

과학과 핵심역량 요소를 기반으로 한 초등학교 과학 글쓰기 수업의 효과

김은혜¹ · 박재근^{2*}

¹(금란초등학교) · ²(경인교육대학교)

The Effect of Science Writing Classes based on Science Core Competencies in Elementary School

Kim, Eun-Hye¹ · Park, Jae-Keun^{2*}

¹(Kumran Elementary School) · ²(Gyeongin National University of Education)

ABSTRACT

The 2015 revised national science curriculum encourages students to cultivate the science core competencies such as scientific thinking, science process skills, scientific problem-solving ability, scientific communication skill, scientific participation and lifelong learning ability. To fill this purpose, we practiced science writing classes based on core competencies and examined the effect of its application. The target unit was ‘weather and our life’, ‘acid and base’, ‘speed of an object’, and ‘structure and function of our body’ in the fifth grade of elementary school. The results were as follows. First, it was proven that science writing activities based on core competencies did not help improving science process skills of learners. Second, it had a significant effect on the improvement of the learner’s self-directed learning ability, in particular, owner spirit, meta cognition and information search. Third, this strategy for science writing changed learners’ scientific attitude positively. The above-mentioned results show that this science writing classes can be applicable as one of effective methods in cultivating science core competencies.

Key words: science core competency, science writing, self-directed learning ability, scientific attitude

I. 서 론

인공 지능, 사물 인터넷, 빅 데이터 등과 같은 첨단 정보통신기술이 사회 전반에 융합되어 혁신적인 변화가 나타나는 4차 산업혁명은 기존 산업혁명에 비해 더 빠른 속도로, 더 넓은 범위에, 큰 영향력을 나타낼 것으로 예상된다(Lee, 2016). 미래 사회에서 살아갈 학습자는 학교교육을 통해 과학기술이 일상생활 및 사회에 미치는 영향을 충분히 이해하고, 이에 대해 비판적, 합리적으로 판단하고, 의사결정할 수 있는 핵심역량을 기르는 것이 요구되며,

교사 역시 이를 적극적으로 지원할 수 있는 능력을 갖추고 있어야 한다(Kim *et al.*, 2017; OECD, 2006).

역량에 대한 국어사전적 의미는 ‘어떤 일을 해낼 수 있는 힘’을 의미한다(Naver Online Dictionary, 2017). 즉, 역량이란 일을 수행함에 있어 필요한 내재적 능력을 말하며, 핵심역량(core competency)이란 다양한 상황에서 효과적인 수행을 가능하게 하는 최소한의 지식, 기술, 태도의 집합체를 가리킨다(Dubois, 1993; Kim & Kim, 2017; Park *et al.*, 2014).

OECD(2003)는 미래 사회를 살아갈 현대인에게 필요한 역량을 정의하고, 그 구성 요소를 선별하기 위

한 연구로 1997년부터 2003년까지 DeSeCo(Definition and Selection of Competencies) 프로젝트를 추진하면서 ‘양 방향으로 도구를 활용하기’, ‘다양한 구성원들과 상호작용하기’, ‘자율적으로 행동하기’를 개인의 성공적 삶과 사회의 발전에 요구되는 핵심역량으로 설정하였다. 이후 많은 나라들이 핵심역량을 기반으로 교육과정을 개편하거나 재구성하는 변화를 모색해 왔다(Boyd & Watson, 2006; Kwak, 2012a; So *et al.*, 2010).

이러한 세계적 흐름을 반영하여 우리나라 2015 개정 교육과정의 ‘과학’에서도 다양한 탐구 중심의 학습이 이루어지도록 하며, 기본 개념의 통합적인 이해 및 탐구 경험을 통하여 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력 등의 핵심역량 요소를 함양하도록 하고 있다(Ministry of Education, 2015). 과학과 교육과정을 구현하는 과정에서는 교과 속에 핵심역량이 자연스럽게 통합되어 들어가는 것이 중요하며(Kwak, 2013), 과학 개념에 대한 깊이 있는 이해와 함께 과학적 지식을 활용한 창의적 활동이 가능하려면 과학지식과 핵심역량이 긴밀하게 연계되는 것이 필수적이다(Griffin *et al.*, 2012).

그동안 국내에서 실행된 선행 연구들을 살펴보면, 과학과 핵심역량의 개념적 정의에 대한 연구 동향(Chae & Noh, 2015), 교육과정 개정 대비 핵심역량 재구조화 방안(Kwak, 2013), 학습자 핵심역량 제고를 위한 과학교사교육 개선 방안(Kwak, 2012a), 영재교육을 위한 과학자의 핵심역량 모델 개발 및 타당화(Park *et al.*, 2014), 과학관련 사회쟁점이 초등학교 학생의 핵심역량 함양에 미치는 효과(Kim *et al.*, 2017) 등이 있었다. 그러나 이들 연구는 대부분 2015 개정 교육과정 이전에 수행된 것이어서 개정 교육과정에서 제시하고 있는 5가지 핵심역량 요소의 초점과 일치하지 않으며, 실제 핵심역량을 함양하는 구체적인 방법론을 제시한 사례는 찾아보기 어렵다.

2015개정 교육과정의 적용 시점이 당장 2018년으로 다가왔음에도 불구하고, 학교 현장에서는 아직 핵심역량이라는 용어 자체에 대해 생소해 하고, 과학 수업을 통해 학습자의 핵심역량을 어떻게 길러줄 수 있는지에 대한 구체적인 방법이나 지침에 대한 안내 역시 거의 없는 실정이다. 이와 관련하여 Kwak(2012b)은 과학과 핵심역량과 관련한 수업 실행에서 예상되는 어려움으로 시간 부족, 교과내

용 지식의 과다, 새로운 변화 요구에 대해 항상 비판적으로 수용하는 교사 문화, 평가 체제의 부적합성 등을 들고 있다. 같은 맥락에서 과거 교육과정에서 과학 글쓰기, 토론, STEAM, 자유탐구 등을 도입, 실행할 때 주된 장애 요인이 수업시수 부족, 구체적인 지도 방법에 대한 안내 부족, 학습 자료 및 예시의 부족 등이었던 점(Ahn & Park, 2017)을 상기해 보면 핵심역량 요소를 현장에서 적용할 때의 부담감과 어려움 역시 적지 않을 것으로 우려된다.

일반적으로 학생들의 핵심역량을 기르기에 적합한 수업 방법으로는 토론, 발표 수업, 팀 프로젝트, 과학 글쓰기 등을 들고 있다(Luke & McArdle, 2009). 이 중에서도 과학 글쓰기는 지난 오랜 시간 동안 과학을 학습하는 중요한 방법으로, 그리고 학습에 대한 이해와 성과를 평가하는 수단으로 인식되어 왔다(Prain & Hand, 1996). 글쓰기는 과학적 사실과 개념, 원리에 대해 깊이 있게 사고하는 과정과 내용을 글로 표현하는 과정을 통해 과학적 사고력을 배양할 수 있으며(Cheon, 2006; Choi & Lim, 2013), 과학관련 사회적 쟁점에 대한 토론과 글쓰기를 통해 학습자의 의사소통 능력과 과학적 문제 해결 능력을 길러줄 수 있다(Lemke, 1990; MEST, 2011). 이 외에도 과학 글쓰기 수업의 효과성에 대한 또다른 선행 연구들(Gunel *et al.*, 2009; Klein, 1999; Prain, 2006; Wellington & Osborne, 2001)에서 글쓰기가 학습자의 과학적 사고력이나 과학개념 형성과 같은 인지적 영역뿐만 아니라, 과학 탐구 능력, 그리고 흥미, 태도와 같은 정의적 영역의 향상에도 긍정적인 영향을 준다는 사실을 보고한 바 있다.

이러한 사실에 바탕을 두어, 본 연구에서는 과학과 핵심역량 요소를 반영한 과학 글쓰기 활동을 개발하고, 핵심역량 요소의 개발을 위한 도구적 수단으로서 과학 글쓰기의 활용 가능성을 모색해 보고자 하였다. 연구 목적으로는 첫째, 과학과 핵심역량 요소를 기반으로 과학 글쓰기 전략의 개발, 둘째, 이의 적용이 초등학교 학생의 과학탐구능력, 자기주도 학습능력, 과학적 태도에 미치는 효과성을 검증하는데 있다. 그러나 과학적 사고력에서부터 과학적 참여와 평생 학습 능력에 이르는 5가지 핵심역량 요소의 개념 자체가 상당 부분 중첩되어 있고, 과학 글쓰기 주제 및 방향이 특정 핵심역량 요소 한 가지에만 국한되기 어렵다는 점, 또한 모든 핵심역량 요소의 신장 여부를 확인할 수 있는 평가 도구 및

틀의 부재 등이 이 연구의 한계로 인식된다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상

본 연구에서 개발한 핵심역량 요소 기반 과학 글쓰기 활동의 적용 대상은 경기도 ○○시 소재 K초등학교 5학년 2개 반이다. 이 중 1개 반(25명)은 실험 집단으로 핵심역량 요소 기반 과학 글쓰기 활동을 12차시 적용하였고, 나머지 1개 반(25명)은 비교 집단으로 과학 및 실험 관찰 교과서에 제시된 글쓰기 자료를 그대로 활용하거나, 이와 비슷한 유형의 문항을 고안하여 12차시 수업에 적용하였다. 실험 집단은 남 16명, 여 9명, 비교 집단은 남 15명, 여 10명이다.

과학 글쓰기를 적용한 대상 단원은 초등학교 과학 5학년 2학기 ‘날씨와 우리 생활’, ‘산과 염기’, ‘물체의 빠르기’, ‘우리 몸의 구조와 기능’이다. ‘날씨와 우리 생활’은 일상생활과의 관련성이 높아 핵심역량 요소 중 ‘과학적 문제해결력’이나 ‘과학적 참여와 평생 학습능력’을 반영하기에 용이하고, ‘우리 몸의 구조와 기능’의 경우는 과학적 용어를 사용하여 몸과 관련된 다양한 이슈를 글쓰기에 반영할 수 있는 ‘과학적 의사소통 능력’의 소재로 적합하다. 또한 ‘산과 염기’는 물질의 화학적 성질과 중화 반응 등과 같은 비교적 어려운 개념을 포함하고 있고, ‘물체의 빠르기’는 수학적 계산과 이에 따른 단위 통일 등의 과정이 제시되어 있어서 학생들이 배우기 어려워하거나 교사들이 지도하기에 곤란을 겪는 것으로 보고된 바 있어서(Ahn & Park, 2017) 다양한 과학과 핵심역량 요소를 반영한 글쓰기 활동의 구성에 적합한 것으로 판단하였다.

2. 연구 과정 및 내용

핵심역량 요소 기반의 과학 글쓰기 활동을 적용한 실험반의 수업 흐름은 Fig. 1과 같다. 학습자는 우선 가정에서 각 글쓰기 주제에 대한 사전 정보 탐색 활동을 통해 관련 정보를 수집해 오도록 하였다. 이후 교사와의 수업을 통해 기본적인 과학 개념을 학습하였고, 다음으로 주어진 글쓰기 주제에 대해 모둠별 논의를 거쳐 개요를 작성하였으며, 이를 바탕으로 본격적인 글쓰기 활동을 수행하였다. 비교반의 경우에도 실험반과 마찬가지로 가정에서

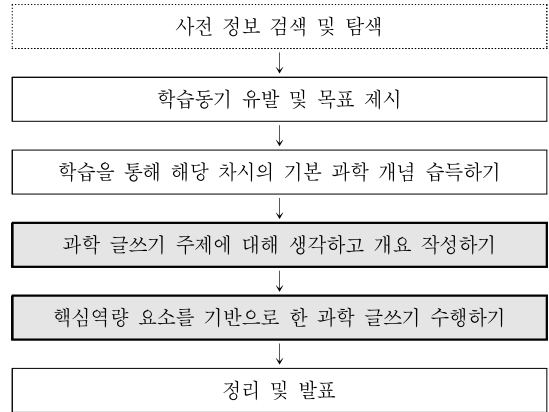


Fig. 1. The instructional process of experimental group.

글쓰기를 위한 사전 정보 검색과 탐색 과정을 거침으로써 글쓰기 주제에 대한 정보를 수집하여 본인의 생각을 정리해 오도록 하였다. 이후 수업의 과정은 글쓰기 유형의 적용에만 차별을 두고, 나머지는 실험반과 동일하게 진행하였다. 핵심역량 요소 기반 과학 글쓰기 활동의 적용은 2016년 8월 말부터 12월 초까지 해당 단원을 학습하는 정규 과학교과 수업 시간을 활용하여 실시하였다.

한편, 본 연구에서 개발한 과학핵심역량 기반 과학 글쓰기 활동의 차시별 주제와 관련 핵심역량 요소는 Table 1과 같다. 모든 주제에서 과학적 사고력은 글쓰기의 필수적인 역량이 되며, 이외에 밀접한 관련이 있는 1~2개의 역량 요소를 주제에 따라 추가로 반영하였다. 역량 요소의 반영 여부와 적합성에 대한 판단은 Park & Park(2017)이 제시한 과학과 핵심역량의 하위 요소(Table 2)를 준거로 삼았으며, 문항 성격이 각 핵심역량의 하위 요소 중 하나 이상과 밀접한 관련성이 있으면 해당 문항에 그 핵심역량 요소가 반영된 것으로 간주하였다.

각각의 주제 선정과 글쓰기 문항 개발 과정에는 과학교육 전문가 1인을 포함한 복수의 연구자가 먼저 핵심역량 요소를 반영하기에 적합한 주제를 제안하고, 이에 따른 초안 문항을 개발하였다. 이것을 다시 교육 경력 7년 이상의 초등교사 3인과 함께 3차례에 걸친 검토와 협의를 통해 각 문항의 교육과정 관련성, 글쓰기 활동의 수준, 핵심역량 요소 반영 적합성 등의 관점에서 반복적인 수정, 보완 과정을 거침으로써 내용 타당도를 확보하였다.

실험 집단에 적용한 과학 글쓰기 주제의 한 예시를 살펴보면 Table 3과 같다. Table 3에 제시된 과학

Table 1. The topics of science writing and core competency elements

단원	과학 글쓰기 주제	과학과 핵심역량 요소				
		사고력	탐구능력	문제해결력	의사소통 능력	참여와평생 학습능력
날씨와 우리 생활	· 응결로 인한 불편함 해결하기	○	○	○		
	· 사막탐험 계획세우기	○			○	○
	· 신문을 활용하여 기상캐스터 되어보기	○			○	○
산과 염기	· 이온음료의 성질 확인하기	○	○			
	· 산과 염기를 이용하여 생활 속 문제 해결하기	○		○	○	
	· 호수의 산성화로 인한 문제점 해결하기	○	○	○		
물체의 빠르기	· 동물의 빠르기 비교하기	○		○		
	· 과속단속 카메라의 원리 파악하기	○		○	○	
	· 낙하산의 속력 측정하기	○	○	○		
우리 몸의 구조와 기능	· 바른 자세를 유지하기 위한 발명품 개발하기	○		○		○
	· 비만을 극복할 수 있는 방법 제시하기	○		○		○
	· 인간 복제에 대한 생각 주장하기	○			○	○

Table 2. Science core competencies and its sub-items

과학과 핵심역량	하위 요소
과학적 사고력	논리적 사고하기, 비판적 사고하기, 창의적 사고하기, 합리적 사고하기
과학적 탐구 능력	가설 설정 및 탐구 설계하기, 기초 탐구기능을 통한 자료 수집하기, 자료 분석 및 해석하기, 결론 도출 및 일반화하기
과학적 문제 해결력	일상생활 속 과학적 문제 파악하기, 자료 선택 및 평가하기, 문제해결방안 제시하기, 실천방법 모색하기
과학적 의사소통 능력	다양한 의사표현 방법 사용하기, 과학적 근거로 논증하기, 상대방의 의견 수용 및 조율하기, 다양한 매체 속 정보 이해하기
과학적 참여와 평생학습능력	공동체 문제 이해하기, 사회적 이슈에 대해 이야기하기, 자기 주도적이고 지속적으로 참여하기, 새로운 과학기술에 적응하고 활용하기

Table 3. The example of science writing based on science core competencies

주제명	관련 핵심역량 요소
사막탐험 계획 세우기	과학적 사고력, 과학적 의사소통능력, 과학적 참여와 평생학습능력
<p>○○교육청에서는 사막을 탐험할 수 있는 기회를 제공합니다. 아래의 조건에 맞는 계획서를 제출한 팀을 대상으로 심사한 후 입상자에게는 두바이 항공권과 10일 동안 사막에서 생활할 수 있는 비용을 지원합니다. 다음 조건을 참고하여 모듈별 사막탐험 계획서를 작성해 보시오.</p> <ul style="list-style-type: none"> · 계획서에 포함되어야 할 내용 <ul style="list-style-type: none"> - 하루 동안의 사막의 기온 변화를 예상하고, 이에 대한 대비책을 고려하여야 합니다. - 사막의 자연 환경을 고려하여 탐험에 필요한 준비물과 그 용도를 포함시켜야 합니다. - 출발지와 목적지를 명시하고, 이동 경로를 제시하여야 합니다. 	

글쓰기는 ‘날씨와 우리 생활’ 단원에 적용된 ‘사막탐험 계획 세우기’ 주제로 사막탐험을 위한 계획서를

작성하되, 사막의 기온 변화, 사막의 자연 환경, 탐험 이동 경로 등을 포함하여 설득력 있는 계획을 수

립해 보도록 요구하고 있다. 관련 핵심역량 요소는 과학적 사고력, 과학적 의사소통능력, 과학적 참여와 평생학습능력 등이다. 이 문항은 사막의 날씨가 모래의 밤낮 온도 변화에 따른 일교차의 영향을 크게 받는다는 과학적 사실을 반영하여 효과적인 대비책과 준비물을 서술하는 것을 목표로 한다. 학생들이 탐험에 필요한 대비책과 준비물을 서술하는 과정에 사막 기후의 특성을 고려하고, 대비책에 타당한 논리가 제시되어야 하므로 과학적 사고력이 요구되며, 계획서를 작성하는 과정에서 모둠별 논의와 활발한 의사소통 과정이 필수적이기 때문에 과학적 의사소통능력이 요구된다. 또한 사회 공동체의 일원으로 과학적 지식에 바탕을 둔 의사결정 과정에 참여하고, 과학적 개념을 활용하여 사막 탐험이라는 공동의 관심사에 참여하고 학습해 나가는 과정이므로 과학적 참여와 평생학습능력 요소와 밀접한 관련성을 가진다고 볼 수 있다.

3. 검사 도구

1) 과학탐구능력 검사

과학핵심역량 기반의 과학 글쓰기 활동이 과학탐구능력에 미치는 효과를 확인하기 위해 Kwon & Kim(1994)이 초등학교 고학년과 중학생을 대상으로 개발한 TSPS(Test of Science Process Skill) 검사 도구를 사용하였다. 이 검사 도구는 4지 선택형 30문항이며, 기초탐구과정을 측정하는 15문항과 통합탐구과정을 측정하는 15문항으로 구성되어 있다. 검사지에 대한 Spearman-Brown의 신뢰도 계수는 0.68이다.

2) 자기주도적 학습능력 검사

Guglielmino(1977)의 자기주도적 학습 준비도 검사와 Kim & Park(2003)의 초등학교 고학년용 자기주도 학습능력 진단 척도를 통합하고 재구성하였다. 이 검사 도구는 리커트 척도 방식의 총 19문항으로 구성되며, 하위 요소로 주인공식 4문항, 메타인지 4문항, 정보탐색 5문항, 내재적 동기 및 자기성찰 6문항 등으로 이루어져 있다. 각 척도별로 1~5점까지의 점수를 부여하여 정량화하였다. 자기주도적 학습능력 검사 문항에 대한 Cronbach' α 값은 0.892이다.

3) 과학적 태도 검사

과학적 태도 검사는 Kim *et al.*(1998)이 초등학생들의 정의적 특성을 평가하기 위해 개발한 도구를 사용하였다. 검사지는 호기심, 개방성, 비판성, 협동성, 자신성, 끈기성, 창의성 등 7가지의 하위 요소로 구성되며, 각 하위 요소별 문항수는 3개씩이다. 이 검사 도구는 리커트 척도 형식의 총 21문항으로 이루어져 있으며, 긍정적 문항이 18개, 부정적 문항이 3개이다. 검사지에 대한 Cronbach's α 는 0.870이다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 과학탐구능력에 미치는 영향

비교 집단과 핵심역량 요소 기반의 글쓰기를 적용한 실험 집단 사이에 과학탐구능력의 차이를 비교해 본 결과는 Table 4와 같다. 글쓰기 전후 두 집단 사이에 과학탐구능력의 유의한 차이는 나타나지 않았으며, 하위 영역인 기초탐구능력과 통합탐구능력에 대해서도 마찬가지였다.

과학 글쓰기의 도입과 관련한 여러 선행 연구들(Cheon & Son, 2004; Gunel *et al.*, 2009; Jang & Shin, 2009; Prain & Hand, 1996)에서는 글쓰기가 학습자의 사고력, 창의력 등과 같은 인지적 능력뿐만 아니라, 과학적 태도, 과학탐구능력의 향상에도 긍정적인 영향을 주는 것으로 보고하고 있다. 이 중 과학탐구능력의 향상과 관련해서는 주로 통합탐구능력의 측면에 대한 논의가 많은데, 기초탐구능력의 경우 그 특성상 직접적인 관찰이나 실험을 포함하는 조작적인 활동과의 연관성이 높기 때문에 글쓰기와 상관관계는 제한적일 수밖에 없다. 따라서 과학탐구능력의 배양을 염두에 둔 과학 글쓰기 활동이라면 학습자가 탐구 과정을 직접 설계하거나 얻은 자료를 변환하고, 이를 재구성하여 다양한 형식으로 표현해 볼 수 있는 맞춤형 글쓰기 전략에 대한 고려가 중요하다. 더 나아가 본인의 글쓰기 결과물을 최종적으로 종합하여 포괄적인 의미를 제시하고, 본인의 사고나 과학적 원리를 일반화하는 기회를 가질 수 있는 통합적인 활동의 구성이 과학탐구능력의 향상에 필수적일 것으로 생각된다.

2. 자기주도적 학습 능력에 미치는 영향

실험 집단과 비교 집단의 자기주도적 학습 능력의 차이를 비교한 결과는 Table 5와 같다. 사후 검사에서 실험 집단은 비교 집단에 비해 통계적으로 유

Table 4. The *t*-test results of science process skills

영역	검사구분	평균(표준편차)		<i>t</i>	<i>p</i>
		실험집단	비교집단		
과학탐구능력 전체	사전	17.76(5.46)	15.68(4.13)	1.520	.135
	사후	19.44(5.28)	19.12(3.54)	.252	.802
기초 탐구능력	사전	9.52(3.07)	8.52(2.80)	.120	.235
	사후	11.20(2.57)	10.92(2.23)	.411	.683
통합 탐구능력	사전	8.24(3.05)	7.16(2.13)	1.452	.153
	사후	8.24(3.42)	8.20(2.20)	.049	.961

Table 5. The *t*-test results of self-directed learning ability

영역	검사구분	평균(표준편차)		<i>t</i>	<i>p</i>
		실험집단	비교집단		
자기주도학습능력 전체	사전	2.89(.42)	2.92(.38)	-.527	.499
	사후	3.15(.45)	2.91(.46)	2.053*	.043
주인의식	사전	2.90(.49)	2.85(.51)	.171	.641
	사후	3.14(.40)	2.88(.39)	2.065*	.042
메타인지	사전	2.87(.61)	2.89(.41)	-.015	.819
	사후	3.12(.54)	2.75(.49)	2.101*	.039
정보탐색	사전	2.91(.50)	3.00(.47)	-.474	.638
	사후	3.19(.35)	3.04(.31)	2.034*	.045
내재적 동기 및 자기성찰	사전	2.89(.47)	2.92(.43)	-.513	.518
	사후	3.15(.43)	2.96(.79)	1.413	.131

* $p < .05$.

의한 자기주도적 학습 능력 차이를 나타내었으며 ($p < .05$), 하위 영역의 주인의식, 메타인지, 정보탐색에서 긍정적인 효과를 나타내었다.

하위 영역 중 주인의식은 본인이 속해 있는 조직과 해야 하는 일에 대해 소속감과 사명감을 갖고 주도적으로 임하는 자세를 말한다. 따라서 Table 5의 결과는 핵심역량에 바탕을 둔 글쓰기가 기존 글쓰기와 차별화하여 타인의 조력을 최소화하고 학습자의 자발적이고 주도적인 참여를 효과적으로 자극하고 있음을 알 수 있다. 주인의식은 자아정체성과 자신감을 가지고 자신의 삶에 필요한 기초 능력과 자질을 갖추어 자기 주도적으로 살아가는 것을 가능하게 하므로 다양한 집단 속에서 적극적으로 상호 작용할 수 있는 과학적 의사소통 능력의 신장

과 밀접한 관계가 있으며, 한편으로는 과학기술의 사회적 문제에 대해 책임감 있게 행동하기 위해 자율적으로 주도하여 참여하는 것을 가능하게 함으로써 과학적 참여와 평생학습 능력의 신장에 기여할 수 있을 것으로 생각된다.

메타인지는 과학적 사고력의 핵심으로, 사고력이 높은 사람들은 문제의 쉽고 어려움에 따라 다양한 사고 전략을 구사하며, 가능한 한 여러 단서를 탐색하고 활용해 문제를 해결하려 한다. 핵심역량 요소 기반 과학 글쓰기 활동의 적용은 이러한 학습자의 메타인지 향상에 유의한 효과성을 나타내었으며($p < .05$), 이는 탐구적 과학 글쓰기가 학습자의 문제 해결을 위한 메타인지의 활용에 긍정적이라는 연구들(Lee & Kim, 2014; Park & Jeong, 2012)과도 같은

맥락이다. 본 연구에서는 이미 배운 내용을 단순히 확인하고 점검하는 글쓰기가 아니라, 이를 바탕으로 새로운 문제를 해결할 수 있는 창의적인 사고를 요구하는 글쓰기 패턴이 제시되면서 자신의 생각이 유용한지 다시 한번 점검해보는 메타인지 영역에 긍정적인 영향을 준 것으로 사료된다.

또한 본 연구의 과학 글쓰기는 학습자의 정보탐색 능력 향상에도 긍정적인 영향을 미친 것으로 나타났다($p < .05$). 정보탐색 능력은 과학 글쓰기 주제와 관련한 정보를 수집·분석하고, 이중 의미 있는 정보를 찾아내 적절히 활용할 수 있는 능력을 말하는데, 학생들은 글쓰기 주제에 대한 사전 탐색 과정을 통해 이와 관련된 능력을 발전시킨 것으로 보인다. 이를 바탕으로 일상생활의 문제를 해결하기 위해 문제와 관련 있는 다양한 정보와 자료를 수집, 분석, 선택, 조직하여 가능한 해결 방안을 제시할 수 있는 과학적 문제 해결력의 신장에도 기여할 수 있을 것으로 기대된다. Fig. 2는 이와 관련한 글쓰기 결과물의 예시를 보여주고 있다.

이처럼 과학 글쓰기는 자신의 생각을 단순히 글로 표현해 보는 것 이상으로 피상적인 느낌의 탐구를 실제적으로 경험하면서 과학적으로 사고하는 방법이 무엇인지를 배우며, 다른 구성원들과의 논의 과정을 통해 과학적으로 소양 있는 참여자가 되고,

이를 통해 과학적 의사소통능력을 신장시킬 수 있는 기회를 부여받는다(Leinke, 1990; Norris & Phillips, 2003; Wellington & Osborne, 2001)에서 과학과 핵심역량의 신장을 위한 효과적인 도구가 될 수 있음을 확인할 수 있었다.

3. 과학적 태도에 미치는 영향

실험 집단과 비교 집단 사이에 과학적 태도의 차이를 비교한 결과는 Table 6과 같다. 사후 검사에서 실험 집단은 비교 집단에 비해 과학적 태도에서 유의한 평균의 차이를 나타내었으며($p < .05$), 하위 영역의 호기심, 비판성, 협동성, 자신성, 창의성 등에서 긍정적인 효과가 있는 것으로 분석되었다. 이것은 다양한 유형의 과학 글쓰기가 과학적 태도 향상에 효과적이라고 한 선행 연구(Kim *et al.*, 2012; Lee *et al.*, 2011)나 과학적 태도 중 특히 호기심, 비판성, 협동성, 창의성 등에 긍정적이라고 한 Jang & Shin (2009)의 연구와도 같은 맥락을 보이는 결과이다.

본 연구에서는 과학 글쓰기의 주제 성격을 실생활 적용 사례 중심으로 설정하여 학습자의 호기심을 적절하게 자극할 수 있었고, 핵심역량 요소를 전략적으로 반영한 의도적 구성이 과학적 사고력과 과학적 문제해결력의 바탕이 되는 비판성과 창의성을 향상시켰으며, 과학적 참여와 밀접한 관련성이

과속단속카메라는 차량 감지선을 통해 달리는 자동차의 속도를 측정합니다. 여러분이 배운 내용을 바탕으로 시간과 거리의 관계를 이용해 과속단속카메라의 원리를 설명해 보시오.

고정식 과속단속 카메라는 종류가 다양하다
 먼저 일반적인 고정식 과속단속 카메라는 도로 상에 설치돼 있는 고정 연속 카메라가 흔히 차량의 속도를 측정하는 것으로 알고 있지만, 고정식 연속 카메라란 도로에 센서를 설치하여 속도를 개선한 후 속도가 초과하면 시간을 재고 기록하는 기계이다

(구간 과속단속 카메라)
 구간속카메라는 연속 구간이 시작되는 첫지점과 끝 지점의 통과 시간을 기본으로 구간의 평균속도를 계산해 과속 여부를 측정하는 것이다. 개선된 속도 = 측정할 때 개선된 시간보다 통과한 차량시간이 짧으면 연속 과속이 되는 것이다. 예를 들어 속도 100km를 제한속도인 80km 구간이 100km라고 한다면, 운전자는 시간, 또는 그 이상의 시간이 걸려야 제단 속도 내에서 해당 구간을 통과한 것입니다. 하지만 100km에 종료 시간을 통과하면 제한속도를 넘어 과속했다는 것이다.

Fig. 2. The example of science writing output based on science core competencies.

Table 6. The *t*-test results of scientific attitude

영역	검사구분	평균(표준편차)		<i>t</i>	<i>p</i>
		실험집단	비교집단		
과학적 태도 전체	사전	2.79(.49)	2.72(.46)	.192	.684
	사후	3.04(.32)	2.88(.39)	2.109*	.036
호기심	사전	2.97(.54)	2.94(.48)	.157	.775
	사후	3.17(.48)	3.06(.42)	2.057*	.043
개방성	사전	2.57(.65)	2.40(.54)	.203	.749
	사후	2.70(.32)	2.59(.58)	1.503	.127
비판성	사전	2.69(.86)	2.61(.77)	.346	.598
	사후	2.94(.57)	2.69(.49)	2.198*	.026
협동성	사전	2.69(.76)	2.66(.63)	.064	.894
	사후	3.21(.40)	2.91(.40)	2.264*	.018
자진성	사전	3.08(.60)	2.96(.74)	.163	.768
	사후	3.28(.30)	3.03(.38)	2.201*	.029
끈기성	사전	2.77(.90)	2.73(.75)	.081	.884
	사후	2.97(.75)	2.89(.60)	1.381	.235
창의성	사전	2.80(.71)	2.73(.70)	.101	.805
	사후	3.02(.80)	2.91(.32)	2.089*	.041

* $p < .05$.

있는 협동성과 자진성에도 긍정적인 영향을 준 것으로 생각된다. 또한 글쓰기를 매개로 한 학습자끼리의 상호 작용은 학습자의 비판적 사고와 개방성을 함양시키고(Anderson *et al.*, 2001), 과제에 대한 가치 인식을 높이며, 자기 효능감을 높여줌으로써 궁극적으로는 학습자의 핵심역량을 배양하는 모티브로 작용할 수 있다는 사실을 유추해 볼 수 있다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 2015개정 과학과 교육과정의 본격적인 실행에 앞서 과학과 핵심역량 요소를 배양할 수 있는 중요한 수업 활동의 하나로 과학 글쓰기를 도입하여 이의 적용 효과를 살펴보고자 하였다. 개발된 과학 글쓰기 활동은 초등학교 과학 교과서 5학년 2학기에 제시된 4개 단원의 내용을 기반으로 총 12차시 분량으로 구성하고 있다. 개발된 모든 글쓰기 주제에서 과학적 사고력은 필수 핵심역량 요소로 반영되었고, 이외에 주제별로 1~2개 정도의 핵

심역량 요소가 추가되었다. 이의 적용에 따른 결과는 다음과 같다.

첫째, 과학과 핵심역량 요소를 기반으로 한 과학 글쓰기는 학습자의 과학탐구능력 향상에 유의한 효과를 나타내지 못하였다. 조작적 실험이 아닌, 글쓰기 활동만을 통해 기초탐구능력을 향상시키기에는 한계가 있는 것이 사실이다. 그러나 탐구 설계, 자료 변환, 자료 해석 등의 통합탐구능력과 높은 관련성이 있거나 혹은 사고 실험의 과정이 충실하게 반영된 맞춤형 글쓰기 주제의 개발이 병행된다면 이의 적용이 초등학생들의 과학탐구능력의 향상에도 일정부분 기여할 수 있을 것으로 기대해 볼 수 있다.

둘째, 핵심역량 기반의 과학 글쓰기는 학습자의 자기주도적 학습 능력 향상에 효과적이며, 하위 영역 중에서 주인의식, 메타인지, 정보탐색 능력의 향상에 긍정적으로 작용하고 있음을 알 수 있었다. 기존 글쓰기와 차별화 된 활동은 학습자의 자발적이고 주도적인 참여를 유도하고, 창의적인 사고를 요구하는 글쓰기 패턴으로 인해 메타인지의 향상에

도 도움을 주었으며, 관련 정보를 수집하고 분석하는 능력을 향상시킬 수 있음을 알 수 있었다. 과학적 사고력의 중요한 범주로 여겨지는 논리적, 창의적 사고력을 기르기 위해서는 다양한 인지과정을 활용하는 글쓰기 전략의 개발이 절실하며, 이러한 산물이 교과서에도 적극적으로 반영되어야 할 필요가 있겠다.

셋째, 핵심역량 기반의 과학 글쓰기는 학습자의 과학적 태도에 긍정적인 영향을 주며, 하위 영역으로 호기심, 비판성, 협동성, 자진성, 창의성 등의 신장에 효과가 있는 것으로 나타났다. 글쓰기 과정에서 과학관련 정보를 획득하고, 이를 공유하는 과정을 통해 협동심을 키우며, 스스로 학습할 수 있는 능력에 대한 자신감과 믿음을 가지게 될 뿐만 아니라, 다양한 과학적 해결책을 찾는 과정에서 열린 사고를 지향하게끔 하는 것은 2015개정 교육과정에서 제시하고 있는 과학과 핵심역량의 목표와도 잘 부합되는 것으로 판단된다.

이상의 결과로 볼 때, 핵심역량 기반의 과학 글쓰기를 통해 학습자는 과학적으로 사고하는 훈련과 연습을 실행하고, 자신의 언어를 사용하여 자기의 생각을 과학적으로 설명하고 정당화하는 기회를 가지게 되며, 습득한 과학적 개념에 대해 애착을 가지는 일련의 과정을 경험함으로써 과학과 핵심역량을 효과적으로 기를 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 과학 글쓰기 활동의 적용시 핵심역량 요소와의 관련성을 충분히 고려하여 고차원적이고 단계적인 사고 과정이 글쓰기에 충분히 녹아들 수 있게 하고, 다양한 상황에서 자신의 생각을 효과적으로 표현하고, 다른 사람과 생각을 공유할 수 있는 기반을 제공해 주는 것이 무엇보다 중요할 것으로 본다. 초등학교 교사들의 경우 과학 글쓰기를 단순히 과학 지식이나 탐구 방법을 활용한 글쓰기 정도로 인식하는 경우가 많은데(Song et al., 2011), 이러한 인식을 개선하고 과학 글쓰기를 핵심역량 배양을 위한 중요한 방법론으로 발전시켜 나가기 위해서는 다양한 과학적 경험, 과학사 자료, 신문 기사 등의 읽기 자료와도 적극적으로 연계하여, 학습자가 선호하는 유형과 내용 설명 방식에 대해 깊이 있는 연구가 병행되어야 할 것이다.

참고문헌

- Ahn, J. & Park, J. (2017). Elementary school teachers' recognition for the implementation of 2009 revised national science curriculum. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 36(1), 49-60.
- Anderson, T., Howe, C., Soden, R., Halliday, J. & Low, J. (2001). Peer interaction and the learning of critical thinking skills in further education students. *Instructional Science*, 29, 1-32.
- Boyd, S. & Watson, V. (2006). Shifting the frame: Exploring integration of the key competencies at six normal schools. New Zealand: New Zealand Council for Education Research.
- Chae, H. & Noh, S. (2015). Analysis of the conceptual definition in cross-curricular and science core competency. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 15(7), 23-40.
- Cheon, J. (2006) *Science writing activities for developing scientific thinking*. (Master's Thesis). Gyeongsang National University.
- Cheon, J. & Son, J. (2004). A type analysis of creative thinking abilities in science writing -With focus on middle school science textbooks-. *Journal of Curriculum and Evaluation*, 7(2), 285-304.
- Choi, Y. & Lim, H. (2013). Analysis of elementary students' expressive writing in the wrap-up stage in science classes. *Journal of Science Education*, 17(3), 891-908.
- Dubois, D. D. (1993). Competency-based performance improvement: A strategy for organizational change. Amherst, MA: HRD.
- Griffin, P., McGaw, B. & Care, E. (2012). Assessment and teaching of 21st century skills. New York: Springer.
- Guglielmino, L. M. (1977). *Development of the self-directed learning readiness scale*. (Doctoral Dissertation). The University of Georgia.
- 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.
- Jang, H. & Shin, Y. (2009). Effect of the activity after reading books on science toward creativity. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 28(2), 187-196.
- Kim, D. & Kim, S. (2017). Understanding and issues on core competency and competency-based curriculum in higher education. *The Journal of Core Competency Education Research*, 2(1), 23-45.
- Kim, H., Byeon, J. & Kwon, Y. (2012). The effect of class based on creative science writing for the interest in biology and the scientific attitude. *Journal of Science*

- Education*, 36(2), 198-215.
- Kim, H., Jeong, W. & Jeong, J. (1998). National assessment system development of science-related affective domain. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 18(3), 357-369.
- Kim, J., Ko, Y. & Lee, H. (2017). Enhancing student key competencies through socio scientific issues instruction. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 17(8), 339-362.
- Kim, J. & Park, Y. (2003). Validation of self-directed learning ability diagnostic scale for elementary higher graders. *Journal of Educational Evaluation*, 16(1), 183-199.
- Klein, P. D. (1999). Reopening inquiry into cognitive processes in writing-to-learn. *Educational Psychology Review*, 11(3), 203-270.
- Kwak, Y. (2012a). Research on ways to improve science teacher education to develop students' key competencies. *Journal of Korean Earth Science Society*, 33(2), 162-169.
- Kwak, Y. (2012b). Research on ways to improve science teaching methods to develop students' key competencies. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(5), 855-865.
- Kwak, Y. (2013). Ways of restructuring key competencies for a revision of science curriculum. *Journal of Korean Earth Science Society*, 34(4), 378-387.
- Kwon, J. & Kim, B. (1994). The development of an instrument for the measurement of science process skills of the Korean elementary and middle school students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 14(3), 251-264.
- Lee, E. (2016). The fourth industrial revolution and changes in the industrial structure. *Korea Information Society Development*, 28(15), 1-22.
- Lee, E. & Kim, Y. (2014). The effects of science writing heuristic class on the metacognition and scientific creativity. *Journal of the Korean Society of Earth Science Education*, 7(1), 54-63.
- Lee, S., Kim, E. & Jang, H. (2011). The effects of science writing heuristic(SWH) instruction on elementary school students' science process skills and scientific attitude. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 30(4), 589-600.
- Lenke, J. (1990). *Talking science: Language, learning and values*. Norwood, NJ: Ablex.
- Luke, A. & McArdle, F. (2009). A model for research-based state professional development policy. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 37(3), 1-21.
- Ministry of Education (2015). Science curriculum based on the 2015 revised curriculum. Notification No. 2015-74. Seoul: Ministry of Education.
- Ministry of Education, Science and Technology (2011). Science education curriculum. Notification No. 2011-361. Seoul: Ministry of Education, Science, and Technology.
- Naver Online Dictionary (2017). Competency. Retrieved September 1, 2017 from <http://dic.naver.com>
- Norris, S. P. & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87(2), 224-240.
- OECD (2003). Definition and selection of competencies: Theoretical and conceptual foundation. OECD: Paris.
- OECD (2006). *Schooling for tomorrow: Think scenarios, rethink education*. OECD: Paris.
- Park, G. & Park, Y. (2017). The development and its application of analysis tool for the components of science core competency: Analysis on science core competency presented in STEAM program. *Oral Session presented at the 2017 KASE Conference*, Tongyeong, Korea.
- Park, J., Yoon, J. & Kang, S. (2014). The development on core competency model of scientist and its verification for competency-based science gifted education. *Journal of Gifted/Talented Education*, 24(4), 509-541.
- Park, S. & Jeong, Y. (2012). The effect of science writing heuristic(SWH) on scientific Inquiry skills, logical thinking, and metacognition of middle school students. *Biology Education*, 40(3), 367-383.
- Prain, V. (2006). Learning from writing in secondary science: Some theoretical and practical implication. *International Journal of Science Education*, 28(2), 179-201.
- Prain, V. & Hand, B. (1996). Writing for learning in secondary science : Rethinking practices. *Teaching and Teacher Education*, 12(6), 609-626.
- So, K., Lee, S., Lee, J. & Heo, H. (2010). Review on curriculum reform in the New Zealand: Implementation of key competencies-based curriculum. *Korean Journal of Comparative Education*, 20(2), 27-50.
- Song, Y., Yang, I., Kim, J. & Choi, H. (2011). A study of the elementary school teachers' perception of science writing. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 31(5), 788-800.
- Wellington, J. & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham.: Open University Press.