한국초등수학교육학회지 4, 1-19. Journal of Elementary Mathematics Education in Korea 4, 1-19.

계산기를 활용한 초등학교 수학과 교수-학습 모형 개발[1)]

안병곤[2)] · 김용태[3)] · 임해경[4)] · 류근봉[5)]

제7차 교육과정 운영에 대하여 교육부(현 교육인적자원부)에서는 모든 교과의 수업에서 10 % 정도의 정보 통신 기자재 활용을 적극적으로 사용하도록 하고 있다. 이것은 초등학교 수학과에서 활용할 수 있는 가장 현실적인 도구가 계산기임을 말한다. 현재의 학교 학습 환경에서 학생들이 보다 수학에 흥미를 갖고, 단순히 계산만을 위한 것이 아니라면 누구나 쉽게 접근할 수 있는 도구이기 때문이다. 이미 중등학교에서 계산기나 컴퓨터가 그래프나 함수, 통계 처리와 같은 영역에서 수업에 활발하게 활용되고 있다. 그러나 초등학교에서의 계산기 활용에는 많은 어려움이 있다. 본 연구는 계산기를 활용할 수 있는 문제의 유형과 그에 따른 교수-학습 모형을 제시한 것이다. 이는 교수-학습의 전개 계획의 결정이나 수업 활동의 기본 특성에 대한 결정을 할 때 도움이 될 것으로 사료된다. 또한 새로운 학습 매체의 활용은 학습에 대한 학생들의 흥미와 자신감을 주고 긍정적 자아감을 고취시킬 것이다.

I. 서 론

교육은 사회 구조의 변화에 능동적으로 대처하는 능력과 자질을 기르는 것을 목적으로 한다. 세계화·정보화·개성화 시대로 특징 지워지는 오늘날의 사회는 각 분야에서 급격한 변화가 이루어지고 있으며, 변화의 추세는 더욱 가속화 될 전망이다. 이러한 사회는 무엇보다도 창의력과 비판적 사고, 문제 해결력과 정보를 효율적으로 분석하고 활용할 수 있는 능력을 갖춘 인간을 요구한다. '얼마나 많은 정보를 갖고 있느냐?'보다는 '필요한 정보가 무엇이며 그 정보를 어떻게 취하며, 그것을 어떻게 최대한 이용할 것인가?'에 대한 아이디어가 더 중요하다. 이런 시대적 변화는 수학 교육에서도 변화에 대응하는 필요성을 요구되고 있다. 더욱이 지금까지 수학 교육의 중심을 이루고 있던 객관적 인식론이 모순과 한계를 보이면서 대두된 구성주의는 수업 상황에서 학습자의 개성과 능력에 알맞게 수업을 설계와 아동들의 다양한 경험을 전제하도록 하고 있다.

구성주의의 기본 관점은 '지식의 본질은 무엇이며, 어떻게 구성되며, 구성되었다는 판단은 무엇인가?'에 초점을 둔다. 따라서 학습의 본질과 학습이 이루어지는 과정에 대한 근본적인 변화를 요구한다.

---

1) 이 논문은 1999년도 광주 교육 대학교 발전 기금 학술 연구비 지원에 의하여 연구되었음.
2) 광주 교육 대학교 ([500-703] 광주광역시 북구 풍향동 1-1)
3) 광주 교육 대학교 ([500-703] 광주광역시 북구 풍향동 1-1)
4) 광주 교육 대학교 ([500-703] 광주광역시 북구 풍향동 1-1)
5) 전남 고흥군 도화 초등학교 ([548-890] 전라남도 고흥군 도화면 지죽리)

Kilpatrick(1987, pp. 3-27)에 의하면 지식은 환경으로부터 받아들여진 것이 아니라 인식 주체에 의해 능동적으로 구성되는 것이며 '알게 된다'는 것은 인식 주체가 자신의 경험 세계를 스스로 조직화해 가는 과정으로 본다. 구성주의에서는 지식의 절대성을 부정하면서 지식의 의미를 실용성에 두고 있다. 수학 학습에서의 지식은 환경 속에서 어떻게 쓰이는지를 설명할 수 있을 때 일시적으로 구성되었다고 가정한다.

또, von Glasersfeld(1993, pp. 78-79)는 '수학적 지식의 생존성'은 학습자 스스로 경험을 조직해 가는 과정에서 모순이 일어나지 않고 내적 일관성과 별도 경험과의 정합성(整合性)이 유지되어 새로운 학습 장면에 있어서 훌륭한 기능을 할 수 있는 지식을 말한다. 즉 지식의 생존 가능성을 결정짓는 것은 학습자가 획득한 지식을 얼마나 많은 사람들이 이해하고 납득하게 하는가에 달려 있다.

그에 따르면 설명식 방법으로 얻어진 지식은 실생활이나 다른 학문을 하는 데 전이가 일어나기 어렵고 실용성이 적다. 실용적 지식이란 단편적인 지식이 아닌 실생활이나 다른 학문, 수학 내의 모든 영역과 관련되도록 조직하고 이런 통합성을 바탕으로 다양한 지식을 역동적으로 이해하는 과정을 통해서 획득된 지식을 실제로 적용해 가는 과정을 강조하고 있다.

이처럼 구성주의는 지식의 통합성과 그 지식을 획득하는 방법에서의 역동성을 강조하며, 다양한 상황을 통합하고 실생활의 경험을 스스로 조직해서 지식을 구성하려면 종래에 사용하던 연필과 종이에 의한 필산으로는 많은 양의 정보를 능률적으로 처리할 수 없음에 주목한다.

수학 교육에서 컴퓨터와 계산기의 활용은 미국 수학교사협의회(NCTM)를 중심으로 '어린이들에게 수 개념 및 패턴을 탐구할 수 있고, 중요한 개념 발달을 위한 경험을 하게 하고, 문제 해결 과정에 초점을 둘 수 있게 하며, 실제적인 적용을 탐구할 수 있게 함으로써 수학 교육과정 및 학습의 질적 향상을 위해서는 계산기가 활용되어야 한다'고 주장하고 있다(구광조 1992, pp. 12-15).

일본의 수학 교육과정에서도 '정보화 사회에 주체적으로 대응할 수 있는 기초적인 자질을 기른다는 관점에서 정보의 이해, 선택, 처리, 창조 등에 필요한 능력 및 계산기, 컴퓨터 등의 정보 수단을 활용하는 능력과 태도가 육성될 수 있도록 배려해야 한다고 주장한다(淸水靜海 1992, p. 196). 이밖에 영국 등 여러 나라에서 수학 학습의 도구로써 계산기 활용에 대한 관심을 보이고 있다.

이러한 추세에 따라 우리나라에서도 제 6차 교육과정부터 계산기의 활용에 대해 긍정적인 검토가 이루어져 왔으며(신성균 외 1993, p. 307), 특히 최근 제 7차 수학과 교육과정에서 수학적 개념의 이해, 수학적 사고력, 문제 해결력, 창의적 사고력을 기르기 위해 계산기와 컴퓨터의 사용을 적극 권장하고 있다. 박교식(1997)은 계산기 활용을 정책 수립의 단계 이후의 이행 단계에서 교육과정에 주제를 제시하여 교과서와 지도서에서 계산기 활용 장면의 제공은 여러 가지 제한이 있기 때문에 계산기 활용을 도모할 방법으로 자료의 개발 보급을 생각해야 한다고 주장하고 있다. 그런데도 지금까지 지필 계산에 익숙한 우리의 교육 환경에서는 계산기 사용에 대한 실제적인 연구 및 교사와 학부모의 인식 부족으로 수학 학습의 도구로써 계산기의 사용에 대해서는 구체적인 방안이 설정되지 못하고 있다.

본 연구에서는 이러한 교육적 과제 해결의 하나로 계산기 활용 유형에 따른 교수-학습 모형 개발에 목적을 두고 학습자의 학습 과정을 돕는, 즉 수학적 문제 해결력을 향상시킬 수 있는 문제의 유형과 이의 활용 방안을 탐색하여 제시하였다.

II. 수학 교육에서 계산기의 역할

1. 구성주의적 관점에 따른 수학 학습에서의 계산기 활용

1990년대의 수학 교육의 동향은 문제 해결력과 같은 사고력의 향상을 1980년대의 움직임의 연장선상에서 컴퓨터와 계산기 등 공학 도구의 활용을 적극적으로 도입하여 활용하는 방향으로 진행되고 있다(남승인 1994, 안병곤 외 1998). 즉 수학 교육 목표를 달성하는 방법적인 측면에서 획기적인 방향 전환을 시도하고 있는 것이다.

객관적 인식론에 근거한 전통적 교수-학습관은 진리 또는 지식을 개인의 의지와 관계없이 독립적으로 존재하는 고정된 실체로 본다. 반면 구성주의는 상대적 인식론에 근거해 학습을 지식의 단순한 획득과 재생산 과정이 아니라 능동적인 구성 과정으로 본다. 구성주의는 적합한 의미를 구성하고 실재를 구성하는 방법을 학습하여 자신이 살고 있는 세상에 보다 잘 적응하고, 필요에 따라 세상을 변화시킬 수 있도록 하는데 있다.

또한 구성주의에서 강조하는 교수-학습의 원리를 살펴보면 다음과 같다(남승인 1994, pp. 21-23에서 재구성).

첫째, 학습을 지속적인 자기 구성의 과정으로 보고 학습에 대한 책무성, 주인 의식, 자율성을 강조한다. 따라서 언제, 어디서, 어떻게 학습할 것인지를 스스로 결정하는 능력이 무엇보다 중요하다.

둘째, 학습에 대한 공감대가 이루어지고 학습이 유의미적 맥락에서 이루어질 수 있게 한다. 학생들에게 학습이 의미 있도록 하기 위하여 학습의 필요성과 이유를 명료하게 밝혀주고, 학습한 내용을 실제 상황에 효율적으로 적용할 수 있도록 해 주어야 한다.

셋째, 구성주의에서는 학생들에게 지식과 기능을 단순히 전달하기보다는 학습자 스스로 자신에게 의미 있는 고등 지식을 능동적, 역동적으로 구성할 수 있는 학습 환경을 마련해 주어야한다.

넷째, 구성주의에서는 교사와 학생간, 또는 학생과 학생간의 의사소통을 강조한다. 이런 의사소통은 학생들에게 반성적 사고, 생산적 학습을 촉진하기 때문이다.

다섯째, 긍정적이고 구성적인 피이드백과 격려를 통해 자신감과 도전감을 갖도록 한다. 그리고 학습한 내용과 학습의 결과에 대해 스스로 반성하도록 하여 고차적 사고 기능을 강화하고, 의사 결정이나 문제 해결 방법에 대해 사고할 기회 제공을 강조한다.

여섯째, 교수-학습 현장에서 다양한 표현 양식을 활용하도록 고무한다. 보다 풍부한 경험 제공을 위해 비디오, 컴퓨터, 사진, 음향, 계산기 등의 다양한 매체의 활용을 권한다.

일곱째, 실재 수업의 맥락에서 학생들이 학습을 평가하도록 한다.

이처럼 구성주의 수업에서 교사들은 아동들에게 의미 있는 수업 환경을 제공하기 위해서 교사가 할 일은 수학을 학습할 분위기를 만들어 주어야 하고, 옳고 그름을 아동들 스스로 판단하도록 도와주어야 한다. 또한 다양한 활동과 접근이 가능하도록 학습 장면을 설정해 주어야 하는 것이다.

미국에서는 '새로운 기술 공학은 계산과 그래프 그리기를 쉽게 만들뿐만 아니라 수학에서 문제의 성격과 수학자가 문제를 탐구하는 방법을 변화시켰다'라고 전제하며 '모든 학생은 언제든지 적절히 계산기를 사용할 수 있어야 한다'라고 명시하고 있다. 또한 '계산기와 컴퓨터는 작가에게 워드프로세서와 마찬가지로 작업을 손쉽게 해주는 도구이므로 알고리즘을 배워야 할 필요성을 감소시키지 않는다'라고 단정하고 있다. 오히려 계산기는 계산력을 확장시킬 수 있고, 계산 방법을 결정하게 하는 능력을 기르며, 결과

의 타당성을 인식하는 능력을 길러 준다고 전제하고 복잡하거나 큰 수의 계산은 계산기를 사용하며 계산에 소요되는 시간을 줄여서 다른 수학적 주제에 초점을 맞추는 것이 유용하다는 입장이다(구광조 외 1992, p. 14).

영국에서도 계산기는 현재 초, 중등학교의 수학 교실에서 일반적으로 이용되고 있다. 1989년 수학 교육의 수준을 높이기 위해 5세부터 16세까지 도입된 국가 교육과정을 보면 제 2단계 교육(6-7세)에서는 정확한 계산 도구로 계산기를 사용하고 제 3단계 교육(7-8세)에는 필요에 따라 수 영역에서 계산기의 사용과 제 4단계에서는 초등 단계에서 계산의 정확성을 기하고자 할 때와 문제 해결에 있어 계산기의 이용과 필산을 통한 계산 기능의 습득이 조화롭게 다루어지고 있다(김진수 1994, p. 9).

일본의 경우 6차 교육과정에서 소학교 5학년 이후에 계산기를 사용하고 있다. 큰 수를 많이 취급하는 장면이나 소수의 곱셈 및 나눗셈에서 계산 법칙이 성립하는지를 확인하는 장면 등에서 계산의 부담을 경감시키고 지도의 효과를 높이기 위해 주판이나 계산기를 적당히 사용하도록 하고 있다. 그리고 남게 되는 시간에는 차분히 사물을 생각하는 시간으로 충당하고 있다(清水靜海 1992, p. 196).

2. 귀납적 추론과 계산기

Polya는 '수학 및 논증적 논리학 이외의 모든 지식은 개연적 추론에 의해 얻어진다'고 전제하고 수학자의 창조적 산물인 논증적 추론과 증명은 개연적 추론(귀납)에 의해 발견되는 것으로 보고 있다. 또 논증적 추론의 세계에서는 새로운 수학적 지식을 이루어 내지 못하므로 완성된 형태로써 제공되는 수학이 아닌 만들어지는 과정으로서의 수학 교육 및 수학적 발명은 귀납으로부터 출발해야 함을 주장하고 있다.

귀납적 사고 과정에서 반복되는 추론은 결과에 대해 신뢰성을 높여 주므로 유용하다. von Glasersfeld(1985), van Hieles(1981), Freudenthal(1973) 등도 초등학생의 사고의 특징은 귀납적인 방법에 의한 학습이 효과적이라고 말한다. 수학 학습에서 귀납은 '만들어 가는 수학'으로 어떤 수학적인 정리나 과정 자체는 특수한 예에서 귀납으로 발견되어지는 것이다. 연역적 증명과 특수한 문제에 적용하는 지금까지의 수학 학습에서 탈피해 아동들 스스로 수학을 구성해 가려면 귀납적 방법이 되어야 한다. 이런 의미에서 구성주의적 입장과 같은 것으로 문제를 해결하는 데 있어서 계산은 하나의 방법이므로 필산이나 컴퓨터, 혹은 계산기 중에서 필요에 따라 선택되어져야 한다.

NCTM(1989)이 제시한 계산 문제의 절차에 따르면 답을 구하기 위한 계산의 선택은 다음과 같다. 근사 해가 적절한 경우는 어림셈을 하고, 많은 문제들은 암산으로 해결이 가능하고 복잡하고 반복적이거나 정확한 계산은 계산기와 컴퓨터 프로그램을 사용한다. 어림셈은 계산 결과의 예측과 타당성을 판단하기 위해 사용되고 있다. 그리고 Coburn은 계산 지도 과정을 지구 모양으로 설명하고 있다(김진수 1994, pp. 20에서 재인용). 그는 계산의 범주를 자연수와 분수의 사칙 연산, 기본 연산의 신속한 재생, 표준화된 알고리즘에 따른 지필 계산 능력, 암산 능력, 어림산 능력, 계산기 사용 능력으로 보고 있다. 이렇듯 계산기는 계산 도구의 하나로 지필 계산과 같은 위치에서 다양하게 사용되고 있음을 나타내고 있다.

제 7차 교육과정에 따르면 초등학교 수학과의 목표는 수학의 기초적인 개념들을 정확하게 이해하고 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있는 수학적 능력과 태도를 기르게 한다라고 제시하고 있다(교육부 1999). 이는 수학 교육의 목표를 지필 계산 이상의 것 즉 개념, 이해, 문제 해결, 추론력, 수학적 태도 등을 포함하고 있음을 의미한다.

수학 교육에서 계산기 역할에 대한 연구물을 정리하면 다음과 같다(Morris 1979. pp. 116-118).

1) 문제 해결 과정에서 사칙 계산을 해야할 경우에 지필을 이용한 계산이 일반적으로 아동들에게 어렵게 느껴져 문제 해결 자체를 기피하는 경우가 있다. 그러나 계산기를 사용할 경우 계산에 따른 정신적 부담을 줄일 수 있고 빠르게 계산을 할 수 있어 문제해결 과정 그 자체에 초점을 맞출 수 있다.

2) 추측하고 확인하는 능력을 기를 수 있다. 아동들이 문제를 해결할 때 그들이 처음 추측한 것에 대하여 계산기를 통한 계산의 결과를 즉시 확인할 수 있어 자신의 생각이나 학습에 대해 희열을 느낄 뿐만 아니라 보다 훌륭한 추측 능력을 기를 수 있다.

3) 문제 장면에서 인위적인 수치가 아닌 실생활에 경험하는 실용적인 수치를 이용할 수 있다. 학생들의 발달 단계에 적절한 계산을 하도록 하기 위해 문제에 제시된 수치를 인위적으로 조작할 필요가 없으며 보다 더 큰 수를 활용할 수 있다. 계산기를 교수 자료로 생각할 경우 교과서에 제시된 문제뿐만 아니라 문제의 수량을 변형하여 유사한 문제를 만들어 계산기를 활용할 수 있다.

지금까지 발표된 계산기 활용 사용에 관한 국내외 논문을 살펴보면 활용의 긍정적인 면과 부정적인 면을 동시에 제시하고 있다. 긍정적 측면으로는 계산기의 사용은 학교와 사회를 통합하는 하나의 방법이며, 학생들에게 수학을 재미있게 공부할 수 있게 해주고, 계산 기능이 부족한 아동들이 문제를 해결하는 데 도움을 줄 수 있으며, 수 감각 및 개념 형성을 촉진시키고 수학적 원리, 법칙의 이해를 도와준다. 그리고 계산 방법에 대해 사려 깊게 하며 반성적 사고를 유발하게 하고 문제를 해결하는 시간을 더 많이 가질 수 있으며 또 학업 성취도를 높일 수 있는 점을 들고 있다. 부정적 측면으로는 계산 기능을 배우려는 동기를 저해시키고, 사고력을 감소시킬 수 있으며, 실수 감지 능력의 감소와 계산기 사용에 대한 많은 사람들의 반대를 들고 있다. 이를 정리하면 <표 1>과 같다.

〈표 1〉 계산기 사용에 대한 국내 연구자들의 견해

긍정적 측면	◦ 일상 생활에서 계산의 도구로 일반화되어 있는 계산기를 사용하는 것은 학교와 사회와의 통합을 위해서 필요하다. ◦ 고학년에서는 수학적 이론이나 개념 획득시 계산기를 사용하는 것이 가능하다. ◦ 계산 기능이 부족한 아동들이 사용하면 수 다루기 및 문제 풀기를 원활히 하게 된다. ◦ 계산기 사용은 신속, 정확하므로 수학 수업 시간의 지루함을 덜어 준다. ◦ 수학은 '계산을 잘하는 것'이라는 신념만 버리면 계산기 사용이 가능해진다. ◦ 아동들이 흥미를 느낄 수 있어 학업 성취도를 높일 수 있다. ◦ 수 감각 및 개념을 촉진과 수학적 원리, 법칙의 이해를 돕는다. ◦ 계산기 사용은 학습 내용의 폭을 넓히고 심도 있는 학습이 되도록 한다. ◦ 학습 도구로 사용하면 보다 어린 나이에 수 개념의 도입과 계산의 의미를 탐구할 수 있다.
부정적 측면	◦ 저, 중학년에서 계산기 사용은 통제되어야 한다. ◦ 기본적 산술 알고리즘과 그 기능을 배우기 위한 동기를 감퇴시킬 수 있다. ◦ 분수보다 소수의 쓰임을 강조하게 되고, 수학적인 문제 해결에 필요한 자료의 수집, 분석, 처리 및 해결 전략 지도에 비중을 두게 되어 초등학교 수학 교육과정의 흐름을 변화시킬 수 있다. ◦ 계산 과정에서의 실수를 발견하기 어렵게 된다. ◦ 부모들이 반대한다. ◦ 학생을 게으르게 만들 수 있다. ◦ 수학적인 문제 해결을 위해 깊은 생각이나 고민 없이 버튼을 누름으로써 해결할 수 있다고 생각할 수 있다.

3. 초등학교 수학과에서 계산기 활용이 가능한 영역

남승인(1992)에 의하면 계산기는 ㅇ수의 구성, ㅇ연가산과 곱셈, 나눗셈, ㅇ사칙 연산과 검산, ㅇ분수에서의 활용, ㅇ분수를 소수로, 대분수를 가분수로, 가분수를 대분수로 고치기, ㅇ크기가 같은 분수로 나타내기, 두 분수의 크기 비교, ㅇ연산에서의 계산 법칙(교환, 결합, 배분 법칙), ㅇ약수, 배수 찾기, ㅇ소수점의 위치 정하기, ㅇ규칙성을 이용한 원리, 법칙의 이해, ㅇ추론하고 시행착오를 거치며 해결하기, ㅇ반올림하기 분야 등에서 활용이 가능하다고 한다.

안병곤(1998)은 초등학교에서의 계산기 활용 가능 영역을 제 7차 교육과정 영역에 맞추어 학년별로 수와 연산, 규칙성과 함수, 문제 해결 전략으로 나누어 제시하고 있다. 1-2학년에서는 계산기에 대한 호기심과 흥미를 갖는 기회를 제공하여 자판에 대한 기능과 역할을 점검하는 문제를 중심으로 이용할 것을 강조한다. 3-4학년의 수준에서는 수열의 규칙성을 발견하거나 역연산의 관계, 학습 후 결과를 파악케 하여 연산의 의미를 정확하게 이해토록 하는 데 중점을 둔다.

또 규칙성과 함수 영역에서는 수의 규칙성 발견, 수의 순서 이해, 예상했던 것과 실제의 계산 사이의 차이 검증, 연산에 따른 수의 아름다움과 신비로움을 느끼며 수학에 대한 흥미를 갖도록 한다. 또한 문제 해결력을 기르기 위해 일상 생활에서 활용할 수 있는 장면을 설정(모형 찾기, 추측과 관찰, 게임)하여 활용하도록 하고 있다.

권세화 외 2인(1999)은 계산기의 활용을 활동별로 나누어 예를 들어 보이고 있다. 즉 (활동 1) 수 세기, (활동 2) 수 세기와 거꾸로 세기, (활동 3) 시작과 뛰어넘기, (활동 4) 수의 성질 알기, (활동 5) 사칙계산 순서 익히기, 역연산, (활동 6) 자리값 익히기, (활동 7) 범위 게임 등으로 보기 문항을 제시하고 있다. 이상에서 살펴보았듯이 계산기의 활용 가능 영역은 수학과 전반에 걸쳐 이용할 수 있다

가. 계산기 활용에 대한 기초 조사

계산기 활용에 대한 교사 프로그램 계발을 위한 기초 자료를 얻기 위하여 ○○군 ○○초등학교 4 개교에서 6학년 아동 80 명, 교사 32 명 학부모 80 명을 대상으로 수학 수업에서의 계산기 사용 실태와 그에 대한 인식을 알아보았다. 조사 기간은 2000년 3월 10일부터 2000년 3월 15일까지 우편, 및 전화 조사를 하였다. 수학에 대한 아동들의 흥미와 태도의 조사 결과는 <표 2>와 같다.

〈표 2〉 아동들의 수학에 대한 흥미, 태도 조사 (N=80)

문 항	설문 내용		반응 수	백분율
1	수학은 어떤 과목인가? (N=80)	재미있다.	12	15.0
		재미없다.	38	47.5
		그저 그렇다.	34	42.5
2	재미없는 이유는 무엇인지 써라. (N=38)	어렵다.	10	26.3
		계산하기가 싫다.	14	36.8
		생각하기에 복잡하다.	7	18.2
		기타	1	2.7

<표 2>에 나타난 바와 같이 수학과에 대한 흥미도는 '재미없다'가 47.5 %, '그저 그렇다'가 42.5 %인데, 그 이유 중 '계산하기가 싫다'가 36.8 %로 나타났다. 그것은 계산 자체에 대한 두려움이나 지루함

으로 해석할 수 있다. 따라서 계산 부담을 덜어 주면 수학 학습에 대한 흥미를 어느 정도 높일 수 있을 것으로 생각되었다. 그러므로 계산 부담을 덜어주는 방법에 대한 연구가 필요함을 알 수 있었다.

아동들의 계산기 사용에 대한 경험과 의식 조사 결과는 <표 3>과 같다.

〈표 3〉 아동들의 계산기 사용에 대한 경험과 의식 조사 (N=80)

문 항	설문 내용		반응 수	백분율
1	계산기가 집에 있는가?	있다.	74	92.5
		없다.	6	7.5
2	일상 생활에서 계산기를 사용해 본적이 있는가?	있다.	78	97.5
		없다.	2	2.5
3	수학 시간에 계산기를 사용해 본 적이 있는가?	있다.	3	3.8
		없다.	77	96.2
4	앞으로 수학 시간에 계산기를 사용하는 것에 대해 어떻게 생각하는가?	찬성한다.	65	81.2
		반대한다.	12	15.0
		잘 모르겠다.	3	3.8
5	수학 시간에 계산기 사용을 찬성한다면 그 이유는 무엇인가? (N=65)	계산하는데 힘이 들지 않으니까	34	52.3
		계산을 빨리 할 수 있으니까	18	27.7
		틀리지 않으니까	17	26.6
6	수학 시간에 계산기 사용을 반대한다면 그 이유는 무엇인가? (N=12)	계산하는 힘이 떨어진다.	6	50.0
		수학은 필산으로 해야한다.	5	43.8
		계산기 사용을 잘 못한다.	1	6.2
7	계산기 사용에 대한 자신의 능력은 어느 정도라고 생각하는가?	능숙하다.	42	52.5
		서툴다.	33	41.3
		아주 서툴다.	5	6.2

<표 3>에서 나타난 것과 같이 집에 계산기가 있는 어린이가 92.5 %에 이르고, 일상 생활에서 계산기의 사용 경험이 있는 어린이가 97.5 %에 달하고 있었다. 그러나 수학 시간에 계산기를 사용한 경험이 있는 어린이는 2.5 %에 불과하다. 수학 시간에 계산기 사용에 대해서는 절반에 가까운 81.2 %의 어린이가 찬성하고 나머지는 반대하거나 잘 모르는 것으로 대답했는데 계산기 사용의 장점에 대한 확신이 있음을 시사하고 있었다. 계산기 사용의 찬성 이유로 52.3 %의 아동이 '계산을 빨리 할 수 있어서' 라고 답한 것은 계산에 걸리는 시간이 수학 수업에 장애가 되었음을 반영하고 있었다. 계산기 사용에 반대하는 이유로 '수학은 필산으로 해야한다'에 50.0 %, '계산하는 힘이 떨어진다'로 생각하는 어린이가 43.8 %에 달하고 있다. 이는 계산기 사용에 대한 인식이 잘못되고 있을 뿐만 아니라 '수학은 곧 필산이다'라는 생각 때문이다. 이것은 지금까지의 수학 교육이 계산 기능 중심의 필산 우선으로 행해져 왔던 까닭이라고 생각되었다.

자신의 계산기 사용 능력이 서툴다고 생각하는 어린이가 41.3 %에 달하고 있어서 계산기를 수학 수업에 사용한다면 사용법에 대한 지도 시간이 따로 필요함을 알 수 있었다.

교사의 수학 수업 중 계산기 사용 경험과 사용에 대한 의식 조사 결과는 <표 4>와 같다.

〈표 4〉 교사에 대한 수학 수업 중 계산기 사용 경험과 사용에 대한 의식 조사 (N=32)

문항	설문 내용		반응 수	백분율
1	일상 생활에서 계산기를 사용해 본 적이 있는가?	있다.	32	100
		없다.	0	0
2	수학 수업 중에 계산기를 사용한 적이 있는가?	있다.	2	6.2
		없다.	30	93.8
3	수업 중 계산기를 사용하셨다면 어느 영역에 어떻게 사용했는가? (N=2)	연산 영역	2	100
		기타 영역	0	0
4	수학 시간에 계산기를 사용하지 않는 이유는 무엇인가?	계산 기능을 저하시킨다	22	68.8
		수학은 필산으로 해야한다.	8	25.0
		준비가 번거롭기 때문이다.	2	6.2
5	앞으로 수학 시간에 계산기를 사용하는 것에 대해 어떻게 생각하는가?	적극 찬성한다.	3	9.4
		찬성한다.	5	15.6
		반대한다.	16	50.0
		모르겠다.	6	18.0
6	(5)에서 찬성을 하였다면 그 이유는 무엇인가?	계산에 따른 심리적 부담을 줄일 수 있다.	1	12.5
		시간을 절약할 수 있다.	2	25.0
		계산 과정의 오류를 줄일 수 있다.	2	25.0
		시대적 요청이다.	0	0
		계산 기능이 중요한 것이 아니다.	3	37.5
6	(5)에서 찬성을 하였다면 그 이유는 무엇인가?	계산에 따른 심리적 부담을 줄일 수 있다.	1	12.5
		시간을 절약할 수 있다.	2	25.0
		계산 과정의 오류를 줄일 수 있다.	2	25.0
		시대적 요청이다.	0	0
		계산 기능이 중요한 것이 아니다.	3	37.5
7	(5)에서 반대하였다면 이유는 무엇인가? (N=22)	계산 기능이 저하된다.	16	27.9
		계산기를 사용할 만큼 복잡하지 않다.	4	18.1
		교재에 나오지 않는다.	2	9.0
8	계산기를 수학 시간에 사용한다면 어떤 경우에 사용할 수 있다고 생각하는가? (N=8)	교사만 사용한다.	3	37.5
		문장제 풀이 시 사용한다.	1	12.5
		계산 과정이 복잡할 때 사용한다.	1	12.5
		검산 시 사용한다.	2	25.0

<표 4>에서 100 %의 교사들이 일상 생활에서 계산기를 사용하고 있다. 그러나 93.8 %의 교사들이 수학 시간에 계산기를 사용한 경험이 없으며, 사용한 경험이 있는 교사도 연산 영역에서 검산을 하거나 아동보다 빨리 하려고 교사만 사용한 것으로 나타났다. 계산기를 사용하지 않는 이유로 '계산 기능을 저하시키기 때문'이라고 생각하는 교사가 68.8 %로 나타났는데, 이는 실제로 경험했거나 계산기를 수업 중에 사용하는 방법에 대해서는 자세히 연구 보고된 선행 연구를 통해서 알게 된 것이 아니라 '계산기

사용은 계산 기능을 떨어뜨릴 것'이라는 막연한 생각을 가지고 있기 때문이었다. 앞으로 수학 시간에 계산기 사용에 대해서도 25.0 %만 찬성을 하였는데, 그 이유로 44.4 %가 시간 절약을 들었다. 계산기를 수업에 사용한다면 검산을 할 때, 문장제 해결 시, 복잡한 계산 등의 순서로 사용해야 한다고 응답했다. 이것으로 교사들은 '계산기 사용은 계산 기능을 떨어뜨리며 계산기를 꼭 사용해야 할 경우는 시간 절약이 필요한 때'라고 생각함을 알 수 있었다. 이런 내용은 앞의 이론적 배경에서 살펴본 연구자들의 견해와는 상당한 거리가 있음을 알 수 있었다.

학부모에 대한 수학 수업 중 계산기 사용에 대한 의식을 조사한 결과는 <표 5>와 같다.

〈표 5〉 학부모의 수학 수업 중 계산기 사용에 대한 견해 조사 (N=80)

문항	설문 내용		반응 수	백분율
1	수학 시간에 계산기를 사용하는 것에 대해 어떻게 생각하는가?	찬성한다.	20	25.0
		반대한다.	56	70.0
		모르겠다.	4	5.0
2	수학 시간에 계산기를 사용하는 것에 반대하는 이유는 무엇인가? (N=56)	계산 기능이 떨어진다.	43	76.8
		계산기가 없다.	2	3.6
		무응답	11	19.4

<표 5>에서와 같이 70.0 %의 학부모가 수업 중 계산기 사용을 반대하였다. 그 이유는 계산 기능 저하가 76.8 %로 계산기 사용에 대한 우려가 매우 높게 나타나고 있다. 그러므로 수학 수업에서 계산기의 사용은 학부모들의 반발을 가져올 수 있어 접근에 신중을 기해야 함을 알 수 있었다. 이상과 같은 실태 분석한 결과 다음과 같은 시사점을 발견할 수 있었다.

첫째, 여러 교과 중 수학을 재미없는 과목으로 생각하는 아동들이 많은데 그 이유 중 '계산하기가 싫은 것'이 높은 비율을 차지하고 있어 계산에 대한 부담을 줄일 수 있는 방법에 대한 연구가 필요하다.

둘째, 수업 중에 계산기를 사용해 본 교사가 거의 없고, '계산기의 사용은 계산 기능을 저하시킨다'고 생각하고 있으므로 이 부분에 대한 자세한 연구가 필요함을 알 수 있다.

셋째, 계산기 활용의 효과에 대한 실천적 연구가 없어 보다 과학적이고 체계적인 실험 연구와 함께 제 7차 수학과 교육과정의 정상적 운영을 위하여 계산기 활용 방안에 대한 연구는 물론 교사용 지도 프로그램의 계발이 선행되어야 함을 알 수 있었다.

III. 수학 교육에서 교수-학습 모형과 활용 영역

1. 계산기와 수학 교수-학습 모형

모형이란 어떤 현상이나 사물에 대해 설명해 놓은 이론을 정형화한 것이다. 따라서, 수업 모형이란 수업에 관한 이론을 명시하기 위해 조작적으로 정형화한 것이라 할 수 있다. 수학적 활동은 구체적인 세계와 관념적 세계간의 상호 작용의 과정이다. 구체적 대상과 관념적 대상 사이의 관계를 수학적 모델로 구성하기 위해서는 이상화, 추상화의 과정으로 구성된 수학적 모델로부터 새로운 명제나 관계를 유도하여 귀납, 연역적 추론의 과정, 증명된 명제나 관계를 구체적 세계로 다시 전환하고 적용하는 과정 전

체를 포함한다.

수학을 효과적이고 경제적으로 지도하기 위한 교수-학습 활동은 수학적 대상의 종류에 따라 수학적 활동의 주체 또는 수학적 사고 기능을 발달시키기 위한 집단의 크기에 따라 적절한 수업 모형이 선택 적용되어야 한다. 특히 수학과에서는 학습의 특성을 고려하여 효과적인 학습이 이루어질 수 있는 수업 모형의 작성과 실천을 통하여 수업의 질을 높일 수 있도록 해야한다.

수업 모형은 크게 수학적 대상과 수학적 활용에 따라 분류된다. 수학의 대상은 수학적 요소, 기능, 개념, 원리로 구분한다. 수학적 요소의 지도는 ① 필요성의 인식, ② 바르게 쓰고, 읽기, ③ 의미를 이해하기 등에 초점을 두어 지도하게 된다. 혼동이 일어나기 쉬운 기호의 사용은 그 기호를 적절하게 구별하여 사용할 수 있도록 아동의 일상 생활에서 경험과 관련시켜 기억을 도와 주는 전략을 사용하면 더욱 효과적이다. 수학적 기능은 방법적 또는 절차적 지식이 획득될 때 그 기능이 획득된다고 할 수 있다. Fitts(1964)에 의하면 기능이 획득되는 단계도 인지적, 연합적 자주적 단계의 과정을 거치고 기능은 정확, 능률적이어야 한다. 따라서 수학적 기능의 지도는 준비 단계, 실습 및 연습 단계, 기억의 단계가 필요하다고 하였다.

Pikas(1966)는 하나의 개념은 유사하지 않은 자극들에 대하여 하나의 공통적인 반응이 주어질 때 형성되어진다. 즉 관념은 구체적인 사물 또는 추상적인 관념에서 공통적인 특성을 특정의 명칭이나 상징으로 나타낸 것이라 볼 수 있다. 따라서 수학적 개념은 수학화된 수학적 정의로서 구체적 의식, 확인, 분류, 형식화의 단계를 거쳐 형성되며, 물리적 세계에 존재하는 구체적 개념보다는 추상적인 개념을 취급하므로 그 개념을 이해시키기 위해서는 적절한 전략을 요구하였다.

Dienes(1971)는 수학적 개념을 지도하기 위한 절차로 자유 놀이, 게임, 공통성의 탐구, 표현, 기호화, 형식화를 설정하였다.

원리는 법칙 또는 일반화라는 용어로 사용되는 것으로 둘 또는 그 이상의 개념이 포함되어 있는 관계를 말한다. 수학적 원리는 수학적 개념들간의 연결, 관계, 공통적 성질에 관한 수학적 명제이다. 이러한 원리의 이해는 원리에 포함되어 있는 개념의 이해에서부터 문제의 인식, 조작, 확인, 형식화 단계를 거친다. Piaget는 사고의 형성은 조작의 구성이며 조작의 구성은 탐구를 통해서 이루어지며, 모든 탐구는 문제에서부터 비롯된다고 하였다. 그는 조작은 내면화할 수 있는 활동이며, 가역적으로 작용할 수 있는 활동이고, 변환 작용으로 보존 또는 불변성을 전제로 하며, 독단으로 존재할 수 없고, 상위 구조의 한 부분으로 존재한다고 하였다. 이상에서 보면 조작은 가역적 행동 체계이며 이전의 행동 양식에서 출발하여 내면화되거나 분화, 조정되어 감을 알 수 있다. 따라서 수학적 지식은 조작 체계의 일부이며 계산기를 활용한 수업 방법은 교사의 의도에 따라 능동적 탐구 활동의 수업 방법이 될 수 있다.

2. 초등학교에서의 계산기 활용 영역과 방법

수업에서 계산기의 활용은 사고를 저해하거나 수학 성취에 방해가 된다는 부정적 견해로 인해 학부모는 물론 현장의 교사들 역시 사용을 꺼린다. 그런데도, NCTM은 모든 학생은 항상 적절한 계산기를 이용할 수 있어야 한다고 주장하고 계산 기능은 배워야 하고 이 과정에서 계산기는 유용한 도구로 활용해야 한다고 주장한다. 그러나 계산기는 수업에서 계산 기능이 중심이 아닌 것에 사용할 것을 권장한다. 즉 학생들의 사고를 촉진하는 방법으로서 활용하기를 기대하고 있다. 이러한 논의에 초점을 두고 계산기의 활용 가능 문제의 유형과 그에 따른 교수-학습 모형 개발에 기초를 두고 있다.

가. 수 감각과 수 세기

수에 대한 감각은 수를 이해하며, 정확하고 효율적으로 계산하여 감지하고, 합리적으로 인지하는 능력과 일상 생활에서 효율적으로 사용할 수 있는 능력이다. 이러한 수의 감각은 적절한 모델을 제시하고 적당한 문제 제기를 하고, 수에 대한 생각을 격려하며, 수 감각을 육성하는 환경 조성이 필요하다. 수 감각은 수의 의미에 대해 분명한 이해, 수들 사이의 관계의 발달, 수의 상대적 크기 인식, 수에 작용하는 연산의 상대적 효과의 특징을 갖으며, 차후의 계산력 발달에 필수조건이 된다. 이러한 수 감각은 사물을 직관적으로 인식할 수 있는 활동과 규칙성을 인식할 수 있는 활동, 수에 대한 관계 탐구와 구성 활동의 기회를 주어야 한다. 이런 면에서 계산기의 활용의 장점은 규칙성을 인식할 수 있는 활동이나 수에 대한 관계 탐구와 구성 활동의 기회 제공의 측면에서 의미를 갖는다. 예를 들면 수 세기를 할 때 계산기를 사용하여 주어진 수를 앞으로 세기, 거꾸로 세기를 한다거나, 뛰어서 세기를 통해 규칙성을 발견할 수 있다. 또 학생 스스로 숫자 키를 눌러 가면서 수 세기 연습(주어진 수보다 1 큰 수, 1 작은 수)을 할 수 있는 기회를 제공함으로써 수에 대한 감각 형성을 도울 수 있다.

또한 계산기를 활용하면 수에 대한 자리값의 개념을 발달시킬 수 있으며, 연습을 할 수 있는 다양한 기회의 제공으로 수 감각을 증진시킬 수 있다. 예를 들면 수철에게 5431을 입력케 하고 4를 지우기를 요구한다. 이러한 지우기 활동은 덧셈과 뺄셈에 관해 계산기를 활용하는 자릿값 의미를 확인할 수 있다. 이러한 활동은 어떤 수를 더하거나 뺌으로써 숫자를 바꾸는 것으로, 한 학생에게만 또는 두 사람 이상이 참가하는 게임으로 진행하여 흥미를 줄 수 있다. 지우기 활동 게임에서 계산기의 활용은 학습 흥미를 갖도록 하며, 계산으로 인한 어려움을 겪지 않음으로써 숫자의 자릿값에 더 집중케 한다. 또한 큰 수의 상대적 크기를 의미 있게 이해하거나 암산 기능 사이의 관계를 강화시킨다.

나. 연산의 의미와 그 성질

사칙 연산의 기본 지식은 습득 후속 활동으로 학생들에게 연산에 대한 폭넓은 개념을 발달시켜야 한다. 연산을 이해하고 숫자를 즉각적으로 회상해 내기 위해서는 어림셈 하기, 머리셈, 지필 계산이 필수적이다. 이때 계산기의 활용은 사칙 연산이 어렵거나 자리 수가 많은 계산의 밑거름이 된다. 또한 사칙 연산 결과의 타당성을 쉽게 검토해 볼 수 있다.

수 세기는 학생들이 연산을 다루는 초기 활동이며 통합적인 활동이다. 덧셈, 뺄셈을 처음 배우는 학생들은 주어진 수를 이용하여 앞으로 세고, 거꾸로 셀 수 있는 수 세기를 사용한다. 그리고 묶음과 배열을 비교, 분석하는 수 세기가 필요하다. 다음으로 구체물을 다룰 줄 알아야 한다. 구체물은 연산을 다루는 후속 활동에 도움을 주며, 학생들의 학습 성취도를 향상시킨다고 한다. 그리고 언어적 능력과 문제 해결의 상황에 대한 충분한 이해를 요구한다.

특히 연산의 모델은 학생들이 상황을 재연하고 한 가지 연산에 포함된 활동을 따라함으로써 사칙 연산을 이해하는데 도움을 준다. 사칙 연산간에는 다르지만 그들 상호 간의 성질을 이해할 수 있게 한다. 즉 역연산(덧셈과 뺄셈, 곱셈과 나눗셈)이나 동수누가(곱셈), 동수누감(나눗셈)의 성질 이해는 다양한 다른 경험을 갖게 한다. 사칙 연산에서의 계산기 활용은 사칙 연산의 성질을 이해하는 데 도움을 준다. 각 연산에서 수학적 성질(교환법칙, 결합법칙, 배분법칙, 항등원 등)에 대한 이해는 앞으로 보다 높은 연산을 수행하는 데 중요하다. 특히 초등학교에서는 이러한 성질에 대해 설명이나 이름지어 구분하기보다는 그것을 언제 사용하는 것이 효과적인지를 알 수 있도록 상황을 제공하여야 한다. 계산기는 이런 측면에서도 수업 매체로 활용의 가능성을 보인다. 예컨대 ○×□=408, ○×□=476, ○×□=384에서 ○

와 □에 알맞은 수를 넣는다든가(□, ○ 안의 숫자 선택 기회 횟수에 따라 점수 부여), 수 4, 6, 8, 9를 □□□×□=□ 안에 넣어 계산할 경우 가장 작은 수를 만들도록 하는 활동 게임, 곱을 구할 때 계산기를 사용하도록 하여 숫자가 만드는 재미를 느끼게 하는 활동, 곱셈을 하여 어떤 패턴을 찾도록 하는 활동 등을 생각할 수 있다.

규칙성에서 계산기의 활용은 학생들에게 수학에 관한 많은 아이디어를 연결하는 데 도움을 주며 수학을 다양하게 사용할 수 있는 방법을 제공한다. 즉 반복적 규칙과 관계를 학생들이 자연스럽게 발견케 하기 위해서는 그림, 언어, 표, 그리고 변수의 제공과 같은 방법이 있다. 특히 변수의 제공 방법으로 계산기를 활용토록 하면 보다 효과적이다.

다. 문제 해결력

문제 해결력이란 문제의 해결 과정에 작용되는 문제 이해 능력은 물론 주어진 조건과 구하려는 것 사이의 관계의 파악을 통하여 문제 해결 계획을 수립하는 능력, 연산 능력, 검토 능력 등 수학의 기초적인 개념, 원리, 법칙을 발견하는 능력이다. 그리고 얻어진 수학적 개념을 활용하여 창의적으로 응용 문제를 해결하는 능력을 포함한다. NCTM(1989)에서는 새로운 수학 교육의 첫째 목표로 이러한 문제 해결력 신장을 요구한다. 그리고 문제 해결의 방법으로 지식의 전수가 아닌 학생 자신의 자발적인 구성을 제안한다. 문제 해결력 신장을 위해서는 학생들에게 지나치게 많은 훈련과 연습을 요구하기보다는 중요한 개념이나 원리 구성 및 문제 해결에 필요한 발견술, 즉 문제 해결 전략을 가르칠 필요가 있다(남승인 1998). 이 때 문제 해결 전략은 문제 해결을 위한 창조적인 안내로 Polya가 제시하는 4 단계 전략은 - ① 문제의 이해, ② 계획 수립, ③ 계획의 실행, ④ 검토, 반성의 단계를 거치게 되나, 문제 해결의 지적 도구로서 일반적인 개념, 법칙, 원리들이 내포되어 있으므로 연역적 방법보다는 귀납적 방법의 접근 방법을 권장한다. 즉 학생 스스로 문제 해결 전략을 체득시키고 의도적인 문제 해결의 과정에서 경험과 기회가 주어져야 한다. 이런 면에서 계산기의 활용은 유용하다. 예컨대 문제 해결 패턴의 발견과 경험의 재구성, 적당한 추론의 과정을 통한 문제 해결, 주어진 조건을 이용한 문제 풀이에서 필산에 투여하는 시간을 줄어 문제 본질에 접근하는 경우, 문제를 푸는 방법을 일반화하고 유사한 문제나 적용 문제를 풀어 가는 과정에서 활용할 수 있다.

3. 계산기 활용 유형

앞에서 진술한 연구의 목적을 해결하고 계산기 활용의 효율화를 위해서 계산기의 활용이 가능한 문제의 유형 개발과 교수-학습 단계의 계발이 필요하다. 이를 위해 수학과 교과서의 각 영역의 지도 내용은 개념의 학습, 문제 해결, 정의적 측면(박교식 1998, p. 238)과 흔히 사용하고 있는 개념 형성, 원리-법칙 발견, 문제 해결의 3가지 유형(강옥기 1998)으로 나누어 활용하고 있으나, 본 연구에서는 후자를 택하여 활용할 수 있도록 하였다. 즉 수학과의 수, 연산, 도형, 측도, 관계(6차 교육과정에서 구분하는 수학과 영역)의 각 영역별을 개념 형성, 원리-법칙의 발견, 문제 해결 지도에 따라 계산기 활용 가능성을 제시하였다. 수 영역에서는 개념을 형성에, 연산 영역에서는 원리-법칙의 발견과 문제 해결 학습에 관심을 두고, 도형과 측도 그리고 관계 영역에서는 개념 형성과 원리-법칙의 발견, 문제 해결에 계산기를 사용하여 지도하도록 하였다.

계산기 활용 영역을 지도 내용별로 정리하여 개념 형성(수의 구성, 분수의 개념, 동치 분수, 분수의 비교, 약수, 배수)과 원리-법칙의 발견(연가산과 곱셈, 나눗셈, 사칙 연산, 분수를 소수로, 소수를 분수로,

가분수를 대분수로, 연산에서 계산 법칙, 소수점의 위치, 규칙성 이용, 추론), 문제 해결(위의 내용을 활용하여 문제를 해결할 때)로 구분하고 각 내용에서 검산의 경우를 분리하여, 계산기 활용 유형을 개념 형성, 원리-법칙 발견, 문제 해결형으로 구분하였다. 이를 정리하면 <표 6>과 같다.

〈표 6〉 계산기 활용 유형

유 형	내 용
개념 형성형	계산기를 수학적 개념 형성에 사용하는 경우
원리-법칙형	계산기를 수학적 원리, 법칙 발견에 사용하는 경우
문제 해결형 (정형과 비정형)	계산기를 문제 해결에 사용하는 경우
검산형	계산기를 검산에 사용하는 경우

가. 개념 형성형

수학적 개념의 형성이 필요한 경우에 활용할 수 있는 유형이다. 이는 일반적인 개념 학습의 과정에서 개념화 단계 즉 계산기를 활용하여 추상이나, 사상으로 공통점을 발견하거나, 규칙성을 발견하는 경우, 내포에 따른 외연 확장의 경우, 개념의 활용 및 적용의 경우에 계산기가 활용될 수 있다. <표 7>은 개념 형성형의 경우 계산기가 활용될 수 있는 단계를 설정한 것이다.

〈표 7〉 개념 형성형의 교수-학습 활동

단계	교수-학습 활동
과제 제시	• 학습 과제에 맞은 하나의 개념 외연 제시 • 학습 목표 및 내용 파악
사상의 제시	• 구체적 사상 및 인접 개념의 외연 제시 • 분류로 개념의 외연 모으기 (계산기 활용)
개념화	• 추상, 사상으로 공통점 발견 (계산기 활용) • 개념의 내포 확정
일반화	• 내포에 따른 외연 확장 (계산기 활용) • 기호화 문자화하여 기존 개념에 편입
적용	• 개념의 활용 • 적용 문제 해결 (계산기 활용)

나. 원리-법칙형

원리-법칙, 사실, 공식, 연산 방법 등을 학습할 때의 계산기 사용 단계는 <표 8>과 같이 설정할 수 있다. NCTM(1989)의 *Standards*에서는 계산 지도 과정에서 계산기 활용 시기로 암산으로 해결하기 어렵거나, 지나치게 복잡하여 지필 계산이 어려운 경우라고 언급한다.

〈표 8〉 발견 학습 과정에서의 교수-학습 활동

단계	교수-학습 활동
문제 파악	• 학습 문제 제시 및 학습 장면 설정 • 동기 유발, 목표 파악
예상	• 해결 방안 모색 • 예상이나 가설의 발표
검증	• 검증 (계산기 활용) • 원리 · 법칙 발견
일반화	• 원리 · 법칙의 타당성 검토 (계산기 활용) • 문장화 공식화하여 기존 지식에 편입
적용	• 원리 · 법칙의 활용 • 적용 문제 해결 (계산기 활용)

다. 문제 해결형

문장 형식을 활용한 문제, 측정, 그래프, 작도 등의 문제 해결 학습을 할 때의 계산기를 사용할 수 있는 것으로 단계는 <표 9>와 같이 설정할 수 있다.

〈표 9〉 문제 해결 학습 과정에서 교수-학습 활동

단계	교수-학습 활동
문제 파악	• 학습 문제의 의도 파악
해결 방안 탐색	• 문제에 진술된 개념 확인 • 해결에 필요한 자료 수집 • 해결의 예상 및 계획
실행	• 문제의 해결 계획에 따른 실천
검토	• 해결 과정 검토 (계산기 활용) • 개념, 원리 · 법칙의 재확인 (계산기 활용)

라. 문제 해결 학습 과정에서 교수-학습 활동의 실제

1) 단원 : 6-1-11. 여러 가지 문제(2)

2) 본시 수업 계획

본시 주제		비율 그래프 (7/8차시)
본시 목표		• 생활 장면의 통계적 자료를 분석할 수 있다. • 분석한 자료를 비율 그래프로 나타낼 수 있다.
학습 내용 조직		단위 교과 문제 발견 전략 유형별 수업
학습 집단 조직		전체 집단 지도 후 개별 학습 지도 병행 수업
학습 활동		자료 조사 ➡ 자료 분류 ➡ 자료의 직관 분석 ➡ 자료 해석 ➡ 정리
자 료	학습 자료	수학책, 수학 익힘책, 학습지, 각종 통계 자료, 전자 계산기
	지원 자료	TP자료, 실물화상기, 프레젠테이션 자료

3) 본시 학습 활동안

<table>
<tr><td rowspan="2">학습 내용</td><td colspan="2">학습 활동</td><td rowspan="2">◇지원, 자료</td></tr>
<tr><td>학습 문제의 발문, 설명, 안내</td><td>예상되는 학생의 생각, 활동</td></tr>
<tr><td>학습 문제 알아보기</td><td>◇ 비율그래프가 소개되는 프레젠테이션 보기
· 보기 ⇒ 내용 이야기하기
· 비율그래프를 사용했던 경험 및 비율그래프를 사용하던 곳 이야기하기
o 가장 좋아하는 운동 경기를 조사하여 그 결과를 학교 신문에 발표하여 보자. (선생님, 탤런트, 가수의 인기 순위)
▫ 어떤 방법(형식)이 있을까?
· 그림 · 문장(글)
· 표 · 비율 그래프</td><td>· 프레젠테이션의 내용 이야기하기
· 자기 경험 및 사용하던 곳 이야기 ⇒ 사용한 까닭은 무엇일까?
o 조별로 좋아하는 운동 경기(과일, 탤런트, 가수)를 말한다.
▫ 신문에 발표하는 방법 이야기하기</td><td></td></tr>
<tr><td>학습 문제 확인 및 문제 해결 계획 세우기</td><td>* 아래 조사표를 비율그래프로 만들어 신문에 발표하여 보자
<table><tr><td>장래 희망</td><td>의사</td><td>연예인</td><td>가수</td><td>운동 선수</td><td>선생님</td><td>간호사</td><td>계</td></tr><tr><td>수(명)</td><td>2</td><td>5</td><td>6</td><td>4</td><td>15</td><td>8</td><td>40</td></tr></table></td><td>▫ 학습 문제 이해
⬇
문제 해결을 위한 방법 탐색
⬇
학습 계획 세우기</td><td></td></tr>
<tr><td>자료 읽기와 해석</td><td>● 표를 보고 발표하기
· 무엇을 조사한 그래프인가?
· 운동 선수를 희망하는 학생 수는?
· 연예인을 희망하는 학생 수는?
· 전체 아동 수는?</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">자료를 그래프로 나타내기</td><td>■ 자료를 비율그래프로 나타내어 보자.
* 나타낼 비율그래프별 조 구성하기
<table><tr><td>띠그래프</td><td>원그래프</td><td>사각형그래프</td><td>그림</td><td>기타</td></tr><tr><td>1조</td><td>2조</td><td>3조</td><td>4조</td><td>5조</td></tr></table></td><td>● 각 그래프에서 차지하는 크기 구하기.
· 띠그래프: 각 부분의 길이
· 원그래프: 중심각 크기
· 사각형그래프: 사각형의 개수
· 그림그래프: 각 그림의 크기
● 각 조별로 그래프 그리기</td><td></td></tr>
<tr><td>■ 각 부분을 차지하는 크기 구하는 방법
▪ 띠그래프: 그래프 전체길이× $\frac{\text{부분의 수}}{\text{전체의 수}}$
▪ 원그래프: 360 × $\frac{\text{부분의 수}}{\text{전체의 수}}$</td><td></td><td>■계산기 활용</td></tr>
<tr><td>■ 각 조에서 그린 비율그래프를 비교하여 보자.</td><td>◆ TP자료에 그린 비율그래프를 발표한다.</td><td></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">학습 내용</td><td colspan="4">학습 활동</td><td rowspan="2">◇지원, 자료</td></tr>
<tr><td>학습 문제의 발문, 설명, 안내</td><td colspan="3">예상되는 학생의 생각, 활동</td></tr>
<tr><td rowspan="2">비율그래프 특징 비교</td><td rowspan="2">■나타낸 비율그래프의 특징을 비교하여 보자.</td><td>띠그래프</td><td>원그래프</td><td>사각형 그래프</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>• 백분율로 나타내기 쉽다.
• 한 눈에 보기 좋지 않다.</td><td>• 한 눈에 각 부분 비교하기 쉽다.
• 중심각 구하기 어렵다.</td><td>• 그리기가 쉽다.
• 비율이 작은 항목을 나타내기 어렵다.</td></tr>
<tr><td>현장 적용</td><td>■여러 가지 종류의 비율 그래프 해석하여 보자.
■일부분이 찢어져 없어진 비율 그래프를 완성하여 보자.
(전체 학습 ➡ 조별 학습)
■띠그래프를 보고 우리나라 산업 인구의 비율이 변화되어 온 모습을 알아보자.</td><td colspan="3">◆비율그래프 이름, 각 부분별 해석, 전체와 비교, 목적 등을 발표한다.
◆제시된 자료를 완성한다.
◆농수산업에 종사하는 사람 수의 비율은 어떻게 변화하였는가?
◆비율이 계속 증가하는 산업은 무엇인가?</td><td>■계산기 활용</td></tr>
<tr><td>정리 및 차시 예고</td><td>■비율그래프를 그리는 방법은?
■다음 시간의 준비물 안내.</td><td colspan="3">◆전체에 대한 부분으로 각 부분을 나타낸다.</td><td></td></tr>
</table>

IV. 결 언

제 7차 교육과정 실행과 발맞추어 교육부에서는 모든 교과의 수업에서 10 % 정도의 정보 통신 기술 활용이 가능한 기자재 활용을 적극적으로 사용하도록 강조하고 있다. 초등학교 수학과에서 활용할 수 있는 가장 현실적인 도구가 계산기이다. 현재의 학교 학습 환경에서 학생들이 수학에 흥미를 느끼고, 단순히 계산을 위한 것이 아니라면 누구나 쉽게 접근할 수 있는 도구이기 때문이다. 이미 중등학교에서 계산기는 그래프나 함수, 통계의 처리와 같은 영역에서 수업에 활발하게 활용하고 있다. 그 대표적인 것으로 GSP나 Cabri II, TI 그래픽 계산기와 같은 도구나 몇몇 프로그램들을 수업에서 활용하고 있다. 그러나 초등학교에서 컴퓨터를 활용을 통한 학습 지도에는 많은 어려움이 있어 소수의 선생님들이 도형 영역에서 GSP나 Cabri II와 같은 프로그램을 일부 활용하여 교수 도구로 사용하고 있는 실정이다. 계산기는 누구나 접근하기 쉽고 경제적이고 활용하는 데 특별한 기능이 필하지 않기 때문에 장점을 찾아 제한된 부분에서 활용한다면 관련된 영역에서 높은 효과를 볼 수 있을 것으로 판단하여 제안한 것이다. 계산기 활용에 대해 보다 원활한 접근을 위해서 지금까지 교사나 학생 그리고 학부모가 느끼는 실정을 파악하였다. 이러한 사항은 교수-학습의 전개 계획의 결정이나, 수업 활동의 기본 특성에 대한 결정을 할 때 도움이 될 것으로 사료된다. 또한 학생들에게 새로운 학습 매체의 활용은 학습에 대한 흥미와 자

신감을 주는 긍정적 자아감을 고취시킬 것이다. 모든 영역에서 꼭 해야한다는 생각보다는 교육과정 속에서 특정한 영역이나 재량 활동 시간과 같은 시간에 수학에 보다 흥미와 관심을 갖고 점차적으로 활용하는 데 하나의 자료가 되었으면 하는 바람이다. 여기에 제시된 문제의 유형에 대한 적절한 검증이나 효과에 대해서는 보다 구체적이고 객관적인 실험이 뒷받침되어야 할 필요가 있다.

참고 문헌

강문봉 외 18인 (1999). *초등 수학 학습 지도의 이해*. 서울: 양서원.

강옥기 (1998). 그래픽 계산기를 활용하는 수학과 교수 학습 자료 모형 개발 연구. *대한수학교육학회지 8*(20), 453-474.

교육부 (1999). *초등학교 교육과정 해설 (1)*. 교육부.

교육부 (1999). *초등학교 교육과정 해설 (3)*. 교육부.

구광조 외 (1992). *수학과 교육과정과 평가의 새로운 방향*. 서울: 경문사.

권세화 외 2인 (1999). 초등학교 수학 학습에서 계산기의 활용 방안. *한국수학교육학지 3*, 171-195.

김주봉 외 3인 (1999). 초등학교 영재 교육에서의 계산기를 활용한 탐구 활동. *전국 수학 교육 연구 발표회 프로시딩*, pp. 545-564. 한국수학교육학회,

김진수 (1994). *수학 교육에서 계산기 이용에 관한 연구*. 한국교원대학교 석사학위 논문.

김진수 외 1인 (1995). 국민학교 수학 교육에서 계산기 이용에 관한 연구. *전국 수학 교육 연구 발표회 프로시딩*, pp. 125-140. 한국수학교육학회.

남승인 (1992). 초등학교 산수과에서 계산기에 활용에 대한 고찰, *청람수학교육 2*, pp. 103-117. 한국교원대학교 수학교육연구소.

남승인 (1994). *GET를 이용한 평면도형의 성질 학습에 관한 연구*. 한국교원대학교 박사학위 논문.

남승인 (1998). 초등학교 수학 교육에서 계산기에 활용에 관한 고찰. *한국수학교육학회지 8*(1), 251-268.

박교식 (1995). 우리나라 초등학교의 수학 교수-학습에서 볼 수 있는 몇 가지 특징. *대한수학교육학회 논문집 6*(2), 99-113.

박교식 (1997). 우리나라 초등학교 수학 교육에서 계산기 활용까지의 과정에 관한 연구. *대한수학교육학회 논문집 7*(2), 173-188.

박교식 (1998). 우리나라 초등학교 수학 교육에 적용 가능한 계산기 활용 방안 연구. *대한수학교육학회 논문집 8*(2), 237-249.

배종수 (1999). *초등학교 수학 교육 내용 지도법*. 서울: 경문사.

신성균 외 2인 (1993). *국민학교 교육과정 해설*. 서울: 교육과학.

안병곤 (1998). 교과서에서의 계산기 활용 방안. *한국초등수학학회지 3*, 23-40.

清水靜海 (1992). *改正 小學校 敎育課程 講座. 算數*. ぎょうせい.

Burt, Bruce C. (1979). *Calculators.* The National Council of Teacher of Mathematics.

Reys, James B. (1989). The calculator as a tool for instruction and learning. *NTCM New Directions for Elementary School Mathematics.* p. 1.

Fey, James T., & Hirsch, Christian R. (1992). Calculators in Mathematics Education. *NTCM Yearbook.*

Kilpatrick, J. (1987). What constructivism in mathematics education. *PME-11*, 3-27.

Morris, J. P. (1979). Problem Solving Using the Calculators. *Calculators: Reading from the A. T. & MT.*, pp. 116-118.

Morris, Janet (1991). *How to Develop Problem Solving Using a Calculator.* NCTM.

Reys, Robert E., Suydam, Marilyn N., Lindquist, Mary, M., & Smith, Nancy L. (1998). *Helping Children Learn Mathematics.* Allyn and Bacon.

von Glasersfeld (1993). Questions and answers about radical constructivism. In Tobin K. (Ed). *The Practice of Constructivism in Science Education.* Lawrence Erlbaum Associates. Publishers.

<Abstract>

A Design for Instructional Models to Use Calculators in Elementary School Mathematics

Ahn, Byung-gon[6], Kim, Young-tae[7],
Rim, Hae-kyung[8], Rew, Keun-bong[9]

This paper aims to enhance students' interest in the use of calculators in mathematics education and promote their use of calculators in real-life situations. Towards these ends, problem types and instructional models developed for the efficient utilization of calculators. The instructional models focus on teaching mathematics relying on the path through which expert teachers have gone through to gain relevant knowledge. By developing problem types and instructional models suitable for calculator use, we can contribute to a better attainment of instructional goals in mathematics education. The instructional models and problem types will aid teachers in making decisions about instructional development plan and basic features of instructional activities. The use of a new medium will also lead to increased interest and confidence in learning, thus contributing to the enhancement of students' ego.

6) Kwangju National University of Education (1-1 Punghyang-dong, Puk-ku, Kwangju 500-703, Korea. Tel: 062-520-4144: FAX: 062-524-6022; E-mail: bgahn@mudeung.kwangju-e.ac.kr)
7) Kwangju National University of Education (1-1 Punghyang-dong, Puk-ku, Kwangju 500-703, Korea. Tel: 062-520-4144: FAX: 062-524-6022)
8) Kwangju National University of Education (1-1 Punghyang-dong, Puk-ku, Kwangju 500-703, Korea. Tel: 062-520-4144: FAX: 062-524-6022)
9) Khoheung-gun Dohwa Elementary School (Gijuk-ri, Dohwa-myun, Khoheung-gun, Chunnam 548-890: Tel: 061-834-0780)