

과학 읽기 자료를 이용한 협력적 문제해결 중심 과학 수업이 초등학교 학생들의 과학 읽기 능력에 미치는 영향

박지훈 · 전재경 · 이수진 · 남정희[†]

Effect of Collaborative Problem-Solving for Competency Instruction Strategy Using Science Reading Text on Elementary School Students' Science Reading Ability

Park, Jihun · Jun, Jaekyoung · Lee, Sujin · Nam, Jeonghee[†]

국문 초록

이 연구는 과학 읽기 자료를 이용한 협력적 문제해결 중심 과학 수업이 초등학교 학생들의 과학 읽기 능력에 미치는 영향을 알아보는 것을 목적으로 하였다. 연구 대상은 초등학교 5학년으로 실험집단은 과학 읽기 자료를 이용한 협력적 문제해결 중심 과학 수업을 실시하였고 비교집단은 교과서에 바탕을 둔 과학 수업을 실시하였으며 과학 읽기 능력 검사지, 모둠별 논의과정 녹음본과 수업 녹화본을 수집하여 분석하였다. 연구 결과, 과학 읽기 자료를 이용한 협력적 문제해결 중심 과학 수업은 초등학교 학생들의 과학 읽기 능력의 향상에 효과가 있었다. 과학 읽기 능력 검사 결과, 총점 및 3개 하위 요소 모두에서 실험집단은 비교집단보다 통계적으로 유의미하게 높게 나타났으며, 특히 높은 수준의 인지 과정에 속하는 ‘성찰 및 평가’와 ‘통합 및 해석’이 큰 비율로 증가하였다. 학생들은 이 수업에서 교사가 제시한 자료를 읽고 읽은 내용을 바탕으로 논의에 참여하며, 읽은 내용과 읽기 과정에 대한 반성을 하게 된다. 이러한 과정에서 학생들의 과학 읽기 능력이 향상된 것으로 보인다.

주제어: 협력적 문제해결 교수 전략, 초등과학 수업, 읽기 능력

ABSTRACT

This study aimed to investigate how elementary school students' science reading ability is influenced by collaborative problem-solving for competency instruction strategy using science reading text. This study recruited two groups of elementary students in fifth grade. The experimental group underwent an instruction strategy using science reading text, while the comparative group experienced a science class using a textbook. Afterward, data from the science reading ability tests, voice recordings of the discussion process involving each group, and class videos were collected and analyzed. The results showed that science classes that used collaborative problem-solving for their competency instruction strategy via science reading text were effective in enhancing elementary school students' science reading ability. Meanwhile, the science reading ability test results indicated that the experimental group had statistically higher total scores than the comparative group in the three subelements, especially "introspection and evaluation" and "integration and interpretation" owing to their significant improvement in high-level cognitive processes. In these classes, the students read the materials that the teacher provided, participated in the discussion based on what they have read, and had the chance to reflect on their reading processes. Overall, students' science reading ability was enhanced through this process.

Key words: Collaborative Problem Solving for Competency Instruction Model, Elementary School Science Class, Reading Ability

2022.08.05(접수), 2022.09.23(1심통과), 2022.10.05(2심통과), 2022.10.07(최종통과)

E-mail: jhnam@pusan.ac.kr(남정희)

I. 서 론

20세기의 산업 사회에서는 체계적으로 정리된 지식을 습득하여 활용하는 것이 중요했다면, 지식 정보화 사회인 현대 사회에서는 수시로 급변하며 범람하는 지식과 정보 중에서 필요한 것을 선별하고 이를 융합하여 새로운 지식을 창출하는 것이 중요하다(Raphael *et al.*, 2009). 텍스트는 인류가 정보를 표현하고 전달해온 대표적인 수단으로 상당한 양의 데이터가 이미 텍스트로 기록되어 있으며, IT 기술의 발달은 소셜 미디어 등을 중심으로 한 텍스트 정보의 생산과 유통을 크게 확대시켰다(Kim *et al.*, 2017). 따라서 지식 정보화 사회에서 다양한 텍스트 정보 중 자신의 목적에 맞도록 읽은 내용을 이해하고 평가하는 등의 읽기 능력은 매우 중요하다(Eshet, 2004).

OECD는 국제학업성취도평가 연구(PISA)를 통해 현대 사회를 살아가는 데 필요한 역량으로 수학 및 과학과 함께 읽기 능력을 평가하고 있다. PISA 2018에서 우리나라는 OECD 37개국 중 수학 5~9위, 과학 6~10위, 읽기 6~11위로 상위권을 유지하여 우리나라의 교육이 국제 비교에서도 경쟁력을 갖추고 있음을 보여 주었다. 그러나 검사 시기별 추이를 볼 때, 읽기 능력의 경우 2009년부터 지속해서 평균 점수가 하락하여 PISA 2018의 읽기 점수는 PISA 2009와 비교하여 25점이 하락하였다(OECD, 2019). 특히 하위 수준으로 간주되는 '2수준' 미만 학생의 비율은 다른 PISA 상위권 나라와 비교할 때 높은 편이며, 그 비율 역시 꾸준히 증가하고 있다는 것은 매우 심각한 문제가 아닐 수 없다.

도구 성격을 갖는 읽기 능력의 저하는 교과 학습이 시작되는 초등학교 학생에게는 더욱 심각한 문제가 될 수 있다. 선행 연구에 의하면 초등학교 1학년 학생의 20%가 기초 읽기 능력에 어려움을 겪는 것으로 알려졌다(Lee *et al.*, 2017), 특히 코로나 19로 인한 장기적 학교 폐쇄 등으로 초등학교 학생의 63~68% 정도가 학업 성취가 감소할 것으로 예측하기도 하였다(Kuhfeld *et al.*, 2020).

읽기 능력의 저하는 초등학교 학생들의 과학 학습에도 큰 영향을 줄 수 있다. 2015 개정 교육과정의 '과학'의 성격을 보면 과학 과목을 '과학적 소양을 기르기 위한 교과'로 정의하고 있다(Ministry of Education, 2015). 과학적 소양은 '자연 세계와 인간

활동으로 초래된 자연의 변화를 이해하고 의사결정을 내리는 데 도움을 주기 위하여 과학적 지식을 활용하고 문제를 인식하며 증거에 기초한 결론을 내릴 수 있는 능력'을 말한다(OECD, 2000). 즉 과학적 소양을 갖춘 사람은 우리 주변의 과학 관련 이슈와 관련된 논의나 의사결정에 적극적으로 참여하여 과학적으로 판단하고 의사결정을 할 수 있는 사람이다(Korea Institute Of Curriculum & Evaluation, 2015). 따라서 과학적 이슈와 관련된 다양한 자료를 읽고 이해하며 평가할 수 있는 능력은 과학적 소양에 필수적인 능력으로 과학교육 목표의 달성에 있어서 읽기 능력은 매우 중요하다고 볼 수 있다.

그러나 우리나라의 경우 읽기 능력과 관련된 교육은 국어 교과에서만 한정적으로 이루어지며 국어 이외의 교과의 경우 교과와 관련된 읽기 활동이 교육과정에 제시된 경우가 매우 적기 때문에 학교 수업 시간에 교과 내용에 대한 읽기 활동이 이루어지는 경우는 매우 제한적이다(Korea Institute Of Curriculum & Evaluation, 2021). 특히 과학 수업에서 과학 내용과 관련된 읽기 활동은 교과 내용을 이해하기 위하여 교과서를 읽는 것이 대부분이다. 과학 교과서에 사용되는 텍스트는 설명식 텍스트, 내러티브 텍스트, 혼합식 텍스트, 논쟁적 텍스트로 구분되지만(Avraamidou & Osborne, 2009), 정해진 지면 내에서 과학 지식과 관련된 탐구와 결과를 가능한 압축적으로 표현해야 하므로(Lee & Maeng, 2022) 설명식 텍스트가 가장 많이 사용되고 있다(Korea Institute Of Curriculum & Evaluation, 2015; Wellington & Osborne, 2001). 선행 연구에서 과학 교과서의 텍스트 중 90%가 설명식 텍스트로 구성되어 있으며 약 10% 미만의 빈도로 내러티브 텍스트로 진술되었다고 보고하였다(Son, 2013). 텍스트 내 문장 간의 관계가 명시적인 설명식 텍스트의 경우 대부분은 짧은 글로 구성되어 있어서 문장 간의 관계 파악을 위하여 많은 추론을 할 필요가 없다(Ozuru *et al.*, 2009). 특히 우리나라 초등 과학 교과서의 경우 다른 나라와 비교할 때 삽화나 그림은 많고, 글은 적은 편이며(Kwon & Cho, 2011; Lee & Kwon, 2013), 문장의 길이가 비교적 짧고 단문의 비율은 높은 것으로 나타났다(Yoon & Hong, 2021). 또한, 교육과정이 거듭될수록 텍스트의 양도 점점 줄어들고 있으므로(Lee *et al.*, 2007), 과학 교과서에서 학생들이 텍스트 읽기를 통해서 내용을 이해해

야 하는 경험이 줄게 되어 과학 교과서를 통한 과학 수업에서 학생들의 읽기 능력의 발달은 기대하기 어렵다고 볼 수 있다.

선행 연구를 볼 때 국어 교과에서 주로 담당하는 읽기 학습(Learning to read)과 수학 및 과학과 같은 교과에서 이루어지는 학습을 위한 읽기(Reading to learn)가 상호 보완적으로 일어날 때 각 교과 영역에서의 읽기 능력이 강화할 수 있으므로(Alvermann *et al.*, 2004), 학교 교과 교육을 통해 읽기 능력을 체계적으로 개발할 필요성이 제기되고 있다(Park, 2003; Alvermann *et al.*, 2004; Vacca & Vacca, 2008; Mckenna & Robinson, 1997; Jacobson, 1998).

이러한 관점에서 협력적 문제해결 교수전략(Collaborative Problem solving for Character Competency: CoProC)은 학생들의 과학 수업에서 읽기 능력을 길러줄 수 있는 학습 방법으로 사용될 수 있을 것으로 판단된다. 협력적 문제해결 교수전략은 과학 수업에서 논의 활동을 기반으로 구성원과 협력하여 주어진 문제를 해결하는 협력적 문제해결 과정을 수행함으로써 과학적 문제 해결력과 함께 학생들의 인성 역량을 함양하기 위해서 개발되었다(Kwon & Nam, 2017). 학생들은 협력적 문제해결 교수전략 수업에서 학급의 공동 문제를 논의 및 협력을 수행하며 해결한다. 이러한 과정에서 학생들은 다른 학생과 협동하고 서로 배려하며, 다른 사람을 설득하는 경험을 갖게 된다. 또한, 자신의 활동 전반을 되돌아보는 단계를 통하여 자신이 배운 지식뿐만 아니라 태도를 되돌아보는 기회를 가지게 된다. 협력적 문제해결 교수전략은 소재와 활동의 성격에 따라 CoProC-A형과 CoProC-B형으로 구분된다(Kwon & Nam, 2017). CoProC-A형은 과학적 결론을 도출하기 위한 수업으로 학생들은 이를 위하여 실험을 설계하고 수행하는 활동을 진행한다. CoProC-B형은 주로 사회과학적 이슈(Socio-Scientific Issue, SSI)에 대한 해결안을 제시하는 수업으로 학생들은 SSI와 관련된 과학 텍스트를 읽고 자신에게 필요한 정보를 추출하며, 자신의 주장을 지지하기 위하여 필요한 추가 자료를 수집하는 활동 등을 수행한다. 이때 사용되는 읽기 자료는 교과서가 아닌 과학 관련 신문 기사, 과학 칼럼 등으로 학생들은 주어진 글을 읽고 자신이 읽은 내용과 상대방이 읽은 내용을 비교하는 협력 읽기 과정을 거치게 되며 자료를 분석, 종합하고 논의하면서 자

신의 해결안을 결정하고 발전시켜 나간다. 즉 CoProC-B형을 이용한 과학 수업은 과학 텍스트를 읽는 것을 기반으로 이루어지며, 교사 및 학생들과의 상호작용을 통하여 자신의 읽기에 대한 반응이 지속적으로 일어나게 되므로 학생들의 읽기 능력이 향상될 수 있을 것이라 기대된다.

그러나 기존 협력적 문제해결 교수전략과 관련된 선행 연구들은 이 모형의 개발 목적에 맞춰 초, 중, 고등학교에서 협력적 문제해결 교수 모형의 적용이 인성 역량에 미치는 효과를 알아보는 연구들이 대부분이었다(Cho *et al.*, 2018; Jun *et al.*, 2021; Kwon & Nam, 2017). 인성 역량 외의 효과를 알아본 것은 Kang *et al.*(2021)의 연구에서 정의적 특성에 대한 효과를 알아본 것이 유일하며, 읽기 능력에 대하여 알아본 연구는 없었다.

따라서 이 연구에서는 과학 읽기 자료를 이용한 협력적 문제해결 교수전략(CoProC-B)을 초등학교 과학 수업에 적용하였을 때, 학생들의 과학 텍스트 읽기 능력이 어떻게 변화하는지, 과학 읽기 자료를 이용한 협력적 문제해결 교수전략의 어떠한 과정이 학생들의 읽기 능력에 영향을 주는지를 알아보고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 참여자

이 연구는 광역시에 있는 41학급, 전체 학생 수가 980명 정도로 구성된 비교적 큰 규모의 초등학교에서 5학년 학생을 대상으로 진행되었다. 실험집단과 비교집단은 각각 1개 학급씩 총 2개 학급을 선정하였으며, 각 학급은 25명으로 구성되었다. 실험집단은 ‘자유 탐구’의 일부 시간과 각 단원의 마지막에 제시된 ‘과학과 생활’ 대신 협력적 문제해결 교수전략을 적용한 5개 주제에 대해 수업을 하였고, 비교집단은 교과서의 내용대로 ‘자유 탐구’ 및 ‘날씨 용품 설계하기’, ‘천연 지시약 만들기’ 등의 과학과 생활에 제시된 내용에 대한 과학 수업을 실험집단과 동일하게 10차시로 진행하였다.

실험집단과 비교집단에서 사전 및 사후 과학 읽기 능력 검사에 참여하지 못한 학생과 1회 이상 수업에 참여하지 못한 학생을 제외하여 최종적으로 실험집단 22명, 비교집단 18명이 연구에 참여하였

다. 과학 읽기 자료를 이용한 협력적 문제해결 중심 과학 수업의 1개 주제는 총 2차시로 구성되었으며 실험집단과 비교집단은 모두 이전에 과학 읽기 및 글쓰기를 이용한 과학 수업을 수행한 경험이 없었다.

2. 과학 읽기 자료를 이용한 협력적 문제해결 교수전략의 적용

과학 읽기 자료를 이용한 협력적 문제해결 교수 전략(CoProC-B)은 준비, 문제해결, 평가의 총 3단계로 구성된다. 준비 단계에서는 모둠을 결정하고 모둠 내에서 역할을 설명하며, 문제해결 과정에 대한 규칙을 제정한다. 문제해결 단계의 문제 결정 및 공유 과정에서 학생들은 교사가 제공한 읽기 자료를 읽고 스스로 문제를 결정하며 이를 공유하면서 모둠이 결정한 문제, 학급이 해결해야 할 문제를 결정한다. 이때 학생들은 글에서 주어진 내용 이외에 사회적 맥락 및 배경 지식을 바탕으로 문제를 추론해야 한다. 학급이 결정한 문제가 정해지면 탐구 설계 및 수행 과정에서 학생들은 추가로 제공된 읽기 자료에 대한 협력 읽기 활동과 추가 자료 수집 및 공유를 수행한다. 협력 읽기 과정에서 자신과 모둠원들의 읽기 과정을 비교해 가면서 자신의 읽기에 대한 반성이 일어날 수 있으며 추가로 수집한 자료의 내용에 대한 해석을 바탕으로 해당 자료

의 유용성 등을 평가하게 된다. 의사결정 과정에서 읽기 자료를 바탕으로 자신의 입장과 근거를 설정하며 논의를 거쳐서 모둠별로 하나의 입장을 결정한다. 이후 모둠 발표 자료를 제작하며 학급 논의 준비를 하게 되는데 모둠의 입장을 지지하기 위한 증거가 어떤 것이 있는지, 상대 모둠의 입장을 반박할 수 있는 증거는 어떤 것이 있는지, 어떻게 자료를 효과적으로 이용할 수 있을지 등에 대한 논의가 이루어진다. 이때 학생들은 여러 가지 자료에 대한 통합과 성찰의 과정을 거친다. 학급 논의를 통해 학급의 입장이 정해지면 반성 글쓰기를 하면서 수업 전 과정을 되돌아보는 평가 단계를 거치게 된다. 반성 글쓰기에서는 학습한 내용, 자신의 입장 변화, 논의과정 등 수업 전반에 걸쳐서 자신의 사고와 행동에 대하여 스스로 평가하고 되돌아보는 반성이 이루어진다. CoProC-B의 각 수업 단계에 대한 내용은 Table 1과 같다(Jun *et al.*, 2021; Kwon & Nam, 2017).

과학 읽기 자료를 이용한 협력적 문제해결 교수 전략을 초등학교 과학 수업에 적용하기 위하여 사회과학적 이슈와 관련된 7개의 주제를 선정하고 활동을 개발하였다. 활동의 개발에는 과학교육 박사 2명, 과학교육 박사과정 3명, 과학교육 석사과정 2명이 참여하였다. 개발된 7개의 활동 중, 논의과정을 거쳐 ‘성형 수술’, ‘맞춤형 아기’는 초등학교 학

Table 1. Stage of CoProC-B strategy(Jun *et al.*, 2021; Kwon & Nam, 2017)

Stage	Process	Contents
Preparation	Organize groups and Set rules	<ul style="list-style-type: none"> Organizing heterogeneous groups Discussion about class rules and values for argumentation
	Role Determination and Assignment	<ul style="list-style-type: none"> Determining and allocating roles within a group through group discussion
Problem-solving	Determine problems and Share	<ul style="list-style-type: none"> Selecting a problem to solve based on a common understanding Identifying whether selected issues are aligned with learning objectives and sharing
	Design and Conduct inquiry	<ul style="list-style-type: none"> Sharing reading materials through collaborative reading, interpreting Group argumentation for inquiry Collecting additional reading materials, interpreting and sharing
	Decision making	<ul style="list-style-type: none"> Making group decisions through argumentation based on collaborative reading Re-structuring scientific knowledge and practicing character competencies and values during argumentation
	Suggest a solution	<ul style="list-style-type: none"> Presenting solutions to social scientific issues based on the group's decision Organizing materials for presentation Giving presentation and class argumentation
	Find Related Resources	Skip (done during the Problem-solving stage)
Assessment	Assessment and Reflection	<ul style="list-style-type: none"> Review the whole process of problem-solving, attitudes, character competencies Write reflective writing

생들에게 적합하지 않다고 판단하여 총 5개의 활동을 최종 선택하였다(Table 2).

실험집단은 과학 읽기 자료를 이용한 협력적 문제해결 중심 과학 수업을 실시하였으며, 1개 주제당 2차시로, 총 10차시에 걸쳐 진행되었다. 비교집단은 교과서에 제시된 주제에 대한 수업을 진행하였다. 수업 방법은 교과서에 제시된 대로 모둠 활동, 실험 등의 형태로 진행되었다. 수업 주제는 ‘자유 탐구 주제 정하기’, ‘생태계 보전 캠페인 활동’, ‘날씨 용품 설계하기’, ‘우리 학교 안내 지도 만들기’, ‘천연 지시약 만들기’로 구성되었으며 주제별로 2차시가 소요되어 실험집단과 동일하게 총 10차시에 걸쳐 수업이 진행되었다.

실험집단은 경력 12년, 비교집단은 경력 17년의 교사가 수업을 진행하였다. 실험집단 수업교사와 비교집단 수업교사가 투입 전 수업과 관련된 협의를 진행한 뒤 수업 모형 적용 여부를 제외한 다른 요인들을 최대한 동일하게 맞추어 수업을 진행하였다.

3. 검사 도구 및 분석 방법

과학 읽기 자료를 이용한 협력적 문제해결 중심 과학 수업이 초등학교 학생들의 과학 읽기 능력에 미치는 영향을 알아보기 위하여 사전 및 사후 과학 읽기 능력 검사지, 모둠별 논의과정 녹음본과, 수업 녹화본을 수집하였으며 수집된 자료에 대한 정보는 Table 3과 같다.

1) 과학 읽기 능력 검사

PISA에서 제시하는 읽기 소양(Korea Institute Of Curriculum & Evaluation, 2016)에 대한 의미와 과학 교육의 목표(Ministry of Education, 2015)를 바탕으로 이 연구에서 과학 읽기 능력을 ‘자신의 목적을 성취하고, 지식과 잠재적 능력을 계발하며, 과학·기술과 관련된 사회 문제에 참여하기 위해 과학 관련 텍스트를 이해·활용하고 텍스트를 바탕으로 평가·성찰하며, 과학과 관련된 텍스트 읽기 활동에 참여하는 능력’으로 정의하였다. 일상적인 삶의 언어와 유사한 문학 텍스트와는 달리 과학 텍스트는 전문적인 내용, 학문 및 직무 분야를 다루고 있으므로 개념과의 관계, 논리적 관계를 바탕으로 인과 구조를 이해해야 하며, 글에 필자의 의도가 직접적으로 드러나지 않는 경우가 많기 때문에 다양한 사회적 맥락 및 독자의 배경 지식을 바탕으로 추론적으로 이해해야 하므로(Lorch, 2015), 과학 텍스트를 통해서 길러지는 읽기 능력은 추론 능력이 필요한 요소로 기대된다.

과학 읽기 능력 검사를 위한 문항을 제작하기 위하여 2015 PISA에서 제시하는 읽기 능력 평가를 활용하였다. 2015 PISA 읽기 영역의 평가는 상황, 텍스트 체제, 양상으로 구분되며, 상황은 읽기 활동이 전개되는 맥락이나 목적에 따라 ‘공적’, ‘개인적’, ‘교육적’, ‘직업적’으로, 텍스트는 텍스트 자료의 외적 조건에 따라 ‘비연속적’, ‘연속적’, ‘다중’으로, 양상은 독자가 텍스트와 관계 맺는 방식을 결정하

Table 2. Topics of CoProC strategy

	Topics	Periods(40 min)
Topic 1	Nuclear power	2 Periods
Topic 2	Animal testing	2 Periods
Topic 3	Micro plastics	2 Periods
Topic 4	Genetically modified food	2 Periods
Topic 5	Artificial intelligence	2 Periods

Table 3. List of collected data

Data	Frequency	The number of Participants(or Group)	Quantity
The test of science text reading ability	2	40	80
Voice recordings from each group	5	12	60
Class video	5	1	5

는 인지적 접근의 유형에 따라 ‘통합 및 해석’, ‘성찰 및 평가’, ‘접근 및 확인’으로 구성되었다(Park, 2016). 이 연구에서 정의한 과학 읽기 능력의 정의에 따라 개발된 텍스트의 상황은 모두 ‘교육적’으로 설정하고, 수업에서 사용된 읽기 자료가 수업 주제와 관련된 사실이나 신문 기사와 같은 연속적 텍스트를 사용하였으므로 읽기 능력 검사에 사용된 텍스트 역시 연속적으로 구성되었다. 따라서 개발된 과학 읽기 능력 검사지의 문항은 독자의 인지적 접근 유형에 따른 3가지 양상에 대한 평가 문항으로 구성되었다. 1개의 텍스트는 3가지 양상(‘통합 및 해석’, ‘성찰 및 평가’, ‘접근 및 확인’)을 평가하는 문항으로 구성하였다.

문항의 제작에는 과학교육 교수 1명, 과학교육 박사 2명, 과학교육 박사과정 3명, 과학교육 석사과정 2명이 참여하여 ‘통합 및 해석’ 6문항, ‘접근 및 확인’ 7문항, ‘성찰 및 평가’ 7문항을 초안으로 개발하였으며 개발된 문항에 관한 내용 타당도 검사를 실시하였다. 내용 타당도 검사에 참여한 인원은 초등학교 교직 경력 5년 이상의 교사 30명으로 참

여한 교사의 부전공은 15명은 과학, 15명은 국어였다. 내용 타당도는 내용 타당도 지수(Content Validity Index: CVI)에 근거하여 판단하였다.

리커트 척도에서 중간 응답이 존재하는 경우 문항에 대한 심각한 고려 없이 중간 점을 선택하여 과제를 완수하는 경향이 증가하므로(Krosnick & Fabrigar, 1997) 내용 타당도를 확인하기 위한 검사지의 각 문항은 4단계 리커트 척도로 구성하였으며, 각 문항에 대한 CVI가 0.75를 초과하는 문항을 선택하였다(Waltz & Bausell, 1981). 내용 타당도의 결과는 Table 4와 같다.

이중 내용 타당도가 0.75를 넘지 않는 3개의 문항(A-4 통합 및 해석, C-1 성찰 및 평가, D-3 성찰 및 평가)은 제외하였고, 연구자 간 논의를 거쳐 1개의 지문에서 3가지 양상에 대해 각각 1개 문항씩 평가하도록 하여 접근 및 확인 문항 2문항을 추가로 제외하여 주제별 3문항씩 총 15문항으로 검사지를 구성하였다(Table 5). 문항의 예시는 Fig. 1과 같다.

선별된 문항을 바탕으로 안면 타당도 검사를 실시하였다. 안면 타당도도 내용 타당도와 마찬가지로

Table 4. Content validity index of the test of science text reading ability

Text	Number	CVI	Text	Number	CVI	Text	Number	CVI
A	1	1.00*	B	1	1.00*	C	1	0.67
	2	1.00*		2	1.00*		2	0.93*
	3	1.00*		3	0.93*		3	1.00*
	4	0.73		4	0.87*		4	0.93*
D	1	0.93*	E	1	1.00*			
	2	1.00*		2	0.93*			
	3	0.73		3	0.80*			
	4	1.00*		4	0.87*			

*CVI >.75인 문항

Table 5. The test of science text reading ability

Text	Topics	Number of items		
		Integrate and interpret	Access and retrieve	Reflect and evaluate
A	인공지능의 도덕적 문제	1	1	1
B	[유통기한이 뒤길래] 달걀 25일, 라면 8개월 지나도 무관	1	1	1
C	왜 개 구충제 복용을 말할까요?	1	1	1
D	과학의 탈을 쓴 가짜 과학	1	1	1
E	코로나 19 치료 약 나오나?	1	1	1
		5	5	5

* 다음 글을 읽고 물음에 답하십시오.

인공지능의 도덕적 문제	A
<p>인공지능에 관한 연구가 활발한 지금 우리는 여러 가지 새로운 도덕적인 문제에 직면해 있다.</p> <p>자동차에 탑재된 인공지능이 주위 상황을 판단해 운전하는 '자동 운전 기술'을 예로 들어 인공지능 도덕에 대해 생각해 보자. 예를 들어 당신이 인공지능에게 운전을 맡겼다고 생각하자. 자동차 옆 인도에는 1명이 걸어가고 있다. 그런데 자동차가 달리는 방향으로 3명이 갑자기 뛰어 들었다. 운전대를 돌리면 자동차 앞에 있는 3명을 치지 않을 수 있지만, 그 경우 인도에 있는 다른 1명을 치게 된다. 3명을 희생시킬 것인가 1명을 희생시킬 것인가. 둘 중 하나를 선택해야 하는 순간에 인공지능은 어느 쪽을 선택해야 할까? 어쩌면 당신은 3명을 희생시키는 것보다 1명을 희생시키는 것이 낫다고 생각할 수 있다. 이와 같은 생각을 '공리주의'라고 한다.</p> <p>현재의 자동 운전 기능을 갖춘 자동차의 경우, 운전사 자리에 앉아서 운전하는 사람은 운전 상황을 항상 감시할 의무가 있으며 자동 운전 때문에 발생한 사고의 책임은 운전자에게 있다. 그렇다면 미래에 기술이 향상되어 운전자의 감시가 필요 없게 된 경우 사고의 책임은 누구에게 있을까? 실제로 최근에 있었던 구글의 무인 자동차 사고는 인공지능에 대한 도덕적 문제와 법적 이슈가 눈앞의 과제임을 알려준다.</p> <p>자동 운전 기능 자동차 이외에도 AI 의사, AI 기술을 탑재한 무기 등 AI와 관련된 도덕적 문제와 책임에 관한 질문은 끊임없이 나오고 있다. 인공지능에 책임을 물을 수 있는가?, '인공지능은 어떤 도덕적 행동을 해야 하는가?' 어쩌면 답이 없어 보이는 인공지능의 도덕적 문제에 대하여 우리는 이제부터라도 고민하고 토론하여 사회적 합의를 찾아 나가야 할 것이다.</p>	

A-1. 첫글에서 글쓴이가 주장하는 것을 쓰시오.

A-2. 현재는 자동 운전 자동차를 타고 사고가 났을 때의 책임은 누구에게 있으며, 왜 그러한 책임을 지는가?

A-3. ㉠에 반대하는 아래의 주장에 대한 근거를 생각하여 써 보세요.

반대 주장: 1명을 희생시키는 것이 항상 옳다고 할 수 없다.
근거:

Fig. 1. Example of the test of science text reading ability

로 4단계 리커트 척도를 사용하였으며, 안면 타당도 검사에 참여한 인원은 내용 타당도에 참여한 인원과 같았다. 안면 타당도 결과, 모든 문항의 안면 타당도가 0.75 이상으로 모든 문항이 초등학교 학생들이 해결하기에 친숙한 형태로 구성되어 있다고 판단할 수 있다.

3개 영역 15문항에 대한 Cronbach's α 값은 통합 및 해석 0.744, 접근 및 확인 0.698, 성찰 및 평가 0.631로 나타났다. Cronbach's α 값이 0.6 이상이면 수용 가능, 0.7 이상이면 바람직하므로 이 검사지에 대한 신뢰성이 확보된 것으로 판단하였다(Table 6).

개발된 검사지를 이용하여 실험집단과 비교집단에 각각 사전과 사후 과학 읽기 능력 검사를 실시하였다. 처치 전 두 집단의 동질성 여부를 확인하기 위해서 사전 과학 읽기 능력 검사를 이용하여 독립표본 T-검정을 실시하였다. 처치 후 실험집단과 비교집단의 사후 과학 읽기 능력 검사 결과에 대하여 사전 과학 읽기 검사를 공변량으로 한 공분산분석(ANCOVA)과 partial eta squared 효과 크기 분석을 실시하여 과학 읽기 자료를 이용한 협력적 문제해결 중심 과학 수업이 초등학교 학생들의 과학 읽기 능력에 미치는 효과를 분석하였다. 결과분석은 SPSS WIN 26.0 프로그램을 이용하여 통계처리하였다.

Table 6. Internal consistency of sub-elements of the test of science text reading ability

Sub-Elements	Integrate and interpret	Access and retrieve	Reflect and evaluate
Cronbach's α	0.744	0.698	0.631

2) 논의과정 녹음본 및 수업 녹화본

이 연구에서는 각 수업에 대한 모듈별 논의과정 녹음본과 수업 녹화본을 수집하였다. 연구에 참여한 2개 학급에서 1개 학급당 6개 모듈의 녹음본을 수집하였고 모든 모듈의 논의과정을 5개 활동 별로 녹음하여 총 60개의 녹음본을 수집하였다. 이와 함께 5개 활동에 대한 수업 녹화본도 수집하였다.

논의과정 녹음본 분석은 두 명의 연구자(과학교육 박사 1인 및 과학교육 박사과정 1인)가 논의과정 녹음본을 듣고 학생들의 대화에서 읽기 자료를 활용하여 논의하는 부분을 찾은 뒤, 각 대화에서 나타난 특징을 과학 읽기 능력의 3가지 하위 요소와 연관 지어 읽기 능력 검사 결과 해석에 대한 구체적인 사례를 제시하였다. 수업 녹화본은 전체적인 수업의 특징을 확인하기 위하여 사용되었다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 과학 읽기 자료를 이용한 협력적 문제해결 중심 과학 수업이 초등학교 학생들의 과학 읽기 능력에 미치는 효과

과학 읽기 자료를 이용한 협력적 문제해결 중심 과학 수업이 초등학교 학생들의 과학 읽기 능력에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실험집단과 비교집단의 과학 읽기 능력 검사를 분석하였다. 과학 읽기 능력 검사지는 통합 및 해석, 접근 및 확인, 성찰 및 평가의 3가지 하위 요소로 구성되어 있다. 과학 읽기 능력의 3가지 하위 요소 및 총점에 대한 실험집단과 비교집단의 동질성 확인을 위하여 사전 검사 결과를 이용하여 독립표본 T-검정을 실시하였다(Table 7).

사전 검사를 이용한 동질성 검사 결과, 실험집단과 비교집단은 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 구체적인 분석 결과를 보면, 총점 ($t=0.658, P>.05$) 및 ‘통합 및 해석’($t=0.067, p>.05$),

‘접근 및 확인’($t=0.364, p>.05$), ‘성찰 및 평가’($t=1.432, p>.05$)의 3가지 하위 요소 모두에서 통계적으로 유의미한 차이는 없었다. 그러나 총점 및 3가지 하위 요소의 평균 점수 모두 비교집단이 실험집단보다 높게 나타나 사후 읽기 능력 검사의 결과는 사전 읽기 능력 검사를 공변량으로 하여 공분산분석(ANCOVA)을 실시하였다(Table 8).

ANCOVA 분석을 실시한 결과, 총점 및 3가지 하위 요소 모두에 대하여 실험집단이 비교집단보다 통계적으로 유의미하게 높게 나타났다. 구체적으로 보면 총점($F=10.332, p<.01$) 및 ‘통합 및 해석’($F=9.326, p<.01$), ‘접근 및 확인’($F=15.137, p<.001$), ‘성찰 및 평가’($F=14.068, p<.01$)의 3가지 하위 요소 모두에서 통계적으로 유의미한 차이를 보였다.

실험집단과 비교집단의 총점 및 3가지 하위 요소에 대한 효과 크기는 Table 9와 같다.

효과 크기 분석 결과, 과학 읽기 능력 총점 및 3가지 하위 요소 모두에 대하여 효과 크기가 큰 것으로 나타났다. 따라서 과학 읽기 자료를 이용한 협력적 문제해결 중심 과학 수업이 초등학교 학생들의 과학

Table 7. Results of homogeneity test

Sub-Elements	Group	N	Mean	SD	t	p
Integrate and interpret	Comparative	18	2.9722	2.01080	0.067	0.947
	Experimental	22	2.9318	1.79480		
Access and retrieve	Comparative	18	4.2778	2.00897	0.364	0.718
	Experimental	22	4.0000	2.67706		
Reflect and evaluate	Comparative	18	2.5000	1.38267	1.432	0.160
	Experimental	22	1.8409	1.49910		
Total	Comparative	18	9.7500	3.80499	0.658	0.515
	Experimental	22	8.7727	5.27286		

Table 8. ANCOVA result on the test of science text reading ability

Sub-Elements	Group	N	Mean	SD	F	p
Integrate and interpret	Comparative	18	3.5000	2.39485	9.326	0.004**
	Experimental	22	5.5455	2.58157		
Access and retrieve	Comparative	18	4.5278	1.90566	15.137	0.000***
	Experimental	22	6.4091	2.17473		
Reflect and evaluate	Comparative	18	2.6944	1.27347	14.068	0.001**
	Experimental	22	4.2500	1.56411		
Total	Comparative	18	10.7222	4.21908	10.332	0.003**
	Experimental	22	16.2045	5.38662		

p < .01, *p < .001

읽기 능력에 긍정적인 영향을 주었다고 볼 수 있다. 실제로 비교집단의 경우 총점은 9.75에서 10.72로 증가하였지만, 사전 검사와 사후 검사 결과에 대하여 대응 표본 T-검정을 실시한 결과, 총점($t=-1.078$, $p>.05$)과 및 ‘통합 및 해석’($t=-0.975$, $p>.05$), ‘접근 및 확인’($t=-0.686$, $p>.05$), ‘성찰 및 평가’($t=-0.501$, $p>.05$)의 3가지 하위 요소 모두에서 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 10).

반면, 실험집단의 경우 사전 검사와 사후 검사 결과에 대하여 대응 표본 T-검정을 실시한 결과, 총점($t=-7.747$, $p<.001$)과 및 ‘통합 및 해석’($t=-5.510$, $p<.001$), ‘접근 및 확인’($t=-5.010$, $p<.001$), ‘성찰 및 평가’($t=-6.132$, $p<.001$)의 3가지 하위 요소 모두에서 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타

났다(Table 11).

Table 11을 보면 실험집단의 사전과 사후 과학 읽기 능력 검사 모두 접근 및 확인의 점수가 가장 높았으며, 그 다음으로 통합 및 해석, 성찰 및 평가 순으로 나타났다. 이는 비교집단에서도 같은 결과를 보이는 것으로 나타났다(Table 10). 실험집단의 요소별 증가율은 성찰 및 평가와 통합 및 해석이 매우 높게 나타났으며, 3가지 요소 중 가장 낮게 나타난 접근 및 확인도 증가율이 60%가 넘었다(Table 11). 반면 비교집단의 요소별 증가율은 모두 20% 미만으로 실험집단과 비교하여 낮았다(Table 10).

실제로 학생 응답을 살펴보면 많은 실험집단 학생들은 사전 검사보다 사후 검사에서 더욱 발전된 형태의 응답을 보여주었다. <사례 1>을 보면 자동

Table 9. Effect size of Reading ability on CoProC strategy

	Integrate and interpret	Access and retrieve	Reflect and evaluate	Total
partial eta squared (η^2)	0.201	0.290	0.275	0.218
Effect size	Large	Large	Large	Large

Table 10. Paired t-test result on the test of science text reading ability of Comparative group

Sub-Elements	Test	N	Mean	Percentage increase of Mean	SD	t	p
Integrate and interpret	Pre	18	3.0000	16.67%	1.99263	-0.975	0.343
	Post	18	3.5000		2.39485		
Access and retrieve	Pre	18	4.2778	5.84%	2.00897	-0.686	0.502
	Post	18	4.5278		1.90566		
Reflect and evaluate	Pre	18	2.5000	7.78%	1.38267	-0.501	0.623
	Post	18	2.6944		1.27347		
Total	Pre	18	9.7778	9.66%	3.80874	-1.078	0.296
	Post	18	10.7222		4.21908		

Table 11. Paired t-test result on the test of science text reading ability of Experimental group

Sub-Elements	Test	N	Mean	Percentage increase of Mean	SD	t	p
Integrate and interpret	Pre	22	2.9318	89.15%	1.79480	-5.510	0.000***
	Post	22	5.5455		2.58157		
Access and retrieve	Pre	22	4.0000	60.23%	2.67706	-5.010	0.000***
	Post	22	6.4091		2.17473		
Reflect and evaluate	Pre	22	1.8409	130.87%	1.49910	-6.132	0.000***
	Post	22	4.2500		1.56411		
Total	Pre	22	8.7727	84.87%	5.27286	-7.747	0.000***
	Post	22	16.2045		5.38662		

*** $p < .001$

운전 자동차의 사고와 관련된 물음에서 사전 검사에서는 자신의 주장에 대한 근거를 제시하지 않았지만 사후 검사에는 본문에 제시된 운전자의 의무와 관련된 내용을 찾아 자신의 주장에 대한 근거로 사용하고 있다. <사례 2>를 보면 사전 검사에서 학생이 제시한 근거가 주장을 뒷받침하지 못하지만 사후 검사에서 생명의 중요함에 대한 경중을 단순히 숫자로 판단해서는 안된다는 합리적인 근거로 주장을 뒷받침하고 있다.

<사례 1>

사전: 운전자의 책임이다.

사후: 운전자의 책임이다. 현재의 자동 운전 기능을 갖춘 자동차의 경우 운전자 자리에 앉은 사람은 운전 상황을 항상 감시할 의무가 있다.

(읽기 능력 검사)

<사례 2>

사전: 1명을 희생시키는 것이 항상 옳다고 할 수 없다. 왜냐하면, 3명이 있었는데 한 명만 죽으면 너무 억울하기 때문이다.

사후: 1명을 희생시키는 것이 항상 옳다고 할 수 없다. 사람의 목숨은 모두 소중하기 때문에 3명의 목숨이 1명의 목숨보다 중요하다고 할 수 없다.

(읽기 능력 검사)

<사례 3>과 <사례 4>는 통합 및 해석과 관련된 문항으로 <사례 3>에서 사전 검사에서는 코로나 치료제라는 소재에 집중하여 전체적인 글의 맥락을 이해하지 못하였지만, 사후 검사에서는 글의 맥락을 바탕으로 제목의 적절성을 판단하는 모습을 볼 수 있다. <사례 4>에서는 글에 숨겨진 내용에 대하여 사전 검사에서는 단순히 본인의 추측으로 답을 하였지만, 사후 검사에서는 글의 전체적인 맥락을 고려하여 답을 하였다.

<사례 3>

사전: 나는 적절하다고 생각한다. 왜냐하면 「코로나 19 치료약 나오나?」와 이글의 내용이 잘 맞는 것 같기 때문이다.

사후: 나는 적절하지 않다고 생각한다. 왜냐하면 이 글은 코로나 치료약 이야기도 나오지만 치료약 대비에 대한 이야기도 했기 때문에, 대비에 대한 이야기를 빼거나 제목을 다시 지어야 한다.

(읽기 능력 검사)

<사례 4>

사전: 개구충제의 효과가 우연일 수도 있기 때문이다.

사후: 항암제를 복용하는 도중 개구충제를 먹었기 때문이다. (읽기 능력 검사)

<사례 5>는 사전 검사에서 모든 문항에 대하여 ‘모름’이라고 응답하여 전반적으로 검사에 참여하지 않았던 학생이 사후 검사에서는 응답의 질은 높지는 않지만 모든 문항에 대하여 응답하는 모습을 보여주는 사례이다.

<사례 5>

사전: 모름

사후: 소비기한 도입, 계속 소비기한의 좋은 점만 이야기하기 때문

(읽기 능력 검사)

2. 과학 읽기 자료를 이용한 협력적 문제해결 중심 과학 수업이 초등학교 학생들의 과학 읽기 능력에 미치는 효과의 원인 분석

과학 읽기 자료를 이용한 협력적 문제해결 중심 과학 수업이 초등학교 학생들의 과학 읽기 능력에 미치는 효과에 대한 원인을 알아보기 위해서 학생 논의과정 및 수업 과정을 분석하였다.

과학 읽기 자료를 이용한 협력적 문제해결 중심 과학 수업에서 학생들은 교사에 의해서 제공되는 문제 상황을 읽고 문제해결 단계에서 논의할 ‘문제’를 스스로 결정하며, 각자 결정한 문제를 친구들과 논의하여 우리 모둠의 문제를 결정한다. 이 과정에서 학생들은 글을 읽고 내용을 파악해야 하며 읽은 내용을 친구들과 공유하고 비교하는 기회를 갖는다.

<사례 6>

학생 A: 제가 생각하는 문제는 원자력 발전이 매우 위험한 것이 문제인 것 같습니다.

학생 B: 제가 생각하는 문제는 ‘원자력 발전을 계속해야 할 까?’입니다.

학생 C: 제가 생각하는 문제는 ‘원자력 발전을 계속해야 한다.’입니다.

학생 D: 어떤 문제가 가장 좋은 것 같는지 다수결로 진행해 보겠습니다.

(Topic 1, 논의과정 녹음본)

〈사례 7〉

학생 A: 'GMO는 인류에게 축복일까 재앙일까?'가 제가 선정한 문제입니다.

학생 B: 너무 두루뭉술하지 않나?

학생 C: 내가 이것을 읽으면서 찾은 문제를 설명해보면 GMO를 만들 때 어떤 물질이 만들어지는지 모르기 때문에 그 가운데 해로운 물질이 생길 수 있다는 거잖아. 그런데 옥수수나 토마토 같은 것은 개발되고 많이 사용하고 있으니 문제없다는 거잖아, 그래서 나는 'GMO 식품을 계속 개발해야 할까?'가 문제인 것 같아.

(Topic 4, 논의과정 녹음본)

〈사례 6〉과 〈사례 7〉에서 학생들은 문제 상황을 읽고 자신이 결정한 문제에 대하여 발표하고 있다. 〈사례 6〉을 보면 학생들은 원자력 발전과 관련된 글을 읽고 자신이 결정한 문제를 발표하고 있지만 4차시 수업인 〈사례 7〉에서는 타인이 결정한 문제에 대하여 의견을 제시하고, 자신의 주장을 글에서 찾은 근거와 함께 발표하는 등의 발전된 형태를 보여주고 있다. 특히 학생 C는 글에서 주어진 내용에 기존에 알고 있었던 지식을 연결하여 문제 상황을 설정하고 있다. 읽기 자료에는 주제와 관련된 장점과 단점에 대한 정보를 제공하고 있을 뿐 글에 옳고 그름에 대한 필자의 의도가 드러나 있지 않으므로, 학생들이 문제 상황을 설정하기 위해서는 다양한 사회적 맥락 및 독자의 배경 지식을 바탕으로 추론적으로 이해해야만 한다. 따라서 이 과정에서 '성찰과 평가'와 같은 능력이 길러진 것으로 보인다.

모둠별 논의 및 학급 논의를 통하여 학급의 문제가 결정되면 해결안 제시를 위한 논의를 진행하기에 앞서 학생들은 교사가 제공한 추가 읽기 자료에 대하여 협력 읽기를 진행하게 된다. 교사가 제공한 글을 학생들이 읽고 글에서 중요하다고 생각하는 점을 정리하여 모둠별로 발표하고 논의한다. 협력 읽기가 끝나면 해결안 제시를 위한 논의를 바탕으로 모둠의 입장을 정한 뒤 학생들은 모둠의 주장을 뒷받침할만한 자료를 스스로 조사하여 읽고 그 내용을 모둠원들과 공유하는 시간을 가진다.

〈사례8〉

학생 A: 이 글은 찬성에 대한 글입니다. 저는 이 그림을 간단하게 그림으로 표현했습니다. 인공지능은 좋은 것입니다. 심리 상담소가 되기도 하고, 교사가 되기도 하고, 의사가 되기도 합니다.

학생 B: 이 글의 의견은 반대입니다. 요약하자면, 인공지능의 발달은 무기의 발달로 이어지게 됩니다.

(Topic 5, 논의과정 녹음본)

〈사례 9〉

선생님: 자신이 읽고 인상 깊었던 점을 조별로 서로 발표해서 의견을 공유하면 되겠습니다.

학생 A: 제가 읽은 사료는 심해 동물과 미세 플라스틱과 관련된 자료입니다. 그린피스에서 연구한 결과 심해 생물에서 미세 플라스틱이 발견되었습니다. ...중략... 자세히 설명해보자면 33%는 화장품을 만드는 데 사용되는데 사용되는 것이고 25%는 일반적 인 플라스틱을 만들 때 등으로 만들어집니다.

학생 B: 미세 플라스틱과 초미세 플라스틱은 신장 간 등에 쌓이게 됩니다. 인간은 연간 5만 개의 미세 플라스틱을 먹습니다. 바닥에 떠다니는 플라스틱은 약 5조 개 정도 됩니다.

(Topic 3, 논의과정 녹음본)

〈사례 10〉

학생 A: 선생님 동물도 물건이래요.

선생님: 여러분들 자료를 찾을 때 네xx 지식 in 등에서 다른 사람이 댓글, 이런 것은 자료로서 가치가 있을까요?

학생 B: 아니요

선생님: 왜 아닌지 친구들에게 이야기해줄 수 있나요?

학생 B: 그냥 개인의 생각이예요.

선생님: 네, 인터넷에 올라와 있는 자료는 출처가 불분명한 경우가 많습니다. 따라서 여러분이 자료를 찾을 때 주의해야 합니다.

(Topic 2, 논의과정 녹음본)

〈사례 8〉에서 학생들은 협력 읽기를 통해 자료를 읽고 자신이 파악한 내용을 공유하고 있다. 이러한 협력 읽기 과정은 자신이 글을 읽고 이해하고 해석한 내용에 대한 반성의 기회를 제공해 준다. 과학 텍스트의 경우 특히 읽는 과정에서 인과 관계나 중심 아이디어에 대한 추론이 필요한 경우가 많다. 따라서 과학 텍스트 읽기는 읽는 과정에서 일반적인 읽기 전략에서 요구되는 것 이외의 더 많은 인지 작용을 요구하므로 효과적인 과학 읽기를 위해서는 적절한 코칭이 필요하다(Barton & Jordan, 2001). 이러한 관점에서 과학 읽기 자료를 이용한 협력적 문제해결 중심 과학 수업에서 읽은 내용을 바탕으로 문제를 결정하는 과정과 협력 읽기 등은 자신이 읽은 내용과 읽기 과정에 대하여 되돌아보

는 반성적 사고를 하게 되므로 학생들 간에 상호 코칭 역할을 한다고 볼 수 있다. 또한, 읽은 내용을 바탕으로 논의가 진행될 때 교사가 적절하게 개입할 기회가 많이 발생하므로 교사 역시 학생의 읽기 과정에 대한 코칭을 진행할 수도 있다.

<사례 9>에서 학생들은 미세 플라스틱의 사용을 줄여야 한다는 모둠의 주장을 뒷받침할 수 있는 자료를 조사하여 읽은 뒤 친구들에게 내용을 공유하고 있으며 <사례 10>에서 추가 자료를 조사하는 과정을 경험하면서 자연스럽게 자신이 읽은 글이 믿을만한 정보인지, 출처는 어디인지 등을 알아봐야 한다는 사실 등을 배우고 있다. 이 과정에서는 자신이 읽은 내용을 올바르게 모둠원들에게 전달해야 하므로 학생들은 글의 의미와 내용을 정확하게 읽기 위해서 노력하며 이 자료가 학급 문제에 대하여 찬성하는 입장을 지지하는 증거인지, 반대하는 입장을 지지하는 증거인지, 믿을만한 자료 인지 등을 해석하고 판단해야 한다. 이러한 일련의 과정에서 ‘통합 및 해석’과 같은 능력이 길러진 것으로 보인다.

모둠별 의견이 모이게 되면 학급 논의를 위하여 학생들은 모둠별로 주장과 근거를 제시하게 되는데 이 과정에서 학생들은 모둠의 주장을 더 설득력 있게 만들기 위하여 어떤 증거가 필요한지, 다른 모둠의 의견을 반박하기 위해서 어떤 자료가 필요한지 등을 고민하게 된다.

<사례 11>

학생 A: 우리가 이런 주장을 했을 때, 반대쪽에서 방사성 폐기물은 환경에 좋습니까? 라고 하면 어떻게 하지?

학생 B: 읽기 자료에 보면 폐기물을 재처리할 수 있다고 나와

학생 A: 아 그렇게 말하면 되겠다.

(Topic 1, 논의과정 녹음본)

<사례 12>

학생 A: 우리 시간 남으니까 추가 자료 조금 더 찾아볼래?

학생 B: 반대야...

학생 A: 이것도 적으면 좋겠다. 컴퓨터 시뮬레이션은 한계가 있어, 정확한 약을 만드는 데 한계가 있을 수 있다.

학생 B: 근데 무슨 한계가 있는지 좀 더 찾아봐야 할 것 같은데

(Topic 2, 논의과정 녹음본)

<사례 11>에서 학생들은 주어진 글에서 자신의

주장을 방어하기 위하여 자료 중 어떤 것을 써야 하는지 판단하고 있으며, <사례 12>에서는 자신에게 필요한 정보가 무엇인지 파악하고 적극적으로 추가 자료를 찾아보는 모습을 보여주고 있다.

<사례 13>

학생 A: 바다 생물 70종에서 GMO가 검출되었는데...

학생 B: 잠깐 그러면 그 식물들이 GMO를 먹었다는 뜻이야?

학생 A: 그런 것까지는 안 나와 있는데.

학생 C: 자료를 찾아보니까, 양식장에서 쓰는 사료 같은 것 때문이라고 하네

(Topic 4, 논의과정 녹음본)

<사례 14>

학생 A: GMO는 바다 생태계에서 육지보다 더 빠르게 진행 된다.

학생 B: 얼마나 빠르게 진행되었어?

학생 A: 육지에 비해 빠르다고 나와 있는데

학생 B: 육지는 얼마인데?

학생 A: 글에 안 나와 있어.

학생 B: 아 그게 있으면 더 좋을 것 같은데, 그냥 빠르다고 하는 것보다는...

(Topic 4, 논의과정 녹음본)

<사례 13>은 주어진 자료에 바다 생물의 몸속에 어떻게 GMO가 있는지 자세하게 나와 있지 않음을 알고 추가 자료를 조사하는 것을 보여주고 있으며, <사례 14>는 주어진 자료가 다른 친구들을 설득하기에 부족한 자료라고 인식하고 있는 상황을 나타낸 것이다.

사전 검사와 사후 검사에는 PISA 2009와 2012(OECD, 2010, 2013)의 결과와 같이 가장 낮은 수준의 인지 과정인 ‘접근 및 확인’의 점수가 가장 높게 나타났으나, 사전 검사에 대한 사후 검사의 증가율을 보았을 때 ‘성찰 및 평가’와 ‘통합 및 해석’이 ‘접근 및 확인’보다 크게 증가하였다. ‘접근 및 확인’의 경우 주어진 텍스트의 정보를 인식하는 것으로 상대적으로 낮은 수준의 인지 과정에 속하지만, ‘성찰 및 평가’의 경우 읽기에서 텍스트 내적 정보와 텍스트 외적 정보의 연합을 통해서 이루어지는 높은 수준의 사고이고, ‘통합 및 해석’의 경우 텍스트의 응집성에 대한 이해와 어구나 문장의 내포적 의미를 추론해야 하므로 역시 높은 수준의 인지 과정에 속한다(Korea Institute Of Curriculum & Evaluation, 2013). 조금 더 구체적으로 살펴보면 ‘성찰’은 독자

가 텍스트 외부의 지식을 도입하여 자신이 읽고 있는 텍스트와 관련짓기 위해 독자 자기 경험과 지식, 가정을 참조하는 읽기 양상이고, ‘평가’는 독자가 텍스트 외적 기준에 근거하여 텍스트의 대안 특정한 가치 판단을 하는 읽기 양상이다. ‘통합’은 텍스트 간의 응집성에 대한 이해이고, ‘해석’은 텍스트 이면의 관계를 인식하는 과정이다(Park, 2016). 학급 논의를 위한 모둠 발표 자료를 만드는 과정에서 학생들은 모둠의 주장을 공고히 하기 위해 글을 읽은 후, 모둠이 결정한 주장에 대한 근거는 충분한지, 이 자료가 자신의 주장을 효과적으로 뒷받침할 수 있는 내용인지, 다른 사람의 주장에 대해 반박을 할 수 있는 자료인지를 해석하고 평가해야 하는데 이러한 사고는 높은 수준의 인지 과정을 요하므로, 이 과정에서 ‘성찰 및 평가’, ‘통합 및 해석’과 같은 요소가 증가한 것으로 보인다.

IV. 결론 및 제언

이 연구의 목적은 과학 읽기 자료를 이용한 협력적 문제해결 중심 과학 수업이 초등학교 학생들의 과학 읽기 능력에 미치는 효과를 알아보는 것이다. 이를 위하여 실험집단과 비교집단의 과학 읽기 능력 검사를 분석하였으며, 이와 함께 모둠별 논의과정 녹음본, 수업 촬영본 등을 수집하여 사례 중심으로 질적 분석을 병행하였다. 이 연구로부터 얻은 결과는 다음과 같다.

첫째, 과학 읽기 자료를 이용한 협력적 문제해결 중심 과학 수업은 초등학교 학생들의 과학 읽기 능력에 효과가 있었다.

과학 읽기 능력 검사에 대해 공분산분석(ANCOVA)을 실시한 결과, 협력적 문제해결 교수 전략을 적용한 과학 수업을 수행한 학생들은 비교 집단 학생들과 비교하여 읽기 능력 검사의 총점 및 3가지 하위 요소에서 유의미하게 높게 나타났다. 이러한 결과는 적용한 수업 모형에서 제안하는 읽기 과정과 관련 있는 것으로 보인다. 성공적인 과학 읽기 능력을 위해서 학생들은 자신이 의미를 만드는 작업(meaning-making task)에 참여해야 하고, 메타 인지적 관점에서 점검하는 과제를 수행해야 하며(Gomez *et al.*, 2014), 글을 읽는 목적을 재고하고, 혼자 읽기보다는 협동하여 읽는 것이 필요하다(Davis & Greene, 1984). 과학 읽기 자료를 이용한

협력적 문제해결 중심 과학 수업에서 학생들은 상반된 주장의 읽기 자료를 읽고 자신의 입장을 결정함으로써 자신이 의미를 만드는 과정에 참여하며, 협력 읽기 과정을 통해 협동하여 읽으면서 동시에 친구들과 자신이 읽은 내용을 비교함으로써 반성이 일어나게 된다. 메타 인지는 자신의 ‘인식에 대한 반성(reflection on cognition)’으로(Schoenfel, 1987) 학생들은 자신의 읽기에 대한 반성을 위해서 메타 인지적 관점에서 자신의 읽기 과정과 결과를 점검한다고 볼 수 있다.

둘째 과학 읽기 자료를 이용한 협력적 문제해결 중심 과학 수업은 초등학교 학생들에게 읽기 과정에서 높은 수준의 인지 과정을 수행하게 하는 것으로 나타났다.

사후 검사에서 실험집단은 3가지 하위 요소 모두 크게 증가하였지만, 특히 ‘성찰 및 평가’, ‘통합 및 해석’의 높은 수준의 인지 과정을 요하는 능력이 크게 증가하였다. 과학 관련 텍스트의 경우 특히 읽는 과정에서 인과 관계나 중심 아이디어에 대한 추론이 필요한 경우가 많다. 따라서 과학 정보 텍스트 읽기는 읽는 과정에서 일반적인 읽기 전략에서 요구되는 것 이외의 더 많은 인지 작용을 요구한다(Barton & Jordan, 2001). 과학 읽기 자료를 이용한 협력적 문제해결 중심 과학 수업에서 학생들은 상당한 분량의 과학 관련 텍스트를 읽고 내용을 파악해야 하며 텍스트의 유용성 및 가치 판단을 해야 한다. 또한, 읽은 여러 텍스트를 종합하여 자신의 주장에 대한 근거로 조직화해야 한다. 텍스트를 읽은 뒤 일어나는 일련의 활동이 학생들의 추론적 사고를 자극하여 높은 수준의 인지 과정을 요하는 능력의 증가로 이어진 것으로 보여진다.

이와 같은 분석 결과를 바탕으로 할 때, 초등학생들에게 과학 읽기 자료를 이용한 협력적 문제해결 교수전략과 같은 과학 텍스트를 이용한 수업 전략은 과학교육 목표 달성에 효과적이라고 판단된다.

과학과 관련된 텍스트를 읽는 것은 과학교육의 목표인 과학적 소양 함양(Norris & Phillips, 2003; Wallace, 2004)에 도움이 될 뿐만 아니라, 이를 통하여 길러지는 과학 읽기 능력은 그 자체로서 과학 정보 습득의 중요한 수단의 역할을 하므로(Bulman, 1982) 과학교육에서 매우 중요하다고 할 수 있다. 그러나 교과서를 이용한 일반적인 과학 수업에서는 대부분의 수업은 교사의 설명으로 이루어지기

때문에 교과서에 제시된 짧은 설명식 텍스트 읽는 과정마저도 필수가 아닌 경우가 많다. 반면 과학 읽기 자료를 이용한 협력적 문제해결 중심 과학 수업에서 학생들은 교사가 제시한 글을 읽고, 읽은 내용을 바탕으로 자신의 입장을 결정하고 논의하는 과정에서 자신의 읽기에 대해 되돌아보는 반성이 일어난다. 이 과정에서 학생들이 경험하는 과학 텍스트 읽기는 텍스트 내용 및 읽기 능력의 향상을 가져오므로 과학 교육 목표의 달성에 도움을 준다고 볼 수 있다.

이 연구에서 사용한 수업 주제가 초등학교의 과학 교육과정에서 제시된 개념이 아닌 사회과학적 이슈와 관련된 소재를 사용하였다는 점은 연구의 제한점으로 작용할 수 있다. 이 연구에서는 과학 교과서에 제시되지 않은 개념을 적용한 활동을 다루므로 교과 개념을 다루지 않는 자유 탐구 및 생활과 과학 시간에 적용되었다. 과학 읽기 교육이 과학 수업 내에서 일어날 수 있을 때, 실제 수업에서 사용될 수 있으므로 교육과정 내의 개념을 이용한 수업 자료가 개발되어야 할 필요가 있다. 또한, 비교집단의 경우 자유 탐구 및 생활과 과학 수업을 진행하여 실험집단과 수업의 소재가 달랐다는 점 역시 결과 해석의 제한점이 될 수 있다.

한편, 사회과학적 이슈는 학생들이 흥미를 느낄 만한 소재들로 구성되어 있어 이 연구에서 학생들이 관련된 자료를 읽는 것이 어려움으로 작용하지 않았으나 교과 개념으로 읽기 자료를 구성하였을 때 학생들이 이를 어떻게 받아들이고 이해하는지 알 수 없다. 따라서 추후 연구를 통하여 초등학교 교육과정 내의 개념을 이용한 읽기 전략 수업이 학생들의 읽기 능력 변화에 어떻게 영향을 미치는지 알아볼 필요가 있다.

참고문헌

Alvermann, D. E., Swafford, J., & Montero, M. K. (2004). Content Area Literacy Instruction for the Elementary Grades. NJ: Pearson.

Avraamidou, L., & Osborne, J. (2009). The role of narrative in communicating science. *International Journal of Science Education*, 31(12), 1683-1707.

Barton, M. L., & Jordan, D. L. (2001). Teaching reading in science: A supplement to "Teaching reading in the content areas teacher's manual". VA: ASCD.

Bulman, L. (1985). *Teaching Language and Study Skills in Secondary Science*. London: Heinemann Educational Books.

Cho, H., Kwon, D., Kang, E., Park, J., Son, J., & Nam, J. (2018). Impacts of Collaborative Problem Solving for Character Competency (CoProC) Strategy on the Practical Character Competency and Collaborative Problem Solving Competency in Middle School Science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 38(5), 681-691.

Davis, F., & Greene, T. (1984). *Reading for Learning in the Sciences*. Edinburgh: Oliver and Boyd.

Eshet, Y. (2004). Digital literacy: A conceptual framework for survival skills in the digital era. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 13(1), 93-106.

Gomez, K., Kwon, S., Gomez, L., & Sherer, J. (2014). Supporting reading to learn inscience: The Application of Summarization technology in multicultural urbanhigh school classrooms. Chapter 7. In R. Bloymeyer, T. Ganesh, & H. Waxman (Eds.), *Research on technology in multicultural settings* (pp. 139-158). Charlotte, NC: Information Age Publications

Jacobson, J. M. (1998). *Content Area Reading: Integration with the Language Arts*. NY: Delmar Publishers.

Jun, J., Park, J., Cho, H., Kim, G., Park, J., & Nam, J. (2021). The Effects of Collaborative Problem-solving for Character Competence (CoProC) Instruction Strategy on Character Competence of Elementary School Students. *Journal of Research in Curriculum & Instruction*, 25(6), 496-509.

Kang, S., Park, J., & Nam, J. (2021). The Impact of Science Classes Applying Collaborative Problem solving for Character Competency (CoProC) on the Character Competence and Scientific Affective Characteristics of Vocational High School Students. *Journal of the Korean Chemical Society*, 65(6), 468-483.

Kim, N., Lee, D., & Choi, H. (2017). Investigations on Techniques and Applications of Text Analytics. *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, 42(2), 471-492.

Korea Institute Of Curriculum & Evaluation (2013). *OECD programme for international students assessment: Analyzing PISA 2012 results* (Report No. RRE 2013-6-1). Chungbuk: KICE.

Korea Institute Of Curriculum & Evaluation (2015). *Toward the enhancement of reading competency in the*

- digital era focused on elementary school students (Report No. RRC 2015-5). Chungbuk: KICE.
- Korea Institute Of Curriculum & Evaluation (2021). 교과교육과정 및 독서교육 정책 분석을 통한 학교 독서교육 체계화 방안 연구 (Report No. ORM 2021-40-9). Chungbuk: KICE.
- Korea Institute Of Curriculum & Evaluation. (2016). OECD programme for international student assessment: establishing a foundation of PISA 2018 field trial (Report No. RRC 2016-2-1). Chungbuk: KICE.
- Krosnick, J. A., & Fabrigar, L. R. (1997). Designing rating scales for effective measurement in surveys. In L. Lyberg, P. Biemer, M. Collins, *et al.* (Eds.), *Survey Measurement and Process Quality*. NY: Wiley
- Kuhfeld, M., Soland, J., Tarasawa, B., Johnson, A., Ruzek, E., & Liu, J. (2020). Projecting the potential impact of COVID-19 school closures on academic achievement. *Educational Researcher*, 49(8), 549-565.
- Kwon, C., & Cho, H. (2011). Comparative Analysis of System and Contents in the Elementary Science Textbooks of Korea and Finland. *The Korean Society of Earth Science Education*, 4(2), 143-141.
- Kwon, J., & Nam, J. (2017). Impact of Collaborative Problem-Solving Instruction Model on Character Competence of High School Students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(5), 847-857.
- Lee, C., & Kwon, C. (2013). Comparison of Illustrations of Elementary Science Textbooks in Korea and Singapore. *The Korean Society of Earth Science Education*, 6(1), 13-19.
- Lee, J., Maeng, S., Kim, H., & Kim, C. (2007). The systemic functional linguistics analysis of texts in elementary science textbooks by curriculum revision. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 27(3), 242-252.
- Lee, K., & Maeng, S. (2022). Grammatical analysis on the language of explanatory texts in elementary science textbooks. *The Journal of Curriculum and Evaluation*, 25(1), 103-118.
- Lee, S., Park, S., & Kim, J. (2017). A study on the methods to improve hangul literacy of primary school entrants. *The Journal of Curriculum and Evaluation*, 2(3), 1-24.
- Lorch, R. F.(2015). *What about Expository Text?. Inferences During Reading*. Cambridge: Cambridge University Press.
- McKenna, M. C., & Robinson, D. R. (1997). *Teaching through Text: A Content Literacy approach to Content Area Reading* (2nd ed). NY: Longman.
- Ministry of Education (2015). *2015 Revised National Curriculum*. Ministry of Education.
- Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87, 224-240.
- OECD (2000). *OECD annual report 2000*. OECD Publishing.
- OECD (2010). *PISA 2009 results: What students know and can do - Student performance in reading, mathematics and science (Volume I)*. OECD Publishing.
- OECD (2013). *PISA 2012 Results: What makes schools successful? - Resources, policies and practices (Vol. IV)*. OECD Publishing.
- OECD (2019). *PISA 2018 Results: What students know and can do (Vol. I)*. OECD Publishing.
- Ozuru, Y., Dempsey, K., & McNamara, D. S. (2009). Prior knowledge, reading skill, and text cohesion in the comprehension of science texts. *Learning and Instruction*, 19(3), 228-242.
- Park, H. (2016). International comparative analysis on characteristics of Korean students' reading achievements in PISA 2012 results. *The Journal of Curriculum and Evaluation*, 19(3), 101-125.
- Park, S. (2003). Reading strategies and reading comprehension instruction. *Journal of Reading Research*, 9, 117-145.
- Raphael, T., George, M., Weber, C., & Nies, A. (2009). Approaches to teaching reading comprehension. In S. Israel & G. Duffy (Eds.), *Handbook of Research on Reading Comprehension*. (pp. 449-469). NY: Routledge.
- Schoenfeld, A. H. (1987). "What's all the fuss about metacognition?". In A. H. Schoenfeld (Ed.), *Cognitive Science and Mathematics Education* (pp. 189-215). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Son, J. (2013). An analysis of narrative text described in high school science textbooks: Energy related content. *Journal of Energy and Climate Change Education*, 3(1), 33-46.
- Vacca, R. T., & Vacca, J. L. (2008). *Content Area Reading*. NY: Pearson.
- Wallace, C. S. (2004). Framing new research in science literacy and language use: Authenticity, multiple discourses, and the "third space". *Science Education*, 88, 901-914.

Waltz, C. F., & Bausell, R. B. (1981). *Nursing Research: Design, Statistics, and Computer Analysis*. PA: FA Davis company.

Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and Literacy in Science Education*. Buckingham, UK: Open

University Press.

Yoon, G., & Hong, Y. (2021). A study on vocabulary and sentence level through readability analysis of 2015 revised elementary science textbook. *Journal of Science Education*, 45(3), 317-325.

박지훈, 부산대학교 강사(Park, Jihun; Instructor, Pusan National University).

전재경, 부산대학교 대학원생(Jun, Jaekyoung; Graduate Student, Pusan National University).

이수진, 부산대학교 대학원생(Lee, Sujin; Graduate Student, Pusan National University).

† 남정희, 부산대학교 교수(Nam, Jeonghee; Professor, Pusan National University).