

Analysis of Semantic Network in Life Science Domains on Middle School Textbook Based on 2009 Revised National Science Curriculum by Publisher

Hyoung-Suk Kwon, Young-shin Kim*
Kyungpook National University

<ABSTRACT>

The textbook is the most fundamental and objective tool used by teachers and students in schools for the purpose of learning. The textbook writer is required to organize the content so that it can be logically understood by selecting the main concepts of the educational process. Studies so far have displayed restrictions in emphasizing the relationship and importance between concepts by merely providing the frequency and repetition of different concepts in a quantitative manner. Thus, this study has analyzed the life science unit of middle school science textbooks used in the 2009 revised educational curriculum in terms of the conceptual network by publishers. The middle school science textbooks published by three publishing companies were analyzed. The conclusion of this study is as set forth below. 1) There is a difference in terms of the number of concepts and network structure between publishers and units. 2) Second, the structure of the network of concepts was complex. 3) Third, the central concept of each unit varied based on the publisher. Based on this study, it is expected that the number of concepts in each unit of the new textbook will be reduced to form a simplified conceptual structure and a network that is connected to their related concepts. Furthermore, it is anticipated that this study will be helpful in the selection of textbooks that suit the characteristics of the students by adjusting the number of concepts proposed by each unit, irrespective of the author writing the unit.

Key words : science textbook, semantic network, national science curriculum, publisher, middle school

Introduction

교육과정에 제시된 교육목표를 달성하기 위한 구체적인 자료가 교과서이기 때문에 교사들은 교과서를 주된 교수 자료로 삼고 있다. 교과서 내용을 매개로 교사와 학생 간의 상호 학습이 이루어지므로 (Song et al., 1991), 교과서는 학교에서 일어나는 학습 과정에서 일어나는 활동의 성격과 내용을 결정

하게 하는 가장 기초적이고 객관적인 자료이다 (Woo et al., 1992). 교과서는 교사뿐만 아니라 학생들도 교과서에 대한 의존도가 상당히 높다

따라서 교과서는 학생들이 이해하기 쉽게 집필되어야 한다. 특히, 과학 과목은 위계 관계가 뚜렷하므로 내용과 사용되는 개념들이 위계 수준에 맞게 집필되어야 한다. 교과서에서 학습 내용의 연계성을 적절히 고려하지 못한 경우에는 교육 내용들 간의 불연속성이 증대된다(Kim et al., 2009). 이는

* Corresponding author : Hyang Sun Lee, noeulsan77@naver.com

Received Feb 16 2018; Reviewed Feb 20 2018 Accepted Feb 22, 2018; Published Mar 30, 2018

© 2018. Institute of Brain based Education, Korea National University of Education

학습 시간의 낭비를 가져오며 학생의 지적 호기심의 저하 또는 암기식 학습 방법으로 인한 창의적, 논리적 사고력이 저하된다(Song et al., 등, 1991).

과학 교과서에 제시된 개념에 대한 연구들(Kim & Kim, 2009; Park & Chung, 1998; Lim & Kim, 2015; Cho & Shin, 2014)이 활발히 이루어졌다. 이들 연구들은 개념의 수의 변화나 교과서에 기술된 용어의 통일성 내지 일관성에 대해 살펴보았다. 선행연구들은 용어 및 개념의 빈도 분석을 통해 주요 개념들의 출현 횟수를 정량적으로 제시하여 중요도를 강조하는 한계가 있다(Lim & Kim, 2015). 최근 문장을 구성하고 있는 개념들 간의 연계를 파악하기 위하여 언어 네트워크 분석(Semantic Network Analysis, SNA)이 사용되고 있다(Lee & Ha, 2012a; Doerfer & Barnett, 1994).

SNA는 하나의 주제를 설명하는 문장에서 함께 출현하는 단어들을 네트워크의 형태로 구조화가 가능하다(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(Park & Leydesdorff, 2004; Jang & Barnett, 1994).

과학교육에서 SNA를 이용한 연구로는 개념에 대한 인식(Lee & Ha, 2012a), 교육과정 목표와 교과서 학습 목표 사이의 일치성 분석(Chung et al., 2013), 교육과정의 연계성 분석(Lim & Kim, 2015), 영재성 분석(Park & Chung, 2013; Lee & Ha, 2012b), 학습 후 개념 변화(Park et al., 2013) 등이 있다.

학생들의 수준을 고려하여 교과서를 선정해야 한다. 즉 교과서에 제시된 개념의 수나 어려움 정도 등이 고려되어야 한다. 이를 위해서는 각 출판사별로 교과서에 제시된 개념을 분석할 필요가 있다. 그러나 선행 연구들은 출판사별 분석보다는 사용하고 있는 전체 교과서를 분석하였다. 따라서 각 출판사별 생명과학 개념이 제시되어 있는 구조를 파악할 수 없는 한계를 가지고 있다.

이에 이 연구에서는 언어 네트워크 분석 방법을 이용하여 중학교 과학 교과서의 생명과학 단원의 개념 네트워크를 출판사별로 분석하였다. 중학교 생명과학 영역 단위인 광합성, 소화·순환·호흡·배설,

자극과 반응, 유전과 진화, 생식과 발생 단원을 분석하였다. 개념 네트워크의 분석은 중단원 단위로 분석하였다. 이 연구의 결과는 개정 교육과정에 기초하여 새롭게 개발되는 교과서 개발의 기초 자료로 활용될 것이다.

Materials and Methods

Subjects

본 연구의 대상은 2009 개정 중학교 과학 교과서 중 채택율이 높은 3개 출판사의 교과서를 사용하였다<Table 1>. 선정된 출판사는 교학사, 미래엔, 천재교과서이다. 이들 출판사는 1, 2, 3학년 과학 교과서를 모두 출판하고 있다.

<Table 1> Science textbooks used in the analysis

기호	교과서명	저자	출판사
A	과학 1-3	박희송 외 12	교학사
B	과학 1-3	이규석 외 19	미래엔
C	과학 1-3	신영준 외 11	천재교과서

중학교 1, 2, 3학년의 생명과학 영역의 단원은 총 5개이며, 광합성, 소화·순환·호흡·배설, 자극과 반응, 유전과 진화, 생식과 발생 단위이다. 이들 단원은 다시 중단원으로 나누어 분석하였다. 광합성 단원은 광합성, 물과 양분의 이동, 식물체의 구성 3가지로 나누었고, 생식 단원은 무성생식과 유성생식, 세포 분열, 수정과 발생으로 세분되었다. 소화·순환·호흡·배설 단원은 소화, 순환, 호흡, 배설 4개의 중단원으로 유전 단원은 유전과 진화로 자극 단원은 감각 기관과 신경계, 호르몬과 항상성 3가지로 중단원을 나누어 분석하였다.

Data collection and analysis

Data collection

중학교 1학년 과학 광합성 대단원의 본문 내용을 전사하였다. 본문 내용 중 단원의 도입 소개, 탐구 활동, 과학 이야기, 단원 정리, 과학 글쓰기, 평가 문항 등은 분석에서 제외하였다.

Transcription and Preprocessing

중단원 별로 본문만을 한글 파일에 전사하였고, 문장 단위로 나누어 정리하였다. 전사된 문장들은 ‘을’, ‘는’, ‘이’, ‘가’와 같은 조사와 ‘하였다.’, ‘말한다.’, ‘이다’와 같은 서술어, ‘그러나’, ‘그리고’와 같은 접속사, ‘아’, ‘그’와 같은 감탄사를 제거하는 정제화 즉, 전처리를 하여 유의미한 개념을 선정하여 저장하였다. 개념들은 모두 명사를 기본으로 선정하였다. 명사가 아니지만 생명과학의 뜻과 의미를 지니는 것들은 개념화하여 남겨두었다. ‘체세포 분열’과 같은 것은 체세포와 분열이 나뉘어 쓰이는 것이 아니기 때문에 명사를 붙여 ‘체세포분열’로 개념화하여 사용하였다.

교과서 연구이므로 개념을 선정, 추출 할 때 연구자의 생각이나 관념이 들어가지 않고 교과서에 있는 그대로의 개념만을 추출하였다. 개념 하나로만 봤을 때 과학적 의미를 가지진 않지만 교과서에서 개념 설명을 위한 명사 ‘특징’, ‘이동’, ‘표면’ 등을 포함하였다.

Concept selection

교과서에서 나오는 개념들의 유의미성과 무의미성을 판단하기 위해서 아이겐벡터(eigenvector) 중심 값이 1미만인 것들은 교과서 내에서 비중이 작고 의미하는 바가 미비하여 제거 하였다. 아이겐벡터 값이 1이상인 개념들을 정리하여 목록을 만들어 현직 교사로 근무하고 있는 생물 교사 5인의 개념 선정 단계를 거쳤다. 생물 교사 5인 중 3인 이상이 무의미한 개념이라고 판단한 개념은 분석에서 제외하였다. 이 과정을 통해 선정된 2차 개념은 과학교육 박사 학위를 가지고 있거나 박사과정 중인 생물 교육전공자 3인을 선정하여 2차 의뢰를 하였다. 3인

중 2인 이상이 무의미하다고 판단한 개념을 제거하여 분석할 최종 개념을 선정하였다<Table 2>.

<Table 2> selected concepts and number by unit

대단원	중단원	출판사		
		A	B	C
광합성	광합성	15	18	19
	물의 이동	22	33	26
	식물체의 구성	35	28	24
생식과 발생	무성생식과	44	37	33
	유성생식			
	세포분열	48	58	55
	수정과 발생	57	44	28
소화순환 호흡배설	소화	80	66	55
	순환	47	49	48
	호흡	29	41	32
	배설	44	41	60
유전과 진화	유전	70	61	72
	진화	59	92	47
자극과 반응	감각기관	53	50	48
	신경계	55	54	48
	항상성	29	31	32

Visualization

최종 선정된 개념들은 텍스트 파일로 옮겨 파일명을 text.txt로 만들었고 KrWords로 빈도수 측정 및 주요 개념을 산출하여 텍스트 파일 words.txt를 만들었다. 두 텍스트 파일을 이용하여 KrTitle 프로그램으로 분석하였다.

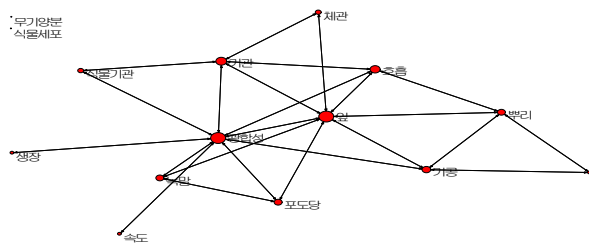
개념 대 개념 공출현 빈도 매트릭스는 엑셀 파일로 저장한 후 Ucinet 6 for window 프로그램을 이용하여 파일을 Ucinet 파일로 변환하였다. 변환된 파일은 Ucinet 하위 프로그램으로 지도화하여 시각화 할 수 있는 NetDraw 프로그램을 이용하여 시각화하였다.

Results and Discussion

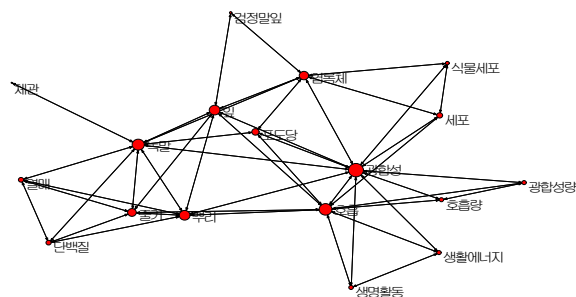
photosynthesis unit

photosynthesis sub-unit

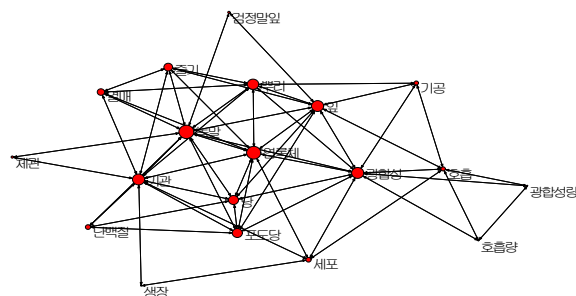
3개의 출판사별로 광합성 중단원의 개념 네트워크 결과는 [Figure 1]과 같다. A 출판사 개념 빈도는 광합성 41회, 호흡 16회, 잎 11회, 뿌리 2회, 기공 2회 순으로 나타났다. A 출판사의 광합성 중단원의 네트워크는 광합성과 잎 개념의 중심으로 연결되어 있다.



a. A 출판사



b. B 출판사



c. C 출판사

[Figure 1] Result of SNA in photosynthesis sub-unit

광합성 개념은 기관, 녹말, 포도당 개념과 잎 개념은 기관, 기공, 호흡 개념과 연결되어 있는 것으로 나타났다. 한편, 무기양분과 식물 세포는 다른 개념과 연결되어 있지 않고 있다.

B 출판사 개념 빈도는 광합성 37회, 호흡 14회, 녹말 7회, 엽록체 7회, 포도당 6회, 잎 5회 순으로 나타났다. 광합성 개념이 호흡과 밀접한 관계를 나타낸다. 검정말 잎은 잎을 제외한 다른 개념들과는 함께 나타나지 않고 있으며 가장 낮은 중심성을 보이고 있다. 연결망에서 광합성 개념이 가장 강조되고 있으며, 많은 연계성과 매개성을 띄고 있는 것을 나타내고 있다.

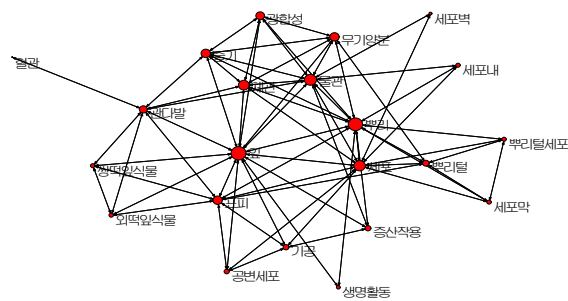
C 출판사 개념 빈도는 식물 31회, 광합성 26회, 양분 19회, 이산화탄소 18회, 필요 13회, 빛 10회, 호흡 10회, 순으로 나타났다. 엽록체, 녹말 개념이 네트워크 연결망 중심성이 가장 높게 나타나며 연결망 중심에서 관련 개념들과 연계되어 있다. 검정말 잎은 잎과 녹말과는 함께 쓰이지만 엽록체와는 함께 쓰이지 않은 것으로 나타났다.

A 교과서의 경우 광합성, 잎, 호흡 개념 중심으로 기술되어 있으며, B 교과서는 광합성, 호흡, 잎, 녹말, 뿌리 중심으로 기술되어 있다. C 교과서는 엽록체, 잎, 광합성, 녹말, 뿌리 개념 중심으로 기술되어 있다. 즉, 출판사별로 광합성 중단원에 핵심되는 개념이 서로 다른 것으로 나타났다.

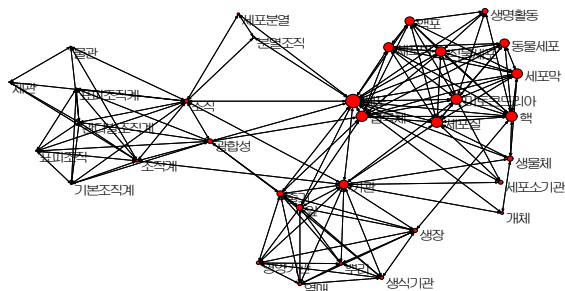
transport of water and minerals sub-unit

A 출판사에서 개념의 빈도는 물 22회, 뿌리 19회, 흡수 16회, 물관 10회, 잎 10회, 줄기 8회, 증산작용 8회, 이동 7회 순으로 나타났다. B 출판사에서 개념 빈도는 세포 18회, 구성 8회, 기능 8회, 핵 7회, 세포막 6회, 식물체 6회 순으로 나타나고 있다. C 출판사의 개념 빈도는 물 36회, 뿌리 25회, 이동 18회, 잎 17회, 줄기 17회, 물관 16회 순으로 나타났다.

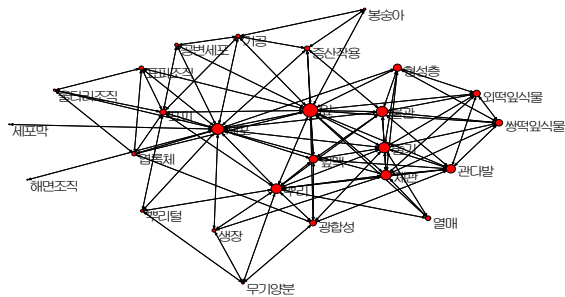
A 교과서의 경우 잎과 뿌리 개념 중심으로 기술되어 있으며, B 교과서는 세포와 핵, 기관, 세포질, 미토콘드리아 중심으로 기술되어 있다. C 교과서는 잎, 세포 뿌리, 물관, 줄기, 체관 개념 중심으로 기술되어 있다. 즉, 출판사별로 물의 이동 중단원에 핵심되는 개념이 서로 다른 것으로 나타났다[Figure 2].



a. A 출판사



b. B 출판사



c. C 출판사

[Figure 2] Result of SNA in transport of water and minerals sub-unit

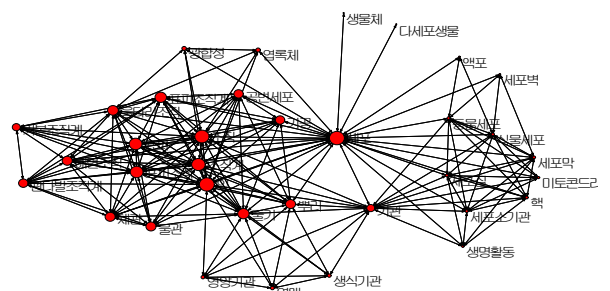
composition of plant sub-unit

A 출판사에서 개념 빈도는 세포 30회, 모양 8회, 식물 8회, 생물 7회, 식물세포 7회, 잎 7회 순으로 나타났다. 세포는 가장 많은 개념들로 하여 매개를 해주는 역할을 하고 있으며 연결망 내에서 중심의 자리에 위치하여 인기가 높은 개념으로 비중이 높은 개념으로 나타내고 있다. B 출판사에서 개념 빈도가 세포 18회, 구성 8회, 기능 8회, 핵 7회, 세포막 6회, 식물체 6회 순으로 나타났다. 연결망 내에서 잎과 뿌리 줄기가 중심에 위치하고 있으며 가장 비중있는 개념으로 나타내고 있다.

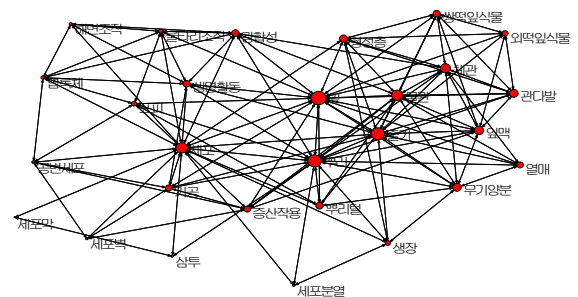
C 출판사는 빈도가 식물 8회, 세포 7회, 조직 5회,

식물세포 4회, 양분 4회, 지구 4회 순으로 나타났다. 연결망에서 가장 비중있는 개념은 세포이다. 매개 중심성, 밀도, 아이젠 벡터 중심성이 가장 높게 나타나고 있으며 가장 영향력이 있는 개념이다.

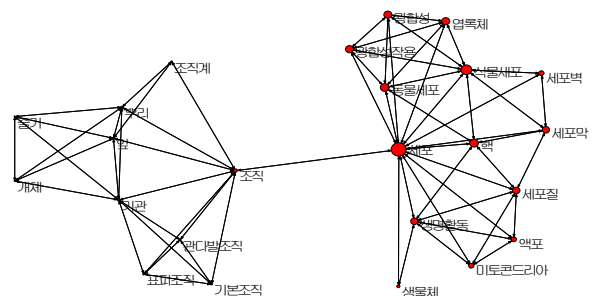
A 교과서의 경우 세포, 조직, 잎 개념 중심으로 기술되어 있으며, B 교과서는 잎, 줄기, 뿌리, 세포 중심으로 기술되어 있다. C 교과서는 조직, 식물세포, 조직 개념 중심으로 기술되어 있다. 즉, 출판사별로 식물체의 구성 중단원에 핵심 되는 개념이 서로 다른 것으로 나타났다[Figure 3].



a. A 출판사



b. B 출판사



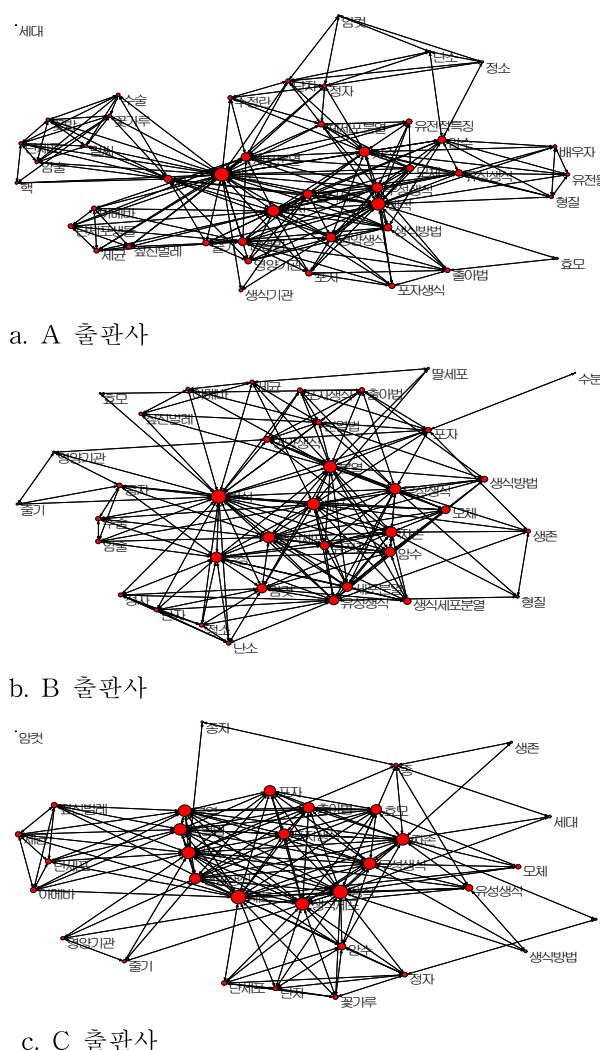
c. C 출판사

[Figure 3] Result of SNA in composition of
plant sub-unit

reproduction and development unit

asexual and sexual reproduction sub-unit

A 출판사에서는 빈도는 자손 11회, 번식 9회, 생물 9회, 무성생식 7회, 생식세포 7회, 암수 7회 순으로 나타났다. B 출판사는 빈도는 번식 11회, 자손 10회, 생식세포 7회, 유성생식 6회, 개체 5회, 무성생식 5회, 생물 5회 순으로 나타났다. C 출판사는 빈도는 자손 16회, 생물 14회, 개체 8회, 무성생식 8회, 생식세포 8회, 몸 7회 순으로 나타났다[Figure 4].



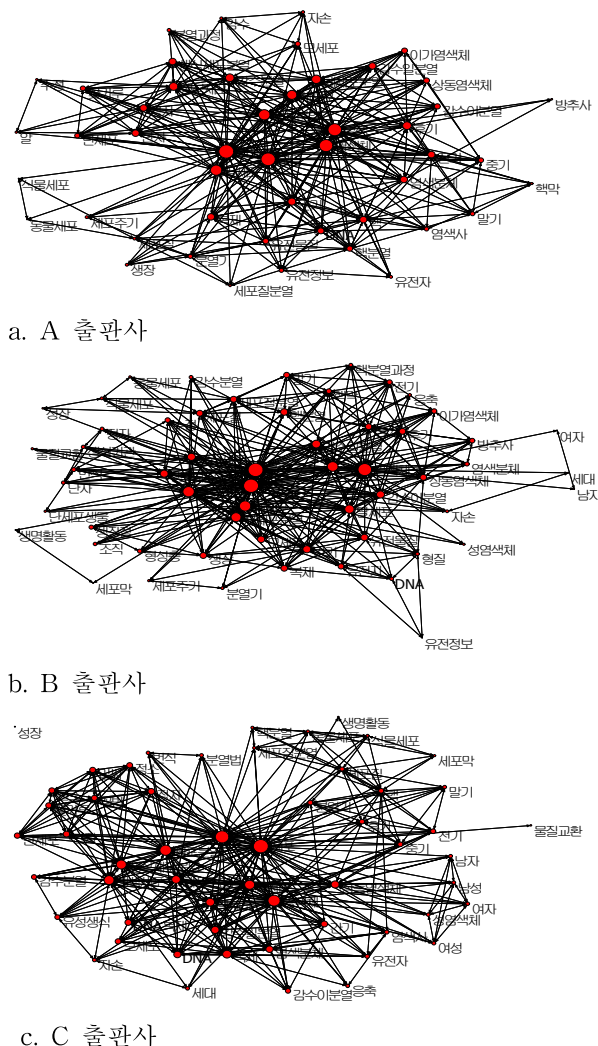
[Figure 4] Result of SNA in asexual and sexual reproduction sub-unit

A 교과서의 경우 세포, 생식, 번식, 무성생식 개

념 중심으로 기술되어 있으며, B 교과서는 분열, 번식, 세포, 무성생식 중심으로 기술되어 있다. C 교과서는 생식, 세포, 생식세포 개념 중심으로 기술되어 있다. 즉, 출판사별로 무성생식과 유성생식 중단원에 핵심되는 개념이 세포 이외에는 서로 다른 것으로 나타났다.

cell division sub-unit

A 교과서의 경우 세포와 분열, 염색체, 염색 개념 중심으로 기술되어 있으며, B 교과서는 염색체, 분열, 세포 중심으로 기술되어 있다. C 교과서는 세포, 분열, 염색체 개념 중심으로 기술되어 있다. 즉, 출판사별로 세포분열 중단원에 핵심되는 개념이 서로 다른 것으로 나타났다[Figure 5].

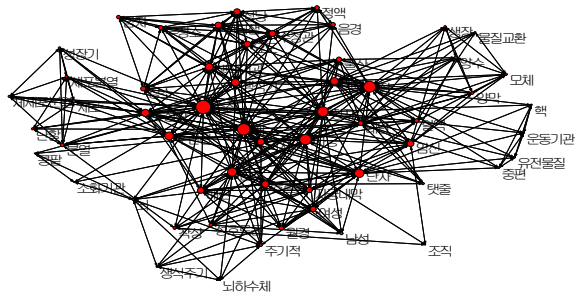


[Figure 5] Result of SNA in cell division
sub-unit

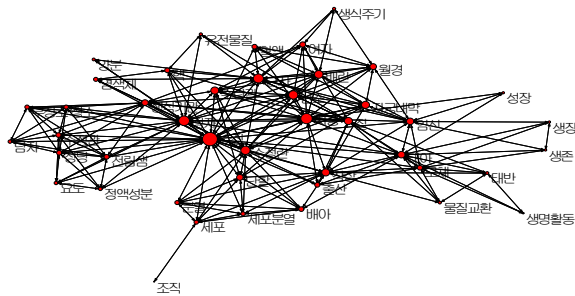
semination and development sub-unit

A 출판사에서 빈도는 난자 15회, 태아 15회, 자궁 14회, 정자 14회, 난소 10회, 수정 9회, 정소 8회, 수란관 7회, 여성 7회 순으로 나타났다. B 출판사에서 빈도는 난자 18회, 태아 14회, 임신 11회, 정자 11회, 수정란 10회, 난소 9회 순으로 나타났다. C 출판사는 빈도가 난자 15회, 정자 14회, 수정란 12회, 세포 7회, 수정 6회, 크기 6회 순으로 나타났다.

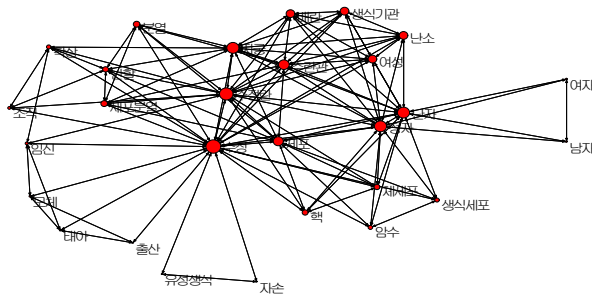
A 교과서의 경우 수정, 질, 배 중심으로 기술되어 있으며, B 교과서는 수정, 자궁 개념 중심으로 기술되어 있다. C 교과서는 수정, 수정란, 정자, 난자 개념 중심으로 기술되어 있다. 즉, 출판사별로 수정과 발생 중단원에 핵심되는 개념이 서로 다른 것으로 나타났다[Figure 6].



a. A 출판사



b. B 출판사



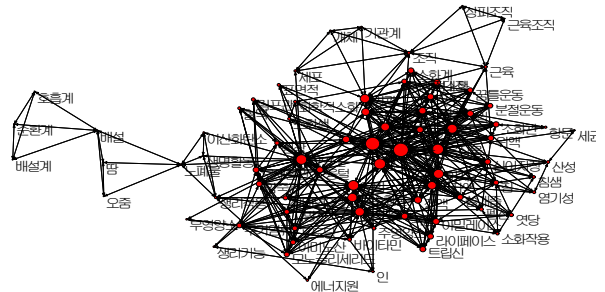
c. C 출판사

[Figure 6] Result of SNA in semination and development sub-unit

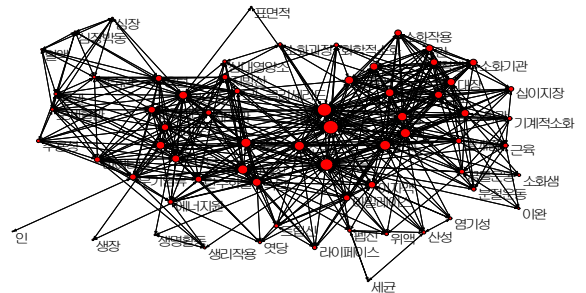
digestion · circulation · respiration · excretion unit

digestion sub-unit

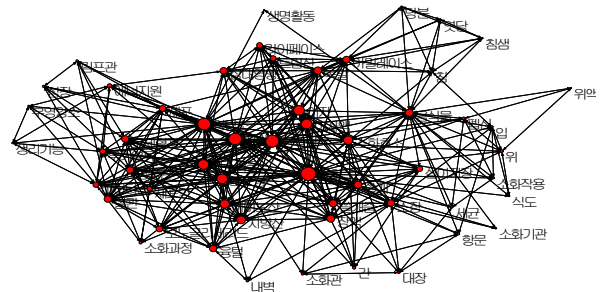
소화 중단원에서 A 출판사는 80개의 개념, B 출판사는 66개, C 출판사는 55개의 개념으로 네트워크를 분석하였다. A 교과서의 경우 소화, 음식물, 장, 영양소 중심으로 기술되어 있으며, B 교과서는 소장, 소화, 음식물 중심으로 기술되어 있다. C 교과서는 소화, 단백질, 영양소, 지방개념 중심으로 기술되어 있다. 출판사별로 소화 중단원에 핵심이 되는 소화 개념 이외에는 개념이 서로 다른 것으로 나타났다[Figure 7].



a. A 출판사



b. B 출판사

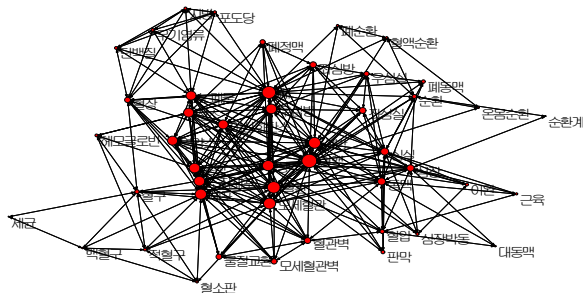


c. C 출판사

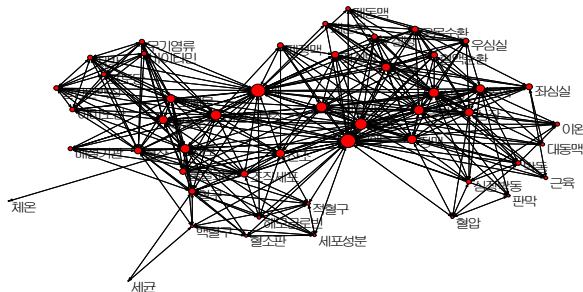
[Figure 7] Result of SNA in digestion sub-unit

circulation sub-unit

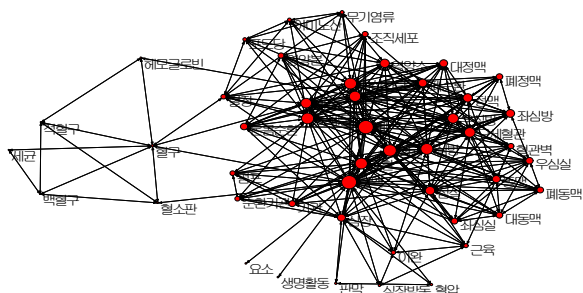
A 출판사에서는 빈도가 혈액 31회, 심장 21회, 산소 13회, 심실 12회, 모세혈관 10회, 몸 10회, 수축 10회 순으로 나타났다. 비중 있는 개념은 혈액으로 가장 크게 영향력을 끼치고 있다. 심장과 심실, 동맥 개념이 가까운 관계를 맺고 있지만, 심방, 혈액, 혈관 등 심장을 통해 순환하는 과정에서 심장의 기능이 너무 작은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타나고 있다[Figure 8].



a. A 출판사



b. B 출판사



c. C 출판사

[Figure 8] Result of SNA in circulation sub-unit

B 출판사에서 빈도는 혈액 32회, 심장 15회, 동맥 13회, 심실 13회, 모세혈관 10회, 산소 10회, 혈관 10회 순으로 나타났다. 심장에서 혈액이 온몸으로 순환하고 폐를 통해 심장으로 다시 돌아오는 순환계

개념들도 적게 나타나고 있으며, 심장의 기능에 관련된 개념들도 약하게 나타나고 있는 것으로 사료된다.

C 출판사에서는 빈도는 혈액 40회, 심장 15회, 산소 13회, 몸 11회, 수축 9회, 온몸 9회, 혈관 8회 순으로 나타났다. 혈액의 구성과 기능에 대한 관련 개념들이 적게 나타나고 있으며, 심장 개념과 심실, 심방 개념들이 거리가 멀어 심장 순환에 대한 설명이 부족한 것으로 사료된다.

A 교과서의 경우 혈액, 폐, 혈관, 모세혈관 개념 중심으로 기술되어 있으며, B 교과서는 혈액과 폐, 세포 중심으로 기술되어 있다. C 교과서는 폐와 혈액 심방 개념 중심으로 기술되어 있다. 출판사별로 순환 중단원에 핵심되는 개념은 비슷하게 나타났지만 미비한 수준이다.

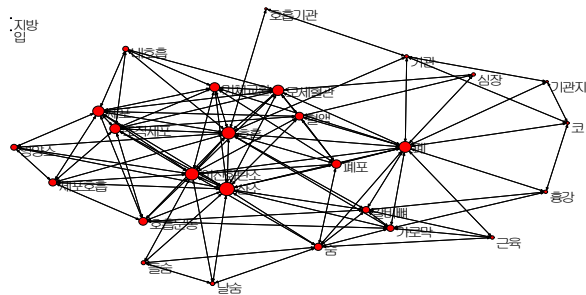
respiration sub-unit

A 출판사에서는 산소와 이산화탄소 개념은 밀접한 관계를 맺고 있으며, 호흡 개념과 함께 세포가 산소와 이산화탄소를 교환하는 과정에 대한 관련 개념들이 연계되어 연결망을 이루고 있다. 폐 개념은 기관지와 코, 흉강 등 숨쉬는 기관 관련 개념들과 연계되어 또 하나의 연결망을 이루어 나타내고 있다.

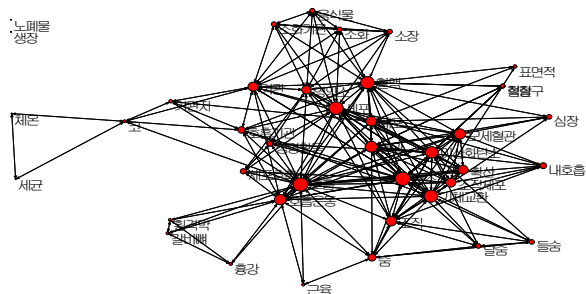
B 출판사에서는 호흡 개념과 호흡 운동 개념이 밀접한 관계를 이루며, 호흡기관 관련 개념들인 횡격막, 갈비뼈, 흉강 등 개념들과 연계되어 네트워크 연결망에서 왼쪽으로 나타나고 있다. 혈관, 혈액 관련 개념들과 기체 교환에 관련된 개념들은 오른쪽으로 구분되어 나타나고 있다. 노폐물과 생장 개념은 연계되지 않고 독립적으로 나타내고 있다. C 출판사에서 호흡 개념과 산소, 이산화탄소, 숨, 폐, 폐포 등 세포가 호흡과 관련된 개념들이 중앙에서 혈액 개념과 모세혈관 개념과 연계되어 나타나고 있어 혈액의 기능에서 기체 교환을 잘 설명하고 있는 것으로 사료된다.

A 교과서의 경우 폐, 호흡, 산소 개념 중심으로 기술되어 있으며, B 교과서는 세포, 호흡, 산소 개념 중심으로 기술되어 있다. C 교과서는 호흡, 폐, 세포 개념 중심으로 기술되어 있다. 즉, 출판사별로 호흡 중단원에 핵심되는 개념은 호흡과 관련된 개념들로

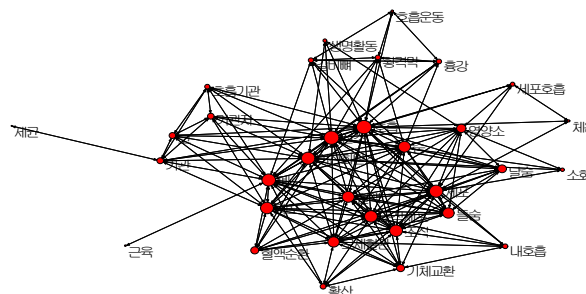
호흡은 동등히 주요 개념으로 나타났지만 그 외는 서로 다른 것으로 나타났다[Figure 9].



a. A 출판사



b. B 출판사

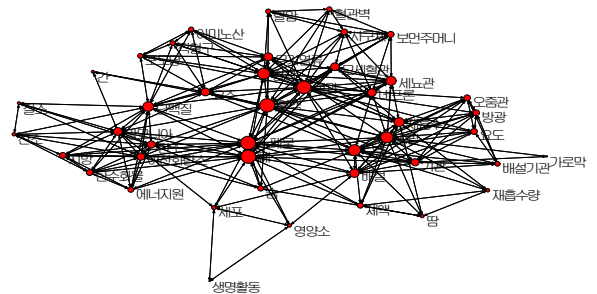


c. C 출판사

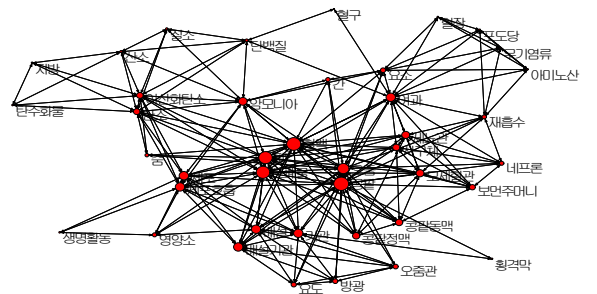
[Figure 9] Result of SNA in respiration sub-unit

excretion sub-unit

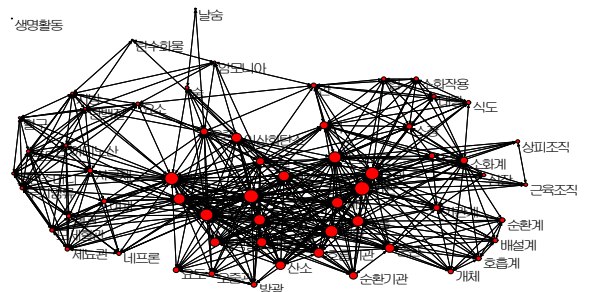
A 출판사에서 노폐물과 폐 개념이 밀접한 관계를 나타내고 있으며, 네트워크 연결망 내에서 중앙에 위치하고 있다. 혈액의 노폐물 운반 기능이 혈액과 노폐물 개념과의 가까운 거리에서 나타나고 있다. 하지만 폐 개념과 밀접한 관계로 폐와 노폐물의 내용이 집중되어 나고 있으며, 노폐물과 배설 관련 개념들의 먼 관계가 나타나는 것으로 노폐물과 관련 개념의 연계성이 부족하게 나타나고 있는 것으로 사료된다[Figure 10].



a. A 출판사



b. B 출판사



c. C 출판사

[Figure 10] Result of SNA in excretion sub-unit

B 출판사에서 혈액, 폐, 노폐물 개념이 밀접한 관계를 맺고 있으며 영양소 관련 개념과 세포가 호흡하는데 필요한 개념들과 연계되어 나타나고 있다. 오줌 개념과 콩팥 개념이 밀접한 관계를 나타내고 있으며, 배설계 기관과 관련된 보먼주머니, 네프론, 콩팥 정맥, 횡격막 등 개념과 연계되어 나타나고 있다.

C 출판사에서 소화 개념과 기관 개념이 밀접한 관계를 나타내고 있으며 소화 기관 관련 개념들은 소화계, 소장, 기관계, 소화작용 등 개념들과 함께 연계되어 나타나고 있으며, 혈액이 노폐물을 이동시키고 재흡수하는 과정의 개념들이 중앙에서 연계되어 나타나고 있다. 하지만 여과 되는 과정에 대한 개념들이 구분되어 좌측에 나타나 배설과 여과 과

정에 대한 설명이 부족함으로 사료된다.

A 교과서의 경우 여과, 혈액, 노폐물, 폐 개념 중심으로 기술되어 있으며, B 교과서는 콩팥, 혈액, 노폐물, 폐 중심으로 기술되어 있다. C 교과서는 소화, 기관, 혈액 폐 개념 중심으로 기술되어 있다. 출판사별로 배설 중단원에서는 폐 개념이 공통적으로 나타났으며 A, B 출판사에서 노폐물 개념이 함께 중심이 되는 개념으로 나타났다.

heredity and evolution unit

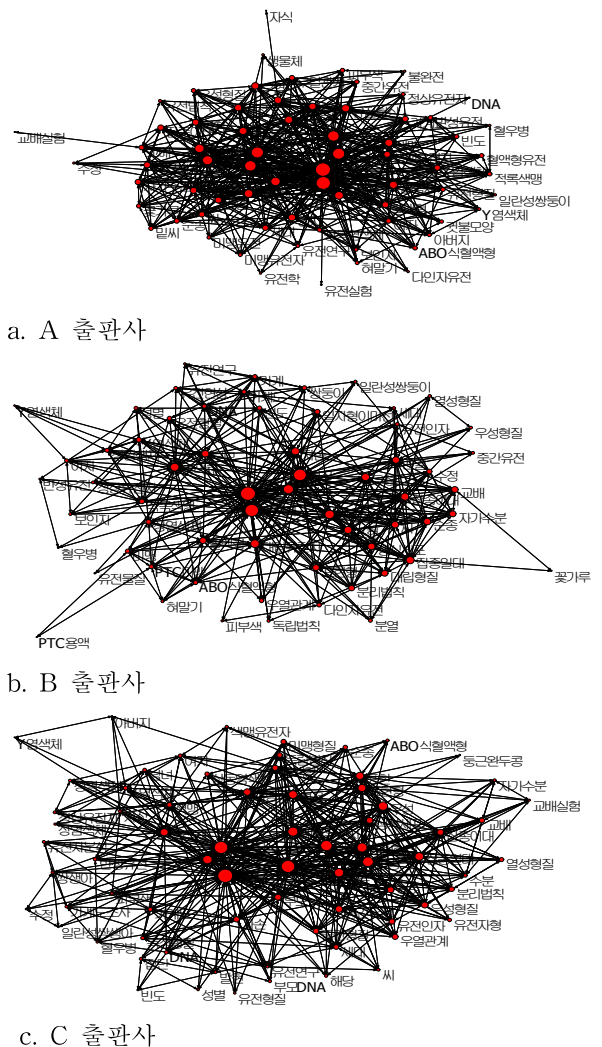
heredity sub-unit

A 출판사에서 빈도는 완두 40회, 유전자 29회, 대립유전자 25회, 황색 25회, 사람 22회, 잡종일대 22회, 형질 21회 순으로 나타났다. 유전, 유전자 개념은 아주 밀접한 관계를 나타내고 있으며, 형질, 미맹 개념이 아주 가까운 관계를 나타내고 있다. 유전, 유전자 개념 중심으로 교과서가 설명되고 있으며, 유전현상과 부모의 형질이 자손에게 전달되는 과정과 현상에 관련된 개념들이 연계되어 나타나고 있다. 하지만 멘델의 유전 법칙과 관련된 개념들은 먼 관계를 나타내고 중심성도 낮아 내용이 부족한 것으로 사료된다.

B 출판사에서는 빈도는 완두 51회, 형질 39회, 유전자 30회, 사람 25, 생식세포 24회, 유전자형 21회 순으로 나타났다. 유전자, 유전 개념이 밀접한 관계를 나타내고 있으며, 부모의 형질이 자손에 유전되는 현상에 대한 관련 개념들과 연계되어 나타나고 있다. 멘델의 유전 법칙에 대한 관련 개념들이 중심성이 낮게 나타나고 있어 부모의 형질 유전에 대해 내용이 강조되고 있는 것으로 사료된다.

C 출판사에서 빈도는 형질 43회, 사람 27회, 유전 25회, 꽃 22회, 유전자 22회, 멘델 20회 순으로 나타났다. 유전자, 유전현상, 유전 개념은 밀접한 관계를 나타내고 있으며, 염색체, 상동염색체, 형질, 멘델, 대립유전자 등 멘델의 유전 법칙과 유전 연구 방법과 현상 관련된 개념들이 연계되어 나타나고 있다. 하지만 부모의 형질 유전에 관한 개념들은 낮은 중심성과 먼 관계로 나타나 내용이 부족한 것으로 사료된다.

A 교과서의 경우 유전과 유전자, 형질, 대립 개념 중심으로 기술되어 있으며, B 교과서는 유전과 유전자, 형질 중심으로 기술되어 있다. C 교과서는 유전과 유전자, 형질, 대립 개념 중심으로 기술되어 있다. 출판사별로 유전 중단원에 핵심되는 개념이 서로 일치하는 것으로 나타났다. A, C출판사는 대립 개념까지 일치하여 나타났다[Figure 11].



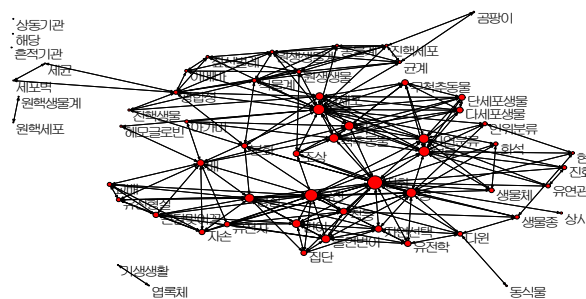
[Figure 11] Result of SNA in heredity sub-unit

evolution sub-unit

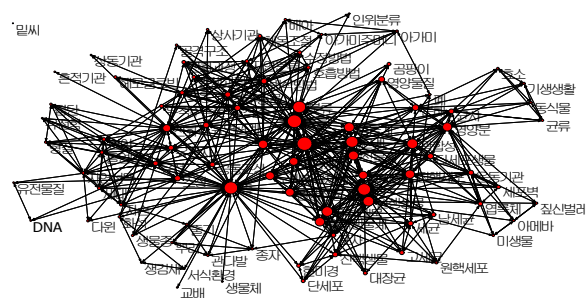
A 출판사에서 빈도는 진화 개념을 중심으로 종과 분류, 자연분류, 척추동물 등 개념들과 연계되어 분류의 목적과 기준을 설명하고 있다. 상동기관, 해당, 흔적기관 개념이 네트워크 연결망에서 아무런 연계가 되지 않고 있는 것으로 나타나고 있으며 기생생

활, 엽록체 개념은 따로 떨어져 연계되어 있는 모습을 보이고 있다.

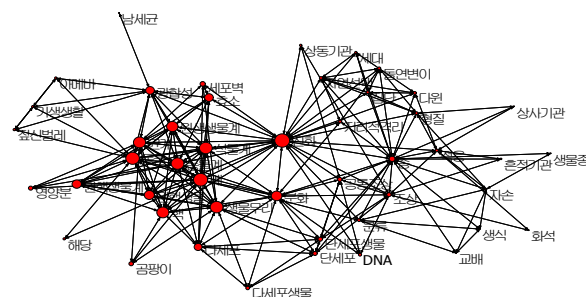
B 출판사에서는 동물, 분류개념은 밀접한 관계를 유지 하고 있으며, 계 개념과 가까운 관계를 나타내고 있다. 생물의 분류 관련 개념들이 가깝게 연계되어 있어 분류의 목적과 기준을 설명하고 있는 것으로 사료된다. 하지만 생물 진화에 관련된 개념들이 적어 연계가 부족함을 나타내고 있다. C 출판사에서는 진화 개념이 네트워크 연결망에서 가장 중심에 위치하여 좌측으로는 진화의 분류와 기준 관련된 개념들이 연계되어 있으며, 우측으로는 생물의 진화의 증거 관련된 개념들이 연계되어 나타나고 있다. 하지만 중심성으로 봤을 때 진화의 분류와 기준 관련 개념들이 높으므로 내용이 강조 되고 있는 것으로 사료된다.



a. A 출판사



b. B 출판사



c. C 출판사

[Figure 12] Result of SNA in evolution sub-unit

A 교과서의 경우 진화, 동물, 유전 개념 중심으로 기술되어 있으며, B 교과서는 계, 종, 동물, 핵 개념 중심으로 기술되어 있다. C 교과서는 진화 계 동물 개념 중심으로 기술되어 있다. 즉, 출판사별로 진화 중단원에 핵심되는 개념이 서로 다른 것으로 나타났다[Figure 12].

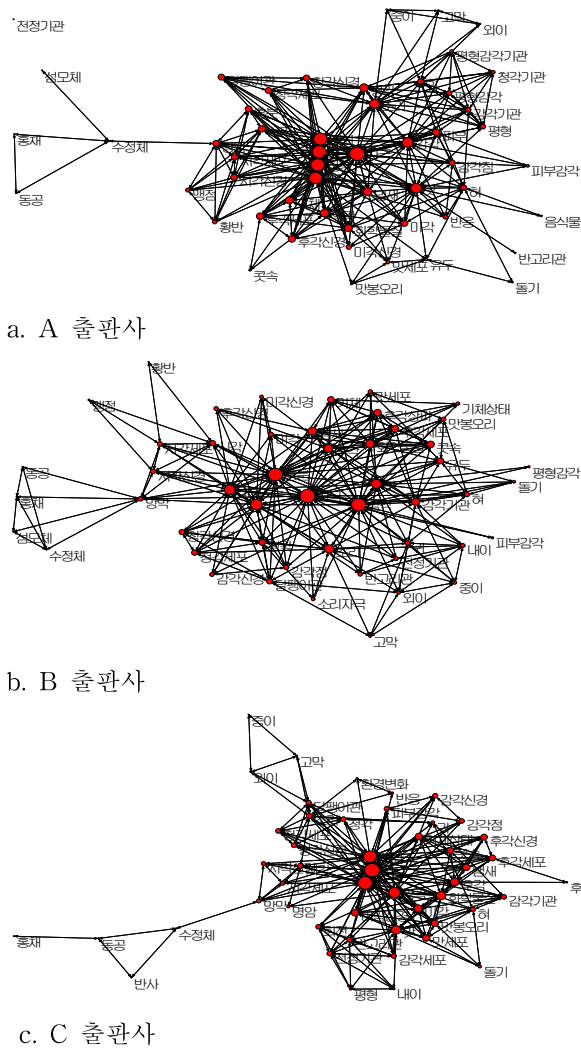
sense and response unit

sense organ sub-unit

A 출판사에서 빈도는 눈 23회, 자극 22회, 물체 13회, 감지 12회, 귀 12회, 몸 12회, 빛 12회 순으로 나타났다. 자극 개념은 대뇌, 뇌, 신경, 세포 개념과 함께 가까운 관계를 나타내고 있으며, 시각과 후각, 청각, 미각, 피부 감각 관련 개념들이 연계되어 나타나고 있다. 전정기관 개념은 따로 떨어져 연계되지 않고 소외된 모습을 나타낸다.

B 출판사 빈도는 물체 16회, 자극 15회, 눈 14회, 빛 14회, 감지 12회, 망막 10회, 흥분 10회 순으로 나타났다. C 출판사에서 빈도는 자극 19회, 눈 12회, 빛 12회, 소리 12회, 물체 11회, 맛 9회, 몸 9회 순으로 나타났다. 대뇌와 자극, 뇌 개념이 아주 밀접한 관계를 맺고 있으며 감각 개념과 가까운 관계를 나타내며, 감각 기관과 연관된 개념들이 연계되어 나타나고 있다. 하지만 피부감각 개념의 중심성이 낮고 관련 개념들이 적어 부족함을 나타내고 있는 것으로 사료된다.

A 교과서의 경우 자극, 대뇌, 뇌, 세포, 신경 개념 중심으로 기술되어 있으며, B 교과서는 자극, 흥분, 감각 중심으로 기술되어 있다. C 교과서는 대뇌, 자극, 뇌 개념 중심으로 기술되어 있다. A, C 출판사의 중심개념이 비슷하게 나타났으며 B 출판사와는 다르게 나타났다[Figure 13].



[Figure 13] Result of SNA in sense organ sub-unit

nervous system sub-unit

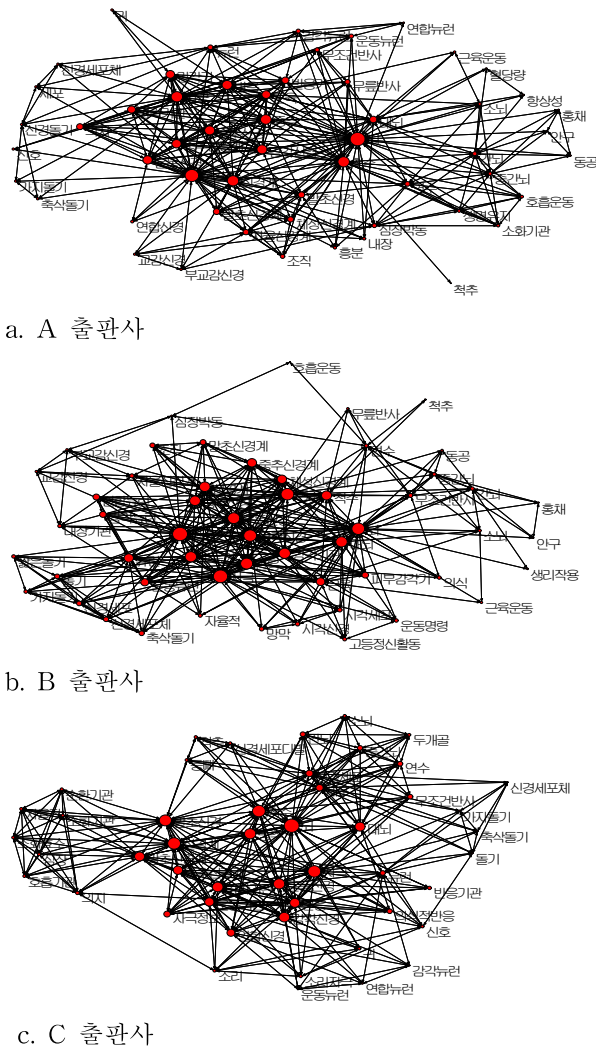
A 출판사에서 빈도는 자극 16회 전달 14회 뇌 12회 반응 11회 대뇌 9회 척수 9회 순으로 나타났다. 뇌, 대뇌, 척수 개념이 가까운 관계를 이루고 있으며, 좌측으로 뉴런 및 신경계 관련된 개념들이 연계되어 나타나고 있으며, 우측으로는 신경과 항상성, 체내의 환경변화 관련 개념이 낮은 비중으로 나타나고 있다.

B 출판사에서 뇌와 대뇌 개념이 가까운 관계를 나타내고 있으며, 신경, 자극 개념과 함께 네트워크 연결망 내에서 중심 개념으로 신경계 구조와 기능에 관련된 개념들과 연계되어 나타나고 있지만 뉴

런에 관련된 개념들의 비중이 적어 부족함을 보이는 것으로 사료되고 있다.

C 출판사 빈도는 뇌와 척수, 중추 개념이 가까운 관계를 나타내고 있으며 신경계 관련 개념들이 연계되어 있다. 뉴런 관련 개념들은 중심성도 낮고 관계가 멀게 나타나고 있어 뉴런의 구조와 기능에 대해 설명이 부족한 것으로 사료된다.

A 교과서의 경우 뇌, 신경 개념 중심으로 기술되어 있으며, B 교과서는 뇌, 신경 자극, 감각신경 중심으로 기술되어 있다. C 교과서는 뇌, 신경계, 중추, 자극, 척수 개념 중심으로 기술되어 있다. 출판사별로 신경계 중단원에 핵심되는 개념이 서로 다른 것으로 나타났다[Figure 14].



[Figure 14] Result of SNA in nervous system sub-unit

이 상대적으로 복잡하였으나, 광합성 중단원과 호흡 중단원은 상대적으로 단순하였다. B 출판사의 경우 진화 중단원이 복잡하게 나타났으나, 배설 중단원은 단순한 구조를 보였다. C 출판사의 경우에는 수정과 발생 중단원, 호흡 중단원, 배설 중단원이 복잡하였으나, 식물체의 구성 중단원, 무성생식과 유성생식 중단원, 신경계 중단원은 상대적으로 단순한 구조를 보였다.

교과서에 기술된 개념의 구조와 개념 수를 중심으로 교과서를 선정하지만 하나의 출판사에서 단원별로 개념의 수와 구조가 각기 다른 것으로 나타났다. 이는 하나의 출판사에서 여러 명의 저자가 함께 집필하기 때문에 집필자에 따라서 개념의 구조와 수가 다르게 나타났다. 따라서 교과서 교과서를 선정할 때 이러한 기준을 사용하는 데 어려움이 있을 것으로 보인다. 그러므로 출판사에서 교과서를 집필할 때 집필자에 따라 각 단원에 기술된 개념의 수와 구조를 조정하는 작업이 요구된다.

중학교 과학 교과서의 생명과학 영역의 개념의 수가 단원별로 많은 차이를 보인다. 세포분열 중단원과 소화, 유전, 진화, 감각기관, 신경계 중단원에서는 많은 개념 수로 기술되어 있지만 이를 제외한 나머지 중단원에서는 상대적으로 적은 개념수로 기술되어 있다. 많은 수의 개념을 서술하는 것은 학생들의 학습을 방해하는 원인 중 하나가 될 것으로 보여진다(Kim & Kwon, 2016).

Conclusions and Suggestions

본 연구는 2009 개정 중학교 과학 교과서에서 생물 단원에서 나타나는 개념의 네트워크는 단원 별로 어떻게 제시 하고 있으며, 교육 과정 학습 내용 성취 기준의 추출 개념과의 네트워크는 어떻게 연관 되어 있는지 알아보았다. 연구의 문제의 해결을 위해 2009 개정 중학교 과학 교과서 3개 출판사를 선정하여 대상으로 삼았다. 생명과학 5개의 대단원을 선택하였으며, 대단원을 조금 더 세부적으로 분석하기 위하여 중단원 단위로 나누어 분석하였다. 생명과학 단원은 광합성, 생식과 발생, 소화·순환·호흡·배설, 유전과 진화, 자극과 반응이다. 이 연구

의 결론은 다음과 같다.

첫째, 출판사간, 단원 간 개념의 수와 네트워크 구조에 차이를 보이고 있다. 이렇게 차이를 보이는 이유는 단원을 집필하는 저자에 따라서 기술하는 개념의 수가 다르기 때문으로 사료된다. 단원별 개념의 네트워크 구조에 차이를 보임으로써 교과서에 기술된 개념 수와 구조로 교과서를 선정하는 데 한계가 있는 것으로 판단된다. 따라서 각 학교급별로 지도해야 할 개념에 대한 규정이 요구된다.

둘째, 개념의 네트워크의 구조가 복잡하게 나타났다. 특히 선정된 개념의 수가 가장 많은 중단원에서는 네트워크 구조가 복잡하며 관련 개념사이의 관계를 이해하는 데 어려움이 있을 것으로 사료된다. 예를 들어 소화 중단원과 유전 중단원의 개념 수는 적게는 55개, 많게는 80개에 이르렀다. 또한, 소화순환호흡배설 대단원에서도 단원에 따라서 개념 수에 차이를 보이고 있다. 소화 단원은 평균 67개, 호흡 단원은 평균 34개의 개념이 선정되어 차이를 보였다. 개념의 수가 많은 대단원은 진화이며, 광합성 단원은 다른 단원에 비교해 개념수가 적었다.

셋째, 단원의 중심이 되는 개념이 출판사마다 다르게 나타나고 있다. 물과 양분의 이동 단원에서 A 교과서의 경우 잎과 뿌리 개념 중심으로 B 교과서는 세포와 핵, 기관, 세포질, 미토콘드리아 중 C 교과서는 잎, 세포 뿌리, 물관, 줄기, 체관 개념 중심으로 기술되어 있다. 진화 중단원에서는 진화, 동물, 유전 개념 중심으로 기술된 교과서, 계, 종이 중심 개념인 교과서, 진화, 계, 동물이 중심인 교과서가 있어 출판사별로 핵심되는 개념이 서로 다른 것으로 나타났다.

이 연구에 기초하여 새로운 교과서에는 단원의 개념의 수를 줄여서 보다 단순한 개념 구조와 함께 관련 개념이 잘 연결되는 네트워크가 형성되길 기대한다. 또한, 출판사에서는 단원을 집필하는 저자와 관계없이 단원에서 제시되는 개념의 수를 조절하여 학생들의 특성에 맞는 교과서 선정에 도움이 되길 기대한다.

References

- 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.
- Chung, 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 the Korean Earth Science Society*, 34(7), 711-726.
- Doerfel, M. L., & Barnett, G. A. (1999A). A semantic network analysis of the interactional communication association. *Human Communication Research*, 25, 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.
- Kim, M., & Kim, H.(2009). Analysis of the Types of Scientific Models in the Life Domain of Science Textbooks. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 29(4), 423-436.
- Kim, Y., & Kwon, H.(2016). An comparative study of articulation on science textbook concepts and extracted concepts in learning objectives using semantic network analysis - Focus on life science domain. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 35(3), 377-387.
- Kim, Y., Chung, J., Yun, J., & Son, J.(2009). The study on the recognition about evolution, biodiversity and ecology domain to be taught in elementary, secondary schools by secondary biology teacher. *Secondary Education Research*, 57(3), 29-52.
- 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 Research in Science Education*, 32(5), 823-840.
- Lee, J., & Ha, M.(2012b). The comparison of science gifted elementary and middle school students' understanding of 'scientificness'. *Korean Science Education Society 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.
- Park, H., & Loet Leydesdorff(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, S., Lim, H., & Chung, D.(2013). Analysis of the differences in perception about scientists between science class and convergence class applicants in gifted science education center. *Journal of Gifted/Talented Education*, 23(6), 1019-1034.
- Park, W., & Chung, M.(1998). The analysis of the emphasis of the theme, level, living thing and basic concept = A study on the connection of biology curriculum in elementary, middle and high schools based on the 6th curriculum. *Journal of science education*, 25, 91-108.
- Song, S., & Lee, Y., Lee, J., Kim, S., Kang, S., Park, J., Kang, S., kim, K., & Yoo, K.(1991). Development and application of an analysis taxonomy for curricular articulation in mathematics and science. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 11(2), 119-121.
- Song, S., Lee, H., Lee, J., Kim, S., Kang, S., Park, J., Kang, S., Kim, K., & Yu, K.(1991). Development

and application of an analysis taxonomy for curricular articulation in mathematics and science. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 11(2), 119-131.

Woo, J., Chung, W., Kwon, J., Choi, B., Jeong, J., & Hur, M.(1992). The analysis of development system and evaluation of elementary science textbooks. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 12(2), 109-128.