

RESEARCH ARTICLE

Appropriateness of Inquiry Activities Presented in Life Science I of the 2015 Revised Science Curriculum

Yong-choon Kim¹ · Soo-min Lim^{2*}

¹Gyeongsang Girls High School

²Science Education Research Institute at Kyungpook National University

2015 개정 과학과 교육과정의 생명과학 I 에 제시된 탐구 활동의 적합성

김용춘¹ · 임수민^{2*}

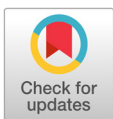
¹경상여자고등학교 · ²경북대학교 과학교육연구소

*Corresponding Author: bbolsar@naver.com

ABSTRACT

Curriculum is the basis of school education that presents the direction of education. In accordance with the trend of the times, the 2015 revised science curriculum emphasizes inquiry, which is the most important element of science education. As a result, it presents inquiry activities. However, there is no analysis on whether the inquiry activities presented in the curriculum are appropriate for the unit. Therefore, in this study was analyzed whether the inquiry activities presented in the 2015 revised Science Curriculum Life Science I were appropriate. To this end, the semantic network analysis was used to analyze the connection network of concepts presented in the inquiry activities of the curriculum and the main texts of the textbook. The results reveal that the most units included in Life Science I of the 2015 Revised Science Curriculum are not well structured for learning life science concepts through the inquiry activities, as the concepts presented in the inquiry activities and the main text are not well connected and there were differences in the number of inquiry activities for each sub-unit. Based on the results, it was concluded that the inquiry activities presented in Life Science I of the 2015 revised science curriculum needed to be modified and supplemented. It is necessary to appropriately distribute the number of inquiry activities by sub-unit so that the inquiry activities presented in the curriculum can be appropriate. And to add social issues and real life-related contents to the text of the textbook. In addition, additional research is required on the degree of students' understanding caused by the difference in concepts connecting between inquiry activities and main texts. The results of this study are expected to be used as guidelines for future curriculum and textbook.

Key words: Main text, inquiry activity, Life Science I, 2015 revised science curriculum, semantic network analysis (SNA)



OPEN ACCESS

Brain, Digital, & Learning
2023, Vol. 13, No. 1, 51-71.

<https://doi.org/10.31216/BDL.20230004>

Received: February 23, 2023

Revised: March 11, 2023

Accepted: March 13, 2023

© 2023. Institute of Brain based Education,
Korea National University of Education



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Introduction

우리나라의 교육과정은 국가 수준의 교육과정으로 초·중등학교에서 운영해야 할 학교 교육과정의 목표 및 내용, 방법과 운영, 평가 등에 관한 국가 수준의 기준과 지침을 제시하고 있다(MOE, 2015). 이는 법적 구속력을 갖는 동시에 교육의 방향을 제시하며, 학교 교육의 근간을 이룬다(Kim, 2020; Kwon & Park, 2020). 현대 사회는 급변하고 있으며, 시대적 요구에 따라 교육과정은 개정을 거듭하고 있다(Kim, 2011; Kim & Seo, 2020). 특히 변화하는 사회에서는 과학 개념에 대한 단순한 지식보다는 과학적으로 문제를 해결하는 능력이 강조됨에 따라 과학교육에서는 탐구를 강조하고 있다(Abd-El-Khalick et al., 2004; Bybee et al., 2008; Hofstein & Lunetta, 2004).

탐구란 과학교육이 가진 고유한 것으로 과학과 다른 교과를 구분하는 가장 핵심적인 요소로 학생들로 하여금 과학적 연구 방법이나 아이디어에 대한 이해를 증진시킬 수 있도록 도와주는 활동이다(Abd-El-Khalick et al., 1998; Kim & Lee, 2007). 과학적 탐구 기능의 발달은 학생들로 하여금 과학적 개념과 탐구 과정 및 과학의 본성에 대한 이해를 가능하게 하고, 나아가 과학에 대한 긍정적인 자세까지 가질 수 있도록 한다(Abd-El-Khalick et al., 1998; Kim & Lee, 2007).

이에 우리나라 교육과정에서도 제 3차 교육과정에서부터 현행 교육과정에 이르기까지 꾸준히 탐구를 강조하고 있으며, 특히 제 6차 교육과정부터 교육과정 내에 탐구 관련 내용 요소가 표현되기 시작하였고, 제 7차 개정 교육과정에서는 교육과정 내에 탐구 활동을 제시하기 시작하였다. 그 후 2015 개정 교육과정에서는 과학 단원에서 반드시 수행하여야 할 활동을 구체적인 과제의 형태인 탐구 활동으로 제시하였다(Park, 2017).

한편, 교육과정의 구현 자료인 교과서(Kang & Lee, 2012)는 교육과정과 수업의 중요한 매개체 역할을 한다(Angus, 2004; Shim & Song, 2019). 교과서는 학생들에게 제공해야 할 객관적인 교육 활동의 기준으로 활용되며(Chiang-Soong & Yager, 1993; Shim & Song, 2019), 학생들에게 필요한 전반적인 학습 내용의 큰 틀을 제공하기 때문에 과학교육 현장에서 매우 중요한 요소이다(Weinburgh, 2003). 이처럼 학교 현장에서 교과서가 미치는 영향이 지대하기 때문에 과학에서 강조되는 탐구가 교과서에 반영되는 것은 매우 중요하다. 이에 2015 개정 교육과정에 제시된 탐구 활동이 교과서 본문 내용을 포괄하는가에 대한 연구가 필요하다(Kim et al., 2022).

한편 2015 개정 교육과정에서는 생명과학 I 을 통해 기본 개념에 대한 이해 뿐 아니라 다양한 탐구 중심의 학습이 이루어지길 기대한다(MOE, 2015). 그러나 기존 연구에서는 생명과학 I 교과서를 대상으로 탐구 활동 유형에 대한 분석(Chang & Jeong, 2019; Song, 2018)이 이루어지고 있었을 뿐 교육과정에서 제시한 탐구 활동이 교과서 본문 내용을 포괄하는가에 대한 연구는 이루어진 바가 없다. 이에 2015 개정 교육과정 생명과학 I 에 제시된 탐구 활동이 교과서 본문을 포괄할 수 있는가에 대한 적합성을 확인해보고자 한다.

교과서에 제시된 개념에 대한 실증적 분석을 위해서는 교과서의 내용을 객관적이고 타당한 방법에 따라 분석해야 한다. 분석 대상에 대한 체계적이고, 객관적인 양적 분석을 바탕으로 텍스트의 핵심 내용을 조사하고, 그 결과를 통해 구체적인 추론을 이끌어내는 재현 가능하고, 타당한 내용 분석이 이루어질 필요가 있다(Krippendorff, 1980; Park, 2016). 이에 특정 개념과 함께 출현하는 개념이 무엇인가에 관심을 두며, 함께 출현하는 빈도를 산출하여 개념 사이의 구조적 관계를 쉽게 파악할 수 있는 언어 네트워크 분석이 적절하다(Kim & Kwon, 2016; Park & Leydesdorff, 2004).

이에 본 연구는 언어 네트워크 분석을 통해 2015 개정 교육과정 생명과학 I 에 제시된 탐구 활동이 교과서 본문을 얼마나 포괄하고 있는가 분석해보고자 하였다. 본 연구의 결과는 추후 교육 과정의 개정에 있어 생명과학 단원을 대표하는 탐구 활동의 설정 및 새로운 탐구 활동 개발에 도움을 줄 것이라 기대된다.

Research Methodology

Subjects

교육과정에 제시된 탐구 활동의 적절성을 분석하기 위하여 2015 개정 과학과 교육과정의 생명과학 I 에 제시된 탐구 활동과 생명과학 I 교과서를 대상으로 하였다. 이때 선정된 교과서는 우리나라 학교 현장에서 가장 많이 선정된 3개의 출판사를 대상으로 하였으며, 구체적으로 V 출판사(Shim et al., 2017), M 출판사(Oh et al., 2017), J 출판사(Jeon et al., 2017)이다.

2015 개정 과학과 교육과정의 생명과학 I 에 제시된 탐구 활동의 적절성을 분석하기 위하여 교육과정에 제시된 탐구 활동만을 대상으로 하였으며, 교과서는 본문의 텍스트와 탐구 활동 내용 중 목표, 과정, 정리 내용만을 대상으로 하였다. 탐구활동 중에서도 준비물, 유의할 점과 같은 부가적인 내용들은 분석에서 제외하였다. 그밖에 교과서 본문 내용 중에서도 그림과 사진에 제시된 내용은 제외하였고, 교과서의 단원 도입부, 형성평가, 단원 마무리, 창의 융합 활동, 직업 엿보기, 역사 속 과학 등도 분석에서 제외하였다. 2015 개정 과학과 교육과정의 생명과학 I 에 제시된 탐구 활동의 예시는 Appendix에 제시하였다.

Data Analysis

Transcription and Pre-processing

2015 개정 과학과 교육과정 생명과학 I 에 제시된 탐구 활동 및 선정된 교과서의 본문 내용을 텍스트 파일로 전사(transcription) 하였다. 전사한 내용은 문장 단위로 통합하여 하나의 텍스트 파일로 생성한 후 NetMiner 4.0 프로그램을 활용하여 문장 내에서 개념을 추출하였다. 이때 그 자체로는 의미를 가지지 않는 관형사, 접미사, 접속사 등은 제거하였으며(Lim & Kim, 2015), 추출된 개념은 명사형을 기본으로 동의어, 유의어 그리고 띄어쓰기는 통제과정을 거쳤다(Park et al., 2021). 예를 들어, ‘터너 증후군’과 같이 하나의 개념이 띄어쓰기로 인하여 ‘터너’, ‘증후군’과 같이 두 개의 개념으로 추출되는 경우를 방지하고자 ‘터너증후군’으로 띄어쓰기를 수정하였고, ‘urease’와 ‘유레이스’, ‘vaccine’과 ‘백신’과 같이 한글과 영어가 동시에 나타나는 경우 영어로 개념을 통일하였다. 이와 같은 전처리 과정을 거친 후 NetMiner 4.0 프로그램에서 아이겐벡터(eigenvector) 지수가 0인 개념 중 생명과학적으로 무의미한 값은 제거하였다(Kwon et al., 2008; Kwon & Kim, 2016).

Conception Selection

전처리 과정을 통해 선정된 개념 중에서 생명과학적 의미를 지닌 최종 개념을 선정하기 위하여 개념 선정 과정을 거쳤다. 과학교육전문가이자 교육 경력 10년 이상인 생명과학교사 3인에게 개념 선정을 요청하였다. 생명과학교사 3인 중 2인이 생명과학적으로 의미가 없다고 판단한 개념의 경우에는 개념 선정에서 제외하였다(Kim et al., 2022). 이 과정을 거쳐 선정된 최종 개념의 수는 Table 1과 같다.

Table 1. Number of selected concepts

Unit	Selected concepts
Understanding life science	67
Human metabolism	83
Homeostasis and body regulation	167
Heredity	80
Interacting with ecosystems	78

Visualization

최종적으로 선정된 개념을 바탕으로 NetMiner 4.0 프로그램을 이용하여 개념 네트워크를 시각화하였다. 개념 네트워크 분석법은 개념 간의 관계를 네트워크로 보여주는 기법(Lee & Ha, 2012)으로 개념은 점(node)으로 개념 간 관계는 선(link)으로 표시하여 네트워크의 형태로 구조화된다(Han, 2003).

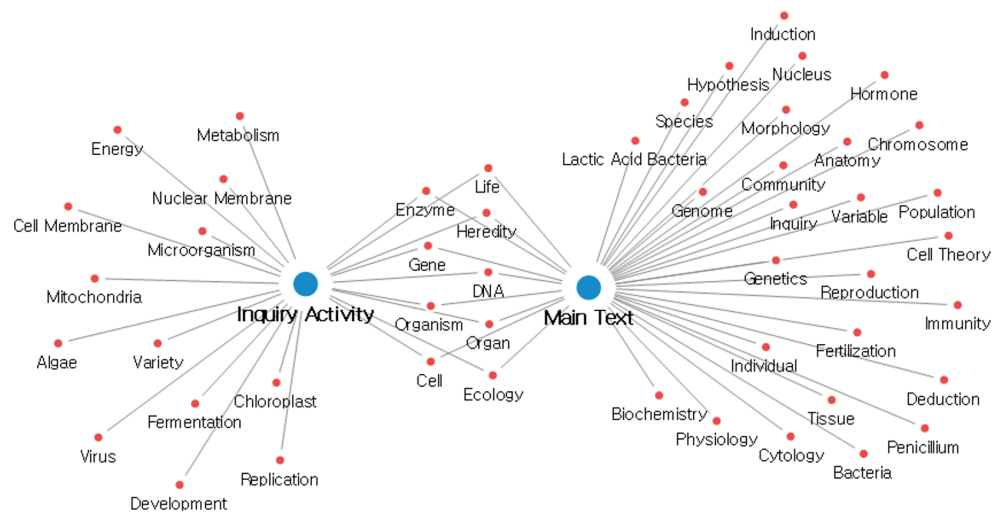
본 연구에서는 개념의 양과 연계성을 고려하여 대단원별로 분석하였으며, 교육과정에서 제시한 탐구 활동과 교과서 본문을 두 가지 영역으로 구분하여 두 영역 사이에 연결하는 개념을 시각화하였다. 이는 2-모드 네트워크로 시각화하였으며, 2-모드 네트워크는 서로 다른 성질의 2개체 간 관계를 분석하는 것으로 a개체는 n개의 요소, b개체는 m개의 요소를 포함하고 있을 때, 이들 요소들을 $n \times m$ 의 매트릭스로 구성하고 이들 간의 관계를 분석하는 방법이다(Kim & Yoon, 2021).

Results

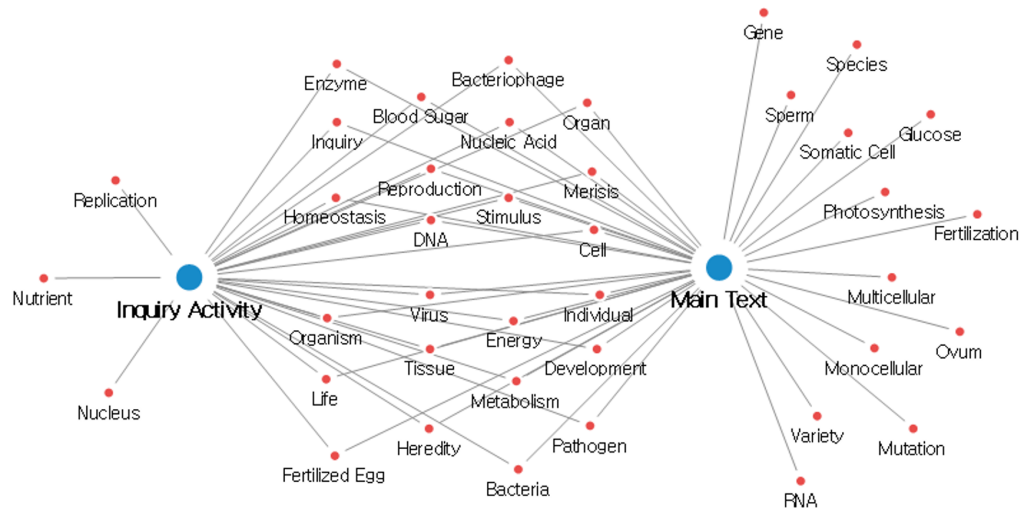
‘Understanding Life Science’ Unit

‘생명과학의 이해’ 대단원은 ‘생명 과학의 특성과 탐구 방법’과 ‘생물의 특성’의 2개의 중단원으로 구성되어 있다. ‘생명과학의 특성과 탐구 방법’ 중단원에는 생명 과학이 다른 학문 분야와 연계된 사례 조사하기의 탐구 활동이 제시되어 있고, ‘생물의 특성’ 중단원에는 강아지와 강아지 로봇의 공통점과 차이점 찾기, 모형으로 박테리오파지 제작하기의 탐구 활동이 2015 개정 과학과 교육과정에서 제시되어 있다.

‘생명 과학의 특성과 탐구 방법’ 중단원에서 교육과정에 제시된 탐구 활동과 교과서 본문을 연결하는 개념 네트워크는 Fig. 1a와 같다. 교육과정의 탐구 활동과 교과서 본문에서 동시에 나타나는 개념은 효소, 유전자, 유기체, 세포, 생명, 유전, DNA, 기관, 생태계로 총 9개의 개념이었다. 탐구 활동에만 나타난 개념은 물질대사, 에너지, 세포막, 미토콘드리아, 바이러스, 엽록체 등 13개의 개념이었고, 교과서 본문에만 제시된 개념은 가설, 귀납, 해부학, 탐구, 세포설, 염색체, 조직, 젖산균 등 27개의 개념이었다. 개념 네트워크에서 탐구 활동과 본문을 연결하는 개념들은 생명과학이 생명을 다루는 과학이라는 가장 큰 특성을 가지기 때문에 생명의 특성과 관련된 기본적인 개념들이 주로 제시되고 있었다. 한편 탐구 활동에만 제시된 개념은 이러한 생명의 특성을 다루는 과정에서 나타난 구체적인 기관의 예시 등과 같은 개념이었으며, 교과서 본문에만 제시된 개념은 생명 과학의 탐구 방법이나 탐구 과정과 관련된 개념들이 주를 이루고 있었다. 이를 통해 따라서 ‘생명 과학의 특성과 탐구 방법’ 중단원에서는 생명 과학의 특성으로 생명의 특성과 관련된 개념들을 연계하여 제시하고 있었지만 생명 과학 탐구 방법과 관련된 개념들은 연계가 부족한 것으로 나타났다. 즉, 중단원에서 다루어야 할 일부만 연계하여 제시하고 있어 탐구 활동의 추가적 기술이 필요한 것으로 생각된다.



a. 'Characteristics of life sciences and methods of inquiry' sub-unit



b. 'Characteristics of organisms' sub-unit

Fig. 1. The connection networks at the sub-unit level between the concepts presented in the inquiry activities and the main text of the 'Understanding life science' unit

‘생물의 특성’ 중단원에서 탐구 활동과 교과서의 본문을 연결하는 개념 네트워크는 Fig. 1b와 같다. 탐구 활동과 교과서 본문을 연결하는 개념은 효소, 혈당, 탐구, 박테리오파지, 세포 등 24개이다. 한편 탐구 활동에만 제시된 개념은 복제, 영양소, 핵으로 3개의 개념이며, 교과서 본문에만 제시된 개념은 유전자, 종, 정자, 체세포, 포도당, 광합성 등 13개의 개념이다. 탐구 활동과 교과서 본문을 연계하여 나타나는 개념들은 주로 생물의 특성과 관련된 개념 중 일부이다. 이는 ‘생명 과학의 특성과 탐구 방법’에서 제시되었던 탐구 활동과 본문이 연계된 개념들을 대부분 포함하고 있다.

광합성 개념의 경우에는 ‘생물의 특성’ 중단원의 교과서 본문에만 나타나고 있었으며, 광합성이 일어나는 장소인 엽록체의 경우에는 ‘생명 과학의 특성과 탐구 방법’ 중단원의 탐구 활동에서 제시하고 있었다. 이처럼 연계된 개념들이 각각의 중단원으로 나누어져 제시되고 있었다. 이는 학생들의 이해에 걸림돌이 될 것이라 생각된다. 뿐만 아니라 유전자 개념의 경우에는 ‘생명 과학의 특성과 탐구 방법’ 중단원에서는 탐구 활동과 본문에 연계되어 나타난 개념임에도 ‘생물의 특성’에서는 교과서의 본문에만 제시되고 있었다. 에너지 개념 역시 ‘생명 과학의 특성과 탐구 방법’ 중단원에서는 탐구 활동에만 제시되고 있지만 ‘생물의 특성’ 중단원에서는 탐구 활동과 본문이 연계되어 제시되고 있다. 이에 같은 개념들이 중복되어 제시되고 있다.

이를 통해 ‘생명과학의 이해’ 대단원은 ‘생명 과학의 특성과 탐구 방법’과 ‘생물의 특성’의 2개의 중단원으로 구분하기 보다는 ‘생명 과학 탐구 방법’과 ‘생명과학으로서의 생물의 특성’으로 나누어 제시하는 것이 개념의 연계가 더 잘 이루어질 것이라 생각된다.

‘생명과학의 이해’ 대단원 수준에서 교육과정에 제시된 탐구 활동과 교과서 본문을 연결하는 개념 네트워크는 Fig. 2와 같다. 탐구 활동과 교과서의 본문 사이를 연결하는 개념은 에너지, 핵산, 세균, DNA, 핵, 세포, 유전자, 바이러스 등 28개였다. 이처럼 대단원 수준으로 연계성을 살펴보면 중단원에 비해 연계가 더 잘 일어나고 있음을 확인할 수 있다. 한편 탐구 활동에만 제시된 개념은 엽록체, 미토콘드리아, 핵막, 세포막, 영양소, 조류 등 9개 개념이고, 교과서 본문에만 제시된 개념은 가설, 귀납, 연역, RNA, 돌연변이, 젖산균, 포도당 등 30개였다. 이를 통해 가설, 귀납, 연역 등과 같은 생명 과학 탐구 방법과 관련된 개념들은 주로 교과서의 본문에만 제시되고 있음을 확인할 수 있었다. 이는 탐구를 위한 주된 방법으로 탐구 활동에서도 연계되어 제시될 필요가 있다.

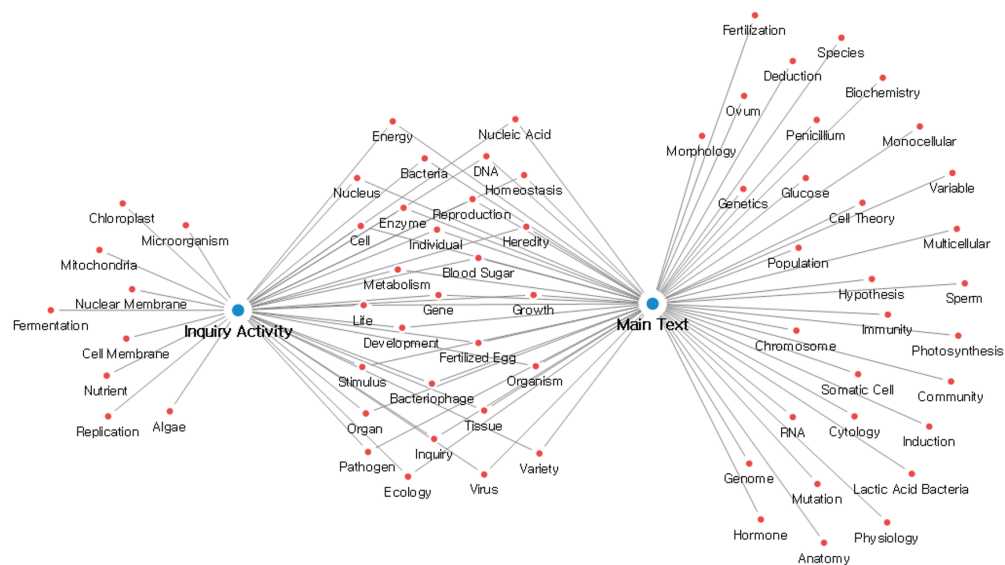
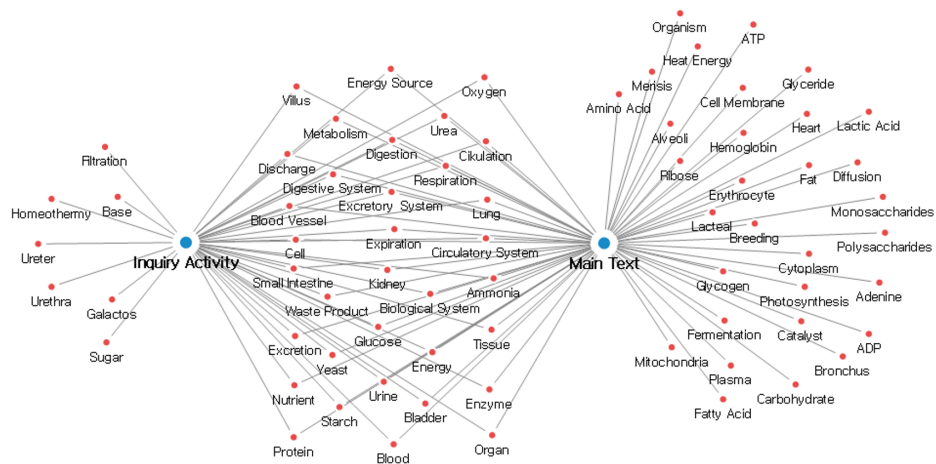


Fig. 2. The connection networks between the concepts presented in the inquiry activities and the main text of the 'Understanding life science' unit

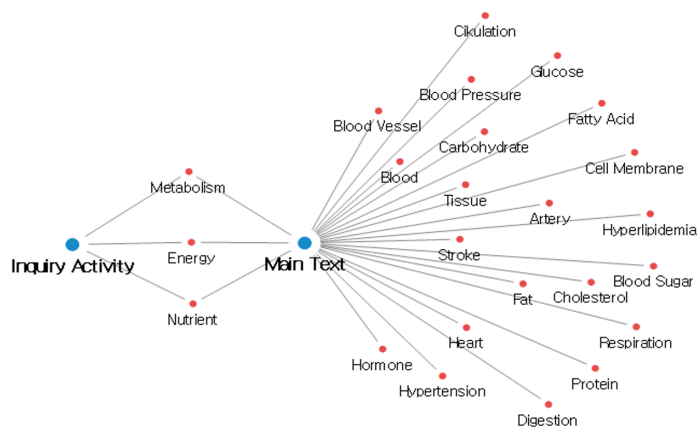
‘Human Metabolism’ Unit

‘사람의 물질대사’ 대단원은 ‘생명 활동과 에너지’와 ‘물질대사와 건강’이라는 2개의 중단원으로 구성되어 있다. ‘생명 활동과 에너지’ 중단원에는 물질 이동에 대한 모의 활동하기, 효모에 의한 이산화 탄소 방출량 비교하기, 콩즙으로 오줌 속의 요소 분해하기의 3가지 탐구 활동을 제시하고 있으며, ‘물질대사와 건강’ 중단원에는 개인별 일일 칼로리 섭취량 조사하기라는 1가지 탐구 활동을 2015 개정 과학과 교육과정에서 제시하고 있다.

‘생명 활동과 에너지’ 중단원에서 교육과정에 제시된 탐구 활동과 교과서 본문을 연결하는 개념 네트워크는 Fig. 3a와 같다. 탐구 활동과 본문을 연결하는 개념은 바이러스, 에너지원, 물질대사, 요소, 방광, 배설계, 효모, 세포, 단백질 등 35개의 개념이다.



a. ‘Life activity and energy ’ sub-unit



b. ‘Metabolism and health’ sub-unit

Fig. 3. The connection networks at the sub-unit level between the concepts presented in the inquiry activities and the main text of the 'Human metabolism' unit

한편 탐구 활동에서만 제시된 개념은 여과, 염기, 항온, 요도, 오줌관, 당, 갈락토오스로 7개였고, 교과서 본문에만 제시된 개념은 아미노산, 열에너지, 헤모글로빈, ATP, ADP, 리보오스, 지방산, 다당류 등 31개였다. 탐구 활동에만 제시된 개념은 탐구 활동을 진행하는 과정에서 제시된 개념들이었으며, 본문에만 제시된 개념은 생명 활동에 사용되는 물질과 생성되는 물질에 대한 개념들의 예시가 주를 이루고 있었다.

탐구 활동과 본문을 연결하는 개념은 주로 생명 활동의 주요 내용인 소화, 순환, 호흡, 배설과 관련된 개념이었다. 그 중에서도 물질 이동에 대한 모의 활동하기 탐구 활동과 관련된 개념들이 연결된 개념에 많이 제시되고 있었다. 따라서 '생명 활동과 에너지' 중단원에서는 탐구 활동 중에서 물질 이동에 대한 모의 활동하기를 중심으로 교과서가 기술되고 있음을 확인할 수 있다.

'물질대사와 건강' 중단원에서 교육과정에 제시된 탐구 활동과 교과서 본문을 연결하는 개념 네트워크는 Fig. 3b와 같다. 탐구 활동과 본문을 연결하는 개념은 물질대사, 영양소, 에너지로 3개의 개념이었다. 탐구 활동에서만 제시된 개념은 없었고, 교과서 본문에만 나타난 개념은 혈당, 순환, 심장, 혈액, 조직, 혈관, 호르몬 등 23개의 개념이었다.

'물질대사와 건강' 중단원에서는 탐구 활동과 본문을 연계하는 개념은 매우 적게 나타났는데, 이는 탐구 활동을 실생활과 연관시켜 제시할 수 있는 생명과학적 개념이 다소 적기 때문으로 생각된다. 교과서 본문에만 제시된 개념은 물질대사가 이루어지는 기관과 과정을 연결한 개념들, 그리고 대사성 질환에 대한 개념들이 주를 이루고 있었다. 따라서 이 중단원은 제시된 탐구 활동이 교과서 본문에서 가르치고자 하는 내용의 일부만을 제시하고 있어 적합하지 않은 것으로 사료된다.

'사람의 물질대사' 대단원에서 교육과정에 제시된 탐구 활동과 교과서 본문을 연결하는 개념 네트워크는 Fig. 4와 같다. 탐구 활동과 본문 개념 사이를 연결하는 개념은 순환계, 산소, 세포, 조직, 혈액 등 35개의 개념이었다. 탐구 활동에만 제시된 개념은 요도, 오줌관, 갈락토오스, 여과, 염기, 당으로 총 6개였고, 본문에만 나타난 개념은 고지혈증, 열에너지, 발효, 혈압, 단당류 등 42개였다. '사람의 물질대사' 대단원에서는 중단원으로 제시하였을 때와 비교하여 대단원으로 통합하였을 때 연계되는 개념의 수가 큰 차이가 없었다. 이에 본 대단원의 경우에는 중단원으로 제시하여도 무관할 것으로 생각된다. 다만 중단원별로 탐구 활동을 통해 학습할 수 있는 개념이 상대적으로 적기 때문에 탐구 활동에 대한 고민이 요구된다.

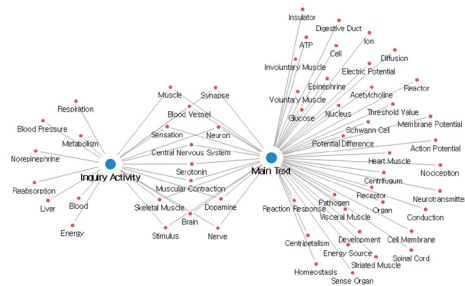


Fig. 4. The connection networks between the concepts presented in the inquiry activities and the main text of the 'Human metabolism' unit

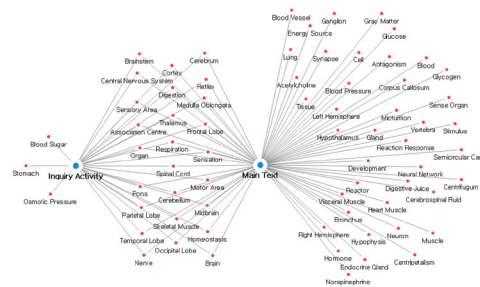
‘Homeostasis and Body Regulation’ Unit

‘항상성과 몸의 조절’ 대단원은 ‘자극의 전달’, ‘신경계’, ‘항상성 유지’, ‘인체의 방어 작용’이라는 4개의 중단원으로 구성되어 있다. 이 중에서 ‘항상성 유지’ 중단원과 관련된 탐구 활동은 교육과정에 제시되지 않고 있다. ‘자극의 전달’ 중단원에는 빨대를 활용한 근육 모형으로 근수축 원리 이해하기, 약물이 인체에 미치는 영향 조사하기라는 2가지 탐구 활동을 제시하고 있으며, ‘신경계’ 중단원에는 뇌 도미노 활동을 통한 뇌의 다양한 기능 알기, 다양한 재료를 이용한 뇌 모형 제작하기라는 2가지 탐구 활동을, ‘인체의 방어 작용’ 중단원에는 물건이나 인체에 묻어 있는 세균 배양하기라는 1가지 탐구 활동을 교육과정에서 제시하고 있다.

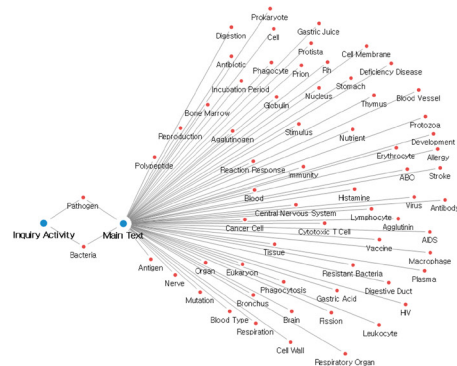
‘자극의 전달’ 중단원에서 교육과정에 제시된 탐구 활동과 교과서 본문을 연결하는 개념 네트워크는 Fig. 5a와 같다. 탐구 활동과 교과서 본문을 연결하는 개념은 신경, 근육, 시냅스, 혈관, 감각, 뉴런, 세로토닌, 중추 등 17개의 개념이다. 탐구 활동에만 나타난 개념은 호흡, 혈압, 신진대사, 노르에피네프린, 재흡수, 혈액, 간, 에너지로 총 8개였고, 교과서 본문에만 나타난 개념은 구심성, 항상성, 막전위, 이온, 에너지원, 가로무늬근 등 33개의 개념이었다.



a. 'Stimulus transmission' sub-unit



b. 'Nervous system' sub-unit



c. 'Defense mechanism' sub-unit

Fig. 5. The connection networks at the sub-unit level between the concepts presented in the inquiry activities and the main text of the 'Homeostasis and body regulation' unit

탐구 활동과 본문을 연결하는 개념은 주로 근수축과 관련된 개념과 약물이 인체에 작용하는 영향과 관련된 개념들에 대한 것이었다. 탐구 활동에만 제시된 개념은 대부분 자극의 전달과는 직접적인 관련성이 없는 탐구 활동 과정에서 추가적으로 발생한 개념이었으며, 교과서 본문에만 제시된 개념에는 흥분의 전도와 전달에 관한 구체적인 과정과 관련된 개념이 주를 이루고 있었다. 이는 자극의 전달이라는 중단원의 목표를 달성하기에는 탐구 활동이 적합하지 않으며, 이를 보완하기 위해 흥분의 전도와 전달에 대한 추가적인 탐구 활동의 기술이 요구된다.

‘신경계’ 중단원에서 교육과정에 제시된 탐구 활동과 교과서 본문을 연결하는 개념 네트워크는 Fig. 5b와 같다. 탐구 활동과 교과서 본문을 연결하는 개념은 측두엽, 시상, 연수, 중간뇌, 반사 등 26개의 개념이다. 탐구 활동에만 나타난 개념은 혈당, 위, 삼투압으로 3개의 개념이었고, 교과서 본문에만 나타난 개념은 혈관, 폐, 반응, 배뇨, 반응기, 시상하부 등 42개의 개념이었다.

탐구 활동과 본문을 연결하는 개념은 중추신경계 중에서도 뇌와 관련된 개념이 주를 이루고 있었다. 한편, 탐구 활동에만 제시된 개념은 직접적으로 뇌의 활동이나 구조와는 관계가 없이 탐구 활동을 진행하는 과정에서 발생한 부가적인 개념이었으며, 교과서 본문에만 제시된 개념들은 중추신경계뿐만 아니라 말초 신경계와 관련된 개념이 주로 제시되고 있었다. 따라서 본 중단원에서는 중추신경계와 말초신경계를 포괄하여 전체적인 신경계를 제시하는 것이 아니라 중추신경계에 집중된 탐구 활동이 제시되고 있었다. 이에 말초 신경계와 관련된 탐구 활동이 추가적으로 제시될 필요가 있다.

‘인체의 방어 작용’ 중단원에서 교육과정에 제시된 탐구 활동과 교과서 본문을 연결하는 개념 네트워크는 Fig. 5c와 같다. 탐구 활동과 교과서 본문을 연결하는 개념은 병원체, 세균으로 총 2개였다. 탐구 활동에서만 나타난 개념은 없었으며, 교과서 본문에만 나타난 개념은 림프구, 위산, 세포막, 핵, 히스타민 등 64개의 개념으로 본 중단원의 대부분의 개념이 교과서 본문에서만 제시되고 있었다. 이처럼 탐구 활동과 본문을 연결하는 개념이 거의 존재하지 않았으며, 이는 탐구 활동이 세균을 배양하는 기능적인 방법을 습득하는 활동이 주를 이루었기 때문으로 생각된다. 본문에만 제시된 개념은 면역과 관련된 대부분의 개념이었다. 이는 탐구 활동을 통해 제시하고 있는 개념 자체가 매우 적을 뿐 아니라 탐구 활동과 본문 개념 간 연계가 잘 이루어지지 않아 중단원에서 목표하는 바를 탐구 활동을 통해 학습하기에는 어려울 것으로 사료된다.

‘항상성과 몸의 조절’ 대단원에서 교육과정에 제시된 탐구 활동과 교과서 본문을 연결하는 개념 네트워크는 Fig. 6과 같다. 탐구 활동과 본문 개념 사이를 연결하는 개념은 감각, 신경, 혈당, 시냅스, 세로토닌, 시상 등 46개였다. 탐구 활동에만 제시된 개념은 배지, 신진대사, 배양, 에너지로 총 4개였으며, 교과서 본문에만 나타난 개념은 조직, 콩팥, 핵, 시상하부, 피드백, 독성 T세포, ATP 등 117개의 개념이었다. 대단원 수준에서 보아도 대부분의 개념들이 교과서의 본문에서만 제시되고 있어 탐구 활동을 통해 학습할 수 있는 개념의 수가 상대적으로 매우 적었다. 이에 탐구 활동에 대한 추가적인 기술이 요구된다.



Fig. 6. The connection networks between the concepts presented in the inquiry activities and the main text of the 'Homeostasis and body regulation' unit

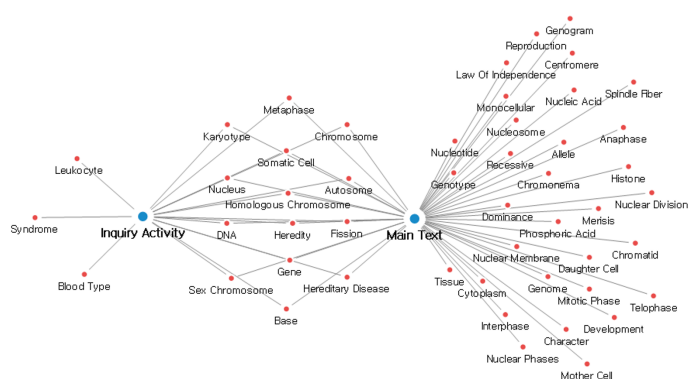
'Heredity' Unit

‘유전’ 대단원은 ‘염색체’, ‘생식세포 형성과 유전적 다양성’, ‘사람의 유전’, ‘사람의 유전병’의 총 4개의 중단원으로 구성되어 있다. ‘염색체’ 중단원에는 핵형 분석 활동하기가 탐구 활동으로 제시되어 있으며, ‘생식세포 형성과 유전적 다양성’ 중단원에는 생식세포 형성 시 유전적 다양성 획득 과정을 염색체 모형으로 모의 활동하기가, ‘사람의 유전’ 중단원에는 유전 형질이 자손에게 전달되는 과정을 재연하는 역할 놀이, ‘사람의 유전병’ 중단원에는 산소가 유리되었을 때 낫형 적혈구의 막 변형 현상을 확인하는 모의 활동을 하기와 가계도에 근거한 특정 형질의 유전적 특성 파악하기라는 2가지 탐구 활동이 교육과정에 제시되어 있다.

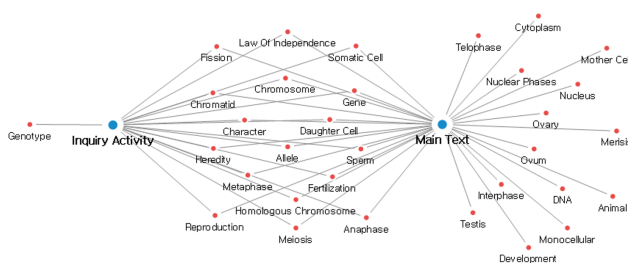
‘염색체’ 중단원에서 교육과정에 제시된 탐구 활동과 교과서 본문을 연결하는 개념 네트워크는 Fig. 7a와 같다. 탐구 활동과 교과서 본문을 연결하는 개념은 핵형, 중기, 체세포, 염색체, 핵, 상염색체, 상동염색체, 성염색체 등 14개의 개념이었다. 탐구 활동에만 제시된 개념은 백혈구, 증후군, 혈액형으로 3개의 개념이었고, 본문에만 나타난 개념은 독립의 법칙, 핵산, 대립형질, 염색체, 우성, 핵막, 핵산, 모세포, 말기 등 32개의 개념이었다.

탐구 활동과 본문을 연결하는 개념은 주로 염색체의 분류 및 핵형에 대한 개념들을 주로 제시하고 있었다. 탐구 활동에만 제시된 개념들은 유전병을 통한 핵형을 제시하기 위한 예시에서 나타나는 개념들이었으며, 교과서 본문에서만 나타나는 개념은 염색체의 구조에 대한 개념과 염색체 분열과 관련된 개념들이 제시되고 있었다. 핵형은 염색체의 수, 모양, 크기와 같은 염색체의 외형적인 특징을 의미하는 것으로 ‘염색체’ 중단 원에서는 염색체의 외형적인 것들을 주로 탐구 활동과 연계하여 설명하고 있었다.

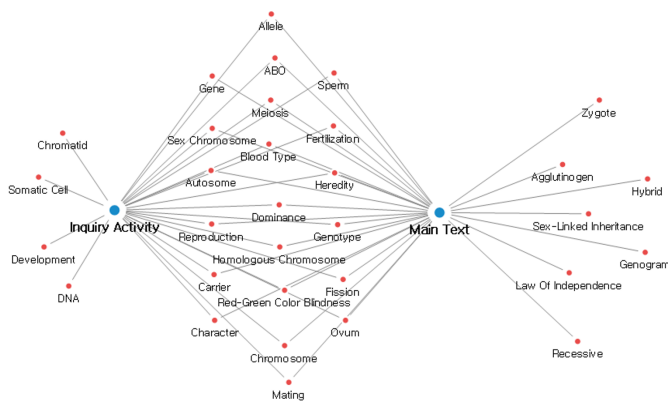
‘생식세포 형성과 유전적 다양성’ 중단원에서 교육과정에 제시된 탐구 활동과 교과서 본문을 연결하는 개념 네트워크는 Fig. 7b와 같다. 탐구 활동과 교과서 본문을 연결하는 개념은 독립의 법칙, 체세포, 염색체, 유전자, 유전, 중기, 대립형질, 상동염색체 등 17개였다. 탐구 활동에만 나타난 개념은 유전자형으로 하나의 개념이었고, 교과서 본문에만 나타난 개념은 말기, 핵상, 생장, 간기, 세포질, DNA 등 14개의 개념이었다.



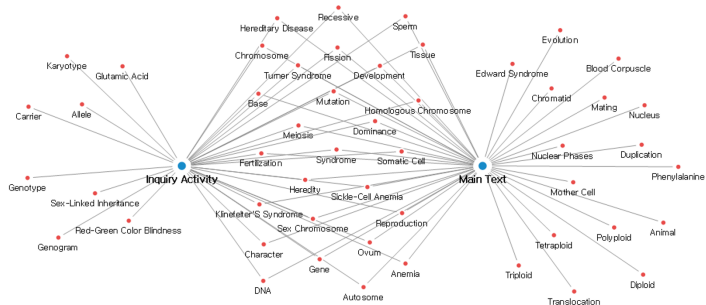
a. 'Chromosome' sub-unit



b. 'Germ cell formation and genetic diversity' sub-unit



c. 'Human heredity' sub-unit



d. 'Hereditary disease' sub-unit

Fig. 7. The connection networks at the sub-unit level between the concepts presented in the inquiry activities and the main text of the 'Heredity' unit

탐구 활동과 본문을 연결하는 개념은 주로 생식세포분열을 관찰하기 좋은 시기와 생식세포분열 과정과 관련된 대부분의 개념들이 제시되어 있었다. 탐구 활동에만 제시된 개념은 생식세포 형성에서의 유전자형의 다양성을 보여주기 위한 유전자형에 대한 개념이었으며, 교과서 본문에만 제시된 개념은 생식세포분열이 일어나는 생식기관 및 과정에 관한 개념들의 일부를 포함하고 있었다. 이를 통해 본 중단원에서는 탐구 활동이 본문과의 연계가 대체적으로 잘 일어나고 있음을 확인할 수 있었다. 그러나 생식세포 형성에 대한 내용은 연계가 잘 일어나는 반면 유전적 다양성을 표현하기 위한 기본 개념에 해당하는 유전자형은 탐구 활동에서만 제시되는 것으로 보아 이를 교과서 본문에서 연계할 필요성이 있다.

‘사람의 유전’ 중단원에서 교육과정에 제시된 탐구 활동과 교과서 본문을 연결하는 개념 네트워크는 Fig. 7c와 같다. 탐구 활동과 교과서 본문을 연결하는 개념은 대립형질, 유전자, ABO, 생식세포분열, 성염색체, 상염색체, 우성, 유전자형 등 21개의 개념이었다. 탐구 활동에만 나타난 개념은 염색분체, 체세포, DNA, 발생으로 4개의 개념이었으며, 교과서 본문에만 제시된 개념은 접합자, 응집원, 잡종, 성연관 유전, 독립의 법칙, 가계도, 열성으로 7개의 개념이었다.

탐구 활동과 본문을 연결하는 개념은 주로 ABO식 혈액형이나 적록색맹과 같은 유전 현질이 자손에게 전달된 예시와 관련된 개념이었다. 탐구 활동에만 제시된 개념은 탐구 활동을 진행하는 과정에서 발생한 유전 현상 관련 추가 개념이며, 본문에만 나타난 개념 역시 가계도와 같이 유전 현상에 대해 해석할 수 있는 방법이나 성연관 유전 등 유전 현상과 관련된 추가적인 개념들로 탐구 활동과 본문이 잘 연계되고 있었다.

‘사람의 유전병’ 중단원에서 교육과정에 제시된 탐구 활동과 교과서 본문을 연결하는 개념 네트워크는 Fig. 7d와 같다. 탐구 활동과 교과서 본문을 연결하는 개념은 유전병, 열성, 염색체, 터너 증후군, 돌연변이, 상동염색체, 감수분열, 우성, 성염색체 등 27개의 개념이었다. 탐구 활동에만 나타난 개념은 핵형, 글루탐산, 보인자, 대립형질, 유전자형, 성연관 유전, 적록색맹, 가계도로 8개의 개념이었고, 교과서 본문에만 나타난 개념은 에드워드 증후군, 염색분체, 진화, 모세포, 혈구, 전좌 등 16개의 개념이었다.

탐구 활동과 본문을 연결하는 개념은 주로 사람에게서 나타나는 유전병과 관련된 개념들이었다. 탐구 활동에만 제시된 개념은 가계도를 통한 유전적 특성을 찾는 과정에서 나타나는 개념들 및 낮형 적혈구 빈혈증과 관련된 개념들이 제시되고 있었다. 교과서 본문에만 제시된 개념들은 추가적인 사람의 유전병과 관련된 예시 및 유전병 관련 개념들에 대한 것이었다. 이를 통해 본 중단원은 사람과 관련된 유전병을 몇몇의 예시를 통해서 잘 연계하고 있는 것으로 보인다.

‘유전’ 대단원에서 교육과정에 제시된 탐구 활동과 교과서 본문을 연결하는 개념 네트워크는 Fig. 8과 같다. 교과서에서 탐구 활동과 본문 개념 사이를 연결하는 개념은 터너증후군, 성연관 유전, 유전자형, 염색체, 상염색체, 대립형질, 유전 등 44개의 개념이다. 탐구 활동에만 나타난 개념은 백혈구, 글루탐산으로 2개의 개념이었고, 교과서의 본문에만 나타난 개념은 사배체, 동원체, 핵상, 유전체, 정소 등 34개의 개념이었다. 이를 통해 본 대단원은 탐구 활동에서 제시하는 대부분의 개념들이 본문에 잘 연계되고 있었다.

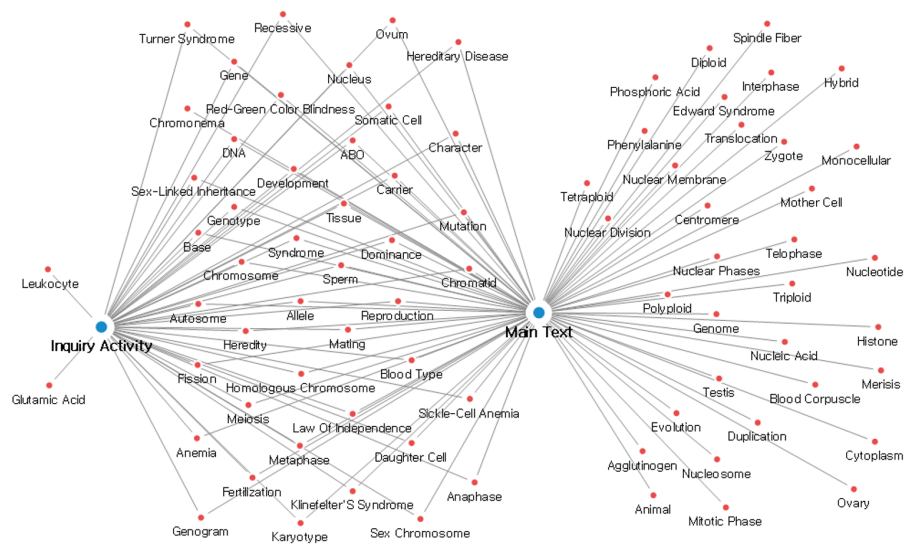


Fig. 8. The connection networks between the concepts presented in the inquiry activities and the main text of the 'Heredity' unit

‘Interacting with Ecosystems’ Unit

‘생태계와 상호 작용’ 대단원은 ‘개체군’, ‘군집’, ‘에너지 흐름과 물질 순환’, ‘생물 다양성’의 총 4개의 중단원으로 구성되어 있다. ‘개체군’ 중단원에는 효모 개체군의 생장 곡선 그리기라는 탐구 활동이 제시되어 있고, ‘군집’ 중단원에는 방형구법으로 교정에 있는 식물 군집 조사하기, ‘생물 다양성’ 중단원에는 주변에 있는 귀화 식물의 분포도 작성하기, 교정에 있는 식물의 분포를 학교 배치도에 나타내기라는 2가지 탐구 활동이 2015 개정 과학과 교육과정에 제시되어 있다. 그러나 ‘에너지 흐름과 물질 순환’ 중단원에 대해서는 어떠한 탐구 활동도 제시되어 있지 않다.

‘개체군’ 중단원에서 교육과정에 제시된 탐구 활동과 교과서 본문을 연결하는 개념 네트워크는 Fig. 9a와 같다. 탐구 활동과 교과서 본문을 연결하는 개념은 식물, 온도, 양분, 개체, 개체군으로 총 5개의 개념이었다. 탐구 활동에서만 제시되는 개념은 없었으며, 교과서의 본문에만 제시된 개념은 유기물, 음염, 생태계, 생산자, 씨앗, 포식자, 세균, 종 등 32개의 개념이었다.

탐구 활동과 본문을 연결하는 개념은 주로 개체군의 생장 곡선과 관련된 개념이었으며, 본문에만 제시된 개념은 개체군 내의 상호 작용을 포함하는 개체군과 관련된 추가적인 개념들이었다. 이 중단원에서 탐구 활동은 개체군의 생장 곡선으로 개체군 전체를 대표하는 개념의 일부분만을 제시하고 있어 탐구 활동을 추가적으로 제시할 필요가 있다.

‘군집’ 중단원에서 교육과정에 제시된 탐구 활동과 교과서 본문을 연결하는 개념 네트워크는 Fig. 9b와 같다. 탐구 활동과 교과서 본문을 연결하는 개념은 식물, 종, 우점종, 초본, 광합성, 방형구법, 개체, 군집 등 15개의 개념이다. 탐구 활동에서만 나타난 개념은 없었으며, 교과서 본문에만 나타난 개념은 음수림, 교란, 관목, 활엽수, 양수림 등 38개의 개념이었다.

탐구 활동과 본문을 연결하는 개념은 주로 식물 군집 및 방형구법과 관련된 개념이었다. 한편 본문에만 제시된 개념은 천이, 개체군 간의 상호 작용 등 군집과 관련된 추가적인 개념들이었다. 이 중단원 역시 탐구 활동에 제시한 개념이 본문의 일부만을 제시하고 있어 추가적인 탐구 활동에 대한 기술이 요구된다.

‘생물 다양성’ 중단원에서 교육과정에 제시된 탐구 활동과 교과서 본문을 연결하는 개념 네트워크는 Fig. 9c와 같다. 탐구 활동과 교과서 본문을 연결하는 개념은 개체, 식물, 종자, 생산량, 군집, 종으로 6개의 개념이었다. 탐구 활동에서만 나타난 개념은 양분, 빛, 초식, 초본 등 8개의 개념이었고, 본문에만 나타난 개념은 초원, 적응, 천적, 미생물, 품종 등 17개의 개념이었다.

탐구 활동과 본문을 연결하는 개념은 생태계와 관련된 일부 개념이었다. 탐구 활동에만 제시된 개념은 주로 식물 군집의 층상 구조와 관련된 개념이 주를 이루며, 본문에만 제시된 개념은 생물 다양성과 관련된 전체적인 개념이었다. 이 중단원에 제시된 탐구 활동은 실생활 관련 탐구 활동으로 식물과 관련된 분포에만 치중하고 있어 생물 다양성 전반을 대표하기에는 적절하지 않았다.

‘생태계와 상호 작용’ 대단원에서 교육과정에 제시된 탐구 활동과 교과서 본문을 연결하는 개념 네트워크는 Fig. 10과 같다. 교과서에서 탐구 활동과 본문 개념 사이를 연결하는 개념은 곰팡이, 피도, 우점종, 적응, 경쟁, 빛 등 24개의 개념이다. 탐구 활동에서만 제시된 개념은 없었으며, 교과서 본문에만 나타난 개념은 온대림, 분해자, 침엽수림, 툰드라, 생활사 등 54개의 개념이었다. 이처럼 대부분의 탐구 활동의 개념들이 본문과 연계되어 제시되고 있었다. 하지만 탐구 활동에 제시된 개념들이 교과서 본문에 비해 그 개념의 수가 매우 적어서 탐구 활동을 통해 제시하는 내용의 양 자체가 적은 것을 확인할 수 있다. 이에 추가적인 탐구 활동에 대한 제시가 요구된다.

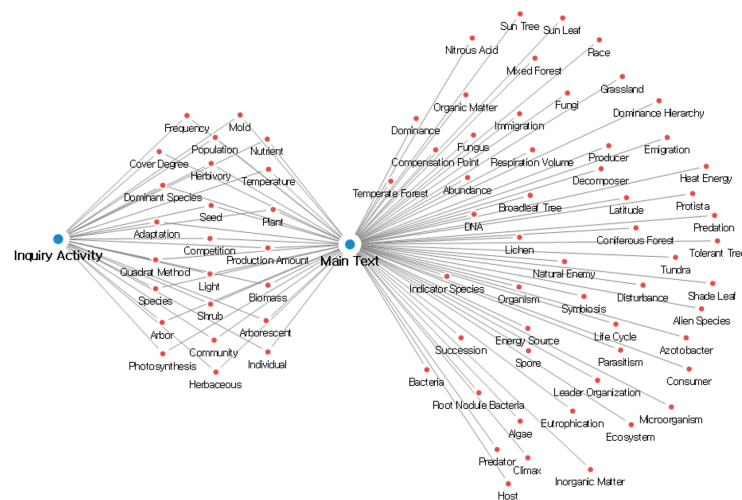


Fig. 10. The connection networks between the concepts presented in the inquiry activities and the main text of the 'Interacting with ecosystems' unit

Discussion

본 연구는 2015 개정 과학과 교육과정에 제시된 탐구 활동과 생명과학 I 교과서의 본문에 제시된 개념들 사이의 연계성을 살펴봄으로써 탐구 활동의 적합성에 대해 분석해보고자 하였다. 연구 결과를 통해 얻은 논의는 다음과 같다.

첫째, 2015 개정 과학과 교육과정에 제시된 탐구 활동은 중단원에 대한 고려없이 기술되고 있었다. 생명 과학 I의 ‘사람의 물질대사’ 단원의 ‘생명 활동과 에너지’ 중단원에서는 3개의 탐구 활동이 기술되는 반면 ‘물질대사와 건강’ 중단원에는 1개의 탐구 활동을 기술하고 있었다. ‘항상성과 몸의 조절’ 단원의 ‘항상성 유지’ 중단원이나 ‘생태계와 상호작용’ 단원의 ‘에너지 흐름과 물질 순환’ 중단원과 같이 아예 탐구 활동이 제시되지 않은 중단원도 있었다. 이처럼 일부 중단원에 탐구 활동이 편중되고 있어 이에 대한 보완이 필요하다. 특히, 탐구 활동이 제시되지 않은 중단원에 대한 학생들의 이해가 부족한 것으로 나타났다(Lee et al., 2013; Zangori et al., 2017). 이에 교육과정에서 중단원별로 누락 없이 탐구 활동을 기술할 필요성이 있다.

예를 들어, ‘항상성 유지’ 중단원에서는 항상성 유지를 위해 인체에서 이루어지는 음성 피드백에 관한 탐구 활동을 추가적으로 제시하길 기대한다. 그리고 ‘에너지 흐름과 물질 순환’ 중단원에서는 에너지 흐름과 물질의 순환을 이해하기 위한 시스템적 사고나 MBL (Microcomputer-Based Laboratory) 센서를 활용한 측정(Na et al., 2022)이 포함된 탐구 활동, 또는 미세플라스틱과 같은 사회적 이슈를 활용한 탐구 활동(Jeong & Yoo, 2020)이 추가적으로 기술되길 기대한다. 마지막으로 ‘생물 다양성’ 중단원에서는 생물 다양성의 보존을 위한 개인적, 사회적 행동에 대한 탐구 활동이 제시되길 기대한다. 이처럼 인체나 환경과 관련된 사회적 이슈에 관한 내용을 탐구 활동에 추가적으로 기술한다면 단순히 학문으로서의 생명과학이 아닌 생활 속의 생명과학으로 과학적 소양을 키울 수 있는 밑거름이 될 것이다(Harlan & Rivkin, 2000; Sadler et al., 2017).

둘째, ‘생명과학의 이해’ 대단원에서처럼 ‘생명 과학의 특성과 탐구 방법’과 ‘생물의 특성’의 2개의 중단원으로 구분하기 보다는 대단원으로 개념의 연계가 더 잘 일어나고 있었다. 개념의 연계를 위해서 ‘생명 과학 탐구 방법’과 ‘생명과학으로서의 생물의 특성’으로 중단원을 나누게 된다면 오히려 개념의 연계가 더 잘 이루어질 수 있다. 개념이 잘 연계될수록 과학 지식을 구조화하고, 통합적으로 이해하기 쉬워진다(Bybee et al., 2008; Staver & Bay, 1989). 그러므로 중단원을 나눌 때에도 탐구 활동과 본문 개념의 연계를 고려할 필요성이 있다. 나아가 교육과정에서 제시되는 탐구 활동을 중단원별로 제시되는 것이 학습자의 개념 이해에 도움을 주는가에 대해 확인해 볼 필요가 있다.

셋째, 탐구 활동과 본문이 연결되지 않는 개념, 즉, 탐구 활동 또는 본문에만 제시된 개념이 중학교 과학에 비해 많았다(Kim, 2020). 특히, ‘항상성과 몸의 조절’ 단원에서 탐구 활동과 연계되지 않고 교과서 본문에만 제시된 개념의 수는 총 117개로 단원에서 제시하고자 한 개념의 대부분이 교과서의 본문에서만 제시되고 있었다. 대체적으로 탐구 활동과 교과서 본문이 연계된 개념에 비해 교과서 본문에서만 제시되는 개념의 수가 많이 나타났는데, ‘유전’ 단원과 같이 상대적으로 연계된 개념이 더 많은 단원도 존재하였다. 이렇듯 탐구 활동과 본문을 연계하는 개념의 수가 많은 경우에 학생들의 이해에 어떠한 도움을 주는지 추가적인 연구가 진행되길 기대한다. 즉, 생명과학 I의 각 단원 중 어느 단원에 대한 학습 및 이해가 쉬웠는지에 대한 연구가 추가적으로 이루어져서 이를 통해 학생들의 학습에 도움이 될 수 있는 교육과정 및 교과서를 기술하는 지침을 얻을 필요가 있다.

넷째, 단원별 제시한 개념 수에 차이가 있었다. 생명과학 I에서 개념 수가 가장 적은 단원은 ‘생명과학의 이해’ 단원으로 선정된 개념 수가 67개인 반면 ‘항상성과 몸의 조절’ 단원은 선정된 개념의 수가 167개로 개념의 수에 차이가 나타났다. 이러한 학습량의 차이는 학생들에게 어느 한 주제에 치우친 학습을 하게 하는 원인으로 작용할 가능성이 있다(Kim et al., 2022). 따라서 교과서를 서술할 때 단원별로 학습자의 학습량을 고려하여 개념의 양을 조절할 필요가 있다.

Conclusion

본 연구에서는 2015 개정 과학과 교육과정 생명과학 I 에 제시된 탐구 활동이 교과서 본문을 포괄하기에 적합한지 분석하고자 하였다. 이를 위해 2015 개정 교육과정에 제시된 탐구 활동과 학교 현장에서 가장 많이 활용되고 있는 생명과학 I 교과서를 대상으로 교과서 본문의 개념들 사이의 연결 개념을 분석하였다. 분석한 결과를 바탕으로 2015 개정 과학과 교육과정의 생명과학 I 에 제시된 탐구 활동은 수정 및 보완이 필요하다는 결론을 내렸다. 이에 대한 근거는 다음과 같다.

첫째, 중단원별로 교육과정에서 제시된 탐구 활동의 수가 편중되게 나타나고 있었다. 탐구 활동이 전혀 제시되어 있지 않은 중단원부터 탐구 활동의 수가 3개가 제시된 중단원까지 탐구 활동의 수에 차이가 나타나고 있었다. 교육과정에 탐구 활동이 제시되지 않은 중단원에 대한 학생들의 이해도가 낮게 나타났다. 이에 교육과정에 제시된 탐구 활동을 중단원별로 누락 없이 제시할 필요가 있다.

둘째, 네트워크 분석 결과 탐구 활동과 교과서 본문 사이에 연계가 되지 않고, 탐구 활동에서만 제시되는 개념들이 있었다. 탐구 활동은 과학 핵심역량을 함양하는 동시에 본문 개념 이해에 도움을 주는 역할을 하기 때문에(Kim, 2020; Kim et al., 2017) 학교 현장에서 탐구 활동을 수행하지 않게 될 경우에 그 개념에 대한 이해도가 낮아질 가능성이 높다.

셋째, 반대로 탐구 활동에서는 개념이 제시되지 않고, 교과서의 본문에서만 제시되는 개념들이 많이 나타나고 있었다. 이는 탐구 활동을 통해 과학 개념을 이해하고, 학생들 스스로 지식을 구성하고 능동적으로 사고할 수 있도록 하겠다는 과학 교육의 취지(Kim et al., 2017; Lee & Nam, 2018)와 맞지 않는다고 할 수 있다.

이를 바탕으로 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

첫째, 교육과정에서 탐구 활동을 제시할 때 중단원에 대한 고려가 필요하다. 나아가 교육과정에서 제시되는 탐구 활동이 중단원별로 제시되는 것이 학습자의 개념 이해에 도움을 주는가에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

둘째, 환경 문제와 같은 사회적 이슈 및 실생활과 관련된 내용들이 교육과정의 탐구 활동에 추가될 필요성이 있다. 과학의 핵심역량을 기르기 위해서는 사회적 이슈나 실생활 관련 내용에 대한 학습은 필수적이라고 여겨진다. 따라서 사회적 이슈나 실생활과 관련된 탐구 활동의 증가와 더불어 교과서 본문에서 역시 이에 대한 설명이 더욱 충실해야 할 것으로 사료된다.

셋째, 탐구 활동과 교과서 본문을 연계하는 개념의 차이로 인해 발생하는 학생들의 이해 정도에 대한 추가적인 연구가 요구된다. 탐구 활동과 교과서의 본문을 연결하는 개념의 수가 대단원 및 중단원별로 차이가 있었다. 이러한 차이로 인한 탐구 활동을 수행한 이후의 학생들의 대단원 및 중단원에 대한 이해의 정도를 파악하는 연구가 추가적으로 진행될 필요가 있다. 이는 추후에 교육과정 및 교과서 기술에 대한 지침을 제시할 수 있을 것이라 기대된다.

References

- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82, 417-436. [[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199807\)82:4<417::AID-SCE1>3.0.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199807)82:4<417::AID-SCE1>3.0.CO;2-E)]([https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199807\)82:4%3C417::AID-SCE1%3E3.0.CO](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199807)82:4%3C417::AID-SCE1%3E3.0.CO))
- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., & Lederman, N. G. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88, 397-419. <https://doi.org/10.1002/sce.10118>

- Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education Journal of Science Teacher Education*, 13, 1-12. <http://doi.org/10.1023/A:1015171124982>
- Angus, C. H. (2004). Is Textbook Obsolete in New Education? A Critical Analysis on the Value of Textbook in An Inquiry Curriculum, with Special Reference to the New Primary General Studies Curriculum in Hong Kong. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 490764).
- Bybee, R. W., Powell, J. C., & Trowbridge, L. W. (2008). *Teaching Secondary School Science: Strategies for Developing Scientific Literacy* (9th Ed.). Boston: Pearson Prentice Hall.
- Chang, J., & Jeong, S. (2019). Analysis of inquiry activity types in the high school life science II textbooks according to the 2015 revised science curriculum. *Journal of Science Education*, 43, 43-63. <https://doi.org/10.21796/jse.2019.43.1.43>
- Chiang-Soong, B., & Yager, R. E. (1993). The inclusion of STS material in the most frequently used secondary science textbooks in the U.S. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 339-349. <https://doi.org/10.1002/tea.3660300403>
- Han, K. (2003). The meaning and research agenda in network analysis as social science methodology: Based on semantic network analysis. *The Korean Association for the Social Studies Education*, 10, 219-235.
- Harlan, J., & Rivkin, M. (2011). *Science Experience for the Early Child-hood Years: An Integrated Affective Approach* (10th ed). NJ: Pearson.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88, 28-54. <https://doi.org/10.1002/sce.10106>
- Jeon, S., Kwon, O., Kim, W., Park, K., Youn, H., Lee, M., Lee, C., & Lim, S. (2017). *High School Life Science I*. Jihak Publishing Co.
- Jeong, O., & Yoo, M. (2020). The effects of microplastics problem solving program on high school students' creative problem solving ability, STEAM affective domain and environmental problem awareness. *Journal of Curriculum Integration*, 14, 31-54. <https://doi.org/10.35304/JCI.14.2.02>
- Kang, N. & Lee, E. (2012). Secondary students' competence in science inquiry evaluation. *Journal of KNUE Science Education*, 18, 107-117.
- Kim, D., & Yoon, H. (2021). Exploring of regional innovation cluster using 2-mode network analysis. *Journal of Korea Technology Innovation Society*, 24, 17-40. <https://doi.org/10.35978/jktis.2021.2.24.1.17>
- Kim, G. (2011). How teachers use mathematics curriculum materials in planning and implementing mathematics lessons. *The Korea Society of Educational Studies in Mathematics*, 13, 485-500.
- Kim, H., & Lee, B. (2007). An analysis of observation and measurement standards in foreign national science curriculums. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 26, 87-96.
- Kim, M., Hong, J., Kim, S., & Lim, C. (2017). Analysis of inquiry activities in the life science chapters of middle school 'science' textbooks: Focusing on science process skills and 8 scientific practices. *Journal of Science Education*, 41, 318-333. <http://doi.org/10.21796/jse.2017.41.3.318>
- Kim, Y. (2020). Change in network of concepts of plant- related units between inquiry and textbook text in primary and secondary Biology Education, 48, 389-397. <http://doi.org/10.15717/bioedu.2020.48.3.389>
- Kim, Y., & Kwon, H. (2016). A comparative study of articulation on science textbook concepts and extracted concepts in learning using semantic network analysis: Focus on life science domain. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 35, 377-387. <https://doi.org/10.15267/keses.2016.35.3.377>
- Kim, Y., Oh, C., Eskandari, M., & Lim, S. (2022). Connection of terms between inquiry activities and the main text in the life science unit of lower secondary school textbooks in the Republic of Korea. *Journal of Baltic Science Education*, 21, 1004-1025. <http://doi.org/10.33225/jbse/22.21.1004>

- Kim, Y., & Seo, K. (2020). Changes in articulation of stimulus and reaction unit concepts according to revision of curriculum using semantic network analysis. *Biology Education*, 48, 20-37. <https://doi.org/10.15717/BIOEDU.2020.48.1.20>
- Krippendorff, K. (1980). *Content Analysis: An Introduction to its Methodology*. London: Sage.
- Kwon, H. & Kim, Y. (2018). Analysis of semantic network in life science domains on middle school textbook based on 2009 revised national science curriculum by publisher. *Brain, Digital, & Learning*, 8, 17-32. <http://doi.org/10.31216/BDL.2018.8.1.17>
- Kwon, H., Park, I., & Kim, Y. (2016). An analysis of semantic network in photosynthesis unit on middle school textbook based on the 2009 revised national science curriculum. *Biology Education*, 46, 63-70. <http://doi.org/10.15717/bioedu.2016.46.1.63>
- Kwon, M., & Park, J. (2020). Critical review of 'skills' in the 2015 revised science national curriculum. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 40, 151-161. <https://doi.org/10.14697/JKASE.2020.40.2.151>
- Lee, D., Oh, E., Kim, H., & Jeong, J. (2013). Analysis of carbon cycle concepts based on earth systems perspective of high school students. *Journal of Science Education*, 37, 157-169.
- Lee, J., & Ha, M. (2012). Semantic network analysis of science gifted middle school students' understanding of fact, hypothesis, theory, law, and scientificness. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32, 823-840.
- Lee, S., & Nam, J. (2018). Impact of student assessment activities on claim and evidence formation in high school argument-based inquiry. *Journal of the Korean Chemical Society*, 62, 203-213. <https://doi.org/10.5012/jkcs.2018.62.3.203>
- Lim, S., & Kim, Y. (2015). An analysis of articulation in Life Science revision 2009 curriculum with semantic network analysis. *Biology Education*, 43, 84-96. <http://doi.org/10.15717/bioedu.2015.43.1.84>
- Ministry of Education [MOE] (2015). *Science Curriculum. The Notification of MOE 2015-74: The Separate Volume No. 9*, Ministry of Education.
- Na, Y., Jeong, Y., Park, H., & Kim, J. (2022). Development of microcomputer-based laboratory inquiry activity for learning the 'carbon cycle' concept. *School Science Journal*, 16, 95-108.
- Oh, C., Lim, S., & Kim, Y. (2022). Are the inquiry activities presented in the life science of the 2015 revised middle school curriculum appropriate? *Biology Education*, 50, 51-57. <http://doi.org/10.15717/bioedu.2022.50.1.51>
- Oh, H., Koo, H., Yoo, H., Kang, H., Jeong, J., & Kim, D. (2017). *High School Life Science I*. Mirae N Co.
- Park, H. (2016). *Analysis of the Biological Themes and Their Articulations in Science and Biology Textbooks Developed under the 2009 Revised Science Curriculum Using Concept Networks*(Unpublished Doctoral Dissertation). Seoul National University, Seoul, Republic of Korea.
- Park, H., & Leydesdorff, L. (2004). Understanding the KrKwic: A computer program for the analysis of Korean text. *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 6, 1377-1387.
- Park, J. (2017). An analysis on the changes of achievement standards and inquiry activities in the 2015 revised national elementary school science curriculum. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 36, 43-60. <http://doi.org/10.15267/keses.2017.36.1.043>
- Park, S., Kim, Y., & Lim, S. (2021). An analysis of conceptual network structure and articulation of 'the structure and functions of plants' unit in the elementary school science textbook according to the curriculum revision. *Biology Education*, 49, 81-93. <http://doi.org/10.15717/bioedu.2021.49.1.81>
- Sadler, T. D., Foulk, J. A., & Friedrichsen, P. F. (2017). Evolution of a model for socio-scientific issue teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 26, 387-409. <https://doi.org/10.18404/ijemst.55999>

- Shim, K., Oh, S., Hwang, U., Kim, M., Bae, M., & Ahn, S. (2017). High school Life Science I. Visang Education.
- Shim, K., & Song, S. (2019). Analysis on the science key competence of inquiry activity in high school science according to 2015 revised national curriculum-A case study on life science textbooks-. *Biology Education*, 47, 197-212. <https://doi.org/10.15717/bioedu.2019.47.2.197>
- Staver, J. R. & Bay, M. (1989). Analysis of the conceptual structure and reasoning demands of elementary science texts at the primary (K-3) level. *Journal of Research in Science Education*, 26, 329-349.
- Weinburgh, M.(2003). Confronting and changing middle school teachers' perceptions of scientific methodology. *School Science and Mathematics*, 103, 222-232. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2003.tb18203.x>
- Zangori, L., Peel, A., Kinslow, A., Friedrichsen, P., & Sadler, T. D. (2017). Student development of model-based reasoning about carbon cycling and climate change in a socio-scientific issues unit. *Journal of Research in Science Teaching*, 54, 1249-1273. <https://doi.org/10.1002/tea.21404>

Authors Information

Kim, Yong-choon: Gyeongsang Girls' High School, Teacher, First Author

Lim, Soo-min: Science Education Research Institute at Kyungpook National University, Research Professor, Corresponding Author

ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-1949-8377>