

# 이질 모둠이 수행한 과학탐구실험 과정에서 상호작용의 변화와 특성

성숙경 · 최병순<sup>1\*</sup>

서초고등학교 · <sup>1</sup>한국교원대학교

## Change and Characteristics of Interactions in a Heterogeneous Group in Scientific Inquiry Experiments

Seong, Suk Kyoung · Choi, Byung Soon<sup>1\*</sup>

Seocho High School · <sup>1</sup>Korea National University of Education

**Abstract:** The purpose of this study was to understand the change and characteristics of interactions in a heterogeneous group in scientific inquiry experiments. For this purpose, the process of students' interactions in small group activities were analyzed. This study focused on two, small heterogeneous groups of eighth graders. Students were involved in 13 scientific inquiry experiments for one year and students' interactions in each experiments were observed and recorded using video/audio and the data recorded were transcribed. The analysis of data was based on the method of making a note by looking and listening to the data repeatedly. Students' interactions in heterogeneous group changed toward that 3A (early formal operation) student solved the problems by oneself and other students only listened to 3A student's explanation or copied the answer. The least able student was alienated from peers' interactions. In the meantime, new interactions of two middle level students were shaped. Educational implications of the progression of activities emphasizing interactions and the organization of grouping were drawn.

Key words: heterogeneous group, inquiry experiment, social interactions

### I. 서론

과학은 자연 현상을 탐구함으로써 지식을 얻는 학문이기 때문에, 과학교육에서는 과학적인 지식과 함께 탐구의 방법을 중요시하여 왔다. 따라서 수차례에 걸친 교육과정의 개정에도, 자연을 과학적으로 탐구하는 능력을 기르고 이러한 탐구활동을 기초로 하여 과학의 기본개념을 이해하고 적용하는 것은 계속해서 중요한 과학교육의 목표로 강조되어 왔다. 따라서 실제 교육현장에서는 구체적인 현상과 접촉하여 과학적 탐구를 수행할 수 있는 기회를 제공하는 실험활동을 과학교육 목표달성의 중심적인 방법으로 제시하고 있다(Chinn & Malhotra, 2002).

그러나 실험수업에 관한 어떤 연구들은 실험수업이 기대한 것처럼 학습자의 탐구능력이나 개념이해, 성취도의 향상에 효과를 보이지 못하고 있음을 지적하고 있다. 이처럼 실험수업이 기대한 효과에 미치지 못하는

이유로 보통의 실험활동이 다른 학생과의 상호작용 없이 교사나 교과서의 지시에 의해 일방적으로 이루어지며(Hodson, 1990), 소집단의 일부 구성원이 활동을 주도함으로써 나머지는 방관자적 입장에 놓이게 되고(Chang & Lederman, 1994), 실험의 목적을 조작과 측정으로 인식하여 토론하고 생각하는 데 시간을 보내기보다 실험기구의 장치와 실험의 수행에 많은 시간을 보내는 것(Lunetta, 1998) 등이 논의되고 있다.

이러한 논의들에서 엿볼 수 있듯이, 실험활동을 더욱 효과적이고 의미 있는 학습경험으로 구성하기 위해서는 학습이 개인적으로 이루어지기보다 어른이나 동료학습자와의 상호작용을 통하여 이루어지며, 상호작용에 의해 사회적 함의를 형성하고 함의된 지식을 내면화하는 과정을 학습으로 보는 사회적 구성주의 관점에 주의를 기울일 필요가 있다. 즉 과학학습은 상호작용에 의해 생각이 도입되고, 토론되고, 받아들여지는 방식의 결과로 학습자의 상호작용 형태에 의해 영향

\*교신저자: 최병순(bschoi@knu.ac.kr)

\*\*2007.07.24(접수) 2007.10.11(1심통과) 2007.12.11(2심통과) 2007.12.17(최종통과)

\*\*\*이 논문은 2007년도 한국교원대학교 기성회계 학술연구비의 지원에 의한 것임.

받기 때문에, 활발한 상호작용을 전제로 하는 실험활동은 탐구능력의 향상이나 개념이해에 효과적일 것으로 기대된다. 특히 학교에서 이루어지는 과학교과의 실험은 보통 소집단을 단위로 하기 때문에, 실험활동에서 이루어지는 학습자 사이의 상호작용 형태는 집단의 수행과 성취에 중요한 영향을 미칠 것이다. 이러한 아이디어에 근거하여 학습자의 활발한 상호작용을 강조하는 수업을 고안하여 그 효과를 검증하려는 노력이 있어 왔으며, 그 결과 상호작용 과정에서 나타나는 지식의 사회적 발달이 학습을 향상시키는 효과적인 도구임이 많은 연구에서 밝혀져 왔다(김지영 등, 2002; 박종운 등, 2006; Alexopoulou & Driver, 1996; Anderson et al., 2001; Solomon, 1998).

따라서 대화는 과학학습의 심장에 있으며, 교실에서 개념이해는 대화적 논의 과정을 통해 개인의 지식을 사회적으로 구성하고, 재구성하는 기회에 의존한다(Tien et al., 2002). 즉 이해는 타인과 상호작용하고 의견을 나누는 과정을 통해 발전하므로, 상호작용의 효과성뿐 아니라 상호작용이 이루어지는 내적 과정에 대한 연구가 폭넓게 진행될 필요가 있다. 상호작용 과정을 분석한 몇몇 국외연구(Berg et al., 2003; Bianchini, 1997; Kurth et al., 2002)는 모둠 내의 특별한 사회적 역할이나 지위, 리더의 스타일, 학습자의 신경험, 정보의 수준, 과제の内容 등을 학습에 영향을 미치는 요인으로 지적하고 있으나, 국내의 연구는 범주화에 의한 상호작용 연구가 몇몇 진행되고 있을 뿐(김찬중 등, 2005; 김혜심 등, 2006; 이현영 등, 2002) 상호작용의 변화 과정에 대한 심층적인 연구는 매우 미흡하다. 인지발달은 자연과 역사, 생물과 문화, 개인의 지식체계와 사회 사이의 번증법적 상호작용에 의존하므로, 외국과는 언어 습관, 학교현실, 또래문화 등 문화적 배경이 다른 국내의 상황으로 국외의 연구결과를 일반화할 수는 없다. 따라서 국내에서 이루어지는 학교 과학 실험학습 상황에서 나타나는 상호작용의 내적과정을 심층적으로 살펴봄으로써, 실험수업에서 일어나는 상호작용 과정에 대한 실질적인 이해를 도모하는 것은 의미 있는 연구일 것이다. 더욱이 상호작용 과정에 대한 상세한 분석은 모둠별 실험활동에서 일어나는 학습자의 학습과정에 대한 이해뿐 아니라, 성취도와 탐구능력에 영향을 미치는 요인이나 상호작용의 활성화에 영향을 미치는 요인 등에 대한 폭넓은 이해를 제공함으로써 교사의 수업개선에 도움을 줄 것으로 기대한다.

따라서 이 연구에서는 상호작용을 강조한 13개의 탐구실험 활동이 진행되는 1년 동안 나타나는 학습자의

상호작용 과정을 심층적으로 분석하여 이질 모둠의 상호작용에서 나타나는 특성을 알아보고, 이로부터 탐구활동이 진행됨에 따라 모둠의 상호작용이 어떻게 변화해 가는지, 또 이러한 변화는 모둠원들의 인지적 특성과 어떻게 관련되는지를 분석하였다. 여기서 이질 모둠의 상호작용을 분석한 것은 학교의 모둠별 활동에서 각 모둠은 일반적으로 이질적으로 구성되기 때문이다.

## II. 연구방법

### 1. 참여자

서울시에 위치한 중학교 2학년 학생들을 대상으로 하였다. 학교는 보통 중류층 정도의 서민이 모여 사는 지역으로, 학생들은 학습의 많은 부분을 학교에 의지하고 있었다. 탐구실험 수업은 4년 경력의 여교사인 김교사가 진행하였다. 관찰할 학급과 모둠의 선택은 ‘연구를 통하여 발견하고, 이해하고, 통찰을 얻게 되기를 바라는 목적 표본추출’이 상호작용을 연구하여 복잡한 자료에서 공통의 패턴을 찾아내는데 적절하다(Merriam, 1998)고 생각하여 김 교사의 추천을 받아 이루어졌다. 김 교사는 수업태도가 좋다고 생각하는 두 학급에서 구성원이 적극적이어서 활발한 상호작용이 일어날 것 같다고 생각하는 모둠을 추천하였는데, 그 중에서 학생들의 인지수준, 탐구능력, 사전과학성적을 고려하여 두 모둠을 연구 대상으로 선정하였다. 모둠은 남학생 2명과 여학생 2명의 4명으로, 형식적 조작 초기(3A), 과도기(2B/3A), 구체적 조작 중기(2B), 구체적 조작 초기(2A)의 이질모둠으로 구성되었다. 탐구능력으로 인한

표 1  
연구 참여자의 인지적 정보

	인지 수준	사전 탐구능력 <sup>a</sup>	사전 과학성적 <sup>b</sup>
<b>이질모둠 A</b>			
찬우	3A	25	78
두나	2B/3A	25	97
민재	2B	19	89
주연	2A	16	64
<b>이질모둠 B</b>			
미애	3A	21	100
소리	2B/3A	22	50
태진	2B	21	73
현수	2A	20	81

a: 30점 만점, b: 100점 만점.

차이를 최소화하기 위해 모둠의 탐구능력 평균을 유사하게 조절하였다. 학기 초였지만 모둠원들은 서로 친숙해보였고, 대부분 자신이 속한 모둠을 위해 적극적으로 노력하였다. 연구 참여자의 인지적 정보는 표 1과 같다.

## 2. 수업 내용 및 방법

Lawson 등의 순환학습 전략 및 Adey와 Shayer의 CASE 프로그램 전략에 기초하여 김조연 등(2001)이 개발한 활동지를 수정, 보완하여 사용하였다. 활동지의 수정은 선행연구에 참여한 학생들이 제출한 보고서와 학생활동의 녹화내용을 근거로 이루어졌다. 활동지는 탐구실험과 사회적 상호작용의 두 가지 기본 맥락을 충족시키는 형태로 구성하였다. 즉 과제해결의 점진적 단계를 제시하여 너무 어렵지 않으면서도 탐구적인 접근을 할 수 있도록 하였으며, 함께 조작하고 관찰할 수 있으며 많은 사람의 의견을 모으는 것이 도움이 되는 과제를 선정하여 상호작용을 이끌어 낼 수 있도록 하였다. 각각의 활동은 2차시에 걸쳐 90분 동안 이루어졌으며, 1년 동안 교과과정에 맞추어 총 13개의 사회적 상호작용을 강조한 탐구실험활동을 실시하였다. 이 중 처음 3개는 학습자와 교사가 익숙해지기 위한 과정으로 분석에서 제외하였다.

## 3. 자료수집

모둠의 구성을 위해 학습자의 인지 수준을 알아보기 위한 논리적 사고력 검사(SRTⅡ)와 과학 탐구능력 검사를 실시하였다. 모둠의 상호작용은 MD와 비디오카메라로 동시에 녹음/녹화하였으며, 연구자는 실험대 구석에 앉아 모둠의 상호작용을 관찰하면서 MD의 이어폰을 통하여 학생들의 상호작용을 자세히 듣고 관찰기록지를 작성하였다. 관찰하는 동안에는 모둠의 활동에 가능한 개입하지 않아 학습자가 자연스럽게 활동하는 과정을 확인하고자 하였다. 이렇게 해서 1년 동안 실시된 40차시의 녹음/녹화 자료와 관찰기록지를 상호작용에 관한 관찰 자료로 수집하였다. 녹음/녹화 자료에서 얻을 수 있는 학생의 대화와 활동은 모두 기록되었는데, 먼저 1인의 연구자가 1차 전사본을 만들고, 이를 토대로 2인의 연구자가 학습자의 활동과 대화맥락을 수정·보완하였다.

관찰을 통해 생긴 의문점을 해결하기 위해 쉬는 시간에 학생들과 간단한 면담을 하였으며, 수업담당 교사와는 활동이 끝날 때마다 면담 시간을 가졌다. 학년말에는 그 동안의 관찰과 분석에서 얻게 된 상호작용의 유형과 원인에 대한 이해를 중심으로 참여 학생과 비

구조화된 면담을 하였다. 참여 학생의 가정환경, 교우관계, 성격, 1년 동안의 변화 등을 중심으로 담임교사와 면담하였으며, 수업진행에서의 어려움, 학생의 변화와 모둠의 분위기 등을 중심으로 교과담당교사와 면담하였다. 또 학습자의 상호작용 과정과 이해 정도를 파악하는데 도움이 되도록 수업시간에 작성된 탐구실험활동지를 수집하였다.

자료의 신뢰도를 확보하기 위하여 오랜 기간동안 참여하여 학생의 활동을 지속적으로 관찰하였고, 관찰내용에 대해 동료연구자간에 협의하였으며 수업진행 교사와 학생들과 수시로 면담하여 확인하는 시간을 가졌다.

## 4. 자료 분석

10개의 본 활동 중 지시대명사가 너무 많아 내용을 이해하기 어려운 전기회로를 제외한 9개의 탐구실험을 분석대상으로 하였다. 모둠 상호작용의 변화형태와 원인을 알아내기 위해서는 활동의 맥락을 자세히 이해하는 것이 필요하기 때문에 가능한 모든 활동과 상호작용을 대상으로 하였다.

수업 후 공동연구자와 교사와의 논의를 통해 상호작용 변화에 대한 개략적인 상을 얻는 것으로부터 분석은 시작되었다. 다음으로 전사본과 활동지, 면담자료를 참고로 녹음/녹화 자료를 보고 들으면서 연구와 관련하여 중요하다고 생각하는 것을 메모하였다. 메모를 유사한 것끼리 묶은 후, 이 자료를 참고로 다시 모둠의 상호작용 과정을 보고 들으면서 메모하였으며, 두 번 보고 듣는 동안 기록된 메모는 공통점을 중심으로 정리되었다. 모둠 변화에 대한 깊이 있는 이해를 위해, 보고 듣는 과정은 반복되었다. 이 과정은 Merriam (1998)의 자료 분석 방법을 기초로 하였다.

이 과정을 통해 문제를 해결해 가는 과정과 실험을 수행하는 과정이 깊은 관련을 맺고 있으나 나뉘어 기술되는 것이 적절하다고 판단하였다. 문제를 해결하는 과정에서의 상호작용 변화는 누가 주로 의견을 제시하는가(참여구조)와 누구의 의견이 어떤 과정을 거쳐 받아들여지는가(논의구조)를 중심으로 확인하였으며, 실험을 수행하는 과정은 누가 실험에 관심을 갖는가(참여구조)와 누가 주로 실험기구를 직접 다루는가(조작구조)를 중심으로 분석하였다.

이러한 분석방향을 기초로 각 활동별 특성을 뽑아내고 특성이 비슷한 활동을 묶는 과정을 거쳐 모둠의 상호작용 변화를 조사하였다. 상호작용의 특성은 모둠 상호작용이 변화한 형태에 맞추어 초기, 중기, 후기 등으

로 나누어 기술하였다. 즉 반복된 관찰을 통해 모둠의 문제해결과 실험수행에서 나타나는 특성이 비슷한 실험을 묶어 하나의 단계로 설명하고, 시간이 지나 변화가 드러나는 경우 다음 단계로 기술하는 방식을 통하여 모둠의 변화를 확인하였다. 분석된 결과는 공동 연구자와 논의를 거쳐 공동의 이해에 부합되도록 재해석하는 과정을 거쳤다.

### III. 연구 결과 및 논의

#### 1. 실험 진행에 따른 모둠의 상호작용 변화

##### 1) 모둠 A의 상호작용 변화

모둠 A에서 실험이 진행됨에 따라 나타나는 상호작용의 변화는 문제해결 과정에서 나타나는 변화와 실험을 수행하는 과정에서 나타나는 변화로 나누어 분석하였다.

표 1에서 볼 수 있는 것과 같이, 모둠원은 찬우(3A), 두나(2B/3A), 민재(2B), 주연(2A)의 네 학생으로, 두나의 인지수준은 찬우보다 낮지만 탐구능력 점수는 같았으며 학교에서 평가되는 성적은 찬우보다 훨씬 높았다. 민재와 주연은 찬우와 두나에 비해 탐구능력과 성취도가 훨씬 떨어지며, 특히 주연은 관찰 학생 중 가장 낮은 탐구능력을 보였다.

##### (1) 문제를 해결하는 과정

###### 가. 초기

문제에 대한 논의는 보통 찬우(3A)나 두나(2B/3A)가 의견을 제시하는 것으로 시작되었다. 주로 두나와 찬우 중심의 상호작용이 이루어졌지만, 민재와 주연도 간혹 의견을 제시하였으며 논의에서 소외되어 있지는 않았다. 제시된 의견을 정리하며 마무리하는 사람이 정해져 있지는 않았고, 상호작용이 충분히 진행되어 모두가 동의한 듯 보였을 때 보고서를 정리함으로써 마무리되었다. 다음은 초기 상호작용의 전형적인 예이다.

###### [사례A-1]

(:스포이트로 액체를 떨어뜨려 확산을 확인하는 대신, 시험관에 액체를 넣고 셀로판지로 감싸서 넣어보는 실험에 대해 논의하고 있다.)

두나: 찬우야, 토론을 해보자. 무엇을 알아보기 위한 것일까?

찬우: 뭐? 분자운동.

주연: 분자운동.

찬우: 분자운동이긴 한데 이렇게, 이렇게 할 것까지는 뭐가 있을까?

두나: 분자운동을 알아보자.

주연: 스포이트로 안하고 어떻게 하는 건지, 그거 알아본 거잖아.

민재: 어떻게 확산되는지.

찬우: 아무 힘도 안주고 가만히 있을 때 분자가 어떻게 움직이는지 알아보는 거 아냐?

주연: 아까는 딱 떨어뜨렸을 때 흔들었잖아. 흔들지 않았잖아.

두나: 분자운동을 정확히 알아보기 위해서.

주연: 어쨌든 그러니까

두나: 이게 실험목표야?

찬우: 그렇겠지

(모두 기록)

##### 나. 중기

주로 찬우가 문제해결을 위한 의견을 제시하고, 두나가 찬우의 의견을 이해하기 위한 수준의 상호작용이 이루어졌다. 민재는 가끔씩 자신의 의견을 제시하거나 질문을 하는 반면, 주연은 모르는 것이 있어도 질문하지 않았다. 동료에게 설명하는 과정도 없이 찬우가 정답을 불러주는 상황이 관찰되었으며, 상호작용이 이루어져도 기록하는 내용은 대부분 찬우가 정리해서 불러주고 있었다. 이는 동료들이 찬우가 정리해서 불러주기를 원했고, 찬우 역시 보고서 내용을 자신의 욕심대로 쓰고 싶어 했기 때문이다. 두나와 민재가 의문을 제기해도 찬우가 관심을 기울이지 않거나 주연이 빨리 기록하고 싶어 하기 때문에 상호작용이 이루어지지 못하는 경우가 전체 문제해결에서 반 정도를 차지하고 있었다.

이 단계에서 두나가 기록한 내용과 실험 조작에서의 실수를 보고 찬우가 무시하는 반응을 보이는 것이 관찰되었다(사례A-2).

###### [사례 A-2]

(식물의 줄기에서 물관을 찾는 실험을 설계하고 있다)

찬우: (두나가 쓴 걸 보고 약간 비웃듯이) 뭐 잉크를 넣어, 잉크를 넣기는.

두나: 그럼 뭐라 그러냐고.

찬우: 잉크에 줄기를 꽂아야지.

두나: 잉크를 넣는 거지 그제.

찬우: 줄기에 잉크를 넣는 거랑, 잉크에 줄기를 꽂는 거랑 다르잖아.

두나: 내 어휘력이 떨어진다고

찬우: 다르잖아.

두나: 뭐 어쩌려고.

찬우: 그럼 지금부터 배워.

두나: 알았어. 조용히 해.

아래 면담에서 보듯 성적이 좋은 두나는 동료에 의해 지적받거나 동료가 더 잘하는 것에 매우 자존심 상해한다. 찬우와의 의견충돌을 싸웠다고 표현할 만큼 두나는 찬우와의 상호작용을 서로에게 도움이 되는 논의 과정이 아닌, 의견이 달라 부딪혔던 좋지 않은 사건으로 기억하고 있었다.

(답입교사와 면담)

약간 그런 거 신경 쓰는 편이에요. 두나도 공부를 잘하는 쪽이니까. 자기보다 좀 잘하는 애를 못 보는 경향이 있어요. 1학년 때 애랑 거의 똑같은 성적의 여자애가 있었는데 걔가 잘하는 거를 못 이겨서 그랬었다고 하는데.

(두나와 면담)

관찰자: 두나야. 너 처음엔 안 그랬어. 선생님이 녹음해서 들어보니까 왜 그래? 그거 아니야. 이렇게 말했었어. 생각 안 나?

두 나: 아. 그래서 개(찬우)랑 많이 싸웠어요.

관찰자: 기억나지? 그때는.

두 나: 많이 싸우고 그랬는데.

두나는 찬우와 의견충돌 후, 찬우에 반대되는 의견을 강하게 제시하지 않고 찬우에 대한 의존이 더 심해지는 것을 볼 수 있었다. 두나의 이러한 변화는 다음 단계에서 이 모듈의 상호작용이 거의 이루어지지 않게 되는 계기로 작용한다. 학생들은 자신의 생각이 무시당한 후 활동에 참여하지 않고 학습에서 멀어지는 경향을 보인다(Yerrick *et al.*, 2003). 이로부터 자신의 생각이 동료로부터 인정받고 가치 있다고 여겨지는 것(Hand *et al.*, 1997)이 상호작용을 촉진하는 중요한 조건임을 알 수 있다.

이상에서 논의구조가 점차 3A학생 중심으로 이동하고, 다른 학생들은 의견제시와 반기의 상호작용을 통한 정교화에 참여하지 못하게 되고 있음을 알 수 있다. 이러한 변화는 후기로 가면서 더욱 심화되는데, 그 원인은 다음 세 가지로 파악된다. 첫째, 찬우는 동료의 의견이 자신의 기준에 비추어 중요하지 않거나 이미 이해하고 있는 것일 경우, 동료의 의견을 받아서 논의하기보다 자신의 생각을 고수하고 있었다. 따라서 동료들은 더 이상 자신의 의견을 제시하지 못하고 찬우의 의견만을 듣게 되었다. Jones와 Carter(1994)는 우수한 학생의 언어적 격려와 실수를 교정하고 설명해 주는 등의 협동적 행동을 통해 낮은 수준의 학생이 과제에 집중하도록 하기 때문에 이질구성이 이롭다고 하였다. 하지만 동료와 협력하지 않는 상황에서는 우수한 학생의 존재가 오히려 모듈의 상호작용을 방해하는 요인으로 작용함을 알 수 있는데, 이는 이질모듈에서 우수한 학생이 모듈활동에 대해 좋지 않은 태도를 보인다는 Watson과 Marshall(1995)의 연구와 같은 결과이다.

둘째, 학생들이 활동의 내용과 결과의 이해보다는 보고서의 완성을 중요시한다는 점이다. 이러한 경향은 인지수준이 낮은 주연에게서 가장 두드러지지만 시간이 지나면서 다른 동료들도 찬우에 의해 쉽게 과제가 완성된다는 것을 편하게 생각하고 보고서만 완성되면

다른 의문을 제기하지 않는 경향을 보이게 된다. 다음은 두나와의 면담이다.

관찰자: 찬우만 하니까 못 힘들겠어?

두 나: (아니라는 표시) 안 해도 걔가 다 해주니까.

관찰자: 그런데 같이 하는 것도 있잖아. 같이 했으면 좋겠다는 생각 안 해봤어?

두나: 다같이 하고는 싶은데

-중략-

관찰자: 그러면 너도 실험을 하고 싶기는 해? 근데 찬우가 잘 하니까 안 해?

두 나: 안 해도 그냥 답 나르고.

셋째, 찬우의 의견을 받아 논의를 이끌어 갈만한 동료 존재하지 않는다는 점이다. 초기에는 2B/3A의 두나가 찬우의 의견에 반론을 제시하거나 다시 설명하는 등의 정교화 과정을 담당해왔다. 그러나 찬우에 의해 자신의 의견이 무시당하는 경험을 한 두나가 위축됨으로써 찬우의 의견은 쉽게 옳은 것으로 간주되고, 상호작용을 통해 문제를 해결하기보다 찬우의 설명을 듣는 식으로 변화하였다. 소집단은 의미구성에 동등하게 참여할 수 있는 학습공동체 형성에 중요한 의의가 있으며, 이를 위해서는 모듈원이 동등하게 참여하는 협력적 상호작용이 이루어져야 한다. 하지만 이 경우에는 과학적 어휘와 설명력의 차이로 인해 학생들의 대화에서 종종 권위적인 상호작용에 나타나 상호작용이 위축되는 현상을 볼 수 있었다.

#### 다. 후기

문제해결을 하는 동안 모두 집중하고는 있으나 찬우가 문제를 해결해주기 바라는 의존적인 경향이 매우 커져, 전체 모듈원사이의 상호작용이 눈에 띄게 줄었다. 문제를 읽은 뒤 찬우가 답을 불러주거나(한 실험에서 10회의 문제해결 중 4회 정도) 혼자 보고서에 기록한 내용을 동료에게 설명해주는 형태(4회 정도)가 많았고, 상호작용은 쉽게 답을 말할 수 있는 단순한 문제에서만 관찰되었다.

두나(2B/3A)가 이해한 내용을 민재(2B)에게 설명해주는 상호작용이 나타났고, 주연은 여전히 빨리 결과를 얻는 것에 관심이 많고 내용을 몰라도 질문하지 않았다. 찬우 중심의 문제해결 때문에, 학교에서는 매우 뛰어난 학생인 두나가 오랫동안 활동에서 소외되어 있었다. 이를 해결하는 방법으로 두나는 자신보다 우수한 찬우와의 상호작용 대신 자신보다 능력이 떨어지는 민재와의 상호작용을 선택하였다. 다음은 후기의 변화된 상호작용을 보여준다.

[사례 A-3]  
 (태양에너지가 대기권 밖에서보다 지표면에서 작아지는 이유를 토의하고 있다.)  
 찬우: 나 안다.  
 주연: 너, 빨리 말해. 네가 빨리 말해야지 우리가 잘한 조로 적히지.  
 찬우: 태양열이 있잖아.  
 주연: 응  
 찬우: 그 원래 에너지를 대기권에서 공기 중으로 보낼 거 아니야.  
 주연: 어~~~~어 빨리 써. 불러 줘.  
 민재: 어. 애가 방금 뭐라고 하는 거야?  
 주연: 어, 태양과 차츰차츰 알지?  
 두나: 무슨 말인지 알겠어?  
 민재: 알려 줘.  
 주연: 빨리 써.  
 두나: 태양이 들어오는데 공기 중에 뭐가 방해를.. 원소리야.  
 찬우: 대기 오존층이 있잖아. 어-  
 민재: 오존층이 뭐야. 대기권하고 대기하고.  
 두나: 오존층이 뭐 이렇게 뭐지? 이렇게 들러 싸가지고. 자외선 못 들어오게 하는 거 있잖아  
 찬우: 허허 그러면은 태양열이 이렇게 오다가 공기 중으로 퍼질 거 아니야. 그러니까 공기 중에도.

두나가 민재에게 다시 설명해주는 과정에서 민재가 찬우의 설명을 이해하지 못하는 경우가 종종 관찰되었다. 즉 문제해결의 대부분을 차지하는 찬우의 설명을 인지수준이 낮은 주연과 민재는 거의 이해하지 못하고 있었다. 동료상호작용이 개념성장에 결정적이며 인지구조화는 아동이 생각을 능동적으로 교환할 때 발생하므로, 능동적 상호작용을 오래 거친 문제일수록 학생들이 잘 이해함을 알 수 있다(Lumpe & Staver, 1995). 따라서 모듬원의 상호작용 없이 인지수준이 높은 학생의 설명으로 문제를 해결한다는 관찰결과는 이질모듬의 성취도가 동질모듬에 비해 떨어진다는 연구(김지영 등, 2002)에 대한 설명이 될 수 있을 것이다.

러. 말기

두나(2B/3A)와 민재(2B)사이의 특별한 상호작용이 나타난 단계이다. 두나가 민재를 끌어들이 설명해주거나 의견을 묻는 상호작용이 활발해지면서 새로운 논의 구조가 형성되었다. 주연은 혼자 활동하는 찬우에게도, 민재와 상호작용하는 두나에게도 끼어들 수 없게 되어 거의 상호작용에 참여하지 않았다. 주연이 의견을 제시하지 않은 것은 오래되었으나 문제를 읽고 참여를 독려하는 발언은 계속적으로 관찰되었는데, 이 단계에 와서는 주연의 대화가 거의 나타나지 않는다. 이질집단의 위호를 지적인 연구는 우수한 학생이 도움을 얻지 못하거나(Hanafin & Hooper, 1988), 낮은 능력의 학생이 활동에 기여하지 못한다고(Webb & Lewis, 1988)

주장하고 있다. 관찰 결과에 의하면, 우수한 학생은 자신의 생각을 설명하는 과정을 통해 암시적 도움을 얻지만, 열등한 학생은 시간이 지날수록 문제해결에서 소외되는 것으로 나타났다. 이러한 경향은 모듬 B에서도 유사하게 나타났다.

이 모듬에서 자신보다 뛰어난 동료인 두나의 도움을 받은 민재가 가장 많은 이익을 얻었지만, 두나 역시 민재와의 상호작용을 통해 자신의 생각을 정리하고 이해하지 못한 내용을 깨닫는 과정을 통해 발전하고 있었다. 이 상호작용 형태는 앞서 논의한 이질모듬의 이점을 보여주고 있다. 하지만 찬우의 활동 형태와 새롭게 나타난 두나와 민재의 상호작용을 고려할 때, Forman 등(1991)의 연구처럼 수준의 차이가 큰 이질집단보다는 비슷한 수준의 이질집단이 상호작용을 통한 도움을 주고받기에 적절한 구성이라는 점을 시사한다.

(2) 실험을 수행하는 과정

가. 초기

모두가 조작에 관심을 갖고 있으나, 실험기구의 조작은 찬우가 주도하고 주연과 두나가 적극적으로 도와주는 형태를 보인다. 동료가 실험을 실수할 때, 찬우가 화를 내서 동료들을 의기소침하게 만드는 경우가 관찰되었다. 이러한 과정을 겪으면서 모듬원들은 실험활동에 자신이 없어지고 찬우의 눈치를 살피게 된다. 따라서 이후의 실험에서는 찬우가 더욱 중요한 조작을 담당하고 동료들은 실험을 망칠까봐 찬우의 주변에 자리하게 된다. 이 역시 이질모듬에서 나타날 수 있는 문제점 중 하나인데, 이질모듬을 기본으로 하는 협동학습에서 우수한 학생이 화를 내고 낮은 능력의 학생이 활동에 참여하지 못하게 되는 것이 단점으로 지적되고 있다 (Webb & Lewis, 1988).

나. 중기

찬우는 동료가 실험을 주도하다가 실패할까봐 불안하여 모든 중요한 조작을 도맡는다(사례 A-4). 직접 조작하지 않고 남이 하는 것을 보면서 실험활동에 계속 관심을 갖는 것은 어려워 보인다. 모듬원은 찬우가 조작하는 동안 잡담을 하고 되고, 찬우와 모듬원 모두 서로에게 불만을 갖게 되었다.

[사례 A-4]

(물관을 찾는 과정에서 찬우가 현미경을 맞추는 중에 주연이 물관이 파란색으로 염색되어야 한다고 생각하여 현미경을 돌려 관찰하자 찬우가 화를 내고 있다.)

주연: 잠깐만(현미경보고 있다). 아, 색깔이

찬우: 야! 왜 돌려.

주연: 색깔을 모르겠어. 색깔이 똑같애. 파란색 같지가 않아.  
 찬우: 아. 잘 맞춰봤더니 왜 또 돌려?  
 주연: 뭘 너만 보냐?  
 찬우: 빨강잖아.  
 주연: 빨간 색깔 없어.  
 찬우: 빨간 것도 있고 파란 것도 있어. 점으로 찍혀 있잖아.  
 뵈봐.  
 주연: 됐어. 안 봐.  
 두나: 싸우지 마.  
 -종료-  
 주연: (들린다.) 이제 이거. 이거 돌려도 되지?

다. 후기

찬우가 계속 중요한 조작을 맡아하지만, 두나와 민재의 상호작용이 활발해지면서 실험수행에서도 민재와 두나가 함께 참여하는 새로운 단계가 나타났다. 실험 경험은 기술적 도구와 심리적 도구를 통합하기 때문에 학습을 증대할 수 있는 잠재성이 있다. 따라서 실험수행 과정의 변화는 문제해결 과정에서 나타난 변화와 밀접한 관계를 맺고 있었다.

이 모둠은 활동 내내 인지수준이 가장 높은 학생이 조작을 주도하였다. 초기에는 동료와의 협동 속에서 활동을 진행하였고 인지수준이 가장 낮은 학생 역시 문제해결과는 달리 조작에 관심이 많고 적극 참여하였으나, 시간이 지날수록 인지수준이 높은 동료가 활동을 도맡아하고 다른 친구들은 관찰만 하다가 잡담에 빠지곤 하였다. 다음 면담은 학생들이 이러한 변화를 어떻게 인지하고 있는지 보여준다. 찬우는 동료가 그냥 참여하지 않는 것이며 그것이 자신에게 불편을 주지 않으면 된다고 생각하는 반면, 두나는 찬우가 조작을 독차지하기 때문에 참여할 수 없음을 내비치고 있었다.

(찬우와 면담)

관찰자: 애들이 왜 실험을 같이 안하려고 하는지 모르겠어?  
 찬우: 그냥 수다만 떨어요. 하자고 그래도 계속 자기네들끼리.  
 관찰자: 그래? 그러면 거기에 대해서 너는 애들한테 불만이 있어?  
 찬우: 불만은 없죠. 제가 하면요, 저는요. 공부되니까 저야 좋죠 뭐.  
 관찰자: 그래? 그런데 저번에 보니까 애들보고 같이 안한다고 막 신경질 내던데?  
 찬우: 전예요? 애들이 막 와갖고 장난만 치고 그래서.

(두나와 면담)

관찰자: 사람이 좋나고 물어보는 게 아니고, 너네 조 실험하는 분위기야.  
 두나: 아아. 다같이 안하구요. 개만 해요, 저기 찬우가.  
 관찰자: 왜 그렇게 된 거 같애? 왜 두나는 하려고 안 해봤어?  
 두나: 무슨 말인지 모르겠어요.  
 관찰자: 아. 실험내용을 이해 못하겠어?  
 두나: 아니, 개만 하려고. 아니, 몰라요.

이러한 결과로부터 한 학생이 실험을 주도하자 다른 학생들은 좋은 관계를 유지하고 심각한 관계를 피하기 위하여(Lee et al., 2001), 몇 번의 충돌 후에 자리를 내어 준 것으로 생각된다. 우수한 능력의 학생이 활동을 독차지하는 현상은 고등학습을 방해하는 요인으로 지적되어 왔다. 이러한 현상은 우수한 학생이 실험과정을 잘 인지하고 있을 뿐 아니라 자신보다 능력이 부족한 동료가 조작하다가 실험을 망치게 될까봐 불안해하기 때문인 것으로 관찰되었다.

2) 모둠 B의 상호작용 변화

모둠 B에서도 실험이 진행됨에 따라 나타나는 상호작용의 변화를 문제해결 과정에서 나타나는 변화와 실험을 수행하는 과정에서 나타나는 변화로 나누어 분석하였다.

표 1에서 볼 수 있는 것과 같이, 모둠 B는 미애(3A), 소리(2B/3A), 태진(2B), 현수(2A)의 네 학생으로 구성되어 있는데, 모두 유사한 탐구능력 점수를 가지며 학교에서 평가되는 성취도는 인지수준 순서와는 매우 달랐다. 이처럼 인지수준과 탐구능력, 성취도가 유사한 경향을 보이지 않은 경우, 상호작용의 형태는 인지수준 뿐 아니라 탐구능력과 성취도의 복합적인 영향에 의해 결정되고 있었다.

(1) 문제를 해결하는 과정

관찰시기 전체에 걸쳐 참여구조와 논의구조면에서 완만한 변화를 보였기 때문에 전기와 후기의 두 단계로만 나누어 기술하였다.

가. 전기

대체로 미애와 현수가 주로 의견을 제시하고 태진과 소리가 가끔씩 참여하는 형태의 상호작용을 통해 문제를 해결하고 있었다. 인지수준과 성취도가 모두 높은 미애가 문제해결을 주도하였으며, 인지수준은 낮지만 성취도가 높은 편이며 활발한 현수가 상호작용에 적극적이었기 때문에 미애와 현수의 의견교환이 가장 많이 이루어졌다.

미애(3A)가 문제의 해결방안을 인지한 경우 근거와 보장 등을 이용하여 자세히 설명함으로써 의견이 쉽게 모아진 반면, 미애가 문제 해결방안을 인지하지 못하고 있는 경우에는 의견이 제시되지만 할 뿐 동료의 의견을 받아서 정교화 하는 상호작용이 이루어지지 못하여 결론에 이르는데 어려움을 겪고 있었다(사례 B-1).

[사례 B-1]

(읽이 있는 줄기와 없는 줄기의 증산작용을 비교하는 실험이다. 물위에 식용유를 넣은 이유에 대해 논의하고 있다)

미애: (읽음)식용유를 사용한 이유는 무엇인가? 공기 통하지 말라고 인가?

현수: 아, 손에 물어

미애: 이산화탄소가 더 들어가지 말라고.

현수: 뭐?

소리: 아, 근데 보면 식용유하고, 식용유 넣은 게 더 많아 보이지 않나?

미애: 어. 물이 더 많아. 이게 물을 덜 빨아 들였다는 얘기잖아.

소리: 식물도 호흡하냐?

미애: 호흡하지

현수: 아니지. 아, 바셀린 바른 게 물이 높잖아.

미애: 앞에서 호흡하잖아

현수: 아, 맞다.

소리: 기름 바르면 빛을 안받나? 물도 증발하지 않나?

-중략-

소리: 여기는 광합성을 하고 여기는 광합성을 하지 않지 않나?

태진: 이게 생생하고 이것은 사들사들 하잖아

(결론을 얻지 못하자 현수는 다른 문제를 먼저 하자고 제안한다)

소리는 적극적으로 의견을 제시하기도 하지만 금방 조용해지고 다른 조로 사라지기도 하여, 동료의 관심에 쉽게 좌우되는 경향을 보였다. 소리의 이러한 성향은 인지수준이나 탐구능력은 높음에도 성취도가 낮아 자신의 능력에 대해 자신감을 갖지 못하는 것에서 비롯된 것으로 보인다.

(답임교사와 면담)

소리는 자기가 피해의식이 있으니까. 자기가 못하니까. 못한다는. -중략- 스스로 자각지심인가 같애. 스스로 난 못하니까 너네. 셋은 잘하니까. 이런 자각지심 때문에 자기가 왕따라고 생각하는 거 같애.

[사례 B-2]

교사: (다른 모둠에 가 있는 소리에게) 너 이쪽에서 뭐 보고 있어?

소리: 애네가 다해요.

상호작용은 개인의 인성, 동료와의 경험, 동료에 의한 기대와 인식 등 여러 가지 정적인 요인에 의해 영향을 받는데, 인지수준과 성취도가 일치하지 않는 소리의 경우 성취도에 의해 상호작용 형태가 더 많은 영향을 받는 것으로 보인다. 이는 탐구실험에서조차 과학개념의 활용이 배제되지 않으며, 동료에 의해 인지된 능력과 스스로를 평가하는 능력이 대부분 성취도에 의해 결정지어지기 때문으로 보인다. 또한 이 결과는 성취도와 언어적 상호작용 빈도와와의 상관성이 매우 높았던 연구(성숙경, 2005)를 뒷받침하고 있다.

나. 후기

미애가 문제해결을 주도하고 태진, 현수, 소리의 참여도가 비슷한데, 역시 소리의 참여는 상황에 따라 기복이 있다. 후기에 와서 동료와의 상호작용을 통한 문제의 해결은 크게 줄고, 미애가 혼자서 문제를 해결하여 보고서에 기록하는 상황이 눈에 띄게 늘었다. 미애가 혼자 하는 것에 불만을 표현하면서 현수가 미애의 설명을 유도하는 경우가 가끔 있었으나, 모둠원들은 미애의 보고서를 보고 베끼는 경우가 많았다. 또한 미애는 혼자서 해결하기 어려운 문제에 있어서는 동료에게 묻기보다 관찰자나 교사에게 물어봄으로써 동료사이의 상호작용을 어렵게 하고 있었다. 결국 모둠원들은 상호작용을 통해 문제가 충분히 논의되는 기회를 갖지 못하고, 문제해결 과정을 이해하지 못한 채 지나가곤 하였다.

[사례 B-3]

(탈가죽으로 문지른 고무풍선이 띠는 전기를 확인하기 위한 실험을 설계하고 있다)

미애: 탈가죽으로 문지른 고무풍선을 검전기로 대보면 안 되나?

태진: 되겠지, 뭐.

현수: 해. 난 모르겠어.

미애: 아. 안되나?

태진: 되겠지, 뭐.

미애: 선생님 힌트요.

-중략-

미애: 그러니까 여기는 플러스가 되고 여기는 마이너스가 되는 거 아니야?

태진: 어디가 플러스고 어디가 마이너스야?

미애: 그니까 아까도 했는데 그 뭐냐, 그거 빨대가 아까도 반은 플러스가 되고 그 반대쪽은 마이너스가 됐잖아. 그것처럼 여기가 플러스가 되면 여기가 마이너스가 될 거 아니야.

태진: 여기가 플러스면 여기가 마이너스리구?

미애: 그러겠지. 애가 중성이면은 여기가 마이너스면 여기가 플러스가 되는 거겠지. 몰라?

미애가 동료와 상호작용을 기피하게 된 이유를 다음 세 가지로 정리할 수 있다. 첫째, 미애의 의견을 받은 만한 동료가 존재하지 않았다. 주로 의견제시가 활발한 현수(2A)는 미애의 설명을 잘 이해하지 못하는 경우가 많았으며, 비슷한 인지수준의 소리는 과학개념이 부족하여 의견을 받는데 어려움이 있었다. 결국 미애는 동료에게서 답을 얻기 어렵다는 것을 인지할 수밖에 없었다(사례 B-3). 둘째 학생들은 대체로 자신의 의견을 제시할 줄은 알지만 동료의 의견을 받는 방법을 모르고 있었다. 아이들은 생각나는 대로 의견을 제시하여 문제해결을 어렵게 하고 있었다(사례 B-1). 이는 강순



민(2004)의 연구에서도 지적되었듯이 대부분 모둠의 상호작용에서 나타나는 어려움이다. 토론 방법의 채택은 단순히 학습과정에서의 문제해결뿐 아니라 앞으로의 삶에서 합리적인 의사결정 능력을 길러주는 일이므로(Solomon, 1998), 동료의 의견을 잘 듣고 근거를 제시하여 설득하는 상호작용을 할 수 있도록 지도하는 것이 필요함을 알 수 있다. 셋째, 모둠 A에서 나타난 것처럼 동료들은 성적이 뛰어난 미애가 답을 알고 있으리라 생각하고 의존하는 경향이 있었다. 이런 상황에서 미애는 동료와의 초점 없는 상호작용으로 해매기보다 자신보다 능력이 높은 관찰자와의 상호작용을 지향하게 된 것으로 보인다. 이러한 과정에서 동료의 의견을 듣고 존중하는 포용적 리더의 특성을 보였던 미애가 동료에게 자신의 의견을 설득시키거나 혼자 구성하고 불러주는 설득적 리더로 변화함으로써, 모둠원 전체가 참여하는 상호작용을 통한 문제해결은 줄고 미애 혼자 문제를 해결하거나 설명해주는 경우가 많아졌다.

태진이 자신 있어 하는 문제의 경우 현수는 태진에게 설명을 요구했고, 모둠 A의 두나와 민채처럼 태진이 현수를 가르쳐주는 상호작용이 나타났다. 우수한 학생이 동료와의 상호작용을 이끌지 않자, 중간 능력에 해당하는 동료사이의 상호작용이 공통적으로 형성되고 있음을 볼 수 있었다.

## (2) 실험을 수행하는 과정

참여구조와 조작구조 면에서 살펴보았을 때, 단계를 나눌만한 변화는 관찰되지 않았다. 따라서 이 모둠의 실험수행에 대한 특성을 전체적으로 기술하였다.

대체로 모둠원 모두가 실험에 관심을 갖고 있으며, 미애가 리더의 역할을 하고 있었지만 모둠 A의 찬우와 달리 동료의 조작을 인정하였기 때문에 적극적인 성격의 현수와 미애가 조작의 중심에 있었다. 이 구조는 1년 동안 거의 변함이 없었지만, 현수가 문제해결을 위한 상호작용에서 멀어지면서 실험수행에 대한 의욕이 커져서 후반부로 갈수록 조작을 독차지하려는 경향이 더욱 강해짐을 볼 수 있었다.

문제를 잘 인지하여 실험을 수행할 수 있는 높은 인지수준의 학생이 조작의 중심에 있지만, 그 다음 요소로는 동료의 조작을 인정하는 모둠의 분위기와 개인의 적극성 등에 의해 참여구조와 조작구조가 결정되는 것으로 보인다.

## 2. 모둠활동에서 나타난 상호작용 특성

인지수준이 이질적인 두 모둠에서 공통적으로 관찰

된 상호작용의 특성을 네 가지로 정리하였다. 첫째, 이질모둠의 상호작용은 인지적 측면에서 가장 우수한 동료로 리더의 역할을 하는 3A 학생의 특성에 의해 크게 영향을 받았다. 3A 학생은 몇 가지 공통적인 성향을 보였는데, 이 특성은 모둠원 전체가 참여하는 활발한 상호작용을 어렵게 하였다. 즉, 실험이 진행될수록 3A 학생은 문제를 해결하기 위해 동료와 상호작용하기보다 혼자서 해결하거나 교사에게 의존하였다. 이는 다른 모둠원이 자신보다 우수하지 않아서 도움을 받기 어렵다는 판단에 근거한 것으로 보인다. 또한 실험결과를 이론에 맞추어 해석함으로써 탐구과정의 진행을 어렵게 하는 경향도 관찰되었다.

모둠 A와 B의 상호작용 형태는 초기에는 매우 달랐으나 시간이 지나면서 유사해지고 있었는데 이는 리더의 변화와 관련을 갖고 있었다. 모둠 B의 리더인 미애는 초기에 포용적 리더의 특성을 보였으나 시간이 갈수록 설득적 리더의 특성을 나타내며 모둠 A의 찬우와 유사해지고 있었다. 같은 학생이라도 모둠이 다른 다른 리더의 특성을 보인다는 연구(Richmond & Striley, 1996)처럼 이는 개인의 성향이 동료와의 관계에서 변화됨을 의미하며, 다른 성향의 3A 학생도 상호작용을 강조한 모둠활동을 통하여 위에서 논의한 3A 학생의 특성을 보일 가능성이 높다고 할 수 있다. 이상에서 지적된 3A 학생의 특성은 자신보다 능력이 낮은 동료와의 관계에서 형성되는 것으로 보인다.

둘째, 3A 학생의 의견을 받을 수 있는 동료가 없었으며, 동료들이 3A 학생의 설명을 이해하지 못하는 경우가 많았다. 3A 학생의 의견을 받아 상호작용을 지속시킬만한 동료가 존재하지 않았기 때문에, 상호작용을 통한 문제해결은 점점 사라지고 3A 학생의 설명을 듣는 식으로 변화하였다. 그러나 인지수준이나 성취도가 낮은 학생은 동료의 설명을 들어도 잘 이해하지 못하는 것으로 나타났다. 이는 우수한 학생의 설명이 능력이 낮은 동료의 관점에서 체이되지 못하기 때문인데, 우수한 학생에게 설명의 수준을 조절하도록 요구하는 것은 무리일 것이다. 따라서 우수한 학생의 설명을 통한 학습을 기대하기 보다는 동료의 상호작용을 이해할 수 있는 비슷한 능력의 모둠을 구성하는 것이 더 바람직할 것이다.

셋째, 3A 학생이 문제를 해결할 것이라는 기대로 인해 모둠원들은 스스로 수동적으로 변화하였다. 3A 학생의 주도적 활동과 동료의 의존성은 서로 영향을 미치면서 심화되어 활동의 후반부로 갈수록 3A 학생이 모든 활동을 주도하고 다른 동료들은 활동에서 점점 소외되었다.

넷째, 인지수준이 유사한 학생사이의 상호작용이 새롭게 나타났다. 정도는 다르지만 모듈 A에서는 중간 인지수준인 2B/3A와 2B학생사이에서, 모듈 B에서는 인지수준은 낮지만 성취도가 중간인 두 학생사이에서 설명해주는 상호작용이 나타나고 있었다. 이는 시간이 지나면서 3A학생이 혼자서 문제를 해결하는 정도가 심해짐에 따라, 학습에 관심이 있는 중간수준의 학생들이 찾은 돌파구로 해석된다.

#### IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 이질모듈에서 이루어지는 과학탐구 실험에서 학습자의 상호작용 과정을 분석하여 실험이 진행됨에 따라 나타나는 상호작용의 변화형태와 그 특성을 이해하고자 하였다. 문제해결 과정에서 학생들은 초기에는 모두가 문제해결에 적극적으로 참여하였으나, 시간이 지나면서 우수한 학생이 문제해결을 주도하고 나머지 학생들은 상호작용에 참여하지 못한 채 일방적으로 설명을 듣거나 답을 베끼는 식으로 변화하였다. 즉 능력이 서로 다른 모듈에서 우수한 학생은 논의 동료를 찾지 못하고 열등한 학생은 우수한 학생의 설명을 이해하지 못함으로 인하여 모듈의 상호작용은 점점 약화되었다. 특히 이러한 모듈의 경우 우수한 학생의 특성에 의해 모듈의 상호작용이 좌우되는 경향이 있었는데, 이들의 특성은 대체로 모듈의 상호작용을 방해하는 것으로 나타났다. 두 이질모듈에서 나타난 또 하나의 중요한 특징은 중간 수준 학생사이의 상호작용이 새롭게 나타났다는 것이다. 이는 탐구 실험이 진행되는 과정에서 우수한 학생이 점차 문제해결 과정을 지배하게 됨에 따라 학습에 관심이 있는 중간 인지수준의 학생들이 학습에 능동적으로 참여하기 위한 새로운 돌파구를 찾는 과정으로 보인다. 이러한 관찰로부터 상호작용을 통한 학습이 효과적으로 이루어지기 위해서는 학생들 사이에 인지수준의 차이가 큰 모듈구성보다는 비슷한 수준의 모듈 구성이 더 바람직할 것으로 판단된다. 특히 우리나라처럼 학생들이 토론에 익숙하지 못한 상황에서 매우 이질적인 집단구성은 우수한 학생의 독점과 상호작용의 단절을 쉽게 초래할 것이다. 학생의 상호작용이 권위적인 형태로 변화되는 것과 관련하여 교사의 상호작용 방식이 소집단 내에서 상호작용 하는 학생의 방식이 되므로, 교사의 상호작용이 학생들 사이에 힘을 증진시키는 방식이 되어야 한다는 Shepardson (1996)의 제안에 관심을 기울일 필요가 있다. 교사가 학생의 설명에 반론을 제기하거나 정교화나 정당화를

요구함으로써 사고를 유도하는 수업을 한다면, 학생들도 그렇게 변화될 것으로 예상할 수 있다.

실험의 수행은 문제해결능력뿐 아니라 모듈원의 허용적인 분위기와 개인의 적극성에 의해 영향 받고 있었다. 대체로 모든 학생은 직접 조작해보는 것을 원하였는데, SSC와 같이 개인의 조작을 배려하여 실험을 계획하는 것은 실험효과 증진에 기여할 것으로 보인다. 특히 문제해결에 참여할 수 없는 낮은 능력의 학생들은 실험조작에 관심이 많았으며 이를 통하여 자신의 역할을 부여받고 싶어 하는 경향이 있었다. 이는 상호작용을 강조한 탐구실험에서 가장 낮은 능력의 학생이 소외되기 쉽다는 결과(김지영 등, 2002)에 대한 대안이 될 수 있는 부분으로, 모든 학생이 도구를 사용하여 활동에 참여하도록 계획된다면 낮은 능력의 학생들도 수업에 관심을 갖고 참여할 수 있음을 암시한다.

#### 국문 요약

이 연구에서는 과학실험활동에서 이루어지는 학습자의 상호작용 과정을 심층적으로 분석함으로써, 인지수준별 모듈구성에서 나타나는 상호작용의 변화형태와 특성을 확인하여 상호작용 과정에 대한 실질적 이해를 돕고자 하였다. 이를 위해 1년 동안 13개의 탐구실험 활동이 진행되는 동안 교사가 추천한 두 모듈을 관찰하면서 녹음/녹화하였다. 40차시의 녹음/녹화자료는 모두 전사되었으며, 자료는 메모하면서 보고 듣는 과정을 반복하는 방법을 기초로 분석하였다. 이질모듈의 상호작용은 3A(형식적조작초기)학생이 문제해결을 주도하고 나머지 학생들은 상호작용에 참여하지 못한 채 일방적인 설명을 듣거나 답을 베끼는 식으로 변화하였다. 한편 낮은 능력의 학생은 상호작용에서 소외되고 있었으며, 중간수준의 두 학생사이에 새로운 상호작용이 형성되고 있었다. 이로부터 상호작용을 강조한 활동의 진행과 모듈구성에 대한 시사점을 얻을 수 있었으며, 이에 대해 논의하였다.

#### 참고 문헌

- 강순민 (2004). 과학적 맥락의 논의 과제 해결과정에서 나타나는 논의과정 요소의 특징. 한국교원대학교 박사학위논문
- 김지영, 성숙경, 강성주, 박종운, 최병순 (2002). 사회적 상호작용을 강조한 과학탐구실험의 효과. 한국과학교육학회지, 22(4), 757-767.
- 김조연, 신애경, 박국태, 최병순 (2001). 사회적 상

호작용을 강조한 과학탐구실험의 효과 및 인지수준에 따른 상호작용 분석. *대한화학회지*, 45(5), 470-480.

김찬중, 오필석, 오영선, 박영신 (2005). 포트폴리오 체제를 적용한 수업에서 학생들의 소집단내 상호작용 참여 양상과 포트폴리오 성취도와의 관계. *한국과학교육학회지*, 25(7), 837-848.

김혜심, 이은경, 강성주 (2006). 실생활 소재 탐구 실험 형태에 따른 학생-학생 상호작용에서의 학습 접근 수준 분석. *한국과학교육학회지*, 26(1), 16-24.

박중윤, 정인화, 남정희, 최경희, 최병순 (2006). 중학교 과학 수업에서 질문과 피드백을 활용한 교사-학생 상호작용 강화 수업 전략의 개발 및 적용. *한국과학교육학회지*, 26(2), 239-245.

성숙경 (2005). 사회적 상호작용을 강조한 과학탐구 실험에서 언어적 상호작용의 변화와 특성. *한국교원대학교 박사학위논문*.

이현영, 장상실, 성숙경, 강성주, 최병순 (2002). 사회적 상호작용을 강조한 과학탐구 실험과정에서 학생-학생 상호작용 양상 분석. *한국과학교육학회지*, 22(3), 660-670.

Alexopoulou, E., & Driver, R. (1996). Small-group discussion in physics: Peer interaction modes in pairs & fours. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(10), 1099-1114.

Anderson, R., Howe, C., Soden, F., Holliday, J., & Low, J. (2001). Peer interaction and the learning of critical thinking skills in further education students. *Instructional Science*, 29, 1-32.

Berg, C., Bergendahl, V., Lundberg, B., & Tibell, L. (2003). Benefiting from an open-ended experiment? A comparison of attitude to, and outcomes of, and expository versus open-inquiry version of the same experiment. *International Journal of Science Education*, 25(3), 351-372.

Bianchini, J. A. (1997). Where knowledge construction, equity and context intersect: Student learning of science in small groups. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(10), 1039-1065.

Chang, H. P., & Lederman, N. G. (1994). The effects of levels of cooperation with in physical science achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(2), 167-181.

Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluation inquiry task. *Science Education*, 886, 175-218.

Hand, B., Treagust, D.F., & Vance, K. (1997). Student perceptions of the social constructivist classroom. *Science Education*, 81(5), 561-575.

Hodson, D. K. (1990). A critical look at practical work in school science. *School Science Review*, 71(256),

33-40.

Jones, M. G., & Carter, G. (1994). Verbal and nonverbal behavior of ability grouped dyads. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(6), 603-619.

Kurth, L. A., Gardner, R., & Smith, E. L. (2002). Student use of narrative and paradigmatic forms of talk in elementary science conversations. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(9), 793-818.

Lee, S. K., Park, H. J., Myeong, K. O., & Kang, K. H. (2003). A case study of classroom cultural aspects affecting discussions and discourse: A conceptual ecological approach. *Journal of Korean Association Research in Science Education*, 23(4), 331-340.

Lumpe, A. T., & Staver, J. R. (1995). Peer collaboration and concept development: Learning about photosynthesis. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(1), 71-98.

Lunetta, V. M. (1998). The school science laboratory: History perspectives and context of contemporary teaching. In B. J. Fraser, & K. G. Tobin (Eds.), *International Handbook of science education* (pp. 249-262). London: Kluwer Academic Publishers.

Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*. San-Francisco: Jossey-Bass Publishers.

Richmond, G., & Strley, J. (1996). Making meaning in classrooms: Social processes in small-group discourse and scientific knowledge building. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(8), 839-858.

Shepardson, D. P. (1996). Social interactions and the mediation of science learning in two small groups of first-graders. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(2), 159-178.

Solomon, J. (1998). About argument and discussion. *School Science Review*, 80(291), 57-62.

Tien, L. T., Roth, V., & Kampmeier, J. A. (2002). Implementation of a peer-led team learning instructional approach in an undergraduate organic chemistry course. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 606-632.

Waston, S. B., & Marshall, J. E. (1995). Effects of cooperative incentives and heterogeneous arrangement on achievement and interaction of cooperative learning groups in a college life science course. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(3), 281-299.

Yerrick, F. K., Doster, E., Mugent, J. S., Parke, H., & Carwley, F. E. (2003). Social interaction and the use of analogy: An analysis of preservice teachers' talk during physics inquiry lessons. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(5), 443-463.