

고등학교 지구과학 탐구활동에서 소그룹의 상호작용 양식에 따른 학생들의 반성적 탐구의 특성

박미라* · 정진우 · 정철¹

한국교원대학교 · 대구대학교¹

Students' Characteristics of the Reflective Inquiry Dispositions According to the Modes of Interaction of Small Group in High School Earth Science Inquiry Class

Park, Mira* · Jeong, Jinwoo · Cheong, Cheol¹

Korea National University of Education · Daegu University¹

Abstract: The purpose of this study was to understand the substance of the reflective inquiry of students and obtain educational suggestion to the inquiry class for the promotion of the reflective inquiry, by checking out which characteristics the reflective inquiry showed according to the modes of interaction of small group in highschool earth science inquiry class. The result of study is shown as follows. At the stage of development and conclusion, the reflective inquiry relating the task context to data context was often appeared on the group of the modes of comfort interaction, but it was very rare on the group of modes of confrontation interaction. And the reflective inquiry scale value of the latter was two times lower than the former. The comfort group showed much more reflective inquiry statements quantitatively and performed much more meaningful reflective inquiry relating the task context to the data context. The heterogeneous group in the inquiry ability and the cognitive style showed confrontation interaction modes in the affective domain, having the most negative influence on the reflective inquiry. The homogeneous group both in the cognitive style and the inquiry ability showed the comfort interaction mode, having positive influence on the reflective inquiry.

Key words: reflective inquiry, interaction of small group, modes of interaction, comfort interaction, confrontation interaction

I. 서 론

탐구활동을 통해 학생들은 관찰하고 추론하고, 실험하는 기술을 배운다. 탐구는 과학학습의 중심에 있으며 탐구에 참여할 때, 학생들은 사물과 사건을 기술하고, 질문하고, 설명을 구성하고, 현재의 과학적 지식에 대비해서 설명을 검증한다. 이렇게 학생들은 추론과 사고기술을 과학적 지식과 연결시킴으로써 활발하게 과학에 대한 이해를 향상시킨다(NRC, 1996). 이러한 탐구활동에서 반성적 사고는 필수적이다. 학생들은 과제를 성공적으로 완성하고, 영역 내용을 깊이 이해하고, 과학적 과정을 잘 이해하고, 과학기술을 개선하기 위해서 반성적 탐구자가 될 필요가 있다(Loh et

al., 1997, 1998).

과학에서의 반성적 사고는 과학의 본성으로 학습에서 학생들이 이루어 내야 할 습관이고 학생주도 탐구활동에서 이러한 반성적 사고에 의한 탐구활동은 강조되어야만 한다. 하지만 탐구활동이 실제 학생들 속에서 어떤 양상으로 일어나는지에 관한 연구와 이러한 이해를 바탕으로 한 탐구활동 수업의 적용에 관한 연구는 드물다. 본 연구는 반성적 탐구활동을 강조하고 우리가 학교 현장에서 가르치기 위해서 실제 학생들의 상호작용 속에서 어떤 양식으로 반성적 탐구활동이 진행되는가에 대해서 알아야한다는 필요성으로부터 출발한다.

탐구활동에서 학생들의 반성적 탐구를 촉진하기 위

* 교신저자: 박미라(lbra2133@hanmail.net)

** 2006.10.02(접수) 2006.11.13(1심통과) 2006.12.04(2심통과) 2006.12.06(최종통과)

해서는 반성적 탐구의 정의를 명확히 할 필요가 있다. 본 연구에서는 선행연구를 바탕으로 반성적 탐구를 주기적으로 평가하기, 모니터링하기, 계획하기, 기록하기, 의사소통하기(Loh *et al.*, 2001), 체계적으로 자료를 해석하고 모으는 탐구전략, 문제화(problematizing)와 제안(suggestion), 이해를 검토하기 위해 작업으로부터 일시적으로 물러서는 것과 다른 관점에서 생각하기(Radinsky, 2000)의 측면에서 정의하였다. Radinsky *et al.*(2000)은 반성적 탐구를 이해하기 위해 수업에서 의도하는 반성적 영역사고 양식인 자료 맥락(data context), 반성적 영역사고가 발전되기를 바라는 과제맥락(task context), 탐구에서 학생들의 참여 양식에 영향을 주는 역할맥락(role context)을 제안하

고, 과제맥락에서 소그룹 활동패턴의 변화를 보고, 역할맥락에서 시간에 따른 학생들의 반성적 성향의 발달, 자료맥락에서 학생들의 개념적 이해 발달을 보고자 했다.

여기서 자료맥락은 교육과정에서 제시된 학생들이 생각하고 이해해야 할 선언적 사실에 해당된다. 탐구 상황에서 자료맥락은 영역개념(domain concepts), 실세계(real world), 자료항목(data items), 자료패턴(data patterns), 모델(models)이라는 영역의 ‘아는 방식(ways of knowing)’의 5가지 요소들로 구성된다. 과제맥락은 자료맥락을 이해하기 위해 무엇을 해야 되는가에 대한 답이 될 수 있다. 과제를 완성하기 위한 전략과 어떤 도구를 사용하는 전략을 포함하는 것

Table 1
Definition of three contexts in inquiry class

		Definition
Data Context	DC (Domain Concepts)	· learning objectives as an conceptual knowledge or declarative facts students are supposed to learn
	M (Models)	· visual or tactile representations which are used to represent domain concept
	RW (Real World)	· examples of real- world items data represent
	DP (Data Patterns)	· patterns data represent or relation among data
	DI (Data Items)	· a particular data item
Task Context	CT (Conception of Task)	· the answer to question “What are we doing?” or students' conceptions of the activity they are doing
	AD (Action Decisions)	· action decisions taken by students · observable action doing by students
	TG (Teacher Guidance)	· the teacher's guidance actions meant to mediate students' work
	GN (Group Norms of interaction)	· patterns of interaction among participants in group activity
Role Context	A (Artifacts)	· artifacts and materials used and made by students
	CN (Conceptions of Classroom Norms)	· students' conceptions of classroom norms: “How are we supposed to act?”
	SR (Student Roles)	· student roles, or participation patterns in activity: “What do I do?”
	SI (Student Identities)	· student's identities: “Who am I?”
	BU (Beliefs & Understandings)	· student's understandings and beliefs: “What do I know?”
PE (Prior Experiences)	· “what's happened before?” · prior experiences shape all of the other elements of the role context	



Fig. 1 Three contexts of reflection in inquiry class (Radinsky, 2000)

이다. Radinsky(2000)는 탐구활동의 5가지 요소인 과제에 대한 학생개념(conception of task), 행동결정(action decisions), 교사안내(teacher guidance), 그룹규준(group norms), 사용된 재료와 인공물(artifacts)을 제안하고 과제에 대한 이해가 그룹 활동 참여를 통해 공동 구성된다고 하였다. 역할맥락은 과제활동에 참가하는 학습자의 특성을 나타낼 수 있는 학습자의 경험의 요소이며, 학습자의 변화를 찾는 맥락이다. 본 연구에서도 반성적 탐구가 수업의 3가지 맥락에서 어떤 요소와 관련되어 나타나는지 분석하고자 Radinsky의 3가지 맥락을 수정 보완하고 구체적으로 재 정의하였다(Table 1, Fig. 1).

Radinsky(2000)는 소그룹에서 개별 학생이 반성적 성향을 개발하는 과정을 탐구활동 수업에서 검토하였는데 여기서 ‘조화적 상호작용(comfort zone)’과 ‘대립적 상호작용(confrontation zone)’이라는 2가지 상호작용양식을 발견하였고 이러한 상호작용양식이 개별학생의 반성적 탐구성향에 끼치는 영향에 대해서 논하였다. 조화적 상호작용양식은 과제활동에서 조원들끼리 서로 돕고, 과제개념이 토론에 의해 함께 만들어지고 공유된다. 그리고 과제활동을 같이 감독하고 역할분담이 원활히 되며, 인공물의 소유에 대해 경쟁하지 않는 상호작용의 특성을 가지고 있다. 대립적 상호작용양식은 과제활동에서 조원들끼리 서로 돕기보

다는 도전하고 과제개념이 동의되지 못하고 논쟁하며, 역할분담이 어렵고 인공물의 소유에 있어서 경쟁하는 특징이 나타나는 상호작용이다.

이러한 선행연구를 바탕으로 본 연구는 수업의 3가지 맥락의 관계 속에서 상호작용양식에 따라 실제로 반성적 탐구의 특징이 어떤 차이가 있는지를 알아봄으로써 학생들의 대화 속에서 사고 과정을 이해하고 반성적 사고가 어떤 상호작용을 통해 촉진될 수 있는가에 대한 시사점을 얻고자 한다.

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상 및 자료수집

본 연구에서는 부산광역시 소재 고등학교 1학년 남학생 1개 반을 선정하여 이들을 각각 3명씩 소그룹으로 구성하였으며, 그 중에서 연구 대상으로 적절한 2개의 그룹을 선정하고, 선정된 그룹의 수업을 녹화 분석하였다. 반성적 탐구와 소그룹의 상호작용과 관련된 학습자 특성에 관한 선행연구의 고찰을 바탕으로 학습자의 반성적 탐구성향과 소그룹의 상호작용양식에 영향을 끼칠 수 있을 것으로 예상되는 학습자 특성으로 표준화 성격, 인지양식, 과학탐구능력을 선정하여 사전 검사로 표준화 성격검사(중앙적성연구소, 1987), 인지양식검사(전윤식, 장혁표, 1983), 과학탐구능력검사(Burns et al., 1985)를 실시하고, 소그룹의 조직과 수업분석에서 활용되었다.

선행연구를 통해 상호작용양식의 일종인 조화적 상호작용과 대립적 상호작용에서의 학생들의 특성을 파악하고(Radinsky, 2000), 그러한 특징이 나타날 수 있는 학습자 특성을 고려하여 그룹을 구성하였다(Table 2). 대립적 상호작용을 예상한 RI그룹은 표준화 성격 검사에서 지배성과 우월성이 사려성과 동조성보다 높은 학생들로 하여 탐구능력과 인지양식에서 동질그룹

Table 2
Students' characteristics and organization of small group

	Cognitive style	Inquiry ability	Standardized personality*
RI group			
Cheong-Sik	field-independence	31	dominance superiority
Byung-Gil	field-independence	33	dominance superiority
Jae-Hyun	field-independence	30	dominance superiority
RII group			
Min-Zu	neutral	26	reflectiveness confirmity
Zun-Sub	field-independence	28	reflectiveness confirmity
Seong-Jin	field-dependence	17	reflectiveness confirmity

* the two highest items among dominance superiority reflectiveness confirmity of standardized Personality

으로 조직했다. 조화적 상호작용을 예상한 RII그룹은 표준화 성격 검사에서 사려성과 동조성이 높은 학생들로 하여 탐구능력과 인지양식에서 이질그룹으로 구성했다. 그것은 선행연구에서 인지수준이 동질인 그룹에서는 자신감 부족 상호작용이 많고 정의적 측면에서 부정적인 상호작용인 지시, 제재, 무시, 불만, 자신감 부족 상호작용이 이질그룹보다 더 많이 나타난다는 것(이현영 등, 2002)을 바탕으로 했기 때문이다.

RII그룹은 인지양식검사에서 사회적 관계와 조화를 이루지 못하는 특성이 있는 장독립 인지양식(Witkin *et al.*, 1977) 보이는 학생으로 구성하였다. 그리고 탐구능력검사에서 상위 30%, 하위 30%범위로 하여 탐구능력이 상이고 장독립 인지양식인 동질그룹으로 조직하였다. 탐구능력이 상이고 장의존 인지양식의 동질그룹의 구성은 한 학급당 1명 이하로 아주 드물었으며 특히 다른 학급의 예비연구에서 탐구능력이 하인 학생들의 탐구수행의지 부족으로 원활한 과제활동과 토론이 힘들었으므로 학생들 사이의 활동과 대화를 분석하는 본 연구의 특성상 그룹을 구성하지 않았다. 조화적 상호작용을 예상한 RII그룹은 장의존, 장독립, 중립의 인지양식을 보이는 학생을 모두 포함되게 구성하고, 탐구능력이 구성원끼리 서로 다르게 하여 이질그룹으로 조직하였다.

2. 수업 내용 및 방법

본 연구에서는 탐구활동에서 학생들의 반성적 탐구를 분석하기 위해 반성적 탐구를 촉진할 수 있는 반성적 탐구활동수업을 LeTUS(Center for Learning Technologies in Urban Schools)에서 개발한 Earth Structures and Processes 단원(Mundt *et al.*, 미발행)을 수정 보완해서 개발하였다. 이 단원의 내용은 지각, 판구조론과 판의 이동, 지진과 화산의 메커니즘,

위도와 경도의 적용, 지구의 구조와 과정의 모델링, 지도 읽기, 자료의 재배치와 분석, 지형도, 세계지도에 관한 것이다. 이 단원의 목적은 학생들이 구조와 과정의 시스템으로서 지구를 생각하도록 하며 질문하고 관찰하고 설명하는 것에 의해 판구조의 관점에서 지구를 이해하는 것이다.

반성적 탐구활동수업의 단원은 3개의 단계로 구성되었는데 도입활동(staging activity), 탐구활동영역(inquiry circle), 발표활동(presentation)으로 되어 있다. 그리고 각 차시마다 반성토론이 있어 그 시간에 이루어진 탐구활동을 돌아켜 보고 의미를 생각할 수 있도록 하였다(Table 3). 첫째, 도입활동은 학생들에게 특징적인 지구구조를 10개 이상 제시하고 한 그룹씩 모든 지구구조가 한 학급에서 선택되도록 해서 여러 형태의 자료를 찾아 토론하고 발표하는 단계이다. 둘째, 탐구활동영역은 6차시로 구성되었으며, 이 단계에서는 학생들이 본격적인 탐구활동을 시작하는데 인터넷자료 등 다양한 출처로부터 수집된 지진과 화산자료를 분석한다. 이 단계에서 주요 과제활동(focus activity)이 3가지로 제시되었고 이 차시의 수업이 주로 분석되었다. 셋째, 발표활동에서는 학생들이 프레젠테이션을 준비하고 발표한다. 여기서는 이때까지 수업을 통해 만들어진 인공물을 이용해서 지구구조와 과정에 대해서 자신들이 이해하는 것을 동료들 앞에서 설명한다.

사전 검사를 바탕으로 그룹이 조직된 후 반성적 탐구활동수업은 2005년 3월부터 5월 사이 1주일에 1시간씩 10주에 걸쳐 실시되었으며, 이 중 반성적 탐구를 촉진시키는 데 필요한 원리에 충실한 주요 과제활동인 4, 5, 7차시를 위주로 그룹별로 수업을 비교했다.

3. 분석 도구

Table 3
Unit activity in reflective inquiry class

	Unit activity	# of lessons
Staging activity	What are earth structures?	1
	Earth structures presentations	2
Inquiry circle	Investigating where earthquakes and volcanos frequently occur	3
	Plotting current earthquakes and volcanos (focus activity 1)	4
	Predicting plate boundaries (focus activity 2)	5
	Identifying 4 types boundaries using earthquake and volcano data	6
	Predicting plate boundaries and motion direction(focus activity 3)	7
	Plate boundary mini-conferences	8
Presentation	Prepare final presentations	9
	Final presentations	10

1) 언어행동분석틀과 3가지 맥락에서의 반성적 탐구

소그룹 활동에서 학생들의 대화를 분석하여 반성적 탐구와 관련된 언어행동을 추출하기 위해 선행연구에

기초해서 언어행동분석틀을 개발하였다. 인지적 측면에서는 강석진 등(2002)의 토론학습에서의 지식구성 관련 분석틀과 이현영(2002)의 의견에 대한 반응 항

Table 4

Coding frameworks of linguistic behavior in cognitive aspect & it's relation to reflective inquiry

Coding frameworks of linguistic behavior in reflective inquiry			Three context in inquiry class		
I. Cognitive aspect	Relation to reflective inquiry	Modes of interaction	Data	Task	Role
Making Suggestion	1. Opinion about experiment & problem-solving	· making plans · suggestion	reflective inquiry	reflective inquiry	
	2. Presenting information	· collecting & interpreting data · monitoring	reflective inquiry		
	3. Presenting summary	· progression · communicating progression	reflective inquiry	reflective inquiry	
	4. Recognition of data	· collecting & interpreting data · problematizing		reflective inquiry	
	5. Elaborating · Co-construction of argument	· interpreting data	comfort	reflective inquiry	
Metacognitive Turn	6. Evaluating idea	· evaluating	comfort/ confrontation	reflective inquiry	reflective inquiry
	7. Reflecting on standard	· stepping back & reviewing in other point of view		reflective inquiry	reflective inquiry
	8. Regulating action				
Question/Query	9. Question/query				
	① confirmation question	· monitoring		reflective inquiry	reflective inquiry
	② related question	· collecting data		reflective inquiry	reflective inquiry
	③ extended question	· problematizing		reflective inquiry	reflective inquiry
Response	10. Response				
	① simple answer ② explanation		comfort		
Reaction	11. Reaction to the opinion				
	① acceptance	· communication · problematizing	comfort	reflective inquiry	reflective inquiry
	② challenge	· stepping back & reviewing in other point of view	confrontation	reflective inquiry	reflective inquiry
	③ disagreement & defence		confrontation	reflective inquiry	reflective inquiry
	④ reject		confrontation		
	12. Repeating former comments				
	13. Uncodable comments				

목 그리고 이것을 더 세분할 수 있는 Lonning(1993)의 대립진술과 지지진술을 조합해서 분석틀을 개발하고 정의적 측면에서는 이현영의 정의적 측면 분석틀을 수정 보완해서 사용했다.

3가지 맥락에서 학생들의 언어적 행동이 어떻게 연결되어 반성적 탐구로 이어지는가를 밝히기 위해서 언어행동분석틀과 이러한 언어행동이 일어나는 수업상황의 3가지 맥락을 연결시킬 필요가 있었다. 세로축에 언어행동분석틀을, 가로축에 자료, 과제, 역할의 3가지 맥락을 놓고 이 중에서 반성적 탐구활동, 상호작용양식을 보이는 특징을 추출해 내는 것이다. 언어행동분석틀의 각 범주와 반성적 탐구와의 관계는 Table 4와 같은데, 학생 개별진술 중에서 선행연구에서 반성적 탐구라고 정의된 부분과 관련 있는 것을 선별하였고 분석을 통해 수정 보완하였다. 학생들의 개별 진술은 먼저 언어행동 분석틀로 13개의 범주로 나누고, 다음으로 수업의 3가지 맥락의 어떤 요소와 관련이 있는지를 분석했다.

2인의 분석자가 일부 수업 전사 자료를 각각 분류틀로 분석한 후, 결과를 비교하여 분석자간의 일치도를 구하고 차이를 검토하는 과정을 반복했다. 검토과정을 통하여 분류기준을 보다 명확히 하였으며 분류틀에 대한 수정도 이루어졌다. 검토과정은 각각 3-4회 반복되었다. 언어행동분석틀의 정의적 측면의 진술은 주로 역할과 참여 그리고 분위기에 관련된 진술로서 반성적 탐구로는 분류되지 않지만 상호작용양식으로 분류되었다(Table 5).

Table 5
Coding frameworks of linguistic behavior in affective aspect

II. Affective aspect		Modes of interaction
Participation & Role	1. volunteer	comfort
	2. induction	comfort
	3. request	comfort
	4. pressing	confrontation
	5. prevention	confrontation
	6. ignorance	confrontation
Students' attitude	1. praise	comfort
	2. spontaneous help	comfort
	3. membership	comfort
	4. reproach	confrontation
	5. dissatisfaction	confrontation

2) 반성적 탐구척도와 CON지수

그룹별로 반성적 탐구의 정도를 나타내기 위한 반

성적 탐구척도의 항목은 Table 6과 같다. 주로 단위 수업시간당 학생개별진술에서 나타나는 반성적 탐구진술수와 수업단계별 단위시간당 반성적 탐구진술수, 그리고 총 반성적 탐구진술수에서 자료맥락과 연결된 반성적 탐구진술수의 비를 값으로 매겨 합을 계산하였다.

Table 6
The reflective inquiry scale items

Reflective inquiry scale
1. total number of reflective inquiry comments/ total time of class
2. total number of reflective inquiry comments related data context / total number of reflective inquiry comments
3. total number of episodes occurring more reflective inquiry comments than 10/ total number of episodes
4. total number of reflective inquiry comments at the stage of beginning/ duration time of beginning
5. total number of reflective inquiry comments at the stage of development/duration time of development
6. total number of reflective inquiry comments at the stage of conclusion/duration time of conclusion
Total

그룹의 차시별 상호작용양식을 정하기 위해서 조화적 상호작용양식의 진술수와 대립적 상호작용양식의 진술수를 계산할 필요가 있었다. 이를 위해 총 상호작용양식의 진술 수에 대한 대립적 상호작용양식의 진술비를 이용해서 대립의 정도 즉 대립적 상호작용양식의 정도를 나타내었다(Fig. 2). 이 값이 5보다 크면 (>5) 대립적(confrontation)상호작용양식이 우세하다고 판단할 수 있고, 이 값이 5보다 적으면 (<5) 조화적(comfort)상호작용양식이 우세하다고 판단할 수 있다. 반성적 탐구척도와 CON지수의 타당성 검증을 위해 과학교육 전문가 3인에게 평가를 의뢰한 결과 반성적 탐구척도는 4.13/5(5점 만점), CON지수는 4.09/5로 적절하다는 평가를 받았다.

$$\left\{ \frac{\text{The number of comments appearing confrontation interaction}}{\text{The number of comments appearing modes of interaction}} \right\} \times 10$$

Fig. 2 CON index

4. 자료 분석

주요 탐구활동수업의 전사본을 개별진술 단위로 언어행동분석틀로 분석한 후 반성적 탐구가 3가지 맥락의 어떤 요소와 관련되는지 분석하였으며, 최종 분석

시간 일치도가 0.81이 나왔을 때 1명의 분석자가 분석하였다. 이 반성적 탐구의 맥락요소를 에피소드별로 그림으로 나타내어 ‘반성적 탐구 맥락그림’이라 하였고 그 예는 아래와 같다. 에피소드는 동일한 주제 하에 진행되는 일련의 상호작용으로 정의되는데 대화의 주제가 유지되는지에 따라 결정된다(강석진, 2000).

정식- 지진 리스트가 왜 이리 많은데?(과제인식 A-CT)
 정식- 지진이 이리 많이 일어나는데? 이거 에트나 맞나? 여기?(자료인식 A-RW)
 재현- 야 너 이거 하나씩 하나씩 해라.(실험진행에 관한 의견제시 AD-SR)
 병결- 빨간색 화산이라고.(관련정보제시 A-AD)
 재현- 빨간색 화산이라고? 그럼 피란 색은?(관련질문 A)

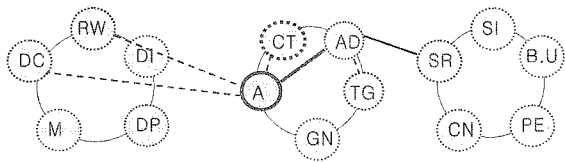


Fig. 3 Representation example of contexts of reflective inquiry in inquiry class activity

학생들의 개별진술 속에서 3가지 맥락의 요소를 언급하거나 문제화하는 것이 나타날 때 선으로 연결되고, 하나의 요소만 나타날 때는 연결은 되지 않고 실선 원으로만 나타내어진다. 3가지 맥락그림은 에피소드 별로 그려지며 학생들의 진술 속에 나타나는 요소의 횟수에 비례해서 선의 두께가 두꺼워지게 그렸다(Fig. 3).

상호작용양식별로 나타나는 반성적 탐구의 차이를 알기 위해 수업분석을 통하여 각각의 상호작용 특징 진술수와 그것을 통한 CON지수를 산출하여 그룹의 상호작용양식을 규명하였다. 그리고 특징적인 상호작용이 보이는 두 그룹의 반성적 탐구의 특징을 알아내기 위해 각 그룹에서 수업 단계별 에피소드에서 가장 많이 나타나는, 즉 전형적으로 나타나는 맥락요소 2개를 선택했다. 이것을 주요 과제활동 3차시 수업동안 종단적으로 대조하여 수업 단계별로 2차시 이상 공통적으로 나타나는 반성적 탐구의 맥락요소를 추출해 내어, 이것을 다른 상호작용양식이 나타나는 그룹과 비교하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 학습자 특성과 그룹별 상호작용양식

탐구능력, 인지양식에서 동질그룹인 R I 그룹은 대립적 상호작용의 정도인 CON지수가 주요 과제활동수업에서 각각 4.45, 4.9, 4.27로 평균 4.54로 나타나 조화적 상호작용양식의 그룹으로 구분되었다. 선행연구에 의하면 성취도가 동질인 그룹에서는 상호작용이

빈번하고 그룹이 발전적으로 변한다고 하였다(성숙경, 2005). 이 R I 그룹도 이러한 상호작용의 특징을 보였으나 정의적 측면보다는 인지적 측면의 상호작용양식의 진술이 많이 나타났다. 하지만 정의적 측면에서 동질그룹이 부정적 상호작용을 많이 한다는 이현영(2002)의 연구결과와 약간 차이가 있다. 이 원인은 중학생과 고등학생의 차이로 여겨지는데, 선행연구에서는 중학생들이었고 본 연구에서는 고등학생들이었기 때문에 그룹의 소속감보다는 성적에 관심이 많아 감정적인 상호작용보다는 인지적인 상호작용이 더 많이 나타난 것으로 여겨진다. 대화 중에서 자주 학교 내신 성적에 관한 여담이 많이 나타나고 소속감은 성적에 관련해서 나타나는데 다른 그룹보다 더 잘하느냐 못하느냐의 측면에서 소속감이었다.

탐구능력, 인지양식에서 이질그룹인 R II 그룹에서는 CON지수가 주요 과제활동수업에서 각각 7.82, 9.94, 8.55로 평균 8.77로 나타나, 대립적 상호작용양식이 뚜렷이 나타났다. 많은 진술이 과제활동과 관련이 없는 여담이나 장난에 관한 진술이었고 과제활동을 할 때는 토의 과정 없이 그룹의 리더 역할을 하는 한 학생의 주도로 진행되었다. 과제활동에 대한 상호작용이 드물고 리더역할을 하는 학생과 탐구능력이 하인 학생간의 정의적 측면의 상호작용이 많이 나타났다. 탐구능력이 상인 학생은 거의 반성적 탐구활동에 언어적 개입이 없었으며, 단지 리더역할을 하는 학생을 조용히 따라가고 있었다. 이것은 선행연구에서 이질그룹은 상호작용이 거의 없고 리더중심으로 과제활동을 이끈다는 결과와 비슷하다(성숙경, 2005).

상호작용양식은 조화적 그리고 대립적 두 종류로 나누어질 수는 있지만 같은 대립적 상호작용에서도 그 내용적인 면에서 정의적 측면에서 대립하느냐 인지적 측면에서 대립하느냐에 따라 차이가 있었다. 즉 R I 그룹에서는 인지적 측면에서의 대립적 상호작용양식인 도전, 변론, 반론 등의 반성적 탐구진술이 자주 나타났는데, 주요 과제활동 3차시에서 상호작용관련 진술중 약 71%가 인지적 측면에서의 진술이었다. R II 그룹에서는 정의적 측면의 대립적 상호작용양식인 거부, 지시, 제재, 부탁 등이 주로 나타났는데, 주요 과제활동 3차시에서 상호작용관련 진술 중 약 48.8%가 인지적 측면에서의 진술이었다. 그 차이의 원인은 R I 그룹은 탐구능력이 유사한 그룹으로 반론을 제기 하면서 의미를 보다 발전시키는 형태의 상호작용이 활발히 이루어졌으나, 탐구능력 수준이 다른 R II 그룹에서는 탐구능력이 높은 학생이 상호작용에 대부분 관여하지 않았고, 탐구능력이 중, 하인 2명의 조원이 과제 외적인 진술을 자주하고 감정표현을 직접적으로

하여 주로 정의적 측면에서의 대립적 상호작용양식의 진술을 함으로서 이러한 결과가 나온 것으로 판단된다.

2. 상호작용양식에 따른 반성적 탐구의 차이

1) 두 그룹에서 상호작용양식의 사례

각 그룹의 상호작용양식이 어떤 양상으로 만들어지는가를 주로 상호작용양식 진술과 반성적 탐구진술이 많이 나타나는 에피소드를 중심으로 알아보았다. R I 그룹의 조화적 상호작용양식이 반성적 탐구에 긍정적인 영향을 주는 예는 첫째, 역할 분담을 적절히 하면서 조화적 상호작용양식의 특징이 나타나는 경우(A1-A4), 둘째, 자료패턴의 진행을 보고 과제 수행행동을 효율적으로 수정하는 경우(B1-B3), 셋째, 자료패턴을 문제화하면서 자신들의 경험에 비추어 자료패턴을 해석하는 경우(C1, C2), 넷째, 영역개념을 이용해서 자료패턴을 분석하는 경우(D1, D3, D5), 다섯째, 과제 개념을 기초로 학습지 기록활동을 완성하는(E1, E2) 경우를 들 수 있다.

A1	정식- 알았어.
A2	재현- 뭐 또 내가?
A3	병길- 심밭할게.
A4	재현- 알았다.
B1	재현- 많이 해주면 재미있겠는데.
B2	병길- 계속 겹치면 있다 아니냐, 이게 한 개로 된다. 큰 덩어리로.
B3	정식- 그래도 표시는 해야 되는 것 아니냐?
C1	정식- @@ 불쌍하다. 다 죽겠다.
C2	병길- 맞다. 맨날 맨날 지만만 느끼다가 죽겠다.
D1	재현- 이렇게 된 거 아니냐?
D2	정식- 오스트렐리아 판이 밀이냐? 말해봐! 어디가 밀이지?
D3	재현- 위로 아니냐. 여기가 해양이잖아? 여기가 심밭이잖아.
D4	정식- 오스트렐리아도 해양이잖아.
D5	재현- 아 여기 심밭. 여기 천밭.
E1	정식- 물에 잠긴다. 이런 걸 하려.....
E2	재현- 잠깐! 조금 지금 배우는 거랑 연결이 매치가 안 되지?

R II 그룹의 대립적 상호작용양식이 깊고 의미 있는 반성적 탐구를 방해하고 있는 사례는 먼저, 주장만 있을 뿐 근거를 제시하지 않는 경우이다(F2, F3, F4). 확실한 판의 경계, 불확실한 판의 경계를 찾으면서, 왜 이 판의 경계가 확실한지의 이유를 한 조원이 물었을 때 근거를 제시하지 않고 다시 도전해서 대립적 상호작용양식이 보인다. 둘째, 혼자서 과제활동을 수행하며 보고서 완성에 치중하고 있다. 셋째, 혼자서 과제활동을 독차지하고 도전에 감정적으로 반응한다

(G1, G2, G3).

F1	민주- 자, 우리는 확실하다. 확실하다.
F2	성진- 그걸 어찌 단정하는데? F3
F3	민주- 그래서?
F4	민주- 아이! 반항! 반항을 밥 먹듯이.....
G1	민주- @@아이가 이@@@야! 슬곡이잖아. 슬곡.
G2	성진- 너 또 왜곡시키네.
G3	민주- 총틀대다 아니냐? 미@@이다. 섭입대나 총틀대 이해안가냐?
G4	성진- 아 맞다. 그래. 그 참 미안하다. 섭입대인 줄 알았다.

이렇게 R II 그룹은 리더역할을 하는 학생이 자신보다 탐구능력이 낮은 학생과 끊임없이 대립하고 책이나 다른 그룹의 수행에 의존하면서 혼자서 탐구활동 과제를 진행해 나간다. 이것으로 볼 때, 학생들은 끈기를 가지고 깊이 있게 생각하는 데 모두가 익숙하지 않고(성숙경, 2005), 대체로 결과를 해석하고 그 의미를 찾아 개념과 연관시키려하기보다 과정과 생성물에 대해 논의하는 편이며(Bianchini, 1997; Turner & Dimarco, 1998) 적은 노력으로 과제를 완성하려는 경향이 있음을 지적해 온 점과 유사한 경향을 보인다. 특히 대립적 상호작용을 보이는 그룹에서 이러한 경향이 더 뚜렷했다.

2) 상호작용양식에 따른 반성적 탐구 맥락요소의 차이

상호작용양식에 따라 수업의 각 단계별 반성적 탐구 맥락요소를 비교해 보았다(Table 7). 먼저 두 상호작용양식 그룹에서 공통적으로 나타나는 반성적 탐구의 특징을 요약해 보면, 도입단계에서 A-AD, AD-SR 맥락요소가 나타났으며 이것은 도입단계의 특성상 그룹의 상호작용 양식과 상관없이 나타나는 것으로 판단된다. 인공물(A), 역할분담(SR)과 관련된 행동결정(AD)을 하는 것이다. A-AD는 과제활동 도입부에서 준비물이나 도구와 관련해서 행동결정을 계획하는 단계에 일어난 것으로 보이고 AD-SR도 도입부에서 서로의 역할을 분담하는 행동결정을 하는 반성적 탐구 맥락임을 알 수 있다. 전개단계에서도 드물지만 A-AD가 두 그룹 활동 모두에서 나타났다. 이렇듯 학생들은 인공물과 관련된 행동결정을 전개 활동에서도 하고 있었으며 자료맥락의 영역개념을 이해하는 것보다는 과제맥락의 활동을 먼저 이해하려고 하며 인공물과 전략에 관해 주로 토의한다.

두 그룹의 차이점은 도입단계에서 대립적 상호작용양식을 뚜렷이 나타내는 R II 그룹에서는 행동결정(AD)을 하는데 있어서 대립적 상호작용양식(GN)이 나타나, 의미 있는 반성적 탐구를 제한하고 있다. 전개와 정리단계에서는 두 그룹의 차이점이 뚜렷이 보

Table 7

Comparison of context items of reflective inquiry in two modes of interaction

	comfort group(R I)	confrontation group(R II)	
Beginning	context items which appeared equally in comparison group among common items	A-AD(**), AD-SR(**)	A-AD(**), AD-SR(**)
	context items which didn't appear in comparison group among common items		AD-GN
	context items which didn't appear in comparison group except common items	A-RW, DC-AD(*), DC-CT	AD-GN, DC-TG
Development	context items which appeared equally in comparison group among common items	A-AD	A-AD(*)
	context items which didn't appear in comparison group among common items	DP-AD(*)	A-CT(*), AD-GN
	context items which didn't appear in comparison group except common items	DI-RW, DC-A, DP-PE, DP-A, DC-DP(*), DI-DP(*)	DC-AD, AD-SR, A-CT, AD-GN
Conclusion	context items which appeared equally in comparison group among common items		
	context items which didn't appear in comparison group among common items	CT-AD(*)	AD-SR(*), A-AD(*)
	context items which didn't appear in comparison group except common items	CT-TG, DP-AD, A-BU, CT-BU(*), DC-DP	

** - context items of reflective inquiry which typically appeared more times than 2

* - context items of reflective inquiry which typically appeared one time

The rest - context items of reflective inquiry which appeared not typically but the third often in one class

이는데, 조화적 상호작용양식을 보이는 R I 그룹에서는 자료패턴(DP)과 관련된 바람직한 반성적 탐구가 전형적으로 나오고 DC-DP-AD 맥락의 자료맥락과 과제맥락이 연결되는 반성적 탐구진술이 자주 나타났다(Fig. 4). 이러한 맥락은 탐구활동 내용에서 지진자료를 보고 판의 경계를 예언하는 활동이므로 영역개념(DC)을 이용해서 자료패턴(DP)의 진해를 이해하고 과제 수행 행동(AD)을 효율적으로 수정하는 과정에서 나타나는 것이다(H1, H2). DP-PE는 자신들이 한 과제활동을 통해서 자료의 규칙성과 자신의 개인적 경험을 연결하는 것이다(H7, H8). 이러한 반성적 탐구는 리더역할을 하는 조원 혼자서 토의 없이 탐구활동을 하는 R II 그룹에서는 전혀 나타나지 않고 있었다. 이 그룹에서는 인공물을 통해서 과제를 새롭게 인식하는 A-CT 맥락 요소가 보이는데(I1), 도입단계에서 파악하지 못한 인공물에서 과제를 인식하고 그 과제의 곤란도에 대해 평가하는 반성적 탐구 맥락그림이

다. 즉, R II 그룹은 자료맥락과 연결되는 의미 있는 반성적 탐구가 아주 드물고 도입과 같이 전개단계에서도 행동결정에서 대립적 상호작용이 나타나는 AD-GN 맥락(J1)의 반성적 탐구가 보인다(Fig. 5).

H1	병길- 또잖아! 이 사람들 죽겠다.(DP-PE)
H2	재현- 그만하자 이제(DP-AD)
H3	정식- 20S 70w
H4	재현- @@ 또다 (DI-DP)
H5	정식- 2N 97N
H6	병길- 하지 말자(AD)
H7	재현- 많이 해주면 재미있겠는데(DP-PE)
H8	병길- 계속 걸치면 있다 아니까, 이제 한 개로 된다. 큰 덩어리로(DP-PE)
H9	정식- 그래도 표시는 해야 되는 것 아니까?(AD)
H10	병길- 맞다.(COM) 더 이상 할 때가 없다.(A-DP)
H11	재현- 그냥 표시 나게 해라(A-AD)
H12	정식- 교묘하게 해라 교묘하게(A-AD)
I1	민주- 어! 뒤에 안했다. @@ 많다.(A-CT)

J1 민주- 여기서 보니까 이거고. 많다. 이거 이것도 이거고, 아직도 @@하는 방법을 모르네, 이것도 이거고 이것도 이거고 그래도 지가 잘한다고.(AD-GN)
 J2 성진- 시끄럽다.(CON)

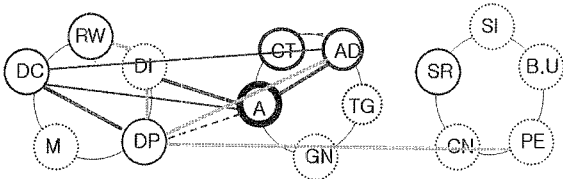


Fig. 4 One example of representation of reflective inquiry contexts at the stage of development in R I group

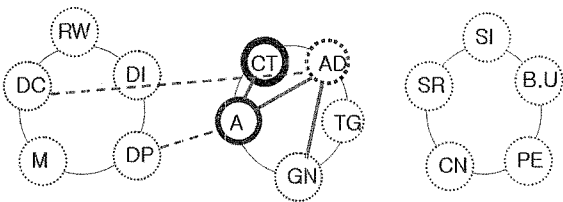


Fig. 5 One example of representation of reflective inquiry contexts at the stage of development in R II group

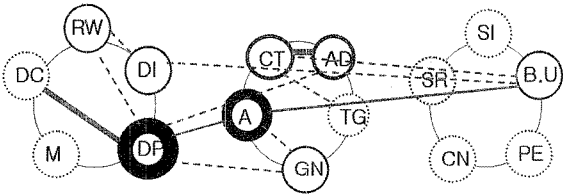


Fig. 6 One example of representation of reflective inquiry contexts at the stage of conclusion in R I group

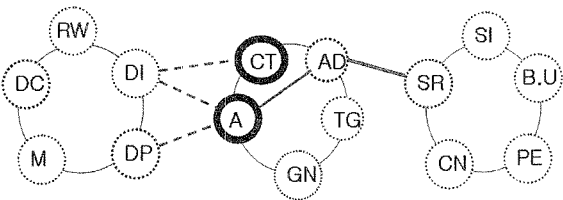


Fig. 7 One example of representation of reflective inquiry contexts at the stage of conclusion in R II group

정리단계에서는 R I 그룹에서 자료맥락에서 다양한 맥락그림의 반성적 탐구가 나타나며(Fig. 6), 정확한 과제개념(CT)을 가지고 행동결정(AD)을 하는 CT-AD 맥락의 반성적 탐구가 자주 나타난다. 이것은 학생들이 과제개념에 대해서 토론하는 진술로서 정확한 과제개념을 가지고 행동결정에 무엇을 참고로 했는지를 알 수 있는 진술이다. 이것으로 정리활동 시 주로 하는 기록활동에서 다양한 자료맥락요소를 이용한 반성

적 탐구를 하고 있다는 것을 알 수 있었다. 이에 비해 R II 그룹에서는 정리단계에서도 역할에 관한 행동결정(AD-SR)이 나타났다. 이것은 그룹 구성원들이 서로 견제하고 역할을 확인시키는 상호작용에서 나타나는 것으로 판단된다(Fig. 7).

전체적으로 대립적 상호작용양식을 뚜렷이 보이는 R II 그룹은 AD-GN 맥락의 반성적 탐구가 많았는데, 전략을 서로 경쟁하는 것이 조화적 상호작용양식 그룹보다 뚜렷하고, 전략과 관련된 행동결정(AD)에서 반성적 탐구가 이루어진다. 반면 조화적 상호작용양식 그룹은 의미 있는 반성적 탐구 즉 과제맥락과 자료맥락이 연결되는 다양하고 활발한 반성적 탐구를 보이고 에피소드 당 반성적 탐구진술수도 더 많이 나타났다.

3. 상호작용양식에 따른 반성적 탐구정도의 차이

조화적 그리고 대립적 상호작용양식의 그룹에서 반성적 탐구의 정도를 알기 위해 주요 과제활동 3차시에 걸친 반성적 탐구척도를 항목별로 비교해 보았다(Table 8). 반성적 탐구척도는 조화적 상호작용양식의 R I 그룹이 평균 12.51로 나타났고, 대립적 상호작용양식의 R II 그룹은 4.98로 나타나 R I 그룹이 R II 그룹보다 3시간 수업에 걸쳐서 평균적으로 60%정도 더 높게 나타났다. 그리고 반성적 탐구척도 세부사항의 모든 항목에서 R I 그룹의 값이 더 크게 나타나고 있다. 이것은 조화적 상호작용양식을 보이는 그룹이 매차시 수업 전체적으로 특히 전개단계에서 양적으로 더 많은 반성적 탐구진술을 했으며, 자료맥락과 과제맥락을 연결하는 더 의미 있는 반성적 탐구를 했다는 것으로 해석될 수 있다. 즉 조화적 상호작용양식은 반성적 탐구에 긍정적인 영향을 주며, 대립적 상호작용양식이 우세할수록 특히 정의적 측면에서의 대립적 상호작용양식이 뚜렷할 때에 반성적 탐구에 아주 부정적인 영향을 준 것을 알 수 있었다.

VI. 결론 및 제언

고등학교 지구과학 탐구활동에서 상호작용양식에 따른 반성적 탐구의 특징을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다. 두 상호작용양식 그룹 간에 나타나는 반성적 탐구의 차이를 탐구 단계별로 살펴보면, 도입단계에서는 인공물과 역할에 관한 전략결정의 반성적 탐구가 그룹의 특징과 상관없이 나타났다. 전개와 정리단계에서는 조화적 상호작용양식 그룹에서는 자료맥락과 관련된 의미 있는 반성적 탐구가 전형적으로 나타난 반면 대립적 상호작용양식 그룹에서는 자료맥락과 연결된 반성적 탐구가 아주 드물게 나타

Table 8*Comparison of the reflective inquiry scale in two modes of interaction*

The reflective inquiry scale items	comfort group				confrontation group			
	focus activity				focus activity			
	1	2	3	average	1	2	3	average
1. total number of reflective inquiry comments/ total time of class	4.06	1.61	3.68	3.12	1.47	0.61	1.37	1.15
2. total number of reflective inquiry comments related data context / total number of reflective inquiry comments	0.41	0.33	0.69	0.48	0.40	0.35	0.48	0.41
3. total number of episodes occurring more reflective inquiry comments than 10/ total number of episodes	0.63	0.38	0.77	0.59	0.31	0.00	0.42	0.24
4. total number of reflective inquiry comments at the stage of beginning/ duration time of beginning	1.39	0.57	1.53	1.16	1.30	0.56	0.75	0.87
5. total number of reflective inquiry comments At the stage of development/ duration time of development	4.94	2.55	5.40	4.29	1.74	0.57	1.63	1.31
6. total number of reflective inquiry comments At the stage of conclusion/ duration time of conclusion	4.12	2.3	2.17	2.87	0.92	0.91	1.12	0.99
Total	15.55	7.74	14.24	12.51	6.15	3.01	5.78	4.98

났으며, 행동결정에서 대립적 상호작용을 자주 보였다. 반성적 탐구적도는 조화적 그룹이 더 높게 나타났는데, 이것으로 조화적 그룹이 양적으로 더 많은 반성적 탐구진술을 했으며, 자료맥락과 과제맥락을 연결하는 더 의미 있는 반성적 탐구를 했다는 것을 알 수 있었다. Kim *et al.*(2004)은 학생들이 학습하는 동안 그들의 반성적 사고를 증진하는데 도움이 된다고 인식하는 학습 환경 요소 중 타인과 함께 작업하는 기회나 타인의 도움, 교사의 애정 어린 격려와 지도, 동료와의 협동작업, 동료들끼리 서로 가르치는 기회가 중요하다고 했다. 이렇게 볼 때 조화적 상호작용양식 속에서는 유용한 반성적 탐구가 많이 나타날 수 있는 것으로 판단된다.

반성적 탐구에 부정적인 영향을 끼친 대립적 상호작용양식은 탐구능력과 인지양식이 이질인 그룹에서 나타났으며, 탐구능력과 인지양식 모두에서 동질인 그룹은 반성적 탐구에 긍정적으로 영향을 준 조화적 상호작용양식이 나타났다. Radinsky(2000)는 대립적이고 논쟁적인 상호작용양식이, 탐구활동에서 항상 더 반성적인 역할의 채택으로 결론지어지는 것은 아니라고 했다. 이것은 본 연구에서 대립적 상호작용이 반성적 탐구에 부정적인 영향을 준 것과 같은 맥락에서 해석될 수 있다. 여기서 나타난 조화적 그리고 대립적 그룹의 특성으로부터 탐구활동 수업에서 그룹을 구성

할 때, 조화적 상호작용양식을 유도해서 반성적 탐구를 촉진시키기 위한 그룹조직의 시사점을 도출할 수 있었다.

먼저, 그룹 활동 속에서의 상호작용은 반성을 위한 중요한 공간이 되므로(Loh, 2003) 반성적 탐구가 효율적으로 일어날 수 있도록 반성적 탐구를 위한 의사소통능력 즉 증거제시, 반론제시, 주장의 근거제시 등의 방법과 중요성을 일깨우는 과정이 기본적으로 필요하고 강조할 필요가 있다. 동료의 의견을 존중하고 근거를 요구하여 이해하려고 노력함으로써 상호작용이 활발해지고 이로부터 그룹속의 개개인도 더 많이 향상될 것이다(Mahanz, 1997). 이러한 노력으로 반성적 탐구를 촉진시킬 수 있으며 이것은 조화적 상호작용양식에서 기대할 수 있다.

다음으로, 반성적 탐구활동으로 의미 있고 활발한 참여를 유도할 수 있는 그룹의 조직은, 이질그룹보다는 동질그룹으로 구성하는 것이 반성적 탐구를 촉진하는 사회적 과정을 형성하는데 긍정적으로 작용하는 것으로 보인다. 여기서 동질그룹의 구성이 현실적으로 어려운 경우 조화적 상호작용을 위한 교사의 역할이 중요한데, 특히 의견을 제안하고 결정할 때 기본적인 절차나 태도를 사전 지시하는 것도 하나의 방안이 될 수 있다.

국문 요약

본 연구는 지구과학 탐구활동에서 그룹의 상호작용 양식에 따라 학생들의 반성적 탐구는 어떤 특징을 보이는지를 알아보고, 수업의 3가지 맥락들은 반성적 탐구활동에서 어떻게 관련되는지를 알아봄으로써 학생들의 반성적 탐구의 실재를 이해하고 반성적 탐구를 촉진하기 위한 탐구활동 수업의 시사점을 얻고자 하였다. 이를 위해 고등학교 1학년 1개 학급을 선정해서 본 연구에서 개발한 반성적 탐구활동수업을 실시하고 수업을 녹화 전사해서 언어행동분석틀과 수업상황의 3가지 맥락으로 분석하였다. 사전 검사를 통해 알아낸 학습자 특성을 기초로 그룹을 나누어 수업을 실시하였으며 편담을 실시하여 수업분석에 참고하였다.

반성적 탐구활동수업에서 그룹 상호작용양식에 따른 반성적 탐구의 차이는 조화적 상호작용양식을 보이는 그룹에서는 전개와 정리단계에서 자료와 과제맥락이 연결된 반성적 탐구가 자주 나타난 반면, 대립적 상호작용양식 그룹에서는 자료맥락과 연결된 반성적 탐구가 아주 드물고 반성적 탐구척도 값도 2배 이상 낮게 나타났다. 즉 조화적 그룹이 양적으로 더 많은 반성적 탐구진술을 했으며, 자료맥락과 과제맥락을 연결하는 데 의미 있는 반성적 탐구를 했다는 것을 알 수 있었다. 탐구능력과 인지양식에 있어서 이질그룹은 정의적 측면에서 대립적 상호작용양식을 보여 반성적 탐구에 가장 부정적인 영향을 끼쳤고, 인지양식과 탐구능력 모두에서 동질그룹은 조화적 상호작용양식을 보여 반성적 탐구에 긍정적인 영향을 주었다는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과로부터 반성적 탐구활동을 촉진시키기 위한 그룹조직의 시사점을 얻을 수 있었다.

참고 문헌

강석진(2000). 토론과정에서 사회적 합의 형성을 강조한 개념학습전략: 교수효과 및 소집단 토론에서의 언어적 상호작용. 서울대학교 박사학위 논문.

강석진, 한수진, 노태희(2002). 과학개념 학습에서 협동적 소집단 토론의 효과. 한국과학교육학회지, 22(1), 93-101.

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

이현영(2002). 사회적 상호작용을 강조한 과학 탐구 실험 과정에서 학생-학생 상호작용 양상 분석. 한국교원대학교 석사학위논문.

이현영, 장상실, 성숙경, 이상권, 강성주, 최병순(2002). 사회적 상호작용을 강조한 과학 탐구실험 과정에서 학

생-학생 상호작용 양상 분석. 한국과학교육학회지, 22(3), 660-670.

전윤식, 장혁표(1983). 집단잠입도형검사. 태화 출판사.
중앙적성연구소(1987). 표준화 성격진단검사.

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.

Burns, J., Okey, J., & Wise, K.(1985). Development of an Integrated Process Skills Test: TIPSII. Journal of Research in Science Teaching, 22(2), 169-177.

Kim, K., Grabowski, B. L., & Sharma, P.(2004). Designing a classroom as a learner-centered learning environment prompting students' reflective thinking in K-12. (ED 485059)

Loh, B.(2003). Using articulation and inscription as catalysts for reflection: Design principles for reflective inquiry. Doctoral dissertation, Northwestern University.

Loh, B., Radinsky, J., Reiser, B. J., Gomez, L. M., Edelson, D. C., & Russell, E. (1997). The Progress Portfolio: Promoting reflective inquiry in complex investigation environments. Proceedings of Computer Supported Collaborative Learning'97, Toronto, Ontario, Canada.

Loh, B., Radinsky, J., Russell, E., Gomez, L. M., Reiser, B. J., & Edelson, D. C. (1998). The Progress Portfolio: Designing reflective tools for a classroom context. Proceedings of CHI 98, Los Angeles, CA, Reading, MA: Addison-Wesley.

Loh, B., Reiser, B. J., Radinsky, J., Edelson, D. C., Gomez, L. M., & Marshal, S. (2001). Developing reflective inquiry practices: A case study of software, the teacher, and students. In S. K. Crowley & C. Schunn & T. Okada (Eds.), Designing for science: implications from everyday, classroom, and professional settings. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Lonning, R. A.(1993). Effect of cooperative learning strategies on student verbal interactions and achievement during conceptual change instruction in 10th grade general science. Journal of Research in Science Teaching, 30(9), 1087-1101.

Mahanz, M.(1997). The content and nature of reflective teaching: A case of an expert middle school science teacher. Clearing House, 70(3), 143-150.

Mundt, J., Bramlette, J., Finn, L. E., Olson, J., Flores, S., North-Tomczyk, K., Lachance-Whitcomb, J., Loh, B., & Radinsky, J.(in press). Earth structures and processes: exploring earth's crust with models & data. A middle school thematic science curriculum from the Center for Learning Technologies in Urban Schools.

NRC(National Research Council)(1996). National science education standards. Washington, DC: National Academy

Press.

Radinsky, J.(2000). Making sense of complex data: A framework for studying students' development of reflective inquiry dispositions. Doctoral Dissertation, Northwestern University.

Radinsky, J., Leimberer, J. M., & Gomez, L. M. (2000). Reflective inquiry with complex data: A case study of dispositional learning. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, LA, April 24-28.

Turner, T., & DiMarco, W.(1998). Learning to teach science in the secondary school. New York: Routledge.

Witkin, H. A., Moore, C. A., Goodenough, D. R., & Cox, P. W.(1977). Field dependent and field independent cognitive styles and their educational implication. Review of Educational Research, 47, 1-64.