

소집단 활동에서 과학 영재들의 집단 내 의사소통 지위와 언어네트워크

정덕호 · 조규성 · 유대영*

전북대학교 과학교육학부/과학영재교육원, 565-756, 전라북도 전주시 덕진구 백제대로 567

Communication Status in Group and Semantic Network of Science Gifted Students in Small Group Activity

Duk Ho Chung, Kyu Seong Cho, and Dae Young Yoo*

Division of Science Education/Science Education Institute for the Gifted,
Chonbuk National University, Jeonbuk, 561-756, Korea

Abstract: The purpose of the study was to investigate the relationship between the communication status in group and the semantic network of science gifted students. Seven small groups, 5 members in each, participated in small group activities, in which they discussed the calculation of earth density. Both the communication status in group and the semantic network of science gifted students were analyzed using KrKwic, Ucinet 6.0 for Windows. As a result, the semantic network of prime movers in group represented more frequently used words, lesser rate of component, and higher density than that of out lookers. It means that the prime movers have coherent knowledge compared to out lookers, and they output more knowledge for problem solving than out lookers. Therefore, the results of this study may be applied to evaluating the cognitive level of science gifted students and group organization for small group activity.

Keywords: small group activity, science gifted students, communication status, semantic network

요약: 본 연구의 목적은 과학영재들의 소집단 활동에서 집단 내 의사소통 지위와 언어네트워크와의 관계를 알아보기 위한 것이다. 이를 위하여 과학영재들을 대상으로 5명을 한 단위로 하는 7개 소집단을 구성하고, 이들에게 지구의 밀도 구하기라는 주제로 토론활동을 하였다. KrKwic과 UCINET 6.0 for Windows를 활용하여 집단 내 의사소통 지위와 언어네트워크를 분석하였다. 그 결과 집단 내 선도자의 언어네트워크는 방관자들에 비해 높은 단어 사용 빈도, 낮은 컴포넌트 비율, 높은 밀도를 나타내었다. 이는 선도자들이 방관자들에 비해 응집된 지식을 소유하고 있으며, 문제해결을 위해 방관자들보다 많은 양의 지식을 인출하고 있음을 의미한다. 이런 결과는 과학영재들의 인지수준의 평가와 소집단 활동에서의 집단 구성에 활용할 수 있을 것이다.

주요어: 소집단 활동, 과학영재, 의사소통 지위, 언어네트워크

서론

집단이란 구성원들 간의 상호작용을 발생시키고 유

지함으로써 소속감이라는 의식을 가지게 되는 사회적인 체계를 의미한다(Johnson, 1995). 그런데 현대 사회의 구성원들 간에는 공동 과제, 거주지, 정서적 또는 유전적 유사성 등으로 대인 관계망 속에서 영구적이든 일시적이든 집단을 구성하고 있다(Turner, 1982). 집단의 구성원들은 서로 논쟁하기도 하고, 상호 간에 갈등을 일으키기도 하며 공동의 문제를 해결하기 위해 언어적 또는 비언어적 의사소통을 생성한다. 이런 집단에서의 의사소통 과정에서는 구성원들 간에 집단 작업, 과제, 계획, 목표 등에 주로 초점을 둔 과제적 상호작용(task interaction)과 집단생활

*Corresponding author: gitedyoo@jbnu.ac.kr
Tel: +82-63-270-3631
Fax: +82-63-270-2802

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

의 대인적이거나 사회적 측면에 초점을 둔 관계적 상호작용(*relationship interaction*)이 발생하기도 한다 (Bales, 1999). 즉, 집단에서의 의사소통은 집단 구성원을 통제하고, 감정을 표현하고, 다른 사람들을 움직이게 하며, 정보를 교환하는 등의 기능을 수행함으로써 구성원들의 성과, 활동, 사고 및 경험들이 다른 구성원들에게 영향을 미치는 상호의존적(*interdependence*)인 특성을 나타낸다(Wageman, 2001). 특히 구성원들 간의 언어적 상호작용은 개인이 다른 사람에게 메시지를 전달하거나 받아들임으로써 집단의 성과에 영향을 미치게 된다(Huyn, 2010). 구성원간의 상호작용은 집단의 성과와 정적인 관계가 존재하며(Chung and Oh, 2007; Kim and Chung, 2008), 학습을 중요한 기능으로 하는 집단에서는 지식공유에 직접적인 영향을 줄 수 있다. 그런데 학교에서의 과학수업은 학습을 중요한 기능으로 전제하고 있기 때문에 구성원들의 상호 작용을 활용하여 과학수업을 진행하면 집단 내 각 구성원들이 지니고 있는 과학 지식을 공유할 수 있고, 이를 내면화 과정을 통해 집단 공동의 지식을 개인의 것으로 학습할 수 있다(Linn and Burbules, 1993; Cohen, 1994; Qin et al., 1995; Bennett et al., 2010; Lee et al., 2012). 그리고 집단의 각 구성원들의 지식을 모두 활용하여 문제를 해결할 수 있기 때문에 학생들 간의 과제와 관련된 상호작용을 증진시킬 수 있다(Jhun and Hwang, 2010). 이런 측면에서 2009 개정 과학과 교육과정에서는 과학 교육의 목적을 창의적 문제해결 능력과 시민 사회에서 합리적인 의사결정을 위한 과학적 사고력의 증진으로 제시하면서 관찰, 실험, 조사, 토론 등 다양한 집단 활동을 강조하고 있다. 그리고 교수학습 방법에서도 학생들로 하여금 의사소통 능력을 함양하여 자신의 의견을 명확히 표현하고 다른 사람의 의견을 존중하는 태도를 가지도록 소집단 학습을 강조하고 있다(Ministry of Education, Science and Technology, 2011).

최근 과학교육 분야에서도 집단 활동에서 언어 상호작용 및 의사소통에 대한 연구(Jeon et al., 2000; Lim and Noh, 2001; You and Noh, 2012)가 활발하게 진행되었다. 그렇지만 상당수의 연구들은 인터뷰, 관찰, 질문지 등을 활용하여 개인의 특성을 파악한 후 연구자들의 의도에 따라 집단을 구성하고, 이들로 부터 산출된 연구 결과를 정량적으로 분석한 것들이 대부분이다(Lim et al., 2007). 이는 실제 과학 수업에서 나타날 수 있는 집단 역학적인 특성을 파악하

고 수치화하거나 도식화하는데 불충분할 뿐 만 아니라 집단 활동에서 개인이 차지하는 역할이나 위치에 따른 집단 구성원에 대한 특성을 분석하기에는 한계가 있다. 집단은 어느 정도 분명한 지위와 서로에 대한 역할 관계를 가지고 있고(Sherif and Sherif, 1956), 집단 활동을 수행하는 과정에서 문제 해결 전략, 규칙이나 규범, 활동에 대한 역할 및 지위 등을 스스로 결정하는 역동적인 특성을 가지고 있다(Benne and Sheats, 1948). 그러므로 집단 활동에 대한 특성을 살펴보기 위해서는 집단 활동 과정에서 집단 스스로 결정한 구성원의 역할, 지위 및 이에 따른 그들의 개별적인 특성을 분석할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 정량적이고 가시적인 사회네트워크 분석 방법(Social Network Analysis)과 언어네트워크 분석 방법(Semantic Network Analysis)을 통하여 과학영재들을 대상으로 소집단 활동에서 나타나는 집단 내의 지위를 찾아보고, 집단 내에서의 지위에 따라 그들이 지니고 있는 언어네트워크와의 관계를 알아보고자 한다. 이를 위한 구체적 연구문제로 ‘과학영재들의 소집단 활동에서 집단 내 지위와 언어네트워크와는 어떤 관련성이 있는가?’로 설정하였다.

이론적 배경

집단 활동 과정에서의 지위 형성

대부분의 집단은 특정 과제를 수행하는 동안 집단 내에서의 역할을 배정하고(Hare, 1994; Stryker and Burke, 2000), 지위를 가지고 있는 사람들에게 기대되는 행동을 규정하며 구성원들 상호 간에 조직적이고 예측 가능한 형태로 연결되어 있다(Benne and Sheats, 1948). 집단에서의 지위 서열은 모든 사람이 평등한 대우를 받아야 한다는 기대와는 어긋나지만, 사람들은 집단 내에서 지위를 놓고 언어적 단서 또는 비언어적 단서를 통하여 서로 경쟁을 하기 때문에 집단의 하위 사회에서는 시간이 지남에 따라 지위 분화가 일어난다(Leffler et al., 1982; Godfrey et al., 1986). 많은 연구자들이 이런 지위 분화에 대해 설명하고 있는데 Driskell and Mullen(1990)은 먼저 집단 구성원 중 하나가 자신의 특정적 및 확산적 지위 특성을 보여주면 다른 구성원들은 그 하나의 역할에 대해 높은 기대감을 형성하며, 집단 성원들은 그 하나가 그들에게 영향력을 행사하는 것을 허용함으로써 지위가 분화된다고 하였다. Berger et al.

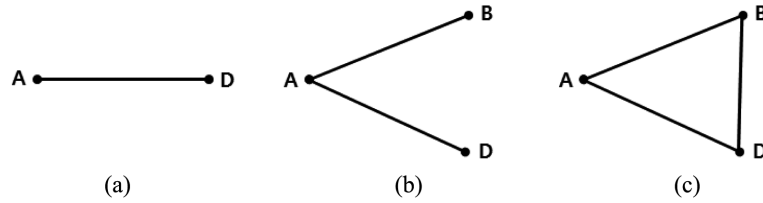


Fig. 1. The construction process of conception network by the Spreading activation theory (Lee et al., 2010).

(1992)도 지위의 형성 과정에 집단 구성원들의 기대가 주는 영향에 관하여 세부적인 분석틀로서 기대-지위 이론(expectation-status theory)을 제안하였다. 집단의 구성원들은 집단의 과제를 성공적으로 완수하기를 기대하기 때문에 암묵적으로 집단 내에서 많은 지위 특성을 지닌 사람을 찾아낸다. 그리고 집단의 구성원들은 이 사람이 더 많고 다양한 집단 활동을 하는 것, 집단 활동 과정에서 생성된 정보가 집중되도록 하는 것, 구성원들의 생각을 평가함으로써 그들에게 영향을 주는 것, 그리고 다른 구성원들의 지위에 대한 도전을 거부하는 것 등을 허용함으로써 지위 분화가 일어난다고 하였다.

집단의 의사소통 과정에서 한 구성원이 다른 구성원에게 얼마나 많은 영향을 미치는가는 두 가지 측면에서 결정된다. 하나는 양적인 측면에서 집단의 한 사람이 다른 구성원들과 얼마나 많은 빈도로 상호작용을 하고 있는가를 통하여 그 영향력을 확인할 수 있고, 다른 하나는 질적인 측면에서 한 번의 상호작용이라도 얼마나 큰 강도로 영향력을 행사할 수 있는가를 통하여 확인할 수 있다. 즉, 두 차원에서 정보교환의 중심적 위치에 있는 사람은 그렇지 않은 사람에 비해 큰 영향력을 미치게 되기 때문에(Nam et al., 2008) 그 영향력을 측정함으로써 집단 내 지위 서열을 확인할 수 있다.

언어네트워크

집단 구성원들은 집단의 문제를 해결하기 위해 그들이 저장하고 있는 정보를 활용해야만 하며, 그들이 기억하고 있는 정보를 탐색하고 인출해야 한다(Fiske and Goodwin, 1994; Nye, 1994). 그리고 인출된 정보는 그 사회의 언어로 표현되며 집단의 구성원들이 사용하는 단어의 의미에 관하여 심리적인 관점이든 논리적인 관점이든 단어가 세상의 사물과 연관된다는 것은 일반적으로 받아들여지고 있다(Portner and Partee, 2002). 따라서 사람들이 사용하는 단어와 단

어의 연결은 바로 그 단어들이 가리키는 사물들의 연관성을 표상하며 개념들의 연관성을 표상한다고 할 수 있다. 이러한 단어들 간의 연관성은 언어공동체 내에서 사람들의 생활양식이 언어에 반영되고, 언어를 통하여 정신세계의 단면을 알 수 있다(Kang, 2010). 즉, 학습자가 특정 개념에 대해 인출해 놓은 언어정보는 연결 네트워크를 통해 인지구조 내에 구조화 시켜 놓은 의미에 대한 표상이며, 인지구조라는 공간 내에서 벌어지는 인지 요소들 간의 사회 시스템 구조 연결이라고 할 수 있다(Park and Leydesdorff, 2004).

이런 네트워크적인 개념 형성과 인출에 관하여 Anderson(1983)은 활성화 확산이론(spreading activation theory)을 통하여 설명하고 있는데, 인간의 장기 기억 속에 입력된 정보들은 개별적인 노드가 연관 관계에 따라 연결고리로 연결되어 Fig. 1과 같은 과정을 거쳐 작은 단위의 네트워크인 개별 컴포넌트(component)로 저장된다고 하였다. 그리고 어떤 정보에 노출되면 그 정보와 연결된 다른 정보들이 연상되고, 다시 네트워크 형태로 다시 조직되는 반복 과정을 거쳐 고차원적인 개념 학습과 인지구조를 형성하게 된다(Collins and Loftus, 1975). 이 때 어떤 개념이 먼저 활성화될 것인지는 연결 고리의 특성에 의해 결정되는데, 최초 활성화된 개념과 밀접한 관련이 있을 때, 함께 활성화되는 빈도가 높을 때, 유사한 개념이 많을 때, 그리고 연결된 시점이 가까울 때 활성화가 잘 일어날 수 있다(Barsalou, 1983).

그런데 학습자의 개별 컴포넌트만으로는 복잡한 문제를 해결하거나 과학적 생성에 도달하기가 어렵기 때문에 전문가(Fig. 2a)는 비전문가에 비해 개념 형성의 네트워크가 연쇄 발화에 용이하게 통합되어진 스키마(schema)를 가지고 있다고 보고되고 있다(Sabella, 1999). 또, Granovetter(1973)는 정보 획득의 통로를 강한 연결과 약한 연결로 주장하면서 약한 연결은 강한 연결로 형성된 독립 네트워크 사이를 연결시켜

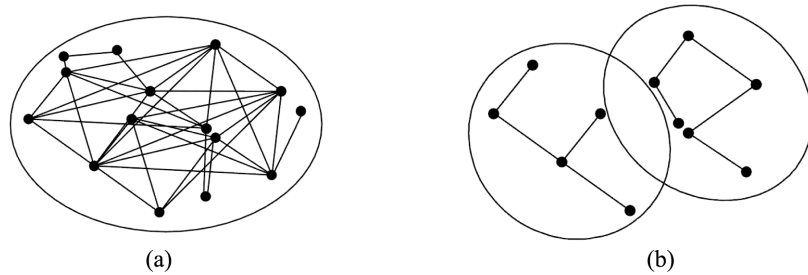


Fig. 2. the schema that composed of network component through the spreading activation: (a) schema network of expert on problem solving, (b) schema network of not-expert on problem solving (Sabella, 1999).

정보 확산에 가교 역할을 한다고 하였다.

이런 선행 연구를 근거로 본 연구에서는 과학영재들이 구성된 언어네트워크의 평가 지표로서 밀도와 컴포넌트의 수를 분석하였다. 네트워크의 개별 컴포넌트의 수가 많다는 것은 학습자가 개념의 형성을 통합적으로 스키마를 형성하지 못하고 조각난 지식으로 가지고 있다는 것을 의미한다. 그리고 밀도는 학습자가 사용하는 단어의 연결을 수량화하여 나타낼 수 있는 지표이다. 그러므로 이 두 지표를 분석함으로써 과학영재들의 문제 해결 능력을 간접적으로 평가할 수 있을 것으로 판단되며, 단어의 사용까지도 단어의 의미를 형성하는데 기여한다는 코퍼스 언어학의 관점을 수용하여 과학영재들의 소집단 활동에서 집단 내 지위에 따른 언어네트워크를 분석하였다.

언어네트워크 분석 방법

언어네트워크 분석(Semantic Network Analysis)은 사회네트워크 분석(Social Network Analysis)을 언어에 적용한 방법이라 할 수 있다. 사회네트워크(Social Network)란 사회를 구성하고 있는 구성원끼리 서로 연결되어 있는 연결망으로 표현할 수 있다(Kim, 2011). 그런데 학습자가 특정 개념을 표현하는 언어 정보는 그 형태와 상관없이 연결 네트워크를 통해 인지구조 내에서 학습자의 정신 모형을 나타내기 때문에(Lee and Ha, 2012) 언어네트워크를 분석할 때 어휘의 맥락 구조는 사회네트워크 분석 과정과 동일하다.

컴포넌트(component): 컴포넌트는 학습자가 개념을 형성하고 있는 언어네트워크에서 통합적으로 연결시키지 못하고 있는 개별 네트워크를 의미한다. 본 연구에서는 학습자에 따라 사용하고 있는 단어의 수가

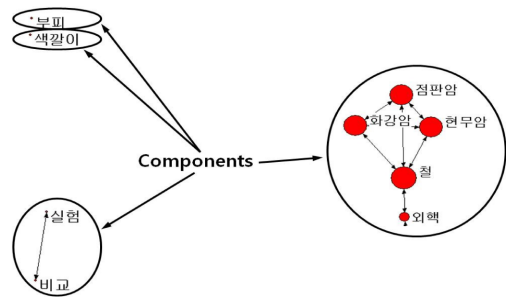


Fig. 3. The example of components in a semantic network.

다르기 때문에 단순한 컴포넌트의 수로는 학습자 간의 특성을 서로 비교하는데 적절하지 못하다고 판단하여 단어 사용수에 따른 컴포넌트의 비율을 계산하였다.

밀도(density): 밀도는 언어네트워크에서 선정된 단어 사이의 연결 정도를 나타내는 것으로 언어네트워크 내 전체 단어들에 얼마나 많은 관계를 맺고 있는가를 의미한다(Kim, 2011). 이러한 밀도는 각 단어를 네트워크 내에서 하나의 노드로 설정하고 이들 사이의 링크가 많고 적음으로 측정된다. 이런 네트워크의 전체 밀도는 선정된 단어 사이의 공동출현 빈도에 근거하여 네트워크가 얼마나 밀접하게 연결되어 있는가를 알아보기 위한 지표이다. 네트워크의 밀도를 구하는 공식은 다음과 같다.

$$D = \frac{k}{g(g-1)/2}$$

여기서, D 는 밀도, k 는 네트워크에 존재하는 링크(link)의 수이고, g 는 네트워크 내에 존재하는 노드의 개수를 의미한다. 노드의 수가 적을수록 네트워크 구

조가 한정된 범위로 작용하고 있음을 나타내며, 링크의 수가 많을수록 각 노드가 복잡하게 연계되어 있다는 것을 의미한다. 밀도의 값은 0-1의 범위 값을 갖는데, 밀도 0은 하나도 연결이 안 된 네트워크를 의미하며, 밀도 1은 모든 점들이 서로가 연결된 네트워크를 의미한다.

중심성(centrality): 중심성은 한 개념이 전체 네트워크에서 중심에 위치하는 정도를 나타내는 개념으로 중심성을 측정하는 방법에는 특성이 다른 여러 가지 방법이 있다. 이 중 본 연구에서는 연결정도 중심성(degree centrality)과 위세 중심성(eigenvector centrality)을 측정하여 분석하였다.

연결정도 중심성은 노드와 노드들과의 관계를 통해 한 노드가 중심에 위치하고 있는 정도를 나타내는 정량적인 값이다. 그러므로 한 노드가 주위의 다른 노드들과 직접 연결된 정도가 높을수록 전체의 연결 구조에서 전략적으로 중요한 자리를 차지하기 때문에 중심성이 높아진다. 이러한 연결정도 중심성의 산출하는 공식은 다음과 같다.

$$C_D(P_k) = \sum_{i=1}^n a(P_i, P_k)$$

여기서, $C_D(P_k)$ 는 노드 P_k 의 연결정도 중심성을 의미하며, n 은 네트워크 내의 전체 노드의 수, a 는 링크에 의해 P_i 노드와 P_k 노드가 연결되어 있으면 $a(P_i, P_k)=1$, 연결되어 있지 않다면, $a(P_i, P_k)=0$ 이다.

위세 중심성은 연결된 상대방의 중요성에 가중치를 주는 것이다. 즉, 사회네트워크 구조로 따지면 어떤 사람이 강자와의 단 하나의 연결을 하는 것이 다른 여러 사람과의 관계를 맺고 있는 경우보다 자신의 영향력을 증가시킬 수 있다는 것이다. 이러한 위세 중심성은 전체 네트워크에서 중심성이 높은 다른 노드들과의 관계를 가지는 정도를 의미하며 네트워크 구조 내에 각 노드가 어느 정도나 중심에 위치해 있는지를 나타내는데 이용한다(Kim, 2011). 위세 중심성을 산출하는 공식은 다음과 같다.

$$P_i = \sum_{j=1}^{N-1} P_j Z_{ji} \quad 0 \leq P_i \leq 1$$

여기서 행위자 i 는 위세 높은 많은 사람들 j 로부터 많은 관계를 수신할수록 위세가 높아진다. 위세

중심성이 높은 노드는 중심성이 높은 다른 노드와 서로 연계되어 있기 때문에 위세 중심성은 네트워크 구조 전체에서 중심이 되는 핵심 노드를 찾는 데 주로 사용된다(Lee and Ha, 2012).

연구방법

연구 대상

본 연구는 J대학부설 과학영재교육원 소속 과학영재 35명(남 24명, 여11명)을 대상으로 하였다. 대상 학생들은 시단위 소재 중학교에 재학 중인 2학년 학생들로서 3단계를 거치는 관찰추천 전형을 통해 선발되어 과학영재 프로그램에 참가하게 되었다. 1단계는 각 중학교에서 추천심사를 거쳐 영재담당 교사가 추천한다. 2단계는 각 학교에서 추천받은 학생들을 대상으로 창의적 문제해결 검사를 통하여 정원의 1.5 배수를 선별한다. 3단계는 심층 면접을 통하여 전공 적성을 평가하여 선발한다. 이들 중 과학 분야에 선발된 영재들을 대상으로 5명을 한 단위로 하여 총 7개 집단을 편성하였다. 이들을 대상으로 토론 중심의 소집단 활동을 실시하였다.

자료 수집

본 연구에서는 과학영재들이 문제 해결에 관한 메타인지 능력이 뛰어나다는 근거를 바탕으로(Rogers, 1984) 최소한 단서만을 제공하는 토론 수업을 실시하였다. 이는 탐구 과정에서 과학영재들이 수업 목표에 따른 탐구 전략을 선택하게 함으로써 집단 구성원들 간의 활발한 의사소통을 유도하기 위한 것이다. 표집된 연구대상에게 토론 주제로 ‘지구의 평균 밀도를 어떻게 구할 수 있는가?’를 제시하여 문제 해결을 위한 탐구 설계를 하도록 하였다. 이때 탐구 과정에서 필요한 준비물이 무엇이고, 그 준비물을 어떻게 사용하고, 그 준비물이 지구 평균 밀도를 구하는데 필요한 이유를 토론하도록 하였다. 그리고 준비물을 활용하여 지구의 평균 밀도를 구하는 탐구 방법을 설계하도록 하였다(Table 1).

각 소집단 토론 과정에서 생성되는 음성 자료는 녹음기를 이용하여 녹음하였고, 상호작용의 방향성은 각 소집단에 대학원 석사과정 학생들을 배치하여 의사소통 관찰 기록표에 기록하였다. 녹음된 과학영재들의 음성 자료는 모두 전사하여 분석 자료로 활용하였다.

Table 1. The information offered to the science gifted students for inquiry activity

Theme	The Mean of Earth Density
Basic Principle	1. Internal structure: Crust, Mantle, Inner Core, Outer Core 2. Materials of Crust: Granite, Basalt, Slate, etc. Materials of Core: Iron, Nickel, etc. 3. The deeper in depth of the Earth, the higher in the density
Protocols for discussion	1. How do you measure the average density of the earth?

자료처리

본 연구는 과학영재들의 소집단 활동에서 나타나는 지위 형성과 그에 따른 언어네트워크의 특성을 사회네트워크 분석법을 이용하여 도식화하고 정량화 하였다. 먼저 소집단 활동에서 과학영재들의 지위를 결정하기 위해 집단 내에서 상호작용을 학생별로 분류하여 상호작용 횟수를 계산하였다. 이 과정에서 스스로에게 말한 것은 계산에서 제외하였고, 전체를 대상으로 말한 것은 본인을 제외한 나머지 구성원에게 모두 1씩 더해주었다. 이렇게 하여 만들어진 방향성과 가중치를 가진 의사소통 네트워크를 UCINET 6.0 for Windows를 이용하여 연결정도 중심성과 위세 중심성을 분석하였다. 그리고 소집단 활동에서 과학영재들의 언어네트워크를 분석하기 위해 토론 과정을 전체 녹음한 자료를 모두 전사하여 전처리 과정을 하였다. 첫째, 과학영재들이 토론 과정에서 사용한 단어 중에서 과학과 관련된 명사만을 선택하였다. 이때 2개 이상의 명사가 합쳐져서 하나의 특정한 의미를 나타내는 경우에는 하나의 용어로 간주하였다. 둘째, 한 문장 내에서 같은 용어가 반복되는 경우에는 한 번만 입력하였다. 그리고 상호작용 과정에서 과학영재들이 반복되는 단어를 생략하였을 경우에는 생략하기 이전의 형태로 간주하였다. 셋째, 한 문장에서 추출된 단어가 하나일지라도 버리지 않고 사용하여 다른 문장에서 나온 단어가 있다면 연결될 수 있도록 하였다. 이런 원칙에 따라 전처리 과정을 거친 자료는 한국어 기반 대용량 언어 분석 프로그램인 KrKwic과 UCINET 6.0 for Windows를 이용하여 과학영재들의 언어네트워크로부터 밀도를 분석하였다. 그리고 UCINET 6.0 for Windows 내의 네트워크 지도화 프로그램인 NetDraw를 이용하여 핵심어 공출현 매트릭스를 시각화 하였다. 이런 과정을 거쳐 그려진 언어네트워크 그래프로부터 컴포넌트의 수를 분석하였다.

지위 결정

본 연구에서 집단 구성원들 사이의 상호작용에 대한 빈도는 연결정도 중심성 분석을 통하여 확인하였고, 상호 작용에 대한 강도는 위세 중심성 분석을 통하여 확인하였다. 그리고 집단 내에서 지위는 연결정도 중심성과 위세 중심성의 조합을 통하여 결정하였다. 즉, 집단에서의 위치를 결정하기 위해 각 구성원들의 각 소집단의 평균값으로부터의 거리를 '지위 거리'라고 정의하고, 이때 계산된 위세 중심성과 연결정도 중심성이 모두 정적(+)으로 극단에 위치한 학생을 선도자(Prime Mover)로 명명하였다. 그리고 위세 중심성과 연결정도 중심성이 부적(-)으로 극단에 위치한 학생을 방관자(Out Looker)로 명명하였다.

연구 결과 및 논의

소집단 활동에서의 집단 내 의사소통 지위의 결정

집단에서의 의사소통 네트워크는 구성원들 중 누가 가장 많이 누구와 상호작용을 하는지를 기술하는 정보 전달 및 교환 체계이다. 이런 의사소통 네트워크는 집단이 조직될 때 의도적으로 나타나기도 하지만 공식적인 시도가 없는 경우에도 시간이 지남에 따라 비공식적으로 나타나기도 한다. 집단의 규모가 커지거나 시간이 흐름에 따라 이런 의사소통 네트워크는 복잡해지며 역할 구조를 발전시킨다(Shaw, 1964). Fig. 4는 한 집단의 의사결정 과정에서 나타나는 의사소통 네트워크를 모식적으로 나타낸 것이다. 여기에서 동심원의 크기는 위세 중심성을 나타내며 화살표의 두께는 상호작용의 빈도를 나타내는 연결정도 중심성을 나타낸다. 이 의사소통 네트워크에서 A학생은 높은 위세 중심성을 보일뿐 만 아니라 연결정도 중심성도 높게 나타난다. 즉 A학생은 집단 내에서 핵심적인 위치에 있을 뿐 만 아니라 다른 학생들과의 상호작용도 빈번하게 하고 있기 때문에 이 학

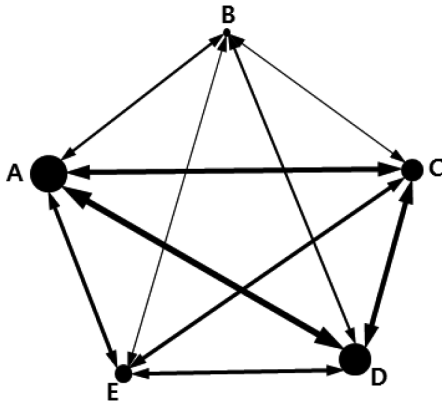


Fig. 4. The example of Communication network in small group activity.

생은 집단 내에서 큰 영향력을 행사할 것으로 해석할 수 있다. 그러나 B학생은 다른 구성원들에 비해 위세 중심성도 작고 연결정도 중심성도 작다. 즉 B학생은 집단 내에서 의사 결정 과정에 큰 영향력을 행사하지는 못할 것으로 해석할 수 있다. 이러한 의사소통 네트워크의 특성을 바탕으로 본 연구에서는 독립변인에 해당하는 집단 내의 지위를 결정하였다 (Fig. 5, Table 2). 본 연구에서는 과학영재들의 소집단 활동에서 집단 내 지위를 한 학생이 집단에 영향력을 행사할 수 있는 집단 내 위치로 정의하고 먼저 상호 작용 빈도와 방향성을 통하여 위세 중심성과 연결정도 중심성을 산출하였다. 그러나 이는 집단 구성원들의 총 상호 작용 빈도수에 영향을 받는 지표이기 때문에 집단 내에서 각 구성원들 사이의 차이를 비교할 수 있지만 집단 간의 차이를 비교하는 것은 불합리하다. 따라서 본 연구에서는 집단 간의 차이를 알아 볼 수 있는 표준화된 지표로 환산하여 사용하였다. 그리고 집단에서의 위치를 결정하기 위해 각 구성원들의 각 소집단의 평균값으로부터의 거리를 계산하여 위세 중심성과 연결정도 중심성이 모두 정적(+)으로 극단에 위치한 학생을 선도자(Prime Mover)로 명명하였다. 그리고 위세 중심성과 연결정도 중심성이 부적(-)으로 극단에 위치한 학생을 방관자(Out Looker)로 명명하였다.

소집단의 선도자들 중에서 집단 평균으로부터 가장 멀리 떨어진 위치에 있는 학생은 P4로서 표준화된 위세 중심성값(nEC)과 표준화된 연결정도 중심성값(nDC)은 각각 94.96과 50.82이고, 평균으로부터 거리는 각각 40.74와 26.60이다. 반면 선도자들 중에서

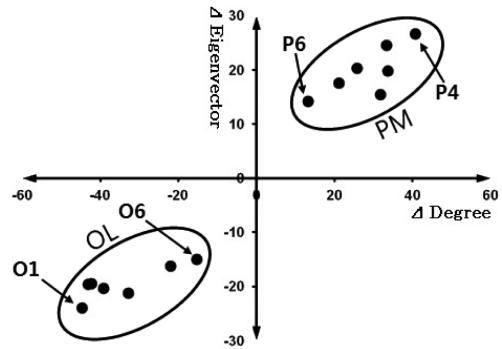


Fig. 5. Communication status of science gifted students in small group activity (PM: Prime Mover, OL: Out Looker).

집단 평균으로부터 가장 가까운 위치에 있는 학생은 P6으로서 표준화된 위세 중심성값과 표준화된 연결정도 중심성값은 각각 75.61과 67.11이고 평균으로부터 거리는 각각 13.36과 14.21이다. 그리고 소집단의 방관자들 중에서 평균으로 가장 멀리 떨어진 위치에 있는 학생은 O1으로서 표준화된 위세 중심성값(nEC)과 표준화된 연결정도 중심성값(nDC)은 각각 8.33과 5.91이고, 평균으로부터 거리는 각각 -44.56과 -23.94이다. 반면 방관자들 중에서 집단 평균으로부터 가장 가까운 위치에 있는 학생은 O6으로서 표준화된 위세 중심성값과 표준화된 연결정도 중심성값은 각각 46.97과 37.94이고 평균으로부터 거리는 각각 -15.28과 -14.96이다.

특히 P4가 속해 있는 집단의 표준화된 평균 지표는 다른 집단에 비해 비교적 낮은데도 불구하고 P4는 집단에서 가장 높은 위치에 자리하고 있는 것으로 보아 P4는 집단에 가장 강력한 영향력을 미치는 지위에 있을 것으로 판단된다. 반면에 O1이 속해 있는 집단의 표준화된 평균 지표와 유사한 집단의 방관자와 비교하였을 때, 그 지표들이 상대적으로 낮은 것으로 보아 O1은 집단 구성원들과의 상호 작용이 적고 집단 활동에도 소극적인 양상을 보일 것으로 판단된다. 또한 O6과 P6가 속해 있는 집단의 평균 지표는 다른 집단에 비해 낮지 않은데도 불구하고 이들의 표준화된 지표들은 평균 지표에 가까운 위치에 있다. 이들의 집단은 5명 모두 집단 내에서 비슷한 지위를 형성하고 있을 것으로 판단된다. 따라서 이런 집단 내에서의 독특한 특성을 보이는 학생들이 왜 그런 지위를 차지하게 되고, 그들의 정신적 신체적 특성들이 집단에서의 지위에 영향을 어떻게 미치

Table 2. Communication status of science gifted students in small group activity (EC: Bonacich Eigenvector Centrality, DC: Freeman’s Degree Centrality, nEC: normalized Bonacich Eigenvector Centrality, nDC: normalized Freeman’s Degree Centrality, MnEC: average normalized Bonacich Eigenvector Centrality, MnDC: average normalized Freeman’s Degree Centrality, ΔEC: nEC-MnEC, ΔDC: nDC-MnDC)

Type	Group	Eigenvector Centrality				Degree Centrality			
		EC	nEC	MnEC	ΔEC	DC	nDC	MnDC	ΔDC
Out Looker	O1	0.06	8.33	52.89	-44.56	30.00	5.91	29.84	-23.94
	O2	0.28	39.01	60.95	-21.94	150.00	23.44	39.69	-16.25
	O3	0.09	12.89	55.96	-43.07	60.00	8.02	27.65	-19.63
	O4	0.08	11.92	54.21	-42.29	17.00	4.62	24.13	-19.51
	O5	0.18	25.00	64.08	-39.08	96.00	10.88	31.24	-20.35
	O6	0.33	46.97	62.26	-15.28	173.00	37.94	52.90	-14.96
	O7	0.19	26.55	59.27	-32.72	133.00	13.68	34.94	-21.26
Prime Mover	P1	0.61	86.68	52.89	33.80	252.00	49.61	29.84	19.76
	P2	0.58	82.08	60.95	21.14	366.00	57.19	39.69	17.50
	P3	0.62	87.85	55.96	31.89	322.00	43.05	27.65	15.40
	P4	0.67	94.96	54.21	40.74	187.00	50.82	24.13	26.69
	P5	0.69	97.46	64.08	33.38	492.00	55.78	31.24	24.55
	P6	0.54	75.61	62.26	13.36	306.00	67.11	52.90	14.21
	P7	0.60	85.15	59.27	25.88	537.00	55.25	34.94	20.31

는지를 검증하는 것은 의미가 있을 것이다.

집단 내 지위에 따른 언어네트워크

과학영재들의 소집단 활동에서 문제를 해결하기 위해 그들이 저장하고 있는 정보를 탐색하고 인출해야 한다. 이러한 정보는 사회적 언어로 표현되며 그들이 특정 개념에 대해 인출해 놓은 정보는 연결 네트워크를 통해 인지구조라는 공간을 형성하게 된다. 따라서 본 연구에서는 소집단 활동 과정에서 과학영재들의 형성하는 언어네트워크의 특성을 알아보고, 집단 내 지위와는 어떤 관계가 있는지를 살펴보고자 하였다. 이를 위해 과학영재들이 소집단 활동에서 나타난 언어네트워크의 특성을 살펴보기 위해 과학과 관련된 용어의 사용 빈도, 컴포넌트, 밀도 지표를 분석하였다(Table 3).

과학영재들의 소집단 활동과정에서 과학과 관련된 용어는 집단의 선도자들이 방관자들에 비해 많이 사용하였다. 집단의 방관자들은 4-26개의 과학과 관련된 용어를 사용하였고, 집단의 선도자들은 26-52개의 과학과 관련된 용어를 사용하였다. 과학영재들의 언어네트워크에서 컴포넌트의 비율은 대체적으로 방관자들에게서 많이 나타난다. 집단의 방관자들은 25-100%의 비율로 컴포넌트를 가진 언어네트워크를 보이는 반면 선도자들은 11.5-37.8%의 비율로 컴포넌트를 가진 언어네트워크를 보인다. 다만 O3과 P3이

속해 있는 집단에서는 다른 결과를 보이고 있다. 이 집단에서 방관자에 해당하는 O3은 25%의 컴포넌트를 보이는 반면 선도자에 해당하는 P3은 32.1%의 컴포넌트를 보인다. 이는 언어네트워크에서 컴포넌트는 노드(단어)의 수가 많으면 비례해서 증가할 수 있는 확률이 높기 때문이다. 즉, O3은 16개의 과학과 관련된 단어를 사용하여 4개의 컴포넌트를 형성하였고 P3은 28개의 단어를 사용하여 9개의 컴포넌트를

Table 3. The characteristics of science gifted students in the semantic network

Type	Group	Verbs	Components (%)	Density
Out Looker	O1	4	4(100.0)	0
	O2	26	14(53.8)	0.06
	O3	16	4(25.0)	0.13
	O4	8	4(50.0)	0.29
	O5	23	10(43.5)	0.15
	O6	19	10(52.6)	0.07
	O7	14	8(57.1)	0.07
	Mean	15.7	7.7(54.6)	0.11
Prime Mover	P1	26	5(19.2)	0.22
	P2	45	8(17.8)	0.22
	P3	28	9(32.1)	0.29
	P4	52	6(11.5)	0.24
	P5	51	6(11.8)	0.26
	P6	37	14(37.8)	0.09
	P7	47	11(23.4)	0.09
	Mean	40.9	8.4(21.9)	0.20

형성하고 있다. 그리고 과학영재들의 언어네트워크에서 밀도는 집단의 방관자들에 비해 선도자들이 높은 밀도 값을 보이고 있다. 즉, 집단의 방관자들의 밀도 변화는 0-0.29의 범위를 가지며 평균 0.11을 보이는 반면, 선도자들은 0.09-0.29의 범위를 가지며 평균 0.20의 밀도를 보이고 있다. 다만 방관자에 해당하는 O4는 선도자들과 유사한 밀도 값을 보이고 있는데, 이는 언어네트워크에서 밀도는 노드의 수가 많으면 밀도는 감소하는 경향이 있는 특성을 가지고 있기 때문이다. 즉, O4는 8개의 단어를 사용하면서 그 단어들 사이를 서로 연결시켜 지식을 구성하고 있기 때문이다. 이에 비해 같은 집단에 속해 있는 P4는 O4보다 훨씬 많은 52개의 단어를 사용하고 있기 때문에 밀도 값이 상대적으로 작게 나타난다고 할 수 있다.

특히, 연구 대상 전체에서 가장 집단 내 지위가 가장 낮은 학생인 O1의 언어네트워크를 보면 4개의 과학 관련 단어를 사용하고 있고, 이들 모두의 단어가 서로 연결되어 있지 않고 각각 컴포넌트로 존재하기 때문에 밀도 값이 0으로 나타난다(Table 3). O1이 언어네트워크에서 부피, 메스실린더, 철, 표본이라는 단어를 사용하고 있는데, 이는 탐구 과정에서 사용할 수 있는 단어이다(Appendix 1-O1). 즉, O1은 소집단 활동 과정에서 문제 해결에 필요한 지구 내부의 층상구조, 지구 내부의 물질, 지구 내부의 특성 등에 관한 지식을 표현하지 않고 있다. 이는 O1이 소집단 활동에 지극히 소극적이며 문제 해결에 의욕을 보이지 않고 있음을 시사할 뿐 만 아니라 문제를 해결하는데도 어려움을 겪을 것으로 판단된다. 따라서 O1에 대해서는 소집단 활동에 적극적으로 참여할 수 있도록 교사의 적절한 처치가 필요하다고 할 수 있다. 방관자로서 O2는 다른 방관자들에 비해 상대적으로 많은 26개의 단어를 언어네트워크에서 사용하고 있다. 그러나 컴포넌트의 비율과 밀도가 53.8%, 0.06으로서 그가 인지하고 있는 지식이 분절되어 있고 개념 간의 연결도 미약한 특성을 보이고 있다(Table 3). O2는 주로 내핵, 철, 평균, 지각, 암석 등과 같은 단어에 집중하여 언어네트워크에 반영하고 있다(Fig. 6-O2). 그러므로 O2의 경우 문제 해결에 필요한 지식의 양이 부족한 것이 아니라 인지하고 있는 지식들을 서로 통합시키지 못하고 있기 때문에 그가 인지하고 있는 지식들을 서로 통합시키고, 문제를 해결하는 과정에서 특정의 지식에 집중하지 않고

적재적소에 지식을 활용하는 전략을 수립하도록 함으로써 문제 해결 능력을 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

P6는 집단 내에서 선도자로 판정되기는 했지만 O2의 언어네트워크와 유사한 특성을 보이고 있다. P6는 37개의 과학 관련 단어를 사용하여 언어네트워크를 구성하고 있지만 컴포넌트와 밀도가 각각 37.8%, 0.06으로서 다른 선도자들에 비해 높은 컴포넌트와 낮은 밀도로 언어네트워크를 구성하고 있다(Table 3). P6는 그의 언어네트워크에서 저울, 도구, 실험, 원인 등의 탐구 과정에 관련된 단어를 중심으로 네트워크를 구성하고 있지만, 지구 내부의 특성에 관련된 단어들은 컴포넌트로 구성되었거나 가치의 비중을 덜 두고 있다(Fig. 6-P6). 그런데 P6는 지구 내부의 특성에 대한 지식은 O2에 비해 통합된 지식으로 인지하고 있다. 그러므로 P6에 대해서는 그가 인지하고 있는 지식들을 적절하게 활용하는 전략을 지도함으로써 문제 해결 능력을 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다. 연구 대상 전체에서 가장 집단 내 지위가 가장 높은 학생으로서 P5는 51개의 과학 관련 단어를 사용하여 언어네트워크를 구성하고 있다. 그의 언어네트워크는 컴포넌트와 밀도가 각각 11.8%와 0.26으로 다른 학생들에 비해 상대적으로 낮은 컴포넌트 비율과 높은 밀도를 보인다(Table 3). P5의 언어네트워크에서 일부 탐구 과정에 관련된 단어들이 별개의 컴포넌트로 분리되어 있기는 하지만 전체적으로 각 지식들이 통합적으로 연결되어 있음을 알 수 있다. 특히 지각, 맨틀, 외핵 내핵 등 지구 층상구조에 해당하는 단어들을 중심으로 네트워크를 구성하고 있으며, 그에 따른 해당 물질과 특성을 적절하게 연결시켜 인지하고 있다. 지각을 구성하는 암석으로서 화강암과 현무암을 예시로 들고 있으며 이들을 구성 광물과 연결시켜 인지하고 있음을 보여준다. 그리고 지구 내부의 물질 상태도 바르게 인지하고 있으며, 부피와 관련된 지식도 질량을 중심으로 밀도와 부피와의 관계를 언어네트워크에 표상하고 있다(Fig. 6-P5). 그러므로 P5의 경우 문제 해결에 필요한 지식의 양이 풍부할 뿐 아니라 문제 해결에 필요한 지식을 통합적으로 인지하고 있기 때문에 복잡한 문제도 능숙하게 해결할 수 있을 것으로 판단된다.

또한 과학영재들의 소집단 활동에서 나타난 언어네트워크는 집단의 특성을 반영하고 있음을 확인할 수 있었다. O4와 P4가 속해 있는 집단(O4-P4 집단)은

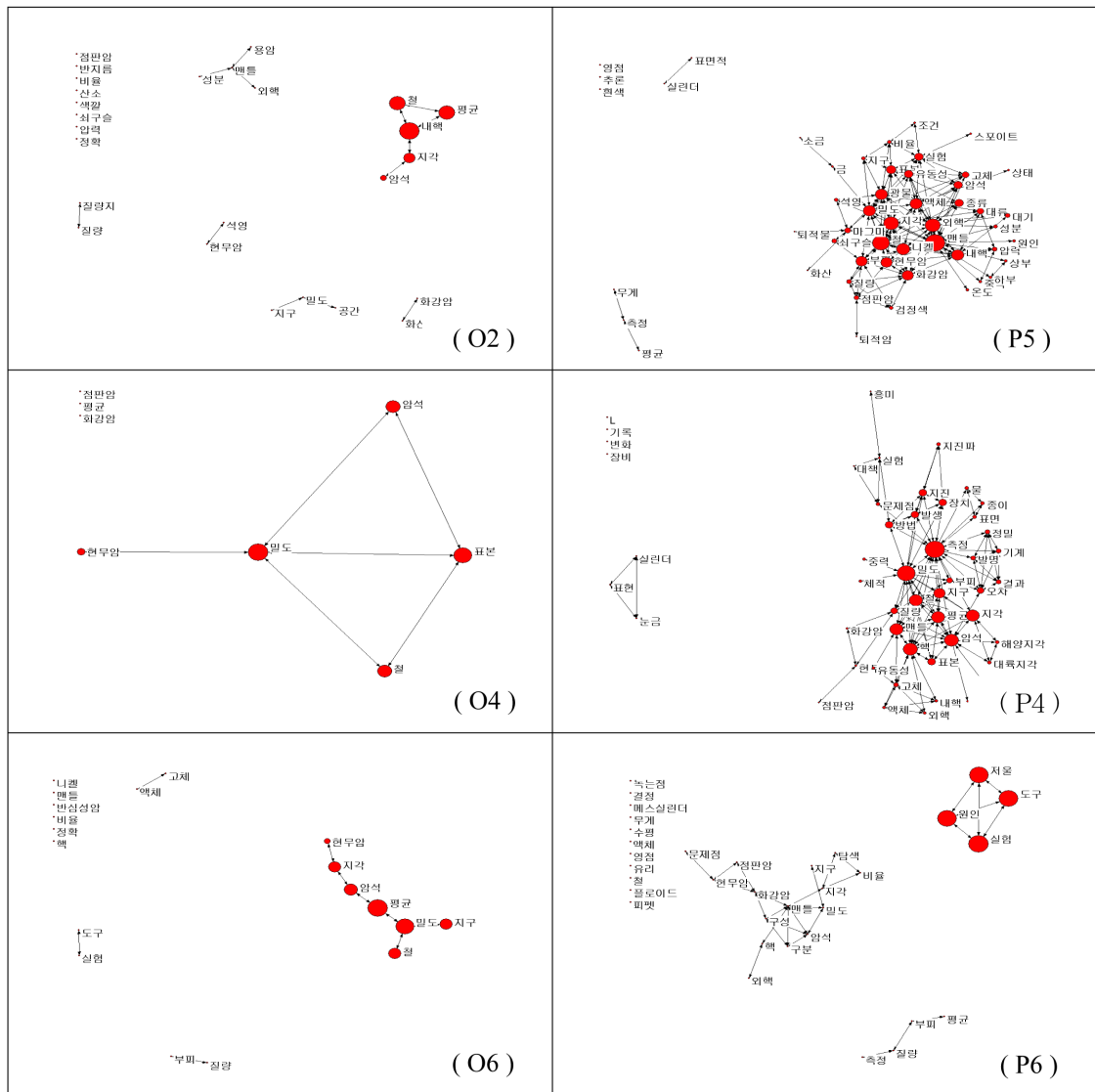


Fig. 6. Semantic network of science gifted students about earth density.

방관자와 선도자의 지위 거리가 가장 큰 집단이고, O6와 P6(O6-P6 집단)가 속해 있는 집단은 두 학생의 지위 거리가 가장 근접한 집단이다(Table 3). 즉, 집단 내 지위 측면에서 보았을 때 O4-P4 집단은 이질 집단이라 할 수 있고, O6-P6 집단은 동질집단이라 할 수 있다. O4는 밀도, 암석, 철, 표본 등 8개의 과학 관련 단어를 사용하여 언어네트워크를 구성하고 있다(Fig. 6-O4). 그의 언어네트워크는 컴포넌트와 밀도가 각각 50.0%와 0.29를 갖는다(Table 3). O4는 문제 해결에 관련된 지식이 풍부하지 못하며, 탐구 과정에 관련된 지식과 지구 내부의 특성에 관련된

지식이 서로 혼재되어 언어네트워크를 구성하고 있다. 비록 O4의 언어네트워크가 다른 방관자들에 비해 높은 밀도값을 보이는 것은 하지만 사용된 단어가 매우 적고 일부의 지식이 서로 연결되어 있기 때문이다. 반면 P4는 측정, 밀도 등과 같이 탐구에 관련된 단어를 중심으로 지구 내부의 특성과 관련된 단어들 비교적 통합적으로 언어네트워크에 표상하고 있다(Fig. 6-P4). P4의 언어네트워크는 컴포넌트와 밀도가 각각 11.5%와 0.24를 나타내고 있는 것으로 판단할 때 문제 해결에 관련된 지식이 분절되지 않은 상태로 인지하고 있으며 인지하고 있는 지식을 적절

하게 연결시키고 있음을 알 수 있다(Table 3). 따라서 O4-P4 집단은 이질 집단으로서 선도자인 P4의 지식과 전략이 적절하게 O4에게 확산될 수 있도록 교사의 적절한 처치가 필요하며, 이를 성공적으로 수행된 수업에서는 높은 집단의 성과를 기대할 수 있을 것이다(Park and Lee, 2012). 반면 집단 내 지위 측면에서 동질집단이라 할 수 있는 O6-P6 집단에서 O6과 P6이 언어네트워크에 사용한 단어는 각각 19개와 37개이다. O6이 사용한 단어 수는 다른 방관자들에 비해 많은 반면 P6이 사용한 단어 수는 다른 선도자들에 비해 비교적 적다. 그리고 O6이 구성한 언어네트워크의 컴포넌트와 밀도는 각각 52.6%와 0.07이며 P6이 구성한 네트워크의 컴포넌트와 밀도는 각각 37.8%와 0.09이다. 이 집단의 두 학생은 모두 다른 집단의 같은 지위의 학생들에 비해 상대적으로 높은 컴포넌트와 낮은 밀도 값을 보이고 있다(Table 3). 이들이 구성한 언어네트워크도 두 학생 모두 유사한 특징을 보이는데 상기한 P6과 마찬가지로 O6도 평균, 밀도 등의 탐구와 관련된 단어를 지나치게 네트워크의 중심에 두고 있다(Figs. 6-O6 and 6-P6). 이는 특성이 유사한 두 학생 사이에 사회적 상호작용이 일어나 지식이 확산된다고 하더라도 선도자인 P6의 지식을 뛰어넘기 어렵기 때문에 집단의 문제 해결에 대한 성과를 기대하기 힘들다(Park and Lee, 2012).

결론 및 제언

본 연구는 정량적이고 가시적인 사회네트워크 분석 방법(Social Network Analysis)과 언어네트워크 분석 방법(Semantic Network Analysis)을 통하여 과학영재들을 대상으로 소집단 활동에서 나타나는 집단 내의 지위를 찾아보고, 집단 내에서의 지위에 따라 그들이 지니고 있는 언어네트워크와의 관계를 알아보려 하였다. 이 연구를 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

소집단 활동에서 높은 지위를 차지하고 있는 사람은 일반적으로 집단의 구성원들 사이에서 중개인 역할을 수행하기도 하며, 서로 상호작용이 없는 학생들을 연결시켜 주기도 한다. 때로는 집단 내에서 정보의 흐름을 통제하기도 하고, 직접적이든 간접적이든 집단 내에서 영향력을 행사하기도 하며 집단의 문제 해결을 위해 핵심적인 역할을 수행하기도 한다. 이런 역할을 수행하는 학생들이 바로 집단 내의 선도자인

며 이런 선도자들은 소집단 활동을 주도하는 리더로 발전하여 집단의 문제 해결과 구성원들의 학습에 영향을 미칠 수 있다. 그러므로 소집단을 구성하여 과학교육을 실시할 때 각 구성원들의 특성을 고려하는 것은 중요하다. 그러나 기존의 학습자의 특성을 고려하지 않은 집단 구성 방식이나 단순히 성적 또는 성과 같은 기준으로 집단을 구성하여 소집단 활동을 실시하였을 경우 소집단 활동의 효과를 극대화하기에 한계가 있다. 집단에서의 성과는 구성원들의 과제적 역할 및 관계적 역할에 직접적으로 영향을 받기 때문에 정확한 학습자의 특성을 파악하는 것이 필요하다. 그런데 소집단 활동에서 과학영재들의 언어네트워크는 구성원들의 집단 내 지위와 관련이 있을 뿐만 아니라 학습자들의 지식의 양과 지식의 통합 정도를 확인할 수 있기 때문에 집단 구성의 지표로서 활용할 수 있을 것이다.

또한, 복잡한 문제를 해결하기 위해서는 학습자가 인지하고 있는 정보나 지식을 통합적으로 인지하고 있어야 하고, 적어도 정보나 지식들 사이를 미약하게나마 서로 연결시켜 인지하고 있어야만 한다. 이런 근거를 바탕으로 과학영재들의 소집단 활동에서 나타나는 집단 내 방관자들은 선도자들에 비해 문제 해결에 대한 정보나 지식을 충분히 가지고 있지 않을 뿐만 아니라 그들이 가지고 있는 정보나 지식을 통합적으로 구성하지 못하고 있기 때문에 문제 해결에 미숙할 것으로 판단된다. 이런 문제를 해결하기 위해서는 먼저 학습자들이 인지하고 있는 지식이나 정보의 특성을 정확하게 확인할 필요가 있다. 그러나 기존의 개방적이지 못한 선택형 평가 문항이나 질문지와 같은 방법으로는 학습자의 지식이나 정보에 대한 양을 확인할 수는 있겠지만 그 지식들이 어떻게 형태로 구성되었는지를 확인하기 힘들다. 그러므로 학습자들이 자유스럽게 반응할 수 있는 개방적 평가 문항을 통하여 학습자의 지식의 양뿐만 아니라 인지구조의 형태까지도 확인할 필요가 있다. 그런데 언어네트워크에서 사용한 단어의 수는 학습자가 기억하고 있는 문제 해결을 위해 많은 양의 지식과 정보를 인출한다는 것을 의미한다. 또, 언어네트워크에서 컴포넌트와 밀도는 학습자가 지니고 있는 정보를 얼마나 통합적으로 구성하여 인지하고 있는지 여부를 알 수 있는 지표이다. 이러한 지표들은 개인의 문제 해결 능력에 대한 정보를 제공하고 있기 때문에 학생들의 과제 수행에 대한 평가 도구로 활용할 수 있다.

하겠다. 또한 이를 통해 교사는 학습자가 통합적으로 학습할 수 있도록 교수학습 전략을 수립하는데 활용할 수 있을 것이다.

다만 본 연구는 과학영재 7개의 소집단의 특정 사례를 통해 소집단 활동에서 나타나는 지위와 언어네트워크와의 관계를 살펴본 것이다. 따라서 연구 결과를 일반화 하는데 있어서 제한을 줄 수 있기 때문에 추후 많은 사례를 통한 연구가 진행될 수 있기를 기대한다.

참고문헌

- Anderson, J.R., 1983, A spreading activation theory of memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 22, 261-295.
- Bales, R.F., 1999, *Social interaction systems: Theory and measurement*. New Brunswick, New Jersey, USA, 396 p.
- Barsalou, L.W., 1983, Ad hoc categories. *Memory and cognition*, 11, 211-227.
- Benne, K.D. and Sheats, P., 1948, Functional roles of group members. *Journal of Social Issues*, 4, 41-49.
- Bennett, J., Hogrth, S., Lubben, F., Cambell, B., and Robinson, A., 2010, Talking Science: The Research Evidence on the Use of Small Group Discussions in Science Teaching. *International Journal of Science Education*, 32, 69-95.
- Berger, J., Wagner, D.G., and Zelditch, M.Jr., 1992, A working strategy for constructing theories: State organizing processes. In G. Ritzer (Ed.), *Studies in metatheorizing in sociology*. Thousand Oaks, California, USA, 39-53.
- Chung, M.H. and Oh, H.S., 2007, Human capital, social capital, and work group performance. *Korean Journal of Management*, 15, 91-122. (in Korean)
- Cohen, E.G., 1994, Restructuring the Classroom: Conditions for Productive Small Groups. *Review of Educational Research*, 64, 1-35.
- Collins, A.M. and Loftus, E.F., 1975, A spreading activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82, 407-428.
- Driskell, J.E. and Mullen, B., 1990, Status, expectations, and behavior: A meta-analytic review and test of theory. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 16, 541-553.
- Fiske, S.T. and Goodwin, S.A., 1994, Social cognition research and small group research, a West Side Story or ...? *Small Group Research*, 25, 147-171.
- Godfrey, D.K., Jones, E.E., and Lord, C.G., 1986, Self-promotion is not ingratiating. *Journal of Personality and Social Psychology*, 50, 106-115.
- Granovetter, M.S., 1973, The strength of weak ties. *American Journal of Sociology*, 78, 1360-1380.
- Hare, A.P., 1994, Types of roles in small groups: A bit of history and a current perspective. *Small Group Research*, 25, 433-448.
- Huyn, Y.S., 2010, An Structural Equation Model Analysis among Social Networks, Knowledge Sharing and Learning Transfer in Community of Practices. *Journal of Korean HRD Research*, 5, 39-59. (in Korean)
- Jeon, K.M., Yeo, K.H., and Noh, T.H., 2000, The relationships between verbal behaviors and chemistry problem solving ability in cooperative learning. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 20, 234-243. (in Korean)
- Jhun, Y.S. and Hwang, H.J., 2010, Analysis on student-to-student verbal interaction during small group open inquiry activities. *The Journal of Korea Elementary Education*, 21, 227-246. (in Korean)
- Johnson, A.G., 1995, *The Blackwell dictionary of sociology: A user's guide to sociological language*. Malden, Massachusetts, USA, 125 p.
- Kang, B.M., 2010, Constructing Networks of Related Concepts Based on Co-occurring Nouns. *Korean Semantics*, 32, 1-28. (in Korean)
- Kim, K.J. and Chung, B.K., 2008, A study on the moderating effects of information system characteristic between social capital and knowledge sharing. *Journal of Human Resource Management Research*, 15, 1-18. (in Korean)
- Kim, Y.H., 2011, *Social Network Analysis*. Parkyoungsa, Seoul, Korea, 281 p. (in Korean)
- Lee, H.J., Lee, D.I., and Lee, J.H., 2010, Development of franchise education program through semantic network analysis. *Management Education Review*, 14, 105-128. (in Korean)
- Lee, J.K. and Ha, J.S., 2012, 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, 823-840.
- Lee, S.Y., Kim, C.J., Choe, S.U., Yoo, J.H., Park, H.J., Kang, E.H., and Kim, H.B., 2012, Exploring the patterns of group model development about blood flow in the heart and reasoning process by small group interaction. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 32, 805-822. (in Korean)
- Leffler, A., Gillespie, D.L., and Conaty, J.C., 1982, The effects of status differentiation on nonverbal behavior. *Social Psychology Quarterly*, 45, 153-161.
- Lim, H.J. and Noh, T.H., 2001, Verbal interactions in heterogeneous small-group cooperative learning. *Journal of Personality and Social Psychology*, 81, 106-115.

- of the Korean Association for Research in Science Education, 21, 668-676. (in Korean)
- Lim, C.I., Yoon, S.K., and Yeon, E.K., 2007, A study of group size for learners' active online discussions. *Journal of Educational Technology*, 23, 89-118. (in Korean)
- Linn, M.C., and Burbules, N.C., 1993, Construction of Knowledge and Group Learning. In K. Tobin (Ed.), *The Practice of Constructivism in Science Education*, American Association for the Advancement of Science, Washington DC, USA, 91-119.
- Ministry of Education, Science and Technology, 2011, Science Curriculum. Notification No. 2011-361 of the Ministry of Education, Science and Technology, 2 p. (in Korean)
- Nam, K.D., An, M.Y., Lee, J.T., Lee, J.H., Choi, H.S., and Hong, K.W., 2008, Group Dynamics. In D. R. Forsyth (Ed.), *Group Dynamics 4th Eds.* Nelson Education: Canada, Sigmappress, Seoul, Korea, 14 p.
- Nye, J.L., 1994, Discussion: The social perceiver as a social being. *Small Group Research*, 25, 316-322.
- Park, H.W. and Leydesdorff, L., 2004, Understanding the KrKwic: A computer program for the analysis of Korean text. *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 6, 1377-1388.
- Park, J.Y. and Lee K.Y., 2012, The impact of grouping methods on free inquiry implementation: The case of two middle schools adopting different grouping methods. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 32, 686-702. (in Korea)
- Portner, P. and Partee, B.H., 2002, *Formal semantics: The essential readings.* Blackwell Publishing, Oxford, UK, 486 p.
- Qin, Z., Johnson, D.W., and Johnson, R.T., 1995, Cooperative versus competitive efforts and problem solving. *Review of Educational Research*, 65, 129-143.
- Rogers, R., 1984, Do the gifted think and learn differently? Airview of recent research and its implications of instruction. *Journal for the Education of the Gifted*, 10, 17-39.
- Sabella, M.S., 1999, Unpublished Doctoral dissertation, University of Maryland: Using the context of physics problem solving to evaluate the coherence of student knowledge. <http://www.physics.umd.edu/> (November 3rd 2012).
- Shaw, M.E., 1964, Communication networks. *Advances in Experimental Social Psychology*, 1, 111-147.
- Sherif, M. and Sherif, C.W., 1956, *An outline of social psychology.* Harper and Row, New York, USA, 144 p.
- Stryker, S. and Burke, P.J., 2000, The past, present, and future of an identity theory. *Social Psychology Quarterly*, 63, 284-297.
- Turner, J.C., 1982, Towards a cognitive redefinition of the social group. In H. Tajfel (Ed.), *Social identity and intergroup relations.* Cambridge University Press, Cambridge, UK, 15-40.
- Wageman, R., 2001, The meaning of interdependence. In M. E. Turner (Ed.), *Groups at work: Theory and research.* Mahwah, New Jersey, USA, 197-217.
- You, J.Y. and Noh, T.H., 2012, An analysis of verbal interaction among science-gifted students in inquiry learning based on analogical experimental design strategy emphasizing understanding and checking stages. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 32, 671-685. (in Korean)

2013년 1월 13일 접수
 2013년 1월 24일 수정원고 접수
 2013년 2월 19일 채택

Appendix 1. Semantic network of science gifted students about earth density

