

불일치 상황에서 나타나는 초등학생들의 관찰 유형과 학습자의 과학의 관점이 관찰 활동에 미치는 효과 분석

조현국 · 송진웅
(서울대학교)

The Observation Type of Primary Students and the Effect of Their Views of Science on Observation Activity in Anomalous Situation

Jho, Hunkoog · Song, Jinwoong
(Seoul National University)

ABSTRACT

The purpose of this study is to identify how primary students make decision in an anomalous situation of discrepancy between the observation result and their prior knowledge and what is the relationship between their decision and views on science. In this study, the researchers have observed a science class of fifth graders for two months and collected qualitative data such as field note, audio transcript, video-recording, photo and interviews. It is shown that participants experienced three types of subjective observation as listed: expectation-related, theory-dependent and dilemmatic observation. The questionnaire of the students to the views on science reveals that most of them thought highly of empiricism and utility of science. With this result, it is found that they took into account the limitation and provision of experiments while making judgment in an anomalous situation. That is to say, their assessment of experiments and observation is crucial in judgment in the situation that their observation is incompatible with their prior knowledge. The researchers conclude that their views on science may influence their observation and suggest the ways to promote students' ability linked to observation.

Key words : observation, anomalous situation, view on science, experiment, prior knowledge, nature of science

I. 서 론

우리나라 교육과정에 따르면 초등학교 과학 수업은 자연에 대한 관찰과 경험을 통하여 자연 현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고, 과학의 지식체계를 이해하며, 탐구 방법을 습득하는 것을 추구하고 있다(교육인적자원부, 2007). 초등학교에서의 과학 활동들은 현상을 눈과 귀로 보고 듣고, 간단한 실험 기구 조작을 통해 변화를 관찰하는 행동들이 중심이 된다. 이는 과학에서 중요한 요소 중 하나인 관찰에 대한 학습으로 과학적 탐구 능력 신장이라는 측면에서도 매우 중요하다(교육인적자

원, 2007; 박종원과 김익균, 1999; 변정호 등, 2009; Chinn & Brewer, 1993; Driver, *et al.*, 1996; Hanson, 1972). 특히 학생의 과학적 탐구 능력들은 반드시 연령에 따라 증가하는 것이 아니기 때문에 개별 학생이 가진 능력을 진단하고 그에 맞는 교수 전략이 수립되어야 한다(송관섭과 한광래, 1995; 이해원 등, 2005; 한광래, 2003).

관찰은 오늘날 강조되는 과학의 본성의 관점에서 중요하다. 관찰은 과학 탐구의 본질적 활동으로 과학의 목적이나 지식의 구성 과정과 매우 밀접하게 관련되어 있다(Adam, 2004; Brown, 1993; McComas, *et al.*, 1998). 지식의 구성 과정이나 관찰의 이론의

존성은 기존의 과학의 본성 연구에서 중요한 요소 중 하나이다.

국내에서 많은 연구자들이 초등학생들의 관찰을 대상으로 하는 여러 연구들을 수행하였다. 박종원과 김익균(1999)은 관찰의 네 가지 유형으로 초보적 관찰, 해석적 관찰, 간섭적 관찰, 조작적 관찰로 구분하며, 관찰에 선지식이나 개인적인 호기심 등이 개입됨을 보여주었다. 여러 연구자들은 초등학생들이 주로 시각과 촉각에 의존하며(한광래, 2003), 예상과 가설, 관찰 등을 잘 구분하지 못하고(이혜원 등, 2005) 선개념 또는 예측에 따라 다르게 보고하기도 한다(강석진 등, 2002; 김정길과 김해경, 1991; 한광래, 2003)는 것을 보여주었다. 나아가 학생들의 관찰활동은 교사의 의도에 크게 영향을 받는다(신동훈 등, 2006). 관찰 형태의 변화에 있어서도 관찰 활동은 정성적 관찰에서 정량적 관찰로, 전체 관찰에서 부분 관찰, 무비교 관찰에서 비교 관찰로 진행되기도 한다(박명희 등, 2005). 따라서 개인의 해석이나 경험에 따라 다양한 형태의 관찰 활동으로 분화될 수 있다.

앞서 언급된 개인의 지식이나 이론에 의존한 관찰 활동은 기존 연구 및 선지식을 통해 예측되는 결과와 실제 학생들이 관찰하는 현상 간의 불일치(이하 불일치)에서 일어나는 경우가 많다. 강석진 등(2002)은 Chinn & Brewer(1993)에 의해 제안된 관찰 유형을 양초 연소와 관련된 사례를 통해 학생들이 예측과 맞지 않는 현상들을 거부하거나, 배척, 재해석함을 확인하였다. 특히 불일치 사례들은 정량적 측정보다 정성적 측정 상황에서 두드러진다(김지나와 권재술, 2005). 요컨대, 학생들의 관찰 활동에 영향을 주는 요소로 선수 학습이나 선개념(노태희 등, 2008; 한광래, 2003), 일상의 경험(고한중 등, 2005; 이혜원 등, 2005), 관찰자의 의도나 기대(박종원과 김익균, 1999) 등이 추정된다. 이에 본 연구는 초등학교 과학 수업 시간에 발생하는 불일치 사례가 무엇인지 조사하고, 불일치 사례에 대한 선택 과정을 과학에 대한 관점을 중심으로 분석하고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상 및 절차

본 연구는 서울시내 초등학교 5학년 1개 학급의 과학 수업을 약 8주간 참여 관찰(participant observa-

tion)한 결과를 토대로 수행되었다. 연구 참여자의 인권 보호를 위해 본 논문에서는 학생들의 이름 대신 가명을 사용하였으며, 신원이 드러나지 않도록 사진들은 모자이크로 처리하였다. 분석 대상의 수업 주제와 내용은 표 1과 같다.

과학 수업은 20대 후반의 교직 경력 4년의 담임 여교사에 의해 이루어졌다. 관찰 대상 학급은 총 32명으로 19명의 남학생과 13명의 여학생으로 구성되었다. 해당 학급은 5~6 명이 하나의 모둠으로 이루어져 진행되는 협동학습 방식을 채택하였고, 학생과 교사 모두 익숙한 상태였다. 과학 수업 역시 협동학습으로 이루어졌으며, 동기유발, 실험 및 관찰, 결과토의 및 개념 정리의 순으로 구성되어 학습자의 관련된 생각을 파악하기에 유용한 방식으로 진행되었다. 연구자는 수업 현장 내에서 활동에 대한 관찰을 위주로 개입을 최대한 자제하면서 수동적 참여(Spradley, 1980)를 유지하였다.

학생들의 관찰행동에 대한 분석은 1차적으로 개별 학생들의 관찰지 및 교재를 기초로 하였으며, 비디오로 녹화된 학생들의 수업 장면과 촬영된 사진, 전사된 면담 자료를 분석하여 학생들의 관찰 행동의 특징을 분석하였다. 분석을 통해 파악된 실제 현상과 기록된 관찰 내용 간의 불일치 사례를 범주화하여 설문을 구성해 8주차에 학생들에게 응답하도록 하였다. 또한 불일치 상황에서의 학생들의 특징을 보다 구체적으로 이해하기 위하여 학생들 스스로 본인의 과학에 대한 관점을 기술하도록 하였다.

2. 자료 수집 및 분석

참여 관찰 초기에는 관찰 수업에서 나타나는 학생들의 행동 특징들을 기술하는 데에 주력하였다. 참여자와의 래포(rapport) 형성과 수업에 방해를 주지 않기 위해 초기에는 현장 일지(field note)를 위주로 자료를 수집하였고, 시간이 지나면서 사진 촬영과 학생들의 관찰 보고서, 면담 등의 자료를 수집하였다. 관련 행동들에 대한 구체적인 원인을 분석하기 위해 관찰된 특징에 대한 물음으로 면담을 실시하였고, 수업 시간 내 학생들의 수업 활동을 비디오로 촬영하였다. 최초 관찰 단계에서는 전체 집단을 포괄적으로 관찰하다가, 연구 분석을 통해 두 모둠의 10명의 학생을 선정하여 이 학생들을 집중적으로 관찰·연구하였다. 분석된 결과를 토대로 마지막 주에는 학습자의 과학에 대한 관점과 불일치 상

황에 대한 의사결정의 질문을 포함한 설문을 실시하였다.

본 연구에서는 초등학교 과학 수업에서 이루어지고 있는 관찰의 특징을 구체적으로 살펴보기 위

하여 관찰을 위한 활동 과정에 초점을 맞추었다. 모든 요소들은 관찰을 중심으로 해석되었는데 예를 들면, 학습 목표에 대해서는 목표 중 관찰과 관련된 활동은 무엇이며, 기대되는 적절한 행동은 무엇인

표 1. 수업 주제와 관찰 대상

날짜	단원명	학습 주제	활동 내용
4/06	6. 용액의 진하기	황산구리, 소금, 백반 결정 만들기	결정 만들기 실험*
4/10	6. 용액의 진하기	결정 관찰하기	결정을 관찰하고 기록하기 관찰 결과 토의하기
4/11	3. 기온과 바람	기온의 정의 및 일 변화	일교차 계산하기 기온의 일변화 측정하기
4/13	3. 기온과 바람	기상 예보 발표하기	기온의 주변화 기록하기 일기 예보관 역할 놀이
4/17	3. 기온과 바람	지면과 수면의 온도 변화	해풍과 육풍의 원리 설명 지면과 수면의 온도 변화 실험
4/24	3. 기온과 바람	대류 상자 실험	바람으로 인한 피해 동영상 제시 대류 상자 실험 관찰
4/25	3. 기온과 바람	바람의 방향 예측하기	대류 상자 실험에 대한 토의 그림을 보고 바람의 방향 예측하기
5/8	4. 물체의 속력	움직이는 것과 움직이지 않는 것 구별하기	움직임의 상대적 특성 설명 움직임 예측하기
5/13	4. 물체의 속력	장난감 경주	물체의 빠르기 측정과 비교
5/18	4. 물체의 속력	속력 비교	평균 속력 구하기 속력 비교하기
5/23	4. 물체의 속력	움직임을 그래프로 그리기	타이머를 이용해 속력을 그래프로 나타내기
5/30	7. 식물의 잎이 하는 일	증산 작용 실험	잎의 개수에 따른 수증기 양 관찰하기

* 과학실에서 수업. 결정 만들기 실험을 제외한 모든 활동은 교실에서 이루어졌다.

표 2. 연구 참여자 기본 정보

이름	성별	장래 희망	과학 성적	불일치 상황	과학에 대한 관점
혜선	여	-	중	중립	호기심과 재미를 주는 것
소명	여	외교관	상	선지식	실험을 하는 것
영준	남	-	중	선지식	실생활에 도움이 되는 것
병진	남	과학자	중상	선지식	호기심을 주는 것
경식	남	변호사	중상	선지식	사회발전에 기여하는 것
현중	남	과학자	상	실험	실험을 하는 것
채영	여	선생님	하	선지식	실생활에 도움되는 것
동수	남	과학자	상	실험	사회발전에 기여하는 것
하영	여	의사	중상	실험	실험하는 것
효용	남	-	중상	선지식	실생활에 도움되는 것

가 파악하였다. 이러한 참여 관찰의 기본적인 틀은 표 3과 같다.

학생과 학생 간의 토론과 활동에 대한 구체적인 분석을 위해 모둠 활동을 비디오로 촬영하였으며, 촬영이 불가능한 경우 오디오로 녹음하거나 현장 일지에 옮겨 적었다. 또한 관련되는 질문들은 수업이 종료된 후, 교실에서 모둠의 구성원들에게 공통으로 물음으로써 연구참여자의 부담을 줄이고, 구성원 간의 생각과 관점을 비교할 수 있도록 하였다. 분석된 자료들은 연구자 간 검토를 거쳤으며, 수업의 의도와 개별 학생들에 대한 분석이 타당한지 확인하기 위해 담임 교사 및 외부의 전문가 1인과 공동 분석을 통해 내용을 정리하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 참여 관찰을 통해 드러난 관찰의 유형

관찰 활동에서 가장 흔하게 나타나는 첫째 유형은 기대가 반영된 관찰이다. 결정의 크기 변화를 매일 기록하도록 하는 활동에서 학생들은 관찰 결과에 사실과 차이가 있는 개인적인 감정이나 느낌에

표 3. 수업 현장에 대한 주요 활동 요소

항목	세부 요소
학습 목표	학습 목표에 제시된 실험, 관찰 요소 기대되는 관찰 행동
교사의 교수	실험 조작과 관련된 안내 교사-학생 간의 대화 및 질문 분석 학습자에 대한 교사의 학습 처치
개인적 학습 특성	학습자의 개념 이해 및 조작적 능력 실험 수행 태도 실제 관찰 결과와 학습자의 기록 비교 관찰 결과에 대한 개인의 해석
학생-학생 상호작용	학생-학생 간 대화 및 행동 분석 학습자 간 기록 비교

1) 백반 결정 살펴보기

관찰 날짜	용액의 색 변화	결정의 생성 여부	결정의 크기 변화	그려보기	느낀 점
2007. 4.6(금)	용액 변화 없음	백반이 나타나지 않음	어지 결정이 생기지 않았다		빨리 결정이 생겼으면 좋겠다
2007. 4.7(토)	//	//	//		점점 결정이 생기는 것 같다
2007. 4.9(월)	백반 용액이 탁해졌다	모름에 아랫에 달라 붙었다	조금씩 모름에 붙은 거 커진다		모름이 백반이 달라 붙는 것이 신기하다
2007. 4.10(화)					

그림 1. 기대가 반영된 관찰의 예시(혜선이의 활동지 일부)

따라 서술하는 경우가 있었다. 결정의 크기가 변하지 않았어도 변하였다고 기술하거나, 활동지에 변하는 것 같다고 기록하였다.

4월 6일, 용액의 색 변화는 투명한 그대로였다. 결정은 아직 없었고, 느낀 점은 빨리 결정이 생겼으면 좋겠다.
4월 7일, 용액의 색 변화는 조금 맑아졌다. 결정은 없고, 빨리 결정이 생기면 좋겠다. 4월 8일, 용액의 색 변화는 없고 결정과 크기 변화도 없다. 하지만 바닥에 가라앉은 결정이 있다. (소명이)

백반 결정을 만드는 실험에 대해 같은 조였던 영준이는 결정이 없다고 기록하였지만, 혜선이와 소명이는 실제 관찰 결과와는 달리 백반 결정이 생성되고 있는 것 같다고 기록하였다. 뿐만 아니라 잎의 개수에 따라 증산작용이 얼마나 활발한지 관찰하는 실험에서도 두 학생은 실제 물방울이 없었음에도 생기고 있는 것 같은 느낌을 기록함과 동시에 기대하는 결과가 나타날 것에 대한 개인적인 느낌을 함께 표현하였다. 이와 같은 관찰 행태는 의론 의존적인 관찰과 흡사하게 보이지만, 개인의 감정과 느낌을 반영하고 중요시한다는 점에서 구분된다. 선행 연구에서도 유사한 사례가 발견된다. Allen(2007)은 개인적인 생각이나 느낌, 주장에 따라 지각하는 행위를 기대 중심의 활동(expectation-related observation)이라고 하였다. 또한 국내 연구에서도 박종원과 김익균(1999)은 학습자들이 개인의 해석이나 상상 등을 수반한 관찰인 해석적 관찰로 분류하였다. 수업 관찰 결과, 학생들은 실험 후 토의 과정을 거쳤음에도 불구하고 이러한 결과를 보이는데, 이를 학생이나 담당 교사 모두 제대로 인식하지 못했다. 이러한 결과는 원인에 대한 보다 깊은 성찰이 부족하기 때문인 것으로 추측된다(정은영과 홍미영, 2004).

둘째, 이론에 의존한 관찰 유형이다. 학생들은 대류 상자에 향 연기와 함께 모래, 얼음을 각각 담은 비커를 넣고 향이 나오는 모습을 관찰하였다. 이때, 실제 향 연기가 나오는 모습과 학생들의 관찰 결과에 차이를 보이는 경우가 있었다. 얼음이 채워진 비커 위의 공기보다 모래 위의 공기가 더 따뜻하기 때문에 위로 상승하고, 이 때 대류 상자 안의 공기가 얼음에서 모래로 공기가 흘러 모래가 놓인 굴뚝에서 연기가 나게 된다. 그러나 실제 본 학습의 실험에서는 양쪽에서 나오거나 얼음 쪽에서 나오기도 하였다. 이에 대해 같은 모습인 병진이와 경식이

는 그림 2와 같이 양쪽에서 모두 연기가 나왔지만 모래 쪽에서만 연기가 나온다고 기록하였다. 실험 후, 실제 장면과 왜 다르게 그렸느냐고 질문하자, 얼음 쪽으로 연기가 일부 나오는 모습으로 추가하였다.

기대가 반영된 관찰과 이론에 의존한 관찰의 차이점은 전자는 감정이나 기대 등 개인의 정서에 기반하지만, 후자는 관련되는 이론이나 결론을 중심으로 하며, 이를 얻기 위해 결과와 관찰 내용을 수정하려고 한다는 것이다. 얼음을 채운 비커 쪽에서만 연기가 올라왔는데, 이 때 역시 그림 2(b)와 흡사하게 기록하였다. 학생들은 대류 상자의 양쪽으로 뚫린 구멍을 손가락으로 막거나 입으로 불어 원하는 결과가 나오도록 유도하기도 하였다. 게다가 치훈이는 대류 상자 내부의 공기를 관찰하기 힘들었음에도 얼음에서 모래로 공기가 흐른다고 그림 2(c)와 같이 그렸다. 이와 같은 개인의 해석이 관찰에 영향을 미치는 것을 Chinn & Brewer(1993)는 재해석, 거부 등으로 분류하였다. 관찰에 대한 직접적인 이유는 아니지만 이 같은 특이한 현상이 도출된 것은 대류 상자 양쪽으로 뚫린 구멍으로 외부의 바람이 흘러 들어가면서 상자 안에서 제대로 대류가 일어나지 못했기 때문에 예상과 다른 현상이 관찰된 것으로 추측된다.

셋째, 동일한 현상에 대한 복수의 서로 다른 관찰의 존재이다. 이러한 특징은 앞서 언급한 결정의 크기 변화 관찰과 지면과 수면의 기온 일변화 관찰에서 모두 나타났다. 결정의 크기를 관찰 활동에서 같은 모둠 내에서도 다르게 서술하여 이에 대해 연구자가 아래와 같이 질문하였다.

연구자: 전에 실험할 갔을 때 너희들이 했던 거 봤거든. 결정 만드는 거. 그거 보니까, 5조가 다 다르던데.
 현중: 아 그거요? 그림 그리는 재주에 따라서 달라요.
 연구자: 아, 그래? 그 때 썼던 거 좀 보여줄래? 이거 봐봐. 다르잖아.
 현중: 그렇죠.

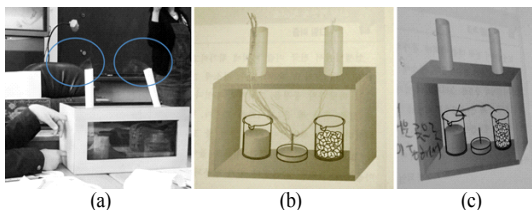


그림 2. 대류 상자 실험 장면(a)과 관찰 결과(b, c)의 비교

연구자: 영선이 같은 경우는 물이 부엌에 됐어요 라고 했고 그냥 같더라고 썼고.

현중: 처음 날은 (그래요)

연구자: 그 다음에, 변화가 없다고 했는데, 너는 맞아졌다고 썼잖아.

현중: 눈에 따라 달라요.

연구자: 같이 본 거 아니야? 같은 걸로?

현중: 맞아요.

(그리고 잠시 침묵)

연구자: 알갱이가 있어야 되는데 너는 없잖아.

채영: 다를 수도 있어요.

학생들은 이에 대해 다를 수도 있다고 생각하고 심각하게 받아들이지 않았다. 이러한 관찰 결과는 하루동안 모래와 물의 온도변화를 관찰하는 정량적 활동에서도 나타났다. 하나의 온도계임에도 불구하고 실험에서 17℃, 17.5℃, 18℃로 다른 값으로 기록하였으며, 그림 3과 같이 평균 3~4℃의 차이를 보였다. 이러한 차이에 대해서도 보기에 따라 다른 것으로 인식하였고 다를 수 있다고 대답하였다.

이러한 학생들의 독특한 세 가지 관찰 유형에 대한 원인은 모둠 구성원 간의 충분한 논의의 부족에서 기인하는 것으로 여겨진다. 수업 관찰 결과, 학생들은 역할을 서로 분담하여 어떤 학생은 실험 수행만, 그리고 다른 학생은 기록을 담당하게 된다. 즉, 모든 학생들이 활동에 기여하지 않으며, 관찰 결과에 대한 토의에서도 학생 간의 활발한 토의를 위한 시간이 충분히 마련되지 않았다. 모둠 활동 이후 전체적으로 이루어지는 토의 시간에는 학생들이 쓴 정답을 확인하고, 실험과 관련된 과학 개념의 설명 위주로 진행되었다. 이에 정답이 아닌 답을 이야기한 경우에는 그것이 어떤 부분에서 문제가 있는지 시간



그림 3. 소명이와 윤정이의 온도 변화 비교

상의 제약으로 추가적인 설명이 제공되지 못했다. 게다가 학생들은 선행 학습을 통해 어떤 결과를 얻는 것이 타당한지 알고 있기 때문에 주어진 현상을 그대로 기술하기 보다 알고 있는 대로 기록하거나 조작하게 된 것으로 여겨진다. 또한 실험 기구의 사용법과 같은 절차적 지식의 이해가 선행되지 않으면 관찰 활동에 부정적 영향을 미칠 수 있다. 모래와 물의 온도 변화를 관찰한 활동의 경우, 실험 장치 상의 온도계가 지나치게 표면이나 바닥에 위치해 적절한 위치에 놓여 있지 않았다. 또한 학생들에게 온도계의 눈금을 읽는 방법을 질문했을 때, 대부분 올바르게 대답하지 못했다. 이는 탐구 활동을 실시하기 이전에 실험 기구 조작과 관련된 사용법, 주의 사항, 배치 요령 등의 교육이 선행되어야 더 나은 관찰 활동과 성과를 거둘 수 있음을 의미한다.

학생들의 관찰에 따른 차이가 정성적 상황뿐만 아니라 정량적 상황에서도 나타났다는 점은 매우 흥미롭다. 김지나와 권재술(2005)은 정성적 상황에서 학습자의 선개념에 따라 관찰할 수 있다고 하였지만, 본 연구에서는 정량적 상황에서도 나타났다. 이러한 아이들의 행동을 이해하기 위해 한 모둠에게 과학에서 여러 개의 정답이 가능한가 면담을 통해 질문하였을 때, 아이들은 다음과 같이 대답하였다.

연구자: 너희들 실험에서 어떤 사람은 지구가 움직이는 것을 보고 이것은 태양이 움직이는 것이다. 지구는 가만히 있다고 한 사람이 있었고.

아이들: 예.

연구자: 어떤 사람들은 지구가 움직인다고 했잖아.

아이들: 천동설과 지동설.

연구자: 하나[의 사실]을 놓고 두 개[의 이론]이 있었잖아. 과학에서 다른 경우에도 [그런 상황]이 가능할까?

아이들: 아니요.

연구자: 정답은 하나밖에 없어?

아이들: 음, 네.

동수: 아, 아니요. 여러 가지 있어. 빛의 입자설하고 호이겐스의 파동설이요.

대부분의 참여자가 하나의 사실을 설명하는 하나의 이론이 존재한다고 생각하였지만, 동수는 빛의 입자설과 파동설을 예로 들며 여러 설명이 가능하다는 입장을 보였다. 비록 이러한 사실은 독서 등의 선행 학습으로 알게 된 것이지만 과학 지식에 대해 다원적인 입장을 취하고 있다는 것은 흥미로운 점이다. 특히 관찰은 과학적 탐구 및 과학의 본성에

서도 매우 중요한 요소(이혜원 등, 2005; Lederman & Flick, 2004; McComas, et al., 1998)라는 점에서, 이를 기초로 불일치 상황에 다양한 과학 지식의 관점이 영향을 미치는지 알아보기 위해 개방형 설문을 실시하였다.

2. 불일치 사례에 대한 초등학생의 반응

불일치 상황에 대처하는 반응을 알아보기 위해 연구 참여자들에게 제시된 질문은 다음과 같다.

문항 1. 나는 과학을 무엇이라고 생각하나요?

문항 2. 과학 실험을 할 때 내가 전에 배웠거나 예상한 것과 다른 결과가 나올 수 있습니다. 그러면 실험 관찰지에 실험 결과가 아닌 알고 있는 것을 쓰기도 하고, 실험을 다시 해 보거나, 책을 찾아보고, 또는 내가 전에 알고 있었던 것들이 틀린 것을 깨닫기도 합니다. 학교에서 한 실험 중에 내가 배운 것과 달랐던 적이 있다면 어떻게 했나요? 만약 결과가 다르다면 내가 전에 알고 있던 게 맞을까요? 아니면 실험을 통해 배운 게 맞을까요?

문항 1은 과학에 대한 학생들의 생각을 조사하기 위한 개방적 질문이며, 문항 2는 실험과 선지식이 불일치 하는 상황에서 학생들이 어떻게 반응하는지 알아보기 위한 것이다. 우선 불일치 상황을 묻는 문항 2의 응답을 표 4와 같이 정리하였다. 문항 2의 경우, 타당한 자료로서 실험을 선택한 경우와 선지식을

표 4. 불일치 상황에 대한 학생들의 응답

선택	빈도(%)	이유(빈도)
실험	13 (40.6)	직접 경험했기 때문 (5)
		증명으로서의 실험 가치 인정 (1)
		자신의 잘못된 기억 (1) 이유 없음 (5)
지식	8 (25.0)	자신의 실수 (5)
		실험의 한계 인정 (3)
불확실/ 재검토	8 (25.0)	컴퓨터나 서적 검색 (3)
		반복 실험과 서적 확인 (3) 실험의 정확도에 의존 (1) 자신 실험 부정확 및 지식의 오류 인정 (1)
무응답	3 (9.4)	
합계	32 (100)	

선택한 경우, 그 외 다른 선택(불확실/재검토)을 한 경우의 세 가지로 크게 구분하였다. 앞서 제시된 세 가지 특징적 관찰 행동을 보인 6 명의 학생 중 실험이 1명(현중), 선지식을 선택한 경우는 3명(소명, 혜선, 채영)이었고, 불확실/재검토가 2명(영준, 치훈)이었다. 이는 불일치 사례를 경험하는 것이 단지 이론이나 지식을 의존하지 않는 경우에도 나타날 수 있음을 의미한다.

표 4에서 실험을 선택한 경우, “눈으로 직접 볼 수 있고 직접 경험한 것(동수)”이기 때문에 더 정확하다고 응답하였다. 또한 실험을 통해 지식이 증명되고 이전에 알고 있던 것이 잘못 기억한 것일 수 있으므로 실험이 더 정확하다고 주장하였다. 한편, 선지식을 선택한 학생들은 “자신이 실험을 잘못”했거나(소명, 혜준) 실험 자체가 지닌 민감성과 한계(효용, 채영)로 인해 부정확할 수 있다고 반박하였다. 실험과 지식 중 어느 한쪽을 택하지 않은 그룹에서는 실험 또는 자료 조사를 실시한 뒤 결정하겠다고 응답하였다. 흥미로운 점은 대체로 실험이 가진 한계를 인지하고 있다는 점이다. 채영이는 “모든 실험결과를 때와 장소에 따라 충분히 다를 수 있기 때문에” 전에 알고 있던 사실이 보다 정확하다고 하였고, 불확실한 입장을 취한 치훈이와 효영이는 “실험은 작은 실수 하나에도 결과가 바뀔 수 있어서” 한

계가 있다고 지적하였으며, 실험은 보다 기억에 오래 남는 효과가 있기 때문에 수행한다고 진술하였다.

불일치 상황에 대한 응답의 유형이 학생들이 가진 과학의 이미지와 어떠한 관련이 있는지 알아보기 위해 문항 1에 대한 응답을 실험이나 지식을 선택한 집단을 기준으로 표 5와 같이 분류하였다. 보다 광범위한 정보를 알기 위해 개방적인 질문을 선택했으며, 한 명의 참여자가 응답한 내용을 여러 요소로 분류하기도 하였다.

표 5를 살펴볼 때, 실험을 선택한 집단은 실생활에서의 직접적인 적용과 도움, 실험 활동 등 과학의 실용성과 경험적 성격을 가장 많이 언급하였다. 반면, 지식을 선택한 집단은 과학을 자연 현상을 탐구하고 지식과 상식, 탐구 등 보다 이론적인 면을 강조하였으며, 실험과 지식 모두를 고려하는 집단은 모든 영역을 고려하지만 특히 실생활과의 관련성에 집중하였고, 경험과 이론, 개인적인 감정 등을 종합적으로 고려하는 것으로 보인다. 즉, 실험과 선지식 사이의 불일치 상황에서의 선택 경향은 단지 임의적으로 나타나는 것이 아니라, 과학에 대한 관점이 반영되어 나타남을 추측할 수 있다. 본 연구에서의 대부분의 학습자들은 실험이나 선지식 어느 쪽을 택하든 실험의 한계나 특성 등을 인식하고 있었다. 실험을 선택하는 집단은 본인이 실제 경험한 것으

표 5. 학생들이 가진 과학의 이미지

분류	과학의 정의	불일치 상황 별 응답			계
		실험	지식	기타+	
경험적 측면	실생활과의 관련 깊은 것	5	-	10	15
	사회 발전에 기여하는 것	1	2	2	5
	실험 등의 활동을 수반하는 것	7	3	5	15
	발명하는 것	-	1	1	2
	과학자의 활동	1	-	-	1
이론적 측면	문제 해결을 위해 상상하는 활동	2	1	1	4
	유용한 지식 또는 상식	-	2	-	2
	자연 현상 및 세계를 탐구하는 것	1	3	2	6
	근원적 지식 또는 가치관	-	1	1	2
개인적 감정	재미, 흥미와 호기심을 가져다 주는 것	3	4	2	9
	질문을 하고 만드는 것	-	-	2	2
합계		20	17	26	63

+ 기타는 표 4에서 불확실/재검토 및 무응답을 포함한 집단을 의미함.

로서의 실험의 의미를 강조하였다.

나는 과학이란 실험을 하며 어떤 물체의 성질이나 어떤 용액에 대해서 알고 배우가는 과목이라고 생각한다. (생략) 만약 결과가 다르다면 실험을 통해 배운 것이 맞다고 생각한다. 일단 실험을 내 손으로 했다면 당연히 그에 따른 결과가 맞다고 생각한다. 내가 알고 있던 것이 틀릴 확률이 더 높다고 생각한다. 내가 직접 관찰하고 실험했다면 그게 진정한 답이다. (하영)

반면, 지식을 태하는 경우는 본인이 수행한 실험에서 발생 가능한 오류나 한계 등을 언급하면서 책 등에서 소개되는 지식은 보다 엄밀한 실험을 통해 도출되었기 때문에 신뢰한다고 응답하였다. 또한 실험이 가지는 한계와 함께 지식의 절대성 여부를 고려하였는데, 이 경우 학습자는 과거 과학 지식에 대한 개인의 기억이 얼마나 정확한지, 실험이 자신이 알고 있는 것을 얼마나 지지하는지 따르게 된다.

과학은 실험을 해서 새로운 결과가 나오는 것, 생활 속에서 알 수 있는 신기하고 재미있는 것, 계속 연구하는 것, 발명, 발전이다. (생략) 그 때는 내가 배운 것 (지식)을 썼다. 왜냐하면 학교는 여러 사람들이 함께 약품을 쓰니까 도중에 약품이 섞였을 수도 있고, 전과에 나온 것이나 문제집에 나온 것은 정확하게 실험하고 기록해 놓은 것 같다는 생각이 들었기 때문이다. (소명)

과학은 모든 것의 기본이라 생각하기도 하고, 이 세계에 수학과 더불어 호기심을 넣어주는 존재인 것 같다. 과학적인 실험이 있어야지 왜라는 것을 풀 수 있다. (생략) 전에 알고 있던 것이 문제집이나 전과를 보고 배운 것이라면 그것을 믿어라. 왜냐하면 (자신이 수행한) 모든 실험 조건이 맞지 않았을 수 있고, 큰 과학 실험 기관에서 발표한 것은 몇 번 실험하기 때문에 자기가 실험한 것보다 전에 배운 것이 맞을 것이다. (병진)

직접 체험에 대한 가치와 기억에 대한 판단의 의존은 불일치 상황에 대한 양자택일과 과학의 경험 및 이론에 대한 중요성을 넘어서 아동이 가지고 있는 직관적인 사고와 자기중심적 성향으로 이해될 수 있다. 구체적 조작기의 아동들은 자신의 경험을 통해 다른 것들을 추론하게 되며(Piaget, 1950), 청소년기의 학생들은 자신에 대한 관심과 정체성, 자의식의 형성을 통해 발전해 나간다(Santrock, 2007)는 점은 본 연구 참여자들이 자신의 경험에 기반해 의사결정을 내리는 것과 일맥상통한다.

요컨대, 본 연구에서 학생들은 기대가 반영된 관찰, 이론에 의존한 관찰, 하나의 현상에 대한 다양한 관찰 및 이에 대한 무관심의 세 가지 특이한 관찰 유형을 보였다. 기대가 반영된 관찰은 이론에 의존한 관찰과 달리 개인의 감정이나 태도를 반영한다는 점에서 차이를 보인다. Chinn & Brewer(1993)의 관점에서는 관찰 결과에 대한 재해석 또는 배척으로 두 가지 관찰 모두 하나의 범주에 묶을 수 있지만 분명한 차이가 존재한다. 이론에 의존한 관찰은 학습자의 선지식이나 교사의 권위 등 올바른 결과로 예측되는 것을 추종하려는 특징을 보인다(박종원과 김익균, 1999; 한광래, 2003). 이 경우, 학생의 선지식을 변화시키거나 예상되는 결과와 관찰 내용을 분리시켜 활동하도록 교육하는 것이 필요할 것이다. 반면, 기대가 반영된 관찰은 특정 이론에 기반하지 않고 개인의 선호, 느낌과 같은 정서적 요소를 포함하는 것으로서(박명희 등, 2005; Allen, 2007), 과학적 개념과 직접적으로 연결되지 않는다. 이와 같은 두 관찰 유형은 주로 실제 예상되는 결과 또는 이론과 실제 상황의 불일치에서 비롯되는데, 학생들은 설문지로 주어진 불일치 사례에서 경험적 판단 기준 또는 이론적 가치에 근거하여 각각 실험 또는 선지식을 신뢰하는 경향이 나타났다.

앞선 두 종류의 관찰이 개인적인 활동인 반면, 하나의 현상에 대한 복수의 서로 다른 관찰은 하나의 그룹 또는 공동체 사이에서 나타나는 것이다. 이러한 관찰 형태는 다원주의적 사고가 반영된 것으로 해석하기 보다는, 학습자 간의 관찰 결과에 대한 논의 부족으로 보는 것이 적당하다. 학생들의 불일치 상황에 대한 응답을 분석해 보면, 실험을 통해 도출된 결과에 대한 잠정성에 대해서 인식하기는 하지만 상대주의적 관점을 드러내는 경우는 존재하지 않았기 때문이다. 이상의 언급된 관찰 형태의 주요 원인으로 관찰 결과에 대한 논의 부족과 조작 능력의 부재, 과학 지식의 특성에 대한 이해 부족 등이 추측된다.

IV. 결론 및 시사점

관찰 활동에서의 초등학생의 형태를 보여 준 본 연구는 과학교육의 측면에서 두 가지의 시사점을 제공한다. 첫째, 불일치 상황에서의 학생의 판단은 실험이 가지는 가치와 과학의 본성에 대한 이해와

관련이 있다. 대부분의 학습자는 과학의 실용적, 실재적, 경험적인 요소에 대한 인식 차이가 존재할 뿐만 아니라 개인마다 실험과 선지식에 대한 신뢰 수준이 다르다. 이는 실험상의 오류나 실험이 가질 수 있는 한계, 지식의 엄밀성에 대한 관점이 불일치 상황에서의 중요한 판단 기준이 되기 때문이다. 성공적인 실험 수행 여부와 상관없이 이러한 관찰 형태를 보다 개선하기 위해서는 학생들에게 과학적 지식의 구성 방법과 실험의 역할 등이 가르쳐져야 한다. 대체로 학생들은 직접적인 경험에 매우 비중을 두며, 실험이 정확하게 수행되기 어렵다는 점들을 인식하고 있었지만, 오늘날 공유되는 과학의 본성과 다소 차이가 있는 관점을 지지하고 있었다. 예를 들면 과학 지식을 불변의 것으로 여기거나 모든 지식이 실험으로 입증되었다거나 실험에 대한 재연가능성의 인식 부재 등이다. 불일치 사례에 대해 학생들이 실험이나 지식 어느 한쪽을 선택한 것 자체가 문제가 되는 것은 아니다. 다만 활동의 목적과 목표가 적절하게 제시되고 이에 따라 활동이 이루어져야 한다. 보다 구체적으로, 관찰 활동은 단지 실험을 통해 이론을 확인하는 것에 그치지 않고 관찰을 통해 지식 구성의 과정을 체험하도록 구성되는 것이 보다 적절하다 (김지나 등, 2008).

둘째, 보다 정교한 관찰 활동을 위해서는 과학에서의 탐구 활동 수행을 위한 기초적인 조작법 및 과정적 지식이 습득되어야 한다. 앞서 언급된 관찰의 형태들은 실험이나 관찰이 제대로 수행되지 않았거나 적절한 조작 방법을 알지 못했을 때 주로 나타난다. 교육과정에 따르면 5학년 1학기까지 학습자들은 온도계의 눈금 읽기, 유리막대의 사용, 표준분동, 표준양팔저울, 메스실린더, 현미경 등의 사용법을 이해하도록 제시되어 있다(한국교원대학교, 2007). 그리고 이봉우 등(2007)에 따르면 3~6학년에서의 측정 활동 중 온도를 측정하는 활동이 길이나 질량, 부피 등보다 훨씬 많이 이루어지고 있다. 그런데 본 연구에서의 학생들은 실험 수행 이전에 온도계 사용법과 안개 상자 실험의 구성 등을 충분히 익힐 기회가 부족해 이와 같은 관찰 상의 어려움을 드러낸 것으로 여겨진다. 이와 같이 관찰 및 실험과 관련된 조작적 지식이 올바르게 갖추어지지 않으면 유의미한 과학 활동이 이루어지기 힘들다. 재미있는 과학 활동을 위해 예상되는 결과를 얻기 위한 것에만 초점을 맞춘다면 학습자에게 의도된 결과를 추구하도록

하는 습관을 가져올 수도 있다.

실험과 관찰 활동의 목적은 주요 활동을 통한 성공의 경험을 제공하는 것 이외에도 과학의 본성과 지식 구성 과정을 이해하도록 도움으로써 실험 과정과 결과를 고찰하고 고민하게 함으로써 비판적 사고 능력 신장에 도움을 줄 수 있을 것이다. 또한 초등학교에서의 과학의 경험은 학습자에게 평생의 과학에 대한 이미지를 좌우할 수 있으므로 보다 신중한 접근이 요구된다. 아울러 과학의 정의에 대해, 창조적인 활동으로 상상력이 필요하며 지식이 발달하고 실험에 한계가 있다는 학생들의 응답은 초등학교에서도 탐구 활동을 통해 과학의 본성이 가르쳐질 수 있다는 반증으로 생각할 수 있다. 따라서 이와 같은 시도들이 초등학교 과학 수업에서도 가능하리라고 추측된다. 뿐만 아니라 과학의 본성에 대한 이해 증진을 통해 과학 탐구와 관련된 측정, 관찰, 실험 설계 등의 이해와 지식 향상을 기대할 수 있고, 관찰 활동을 통해 학습자의 과학의 본성 및 과학에 대한 관점을 이해할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 강석진, 신숙희, 노태희(2002). 변칙 사례에 대한 초등학교 학생들의 반응 연구. 한국과학교육학회지, 22(2), 252-260.
- 고한중, 석종임, 노태희, 강석진(2005). 불일치 사례로 유발되는 초등학교 학생들의 반응에 대한 정성적 연구. 초등과학교육, 24(4), 426-434.
- 교육인적자원부(2007). 초등학교 과학과 교육과정. 서울: 교육인적자원부 고시 제 2007-79.
- 김정길, 김혜경(1991). 국민학교 학생들의 관찰능력에 관한 연구 (I) - 반성 화강암과 역암의 관찰에 대하여. 초등과학교육, 10(2), 175-182.
- 김지나, 권계술(2005). 물리학습에서 불일치 상황에 직면한 학생들의 반응 유형 - 관찰 및 인식, 신념변화, 제안하는 실험의 유형, 신념변화에 따른 인지갈등 정도. 한국과학교육학회지, 25(2), 162-172.
- 김지나, 김선경, 김동욱, 김현경, 백성혜(2008). 초등학교 학생들의 과학의 본성에 대한 명시적 교수 효과 분석. 초등과학교육, 27(3), 261-272.
- 노태희, 김민영, 최숙영, 강석진(2008). 과학 실험 보고서를 이용한 불일치 사례에 대한 학생들의 반응 분석. 한국과학교육학회지, 28(6), 633-640.
- 박명희, 박윤복, 권용주(2005). 초등학교 학생들의 어항 관찰활동에서 나타난 관찰의 유형과 그 변화. 초등과학교육, 24(4), 345-350.
- 박종원, 김익균(1999). 과학적 관찰의 의미와 탐구과정에

- 서 학생들의 관찰 행동 분석. 한국과학교육학회지, 19(3), 487-500.
- 방미정, 김효남(2010). 초등학생의 인지 수준에 따른 과학의 본성에 대한 명시적 교수 효과 분석. 초등과학교육, 29(3), 277-291.
- 변정호, 이준기, 권용주(2009). 과학교육에서 제시하는 과학적 관찰의 의미와 과정에 대한 분석. 한국과학교육학회지, 29(5), 531-540.
- 송관섭, 한광래(1995). 촛불 실험을 이용한 국민학교(3~6학년) 아동들의 관찰능력 분석. 초등과학교육, 14(1), 73-84.
- 신동훈, 신정주, 권용주(2006). 생명 현상에 관한 초등학교 관찰 수업 과정과 관찰 유형 분석. 초등과학교육, 25(4), 339-351.
- 이봉우, 박보화, 김희경(2007). 우리나라 3-10학년 과학 교과서에 나타난 기초탐구과정 분석: 관찰 및 측정 탐구요소를 중심으로. 한국과학교육학회지, 27(5), 421-431.
- 이혜원, 양일호, 조현준. (2005). 초·중학생의 관찰, 예상, 가설의 이해. 초등과학교육, 24(3), 236-241.
- 정은영, 홍미영. (2004). 초등학교 과학과 실험 및 관찰 수업 사례에서 나타난 수업의 문제점: 도시 지역의 수업 사례를 중심으로. 초등과학교육, 23(4), 287-296.
- 한광래. (2003). 메뚜기를 이용한 초등학교 학생들의 관찰 능력 조사. 초등과학교육, 22(1), 121-129.
- 한국교원대학교. (2007). 학년별 수업 자료. Retrieved January 15, 2010, from <http://inse.knue.ac.kr/2007/>
- Adam, M. (2004). *Why worry about theory-dependence? Circularity, minimal empiricity and reliability* (Vol. 18, pp. 117-132): Routledge.
- Allen, M. (2007). The phenomenon of expectation-related observation: an exploration of nature, associations and causes. *Paper presented at the Association for Science Education Annual Conference*, Birmingham, UK.
- Brown, H. I. (1993). *A theory-laden observation can test the theory* (Vol. 44, pp. 555-559): JSTOR.
- Chinn, C. A. & Brewer, W. F. (1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition: a theoretical framework and implications for science instruction. *Review of Education Research*, 63(1), 1-49.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R. & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. New York: Open University Press.
- Hanson, N. R. (1972). *Observation and explanation : a guide to philosophy of science*. London: Allen and Unwin.
- Lederman, N. G. & Flick, L. B. (2004). *Scientific inquiry and nature of science: implications for teaching, learning, and teacher education*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- McComas, W. F., Clough, M. P. & Almazroa, H. (1998). The Role and Character of the Nature of Science. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: rationales and strategies* (pp. 3-40). Dordrecht: Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Piaget, J. (1950). *The psychology of intelligence*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Santrock, J. W. (2007). *Child development* (곽금주, 정윤경, 김민화, 박성혜, 송현주 역). Boston: McGraw-Hill.
- Spradley, J. P. (1980). *Participant observation*. New York: Holt.