

## 탐구 요소 별 글쓰기와 통합적 문제 해결 글쓰기 활동을 통한 창의적 사고력 신장 방안

박혜진 · 강순희\*

이화여자대학교 과학교육과  
(접수 2013. 9. 9; 게재확정 2013. 11. 12)

### The Enhancement of Creative Thinking Skill through the Writing Activity about the Basic Inquiry and the Integrated Inquiry Elements

Hyejin Park and Soonhee Kang\*

Department of Science Education, Ewha Womans University, Seoul 120-750, Korea. \*E-mail: shkang@ewha.ac.kr  
(Received September 9, 2013; Accepted November 12, 2013)

**요 약.** 과학 글쓰기가 학생들의 창의적 사고력 향상에 영향을 주는지 알기 위해서 먼저 7차 과학과 교육 과정에서 제시한 기초 탐구 사고력과 통합적 탐구 사고력의 탐구 요소 별로 수업 시간에 활용할 수 있는 과학 글쓰기 유형을 제시하고, 이를 바탕으로 34차시의 수업 전략을 구성하여 고등학교 1학년 학생들에게 투입하였다. 연구 결과를 보면 실험반과 비교반의 창의적 사고력 점수 차이가 통계적으로 유의미하였다( $p < .05$ ). 창의성을 협의의 정의인 발산적 사고력으로 한정하고 창의성 항목인 유창성, 융통성, 독창성에 관련된 창의적 사고력을 각각 분석해 보면 유창성과 융통성에서 실험반과 비교반 학생들의 점수 차이가 통계적으로 유의미하였고( $p < .05$ ), 독창성에서는 실험반과 비교반 학생들의 점수 차이가 통계적으로 유의미하지 않았다( $p > .05$ ). 과학 글쓰기를 강조한 수업 전략은 창의적 사고력 중 특히 유창성과 융통성 향상에 긍정적인 영향을 준다는 것을 알 수 있었다.

**주제어:** 과학 글쓰기, 창의적 사고력, 유창성, 융통성, 독창성

**ABSTRACT.** The purpose of this study was to develop a teaching strategy focused on science writing and to investigate its effects on enhancing students' creative thinking skills. In advance, students in the experiment were led to write by inquiry elements. And students in the experiment group were taught by science writing strategy. Students in the control group were taught by traditional lecture-based instructions. The program was implemented over a semester. The results indicated that the experimental group presented statistically meaningful improvement in creative thinking skills( $p < .05$ ). Especially, science writing was effective on fluency and flexibility development( $p < .05$ ). This study suggests that science writing can be effective for improvement of creative thinking skills.

**Key words:** Science writing, Creative thinking skill, Fluency, Flexibility, Originality

## 서 론

지식의 폭발적인 증가와 더불어 학교 교육으로는 더 이상 모든 지식을 가르치기에 역부족인 상태가 되었다. 학교에서 과학 지식을 가르치는 것도 중요하지만 상황에 따라 필요한 지식을 찾고 창출할 수 있는 능력을 길러주는 것도 매우 중요하다. 현대 사회가 요구하는 능력 중 하나가 창의성과 문제해결능력 그리고 소통의 능력이다. 지금까지 과학 수업에서는 기존의 과학 이론에 따른 정해진 정답만을 강요한 채 학생들의 발산적인 생각을 제한하여 왔다. 현실에서 불가능할 것 같은 생각과 의문을 제시할 때 과학적 오류를 지적하고 맞지 않다고 하면서 학생들이 획일적인

사고를 하도록 만드는 것이 우리의 현실이다. 하지만 최근 과학 기술은 급속도로 변하고 있고 우리가 몇 년 전에는 불가능할 것이라고 여긴 것들이 현실에서 가능해지고 있다. 또한 과학이 아닌 다른 분야라고 생각했던 분야들이 과학의 범주에 들어오면서 자연스럽게 융합되고 있다.

최근 현대 사회가 요구하는 능력인 사고력과 의사소통의 능력을 향상시키기 위한 하나의 방법으로 글쓰기가 강조되고 있다. 2007 개정 과학과 교육 과정<sup>1</sup>과 2009 개정 과학과 교육 과정<sup>2</sup>에서도 교수 학습 방법의 하나로 글쓰기와 토론을 강조하고 있다. 미국 교과서에서도 과학 글쓰기를 '과학과 관련된 의사소통과 정보 공유의 도구'로 보고, 과학 글쓰기를 보다 적극적으로 반영하고 있다.<sup>3</sup> 학교 현장

에서 과학 글쓰기는 하나의 학습 전략으로 많이 연구되고 있다. 과학 글쓰기는 소재나 주제, 방법에 따라 정의를 내릴 수도 있고 과학 글쓰기의 목적에 따라 정의를 내릴 수 있다. 이강임<sup>4</sup>은 다양한 과학적 주제에 대하여 글을 쓰는 것이라고 정의를 하였고, 황신영<sup>5</sup>은 과학을 소재로 하는 다양한 글을 잘 쓸 수 있도록 기초 능력을 배양하는 활동이라고 정의하였다. 송윤미<sup>6</sup>는 과학 글쓰기는 과학적 방법을 통하여 얻는 자료를 근거로 하여 과학적 현상이나 대상에 대하여 사고한 내용이나 과정 등을 논리적으로 표현한 글쓰기라고 정의하였다. 과학 글쓰기의 유형을 보면 Prain과 Hand<sup>7</sup>는 창의적인 글쓰기 과제로 브로슈어, 편지, 신문 작성하기, 포스터 그리기, 마인드맵 등을 제안하였다. 또한 학습을 위한 과학글쓰기(writing-to-learn)가 강조되면서 학생들이 글쓰기에 거부감을 갖지 않고 과학 글쓰기에 익숙해지기 위한 과정적인 글쓰기 유형으로 수업 시간에 할 수 있는 짧은 서술하기를 제시하기도 한다.<sup>8,9</sup>

글을 쓰는 행위는 단순히 자신의 생각을 표현하는 과정이 아니라 사고력 개발의 중요 수단으로 인식되고 있다. 과학자들은 끊임없이 새로운 현상을 설명하려고 노력한다. 학생들도 증거를 가지고 왜, 어떻게 그 현상이 일어났느냐에 대해 토론하면서 과학적 설명에 대해 생각하는 것처럼 과학 수업에서 학생들이 스스로 설명할 수 있도록 경험하는 것이 중요하다.<sup>10</sup> 학생들은 글을 쓰면서 자신의 생각을 점검하면서 끊임없이 사고를 한다.

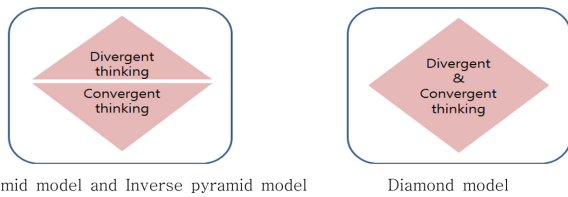
과학 글쓰기가 과학적 사고력에 영향을 준다는 Yore 등<sup>11</sup>의 연구를 보면 과학자들은 과학 글쓰기가 데이터의 부족한 부분과 약점을 파악하고 실험 결과를 검증하는데 도움이 되고, 사고를 명확하게 하며 글쓰기를 하면서 탐구 방법과 근거를 계속 고려한다고 하였다. 학생들의 글쓰기 과제를 분석한 결과 학생들이 글쓰기를 통한 문제 해결을 위하여 과학적 사고력인 추론을 사용하고 있고<sup>12</sup> 글쓰기는 학생들의 탐구 사고력을 향상시킬 수 있다.<sup>13-16</sup> 과학 글쓰기가 고차원적인 사고 과정이 요구되는 활동이기 때문에 학생들이 과학 글쓰기를 하는 동안 과학적 증거를 바탕으로 지식을 구성하는 과정에서 과학 개념을 확실히 기억할 수 있고,<sup>17</sup> 글쓰기를 통해 학생들의 개념이 명확히 드러나고, 글쓰기를 하면서 기존의 과학 개념을 이해하고, 과학 개념이 효과적으로 변할 수 있다.<sup>18-23</sup>

또한 글쓰기는 의사소통 능력과 사고력을 확장하는 도구이며<sup>24-26</sup> 과학적 이해를 증명할 수 있고 의사소통에 중요한 역할을 한다.<sup>3</sup> 글쓰기는 문제 인식에서부터 문제 해결 과정에 이르기까지 고차원적 사고 능력을 요구하고 문제 해결의 유의미성과 타당성을 다른 사람에게 설득하고 공유하기 위해 적합한 표현 능력이 요구되는 쓰기 활동으로서 중요하게 부각 된다.<sup>27</sup> 글쓰기를 통해 과학자들의 소

통을 촉진하고 내면화하는 것에서 볼 수 있듯이<sup>28-30</sup> 학교 현장에서도 글쓰기는 다른 형태의 의사소통에 비해 참여한 학생들에게 자신의 언어로 표현할 수 있는 기회를 동등하게 부여한다.<sup>23</sup> 기존의 과학 글쓰기 모형에 대해 살펴보면 먼저 Keys 등<sup>31</sup>이 개발한 탐구적 과학 글쓰기(Science Writing Heuristic, SWH)는 학생들이 적극적 탐구 과정과 정에서 과학 글쓰기를 통해 학습자 스스로 사고하여 지식을 구성해 나갈 수 있도록 한 학습 전략으로 기존의 실험 보고서 형식과 달리 탐구 과정 중에 읽기, 쓰기, 말하기, 듣기 등의 언어적 작용을 체계적으로 적용한 과학 글쓰기 활동이다.<sup>32</sup> 학생들이 스스로 과학적 증거를 찾고 의미를 파악하고 논의를 통해 글쓰기를 해가면서 개념을 획득할 수 있으며 의문 만들기, 실험 설계 및 수행, 관찰, 주장과 증거, 읽기, 반성의 6단계로 구성되어 있다. 탐구적 과학 글쓰기(SWH) 수업 모형은 탐구 과정에 따라 주로 문제를 인식하여 의문점을 해결하기 위해 실험을 수행하고 자료를 해석하고 결론을 도출하고 그것에 대한 주장과 근거를 읽기 자료 등을 찾아 보강하는 활동으로 이루어져 있다. 김홍집<sup>33</sup>은 기존의 작문 형식의 긴 과학 글쓰기는 학생들이 부담스러워 하기 때문에 과학에서 비평을 통해 학생들의 과학적 사고력과 의사소통 능력을 향상시킬 수 있는 방안을 모색하였다. 과학 교과에서 비평이란 과학적 현상에 대한 관찰이나, 텍스트 형태로 제시되는 자료를 통해 관찰된 내용을 설명하고 이에 대한 자신의 주장을 펼쳐 나가는 과정이라고 정의하였다. 과학 비평 수업 모형은 관찰하기→읽기, 설명하기→비평하기 단계로 구성되어 있다.

현재 과학에서 어느 때 보다 창의성에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 김현승<sup>34</sup>에 의하면 과거 창의성은 대부분 훌륭하다고 판단되는 결과물을 산출한 천재적인 예술가들의 특성이라고 생각했지만 1940~50년대부터 과학을 발전시키기 위한 방법으로 교육을 통한 인재 양성이 강조되면서 창의성은 누구나 가지고 있는 일반적 능력으로 인식되기 시작하였고, 이것을 교육적으로 어떻게 발휘시키느냐에 문제를 집중하게 되었다. 창의성을 발휘시키기 위한 방법으로 과학 글쓰기가 효과가 있다는 연구 결과가 있다. 초등학교 2학년 학생들에게 창의적 과학 글쓰기 프로그램을 실시한 결과 학생들의 창의적 사고력이 향상되었고,<sup>35</sup> 중학교 2학년 학생들에게 교사의 피드백이 포함된 과학 글쓰기 프로그램을 실시한 결과 창의성 영역 중 특히 융통성이 향상되었다.<sup>5</sup> 또한 탐구적 과학글쓰기(SWH)가 창의적 사고력을 향상시킨다는 결과도 많다.

강순희<sup>36</sup>는 창의적 문제해결력을 향상시키기 위한 방안으로 Fig. 1과 같은 모형을 제시하였는데 학생들에게 발산적 사고를 강조하면서 하나의 정답만을 생각하는 것이 아니라 다양한 사고를 할 수 있도록 하였다. 또한 수렴하기



Pyramid model and Inverse pyramid model  
**Figure 1.** Model of thinking skill.<sup>36</sup>

에서는 모둠 별 토론을 통해 발산하기를 통해 생각한 여러 가지 이유 등에서 가장 적합한 하나의 이유 등을 선택하도록 하였다. 학생 활동에서 발산하기와 수렴하기를 따로 할 수도 있고 발산하기와 수렴하기를 함께 할 수 있다.

과학 글쓰기에서도 발산하기와 수렴하기를 도입하여 학생들이 발산적 사고를 하도록 강조 한다면 학생들의 창의적 사고력은 향상될 수 있을 것이다. 2009 개정 과학과 교육과정<sup>2</sup>에서 융합 과학을 강조하듯이 학생들이 과학 관련 문제에 직면했을 때 하나의 과학 문제만 관련되어 있는 것이 아니라 여러 요소가 통합적으로 관련되어 있다. 따라서 과학 글쓰기 주제로 통합적으로 생각할 수 있는 주제가 주어진다면 학생들은 과학 영역뿐만 아니라 다른 영역까지 발산적 사고를 확장시키면서 창의적 사고력은 더욱 향상될 수 있을 것이다. 지금까지 대부분의 과학 탐구 활동은 학생들이 주어진 과제를 완료하는 것에만 관심을 가지고 있는데<sup>37</sup> 쓰기 역시 처음부터 통합적인 문제 해결을 위한 과학 글쓰기를 하도록 하면 글쓰기 훈련이 안되어 있고 글쓰기를 싫어하는 학생들은 글쓰기 자체를 부담스러워할 수 있다. 따라서 과학적 사고력을 기르기 위한 여러 가지 짧은 글쓰기 유형을 먼저 연습한다면 학생들은 자연스럽게 과학 글쓰기를 익힐 수 있다. 배숙희<sup>14</sup>는 과학교육의 중요한 목표인 탐구능력을 효과적으로 신장시키기 위해서는 탐구 능력을 구성하는 개별 탐구 기능의 신장을 촉진시키는 맞춤형 글쓰기 훈련이 필요하다고 하였다. 본 연구에서는 고등학교 1학년 학생들을 대상으로 학생들이 과학 글쓰기에 부담을 느끼지 않으면서 자연스럽게 문제인식, 가설설정, 자료해석과 같은 탐구 기능도 익힐 수 있도록 탐구 요소 별 과학 글쓰기를 적용하고 사고의 확장을 위해 통합적 문제해결 글쓰기를 실시하면서 이 프로그램이 학생들의 창의적 사고력 향상에 효과적인지 알아보고자 한다.

**Table 1.** Cognitive level

Group	Unit: person (%)			
	Formal operational period	Transition period	Concrete operational period	Total
Experiment	41(58.6)	26(37.1)	3(4.3)	70(100)
Control	49(75.4)	15(23.1)	1(2.5)	65(100)
Total	90(66.7)	41(30.4)	4(2.9)	135(100)

## 연구 방법

### 연구 대상

본 연구에서는 경기도 소재 고등학교 1학년에 재학 중인 135명의 학생들 중 실험반 70명(남학생 39명, 여학생 31명)의 학생들을 대상으로 융합과학 과목에서 34차시 동안 과학 글쓰기를 활용한 수업을 진행하였고, 비교반 65명(남학생 32명, 여학생 33명)의 학생들에게는 기존의 강의식 수업을 진행하였다.

실험반과 비교반의 인지 수준에 차이가 있는지 알기 위해서 실험반과 비교반 학생들을 대상으로 GALT 축소본 검사지를 이용하여 인지 수준 검사를 실시하였다. 그 결과는 Table 1과 같다.

실험반과 비교반 학생들 모두 형식적 조작기에 속하는 학생들의 비율이 가장 높았으며 전체의 66.7%의 학생들이 형식적 조작기에 속해 있었고, 그 다음이 과도기에 속해 있는 학생들이 30.4%이며 형식적 조작기인 학생들은 2.9%밖에 되지 않았다. 실험반과 비교반 학생들을 구체적으로 비교해 보면, 실험반은 형식적 조작기 학생들이 58.6%이고 과도기의 학생들이 37.1%이며, 비교반은 형식적 조작기 학생들이 75.4%, 과도기 학생들이 23.1%로 실험반에 비해 비교반이 형식적 조작기 학생들 비율이 더 높았다. 전체적으로는 97% 이상의 학생들이 과도기 이상의 학생들로 나타났다.

실험반과 비교반 학생들 간에 인지 수준에 차이가 있는지 알아보기 위하여  $\chi^2$  검증을 실시한 결과 인지수준에는 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다.

### 과학 글쓰기 프로그램의 개발 및 수업 처치

본 연구에서는 학생들이 정규 수업 시간에 과학 글쓰기 활동을 하면서 글쓰기에 익숙해지고 자연스럽게 탐구 기능도 익힐 수 있도록 먼저 탐구 요소 별 과학 글쓰기를 실시하였다. 앞서 Keys 등<sup>24</sup>이 개발한 탐구적 과학글쓰기(SWH)는 실험이 거의 없는 고등학교 융합 과학에 접목하기에는 어려움이 있다. 하지만 실험이 아니라도 기존의 경험과 다른 상황을 주어 학생들이 문제를 인식하게 하고 여러 자료를 해석하여 학생들이 주장과 근거에 대해 서술하는 짧은 글쓰기를 하고, 읽기 등의 추가 자료를 통해 주장과 근거를 명확하게 할 수 있다면 학생들이 좀 더 쉽게 과학

**Table 2.** Science writing by basic inquiry process element

Basic inquiry thinking skill	Science writing
Observation	① writing observation
Classification	① writing about criteria for classification ② science content writing in tune with the times
Measurement	① writing about changing fine unit ② writing on the methods of measurement
Inference, prediction	① writing about scientific error ② writing about evidence ③ writing after predicting the future ④ writing about regularity of data ⑤ writing about assumptions and conditions ⑥ writing about strength and weaknesses based on data ⑦ writing about scientific reasoning ⑧ writing about blanks of text ⑨ writing about diverse examples

**Table 3.** Science writing by integrated inquiry process element

Integrated inquiry thinking skill	Science writing
Problem recognition	① writing by concept map ② writing by mind map ③ summary ④ writing on thinking about scientific phenomenon ⑤ writing about scientific issues for studying
Formulating hypotheses	① writing about formulating hypotheses
Controlling variables	① writing about manipulated variables ② writing about controlled variables ③ writing about dependent variables
Transferring data, Interpreting data	① scientific writing through table, graph, figure, formula, statement i. writing about similarities and differences ii. writing about regularity iii. writing about scientific meaning ② graph drawing ③ drawing scientific concept ④ express scientific content by using formular
Generalizing	① writing about opinions ② writing about conclusion ③ writing in many ways ④ writing about problem solving ⑤ writing about science principle

글쓰기를 할 수 있을 것이다. 따라서 과학 교과서에서 많이 사용하고 있는 “7차 과학과 교육과정”에서 제시한 5가지 기초적 탐구 사고 요소와 7가지 통합적 사고 요소를 선택하고, 기초적 탐구 사고 요소와 통합적 탐구 사고 요소 별로 과학 글쓰기 활동을 분류한 후, 과학 수업 시간에 탐구 요소 별 과학 글쓰기 활동을 실시하여 학생들의 사고력을 자극하고 소단원의 마지막에는 과학 분야뿐만 아니라

여러 관점에서 통합적으로 사고할 수 있도록 통합적 문제 해결 글쓰기 활동을 실시하였다. 학생들은 탐구 요소 별 과학 글쓰기 활동을 하면서 스스로 문제를 인식하게 되고 예상, 가설설정, 자료해석, 결론 도출 및 일반화 등의 탐구 과정을 경험할 수 있다. Table 2와 3은 기초적 탐구 사고 요소와 통합적 탐구 사고 요소 별로 과학 글쓰기 활동을 분류한 것이다.

경기도 소재 고등학교 1학년 학생 135명(남학생 71명, 여학생 64명)을 대상으로 실험반과 비교반을 선정 후 실험반을 대상으로 34차시 동안 과학 글쓰기 수업을 진행하였고 비교반은 교사 중심의 강의식 수업을 실시하였다. 본 연구에서는 탐구 요소 별 과학 글쓰기를 하면서 학생들의 창의적 사고력 신장을 향상시키기 위해 Fig. 1에서 제시한 발산하기-수렴하기를 지속적으로 실시하였다. 탐구 요소 별 글쓰기 활동에서 탐구 요소와 주제에 따라 발산하기만 할 수도 있고 발산하기와 수렴하기를 모두 할 수도 있다. 본 연구에서는 34차시의 수업동안 관찰에 관련된 글쓰기 활동에서는 발산하기를 2회 하였고, 예측에 관련된 글쓰기 활동에서는 발산하기-수렴하기를 27회 하였고, 문제인식을 위한 글쓰기에서는 발산하기-수렴하기를 8회, 가설설정에 대한 글쓰기에서는 발산하기-수렴하기를 5회, 자료해석에 대한 글쓰기에서는 발산하기-수렴하기를 21회, 결론도출 및 일반화에서는 발산하기-수렴하기를 47회 하면서 학생들이 계속 발산적 사고를 경험 할 수 있도록 하였다. 또한 통합적 과학 글쓰기는 학생들이 깊이 있는 사고를 확장하기 위한 주제에 대해 12번 실시하였다.

### 검사 도구

#### 창의적 문제해결력 검사지

본 연구에서는 수업 적용 전후에 학생들의 창의적 문제 해결력에 있어서의 변화를 알아보기 위하여 고등학생을 대상으로 개발된 박혜진 등<sup>38</sup> 고등학생용 창의적 문제해결력 검사지를 사용하였다.

창의성은 협의의 정의로 발산적 사고라고 정의하였고 발산적 사고로 정의하였을 때 평가 준거는 유창성, 융통성, 독창성으로 창의성을 평가하기 수월해진다. 유창성은 학생들이 다양하게 서술하도록 하여 한 항목당 1점씩 점수를 주어 최대 10점으로 하였고, 융통성은 얼마나 다양한 범주로 생각하였는지 평가하는 것으로 같은 범주에 들어

있는 것은 많이 써도 1점씩 주어 최대 5점으로 하였으며, 독창성은 답안의 희소성(5%미만, 2점, 5-10% 1점, 10%이상 0점)으로 최대 2점으로 평가하였다. 본 검사지의 Cronbach  $\alpha$ 는 0.808이다.

#### 인지수준 검사지(GALT)

학생들의 인지 발달 수준을 측정하여 연구를 진행하기 전에 각 집단에 속한 학생들의 인지 수준이 비슷한지 다른지를 알아보고, 인지 수준이 다른 학생들로 구성된 이질 집단으로 모둠을 편성하기 위하여 Roadranka 등<sup>40</sup>이 개발한 GALT 축소본을 사용하였다. GALT 검사지는 보존 논리, 비례 논리, 변인 통제 논리, 확률 논리, 상관 논리, 조합 논리의 6개의 논리 유형을 측정한다. Roadranka 등<sup>40</sup>은 시간 제한이나 다른 요인이 있을 경우 변별도를 고려하여 논리 유형 별로 2문항씩을 선택한 12문항의 축소본을 사용하도록 권장하였다. 연구의 대상인 고등학교의 수업 시간은 50분으로 제한되어 있기 때문에 본 연구에서는 GALT 축소본을 사용하였으며 검사에 소요된 시간은 35분이었다. 검사지의 채점은 1번부터 10번까지의 객관식 문항은 답과 이유가 모두 맞을 경우만 정답으로 처리하고, 주관식 문항인 11번과 12번은 모든 가능한 조합에서 11번은 1개, 12번은 2개를 빠뜨린 경우까지 정답으로 처리하였다. 그리고 정답 수가 4개 이하이면 구체적 조작기, 5-7개이면 과도기, 8개 이상이면 형식적 조작기로 분류하였다. Roadranka 등<sup>39</sup>이 구한 GALT 원본 검사지의 Cronbach's  $\alpha$  계수는 .85이며, 본 연구에서 검사의 Cronbach's  $\alpha$  계수는 .69이다.

### 연구 결과 및 논의

#### 수업 전략에 따른 창의적 사고력 분석

과학 창의적 사고력에 대한 실험반과 비교반의 사전과 사후에 창의적 사고력에 대한 점수를 분석한 결과 Table 4와 같이 실험반이 비교반에 비해 사전 평균 점수에 비해

Table 4. Mean, standard deviations and adjusted means of creative thinking skills

Category	Group	Pre test		Post test		Adj. M
		M	SD	M	SD	
Fluency	Experiment	9.69	4.36	13.87	4.74	14.81
	Control	13.03	5.40	11.78	4.97	10.85
Flexibility	Experiment	7.01	2.80	9.18	2.52	9.72
	Control	9.28	2.98	8.57	2.64	8.02
Originality	Experiment	1.34	0.69	1.60	0.82	1.60
	Control	1.30	0.73	1.31	0.78	1.31
Total	Experiment	18.29	7.47	24.86	7.36	26.21
	Control	23.45	8.29	21.58	7.83	20.13

\* $p < .05$

**Table 5.** ANCOVA results for the creative thinking skills

Category	Group	Adj. M	df	MS	F	p
Fluency	Experiment	14.81	1	436.983	26.967	.000*
	Control	10.85				
Flexibility	Experiment	10.19	1	88.234	18.452	.000*
	Control	7.99				
Originality	Experiment	1.60	1	2.461	3.891	.051
	Control	1.31				
Total	Experiment	26.21	1	1124.688	28.356	.000*
	Control	20.13				

\* $p < .05$ 

사후 평균 점수가 더 높게 나타났다. 또한 실험반의 교정 평균 점수가 더 높게 나타났다.

실험반과 비교반의 창의적 사고력에 대한 평균 점수 차이가 통계적으로 유의미한지 알아보기 위해 사전 창의적 문제해결력에 대한 검사 점수를 공변인으로 하여 공변량 분석을 실시하였다. 그 결과는 Table 5와 같다.

분석 결과 실험반과 비교반의 평균 점수 차이가 통계적으로 유의미하게 나왔다( $p < .05$ ). 구체적으로 살펴보면 유창성과 융통성 항목에서는 실험반과 비교반의 점수를 비교해보면 실험반과 비교반의 점수 차이가 통계적으로 유의미하게 나왔지만( $p < .05$ ) 독창성 항목에서는 실험반과 비교반의 점수 차이가 통계적으로 유의미하지 않았다( $p < .05$ ). 34차시의 수업 동안 발산하기-수렴하기가 들어간 탐구 요소 별 과학 글쓰기를 하여 한가지의 답만 쓰도록 하는 것이 아니라 다양하게 서술해보고 모둠 별 토론을 통해 합당한 한 가지 답을 써보도록 하였다. 즉 관찰, 예측,

문제인식, 가설설정, 자료해석, 결론도출 및 일반화와 관련된 짧은 과학 글쓰기를 할 때 발산하기와 수렴하기를 할 수 있도록 하였다. 유창성과 융통성 항목에서 학생들의 창의적 사고력은 증가한 것으로 보아 본 수업 전략이 창의적 사고력에 효과가 있음을 알 수 있다. 하지만 독창성에서는 실험반과 비교반 학생들의 점수 차이가 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 나타났다. 이는 윤현정<sup>40</sup>의 논문의 결과와도 일치한다. 본 연구에서는 발산하기를 통해 학생들이 다양한 사고를 하도록 유도한 결과 다양한 사고를 하는 유창성과 범주의 다양성을 나타내는 융통성에는 효과가 나타났다.

#### 성별과 수업 전략에 따른 창의적 사고력 분석

Table 5에서 교수법(Teaching method)에 따른 실험반과 비교반의 창의적 사고력 점수의 차이가 통계적으로 유의미하게 나왔다. 성별에 따라 과학 글쓰기 수업 여부가 창

**Table 6.** Mean, standard deviations and adjusted means of creative thinking skills by gender

Gender	Category	Group	Number	Pre test		Post test		Adj. M
				M	SD	M	SD	
Female	Fluency	Experiment	31	8.96	3.64	13.63	5.40	15.55
		Control	33	14.15	4.89	11.68	5.19	10.15
	Flexibility	Experiment	31	6.74	2.39	8.94	2.82	9.97
		Control	33	10.03	2.93	8.69	2.93	7.71
	Originality	Experiment	31	1.49	0.62	1.54	0.74	1.54
		Control	33	1.31	0.67	1.34	0.76	1.34
	Total	Experiment	31	17.19	5.92	24.65	8.27	24.65
		Control	33	25.43	7.61	21.61	8.30	21.61
Male	Fluency	Experiment	39	10.26	4.82	14.06	4.23	14.41
		Control	32	11.72	5.75	11.90	4.78	11.48
	Flexibility	Experiment	39	7.31	3.10	9.38	2.26	9.63
		Control	32	8.54	3.09	8.46	2.34	8.18
	Originality	Experiment	39	1.22	0.72	1.65	0.89	1.66
		Control	32	1.29	0.81	1.28	0.82	1.27
	Total	Experiment	39	18.73	7.93	25.51	6.42	26.08
		Control	32	21.25	9.02	21.59	7.46	20.90

**Table 7.** Two-way ANCOVA results by gender for the creative thinking skills

	SS	df	MS	F	p
<b>Fluency</b>					
Teaching Method	424.918	1	424.918	26.216	.000*
Gender * Teaching Method	15.854	1	15.854	.978	.324
<b>Flexibility</b>					
Teaching Method	126.139	1	126.139	25.195	.000*
Gender * Teaching Method	.294	1	.294	.059	.809
<b>Originality</b>					
Teaching Method	1.875	1	1.875	2.970	.087
Gender * Teaching Method	.488	1	.488	.772	.381
<b>Total</b>					
Teaching Method	1121.177	1	1121.177	28.057	.000*
Gender * Teaching Method	15.031	1	15.031	.376	.541

\*p<.05

의적 사고력에 미치는 영향을 알아보기 위해 창의적 문제 해결력 검사지에서 창의적 사고력에 대한 사전·사후 검사 결과는 Table 6과 같다.

Table 6을 보면 실험반의 여학생과 남학생 집단 모두에서 창의적 사고력에 대한 교정 평균 점수가 높았다. 실험반 학생들은 대부분의 점수가 사후에 증가하였지만 비교반의 학생들은 대부분의 항목에서 점수가 감소하였다. 교수법과 성별에 따라 상호작용 효과가 있는지 알아보기 위해 Table 7과 같이 이원공변량 분석을 실시하였다.

성별과 교수법의 상호작용 효과를 보면 유창성, 융통성, 독창성 항목 모두에서 상호작용 효과가 나타나지 않았다. 이는 황신영<sup>5)</sup>의 논문 결과와도 일치한다. 즉 과학 글쓰기를 활용한 본 수업 전략은 성별에 상관없이 창의적 사고력 향상에 효과적이라고 볼 수 있다.

**인지수준과 수업 전략에 따른 창의적 사고력 분석**

학생들의 인지 수준과 수업 전략에 따라 과학 글쓰기를 수업이 창의적 사고력 향상에 미치는 효과를 알아보기 위하여 GALT 축소본 검사로 학생들의 인지 수준을 측정해 본 결과 97%의 학생들이 형식적 조작기와 과도기 수준이었다. 구체적 조작기 학생들은 실험반 3명, 비교반 1명으로 인원이 적어 비교가 불가능하므로 구체적 조작기 학생들을 제외하고 형식적 조작기와 과도기 학생들을 대상으로

로 과학 글쓰기를 활용한 수업 전략이 인지 수준에 따라 효과가 다르게 나타나는지 알아보기 위해 먼저 인지수준에 따른 창의적 사고력 점수의 사전과 사후 평균을 Table 8과 같이 비교해 보았다.

인지 수준에 따른 결과를 보면 창의적 사고력에 대한 검사 점수에서 실험반에 비교반에 비해 교정 평균이 높게 나타났다. 인지수준에 따른 실험반 학생들의 창의적 사고력 점수 신장이 통계적으로 유의미한지 알아보고, 인지수준과 교수법에 상호작용 효과가 있는지 알아보기 위하여 사전 검사 점수를 공변인으로 하여 이원공변량 분석을 Table 9와 같이 실시하였다.

분석 결과 교수법과 인지수준 사이의 상호작용 효과는 나타나지 않았다. 즉 인지 수준에 상관없이 과학 글쓰기 수업은 창의적 사고력 향상에 효과가 있음을 알 수 있다. 본 연구에서 수업 처치와 인지수준 사이의 상호 작용 효과를 비교한 대상은 과도기와 형식적 조작기 학생이다. 따라서 과도기와 형식적 조작기 학생들은 인지수준에 상관없이 과학 글쓰기 수업이 창의적 사고력 향상에 효과적이라고 할 수 있다.

**사전 학업성취도와 수업 전략에 따른 창의적 사고력 분석**

사전 학업 성취도와 교수법의 상호작용 효과를 보기 위해 먼저 실험반 학생과 비교반 학생들의 사전 학업 성취도

**Table 8.** Mean, standard deviations and adjusted means of creative thinking skills by cognitive level

Category	Group	Number	Pre test		Post test		Adj. M
			M	SD	M	SD	
Formal Operational Period	Experiment	41	19.85	8.19	26.76	8.08	28.17
	Control	49	23.53	8.17	21.92	7.61	20.72
Transition Period	Experiment	26	15.97	6.05	22.18	5.48	22.84
	Control	15	20.72	7.56	21.33	8.31	20.19

**Table 9.** Two-way ANCOVA results by cognitive level for the creative thinking skills

Category	SS	df	MS	F	p
Teaching Method	682.290	1	682.290	17.428	.000
Cognitive level	13.869	2	6.935	.177	.838
Cognitive level * Teaching Method	72.511	1	72.511	1.855	.176

\* $p < .05$ **Table 10.** Mean, standard deviations and adjusted means of creative thinking skills by science achievement

Category	Group	Number	Pre test		Post test		Adj. M
			M	SD	M	SD	
Above The Average	Experiment	31	17.88	7.25	25.13	8.08	27.40
	Control	35	24.37	7.45	23.06	7.88	21.04
Average Less Than	Experiment	39	18.62	7.72	24.65	6.84	25.38
	Control	30	22.37	9.19	19.85	7.54	18.91

를 분석해 보았다. 본 연구는 1학기 중간고사 직후 시작하였기 때문에 사전 학업 성취도 점수로 1학기 중간고사 점수를 보았고 사전 학업 성취도에 따른 창의적 사고력 변화를 보기 위하여 1학기 중간고사 점수로 학업 성취도 평균 이상이 되는 학생과 학업 성취도 평균 미만인 학생들로 두 그룹으로 나누어 사전 학업 성취도와 교수법에 따라 창의적 사고력 향상의 효과가 다르게 나타나는지 알아보기 위해 먼저 사전 학업 성취도 검사 평균 이상과 평균 미만의 그룹별로 창의적 사고력 점수의 사전과 사후 평균을 Table 10과 같이 비교해 보았다.

사전 학업 성취도에 따른 결과를 보면 학업 성취도 평균 이상과 평균 미만 그룹 모두 실험반 학생들의 교정 평균이 높게 나타났다. 사전 학업 성취도에 따른 실험반 학생들의 창의적 사고력 점수 신장이 통계적으로 유의미한지 알아보고 사전 학업 성취도와 교수법에 상호작용 효과가 있는지 알아보기 위하여 사전 창의적 사고력 검사 점수를 공변인으로 하여 이원공변량 분석을 한 결과 Table 11과 같다.

교수법과 사전 학업 성취도에 따라 창의적 사고력 향상에 차이가 있는지 알아보면 사전 학업 성취도와 교수법 사이의 상호작용 효과는 나타나지 않았다. 즉 과학 글쓰기를 활용한 수업은 사전 학업 성취도에 상관없이 창의적 사고력 향상에 효과가 있음을 알 수 있다. 즉 사전 학업 성취도 평균 이상과 평균 미만의 그룹 모두 과학 글쓰기 수업을 통해 비교반에 비해 창의적 사고력 점수가 유의미하게 향상되었음을 알 수 있다( $p < .05$ ).

## 결론 및 제언

본 연구에서는 정규 과학 수업 시간에 학생들이 탐구 요소 별 과학 글쓰기와 통합적 문제해결 글쓰기를 하면서 지속적으로 발산하기와 수렴하기를 하도록 한 후, 고등학교 학생들의 창의적 사고력 향상에 영향을 주는지 알아보고자 하였다.

연구 결과는 첫째, 과학 글쓰기를 활용한 수업 전략은 창의적 사고력 향상에 효과적이었다( $p < .05$ ). 창의적 사고력의 협의의 정의인 유창성, 융통성, 독창성에 대해 항목별로 구체적으로 살펴보면 유창성과 융통성에 대해서는 실험반과 비교반의 점수 차이가 통계적으로 유의미하였지만( $p < .05$ ), 독창성에서는 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 하지만 실험반과 비교반의 전체 창의적 사고력 점수 합계를 비교해 보면 실험반과 비교반의 점수 차이가 통계적으로 유의미하였다( $p < .05$ ). 본 연구의 과학 글쓰기를 활용한 수업에서는 탐구 요소 별 과학 글쓰기와 통합적 과학글쓰기를 하면서 창의적 사고력 향상을 위해 의도적으로 발산적 사고 기법을 이용하여 가설, 이유 등을 다양하게 서술하도록 하였다. 즉 학생들은 탐구 요소 별 과학 글쓰기를 하면서 발산적 사고를 하고 통합적 과학 글쓰기를 하면서 다양하게 다각적으로 생각할 수 있는 능력을 키우도록 하였다. 과학 글쓰기를 이용하여 발산적 사고를 할 수 있도록 한 본 수업 전략은 학생들의 창의적 사고력 신장에 긍정적인 효과가 있음을 알 수 있다. 이는 발산하

**Table 11.** Two-way ANCOVA results by science achievement for the creative thinking skills

Category	SS	df	MS	F	p
Teaching Method	1150.949	1	1150.949	29.057	.000
Science achievement	75.091	1	75.091	1.896	.171
Achievement * Teaching Method	13.338	1	13.338	.337	.563



기, 수렴하기, 발산하기-수렴하기의 수업 전략이 창의적 사고력에 영향을 끼친다는 다른 논문결과<sup>41</sup>와 일치한다. 또한 수업처치와 성별 사이에 상호작용 효과가 없는 것으로 보아 성별에 관계없이 여학생과 남학생 모두 실험반과 비교반 학생들의 창의적 사고력 점수 차이가 통계적으로 유의미하다는 것을 알 수 있다( $p < .05$ ). 즉 황신영<sup>5</sup>의 결과와 마찬가지로 성별에 관계없이 과학 글쓰기 수업은 창의적 사고력 향상에 효과가 있다고 할 수 있다.

인지 수준에 따른 창의적 사고력을 비교해 보면 본 연구에 참여한 고등학교 1학년 학생들의 97%가 과도기와 형식적 조작기 학생들이었는데 이들 학생들은 인지 수준에 상관없이 실험반과 비교반의 창의적 사고력 점수 차이가 통계적으로 유의미하였다( $p < .05$ ). 비형식적 과학 글쓰기가 아닌 탐구 요소 별 과학 글쓰기와 통합적 과학 글쓰기를 하는 과정에서 고차원적인 사고력이 요구되지만 과도기와 형식적 조작기인 학생들에게 탐구 요소 별 과학 글쓰기 수업이 창의적 사고력 신장에 효과가 있음을 알 수 있다.

사전 학업 성취도에 따른 창의적 사고력을 비교해 보면 학업 성취도 평균 이상의 그룹과 평균 미만의 그룹 모두에서 실험반 학생들이 창의적 사고력 점수가 통계적으로 유의미하게 향상되었다( $p < .05$ ). 즉 과학 글쓰기를 활용한 수업은 사전 학업 성취도에 상관없이 창의적 사고력 향상에 효과적이라고 볼 수 있다.

이 연구의 결론을 토대로 다음과 같은 제언들을 하고자 한다.

첫째, 과학 글쓰기가 창의적 사고력을 향상시키기 위한 수단으로 사용되기 위해서는 현행 대부분의 과학 교과서에서 제시하는 형태인 중 단원이 끝날 때 과학 글쓰기를 하는 것뿐만 아니라, 과학 글쓰기가 과학 학습의 하나의 방법으로 수업의 전 과정에서 활용되는 것이 좋다. 대부분의 정규 수업 시간에 강의식 수업을 하고 중 단원별로 과학 글쓰기를 학생들에게 하도록 하면 학생들은 과학 글쓰기에 대한 방법도 모르고 과학 글쓰기에 대해 거부감이 들고 힘들어 한다. 따라서 기존의 중 단원이 끝날 때 과학 글쓰기를 하는 것에서 벗어나 탐구 요소 별 과학 글쓰기 활동을 발산적-수렴적 사고 전략과 함께 수업의 전 과정에 실시한다면 학생들의 창의적 사고력은 증가할 것이다.

둘째, 현대 사회가 요구하고 있는 분과적 과학 지식이 아닌 융합된 과학적 사고력과 과학과 기술, 사회 등 여러 상황을 고려할 수 있는 융합적 사고를 향상시키기 위해 학생들이 흥미를 느낄 수 있는 주제와 방법에 대한 연구가 많이 이루어져야 한다. 과학 글쓰기 주제지만 사회, 공학 등 다방면에 영향을 끼칠 수 있는 주제를 제시하여 학생들의 사고를 자극시키고 다양하고 깊이가 있으면서 다각적인 관점에서 사고를 하도록 유도하기 위한 노력이 필요하다.

다. 통합적 과학 글쓰기를 하면서 학생들은 자신의 생각을 정리하고 다방면으로 사고하게 되면서 고차원적인 사고력을 향상시킬 수 있다. 하지만 무조건 글쓰기만 제시한다면 오히려 학생들의 흥미는 감소할 것이다. 따라서 과학 글쓰기를 통한 창의적 사고력 향상과 학생의 흥미에 균형을 맞추기 위한 여러 가지 방안이 마련되어야 한다.

**Acknowledgments.** 이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(2012R1A1B3000454).

## REFERENCES

1. Ministry of Education and Human Resources Development *Science Curriculum*; Daehan Textbook Publishing: Seoul, Korea, 2007.
2. Ministry of Education *Science and Technology Science Curriculum*; Daehan Textbook Publishing: Seoul, Korea, 2009.
3. Koo, S. K.; Park, I. W. *The Journal of Korea Elementary Science Education* **2012**, 31(4), 463.
4. Lee, K. N. Effects of Constructivistic Learning Strategy on Middle School Students' Learning of Scientific Conception Learning and Scientific Attitudes. Doctor Dissertation, Chonbuk National University, Korea, 2007.
5. Hwang, S. Y. The Effects of Science Writing Program on Middle Students' Scientific Creativity and Science-related Attitude. Doctor Dissertation, Ewha Womans University, Seoul, Korea, 2011.
6. Song, Y. M. *Development a Rubric for Assessing Students' Science Writing*. Doctor Dissertation, Korea National University of Education, Chung-Buk, Korea, 2012.
7. Prain, V.; Hand, B. *Science Education* **1999**, 83(2), 151-162.
8. Hassard, J.; Dias, M. *The art of Teaching Science: Inquiry and Innovation in Middle and High School*, 2nd ed.; Routledge: New York, 2009.
9. Keys, C. W. *Science Education* **1999**, 83(2), 115-130.
10. Krajcik, J.; Czernial, C. *Teaching Science in Elementary and Middle School: A Projected Approach*, 3rd ed.; Lawrence Erlbaum Associates: New York, 2007.
11. Yore, L. D.; Florence, M. K.; Pearson, T. W.; Weaver, A. J. *International Journal of Science Education* **2006**, 28(2-3), 109.
12. Keys, C. W. *Science Education* **1999**, 83(2), 115.
13. Park, S. H. The Effect of Science Writing Heuristic Laboratory Class on Scientific Thinking of Middle School Students. Master Dissertation, Ewha Womans University, Seoul, Korea, 2011.
14. Bae, H. S.; Jhun, Y. S.; Hong, J. E. *The Journal of Korea Elementary Science Education* **2009**, 28(2), 178.
15. Lee, S. H.; Kim, E. J.; Chang, H. J. *The Journal of Korea Elementary Science Education* **2011**, 30(4), 589.

16. Ha, Y. H. How Science Writing Heuristic Strategy Impacts Student Performance and Their Science Inquiry Skill in the Laboratory Class. Master Dissertation, Korea National University of Education, Chung-Buk, Korea, 2008.
17. Nam, J. H.; Kwak, K. H.; Jang, K. H.; Hand, B. *Korea Assoc. Sci. Edu.* **2008**, 28(8), 922.
18. Rivard, L. P. *Journal of Research in Science Teaching* **1994**, 31, 969.
19. Keys, C. W.; Hand, B.; Prain, V.; Collins, S. *Journal of Research in Science Teaching* **1999**, 36(10), 1065.
20. Rivard, L. P.; Straw, S. B. *Science Education* **2000**, 84, 566.
21. Mason, L.; Boscolo, P. *Instructional Science* **2000**, 28, 199.
22. Fellows, N. J. *Journal of Research in Science Teaching* **1994**, 31, 985–1001.
23. Jeong, H.; Jeong, Y. J.; Song, J. Y. *Korea Assoc. Sci. Edu.* **2004**, 24(5), 1008.
24. Keys, C. W. *Journal of Research in Science Teaching* **2000**, 37(7), 676.
25. Klein, P. D. *Educational Psychology Review* **1999**, 11(3), 203–270.
26. Greene, L. *Writing in the Life Science: A Critical Thinking Approach*; Oxford University Press: New York, 2010.
27. Han, K. Y. *Journal of Korean Modern Literature* **2007**, 32, 39–70.
28. Rowell, P. M. *Studies in Science Education* **1997**, 31(1), 19–56.
29. Chinn, P. W. U.; Hilgers, T. L. *Journal of Research in Science Teaching* **2000**, 37(1), 3.
30. Prain, V. *International Journal of Science Education*, **2006**, 28(2–3), 179–201.
31. Keys, C. W.; Hand, B.; Prain, V.; Collins, S. *Journal of Research in Science Teaching* **1999**, 36(10), 1065–1084.
32. Burke, K. A.; Greenbowe, T. J.; Hand, B. M. *Journal of Chemical Education* **2006**, 83(7), 1032–1038.
33. Kim, H. J. Development and Application of Scientific Criticism Instructional Model. Doctor Dissertation, Kongju National University, Korea, 2008.
34. Kim, H. S. *The Philosophy of Science* **2010**, 13-2, 117.
35. Moon, Y. K.; Jeong, Y. L. *The Journal of Korea Elementary Science Education* **2012**, 31(2), 208–215.
36. Kang, S. H. *Assessment Instruments and Criteria of Creative Problem Solving Thinking Skills in Science Education*; Ewha Womans University: Seoul, Korea, 2010.
37. Berry, A.; Mullhall, P.; Loughran, J. J.; Gustone, R. F. *Australian Science Teacher Journal* **1999**, 45(1), 27–31.
38. Park, H. J.; Lee, E. J.; Kang, S. H. *The Development of Test of Creative Problem Solving Thinking Skills for High School Students*. The 60th The Korean association for science education conference poster, 2011.
39. Roadranka, V.; Yeany, R. H.; Padilla, M. J. *The Construction and Validation of Group Assessment of Logical Thinking*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching. Dallas, Texas, 1983.
40. Yun, H. J.; Hong, H. I.; Bang, D. M.; Kang, S. H. *J. Korea Chem. Soc.* **2011**, 55(6), 1056–1073.
41. Park, J. E. The Development of Teaching Strategy Focused on Listing, Excluding and Controlling Variables and Its Effect on Students' Creative Problem Solving Skills. Doctor. Dissertation, Ewha Womans University, Seoul, Korea, 2012.