

Calculator-Based Laboratory system과 실험 Kit를 이용한 과학실험에 대한 교사들의 인식

서혜애¹⁾ · 윤기순 · 손종경 · 정화숙 · 송방호 · 양홍준 · 박성호 · 권덕기
¹⁾(한국교육개발원) · (경북대학교)

Science Teachers' Perceptions to the Utilization of Calculator Based Laboratory System with Experimental Kit in Science Experiments

Seo, Hae-Ae¹⁾ · Yoon, Ki-Soon · Sohn, Jong-Kyung · Chung, Hwa-Sook · Song, Bang-Ho · Yang, Hong-Jun · Park, Sung-Ho and Kwon, Duck-Kee
¹⁾(Korean Educational Development Institute) · (Kyungpook National University)

ABSTRACT

A Calculator-Based Laboratory (CBL) system was introduced to science teachers and their perceptions to its classroom application was assessed. A CBL survey instrument was responded by 54 middle and high school science teachers who undertook a three-hour workshop of science experiments with CBL system. There were significant differences in teachers perceptions to CBL system among gender, school level, school location, teacher's degree, and years of teaching in terms of learning CBL system, applicability of CBL system for science classrooms, and effects on science achievement. Male teachers showed significantly ($p < .05$) higher agreement to learning of CBL system and applicability for science classrooms than female teachers. Compared to middle school teachers, high school teachers showed significantly ($p < .05$) high interests in CBL applicability for science classrooms and perceptions that there will be an increase of science achievement. Teachers with 4-8 years of teaching experience also showed significantly ($p < .05$) higher interest toward learning CBL system and its applicability. It was concluded that science teachers perceived CBL system as a promising science teaching method in Korean middle and high schools. However, a science teacher inservice training program for CBL system should be developed in consideration of gender, school level, school location, and years of teaching.

Key words: CBL system, science teachers' perceptions, science experiment, science teacher inservice training program

1. 서론

과학 실험에 이용되는 첨단 기술은 플라스크와 비이커를 넘어선 실험기기를 개발하여 새로운 과학

이론과 원리를 끊임없이 발견시키고 있다. 따라서, 학교 과학 실험 현장에서도 비이커나 플라스크만이 학생들의 과학 실험기기라는 개념을 넘어서, 첨단 기술을 응용한 과학 실험기기에 대한 학생들의 이해가

*1999년 1월 10일 받음

**이 논문은 1995년도 한국학술진흥재단의 대학부설연구소 연구과제 3차년도 연구비에 의하여 연구되었음.

요구되고 있다. 이것은 최근 학교 과학 교육의 주요 강조점이 되는 학생들의 과학-기술 소양(scientific-technological literacy)의 함양과 직결된다.

그러나, 전형적인 실험 기기를 이용하고 있는 학교 현장의 과학 실험수업에는 여러 가지 문제점들이 내재되어 있다. 학생들은 기존의 과학 실험 기기의 부정확성으로 인하여 대부분의 과학실험을 제대로 수행하지 못하고 있으며, 현행 학교 과학교육의 목적이 되는 과학-기술 소양의 효율적인 함양이 제대로 이루어지지 않고 있다. 중등 학교의 실험 수업은 실험결과를 이미 예측한 다음, 그 결과를 확인하는 요리책 실험이 대부분이며, 일부 학생들은 실험기기가 제대로 작동하지 않거나, 시간이 부족하여 이미 알려진 실험 결과를 그대로 받아들이기만 하는 경우도 빈번히 일어나고 있다.

따라서, 학생들은 과학 실험 수업을 교과서 및 강의 내용을 요약하는 또 다른 pencil-paper 과제의 실험 보고서 기록의 연장으로 받아들이고 있으며, 과학 실험 수업은 학생들의 과학에 대한 흥미, 탐구 및 과학적 태도 함양을 저하시키는 원인이 되고 있다(이윤종 등, 1998).

전형적인 과학 실험 수업의 문제점을 해결하는 방안으로서, MBL(Microcomputer-Based Laboratory)이 효율적인 실험기기로 과학 수업에 도입된 것도 거의 10년 이상 지났으며, MBL 과학 실험 수업의 교수 방법(Mokron & Tinker, 1987; Linn et al., 1987; Beichner, 1990; Friedler et al., 1990), 특정 과학 교과과정에의 도입(Chia, 1995), 학생들의 학습성취도 변화에 대한 연구(Brasell, 1987; Nachmias & Linn, 1987; Nakhler, 1994)들이 이루어져 왔다.

그러나, MBL이 컴퓨터 모니터 및 키보드가 차지하는 실험대 공간으로 인하여 학생들이 실험수행이 편리하지 않다는 점과 필요한 수의 컴퓨터 시설을 설치하는데 요구되는 재정적 문제 등이 학교 현장의 과학 실험 수업에 적극적으로 도입하는데 장애가 되고 있다.

이와같은 MBL의 한계점을 극복하고자, 컴퓨터 설비보다 가격이 저렴하고, 모니터 및 키보드가 소형화되어 한 손으로 잡을 수 있는 Handheld Technology

를 이용한 과학 실험 기기가 개발되고 있다(Friedler & McFarlane, 1997; Webb, 1997). 특히, Handheld 계산기는 과학 실험에 간편히 사용할 수 있는 컴퓨터의 기능과 함께, 온도, 빛, 소리, 전기, 압력, 열 등의 실험 변수를 측정할 수 있는 probe를 연결하여 실험 결과 자료 수집의 간편화 및 분석을 용이하게 만들어, 과학 실험을 더욱 신속, 정확 그리고 간편하게 수행할 수 있도록 변화시키고 있다(Holman & Masterman, 1997; T³ Summer Institutes 자료, 1998). Handheld Technology로서 개발된 CBL(Calculator-Based Laboratory) system은 다음의 세 부분으로 구성된다: 1) 계산기: 통계 분석 및 그래프를 그릴 수 있는 프로그램이 작동되며, 실험결과 자료를 숫자화하고 저장한다: 2) Probe: 다양한 실험 변수의 데이터를 측정한다: 그리고, 3) CBL: 계산기와 Probe를 연결하여 실험 데이터를 계산기로 이동시킨다.

MBL이나 CBL과 같은 새로운 실험 수업 방법을 학교 현장에 적용하는 일은 쉬운 일이 아니다. 교사들의 새로운 교수 방법에 대한 견해와 관심정도에 대한 고려, 충분한 학습 시간과 시험할 수 있는 기회의 제공, 충분한 기술적인 지원 및 학교의 행·재정적 지원이 이루어지지 않으면, 새로운 교수 방법의 효율적인 현장 적용은 기대하기가 어렵다(Nicaise & Barnes, 1996; Wiske et al., 1988). 따라서, 교사들에게 효율적인 연수 프로그램을 제공하는 일이 무엇보다도 중요하다(National Research Council, 1996).

본 연구는 우리나라 학교 현장에서의 CBL system을 이용한 과학 실험의 적용 가능성을 평가하기 위하여, CBL system을 이용한 과학 실험을 현직 과학 교사들에게 소개하고 이를 직접 실습하게 한 후, CBL system을 이용한 과학 실험 방법에 대한 교사들의 의견과 학교 현장 적용가능성 및 학생들의 과학 성취도에 미치는 영향에 대한 교사들의 인식을 조사하였다. 또한, 교사의 성별, 학교, 지역, 최종학위 및 교사 경력 연수에 따른 인식의 차이점을 분석하여, 향후 CBL system을 이용한 과학실험의 현장 적용을 위한 교사 연수 프로그램의 효율적인 방안을 모색하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구에는 현직 중·고등학교 과학교사들로서, 서울지역의 교사 19명과, 대구 지역의 18명, 그리고 인천, 강원 및 경북지방의 교사 17명, 총 54명이 참가하였다. 참가 교사들의 평균연령은 31.76(±4.63)세로 남자 교사가 22명(41%), 여자 교사가 32명(59%)으로 구성되어 있으며, 중학교 교사가 24명(44%), 고등학교 교사가 30명(56%)이었다. 특히, 고등학교 교사들 가운데 생물교사는 16명(29.6%), 물리교사가 1명(1.9%), 화학교사는 5명(9.3%), 지구과학 교사가 1명(1.9%), 그리고 공통과학 교사는 7명(13.0%)이었다. 대부분의 교사들(46명: 85.2%)은 사범대학을 졸업하였으며, 대학을 졸업한 평균 연도는 1991년도(±4.12)이었고, 학사학위 소지자는 72.2%(39명)이며, 석사 이상의 학위 소지자는 27.8%(15명)였다. 교사 경력 연수는 1~3년 경력의 교사들이 25.9%(14명), 4~8년 경력의 교사들은 50%(27명), 9년 이상의 교사들은 24.1%(13명)이었다.

2. 연구방법

본 연구는 준 실험 연구 방법(Quasi-Experimental

Research Method)으로서, 연구 대상의 교사들이 일정 시간(2~4시간)의 CBL system을 이용한 과학실험을 실습하고 난 후, 이들의 CBL system을 이용한 과학 실험에 대한 인식을 조사하는 설문조사를 실시하였다. 서울 지역의 교사들은, 방과후 과학교사모임 중심의 워크샵을 통해 2시간의 실습을 하였으며, 대구, 인천 지역의 교사들은 일정 연수프로그램의 일부 분인 실험 실습시간을 통하여 CBL system 실험을 경험하였다. 교사들은 먼저, CBL system을 이용한 과학 실험이 과학 교육 및 학생들의 과학 성취도에 미칠 수 있는 영향에 대한 내용을 소개받은 후, 2가지 실험(온도 측정 실험, 열량 측정실험)을 2명 1조로 구성하여 직접 실습하였다. 실습이 끝난 직후 연구자가 개발한 설문지로 교사들의 반응을 조사하였다.

3. 실험내용

중·고등학교 공통과학 교재에 제시되어 있는 '영양과 건강' 단원에서, 음식물 속의 영양 소 검출 실험과 에너지 대사 및 생물체 내의 에너지 효율을 연결하여 음식물 속에 에너지가 들어 있다는 개념을 형성할 수 있는 실험을 구성하여 '음식물 속의 에너지'라는 제목으로 실험을 수행하였다. 쉽게 구할 수 있는 새우깡을 재료로, CBL system으로 새우깡을 태울 때 나오는 열로 물을 데울 때의 온도를 2초의 간

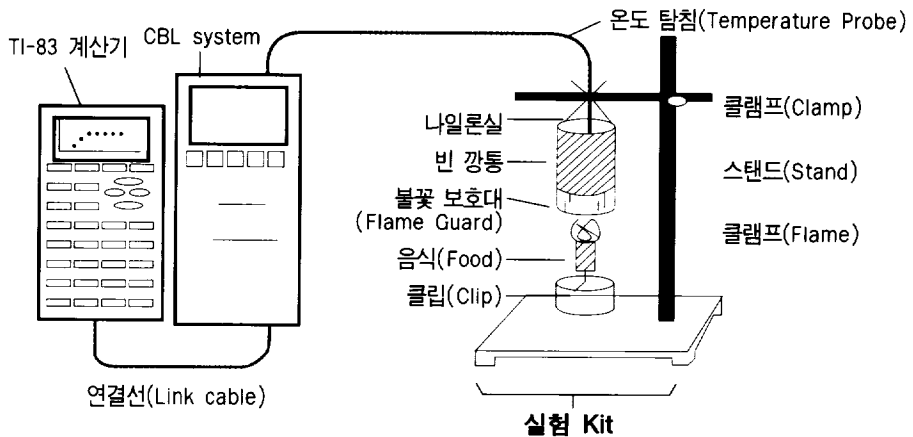


Fig. 1. Diagram of CBL system and experimental Kit

격으로 2분간 측정하였고, 온도의 변화량을 계산하였다. 새우깡의 포장지에 제시되어 있는 열량을 기준으로 열효율을 계산하였다. 연수자들로 하여금 새로운 실험설계를 할 수 있는 기회를 제공하기 위하여, 열효율을 증대시킬 수 있는 방안을 찾고, 실험을 수행하여 결과를 제출하게 하였다. 연수자들이 사용한 CBL system과 실험 Kit의 모식도는 Fig. 1과 같다.

4. 설문조사 도구

CBL system을 이용한 과학 실험: 교사 인식 설문지는 교사에 대한 기초적인 정보를 얻기 위한 5개 문항(연령, 성별, 근무지, 근무학교 담당교과목, 최종 학위, 졸업연도 및 교사 경력 연수)과, CBL system을 이용한 과학 실험에 대한 교사들의 인식에 관련된 17개 문항(5-point Likert scale을 사용: 1: 적극 반대; 2: 반대; 3: 모르겠다; 4: 찬성; 5: 적극 찬성)과 7개의 개방식 문항으로 구성되었다. 본 연구의 목적에 따라, CBL system을 배우고자 하는 교사들의 태도(문항 6, 8, 11, 15, 17, 18, 19, 21: 총 8문항), 학교 현장의 적용 가능성(문항 7, 12, 14: 총 3문항), 학생들의 과학 성취도에 미치는 영향(문항 9, 10, 13, 16, 20, 22: 총 6문항) 등을 중점적으로 분석하였다. 특히 개방식 문항에서는 현행 과학 교과서의 단원 가운데 CBL system을 이용한 실험방법을 적용할 수 있는 실험제목을 열거하도록 하였다.

5. 통계처리

CBL system에 대한 교사들의 의견을 묻는 7개의 개방식 문항은 Item Category Classification 방법을 사용하였고, 교사들의 반응을 내용별로 구분하여, 각 문항별로 교사들의 응답 빈도를 백분율로 환산하여 분석하였다. Five-point Likert scale의 17개 문항의 경우는 SPSS PC*를 사용하여, 총 문항(6~22 문항)의 평균과 각 문항별 점수에 따라 성별, 학교별(중, 고등학교), 지역별(서울, 대구, 그리고 인천), 최종학위별(학사와 석사학위이상) 및 교사 경력 연수별(1~3년, 4~8년, 그리고 9년 이상)로 그룹간의

차이점의 유의성을 t-test($p < .05$)와 oneway analysis($p < .05$)를 수행하여 검증하였다.

6. 연구의 제한점

본 연구는 서울, 대구, 인천 및 기타 2개 도시의 중·고등학교에 근무하는 교사들 중 1998년에 자격연수를 받은 교사와 서울과 대구의 방과후 과학교사모임의 교사들을 대상으로 하였으므로, 연구 결과를 전국의 교사들의 인식으로 일반화하는 데에는 어려움이 있다.

III. 연구결과

1. CBL system을 이용한 실험에 대한 교사들의 인식

연구에 참여한 54명의 중·고교교사가 응답한 17개 문항의 평균 점수는 $3.48(\pm .52)$ 로, CBL system을 이용한 실험 수업방법을 배우고자 하는 태도, 학교 현장 적용 가능성 및 학생들의 과학 성취도에 대한 인식이 긍정적으로 나타났다. 특히, 과학교사들의 개방식 문항에 대한 응답에서 96%의 교사들은 CBL system을 이용한 과학 실험을 배우는데 아무 어려움이 없으며, 52%의 교사들은 CBL system을 자신있게 사용할 수 있으려면 2-6시간의 연수시간이, 나머지 44%의 교사들은 2일~2주간의 연수시간이 필요하다고 답변하였다(Table 1).

학교 현장의 적용을 위한 개선점에 대한 응답에서, 35%의 교사들이 CBL system의 계산기 기능의 단순화 및 한글화와 번역된 사용법 및 실험안내서가 필요하다고 하였으며, 26%의 교사들이 실험설비의 저렴화 및 학교의 재정적 지원이 필요하다는 점을 지적하였다. 그 외에도, 교사들의 사전교육이 필수적이라는 점, 현장적용에 대한 교사들의 적극적인 태도의 필요성, 학급당 학생수를 줄여야 한다는 점, 그리고 현행 과학 교육과정이 개선되어야 한다는 점등이 해결될 때, CBL system을 이용한 과학 실험의 현장적용이 가능할 것이라고 지적하였다.

Table 1. Science teachers' perceptions to the utilization of CBL system in science experiments

Content	% Responded (N=54)	
Teacher's attitude toward learning CBL system		
1. It is not difficult to learn CBL system.	96	52
1-1. It will take 2~6 hours to learn CBL system.	52	28
1-2. It will take 2~14 days to learn CBL system.	44	24
Applicability of CBL system for science classrooms		
1. There is a need to simplify the functions of calculator and to translate English icons into Korean.	35	19
2. Financial support from school should be allotted for CBL system.	26	14
3. Inservice programs of CBL system should be provided.	11	6
4. Teachers should show positive attitude toward its implementation.	9	5
5. Number of students per classroom should be reduced.	9	5
6. Revision of current science curriculum is necessary.	9	5
Student's science achievement		
1. Students will increase abilities of interpreting experimental data.	56	30
2. Students' interest in science will be increased.	26	14
3. There will be an increase in students' positive attitude toward science.	13	7
4. Students will develop understanding of concepts in mathematics.	4	2
5. Students will have an opportunity to experience high technology.	2	1
Disadvantages of the use of CBL system		
1. There is no disadvantage in the use of CBL system.	11	6
2. It will take a long time to be skillful in the use of CBL system.	44	24
3. There will be few chances for students to experience various experimental tools if CBL system includes only probes and calculator.	33	18
4. Statistics of calculator is too advanced.	6	3
5. It is too expensive to equip the CBL system.	6	3
General opinions about the use of CBL system		
1. CBL system is an excellent experimental tool.	57	31
2. Case studies should be carried to determine its efficiency.	13	7
3. CBL system will be efficient for only a few units of classroom experiments.	6	3
4. A teaching resources of CBL system should be developed.	6	3
5. no response	19	10

또한, 개방식 문항 27번의 CBL system을 이용한 과학 실험이 학생들의 성취도에 미치는 영향에 대한 답변에서, 56%의 교사들이 과학 자료의 해석 능력 함양 및 자료에 대한 이해력을 증진하는 점과 26%의 교사들은 학생들의 과학에 대한 흥미를 효과적으로 유도한다는 점을 제시하였다. 또한, 13%의 교사들은 실험의 정확성으로 인하여 학생들이 과학에 대한 긍정적 태도를 향상시킬 수 있다는 점을 들었고, 그외, 수학적 개념의 효율적인 형성, 첨단 과학실험을 체

험할 수 있는 장점들을 제시하였다.

반면, CBL system을 이용한 과학 실험의 단점에 대해서, 44%의 교사들은 학생들이 CBL system에 친숙해 지기까지 상당한 시간이 걸릴 것이라는 점과 33%의 교사들이 다양한 실험 기기를 사용하지 않고 실험하게 되므로 과학의 기초 원리 및 실험 기술을 배울 수 없다는 점을 지적하였다. 그 외, 학생들의 수학적 개념의 부족으로 인한 자료분석 및 이해가 어려운 점, 실험장비의 고가를 단점으로 지적하였다. 그

Table 2. Gender differences in teachers' perceptions to the utilization CBL system in science experiments

Items		M	SD	t	p
General Perceptions (mean of 17 items)	Male	3.65	.52	2.01	.050
	Female	3.37	.49		
Teacher's attitude toward learning CBL system					
Item 15*: It is difficult to learn the CBL system.	Male	3.64	.66	2.29	.026
	Female	3.16	.88		
Item 21: I will study the CBL system by myself.	Male	3.55	.91	2.23	.026
	Female	3.03	.60		
Applicability of CBL system for science classrooms					
Item 14: It will be appropriate to use the CBL system in science classrooms if there is no financial barrier.	Male	4.09	.81	2.78	.008
	Female	3.47	.80		

*The higher the means are, the stronger the respondents disagree.

러나, 11%의 교사들은 단점이 없다고 응답하였다.

교사들의 CBL system을 이용한 실험에 대한 포괄적인 의견을 묻는 질문에 대해, 57%의 교사들이 실험기기가 우수하다고 점을 지적하면서 특히, 대학생, 과학영재, 과학 특별활동반 학생, 과학경연대회 참가 학생 또는 고교생들에게 적합하다고 응답하였고, 사례연구를 통한 효율성 검정의 필요성(13%), 일부실험에만 효율적일 것이라는 점(6%), 교재개발의 필요성(6%) 등을 지적하였다. 나머지 19%이 교사들은 아무런 의견도 제시하지 않았거나 모른다고 응답하였다.

2. 성별간 차이점

남자 교사(22명, 41%)와 여자 교사(32명, 59%)간의 차이는 17개 문항의 평균점수에서 남자 교사들(3.65±.52)이 여자 교사들(3.37±.49)에 비해 유의성(t=2.01, p=.050)이 있는 보다 긍정적인 반응을 보였다(Table 2).

'문항 15: CBL system을 이용한 과학 실험방법을 배우는 것은 어렵다'에 대하여 부정하는 응답이 남자 교사(3.64±.66)가 여자 교사(3.16±.88)에 비해 높게 나타났다(t=2.29; p=.026). '문항 21: 여가시간을 사용하여 CBL system 이용한 과학 실험

방법을 개인적으로 공부할 것이다'에 대한 응답 역시, 남자 교사(3.55±.91)가 여자 교사(3.03±.60)에 비해 높게(t=2.33; p=.026) 나타났다. 또한, '문항 14: 재정적 여건의 장애가 없다면 CBL system을 학교 과학실험에 적용하는 것이 적합하다고 생각한다'에 대하여 남자 교사(4.09±.81)가 여자 교사(3.47±.80)에 비해 높은(t=2.78; p=.008) 긍정적인 인식을 보였다. 따라서, 남자 교사들이 여자 교사들에 비해 CBL system을 이용한 실험실습을 배우는 것에 보다 적극적인 태도를 보였으며, 학교 현장의 적용가능성에 대한 인식도 더 긍정적으로 나타났다. 그러나 학생들의 성취도 향상에 대한 남녀 교사의 인식의 차이에는 유의성이 나타나지 않았다.

3. 학교별 (중·고등학교) 차이점

총 54명의 교사 가운데 24명(44%)이 중학교 교사였으며, 30명(56%)이 고등학교 교사였다. 17개 문항의 평균점수의 근무 학교별 차이에는 유의성이 나타나지 않았으나, 문항중 유의성이 있는 차이점을 보인 것은 문항 7, 9 12 및 14이었다(Table 3).

'문항 7: 학교 과학 실험에 CBL system을 이용한 과학 실험방법을 적용하기 적합하다'와 부정적으로 질문한 '문항 12: 학교 과학실험에 CBL system

Table 3. Differences of academic degree in teachers' perceptions to the utilization CBL system in science experiments

Items		M	SD	t	p
Applicability of CBL system for science classrooms	Middle	3.08	.83	2.39	.020
Item 7: It is appropriate to utilize the CBL system in science experiments	High	3.63	.85		
Item 12*: It is difficult to utilize the CBL system in science experiments	Middle	2.54	.93	2.16	.036
	High	3.07	.83		
Item 14: It will be appropriate to use the CBL system in science classrooms if there is no financial barrier.	Middle	3.46	.88	2.44	.045
	High	3.93	.79		
Science Achievement					
Item 9: Student science achievement will be increased if the CBL system is utilized in science experiments.	Middle	3.13	.68	2.06	.018
	High	3.63	.85		

*The higher the means are, the stronger the respondents disagree.

을 이용한 과학 실험 방법을 적용하기 어렵다'에 대하여, 고등학교 교사(문항 7: $3.63 \pm .85$; 문항 12: $3.07 \pm .83$)가 중학교 교사(문항 7: $3.08 \pm .83$; 문항 12: $2.54 \pm .93$)에 비해 높게(문항 7: $t=2.39$, $p=.020$; 문항 12: $t=2.16$, $p=.036$) 나타났으나, 이는 교사들의 긍정적인 인식 또는 모르겠다는 응답이 주를 이루었다. 그러나 '문항 14: 재정적 여건의 장애가 없다면 CBL system을 학교 과학실험에 적용하는 것이 적합하다고 생각한다'에 대하여 고등학교 교사들($3.93 \pm .79$)은 중학교 교사들($3.46 \pm .88$)에 비해 긍정적인 반응($t=2.44$; $p=.045$)을 보였다. '문항 9: CBL system을 과학 실험 수업에 이용하면, 학생들의 과학 성취도가 증가할 것이다'에 대하여서도 고등학교 교사들($3.63 \pm .85$)이 중학교 교사($3.13 \pm .68$)에 비해 높은 반응($t=2.06$, $p=.018$)을 보였다.

결론적으로, 고등학교 교사들은 재정적인 여건이 허락한다면, CBL system을 이용한 과학 실험 수업을 학교 현장에 적용하는 것에 대하여 찬성하였으며, 학생들의 과학성취도가 증가할 것으로 인식하고 있었다.

4. 지역별(서울, 대구, 인천) 차이점

서울의 19명(35%), 대구의 18명(33%), 그리고

인천, 강원, 경북을 포함한 지역의 교사 17명(32%) 간의 유의성 있는 차이는 17개 문항 평균 점수에서 인천 지역($3.65 \pm .58$)이 서울 지역($3.26 \pm .51$)에 비해 높은($F=3.07$, $p=.050$) 것으로 나타났다. 대구 지역($3.56 \pm .38$)은 두 지역과 유의성 있는 차이점을 보이지 않았다(Table 4).

유의성 있는 차이점을 보인 문항은 '문항 19: CBL system을 이용한 실험 방법을 배우는 것이 흥미 있다'로, 대구($4.17 \pm .51$)와 인천($4.12 \pm .60$)지역의 교사가 서울 지역의 교사($3.63 \pm .83$)보다 긍정적인 반응($F=3.64$, $p=.033$)을 보였다. 그러나 대구와 인천 지역의 교사들 간에는 유의성이 나타나지 않았다. 또한, '문항 21: 여가시간을 사용하여 CBL system 이용한 과학 실험방법을 개인적으로 공부할 것이다'에 대한 응답에서 대구 지역 교사들이 ($3.61 \pm .70$) 서울 지역 교사들($3.00 \pm .82$)에 비해 높게($F=3.48$, $p=.038$) 찬성하였으나, 인천지역의 교사들($3.12 \pm .70$)과는 유의성을 보이지 않았다. 학교현장 적용과 관련되는 '문항 12: 학교 과학 실험에 CBL system을 이용한 과학 실험 방법을 적용하기 어렵다'에 대한 응답은 서울지역의 교사들($2.37 \pm .76$)이 대구($2.94 \pm .73$)와 인천(3.24 ± 1.03)의 교사의 모르겠다는 응답에 비해 질문에 동의함($F=4.95$, $p=.010$)으로써 현장 적용의 어려움을 표시하였다. 문항 10: CBL system을 과학 실험 수업

Table 4. Differences of school location in teachers' perceptions to the utilization CBL system in science experiments

Items		M	SD	t	p
General Perceptions (mean of 17 items)	Seoul	3.26 ^a	.51	3.07	.050
	Taegu	3.56 ^{ab}	.38		
	Inchon	3.65 ^b	.58		
Teacher's attitude toward learning CBL system Item 19: It is interesting to learn CBL system.	Seoul	3.63 ^a	.83	3.64	.033
	Taegu	4.17 ^b	.51		
	Inchon	4.12 ^b	.60		
Item 21: I will study the CBL system by myself.	Seoul	3.00 ^a	.82	3.48	.038
	Taegu	3.61 ^b	.70		
	Inchon	3.12 ^{ab}	.70		
Applicability of CBL system for science classrooms Item 12 ^{**} : It is difficult to utilize the CBL system in science experiments.	Seoul	2.37 ^a	.76	4.95	.010
	Taegu	2.94 ^b	.73		
	Inchon	3.24 ^b	1.03		
Science Achievement Item 10: Student's interest in science will be increased if the CBL system is utilized in science experiments.	Seoul	3.26 ^a	.81	6.35	.003
	Taegu	3.78 ^b	.55		
	Inchon	4.06 ^b	.66		

*Means with different superscript are significantly different at $p < .05$.

**The higher the means are, the stronger the respondents disagree.

Table 5. Differences of academic degree in teachers' perceptions to the utilization CBL system in science experiments

Items	Degree	M	SD	t	p
Teacher's attitude toward learning CBL system Item 8: I dislike to learn CBL system.	Bachelor	3.46	.85	3.98	.000
	Master	4.07	.26		
	and above				

에 이용하면, 학생들의 과학에 대한 흥미가 증가할 것이다'에 대한 지역 별 교사들의 인식은, 대구(3.78 ± .55)와 인천(4.06 ± .66) 지역의 교사들이 서울 지역의 교사들(3.26 ± .81)에 비해 높게 ($F = 6.35$, $p = .003$) 나타났다. 따라서, 대구나 인천 지역의 교사들이 서울 지역의 교사들에 비해 CBL system을 이용한 실험방법을 배우고자하는 보다 긍정적인 태도를 보이고, 학교 현장 적용의 가능성 및 학생들의 과학에 대한 흥미가 증가할 것으로 인식하고 있었다.

5. 최종학위별(학사와 석사학위이상) 차이점

연구에 참여한 교사의 39명(72%)이 학사, 나머지 15명(28%)이 석사이상의 학위를 소지하였다. '문항 8: CBL system을 이용한 실험방법을 배우는 것이 부담스럽다'에 대하여 그렇지 않다는 응답이 석사 학위 이상의 소지 교사들(4.07 ± .26)이 학사학위 소지 교사들(3.46 ± .85)에 비해 높게($t = 3.98$, $p = .000$) 나타났다 (Table 5).

Table 6. Differences of years of teaching in teachers' perceptions to the utilization CBL system in science experiments

Items	Years of teaching	M*	SD	F	p
Teacher's attitude toward learning CBL system					
Item 19: It is interesting to learn CBL system.	1~3	4.14 ^a	.53	4.40	.017
	4~8	3.70 ^b	.72		
	8~	4.31 ^a	.63		
Applicability of CBL system for science classrooms					
Item 7: It is appropriate to utilize the CBL system in science experiments.	1~3	3.36 ^{ab}	.75	3.79	.029
	4~8	3.15 ^a	.91		
	8~	3.92 ^b	.76		

*Means with different superscript are significantly different at $p < .05$.

Table 7. Science experiments possibly conducted with CBL system and appropriate Kit

School	Course	Items
Middle	General science	광합성에 영향을 미치는 요인, 광합성 속도, 광합성의 산물, 식물의 증산작용, 영양소의 검출, 열량 측정, 녹는점과 끓는점, 전하와 전류, 전압과 전기저항, 자기장, 산·염기 중화, 물질의 비열, 태양 복사 에너지, 지구의 복사 평형, 해수의 온도 분포, 구름과 비(단열팽창), 물의 순환
High	Integrated science	등가속도 운동, 에너지 평형, 영양소의 검출, 효소에 의한 소화, 바닷물의 온도와 염분
	Biology	효소의 작용과 성질, 광합성 요인, 광합성 과정, 증산 작용, 호흡 작용, 혈액의 순환(혈압측정), 개체군 성장(효모의 성장곡선), 수질 오염의 원인과 측정(용존산소 측정), 산성비, 온실 효과
	Physics	등가속도 운동, 전압과 전류, 전압과 전기저항, 녹는점과 끓는점, 물질의 비열
	Chemistry	삼투압의 측정, 산과 염기, 중화열의 측정
	Earth science	구름

6. 교사 경력 연수별(1~3년, 4~8년, 9년 이상) 차이점

교사의 경력 연수에 따라 1~3년일 때 신참교사, 4~8년일 때 중진교사, 9년 이상일 때 고참교사의 세 집단으로 구분하였다. 유의성 있는 차이를 보인 문항은 17개 문항 가운데 문항 7과 19였다(Table 6). '문항 7: 학교 과학 실험에 CBL system을 이용한 과학 실험 방법을 적용하기 적합하다'에 대하여, 고참교사들(3.92±.76)이 중진교사(3.15±.91)에 비해 보다 긍정적인 응답(F=3.79, p=.029)을 보였으나,

신참교사들의 응답(3.36±.75)은 두 집단과의 차이점을 보이지 않았다. '문항 19: CBL system을 이용한 실험 방법을 배우는 것이 흥미 있다'에 대하여 신참교사(4.14±.53)와 고참교사들(4.31±.63)이 중진교사(3.70±.72)에 비해 보다 긍정적인 응답(F=4.40, p=.017)을 보였다. 그러나, 고참교사와 신참교사 사이에는 유의성이 나타나지 않았다.

7. CBL system을 적용할 수 있는 실험

참가한 54명의 교사 가운데, 30명(55%)의 교사들

이 CBL system을 적용할 수 있는 과학실험으로 제시한 실험의 제목은 Table 7과 같다.

IV. 결론 및 토론

CBL system을 이용한 과학 실험 방법에 대한 현직 과학 교사의 인식은 일반적으로 긍정적이었으며, 대부분의 교사들은 CBL system을 이용한 과학 실험 방법이 우수하며, 고등학교 및 대학교 학생들에게 적합하다는 의견을 제시하였다. 그러나, 교사들의 연령, 학위소지, 근무학교 등의 차이에 따라 CBL system을 이용한 과학 실험에 대한 교사들의 인식도 다양한 차이를 보였다.

남자 교사들은 여자 교사들에 비해, CBL system을 이용한 과학 실험 방법을 학습하고자 하는 적극적인 태도와 학교 현장 적용가능성에 대하여 긍정적인 인식을 가지고 있었다. 이것은 과학 및 수학의 선호에 대한 성별차이에 기인하는 것으로 추측되었다. 따라서, 여자 교사들의 적극적인 학습 태도의 유도와 효율적인 학습 효과를 얻기 위해서는 CBL system을 이용한 실험 방법 연수에 대한 새로운 교수 전략을 개발할 필요가 있을 것이다.

고등학교 교사들이 중학교 교사들에 비해, CBL system을 이용한 실험 방법의 학교 현장 적용가능성을 높게 평가하고 있으며, 학생들의 과학 성취도 증가에 대하여 보다 높은 긍정적인 인식을 보여 주었다. 교사들이 CBL system을 중학교보다는 고등학교 실험수업에 적용하기 적합하다고 인식하는 것은 CBL system을 이용한 과학 실험 방법이 비이커나 플라스크와 같이 사용방법이 간단하지 않고 기능이 많기 때문이며, 또한, 중학교 학생들의 수학적 개념에 대한 이해 수준이 CBL system의 계산기의 기능을 이해하기 미흡하다는 것과 교사 및 학생들이 CBL system의 계산기 기능을 습득하기까지 상당한 시간이 걸릴 것으로 생각하는 점이 주요 원인으로 고찰되었다.

대구 및 인천 지역의 교사들이 서울 지역의 교사들에 비해, CBL system을 이용한 실험 방법을 배우고자 하는 보다 적극적인 태도와 학교 현장의 적용성 및 학생들의 과학에 대한 흥미 향상에 대하여 보다

긍정적인 반응을 보였다. 이것은 서울 지역의 교사들의 경우, 학교 수업 후인 저녁 시간에 실시되어, 일정 연수 프로그램의 일부로서 실험연수를 받은 대구 인천 지역의 교사들에 비해 집중력 및 관심도가 저조하였을 것으로 추측되었다. 반면, 서울지역의 과학 교사들이 대구 및 인천 지역의 교사들보다 다양한 정보와 새로운 실험 방법을 보다 빈번히 경험하여, CBL system을 이용한 실험방법에 대한 흥미 및 관심도가 낮을 수도 있을 것이다.

석사 이상의 학위 소지 교사들이 학사 학위 소지 교사들에 비해, CBL system을 이용한 과학 실험 방법을 학습하는 데에 보다 적극적인 반응을 보인 점에 비추어, 새로운 연수 프로그램에 대한 교사들의 보다 적극적인 참여 및 학습 의욕을 위하여서는 향후 교사들이 석사이상의 학위를 취득할 수 있는 학교 정책 및 재정적 지원이 요구되었다.

9년 이상의 교사 경력을 가진 교사와 1년에서 3년간의 교사 경력을 가진 교사들이, 4년에서 8년간의 교사 경력을 가진 교사들에 비해, CBL system을 이용한 과학 실험 방법을 배우기를 보다 적극적으로 원하였으며, 학교 현장의 적용가능성에 대하여서도 보다 긍정적이었다. 이와 같은 교사 경력 연수별의 차이는 향후 과학 교사 연수 프로그램을 보다 세분화하여 교사들의 흥미, 관심 및 필요성에 따라 여러 그룹으로 구분하여 보다 효율적인 교사중심의 연수 프로그램을 개발하여야 할 것으로 고찰되었다. 반면, 신참 및 고참 교사들의 적극적인 반응에 비해 중진교사들의 침체 원인은 신참교사로서의 불안정한 시기를 벗어나 교수방법 및 교사활동에 대한 자신감이 성립되어 안정감에서 벗어나 새로운 변화의 시도를 우려하는 일반적인 경향으로 사려되었다. 따라서, 새로운 방법을 적극적으로 추구하는 교사들에 대한 incentive 정책의 방안이 촉구되며, 교사경력 연수에 무관하게 교사들이 교사의 전문성을 끊임없이 개발하고 새로운 교수방법에 대한 적극적인 시도를 할 수 있는 교육 체제 및 학교 환경의 개선이 요구되었다.

55%의 교사들이 CBL system을 현행 교육과정에 적용할 수 있는 가능성에 대해 실제적으로 실험 단위를 제시함으로써 긍정적인 반응을 보였다. 과학 교육

과정의 다양한 단원들이 제시되어, CBL system을 이용한 과학 실험의 현장 적용성의 가능성을 더욱 긍정적으로 강조하였다. 그러나, CBL system을 과학 교육에 보다 효율적으로 적용하기 위해서는 각 단원별 현장 적용 및 효율성을 검정하여, 우리 나라 과학 교육 현장에 적합한 CBL system 과학 실험 모형의 개발이 촉구되며, 현행 과학 교육과정 및 교과서의 개선이 요구된다.

적 요

Calculator-Based Laboratory(CBL) system을 중·고등학교 현장에 적용하기에 앞서, 그 적용 가능성을 평가하고, 향후 CBL system을 이용한 과학 실험의 현장 적용을 위한 교사 연수 프로그램의 효율적인 방안을 모색하고자 하였다. CBL system을 이용한 과학 실험을 현직 중·고등학교 과학교사 54명에게 소개하고, 직접 실습하게 한 후, CBL system을 이용한 과학 실험 방법에 대한 교사들의 의견과 학교 현장에서의 적용가능성 및 학생들의 과학 성취도에 미치는 영향에 대한 교사들의 인식을 설문지를 통해 조사하였고, 교사의 성별, 학교, 지역, 최종학위 및 교사 경력 연수 따른 인식의 차이를 조사하였다. 조사 결과, 교사들의 CBL system을 이용한 과학 실험 방법에 대한 인식은 일반적으로 긍정적이었으며, 대부분의 교사들은 CBL system을 이용한 과학 실험 방법이 우수하며, 고등학교 및 대학교 학생들에게 적합하다는 의견을 제시하였다. 교사들의 성별, 학위소지, 근무학교, 경력 등의 차이에 따라 CBL system을 이용한 과학 실험에 대한 교사들의 인식도 다양한 차이를 보였다. 따라서, 향후 CBL system을 이용한 과학 실험에 대한 과학 교사 연수 프로그램을 보다 세분화하고 교사들의 흥미, 관심 및 필요성에 따라 여러 그룹으로 구분하여 보다 효율적인 교사중심의 연수 프로그램을 개발하여야 할 것으로 고찰되었다. CBL system을 과학교육에 보다 효율적으로 적용하기 위해서는 각 단원별 현장 적용 및 효율성을 검정하여, 우리 나라 과학 교육 현장에 적합한 CBL system 과학 실험 모형의 개발이 촉구되며, 현행 과

학 교육과정 및 교과서의 개선이 요구된다.

참 고 문 헌

- 이운중, 오철한, 기우항, 김영호, 정원우, 양승영, 강용희, 안병호, 임성규, 윤일희, 권용주, 전병남, 김중옥, 윤성호(1998). 현행 중등학교 과학실험·실습 교육 실태 조사 및 그 운영 진단(Ⅱ)-고등학교 과학 실험·실습 교육을 중심으로-. 한국과학교육학회지, 18(3), 383~398.
- Beichner, R.(1990). The effect of simultaneous motion presentation and graph generation in kinematics lab. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(6), 803-815.
- Brasell, H.(1987). The effect of real-time laboratory graphing on learning graphic representations of distance and velocity. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(4), 385-395.
- Chia, T.(1995). Rolling motion experiments with a microcomputer. *Physics Education*, 30(3), 182-185.
- Friedler, Y., Nachmias, R., & Linn, M.(1990). Learning scientific reasoning skills in microcomputer-based laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(1), 179-211.
- Friedler, Y., & McFarlane, A.(1997). Data logging with portable computers: A study of the impact on graphing skills in secondary pupils. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 16(4), 527-550.
- Holman, S., & Masterman, D.(1997). Energy in food. In *Biology with CBL™*, pp. 1-1~1-3T, Vernier Software, USA.
- Linn, M., Layman, J., & Nachmias, R.(1987). Cognitive consequences of microcomputer-based laboratories: Graphing skills

- development. *Contemporary Educational Psychology*, 12, 244-253.
- Mokron, J., & Tinker, R.(1987). The impact of microcomputer-based labs on children's ability to interpret graphs. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(4), 369-383.
- Nachmias, R., & Linn, M.(1987). Evaluations of science laboratory data: The role of computer-presented information. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(5), 491-506.
- Nakhler, M.(1994). A review of microcomputer-based labs: How have they affected science learning? *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 13(4), 368-381.
- National Research Council.(1996). Chapter 4. Standards for professional development for teachers of science. *In National Science Education Standards*, pp. 55-74. National Academy Press: Washington, DC: USA.
- Nicaise, M., & Barnes, D.(1996). The union of technology, constructivism, and teacher education. *Journal of Teacher Education*, 47(3), 203-210.
- T³ Summer Institutes.(1998). *In CHEM/BIO institute 1998 participant packet*. Texas Instruments Inc.: USA.
- Webb, S.(1997). *Handheld data collection and analysis technology in th science classroom*. In *Globalization of Science Education: Proceedings of the International Conference on Science Education*, 256. Seoul, Korea.
- Wiske, M., Zodhiates, P., Wilson, B., Gordan, M., Harvey, W., Krensky, L., Lord, B., Watt, M., & Williams, K.(1988). *How technology affects teaching*. Washington DC: Office of Educational Research and Improvement.