

## 중등 과학교사 글쓰기 교육 기준 탐색

어선숙<sup>1</sup> · 조희형\*

<sup>1</sup>대룡중학교 · 강원대학교

### Exploring Writing Education Standards for Secondary School Science Teachers

Eo, Seon Sug<sup>1</sup> · Cho, Hee-hyung\*

<sup>1</sup>Daeryong Middle School · Kangwon National University

**Abstract:** There is growing recognition that secondary students must be given the opportunity to write in their science classrooms as well as in scientific inquiry based learning situations, yet the development of writing education standards for secondary school science teachers still needs to be addressed. The primary objective of this research was to explore the writing education standard for secondary school science teachers. The research objective was attained through the use of literature analyses. Drawing upon those results of the related literature analyses, this study suggests a list of writing education standards for secondary school science teachers. The list consists of 17 education standards and includes 42 sub-standards in total across four education areas.

**Key words:** science writing, science writing standards, science writing heuristic, science teacher education

#### I. 머리말

과학 글쓰기(writing in science or science writing)는 과학자가 수행하는 과학적 연구의 한 과정(Yore *et al.*, 2006)이며, 학생들이 과학을 학습할 때 사용하는 한 가지 매체이기도 하다(Keys, 1999a; 1999b). 과학 글쓰기는 학생들이 과학을 학습할 때 획득하는 이해와 학습의 결과에 관한 의사소통에 유용한 과정이며(Krajcik & Czerniak, 2007), 학습의 과정으로 수행하는 과학적 탐구와도 관련이 있다(신선경, 2008a). 과학 글쓰기는 과학수업의 통합적 부분의 하나로 인식되며(Hassard & Dias, 2009), 전통적 평가의 한 가지 수단으로 이용되기도 한다(Keys, 1999a). 이러한 기능과 특성 때문에, 1990년대 이후부터는 과학 글쓰기의 본성, 과학 글쓰기의 방법과 과정, 과학 글쓰기의 교수-학습, 과학 글쓰기 교육의 평가 등에 관한 연구가 활발하게 수행되게 되었다.

각급 학교에서는 전통적 글쓰기의 형식과 방법에 대한 교수-학습으로 인하여, '학습을 위한 글쓰기(writing for learning)'의 특성이 분명하게 드러나

지 않았을 뿐만 아니라(Prain & Hand, 1996) 그런 글쓰기에 관한 연구도 거의 수행되지 않았다. 전통적인 글쓰기의 학습, 즉 '글쓰기 학습(learning to write)' (Rijaarsdam *et al.*, 2006; Wallace, Hand, & Prain, 2007)에서는 글쓰기가 주로 글쓰기 방법의 교수-학습 내용 또는 평가 도구로 이용되었지만, '학습을 위한 글쓰기'에서는 평가보다 학습의 수단으로 이용된다. '글쓰기 학습'에서는 학습을 통해 이해하거나 탐구를 통해 발견한 내용을 발표하게 해 평가하지만(Prain & Hand, 1996), '학습을 위한 글쓰기'에서는 학습 내용을 이해함과 동시에 비판적 사고(critical thinking)를 획득하게도 한다(Rivard, 1994). '학습을 위한 글쓰기'는 과학철학으로서의 사회적 구성주의(social constructivism)(Rivard & Straw, 2000), 인지심리학, L. Vygotsky(1896-1934)의 사회문화적(social-cultural) 이론(Hohenshell & Hand, 2006)에 이론적 배경을 두고 있는 학습의 한 유형으로서 '학습하기 위한 글쓰기(writing to learn; WTL)'로 일컬어지기도 한다. '학습하기 위한 글쓰기(WTL)'는 지식의 생성과 현상

\*교신저자: 조희형(heehcho@kangwon.ac.kr)

\*\*2011.11.08(접수) 2012.01.04(1심통과) 2012.01.31(2심통과) 2012.02.02(최종통과)

의 상세한 기술에 있어서 강력한 언어의 역할을 강조하기 때문에 특히 언어 관념의 획득에 목적이 있는 비형식적 글쓰기를 특정 교과 영역에 통합하는 운동을 통틀어 일컫기도 한다(Keys, 1999a).

외국의 경우에는 과학 글쓰기의 본성과 방법, 과학 글쓰기의 교수-학습 및 평가의 필요성과 목표 등이 과학교육학 교재에도 강조되어 있다. 이를테면 Hassard & Dias(2009)는 그들의 저서 『The art of teaching science: Inquiry and innovation in middle and high school』에서 과학 글쓰기의 기능, 목적, 유형(genre), 그리고 방법 등을 기술하며, Herr(2008)는 그의 저술 『The sourcebook for teaching science: Strategies, activities, and instructional resources』에서 과학 글쓰기의 유형과 표기 양식을 제시한다. 그러나 과학교사의 양성 또는 연수를 위한 프로그램, 과학과 교육과정 개발, 과학 교수-학습 연구 등에서는 ‘학습하기 위한 글쓰기’가 중요한 대상이 되지 못했다. 한편 내용의 학습 개선 수단으로 통합되어 있어서(Keys, 1999a) 모든 교육과정 분야에서 적용할 수 있는 ‘범교육과정 글쓰기(writing across the curriculum: WAC)’는 오래 전부터 교실의 학습에서 널리 응용되어 왔다(Holliday, Yore, & Alvermann, 1994).

우리나라에서는 과학 글쓰기가 『2007년 개정 과학과 교육과정』(교육인적자원부, 2007)에 처음으로 권장되었으며, 이어 『2009년 개정 교육과정에 따른 과학과 교육과정』(교육과학기술부, 2011)에도 과학 글쓰기 교수-학습에 관한 일반적인 전략과 평가 방법이 명시되어 있다. 그러나 그 두 교육과정에서는 과학 글쓰기 교수-학습에서 다룰 내용을 구체적으로 기술하지 않는다. 과학교육의 목적을 달성하기 위한 교수-학습의 내용이 과학교육기준(national science education standard)(NRC, 1996)으로 선정·조직되어 있는 미국과 달리, 우리나라의 과학과 교육과정에는 과학 글쓰기 교수-학습의 내용은 물론이고 그 기준조차도 제시되어 있지 않다.

한편 우리나라의 사범대학에서는 대부분 과학 글쓰기를 자연과학·과학기술·이공계 등 계열별 글쓰기 과목으로 개설하여 운영하고 있다(강명구 등, 2008; 김상현, 2009; 김종록·이관희, 2011; 박권수, 2006; 이상현, 2007). 그러나 이와 같이 계열별로 개설된 글쓰기 과목은 이수하는 학생들의 요구와 필요를 충분

히 만족시키지 못하는 문제를 안고 있다. 이러한 문제는 강사에 따라 특정한 전공 영역에 편향된 주제를 주로 다루거나(김상현, 2008) 전공 분야별 교육의 목적과 내용을 충분히 반영하지 못하고(신선경, 2008b), 즉 관련된 모든 전공 영역의 고유한 특성을 고려하지 않고(박승희, 2008) 획일적으로 운영하기 때문이다. 이런 현실적 문제뿐만 아니라 주제·소재·방법 등의 학문적 영역별 독특성을 강조하는 Schwab(1965)의 주장에 비추어 볼지라도 과학 글쓰기는 문학 글쓰기뿐만 아니라 이공계열 또는 기술계열 글쓰기와 따로 개설하는 것이 바람직하다. 박권수(2006)는 이공계의 과학 글쓰기 강좌를 모두 전공별로 개설해야 한다고 강조하는데, 그의 주장에 비추어 볼지라도 예비과학 교사 글쓰기 과목은 과학의 고유한 특성을 반영하여 개발해야 한다.

이런 실정에 관계없이, 『2009년 개정 교육과정에 따른 과학과 교육과정』(교육과학기술부, 2011)은 과학적 소양의 함양에 목적을 둔 과학 글쓰기 지도를 권고하기 때문에, 우리나라의 중·고등학교 과학 교수-학습 현장에서도 과학 글쓰기에 관한 교육은 이루어져야 한다. 이 연구는 문헌조사 방법을 통해 중·고등학교 과학교사를 양성하는 과정에서 적용할 과학 글쓰기 교육 기준(writing education standard)을 도출할 목적으로 수행하였다. 문헌은 과학 글쓰기의 본성, 방법, 교수-학습, 평가의 네 영역에 관한 연구 논문과 저술을 중심으로 조사·분석하였다. 글쓰기 교육 기준은 과학 시간에 글쓰기를 지도할 중·고등학교의 과학교사들이 지녀야 할 전문적 기량으로 간주하고, 과학 글쓰기의 본성, 방법, 교수-학습, 평가의 네 넓은 영역으로 나누어 제시한다.

## II. 과학 글쓰기의 본성에 관한 연구

과학 글쓰기에 관한 연구는 여러 영역에서 다양한 주제를 대상으로 수행되어 왔다. 과학 글쓰기의 본성 영역에 관한 연구만 볼지라도 과학 글쓰기의 필요성 및 중요성, 과학 글쓰기의 목적, 과학 글쓰기의 기능과 역할, 과학 글쓰기와 학습 및 과학적·비판적 사고의 관계, 과학 글쓰기의 유형 등에 관해 연구되어 왔다. 과학 글쓰기의 본성을 규명하는 직접적인 접근법은 그 정의이다. 그러나 과학 글쓰기에 관한 대부분의 연구와 논문에서는 과학 글쓰기를 정의하여 그 본성

을 직접 설명하기보다는 그 목적·중요성·기능·필요성 등 간접적 방법으로 그 특성들을 기술한다. 이 논문에서는 먼저 과학 글쓰기의 본성에 관한 연구의 분석 결과를 과학 글쓰기의 특성, 과학 글쓰기와 과학의 학습 및 비판적 사고의 관계, 과학 글쓰기의 필요성, 과학 글쓰기의 유형으로 나누어 기술한다.

## 1. 과학 글쓰기의 특성

교육 현장에서 글쓰기를 강조하는 경향은 1960년대에 시작되었다(Beall, 1998). 그러나 그런 경향에 따라 발표된 과학 글쓰기에 관한 논문뿐만 아니라 그에 관한 저술 및 교재에서는 과학 글쓰기를 글을 쓰는 주제 또는 글의 대상과 소재에 따라 유형을 나누고 각 유형별 특성을 기술할 뿐이지 한두 마디로 정의하지 않는다. 이는 특히 과학 글쓰기를 한두 마디로 정의하기 어려운 문제가 있기 때문이지만, 과학 글쓰기의 본성을 정의에서 시작해 기술하는 것이 효과적이지 않기 때문이기도 하다(이상현, 2007).

연구자(Klein, 1999)에 따라서는 일반적인 의미의 글쓰기를 관념들 사이의 관계를 탐색하는 글월(texts)의 창작으로 정의한다. 이런 일반적 의미의 글쓰기가 과학자한테는 과학 활동의 통합적 요소로서 과학적 방법 및 그 맥락과 관련되어 있다(Yore *et al.*, 2006). 특별히 과학적 방법과 그 맥락을 통해 산출된 과학 글쓰기는 기술 글쓰기(technical writing)의 한 유형으로 분류된다. 한편 일부의 기술 글쓰기에 관한 논문과 저술(서울대학교 기초교육원, 2005; 정희모·김성수·이재성, 2008; Knisley, 2005)에서는 그런 기술 글쓰기로서의 과학 글쓰기의 독특한 특징을 다음과 같이 기술한다.

- 구체적이고 간결한 어휘를 사용하여, 그리고 핵심적인 문체로 쓴다.
- 전문적이고 명확한 의미로 쓴다.
- 표준 형식과 문법을 따른다.
- 객관적이고 사실적인 어조(tone)로 작성한다.
- 독자를 즐겁게 하기보다 정보를 전달하거나 보고하기 위해 쓴다.
- 실험·관찰·측정 등의 자료에 대한 통계적 분석 결과를 기술한다.

강석우 등(2009)에 따르면, 과학 글쓰기는 주로 과학에 관련된 주제에 관하여, 과학자들이 사용하는 글쓰기 방법과 양식에 따라, 객관적으로 작성하는 글쓰기를 말한다. 이와 같이 쓴 과학 글은 학생들이 제출한 실험보고서, 과학자가 발표한 논문 및 전문적 칼럼, 과학에 대한 각 분야의 평론 및 저술, 인문학자들이 주로 쓴 과학의 비판 등과 같이 과학적 활동과 과학 학습에 유용하기 마련이다. 과학 글쓰기는 상상력에 바탕을 두고 예술적으로 표현하는 문학 글쓰기(literary writing)와 대조적으로, 그리고 객관적인 방법을 통해 특정 독자를 대상으로 사실적인 정보를 전달하고자 쓰는 기술 글쓰기와도 달리, 분류, 통계적·수학적 분석, 비교 연구 방법 등을 통해 나타난 관찰·결과·방식의 기술(정희모 등, 2008) 또는 실험·연구의 결과를 분석하고 정리해 객관적으로 쓰거나 그런 자료를 있는 그대로 설명하여 이해시키기 위한 글쓰기로 해석되기도 한다(김종록·이관희, 2011).

Keys(1999b)는 과학자가 쓰는 각종 글에 과학 글쓰기의 고유한 특성이 잘 나타난다고 주장한다. 그에 따르면, 과학자의 글은 자연의 현상·과정·행동을 나타내는 여러 단어를 축약해 하나의 명사로 나타내며, 확장성을 지니기도 한다. 여기서 확장은 관념을 더욱 명료화하고 정의하는 정교화, 두 가지 이상의 관련 관념을 연결하는 외연, 또 다른 정보로 정당화하는 심화 등의 과정을 통해 이루어진다.

정희모 등(2008)은 과학 글쓰기에 과학 내용에 대한 글쓰기(writing about science)와 과학적 방법 및 맥락에 따른 글쓰기(writing in the context of science)를 포함시킨다. 신선경(2008a)은 이러한 유형을 근거로 과학 글쓰기를 “과학과 관련된 내용을 과학 분야의 학문적 글쓰기 관습의 영향권 아래에서 과학적 맥락과 형식에 따라 행해지는 글쓰기”(p. 76)로 정의한다. Graham(2006)은 이와 같은 학문적 관습에 따른 과학 글쓰기가 의사소통, 학습, 설득 등을 위한 수단이 되는 특성을 지닌다고 주장한다.

## 2. 과학 글쓰기와 과학 학습 및 비판적 사고의 관계

몇몇 글쓰기에 관한 논문과 저술에는 글쓰기가 학습에 긍정적인 영향을 미친다고 기술되어 있다. 이를테면 Klein(1999)은 ‘학습하기 위한 글쓰기(writing-to-learning)’를 가장 매력적인 수업 활동

의 하나로 받아들인다. 그에 따르면, 정성들인 글쓰기는 정보를 다른 의미로 변환함으로써 학습을 야기하는데, 이때 논술(argumentative essay)이 가장 큰 영향을 미치며, 필기하기(note taking)가 가장 미미한 영향을 미친다. 또한 Applebee(1984)에 의하면, 특히 사고에 있어서 글쓰기의 기능은 쓴 말 및 글의 보존성, 명시성, 사용된 자원 등의 복합적인 영향을 받는다고 한다.

Levin & Wagner(2006)는 대부분의 과학적 탐구 과정에는 과학 글쓰기와 과학 학습이 통합되어 있다고 주장한다. 과학 글쓰기와 과학 학습의 과정 또는 그 수단으로서의 과학적 탐구 과정 사이에는 밀접한 관련이 있다는 주장이다. 실제로 관찰·측정·실험·검증 등 과학적 탐구를 통해 얻어진 결과는 분류·비교/대조·추론·예상·비유, 정의, 인과적 분석 등 논리적 추리 과정에 따른 과학 글쓰기의 형태로 정리되고 있으며, 과학 글쓰기의 형식과 내용은 다시 과학적 탐구 과정뿐만 아니라 과학적 사고방식을 규범화하는 순환적(recursive) 수단이 되고 있다(신성경, 2008a).

정희모 등(2008)은 과학적 탐구와 관련이 있는 과학 글쓰기의 근간을 비판적 사고, 특히 과학적 사고로 본다. 다른 연구자들은 과학 글쓰기가, 실험·설명·보고서 등 전통적 과학 글쓰기의 유형과 그 과정을 분석하면 어렵지 않게 알 수 있듯이, 논리적 추론을 통한 새로운 과학지식을 생성할(Keys, 1999a) 뿐만 아니라 비판적 사고를 독려하는(Gunel, Hand, & McDermott, 2009) 수단을 제공한다고 주장한다. 또한 Penrose & Katz(2010)는 전통적 의미의 과학적 탐구 과정 ‘서문 - 방법 - 결과 - 토의(introduction - method - result - and - discussion: IMRAD)’를 논리적 관계로 맺어진 체계로 보며, Kellough & Carjuzaa(2009)는 그런 과정에서 적용되는 비판적 사고를 ① 도표(charting and graphing), 분류, 비교, 정리 등 자료의 조직, ② 설명, 생성, 추론, 자료해석, 비유, 통합 등 관념의 구성, ③ 응용, 변인통제, 가설설정, 모형구성, 예상 등 관념의 이용, ④ 의사소통, 경험, 측정, 관찰, 검증 등 관념의 이용 과정의 네 영역으로 구분한다.

Applebee(1984)에 의하면, 과학 글쓰기는 과학적 사고와 밀접한 관계를 맺고 있어서 그 행위는 때때로 사고의 아버지로 불린다고 한다. Rivard(1994)는 그

렇게 불리는 과학 글쓰기가 의사소통 그 자체보다 의사소통의 내용에 대한 이해와 더 가까운 관계를 맺고 있다고 주장한다. 다른 연구자들은 과학 글쓰기 과정이 과학지식의 획득뿐만 아니라 관념의 명료화, 지식의 구성의 근간이 되기 때문에, 글쓰기를 과학 학습의 매체(Beall, 1998; Keys, 1999a; 1999b)로, 또는 과학 수업(Hassard & Dias, 2009)의 통합적 부분으로 인식한다.

글쓰기와 비판적 사고의 관계는 과학철학에서도 강조되고 있다. 이를테면 한상철(2004a; 2004b)은 비판적 사고와 구성주의적 글쓰기 및 아카데미식 토론 사이에 긴밀한 관계가 있다고 주장한다. 그는 주장(claim) - 근거자료(evidence) - 전제 또는 가정(warrant) - 유보조건(rebuttal) - 전제보장(backing) - 확률치(probability)로 구성된 Toulmin이 제시한 비판적 사고에 의한 문제해결 모형에 따라 글의 논지를 분석하는 글쓰기 과정을 제시한다. 한상철은 이런 구성주의적 글쓰기 이외에 글쓰기의 원리와 비판적 사고를 근거로 한 과학 글쓰기의 진단 방법도 제시한다.

### 3. 과학 글쓰기의 필요성

과학적 연구를 수행하는 과학자와 과학기술을 개발하는 과학기술자뿐만 아니라 과학을 공부하는 중·고등학생, 과학 또는 과학기술을 전공하는 대학생, 비평·평론 등 과학 관련 전문적 글을 쓰거나 저술하는 일반인 등한테는 특별히 과학 글쓰기 능력이 중요하다. 학습 과정으로서의 과학적 탐구 능력, 과학적 연구 및 과학기술 개발 능력, 과학적 사고 능력은 모두 과학 글쓰기 능력과 관련되어 있다. 그러므로 그들한테는 학습·연구·개발·사고의 결과를 글로 설명하고 이해시킬 능력이 필요하다(이상현, 2007).

과학 글쓰기에 관한 연구 논문과 저술 및 몇몇 교재에서는 과학 글쓰기의 필요성을 과학 글쓰기의 목적, 기능 또는 역할, 이유 등과 관련시켜 기술한다. 이는 과학 글쓰기의 필요성이 그 목적, 기능, 역할, 이유 등의 영역을 바탕으로 드러나기 때문이다. 과학 글쓰기의 목적은 글을 쓰는 주체나 대상에 따라서도 다르게 설정되는데, 주제나 대상에 관계없이 과학 글쓰기의 필요성을 목적, 기능, 이유의 영역 및 영역별 내용 요소로 나누어 요약하면 <표 1>과 같다.

**표 1**  
과학 글쓰기 필요성의 영역과 자료의 출처

영역	내용 요소	자료의 출처
목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 창의력 · 분석력 등 통합적 문제해결 능력 향상</li> <li>• 사고의 구체성과 추상성 연결</li> <li>• 자신의 문제에서 출발하여 과학적 활동의 전체적인 맥락 이해</li> <li>• 현실의 경험과 일반적 이론의 연결</li> <li>• 과학 개념의 이해, 또는 과학 학습</li> <li>• 성장 과정에 피드백 제공</li> <li>• 의사소통 관련 문제해결</li> <li>• 의사소통 능력 신장</li> <li>• 타인에 정보 제공 및 설득</li> </ul>	강석우 등, 2009 Hassard & Dias, 2009 Rivard, 1994
기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지식의 명료화, 관념의 조직, 경험의 반성</li> <li>• 대부분의 경우 학습에 긍정적 영향</li> <li>• 비판적 사고에 유용</li> <li>• 활동 준비 관련 지식과 경험의 유도</li> <li>• 새로운 정보와 경험의 고착화와 검토</li> <li>• 지식의 재형성과 확장에 유용</li> <li>• 사고의 함양에 효과적</li> <li>• 과학적 소양의 함양에 중요한 역할</li> <li>• 선행지식과 새로운 학습의 연결</li> <li>• 토의 · 실험 · 교과서에서 수집한 정보의 이해</li> </ul>	Keys, Hand, Prain, & Collins, 1999 Klein, 1999 Mason & Boscolo, 2000 Rivard, 1994 Wallace <i>et al.</i> , 2007
이유	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학문적 기초가 되기 때문</li> <li>• 개인의 성공에 이르는 지름길이 되기 때문</li> <li>• 느낌을 표현하기 위해</li> <li>• 즐기기 위해</li> <li>• 정보에 관해 의사소통하기 위해</li> <li>• 설득시키기 위해</li> </ul>	권재술 · 손천택 · 이성흠, 2011 Knisley, 2005

〈표 1〉에서도 알 수 있듯이, 과학 글쓰기는 과학적 이해의 본성과 그 내용에 관한 의사소통의 중요한 부분을 이루기도 한다(Greene, 2010; Krajcik & Czerniak, 2007). 그러므로 과학 글쓰기는 과학적 연구와 과학기술 개발의 결과를 전달하고자 할 때 특히 유용하게 사용할 수 있는 수단이 된다(강명구 등, 2008). 이런 기능 때문에, 과학 글쓰기는 과학자의 연구와 과학기술자들의 개발 활동 가운데 핵심적 영역을 차지하기도 한다.

한 과학교육학자(Herr, 2008)에 따르면, 과학 글쓰기 논문과 저술에 기술된 작문을 표기하는 양식 관례(style convention)는 대부분 문학 유형(literary genre)에 나타나는 특성을 지니고 있다. 과학 글쓰기에서도 문학 글쓰기에서와 다른 양식 관례에 따라, 그리고 과학 내에서도 분야나 주제에 따라 서로 다른 양식 관례에 따라 문장이 작성되는 실정이다. 그러나 대다수의 중 · 고등학생들은 글쓰기 방법과 양식 관례를 대부분 국어 시간이나 작문 시간에 공부했기 때문에

과학 글쓰기 양식 관례에 미숙한 실정이다.

#### 4. 과학 글쓰기의 유형

과학교육학에서는 대부분의 경우 글쓰기를 문학 글쓰기와 기술 글쓰기로 구분한다(Herr, 2008). 문학 글쓰기는 중 · 고등학교 및 대학교의 교양 국어나 작문 시간의 글쓰기를, 전문 글쓰기로 불리기도 하는 기술 글쓰기는 국내외의 대다수 대학교에 설강되어 있는 자연과학 또는 이공계의 글쓰기를 가리킨다. Hassard & Dias(2009)는 글쓰기를 쓰는 형태에 따라 웹(web) 쓰기, 과학 기록(log), 편지, 신문기사, 이야기 등으로 분류하기도 한다. 글쓰기는 이밖에 다음과 같이 저자마다 다른 기준을 적용해 다양한 유형으로 나눈다.

- 손정우(2006)
  - 귀납적 사고력을 활용한 글쓰기: 관찰 · 분류 ·

- 요약·묘사·서사하여 글쓰기
- 연역적 사고력을 활용한 글쓰기: 과학 원리로 해석하여 글쓰기, 문제해결 글쓰기, 근거 찾아 글쓰기, 그림·사진 설명하는 글쓰기, 표·그래프·수식 해석하는 글쓰기, 완성하는 글쓰기, 과학속담·사자성어 해석하는 글쓰기
- 비판적 사고력을 활용한 글쓰기: 다양한 관점에서 글쓰기, PMI를 활용한 글쓰기, 개념만화를 활용한 글쓰기, 대화문 완성하는 글쓰기, 과학 오류 찾아 글쓰기
- 창의적 사고력을 활용한 글쓰기: 은유를 통한 글쓰기, 상상하여 글쓰기, 짧은 글 확장하여 글쓰기, 마인드맵을 활용한 글쓰기, 노래가사 바꿔 글쓰기, 브레인스토밍을 통한 글쓰기
- 김상현(2008)
  - 학술적 글: 학위 논문, 학술지 논문, 백과사전, 개론서류; 이공계 또는 자연과학계 전문가 사이의 의사소통을 위한 논문류
  - 업무를 위한 글: 보고서, 기획서, 계획서, 제안서, 자기소개서 및 이력서; 다른 분야의 전문가와 의사소통을 위한(업무를 위한) 글
  - 대중을 위한 글: 설명서, (과학) 칼럼, 교양저술, 비평 또는 서평; 비전문가와 의사소통(설명서, 칼럼, 교양저술, 비평 또는 서평)을 위한 글
- 신형기 등(2008)
  - 개인적인 글: 기억·관찰·사고와 계획을 돕는 글쓰기
  - 공적인 글: 보고를 위한 글, 논문, 제안 및 지원을 위한 글, 지시 및 설명을 위한 글, 용건전달을 위한 글, 취업을 위한 글
- 정희모 등(2008)
  - 과학에 관한 글쓰기(writing about science): 과학적 대상에 관한 글쓰기
  - 과학적 맥락에서 글쓰기(writing in the context of science): 과학적 맥락이나 문맥으로 글쓰기
- 권재술·손천택·이성흠 (2011)
  - 해설(exposition): 정의·예시·비교/대조·분류/구분·분석, 규칙성의 객관적 해설
  - 논증(argument): 주장의 진리성을 입증하는 서술 방식으로 이해력에 호소하는 글
  - 묘사(description): 대상을 있는 그대로 드러내 보이는 글
- 서사(narration): 행위, 사건 등에 관한 이야기
- ※ 설명적 글쓰기: 이해력에 호소하는 해설과 논증 방법을 활용한 글쓰기
- 문예적 글쓰기: 상상력에 호소하는 묘사와 서사 방식을 이용한 글쓰기
- 김종록·이관희(2011)
  - 문학 글쓰기: 작가가 상상하고 가상의 내용을 온갖 수사법을 이용해 예술적으로 표현하여 독자에게 감동을 주기 위한 글
  - 과학 글쓰기: 실험하고 연구한 결과를 객관적으로 잘 정리한 글 또는 그런 자료를 있는 그대로 설명하여 독자를 이해시키기 위한 글
- Holliday *et al.*(1994)
  - 지식말하기 형식(knowledge-telling mode): 지식을 조직하고 저장하는 방법에 유독한 효과(deleterious effect), 즉 지식의 재조직에 방해 요인으로 작용하는 글쓰기
  - 지식변환 형식(knowledge-transforming mode): 상호작용적/구성적 과정이 과학의 생성 학습 모형에 따른 과정과 평행한 글쓰기
- Rivard(1994)
  - 해설문(expository writing): 필기·요약·설명·분석하기; 필기는 단편적이고 간단한 시험(quiz)에, 요약하기는 이해, 문제해결, 내용의 학습에 효과적인 글쓰기
  - 표현문(expressive writing): 일지나 일기 등 비형식적 글; 지식의 개인화에 유용한 도구로서 특히 학습하기 위한 표현 작문(expressive writing-to-learn)은 내용의 파지에 효과적인 글쓰기; 자서전적 이야기, 과학시간의 초점 쓰기, 일지 등은 특히 학습의 향상에 실용적인 글쓰기; 감정적 반응을 보이는 경향에서 더욱 집중적인 인지적 반응을 나타내는 태도를 갖게 하는 글쓰기
- Prain & Hand(1996)
  - 이야기(narrative; 설화 또는 서사): 염색체 또는 혈구세포의 생활사와 같은 사건의 과정 또는 순서에 관한 지식을 보여주는 이야기
  - 여행담(travelogue): 지질학 또는 생태학 주제에 있는 특정 위치의 서술
  - 지침(guideline) 또는 사용법(instruction): 자

- 료 이용 안내; 생존 설명서(manual)
- 시(설화 또는 서정): 생명체 또는 과정의 변화에 대한 반응
- 논쟁 또는 연설을 위한 글(script): 환경의 이용, 과학적 실험, 과학기술의 이용 등 논쟁의 주제에 관한 토의
- 개념도/마인드맵/그림: 학생들의 초기 이해 확인; 주제의 비평, 주제 또는 관념의 명료화와 모듬; 과정 또는 개괄의 흐름도(flow chart)
- 포스터: 주제를 성취한 이후 지식의 증명
- 과학적/언어적 보고서: 실험과 관찰의 보고와 분석
- 소책자(brochure): 지질학 현장답사 안내서와 같은 현장실습 안내서
- 일지(journal): 답사 및 실험의 예상, 관찰, 설명 및 기술
- 편지: 사회 및 지역사회에 영향을 미치는 과학적 논쟁거리를 설득시키기 위한 글
- 설명 글: 그림의 설명문(caption), 어린 학생 독자를 위한 교과서 설명
- Beall(1998); Keys(1999a)
  - 교류문(transactional writing): 실험보고서, 설명, 학기말 보고서, 전기 등처럼 알리기와 보고에 주된 목적이 있으며, 중·고등학생들한테 가장 보편적인 쓰기 형태
  - 시쓰기(poetic writing): 이야기, 시, 광고, 여행안내, 서정시 드라마 등과 같이 언어가 예술 매체로 이용되며, 경험과 감정의 반성에 목적이 있는 글쓰기
  - 표현문(expressive writing): 기록, 가설, 질문, 평론, 초록, 수필, 기술, 초안 등 관념의 탐색을 목적으로 쓰는 글의 형태
- Herr(2008)
  - 실험 보고(lab report): 학술지 논문의 구조와 비슷하게 문제, 배경, 가설, 실험, 결과, 결론 등으로 구성
  - 개방적 논술(open essay): 서문, 본체, 결론으로 구성
  - 제한적 논술(directed essay): 길잡이(prompt)에 따라 작성한 요약이나 구조 틀
  - 도서관 조사 논설(library research paper): 서론, 본체, 요약으로 구성

- 학술 논문: 제목, 저자와 소속, 초록, 서론, 방법, 결과, 토의, 참고문헌 등으로 구성
- Hassard & Dias(2009)
  - 베끼기: 베끼거나 받아쓰기
  - 참조: 인쇄자료에서 적어두기
  - 개인적: 논술, 일기, 과제보고서, 실험보고서
  - 답하기: 활동지 쓰기, 연습문제 풀이, 시험문제 답 쓰기
- Kellough & Carjuzaa(2009)
  - 분석(analysis): 효과에 관한 특정 사건의 원인과 효과에 관한 추측(conjecture)
  - 자전적 사건(autobiographical incident): 필자의 삶에 관한 특정 사건을 서술하거나, 또는 그 사건의 중요성을 진술하거나 암시하는 글
  - 평가(evaluation): 책·영화·예술작품·소비재 등의 가치에 대한 판단의 결과를 제시하거나 그 이유나 증거를 들어 그 판단을 지지하는 글
  - 목격 기술(eyewitness account): 객관적으로 관찰한 개인·집단·사건 등의 글
  - 직접 자서전적 묘사(firsthand biographical sketch): 사건과 서술을 통해 잘 알고 있는 개인의 특성을 기술하는 글
  - 문제해결: 특정 문제를 서술·분석하고, 해결책에 대한 제안하고 논의하는 글
  - 정보 보고(report of information): 관찰과 연구를 통해 자료를 수집하고, 현상과 개념을 가장 잘 나타내는 자료를 선정해 기술하는 글
  - 이야기(story): 성격들 사이 또는 성격과 환경 사이의 충돌을 보여주고자 쓰는 글

정희모 등(2008)은 과학 글쓰기를 문학 글쓰기뿐만 아니라 기술 글쓰기와도 구분한다. 그들은 과학 글쓰기를 기술 글쓰기의 한 범주에 포함시키며, 과학을 글의 문맥이나 글쓰기의 방법이 아니라 화제나 글의 대상으로 다루는 문학 글쓰기와 구분한다. 그들은 또한 이런 특징을 지닌 과학 글쓰기의 기준으로 경험적 진리(empirically true)와 논리적 일관성(logically consistent)을 제시한다. 과학 글쓰기는 참고자료, 실험·측정을 통해 수집한 자료를 충분히 제공해야 경험적 진실성이 확보되며, 여러 합리적 방법을 이용해 결론을 설명해야 그 논리적 일관성이 보장된다는 생각에서이다.

과학자가 의사소통에 이용하는 유력한 형태 가운데 하나는 쓰기이다. Greene(2010)은 과학자가 의사소통 수단으로 이용하는 글쓰기를 비판적 사고, 과정-기반(process-based), 문제해결, 목적지향, 독자중심, 학문적 구체성(discipline-specific), 내용 위주(content-rich) 등의 접근법에 따라 작성된 글쓰기로 나눌 수 있다고 주장한다. 이때의 비판적 사고는 과학 글쓰기에 기본적인 기능으로서 평가적·해석적·판단적·분석적·진단적·독립적(independent) 사고 등 타고난 사고 능력이 아니라 학습된 사고 능력이 포함된다.

### Ⅲ. 과학 글쓰기의 방법에 관한 연구

과학과 같은 전문 분야의 글쓰기는 기술 글쓰기로서 문학적 글쓰기와 여러 측면에서 차이를 드러낸다. 한편 과학 글쓰기의 원칙과 방법의 세부적인 내용은 글의 유형 또는 주제에 따라서도 달라진다. 과학 글쓰기의 구체적인 원칙과 방법이 같은 유형의 글 또는 동일한 주제에 관한 글일지라도 쓰기 단계에 고유한 특성을 지니기 때문이다.

#### 1. 과학 글쓰기의 원칙

과학 글쓰기 과정에는 일반적 글쓰기 원칙과 방법 뿐만 아니라 글의 주제가 되는 과학의 본성 및 분야별 특성에 고유한 원칙과 방법도 적용된다. 김종록·이관희(2011)는 문학 글쓰기와 다른 과학 글쓰기의 중요성, 일반적 전략, 문장 표현 방법을 기술한다. 김종록과 이관희에 따르면, 과학 글쓰기의 일반적 전략은 문제제기, 문제해결 등 글을 쓰는 목적과 절차에 독특하며, 과학 글쓰기에서 문장을 표현하는 전략은 글의 갈래, 과학 글쓰기의 조건과 특성, 핵심적 요소 등에 따라 달라질 수도 있다.

신형기 등(2008)은 글쓰기 과정이 '쓰기 전 활동 → 쓰기 활동 → 쓰기 후 활동' 단계로 구성되어 있으며, 과학 글쓰기도 이런 과정을 거친다고 주장한다. 이런 단계에 따라 글을 쓰면 정리되지 않은 생각들이 주장과 체계를 세우고, 개요를 작성하며, 결국에는 한편의 글이 완성된다는 주장이다. 연구자나 저자에 따라서는 과학 글쓰기 활동 단계를 과학 글쓰기의 유형에 따라 구분하기도 한다. 이를테면 Hamilton(2002)

은 논술이라면 서론 - 본론 - 결론의 과정에 따라 작성할 것을, 그리고 Penrose & Katz(2010)는 논문일 경우 서론 - 방법 - 결과 - 토의(IMRAD)의 과정에 따라 작성해야 한다고 강조한다.

Hamilton(2002)은 과학 글쓰기 과정을 예비쓰기(pre-writing), 초안작성(drafting), 수정하기(revising), 발표하기(publishing) 단계로 구분하기도 한다. 그에 따르면, 예비쓰기 단계에서는 정보를 수집·분석하여 주제와 목표를 조직하고, 글을 읽을 대상 즉 독자를 결정한다. 초안작성 단계에서는 글의 표제와 구성요소를 결정하고, 문제점을 확인하며, 수정단계에서는 사실적인 오류, 논리, 흐름, 일관성 등을 점검하고, 철자·문법·구두점 등을 교정한다. 마지막 발표단계에서는 최종본을 마무리한다.

#### 2. 과학 글쓰기의 표기 양식

글쓰기 양식은 해설 논증(expository proof), 즉 설명 또는 논증을 위한 양식과 객관적 이해(objective understanding)를 위한 양식으로 구분된다(김종록·이관희, 2011). 과학 글쓰기는 어떤 양식을 따를지라도 명시적·구체적·객관적·직설적으로 표현해야 한다. 김종록·이관희(2011)에 따르면, 특히 관찰·실험의 결과는 비유나 상징 등을 이용하는 문학적 기법을 쓰지 않아야 할 뿐만 아니라 추상적이고 주관적으로 표현하지도 않아야 한다.

김종록·이관희(2011)는 과학 글쓰기의 조건으로 논리성, 객관성, 독창성, 신빙성, 설득력을, 과학 글쓰기의 특징으로 정확성, 형식성(format), 간결성, 문법성(grammaticality)을 제시한다. 그들은 이어 과학 글쓰기에서 문장을 작성하는 핵심적 요소로 단어를 선택하여 좋은 문장을 작성하는 방법, 문단을 구성하는 방법, 완성된 글로 엮는 방법의 네 영역으로 나누어 제시한다. 다른 연구자들도 이들과 비슷한 글쓰기 양식을 제안한다. 예컨대 신형기 등(2008)은 과학 글쓰기에서 설명력이 있는 문장의 표현 방법으로 명확성·일관성·간결성·객관성을, Herr(2008)는 과학 글쓰기에 고유한 표기 양식(style)으로 논리적 진술, 경제적 진술, 정확한 진술, 표준화된 진술을, 그리고 강명구 등(2008)은 과학기술 글쓰기에 독특한 특징으로 분명함, 명료성, 정확성, 공정성, 체계성을 중요시한다.



이와 같이, 과학 글쓰기에도 고유한 조건과 방법이 있다. 과학 글쓰기는 기본적으로 과학적 방법에 근거를 두고 진행되기 때문에, 그에 따른 고유한 성격을 지닌다. 이상에서 종합하여 기술한 내용에 비추어 볼 때, 과학 글쓰기의 조건으로 논리성·독창성·신빙성·설득력·정확성·형식성·간결성·문법성·명료성·공정성·체계성을, 그 방법으로 명시적·구체적·객관적·직설적·일관적·논리적·경제적 진술과 표준화된 진술을 들 수 있다.

### 3. 과학 글쓰기의 작성 방법

과학 글쓰기의 목적과 방법은 유형(김종록·이관희, 2011)뿐만 아니라 단계(강석우 등, 2009; 조성민, 2009; Greene, 2010; Hamilton, 2002; Knisely, 2005; Lester & Lester, 2006; Penrose & Katz, 2010; Redman, 2005)마다 다르다. 조성민, Hamilton, Lester & Lester, Redman 등은 논술의 단계별 작성 방법을, Penrose & Katz는 학술지 논문 및 학위 논문의 단계별 작성 방법을 기술한다. 강석우 등은 특별히 연구의 주제를 작성하는 방법을, Greene은 절과 주제문을 작성하는 방법을, Knisely는 결과의 작성 방법을 기술한다.

조성민(2009)은 논술을 근거를 제시하면서 주장을 논리적으로 정당화하는 글로 정의하고, 이 논술의 정의에 쓰인 근거를 논증의 전제와, 그리고 주장을 논증의 결론과, 동일시한다. 과학 논술은 또한 작성할 글의 주제가 되는 논제, 논술의 단초나 출발점이 되는 논점과 쟁점, 논제에 대한 주장 또는 의견으로서 논술을 관통하는 주제인 논지, 그리고 근거로 구성되어 있다(생각 2.0, 2009). 일반적으로 과학 논술에서는 논제를 서론 - 본론 - 결론의 세 단계에 따라 작성한다. 강석우 등(2009) 등에 따르면, 과학 논술의 논제를 직접 선정할 때는 그 명확성(clearness), 특정성(specificity), 창의성(creativity)의 세 가지 요건을 유념해야 한다. 서론은 보여주거나 증명할 내용으로 시작하며, 본론에서는 주제(thesis 또는 topic)를 상세하게 기술하고, 결론에서는 주제와 표제를 요약하여 재진술한다(Hamilton, 2002). Redman(2005)은 이런 절차와 내용으로 작성하는 논술의 서론을 전체 논술 내용의 5-10% 정도로, 결론을 10% 정도로 기술할 것을 제안한다.

김종록·이관희(2011)에 따르면, 과학 논문은 새로 발견한 과학적 이론이나 개념, 과학 실험 또는 과학적 연구의 방법을 널리 알릴 목적으로 작성하며, 그러므로 새로운 내용을 기술하는가? 객관적 사실에 바탕을 두고 있는가? 과학적 용어를 정확한 의미로 사용하는가? 등을 고려해서 작성하여야 한다. 과학 논문은 목적에 따라 석사학위 논문(thesis) 또는 박사학위 논문(dissertation), 학술지 논문, 학술대회발표 논문 등으로 구분되기도 하는데, 기본적인 형식과 요소는 제목(title), 초록(abstract), 서론, 재료 및 방법, 결과, 토의, 결론(김종록·이관희, 2011)으로서 모두 비슷하다. Penrose & Katz(2010)는 이와 같은 과정을 서론 - 방법 - 결과 - 토의로 요약하여 기술하고, 각 단계별 쓰는 방법을 제시한다. Knisely(2005)는 결과를 사실적 설명, 표, 그림 등을 이용해 기술할 것을 특별히 강조한다.

중·고등학생들은 과학 시간에 실험을 마치면 실험 보고서를 제출하며, 과학자는 연구비를 지원받아 수행한 연구 및 조사의 결과를 연구 및 조사 보고서로 작성하여 연구비 지원기관에 제출한다. 김종록·이관희(2011), 신형기 등(2008), Sampson, Grooms, & Walker(2009) 등은 실험 보고서와 연구 및 조사 보고서를 과학 글쓰기의 주요 유형으로 범주화한다. 이들 가운데 신형기 등(2008)은 실험 보고서를, 김종록·이관희(2011)는 연구 보고서를, Sampson *et al.*(2009)은 조사 보고서를 작성하는 방법을 상세하게 기술한다.

## IV. 과학 글쓰기의 교수-학습과 평가에 관한 연구

과학 글쓰기에 관한 연구는 일반 글쓰기 및 과학 글쓰기에 관한 교수-학습의 방법과 평가에 관해서도 이루어지고 있다. 한편 과학 글쓰기 교육 기준은 과학 글쓰기의 교수-학습과 평가 방법에도 바탕을 두어 개발하는 것이 바람직하다. 이 논문을 작성하기 위한 연구에서는 우리나라의 중·고등학교 교육과정과 대학교 과학 글쓰기 교수-학습의 실태, 과학 글쓰기 교수-학습의 원리와 전략, 과학 글쓰기 교수-학습 모형 및 방법, 과학 글쓰기 프로그램 또는 과목과 내용, 과학 글쓰기 평가에 관한 논문·저술 등을 조사·분석하였다.

## 1. 과학 글쓰기 교수-학습과 평가의 실태

글쓰기는 중·고등학교뿐만 아니라 대학교에서도 다양한 과정과 방법을 통해 교수-학습되고 있다. 우리나라 중·고등학교 교육과정(교육과학기술부, 2011)에는 글쓰기 관련 교과목으로 『화법과 작문』이 설정되어 있다. 우리나라의 중·고등학교 교육과정과 달리, 외국의 교육과정에는 모든 교과 영역에서 다루는 작문 관련 과목과 아울러 각 교과의 글쓰기 지도도 강조되어 있다(Beall, 1998). 한편 우리나라 대학교에서는 대부분 인문학·사회과학·자연과학·과학기술·이공계 등 계열별 글쓰기 과목을 개설하여 운영하고 있다(강명구 등, 2008; 김종록·이관희, 2011; 박권수, 2006; 이상현, 2007).

우리나라 중등학교 과학과 교육과정에는 과학 글쓰기에 관한 과목이 설정되어 있지 않으며, 그 내용에도 포함되어 있지 않다. 다만 『2007년 개정 중학교 교육과정』(교육인적자원부, 2007)에 이어 『2009년 개정 교육과정에 따른 과학과 교육과정』의 교수·학습 부분에서 과학 글쓰기의 중요성과 필요성 및 방법을 기술하고 있다. 『2009년 개정 교육과정에 따른 과학과 교육과정』(교육과학기술부, 2011)의 「3. 교수·학습 방법」에서 “과학 내용 및 과학과 관련된 사회적 쟁점에 대한 과학 글쓰기와 토론을 할 수 있도록 수업을 계획한다(p. 147).”와 “과학 및 과학과 관련된 사회적 쟁점에 대한 자료를 읽고, 이를 활용한 과학 글쓰기와……(p. 148).”와 같이 기술되어 있다. 또한 “탐구 수행의 모든 과정에서 의사소통이 원활하게 이루어지도록…….”와 같이 기술되어 있다. 『2009년 개정 교육과정에 따른 과학과 교육과정』에서는 이외에 학생들의 과학 글쓰기 활동을 위하여 첨단과학·과학자·과학사 등에 관한 과학 도서를 준비해 독서를 지도할 것을 권고한다.

글쓰기에 관하여 이와 같이 기술된 내용에 비추어 보면, 우리나라 중·고등학교 과학과 교육과정에서는 과학 글쓰기를 의사소통의 한 가지 수단으로 가정하며, 과학적·창의적 사고 및 의사소통 능력을 효과적으로 함양시킬 수 있는 방법으로 인식하고 있음을 알 수 있다. 즉 우리나라 중·고등학교 과학과 교육과정에서는 전통적으로 적용된 일반적인 ‘글쓰기 학습’보다 과학의 ‘학습을 위한 글쓰기’ 또는 ‘학습하기 위한 글쓰기’를 강조한다고 말할 수 있다. 학문은 영역별

고유한 구문적(syntactical) 구조로 구성되어 있다는 Schwab(1965)의 주장에 비추어 볼지라도 과학 글쓰기는 ‘글쓰기 학습’보다 ‘학습을 위한 글쓰기’ 또는 ‘학습하기 위한 글쓰기’를 지향해야 하는데, 바로 이 점에서도 우리나라 과학과 교육과정에서 지향하는 과학 글쓰기의 방향은 정당하다고 말할 수 있다.

대학교의 이공계 글쓰기 교육은 크게 과학기술에 대한 연구의 방법론 중심의 교육과 직업 관련 실용적 글쓰기 중심의 두 가지 방법으로 이루어지고 있다(신선경, 2008b). 글쓰기 강좌의 이름은 서울대학교의 『과학과 기술 글쓰기』(김상현, 2009), 연세대학교의 『과학글쓰기』(박권수, 2006) 등과 같이 ‘과학’이나 ‘과학기술’이 붙어 있다. 한편 카톨릭대학교에서는 글쓰기 과목으로 CAP(creativity, analytic competence, problem-solving competence) 교양 프로그램을 운영하고 있다(이상현, 2007). 대학교의 이공계열 학생들의 글쓰기 지도에는 이외에 연구·개발을 바탕으로 집필된 교재(강명구 등, 2008; 김종록·이관희, 2011; 서정수 등, 2008; 조성민, 2009), 또는 번역된 교재(정희모 등, 2008)를 사용하고 있다.

그러나 이와 같은 이공계열 글쓰기 교과목의 내용과 교육 방법이 이공계열 교육의 목적과 이공계열 학생들의 요구나 필요에 충분히 부합하지 못하는 실정이다. 신선경(2008b)은 이런 문제가 전공 분야 교육의 목적과 내용을 충분히 반영하지 못해서 나타난 것이라고 보고, 전공 분야에 대한 폭넓은 이해를 도우면서 교육의 목적에도 부합하는 내용을 개발해야 한다고 주장한다. 한편 박승희(2008)는 현행 글쓰기 훈련 프로그램이 대부분 이공계열 안의 전공 분야별 특성을 고려하지 않고 획일적으로 운영되고 있다고 보고, 이공계열의 각 전공의 특성을 고려한 맞춤형 글쓰기 교육이 필요함을 강조한다.

## 2. 과학 글쓰기 교수-학습 원리와 전략

과학 글쓰기 교수-학습에 관한 연구는 과학 글쓰기와 과학 교수-학습의 관계, 과학 글쓰기 교수-학습의 원리 또는 방법, 과학 글쓰기 교수-학습 프로그램 및 내용 등을 중심으로 수행되어 왔다. Keys(현재는 Wallace로 이름이 바뀐)(1999a; 1999b)는 과학 글쓰기가 전통적 평가 수단 이외에 과학 학습의 한 가지 형태로 다루어져 왔다고 본다. 이는 과학 글쓰기가 새

로운 의미를 언어적 기호(symbol)로 번역하여 과학 지식의 생성을 육성하는 잠재력을 갖고 있으며, 그러므로 과학 글쓰기에 대한 연구는 과학적 개념의 이해와 파지를 위한 도구로서의 역할에 집중되었다는 생각이기도 하다.

Hassard & Dias(2009)도 과학 글쓰기의 기능적 특성에 비추어 과학 글쓰기 교수-학습의 필요성을 강조한다. 그들에 따르면, 과학 글쓰기는 과학적으로 사고할 수 있도록 마음을 수련시킬 뿐만 아니라 과학 글쓰기의 본성과 과학지식의 이해에 도움이 되며, 과학(글쓰기) 경력을 쌓는 데에도 유용하기 때문에 반드시 교수되어야 한다. 그들은 또한 과학 글쓰기를 과학 학습 및 교수의 통합적 부분(integral part)으로 다루어야 이와 같은 기능이 가능하다고 보고, 그런 구조와 조직에 맞는 교수-학습 과정안(lesson plan)을 제시한다.

Graham(2006)은 글쓰기 교수의 원리를 세 가지로 나누어 제시한다. 첫 번째 원리는 쓰기 발달을 촉진시키는 쓰기 전략, 기량, 지식을 직접 교수해야 한다는 것이다. 두 번째 원리는 학생의 성공적인 쓰기 달성과 학습을 최대화할 수 있는 쓰기 환경(writing environment)을 조성한다는 것이며, 세 번째 원리는 동료 상호작용을 통해 쓰기 발달을 촉진시킨다는 것이다. 그는 이와 같은 글쓰기 원리를 글이 의사소통, 학습, 설득의 수단을 제공한다는 가정에 바탕을 두고 개발해 제시한다.

우리나라에서도 중·고등학교와 달리 대학교에서는 글쓰기 교수-학습이 활발하게 이루어지고 있다. 이상현(2007)은 과학 글쓰기를 이공계의 업무 관련 문서 쓰기로 정의하고, 그런 의미의 글쓰기는 교양과목보다 학과별 전공과목으로 다루는 것이 더 바람직하다고 주장한다. 한편 이재승(2009)은 과학 글쓰기를 가르쳐야 하는 이유가 의사소통과 학습의 주된 수단이 된다는 점에 있다고 보고, 그런 특성에 맞는 과학 글쓰기 교수-학습 방법으로 결과지향 접근(product-oriented approach)법을 제시한다.

그러나 특히 우리나라의 대학교에서 이루어지고 있는 과학 및 이공계열 관련 글쓰기 교수-학습 과정에 다양한 문제가 드러나고 있다. 김상현(2008)은 서울대학교 <과학과 기술 글쓰기> 강좌의 가장 큰 취약점으로 여러 학과(부) 학생들을 대상으로 하면서 특정 전공 영역에 편향된 주제를 다루는 사실을 든다. 한편

신선경(2008b)은 현행 대학교 이공계열 글쓰기 교육의 목적과 내용이 변화된 과학기술 교육의 목적 및 내용을 충분히 반영하지 못한다고 본다. 과학기술 소양, 다학제적 상황의 이해, 철저한 직업윤리 의식, 국제적 협력심 등을 가진 미래지향적 과학기술자 양성의 교육에 적절하지 않다는 주장이다.

박승희(2008)에 따르면, 객관적인 정보의 정확한 전달이야말로 과학기술자로 성장해가는 이공계 학생들에게 필수적 능력이지만, 신입 직장인들이나 예비 직장인들은 대부분 보고서나 제안서 작성에 상당한 어려움을 겪고 있다. 대학교의 이공계열 글쓰기 교육이 동일한 내용과 방식의 글쓰기 훈련 프로그램을 중심으로 다양한 전공 분야를 고려하지 않고 지나치게 일반적이고 획일적으로 수행되어 왔다는 주장이다. 그는 현행 이공계열 글쓰기 교육의 한계와 개선해 나아가야 할 방향을 다음과 같이 제시한다.

- 전공별, 대상별, 수준별 교육이 제대로 이루어지지 못하고 있다: 이공계열의 하위단위로 교육프로그램과 교재를 세분화해야 한다; 전공별 전문가를 대상으로 하는지, 일반 대중의 과학 글쓰기를 지도하는지 구분하지 않고 있다.
- 기본적인 글쓰기 수준의 설정이 필요하다: 각종 직업과 관련된 실질적 글쓰기 과정을 세분화하고 고유한 글쓰기를 체험하는 실천적 글쓰기 과정을 제공한다.

현재 과학 교수-학습 현장에서는 글쓰기를 과학 내용의 학습을 개선하기 위한 수단으로 '범교육과정 글쓰기' 보다 '학습하기 위한 글쓰기'가 더 효과적으로 이용된다(Keys, 1999a). '학습하기 위한 글쓰기'는 20여 년 전에 시작된 쓰기 자체, 글쓰기와 학문기반 학습의 통합적 효과 및 가치를 중요시한 글쓰기 운동의 총칭이다(Levin & Wagner, 2006). 또한 Hand & Prain(2002)이 지적하듯이, '학습하기 위한 글쓰기'는 학습의 한 과정으로서 개념적 과학지식을 양양하고, 과학적 소양을 개발하고, 기대와 관례 그리고 과학 글쓰기에 요구되는 논리적 추리 기능에 친숙하게 하고, 과학적 논제에 관한 글쓰기에 대한 긍정적인 태도를 갖게 하는 데 특히 효과적인 교수-학습 전략으로 볼 수도 있다.

'학습하기 위한 글쓰기' (Rijaarsdam *et al.*, 2006)

나 ‘학습을 위한 글쓰기’ (Prain & Hand, 1996)는 ‘글쓰기 학습(learning-to-write 또는 learning to write)’에 대조적인 의미를 지닌 글쓰기 방법 가운데 하나이다. ‘글쓰기 학습’은 ‘글쓰기 기량이 어떻게 획득되는가?’ 또는 ‘글쓰기 기량은 어떻게 교육되는가?’ 등의 문제에 대한 답의 추구에 목적이 있는 학습의 원리이자 전략이다. ‘글쓰기 학습’은 순전히 글쓰기 기량이라는 과학적 소양의 신장에 목적을 두고 이루어지는 글쓰기에 관한 학습으로서 의사소통 사회에서 일어나는 문화적 적응의 한 과정으로 볼 수도 있다 (Rijaarsdam *et al.*, 2006).

### 3. 과학 글쓰기 교수-학습 모형과 방법

현재 중·고등학교 과학 교수-학습 현장 및 과학교육학 연구에서 널리 적용되고 있는 과학글쓰기발견법 (science writing heuristic; SWH)은 Hand와 Keys가 1997년에 개발해 1999년에 발표한 교수-학습 접근법이다 (Hand & Keys, 1999; Hand *et al.*, 2009; Norton-Meier *et al.*, 2008). 그들이 개발한 과학글쓰기발견법은 논증과 과학적 탐구를 통합한 탐구적 교수-학습 접근법으로서 논증이 핵심적 과정인 교사 활동과 학생 활동의 두 단계로 구성되어 있다 (Keys *et al.*, 1999). 이는 곧 과학글쓰기발견법이 Gowin(1981)이 제시한 인식론적 V 발견법 (epistemological V heuristic)과 다르며, 그 과정이 실험실 실험 보고서를 작성하는 과정과도 같지 않음 (Keys, 2000; Wallace *et al.*, 2007)을 나타낸다.

과학글쓰기발견법은 개발된 이래 그 본성 및 효과와 더불어 유용성에 관한 연구도 활발하게 이루어져 왔다. Hand & Yang(2004)은 과학글쓰기발견법을 적용한 교수-학습을 통해 과학적 사고가 함양되고 의미가 합의되는 등의 실험 및 탐구 능력이 신장되는 결과를 얻었으며, Lunetta, Hofstein, & Clough (2007)는 SWH를 실험실 수업에 적용하여 과학적 사고력이 증진되었을 뿐만 아니라 글쓰기 능력도 신장된 결과를 얻었다. 이들과 비슷하게, Choi *et al.*(2010)은 SWH를 적용해 얻은 결과를 바탕으로 SWH가 합리적 논증 능력의 계발에 특히 효과적임을 강조하였으며, Nam, Choi, & Hand(2010)는 우리나라 중학교 2학년에 SWH 접근법을 적용하여 요약글쓰기와 성취도에 미치는 영향을 확인하였다.

논증은 과학적 탐구 과정뿐만 아니라 과학 글쓰기의 핵심적 근간이 되며, 이런 특성 때문에 과학적 탐구와 과학 글쓰기 사이에는 밀접한 관계가 형성된다 (Bereiter & Scardamalia, 1987). Norton-Meier *et al.*(2008)은 이런 관계를 근거로 과학 글쓰기 및 과학적 탐구와 논증의 관계를 중요시한다. 우리나라에서는 손정우(2006)가 과학적 사고력에 바탕을 둔 과학 글쓰기 교수-학습에 적합한 모형으로 STS 수업 모형에 바탕을 둔 실생활 및 사회적 문제해결 중심의 수업모형을 제시한다. 한편 남정희 등(2008)은 과학적 탐구, 과학 글쓰기, 논증이 통합된 SWH 모형을 중학교 과학 수업에 적용하여 인지수준의 발달, 과학개념의 이해와 논의, 그리고 글쓰기에 미친 효과를 확인하였다.

중·고등학교 과학 교수-학습 과정에서는 원래의 과학글쓰기발견법을 주제나 상황에 맞게 수정·보완한 모형을 적용하기도 한다. 예컨대 Lunetta *et al.*(2007)은 비교적 큰 과학적 개념을 기술하거나 설명하는 데 목적이 있는 과학 논술의 작성에 관한 교수-학습에는 과학글쓰기발견법보다 순환학습 (learning cycle) 모형 또는 Pizzini, Shepardson, & Abell(1989)이 개발한 탐색(search) - 문제해결(solve) - 창의(create) - 공유(share)(SSCS)의 네 단계로 구성된 문제해결 모형이 더 효과적이라고 주장한다. 한편 Sampson *et al.*(2009)은 과학 교수-학습의 내용 또는 과학 글쓰기의 주제에 따라서는 과학 글쓰기발견법 대신에 논증기반탐구(Argumentation-Driven Inquiry; ADI) 모형을 적용할 것을 제안한다.

### 4. 과학 글쓰기 과목 및 프로그램과 내용

현재 국·내외 대학교에 개설되어 있는 이공계열 글쓰기 또는 과학 글쓰기 과목의 운영과 내용에 관한 연구의 결과가 다수 발표되어 있다. 박권수(2006)는 연세대학교의 이공계 「과학글쓰기」강좌가 전공 분야 별로 개설되는 것이 바람직하다고 주장한다. 가톨릭대학교의 이상현(2007)은 과학 글쓰기의 본성, 필요성, 목표 등을 기술하고, 그러한 요소에 부응하는 가톨릭대학교의 CAP라는 교양교육 프로그램과 내용을 소개한다. 박승희(2008)는 영남대학교의 이른바 맞춤형 글쓰기 교육 프로그램을 분석하고, 대부분의 이공계열 전공에 획일적으로 이루어지고 있는 이공계열

글쓰기가 전문적 직업 생활에서 실질적으로 이용될 수 있도록 이공계열의 각 전공별 맞춤형 교육의 형태로 개선되어야 할 필요성을 역설한다.

서울대학교에서는 2005년에 「과학과 기술 글쓰기 교과목 개발」을 서울대학교 정책연구과제로 설정하여 과학 글쓰기 과목 내용을 선정·조직하였다(이경우, 2005). 김상현(2008; 2009)은 그렇게 개발된 서울대학교의 「과학과 기술 글쓰기」 교육의 목표를 학술적 의사소통 능력의 향상에 두고, 인문·사회 분야의 글쓰기와 글쓰기의 윤리적 측면을 더욱 강조할 것을 제안한다. 한편 김재호(2008)는 서울대학교 「과학과 기술 글쓰기」가 전공별로 특화하여 교육되지 못하고 일반적 글쓰기 교육의 틀을 크게 벗어나지 못하며, '직업적 책임과 윤리적 책임에 대한 인식'도 결여되어 있다고 주장한다. 일부의 '과학기술 글쓰기' 수업 담당자들(강명구 등, 2008)은 4년여의 경험과 성과를 담아 대학교에서 과학 글쓰기 과목의 교재로 사용할 수 있는 「과학기술 글쓰기」를 저술하였다.

Fulwiler(2007)는 글쓰기 프로그램을 개발할 때는 학습동기, 비판적 사고의 습득 등에 관한 기본적인 가정을 전제로 해야 한다고 주장한다. 그는 또한 과학과 과학 글쓰기를 일주일에 최소한 3시간 가르쳐야 하고, 과학 글쓰기에만 20~30분 수업 2시간이 할당되어야 한다고 강조한다. 그는 이어 과학 수업과 과학 글쓰기를 효과적으로 통합할 수 있는 접근법에 관한 12가지 조언(tips)을 기술한다. Graham(2006)은 글쓰기 프로그램을 필자의 자극을 유발할 뿐만 아니라 그의 글쓰기 기량·지식·자기통제 전략이 증진될 수 있도록, 쓰기 발달이 이루어질 수 있도록 교수하게 하며, 보편적인 글쓰기 교수-학습 모형을 적용하지 않게 하며, 교육을 받은 사람 가운데 극히 일부만이 능력이 있고 전문적인 작가가 된다는 가정을 바탕으로 설계할 것을 강조한다.

신선경(2008b)은 과학기술 글쓰기 교수-학습 내용으로 관련 직업 활동에 필요한 기초 소양뿐만 아니라 글쓰기·읽기·말하기·듣기 등 의사소통 방식을 통해 통합적으로 획득될 내용이 적절하다고 가정한다. 글쓰기 교수-학습 내용을 자료의 이해·분석·정리 능력, 실험설계 능력, 현장중심적 과학기술 이해 능력, 세계화 표준에 맞는 소통능력 등을 중심으로 개발해야 한다는 것이다. 이어 새롭게 정립될 과학기술의 의사소통 교육 모형 또는 과목을 전 학년에 걸친 단계별

교육으로 전환해야 하고, 전공 교육과 연계된 융합형 의사소통 교육 모형을 지향하며, 논리적·창의적 사고, 자료의 수집 및 정리, 듣기와 읽기를 포괄하는 소통 중심의 문식성 교육으로 전환해야 한다고 주장한다.

## 5. 과학 글쓰기 평가

과학 글쓰기에 관한 연구는 여러 영역에 걸쳐 활발하게 수행되었으나 평가에 관한 연구는 많이 찾아볼 수 없다. 더욱이 우리나라에서는 과학 글쓰기의 평가에 관한 연구가 논술의 평가를 중심으로 이루어진 경향을 나타낸다. 손정우(2006)는 과학 글쓰기의 채점 기준을 과학내용, 과학적 사고, 과학적 표현의 세 영역별로 2-3개씩 제시한다. 조성민(2009)은 손정우와 비슷하게 구성의 논리성, 내용의 충실성, 표현의 정확성의 세 평가 영역에 각각 두 가지 평가기준을 설정하고 각각 평가기준과 평가자를 한 축으로 하는 '논술문 상호평가표'를 제시한다. 이들과 달리, 생각 2.0(2009)은 논술의 평가에 적용할 평가준거로 논지의 명료성과 일관성, 논리의 체계성과 정합성, 사고의 독창성과 치밀성, 그리고 표현의 정확성과 풍부성의 네 측면으로 나누어 기술한다.

Hibbard(2000)는 특별히 해설문의 평가준거를 예비쓰기, 초안쓰기, 편집, 수정의 네 단계로 나누어 제시한다. Cottrell(2005)은 논술을 비판적 글(critical writing)로 규정하고, 논술의 평가준거와 비판적 사고의 자기평가(self-evaluation) 준거를 제시한다. 논술의 평가준거와 비판적 사고의 자기평가 준거는 검색표로 제시되어 있다. Redman(2005)은 좋은 논술의 검증에 적용할 아홉 가지 평가준거를 제시하고, 논술의 서론·본론·결론을 각각 초보·중간·고급 수준으로 구분할 수 있는 준거를 세분하여 나열한다. 한편 Greene(2010)은 논증의 평가준거를 다섯 단계로 나누어 제시하고, 여덟 가지의 연구방법에 관한 평가준거를 제시한다. Choi *et al.*(2010)은 과학글쓰기 발견법(SWH)의 평가준거를 여덟 가지 영역으로 나누고, 각 영역을 세분해 제시한다.

## V. 과학 글쓰기 교육 기준

미국의 국가연구위원회(National Research

Council; NRC)(1996)는 교사가 지녀야 할 소양, 즉 과학교사가 교사교육 또는 현직연수 과정을 통해 갖추어야 할 자질과 능력을 과학교사 교육 기준으로 제시한다. 국가연구위원회에서 제시한 각종 기준은 반드시 특정 교육과정 내용을 선정하는 바탕이 될 수는 없지만, 과학교사 교육 기준에 함축된 내용은 다양한 교육과정에서 서로 다른 관점에 따라 강조하는 수준을 달리하여 조직되거나 제시될 수 있다. 과학교사 교육 기준은 지역·사회·국가 수준에서 과학교사 교육에 관한 정책을 수립할 때 내리는 판단에 적용할 수 있는 준거를 제공할 뿐이다.

이 논문이 나오게 된 연구는 과학 글쓰기에 관한 과

학교사 교육 기준을 제시하고자 수행하였다. 즉 이 연구는 중·고등학교 과학교사가 학교에서 과학 글쓰기를 지도할 수 있는 자질과 능력을 갖추고 있는지 확인하여 제시할 목적으로, 그리고 과학 글쓰기의 본성, 과학 글쓰기의 방법, 과학 글쓰기의 교수-학습 및 평가의 세 영역을 중심으로 조사·분석하는 방법을 통해 수행하였다. 그러므로 이 논문에서는 과학교사 교육 기준을 <표 2>와 같이 네 글쓰기 교육 영역으로 대별한 다음, 각 교육 영역을 교육 기준으로 나누고, 각 교육 기준을 한 단계 더 구체적인 하위교육 기준으로 세분화하여 제시한다.

<표 2>에 기술된 교육 기준과 하위교육 기준은 과학

**표 2**  
과학교사 과학 글쓰기 교육 기준

글쓰기 교육 영역	교육 기준	하위교육 기준
	과학 글쓰기의 본성을 이해한다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 과학 글쓰기를 정의할 수 있다.</li> <li>• 과학 글쓰기의 가치와 중요성을 진술할 수 있다.</li> <li>• 과학 글쓰기의 고유한 특성 및 문학 글쓰기와의 차이를 기술할 수 있다.</li> </ul>
	과학 글쓰기와 과학 교수-학습 사이의 관계를 안다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 과학 글쓰기와 과학 학습의 관계 및 상호 간에 미치는 영향을 말할 수 있다.</li> <li>• 과학 글쓰기와 과학 수업의 관계 및 상호간에 미치는 영향을 말할 수 있다.</li> </ul>
과학 글쓰기 본성	과학 글쓰기와 비판적 사고의 관계를 안다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 과학 글쓰기와 과학적 탐구의 관계를 말할 수 있다.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 과학적 탐구의 유형별 과학적 사고의 특징을 말할 수 있다.</li> <li>- 과학적 탐구의 단계별 과학적 사고의 특성을 말할 수 있다.</li> </ul> </li> <li>• 과학적 사고와 과학 글쓰기의 관계를 설명할 수 있다.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 관찰·인과관계·비교·비유 등 간단한 과학적 사고와 과학 글쓰기의 관계를 말할 수 있다.</li> <li>- 논리적 추리, 자료의 분석과 해석, 결론도출 등 복잡한 과학적 사고와 과학 글쓰기 사이의 관계를 말할 수 있다.</li> </ul> </li> <li>• 과학적 사고로서의 비판적 사고의 본성을 이해한다.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 비판적 사고의 특성을 기술할 수 있다.</li> <li>- 비판적 사고의 유형을 나열할 수 있다.</li> <li>- 과학 글쓰기에 있어서 비판적 사고의 기능과 특성을 말할 수 있다.</li> </ul> </li> </ul>
	과학 글쓰기의 이유와 필요성을 인식한다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 과학 글쓰기가 강조된 상황 및 그 이론적 배경을 이해한다.</li> <li>• 과학 글쓰기의 역할·기능·목적을 말할 수 있다.</li> <li>• 과학 글쓰기의 이유 또는 그 필요성을 말할 수 있다.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 학교의 과학 학습에서 과학 글쓰기가 필요한 이유를 말할 수 있다.</li> <li>- 일상생활에서 과학 글쓰기가 필요한 이유를 말할 수 있다.</li> <li>- 과학 관련 직업생활에서 과학 글쓰기가 필요한 이유를 말할 수 있다.</li> </ul> </li> </ul>
	과학 글쓰기의 다양한 유형(genre)을 기술할 수 있다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 과학 글쓰기의 유형을 구분하는 데 적용하는 준거(criteria)를 말할 수 있다.</li> <li>• 과학 글쓰기의 유형을 나열하고, 유형별 특성을 말할 수 있다.</li> </ul>

글쓰기 교육 영역	교육 기준	하위교육 기준
과학 글쓰기와 발표 방법	과학 글쓰기의 원칙을 제안할 수 있다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>과학 글쓰기의 일반적인 원칙 및 규정을 말할 수 있다.</li> <li>과학 글쓰기의 일반적인 과정과 단계를 말할 수 있다.</li> </ul>
	과학 글쓰기의 독특한 표기 양식을 안다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>과학 글쓰기의 기법과 문학적 기법의 차이를 말할 수 있다.</li> <li>과학 글쓰기의 고유한 조건 또는 그 특성을 말할 수 있다.</li> <li>과학 글쓰기에 고유한 표기 방법을 적절하게 적용할 수 있다.</li> </ul>
	과학 글쓰기의 작성 방법을 안다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>과학 글쓰기의 유형별로 타당한 작성 방법을 기술할 수 있다.</li> <li>과학 글쓰기의 유형 및 각 유형의 단계에 적절한 작성 방법을 말할 수 있다.</li> <li>글쓰기의 목적에 맞고 정확하게 표현할 수 있는 방법과 형식을 말할 수 있다.</li> </ul>
	과학 글쓰기에서 적용하는 수정 양식과 관례를 안다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>과학 글의 전체적 구조·설계·내용을 수정할 때 적용하는 양식을 말할 수 있다.</li> <li>작성된 과학 글의 단락·문장·도표 등을 수정하는 관례를 말할 수 있다.</li> </ul>
	과학 글쓰기의 결과를 발표하는 방법을 안다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>논문으로 작성하여 발표하는 방법을 안다.</li> <li>포스터로 작성하여 발표하는 방법을 안다.</li> <li>과학 글쓰기 결과를 구두로 발표하는 방법을 안다.</li> </ul>
과학 글쓰기 지도	과학 글쓰기 교수-학습의 실태와 문제를 인식한다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>과학 글쓰기 교수-학습의 학교급별 바람직한 목표·내용·방법을 말할 수 있다.</li> <li>과학 글쓰기 교수-학습 현장에서 제기되고 있는 문제를 말할 수 있다.</li> <li>과학 글쓰기에 관련된 윤리적 문제를 인식하고 해결할 수 있다.</li> </ul>
	과학 글쓰기 교수-학습의 원리와 전략을 말할 수 있다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>과학 글쓰기 교수-학습의 학교급별로 적절한 원리를 말할 수 있다.</li> <li>과학 글쓰기 교수-학습의 효과적인 전략을 기술할 수 있다.</li> </ul>
	과학 글쓰기 교수-학습 모형과 방법을 말할 수 있다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>과학 글쓰기 교수-학습 모형의 필요성과 특성을 말할 수 있다.</li> <li>과학 글쓰기 교수-학습 현장에서 적용되고 있는 방법의 특성과 한계를 말할 수 있다.</li> </ul>
	과학 글쓰기 과목 및 프로그램과 내용을 말할 수 있다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>과학 글쓰기 교육과정 또는 프로그램의 구성과 운영 방법을 이해한다.</li> <li>과학 글쓰기 교육과정이나 과목 또는 프로그램의 내용을 선정·조직할 수 있다.</li> </ul>
	과학 글쓰기 교수-학습 계획을 수립할 수 있다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>‘글쓰기 학습’ 계획을 수립할 수 있다.</li> <li>학습을 위한 과학 글쓰기 교수-학습 계획을 수립할 수 있다.</li> </ul>
과학 글쓰기 평가	과학 글쓰기 평가의 대상과 목표를 말할 수 있다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>과학 글쓰기의 유형별 평가의 대상과 주안점을 말할 수 있다.</li> <li>과학 글쓰기의 유형별 평가의 목표를 평가기준으로 말할 수 있다.</li> </ul>
	과학 글쓰기 평가 도구를 개발·적용할 수 있다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>과학 글쓰기의 유형별 타당도와 신뢰도가 높은 평가 도구를 개발할 수 있다.</li> <li>과학 글쓰기 교수-학습 목표에 합당한 평가 방법을 적용할 수 있다.</li> <li>과학 글쓰기 교수-학습 목표 및 방법에 타당한 평가 도구를 개발할 수 있다.</li> </ul>

글쓰기 연구에 관한 문헌을 조사한 영역과 영역별 내용을 중심으로 구성하였다. 그러나 일부의 하위교육 기준은 몇몇 과학 글쓰기 교재에 제시된 항목으로 수정·보완하였다. 특히 ‘과학 글쓰기와 과학 교수-학습 사이의 관계’, ‘과학 글쓰기의 필요성’, ‘과학 글쓰기의 결과를 발표하는 방법’, ‘과학 글쓰기 교수-학습 계획’의 교육 기준과 하위교육 기준은 Fulwiler(2007)와 Penrose & Katz(2010)의 저서에 제시된 항목을 첨가해 수정·보완하였다. 그리고 ‘과학 글을 수정하는 양식과 관계’의 교육 기준과 하위교육 기준은 Greene(2010)의 저서를 참고로 보충하였다. 그러므로 <표 2>에 제시된 과학 글쓰기 교육 기준과 하위교육 기준은 모두 과학 글쓰기에 관한 연구의 주제와 그에 관한 저서의 주된 대상으로 적절하다고 간주할 수 있다.

<표 2>의 교육 기준과 하위교육 기준은 과학 글쓰기에 관한 것만으로 설정한 것이다. 각 기준을 표제할 경우 문학 글쓰기나 기술 글쓰기의 표제가 될 수도 있으나 문학 글쓰기와 관련된 교육 기준은 포함시키지 않았을 뿐만 아니라 공대·의대 등 순수한 자연과학 계열이 아닌 이공계열 관련 교육 기준도 제외시킬 의도로 작성하였다. 또한 <표 2>에는 중·고등학교 과학교사가 지녀야 할 과학 글쓰기 소양, 과학 글쓰기를 잘 지도할 수 있는 능력과 자질을 중심으로 구성하였다.

<표 2>의 교육 기준과 하위교육 기준은 기본적으로 사범대학 과학교육계열 학과의 자연과학 글쓰기 과목 또는 교육과정 내용의 선정·조직 준거가 되는 항목으로 설정하였다. 그러나 <표 2>의 교육 기준과 하위교육 기준은 직전과학교사 연수 과목 또는 교육과정 이외에 과학 글쓰기 소양의 함양에 목표가 있는 교수-학습, 현직연수 프로그램의 내용을 선정·조직하는 준거로도 적용할 수 있다. 중·고등학교의 과학 글쓰기 교수-학습 내용은 <표 2>의 교육 기준과 하위교육 기준을 근거로 선정·조직할 수 있으며, 대학교 과학 글쓰기 교재도 이 기준을 중심으로 개발하거나 저술할 수 있다.

## 국문 요약

최근 과학 글쓰기에 관한 연구에서는 중등학교 과학 시간 또는 과학적 탐구 시간에 글쓰기 기회가 주어

져야 한다는 인식이 점점 널리 확산되고 있다. 그러나 현재 과학교사들은 과학 글쓰기 교수에 필요한 자질과 능력을 충분하게 지니고 있지 않은 실정이며, 그런 자질과 능력의 함양에 목적이 있는 과학교사의 직전 연수 및 현직 연수에 적용할 수 있는 과학 글쓰기 교육 기준이 개발이 절실히 요구된다. 이 논문에서는 과학 글쓰기를 위한 과학교사 교육 및 연수 프로그램의 개발과 과학 글쓰기 교수-학습 내용의 선정·조직에 적용할 수 있는 과학 글쓰기 교육 기준을 제시한다. 이 목적은 문헌조사 방법을 적용해 달성하였다. 과학 글쓰기 기준은 네 영역으로 나눈 다음, 각 영역을 다시 2-3개의 교육 기준으로 나누고, 각 교육 기준을 하위교육 기준으로 소분화하여 제시한다. 이 논문에서 총 42개의 하위교육 기준이 제시되어 있다.

## 참고 문헌

- 강명구, 김상현, 김재영, 김재호, 김준성, 김희준, 오운선, 이경오, 이상원, 정병기, 정운석 (2008). 과학 기술 글쓰기. 서울대학교출판부.
- 강석우·이상현·최형강·하병학·하정옥·황성근(2009). 대학생을 위한 과학 글쓰기. 아카넷.
- 교육과학기술부(2011). 2009 개정 교육과정에 따른 과학과 교육과정. 교육과학기술부 고시 제 2011-361호. <http://cutis.mest.go.kr/main.jsp?gCd=S02&siteCmsCd=CM0001>(접속 일자: 2011년 10월 31일).
- 교육인적자원부(2007). 2007 개정 과학과 교육과정: 교육인적자원부 고시 제 2009-79호. <http://cutis.mest.go.kr/main.jsp?gCd=S02&siteCmsCd=CM0001>(접속 일자: 2011년 10월 31일).
- 권재술, 손천택, 이성흠 (2011). 학문적 글쓰기의 이해. 교육과학사.
- 김상현(2008). 학술적 의사소통을 위한 과학기술 글쓰기 교육-서울대학교 교육 사례를 중심으로-. 공학기술, 제15권 제4호, 31-33.
- 김상현(2009). <과학과 기술 글쓰기> 강좌의 운영 - 현황 및 교육 중점 사항을 중심으로 -. 한국사교와 표현학회 학술대회 논문집, No. 9.
- 김재호(2008). ‘공학인증제’와 교양교육 - 서울대학교 ‘과학과 기술 글쓰기’ 교과내용 개선의 필요성을 중심으로 -. 철학사상, vol. 28, 54-71.



김종록, 이관희(2011). 과학글쓰기 전략: 이공계열 학생들을 위한 글쓰기. 박이정.

남정희 · 광경화 · 장경화 · Hand(2008). 논의의 강조한 탐구적 과학 글쓰기의 중학교 과학 수업에의 적용. 한국과학교육학회지, 제 28권 제8호, 922-936.

박권수(2006). 이공계 과학글쓰기 교육을 위한 강의 모형-연세대학교의 「과학글쓰기」를 중심으로. 한국작문학회 연구발표회 자료집, 31-41.

박승희(2008). 실용적 의사소통을 위한 과학기술 글쓰기 교육-영남대학교 교육 사례를 중심으로-. 공학기술, 제15권 제4호, 34-36.

생각 2.0(2009). 논리와 비판적 사고. 도서출판 글고운.

서울대학교 기초교육원(2005). 과학과 기술의 글쓰기 교과목 개발: 2005년도 서울대학교 정책연구과제 보고서. 저자.

서정수, 신동수, 권성규, 노승백, 이병수, 임문혁, 주홍택(2008). 과학기술문 작성법: 글쓰기의 기본이론과 실제. 두양사.

손정우(2006). 과학논술능력 향상을 위한 과학적 사고력에 근거한 과학 글쓰기 교수법. 교육과정평가연구, 9(2), 333-355.

신선경(2008a). 과학 탐구와 과학 글쓰기에 대한 텍스트언어학적 접근. 텍스트언어학 24, 75-99.

신선경(2008b). 과학기술자를 위한 글쓰기 교육의 새로운 방향. 작문연구, vol. 7, 35-58.

신형기 · 정희모 · 김성수 · 이재성 · 유현재 · 김현주 · 한경희 · 박권수 · 박진영(2008). 모든 사람을 위한 과학 글쓰기: 정확하게 명확하게 간결하게. 사이언스북스.

이경우(2005). 과학과 기술 글쓰기 교과목 개발: 2005년도 서울대학교 정책연구과제 보고서. 서울대학교 기초교육원.

이상현(2007). 효과적인 과학 글쓰기 교과 구성을 위한 모색-카톨릭대학교 사례를 중심으로-. 한국사교와표현학회 학술대회 논문집. 37-48.

이재승(2009). 글쓰기 교육의 원리와 방법-과정 중심 접근- 교육과학사.

정희모, 김성수, 이재성(윤김)(2008). 비판적 사고와 과학 글쓰기. 연세대학교 출판부.

조성민(2009). 논리와 토론 · 논술. 교육과학사.

한상철(2004a). 비판적 사고와 글쓰기 -구성주의

적 글쓰기 이론을 중심으로-. 철학사상 별책 제4권, 131-196. 서울대학교 철학사상연구소.

한상철(2004b). 비판적 사고와 토론 -아카데미식 토론을 중심으로-. 철학사상 별책 제4권, 131-196. 서울대학교 철학사상연구소.

Applebee, A. N.(1984). Writing and reasoning. Review of Educational Research, 54(4), 597-654.

Beall, H.(1998). Expanding the scope of writing in chemical education. Journal of Science and Technology, 7(3), 259-270.

Choi, A., Notebaert, A., Diaz, J., & Hand, B.(2010). Examining arguments generated by year 5, 7, and 10 students in science classrooms. Research in Science Education, 40, 149-169.

Cottrell, S.(2005). Critical thinking skills: Developing effective analysis and argument. New York: Palgrave Macmillan.

Fulwiler, B. R.(2007). Writing in science: How to scaffold instruction to support learning. Portsmouth, NH: Heinemann.

Gowin, D. B.(1981). Educating. Ithaca, N. Y.: Cornell University Press.

Graham, S.(2006). Writing. In P. A. Alexander & P. H. Winne. Handbook of educational psychology, second ed.

Greene, L.(2010). Writing in the life sciences: A critical thinking approach. New York: Oxford University Press.

Gunel, M., Hand, B., & McDermott, M.(2009). Writing for different audiences: Effects on high-school students' conceptual understanding of biology. Learning and Instruction, 19, 354-367.

Hamilton, G.(2002). Content-area writing strategies: Science. Portland, Maine: J. Weston Walch.

Hand, B. & Keys, C. W.(1999). Inquiry investigation: A new approach to laboratory reports. The Science Teacher, 66(4), 27-29.

Hand, B., Norton-Meier, L., Staker, J. &

Bintz, J.(2009). *Negotiating science: The critical role of argument in student inquiry, grades 5-10*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Hand, B. & Prain, V.(2002). Teachers implementing writing-to-learn strategies in junior secondary science: A case study. *Science Education*, 86, 737-755.

Hand, B. & Yang(2004). Using a science writing heuristic to enhance learning outcomes from laboratory activities in seventh-grade science: quantitative and qualitative aspects. *International Journal of Science Education*, 26, 131-149.

Hassard, J. & Dias, M.(2009). *The art of teaching science: Inquiry and innovation in middle and high school*, second ed. New York: Routledge.

Herr, N.(2008). *The sourcebook for teaching science: Strategies, activities, and instructional resources*. San Francisco, CA: John Wiley & Sons, Inc.

Hibbard, K. M.(2000). *Performance-based learning and assessment in middle school science*. Larchmont, NT: Ey on Education.

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.

Holliday, W. G., Yore, L. D., & Alvermann, D. E.(1994). The reading-science learning-writing connection: Breakthroughs, barriers, and promises. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 877-893.

Kellough, R. D. & Carjuzaa, J.(2009). *Teaching in the middle and secondary schools*, ninth ed. Boston: Pearson.

Keys, C. W.(1999a). Revitalizing instruction in scientific genres: Connecting knowledge production with writing to learn in science. *Science Education*, 83, 115-130.

Keys, C. W.(1999b). Language as an

indicator of meaning generation: An analysis of middle school students' written discourse about scientific investigations. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(9), 1044-1061.

Keys, C. W.(2000). Investigating the thinking processes of eighth grade writers during the composition of a scientific laboratory report. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(7), 676-690.

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

Klein, P. D.(1999). Reopening inquiry into cognitive processes in writing-to-learn. *Educational Psychology Review*, 11(3), 203-270.

Knisely, K.(2005). *A student handbook for writing in biology*, second edition. Sunderland, MA: Sinauer Associates, Inc.

Krajcik, J. & Czerniak, C.(2007). *Teaching science in elementary and middle school: A projected approach*, third ed. New York: Lawrence Erlbaum Associates.

Lester, J. D. & Lester, Jr. J. D.(2006). *Writing research papers in the social sciences*. New York: Pearson.

Levin, T. & Wagner, T.(2006). In their own words: Understanding student conceptions of writing through their spontaneous metaphors in the science classroom. *Instructional Science*, 34, 227-278.

Lunetta, V. N., Hofstein, A., & Clough, M. P.(2007). Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory, and practice. In S. K. Abell & N. G. Lederman(eds.) *Handbook of research on science education*. Mahwash, New Jersey: Lawrence Erlbaum associates, Publishers.

Mason, L. & Boscolo, P.(2000). Writing and conceptual change. what changes? *Instructional Science*, 28, 199–226.

Nam, J., Choi, A., & Hand, B.(2010). Implementation of the science writing heuristic(SWH) approach in 8th grade science classrooms. *International Journal of Science and Mathematics Education*, Published online on 15 October 2010.

National Research Council(NRC)(1996). *National science education standard*. Washington, DC: National Academy Press.

Norton–Meier, L., Hand, B., Hockenberry, L., & Wise, K.(2008). *Questions, claims, and evidence: The important place of argument in children's science writing*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Penrose, A. M. & Katz, S. B.(2010). *Writing in the sciences: Exploring conventions of scientific discourse*, third ed. New York: Longman.

Pizzini, E. L., Shepardson, D. P., & Abell, S. K.(1989). A rational for and the development of a problem solving model of instruction in science education. *Science Education*, 73, 523–534.

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

Redman, P.(2005). *Good Essay writing: A social sciences guide*. London: SAGE publications.

Rijaarsdam, G., Couzijn, M., Janssen, T.,

Braaksma, M., & Kieft, M.(2006). Writing experiment manuals in science education: The impact of writing, genre, and audience. *International Journal of Science Education*, 28(2–3), 203–233.

Rivard, L. P. 1994. A review of writing to learn in science: Implications for practice and research. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 969–983.

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

Sampson, V. & Grooms, J. and Walker, J.(2009). Argument–driven inquiry: A way to promote learning during laboratory activities. *The Science Teacher*, 76(8), 42–47.

Schwab, J. J.(1965). Structure of the disciplines: Meanings and significances. In G. W. Ford and L. Pugno(eds.) *The structure of knowledge and the Curriculum*. Chicago: Rand McNally.

Wallace, C. S., Hand, B. H., & Prain, V.(2007). *Writing and learning in the science classroom*. Dordrecht, The Netherlands.

Yore, L. D., Florence, M. K., Pearson, T. W., & Weaver, A. J.(2006). Written discourse in scientific communities: A conversation with two scientists about their views of science, use of language, role of writing in doing science, and compatibility between their epistemic views and language. *International Journal of Science Education*, 28(2–3), 109–141.