Jour. Korean Earth Science Society, v. 27, no. 5, p. 509-520, October 2006

# 중등학교 과학 실험 수업에 대한 실험 목적 · 상호 작용 · 탐구 과정의 분석

양일호[1] · 정진우[2] · 김영신[3] · 김민경[4] · 조현준[2,*]

[1]한국교원대학교 초등교육과, 363-791 충북 청원군 강내면 다락리 산 7
[2]한국교원대학교 지구과학교육과, 363-791 충북 청원군 강내면 다락리 산 7
[3]경북대학교 생물교육과, 702-701 대구광역시 북구 산격동 1370
[4]강릉 동명중학교, 210-112 강원도 강릉시 포남2동 424

# Analyses of the Aims of Laboratory Activity, Interaction, and Inquiry Process within Laboratory Instruction in Secondary School Science

**Il-Ho Yang[1], Jin-Woo Jeong[2], Young-Shin Kim[3], Min-Kyung Kim[4], and Hyun-Jun Cho[2,*]**

[1]Department of Elementary Education, Korea National University of Education, Cheongwon, Chungbuk 363-791, Korea
[2]Department of Earth Science Education, Korea National University of Education, Cheongwon, Chungbuk 363-791, Korea
[3]Department of Biology Education, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea
[4]Dongmyeong Middle School, Gangwon 210-112, Korea

**Abstract**: The purpose of this study was to analyze laboratory instructions in a secondary school science with an analysis instrument on science laboratory instruction. For its purpose, we used an instrument that analyzes three dimensions of the secondary laboratory instructions. This analysis instrument was composed of 3 categories (the aim of the laboratory activity, interaction, and inquiry process) which are spread into 20 sub-categories, and its validity was checked by four science educators with factor of 0.89. For its purpose, 21 sessions of lab instructions were video-recorded and transcribed. According to the results, in the aims category, the instructions mainly focused on two aims; acquiring the declarative knowledge and increasing attitudes toward science. In the interaction category, some of the observations made were that the teachers's questions could not gather the students' divergent thinking, their directive instructions were centered around themselves rather than giving opportunities for students to be centered within laboratory activities, and students' interaction were rarely shown. Therefore, interaction was classified as level I. In the inquiry process, presenting phenomenon or questionings about the subjects were little observed, and students' hypothesizing and predicting were almost nonexistent. Most of the activity designs within lab session were given from the teachers' directions or worksheets, and students solely focused on data collecting and recording. Hence, inquiry process were classified level I.

Keywords: laboratory instruction, aim of laboratory activity, interaction, inquiry process

**요 약**: 이 연구의 목적은 중등 학교 과학 실험 수업의 실태를 파악하기 위해 수업을 분석하는 것이다. 이를 위해 중등 학교 과학 실험 수업을 세 범주로 분석하도록 개발된 분석 도구를 활용하였다. 이 분석 도구는 실험의 목적, 상호 작용, 탐구 과정 세 가지 영역에 20가지 평가 항목으로 구성되어 있으며, 4명의 과학 교육 전문가로부터 0.89의 타당도가 확보되었다. 수업 분석을 위하여 21차시의 실험 수업이 녹화되고 전사되었다. 전사된 프로토콜과 동영상을 바탕으로 실험 수업을 분석한 결과, 중등 학교 실험 수업은 실험 목적 측면에서 선언적 지식의 습득과 과학에 대한 태도의 향상에 집

*Corresponding author: altair93@blue.knue.ac.kr
Tel: 82-43-230-3794
Fax: 82-43-232-7176

중되어 있었다. 상호 작용 측면은 교사의 발문이 학생들의 발산적 사고를 유도하지 못하고 있고 학생들에 의한 주도적인 실험 기회가 주어지는 대신 교사의 직접적 지도에 의해 실험 수업이 진행되고 있으며, 학생들의 토의 과정이 거의 나타나지 않는 등 상호 작용 I 수준으로 분석되었다. 탐구 과정은 학습 주제에 대한 현상 제시 및 문제 제기가 거의 관찰되지 않았다. 학생들의 가설 설정 활동이나 예상 활동도 대부분의 수업에서 관찰되지 않았으며, 실험 설계 부분은 활동지나 교사의 지시에 의해 주어지고 있었고, 학생들은 실험 결과 기록에만 집중되어 있어 탐구 과정 수준도 I 수준으로 나타났다.

주요어: 과학 실험 수업, 실험의 목적, 상호작용, 탐구과정

## 서 론

학습자에게 과학 지식 획득과 함께 탐구적 실험 활동을 통한 과학적 사고의 향상을 과학교육의 주요 목표로 삼고(National Research Council, 2000) 과학의 과정을 통해 과정 지식(procedural knowledge)을 과학 지식과 함께 가르쳐야할 필요가 있다. 과학적 사고는 이론 생성, 실험 설계, 가설 검증, 자료 해석, 과학적 발견을 포함한 과학에서 사용되는 사고 과정으로서 경험-귀납, 가설-연역, 문제 해결 등의 과학적 탐구 활동에서 나타나는 인지 과정과 관련이 깊으며(Dunbar, 1999) 탐구 과정에서 가설 생성과 가설 검증과정이 과학적 사고 발달에 핵심적 기여를 한다(권용주 외, 2003). 과학의 과정이 단순 사실이나 지식보다는 분석, 종합, 평가와 같은 고급 사고기능을 신장시키고 논리적 분석과 추리를 통한 발견의 기쁨을 누릴 수 있게 하기 때문이다(박수경, 2005).

다양한 과학 교수-학습 활동 중에서 특히 탐구적 실험 활동은 Fig. 1과 같이, 과학을 공부하는 학생들에게 자연 현상에 대한 접근방법을 제공할 수 있는 과학교육의 핵심적 요소로서 매우 중요한 위치를 차지하며(Swain et al., 1999), 과학적이고 합리적 사고의 향상을 위한 중심적인 교수-학습 활동이다(Garnett et al., 1995; Hofstein, 2004).

과학적 탐구는 개념적 탐구(Conceptual inquiry)와 경험적 탐구(Empirical inquiry)로 구분할 수 있다(Wilson, 1974). 개념적 탐구 활동은 실제적인 실습 활동(practical activity)이 수반되지 않은 사고 실험(Thought experiment)과 관련이 깊으며, 경험적 탐구 활동은 실제 사물의 관찰과 분류, 추리 등의 실험이 수반되는 활동(Practical experiment)과 관련이 깊다. 그러나 학생들의 실험이 구체물 등을 조작하는 활동으로 진행된다 할지라도 이것이 곧 학생들의 과학적 사고를 자극하는 탐구적 활동으로 진행되고 있음을 의미하지는 않는다. Fig. 2와 같이 학생들이 실험 실습을 했다고 해서 반드시 '탐구'가 나타났다고 볼 수는 없다.

실험 수업에서 학생들의 사고를 자극하는 활동(mind-on activity)이 강조 되어야 하고(Gunstone, 1991) 학생의 생각에 대한 충분한 피드백의 기회를 주어야 함에도(Barron et al., 1998) 불구하고, 대다수의 학교에서 이러한 기회가 주어진다는 증거를 보여주지 못하고 있다(Tobin, 1990). 학생들은 실습지에 제시된 과정만을 따르는 요리책식 실험을 하고 있으며(Wellington, 1998), 실험 학습을 위한 적절한 설계가 이루어지지 않아 학생들에게 인지 능력 개발과 향상을 위한 기회가 제공되지 않는다는 지적도 있다(Baird, 1990, 1998; Keys et al., 1999).

이에 대해 과학교육자들은 더 이상 실험이 단순히 요리책을 따르는 형태가 되어서는 안된다는데 동의하

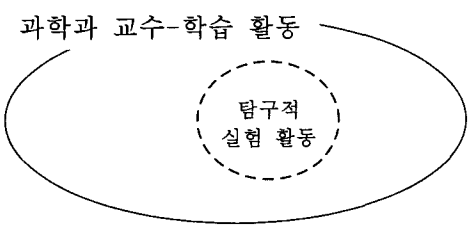


**Fig. 1.** Laboratory activity as sub-activity in science teaching and learning activity (Millar et al., 1998).

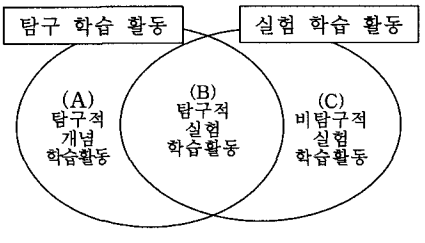


**Fig. 2.** Inquiry-based laboratory activity within inquiry learning activity and laboratory learning activity.

고 있다(Solomon, 1999). 하지만 이러한 제안은 단지 실험 수업의 결과가 부정적인 것이 되지 말아야 한다는 구호일 뿐 학교 과학 실험 수업이 어떻게 이루어지고 있는지 체계적인 분석에 의한 진단과 그에 따른 처방을 마련하기에는 도움이 되지 못한다. 따라서 학교현장에서 진행되고 있는 실험 수업이 어떻게 이루어지고 있는지 체계적이고 비판적인 분석을 통해 과학적 사고를 촉진하는 탐구적 실험 활동이 이루어지는지의 진단이 필요한 실정이다.

그러나 실험 수업 분석에 대해 선행된 연구들은 상당히 미비한 실정이며 그 대부분은 실험 수업의 한 가지 상황에 초점을 두고 이뤄진 것이다. 외국의 경우, 실험 수업에서 소집단 내 상호작용의 협동학습 효과에 대한 연구(Chang and Lederman, 1994), 학생들의 탐구 활동에서 부족한 점을 분석하고 이에 대한 보완점을 제시한 연구(Chin, 2003)가 있다. 국내에는 실험 수업이 포함된 일반 과학 수업에 대한 분석(곽영순과 김주훈, 2002), 실험 수업이 포함된 일반 과학수업을 예비교사들이 교생실습기간에 이 수업을 보고 리커트 형식의 설문지로 평정한 내용을 정리한 연구(김영신, 2003), 탐구 수준을 평가한 연구(이근준과 정진우, 2004), 상호작용 측면에 관한 연구(노태희 외, 2005; 이현영 외, 2002; 최경희 외, 2004)로 실험 수업을 총체적으로 분석했다기보다는 과학 수업에서 탐구 요소에 대한 한 가지 측면에서 분석하고 있었다.

때문에, 이들의 연구는 실험 수업에 대한 체계적인 이해를 주기에는 다음과 같은 한계가 있다. 다양한 요소들이 복합적으로 영향을 미치는 실험 수업을 다만 한 가지 독립 변인으로만 접근하였기에 실제로 실험 수업에서 나타나는 다양한 요인을 이해하는 데에 충분한 정보를 제공하지 못한다(McComas, 1999). 뿐만 아니라 실험 수업의 설계에 있어서 핵심적 요인으로 고려되고 있는 실험 목적(Gupta, 2001)에 대한 분석은 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다.

그러므로 실험 수업에 대한 체계적인 기술을 위해서는 한 변인이 아닌 다양한 변인을 통해 다각적인 검토가 이뤄질 필요가 있다.

이러한 필요성을 바탕으로, 실험 수업이 과학적 사고를 촉진하도록 탐구적으로 진행되는지 다층적이고 종합적인 분석을 위해 실험 목적·상호작용·탐구과정의 세 차원으로 구성된 과학 실험 수업 분석 도구(Analysis instrument on science laboratory instruction; AISLI)가 개발되었다(양일호 외, 2005a). 이 도구는 실험 목적 · 상호작용 · 탐구과정의 세 가지 대범주에 총 20개의 하위 항목으로 구성되어 있으며, 실험 수업 분석 점수표가 함께 제시되어 있어 평가 항목에 맞게 평가자가 실험 수업을 분석하도록 되어 있다. 이 도구는 대범주의 선정과 각 범주에 대한 항목 구성의 타당성과 각 항목에 대한 평가 척도의 타당성에 대하여 과학교육 전문가 4인으로부터 타당성 검토를 받았으며, 타당도는 0.89로 신뢰로운 분석 도구이다.

이 연구는 실험 수업 분석 도구 개발의 후속연구로서, 이 분석 도구를 활용하여 중등학교 실험 수업을 분석하고 현 상태의 실험 수업의 실태를 진단하는데 그 목적이 있다.

## 연구 방법 및 절차

### 용어의 정의

이 연구에서 사용되는 실험(laboratory activities or laboratory works)은 과학자들이 행하는 실험이 아닌, 학교 과학교육에서 실시되는 실험에 국한하여 사용한다. 실험은 과학 수업 시간에 학생과 현상(phenomena) 혹은 구체물(objects)과의 상호작용의 형태로 나타나는 유목적적인 교수-학습의 한 형태이며, 실험(experiments)을 가르치거나 혹은 관찰 활동 등 다양한 실습 활동(practical activities)을 포함한다.

실험 수업(laboratory activities-based instruction)은 과학 교과 시간에 실험 활동(laboratory activities)을 중심으로 이루어지는 교수-학습 활동으로서, 학생이 실험을 하거나 관찰을 하는 등 실습 활동 중심의 수업을 의미한다.

### 자료 수집 및 분석 방법

이 연구에서는 실험 수업을 실험실과 교실에서 이루어지는 수업으로 제한하였으며, 또한 이 연구에서 사용되는 분석 도구의 범주 중 교사와 학생의 상호작용, 학생과 학생의 상호작용이 포함되므로 수업자에게 교사의 시연 내지 시범 실험은 지양하도록 요청하였다.

서울, 경기, 강원, 충남 지역에서 연구 목적이 드러나지 않는 범위 내에서 실험 수업의 제공을 요청하였으며(Blind Control), 2005년 4월에서 6월까지 실험 수업 촬영에 동의한 교사의 수업을 한 차시 혹은 두 차시씩 촬영하였다. 이와 함께 모든 수업에서 연구자

는 녹화하기 어려운 학급의 분위기나 교사의 태도 등 분석 내용에 영향을 줄 사항들은 Field note로 작성하였다.

연구 협력 교사들의 경력은 Table 1과 같다. 이 기간에 촬영한 수업은 총 30차시 분이었다. 그중 수업 상의 소음으로 인해 전사되지 못하였거나 분석 도구의 세 가지 범주 중 한 항목이라도 분석되지 못한 수업 9차시를 제외한 21차시 분의 실험 수업이 분석 대상으로 선정되었다.

Table 1을 보면, 촬영된 교사는 모두 18명이나 중학교에서 세 명의 교사를 두 차시씩 촬영하여 21차시의 수업이 분석되었다. 이들 세 교사에 대한 수업은 Table 2의 (6)과 (7), (9)와 (15), (13)과 (14)번의 수업이다. (6)과 (7)은 주제와 대상이 다른 수업이며, (9)와 (15)도 주제와 대상이 달랐고, (13)과 (14)번의 수업은 주제는 같으나 대상이 다른 수업이었다.

**Table 1.** Teachers' personal education career

| 학교급별 | | 경력별(년)* | |
|---|---|---|---|
| 중학교 | 15 | 0-5년 | 7** |
| | | 6년-10년 | 3** |
| | | 11년-15년 | 2 |
| 고등학교 | 6 | 0-5년 | 3 |
| | | 6년-10년 | 3 |
| 계 (명) | | | 18** |

*2005년 9월 기준
**중학교 0-5년에서 두 명, 6-10년에서 한 명의 수업을 두 차시를 촬영한 것임.

학교급별 학부 전공은 Table 2에서와 같이, 물리교육 전공은 3명, 화학교육 전공은 3명, 생물교육 전공은 6명, 지구과학교육 전공은 6명이다.

녹화된 수업은 교사 행동과 학생 활동을 중심으로 언어적인 것과 비언어적인 행동까지 전사하여 프로토콜을 생성하였다. 실험 수업 분석 도구를 활용하여 프로토콜과 동영상을 분석하였다.

현장 교사로서 평균 7년 이상의 교육 경력이 있는 과학교육 전공 석 · 박사 과정생으로 총 6인으로 분석 팀을 구성하였다. 이 분석 팀은 분석 도구와 평가 기준표의 개발과정에 참여했으며, 대상 수업의 10% 분량인 3차시 분의 실험 수업에 대한 워크샵에 참여하였다. 이 과정은 분석자가 동일한 기준을 가지고 여러 차시의 대상 수업을 객관적으로 분석하기 위한 분석자 내적 일치도 향상을 위한 것이었다.

워크샵은 개개인의 분석자가 분석틀, 평가 기준표, 수업을 촬영한 동영상, 전사본을 이용하여 한 차시씩 분석한 후 이를 상호 비교하는 방식으로 이루어졌으며, 3차시의 수업을 분석하는 과정에서 분석자 상호

**Table 2.** Thema in laboratory instruction

| 수업 일련 번호 | 대상 학년 | 과목명 | 학부 전공 | 영역 | 단원명(주제) |
|---|---|---|---|---|---|
| (1) | 7 | 과학 | 지구과학 | 지구과학 | 화석 모형 만들기 |
| (2) | 7 | 과학 | 지구과학 | 물리 | 평행하지 않은 두 힘의 합력 |
| (3) | 8 | 과학 | 화학 | 화학 | 에탄올의 끓는점 측정 |
| (4) | 8 | 과학 | 생물 | 화학 | 용액의 끓는점 |
| (5) | 8 | 과학 | 지구과학 | 지구과학 | 지구의 크기 측정 |
| (6) | 8 | 과학 | 생물 | 화학 | 드라이아이스의 성질 알아보기 |
| (7) | 8 | 과학 | 생물 | 화학 | 양초 만들기 |
| (8) | 8 | 과학 | 생물 | 생물 | 공변세포 관찰 |
| (9) | 8 | 과학 | 지구과학 | 생물 | 자극과 반응 시간 알아보기 |
| (10) | 8 | 과학 | 지구과학 | 화학 | 물질의 밀도 측정 |
| (11) | 9 | 과학 | 생물 | 화학 | 불꽃 반응을 통해서 금속원소 찾기 |
| (12) | 9 | 과학 | 물리 | 물리 | 단진자운동에서의 에너지 전환 |
| (13) | 9 | 과학 | 물리 | 생물 | 양파의 뿌리 끝 세포분열 관찰세포 분열 관찰 |
| (14) | 9 | 과학 | 물리 | 생물 | 양파의 뿌리 끝 세포분열 관찰세포 분열 관찰 |
| (15) | 9 | 과학 | 지구과학 | 지구과학 | 화산 폭발 |
| (16) | 10 | 과학 | 물리 | 물리 | 스피커 만들기 |
| (17) | 11 | 지구과학1 | 지구과학 | 지구과학 | 지각변동과 판의 운동은 어떤 관계가 있을까? |
| (18) | 11 | 화학1 | 화학 | 화학 | 나일론 끈의 비밀 |
| (19) | 11 | 생물1 | 생물 | 생물 | 혈액형 판정 |
| (20)1 | 1 | 생물1 | 생물 | 생물 | 침의 소화 |
| (21) | 12 | 화학2 | 화학 | 화학 | pH에 따른 지시약 색깔 변화 |

**Table 3.** Analysis instrument on science laboratory instruction

| 대범주 | 차원 | 하위 항목 | 체크 ○ | 체크 × |
|---|---|---|---|---|
| 실험의 목적 | 과학 지식 | 1. 선언적 지식을 습득하도록 하는가? | | |
| | | 2. 절차적 지식을 습득하도록 하는가? | | |
| | 과학태도 | 3. 과학에 대한 흥미 있는 태도를 습득하도록 하는가? | | |
| | | 4. 과정에 대한 합리적인 태도를 습득하도록 하는가? | | |
| | 탐구능력 | 5. 탐구 기능이 향상되도록 유도하는가? | | |
| | | 6. 과학적 사고력을 향상시킬 수 있는가? | | |
| | 과학의 본성 | 7. 과학 지식의 불확정성을 확인할 수 있도록 하는가? | | |
| | | 8. 과학자의 연구과정과 역할을 인식할 수 있도록 하는가? | | |
| **소 계** | | | | |

| 대범주 | 차원 | 하위 항목 | 점수 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 상호작용 | 교사와 학생의 상호작용 | 1. 교사의 발문은 발산적 사고를 유도하는가? | | | | |
| | | 2. 학생의 활동에 촉진적 역할을 하는가? | | | | |
| | | 3. 교사는 학생의 질문을 잘 경청하고 충분한 답변을 해 주는가? | | | | |
| | 학생과 학생의 상호작용 | 4. 학생들의 토의과정이 있는가? | | | | |
| | | 5. 실험활동 중에 협력이 잘 이루어지는가? | | | | |
| 총 점 | 점 | 상호 작용 수준 | | | | |

| 대범주 | 차원 | 하위 항목 | 점수 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 탐구과정 | 문제 제기 및 예상 | 1. 실험과 관련된 적절한 현상제시 및 문제제기가 있는가? | | | | |
| | | 2. 학생에 의한 가설 형성이나 예상의 과정이 있는가? | | | | |
| | 실험 설계와 수행 | 3. 학생에 의한 실험 설계 및 수행이 이루어지게 하는가? | | | | |
| | 자료의 기록 및 해석 | 4. 실험 결과를 효과적으로 기록 및 표현하는가? | | | | |
| | | 5. 실험 결과에 근거하여 결론이 적절하게 도출되도록 유도하는가? | | | | |
| | 반성적 사고 및 평가 | 6. 실험 후 과정에 대한 평가 및 개선안을 제시하는가? | | | | |
| | | 7. 실험 수업과 관련된 평가가 효과적으로 이루어지는가? | | | | |
| 총 점 | 점 | 탐구과정 수준 | | | | |

간의 이견은 분석틀과 평가 기준표를 바탕으로 합의를 거쳐 진행하였다.

이 워크샵을 통해 분석에 필요한 공동의 기준을 확보한 후 2인 1조로 세 팀을 이루어, 각 팀별로 7차시씩 분석하였다. 분석 팀 내 분석과정은 두 명의 분석자가 평가 기준표를 바탕으로 합의하여 점수를 부여하였다. 최종 분석 후, 분석자간 신뢰성을 확보하기 위하여 3차시 분의 실험 수업을 임의로 선정하여 팀별 교차 분석하여 팀간 신뢰도(inter-rater reliability)를 구하였다. 분석 결과, 피어슨 상관 계수는 0.73이었다. 보통 적률상관 계수는 0.6이상이어야 상관있는 것으로 보이므로 이 연구의 분석은 신뢰할 수 있다(성태제, 2002).

### 수업 분석 도구

과학 실험 수업을 분석하기 위한 도구는 실험 수업이 과학적 사고를 촉진하도록 탐구적으로 진행되는지에 대해 정량적으로 분석하기 위해 개발되었다(양일호 외, 2005a). 이 도구는 실험의 목적, 상호작용, 탐구과정 측면의 3개 대범주와 10가지 차원, 20가지 하위 항목으로 구성되어있으며, 타당도는 0.89이다.

Table 3과 같이, 분석 도구는 분석자가 수업과 전사본을 보면서 실험 수업을 바로 분석할 수 있도록 체크리스트 형식으로 구성되어 있다. 실험 수업 분석표에 의해 체크된 결과는 각 범주 내의 점수를 종합하여 수준을 판정할 수 있도록 하였다.

실험 목적 범주는 각 항목의 빈도를 체크하여 실

**Table 4.** Classification of the interaction and inquiry process level

| 상호 작용 수준 | 총 점 | 탐구 과정 수준 | 총 점 |
|---|---|---|---|
| 상호 작용 I | 0-5 | 탐구 과정 I | 0-7 |
| 상호 작용 II | 6-10 | 탐구 과정 II | 8-14 |
| 상호 작용 II | 11-15 | 탐구 과정 III | 15-21 |

험 수업이 추구하는 목적이 무엇인지를 확인하는 데 목적이 있으며, 두 번째 범주와 세 번째 범주는 0부터 3의 네 단계를 구분하여 체크하도록 되어 있다. 이를 통해 상호작용과 탐구과정의 수준은 각각 I 수준, II 수준, III 수준으로 구분된다(Table 4).

여기서 각 범주별 분석에 의해 상호작용과 탐구수준이 III 수준으로 분류된 실험 수업은 탐구적 실험 활동이 활발하게 이뤄지고 있는 수업이며, 이러한 수업은 학생들의 과학적 사고를 촉진하는 수업을 의미하는 것이다. 또한, I 수준으로 분류된 실험 수업은 상호작용과 탐구과정 측면에서 학생들의 과학적 사고를 촉진시키기에 부족한 수업을 의미하는 것이다.

## 연구 결과 및 논의

### 실험 목적 측면

실험 목적 측면에서, 각각의 8가지 목적이 실험 수업에서 의도적으로 지도되고 있는가를 교사의 활동과 프로토콜을 통해 체크하였다. 실험 목적의 각 항목에 대한 분석 결과, Table 5와 같이 나타났다.

Table 5를 보면, 목적 1(선언적 지식)과 목적 3(과학에 대한 태도)의 관찰비율이 상대적으로 높음을 알 수 있다. 이를 통해 중등학교에서 개념 등의 '과학 지식'과 흥미 등의 '과학에 대한 태도'가 비교적 강조되고 있음을 알 수 있다.

그러나 과학탐구능력이 7차 교육과정에서 강조되고 있고, 또 과학교사들이 가장 중요한 실험 목적으로 과학탐구능력을 지적하고 있으나(조현준, 2006), 이와 직접적으로 관련된 항목인 목적 2(절차적 지식), 목적 6(과학적 사고력), 목적 7(과학 지식의 불확정성), 목적 8(과학자의 역할)의 관찰 빈도는 선언적 지식에 비해 매우 적게 나타났다. 이러한 현상은 교육과정에서는 탐구능력이나 과학적 사고력을 강조하고 있으나 실제 수업현장에서 이를 크게 고려하고 있지 않음을 반증하는 것이다.

이것은 교사가 과학 탐구 능력을 중요한 목적으로 인식하고는 있지만(조현준, 2006), 선행연구(Bekalo and Welford, 2000; Clough and Clark, 1994)에서와 같이, 우리 현장에서도 교사 자신들이 중요 목적으로 생각하는 것과 실제로 가르치는 것 사이에 차이가 존재했기 때문이라 판단된다.

이는 중등 과학교사 대부분이 과학적 사고력과 탐구능력이 요구되는 실험 수업보다는 과학적 개념을 확인하는 식의 확인 실험 수업을 하기 때문이며(김석민, 2006), 교과서에 제시된 탐구과제들이 매우 단순하고 과학적 추론의 본성들을 반영하지 않기 때문인 것으로 판단된다(Chinn and Malhotra, 2002).

또한 네 가지 하위 범주 중에서 과학 본성과 관련된 목적 7, 8이 매우 적게 관찰되어 실험 수업에서 과학 본성에 대한 내용이 거의 다뤄지지 않음을 알 수 있었다. 이는 양일호 외(2005b)와 Chinn and Malhotra (2002)의 연구에서와 같이, 과학 실험 수업에서 교사 자신의 과학 본성에 대한 인식과 신념을 발현하기보다는 교육과정에서 제시하는 개념과 지식의 지도에 충실했기 때문인 것으로 보인다.

과학 본성의 측면은 미국의 국가 과학교육 기준에서 뿐만 아니라 호주, 캐나다, 뉴질랜드, 영국의 과학 교육과정 관련 문서에서 과학 본성을 필수 학습 부분으로 다루고 있는 만큼(McComas and Olson, 1998), 학생들에게 실험 수업을 통해 지식이 어떻게 생성되며, 자신의 지식이 어떻게 입증될 수 있는지에 대한 내용을 학습시킬 필요가 있다.

### 상호 작용 측면

학습은 사회적 상호작용 속에서 일어나서 개인 스스로의 인지적 활동을 통한 내면화 보다는 동료나 교사와의 상호작용을 통해 내면화되며(Driver, 1995), 학생과 학생, 교사와 학생 사이의 수많은 상호작용을 통해 이루어지게 된다(Roth and Boutonne, 1999). 이러한 과정에서 나타나는 소집단 내 활동은 구성원들의 언어적 상호작용에 큰 영향을 받게 된다(Nattiv, 1994).

**Table 5.** Rate of the observed items in the category of the aims of laboratory activity

| | 목적 1 | 목적 2 | 목적 3 | 목적 4 | 목적 5 | 목적 6 | 목적 7 | 목적 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 관찰된 수업 차시 (%) | 19 (90.5) | 5 (23.8) | 17 (81.0) | 4 (19.0) | 10 (47.6) | 3 (14.3) | 1 (4.8) | 4 (19.0) |

**Table 6.** Rate of the observed items in category of the interaction

| | | 상호 작용 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 교사-학생 상호 작용 | | | 학생-학생 상호 작용 | |
| | | 1. 교사의 발문 | 2. 학생 활동의 촉진 | 3. 학생 질문에 대한 태도 | 4. 학생들의 토의 과정 | 5. 학생 간 협력 |
| 차 시 (%) | 0점 | 6 (28.6) | 1 (4.8) | 10 (47.6) | 15 (71.4) | 7 (33.3) |
| | 1점 | 14 (66.7) | 3 (14.3) | 8 (38.1) | 5 (23.8) | 10 (47.6) |
| | 2점 | 1 (4.8) | 17 (81.0) | 3 (14.3) | - | 4 (19.0) |
| | 3점 | - | - | - | 1 (4.8) | - |

이러한 맥락으로, 이 연구에서는 학생과 교사의 상호작용 그리고 학생과 학생과의 상호작용 중 언어적 상호작용을 중심으로 알아보았다.

상호작용 범주의 각 항목에 대한 분석 결과는 Table 6과 같다.

실험 수업에서 교사의 확산적 발문은 수업 시간 내내 한두 개 정도로 나타나고 그 외에는 교사가 지시하거나 단답형의 답을 요구하는 경우(1점)가 가장 많았다. 이는 교사와 학생의 언어 상호작용을 분석한 최경희 외(2004)의 연구에서처럼, 교사가 가장 많이 사용한 발문이 단순 확인 질문과 기억 질문이라는 연구 결과와 유사하다.

그러나 교사의 발문은 과학적 탐구에서 학생들의 탐구를 이끌어내는 원동력으로 작용하며(Harwood et al., 2002) 수업 상황 속에서 언어적 상호작용의 핵심적 교수 과정으로서 학생들의 학업성취 및 비판적 사고 기능들을 계발할 수 있다는 점(Gall, 1984)을 고려할 때, 과학 교사들의 발문은 학생들의 확산적 사고를 자극시키는 방향으로 개선될 필요가 있음을 시사한다.

학생들의 실험 활동 촉진을 위해 교사들은 소집단을 순회하면서 학생들의 실험 과정에 대해 상호의견 교환을 통해 수정 · 보완하도록 유도하는 측면(2점)이 많이 관찰되었다. 이러한 행동은 실험을 지도하는 교사들의 일반적인 특성으로서(Lawson, 1995), 현재 과학교사들은 학생들이 실험을 할 수 있도록 안내하는 역할을 하고 있음을 의미한다. 이러한 행동 특성은 다른 영역들에 비해 긍정적으로 나타나 교사들은 학생들의 실험을 촉진적으로 지도하고 있다고 볼 수 있다.

한편, 실험 수행 도중에 학생들은 교사의 지시에 따르기만 하고 질문을 하지 않거나(0점) 학생들의 실험 과정 등에 대한 질문에 단답식으로 답하는 경우(1점)가 대부분이었다. 이것은 실험 수업에서의 상호작용은 대부분 교사에 의해 주도적으로 이루어지고 있음을 시사한다.

과학 수업에서 학생들의 과학적 지식이나 과학적 사고력의 향상에 있어서 교사와의 상호작용이 매우 중요하게 작용한다는 견해(Mortimer and Scott, 2000)에 비추어 본다면, 교사들에게 학생들의 사고를 자극할 수 있는 발문 기술의 개발 및 적용에 대한 정보가 주어질 필요가 있다.

학생과 학생 간 상호작용 중, 학생들의 토의과정은 거의 나타나지 않았다. 이것은 실험 수업의 운영에 있어서 교사들은 학생들의 토의 과정이 포함된 다양한 활동을 전개하기에 '시간이 부족하기 때문'이라는 인식이 작용했기 때문일 것으로 보인다(Lawson, 1995). 실제로 교사들의 이러한 이유(시간의 부족)는 Lawson (1995)이 제시한 10가지 이유 중 가장 높은 순위를 차지하고 있다(Lawson, 1995, p. 212). 이러한 맥락에서 볼 때, 학생들의 활발한 상호작용이 나타나지 않은 것은 과정과 결과에 대한 의미를 토론 · 논쟁하게 하고 합의하는 데 시간을 거의 할애하지 않았기 때문으로 판단된다(Hodson, 1998).

실험 수행 중 학생 간 협력은 구성원이 모두 참여는 하나 협력적이지 못하고 개별적인 활동을 하고 있음(1점)이 가장 많이 관찰되었고, 그 다음으로 소수의 학생만 참여하고 다른 구성원은 방관하는 형태(0점)가 관찰되었다.

학생과 학생의 상호작용이 비교적 낮은 점수로 관찰된 것은 학교 현장의 실험 수업이 교사 중심으로 설계 · 운영되고 있음을 암시하는 것이다. 이러한 결과는 김영신(2003)의 결과와도 일치하는 것이며, 학생

**Table 7.** Rate of the levels of the interaction

| 수 준 | 상호작용 I | 상호작용 II | 상호작용 III |
|---|---|---|---|
| 점수범위 | 0-5 | 6-10 | 11-15 |
| 차 시 (%) | 16 (76.2) | 5 (23.8) | - |

**Table 8.** Rate of the observed items in category of the inquiry process

| 차원 | 하위 항목 | 점수 차시 분포(%) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 문제 제기 및 예상 | 1. 실험과 관련된 현상제시를 통해 문제제기가 되는가? | 13 (61.9) | 7 (33.3) | 1 (4.8) | - |
| | 2. 학생에 의한 가설 형성 과정이나 예상 과정이 있는가? | 20 (95.2) | - | - | 1 (4.8) |
| 실험 설계와 수행 | 3. 학생에 의한 실험 설계 및 수행이 이루어지는가? | 2 (9.5) | 18 (85.7) | 1 (4.8) | - |
| 자료의 기록 및 해석 | 4. 실험의 결과를 효과적으로 기록 및 표현하는가? | - | 8 (38.1) | 13 (61.9) | - |
| | 5. 실험 결과에 근거하여 결론이 적절하게 도출되는가? | 14 (66.7) | 5 (23.8) | 2 (9.5) | - |
| 반성적 사고 및 평가 | 6. 실험 후 과정에 대한 반성 및 개선안을 제시하는가? | 16 (76.2) | 3 (14.3) | 2 (9.5) | - |
| | 7. 수업과 관련된 수행평가가 효과적으로 이루어지는가? | 8 (38.1) | 10 (47.6) | 3 (14.3) | - |

들에게 가르칠 필요가 있는 다양한 내용이 다뤄지기 위해서는 보다 많은 노력이 있어야 함을 암시한다.

각 항목의 총점을 통해 나타난 상호작용의 수준은 76.2%가 상호작용 I 수준으로 낮게 나타났다.

상호작용 수준의 분석결과를 종합한 결과, 76.2%의 실험 수업에서 교사가 확산적 사고를 유도하는 발문을 사용하기 보다는 단답형의 답을 유도하는 발문을 주로 사용하고, 학생의 실험 활동은 교사의 직접적인 지도로 이뤄지고 있고, 학생들은 교사의 지시에만 따르기 때문에 질문과 협력이 활발히 이뤄지지 않음을 시사하였다.

이 결과는 지금의 과학 실험 수업이 보다 효과적으로 운영되기 위해서, 학생들의 흥미와 호기심을 자극할 수 있는 자료나 활동이 포함되어야 하며, 학생들이 자료를 수집 · 분석하고 문제를 제기하며 결과에 대한 의문을 제기하고 그 의미를 토론하는 활동이 포함되어야 함을 보여주고 있다. 이와 더불어 교사는 지시자이기보다는 학생들의 성공적인 활동을 위해 자극을 효과적으로 제공하는 안내자로서의 역할 수행의 필요성을 암시하고 있다.

### 탐구 과정 측면

탐구과정은 Table 8에서와 같이, 4가지 차원으로 분석되었다. 각 차원은 현상 제시 및 문제 제기, 실험 설계와 수행, 자료의 기록 및 해석, 결과에 대한 반성적 사고에 대한 7가지 하위 문항으로 구분되어 분석되었다.

탐구의 시작 단계에서 문제의 제기가 과학적 탐구 학습의 핵심적 단계임이 밝혀져 있으나(Hofstein et al., 2004), Table 8에서 교사가 현상을 제시한 후 학생들에게 문제 제시를 유도한 경우(2점)는 4.8%로 매우 낮게 관찰되었으며, 교사가 현상과 문제를 모두 제시한 경우(1점)가 33.3%였고, 현상의 제시 없이 바로 문제를 제시하는 경우(0점)가 대부분을 차지하고 있었다.

이것은 탐구에 필요한 '왜 그럴까?'와 같은 현상 관찰과 의문 생성에 필요한 사고를 자극하고 학습에 능동적으로 참여시키기 위한 과정이 이뤄지기보다는 교사가 일방적으로 문제를 제시하여 학생들이 탐구에 능동적으로 참여할 기회가 제공되지 않고 있음을 시사한다.

현상에 대한 관찰과 의문 생성이 과학적 탐구활동의 출발점임을 고려할 때, 과학적 탐구의 시작단계에서 현상을 제시하고, 제시한 현상의 관찰을 통한 의문을 생성할 수 있도록 수업 설계 단계에서 고려해야 할 필요가 있음을 암시한다.

과학적 탐구과정으로서의 예상은 정보와 자료를 바탕을 둔 최선의 추측을 요구하는 사고로 미래에 일어날 사건이나 그 조건에 관한 예언을 의미한다(이혜원 외, 2005). 따라서 예상은 체계적인 관찰과 측정에 바탕을 둘수록 정확해진다. 따라서 정확한 예상을 통해 특정 양상이나 규칙성에 따른 가설을 생성하는데 의미 있는 기여를 할 수 있다. 이와 함께 과학적 가설 생성과정은 과학적 탐구과정에서 가장 핵심적인 과정이다(Klahr and Dunbar, 1988). 또한 가설 생성 기능의 발달은 학생들의 과학적 성취도의 향상과 논리적 사고의 발달, 창의적 사고의 발달에 매우 밀접한 관련이 있음이 제시되어 왔다(Adsit and London, 1997).

그러나 가설생성이나 예상을 위한 단계 없이 바로 실험이 진행되고 있음(95.2%)이 거의 모든 실험 수업에서 관찰되고 있다. 이것은 이혜원 외(2005)의 연구에 따르면, 학생들의 가설에 대한 이해가 매우 부족하기 때문에 이를 위해 시간을 투자하기 보다는, Table 8의

4번 항목에 비추어 볼 때, 실험 수행에 따른 결과 정리에 시간을 투자하기 때문이라고 판단된다.

학생에 의한 실험 설계 및 수행이 이루어지는가에 대한 항목(3번)에서 실험 설계는 대부분 교사에 의해 제시된 것(1점)이 85.7%로 관찰되었고, 실험 설계 없이 교사에 의해 마련된 실험도구를 가지고 바로 실험에 착수하는 수업도 9.5%가 관찰되었다. 이렇게 학생들의 실험 설계(4.8%)가 비교적 낮게 관찰된 것은 교사들이 변인통제 등이 포함된 실험 설계 부분을 학생들이 어려워한다고 인식하고 있기 때문에(최옥자 외, 2000) 수업 설계 단계에서 이 부분을 고려하지 않은 것으로 판단된다.

실험 결과에 근거하여 결론이 적절하게 도출되는가에 대한 부분(5번 항목)은 66.7%의 수업에서 결과 발표로 수업이 종료되고 있음(0점)이 관찰되었다. 학생이 실험 결과를 발표하고 교사가 결론을 내리는 경우는 23.8%(1점)가 관찰되었고, 학생에게 결론을 유도하는 수업이 9.5%(2점) 관찰되었다.

실험 후 과정에 대한 반성 및 개선안을 제시하는가에 대한 항목(6번)에서도 76.2%의 수업에서 실험 결과나 과정에 대해 반성이 전혀 이뤄지지 않고 있었으며, 14.3%의 수업에서 실험 과정이나 결과에 대해 교사가 잘못된 점을 지적하고 있음이 관찰되었고, 9.5%의 수업에서 소집단 활동에 대한 교사의 평가와 개선안 제시가 있었다.

선행연구(Chin, 2003)에 따르면, 학생들은 실험 수행단계에서 기구에 대한 부적절한 조작과 변인들의 부적절한 사용으로 부정확한 측정결과를 만들어 내며 신뢰로운 값을 찾기 위한 반복측정을 하지 않는 등의 실수를 범하고 있다. 또 결과 해석 및 제시 과정에서 실험 데이터를 기록하기 위해 오직 교과서만을 사용하고 막대차트와 선 그래프를 혼용하여 사용하며 측정 단위를 생략하거나 실험을 통해 수집된 사실에 따르지 않고 이미 습득되어 있는 지식을 바탕으로 결론을 내리는 등의 실수를 한다. Chin(2003)의 연구를 통해 이 연구에서 얻은 결과에 비추어보면, 실험 과정에 대한 적절한 반성과 결과를 통한 결론 도출 과정에 대한 적극적 지도가 절실히 요구된다.

실험 수업에서의 학생활동에 대한 평가 부분(항목 7)에서는, 평가과정 없이 수업을 마치는 경우가 38.1%였으며, 평가가 이루어지나 단순 개념을 확인하는 경우가 47.6%로 다수의 수업을 차지하고 있었다. 학생들의 실험 수행 과정과 개념 모두를 평가한 경우는 14.3%에 불과하였다.

**Table 9.** Rate of the levels of the inquiry process

| 수 준 | 탐구 과정 I | 탐구 과정 II | 탐구 과정 III |
|---|---|---|---|
| 점수범위 | 0-7 | 8-14 | 15-21 |
| 차 시 (%) | 19 (90.5) | 2 (9.5) | - |

이것은 한 차시의 실험 수업에서 지식 위주의 교육과 개념 중심 평가가 이뤄지고 있음을 시사하는 것이며, 이와 더불어 학생들에게 과학적 개념과 실험 과정에 대한 평가도 제공되어야 함을 반증하는 것이다. 중등과학교사들을 대상으로 한 김호진 외(2000)의 설문 연구에 따르면, 교사들은 학생들의 탐구능력을 실험보고서 중심의 수행평가(61%)를 통해 평가하고 있다고 하였으나, Table 8의 7번 항목의 결과에서와 같이, 이런 유형의 평가는 결국 결과 중심으로 진행되기 때문에 학생들의 탐구 능력 향상에 상당한 제한을 준다(이지현 외, 2003).

각 항목별 점수의 총점을 통한 탐구과정의 수준은 수업의 90.5%가 탐구과정 I수준으로 나타났다(Table 9).

전체적으로, 실험 활동은 주어진 상황과 교사의 의도에 따라 다양한 형태로 나타날 수 있으며 그에 따라 과학 실험의 성격이 달리 규정되고 다양한 접근 방식을 취할 필요가 있다(Johnstone and Al-Shuaili, 2001). 그러나 이 연구 결과는 대부분의 실험 수업은 학생들이 실험을 수행함에 있어서 낮은 수준의 사고를 요하며 실험 과정상에 나타나는 문제 해결에 필요한 과학적 추론 등의 과학적 사고를 촉진시키지 못하고 있음을 암시하였다. Table 5의 1번 항목(선언적 지식)과 Table 8의 수행평가와 관련된 7번 항목의 결과에서 보는 바와 같이, 47.6%의 수업에서 단순한 지식만이 평가되고 있었으며 38.1%의 수업에서는 평가과정 없이 수업이 마무리되고 있었다. 그리고 개념과 동시에 실험 과정에 대한 평가가 이뤄지는 수업은 14.3%에 불과하였다.

즉 실험 활동이 대부분 교사의 지시에 의해 진행되며, 많은 선행연구의 지적과 같이, 학생들의 과학적 사고를 자극시키지 못하는 요리책식 형태로 진행되고 있는 것으로 나타났다.

## 결론 및 제언

이 연구는 현재 실험 수업을 체계적이고 다층적인 관점으로 분석하기 위하여 실험 수업 분석 도구를

가지고 21차시 분의 중등 과학 실험 수업을 분석하였다. 분석 관점은 실험 수업 목적의 다양성, 상호작용의 수준, 탐구과정 수준의 세 가지 측면이다. 이 관점에 따라 분석한 결론은 다음과 같다.

실험 목적 측면에서, 실험 활동 목적이 다양하게 의도되기 보다는 '선언적 지식의 습득'과 '과학에 대한 태도'가 대부분이었으며, 과학적 탐구 활동을 위해 중요한 항목인 '과학 탐구능력'이나 '절차적 지식' 등이 적게 제시되고 있었다. 그리고 '과학 본성'과 관련된 목적은 거의 제시되지 않았다.

상호작용의 교사-학생 상호작용 부분에서, 교사는 지시적이며 간략한 단답형의 응답을 유도했으며 교사의 순회에 의하여 상호작용이 이루어지고 있었다. 학생들은 실험 과정에 대한 질문이 대부분이었고, 그 외 학습 내용에 대한 질문은 거의 없었다. 학생-학생 상호작용은 거의 이뤄지지 않았으며, 실험 진행을 위해 각자의 역할만을 하는 수동적인 자세를 갖고 있었다.

탐구과정에서, 문제제기 과정은 교사에 의해 일방적으로 제시되었으며 가설 설정 및 예상 단계는 거의 나타나지 않았다. 실험 설계 및 결론 도출도 대부분 교사가 제시하고 있었다. 실험 과정에 대한 반성 과정에서는, 실험 수행 상의 실수 또는 실험 자료 오차에 관한 내용만을 다루고 있었다. 실험 수행과 관련된 평가는 개념을 확인하는 형성평가가 대부분이었다.

따라서 중등학교의 실험 수업은 선언적 지식과 과학에 대한 태도를 강조하는 실험 수업이 전개되고 있으나, 상호작용과 탐구과정 측면에서는 과학 교육의 주요 목표인 과학적 사고를 촉진시키기에 부족한 면이 많은 것으로 나타났다.

이 연구 결과를 바탕으로 실험 목적, 상호작용, 탐구과정 측면에서 과학적 사고의 향상을 위한 제언은 다음과 같다.

교사가 한 차시 수업에서 일련의 탐구 단계를 모두 과학적 사고를 자극하면서 진행하기에는 많은 어려움이 있으며 현실적으로 불가능하다. 하지만 과학적 사고와 과학 탐구능력은 반드시 달성해야 할 과학교육의 주 목표임에는 틀림없다. 7차 교육과정에서 수업 재구성에 관한 내용이 명시되어 있으므로 한 차시 수업 내에서 특정 단계를 선택·집중적으로 반복 훈련시키는 수업도 고려해 볼 필요가 있다. 즉 가설 설정이나 예상되는 결과 생각하기, 세워진 가설에 따라 실험 설계하기 등 활동에 중점을 두어 학생들의 과학적 사고를 훈련시키는 것도 한 가지 방법이다.

실험 목적 측면에서, 특정 실험 목적에 집중된 실험 수업의 설계 보다는 보다 다양한 측면이 제시될 수 있는 실험 수업이 설계될 필요가 있다. 선언적 지식은 실험이 아닌 강의 등의 학습을 통해서도 습득이 가능하므로 실험 수업은 실험의 본질적 특성이 발현될 수 있도록 설계될 필요가 있다. 실험 목적에는 실험 수업을 통해 달성해야할 내용뿐만 아니라 실험을 통해 학생들이 갖춰야할 탐구 기능과 절차적 능력도 포함된다. 또 문제 해결 능력과 과학적 태도 등도 포함된다. 따라서 학생들이 실험 도구를 사용함에 있어서 용도에 맞게 사용하는지, 측정함에 있어서 정밀함을 추구하는지에 대한 탐구 기능과 과학적 태도 등도 향상시킬 수 있도록 실험 목적이 제시될 필요가 있다. 또 특정 현상에 대한 원인을 제시하게 한 후(가설 생성 능력), 자신이 제시한 원인(가설)을 입증시킬 수 있는 방안을 찾도록 하여(실험 설계) 학생들의 과학적 사고를 촉진시킬 수 있다. 다른 모둠이 동일한 원인(가설)을 제시하였으나 입증하는 방법이 다를 수 있기 때문에 이를 통해 과학 본성에 대한 측면도 가르칠 수도 있다.

상호작용 측면에서, 교사의 실험 수업 설계 시, 교사의 확산적 발문 전략을 포함시킬 필요가 있다. 교사의 확산적 발문은 특히 가설 설정 단계, 실험 설계 단계, 결론 도출 단계에서 필요하다. 그러나 학생들이 이 세 단계를 가장 어려워하므로 다음과 같은 발문과 발문 후 적절한 대기 시간(wait time)을 둘 필요가 있다. 현상을 관찰한 후 '왜 이러한 현상이 나타날까?', '다른 사람들의 생각은 어떨까?' 등의 발문이 사용될 수 있으며, 가설 생성 후 실험 설계를 위한 발문으로 '어떻게 하면 자신의 생각을 실험을 통해 확인할 수 있을까?', '어떻게 하면 입증할 수 있을까?' 등이 사용될 수 있다. 또 결론 도출 단계에서는 '자신의 가설과 결과를 비교해 보고 가설이 기각될지 아니면 지지될지 판단하고 그 이유를 제시해 보자' 등의 활동을 할 수 있겠다. 이를 통해 학생들이 스스로 문제를 해결하려는 태도를 기르게 하는 것이 매우 중요하다. 실험 수업 내에서 학생활동은 개별 실험이나 대집단 실험 보다는 소집단 활동이 효과적이므로, 교사의 이들 발문에 대한 답으로서 소집단 구성원들의 의견을 수렴하여 제시하게 하는 활동을 계획하는 것도 고려될 필요가 있다.

탐구과정 측면에서, 탐구적 실험활동에 능동적으로

참여시키기 위해, 교사는 적절한 현상을 학생들에게 제시하여 의문점을 갖게 하고 학생 스스로 문제를 해결할 수 있는 기회를 제공할 필요가 있다. 교사는 이 과정에 문제 해결자로서가 아니라 과정의 안내자로서의 역할을 수행해야 하며, 발문을 통해 학생의 실험 과정을 학생 스스로 피드백 할 수 있도록 적절히 평가해 줄 필요가 있다.

## 감사의 글

이 연구를 위해 수업 관찰에 협조해 주신 모든 선생님들께 감사의 말씀을 전합니다. 이 연구는 2004년 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었으며 (KRF-2004-074-BS0039) 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

곽영순, 김주훈, 2002, 좋은 수업방법에 대한 질적 분석: 과학과를 중심으로. 교육과정평가연구, 5(1), 207-220.

권용주, 정진수, 박윤복, 강민정, 2003, 선언적 과학 지식의 생성과정에 대한 과학철학적 연구 - 귀납적, 귀추적, 연역적 과정을 중심으로. 한국과학교육학회지, 23(3), 215-228.

김석민, 2006, 초 · 중등학교 및 대학교의 실험 수업 유형 분석. 한국교원대학교 석사학위 논문, 60 p.

김영신, 2003, 예비 과학 교사가 탐구 점수표에 따라 분석한 현장 과학 수업. 한국과학교육학회지, 23(5), 561-573.

김호진, 곽대오, 성민웅, 2000, 중등학교 과학교사들의 학습평가에 관한 실태조사. 한국과학교육학회지, 20(1), 101-111.

노태희, 김소희, 김경순, 2005, 중학교 과학 수업에서 학생들의 구조화된 상호작용을 유도하기 위한 상호동료교수 전략의 효과. 한국과학교육학회지, 25(4), 465-471.

박수경, 2005, 과학영재학교 교수활동에 관한 학생인식 및 과학 수업에서 상호작용 유형. 한국지구과학회지, 26(1), 30-40.

성태제, 2002, 타당도와 신뢰도. 학지사, 서울, 162 p.

양일호, 정진우, 허명, 김영신, 김진수, 김민경, 최현동, 오창호, 2005a, 과학 실험 수업 분석 도구 개발. 초등과학교육, 24(5), 504-517.

양일호, 한기갑, 최현동, 오창호, 조현준, 2005b, 초등 초임교사의 과학의 본성에 대한 신념과 과학 교수-학습 활동과의 관련성, 초등과학교육, 24(4), 399-416.

이근준, 정진우, 2004, 중등학교 과학실험수업의 탐구수준을 평가하기 위한 도구개발 및 적용. 한국지구과학회지, 25(7), 507-518.

이지현, 남정희, 문성배, 2003, 실험실습법에 의한 수행평가가 중학생의 과학성취도 및 정의적 영역에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 23(1), 66-74.

이혜원, 양일호, 조현준, 2005, 초 · 중학생의 관찰, 예상, 가설의 이해. 초등과학교육, 24(3), 236-241.

이현영, 장상실, 성숙경, 이상권, 강성주, 최병순, 2002, 사회적 상호작용을 강조한 과학 탐구실험 과정에서 학생-학생 상호작용 양상 분석. 한국과학교육학회지, 22(3), 660-670.

조현준, 2006, 델파이 기법을 통한 실험목적 설정과 교사와 학생들의 인식 비교. 한국교원대학교 석사학위 논문, 78 p.

최경희, 박종윤, 최병순, 남정희, 최경순, 이기순, 2004, 중학교 과학 수업에서 교사와 학생의 언어적 상호작용 분석. 한국과학교육학회지, 24(6), 1039-1048.

최옥자, 김효남, 백성혜, 2000, 초등학교 5학년 자연과 실험 수업에 대한 문화기술적 연구. 한국초등과학교육학회지, 18(2), 35-46.

Adsit, D.J. and London, M., 1997, Effects of hypothesis generation on hypothesis testing in rule discovery tasks. Journal of General Psychology, 124(1), 19-35.

Baird, J.R., 1990, Metacognition, purposeful inquiry and conceptual change. In Hegarty-Hazel, E. (eds.), The Student laboratory and the science curriculum. Routledge, London, 183-200.

Baird, J.R., 1998, A view of quality teaching. In Fraser, B.J. and Tobin, K.G. (eds.), International handbook of science education. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 153-168.

Barron, B.J.S., Schwartz, D.L., Vye, N.J., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L., and Bransford, D.J., 1998, Doing with understanding: Lessons from research on problem and project-based learning. The Journal of the Learning Science, 7, 271-311.

Bekalo, S. and Welford, G., 2000, Practical activity in Ethiopian secondary physical sciences: implications for policy and practice of the match between the intended and implemented curriculum. Research Papers in Education, 15 (2), 185-212.

Chang, H.P. and Lederman, N.G., 1994, The effect of levels of cooperation with physical science achievement. Journal of Research in Science Teaching, 32, 167-181.

Chin, C., 2003, Success with investigations. The Science Teacher, 70 (2), 34-40.

Chinn, C.A. and Malhotra, B.A., 2002, Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. Science Education, 86 (2), 175-218.

Clough, M.P. and Clark, R., 1994, Cookbooks and constructivism: A better approach to laboratory activities. The Science Teacher, 61 (2), 34-37.

Driver, R., 1995, Constructivist Approaches to science teaching. In Steffe, L.P. and Gale, J. (eds.), Constructivism in education. Lawrence Erlbaum Associates Inc., Hillsdale, NJ, 385-400.

Dunbar, K., 1999, Scientific thinking and its development. In Wilson, R. and Keil, F. (eds.), The MIT Encyclopedia of Cognitive Science. MIT press, Cambridge, MA, 730-733.

Gall, M.D., 1984, Syntheses of research on teacher's questioning. Educational Leadership, 42 (3), 40-47.

Garnett, P.J., Garnett, P.J., and Hacking, M.W., 1995, Refocusing the chemistry lab: a case for laboratory-based investigations. Australian Science Teachers Journal, 41, 26-32.

Gunstone, R.F., 1991, Reconstructing theory from Practical experience. In Woolnough, B.E. (ed.), Practical Science. Open University Press, Milton Keynes, 67-77.

Gupta, V., 2001, Aims of laboratory teaching. Centre for Development of Teaching and Learning, 4 (1), 1-3.

Harwood, W.S., Reiff, R., and Phillipson, T., 2002, Scientist' conceptions of scientific inquiry: Voices from the front. Proceedings of the Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science, 1-32.

Hodson, D., 1998, Is this really what scientists do? Seeking a more authentic science in and beyond the school laboratory. In Wellington, J.J. (eds.), Practical work in school science. Routledge, N.Y., 93-108.

Hofstein, A., 2004, The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation, and research. Chemistry Education: Research and Practice, 5 (3), 247-264.

Hofstein, A., Shore, R., and Kipnis, M., 2004, Providing high school chemistry students with opportunities to develop learning skills in an inquiry-type laboratory: A case study. International Journal of Science Education, 26, 47-62.

Johnstone, A.H. and Al-Shuaili, A., 2001, Learning in the laboratory: Some thoughts from the literature. University chemistry education, 5 (2), 42-51.

Keys, W.C., Hand, B., Vaughn, P., and Collins, S., 1999, Using the science writing heuristic as a tool for learning from laboratory investigations in secondary science. Journal of Research in Science Teaching, 36, 1065-1084.

Klahr, D. and Dunbar, K., 1988, Dual space search during scientific reasoning. Cognitive Science, 12, 1-48.

Lawson, A.E., 1995, Science teaching and the development of thinking. Wadsworth Publishing Company, Belmont, 624 p.

McComas, W.F., 1999, Research on curriculum, teaching, and learning: The laboratory environment: An ecological perspective. Science Education International, 8 (2), 12-16.

McComas, W.F. and Olson, J.K., 1998, The nature of science in international science education standard documents. In McComas, W.F. (ed.), The nature of science in science education: Rationales and strategies. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 41-52.

Millar, R., Le Maréchal, J.-F., and Tiberghien, A., 1998, A map of the variety of labwork. Working Paper 1 from the European project Labwork in Science Education (Targeted Socio-Economic Research Programme, Project PL 95-2005).

Mortimer, E. and Scoot, P., 2000, Analysing discourse in the science classroom. In Miller, R., Leach, J. and Osborne, J. (eds.), Improving science education: The contribution of research. Open University Press, Buckingham, 126-142.

Nattiv, A., 1994, Helping behaviors and math achievement gain of students using cooperative learning. The Elementary School Journal, 94 (3), 285-297.

National Research Council, 2000, Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning. National Academy Press. Washington, DC.

Roth, W.M. and Boutonne, S., 1999, One class, many world. International Journal of Science Education, 21 (1), 59-75.

Solomon, J., 1999, Envisionment in practical work: helping pupils to imagine concepts while carrying out experiments. In Leach, J. and Paulsen, A. (eds.), Practical work in school science. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 60-74.

Swain, J., Monk, M., and Johnson, S., 1999, A comparative study of attitudes to the aims of practical work in science education in Egypt, Korea and the UK. International Journal of Science Education, 21 (12), 1311-1324.

Tobin, K.G., 1990, Research on science laboratory activities: In pursuit of better questions and answers to improve learning. School Science and Mathematics, 90, 403-418.

Wellington, J.J., 1998, Practical work in school science: Time for re-appraisal. In Wellington, J.J. (ed.), Practical work in science education: Which way now? Routledge, London, 3-15.

Wilson, J.T., 1974, Processes of scientific inquiry: A model for teaching and learning. Science Education, 58 (1), 127-133.

2006년 6월 2일 접수
2006년 9월 21일 수정원고 접수
2006년 9월 29일 채택