

논증적 과학글쓰기의 특성과 목표에 따른 평가준거와 평가틀 제안

방담이

가톨릭대학교 학부대학 부교수, bangdami@catholic.ac.kr

초록

이 연구의 목적은 논증적 과학글쓰기의 특성과 목표를 규명하고 이를 토대로 논증적 과학글쓰기 활동을 평가하기 위한 평가준거 및 평가틀을 제안하는 것이다. 이를 위하여 먼저 논증적 과학글쓰기의 특성을 논증으로서의 사고 특성, 과학으로서의 내용 특성, 글쓰기로서의 활동 특성으로 정의하였다. 이어서 특성에 따라 논증적 과학글쓰기의 목표를 다섯 가지로 구체화하였다. ‘비판적 사고력 함양’은 사고 특성에 따른 목표이며, ‘과학적 방법에 대한 이해’는 사고 특성과 내용 특성을 동시에 반영한 목표이다. ‘과학 지식에 대한 이해’는 내용 특성에 따른 목표이며, ‘과학적 의사소통 능력 함양’은 내용 특성뿐만 아니라 활동 특성까지도 관련된다. ‘글쓰기 능력 함양’은 활동 특성에 따른 목표이다. 마지막으로 목표에 따라 평가준거를 구체화한 후 이를 활용하여 미흡, 보통, 우수의 3단계 평정척도로 이루어진 평가틀을 제안하였다. 연구 결과를 토대로 논증적 과학글쓰기의 교수학습 설계 및 운영을 위한 시사점을 논의하였다.

주제어: 논증적 과학글쓰기, 평가틀, 논증적 과학글쓰기의 특성, 논증적 과학글쓰기의 목표, 논증적 과학글쓰기의 평가준거

본 연구는 2020년도 가톨릭대학교 교비연구비의 지원으로 이루어졌음.

이 논문은 2022년 9월 20일에 투고 완료되어
2022년 10월 04일 편집위원회에서 심사위원을 선정한 뒤
2022년 10월 11일까지 심사를 완료하여
2022년 10월 18일 편집위원회에서 게재가 결정된 논문임.

교양 교육 연구

Korean Journal of
General Education

1. 서론
2. 논증적 과학글쓰기의 특성과 목표
3. 논증적 과학글쓰기의 평가준거와 평가틀
4. 결론 및 제언

1. 서론

지식기반 사회에서 지식의 수동적 획득과 재생은 더 이상 유용한 지적 기능이라 할 수 없으며, 지식을 생성하고 효과적으로 소통하는 즉 새로운 지식을 창출하고 공유하는 지적 기능이 강조되고 있다. 글쓰기 능력은 지식 정보의 소통, 공유, 합의를 위한 기초 소양으로서 전인교육을 목표로 하는 교양교육에서 빈번하며 비중 있게 다루어지는 연구 주제 중 하나이다(임수민 등, 2020:16-27). 이는 2000년대부터 글쓰기 교육이 본격화되었던 제도적인 배경과 더불어 글쓰기 교육의 목표인 표현능력과 사고능력의 함양(김현정, 2012:89-93)이 교양교육에서 추구하는 목표를 잘 반영하기 때문이다.

대학 국어와 작문을 원류로 하는 대학 글쓰기 교육은 대학의 인재상, 목표, 계열별 특성에 따라 다양한 모습으로 변화되어왔다. 대학 글쓰기 교육은 목표에 따라 비판적 글쓰기, 논리적 글쓰기, 학술적 글쓰기 등으로 분화되었으며 계열에 따라 이공계 글쓰기, 인문사회 글쓰기 등으로 전문화되었다(김병구, 2009:6). 이 과정에서 나타난 대학 글쓰기 교육의 두드러진 특징 중 하나는 논증적 글쓰기 교육이 강화되었다는 것이다(백은철, 2016:319). 논증적 글쓰기는 논리성과 합리성에 기초하여 설득을 목적으로 하는 의사소통의 방법이며 이를 활용하여 문제해결능력이나 비판적 사고능력과 같은 지적 능력을 함양할 수 있는 것으로 알려져 있다(백은철, 2016:320). 또한 논증을 활용한 글쓰기 교육을 통해 함양된 능력은 전공 영역의 여러 분야로 전이될 가능성이 높아(민정호, 2020:13) 보편적인 글쓰기 교육의 방법으로 효과적일 수 있다.

대학에서의 논증적 글쓰기 교육 관련 연구는 주로 논증적 글쓰기 교육의 이해(권오상, 2017:39-66; 백은철, 2016:317-341, 장소진, 2012:293-322; 홍병선, 2008:335-356), 논증적 글쓰기 교육의 사례(이동순, 2017:93-112; 정미진, 조효주, 2022:297-316), 논증적 글쓰기 교육방안의 모색(김현정, 2015:23-49; 민정호, 2020:11-34; 박영식, 2017:9-40; 이행미, 안서현, 2021:193-231; 정재림, 2018:181-200) 등의 영역에서 이루어졌다. 논증적 글쓰기의 교육적 의미와 기능, 필요성이 논의되었으며 논증적 글쓰기 수업의 운영 사례들이 발표되었다. 글쓰기 교육방안으로 팀(김현정, 2015:23-49)이나 게임(이행미, 안서현, 2021:193-231), 직감(민정호, 2020:11-34), 논증 전개 짜임(정재림, 2018:181-200)

등이 활용되었으며 융합 및 창의성과 같은 역량의 향상을 위한 논증적 글쓰기의 활용도 제안되었다(박영식, 2017:9-40).

한편 범교과적 글쓰기와 구별하여 전공 특수성을 반영하는 개념으로 과학글쓰기가 있는데, 이는 전공이나 계열마다 사용하는 텍스트와 글쓰기 특징의 차이가 있고 각 전공과 계열에서 요구하는 특성화된 글쓰기 유형이 다르다는 점에서 그 필요성이 강조된다(Etherington, 2008:26-58; Nesi & Gardner, 2006:99-117). 2000년대 공학인증제의 도입 이후 대학에서 계열별 글쓰기의 한 분야로 과학글쓰기에 대한 관심이 높아졌으며 본격적으로 관련 교과가 개설되고 연구가 활발히 진행되었다(김현정, 2012:89-93). 엄밀히 말하면 과학글쓰기는 이공계 글쓰기나 기술 글쓰기와 차이가 있으나 해당 용어는 자주 혼용되며 실제 대학에서의 커리큘럼을 살펴봐도 다루는 내용이 거의 유사하다(박상민, 2009:304-310). 내용의 측면에서 과학글쓰기는 자연현상, 과학 지식과 방법 등의 과학 관련 소재를 다루며, 과정의 측면에서 과학적 사고력에 기반을 두어 이루어진다(천재훈, 손정우, 2004:285-304; Hand et al., 2004:131-149). 또한 목적에 따라 정보전달을 위한 글쓰기와 타인을 설득하기 위한 글쓰기로 분류하기도 하며(Yore et al., 2002:689) 기능과 형태에 따라 서술적, 묘사적, 설명적, 지시적, 논증적 글쓰기로 구분하기도 한다(Gallagher et al., 1993:179-202). 이 연구에서 논의하고자 하는 글쓰기 유형인 논증적 과학글쓰기란 과학 주제에 대해 주장 또는 설득을 목적으로 과학적 사고력에 기초하여 수행한 논증 구조를 갖춘 형태의 글쓰기를 뜻한다.

논증적 과학글쓰기는 과학의 본질적 특성을 내포하고 있다. 과학의 고유 활동은 탐구이며, 탐구는 과학적 방식으로 자연을 이해하기 위한 지식의 주장, 신념 및 행동의 생성과 정당화를 의미하기 때문이다(Jiménez-Aleixandre et al., 2000:758). 논증을 주장과 이유, 근거와 검증을 통한 합리적인 결론 도출의 과정이라 한다면(Williams & Colomb, 2007:132-135) 이는 과학을 하는 방식과 유사하다. 과학은 과학 지식으로 이루어진 완성된 산물뿐만 아니라 탐구와 검증을 통한 지식의 생성 과정을 의미하므로 논증은 과학을 수행하고 과학적 주장을 전달하는 데 필요한 사고과정이라 볼 수 있다. 이러한 맥락에서 논증은 과학 지식 탐구의 도구이자(유상희, 서수현, 2017:83-116) 과학 지식의 구성 방법을 학습하기 위한 도구가 될 수 있다(Bell & Linn, 2000:797-817).

논증적 과학글쓰기와 관련된 연구는 주로 교사를 대상으로 진행되었는데, 과학 관련 사회적 문제(socio-scientific issue)나 과학 주제로 글쓰기를 진행한 후, 예비교사들이 작성한 논증의 구조, 수준, 유형, 논증 구조 발달을 분석한 연구 등이 진행되었다(김두혁 등, 2018:1-19; 박원미, 광영순, 2021:123-135; 위수민 등, 2014:11-23; 한신, 2020: 61-71). 논증적 과학글쓰기 연구가 예비교사들을 대상으로 이루어진 이유는 과학 지식을 구성하고 탐구의 방법을 학습하는 방식으로 논증과 글쓰기를 초·중등 교육에서 강조하고 있다는 점에서(송진웅 등, 2019:465-478) 찾아볼 수 있을 것이다.

그러나 논증적 과학글쓰기 교육은 과학적 소양을 갖춘 교양인 양성이라는 측면에서 대학교육에서도 의미 있게 다루어져야 한다. 논증적 과학글쓰기를 통하여 대학생들이 갖추어야 하는 핵심역량을 함양할 수 있으며 대학교육이 추구하는 목표인 “지적 생산 능력”(김병구, 2009:10-11), 즉 스스로 문제를 발견하고 이의 해결을 위한 다양한 정보를 탐색하며 적절한 정보를 비판적으로 선택하여 논리적으로 문제를 해결함과 동시에 타인과의 소통을 통한 설득의 능력을 효과적으로 함양할 수 있다. 뿐만 아니라 논증적 과학글쓰기 교육은 모든 시민에게 요구되는 과학 지식, 과학적 방법, 탐구 과정과 과학적 사고, 과학과 사회의 관계 등을 포괄하는 과학적 소양(조희형 등, 2010:53-148)의 함양에도 기여한다. 이에 대학생을 대상으로 논증적 과학글쓰기 교육을 설계, 운영하고 성과를 파악하는 등의 적극적인 노력이 필요하다.

교수자는 교육목표를 선정하고 이를 교수학습 현장에 구현하기 위하여 교육 내용을 선정하고 조직한다. 또한 학습자의 성취 수준을 파악하기 위하여 평가준거와 방법을 설계한다. 목표 달성 증거로서의 평가를 고려하는 것이 중요한 이유는 그것이 교수자에게는 수업 설계의 준거로서 학습자에게는 활동의 안내자로서 기능할 수 있기 때문이다. 명확한 목표와 평가가 안내되지 않은 교수활동은 “학습 내용과 활동을 벽에 던지고 그중 일부가 벽에 붙기를 희망하는 것(Wiggins & McTighe, 2005:15)”과 유사하다. 이러한 맥락에서 논증적 과학글쓰기 교육의 목표 달성 여부를 타당하고 객관적으로 평가하기 위한 구체적인 평가 방안의 설계는 교육의 완결성에 있어 핵심적인 요소이다. 이에 이 연구에서는 논증적 과학글쓰기의 특성과 목표를 구체화하고, 이에 기초한 평가준거를 설계하여 논증적

과학글쓰기 교육에 실제적으로 활용 가능한 평가틀을 제안하고자 한다.

2. 논증적 과학글쓰기의 특성과 목표

2.1. 논증적 과학글쓰기의 특성

2.1.1. 논증으로서의 사고(Thinking skills) 특성

논증적 과학글쓰기는 ‘논증’으로서의 사고 특성과 ‘과학’으로서의 내용 특성, ‘글쓰기’로서의 활동 특성을 동시에 가지고 있다. 먼저 ‘논증’으로서의 사고 특성은 논증적 과학글쓰기가 갖추어야 하는 논리 형식을 규정한다. 논증이란 주장과 이유, 근거의 제시와 상호 검증과정을 포함하여 가장 합리적인 안을 찾는 협력과정이라는 점에서 “비판적 사고의 협력”, “집단적 비판적 사고”이기도 하다(Williams & Colomb, 2007:3-4). 논증은 지식의 이해 및 전달을 위한 언어활동이며, 과학하기(Doing science)에서 중심적인 역할을 하는 사고 과정이다. 이러한 맥락에서 과학적 사고의 특징은 탐구(exploration)로서의 과학이 아닌 논증(argument)으로서의 과학이다(Kuhn, 1993:320-321). 논증적 과학글쓰기에서 논증은 다음과 같은 특성을 갖는다.

먼저 논증은 주장과 이를 뒷받침하는 이유 또는 근거로 이루어진 서술 구조를 갖는다. 이때 이유는 근거가 주장을 뒷받침한다는 것에 대한 보편적인 진술이며, 근거는 사실, 데이터, 증거물(exhibits) 등을 의미한다(Williams & Colomb, 2007:132-135). 근거는 신뢰할만하고 객관적이어야 하며, 실험 등의 탐구를 통해 얻은 데이터 근거일 경우 결과의 재현가능성을 확보하여야 한다. 여기서 주목할 점은 논증적 과학글쓰기에 활용된 근거는 문장, 표, 그래프 등 다양한 유형으로 재현된다는 것이다. 이 과정에서 집필자의 해석과 의도에 따라 자료가 재가공되며, 합리적인(또는 그렇지 않은) 기준에 따라 근거가 평가되고 선별된다. 견고한 과학자적 패러다임 내의 지식정보를 근거로 제시하는 경우에는 이러한 특성이 크게 문제가 되지 않을 것이나 발전하고 있는 과학 분야, 논쟁 중인 주제, 정상과학의 범위에 걸쳐있는 경계 분야 등을 다룰 때에는 신중하게 접근할 필요가 있다. 이는 합리적인 근거인지를 판단하는 것이 다소 어렵기 때문이다. 예를 들어 현재 과학계의

정설로 채택된 베게너의 대륙이동설에 대해 미국의 지질 학자인 Willis(1944:509-513)는 “Continental drift, ein Maerchen(대륙이동설, 옛날 이야기)”라는 제목의 논문을 발표하며 대륙이동설의 근거가 구식(antiquated)이거나 공상적(imaginary)이라 비판하였는데, 당대 학계의 분위기를 생각할 때 이러한 주장이 더 신뢰를 얻었을 것임을 예측할 수 있다.

둘째, 논증적 과학글쓰기에서 논증은 논리적인 과정을 거쳐 합리적인 결론을 도출하는 논리체계를 갖는다. 논증적 과학글쓰기의 논증 과정은 본질적으로 과학 지식이 생성되는 과정과 유사하다. 다양한 사례의 관찰을 통하여 지식을 생성하는 경험 귀납적 방법, 보편 진리로부터 구체적 지식을 생성해내는 연역적 방법, 실험이나 조사 등의 과학적 방법으로 지식을 생성하는 가설연역적 방법, 과학 이론은 잠정적 가설로서 입증이나 반증만이 가능하다는 반증법 등이 대표적인 방법이며 이들은 모두 과학은 지식의 누적을 통해 발전한다는 누가적 모델을 전제로 한다(조희형 등, 2010:18-32). 반면 현대 과학철학은 과학 지식이 가변적이라는 변혁적 모델을 전제로 하며, 과학 지식이 생성되는 과정으로 과학자 사회의 합의를 포함하여 설명하였다(조희형 등, 2010:32-47). 실제 Ryder 등(1999:208)은 근거와 과학 지식 주장과의 관계에 대한 학생들의 인식을 분석하여 이를 “설명으로서의 지식주장(Knowledge claims as description)”, “입증 가능한 것으로서의 지식주장(Knowledge claims as provable)”, “데이터를 넘어선 지식주장(Knowledge claims go beyond the data)”으로 구분하였다. 첫 번째는 데이터와 이로부터 도출된 지식주장이 구분되지 않는 형태로 나타나는 것으로 과학연구의 목적이 현상을 설명하기 위한 데이터 생성으로 간주되는 경우이다. 두 번째는 지식주장을 입증가능한 형태로 인식하고 입증 방법을 일반화, 실험 등의 경험적 근거, 합의 등의 사회적 근거를 제시하는 한편 입증을 위한 절대적 근거 확보는 어렵다는 것을 포함하여 설명한다. 이는 각각 경험론, 이성론, 실증주의, 현대 과학철학, 반증주의의 인식론을 근거로 하는 것이다. 세 번째는 단일 데이터가 둘 이상의 지식주장으로 설명될 수 있다는 것으로 과학 지식의 잠정성을 내포하고 있다. 논증적 과학글쓰기에서 논증의 논리체계를 이해하기 위해서는 이러한 인식론적 신념을 이해하는 것이 중요한데, 이는 학생들은 각자가 과학에 대해 가지고 있는 인식론적 신념에 따라

다른 논리체계를 나타내기 때문이다. 예를 들어 지구온난화의 원인은 온실기체의 증가 때문이라는 주장에 대하여 경험론적 신념을 가지고 있는 학생이라면 온실기체 증가량에 따른 지구 기온 변화에 대한 장기간의 데이터를 근거로 제시할 것이며, 이성론의 입장에서는 온실기체가 방출되는 지구 복사에너지를 흡수하는 것과 관련된 온실효과를 기본 원리로 제시할 것이다. 또한 실증주의의 신념을 가진 학생은 기후 모델을 이용한 예측실험의 결과를 인용하는 것을 선호할 것이다.

셋째, 논증적 과학글쓰기에서 논증은 반론에 대한 효과적인 대응을 예측하고 설계하는 사고 과정을 포함한다. 반론은 근거로부터 도출되는 경쟁적 설명 체계가 둘 이상 존재할 때 필요하다. 지구온난화 문제의 경우라면 온난화의 원인으로 ‘온실기체’와 ‘자연적 기후변동’, ‘태양의 운동’ 등이 경쟁적 설명체계가 된다. 온실 기체를 원인으로 주장한 경우라면 이산화탄소의 인위적 배출이 문제되지 않았던 초기 지구역사에서 이산화탄소 농도의 증가보다 기온상승이 선행되었다는 분석 결과(조경엽, 2011:75-76)나 태양 활동이 활발한 시기에 기온이 상승한다는 주장(김일방, 2018:115) 등을 반론으로 예상해볼 수 있다. 대학 기초 교육 차원에서 “공감과 상호이해에 기반한 여러 입장의 조정과 조화”를 강조하는 논증적 글쓰기의 가치에 대한 연구도 있으나(현남숙, 김영진, 2019:250) 일반적 논증과는 달리 논증적 과학글쓰기에서의 논증은 이해와 조화에 비해 주장의 견고성 확립이 상대적으로 더 큰 중요성을 지닌다. 빛의 입자성과 파동성의 예처럼 두 설명이 양립 가능한 경우도 종종 있지만, 자연발생설과 생물속생설, 플로지스톤설과 산소연소설의 예처럼 일반적으로 하나의 과학이론이나 개념이 채택되고 나면 나머지는 비과학으로 분류되는 경우가 많기 때문이다. 논증적 과학글쓰기에서 반론의 예측 및 대응 과정은 반대 주장의 이유 또는 근거의 타당성을 검증하고 반박하는 것과 논리체계의 오류와 허점을 파악하는 것이 포함된다. 그러나 이 과정에 선행되어야 하는 것은 반론 자체를 예측하는 것이다. 학생 대부분이 이 과정에서 어려움을 겪는데 반론의 예측을 위해서는 자신의 설명 체계가 틀릴 수 있다는 인식, 설명을 반증할 수 있는 증거의 인식 등의(Kuhn, 1993:328) 고차원적인 반성적 사고가 요구되기 때문이다.

2.1.2. 과학으로서의 내용(Contents) 특성

논증적 과학글쓰기는 ‘과학’ 분야의 개념 및 원리를 다룬다는 내용 특성을 갖는다. 따라서 서술의 정확성, 명료성, 간결성이 중요하다(Lindsay, 2011:4; Van Way III, 2007:260). 정확성이란 오류가 없는 정확한 내용을 담고 있어야 함을 의미한다. 논증적 과학글쓰기에서 근거는 개념적 오류가 없어야 하며 이로부터 도출된 주장은 일반화된 명제로서의 정확성을 갖추어야 한다. 이는 주장과 근거 모두 과학사회에서 진리로 여겨지는 과학적 사실, 법칙, 개념, 이론, 원리에 기반을 두어야 함을 의미한다. 과학 지식은 국가 교육과정에 따라 학령기 동안 학생들에게 내재화될 것이라 여겨지지만, 그들은 또한 일반 대중으로서 학교 밖의 다양한 경로를 통해 과학 지식을 접하게 된다. 소위 과학 커뮤니케이션이 이루어지는 경로는 언론 매체, 박물관, 전시회, 강연, 온라인 사이트 등으로 분화되었으며 이 과정에 개입하는 주체 역시 과학자뿐만 아니라 방송인, 박물관 큐레이터, 사이트 기획자, 과학문화 NGO 등 매우 다양하다(조숙경, 2007:162). 따라서 학생들은 물리에서의 힘(force) 개념과 일상생활에서의 힘(power) 개념, 생명과학에서의 진화(evolution) 개념과 일상생활에서의 진보(progress) 개념을 혼동하는 등 일상에서 경험하는 개념을 과학적 개념이라 여기는 등 개념적 오류를 드러내기도 한다. 또한 법칙, 이론, 원리 등에 전제되어 있는 조건의 제약(예를 들어 기체의 부피와 압력과의 관계를 나타내는 보일의 법칙은 온도와 몰수가 일정할 때라는 조건을 가지고 있다)을 이해하지 못하여 과도하게 많은 사례에 일반화하는 경우도 있다. 논증적 과학글쓰기의 논증 구조, 글쓰기의 형식에 앞서 정확한 내용은 기본적으로 갖추어져야 할 논증적 과학글쓰기의 요건이다.

명료성은 논증적 과학글쓰기에 서술된 단어나 어구, 문장이 모호하거나 달리 해석될 여지가 없는 방법으로 기술되어야 한다는 것이다. 시, 문학 등 주관적인 관점에서의 해석과 비평이 중요한 글쓰기 분야가 있으나 논증적 과학글쓰기는 사실성과 객관성이 중요한 분야이다. 독자의 관점, 견해, 사회·문화적 배경 등에 따라 달리 읽히지 않는, 즉 누구에게나 동일한 메시지를 주도록 명료하게 기술될 필요가 있다. 전문가가 아닌 일반 대중의 이해를 돕기 위한 논증적 과학글쓰기에서는 은유나 비유가 종종 활용되지만, 명료성의 관점에서 이는 권장할 만한 방법이

아니다. 도킨스가 “우리는 유전자의 생존기계다(Dawkins, 2016:25)”라고 서술했을 때, 마치 유전자가 의지가 있어 생명체를 조종하는 것 같은 인상을 줌으로써 실제 의도와는 다른 해석을 낳았다는 것은 참고할 만한 사례이다.

간결성은 불필요한 문구나 수식어, 화려한 미사여구 등이 포함되지 않은 간단한 형태로 기술되어야 함을 의미한다. 논증적 과학글쓰기가 다루고 있는 과학적 방법, 개념 등이 이미 복잡하므로 표현에 의한 또 다른 복잡성을 추가할 필요가 없다(Lindsay, 2011:4~5). 논증적 과학글쓰기의 간결성을 확보할 수 있는 좋은 방법은 문장 외의 다양한 표상을 적절히 활용하는 것이다. 과학에서 약어와 수식, 기호와 이미지, 여러 변인 간의 복잡한 관계성, 3차원의 구조 등이 포함된 내용을 다룰 때는 이를 문장으로 장황하게 기술하는 것보다 외적표상을 활용하는 것이 간결성을 얻을 수 있는 효과적인 방법이다.

2.1.3. 글쓰기로서의 활동(Activities) 특성

논증적 과학글쓰기는 ‘글쓰기’로서의 활동 특성을 갖는다. 글쓰기(wRiting)는 읽기(Reading), 수리력(aRithmetic)과 함께 기초소양인 3R에 속한다. 또한 글쓰기는 대부분의 학문영역에서 중요하게 기능하는 영역 보편적 소양이기도 하다. 이러한 이유로 한국교양기초교육원은 대학의 기초교육에서 함양해야 할 자질로 문해 능력을 선정하고 고전적인 의미의 정의로서 “문자로 서술된 지식 내용을 독해하며 자신의 사유 내용을 문자로 서술하는 능력”을 제시하였다(한국교양기초교육원 홈페이지). 기초소양으로서의 글쓰기는 학문을 하기 위한 기본 능력인 한편, 글쓰기 활동이 이루어지는 상황과 맥락, 개인의 인지적 배경, 과정 기능이 모두 종합적으로 작용하여 구현되는 고도의 복잡성을 내포한 능력이다.

이와 관련하여 Tribble(2014:131)은 효과적인 글쓰기를 위해 저자가 알아야 하는 지식으로 “내용 지식(content knowledge)”, “글쓰기 과정 지식(writing process knowledge)”, “맥락 지식(context knowledge)”, “언어 지식(language system knowledge)”의 네 가지를 제안하였다. 이를 논증적 과학글쓰기와 관련하여 구체화하면 다음과 같다. 내용 지식은 글쓰기가 이루어지는 분야에 포함된 개념 지식으로 논증적 과학글쓰기의 내용 특성에 해당한다. 쓰기 과정 지식은 과제를 수행하는데 가장 적절한 방법론에 대한

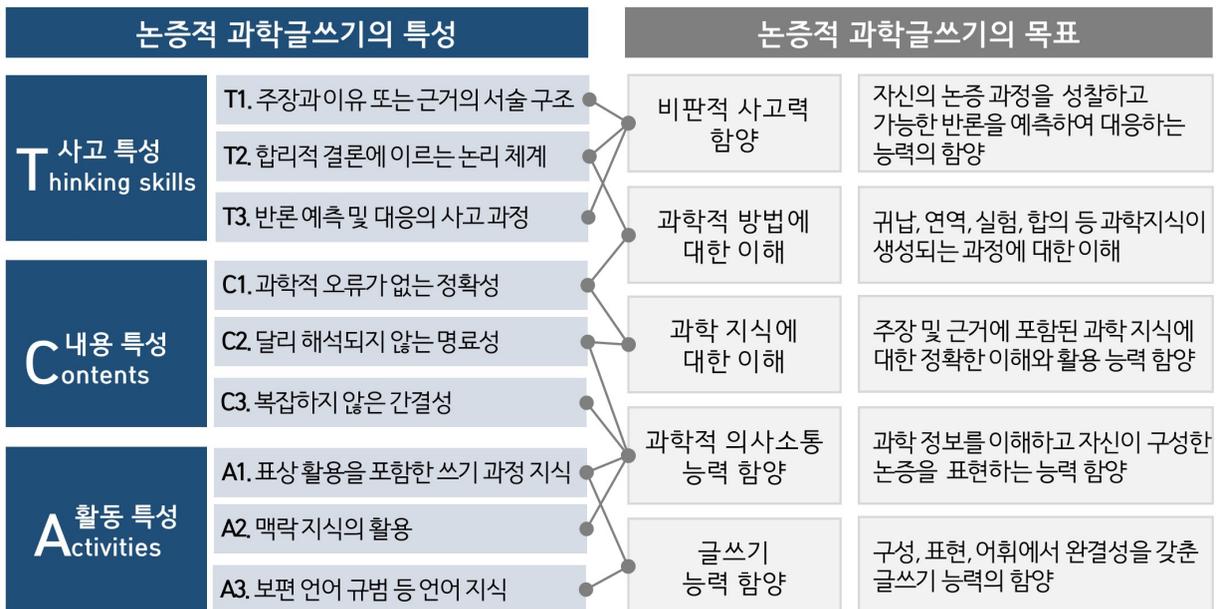
지식이다. 논증적 과학글쓰기의 쓰기 과정 지식은 글을 조직적으로 구성하는 능력과 함께, 정보 처리 및 글쓰기와 관련된 다양한 표상에 대한 지식과 밀접히 관련된다. 표상은 내적표상과 외적표상으로 구분되는데, 외적표상은 정신적 심상을 의미하는 내적 표상과는 달리 말, 글 뿐만 아니라 추상적인 관념을 단순하고 구체적으로 표현한 표, 그래프, 상징, 모델 등의 다양한 표현 방식을 모두 포함한다(Treagust et al., 2003:1353-1368; van Someren et al., 1998:1-5). 표현하고자 하는 내용에 적합한 표상을 선택하여 표현하는 것 또는 표에 나타난 정보를 그래프로 변환하거나 상징에 나타난 정보를 글로 변환하는 등 표상을 전환하여 유연하게 정보를 해석하는 것 등은 문자를 활용한 글쓰기 외에도 논증적 과학글쓰기의 핵심적 쓰기 과정 지식이라 할 수 있다. 논증적 과학글쓰기의 맥락 지식은 설명, 설득, 행동 촉구, 위험 경고 등 글쓰기의 목적이 무엇인지 또는 텍스트가 읽히는 사회적 맥락이 무엇인지를 포함한다. 또한 글쓰기 주제와 관련된 텍스트에 대해 독자가 어느 정도의 사전 지식을 가지고 있는지 등에 대한 이해도 포함한다. 언어 지식은 과제수행에 필요한 언어체계에 대한 지식으로 일반 글쓰기와 마찬가지로 논증적 과학글쓰기 또한 문법, 문장 구조, 단락 구성 등의 보편적 언어 규범이 기본 전제가 된다.

2.2. 논증적 과학글쓰기의 목표

논증적 과학글쓰기는 ‘논증’으로서의 사고 특성, ‘과학’으로서의 내용 특성, ‘글쓰기’로서의 활동 특성을 갖는다. 이러한 특성과 관련하여 논증적 과학글쓰기는 다음의 목표를 지닌다([그림 1]).

먼저 논증이라는 사고 특성에 따라 논증적 과학글쓰기는 ‘비판적 사고력 함양’을 목표로 한다. 비판적 사고력은 사고 과정과 결과에 대해 반성적으로 성찰하여 이를 합리적으로 구성하고 개선하려는 사고능력과 성향을 의미한다. 따라서 논증적 과학글쓰기의 사고 특성 중 주장과 이유 또는 근거의 서술 구조에 따른다는 것과 합리적 결론에 이르는 논리체계를 갖춘다는 것, 반론을 예측하고 대응하는 사고 과정이 관여한다는 특성과 밀접하게 관련되어 있다. 논증적 과학글쓰기에서 비판적 사고력은 논증의 구성, 정교화, 반론 예측의 전 과정의 기저에 있다. 특히 비판적 사고력은 “무엇을 믿어야 할지 어떻게 행동해야 할지 판단하기 위한 반성적, 합리적 사고(Ennis, 1985:45)”이며 “자기 교정적 사고(Lipman, 1988:39)”이므로 자신과 타인의 주장에 대해 반성적으로 회의하는 과정에 요구되는 핵심적 사고력이다. 이때 자신의 주장에 대한 끊임없는 회의는 타당한 논리의 정립과 함께 가능한 반론의 예측과 대응을 위한 전제 조건이 된다.

논증적 과학글쓰기의 두 번째 목표는 ‘과학적 방법



[그림 1] 논증적 과학글쓰기의 특성과 목표

대한 이해'이다. 이 목표는 논증이라는 사고 특성에 근거하여 귀납, 연역 등의 논리적인 사고 과정에 의한 합리적 결론 도출의 논리체계를 이해하여야 한다는 점을 반영한 목표이다. 또한 과학이라는 내용 특성에 따라 과학적 오류가 없는 정확한 개념 및 원리를 포함한다는 점도 반영되어 있다. 과학적 방법을 거쳐 도출한 결론은 과학자 사회가 인정하는 당대의 과학자적 개념에 일치하여야 하기 때문이다. 논증의 과정에서 주장을 도출하는 과정은 과학 지식과 지식의 생성 방법에 대한 인식에 근거한다. Lederman (2013:139)은 이러한 인식을 과학의 본성(Nature of science)이라 하여 과학의 인식론, 앎의 방식으로서의 과학, 과학적 지식의 발전에 내재된 가치와 신념으로 과학의 본성을 정의하였다. 관찰과 추론의 구분, 과학 법칙과 이론의 구분, 과학 지식은 관찰에서 비롯되는 경험적인 산물이나 상상력과 창의성이 관여한다는 것, 주관적이고 이론 의존적이라는 것, 과학 활동은 문화의 산물이라는 것, 과학 지식은 잠정적이라는 것 등이 과학의 본성에서 중요하게 다루는 주제들이다(Lederman, 2013:140-141). 객관적이고 체계적인 방법으로 취득한 사실의 집합으로 과학을 인식할 때와 상상과 주관으로 생성한 잠정적 지식의 집합으로 과학을 인식할 때 근거를 통해 주장을 구성하는 논증 유형은 달라질 수밖에 없다. 과학 지식은 '발견'되고 '누적'된다는 누가적 관점을 취한다면 귀납, 연역, 가설 연역 등의 과학적 방법론에 따를 것이며, 과학 지식은 '생성'되고 '변화'한다는 변혁적 관점을 취한다면 반증과 사회적 합의 과정을 더 증시할 것이다. 따라서 논증적 과학글쓰기의 목표 중 하나는 과학의 본성에 근거한 과학적 방법에 대한 이해가 되어야 한다.

세 번째 목표는 '과학 지식에 대한 이해'이다. 이것은 논증적 과학글쓰기의 내용 특성으로부터 도출된 목표이다. 과학 지식은 주장과 근거를 구성하는 재료이므로 과학 지식을 정확히 이해하고, 명료한 개념을 활용하는 것은 논증적 과학글쓰기의 목표라 할 수 있다. 과학 지식을 이해한다는 것은 단순히 개별 지식을 기억하고 재생하는 것 이상의 의미를 갖는다. 과학 지식은 개별 지식의 단순 집합이 아닌 위계와 연관을 지닌 복잡한 체계를 갖기 때문이다. 따라서 과학 지식을 이해한다는 것은 내용뿐만 아니라 지식의 하위 구조인 법칙, 원리, 이론을 이해하고 복잡한 체계를 파악하는 것을 포함한다. 이러한 중요성에 따라 과학의 본성 교육에서 법칙과 이론의 구분이 강조된다

(Lederman, 2013:140, McComas et al., 2002:6). 그러나 한편으로는 법칙, 이론, 원리 등의 범주에 대한 일반 대중의 이해가 부족하며(McComas et al., 2002:3-39) 용어의 정의와 일치하지 않는 관습적 사용이 문제로 제기된다(정용욱, 2014:459-460). 자연현상의 기술로서의 법칙, 설명으로서의 이론, 이론에 포함된 공리로서의 원리를 구분하고(정용욱, 2014:465) 각 범주의 지식이 생성되는 과정과 특성을 이해하여야 논증적 과학글쓰기의 주장과 근거로서 과학 지식을 효과적으로 활용할 수 있다. 법칙은 경험과 관찰을 통한 귀납으로 얻어진 일반 진술이며, 이론과 원리는 단순 경험을 넘어서는 추론과 상상을 요구하는 등 다른 유형의 방법론을 통해 얻어진다는 특성을 이해하는 것은 합리적인 논증을 구성하는 데 도움이 된다. 이러한 측면에서 세 번째 목표인 '과학 지식에 대한 이해'는 두 번째 목표인 '과학적 방법에 대한 이해'라는 목표와 밀접하게 맞물려 있기도 하다.

네 번째 목표는 '과학적 의사소통능력 함양'이다. 과학적 의사소통능력에는 "자신의 생각을 주장하고 타인의 생각을 이해하며 조정하는 능력", "말, 글, 그림, 기호 등 다양한 양식의 의사소통 방법과 컴퓨터, 시청각 기기 등 다양한 매체를 통하여 제시되는 과학기술 정보를 이해하고 표현하는 능력", "증거에 근거하여 논증 활동을 하는 능력"이 포함된다(교육부, 2015:4). 또한 Spektor-Levy 등 (2009:882)은 과학적 의사소통 능력의 하위 요소로서 정보수집, 과학 읽기, 듣기와 관찰, 과학글쓰기, 정보 재현(표, 그래프, 도식 등), 지식 전달을 제안하였다. 논증적 과학글쓰기에서 과학적 의사소통능력은 글을 구성하기 위한 정보를 이해하고 자신이 구성한 논증을 글로 표현하는 과정에 관여한다. 먼저 정보 이해 과정에서는 다양한 매체를 통해 과학 정보를 수집하고, 분석하고, 평가하는 능력이 요구되며, 이를 표현하는 과정에서는 문자뿐 아니라 표, 그래프, 그림, 숫자, 기호, 상징 등을 효과적으로 활용하는 능력이 요구된다. 이러한 맥락에서 '과학적 의사소통능력 함양'이라는 네 번째 목표는 논증적 과학글쓰기의 내용 특성 중 달리 해석되지 않도록 명료하게 표현하는 것과 복잡하거나 불필요한 내용 없이 간결하게 표현하는 특성과 관련된다. 또한 글쓰기라는 활동 특성의 측면에서 적절한 표상을 활용하여 표현하고, 글을 쓰고 읽는 맥락적 정보를 이해하는 것과도 관련된다.

마지막 목표는 '글쓰기 능력 함양'이다. 이는 글쓰기라

는 논증적 과학글쓰기의 활동 특성에서 파생된 목표이다. 사고 요소로서 논증, 내용 요소로서 과학을 특정하였으므로 여기에서의 글쓰기 능력은 사고와 내용을 표현하기 위한 도구적 능력이자 절차적 능력에 한정하여 논의하고자 한다. 논증적 과학글쓰기의 글쓰기 능력은 구성력, 표현력, 어휘력을 포함한다. 구성력은 Tribble(2014:131)이 글쓰기에 필요한 네 가지 지식 중에 하나로 언급한 쓰기 과정 지식으로 특정 과제를 준비하는 가장 적합한 방법에 대한 지식을 필요로 한다. 글의 전체 개요를 작성하고 목적과 의도에 따라 글을 전개하며 의미 단위에 따라 적절하게 문장과 단락을 구성하고 연결하는 것 등이 이 능력에 포함된다. 표현력과 어휘력은 Tribble(2014:131)의 글쓰기 지식 중 언어지식을 전제로 하는데, 이는 글쓰기에 필요한 언어체계에 대한 지식을 의미한다. 표현력은 맞춤법, 띄어쓰기, 주술 호응 등 어문규범을 준수하여 완결된 문장을 구현하는 능력이다. 종종 결과 구가 추가되면서 점차 문장이 복잡해지는 것을 생각이 심화되는 과정으로 보아 문장의 복잡성을 전문적 글쓰기 능력으로 언급하기도 하나 글쓰기 능력을 측정할 실험적 연구를 보면 일관된

결과는 찾기 어렵다(정희모, 2011:290). 어휘력은 목적에 맞는 적절한 단어를 채택하고 풍부한 단어를 활용하며 이를 문법적으로 정확하게 구사하는 것을 의미한다. 논증적 과학글쓰기의 어휘는 과학 지식의 양과 깊이에 따라 다른 수준으로 나타날 수 있으며 특정 개념을 의미하는 어휘를 명확하게 구사하는 것이 필요하다.

3. 논증적 과학글쓰기의 평가준거와 평가틀

3.1. 논증적 과학글쓰기의 평가준거

교육의 목표를 효과적으로 달성하기 위해서는 목표와 일관된 평가준거를 설정할 필요가 있다. 이에 논증적 과학글쓰기의 특성 목표에 따른 평가준거를 설계하고, 그 연계성을 [그림 2]에 나타내었다.

첫 번째 목표인 ‘비판적 사고력 함양’은 논증의 구성, 반성적 검토 및 반론 대응 능력으로 정의하였으므로 이는 세 가지의 평가준거를 활용하여 평가할 수 있다. 첫 번째



[그림 2] 논증적 과학글쓰기의 특성과 목표에 따른 평가준거

논증의 구성은 ‘주장을 뒷받침할 수 있는 적절한 이유 또는 근거를 제시할 수 있다.’의 평가준거로 평가된다. 반성적 검토 및 반론 대응은 두 개의 평가준거로 평가되는데 이는 ‘자신의 주장을 반성적으로 성찰하여 가능한 반론을 예측할 수 있다.’와 ‘반론에 포함된 주장과 근거의 오류를 파악하여 이를 검증하고 반박할 수 있다.’이다.

두 번째 목표인 ‘과학적 방법에 대한 이해’는 네 개의 평가준거로 구성되는데 다른 평가준거와는 달리 이들은 병렬적 성격을 지닌다. 해당 평가준거는 일차적으로 학생들이 채택한 과학적 방법을 귀납, 연역, 실험, 사회적 합의로 각각 분류한 후 이 방법에 따른 주장과 근거의 관계를 평가하는 것이다. 먼저 논증적 과학글쓰기에 나타난 주장과 근거의 관계가 귀납적 방법을 통해 도출되었다면 경험과 관찰을 통해 다양한 사례를 수집하고 이를 분류하거나 경향성을 파악함으로써 자연현상의 일반화 진술로서의 주장을 도출해낼 수 있는지를 평가하게 된다. 연역적 방법을 택하였다면 과학자 사회에서 사실로 받아들여지고 있는 과학 법칙, 이론, 원리로부터 구체적인 사례를 도출해 내었는지를 평가한다. 실험을 통한 가설연역적 방법의 경우라면 가설의 검증, 가설을 검증하기 위한 구체적 방법의 설계, 실험을 통한 자료의 수집과 이를 토대로 한 가설의 수용과 기각 과정의 합리성을 평가한다. 마지막으로 변혁적 과학관에 근거한 사회적 합의를 방법론으로 택한 경우라면 과학 지식의 잠정성에 대해 이해하고 과학자 사회의 합의에 의해 과학 지식이 생성되는 과정을 설명할 수 있는지를 평가한다.

세 번째 목표인 ‘과학 지식에 대한 이해’는 정확하고 명료한 개념의 이해와 활용 및 과학 지식의 유형에 따른 구조적 이해로 정의하였으므로, 평가준거는 이에 따라 ‘정확하고 명료한 과학 지식을 활용하여 주장과 근거를 구성할 수 있다.’와 낱개의 지식이 아닌 복잡한 지식 체계로서 과학 지식을 이해하는 것과 관련하여 ‘개념, 법칙, 원리, 이론을 구분하여 이를 적절히 활용할 수 있다.’로 선정하였다.

네 번째 목표인 ‘과학적 의사소통능력 함양’은 명료하고 간결한 표현과 정보처리, 표상의 적절한 활용으로 정의되었으므로 이와 관련하여 평가준거를 선정하였다. 평가준거는 ‘과학 지식을 명료하고 간결하게 표현할 수 있다.’, ‘주장과 근거 구성을 위한 다양한 유형의 정보를 수집, 분석, 평가할 수 있다.’, ‘문자, 표, 그래프, 그림, 숫자, 기호, 상징 등 다양한 표상을 적절히 활용하여 근거를

구성할 수 있다.’이다.

마지막 목표인 ‘글쓰기 능력의 함양’은 구성력, 표현력, 어휘력으로 정의되었으므로 이와 관련된 평가준거를 선정하였다. 평가준거는 ‘일관성 있게 글을 전개하며 의미 단위에 따라 문장과 단락을 구성, 연결할 수 있다.’, ‘어문 규범을 준수하여 완결된 문장을 구성할 수 있다.’, ‘적절한 어휘를 채택하고 풍부한 어휘를 활용하며 이를 정확하게 구사할 수 있다.’이다.

3.2. 논증적 과학글쓰기의 평가틀

논증적 과학글쓰기의 특성, 목표에 따라 선정한 평가준거를 바탕으로 이 연구에서 제안한 논증적 과학글쓰기 평가틀은 <표 1>과 같다. 평가틀은 ‘비판적 사고력 함양’, ‘과학적 방법에 대한 이해’, ‘과학 지식에 대한 이해’, ‘과학적 의사소통 능력 함양’, ‘글쓰기 능력 함양’이라는 논증적 과학글쓰기의 목표에 대한 평가준거를 토대로 미흡, 보통, 우수의 수준으로 나누어 평정척도로 제시하였다.

실제 교수학적 상황에서 개발한 평가틀을 활용하기 위한 방안을 제안하면 다음과 같다. 먼저 이 평가틀은 논증적 과학글쓰기의 주제 선정 이후의 전 과정을 평가할 수 있도록 개발되었다. 따라서 주장과 근거 구성, 논증의 합리성 제고, 반론의 예측과 대응, 과학 지식의 활용 등 글쓰기 전반을 모두 학생 주도적인 활동으로 설계하였을 때 평가틀의 평가준거 전체를 활용하여 학생 성취를 평가하게 된다. 만약 활동 중 일부를 교수자의 주도하에 진행하였다면 해당 항목을 제외하고 평가틀을 활용하는 것이 가능할 것이다. 다음으로 평가틀은 평정척도로 제시하였으나 정량적 평가를 위하여 미흡, 보통, 우수의 수준에 대하여 점수를 부여하여 활용할 수 있다. 또한 교수자가 논증적 과학글쓰기 활동을 통해 학생들이 함양하여야 한다고 생각하는 목표를 무엇으로 설정하였느냐에 따라 평가틀을 선택적으로 활용하거나 가중치를 부여하여 활용할 수 있다. 다만 두 번째 평가 요소인 ‘주장과 근거의 관계’에 포함된 네 개의 평가 항목은 항목의 점수를 합산하는 것이 아니라 학생이 택한 과학적 방법에 따라 선별하여 활용해야 함을 주의하여야 한다.

〈표 1〉 논증적 과학글쓰기 평가틀

목표	평가준거별 수준		
	미흡	보통	우수
비판적 사고력 함양	주장에 대한 이유 또는 근거가 적절치 않음	주장에 대한 이유 또는 근거가 제시되었으나 일부 논리적 오류가 있음	주장을 뒷받침할 수 있는 적절한 이유 또는 근거가 제시되었음
	자신의 주장이 진리라는 확고한 신념에 따라 이를 반성적으로 성찰하지 못함	자신의 주장이 틀릴 수 있는 가능성을 인식하나 반론 예측이 미흡함	자신의 주장이 틀릴 수 있는 가능성을 인식하여 반론을 적절히 예측함
	예상 반론의 주장과 근거, 사실과 의견을 혼동하고 논리적으로 분석하지 못하며 합리적인 반박을 구성하지 못함	예상 반론의 주장과 근거에 포함된 논리적 오류와 허점을 찾아내지 못하거나 반박에 활용한 근거가 주관적이거나 모호함	예상 반론의 주장과 근거에 포함된 논리적 오류와 허점을 파악하여 객관적이고 합리적인 근거를 토대로 타당한 반박을 구성함
과학적 방법에 대한 이해	구체적인 경험 또는 관찰 사례와 일반적인 진술을 구분하지 못함	사례로부터 일반화된 진술을 도출하나 규칙성, 경향성을 도출하기 위한 사례의 수와 유사성이 충분치 않음	관찰과 경험을 통해 수집된 사례를 분류하거나 경향성을 파악하여 일반화된 진술로서의 주장을 도출함
	과학 법칙, 원리, 이론 외에 유사 과학, 잘못된 과학 지식의 관습적 활용 등에 근거하여 사례를 연역함	과학 법칙, 원리, 이론 등에 근거하여 구체적인 사례를 연역하나 성립 조건을 이해하지 못하여 일부 오류가 있음	과학 법칙, 원리, 이론 등에 근거하여 합리적인 논리에 따라 구체적 사례를 연역함
	가설을 설정하나 이를 검증하기 위한 실증적 방법을 설계하지 못함	가설을 설정하나 실증적 방법의 설계, 실행, 결론 도출의 과정에 일부 오류가 있음	가설을 검증하기 위한 타당한 방법을 설계하고 이를 실행하여 합리적인 결론을 도출함
	과학 지식은 절대불변의 진리라 인식하며 잠정성을 이해하지 못함	과학 지식의 잠정성을 이해하나 과학 지식이 생성되는 과정에 대한 이해가 부족함	과학 지식의 잠정성을 이해하고 과학자 사회의 합의에 의한 지식 생성 과정을 설명함
과학 지식에 대한 이해	주장과 근거를 구성한 과학 지식에 오류가 있으며 진술이 명료하지 않음	주장과 근거를 구성한 과학 지식에 일부 오류가 있거나 일부 개념이 모호하여 달리 해석될 여지가 있음	주장과 근거를 구성한 과학 지식에 오류가 없고 정확하며 명료하게 진술됨
	개념, 법칙, 원리, 이론을 잘 알지 못하고, 각 범주를 구분하지 못하며 적용 범위를 과도하게 인식함	개념, 법칙, 원리, 이론을 이해하고, 각 범주의 지식을 구분하나 세부 내용 및 조건의 파악에 일부 오류가 있음	개념, 법칙, 원리, 이론을 이해하고, 각 범주의 지식이 생성된 방법과 특징을 이해하며 이를 적절하게 활용함
과학적 의사소통 능력 함양	모호하고 불필요한 어구가 다수 포함되어 요점이 파악되지 않음	일부 진술이 모호하고, 장황하여 내용 이해에 다소 어려움이 있음	명료한 진술로 의미 전달이 뚜렷하고 요점을 중심으로 간결하게 진술함
	정보를 수집하나 정보의 신뢰성, 객관성, 적절성에 대한 평가가 부족하여 정보의 질이 미흡함	정보를 수집, 분석, 평가하여 활용하나 출처 제한적이거나 분석 및 평가준거가 일관되지 못함	다양한 유형의 정보를 믿음만한 출처로부터 수집하여 일관된 준거를 토대로 분석하고 평가함
	문자 표상 이외의 다양한 표상을 활용하지 못함	문자, 표, 그래프, 그림, 숫자, 기호, 상징 등의 표상을 활용하나 표상 활용이 제한적이거나 오류가 있음	문자, 표, 그래프, 그림, 숫자, 기호, 상징 등 다양한 표상을 적절히 활용함
글쓰기 능력 함양	글의 전개가 일관되지 못하고, 문장이나 단락의 구성이 미흡함	글의 전개가 매끄럽지 못하나 문장과 단락은 대체적으로 의미 단위에 맞게 구성됨	일관성 있게 글을 전개하고, 의미 단위에 따라 적절하게 문장과 단락을 구성, 연결함
	문장에 어문규범에 따르지 않은 오류가 다수 있음	어문규범을 대체적으로 준수하나 일부 오류가 있음	맞춤법, 띄어쓰기, 문법 등 어문규범을 준수하여 완결된 문장을 구성함
	어휘 사용이 적절치 못함	적절한 어휘를 채택하나, 사용하는 어휘가 제한적임	적절한 어휘를 채택하고, 풍부한 어휘를 정확하게 구사함

4. 결론 및 제언

이 연구에서는 논증적 과학글쓰기의 특성과 목표를 구체화하고, 이를 기초로 논증적 과학글쓰기를 위한 평가준거와 평가틀을 제안하였다. 이 연구의 결론 및 제언은 다음과 같다.

첫째, 이 연구에서는 논증적 과학글쓰기의 특성과 이에 따른 목표를 구체화하였다. 논증적 과학글쓰기는 ‘논증’으로서의 사고 특성, ‘과학’으로서의 내용 특성, ‘글쓰기’로서의 활동 특성을 갖는다. 이러한 특성에 따라 논증적 과학글쓰기의 목표로 ‘비판적 사고력 함양’, ‘과학적 방법

에 대한 이해’, ‘과학 지식에 대한 이해’, ‘과학적 의사소통 능력 함양’, ‘글쓰기 능력 함양’을 도출하였다. ‘비판적 사고력 함양’은 논증적 과학글쓰기의 사고 특성에서 기인하며, ‘과학적 방법에 대한 이해’는 사고 특성과 내용 특성에 기인한다. ‘과학 지식에 대한 이해’는 내용 특성에 따른 목표이며, ‘과학적 의사소통 능력 함양’은 내용 특성과 활동 특성에서 비롯된 것이다. 마지막으로 ‘글쓰기 능력 함양’은 활동 특성과 관련된 목표이다. 이 연구에서 규명한 논증적 과학글쓰기 특성과 목표의 관련성은 논증적 과학글쓰기를 가르치고자 하는 교수자가 수업을 설계, 운영하기 위한 가이드라인으로 활용할 수 있다. 논증적

과학글쓰기는 사고(논증)와 내용(과학)과 활동(글쓰기)이 복합적으로 작용하는 교수 활동이나 자칫 교수자의 교수 경험, 교수 효능감 인식, 전공 분야 등에 따라 어느 한 축으로 기울어질 우려가 있다. 이 연구에서 밝힌 특성 및 목표의 구조적 관계는 교수자가 체계적이고 균형잡힌 교수학습 설계를 하는 데 기여함으로써 논증적 과학글쓰기의 교수 활동의 목표를 효과적으로 구현하는 데 도움이 될 수 있을 것이다.

둘째, 논증적 과학글쓰기의 특성과 목표에 따라 평가준거를 구체화하였다. 각 평가준거는 과학글쓰기의 특성에 기반하여 규명한 목표에 따라 일관성 있게 선정하였다. 이처럼 목표와 평가의 관계를 구체적으로 규명하는 것은 교수 학습 설계의 일관성 확보와 교육 목표 달성의 증거로서 학생이 드러내야 할 성과의 구체화라는 교수학적 효용성을 갖는다. 또한 논증적 과학글쓰기의 평가준거를 토대로 평가틀을 제안하였는데, 평가틀은 평정척도의 형태로 개발하여 교수자에게 실질적인 지침을 제공하고자 하였다. 교수자는 논증적 과학글쓰기의 특성, 목표와 평가준거의 관련성에 근거하여 개별 수업을 설계하고 평가틀을 토대로 목표 달성 여부를 평가함으로써 학생 성취를 제고하거나 수업을 개선하기 위한 기초자료를 얻을 수 있을 것이다.

셋째, 이 연구에서는 ‘과학적 방법에 대한 이해’ 목표를 평가하기 위하여 과학 지식 생성의 대표적인 방법인 귀납, 연역, 실험, 사회적 합의의 네 유형에 대한 평가준거를 제시하였다. 이를 활용하기 위해서는 학생이 논증과정에서 채택한 과학적 방법의 유형을 분류하여야 한다. 논증적 과학글쓰기에 포함된 세부 학문 분야, 과학 지식의 유형 등에 따라 주로 사용되는 과학적 방법이 상이할 수 있다. 가령 생물학 분야의 지식은 사례의 관찰과 일반화의 귀납이, 화학 분야를 다룰 때에는 실험을 통한 검증이, 물리학 분야를 다룰 때에는 일반 법칙과 원리에 따른 연역이 상대적으로 빈번하게 활용된다. 또한 과학 지식의 유형이 법칙인 경우에는 원리나 이론에 비하여 귀납이 자주 활용된다. 교수자는 학문 분야별, 지식 유형별 특성을 이해하여 학생들이 적절한 과학적 방법을 채택하도록 안내할 필요가 있다. 따라서 이 평가틀이 효과적으로 활용되기 위해서는 과학적 방법에 대한 교수자의 이해가 선행되어야 한다.

넷째, 후속연구로서 평가틀의 평가준거별 상대적 중요도와 구조적 관계를 파악하는 연구가 진행할 필요가 있다. 이 연구에서는 평정척도로서 미흡, 보통, 우수의 서술어를

활용하여 평가틀을 개발하였으나 준거별 중요도를 파악하고 항목별로 점수를 수치화함으로써 평가틀의 구체성을 확보할 수 있다. 전문가를 대상으로 한 FGI(Focus Group Interview), 쌍대비교를 통하여 상대적 중요도를 결정하는 의사결정기법인 AHP(Analytic Hierachy Process) 등의 방법론을 통하여 요소별 가중치를 구체화하는 것이 가능할 것으로 보인다.

마지막으로 이 연구에서 개발한 평가틀의 교수학적 활용 가능성을 확인하기 위하여 실제 수업에 적용해보는 실험 연구가 필요하다. 대학생을 대상으로 논증적 과학글쓰기 수업을 설계하여 운영하고, 평가틀을 활용하여 학생의 글쓰기 과제를 평가함으로써 목표별 평가준거가 학생 성취를 평가하는 데 효과적인지를 파악하여야 한다. 또한 평가준거가 상호 배타적인 항목을 평가하는지를 확인하고 평가준거의 평정 척도에 해당하지 않는 예외적 응답 유형을 파악하여 평가준거의 독립성을 제고하거나 평가틀을 정교화하는 것이 가능할 것이다.

참고문헌

- 교육부(2015). “과학과 교육과정”, 교육부 고시 제 2015-74호.
- 권오상(2017). “비판적 사고와 논증적 글쓰기”, *사고와 표현* 10(3), 한국사고와표현학회, 39-66.
- 김두혁, 김영대, 위수민(2018). “예비 과학교사들이 작성한 논증 글쓰기의 서론 구조 분석”, *학습자중심교과교육연구* 18(1), 학습자중심교과교육학회, 1-19.
- 김병구(2009). “논증적 글쓰기 교육에 대한 비판적 고찰”, *반교어문연구* 27, 반교어문학회, 5-29.
- 김일방(2018). “지구온난화 논쟁과 그 대안”, *환경철학* 26, 한국환경철학회, 105-136.
- 김현정(2012). “교양교육으로서의 글쓰기 교과의 본질과 방향”, *교양교육연구* 6(2), 교양교육학회, 79-103.
- 김현정(2015). “팀 기반 학습을 활용한 대학 글쓰기 교육 방법-논증적 글쓰기를 중심으로”, *작문연구* 24, 한국작문학회, 23-49.
- 민정호(2020). “대학 글쓰기에서 논증적 글쓰기 교육 방안 모색”, *리터러시연구* 11(2), 한국리터러시학회, 11-34.
- 박상민(2009). “이공계 글쓰기 교육의 특징과 과제”, *배달말* 45, 배달말학회, 301-326.
- 박영식(2017). “융합적 유연성과 창의적 사고력 향상을 위한 논증적 글쓰기의 활용”, *한민족어문학* 76, 한민족어문학회, 9-40.
- 박원미, 광영순(2021). “예비 지구과학 교사의 교수학습지도안에 나타난 논증 수준 분석”, *대한지구과학교육학회지* 14(2),

- 대한지구과학교육학회, 123-135.
- 백은철(2016). “논증적 글쓰기 교육의 분기와 그 의미”, *국어문학* 62, 국어문학회, 317-341.
- 송진웅, 강석진, 광영순, 김동건, 김수환, 나지연, 도종훈, 민병곤, 박성춘, 배성문, 손연아, 손정우, 오필석, 이준기, 이현정, 임혁, 정대홍, 정중훈, 김진희, 정용재(2019). “미래세대를 위한 ‘과학교육표준’의 주요 내용과 특징”, *한국과학교육학회지* 39(3), 한국과학교육학회, 465-478.
- 위수민, 윤지영, 임성만(2014). “지구과학 관련 사회적 문제 (socio-scientific issues)와 관련된 논증적 글쓰기를 통해 알아본 예비교사들의 논증구조 발달 분석”, *대한지구과학 교육학회지* 7(1), 대한지구과학교육학회, 11-23.
- 유상희, 서수현(2017). “지식 탐구의 도구로서 논증적 글쓰기에 대한 고찰-CCSS 범교과 문식성 영역을 중심으로”, *작문연구* 32, 한국작문학회, 83-116.
- 이동순(2017). “이공계 학생들의 논증적 글쓰기의 실제-〈보고서 작성 및 발표〉를 중심으로”, *문화와 융합* 39(2), 한국문화융합학회, 93-112.
- 이행미, 안서현(2021). “신뢰-의심 게임을 활용한 논증적 글쓰기 강의 방안 연구”, *리터러시 연구* 12(4), 한국리터러시학회, 193-231.
- 임수민, 윤희정, 방담이(2020). “주제어 네트워크 분석을 통한 『교양교육연구』 동향 분석”, *교양교육연구* 14(1), 교양교육학회, 11-32.
- 장소진(2012). “논증적 글쓰기와 논리적인 문장 쓰기”, *교양교육연구* 6(2), 교양교육학회, 293-322.
- 정미진, 조효주(2022). “토론을 활용한 논증적 글쓰기 수업 운영 사례 - A대학교 비대면 강의를 바탕으로”, *문화와 융합* 44(2), 한국문화융합학회, 297-316.
- 정용욱(2014). “법칙, 이론, 그리고 원리: 규범적 의미와 실제사용에서의 혼란”, *한국과학교육학회지* 34(5), 한국과학교육학회, 459-468.
- 정재림(2018). “논증 전개 짜임을 활용한 논증적 글쓰기 교육 방안”, *교육문화연구* 24(2), 인하대학교 교육연구소, 181-200.
- 정희모(2011). “대학생 쓰기 교육을 위한 텍스트 특성 비교”, *국어교육* 135, 한국어교육학회, 267-303.
- 조경엽(2011). *저탄소 녹색성장을 위한 정책과제(상)*, 서울: 한국경제연구원.
- 조숙경(2007). “과학커뮤니케이션: 과학문화의 실행”, *과학기술학연구* 7(1), 한국과학기술학회, 151-175.
- 조희형, 김희경, 윤희숙, 이기영(2010). *과학교육의 이론과 실제*, 파주:교육과학사.
- 천재훈, 손정우(2004). “과학글쓰기에 나타난 창의적 사고기능의 유형 분석”, *교육과정평가연구* 7(2), 한국교육과정평가원, 285-304.
- 한신(2020). “기후변화 문제와 관련된 논증적 글쓰기에 나타난 중등 과학 예비교사들의 논증 구조 유형 분석”, *에너지기후변화교육* 10(1), 에너지기후변화교육학회, 61-71.
- 현남숙, 김영진(2019). “대화적 논증을 활용한 글쓰기”, *교양교육연구* 13(3), 한국교양교육학회, 249-266.
- 홍병선(2008). “글쓰기 교육의 대안적 모델로서의 ‘논증적 글쓰기’”, *철학논총* 53(3), 새한철학회, 335-356.
- Bell, P., & Linn, M. C.(2000). “Scientific arguments as learning artifacts: Designing for learning for the Web with KIE”, *International Journal of Science Education* 22(8), 797-817.
- Dawkins, R.(2016). *The selfish Gene*(40th anniversary ed.). UK: Oxford University Press.
- Ennis, R. H.(1985). “A logical basis for measuring critical thinking skills”, *Educational Leadership* 43, 44-48.
- Etherington, S.(2008). Academic writing in the disciplines. In P. Friedrich (Ed.), *Teaching academic writing* (pp. 26-58). NY: Continuum International Publishing Group.
- Gallagher, M., Knapp, P., & Noble, G.(1993). Genre in practice. In B. Cope & M. Kalantzis (Eds.), *The power of literacy: a genre approach to teaching writing* (pp. 179-202), Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh Press.
- Hand, B., Wallace, C. W., & Yang, E. M.(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(2), 131-149.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Rodríguez, A. B., & Duschl, R. A. (2000). ““Doing the lesson” or “doing science”: Argument in high school genetics”, *Science Education* 84(6), 757-792.
- Kuhn, D.(1993). “Science argument: Implication for teaching and learning scientific thinking”, *Science Education* 77(3), 319-337.
- Lederman, N. G., Lederman, J. S., & Antink, A.(2013). “Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy”, *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology* 1(3), 138-147.
- Lindsay D.(2011). *Scientific writing = thinking in words*. Australia: CSIRO.
- Lipman, M. (1988). “Critical thinking-What can it be”, *Educational Leadership* 46(1), 38-43.
- McComas, W. F., Clough, M. P., & Almazroa, H.(2002). The role and character of the nature of science in science education. In W. K. McComas (Ed.), *The nature of science in science education* (pp. 3-39). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Nesi, H., & Gardner, S.(2006). Variation in disciplinary culture: University tutors’ views on assessed writing tasks. In R. Kiely, P. Rea-Dickins, H. Woodfield and G. Cibon (Eds), *Language, culture and identity in applied linguistics, British studies in applied linguistics* (Vol. 21, pp. 99-117), London: Equinox Publishing.
- Ryder, J., Leach, J., & Driver, R. (1999). “Undergraduate science students’ images of science”, *Journal of Research in Science Teaching* 36(2), 201-219.
- Spektor-Levy, O., Eylon, B. S., & Scherz, Z.(2009). “Teaching scientific communication skills in science studies: Does

- it make a difference?”, *International Journal of Science and Mathematics Education* 7(5), 875-903.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T.(2003). “The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations”, *International Journal of Science Education* 25(11), 1353-1368.
- Tribble, C.(2014). Corpora and corpus analysis: New windows on academic writing. In J. Flowerdew (Ed.), *Academic discourse* (pp. 131-149). London: Routledge.
- van Someren, M. W., Reimann, P., Boshuizen, H. P. A., deong, T., & Reimann, P.(1998). Introduction. In M. W.van Someren, P. Reimann, H. P. A. Boshuizen & T. de Jong (Eds.), *Learning with multiple representations* (pp.1-5). Oxford, UK: Pergamon.
- Van Way III, C. W.(2007). “On Scientific Writing”, *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* 31(3), 259-260.
- Wiggins, G., & McTighe, J.(2005). *Understanding by design* (2nd ed.), VA: ASCD.
- Williams, J. M., & Colomb, G. G.(2007). *The Craft of Argument* (2nd ed.), NY: Longman.
- Willis, B.(1944). “Continental drift, ein Maerchen”, *American Journal of Science* 242(9), 509-513.
- Yore, L. D., Hand, B., & Prain, V.(2002). “Scientists as writers”, *Science Education* 86(5), 672-692.
- 한국교양기초교육원 홈페이지. https://www.konige.kr/data/general_edu.php

A Proposal of Evaluation Criteria and Framework Based on the Characteristics and Goals of Argumentative Scientific Writing

Bang, Dami

Associate Professor, The Catholic University of Korea

Abstract

The purpose of this study was to suggest an evaluation criteria and evaluation framework for argumentative scientific writing activities based on the identification of characteristics and goals of argumentative scientific writing. First, the characteristics of argumentative scientific writing were defined in three ways: thinking skill characteristics as arguments, content characteristics as science, and activity characteristics as writing. Second, the five goals were specified accordingly. The goal of ‘cultivating critical thinking ability’ was related to the thinking skill characteristics, and ‘understanding the scientific method’ was related to both thinking skill and content characteristics. The goal of ‘understanding scientific knowledge’ was related to the content characteristics, and the ‘cultivation of scientific communication skills’ was related to both content and activity characteristics. The goal of ‘development of writing ability’ was related to the activity characteristics. Third, evaluation criteria of argumentative scientific writing were specified according to the goals. Finally, the evaluation framework consisting of a three-level rating scale of poor, average, and excellent was proposed using evaluation criteria. Based on the results, implications for the design and implementation of an argumentative scientific writing class were discussed.

Key Words: Argumentative Scientific Writing, Evaluation Framework, Characteristics of Argumentative Scientific Writing, Goals of Argumentative Scientific Writing, Evaluation Criteria of Argumentative Scientific Writing