는 48cm²이야. 이만큼 차이가 나잖아. **(증거)**



알약이랑 가루이랑 표면적(겹넓이)을 비교한다고 생각을 해봐. 아무리 생각해도 가루의 표면적이 훨씬 넓지? 따라서 여기서도 충돌횟수 즉, ‘유효충돌’이 더 많이 일어나서 반응이 빨리 일어나는 거야. **(보장/보강)**

그래서 밀가루공장에서 폭발사고가 일어나는 이유가 밀가루 입자가 매우

작아서 표면적이 넓으니까 평하고 터지는 거지. **(보장/보강)**

<사례3>의 실험집단 학생은 화학반응속도는 온도와 반응물의 표면적, 농도에 비례한다고 주장하고 있다. 반응속도와 온도가 비례한다는 주장에 대한 증거로 음식물이 여름철에 빨리 상하는 실생활의 예와 온도가 높을수록 분자들의 운동속도가 빨라지면서 충돌횟수가 증가한다는 두 가지의 증거를 제시하였다. 또한, 화학반응속도와 표면적과의 관계를 설명하기 위해 표면적에 따른 충돌횟수의 차이를 증거로 제시하고 있다. 그리고 실험에서 입자의 크기가 작을수록 표면적이 넓은 이유를 크기가 다른 육면체의 부피와 겹넓이를 수학적으로 계산하여 입자의 크기가 작을수록 표면적이 넓어진다는 설명을 또 다른 증거로 제시하였으며, 표면적이 넓어질수록 유효충돌횟수가 증가한다는 것과 밀가루공장에서 폭발사고가 일어나는 실생활의 예를 추가적으로 제시하면서 주장에 대한 증거를 보장/보강하였다.

<사례4>

온도가 올라갈수록, 표면적이 넓어질수록 농도가 진해질수록 반응속도가 빨라져. **(주장)**

그 이유는 화학반응이 일어나려면 유효충돌을 해야 하는데 온도가 높아지고, 표면적이 크고 농도가 진해지면 유효충돌을 많이 하기 때문에 반응속도가 빨라져. **(증거)**

<사례5>

이 반응이 일어나기 위해서는 활성화 에너지라는 것을 뛰어넘어야 해. **(주장)** 이것은 최소한의 반응이 일어나기 위한 에너지를 뜻해. **(증거)**

그리고 반응이 일어날 수 있는 방향으로 유효충돌이 일어나야 해. **(주장)** 반응속도에는 농도, 온도, 반응물의 크기 등이 영향을 줘. **(주장)**

농도가 높아지면 반응할 수 있는 양이 많아 유효충돌이 더 많아져 반응이 빠르게 일어나고 **(증거)**

온도는 분자의 운동이 활발하게 하고 **(증거)**

반응물의 크기가 작으면 표면적이 더 넓어져 반응을 더 빨리 할 수 있어. **(증거)**

하지만 비교집단의 학생들은 <사례4>와 <사례5>에서 나타나듯이, 반응속도가 온도, 농도, 표면적의 각각의 요인에 따라 어떻게 달라지는지에 대해 자세히 설명하지 못하고 있어 실험집단의 학생들보다 주장

Table 5. A comparison of the way to provide evidence in post-summary writing

	Experimental groups		Comparative groups		F	p
	M	SD	M	SD		
그림	.84	1.663	.78	1.590	.002	.968
그림·설명	2.45	3.858	1.40	2.828	2.052	.155
그래프	.03	.184	.03	.184	.000	1.000
그래프·설명	.66	1.470	.45	1.719	.486	.487
도표	.12	.329	.19	.476	.825	.366
도표·설명	.31	.821	.22	.727	.359	.550
수식	.53	.777	.64	.831	.541	.464
수식·설명	1.66	1.878	.78	1.439	8.175	.005*
예	2.03	2.248	.95	1.527	8.775	.004*

*p<.05

에 대한 증거 제시가 부족한 것으로 보인다. 이를 통해 동료평가 과정을 적용한 논의 기반 탐구 과학수업에서 학생들이 증거와 보장/보강을 제시하면서 자신의 주장을 논리적으로 뒷받침하는 논의능력이 향상되었음을 알 수 있다.

2) 사후 요약 글쓰기에서 증거 제시 방법에 대한 분석 결과

사후 요약 글쓰기에서 증거를 제시하는 방법에 대한 분석 결과로 실험집단과 비교집단 모두 증거를 제시 방법으로 단순히 그림, 그래프, 도표, 수식을 제시하기보다는 설명을 포함하여 그림, 그래프, 도표, 수식을 제시하는 비율이 높게 나타났다. 그리고 비교집단과 실험집단 사이 증거 제시 방법에서 그림, 설명을 포함하는 그림, 그래프, 설명을 포함하는 그래프, 도표, 설명을 포함하는 도표, 수식의 방법에서는 통계적으로 유의미한 차이가 없었으나($p>.05$), 설명을 포함하는 수식 ($F(1,104)=8.175, p<.05$)과 예($F(1,104)=8.775, p<.05$)에서 실험집단이 비교집단보다 유의미하게 높은 것으로 나타났다.

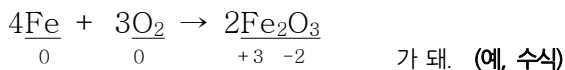
아래의 사례들은 '산화·환원반응'에 대한 사후 요약 글쓰기 검사에서 나타난 실험집단(사례6)과 비교집단(사례7)의 증거 제시 방법에 대한 사례이다.

<사례6>

물질이 산화되는지 환원되는지 아는 방법으로는 산화수를 계산하는 방법이 있어. 물질마다 전기음성도에 따라 산화수를 정하는데, 수소는 산화수가 +1, 산소는 -2로 하지. 그리고 원소의 산화수가 0이고, 화합물의 산화수의 합은 0이 되어 해.

예를 들어, Fe_2O_3 는 화합물이지? 그리고 아까 산소의 산화수는 -2라고 했으니까 Fe의 산화수를 구해보면, $2 \times (Fe \text{의 산화수}) + 3 \times (-2) = 0$ 이니까 Fe의 산화수는 +3이 되는 거야. (예)

그리고 Fe_2O_3 는 Fe와 O의 결합이고, 그 둘은 원소니까 다시 정리하면



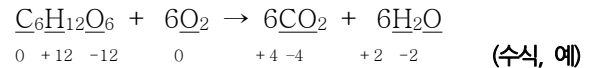
Fe의 산화수는 0에서 +3으로 커졌어. O는 0에서 -2로 작아졌어. (수식 설명) 산화수는 숫자가 커지면 산화고, 숫자가 작아지면 환원이야.

따라서 철은 산화되고 산소는 환원된다는 사실을 알 수 있어. (수식 설명)

<사례6>의 실험집단 학생은 산화수로 산화와 환원반응을 정의할 수 있다는 것을 주장으로 제시하며 산화수를 결정하는 규칙을 설명하고 있다. 그리고 이에 대한 증거로 산화철에서 산소와 철의 산화수를 결정하는 방법을 예로 제시하였으며, 산소와 철이 만나 산화철이 되는 화학반응식을 추가적인 예로 제시하여 각각의 원소의 산화수 변화를 설명하고 있다. 또한 산화수가 커지면 산화, 작아지면 환원이라는 주장을 제시하여 위의 산화철이 생성되는 화학반응식에서 철이 산화되고 산소가 환원된다는 것을 설명하고 있다.

<사례7>

산화수라는 것이 있는데 산화수는 원소가 전자를 공유할 때 각 원소가 갖는 전하를 의미해. 일반적으로 산소는 산화수가 -2이고, 수소는 +1이야. 산화수가 증가하면 산화고 감소하면 환원인데, 이것만 알면 방금 호흡의 화학반응식에서 어떤 원소가 산화되고 어떤 원소가 환원됐는지 알 수 있어.



여기서 산화된 것은 C이고, 환원된 것은 H야. (수식 설명)

<사례7>의 비교집단 학생은 <사례6>과 같이 산화수의 변화로 산화·환원반응을 설명할 수 있다는 것을 주장으로 제시하고 증거로 호흡의 화학반응식을 예로 제시하였으며 산화수의 변화에 따라 호흡에서 산화된 원소는 탄소이고 환원된 원소는 수소임을 언급하며 수식을 설명하고 있다. 하지만 수식에서 제시된 원소의 산화수를 결정짓는 규칙에 대한 설명이 없으며 탄소의 산화수와 수소의 산화수가 구체적으로 어떻게 변하였는지에 대한 자세한 설명을 제시하지 못하였다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 학생들의 논의활동을 격려하기 위해 논의 기반 탐구 과학수업에 동료평가 활동을 적용하였으며, 동료평가 활동을 적용한 실험집단과 적용하지 않은 비교집단 학생들의 요약 글쓰기에 나타나는 논의를 분석하여 프로그램의 효과를 알아보았다. 연구 결과, 요약 글쓰기에서 'Big idea', '과학 개념', '수사적 구조' 항목에서는 두 집단 간의 유의미한 차이가 없었으나($p>.05$), '논의' 항목에서 두 집단 간의 유의미한 차이가 나타났다($p<.05$). '논의'항목의 세부 항목인 '논의 요소' 사용 빈도를 분석한 결과, 주장 사용은 두 집단 간의 유의미한 차이를 보이지 않았으나($p>.05$), 증거와 보장/보강의 사용은 실험집단이 비교집단에 비해 유의미하게 높게 나타났다($p<.05$). 이러한 결과로 볼 때, 동료평가 활동이 학생들의 논의 능력 향상에 효과적임을 알 수 있다. 논의 기반 탐구 과학수업에서 모두의 주장과 증거를 완성한 이후 다른 모두의 주장과 증거에 대해 적절성과 타당성을 평가하는 동료평가 활동이 학생들을 논의 활동에 참여하도록 유도하였으며, 제한된 시간에 몇 명의 학생만 참여하는 전체 논의과정의 단점을 보완할 수 있었던 것으로 생각된다. 또한 이러한 평가활동을 통해 평가자는 다른 모두의 주장과 증거에 대한 타당한 평가 근거를 제시함으로써 자신의 생각을 명료화하고 주장을 정당화하며 지식을 재구성하는 기회를 갖고, 피평가자는 동료의 피드백을 통해 자신의 주장 및 증거, 내용에 대한 이해를 개선할 수 있는 기회를 가지게 되어 논의 능력이 향상되었다고 해석할 수 있다(Sampson *et al.*, 2013).

'논의'항목의 세부 항목인 '증거 제시 방법'의 사용 빈도를 분석한 결과, 실험집단과 비교집단에서 공통적으로 나타난 특징은 다음과 같다. 학생들은 자신의 주장에 대한 증거와 증거를 정당화하는 보장 및 보강을 제시할 때, 그림, 그래프, 도표, 수식, 예 등의 다양한 증거 제시 방법을 사용하였다. 그리고 증거로 그림, 그래프, 도표, 수식만을 제시하기 보다는 이에 대한 설명을 함께 제시하는 방법을 선호하였다. 이는 학생들이 증거를 제시하는 방법에 있어서 단순히 그림, 그래프, 도표, 수식만을 제시하는 것보다 이에 대한 설명을 함께 제시함으로써 상대방에게 자신의 생각에 대한 이해도를 높이려는 경향 나타난다(Nam, Lee, & Cho, 2011; Jang, Nam, & Choi, 2012; Cho & Nam, 2014)는 선행 연구와 일치하는 결과이다.

'증거 제시 방법'에서 설명을 포함하는 수식사용과 예시의 활용 빈도에서는 두 집단 간의 유의미한 차이가 나타났다. 실험집단 학생들은 주장에 대한 증거로서 설명을 포함하는 수식을 제시하는 빈도가 비교

집단보다 유의미하게 높게 나타났다($p < .05$). 수식사용은 두 집단 모두 산화·환원반응을 설명하기 위한 증거자료로 화학반응식을 많이 언급하였기 때문에 빈도수가 높게 나타났다. 하지만 비교집단 학생들은 단순히 화학반응식만 제시한 반면, 실험집단 학생들은 화학반응식에서 산화되는 물질과 환원되는 물질이 무엇인지를 설명하기 위해 산화수 변화와 전자의 이동 등의 다양한 추가적인 자료를 제시하여 수식에 대한 이해도를 높였다. 그리고 실험집단의 경우 수업시간에 경험한 실험 결과와 주변에서 접할 수 있는 실생활의 예, 화학반응식 등의 다양한 예시를 사용하였지만, 비교집단 학생들은 증거자료로 예시를 사용하는 빈도수가 실험집단에 비해 유의미하게 낮게 나타났다.

과학교육자들은 학생들이 과학 공동체에서 지식을 구성하기 위해 논의를 사용하는 방법과 과학에서 좋은 논의로 간주되는 것에 대한 기준을 배워야한다고 주장한다(Driver, Newton, & Osborne, 2000; Duschl & Osborne, 2002; Kuhn & Reiser, 2006). 동료평가 활동은 학생들에게 다른 모둠의 주장과 증거를 평가하는 기회를 경험하게 함으로써 좋은 논의의 기준을 학생 스스로 학습할 수 있는 기회를 제공하였으며, 이는 학생들의 글쓰기에서 증거와 보장/보강이 풍부한 논의를 이끌어낼 수 있도록 도와주는 역할을 하였다고 생각된다. 따라서 동료평가 활동을 적용한 논의 기반 탐구 과학수업이 학생들의 글쓰기에 나타난 논의 능력을 향상시킨 것으로 보인다.

이 연구를 통해 논의 기반 탐구 과학수업에서 동료평가 활동이 학생들의 논의의 질을 향상시키는 데에 효과적이라는 것을 알 수 있었으며, 동료평가 활동이 학생들의 논의의 질을 향상시키기 위한 스캐폴딩(Scaffolding) 도구로써 활용이 가능하다는 것을 확인하였다. 이에 후속 연구에서는 학생들의 인지과정 탐색을 통해 동료평가 활동이 학생들의 논의 능력 향상에 어떻게 영향을 미치는지에 대한 심층적인 연구가 필요하다고 본다.

국문요약

이 연구에서는, 과학적 논의에서 학생들의 참여를 향상시킬 수 있는 방법으로 논의 기반 탐구 과학수업에 동료평가 활동을 적용하였으며, 글쓰기에서 나타나는 학생들의 논의를 분석하여 프로그램의 효과를 알아보았다.

이 연구는 광역시의 과학중점고등학교 학생들을 대상으로 1학년 두 학급(58명)을 실험집단으로, 다른 두 학급(58명)을 비교집단으로 선정하여 총 5개의 주제를 적용하였다. 논의 기반 탐구 과학수업의 전략을 바탕으로 동료평가를 적용한 수업 프로그램을 개발하고, 학생들에게 프로그램을 적용한 후, 학생들의 글쓰기에서 나타나는 'Big idea', '과학 개념', '논의', '수사적 구조' 항목을 비교하였다. 실험집단 학생들은 동료평가 활동을 적용한 논의 기반 탐구 과학수업을 처치하였으며, 비교집단 학생들은 동료평가 활동을 적용하지 않은 논의 기반 탐구 과학수업을 처치하였다. 사전과 사후 요약 글쓰기 검사(Summary Writing Test)에서 나타난 'Big idea', '과학 개념', '논의', '수사적 구조'의 평균을 공변량 분석으로 비교한 결과, 논의 항목의 평균이 비교집단에 비해 실험집단이 통계적으로 유의미하게 높은 것으로 나타났다. '논의' 항목의 세부 요소에 대한 평균에서 증거와 보장/보강요소가 비교집단에 비해 실험집단에서 통계적으로 유의미하게 높았다. 이러한 결과로부터 동료평가 활동을 적용한 논의 기반 탐구 과학수업은

논의 능력의 발달에 있어서 기존의 논의 기반 탐구 과학수업 비해서 효과적임을 알 수 있었다. 동료평가 활동을 통해 지속적인 피드백을 받는 것이 논의와 글쓰기를 수행하는 학생들의 논의능력향상에 도움이 될 것으로 보이며, 동료평가 활동이 학생 논의의 스캐폴딩 도구로써 활용 가능성이 있다고 볼 수 있다.

주제어: 동료평가, 논의, 논의 기반 탐구 과학수업

References

- Alexopoulou, E., & Driver, R. (1996). Small-Group Discussion in Physics : Peer Interaction Modes in Pairs and Fours. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(10), 1099-1114.
- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
- Berland, L., & Lee, V. (2012). In pursuit of consensus: Disagreement and legitimization during small-group argumentation. *International Journal of Science Education*, 34(12), 1857-1882.
- Boud, D., & Falchikov, N. (2007). *Rethinking assessment in higher education*. London: Kogan Page.
- Cho, H., & Nam, J. (2014). The Impact of the Argument-based Modeling Strategy using Scientific Writing implemented in Middle School Science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(6), 583-592.
- Clark, D., & Sampson, V. (2008). Assessment of the ways students generate arguments in science education: Current perspectives and recommendations for future directions. *Science Education*, 92(3), 447-472.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-313.
- Duschl, R., & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38, 39-72.
- Duschl, R., Schweingruber, H., & Shouse, A. (Eds.). (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington, DC: National Academies Press.
- Erduran, S., & Jimenez-Aleixandre, M. (2007). Argumentation in science education: an overview. *Argumentation in Science Education*, 35, 3-27.
- Fulwiler, B. (2008). *Writing in science: How to scaffold instruction to support learning*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Hand, B., Choi, A., Greenbowe, T., Schroeder, J., & Bennett, W. (2008). Examining the impact of student use of multiple-mode representations in constructing science arguments. *annual international conference of National Association for Research in Science Teaching*, Baltimore, MD.
- Hand, B., Hohenshell, L., & Prain, V. (2007). Examining the effect of multiple writing tasks on Year 10 biology students' understandings of cell and molecular biology concepts. *Instructional Science*, 35, 343-373.
- Hsi, S., & Hoadley, C. (1997). Productive Discussion in Science: Gender Equity Through Electronic Discourse. *Journal of Science Education and Technology*, 6(1), 23-36.
- Jang, K., Nam, J., & Choi, A. (2012). The Effects of Argument-Based Inquiry Using the Science Writing Heuristic (SWH) Approach on Argument Structure in Students' Writing. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(7), 1099-1108.
- Jimenez-Aleixandre, M., Rodriguez, M., & Duschl, R. (2000). "Doing the lesson" or "doing science": Argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757-792.
- Kelly, G., & Chen, C. (1999). The sound of music: Constructing science as a sociocultural practice through oral and written discourse. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 883-915.
- Kelly, G., & Takao, A. (2002). Epistemic levels in argument: an analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. *Science Education*, 86(3), 314-342.

- Kelly, G., Regev, J., & Prothero, W. (2007). Analysis of lines of reasoning in written argumentation. *Argumentation in science education*, 35, 137-157.
- Keys, C., Hand, B., Prian, V., & Collins, S. (1999). Using the Science Writing Heuristic as a Tool for Learning from Laboratory Investigations in Secondary Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(10), 1065-1084.
- Kiuhara, S., Graham, S., & Hweken, L. (2009). Teaching writing to high school students: A national survey. *Journal of Educational Psychology*, 101(1), 136-160.
- Kollar, I. & Fischer F. (2012). Peer assessment as collaborative learning: a cognitive perspective. *Learning and Instruction*, 20(4), 344-348.
- Kuhn, L., & Reiser, B. (2006). Structuring activities to foster argumentative discourse. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, CA.
- Kulatunga, U., Moog, R., & Lewis, J. (2013). Argumentation and Participation Patterns in General Chemistry Peer-Led Sessions. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(10), 1207-1231.
- Kwon, J., & Nam, J. (2013). A Study on the Change of the Beginning Science Teachers' Beliefs About a Lesson and Teaching Practice in Argument-Based Inquiry Using Science Writing. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(7), 1329-1342.
- Larson, A., Britt, M., & Kurby, C. (2009). Improving students' evaluation of informal arguments. *Journal of Experimental Education*, 77(4), 339-366.
- Li, L., Liu, X., & Steckelberg, A. (2010). Assessor or assessee: How student learning improves by giving and receiving peer feedback. *British Journal of Educational Technology*, 41(3), 525-536.
- Liu, E., Lin, S., Chiu, C., & Yuan, S. (2001). Web-based peer review: The learner as both adapter and reviewer. *IEEE Transactions on Education*, 44(3), 246-251.
- Nam, J., Koh, M., Bak, D., Lim, J., Lee, D. & Choi, A. (2011). The Effects of Argumentation-based General Chemistry Laboratory on Preservice Science Teachers' Understanding of Chemistry Concepts and Writing. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 31(8), 1077-1091.
- Nam, J., Kwak, K., Jang, K., & Hand, B. (2008). The implementation of argumentation using Science Writing Heuristic (SWH) in Middle School Science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 28(8), 922-936.
- Nam, J., Lee, D., & Cho, H. (2011). The Impact of Argumentation-based General Chemistry Laboratory Programs on Multimodal Representation and Embeddedness in University Students' Science Writing. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 31(6), 931-941.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council. (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council. (2013). *The next generation science standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Osborne, J. (2002). Science without literacy: Aship without a sail? *Cambridge Journal of Education*, 32, 203-215.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe*. London: Nuffield Foundation.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simmon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.
- Phillips, L., & Norris, S. (1999). Interpreting popular reports of science: What happens when the readers' world meets the world on paper?. *International Journal of Science Education*, 21(3), 317-327.
- Poock, J., Burke, K., Greenbowe, T., & Hand, B. (2007). Using the science writing heuristic in the general chemistry laboratory to improve students academic performance. *Journal of Chemical Education*, 84, 1371-1378.
- Prain, V., & Hand, B. (1996). Writing for learning in secondary science: Rethinking practices. *Teaching and Teacher Education*, 28(3), 179-201.
- Purchase, H. (2000). Learning about interface design through peer assessment. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 27(4), 341-352.
- Rust, C., Price, M., & O'Donovan, B. (2003). Improving students' learning by developing their understanding of assessment criteria and processes. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 28(2), 147-164.
- Sampson, V., Enderle, P., Grooms, J., & Witte, S. (2013). Writing to Learn by Learning to Write During the School Science Laboratory: Helping Middle and High School Students Develop Argumentative Writing Skills as They Learn Core Ideas. *Science Education*, 97(5), 643-670.
- Sandoval, W., & Reiser, B. (2004). Explanation driven inquiry: Integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science Education*, 88(3), 345-372.
- Smyth, K. (2004). The benefits of students learning about critical evaluation rather than being summatively judged. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 29(3), 369-378.
- Spiller, D. (2009). *Assessment matters: Self assessment and peer assessment*. New Zealand: University of Waikato.
- Tavares, M., Jiménez-Aleixandre, M., & Mortimer, E. (2010). Articulation of conceptual knowledge and argumentation practices by high school students in evolution problems. *Science & Education*, 19(6-8), 573-598.
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Xiao, Y., & Lucking, R. (2008). The impact of two types of peer assessment on students' performance and satisfaction within a Wiki environment. *The Internet and Higher Education*, 11(3-4), 186-193.
- Yore, L., Bisanz, G., & Hand, B. (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.