

# 탐구적 과학 글쓰기 활용 수업이 메타인지와 과학적 창의성에 미치는 효과

이은아 · 김용권\*  
부산교육대학교

## The Effects of Science Writing Heuristic Class on the Metacognition and Scientific Creativity

Lee Eun-a · Kim Young-gwon\*  
Busan National University of Education

### ABSTRACT

This study explored the effect of using the inquiry-based science writing heuristic approach in class on metacognition and scientific creativity to enhance the ability of solving problems in science classrooms of elementary students. The results of this study were as follows. First, the science writing heuristic had a positive influence on the usage of metacognition necessary for learners to solve the problem with science. Second, the science writing heuristic contributed to the improvement of scientific creativity. In the process of inquiry-based approach, learners used scientific knowledge to come up with ideas and produce outcomes, therefore they could seek answers to scientific problems for themselves. Third, the science writing heuristic produced a positive awareness of science process skill because learners had more opportunities to think on their own than an existing passive class. In conclusion, this study found that the inquiry-based science writing heuristic approach encouraged learners to do inquiring activities in school classrooms, therefore contributing to the application of metacognition and the improvement of scientific creativity.

**Key words** : science writing heuristic, metacognition, scientific creativity, inquiry-based approach, improvement.

## I. 서 론

2007 개정 교육 과정에 따르면 초등과학교육은 자연현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여 과학의 기본개념을 이해하고 과학적 사고력과 창의적 문제해결력을 길러 일상생활 문제를 과학적으로 해결하는데 필요한 과학적 소양을 기르는 것을 목표로 두고 있다. 이에 초등학교 5학년 2학기 교사용 지도서에서는 과학적 글쓰기는 과학적 소양을 촉진하는데 적합하여 2007년 개정 과학과 교과에서 과학 기술의 사회적 책무성을 강조하며

과학 글쓰기를 신설하여 5~6학년 과학 교과서에 적용한 FLOW 모형에서 학습자가 과학적 지식들을 체계적으로 조직하여 탐구보고서를 작성하는 0단계에서 과학 글쓰기 활동을 제시하였다고 명시하고 있다.

또한 이호진(2004)은 글쓰기 과정에서 나타나는 오개념을 스스로 발견하고 수정할 필요성을 느끼게 됨으로 자신의 개념을 정확하게 변화시키는데 효과적인 방법이라고 했으며 손정우(2010)는 과학 글쓰기 수업을 받은 학생들은 과학적 사고력이 향상되었다고 하였다. 정희선(2010)도 과학 글쓰기는

과학 관련 태도 향상에 효과적인 교수법이라고 말한 바 있다. 이렇듯 과학에서의 글쓰기는 그 효과가 검증되어 가고 있으며 과학 교과에서 학습자의 과학적 소양을 촉진하는 교수법으로 권장되고 있다.

그럼 과학 교과의 목표를 달성하는데 적합한 과학적 글쓰기 교수법을 찾는 것이 중요하다. 과학 교과의 목표는 위에서 언급했듯이 일상생활의 문제를 과학적으로 해결하는데 필요한 과학적 소양을 기르는 것이다. 일상생활에서 부딪히는 문제를 과학적으로 해결하기 위해서는 문제에 직면했을 때 자신이 알고 있는 지식을 바탕으로 우선 문제를 분석한 후 문제를 해결하기 위해 새롭게 알아야 하는 지식을 파악하는 것이 우선시 된다. 이러한 사고인지를 메타인지라고 하는데 이미 많은 선행 연구를 통해 메타인지 학습전략이 학업성취도와 학습태도, 과학 탐구 전략 발달, 문제해결력에 효과가 있다고 검증되었다(이형진, 2013; 정홍식 등, 2003; 정술 2007). 하지만 지금 현 과학 교육은 실험과정을 그대로 따라하는 비탐구적 수업이 이루어지고 있다(양일호, 조현준, 2006). 학습자에게 자신이 알고 있는 내용과 알아야 할 내용을 스스로 파악 할 수 있는 기회를 제공하지 않음에 따라 학습자는 자신의 적극적인 사고 없이 무조건적인 지식을 받아들이는데 그치게 된다. 아무런 내적 갈등도 없이 받아들이는 지식을 문제해결력의 바탕이 될 수 없다. 따라서 학습자가 자신이 알고 있는 것과 모르는 것을 파악한 후 알아야 할 내용을 인지 한 후 탐구활동을 할 수 있는 기회를 만들어 주어야 한다.

이에 새로운 교수, 학습 전략으로 탐구적 과학 글쓰기 (Science Writing Heuristic or SWH, Keys et al., 1999)를 제시한다. SWH 수업은 의문 만들기, 실험 과정, 관찰 및 결과, 주장, 근거, 읽기, 반성의 과정으로 이루어져 있다. 박시현(2011)은 탐구적 과학 글쓰기 수업이 메타인지 향상에 효과적이라고 하였으며 김미정(2011)은 읽기와 반성 부분에서 메타인지 활동이 나타난다고 하였다. 본 연구자는 의문 만들기 과정에서 학습자는 교사가 제시한 상황에서 자신이 알고 있는 지식을 바탕으로 모르는 것을 인지하고 의문으로 만들게 되므로 교사가 제시해 주는 학습 목표가 아닌 자신이 알고자 하는 것이 자연스럽게 학습 목표가 되는 것이고 이때 메타인지를 활용 할 수 있다고 본다. 그리고 실험 단계에서는 자신이 만든 의문점을 해결할 수 있는 적합한 실험방

법을 스스로 고안하여야 한다. 이 단계에서 학습자는 여러 방향으로 다양하게 방법을 생각하게 된다. 이 과정에서 창의성이 발현 될 수 있다. 그런데 과학교육에서의 창의성은 다른 분야의 창의성과 다른 부분이 있다(Wolpert, 1992). 즉 과학교육에서는 과학적 창의성이 발현된다고 할 수 있다.

과학적 창의성은 과학의 기본 지식과 탐구과정을 바탕으로 새로운 문제를 발견해 내고 새로운 해결 방법을 발견하는 것이다(정현철 등, 2002). 그리고 창의적인 과학 문제를 발견해서 창의적인 과학 실험으로 해결하는 것이다(Hu & Adey, 2002). 따라서 탐구적 과학 글쓰기 실험 단계를 통해서 학습자는 과학적 창의성을 발현 시킬 수 있게 된다.

탐구적 과학 글쓰기는 실험 단계 후 결과를 근거로 의문의 답에 맞는 내용을 자신의 주장으로 만들게 되고 주장에 뒷받침 되는 내용들을 책이나 인터넷을 통해서 찾아 과학적 개념을 확고하게 한다. 이런 과정을 거치게 되면 자연스럽게 학습자는 올바른 과학적 지식을 습득하게 된다. 이렇게 쌓인 과학적 지식은 과학적 창의성 향상에 도움이 된다. 과학적 창의성은 과학 분야의 지식이 중요하다(Simonton, 1998). 과학적 지식이 없으면 문제를 인지하거나 문제의 본질을 이해하지 못하고, 지식을 통해서 현재의 사고 위치를 확인할 수 있고 새로운 아이디어를 수용하거나 생성할 수 있다(Sternberg & Lubart, 1993).

따라서 본 연구는 탐구적 과학 글쓰기 활용수업이 메타인지 향상과 과학적 창의성에 어떠한 영향을 미치고 학습자의 인식 변화가 어떻게 이루어졌는지에 대해 알아보고자 한다.

이에 대한 연구 문제의 설정은 다음과 같다.

첫째, 탐구적 과학 글쓰기 활용수업이 메타인지에 미치는 효과는 어떠한가?

둘째, 탐구적 과학 글쓰기 활용수업이 과학적 창의성에 미치는 효과는 어떠한가?

셋째, 탐구적 과학 글쓰기 활용수업이 학습자의 인식 변화에 어떻게 작용하였는가?

## II. 연구 절차 및 방법

### 1. 연구 절차

본 연구는 탐구적 과학 글쓰기를 활용한 수업이

학생들의 메타인지와 과학적 창의성에 미치는 영향을 알아보는 것으로 초등학교 5학년 과학과 ‘용액와 용액’ 단원을 2013년 2학기 8주 동안 주당 1시간씩 수업이 진행하였다. 탐구적 과학 글쓰기 수업은 기존 과학 실험 수업과는 달리 의문 만들기, 실험, 관찰, 주장과 증거, 읽기, 반성의 단계를 거쳐 학생들이 스스로 학습목표에 대해 의문을 만들어 의문을 해결해 나가기 위한 실험을 설계하고 실험을 통해서 결과를 관찰하여 최종 자신의 주장을 만드는 것이다. 즉 글쓰기를 통해서 단계를 완성해 나가면서 탐구활동이 진행이 된다. 이에 따라 1주는 학습 방법에 대한 이해의 시간을 가졌고, 2주는 사라지는 물질, 3주는 액체 탐 쑤기, 4주는 용액의 진하기, 5주는 설탕이 물에 녹으면?, 6주는 용질이 물에 녹는 양, 7주는 용질 석출하기, 8주는 결정 만들기의 주제로 탐구적 과학 글쓰기 수업을 진행하고 사전 사후에 검사를 통해서 학생들의 메타인지와 과학적 창의성의 변화에 대해 알아본 후, 개별 인터뷰를 통해서 학생들의 인식 변화에 대해 알아보았다. 연구절차는 다음과 같다.

첫째, 기초연구 단계로 연구 주제에 맞는 선행연구와 기초 자료를 수집한다. 둘째, 연구하기에 적절한 단원을 선정하여 지도안과 학습지를 개발한다. 셋째, 선정된 학생들에게 메타인지와 과학적 창의성 사전 검사를 한다. 넷째, 탐구적 과학 글쓰기를 활용한 수업을 처치한다. 다섯째, 메타인지와 과학적 창의성 사후 검사를 한 후 개별 인터뷰를 통해 학생의 인식 변화를 조사한다. 마지막으로 그 결과를 이용하여 탐구적 과학 글쓰기 활용 수업이 메타인지와 과학적 창의성에 미치는 영향을 분석한다.

**2. 연구 방법**

**1) 연구 대상**

본 연구는 Y시의 S초등학교 5학년 2학기에 재학 중인 남학생 3명 여학생 2명을 대상으로 실시하였다.

**2) 연구 설계**

본 연구는 실험 설계는 Table 1과 같이 학생 5명에게 동일하게 사전검사 후 탐구적 과학 글쓰기 활용 수업을 처치하였다. 수업처치 후 사후 검사를 실시하여 수업으로 인한 변화를 확인하였고 개별 면담을 통해 학생들의 인식 변화에 대해서도 알아보았다.

**Table 1.** Experimental design

student	pre-test	design	post-test
A, B, C, D, E	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>

O<sub>1</sub> : Pre test (metacognition ability test, scientific creativity ability test)

X : study of application of science writing heuristic

O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> : Post test (metacognition ability test, scientific creativity ability test, interview)

**3. 검사도구 및 자료 처리**

탐구적 과학 글쓰기가 메타인지 향상에 어떠한 영향을 주는지 알아보기 위하여 메타인지 검사를 실시하였다. 메타인지 검사지는 특정 교과에 제한되지 않은 일반적인 검사지로 메타인지 전략 측정 문항을 수정, 보완한 이은주(2010)의 검사지를 사용하였다. 검사지는 계획, 모니터, 조절, 평가 영역을 포함하고 학습 방법, 전략의 내용을 담아 총 18문항으로 구성되어 있다. 학습자들은 평소 자신의 모습을 반영하여 가장 근접하다고 생각되는 곳에 표시하도록 하였다. 채점은 매우 그렇다는 5점, 대체로 그렇다는 4점, 보통이라는 3점, 대체로 그렇지 않다는 2점, 전혀 그렇지 않다는 1점으로 하였다. 메타인지 검사가 측정하고 있는 문항은 Table 2과 같으며 검사지 신뢰도는 Cronbach  $\alpha = .72$ 이다.

현재는 과학 영역에서 창의성을 측정하기 위해 개발된 검사 도구는 거의 없는 실정이다. 이 연구에 사용된 과학적 창의성 검사지는 2004년 최인수와 이종구가 개발한 검사지를 사용하였다. 이 검사지는 노벨 수상자등 실제 인물과 인터뷰를 통해 창의성에 관련된 요인들을 선택하였다. 또한 각 요인별로 프로파일 점수도 알 수 있어 학습자들의 창의적인 요소별 장점과 단점을 알 수 있는 것이 특징이다. 이 검사지를 통해 알 수 있는 창의성 요소는 창의적 성격, 창의적 사고, 창의적 동기로 나눌 수 있다. 각 요소별 하위영역과 각 요소가 설명하는 것은 Table 3에서 나타나 있고, 각 하위 영역별로 8개에서 11개

**Table 2.** Constitution of metacognition ability test

sub-element	question count	question number	total
plan	3	6, 14, 17	18
monitor	6	1, 8, 10, 11, 12, 13	
control	6	4, 5, 7, 9, 16, 18	
evaluation	3	2, 3, 15	

**Table 3.** Constitution of scientific creativity ability test

category	sub-element	question count	total
creative character	thoroughgoing, do my best	10	124
	social responsibility	10	
	openness	9	
	independence	10	
	dogmatic, impulsive, selfish	10	
creative thinking	imagination, fantasy	11	
	divergent thinking, convergent thinking	10	
	creative thinking	9	
creative motivation	intrinsic motivation	8	
	curiosity, observation	9	
	diligence	8	
	courage	11	

의 문항이 있고 총 124문항으로 구성되어 있다. 5점 척도로 자신과 가장 적합한 문항을 고르도록 하였다. 각 하위의 원 점수 계산은 각 하위검사에 속한 문항점수들의 단순 합산 값으로 하였다. 이렇게 계산한 원 점수는 간편하기는 하나 표준화된 값이 아니다 따라서 표준화 된 방식을 적용한 T점수로 나타내었다. T점수 계산은 6개의 기준 집단별(4학년 남자, 4학년 여자, 5학년 남자, 5학년 여자, 6학년 남자, 6학년 여자) 12개의 하위검사에 대해 각각 다른 수치가 적용된다. 집단별 평균과 표준편차를 이용한 T점수 계산 공식은  $50+10 \times Z$ 점수이다. Z점수의 계산은 (개인의 원 점수 - 기준집단의 평균)값을 기준 집단의 표준편차로 나눈 값이다. 검사에 참여한 5학년 기준집단의 요인점수들의 평균과 표준편차는 부록에 제시하였다. 최인수와 이종구(2004)의 창의성 검사지의 전체 신뢰도는 Cronbach  $\alpha = .856$ 이다.

### III. 연구 결과 및 논의

본 연구에서는 탐구적 과학 글쓰기가 메타인지와 과학적 창의성에 미치는 효과에 대해서 알아보았다.

#### 1. 탐구적 과학 글쓰기가 메타인지에 미치는 효과

메타인지 검사는 계획, 모니터, 조절, 평가의 4가지 하위요소로 나뉜다. 학생별 수업처치 전 수업 처치 후 메타인지 영역별 검사는 Table 4, Table 5, Table 6, Table 7 및 Table 8과 같다.

학생 A는 탐구적 과학 글쓰기 수업 중에서 읽기 단계에서 실험 결과의 원리를 책을 통해서 알게 되

어 좋다고 하였으며, 책을 읽을 때도 중요 쟁점을 잘 찾아서 읽었다. 또한 실험이 진행되는 과정에서 자신의 실험이 잘못되었을 때에는 즉각 질문을 통해서 자신의 방법을 수정하는 등 조절 영역에서 탁

**Table 4.** The result of student A metacognition ability test

	sub-element	full mark	pre-test	post-test
student A	plan	15	8	8
	monitor	30	20	22
	control	30	17	20
	evaluation	15	9	10

**Table 5.** The result of student B metacognition ability test

	sub-element	full mark	pre-test	post-test
student B	plan	15	11	15
	monitor	30	23	28
	control	30	22	22
	evaluation	15	11	12

**Table 6.** The result of student C metacognition ability test

	sub-element	full mark	pre-test	post-test
student C	plan	15	14	15
	monitor	30	27	30
	control	30	20	30
	evaluation	15	11	14

**Table 7.** The result of student D metacognition ability test

	sub-element	full mark	pre-test	post-test
student D	plan	15	14	14
	monitor	30	22	30
	control	30	24	27
	evaluation	15	12	15

**Table 8.** The result of student E metacognition ability test

	sub-element	full mark	pre-test	post-test
student E	plan	15	12	14
	monitor	30	25	28
	control	30	19	23
	evaluation	15	10	12

월한 능력을 보여주었다.

학생 B는 의문 만들기 단계에서 문제의 상황이 주어졌을 때 자신의 경험이나 책에서 본 내용들을 이야기 하면서 주어진 문제의 상황에 관해서 자신이 알고 있는 내용을 자연스럽게 떠올리는 행동을 관찰 할 수 있었다. 그로 인해 자신이 모르는 내용을 파악하고 의문 만들기로 연결을 잘 시켰다. 그리고 인터뷰에서도 문제의 상황을 보고 의문을 만들어 내는 단계에서 흥미를 가졌다고 대답했다. 8주 동안 이러한 과정이 반복 되면서 학생 B는 모니터 영역에서 가장 많은 향상이 되었다고 생각된다.

학생 C는 조절 영역의 향상이 두드러졌다. 탐구적 과학 글쓰기 수업 초반에는 수업 방식이 익숙하지 않아 기존의 학습 방법에서 벗어나 적응하는데 힘들어 하는 모습을 보였으나 수업이 진행이 될수록 수업 방식에 적응하면서 자신이 생각한 실험 방법이 다른 학생과의 논의를 통해 잘못되었음을 알게 되며 즉각 자신의 방법을 수정하여 다시 새롭게 실험을 진행하는 등 상황에 맞게 유연성을 발휘하는 모습을 보였다.

학생 D는 다른 학생들에 비해 체험학습 경험이 많고 평소 책을 즐겨 읽는 학생이다. 그리고 자신이 모르는 것이나 이해가 되지 않는 내용들은 꼭 질문을 하는 학생이다. 평소 학습 태도에서 알 수 있듯이 학생 D는 축적된 지식이 많고 자신이 알고 있는 지식을 바탕으로 모르는 내용을 인지하여 스스로 학습 목표를 잘 잡아서 학습하는 유형이다. 그리고 탐구적 과학 글쓰기 수업을 통해서 자신의 인지 상태를 확인하고 문제 해결을 위해서 계획을 세우고 그 계획이 적합한지 검토해야 하는 활동이 계속 반복됨으로 인해 기존에 가지고 있었던 능력이 더욱 활성화 되어서 모니터 영역에서 큰 폭으로 향상이 되었다고 생각된다.

학생 E는 조절영역에서 가장 큰 향상을 보였다. 학생 E는 평소에 자신의 방법대로 실험을 했을 때 실험이 되지 않아도 끝까지 자신만의 방법을 고집하다가 실험 결과를 내지 못하고 교사가 개입을 했

을 때 마지못해 따르는 경우가 있는 등 유연성이 부족한 학생이다. 그런데 탐구적 과학 글쓰기라는 새로운 학습 방법에 적응하고 단계마다 적절한 방법을 찾아야 하기 때문에 기존의 유연하지 못한 부분은 상반된 태도가 요구되었다. 그래서 학생 E는 단계마다 스스로 적합한 활동 방법이나 적합한 내용을 찾는데 어려움을 느꼈지만 시간이 지나면서 방법을 터득한 후로는 쉽게 잘 할 수 있었다.

학생들은 8주의 수업을 통해서 자신의 메타인지를 잘 활용하여 능력이 향상이 되었다. 탐구적 과학 글쓰기 수업이 메타인지 향상에 도움이 되었던 이유는 3가지 정도로 생각해 볼 수 있다. 첫째, 의문 만들기 과정에서 자신이 알고 있는 내용을 바탕으로 자신이 모르는 것을 인지하여 의문을 만들어서 자신의 인지를 확인할 수 있었다. 둘째, 실험 단계에서 스스로 의문점을 해결할 수 있는 실험 계획을 세우고 실험 활동 중 잘못 된 방법은 수정, 보완해 나가면서 탐구 학습이 이루어졌다. 셋째, 읽기 단계에서는 학습한 과정과 내용을 생각하면서 책에서 원리를 파악하여 자신의 과학 개념을 글쓰기를 통해서 정리 할 수 있었다. 이런 기회를 탐구적 과학 글쓰기 수업이 제공함에 따라 메타인지가 향상 될 수 있었다. 이러한 결과는 탐구적 과학 글쓰기 교수·학습법으로 메타인지를 유도할 수 있다는 연구와 일치하다(Burke et al., 2006).

## 2. 탐구적 과학 글쓰기가 과학적 창의성에 미치는 효과

과학적 창의성 검사는 창의적 특성, 창의적 사고, 창의적 동기로 3가지 하위요소로 나뉘고 학생별 수업처치 전 수업 처치 후 과학적 창의성 결과는 Table 9, Table 10, Table 11, Table 12 및 Table 13과 같다

학생 A의 평소 수업 태도를 본다면 자심감이 없고 다른 학생이 하는 것을 보고 따라 하는 등 자신이 스스로 사고하고 실험하는 모습은 잘 볼 수 없었고 문제를 해결하는 데 필요한 아이디어를 내지도 못해서 수업을 끈기 있게 집중해서 하지 못했다. 하지만 탐구적 과학 글쓰기 수업을 통해서 다른 학생들의 생각을 비교하고 논의하는 과정을 통해서 자신이 스스로 의문점을 만들고 의문점을 해결하기 위해서 짧은 시간에 여러 가지 아이디어를 내었으며 탐구적 과학 글쓰기 수업의 전 단계를 집중력 있

**Table 9.** The result of student A scientific creativity ability test

category	sub-element	pre-test	post-test
creative character	thoroughgoing, do my best	51	51
	social responsibility	45	64
	openness	58	50
	independence	46	49
	dogmatic, impulsive, selfish	40	48
creative thinking	imagination, fantasy	57	58
	divergent thinking, convergent thinking	53	59
	creative thinking	57	54
creative motivation	intrinsic motivation	50	52
	curiosity, monitoring	46	54
	diligence	49	55
	courage	48	56

**Table 10.** The result of student B scientific creativity ability test

category	sub-element	pre-test	post-test
creative character	thoroughgoing, do my best	56	72
	social responsibility	64	65
	openness	53	60
	independence	55	64
	dogmatic, impulsive, selfish	42	60
creative thinking	imagination, fantasy	47	62
	divergent thinking, convergent thinking	53	62
	creative thinking	59	68
creative motivation	intrinsic motivation	54	54
	curiosity, monitoring	63	68
	diligence	64	76
	courage	52	65

**Table 11.** The result of student C scientific creativity ability test

category	sub-element	pre-test	post-test
creative character	thoroughgoing, do my best	53	67
	social responsibility	72	73
	openness	53	57
	independence	65	67
	dogmatic, impulsive, selfish	55	63
creative thinking	imagination, fantasy	51	70
	diffuse thinking, convergence thinking	65	70
	creative thinking	68	68
creative motivation	intrinsic motivation	59	61
	curiosity, monitoring	69	66
	diligence	59	64
	courage	66	68

게 해 나감으로 인해서 창의적 성격에서는 사회적 책임 영역이 창의적 사고에서는 확산적 사고 영역이 창의적 동기에서는 용기 영역이 크게 발달하였음을 볼 수 있다.

학생 B는 초반에는 다른 학생이 만든 의문을 따라하거나 실험과정을 그대로 하는 모습을 보였지만 수업이 반복되면서 자신의 경험을 이야기 하면서 의문 만들기 단계에서 적극적인 태도를 가지게 되

**Table 12.** The result of student D scientific creativity ability test

category	sub-element	pre-test	post-test
creative character	thoroughgoing, do my best	62	68
	social responsibility	68	79
	openness	64	72
	independence	68	77
	dogmatic, impulsive, selfish	59	77
creative thinking	imagination, fantasy	52	64
	diffuse thinking, convergence thinking	65	78
	creative thinking	69	73
creative motivation	intrinsic motivation	70	76
	curiosity, monitoring	59	77
	diligence	68	74
	courage	72	75

**Table 13.** The result of Student E scientific creativity ability test

category	sub-element	pre-test	post-test
creative character	thoroughgoing, do my best	51	61
	social responsibility	52	62
	openness	47	60
	independence	49	55
	dogmatic, impulsive, selfish	50	57
creative thinking	imagination, fantasy	58	60
	diffuse thinking, convergence thinking	49	56
	creative thinking	49	59
creative motivation	intrinsic motivation	50	64
	curiosity, monitoring	60	65
	diligence	60	66
	courage	51	61

어 창의적 성격 중에서 자신의 의견을 적극 주장하는 독단적 성향이 향상되었다. 그리고 옛 경험으로부터 새로운 지식을 얼마나 추출해낼 수 있는지, 논리적인 사고를 하는지, 내적 심상이 얼마나 잘 연상하는가 등의 창의적 사고 능력 또한 향상되게 되었다. 창의적 사고 또한 고무 향상 되게 되었다. 그리고 글쓰기를 싫어하다가 다른 아이와 경쟁의식이 작용하여 매 단계를 열심히 하게 되고 단계별로 성취감을 느끼게 되면서 창의적 동기 또한 향상 되게 되었다.

학생 C는 다른 학생과 함께 실험을 할 때나 과제를 할 때 화합을 잘 하고 자신의 몫에 대해서는 책임을 다하지만 자신이 스스로 결단을 내리거나 주도하지는 않았다. 하지만 탐구적 과학 글쓰기 수업에서는 자기 스스로 모든 것을 결정해서 실험을 진행해야 했고 앞 단계가 완벽하게 마무리 되지 않

면 뒷 단계가 진행이 되지 않기 때문에 단계마다 최선을 다하면서 창의적 성격에서 철저함과 최선다함 영역에서 큰 향상을 보였다. 그리고 학생 C는 창의적 사고에서 상상력, 환상 영역에서 큰 향상을 보였는데 의문을 해결하기 위해서 의문에 맞는 실험 결과를 예측해서 실험 과정을 설계 하면서 그동안 자극 되지 않았던 상상력에 자극을 받게 되었다. 창의적 동기는 전반적으로 높은 편으로 측정되었다. 자기 스스로 그 일을 하고 싶다는 내재적 동기도 강하고 호기심이나 관찰 능력 또한 높은 편이다.

학생 D는 기존 수업 방식에서는 교사의 몇 가지 질문을 통해서 학습에 대한 흥미를 느꼈다면 탐구적 과학 글쓰기 수업에서는 문제 상화에 맞는 사진을 보고 스스로 의문을 만들어야 했고 자신이 만든 의문을 해결하기 위해 스스로 탐구해야 했다. 이러한 탐구 활동을 통해서 학생 D는 스스로 철저하게

단계를 진행해 나가야 했으며 여러 아이디어 중에서 적절한 아이디어를 고를 수 있는 수렴적 사고 또한 발달하게 되었다. 그리고 모든 단계를 주도적으로 이끌다 보니 주제에 대한 호기심도 계속적으로 유지 되면서 진행 과정과 결과를 관찰하여 의문을 해결하기 위한 노력으로 이어지게 되었다.

학생 E는 평소 자신만의 방법이나 생각 등을 고수하는 성향을 가지고 있었다. 하지만 이번 탐구적 과학 글쓰기 수업은 기존의 수업 방식과는 전혀 다르다. 자신만의 방식을 고수하는 것이 각 단계를 적극적으로 해결해 나갈 수도 있겠지만 학생 E는 그동안의 학습 방법과 다른 새로운 학습 방법에 적응하는 것부터 힘들어했다. 그러면서 또래 학생의 도움을 받으면서 조금씩 적응해 나가면서 새로운 학습 방법에 재미를 느끼기 시작하다 보니 자연적으로 잘못을 인정하는 융통성인 개방성, 실패한 경험으로부터 얼마나 많이 배우는가, 생각이 논리적인가를 알 수 있는 창의적 사고능력이 향상 되게 되었고 새로운 수업 방식에 재미를 느끼고 적극적으로 수업을 하다 보니 내재적 동기 역시 향상되게 되었다.

위의 내용을 종합해 보면 탐구적 과학 글쓰기 수업을 통해서 개인의 차이는 있지만 과학적 창의성이 향상되었다고 볼 수 있다. 그 원인을 3가지 정도로 간추려 본다면 첫째, 박종원(2004)이 과학 탐구를 수행할 때 창의적인 아이디어를 제안하거나 결과물을 산출하는 능력이 과학적 창의성이라고 하였듯이 탐구적 과학 글쓰기 수업 역시 단계마다 자신의 생각과 아이디어를 바탕으로 결과물을 산출해서 과학적 개념을 구성해 나가기 때문에 자연히 과학적 창의성이 발달 되었다고 할 수 있다. 둘째, 정현철 등(2002)은 과학적 창의성이란 “과학의 기본지식과 탐구과정 기술을 기반으로 새로운 문제를 발견해 내며 적절하고 새로운 해결방법을 발견하는 것”이라고 하였는데 탐구적 과학 글쓰기의 1단계 의문 만들기에서 학습자들은 자신의 지식을 바탕으로 의문점을 만들고 의문을 해결하기 위해서 탐구과정을 거치면서 문제를 해결해 나갔기 때문에 과학적 창의성이 발달하게 된 기회가 마련되었다. 셋째, 과학적 창의성은 과학 분야의 지식이 중요하고(Simonton, 1998) 과학적 지식이 없으면 문제를 인지하거나 문제의 본질을 이해하지 못하고 새로운 아이디어를 수용하거나 생성할 수 없는데 (Sternberg & Lubart, 1993) 과학적 글쓰기의 읽기와 반성 과정을 통해서

자신의 과학적 지식과 개념을 재구성하였기 때문에 과학적 창의성이 향상되었다고 볼 수 있다.

### 3. 탐구적 과학 글쓰기로 인한 학습자의 인식 변화

학습자의 인식 변화를 알아보기 위해 수업 처치 후 개별 인터뷰를 통해서 알아보았다. 인터뷰 내용을 종합해 보면 탐구적 과학 글쓰기 수업은 스스로 의문을 만들고 해결하기 위해서 실험 방법을 구상하기 때문에 과학 탐구 향상에 도움이 된다고 학생들은 인식하고 있다. 단계별로 살펴본다면 의문 만들기 단계를 쉽게 생각하는 학생은 실험과 관찰 단계도 쉽고 재미있게 진행이 되었지만 의문 만들기 단계에서 어려움을 가진 학생은 그 뒤 실험과 관찰 단계에서도 힘들어 했다. 의문 만들기에서 어려움을 가진 학생에게는 좀 더 많은 교사의 질문과 더 자세한 설명이 필요했던 것으로 보아 앞으로 수업에서 의문 만들기의 문제 상황을 좀 더

명확하고 자세하게 하는 것이 중요하다고 생각된다. 주장과 증거 단계에서는 대부분의 학생들이 실험 결과를 일반화 시켜 주장으로 만드는 과정이 힘들어했다. 하지만 직접 주장을 만들어 보았기 때문에 학습 내용을 인지하는데 도움이 되었다고 대답했다. 주장 단계에서 실험결과를 이용해서 주장으로 만드는 방법에 대해 미리 학습을 시킨다면 과학 학습에 많은 도움이 되는 단계로 기대된다. 읽기와 반성 단계에서는 읽기를 통해서 실험 원리를 알 수 있어서 도움이 되었고 반성 단계에서는 실수 했던 부분을 떠올려 보면서 복습을 해서 좋다고 대답했다. 하지만 단계가 많고 글 쓰는 양이 많은 부분은 학생들이 힘들어 했기 때문에 글 쓰는 양을 조절해서 앞으로의 수업에 적용해 보는 것도 좋다고 생각한다.

## IV. 결론 및 제언

### 1. 결론

초등과학교육과의 목표인 창의적 문제해결력을 길러 일상생활 문제를 과학적으로 해결하는 능력을 키우기 위해서 탐구적 과학 글쓰기 수업을 활용하여 문제해결력에 영향을 미치는 메타인지와 과학적 창의성의 향상에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 이에 대한 연구 결과에서 얻은 결론은 다음과 같다.

첫째, 탐구적 과학 글쓰기를 통해서 개인의 차이는 있지만 학습자들이 문제를 해결하는데 필요한 메타인지 활용에 긍정적인 영향을 미쳤다. 학생들은 읽기 단계를 통해서 자신의 인지를 바로 잡고 기존의 자신만의 사고방식에서 새로운 사고방식에 대한 빠른 전환과 적응으로 메타인지의 조절 능력이 향상되었고 의문 단계에서 자신의 경험과 지식을 바탕으로 의문을 만들고 실험을 계획하는 단계에서 적절한 방법을 찾는 과정에서 자신의 방법이 적절한지에 대해 생각함으로써 메타인지의 모니터 능력 또한 향상되게 되었다.

둘째, 탐구적 과학 글쓰기를 통해서 과학적 지식을 이용하여 아이디어를 내고 탐구과정을 통해서 산출물을 만들어 문제해결법을 학습자 스스로 찾아내므로 인해 과학적 창의성 향상에 긍정적인 영향을 미쳤다. 탐구적 과학 글쓰기를 통해서 자신의 주장을 확신하고 주장에 뒷받침 되는 증거를 찾아가고 단계를 차례로 진행하면서 자신의 과제에 최선을 다하게 되면서 문제해결력 또한 향상하게 되어 과학적 창의성 또한 향상되게 되었다.

셋째, 탐구적 과학 글쓰기를 통해서 학습자들은 수동적인 전통수업 방식에 비해서 스스로 생각할 수 있는 기회를 많이 가지게 되어 과학탐구 능력 향상에 긍정적인 인식 변화를 가져왔다.

이상의 연구 결과를 통해 탐구적 과학 글쓰기 수업은 메타인지 활용과 과학적 창의성 향상에 효과적임을 확인할 수 있었다.

## 2. 제언

본 연구의 결과 및 논의와 관련하여 후속 연구에서 다음과 같은 과제에 대한 필요성이 요구된다.

첫째, 탐구적 과학 글쓰기 수업에서 의문 만들기 단계에서 문제 상황 제시를 상세히 할 필요가 있다. 사전 지식이 풍부하지 않는 학습자의 경우에는 문제 상황을 제시하여도 학습 목표에 맞는 의문을 잘 만들지 못해 그 후 다른 단계의 진행에도 어려움을 겪었기 때문이다.

둘째, 탐구적 과학 글쓰기 보고서의 글 쓰는 분량을 조절할 필요가 있다. 글을 쓰므로 자신의 인지를 확인하고 재구성하는 장점은 있지만 수업 시간에 비해 글 쓰는 양이 많아 학습자들이 수업을 힘들어 했다. 실험과정을 사진으로 찍어 붙이는 등의 방법을 통해서 글 쓰는 방법을 줄이는 것도 학습자들에

게 도움이 되는 방법이라고 생각한다.

셋째, 주장 단계에서 결과를 주장으로 일반화 시키는 방법에 대한 학습을 학습자에게 선행 시키는 것이 필요하다. 주장 단계에서 실험 결과를 종합하여 하나의 주장으로 만드는 것에 학습자들이 어려움을 겪어서 의문에 적합한 주장을 내놓지 못해 교사의 개입이 필요했다.

넷째, 탐구적 과학 글쓰기 수업이 메타인지 활용으로 과학적 창의성이 향상되어 문제 해결력 도움이 되므로 앞으로 과학 교육에 적극 활용하기 위해서 실정에 맞는 교수법 연구가 필요하다고 여겨진다.

## 참고 문헌

- 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.
- Chung Sol (2007). Effects of Instruction Using Metacognition on The Elementary School Students' Problem Solving. Korea National University of Education Paper of Masters Degree.
- Hu, Weiping., & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403.
- Jeong Hong-Sik, Han Young-Wook(2003). The Effects of Metacognitive Learning Strategies on Achievement of Elementary School Students. Busan National University of Education Paper of Masters Degree.
- Jung Hyun-Chul. Han Ki-Soon. Kim Byung-No. Choe Seung-Um(2002). Development of programs to enhance the scientific creativity. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 23(4), 334-348.
- Jung Hee-Sun(2010). The Effects of Science Writing Activity in 「Nutrient and Digestion」 for First Grade in Middle School. Ewha Womans University Paper of Masters Degree.
- Kim Mi-jeon(2011). The Effects of Reading frame-based Science Writing Heuristic(R-SWH) on the Achievement of Learning, Critical Thinking, and Summary Writing. Ewha Womans University Paper of Doctor's Degree.
- Keys, C. W., Hand, B. M., Prain, V., Collins, S. (1999). Using the Science Writing Heuristic as a Toll for Learning from Laboratory Investigations in Secondary Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(10), 1065-1084.
- Lee Eun-Joo(2010). Study of direct teaching strategy of inquiry skills applying meta-cognition. Ewha Womans University Paper of Doctor's Degree.
- Lee Hyung-Jin(2013). The impact of the class meta-cognitive strategies applied science achievement and learning

attitude. Busan National University of Education Paper of Masters Degree.

Lee Ho-Jin(2004). The Prior Knowledge and Misconception of Elementary Pupils Using Science Writing Ewha Womans University Paper of Masters Degree.

Park Sy- Hyu(2011). The Effect of Science Writing Heuristic Laboratory Class on Scientific Thinking of Middle School Student. Ewha Womans University Paper of Masters Degree.

Park Jong-Won(2004). A Suggestion of Cognitive Model of Scientific Creativity (CMSC). Journal of the Korean Association for Research in Science Education, 24(2), 375-386.

Simonton, D. K. (1998). Scientific genius: A psychology of science. Cambridge University Press.

Son Jeong-Woo(2010.) Differences of Science Writing Tendencies according to the Level of Meta-cognition between General and Gifted Students. Journal of Gifted/Talented Education, 20(1), 131-150.

Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1993). Creative giftedness: A multivariate investment Approach. Giftde Child Quarterly, 37(1), 7-15.

Wolpert, L. (1992). The Unnatural Nature of science. Cambridge: Harvard University Press.

Yang Il-Ho, Jeong Jin-Woo, Kim Young-Shin. Kim Min-Kyung. Cho Hyun-Jun (2006). Analyses of the Aims of Laboratory Activity, Interaction, and Inquiry Process within Laboratory Instruction in Secondary School Science. Journal of the Korean Earth Science Society, 27(5), 509-520.

**Appendix.** 기준 집단의 요인점수들의 평균과 표준편차

요 인	5학년	
	남	여
내재적 동기	3.49(0.71)	3.45(0.60)
상상력과 환상	3.13(0.71)	3.11(0.71)
호기심과 관찰	3.27(0.76)	3.18(0.67)
철저함, 최선을 다함	3.26(0.69)	3.38(0.66)
사회적 책임감	3.37(0.60)	3.46(0.53)
근면	2.91(0.70)	2.95(0.64)
용기	3.42(0.69)	3.22(0.67)
개방성	3.32(0.69)	3.46(0.63)
독립성	3.36(0.67)	3.41(0.60)
독단적, 충동적, 이기적 성향	2.93(0.66)	2.90(0.63)
확산적, 수렴적 사고	3.27(0.69)	3.23(0.63)
창의적 사고	3.29(0.68)	3.25(0.62)

평균(표준편차)