



탐구적 과학 글쓰기를 활용한 실험수업이 초등학생의 논리적 사고력과 과학 학습 동기에 미치는 효과

신현주 · 이석희†

도천초등학교(교사) · †부산교육대학교(교수)

The Effect of Experiment class using Science Writing Heuristic(SWH) on Elementary School Student's Logical Thinking Ability and Science Learning Motive

Hyun-Ju SHIN · Seok-Hee LEE†

Docheon Elementary School(teacher) · †Pusan National University of Education(professor)

Abstract

This study aimed to find effect of the SWH(Science Writing Heuristic) experiment class effect on 5th grade student's logical thinking ability, science learning motive. For this, it bases on strategy of SWH which developed by Keys et al., (1999). For this experiments, the 5th grade classroom of D-elementary school located in Jinhae-city was selected the experimental group (24 patients). And the other 5th grade classroom in the same school was selected to the comparative group (24 patients). The experimental group was conducted using the SWH(Science Writing Heuristic). Comparison group has been conducted lesson program in accordance with the general science class teacher guide. Was through a pre-test of science learning motivation and academic achievement level can be assumed in the same group. After completing the experimental treatment by conducting a post-mortem examination was statistically validated.

The conclusion of these experiments are as below. First, there was no meaning effect to improvement of student's logical thinking ability by SWH experimental group. During the experimental group, some of students understood the feature of SWH's each phase and organized systematic science knowledge but most of other students have analyzed problematic situation and were hard to writing for each phase after design of experiment. Third, SWH experimental group was affect on science learning motive. according to post study result, experiment al group which applied SWH was affected on science deep strartegis ($p < .05$), science self-concept of ability ($p < .05$), science learning-focused goal orientation ($p < .05$) than comparative group. It is hard to improve science learning motive which contain affective characteristic in a short period but SWH was positive affect on science learning motive.

The above findings, Elementary science class which applied SWH can be concluded to be effective in Science Learning Motive. The experiment class applied SWH needs experiment organization, experiments, writing assignment, debating each other at the same time thus it needs enough classes for students and develop class strategy with report format for student to consider their characteristic and level.

Key words : Science writing heuristic, Logical thinking ability, Science learning motive

† Corresponding author : 051-500-7243, seok@bnue.ac.kr

※ "This study was supported by the Education Reasearch Institute, Busan national University of Education in 2017."

I. 서론

현대 인류는 과학과 기술의 비약적인 발전으로 많은 정보와 지식이 넘쳐나는 세상에 살고 있다. 스마트폰, 스마트TV, 각종 어플리케이션, 빅데이터 등 새로운 용어가 넘쳐나며 하루가 다르게 정보의 양이 증가하고 있다. 이런 상황에서 올바른 의사결정을 내리기 위해서는 무엇보다 과학적 탐구능력 및 논리적 사고력을 가져야 한다. 이제 교육에서 중요한 것은 더 이상 알고 있는 지식 그 자체가 아니라, 지식을 이용하여 문제가 무엇인지 알아내고, 인식한 문제를 어떻게 해결할 것인지 찾아 낼 수 있는 능력을 갖추는 것이다.

이에 우리나라에서도 ‘공통 교육과정의 과학은 초등학교 3학년에서부터 중학교 3학년 까지 모든 학생들이 학습하는 교과로 과학의 기본 개념을 이해하고 과학 탐구 능력과 과학적 태도를 함양하여 창의적이고 합리적으로 문제를 해결하는데 필요한 과학적 소양을 기르기 위한 교과이다’라고 과학교육목표를 명시하였다. 2007 개정 과학과 교육과정에서는 ‘자유 탐구’를 개방적 탐구 활동의 형태로 도입하여 학생들의 과학에 대한 흥미와 창의력을 제고하고 종합적 탐구 활동의 기회를 확대하고자 하였다(MEST, 2007).

또한 과학 학습에서 과학적 사고력과 문제해결 능력을 키우기 위한 방법으로 언어의 사용이 강조되면서 과학 글쓰기와 토론수업이 적극 도입되었다. 과학 글쓰기는 사고 과정을 표현하는 방법이 언어라는 점에서는 일반 글쓰기와 같지만, 일반 글쓰기와 달리 사고 과정에서 논리적 사고력과 창의적 사고력이 요구되므로(Son et al. 2004), 학생들은 과학 글쓰기를 통해 과학적 사고력을 확장할 수 있다(Keys et al., 1999). 쓰기는 논리적, 창의적, 비판적 문제 해결의 과정이며, 단순한 지식만으로는 해결되지 않는 종합적 사고과정으로 학습자의 인지적 과정을 통제하고 강화하며 학습의 최종 단계를 확정한다(Park, 2002).

그러나 대부분의 학교 교육 현장에서는 교사가 글쓰기의 중요성을 인지 못하거나 초등학생들의 인지 능력 차이로 인해 교과서에서 제시한 실험 과정을 그대로 따라하는 실험수업이 주로 이루어지고 있다. 특히 교과서가 제시하는 순서에 맞추어 실험을 한 후 교과서인 실험관찰의 빈 칸을 채우거나 교사의 설명을 받아쓰는 수동적인 역할을 수행하는 형태가 대부분이다(Paik, 2016). 이러한 비탐구적 실험수업을 극복하기 위해 새로운 교수-학습 전략으로 탐구적 과학 글쓰기(Science Writing Heuristic; SWH)가 등장하였다. SWH는 전통적인 과학실험에서의 실험목적, 방법, 관찰, 결과, 결론의 5단계 대신 의문 만들기, 실험 설계, 관찰, 주장, 증거, 읽기, 반성의 과정을 거치는 새로운 학습 전략이다. SWH 수업에서 학생들은 스스로 지식을 재구성할 수 있도록 구성된 실험보고서를 사용하고 교사에 의해 안내된 탐구활동을 하게 된다(Park, 2011). SWH수업은 논의와 글쓰기 활동을 연계시켜 자신의 주장을 표현하도록 함으로써 학습자의 과학적, 반성적 사고를 발달시키는데 도움을 준다. 또한 학생들의 기초탐구 능력과 메타인지 향상에 효과적이고(Park, 2011), 과학 학습에 대한 자신감과 호기심을 유도하게 되어 과학 수업에 적극적으로 참여하게 함으로써 과학태도를 향상시키는 효과가 있다(Jang, 2010). 전략적 읽기틀을 이용한 SWH수업이 중학생들의 비판적 사고력 향상에 효과적이고 동시에 학생이 가진 과학 오개념을 올바르게 바꾸어 나가는 메타인지 활동이 두드러진다는 연구 결과도 있다(Kim, 2011).

이처럼 선행 연구에서 SWH 수업이 종합적 사고와 글쓰기가 결합된 효과적인 교수 전략이라는 결과를 나타냈으므로 실제 초등학교 교육현장에서 교육적 효과를 거두려면 초등학생의 수준에 맞는 알맞은 탐구 실험 수업을 제시해야 할 필요가 있다.

2009 개정 초등학교 5학년 과학과의 「2. 산과 염기」 단원은 일상생활과 밀접하게 관련되어 있

고 산과 염기에 의해 지시약의 색깔이 점점 변하는 것을 눈으로 관찰할 수 있기에 학생에게 흥미로운 과정이다. 하지만 실험에서 주로 지시약으로만 산과 염기를 분류하기에 학생들은 지시약의 색깔을 변화만이 산과 염기의 성질이라는 오개념을 가지기 쉽다. 이러한 오개념 때문에 학생들은 일상생활에서 산과 염기가 이용되는 예를 찾고 왜 그러한지 이유를 설명하는데 어려움을 겪는다.

따라서 본 연구에서는 초등학교 5학년 학생들의 과학 학업 성취 수준에 맞는 SWH 실험 수업 전략을 개발, 적용한 후 학생들의 논리적 사고력과 과학 학습 동기에 어떠한 효과가 있는지 알아보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 경상남도 창원시 진해구 소재 D초등학교 5학년 2개 학급을 대상으로 하였다. 비교반과 실험반에 각 1개 학급을 배정한 후 비교반에서는 전통적 실험수업을 실시하였고 실험반에서는 SWH 실험수업을 실시하였다. 연구가 진행되는 동안 전출입이 발생한 경우에는 연구대상에서 제외시켰다. 비교반과 실험반의 인원 구성은 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Targeted research personnel configuration

group sort	personnel configuration		
	male	female	total
The experimental group	10	14	24
The comparative group	11	13	24

2. 연구 절차

가. 기초 연구

기초 연구로 탐구적 과학 글쓰기 절차와 특성에 관한 연구, 탐구적 과학 글쓰기를 활용한 수업이 과학적 사고력과 논리적 사고력에 미치는 효과에 관한 연구, 탐구적 글쓰기를 활용한 수업이 학습 동기에 미치는 효과에 대한 선행 연구를 통해 본 연구의 필요성을 찾아보았다. 더불어 2009 개정 과학과 교육과정의 교사용 지도서 및 교과서 내용 분석을 통해 탐구적 과학 글쓰기를 활용한 수업 계획 설정 및 자료 준비를 실시하였다.

나. 예비 연구

예비 연구로 2009 개정 초등학교 5학년 과학교육과정과 교사용 지도서, 교과서를 분석하여 각 차시별 수업 주제와 학습목표 및 관련된 논리적 사고력, 과학 학습 동기를 설정하였다. 또한 이를 토대로 교사용 지도서에 제시된 학습 목표를 분석한 후 수정 및 보완하고 SWH 6단계 전략 바탕으로 각 차시별 교수-학습 계획안, 활동지, 읽기 자료 등을 개발하였다.

다. 본 연구

본 연구에서는 SWH실험수업이 논리적 사고력과 과학 학습 동기에 미치는 효과를 알아보기 위하여 실험반과 비교반으로 나누어 논리적 사고력, 과학 학습 동기에 대한 사전 검사를 실시하였다. 사전 검사 후, 실험반은 SWH를 활용한 수업계획에 따라 과학 수업을 8주간 1개 단원, 8차시에 걸쳐 진행하였고, 비교반은 교사용 지도서에 안내된 일반적인 실험수업을 진행하였다.

수업 처치 후, 사전 검사와 동일한 검사지를 이용하여 논리적 사고력과 과학 학습 동기 검사를 실시하였다. 검사 결과를 통계 처리하여 자료를 분석하고 결론을 내렸다.

3. 연구 설계

탐구적 과학 글쓰기를 활용한 실험수업이 논리적 사고력과 과학 학습 동기에 미치는 효과를 알아보기 위하여 <Table 2>와 같이 연구를 설계하

였다.

실험반과 비교반은 사전검사(9월 초)를 실시한 후, 2017년 10월~2017년 11월 사이 총 8주간 8차시에 걸쳐 수업 처치를 하였다. 실험반은 SWH를 활용한 실험수업을 진행하였고, 비교반은 교사용 지도서에 따라 전통적 실험수업을 진행하였다.

<Table 2> Study Design

The experimental group	O1	X ₁	O2
The comparative group	O3	X ₂	O2

O1: Pre-test(Group Assessment of Logical Thinking, Science learning motivation)

O2: Post-test(Group Assessment of Logical Thinking, Science learning motivation)

X₁ : Experiment class which applied SWH

X₂ : Traditional experiment class

4. 검사 도구

가. 논리적 사고력 검사

본 연구에서는 SWH에 따른 학생들의 논리적 사고수준의 변화를 알아보기 위해 GALT(Group Assessment of Logical Thinking) 축소본을 사용하여 실험반과 비교반의 수업 처치 전·후에 40분간 검사를 실시하였다. 이 검사지는 총 12개 문항으로 보존, 비례, 변인통제, 상관, 조합 논리를 검사하고 있다. GALT 축소본에서 검사하고 있는 내용에 관한 것은 <Table 3>과 같다. 1번부터 10번까지는 객관식 문항으로 질문에 대한 답과 이유가 모두 맞는 경우만 정답 처리하였다. 11번과 12번은 조합 논리를 측정하는 주관식 문항으로 11번은 총 9개의 답 중에 1개, 12번은 총 24개의 답 중에 2개를 빠뜨린 경우까지 정답 처리하였다. 검사지의 각 문항은 정답인 경우는 1점, 오답인 경우는 0점으로 처리하여 총 12점 만점으로 채점하였다. 동일한 검사지로 사전·사후 검사를 실시할 경우 간섭효과가 발생할 수 있으므로 사

전·사후 검사 문항의 경우 측정하고자 하는 하위 요소는 같되 문제의 형태는 최대한 다르게 제시하였다. GALT 원본의 Cronbach's α 를 이용한 내적 신뢰도는 0.85, 축소본의 내적신뢰도는 0.60 이상이다. 논리적 사고력의 각 영역별 신뢰도는 0.37에서 0.83으로 나타났다.

<Table 3> Composition of GALT

Subarea	Question	Question Number
Conservation logic	1, 2	2
Proportional logic	3, 4	2
Probability logic	5, 6	2
Variable control logic	7, 8	2
Combinational logic	9, 10	2
Correlative logic	11, 12	2
Total	-	12

나. 과학 학습 동기 검사

본 연구에서 사용된 학습동기 검사지는 Anderman과 Young이 1994년에 개발한 PALS(Pattern Adaptive Learning Survey)의 과학영역 버전 (science-specific version)을 Kim(2004)이 연구목적에 맞게 25개 문항으로 수정 보완한 검사지를 사용하였다. 문항 형식은 Likert 5점 척도로 작성되었으며 과학에 대한 자아효능감, 과학에 대한 피상적 전략, 과학에 대한 심층적 전략, 과학에 대한 능력 중심 목표지향, 과학에 대한 학습 중심 목표지향의 8개 하위 영역으로 구성되어 있다. '매우 그렇다'를 5점, '그렇다'를 4점, '보통이다'를 3점, '그렇지 않다'를 2점, '전혀 그렇지 않다'를 1점으로 계산하였으며 과학 학습 동기에 대한 부정적 내용을 포함한 문항에 대해서는 점수를 반대로 부여하였다. Cronbach's α 를 이용한 과학 학습 동기 전체 신뢰도는 .897이며 구체적인 문항 수는 <Table 4>와 같다.

<Table 4> Learning Motivation's subarea of Configuration Question

Subarea	Question example	Question Count
		Question Number
science self-efficacy	science studying is difficult but I can	3
		1, 2*, 3
science surface strategies	I sometimes copy other students' answers from experiment	3
		4, 5, 6
science deep strategies	If I don't understand it while studying science, I use the textbook or materials that I used during class	5
		7, 8, 9, 10, 11
science self-concept of ability	I'm good at science compared to other subjects	3
		12, 13, 14
science value	I think it is useful to study science	3
		15, 16, 17
science expectancy	I think I can study science well next year	2
		18, 19
science ability-focused goal orientation	I study hard in science class to get good grades	3
		20, 21, 22
science learning-focused goal orientation	In science class, it's more important to understand the study than the grades	3
		23, 24, 25
Total	-	25

* Negative Question

5. 자료처리 방법

SWH를 활용한 실험수업이 논리적 사고력과 과학 학습 동기에 미치는 효과를 분석하기 위하여 SPSSWIN 18.0 통계 프로그램을 사용하여 학생들의 사전, 사후 검사의 평균과 표준편차를 비교, 분석하였다.

6. 초등학교 5학년 SWH 실험수업 프로그램 개발 및 실제

SWH 실험수업 프로그램의 개발 절차는 먼저 연구 단원으로 선정한 '2. 산과 염기' 단원의 학습 목표는 2009 개정 과학과 교육과정 해설과 교사용 지도서에 제시된 학습목표를 분석한 후 일부 수정하여 설정하였다. 지도서상 총 11차시로 구성되어 있는 본 단원에서 4개의 주제를 선정하

여 8차시 수업을 진행하였다. 이는 사전 실험을 실시하여 실험이 필요 없거나 결과가 부정확한 차시를 제외 또는 수정하여 선정하였다.

교수-학습 지도안은 2009 개정 초등학교 5학년 2학기 과학 교사용 지도서의 학습 내용과 SWH 6단계 전략에 따라 작성하였고, SWH 학생 활동지는 Keys et al(1999)이 개발한 SWH 6단계 전략을 바탕으로 Jang(2013)가 개발한 활동지를 참고하여 연구 내용에 맞게 재구성하여 사용하였다. 학생 활동지는 탐구적 과학 글쓰기 수업 모형에 따라 문제 상황 및 의문 만들기→ 실험 설계→ 관찰→ 주장과 증거→ 읽기→반성 순서로 구성하였다.

SWH를 활용한 실험수업의 각 단계별 학생 산출물은 [Fig. 1]과 같다.

탐구적 과학 글쓰기를 활용한 실험수업이 초등학생의 논리적 사고력과 과학 학습 동기에 미치는 효과

□ 의문을 만들어 보아요.

나의 의문	용액들에 지시약을 떨어뜨렸을 때 어떤색으로 변할까?
우리 모둠의 의문	용액들에 지시약을 떨어뜨렸을 때 어떤 색으로 변할까?
학년 전체의 의문	붉은 양배추 지시약으로 여러가지 용액의 성질을 알아보고 분류 해 봅시다.

① Question step

□ 관찰해 보아요.

-내가 본 내용을 써봅시다.

붉은 수산화 나트륨	- 노랑
붉은 염산	- 빨강
석회수	- 연두
발레트 바누	- 하얀색
사이다	- 분홍
식초	- 빨간

③ Observation step

□ 읽기

-선생님의 설명 및 다른 읽기 자료를 보고 알게 된 사실을 써봅시다. 만약 자신의 주장이 틀렸다고 생각되면 바뀐 주장을 써봅시다.

알게 된 사실	붉은 양배추를 지시약으로 사용 할수 있는것은 안토시아닌 색소 때문이라는 것을 알게 되었다
바뀐 생각	지시약은 화학 약품만 있는 줄 알았는데 식물에서 얻은 천연지시약도 있다는 것이 신기했다.

⑤ Reading step

□ 실험을 설계해 보아요.

-어떻게 실험하면 좋을지 실험 준비물을 참고하여 실험 순서를 정해봅시다. 모둠원들과 의논합니다.

준비물	비커 100ml, 페트리 접시, 유리 막대, 푸른색/붉은색 리트머스 종이, 재산체, 염, 침착병에 담긴 배놀프탈레인 용액, 보란경, 실험용 정감
실험 순서	1. 붉은 양배추 지시약과 용액 등의 준비물을 준비한다. 2. 시험관에 들어있는 용액들에 각각 지시약을 떨어뜨린다. (10방울 / 스포이드) 3. '색이 변하는가 변하지 않나?' 라는 기준으로 용액들을 분류한다.

② Experiment step

□ 나의 주장과 증거-나는 무엇을 주장할 수 있는지 써봅시다. 붉은색으로 산성용액

주장	식초, 사이다, 붉은 염산 => 산성용액 (푸른색) 발레트 바누, 석회수, 우유, 나트륨 => 염기성 용액 (푸른색)
증거	저번시간에 리트머스종이를 이용해 용액을 분류했을때 산성=> 붉은 계열, 염기는 푸른색으로 나타났고 이번에도 붉은색, 푸른 색으로 분류 할 수 있었기 때문이다.

□ 우리 모둠의 주장과 증거

주장	종합해보면 산성용액은 붉은색, 염기성 용액은 푸른색이 될 것이다. (나의 주장과 동일)
증거	리트머스 지를 이용한 실험에서 산성은 붉은색 계열, 염기는 푸른색으로 나타났던 적이 있다 따라서, 증거 이번시간의 지시약으로 구분할 수 있을 것이다.

④ Argument and evidence step

□ 반성(되돌아보기)

-자신의 생각이 바뀐 점, 실험 중 발생한 문제점, 실제 결과와 차이가 나는 이유, 새로운 의문점, 더 알고 싶은 점 등을 써봅시다.

반성	산성, 염기성 말고 용액의 다른 특징도 있는지 궁금하다.
----	---------------------------------

⑥ Reflection step

[Fig. 1] Result of student's from experiment class by SWH

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. SWH를 활용한 실험수업이 논리적 사고력에 미치는 효과

SWH 실험수업이 논리적 사고력에 어떤 효과를 미치는지 알아보기 위하여 수업 처치 전·후에 실험반과 비교반에 논리적 사고력 검사를 실시하고 <Table 5>과 같이 독립표본 t검정을 하였다.

<Table 5> Logical thinking ability Pre-test and post-test result

Division	Group	Average	Standard Deviation	t	p	
Logical thinking ability	Pre-test	The experimental group	0.300	0.174	-.036	.972
		The comparative group	0.302	0.206		
	post-test	The experimental group	0.362	0.171	0.325	.747
		The comparative group	0.344	0.204		

*P < .05

<Table 6> Logical thinking level of the study subjects

category	the number of people		total
	male	female	
Logical thinking level	formal operational period	2(4.6%)	4(9.0%)
	transitional period	4(9.0%)	6(13.7%)
	concrete operational period	12(27.3%)	16(36.4%)

사전 논리적 사고력 검사 결과 실험집단의 평균은 0.300, 비교집단의 평균은 0.302로 통계적으로 유의한 차이가 없는 동질집단임을 알 수 있다 (p) .05). t-검증에 따른 통계 처리를 한 결과 두 집단 간에는 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 탐구적 과학 글쓰기 실험 수업이 초등학교 6학년 학생들의 논리적 사고력에 미치는 영향력이 유의미하지 않다는 Kim(2011)의 연구 결과와 같다.

논리적 사고력의 하위 요소에는 보존 논리, 비례 논리, 확률 논리, 변인통제 논리, 상관 논리, 조합 논리가 있는데 이는 인지구조 발달 단계상 형식적 조작기에 발달하게 되는 요소들이다. 논리적 사고력 검사지 채점 결과 본 연구 대상자의 논리적 사고력 수준은 <Table 6>과 같다. 채점 결과 본 연구 대상자들의 논리적 사고력 수준은 86.4%가 구체적 조작기와 과도기에 머무르고 있다. 이에 반해 논리적 사고력은 가설을 설정하고 변인을 통제하고 결론을 도출해 내는 형식적 조작기에 해당하는 사고력이다. 형식적 조작기에 있는 학생은 논리적 조작을 넓게 생각하고 활용

하여 과제를 해결할 수 있지만, 구체적 조작기에 있는 학생들은 현재의 구체적으로 제시된 문제만을 해결하는 정도의 논리적 조작만 가능할 뿐이다. 따라서 대다수가 구체적 조작기와 과도기에 해당하는 본 연구 대상자들의 사고력 수준을 고려했을 때 적절한 SWH 실험수업을 실시했다라도 논리적 사고력이 향상되기는 어려웠으리라 생각된다.

2. SWH를 활용한 실험수업이 과학 학습 동기에 미치는 영향

SWH를 활용한 실험수업을 실시하고 이것이 과학 학습 동기에 미치는 효과를 분석하기 위해 실험반과 비교반에 과학 학습 동기 검사지를 사용하여 사전검사와 사후검사를 실시한 후, 두 반간의 차이를 통계 분석하였다.

가. 과학 학습 동기 비교 결과

8주간 SWH 실험수업이 이루어진 후 과학 학습 동기 검사지를 통한 사후검사를 실시하였다. 그리고 독립표본 t검정으로 효과가 있는지 분석

<Table 7> Science learning motivation's Pre-test and post-test result

Division	Group	Average	Standard Deviation	t	p	
Science learning motivation	Pre-test	The experimental group	3.428	0.428	1.304	.199
		The comparative group	3.256	0.441		
	post-test	The experimental group	3.502	0.381	2.570	.014
		The comparative group	3.197	0.401		

* $P < .05$

한 결과, <Table 7>과 같이 유의확률 .014로 유의미한 차이가 발생하였다. 따라서 SWH를 활용한 실험수업이 전통적 실험수업에 비해 과학 학습 동기 향상에 효과적이라고 할 수 있다.

나. 과학 학습 동기 하위 영역별 비교 결과

Anderman과 Young(1994)은 과학 학습 동기를 개 영역으로 구분하였는데, 과학 학습 동기 검사를 과학 학습 동기를 과학에 대한 자아효능감, 과학에 대한 피상적 전략, 과학에 대한 심층적 전략, 과학에 대한 자아 개념 능력, 과학에 대한 가치, 과학에 대한 기대, 과학에 대한 능력 중심 목표 지향, 과학에 대한 학습 중심 목표 지향이 8개 하위 영역으로 나누어 집단별로 비교하였다. 독립표본 t검정을 통하여 8개의 하위 영역별로 비교 분석한 결과는 <Table 8>와 같다.

과학에 대한 자아효능감 영역에서 실험반과 비교반의 차이가 유의미하지 않다는 결과를 얻었다. 이는 SWH 6단계를 처음 접했던 학생들이 직접 학습 목표인 의문을 만들고 실험을 계획하는 등 해보지 않았던 낯선 활동을 많이 해야 했기에 ‘나는 잘 할 수 있다’라는 자아효능감에 많은 어려움을 느꼈던 것으로 보인다. 이러한 검사 결과는 과학 글쓰기를 활용한 수업 여부가 중학생들의 자아효능감을 향상시키는데 영향을 미치지 않는다는 Shin(2012)의 연구와 맥락을 같이한다.

과학에 대한 피상적 전략 영역에서도 실험반과 비교반의 차이가 유의미하지 않다는 결과를 얻었다. 사후 검사에서 실험반의 사후 검사 평균은

2.383으로 소폭 하락하고 비교반의 사후 검사 평균이 2.625로 상승한 것으로 보아 전통적 실험을 실시했던 비교반에서 피상적 전략을 사용하는 경우가 더 많았음을 알 수 있다.

과학에 대한 심층적 전략 영역은 실험반과 비교반의 차이가 유의미하다는 결과를 얻었다.

이는 SWH를 활용한 실험수업 시 학생들이 각 단계마다 친구들과 지속적으로 논의를 하고 이해하지 못한 부분이 발생하면 다른 이들의 주장과 증거, 읽기 자료를 참고하여 의문을 해결해 나갔기 때문인 것으로 보인다. 또한 SWH 실험수업이 진행될수록 학생들 스스로 미리 실험재료 및 도구를 살펴보고 이번 수업 시간에 나는 어떤 의문을 가지고 해결해 나갈 것인가를 미리 생각해 보는 학생 수가 늘었는데 이는 사후 검사 결과와도 일치한다. 따라서 SWH를 활용한 실험수업은 학생들의 심층적 전략 사용에 긍정적인 효과를 미치는 것으로 볼 수 있다.

과학에 대한 자아개념 능력 영역은 실험반과 비교반의 차이가 유의미하다는 결과를 얻었다. SWH 6단계가 복잡하고 이해하기 어려움에도 불구하고 학생들 스스로 의문을 설정하고 의문을 해결해 나가는 학습을 진행하였기에 ‘나는 과학을 좋아 한다’라고 판단한 것으로 보인다. 위 분석 결과를 볼 때 SWH를 활용한 실험수업은 과학에 대한 자아개념 능력에 긍정적인 영향을 미치며 이는 과학 글쓰기가 초등학생의 과학 학습에 미치는 영향에 대한 연구(Oh, 2011) 결과와

<Table 8> Learning Motivation's subarea of Pre-test and post-test result

Subarea		Group	Average	Standard Deviation	t	p
science self-efficacy	Pre-test	The experimental group	3.750	0.550	0.587	.560
		The comparative group	3.638	0.680		
	post-test	The experimental group	3.633	0.692	0.225	.823
		The comparative group	3.583	0.769		
science surface strategies	Pre-test	The experimental group	2.400	0.856	0.751	.457
		The comparative group	2.236	0.585		
	post-test	The experimental group	2.383	1.061	-.869	.390
		The comparative group	2.625	0.782		
science deep strategies	Pre-test	The experimental group	3.650	0.736	1.017	.315
		The comparative group	3.417	0.775		
	post-test	The experimental group	3.975	0.760	2.812	.007
		The comparative group	3.344	0.725		
science self-concept of ability	Pre-test	The experimental group	4.100	0.773	1.588	.120
		The comparative group	3.708	0.847		
	post-test	The experimental group	4.066	0.730	2.421	.020
		The comparative group	3.486	0.839		
science value	Pre-test	The experimental group	3.283	1.039	0.677	.502
		The comparative group	3.097	0.783		
	post-test	The experimental group	3.433	0.955	1.357	.182
		The comparative group	3.055	0.888		
science expectancy	Pre-test	The experimental group	3.775	1.069	1.506	.140
		The comparative group	3.292	1.052		
	post-test	The experimental group	3.675	0.877	1.207	.234
		The comparative group	3.354	0.878		
science ability -focused goal orientation	Pre-test	The experimental group	2.816	1.100	-1.075	.288
		The comparative group	3.152	0.973		
	post-test	The experimental group	2.700	0.948	-1.375	.176
		The comparative group	3.069	0.834		
science learning -focused goal orientation	Pre-test	The experimental group	3.567	0.905	1.170	.249
		The comparative group	3.264	0.810		
	post-test	The experimental group	3.700	0.897	3.008	.004
		The comparative group	2.930	0.798		

* $P < .05$

맥락을 같이한다.

과학에 대한 가치 영역은 실험반과 비교반의 차이가 유의미하지 않다는 결과를 얻었다. SWH

6단계가 점수로 환산되지 않는다는 점, 성취도 평가를 전혀 치르지 않는다는 점에서 학생들은 자신이 다른 학생과 비교하여 몇 등급인지, 과학

을 객관적인 기준에서 잘하는 편인지 알기가 어렵다. 따라서 과학에 대한 가치를 비교 분석한 결과에서 SWH를 활용한 실험수업이 통계적으로 유의한 영향을 주기 어려운 것으로 생각된다.

과학에 대한 기대 영역은 실험반과 비교반의 차이가 유의미하지 않다는 결과를 얻었다. SWH 6단계가 점수화되지 않고, 현재 성취도 평가를 실시하지 않아 과학 교과의 점수가 몇 점인지 알 수 없는 학생들이 내년에 과학 공부를 잘 할 수 있을지, 과학 관련 직업을 가지면 잘 해낼 수 있을지 확실하기는 어려운 것으로 보인다.

과학에 대한 능력중심 목표지향 영역은 실험반과 비교반의 차이가 유의미하지 않다는 결과를 얻었다. SWH 실험수업을 진행하면서 학생들의 반응을 살펴본 결과 수업이 진행될수록 혼자 생각하기 쉬운 것, 바로 답을 알 수 있는 내용보다 함께 의논하여 의문에 대한 주장과 증거를 찾고 다른 사람의 생각에서 더 좋은 의견을 얻는 과정 자체에서 보람과 즐거움을 느꼈기 때문에 과학에 대한 능력중심 목표지향에 유의한 효과가 없을 것으로 생각된다.

과학에 대한 학습중심 목표지향 영역은 실험반과 비교반의 차이가 유의미하다는 결과를 얻었다. 수업 중 논의를 통해 다른 사람에게서 다양한 증거 자료를 얻게 되고 읽을거리를 통해 스스로 과학 개념을 확립해 나갈 수 있기 때문에 SWH를 활용한 실험수업이 과학에 대한 학습중심 목표지향에 긍정적인 영향을 끼치는 것으로 생각된다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 탐구적 과학 글쓰기(Science Writing Heuristic) 실험수업이 초등학교 5학년 학생들의 논리적 사고력과 과학 학습 동기에 어떤 효과를 나타내는지 알아보려고 하였다. 초등학교 5학년 학생을 대상으로 탐구적 과학 글쓰기를 활

용한 실험수업과 전통적 실험수업의 효과를 비교 분석하였으며, 5학년 2학기 2단원 총 8차시에 적용하였다. 본 장에서는 SWH를 활용한 실험수업에 대한 연구의 결론을 맺고 이 연구 결과를 바탕으로 SWH를 활용한 초등학교 실험수업에 대하여 후속 연구를 제언을 하고자 한다.

1. 결론

탐구적 과학 글쓰기를 활용한 실험수업이 초등학생의 논리적 사고력과 과학 동기 학습에 나타난 효과는 다음과 같다.

첫째, 2009 개정 초등학교 5학년 과학교육과정의 내용 중 SWH 실험수업이 가능한 「2. 산과 염기」 단원 8차시 분량의 수업을 준비하였다. 이를 위해 2009 개정 초등학교 5학년 과학교육과정과 교사용 지도서, 교과서를 분석하여 각 차시별 수업 주제와 학습목표 및 관련된 논리적 사고력, 과학 학습 동기를 설정하였다. 또한 이를 토대로 교사용 지도서에 제시된 학습 목표를 분석한 후 수정 및 보완하고 SWH 6단계 전략 바탕으로 각 차시별 교수-학습 계획안, 학생용 활동지, 읽기 자료 등을 개발하였다.

둘째, SWH를 활용한 실험수업은 학생들의 논리적 사고력을 향상에 의미 있는 효과가 없었다. 학생 대다수의 논리적 사고 수준이 구체적 조작기와 전조작기에 해당했기 때문에 형식적 조작논리인 논리적 사고력을 사용하기가 어려웠을 것으로 생각된다.

이는 탐구적 과학 글쓰기 실험 수업이 초등학교 6학년 학생들의 논리적 사고력에 미치는 영향력이 유의미하지 않다는 Kim(2011)의 연구 결과와 같다. 실제 SWH 실험 수업을 진행하는 과정에서 형식적 조작 논리가 가능한 학생들은 SWH 각 단계의 특성을 이해하고 체계적인 과학 지식을 구성하였으나 그 외 학생들은 문체 상황을 분석하여 의문을 만들고, 실험 설계를 한 후 각 단계별 글쓰기를 해야 SWH 실험수업을 어려워하

었다. 이러한 특성으로 인해 학생들은 논리적 사고력 향상에 목표를 두기보다 실험 활동 및 학생용 활동지 작성에 더 치중하는 경향이 있었다. 따라서 학생 개인의 탐구능력 수준에 따라 학생용 활동지 작성 횟수와 단계별 작성 양을 조절해준다면 논리적 사고력 향상에 긍정적인 영향을 줄 있으리라 예상된다.

셋째, SWH 실험 수업은 과학 학습 동기에 유의미한 효과가 있었다. 실험 집단과 비교 집단 간의 과학 학습 동기와 관련된 사후검사 결과 SWH를 활용한 실험수업을 실시한 실험 집단이 비교 집단에 비해 과학 학습 동기의 하위 요소 중 과학에 대한 심층적 전략, 과학에 대한 자아 개념 능력, 과학에 대한 학습 중심목표 지향에 효과가 있는 것으로 나타났다. 이는 과학 글쓰기가 초등학생의 과학 학습에 미치는 영향에 대한 연구(Oh, 2011) 결과와 맥락을 같이한다. 정의적인 특성을 지닌 과학 학습 동기는 단기간에 향상 시키기는 어렵지만 학습 내용과 관련하여 적절화된 SWH 실험수업이 과학 학습 동기에 긍정적인 효과가 있음을 알 수 있다.

SWH를 활용한 실험 수업은 실험 설계 및 실험, 활동지의 작성, 학생 간 논의를 동시에 해야 하는 어려움이 있으므로, 학생들에게 충분한 수업 시간을 제공하고 학생의 성향 및 수준을 고려한 수업 전략 및 학생용 활동지를 개발해야 할 필요가 있다.

2. 제언

본 연구의 결과를 바탕으로 후속 연구에 대해 다음과 같이 제언을 하고자 한다.

첫째, 본 연구는 초등학교 5학년 2학기 1개 단원, 8차시의 수업으로 SWH 실험 수업이 초등학교 5학년 학생들의 논리적 사고력 및 과학 학습 동기에 미치는 효과를 알아보았기에 일반화되기 어려울 수 있다. 이에 장기간의 연구를 추가로 실시하여 SWH 실험수업이 논리적 사고력 및 과학

학습 동기에 구체적으로 어떠한 효과를 미치는지 후속 연구를 할 필요가 있다.

둘째, SWH 실험 수업 시 학생들이 각 단계별 전략을 이해하기 어려워 한다는 점, 주어진 수업 시간 내에 학생용 활동지 작성을 힘들어 한다는 점을 고려하여 초등학교 5학년 학생들의 수준과 흥미에 맞는 SWH 실험수업 전략과 적절한 수업 자료를 추가로 연구 개발할 필요가 있다. 초등학생의 경우 특히 SWH 단계의 특성을 이해하기 어려워하므로 수업 처치를 하기 전 각 단계에 대한 충분한 사전 지도 및 학생들이 활동한 내용을 쉽게 작성할 수 있는 활동지 개발이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

References

- Anderman FM and Young AJ(1994). Motivation and strategy use in science: Individual differences and classroom effect. *Journal of Science Teaching*, 31(8), 811~831.
- Jang KH(2013). The Effect of Argumentation-based Negotiation in the Science Writing Heuristic(SWH) Approach on Students' Question and Claim-Evidence. *The Graduate School Pusan National University Paper of Doctor's Degree*.
- Jang HJ(2010). Effects of instruction using science writingheuristic on elementary school students' Science Process Skills and scientific attitude. *The Graduate School of Education Pusan National University Paper of Master's Degree*.
- Keys CW, Hand BM, Prain V, Collins S(1999). Using the Science Writing Heuristic as a Toll for Learning Laboratory Investigation in Secondary Science. *Journal of Reseach in Science Teaching*. 36(10), 1065~1084
- Kim MK(2004). The characteristics of the Under-Achievers in Science Learning Classified by Grade or Gender. *Ewha Wamans University of Education Paper of Master's Degree*.
- Kim MY(2011). The Effect of Science Writing Heuristic Laboratory Class on 6th Grade Students' Science Process Skill and Logical Thinking Ability.

- Chinju National University of Education Paper of Master 's Degree.
- Kim MJ(2011). The Effect of Reading frame-based Science Writing Heuristic(R-SWH) on the Achievement of Learning, Critical Thinking, and Summary Writing. Ewha Womans University of Education Paper of Master 's Degree.
- Ministry of Education, Science and Technology(2007). 2009 Curriculum Revision : Science Curriculum Implementation. Ministry of Education, Science and Technology
- Park SH(2011). The Effect of Science Writing Heuristic Laboratory Class on Scientific thinking of Middle School Students. Ewha Womans University of Education Paper of Master 's Degree.
- Park YM(2002). Development of an effective reading instruction model for developing creative learning abilities. Reseach Center of Hongik university.
- Shin JI(2012). The Effects of Lessons Using Science Writing on Middle School Students' Scientific Attitude, Learning Motivation and Academic Achievement. The Graduate School of Education Ewha Womans University Paper of Master 's Degree.
- Son JW, Chun JH(2004). A Type Analysis of Creative Thinking Abilities in Science Writing - With Focus on Middle School Science Textbooks -. Korea Institute for Curriculum and Evaluation, 7(2), 285~304
-
- Received : 16 July, 2018
 - Revised : 03 August, 2018
 - Accepted : 16 August, 2018