

Coherence on Concepts Used in Science Inquiry Activities

Seong-yeob Jeong¹⁾, Soo-min Lim²⁾, Youngshin Kim^{*2)}

¹⁾Soosung High School, ²⁾Kyungpook National University

과학 탐구에서 사용한 개념의 일치성

정성엽¹⁾. 임수민²⁾. 김영신^{*2)}

¹⁾수성고등학교. ²⁾경북대학교

<ABSTRACT>

Recent scientific inquiries emphasize the process by which students make their own observations and find answers. In order to facilitate the inquiry activities, students should use the right scientific concept. The purpose to this study are to analyze the coherence of scientific concept and scientific concept used in the observation, question generation and experimental design stage for 12 elementary and middle school students. To do this, a think-aloud method and a semantic network analysis were used. The conclusions are as follows. First, concepts that are of interest continue to be used in the scientific inquiry stage. Most of these concepts are related to experimental instruments. Second, the concepts of high frequency are representative of the concept network of each process skills. Further researches, it is needed to be done on the coherence of the scientific concept that students use at other stages.

Key words : Coherence, semantic network, observation, question generation, experimental design

I. Introduction

우리나라 교육과정에서는 일상생활의 문제해결을 위해 과학 탐구 능력 배양을 강조하고 있다. 탐구란 호기심과 의문을 가지고 학생 스스로 관찰, 분류, 실험해보는 과정에서 문제해결을 위해 자신의 생각을 적용해 보는 과학적 사고 과정이다(Kim & Kim, 2015). 탐구는 학생들로 하여금 구체적인 경험을 통해 새로운 지식을 획득하도록 하고, 과학학습 뿐 아니라 생활전반에서의 과학적 사고력을 제공하므로

학생들이 일상생활에 대처하는데 필수적이고 기본적인 과학의 핵심이다(Lind, 1996; Martin, 1997). 게다가 구체적인 경험을 통해 새로운 정보를 획득하고 과학 영역의 학습 및 일상생활에 필요한 사고를 제공하는데 필수적이다(Martin, 1997).

이러한 탐구 능력에 영향을 주는 다양한 요인에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다. 특히, 장독립적인 학생과 장의존적인 학생들 사이의 차이에 대한 연구(Kang & Woo, 1995; Lim & Nam, 1999)와 인지양식(Ahn, 2012; Son, 2001), 그리고 학생 개개인의 특성

* Corresponding author : Youngshin Kim, kys5912@knu.ac.kr

Received August 20, 2019; Reviewed August 28, 2019 Corrected September 12, 2019; Accepted September 22, 2019

© 2019. Institute of Brain based Education, Korea National University of Education

에 해당하는 학습 양식에 대한 연구(Kim, 2011; Lee, 2004) 등이 진행되고 있다. 뿐만 아니라 성별에 따른 탐구 능력의 차이에 대한 연구도 이루어지고 있다(Kim & Cho, 2002; Park, 2010). 하지만 Kim(2012)의 연구에 따르면 학생들이 기존에 지니고 있는 개념들이 탐구 수행 능력에 중요한 영향을 미치며, 탐구를 위해서는 무엇보다 내용이 중요하다고 하였다. 그러므로 학생들이 탐구를 원활히 수행하기 위한 선행 조건은 올바른 과학 개념을 갖추는 것이라고 할 수 있다. 따라서 학생들이 지니고 있는 과학 개념을 분석하는 것은 상당히 중요하게 여겨진다(Kim, 2014).

현재 과학 개념에 대한 국내의 선행연구는 생물의 분류(Bae, 2006) 등 주제 중심으로 이루어지거나 학습자의 개념이 변화되는 과정에 대한 연구(Kang, 2016; Kwon, 2004) 등이 이루어져 왔다. 하지만 탐구 활동과 개념 간의 관계를 분석한 연구는 부족한 상황이며, 실제 탐구 활동에서 학생들이 주로 사용하는 과학적 개념은 무엇인지 알아볼 필요가 있다.

한편, 학습자가 습득한 과학 개념을 알아보기 위한 방법으로 발성사고법(Think-aloud)이 있다. 이는 학습자가 과제를 수행하면서 떠오르는 생각들을 말로 표현하게 하는 방법이다. 이를 통해 학생들의 사고 과정에 대한 정보를 얻을 수 있다는 점에서 학습자의 인지구조 내에 개념의 의미를 파악하기 위한 도구로 많이 활용되고 있다(Ferguson, Braten & Strornso, 2012; Schellings & Broekkamp, 2011). 따라서 본 연구에서는 발성사고법을 통해 탐구 활동 중에 주로 사용하는 과학 개념들이 무엇인가를 분석하였다. 즉, 학생들이 관찰, 의문 생성, 실험 설계 단계에서 사용하는 과학 개념을 분석하였다.

이러한 과학 개념을 분석하기 위해 언어네트워크 분석법(Semantic Network Analysis)을 사용하였다. 언어네트워크 분석을 통해서 탐구 활동 내에서 학생들이 지니는 개념들 사이의 관련성을 네트워크로 시각화 하였다(Lim & Kim, 2015). 이는 탐구 활동 간 학생들의 과학 개념의 일관성을 체계적으로 분석할 수 있는 정보를 얻을 수 있다.

이에 본 연구에서는 학생들이 우리 나라 학생들이 탐구 활동에서 사용하는 과학 개념의 일관성을 분석하였다. 이를 통해 탐구 활동 중에 사용되는 과학 개념에 대한 이해를 높일 수 있을 것이다.

II. Materials and Methods

1. Subjects

이 연구는 탐구 활동 중에 사용되는 과학적 개념을 분석하기 위하여 1인 실험으로 진행하였다. 연구의 대상은 D 도시의 초등학교 5학년 학생 12명, 중학교 1학년 학생 12명으로 총 24명이다. 성별은 남학생 12명, 여학생 12명으로 구성하였다.

2. Procedure

탐구 실험의 주제는 감자를 이용한 효소 반응으로 과산화수소에 감자 조각을 반응하였을 때 산소가 발생하는 과정을 관찰하고, 탐구 활동의 단계를 학생들이 직접 수행하는 것이다. 탐구 단계별로 구체적인 활동 내용은 관찰 단계에서는 과산화수소와 감자의 반응을 관찰하여 관찰 내용을 자유롭게 기록하게 한다. 의문 생성 단계에서는 관찰 내용을 기반으로 궁금한 의문 사항을 가능한 많이 기술하도록 하였다. 실험 설계 단계에서는 감자 조각의 표면에 따른 기포 수의 변화를 알아보기 위한 실험을 설계하도록 하였다.

3. Data collect and Analysis

탐구를 수행하는 동안 학생들이 사고과정에서 사용하는 개념을 확인하기 위하여 발성사고법을 활용하였다. 학생들은 최대한 분리된 환경에서 주어진 실험을 수행하도록 하였다. 관찰, 의문 형성, 실험 설계의 각 단계를 수행하는 동안 학생들이 최대한 많은 개념들을 음성적으로 표현하도록 하는 동시에 활동지에도 기술하도록 유도하였다. 이 과정에서 학생들이 음성 언어를 통해 표현하는 부분은 녹음하였다. 녹음된 자료를 바탕으로 발성사고법 프로토콜을 형성하였다.

최대한 학생들이 사용한 개념의 형태 그대로를 유지하기 위하여 가공 과정을 거치지 않고, NetMiner 4.0 프로그램을 사용하여 개념들을 추출하였다. 이 중 관찰, 과학적 의문 생성, 실험 설계

단계에서 모두 빈도가 1 이하이거나 아이젠벡터 중심값이 0인 개념들은 제거하였다(Kim & Kwon, 2016). 단, 관찰 단계에서 빈도가 1인데 실험 설계 단계에서 빈도가 2 이상이거나 과학적 의문 생성 단계에서 아이젠벡터 중심값이 0인데 관찰 단계에서 0 초과 값을 갖게 되는 경우와 같이 한 단계에서라도 빈도가 1 초과이거나 아이젠벡터 중심값이 0보다 크게 나타나는 경우에는 개념을 제거하지 않았다. 이 과정을 통해 추출된 개념들은 1급 정교사 자격증을 소지한 현직 교사 5인에게 의뢰하여, 과학 탐구 활동과 직접적인 연관성이 없거나 과학과 관련하여 사용하지 않는 개념들을 제외하도록 하였다. 이 과정을 통해 분석할 과학 개념들을 최종 선정하였다. 최종 선정된 개념은 NetMiner 4.0 프로그램을 이용하여 네트워크로 시각화하였다. 각 탐구 단계에서 추출된 개념이 많아 주로 활용된 개념들의 가지성을 높이기 위해 출현 빈도 상위 30%인 개념을 함께 제시하였다.

III. Results

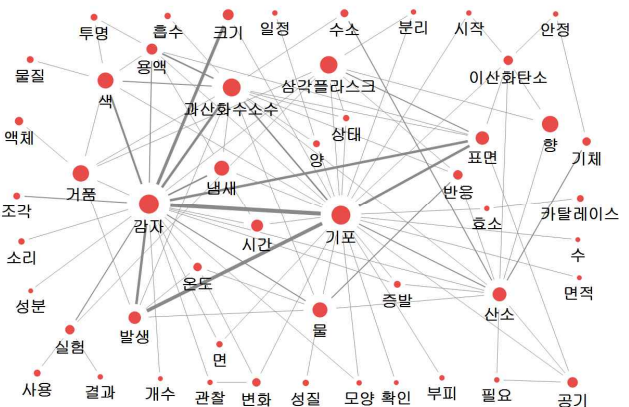
1. Network by Process Skills

1) Observation

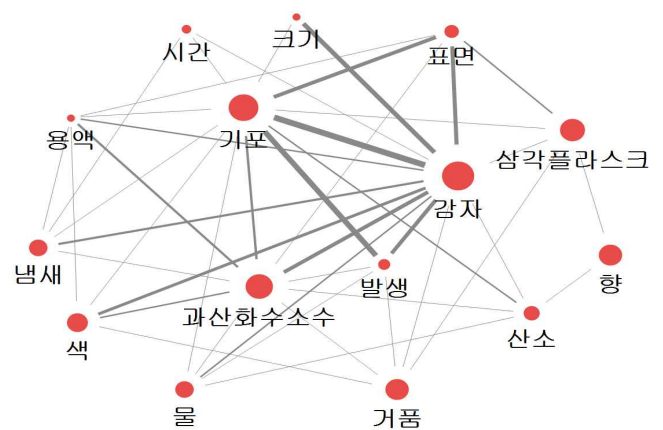
관찰 단계에서 학생들이 사용하는 과학 개념의 빈도는 감자 211회, 기포 199회, 과산화수소수 61회, 삼각플라스크 30회, 거품 29회, 향 29회, 색 28회, 냄새 24회, 물 24회, 산소 21회, 표면 20회, 발생 19회 순으로 나타났다. 아이젠벡터 중심성의 경우 감자, 기포, 발생, 과산화수소수, 표면, 크기, 색, 용액, 냄새, 물, 삼각플라스크, 산소 순으로 나타났다. 감자, 과산화수소수, 삼각플라스크와 같은 실험 재료 및 기구와 관련된 과학 개념의 빈도와 아이젠벡터 중심성이 모두 높았으며 기포, 크기, 색, 냄새 등과 같은 오감을 활용한 관찰 개념 또한 빈도와 아이젠벡터 중심성이 모두 평균값 이상을 나타내고 있다.

전체 학생의 관찰 영역에 대한 과학 개념 네트워크(Fig 1a)에서는 감자, 기포, 삼각플라스크, 과산화

수소수 개념이 네트워크의 중심에 위치하는 것으로 나타났다. 감자 개념은 크기, 과산화수소수, 기포, 거품, 냄새, 색 등의 개념과 연결되어 있다. 기포 개념은 표면, 물, 삼각플라스크, 산소, 증발, 부피 등의 개념과 연결되어 있다. 삼각플라스크 개념은 기포, 향, 표면, 상태 등의 개념과 연결되어 있다. 과산화수소수 개념은 감자, 색, 용액, 표면, 상태, 양, 기포 등의 개념과 연결되어 있다.



a. The whole concept



b. Frequency top 30% concept

[Figure 1] A network of concepts used in observation

학생들의 관찰 시 실험 재료 및 기구와 관련된 개념으로는 삼각플라스크, 과산화수소수, 감자, 물 등이 있다. 이들 개념은 네트워크에서 중심에 위치하고 있다. 즉 학생들은 관찰할 때 재료, 기구와 관련된 개념을 중심으로 하여 관찰하고 있는 것으로 나타났다.

또한 관찰 시 오감을 사용하여야 하는데, 대부분 시각을 사용하고 있다(Jang & Shin, 2016). 시각 이외에 후각, 청각을 사용하고 있지만 촉각은 사용하고 있지 않는 것으로 나타났다. 즉, 학생들 대부분은 시각을 이용하여 관찰하고 있었다. 후각과 관련된 냄새는 과산화수소, 감자, 삼각 플라스크와 같이 실험 재료 및 기구와 관련되었다. 청각과 관련된 소리는 감자와 연결되어 있는 것으로 나타났다.

학생들의 관찰은 대부분 정성적 관찰을 중심으로 이루어졌다. 정량적 관찰에 해당하는 것은 크기, 개수, 면적, 부피, 시간과 관련된 개념이며, 정량적 관찰을 위해 자와 시계와 같이 적절한 도구를 사용하고 있는 것으로 사료된다. 카탈라아제, 효소와 같은 개념은 초, 중학교 학생들이 학습하지 않지만 제시하고 있다.

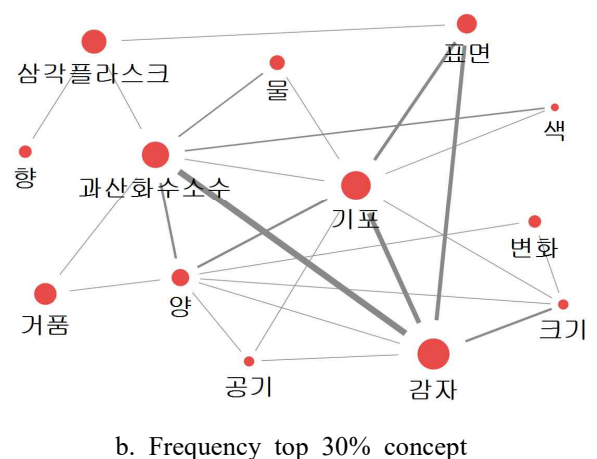
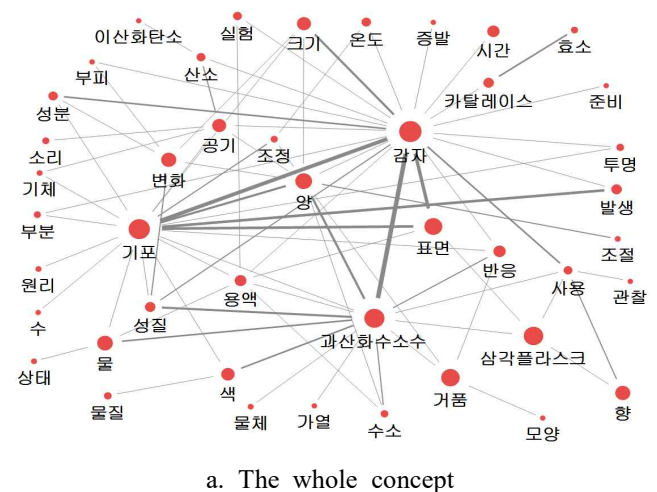
학생들이 관찰시 사용되는 주요 개념이 무엇인지 알아보기 위하여 빈도 상위 30% 개념에 대한 네트워크(Fig 1b)를 살펴보았다. 상위 30% 개념의 수는 총 15개이며, 네트워크의 중심에 있는 개념은 기포, 감자, 과산화수소수이다. 기포 개념은 감자, 표면, 용액, 색, 물 등의 개념과 연결되어 있다. 감자 개념은 과산화수소수, 발생, 삼각플라스크, 크기, 표면, 산소, 거품, 발생과 같은 개념과 연결되어 있다. 과산화수소수 개념은 색, 용액, 냄새, 산소, 감자, 표면 등의 개념과 연결되어 있다.

전체 개념과 빈도 상위 30% 개념을 비교해보면, 관찰에 사용되는 기구와 시각, 후각과 관련된 개념이 빈도수가 높다는 것을 알 수 있다. 이는 학생들이 관찰을 할 때 실험 재료 및 기구를 주로 시각과 후각을 활용하여 관찰을 하고 있음을 의미한다. 반면에 빈도 상위 30%에서는 투명, 모양, 성질, 성분, 상태 등의 정성적인 관찰 개념과 반응, 효소, 카탈라아제, 변화 등의 과학적 원리와 관련된 개념은 없었다. 이를 통해 관찰 단계에서는 학생들은 정확한 과학적 원리를 파악하는 것보다는 시각과 후각에 의존하여 실험 현상을 관찰한 것으로 사료된다.

2) Question Generation

의문생성 단계에서 학생들이 사용하는 과학 개념의 빈도는 감자 143회, 기포 125회, 과산화수소수

70회, 삼각플라스크 23회, 거품 20회, 표면 17회, 양 16회, 물 14회 순으로 나타났다. 아이젠벡터 중심성은 감자, 과산화수소수, 기포, 표면, 양, 성질, 크기, 발생, 사용. 성분 순으로 나타났으며 삼각플라스크와 거품 개념의 경우 빈도는 높으나 아이젠벡터 중심성은 낮은 것으로 보아 학생들이 자주 언급은 하지만 생성된 의문에서 다른 개념들과의 연결이 낮고 핵심적인 역할을 하지 못하는 것으로 여겨진다. 반면 성질, 크기, 성분 등과 같은 물질의 특성에 대한 개념은 빈도는 낮으나 아이젠벡터 중심성이 큰 것으로 보아 다른 주요 개념들과의 연결이 잘 되어 있다고 할 수 있다. 이는 관찰한 현상을 바탕으로 의문을 생성하는 과정에서 과학적 원리나 현상에 대한 원인에 대한 의문을 형성한 것을 의미한다.



[Figure 2] A network of concepts used in question generation domain

18회, 수 17회, 준비 14회, 비교 14회, 결과 14회, 실험 14회, 조각 13회 순으로 나타났다. 그리고 아이젠벡터 중심성은 감자, 크기, 기포, 수, 관찰, 조각, 삼각플라스크, 과산화수소수, 면적, 준비, 발생, 양, 비교, 표면 순으로 나타났다.

실험설계 영역에 대한 과학 개념 네트워크(Fig 3a)에서는 감자, 기포, 크기, 삼각플라스크, 과산화수소수 개념이 네트워크의 중심에 위치하는 것으로 나타났다. 감자 개념은 크기, 준비, 표, 비교, 표면, 양, 개수 등의 개념과 연결되어 있다. 기포 개념은 측정, 상태, 삼각플라스크, 크기, 기록, 발생 등의 개념과 연결되어 있다. 크기 개념은 기포, 면적, 준비, 비교, 관찰 등의 개념과 연결되어 있다. 삼각플라스크 개념은 용액, 공기, 조각, 준비, 감자, 양 등의 개념과 연결되어 있다. 과산화수소수 개념은 시간, 비커, 감자, 양, 기록, 측정 등의 개념과 연결되어 있다.

학생들의 실험설계 시 실험 재료 및 기구와 관련된 개념으로는 감자, 과산화수소수, 삼각플라스크, 비커 등이 있다. 이들 개념은 네트워크에서 중심에 위치하고 있다. 즉 학생들은 실험을 설계할 때 주어진 실험 재료와 기구와 관련된 개념을 중심으로 실험을 설계하는 것으로 나타났다.

또한 실험을 설계하는 과정에서 주어진 질문이 ‘감자 조각의 면적에 따라 발생하는 기포 수는 어떻게 달라질 것인가’에 대한 것으로 한정되어 있으므로 실험설계 시 학생들이 사용하는 개념 네트워크에서 크기, 면적, 조각 개념이 중심에 위치하고 있다. 즉 학생들은 주어진 의문에 대한 개념을 중심으로 실험을 설계하고 있음을 알 수 있다.

특히 실험설계 시 대조실험, 변인통제와 같은 단계를 갖추어야 하는데, 비교, 차이점 개념과 같은 대조실험과 관련된 개념과 변인 개념과 같은 변인통제와 관련된 개념이 나타났다. 비교 개념은 결과, 관찰, 감자, 차이점 등의 개념과 연결되어 있으며 차이점 개념은 표, 확인, 비교 개념과 연결되어 있다. 그리고 변인 개념은 감자, 시간 개념과 연결되어 있다.

그리고 표, 결과, 기록 등의 개념과 같이 실험을 수행한 이후 실험 결과를 정리하거나 해석하는 단계에 해당하는 개념을 사용하고 있었다. 표 개념은 감자와 연결되어 있으며 기록 개념은 기포와 연결되어 있는 것으로 나타났다. 이는 초, 중학교 학생

들이 실험설계 단계에 대한 정확한 이해가 이루어지지 못하고 자료해석 단계와의 구분을 하지 못하기 때문으로 생각된다.

냄새, 향 개념은 다른 개념과 네트워크를 형성하지 못하고 있다. 이는 발생사고법을 통해 학생들이 가지고 있는 과학 개념을 파악하는 과정에서 실험설계 단계와는 다소 관련이 없는 개념이 등장한 것으로 보인다.

학생들의 실험설계 시 사용되는 주요 개념이 무엇인지 알아보기 위하여 빈도 상위 30% 개념에 대한 네트워크(Fig 3b)를 살펴보았다. 상위 30% 개념의 수는 총 13개이며, 네트워크의 중심에 있는 개념은 감자, 기포, 크기, 삼각플라스크이다. 감자 개념은 크기, 관찰, 실험, 비교 등의 개념과 연결되어 있다. 기포 개념은 면적, 크기, 관찰, 수 개념과 연결되어 있다. 크기 개념은 기포, 면적, 삼각플라스크, 감자, 관찰, 준비 개념과 연결되어 있다. 삼각플라스크 개념은 기포, 조각, 준비, 과산화수소수, 비교 등의 개념과 연결되어 있다.

전체 개념과 빈도 상위 30% 개념을 비교해보면, 감자, 삼각플라스크, 과산화수소수 개념과 같이 실험에 사용되는 기구와 관련된 개념과 크기, 수, 면적 개념과 같은 정량적 관찰 개념의 빈도수가 높다는 것을 알 수 있다. 이는 학생들이 실험을 설계할 때 주어진 실험 기구를 중심으로 정량적인 실험을 설계하고 있음을 의미한다. 반면에 빈도 상위 30% 개념에서 변인, 차이점, 조건 등과 같은 변인통제 및 대조실험과 관련된 개념은 나타나지 않는다. 즉, 초, 중학교 학생들 대부분은 단순히 실험을 설계할 때 주어진 의문만을 해결하고자 노력하며 실험설계의 정확한 과정을 이해하지는 못하는 것으로 사료된다.

4) Coherence Analysis

탐구 활동에서 학생들이 사용하는 과학 개념의 일관성을 분석하기 위하여 감자 조각과 과산화수소수를 반응시키는 실험 과정을 수행하고 그 과정에서 발생사고법을 통해 학생들이 지닌 과학 개념을 추출하였다. 탐구 활동 중 관찰, 의문생성, 실험설계 단계에서 초·중등 학생들이 사용하는 과학 개념의 일관성을 분석하였다.

탐구 활동에서 학생들이 관찰 단계와 의문생성 단계에서 모두 사용하는 과학 개념은 15개로, 투명, 물체, 거품, 색, 성분, 액체, 효소 등이다. 관찰과 실험설계 단계에서 모두 사용하는 과학 개념은 4개로, 확인, 개수, 면적, 조각이다. 의문생성 단계와 실험설계 단계에서 모두 사용하는 과학 개념은 2개로, 준비, 차이점이다. 관찰 단계와 의문생성 단계에서 모두 사용하는 과학 개념이 가장 많았다. 이는 학생들이 관찰 현상을 바탕으로 의문을 생성하는 과정은 잘 하고 있으나, 실험을 설계하는 단계에서는 어려움을 겪는 학생들이 많기 때문으로 사료된다.

관찰과 의문생성, 실험설계 단계에서 모두 사용하는 과학 개념에는 감자, 과산화수소수, 삼각플라스틱, 비커 개념과 같은 실험 재료 및 기구와 관련된 개념이 있다. 이는 학생들이 실험 재료 및 기구를 바탕으로 실험을 수행하고 있다는 것을 의미한다.

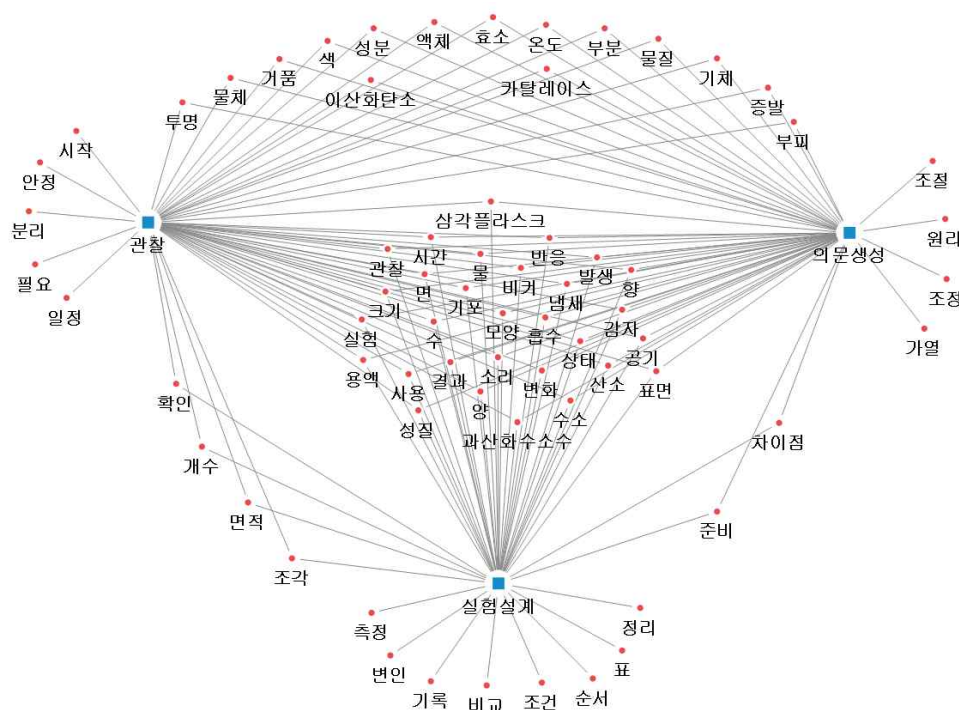
또한 소리, 냄새 개념과 같은 오감을 활용한 과학 개념도 모두 사용하고 있다. 하지만 색 개념과 같은 시각을 활용한 과학 개념은 실험 설계 단계에서는 사용하지 않았다. 이는 전체 단계에 걸쳐 후각과 청각을 사용하고 있으나 시각에 대한 정보는 오히려 사용하고 있지 않음을 의미한다.

학생들은 주로 정성적 관찰 개념을 사용하고 있다. 크기, 수 개념과 같은 정량적 관찰 개념도 모두 사용하고 있으나, 면적, 개수 개념은 관찰과 실험설계 단계에서만 사용하고 있으며, 부피 개념은 관찰과 의문생성 단계에서만 사용하고 있다. 이를 통해 학생들은 측정 기구를 이용한 실험보다는 정성적인 관찰에 의존하고 있음을 알 수 있다.

2. Discussions

지금까지 탐구 활동에서 학생들이 사용하는 과학 개념과 그 일관성에 대해 언어 네트워크를 통해 분석하였다. 본 연구에서 얻을 수 있는 논의점은 다음과 같다. 우리나라 초·중등 학생들은 주로 시각을 활용하여 관찰하며 후각 및 청각 또한 사용하고 있으나 촉각은 전혀 사용하지 않는 것으로 나타났다. 또한 학생들은 정성적 관찰을 많이 하고 있다. 이는 선행 연구 (Bae, lee & So, 2013)의 연구와 일치하는 결과이다.

우리나라 학생들은 관찰을 잘 한다고 인식하고 있으며, 관찰은 탐구 단계에서 중요한 단계가 아니라고 생각하고 있는 것으로 사료된다(Kim, 2019). 따라서 학교 현장에서는 관찰에 대한 중요성 및 관



[Figure 4] The coherence of concepts used in 3 process skills

찰에 대한 지도가 구체적으로 이루어지길 기대한다. 관찰의 지도에서 오감을 사용한 관찰과 정량적 관찰이 함께 이루어지도록 지도되어야 할 것이다. 또한 탐구 단계에서 학생들이 사용하고 있는 개념은 실험 재료와 관련된 개념들이 많았다. 실험 재료와 관련된 성질이나 변화에 관심을 가질 수 있도록 지도해야 할 필요가 있다.

후각, 청각에 해당하는 관찰 개념은 일관성 있게 사용하고 있는데 시각dp 해당하는 관찰 개념은 의문 생성 단계에서만 사용하고 있었다. 이는 관찰 정보를 시각에 의존하는 경향(Kim, Jung & Yoon, 2006)과 관련있는 것으로 보인다.

의문 생성 단계에서 학생들은 주로 ‘왜 그럴까’와 관련된 인과적 의문을 생성하는 경우가 많았다(Lee, Park, Kwon, 2005). 이는 학교 현장에서 “왜”에 대한 의문을 가지라고 지도하는 것에 기인한다고 하겠다. 따라서 의문과 관련된 지도에서는 관찰 현상에 대한 과학적 원리나 관찰 대상의 성질, 성분에 대한 의문을 생성할 수 있도록 지도하는 것이 요구된다.

실험 설계 단계에서 학생들은 다양한 변인을 통제하거나 대조실험을 수행하는 등의 수준에는 미치지 못하고 있다. 학생들이 정량적 측정을 위한 실험 설계에 대한 어려움이 있으며, 반복 실험에 대한 개념도 미약하여 이에 대한 지도가 이루어지길 기대한다(Kim, 2019).

탐구 활동에서 학생들이 사용하는 과학 개념은 실험 기구에 대해 일관되게 사용하고 있는 것으로 나타났다. 감자, 과산화수소수, 삼각플라스틱, 비커 등의 실험 기구와 관련된 과학 개념은 관찰, 의문 생성, 실험 설계 단계에서 사용되고 있었다. 또한 관찰 단계부터 오감을 활용하거나 정량적인 수치로 나타낸 관찰 결과에 해당하는 과학 개념이 다른 단계에서도 잘 나타나는 탐구 활동이 학교 현장에서 이루어지길 기대한다.

IV. Conclusions and Suggestions

우리나라 학생들이 탐구 단계에서 사용하는 과학 개념의 일관성을 살펴보았다. 이를 위하여 초등학교

5학년과 중학교 2학년 학생을 대상으로 탐구 활동 중에 사용하는 과학 개념의 네트워크를 분석하였다. 이 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 실험 기구와 관련된 개념은 탐구 단계에서 계속 사용하고 있다. 감자, 물, 비커, 공기, 과산화수소 등 실험 기구와 관련된 개념이 3개의 탐구 단계에서 계속적으로 나타났다. 의문생성에서는 관찰 사실에 기초하지만 관찰 내용에 한정되어 있다. 실험 설계에서 주어진 주제가 인과적 의문이 아니었기 때문에 주어진 재료에 한정되어 실험을 설계하는 것으로 나타났다. 따라서 주어진 실험 재료나 기구 외에 다른 재료를 이용하여 실험을 설계할 수 있는 주제가 주어질 필요가 있다.

둘째, 빈도 출현이 높은 개념이 각 탐구 단계의 개념 네트워크를 대표하고 있다. 출현 빈도 상위 30%의 과학 개념으로 각 탐구 단계의 네트워크의 특성이 파악되었다. 이는 출현 빈도가 높은 일부 개념을 학생들이 사용하고 있는 것으로 나타났다. 각 탐구 단계에서 다양한 개념을 사용할 수 있는 프로그램 및 방안 마련이 요구된다.

이 연구 결과를 통해 다양한 과학 개념을 사용할 수 있는 전략이 요구된다. 관찰 단계에서는 정량적인 관찰과 조작적 관찰을 지도할 필요가 있다. 실험 설계 단계에서는 주어진 실험 기구와 재료 이외에 다른 기구를 사용해야 하는 프로그램 개발이 요구된다. 또한 이 연구에 기초하여 실험 수행, 자료해석, 결론 도출 등에 사용하는 과학 개념에 대한 분석이 요구된다. 그리고 학교 현장의 과학 수업에서 교사의 수업, 학생의 탐구 활동, 학생의 발표에서 사용하는 과학 개념의 일관성에 대한 연구가 이루어지길 기대한다.

References

- Ahn, Y. (2012). A study on the graph construction and interpreting abilities and the science process skills based on the cognitive styles of middle school student. Master's thesis, Ewha Womans University, Seoul, Korea.
- Bae, J., Jung, Y., Bae, K., & Ro, S. (2006). A study

- on plant phylogenetic classification concepts of korean elementary students. *Research Institute For Science Education*, 31, 93-103.
- Bae, J., Lee, H., & So, K. (2013). Observation abilities and observation types of plants based on elementary school students' cognitive style. *Biology Education*, 41(2), 225-238.
- Ferguson, L. E., Braten, I., & Stromso, H. I. (2012). Epistemic cognition when students read multiple documents containing conflicting scientific evidence: A think-aloud study. *Learning and Instruction*, 22(2), 103-120.
- Jang, K., & Shin, D. (2016). Analysis of observation characteristics of students who participate in korea student scientific inquiry olympic-nature observation inquiry competition. *The Journal of Korea elementary education*, 27(2), 433-448.
- Kang, J. (2016). A study of learners' characteristics on cognitive conflict and scientific conceptual changes. Master's thesis, Busan National University of Education, Busan, Korea.
- Kang, S., & Woo, J. (1995). A study on the cognitive levels and the science process skills based on the cognitive styles. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 15(4), 404-416.
- Kim, C., & Cho, S. (2002). The effects of a portfolio system on elementary students' science achievements, inquiry ability and attitudes by region and gender. *The Journal of The Korean Earth Science Society*, 23(3), 234-241.
- Kim, Y. (2019). Verbal interaction types and stability by science process skills in science gifted students. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 19(16), 335-353.
- Kim, D. (2012). Comparative analysis of science-gifted primary and middle schoolers' preconceptions and process skills in the science classes for the gifted on transpiration. *Korean Journal of Teacher Education*, 28(2), 23-47.
- Kim, M. (2011). Elementary school students' science instruction method according to the learning style. Master's thesis, Daegu National University of Education, Daegu, Korea.
- Kim, M., & Kim, Y. (2015). An analysis of the verbal interaction patterns of science-gifted students in science inquiry activity. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(2), 333-342.
- Kim, Y. (2014). Science concepts and unscientific concepts of the sixth graders according to 2007 revised curriculum. Master's thesis, Korea National University of Education, Chungju, Korea.
- Kim, Y., Jung, J., & Yoon, K. (2006). A comparison of science gifted and general students' observational way and activity in elementary school. *Biology Education*. 34(4), 432-438.
- 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.
- Kwon, N. (2004). The effects by learners' characteristics on scientific conceptual changes using cognitive conflict strategy. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 24(2), 216- 225.
- Lee, H. (2004). Science process skills and science test scores by middle school students' learning styles. Master's thesis, Korea National University of Education, Chungju, Korea.
- Lee, H., Park, K., & Kwon, Y. (2005). Type of thinking and generating processes of causal questions appeared in preservice elementary teachers' observation activity. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 24(3), 249-258.
- Lim, C., & Nam, J. (1999). A study on the science process skills according to mental capacity and cognitive style of elementary students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 19(3), 441-447.
- Lim, S., & Kim, Y. (2015). Analysis of correlation

between scientific questions and used knowledge types from middle school students. *Brain, Digital, & Learning*, 5(1), 15-24.

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.

Lind, K. K. (1996). *Exploring science in early childhood: A developmental approach*. New York: Delmar Publishers.

Martin, D. J. (1997). *Elementary science method: A constructivist approach*. New York: Delmar Publisher Inc.

Park, B. (2010). The highest achievers' gender characteristics in elementary science process skills of problem solving. *Journal of Gifted/Talented Education*, 20(2), 527-546.

Schellings, G. L. M., & Broekkamp, H. (2011). Signaling task awareness in think-aloud protocols from students selecting relevant information from text. *Metacognition and Learning*, 6(1), 65-82.

Son, J. (2001). The Influence of cognitive variables on middle school student's science achievement based on problem patterns. Master's thesis, Korea National University of Education, Chungju, Korea.

[저자의 소속과 직위]

정성엽 : 수성고등학교, 교사, 제1저자

임수민 : 경북대학교, 시간강사

김영신 : 경북대학교, 교수, 교신저자