

# 논의가 강조된 일반화학실험이 예비교사의 글쓰기 능력 및 화학개념 이해에 미치는 효과

남정희 · 고미례\* · 박덕찬 · 임재항 · 이동원 · <sup>1</sup>최애란

부산대학교 · <sup>1</sup>켄트주립대학교

## The Effects of Argumentation-based General Chemistry Laboratory on Preservice Science Teachers' Understanding of Chemistry Concepts and Writing

Nam, Jeonghee · Koh, Mirye \* · Bak, Deokchan · Lim, Jai-Hang · Lee, Dongwon · <sup>1</sup>Choi, Aeran

Pusan National University · <sup>1</sup>Kent State University

**Abstract:** The purpose of this study was to examine the effects of argumentation-based general chemistry laboratory on preservice science teachers' chemistry concepts understanding and writing. Five topics about argumentation-based general chemistry laboratory activities were developed using Science Writing Heuristic (SWH) approach. Summary Writing Test, and Chemistry Concepts Test were developed as tools to examine the effects of this approach. Both Argumentation-based general chemistry laboratory activities and traditional general chemistry laboratory activities were implemented for the experimental group (23 students), and traditional general chemistry laboratory activities were implemented for the comparative group (16 students). Results of this study indicated that there were significant differences in both groups' chemistry concepts understanding and summary writing. The experimental group showed significantly higher mean score than comparative group in chemistry concepts understanding and summary writing. In the analysis of the sub-component of Summary Writing, there were no significant difference between both groups in 'Big Idea.' However, the experimental group gained significantly higher mean score in 'argumentation,' 'understanding of science concepts,' and 'rhetoric structure.' The results showed that argumentation-based general chemistry laboratory programs were effective in achieving chemistry concepts understanding and writing in general chemistry laboratory.

**Key words:** argumentation-based general chemistry, Science Writing Heuristic (SWH), chemistry concept understanding, argumentation, writing

### I. 서론

과학기술의 급속한 발달과 인터넷망의 확충으로 지식과 정보의 양은 기하급수적으로 늘어나면서, 사람들이 많은 정보와 지식을 제한된 시간에 모두 습득하는 것은 불가능하게 되었다. 이런 상황에서 기존의 지식이 과거의 전유물로 바뀌는 주기 또한 가속화되어 사람들은 더 이상 지식의 단순 축적만으로는 주어진 과업을 완수하거나 시대적 문제를 해결하기가 어렵게 되었다. 따라서 현대 사회는 사람들에게 지식과 정보

를 비판적으로 분석하고 이를 재구성하여 새로운 지식을 만들 수 있는 창의성과 일상생활의 문제해결력, 의사결정능력을 요구하고 있으며 이러한 사회적 요구는 전 세계적으로 과학교육의 목적으로 강조되고 있다.

우리나라의 과학 교육과정에서도 과학교육의 궁극적인 목적으로 합리적인 의사결정을 내릴 수 있는 교양 있는 시민양성을 지속적으로 강조하여 왔다(교육부, 1997; 교육인적자원부, 2007). 그러나 최근의 학업성취도 국제비교연구(Program for International Student Assessment, PISA)에서 우리나라의 과학 영

\*교신저자: 고미례(komire@pusan.ac.kr)

\*\*2011.05.12(접수) 2011.07.27(1심통과) 2011.10.10(2심통과) 2011.12.07(최종통과)

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

역 성취도(주로 과학적 소양을 평가함)가 하락한 것으로 나타났다(이미경 등, 2007). 이에 따라 새롭게 개정된 2009개정 과학과 교육과정에서는 구체적인 과학적 소양의 함양과 창의성 교육을 강조하고 있으며, 또한 과학기술 시대가 요구하는 높은 수준의 창의성과 인성을 길러주기 위해서 융합 교육을 통한 진정한 창의 인성 교육을 추구하고 있다(2009, 교육과학기술부).

이처럼 미래 사회에서 과학적 소양을 갖는 시민을 양성하는 것이 과학교육의 중요한 목적이며(Harms & Yager, 1981; NSTA, 1982, 1990), 1980년대 이후부터 일관성 있게 강조되어 왔다(조정일, 1991). 과학적 소양은 상황과 목적에 맞게 지식을 활용할 수 있는 기본적 능력이며, 과학에 대해 최소한의 수준에서 지식으로 의사소통이 가능한 사람이 '과학적 소양이 있는 사람'이라고 한다(Hurd, 1958). 이러한 과학적 소양의 함양은 학생들에게 과학의 본성에 대한 이해의 계발을 통해 성취할 수 있으며, 또한 과학의 본성에 대한 폭넓은 이해는 민주주의 사회에서의 좋은 의사 결정자를 양성한다는 측면에서(Collette & Chiappetta, 1984; Driver *et al.*, 1996; Osborne *et al.*, 2003) 과학적 소양의 함양과 일맥상통한다.

과학의 본성을 잘 이해할 수 있는 핵심적인 활동 중의 하나가 논의(argument)이다. 논의는 과학의 본성에서 과학자들이 논쟁과 대립을 통해 과학개념을 협상하는 과정과 같은 지식확립의 체험을 하게 해준다. 사람들은 대화하는 동안 자신의 관점을 정당화하고, 방어하고, 공격하는 방법을 사용하여 그들의 문제를 해결하거나 다양한 목표를 달성한다(Eisenberg & Garvey, 1981; Schwarz & Glassner, 2003; Stein & Bernas, 1999; Stein & Miller, 1991). 이것은 자신의 주장을 정당화하기 위해 근거를 찾고, 다른 사람의 의견이 타당한지 판단하는 과정을 거치게 되기 때문이다. 이러한 과정은 논의의 일부분이라고 할 수 있으며, 과학교육에서는 학습자로 하여금 증거의 필요성을 인식시키고 합리적인 논의에 참여하게 함으로써(Munby, 1980; Norris, 1997) 과학개념을 이해하기 위한 이유를 만들고, 그들의 관점을 정당화하려고 노력하며 다른 의견들에 비판하고 대안을 발표하여, 결국에는 명확한 개념 이해를 하게 된다.

현대 민주주의 사회에서 학생들은 과학의 사회적 적용 그리고 사회적 의미부여와 관련된 논의를 분석하고 학생들 스스로 이에 대한 논의를 구성하는데 도

움이 되는 교육을 받는 것이 매우 중요하다(Dewey, 1916; European Commission, 1995). 학생들은 논의를 통해 자신이 가진 개념을 드러내고 자신의 개념을 정당화하기 위해 노력한다. 또한 다른 사람의 의견을 들으며 타당성을 판단하는 과정에서 개념에 대한 의미를 협상하고, 내면화하여 그 개념의 의미를 구성하는 능력을 기를 수 있다. 이러한 과정을 통해 학생들은 비판적이고 종합적인 사고력을 기를 수 있으며, 또한 과학개념에 대한 이해를 증진시킬 수 있다(Duschl *et al.*, 1999; Osborne *et al.*, 2004; Phillips & Norms, 1999; Yore *et al.*, 2003).

논의는 단순히 말로 하는 토론만을 의미하지 않으며, 사고와 글쓰기를 통한 개인적 활동과 협상적인 사회적 활동을 포함한다(Duschl & Ellenbogen, 2002). 따라서 논의과정 교수에 있어 중요한 요소 중 하나로 글쓰기가 강조되고 있다(Voss & Means, 1991). 글쓰기는 문제의 인식, 문제에 대한 자신의 생각과 해결 방안, 타당한 근거, 다른 사람의 의견에 대한 고려 등 종합적 사고가 요구되는 과정이다. 다시 말해서 글쓰기는 문제해결력과 창의적 사고력이 요구되는 과정이며, 이는 글쓰기 과정을 통해 문제해결력 및 창의적 사고력이 신장될 수 있음을 시사한다. 글쓰기는 개인이 자신을 둘러싼 세계를 해석하는 방식을 볼 수 있게 하고, 해석의 과정과 산물을 구체화하는 기능을 가지므로 말하기보다 더 좋은 학습의 형태이다.

그러므로 글쓰기는 학생들의 논의 기술을 향상시킬 뿐만 아니라 학습자의 능동적인 학습태도를 요구하고 어려운 과학개념에 친숙하게 접근하도록 도와주어 학습을 촉진시키고 정교화 하는데 도움을 주며, 의사소통과 사고력을 개발하기 위한 주된 수단으로 사용되어 왔다(Keys *et al.*, 1999; 이강남, 2007). 이러한 연구 결과들에서 밝혀진 글쓰기의 효과는 과학교육 연구자들로 하여금 글쓰기를 학습에 대한 이해를 평가하는 수단뿐만 아니라 과학을 학습하는 방법으로써 관심을 갖게 하였다(Connolly & Vilardi, 1989). 지금까지 학습의 도구로써 글쓰기에 대한 많은 연구가 진행되어 왔고 실제 과학교육 현장의 과학교육 관계자들은 글쓰기에 대한 관심은 높으나, 이를 교과적으로 적용할 수 있는 교수-학습 방법에 대한 안내가 부족하여 학교의 과학수업에서 토론이나 논의가 부족하다는 것을 여러 연구들을 통해서 밝혀지고 있다(Chinn & Malhotra, 2002; Driver *et al.*, 2000;

Hodson, 1998). 또한 교실 수업에 대한 최종 의사결정권자인 우리나라의 교사들도 논의 활동에 대한 필요성을 절대적으로 인식하고 있으며 교실에서의 논의 활동을 위한 다양한 주제와 논의 활동의 진행을 위한 자료를 필요로 하고 있는 실정이다(이효녕 등, 2009). 교사들의 이러한 인식이 실제 수업에서 드러나기 위해서는 논의 활동을 진행할 수 있는 교사의 자질과 자신감을 교사교육 과정에서 갖추도록 하는 노력이 필요하다고 생각된다. 그러므로 교사교육과정에서 예비교사를 대상으로 하는 논의 및 글쓰기 교육이 중요시점이며, 새로 개정된 교원자격검정령에서도 예비교사가 이수해야할 교직과목 22학점 중 ‘논리 및 논술에 관한 교육’을 명시하고 있다(교육과학기술부, 2011). 따라서 각 교사교육기관에서 ‘논리 및 논술’ 관련 교과목을 교과교육학 과목으로 개설하여 예비교사들이 이수하도록 지도하고 있다

위와 같은 연구의 필요성에 근거하여 이 연구에서는 논의와 글쓰기를 바탕으로 개발한 ‘논의가 강조된 일반화학실험 프로그램’을 예비 과학교사인 사범대학 1학년 학생들에게 적용한 후, 학생들의 글쓰기와 화학개념 이해에 미치는 효과를 알아보고 이 결과가 예비교사 교육에 시사하는 바를 알아보고자 하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

연구 대상은 일반화학실험(I)을 수강하는 광역시 소재 사범대학 과학교육학부에 재학 중인 2개 전공(화학교육, 물리교육) 1학년 남녀 대학생 39명을 선정하였다. 2개 전공 중 화학교육전공의 23명을 실험집단으로 편성하여 논의가 강조된 일반화학실험을 수행하였고, 물리교육전공 16명을 비교집단으로 편성하여 전통적 방식의 일반화학실험을 수행하였다(표 1). 이들은 연구 참여시 1학년 1학기에 재학 중이었으며, 동일한 교수로부터 같은 분반에서 <일반화학(I)>과 <일반물리학(I)> 과목을 이수하는 과정이었고, 대학 공통 교양과목 외에

전공과 관련된 다른 과목은 이수하지 않은 상태였다.

### 2. 논의가 강조된 일반화학실험 프로그램

논의가 강조된 일반화학실험 프로그램은 Keys 등(1999)이 개발한 SWH 전략을 바탕으로 개발하였다.

#### 1) Science Writing Heuristic (SWH)

일반적으로 과학실험수업의 목표는 과학적 현상과 과학적 과정을 경험하고 이해하는 것이다. 이러한 목표를 달성하기 위해서는 실험수업을 통해 학생들에게 자신들이 학습한 내용을 단지 검증하는 과정에 참여하게 하는 대신 지식을 재구성하는 기회를 제공해야 한다. 학생들이 능동적으로 과학지식을 구성하기 위하여(Bodmer, 1986; Shiland, 1999) 학생들 스스로 의문을 제기하고 이에 대한 자신의 주장을 결정하고 주장을 뒷받침하는 증거를 제공하는 일련의 과정에 의도적으로 참여해야 한다. 이 과정에서 학생들은 동료들과 협상을 통해 활동하면서 글쓰기를 하게 되고, 이러한 활동들은 실험수업에 관련된 이론에 대해서 깊이 생각하게 하는 역할을 한다. 학생들은 강의나 전통적인 실험수업 상황보다 상호작용이 활발한 과제 중심적 상황에 참여할 때 자신들의 학습목표에 좀 더 열중한다고 알려져 왔다(NRC, 2000). 편안한 분위기에서 진행되는 협동학습에서 학생들은 자신들의 추론을 언어화함으로써 자신들의 이해에 대해 협상을 하게 되며, 이 과정에서 자신들이 아는 것을 어떻게 알게 되었는지 설명하는 것이 가능해 지고 그 결과 학습 중인 개념을 새롭게 구성하게 된다(Cooper, 2005).

글쓰기는 언어학습에서와 마찬가지로 과학학습에서 중요한 요소이며(Halliday & Martin, 1993), 학생간의 논의와 개인별 글쓰기가 결합되었을 때 학생들은 목표개념에 대한 명확한 이해를 가지게 되고 이러한 개념들은 계속해서 파지된다(Rivard & Straw, 2000). 따라서 SWH는 실험과 같은 생산적인 활동에서 교사와 학생들을 안내하기 위한 도구로써, 논의와 글쓰기를 통해 학생들의 과학개념 형성과 과학 탐구

표 1  
연구 대상

	학년	프로그램	인원
실험집단	1	논의가 강조된 일반화학실험	23
비교집단	1	전통적 방식의 일반화학실험	16

를 돕고, 메타인지를 촉진시키는 학습 전략이다(Keys et al., 1999). 학습자는 지식을 개인적인 경험과 사회적 과정을 통해 형성하게 되는데(Driver & Oldham, 1986), SWH는 학생들에게 협상의 기회를 제공함으로써 학생들이 사회적인 환경 하에서 개념을 명확하게 이해할 수 있게 한다. SWH는 글쓰기 활동이 주된 요소이며, 글쓰기는 학생들이 개념을 구성하기 위한 틀로써 표준적 과학 지식, 인식론과 추론적 전략을 사용하게 하여 과학의 본성에 참여하게 하는 역할을 한다(Hand et al., 1999; Prain & Hand, 1996; Yore et al., 2003). 또한 글쓰기는 학생들에게 비판적으로 생각하게 하고 실험 데이터에 근거한 추론할 기회를 제공한다(Keys et al., 1999). 이처럼 SWH 프로그램은 학생들이 협동적인 탐구활동, 개념 이해에 대한 협상, 그리고 개인적인 글쓰기와 반성에 참여하도록 하고(Hand et al., 1999; Hohenshell, 2004), 이 과정에서 학생들은 자신들이 하고 있는 것과 그것을 하는 이유를 알게 하여 궁극적으로 개념에 이해력을 향상시키게 된다. 즉, SWH는 논의를 통해 문제 상황에 대하여 논리적 판단과 합리적 문제 해결 능력을 요구하는 전략이라 할 수 있다.

**2) 논의가 강조된 일반화학실험 프로그램**

화학실험에서의 SWH는 학생과 교사의 과학의 본성을 변화시키기 위한 탐구, 협동적 학습, 쓰기를 결합하는 교육적 기술이다(Burke et al., 2006). 논의가 강조된 일반화학실험 프로그램은 Keys 등(1999)이 개발한 SWH 전략을 바탕으로 개발하였고, SWH의 각 단계는 남정희 등(2008)의 연구에서 보고된 바와 같이 의문 만들기, 실험설계 및 수행, 관찰, 주장과 증거, 읽기, 반성의 6단계로 구성되어 있다.

**3) 논의가 강조된 일반화학실험 프로그램의 개발 및 적용**

논의가 강조된 일반화학실험 프로그램은 과학교육

전문가 1명, 과학교육 박사과정 3명, 과학교사 2명, 석사과정 2명이 공동으로 개발하였다. 일반화학실험에 논의의 상황을 잘 이끌어 낼 수 있는 5개의 주제를 선정하여 5개의 활동 프로그램을 개발하였으며(표 2), 각 프로그램의 단계는 전통적 방식의 일반화학실험 단계와는 차별된다(표 3).

**표 2**  
논의가 강조된 일반화학실험 주제

논의를 강조된 일반화학실험
산-염기 적정
제산제의 정량
크로마토그래피
엔탈피 측정
화학평형상수의 결정

이 연구에서 개발한 프로그램은 전통적 일반화학실험시간인 120분에 맞춰서 개발하였다. 개발한 5개의 활동프로그램 중 난이도가 높은 주제인 ‘엔탈피 측정’과 ‘화학평형상수의 결정’의 경우 대략적인 실험 과정을 함께 제시하였다.

일반화학실험(I)은 15주의 교육과정으로 구성된다. 실험집단에서는 5개 주제의 논의가 강조된 일반화학실험 프로그램과 전통적 방식의 일반화학실험을 병행하여 수행하였으며, 비교집단에서는 전통적 방식의 일반화학실험을 수행하였다.

전통적 방식의 일반화학실험의 경우 학생들은 실험 일주일 전에 제시된 실험주제에 맞게 실험목적 및 실험 원리와 방법을 찾아서 예비 보고서를 작성한다. 실험방법의 경우 실험서에 제시된 것과 거의 동일하며, 실험시간에는 조별로 실험을 하지만 모든 조가 동일한 방법으로 실험을 수행한다. 실험을 수행하면서 관찰한 사실이나 측정값을 기록하고, 주어진 식이나 정해진 절차에 따라 처리하여 결과 값을 얻게 된다. 다만, 결론과 토의는 자신의 생각대로 보고서에 적게 된다. 실험 시작 전에 실험원리에 대해 간단한 설명이 제시되고, 그 밖의 실험과정은 대부분 학생들 주도로 주어진 절차에 따라 진행된다.

**표 3**  
논의가 강조된 일반화학실험과 전통적 방식의 일반화학실험 단계 비교

논의가 강조된 일반화학실험 학생들	전통적 방식의 일반화학실험 보고서
의문제기	실험제목과 목적
실험과 관찰	실험방법
주장과 증거	데이터와 관찰
읽기	결론
반성	토의

#### 4) 검사 도구 및 평가틀 개발

이 연구에서는 2회의 사전 Summary Writing 검사지와 1회의 사후 Summary Writing 검사지, 그리고 이를 분석하기 위한 평가틀을 개발하였고, 학생들의 화학개념 이해 수준을 알아보기 위해 화학개념 이해 검사지를 개발하였다. 모든 검사지와 평가틀은 과학교육 전문가 1명과 과학교육 박사과정 3명으로부터 내용타당도를 검증 받았다.

##### ① Summary Writing 검사 도구

총 3회의 각각 다른 주제의 Summary Writing 검사지를 만들어 실시하였으며, 2회는 사전검사로, 1회는 사후검사로 사용하였다. 사전 Summary Writing을 2회로 구성한 것은 한 가지 주제만으로 동질성을 판단할 때의 오류를 피하기 위함이다. Summary Writing이란 일반적 단원 요약과는 다르게 여행안내서, 저자에게 쓰는 편지, 신문 기사, 어린 아이들에게 설명하는 글 등 다양한 형태와 대상에게 쓰는 것으로 단순히 자신의 의견을 표현하는 것에 그치지 않고 상대방을 이해시키기 위한 글쓰기이다. 이 연구에서는 학생들의 Big Idea(학습목표)와 주요 과학개념 이해, 논의, 글쓰기 능력의 정도를 알아보기 위해 Prain & Hand(1996)가 제안한 모델을 바탕으로 사전 검사를 위한 2개의 주제(산성비, 금속의 반응성)와 사후 검사를 위한 1개의 주제(산과 염기)로 Summary Writing 검사지를 개발하였다. 모두 편지(혹은 e-mail) 형식이었으며 고등학교에 재학 중인 동생(후배)에게 설명하는 상황으로 작성하도록 하였다.

##### ② Summary Writing 평가틀

학생들의 Big Idea, 과학개념 이해, 논의, 수사적 구조 분석을 위하여 Hand 등(2006)의 평가틀과 Toulmin(1958)의 논의과정 틀을 기초로 Summary Writing을 분석하기 위한 평가틀을 개발하였다.

##### ③ 화학개념 이해 검사 도구

학생들의 화학개념 이해의 수준을 알아보기 위해 일반화학실험의 전체과정에서 사용되는 개념을 이용한 문항을 개발하였다. '산과 염기의 적정', '제산제함량 분석', '크로마토그래피', '엔탈피 측정' 그리고 '화학평형상수의 결정'의 영역에서 각각 2문항씩 총 10문항을 만들어서 평가하였다.

#### 5) 자료 분석

이 연구에서 수집한 자료의 정량 분석은 SPSS WIN 14.0 통계패키지를 사용하였고, 사용한 통계처리 방법은 독립 표본 t-검증, 공변량분석(ANCOVA), 효과크기(effect size)이다. 실험집단과 비교집단의 Summary Writing 검사의 평균비교와 화학개념 이해 검사의 평균비교를 통해 프로그램의 효과를 알아보기 위해 독립 표본 t-검증을 하였고, 고등학교 화학 II 과목의 이수 효과를 검증하기 위해서 독립 표본 t-검증을 실시하였다. 또한 사전 Summary Writing 검사 결과 값을 통제하여 사후 Summary Writing 결과 값(종속변수)을 산출함으로써 프로그램(조작요소)의 효과를 알아보기 위해 공변량분석(ANCOVA)을 하였다. 효과크기(effect size)는 통계에서 두 변수 사이의 관계의 정도를 계산한 값으로, Cohen's *d*의 척도(Cohen's Standard) 값으로 정의할 수 있다(작다(small),  $d = .2$ , 중간(medium),  $d = .5$ , 크다(large),  $d = .8$ ). 이 연구에서는 검사 결과의 효과크기를 Cohen's *d*로 계산하여 나타내었으며(Cohen, 1988), 효과크기를 계산함으로써 독립 표본 t-검증, 공변량분석을 통한 프로그램 효과의 유무뿐만 아니라 프로그램 효과의 정도(strength)를 알아보았다.

### Ⅲ. 연구 결과 및 논의

논의가 강조된 일반화학실험 프로그램의 효과를 알아보기 위해 Summary Writing 평가틀을 이용하여 Big Idea, 과학개념 이해, 논의, 글쓰기의 수사적 구조로 나누어 세부적으로 분석하였고, 또한 화학개념 이해 검사와 고등학교 화학II 과목의 이수 여부에 따른 효과를 분석하였다.

#### 1. Summary Writing 검사 결과

Summary Writing 검사는 Big Idea, 과학개념 이해, 논의, 수사적 구조의 4개 영역으로 나누어 각 주제에 따라 개발된 분석틀을 이용하여 분석하였다.

##### 1) 사전 Summary Writing 검사 결과

사전 Summary Writing 검사 결과를 표 4에 나타내었다.

사전 Summary Writing 검사의 분석 결과, '산성

표 4  
실험집단과 비교집단의 사전 Summary Writing 세부 영역별 비교

		집단	N	M	SD	t
산성비	Big Idea	실험집단	23	8.91	5.21	.668
		비교집단	16	7.81	4.82	
	과학개념 이해	실험집단	23	4.96	2.23	1.718
		비교집단	16	3.75	2.27	
	논의	실험집단	23	8.30	2.32	1.331
		비교집단	16	6.94	3.86	
	수사적 구조	실험집단	23	8.52	3.15	.019
		비교집단	16	8.50	3.97	
계	실험집단	23	30.65	8.05	1.074	
	비교집단	16	27.00	11.82		
금속의 반응성	Big Idea	실험집단	23	4.57	3.34	-.895
		비교집단	16	5.63	4.03	
	과학개념 이해	실험집단	23	2.70	1.40	.280
		비교집단	16	2.56	1.55	
	논의	실험집단	23	7.48	2.48	2.294*
		비교집단	16	5.50	2.88	
	수사적 구조	실험집단	23	8.17	2.48	-.735
		비교집단	16	8.75	2.30	
계	실험집단	23	23.00	6.53	0.575	
	비교집단	16	21.63	8.41		

\* $p < .05$

비'에서는 모든 세부 영역에서 집단 간에 유의미한 차이가 나타나지 않았다. '금속의 반응성'에서는 Big Idea, 과학개념 이해, 수사적 구조에서는 집단간 유의미한 차이가 나타나지 않았지만, 논의 영역에서는 실험집단이 비교집단보다 유의미하게 높게 나타났다. 그러나 '산성비'와 '금속의 반응성' 모두 실험집단과 비교집단의 Summary Writing 총점 평균이 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다( $t = 1.074, p = .293$ ;  $t = .575, p = .569$ ). 따라서 두 집단은 동질집단임을 가정할 수 있다.

## 2) 사후 Summary Writing 검사 결과

사전 Summary Writing 검사 결과에서 실험집단과 비교집단 간에 유의미한 차이가 나타나지 않았으므로, 사후 Summary Writing 검사 결과를 독립 표본 t-검정으로 분석하였다(표 5).

사후 Summary Writing 총점 평균에서 실험집단 학생들이 비교집단 학생들보다 유의미하게 높은 점수가 나왔다( $t = 2.892, p < .01$ ). 그리고 두 집단 간의 효과크

기를 Cohen's  $d$ 로 계산한 값은 1.0으로 '크다'의 정도를 가지며, 이 연구에 적용한 프로그램이 Summary Writing에서는 '큰' 효과가 있음을 알 수 있다.

사후 Summary Writing의 세부 영역별 분석 결과는 다음과 같다.

### ① Big Idea

Big Idea는 산과 염기의 정의를 제시하고, 관련 개념을 잘 연관시킨 정도를 평가하는 영역으로, 0, 5, 10, 15점의 단계별 점수를 부여하여 분석하였다.

분석 결과(표 6), Big Idea 영역에서는 실험집단과 비교집단이 유의미한 차이를 보이지 않았다( $t = -.206, p = .838$ ). 이는 두 집단 학생들 대부분 산과 염기의 정의를 제시하였고, 추가적으로 산과 염기의 세기 비교, 중화반응, 실생활의 예 등을 한 가지 이상 제시하였기 때문인 것으로 나타났다. 이러한 결과를 보이는 이유를 살펴보면, 실험집단의 학생들은 실험수업 전에 단순히 실험주제에 대한 정보만을 알고 실험수업에 들어오는 반면, 비교집단의 학생들은 그 실험

**표 5**  
실험집단과 비교집단의 사후 Summary Writing 비교

주제	집단	N	M	SD	t
산과 염기	실험집단	23	46.09	11.26	2.892**
	비교집단	16	35.06	12.33	

\*\* $p < .01$

**표 6**  
사후 Summary Writing - Big Idea 비교

	집단	N	M	SD	t
Big Idea	실험집단	23	12.61	2.97	-.206
	비교집단	16	12.81	3.15	

\* $p < .05$

주제에 대한 예비리포트를 작성하여 실험수업 전날에 제출하게 된다. 비교집단 학생들은 이 과정에서 실험 제목과 실험주제를 작성하게 되는데, 이때 Big Idea 인 학습목표를 명확히 하는 과정을 거치게 된다. 실험 집단의 학생들은 학습목표를 미리 알지는 못하지만, 학생들과의 활발한 논의(협상의 과정)와 글쓰기를 통해 자신의 실험주제, 실험목표, 더 나아가서는 학습목표를 구체화, 명료화시키는 계기를 가짐으로써 Big Idea를 확립하기 때문에 Summary Writing에서 Big Idea를 인식하는 능력에서 두 집단 간의 유의미한 차이가 나지 않은 것으로 추측된다.

〈실험집단 학생의 사례〉

먼저, 산과 염기의 정의부터 알아볼게. 중학교 때부터 산에 대해서는 많이 듣고 배웠었지? H<sup>+</sup>를 내놓는 물질이라고 말이야 여기서 H<sup>+</sup>를 양성자라고 하고, 산을 '양성자 주게' 그리고 염기는 반대로 '양성자 받게' 라고 한단다.

(중략)

산과 염기가 반응하는 것을 중화반응이라고 해. 이 중화반응의 결과로 염과 물이 생성되면서 열도 발생 한단다.

(중략)

또, 중화반응을 이용한 응용 실험으로는 산·염기 적정 실험이 있단다. 미리 농도를 알고 있는 표준액으로 농도를 모르는 미지의 물질 농도를 알아내는 과정이다. 산 염기 적정 실험에는 약산, 강산, 약염기, 강염기의 종류에 따라서 조금씩 다른 여러 가지 실험방법이 있는데,

(중략)

이런 실험 때 중화점을 찾기 위해서, 지시약을 사용하기도 하는데, 그 지시약의 종류에는 페놀프탈레인, 메틸레드, 메틸오렌지가 있어.

(후략)

〈비교집단 학생의 사례〉

산과 염기는 산성과, 염기성의 성질을 말하는데, 산은 이온화해서 H<sup>+</sup>를 내놓는 물질이고 염기는 이온화하면 OH<sup>-</sup>를 내놓는 물질이야.

산은 보통 신맛이 나고 식초, 염산 등이 있는데 산성이 강할수록 이온화를 잘해서 용액중의 H<sup>+</sup>이온의 농도가 높아.

(중략)

산과 염기는 만나면 중화반응을 하게 되는데 산의 H<sup>+</sup>이온과 염기의 OH<sup>-</sup>이온이 만나서 물이 생기는 반응을 말하지. 중화반응이 일어날 때 물 말고도 염이 생성되는데, 산과 염기의 강도가 비슷하면 중성염이, 산이 더 강하면 산성염이, 염기가 더 강하면 염기성 염이 생긴단다.

(후략)

② 과학개념 이해

과학개념 이해는 학생들이 산과 염기에 관련된 주요한 개념을 얼마나 많이 제시하고, 개념들 간의 관계를 적절하게 설명하고 있는가를 평가하기 위한 영역이다.

분석 결과(표 7), 실험집단의 과학개념 이해 평균이 비교집단의 과학개념 이해 평균보다 유의미하게 높게 나왔다( $t = 3.767, p < .001$ ). 두 집단의 과학개념 이해 효과크기를 Cohen's  $d$ 로 계산하면 1.3으로 효과크기가 매우 '큰' 것으로 나타났다. 실험집단 학생들은

표 7

사후 Summary Writing - 과학개념 이해 비교

	집단	N	M	SD	t
과학개념 이해	실험집단	23	15.57	5.10	3.767***
	비교집단	16	9.81	4.02	

\*\*\* $p < .001$ 

대부분 산과 염기의 개념을 제시하였고, 추가로 지시약, 중화반응과 pH 등의 연관개념도 많이 제시한 반면, 비교집단 학생들은 산과 염기의 개념 제시까지는 했으나, 이와 관련된 개념의 제시가 상대적으로 빈약했거나 잘못된 개념을 제시하는 경우가 많았다. 이는 실험집단의 학생들이 프로그램을 통해 논의와 글쓰기를 함으로써 과학개념 이해가 잘 이루어진 것으로 생각된다.

실험집단 학생들은 동료와의 논의를 하며 자신의 주장을 정당화하기 위하여 근거를 찾고, 동료들의 의견을 경청하며 그에 대한 타당성을 판단하는 과정에서 새로운 의미를 협상하게 된다. 이 과정에서 자신들의 개념을 되돌아보며 과학적 개념과의 비교를 통해 새로운 개념을 구성하는 능력을 기를 수 있게 된 결과라고 할 수 있다(Osborne *et al.*, 2004; Yore *et al.*, 2003). 이는 교사가 단순히 개념을 제시하는 것보다는 개념이해에 도움이 된 것으로 보인다.

#### 〈실험집단 학생의 사례〉

일단 중학교 때 배운 산의 정의는 수용액 내에서  $H^+$ 를 내놓는 물질, 염기의 정의는 수용액 내에서  $OH^-$ 를 내놓는 물질이라고 배웠지? 하지만 고등학교 때는 산과 염기의 정의가 하나 더 있다. 산은  $H^+$ 를 주는 물질 염기는  $H^+$ 를 받는 물질로 정의하지.

예를들어  $H_2CO_3 + OH^- \rightarrow HCO_3^- + H_2O$ . 여기서  $H_2CO_3$ 는  $H^+$ 이온을  $OH^-$ 이온에게 주었으니까 산,  $OH^-$  이온은  $H^+$ 이온을 받았으니까 염기가 되겠지. 산과 염기에서 또 중요한 것은 산과 염기는 중화반응을 한다는 거야. 중화반응은 산과 염기가 반응해서 열을 방출하므로 발열반응이고 물이 생성된다. 또 물이 생성되므로 이온이적어 전기전도도가 가장작지. 특히 중화점을 찾는방법은 세가지가 있는게 온도, 전기전도도, 지시약이 있단다. 다음은 산·염기 적정에 대해 알아보자 산염기 적정은 농도를 알고있는 산(염기)로 농도를 모르는 염기(산)를 측정하는 거야. 여기서 강산, 강염기, 약산, 약염기에 대해 짚고 넘어가자 pH가 작을 수록 강산 클수록 염기인건 알지 pH7은 중성이구.

pH<7 산, pH>7 염기라는 것도 중학교 때 배웠지? (후략)

#### 〈비교집단 학생의 사례〉

산은 물에 녹아서  $H^+$  이온을 내는 물질이고 염기는 물에 녹아서  $OH^-$  이온을 내는 물질이야 (물에 잘녹는 염기는 알칼리라고해.)

강산, 강염기의 판단척도는 물에 잘 녹아서 이온이 ( $H^+$ ,  $OH^-$ ) 많이 녹아 나오는가? 란다 많이 나오면 강. 적으면 약이지 또 산과 염기의 한가지 특성은 중화반응을 한다는 점이다.

$XH + YOH \rightarrow HX + H_2O$  이렇게 물을 생성해 그리고 염기는 단백질을 녹이는 성질이 있고 산은 산화력이 대단히 위험해 그래서 직접 우리가 다룰때는 다치지 않도록 해야한단다.

### ③ 논의

논의 영역은 학생들이 자신들의 생각을 얼마나 논리적으로 전개하고 있는지를 평가하는 영역이다.

독립 표본 t-검증을 통해 분석한 결과(표 8), 실험집단의 논의 평균이 비교집단의 논의 평균보다 유의미하게 높은 것으로 나타났다( $t = 3.447, p < .001$ ). 사전 Summary Writing '금속의 반응성'에서 실험집단과 비교집단의 논의 점수 평균이 유의미한 차이를 나타냈기 때문에(표 4), 프로그램 적용으로 인한 효과만을 알아보기 위해, 사전 논의 점수를 공변량으로 하는 공변량분석(ANCOVA)을 수행하였다. 그 결과는 표 9와 표 10에서 보듯이, 실험집단의 조정된 논의 점수 평균이 비교집단의 조정된 논의 점수 평균보다 유의미하게 높게 나타났다( $F(1, 37) = 7.026, p < .05$ ).

두 집단 논의 효과크기를 Cohen's d로 계산하면 1.2로 효과크기가 매우 '큰' 것으로 나타났다. 이러한 '큰' 차이는 실험집단 학생들이 논의가 강조된 일반화학실험을 하면서 학생중심의 능동적인 활동을 하게 되었고, 논의에 참여할 기회를 많이 얻었기 때문인 것으로 생각된다. 의문 만들기 단계에서 학생들은 자신의 의문을 제안

표 8

사후 Summary Writing - 논의 비교

논의	집단	N	M	SD	t
	실험집단	23	10.00	4.03	
비교집단	16	5.94	2.91		

\*\*\* $p < .001$

표 9

사전, 사후 SW 논의 점수와 조정된 SW 논의 점수

	사전 SW 논의 <sup>a</sup>		사후 SW 논의		조정된 SW 논의	
	M	SD	M	SD	M	SE
실험집단	7.48	2.48	10.00	4.03	9.652	0.747
비교집단	5.50	2.88	5.94	2.91	6.438	0.907

SW: Summary Writing; SE: 표준오차(standard error)

a: 사전 Summary Writing 중에서 '금속의 반응성'의 논의 점수

표 10

사후 SW 논의 점수의 공변량 분석

변량원	제곱합	자유도	평균제곱	F
사전 SW 논의 <sup>a</sup>	47.864	1	47.864	3.942
프로그램 처치 <sup>b</sup>	85.300	1	85.300	7.026*
오차	437.073	36	12.141	
합계	3349.000	39		

\* $p < .05$

SW: Summary Writing

a: 사전 Summary Writing 중에서 '금속의 반응성'의 논의 점수

b: 논의가 강조된 일반화학실험 프로그램의 적용

하지만 다른 학생들과의 협상을 통해서 조의 의문, 학급의 의문으로 발전시켜 나가며 활발한 논의가 이루어진다. 또한 실험실계 과정에서 실험집단 학생들은 실험에서의 할 일을 결정하기 위해 계속적으로 논의를 사용하였다. 이러한 과정은 전통적인 일반화학실험과정에서는 이루어지지 않기 때문에 비교집단 학생들의 논의 영역 점수가 낮게 나타난 것으로 보인다.

논의 영역은 논의과정 요소와 증거 요소로 나눌 수가 있다. 논의과정 요소에서 실험집단과 비교집단은 모두 '주장', '근거' 요소만 사용했지만, 실험집단은 비교집단보다 더 많은 빈도를 사용하여 높은 점수를 얻었다는 것을 알 수 있다(그림 1). 실험집단의 학생들에게는 프로그램 적용 전에 논의과정 요소에 대한 설명과 이들의 적용 예시를 명확하게 제시하는 수업을 2회 진행했음에도 불구하고 '보장', '보강', '한정', '반증', '메타인지'의 요소들을 사용하지 않은 것으로 나타났다. 이는 논의 기술은 후기 청소년에서

어른에 이르는 시기에는 추가적 향상이 없다는 연구 결과(Kuhn, 1992; Means & Voss, 1996; Zohar & Nemet, 2002)와 동일하다. 증거 요소에서 실험집단 학생들은 '예, 비유', '그래프, 도표' 요소를 사용하였고, 비교집단 학생들은 '예, 비유', '그림' 요소를 사용하였지만, 실험집단 학생들이 더 많은 빈도를 나타

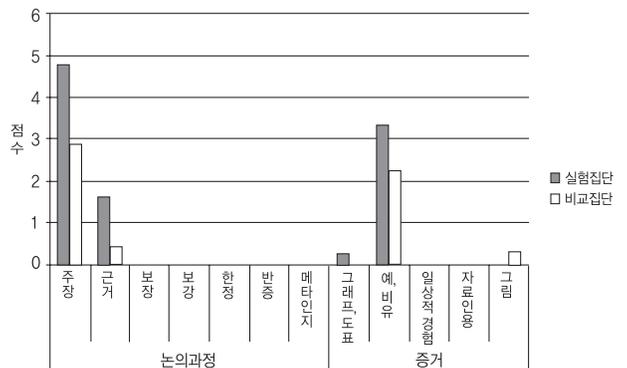


그림 1 사후 Summary Writing - 논의 요소별 비교

내어 높은 점수를 얻었다는 것을 알 수 있다(그림 1). 이러한 차이를 나타내는 이유는 SWH프로그램의 주장과 근거 제시 단계에서 학생들이 실험을 통해 얻은 자료를 바탕으로 주장을 제기하는 과정에서 실험 자료를 도표화하고 자료를 통해 알게 된 경향성을 주장에 대한 증거로 제시하기 위하여 그래프를 그리는 활동을 반복한 결과라 생각된다. 또한 학생들이 교실 상황에서 자주 사용하는 예, 도표, 그래프, 식(equation)과 같은 증거요소는 사용했지만, 생활 속에서 접하는 '일상적 경험', '인용'과 같은 증거요소를 제시하지 못했다는 것은 학생들이 과학과 생활을 분리하여 생각하고 있다는 것을 추측할 수 있다.

#### 〈실험집단 학생의 사례〉

산이나 염기 각각은 세기에 따라 이온화되는 정도도 다른데

각각의 이온화 상수를 보면  $HF_{(aq)} \rightarrow H^+_{(aq)} + A^-_{(aq)}$

$$\text{이온화 상수} = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

강산일때는 이온화가 많이되므로 분자가 커지고 분모가 작아져서 이온화 상수가 크고, 약산일때는 이온화가 적게 되어서 분자가 작아지고 분모가 커져서 이온화 상수가 작습니다.

#### 〈비교집단 학생의 사례〉

산이란 수용액 속에서  $H^+$  이온을 내놓는 물질이야. 수용액 속에서는 이온화 되어서  $H^+$  이온과 다른 음이온으로 수용액 속을 똥똥 떠다니게 되고

#### ④ 수사적 구조

수사적 구조는 학생들이 작성한 Summary Writing이 글의 형식과 대상, 흐름에 맞는지를 평가하는 영역이다.

분석 결과(표 11), 실험집단의 수사적 구조 점수 평균이 비교집단의 수사적 구조 점수 평균보다 유의미하게 높게 나타났다( $t = 2.446, p < .05$ ). 두 집단 평균의 효과크기를 Cohen's  $d$ 로 계산하면 .8로 프로그램이 수사적 구조에 '큰' 효과를 미친다는 것을 알 수 있다. 이 연구의 수사적 구조 영역에서는 편지형식(이메일)을 요구하였으며, 여기에는 읽는 사람, 인사말, 대화체 문장, 끝인사, 보내는 사람 등의 형식을 취하

고 있어야 한다. 실험집단 학생들의 경우, 이러한 요소를 잘 갖추고 있고 글의 흐름이 자연스러운 반면, 비교집단 학생들의 경우, 편지의 형식을 거의 갖추지 않았고 대상에 대한 배려가 없었으며, 또한 대화체 문장을 사용하지 않는 것으로 나타났다.

#### 〈실험집단 학생의 사례〉

동생아 안녕?

편지를 통해서 자세하게 산과 염기에 대해 설명하기가 어려우니까 간단하게 설명을 하도록 할게. 먼저 산과 염기에 대한 정의들은 너도 수업시간에 배워서 알고 있겠지?

(중략)

산은  $H^+$ 이온을 내어 놓는 정도에 따라 강한 산과 약한 산으로 구분 할 수 있는데 염기도 이와 마찬가지로. 강한 산 일수록 수용액에서  $H^+$ 이온을 많이 내어 놓고 pH도 낮게 나타나지.

(중략)

그럼 기말고사 공부 열심히 하고, 다음에 부산 내려 가면 보자. 형은 이제 방학이란다.

- 사랑하는 형, 동원이가 -

#### 〈비교집단 학생의 사례〉

산은 이온화하며  $H^+$ 을 방출하는 물질이고 염기는 이온화하여  $OH^-$ 를 방출하는 물질입니다. 이들은 이온화하는 정도에 따라서 강, 약이 정해지는데 이온화가 잘 되어서  $H^+$ ,  $OH^-$ 이 많이 방출되면 강산, 강염기라 하고 이온화가 잘 안 돼서  $H^+$ ,  $OH^-$ 가 적게 방출되면 약산, 약염기라고 합니다.

(중략)

여기서 산인 HCl과 염기인 NaOH가 반응하여 NaCl이라는 염과  $H_2O$ 를 생성합니다.

## 2. 화학개념 이해 검사 결과

화학개념 이해 검사를 통해 학생들이 학습 내용에 관련된 화학개념을 어느 정도 이해하는 지를 평가하였다.

분석 결과(표 12), 실험집단의 화학개념 이해 평균이 비교집단의 화학개념 이해 평균보다 유의미하게 높게 나타났다( $t = 2.438, p < .05$ ). 학생들에게 평가한 화학개념은 '산과 염기의 적정', '제산제 함량 분

표 11

사후 Summary Writing - 수사적 구조 비교

	집단	N	M	SD	t
수사적 구조	실험집단	23	8.43	2.17	2.446*
	비교집단	16	6.25	3.42	

\* $p < .05$

석', '크로마토그래피', '엔탈피 측정', '화학평형상수의 결정'의 5개 영역이었다. 실험집단 학생들의 경우 5개 영역에서 고르게 높은 점수를 얻은 반면, 비교집단은 크로마토그래피와 엔탈피 측정에서 낮은 점수를 받은 학생들이 많았다.

두 집단의 화학개념 이해 효과크기를 Cohen's  $d$ 로 계산하면 .8로 효과크기가 '큰' 것으로 나타났다. 그러므로 이 연구에 적용한 프로그램이 학생들의 화학개념 이해에 효과가 있다는 것을 알 수 있다. 과학글쓰기는 개념을 명확히 이해하는데 효과적이다 (Hohenshell & Hand, 2006; Burke *et al.*, 2006). 이는 학생들이 활발한 논의와 글쓰기를 통해 내적으로 개념을 확립하면서, 사회적으로 의미를 협상하기 때문이다. 따라서 실험집단이 비교집단보다 이 프로그램을 통해 논의와 글쓰기를 활발히 함으로써 화학개념 이해가 수월했을 것으로 생각된다.

### 3. 고등학교 화학 II 과목 이수 효과 분석 결과

사후 Summary Writing 검사에서 실험집단과 비교집단이 유의미한 차이를 보였지만, 이 결과가 이 연구에서 적용한 프로그램의 효과 때문인지 아니면 고등학교 화학II 과목의 이수 효과 때문인지를 알아보았다. 아래의 결과는 실험집단 23명 중 1명의 학생이 화학 II 이수에 관한 설문문항에 답을 하지 않아 이 학생을 제외한 22명에 대한 분석결과이다.

독립 표본  $t$ -검증을 통해 분석한 결과(표 13), 실험집단 내에서 고등학교 화학II 과목의 이수 여부에 따라 사전 Summary Writing 뿐만 아니라 사후 Summary Writing 및 사후 화학개념 이해 검사 결

표 12

화학개념 이해 검사 결과 비교

	집단	N	M	SD	t
화학개념 이해	실험집단	23	47.26	5.48	2.438*
	비교집단	16	40.56	9.99	

\* $p < .05$

과 모두 유의미한 차이를 보이지 않았다( $p > .05$ , 표 13). 또한 비교집단 내에서의 고등학교 화학II 과목의 이수 효과에 대한 분석을 해 본 결과도 마찬가지로 유의미한 차이를 보이지 않았다( $p > .05$ ). 이러한 결과를 통해 고등학교 화학II 과목의 이수 효과가 사전 Summary Writing 뿐만 아니라, 사후 Summary Writing의 결과와 사후 화학개념 이해 검사 결과에 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있었다.

## IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 대학생들의 일반화학실험 수업에 논의가 강조된 일반화학실험 프로그램을 적용하여 예비교사들의 글쓰기와 화학개념 이해에 미치는 효과를 알아보았다. 사범대학 1학년에 재학 중인 과학교육학부 대학생을 선정하여 두 집단으로 나누어 프로그램 적용 전에 사전 Summary Writing 검사를 통해 실험집단과 비교집단의 동질성을 검사하였으며, 프로그램 처치 후에 사후 Summary Writing 검사와 화학개념 이해 검사로 프로그램의 효과를 검증하였다.

연구 결과, 논의가 강조된 일반화학실험 프로그램은 요약 글쓰기의 분석 결과에 근거해 볼 때 예비교사들의 화학개념 이해, 논의, 수사적 구조에 효과적이었다. 논의가 강조된 일반화학실험 프로그램은 일반화학실험에 논의와 글쓰기를 강조한 학습전략이다. 논의는 과학학습에서 학생들이 개념 이해를 사회적 체제하에서(학생과 학생 사이 혹은 학생과 교사 사이의 상호작용) 협상을 통해 구성하게 하며, 협상은 토론과 글을 읽고 쓰는 과정을 통해 이루어진다(Keys *et al.*, 1999). 또한 글쓰기는 실험 과정 중 자신의 사고에 대

한 이해를 돕고 상대방과의 의사소통을 가능하게 하고, 실험 결과의 의미를 비판적이고 논리적으로 생각할 기회를 제공해주기 때문에 논의와 글쓰기를 통한 학습전략은 학생들의 과학개념 이해의 향상에 영향을 주었다. 실험집단 학생들은 교사가 제시한 상황에 대한 의문을 만들고 이에 대한 실험을 한 후 결과 값을 바탕으로 주장을 하게 된다. 이러한 과정은 혼자서 수행하는 것이 아니라 조원과 협상하며, 다시 전공 내 동료와의 협상을 통해 이루어진다. 이 과정에서 학생들은 논의과정에 참여하게 되고, 학생들의 논리적 비판적 사고과정을 돕게 된다. 학생들은 논의의 과정을

말과 생각으로만 끝내지 않고 글로 작성함으로써 과학개념을 내면화하였으며, 그 과정에서 논의요소를 사용함으로써 자연스러운 논의과정을 경험하였다. 또한 이 연구에서 적용한 프로그램은 논의요소와 증거요소를 사용하게 함으로써 글의 논리성을 키워주며, 글을 쓰는 대상과 형식에 맞게 쓰도록 함으로써 자신의 언어를 대상을 고려한 언어로 바꾸는 과정을 통해 자신의 생각을 되돌아볼 계기를 갖게 해주어 수사적 구조에 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

논의가 강조된 일반화학실험 프로그램은 학생들의 화학개념 이해에 효과적이었다. 실험집단과 비교집단의

**표 13**  
실험집단의 고등학교 화학 II 과목 이수에 따른 결과 비교

세부항목		이수상태	N	M	SD	t
	화학개념 이해 검사	이수안함	7	46.00	4.73	-0.704
		이수함	15	47.67	6.01	
산성비	Big Idea	이수안함	7	7.14	7.56	-0.831
		이수함	15	9.67	4.00	
	과학개념 이해	이수안함	7	4.71	2.81	-0.575
		이수함	15	5.40	2.10	
	논의	이수안함	7	8.43	3.10	0.228
		이수함	15	8.13	2.13	
	수사적 구조	이수안함	7	8.29	2.43	0.015
		이수함	15	8.27	3.45	
	총점	이수안함	7	28.57	8.83	-0.736
		이수함	15	31.47	8.08	
금속의 반응성	Big Idea	이수안함	7	5.71	3.45	1.092
		이수함	15	4.00	3.38	
	과학개념 이해	이수안함	7	2.57	1.27	-0.154
		이수함	15	2.67	1.50	
	논의	이수안함	7	7.43	2.07	0.027
		이수함	15	7.40	2.77	
	수사적 구조	이수안함	7	9.14	2.80	1.154
		이수함	15	7.73	2.38	
	총점	이수안함	7	25.14	5.61	1.200
		이수함	15	21.80	7.00	
산과 염기	Big Idea	이수안함	7	12.14	2.67	-0.660
		이수함	15	13.00	3.16	
	과학개념 이해	이수안함	7	15.14	5.11	-0.304
		이수함	15	15.87	5.41	
	논의	이수안함	7	8.71	3.68	-0.985
		이수함	15	10.47	4.29	
	글쓰기	이수안함	7	8.29	1.80	-0.418
		이수함	15	8.67	2.35	
	총점	이수안함	7	44.29	10.73	-0.569
		이수함	15	47.20	12.08	

\* $p < .05$

학생들은 동일한 주제의 화학실험을 수행하지만 실험의 과정과 내용에는 차이가 있었다. 논의와 글쓰기를 강조한 일반화학실험을 수행한 학생들은 동료들과의 토론과정에서 경험하는 사회적 협상과 글쓰기를 통한 개인적 협상을 통해 화학개념을 내면화하면서 자신의 화학개념으로 만들 수 있었던 반면, 비교집단 학생들은 화학개념을 내면화 할 기회를 갖지 못하였다고 볼 수 있다.

이 연구에서는 논의가 강조된 일반화학실험 프로그램의 적용으로 대학생들의 논의 능력이 향상된 결과를 보였으나, 논의 능력의 세부요소인 논의요소의 다양한 사용 측면에서는 대학생들의 발달이 관찰되지 않았다. 그러므로 학생들의 논의 향상이 가능한 연령인 8세에서부터 초기 및 중기 청소년기(Kuhn, 1992)에 해당되는 초·중등학교에서 논의의 본성과 구성에 대해 명확하게 알게 하는 것과 동시에 이 학생들로 하여금 이 연구에서 적용한 프로그램과 같은 논의과정을 강조한 그룹별 탐구활동에 참여할 기회를 확대한다면 학생들의 논의 능력을 향상시킬 수 있을 것이라 생각된다(남정희 등, 2008).

새롭게 개정되어 적용되는 2009개정 과학 교육과정에서는 이과 성향의 학생들이 글 읽기와 쓰기 소양이 부족한 것은 지금까지 과학교육에서 글 읽기와 쓰기를 충분히 강조하지 않았기 때문이라는 지적과 함께 과학에서도 글 읽기와 쓰기의 중요성을 강조하고 있다(2009, 교육과학기술부). 따라서 앞으로 중등학교에서 학생들을 지도할 예비교사들에게 논의와 글쓰기를 강조한 프로그램과 같은 탐구활동들을 경험하게 하고 예비교사들이 직접 이와 같은 프로그램을 개발할 수 있는 능력을 길러 주는 것이 대학의 예비교사교육과정에서 필요하다고 생각된다. 이렇게 함으로써 현재 학교 현장에서 논의 활동이 거의 관찰되지 않고 있는 실정에 대한 해결 방안으로 교사들의 교수방법상 레퍼토리 부족을 극복할 수 있고 논의와 토론을 성공적으로 운영할 수 있는 능력에 대한 자신감(Driver *et al.*, 2000)을 가지게 할 수 있을 것이라 생각된다. 아울러 대학의 예비과학교사 교육과정에서는 이러한 논의와 글쓰기를 강조하는 학습전략을 경험하게 하는 교육과정의 개발이 필요하다.

## 국문 요약

이 연구의 목적은 논의가 강조된 일반화학실험 프로그램이 대학생들의 화학개념 이해와 글쓰기 능력에 미치는 효과를 알아보기 위한 것이다. 5개의 주제를 선정하여 ‘탐구적 과학 글쓰기(Science Writing

Heuristic, SWH)’ 전략을 바탕으로 일반화학실험에 적합하도록 논의가 강조된 프로그램을 개발하였다. 프로그램의 효과를 검증하기 위한 검사 도구로 Summary Writing 검사 도구와 이를 분석하기 위한 평가틀, 그리고 학생들의 화학개념이해 검사지를 개발하였다. 일반화학실험 강좌는 15주 과정으로 구성되어 있는데, 23명의 실험집단은 5개의 논의가 강조된 일반화학실험 프로그램과 전통적 방식의 일반화학실험을 병행하여 수행하였고, 16명의 비교집단은 전통적 방식의 일반화학실험을 수행하였다. 연구결과 두 집단 간에는 유의미한 차이가 나타났다. Summary Writing에서 실험집단은 비교집단보다 유의미하게 높은 결과를 나타내었다. 세부영역인 ‘Big Idea’에서는 실험집단과 비교집단 사이에 유의미한 차이가 나타나지 않았지만, ‘논의’, ‘과학개념 이해’, ‘수사적 구조’에서는 실험집단이 비교집단보다 유의미하게 높은 결과를 나타내었다. 또한 화학개념 이해 검사에서도 실험집단이 비교집단보다 유의미하게 높은 결과를 보였다. 따라서 논의가 강조된 일반화학실험 프로그램이 일반화학실험에서의 학생들의 화학개념 이해와 글쓰기에 효과적이라고 볼 수 있다.

주제어: 논의가 강조된 일반화학실험 프로그램, 탐구적 과학 글쓰기, 화학개념이해, 논의 능력, 글쓰기,

## 참고 문헌

- 교육과학기술부(2009). 2009개정 과학과 교육과정.
- 교육과학기술부(2011). 2011년 교원자격검정 실무편람. 교육과학기술부 교원정책과.
- 교육부 (1997). 제7차 과학과 교육과정. 서울: 대한교과서주식회사.
- 교육인적자원부 (2007). 2007개정 과학과 교육과정.
- 남정희, 광경화, 장경화, Hand, B. (2008). 논의를 강조한 탐구적 과학글쓰기의 중학교 과학 수업에의 적용. 한국과학교육학회지, 28(8), 922-936.
- 이강님 (2007). 구성주의 학습전략이 중학생의 과학 개념학습과 과학적 태도에 미치는 영향 -과학 글쓰기 중심으로-. 전북대학교 박사학위 논문.
- 이미경, 손원숙, 노연경 (2007). PISA 2006 결과 분석 연구. 한국교육과정평가원 연구리포트.
- 이효녕, 조현호, 손정주 (2009). 학교과학교육에서의 논증활동 활용에 대한 교사들의 인식. 한국과학교육학회지, 29(6), 666-679.

- 조정일(1991). 과학-기술-사회 교육과정에 관한 연구. *한국과학교육학회지*, 11(2), 87-101.
- Bodmer, G. M. (1986). Constructivism: A theory of knowledge. *Journal of Chemical Education*, 63(10), 873-878.
- Burke, K. A., Greenbowe, T. J., & Hand, B. M. (2006). Implementing the science writing heuristic in the chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 83(7), 1032-1038.
- Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in school: A theoretical framework for evaluation inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175-218.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
- Collette, A. T., & Chiapetta, E. L. (1984). *Science instruction in the middle and secondary schools*. St. Louis: C.V. Mosby Company.
- Connolly, P., & Vilardi, T. (Eds.). (1989). *Writing to learn mathematics and science*. New York: Teachers College Press.
- Cooper, M. M. (2005). An introduction to small-group learning. In N. J. Pienta, M. M. Cooper, & T. J. Greenbowe (Eds.), *Chemists' guide to effective teaching*, 117-128. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- Dewey, J. (1916). *How we think*. Lexington, MA: D. C. Heath.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Milton Keynes: Open University Press.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Driver, R., & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13, 105-122.
- Duschl, R., Ellenbogen, K., & Erduran, S. (1999). Middle school students' dialogic argumentation. Paper presented at the European Science Education Research Association Conference, Kiel, Germany.
- Duschl, R. & Ellenbogen, K. (2002). Argumentation processes in science learning. Paper presented at an International Conference entitled *Ontological, Epistemological, Linguistic and Pedagogical considerations of Language and Science Literacy: Empowering Research and Informing Instruction*. University of Victoria, BC.
- Eisenberg, A., & Garvey, C. (1981). Children's use of verbal strategies in resolving conflicts. *Discourse Processes*, 4(2), 149-170.
- European Commission (1995). *White paper on education and training: Teaching and learning-toward the learning society* (white paper). Luxembourg: Office for Official Publications in European Countries.
- Halliday, M. A., & Martin, J. R. (1993). *Writing science: Literacy and discursive power*. London: Falmer Press.
- Hand, B., Norton-Meier, L., Staker, J., & Bintz, J. (2006). When science and literacy meet in the secondary learning space: Implementing the science writing heuristic (SWH). University of Iowa.
- 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.
- Harms, N. C. & Yager, R. E. (1981). *What Research Says to the Science Teacher*, vol. 3. Washington D. C. : National Science Teachers Association, 94-112.
- Hodson, D. (1998). *Teaching and learning science: Towards a personalized approach*. Buckingham & Philadelphia: Open University Press.
- Hohenshell, L. H. (2004). *Enhancing science literacy through implementation of writing-to-learn strategies : Exploratory studies in high school biology*. Dissertation, Iowa State University.
- Hohenshell, L. M., & Hand, B. (2006). Writing-to-learn strategies in secondary school cell biology: A mixed method study. *International Journal of Science Education*, 28(2-3), 261-289.
- Hurd, P. (1958). *Scientific literacy: Its meaning for american school*. Education

Leadership, 16(1), 13–16.

Keys, C. W., Hand, B., Prain, V., & Collins, S. (1999). Using the science writing heuristic as a tool for learning from laboratory investigations in secondary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(10), 1065–1084.

Kuhn, D. (1992). Thinking as argument. *Harvard Educational Review*, 62(2), 155–178.

Means, M. L., & Voss, J. F. (1996). Who reasons well? Two studies of informal reasoning among children of different grade, ability, and knowledge levels. *Cognition and Instruction*, 14(2), 139–178.

Munby, A. H. (1980). Analysing teaching for intellectual independence. In H. Munby, G. Orpwood, & T. Russell (Eds.), *Seeing curriculum in a new light: Essay from science education*. Toronto: OISE Press.

National Research Council [NRC]. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.

Norris, S. (1997). Intellectual independence for nonscientists and other content-transcendent goals of science education. *Science Education*, 81(2), 239–258

NSTA (1982). *Science–Technology–Society: Science Education for the 1980s*. Atistsn NSTA Position Statement, NSTA, Washington D. C.

NSTA (1990). *Science–Technology–Society: A New Effect for Providing Appropriate Science for All*. An NSTA Position Statement, NSTA, Washington D. C.

Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2003). What “ideas-about-science” should be taught in school science? A delpi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692–720.

Osborne, J., Erduran., S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994–1020.

Phillips, L. M., & Norris, S. P. (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.

Prain, V., & Hand, B. (1996). Writing for learning in secondary science: Rethinking practices. *Teaching and Teacher Education*, 12(6), 609–626.

Rivard, L. P., & Straw, S. B. (2000). The effect of talk and writing on learning science: An exploratory study. *Science Education*, 84(5), 566–593.

Schwarz, B., & Glassner, A. (2003). The blind and the paralytic: Supporting argumentation in everyday and scientific issues. In J. Andriessen, M. Baker, & D. Suthers (Eds.), *Arguing to learn: Confronting cognitions in computer-supported collaborative learning environments*, 227–260.

Shiland, T. W. (1999). Constructivism: The implications for laboratory work. *Journal of Chemical Education*, 76(1), 107–109.

Stein, N. L., & Bernas, R. (1999). The early emergence of argumentative knowledge and skill. In G. Rijlaarsdam, E. Esperet (Series eds.), Andriessen, J. E. B., Coirier, P. (Vol. Eds.), *Studies in writing 5: Foundations of argumentative text processing*. Amsterdam: Amsterdam University Press

Stein, N. L., & Miller, C. A. (1991). I win–you lose: The development of argumentative thinking. In J. F. Voss, D. N. Perkins, & J. W. Segal (Eds.), *Informal Reasoning and Education*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

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

Voss, J. F., & Means, M. L. (1991). Learning to reason via instruction in argumentation. *Learning and Instruction*, 1, 337–350.

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 though dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 35–62.