J. Korean Earth Sci. Soc., v. 35, no. 2, p. 147–158, April 2014
http://dx.doi.org/10.5467/JKESS.2014.35.2.147

ISSN 1225-6692 (printed edition)
ISSN 2287-4518 (electronic edition)

과학글쓰기를 활용한 학생주도 모둠 탐구활동에 의한 초등 과학 수업 변화 탐색

신명경[1] · 김종영[2,*]

[1]경인교육대학교 과학교육과, 407-753, 인천광역시 계양구 계산로 62
[2]인천운서초등학교, 400-340, 인천광역시 중구 운서2로 57

Exploring Changes in Elementary Science Class Using Student-Oriented Group Inquiry with Science Writing

Myeong-Kyeong Shin[1] and Jong-Young Kim[2,*]

[1]Department of Science Education, Gyeongin National University of Education, Incheon 407-753, Korea
[2]Incheon Unseo Elementary School, Incheon 400-340, Korea

Abstract: The purpose of this study was to explore changes of elementary science class in student oriented group inquiry activities using a Science Writing Heuristic (SWH) template that enhance scaffolding of inquiry. The changes focused on students' written reports and perceptions of their learning environment as well as discourse patterns. One fourth-grade class of 29 students participated in this study, and a developed work sheet of science writing was utilized to scaffold student's inquiry activities. Four units in the first-semester text book for fourth grade of the-, 2007 Educational Curriculum Revision were chosen for scaffolding inquiry, and sixteen lessons of instruction were all videotaped. For investigating students' written reports, a framework based on the aspects of science inquiry by Millar (2010) was used to evaluate the coherence between student inquiry activities and their claims. Secondly, a regular fourth-grade class was selected as the control group and was compared with the experiment group using the pre- and post-test of the survey on the perception of science class and science. Lastly, students' discourse patterns of the beginning science lesson were compared with those of the closing lesson. We found that the coherence in the last class increased significantly in students' written reports compared to the first one. Findings also indicated that students' perceptions on their learning environment moved toward student-centered. Based on our discourse patterns analysis, the last class was more student-centered from being teacher-centered than the first one.

Keywords: science writing, student oriented group inquiry, scaffolding

요 약: 본 연구의 목적은 탐구를 도모하는 과학글쓰기를 이용한 학생주도적 모둠 탐구활동을 실시한 과학수업에서 나타난 변화를 탐색하는 것이다. 본 연구에서는 학생의 활동 보고서, 학습 환경에 대한 인식, 담화유형을 변화의 핵심으로 보았다. 학생들의 탐구활동에서 비계의 역할을 할 수 있도록 과학 글쓰기 활동지를 개발하여 초등학교 4학년 1학급 29명의 학생을 대상으로 학생주도적 모둠 탐구활동에 적용하였다. 이를 위해 모둠 탐구활동은 2007 개정교육과정 4학년 1학기 4개 단원에서 총 16차시 수업을 실시하였고, 이를 모두 녹화하였다. 우선 학생 보고서를 분석하기 위해 Millar (2010)가 제시한 분석틀을 이용하여 과학탐구 정합성 평가의 틀로 활용하였다. 두 번째로 학생의 과학 수업 및

*Corresponding author: brioguy@nate.com
Tel: 82-32-746-5095
Fax: 82-32-746-2161

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

과학에 대한 인식의 변화를 알아보기 위하여 비교반 1개 반을 선정하여 과학수업 및 과학에 대한 인식을 사전·사후 비교하였다. 마지막으로 16차시 수업 중, 초기 수업과 말기 수업에서의 교사와 학생 간의 담화 형태가 어떻게 나타나는지 알아보았다. 이러한 과정을 통하여 얻어진 결과 통해 학생의 질문과 주장 사이의 정합성은 초기보다 말기에 증가했고, 학생의 자신의 학습 환경에 대한 인식이 좀 더 학생 중심 쪽으로 이동한 것을 알 수 있었다. 또한 담화의 유형이 더욱 교사중심보다는 학생중심에 가까워졌음을 발견하였다.

주요어: 과학글쓰기, 학생주도적 모둠탐구활동, 비계

서 론

오늘날 과학 교육의 목표는 단순히 학생들에게 과학지식을 전달하는 것이 아니라 정보화 사회에 학생들이 잘 적응하고 대처하도록 과학적 소양을 갖추도록 하는 것을 강조하고 있다(Millar and Osborne, 1998). 소양인은 '다른 사람들이나 주위 환경과의 상호작용에서 일어나는 의사결정 과정에서 과학의 개념, 과정, 기술, 그리고 가치를 사용하며 사회·경제적 발달, 과학, 기술 및 사회의 다른 측면들 간의 상호관련성을 이해할 수 있는 사람'이라고 정의된다(National Science Teachers Association, 1971).

현대인에게 필수적으로 요구되는 과학적 소양은 과학의 본성에 대한 깊이 있는 이해에서 비롯된다(Meichtry, 1992; National Research Council, 1996). 학생들은 논의가 핵심이 되는 과학 활동에 참여함으로써 과학의 본성에 대한 올바른 이해를 확립하고 과학과 관련된 다양한 사회문제에 대한 문제해결력을 기르고, 과학적 추론과 비판적 사고가 바탕이 되는 과학적 사고력과 과학적 소양을 기를 수 있다(Driver et al., 2000; Kuhn, 1992; Newton et al., 1999; Osborne et al., 2001).

대부분의 과학 교사들은 대학에서 과학 본성에 대해 거의 생각해 보지 못했다. 이런 교사들이 과학의 본성을 가르칠 시간과 방략을 찾아내길 기대하는 것은 터무니없는 요구이다(Wellington, 1998). 더구나 학생들이 과학에 대해 가지고 있는 견해와 신념은 교사들에게 도전이 된다(Wellington, 1998).

Wellington (1998)은 실험 실습을 통한 과학수업에 대하여 몇 가지 교수 주안점을 제시하였다. 우선, 학습자에게 사물을 관찰하는 방법을 보여주거나 가르칠 필요가 있다는 것이다. 학생들이 자기가 무엇을 찾아야 하는지 모른다면 관찰이 잘 이루어지지 않을 것이다. 또한, 학생들은 과학의 관찰 언어를 배울 필요가 있다는 것이다. 학생들은 '사물을 ...로써 볼' 필요가 있으며 이것이 바로 과학의 과정을 내용과 분리시킬 수 없는 이유이다. 과학의 모든 과정들, 즉 추론하기, 분류하기 예측하기, 가설 세우기, 보기, 관찰하기 등은 과학 지식과 이론에 통합되어 있다(Wellington, 1989). 과학을 가르치는 장면에서도 예외가 아니다. 과학 교사들은 실험실습을 통하여 이론을 가르칠 수 없을 것이다. 실험실습은 현상을 예시할 수 있으나 그것이 왜 일어났는지를 설명하지 못한다. 학생들은 과학의 모든 것이 실험실 경험이나 해보기 활동과 연관되어 있지는 않다는 것을 배울 필요가 있다. 의사소통, 토론, 상상이 중요한 이유도 바로 이 때문이다. 즉, 아이디어, 개념, 법칙을 활용하는 것이 필요하다. 마지막으로 실험 실습을 할 때 학생들에게 주지시켜야 할 것은 몇 가지 '이상한(변칙적인)' 결과가 나왔다고 해서 이론이 폐기되는 것은 아니라는 점이다.

Wellington (1998)이 제시한 교수 주안점을 통해서 학생은 과학하기를 위하여 과학 언어와 방법을 학습해야 하는 것이며, 더 나아가 다양한 대화와 토론 및 상상이 필요함을 알 수 있다. 학생들이 세계를 이해하는 가장 훌륭한 방식인 과학이라는 문화에 흡수되고 능동적으로 참여할 수 있어야 한다는 것이다(Lee et al., 2011).

Lee (2010)는 논의를 통하여 활발한 탐구활동이 이루어짐 알아보기 위하여 학생 주도적 모둠탐구활동의 참여구조를 분석하였고 활발한 의사소통과 다양한 형태의 참여구조와 학생들의 과학 수업 및 과학 대한 인식의 변화가 있음을 확인하였다고 보고하였다.

과학을 배우는 학생들은 각자가 과학 세계에 대한 관점이 있으며 이러한 관점은 실험실습을 통한 과학 학습에 영향을 준다(Leach, 1998). 실험실습 및 다른 영역에서 과학에 대한 학생들의 생각이 학습에 미치는 영향을 좀 더 알아내고, 과학 교육과정에서 인식론적 문제를 다룰 수 있는 방법을 알아내며, 인식론적인 문제에 대해 교사와 학생이 좀 더 잘 의사소통

을 하도록 도와야 할 필요성이 있다(Leach, 1998). 아울러 과학탐구를 중심으로 한 과학수업에서 학생들은 협동하여 과제에 착수하고, 자신이 선택한 질문을 던지고, 집단을 이루어 문제를 협의하고 해결해야 한다(National Research Council, 1996; Driver et al., 1994; Stahl, 1996; Aikenhead, 1985; Aikenhead, 1994; Kelly et al., 1993). 그러나 전형적인 교사 주도적인 수업의 형태 속에서 논의가 나타나기는 매우 힘들다. 학생 주도적인 탐구 수업을 할 수 있도록 수업의 형태 변화가 필요하다(Shin, 2004).

본 연구에서는 과학 학습에 있어 학생들이 보다 적극적인 탐구활동을 할 수 있도록 과학글쓰기를 활용한 학생 주도적 모둠탐구활동을 초등학교 과학 수업에 투입하여 교실에서 일어난 변화를 탐색하고자 하였다.

연구방법 및 절차

연구 대상과 기간

본 연구는 인천광역시에 소재하는 S 초등학교의 4학년 한 반을 실험 연구대상으로 선정하였다. 수집기간은 4월-6월 3개월간이며 총 16차시 수업을 진행하였다. 담임교사는 본 연구자이며 경력 8년 차 남교사로 수업에 직접 참여하였다. 그리고 과학 수업 및 과학에 대한 인식도 조사를 위하여 비교반 1개 반 28명을 선정하여 보다 정확한 인식도 변화를 측정하도록 하였다.

연구 방법

본 연구에서는 다음과 같은 연구방법을 활용하였다.

첫째, 활동지를 통한 정합성 평가 틀을 개발하였다. 모둠탐구활동의 핵심은 각 모둠 별로 탐구주제에 맞는 질문을 설정한 후 스스로 실험을 계획하고 질문에 대한 답을 찾아나가는 과정이다. 따라서 모둠질문 설정을 시작으로 하여 이후 각 활동이 연계되어 있고, 주장에 맞는 데이터를 알맞게 수집해 나가는지를 평가할 필요가 있다. Leach (1998)는 이에 대하여 인식론적인 관점에서의 중요성을 언급하였으며, 정합성이란 말로써 설명하였다. 정합성을 알아보기 위하여 Millar (2010)의 과학 탐구 특성 요소 7가지 중 수업시간에 잘 드러날 수 있는 특성 요소 3가지를 선정하여 평가의 틀을 개발하였다. 평가 요소는 Table 1과 같다. 이 분석과정에서 과학교육 교수 1명과 과학교육 석사과정의 교육경력 5년 이상인 초등교사 2명이 각각 채점하였다. 세 명의 과학교육전문가들과의 일치도는 0.8로 채점자간 신뢰도를 확보하였다. 즉 각 요소에 대해 세 명의 전문가가 일치하는 반응을 보인 것은 그대로 확정하고, 세 전문가가 다르게 채점한 요소에 대해서는 반복 채점하였다. 그래도 일치하지 않았을 때는 각자의 관점을 상대방에 채점의도를 설명하고 합의를 도출하였다(Seong, 2005). 사전 사후의 결과값은 SPSS for Windows 11의 통계 프로그램을 이용하여 윌콕슨 부호-순위 검정(Wilcoxon's signed-ranks test)를 사용하여 도출하였다.

Table 1. Evaluation items for coherence in scientific inquiry

item 1	Inquiry questions and claims are co-related (2point)
item 2	Inquiry questions and process are consistent. (2point)
item 3	Results support claims (2point)

둘째, 과학 수업 및 과학에 대한 인식 조사를 하였다. 학생들이 과학 수업 및 과학에 대하여 어떻게 인식하고 있는지를 알아보기 위하여 Constructivist Learning Environment Survey (CLES) (1995)를 도입하였다. 이 검사 도구는 30개의 문항으로 구성되며 각각 5개의 범주-개인적 적절성(Private Relevance, PR), 과학적 불확정성(Scientific Uncertainty. SU), 비판적 참여(Critical Voice, CV), 통제의 나눔(Shared Control, SC), 학생 간 협의(Students Negotiation, SN)로 구분된다. 개인적 적절성에 해당하는 문항은 '나는 과학 수업 시간에 학교 밖의 일상생활 세계에 대해서 배운다.', 과학적 불확정성에 해당하는 것은 '나는 과학 수업 시간에 과학이 문제에 대한 완전한 답은 줄 수 없다는 것을 배운다.', 비판적 참여의 예는 '과학 수업 시간에 나는 왜 우리가 이것을 배워야 합니까?'라는 질문을 할 수 있다. 통제의 나눔은 교사와 학생이 수업을 함께 이끌어 가는 것을 의미하며 예로는 '과학 수업 시간에 선생님과 나는 내가 무엇을 배울지를 함께 계획한다.' 그리고 학생 간 협의는 '나는 과학 수업 시간에 다른 학생들과 서로 이야기할 수 있는 기회를 갖는다.' 등의 예가 있다. 한국어로 번역된 CLES는 내적타당도를 각 CLES의 하위영역별로 구했다. Chronbach alpha 계수를 사용하여 모두 7 이상을 얻었다. 이 값은 내적 타당도에 있어 만족스러운 값으로 여겨진다(Shin, 2006a; Shin, 2006b; Aldridge et al., 2000). 보다 정확한 과학수업 및 과학에 대한 인식 조사(CLES)를 위하여 4학년 1개반을 비교반으

로 선정하여 실험반과 실험 전 · 후 차이를 비교하였다.

셋째, 수업담화분석은 Shin (2006b)의 교사수업담화분석틀을 활용하였다. 담화분석을 위하여 연구자의 수업 초기와 말기의 수업을 촬영하여 모든 대화를 전사하였다. 교사와 학생 간의 주된 화자가 누구인지 알아보기 위하여 시간의 흐름에 따른 수업 분석을 하였다. 그리고 얼마나 다양한 담화의 패턴이 나타나는지 알아보고 각 담화의 내용에 따른 초등 과학 수업에서의 교사와 학생의 상호작용 유형에 대해 탐색하고자 하였다.

탐구수업 활동지 개발

학생들의 사고를 향상시키기 위한 효과적인 방법으로 그들에게 사고활동에 참여할 기회를 제공하는 것은 매우 중요하다(Kuhn et al., 1997). 그러나 일반적인 과학 수업에서는 학생에게 실험방법을 알려주고 이를 그대로 재현함으로써 결과를 확인하는 실험에서는 진정한 탐구나 토론 과정이 발견될 수 없기에 활동지를 개발하여 의미 있는 과학수업의 기회를 제공하고자 하였다.

본 연구에서는 자기발견적 과학글쓰기의 접근법을 그대로 사용하지 않고 이와 맥락을 같이하는 Fulwiler (2007) 탐구과정을 활용하였다. Keys et al. (1999)은 학생 템플릿을 시작질문(Beginning Idea), 검증(Test), 관찰(Observation), 주장(Claims), 증거(Evidence), 읽기(Reading), 반추(Reflecting) 등 7단계로 구분하였고, Fulwiler (2007)는 4단계인 동기화(engagement), 조사활동(active investigation), 반성의 나눔(shared reflection), 적용(application)으로 구분하였다. 본 연구에서는 Fulwiler의 모델이 초등학교 수준에 더 적합한 탐구과정이라 생각되어 이를 활용하여 활동지를 개발하였다. 더구나 활동지 자체가 비계로서의 역할을 할 수 있도록 하였다. 개발된 과학글쓰기 활동지 틀은 Fig. 1과 같다.

연구 결과 및 논의

학생들의 활동지에 나타난 탐구질문과 결과의 정합성 분석

학생들이 탐구를 진행하면서 탐구질문을 중심으로 과정과 결과에 대한 정합성이 얼마나 변화했는가를 알아보기 위해 탐구수업의 초기와 말기의 정합성 총점 및 요소 별 점수를 비교하였다.

학생들 대부분은 초기보다 탐구과정 항목들을 다 채우려는 경향을 볼 수 있었다. 이는 3월부터 이와 같은 활동지로 학습하면서 과학글쓰기 습관이 정착되고 익숙해져 있었기 때문이라고 생각된다. 탐구질문 또한 초기보다 말기에 좀 더 다양한 탐구질문을 만들어 내는 경향도 볼 수 있었다. 교사는 발표한 내용에 비판을 가하지 않고 다양한 발상을 허용하는 교실 분위기를 조성하려고 노력하였으며 학생들은 다른 모둠과 차별화된 탐구질문을 만드는데 노력하였다. 이는 학생들이 스스로 탐구과제를 정하는 것에 매우 흥미를 가졌기 때문이라고 생각된다.

Date: Name:
Topic:
1. What do I already know? I know ( )
List Experimental material ( )
2. What are our group question?
◈ Inquiry question. include both changed (manipulated) variable and the measured/observed (responding) variable.
Prediction, including your reasoning: I predict ( ) because ( )
3-1. List the one changed (manipulated) variable -
3-2. List the variables you will keep the same or constant (controlled variables) -
3-3. List the variable you will measure and/or observe (measured/observed or responding variables) -
3-4. What did we see?
4. What can I claim?
5. What are my evidence?
<evidence the data>- Summarize the data.
6. If you want to talk more or want to say that only new?
7. Today, Science class satisfaction? (5, 4, 3, 2, 1) Why?

Fig. 1. Science writing work sheet

Table 2. Analysis of scientific inquiry characteristics (n=17)

Evaluation item	Negative Ranks			Positive Ranks			Ties	z	p
	N	Mean Rank	Sum of Ranks	N	Mean Rank	Sum of Ranks			
Coherence of inquiry question and claim	11	7.41	81.50	3	7.83	23.50	3	-1.904	.057
Consistency of inquiry question and process	7	5.00	35.00	2	5.00	10.00	8	-1.667	.096
Result Supporting claims	10	6.40	64.00	12	7.00	14.00	5	-2.021	.043
Total	12	8.29	99.50	3	6.83	20.50	2	-2.265	.024

Table 3. Comparison of experiment group and control group on students' perceptions of their learning environment using pre and post scores of CLES

Evaluation item		Mean		SD		t		p	
		Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
CLES	Experiment group	13.46	17.29	3.12	3.41	-.20	2.34	.845	.028
	Control group	13.65	14.08	3.52	4.72				

초기에는 모둠별로 탐구질문을 만드는데 많은 어려움을 겪어 탐구 질문을 만드는데 많은 시간을 할애하는 경우가 많았다. 그러나 점차 탐구질문을 만드는 시간이 줄어들었으며 학생 스스로 주제에 따라 탐구질문 만드는데 걸리는 시간을 정하고 시간 내에 탐구질문을 완성하는데 어려움이 없었다. 그리고 초기와 말기 총점을 윌콕슨 부호-순위 검정(Wilcoxon's signed-ranks test)을 실시한 결과 .024로 유의미한 차이를 볼 수 있었는데 이를 통하여 학생들이 탐구수행능력이 향상되는 경향성을 파악할 수 있었다($p<.05$).

Table 2와 같이 윌콕슨 부호-순위 검정(Wilcoxon's signed-ranks test) 결과 총점(말-초), 주장에 대한 결과의 지지도(말-초)의 유의 확률은 각 .024, .043으로 유의미한 차이를 볼 수 있었으나, 탐구질문과 주장의 연관성(말-초), 탐구질문과 실험과정의 일치성(말-초)의 유의확률은 각 .057, .096으로 유의미한 차이가 없었다($p<.05$).

과학 수업 및 과학에 대한 인식 변화

탐구수업이 진행되면서 과학수업 및 과학에 대한 학생들의 인식에는 어떤 변화가 있었을까? 대상 학생들의 과학 수업 및 과학에 대한 인식조사(CLES)에서 각 하위 영역을 모두 합하여 사전과 사후의 결과를 비교해 본 결과는 Table 3과 같다. 비교반과 실험반에서 사전・사후 검사를 모두 진행하지 않은 학생은 통계에서 제외하였다. 사전 검사의 경우 과학학습 환경에 대한 인식의 평균이 비교반과 비교했을 때 평균의 차이가 크지 않다는 것을 알 수 있다. 이를 t-검정한 결과 유의확률이 .845로 유의한 차이가 없음을 알 수 있다. 또한 Table 4와 같이 사전 검사에서 비교반과 실험반의 개인적 적절성(PR), 과학적 불확정성(SU), 비판적 참여(CV), 통제의 나눔(SC), 학생 간의 협의(SN)의 영역별에서도 유의미한 차이를 발견하지 못하였다. 이를 통해 실험반과 비교반이 동질집단으로 봐도 될 것이다.

실험반의 경우, 사전, 사후 평균이 13.46에서 17.29로 상승한 것을 볼 수 있으며 Table 4와 같이 영역별에서도 개인적 적절성(PR), 과학적 불확정성(SU), 비판적 참여(CV), 통제의 나눔(SC), 학생 간의 협의(SN) 모두 사전보다 사후에 인식 점수가 높아졌음을 알 수 있다. 또한 이를 t-검정한 결과 Table 5와 같이 전체 평균에서 유의미한 차이를 볼 수 있었으며 모든 하위 영역에서도 유의미한 차이의 향상을 보였다($p<.05$). 반면 비교반의 경우를 살펴보면, 학급인원 28명으로 Table 3과 같이 총점 평균이 13.46에서 14.08로 소폭으로 상승한 것을 볼 수 있으며, 또한 영역별에서도 Table 4와 같이 개인적 적절성(PR)을 제외한 과학적 불확정성(SU), 비판적 참여(CV), 통제의 나눔(SC), 학생 간의 협의(SN) 모두 사전 보다 사후에 인식 점수가 높아졌음을 알 수 있다. 이를 t-검정한 결과는 Table 5와 같이 전체 평균에서 유의미한 차이를 볼 수 없었으며 Table 4와 같이 각각의 영역에서도 유의미한 차이를 볼 수 없었다($p<.05$). 실험반과 비교반의 CLES 사후 검사를 t-검정한 결과는 Table 3과 같이 .028로 유의미한 차이가 있었다($p<.05$).

Table 4. Comparison of experiment group and control group on students' perceptions of their learning environment using the pre- and post-scores of CLES subcategories

Subcategory of CLES		Mean		SD		t	p
		Pre	Post	Pre	Post		
Personal Relevance	Experiment group	2.84	3.58	.71	.61	5.09	.000
	Control group	2.92	2.98	.76	.92	.30	.771
Scientific Uncertainty	Experiment group	2.90	3.56	.91	.84	3.00	.006
	Control group	2.81	3.06	.92	1.16	1.12	.273
Critical Voice	Experiment group	2.40	3.26	.65	.810	6.70	.000
	Control group	2.51	2.64	.75	1.05	.59	.562
Shared Control	Experiment group	2.63	3.52	.83	.89	3.74	.001
	Control group	2.65	2.82	.931	1.07	.73	.473
Student Negotiation	Experiment group	2.69	3.37	.71	1.06	2.94	.007
	Control group	2.73	2.75	.88	1.05	.15	.884

Table 5. Comparison of experiment group and control group in students' perceptions of their learning environment using t-value of pre and post scores of CLES ($p<.05$)

Evaluation item		mean		SD		t	Degree of Freedom	p
		Pre	Post	Pre	Post			
CLES	Experiment group	13.46	17.29	3.12	3.41	5.43	26	.000
	Control group	13.61	14.25	.66	.91	.69	27	.495

하위 영역에 대해 관련된 수업 장면을 연결시켜보면 우선 '개인의 적절성'의 경우는 탐구질문을 만들기 위하여 자신이 이미 알고 있는 내용이나 자신의 경험을 발표하면서 학생 스스로 생활 주변에서 경험한 것들이 수업 시간에 활용된다는 것을 인식했기 때문이라고 생각이 된다. 기존의 과학실험에서는 이미 제시된 과정을 따라하고 결과를 확인하고 있다. 기존의 무엇을 탐구할 것인가를 학생들이 만들어내는 과정이 배제되어 있는 상황보다는 적절성에 대한 인식이 높아진 것으로 볼 수 있다. '과학의 불확정성'은 수업 시간에 친구들과 대화와 합의를 통해 가설을 세우고 가설을 확인하기 위하여 실험을 설계하는 활동을 지속되었던 것을 연관시킬 수 있다. '통제의 나눔'의 경우 초기에는 교사가 탐구과정의 시간을 조절하였으나 나중에는 학생 스스로 탐구 과정 소요 시간을 정하여 진행해 나갔으며 모둠 별로 다양한 탐구질문에 따른 실험 계획을 세웠다. '학생 간의 협의'의 경우 교사는 모든 탐구 활동 단계는 모둠원들과 논의를 통해 진행해 나가도록 하였다. 물론 이러한 해석에 대해 학생들의 면담자료가 더 확보될 필요가 있다.

초등 과학수업담화 분석

학생주도적 모둠탐구를 진행하면서 수업의 담화가 어떻게 변화하고 어떤 특징이 나타나는가를 알아보았다.

시간의 흐름에 따른 수업 분석

학생 주도적 모둠탐구활동의 과학수업에서 학생들이 얼마나 주도적으로 수업에 참여하고 있고, 모둠탐구활동이 전체 수업 중 차지하는 비율을 알아보기 위하여 시간에 따른 수업 분석하였다. 수업 녹화 영상 자료를 통해 활동 내용별로 중심 발화자와 발화시간을 기록하였다(Table 6-7).

수업 초기의 수업 흐름은 Table 6과 같이 흙과 관련된 생각 발표하기, 탐구질문 만들기, 탐구질문 발표하기, 모둠탐구활동, 모둠 탐구활동 결과 발표 및 확인 과정에서 활발하게 참여하였으며 시간은 수업 전체의 93.2%에 해당하였다. 그러나 아직 탐구활동에 대해 익숙하지 못하여 탐구과정과 탐구활동에 많은 어려움을 겪었으며 교사에게 도움을 요청하는 경우가 많았다. 탐구수업 말기에서는 수업에서는 초기 수업에 단점을 보완하기 위하여 탐구질문을 정하는 시간

Table 6. The first lesson time-table

Step	Time (min)	Time proportion	Involving in Discourse	Activity
1	0-5.5	5.5	teacher, student	Presenting ideas on soil of inquiry topic
2	5.5-8	2.5	student	Defining experiment materials and making group inquiry question
3	8-16.5	8.5	student	Presenting group inquiry question
4	16.5-18.5	2	teacher	Instructing steps for the activity
5	18.5-35	16.5	student	Group inquiry activity
6	35-36.5	1.5	teacher, student	Presenting group inquiry activity results and concluding
7	37	0.5	teacher	Closing the lesson

Table 7. The last lesson time-table

Step	Time (min)	Time proportion	Involving in Discourse	Activity
1	0-2.5	2.5	teacher, student	Sharing ideas of given inquiry related water and ice
2	2.5-3.5	1	teacher, student	Deciding the duration for group inquiry question conferring
3	3.5-8	4.5	student	Group inquiry question conferring
4	8-11	3	teacher, student	Sharing group inquiry questions
5	11-11.5	0.5	teacher, student	Deciding the duration of group inquiry
6	11.5-29	17.5	student	Group inquiry activity
7	29-36	7	teacher, student	Sharing group inquiry results and discussion
8	36-38.5	2.5	teacher	Closing the lessons and presenting task

과 모둠탐구활동 시간을 교사가 아닌 학생이 정하도록 하여 수업의 흐름의 주도권을 물리적으로 학생들에게 주었으며 적극적인 활동을 유도하려고 하였다.

모둠질문 정하기 활동 중에 교사는 학생들이 도움을 요청할 경우 모둠 속으로 들어가 도움을 주었다. 하지만 교사는 답을 학생에게 답을 말하기보다는 의견을 제시하며 문제 해결점은 학생 스스로가 찾을 수 있도록 노력하였다. 대부분의 학생들이 탐구학습지를 쓰는데 익숙해져 있었으며 적극적으로 참여하였다. Table 7에서 학생들은 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7번 과정에서 참여가 활발하게 일어났으며, 그 시간은 수업 전체의 94.7%에 해당하였다.

초기에 비해 말기에 수업에서는 3단계와 4단계 (Table 7)과 같이 집단 내 및 집단 간의 탐구질문을 결정하기 위해 활발한 토의와 나눔이 나타났다. 수업 초기에 Table 6의 4단계처럼 실험과정을 제시하는 것이 수업 말기에는 Table 7의 4, 5단계에서처럼 모둠이 과정과 시간을 결정하는 장면이 나타났다. 또한 초기의 6단계에서처럼 결과의 보고나 발표에 그치지 않고 말기의 7단계에서처럼 탐구 결과의 논의가 나타났다. 초기와 달리 말기에는 교실 내 상호작용이 두드러지게 나타났다.

시간 흐름에 따라 학생들의 참여도를 알아보았을 때 학생주도적 모둠 탐구활동이 과정적으로 학생들이 많은 참여를 기대할 수 있었으며 교사 주도적인 수업인 아닌 학생 주도적인 수업의 형태임을 알 수 있었다. 교사는 학생들이 실험 가능한 탐구질문을 정하고 탐구 질문에 호응하는 주장과 실험계획을 잘 세우고 활동할 수 있도록 보조자의 역할을 한다는 것을 알 수 있다.

과학수업담화 유형 분석

수업 초기에는 발견되었으나 수업 말기에는 발견되지 않은 유형

수업 초기와 말기를 비교해 볼 때 담화 유형 중 초기에는 발견되었으나 수업 말기에는 발견되지 않은 유형의 담화가 있다. 이를 정리하면 다음과 같다.

독백형태의 교사 발문

질문은 기본적으로 응답을 전제로 하기 마련이나 교사는 때로 긴 독백을 시작할 때, 질문을 사용하는 경우가 있다(Shin, 2006b). 교사가 수업에서의 오히려 학생들이 수업에서 배워야 하거나 해야 할 것에 대한 정보를 제공하기 위하여 사용된다. 교사 독백형식의 질문은 특성상 수사적이고 과정적이다(Carlsen,

1992). 교사는 수업의 도입부에 이러한 독백형식의 질문을 많이 사용하여 수업주제를 설정하게 된다.

학생들은 종종 공백 매우기식(fill-in-the-blank)의 대답을 함으로써 이러한 독백형식의 교사 질문에 참여하기도 한다.(Yerrick et al., 1998). 학생의 공백 매우기식의 질문에 참여하게 되는 것은 담화의 교사 주도적 특성을 바꾸지 못한다. 수업 말기에는 발견되지 않았지만 수업 초기에 특징적인 다음과 같은 상황이 관찰되었다.

교사: 뭘 보면 될까 여러 가지를 발표를 했었죠. 차이점과 공통점은 어떤 것을 비교하면 좋을지. 좋을까를 대해서 이야기해 봤을 겁니다. 그런 것들이 측정변인에 해당하겠구요. 보통 어떻게 나타낼까? 그래프로 나타낼지 표로 나타낼지..한번 정해야 겠죠? 가장 적절한 것은 무엇일까? 조별로 이야기해 봅시다. 선생님은 t차트가 좋을 듯 하네요. 표로도 만들 수 있겠네요. 조별로 선택하세요.

수업 초기에는 관찰한 내용을 정리할 자료의 종류를 선정함에 있어서 교사는 자료의 종류에 대한 질문의 형태로 아이들에게 교사가 원하는 자료의 종류로 정리하도록 유도하고 있었다. 교사 독백형식의 질문은 학생으로부터 답을 전제로 하지 않았다. 마지막에는 학생들에게 자료 선택권을 주어 자율적인 수업형태로 보이지만 학생의 선택 이전에 교사가 원하는 자료의 종류를 자문자답함으로써 수업을 통제하려 하고 있었다. 수업 말기에는 자료의 형식에 대한 담화는 보이지 않았다. 그리고 교사의 독백형태의 담화는 관찰되지 않았다.

학생이 교사의 질문에 대답하지 않는 경우: 교사가 자신의 질문에 스스로 대답할 때

교사 질문이 학생이 대답할 것을 기대하고 제시되어도 학생이 대답을 하지 않을 때가 있다. 그러한 경우, 교사는 자신의 질문에 대답을 해버린다. 교사가 자신의 질문에 대답을 하면 교사 발문담화는 교사의 독백이 되기 쉽다(Shin, 2006b). 본 연구에서는 수업 초기에서만 다음과 같은 상황이 나타났다.

학생: 지구
교사: 지구?
교사: 지구가 흙으로 둘러 쌓여있어서?
학생: 네
교사: 가장 적절한 것은 무엇일까? 조별로 이야기해 봅시다. 선생님은 t차트가 좋을 듯 하네요. 표로도 만들 수 있겠네요. 조별로 선택하세요.

교사는 질문을 한 난 후 학생이 대답을 할 수 있도록 충분한 시간을 주어야 한다. 이러한 대기 시간(wait time)은 학생들이 질문에 대해서 생각하고 대답을 준비할 기회를 준다고 제안되어 왔다(Ellis, 1993).

본 연구에서 교사는 학생이 답한 이유에 대해 묻기 위해 답한 것을 재차 말하였고 학생이 그 이유를 답할 시간 여유를 주지 않고 교사가 생각 예상 대답을 말하였고 학생은 단순히 '네'라는 대답을 하게 되었다. 수업 초기 교사는 탐구과정에 익숙하지 않았고 다음 단계로 빨리 넘어가려는 경향이 있었다. 그 결과 학생에 대한 대답을 기다려 주지 않고 교사 스스로 답을 하게 되었다.

학생과 교사의 진정한 담화: 도전과 대응 대화 (Challenge and Response dialogue)

Lemke (1990)에 따르면 교사-학생의 논쟁은 일련의 도전과 대응 대화에 포함된다고 한다. 학생이 질문을 하여 교사가 말했던 내용에 대해 도전을 하게 되고 학생들은 교사의 대답을 방어적 자세로 대응한다(Shin, 2006b). 본 수업에서는 다음과 같이 초기 수업에서 유사한 상황을 볼 수 있었다.

교사: 여러분들 항상 운동장과 화단 흙만이 아니라 다른 지역의 흙도 있겠죠. 시간이 되면 다른 지역의 흙도 비교해 보고 채집한 이유까지 알아보려고 했는데 오늘 비가 와서 관찰하기 힘들어 화단과 운동장 흙만 가지고 관찰하겠습니다.
학생1: 학교에서 채집해 봤자 운동장 흙과 화단 흙 밖에 없어요.
학생2: 이유야 간단하지요. 선생님이 시켰으니까.

수업 초기에는 발견되지 않았으나 수업 말기에 발견된 담화의 유형

학생이 틀리게 혹은 불완전하게 대답했을 때 교사가 질문을 다시 수정하여 묻는다.

교사가 질문을 하고 때로 학생들이 틀린 답을 했을 때 교사는 여러 가지 담화 유형을 이끌어 가게 된다.

Costa and Lowery (1989)에 따르면 교사의 부정적 평가는 학생의 과제에 대한 생각을 멈추게 하는 경향이 있다고 한다. 이 때 학생은 실패감과 자아에 대해 열등하다는 생각을 갖는 부적절한 인지적 상황에 놓이게 된다고 한다. 그러므로 많은 연구자들은 교사

는 학생의 답이 틀렸는지 맞았는지 즉각적인 평가하기 보다는 학생이 어떻게 그러한 답에 이르게 되었는가를 이해하려 한다고 제안한다(Driver, 1989; Ellis, 1993).

교사가 학생의 틀린 답에 대해 바로 평가를 내리지 않고 학생이 답을 찾을 수 있도록 질문을 수정하여 다시 묻는 경우가 있다(Shin, 2006b). 본 수업에서는 다음과 같이 유사한 상황이 나타났다. 학생이 틀린 답을 재차 질문했을 때, 학생이 바로 답을 바꿨다.

교사: 하얀 부분이 어디에 있었어요?
학생: 중심부분이요.
교사: 중심부요. 어떤 것은 바닥에 있던데.. 왜 가운데에 있을까?
학생: 얼음이 얼 때는 중심부터 얼기 때문에.
교사: 중심 부분부터 얼었어요?
학생: 가장자리..
교사: 가장자리부터 얼었죠.
학생: 가장자리가. 얼음이 가장자리에서 중심부로 얼었다.

학생이 대답을 올바르게 했을 때: 교사가 내용을 보충하거나 정교화 한다.

IRE형태에서 또 하나는 형태의 피드백이 바로 교사가 학생이 대답에 대해 정교화 하는 것이다. 교사의 정교화는 기본으로는 학생의 대답에 대해 몇 가지의 정보를 추가하는 것으로 증거를 보충하거나 의미를 확장시키거나 과학적 용어를 전개하는 경우가 있다(Cazden, 1988; Costa and Lowery, 1989; Lemke, 1990). 그러나 본 연구에서는 다음과 같이 초기에 교사가 내용을 보충하거나 정교화하지 않고 학생들 스스로가 학급 친구가 답한 것에 대해 스스로 정교화 하여 재발표하는 경우가 있었으며, 말기에는 교사가 내용을 보충 심화하여 설명하는 경우가 있었다. 즉 초기에는 학생이 대답만 올바르게 하면 알고 있다고 생각하고 그냥 넘어가서 학생들이 단어를 알고 있는지 개념을 이해하는지에 대한 세심한 교사의 배려가 크게 나타나지 않았다고 해석할 수 있다.

학생: 얼음을 녹이기 전후의 무게 변화가 없다.
교사: 얼음을 녹인 전과 후의 무게 변화가 없을 것이다. 얼음은 고체고 물은 액체지요. 고체는 일정한 틀을 가지고 있고 분자라는 것들이 육각형의 형태를 가지고 고정되어 있어요. 그러다가 무엇을 받으면? 녹으려면 뭘 받아야죠?

수업 초기 교사와 학생은 새로운 탐구학습 방법에 익숙하지 않았다. 학생주도적 모둠 탐구활동은 기존의 수업의 방법과 다르기 때문이었다. 이 탐구수업 과정은 물리적으로 보아도 교사의 역할보다는 학생의 역할이 많이 필요한 활동이다. 대부분이 활동이 교사가 주체적으로 하는 활동이 아니라 학생이 스스로 생각하고 탐구하는 활동이기 때문이다.

교사는 탐구수업을 진행해 나가기 위해 학생들에게 허용적인 분위기를 만들어야 했다. 권위적이며 교사 주도적인 수업의 분위기에서는 학생들은 자기 주도적인 탐구활동이 이루지기 힘들기 때문이다. 수업 초기에는 허용적인 분위기를 만들기 위하여 학생들의 답변에 대해 비판하거나 교정해 주려고 애쓰지 않았으며 다양한 생각을 자신감 있게 발표하도록 독려하였다. 담화 분석을 통해 다음과 같은 현상을 발견할 수 있었다.

첫째, 교사가 혼자 말하거나 자문자답을 하는 경우가 줄어드는 것을 볼 수 있었다. 수업 초기의 교사는 일련의 탐구과정을 시간 내에 이끌기 위하여 교사의 질문에 자문자답을 하는 경우를 볼 수 있었으며 학생이 대답을 머뭇거릴 경우에도 교사가 답을 얘기하는 경우를 볼 수 있었다. 하지만 수업 말기에는 교사가 탐구과정에 익숙해져 시간을 조절하며 질문을 하게 되었으며 자문자답보다는 학생들이 대답을 할 수 있도록 기다렸다.

교사는 물리적으로 뿐만 아니라 심리적으로도 수업의 주도권을 학생들에게 주었다. 학생들의 질문을 교사가 아닌 다른 학생이 답을 하는 경우를 볼 수 있었는데 심리적으로도 수업의 주체가 교사가 아닌 학생으로 넘어가고 있는 상황이라고 판단된다.

교사의 역할은 모둠 탐구활동에서 모둠원이 어려워하거나 이해가 안 되거나 합의가 안 되는 상황에서 도움을 요청했을 때 적극적으로 개입하게 된다. 그러나 학생과 교사와의 수직적인 위치가 아닌 수평적 관계로서 학생들이 올바른 탐구 활동을 진행해 나갈 수 있도록 하는 보조자의 역할을 하게 되는 것을 볼 수 있다.

둘째, 학생은 수업 초기 탐구질문을 만들기 위한 탐색 단계로서 주제와 관련된 자신이 알고 있는 내용에 대해 발표를 할 때 단답형의 답변이 많았다. 그러나 수업을 진행해 나갈수록 단답형의 답변보다는 완성된 문장으로 발표하는 경우를 볼 수 있었다. 이는 과학글쓰기를 통해 익숙해진 문구들을 활용하여

답변을 했기 때문이라고 생각된다.

수업 초기 탐구활동의 자유가 주어지는 것에 매우 당황해 하며 일련의 과정을 매우 어려워하는 것을 볼 수 있었다. 하지만 탐구 과정에 익숙해지면서 탐구질문을 만드는 시간과 모둠 탐구활동 시간을 교사가 아닌 학생이 스스로 판단하고 합의하여 실험을 진행해 나가는 것을 볼 수 있었다. 이 또한 수업의 주체가 교사가 아닌 학생들로 이동해 가고 있는 것이라고 생각된다.

결론 및 제언

지금까지 학생주도적 모둠탐구활동에서 나타나는 초등과학수업의 변화를 알아보기 위하여 다각적으로 분석하는 과정을 중심으로 논의를 전개해 왔다. 본 연구는 학생들의 자기 주도적 탐구능력을 향상시키기 위한 방법으로 학생들 스스로가 문제의식을 가지고 탐구활동에 적극적으로 참여하는 과정이 중요하다는 생각에서 비롯되었다. 학생들이 적극적으로 탐구활동을 하도록 돕기 위하여 과학 글쓰기 활동지를 고안하여 과학수업을 진행하였으며, 수업에 참여하는 교사와 학생의 변화, 특히 학생의 변화를 분석해 보고자 하였다. 연구결과를 바탕으로 다음과 같은 수업 변화의 특징을 도출할 수 있었다.

첫째, 모둠탐구수업의 정합성을 측정하기 위한 척도를 Millar (2010)의 과학적 탐구의 특징 요소 중 수업에서 두드러지게 나타날 수 있는 탐구 질문과 주장과의 정합성, 실험과정과 질문과의 일치도, 주장에 대한 결과의 지지도 3가지 요소를 측정하였다. 그러나 탐구 질문과 주장과의 연관성, 탐구질문과 실험과정의 일치성에 대한 요소에서는 유의미한 차이가 없었다. 이는 학생들이 변인 통제를 통한 실험 과정 계획을 세우는데 어려움을 겪고 있음을 살펴볼 수 있다. 다만 표집수가 충분히 크지 않아서 통계적인 결과를 논의하는 것에는 한계가 있음을 밝혀둔다.

둘째, 과학수업 및 과학에 대한 인식 설문 사전·사후 검증 결과 모둠탐구를 적용한 과학수업에서 학생들이 수업에 참여하는 태도가 보다 적극적으로 변하고 있으며, 수업의 주체가 교사에서 학생으로 더 많이 이동해 감을 알 수 있었다. 이는 교사가 일방적으로 수업을 진행하는 것이 아니라 학생들 간의 활발한 토의와 대화가 가능해졌음을 반증하는 것이라 할 수 있었다. 탐구수업을 통하여 학생들의 과학 수업 및 과학의 인식에 대한 의미 있는 변화가 나타남을 확인할 수 있었다. 먼저 활동지가 투입되기 전과 후에 과학수업 및 과학의 인식에 대한 설문조사를 통하여 학생들의 참여태도에 변화가 있었는지 양적인 결과로 비교하였으며 비교반을 선정하여 좀 더 정확하고 의미 있는 결과를 볼 수 있도록 하였다. 이후 시간 흐름에 따른 수업 분석을 통해 각 단계별 활동 시간 비율을 확인하였다. 학생 주도적 탐구학습은 학생들이 기술적인 탐구과정만을 변화시키는 것이 아니라 인식론적 측면에서도 변화시킨다는 것을 확인할 수 있었다.

셋째, 교사와 학생 간의 수업담화유형분석의 결과를 보면 초기 수업에서 교사는 구조적으로 탐구과정을 진행함으로써 교사의 권위적 수업의 형태를 벗어나는 것을 볼 수 있었다. 말기의 수업에서 학생과 함께 논의하고 결정하는 시간들이 생겨나고, 교사가 직접 실험과정을 제시하는 과정이 삭제된 것이 특징적이다. 학생 또한 단답형의 대답에서 자신의 의견을 정확하게 표현하기 위하여 완결된 문장으로서 대답으로 변화해 가는 것을 관찰할 수 있었다. 초기와 비교될 만큼 말기의 수업에서는 완성된 문장으로 자신의 의견의 발표하는 경우가 많았다. 교사는 학생과 수직적인 관계보다는 보다 수평적인 관계로서 학생과 더 많은 상호작용을 하려는 대화 양상이 보였다.

본 연구에서의 학생주도적 모둠 탐구활동은 물리적, 심리적으로 수업의 주체가 교사 중심에서 조금씩 학생 쪽으로 변화해 간다는 것을 볼 수 있었다. 또한 학생들이 스스로 학습활동의 주체라는 인식의 변화와 이에 따른 교사와 학생의 담화의 유형의 특징 초등과학수업의 긍정적 변화로 이해된다. 다만 학생주도적 과학탐구수업의 경우 교사가 3년 정도의 시행을 거쳐야 완벽한 과학탐구 비계를 제공할 수 있다고 했다. 3개월이라는 짧은 시간과 초등학교 한 반을 대상으로 시도했다는 점은 여전히 연구 결과의 논의에 제한점이 된다. 다만 학생 주도적 탐구가 중학교 이상에서 가능하다는 논의가 팽배한 가운데, 초등학교 4학년 수업에서의 적용과 이에 따른 변화의 관찰은 오히려 실험과정을 지시하고 기초 지식을 전달하는 형태로부터의 초등과학수업의 탈피를 독려하고 있음을 조심스럽게 제안한다.

과학수업을 통해 학생들이 과학의 지식이나 기계적인 과정에 노출되는 것은 본질적 학교 과학의 지향점은 아닐 것이다. 이 보다는 인간 존재의 우주론적

흥미를 만족시킬 수 있게 할 필요가 있다고 Eger (2006)는 주장한 바 있다. 흔히 학교교육에서 나타나는 것처럼 '교사가 증명하는 것'을 의도하는 교육과정을 고안하는 대신, Eger (2006)는 '교사와 가르쳐지는 것' 사이의 새로운 관계를 촉구하고 있다. 이는 교사가 이미 짜여진 교육과정을 전달하는 수단으로부터 즉 기존 과학의 문제 풀이를 위한 조련사의 역할로부터 벗어나 원초적으로 과학의 해석학적-의사소통적 행동을 실행하는 역할로 나아가야한다고 주장한다 (Eger, 2006). 본 연구가 이러한 주장을 실천하는 과학교육의 시도의 시작점으로 이해되었으면 한다.

사 사

본 연구는 한국연구재단 핵심연구사업의 지원을 받아 수행되었습니다 (NRF-2011-0028684).

References

Aikenhead, G., 1985, Collective decision-making in the social context of science. Science Education, 69, 453-475.

Aikenhead, G., 1994, What is STS teaching?. In Solomon J., and Aikenhead G. (eds.), STS education: International perspectives on reform. Teacher College Press, New York, NY, USA, 47-59.

Aldridge, J.M., Fraser, B.J., and Taylor, P.C., 2000, Constructivist learning environments in a cross-national study in Taiwan and Australia. International Journal of Science Education, 22, 37-55.

Carlsen, W.S., 1992, Closing down the conversation: Discouraging student talk on unfamiliar science content. Journal of Classroom Interaction, 27, 1-9.

Cazden, C.B., 1988, Classroom discourse: The language of teaching and learning. Heineman, Portsmouth, NH, USA, 53-79.

Costa, A.L. and Lowery, L.F., 1989, Techniques for teaching thinking. Midwest Publications, Pacific Grove, CA, USA, 105 p.

Driver, R., 1989, The construction of scientific knowledge in school classrooms. In Millar, R. (ed.), Doing science: Images of science in science education. Routledge, London, UK, 83-106.

Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, D., and Scott, J., 1994, Constructing scientific knowledge in the classroom. Educational Researcher, 23, 5-12.

Driver, R., Newton, P., and Osborne, J., 2000, Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. Science Education, 84, 287-312.

Eger, M., 2006, Science, understanding, and justice: The philosophical essays of Martin Eger. In Shimony, A. (ed.), Carus Publishing Company, Chicago, Il, USA,. 538 p.

Ellis, K., 1993, Teacher questioning behavior and student learning: What research says to teachers. The Western States Communication Association for the 64's, Albuquerque, NM, USA, 31 p.

Fulwiler, B.R., 2007, Writing in science-how to scaffold instruction to support learning. Heineman, Portsmouth, NH, USA, 202 p.

Kelly, G., Carlsen, W., and Cunninghum, C., 1993, Science education in sociocultural context: perspectives from the sociology of science, Science Education, 77, 207-220.

Keys, C.W., Hand, B., Prain, V., and Collins, S., 1999, Using the science writing heuristic as a tool for learning from laboratory investigation in secondary science. Journal of Research in Science Teaching, 36, 1965-1984.

Kuhn, D., 1992, Thinking as argument. Harvard Educational Review, 62, 155-179.

Kuhn, D., Shaw, V., and Felton, M., 1997, Effect of dyadic interaction on reasoning. Cognition and Instruction, 15, 287-315.

Leach, J., 1998, Influence on teaching of student's ideas. In Wellington J.J. (ed.), Practical work in school science: Which way now?. Routledge, London, UK, 293 p.

Lee, G.H., Lee, S.K., Shin, M.K., Choi, C.I., Baek, D.S., Chung, G.H., Yu, M.S., Kim, S.J., Son, S.K., Choi, H.S., Lee, G.H., and Lee, J.G., 2011, Exploring epistemological features presented in texts of exhibit panels in the science museum. Journal of Korean Earth Science Society, 32, 124-139. (in Korean)

Lee, S.h., 2010, Analysis on the participation structure of student-centered group inquiry work in elementary school science class. Gyeongin National University of Education. Incheon, Korea, 110 p. (in Korean)

Lemke, J.L., 1990, Talking science: Language, learning and values. Ablex Publishing Corporation, Norwood, NJ, USA, 269 p.

Meichtry, Y.J., 1992, Influencing student understanding of the nature of science: Data from a case from curriculum development. Journal of Research in Science Teaching, 29, 389-407.

Millar, R., 2010, Analysing practical science activities. The Association for Science Education, London, UK, 24 p.

Millar, R. and Osborne, 1998, Beyond 2000: Science education for the future. King's College London, School of Education, London, UK, 1998-11, 32 p.

National Research Council, 1996, National science education standards. National Academy Press, Washington, DC, USA, 262 p.

National Science Teachers Association, 1971, NSTA position statement school science education for the 70's. The Science Teacher, 38, 46-51.

Newton, P., Driver, P., and Osborne, J., 1999, The place of argumentation in the pedagogy of school science. International Journal of Science Education, 21, 553-576.

Osborne, J., Erduran, S., Simon, S., and Monk, M., 2001, Enhancing the quality of argument in school science. School Science Review, 82, 63-70.

Seong, T.J., 2005, Validity and reliability. Hakjisa, Seoul, Korea, 191p. (in Korean)

Shin, M.K., 2004, Change in teacher' beliefs of science teaching and learning through inservice program experiences focusing on student-centeredness. Journal of Korean Earth Science Society, 25, 53-62. (in Korean)

Shin, M.K., 2006a, A study on pre-service teacher's perception of learning environment in earth science with using virtual reality (VR): An exploratory case. Journal of Korean Earth Science Society, 27, 269-278. (in Korean)

Shin, M.K., 2006b, Exploring an action research of elementary school science: Focusing on science classroom discourse pattern analysis. Gyeongin National University of Education Science Education, 19, 233-245. (in Korean)

Stahl, R.J. (ed.), 1996, Cooperative learning in science: A handbook for teacher. Addison-Wesley, Menlo Park, CA, USA, 433 p.

Wellington, J.J. (ed.), 1989, Skills and processes in science education. Routledge, London, UK, 176 p.

Wellington, J.J. (ed.), 1998, Practical work in school science: Which way now?. Routledge, London, UK, 293 p.

Yerrick, R.K., Pederson, J.E., and Arnason, J., 1998, Were just spectators: A case study of science teaching, epistemology, and classroom management. Science Education, 82, 619-648.

Manuscript received: January 9, 2014
Revised manuscript received: February 7, 2014
Manuscript accepted: February 26, 2014