

과학 텍스트 의미지도 읽기 전략이 고등학생의 추론적 이해에 미치는 영향

이수진 · 박지훈 · 남정희*

부산대학교 화학교육과

(접수 2023. 4. 14; 게재확정 2023. 8. 20)

The Effects of Semantic Mapping as a Science Text Reading Strategy On High School Students' Inferential Comprehension

Sujin Lee, Jihun Park, and Jeonghee Nam*

Department of Chemistry Education, Pusan National University, Busan 46241, Korea. *E-mail: jhnam@pusan.ac.kr

(Received April 14, 2023; Accepted August 20, 2023)

요약. 이 연구는 과학 텍스트 읽기 전략으로 의미지도가 고등학생의 추론적 이해에 미치는 영향을 알아보는 것을 목적으로 하였다. 이를 위해 고등학교 3학년 과학중점반 2개 학급 학생 46명을 대상으로 한 학기 동안 의미지도 읽기 전략을 활용하여 8개 주제의 과학 텍스트 읽기 수업을 실시하였다. 의미지도 읽기 전략이 과학 텍스트의 추론적 이해에 미치는 영향을 알아보기 위해 학생들이 작성한 사전·사후 읽기 능력 검사지를 비교 분석하였다. 추론적 이해 변화를 알아보기 위해 추론적 이해 분석틀을 개발하여 추론적 이해 수준을 분석하였다. 추론적 이해 변화를 분류하기 위해 추론적 이해 분석틀의 세부 항목인 3개 항목의 수준을 점수로 환산하였다. 학생들의 추론적 이해 변화 분석 결과는 의미지도 읽기 전략 수업이 고등학생의 추론적 이해 변화에 영향을 미쳤으며, 특히 추론적 이해의 하위 유형 중 교량 추론과 정교화 추론에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

주제어: 의미지도, 추론적 이해, 과학 텍스트 읽기, 과학 텍스트 읽기 전략

ABSTRACT. The purpose of this study was to investigate the effect of semantic mapping as a science text reading strategy on high school students' inferential understanding. For this purpose, eight science text reading classes were conducted a reading strategy using semantic mapping for 46 students in two science-focused classes in the third grade of a high school. To investigate the effects of semantic mapping reading strategy on students' inferential comprehension, students' pre- and post-reading ability tests results were analyzed. In order to find out the change in inferential comprehension, the level of the inferential comprehension was analyzed using the analysis framework for developed in this study. For the classification of inferential comprehension, the levels of the inferential comprehension were converted into scores. The results of the analysis of changes in students' inferential comprehension showed that semantic mapping reading strategy classes influenced the changes in high school students' inference, especially bridge inference and elaborative inference among sub-elements of inferential comprehension.

Key words: Semantic mapping, Inferential comprehension, Science text reading, Science text reading strategy

서론

현대 사회는 과학 기술의 발달에 따라 지식 정보화 사회로 변화하고 있으며, 이러한 변화에 따라 읽고 쓰는 능력, 즉 문해력에 대한 생각도 변화하면서 이의 중요성이 더 커지고 있다. 수십 년 전 개인의 성장, 교육의 성공, 경제적 참여 및 시민으로서의 자질로서 필요했던 문해력은 오늘날 우리 시대가 요구하는 것과는 다르며 수십 년 후에는 여전히 더 변화될 것이다.¹ 기술자이든 전문가이든 관계없이 현대 사회에서 성공한 사람은 복잡한 문제를 해결하기 위해 정보를 전달, 공유하여 사용할 수 있고, 새로

운 요구와 변화하는 환경에 적응하여 새로운 지식을 창출할 수 있다.²

PISA(Program for International Student Assessment)에서도 학생들이 학교 안과 밖에서 발생할 수 있는 상황에서 서면 정보를 사용할 수 있는 능력을 강조한다. PISA 2009에서는 문해력을 “목표를 달성하고 지식과 잠재력을 개발하며 사회에 참여하기 위해 서면 자료를 활용, 이해, 사용, 반영하는 것”으로 정의하는데, 이는 단순히 정보를 획득하고 문자 그대로 이해하는 것보다 더 넓은 의미인 다양한 상황에서 서면 정보를 이해하고, 사용하고, 반영하는 것을 말한다. 또한 텍스트를 처리할 때 다양하고 적절

한 전략을 인식하고 사용할 수 있는 능력을 의미한다.³ 이처럼 읽기는 인간의 성장과 발달에 필수적이며⁴, 현대 사회에서 유능한 존재로 살아가기 위해 꼭 요구되는 능력이다.⁵ 그러므로 텍스트를 읽고 쓰고 이해하고 비판하는 능력을 갖추는 것은 현대 사회에서 필수적인 부분이 될 것이다.

읽기 이해의 과정에 대한 연구에서 읽기 이해 과정에는 추론 능력, 배경지식, 읽기 전략, 어휘 지식 등 다양한 요소가 관련되는 것으로 알려져 있는데, 이 중에서도 특히 추론 능력과 배경지식이 중요한 역할을 하는 것으로 밝혀졌다.⁶ 읽기는 단순히 단어를 해독하고 텍스트에서 정보를 찾는 것이 아니며 읽기의 본질은 텍스트에서 의미를 추론하는 것이다.⁷ 과학에서의 읽기는 과학 텍스트에 대한 타당한 해석을 의미한다고 볼 수 있으며 이를 위해서는 다양한 과학 정보가 서로 논리적으로 연결되는지 추론하고 텍스트와 배경지식 간의 추론을 정교화 해야 한다.⁸ 따라서 읽기에서 추론은 매우 중요한 역할을 한다고 볼 수 있다.

읽기에서 배경지식을 활용하여 추론을 생성하는 것은 서사 텍스트보다 설명 텍스트에서 빈번하게 발생한다.⁹ Kendeou(2015)는 배경지식을 활용하여 텍스트에 명시적으로 드러나 있지 않는 의미를 알아내어 독자의 지식으로 통합하는 과정을 정교화 및 지식 기반 추론으로 분류한다. 즉, 추론은 정보의 통합 및 활성화 과정이라고 할 수 있다. 정보의 통합은 텍스트의 정보와 독자의 배경지식과의 네트워크를 형성하는 연결주의 관점의 방식이고, 이러한 네트워크 형성은 독자가 가지고 있는 기존의 지식을 더 강화하거나 새로운 지식을 생성하는 역할을 한다.¹⁰ 이러한 추론 과정은 텍스트 중심 이해에서 독자 중심 이해로 안내하고, 독자의 작업 기억이 활성화하면서 텍스트의 정보와 지식을 장기 기억에 저장하는 역할을 한다. 따라서 독자의 추론 과정은 읽기 능력 발달을 예측하는 중요한 기제이다.¹¹ 추론적 이해는 텍스트 차원의 사실적 이해를 넘어 독자가 자신의 배경지식과 텍스트 단서를 통해 의미를 구성하고 해석하는 능동적인 이해 과정이기 때문에¹² 텍스트 이해에 있어서 독자가 추론을 활용한다는 것은 쉬운 일이 아니다.

이전에는 설명 텍스트를 이해하지 못하는 원인이 배경 지식이라는 것이 당연한 명제였지만, 여러 연구에서 학생의 배경지식의 양이 절대적으로 추론적 이해에 영향을 주는 것은 아니라고 제안한다. Oakhill(1984)은 학생들이 텍스트의 내용을 기억하지 못해서가 아니라 텍스트의 내용을 추론하는 과정에 문제가 있어 텍스트를 이해하는데 어려움을 보인다고 하였다.¹³ Cain(2007)은 학생들의 읽기 능력 차이는 사실적 이해에서는 유의미한 차이가 없었으며, 사실적 이해에 대한 수행을 통제했을 때도 추론적 이해력이 읽기 능력을 강력하게 설명한다는 것을 보여주었다.¹⁴

또한 김경선 외(2013)의 연구에서는 추론 점수가 높을수록 읽기에 어려움을 겪을 가능성이 낮은 것으로 나타났다.¹⁵ 읽기 능력은 텍스트에 명시된 문자 언어 자료를 해독하여 텍스트 그대로 해석하는 수준을 넘어서 자신의 배경지식과 명시적인 정보들을 통합하여 의미를 파악하는 능력이므로 성공적인 읽기 이해가 이루어지기 위해서는 추론의 과정이 더 많은 영향을 미치는 것으로 보인다. 학생들이 배경지식과 텍스트의 내용을 연결하는 것을 어려워하는 것은 자신이 알고 있는 지식, 개념 등과 텍스트의 내용이 일치하지 않기 때문이며 이러한 부조화가 지속되거나 일시적으로 넘어가게 되면 독자는 오개념과 오정보를 형성하게 된다. 독자가 텍스트를 읽으면서 불분명한 의미를 인식하고 인지 부조화를 해결하기 위해서는 설명 텍스트를 읽는 동안 떠올린 배경지식을 확인하고 어떤 부분에서 활용하였는지 점검하는 활동이 필요하다. 이러한 점검 활동은 독자의 오개념 형성을 막을 수 있고, 텍스트의 명제와 논리를 명확하게 이해하는 데 도움을 준다. 설명 텍스트의 추론적 읽기 활동을 경험하지 않으면 독자는 오개념을 형성하여도 원인을 찾기 어렵고 텍스트의 명제, 개념의 논리적 관계를 파악하는 데 어려움을 겪을 수 있다.¹⁶

그러나 교과 수업에서 교과 텍스트를 이해하기 위한 방법을 학생들에게 지도하지 않는다. 학생들이 텍스트를 이해하기 위해 특정 전략을 갖고 있지 않으면 추론, 관계 이해, 중요한 정보와 덜 중요한 정보 구별, 요점 파악 등에 어려움을 갖게 된다.¹⁶ 학생들은 특히 설명적 텍스트를 읽을 때 어려움을 겪는데,¹⁷ 학생들에게 텍스트의 다양한 정보를 목적에 맞게 활용하도록 지도하기 위해 텍스트의 어느 부분에 집중하고 어떤 정보를 활용해야 하는지, 그리고 각 정보들이 어떻게 분포되어 있는지를 확인할 수 있도록 지원해야 한다.¹⁸

이전의 읽기 교육에서는 텍스트의 읽기 전략은 교과 내용과 상관없이 보편적이어서 읽기 전략을 잘 익히고 단련하면 모든 텍스트를 이해할 수 있다고 하였다.¹⁹ 하지만 선행 읽기 연구에서 과학이나 역사 분야와 같은 교과의 특성이나 문해력을 실천하는 방법들을 살펴본 결과, 각 분야별 전문가들의 인식론, 읽기 관습, 텍스트의 구조나 특성이 서로 다르고,²⁰ 각 학문의 전문가들이 읽는 방식과 과정에 큰 차이가 있으며 중요하게 여기는 전략 등이 학문별로 상이하다는 것을 발견하였다.²¹ 이는 일반적이고 보편적 읽기 전략만으로는 교과의 전문적 텍스트를 독해하는 데 한계가 있음을 보여준다.²²

과학 텍스트는 독자에게 친숙하지 않은 텍스트 구조와 장르적 특징을 갖고 있다. 따라서 생활 경험과 관련된 인과 구조를 바탕으로 과학 텍스트를 이해하는 것보다는 전문적인 내용 및 학문 분야와 관련된 내용에 따른 개념 관

계 및 논리적 관계를 바탕으로 인과 구조를 파악해야 한다. 또한 과학 텍스트는 글쓴이 의도가 명확하게 제시되기 보다는 텍스트의 구조와 사회적 맥락을 고려해야 이해가 가능하다.²³

과학 텍스트는 다양한 개념과 과학 언어의 복잡성 때문에 많은 학생들이 어렵게 생각한다. 과학 텍스트에서 사용하는 과학적 용어가 가장 어려운 측면인 것처럼 보이지만, 텍스트에 있는 정보의 양, 여러 문장들의 논리적 연결 부재, 일상적 맥락과 다른 의미로 사용되는 다의성, 최소한의 언어 사용으로 복잡한 아이디어를 표현하는 명사화, 일상의 언어로 설명하기 힘든 의미 전달을 위한 그래프, 표, 수학적 표현과 같은 다중 양식의 사용 등이 더 과학 텍스트 읽기를 어렵게 한다.²⁴

과학 텍스트는 대부분 설명 텍스트이며, 설명 텍스트를 이해하기 위해서는 텍스트의 구조를 이해하는 것이 효과적이다.^{25,26,27} 학생들이 설명 텍스트 읽기에서 경험하는 어려움은 지식, 용어, 개념, 배경, 단어 등 해당 영역의 내용 지식과 관련된 것이며, 특정 영역 지문에서 제시되는 정보의 양이 과다한 것으로 나타났다.²⁸ 설명 텍스트는 여러 정보가 위계적으로 조직되어 나타나기 때문에 정보가 갖는 논리적 의미 관계를 중심으로 구성된다.²⁹ 따라서 텍스트 구조를 파악하면 개별 정보에 집중할 수 있으며 정보들 간의 관계를 파악할 수 있고, 정보의 기억을 도울 수 있다. 이를 위한 방법으로 현재 지식과 새로운 정보를 연결하는 도해 조직자의 도입을 제안하는 연구들이 있다.^{16,30,31,32,33}

도해 조직자는 학생이 정보나 개념들을 조직하기 쉽도록 시각적·언어적 구조를 제공할 수 있으므로 읽기 전략으로서 효과적이다.³⁴ 대표적인 도해 조직자로는 사건 흐름도, 비교표, 벤다이어그램, 인물 분석표, 수형도, 시간표, 의미지도 등이 있다. 의미지도는 계층적, 연대적 또는 순차적 순서와 같은 다양한 형식으로 텍스트의 정보를 도식화할 수 있어 텍스트의 정보를 이해하고 기억하기 쉬우므로 모든 영역의 읽기 자료에 효과적인 전략이다.^{35,36} 의미지도는 텍스트에 대한 독자의 이해를 표현한 것이므로 원래의 텍스트에서 명시된 정보가 아닌 독자가 알게 된 것이나 추론한 것을 포함해야 한다. 의미지도에 나타난 관계는 텍스트에서 발견 가능한 것이 아닌 독자가 만들어 낸 연결이어야 한다. 의미지도의 가장 중요한 장점은 독자로 하여금 텍스트에서 언급하는 항목들 사이의 관계뿐만 아니라 텍스트에 주어진 정보와 그들의 배경지식과의 관계를 포함한 정보에 대한 사고를 촉진하는 것이다.³⁷

과학 기술의 발달로 인하여 과학 관련 정보가 폭발적으로 증가하고 있는 지식 정보화 사회에 살고 있음을 고려할 때 학생들이 과학 관련 정보를 읽고 이해할 수 있는 능력을 갖추도록 하는 것은 과학교육에서 매우 중요하게 고려해

야 하는 목표이다.³⁸ 그동안 과학교육에서 읽기에 대한 관심은 높지 않았으나 지금까지 이루어진 과학교육에서의 읽기 관련 연구들을 살펴보면, 과학 텍스트 읽기가 과학 지식 이해, 학업 성취도 평가와 과학의 정의적 영역에서 긍정적인 변화를 보고하였고,^{39,40,41,42,43} 고등학교 화학 수업에 읽기 활동을 연계 할 경우 과학 학습의 다양한 측면에서 긍정적 효과를 유발할 수 있음을 보여주며 과학 수업 내 체계적 도입의 필요성을 보여주었다.⁴⁴ 또한 과학 교과서에 제시된 읽기 자료에 대한 인식 및 과학 수업에서 읽기 자료의 활용 실태 등을 살펴본 연구들이 있다.⁴⁵ 이러한 연구들은 과학 텍스트를 활용한 읽기 활동이 학생들의 과학 학습에 효과적이라는 것을 말해주고 있다. 그러나 읽기가 과학교육에서 어떻게 다루어져야 하는지를 살펴본 연구는 드물다.

과학 교육에서도 실제 활동만큼이나 읽기가 중요한 과학적 활동임을 강조하고 있다.⁴⁶ 학생들에게 읽기 활동은 매우 강력한 학습 양식이며 지식의 생산 및 활용 능력, 창의적 사고력을 얻을 수 있는 방법이지만, 읽기 교육이 국어과 영역이라는 인식 때문에 교과 영역에서의 학습 읽기와 실제 수업에서 적용할 수 있는 구체적인 학습 읽기 전략에 관한 관심은 높지 않다. 과학 텍스트 읽기에서 학생들이 겪는 문제 해결을 돕기 위해 교사는 과학 텍스트 읽기를 위한 적절한 읽기 전략에 대한 지식이 있어야 한다. 요약, 개념도, 질문 및 이해 모니터링과 같은 읽기 전략에 대한 교육은 초등 및 중학생의 읽기 능력 향상에 효과가 있음을 보여준다.⁴⁷ 읽기 교육에 대한 선행 연구를 바탕으로 과학 텍스트 읽기 학습으로 읽기를 학습의 어느 단계에서 제공하는지에 따라 세 가지의 모델이 제시되었다. 학습하고자 하는 내용의 도입 전에 읽기 경험을 제공하는 모델은 텍스트와 관련된 배경지식에 대하여 생각하게 만들어 학생들이 무엇을 읽는지에 대해 이해하는 것을 도와준다. 읽기를 학습이 이루어지는 중에 제공하는 모델은 학생들이 텍스트를 읽으면서 형성하는 이해를 점검하는 반성적 사고를 가능하게 한다. 읽기를 학습이 이루어진 후에 제공하는 모델은 학생들이 새로운 정보를 조직하고 요약하고 분석하는 것을 도와 텍스트의 회상을 촉진한다.⁴⁸ 이러한 읽기 모델은 중학교 과학 수업과 같은 실제 현장에서 학생들의 과학 개념 이해를 향상시키는 것으로 나타났다.⁴⁹

과학 텍스트 읽기에서 과학에서 사용하는 단어가 맥락에 따라 어떤 의미를 지니는지에 대한 이해가 없다면 학생들은 과학 텍스트 읽기 자체를 매우 어려워한다. 이러한 과학 텍스트 읽기의 어려움을 해결하기 위해서 교과 학습에서는 내용을 연결하고 읽기 과정을 점검하며 잘못된 이해한 부분을 수정하는 등 유능한 독자들이 사용하는 다양한 읽기 전략을 학생이 활용할 수 있는 기회를 제공하

는데 중점을 두어야 한다.⁵⁰ 과학 교사는 전문적인 과학 지식을 가지고 있으며 텍스트의 핵심 과학 개념을 지도할 수 있으므로 학생의 과학 텍스트 읽기 능력을 개발하는 조력자의 역할을 할 수 있지만, 과학 수업에서 학생들이 과학 텍스트를 읽는 전략을 활용하거나 학생의 과학 텍스트 읽기 능력을 향상시킬 수 있는 방법에 대한 연구는 거의 드물다. 추론적 이해는 텍스트에 제시된 명제 간의 논리적 관계를 파악하기 위해 독자의 지식 구조망을 활용하여 연결하고 통합하는 사고 과정이므로 읽기 능력과 밀접한 관련이 있다.

따라서 이 연구에서는 배경지식과 텍스트의 연결을 강조한 의미지도 읽기 전략으로 이용하여 과학 텍스트 읽기에 적용했을 때 학생들의 추론적 이해에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 하였다. 이를 위해 의미지도 전략을 적용하기 전 학생들의 추론적 이해 수준을 분석하고, 의미지도 읽기 전략을 과학 텍스트 읽기에 적용한 후 학생들의 추론적 이해 수준이 어떻게 변화하는지 분석하였다.

연구 방법

이 연구는 과학 텍스트 읽기 전략으로 활용한 의미지도가 고등학생의 추론적 이해에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 이를 위해 실험집단은 의미지도를 과학 텍스트 읽기 전략으로 사용하여 8개의 과학 주제에 대한 수업을 진행하였고, 비교집단은 읽기 전략을 적용하지 않고 동일한 8개 주제의 수업을 실시하였다.

연구 대상 및 절차

이 연구는 중소도시에 위치한 과학중점학교로 지정된 고등학교 3학년 과학중점반 2개 학급의 학생 46명을 대상으로 하였다. 해당 학교가 위치한 지역은 평준화 지역이며, 과학중점반은 중상위권 학생들로 구성되어 있다. 3학년 과학중점반 2학급 학생 중 실험집단은 총 23명으로 여학생 14명, 남학생 9명으로 구성되었고, 비교집단은 총 23명으로 여학생 10명, 남학생 13명으로 구성되었다. 이 중 모든 수업과 과학 읽기 능력 검사에 참여한 실험집단 21명과 비교집단 19명의 과학 읽기 능력 검사지를 분석하였다.

실험집단은 2021년 3월부터 7월까지 1학기 동안 3학년 과학 융합 교과에서 의미지도를 활용한 과학 텍스트 읽기 수업을 진행하였다. 수업은 8개의 주제로 이루어졌고, 1개 주제 당 2차시로 구성되어 총 16차시로 진행하였다. 과학 읽기 능력 검사의 텍스트 주제는 학생들이 배경지식을 가지고 있는 주제를 선정하였다. 과학 탐구 실험 교과와 연계한 사회과학적 이슈와 화학 1 교과와 연계한 과학적 지식을 활용하여 문제를 인식하고 증거를 바탕으로 결론을

내리는 화학 개념 관련 주제 두 가지 형태로 제시하였다. 실험집단과 비교집단 학생 모두 이전에 의미지도를 활용한 과학 텍스트 읽기 수업을 수행한 경험이 없었으며 두 집단 모두 동일한 8개 주제의 총 16차시 수업을 진행하였다. 실험집단은 의미지도 읽기 전략을 적용하여 수업을 진행하였고, 비교집단은 8개의 주제 중 학생 개인별로 1개의 주제를 선택하고, 이에 대해 조사하여 발표하는 수업을 실시하였다. 하나의 주제에 다수의 학생들이 선택하지 않도록 하기 위해 주제 1개당 3명의 학생들이 발표하였으며, 동일한 주제를 선택한 학생들의 발표 내용이 겹치지 않기 위해 자신이 조사할 주제의 하위 영역을 서로 의논하여 결정하였다.

과학 읽기 능력 검사는 교과 수업 시간인 45분 동안 실시하기 위해 문항 수를 조절하여 1차 및 2차로 나누어 진행하였으며, 사전·사후 검사 모두 하루 간격으로 각각 총 2회에 걸쳐 실시하였다. 1차에 사회과학적 이슈에 관한 4개의 과학 텍스트 11문항, 2차에 4개의 화학 개념에 관한 과학 텍스트 11문항으로 검사 시간은 1, 2차 모두 45분씩 주어졌다. 과학 읽기 능력 검사는 집단의 동질성과 의미지도 읽기 전략의 효과를 검증하기 위해 사전·사후 검사를 동일한 문항으로 실시하였다. 과학 읽기 능력 검사를 위한 문항의 형태를 결정하는데 있어 선택형 문항으로는 문제 해결 과정에서의 인지과정을 파악하기 어렵다는 문제점이 있어 선택 후 이유 진술형으로 문항을 구성하였다. 각 문항마다 읽기 과제를 해결하는데 도움을 준 텍스트 단서의 번호를 적고, 그렇게 생각한 이유를 적도록 하여 학생들의 추론적 이해 과정을 파악할 수 있도록 하였다.

의미지도 읽기 전략. 정보 텍스트의 추론적 읽기가 어려운 이유는 배경지식이 부족하다는 것에 초점이 있었다. 그러나 최근의 연구에서 부진한 독자는 텍스트와 관련된 배경지식이 있어도 정보 텍스트를 읽으면서 배경지식의 활성화에 실패한다고 제시하였다.^{11,51,52,53} 따라서 정보 텍스트의 추론적 읽기 능력 향상을 위해 정보의 활용 및 활성화 전략을 학생들이 경험해야 한다.⁵⁰ 이 연구에서 개발한 의미지도 읽기 전략은 과학 텍스트 읽기 능력을 향상시키기 위한 전략으로, Zaid(1995)와 Denton *et al.*(2007)의 의미지도 수업 절차와 Think Literacy(2003)의 협동 학습 전략을 바탕으로 개발하였다.⁵⁴

이 연구에서 개발한 과학 텍스트 읽기 능력 향상을 위한 의미지도 읽기 전략은 두 단계로 구성된다(Table 1). 의미지도 읽기 전략 수업의 첫 번째 단계는 모둠 활동으로 이루어지고, 두 번째 단계는 개별 활동으로 이루어진다.

첫 번째 단계에서 이루어지는 모둠별 활동은 학생들의 배경지식을 활성화시키고, 이를 바탕으로 활동에서 다루는 주제에 대한 개념을 조직화하는 것을 목적으로 한다. 이

Table 1. Steps of Semantic Mapping Reading Strategy

	Step	Contents
1 st Class: Group Activity	1. Activation of back-ground knowledge	Free association on a topic <ul style="list-style-type: none"> • Present the topic of a scientific text • Brainstorm a topic individually and write it on the activity sheet
	2. Organization of concepts on a topic	Organize and categorize words, concepts, and ideas <ul style="list-style-type: none"> • Categorize what you brainstormed by setting group criteria
		Draw a semantic mapping for each group <ul style="list-style-type: none"> • Drawing a semantic mapping to visually represent information categorized by group • Expand meaning by connecting categorized ideas to each other or connecting related details with lines.
2 st Class: Individual Activity	3. Reading science text	Read scientific texts related to the topic <ul style="list-style-type: none"> • Read scientific texts related to the topic individually
	4. Reorganization of concepts on a topic	Draw individual semantic mapping <ul style="list-style-type: none"> • While reading the text again, create an individual semantic mapping based on the group's semantic mapping • Reconstruct by linking new information learned from scientific texts to semantic mapping
		Presentation of semantic mapping and science text <ul style="list-style-type: none"> • Present the contents of the learned science texts and new information
		Class discussion and teacher feedback <ul style="list-style-type: none"> • After the presentation of individual semantic mapping, students discuss with each other and, if necessary, were given feedback from the teacher.

단계에서는 학생들이 특정 주제에 대해 가지고 있는 자신의 배경지식을 이끌어 내며, 모둠 구성원 모두에게 더 많은 것을 배울 수 있는 기회를 제공한다. 이 단계의 시작은 주제에 대한 자유연상 활동으로 이루어지는데 학생들이 배경지식이나 경험을 사용하며, 모든 응답이 주제와 관련되는 한 수용되는 것이 중요하다. 두 번째는 아이디어의 범주화로 학생들이 제시된 단어나 개념들 사이의 관계를 깨닫고 모둠이 정한 기준으로 단어나 개념을 분류한다. 세 번째로 모둠별 의미지도 그리기 활동은 주제를 중심으로 주요 개념을 설명하거나 명확히 하는데 도움이 되는 하위 아이디어들을 연결하는 것이다.

두 번째 단계에서 이루어지는 개별 활동은 과학 텍스트를 읽고 주제에 대한 개념을 재조직화 하는 것을 목적으로 하며, 과학 텍스트를 통해 학습한 새로운 정보를 의미지도에 연결하고 반영하기 위해 의미지도를 확장하거나 재구성하는 방법을 생각하도록 유도하는 단계이다. 개별 활동의 첫 번째는 학생들이 가지고 있는 정보와 단어보다 더 많은 내용이 포함되어 있는 주제와 관련된 텍스트를 읽는 것으로 시작한다. 제공된 텍스트를 읽으면서 모둠별 의미지도에 추가하거나 제거할 항목을 결정할 수 있으므로 새로운 정보가 배경지식과 통합되는 기회를 제공한다. 두 번째는 개인별 의미지도 그리기를 수행하는데 이 과정에서 학생들은 텍스트를 읽고 학습한 정보와 그것이 모둠별 의미지도에 표시된 아이디어에 어떻게 변경되거나 추가되었는지를 나타낼 수 있다. 개인별로 작성한 의미지도를 학급 전체 학생들과 공유하기 위해 발표 활동을 진행하는데, 이러한 활동을 하면서 학생들은 텍스트에 대한

정보와 아이디어에 대한 이해 정도를 확인하고 학급 구성원들과 토론할 기회를 갖고 필요한 경우 교사에 의한 피드백이 제공된다.

의미지도 읽기 전략 수업 적용. 고등학교 3학년 과학 융합 교과에서 의미지도 읽기 전략 수업을 한 학기 동안 실험집단에 적용하였다. 수업은 화학 개념과 관련된 4개 주제 8차시, 사회과학적 이슈 4개 주제 8차시의 수업을 진행하여 총 8개 주제의 16차시로 구성되었다. 비교집단의 수업은 실험집단과 8개의 동일한 주제로 이루어졌으며, 총 16차시로 구성하였다. 실험집단과 비교집단에서 이루어진 수업의 주제는 사전·사후 과학 읽기 능력 검사에 사용된 8개의 주제와 동일하게 구성하였다.

수업에 적용한 텍스트의 주제 1~4는 실생활과 관련된 사회과학적 이슈로 주제 1은 경제 성장이 에너지와 밀접하게 관련되면서 원자력에 대한 경제적인 측면에서의 논의에 대한 것이고, 주제 2는 난분해성 플라스틱의 환경 문제로 인한 바이오 플라스틱의 개발과 특징에 대한 내용이다. 주제 3은 화석 연료에만 의존한 에너지 사용의 문제점을 제시하고 재생 가능 에너지를 소개하며 에너지 전환의 필요성을 제시하고 있다. 주제 4는 세계의 원리를 이용하여 계면활성제의 정의, 특징 및 장·단점을 설명한다.

주제 5-8은 화학 교과서에 배운 화학 개념에 관련된 텍스트이다. 주제 5는 원자 구조의 변천 과정을 시대순으로 제시하면서 원자를 구성하는 입자들의 특징을 설명하고 있으며, 주제 6은 화학적 친화력에 대해 18세기 베리만의 연구 방법, 19세기 베르셀리우스의 연구 방법, 20세기 화학의 관점을 시대순으로 보여주고 있다. 주제 7은 동적 평

형의 원리를 실생활 속 사례를 제시하며 설명하는 텍스트이며, 주제 8은 동위원소 연대측정법에 사용하는 방사성 동위원소의 특징을 설명하는 텍스트이다.

실험집단과 비교집단의 수업은 배경지식 파악하기, 개념 조직화하기, 과학 텍스트 읽기, 개념 재조직화하기의 4단계로 구성하였다. 각 주제 당 모두 2차시로 수업이 진행되었으며 1차시 수업은 모둠별 활동으로 첫 번째와 두 번째 단계인 배경지식 파악하기와 개념 조직화하기로 구성되었고, 2차시 수업은 개인별 활동으로 세 번째와 네 번째 단계인 과학 텍스트 읽기와 개념 재조직화하기로 이루어졌다.

실험집단은 1차시 수업에서 주제에 대한 학생들의 배경지식을 모둠에서 정한 기준에 따라 범주화하여 정리한 후 이를 바탕으로 모둠별 의미지도 그리기를 수행하였다. 2차시 수업에서는 과학 텍스트의 내용과 모둠별 의미도를 토대로 학습한 새로운 정보를 의미지도에 연결하고 반영할 수 있는 개인별 의미지도 그리기를 하였다. 그리고 각 주제별로 3명의 학생들이 자신의 의미도를 발표한 후 학급 구성원끼리 토론하고 필요한 경우 교사로부터 피드백을 제공받았다.

비교집단의 1차시 수업은 학생의 텍스트에 대한 배경지식을 활성화하기 위해 교사가 제시한 주제와 관련된 5개 진술문의 진위 여부를 기존의 지식을 바탕으로 표시한 후 모둠별로 토의하였다. 그리고 학생들은 발표자 3명의 주제 발표를 들은 후 활동지에 주요 내용을 모둠별로 의논하여 정리하도록 하였다. 2차시 수업에서 학생은 과학 텍스트를 읽은 후 1차시에 정리한 활동지와 관련지어 새롭게 알게 된 사실이나 자신의 배경지식에서 수정된 내용 등을 활동지에 개인별로 작성하였다. 또한 사회과학적 이슈에 대한 수업은 학급 구성원들이 서로 논의할 수 있는 기회를 주었고, 화학 개념에 대한 수업은 강의식 수업으로 진행하였다. 실험집단과 비교집단에 적용한 실제 수업 과정 및 단계는 Table 2에 제시하였다.

학생들마다 읽기 능력과 화학의 배경지식 정도가 다르

기 때문에 모둠 간의 학습 편차를 줄이고 모둠원끼리 활발한 상호 작용이 일어나도록 하기 위해 실험집단의 모둠형성은 학생들의 2학년 독서와 화학 I 학기말 성적을 고려하여 이질적 모둠을 구성하였다. 의미지도 읽기 전략 수업에 대한 학생들의 이해를 돕기 위해 읽기 전략과 의미지도의 개념에 대해 설명하였고, 의미지도 읽기 전략 수업 절차와 의미지도 작성법에 대해 설명하였다. 의미도를 처음 접하고 활용하는 어려움을 줄이기 위해 여분의 과학 텍스트와 학생 활동지를 준비하여 의미지도 읽기 전략 수업 절차대로 예비 수업을 진행하였다.

의미지도 읽기 전략의 첫 번째 단계인 모둠별 활동의 첫 활동은 자유연상으로 교사가 읽기 자료로 사용할 과학 텍스트의 제목을 주제로 제시하면 학생들은 개인별로 주제를 보면서 떠오르는 단어나 개념, 아이디어를 정해진 시간 동안 자유롭게 최대한 많은 개수를 활동지에 작성하였다. 두 번째 범주화 활동에서는 학생들이 개인별로 작성한 단어나 개념, 아이디어들을 모둠별 토의를 통해 모둠에서 정한 기준에 따라 범주화하여 정리하도록 하였다. 모둠별 학습이 시작되면 교사는 학급을 순회하면서 학생들의 대화를 모니터링하였고, 일부 학생들이 모둠과 공유하기 전에 자신의 개념이나 아이디어를 명확히 하기 위해 질문하는 것에 대해 설명해 주었다. 이 수업 단계는 학생들의 사고를 특정 주제에 대해 가지고 있는 배경지식으로 안내하고, 모둠 구성원 모두에게 더 많은 것을 배울 수 있는 기회를 제공한다.

모둠별 활동의 마지막은 모둠별로 범주화한 정보의 구조를 시각적으로 나타내기 위해 학생들에게 모둠별 의미도를 그리게 하였다. 이 과정에서 교사는 의미지도 그리기에 어려움을 보이는 모둠에게는 의미지도의 다양한 예시들을 제공해 주었고, 모둠의 일정한 기준으로 범주화한 아이디어나 개념을 서로 연결하거나 이와 관련된 세부 사항을 선으로 연결하며 의미를 확장해 나갈 수 있도록 지도하였다. 대부분의 학생들은 모둠별로 범주화한 개념들 간의 기본적인 관계를 설명할 수 있도록 의미지도의

Table 2. Steps of Science Class for Experimental and Comparison Groups

	Step	Experimental Group	Comparison Group
1 st Class: Group Activity	1. Activation of background knowledge	• Free association on a topic	• Distinguish between the right and wrong of statements related to the topic
	2. Organization of concepts on a topic	• Organize and categorize words, concepts, and ideas • Draw a semantic mapping for each group	• Present individual topics • Organize the contents presented by group
2 nd Class: Individual Activity	3. Reading science text	• Read science texts related to the topic	• Read science texts related to the topic
	4. Reorganization of concepts on a topic	• Draw individual semantic mapping • Presentation of individual semantic mapping • Class discussion and teacher feedback (all topics)	• Organize what you have learned in relation to the topic • Class discussion (social science issues) and lecture-style class (chemistry concepts)

형태를 결정하는 모습을 보였다.

의미지도 읽기 전략의 두 번째 단계인 개인별 활동에서는 먼저 학생들에게 주제와 관련된 과학 텍스트를 개인별로 천천히 읽어볼 수 있는 시간을 주었다. 이후 교사는 학생들에게 과학 텍스트를 읽으면서 자신들과 다른 범주나 공통된 특징을 가진 정보들이 있는지 질문을 하였고, 그 과정에서 과학 텍스트를 통해 학습한 새로운 정보를 의미지도에 연결하고 반영하기 위해 의미지도를 확장하거나 재구성하는 방법을 생각하도록 유도하였다. 또한 텍스트에 명시적으로 제시되어 있지 않지만 알 수 있는 또는 알게 된 내용도 개인별 의미지도에 나타내도록 하였다. 그리고 학생들은 과학 텍스트를 다시 읽으면서 모두의 의미지도를 바탕으로 개인별 의미지도를 작성하였다. 개인별 의미지도 작성에 어려움을 보이는 학생을 위해 교사는 순회지도하며 피드백을 제공하였다. 개인별 의미지도가 완성되면 학생이 이해한 과학 텍스트 내용을 설명할 수 있는 기회 제공과 새로운 정보들을 학급 전체와 공유하기 위해 몇 명의 학생들이 발표할 수 있도록 수업을 진행하였다. 이후 학생들끼리 자유롭게 논의할 수 있는 기회를 주었으며, 과학 지식에 대한 오개념이나 주제와 맥락이 다른 배경지식을 사용한 경우와 같이 필요한 경우 교사가 피드백을 제공하였다. 의미지도 읽기 전략 수업에서 실험집단의 학생이 작성한 의미지도를 Fig. 1에 제시하였다.

검사도구 및 자료수집

과학 읽기 능력 검사. 읽기 이해 과정은 읽기 평가 문항을 해결하는 데 요구되는 과정으로 과학 텍스트 읽기 과제를 해결하기 위한 필수적인 읽기 이해 요소를 도출하기 위해 이재호(2016)⁵⁵의 읽기 이해 검사도구의 구인들과 PISA의

읽기 평가틀(OECD, 2003)⁵⁶을 바탕으로 수정·보완하여 과학 읽기 능력 검사지를 개발하였다(Fig. 2).

과학 텍스트 읽기 능력의 하위 영역은 사실적 이해, 추론적 이해, 평가적 이해의 3개 영역으로 범주화하고, 사실적 이해와 평가적 이해 영역은 각각 2개, 추론적 이해는 5개의 하위 요소로 세분화하여 총 9개의 하위 요소로 제시하였다. 사실적 이해 영역은 읽은 텍스트에 대한 직접 기억과 정보 회상의 수준을 의미하며, 주로 단어나 문장 수준에서 단편적인 정보에 초점을 맞추고 재인하는 과정이다. 추론적 이해는 텍스트의 부분적이거나 전체적인 의미를 이해하거나 논리적으로 연결하고 텍스트의 의미와 개인의 지식과 경험을 통합하여 텍스트를 좀 더 구체적이고 완전하게 이해하는 과정이다. 추론적 이해 영역은 생략된 정보를 추론하거나 이어질 내용 파악, 주제 파악, 맥락 단서를 활용한 의미 파악, 정보와 관련된 사례 파악, 논리적 규칙 적용의 5개 하위 요소로 구성된다. 평가적 이해는 텍스트에서 끌어낸 정보와 자신의 배경지식을 관련지어 평가하고, 텍스트를 읽고 자신이 얼마나 이해했는지 점검하는 것이다. 평가적 이해 영역은 텍스트 형식 평가와 텍스트 내용 평가의 2개 하위 요소로 구성된다.

읽기 능력의 구성 요인에 따라 3개 영역, 9개 하위 요소를 평가하기 위한 검사지를 개발하였다. 과학 읽기 능력 검사의 하위 영역은 사실적 이해, 추론적 이해, 평가적 이해로 이루어져 있다. 사실적 이해에 대한 문항은 총 7개이며, 문맥적 단서를 통해 단어나 문장의 의미를 파악하거나 세부 정보 및 중심 내용과 같이 명시적으로 진술된 정보를 확인하는 문항으로 구성되어 있다. 추론적 이해를 측정하는 문항은 총 11문항으로, 명시적인 정보와 배경지식의 상호작용을 통해 텍스트의 정보를 논리적으로 확장하는 논리

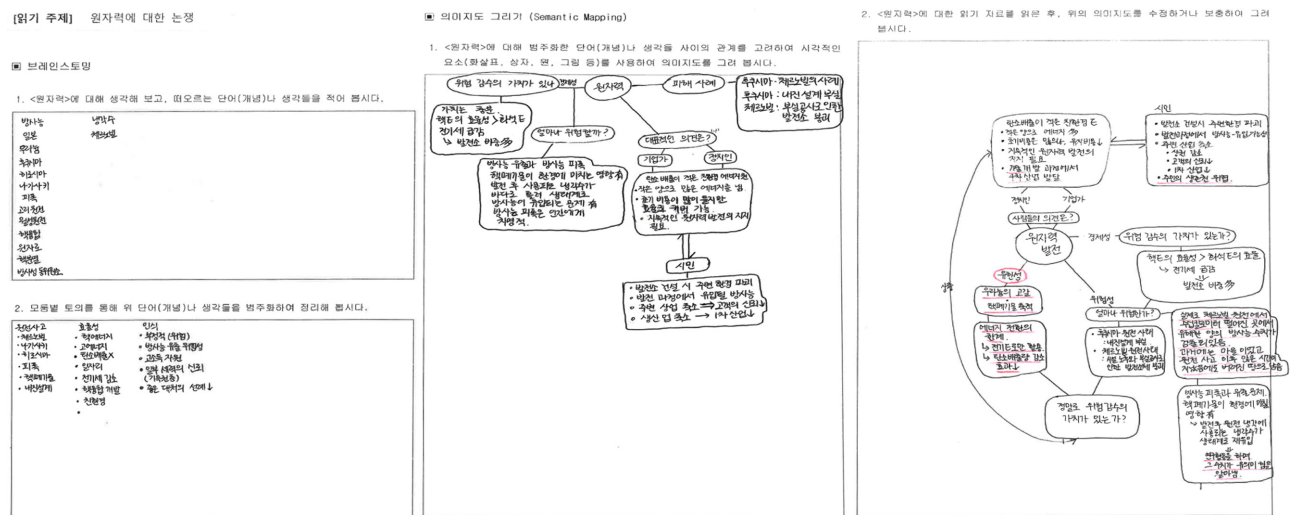


Figure 1. Semantic Mapping Created by Students in the experimental group.

[3-이] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오. <2017년 국가수준 학업성취도 평가 6-9학년>

우리가 사용하는 플라스틱은 석유를 증류하는 과정에서 얻어진 휘발유나 나프타를 기반으로 생산된다. 그런데 석유로 플라스틱을 만드는 과정이나 소각 또는 매립하여 폐기하는 과정에서 유독 물질, 이산화탄소 등의 온실 가스가 많이 배출된다. 특히 폐기물의 불완전 연소에 의한 대기 오염은 심각한 환경오염의 원인으로 대두되었다. 이로 인해 자연 분해가 거의 불가능한 난분해성 플라스틱 제품에 대한 정부의 규제가 강화되었고, 플라스틱 소재 분야에서도 환경 보존을 위한 노력을 하고 있다.

바이오 플라스틱은 옥수수, 사탕수수 등 식물체를 가공한 바이오매스를 원료로 만든 친환경 플라스틱이다. 바이오 플라스틱은 바이오매스 함유 정도에 따라, 바이오매스가 50% 이상인 '생분해성 플라스틱'과 25% 이상인 '바이오 베이스 플라스틱'으로 크게 구분된다. 생분해성 플라스틱은 일정한 조건에서 시간의 경과에 따라 완전 분해될 수 있는 플라스틱이고, 바이오 베이스 플라스틱은 바이오매스와 석유 화학 유래 물질 등을 이용하여 생산되는 플라스틱이다.

생분해성 플라스틱은 보통 3~6개월 정도의 빠른 기간에 미생물에 의해 물과 이산화탄소 등으로 자연 분해된다. 분해 과정에서 다이옥신 등 유해 물질이 방출되지 않으며, 탄소 배출량도 적어 친환경적이다. 하지만 내열성 및 가공성이 취약하고, 바이오매스의 가격이 비싸며, 생산 비용이 많이 드는 단점이 있다.

이로 인해 생분해성보다는 이산화탄소 저감에 중점을 두고 있는 바이오 베이스 플라스틱의 개발이 빠르게 진행되고 있다. 바이오 베이스 플라스틱은 식물 유래의 원료와 일반 플라스틱 수지를 혼합하거나 결합하는 방식으로 생산되지만, 이산화탄소의 총량을 기준으로 볼 때는 환경 문제가 되지 않는다. 왜냐하면 플라스틱을 폐기할 때 화학 분해가 되어도 그 플라스틱의 식물성 원료가 이산화탄소를 흡수하며 성장했기 때문이다. 바이오매스 원료 중에서 가장 대표적이었던 옥수수 전분보다. 그런데 최근에는 바이오매스 원료 중에서도 쌀, 밀, 콩, 팥, 옥수수, 대, 콩, 감, 쌀 등 부산물을 사용하는 기술이 발전하고 있다. 이는 지구상 곳곳에서 많은 사람들이 굶주리는 상황에서 제기된 고민이 있었기 때문이다.

바이오 베이스 플라스틱은 생분해성 플라스틱보다 내열성 및 가공성이 우수하고, 분해 기간 조절이 가능하기 때문에 비닐 봉지와 음료수 병, 식품 포장기는 물론 다양한 산업 용품 개발에 활용되고 있다. 근래에는 전자 제품에서부터 건축 자재, 자동차 용품까지 적용 분야가 확대되는 추세이다. 하지만 바이오매스와 버려지는 원료들이 완전히 분해되지는 않으므로, 바이오 베이스 플라스틱이 진정한 의미의 환경친화적 대체재라고 볼 수는 없다.

[사실적 이해]

3-(1) 첫글의 문맥을 고려할 때, ㉠과 ㉡의 의미를 상세화한 것으로 가장 적절한 것은?

㉠	㉡
① 이산화탄소의 총량이 증가하는 상황	식물 유래의 원료를 사용한다는 비판
② 이산화탄소의 총량이 증가하는 상황	식물 자체의 원료를 사용한다는 비판
③ 증가하는 상황	식물 가공의 원료를 사용한다는 비판
④ 자연 분해가 되지 않는 상황	식물 자체의 원료를 사용한다는 비판
⑤ 자연 분해가 되지 않는 상황	식물 유래의 원료를 사용한다는 비판

3-(2) (1)의 문제 해결에 도움을 준 문장의 번호를 적으시오.

3-(3) 그렇게 생각한 이유를 적으시오.

[추론적 이해]

4-(1) <자료>는 학생의 독서 일기이다. 첫글을 바탕으로 할 때, <자료>의 ㉢에 들어갈 내용으로 가장 적절한 것은?

<자료>

첫글을 읽는데 '내열성'과 '가공성'이라는 낯선 낱말이 나왔다. 그 의미가 잘 이해되지 않아 질문어 사전을 찾아 보았다. '내열성'은 높은 온도에서도 변하지 않고 잘 견디는 성질을 의미하고, '가공성'은 열을 가하거나 압력을 가하여 원하는 모양으로 성형할 수 있는 정도를 나타낸다는 것을 알게 되었다. 모르면 낱말의 의미를 익히고 다시 읽으면, 첫글의 내용 중에 ㉠ ㉡ ㉢ 설명한 부분이 더 잘 이해되었다.

- ① 난분해성 플라스틱의 원료는 석유를 기반으로 한다.
- ② 난분해성 플라스틱 제품과 바이오 플라스틱 제품의 기반 원료가 다르다.
- ③ 바이오 베이스 플라스틱 제품에 비해 생분해성 플라스틱 제품의 분해 기간이 짧다.
- ④ 생분해성 플라스틱에 비해 바이오 베이스 플라스틱이 다양한 분야에 적용되고 있다.
- ⑤ 생분해성 플라스틱과 바이오 베이스 플라스틱은 바이오매스 함유 정도로 나눌 수 있다.

4-(2) (1)의 문제 해결에 도움을 준 문장의 번호를 적으시오.

4-(3) 그렇게 생각한 이유를 적으시오.

[평가적 이해]

5-(1) <자료>는 '바이오 플라스틱 제품' 광고문이다. 첫글을 바탕으로 <자료>를 평가한 내용으로 가장 적절한 것은?

<자료>

지구를 구하는 자동차 시트

친환경 소재를 활용, 탄소도 높은 자동차 시트 일반 플라스틱 수지 대체로 유효하여 100% 생분해되는 자동차 시트

친환경 자동차의 앞좌석 시트를 지원한다.

- ① 제품의 인지도에 대하여 구체적으로 밝히고 있다.
- ② 제품의 친환경성에 대한 보장된 정보를 전달하고 있다.
- ③ 제품의 만족도에 대한 객관적인 기준을 제시하고 있다.
- ④ 제품의 친환경성 평가의 통계적 근거를 제시하고 있다.
- ⑤ 제품의 내구성에 대하여 일관성 있는 주장을 하고 있다.

5-(2) (1)의 문제 해결에 도움을 준 문장의 번호를 적으시오.

5-(3) 그렇게 생각한 이유를 적으시오.

[추론적 이해]

6-(1) <자료>는 첫글을 읽은 학생이 제작 중인 포스터이다. <조건>에 따라 포스터를 완성하고 할 때, [A]에 들어갈 내용으로 적절하지 않은 것은?



- <조건>
- 소비자가 플라스틱 제품을 선택할 때, 환경 문제를 고려해야 한다는 관점을 드러낼 것.
 - <자료>에 제시된 시각 매체와 어울리도록 작성할 것.
- 6-(2) (1)의 문제 해결에 도움을 준 문장의 번호를 적으시오.
 - 6-(3) 그렇게 생각한 이유를 적으시오.

Figure 2. Examples of questions on the Science Reading Ability Test.

적 추론 4문항, 텍스트의 주제를 식별하거나 생략된 내용을 파악하는 교량 추론 3문항, 텍스트의 맥락 단서를 활용하여 함축되어 있는 의미를 이해하는 정교화 추론 4문항으로 구성되어 있다. 그리고 평가적 이해를 측정하는 문항은 총 4개이며, 텍스트의 내용과 형식의 적절성과 타당성을 평가하고, 글쓴이가 논지를 전개하는 방식을 기술하거나 글쓴이의 관점을 해석할 수 있는 문항으로 구성하였다. 과학 읽기 능력 검사 문항은 5지 선다형의 전체 22문항으로 이루어져 있으며, 각 문항마다 맞으면 1점, 틀리면 0점으로 처리하였다.

과학 읽기 능력 검사의 22개 문항에 대한 내용 타당도를 검증하기 위해 과학교육 박사 2명, 과학교육 석사 8명과 석사과정 6명, 과학교육 학사 4명, 총 20명을 대상으로 문항의 타당성을 평가하였다. 문항의 타당성은 문항 유형의 내용을 '매우 적합하다 4점', '적합하다 3점', '적합하지 않다 2점', '전혀 적합하지 않다 1점'으로 평가하여 그 결과를 CVI(Content Validity Index)(Lynn,1986)⁵⁷로 평가하였다. 22개의 문항에서 모두 CVI 계수가 0.8 이상이었으므로 문항의 내용 타당도가 만족되었음을 확인하였다.

자료분석

추론적 이해 분석. 추론의 유형은 많은 연구자들에 의해 추론의 방식과 내용 등 다양한 차원에서 범주화되어 왔다. 추론적 읽기는 분류하는 기준에 따라 다양하지만 읽기 과정에서 독자와 텍스트의 참여 정도에 따라 그 유형을 구분할 수 있다.¹⁰ 읽기 과정에서 텍스트의 참여가 높다면 텍스트 내적 표상에 근거한 추론적 읽기 유형이고, 텍

스트보다 독자의 참여 정도가 높다면 텍스트 외적 지식과 경험을 연결하는 추론적 읽기 유형이다. 이 연구에서는 이러한 특징을 고려하여 추론적 읽기의 하위 유형을 교량 추론, 정교화 추론, 논리적 추론으로 제시하였다.

교량 추론은 텍스트에 언급된 정보들의 개념적 연결을 제공하며, 읽은 내용에 대한 응집성을 형성하는데 필수적이다. 따라서 교량 추론 능력에 따라 유능한 독자와 부진한 독자(less skilled)를 구별할 수 있다.⁵⁸ 정교화 추론과 논리적 추론은 텍스트 외적 맥락을 활용하는 추론이다. 정교화 추론은 텍스트 정보와 독자의 배경지식을 연결하여 텍스트의 내용을 더 잘 이해하거나 새로운 의미를 해석할 수 있도록 한다. 그리고 논리적 추론은 텍스트에 제시된 정보와 자신이 알고 있는 지식의 논리적 관계를 확인하는 사고 과정이며, 귀납, 연역, 유추와 같은 논리적 규칙을 적용하여 새로운 정보를 생성하는 것이다. 특히 정보 텍스트를 읽는 동안 독자는 텍스트 주제와 관련된 범위에서 전문 영역 지식을 활성화한다. 이때 개념의 관계가 논리적으로 명확한 것인지 파악하며 읽는 논리적 추론이 정보 텍스트의 추론적 읽기에서 중요하다. 이에 이 연구에서는 추론적 이해에서 나타나는 추론 유형과 내용을 Table 3과 같이 정리하였다.

이 연구에서는 정보 텍스트를 이해하는 과정에서 추론적 읽기의 구인을 확인하기 위해 요인 분석을 실시한 이경남(2018)¹⁰과 추론 유형을 추론의 방식인 정보의 가감으로 분류한 문정미(2014)⁵⁹의 추론적 읽기 과제의 구인들을 바탕으로 추론적 이해 변화 분석을 위한 분석틀을 개발하였다.

Table 3. Types and content of inference

Inference type	Subtype	Inference content	Inference process
Connecting within the text	Bridge inference	<ul style="list-style-type: none"> • Identify omitted information or continuations • Identify the structure and subject of the text 	Connect text information → understand text content
	Elaborative inference	<ul style="list-style-type: none"> • Grasp the meaning of the implied or presupposed meaning • Identification of cases related to information 	Text information + Background knowledge, Experience → Creation of new information
Connecting out of text	Logical inference	<ul style="list-style-type: none"> • Generate new information by applying logical rules such as induction, deduction, and analogy • The ability to infer the relationship between knowledge and concepts 	Text information + Background knowledge, Experience + Logical thinking process → Creation of new information

관련 연구로부터 텍스트 이해 과정에 필요한 추론의 하위 유형을 교량 추론, 정교화 추론, 논리적 추론으로 구성하였다. 교량 추론은 텍스트의 내적 응집성을 연결하는 추론이고, 정교화 추론과 논리적 추론은 텍스트 외적 맥락을 활용하는 추론이다. 추론적 이해 유형을 정한 후, 추론 유형의 특징과 학생들이 작성한 사전·사후 추론적 이해 문항의 이유 진술을 귀납적으로 범주화하여 과학 교육 전문가 1인, 과학 교육 박사 2명, 석·박사 과정 7명, 총 10명이 협의를 통해 추론적 이해 분석틀을 개발하였다.

이와 같이 개발한 분석틀을 이용하여 학생들이 작성한 추론적 이해 문항지의 진술 내용을 평가하여 추론적 이해 변화를 분석하였다. 분석은 일차적으로 과학 교육 박사 학위 과정 1인과 국어 교육 박사 학위 과정 1인이 실험집단(21명)의 진술 내용에 대해 평가한 후 과학 교육 전문가 1인과 논의를 통해 합의된 평가 기준에 따라 분석틀을 개발하여 최종적으로 학생들의 추론적 이해 변화를 분석하였다.

추론적 이해 분석틀의 평가 항목은 텍스트의 내적 연결에 필요한 교량 추론과 텍스트 외적 연결에 필요한 정교화 추론, 논리적 추론으로 구분된다. 각 항목은 평가 항목에 따라 낮은 수준(0 수준), 중간 수준(1 수준), 높은 수준(2 수준)으로 구분하였으며, 그 수준을 나타내는 내용을 기

술하였다(Table 4).

교량 추론은 텍스트 내용을 이해하기 위해 텍스트에 제시된 정보들을 어떤 방식으로 연결하는지를 평가하는 항목이다. 학생이 읽기 과제를 해결하는 데 도움을 준 텍스트 단서 번호를 1개만 선택하여 결론을 만들어 내거나 텍스트 단서 번호를 활용하였지만 올바른 결론에 이르지 못하면 낮은 수준, 텍스트에 제시된 인접한 정보의 단서 번호를 최소 2개 이상 활용하여 결론을 이끌어 내면 중간 수준, 텍스트 전반에 흩어져 있는 여러 정보의 단서 번호를 찾아 연결·통합하여 내용을 파악하면 가장 높은 수준으로 평가하였다. 정교화 추론은 텍스트에 제시되어 있지 않은 정보를 더하거나 텍스트의 내용과 관련된 배경지식이나 경험을 연결시킬 수 있는지를 평가하는 항목이다. 텍스트의 명시적인 정보들(단서 번호)만을 바탕으로 결론을 만들어내면 낮은 수준, 자신이 선택한 텍스트의 정보(단서 번호)와 관련된 자신의 배경지식을 제시하고 연결하여 결론을 이끌어내면 중간 수준, 텍스트와 관련된 배경지식 중 맥락에 맞는 배경지식을 선택하여 텍스트의 정보(단서 번호)와 연결·통합하여 내용을 파악하면 가장 높은 수준이다. 논리적 추론은 텍스트의 내용을 이해하기 위해 과학적 지식이나 개념을 사용하여 논리적인 관계에 근거하여 새로운 정보를 생성하는지를 평가하는 항목이다. 텍스

Table 4. Inferential Understanding Analytical Framework

Level		Low level (level 0)	Middle level (level 1)	High level (level 2)
Element				
Connecting within the text	Bridge inference	Create conclusions from the fragmented information presented in the text	Create conclusions by linking at least two pieces of information from adjacent parts of the text	Create conclusions by linking and integrating multiple pieces of information from different parts of the text
	Elaborative inference	Creation of conclusions based on information in the text without using background knowledge	Create conclusions by linking the information in the text with relevant background knowledge (which comes to mind in relation to the topic).	Select background knowledge that fits the context of the text and connect it with the information in the text to create conclusions
Connecting out of text	Logical inference	Generate conclusions using information from texts and empirical scientific knowledge (empirical understanding)	Generate conclusions using information from texts and empirical scientific knowledge (empirical understanding)	Generate conclusions with logical rules based on scientific knowledge related to the information in the text

트의 정보를 그대로 해석하거나 경험적인 과학지식으로 결론을 만들면 낮은 수준(0 수준), 텍스트의 정보와 경험적인 과학지식을 연결하여 결론을 만들어내면 중간 수준(1 수준), 텍스트와 관련된 과학지식에 기초하여 논리적 규칙에 따라 새로운 정보를 생성하면 높은 수준(2 수준)이다.

과학 읽기 능력 검사. 과학 텍스트 읽기에서 나타나는 고등학생의 추론적 이해 수준과 의미지도 읽기 전략이 고등학생의 추론적 이해 변화에 미치는 영향을 분석하기 위해 사전·사후 과학 읽기 능력 검사의 전체 22개 문항 중 11개 추론적 이해 문항을 이 연구에서 개발한 추론적 이해 분석틀을 이용하여 분석하였다. 추론적 이해 수준은 추론적 이해 분석틀을 이용하여 학생들이 사전·사후 과학 읽기 능력 검사지의 추론적 이해 문항에서 작성한 읽기 과제를 해결하는 데 도움을 준 텍스트 단서의 변화와 그렇게 생각한 이유를 평가하여 분석하였다. 학생들의 추론적 이해 수준은 과학 읽기 능력 검사에서 추론적 이해 문항의 추론 유형을 교량 추론, 정교화 추론, 논리적 추론으로 분류하고 이를 수준으로 분석하여 빈도수를 알아보았다.

추론적 이해 변화를 분류하기 위해 추론적 이해 분석틀의 세부 항목인 3개 항목의 수준을 점수로 환산하였다. 이에 따라 낮은 수준을 0점, 중간 수준을 1점, 높은 수준은 2점을 부여하여 평균을 비교·분석하였다.

사전 과학 읽기 능력 검사는 실험집단과 비교집단 간의 동질성을 알아보기 위해 독립표본 t-test를 실시하여 분석하였고, 사후 과학 읽기 능력 검사 결과 분석은 사전 과학 읽기 능력 검사의 영향력을 통제하기 위해 공변량 분산 분석(Analysis of Covariance, ANCOVA)을 실시하였다. 분석 결과의 통계적 유의미성은 0.05를 기준으로 하였다. 또한 의미지도 읽기 전략이 학생들의 추론적 이해 변화에 미치는 영향의 효과 크기(effect size)를 알아보기 위해 사전 과학 읽기 능력 검사를 공변량으로 하여 사후 과학 읽기 능력 검사에 대한 값의 부분 에타 제곱(η_p^2)으로 분석하였다. 효과 크기는 부분 에타 제곱(η_p^2)의 추정값이 0.01인 경우는 작은 효과, 0.06인 경우는 중간 효과, 0.15 또는 그 이상인 경우는 큰 효과라고 해석하였다.

연구 결과

추론적 이해 수준

과학 텍스트 읽기에서 나타나는 고등학생들의 추론적 이해 수준을 알아보기 위해 사전 과학 읽기 능력 검사에서 나타나는 실험집단(21명)과 비교집단 학생(19명)의 추론적 이해 과정을 수준으로 제시하고 각각의 빈도수와 비율을 제시하였다. 이와 함께 추론적 이해의 구체적인 과정을 보여주는 사례를 제시하였다.

교량 추론. 사전 과학 읽기 능력 검사의 교량 추론 문항에서 나타난 추론적 이해 수준은 텍스트에 제시된 단편적인 정보로 결론을 생성하는 낮은 수준(0 수준)이 실험집단(38회, 31.7%)과 비교집단(28회, 23.3%) 모두에서 가장 높은 비율을 나타내었다. 텍스트 내의 인접한 부분에 있는 정보를 최소한 두 개 이상 연결하여 결론을 만들어내는 중간 수준(1 수준)은 실험집단 18회(15%)와 비교집단 26회(21.7%)로 나타났으며, 텍스트 전반에 흩어져 있는 여러 정보들을 연결하고 통합하여 내용을 파악하는 높은 수준(2 수준)은 실험집단(6회, 5%)과 비교집단(4회, 3.3%)에서 비율이 가장 낮았다(Table 5).

다음은 학생들이 읽기 과제를 해결하기 위해 교량 추론하는 과정을 분석한 사례이다.

〈사례 1〉 교량 추론

학생 1: ‘바이오 베이스 플라스틱은 생분해성 플라스틱보다 내열성 및 가공성이 우수하고, 분해 기간 조절이 가능하기 때문에 다양한 산업 용품 개발에 활용되고 있다.’는 문장을 통해 내열성과 가공성이 분해 기간 조절과 관련있다고 생각하였다 (0 수준). [명시적이고 단편적인 텍스트 정보]

학생 2: 첫 문단에 ‘화석 연료를 대신할 방안을 찾아야 한다.’는 주장을 제시했고, 두 번째 문단에서 ‘안전한 에너지 자원은 재생 가능 에너지원이다.’라는 문장을 통해 주제를 파악할 수 있었다 (1 수준). [텍스트에서 인접한 부분의 정보 연결]

학생 3: 내열성과 가공성이라는 단어의 의미를 정확히 알면서 텍스트의 3문단과 5문단에 제시되어 있는 생분해

Table 5. The level of comprehension of inference in bridge inference

Question number	Experimental(N=21)			Comparison(N=19)		
	level 0	level 1	level 2	level 0	level 1	level 2
I - 4	13	4	4	5	14	0
II - 7	9	9	2	8	8	4
III - 11	16	5	0	15	4	0
Frequency (times)	38	18	6	28	26	4
Rate (%)	31.7	15	5	23.3	21.7	3.3

성 플라스틱과 바이오 베이스 플라스틱의 구성 성분 때문에 내열성과 가공성에 차이가 나타난다는 것과 바이오 베이스 플라스틱이 다양한 분야에서 사용될 수 있는 이유를 더 잘 이해할 수 있었다(2 수준). [전체 텍스트에서 여러 정보들을 연결 · 통합]

학생 1은 바이오 베이스 플라스틱이 생분해성 플라스틱보다 내열성과 가공성이 우수한 근거를 텍스트에 제시된 1개의 단편적인 정보를 찾아 제시하고 있으므로 낮은 수준(0 수준)에 해당한다. 학생 2는 텍스트의 주제를 파악하기 위해 첫 문단에서 글쓴이의 주장을 바로 이전의 문장이 근접한 문장의 정보와 연결하여 추론하고 있으므로 중간 수준(1 수준)에 해당한다. 학생 3은 문항에 제시된 내열성과 가공성이라는 단어의 의미를 정확히 파악하여 텍스트의 각 문단에 제시되어 있는 여러 정보들을 연결함으로써 인과 관계를 파악하여 바이오 베이스 플라스틱이 생분해성 플라스틱보다 내열성과 가공성이 우수한 이유를 제시하고 있으므로 높은 수준(2 수준)에 해당한다.

정교화 추론. 사전 과학 읽기 능력 검사의 정교화 추론 문항에서 나타난 추론적 이해 수준은 실험집단에서는 배경지식을 활용하지 않고 텍스트의 정보들을 바탕으로 결론을 생성하는 낮은 수준(0 수준)이 가장 높은 비율(48회, 30%)로 나타났고, 텍스트를 읽고 주제와 관련되어 떠오르는 배경지식을 연결하여 결론을 만들어내는 중간 수준(1 수준)은 25회(15.6%), 텍스트의 맥락에 맞는 배경지식을 선택하고 텍스트의 정보와 연결하여 내용을 이해하는 높은 수준(2 수준)은 11회(6.9%)로 나타났다. 비교집단은 중간 수준(1 수준) 40회(25%), 낮은 수준(0 수준) 28회(17.5%), 높은 수준(2 수준) 8회(5%) 순으로 나타났다(Table 6).

다음은 학생들이 읽기 과제를 해결하기 위해 정교화 추론하는 과정을 분석한 사례이다.

〈사례 2〉 정교화 추론

학생 1: 제시된 시각 매체에 플라스틱과 자연이 순환하는 화살표가 표시되어 있어 '플라스틱을 제품을 선택할 때, 순환적인 플라스틱 제품이다.' 라는 내용이 적절

하다고 생각하였다 (0 수준). [텍스트 정보]

학생 2: 옥텟 규칙을 만족시켜 안정된 상태가 되기 위해 NaCl은 금속과 비금속이 전자를 주고받아 이온 결합을 형성하고, Cl₂는 비금속끼리의 결합이기 때문에 전자를 공유한다. 따라서 두 결합 모두에서 Cl이 전자를 얻고 있다는 것은 틀린 설명이다 (1 수준). [텍스트 정보 + 배경지식]

학생 3: 원자력은 안전성에 문제가 있지만 경제성 때문에 에너지 공급의 많은 부분을 차지하고 있다. 원자력에 대한 찬반 논쟁이 있지만 두 입장 모두 지속적인 경제 성장을 위해서는 효율이 높으면서도 저탄소 녹색 성장을 위한 에너지가 필요하다는 점에는 동의하고 있다(2 수준). [텍스트 정보 + 맥락에 맞는 배경지식]

학생 1은 문항에 제시된 그림에 플라스틱과 자연이 순환하는 화살표가 있어 문항의 답지에 순환적인 플라스틱이라는 문구를 찾아 텍스트의 정보만 활용하여 결론을 생성했으므로 낮은 수준(0 수준)에 해당한다. 학생 2는 화학적 친화력에 대한 화학자들의 연구 과정을 이해하지 못하고 자신의 배경지식인 옥텟 규칙만을 활용하여 문항을 해결하고 있어 중간 수준(1 수준)에 해당한다. 학생 3은 텍스트에 제시된 원자력에 대한 찬반 논쟁과 원자력의 안정성, 경제성에 관한 자신의 배경지식을 연결 시켜 텍스트에 숨겨진 주제를 찾아내고 있으므로 높은 수준(2 수준)에 해당한다.

논리적 추론. 사전 과학 읽기 능력 검사의 논리적 추론 문항에서 나타난 추론적 이해 수준은 텍스트의 정보를 그대로 해석하거나 경험적인 과학지식만을 활용하여 결론을 생성하는 낮은 수준(0 수준)이 실험집단(43회, 26.8%)과 비교집단(39회, 24.3%) 모두에서 가장 높은 비율을 나타내었다. 텍스트의 정보와 관련된 과학지식에 기초하여 내용을 파악하는 높은 수준(2 수준)은 실험집단(26회, 16.3%), 비교집단(22회, 13.8%)로 나타났으며, 텍스트의 정보와 경험적인 과학지식을 연결하여 결론을 만들어내는 중간 수준(1 수준)은 실험집단(15회, 9.4%), 비교집단(15회, 9.4%)로 빈도수와 비율이 가장 낮았다(Table 7).

Table 6. The level of comprehension of inference in elaborative inference

Question number	Experimental (N=21)			Comparison (N=19)		
	level 0	level 1	level 2	level 0	level 1	level 2
I - 2	11	3	7	8	7	4
I - 6	16	2	3	7	8	4
II - 5	7	13	1	4	15	0
II - 8	14	7	0	9	10	0
Frequency (times)	48	25	11	28	40	8
Rate (%)	30	15.6	6.9	17.5	25	5

Table 7. The level of comprehension of inference in logical inference

Question number	Experimental (N=21)			Comparison (N=19)		
	level 0	level 1	level 2	level 0	level 1	level 2
I - 10	16	5	0	15	4	0
II - 4	2	1	18	2	0	17
II - 7	14	7	0	12	7	0
II - 11	11	2	8	10	4	5
Frequency (times)	43	15	26	39	15	22
Rate (%)	26.8	9.4	16.3	24.3	9.4	13.8

다음은 학생들이 읽기 과제를 해결하기 위해 보여주는 논리적 추론의 사례이다.

〈사례 3〉

학생 1: '물이 담긴 그릇에 뚜껑을 덮어두면 처음에는 물의 양이 줄어들지만 어느 정도 시간이 지나면 더 이상 줄어들지 않는다' 라고 텍스트에 나와 있으니 응결이 시작된다고 물의 양이 증가하는 것은 아니다(0 수준). [텍스트 정보]

학생 2: 그림 (가)는 물 속에서 친유성 때문에 불안정한 계면활성제의 모습을 나타낸 것이고, 그림 (나)는 세제 때가 제거할 때 미셀이 형성되는 과정을 나타낸 것이다(1수준). [텍스트 정보 + 경험적 과학지식]

학생 3: 베리만의 화학적 친화력 규칙에 의하면 실험 I에서 산화철과 칼륨을 반응시켜 산화칼륨이 생성되었다는 것은 산소에 대한 친화력이 철보다 칼륨이 높다. 실험 II에서 아무런 반응이 일어나지 않았다는 것은 산소에 대한 친화력은 철이 은보다 높다. 따라서 산소에 대한 친화력은 <칼륨>철>은 순서임을 알 수 있다 (2 수준). [텍스트 정보 + 과학 지식에 기초한 논리적 규칙]

학생 1은 텍스트에 제시된 문장을 그대로 해독하고 있으므로 낮은 수준(0 수준), 학생 2는 텍스트에 설명되어 있는 내용을 이용하여 그림 (가)를 해석했으나, 그림 (나)는 세제가 때를 제거하는 과정이 아님에도 불구하고 자신의 오개념이 있는 경험적 지식을 활용하고 있으므로 중간 수준(1 수준)에 해당한다. 학생 3은 텍스트에 제시된 베리만의 화학적 친화력의 과학 지식을 바탕으로 실제 원소들의 화학적 친화력을 논리적 추론하는 모습을 보이므로 높은 수준(2 수준)에 해당한다.

학생들의 추론적 이해 수준을 분석한 결과, 학생들은 자신의 지식보다 텍스트에 있는 내용만 기억하여 의미 연결에 활용하는 교량 추론을 주로 사용하였으며, 많은 정보가 포함될수록 텍스트의 의미 관계를 명확히 파악하지

못하여 자의적인 추론으로 텍스트를 이해하려는 경향을 보였다. 박진용(2003)⁶⁰과 최경희(2008)⁶¹에 의하면 추론적 이해는 글쓴이가 구성한 텍스트의 논리적 구조를 파악하는 것이 중요하다고 하였는데, 학생들은 정보의 양이 많은 텍스트일수록 필요한 정보를 구조화하고 자신의 지식 구조에 연결하고 통합하는데 어려움을 겪는 것으로 보인다.

추론적 이해 변화

추론적 이해 동질성 검사 결과. 실험집단과 비교집단의 교량 추론, 정교화 추론, 논리적 추론의 수준이 동일한 수준인지를 알아보기 위해 사전 과학 읽기 능력 검사의 추론적 이해 수준에 대해 독립표본 t-test를 실시하였다. 사전 과학 읽기 능력 검사의 추론적 이해 수준 평균 점수는 실험집단 6.91점, 비교집단 7.79점으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다($t=0.96, p>.05$). 또한 추론적 이해의 각 하위 유형에 대한 점수를 독립표본 t-test로 검사한 결과, 모든 추론 하위 유형에서도 두 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이가 없었다.

사전 과학 읽기 능력 검사에서 나타난 추론적 이해 수준에 대한 구체적인 분석 결과를 보면, 논리적 추론($t=0.18, p>.05$)에서는 실험집단이 비교집단에 비해서 평균 점수가 높았다. 또한 교량 추론($t=0.76, p>.05$), 정교화 추론($t=1.52, p>.05$)에서는 비교집단이 실험집단보다 평균 점수가 높았다. 그러나 모든 추론 유형과 총점에서 통계적으로 유의미한 차이는 나타나지 않았다. 따라서 사전 과학 읽기 능력 검사에서 나타난 추론적 이해 수준의 결과를 통해 두 집단을 동질 집단으로 간주할 수 있다(Table 8).

추론적 이해 변화. 사전 추론적 이해 수준을 공변량으로 추론적 이해 수준을 분석한 결과, 실험집단의 평균은 11.90점이었고, 비교집단은 9.21점으로 실험집단의 평균이 더 높았으며, 이는 통계적으로 유의미한 차이가 있었다($F=21.404, ***p<.001$). 이를 추론 유형별로 분석해보면, 교량 추론은 실험집단의 평균이 3.48점, 비교집단의 평균은 2.32점으로 실험집단의 평균이 비교집단에 비해 통계적으로 유의미하게 높았다($F=8.335, **p<.01$). 정교화 추론에

Table 8. Pre-inference comprehension ability scores in experimental and comparison groups

Inference type	Experimental (N=21)		Comparison (N=19)		t	p
	M	SD	M	SD		
Bridge inference	1.48	1.29	1.74	0.87	-0.76	0.46
Elaborative inference	2.24	1.61	2.95	1.31	-1.52	0.14
Logical inference	3.19	1.66	3.11	1.33	0.18	0.86
Total score	6.91	3.43	7.79	2.37	-0.96	0.35

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

서는 실험집단의 평균 점수가 4.05점이고, 비교집단의 평균 점수가 3.16점으로 실험집단이 비교집단보다 평균이 높았으며 이는 통계적으로 유의미한 차이를 보였다($F=6.175$, * $p<.05$). 논리적 추론은 실험집단의 평균이 4.38점, 비교집단의 평균은 3.74점으로 실험집단이 비교집단보다 평균 점수가 높았으나, 통계적으로 유의미한 차이는 없었다 ($F=2.964$, $p>.05$). 즉, 의미지도 읽기 전략 수업이 고등학생의 추론적 이해 수준 변화에 영향을 미쳤으며, 특히 추론적 이해의 하위 유형 중 교량 추론과 정교화 추론에 영향을 미치는 것으로 나타났다(*Table 9*).

의미지도 읽기 전략 수업의 적용이 학생들의 추론적 이해 수준에 미치는 영향의 효과 크기를 분석한 결과, 추론적 이해 수준 변화의 총점에 대한 부분 에타 제곱(η_p^2)의 값은 0.366으로 효과 크기가 큰 것으로 나타났다. 추론적 이해의 하위 유형별로 살펴보면, 교량 추론의 수준 변화는 부분 에타 제곱(η_p^2)의 값이 0.184로 큰 크기의 효과가 있는 것으로 나타났고 정교화 추론은 중간 크기의 효과가 있는 것으로 나타났다(*Table 9*).

요약하면, 실험집단의 추론적 이해 수준 변화는 교량 추론, 정교화 추론과 총점의 평균이 통계적으로 유의미하게 높은 것으로 나타났다. 효과 크기에 있어서는 총점, 교량 추론 순으로 큰 효과 크기를 보였으며, 정교화 추론은 중간 효과 크기를 나타냈다.

이 결과는 도식화 전략이 텍스트의 추론적 이해에 도움을

준다는 한지수(2010)⁶²와 정근영(2001)⁶³ 등의 연구 결과와도 일치한다. 이들은 도식화 전략이 교량 추론과 정교화 추론 능력을 향상시키는데 효과적이라고 하였다. 학생들은 과학 텍스트를 읽은 후, 계층적 순서, 연대순 또는 순차적 순서와 같은 다양한 형식으로 텍스트의 정보들을 그래픽으로 도식화하는 활동을 통해 텍스트의 사실을 이해하고 기억할 수 있었다. 또한 학생들은 의미지도를 그리기 위해 정보의 계층적 관계를 결정하고 개념 간의 유효한 연결을 만들어야 하는데, 이러한 과정들이 학생들의 교량 추론과 정교화 추론 능력 향상에 영향을 미친 것으로 생각된다.

결론 및 제언

이 연구에서는 과학 텍스트 읽기에서 고등학생의 추론적 이해 수준과 의미지도가 고등학생의 추론적 이해 변화에 미치는 영향을 알아보기 위해 동일한 주제의 과학 텍스트 읽기에서 의미지도 읽기 전략 수업을 적용한 실험집단과 특정한 읽기 전략을 사용하지 않고 수업을 진행한 비교집단의 사전·사후 추론적 이해 수준을 분석하였다.

사전 과학 읽기 능력 검사의 추론적 이해 수준 분석 결과 학생들은 정교화 추론과 논리적 추론이 필요한 경우에도 텍스트의 정보만을 활용하여 텍스트 내용을 파악하는 교량 추론을 주로 사용하는 경향을 보였다. 정교화 추론과

Table 9. ANCOVA results on the inference comprehension ability

Variables	Group	N	Post		Estimated Post		F	p	η_p^2
			Mean	SD	Mean	SD			
Bridge inference	Experimental	21	3.48	1.289	3.52	0.297	8.335	0.006**	0.184
	Comparison	19	2.32	1.493	2.27	0.312			
Elaborative inference	Experimental	21	4.05	1.532	4.25	0.358	6.175	0.018*	0.143
	Comparison	19	3.16	2.089	2.94	0.376			
Logical inference	Experimental	21	4.38	1.627	4.35	0.231	2.964	0.094	0.074
	Comparison	19	3.74	1.522	3.77	0.243			
Total score	Experimental	21	11.90	3.714	12.35	0.539	21.404	<0.001***	0.366
	Comparison	19	9.21	4.289	8.72	0.567			

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

논리적 추론은 텍스트의 정보와 배경지식, 과학지식을 연결해서 텍스트의 내용을 이해하는데 요구되는 것으로, 이러한 결과는 학생들이 명시적인 정보를 확인하는 사실적 이해에는 비교적 능숙한 데 반해 명시적 정보들을 연결하여 의미를 파악하는 추론적 이해 능력이 부족함을 보여준다. 사후 추론적 이해 수준의 분석 결과, 총점, 교량 추론, 정교화 추론에서 실험집단이 비교집단보다 유의미한 차이가 있었으며, 추론적 이해 수준 변화의 총점과 교량 추론에서는 큰 효과 크기를 보였고, 정교화 추론은 중간 크기의 효과가 있는 것으로 나타났다.

학생들은 과학 텍스트 이해 과정에서 추론이 필수적이며 이를 위해 필요한 정보를 찾을 수 있어야 한다. 텍스트의 핵심 정보는 배경지식을 활성화시키고 타당한 추론에 도달하기 위해 필수적인 역할을 한다. 특히 과학 텍스트의 추론적 읽기에서는 학생의 배경지식을 논리적으로 연결하고 활용하는 것이 중요하고, 학생의 지식 구조망에서 가장 적합한 지식을 선택하고 관련 없는 것은 효율적으로 제한하는 과정이 중요하다.

추론적 이해를 향상시키기 위해서는 글쓴이가 자신의 생각을 구성한 방법인 텍스트의 논리적 구조를 파악하는 것이 중요하며, 도식화 전략은 텍스트의 구조를 파악하여 내용을 이해하는데 적합한 전략 중 하나이다. Dye(2000)⁶⁴는 도식화 전략이 추가해야 할 정보의 양과 텍스트의 주제에 따라 다양하게 확장할 수 있는 구조를 가지고 있기 때문에 텍스트의 구조를 반영하여 학생의 사고를 조직적으로 구성하는데 도움을 줄 수 있다고 주장하면서, 학생들이 가지고 있는 배경지식과 텍스트에서 제공되는 새로운 정보를 연관시키는데 있어서 효과적인 전략임을 강조하였다. 이는 의미지도 읽기 전략은 학생들에게 텍스트를 읽고 배경지식을 새로운 지식과 연계시켜 탐색할 수 있게 하여 배경지식을 활성화시키고, 중요한 정보를 선별할 수 있도록 도움을 제공함으로써 학생들의 교량 추론과 정교화 추론 능력을 향상시키는 작용을 한 것으로 보인다.

반면에 도식화 전략이 논리적 추론에는 유의미한 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 논리적 추론은 과학 지식과 개념의 관계를 추론하거나 이를 바탕으로 새로운 정보를 만들어내는 것으로 과학 학습과 관련이 있다. 실험집단 학생들의 마지막 수업 단계는 몇 명의 학생들이 개인별 의미지도를 발표한 후 학생들끼리 자유롭게 논의할 수 있는 기회를 주었고, 정보에 오류가 있을 때만 교사가 피드백을 제공하였다. 논리적 추론은 과학 지식과 개념의 정확한 이해를 바탕으로 이루어져야 한다. 그러나 의미지도는 텍스트의 정보와 배경지식을 연결하여 새로운 정보를 생성하고 이해하는데 도움이 되지만, 객관적이고 논리적인 정보나 복잡한 지식을 체계적으로 습득해야 하는 과

학 학습에는 직접적으로 영향을 미치지 못하는 것으로 생각된다.

과학 텍스트의 구조와 내용은 학생들에게 친숙하지 않고 탈맥락적인 학습 상황에서 텍스트를 이해해야 하며 추상적인 문자 기호가 실제적인 현상을 모두 설명하기 어렵다. 그래서 과학 텍스트 읽기에서는 추론적 읽기 기능과 전략을 강조해야 한다. 문자 기호가 현상을 담을 수 있는 한계와 어휘의 수준 때문에 학생들은 문학 텍스트보다 정보 텍스트의 추론적 읽기를 어려워한다. 그리고 과학 텍스트를 읽으면서 발생하는 오개념과 오정보는 학생의 인지 부조화 때문에 발생한다. 추론적 읽기를 하면서 학생의 지식과 텍스트 내용을 연결하는 과정에서 생성된 지식의 신념이 강화되거나 수정되지 않으면 지속적으로 인지 부조화가 발생하게 된다. 따라서 배경지식과 텍스트 내용을 연결하는 과정에서 논리적인 관계를 파악하는 추론적 읽기 전략을 활용하는 것이 중요하다. 그렇지 않으면 배경지식을 갖추고 있어도 과학 텍스트의 추론적 읽기에 실패하게 된다.

일반적으로 전략적 읽기는 어떤 전략을 사용해야 하는지 아는 것뿐만 아니라 학생이 전략을 성공적으로 적용하는 방법을 알아야 함을 강조한다.⁶⁵ 실제로 이 연구에서 의미지도 읽기 전략을 활용한 수업은 실험집단 학생들의 추론적 읽기 능력을 향상시키는데 효과적임을 보여주었다. 학생들은 의미지도를 그리면서 텍스트에 제시된 앞뒤 정보를 연결하고, 텍스트의 맥락에 맞는 자신의 배경지식과 연관시켜 구조화하는 과정을 통해 텍스트의 내용을 제대로 이해했는지 확인하는 기회를 가졌고, 읽기 과제의 내용을 빠르게 수정하여 설명하거나 자신의 생각이나 지식을 통합하여 재해석하는 경향을 보였다. 이는 텍스트의 전체적인 의미를 파악하기 위해 필수적인 추론적 이해를 향상시키는데 긍정적인 영향을 미쳤음을 알 수 있다.

의미지도는 텍스트 이해에 유용한 도구로 작용하는데, 다양한 정보들 속에서 학생이 텍스트의 내용을 조직하고, 배경지식을 활성화시키며, 중요 정보를 선별할 수 있도록 도움을 제공한다.³⁰ 따라서 의미지도 읽기 전략이 과학 텍스트 읽기에서 교량 추론과 정교화 추론의 수준 향상에 효과를 나타내는 것으로 보인다.

학생이 정보 텍스트 읽기에 어려움을 겪는 것은 배경지식을 활용하여 텍스트와 상호작용하는 구체적인 전략을 배우지 못했기 때문이다. 따라서 텍스트를 읽으면서 배경지식을 떠올려야 한다는 인식을 바꾸어 전략적으로 지식을 활용하는 읽기 전략을 학습하는 것이 필요하다.

과학교육에서 읽기의 가장 큰 목적은 텍스트에 제시된 정보에 대한 이해를 통하여 학습이 일어나도록 하는 것이다. 과학 텍스트 읽기는 일반적인 읽기 능력 이외에 과학 정보 텍스트의 특성과 과학과의 학문적 특성을 고려한 과

학과 고유의 읽기 능력을 함께 요구하므로 효과적인 과학 텍스트 읽기를 위해서는 교사의 적절한 지도가 필요하다.³⁸

이 연구의 결과는 의미지도가 과학 텍스트의 추론적 읽기에 효과적으로 활용될 수 있음을 보여준다. 이를 바탕으로 수업 시간에 과학 텍스트를 이해하기 위한 읽기 전략으로 의미지도를 사용하는 것을 제안하며, 학생들이 배경지식을 활성화시켜 의미 있는 지식을 구성할 수 있도록 돕기 위한 구체적인 읽기 전략들을 모색할 필요가 있다.

과학 텍스트 읽기 능력은 지식 정보화 사회를 살아가는 학생들이 스스로 과학 관련 정보를 얻고 지식을 습득하는 가장 기본적인 방법이라고 할 수 있다. 과학 교육에서 강조하는 과학 탐구 능력 신장, 탐구를 통한 과학 지식 이해 등과 함께 과학 텍스트 읽기 또한 의미있는 학습 전략으로 과학 수업에서 활용될 수 있을 것이다. 또한 과학 교사는 전문적인 과학 지식을 가지고 있으며 텍스트의 핵심 과학 개념을 지도할 수 있으므로 학생의 과학 텍스트 읽기 능력을 개발하는 조력자의 역할을 할 수 있다. 그러나 과학 수업에서 활용할 수 있는 읽기 전략에 대한 자료가 충분하지 않아 교사들은 수업에서 과학 텍스트 읽기를 지도하는 것에 대하여 생소함과 어려움을 느낀다. 학교 현장에서 효과적으로 과학 텍스트 읽기 지도가 이루어지기 위해서는 과학의 학문적 특성을 반영한 읽기 지도 전략 개발이 필요하다. 학생들의 다양한 개인차, 읽기 자료의 특성, 읽기의 목적 등에 따라 체계적이고 다양한 연구를 바탕으로 과학 텍스트 읽기 지도 방법이 개발되고 적용된다면 좀 더 효과적인 과학 텍스트 읽기가 가능할 것이다.

Acknowledgments. Publication cost of this paper was supported by the Korean Chemical Society.

REFERENCES

1. OECD. "PISA 2018 Reading Framework" in PISA 2018 ASSESSMENT AND ANALYTICAL FRAMEWORK; OECD Publishing, Paris 2019.
2. Binkley, M.; Erstad, O.; Herman, J.; Raizen, S.; Ripley, M.; Miller-Ricci, M.; Rumble, M. *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* **2012**, 17.
3. Thomson, S.; Hillman, K.; Lisa, D. *A Teacher's Guide to PISA Reading Literacy*, 2013.
4. Youk, I. *A Study on the Construction of Content-area Textbook Reflecting Reading Strategies*. Master's Thesis, Korea National University of Education, Chung-Buk, Korea, 2018.
5. Choi, S. *A Study on the Aspects of Middle School Students' Reading Ability Development*. PhD Thesis, Korea National University of Education, Chung-Buk, Korea, 2010.
6. Tarchi, C. *Learning and Individual Differences* **2010**, 20, 415.
7. Norris, S.; Phillips, L. *Journal of Reading Behavior* **1994**, 26, 391.
8. Cromley, J.; Snyder Hogan, L.; Luciw Dubas, U. *Journal of Educational Psychology* **2010**, 102, 687.
9. Elbro, C.; Buch-Iversen, I. *Scientific Studies of Reading* **2013**, 17, 435.
10. Lee, G. *The Characteristics of Inferential Reading During Reading Comprehension with Informational Text: Using Latent Semantic Analysis*. PhD Thesis, Korea National University of Education, Chung-Buk, Korea, 2018.
11. Oakhill, J.; Cain, K.; McCarthy, D. *Inferences During Reading* **2015**, 140.
12. Kim, D. *The Journal of Korean Language and Literature Education* **2016**, 62, 63.
13. Oakhill, J. *British Journal of Educational Psychology* **1984**, 54, 31.
14. Cain, K. *Applied Psycholinguistics* **2007**, 28, 679.
15. Kim, K.; Kim, D. *Korean Journal of Special Education* **2013**, 48, 207.
16. Kang, O. *The Korea Society of Special Education* **2004**, 3, 5.
17. DiCecco, Y. *Graphic Organizers as an Aid Fostering Comprehension of Expository Text*. Unpublished doctoral dissertation, University of Oregon, Eugene, 1993.
18. Lee, H.; Park, Y. *Journal of CheongRam Korean Languages Education* **2019**, 70, 129.
19. Vacca, R.; Vacca, J. *Content area reading (7th ed.)*, Boston: Allyn and Bacon, 2002.
20. Kim, J. *Field Studies in Korean Language Education* **2020**, 14, 135.
21. Shanahan, T.; Shanahan, C. *Harvard Educational Review* **2008**, 78, 40.
22. Moje, E.; Collazo, T.; Carrillo, R.; Marx, R. *Journal of Research in Science Teaching* **2001**, 38, 469.
23. Lorch, R. What about expository text?; O'Brien, E.; Cook, A.; Lorch, R., Eds.; *Inferences During Reading*; Cambridge University Press, 2015, pp.348-361.
24. Patterson, A.; Roman, D.; Friend, M.; Osborne, J.; Donovan, B. *International Journal of Science Education* **2018**, 40, 291.
25. Kim, H. *The Journal of Korean Language and Literature Education* **2005**, 37, 67.
26. Lee, Y. *A Study on the Comprehension for Expository Text-structure of Middle School Student*. Master's Thesis, Hanyang University of Education, Seoul, Korea, 2015.
27. Shin, J.; Kwon, H. *Korean Education Psychology Association* **2005**, 19, 433.
28. Kim, T. *Journal of CheongRam Korean Languages Education* **2019**, 69, 159.
29. Park, K. *A Study on the Teaching Expository Text*. Master's Thesis, Seoul University, Seoul, Korea, 2014.
30. Song, J.; Bae, J. *Journal of CheongRam Korean Languages Education* **2015**, 53, 231.
31. Han, J. *The Effect of Graphic Organizer on Understanding Explanatory Essays*. Master's Thesis, Hanyang University, Seoul, Korea, 2015.

- sity of Education, Seoul, Korea, 2010.
32. Song, Y. *The Effects of Graphic Organizers on Elementary School Students' English Comprehension Abilities and Attitudes*. PhD Thesis, Ajou University of Education, Suwon, Korea, 2018.
 33. Jiang, X.; Grabe, W. *Reading in a Foreign Language* **2007**, *19*, 34.
 34. Supramaniam, E.; Zainal, Z. *LSP International Journal* **2014**, *1*.
 35. Usman, K.; Sri, W. *English Education Journal* **2016**, *7*, 46.
 36. Lee, K.; Park, K.; Park, Y.; Kim, S.; Kim, H.; Yoon, S.; Go, J.; Kim, A. *Reading Subjects and Reading the World*; Pagijong Press: Seoul, 2016.
 37. Wellington, J.; Osborne, J. *Language and Literacy in Science Education*. McGraw-Hill Education: UK, 2001.
 38. Park, J.; Lee, M.; Lim, S.; Choi, J. Reading Ability Development Plan in the Knowledge Information Society: Focusing on Elementary School (RRC 2015-5), Korea Institute of Curriculum and Evaluation Research Report, 2015.
 39. Armbruster, B. *Reading Teacher* **1992**, *46*, 346.
 40. Han, A.; Lee, H. *The Bulletin of Science Education* **2001**, *13*, 159.
 41. Jeong, C.; Jeong, J. *The Korean Society of Earth Sciences Academic Papers* **2001**, *51*.
 42. Shin, J. *The Effect of Science Reading on the Science Related Affective Domain in Fifth Grade Students of Elementary School*, Master's Thesis, Korea National University of Education, Chung-Buk, Korea. 2002.
 43. Kim, D.; Seo, H.; Kim, M. *Journal of Korea Association for Science Education* **2013**, *33*, 545.
 44. Han, S.; Shin, H. *Journal of Korea Association for Learner Centered Curriculum and Instruction* **2017**, *17*, 377.
 45. Kang, S.; Seok, J.; Go, H. *Journal of Korean Elementary Science Education* **2013**, *32*, 315.
 46. Guthrie, J.; McCann, A. *Motivating Readers Through Integrated Instruction* **1997**, 128.
 47. Dalton, B.; Proctor, C. Reading as thinking: Integrating strategy instruction in a universally designed digital literacy environment. *Reading Comprehension Strategies: Theories, Interventions, and Technologies* **2007**, 423.
 48. Osborne, J.; Sedlacek, Q.; Friend, M.; Lemmi, C. *Science Scope* **2016**, *40*, 36.
 49. Radcliffe, R.; Caverly, D.; Hand, J.; Franke, D. *Journal of Adolescent & Adult Literacy* **2008**, *51*, 398.
 50. Rapp, D.; Braasch, J. *Accurate and Inaccurate Knowledge Acquisition*, 2014.
 51. Kendeau, P. *A General Inference Skill*, New York: Cambridge University Press **2015**, 160.
 52. O'Brien, E.; Cook, A.; Robert, F.; Lorch Jr, eds. *Inferences During Reading*. Cambridge University Press, 2015.
 53. Yeari, M.; van den Broek, P. *A Computational Approach, Memory* **2015**, *23*, 1193.
 54. Lee, S.; Nam, J. *Journal of the Korean Chemical Society* **2022**, *66*, 376.
 55. Lee, J. *The Analysis of Cognitive Profiles of Reading Comprehension with Cognitive Diagnostic Model for Students with Learning Disabilities*. PhD Thesis, Seoul National University, Seoul, Korea 2016.
 56. OECD. *The PISA Assessment Framework: Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*, 2003.
 57. Lynn, M. *Nursing Research* **1986**, *35*, 382.
 58. Magliano, J.; Millis, K. *Cognition and Instruction* **2003**, *21*, 251.
 59. Moon, J. *A Study on the Aspects of Elementary School Students' Inferential Reading*. PhD Thesis, Hanyang University of Education, Seoul, Korea, 2014.
 60. Park, J. *Journal of Cheongnam Korean Language Education*. **2003**, *27*, 231.
 61. Choi, G. *Journal of The Association of Korean Education* **2008**, *80*, 467.
 62. Han, J. *The Effect of Graphic Organizers on Understanding Explanatory Essays*. Master's Thesis, Hanyang University of Education, Seoul, Korea, 2010.
 63. Jeong, K. *The Effects of Student-Initiated Cognitive Mapping on Reading Comprehension and Reading Strategy Skill of Elementary Students with Reading Disability*. Master's Thesis, Ewha Woman's University, Seoul, Korea, 2001.
 64. Dye, G. *Teaching Exceptional Children* **2000**, *32*, 72.
 65. Anderson, N. *The Reading Matrix* **2003**, *3*, 1.