

# 중학교 '일과 에너지' 단원 수업의 정성적 이해

- 구성주의적 관점에서의 고찰 -

윤혜경 · 박승재

(서울대학교)

(1995년 11월 29일 받음)

## I. 연구의 목표 및 필요성

교육 현상의 핵심은 학교 수업이라고 할 수 있다. 수업은 계획된 교육 활동이 일어나는 직접적인 장이기 때문이다. 따라서 수업의 실제에 대한 이해로부터 교육 여건을 개선하기 위한 의미있는 연구를 발전시켜 나갈 수 있다.

한국에서는 수업 연구의 수가 미미할 정도로 적었으며(이용숙, 1989) 기존의 과학교육 실태 조사 연구들은 학생수별 학급수, 실험실과 실험 기구 확보 현황 등 주로 정량적 측정이 용이한 외적 변인을 설문을 통해 조사하는 경우가 많았다. 이러한 정량적 연구들은 수업의 전반적인 상황과 환경에 대한 이해를 제공하는 데에는 부족하다.

학교의 정규 수업을 통하여 과학 학습과 지도가 어떻게 진행되고 있는가에 대해 수업 관찰과 면담으로부터 정보를 수집하고 이를 구성주의적 관점에서 고찰해 보고자 하는 것이 이 연구의 목표이다. 항목으로 구체화하면 다음과 같다.

- (1) 중학교 정규 과학 수업에서 교사는 어떠한 학습 경험을 제공하고 있는가?
- (2) 제공된 학습 경험에 대한 학생들의 반응은 어떠한가?
- (3) 관찰된 수업은 구성주의적 관점에서 고찰할 때 어떤 특징이 있는가?

## II. 이론적 논의

### 1) 정성적 수업 연구의 필요성

체계적 관찰(systematic observation) 방법을 사용하는 과정 - 산출 연구(process - product study) 계열의 수업 연구가 미국의 교육 연구에서 가장 큰 비중을 차지해 온 것(Shulman, 1986)과는 달리 한국 교육 연구에서는 수업 연구

의 숫자가 미미할 정도로 적었다(이용숙, 1989).

과정 - 산출 연구의 대표적인 예는 언어 상호작용 분석 방법을 사용한 플란더스(Flanders, 1965)의 연구라고 할 수 있다. 플란더스의 언어 상호작용 분석법은 학급의 언어들을 짧은 시간의 단위로 끊어 이미 부호화된 틀로써 관찰하기 때문에 말의 의미를 규정하는 상호작용의 상황적 맥락을 무시한다는 비판을 받기도 한다(서현자, 1990). 허운나 등(1982, 1983)은 플란더스의 분석적 방법보다 복잡하고 발전된 교사 - 학생 상호작용 분석 방법을 사용하여 45개 학급을 대상으로 수업 관찰을 실시한 바 있다. 여기서 사용된 수업 관찰 기록 도구로는 수업 단면 기록표와 5분 상호작용 기록표, 개인 활동 기록표 등이 있는데 수업 단면 기록표의 경우 한 수업 시간 중 5회에 걸쳐 학생들의 학습 활동을 구분하여 부호화하고 참여 학생과 참여하지 않은 학생 수 및 교사의 역할을 부호화하여 기록하는 것이다. 이러한 기록은 30초 이내에 이루어 지게 된다.

위와 같은 양적인 체계적 수업 관찰 방법은 정량적인 통계 분석이 용이한데 반해 수업의 흐름이나 맥락에 대한 이해를 제공하기에는 부족하며 이에 반해 정성적인 문화기술적(ethnographic) 수업 관찰 방법은 통계 분석에는 부적절하지만 수업 환경에 대한 깊이 있는 정보를 파악할 수 있는 장점이 있다. 즉 '체계적 관찰'과 같은 양적인 자료 수집 방법 대신 '서술적 관찰' 방법을 사용함으로써 수업의 흐름이나 맥락에 대한 이해를 높일 수 있다.

1970년대 이후 후주의 프레이저(Fraser, 1994)를 중심으로 활발히 연구되고 있는 과학 수업 환경에 대한 연구 분야에서도 질문지를 사용한 정량적 연구를 보완하기 위해 최근, 수업 관찰과 면담 등을 통한 정성적 연구가 선호되고 있다.

이러한 국제적 연구 동향과 한국 내의 과학교육 실태 조사 연구들이 주로 정량적 연구였음을 고려할 때 다양한 수준의 정성적 수업 연구가 필요하다고 하겠다.

## 2) 과학 교수 학습 준거로서의 구성주의

구성주의의 인식론적 입장은 '구성'이라는 말에 함축되어 있다. 즉 지식은 외부 세계에 대한 인간의 구성물이다. 구성주의에 대한 비판과 끊임없는 논쟁 속에서도 구성주의는 과학교육의 중요한 패러다임 역할을 하고 있으며 1970년대 이후 급증한 학생의 개념 연구와 개념 변화 모형들은 모두 구성주의에 근거하고 있다.

1970년대에 이르러 과학교육 분야에서 학생의 개념 연구가 활발해진 것은 결코 우연이 아니었다. 1960년대의 과학교육과정 개혁의 부분적인 성공에 대한 반성적 사고와 더불어 많은 분야(과학 철학, 인지 과학, 정보 처리 이론 등)에서 새로운 지식의 습득은 기존 개념의 영향을 받는다는 것을 밝혀 내게 되었기 때문이다(Duit & Treagust, 1995).

코번(Coburn, 1993)은 과학교육에서 구성주의 이론의 발달 과정을 다음과 같이 요약하고 있다.

초기의 구성주의 연구는 지식을 구성하는 주체로서의 '개인'에 중점을 두었으며 따라서 신피아제 학파로부터 분리되는 초기의 구성주의는 '개인적 구성주의'라고 할 수 있다. 개인적 구성주의 관점에서는 과학적 개념이 기존 개념보다 지적으로 이해할 만하고(intelligible), 그럴듯하며(plausible) 유용할(fruitful) 때 개념 변화가 일어난다(Posner et al., 1982). 그러나 학생들의 개념 변화에 대한 연구 결과 이러한 개념 변화 모형이 지나치게 합리적(rationalistic)이라는 비판이 제기되었으며 스트라이크와 포즈너(Strike & Posner, 1992)는 툴민(Toulmin)의 '개념 생태계' 개념을 사용해 그들의 개념 변화 모형을 좀 더 일반적인 것으로 수정하였다. 솔로몬(Solomon, 1987)은 지식 사회학으로부터 시사점을 얻어 학생들의 자연에 대한 개념 변화는 과학이 자랑하는 논리적 과정을 통해서가 아니라 다른 사람들과 관점과 의미를 교환할 수 있는 '상식'적 태도에 기초한다고 주장하였다. 상식과 사회적 상호작용을 학습의 중요한 요소로 규정한 것이 솔로몬의 연구가 개인적 구성주의와 어떻게 다른지 보여 주는 중요한 핵심이다. 솔로몬이 개념 변화의 상황으로 사회적 상호작용을 강조했다면 밀러(Millar, 1989)는 '상황'의 개념을 인식론적, 문화적인 것으로 확장시키고 있다고 할 수 있다(Coburn, 1993).

이렇듯 구성주의는 그 강조점에 따라 여러 가지 이름으로 불리운다(개인적 구성주의, 급진적 구성주의, 사회적 구성주의, 상황적 구성주의). 그러나 과학 지식과 학습에 대한

구성주의적 입장의 핵심은 다음과 같이 요약될 수 있다.

과학은 경험 세계를 구성하는 사건과 현상들에 대해 사회적으로 협상된 이해의 결과이며 학습은 이미 알고 있는 지식을 사용해 경험의 의미를 만들어 가는 사회적 과정이다. 지식은 개인적으로 구성되지만 사회적으로 매개된다. 우리가 전자(電子)를 입자로 또는 파동으로 취급하는 것처럼 지식을 개인적, 사회적 양측면으로 이해하는 것이 유용하며 이 둘을 분리하는 것은 바람직하지 않다(Tobin & Tippins, 1993).

토빈과 티핀스는 특정한 교수 방법들, 예를 들어 소집단 토론이 강의보다 더 구성주의적이라고 하는 것은 준거로서의 구성주의의 위력을 약화시키는 것이며 구성주의는 어떤 교육적 상황에서라도 어떻게 학습이 일어나고, 어떻게 개선될 수 있는지에 대해 준거로 사용될 수 있다고 주장하고 있다. 즉 구성주의는 지식(knowledge)과 앎(knowing)에 대한 일련의 믿음이라고 할 수 있으며 과학 학습과 지도에 유용한 준거가 될 수 있다.

## 3) 구성주의적 수업 환경

구성주의 철학을 학교 현장에서 실천하고자 하는 노력들이 계속되고 있다(Gallagher, 1993; Hand & Treagust, 1994; Taylor et al., 1996). 즉 교사 중심의 전통적인 교실 수업을 학생 중심의 구성주의적 학습 환경으로 개선하고자 하는 것이다.

테일러와 프레이저(Taylor & Fraser, 1991)는 교사나 연구자가 구성주의적 과학 학습 환경을 만들고자 할 때 학생들의 수업 환경에 대한 인식을 점검하기 위한 도구로 '구성주의적 학습 환경 검사지'(CLES: Constructivist Learning Environment Survey, 이하 CLES)를 개발하였다. 초기의 CLES는 4개의 범주로 구성되어 있었으나 이후 후속 연구를 통하여 5개 범주 35개 문항으로 수정되었다. 각 범주의 내용을 살펴보면 다음과 같다.

CLES의 이론적 틀은 급진적 구성주의(Ernst von Glaserfeld, 1990)와 비판 이론(Harbermas, 1978)의 주요 개념을 결합시킨 비판적 구성주의(critical constructivism)라고 할 수 있다. 비판 이론에서는 실천적 관심(practical interest)과 해방적 관심(emancipatory interest)의 균형을 강조하고 있는데 실천적 관심이란 열린 대화를 함으로써 서로를 존중하고 서로의 가치와 믿음을 증진시키는 것을 의미하며 해방적 관심이란 비판적 토의를 통해 객관주의의 영향을 알게 하고 구속 요건에 대해 비판적이 되게 하는 것을 의미한다(Taylor et al., 1994). 정성적 연구와 정량적 연구를 통하여 CLES는 구성주의적 학습 환경으로 변화를 시도

<표 1> CLES의 범주

CLES의 범주	내 용
개인적 연관 (Personal Relevance)	학습이 학생들의 일상 생활과 연관되는 정도 새로운 지식의 구성은 선개념의 영향을 매우 강하게 받는다. 학생들의 선개념은 대부분 일상 생활의 감각적, 언어적 경험에서 유래한다. 따라서 학생들의 일상 경험이 유의미한 학습 상황으로 사용되어야 한다.
비판적 분위기 (Critical Voice)	비판적 의견이 허용되는 정도 학생들이 교사의 교육 방법과 계획에 대해 질문하는 것이 허용되는 분위기가 형성되어야 한다.
학습 운영의 권리 공유 (Shared Control)	학습의 계획, 실행, 평가에 있어 학생들의 참여 학생들이 학습 활동을 계획, 운영, 평가하는 데 있어 능동적으로 참여해야 한다.
지식의 불확실성 (Uncertainty)	과학 지식의 잠정적 본성 과학이 이론존재적인 탐구로부터 시작되고 인간의 경험과 가치가 관계되며 변화해 가는, 사회문화적 산물이라는 것을 경험할 수 있는 기회가 학생들에게 주어져야 한다.
학생들간의 협의 (Student Negotiation)	다른 학생들과 새로운 개념의 생존력을 평가 학생들이 자신의 견해를 설명하고 다른 학생의 견해를 듣고, 비교하고, 평가하는 기회가 주어져야 한다. 즉 학생들이 여러가지 다른 개념의 생존력을 평가할 수 있는 기회가 주어져야 한다.

하는 교사와 연구자에게 학습 환경에 대한 정보를 제공하는 데 적절한 도구임이 밝혀 졌다(Taylor et al., 1994, 1995). 따라서 이 논문의 후반부에서는 CLES의 다섯 범주를 기준으로 관찰한 과학 수업의 특징을 고찰해 보고자 한다.

### III. 연구 내용 및 방법

중학교 정규 과학 수업의 특징을 수업 관찰과 면담을 통해 조사하였다.

수업 관찰은 서울 시내의 공립 남자 중학교 3학년 한 학급(54명)을 대상으로 하였다. 교사는 경력 6년인 남교사로 관찰 대상 학급의 담임을 맡고 있었다. 수업 관찰을 위해 사전에 교장 선생님 이하 다른 과학 선생님들께도 양해를 구했으며 정상적인 수업 활동에 영향을 미치지 않도록 주의했다. 관찰 학급 학생들에게도 사전에 양해를 구한 뒤 1995년 4월 6일부터 4월 14일 사이에 6시간에 해당하는 수업을 관찰했는데 비디오 녹화와 현장 기록의 방법을 사용하였다. 비디오로 녹화한 수업을 다시 원고 형태로 정리하여 분석하였다. 수업 내용은 위치에너지와 운동에너지, 역학적 에너지 보존에 관한 것이었다.

연구자는 교사와 학생들에게 연구의 목적과 비디오 촬영의 목적을 설명하고 평소와 마찬가지로 수업에 임해줄 것을 당부하였다. 교사와 학생들 모두 연구에 매우 호의적이었

으며 수업 분위기도 매우 자연스러웠다.

수업 관찰이 끝나고 1주일 후에 학생들과의 면담을 실시하였다. 면담 희망자 가운데 교사가 임의로 선정하였는데 전체 학교 성적을 기준으로 상, 중, 하위 수준 각각 3명씩을 대상으로 하였다. 면담 희망자가 너무 많아 교사가 선정하는데 어려움을 겪을 정도였다. 비구조화된 면담법을 사용하였으며 각 집단별로 약 30분 내지 40분간 면담한 내용은 모두 녹음되었다. 교사와도 역시 비구조화된 면담법을 사용하여 약 1시간 정도 진행하였다. 녹음된 면담 내용을 모두 원고 형태로 다시 기록하여 분석하였다.

학생과의 면담은 다음과 같은 질문을 연구자가 염두에 두고 자연스러운 대화 형식으로 진행하였다. 면담의 마지막 부분에서는 비디오로 녹화한 수업 장면을 소리없이 영상만 2분 내지 3분간 보여 주면서 수업 내용을 회상해 보도록 요청했다.

(1) 평소 과학 수업 시간에 대한 생각이나 느낌은 어떠한가?(예를들면 지루하다, 어렵다, 재미있다...)\*<sup>1)</sup>

(2) 숙제로 매시간 문제집을 풀어 와야 하는데 이러한 숙제가 과학 공부에 많이 도움이 되는가? 잘 모르는 문제는 어떻게 해결하는가?

1) \*표가 있는 질문에 대한 면담 내용은 이 논문의 결과 분석에 포함시키지 않았다.

(3) 학원에서 과학을 수강하는 학생은? 학원에서의 과학 수업과 학교에서의 과학 수업은 어떤 차이가 있는가?

(4) 과학 시험 공부는 어떻게 하는가?

(5) 지난 시간과 같은 실험 수업에 대해서는 어떻게 생각하는가? 가장 기억에 남는 실험은?

(6) 지난 시간과 같은 비디오 시청 수업에 대해서는 어떻게 생각하는가?

(7) 역학적 에너지 보존 법칙이 '항상' 성립한다고 믿는가?

(8)(비디오로 녹화한 수업 장면을 소리없이 보여 주면서) 수업 시간에 배웠던 내용을 설명할 수 있는가? 특별히 기억나는 사항은?

교사와의 면담도 비구조화된 방법으로 자연스럽게 대화를 이끌도록 노력하였다. 교사는 이 연구에 매우 호의적이었으며 자신의 견해를 설명하는데 적극적이었다. 질문 내용은 다음과 같았다.

(1) 평소 과학 수업을 하면서 어려운 점은?

(2) 특별히 위치에너지, 운동에너지, 역학적 에너지를 가르치는 데 어려웠던 점은?

(3) 숙제로 문제집 풀이를 내 주시는 이유는?

(4)(지난 시간과 같은) 실험 수업이 어떤 교육적 효과가 있다고 생각하는가?

(5)(지난 시간과 같은) 비디오 시청 수업은 어떤 교육적 효과가 있다고 생각하는가?

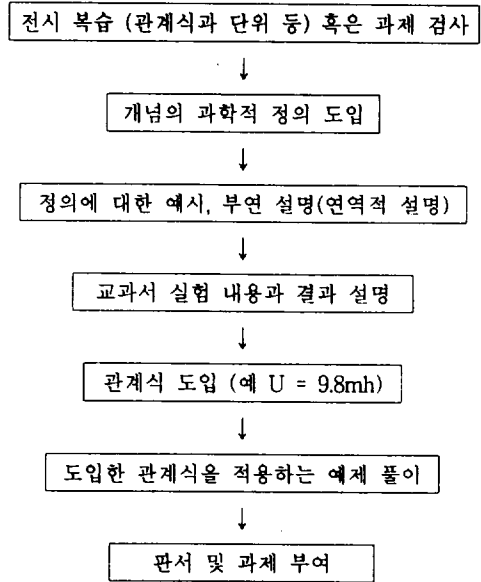
(6) 이상적인 과학 수업의 형태는?

#### IV. 연구 결과

##### 1) 수업 진행의 개요

관찰된 6시간 분량의 수업을 모두 원고 형태로 기록한 뒤 의미있게 구분된다고 생각하는 수업 장면으로 나누어 전체의 흐름을 파악하였다. 4시간의 교실 수업 중 3시간은 새로운 개념의 도입과 설명에, 1시간은 예제 풀이에 사용되었다. 이어서 과학실에서 비디오 테잎을 시청하는 수업이 1시간, 실험 수업이 1시간 실시되었다. 관찰 수업의 분석을 통해 다음과 같은 교실 수업의 흐름을 파악할 수 있었다.

교사는 과학적 개념을 학생들에게 이해시키기 위해 교실 수업 진행의 세번째 단계인 연역적 설명과 여섯번째의 예제 풀이 단계에 상대적으로 많은 시간과 노력을 할애하고 있는 것으로 관찰되었다. 위와 같이 진행된 3시간의 수업에 이어서 예제 풀이만을 위해 1시간이 진행되었다. 교사가 대표적인 예제를 풀어 주고 학생들이 풀어 온 문제집의 문제 중 어려운 것을 한두 문제 뽑아 전체 학생들에게 풀이 방법을 설명해 주었다.



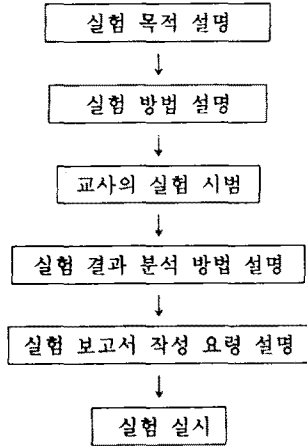
<그림 1> 교실 수업 진행의 개요

다섯번째 시간에는 과학실에서 비디오 테잎을 시청하는 수업이 진행되었다. 암막 장치가 있는 실험실에 비디오 모니터(25인치) 한대가 비치되어 있었다. 비디오 플레이어는 실험실에 있지 않고 교사들이 있는 과학부실에 있어 실험실에서 바로 조정하기 어려웠다. 비디오 시청 수업은 비디오 테잎의 내용에 대한 간단한 소개 후 계속해서 비디오를 시청하는 것이었다. 비디오 테잎은 일본에서 제작된 것으로 관성의 법칙, 등속도 운동, 등가속도 운동, 자유 낙하 운동, 운동량 보존의 법칙, 단진자 운동 등의 내용을 포함하고 있었으며 중학생의 수준에 비해 어려운 것이었다. 비디오 시청이 끝나고 남은 시간을 이용하여 교사는 에어트랙을 학생들에게 보여 주었는데 학생들이 매우 흥미있어 하면서 직접 다루어 보고자 쉬는 시간에도 약 20명 정도가 남아 있었다.

여섯번째 시간의 실험 수업은 교과서에 나와 있지 않은 것으로 교사가 고안한 것이었다. 역학적 에너지 보존을 확인하기 위한 낙하 운동의 기록 및 분석으로 다음과 같은 순서로 진행되었다.

시간 기록계가 사용되었는데 조(6명)마다 1개씩 배부되었으며 그 중에는 작동되지 않는 것도 있었다. 실험을 하는 동안은 매우 소란하여 옆사람의 말을 알아 듣기 어려울 정도였으며 서로 때리고 물건을 던지고 뛰어 다니는 학생들도 있었다. 교사는 학생들 사이를 돌아다니며 학생들의 질문에

답하거나 학생들의 활동을 지켜 보았다. 실험이 시작되고 나서 교사가 학생들의 활동을 통제하는 것이 어려워 보였으며 시간이 지날수록 점점 산만하고 소란스러웠다.



<그림 2> 실험 수업 진행의 개요

2) 교사의 교육적 의도와 학생들의 반응 비교

학생 면담과 교사 면담을 통하여 수업 시간 중의 특징적인 활동(문제집 풀이 숙제, 비디오 시청, 실험 수업)에 대한 교사의 의도와 학생들의 반응을 비교하며 해석하였다(<표 2>, <표 3>, <표 4>). 면담 내용의 예시는 교사와 학생의 말을 수정하지 않고 그대로 인용한 것이다.

<표 2>는 문제집 풀이 숙제에 대한 면담 내용 중 일부이다. 교사는 숙제로 매시간 배운 내용에 해당하는 문제집의 문제(20 - 30문제)를 풀어오도록 지시했는데 문제집의 종류는 학생들이다 자유롭게 선택하도록 하였다. 문제집 풀이 숙제에 대한 면담 결과 문제집이 주요 교수 - 학습 자료로 이용되고 있음을 확인할 수 있었다. 또 학생들의 과학 학습 방법이 주로 문제집을 푸는 것이었기 때문에 학생들은 문제집 풀이 숙제에 대해 불만을 느끼지 않았다. 하위권 학생들은 문제집을 푸는 것이 어려우나 상급 학교 진학을 위해 달리 학습 방법이 없음을 말하였다. 교사는 문제집이 정량적인 문제에 편향되어 있어 바람직하지 않지만 적절한 학습 자료가 없어 편의상 사용하고 있다고 하였다. 상, 중위권 학생들의 시험 공부 방법은 주로 문제집을 푸는 것이었고 하위권 학생들은 문제집에 있는 요점정리만 본다고 했다. 상위권 학생들의 경우 2종류 이상의 문제집을 풀고 있는 것으로 나타났다. 이렇듯 학생들의 학습 방법이 문제집 중심의

정량적 문제 풀이에 편향되어 있음은 설문을 이용한 다른 조사 연구 결과에서도 보여지고 있는데 박승재 등(1988)의 실태 조사 연구에 의하면 학생용 참고서가 학생들의 과학 학습에 특히 창의력에 또는 탐구 능력 배양에 도움이 된다고 생각하는가에 대해 조사 대상 교사의 31%가 오히려 역효과를 가져다 준다고 생각하고 있었다. 그러나 학생용 과학 참고서나 문제집이 과학교육에 유용하다고 생각하는 고등학교 교사는 91%나 되었으며 학생에게 이를 권장하는 교사도 54%나 되었다. 참고서를 교과서와 비슷하게 여기거나 보다 중요하게 생각하는 학생은 국민학생은 조사 대상의 78%, 중학생은 68%, 고등학생은 78%였다.

<표 3>은 비디오 시청 수업에 대한 면담 내용 중 일부이다. 비디오 시청(약 35분)은 과학 학습에 도움을 준다기 보다는 교사, 학생 모두에게 이룬 중심의 교실 수업에 대한 휴식의 역할을 하고 있었다. 학생들은 모두 비디오 시청 수업이 과학 공부에 별로 도움이 되지 않음을 말하였다.

<표 4>는 실험 수업에 대한 면담 내용 중 일부이다. 자세히 안내된 확인 실험이 실시되었는데 교사는 실험 수업을 통하여 상위권 학생들이 실제 현상의 복잡성을 알 수 있을 것으로 기대했지만 실제로 상위권 학생들에게 있어 실험 수업은 과학 지식을 오래 기억하기 위한 수단의 하나로 인식되었다. 상위권 학생들이 실험 수업에 부정적인 반응을 보인 반면 중위권 학생들은 긍정적인 반응을 보였으며 하위권 학생들은 결과 계산이나 보고서 작성에 어려움이 있음을 말하였다. 교사는 많은 학생 수 때문에 짧은 시간에 결과를 분명하게 보일 수 있는 실험을 선호했으며 학생들은 모두 기억에 남는 실험으로 조개 해부나 붕어 혈액 관찰과 같은 생물 실험만을 언급하였다.

3) 구성주의적 관점에서의 고찰

테일러 등(Taylor et al., 1995)에 의해 개발된 CLES의 5가지 범주를 구성주의적 학습 환경의 중요한 특징으로 보고 수업 관찰과 면담을 통해 알아본 중학교 과학 수업의 특징을 구성주의적 관점에서 고찰하였다.

원고 형태로 정리한 수업 내용을 교사의 설명 내용, 학생들의 활동 장면에 따라 몇개의 수업 장면으로 구분한 뒤 각 수업 장면의 내용을 요약하면서 CLES의 각 범주와 긍정적으로 혹은 부정적으로 관련되는 수업 장면에 표시를 하고 다시 같은 범주에 속하는 수업 장면을 모아 종합적으로 고찰하였으며 면담 내용도 단락을 나눈 뒤 같은 방법으로 고찰하였다. CLES의 각 범주와 관련 지은 연구자의 일차 해석을 바탕으로 수업 내용과 면담 내용을 다시 검토하여 그 내용을 요약하였다.

<표 2> 문제집 풀이 숙제에 대한 교사의 의도와 학생들의 반응

의도와 반응	구체적 언급의 예
교사의 의도	일 'W=FS'를 모르면 결국 위치에너지와 운동에너지를 모르게 되고 그러면... 계속 단계적으로 올라가니까... 흥미는 자발적으로 생기기도 하지만 아는 데서 유발되기도 하기 때문에 문제를 풀어 지식을 알게 하고 흥미를 유지시키도록 하는 것이예요... 부수적으로 시험(고등학교 입학 시험)을 보아야 하니까... 참고서가 과학교육을 많이 예곡시키고 있지. 과학을 수학적으로 풀게 편향되어 있다고 할 수 있다... 단지 편의상 문제집을 쓸 뿐이지.
상위권 학생들의 반응	문제집을 푸는 것이 도움이 되요. 잘하는 애들은 학교에서 대충 푸는데 모르는 애들한테는 도움이 되고 괜찮을 거예요. 가끔 물어 보기도 하고 그래요... 정 안나오면 답을 봐요. 뒤에 있는 설명을 보면 이해가 가요.... 1, 2학년 때도 2권씩 풀었어요... 시험공부 할 때는 문제집만 해요. 자습서의 문제도 풀고 문제집에 있는 문제 다시 풀고...
중위권 학생들의 반응	문제집을 과제로 하는 것이 공부에 도움이 되요. 모를 때는 앞의 요약 같은 것을 보고 거기 없으면 뒤의 답을 보고... 문제 푸는 것이 지겨운 과목도 있지만 물상은 그래도 괜찮아요. 시험볼 때는 주로 문제집을 제일 많이 봐요.
하위권 학생들의 반응	지겹지만 그래도 풀어야죠, 야간 가기 싫으니깐... 숙제 안해와서 친구꺼 베낄 때 지겨워요.... 조금 풀다가 뒤의 답보고 적당히 맞춰요... 시험볼 때는 문제 안 풀고요, 요점 정리만 봐요.

<표 3> 비디오 시청 수업에 대한 교사의 의도와 학생들의

의도와 반응	구체적 언급의 예
교사의 의도	학생들에게 휴식을 주는 의미가 커요. 비디오를 보면서 과학의 딱딱함을 벗어나서.... 몇몇 학생은 지금 배우는 것과 이것이 이렇게 연관되는구나 하는 것을 기억할 수 있을 거예요....비디오 자료가 많기는 한데 활용하기 쉬운 형태로 모여 있지 않은 것 같아요...
상위권 학생들의 반응	교실 수업이 그래도 더 나아요. 생물에 관한 걸 보면 좋은데 물상은 별로... 애들이 떠들고.... 가끔 보는 것은 좋아요... 비디오에서 교과서의 글 읽는 것처럼 읽는 것 같아요.
중위권 학생들의 반응	보는 것만으로는 별로 도움이 안 되는 것 같아요...잘 모르겠어요.
하위권 학생들의 반응	보는게 편해요. 비디오로 보고 듣기만 하니깐 편해요. 졸립고, 지루하고.. 공부하는데 도움은 안되지만 한시간 때울 수 있으니깐 좋아요.

<표 4> 실험 수업에 대한 교사의 의도와 학생들의 반응

의도와 반응	구체적 언급의 예
교사의 의도	잘하는 애들만 효과가 있다고 생각되요. 못하는 애들은 실험에 참여를 안하고, 못하고... 보고서도 베껴 내고... 반에서 중간 이하의 애들에게는 장난하는 시간이 될 거고 잘하는 애들한테는 실제 상황의 복잡성이라든가 오차라든가...많은 걸 줄 수 있을 것 같아요. 실험이 짧은 시간에 딱 떨어지는 거였으면 ... 효과가 확실한거, 정확한 거...학생수가 많기 때문에 그런 실험만 골라서 해요.
상위권 학생들의 반응	실험을 하면 산만하다는 생각이 들어요. 별로 신기하지 않았어요. 별로 할 필요 없다고 생각되요. 하자니까 하지... 이론만으로 충분해요... 그래도 아는 거라도 자주 확인하고 그래야 이해가 오래 가니까 자주 하는 게 좋을 것 같아요.
중위권 학생들의 반응	다른 과목과 달리 실험을 하는 것이 재미있어요. 교실에서 선생님이 설명할 때는 이해가 잘 안될 때도 있는데 실험을 하면 이해가 잘 되요.
하위권 학생들의 반응	새로운 기구 만지는게 재미있어요. 교실 수업이 나온 것 같아요. 잘 알지도 못하고요, 계산하기 복잡하고요, 오차 생겨서 실험보고서 점수도 안좋고. . .

'개인적 연관'은 학생들의 일상 생활에서의 경험, 지식이 교수 - 학습의 유의미한 상황으로 사용되는가 하는 문제이다. 관련 수업 장면의 내용은 다음과 같다.

• 교사는 도입 부분에서 '에너지'의 일상적 의미와 과학적 의미가 다르다는 것을 언급하였으나 어떻게 다른지에 대한 충분한 설명이나 논의없이 과학적 정의로부터 설명을 시작하였다.

"...일이란 것도 친근하게 사용하는 용어이지만 과학적으로 따져 보면 복잡하고, 에너지도 마찬가지로... 일상적으로 쓰는 것과 과학적으로 쓰는 것은 약간 차이가 있죠. 에너지란, 에너지의 정의는 일을 할 수 있는 능력"(에너지의 정의를 판서)

• 과학 개념의 설명을 위해 사용된 상황은 주로 교과서의 실험 상황이었다. 즉 추나 수레, 시간기록계 등이 운동에너지와 위치에너지를 설명하기 위해 가장 많이 등장하였다. 롤러코스터나 야구공 등을 예로 언급하기도 했으나 이것은 교사의 설명 중 매우 부분적으로 등장하였다.

"선생님의 사인이 들어가 있는 야구공이 질량이 400g일 때 운동에너지가 100J이라면 야구공의 속력은?"

"서울랜드에 있는 거 이름이 뭐지?... 롤러코스터라고 불러요. 체인에 의해 올라간 다음에 아무런 힘도 작용하지 않지요. 그냥 떨어져 내려 오죠. 여기서 위치에너지가 즉 내려오면서?(학생들 "운동") 다시 올라가면서?(학생들 "위치").. 우리가 흔히 타는 이 롤러코스터도 위치에너지와 운동에너지가 전환되고 있는 예죠."

• 자동차의 정지거리와 속력의 관계가 정량적 문제 풀이 과정 중에 언급되었다.

"현재 50km/h로 달리다가 브레이크를 확 잡았다. 즉 미끄러지죠... 20m라고 하자. 모든 것이 같은 조건에서 같은 자동차, 같은 도로에서 100km/h로 달리다가 꼭 밟았다. 어느 정도까지 밀려가겠는가? 우리는 비례 관계에 익숙해서 속력이 2배이면 거리도 2배라고 하기 쉬운데 속력이 2배가 되면 에너지는 몇배?..."

교사는 일상 생활의 상황을 수업에 도입하려는 의도를 가지고 있는 것으로 보이나 주요 수업 상황으로는 전개하지 못하였다. 즉 학생들의 일상 생활에서의 경험이 학습의 주요 상황으로 전개되지 못하고 대개 과학적 정의로부터 시작하여 교과서의 실험 상황을 이용한 연역적 설명이 주를 이루었다.

'비판적 분위기'는 학생들이 교사의 교육 계획과 교수 방법

등에 대해 질문, 비판하는 것이 허용되는 분위기인가 하는 문제이다. 관련 수업 장면과 면담 내용은 다음과 같이 요약할 수 있다.

• 교사는 매시간 차시 예고를 하였으며 간혹 학생들이 차시 내용에 대해서 질문하기도 하였으나 수업 준비물을 알아 보기 위한 것이었다.

• 학생들은 교사의 교수 방법에 대해 직접적으로 불만을 표현하지는 않았지만 면담시 상위권 학생들은 이론 중심의 교실 수업을, 중위권 학생들은 실험 수업을 선호하였으며 하위권 학생들은 문제 풀이와 실험 수업에 어려움이 있음을 말하였다.

• 교사는 실험 수업이 특히 상위권 학생들에게 도움이 될 것이라고 생각하였으나 면담시 상위권 학생들은 실험 수업에 대해 부정적인 반응을 보였다.

수업 시간 중 학생들이 교사의 교육 계획이나 교수 방법에 대해 질문하거나 비판하는 일은 없었으며 면담을 통해 나타난 것과 같이 학생들은 수업 방식에 대해 그들 나름의 선호도가 달랐으나 이러한 학생들의 생각은 교사에게 전달되지 않고 있었다.

'학습 운영의 권리 공유'는 학생들이 능동적으로 교사와 함께 학습 활동을 계획, 운영하고 평가 기준을 조정하는가 하는 문제이다.

• 과제의 양과 내용, 실험 수업의 계획과 준비, 실험 보고서 평가 및 간단한 지필 평가 등 수업 시간에 이루어지는 모든 활동이 교사의 계획과 준비에 의해 이루어 졌다.

"다음 시간에는 간단히 시험을 볼 테니까 준비하도록"

"... 실험 소감을 뒷면에 꼭 채워.(학생들 "와... 국어 시간이야?") 어떤 내용으로 채울 거냐 하면 실험하면서 알게된 거, 어려운 거, ..... 늦게 내는 사람은 감점을 주겠어요."

면담을 통해 학생들이 이와 같은 교사 중심의 수동적 수업 환경에 매우 익숙해 있으며 이것을 편안하게 느끼고 있는 것을 확인할 수 있었다.

'지식의 불확실성'은 학생들이 과학이 이론의존적인 활동이며 사회문화적 산물이라는 것을 경험할 수 있는 기회가 있는가 하는 문제이다. 관련 수업 장면과 면담 내용의 예는 다음과 같다.

• 과학적 지식이 정확한 실험을 통해 얻어지는 것으로 설명되었다.

관계식( $U = 9.8mh, K = 1/2 mv^2$ )을 위한 교사의 설명은 다음과 같은 단계로 진행되었다.

'직관적, 경험적으로 미루어 보아서 위치에너지

의 크기는 질량, 높이와 관계있을 것이다. → 정확한 변인들간의 관계는 정확한 실험을 통해 알 수 있다. → 교과서의 실험 내용과 결과를 살펴 보자. → 이러한 실험을 통해 정확하게 측정할 결과  $E = 9.8mh$ 라는 관계식을 얻었다. 그러나 우리가 실험하면 정확하게 나오지 않는다. '(학생들은 '우리가 실험하면 정확하게 나오지 않는다'는 교사의 언급에 대해 아무런 의의를 제기하지 않았다)

"이 실험(추의 자유낙하 실험)을 정확하게 해 본 결과 결론적으로 역학적 에너지의 크기는 어떤 점에서나 일정하다는 것을 알아냈다 이거죠. 단 공기 저항이 없을 때 성립해요."

• 학생들은 역학적 에너지 보존 법칙을 무비판적으로 수용하고 있었으며, 즉 '항상' 성립한다는 것을 당연하게 받아들이고 있었으며 과학적 지식이 절대적이라는 믿음을 보이면서 그 근거로 실험을 언급하였다.

"확실해요. 저는 중1때 과학부에서 실험을 했는데 그때 해 보니까.... 그래프로도 해석해 보고...."

"맞는거 같아요. 실험해 봤거든요. 추를 떨어뜨리면 운동에너지가 증가해요. 저번 실험을 통해 알았어요."

"역학적 에너지 보존이요? 마찰이 없을때 성립하잖아요. 마찰이 없을때 실험을 어떻게 할까 궁금했는데 선생님이 보여 주신 실험 기구(에어트랙)를 보니까 이해가 갔어요."

교사와 학생들 모두 과학 지식이 정확한 실험에 근거한다고 생각하고 있었다. 이것은 과학 지식에 대해 경험주의적, 객관주의적 견해가 매우 견고하게 자리잡고 있음을 의미한다.

'학생들간의 협의'는 학생들이 자신의 견해를 보이고 다른 학생의 견해를 듣고, 비교하고, 평가하는 기회가 주어지는가 하는 문제이다. 관련 수업 장면은 다음과 같다.

• 교사는 문제 풀이 과정 중에 학생들이 서로 모르는 것을 질문하고 돕도록 격려했다.

"...문제집 풀다가 모르는 것이 있으면 친구에게 물어 보도록, 베끼지 말고."

• 학생들이 자신의 견해를 발표할 수 있는 시간은 극히 제한되었으며 대부분 교사와 학생의 상호작용의 형태는 단답형의 교사의 질문에 학생들이 함께 답하는 것이었다.

• 실험 수업은 학생들간의 협동이나 토론을 촉진시키는 데 효과적이지 못한 것으로 관찰되었다.

문제 풀이 과정 중에 서로 질문하도록 격려했던 것은 옳은 답을 찾기 위한 협동 학습이라고 볼 수 있으며 학생들이 자

신의 개념과 다른 사람의 개념을 비교, 평가하고 사회적으로 합의를 해가는 과정이라고 하기 어렵다. 많은 학생수와 교사 중심의 수업 방식은 학생들간의 협의 과정을 거처기 어렵도록 하고 있었다.

## V. 요약 및 결론

중학교에서 정규 과학 수업을 통하여 교수 학습 활동이 어떻게 이루어지고 있는가를 조사하고 이를 구성주의적 관점에서 고찰하기 위하여 남자 공립 학교 3학년 1개 학급을 대상으로 6시간의 수업 관찰과 교사 면담 및 학생 면담을 실시하였다. 수업 관찰시에는 비디오 녹화와 현장 기록의 방법을 사용하였으며 비구조화된 면담법을 사용하였다. 비디오로 녹화한 수업과 녹음된 면담 내용은 다시 원고 형태로 정리하여 분석하였다.

과학적 정의로부터 시작하는 연역적 설명과 관계식을 적용하는 정량적 예제 풀이가 교실 수업의 주요 특징이었으며 교사와 학생들은 교수 학습의 자료로 교과서보다는 문제집을 선호하고 있었다. 시청각 매체(비디오)는 교사나 학생 모두에게 있어 이른 중심의 교실 수업에 휴식을 주는 역할을 하고 있었으며 자세히 안내된 실험 수업에 대한 교사의 교육적 기대와 학생들의 반응은 일치하지 않았다.

CLES의 범주를 기준으로 하여 관찰한 과학 수업의 특징을 구성주의적 관점에서 고찰한 결과 구성주의적 수업 환경의 특징을 찾아보기가 어려웠다. 비록 교사는 의도를 가지고 있는듯이 보였으나 학생들의 일상 경험은 학습의 주요 상황으로 전개되지 못하고 있었으며 학생들은 매우 수동적인 수업 환경에 익숙해 있어 직접적으로 수업에 대한 비판적 의견을 말한대거나 수업 활동을 계획, 운영, 평가 하는데 참여하지 못하고 있었다. 또한 과학 지식에 대한 경험주의적, 객관주의적 견해가 교사와 학생들 모두에게 견고하게 자리잡고 있었으며 옳은 답을 찾기 위한 협동 학습은 보였으나 학생들이 서로의 생각을 비교, 평가하는 사회적 협의 과정은 관찰되지 않았다.

결론적으로 관찰된 과학 수업은 교사 중심의 수동적 수업 환경의 단면을 보여 주고 있었다.

이 연구는 중학교 정규 과학 수업의 특징을 구성주의적 관점에서 고찰해 보려는 정성적이고 탐색적인 연구로서 관찰 수업이 중학교 과학 수업을 대표한다고 보기 어렵지만 국가 교육과정과 교과서가 큰 영향을 미치고 있는 사실을 감안하면 비록 관찰 대상이 한 학급에 지나지 않지만 중학교 과학 수업의 중요한 단면을 보여 주고 있다고 할 수 있다.

다양한 수준의 수업 관찰 연구가 필요하며 구성주의적



수업 환경에 대한 심층적인 이론적 논의와 더불어 교사 중심의 전통적 수업 환경에서 학생 중심의 구성주의적 학습 환경으로 변화를 위한 현장 연구들이 진행되어야 할 것이다.

### 참 고 문 헌

- 박승재, 김광명, 김영수, 김창식, 송형호, 이화국, 차재선, 하병권(1988). 한국 과학교육의 실태 분석과 진흥방향 및 점진체제 확립 연구(종합보고서)
- 서현자(1990). 학습 환경의 지각 변인 및 작용 변인과 학생의 학업 성적 및 자아 개념관의 관계, 서울대학교 대학원 교육학과 석사학위논문
- 이용숙(1989). 문화 기술적 수업 연구 방법. 한국교육 제16권 제1호
- 허운나 외 3인(1982). IEA 학급 환경 연구(I), 한국교육개발원
- 허운나 외 2인(1983). IEA 학급 환경 연구(II), 한국교육개발원
- Cobern, W. W.(1993). Contextual Constructivism : The impact of culture on the learning and teaching science. In Kenneth Tobin(Eds.), *The Practice of Constructivism in Science Education*, Broadway : Lawrence Erlbaum Associates, 52-66.
- Duit, R. & Treagust, D.(1995). Students' Conceptions and Constructivist Teaching Approach. In Fraser, B. J. & Walberg, H. J.(Eds.), *Improving Science Education : International Perspectives*, University of Chicago Press, 46-69.
- Flanders, N.(1965). *Teacher influence, pupil attitudes, and achievement*. Washington, D.C. : U.S. Department of Health, Education and Welfare.
- Fraser, B. J.(1994). Research on Classroom and School Climate. In Gabel, D. L.(Eds.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, New York : Macmillan Publishing Company, 493-541.
- Gallagher, J. J.(1993). Secondary Science Teachers and Constructivist Practice. In Kenneth Tobin(Eds.), *The Practice of Constructivism in Science Education*, Broadway : Lawrence Erlbaum Associates, 181-191.
- Hand, B. & Treagust, D.(1994). Teachers' Thought about changing to Constructivist Teaching/Learning Approaches within Junior Secondary Science Classroom. *Journal of Education for Teaching*, 20(1), 97-112.
- Harbermas, J.(1978). *Legitimation crisis*. T. McCarthy(trans.), Boston : Beacon Press.
- Millar, R.(1989). *Doing Science : Images of Science in Science Education*. Philadelphia : Falmer Press.
- Posner, G. J., Hewson, P. W. & Gerzog, W. A.(1982). Accommodation of Scientific Conception : Towards a Theory of Conceptual Change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Shulman, L. S.(1986). Paradigms and Research Program in the Study of Teaching : A Contemporary Perspective. In M. C. Witrock(Eds.), *Handbook of Research on Teaching*, third edition, New York : Macmillan Publishing Company, 3-36.
- Solomon, J.(1987). Social influences on the Construction of Pupil's Understanding of Science. *Studies in Science Education*, 14, 63-82.
- Strike, K. A. & Posner, G. J.(1992). A Revisionist Theory of Conceptual Change. In Richard, A. Duschl & Richard J. Hamilton(Eds.), *Philosophy of Science, Cognitive Psychology and Educational Theory and Practise*, State University of New York Press, 147-176.
- Taylor, P. C. & Fraser, B. J.(1991). CLES : An Instrument for assessing constructivist learning environments. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Fontana, WI.
- Taylor, P. C., Fraser, B. J. & White, R. L.(1994). A Classroom Environment Questionnaire for Science Educators interested in The Constructivist Reform of School Science. Paper presented at annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Anaheim, CA.
- Taylor, P. C., Dawson, V. & Fraser, B. J.(1995). Classroom Learning Environments Under Transformation : A Constructivist Perspective. Paper presented at annual meeting of the American Educational Research Association, San Fransisco.
- Tobin, K. & Tippins, D.(1993). Constructivism as a Referent for Teaching and Learning. In Kenneth Tobin(Eds.), *The Practice of Constructivism in*

*Science Education*, Broadway : Lawrence Erlbaum Associates, 1-21.  
von Glaserfeld, E.(1990). An exposition of constructivism: Why some like it radical. In R. B. Davis, C. A.

Maher & N. Noddings(Eds.), Constructivist views on the teaching and learning of mathematics. *Journal of Research in Mathematics Education*, Monographs 4, 19-29.

(ABSTRACT)

## A Qualitative Understanding of 'Work and Energy' Unit Lessons in a Middle School: an Investigation from a Constructivist Perspective

Hye-Gyoung Yoon · Sung-Jae Pak  
(Seoul National University)

In Korea, previous survey in science education mainly dealt with quantitative variables. Qualitative ethnographic observation can bring deeper understanding of the context of school lesson and its feature. The purpose of this study was to develop qualitative understanding about the learning experiences provided in middle school and students' responses to them through observation and interview and to investigate it from a constructivist perspective. Six lessons of the 9th grade were observed and recorded on the video tape. The topics of the lessons were potential energy, kinetic energy and conservation of mechanical energy. We had also unstructured interview with the teacher and three groups of students.

The teacher's deductive explanation starting from scientific definition and quantitative problem solving using formula were the main features of the classroom lectures. The video - watching lesson was taking the role of a break rather than being seen as a useful tool for science learning and teaching by both students and the teacher. The teacher's perception about the lab experiment was not supported by the responses from the students. The teacher and students preferred problem-book to textbook for their teaching and learning.

From a constructivist's perspective, however the teacher seemed to have intention of introducing daily life context, he couldn't unfold it to main context of the lessons. Students were so accustomed to passive learning that they did not express directly their complaint about their learning and did not participate in planning and controlling their learning. The teacher and the students believed the scientific knowledge came from an exact experiment. There was a cooperation to seek right answer rather than a social process of making sense of knowledge.

In conclusion, the observed science lessons of a middle school showed typical cross section of teacher - centered, passive learning environment, which is far from constructivist perspective.