대한수학교육학회지 <학교수학> 제 19 권 제 4 호
Journal of Korea Society Educational Studies in Mathematics
School Mathematics Vol. 19, No. 4, 713 ~ 729. Dec 2017

초등학교 수학과 성취기준에 따른 계산기의 활용 방안

안 병 곤*

우리나라의 초등 수학 교육에서 계산기의 활용을 공식적으로 언급한 것은 제 6차 교육과정이 처음이다. 그 이후 교육과정에서는 초기보다 활용 범위가 확대되었으나 실제 교과서에서 활용 상황을 보면 아직은 미흡하고 활용에 대한 안내는 매우 부족한 편이다. 특히 교육과정의 성취기준에 따른 관련 연구는 찾지 못 하였다. 이에 본 연구에서는 6차 교육과정 이후의 교육과정 변화 속에서 발표된 계산기 활용에 대한 연구들의 내용을 조사하여 분석하고, 이를 바탕으로 2015 개정 초등 수학과 교육과정에서 계산기 활용방안으로 제시한 복잡한 계산, 수학적 개념, 수학적 원리·법칙, 문제해결 지도의 4가지에 대하여 적합한 성취기준을 찾아서, 그 성취기준에 알맞은 교과서의 단원과 차시별 학습내용에서 활용 과정을 제시하여 사용에 도움이 되도록 하였다.

Ⅰ. 서론

정보화 사회에서 첨단 과학 기술은 생활의 편리함을 추구하기 위하여 다양한 분야에서 활용하고 있다. 이러한 과학기술이 계산 도구의 발전에도 도움을 주어 최근에는 다양한 기능이 포함된 계산기를 수학교육에서 사용하고 있다. 산업사회까지만 해도 주된 계산 도구였던 주판은 이제 점점 사라져가고 있고, 그 자리를 계산기와 컴퓨터가 대신하고 있는 것이다. 초기의 계산 도구였던 격자 막대는 1617년 Napier에 의해 만들어졌고, 1642년에 Pascal의 덧셈 기계의 발명과 1972년에 Hewlett Packard사에서 처음 휴대용 전자계산기를 만든 이후, 오늘날에는 각종 기호와 수식은 물론 다양한 그래프 표현까지 가능한 고성능 계산기가 과학, 공학 등 사회의 여러 분야에서 다양하게 사용되고 있는 것이다.

NCTM(National Council of Teachers of Mathematics; 이하, NCTM)(1980)의 “Agenda for Action; Recommendations for School Mathematics of the 1980”의 3번 항목에서 “수학 프로그램은 모든 학년에서 계산기와 컴퓨터의 힘을 최대한 활용해야 한다.”라고 공식적인 언급을 하였다. 또, NCTM(2000)에서 2000년대 학교수학의 지향점으로 “학교 수학에 대한 원리와 규준(Principles and Standards for School Mathematics)”의 수학 교수 프로그램 원리에서 ‘기술공학의 원리’를 언급하였다. 여기에서 수학 교수 프로그램은 모든 학생들의 수학 이해에 도움을 주고, 수학 학습에서 계산기와 컴퓨터 같은 공학적 도구의 적극적인 활용을 권장하였다. 그에 따라 여러 연구자들(Bell, 1980; Suydam, 1983; Hembree & Dessart, 1986; Brolin, 1987)에 의하여 수학 학습에서 계산기의 역할과 영향에 대한 연구가 활발하게 진행하였다.

van de Walle(1998)는 앞으로 교육공학의 발달로 초보적 수준의 계산 기능은 점차 감소하게

* 광주교육대학교, bgahn@gnue.ac.kr

되고, 대신 수학적 아이디어의 계발에 도움을 주는 새로운 교수학적 접근의 필요성을 주장 하였다. 이러한 과정에서 수학에서 가르칠 수 있는 내용과 방법을 바꿀 수 있는 계산기나 컴퓨터 같은 공학적 도구를 적극적으로 활용하는 수학 교육의 개혁이 필수적이라고 하였다.

이처럼 초등 수학 교육에서 계산기의 활용(이하, 계산기 활용)은 세계적인 추세로, 1970년대 초에 휴대용 계산기의 활용이 보편화되면서 시작되어 1975년 이후에는 NCTM과 수학교육에 관심 있는 단체나 연구에서 계산기의 활용을 강력히 요구하게 되었다. 연구의 초기에는 초등 수학에서 계산기 활용에 대하여 우려 했던 수학의 기초 기능인 지필 알고리즘에 대한 약화와 학력 저하에 대한 부정적인 의견도 이제는 많이 줄여들고 있고, 외국에서의 계산기 활용은 보다 적극적으로 추진하고 있다.

계산기의 활용 사례에 대하여 미국의 경우(이형미, 2016)에 초등학교 교과서 Harcourt Math (2002)를 보면 저학년부터 계산기를 활용하고 있고, 네덜란드에서는 초등학교 5학년부터 활용하며, 일본의 경우는 수학 교육과정에서 정보화 사회에 주체적으로 대응하고 기초적인 자질을 기른다는 관점에서 사칙 연산의 계산 원리를 학습한 후에 그의 활용에 초점을 두는 5학년부터 활용을 적극적으로 권장하고 있다(남승인 외, 2003a)고 하였다.

이에 본 연구에서는 우리나라의 초등 수학에서 계산기의 활용을 처음으로 제시한 6차 교육과정 이후의 5번의 교육과정의 학회지에 게재된 초등 수학에서 계산기 활용에 대한 연구[1]를 조사하여 분석하였다. 이를 바탕으로 2015 개정 교육과정(이하, 2015 교육과정)에서 계산기 활용방안으로 제시한 복잡한 계산, 수학적 개념, 수학적 원리·법칙, 문제해결의 4가지에 대하여, 각각의 적합한 성취기준을 찾아서 교과서의 관련 단원의 차시별 학습 내용지도에 알맞은 활용 과정을 제시하였다.

II. 초등 수학에서 계산기[2]의 활용

1. 외국의 수학 교육에서 계산기의 활용

미국의 수학 교과서에서 계산기 활용에 대한 내용은 다음과 같다. NCTM(1980)에서 계산기와 컴퓨터를 수학학습의 도구로 사용할 것을 공식적으로 언급을 한 이래, 4단계로 사용되고 있다(남승인 외, 2003a)고 하였다. 먼저, 1단계(l980년대 중반)에서는 수학 교육의 도구로 계산기와 컴퓨터 활용에 대한 권고에 따라서 교과서 각 단원의 마지막 부분에 계산기 사용과 사용법을 간략히 다루었다. 2단계(1980년대 말)에서는 각 단원의 말미에 계산기의 사용법과 계산기로 해결할 수 있는 내용을 다루고 있다. 3단계(1980년대 말~1990년대 초)에서는 계산기의 도입을 좀 더 적극적으로 수용하여 교과서의 내용을 부분적으로 바꾸어 사용하고 있다. 예를 들면, 두 자리 나눗셈은 4학년에서 5학년으로 이동하고, 필산을 이용한 세 자리 나눗셈은 삭제하였다. 유치원부터 모든 학년에서 계산기를 활용하고, 수학

1) 학회지는 한국초등수학교육학회지, 한국수학교육학회지의 <수학교육>, <수학교육논문집>, <수학교육학술지>, <초등수학교육>, 대한수학교육학회지의 <대한수학교육학회논문집>와 <학교수학>의 7개 학회지에 게재된 17개의 논문을 주로 하였고, 박사학위논문 1편과 석사학논문 2편을 참고하였다.

2) 계산기의 종류(안병곤, 2003. p. 2)는 소수와 분수까지 다루는 Arithmetic calculator, 전문 수학이나 공학용인 Scientific calculator, 그래픽 기능을 갖춘 Graphic and Symbolics calculator, 일상생활에서 흔히 사용되는 Hand-held calculator가 있다. 이 논문에서 계산기는 일상생활에서 쉽게 사용할 수 있는 사칙연산이 가능한 Hand-held calculator를 의미한다.

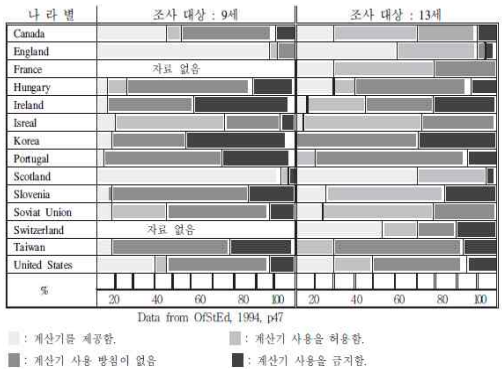
교과서의 내용 중에서 수와 연산 영역 외에 측정, 규칙성과 함수 등의 영역에서도 계산기를 활용하여 수학적 개념과 원리·법칙 그리고 문제해결에 사용하였다. 4단계(2000년 이후)에서는 다른 교구와 함께 수학적 개념, 원리·법칙의 학습 그리고 문제해결 과정에서 유용하고 효율적인 도구로 사용하고 있다.

영국에서 계산기의 활용은 초등학교 3학년부터 사용을 권고하고 있다(남승인·권해름, 1998)고 하였다. 구체적으로 중학교(8~12세) 수학 시간에는 필수적으로 사용하고 있다. 1989년에 수학 교육의 수준 향상을 위해 5세~16세까지의 교육과정인 제 2단계교육(6~7세)에서 계산 도구로 사용하고, 제 3단계 교육(7~8세)에서는 수 영역에서 사용하고, 제 4단계에서는 초등 단계에서 계산의 정확성을 기할 때와 문제해결 그리고 필산을 통한 계산 기능의 습득 과정에 활용하고 있다.

일본에서 계산기 사용(남승인·권해름, 1998)은 제 5차 수학과 교육과정에서 "계산에 따른 학습의 부담을 줄이기 위하여 계산기 사용을 허용한다."로 소극적이었으나, 제 6차 수학과 교육과정에서는 큰 수를 많이 취급하는 장면이나 소수의 곱셈 및 나눗셈에서 계산 법칙이 성립하는지의 확인 과정 등에서 계산에 따른 부담의 축소와 지도 효과를 높이고, 계산으로 인한 소비 시간을 다른 수학적 주제나 문제 해결을 위한 사고할 수 있는 시간으로 사용하기 위해 5학년 이후부터 주판 또는 계산기의 적절한 사용을 적극적으로 권고하고 있다.

외국의 수학 수업에서 계산기의 허용에 대한 국가별 상황(남승인·김옥경, 1998)을 보면 다음과 같다.

<표 II-1>외국의 국가별 계산기의 허용 상황



위의 <표 II-1>을 보면 외국에서 계산기의 제공이나 사용 등은 나라마다 다양하였으나, 공통적 특징은 학년이 높아질수록 사용을 허용하는 시간이 많아지고, 금지하는 것은 줄어들고 있음을 알 수 있다.

또, 외국의 초등 수학 교육에서 계산기 활용에 대한 연구는 1979년에 시작하여, 그 이후 1980년부터 1990년 사이에 많았다(박교식, 1997)고 하였다. 이 시기에 계산기 활용에 대한 연구자들과 그들이 제시한 주요 내용(박교식, 1997; 박교식, 1998; 남승인 외, 2003a; 강영란, 2013)을 보면 다음과 같다.

<표 II-2> 외국의 계산기 활용 연구자와 주요 내용

연구자(연도)	주요 내용
Wheatley et al(1979)	· 2-6학년 학생들은 필산 능력이 저하되지 않음
Connor(1980)	· 2학년, 4학년은 성취도에 유의미한 차는 없었지만, 유치원은 유의미 차이가 있음
McNicol & LeMaistre (1981)	· 문제해결전략 수립, 표의 정보 조직, 부적절한 정보 재진술, 연산 선택과 관련 기초 기능 발달에 도움
McNicol(1985)	· 1학년 학생 연구에서 문제해결에 도움, 자신감 증가
Dessart(1986)	· 문제적 상황 만들기와 개념 개발에 도움

Hembree & Dessart (1986)	· 4학년 제외한 학생들의 수의 기초 기능, 연산 능력, 문제해결 능력 향상, 높은 성취도, 수학성향과 호기심 향상
Brolin(1987)	· 4-6학년에서 기본적 개념 이해력과 바른 연산자 선택, 어림셈과 암산기능 숙달에 도움
Woodward & Gibbs(1990)	· 5학년의 최소공배수 찾기에 활용, 수학 학습 동기 부여
Van Devender & Rice (1984). Williams(1987)	· 학생들의 학업성취도와 수학적 성향에 도움
Stacey & Groves(1994)	· 탐구 환경 풍부한 계산, 수세기 도구, 수 체계 이해, 문제해결에서 적절한 연산 찾는 능력 우수
Groves & Stacey(1998)	· 계산기 활용은 수 감각과 암산 능력 향상
Hembree & Dessart(1992)	· 문제해결 능력 향상
Charles(1999)	· 일반화와 추론 능력 향상
Ellington(2003)	· 계산능력이 저하되지 않고, 수학적 개념, 기능과 연산 향상, 최소 9주 이상 사용시 학업 성취와 수학적 성향에 긍정적
McCauliff(2004), Surgenor(2007)	· 계산 능력 감소, 계산 의존 증가

위의 <표 II-2>를 보면 외국에서 계산기의 활용은 모든 학년에서 사용되고 있다. 또한, 계산기 활용으로 학생들의 수 개념의 기초 기능과 연산 능력, 문제해결 능력의 향상에 도움이 되고, 수학적 성향과 자신감 그리고 호기심과 같은 정의적 영역에도 긍정적인 내용이 대부분이었다. 이러한 장점에도 불구하고 강영란(2014b)의 계산기 활용에 대한 연구를 보면 TIMSS의 수학 성적이 상위권에 있는 다섯 나라 중에서 벨기에, 한국, 일본은 계산기를 수업 시간에 전혀 또는 거의 사용하지 않았으며, 대조적으로 성취가 낮은 11개 중의 10개 나라는 거의 매일 계산기를 활용한다(p. 66)는 조사 결과를 제시하였다. 우리나라도 거의 사용하지 않는다고 볼 수 있다.

2. 우리나라 초등 수학 교육과정에서 계산기의 활용

우리나라의 초등 수학 교육에서 계산기의 활용은 제 6차 교육과정에서 처음 제시한 이후, 2015 교육과정까지의 모든 교육과정에서 제시하였다. 따라서 지금까지의 교육과정 변화 과정에서 나타난 계산기 활용에 대한 내용과 연구들의 주요 내용을 살펴보면 다음과 같다.

먼저, 제 6차 교육과정(교육부, 1994)에서는 초등학교 교과명 '산수'를 '수학'으로 바꾸었고, 초등학교 수학과 교육과정에서 계산기 사용을 처음으로 언급하고, 다음과 같이 제시하였다.

> "복잡한 계산은 계산기를 이용하여 계산 기능 숙달에 소요되는 많은 시간과 노력을 문제해결력 신장으로 돌려야 한다(교육부, 1994, p. 214)."

이 시기의 교육과정에서 계산기 활용은 학생들이 복잡한 계산 기능 숙달에 걸린 시간과 노력을 줄여서 문제해결력 신장에 활용하기를 기대하며 단순하게 제시하였다. 또, 이 시기의 초등 수학에서 계산기 활용에 대한 연구는 모두 2편(김진수 · 정창현, 1995; 박교식, 1997)으로 주요 내용은 다음과 같다.

<표 II-3> 제 6차 교육과정 시기의 연구자와 주요 내용

연구자 (연도)	주요 내용
김진수 · 정창현 (1995)	· 계산기 활용수업이 기존 수업보다 학업 성취도가 높음
박교식 (1997)	· 계산기 활용 과정을 '환경조성→정책수립→이행'의 3단계 제시, 단계별 활용 방안 제시

<표 II-3>을 보면 초등 수학에서 계산기 활용을 처음 발표한 김진수·정창현(1995)은 계산기 사용이 학업성취도 향상에 도움이 되었다고 하였고, 박교식(1997)은 계산기 활용에 대한 정책 당국의 합리적인 절차와 과정의 필요성을 제기하였다. 또한 우리나라에서 계산기 활용에 대한 연구는 외국보다는 16년 정도 늦게 시작하였음을 알 수 있다.

다음, 제 7차 교육과정(교육부, 1999)에서는 수판셈이 삭제되었고, 계산기 활용에 대하여 6차 교육과정보다 더 확대하여 다음과 같이 제시하였다.

> "계산 능력 배양이 목표인 영역을 제외하고는 복잡한 계산, 수학적 개념·원리·법칙의 이해, 문제 해결력 향상 등에는 가능하면 계산기 같은 도구를 적극적으로 활용하도록 하고 있다(교육부, 1999, p. 15)."

특히, 초등 수학에서 계산기의 활용은 최소한의 계산 기능과 그 원리를 완전히 습득한 경우에 문제 해결 과정에 활용하여 문제 해결 학습의 효과가 있기를 기대 하였다. 이에 따라 이 시기의 교육과정에서는 구체적 조작물의 사용을 추가하고, 활용의 범위도 수학적 개념, 수학적 사고력, 창의적 사고력 신장의 3가지를 더 보완하였으며, 계산기 사용 시기와 기초 기능에 대한 우려도 함께 제시하였다. 구체적인 활용은 수학 교과서 5-나-7.자료의 표현[3]에서 평균 구하기(p. 112, p. 119)와 6-나-4.원과 원기둥에서 원의 넓이와 부피 구하기(pp. 69-70)에 처음으로 교과서에 계산기 활용을 제시하였다. 이 시기의 계산기 활용을 보면 평균이나 원의 넓이나 부피에 대한 수학적 개념 학습 후에 이를 활용하는 복잡한 계산 과정에서 도구로서 사용하고 있음 보였다. 교과서에 제시된 계산기 활용에 대하여도 교과서에 '(계산기 활용)'이나 '계산기 아이콘' 제시 정도의 소극적인 활용이었다.

이 시기의 연구들(안병곤·김용태, 1998; 남승인·권해름, 1998; 남승인·김옥경, 1998; 박교식, 1998; 권세화 외, 1999; 안병곤, 2005)은 모두 9편으로 가장 많았고, 각 연구자와 연구의 주요 내용은 다음과 같다.

<표 II-4> 제 7차 교육과정시기의 계산기 활용 연구자와 주요 내용

연구자 (연도)	주요 내용
안병곤·김용태 (1998)	· 초등 수학에서 계산기 활용은 문제해결력 향상에 도움.
남승인·권해름 (1998)	· 계산기의 수학 학습 도구 사용에 교사 23.7%, 학부모 11.2%만 찬성, 반대 이유는 암산이나 어림셈 능력 하락(24.7%), 수학적 가치의 잘못 이해(19.4%).
남승인·김옥경 (1998)	· 교구의 잠재성, 연산자 의미와 기능, 문제 장면에 적절한 연산자 선택, 계산 방법(지필, 암산, 계산기) 선택, 일정한 수준의 어림셈, 암산 능력에 도움, 교사 신념 중요
박교식 (1998)	· 사칙 계산용 계산기 사용 논의, 필산, 암산, 어림셈이 활용되는 문제들과 비교하며 계산기 활용의 구체적 활용 방안 안내
권세화 외(1999)	· 계산기 활용의 구체적인 예 제시와 개념 이해, 문제해결력과 추론력, 수학적 태도의 향상에 도움
안병곤 외(2000)	· 수학적 개념 형성, 원리·법칙 발견, 문제해결의 3가지 유형 문제와 개념형성, 원리·법칙 발견, 계산 법칙, 규칙성과 추론, 문제 해결 교수·학습 모형 개발
남승인 외 (2003a)	· 개념발달, 어림산, 지필계산력 신장, 연산자 결정, 계산 법칙과 순서알기, 미지수 구하기, 사고와 형식적 사고와 행동, 실제 문제 장면이나 통계적 자료 활용,

3) '5-나-7.자료의 표현'은 5학년 나 단계 7단원 자료의 표현을 의미함(이하, 같은 유형은 동일)

	측정, 수학적 사고력(추론) 신장, 문제해결학습 강화
남승인 외 (2003b)	· 6학년 140명(10차시 조사) 학업성취도는 유의수준 5%에서 효과, 학습 태도는 유의수준 10%에서 유의미
안병곤 (2005)	· 수 감각과 수학적 개념, 문제해결, 패턴 찾기와 추론능력과 학업성취도 향상. 특히 패턴 찾기와 추론능력 향상에 매우 긍정적, 복잡한 계산과정과 어림값에 의미 이해

<표 II-4>를 보면 계산기를 실제 수업에 활용하여 나타난 효과로 수학적 개념 형성, 원리·법칙 발견, 연산자 결정, 문제해결력 향상, 어림, 패턴 찾기와 추론 능력 향상에 도움이 되었다는 내용이었다. 이러한 내용은 지난 교육과정의 연구에 더하여 수학적 개념, 원리·법칙 이해, 문제해결에도 도움이 되고 있음을 보여 주었다.

2006 개정 교육과정(교육과학기술부, 2009)[4]에서는 7차 교육과정에 교육용 소프트웨어와 다양한 교구까지 포함하여 다음과 같이 제시하였다.

> "계산 능력 배양을 목표로 하지 않은 경우의 복잡한 계산 수행, 수학적 개념·원리·법칙의 이해, 문제해결력 향상 등을 위하여 계산기, 컴퓨터, 교육용 소프트웨어 등의 공학적 도구와 다양한 교구를 확보하여 활용할 수 있다(교육과학기술부, 2009, p. 133)."

이 교육과정에서는 실생활에서 널리 사용하고 사회적 변화에 따른 계산기 사용에 대하여 언급하였고, 지난 교육과정에서 제시한 수학적 사고력과 창의적 사고력은 제외하였다.

이 시기의 연구(류성림, 2010)는 1편으로 구체적인 내용은 다음과 같다.

<표 II-5> 제 6차 개정 교육과정 시기의 계산기 역할과 내용설명

계산기의 역할	내용 설명
· 표현하기	· 다양한 기호와 그래프 포함한 수학적 양과 아이디어 표현에 사용, 물리적 모델과 수학적 언어 연결시키기
· 문제나 방정식 해결하기	· 문제와 방정식 풀이에 사용
· 개념적 이해 계발, 발표하기	· 수학적 아이디어의 개념지식 형성이나 개념 이해에 사용
· 분석하기	· 자료 이해, 예측이나 관계 파악이나 해석, 비교에 사용
· 계산이나 어림하기	· 계산과 어림에 사용
· 서술, 설명, 정당화, 이유 말하기	· 전략 서술과 이유 설명, 수학적 사고 정당화에 사용
· 적절한 계산방법을 선택하기	· 암산할지, 계산기 사용할지, 지필 계산할 것인지 결정
· 계산기 답의 적절성 결정하기	· 계산기 사용하여 얻은 답이 적절한지 결정하기

<표 II-5>를 보면 미국의 23개 주의 교육과정에서 계산기의 역할에 대하여 설명하였다.

2009 개정 교육과정(이하, 2009 교육과정)에서 계산기의 활용에 대한 내용은 다음과 같다.

> "계산 능력 배양을 목표로 하지 않는 경우의 복잡한 계산 수행, 수학의 개념, 원리, 법칙의 이해, 문제 해결력 향상 등을 위하여 계산기, 컴퓨터, 교육용 소프트웨어 등의 공학적 도구와 다양한 교구를 활용한다(교육과학기술부, 2011, p. 36)."

이 교육과정에서는 계산기 활용에 대하여 이전의 '~할 수 있다.'를 '~활용한다.'로 보다 강화된 표현을 하였고, 교수·학습상의 유의점에서

4) 수학 및 영어과 국민 공통 기본 교육과정은 2006년 8월29일자로 개정 고시되어 2006 개정 교육과정이라 한다. 또, 제 7차 교육과정의 부분 개정이지만 개정의 기본 방향이 2007년 개정 교육과정 동일하므로 분리시켜 제시하였다.(교육과학기술부, 2009, p. 6),

다음과 같이 보다 구체적인 활용방안을 제시하였다.

<표 II-6> 2009 교육과정에서 계산기 활용

학년군	영역	계산기 활용 내용
3-4	수와 연산	⑥덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈하기 전에 계산 결과 어림, 어림한 값을 계산기를 사용하여 확인할 수 있게 한다(p. 16)
	규칙성	①규칙적인 계산식 배열에서 계산 결과의 규칙을 찾는 활동에 계산기를 활용할 수 있게 한다(p. 20).
5-6	수와 연산	⑤소수의 곱셈과 나눗셈의 복잡한 계산은 계산기 사용한다(p. 22)
	측정	④측정 활동이나 원의 넓이, 겉넓이, 부피 등을 구할 때 복잡한 계산은 계산기를 사용한다(p. 24).

<표 II-6>의 내용을 보면 계산기의 활용은 어림, 규칙 찾기, 복잡한 계산에서 주로 사용하고 있음을 보여 주었다. 이러한 내용에 대하여 2009 교육과정에서 초등수학 교과서와 지도서에서 실제 활용 상황을 조사한 결과, 교과서에서는 '계산기를 이용하시오'와 같은 방법 8회, 지도서에는 준비물로 23회 제시하였다. 그에 대한 구체적인 단원과 활용 내용은 다음과 같다.

<표 II-7> 2009 교과서에서 계산기 활용

학년 학기	단원	계산기 활용 내용
3-2	1.곱셈	· 932×3 계산 알아보기
4-1	2.곱셈	· 곱과 몫을 어림하기
5-2	5.여러가지 단위	· 1ha 보다 더 큰 단위 알아보기 · 문제해결(동물원의 넓이).
6-1	4.비와비율	· 잘 했는지 알아봅시다
6-2	5.원의넓이	· 원주율 구하기와 · 지름 구하기

<표 II-7>을 보면 계산기 활용은 어림하기와 큰 단위의 계산 그리고 원주율과 지름구하기와 같은 복잡한 계산과정에서 사용하고 있다. 이는 교육과정에서 제시한 복잡한 계산에서 주로 활용하고 있음을 보여 주었다.

이 교육과정의 운영시기의 연구(강영란, 2013; 강영란, 2014a; 강영란 · 조정수, 2015; 이화영 · 장경윤, 2015; 김진환 · 강영란, 2016)는 5편으로 이들의 주요 내용은 다음과 같다.

<표 II-8> 2009 교육과정 시기의 연구자와 주요 내용

연구자 (연도)	주요 내용
강영란 (2013)	· TI-73 계산기를 활용한 초등 5학년 수학 영재 학급의 수업 분석
강영란 (2014a)	· 초등 5학년 수학 영재 학급(8명 대상)에서 정비례 수업의 질적 자료를 바탕으로 행위 분석
강영란 · 조정수(2015)	· 초등 5학년 수학 영재 학생의 미시적 문화기술지 활용한 질적 연구, 교사의 도구적 오케스트레이션 활동의 이론적 분석
장경윤 · 이화영(2015)	· 인지적 도구로 사칙계산기로 0이 포함된 곱셈, 사칙혼합 계산, 괄호가 있는 계산, 소수 곱셈에 대한 접근 방식 연구
김진환 · 강영란(2016)	· 5학년 영재반 수업에서 TI-73 그래핑 계산기로, Pick의 공식 찾기에서 논증과 논증활동 특성연구

<표 II-8>의 내용을 보면 지금까지 사칙계산용의 일반계산기 활용에 대한 연구에서 수학 영재 학생들을 대상으로 그래핑 계산기와 같은 고성능 계산기나 학습용 계산기의 사용에 대한 연구가 시작되었음을 알 수 있다. 그러나 이러한 연구는 소수 연구자와 내용이 대부분이었다.

III. 연구 내용 및 방법

본 연구의 내용은 우리나라의 초등 수학 교육에서 계산기의 활용을 처음 공식적으로 언급한

제 6차 교육과정부터 현재 교육과정까지 5번의 교육과정의 변화과정에서 교육과정에서 제시한 계산기 활용에 대한 변화된 내용을 알아보고, 교 또, 계산기 활용에 대하여 성취기준의 <교수·학습상의 유의점>에 영역별 활용 내용을 다음과 같이 제시하였다.

<표 III-1> 2015 교육과정의 계산기 활용

학년군	영역	계산기 활용과 관련 내용
3-4	수와 연산	“자연수의 사칙계산에서 계산 원리 이해나 계산 기능 숙달이 목적이 아닌 경우에 사용”(p. 16).
	규칙성	“규칙적 계산식의 배열에서 계산 결과의 규칙 찾는 활동에 계산기 사용”(p. 20).
5-6	수와 연산	“·소수의 곱셈과 나눗셈은 계산 원리를 이해하는 수준에서 간단히 다루고, 복잡한 계산에 사용” (p. 22).
	측정	“원주율, 원주, 원의 넓이, 입체도형의 겉넓이와 부피 등을 구할 때 복잡한 계산에 사용”(p. 25).
	자료와 가능성	·복잡한 자료의 평균이나 백분율을 구할 때 사용할 수 있다(p. 27).

<표 III-1>을 보면 계산기의 활용을 성취기준에 따라 학년군의 영역별로 제시 하였다. 이러한 내용은 지난 교육과정의 자료와 가능성 영역에 평균이나 백분율의 계산과정에서 활용을 추가하였다.

지금까지 계산기 활용에 대한 국내·외의 연구물의 내용을 종합해보면 다음과 같다. 먼저, 외국에서 계산기 활용으로 제시한 내용(박교식, 1997)을 보면 수 감각, 문제해결전략, 어림셈, 자릿값개념, 소수 개념 등의 습득에 활용되고 있고, 또, Reys et al(1998)는 패턴탐구 강화, 문제적 상황 만들기, 개념 개발, 수 감각 향상, 창의성과 탐구 강화에 활용할 수 있다고 하였다. 국내연구에서는 류희찬(1991)은 패턴, 수와 대수식의 특성, 어림 계산, 데이터 분석 등에서 결과보다 과정에 초점을 두고, 실제적 데이터 사용으로 복잡한 계산의 수행 기대와 학년 수준에 맞는 기술공학, 수업과 평가의 새로운 방법 개발과 탐구에 활용될 수 있다고 하였다. 또, 남승인 외(2003b)는 개념발달, 어림산과 암산 능력 신장, 지필 계산력 신장, 연산의 의미 및 연산자 결정 능력 배양, 계산 법칙 및 순서 이해와 실제적인 문제 장면이나 통계적 자료 처리, 측정 학습에서 수학적 사고력(추론) 신장, 문제 해결학습 강화를 할 수 있다고 하였다.

이에 본 연구에서는 2015 초등 수학과 교육과정에서 계산기 활용으로 제시한 복잡한 계산 수행, 수학적 개념의 이해, 수학적 원리·법칙의 이해, 문제 해결력 향상의 4가지를 대상으로 하였다. 이 4가지의 각각에 적합한 교육과정의 성취기준을 조사하였더니 모두 12개의 성취기준이었다. 구체적으로 복잡한 계산 수행에 6개의 성취기준이, 수학적 개념의 이해에는 3개의 성취기준이, 수학적 원리·법칙의 이해에는 3개의 성취기준으로 나타났다. 즉, 이들 12개의 성취기준에 적합한 교과서의 관련 단원에서 해당 학습 내용에서 활용방안을 제시하였다. 이에 대한 구체적인 내용은 다음과 같다.

1. 복잡한 계산 수행

‘복잡한 계산’에서 ‘복잡한’의 의미인 ‘복잡하다’를 국립국어원(2017)[5]의 표준국어대사전을 검색해보면 “「1」일이나 감정 따위가 갈피를 잡기 어려울 만큼 여러 가지가 얽혀 있다.「2」【…에】【…으로】복작거리어 혼잡스럽다.”라고 제시되었고, ‘계산’의 의미는‘「1」수를 헤아림,「2」어떤 일을 예상하거나 고려함,「3」값을 치름,「4」어떤 일이 자기에게 이해득실이 있는지

5) 국립국어원 홈페이지의 표준국어대사전 검색

따짐,「5」『수학』주어진 수나 식을 일정한 규칙에 따라 처리하여 수치를 구하는 일.'로 설명하고 있다. 이를 바탕으로 본 연구에서 복잡한 계산 수행의 의미는 '주어진 계산을 처리하는 과정에서 여러 가지가 얽혀 있는 수나 식을 일정한 규칙에 따라 처리하여 수치를 구하는 일'로 정리하여 활용하였다.

이러한 복잡한 계산 수행에서 계산기 활용에 대한 구체적인 활용방안으로 2009 수학과 교육과정의 5~6학년군의 수와 연산 영역에서 복잡한 소수의 곱셈과 나눗셈의 연산, 측정 영역의 측정 활동인 원의 넓이, 겉넓이, 부피 등을 구할 때 복잡한 계산에서 효과적인 도구로서 사용을 적극 권장하였고, 실제 활용사례로 김석화(2014)는 직육면체와 정육면체의 겉넓이나 부피, 원기둥의 부피 구하기와 확률 알아보기에서 효과가 있었다고 하였고, 박교식(1997)은 복잡한 계산과정에서 계산기의 활용하면 사용하는 수의 범위를 확장하여 활용할 수 있다고 하였다.

2015 초등 수학 교육과정에서 복잡한 계산 수행에 적합한 성취기준은 모두 6개로 이에 알맞은 교과서의 단원과 차시별 학습주제에 따른 구체적 활용과정은 다음과 같다.

- [6수03-05] 직사각형의 넓이를 구하는 방법을 이해하고, 이를 통하여 직사각형과 정사각형의 넓이를 구할 수 있다.
- [6수03-06] 평행사변형, 삼각형, 사다리꼴, 마름모의 넓이를 구하는 방법을 다양하게 추론하고, 이와 관련된 문제를 해결할 수 있다.

위 성취기준에 따른 계산기 활용과 관련 단원은 '5-1-5. 다각형의 넓이'으로, 차시별 학습내용과 활용 과정은 다음과 같다.

- 5차시의 "직사각형의 넓이를 구하기"에서 직사각형의 넓이 구하는 과정에서 활용
- 6차시의 '직각으로 이루어진 도형의 넓이를 구하기'에서 여러 가지 도형의 넓이 구하는 과정에서 활용
- 10차시의 '삼각형의 넓이 구하기'에서 삼각형의 넓이를 이용한 높이와 밑변 구하기에서 활용
- 11차시의 '사다리꼴의 넓이 구하기'에서 사다리꼴의 넓이를 구하는 다양한 방법에서 활용
- 14차시의 '다각형의 넓이를 구하기'에서 여러 가지 모양의 다각형 넓이 구하는 과정에서 활용

- [6수03-08] 원주와 원의 넓이를 구하는 방법을 이해하고, 이를 구할 수 있다.

위의 성취기준에 적합한 단원은 '6-1-5. 원의 넓이'으로 차시별 학습내용과 활용 과정은 다음과 같다.

- 4차시의 '원주 구하기'에서 지름과 원주의 관계 추론과정에서 활용
- 7차시의 '여러 가지 원의 넓이 구하기'에서 여러 가지 원의 넓이 구하는 과정에서 활용

- [6수03-09] 직육면체와 정육면체의 겉넓이를 구하는 방법을 이해하고, 이를 구할 수 있다.
- [6수03-11] 직육면체와 정육면체의 부피를 구하는 방법을 이해하고, 이를 구할 수 있다.

위의 성취기준에 적합한 단원은 '6-1-6. 직육면체의 겉넓이와 부피'로 2개의 차시별 학습 내용에서 활용 과정은 다음과 같다.

- 2차시의 '직육면체의 겉넓이 구하기'에서 직육면체 겉넓이 구하는 과정에서 활용
- 6-7차시의 '직육면체의 부피 구하기'에서 직육면체의 부피 구하는 과정에서 활용

- [6수05-01] 평균의 의미를 알고, 주어진 자료의 평균을 구할 수 있으며, 이를 활용할 수 있다.

위의 성취기준에 적합한 단원은 '5-2-6.자료의 표현'으로 차시별 학습내용과 활용 과정은 다음

과 같다.

- 5차시의 ‘·평균을 이용하여 문제 해결하기’의 평균 구하는 과정에서 활용

이와 같이 복잡한 계산 수행에서 계산기 활용을 살펴보면 대부분 넓이, 부피, 원주율, 평균 등의 수학적 개념을 학습한 후에 복잡한 계산과정에서 보조도구로 활용하고 있었다. 이러한 과정에서 계산기는 학습 내용의 전개 과정에 따른 계산도구로서 활용보다는 계산기 활용을 전제로 수업을 진행한다면 현재 교과서에서 사용하고 있는 수의 범위를 확장할 수 있어 국소화 현상을 줄일 수 있음을 보여주고 있다.

2. 수학적 개념의 이해

수학적 개념에 대하여 강완·백석윤(2002)은 수학적 대상이나 사실들을 분류하여 특정의 수학적 대상이나 사실들이 어떤 수학의 추상적 아이디어에 합당한 예가 되는지 아니면 반례가 되는지를 구분할 수 있는 추상적 아이디어(p. 140)라고 하였다. 이에 덧붙여서 수학적 개념은 인간이 외부와 교류하는 과정에서 지각이나 경험하는 개개의 속성에서 구체성이나 특수성을 제외하고 남은 공통적이고 일반적인 속성에 기초한 특정 이름이나 기호로 표현되는 총체적 생각이라 하였다. 그래서 개념을 속성에 따라 개별개념(예: 삼각형, 3, 자연수 등), 관계개념(예: 평행, 수직, 포함, 등), 조작개념(예: 덧셈, 나눗셈, 평행이동, 등)으로 분류하였다.

계산기 활용에서 수학적 개념과 관련한 연구(박교식, 1998; 남승인·김옥경, 1998; 권세화 외, 1999; 남승인 외 2, 2003a; 안병곤, 2005)의 내용을 보면 복잡하고 지루한 계산 대신에 개념의 탐색과 개발, 그리고 강화할 수 있다고 하였다. 이는 NCTM의 공식 의견(박교식, 1998에서 재인용)과 같은 견해였다. 구체적인 활용의 예로 곱셈 2×5의 의미는 2+2+2+2+2를 통해 이해할 수 있고, 54321을 54021로 바꾸는 과정에서 3에 대한 자릿값의 개념을 이해할 수 있다.

2015 교육과정에서 수학적 개념에 적합한 성취기준은 모두 3개로 이와 관련된 교과서의 단원과 차시 학습 내용에서 구체적 활용과정은 다음과 같다.

- [2수01-02] 일, 십, 백, 천의 자릿값과 위치적 기수법을 이해하고, 네 자리 이하의 수를 읽고 쓸 수 있다.
- [2수01-10] 곱셈이 이루어지는 실생활 상황을 통하여 곱셈의 의미를 이해한다.

위의 성취기준에 적합한 단원은 ‘1-2-1. 100까지의 수’와 ‘2-1-6.곱셈’이고, 차시별 학습내용과 활용 과정은 다음과 같다.

- 3~4 차시의 ‘99까지의 수 알아보기’에서 십의 자리와 일의 자리 자릿값 이해 과정에서 활용
- 6차시의 ‘곱셈식을 알아보기’에서 동수누가와 곱셈과의 이해과정에서 활용
- [4수01-01] 10000 이상 큰 수에 대한 자릿값과 위치적 기수법을 이해하고, 수를 읽고 쓸 수 있다.

위의 성취기준에 적합한 단원은 ‘4-1-1.큰 수’이고, 차시별 학습내용과 활용 과정은 다음과 같다.

- 3차시의 ‘다섯 자리 수를 읽고 쓰기’에서 다섯 자리 수의 각 자리 수와 자릿값 이해하는 과정에서 활용
- 5차시의 ‘억 알아보기’에서 억, 십억, 백억, 천억의 관계와 기수법의 이해과정에서 활용
- 8차시의 ‘조 알기’에서 조, 십조, 백조, 천조의 관계와 기수법의 이해과정에서 활용

이처럼 수학적 개념에서 계산기의 활용은 곱

셈의 의미 이해과정, 자리수와 자릿값의 의미의 확인, 큰 수들의 기수법 이해 과정에 활용할 수 있다.

3. 수학적 원리・법칙의 이해

원리・법칙에 대하여 서울대학교 사범대학 교육연구소(1995)에서 제시한 내용을 보면 원리(原理, principle)는 개념들의 관계를 진술한 것으로 개념간의 관계의 이해가 행동으로 나타나게 하는 개인의 내적 상태, 행위의 근본이 되는 규범으로 수업에서 원리를 단순한 언어적 진술 파악보다는, 개인에게 제공되는 자극사태의 다양한 변화에도 특정 자극부류에 대해서 규칙적인 반응을 보이는 내적 상태(p. 390)의 의미이고, 예컨대 덧셈의 교환법칙 a+b=b+a처럼 순서를 바꾸어 더하여도 결과가 같다는 것에 실제 적용하면 덧셈의 교환법칙의 원리 이해하게 되는 것이다. 또, 법칙의 의미에 대하여 현상의 세계에서 본질적 연관과 그것을 표시한 명제, 명제의 적용범위가 넓고 그 경험적 의미가 예외 없이 확정된 경우(p. 226)라고 하였다.

2015 교육과정에서 수학적 원리・법칙에 적합한 성취기준은 모두 3개로 이에 알맞은 교과서의 단원과 차시별 학습내용에서 구체적 활용 과정은 다음과 같다.

• [4수01-17] 소수 두 자리 수의 범위에서 소수의 덧셈과 뺄셈의 계산 원리를 이해하고 그 계산을 할 수 있다.

위의 성취기준에 적합한 단원은 '4-2-1.소수의 덧셈과 뺄셈'이고, 차시별 학습내용과 활용 과정은 다음과 같다.

- 7~12차시의 '소수 한 자리수의 덧셈(뺄셈)하기'에서 소수의 덧셈과 뺄셈과정에서 원리 이해에 활용

• [6수01-13] 소수의 곱셈의 계산 원리를 이해한다.

위의 성취기준에 적합한 단원은 '5-2-1.소수의 곱셈'이고, 차시별 학습내용과 활용 과정은 다음과 같다.

- 8차시의 '곱의 소수점의 위치 알기'에서 소수의 곱셈에서 곱의 이해 과정에서 활용

• [6수01-15] 나누는 수가 소수인 나눗셈의 계산 원리를 이해한다.

위의 성취기준에 적합한 단원은 '6-1-3.소수의 나눗셈'이고, 차시별 학습내용과 활용 과정은 다음과 같다.

- 3-5차시의 '소수의 나눗셈하기'에서 (소수 두 자리 수)÷(소수 두 자리 수)와 (자연수)÷(자연수)의 결과의 이해 과정에서 활용

이처럼 수학적 원리・법칙에서 계산기의 활용은 덧셈에 대한 연산법칙, 사칙연산의 원리 이해, 소수의 사칙연산과 자연수의 사칙연산 사이의 결과에 대한 이해 과정에 사용될 수 있음을 보여 주었다.

4. 문제 해결력의 향상

문제의 의미에 대하여 Polya는 문제는 '분명하게 인식하고 있으나 즉각적으로 얻을 수 없는 목표 도달에 필요한 어떤 행동을 의식적으로 조사하는 것'이라 하였다. 따라서 문제는 목표와 장애 요인, 해결자의 의식이 있어야 한다. 목표는 문제가 의도한 상태가 무엇인지에 대한 설명이다. 장애요인이란 그 목표에 즉각적으로 도달할 수 없게 만드는 요인이다. 梅根悟는 문제해결이란 "자기 자신이 알지 못하는 것을 아는 것"이고, 문제는 불안감을 조성하는 쪽이고, 해결은 안정감을 갖게 하는 쪽으로 문제해결은 직접지

식과 간접지식 사이의 관계를 학생의 경험과 지식, 사고에 의하여 불안감에서 안정감을 갖게 하는 것으로 설명하고 있다.

이에 따라 문제해결력은 문제의 해결 과정에 작용되는 문제 이해 능력은 물론 주어진 조건과 구하려는 것 사이의 관계의 파악하여 문제 해결 계획을 수립하는 능력, 연산 능력, 검토 능력 등 수학의 기초적인 개념, 원리, 법칙을 발견하는 능력을 말한다.

초등 수학에서 계산기 활용으로 국내·외의 연구와 우리나라 교육과정에서 가장 많이 제시한 이유로 문제해결 과정에서 활용을 들고 있다. 즉, 계산기는 문제해결 과정의 복잡한 계산에서 활용하고 남은 시간과 노력을 문제이해와 사고력 향상에서 사용할 것을 제안 하였다. 이와 관련하여 Hembree, R. & Dessart, D.(1992)는 88 편의 연구 논문의 분석에서 계산기를 활용했을 경우는 그렇지 않을 때보다 문제해결 점수가 높았고, Wheatley, G. H. & Shumway, R.(1992)도 계산기 사용으로 학생들은 계산에 대한 두려움 또는 심적 부담감이 줄어 그 만큼 문제해결에 자신 있게 임할 수 있다(박교식, 1998에서 재인용)고 하였다. 특히 큰 수나 복잡한 수에 대한 심적 부담감을 완화할 수 있다고 하였다. 또한 McNicol & LeMaistre(1981)는 초등 수학에서 계산기 사용으로 문제해결의 기초 기능의 발달을 위하여 3학년과 5학년 대상 연구에서 문제해결 과정에서 해결전략 수립, 표에 의한 정보 조직, 부적절한 정보에 대한 재진술, 연산 선택과 관련하여 기초 기능이 발달되었다(강영란, 2014b에서 재인용)고 하였다. 그러나 2015 수학과 교육과정의 성취기준에서 문제해결에 적합한 기준을 찾기는 어려웠다. 이는 문제해결은 모든 영역에서 종합적인 사고 과정에서 활용되는 것으로 현재 초등학교 수학 교과서의 각 단원의 마지막 부분에 제시된 '문제 해결하여 봅시다.'에서 활용이 더 적합하게 보였다.

교육과정에서 제시한 내용에 계산기의 활용은 Polya의 문제해결 4단계(교육부, 2014, p. 25)인 문제이해, 계획수립, 계획실행, 반성 단계 중에서 계획실행 단계에서 활용이 가장 적합하다. 즉, 계획실행 단계에서 복잡한 계산에 계산기를 사용하여 이때 아낀 시간과 노력을 문제해결력 신장에 사용하자는 것이다. 그러나 계획실행 단계는 이미 문제이해와 계획수립단계를 지나게 되어 계산기 활용으로 아낀 시간과 노력을 반성 단계에서 활용할 수밖에 없다. 따라서 문제해결 과정에서 계산기 사용은 먼저 계산기 사용을 전제로 할 것인지와 복잡한 계산의 보조도구로 활용할 것인지에 따라서 다르게 사용될 수 있다는 것을 의미 한다.

Ⅴ. 결론 및 논의

초등 수학에서 계산기의 사용에 대하여 NCTM (1980)의 '1980년대의 학교 수학을 위한 권고'에서는 수학 프로그램은 모든 학년에서 계산기와 컴퓨터의 힘을 최대한 활용해야 한다는 것과 NCTM(2000)의 학교 수학에 대한 원리와 규준 (Principles and Standards for School Mathematics)에서 수학 교수 프로그램은 모든 학생들이 수학 이해에 도움이 되고, 수학 학습에서 계산기나 컴퓨터 같은 공학적 인 도구의 적극적으로 활용을 권장하고 있다. 이러한 상황 속에 외국의 계산기 활용으로 미국은 저학년부터 활용하고 있고, 네덜란드는 초등학교 5학년부터, 일본에서는 사칙연산의 계산 원리를 학습한 후인 5학년부터는 적극적인 활용을 권장하고 있다.

우리나라의 초등 수학 교육에서 계산기의 활용은 제 6차 교육과정에서 시작하여 현재 까지 계속되고 있다. 현재는 초기보다는 활용 범위가

확대되고 구체적 방안을 제시하였으나 실제 교과서에서 활용은 부족하고 교사들에 대한 계산기 사용의 안내는 없는 편이다. 특히 교육과정의 성취기준을 반영한 연구는 찾기 어려웠다. 이에 본 연구에서는 6차 교육과정 이후로 지금까지 5번의 교육과정 변화 속에서 각 교육과정시기에 발표된 계산기 활용에 대한 연구 내용의 변화 과정을 조사하고 분석하였다. 이러한 내용이 현재 3~6학년 교과서 집필 과정에 도움이 되고 수업에서 활용할 수 있는 구체적인 활용 방안을 제시 하였다. 이를 위하여 2015 교육과정에서 계산기 활용으로 제시한 내용을 복잡한 계산, 수학적 개념, 수학적 원리·법칙, 문제해결 지도의 4가지의 각각에 적합한 성취기준을 찾아서 해당 성취기준에 적합한 교과서의 단원과 차시 학습 내용을 찾아서 활용 과정에 도움이 되도록 제시하였다. 구체적으로 복잡한 계산 수행은 넓이, 부피, 원주율, 평균 등에서 수학적 개념을 학습한 후에 복잡한 계산과정에서 계산기를 보조도구로 활용하였고, 이러한 과정에서 보조도구보다는 계산기 활용을 전제로 수업을 진행하게 되면 교과서에서 사용하고 있는 수의 범위를 확장할 수 있고, 수학적 개념에서 곱셈의 의미와 자리수와 자릿값의 의미 그리고 큰 수들의 기수법 이해 과정에 활용할 수 있다. 또, 수학적 원리·법칙에서 계산기 활용은 연산법칙, 사칙연산의 원리, 소수의 사칙연산과 자연수의 사칙연산 사이의 결과에 대한 이해 과정에 사용될 수 있고, 문제해결 과정에서는 계산기 사용을 전제로 할 것인지와 복잡한 계산의 보조도구로 활용할 것인지에 따라 활용할 수 있음을 보여 주었다.

이처럼 본 연구에서는 교육과정에서 제시한 4가지에 대하여만 다루었으나 계산기 활용에 대한 연구들의 내용을 보면 이 4가지 이외에도 패턴탐구와 추론문제 등에서 보다 넓게 활용할 수 있을 것으로 기대하고 있어 이에 대한 연구가 필요 하였다.

우리나라의 초등 수학에서 계산기 활용에 대하여 아직도 적지 않은 우려를 하고 있는 것 또한 현실이다. 이러한 현실은 2009 교육과정의 초등학교의 모든 수학 교과서나 지도서에 계산기 사용에 대한 조사[6]결과, 교과서와 지도서에 동시에 사용을 제시한 것은 8회였고, 지도서에 준비물로만 제시한 것은 15회로 형식적으로 활용을 하고 있었다. 더 구체적으로 계산기 활용은 3학년 이후에 활용하고 있었고, 활용내용은 곱셈의 곱과 몫 어림하기, 큰 단위 관계 알아보기, 비와 비율 문제 해결, 원주율구하기 등에서 활용되고 있었다.

앞으로 보다 더 폭넓은 계산기 활용에 대한 제언으로 다음과 같이 4가지를 제안한다. 첫째, 계산기 사용에 대하여 교육과정에 보다 적극적으로 반영하는 교육과정의 변화가 필요하다. 초등 수학 교육에서 거의 모든 초등학교의 수업 활용의 주된 교재가 교과서이기 때문에 성취기준에서 계산기의 활용을 더 적극적이고 실제적인 반영이 필요하다. 둘째, 계산기 활용에 대한 정책당국의 보다 명확한 의식의 변화와 활용방안의 제시가 필요하다. 박교식(1997)은 계산기 활용의 과정을 환경 조성→ 정책 수립→ 이행의 3단계를 주장 하였다. 이제는 계산기 사용이 이행 단계에 필요한 교과서나 지도서에 계산기 활용의 효과적인 활용방안이나 그에 따른 자료의 개발·보급이 이루어져야 한다. 셋째, 초등 수학에서 계산기의 실제 활용에 대하여 보다 구체적이고 적극적인 활용 방안의 제시가 필요하다. 초기에는 단지 복잡한 계산에 소요되는 많은 시간과 노력을 아껴 문제해결력 신장으로 돌려야 한다는 단순한 역할에서 최근에는 계산 결과의 규칙 찾는 활동, 복잡한 계산, 원주율·원주·원의

6) 교과서나 지도서에 계산기 활용 제시는 '계산기 활용' 이나 '계산기 그림' 정도의 표시

넓이・입체도형의 겉넓이와 부피 등의 복잡한 계산, 복잡한 자료의 평균이나 백분율 구하기, 어림 활용, 혼합계산 등에서 사용하도록 변하고 있으나 이제는 더 적극적인 활용방안이 필요하다. 넷째, 초등 수학에서 계산기 활용에 대한 구체적인 활용 사례와 그에 대한 효과의 검증이 필요하다. 교육과정에서 제시한 복잡한 계산 수행, 수학적 개념, 수학적 원리・법칙의 이해, 문제 해결력 향상의 4가지에 대하여 보다 구체적인 활용 사례를 계발하고 그 효과를 검증하여 부정적인 요인과 우려의 축소방안이 필요하다.

이제는 우리나라 초등 수학에서 계산기 활용에 대한 연구도 30년이 지났고, 그동안 많은 과학기술의 발전에 따라 사회적 변화에 대응하는 공학적 도구를 활용한 초등 수학 수업의 적극적인 변화의 그 시기가 된 것이다.

참고문헌

강영란(2013). TI-73 계산기를 활용한 초등 5학년 수학 영재 학급의 수업분석. 한국수학교육학지시리즈C **<초등수학교육> 15**(3), 315-331.

강영란(2014a). 초등 영재 학생의 비례 추론 발달 단계에 따른 계산기 사용에 대한 행위 분석. 대한수학교육학회지 **<학교수학> 16**(1), 39-56.

강영란(2014b). **계산기를 활용한 초등 수학 영재의 교실 활동에 관한 활동 이론적 분석**. 영남대학교 대학원 박사학위논문.

강영란・조정수(2015). 교사의 도구적 오케스트레이션에 관한 활동 이론적 분석-계산기 기반 초등 수학 영재 수업을 중심으로-. 대한수학교육학회지 **<학교수학> 17**(2). 273-287.

강완・백석윤(2002). **초등수학교육론**. 서울:동명사. 140, 193.

교육과학기술부(2009). **초등학교 교육과정 해설(IV)**-수학,과학,실과-. 교육과학기술부. 3-148.

교육부(1994). **국민학교 교육과정 해설(I)**. 교육부. 209-312.

교육부(1999). **초등학교 교육과정 해설(IV)**-수학, 과학, 실과-. 교육부. 2-99.

교육부(2016). **초등 수학 교과서**(1학년 ~ 6학년). 교육부.

교육부(2016). **초등 수학 교사용 지도서**(1학년 ~ 6학년). 교육부.

교육부(2015). **수학과 교육과정**. 교육부. 1-43.

권세화・권미연・김시년(1999). 초등학교 수학학습에서의 계산기의 활용 방안. 한국수학교육학회지 시리즈F **<수학교육 학술지>. 3**. 171-195.)

김석화(2014). **계산기 활용이 초등수학교사의인식과 수업에 미치는 영향에 대한 사례연구**. 경인교육대학교 석사학위논문.

김진수・정창현(1995). 초등학교 수학교육에서 계산기 이용에 관한 연구. **수학교육 34**(1). 97-106.

김진환・강영란(2016). 초등영재학급을 대상으로 그래핑 계산기의 지오보드를 활용한 Pick 공식의 탐구 과정에서 나타난 논증활동의 분석. 대한수학교육학회지 **<학교수학>, 18**(1). 85-103.

남승인・권해름(1998). 계산기의 사용이 문제해결력 및 계산 기능에 미치는 영향. 한국수학교육학지시리즈C **<초등수학교육> 2**(1). 37-42.

남승인・김옥경(1998). 초등학교 수학교육에 있어서 계산기 활용에 관한 고찰. **대한수학교육학회논문집 8**(1). 251-268.

남승인・류성림・백선수(2003a). 초등학교 수학 수업에서 계산기 활용의 효율성에 관한 연구. **한국수학교육학지시리즈 A <수학교육> 42**(3). 403-417.

남승인・류성임・백선수(2003b). 초등학교 수학 수업에서 계산기 활용방안에 관한 연구. 한국수학교육학지시리즈 E **<수학교육논문집>**

15, 93-98.

류성림(2010). 미국 초등 수학 교과서의 계산기 활용 실태와 방안에 대한 분석. 한국수학교육학지시리즈 E **<수학교육논문집> 24**(1), 1-27.

류희찬(1991). 수학과 교육과정의 내용 개정 방향에 대한 소고. 한국교원대학교 학교수학교육연구소. **청람수학교육 제2집**, 59-60.

박교식(1997). 우리나라 초등학교 수학 교육에서 계산기 활용까지의 과정에 관한 연구. **<학교수학> 7**(2). 173-186.

박교식(1998). 우리나라 초등학교 수학교육에 적용 가능한 계산기 활용 방안 연구. **대한수학교육학회 논문집 8**(1). 237-249.

서울대학교 사범대학 교육연구소(1995). **교육학 용어사전**. 배영사. p. 226.

안병곤(2005). 초등수학에서 계산기 활용에 대한 효과 분석. 대한수학교육학회지 **<학교수학> 7**(1). 17-32.

안병곤・김용태(1998). 교과서에서 계산기의 활용 방안. **한국초등수학교육화회지 2권**, 23-40.

안병곤・김용태・임해경・류근봉(2000). 계산기를 활용한 초등학교 수학과 교수・학습 모형 개발. **한국초등수학교육학회지 4**, 1-19.

이형미(2016). **한국, 미국, 핀란드의 초등 수학 교과서에 나타난 수학 교구 비교 분석**. 서울교육대학교 석사학위논문.

이화영, 장경윤(2015). 인지적 도구로서의 사칙계산기 활용. 대한수학교육학회지 **<학교수학> 17**(2). 157-178.

BeIl, F. H.(1980). *Using computers and calculators in elementary schools, teaching elementary school mathematics: Methods and content for Grades K-8*. Wm.C.B Company Publishers. Dubque, Iowa 520001.

Brolin, H.(1987). *Student understanding of mathematics and the use of the calculator in a college algebra course*, Oregon State University

Harcourt, H.M.(2011a). *Go math(Grade 1~6)*. Houghton Mifflin Harcourt publishing company.

Hembree, R. & Dessart, D.(1986). *Effects of hand-held calculators in precollege mathematics: A meta-analysis*, Journal for Research Mathematics Education 17(2), pp. 83-99.

McNicol, S., & LeMaistre, C.(1981). *Problem solving with calculators in elementary school mathematics: report to the protestant school board of greater montreal*. Retrieved from http://catalogue.nla.gov.au/Record/5404163

National Council of Mathematics Education(1980). *An agenda for action*. Reston: VA. National Council of Mathematics Education.

NCTM(2000). *Principles and standards for school mathematics*, reston: VA. National Council of Mathematics Education. 류희찬 외 5인 옮김(2007). **학교수학을 위한 원리와 규준**. 서울: 경문사.

Reys, B. J.(1989). *The calculator as a tool for instruction and learning*, New Directions for Elementary School Mathematics. 1989 yearbooks. NCTM.

Reys, R. E., Suydam, M. N., Lindquist, M. M., Smith, N L.(1998). *Helping children learn mathematics*. Allyn & Bacon. 4-7, 89, 175-177.

Suydam, B.(1983). I*nvestigation af the factors affecting attitudes toward mathematics off students in different college mathematics courses*, Ohio University.

Van de Walle.(1998). *Elementary and middle school mathematics*. Addision Wesley Longman, Inc. New York.

Wheatley, G. H. & Shumway, R.(1992). *The potential for calculators to transform elementary school*

mathematics. In James T. Fey & Christain R. Hirsch(Eds.), Calculators in Mathematics Education, 1992 Yearbook, pp. 1-8. Reston, VA: NCTM.

Wheatley, Grayson H., Richard J. Shumway, L. Schoen, Charlotte L. Wheatley, and Arthur L. White(1979), *Calculators in elementary schools*, Arithmetic Teacher 27(Sep.), pp. 18-21.

국립국어원(2017). 표준국어대사전. http://stdweb2.korean.go.kr/search/List_dic.jsp

A Study on the Application of Calculation Method According to the Standard of Elementary School in Elementary School

Ahn, Byounggon (Gwangju National University of Education)

It is the 6th curriculum that first officially mentioned the use of calculators in elementary mathematics education in Korea. Since then, the curriculum has been more widely used than in the beginning. However, in actual textbooks, it is still not enough to see the utilization situation, and guidance in this textbook is very scarce. In particular, there is no relevant study that meets the standards of achievement of the curriculum.

The purpose of this study is to investigate the contents of the research on the use of the calculator in the course of the curriculum change after the 6th curriculum, and to present the complex calculation, mathematical concept, mathematical principles and rules, mathematical problem solving. In addition, the course is presented in the textbooks that are appropriate for the achievement criteria and the application process for each topic.

* Key Words : Elementary Mathematics Education(초등수학교육), Use of Calculator(계산기 사용), Complex Calculations(복잡한 계산), Mathematical Concepts(수학적 개념), Mathematical Principles and Rules(수학적 원리법칙), Problem Solving(문제해결), Achievement Standards(성취기준)

논문접수 : 2017. 11. 9
논문수정 : 2017. 12. 14
심사완료 : 2017. 12. 16