



과학 탐구 활동에서 나타나는 과학영재들의 언어적 상호작용 유형 분석

김명희, 김영신*
경북대학교

An Analysis of the Verbal Interaction Patterns of Science-Gifted Students in Science Inquiry Activity

MyungHee Kim, Youngshin Kim*
Kyungpook National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 20 March 2015

Received in revised form

14 April 2015

27 April 2015

Accepted 27 April 2015

Keywords:

science inquiry activity,
verbal interaction pattern,
science-gifted students,
social network analysis,
small group

ABSTRACT

This study analyzes the verbal interaction patterns used in a social network activity analysis that appeared in a science inquiry activity of 31 small groups of science-gifted students consisting of 5 members each. The results of this study are as follows: The interaction patterns showed eight types. The most prevalent interaction pattern, type 1, is triangle-shaped, interacting with 3 members out of 5 without a central member. Type 2 is wye form, interacting with 4 members and with one alienated member. Type 3 is diamond-shaped, interacting with 4 members. Type 4 is ray form, interacting with 5 around a central member. Type 5 has an alienated member and interacts with 4 members around the central member. Type 6 is triangle-branched, 4 members linked to the central member. Type 7 is wye form linked all around the central member. Type 8 is wye form with a more complex link than type 7.

These can be classified in two. One is the participation-type where the rest of the 4 members are linked to the central member. The other is the alienation-type where a member/members is/are alienated without a central member. The participation-type appeared in 9 groups (29%), type 4, type 6, type 7, and type 8. The alienation-type showed in 22 groups (71%), type 1, type 2, type 3, and type 5.

On the basis of this study, we propose that the best number of members in a group is three. It helps prevent a free-riding effect or isolation of members. Also, we deem it more fruitful if there is a member playing a central role in a group.

1. 서론

2009 개정 교육과정은 과학 개념의 통합적 이해 및 과학 탐구 능력 향상을 목표로 문제 해결에 필요한 정보를 파악하고 소통하여 합리적인 의사 결정을 할 수 있는 창의인성을 갖춘 인재 양성에 초점을 두고 있다(Ministry of Education and Science Technology, 2010). 이에 따라 타인과의 의사소통 능력 함양은 물론 자신의 의견을 명확히 표현하고 상대방의 의견을 존중하는 태도를 기를 수 있는 학습자 중심의 소집단 활동이 강조되고 있다(Ministry of Education and Science Technology, 2011).

과학 탐구 활동은 소집단 구성원들 간의 다양한 의견 교환과 협의를 통해 문제를 해결해가는 과정으로 협력적인 상호작용이 전제되는 학습자 중심의 활동이다. 특히, 탐구 실험은 문제를 인식하고 해결하기 위하여 일련의 탐구 과정을 수행하는 동안 소집단 구성원들 간의 활발한 상호작용이 이루어짐으로써 과학 개념의 이해(Park, Nam, & Yoo, 2000), 과학 탐구 능력(Kim *et al.*, 2001), 과학 성취도(Johnson & Johnson, 1985; Kim *et al.*, 2002) 등에 효과적인 것으로 알려져 있다. 이러한 활동은 구성원들 간의 다양한 견해와 주장을 점검하고 비판하는 자연스러운 기회를 제공(Fox, 1995)하고, 자기 주도적인 학습 능력을 향상(Slavin, 1995)시킬 뿐 아니라 동료 학습자의 학업 성취와 학습

태도에 긍정적인 영향을 미친다(Johnson & Johnson, 1985; O'Donnell & King, 1999).

사회적 구성주의에 의하면 학습은 개인의 인지적 활동으로 보기 보다는 성인이나 더 나은 능력을 가진 또래와의 상호작용을 통해 지식을 내면화하는 과정으로 본다(Vygotsky, 1978). 즉, 개인의 성장은 그가 속한 사회 및 구성원과의 상호작용을 전제로 하며, 구성원 간의 상호작용은 개인의 인지 발달 뿐 아니라 지식 구성에서도 필수적인 요소로 간주된다(Russell, 1993). 따라서 효과적인 학습을 위하여 자신의 관점을 수정·보완하고 동료 학습자의 아이디어를 수용하는 상호작용을 통해 지식이 공유되고 발전되는 과정을 경험할 수 있도록 학습자 간 상호작용의 영향력을 고려할 필요가 있다(Hwang & Kang, 2004; Savery & Duffy, 2001).

이러한 측면에서 과학교육에서도 구성원들 간 협력적인 상호작용을 통해서 과제를 해결하는 탐구학습이 강조되어 왔고, 이와 관련하여 과학 탐구실험에서 나타나는 상호작용의 효과나 특성을 분석하는 연구가 이어졌다(Bae, & Ok, 2009; Kim *et al.*, 2001; Kim *et al.*, 2002; Seong & Choi, 2007; Yang *et al.*, 2006). 최근에는 학업 성취도나 태도 등 인지적, 정의적 측면의 효과 분석과 같은 외적 결과보다는 상호작용의 미시적인 특성에 초점을 두고 구성원들 간의 의사소통이나 언어적 상호작용을 분석한 연구들도 진행되고 있다(Choi & Jhun,

* 교신저자 : 김영신 (kys5912@knu.ac.kr)

** 본 논문은 김명희의 2014년도 박사 학위논문의 발제 정리하였음.
<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2015.35.2.0333>

2010; Han, Park, & Ryu, 2011; Jhun & Hwang, 2010; Kang *et al.*, 2012; Kim, Lee, & Kang, 2006; Lee *et al.*, 2002; Lee *et al.*, 2012; Park & Kim, 2012; Yoo, 2012; You & Noh, 2012). 이들은 주로 탐구 실험에서 나타나는 상호작용의 특성이나 효과를 과학 성취도, 탐구능력 및 만족도 등과 관련하여 파악하거나 인지 수준이나 팀 구성 방식 등의 여러 가지 처지에 따른 상호작용의 효과를 분석하고 있다. 또한 미시적 관점에서의 연구들도 주로 상호작용 과정에서 주고받은 대화 내용을 언어적 분석틀을 근거로 양적으로 분석하는데 그치고 있어 탐구 과정에서 일어나는 구성원들 간의 역동적인 상호작용의 특성을 쉽게 파악하기 어렵다. 다시 말해 소집단 내에서 차지하는 개인의 지위나 역할을 토대로 다른 구성원들과의 관계성을 고려하여 상호작용의 유형을 구조화한 연구는 거의 찾아볼 수 없다.

구성원들과의 상호작용의 유형을 구조화하고자 최근 다양한 분야에서 각광받고 있는 사회 연결망 분석(Social Network Analysis, SNA)을 도입하고자 한다. 사회 연결망 분석은 정보 교류나 의사소통이 이루어질 때 나타나는 구성원 간의 연결 관계를 정량적으로 분석하여 시각화함으로써 집단의 의사소통의 유형을 가시화할 수 있는 방법이다(Krackhardt, 1992; Storberg-Walker & Gubbins, 2007). 이는 어떤 현상의 실체를 개인적인 속성 차원에서 그치지 않고 개인들 간의 관계 속에서 표출되는 속성 파악에서 출발한다. 즉, 기존의 개별적 속성 간의 인과 관계를 규명하는 통계적 방법론에서 벗어나 개별 구성원 사이에 형성되어 있는 관계 분석에 초점을 두는 방법인 것이다(Emirbayer, 1997). 따라서 집단의 전체 구조와 각 구성원의 위치나 역할을 중심으로 상호 관계를 역동적이고 체계적으로 표현하는데 매우 효과적이다(Chang, 1997). 그러나 과학교육 분야에서 사회 연결망 분석을 적용한 예는 거의 없으며, 특히 과학 탐구 활동에서 나타나는 언어적 상호작용의 구조적인 특성을 관계적 측면에서 분석하여 유형화한 연구는 극히 드물다. 더욱이 오늘날의 과학 분야 연구가 동료 과학자 간의 협력 활동이 매우 중요한 의미를 갖는 것을 고려할 때, 미래의 잠재적인 과학자라고 할 수 있는 과학영재들의 탐구 활동에서 나타나는 상호 협력과 활발한 토의 과정에 대한 분석을 통해 소집단의 상호작용 유형을 파악해볼 필요가 있다.

따라서 본 연구는 과학 탐구 활동에서 나타나는 과학영재들의 상호작용의 특성을 사회 연결망 분석을 이용하여 시각적으로 유형화하여 효과적인 집단 구성에 시사점을 얻고자 한다.

II. 연구 방법

1. 피험자

본 연구는 D광역시 K대학 부설 과학영재교육원 중학교 1학년 학생을 대상으로 하였다.

과학영재교육원의 5개 반을 무작위 선정하여 2개 반은 사전 적용을, 3개 반은 본 연구의 대상으로 하였다. 본 연구에 참여한 남학생은 46명, 여학생 14명으로 총 60명이다. 각 반은 5인 1조의 4개 조로 무작위 배치하였고, 조원들 중 친분이 있는 구성원들은 다른 조와 교체하여 모든 조원들이 사전 친분 관계가 없도록 구성하였다.

2. 탐구 프로그램

탐구 프로그램은 조 구성원들이 적극적으로 상호작용하면서 전체 실험 과정을 설계하고 협력적인 탐구 활동이 진행될 수 있도록 Settlage & Southerland(2007)의 제 3 수준의 탐구 단계를 토대로 하였다. 과학영재들의 특성을 고려하여 쉽게 접근할 수 있는 익숙한 주제를 지양하고 정규 교육 과정에서 접할 수 없는 내용을 중심으로 학습 동기를 촉진할 수 있는 ‘효소 반응에 영향을 미치는 조건’, ‘귀뚜라미 서열’, ‘초파리 행동 특성’을 주제로 선정하였다.

탐구 실험 프로그램은 8단계로 구분하였으며 각 단계별 내용은 다음과 같다. 도입 단계는 교사 활동으로 과산화수소수에 감자를 넣었을 때 일어나는 반응을 보여줌으로써 학습 동기를 유발하고 탐구심을 자극한다. 이후 모든 과정은 학생 중심의 조별 활동으로 진행된다. 관찰 단계는 시범 실험을 조별로 재현하여 다각도로 관찰하게 함으로써 탐구의 출발이 되는 관찰의 중요성을 깨닫게 하고, 조원들의 의견 제시를 통해 활발한 상호작용이 일어날 수 있는 분위기를 조성한다. 문제 인식 단계는 조별로 관찰한 내용들을 토대로 탐구하고 싶은 문제들을 찾아 보게 한 후, 사전 적용에서 학생들이 제안한 공통적인 문제들 중 하나를 교사가 제안하여 탐구 활동이 순조롭게 진행될 수 있도록 하였다. 가설 설정 단계에서는 주어진 탐구 문제를 해결할 수 있는 다양한 가설을 세우도록 하고, 이 때 고려해야 할 변인들을 찾아내는 과정에서 조원들의 적극적인 상호작용을 기대할 수 있다.

실험 설계 단계는 여러 가지 가설들 중 주어진 시간 안에 실험을 통해 확인할 수 있는 내용을 선택하게 하고 이를 증명할 수 있는 구체적인 실험 방법과 절차를 설계하는 과정으로 구성원들 간의 다양한 의견 교환을 기대할 수 있다. 자료 수집 단계는 실험을 통해 얻은 모든 자료를 정량화하여 기록한다. 또한 실험 중 일어날 수 있는 예기치 못한 변인이나 결과를 처리하고 자료를 수집하는 과정에서 구성원들의 적극적인 상호작용이 수반될 것이다. 자료 변환 단계는 수집한 정량적인 자료들을 표나 그래프로 전환하는 과정으로 다양한 의견이 제시를 토대로 실험 결과를 명확하게 해석할 수 있도록 하였다. 결론 단계는 실험 결과 수집한 자료를 토대로 가설에 근거하여 결론을 내리고 전체 탐구 활동을 정리한다.

조별 탐구 활동지도 이와 동일한 순서로 구성되어 있으며 조원들 간 협의한 내용들을 빠짐없이 기록할 수 있도록 하였다. 선정한 탐구 주제와 조별 탐구 활동지의 타당도는 생물교육 전문가 1인, 과학교육 박사과정 3인의 의견을 종합하여 수차례 검증 과정을 거쳐 완성하였다.

3. 자료 수집 및 분석

본 연구를 위하여 3월부터 6월까지 과학영재들을 대상으로 주제당 3차시씩 세 가지 주제로 탐구 실험 수업을 실시하였다. 분석에 사용한 수업은 각반 12개 조 총 36개 조를 대상으로 하였으나 연구 기간 중 결시자가 발생한 5개 조를 제외한 31개 조의 수업을 최종 분석에 이용하였다.

가. 수업 녹음·녹화 및 전자

학생들에게 본 연구의 목적과 취지를 설명한 후 조원들의 목소리와

활동 모습을 담은 음원과 영상을 연구에 이용할 수 있도록 협조를 구하였다. 그 후 매 시간 수업에서의 학생들의 탐구 활동은 녹음 녹화되었다. 연구자와 실험 조교는 녹음과 녹화가 순조롭게 진행될 수 있도록 수업에 방해되지 않는 범위 내에서 수시로 점검하면서 보조 역할을 수행하였다. 전사한 자료의 정확성과 신뢰성 확보를 위해 내용 일치도가 90% 이상이 될 때까지 연구자가 수차례 확인하였고, 수업 담당 교사, 과학교육 박사 1인, 과학교육 박사과정 2인에게 검토 받았다.

나. 언어적 상호작용의 빈도 측정

과학 탐구 실험 활동에서 나타난 과학영재들의 상호작용의 대부분은 언어적 형태가 주를 이루었고, 얼굴 표정이나 몸짓, 행동 등의 비언어적 상호작용도 함께 나타났다. 본 연구에서는 수업 내용과 직접적인 관계가 없는 언어적 상호작용이나 잡담을 포함한 비언어적 상호작용은 선행 연구들(Hogan, 1999; Kim & Choi, 2009; Seong, 2005)을 기준으로 제외하였고, 언어적 상호작용을 중심으로 상호작용의 빈도를 측정하였다. 측정 기준은 한 구성원의 제안이나 의견에 대해 다른 구성원이 응답한 경우를 1회, 여러 구성원들이 동시에 응답한 경우는 응답한 모든 구성원들에게 각 1회씩 계산하였다. 동일한 내용을 반복하여 말한 경우는 처음 1회만 인정하였고, 상대방이 응대하지 않는 혼잣말, 알아들을 수 없는 말, 과제 해결과 무관한 내용 및 교사와의 상호작용 등은 빈도 측정에서 제외하였다. 상호작용 빈도가 적절하게 측정되었는지 확인하기 위하여 과학교육 전문가 1인, 과학교육 박사 1인, 박사과정 2인의 검증을 받았다.

다. 행렬(matrix) 변환 및 시각화

측정한 상호작용 빈도는 행렬에 표시하였다. 행렬은 사회 연결망 분석을 위한 데이터를 표현하는 가장 기본적인 방법 중의 하나로 행과 열이 만나는 셀에 특정 값을 표시하여, 행과 열 사이의 관계를 표시하는 방법이다. 일반적으로 관계가 존재할 경우 1, 존재하지 않을 경우 0으로 이분화하여 관계의 유무를 확인할 수 있다. 관계의 유무를 넘어 관계의 질을 표현하고자 할 때는 관계의 정도를 계량화한 빈도로 나타낸다. 하지만 계량 행렬은 구성원의 수나 관계 빈도가 많을 경우 매우 복잡해질 수 있기 때문에 연구 목적에 따라 적절한 절삭값(cut-off)을 정하여 이 값을 기준으로 이상이면 1, 미만은 0으로 전환하여 나타낸다(Sohn, 2010). Table 1은 상호작용의 빈도를 측정한 원자료를 계량 행렬로 나타낸 예시이다. 여기에서 1행 2열의 숫자 115는 학생 1(S1)의 제안이나 의견에 학생 2(S2)가 응답한 빈도를, 2행 1열의 숫자 98은 학생 2(S2)의 제안이나 의견에 학생 1(S1)이 반응한 빈도를 의미한다. 다섯 명의 구성원(S1~S5)이 상호작용한 빈도의 총합은 743회였고,

Table 1. Example of permuted matrix on the frequency of verbal interaction

구성원	S1	S2	S3	S4	S5	계
S1	0	115	18	46	58	237
S2	98	0	9	40	72	219
S3	27	5	0	2	3	37
S4	30	38	0	0	24	92
S5	54	85	0	19	0	158
계	209	243	27	107	157	743

한 명의 구성원이 다른 구성원과 상호작용한 총 빈도의 평균은 148.6회, 한 명의 구성원이 다른 네 명의 구성원과 각각 상호작용한 빈도의 평균은 37.2회다.

이를 토대로 조별 상호작용 유형을 구조화하기 위하여 평균(37.2회)을 절삭값(cut-off value)으로 이분 행렬로 전환하였다(Table 2). 전환한 이분 행렬에서 데이터의 해석은 일반적으로 이분 데이터가 갖는 의미와 동일한 기준을 따라 1은 상호작용이 있는 것으로, 0은 상호작용이 없는 것으로 간주하였다.

이분 행렬로 전환한 자료는 NetMiner 4의 Spring-kk 모드를 이용하여 시각화하고(Figure 1), 구성원들의 연결 정도, 밀도, 중심성의 수치적 특성과 함께 소집단의 상호작용 양상을 분석하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 유형 분석

가. 유형 1

유형 1은 가장 많은 조에서 나타난 상호작용 유형으로 탐구 주제 ‘효소 반응에 영향을 미치는 조건’에서 2개 조(B4, G1), 주제 ‘귀뚜라미 서열’에서 4개 조(A1, A2, G1, G2), 주제 ‘초파리의 행동 특성’에서 3개 조(G1, G3, G4)로 모두 9개 조에서 나타나 전체의 29%를 차지하였다. 유형 1의 연결망 구조는 다섯 명의 구성원 중 세 명이 삼각 구조를 형성하면서 양방향으로 상호작용하고, 나머지 두 명은 상호작용에서 소외되어 연결 관계없이 따로 떨어져있는 형태를 보인다(Figure 2).

삼각 구조를 형성하는 세 학생 1, 3, 4는 각각 두 명의 다른 구성원과 연결 관계를 맺고 있으므로 연결 정도는 모두 2로 동일하다. 관계의 방향성을 고려한 중심성 값 또한 세 학생 모두 양방향으로 상호작용하고 있으므로 다른 구성원의 발화가 나에게 향하는 내향 중심성과 나의 발화가 다른 구성원에게 향하는 외향 중심성이 0.5로 모두 같다. 소외된 학생 2, 5는 연결 관계가 없으므로 연결 정도나 중심성 값이 둘

Table 2. Example of dichotomy matrix on the frequency of verbal interaction

구성원	S1	S2	S3	S4	S5
S1	0	1	0	1	1
S2	1	0	0	1	1
S3	0	0	0	0	0
S4	0	1	0	0	0
S5	1	1	0	0	0

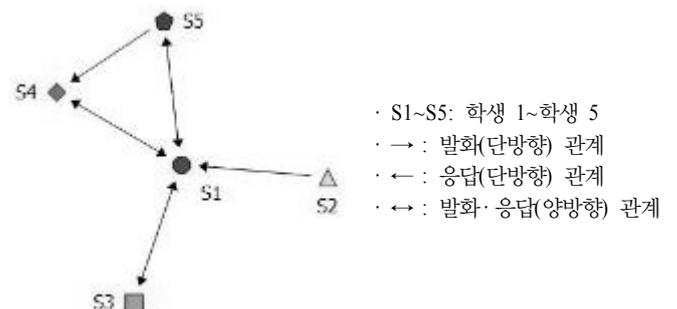


Figure 1. Example of verbal interaction graph

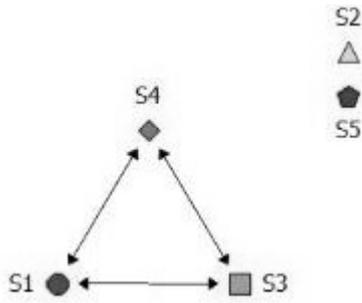


Figure 2. Pattern 1

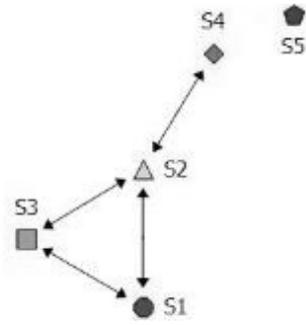


Figure 3. Pattern 2

다 0으로 어떤 구성원과의 상호작용을 하지 않음을 알 수 있다. 탐구 실험 활동의 초기 단계부터 전 과정을 거치는 동안 학생 1, 3, 4 세 명의 구성원 위주로 대부분의 대화가 진행되었고 학생 2, 5는 거의 등장하지 않음을 알 수 있다(사례 1). 이 유형은 과제 해결을 위한 탐구 활동을 긍정적인 방향으로 주도하거나 소외된 구성원의 참여를 유도하여 활발하게 상호작용할 수 있는 분위기를 조성하는 등의 중심적 역할을 하는 구성원이 나타나지 않는다. 상호작용에 참여한 세 명의 구성원들 중 활동지 기록을 맡은 학생의 경우 다른 구성원의 의견을 단순히 받아 적기에 급급할 뿐 다양한 의견을 수렴하여 재해석하거나 새로운 의견을 추가하는 등의 적극적인 모습은 볼 수 없다. 또한 나머지 두 구성원들도 협력적인 관계를 형성하지 못하여 소외 구성원을 돌아볼 여유를 가지지 못한 것으로 파악된다.

(사례 1)

- S3: 감자가 위로 뜬다. 감자가 위로 뜬다.
- S4: 감자가 위로 뜬다. (웃음소리)
- S1: 감자가 위로 뜬다.
- S3: 세 번째, 탄산음료처럼 기포가 생긴다. 탄산음료처럼 그 뭐지?
- S1: 기포가?
- S3: 감자가 물위로 뜬다지. 물위로 뜨면서 뭐 뜨는데? 과산화수소수가 뜨냐?
- S1: 과산화수소수?
- S3: 감자의 그 뭐지? 탄산음료에 보면 왜 이렇게 탄산 그...
- S1: 탄산가스?
- S3: 여기 탄산가스가 왜 있는데? (웃음소리) 탄산음료처럼 기포가 생긴다.
- S1: 감자가 물 위로 뜬다.

이처럼 세 명의 구성원이 참여한 유형 1이 가장 많이 나타난 것은 소집단 토론 과정에서 나타나는 언어적 상호작용의 양상을 분류한 Kang, Kim, & Noh(2000)의 연구와도 동일하였다. 즉, 네 명으로 구성된 소집단 토론에 참여한 인원을 기준으로 분류했을 때 두 명의 구성원이 참여한 부분 참여형이 60% 내외로 가장 많이 나타났다. 또한 세 명 이상이 참여하는 다수 참여형은 30~40%였으며 그 중 일인 주도형은 4~8%에 불과하여, 소집단에서의 상호작용은 대부분 두 명이 소외되는 부분적인 참여형으로 유형 1과 비슷한 형태로 진행되고 있음을 알 수 있다.

나. 유형 2

유형 2는 두 번째로 많았던 유형으로 탐구 주제 ‘효소 반응에 영향

을 미치는 조건’에서 4개 조(A4, G2, G3, G4)와 주제 ‘귀뚜라미 서열’에서 2개 조(G3, G4)로 모두 6개 조에서 나타나 전체 19.4%를 차지한 유형이다. 유형 2의 연결망 구조는 다섯 명의 구성원 중 세 명의 학생 1, 2, 3이 양방향으로 삼각 구조를 이루고, 이 중 학생 2와 4가 양방향 연결 관계를 형성하면서 학생 2가 상호작용의 중심에 위치하는 형태이다. 반면 학생 5는 연결 관계없이 소외되어 있어 네 명의 구성원이 상호작용하는 유형이다(Figure 3).

네 명의 연결 관계에서 중심적 지위를 차지하는 학생 2는 세 명의 구성원과 연결되어 있으므로 연결 정도는 3으로 가장 높았고, 학생 1, 3은 각각 두 명의 구성원과 연결되어 2, 학생 4는 학생 2와만 연결 관계를 형성하여 연결 정도는 1로 나타난다. 방향성을 고려한 중심성을 살펴보면, 학생 2는 세 명과 양방향으로 연결 관계가 있으므로 내향·외향 중심성이 모두 0.75로 가장 높았고, 한 명과 연결 관계를 보인 학생 4는 0.25, 연결 관계가 하나도 없는 학생 5는 0이었다. 따라서 학생 2는 가장 탐구 실험 과정 중 나눈 대화 중 가장 많이 등장하고, 학생 5는 대화에서 배제되어 있다.

유형 2의 특성을 반영하는 대표적 대화 예시를 보면, 상호작용 관계에 있는 네 명의 구성원 중 학생 2는 먼저 자신의 생각을 제안하면서 구성원들의 의견을 물어본 후 학생 4와 학생 3의 응답에 대하여 자신의 논지를 또다시 설명하지만 주장하는 자세를 취하지 않고 동료들의 의견을 존중하는 모습을 볼 수 있다. 곧이어 다시 질문 형태의 제안을 하면서 다른 구성원의 참여를 자연스럽게 유도함으로써 대화의 단절을 막고 동료들이 의견을 제시할 수 있는 분위기를 형성하면서 상호작용의 중심적 역할을 하고 있다(사례 2).

(사례 2)

- S2: 울퉁불퉁한 거랑, 매끈한 거랑 넣어볼까?
- S4: 이거랑 이거.
- S2: 아니, 어. 그거랑 그거.
- S3: 둘 다 똑같아!
- S2: 내가 보기에는 울퉁불퉁한 게 더 먼저 떠올랐는데? 다른 거랑 차이가 있지 않나? (한숨 소리) 이거 우리 꺼야?
- S4: 왼쪽이 넓은 거랑, 좁은 거랑.
- (중략)
- S2: 근데 궁금한 게, 물에 넣으면 기포가 나냐? 아니면 과산화수소랑 물에 따로따로 넣으면 기포가 나냐? 아니면 합쳐서 넣어주지만 기포가 나냐?
- S3: 물을 많이 넣으면 기포가 나지 않을텐데...
- S1: 기포가 빠지면 액체도 없어야 하는데!
- S3: 그러게. 그러면은 가리앉아야 되는 거 아니야?

S2: 그러니까! 근데, 처음에는 떠오르잖아.
 S1: 어, 물에서도 약간씩 나. 여기서 더 많이 나. 물에서도 효소가 나긴 하지만, 많이 나진 않는다.
 S3: 기포 알갱이도, 이게 더 큰 거 같은데.

다. 유형 3

유형 3은 세 번째로 많은 유형으로 모두 다섯 개 조에서 나타났다. 탐구 주제 ‘효소 반응에 영향을 미치는 조건’에서 2개 조(A1, A2)와 주제 ‘초파리의 행동 특성’에서 3개 조(A1, B2, B3)로 17%를 차지한 유형이다. 구조적 특징은 학생 1, 2, 4, 5 네 명의 구성원이 마름모꼴을 형성하면서 학생 1과 2가 연결 관계를 맺고 있어 두 개의 삼각 구조로 구분되며, 학생 4, 5 사이에는 연결이 없는 상태로 학생 3은 소외되어 있는 형태이다(Figure 4).

학생 1과 학생 2는 각각 세 명의 구성원과 연결되어 있으므로 연결 정도는 3으로 동일하다. 하지만 방향성을 고려한 중심성 지수를 보면 학생 2는 세 명의 구성원과 양방향으로 상호작용 하고 있으므로 내향, 외향 중심성이 모두 0.75로 가장 높았다. 이에 비해 학생 1은 외향 중심성은 세 명의 구성원과 연결되어 0.75이나, 내향 중심성은 두 명의 구성원과 연결되어 0.5로 나타나 내적으로 차이를 보인다. 또한 학생 4와 5도 각각 두 명의 구성원과 연결되어 있어 연결 정도는 2로 같지만 학생 5는 양방향으로 관계를 맺고 있어 내향, 외향 중심성 지수가 모두 0.5로 나타난다. 하지만 학생 4는 내향 중심성은 두 명의 구성원과 연결되어 있어 0.5이지만, 외향 중심성은 한 명과만 연결 관계를 맺고 있어 0.25로 나타나 차이를 보인다.

유형 3의 특성을 반영하는 대표적인 대화 내용을 제시하면 다음과 같다. 감자 조각에서 기포가 일어나는 현상을 관찰하는 과정에서 다른 구성원과의 연결 정도가 가장 많았던 학생 1과 학생 2의 상호작용을 중심으로 대화가 시작된다. 이들은 이어지는 대화에서도 거의 동등한 위치에서 서로 활발히 의견을 주고받음으로써 탐구 분위기를 조성하는 역할을 한다(사례 3).

(사례 3)

S1: 껍질 한 번 넣어봐.
 S2: 근데 한 개 갖고 되나? 감자 조각 한 개데?
 S1: (기포가) 나오는데?
 S2: 어? 진짜네! 근데 밑에 이게 좀 붙어있어서 그럴 수도...
 S1: 음 그렇네.

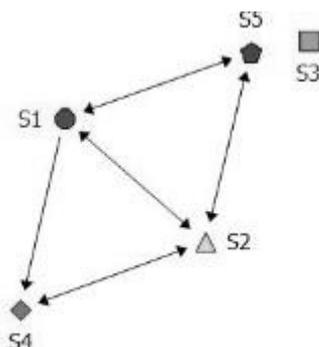


Figure 4. Pattern 3

S2: 이게 뭐라고 해야 돼? 과일은 과육이라고 하는데 속? 감자 속? 뭐라고 해야 되지?
 S1: 뭐라고 써야 되지? 껍질보다 속에 그게 많다?
 S2: 껍질과 서로 비교해서.

(중략)

S1: 진짜? 거기 같이 같은 양을 넣었을 때 거품이 더 많이 나온다.
 S5: 카탈레이스가 더 많이 나온다.
 S2: 양파처럼 껍질을 다 벗겨내.
 S1: 거품이... 한 번 넣어 보라.
 S2: 거의 안 나와.
 S1: 안 일어나네. 조금이라도 안 나와. 속과 조금 다르네.
 S2: 밑에 아예 안 나오게 할 수는 없어요?
 S1: 껍질은 좀 반응이 잘 일어나는데 거의 일어나지..
 S2: 이 기체 이게 관찰될 것 같은데. 어떻게 관찰해?
 S1: 냄새 맡아 보라.

라. 유형 4

유형 4는 모두 다섯 개 조에서 나타났다. 탐구 주제 ‘효소 반응에 영향을 미치는 조건’에서 2개 조(B1, B2)와 주제 ‘귀뚜라미 서열’에서 1개 조(A3), 주제 ‘초파리의 행동 특성’에서 2개 조(A3, B1)로 전체 중 17%를 차지한 유형이다. 유형 4의 구조는 이전의 유형들과는 달리 소외된 구성원이 없이 다섯 명 모두 단방향 또는 양방향으로 연결된 형태이다(Figure 5). 학생 1은 중심 위치에서 나머지 네 명의 구성원들과 연결 관계를 형성한다.

기본적으로 유형 3과 같이 마름모꼴 형태를 취하지만 차이점은 마름모꼴에서 소외된 위치에 있었던 한 학생이 여기에서는 중심 학생과 연결 관계를 가지므로 전체적으로는 Sohn(2010)이 제시한 관계 모양에 따른 네트워크 유형 중 Y형과 유사한 구조라고 할 수 있다. 이는 다섯 명으로 구성된 과학 영재들의 의사소통의 구조를 분석한 연구에서 모든 구성원들이 연결된 구조에 해당하는 공유형과 연결 관계 측면에서는 동일한 것으로 볼 수 있다(Chung & Yoo, 2013).

이 중 학생 1과 2, 학생 1과 3, 학생 3과 4는 서로 양방향으로 상호작용하고 있으며, 학생 1, 2, 5는 각각 학생 4, 3, 1과 발화 관계를 형성하며 단방향으로 연결되어 있다. 따라서 연결 정도는 학생 1이 4로 가장 높았고 학생 5가 1로 가장 낮았으며, 평균적으로 각 구성원은 2.4명과

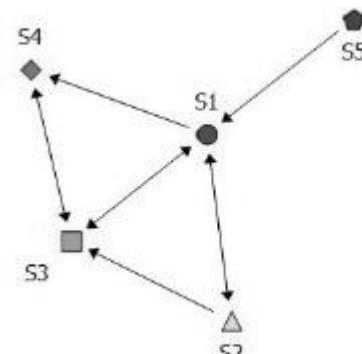


Figure 5. Pattern 4

연결 관계를 맺어 모든 유형 중에서 연결 정도가 가장 높게 나타났다. 방향성을 고려한 중심성의 경우 학생 1은 내향, 외향 중심성 모두 세 명의 학생과 연결되어 있으므로 0.75로 가장 높았고, 외향 중심성은 학생 1이 0.75로 가장 높게 나타났다.

과산화수소수에 감자를 넣어 관찰하는 단계에서 상호작용의 중심 위치에 있던 학생 1의 대화를 시작으로 학생 3과 4가 이에 반응을 보이며 참여하고 모습을 볼 수 있다. 즉, 감자의 껍질을 벗겨야 되는지, 얼마나 잘라야 하는지 등을 궁금해 하는 학생 3에 대해서 학생 1은 적절한 답변으로 방향을 잡아주는 역할을 한다. 학생 4도 학생 3의 질문에 응답하면서 활발히 참여하고 있으며, 학생 1은 학생 4의 응답에 추가 설명까지 상세히 덧붙이는 적극적인 자세에서 연결망에서 중심적인 역할을 하고 있음을 실감할 수 있다. 이는 Martin 등(2006)의 분류에서처럼 과제 해결에 대한 의견 제시가 가장 빈번하고 구성원들의 의견이나 질문에 활발한 피드백과 대담을 해주는 ‘적극적 참여자’의 모습과 일치한다.

마. 유형 5

유형 5는 탐구 주제 ‘효소 반응에 영향을 미치는 조건’의 A3조와 주제 ‘초파리의 행동 특성’의 A4조 두 조에서 나타났는데, 이 중 주제 ‘효소 반응에 영향을 미치는 조건’의 A3조를 중심으로 유형 5의 특성을 살펴보았다. 유형 5의 연결망은 한 구성원 학생 4가 소외된 상태에서 학생 1을 중심으로 다른 세 명의 구성원이 연결 관계를 가진다 (Figure 6).

학생 1은 학생 2, 3과는 양방향으로 연결되어 있고 학생 5와는 응답 관계를 형성하고 있다. 즉, 학생 1의 연결 정도는 3으로 세 명의 구성원과 연결되어 있고, 학생 4는 연결 관계가 없이 소외된 형태로 나타난다. 방향성을 고려한 중심성 수치를 보면 학생 1의 경우 내향 중심성은 0.75, 외향 중심성은 0.5로 가장 높는데 비해 연결 관계가 빈약한 다른 구성원들은 상대적으로 낮은 수치를 보여 연결망의 밀도 또한 0.25로 전체 평균 0.36보다 낮았다.

따라서 유형 5에서 나타난 아래 대화를 살펴보면, 대부분 학생 1을 중심으로 학생 2, 3이 상호작용하고 있으며, 학생 5도 간간히 등장하나 학생 4는 찾아보기 어렵다. 감자에서 발생하는 기포의 양이 달라질 조건을 제시하는 가설 설정 단계에서 학생 1은 자신의 의견을 적극적으로 제시하는 한편 조 활동을 주도적으로 이끌어가기보다는 다른 구성원들의 의견도 들어가면서 학생 2, 3과 충분히 논의하는 모습을 볼 수 있다. 그에 비해 학생 5는 상대적으로 저조한 참여율을 보이고 있

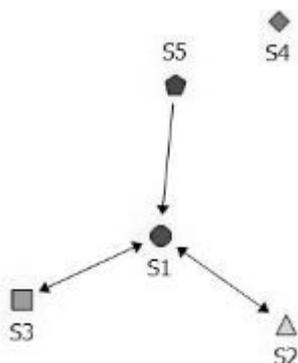


Figure 6. Pattern 5

며, 학생 5의 제안에 대해 주로 학생 1이 응답해주는 구조를 취한다. 학생 2와 학생 3도 서로 상호작용하기 보다는 주로 학생 1을 중심으로 대화가 이어지고 있음을 확인할 수 있다(사례 4).

(사례 4)

- S1: 근데 그 각각 몇 ml로 할래? 이게 왜냐하면 저기 삼각 플라스크에 넣고 나면 좀 많잖아, 이거는.
- S2: 어, 맞추기도 어렵다.
- S1: 그냥 한 50, 50 으로 할래?
- S2: 이거 50 맞추기 어려울 텐데...
- S1: 아~ 100 이니까?
- S2: 어, 더 작은 걸로 해야 될걸 비켜.
- S1: 음... 넣는 양을
- S2: 저저저저저거로 하면
- S1: 그럼 50ml, 50ml 로 해서 총 100ml로 할래?
- S2: 응
- S3: 50ml 50ml
- S1: 50ml 맞출 수 있어?
- S2: 할 수 있어?
- S5: 이거 100ml 씩 나눠져 있는 거 없나? 이거 200인데...
- S1: 200이면 너무 많다. 감자가 세 개 밖에 없는데. (중략)

바. 유형 6

유형 6은 탐구 주제 ‘귀뚜라미 서열’의 A4조와 주제 ‘초파리의 행동 특성’의 B4조 두 조에서 나타났으며 연결망 구조는 유형 4에서와 같이 소외된 구성원이 없이 학생 1을 중심으로 다섯 명이 연결 관계를 형성하는 형태이다(Figure 7).

중심 학생 1은 학생 3, 4, 5와 양방향으로 상호작용 하고, 학생 2와 5는 학생 1과 4와 응답자의 관계로 단방향으로 연결되어 있다. 그러므로 연결 정도는 학생 1이 4로 네 명의 구성원과, 학생 2, 3은 1로 각 1명의 구성원과 연결되어 있으며, 각 구성원은 평균 2명과 연결 관계에 있다. 방향성을 고려한 중심성 수치 또한 중심 학생 1은 내향 중심성이 1로 다른 모든 구성원의 발화 대상이었고, 세 명에게 발화하고 있어 외향 중심성이 0.75로 가장 높게 나타나 연결망의 중심에 위치함을 확인할 수 있다.

유형 6에서 나타난 대표적인 대화 내용 중 귀뚜라미의 행동 특성을 관찰하는 단계이다. 학생 2의 암수 구별에 관한 질문에 대해 중심 위치

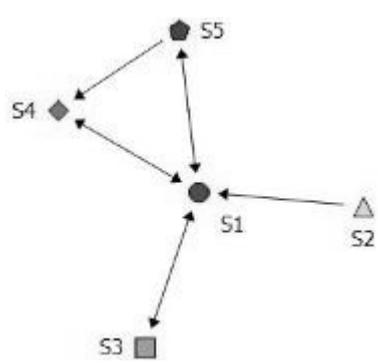


Figure 7. Pattern 6

에 있는 학생 1이 암수 구별 기준을 설명하면서 응답하는 모습을 볼 수 있다. 이에 학생 5도 학생 1에 반문하는 형식으로 동조하면서 두 학생이 양방향으로 상호작용하고 있다. 이어서 학생 1은 자세한 관찰을 위해 귀뚜라미를 들어서 보는 적극성을 보이자 일부 학생은 놀라기도 하지만 모든 구성원들이 흥미를 가지고 집중하는 모습을 읽을 수 있다(사례 5). 이 과정에서 학생 2의 발화는 학생 1과 연결되며, 학생 3 또한 학생 1과만 대화를 나누고 있어 둘 다 다른 학생들과 상호작용하는 모습은 나타나지 않는다.

(사례 5)

- S4: 없는 게 수컷이다.
 S1: 거의 다 암컷인데... 암컷 한 마리 잡아보자. (핀셋으로 귀뚜라미 한 마리들 들어본다.)
 S2: 하지 마라! 뜯긴다. 뜯긴다.
 S1: 다리를 좀 잡아줘라. 애가 산란관이 있는지 없는지 보자.
 S3: 움직인다.
 S1: 애가 암컷인 것 같애.
 S3: 요게 수컷 아니가?
 S1: 수컷을 함 흔들어 볼게.
 S5: 요것 요것.
 S4: 신기하다 전부.
 S1: 이게 수컷이다
 S2: 다리 뜯기겠다. 다리 뜯긴다니까.
 S1: 다리가 없다.
 S4: 애는 다리 한개 한 개가 없어요. 죽었는 것 같다.
 S1: 살아있다.
 S4: 다리가 하나 없어. 다리 어디 갔어?
 S5: 애는 원래 하나 없어. 죽은 것 같은데...

사. 유형 7

유형 7은 탐구 주제 ‘귀뚜라미 서열’의 B2조에서 나타났으며 연결망 구조는 다음과 같다(Figure 8). 기본 구조는 유형 5와 비슷하나 유형 5에서 한 학생이 소외되어 떨어진 것과는 달리 유형 7은 연결 관계를 형성하고 있어 전체적으로는 Y자와 비슷한 구조로 나타났다.

학생 1이 중심 위치에 존재하지만 밀도나 중심성의 수치가 상대적으로 낮아서 구성원들이 중심 학생과 양방향으로 상호작용하는 관계는 나타나지 않았다. 중심 학생 1은 학생 3, 4와는 발화자로, 학생

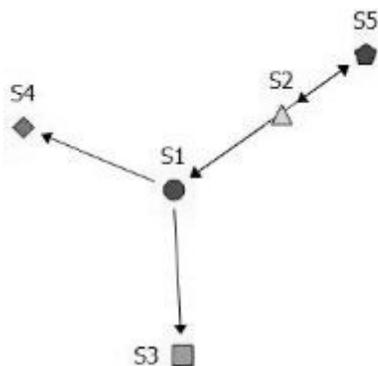


Figure 8. Pattern 7

2와는 응답자로서 상호작용하고 있으며, 학생 5는 중심 학생이 아닌 학생 2와 양방향으로 상호작용이 이루어지는 관계이다. 따라서 연결 정도는 학생 1이 3으로 세 명과 연결되어 있고, 학생 3, 4, 5는 1로 각 1명과 연결되므로 전체 밀도는 0.25로 전체 평균 0.36보다 낮았다. 방향성을 고려한 중심성의 경우 학생 1, 2는 내향 중심성이 0.25, 외향 중심성이 0.5로 같았고, 학생 3, 4의 외향 중심성은 0으로 전체적으로 상호작용이 원활한 편은 아니었다.

이러한 특성을 반영하는 유형 7에서 나타난 대화 내용을 제시하면 다음과 같다. 귀뚜라미의 행동 특성을 관찰하는 과정에서 구성원들이 소리를 지르기도 하면서 매우 적극적으로 참여하는 모습을 보이지만 다른 유형과는 달리 주거나 받거나 대화가 이어지기보다는 끊어지는 경향이 있다. 이는 연결망 구조에서 나타난 것처럼 학생 5와 2를 제외하면 구성원들의 연결 관계가 주로 단방향이기 때문으로 보인다. 또한 학생 4는 학생 1의 발화에 반응을 보이나 다른 구성원과 상호작용하는 모습은 보이지 않는다. 오히려 학생 2와 5가 서로 협력하면서 상호 관계를 형성하는 모습이 나타나며 이는 이어지는 다음 대화에서도 어느 정도 계속된다(사례 6). 연결망 구조의 중심에는 학생 1이 있어서 자주 등장하는 편이나 학생 1의 발화에 학생 3이, 학생 2의 발화에 학생 1이, 학생 1의 발화에 학생 4가 반응을 보이며 단방향으로 상호작용하는 모습을 볼 수 있다. 이처럼 전체적으로는 중심 학생 1과 양방향 상호작용하는 학생 2, 5의 대화 장면이 주로 나타남을 알 수 있다.

(사례 6)

- S5: 야! 3, 4cm! 뭐하는데? 다리로 올라가!
 S2: 너무 가파르다. 자~ 대고 있어봐라.
 S1: 다리가 좀 가파르다.
 S2: 확 올라와! 야아~ 안 올라오는데...
 S1: 야! 위에 올리지 마라.
 S4: 이제 안 올라가.
 S2: 야, 니가 잡고 있어봐. 내가 올려줄게.
 S5: 올라갈까, 내려갈까?
 (모두들 우 야아~~)
 S5: 야 난 달는 줄 알았네.
 S2: 뛰어내릴 생각을 안 해.

(중략)

- S5: 떨어질 생각을 안 한다. 밑으로 안내려가.
 S2: 살짝 쳐봐! (톡톡) (다들 놀라 소리 지름)
 S5: 위로 올라가 밑으로 안내려가.
 S2: 야! 만약에 이렇게 되어 있으면 어디로 갈까? (톡톡)
 S5: 그럼 빛도 썬볼까?
 S2: 야아~ 여기 올라온다. 하하.

아. 유형 8

유형 8은 탐구 주제 ‘초파리의 행동 특성’의 G2조에서 나타났고 연결망 구조는 다음과 같다(Figure 9). 유형 8의 특징은 상호작용 빈도가 가장 많았던 학생 1이 중심 위치에 있고 학생 2, 4와는 삼각 구조를

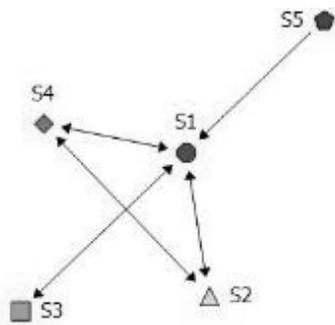


Figure 9. Pattern 8

형성하면서 양방향으로 상호작용이 이루어진다. 또한 학생 3과도 서로 의견을 주고받는 관계로, 학생 5와는 주로 응답 관계로 상호작용 하고 있으며, 모든 구성원들과 전체적으로 응답 관계를 유지하면서 연결되어 있다. 따라서 연결 정도를 보면, 학생 1이 4로 네 명과, 학생 3과 5가 1로 각 한 명과 관계를 맺고 있어 소외된 구성원이 없이 모두 연결 관계를 보여 전체 밀도는 0.45로 높은 편이었다. 방향성을 고려한 중심성은 학생 1의 경우 내향 중심성이 1, 외향 중심성이 0.75로 가장 높은 반면 학생 5는 내향 중심성이 0, 외향 중심성이 0.25로 가장 낮게 나타났다.

중심성이 가장 높은 학생 1은 모든 구성원과 연결 관계를 맺으며 조별 활동에도 가장 많이 등장하였다. 학생 1을 중심으로 삼각 구조를 형성하였던 학생 2, 4의 상호작용이 초반부에 나타나고, 이어 학생 3은 관찰을 제외해보지만 다른 구성원의 동조를 얻지 못하고 단절되어 있다가 학생 1과만 상호작용하는 모습을 볼 수 있다. 또한 학생 5의 발화에도 학생 1이 주로 반응을 보이고 있고, 학생 4가 다른 장면에 대해 화제를 돌리면서 학생 5의 대화가 이어지지 못하고 끊어져 단절되는 경향을 나타내고 있어 연결망의 구조적 특징이 드러나고 있음을 알 수 있다(사례 7).

(사례 7)

- S5: 뭐라고 적어요?
- S1: 아까 그거 적어라. 얼굴을 비빈다.
- S3: 밑에 쓰레기 같은 거. 뭐지?
- S4: 근데 진짜 징그럽다.
- S2: 못 만치겠다.
- S5: 이거 먼데? 나도 볼래.
- S1: 나도 볼래.
- S4: 이거 위로 올라가려고 하잖아. 이거도 써야 안 되나?
- S2: 그거 썼어. 이미 썼다고!
- S4: 증명을 하라고! 지금도 위로 올라가잖아, 꾸물꾸물.
- S1: 으~ 너무 징그럽지 않나?
- S2: 근데 뭐하면 죽는다고 했지?
- S1: 뒤집으면 죽는다고. 뒤집어. 이렇게 죽는다. 이렇게 해도 죽는다.
- S2: 뒤집어 버려. 어, 저거 있다.
- S1: 들고 와 봐.
- S5: 저거는 신기하게...
- S1: 징그럽다.
- S2: 특징이 엄청나다.

Table 3. Classification of alienation/participant types

구분	참여 인원(명)	소외 인원(명)
소외형	3	2
	4	1
참여형	5	0

2. 유형 정리

과학 탐구실험 활동에서 나타난 과학영재들의 언어적 상호작용 유형을 분석한 결과 모두 여덟 가지 형태로 나타났다. 유형 1은 가장 많이 나타난 형태로 모두 9개 조에서 나타나 전체의 29%를 차지하였고, 다음은 6개 조에서 나타난 유형 2로 19.4%를 차지하였다. 유형 3과 4는 각각 5개 조, 유형 5와 6은 각각 2개 조, 유형 7과 8은 각각 1개 조에서 나타났다.

이는 상호작용에 참여한 구성원의 수와 소외된 구성원의 수를 기준으로 다음과 같이 구분할 수 있다. 즉, 다섯 명의 구성원 중 세 명이 상호작용에 참여하고 두 명이 소외된 경우, 네 명이 상호작용에 참여하고 한 명이 소외된 경우, 다섯 명 모두가 상호작용에 참여한 경우이다. 이는 다시 소외 구성원의 유무에 따라 일부 구성원이 소외된 상태로 상호작용이 이루어지는 소외형과 모든 구성원이 연결 관계를 가지며 서로 상호작용하는 형태인 참여형으로 구분할 수 있다(Table 3).

소외형은 유형 1, 유형 2, 유형 3, 유형 5의 네 가지 형태로 모두 22개 조에서 나타나 전체의 71%를 차지하였고, 참여형은 유형 4, 유형 6, 유형 7, 유형 8의 네 가지 형태로 모두 9개 조에서 나타나 29%로 나타났다.

따라서 과학영재들의 언어적 상호작용은 한 구성원을 중심으로 모든 구성원이 연결되어 상호작용이 이루어지는 경우보다는 일부 구성원이 소외된 상태에서 나머지 구성원들이 상호작용하는 경우가 대부분임을 알 수 있다. 이는 중학교 1학년 학생을 대상으로 소집단 토론 과정에서 언어적 상호작용을 분석한 Kang, Kim, & Noh(2000)의 연구 결과와도 유사하였다. 즉, 네 명의 구성원 중 두 명이 동등한 역할로 참여하는 부분 참여형이 60% 내외로 가장 많았고, 세 명 이상이 참여하는 다수 참여형은 30~40%로 나타났다. 이 중 네 명의 구성원 모두가 참여하는 경우는 10% 내외인 것을 감안하면 대부분 두 명 또는 세 명의 구성원이 참여하고 한 두 명이 소외되는 형태로 본 연구과 유사한 결과를 보였다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 소집단 탐구 실험 활동에서 나타나는 과학영재들의 상호작용의 유형을 관계적 특성을 고려하여 시각화한 것으로 다음과 같은 결론을 얻었다.

먼저, 과학영재들의 상호작용 유형은 모두 여덟 가지로 나타났다. 이 중 가장 많은 상호작용 유형은 전체 31개 조 중 모두 9개 조에서 나타나 29%를 차지한 유형 1이었다. 유형 1은 다섯 명의 구성원 중 두 명이 소외된 상태에서 나머지 세 명의 구성원이 상호작용에 참여하는 형태이다. 이는 소집단의 크기를 달리하여 중학교 과학 실험 수업의 효과를 분석한 김정일과 김범기(2004)의 연구와도 비슷하였다.

즉, 두 명이나 네 명으로 구성된 소집단보다 세 명으로 구성된 소집단에서 과학 탐구 능력 향상에 유의미한 효과가 있음을 보여주었다.

세 명으로 구성된 집단의 경우 소외되는 구성원이 없이 서로 긴밀하게 상호작용함으로써 과학 실험 수업 과학 탐구 능력에 긍정적인 성과가 나타난 것으로 해석할 수 있다. 이러한 결과는 다섯 명 이상으로 구성된 소집단에서는 무임승차 가능성이 있으며 집단의 합의점 도달에 어려움이 있다고 밝힌 Chan과 Galton(1999)의 연구와도 같은 맥락으로 볼 수 있다.

하지만 소집단 활동의 학습 성과나 상호작용의 효과가 집단의 크기에만 전적으로 좌우된다고 할 수는 없을 것이다. 집단을 구성하는 개인의 능력이나 성향, 구성원 간의 친밀도, 학습 내용이나 이에 대한 준비도 등의 인지적, 정서적, 학습 환경적 요소도 간과할 수 없는 부분이다. 이는 일반적으로 협력 학습에 적절한 소집단의 크기는 2~6명이지만 협력 학습의 경험이 없거나 시간이 부족할 때 또는 학습 자료가 적을 경우는 2~3명의 크기가 적절하다는 김동일과 정문성(1998)의 연구 결과를 보더라도 짐작할 수 있다.

따라서 소집단을 구성할 때 학습자의 특성이나 학습 여건 등을 고려하여 집단의 크기를 적절히 조절할 필요가 있다. 특히 친분이 없는 상황에서 긴밀한 상호작용으로 협력적인 과제 해결이 요구되는 경우 소외되는 구성원 없이 각자의 역할에 충실하면서 조별 탐구 활동에 참여할 수 있도록 집단의 크기를 세 명으로 구성하는 것도 하나의 대안이 될 수 있을 것이다.

이외에도 소집단의 구성원들이 상호작용하는 유형은 다양하게 나타났다. 이 중 소외된 구성원 없이 다섯 명 모두 상호작용에 참여하는 참여형은 전체 31개 조 중에서 9개 조(29%)에서 나타났고, 한 두 명이 소외된 상태에서 나머지 구성원들끼리 상호작용하는 소외형은 모두 22개 조(71%)에서 나타나 소외형이 대부분을 차지하였다. 즉, 소집단 탐구 실험 활동 과정에서 과제 해결을 위하여 과학 영재들이 주고받은 발화, 응답 상호작용의 형태는 대부분 일부 구성원이 소외된 유형이 주를 이루었다. 이는 과학 영재는 아니지만 본 연구와 동일한 중학교 1학년 학생을 대상으로 소집단 토론 과정의 언어적 상호작용을 분석한 강석진 등(2000)의 연구에서 네 명의 구성원 중 두 명이 참여하는 부분 참여형이 60% 내외로 가장 많았다는 결과와도 동일한 맥락으로 생각할 수 있다.

하지만 과학 영재들의 소집단 활동 성과와 구성원들의 상호작용을 분석한 결과 정적인 상관을 보인다는 정덕호와 유대영(2013)의 연구를 보면 소집단의 성과에 상호작용이 중요한 요인이라는 것을 의미한다. 특히 팀 전체가 고르게 상호작용한 경우 팀의 점수가 더 높게 나타났다는 임규연 등(2009)의 연구를 보더라도 효과적인 소집단 활동을 위해서는 소외된 구성원 없이 모두가 협력적인 태도로 상호작용에 참여할 수 있는 분위기를 조성할 필요가 있을 것이다. 왜냐하면 소집단 학습이 학습 능력 향상에 유익한 학습 방법이지만 구성원 모두가 활동에 참여하지 않으면 학습 효과는 기대하기 어렵기 때문이다(김경순 등, 2007). 이는 상호작용이 많이 일어난 모둠일수록 과제 성취도와 탐구 능력이 높았다는 구양삼(2007)의 연구 결과를 반영하는 것으로 볼 수 있다.

다음으로 중심적 지위를 갖는 구성원의 존재 여부에 따라 상호작용 유형은 세 가지로 구분할 수 있다. 중심성이 있는 한 명의 구성원을 중심으로 상호작용이 이루어지는 경우는 유형 2, 4, 5, 6, 8에 해당하며 모두 16개 조(52%)에서 나타난 형태로 가장 많은 수를 차지하였다. 두 명이 구성원이 동등한 중심적 지위를 가지면서 상호작용하는 경우

는 유형 3, 7의 두 가지로 모두 6개 조(19.4%)에서 볼 수 있었다. 반면 중심적 지위가 나타나지 않는 경우는 유형 1로 모두 9개 조(29%)에서 나타났다.

이는 소집단의 역할 구성의 유형에 따른 상호작용의 양상을 분석한 결과 다수 의장형과 일인 의장형에서는 정교화 상호작용이 일어났지만 의장 부재형의 경우는 정교화 상호작용이 일어나지 않았다는 결과를 바탕으로 바람직한 상호작용이 일어나기 위해서 의장 역할이 중요함을 시사하는 한도욱(2014)의 연구와도 일맥상통한다고 볼 수 있다. 또한 리더가 없는 모둠의 경우 상호작용의 빈도가 낮았으며, 실험 활동 자료에 있는 질문 내용에 대해서도 제대로 답을 못하는 등 저조한 결과를 보였다는 구양삼 등(2005)의 연구를 뒷받침하는 것으로 해석할 수 있다. 따라서 중심적 지위를 가지는 구성원이 포함된 소집단을 구성하는 것이 성공적인 소집단 활동에 효과적임을 알 수 있다.

국문요약

과학 탐구 활동은 학습자들 간의 협동학습을 통해 문제를 해결하는 학습 방법이다. 학습자 중심의 상호작용을 전제로 한 과학 탐구 활동을 구조적 차원에서 분석하는 것이 필요하다. 사회네트워크 분석법은 구성원들의 상호작용을 분석하는데 주로 사용되는 방법이다. 본 연구는 5인 1조 31개 조로 구성된 과학영재들을 대상으로 소집단 과학 탐구 실험 활동에서 나타난 구성원 간의 상호작용의 양상을 수치적 특성을 바탕으로 유형화하였다. 이 연구의 결과는 다음과 같다. 과학영재들의 상호작용 유형은 모두 여덟 가지로 나타났다. 이 중 가장 많은 상호작용 유형은 전체 31개 조 중 모두 9개 조에서 나타나 29%를 차지한 유형 1로 세 명의 구성원이 상호작용 하는 경우였다. 이들 유형은 다시 한 구성원을 중심으로 나머지 구성원들이 모두 연결 관계를 형성하는 참여형과 중심적 역할을 하는 구성원이 없이 소외된 구성원이 존재하는 소외형으로 구분할 수 있다. 참여형은 유형 4, 유형 6, 유형 7, 유형 8로 모두 9개(29%) 조에서, 소외형은 유형 1, 유형 2, 유형 3, 유형 5로 모두 22개(71%) 조에서 나타났다. 즉, 한 구성원을 중심으로 모든 구성원이 상호작용에 참여하는 형태보다는 중심적 역할을 하는 인물 없이 일부 소외된 구성원이 존재하는 가운데 나머지 구성원들이 상호작용하는 유형이 대부분을 차지하였다. 이 연구를 바탕으로 과학 탐구 활동에 적절한 집단의 크기는 무임승차효과나 소외된 학생이 없을 것으로 생각되는 3명이 가장 효과적이라고 할 수 있다. 또한 중심 구성원의 유무에 따라서는 있는 경우가 더 효과적일 것으로 사료된다.

주제어 : 과학 탐구 활동, 언어적 상호작용 유형, 과학영재, 사회네트워크 분석, 소집단

References

- Bae, J., & Ok, S. (2009). The effects of elementary science lessons emphasizing social interactions on the metacognition, learning motive and academic achievement. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 28(4), 519-527.
- Chang, H. (1997). Social network analysis: Historical development, principles and method. *Language information*, 1, 62-106.
- Choi, M., & Jhun, Y. (2010). Discourse analysis for deriving characteristics of science-gifted elementary students in inquiry activities. *Journal of*

- Gifted/Talented Education, 20(1), 369-388.
- Chung, D., & Yoo, D. (2013). A communication structure of science gifted students based on the social network analysis. *Journal of Korean Earth Science Society*, 34(1), 81-92.
- Emirbayer, M. (1997). Manifesto for a relational sociology. *American Journal of Sociology*, 103, 281-317.
- Fox, R. (1995). Teaching through discussion. In C. Desforges (Ed.), *An introduction to teaching: Psychological Perspectives* (pp. 132-149). Oxford: Blackwell Publishers Ltd.
- Han, K., Park, H., & Ryu, J. (2011). A case study on the learning characteristics of science-gifted students in jeonnam province -focused on verbal and nonverbal interactions in small group-. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 30(1), 51-60.
- Hogan, K. (1999). Discourse patterns and collaborative scientific reasoning in peer and teacher-guided discussions. *Cognition and Instruction*, 17(4), 379-432.
- Hwang, H., & Kang, J. (2004). The effects of scaffolding instruction by zone of proximal development on motivated learning strategies and academic achievement. *The Journal of the Korean Society for Fisheries and Marine Sciences Education*, 16(1), 35-49.
- Jhun, Y., & Hwang, H. (2010). Analysis on student-to-student verbal interaction during small group open inquiry activities. *The Journal of Korea Elementary Education*, 21(2), 227-246.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1985). Oral interaction in cooperative learning groups: Speaking, listening, and the nature of statements made by high-medium, and low-achieving students. *Journal of Psychology*, 119(2), 303-321.
- Kang, E., Kim, C., Choe, S., Yoo, J., Park, H., Lee, S., & Kim, H. (2012). Small group interaction and norms in the process of constructing a model for blood flow in the heart. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 32(2), 372-397.
- Kang, S., Kim, C., & Noh, T. (2000). Analysis of verbal interaction in small group discussion. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 20(3), 353-363.
- Kim, H., & Choi, B. (2009). Development of the instructional model emphasizing discussion and the characteristics of verbal interactions during its implementation in a science high school. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 29(4), 359-372.
- Kim, H., Lee, E., & Kang, S. (2006). Analysis of approaches to learning based on student-student verbal interactions according to the type of inquiry experiments using everyday materials. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 26(1), 16-24.
- Kim, J., Seong, S., Park, J., & Choi, B. (2002). The effects of scientific inquiry experiments emphasizing social interaction. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 22(4), 757-767.
- Kim, J., Shin, A., Park, K., & Choi, B. (2001). The effects of science inquiry experiments emphasizing social interactions and the analysis of social interactions by cognitive level of the students. *Journal of the Korean Chemical Society*, 45(5), 470-480.
- Krackhardt, D. (1992). The strength of strong ties: The importance of Philos. in organizations. In N. Nohria & R. G. Eccles (eds.), *Networks and organizations: Structure, form and action* (pp. 216-239). Massachusetts: Harvard Business School Press.
- Lee, H., Chang, S., Seong, S., Lee, S., Kang, S., & Choi, B. (2002). Analysis of student-student interaction in interactive science inquiry experiment. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 22(3), 660-670.
- Lee, S., Kim, C., Chor, S., Yoo, J., Park, H., Kang, E., & Kim, H. (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(5), 805-822.
- Ministry of Education and Science Technology (2010). *The future of the republic of Korea through creative human resources, advanced science and technology*. Activity report in 2011.
- Ministry of Education and Science Technology (2011). *Science curriculum*. Seoul: MEST.
- O'Donnell, A. M., & King, A. (1999). *Cognitive perspectives on peer learning*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Park, J. & Kim, H. (2012). Theoretical considerations on analytical framework design for the interactions between participants in group argumentation on socio-scientific issues. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 32(4), 604-624.
- Park, J., Nam, J., & Yoo, H. (2000). The effects of a teaching strategy based on the interactive formative assessment in middle school science class. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 20(3), 468-478.
- Russell, D. (1993). Vygotsky, Dewey, and Externalism: Beyond the student/discourse dichotomy. *Journal of advanced Composition*, 13(1), 173-197.
- Savery, R. E., & Duffy, T. M. (2001). Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework. *Educational Technology*, 35(5), 31-38.
- Seong, S. (2005). *Change and characteristics of verbal interaction in science inquiry experiments emphasizing social interactions*. Unpublished doctoral dissertation, Korea National University of Education.
- Seong, S., & Choi, B. (2007). Change and characteristics of interactions in a heterogeneous group in scientific inquiry experiments. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 27(9), 870-880.
- Settlage, J., & Southerland, S. A. (2007). *Teaching science to every child: Using culture as a starting point*. New York: Routledge.
- Slavin, R. E. (1995). *Cooperative Learning: Theory, research, and practice*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Sohn, D. (2010). *Social network analysis*. Seoul: Kyungmoonsa.
- Storberg-Waller, J., & Gubbins, C. (2007). Social networks as a conceptual and empirical tool to understand and "Do" HRD. *Advances in Developing Human Resources*, 9(3), 291-311.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Yang, I., Jeong, J., Kim, Y., Kim, M., & Cho, H. (2006). Analyses of the aims of laboratory activity, interaction, and inquiry process within laboratory instruction in secondary school science. *The Journal of the Korean Earth Science Society*, 27(5), 509-520.
- Yoo, M. (2012). A case study on the science-gifted students' verbal interaction in small group inquiry activity according to grouping method considering MBTI personality type. *Journal of Science Education for the Gifted*, 4(1), 43-64.
- You, J., & Noh, T. (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(4), 671-685.