

초등 과학 수업에 적용한 MBL 수업의 효과와 학생 및 교사의 인식 조사

임희준 · 최선미[†] · 강석진[‡] · 여상인

(경인교육대학교) · (성안초등학교)[†] · (전주교육대학교)[‡]

The Instructional Effects and Students' and a Teacher's Perceptions of MBL Programs in Elementary Science Classes

Lim, Heejun · Choi, Sun-Mi[†] · Kang, Sukjin[‡] · Yeo, Sang-Ihn

(Gyeongin National University of Education) · (Seongan Elementary School)[†] ·

(Jeonju National University of Education)[‡]

ABSTRACT

This study examined the instructional influences of MBL programs on elementary school students' science achievement, scientific inquiry skills, and science learning motivation. The perceptions of students and their teacher toward science classes using MBL programs were also examined. The subject of this study was sixty four 4th grade students from two classes. The experimental group engaged in science classes that applied MBL and the control group engaged in traditional science classes based on the textbook and experiment workbook. As results, there was no significant difference in academic achievement, scientific inquiry skills, however, were significantly higher for the experiment group compared to the control group. There was also significant difference in the relevance and confidence, the sub-categories of science learning motivation. In the analyses of students' perceptions toward science classes using MBL, students showed positive perceptions in aspects of interests of science classes, content comprehension, and convenience of experiments. The teacher also showed positive perceptions using MBL in elementary science classes. Educational implications of applying MBL in elementary science classes were discussed.

Key words : MBL, elementary school science, scientific inquiry, laboratory

I. 서 론

최근 컴퓨터와 정보통신기술의 발달은 학습 환경과 방법, 내용 측면에서 많은 변화를 주고 있다. 학교에서도 실험 활동 중심의 실제적인 탐구 학습이 이루어지도록 과학실 현대화를 추진하고 정보통신 기술을 활용하여 교수 학습의 질을 제고하기 위해 노력하고 있다. 이러한 시점에서 MBL(Microcomputer-Based Laboratory)은 실험을 통한 문제 해결 및 학생

들의 자기 주도적인 학습 능력을 기를 수 있는 새로운 교수 학습 방법으로 관심을 받고 있다. 또한, 첨단 과학 기술 연구에서의 컴퓨터 역할에 대한 인식과 과학 기술 사회에서 일반인이 갖추어야 할 과학적 소양의 하나로 컴퓨터 활용 능력에 대한 인식이 확산되면서 과학교육의 중요한 도구 중 하나로 인식되고 있다.

MBL은 컴퓨터와 센서, 인터페이스 등을 통하여 자료를 수집함으로써 실험을 행함과 동시에 그 결

본 연구는 2008년도 한국과학교육단체총연합회 교수연구활동지원사업의 지원으로 수행되었음.

2010.1.31(접수), 2010.2.22(1심통과), 2010.2.24(최종통과)

E-mail: ihmj@ginue.ac.kr(임희준)

과를 그래프나 도표의 형태로 즉각적으로 제시하고, 그 결과를 분석하는 실험 방식이다. MBL 실험은 전통적인 실험 방법을 통해서도 수행하기 어려운 실험을 수행할 수 있으며, 기존의 전통적인 과학 실험이 지니는 문제점을 극복할 수 있다는 장점도 있다. 기존의 과학 실험에서는 대부분의 실험이 자료 수집에 많은 시간을 소모하고 자료에 대한 해석과 토론을 위한 충분한 탐구를 수행하지 못한다는 문제점이 지적되고 있다(Friedler *et al.*, 1990; Gangoli, 1995). MBL 실험은 이처럼 기구 조작과 자료 수집 위주 활동으로 진행되는 전통적인 과학 실험 활동을 사고 중심 활동으로 변화시켜 줄 수 있는 장점을 가지고 있다(Thornton & Sokoloff, 1990). 전통적인 실험 방법에 비하여 MBL은 정확하고 빠른 자료 수집과 측정, 분석을 가능하게 함으로써 시간적 효율성을 증대시키고, 자료의 수집, 측정, 기록에 소모되는 시간과 노력을 줄이는 대신 탐구하고 토론하는 시간을 확보함으로써 학생간의 상호작용도 증진시킬 수 있다(Friedler *et al.*, 1990; Linn, 1995; Linn & Songer, 1991).

MBL의 교육적 효과에 관한 연구들은 주로 중등 학생 및 대학생을 대상으로 이루어졌으며, MBL의 활용이 관찰과 예상 등의 탐구 기능을 증진시키고(Friedler *et al.*, 1990), 관련된 과학 개념 이해 및 자료 이해 능력을 향상시킨다고 보고되었다(Nakhleh & Krajcik, 1994; Thornton & Sokoloff, 1998; Russell *et al.*, 2004). 우리나라에서도 중학교에 MBL을 적용한 박금홍 등(2005)의 연구에서 MBL 실험이 전통적인 실험에 비하여 실험 결과를 해석하고 결론을 이끌어 내는 데 효과적이었다고 보고하였다. 최근 들어 초등학생을 대상으로 한 연구들도 수행되고 있는데, MBL 수업이 초등학생들이 과학 탐구 능력 및 과학 학업 성취도에 대체로 긍정적인 영향을 주는 것으로 보고되고 있다(박상용, 2006; 유병길, 2006; 이승민, 2006; 허은영, 2007). 그러나 이러한 연구에도 불구하고 초등 현장에서는 MBL을 이용한 과학 수업을 초등학생들이 제대로 수행할 수 있는가에 대한 회의적인 반응이 여전히 많기 때문에 MBL의 적용 가능성과 효과에 대한 지속적인 연구가 필요한 상황이다. 또한, 그 동안의 연구는 주로 MBL의 효과 측면에 관한 것으로 초등학교에서의 MBL 사용에 대한 지도 교사와 학생들의 구체적인 인식에 대한 연구는 거의 없었다.

이에 본 연구에서는 MBL 중에서 가장 간단하고 쉽게 활용할 수 있는 온도 센서를 활용한 실험을 초등 과학 수업에 적용하고, 그 효과를 과학 학업 성취도, 과학 탐구 능력, 과학 학습 동기의 측면에서 살펴보고자 하였다. 아울러 MBL을 활용한 과학 수업에 대한 교사 및 학생들의 인식을 구체적으로 살펴보고, 이를 통하여 초등 과학 수업에서의 MBL 활용에 대한 시사점을 얻고자 하였다.

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상 및 절차

본 연구는 경기도에 소재한 한 초등학교 4학년을 대상으로 진행되었다. 연구 대상 학교는 아파트 밀집 지역에 위치한 학교로, 학급 규모는 38학급으로 학년당 5~7학급이며, 학생들의 남녀 비율이 비슷하고 과학실 현대화 등 컴퓨터실, 도서실과 같은 특별실이 잘 정비된 시설 여건이 좋은 학교였다. 본 연구의 대상으로는 1학기 기말고사 과학 성적이 비슷한 4학년 두 학급을 선정하여 연구자 임의로 실험 집단과 비교 집단으로 배치하였으며, 실험 집단 32명(남 15명, 여 17명), 비교 집단 32명(남 17명, 여 15명)으로 구성되었다.

2. 연구 절차

MBL을 적용한 과학 수업의 효과와 인식을 조사하기 위하여 본 연구는 먼저 MBL에 관한 선행 연구를 토대로 MBL을 적용하기 위한 과학 수업의 방향을 설정하였다. 그리고 MBL을 적용하기에 적합한 단원 및 차시를 선정하고, 각 차시에 대한 MBL 자료를 개발하였다. 선정한 단원은 4학년 2학기 7단원 ‘모습을 바꾸는 물’ 4차시분과 8단원 ‘열의 이동과 우리 생활’ 5차시분이었다. 이 단원의 활동들은 주로 온도 센서만을 가지고 수행할 수 있기 때문에 실험이 간단하면서도 다양한 사고를 유도할 수 있기 때문에 선정하였다.

수업 실시에 앞서 사전 검사로 과학 탐구 능력, 과학 학습 동기 검사를 실시하고, 실험 집단에는 컴퓨터에 대한 태도를 추가로 검사하였다. 실험 집단의 교사와 학생들이 MBL을 처음 사용하기 때문에 수업 처치에 앞서 MBL에 익숙해지는 시간을 가질 수 있도록 하였다. 먼저 연구자가 실험 집단 교사를

대상으로 MBL의 활용 방법과 지도시의 유의점 등에 대하여 사전에 상세하게 설명하였고, MBL을 활용한 예비 실험을 함께 수행함으로써 MBL 실험에 익숙해지도록 하였다. 또한, 실험 집단 학생들에게는 수업 처치에 포함되지 않는 바로 이전 단원의 한 차시의 과학 수업 시간에 MBL에 관련된 오리엔테이션과 연습 수업을 실시하였다. 그리고 총 9차시에 걸쳐서 수업 처치를 실시하였다. 수업은 각 담임교사에 의해 이루어졌는데, 실험 집단은 MBL 수업을 위해 개발한 활동지를 수업 자료로 활용하여 MBL을 이용한 수업을 실시하였고, 비교 집단은 교과서와 실험 관찰책을 토대로 하며, 기존의 실험 기구를 이용한 수업을 실시하였다. 수업 처치가 끝난 후, 사후 검사로 과학 학업 성취도, 과학 탐구 능력, 과학 학습 동기 검사를 실시하였고, 실험 집단 학생들을 대상으로 MBL 수업에 대한 인식 설문을 추가로 실시하였다. 그리고 실험 집단의 지도 교사와 학생 8명을 선정하여 MBL을 적용한 수업에 대한 인식에 대하여 반구조화 된 면담을 실시하였다.

3. MBL 수업 자료의 구성

MBL을 활용한 수업에서 사용한 활동지는 ‘문제 상황에서 예상해 보기’, ‘실험하기’, ‘설명하기’의 3단계로 구성하였다. ‘문제 상황에서 예상해 보기’ 단계에서는 일상에서 흔히 일어날 수 있는 상황을 토대로 흥미와 호기심을 유발할 수 있는 문제 상황을 제시하고 그 결과를 예상하도록 하였다. ‘실험하기’ 단계에서 MBL을 이용한 실험 과정과 방법에 대하여 사전과 설명을 통해 제시하고, 자료 측정 시간 및 측정 간격, 변수 등 MBL 프로그램의 설정 및 수행 방법을 안내하였다. 마지막 단계인 ‘설명하기’ 단계에서는 실험을 수행하는 동안 컴퓨터에 그려진 그래프를 활동지에 다시 그려보고, 자료를 해석하여 실험 결과를 정리할 수 있도록 하였고, 처음에 제시된 문제 상황에서 예상한 내용을 확인하도록 하였다. 그리고 차시의 내용을 정리할 수 있도록 평가 문항을 제시하였다. 교과서에 기초한 전통적인 과학 수업을 실시한 비교 집단에서도 실험 집단과 동일하게 문제 상황에서 예상해 보기, 실험하기, 설명하기의 활동을 수행하도록 하여, 수업 자료는 다르지만 수업의 내용 면에서는 차이가 없도록 고려하였다. 개발한 MBL 자료는 과학 교육 전문가 및 현장 교사의 검토를 거친 후 시범 적용 결과를 바탕으

로 문제점을 파악하여 자료를 수정·보완하였다.

4. 검사 도구

사전 과학 학업 성취도 점수로는 1학기 기말고사 과학 점수를 활용하였고, 사후 과학 학업 성취도 검사는 내용 영역과 행동 영역의 이원 목적 분류표에 따라 연구자가 개발한 검사지를 사용하였다. 개발한 과학 학업 성취도 검사지는 과학 교육 전문가 1명과 현장 교사 3인에게 내용 타당도를 검증받았으며, 검사 실시 후 구한 신뢰도(Cronbach's α)는 .67이었다.

과학 탐구 능력 검사 도구로는 권재술과 김범기(1994)의 과학 탐구 능력 검사지(Test of Science Process Skills: TSPS)를 사용하였다. 이 검사지는 각각 탐구 요소별 3문항씩 총 30문항으로 이루어져 있으나, 본 연구에서는 4학년 학생들에게 어려우며, 본 연구에서 수행한 수업에 거의 포함되어 있지 않은 가설 설정과 변인 통제, 일반화를 뺀 21문항으로 구성하여 검사하였다. Cronbach's α 로 구한 신뢰도는 .66이었다.

과학 학습 동기를 측정하기 위해 사전 검사로는 Anderman과 Young(1994)의 PALS(Pattern of Adaptive Learning Survey) 검사지를 사용하였고, 사후 검사로는 Keller(1994)의 IMMS(Instructional Materials Motivation Scale) 검사지를 사용하였다. 5단계 리커트식 척도로 검사를 실시한 후 Cronbach's α 로 구한 신뢰도는 각각 .87과 .92였다.

실험 집단에는 사전 검사의 하나로 컴퓨터에 대한 태도 검사를 실시하였다. 컴퓨터에 대한 태도 검사지로는 문희순(2001)의 ‘컴퓨터에 대한 태도 조사 도구’에서 컴퓨터에 대한 자신감, 선호도와 관련된 6문항을 추출하여 사용하였으며, Cronbach's α 로 구한 신뢰도는 .85였다. 실험 집단을 대상으로 MBL을 적용한 과학 수업에 대한 학생들의 인식을 알아보기 위한 인식 검사지는 유병길(2006)의 설문 문항을 수정·보완하여 제작하였다. 인식 조사 문항은 총 12문항으로, 10문항은 5점 리커트 척도의 문항이고, 2문항은 MBL의 장점과 단점을 기술하도록 한 서술형 문항으로 구성하였다.

5. 분석 방법

MBL을 적용한 과학 수업의 효과를 분석하기 위하여 과학 학업 성취도, 과학 탐구 능력, 과학 학습 동기는 사전 검사 점수를 공변인으로 하는 공변량

분석을 실시하여 실험 집단과 비교 집단의 차이를 알아보았다. 실험 집단에 실시한 MBL을 적용한 과학 수업에 대한 인식 검사는 하위 영역별 평균을 구하고, 성별, 과학 태도, 컴퓨터에 대한 태도에 따른 차이를 *t*-test를 통하여 비교 분석하였다. 서술형으로 기술한 MBL 수업의 장단점에 대한 학생들의 인식은 응답을 유형화하여 응답 빈도를 조사하였다. 학생과 교사의 면담 내용은 전사 후 분석하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 초등 과학 수업에 미치는 MBL 수업의 효과

1) 과학 학업 성취도에 미치는 MBL 수업의 효과

실험 집단과 비교 집단의 사전 동질성 여부를 검사하기 위하여 1학기 기말고사 과학 성적에 대해 *t*-검증을 실시한 결과, $p=.12$ 로 비교 집단의 성적이 약간 높기는 하였으나 통계적으로 유의미한 차이는 없었다. 사전 검사를 공변인으로 하여 두 집단의 사후 과학 학업 성취도 검사 점수에 대하여 공변량 분석을 실시하여 구한 두 집단의 평균 및 교정 평균, 그리고 공변량 분석 결과를 표 1에 제시하였다.

공변량 분석 결과, 두 집단의 사후 과학 학업 성취도는 유의한 차이가 없었다. 초등 과학 수업에 MBL을 적용한 박상용(2006)과 허은영(2007)의 연구에서는 MBL 프로그램이 초등학생의 과학 학업 성취도 향상에 효과적인 것으로 나타났다. 반면, 유병길(2006)의 연구에서는 본 연구의 결과에서와 같이 MBL 수업이 학업 성취도에 미치는 효과는 나타나지 않았다. 본 연구에서 MBL을 활용한 수업이 학업 성취도에 긍정적인 영향을 미치지 못했고, 기존

선행 연구에서도 학업 성취도에 미치는 영향이 일관되지 않은 것에 대해서는 MBL을 적용한 단원의 특성, 교사의 수업 진행 방식, 학생들의 활동 과정 등에 대한 면밀한 조사를 통하여 연구될 필요가 있을 것으로 생각된다.

2) 과학 탐구 능력에 미치는 MBL 수업의 효과

실험 집단과 비교 집단의 사전 과학 탐구 능력은 21점 만점에 각각 10.63점, 12.56점으로 통계적으로 유의미한 차이는 없었다. 수업 처치 후 과학 탐구 능력에 미치는 MBL 수업의 효과를 알아보기 위하여 실시한 사후 검사에 대한 공변량 분석 결과를 표 2에 제시하였다. 검사 결과, 사후 교정 평균은 비교 집단이 11.51점, 실험 집단이 12.99점으로 유의수준 .05 이하 수준에서 실험 집단의 과학 탐구 능력이 높은 것으로 나타났다. 즉, MBL 수업을 통해 실험 집단 학생들의 과학 탐구 능력이 비교 집단 학생들에 비하여 유의미하게 향상되었음을 알 수 있다.

MBL을 활용한 과학 수업은 대체로 과학 탐구 능력에서는 효과가 있는 것으로 나타났는데(박상용, 2006; 유병길, 2006; 허은영, 2007), 본 연구에서도 과학 탐구 능력에서 많은 증진이 있음을 볼 수 있었다. MBL을 이용함으로써 전통적인 실험에서는 초시계와 온도계를 이용하여 수행했던 측정 및 자료 수집 활동을 보다 쉽게 수행하게 되었고, 대신 실험 현상을 더 집중하여 관찰하고 실험 과정 동안의 변화를 표나 그래프를 통해 즉각적으로 보게 됨으로써 자료 수집보다는 이유에 대한 추리나 자료 해석 등의 탐구 활동을 위한 시간을 더 많이 확보할 수 있게 된 결과로 과학 탐구 능력의 향상으로 나타난 것으로 파악된다.

표 1. 과학 학업 성취도 검사 점수에 대한 공변량 분석 결과

대상	사전 평균 (SD)	사후 평균 (SD)	사후 교정 평균		
비교 집단(n=32)	89.75(9.90)	72.81(11.50)	71.23		
실험 집단(n=32)	85.13(13.02)	66.56(16.34)	68.19		
공변량 분석 결과					
변인	자승화	df	평균자승화	F	P
수정모델	4523.65	2	2261.82	16.29	.000
공변인	3898.65	1	3898.65	28.08	.000
실험 처치	145.67	1	145.67	1.05	.310
잔차	8470.10	61	138.85		

표 2. 과학 탐구 능력 검사에 대한 공변량 분석 결과

대상	사전 평균 (SD)	사후 평균 (SD)	사후 교정 평균		
비교 집단(n=32)	12.56(2.55)	12.09(2.73)	11.51		
실험 집단(n=32)	10.63(2.94)	12.41(3.18)	12.99		
공변량 분석 결과					
변인	자승화	df	평균자승화	F	P
수정모델	171.21	2	85.61	13.93	.000
공변인	169.65	1	169.65	27.61	.000
실험 처치	30.96	1	30.96	5.04	.028
잔차	374.79	61	6.14		

3) 과학 학습 동기에 미치는 MBL 수업의 효과

과학 학습 동기에 대한 사전 검사 점수를 비교한 결과, 실험 집단과 비교 집단의 과학 학습 동기는 통계적으로 차이가 없었다. 사전 검사 점수를 공변인으로 하는 공변량 분석을 통하여 두 집단의 사후 과학 학습 동기 점수를 비교한 결과를 표 3에 제시하였다. 분석 결과, 과학 학습 동기 전체 점수에 대해서는 실험 집단의 교정 평균이 3.92점, 비교 집단의 교정 평균이 3.70점으로 비교 집단에 비하여 실험 집단의 점수가 높기는 하였으나 통계적으로 유의미한 차이는 나타나지 않았다. 그러나 과학 학습 동기의 하위 영역별로 점수를 비교한 결과, 관련성과 자신감 영역에서 실험 집단의 점수가 유의미하게 높은 것으로 나타났다.

하위 영역에 대한 분석 결과를 살펴보면, 4가지 영역 중에서 주의 집중과 만족감 영역은 실험 집단의 점수가 약간 높기는 하지만 통계적 차이는 나타나지 않았고, 관련성과 자신감 영역에서만 유의미한 차이가 나타났다. 학생들이 MBL을 통하여 자료 수집보다는 현상에 대한 관찰과 자료 해석에 보다 시간을 쓸 수 있게 되면서 실험 활동의 의미와 내용에 대하여 보다 많은 생각을 할 수 있게 됨으로써 과학 학습과 자신과의 관련성에 대한 인식이 높아진 것으로 파악된다. 또한, MBL이 초등학생 중에서도 특히 고학년 이하 학생들에게는 사용에 무리가 있을 것이라는 우려와는 달리 자신이 과학을 잘 할 수 있다는 자신감도 유의미하게 증진되었음을 알 수 있었다. 그러나 새로운 실험 방식의 활용과 컴퓨터, 인터페이스, 센서 등의 다양한 기기들을 처음 접하게 됨으로써 수업에의 주의집중 등에는 많은 영

향을 미치지 못한 것으로 파악된다.

2. MBL을 활용한 과학 수업에 대한 학생들의 인식

1) MBL 수업에 대한 학생들의 인식

MBL을 활용하여 과학 수업을 실시한 후 과학 수업에 대한 흥미, 수업 내용의 이해, 실험의 편리성, 상호작용, 앞으로의 활용 기대 등에 대한 MBL 수업에 대한 학생들의 인식을 5점 리커트 척도를 통하여 조사한 결과를 표 4에 제시하였다.

표 4. MBL을 활용한 과학 수업에 대한 학생들의 인식

하위 영역 및 내용	평균 (표준 편차)
수업에의 흥미	
· MBL을 이용한 수업이 좋았다.	4.04
· 기존의 과학 수업과 비교해 흥미로웠다.	(.85)
· 과학 수업에 더 관심을 갖게 되고 열중하게 되었다.	
수업에 대한 이해	4.22
· 수업 내용 이해하는 것이 더 쉬웠다.	(.87)
실험의 편리	
· MBL을 사용하지 않은 과학 실험보다 더 편리하였다.	4.30
· 실험 결과 정리가 쉬웠다.	(.78)
상호작용	3.00
· 실험에 관한 이야기를 많이 했다.	(1.02)
앞으로의 활용 기대	
· 앞으로도 MBL을 사용하여 실험 수업을 하고 싶다.	3.93
· MBL을 계속 사용하면 과학 과목이 더 좋아질 것 같다.	(.98)
· MBL을 사용하면 과학 공부를 더 잘할 수 있을 것 같다.	

표 3. 과학 학습 동기에 대한 공변량 분석 결과

영역	대상	사전 평균 (SD)	사후 평균 (SD)	교정 평균	F	p
주의집중	비교 집단(n=32)	3.53(.57)	3.99(.66)	3.95	.08	.78
	실험 집단(n=32)	3.42(.34)	3.96(.71)	4.00		
관련성	비교 집단(n=32)	3.53(.57)	3.66(.76)	3.61	5.20	.03
	실험 집단(n=32)	3.42(.34)	3.89(.68)	3.94		
자신감	비교 집단(n=32)	3.53(.57)	3.56(.89)	3.51	3.75	.06
	실험 집단(n=32)	3.42(.34)	3.76(.69)	3.81		
만족감	비교 집단(n=32)	3.53(.57)	3.79(.84)	3.74	.82	.37
	실험 집단(n=32)	3.42(.34)	3.86(.81)	3.91		
전체	비교 집단(n=32)	3.53(.57)	3.75(.72)	3.70	2.30	.13
	실험 집단(n=32)	3.42(.34)	3.87(.66)	3.92		

분석 결과, MBL을 통하여 과학 수업에 대해 흥미와 관심을 더 가지게 되었고, 과학 수업 내용을 이해하는 것이 더 쉬웠으며, 전통적인 방식의 실험에 비하여 과학 실험이 편리하고 실험 결과 정리도 쉬웠다는 인식이 높았다. 또한, 앞으로도 과학 수업 시간에 MBL을 활용한 실험을 하고 싶다는 기대감도 높은 것으로 나타났다. 그러나 실험에 관한 이야기를 많이 했다는 상호작용 측면에 대한 인식은 보통인 것으로 나타났다. 상호작용 측면에 대한 인식이 높지 않았던 것은 실제 상호작용 내용에 대한 구체적인 분석을 통하여 그 내용과 이유에 대하여 파악할 필요가 있을 것으로 생각된다.

2) 학생 변인에 따른 MBL 수업에 대한 인식 비교

MBL은 컴퓨터, 인터페이스, 센서 등 전통적인 실험 기구와는 다르면서 특히 컴퓨터와 관련된 새로운 실험 방법이기 때문에, MBL 사용에 대한 인식은 학생들의 변인에 따라 차이가 있을 수 있다. 따라서, MBL에 대한 인식을 성별, 과학 태도, 컴퓨터에 대한 태도에 따라 비교하였다(표 5).

성별에 따라 MBL을 적용한 과학 수업에 대한 인식을 분석한 결과, 남학생(n=15)은 흥미, 편리, 기대감에서, 여학생(n=17)은 이해, 상호작용에서 평균이 약간 높았으나 어느 영역에서도 남학생과 여학생 사이에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이는 성별에 따라 컴퓨터나 센서 등을 사용한 MBL

에 대한 인식에 차이가 없음을 의미한다.

과학 태도는 평균 점수를 기준으로 하여 과학 태도가 상위인 집단(n=14)과 하위인 집단(n=18)으로 구분하여 비교하였으며, MBL에 대한 인식은 과학 태도의 수준에 따라 차이가 있었다. 과학 태도가 높은 집단이 과학 태도가 낮은 집단에 비하여 모든 하위 영역 및 전체 MBL에 대한 인식이 높은 것으로 나타났다. 특히, MBL을 사용한 수업에 대한 흥미와 앞으로도 MBL을 활용한 수업을 하고 싶다는 기대감에서는 통계적으로 유의미한 차이가 있었다. 이러한 결과는 과학 태도가 낮은 학생들이 MBL에 대하여 부정적으로 인식한다는 것은 아니다. 과학 태도가 낮은 학생들도 MBL을 활용한 과학 수업에 대하여 대체로 긍정적으로 인식하고 있으나, 과학 태도가 높은 학생들이 새로운 실험 방법이면서 현대화된 방법인 MBL의 사용에 대해서 보다 긍정적으로 인식하고 있음을 의미한다.

MBL이 컴퓨터를 사용한다는 특징이 있기 때문에 컴퓨터에 대한 태도에 따른 차이를 살펴보았다. 컴퓨터는 초등학생들도 보편적으로 많이 사용하는 것으로 컴퓨터에 대한 태도의 평균 점수는 5점 만점에 약 3.95로 전반적으로 높았다. 이 평균 점수를 기준으로 컴퓨터에 대한 태도가 상위인 집단(n=17)과 하위인 집단(n=15)으로 구분하여 MBL을 적용한 과학 수업에 대한 인식을 분석하였다. 그 결과 컴퓨터에 대한 태도는 MBL을 적용한 과학 수업에 대한

표 5. 학생 변인에 따른 MBL 수업에 대한 인식 비교

영역	변인	성별에 따른 비교			과학 태도에 따른 비교			컴퓨터 태도에 따른 비교		
		구분	평균(SD)	t	구분	평균(SD)	t	구분	평균(SD)	t
흥미	남	4.07(.99)	.15	상	4.43(.76)	2.43*	상	4.43(.57)	3.11**	
	여	4.02(.74)		하	3.74(.82)		하	3.60(.92)		
이해	남	4.13(.99)	-.52	상	4.50(.94)	1.66	상	4.47(.72)	1.81*	
	여	4.29(.77)		하	4.00(.77)		하	3.93(.96)		
편리	남	4.47(.74)	1.16	상	4.54(.77)	1.56	상	4.62(.72)	2.71**	
	여	4.15(.81)		하	4.11(.76)		하	3.93(.70)		
상호작용	남	2.80(.94)	-1.05	상	3.36(1.22)	1.72	상	3.24(1.03)	1.42	
	여	3.18(1.07)		하	2.72(.75)		하	2.73(.96)		
기대감	남	3.98(1.00)	.27	상	4.36(1.00)	2.36*	상	4.29(.83)	2.44*	
	여	3.88(.98)		하	3.59(.84)		하	3.51(.98)		
전체 MBL 인식	남	3.89(.70)	-.06	상	4.24(.74)	2.65**	상	4.21(.61)	3.04**	
	여	3.90(.72)		하	3.63(.55)		하	3.54(.63)		

*p<.05, **p<.01.

인식과 상관이 많음을 알 수 있었다. 상호작용을 제외한 모든 영역에서 컴퓨터에 대한 태도가 더 높은 학생들이 MBL을 적용한 수업에 대해서도 통계적으로 유의미하게 더 긍정적으로 인식하고 있음을 알 수 있었다. MBL 실험이 컴퓨터를 기반으로 하는 실험이기 때문에 컴퓨터를 다루는 것을 좋아하고 잘 다룬다고 생각하는 학생들이 MBL 실험에 대해서도 보다 흥미를 가지고 프로그램 및 기구 사용을 더 원활하게 할 수 있었던 것으로 생각된다.

3) MBL의 장단점에 대한 학생들의 인식

서술형 설문으로 조사한 MBL을 적용한 과학 수업의 장단점에 대한 학생들의 인식을 분석한 결과를 표 6에 제시하였다. 학생들이 MBL 수업의 장점으로 응답한 것들은 노트북 컴퓨터와 온도 센서 등 새로운 실험 도구를 사용함으로써 과학 실험이 재미있고 흥미로웠다는 응답과 시간에 따라 온도의 미세한 변화까지도 정확하게 한 눈에 볼 수 있어 편리했다는 응답이 가장 많았다. 그리고 과학 실험이 더 간편하고 결과가 그래프로 제시되어 이해가 잘 된다는 점과 조작 방법이 쉽고 결과가 빠르게 나타나며 실험 결과를 정리하기가 쉽다는 것도 장점으로 응답하였다.

학생과의 면담을 통해서도 MBL의 장점에 대한 유사한 인식을 살펴볼 수 있었다.

노트북과 센서를 이용해서 수업을 하니가 재미있었고 모니터에 그래프가 자동으로 그려지니까 신기했어요. 또 온도가 정말 정확하고요. 평소엔 하지 못했던 실험을 할 수 있어서 좋았어요. (중략) 센서를 통해 그래프로 나타내지고 온도를 정확하게 알 수 있으니까 실험 내용을 쉽게 이해할 수 있었어요. (학생 A의 면담 내용 중에서)

예전에는 실험하는 것을 관찰하고 온도를 재느라 별로 이야기를 하지 않았어요. 그리고 주로 실험 결과에 대해

서만 이야기를 했었는데 MBL로 실험을 하면서는 실험 결과뿐만 아니라 실험 과정에 대한 이야기도 많이 나누었어요. 그래프가 왜 이렇게 나오는지, 온도가 왜 이렇게 변화되는지 등 실험하는 동안 여러 가지 궁금한 것들에 대해 서로 이야기를 나눌 수 있었어요. (학생 B의 면담 중에서)

학생들이 MBL 실험의 단점으로 인식하는 내용 들로는 새로운 실험도구로 인해 학생들이 장난을 치고 서로 사용하겠다고 싸움을 해서 소란스러웠다는 응답이 많았다. 그리고 컴퓨터가 예러가 나서 실험이 잘 진행되지 않는 경우가 있었고 프로그램을 조작하는 것이 어려웠으며, 컴퓨터, 인터페이스, 센서 등을 세팅하고 설치하는 데 시간이 걸린다는 단점도 지적하였다. 또한 센서가 민감해서 조금만 건드려도 데이터가 다르게 나타나고, 온도 측정을 할 때 센서가 온도 측정을 하니가 가만히 지켜만 보고 있어서 지루했다는 답변도 있었다. 학생의 면담을 통해서도 센서가 민감하여 결과가 쉽게 변해서 힘든 면이 있었다는 점과 프로그램을 이용할 때 교사의 지시를 놓칠 경우 독자적으로 수행하기가 어려웠다는 것도 알 수 있었다.

(MBL을 사용하면서) 특별히 불편한 점은 없었는데 센서가 민감해서 약간만 건드려도 온도가 변해서 힘들었어요. 그리고 노트북을 서로 하겠다고 싸우는 경우도 있어서 그것은 힘들었어요. (학생 C의 면담 중에서)

세팅을 할 때는 선생님이 해주시는 것을 놓치면 하기가 어려웠어요. 선생님께서 하신 것을 놓치지 않고 하면 안 어렵구요 놓치면 어려워요. (학생 D의 면담 중에서)

3. MBL을 적용한 과학 수업에 대한 교사의 인식

MBL을 적용한 과학 수업을 실시한 지도 교사와

표 6. MBL 수업의 장단점에 대한 학생들의 인식

장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> · 새로운 실험 도구(노트북과 온도 센서) 사용으로 재미있고 흥미롭다.(14명) · 시간에 따라 온도의 미세한 변화까지도 정확하게 한 눈에 볼 수 있어 편리하다.(14명) · 과학 실험이 더 간편하고 결과가 그래프로 나타내어져 이해가 잘된다.(9명) · 조작 방법이 쉽고 결과가 빠르게 나타난다.(5명) · 실험 결과 정리하기가 쉽다.(4명) 	<ul style="list-style-type: none"> · 새로운 실험 도구로 인해 아이들의 장난과 싸움으로 인해 소란스럽다.(14명) · 컴퓨터 예러와 조작이 어렵다.(7명) · 설치에 시간이 걸린다.(4명) · 민감한 센서로 조금만 건드려도 데이터가 다르게 나온다.(3명) · (센서가 온도 측정을 하므로) 온도 측정할 때 가만히 있어 지루하다.(2명)

의 면담을 통하여 MBL 수업에 대한 교사 인식을 살펴보았다. 교사는 학교에서 MBL이 갖추어져 있는 등의 여건이 허락된다면 과학 수업에 MBL을 활용하는 것에 대하여 긍정적으로 인식하고 있었다. 그리고 아래에 제시한 면담의 예에서도 알 수 있듯이 실험 데이터와 그래프가 한눈에 제시되기 때문에 실험 결과를 확인하기가 쉬웠으며, 자료 해석하는 것도 훨씬 수월하였다는 긍정적인 응답이 있었다. 그리고 기존의 실험 도구로는 실험의 오차가 많거나 실험 결과가 잘 나오지 않는 경우가 있었는데, MBL을 통하여 실험한 결과 측정 결과가 잘 나타나서 수업에 도움이 된다는 점도 언급하였다.

면담자: MBL을 하면서 좋았던 점은 무엇이었나요?

교 사: 일단 데이터가 한눈에 보이니까 애들한테 그 데이터와 그래프를 보면서 이야기할 수 있는 것이고 그 다음 감지하지 못하는 실험이나 어쩌면 잘 안 될 수도 있는 부분, 공기(의 온도) 뭐 그런 부분에 있어서 한 눈에 보였다는 것(과학실 위와 아래의 공기 온도를 잴 때 작은 변화까지 보였다는 것)들이 좋았어요.

면담자: MBL 사용에 대해 아이들 반응은 어땠어요?

교 사: 아이들은 새로운 것을 접했다는 것에 대한 호기심으로 관심이 높았어요. 실험하는 동안에도 무척 재미있어 하고 또 과학 시간에 MBL 하느냐고 물으면서 과학 시간을 무척 기다렸어요.

면담자: 애들이 그렇고 선생님은 어떠셨어요?

교 사: 실험에서 그래프 그리고 확인해 보는 게 무척 좋았어요. 한 번에 그래프로 제시되니 자료 해석하는 것도 훨씬 수월하더라고요. 또 기존의 실험 도구인 온도계로는 실험의 오차가 많아 실험 결과가 잘 나오지 않는 경우도 많았는데, MBL을 사용하니 측정하는 데 시간도 많이 걸리지 않고 측정 결과가 잘 나타나 몇 가지 단점만 보완하면 MBL을 수업에 도입하면 좋을 것 같아요.

교사가 생각하는 MBL의 이러한 장점에도 불구하고 수업에 사용할 때 불편했던 점이나 개선점에 대한 질문에 대해 교사는 MBL 센서의 민감성이 데이터 수집에 도움이 되기도 하지만 너무 민감해서 오히려 결과 해석이나 이해에 어려움으로 작용하는 경우가 있음을 지적하였다.

8학년(영의 이동과 우리 생활)에서는 센서가 민감해서 결과가 잘 나타났는데, 7학년(모습을 바꾸는 물)에서는

약간의 변화에도 너무 예민하게 반응이 오니까 아이들이 센서를 만져서 그래프의 변화가 생겼다는 것을 알면서도 결과 해석을 다르게 하는 경우가 있었어요. 실험에 따라 사용할 수 있게 조금 둔감한 센서도 만들었으면 좋겠어요.

센서의 민감성과 그에 대한 결과 해석의 어려움은 학생과 교사 모두가 언급한 것이다. 예를 들어 가열에 따른 물의 온도 변화와 같은 실험을 수행할 때 MBL에서 그려지는 그래프에서는 물이 끓는 동안에 온도가 직선으로 일정하게 유지되지 않고 약간의 노이즈가 생기는 경우가 있었다. 그런데 이런 경우 학생들이 온도가 일정하게 유지되지 않는다고 해석하는 경우들이 발생하기도 하였다. 본 연구에서는 과학 학업 성취도에서 MBL 수업의 효과가 나타나지 않았는데 이러한 현상들이 그 원인이 될 수 있을 것으로 생각된다.

그리고 MBL 실험 세팅이 좀더 간소화되어 학생들이 사용하기 좋게 변형되었으면 좋겠다는 개선점도 언급하였다.

노트북이 책상 위에 있으니 자리도 차지하고 아이들이 자꾸 만지려고 해요. 또 연결선도 많아 아이들도 선 자체 때문에 복잡해하고 저도 정신 없었어요. 노트북을 책상 속으로 넣어 아이들이 만지지 않고 볼 수 있게 하고 기본적인 선 연결 같은 것들은 미리 설치가 되어 센서로 측정만 할 수 있도록 하면 좋을 것 같아요.

매 시간마다 노트북과 센서 등을 연결하고 컴퓨터를 켜는 등의 설치 시간이 많이 걸리기 때문에 이것이 보다 상용화되면 보다 간단한 기기를 이용할 수 있거나 과학실에 세팅이 되어 있어야 사용하기에 편리하다는 지적이었다. 초등학교용으로 사용하기에 적합한 센서의 민감성 정도나 세팅상의 문제 등 교사가 실제 수업을 통해 느꼈던 MBL의 불편한 점들은 MBL이 학교 수업에 실제 적용되기 위해서는 꼭 고려될 필요가 있을 것이다.

IV. 결론 및 제언

MBL은 컴퓨터와 센서, 인터페이스를 통하여 자료를 수집함으로써 실제로 실험을 수행하면서 동시에 그 결과를 그래프나 도표로 즉각적으로 제시해주는 실험 방식으로 기존의 전통적인 실험 방법과

는 다른 새로운 실험 방법으로 관심을 받고 있다. 본 연구에서는 초등학교 4학년 학생을 대상으로 MBL을 적용한 초등 과학 수업의 효과와 학생 및 교사의 인식을 살펴보았다.

연구 결과, 과학 학업 성취도에서는 유의미한 효과가 나타나지 않았다. 학생과 교사의 면담 내용과 관련지어 볼 때 센서를 통해 정교하게 데이터가 측정되고 그래프로 나타내어지기 때문에 자료 해석 및 분석에 도움을 주기도 하지만 센서의 민감성으로 인해 데이터에 약간의 노이즈가 있는 경우에도 학생들은 이를 그대로 받아들이기 때문에 올바른 결론을 내리지 못하는 경우들이 있었던 것을 하나의 이유로 생각해볼 수 있다.

과학 학업 성취도와는 달리 MBL을 적용한 과학 수업은 학생들의 과학 탐구 능력 및 관련성이나 자신감과 같은 과학 학습 동기에는 유의미한 효과가 있었다. MBL이 컴퓨터, 인터페이스, 센서 등 다소 복잡한 기기를 사용할 뿐만 아니라, 자료 수집과 변형을 컴퓨터가 대신해 주기 때문에 학생들에게 충분한 탐구의 기회를 제공하지 못할 수도 있다는 일각의 우려와는 달리 학생들의 과학 탐구 능력의 증진에 효과적임을 알 수 있었다. 이는 자료 수집에 많은 시간과 노력을 요구하는 전통적인 실험에 비하여 MBL 실험에서는 자료에 대한 해석과 분석, 이유에 대한 추론 등에 보다 집중할 수 있었기 때문으로 파악된다.

또한, MBL을 적용한 과학 수업에 대한 학생들과 교사의 인식은 대체로 매우 긍정적이었다. 비교적 어린 초등학교 4학년 학생들임에도 불구하고 MBL 기기 사용 방법을 쉽게 습득하였고 MBL을 사용하는 수업에 대한 흥미, 이를 통한 수업 내용의 이해, 실험의 편리성 등에 대해서 긍정적인 인식을 가지고 있었다. MBL 수업을 실시한 교사도 현실 여건이 갖추어진다면 주체가 맞는 단원이나 차시에 대해서 MBL을 적용하는 것은 효과적일 것이라고 인식하고 있었다.

MBL을 학교 과학 수업에 적용하는 것은 아직 현실적인 제약이 많은 것이 사실이다. 그러나 실험실의 현대화 및 과학실험 여건의 변화에 대한 지속적인 노력의 과정에서 MBL이 전통적인 실험의 일부를 대체할 수 있는 효과적인 실험 방법임을 고려할 필요가 있다. 그리고 과학 수업에 MBL을 적용하고자 할 때에는 본 연구에서 학생과 교사의 인식 조사

를 통해서 살펴본 것처럼 학습자가 사용하기에 보다 편리한 환경으로 장비가 세팅되고, 센서의 민감성 정도가 학교급의 수준에 적합하도록 조절된 기기의 개발도 이루어지는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

참고문헌

- 권재술, 김범기(1994). 초·중학생들의 과학 탐구능력 측정도구의 개발. *한국과학교육학회지*, 14(3), 215-264.
- 문희순(2001). 컴퓨터에 대한 태도의 관련 요인 탐색. *충남대학교 석사학위논문*.
- 박구홍, 구양삼, 최병순, 신애경, 이국행, 고석범(2005). 중학생들의 끊는점 학습에서 컴퓨터를 기반으로 하는 실험수업의 효과. *한국과학교육학회지*, 25(7), 867-872.
- 박상용(2006). MBL 프로그램 적용이 초등학생의 학업 성취도 및 과학관련 정의적 특성에 미치는 효과. *경인교육대학교 석사학위논문*.
- 유병길(2006). 초등학교 학생의 컴퓨터 기반 실험 수업 효과. *초등과학교육*, 25(1), 1-7.
- 이승민(2006). MBL 프로그램을 적용한 과학 수업이 초등학생의 과학 탐구능력에 미치는 효과. *경인교육대학교 석사학위논문*.
- 허은영(2007). MBL 시범 수업이 초등학생의 학업 성취도, 과학 탐구능력, 정의적 특성에 미치는 영향. *부산교육대학교 석사학위논문*.
- Anderman, E. M. & Young, A. J. (1994). Motivation and strategy use in science: Individual differences and classroom effects. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(8), 811-831.
- Friedler, Y., Nachmias, R. & Linn, M. C. (1990). Learning scientific reasoning skills in microcomputer-based laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(2), 173-191.
- Gangoli, S. G. (1995). A study of the effect of a guided open-ended approach to physics experiments. *International Journal of Science Education*, 17(2), 233-241.
- Keller, J. M. (1994). Motivational design of instruction. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models: An overview of their current status*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Association.
- Linn, M. C. & Songer, N. B. (1991). Teaching thermodynamics to middle school students: What are appropriate cognitive demands? *Journal of Research in Science Teaching*, 28(10), 885-918.
- Linn, M. C. (1995). Designing computer learning environments for engineering and computer science: The scaffold

- knowledge integration framework. *Journal of Science Education and Technology*, 4(2), 103-126.
- Nakhkeh, M. B. & Krajcik, J. S. (1994). Influence of levels of information as presented by different technologies on students' understanding of acid, base, and pH concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(10), 1077-1096.
- Russell, D., Lucas, K. B. & Mcrobbie, C. J. (2004). The role of the microcomputer-based laboratory display in supporting the construction of new understanding in thermal physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(2), 165-185.
- Thornton, R. K. & Sokoloff, D. R. (1998). Assessing student learning of Newton's law: The force and motion conceptual evaluation and the evaluation of active learning laboratory and lecture curricula. *American Journal of Physics*, 66(4), 338-352.