논의기반 일반화학실험에서 읽기틀이 대학생의 반성적 사고에 미치는 영향

남정희 · 이동원* · 박성호

부산대학교 화학교육과

(접수 2013. 9. 16; 게재확정 2013. 10. 25)

The Impact of Reading Framework on College Students' Reflective Thinking in Argumentation-Based General Chemistry Laboratory

Jeonghee Nam, Dongwon Lee*, and Seongho Park

Department of Chemistry Education, Pusan National University, Busan 609-735, Korea.

*E-mail: 2nd-potato@hanmail.net

(Received September 16, 2013; Accepted October 25, 2013)

요 약. 이 연구의 목적은 논의기반 일반화학실험에서 읽기틀이 대학생의 반성 글쓰기에서 나타난 반성적 사고에 미치는 영향에 대해 알아보는 것이다. 이 연구는 일반화학실험을 수강하는 대학교 1학년 17명을 대상으로 하였으며, 이 중 7명을 실험집단으로, 나머지 10명을 비교집단으로 선정하였다. 두 학기 동안 총 10개의 논의기반 일반화학실험 프로그램이 적용되었으며, 그 중 수업의 초기, 중기, 후기에 해당하는 3개의 주제를 비교하였다. 논의기반 일반화학실험에서 읽기틀이 대학생의 반성적 사고에 미치는 영향을 분석한 결과, 읽기틀을 사용한 수업이 대학생의 반성적 사고를 향상시키는데 효과적이었다.

주제어: 논의기반 일반화학실험, 읽기틀, 반성적 사고, 글쓰기

ABSTRACT. The purpose of this study was to examine the impact of the reading framework on college students' reflective thinking in argumentation-based general chemistry laboratory. A total of 17 first grade college students taking general chemistry laboratory participated in this study, with 7 in the treatment group and the other 10 in the comparative group. For two semesters, a total of 10 argumentation-based general chemistry laboratory programs were applied. The result was shown that the lessons using the reading framework were effective in enhancing the students' reflective thinking. As the study progressed, the treatment group showed more changes toward the high level of reflective thinking than those of the comparative group.

Key words: Argumentation-based general chemistry laboratory, Reading framework, Reflective thinking, Writing

서 론

반성적 사고란 학습자가 자신의 지식 구조를 바탕으로 끊임없이 학습과정을 재조명하고 학습자가 가지고 있던 기존 지식 구조의 수정과 변형을 통해 새로운 지식 구조를 형성하도록 하는 인지적 과정이다.¹ 반성적 사고는 과학 학습에서 학습자가 능동적인 학습 태도를 가지고 객관적인 추론을 통해 스스로 자신의 사고를 점검하게 하는 개념 학습과 개념 이해에 있어 필수적인 요건이다.² 하지만 반성적 사고는 자연적으로 발달되지 않으며,³ 학습자들이 학습에 대해 반성적 사고와 비판적 사고를 할 수 있도록 기술적 측면과 교수 전략적인 측면에서 도움을 주어야 발달한다.⁴⁻⁶

과학수업에서 학생들의 반성적 사고를 발달시키기 위

한 학습 전략으로는 읽기와 글쓰기가 있다. 읽기는 학습자가 인쇄된 기호를 단순 그대로 해석하는 것이 아닌 학습자가 사회 문화적 상황 속에서 그들의 선지식, 신념과 경험을 토대로 텍스트와의 상호작용 과정을 거쳐 일어나는 의미 구성의 과정이다.^{7,8} 과학 교육에서는 과학 학습이 능동적인 의미 구성 과정인데 비해 읽기는 수동적으로 의미를 받아들이는 과정이라는 인식 때문에 과학 교육에서 과학 텍스트와 읽기를 학습도구로 사용하는 것에 대해 비판적인 시각이 있어 왔다.⁹ 하지만 읽기는 텍스트 이해능력을 가진 학생들에게 그들이 읽은 것을 바탕으로 추론을 할 수 있게 하며,¹⁰ 읽기가 효과적으로 수행될 때 학습에 대한 반성을 촉진시킬 수 있다는 연구결과들이 나오므로써 지금은 과학에 있어서 중요한 학습 요소로 간주되고 있다.^{11,12}

글쓰기는 학습자의 지식과 경험이 드러나게 하고, 학습

자가 이해한 것을 능동적으로 구성할 수 있도록 하며,^{13,14} 학습자가 학습한 내용을 받아들이고, 글로 표현하는 과정 속에서 새로운 내용을 발견하도록 도와준다.^{15,16} 또한 글 쓰기는 자신의 생각을 점검하고, 사고를 체계적으로 조직하는 과정을 통해 학습 개념간의 관계를 인지해야 하므로,¹⁷ 개념이해와 향상을 가져올 수 있고,¹⁸ 반성적 사고를 촉진한다.¹⁹

읽기와 글쓰기가 학습에서 가지는 여러 가지 이점에도 불구하고 모든 학생들이 읽기와 글쓰기를 통해 학습에 도움을 받는 것은 아니다. 성취수준이 높은 학습자는 읽기와 글쓰기 활동을 통해 제시된 내용들을 효과적으로 학습할 수 있는 지식이나 방법을 가지고 있는 반면에 성취수준이 낮은 학습자는 읽기나 글쓰기를 학습에 어떻게 사용해야 하는지에 대한 지식 없이 단순히 주어진 글만 읽는 경우가 많다. 따라서 단순히 학생들에게 읽기나 글쓰기를 할 기회를 부여하는 것만으로는 학습에서의 긍정적인 효과를 확신하기 어려우며, 학습자들이 읽기나 글쓰기를 효과적으로 사용할 수 있는 방법에 대한 전략을 제공하는 것이 필요하다.²⁰

논의기반 일반화학실험은 이러한 읽기와 글쓰기를 토대로 탐구 과정 중에 수행하는 읽기, 글쓰기, 말하기 등의 언어적 작용을 체계적으로 적용한 프로그램으로 학생들의 개념 이해와 과학적 탐구를 돕기 위한 학습전략으로 개발되었다.^{21,22}

학습과정에서 주어진 내용을 이해하는데 있어서 추가적인 읽기전략의 제공은 학습자의 반성적 과정을 향상시켜 인지 구조의 변화에 도움을 주고,²³ 이러한 능력을 지닌 학습자는 보다 효과적으로 반성적 과정을 전개시켜 새로운 이해를 창출하는데 참여할 수 있다.^{24,25} 따라서 읽기전략의 제공을 통해 읽기와 쓰기가 학습 도구로써 효과적으로 사용된다면 반성적 사고의 발달에 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것이다. 또한, 논의기반 탐구 과학 글쓰기 수업에서 제공하는 전략적인 읽기들이 중학생들의 반성적 사고를 촉진하고, 이러한 읽기들의 지속적 사용이 반성적 사고에 영향을 줄 수 있다는 가능성이 보고되었다.²⁶⁻²⁸

특히, 앞으로 중등학생들을 담당할 예비교사들에게 반성적 사고를 발달시킬 수 있는 기회를 제공하는 것은 중요하다. 자신이 한 행동이나 생각을 되돌아볼 수 있는 반성적 사고는 교사의 전문성신장에 필수적인 요소 중 하나로 알려져 있으며, 교사 경력의 오래될수록 자신의 교수법이나 교육관이 고착화되어 새로운 것을 받아들이거나 변화하기가 어렵기 때문에 예비교사들에게 교사가 가져야 할 전문성과 관련한 교육을 미리 제공하는 것이 필요하다. 예비교사들이 수준 높은 반성적 사고를 할 수 있는 능력을 갖추게 된다면, 교사가 되어서도 전문성을 갖춘 교사가 될

가능성이 높아질 것이다.

따라서 이 연구에서는 논의기반 일반화학실험에서 읽기전략으로써 제공된 읽기들이 대학생의 반성 글쓰기에 나타는 반성적 사고에 미치는 영향에 대해 알아보고자 하였다.

연구 방법

연구절차와 방법은 다음과 같다.

연구 대상

이 연구는 일반화학실험을 수강하는 부산에 소재하는 국립대학교 과학교육학부 1학년 남녀 대학생 19명을 대상으로 수행하였다. 이 중 실험집단으로 9명, 비교집단으로 10명을 선정하였다. 그러나 프로그램 수행과정에서 실험집단 학생 2명이 보고서를 작성하지 않았기 때문에 실제로는 실험집단 7명과 비교집단 10명의 자료를 분석하였다. 논의기반 일반화학실험에서 학생들은 세 명 또는 네 명이 모여 한 모둠을 구성하였다. 실험집단에게는 읽기들이 포함된 논의기반 일반화학실험 프로그램을, 비교집단에게는 읽기들이 없는 논의기반 일반화학실험 프로그램을 적용하였다.

논의기반 일반화학실험 개발

논의기반 일반화학실험은 Keys 등이 개발한 학습 전략을 바탕으로 하여 남정희 등이 개발한 탐구적 과학 글쓰기 프로그램을 기반으로 하며, 의문 만들기, 실험설계 및 수행, 관찰, 주장과 증거, 읽기, 반성의 6단계로 구성되어 있다.^{21,29} 각 단계에서 학생들은 논의를 바탕으로 하는 협상과정을 통해 실험을 진행하며, 의문 만들기부터 주장과 증거 단계까지는 수업시간 내에 함께 이루어지고 읽기와 반성단계는 과제로 제시되었다.

실험집단과 비교집단의 차이점은 읽기 단계에 있다. 비교집단은 읽기 단계에서 탐구활동을 마치고 읽기자료에서 찾은 과학적 개념과 관련한 내용을 찾아서 서술하지만 읽기 단계 자체가 명시적으로 하위 단계로 분리되어 있지 않다. 실험집단은 ‘읽기’ 단계를 읽기들과 읽기로 세분화하여 수업이 진행된다. 읽기들은 탐구활동의 결과를 바탕으로 모둠원들이 제시하는 주장에 대한 근거가 될 수 있는 자료들을 신뢰할 수 있는 자료에서 찾아 출처와 함께 기록하는 표이다. 실험집단은 읽기자료에서 찾은 자료들을 먼저 읽기들에 맞추어 작성하고 읽기들에서 찾은 내용을 자신이 이해한 내용으로 재구성하여 읽기 단계에서 서술한다. Table 1에서는 이 두 수업의 단계를 비교하였다.

Table 1. Steps of argumentation-based general chemistry laboratory

Argumentation-based General Chemistry Laboratory	
with reading framework	without reading framework
· Beginning ideas	· Beginning ideas
· Tests	· Tests
· Observations	· Observation
· Claims & Evidence	· Claim
· <u>Reading Framework</u>	· <u>Reading</u>
· <u>Reading</u>	· Reflection
· Reflection	

논의기반 일반화학실험 활동에서 읽기 단계를 수행하기 전에 학생들은 자신이 만든 의문에 답하기 위해 수행한 실험 결과를 바탕으로, 자신들의 주장과 근거들을 모듬 내, 모듬 간 논의를 통해 공유하고 논의한다. 이들 단계에서는 다른 사람들 간의 협상을 통한 지식의 구성이 수업의 초점이 되며, 이러한 지식 구성 과정에서 학생들의 주장은 다른 구성원에 의해 지속적으로 타당성을 검증받는다. 그러나 이러한 검증 절차에도 불구하고 실험의 결과를 토대로 내린 학생들의 결론이나 논의 결과는 실험을 수행한 학생들 사이에만 이루어지는 합의라는 한계점을 가지고 있으며, 학생들이 합의한 내용이 과학적인 개념과 일치하지 않는 경우도 있다. 따라서 학생들이 주장에 대한 타당성을 입증하기 위해서는 전문가에 의해 검증된 정보가 추가로 필요하다.

읽기틀은 자신의 주장과 이를 뒷받침 할 수 있는 자료들을 여러 출처로부터 찾아 내용에 따라 구분하여 기록하도록 안내한다. 읽기틀 작성을 통한 정보의 재구성은 학습자가 기존에 가지고 있던 생각, 실험을 통해 학습한 지식, 외부 자료를 통해 받아들인 지식의 연결을 의미하며, 이 과정은 지식들 사이에서 학습자의 내적인 협상을 통한 학습이 일어나도록 도울 수 있다. 이를 통해 학생들은 자신의 주장에 대해 명확히 인식하고, 이를 효과적으로 뒷받침 할 수 있는 정보들 사이의 관계를 파악하여 자신의 주장과 유의미하게 연결시킬 수 있다.

논의기반 일반화학실험의 주제 선정 및 수업 처치

논의기반 일반화학실험 프로그램을 개발하기 위해 일반화학실험에서 다루는 주제 중 10개를 선정하였다(Table 2). 선정된 주제에 대해서 과학교육 전문가 1명, 과학교육 박사 1명, 과학교육 박사과정 2명이 공동으로 논의기반 일반화학실험 프로그램을 개발하였다.

논의기반 일반화학실험 프로그램의 적용: 요약 글쓰기 (Summary Writing)를 통해 실험집단과 비교집단 사이의 동질성을 판별하였다. 2012년 3월부터 2012년 11월까지 총 10개의 활동 프로그램이 실험집단과 비교집단에 적

Table 2. Topics of argumentation-based general chemistry laboratory

	Topic
1	Acid and base titration
2	Enthalpy
3	Equilibrium constant
4	Electrolysis & Plating
5	Back titration
6	Recrystallization & Filtering
7	The heat of dissolution & Supercooling
8	Chromatography
9	Oxidation-reduction titration
10	Chemical reaction rate

용 되었으며, 각 주제별로 120분 동안 수업을 진행하였다.

검사 도구 및 분석 도구

이 연구에서 프로그램 처치 전 실험집단과 비교집단 학생들의 동질성을 판별하기 위해 요약 글쓰기를 실시하였다. 그리고 논의기반 일반화학실험에서 읽기틀의 사용이 대학생들의 반성적 사고에 어떻게 영향을 미치는지를 알아보기 위해 학생들이 작성한 반성 단계에서 작성하는 반성 글쓰기를 「반성적 사고 분석틀」을 이용하여 분석하였다.

요약 글쓰기: 이 연구에서 요약 글쓰기는 연구 대상 학생들의 동질성을 검사하기 위해 사전에만 실시하였다. 요약 글쓰기에서 학생들은 ‘산과 염기’에 대해 잘 알지 못하는 친구에게 이를 설명하는 편지글을 작성하였다. 요약 글쓰기는 학습자가 가지고 있는 과학개념의 이해, 논의능력 평가 및 과학 학습 정도의 파악에 유용한 도구이다.

요약 글쓰기 평가틀: 요약 글쓰기 평가틀은 Hand³⁰ 등이 Toulmin³¹의 논리적 접근법을 기반으로 개발한 평가틀을 주제에 맞게 수정하여 요약 글쓰기 분석에 사용되었다. 요약 글쓰기 평가틀은 요약 글쓰기에서 나타난 학생들의 big idea, 과학 개념, 논의구조, 글쓰기의 수사적 구조의 요소로 구성되어 있다. Big idea는 단편적인 개념들의 집합이 아니라 학습 목표에 해당하는 핵심 내용을 의미하며 서술 수준에 따라 0, 5, 10, 15점의 점수를 부여하였다. 과학 개념 부분에서는 주제와 관련한 개념을 명확하게 제시하는지를 평가하며 요약 글쓰기에서 주제와 관련된 개념 당 1점을 부여하였다. 논의능력에서는 논의의 구조와 증거의 제시 방법을 평가한다. 논의 구조의 복잡성 정도에 따라 1점 또는 2점을 부여하고 증거의 제시 방법에서 단순히 자료를 제공하는 것에 그치면 1점, 증거로써 제시한 자료에 해석을 더하여 설명하면 2점을 부여하였다. 수사적 구조는 학

생들이 작성한 글이 요구하는 양식에 부합하는지, 독자에게 적합한지, 문맥이 논리적인지를 평가하며, 수준에 따라 0, 2, 4점을 부여하였다.

반성적 사고 분석틀: 논의기반 일반화학실험에서 읽기틀이 대학생들의 반성적 사고에 미치는 영향을 알아보기 위해 허은아가 개발한 반성적 사고 분석틀을 사용하였다.³² 이 분석틀은 예비교사들을 대상으로 반성적 저널쓰기를 분석하고 반성적 사고를 기술적 작문, 기술적 반성, 대화적 반성, 비판적 반성의 네 가지 수준으로 구분한 Hatoon & Smith의 반성적 사고 유형과 반성적 사고 요소를 참고하여 반성적 사고를 1수준에서 5수준으로 구분하였다.³³ 이 분석틀에서는 Hatoon & Smith의 기술적 작문을 1수준, 기술적 반성을 2수준으로 하고, 대화적 반성은 3수준, 4수준, 5수준으로 세분화하여 사용하였다.

과학교육 박사 과정 2인과 석사 과정 1인이 요약 글쓰기와 반성 글쓰기 분석에 참여하였다. 1차로 요약 글쓰기 평가틀과 반성적 사고 분석틀을 사용하여 학생들이 작성한 글을 함께 평가하면서 분석에 대한 세부 기준을 합의하고, 2차로 합의된 기준에 따라 3명의 분석자가 함께 분석을 진행하였다.

연구 결과

실험집단과 비교집단의 동질성 비교

논의기반 일반화학실험 프로그램을 투입하기 전 읽기틀을 사용한 실험집단과 읽기틀을 사용하지 않은 비교집단의 동질성을 비교하기 위해 요약 글쓰기를 실시하고 평가 결과를 t-test로 비교하였다. 그 결과 요약 글쓰기의 세부요소와 총점 평균 모두에서 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다 따라서 실험집단과 비교집단은 동질집단으로 간주하였다(Table 3).

논의기반 일반화학실험 반성 글쓰기에 나타난 반성적 사고 분석

논의기반 일반화학실험 활동에서 읽기틀의 사용 경험에 따른 반성적 사고를 분석하기 위해 10개의 실험 주제 중 초기, 중기, 후기 부분에 실시한 세 개 주제에 대해 논의기반 일반화학실험 활동보고서의 반성 글쓰기(Topic1, Topic 5, Topic10)를 분석하였다. 특히, 중기에 해당하는 주제의 경우, 1학기 마지막 주제인 Topic 5와 2학기 첫 주제인 Topic 6 사이에는 방학 때문에 두 달간의 공백이 있어 학생들이 작성한 글의 연속적인 변화를 알아보기에는 1학기 마지막 주제인 Topic 5를 분석하는 것이 더 적절할 것이라

Table 3. Homogeneity verification between treatment group and comparative group

	Treatment (N=7)		Comparative (N=10)		t	p
	M	SD	M	SD		
Big idea	7.14	3.934	3.50	4.116	1.828	.088
Scientific concept	4.57	2.299	2.50	2.068	1.943	.071
Argumentation ability	14.29	5.880	14.00	9.510	.070	.945
Rhetorical structure	4.86	2.795	5.20	3.155	-.231	.821
Total	30.86	12.199	25.20	15.754	.795	.439

*p<.05

Table 4. Reflection levels of treatment and comparative group

Group	Topic	Frequency & Percentage	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
Treatment	1	Frequency	7	8	10	6	3
		Percentage	20.6	23.5	29.4	17.7	8.8
	5	Frequency	4	1	15	5	2
		Percentage	14.8	3.7	55.6	18.5	7.4
	10	Frequency	4	3	5	7	11
		Percentage	13.3	10.0	16.7	23.3	36.7
Comparative	1	Frequency	8	10	16	5	3
		Percentage	19.1	23.8	38.1	11.9	7.1
	5	Frequency	6	9	17	5	4
		Percentage	14.6	22.0	41.4	12.2	9.8
	10	Frequency	18	9	13	7	5
		Percentage	34.6	17.3	25.0	13.5	9.6

판단하였다. 따라서 1학기 첫 주제인 Topic1, 1학기 마지막 주제인 Topic 5, 2학기 마지막 주제인 Topic10을 분석할 주제로 선정하였다.

반성적 사고 수준의 분석은 각 실험 주제별로 1수준에서 5수준에 나타난 반성적 사고 수준별 빈도와 빈도 백분율을 비교하였다. 논의기반 일반화학실험 활동에서 각 실험 주제별로 1수준에서 5수준에 나타난 반성적 사고의 수준별 빈도와 빈도 백분율은 다음과 같다(Table 4).

학기 중 가장 마지막에 실시된 탐구적 과학 글쓰기 활동에 해당하는 주제10의 경우 읽기틀을 사용한 실험집단이 읽기틀을 사용하지 않은 비교집단에 비해 높은 수준의 반성적 사고인 4수준과 5수준이 높게 나왔다. 실험집단의 경우 주제10의 반성 글쓰기는 주제1의 반성 글쓰기에 비해 1수준 7.3% 감소, 2수준 13.5% 감소, 3수준 12.7%로 감소한 반면 4수준 5.6% 증가, 5수준 27.9% 크게 증가하였다. 또한 주제5의 반성 글쓰기에 비해 1수준 1.5% 감소, 2수준 6.3% 증가, 3수준 38.9%로 크게 감소한 반면, 4수준 4.8% 증가, 5수준 29.3% 크게 증가하였다.

비교집단의 경우 주제10의 반성 글쓰기는 주제1의 반성 글쓰기에 비해 1수준 15.5% 증가, 2수준 6.5% 감소, 3수준 13.1%로 감소한 반면, 4수준 1.6% 증가, 5수준 2.5%로 조금 증가 하였다. 주제5의 반성 글쓰기에 비해서도 1수준

Figure 1. Reflective thinking change of treatment group.

Figure 2. Reflective thinking change of comparative group.

Figure 3. Frequency of reflective thinking in the topic1.

20.0% 크게 증가, 2수준 4.7% 감소, 3수준 16.4%로 크게 감소한 반면, 4수준 1.3% 증가, 5수준 0.2% 조금 감소하였다(Fig. 1, 2).

다음은 학생들의 반성 글쓰기에서 나타난 반성적 사고의 주제별 비교이다. 첫 번째 주제(Topic1)에 대해 읽기틀을 사용한 실험집단과 읽기틀을 사용하지 않은 비교집단의 반성적 사고 수준에 대한 빈도 백분율은 다음과 같다(Fig. 3).

읽기틀을 사용한 실험집단의 반성 글쓰기에서 나타난 반성적 사고 수준은 1수준 20.6%, 2수준 23.5%, 3수준 29.4%, 4수준 17.7%, 5수준 8.8%로 나타났다. 읽기틀을 사용하지 않은 비교집단의 반성 글쓰기에서 나타난 반성적 사고 수준은 1수준 19.1%, 2수준 23.8%, 3수준 38.1%, 4수준 11.9%, 5수준 7.1%로 나타났다.

첫 번째 주제에 대해 실험집단과 비교집단 모두 1수준, 2수준, 3수준과 같이 낮은 수준의 반성적 사고는 높게 나온 반면 4수준과 5수준과 같은 높은 수준의 반성적 사고는 낮게 나왔다. Hatoon & Smith(1995)의 반성적 사고 유형에 따르면 1수준 기술적 작문, 2수준 기술적 반성, 3수준 대화적 반성은 반성적 사고 중 낮은 수준에 해당된다. 이런 상황을 종합해 볼 때 첫 번째 주제에서 실험집단과 비교집단의 학생들은 고차원적인 반성 과정 보다는 개념에 대한 단순한 기억과 자신의 느낌과 감상에 치우쳐 보고서를 작성하는 낮은 수준의 반성적 사고를 하고 있음을 알 수 있다.

다음은 Topic1에 대한 실험집단과 비교집단 학생들의 반성 글쓰기 사례 중 일부이다.

<사례 1-실험집단>

이런 결과적 실험을 통해 화학적 실험을 통해 얻을 수 있는 결론을 낼 수 있다. 실험이 끝난 후 각자의 주장을 비교한 결과 선과 양기는 1:2로 반응할 때 중화점에 도달한다는 결론을 내릴 수 있었다. 이어서 처음 실험을 설계할 때 양을 어떻게 만드느냐에 따라 분할 자체에서 얻을 수 있는 결론 역시 달라진다는 사실을 알 수 있었다.

Figure 4. Frequency of reflective thinking in the Topic 5.

<사례 2-실험집단>

이번 실험에서 NaOH가 9.5mL로 8.5mL가 나왔는데 /mL나 차이가 났다. 이번 오차는 여타까지 이유가 있는데 일단은 중화점이 바뀌었는지 순간적으로 어둡어져서 직접 손으로 조절해나 하기에 완벽한 식치가 나오진 않는다.

Topic 1의 반성 글쓰기에서 실험집단의 학생들은 활동을 통해 학습한 내용을 자신이 알고 있는 지식과 연관 지어 서술하기 보다는 실험결과만을 간단히 기술하는 정도의 수준을 보인다(사례 1), 비교집단 또한 실험의 오차에 대한 설명에 있어서 오차의 원인을 깊이 설명하려 하기 보다는 단순히 개인오차나 기기오차로 설명하는데 그친다(사례 2).

다섯 번째 주제(Topic 5)에 대해 읽기틀을 사용한 실험집단과 읽기틀을 사용하지 않은 비교집단의 반성적 사고 수준에 대한 빈도 백분율은 다음과 같다(Fig. 4).

읽기틀을 사용한 실험집단의 반성 글쓰기에서 나타난 반성적 사고 수준은 1수준 14.8%, 2수준 3.7%, 3수준 55.6%, 4수준 18.5%, 5수준 7.4%로 나타났다. 읽기틀을 사용하지 않은 비교집단의 반성 글쓰기에서 나타난 반성적 사고 수준은 1수준 14.6%, 2수준 22.0%, 3수준 41.4%, 4수준 12.2%, 5수준 9.8%로 나타났다.

읽기틀을 사용하지 않은 비교집단의 경우 첫 번째 주제에 나타난 반성적 사고에 비해 눈에 띄는 큰 변화는 보이지 않는다. 반면 읽기틀을 사용한 실험 집단의 경우 첫 번째 주제에 비해 2수준은 19.8% 감소, 3수준은 26.2% 증가했는데 이것은 논의기반 일반화학실험 프로그램이 진행됨에 따라 실험집단의 경우 낮은 수준의 반성적 사고는 줄어들고 높은 수준으로의 반성적 사고로 조금씩 변해 가고 있음을 알 수 있다.

다음은 Topic 5에 대한 실험집단과 비교집단 학생들의 반성 글쓰기 사례 중 일부이다.

<사례 3-실험집단>

나름에 알게 된 사실이지만 이것은

제산제가 약염기염을 간과해서 잘못된 실험방법 이었다. 약염기라는 것은 이온화가 잘 되지 않는다는 소리인데 이것을 NaOH 용액에 넣게 되면 아래 결과 같은 상황이 된다.

①, ②를 각 서로가 가지는 OH⁻ 양의 차이라고 가정했을 때나 뒤 실험방법이 아득 혼서

원래 것이다. 하지만 제산제는 약염기 이므로 ②에 해당하는 ~~원래~~ 문헌에 양의 OH⁻가

용액 속에 존재하지 않을 것이다. 그러므로 위에서 살펴본 NaOH + 제산제 용액을 HCl로

적정해도 그 결과를 신뢰할 수 없다. 제산제의 이온화도가 낮아 완전히 극적으로

떨어지지 않기 때문에 제대로 된 적정을 할 수 없기 때문이다. 그래서 이번 실험에선

역적정을 사용했다. 강산인 HCl과 약염기인 제산제 반응을 제산제와 과량의 제산제 즉

OH⁻가 완전히 반응하는 것을 도와준다. 식으로 나타내면 아래와 같다.

①에 존재하는 H⁺를 용액에서 ②에서 적정을 통해 구한 반응한 H⁺를 용액에서 ③에서

제산제의 OH⁻를 우를 구할 수 있는 것이다.

<사례 4-실험집단>

또한 HCl 표준용액을 취발성이 있어 알아 갈 수 있다.

발아가게 되면 0.5M HCl 표준용액의 농도가 변할 수 있고 오차가

생길 수 있다. 이것을 줄이기 위해 차열기를 사용하며 끓이지 않고, 천천히 가열

했기 때문에 오차의 오기 영향을 미치지 않은 것 같다.

Topic 5의 반성 글쓰기에서 실험집단의 학생들은 자신이 알게 된 내용을 설명할 때, 글만이 아닌 다른 형태를 사용하고 그에 대한 설명을 덧붙이는 경우가 나타난다(사례 3). 글이 아닌 그래프나 그림을 사용하기 위해서는 자신이 알고 있는 내용을 인지하고 재구성해서 표현해야 하기 때문에 이러한 표현을 사용하려는 학습자는 글로만 표현하는 학습자들에 비해 더 높은 수준의 반성적 사고를 가지고 있다고 볼 수 있다. 비교집단의 학생들은 프로그램 적용 초기에 비해 실험에서 발생할 수 있는 오차의 원인을 논리적으로 설명하려는 경향이 나타난다. 그러나 원인을 설명할 때 뒷받침이 되는 근거를 책과 같이 전문적인 자료에 기반하여 서술하기 보다는 자신의 알고 있는 내용으로만 서술하는 모습이 나타난다(사례 4).

마지막 주제(Topic 10)에 대해 읽기틀을 사용한 실험집단과 읽기틀을 사용하지 않은 비교집단의 반성적 사고 수준에 대한 빈도 백분율은 다음과 같다(Fig. 5).

읽기틀을 사용한 실험집단의 반성 글쓰기에서 나타난 반성적 사고 수준은 1수준 13.3%, 2수준 10.0%, 3수준 16.7%, 4수준 23.3%, 5수준 36.7%로 나타났다. 읽기틀을 사용하지 않은 비교집단의 반성 글쓰기에서 나타난 반성적 사고 수준은 1수준 34.6%, 2수준 17.3%, 3수준 25.0%, 4

수준 13.5%, 5수준 9.6%로 나타났다.

그러나 읽기틀을 사용하지 않은 비교집단의 경우 낮은 수준의 1수준 2수준 3수준은 오히려 크게 증가하거나 별다른 차이가 없고 높은 수준의 4수준과 5수준은 조금 증가하거나 변화가 거의 없는 것으로 나타났다. 이것을 통해 읽기틀을 사용한 실험집단의 학생이 읽기틀을 사용하지 않은 비교집단의 학생에 비해 각 주제별로 수업이 진행될수록 낮은 수준의 반성적 사고에서 높은 수준의 반성적 사고로 변화했음을 알 수 있다.

<사례 5-실험집단>

$V = K[H_2O]^{1.5}[KI]^{-1}$ 에서 K 의 정확한 값을 알 수 없기
와 정확한 함수가 없다. 부가적인 데이터 얻기 위해 여러 가지에서 여러 가지 수를 곱해서
있는데 잘 구할 수가 없었다. 반응의 수를 $V = \frac{d[H_2O]}{dt}$ 로 생각한 $\frac{d[H_2O]}{dt}$ 로 생각할 수
있다고 보고 계산하는데 50mL의 양을 차분 데 정하는 방법도 생각했는데 반응속도의 차가
크다. 결과는 만족할만한 precision이 아니다. 여러 가지 생각해본다.

1. 1% H_2O 50mL에 0.15M KI 10mL를 반응시켰을 때 2분이었고, 1.5% H_2O 50mL에 0.15M
KI 10mL를 2분까지, 1% H_2O 50mL에 0.05M KI 10mL를 2분까지 나왔다.

이는 비례관계가 옳고, 반응속도를 비교하면 ① 2.5mL/s, ② 2.1mL/s, ③ 1.9mL/s로 ③은 ①보다
0.521배, ②는 ①의 0.84배밖에 나지 않는다. 이러한 차이는 이 실험에서도 한계를 줄여줄 수
있을 것인 부분은 아니다.

그러고 난 다음 저녁에 우리 셋을 불러서 큰 상을 주었다.
우리를 불러 준 것은 우리가 술을 했기 때문이 아니라 우리가 술을 하기 전에 밤새
k, x, y 중 어떤 구할 수 있는 상이 되었기 때문이다. 이로써 우리는 깨달았지만
상속 55% 파악이 얼마나 중요하지 않았다.

인적인 경험이나 막연한 표현을 사용하기 보다는 과학적 개념과 이론 등을 바탕으로 자신들이 수행한 활동을 검증하는 모습을 보인다. 반면 비교집단의 학생들은 실험 과정에 대해 되돌아보기는 하지만 어떠한 부분이 왜 잘 수행되거나 그렇지 못하였는지에 대해 명료하게 서술하지 않는 모습을 보인다(사례 6).

결론

읽기틀을 사용한 실험집단의 경우 논의기반 일반화학 실험 활동이 진행 될수록 1수준, 2수준, 3수준과 같은 낮은 수준의 반성적 사고는 줄어들고 4수준과 5수준과 같은 높은 수준의 반성적 사고는 크게 늘어났다. 반면, 읽기틀을 사용하지 않은 비교집단의 경우 논의기반 일반화학실험 활동이 진행 될수록 1수준, 2수준, 3수준과 같은 낮은 수준의 반성적 사고는 크게 증가하거나 별다른 차이가 없었지만 4수준과 5수준과 같은 높은 수준의 반성적 사고는 조금 증가하거나 변화가 거의 없었다. 따라서 논의기반 일반화학실험 활동에서 읽기틀을 사용한 실험집단의 학생이 읽기틀을 사용하지 않은 비교집단의 학생에 비해 수업이 진행될수록 낮은 수준의 반성적 사고에서 보다 높은 수준의 반성적 사고로 변화하였다고 할 수 있다.

학생들의 반성적 사고 수준은 학습의 질과 연관이 있기 때문에 학생들이 높은 수준의 반성적 사고를 할 수 있는

능력을 개발할 수 있도록 돕는 것이 필요하다. 그러나 자신의 생각이나 행동을 되돌아보고 새로운 개념과 연관 지어 이해하는 능력은 단순히 학생들에게 반성의 기회만을 제공한다 해서 향상을 기대하기는 어려우며 읽기들의 제공과 같이 반성적 사고를 도와줄 수 있는 전략이 함께 제공되어야 한다. 또한 연구 결과에서 볼 수 있듯이 읽기전략의 제공만으로 학습자가 높은 수준의 반성적 사고를 할 수 있는 것은 아니며, 충분한 기회가 주어질 때 점진적으로 더 깊은 반성적 사고를 할 수 있음을 알 수 있다. 따라서 읽기들을 사용한 논의 기반 일반화학실험의 실제 적용에 있어서 학생들의 반성적 사고를 돕기 위한 전략의 제공은 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

이 연구에서는 읽기 전략으로써 제공된 읽기들이 학생들의 반성적 사고에 미치는 영향을 알아보았다. 그러나 반성적 사고에 영향을 주는 요인은 여러 가지가 있으며, 이러한 요인 중 하나로 메타인지가 있다.^{34,35} 각각의 학습자가 가지고 있는 메타인지의 수준은 상이하며, 같은 처치를 하더라도 다른 메타인지 수준을 가지고 있는 학생들은 반성적 사고의 수준에 있어서 다른 변화를 보일 수 있다. 따라서 학습자가 가지고 있는 메타인지의 수준이 반성적 사고에 미치는 영향을 알아보는 연구가 추가로 필요하다고 생각된다.

Acknowledgments. 이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.20110016091).

REFERENCES

- Lee, Y. The Effect of Question-Generation Strategy on Reflection in Web-based Discussion. Ph.D. Dissertation, Korea University, Seoul, Korea, 2006.
- Sung, H.; Hwang, S.; Nam, J. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2012**, 32(6), 146.
- Richardson, J. S.; Morgan, R. F.; Fleener, C. E. In *Reading to Learn in the Content Areas*; Cengage Learning: 2011.
- Evensen, D. H.; Hmelo, C. E. In *Problem-Based Learning: A Research Perspective on Learning Interactions*; Lawrence Erlbaum Associates Publishers: 2000.
- Lin, X.; Hmelo, C.; Kinzer, C. K.; Secules, T. J. *Educational Technology Research and Development* **1999**, 47(3), 43.
- Lin, X.; Lehman, J. D. *Journal of Research in Science Teaching* **1999**, 36(7), 837.
- Spence, D. J.; Yore, L. D.; Williams, R. L. *Journal of Elementary Science Education* **1999**, 11, 15.
- Wittrock, M. C. *Educational Psychologist* **1989**, 24(4), 345.
- Yore, L. D.; Craig, M. T.; Maguire, T. O. *Journal of Research in Science Teaching* **1998**, 35(1), 27.
- Norris, S. P.; Phillips, L. M. *Journal of Research in Science Teaching* **1994**, 31, 947.
- Mokhtari, K.; Reichard, C. A. *J. Educ. Psychol.* **2002**, 94(2), 249.
- Pressley, M.; Afflerbach, P. P. In *Verbal Protocols of Reading: The Nature of Constructively Responsive Reading*; Routledge: 1995.
- Anders, P. L.; Guzzetti, B. J. In *Literacy Instruction in the Content Areas*; Harcourt Brace College Pub.: 1996.
- Yore, L. D.; Brian, H.; Vaughan, P. *Writing-to-Learn Science: Breakthroughs, Barriers, and Promises*; [S.l.]: Distributed by ERIC Clearinghouse: 1999.
- Raines, A. In *Techniques in Teaching Writing*; ERIC: 1983.
- Nunan, D. In *Second Language Teaching & Learning*; ERIC: 1999.
- Rivard, L. O. P. *Journal of Research in Science Teaching* **1994**, 31(9), 969.
- Mason, L.; Boscolo, P. *Instructional Science* **2000**, 28(3), 199.
- Alvermann, D. E. *The Reading Teacher* **1991**, 45(2), 92.
- Sung, H. The Impact of Reading Framework as a Reading Strategy on Writing for Reflection of Middle School Students. Ph.D. Dissertation, Pusan National University, Busan, Korea, 2011.
- Keys, C. W.; Hand, B.; Prain, V.; Collins, S. *Journal of Research in Science Teaching* **1999**, 36(10), 1065.
- Burke, K.; Greenbowe, T. J.; Hand, B. M. *J. Chem. Educ.* **2006**, 83, 1032.
- Lee, S. *International Journal of Educational Technology* **1999**, 1, 287.
- Gilhooly, K. J. In *Lines of Thinking*; Wiley: Chichester, 1990.
- Mokhtari, K.; Reichard, C. A. *J. Educ. Psychol.* **2002**, 94, 249.
- Jeong, M. The Impact of Reading Framework on Logical Structures in Middle School Students' Writing for Reflection. Master Thesis, Pusan National University, Busan, Korea, 2013.
- Kim, M. The Effects of Reading Frame-Based Science Writing Heuristic (R-SWH) on the Achievement of Learning, Critical Thinking, and Summary Writing. Master Thesis, Ewha Womans University, Seoul, Korea, 2011.
- Park, G. Examining the Impact of Reading Framework on Reflective Thinking in the SWH Approach. Master Thesis, Pusan National University, Busan, Korea, 2012.
- Nam, J.; Kwak, K.; Jang, K.; Brian, H. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2008**, 28(8), 922.
- Hand, B.; Norton-Meier, L.; Staker, J.; Bintz, J. *When Science and Literacy Meet in the Secondary Learning Space: Implementing the Science Writing Heuristic (SWH)*; University of Iowa: Iowa City, IA, 2006.
- Toulmin, S. E. In *The Uses of Argument*; Cambridge University Press: 2003.
- Heo, E. The Impact of General Chemistry Laboratory Using Reading Frame-Based Science Writing Heuristic Approach on College Students' Reflective Thinking. Ph.D. Dissertation, Pusan National University, Busan, Korea, 2011.
- Hatton, N.; Smith, D. *Teaching and Teacher Education* **1995**, 11, 33.
- Ho, B. *English for Specific Purposes* **1997**, 16, 211.
- Von Wright, J. *Learning and Instruction* **1992**, 2, 59.