

발성사고법을 이용한 학생들의 과학 글쓰기 과정 탐색

유지연 · 강석진¹ · 김지영 · 노태희*

서울대학교 · ¹전주교육대학교

An Investigation of Students' Science Writing Processes Using Think-aloud Method

You, Jiyeon · Kang, Sukjin¹ · Kim, Jiyeong · Noh, Taehee*

Seoul National University · ¹Jeonju National University of Education

Abstract: It has been recently emphasized that comprehensive understanding of students' cognitive activities in the process of writing as well as final product is needed in order to develop an effective strategy for science writing. In this study, we investigated the characteristics of writing process in the situation that students wrote a composition in solving the application problem on a science topic. Seven eighth graders selected in the consideration of their science achievement and communication skills were asked to write a composition using think-aloud method. They were also interviewed after their writing work. The analyses of the results indicated that students' writing processes consisted of six distinctive components: generating, organizing, setting, translating, evaluating, and revising. It was also found that the patterns of process components for each student were different in terms of the frequency and the sequence. The patterns of process components were categorized into four types: systematic, tacit planning, trial and error, and random strategies. Educational implications were also discussed.

Key words: science writing processes, think-aloud method

I. 서 론

과학교육에서 과학적 사고에 기반한 의사소통 능력과 문제 해결력 함양이 강조되면서, 기존 지식의 탐색과 재구성 능력이 강조되는 과학 글쓰기의 중요성이 부각되고 있다(남정희 등, 2008; Klein, 2000; Yore *et al.*, 2004). 우리나라의 2007 개정 과학교육과정에서도 과학 지식과 문제 해결력, 그리고 창의적이고 논리적으로 생각을 표현하는 능력 함양을 위한 전략으로 글쓰기를 이용한 학습을 제안하였다(교육인적자원부, 2007). 글쓰기는 학습자가 자신의 지식을 재구성하고 반성적으로 사고를 하도록 유도하므로, 비판력, 분석력, 종합력 등의 고차원적 사고력 계발에 효과적이다(이재승, 2002; Graham & Perin, 2007; Mason & Boscolo, 2000; Wallace *et al.*, 2007). 지금까지 글쓰기 연구는 주로 국어나 영어 등의 언어

학습에서 초점을 두었으나, 최근 교과 학습에도 글쓰기를 적용하려는 시도가 이루어지고 있다(남경운 등, 2004; 배희숙 등, 2009; Hand *et al.*, 2004; Hohenshell & Hand, 2006).

그러나 이제까지는 많은 연구들이 과학 글쓰기가 학업성취도, 개념이해도, 탐구 능력 등에 미치는 영향을 조사하는데 관심을 기울였다. 반면, 학생들이 과학 글쓰기 과정에서 겪는 사고 과정이나 어려움 등에 대한 연구는 부족한 실정이다. 글쓰기 활동은 교사가 어떤 교수·학습 환경을 제공하는가에 따라 그 효과가 달라질 수 있다(박희진, 권난주, 2008; Bangert-Drowns *et al.*, 2004; Hand & Prain, 1999; Yore & Treagust, 2006). 따라서 유의미한 과학 글쓰기 활동을 위해서는 목적에 맞는 구조화된 글쓰기 과제를 제공하고, 글쓰기에 필요한 구체적인 기능이나 전략을 안내할 필요성이 있다. 이러한 맥락에서 일부 연

*교신저자: 노태희(nohth@snu.ac.kr)

**2013.01.09(접수), 2013.04.11(1심통과), 2013.06.18(2심통과), 2013.08.01(3심통과), 2013.08.05(최종통과)

***이 논문은 2012년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2012S1A5A2A01020441).

구가 시도되고 있으나, 국내에서 진행된 연구는 대부분 탐구적 과학 글쓰기(science writing heuristic)에 집중되어 있다(남정희 등, 2008; 이성희 등, 2010; 이은경, 강성주, 2008). 그러나 과학 교과서의 경우 학생들이 문제를 인식하고 적절한 과학 지식을 적용하여 해결책을 탐색하는 과정도 중요하므로, 과학 글쓰기에서 이러한 과정을 체계적으로 지원할 수 있는 구조화된 교수 학습 전략이 필요하다. 적지 않은 과학 교사들이 글쓰기 과제에 따른 특별한 글쓰기 전략을 제시하거나 체계적으로 연습시키지 못하며, 그 결과 대부분의 학생들이 과학 글쓰기에 부담을 느끼는 것으로 보고되고 있다(송윤미 등, 2011; 정희선, 2010). 따라서 다양한 맥락에서 과학 글쓰기 수행을 도울 수 있는 체계적 전략을 개발할 필요성이 있다.

과학 글쓰기를 위한 전략 개발을 위해서는 최근 강조되는 과정 중심 글쓰기, 즉 완성된 글의 산출 뿐 아니라 글을 쓰는 과정에 대한 고려가 필요하다. 과정 중심 글쓰기에서는 글을 쓰는 과정에서 나타나는 학생들의 인지 활동에 관심을 가지며, 글쓰기에 필요한 주요 요소로 내용 지식, 표현력과 같은 담화 지식, 그리고 복합적 사고 과정인 인지 전략을 동시에 강조한다(이재승, 2002; 최현섭, 박태호, 1994). 글쓰기 과정에서의 내용 지식이나 담화 지식은 완성된 글을 통해 평가할 수 있지만, 과제를 분석하거나 관련 지식을 조직하고 점검하여 재구성하는 등의 인지 전략은 완성된 글만으로는 파악하기 어렵다. 과학 글쓰기 과정을 탐색하고자 시도한 연구가 일부 있었으나(손정우, 2010; Hand et al., 2004; Klein, 2000), 사후면담이나 서술형 검사 등 글쓰기 과정에 대한 정보를 학생들의 회상에 의존하였다는 한계가 있었다.

이 연구에서는 발성사고법(think-aloud)을 활용하여 학생들의 글쓰기 과정을 심층적으로 분석하고자 하였다. 발성사고법은 과제를 수행하면서 머릿속에 떠오르는 생각들을 그대로 말로 표현하게 하는 방법으로서, 학생들의 사고 과정에 대해 많은 정보를 얻을 수 있다는 점에서 유용하다(Ferguson et al., 2012; Schellings & Broekkamp, 2011). 그러나 자동화된 사고 과정은 학생들이 그것을 인식하여 발성사고법으로 표현하기 어렵다는 제한점도 있다. 따라서 이 연구에서는 학생들이 글쓰기를 수행하는 과정에서 나타나는 특징을 심층적으로 조사하기 위하여 발성사고법과 사후면담법을 모두 활용하였다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상

이 연구는 서울시의 1개 남녀공학 중학교 2학년 학생 7명(남학생 5명, 여학생 2명)을 대상으로 하였다. 이 연구에서는 발성사고법을 활용하였으므로, 학생들이 자신의 생각을 말로 표현할 수 있어야 한다. 담당 과학 교사와의 논의를 바탕으로 자신의 생각을 말로 표현하는데 문제가 없는 학생들 중 연구에 자발적으로 동의한 학생들을 연구 대상으로 선정하였다. 연구 대상 학생들은 중간고사 과학 성적을 기준으로 중상위권에 해당한다. 또한 연구 대상 학생들은 연구 이전에 글쓰기 과제와 관련된 개념을 학습하였으므로 과학 글쓰기에 필요한 기본적인 지식을 갖춘 것으로 볼 수 있다. 학습 내용을 회상하여 글쓰기를 할 가능성을 방지하기 위하여 이 연구에서 선정한 글쓰기 과제와 관련된 글쓰기나 토론 등의 사전 경험이 없음을 확인하였다.

2. 연구 절차

과학 글쓰기의 유형을 분류한 선행 연구(배희숙 등, 2009; 천재훈, 2006)를 바탕으로 2007 개정 과학교육과정에서 개발된 중학교 2학년 과학 교과서 10종의 글쓰기 과제 유형을 분석한 결과, 문제 해결 글쓰기 유형의 빈도가 가장 높은 것으로 나타났다. 문제 해결 글쓰기는 합리적인 판단을 근거로 문제를 해결하는 추론 활동이 요구되는 과학 글쓰기 유형으로서, 이 연구에서 선정한 과제는 열팽창의 원리를 고려하여 액체 물질의 수송관을 설계하는 문제이다(그림 1). 글쓰기 활동지는 과학교육 전문가 1인과 현직 중등교사 5인 이상에게 안면 타당도를 검증받았으며, 예비 연구를 시행한 후 그 결과를 바탕으로 수정·보완하여 완성하였다.

학생들이 발성사고법에 익숙해질 수 있도록 오리엔테이션을 실시하였다. 선행연구(노태희 등, 1996; 유지연 등, 2011)를 참고하여 발성사고법에 대한 안내자료 및 발성사고법을 이용하여 문제를 해결하는 시범 동영상 자료를 제작하였다. 발성사고법에서 떠오르는 생각을 모두 표현해야 한다는 점을 강조하고 연구와 무관한 주제로 2차례의 연습을 실시하였다. 실제 연

아래를 읽고 물음에 해당하는 글을 써 봅시다.

- * 콘크리트로 바닥을 만들 때는 바닥이 부서지지 않도록 어느 정도 틈을 두어야 한다.
- * 다리를 만들 때에는 다리가 휘어질 것에 대비하여 이음새 사이를 떼어 놓아야 한다.
- * 실내 온도에서 금속 고리를 통과하는 금속 공을 가열하면 고리를 통과하지 못한다.



물이나 석유 등을 운반하는 수송관을 설계할 때도 세심한 주의가 필요하다. 수송관은 어떻게 설계하는 것이 좋을지 위의 과학적 원리를 고려하여 자신의 생각을 글로 써 보자.

그림 1 문제 해결 글쓰기 과제

구에서는 발성사고를 활용한 글쓰기 활동을 20여분 동안 개별적으로 실시하였다. 학생들은 제시된 문제를 소리 내어 읽은 후, 그 이후에 글을 쓰는 과정에서 발생하는 자신의 모든 사고 과정을 가능한 한 상세히 말로 표현하였다. 말로 표현할 때는 적절한 표현을 찾는 것보다는 떠오르는 그대로 생각을 자세하게 말하는 것이 더 중요함을 강조하였다. 학생들은 문제의 일부를 반복적으로 읽으면서 사전 지식을 떠올리거나 목표를 생각하기도 하였고, 생각나는 내용을 활동지에 간략하게 기록하기도 하였다. 또한 글을 완성한 후에는 작성한 글을 다시 읽으며 내용이나 표현의 적절성을 점검하여 수정하는 학생들도 있었다.

글쓰기에서의 사고 과정을 다루었던 선행연구(Flower & Hayes, 1981; Klein, 2000)를 바탕으로 학생들의 글쓰기 과정을 조사하기 위한 면담 시나리오를 작성하였다. 면담 시나리오를 점검하고 면담을 연습하기 위하여 연구 대상이 아닌 중학교 2학년 학생들을 대상으로 2차례의 예비 면담을 실시하였다. 예비 면담의 분석 결과를 바탕으로 최종 면담 시나리오를 확정하였다. 면담 시나리오는 발성 사고법으로는 확인하지 못할 가능성이 있는 학생들의 사고 과정을 조사하기 위한 내용을 중심으로 구성하였다. 즉, 어떤 과정을 거쳐 글을 썼는지, 글쓰기에서 중점을 둔 부분이 무엇인지, 특정한 과정을 거친 이유는 무엇인지, 글쓰기 과정에서 어려운 부분이 무엇이었는지 등을 중심으로 면담 시나리오를 구성하였다. 면담 과정

에서는 각 학생들의 글쓰기 활동에 대한 관찰 결과를 바탕으로 상황에 맞도록 면담 시나리오의 순서를 융통성 있게 조정하였다.

예비 연구를 통해 발성사고 과정의 관찰 및 면담에 훈련된 2명의 연구자가 분담하여 학생들의 글쓰기 과정을 관찰하고, 글쓰기 과정에서 나타나는 특징 및 면담에서 질문할 내용을 기록하였다. 글쓰기 활동이 끝난 후, 면담 시나리오와 관찰 기록을 바탕으로 반구조화된 사후면담을 실시하였다. 발성사고법을 활용한 학생들의 글쓰기 활동 및 사후면담은 모두 녹음·녹화하였다.

3. 결과 분석

발성사고 과정 및 면담에 대한 녹음·녹화 자료 및 관찰 기록을 바탕으로 전사본을 만들었다. 글쓰기 과정의 구성 요소를 분석하기 위하여, 자료 검토 과정을 반복하여 범주를 정교화시키는 지속적 비교 방법(Strauss & Corbin, 1998)을 사용하였다. 2인의 연구자가 자료를 반복적으로 분석하여 전사본의 분석 단위를 구분하였고, 학생들의 글쓰기 과정에서 나타나는 과정 요소를 범주화하였다. 이 과정에서 2인의 연구자가 일부 전사본을 각각 분석한 뒤, 분석자간 일치도를 구하였다. 일치도가 90% 이상에 도달할 때까지 분석을 실시한 뒤 차이를 논의하는 과정을 반복하였다. 최종 분석 단위에 대한 합의를 도출한 이후, 1인의 연구

자가 모든 전사본의 분석 단위를 결정하고 과정 요소를 분석하였으며, 나머지 연구자가 이를 검토하였다. 과정요소 분석 결과를 바탕으로, 글쓰기 과정에서 각 과정요소들이 나타나는 시기나 순서를 분석하여 글쓰기 전략 유형을 분류하였다. 결과해석 과정에서의 타당성을 높이기 위하여 삼각측정법(triangulation)을 고려하여 학생들의 발성사고 자료, 완성된 글, 그리고 사후면담 자료를 종합적으로 고려하였다.

Ⅲ. 결과 및 논의

1. 글쓰기의 과정 요소

글쓰기 과정을 분석한 선행연구(Flower & Hayes, 1981; Klein, 2000)를 바탕으로 학생들의 글쓰기 과정에 대하여 귀납적으로 분석한 결과, 생성, 개요 조직, 목표 설정, 변환, 평가, 수정의 6개 과정 요소를 구분할 수 있었다(표 1).

표 1
글쓰기 과정 요소

A 생성	D 변환
A1 자료 확인	D1 개요적 쓰기
A2 정보 인출	D2 쓰기
A3 내용 생성	E 평가
B 개요 조직	E1 내용 평가
	E2 조직 평가
	E3 표현 평가
C 목표 설정	F 수정
	F1 내용 수정
	F2 재조직
	F3 표현 수정

(1) 생성

생성은 글쓰기에 필요한 정보나 글의 내용을 만들어내는 과정으로서, 자료 확인, 정보 인출, 내용 생성의 세 가지 하위 요소로 분류할 수 있다. 자료 확인은 제시된 자료를 읽고 문제의 조건을 확인하는 과정이고, 정보 인출은 학생들이 문제에 관련된 과학 지식을 떠올리는 과정이다.

근데 문제에서 준 거는 수송관은 분명히 고체일거고, 물이나 석유는 액체일텐데. [자료 확인]

[S3의 발성사고]

근데 여기서 과학적 원리라고 했으니까. 이 그림하고 이 글들은 다 2학년 과학 문제집이나 과학 교과서에서 본 거 같다. 이걸 생각해보니까, 이 그림들은 과학 교과서에, 그 뭐냐 열팽창? 가운데 있던 거니까. 그걸 다시 떠올리면(연습장에 중요 단어들을 화살표로 간략하게 나타낸다). [정보 인출]

[S3의 발성사고]

내용 생성은 문제의 조건과 인출한 정보를 바탕으로 글의 내용을 구체적으로 만들어내는 과정이다. 내용 생성 과정에서 학생들은 문제를 해결하기 위하여 관련 정보를 통합하거나 변환하는 등 재구성한다.

물이나 석유를 운반하는 수송관이 여름이 되었을 때는 부피가 이 정도로 늘어나고, 겨울이 되었을 때는 이 정도로 줄어드는데(그림을 그려본다). 우선은 다리를 만들 때, 다리를 이을 때 이음새를 두는 이유는 열팽창에 의해 그 부분을 막아서 그 늘어날 틈을 주어가지고 파열을 막는 것이니까. 이것도 파열될 것을 예방하여서, 특히 물이나 석유등도 액체이기 때문에 크기가 같이 팽창할 경우에는 이 수송관이 파열될 수 있기 때문에, 내 생각에는 다리의 원리를 이용하는 것처럼 이음새 등의 틈을 주어가지고 여름에 부피가 늘어나더라도 파열을 막을 수 있는 방법이 좋을 거 같다. [내용 생성]

[S2의 발성사고]

문제를 성공적으로 해결하기 위해서는 과학 개념을 올바르게 회상하고 주어진 정보를 적절히 활용할 수 있어야 한다(노태희, 전경문, 1997). Gunel 등(2009)은 문제의 조건과 알고 있는 정보를 재구성하여 지식을 생성하는 과정이 글쓰기에서 중요하다고 강조하였다. 문제 해결 글쓰기에서 주어진 문제 상황에 대한 이해와 장기 기억에서 인출한 정보의 재구성을 바탕으로 한 생성 과정은 성공적인 글쓰기 수행에 있어 중요한 요소이다.

(2) 개요 조직

개요 조직은 아이디어를 조직하여 글의 흐름이나

순서를 결정하는 과정이다. 학생들은 글의 개요를 조직함으로써 전체적인 글의 전개 방향과 구체적인 글의 내용을 결정한다.

우선은 물이나 석유 등을 운반하는 수송관에, 위에 예를 통해서 열팽창의 원리 설명, 이를 통하여 수송관을 제대로 설계하지 못할 시 문제점 설명, 어떤 식으로 설계해야 하는가, 이런 것들을 알아야하는데 있어서 중요점, 왜 알아야하는가(위 세 가지를 묶으면서), 이렇게 글을 마무리 짓는다면. [개요 조직]

[S2의 발성사고]

일단, 첫 번째로는 물이나 석유도 팽창을 한다는 것, 그러니까 열팽창에 대해서 얘기를 해보고, 두 번째로는 내가 생각하는 수송관, 수송관을 어떻게 설계하는 게 좋을지 써보고, 마지막으로 결론을 지으면서, 내가 생각하는 수송관을 지었을 때..음..일어날 일들이 라던가, 장점이라던가를 써봐야겠다. [개요 조직]

[S4의 발성사고]

개요 조직은 논리적으로 흐름이 자연스러운 글을 쓰기 위해 시작과 중간, 끝의 내용을 정하고 각 문단의 연계성이 잘 드러나도록 조정하는 과정이다(조선화, 2009). 복잡한 사고를 조직적으로 표현해야 하는 글쓰기에서 아이디어를 명료화하고 체계적으로 제시하는 과정의 필요성은 선행연구(김예원, 2008; Klein, 2000; Rivard, 1994)에서도 강조된 바 있다.

(3) 목표 설정

목표 설정은 문제를 해결하기 위한 구체적인 목표를 설정하는 과정으로서, 문제 해결의 세부적인 과정을 구체적으로 이끌어내는 기능을 담당한다. 목표 설정은 학생에 따라 방식이나 유형이 다양하게 나타났는데, 어떤 학생들은 전체적인 글의 방향에 관련된 상위 목표를 설정하였지만, 어떤 학생들은 관련된 하위 목표를 세부적으로 설정하였다.

수송관의 변수가 물, 석유 등 운반물의 팽창 수축과도 금속관 자체의 문제가 있다(팽창과 수축이라고 씀). 그러니까 내가 이런 걸 만드는 사람일 때는 이 두 가지를 고려해야 되는데. [목표 설정]

[S1의 발성사고]

이런 물이나 석유 들은 한 시 때만 필요한 게 아니라 봄, 여름, 가을, 겨울 24시간 맨날 필요하게 될 거니까. 애가 받는 온도 조건을 봐야 될 거 같은데. 크게 밤낮도 있을 수 있지만, 가장 차이가 큰 여름과 겨울로 나누어서 생각해보자..(중략)..아 잠깐만 물이랑 석유나 일반 액체까지 고려하면, 일단 그럼 다시 물이랑 석유로 나누어서 보자(물과 석유를 적는다). [목표 설정]

[S3의 발성사고]

글쓰기에서 목표를 설정하는 과정이나 설정한 목표의 수준은 학생들의 성공적인 글쓰기에 영향을 미치며(Hand et al., 2004), 글쓰기 능력은 생성한 하위 목표의 양과 질에 관련된 것으로 보고되었다(Flower & Hayes, 1981; Klein, 2000). 목표 설정은 성공적인 문제 해결에 필요한 발견술로서, 목표를 제대로 설정하지 못하거나 목표 설정이 피상적 수준일 때 문제 해결에 실패하는 경우가 많다(Asieba & Egbugara, 1993). 따라서 노태희 등(1996)은 문제를 작게 나누어 하위 목표를 설정하는 능력의 필요성을 강조하였다. 즉, 목표를 세부적으로 설정하는 과정은 글쓰기의 성공적인 수행에서 중요한 요소이다.

(4) 변환

변환은 설정한 목표와 생성한 내용을 구체화시키는 과정으로서, 개요적 쓰기와 쓰기의 두 가지 하위 과정으로 분류하였다. 개요적 쓰기는 생각을 간단한 단어 나 그림 등으로 표현하여 정리하는 과정이고, 쓰기는 생성한 내용을 글로 표현하는 과정이다. 글쓰기는 내적 표상 구조를 언어의 형태로 외현화시켜 자신의 의도를 전달하는 것이므로, 적절한 어휘나 문장 구조를 사용하여 표현하는 변환 과정은 글쓰기에서 필수적이다(Klein, 2000).

(5) 평가

평가는 글쓰기를 검토하여 적절성을 점검하는 과정으로서, 평가의 영역에 따라 세 가지 하위 과정 요소로 분류하였다. 내용 평가는 글의 내용이 해결책으로 적절한지, 그리고 과학적 원리에 부합되는지 등에 대해 점검하는 과정이다.

그럼 다시 정리를 해보자. 우선, '내용물이 새면 안 되고', 첫 번째, 두 번째 '보기와 같이 틈을 두면 안 되고', '모양이 뒤틀리면 안 되고', '마찰열'. 그리고 '수송관을 운반하고자 하는 양보다 크게 만들어야 한다'(모두 표시하며 점검)..음..열팽창에 관한 원리도 들어간 것 같다. [내용 평가]

[S7의 발생사고]

조직 평가는 조직한 개요를 준거로 계획했던 주요 아이디어들이 모두 포함되었는지, 그리고 글이 개요의 순서대로 작성되었는지 등에 대해 점검하는 과정이다.

(처음부터 읽어본다. 세 줄 읽은 다음) 그럼 열팽창 원리를 앞에서 설명했고, (그 다음을 읽는다) 그에 대해서 다리처럼, 다리가 무너지는 것을 방지할 수 있을 것처럼, 수송관의 부피가 늘어나서 파열되는 것을 막는 것 때문에 이런 식으로 설계하지 않을 시에 나타날 문제점에 대해서도 설명했고..음..그렇기 때문에 차지할 공간을 마련해 주어야 한다(본문의 내용을 확인하면서 밑줄 그음). 그 대표적인 예로 틈을 만들어줘서 수송관을 설계해야 한다고, 어떤 식으로 설계하는지 내 의견을 제시했고, 마지막으로 이런 것을 알아야, 과학적 원리를 고려해야 하는 이유, 그 중요점에 대해 내 생각을 얘기했으므로 내 글을 마칠 수 있을 거 같습니다. [조직 평가]

[S2의 발생사고]

마지막으로 표현 평가는 글의 표현을 개선하기 위해 맞춤법, 단어의 적절성, 문장의 완결성 등을 검토하는 과정이다.

(다시 쓴 글을 읽어본다)..(중략)..외부 온도 변화에 따른 아, 외부 온도? 외부...공기의 온도? 외부 공기의 온도 변화에 따른?...음.. [표현 평가]

[S3의 발생사고]

노태희 등(1996)은 문제 해결에 성공하는 학생과 실패하는 학생 사이에는 문제 해결 과정에서 검토의 빈도뿐 아니라 검토의 유형과 수준에도 차이가 있다고 보고하였다. 자신의 인지 과정에 대한 점검과 통제 행위는 유의미한 글을 산출하기 위한 필수적 과정이므로(김선민, 서동엽, 2006; 정아름, 2010; Klein,

2000), 점검 과정 그 자체도 중요한 교육의 대상이라고 제안되었다(김예원, 2008).

(6) 수정

수정은 평가의 후속 조치에 해당하는 과정이다. 따라서 수정도 세 가지 하위 과정 요소로 분류하였다. 내용 수정은 내용 평가의 결과를 반영하여 해결책을 보완하거나 변경하는 과정이다.

아! 아까 고분자 물질에 대한 가정을 빠뜨린게 있네. 고분자 물질의 가정이 그 열에 의해 쉽게 수축하거나 팽창하지 않는 것뿐만 아니라 비닐처럼 약간의 유동성이 있어야 한다는 게..(중략)..아 여기서 하나를 더 추가하자. 고분자 물질에 물이 석유가 새지 않는 구조여야 한다. [내용 수정]

[S5의 발생사고]

재조직은 조직 평가의 결과를 바탕으로 아이디어의 흐름을 조정하는 과정이고, 표현 수정은 단어나 문장을 수정하여 글을 다듬는 과정이다.

아..(연습지에 적어둔 내용으로 다시 돌아가서) 아까 글의 순서 중에서 내가 첫 번째 1번에다가 물, 석유 팽창에 대해 글을 쓰고, 바로 내가 생각하기에 어떤 수송관이 좋을지 그리고 넘어가기로 했는데. 첫 번째에다가 현재 수송관의 문제점(작성한 개요를 수정하여 적음)을 짚어주면 더 글을 쓰기 좋을 것 같애..(중략)..(연습지로 넘어가 다시 순서를 체크해 보고, 글을 쓰던 중) 아니다 요걸 여기다가, 여름과 겨울의 양을 1번의 부연 설명에 집어 넣고. [재조직]

[S4의 발생사고]

수송관은 물이나 석유 등을 운반하는 관으로써 음.. 수송관이 터지거나..음..늘어짐?(앞의 글을 지움) 아, 터짐. 수송관이 터짐(수정)으로 인한 사고 등이 없어야 할 것이다..(중략)..(처음부터 다시 읽어본다. '수송관이 터짐으로 인한'에서 '터짐이나 끊어짐, 힘'으로 수정하여 적는다) [표현 수정]

[S3의 발생사고]

2. 글쓰기 전략에 따른 유형 분류

글쓰기 과정에서 대부분의 과정 요소들이 공통적으로 발견되었지만, 학생에 따라 각 과정 요소가 나타나는 시기나 유형에서는 차이가 있었다. 문제 해결 과정에서 세부 단계의 수행 순서나 질적 차이와 같은 과정적 특징, 즉 문제 해결 전략은 문제 해결의 성공 여부를 좌우하는 중요한 요인으로 보고된 바 있다(노태희, 전경문, 1997). 따라서 글쓰기 과정에서 과정 요소들이 나타나는 유형, 즉 글쓰기 전략을 분석하였다. 분석 결과, 네 가지 유형이 발견되었다.

(1) 체계적 전략

중요한 아이디어를 조직하여 전체적인 글의 개요를 조직한 후, 단계적으로 내용을 구체화하는 방식으로 글쓰기를 수행하는 학생들이 있었다. 이와 같이, 체계적 전략을 사용하는 학생의 글쓰기에서는 내용 목표를 설정하고 구체적인 내용을 생성(C-A)하기 전에 미리 개요를 조직(B)하는 경향이 특징적으로 나타났다. 또한 내용 생성이 마무리된 이후에 이전에 조직한 개요와 작성한 글을 비교하여 점검하는 조직 평가(E2)도 공통적으로 나타났다(표 2).

체계적 전략을 사용하는 학생들은 의도했던 내용을 표현하기 위해서는 개요를 조직하고 이를 준거로 내용이나 흐름을 점검하는 과정이 중요하다고 생각하였다.

면담자: 그럼 글쓰기를 쭉 하면서 어떤 점에 가장 중점을 두었어요?

학 생: 제가 생각했던 거를 놓칠 수가 있잖아요. 계획한 데에 있는 것을 놓치지 않기 위해서 제일 열심히 했던 것 같아요. 막 하다가 가끔

가다가는 막 없어질 때도 있고, 다른 얘기가 들어갈 때도 있어서, 기왕이면은 여기서 생각했던 내용을 그대로 쓸 수 있도록.

[S2의 사후면담]

면담자: 이 과정을 왜 거친 건가요?

학 생: 이런 단계를 거쳐야지 글을 체계적으로 쓸 수 있으니까. 어..음..그러니까 단계를 적어 놓으면요, 내가. 아 여기에 이걸 써야겠다, 여기엔 이걸 써야겠다, 여기엔 이걸 써야겠다. 큰 생각을 다 해놓으면, 그 큰 생각에 따른 작은 생각들을 할 수가 있잖아요. 뭐 부연 설명 이라든지 받쳐줄 수 있는 거라든지. 그래서 내가 이것에 대해 따를 걸 더 조사할 수 있게 되니까, 더 효율적으로, 더 논리적으로 쓸 수 있는 거 같아요. 그니까 단계를 이렇게 쓰면, 더 생각 정리도 더 잘 되고.

[S4의 사후면담]

글쓰기에서 글을 쓰기 전의 계획 단계에서 이루어지는 개요 조직은 필수적인 과정이다(조선화, 2009). 중학생의 문제 해결 과정에 대한 연구에서는 조직적으로 계획을 수립하는 체계적 전략을 활용하는 학생들이 문제를 성공적으로 해결하는 경우가 많았음을 보고한 바 있다(노태희, 전경문, 1997).

(2) 암묵적 계획 전략

일부 학생들의 경우, 발성사고 과정에서는 개요 조직 과정이 드러나지 않았지만 면담 과정에서 글을 쓰기 전에 머릿속으로 글의 흐름을 구성해보는 과정을 거친 것으로 나타났다. 즉, 이 학생들은 개요를 조직한

표 2 체계적 전략의 순차적 글쓰기 과정

학생	글쓰기 과정
S2	A1-A2-B-D1-C-A3-D2-C-A3-D2-C-A3-D2-E2-E(E1,E2,E3)
S4	A1-A2-B-C-A3-C-A3-E2-C-A3-E2-D2-E3-F3-D2-E2-F2-D2-F1-F3-E2-E1-E2-F2-D2-E3-F3-E1

표 3
암묵적 계획 전략의 순차적 글쓰기 과정

학생	글쓰기 과정
S5	A1-A2- [C-A3] - [C-A3] - [C-A3] -D1- [C-A3] - [C-A3] -D2- [E1] -F1-D2-E1
S7	A1-A2- [C-A3] -D1- [C-A3] - [C-A3] -D2- [E1]

후, 내용 목표를 설정하고 구체적인 내용을 생성(C-A) 하는 암묵적 계획 전략을 사용한 것으로 보인다(표 3).

면담자: 글을 쓰기 전에 전체적인 흐름을 생각하는 과정이 있었나요?

학 생: 아까 쓸 때 머릿속에 대체적인 구조는 잡았던 것 같아요. 누구나 글을 쓸 때 그런 대체적인 구조나 그런 건 한 번 거치는 게 좋으니까요..(중략)..일단 저는 먼저 제가 해야 될 것을 생각을 했거든요. 과학적 원리를 고려해야 한다는 것 하나하고, 수송관은 어떻게 설계해야 되는 것인지, 수송관의 구조 같은 거나 뭐 이런 부분에 대해서 한 번 언급을 해야 되겠다하는 것 하나하고. 그리고 다른 과학적 원리 같은, 그게 딱딱 나누어지더라고요. 그래가지고 그 부분을 나눠서 자연스럽게 이어서 쓴 것 같아요.

[S5의 사후면담]

암묵적 계획 전략을 사용한 학생들의 글쓰기 과정에서는 글의 내용에 대한 평가(E1) 이후에 새로운 목표 설정과 내용 생성 과정이 나타나지 않았다. 이는

이후에 소개할 시행착오 전략을 사용한 학생들과 달리, 이들이 암묵적이지만 글의 개요를 조직했다는 주장을 뒷받침한다. 암묵적 계획 전략에서는 명시적으로 개요를 조직하지 않기 때문에 체계적 전략 유형과 달리 조직 평가 과정은 나타나지 않고 표현 평가나 내용 평가 과정만 나타났다.

(3) 시행착오 전략

목표를 설정하고 구체적인 내용을 생성하는 방식으로 글쓰기를 수행하지만, 글을 완성할 때까지 여러 차례의 시행착오 과정을 거치는 학생들이 있었다. 이 학생들은 시행착오 전략을 사용한 것으로 볼 수 있는데, 시행착오 전략에서는 목표를 설정하고 구체적인 내용을 생성(C-A)하는 과정이 글쓰기에서 반복적으로 나타난다. 그러나 체계적 전략이나 암묵적 계획 전략과 달리, 글의 전체적 방향에 대한 계획이 없으므로 시행착오를 거친다. 그 결과, 대부분의 평가가 내용의 적절성에 대해 점검하는 내용 평가(E1)이고, 내용 평가의 후속 활동이 기존의 내용에 대한 수정, 변형, 확장 보다는 새로운 목표 설정 및 내용 생성으로 연결되는 경향이 있다(표 4). 학생들의 글쓰기에서 시행착오 전략은 자주 나타나는데, 전략을 사용하지 않는 경우보

표 4
시행착오 전략의 순차적 글쓰기 과정

학생	글쓰기 과정
S1	A1-A2- [C-A3] - [E1] - [C-A3] - [C-A3] - [E1] -D1- [C-A3] -D2- [E1]
S3	A1-A2- [C-A3] - [C-A3] - [E1] - [C-A3] - [E1] -D2-E3-F3-D2-E1-E3-F3-D2-E1- [C-A3] - [E1] -E3-F3

다는 낫지만 체계적 전략에 비해서는 효과적이지 않을 것으로 보고되었다(Klein, 2000).

목표를 설정하고 그에 따른 구체적인 내용을 생성하는 과정은 글쓰기의 기본 단위이다. 시행착오 전략에서도 이와 같은 글쓰기의 기본 단위가 다수 발견된다. 그러나 목표 설정 및 내용 생성은 전체적인 계획하에 조직되지 못할 경우 여러 가지 시행착오를 겪거나 문제 해결에 실패하는 경우가 많다(노태희 등, 1996). 즉, 시행착오 전략을 사용한 학생들은 글쓰기에서 나름대로 목표를 설정하고 다양한 아이디어를 생성하였지만, 전체적인 글의 흐름을 계획하지 않았기 때문에 어려움을 겪었던 것으로 보인다.

면담자: 글쓰기를 하는 동안 가장 어려웠던 부분은 무엇인가요?

학 생: 이 안에 서술한 내용을 대강 생각해 놓는, 어 이렇게 뭐지, 문단의 개요, 제가 그걸 잘 생각 안했다고 했잖아요, 그 생각이 제일 좀 어려운 것 같아요.

[S3의 사후면담]

(4) 임의적 전략

학생 S6은 문제를 읽은 후 생각을 떠오르는 대로 표현하는 방식으로(A-D) 글을 작성하였다(표 5). 이와 같은 임의적 전략은 특별한 계획 없이 생각을 그대로 글로 옮기는 경우에 해당한다.

임의적 전략의 경우, 글쓰기 과정에서 나타나는 과정 요소가 제한적이었다. 사후면담에서도 임의적 전략을 사용한 학생은 글의 전체적인 개요를 조직할 필요성을 인식하지 못하는 것으로 나타났다.

면담자: 문제를 읽고 바로 글을 쓰기 시작했는데, 그렇게 한 이유가 있나요?

학 생: 일단은 저는 고민하고 전부 짜 놓고 쓰느니 차라리 쓰면서 생각을 하면서 쓰는 게 속도

적으로 봤을 때 더 나을 거라고 생각을 해요.

다 써 놓고 봐도 그때 늦지 않음 거잖아요.

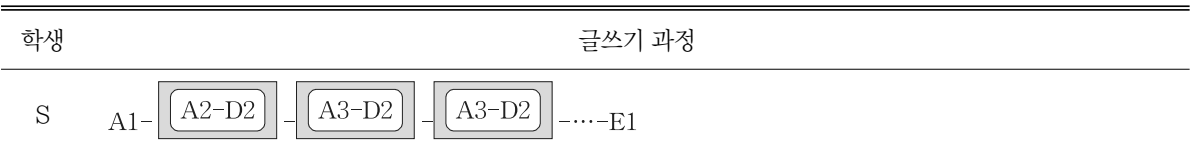
[S6의 사후면담]

또한 임의적 전략을 사용한 학생은 문제 해결을 위한 목표를 설정하지 않았으므로 적절한 내용 생성에도 어려움을 겪었고, 글의 흐름이나 목표에 대한 점검뿐 아니라 내용의 적절성에 대한 평가도 거의 실시하지 않았다. 적절한 정보라 하더라도 단순히 정보를 회상하는 것은 성공적인 문제 해결을 보장하지 않으며(AtWater & Alick, 1990), 정보 및 지식을 효과적으로 활용하는 다양한 인지 과정이 성공적인 문제 해결에서 중요한 요인(노태희 등, 1996)이라는 선행연구를 고려할 때 임의적 전략은 성공적인 글쓰기에 효과적이지 못한 전략이라고 볼 수 있다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 발성사고법을 활용하여 학생들의 글쓰기에서 나타나는 과정 요소를 조사하고, 이를 바탕으로 학생들이 사용하는 글쓰기 전략 유형을 탐색하였다. Flower와 Hayes(1981)는 글쓰기를 일련의 사고 과정으로 간주하고, 계획, 쓰기, 검토의 순서로 이루어지는 글쓰기가 생성, 조직, 설정, 쓰기, 평가, 수정 등의 과정 요소로 구성된다고 제안하였다. 이 연구의 결과에서도 학생들의 문제 해결 글쓰기 과정을 아이디어나 내용의 생성, 글의 개요 조직, 구체적인 목표의 설정, 생성한 내용의 변환, 글에 대한 평가 및 그에 따른 수정 등의 6가지 요소로 분류할 수 있었다. 그러나 선행 연구와 달리 이 연구에서는 추가적으로 6개의 글쓰기 과정 요소를 구체적 기능을 기준으로 11개의 하위 요소로 세분하였다. 글쓰기 과정 요소를 세분한 결과, 선행 연구에서 가정했던 것처럼 글쓰기 과정에서 인지적 과정들이 계획, 쓰기, 검토와 같은 일정한 순서로 이루어지는 것이 아니라, 글쓰기 과정 전

표 5
임의적 전략의 순차적인 글쓰기 과정



체에 걸쳐 다른 인지적 과정들과 다양한 상호작용을 일으키며 반복적으로 이루어진다는 것을 발견할 수 있었다.

학생들의 글쓰기 과정에서 나타나는 과정 요소들의 다양한 순서나 유형을 분석한 결과, 학생들의 글쓰기 전략을 크게 체계적 전략, 암묵적 계획 전략, 시행착오 전략, 임의적 전략의 4가지로 분류하였다. 전략의 유형에 따른 가장 두드러진 차이는 개요 조직이었다. 시행착오 전략이나 임의적 계획 전략에서는 개요 조직 과정이 없음으로 인해 시행착오가 나타나거나 글의 완성도가 낮은 경향이 있었다. 암묵적 계획 전략 유형에서는 개요 조직이 암묵적으로 이루어져 글의 흐름이 명확하지 못하는 문제가 있었다. 즉, 전체 계획을 조직적으로 수립하는 개요 조직 과정은 학생들의 성공적인 글쓰기를 위한 필수적인 요인이라고 할 수 있다. 따라서 앞으로 과학 글쓰기에서 학생들이 개요 조직을 명시적으로 수행하도록 지도할 필요가 있다.

평가 측면에서도 전략 유형에 따른 차이가 나타났다. 임의적 전략의 경우에는 체계적인 평가가 전혀 이루어지지 못하였고, 암묵적 계획 전략이나 시행착오 전략에서는 조직 평가가 나타나지 않았다. 반성적 사고를 바탕으로 이루어지는 글의 여러 측면에 대한 검토는 글의 완성도를 높이는데 중요한 역할을 담당한다. 따라서 과학 글쓰기에서 학생들에게 검토의 구체적인 준거를 제시하고 이에 따른 체계적인 평가와 수정을 유도할 필요가 있다.

글쓰기 전략의 유형 분석 결과를 고려할 때, 성공적인 문제 해결 글쓰기를 위해서는 체계적 전략을 활용하도록 강조할 필요가 있다. 즉, 개요를 조직한 뒤 구체적인 목표를 설정하고 내용을 생성하도록 지도하고, 글의 구조와 내용에 대해 평가하는 체계적인 검토 과정을 거치도록 강조할 필요가 있다. 또한 글쓰기에서 각 과정 요소의 역할이나 수행 방법에 대해 구체적으로 지도하고 적절한 연습 기회를 제공함으로써 학생들이 글쓰기 전략을 사용하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

한편, 선행 연구(박완숙, 2002; 천재훈, 손정우, 2004)에 따르면 글쓰기 과제의 유형에 따라 글쓰기 과정 뿐 아니라 인지 전략과 같은 사고 과정도 상이할 수 있다. 즉, 글쓰기 과제의 유형에 따라 글쓰기 전략이 달라져야 할 필요가 있다. 따라서 문제 해결 글쓰기 이외의 다른 유형의 글쓰기 과제를 대상으로 학생들의

글쓰기 과정에 대한 연구가 이루어질 필요가 있다. 또한 이 연구는 소수의 학생을 대상으로 글쓰기 과정을 심층적으로 탐색하는데 중점을 두었다. 따라서 이 연구 결과를 바탕으로 일반화된 결론이나 구체적인 전략을 도출하기 위해서는 연구 대상을 확대하고 다양한 과제를 다루는 추후 연구가 이루어질 필요가 있다.

국문 요약

최근에는 효과적인 과학 글쓰기 전략 개발을 위해 완성된 글뿐 아니라 글쓰기에서 나타나는 학생들의 인지 과정에 대한 종합적인 이해가 강조되고 있다. 이 연구에서는 학생들의 과학 주제에 대한 문제 해결 글쓰기 과정의 특징을 분석하였다. 의사소통 기술과 성취수준을 고려하여 선정된 중학교 2학년 학생 7명을 대상으로 발성사고법을 활용한 글쓰기 활동을 한 후 면담을 실시하였다. 연구 결과, 학생들의 글쓰기 과정은 생성, 개요 조직, 목표 설정, 변환, 평가 및 수정의 6개 과정 요소로 분류되었다. 학생에 따라 각 과정 요소가 나타나는 빈도나 순서의 측면에서 차이가 있었다. 글쓰기 과정에서 과정 요소들이 나타나는 유형을 체계적 전략, 암묵적 계획 전략, 시행착오 전략, 임의적 전략의 4가지로 분류하였다. 이에 대한 교육적 함의를 논의하였다.

참고 문헌

- 교육인적자원부 (2007). 과학과 교육과정. 교육인적자원부 고시 제 2007-79호.
- 김선민, 서동엽 (2006). 수리 과학적 문제 해결과 언어. 한국어교육학회 학술발표회 자료집, pp. 319-358.
- 김예원 (2008). 논증적 글쓰기 지도 방법 연구: 문제 해결전략을 중심으로. 한국외국어대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 남경운, 이봉우, 이성묵 (2004). 과학일기쓰기가 과학 영재의 과학에 관련된 정서적 특성에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 24(6), 1272-1282.
- 남정희, 광경화, 장경화, Hand, B. (2008). 논의를 강조한 탐구적 과학 글쓰기(Science Writing Heuristic)의 중학교 과학 수업에의 적용. 한국과학교육학회지, 28(8), 922-936.

노태희, 전경문 (1997). 중학생의 화학 문제 해결 전략 조사. 한국과학교육학회지, 17(1), 75-83.

노태희, 전경문, 한인옥, 김창민 (1996). 학생의 인지 발달 수준과 문제의 상황에 따른 화학 문제 해결 행동 비교. 한국과학교육학회지, 16(4), 389-400.

박원숙 (2002). 창의성 계발을 위한 글쓰기 지도 방안 연구. 전남대학교 교육대학원 석사학위논문.

박희진, 권난주 (2008). 초등학교의 과학일기 유형 분석 및 일기 쓰기의 효과. 한국과학교육학회지, 28(6), 519-526.

배희숙, 전영석, 홍준희 (2009). 과학 탐구 능력 신장을 위한 과학 글쓰기 교수 학습 전략 개발. 초등과학교육, 28(2), 178-186.

송윤미, 양일호, 김주연, 최현동 (2011). 초등학교 교사들의 과학 글쓰기에 대한 인식 연구. 한국과학교육학회지, 31(5), 788-800.

손정우 (2010). 영재 선발을 위한 초인지 사고 수준에 따른 학생들의 과학 글쓰기 경향성 분석. 영재교육연구, 20(1), 131-150.

유지연, 박연옥, 노태희 (2011). 비유 실험을 활용한 탐구학습이 과학영재의 실험설계 과정에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 31(6), 986-997.

이성희, 신명경, 이규호, 이선경, 권난주 (2010). 초등학교 학생의 탐구 활동 과학 글쓰기에서 나타난 증거와 주장의 정합성 분석. 초등과학교육, 29(4), 505-514.

이은경, 강성주 (2008). 학생-학생 언어적 상호작용 분석을 통한 문제 해결형 탐구 모듈에서의 SWH활용 효과. 한국과학교육학회지, 28(2), 130-138.

이재승 (2002). 글쓰기 교육의 원리와 방법: 과정 중심 접근. 서울: 교육과학사.

정아름 (2010). 창의적 사고 기능을 활용한 과학 글쓰기 지도방안의 개발 및 적용. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위논문.

정희선 (2010). 중학교 1학년 영양과 소화 단원에서 과학 글쓰기 활동의 효과. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.

조선화 (2009). 중학생 과학 글쓰기 교수·학습 지도 방안: 중학교 2학년 화학 영역을 중심으로. 경북대학교 교육대학원 석사학위논문.

천재훈 (2006). 과학적 사고력 향상을 위한 과학 글쓰기 활동. 경상대학교 대학원 석사학위논문.

천재훈, 손정우 (2004). 과학 글쓰기에 나타난 창의적 사고기능의 유형분석. 교육과정평가연구, 7(2), 285-304.

최현섭, 박태호 (1994). 과정중심의 전략적인 글쓰기 지도 방안. 한국초등국어교육, 10, 199-244.

Asieba, F. O., & Egbugara, O. U. (1993). Evaluation of secondary pupils' chemical problem-solving skills using a problem-solving model. Journal of Chemical Education, 70(1), 38-39.

AtWater, M. M., & Alick, B. (1990). Cognitive development and problem solving of Afro-American students in chemistry. Journal of Research in Science Teaching, 27(2), 157-172.

Bangert-Drowns, R. L., Hurlley, M. M., & Wilkinson, B. (2004). The effects of school-based writing-to-learn interventions on academic achievement: A meta-analysis. Review of Educational Research, 74(1), 29-58.

Ferguson, L. E., Braten, I., & Stromso, H. I. (2012). Epistemic cognition when students read multiple documents containing conflicting scientific evidence: A think-aloud study. Learning and Instruction, 22(2), 103-120.

Flower, L., & Hayes, J. R. (1981). A cognitive process theory of writing. College Composition and Communication, 32(4), 365-387.

Graham, S., & Perin, D. (2007). A meta-analysis of writing instruction for adolescent students. Journal of Educational Psychology, 99(3), 445-476.

Gunel, M., Hand, B., & McDermott, M. A. (2009). Writing for different audiences: Effects on high-school students' conceptual understanding of biology. Learning and Instruction, 19(4), 354-367.

Hand, B., Hohenshell, L., & Prain, V. (2004). Exploring students' responses to conceptual questions when engaged with planned writing experiences: A study with year 10 science students. Journal of Research in Science Teaching, 41(2), 186-210.

Hand, B., & Prain, V. (1999). Students perceptions of writing for learning in secondary school science. International Journal of Science Education, 83(2), 151-162.

Hohenshell, L., & Hand, B. (2006). Writing to learn strategies in secondary school cell biology: A mixed method study. International Journal of Science Education, 28(2), 261-289.

Klein, P. D. (2000). Elementary students' strategies for writing-to-learn in science. Cognition and Instruction, 18(3), 317-348.

Mason, L., & Boscolo, P. (2000). Writing and conceptual change. What changes? Instructional Science, 28(3), 199-226.

Rivard, L. (1994). A review of writing to learn in science: Implications for practice and research. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 969-983.

Schellings, G. L. M., & Broekkamp, H. (2011). Signaling task awareness in think-aloud protocols from students selecting relevant information from text. *Metacognition and Learning*, 6(1), 65-82.

Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Wallace, R., Pearman, C., Hail, C., & Hurst, B. (2007). Writing for comprehension. *Reading Horizons*, 48(1), 41-56.

Yore, L. D., Hand, B. M., & Florence, M. K. (2004). Scientists' views of science, models of writing, and science writing practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 338-369.

Yore, L., & Treagust, D. (2006). Current realities and future possibilities: Language and science literacy empowering research and informing instruction. *International Journal of Science Education*, 28(2), 291-314.