

초등학교 5학년 자연과 실험 수업에 대한 문화기술적 연구

최옥자 · 김호남 · 백성혜

한국교원대학교

An Ethnographic Study on the Elementary Science Classes of the 5th grade Students

Choi, Ok-Ja, Kim, Hyo-Nam and Paik, Seoung-Hey

Korea National University of Education

ABSTRACT

The most of elementary school science textbook contents are composed of observation and experiment activities. When students study natural phenomena, observation and experiment are strongly emphasized to improve understanding of scientific concepts and inquiry abilities. The purpose of this study is deep understanding about experimental science classes.

This ethnographic study is conducted by observations of experimental science classes in natural setting and interviews of teachers, students of the 5th grade.

The conclusions of this study are as follows:

First, the general process of the elementary science experimental classes is 'identifying learning purposes→planning experiments→predicting the results→experimenting→summarizing the results.' The experiments are conducted by group activities and the teachers conceived that the most difficult step considered by students is 'planning experiments'.

Second, students like hands-on activities, but they feel difficulty on less guided experiments. Students perform results oriented-activities.

Third, in group activities, students prefer to work with the same gender or collaborative peers.

I. 서론

우리 나라에서는 제 3차 교육과정 개정 이후로 과학 교육 목표에 '과학 기본 개념의 이해'와 함께 '과학적 사고력의 신장'이나 '과학적 방법의 획득' 등을 제시하고 있으며 제 6차 교육과정에서도 탐구 활동을 통한 '과학 개념의 이해'와 '탐구 능력의 신장'을 강조하고 있다.

초등학교 학생의 대부분은 아직 형식적 조작기에 도달하지 못하였으므로 학습 내용이 거의 실험 중심으로 되어 있다. 실험을 통하여 자연 현상에 대한 탐구 활동을 하면서 과학 개념의 이해와 탐구 능력을 신장시키도록 하는 것으로 실험의 역할을 크게 강조한다고 볼 수 있다.

실험은 잘 고안된 실험 과정에 따라 학생들에게 제공되면, 학습 동기의 유발, 호기심의 유발, 성공적인 실험 결과에 대한 성취감 및 자신감을 심어주기도 할 것이다. 실험은 이론적 설명에 대한 구체적 실패를 보여 줌으로써, 구체적 조작기에 있는 학생들의 이해를 크게 도울 수 있을 것이다(박승재 등, 1995).

Tamir(1976)는 과학 교육에서 실험 활동은 한 종류의 활동이 아니라 많은 잠재적인 목적, 절차 선택, 결과를 가지고 있는 전 범위의 활동이며 다양하다는 것을 말하며, 과학 학습지도가 실험·실습을 통해 이루어져야 함을 주장하였다.

과학 수업에서의 실험 효과에 대한 연구는 주로 실험 활동을 경험한 학생이 과학 지식 성취도와 과학적인 태도에 높은 상관 관계가 있음을 밝히는 양적 연구로 이루어졌다(Freedman, 1997; Stohr-Hunt, 1996).

Kyle 등(1979)은 대학 수준의 학생들도 과학 실험에서 과학의 탐구 기능을 배우는 것이 아니라 과학적 사실에 대해서 배우고 있다며 교실과 과학 실험의 필수 요소인 행동과 상호작용을 관찰하고 분석하는 연구의 필요성에 대하여 제시한 바 있다.

우리 나라의 수업에 관한 최근 연구(김용업, 1997; 권오철, 1996; 김종운, 1996; 강호구, 1994; 김기영, 1994)에서도 실험을 통한 다양한 수업모

형의 적용 결과 탐구 능력 신장에 효과적이라는 것이 밝혀졌으나 일반적으로 설문지 조사나 투입된 자료에 의한 교육의 효과가 어떻게 달라지는가를 통계적으로 비교하는 양적인 실험 연구이었다.

과학 교육과 수업 개선을 위해서는 양적 연구가 갖는 의미를 보다 명확하게 나타낼 수 있는, 즉 수업 현장을 가능한 한 있는 그대로 충실하게 이해할 수 있는 연구가 필요하다고 본다. 수업의 요인 또는 행동 요소들이 어떠한 맥락에서 어떻게 상호작용하고 수업 현장의 참여자들에게 어떤 의미를 주는지를 이해하기 위해서는 수업의 전체적인 흐름과 상세한 수업 내용과 과정 및 수업 환경에 대한 깊이 있는 정보가 필요한 것이다. 이런 정보들을 얻기 위해서는 문화기술적(ethnographic) 연구 방법인 참여관찰과 면담이 유용하게 사용될 수 있다.

따라서 자연적인 상황에서의 수업 관찰과 교사, 학생 면담을 통해 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다.

- (1) 실험 수업 과정은 어떠한가?
- (2) 실험 수업에서 실험 활동은 어떻게 나타나는가?
- (3) 조별 실험에서 학생들의 상호작용은 어떠한가?

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상 선정

본 연구의 대상자는 대도시의 3000세대 이상이 살고 있는 대규모 아파트 단지 안에 위치한 규모가 큰 한성초등학교(가명) 5학년 한 학급이고, 그 학급의 담임인 김상배 교사, 연구 대상 학급의 학생들이다. 연구 대상 학급의 학생 수는 46명으로 자연과 실험 수업시에는 12조로 나누어 조별 실험을 하였는데 집중 관찰은 11조(남자 2명: 정성진, 최민수, 여자 1명: 김주연)와 12조(남자 1명: 이종민, 여자 2명: 오진숙, 주영미)학생 6명(남자 3명, 여자 3명)을 하였다. 11조와 12조 학생은 같은 실험대에서 실험을 하고 있으며, 학교 교육에 모두 관심이 많은 중류층 자녀이다.

학업 능력은 학급에서 중상에서 중하 정도이다. 담임 교사는 교육 경력이 27년째이며 남교사이다. 김교사 외에 모두 교육 경력이 10년 이상인 한성초등학교 5학년 담임 교사 7명과 면담에 응한 다른 학교 5학년 교사 7명을 추가로 선정하였다.

2. 자료 수집 방법

본 연구의 자료는 연구 대상 학급의 실험 수업을 4월 9일부터 6월 5일까지 매주 목요일 3, 4교시를 관찰하여 총 18교시 중에서 13차시 분의 실험 수업 자료를 수집하였다. 또한 11조와 12조를 집중적으로 VTR 촬영하고, 녹음, 면담, 현장기록(fieldnotes)을 이용하여 수집하였다. 실험 수업의 VTR 촬영과 녹음, 현장기록을 토대로 참여 관찰 기록지를 작성하였다. 참여관찰 기록지에는 시간, 학습 과정, 교사와 학생 활동, 연구자의 코멘트(O.C), 교사와 학생의 언어적, 비언어적 행동, 수업 상황 등도 자세히 기록되었다. 더 필요한 정보를 얻기 위해 심층면담을 하였는데 연구 대상자와 시간과 장소를 약속하고 비구조화된 면담 방식(이용숙, 1988)으로 개방된 분위기에서 하였다. 면담시에는 소형 녹음기를 사용하고 녹음된 면담 내용은 그대로 전사하였다.

문서 자료로는 수업 자료인 자연 책(5학년 1학기)과 보조 자료인 실험관찰(5학년 1학기), 학생들의 실험 관찰 보고서, 교사용지도서(5학년 1학기), 자연과 탐구학습 지도자료(5학년 1학기), 전과, 학습지 등을 포함하여 모았다. 학생생활기록부와 탐구 학습 능력 검사 결과, 학교 요람도 자료로 수집하였다.

3. 자료 분석 방법

Spradly(1979, 1980)의 분석 방법을 사용하여 다양한 자료들을 영역 별로 분류하였다. 장소와 상황, 실험 수업 과정, 상호작용, 실험 형태, 교사 행위, 학생 행위, 감정, 판단, 예습, 가정에서의 지원, 교사 인식, 학생 인식 등에 관한 영역 별로 분류하였다. 영역별 분류는 자료가 수집되는 과정에서 계속 진행되었으나 전체 자료를 영역별로 분류하는 작업은 참여관찰 기록지 작성

과 녹음자료를 전사 기록하는 작업과 동시에 진행되었다.

실험 수업 과정 영역 분류를 위해서는 참여관찰 기록지를 분석하여 시간, 단계, 학습 과정, 수업의 전개 내용으로 나누어 간단하게 실험 수업 전개안을 작성하여 13차시 분의 실험 수업 과정의 비교가 용이하게 하였다.

영역별로 분류된 자료들을 반복적으로 읽으며, 예비적인 코드화 범주(coding category)(Bogdan & Biklen, 1982)를 만들었다. 예비적인 코드화 범주들을 산출해 낸 후에, 그들에게 코드 번호를 배정하고 참여관찰 기록지, 면담자료, 문서자료, 현장기록 등에 코드 번호를 배정하였다.

연구 대상자들이 사용하는 어휘, 그들의 행동, 관점 등에서 나타나는 규칙성과 유형을 중심으로 코드체계(coding scheme)를 만들었다(Bogdan & Biklen, 1982). 코드체계는 실험 수업 과정과 실험 수업에서의 학생 활동, 조별 실험에서 학생들의 상호작용이 드러난 방향으로 구성되었다. 이 코드 체계에 입각하여 본 연구의 목차와 내용이 구성되었다.

자료의 분석 및 연구 방법에 관하여 질적 연구를 하고 있는 동료간 협의를 하였고, 1주일에 한 번씩 계속적인 협의를 통해 자료의 분석 및 해석의 진실성을 확보하였다.

III. 연구 결과 및 논의

본 장에서는 연구 대상 학급에 대한 실험 수업 관찰 내용과 현장일지, 그리고 교사, 학생의 면담 자료를 분석한 후 그 결과를 실험 수업 과정, 실험 수업에서 나타난 특징적인 실험 활동, 조별 실험에서 학생들의 상호작용 순서로 제시하였다.

1. 실험 수업 과정

연구 대상 학급의 실험 수업과 다른 교사들과의 면담자료를 분석하여 초등학교 5학년 실험 수업 과정과 실험 수업 과정에 대한 교사의 인식에 대해 살펴보고자 한다.

1) 실험 수업 과정 분석

실험 수업의 진행을 알아보기 위해 참여관찰 기록지를 시간, 학습 과정, 수업의 전개 내용으로 분석하여 실험 수업 전개안을 작성하였는데 실험 수업 전개안<표 1>을 제시하고 실험 수업의 전체적인 흐름을 기술하고 분석하면 다음과 같다

탄난다.

실험 수업이 시작되면 교사는 학습 주제와 공부할 문제를 칠판에 제시하고 다시 한 번 “공기의 압력은 어떤 방향에서 어떻게 작용하는지 이번 시간에 배워 보겠어요.”라고 공부할 문제를 확인시킨다. 이렇게 공부할 문제 인식 단계는 3분 정도가 걸린다.

<표 1> 실험 수업 전개안

소요시간 (분:초)	학습 과정	수업의 전개 내용
03 : 00	공부할 문제 파악하기	공부할 문제 ‘공기의 무게에 대해 알아보자.’판서 (교사) 공기가 있다는 증거 인식시킴 (교사) · 나무가 흔들리는 것, · 머리카락이 날리는 것
01 : 40	예상하기	공기는 무게가 있을까? 질문 (교사) · 거의 모든 학생이 공기가 무게 있다고 손뚱.
05 : 30	실험 계획 세우기	실험 방법1 제안 (학생) · 공기의 양이 다른 2개의 풍선을 윗접시 저울에 올려놓고 무게의 차이를 비교해 보기 (학생) · 이 때 저울의 눈금이 어떻게 될까? (교사-학생 질의 응답) 실험 방법2 제안 (교사) · 풍선의 크기를 같게 불기, 저울의 눈금이 가운데 오게 하기
10 : 00	(보고서 작성, 토의)	실험 계획 보고서에 적기 (조별 토의)
02 : 00	결과 예상하기 실험 계획 발표	실험 결과 예상하기 (학생 각자) 실험 계획 발표 (2개의 조) · 2조-실험 방법1 순서 발표 · 6조-실험 방법2 순서 발표
11 : 30	실험하기	실험하기 (조별)
02 : 00	실험결과 정리하기	실험 결과 발표 (5개조의 발표) · 결과 예상과 비교하여 결과 발표, · 알아낸 사실 발표
08 : 20	(교사 시범실험)	양팔 저울과 윗접시 저울로 공기의 무게 (시범 실험) 실험 결과 알아낸 사실 적기 (학생)
01 : 00	(결과 발표)	알아낸 사실 발표 (학생) · 공기는 무게가 있다. 공기는 무게가 있음을 설명 (교사)

실험 수업 전개안에 적은 시간은 실제 수업 시간만을 적은 것으로 수업 시작 벨이 울렸지만 실험 기구 준비로 소요된 시간, 방송이나 예기치 않은 일로 수업이 중단된 시간을 제외한 것이다.

실험 수업 전개안을 보면 실험 수업 과정이 ‘공부할 문제 파악하기→실험 계획 세우기→실험 결과 예상하기→실험하기→결과 정리하기’로 나

그 다음은 실험 계획을 세우도록 교사가 말하는데, 실험 계획은 교사가 제시하기도 하고 전체 토의를 하거나 조별로 실험 계획을 세우기도 한다. 실험 설계 단계에 17분 30초가 걸린 것은 실험 방법을 한 학생이 제시하고 이것에 대한 질의 응답을 전체적으로 하고, 다시 교사가 다른 방법을 제시한 후에 각 조별로 다시 계획을 세우는 과정을 거쳤기 때문이다.

김교사는 학생들이 실험 계획을 먼저 세우고 그렇게 실험 계획을 세운 결과 예상을 하도록 한다. 결과 예상은 1분 30초 정도 주고 발표도 시키기도 하지만 대부분 조별로 또는, 각자 자신의 실험 보고서에 적도록 한다. 실험 계획을 먼저 세우게 하는 이유에 대해 김교사는 다음과 같이 말한다.

“제가 지금까지 수업 지도를 하다보니까 예상을 하고 계획을 세운 것하고 계획을 하고 예상을 하는 것하고 그것이 조금 다르더라고요. 때에 따라서는 아이들이 알고 있는 것은 아이들이 계획을 세우기 이전에 예상을 먼저하고 그 다음에 전혀 알지 못할 때는 계획을 세우고 예상을 하도록 하죠. 그리고 그렇게 실험을 하면 어떤 결과가 나올 것인가를 예상을 하고 그랬죠.”

김교사는 학생들이 알고 있다고 생각되는 실험은 먼저 예상을 하고, 학생들이 어려워 하다고 생각되는 실험은 계획을 세우게 한 후에 결과에 대한 예상을 하게 한다는 것이다.

결과 예상 다음에는 실험을 하는데, 주로 조별 실험을 한다. 조별 실험은 10분 내외로 실험 시간이 걸렸다. 각 조는 자기 조가 세운 방법대로 실험을 한다. 교사는 학생들의 실험이 끝난 후에 확인 실험을 하기도 한다.

실험이 끝나면 각 조는 실험 결과를 보고서에 쓴다. 교사는 실험 결과를 12조 모두 발표시키기도 하고 몇 조만 발표를 시키기도 한다. 그리고 실험 결과 알아낸 사실에 대해 조별 토의나 학생 발표, 교사의 정리로 결과 정리를 한다.

다른 교사들과의 면담자료에서도 연구 대상 학급과 실험 수업 과정이 비슷하게 나타나는데 그것은 다음과 같다.

A교사 : “저는 수업 시작하면, 전 시간에 배운 거 한 번 물어보고 그 다음에 이번 실험에 공부할 문제를 제시하고 그리고 또, 문제 해결 방법을 토의하고 실험 설계를 하고 실험하고, 실험 관찰 예상해 보고 실험하고 결과 도출해서 예상과 맞춰 보고, 또, 그것이 생활에 어떻게 적용되고 관계되고 있는가? 그렇게 해서 한 시간을 수업하는거죠.”

B교사 : “저희 반 같은 경우는 아이들이 세워서 발표하고, 그 내용 중에서 고쳐줄 것 고쳐주고, 그렇게 해서 바르게 잡아주죠. 실험 계획을 세우고

난 다음에는 그런 실험 계획을 세우고, 실제 한다면, 어떤 결과가 나올 것이냐, 아이들이 예상을 꼭 세우도록 하고, 또 발표하고, 지도하죠.”

C교사 : “실험 기구와 실험 자료들을 준비하고, 그 시간에 배운 것을 알게 하고, 학습문제를 인식 하고, 어떻게 할 것인가 실험 설계를 하고, 가설을 세우고..... .”

연구 대상 학급의 실험 수업 과정과 다른 교사들과의 면담 자료를 분석하면 교사들은 ‘공부할 문제 파악하기→실험 계획 세우기→결과 예상하기→실험하기→결과 정리하기’ 과정으로 실험 수업을 진행하고 있음을 알 수 있다.

일반적인 탐구 과정의 5단계 활동(허명, 1995)인 ‘문제 인식→가설 설정→실험 설계→실험 수행→결론 도출’과 비교해 보면 실험 수업 과정에서는 실험 계획을 세우고 결과를 예상하도록 하는데, 이것은 일반적인 탐구 과정과는 다르게 가설 설정과 실험 설계의 단계를 바꾸어서 실험 수업이 진행되고 있음을 알 수 있게 한다.

이러한 과정으로 수업을 진행하는데 정규 수업시간(40분)으로는 어렵다(김한호, 1995)는 것이 연구 대상학급의 수업 시간을 보면 나타나고 있으므로 학생들의 발문을 기다려 주는 시간과 토의 활동에 소요되는 시간이 증가한다면 더욱 시간이 많이 필요하게 되므로 2시간을 연달아 하면서 조별 실험과 교사 시범 실험을 적절히 사용하는 것이 좋다고 본다.

2) 실험 수업 과정에 대한 교사의 인식

수업 관찰이나 교사들과의 면담자료에 의한 분석에서 초등학교 5학년 실험 수업 과정은 ‘공부할 문제 파악하기→실험 계획 세우기→결과 예상하기→실험하기→결과 정리하기’로 나타났다. 교사들은 이런 실험 과정에서 “실험 설계에서 상당히 오류를 범해요.”, “실험 계획이 실험에 합당치 않은 경우도 많이 나와요.”, “학생 스스로 실험 계획이 잘 안 되어요.”, “성적이 ‘수’ 정도라야 하지요. 그 이하는 힘들어요. 적어주고 해봐라 해도 틀리는 경우가 많지요.”라고 말한다. 이것은 ‘실험 계획 세우기’ 단계에 대해 학생들이 어려워한다는 교사들의 인식을 나타내 주

는 것이라고 추정할 수 있다. 그래서 교사의 도움이 필요하다고 인식하고 있다.

교사들은 실험 계획을 세우는 단계가 항상 학생들이 어려워하는 단계라고 인식하고 있는데 학생들의 실험 설계 능력에 대해 파악을 하고 적절한 방법을 강구해야 할 것이라고 생각된다.

강호구(1994)는 "6학년 학생들이 변인을 확인하고 변인에 따른 실험 계획을 세우고 실험을 하는데 상당한 어려움을 겪는다"라고 하였는데, 초등학교 학생들이 실험 계획을 세우는 것을 어려워한다는 것을 뒷받침 해주는 말이다.

2. 실험 수업에서의 실험 활동

본 절에서는 자연과 실험에 대한 학생들의 인식을 제시하고, 수업 관찰을 통해 나타난 교사의 안내가 적은 실험 활동과 결과 중심의 실험 활동을 구체적으로 기술하고 분석하며, 이러한 수업에서 나타나는 학생의 반응을 면담자료와 함께 구체적으로 나타내고자 한다.

1) 실험 수업에 대한 학생들의 인식

연구 대상 학급의 학생들에게 자연 시간이 좋은 이유를 물었을 때 많은 학생들은 '실험을 해서 좋다' 라고 대답하였다. 그리고 과학실에서 마음대로 실험을 다 해 보았으면 좋겠다는 바램을 말한다. 이것은 실험을 통한 조작 활동을 학생들이 좋아함을 나타내는 것이다.

다음은 자연과 수업에서 직접 실험을 원하는 주 정보제공자인 학생 6명의 면담자료이다.

민 수 : "실험을 하면 재미있고 흥미롭고 신기해요."

진 숙 : "저는 실험할 때, 망치면 어떻게 하나 조마조마하고요. 마음대로 실험을 다 해 보고 싶어요."

주 연 : "실험하니까 재미있고, 직접 실험한 것은 기억이 잘 나는데 내가 직접 안 한 것은 답만 외워야 하니까 이해하기가 힘들죠. 자연 시간에 죽죽 읽어나가면 이해가 하나도 잘 안되어요. 칠판에 그림을 그려놓고 이럴 때 저렇다 해요. 이해가 안 되요. 실험을 하지 않고, 어떻게

하란 말이에요? 후후후."

성 진 : "설명을 해 주는 자연과는 싫어요. 실험할 때는 친구들과 어울려서 하니까 재미있지 않아요."

영 미 : "예습을 해 봐도요. 실험을 안 하면 이해가 잘 안 되어요. 실험하니까 많이 알게 되어요."

중 민 : "실험을 안 할 때는 지루하지요."

학생들은 실험은 친구들과 어울려서 하는 조작 활동이라 좋고, 흥미롭고 신기하다고 한다. 그리고 이해하기가 쉽고 기억도 잘 난다고 인식을 하고 있다.

학생들은 실험 활동 없는 교사의 설명식 수업은 이해하기가 힘들고 지루하다고 말하고 있다. 여기서 학생들은 직접적인 실험 활동이 이루어지는 실험 수업을 원하고 있음을 추론 할 수 있다.

2) 안내가 적은 실험 활동

분석된 13차시의 실험 활동 중에서 8개(전체의 62%)가 학생들이 조별로 실험 계획을 세우고 실험 활동을 하도록 하는 실험 활동으로 분류될 수 있다. 이러한 실험 활동 중에서 실험의 구체적인 절차와 방법에 대한 교사 안내가 적고 개방적인 실험 수업이 진행되었을 때 학생들이 혼동을 하고 어려워하는 모습을 집중적으로 분석한 것은 다음과 같다. 집중 관찰은 11조와 12조 학생 6명을 중심으로 이루어졌다.

다음은 5월 7일 실험 수업으로 '액체의 층 만들기'가 학습 주제인 실험 활동이다.

이 활동은 교사가 조별로 각각 설탕, 물감 (빨강, 파랑, 노랑), 비커 3개, 시험관 3개, 시험관대, 약수저 1개, 유리막대 3개, 스포이트 1개, 메스 실린더 1개씩을 주고 실험 활동을 하도록 하였다. 교사는 문제 제기를 다음과 같이 한다.

교 사 : "그전에는 포화 용액이나 과포화용액을 만들어 '용액의 진하기가 틀리다, 비중이 다 틀리다'라는 것을 배웠어요. 오늘은 액체로 층을 만들

어 보는 것이예요. 어떻게 하면 만들 수 있을까?”

학생들 : (4명이 손을 든다)

교사 : “유진(학급 반장)이 말해 봐라.”

유진 : “제가 발표하겠습니다. 먼저 물을 3개의 비커에 똑같은 양의 물을 넣습니다. 그 다음에 설탕을 각각 다른 양을 달은 다음에 그 다음에 잉크를 넣습니다. 각각 다른 색을 넣습니다. 그리고 제일 많이 설탕을 넣은 것부터 시험관에 넣어 가면 층이 생기게 만들 수 있습니다. 그 이유는 설탕의 양이 많을수록 더 무거워지기 때문에 밑으로 가라앉기 때문입니다.”

액체의 층을 만드는 실험을 어떻게 하면 좋겠는가를 묻는 교사의 질문에 학급의 반장인 유진은 정확하게 액체의 층을 만드는 순서를 교과서에 써 있는 내용 그대로 제시하면서 실험 순서와 이유까지 설명하고 있다. 그리고 교사는 실험 설계를 다음과 같이 세우도록 하면서 수업을 진행한다.

교사 : “그러면 실험을 각자 여러분이 해 보세요. 다양한 실험이 나올 것 같아 선생님이 기대가 되어요. 54쪽을 보세요. 54쪽을 보면 여러 가지 층을 만들어 보자 이렇게 나와 있어요. 7가지 무지개 색깔이 아름답게 나와 있는데 우리는 그만큼 준비가 안 되어 있어요. 3가지 색을 나누어 주겠어요. 그런데 거기서 아주 조심해야 할 것은 액체의 층을 만들려고 넣을 때 “씨니텐”하면 아주 좋을 것 같아요. 그렇지? 좋겠죠?”

학생들 : “아니요.”

교사 : “그러면 어떻게 할까? 아주 조심스럽게 넣어야 해요. 이따가 아주 조심스럽게, 그 대신에 책상을 흔들어도 안 돼요. 오늘 실험은 아주 정밀하게 이루어져야 할 것이예요.”(보고서를 학생들에게 나누어 준다)

교사 : “자, 그럼 우선 오늘 실험을 어떻게 할 것인가 서로 토의해 보세요. 실험 계획까지 세워 보세요. 실험 계획 세울 때, 잘 모르겠으면 교과서를 보세요.”

여기서 교사는 “씨니텐 하면 아주 좋을 것 같아요. 그렇지? 좋겠죠?”하는 말만을 강조한다. 즉, 실험의 성패를 가르는 초점으로 ‘씨니텐’하지 말라는 것만 가르쳐 준다. 교과서에는 없지만

실험 활동의 핵심인 농도 차이를 크게 하는 방법이나 그렇게 해야 하는 이유, 진한 용액부터 스포이트로 넣는데 어떻게 용액을 넣어야 하는가에 대한 안내나 전체적인 토의가 없이, 조별로 스스로 실험 계획을 세우고 “잘 모르겠으면 교과서를 보세요.”라고 말한다.

다음은 이러한 때 실험 계획을 세우는 11조 학생 3명의 대화를 기술한 것이다.

민수 : “열심히 하자.”

성진 : “뭐가 있어야지.”

성진 : “한 숟가락 넣고, 세 숟가락 넣고, 다섯 숟가락 넣고.....”

민수 : “1, 3, 5아냐?”

주연 : “물의 양을 똑같이 해 보자.”

성진 : “물의 양을 맞추는데.”

학생들은 물의 양을 같게 한다는 것과 농도를 다르게 해야 한다는 조건 통제에 대해서는 토의를 하지만, 실험의 성패에 중요한, 어느 정도 설탕을 넣어야 농도의 차이가 많이 날 것인가에 대한 조별 토의는 없다.

실험 계획을 세운 후, 11조와 12조 학생들은 3분 30초 동안 결과 예상을 보고서에 적고, 교사의 다음 지시대로 활동한다.

교사 : “결과 예상 끝냈느냐? 끝냈으면 실험하세요. 책상을 절대로 흔들면 안 돼요.”

성진 : “하자. 물의 양을 같게 해야지?”

종민 : “아니야, 설탕부터 타야지.”

민수 : “아니야, 물의 양부터 같게 해야지.(11조는 3개의 비커에 각각 반 정도의 같은 양의 물을 넣고 3가지 물감을 탄다) ”

(생략)

성진 : (3가지 물감을 탄 물이 반 정도 있는 3개의 비커에 설탕을 약숟가락의 작은 뒷쪽으로 1번, 2번, 3번씩 떠서 넣는다)

종민, 민수 : “1번, 2번, 3번.....”

주연 : “다 되었니?” (흰 종이를 비커 뒤에 대고 설탕이 다 녹았나 본다)

“씨니텐하면 안돼.”

진숙 : “씨니텐하지 말자. 야, 거의 다 녹았어.”

(O.C 12조는 3개의 비커에 물을 반 정도씩 넣고

설탕을 약손가락의 큰 쪽으로 각각 1순갈, 3순갈, 5순갈을 넣으며 녹인다)

11조와 12조의 실험에서 학생들은 변인통제로 물의 양을 같게 한다는 것과 설탕의 양을 다르게 한다는 것은 안다. 학생들은 전 시간에 설탕의 진하기를 알아보는 방법으로 설탕을 약손가락으로 1, 3, 5 순갈 넣어서 실험하였다. 따라서, 학생들은 액체의 층을 만들 수 있는 설탕의 양은 약손가락으로 1, 3, 5 넣으면 된다고 생각하고 그대로 실험을 한다. 농도의 차이가 내려면 100mL짜리 비커 3 개에 물을 50mL씩 넣고 약손가락의 큰 쪽으로 1, 6, 11 번씩 넣어야 한다는 것은 교사용 지도서에 참고 사항으로 제시하고 있지만 교사의 안내는 없다. 그리고 스포이트를 사용하는 모습의 사진이 교과서에 제시가 되어 있어도, 11조는 스포이트를 사용하지도 않았고, 12조는 스포이트를 사용했어도 메스 실린더의 벽면으로 살살 흘러 넣어야 한다는 것을 모른다. 주의 집중을 한 것은 교사가 언급한 “씨니텐 하지마.” 뿐이다.

‘액체의 층 만들기’ 실험 활동 결과는 전체 12조에서 한 조만 액체의 층이 만들어졌다.

학생과 교사는 실험이 실패한 이유에 대해 “조심스럽게 안 넣어서요.”, “막 섞어서요.”, “천천히 용액을 흘러 넣지 않아서요.”라고 말한다. 학생들이나 교사나 모두 실험의 실패가 교사가 언급한 “씨니텐 하지마”라는 주의를 소홀히 한 결과로만 인식하고 있는 것이다.

액체의 층을 만들기 위해서는 ‘설탕의 양을 어느 정도로 해야 농도의 차이가 생길까?’ ‘어떤 방법으로 쌓으면 좋겠는가?’ ‘비커나 스포이트, 메스실린더 등의 실험 기구들은 어떻게 사용해야 하는가?’ ‘진하기의 순서는?’ 등에 대해 생각해 보도록 하는 안내가 부족함으로 해서 학생들은 실험하는데 혼동을 하고 실험도 실패를 하였다. 교사의 적절한 안내 없이 개방적으로 조별로 스스로 실험 계획을 세워서 실험 활동을 하라고 했을 때, 학생A의 “실험 기구들을 보고 막막했어요.”라는 말처럼 실험에 대한 두려움을 느끼게 되는 것이다. 학생들은 막막함과 실패에 대한 두려움에 대한 해결책으로 미리 책을 읽고 온다거

나 전과를 보고 예습을 한다고 한다.

교사의 안내가 적고, 실험의 구체적인 절차와 방법이 개방되어 있다면, 그러한 실험은 몇몇의 특출한 학생들을 제외한 대다수 학생들이 스스로 수행하기에는 대단히 어려울 수도 있다.

따라서 교사에게는 학생들이 학습 자료를 선택 및 이용하는데 도움을 주며, 지식의 직접적인 제공보다는 다양한 질문과 실험을 통하여, 학생들이 스스로 개념이나 원리 혹은 법칙 등을 발견하도록 유도하고, 과학하는 방법을 터득하도록 돕는 “안내자”로서의 역할이 중요하게 부각된다 (박승재 등, 1995).

3) 결과 중심의 실험 활동

수업 관찰과 교사, 학생과의 면담에서 교사의 결과 중심 실험 수업에서는 탐구가 취약함이 보여지고 학생들은 예습을 통해 교과서에 제시되어 있는 ‘정답’이라고 생각하는 결과 중심의 실험 활동에 익숙해져 있는 것이 추론된다. 참여 관찰한 실험 수업에서 결과 중심의 실험 활동으로 분류될 수 있는 수업과 면담 자료를 구체적으로 기술하고 분석하고자 한다.

다음은 5월 14일 실험 수업으로 ‘공기의 무게’가 학습 주제인 실험 활동으로 교사가 조별로 각각 윗접시 저울 1개, 풍선 2개, 실핀 1개씩을 주었다. 교사는 학습 문제를 제시하고, 학생들은 모두 공기가 무게가 있을 것이라는 예상을 한 후, 실험 방법에 대해 전체 토의를 하였다. 그리고는 다시 조별로 풍선 속의 공기의 무게를 알아보는 실험 계획을 세우도록 하고 결과 예상과 실험까지 하도록 하였다. 다음은 조별 실험이 끝나고 다시 교사가 확인 실험을 시범실험으로 보여준 후의 수업 활동 모습이다.

교사 : “자, 그러니까 실험 결과는 뭐라고 써야 하느냐? 실험 결과 다 썼겠지요?”

학생들 : “예!”

교사 : “그럼, 그 실험 결과로 알 수 있는 사실을 쓰세요.”

교사 : “이 실험으로 알 수 있는 사실은 뭐냐?”

학생 1 : “등비접시 저울이 실편으로 구멍을 뚫지 않은 쪽으로 기울는 것을 보고 공기는 무게가 있다는 것을 알았습니다.”

교 사 : “그러니까 이번 시간에 확실히 공기가 무게가 있다는 것을 알았어?”

학생들 : “예!”

11조와 12조 학생 6명에게 연구자가 결과를 알고 있느냐고 질문을 하니 4명이 “교과서나 전과를 보고 알고 있었어요.”라며 알고 있는 결과를 확인해보기 위한 실험을 해 보았을 뿐이라고 말하였다.

자연 책 60쪽에는 “실제로 하여보고 그렇게 되는 까닭을 이야기 해보자.”라고 적혀 있다. 즉, 이 실험 수업에서는 학생들이 실험을 하면서 관찰을 하며 그런 까닭을 추론하는 탐구 과정을 중요시하는 실험 활동인 것이다. ‘왜? 바람이 빠진 풍선 쪽이 올라가고 균형을 이룬 윗접시 저울이나 양팔 저울이 기울었는가’에 대한 까닭을 추론하는 과정이 없이 단지 결과에 대한 학생1의 발표만 있다. 교사가 다시 “이번 시간에 확실히 공기가 무게가 있다는 것을 알았어?”하는 결과만을 강조하고 학생들은 “예”하며 결과만을 확인한다.

연구 대상 학교의 5학년 E교사의 “교과서 내용을 보면 학습 문제와 실험 설계도 다 나와 있어요. 성적을 높이려면 실험 관찰보다는 시범 실험이 훨씬 나아요. 아이들이 실험하는 방법이 아주 서툴러서 실험 관찰 과정을 잘 모르고……”라는 말에서도 탐구 과정을 중요시하기보다는 결과를 알려주는 시범 실험에 더 비중을 두고 있음을 알 수 있다.

수업 시간에 엉뚱한 질문을 잘하는 학생M과 다른 학생L은 “실험을 하다가 망치면 아이들이 저보고 뭐라고 하거든요. 제가 망쳤다고.”, “교과서에서 나오는 대로 결론이 나와야해요. 그러면 (그렇지 않으면) 실험이 잘못 되니까요.”라고 자연과 수업 시간에 대한 의견을 말하였다. 이 면담 자료에서도 학생들은 실험을 하는 것은 교과서에서 말하는 결과가 나와야 하고, 틀리면 안 된다는 인식을 하고 있다. 이러한 인식 속에서 학생들은 교과서나 참고서를 보고 예습을 하며

결과에 맞게 가설이나 예상을 세운다. 따라서 스스로 결과와 같지 않은 가설이나 예상을 세우는 것에 익숙하지 않다.

임동찬(1992)의 “결과 중심의 실험 활동(68.8%)과 탐구 수업 형태(27.9%)의 비율에서 대부분의 과학 실험이 탐구 과정을 경험하기보다는 결과를 확인하기 위한 실험을 실시하는 것으로 나타났다.”라는 말은 결과 중심의 실험 활동이 수업 현장에서 이루어지고 있음을 뒷받침해주는 것이다.

3. 학생들의 상호작용

11조와 12조 학생들은 “3명이 좋아요. 내가 알고 있는 것을 알려줄 수 있고 어려운 것을 도울 수 있어요.” “혼자는 심심해서 싫어요.”라고 말한다. 이렇게 학생들은 조별 실험 형태의 실험 수업을 좋아하는 것은 동료들과의 상호작용이 많이 이루어지기 때문에 좋아한다. 조별 실험에서 학생-학생의 상호작용은 동료 학생의 행위 양식에 대한 평가 기준을 가지며 그 기준에 기초하여 이루어진다. 학생들은 ‘협동성’과 ‘성에 따른 차별화’로 상호작용을 하는데 구체적으로 기술하면 다음과 같다.

1) 협동성과 관련된 학생들의 상호작용

11조와 12조의 6명 학생들은 같은 실험대에서 실험을 하고 있는 동료에 대해 서로들 마음속으로 ‘좋다’ ‘싫다’ 평가를 하는데 이렇게 평가하는 기준은 ‘실험 수업을 잘하느냐’가 아니라 ‘협조적으로 하는가’이다. 이것은 나를 기준으로 하여 동료를 평가하는 것으로 다음의 면담자료에서 알 수 있다.

“진속이와 안 했으면 좋겠어요. 잘난 척(실험 기구를 자기가 하려고 하는 것)을 해요.”

“개(오진속)는 정말 싫어요. 혼자서 나서서 해요.”

“실험을 여럿이 할 때는 조장만 해서 싫어요.”

“오늘 자연 시간은 싫었어요. 그냥 막 정성진이 혼자서 하려고 해요.”

“도움이 안 되는 아이는 이종민이죠. 도움이 안

되요. 만화도 보고 트의할 때는 자기 혼자 다 해 놓고 풍선 같은 것을 가지고 와서는 놓고 딴 짓 해요.”

“우리 반에서 이종민이가 제일 말썽꾸러기예요. 개가 유리 막대 깨뜨리고요, 우리가 실험 할 때 다른 아이들이 같이 하는데 혼자서 딴 데 가서 놀고 그래요.”

혼자서 독점을 하려고 하여 영미나 주연이가 “실험을 같이 안 했으면 좋겠다.”고 연구자에게 말한 진숙이나 동료간에 도움을 주지 않고 딴 짓을 하고 말썽을 부려서 싫다고 하는 종민이에 대한 동료간의 평가 기준은 협동성이다. 조장이 자기만 하려고 해서 싫다고 한 것도 같이 안한 것에 대한 불만이다. 혼자서 딴 짓을 많이 하고 실험을 방해한다고 생각하는 종민이와는 조별 실험에서 동료간 대화가 적다. 그리고 11조와 12조의 여학생인 진숙, 영미, 주연이는 셋이 무척 친했지만, 5월 중순부터 협조적이지 않다고 평가한 진숙이와는 말을 잘 안 한다. 수업 중 학생들의 상호작용은 학업 능력에 따라 서로를 분류한다는 김정원(1997)의 연구 결과와는 다르게 조별 실험에서 협조적인 것을 분류 기준으로 하여 상호작용하는 것으로 나타나고 있다.

이와 같이, 조별 실험에서 학생들은 실험을 혼자서만 하거나 협조적으로 하지 않는 동료와 실험하기를 싫어하고 대화를 안 하려고 한다. 서로 협동하는 조별 실험에서 개별적이거나 이기적인 활동을 하는 동료와는 긍정적인 상호관계가 이루어질 수 없고 이렇게 분류된 학생은 고립적이거나 쉽다는 것이 추정된다.

2) 성별과 관련된 학생들의 상호작용

11조와 12조는 남학생과 여학생이 함께 과학실에서는 큰 실험대 하나에서, 교실에서는 각자의 책상 6개를 붙여서 실험 수업을 한다.

다음은 연구자와 자유로운 분위기에서 여학생이 남학생을 남학생이 여학생을 평가하는 면담 자료와 연구자가 관찰한 것을 기술한 것이다.

“여자끼리 하는 게 좋아요. 남자는 말썽을 피우기도 하고 떠들고 자기 혼자서만 하려고 하니까요. 남자 아이들은 이상해요. 우리들이 실험을 하고 있

는데도 자기들이 다 했다고 장난치고 뛰어다니고 방해해서 나빠요.” (김주연, 여)

“여자와 하는 것은 싫어요. 자기 맘에 안 맞으면 꼬집고 할퀴고 그래요.” (정성진, 남)

(O.C 남자인 종민이가 11조의 남학생 2명 쪽으로 몸을 돌려 실험을 함께 하자, 11조의 주연이는 12조의 여학생 2명을 바라보며 함께 실험을 한다. 자연스럽게 11조는 남학생끼리, 12조는 여학생끼리 실험을 한다.)

남학생은 여학생이 여학생은 남학생이 싫은 행동을 하기 때문에 남학생은 남학생끼리 여학생은 여학생끼리 실험하기를 원한다고 말한다. 그리고 이성으로 조가 편성되어 있어도 자연스럽게 동성끼리 실험을 하고 대화도 많이 하는 것이 관찰되었다.

다음은 이성끼리의 조에서 역할이 성에 따라 자연스럽게 어떻게 구별되고 있는가를 나타내는 자료이다.

교사가 조별로 실험 관찰 보고서를 적으라고 하자 얼른 주연이에게 민수가 적으라고 준다. 연구자가 그 이유를 묻자, 민수는 ““여자 아이들은 보고서 쓰는 것을 좋아하는 것 같아요. 글씨를 잘 쓰잖아요.”라고 대답한다. 남학생은 여학생이 보고서를 예쁘게 글씨를 쓴다고 인식하여, 조별로 보고서를 쓰라고 하면 여학생에게 적도록 한다. 보고서를 잘 쓰는 기준을 색칠하거나 예쁘게 쓰는 것에 두고 여학생에게 글씨 쓰는 역할을 맡긴다.

그리고 진한 백반 용액에서 백반 덩어리 만들기 실험에서 11조의 정성진이 혼자 백반 용액이 든 비커에 철사로 만든 것을 매달고 있는데 여학생인 영미와 주연이는 실뜨기 놀이를 하고, 알코올램프에 성냥불을 켤 때나 끌 때는 “네가 해.”하며 남학생인 종민이나 민수보고 하라고 말한다.

수업 관찰과 학생 면담을 통해 조별 실험에서 학생들은 동성끼리 친밀감을 느끼며(Scott, 1988) 실험하고 이성끼리는 성에 따른 차별화를 두고 있음을 추론할 수 있다.

IV. 결론 및 제언

초등학교 5학년 자연과 실험 수업 관찰과 교사 및 학생 면담을 통해 실험 수업 과정과 실험 수업에서 나타난 특징적인 실험 활동 및 조별 실험에서 학생들의 상호작용을 문화기술적으로 분석한 본 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 초등학교 자연과 실험 수업에서 나타나는 과정은 '공부할 문제 파악하기→실험 계획 세우기→결과 예상하기→실험하기→결과 정리하기'이다. 실험은 주로 조별 실험을 하고 있으며, 교사들은 학생들이 어려워하는 단계는 '실험 계획 세우기'라고 인식하고 있다. 따라서 교사는 학생들의 실험 설계 능력에 대해 파악을 하고 일반적인 탐구 과정의 5단계 활동과 비교하여 탐구 수업이 이루어지도록 지도해야 할 것이라고 본다.

둘째, 학생들은 직접 실험을 좋아하지만, 교사의 안내가 적고 개방된 실험에서 학생들은 구체적인 절차와 방법을 스스로 수행하기에 어려워하며 연습을 하고 있음이 나타나고 있었다. 결과 중심 실험 수업에서는 탐구가 취약함이 보여지고 학생들은 연습을 통해 교과서에 제시되어 있는 '정답'이라고 생각하는 결과 중심의 실험 활동에 익숙해져 있는 것이 추론된다. 학생들이 실험에 대한 실패를 두려워하지 않고 교과서나 참고서에 제시된 결과 중심이 아닌 탐구 중심의 실험 활동을 하도록 적절한 교사의 안내와 토의가 필요하다고 본다. 그리고 교사의 탐구에 대한 인식 부족과 시간의 촉박함에 따른 탐구 단계의 생략으로 결과 중심으로 수업이 진행되는 데 이는 탐구 과정에 대한 교사 연수와 교육 과정상의 넉넉한 시간의 배정이 필요하다고 본다.

셋째, 조별 실험에서 학생들은 협조적인 동료와 동성끼리 실험하기를 원한다. 학생들은 개별적이거나 이기적인 동료와는 실험하기를 싫어하고 동성끼리 친밀감을 갖고 실험을 한다. 이성끼리의 조별 실험에서 보고서의 글씨는 여자가 쓰고, 알코올램프 같이 어려운 일은 남자가 하는 것으로 역할 분담하여 행동하는 것이 나타난다. 시설과 자료가 부족하고 학급당 인원수가 많은 현실 여건상 조별 실험이 주로 이루어지고 있는

데 학생들의 능력과 교우 관계를 고려하여 효율적으로 조별 실험에 참여할 수 있도록 하는 방안을 강구하여 제시한다면 조별 실험 수업에 도움이 되리라 생각된다.

본 연구의 결과를 바탕으로 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 본 실험 수업에서 주 정보제공자들이 이미 연습을 해서 활발하게 토의를 하거나 의견 교환을 하지 않아 학생들의 탐구 능력을 심층적으로 기술하지 못했다. 학생들의 선지식을 미리 알아보고 학생들의 실험 활동을 관찰하였다면 연습이 실험 수업에 미치는 영향에 대해서 더 심층적으로 분석할 수 있었을 것이다. 수업 관찰하는 시간 이외에 학생들의 선지식을 알아보는 방법을 강구하고 각 조마다 녹음기를 사용하여 상호 토의하는 것을 녹음한다면 많은 자료를 얻을 수 있을 것이다.

둘째, 다양한 실험 수업 사례를 비교하며 분석할 수 있는 사례가 적었다는 것이 한계다. 2개 학급에서 수업 관찰이 있었으면 하였지만 수업 참여를 허락한 교사에 한정될 수밖에 없어서 다른 교사들과의 면담으로 분석하였다. 그리고 혼자서 번거로운 장비로 자료를 수집하고 비교 분석하기에 벅차서 세밀한 자료를 얻는 데에 한계가 있었다. 팀을 이루어 다양하게 자료를 수집하는 방법이 좋을 것이다.

셋째, 교실 수업 혁신을 위해 교사의 수업 전략과 학생들의 활동이 자세하게 드러낼 수 있는 현장 연구가 질적으로 이루어진다면 실제적 가치가 더 높을 것이다.

참고 문헌

1. 강호구(1994). 국민학교 자연과에서 가설검증 모형을 통한 탐구수업의 효과. 한국교원대학교 석사학위논문.
2. 권오철(1996). 초등학교 과학 수업에서 발생학습 수업모형의 효과. 한국교원대학교 석사학위논문.
3. 김기영(1994). 국민학교 자연과 수업에서 발견 학습모형의 적절성 분석. 한국교원대학교 석사

- 학위논문.
4. 김용업(1997). 실험설계 능력이 통합적 탐구 능력에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위 논문.
 5. 김정원(1997). 초등학교 수업에 관한 참여관찰 연구. 서울대학교 박사학위논문.
 6. 김종운(1996). 자연과 수업에서 학습자 특성에 따른 가설검증수업모형의 효과. 한국교원대학교 석사학위논문.
 7. 김한호(1995). 과학수업모형의 이론적 분석과 현장 적용 연구. 한국교원대학교 박사학위논문.
 8. 박승재 편저(1995). 과학교육. 교육과학사.
 9. 신옥순 역(1991). 교육 연구의 새접근-질적 연구. 교육과학사.[원전: Bogdan, R. C. & Biklen, S. K. (1982). *Qualitative research for education: An introduction to theory and methods*. Boston: Allyn & Bacon, Inc.]
 10. 이용숙(1988). 국민학교 수업방법의 개선을 위한 문화기술적 연구(1). 한국교육개발원 연구 보고서, pp.88-35.
 11. 이희봉 역(1996). 참여 관찰법. 대한교과서주식회사. 원전: Spradley, J. P. (1980). *Participant observation*. New York: Holt, Rinehart & Winston.]
 12. 임동찬(1992). 국민학교 자연과 학습 지도와 평가에 대한 실태 조사. 한국교원대학교 석사학위논문.
 13. 허명(1995). 과학교육. 교육과학사. pp. 237-249
 14. 황세현(1998). 초등학교 자연과 수업의 문화기술적 분석. 한국교원대학교 석사학위논문.
 15. Freedman, M. P. (1997). Relationship among laboratory instruction, attitude toward science, and achievement in science knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(4), 343-357.
 16. Kyle, JR. W. C., Penick, J. E., Shymansky, J. A. (1979). Assessing and analyzing the performance of students in college science laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 16(6), 543-551.
 17. Spradley, J. P. (1979). *The ethnographic interview*. Holt Rinehart and Winston.
 18. Scott, J. P. (1988). Interaction in a rural science class: A naturalistic study. Paper presented at the annual meeting of American Educational Research Association, New Orleans, LA, April 5-9. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 296 877)
 19. Tamir, P. (1976). The role of the laboratory in science teaching. Iowa Univ., Iowa City, Science Education Center (ED 135 606).

1998년 12월23일접수