한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>
1993. 6. 제 32권 제 3호 143-150

Journal of the Korea Society of Mathematical Education
Series A : June 1993, Vol. 32. No. 3, 143-150

컴퓨터가 수학교육에 미치는 영향

신 향 근(순천대학교)
정 문 자(서울대 GARC)

1. 변화하는 사회와 컴퓨터

많은 사람들이 오늘날의 사회를 산업사회에서 정보화사회로 바뀌었다고 말한다. 그 특징은 전자 통신 수단의 급격한 발전 덕택으로 어느 곳에서나 모든 사람들이 정보를 공유할 수 있게 되었다는 점이다. 이에 따라 매순간 쏟아지는 정보를 처리하고, 그 결과의 타당성을 판단하는 행위가 중요한 문제로 대두되었다.

한편 마이크로 프로세서 기술의 발전으로 대량정보를 손쉽게 처리할 수 있는 개인용 컴퓨터가 출현되었고, 따라서 저렴한 가격에 각 개인이 컴퓨터를 이용할 수 있게 되었다. 오늘날 사무실, 은행, 매표소, 학교, 상점, 음식점 등등 우리의 일상 생활 주변의 거의 모든 장소에서 컴퓨터를 이용하고 있다. 이제 컴퓨터는 더 이상 과학자나 소수의 전문가들에 의해서만 사용되는 신비로운 도구가 아니다. 컴퓨터는 우리들의 작업이나 일상적인 일을 보다 효과적이고 능률적으로 수행할 수 있도록 도와준다. 그러므로 컴퓨터를 다룰 수 있는 기술은 모든 사람이 효과적으로 사회생활을 꾸려나가기 위해서 필요한 기초적 기술이다 [10].

학교교육의 중요한 사명 가운데 하나가 미래 사회의 주역이 될 학생들에게 졸업 후 사회에서 활동하는 데 필요한 지식과 경험을 교육하는 것이라는 점에서, 모든 학생들이 최소한 컴퓨터가 무엇이며 컴퓨터가 어떠한 것을 수행할 수 있는 가를 알 수 있도록 학교교육 목표를 설정하여야 한다. 컴퓨터를 다루고 정보처리하는 능력에 따라 보다 많은 직업에 대한 기회가 제공되므로 컴퓨터를 사용하여 정보에 접근하고, 정보를 저장, 검색하는 정보처리 기술을 모든 학생들에게 가르쳐야 한다. 이를 위하여 우리나라 교육현장에 이미 많은 컴퓨터가 보급되어 있으며, 특히 교육부에서는 1996년도까지 모든 각급 학교에 16 비트 컴퓨터의 보급을 완료할 계획이다. 이에 따라 교육 기관이나 각급 학교에서는 보급되는 컴퓨터의 교육 및 활용방안을 찾기위해 부심하고 있다.

이와같이 교육현장에 도입된 컴퓨터로 인하여 각급 학교의 교육내용은 어떠한 형식으로든 영향을 받을 것이다. 컴퓨터가 방대한 자료의 계산을 손쉽고 빠르게 수행할 수 있고 Symbolic 계산을 수행하는 상황에서 컴퓨터가 학교 수학교육에 끼치는 영향은 그 어떤 교과보다 심대할 것이기에 이에 대해서 알아보기로 한다.

2. 수학 교육과정의 변화의 필요성

미래사회에서 생활을 영위할 학생들을 준비시키는 데 학교 교육이 실질적인 역할을 담당하여야 한다면 현재 필요한 것이 무엇이며 미래에는 무엇이 기초적인 지식인가에 대한 깊은 숙고가 필요하다.

수 세기 동안 계산술이나 연산법이 본질적이고 기초적인 최소한의 기술로 고려 되었다. 그에 따라 초등학교에서는 사칙연산이 강조되었고 중등학교에서는 방정식 및 미적분학이 교육의 중심이 되었다.

그러나 미래사회에서는 컴퓨터가 우리 일상생활과 밀접하게 연결 됨에 따라 컴퓨터가 수행할 수 있는 내용을 학교 교육에서 반복 숙달하는 교육이 필요한가에 대하여 재고할 필요가 있다. 여러가지 Software들의 개발로 컴퓨터는 Symbolic 계산 (미적분, 멱급수 전개, 미분 방정식, 행렬 등등)을 할 수 있게 되었다. 따라서 계산술이나 연산법의 숙달을 위한 반복 학습보다는 이들을 언제 이용하고 적용하는가를 아는 것이 더 중요하다. 일단 덧셈이나 곱셈, 미분법 등이 문제를 해결할 수 있다는 것을 알기만 하면 계산기나 컴퓨터가 그 작업을 돕고 수행할 수 있다.

예를 들어 이중근(Square root) 연산을 고려해보자. 이중근의 개념은 확실히 중요하고 유용한 것이다. 그러나 보다 더 중요한 것은 문제의 해결을 위하여 이중근 계산이 언제 필요한가를 아는 것이다. 일단 이중근 계산에 대한 필요성이 결정 되면 문제 풀이자는 이중근을 얻기 위하여 계산기나 컴퓨터를 이용할 수 있다.

한편, 오늘날 가게나 은행의 수납원들은 과거처럼 주산 또는 다른 계산 도구를 이용하지 않고 금전등록기나 컴퓨터에 의하여 현금출납을 처리하고 있다. 더구나 대형 슈퍼마켓, 백화점 등에서는 상품 바코드를 이용하여 자동적으로 물건값을 인식하고 각 물건값을 최종적으로 합산하여 주며 고객의 거스름돈이 얼마인지까지 알려준다. 더욱이 물건값이 바뀌면, 종사원 모두가 일일이 그 값을 기억할 필요가 없이 간단한 프로그래밍 조작으로 손쉽게 바뀐 물건값을 알 수 있다. 이들을 이용하기 위해서 고객이나 상품 취급자가 필요로 하는 기술은 무엇인가 ?

그들에게 필요한 것은 물건값의 총액을 추정할 수 있고 그 값의 타당성 여부를 판단 할 수 있는 능력이다. 이 경우에 종사자는 물건값의 총액과 거스름돈을 알기 위하여 더 이상 덧셈, 뺄셈을 재빠르고 정확하게 하도록 기대 되지 않는다. 단지 컴퓨터화된 도구에 자료를 입력하고 나타난 결과의 타당성 여부를 판단하는 능력이 요구 된다.

즉 계산기나 컴퓨터의 광범위한 이용으로 길고 복잡한 계산을 재빠르고 정확하게 수행하는 기술을 더 이상 개발시킬 필요가 없어졌다. 그보다는 평가의 기술, 결과의 타당성을 인식하는 능력이 더욱 기본적인 것이 되었다. 따라서 학교 수학 교육과정의 초점은 문제 해결을 위한 계산술이나 연산법 등을 숙달하는 것으로부터 이들을 언제, 어디서, 어떻게, 왜 사용하는가로 바뀌어야 한다. 또한 정보화 사회에서 끊임없이 양산되는 대량정보를 어떻게 처리할 것인가의 문제는 수학 교육에 있어서 판단력의 계발에 대한 중요성을 크게 부각시키고 있다.

그러므로 초,중등학교 교육과정의 수학교육 목표에 정보처리와 컴퓨터 조작능력을 첨가시켜야 한다.

3. 수학 교육과정의 변화의 방향

아마도 1990년대의 학교 수학교육과정 개편의 주된 관심은 새로운 과학기술, 특히 전자계산기와 소형 컴퓨터의 발전으로 교육과정이 어느 정도까지 영향을 받을 것이고 또 받아야 할 것인가라는 문제에 집중될 것이다. 교육현장에 계산기와 컴퓨터가 수학교육의 학습보조도구로 등장하였을 때 많은 사람들은 이들의 사용이 학생들의 두뇌 발달에 저해가 될 수 있다는 우려를 나타냈다. 그러나 최근의 연구결과에 따르면 초,중등학교의 각 학년에서의 수학교육은 계산기를 사용함으로써 바람직한 교육 성과를 얻고 있다 [7,9].

이제는 논의의 초점이 이들의 이용이 바람직한가의 여부보다는 어떻게 효과적으로 이용할 것이며 이용에 따른 교육 내용은 어떻게 변화하여야 되는가로 바뀌어야 한다. 학교 교실을 벗어난 곳에서 자유롭게 접하는 도구를 학교 교실에서 사용하지 못하게 하는 것은 어리석은 것이며, 학교 수학으로부터 학생들을 소외시키는 결과를 초래할 우려가 있다.

여기서 우리는 과거 학교 교육의 중요한 과목이었던 라틴어의 역할 및 운명을 상기해 볼 필요가 있다. 오늘날 라틴어는 그 유용성 문제로 마침내 학교 교육에서 사라졌다. 학생들에게 절실히 필요한 지식은 너무나 많으나 학교 교육은 제약된 여건 때문에 모든 것을 제공할 수 없으며 최소한의 필요한 것만 교육시키고 있다. 그러므로 라틴어에 관한 지식은 소수의 라틴어 전문가들에 의존하고 더 이상 모든 학생들에게 라틴어 교육을 하지 않는다.

마찬가지로 우리가 수학교육에서 새로운 과학기술의 발전에 따른 변화를 수용하고 적용하지 못한다면 마침내는 전문 수학자들의 교육과정만 남고 일반적이며, 보편적인 수학교육의 필요성이 사라지게 될 지도 모른다. 따라서 우리는 정보사회의 도래에 따른 컴퓨터 교육과 그 이용에 따른 수학 및 수학교육의 변화를 준비 하여야 한다.

컴퓨터의 도입에 따른 영향은 크게 두 방향에서 살펴볼 수 있다. 하나는 수학 내용 그 자체이며 다른 하나는 교육공학의 교수방법론적 측면이다. 여기서는 수학 내용의 변화에 초점을 맞춰 보았다.

첫째, 대량의 정보를 처리할 수 있는 컴퓨터의 능력으로 경영학, 경제학, 언어학, 생물학, 의학, 사회학 등등에서 방대한 자료의 취급과 논리적 분석이 가능하게 되었다. 이러한 현상은 특히 사회과학, 생명과학에서 현저하다. 실제로 방대한 자료처리 기술은 거의 모든 지적 교과목에 스며들었다. 그러나 공학과 자연과학의 응용에 맞도록 짜여진 대수, 기하, 해석 순서의 전통적인 수학교육 내용으로는 이러한 분야에서 요구하는 수학적 아이디어, 즉 수학적 모델, 구조, 모의실험 (Simulation)들의 이해를 계발시키기가 어렵다. 따라서 통계 및 확률 분야의 과목에 대한 중요성이 증대된다.

둘째, 단순한 사칙연산 뿐만 아니라 기호 및 논리를 처리할 수 있는 소프트웨어의 개발로 수학교육내용 자체에 변화를 가져왔다. 현재 학교에서 교육하고 있는 대수 및 해석 분야의 거의 모든 내용을 효과적으로 수행할 수 있는 소프트웨어가 개발 보급되어있다 [11]. 그러므로 계산술 및 연산법에 대한 강조가 약화될 것이다.

셋째, 컴퓨터를 이용하여 문제를 해결함에 있어서 제일 중요한 문제는 해답을 얻는 데까지 걸리는 시간이다. 수학 문제의 해결 방법은 여러가지가 있을 수 있다. 어떤 방법을 선택하느냐에 따라 컴퓨터를 조작하는 명령어, 즉 프로그래밍이 달라진다. 어떤 프로그래밍이 효과적인가는 프로그래밍의 작업수행 시간에 의해 결정된다. 지금까지는 사람이 이해하기 쉬운 풀이법이 선호되었다. 그러나 컴퓨터화된 사회에서는 효율성이 시간에 의해 결정된다. 따라서 문제를 해결하는 절차, 즉 알고리즘에 대한 중요성이 부각된다.

넷째, 컴퓨터는 본질적으로 이산구조 기계이며 그 기능을 설명하거나 컴퓨터를 사용하기 위한 소프트웨어를 개발하는 데 필요한 수학 또한 이산 수학이다. 결과적으로 부울대수, 차분방정식, 그래프이론 등과같은 이산수학에 대한 관심이 높아질 것이다.

다섯째, 컴퓨터의 이용은 수학 교과목 그 자체를 변화시킬 것이다. 전통적으로 수학은 인간의 추론 능력을 양성하는 교과목으로 여겨져, 모든 문제의 증명이 인간에 의해 이루어져야 하였다. 그러나 1976 년에 Four Color Problem 이 컴퓨터를 이용하여 증명되었으며, 이 문제는 아직도 컴퓨터의 도움없이는 미해결 문제이다 [6]. 물론 일부 수학자들 사이에는 인간이 판단할 수 없는 증명을 증명으로 받아들이는 데 대한 논쟁이 남아 있으나 오늘날 대부분의 수학자들은 컴퓨터에 의한 증명을 수학의 한 분야로 받아들이고 있다 [4]. 많은 미해결 문제들 가운데 풀이를 위하여 고려하여야 할 경우의 수가 유한한 문제는 컴퓨터를 이용하여 해결하고 있다.

참고로 1989년의 미국 전국교사협의회(NCTM)의 학교수학 교육과정과 평가 기준안 9 - 12 학년의 수학교육 변화 내용을 보면 위와같은 변화를 포함하는 방향으로 나아가고 있음을 알 수 있다 [8].

4. 교육 보조 도구로서의 컴퓨터

현대사회는 다양성 추구의 사회이며 창의성을 중시하고 있다. 따라서 학생 각 개인의 능력과 학습 속도에 적합한 수업을 제공하는 개별화 학습이 수업형태로 바람직하다. 이 목표를 이루기 위하여 교육현장에서는 많은 노력을 하고 있다. 그러나 그 실효를 가시적으로 얻기 위하여 해결하여야 할 문제점들이 아직도 많다. 만족할 만한 수준을 얻으려면 경제적 문제가 우선적으로 해결되어야 한다. 이에 보다 경제적이며 효과적인 방안으로 컴퓨터의 이용에 대한 연구가 활발하다 [2].

컴퓨터 보조 학습의 특성은 프로그래밍의 다양성에 의한 학생의 능력별 학습이 가능하며 프로그램의 조작에 의하여 학생 각 개인이 프로그램을 만들어 사용할 수 있으므로 창의성 개발이라는 목표에도 적절하다는 점이다. 더욱이 같은 프로그램을 사용하는 모든 사람들이 같은 결과를 얻으므로 교육의 통일성도 획득된다.

한편, 지난 수 십년 동안 교육현장에서는 학습효과를 높이기 위하여 시청각 교육을 강조하였으나 교사중심 수업의 한시적 보조도구로서 환등기, 영사기, 비디오, 오디오 등을 이용하였다. 그러나 개인용 컴퓨터의 기술발전으로 이상의 모든 기능을 갖춘 컴퓨터가 저렴한 가격에 시판되고 있어 그 활용성은 어느 때보다 높아졌다.

특히 수학은 추상적이며 관념적 대상을 다루는 학문이다 [3]. 그러므로 교사와 학생간의 의사소통을 위한 언어도 극히 추상적이기 쉽다. 학생 각 개인의 능력에 따라 이해의 차이는 현격하므로 수학은 일반적으로 어렵고 소수의 머리좋은 학생만을 위한 학문으로 인식되고 있다. 교사중심의 수업형태에서는 이러한 현상이 더욱 심하다. 컴퓨터에 의한 일 대 일 수업을 하고 학생 각 개인의 능력에 맞추어 학습 속도와 심화학습 내용을 결정한다면 학생들을 수학 문맹자로 만들지는 않을 것 이다.

수학교육의 학습 보조 도구로서의 컴퓨터의 활용 방안을 살펴보면

(1) 교사를 위한 전자칠판으로서의 이용

(2) 프로그램의 다양성에 의한 각 개인 학생의 능력별 개인교수로서의 역할

(3) 연습, 숙달 및 자가진단을 위한 학습 도구로서의 이용

(4) 오디오, 비디오, 애니메이션, 그래픽 등 시청각 교육 도구로서의 이용

등이다 [5].

5. 컴퓨터를 이용한 학습모형

수학교육의 커다란 장애 가운데 하나는 학생들이 수식으로부터 개념을 쉽게 구체화 하지 못한다는 점이다. 즉 학생 자신의 언어로 그 내용을 이해하기가 어렵다. 그러므로 교사들은 여러가지 예나 도형을 이용하여 개념을 설명하고 있으나 한정된 시간으로 인하여 제약을 받고 있다. 특히 중,고등학교 과정에서의 교육내용은 엄밀한 수학적 증명을 동반하기가 어려워 직관에 많이 호소하고 있으나, 그 직관적 방법이 때로는 학생을 혼란스럽게 할 때가 있다.

예를 들어 함수의 증가, 감소와 도함수의 부호 사이의 관계를 설명하고 있는 고등학교 수학I 교과서의 내용을 살펴 보자. 함수 $f(x)$가 $x=a$에서 미분가능하면, $f'(a) = \lim_{h\to 0}\frac{f(a+h)-f(a)}{h}$

이다. 이때에 미분계수 $f'(a)$ 의 부호와 함수의 증감 사이의 관계를 설명하면서 $\lim_{x\to a} g(x)=A$ $(A\neq 0)$ 일 때 , x 가 a 에 충분히 가까워지면 $g(x)$ 의 부호는 A 의 부호와

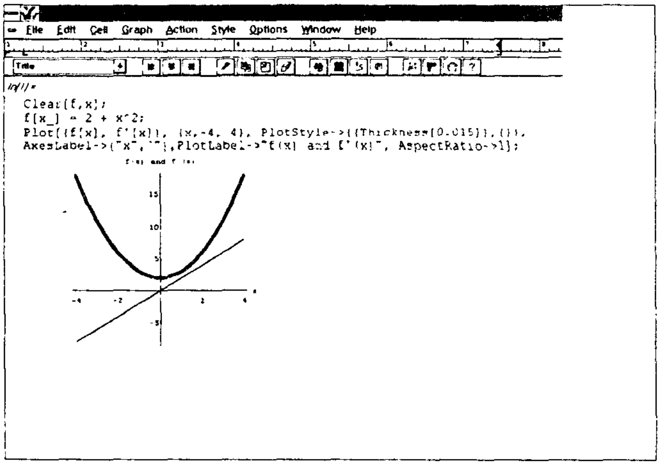
같다는 극한값의 성질을 이용하고 있으나, 이 사실을 증명없이 직관에 호소하고 있다 [1]. 그러나 이 사실을 직관적으로 인식하기가 어려운 학생이 있으며, 미분계수의 부호와 함수의 증가, 감소사이의 관계를 공식으로 외우는 학생이 많다. 그리고 미분계수의 부호와 함수의 증가, 감소상태의 상호 관련이 갖는 수학적 의미를 이해하는 학생은 더욱 드물다.

그러므로 도입단계에서 컴퓨터의 그래픽 기능과 미분계산 능력을 이용하여 다양한 함수의 그래프를 그려보고 함수의 증가, 감소상태와 미분계수의 부호와의 관계를 학생 스스로 관찰, 추론할 수 있도록 하는 것이 효과적이라 생각한다.

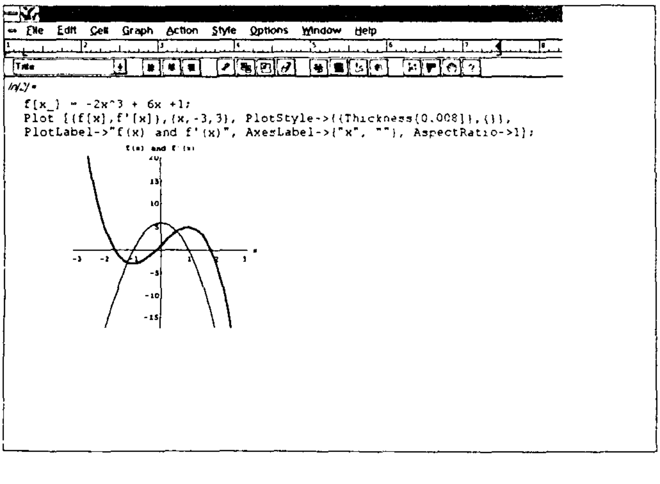
여기서는 Symbolic 계산및 그래픽이 가능한 프로그램인 Mathematica를 이용한 학습모형을 제시하고자 한다.

[예제 1] 함수 $f(x) = x^2 + 2$ 와 도함수 $f'(x) = 2x$ 의 그래프를 그리고, $f(x)$ 의 증가, 감소상태를 조사하여라.

[풀이]

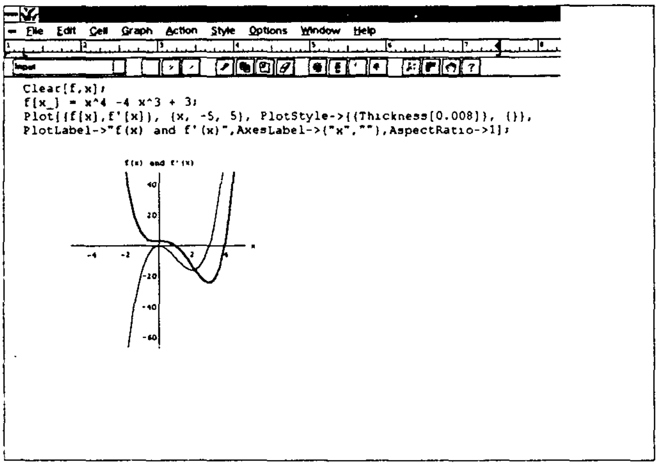


[예제 2] 함수 $f(x) = -2x^3 + 6x + 1$ 와 도함수 $f'(x) = -6x^2 + 6$ 의 그래프를 그리고 $f(x)$ 의 증가, 감소상태를 조사하여라. [풀이]



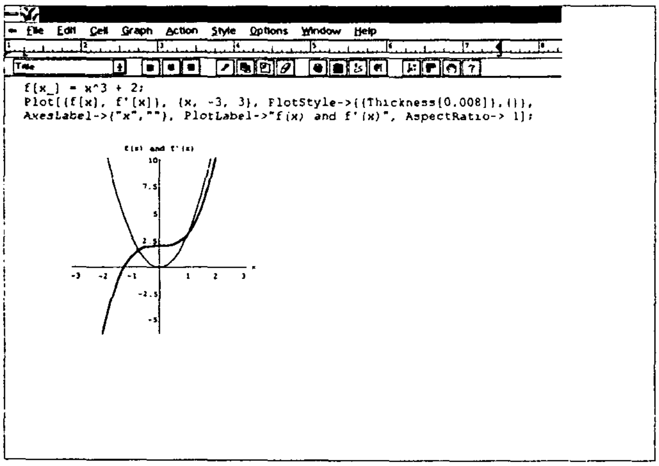
[예제 3] 함수 $f(x) = x^4 - 4x^3 + 3$ 와 도함수 $f'(x)$ 의 그래프를 그리고 $f(x)$ 의 증가, 감소상태를 조사하여라.

[풀이]



[예제 4] 함수 $f(x) = x^3 + 2$ 와 도함수 $f'(x)$ 의 그래프를 그리고 $f(x)$ 의 증가, 감소상태를 조사하여라.

[풀이]



이상의 그래프를 통하여 무엇을 관찰할 수 있는가?

첫째, 도함수 $f'(x)$가 어떤 구간에서 양이면 함수 $f(x)$는 그 구간에서 증가하고, $f'(x)$가 음이면 $f(x)$는 감소한다.

둘째, $f(x)$의 증가, 감소폭이 도함수 $f'(x)$의 절대값의 크기에 비례한다.

셋째, 도함수 $f'(x)$의 값이 0 이 되는 점의 좌우에서 $f'(x)$의 부호가 바뀌면 $f(x)$의 증가,

감소상태도 바뀐다.

넷째, 도함수 $f'(x)$의 값이 0 이 되는 점의 좌우에서 $f'(x)$의 부호가 바뀌지 않으면 $f(x)$의 증가, 감소상태도 바뀌지 않는다.

실제로 우리들의 일상생활에서 함수의 값보다는 그 증감상태가 관심이 높은 경우가 많다. 예를 들어, 다음과 같은 문제를 생각해보자.

학교에 유행성 독감이 발생하였다. 이 감기는 한번 감염되면 반드시 치료되며 그 후에는 면역이 생긴다. 병이 발생한 후 x 날 현재 아직 병에 감염되지 않았으나 감염될 가능성이 있는 학생들의 수를 $S(x)$라 하고, 감염되어 있으며 전염성이 있는 학생의 수를 $I(x)$라 한다. 이 경우 실제로 감염된 학생수보다 병의 발병률 즉 $I'(x)$가 우리의 관심을 끈다. 즉 $I'(x) > 0$ 이면 감기에 걸리는 학생이 늘어날 것이며, $I'(x) < 0$ 이면 감기에 걸리는 학생이 줄어든다. 병의 발병률은 감염될 가능성이 있는 학생수 $S(x)$와 전염성이 있는 학생수 $I(x)$의 영향을 받아 증가하며, 병에 걸려있는 학생수에 비례하여 감소하므로 그 식은 $I'(x) = A\ S(x)I(x) - B\ I(x)$로 생각할 수 있다. 여기서 A와 B는 적당한 비례상수이며 B의 값은 완치를 위해 필요한 치료일에 따라 결정된다.

$A = 0.00028$이고, $B = 0.073$일때 13일 후($x = 13$)의 $S(13) = 4567$, $I(13) = 871$이라면 병의 진행에 대하여 어떠한 예측을 할 수 있는가?

6. 맺음말

학교 수학교육의 궁극적 목표는 교실에 컴퓨터를 도입한다고 변화되지 않는다. 컴퓨터가 교사를 대신할 수도 없다. 그리고 컴퓨터를 다룰 수 있도록 교육함으로써 모든 학생이 수학적 소양을 갖게되는 것은 아니다. 수학자에게서 계산기와 컴퓨터는 작가의 타자기와 같은 것이다. 즉 작업을 쉽게 할 수 있는 것이지 작업을 성취시키는 것은 아니다. 따라서 학교 수학교육의 목표는 학생들이 장차 필요로할 기본적인 수학을 기초로 하여야 하며 컴퓨터의 이용과 같은 기술의 습득에 있지는 않다.

중등학교 수학교육의 목적은 일상생활에 필요한 수학적 지식, 기능, 사고의 방법 그리고 건전한 민주 시민의식을 얻도록 하고 졸업 후 직업을 갖는 학생들 및 상급학교로 진학하는 학생들을 준비시키는 교육을 제공하는 것이다. 중,고등학교 학생들은 이 시기에 평생의 가치관과 기능을 배운다고 할 수 있다. 무엇을 공부할 것이고 어떻게 배울 것인가에 관한 학생들의 결정은 그들의 미래에 지대한 영향을 미친다. 수학을 공부하는 데 있어서의 실패는 고등기술을 필요로 하는 여러가지 직업을 얻을 기회를 잃게 한다.

또한, 미래사회에서는 많은 사람들이 일생동안 여러차례 직업의 변화를 가질 것이다. 따라서 적절한 적응성을 발전 시킬 수 있도록 중등학교에서는 소수 엘리트만을 위한 수학교육이 아니라 모든 학생들을 위한 수학교육이 되도록 보다 광범위한 교육목표를 택하여야 하며, 학생들이 수학을 포기하지 않도록 학습 동기를 유발하는 의미있는 노력을 하여야 한다. 즉 학생들에게 수학의 가치를 알도록 하고, 수학적 능력에 자신감을 갖도록 하며, 수학적인 문제를 해결할 수 있게 하고, 수학적으로 의사소통을 할 수 있도록 하고, 수학적으로 추론하는 경험을 제공하여야 한다. 그리고 이를 위한 교육과정은 점증적으로 고도의 기술과 방대한 자료처리 기술이 지배하는 사회에서 생활할 모든 학생들의 욕구를 충분히 반영하여야 한다.

그러나 모든 학생들의 능력이 같지는 않다. 학생들은 수학에 대한 각각 다른 재능, 능력, 성취도,

욕구, 흥미를 보인다. 그러므로 개별화 학습이 절실히 필요하고, 그에 대한 현실적 대안으로 컴퓨터의 활용 가능성이 높아진다. 컴퓨터가 교육 보조도구로서 교실에 도입되면 수학교육 내용 자체가 필연적으로 영향을 받게 된다.

이 시점에서 우리는 21세기 를 대비한 교육과정을 준비하여야 하며 그 준비를 위한 한 부분으로 이 원고를 작성하였다. 이 원고의 내용이 절대적이 아니며 또한 실험, 검증된 것이 아니다. 다만 이 원고로 인하여 수학교육에서 컴퓨터의 도입과 그 성과에 대한 연구가 활발히 이루어지길 바란다. 컴퓨터의 도입에 의한 수학교육 내용의 변화는 아직 구체적으로 정립되지 않았으나 미국 NCTM이나 국제 수학교육 회의 (ICME)의 추세는 수학교육에 컴퓨터의 도입을 기정 사실화 하고있다. 그러므로 우리나라에서도 교사교육 기관에서는 교육과정 정립 이전에 이에 대한 대비가 필요하다고 본다.

참고문헌

1. 고 동욱, 외 3인, 고등학교 수학 I, 금성교과서, 1989, p.141.
2. 최 경희, 임 성택, 연산지도용 CAI 코스웨어에 관한 연구, 한국수학교육학회지 4 30 (1991), no.2, 107 - 123.
3. 한 태식, 기하교육과 Van Hiele 이론, 한국수학교육학회지 30 (1991) no.3, 47 - 70.
4. C. W. H. Lam, How Reliable Is a Computer-Based Proof?,The Mathematical Intelligencer vol 12, no.1, 1990, 8-12.
5. G.Howson, B.Wilson, School Mathematics in the 1990s, ICMI Study Series, 1986, Cambridge University Press.
6. K. Appel, W. Haken, Every Planar Map is Four Colorable, Contemporary Mathematics vol 98, AMS, 1989.
7. M.M. Lindquist, Selected Issues in Mathematics Education, McCutchan Publishing Corporation, 1980.
8. NCTM, Curriculum and Evaluation Standard for School Mathematics, 1988.
9. R. Hembree, D.J. Dessart, Effects of Hand-held Calculators in Pre-college Mathematics Education :a meta-analysis, J. Res. Math. Ed, vol 17, 1986, 83-97.
10. S. Hill, Education in the 80's:Mathematics,National Education Association of the United States, 1982.
11. S. Wolfram, Mathematica, Addison - Wesley Co, 1991.