

# 언어 네트워크 분석을 이용한 초등학교 과학 교과서 개념과 성취 기준 추출 개념의 연계성 비교 연구 - 생명과학 영역을 중심으로 -

김영신 · 권형석  
(경북대학교)

## An Comparative Study of Articulation on Science Textbook Concepts and Extracted Concepts in Learning Objectives Using Semantic Network Analysis - Focus on Life Science Domain -

Kim, Youngshin · Kwon, Hyung-Suk  
(Kyungpook National University)

### ABSTRACT

Whether textbooks faithfully reflect the curriculum contents is an important educational issue. The previous studies on the textbooks did not analyze the relationship described in the textbooks or the structure. In this regard, this study aims to analyze how the concept of life science area in the elementary school science textbooks developed on the basis of the 2009 revised curriculum is linked. In addition, it seeks to analyze how the concept presented in the learning content achievement standards of the curriculum is connected to other concepts. Towards this end, the conceptual linkage of eight units in the life science domain of elementary school science textbooks based on the 2009 revised curriculum was analyzed. The contents of the life science domain in the science textbooks were analyzed through a semantic network analysis, and the semantic network on the concept linked to the one described in curriculum's learning objectives was also analyzed. The results are as follows: 1) It will be difficult for students to understand the concept due to the complexity of the semantic network resulting from a number of concepts. 2) The curriculum's learning objectives presented in the curriculum are not faithfully reflected in the textbooks. 3) The textbooks are described on the basis of specific curriculum's learning objectives. Based on the findings of this study, the number of concepts described in the elementary school science textbooks needs to be significantly reduced so that the concepts can be meaningfully linked to each other.

**Key words** : semantic network analysis, articulation, science textbook, life science domain, learning objectives

### I. 연구의 필요성 및 목적

교과서는 교육과정에 제시된 내용을 구체화시켜 전달하는 수단이며(Kim *et al.*, 1997), 교육과정의 실현에 있어서 중요한 위치를 차지한다(Angus, 2004).

우리나라는 수업 준비 및 수업에 교과서 의존도가 매우 높으므로 교과서는 교육과정의 내용을 의미 있게 전달할 수 있어야 한다. 따라서 교과서가 교육과정 내용을 충실히 반영하였는지는 중요한 교육적 이슈 중의 하나이다.

교육과정과 교과서에 대한 연구는 교육과정의 개정에 따라서 탐구 활동(Oh & Jeong, 2012; Park & Kim, 1999), 내용(Koh & Kim, 2016; Mun & Hyeon, 2010), 교과서 비교 연구(Jang & Lim, 2006; Jo & Choi, 1990; Son & Lee, 2004)를 중심으로 이루어졌다. 이들 선행 연구들은 교과서가 교육과정의 내용을 얼마나 충실히 반영하고 있는지를 분석하지 못하고 있다.

또한 초등학교 과학 교과서 생명과학 영역의 용어의 빈도를 분석하는 연구(Cho & Shin, 2014)가 진행되었다. 그러나 용어 및 개념의 빈도 분석을 통해 주요 개념들의 반복 횟수를 정량적으로 제시하여 중요도를 강조하는 것은 개념 사이의 관계를 나타내는 것에 한계가 있다(Lim, 2014). 최근 문장을 구성하고 있는 개념들 간의 연계를 파악하기 위하여 언어 네트워크 분석(Semantic Network Analysis)이 사용되고 있다(Doerfer & Barnett, 1999; Jo, 2008; Lee & Ha, 2012a).

언어 네트워크 분석은 문장에서 함께 출현하는 단어들을 하나의 선(link)으로 표시하여 단어 사이의 관계를 의미 네트워크 형태로 시각화하는 것이다(Han, 2003). 그러므로 특정 개념과 함께 출현하는 개념이 무엇인가에 관심을 두며, 함께 출현하는 빈도를 산출하여 개념 사이의 구조적 관계를 쉽게 파악할 수 있는 장점이 있다(Jang & Barnett, 1994; Park & Leydesdorff, 2004).

언어 네트워크 분석은 밀도, 연결정도 중심성, 매개 중심성 등의 분석 지표를 산출한다. 밀도(density)는 네트워크 내 전체 개념들이 얼마나 많은 관계를 맺고 있는지를 나타내고, 연결정도 중심성(degree centrality)은 한 단어가 다른 단어들과 얼마만큼 관계를 맺고 있는가를 통해 네트워크의 중심에 위치하고 있는지를 정량적으로 나타내는 지표이다. 매개 중심성(betweenness centrality)은 한 개념이 다른 개념과의 네트워크를 구성하는 데 중개자 역할을 수행하느냐를 측정한다. 매개 중심성이 높을수록 전체 네트워크 사이의 정보 흐름과 교환에 있어 중요한 중개 역할을 하는 개념이다.

과학교육에서 언어 네트워크 분석을 이용한 연구들은 교육과정의 연계성 분석(Lim & Kim, 2015), 교육과정 목표와 교과서 학습 목표 사이의 일치성 분석(Jeong, et al., 2013), 개념에 대한 인식(Lee & Ha, 2012a), 학습 후 개념 변화(Park, et al., 2013), 영

재성 분석(Lee & Ha, 2012b; Park & Chung, 2013)이 있다. 그러나 이들 선행 연구들은 교육과정의 내용이 교과서에 얼마나 충실히 반영되고 있는지를 분석하지 못하고 있다.

따라서 이 연구에서는 2009 개정 과학과 교육과정에 기초하여 개발된 초등학교 과학 교과서의 생명과학 영역 개념이 어떻게 연계되어 있는지를 파악할 것이다. 또한 교육과정의 학습 내용 성취 기준에 제시된 개념이 다른 개념과 어떻게 연계되어 있는지를 분석할 것이다. 이를 통하여 교과서가 교육과정에 제시된 내용을 얼마나 충실히 반영하는지를 파악할 수 있을 것이다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

2009 개정 과학과 교육과정 중 초등학교 과학 교과서의 생명과학 영역 개념의 연계성을 분석하기 위해 현재 사용하고 있는 초등학교 과학 교과서를 대상으로 하였다. 초등학교 3학년 1학기 교과서는 ‘동물의 한살이’ 단원, 2학기는 ‘동물의 생활’, 4학년 1학기는 ‘식물의 한살이’, 4학년 2학기는 ‘식물의 생활’ 단원을 대상으로 하였다. 5학년 1학기는 ‘식물의 구조와 기능’, 2학기는 ‘우리 몸의 구조와 기능’, 6학년 1학기는 ‘생물과 환경’, 2학기는 ‘생물과 우리 생활’ 단원을 분석하였다.

### 2. 자료 처리 및 분석 방법

#### 1) 개념의 추출

초등학교 과학 교과서 중 생명과학 영역 개념의 연계성을 분석하기 위하여 과학 교과서 본문을 사용하였다. 이 분석에서는 실험 관찰은 포함하지 않았다. 초등 과학 교과서의 탐구 활동, 해보기, 생각해 볼까요?, 탐구가 쑥쑥 등은 분석에서 제외하였다. 또한 단원의 도입 소개, 과학 이야기, 단원 정리, 과학 글쓰기와 관련된 내용은 분석에서 제외하였다.

언어 네트워크는 문장 내에 함께 제시된 개념이 서로 연관이 있다고 간주하고, 각 개념을 서로 연결해 주기 때문에 문장 형태로 입력하게 된다. 문장 형태로 입력된 본문 내용은 조사와 서술어를 삭제하는 전처리 과정을 통하여 개념만을 남기게 된

다. 선정된 개념은 초등학교 과학 교과서 집필 경험이 있으며, 10년 이상 근무한 교사 2명에게 수업에서 중요하게 다루지 않는 개념을 제외시켰다. 전처리 자료는 UCI 6에서 사용할 수 있도록 네트워크 자료 형식에 맞는 2-모드 네트워크 자료를 생성하였다. 전처리 결과 추출된 개념 수는 3학년 1학기 43개, 3학기 64개 개념이며, 4학년 1학기 42개 개념, 2학기 57개 개념이었다. 5학년 1학기는 82개 개념, 2학기는 108개 개념이었으며, 6학년 1학기는 138개 개념, 2학기는 73개 개념이었다.

## 2) 언어 네트워크 분석

전처리한 파일은 개념 간의 의미론적 연관을 통한 네트워크 형태로 시각화하기 한국어에 맞게 변형된 KrKwic 프로그램을 이용하여 단어의 출현 빈도를 산출한다. 이후 KrTitle 프로그램을 이용하여 불필요한 단어를 제외하고, 선정된 단어에 대한 공출력 매트릭스를 구성한다. 마지막으로 UCI 6 for window 내의 NetDraw를 활용하여 네트워크 지도로 시각화 한다.

한편, 교육과정에 제시된 학습 내용 성취 기준에 제시된 개념이 어떤 개념과 연계되어 있는지를 분석하기 위하여 개념을 추출하였다(Table 1). 추출한 개념과 연결되지 않은 개념은 제거하여 언어 네트워크 지도를 작성하였다.

# III. 결과 및 논의

## 1. 3학년

3학년 1학기 동물의 한살이 단원에서 추출한 전

체 개념에 대한 언어 네트워크 분석 결과는 Fig. 1a와 같다. 이 단원은 43개의 개념이 추출되었다. 빈도가 많이 나타난 개념은 알(22회), 동물(20회), 배추흰나비(18회), 번데기(13회), 새끼(13회), 애벌레(12회), 한살이(12회)의 순으로 나타났다. 연결정도 중심성(degree centrality)이 높은 개념은 새, 알, 배, 물, 동물, 배추흰나비, 배추, 번데기, 애벌레, 새끼, 생김새, 한살이, 몸으로 나타났다. 연결정도 중심성이 높다는 것은 다른 개념과의 링크가 많아 네트워크 내의 여러 연결 중에서 중심에 위치한다. 이들 개념은 다른 인접 개념들과 환산이 용이하며, 사용 빈도가 높아 연결정도 중심성이 높게 나타난다. 매개 중심성이 높은 개념은 알, 새, 물, 배, 애벌레, 번데기, 몸, 동물, 한살이, 배추흰나비, 배추로 나타났다.

동물의 한살이 단원에서 추출한 전체 개념에 대한 언어 네트워크 분석 결과, 새, 알, 배, 동물이 중요한 위치를 차지하고 있다. 새를 중심으로 새끼, 생김새 개념이 연결되어 있으며, 동물을 중심으로 물, 암컷, 수컷 개념이 연결되어 있다. 배에는 배추흰나비, 짝짓기 개념이 연결되어 있다.

배 개념의 출현빈도는 2회이지만, 연결정도 중심성과 매개 중심성이 높게 나타난 개념으로 중심에 위치하고 있다. 배 개념은 곤충의 구조에서 등장하는데, 배추흰나비와 연결이 밀접하게 나타난 특징을 보였다.

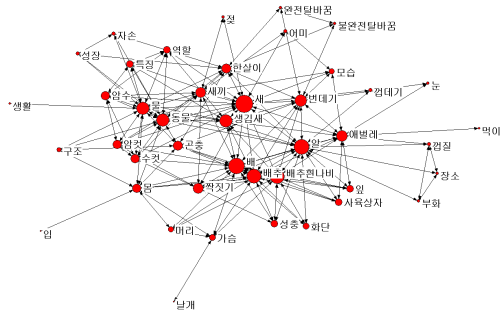
## 1) 1학기

2009 개정 교육과정의 학습 내용 성취 기준에서 추출한 개념과의 관련성은 Fig. 1b와 같다. 연결정

Table 1. Extracted concepts on science curriculum's learning objectives in life science domain

학년	단원명	추출된 개념
3	동물의 한살이	곤충, 동물, 한살이, 암수, 생김새, 번식 과정, 새끼, 알
	동물의 생활	동물, 생김새, 생활 방식
4	식물의 한살이	식물, 한살이, 씨앗, 싹, 꽃, 열매
	식물의 생활	식물, 생김새, 생활 방식
5	식물의 구조와 기능	식물, 구조, 뿌리, 줄기, 잎, 꽃, 열매, 흡수, 저장, 겉모양, 기관, 증산 작용, 광합성, 기능, 씨, 세포, 지지, 속구조
	우리 몸의 구조와 기능	기관, 생김새, 뼈, 근육, 기능, 소화, 순환, 호흡, 배설, 감각기관, 운동
6	생물과 환경	빛, 온도, 물, 환경 요인, 생물, 적응, 생산자, 소비자, 분해자, 비생물적, 생태계, 환경오염, 생태계 파괴, 생태계 보전
	생물과 우리 생활	버섯, 곰팡이, 해감, 짙신벌레, 첨단생명과학, 세균, 바이러스

a) 전체 개념



b) 성취 기준 추출 개념

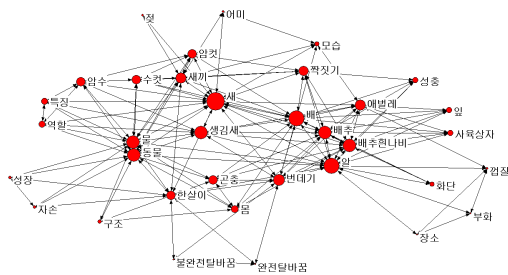


Fig. 1. Semantic network graph in 'animal's life cycle' unit

도 중심성이 10 이상인 개념은 새, 알, 배, 물, 동물, 배추, 배추흰나비, 번데기, 생김새, 새끼, 애벌레, 한살이이다. 매개 중심성이 높은 개념은 알, 새, 동물, 물, 한살이, 배, 번데기, 새끼, 배추흰나비 순으로 나타났다.

학습 내용 성취 기준에서 추출한 개념의 언어 네트워크에서는 새, 배, 알, 동물을 중심으로 연결되어 있다. 새 개념은 새끼, 생김새 개념과 밀접하게 연결되어 있으며, 배 개념은 배추흰나비, 애벌레, 짝짓기 개념과 근접하여 연결되어 있다. 알 개념은 배추흰나비, 번데기 개념과 밀접히 연결되어 있으며, 동물 개념은 물 개념과 근접되어 있다.

동물의 한살이 단원의 학습 내용 성취 기준에서는 곤충의 한살이와 동물의 생김새와 암수의 역할을 중심으로 진술되어 있다. 언어 네트워크 분석에서 곤충과 연결이 밀접한 개념은 한살이, 몸, 번데기, 동물이다. 교육과정에서 곤충과 함께 제시된 개념은 동물, 한살이, 번식 등이다. 곤충이 한살이 과정 중에서 교과서에는 번데기 개념이 중심에 있으며, 알, 애벌레는 곤충 개념과 상대적으로 인접 정도가 멀었다.

곤충의 한살이 중 알, 애벌레는 배추흰나비 개념과 관련되어 있는 것으로 나타났다. 이는 교과서에

서 동물의 한살이를 설명할 때 배추흰나비를 예로 들어 제시하고 있기 때문으로 사료된다. 현재 초등 학교 교과서에서는 곤충의 한살이가 배추흰나비의 한살이 중심으로 진술되어 있으며, 곤충 개념과는 상대적으로 거리가 있어 이에 대한 보완이 필요한 것으로 사료된다.

교육과정의 학습 내용 성취 기준에 제시된 동물은 암수와 번식 과정, 새끼, 알, 한살이 등의 개념과 함께 제시되고 있다. 언어 네트워크 그래프에서는 물, 생김새, 한살이 개념과 밀접하게 근접되어 있었다. 그러나 암수나 번식 과정과 같은 개념과는 상대적으로 거리가 멀게 위치하고 있었다.

## 2) 2학기

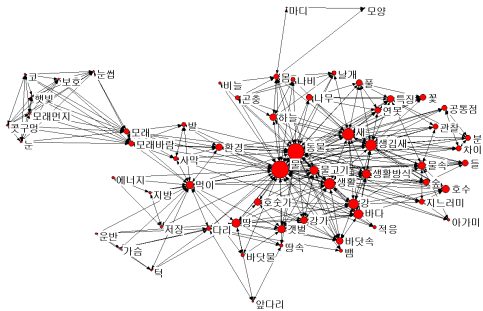
동물의 생활 단원은 64개 개념이 추출되었으며, 빈도수가 높은 개념은 동물(47회), 생김새(11회), 땅(9회), 물(7회), 생활 방식(7회), 몸(6회), 물고기(6회) 순이다. 연결정도 중심성이 높은 개념은 물, 동물, 새, 생김새, 생활, 먹이, 땅, 강, 물고기, 바다, 모래 바람, 모래, 생활 방식, 물속, 갯벌, 환경, 특징, 다리로 나타났다. 매개 중심성이 높은 개념은 물, 동물, 모래, 모래 바람, 먹이, 몸, 새, 다리, 생김새 순이었다.

전체 개념에 대한 언어 네트워크 그래프를 살펴 보면, 물, 동물, 새, 생김새 개념 중심으로 연결되어 있는 것으로 나타났다. 언어 네트워크에서 중심되는 개념들은 서로 밀접하게 연결되어 있다. 언어 네트워크의 가장자리에 위치하는 모래와 모래바람 개념은 사막, 보호, 환경 등의 개념과 밀접히 연결되어 있다. 먹이 개념은 에너지, 지방, 저장 개념과 연결이 가까웠다. 하늘 개념은 곤충, 비늘, 날개, 나무 개념과 연결이 가까웠다.

동물의 생활 단원의 학습 내용 성취 기준은 동물, 생김새, 공통점, 생활 방식 개념을 중심으로 서술되어 있다. 교육과정의 학습 내용 성취 기준에서 추출한 개념과 연결된 언어 네트워크 분석 결과 (Fig. 2b), 연결 정도 매개성이 높은 개념은 물, 동물, 새, 생김새, 생활, 강, 바다, 물고기, 생활 방식, 땅이다. 매개 중심성이 높은 개념은 물, 동물, 새, 모래, 생김새, 생활, 강, 먹이, 환경이다.

언어 네트워크 분석 결과, 동물과 연결이 가까운 개념은 물, 새, 생김새, 생활 방식, 하늘, 환경 개념이다. 이는 동물의 생활 단원이 교육과정에서 제시

a) 전체 개념



b) 성취 기준 추출 개념

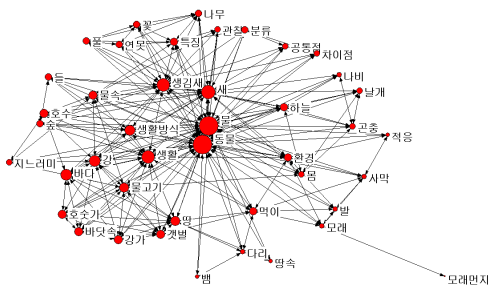


Fig. 2. Semantic network graph in 'animal's living' unit

된 것과 같이 생김새와 생활 방식 중심으로 서술되어 있음을 의미한다. 동물 개념은 물고기를 중심으로 사는 곳인 강, 호숫가, 바다, 강가, 갯벌과 연결되어 있다. 새는 풀, 꽃, 나무, 연못, 특징과 연결이 가깝게 이뤄져 있다.

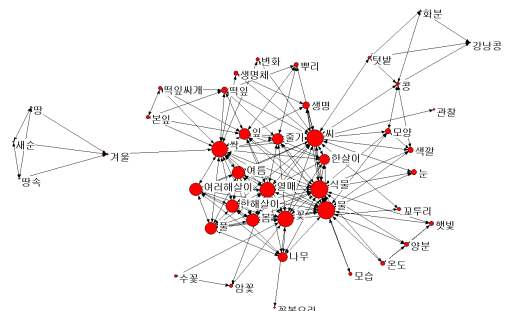
## 2. 4학년

### 1) 1학기

식물의 한살이 단원에서 빈도가 높은 개념은 씨 (49회), 식물(36회), 싹(18회), 열매(13회), 꽃(11회), 한살이(9회)이다. 연결정도 중심성이 높은 개념은 씨(24회), 식물(22회), 물(22회), 싹(20회), 꽃(18회), 열매(15회), 잎(12회)이다. 매개 중심성이 높은 개념은 씨, 싹, 꽃, 겨울, 물, 식물, 콩 순으로 나타났다.

이 단원의 언어 네트워크 그래프는 씨, 식물, 물, 꽃, 열매 개념 중심으로 연결망이 형성되었다. 씨 개념과 밀접하게 연결된 개념은 생명, 줄기, 한살이 모양이며, 식물과 가깝게 연결된 개념은 한살이, 열매, 물 개념이다. 꽃과 연결이 가까운 개념은 봄, 열매, 물의 개념이다. 교과서에 제시된 개념 중 중심에 위치하는 개념들은 서로 밀접하게 관련이 되어

a) 전체 개념



b) 성취 기준 추출 개념

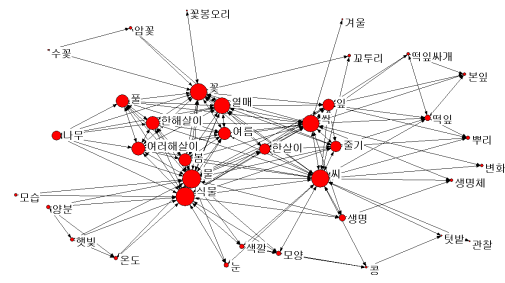


Fig. 3. Semantic network graph in 'plant's life cycle' unit

있는 것으로 나타나, 중요 개념들이 밀접한 정도가 높다.

교육과정에 제시된 식물의 한살이 단원의 학습 내용 성취 기준은 식물, 씨앗, 꽃, 열매, 한살이 개념 중심으로 제시되어 있다. 언어 네트워크에서 연결정도 중심성이 높은 개념은 씨, 식물, 물, 싹, 꽃, 열매, 잎이며, 매개 중심성이 높은 개념은 씨, 싹, 꽃, 식물, 물, 잎, 열매, 줄기이다.

언어 네트워크의 중심에 있는 개념은 꽃, 열매, 물, 식물, 싹, 씨 개념이다. 꽃 개념은 암꽃, 수꽃, 열매와 연결되어 있으며, 열매는 여름, 한해살이, 싹, 잎 개념과 연결되어 있다. 식물은 물, 생명 개념과 연결되어 있으며, 씨는 생명, 줄기, 한살이와 연결되어 있다.

이 단원은 교육과정의 학습 내용 성취 기준을 충실히 반영하여 서술된 것으로 사료된다. 학습 내용 성취 기준에서 식물의 한살이, 씨앗, 싹, 꽃과 열매를 맺는 과정으로 진술하도록 하고 있는데, 언어 네트워크 그래프에서는 이와 관련된 개념이 서로 밀접하게 연결되어 있는 것으로 판단된다.

### 2) 2학기

식물의 생활 단원은 57개의 개념이 추출되었으며, 빈도가 높은 개념은 식물(54회), 생김새(13회), 잎(12회), 특징(12회), 관찰(9회), 생활(7회)이다. 연결정도 중심성이 높은 개념은 물, 식물, 환경, 관찰, 특징, 나무, 햇빛, 생김새, 잎, 줄기, 이끼의 개념이며, 매개 중심성이 높은 개념은 물, 식물, 나무, 모양, 이끼, 환경, 관찰, 특징, 줄기이다.

교과서에 제시된 전체 개념의 언어 네트워크에서 중심을 이루고 있는 개념은 물과 식물이다. 이 두 개념을 중심으로 나머지 개념이 연결되어 있는 것으로 나타났다. 이 단원은 다른 단원에 비해 매개 중심성 값이 높은 개념 2개와 나머지 개념간의 값의 차이가 크기 때문에 사료된다.

학습 내용 성취 기준에서 추출한 개념과 연결된 개념으로 분석한 언어 네트워크는 Fig. 4b와 같다. 연결정도 중심성이 높은 개념은 물, 식물, 환경, 특징, 생김새, 관찰, 잎, 햇빛이며, 매개 중심성이 높은 개념은 물, 식물, 환경, 특징, 관찰, 생김새, 잎이다. 학습 내용 성취 기준에서 추출된 개념과 연결된 언어 네트워크 분석 결과는 전체 개념으로 작성한 그래프와 큰 차이를 보이지 않았다. 즉, 물을 중심으로 하여 다른 개념이 연결되어 있는 것을 보이고 있다.

식물의 생활 단원의 학습 내용 성취 기준에서 언급되고 있는 개념은 식물, 생김새, 생활 방식이다. 언어 네트워크에서는 생김새와 생활 방식이 연결 중심에 위치하지 못하고 있다. 교육과정에서 제시된 식물의 사는 곳에 따른 생김새와 생활 방식은 사는 곳에 따라서 구분하여 진술하고 있으나, 이를 유지적으로 제시하지 못하고 있는 것으로 나타났다. 즉, 식물이 사는 곳은 땅, 들, 사막, 바닷가, 연못 등으로 구분하여 제시하고 있지만, 이들의 생활 방식이나 생김새가 어떻게 관련되어 있는지는 제시하지 못하고 있다.

### 3. 5학년

#### 1) 1학기

식물의 구조와 기능 단원에서는 82개 개념이 추출되었다. 출현 빈도가 높은 개념은 식물(47회), 뿌리(36회), 잎(28회), 줄기(23회), 물(21회), 꽃(19회) 순으로 나타났다. 연결정도 중심성이 높은 개념은 물, 식물, 뿌리, 잎, 줄기, 꽃, 열매, 양분, 씨의 순서이며, 매개 중심성이 높은 개념은 물, 식물, 잎, 꽃, 뿌리, 줄기, 씨, 열매, 양분, 세포의 순서로 나타났다.

언어 네트워크 분석 결과, 식물, 물, 뿌리, 잎 개념이 중앙에 위치하고, 관련 개념과 연계되어 있는 것으로 나타났다. 식물 개념은 물, 흡수, 뿌리, 물관 개념과 연결이 가까우며, 뿌리 개념은 식물, 줄기, 종류 개념과 연결이 가까운 것으로 나타났다.

이 단원의 그래프는 개념의 수가 많아짐에 따라서 중앙에 몇 개의 연결이 많은 개념이 위치하고, 가장자리로 관련 개념이 연결되어 있다. 개념이 많아짐에 따라서 연결이 복잡해져 학생들이 이들 개념사이의 관계를 이해하고, 인지구조 사이에 연결하는데 어려움이 있을 것으로 사료된다.

또한 식물의 구조와 관련된 기능의 연결이 상대적으로 멀게 나타났다. 예를 들어 뿌리는 지지기능과, 잎은 증산작용, 광합성 연결 거리가 먼 것으로 나타났다. 줄기는 그 기능과의 연결이 쉽게 파악되지 않았다.

학습 내용 성취 기준에서 추출된 개념과 연결정도 중심성이 높은 개념은 물, 식물, 뿌리, 잎, 줄기, 꽃, 열매, 씨, 양분이며, 매개 중심성이 높은 개념은 물, 식물, 잎, 꽃, 뿌리, 줄기, 씨, 열매, 세포, 모양,

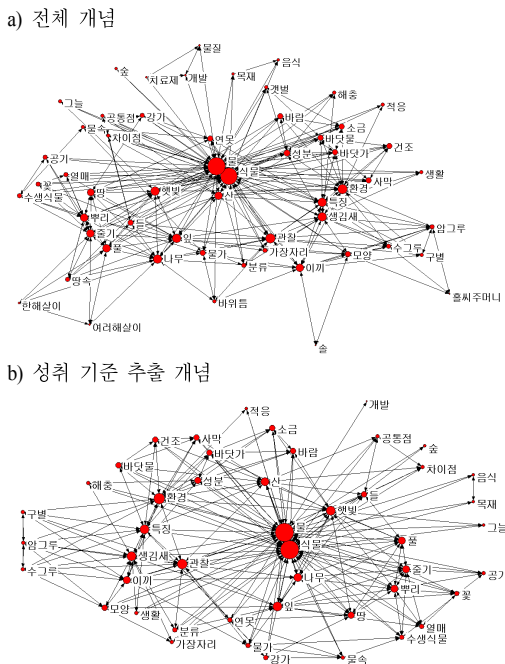
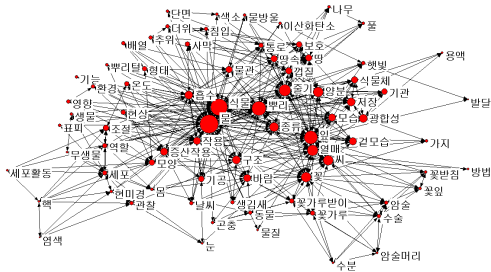


Fig. 4. Semantic network graph in 'plant's living' unit

a) 전체 개념



b) 성취 기준 추출 개념

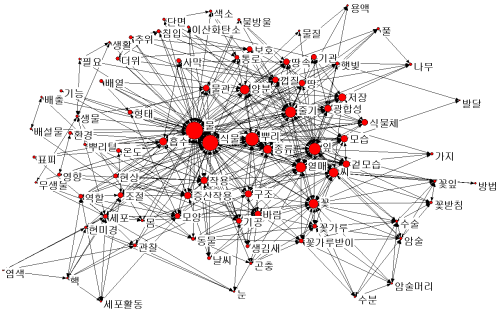


Fig. 5. Semantic network graph in 'plant's structure and function' unit

양분 순으로 나타났다. 이 단원의 학습 내용 성취 기준은 식물의 구조와 기능, 씨가 퍼지는 방법, 세포 관찰을 중심으로 기술되어 있다.

성취 기준 개념과 연결된 언어 네트워크 분석 결과, 식물의 구조와 기능이 연결이 명확히 나타나지 못하고 있다. 줄기는 저장, 광합성과 가깝게 연결되어 있으며, 증산작용, 기공 개념은 잎과 연결 거리가 먼 것으로 나타났다. 씨가 퍼지는 방법은 구조와 관련된 개념에 비해서 중심성도 약하며, 연결성도 약한 것으로 나타났다. 세포 개념은 현미경, 핵과 연결되어 있어, 그 중요성은 구조와 관련된 개념에 비해서 중요하게 언급되고 있지 못한 것으로 나타났다.

이 단원의 성취 기준은 뿌리, 줄기, 잎, 꽃과 열매의 구조와 기능 중심으로 서술되어 있다. 그러나 언어 네트워크는 식물을 구성하고 있는 이들 기관 중심으로 연결되어 있다. 즉, 각 기관의 구조와 기능 사이의 연결에 대한 의미가 부족한 것으로 나타났다. 교육과정의 학습 내용 성취 기준이 교과서에 의미있게 반영되지 못하는 이유는 개념 수가 많기 때문으로 사료된다. 따라서 교과서에 제시된 개념 수를 줄여 교육과정에 제시된 성취 기준이 충실히

반영될 수 있도록 하여야 할 것이다.

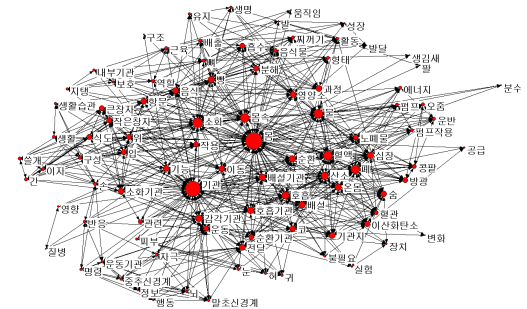
## 2) 2학기

우리 몸의 구조와 기능 단원은 99개의 개념이 추출되었다. 출현 빈도가 높은 개념은 몸(41회), 기관(11회), 심장(11회), 혈액(11회), 몸속(9회), 운동(9회), 뼈(8회), 숨(8회)으로 나타났다. 연결정도 중심성이 높은 개념은 몸, 기관, 소화, 물, 몸속, 혈액, 폐, 호흡, 운동, 산소, 감각기관 순이었으며, 매개 중심성이 높은 개념은 몸, 기관, 생활, 숨, 심장, 물, 소화, 운동, 몸속, 음식, 혈액으로 나타났다.

이 단원은 몸과 기관 개념을 중심으로 연결을 구성하고 있다. 몸 개념은 몸속, 소화, 순환, 물 개념과 연결이 가까우며, 기관 개념은 소화기관, 감각기관, 호흡기관, 배설기관, 순환기관과 가깝게 연결되어 있다. 그러나 각 기관은 관련된 기관과 연결이 되어 있지 못하고 있다. 기관과 관련된 개념의 대부분은 상대적으로 거리가 멀게 연결되어 있다. 이는 많은 개념이 나열되면서 관련된 개념의 연결이 멀게 연결된 것으로 보여진다.

학습 내용 성취 기준에서 추출된 개념과 연결정도 중심성이 높은 개념은 몸, 소화, 몸속, 물, 혈액,

a) 전체 개념



b) 성취 기준 추출 개념

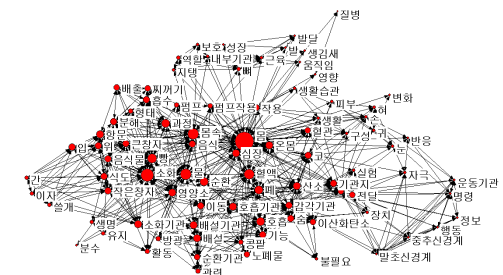


Fig. 6. Semantic network graph in 'human body's structure and function' unit

호흡, 땀, 운동, 감각기관 순이며, 매개 중심성이 높은 개념은 몸, 소화, 운동, 감각기관, 전달, 몸속, 물, 작용, 호흡, 혈액, 순환으로 나타났다. 이 단원의 학습 내용 성취 기준은 뼈와 근육의 생김새, 기관의 종류와 기능, 감각기관의 종류와 기능, 운동 시 몸의 변화와 관련하여 기술하도록 되어 있다.

뼈와 근육 개념은 가장자리에 위치하며, 뼈는 보호와 지탱, 근육은 움직임 개념과 연결되어 있어, 학습 내용 성취 기준을 잘 반영하고 있는 것으로 보여진다. 기관의 종류와 기능은 그래프의 중앙에 위치하고 있어, 이 단원을 기술하는 중심 개념으로 파악된다. 감각기관은 자극의 전달과 거리가 있어 보이나, 자극의 전달 과정은 관련된 개념사이 인접되어 있는 것으로 나타났다. 운동시 몸의 변화는 다른 개념에 비해서 연결이 약하며, 중요하게 다루고 있지 못하고 있다. 이는 우리 몸을 이루고 있는 기관을 서로 연계성있게 기술하기 보다는 기관의 종류와 생김새, 위치 중심으로 제시하고 있기 때문인 것으로 사료된다.

#### 4. 6학년

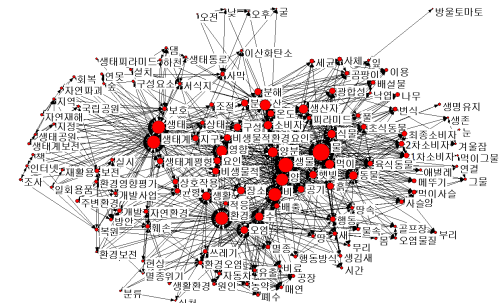
##### 1) 1학기

생물과 환경 단원은 138개의 개념이 추출되었다. 출현 빈도가 높은 개념은 생물(41회), 생태계(23회), 영향(17회), 환경(16회), 동물(8회), 생활(8회), 물(7회), 양분(7회)이다. 연결정도 중심성이 높은 개념은 물, 생태, 생물, 환경, 생태계, 비, 양, 영향, 산, 생활이며, 매개 중심성이 높은 개념은 물, 생태, 환경, 생태계, 생물, 비, 영향, 생활, 산, 온도로 나타났다.

이 단원의 언어 네트워크 그래프는 생태계, 생물, 물, 환경 개념 중심으로 연결되어 있다. 이들 개념을 연결하고 있는 개념은 비생물적 환경요인, 영향, 요인, 구성과 같은 개념이다. 생태계 개념은 생태, 생태계 평형, 보호 개념 등과 밀접히 연결되어 있다. 그래프의 가장자리에는 생태계 피라미드와 관련된 개념, 환경오염, 생태계 보호와 관련된 개념으로 구분되어 나타났다.

학습 내용 성취 기준에서 추출된 개념과 연결정도 중심성이 높은 개념은 물, 환경, 생물, 생태, 생태계, 비, 양, 영향이며, 매개 중심성이 높은 개념은 물, 환경, 생태, 생태계, 생물, 비, 영향, 온도, 사막으로 나타났다. 이 단원의 학습 내용 성취 기준은

a) 전체 개념



b) 성취 기준 추출 개념

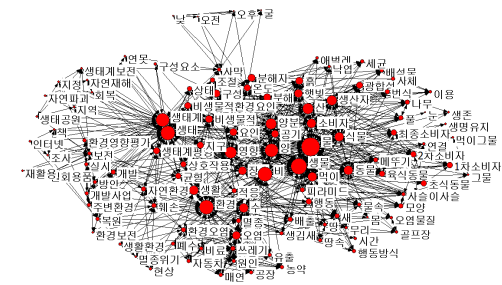


Fig. 7. Semantic network graph in ‘living thing and environment’ unit

생태계의 구성 요소, 환경과 생물 사이의 관계, 생태계 보전으로 제시하고 있다.

생태계의 구성 요소에서 비생물적 환경요인은 생태계와 가깝게 연결되어 있으나, 생물적 요인들은 물을 중심으로 생태계 개념의 반대 방향에 위치하고 있어 연결 거리가 먼 것으로 나타났다. 환경과 생물과의 관계는 멸종, 적응, 환경오염과 관련하여 연결되어 있으며, 생태계 보전은 관련된 많은 개념들이 나열되어 있다.

이 단원은 생태계의 구성 요소 중심으로 기술되어 있는 것으로 보여진다. 환경과 생물 사이의 관계는 적응, 멸종, 오염, 훼손 개념을 중심으로 아랫부분에 일부 위치하며, 생태계 보전은 필요성에 대한 인식은 거의 다루지 못하고 있고, 우리가 할 수 있는 일 중심으로 기술하고 있는 것으로 나타났다.

##### 2) 2학기

생물과 우리 생활 단원에서 추출한 개념은 73개이며, 출현 빈도가 높은 개념은 생물, 세균, 곰팡이, 질병, 해감, 버섯, 활용, 물, 짚신벌레 순으로 나타났다. 연결정도 중심성이 높은 개념은 물, 생물, 세균, 곰팡이, 질병, 버섯, 짚신벌레 순이며, 매개 중



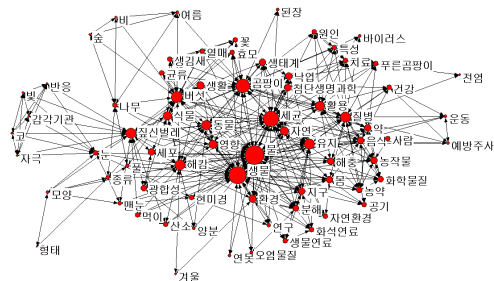
심성이 높은 개념은 물, 생물, 짙신벌레, 세균, 버섯, 곰팡이, 질병, 해감으로 나타났다.

이 단원은 생물과 물 개념을 중심으로 기술되어 있으며, 다양한 생물 중 세균과 곰팡이가 다른 생물에 비해 연결 중심성이 큰 것으로 나타났다. 이는 세균과 곰팡이가 우리 생활에 미치는 영향과 첨단 생명 과학과 관련하여 더 많이 기술되고 있기 때문으로 사료된다.

학습 내용 성취 기준에서 추출된 개념과 연결정도 중심성이 높은 개념은 물, 생물, 세균, 곰팡이, 버섯, 짙신벌레, 질병, 해감, 유지이며, 매개 중심성이 높은 개념은 물, 짙신벌레, 세균, 곰팡이, 생물, 버섯, 해감, 질병, 환경으로 나타났다. 이 단원의 학습 내용 성취 기준은 생물의 종류, 생물이 우리 생활에 미치는 영향, 첨단 생명 과학의 이용 사례를 중심으로 서술하도록 되어 있다.

생물의 종류는 해감, 짙신벌레, 세균, 곰팡이, 버섯 등이 생물 개념을 중심으로 원형으로 연결되어 있다. 세균과 곰팡이는 질병과 약, 건강과 관련되어 진술되고 있으며, 해감, 짙신벌레는 광합성, 식물과 관련되어 있다. 첨단 생명과학은 세균을 활용하여 우리 생활에 사용되는 예를 나열하여 진술하고 있는 것으로 나타났다.

a) 전체 개념



b) 성취 기준 추출 개념

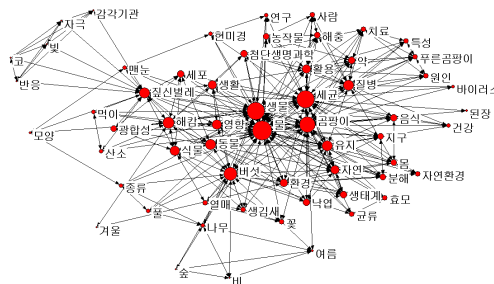


Fig. 8. Semantic network graph in 'living thing and our life' unit

### 5. 논의 및 시사점

지금까지 2009 개정 교육과정에 의해 개발된 초 등 과학 교과서의 생명과학영역 8개 단원을 언어 네트워크 분석을 이용하여 분석하였다. 이 연구 결과에서 얻을 수 있는 논의 및 시사점은 다음과 같다.

첫째, 초등학교 과학 교과서 생명과학 영역은 개념 중심으로 서술되어 있으며, 탐구와 관련된 내용이 본문에 기술되는 것이 적은 것으로 나타났다. 이는 2009 개정 과학과 교육과정의 초등학교 과학 교과서가 탐구 중심보다는 개념 중심으로 기술되었기 때문으로 사료된다. 더욱이 교과서 본문에서 탐구 활동이 교과서와 연결되는 것이 미흡하여 제시된 과학 개념과 탐구의 연결이 적은 것으로 판단 된다.

둘째, 교육과정의 학습 내용 성취 기준에는 포함하고 있지만 유기적인 연결이 부족한 부분이 있는 것으로 나타났다. 예를 들어 식물의 생활 경우 식물의 생김새와 생활 방식이 연결되지 않고 있었다. 또한 생물과 환경 단원에서는 보전의 필요성에 대한 인식이 생태계 보전과 연결이 되지 않고 있었으며, 생물적 요인과 비생물적 요소가 영향을 주고 받는 것이 명확히 서술되지 못하고 있는 것으로 나타났다.

또한 단원에서 특정 학습 내용 성취 기준이 그 단원의 대부분을 차지하고 있었다. 우리 몸의 구조와 기능은 기관의 종류와 위치 중심으로 기술되어 있다. 식물의 구조와 기능은 뿌리, 줄기, 잎, 열매의 기능이 서로 연결되어 있지 못하였다.

셋째, 초등 과학 교과서에 기술된 개념이 5학년에서부터 급격히 증가하여 개념간의 관계가 급속히 복잡한 것으로 나타났다. 이러한 서술은 학생들이 단원 개념에 대해 이해를 어렵게 하는 원인 중의 하나가 될 것으로 사료된다. 따라서 각 학교급에서 제시해야 할 개념의 수나 개념의 종류를 제안할 필요가 있다(Jeong et al., 2010; Kim et al., 2009).

또한 5-6학년군에서 많이 제시된 개념 수를 줄여서 교과서의 언어 네트워크를 단순화시켜야 한다. 또한 교육과정의 학습 내용 성취 기준에서 제시된 개념들 사이의 연결을 강화하여 교육과정 내용이 교과서에 충실히 반영될 수 있도록 하여야 할 것이다. 이는 교과서가 많은 개념의 나열보다는 개념들을 의미 있게 연결하는 것에 초점이 맞춰져야 학생들이 과학 개념을 보다 의미 있게 학습할 수 있을

것으로 사료된다.

#### IV. 결론 및 제언

이 연구는 2009 개정 초등 과학과 교육과정에 기초하여 개발된 초등 3-6학년 과학 교과서의 생명과학 영역의 개념간의 언어 네트워크와 교육과정의 학습 내용 성취 기준에 제시된 개념과 연결된 개념의 언어 네트워크를 분석하였다. 연구의 결과를 토대로 한 결론 및 제언은 다음과 같다.

첫째, 개념수가 많아 교과서의 언어 네트워크가 복잡하여 학생들의 이해에 어려움을 줄 것으로 보인다. 교과서에서 추출한 전체 개념과 교육과정의 학습 내용 성취 기준에 제시된 개념과의 연결된 언어 네트워크 분석 결과, 네트워크 그림이 복잡하며, 관련된 개념간의 연계성이 부족한 것으로 나타났다. 또한 초등학교 과학 교과서는 개념 중심으로 기술되어 있으며, 탐구 활동이 과학 개념과 연결되는 것이 부족하였다.

둘째, 교육과정에 제시된 학습 내용 성취 기준이 교과서에 충실히 반영되지 못하였다. 이는 교과서에 제시된 개념이 많은 것도 하나의 원인이 될 것이며, 교과서에서 성취 기준을 의미있게 기술하지 못한 것이 원인일 수 있다. 예를 들어 식물의 구조와 우리 몸의 구조는 명칭 중심으로 기술되어 기능을 연결시키는데 한계가 있는 것으로 보여진다. 따라서 차기 교과서 집필에서는 구조와 기능이 의미있게 연결될 수 있길 기대한다.

셋째, 교육과정의 학습 내용 성취 기준이 특정 성취 기준 중심으로 초등학교 과학 교과서가 서술되었다. 우리 몸의 구조와 기능 단원은 소화, 순환, 호흡, 배설, 감각기관의 종류와 기능 중심으로 기술되어 있다. 언어 네트워크에서 몸, 기관 중심으로 네트워크가 구성되었으며, 7차시 중 5차시가 이 학습 내용 성취 기준과 관련된 내용이었다.

그 외에도 식물의 생활 단원에서는 식물에 따라 다른 한살이 유형, 식물의 구조와 기능 단원에서는 뿌리, 줄기, 잎, 꽃이 서로 관련되어 있음을 지도하도록 되어 있으나, 언어 네트워크에서는 이와 관련된 개념들의 연결이 빈약한 것으로 나타났다. 우리 몸의 구조와 기능 단원에서는 건강을 유지하기 위해 기관의 원활한 기능의 이해, 생물과 우리 생활 단원의 생물의 특징과 사는 환경에 대한 연결이 부

족하였다.

이 연구에 기초하여 초등학교 과학 교과서에 서술되는 개념 수를 의미있게 줄여 개념들 사이가 의미있게 연결될 수 있도록 해야 할 것이다. 또한 학습을 통해 학생들이 학습한 개념들이 어떻게 연결되고 있는지에 대한 연구가 이루어지길 기대한다.

#### 참고문헌

- 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).
- Cho, H. & Shin, Y. (2014). A study on the scientific terms in the life domain of science textbooks by the 2007 revised curriculum for 3rd and 4th grade elementary school students. *The Journal of Education*, 34(3), 1-28.
- Doerfel, M. L. & Barnett, G. A. (1999). A semantic network analysis of the international communication association. *Human Communication Research*, 25(4), 589-603.
- Han, K. (2003). The meaning and research agenda in network analysis as social science methodology - Based on semantic network analysis. *Research in Social Studies Education*, 10(2), 219-235.
- Jang, H. & Barnett, G. A. (1994). Cultural differences in organizational communication: A semantic network analysis. *Bulletin of Sociological Methodology*, 44(1), 31-59.
- Jang, S. & Lim, H. (2006). Suggestions for improving the new elementary science textbooks for students' effective science learning. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 6(2), 337-352.
- Jeong, D., Lee, J., Kim, S. & Park, K. (2013). An analysis on congruency between educational objectives of curriculum and learning objectives of textbooks using semantic network analysis - Focus on earth science I in the 2009 revised curriculum-. *Journal of Korean Earth Science Society*, 34(7), 711-726.
- Jeong, J., Yoon, J., Son, J., Lee, T. & Kim, Y. (2010). A study on the recognition about cell and gene domain to be taught in elementary, secondary schools by secondary biology teacher. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* 30(5), 636-646.
- Jo, I. (2008). Effects of social network measures on individual and team performances in a collaborative learning situation. *Journal of Educational Technology*, 24(4),

295-317.

- Jo, W. & Choi, B. (1990). A comparative study on the science 1 of new curriculum and biology 1 of former curriculum in the high school. *Journal of Science Education*, 17, 53-83.
- Kim, J., Lee, Y., Hwang, J. & Lee, H. (1997). Curriculum and educational evaluation. Seoul: Kyoyookboo Publication Co.
- Kim, Y., Yoon, J. & Soon, J.(2009). An analysis of the recognition about animal and plant domain to be taught in elementary and secondary schools by secondary school teacher. *Biology Education*, 37(2), 256-268.
- Koh, Y. & Kim, H. (2016). Content analysis of life science area in science textbooks according to Korean elementary curriculum change. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(2), 203-219.
- Lee, J. & Ha, M. (2012a). 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(5), 823-840.
- Lee, J. & Ha, M. (2012b). The comparison of science gifted elementary and middle school students' understanding of 'scientificness'. *Journal of Science Education for the Gifted*, 4(1), 29-42.
- Lim, S. & Kim, Y. (2015). An analysis of articulation in life science revision 2009 curriculum with semantic network analysis. *Biology Education*, 43(1), 84-96.
- Lim, S. (2014). Analysis of conceptual linkage errors of cell division and development and application of teaching-learning strategies based on semantic network analysis. Doctoral dissertation, Kyungpook National University, Daegu, Korea.
- Mun, Y. & Hyeon, D. (2010). A comparative analysis of the systems of contents of year 3 and 4 elementary school science textbooks of the seventh and year 2007 revised curriculums. *Journal of Education Science* 12(1), 1-18.
- Oh, Y. & Jeong, E. (2012). Comparative analysis of inquiry activities on the unit related 'nutrition of plants' in middle school science textbooks by the 7th and 2007 revision curriculum. *Journal of Science Education*, 36(1), 35-48.
- 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(5), 1377-1387.
- Park, K. & Chung, D. (2013). The characteristics of earth system thinking of science gifted students in relation to climate changes. *Journal of Gifted/Talented Education*, 24(2), 271-288.
- Park, K., Chung, D. & Cho, K. (2013). An analysis of the changes of high school students' conceptual structure about sedimentary rocks before and after the field trip using the semantic network analysis. *Journal of Korean Earth Science Society*, 34(2), 173-186.
- Park, W. & Kim, E. (1999). The analysis of inquiry scopes in high school general science textbook based on the 6th curriculum-Emphasizing the analysis of inquiry experiment. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 19(4), 528-541.
- Son, Y. & Lee, D. (2004) A study on transition of the science textbooks for elementary school students. *Journal of the Science Education*, 27, 147-174.