

## 그래픽 계산기를 활용하는 수학 교수·학습에 관한 교사 연수 사례 보고

A case report of teacher training for teaching and learning mathematics  
using graphing calculators

장 경 윤 · 류 현 아<sup>1)</sup> · 신 용 대

**ABSTRACT.** In this study, we focused on the graphing calculator to support the activity-oriented mathematics instruction with considering the accessibility of technology. The purpose of this study was to investigate the direction of the education of mathematics teachers. For this, we gave the teacher training for mathematics using graphing calculators for secondary mathematics teachers, and then examined the recognition for that of teachers. Teacher training of the graphing calculator was carried out three times in two years, we conducted a survey immediately at the time that has passed and after the 8 months or more after the training. As a result, we have obtained the suggestions of the advantages of using a graphing calculator in the learning mathematics, the difficulties of use of the graphing calculator in the classroom and the form of teacher training they want.

### I. 연구의 필요성 및 목적

수학사에서 인도-아라비아 숫자와 계산도구의 발명은 계산력 향상에 비약적인 발전을 가져왔다. 16세기 이후 새로 등장한 강력한 계산도구가 계산기나 컴퓨터이며 이는 수학의 발전에 지대한 공헌을 하였다. 정보화 사회에서 수학 수업의 초점이 내용

---

1) 교신저자

Received July 28, 2016; Accepted August 22, 2016.

2010 Mathematics Subject Classification: 97B50

Keywords: Teacher Education, Graphing Calculator

이나 절차적 지식에서 고차적인 사고와 문제해결로 이동한다는 점을 전제로 1970년 이후 수학 수업에서의 공학도구 사용이 힘을 얻어 왔다. 그리고 계산기나 컴퓨터 같은 공학도구는 수학교육의 전통적인 교수 방법 뿐 아니라 교육의 목표와 내용에 도전과 변혁을 요구한다(NCTM, 2000).

계산기는 컴퓨터에 비해 화면이 작지만 휴대가 용이하고 가격이 저렴하여 입수가 능성이 커서 외국의 경우 수학 수업 및 평가에서의 활용과 효과에 관한 연구가 1980년대 후반 이후 활발히 이루어져왔다(Bright, Waxman, & Williams, 1992; Dunham, 2000). 계산기 사용 효과에 대하여 찬반 논쟁이 있어 왔으나, 이 분야의 메타분석연구(Hembree & Dessart, 1986, 1992)는 대체로 긍정적인 효과를 보고하고 있다. 그리고 2007년 현재 국가교육과정에서 계산기를 허용하지 않는 아랍권의 몇 나라를 제외하면 수학교육에서 계산기 사용은 전 세계적인 추세이다(Mullis, Martin, & Foy, 2007).

우리나라 수학교육과정에서 최초로 공학도구 사용을 허용한 것은 1992년 제 6차 교육과정으로, “복잡한 계산이나 문제해결력 향상 등을 위하여” 계산기나 컴퓨터를 중학교 수학에서 “활용할 수도” 있으며(교육부, 1992a, p.57), 고등학교 수학에서는 “가능하면 적극 활용”(교육부, 1992b, p.95)하도록 권고하였다. 이후 20여 년이 지난 현재, 국내 수학교과서 대부분이 계산기 활용을 다루고 있으나 그 내용과 범위가 지엽적이어서 실질적인 활용으로 보기 어렵다. 우리나라가 계산기 사용에 가장 소극적인 국가 중 하나라는 점은 국제평가 TIMSS를 통해서도 이미 잘 알려진 사실이다(Mullis, Martin, & Foy, 2007). 우리나라는 교육과정이 계산기를 허용하고 있는데도 교사들이 계산기를 허용하지 않는 비율이 가장 높은 국가 중 하나라는 점이 주목할 만하다(Mullis, Martin, Foy, 2007, p.299, 표 7.10).

최근 수학교육의 주요 특징의 하나가 구성주의의 영향으로 활동을 통한 학생의 수업 참여를 강조하는 것이다. 2015 수학과 교육과정에서도 학생의 흥미를 유발하고 학습의 효율성과 다양성을 도모하기 위해 시청각 자료, 멀티미디어나 인터넷 등의 컴퓨터 활용 매체와 도구, 계산기, 교육용 소프트웨어 등을 이용할 것을 권장한다(교육부, 2015b). 컴퓨터는 화면의 크기나 소프트웨어의 다양성에서 우수한 측면이 있으나 대부분 교실에서 1대의 컴퓨터로 교사가 시연하는 수준에서 수업이 이루어지므로 학생들이 활동에 참여하기가 어려운 실정이다. 이에 비하여 계산기는 비교적 저렴한 가격으로, 또 최근에는 스마트폰의 어플리케이션을 통하여 모든 학생들이 용이하게 계산기 활동에 적극적으로 참여할 수 있는 환경이 조성되어 있기 때문에 적절한 활용 방식만 마련된다면 계산기가 수학교육에 유용한 도구가 될 수 있다. 계산기가 “의사소통과 상호작용의 불리한 도구임에도 불구하고, 아직도 미국 수학 교실에서 가장 보편적으로 사용되고 있다”(Burrill, 2011, p.13)는 사실이 이를 입증한다.

일반적으로 새로운 교육과정을 적용하려고 할 때 중요하게 고려해야 하는 과제는 교사교육이다. 수학교육에서 기술공학 활용의 효과에 크게 영향을 미치는 요인의 하나가 교사변인이다. 테크놀로지 지식(TK), 테크놀로지 내용지식(TCK), 테크놀로지 내용교수지식(TPACK)이나 신념 체계에 따라 공학도구의 선택과 사용 여부, 사용 효

과가 달리 나타나기 때문이다(Brown 등, 2007; Dunham, 2000). 그럼에도 불구하고 그 동안 수학교육분야에서 계산기 활용 관련 연구는 교사교육 보다 학교급별 또는 내용 영역별 계산기 활용 자료 개발, 계산기 활용 수업 모형이나 지도 방안 제시, 계산기 환경에서 수학학습의 과정이나 효과 분석 등(박은주, 1999; 고희경, 2003; 홍예윤, 2014)이 주를 이루고 있다. 수학교사연수와 관련한 평가나 영재교육 연수프로그램의 효과에 관한 연구는 더러 있으나 수학과 현장 교사를 위한 계산기 연수 프로그램의 방향 탐색을 위한 연구는 찾기 힘들다.

본 연구는 활동 중심의 수학 수업을 지원하기 위해 공학도구의 접근가능성을 고려하여 계산기에 초점을 두고, 그 활용과 연수에 주목하였다. 그리고 우리나라 수학교육에서 계산기 활용이 어려운 이유의 하나가 계산기 활용과 관련한 교사의 지식 결핍 때문일 것이라는 가정에서 출발하였다. 따라서 현장의 수학 교사들을 대상으로 계산기 활용 연수를 실시하고 이에 대한 교사들의 평가와 인식을 조사하여 수학교사교육의 방향을 탐색하는 것을 목적으로 본 연구를 설계하였다.

## II. 공학도구 활용 국내 교사 연수 현황

2012년 발표된 수학교육신진화방안(교육과학기술부, 2012)은 2009 개정 교육과정(교육과학기술부, 2011)과 함께 계산 능력 배양을 목표로 하지 않는 경우의 복잡한 계산 수행, 수학의 개념·원리·법칙의 이해 향상 등을 위하여 계산기, 컴퓨터, 교육용 소프트웨어 등의 공학적 도구와 다양한 교구의 활용을 장려하였다. 이어진 제 2차 수학교육 종합계획(교육부, 2015a)에서는 수학교육의 패러다임 변화 전략으로 체험·탐구 중심의 수학교육을 실현하기 위해 공학적 도구의 활용을 지원하기로 하였다. 이에 2015 개정 교육과정에서는 계산 능력 배양을 목표로 하는 내용을 제외한 복잡한 계산 수행, 수학의 개념, 원리, 법칙의 이해, 문제 해결력 향상 등을 위하여 계산기, 컴퓨터, 교육용 소프트웨어 등의 도구를 이용하게 하며, 평가 내용이나 방법에 따라 학생에게 계산기, 컴퓨터, 교육용 소프트웨어 등의 공학적 도구와 다양한 교구를 이용할 수 있게 한다(교육부, 2015b). 학교수학에서 공학도구 활용을 실행하기 위해서는 수학 교사들에게 이와 관련된 연수가 필수적이다.

최근 10 여 년간 서울시교육연수원에서 실시된 중등 수학과 1급 정교사 연수의 공학관련 과목을 살펴보면 국내 교사연수의 추세를 알 수 있다. <표 1>은 2003년부터 2014년까지 서울시 교육연수원이 실시한 중등 수학과 1·2급 정교사 연수 프로그램에 포함된 공학 관련 과목명과 과목별 연수 시간을 나타낸 표이다. <표 1>에 의하면, 공학 관련 연수 시간은 2003년부터 2007년까지 10~18시간인 반면 2008년 이후 4~6시간으로 대폭 감소되었다. 활용된 공학도구도 초기에 CABRI II, 패덤, Flash, GSP, Winplot, Wingeom, Winstat, CAR 등으로 다양하였으나 2008년 이후 GSP, GeoGebra로 축소되었다(서울시교육연수원 홈페이지, 2015). 특히 컴퓨터 소프트웨어 이외에 계

산기, 그래픽계산기, CAS와 같은 공학도구의 활용 연수는 찾아보기 힘든 실정이다.

<표 1> 중등 수학과 1급 정교사 연수 공학 관련 연수 시간(서울시 교육연수원)

연도	과목	시간(총 연수 시간)	
2003	ICT활용 교육	8	16(180)
	웹페이지를 활용한 수학교육	4	
	CABRI II	4	
2004	ICT활용 교육	8	18(180)
	웹페이지를 활용한 수학교육	4	
	CABRI II를 활용한 수학교육	6	
2005	e-learning을 활용한 수학교육	6	16(180)
	프로그램(패덤)을 이용한 확률통계	4	
	GSP를 활용한 수학교육	6	
2006	Flash를 활용한 함수제작	4	10(180)
	Winplot을 활용한 수학수업	2	
	수학교사의 GSP 활용방안 및 실습	4	
2007	테크놀로지를 활용한 수학교육	2	14(180)
	Winplot, Wingeom, Winstat을 활용한 수학수업	4	
	CAR의 이해	2	
	수학교사의 GSP 활용방안 및 실습	6	
2008	GSP를 활용한 수학교육	4	4(180)
2009	GSP를 활용한 수학교육	6	6(180)
2010	GSP를 활용한 수학교육	6	6(180)
2011	GSP를 활용한 수학교육	6	6(180)
2012	GSP를 활용한 수학교육	4	4(92)
2013	GSP를 활용한 수학교육	4	4(90)
2014	GeoGbra와 함께하는 수학수업	4	4(91)

(출처: 서울시교육연수원 홈페이지, 2015)

한편, 미국에서는 TI(Texas Instrument)사가 그래픽계산기와 CAS 관련 연수를 진행하고 있다. 또한 TI는 매년 봄 중학생부터 대학생, 현직교사와 대학 교수들이 참여하는 T<sup>3</sup>(Teacher Teaching with Technology) International Conference를 개최하여 수학 및 과학에서 공학도구 사용에 관한 학술적 논의를 하고 있다. 2015년 T<sup>3</sup> 국제 학회에서는 일반수학, 대수, 수학-과학 통합, CAS 등 300개가 넘는 워크숍이 진행되었다(Texas Instruments, 2015).

아시아 지역에서는 1995년부터 2015년 현재까지 1996년을 제외하고 ATCM(Asian Technology Conference in Mathematics)이 매년 개최되고 있다. ATCM에서는 수학교육을 위하여 컴퓨터 소프트웨어 뿐 아니라 계산기와 관련하여 다양한 워크숍이 진행되고 있다(ATCM, 2015).

### Ⅲ. 그래픽 계산기 교사 연수의 실행 사례

본 연구를 위해 실시한 그래픽 계산기<sup>2)</sup> 교사 연수는 2년간 3차에 걸쳐 이루어졌으며, 참여한 교사들은 총 102명의 수도권 중등 수학 교사들로 모두 자발적인 신청에 의해 본 연수에 참여하였다.

#### 1. 실행 절차

##### (1) 연수 목표 설정

본 교사 연수를 위하여 다음 세 가지를 목표로 설정하였으며, 이를 지침으로 계산기 활동의 개발과 본 연수 프로그램에서 다루는 내용 선택이 이루어졌다.

첫째, 수학 학습에서 계산기 활용의 필요성을 인식하게 한다.

둘째, 수학 수업에서 계산기를 유용하게 사용할 수 있게 한다.

셋째, 수학 수업에서 사용할 수 있는 계산기 활동 수업 자료를 설계할 수 있게 한다.

##### (2) 연수 계획 수립

본 연수는 하루 총 5시간으로 수학에서 계산기 사용에 대한 필요성과 쟁점에 대한 기초 강연을 시작으로 수학 수업에서 계산기 활용 방법을 알고 실제 활동을 실습하는 형태로 구성하였다. 각 차시 연수가 끝난 후 교사들에게서 수집한 설문을 기초로 그 다음 차수의 연수 내용을 조금씩 수정하였다.

강사는 중등 수학에서 계산기 사용과 관련하여 함께 연구한 중·고등학교 교사들이다. 이 교사들은 1년 이상 그래픽 계산기 사용 방법을 익히면서 수학 수업에서 계산기를 어떻게 사용할 수 있는지 자료를 수집하여 활동지를 개발하였다. 또한 학교에서 활동지를 이용하여 직접 수업을 하면서 여러 차례 수정·보완하면서 연수 자료를 준비하였다.

##### (3) 연수생 모집 및 연수시행

연수는 2012년, 2013년, 2014년 매해 1회씩 총 3회 시행되었으며, 서울과 경기 지역의 중등교사들에게 본 연수에 대해 알리고 신청을 받았다. 신청자가 많은 관계로 1차에 참여했던 교사는 2차와 3차에서 배제하고 선착순으로 선정하였다.

##### (4) 설문조사

연수에 참여한 교사들에게 K대학교 사범대학장 명의로 된 이수증을 배부하고, 연수 내용에 대한 설문조사를 실시하였다. 연수 프로그램 시행 직후, 수학 수업에서 계산기 사용에 대한 교사들의 인식, 연수 프로그램에 대한 교사들의 만족도, 앞으로 계

2) 본 연구의 교사 연수에서는 그래픽계산기를 사용하였으며, 이후 모두 '계산기'라 지칭함.

산기 활용에 대한 교사 연수 방향에 대한 의견 등에 관하여 설문조사를 실시하고 결과를 분석하였다.

### (5) 추후 설문조사

3차 연수가 끝난 후, 모든 연수 대상자들에게 연수 직후 배부한 설문지와 유사한 설문지로 자료를 수집하였다. 추후 설문조사는 연수에 참가한 시기에 따라 빠르면 8개월 길게는 2년이 지난 후에 전자메일(e-mail)을 통하여 이루어졌다.

## 2. 연수 대상

교사 연수 대상은 서울과 경기 지역의 중·고등학교 교사 20명으로 계획하여 참가 희망이 있는 교사들의 신청을 받았다. 당초 예상과 달리 신청자가 많아 30~40명으로 증원하였다.<sup>3)</sup> 신청한 교사들은 계산기 사용에 많은 관심을 갖고 있었으며 본 연수에 꼭 참여하길 희망하고 있었다. 1차 연수에 참여하지 못한 교사들의 요구에 따라 2차가 실행되었고, 2차에도 참여하지 못한 교사들의 요구에 따라 3차 연수가 실행되었다. 연수 차수별 선발된 참가인원은 <표 2>와 같다.

<표 2> 계산기를 활용한 수학 교사 연수 시기 및 참가인원

	시기	시간	인원
1차	2012년 8월	5시간	31명
2차	2013년 1월	5시간	31명
3차	2014년 1월	5시간	40명

연수에 참가한 교사들의 경력은 5년 미만에서 20년 이상까지 큰 차이 없이 고르게 분포되어 있었다. 그러나 참여자 중 56.8%는 그동안 수학 수업에서 계산기, 컴퓨터 등의 공학도구 활용에 관한 연수를 받은 경험이 없었다. 연수를 받은 경험이 있다 해도 실제로 수업에서 계산기를 사용한 경험이 있는 교사는 총 8명에 불과하였다.

## 3. 연수 내용

1차~3차 연수는 모두 수학교육에서 테크놀로지 활용과 관련한 기초 강연으로 시작하였고, 기본적으로 대수, 함수, 통계, 미적분 영역에서 계산기 활용 방법과 실제 수업에서 사용 가능한 활동 중심으로 구성되어 있다.

3) 연수 참여 신청은 선착순으로 받았고, 1차 연수에서 약 80명, 2차와 3차에서도 각각 100명 이상의 신청자가 있었음. 실제 계산기 사용 실습이 필요한 연수이므로 여건상 모두 수용하기에는 어려움이 있어 부분적으로 증원하였음.

**(1) 제1차 연수**

제1차 교사 연수 내용은 <표 3>과 같다. ‘계산기 활용의 필요성 및 쟁점’에 관한 전체 기초강연 후에 중학교와 고등학교 그룹으로 나누어 중학교 그룹에서는 대수와 함수 영역, 통계 영역에서 계산기 활용 방법과 활동을 다루었고, 고등학교 그룹에서는 대수와 함수 영역, 행렬과 미적분 영역에서 계산기 활용 방법과 활동을 다루었다.

<표 3> 제1차 계산기 교사 연수 내용

구분	시간	연수 내용	
기초강연	1시간	계산기 사용의 필요성 및 쟁점 논의	
중학교	2시간	대수/함수 영역에서 계산기 활용	· 연립일차방정식 · 이차방정식 · 일차함수 · 이차함수와 그 그래프 · 이차함수의 활용
		통계 영역에서 계산기 활용	· 도수분포와 그래프 · 자료의 정리 · 도수분포와 히스토그램 · 자료의 분석
고등학교	2시간	대수/함수 영역에서 계산기 활용	· 일차방정식과 일차함수 · 식과 연산
		행렬/미적분학 영역에서 계산기 활용	· 미적분학과 통계기본: 함수, 정규분포 · 행렬 · 다항함수 및 도함수 · 지수함수와 무한급수

**(2) 제2차 / 제3차 연수**

1차 연수에서는 중학교와 고등학교를 구분하였으나 2차 연수에서는 중·고등학교를 통합하였다. 그 이유는 연수 내용이 교육과정 내에 국한되지 않고 그 내용을 넘나들 수 있다고 판단하였기 때문이다. 1차 연수에 참여한 교사들 또한 중·고등학교 내용을 구분할 필요가 없다는 의견을 내었다. 대신 실습을 겸하기 때문에 원활한 활동을 위해 2개 그룹으로 나누어 운영하면서 본 연구팀의 교사들이 보조 강사로 배치되어 개별적으로 계산기 조작 활동을 도왔다.


1차 교사 연수 설문 중 ‘향후 계산기 활용 연수에서 어떤 내용을 다루면 좋겠는가’에 대하여 교사들은 ‘학교 수업에서 활용할 수 있는 교과와 관련된 내용의 문제 해결’, ‘실제 수업 사례를 통해 계산기를 사용한 수업의 설계 방법’ 등을 요구하는 경향

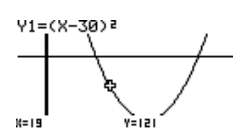
이 있었다. 이를 반영하여 2차 연수에서는 1차 연수의 내용을 포함하되 계산기 사용의 기술적 방법보다는 실제 자료를 이용한 문제 해결이나 개념 이해에 중점을 두었다. 3차 교사 연수는 2차 연수와 같이 중·고등학교를 통합하고 연수 내용에서 주제별로 수정·보완하였다.

본 연수에서 다루어진 활동 중 일부를 소개하면 다음과 같다.

[그림 1]은 개념이해와 관련된 것으로  $(x-p)^2 = q$  꼴의 이차방정식의 해를 구하면서 그 의미를 이해하게 하는 활동의 일부이다. 이 활동에서는  $y = (x-p)^2$ 와  $y = q$ 의 그래프를 그리고 두 그래프가 만나는 점이 무엇을 의미하는지 탐구함으로써,  $(x-p)^2 = q$  꼴의 이차방정식의 해는  $y = (x-p)^2$  그래프와  $y = q$  그래프의 교점임을 알게 한다.

4. 그래프에서  $(x-30)^2 = 225$ 의 해를 구하기 위해 다음과 같이 점을 움직이며 좌표를 확인하세요.

(1) SHIFT→F1(Trace)→를 이용하여 점을 움직여 보세요.

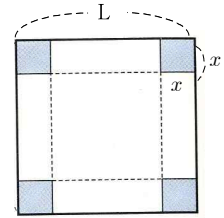


[그림 1] 계산기 교사 연수 내용의 일부 (개념이해)

[그림 2]는 상자의 부피가 최대가 되게 하는 최적화 문제를 해결하는 활동의 일부이다. 이 활동에서는 계산기를 활용하여 삼차함수의 최댓값 및 최솟값을 구할 수 있다. 뿐만 아니라 자료를 이용하여 리스트를 생성하고 그 그래프를 제시함으로써 자료 해석에 도움을 주며 특히, 최적화 함수의 그래프(회귀곡선)를 생성하여 실험에서 다루지 못한 범위의 값을 예측할 수 있게 해준다. 이러한 활동은 학생들로 하여금 실험과 관찰을 통해 얻어진 자료를 이용하여 다양한 변수 사이의 관계를 유추하고 분석할 수 있게 한다.



- 한 변의 길이가  $L$ 인 정사각형 모양의 종이의 네 귀퉁이에서 같은 크기의 정사각형을 잘라 내고 나머지 부분을 접어서 뚜껑이 없는 직육면체 모양의 상자를 만들려고 한다. 이 상자의 부피의 최댓값을 구하고 그때의  $x$ 값을 구하시오. (단,  $L$ 은 자신이 부여받은 번호에 해당됨)
- 칠판에 붙어있는 종이에 자신에게 해당되는 번호( $L$ )에 대하여 빈칸을 채우시오.



한변의 길이(L)	잘라낸길이(x)	상자부피의 최댓값(V)	한변의 길이(L)	잘라낸길이(y)	상자부피의 최댓값(V)
1			11		
2			12		
3			13		
4			14		
5			15		
6			16		
7			17		
8			18		
9			19		
10			20		

- 계산기의 [GRPH]메뉴를 이용하여 List 1( $L$ )을 가로축으로 List 2( $x$ )를 세로축으로 하는 그래프(점)로 나타내고, 일차함수로 최적화(회귀곡선)화된 그래프를 나타내시오.
- 계산기의 [GRPH]메뉴를 이용하여 List 1( $L$ )을 가로축으로 List 3( $V$ )를 세로축으로 하는 그래프(점)로 나타내고, 삼차함수로 최적화(회귀곡선)화된 그래프를 나타내시오.

[그림 2] 계산기 교사 연수 내용의 일부 (문제해결)

#### IV. 연수에 대한 교사들의 평가 및 인식

1차~3차 계산기를 활용한 수학 교수·학습 연수 직후 중·고등학교 교사에게 설문문을 통해 계산기 사용과 관련한 교사들의 생각을 조사하였다. 그 중 학교에서 계산기의 어려움, 수학 수업에서 계산기 사용의 이점, 본 연수에 대한 평가를 정리하였다.

##### 1. 계산기 사용의 어려움

교사 연수 참여자 102명 중 수학 수업에서 계산기를 사용한 경험이 있는 교사는 단 8명에 불과하였다. 나머지 계산기를 사용한 경험이 없는 교사들이 계산기를 사용하지 않는 이유는 <표 4>와 같다. 학교에 계산기가 비치되어 있지 않다는 이유가

40.57%로 가장 많았고, 다음으로 계산기를 사용하는 수업에 관한 자료가 부족하다는 점과 관련된 교사 연수가 부족하다는 의견이 각각 22.28%, 20.57%로 나타났다. 교육과정에서 권장하는 만큼 학교 수업에서 왜 계산기를 사용하지 못하는지에 관하여 계산기 보급에 관한 문제점 및 계산기를 활용한 수업자료 개발과 그에 대한 연수 부족에 관해 생각해 보아야 할 것이다.

<표 4> 수학 수업에서 계산기를 사용하지 않는 이유 (중복 응답 가능)

반응 연수 회차	수업자료 부족	교사연수 부족	계산기가 비치되지 않다	보조교사가 없다	기타	계
1차	13	8	23	1	3	49
2차	17	15	26	10	4	74
3차	9	13	22	9	2	58
계	39(22.28%)	36(20.57%)	71(40.57%)	20(11.43%)	9(5.14%)	175

한편 계산기를 사용한 경험이 있는 8명에게도 계산기를 사용하면서 어떤 장애가 있었는지 물어보았다. 이들은 수업에서 계산기를 사용한 경우 평가에도 계산기를 사용하기 어려웠던 점과 수업에 사용할 자료가 부족하다는 의견을 내었다. 수학 수업에 계산기를 사용함에 있어서도 수업이나 수업과 연결된 평가에서 관련 자료 부족의 어려움을 볼 수 있다.

## 2. 수학 수업에서 계산기 사용의 이점

비록 실제 수업에서 계산기를 사용한 경험은 없으나, 계산기를 사용할 경우 수학적 습에 어떠한 도움을 줄 수 있는지 교사들의 의견을 들었다. <표 5>와 같이 실제적인 통계자료를 해석하는 데 도움이 될 것 같다는 생각이 33.83%로 가장 많았고, 실생활 문제를 해결하는데 도움이 될 것이라는 생각이 23.73%, 동기유발에 도움이 될 것이라는 생각이 19.19%로 나타났다. 한편, 실제로 수업에서 계산기를 사용한 경험이 있는 교사 8명이 효과가 있었다고 답한 것이 첫 번째는 통계자료를 해석하는 부분이고, 두 번째는 실생활 문제를 해결하는 부분, 세 번째는 기본 개념 및 원리를 지도하는 부분이었다.

<표 5> 계산기 도입이 수학학습에 도움을 줄 수 있다고 생각하는 부분 (중복 응답 가능)

응답 연수 회차	동기유발	개념이해	실생활 문제해결	문장제 수치계산	기본개념 및 원리 지도	통계자료 해석	계
1차	9	3	20	5	2	20	60
2차	17	9	14	4	3	24	73
3차	12	9	13	4	7	23	71
계	38(19.19%)	21(10.61%)	47(23.73%)	13(6.57%)	12(6.06%)	67(33.83%)	198

### 3. 연수에 대한 평가

본 연수에 참여한 교사들은 계산기를 직접 사용할 수 있었던 점과 연수 과정에서 현직 교사들이 강사로서 실제 학교 수업과 관련된 예와 활동을 다루어 준 점에 대하여 매우 좋게 평가하고 있었다. 또한 수학 수업에서 계산기 활용의 가능성과 계산기를 사용하는 교수법 등에 대해 깊이 생각할 수 있는 계기가 되었다고 하였다. 상세한 응답 내용은 <표 6>과 같다.

<표 6> 계산기 연수를 받은 후 좋은 점

응답내용	응답수(명)	응답률(%)
계산기를 직접 사용한 점	14	25.93
현직 교사들의 수업 사례(실제 교실에서 일어 날 수 있는 상황)을 다룬 점 실제 교과 내용 관련 예와 활용을 다룬 점 실제 수업에 활용할 수 있는 방안을 다룬 점	14	25.93
계산기 활용 가능성에 대한 생각을 하게 해주었다. 계산기가 컴퓨터를 대신할 수 있다는 것에 놀랐다. 계산기를 활용한 교수법에 대해 다시 생각하게 되었다. 계산기가 이렇게 많은 기능을 할 수 있다는 것을 알았다. 막연하게 생각했던 계산기 활용에 대한 부분이 명확해졌다.	13	24.07
기타(그래프의 변화, 통계에서의 활용, 연수 전반에 대한 만족 등)	13	24.07
계	54	100

한편, 교사들은 연수 시간이 너무 짧아서 많은 활동을 충분히 하지 못한 것에 대해 아쉬워하며 2~3일 정도 연강으로 구성된 연수라면 더욱 효과적일 것이라 답하였다. 또한 계산기를 사용하는 활동의 연수 이전에 온라인 등으로 미리 계산기 기능을 익힌다면 조작의 어려움을 극복하고 더 효과적인 실습이 가능할 것이라 하였다. 상세한 응답 내용은 <표 7>과 같다.

&lt;표 7&gt; 계산기 연수를 받은 후 아쉬운 점

응답내용	응답수(명)	응답률(%)
시간이 너무 짧다. 연수 시간을 15~30시간으로 늘리면 좋겠다. 2~3일 정도 할 수 있으면 좋겠다. 2~3일 정도 연장하면 좋겠다	21	34.43
계산기 조작이 어렵다. 계산기 숙달하는데 시간이 걸렸다. 계산기 조작에 익숙해질 수 있는 시간 필요하다.	10	16.39
연수 자료에 활동지에 대한 답 및 해설 포함해주었으면 좋겠다.	6	9.84
연수 전 에플레이트(컴퓨터용) 먼저 나눠주고 연습한 후 연수 참여할 수 있도록 하면 더 효율적일 것 같다. 계산기 기능을 알고 연수 받으면 더 유익할 것 같다. 연수 전 간단한 매뉴얼을 안내 해주고 공부해보면 좋겠다. 온라인으로 먼저 하고 오프라인으로 연수하면 좋을 것 같다.	5	8.20
심화 과정도 개설하면 좋겠다. 후속 연수가 필요하다. 이러한 계산기 연수 더 많았으면 좋겠다. 더 많은 교사들이 연수에 참여할 수 있으면 좋겠다	5	8.20
보다 다양한 단원에서의 자료 개발이 필요하다. 실제 수업에 활용할 수 있는 더 구체적인 활동을 제시해주면 좋겠다. 삼각, 지수, 로그함수를 좀 더 다루면 좋겠다.	3	4.92
기타(연수 학점 인정 등)	11	18.03
계	61	100

#### IV. 교사 연수 후 교사들의 동향

1차~3차 계산기를 활용한 수학 교수·학습 연수를 받은 중·고등학교 교사에게 연수 후의 변화에 대한 설문조사를 실시하였다. 이 설문은 3차 연수를 마치고 8개월 후에 실시하였으며, 1차 연수 후 2년이 된 시점이다. 최종 44명의 교사가 응답하였다.

##### 1. 수업에서 계산기를 사용의 어려움

본 연수를 받은 후 수업에서 직접 계산기를 사용한 교사는 13.6%로 그들은 통계영역(3명), 대수영역(2명), 함수영역(1명)에서 사용한 것으로 나타났다. 연수 전 9%에 비하면 다소 증가하긴 하였지만 여전히 학교 정규수업에서 계산기 사용에 어려움이 있음을 알 수 있다.

연수 후 여전히 계산기를 사용하지 않은 이유에 대해 38명 교사들의 응답(<표 9> 참고) 중 대부분은 학교에 계산기가 구비되어 있지 않다는 것이고, 또 교사 역량의

문제로서 수업 설계의 어려움이나 계산기 조작상의 어려움을 말하였다.

한편 학교 수업에서 계산기를 사용하지 않아도 충분히 교육이 이루어진다고 생각하는 부정적인 입장도 있었다. 홍예윤, 임연옥(2012)은 교육적 기술 지식(Pedagogical Technology Knowledge, PTK)<sup>4)</sup>이 교사가 공학도구를 사용하는데 있어서 확신을 결정짓는 중요한 요인이라 주장하였다. 이것으로 미루어 볼 때 PTK, 즉 수학 학습에 있어서 계산기 사용에 관한 전문적인 지식이 갖추어지면 계산기의 필요성을 인식하고 그 가치에 대한 확신이 생길 수 있을 것으로 기대한다.

<표 8> 계산기 연수 후에도 수업에서 계산기를 사용하지 않는 이유(중복 응답 가능)

응답내용	응답수(명)	응답률(%)
시설 미흡의 문제 (학교에 계산기가 구비되어 있지 않다)	24	46.2
교사 역량 문제 (계산기 사용방법을 잘 모른다, 수업 설계의 어려움)	9	17.3
교육 환경의 문제 (진도, 입시)	6	11.5
부정적 인식의 문제	3	5.8
기타(무응답 2)	4	3.8
계	46	84.6

## 2. 계산기 연수의 부족

당시 본 연수 직후에는 대부분의 교사들이 다음 계산기 연수가 있다면 참여할 의사가 있다고 하였지만, 실제로 그 후 다른 관련 연수를 받은 적이 없었다. 그 이유는 다른 연수에 대한 정보가 부족(30.2%)하거나 계산기 관련 연수가 없다(25.3%)는 것이다. 한편 계산기 연수가 다시 있다면 참여할 의사가 있는지에 대해 44명의 응답자 중 65.9%가 참여 의사가 있는 것으로 나타났다.

## 3. 교사들이 원하는 연수 형태

연수 후 설문 응답자 44명 중 계산기 연수에 참여할 의사가 있는 29명의 교사들이 원하는 연수 형태에 대한 생각은 <표 9>와 같다. 교사들이 원하는 계산기 연수의 형태는 실제로 수업에 적용할 수 있는 교과서 문제를 활용하거나 실제 수업 사례를 다루는 것이라 하였다. 또 실습 위주의 강의 방식을 원하였고 충분히 연습할 시간이 주

4) PTK는 단지 전문적인 기술사용만을 의미하는 것이 아니라, 테크놀로지를 통하여 수학을 지도하는데 필요한 기술과 원칙을 이해하는 것을 의미함(홍예윤, 임연옥, 2012).

어지길 바라고 있었다.

<표 9> 교사들이 원하는 연수 형태(중복 응답 가능)

응답내용		응답수(명)	응답률(%)
실제로 수업에 적용할 수 있는 형태 (학교 교과서 문제 활용, 실제 수업 사례 등)		6	17.1
충분히 연습할 수 있는 실습 위주의 형태		5	14.3
특정 영역에 관한 연수 형태	함수	4	11.4
	기하	3	8.6
	대수	2	5.7
	적분	1	2.9
	통계	1	2.9
활용 가능한 영역 모두를 소개하는 형태		3	8.6
장기간 동안 지속적으로 수행하는 연수 형태		2	5.7
다양한 기능이 아닌 복잡한 기능만을 가진 계산기 연수		1	2.9
오프라인 연수		1	2.9
무응답		6	17.1
계		35	100

## V. 논의 및 결론

공학도구를 활용하는 수학 수업의 효과에 가장 영향을 크게 미치는 변인이 교사변인으로 알려져 있다(Keengwe, Onchwari & Wachira, 2008). 즉 수학 수업을 개선하기 위한 핵심요소는 공학도구 자체가 아니라 이를 활용하는 수학교사라는 것이다. 본 연구에서는 수학 교수·학습에서의 계산기 활용에 관한 연수를 받은 교사들의 설문 결과를 토대로 계산 연수의 방향 및 계산기 사용의 활성화를 위한 방안에 대하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 수업의 내용과 연결되는 평가 내용 및 방법에 대한 교사 연수가 요구된다. 연수 전·후 계산기를 사용한 경험이 있는 교사들이 실제 수업에서 계산기를 사용하면 겪은 어려움은 주로 평가 내용과의 연결 문제, 수업에 사용할 수 있는 자료의 부족, 계산기 사용에 대한 교사들의 의식 부족 등으로 나타났다. 평가의 내용은 수업의 내용과 연결되어야 하는데 현재로서는 수업에서 계산기를 사용하더라도 평가에서는 계산기를 배제해야하는 현상이 발생한다. 이를 해결하기 위해서는 교육과정에서 평가의 내용 및 방법 등의 변화가 요구되며 실제 교사들이 평가에 적용할 수 있도록 구체적인 실행 방법에 대한 연수가 제공되어야 할 것이다.

둘째, 지속적인 교사 재교육이 필요하다. 본 연수를 받은 후 다른 계산기 연수를 받은 적이 있는 교사는 응답자 44명중 단 2명이었다. 교사들이 다른 관련 연수를 받지 않은 이유는 다른 연수에 대한 정보의 부족(30.2%), 계산기 관련 연수의 부족(25.6%), 실제 수업에 사용하는데 어려움(7%) 등으로 나타났다. 한편, 계산기 연수가

다시 있다면 참여할 의사가 있는지에 대해 65.9%가 참여 의사가 있는 것으로 나타났다. 또한 연수를 받은 직후에 조사했을 때에도 연수가 2~3일 정도 연장으로 구성될 것 희망하였다. 실제 교실 수업에서 적용할 수 있는 실습을 병행해야 하는 계산기 연수는 단시간에 효과를 기대하기는 어려울 것이다. 지속적인 재교육이 필요하다.

셋째, 교사 연수에서 실제 교실 수업에 적용할 수 있는 자료를 다루어야 한다. 본 연수를 받은 교사들은 연수에서 계산기를 직접 사용할 수 있었던 점과 실제 교실 수업에서 사용할 수 있는 활동과 사례를 접할 수 있었던 점에 대하여 높이 평가하였다. 재교육 성격의 교사 연수를 시행할 때에는 교사들이 연수를 받고 이를 실행할 수 있기를 기대한다. 특히 계산기는 수업에서 도구로 사용되는 경우이므로 교사들이 직접 사용하면서 필요성을 인식하고 어려움을 극복하는 경험이 필요하다. 또한 실제 수업에 적용할 수 있는 활동 자료를 이용해야 이후 활용도가 높아질 것이다.

넷째, 계산기 사용의 활성화를 위해 학교 시설 환경의 개선이 필요하다. 본 연수에 참여한 교사들은 대부분 그 동안 수업에서 계산기를 사용한 경험이 없었다. 그 이유는 학교에 계산기가 비치되어 있지 않다는 이유(40.57%)가 가장 많았고, 다음으로 계산기를 사용하는 수업에 관한 자료가 부족하다는 점(22.28%), 관련된 교사 연수가 부족하다는 의견(20.57%)이 있었다. 연수를 마친 후에도 여전히 많은 교사들이 계산기 사용에 어려움이 있었다. 문제는 학교에 계산기가 구비되어 있지 않은 점(46.2%), 계산기 조작 방법에 대한 어려움과 수업 설계의 어려움(17.3%), 수업진도나 입시와 같은 교육 환경의 문제(11.5%)로 드러났다. 수업에서 계산기 사용을 적극적으로 지원하기 위해서는 우선적으로 학교 교실에 계산기를 보급해야 할 것이다.

다섯째, 계산기 없이도 시행될 수 있도록 개발된 수학교육과정에서는 계산기가 복잡한 계산을 도울 수 있을 뿐, 계산기 사용이 오히려 교사와 학생에게 짐이 될 뿐이다. 계산기 연수에 참여한 교사들은 실제로 수업 내용, 수업의 진도, 입시제도 등 현실적인 문제로 학교 정규 수업에서 계산기 사용에 어려움을 겪고 있다. 따라서 계산기 활용의 장점이 수학교육의 질을 향상시키는데 기여하도록, 또 계산기 활용에 대한 교사들의 관심과 동기유발을 위하여 기술공학 활용을 전제한 수학교육과정의 개발과 평가 방식의 변화가 필요하다. 한편, 정규 수업이 아닌 소수 학생의 프로젝트 수업이나 동아리 수업 등 특별활동 성격의 수업에서는 교과서 내용 외의 실생활과 관련된 다양한 내용을 접할 수 있고, 학생들은 탐구 활동이나 문제해결 중심의 사고 활동이 가능할 것이며, 평가에 대한 어려움도 극복할 수 있을 것이다.

끝으로, 수학교육에서 테크놀로지 활용에 대한 최근 추세는 인터넷이나 컴퓨터를 통한 가상교구 또는 소프트웨어 활용에 집중되고 있으며, 태블릿 PC와 스마트폰의 보급으로 이같은 경향은 더욱 두드러지고 있다. 본 연구에서 사용한 hand-held technology의 기능은 소프트웨어나 스마트폰 어플리케이션에서도 구현될 여지가 많기 때문에 이 연구의 결과와 시사점은 접근과 휴대 가능성을 장점으로 가진 타 기기의 사용과 관련해서도 적용이 가능할 것으로 보인다.

## 참고문헌

- 고호경 (2003). 그래핑 계산기를 활용한 협동학습에서 학생들의 언어적 상호작용 분석에 관한 사례연구. 한국수학교육학회지 시리즈A, 수학교육, 42(5), 607-622.
- 교육부 (1992a). 중학교 교육과정(I), 제 6차 교육 과정(교육부 고시 제 1992-11호), 대한교과서주식회사.
- 교육부 (1992b). 고등학교 교육과정(I), 제 6차 교육 과정(교육부 고시 제 1992-19호), 대한교과서주식회사.
- 교육과학기술부 (2011). 수학과 교육과정, 2009 개정 교육과정(교육과학기술부 고시 제 2011-331호 [별책 8]).
- 교육과학기술부 (2012). 수학교육선진화방안 보도자료.
- 교육부 (2015a). 제2차 수학교육 종합계획 보도자료.
- 교육부 (2015b). 수학과 교육과정, 교육부 고시 제2015-74호 [별책 8].
- 박은주 (1999). 중등수학교육에서 그래프 계산기를 활용한 수업모형 연구. 학교수학, 1(2), 529-545.
- 홍예윤 (2014). STEAM 교육을 위한 예비교사들의 그래핑 계산기 활용. 교육정보미디어연구, 20(3), 355-372.
- 홍예윤, 임연욱(2012). 테크놀로지를 활용한 교사의 확신에 영향을 미치는 요인 탐색, 디지털정책연구, 제10권 제11호, 한국디지털정책학회.
- Bright, G. W., Waxman, H. C., & Williams, S. E. (Eds.). (1994). *Impact of calculators on mathematics instruction*. University Press of America.
- Brown, E. T., Karp, K., Petrosko, J. M., Jones, J., Beswick, G., Howe, C., & Zwanzig, K. (2007). Crutch or catalyst: Teachers' beliefs and practices regarding calculator use in mathematics instruction. *School Science and Mathematics*, 107(3), 102-116.
- Burrill, G. (2011). ICT in the United States: Where We Are Today and a Possibility for Tomorrow. *Mathematics Education with Digital Technology*, 12.
- Dunham, P. H. (2000). Hand-held calculators in mathematics education: A research perspective. *Hand-held technology in mathematics and science education: A collection of papers*, 39-47.
- Hembree R. and D. Dessart. (1986). Effects of hand-held calculators in precollege mathematics education: A meta-analysis. *Journal for Research in Mathematics Education*, 17, 83-99.
- Hembree R. and D. Dessart. (1992). Research on calculators in mathematics



- education. In J.Fey & C. Hirsch (Eds), *Calculators in mathematics education* (pp. 23-32). Reston, VA:National Council of Teachers of Mathematics.
- Keengwe, J., Onchwari, G., & Wachira, P. (2008). Computer technology integration and student learning: Barriers and promise. *Journal of Science Education and Technology*, 17(6), 560-565.
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O. & Foy, P. (2007). *TIMSS 2007 International Mathematics Reports*. TIMSS & PIRLS ISC.
- NCTM. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- 서울시교육연수원 홈페이지 (2015).  
<https://www.seti.go.kr/front/guide/CourseAction.do?method=view>
- ATCM (2015). <http://atcm.mathandtech.org/EP2014/index.html>
- Texas Instruments (2015).  
<https://education.ti.com/en/us/professional-development/t3-2015/overview#tab=sessions>

Chang, Kyung Yoon  
 Konkuk University  
 120 Neungdong-ro, Gwangjin-gu, Seoul, Korea  
 kchang@konkuk.ac.kr

Ryu, Hyunah<sup>5)</sup>  
 Chinju National University of Education  
 369-3, Jinyangho-ro, Jinju-si, Gyeongsangnam-do, Korea  
 ryuha@cue.ac.kr

Shin, Youndai  
 Graduate School of Konkuk University  
 120 Neungdong-ro, Gwangjin-gu, Seoul, Korea  
 syd991031@daum.net

---

5) Corresponding Author