한국학교수학회논문집 제 12 권, 제 4 호
Journal of the Korean School Mathematics Society
Volume 12, Number 4, 411-431, December 2009

초등교사들의 수학적 모델링에 대한 인식 조사 연구*

김민경[1] · 민선희[2] · 강선미[3]

본 연구는 초등교사를 대상으로 하여 수학적 모델링에 대한 인식을 조사·분석함으로써 초등교육과정에서 수학적 모델링의 현장 적용 가능성을 제시하고자 한다. 이를 위해 서울지역 582명 초등교사를 대상으로 한 설문과 4명의 교사면담을 실시, 분석하였다. 그 결과 수학적 모델링에 대한 교육적 잠재력이 있음에도 불구하고 초등교사들의 인식정도는 매우 저조하였지만, 대다수의 교사들은 수학적 모델링을 개념설명과 흥미유발 측면에서 활용 가능할 것이라고 응답하였다. 국내·외의 경우 중고등학교를 대상으로 하는 연구가 확산되고 있음을 볼 때 활용가치는 높다고 할 수 있지만 아직 초등을 대상으로 한 연구가 부족하기 때문에 앞으로 초등 사례연구를 통해 활용가치를 높일 필요가 있다고 본다.

주요용어 : 인식 조사, 모델, 모델링, 초등교사, 수학적 모델, 수학적 모델링

I. 서론

점차 기술공학이 보편화되어가는 현대 사회에서는 본질적인 사실이나 절차에 관한 판단을 바꿀 때 그 대상에 대한 개념적 이해를 요구한다(National Council of Teacher of Mathematics, 2000). 이 때 개념적 이해는 새로운 문제와 상황을 다룰 때 필요한 지식의 본질적인 요소로써 사실적 지식, 절차의 능숙함, 개념적 이해의 결합을 통해 학생들이 지식을 탄력적으로 사용하는 능력을 발휘하는 것을 뜻한다. 수학교육적 입장에서 볼 때 학생들에게 실세계 현상에 관한 관점을 제공하기 위한 방안으로써 모델이 사용되는데 이런 점에서 NCTM(2000)에서는 개념적 이해를 하기 위한 방안으로 현상에 대한 수학적 모델링을 제시하고 있다.

NCTM(2000)은 수학을 가장 강력하게 활용하는 사례 중의 하나가 현상에 대한 수학적 모델링이며, 모든 수준의 학생들이 자신의 수준에 적합한 방법으로 다양한 현상을 수학적으로 모델링하는 기회를 가져야 한다고 제시하고 있다. 또한 Lesh와 Leher(2003)도 모델과 모델링의 관점에서 교사들이 수학을 가르치는 데 있어서 자신들의 행동을 관찰하고 반성적 고찰

* 이 논문은 2008학년도 정부지원(교육인적자원부)로 한국학술진흥재단의 지원으로 연구되었음 (KRF-2008-327-B00627).
1) 이화여자대학교 (mkkim@ewha.ac.kr)
2) 이화여자대학교 대학원(sunnym73@naver.com)
3) 이화여자대학교 대학원(gangseonmi@gmail.com)

을 행하기를 강조하였으며 이러한 경험이 학생들로 하여금 수학적으로 이해하는데 도움을 줄 수 있다고 기술하고 있다.

국내의 경우는 중고등학교 수학교육과정에서의 지도방안으로 수학적 모델링에 대해 소개(강옥기, 2001)하면서 학생들의 수학교육 지도에 있어 수학적 모델링을 활용할 것을 제안하였다. 또한 조원주(2002)는 중학교 수학교사들을 대상으로 수학적 모델링의 활용가치와 활용가능성에 대해 설문조사를 실시하면서 절반 이상의 교사가 수학적 모델링을 알고 있고 대부분의 교사들이 활용가치가 있다고 인식한다고 보고하였다. 한편 중학생(방정숙, 2003; 신은주 · 이종희, 2004; 이기열 · 이병수, 1999) 및 고등학생(성호금, 2000)을 대상으로 한 연구를 통해 수학적 모델링에 대한 필요성을 제기하기도 하였다.

이렇듯 최근까지 국내에서는 중학교 이상의 교육과정에서 수학적 모델링에 대한 연구가 진행되고 있으며 현직교사들의 경우 수학적 모델링에 대한 이해를 바탕으로 하여 실제 수학교육지도에 있어서 수학적 모델링을 활용하는 것을 알 수 있다. 한편 국내에서 초등학생들을 대상으로 하는 연구들은 거의 찾아보기 힘든 실정이다. 이와 관련하여 English와 Watters(2005a)는 초등학교 수학교육이 모든 어린이들에 있어 수학적 모델링의 의미 있는 전개가 시작될 환경이 되어야 한다고 언급하였다. 그렇지만 실제로는 초등단계에서 수학적 모델링과 같이 학교상황을 뛰어넘는 수학적 의미와 과정에 대한 접근이 이루어지기는 쉽지 않다고 지적하고 있다. 그렇기 때문에 학생들로 하여금 수학에 대한 개념적 이해를 돕고 현상의 문제를 좀 더 의미있게 해결할 수 있도록 돕기 위하여 초등단계에 적합한 수학적 모델링의 순차적이고 체계적인 학습경험은 필요하다고 보여진다. 이를 위해 먼저 학생들을 지도하는 교사들을 대상으로 하는 수학적 모델링에 대한 이해와 활용방안에 대한 인식연구는 수학적 모델링을 초등영역에 적용하기 위한 출발점으로 볼 수 있다.

본 연구에서는 이러한 연구의 필요성을 바탕으로 하여 초등교사에게 있어 수학적 모델링이 어떻게 인식되고 있는지를 파악하는데 목적이 있다. 이 목적을 달성하기 위해서 설문조사 및 심층면담을 실시하였으며 수학적 모델링과 수학적 모델링의 활용에 대한 인식을 배경요인에 따라 분석하였다. 그리하여 도출된 결과들을 통해 초등교육에 있어 수학적 모델링을 적용한 교수 · 학습 방법에 따른 시사점을 찾고자 한다.

II. 이론적 배경

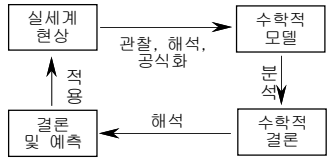
1. 수학적 모델링의 개념 및 과정

학교밖 상황에서 수학은 의미 있는 문제를 해결하기 위해 사용되며, 학생들은 문제를 해결하기 위한 다른 전략을 사용하면서 매일의 생활에서 도구로써 사용한 수학적인 모델에 대해 점차 이해를 넓혀간다(Schliemann & Carraher, 1996). 수학을 이해하기 위해서는 사실적 지식, 절차에 대한 능숙함과 함께 개념적 이해가 필요하다(NCTM, 2000). 이러한 개념적 이해를 위해서는 탐구하고자 하는 대상에 대하여 전체적인 상황에 대한 파악과 더불어 그 대상을 구성하는 요소 및 관계에 대해 분석하고 탐구하는 환경이 조성되어야 한다. 즉, 실생활과 유사한 과학실과 같은 연구공간을 만들어 학생들로 하여금 자신들의 예측과 가설 등을 활용해 마음껏 실험하고 그 결과를 서로 나누면서 개념적인 이해를 돕도록 하여 스스로 전문가적 자세로서 세상을 탐구할 수 있는 기회를 제공하여야 할 것이다. 이는 Papert(1980)가

제안하듯 머릿속에 마이크로월드(microworld)와 같이 스스로 문제를 해결하고 도전하는 가상공간을 구축하여 능동적인 학습의 기회를 제공하는 것과 같은 맥락이라 할 수 있다.

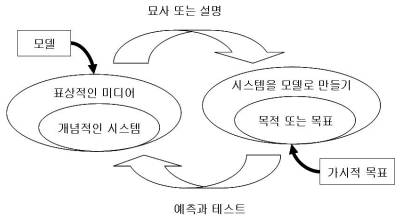
수학교육에서 모델과 모델링에 대한 인식은 '수학적으로 생각하기'를 의미한다. 수학적으로 생각하기란 추정·계산(computimp)하는 것보다는 상황에 대한 보다 더 추상적·통합적·수학적인 해석이라고 설명할 수 있다. 또한 교사입장에서 가르치는 것에 대해 모델과 모델링을 인식하는 것은 교사들것에† 행하는(doimp)' 것과 반성적 고찰(reflect), 자신들이 하는 것을 '관찰'하는 것을 강화시키는 것이다(Leim & Leher, 2003).

우선 수학적 모델링의 과정에 대해 살펴보면 NCTM(1991)에서는 다음의 <그림 II-1>과 같이 수학적 모델링의 과정을 제시하였다. 즉 실세계 현상, 수학적 모델, 수학적 결론, 결론 및 예측의 4가지 과정으로 순환하는 과정으로 나타내면서, 실세계 현상을 수학적으로 해석하고 수학적으로 결론지어진 내용을 다시 현실에 적용하는 과정으로 제시하였다.



<그림 II-1> NCTM이 제시한 수학적 모델링 과정(Swetz & Hartzler, 1991, p. 3)

한편 Lesh와 Leher(2003)은 수학적 모델링의 과정에 대하여 다음의 <그림 II-2>와 같은 개념적인 도식으로 설명하였다. 이때 모델은 모델을 설정하고 수정하는 인식론의 형태를 연습하기 위한 특정한 시스템을 기반으로 하여 상황을 수학적으로 기술하기 위한 목적으로 사용된다. 또한 모델링은 특정한 상황에서 특정한 목적을 위한 표상적인 기술들을 발달시키는 과정이라고 제시하였다.



<그림 II-2> 모델링 사이클(modeling cycle) (Lesh & Leher, 2003, p. 112)

이기열과 이병수(1999)는 수학적 모델링을 학습현장에 적용하기 위하여 다음과 같이 두 가지 측면을 고려할 것을 언급하였다. 즉 자료의 구성체계를 위해 자료의 제목과 문제상황을 제시하고 관련단원, 교수학습목표, 필요한 선수학습내용을 먼저 이해할 수 있도록 하여야 한다고 제언하였다. 또한, 수학적 모델링의 자료를 문제의 이해단계, 문제의 이상화단계, 수

학적 모델형성 및 추론단계, 재해석의 4단계로 모델링의 단계에 맞게 재구성할 것을 제시하였다.

오늘날과 같이 정보과학이 빠르게 성장하고 있는 시점에서 수학적 모델링을 활용하는 것은 세계의 변화에 능동적으로 대처하기 위해 정보와 지식을 어떻게 처리할 것인지를 배우는 과정이라 할 수 있다. 또한 NCTM(2000)에 따르면 수학적 모델링을 통해 활용하게 되는 기술도구는 접근하기 쉬운 문제의 범위를 넓혀주고 일상적인 절차를 빠르고 정확하게 실행할 수 있게 함으로써 개념 이해와 모델링에 더 많은 시간을 쓸 수 있게 한다고 제안하고 있다. 학생들은 수학적 모델링에 참여함으로써 복잡한 현상의 수학적 구조의 기반을 인정하는 기회를 얻게 된다. 왜냐하면 수학적 모델은 눈에 보이는 특색(생물학적인, 신체적 또는 예술적 속성)보다는 오히려 현상의 구조적 특색(예를 들면, 패턴, 상호작용, 요소 사이의 관계)에 초점을 두기 때문에, 수학적 모델들은 복잡한 체계의 행동을 예측하는데 강력한 도구라 할 수 있다. 수학적 모델링은 인간공학, 항공기술, 정보과학 같은 현대의 과학적 연구에 근간을 두기 때문이다(English & Watters, 2005c). 이렇듯 기술과 정보가 빠르게 변화하는 시대에서 수학을 생활속의 문제해결도구로써 의미있게 활용하기 위해서는 수학적 모델링을 통해 학생들 스스로 수학을 능동적으로 활용하고 개념적으로 이해할 수 있도록 하는 것이 필요하다.

2. 초등수학과 수학적 모델링

국내 연구를 우선 살펴보면 중학생 이상을 대상으로 한 연구들이 대부분이다. 먼저 중학생 대상 연구의 예를 살펴보면 조원주(2002)는 수학적 모델링에 관련하여 중학교 교사 47명을 대상으로 한 설문 자료를 분석한 결과 대상자들의 반 이상(57.4%)이 수학적 모델링의 개념과 도입의 필요성을 알고 있었고, 대부분(97.9%)이 학교 수학에서 수학적 모델링을 활용할 가치가 있다고 보고하였다. 그러나 현재 학교 수학에서의 활용 가능성에 대해서는 긍정적 반응(47.8%)과 부정적 반응(52.2%)로 양분되는 추세를 보였다. 부정적 반응의 원인으로는 과다한 학습량과 교사들의 경험과 학교의 수학용 기자재 부족, 그리고 구체적인 수업교재와 구체적인 평가기준안의 미비가 거론되었다. 또한 신은주와 이종희(2004)는 모델링 과정의 활동을 세 가지 활동-지각적 활동, 인지적 활동, 메타인지적 활동-으로 구분하여 이 활동들의 상호작용으로 모델을 개발하는 과정을 중학교 학생들을 대상으로 사례연구방법으로 조사하고, 모델링활동은 물리적 세계에서의 지각적인 활동과 추상적인 수학 활동을 연결함으로써 추상적인 수학 지식을 학생들이 이해하기 쉽게 지도할 수 있는 방법이라고 제언하였다.

고등학생 대상 연구사례를 살펴보면 성호금(2000)은 고등학교에서 수학적 모델링 지도의 효과를 분석하는 데 있어서 함수단원(함수, 지수·로그 함수, 삼각함수)을 중심으로 연구하면서 설문지를 통해 학생들의 수학적 모델링 수업에 대한 의견 조사를 실시하였다. 그 결과 학생들은 '경제적인 휴대폰 요금체계'와 같이 현실과 직접적으로 관련되는 모델링 과제에 관심이 가장 많았으며, '인구수 예측'과 같이 주어진 자료를 이용하여 미래를 예측해보는 문제에도 관심이 많은 것으로 나타났다. 한편, 이기열과 이병수(1999)는 사회적 구성주의 관점에서 고등학교 수준에서의 수학적 모델링 자료를 개발, 적용, 활용함으로써 학교수학과 실생활 문제를 관련시켜 학생들 스스로 관찰, 해석, 사고, 분석하여 구조화하는 고차원적인 인지능력의 형성과 문제해결력을 배양할 수 있는 학습방법을 고찰하였다. 또한 교육과정에 수학적 모델링을 적용하기 위한 방안으로써 신현성(2001)은 다음과 같이 단계적으로 모델링 문제를

활용할 것을 제언하였다. 즉 가급적 문제의 정의가 쉽지 않고 이를 위해 어떻게 접근해야하는지 명확하지 않은 실제 생활에서 어떻게 모델링을 하는가에 따라 문제의 정의가 약간 변경될 수 있는 형태를 사용할 것을 제시하였다.

한편 국외 연구들을 살펴보면 중·고등학생 뿐만 아니라, 초등학생을 대상으로 한 연구들도 다수 보고되었다. English(2006)는 초등학교 6학년을 대상으로 한 연구에서 수학적 모델링은 유용한 시스템이나 모델의 생성을 끌어내는 의미있는 맥락을 명백하게 사용한다고 제시하였다. 또한 모델링 절차는 아이들이 묘사, 설명, 또는 주어진 체계의 습성을 예측하기 위해 모델을 개발할 필요를 직면하게 되는 끌어내기 단계에서 시작된다고 언급하였다. 전통적 문제 해결과 대조적으로 수학적 모델링은 학생들이 그들 자신의 수학적 아이디어와 절차를 만들고 발전시키기를 요구하고, 관련 학급체계안에서 일반화할 수 있고 재사용될 수 있다고 보고하였다. 그 외 초등학교 3학년을 대상으로 한 연구(English & Watters, 2005b)를 통해 모델은 상황을 구성, 해석, 수학적으로 묘사하는데 사용되어지는 개념을 형성하는 틀 또는 체계라고 정의하면서 수학적 모델링에 참여함으로써 학생들은 복잡한 현상에 대한 수학적 구조의 기반을 인정할 수 있다고 제시하였다. 또한 초등학교 4학년을 대상으로 하여 올림픽을 주제로 한 연구(English & Watters, 2005c)에서는 학생들이 문제 상황을 다루기 위해 모델링 문제와 산출물들을 통해 구조화된 수학적 아이디어들과 절차들을 통합할 수 있도록 하였다. 이러한 수학적 모델링 문제들은 초등학생에게 의미 있는 수학적 아이디어를 개발할 수 있는 기회와 수학적 모델링을 통한 절차를 제공하였다.

이 외에 Petrosino, Leher와 Shauble(2003)은 초등학교 4학년을 대상으로 하는 연구에서 교실상황에서 적절한 도구를 사용하도록 계획하고 유도하는 것과 학생들이 그것을 이용해 생각을 하는 방식을 연구하였다. 더 나아가 Lesh와 Leher(2003)는 모델과 모델링의 관점에서 교사들이 수학을 가르치는 데 있어서 자신들의 행동을 관찰하고 반성적 고찰을 행하기를 강조하면서 모델 유도(Model-eliciting) 활동으로써 중등 수학의 사례(종이비행기 문제)를 소개한 바 있다.

이렇듯 국내의 연구가 중등이상의 교육과정에서의 수학적 모델링에 대한 인식과 활용방안에 대해 연구가 되고 있는 반면에 국외에서는 초등학생들을 대상으로 하는 연구 또한 활발히 진행되고 있는 실정이다. 이것은 English와 Watters(2005a)가 수학적 모델링 근간은 모델링을 개발할 수 있는 기초능력을 가지는 초등에서 시작할 수 있고 해야 한다고 주장하는 것과 같이 수학을 학생들이 살아가는 데 필요한 기초능력으로 인식하고 초등단계부터 수학적 모델링을 시작하려는 노력에서 기인한 것이라 할 수 있다. 그렇기 때문에 수학적 모델링에 대하여 국내에서도 초등단계의 연구를 통해 수학을 세상을 이해하는 도구로써 인식하고 모델링을 통해 실세계의 문제를 해결하는 힘을 기르는 기초능력을 신장시키기 위한 한 방안으로써 연구할 가치가 있다고 보여진다.

III. 연구방법 및 절차

1. 연구대상

1) 설문조사

본 연구에서는 서울지역을 대상으로 하는 초등교사들의 수학적 모델링에 대한 인식조사를

하기 위해 서울지역 11개 교육청을 대상으로 하여 각 교육청별로 2개 학교씩 임의표집하여 설문조사를 실시하였다. 현직 초등교사를 대상으로 하여 22개교, 총 650부를 배포하였고 그 중 582부가 회수되어 회수율은 89.53%이었다.

본 조사에서는 응답 교사에 대하여 성별, 교직경력별, 담당학년별, 관심과목별 특성을 조사하였다. 조사대상, 배경변인별 분포는 다음의 <표 Ⅲ-1>과 같다. 성별은 남자가 10.1%, 여자가 89.9% 비율을 나타내어 남교사에 비해 여교사가 높은 비율로 나타났다.

<표 Ⅲ-1> 교사 배경변인별 분포

	항목	빈도수(명)	비율(%)		항목	빈도수(명)	비율(%)
성별	남	59	10.1	담당학년	1학년	58	10.0
	여	523	89.9		2학년	61	10.5
	계	582	100		3학년	79	13.6
교직경력	0~5년	135	23.2		4학년	89	15.3
	6~10년	124	21.3		5학년	91	15.6
	11~15년	92	15.8		6학년	112	19.2
	16~20년	45	7.7		교과	73	12.5
	21년 이상	183	31.4		특수	5	0.9
	무응답	3	0.5		무응답	14	2.4
	계	582	100		계	582	100

2) 교사 면담

교사를 면담하는데 있어서 대상자 선정은 연구자가 관심을 둔 연구주제에 대하여 참여의사가 있고 반성적 사고 수준이 높은 사례를 의도적으로 선택하여 연구대상으로 삼는 목적표집방법을 사용하였다. 이는 연구자가 선정한 연구문제에 대해 자신의 의견을 좀더 자유롭고 심도 있게 제시하고 연구문제의 본질에 대해 중요한 정보를 제공해줄 수 있는 사례를 보장하기 위함이다(김영천, 2006). 이에 본 연구의 면담 대상자는 초등교사로서 교육경험이 최소 5년 이상 되고, 대학원 박사과정에서 재학중이며, 초등수학교육과 관련된 강의에서 수학적 모델링에 대한 사례연구에 참여한 경험이 있으며, 본 연구에 참여의사를 밝힌 3명을 면담대상자로 선정하였다. 본 연구에 참여한 면담 대상자의 인적 특성은 <표 III-2>와 같다.

<표 III-2> 면담 대상자의 인적 특성

면담자	교직경력	재직중인 학교유형	직위	관심분야
A 교사	7년	공립초등학교	교사	수학, 영어
B 교사	13년	공립초등학교	교사	수학, 영어, 교육연극
C 교사	9년	공립초등학교	교사	수학, 음악, 미술

2. 연구도구

1) 설문조사

본 연구에서는 '초등교사들의 수학적 모델링에 대한 인식'을 조사하기 위해 초등학교 교육

현황을 알아보고자 설문지를 사용하였다. 이를 위해 문헌 및 선행연구(문선미, 박종서, 2000; 성호금, 2000; 조원주, 2002)에서 사용한 설문지를 본 연구자의 연구 방향에 따라 수정보완하여 하위문항을 포함한 총 24개 문항이 있는 설문지가 개발되었다. 각각의 설문 문항은 교사의 배경적 요인들을 조사한 후 현직 교사들의 수학적 모델링에 대한 전반적 인식을 조사하는 것으로 구성되었다. 질문의 유형은 대부분 선다형 질문으로, 영역었다.에 따라 일부 문항 및 기타 응답이 있는 문항의 경우, 개방형으로 서술하도록 하였다. 흥미도와 기대효과 등과 같은 질문의 경우는 '전혀 그렇지 않다(1점), 그렇지 않다(2점), 보통이다(3점), 그렇다(4점), 매우 그렇다(5점)' 등의 5단계 Likert 척도에 따라 응답하도록 하였다.

본 설문지의 신뢰도를 알아보기 위해 Cronbach-α를 해본 결과 설문지 전체문항에 대한 신뢰도는 .772로 나타남으로써 이는 본 연구에서 사용한 설문지가 교사들의 수학적 모델링 인식, 활용에 대한 이해를 파악하기에 적절한 연구도구로 보여진다.

<표 Ⅲ-3> 설문조사 문항내역

영역구분	세부내용	문항번호	신뢰도
인적 배경	학교명, 성별, 교직경력, 담당학년, 선호하는 교과목명	1~5	.733
수학수업에 대한 인식	수학에 대한 흥미도, 수업의 강조점, 지도방법, 새로운 교육에 대한 관심도	A1~A5	.791
수학적 모델링에 대한 인식	수학적 모델링의 개념 이해, 사전 교육유무, 관련 자료 유무, 수업활용 유무, 필요성, 도입의향	B1~B6	.749
수학적 모델링의 활용에 대한 인식	수학적 모델링 도입시 기대효과, 수업의 활용형태, 수업 도입에 따른 어려움	C1~C5	.783

타당도는 대학원 석·박사과정에서 초등수학을 전공하는 현직교사 3인과 교수 1인에게 내용 타당도를 검증받았다. 또한 현직 교사들을 대상으로 사전 확인을 거쳐 질문 제기상의 오류와 미비한 점을 보완하도록 하였다.

2) 교사 면담

면담방식은 수학적 모델링 및 초등수학 관련 문헌과 연구자의 교직 경험을 바탕으로 구체적인 질문항목을 구성하여 사전에 이메일을 통해 기본 질문내용을 면담 대상자들에게 전달하였다. 이는 면담주제가 다소 어려운 내용일 경우 미리 대상자들에게 면담의 내용을 알려주는 면담(김영천, 2006)의 방식을 취하였다. 실제 면담을 진행할 때는 질문항목을 기본으로 진행하되 계획된 면담 항목을 연구자가 머릿속에 숙지한 내용에 국한시키는 것이 아니라 자연스럽게 면담 대상자들의 경험과 의견을 듣도록 하였다. 면담시간은 각 교사당 평균 1시간 정도 소요되었고 면담과정에서 면담 대상자들의 동의를 구하여 면담내용을 녹음하였다. 다음 <표 III-4>는 본 연구에서 사용한 교사면담의 질문들로써 인적배경, 수학수업에 대한 인식, 수학적 모델링에 대한 인식 등으로 구성하였다.

<표 III-4> 교사면담의 질문유형

질문유형	질문예시
인적 배경	● 선생님의 교육경력 및 담임학년 등은 어떻게 되십니까? ● 선생님의 관심분야는 무엇이십니까?
수학수업에 대한 인식	● 수학수업에서 강조하시는 내용은 무엇이십니까? ● 수학수업을 실시하실 때 학생들이 어려워하는 부분은 어떤 것이며, 그럴 때는 어떻게 지도하십니까? ● 초등학교 수학 수업에 있어서 어떤 부분이 보완되었으면 좋겠다고 생각하십니까?
수학적 모델링에 대한 인식	● 수학적 모델링에 대한 교육을 받은 경험이 있으십니까? ● 본인이 생각하시기에 수학적 모델링이란 무엇이라고 생각하십니까? ● 수학적 모델링을 초등학교에 적용하기 위해서는 어떻게 지원이 필요하다고 생각하십니까?

3. 자료분석과 처리

1) 설문조사

설문분석을 위한 통계 처리는 SPSS 12.0 프로그램을 사용하였다. 조사대상의 일반적 특성을 파악하기 위해 문항별 반응결과를 빈도수와 백분율로 표기하였다. 또한 배경변인에 따라 수학수업과 수학적 모델링에 대한 인식, 수학적 모델링의 활용에 대한 인식을 살펴보기 위해 교차분석(카이검정)을 통해 처리하였다.

2) 교사면담

자료 분석을 위해 심층면담을 통해 녹음된 자료를 전사하였고, 각 자료를 반복해서 정독하면서 주제별로 범주화하고 영역과 주 내용을 기록한 다음 영역들 간의 비슷한 점과 다른 점, 하위 항목들간의 포함관계를 분석하였다. 이때 미리 개발된 코딩 목록에 따라 자료들을 코딩하는 것이 아닌 분석적 귀납방법을 통해 분석하는 개방적 코딩방법(김영천, 2006)을 사용하였다. 자료 분석과 해석의 타당도를 높이기 위해 초등교육 전문가와 동료연구자와 함께 검토하는 과정을 거쳤다.

Ⅳ. 연구결과

1. 초등교사의 수학에 대한 인식

1) 수학에 대한 흥미 정도

초등교사가 수학에 대해 느끼는 흥미 정도를 살펴본 결과 '그렇다' 55.9%, '매우 그렇다' 22.2%로, 흥미가 있다고 느끼는 정도가 보통 이상이 95.7%를 차지하여 수학교과에 대한 초등교사의 흥미가 높음을 알 수 있다.

<표 Ⅳ-1> 수학에 대한 흥미 정도

수학흥미성	응답수(명)	비율(%)
전혀 그렇지 않다(1점)	7	1.2
그렇지 않다(2점)	17	2.9
보통이다(3점)	102	17.6
그렇다(4점)	325	55.9
매우 그렇다(5점)	130	22.2
무응답	1	0.2
합계	582	100
평균	3.94	
표준편차	0.806	

2) 수학교수 강조점 실태

초등교사들이 수학 수업 지도에서 강조점을 어디에 두는지 다중응답한 결과 '수학적 개념과 원리'라고 답한 응답이 55.2%, '문제해결방법'이 26.0%, '긍정적 태도'가 13.9%, '연산능력'이 4.9%, '기타'가 0.3%로 나타났다. 이를 살펴보면 응답한 초등교사들의 절반 이상이 수학적 개념과 원리에 중점을 두고 가르치고 있다는 점을 알 수 있다. 이는 조경원・김경자・노선숙(2000)의 연구에서 수학교과의 목표에 대한 응답에서 '개념적 지식과 알고리즘적 지식'이라고 응답한 내용과 유사하다.

<표 Ⅳ-2> 수학교수 강조점

구분	응답수(명)	비율(%)
수학개념과 원리	505	55.2
문제해결방법	238	26.0
긍정적 태도	127	13.9
연산능력	42	4.6
무응답	3	0.3
합계	915	100

2. 초등교사의 배경요인에 따른 수학적 모델링에 대한 사전경험

1) 교사의 배경요인에 따른 수학적 모델링 개념 친숙도

해당질문과 응답자 특성이 표로 나타나 특정 질문에 대해 응답자 특성별로 차이점을 알아보기 위해 교차분석을 실시하였다. 초등교사의 배경요인(성별, 경력)에 따른 수학적 모델링 개념 친숙도에 대한 인식(<표 Ⅳ-3> 참조)을 살펴보면, 초등교사들의 성별에 따른 인식의 차이는 나타나지 않은 것($p>0.05$)으로 보고되었으나 경력에 따라서는 인식의 차이에는 유의미한 결과가 나타났다($x^2=28.845$, $p<0.05$). 들은 적 없다(33.4%)라고 응답한 교사들 중 16~20년 이상의 교사들이 48.9%를, 11~15년의 교사들은 41.3%를 차지하고 있는 것처럼 경력이 높을수록 수학적 모델링의 개념에 대해 '들어본 적이 없다'고 보고하고 있다. 반면에 경력이 0~5년의 교사들의 경우 실제로 수학적 모델링에 대해 그냥 들어본 적 있고(45.5%), 내용은 모르나 많이 들어봤으며(17.9%), 관심이 있어 공부한 적이 있다(7.1%)고 응답하였다.

경력이 낮은 현직 초등교사들의 응답은 70.5%로 수학적 모델링 개념을 들어보았으나, 이를 구체적으로 충분히 이해하지는 못하는 것으로 나타났다.

<표 Ⅳ-3> 교사의 배경요인에 따른 수학적 모델링 개념 친숙도

구분		수학적 모델링 개념								x^2	p
		관심이 있어 공부한 적이 있다		내용은 모르나 많이 들어봤다		그냥 들어본 적 있다		들은 적 없다			
		N	%	N	%	N	%	N	%		
성별	남	5	8.5	12	20.3	20	33.9	22	37.3	1.021	.796
	여	36	6.9	106	20.3	209	40.0	171	32.8		
합계		41	7.1	118	20.3	229	39.4	194	33.2		
경력	0~5년	17	12.7	24	17.9	61	45.5	32	23.9	28.845	.004**
	6~10년	7	5.6	19	15.3	53	42.7	45	36.3		
	11~15년	2	2.2	18	19.6	34	37.0	38	41.3		
	16~20년	1	2.2	7	15.6	15	33.3	22	48.9		
	21년 이상	14	7.7	48	26.2	65	35.5	56	30.8		
합계		41	7.1	118	20.3	229	39.4	194	33.2		

$p < .05$에서 유의함.

2) 교사의 배경요인에 따른 수학적 모델링 관련 수강경험

교사의 성별에 따른 수학적 모델링 수강경험의 인식 차이는 유의미하지 않은 것으로 나타났다($p>0.05$). 하지만 교사의 경력에 관한 수학적 모델링 관련 수강경험의 인식 차이에는 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다($x^2=28.845$, $p<0.05$). 교사 경력에 관한 수학적 모델링의 강의를 들어본 경험(<표 Ⅳ-4> 참조)을 분석한 결과 17.3%만이 '강의를 들어본 적이 있다'고 답하였고 82.7%가 이에 대한 강의를 '들어본 적이 없다'고 답하였다. 수학적 모델링 강의를 들어본 응답이 0~5년의 경력을 가진 교사는 35.6%, 6~10년은 16.9%, 11~15년은 12.0%, 16~20년은 6.7%, 21년 이상은 9.3%의 비율을 나타냈다. 경력이 짧을수록 수학적 모델링에 대한 사전 교육경험이 많은 것으로 나타났는데(35.6%) 이는 대학교 강의에서 이에 대한 정보를 들은 것으로 살펴볼 수 있다. 대조적으로 경력이 많은 교사일수록 사전 교육경험이 적은 편이였는데 이러한 교사들에게 연수의 경험이 앞으로 주어져야 할 것이다.

<표 Ⅳ-4> 교사의 배경요인에 따른 수학적 모델링 수강경험

구분		수학적 모델링 사전 교육경험						x^2	p
		있다		없다		무응답			
		N	%	N	%	N	%		
성별	남	9	15.3	50	84.7	0	0	31.241	.683
	여	92	17.6	430	82.2	1	0.2		
합계		101	17.3	480	82.5	1	0.2		
경력	0~5년	48	35.6	86	63.7	1	0.7	28.845	.000**
	6~10년	21	16.9	103	83.1	0	0		
	11~15년	11	12.0	81	88.0	0	0		
	16~20년	3	6.7	42	93.3	0	0		
	21년 이상	17	9.3	166	90.7	0	0		
합계		101	17.3	480	82.5	1	0.2		

$p < .05$에서 유의함.

3) 교사의 배경요인에 따른 수학적 모델링 사전 경험이 없는 이유

교사의 성별에 따른 수학적 모델링 강의를 못 들은 이유를 분석한 결과 유의미하지 않은 것으로 나타났다($p>0.05$). 하지만 교사의 경력과 관련하여 수학적 모델링 강의를 못 들은 이유를 분석한 결과 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다($x^2=20.808$, $p<0.05$). 수학적 모델링에 대한 교육 및 연수를 받지 못한 이유에 대한 응답을 살펴보면, 교육의 기회가 없다는 응답이 64.7%로 나타나 교사연수를 통해 수학적 모델링에 대한 이해를 돕도록 할 필요가 있음을 나타내고 있다. 교육의 기회가 없다는 응답에서 경력 0~5년의 교사가 45.8%인데 반해서, 경력 11~15년의 교사가 75.6%, 경력 21년 이상의 교사가 71.3%가 응답하였다. 경력이 많은 교사에게 교육의 기회가 더 많이 주어져야 함을 다시 확인할 수 있다.

또한 교육과정에서 다루고 있지 않다는 응답 또한 11.1%로 나타나, 초등단계에서도 중등교육과정과 같이 수학적 모델링에 대해 도입하여 교사들로 하여금 적극적으로 수학적 모델링이 수학을 활용하기 위한 강력한 도구임을 인식하는 기회를 마련하는 것이 필요하다고 본다.

<표 Ⅳ-5> 교사의 배경요인에 따른 수학적 모델링 사전경험이 없는 이유

구분		수학적 모델링 사전 경험 없는 이유													
		교육과정에서 다루고 있지 않아서		교육의 기회가 없어서		수업에 도움될 것 같지 않아서		나와 관계없다는 생각에		기타		무응답		x^2	p
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%		
성별	남	1	14.3	43	76.8	1	1.8	2	3.6	1	1.8	7	14.3	6.512	.260
	여	62	17.4	328	63.4	8	1.5	18	3.5	11	2.1	90	17.4		
합계		63	11.1	371	64.7	9	1.6	20	3.5	12	2.1	97	17.1		
경력	0~5년	20	15.3	60	45.8	1	0.8	5	3.8	2	1.5	43	32.8	20.808	.000**
	6~10년	12	9.8	82	66.7	2	1.6	2	1.6	4	3.3	21	17.1		
	11~15년	7	7.8	68	75.6	0	0	2	2.2	1	1.1	12	13.3		
	16~20년	5	11.1	30	66.7	2	4.4	2	4.4	2	4.4	4	8.9		
	21년 이상	19	10.5	129	71.3	4	2.2	9	5.0	3	1.7	17	9.4		
합계		63	11.1	371	64.7	9	1.6	20	3.5	12	2.1	97	17.0		

$p < .05$에서 유의함.

4) 수학적 모델링에 대한 수강경험 경로

수학적 모델링에 대한 강의를 들은 경로에 대해 조사한 결과 '강의를 들어본 적 없다'(82.5%)의 의견이 높은 비율을 차지했다. 강의를 들어본 적이 있다고 응답한 교사들 17.5% 중에서 대학교 강의라는 응답이 11.0%로 가장 높은 비율을 나타냈다. 이는 수학적 모델링에 대한 교육이 대학교에서 강의를 받는 예비교사교육단계에 집중되고 있음을 알 수 있으며, 실제적으로 현장의 경력직 교사들에 대한 연수가 부족하다는 것을 나타내고 있다.

<표 Ⅳ-6> 수학적 모델링에 대한 수강경험 경로

구분		응답수(명)	비율(%)
수강경험경로	강의 들어 본 적 없다	480	82.5
	대학교	64	11.0
	대학원	11	1.9
	동료 교사	13	2.2
	원격 강의	2	0.3
	기타	12	2.1
합계		582	100

3. 수학적 모델링 인식에 따른 수학적 모델링 활용 기대

1) 수학적 모델링 수업시 활용될 수 있는 유형

수학적 모델링이 수업에서 어떤 형태로 활용될 수 있을지에 대하여 조사한 결과 수학적 개념을 구체적으로 설명하는데 활용이 될 것이라는 응답이 26.7%로 가장 높은 비율을 차지했다. 그 다음은 학생들의 '흥미 유발' 21.4%, '수학적 가치 인식' 19.4%, '실생활문제 지도' 19.2%, '통합단원 지도' 7.9%, '수행평가 활용' 3.5%, '단원지도' 1.9%로 나타났다.

<표 Ⅳ-7> 수학적 모델링 수업 시 활용될 수 있는 유형

수업 시 활용될 수 있는 유형	응답수(3개까지 중복 응답허용)	비율(%)
수학적 개념 설명 시	427	26.7
흥미 유발 시	342	21.4
수학적 가치 인식 시	313	19.4
실생활문제 지도 시	302	19.2
통합단원 지도 시	127	7.9
수행평가 활용 시	34	3.5
단원지도 시	31	1.9
합계	1,576	100

수학적 모델링을 수업에 활용한 경험이 있는 초등교사의 82.4%가 수학적 모델링이 개념을 설명하는데 활용되는 것에 도움이 될 것이라고 생각했다. 수업에 활용한 경험에 관한 개념설명기대형태를 분석한 결과 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다(x^2=5.762, p<0.05). 이는 수학적 모델링의 효과 중에서 수학의 개념과 원리 이해 측면이 향상될 것이라고 살펴본 신은주 · 이종희(2004), 김선희 · 김기연(2004)의 연구와 일맥상통하다. 또한 수학적 모델링을 학교 교육과정에 도입해야 할 필요성을 조사한 Blum와 Niss(1991)가 강조한 것처럼 수학 학습의 증진 관점에서 응용 및 모델링, 문제해결과 활동의 통합은 학습자로 하여금 수학적인 개념을 학습할 수 있도록 도와줄 수 있을 것이다.

다음으로 수학적 모델링을 수업에 활용한 경험이 있는 초등교사의 61.7%가 학생들이 흥미를 유발하는데 활용되는 것이 바람직하다고 생각했다(x^2=4.778, p<0.05). 수업활용경험이 없는 경우, 흥미유발에 활용될 것이라는 유형이 46.5%, 53.5%로 찬반의 비율이 비슷하게 나타났다. 하지만 수업활용경험이 있는 경우 흥미유발 활용될 수 있다는 유형이 '그렇다'라는 응답이 61.7%, '아니다'는 37.8%로 나타나 수업활용경험이 있는 초등교사일수록 수학적 모

델링이 학생들의 수학적 흥미를 유발하는데 활용 가능할 것이라고 응답하였다. 이는 Godbold(1998)이 강조한 것처럼 수학적 모델링이 학습자들이 수학이 아닌 상황 속에서 수학을 발견하고 이를 통해 수학에 대한 관심과 흥미를 키울 수 있다고 연구한 것과 같은 맥락이라 할 수 있다.

<표 Ⅳ-8> 수업활용경험에 따른 활용유형

구분		응답수(명)	비율(%)
수업활용경험	없다	381	65.5
	있다	193	33.2
	무응답	8	1.3
합계		582	100

구분		개념설명 활용유형						흥미유발 활용유형							
		아니다		그렇다		x^2	p	아니다		그렇다		무응답		x^2	p
		N	%	N	%			N	%	N	%	N	%		
수업 활용 경험	없다	116	30.4	265	69.5	5.762	.016**	172	46.5	198	53.5	0	0	4.778	.029**
	있다	34	17.6	159	82.4			68	37.8	111	61.7	1	0.6		
	무응답	4	57.1	3	42.9			2	28.6	5	71.4	0	0		
합계		154	26.5	428	73.5			242	43.4	314	56.4	1	0.2		

$p < .05$에서 유의함.

2) 도입 시 예상되는 어려움 유형

수학적 모델링 도입될 때 예상되는 어려움 유형에 대하여 다중응답을 통해 살펴본 결과 '교재부족'이라는 응답이 22.9%로 가장 높은 비율을 차지했다. 그 다음은 '부족한 시수' 20.7%, '학생수과다' 18.2%, '교사연수부족' 16.9%, '교사지식부족' 14.1%, '교사양성프로그램 빈약' 6.6%, '기타' 0.5%의 비율로 나타났다. 이는 김수미(1993)가 수학적 모델링이 교육과정에 새롭게 도입될 때는 교사나 학생들에게 현재보다 더 많은 것을 요구한다고 지적한 것과 같은 흐름이다. 또한 정은실(1991)도 수학적 모델링을 포함한 교육과정을 개발할 때 되도록 많은 교사를 참여시키고, 장기적으로 교사 재교육을 통해 교사가 이를 지도하는데 준비가 되어 있도록 해야 한다고 강조했다. 교사적인 측면에서는 특히 교재부족이라는 응답이 많아서 국가적으로 이에 대한 교재를 만들어 프로그램을 널리 사용할 수 있도록 환경을 조성하여 교사연수를 통해 이들의 지식을 충족할 수 있도록 해야 할 것이다. 교육환경측면에서는 시수에 대한 확보, 학생수 축소 등에 대한 노력이 필요하다.

<표 Ⅳ-9> 수학적 모델링 도입시 예상되는 어려움

도입 시 예상되는 어려움	응답수	비율(%)
교재부족	360	22.9
부족한 시간	325	20.7
학생수 과다	286	18.2
교사연수 부족	266	16.9
교사지식 부족	222	14.1
교사양성프로그램 빈약	104	6.6
기타	8	0.5
합계	1571	100

수학적 모델링에 대해 수강경험이 있다고 답변한 초등교사들 중에서, 수학적 모델링을 도입할 때 예측되는 어려움 중 '교재가 부족하다'는 응답을 분석한 결과 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다(x^2=11.748, p<0.05). 수학적 모델링에 대해 수강경험이 있다고 응답한 초등학교 교사는 교재부족의 어려움에 대해서 '없다'는 비율 28.0%, '있다'는 비율이 72.0%를 차지했다. 또한 수강경험이 없다고 응답한 초등학교 교사는 교재부족의 어려움을 '없다'고 응답한 비율이 47.5%, '있다'고 응답한 비율이 52.5%로 나타났다. 수강경험이 있는 교사일수록 교재에 대한 요구가 강한 것으로 나타났다. 이는 수학적 모델링에 대해 아직 교사들의 이해와 경험이 부족한 상황에서 구체적인 활용을 돕기 위해 교재와 같은 정보 및 자료들이 필요한 것으로 보인다. 이는 수학적 모델링에 대한 연구를 바탕으로 수학적 모델링 문제 개발 및 효율적인 활용 등을 다루는 실제 지향적인 측면의 연구도 함께 병행되어야 한다는 황혜정(2007)의 연구에서 지적한 바와 같다.

수학적 모델링에 대해 수강경험이 있다고 답변한 초등교사들 중에서, 수학적 모델링을 도입할 때 예측되는 어려움 중 '시간이 부족하다'는 응답을 분석한 결과 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다(x^2=9.980, p<0.05). 수학적 모델링에 대해 수강경험이 있다고 응답한 초등학교 교사는 부족한 시간의 어려움에 대해서 '없다'는 비율 24.8%, '있다'는 비율이 75.2%를 차지했다. 또한 수강경험이 없다고 응답한 초등학교 교사는 시간부족의 어려움을 '없다'고 응답한 비율이 40.8%, '있다'고 응답한 비율이 59.2%로 찬반의 비율이 비슷하게 나타났다. 관심이 있어 강의를 들어본 교사들은 부족한 시간의 어려움에 대해 더 많이 인식하고 있는 것으로 보여진다. 이는 수학적 모델링이 학생들로 하여금 스스로 상황을 해석하고 표현하는 것을 돕는 것으로 볼 때 학생들의 능동적인 활동을 촉진하므로 이를 위해 충분한 시간이 필요한 반면, 현재 학교 실정상 학생들의 활동을 지원하기 위한 수업시간이 부족한 것으로 보인다. 이러한 결과는 조원주(2002)의 연구에서 보고된 것처럼 학교 수학에서의 활용 가능성에 대해서는 부정적 반응의 원인으로는 과다한 학습량과 교사들의 경험과 학교의 수학용 기자재 부족, 그리고 구체적인 수업교재와 구체적인 평가기준안의 미비가 지적된 것과 같은 결과라 할 수 있다.

<표 Ⅳ-10> 수강경험에 따른 교재 및 시간 부족 어려움

수학적 모델링 수강경험	응답수	비율(%)
없다	101	17.4
있다	480	82.5
무응답	1	0.1
합계	582	100

구분		교재 부족 어려움						부족한 시간 어려움					
		없다.		있다.		x^2	p	없다.		있다.		x^2	p
		N	%	N	%			N	%	N	%		
강의 경험	없다	228	47.5	252	52.5	11.748	.001**	196	40.8	284	59.2	9.980	.002**
	있다	28	28.0	73	72.0			25	24.8	76	75.2		
	무응답	0	0	1	100			1	100	0	0		
합계		256	44.1	326	55.9			222	38.1	360	61.9		

p < .05에서 유의함.

4. 교사면담에서 나타난 수학적 모델링에 대한 인식

1) 수학-어렵지만 잘 가르쳐야 하는 과목

면담에 참여한 교사 모두 수학이 계산위주의 과목이라고 인식되는 것에 안타까움을 느끼고 실제 생활과 동떨어진 수학이 아닌 생활과 연결된 수학이라는 사실을 학생들에게 인식시키기 위해 노력하고 있는 것으로 나타났다. 학생들에게 수학이 '쉽다' 또는 '재미있다', '아름답다'라는 인식전환을 하도록 교구를 활용하거나 활동을 통해 수학을 지도하고 있었다.

> '수학은 아름답다'는 명제들을 첫 수업시간에 말해주면서, 아이들에게 수학은 재미있다는 생각을 심어주려고 의도하거든요. 그래서 그렇게 느끼게 하기위해 활동을 많이 하는 편이에요. 주로 저학년일때는 교구를 많이 활용하고, 고학년일 때는 문제 만들기에 교육연극을 적용시켜 수업을 하죠(A 교사).

> 저학년에서 수학에 대한 흥미를 잃지 않는 거 만약 흥미를 잃은 아이가 있다면 다시 불러일으켜 주는 거 그렇게 하려면 수학이 쉽다는 인식을 갖게 해야 되거든요. 수학은 쉬운거다. 그것을 많이 강조하고(중략) 수학은 다른 것보다 성취감이에요. 애들이 그 희열을 알게 되면은 되는거 같아요. 그 희열을 하게 되면 공부를 스스로 하게 되는 거 같아요(B 교사).

> 수학은 정말 계산하고 답 나오고 그런 따분한 과목이라고 생각하는 아이들이 대부분 이예요(중략). 그래서 제 나름대로는 활동을 도입하려고 하는 이유는, 그냥 계산하는 것 그런 거 원하는 과목이 아니라 실생활에서도 많이 쓰이고, 재밌게도 할 수 있고, 이런 하나하나 해가는 과정을 통해서 논리적으로 생각하는 사고력 같은 것을 키워주는 과목이라는 그런 마인드를 알려주는데 가장 중점을 두는 편이에요(C 교사).

수학학습에 있어서 학생들이 어려워하는 부분에 대한 질문에 대해 공통적으로 도형단원을 지적하였으며, 학생들이 단순한 계산식은 해결하지만 개념적인 이해가 필요한 부분에서는 어려움을 표현하고 있다고 지적하였다. 이러한 경향은 결국 학생들로 하여금 특정 단원내지는 수학을 포기하는 현상을 초래하는 원인으로 나타나는 것으로 추정된다.

> 아이들이 쉬워하는 것 같으면서도 개념 형성에서 많은 어려움을 겪는 것 같아요. 이를테면 삼각형과 사각형 같은 간단한 평면도형은 괜찮은데, 입체도형에서는 보이지 않는 쪽의 꼭짓점의 수, 변의 수 등을 틀린다던지, 즉 보이지 않는 부분에서도 추론을 통해 도형적 감각을 발휘하는 것에 어려워하죠(A 교사).

> 특히 도형은 포기하는 애들이 많아요(중략). 둘레랑 넓이랑 계속 헷갈리고, 구하는 공식 자체는 아는데 이상하게 헷갈리고, 그리고 약간 응용식의 문제를 못 구하더라고요. 그러니까 단순하게 구하는 건 아는데 응용문제는 이해를 잘 못해요(C 교사).

> 도형의 경우에는 정의가 중요하다고 생각해요. 애들이 성질과 정의를 잘 구분 못해요(B 교사).

2) 수학적 모델링의 개념 이해

수학적 모델링에 대한 어떻게 정의내리고 있는지 질문에 대해서는 아직은 수학적 모델링에 대해서 확실하게 이해하고 있지 못하고 있다는 응답이 대부분이었다. 그렇지만 수학적 모델링에 대해 나름의 방법으로 해석한 바로 수학적 모델링을 개념적 틀이나 체계, 실세계와의 연관 지어 사고를 형성해가는 과정이라고 이해하고 있었다.

> 되게 광범위 했던 거 같아요. 모델링이라는 부분이. 어떻게 보면 모든 걸 포괄하는 것 같으면서 아닌 것 같기도 하고 그러면서 어려웠던 것 같아요(C 교사).

> 나는 수학적 모델링은 수학이 어떤 파트를 가르칠 때 어떤 프레임을 만들어 놓고 그거에 베이스. 어떤 모델링이라는 것이 눈에 딱 드러나는 것이 아니라 베이스가 되는 체계라고 생각해요(B 교사).

> 제가 보았던 교재에 삽화가 하나 있었는데, 지구의 모습으로 그려진 실제세계가 있고 모델링의 세계가 있어서 그 두 세계가 서로 화살표로 호환되는 그림이었어요. 그 삽화를 중심으로 이해한 바로는, 광장히 복잡하고 세밀하게 구성된 실제세계에서 정수를 뽑아서, 마치 지도나 지구본 모형과 같이, 정보를 집약하거나 상징을 이용하는 것이 아닐까요? 어떤 문제 상황을 실제 세계라고 한다면 그 문제 상황의 핵심을 뽑아서, 문제 상황을 해결하기 좋게 사고를 구성해나가는 과정이 아닐까라고 생각합니다(A 교사).

또한 수학적 모델링에 대한 개념에 대해서 교사들은 '수학을 발견'하거나 '규칙을 찾거나 원리를 탄생'시키는 것으로 이해하고 있었고 이는 Lesh와 Leher(2003)가 제시하는 것처럼 수학적 모델링에 대해 인식한다는 것은 수학적으로 생각하는 것을 강조하는 입장이라고 볼 수 있다. 교사들이 실제로 자신들이 수학적 모델링의 개념을 명확히 정의내리지 못한다고 여기고 있을 지라도 수학적으로 생각하기를 강조하고 있다는 측면에서 이미 수학적 모델링에 대한 인식을 하고 있는 것이라 볼 수 있다.

> 모델링이 수학시간에 분명히 일어난다고 봐요. 그게 없을 수는 없어요(중략). 어떻게 하면 아이들이 수학적으로 쉽게 인지할 수 있을지, 특히 저학년으로 내려갈수록 강조되는 것은 이거에 대해 거부반응을 일으키지 않고 숫자 기호로 생각하지 않고 자연스럽게 일상 생활 속에서 수학이 숨어있는지 발견해내는 거죠(B 교사).

> 개념형성에 모델링 방법을 사용할 것 같아요. 제가 학년 초 수학 첫 시간에 하는 오리엔테이션 중에는 '수학은 도처에 널려있다'는 말도 들어 있는데, 예를 들어 주변의 물건에서 도형을 찾는 식이죠. 같은 식으로 도처에 널려있는 것들에서 모델링 기법을 사용하여 규칙을 찾거나 원리를 탄생시키는 활동을 할 것 같습니다(A 교사).

3) 수학적 모델링의 적용

수학적 모델링이 실제 수학시간에 어떻게 적용될 수 있을지에 대한 질문에 대해서는 면담에 참여한 교사들은 실제 상황을 수학적 표현을 통하여 수학적 상황으로 전환시키는 과정을

통해 수학의 원리와 개념을 이해할 수 있다고 응답하였다. 수학적 모델링을 하는 과정에서 그래프를 그린다거나 실제 학생들이 신체표현을 통해 상황을 구체화시키거나 교구를 통해 모델을 구성하는 것과 같은 활동을 경험할 수 있다고 하였는데 이는 NCTM(2000)에서 상황을 모델링하기 위해 물체, 그림, 기호를 사용한 것과 같은 맥락이라 할 수 있다.

> 문제해결단원에서 '가로수를 1m 간격으로 세운다고 할 때, 가로수가 몇 그루 필요할까?' 하는 문제를 다룰 때, 단위뿐 아니라 수 계산, 때때로 수가 분수로 제시되면 분수 계산까지 다뤄야해서 복잡하죠. 이럴 때 아이들이 직접 가로수가 되어 서 있어 보면서 문제를 해결하게 하고, 그 해결 과정을 수학 공책에 적어보게끔 합니다(A 교사).

> 문제 만들고 스스로 문제를 찾아가기를 해요(중략). 쉽고 현실적으로 받아들일 수 있게 계산에 찌들지 말고. 그것이 왜 필요한지 통계 나오면 신문기사에서 그래프로 그려봐, 예상해봐, 이런거요(B 교사).

> 6학년 1학기 사회는 한국사를 다루는데, 6학년 1학기 첫 사회시간에 제가 항상 보여주는 교구가 있어요. 200년을 10cm로 잡아서, 우리나라의 약 5000년 되는 역사를 부직포로 길게 바느질하여 이어 놓는거죠(중략). 첫 시간에 이 교구를 활용하여 우리나라의 역사가 얼마만큼 길며, 어떤 큰 그림을 가지고 있는지, 또한 우리가 왜 배워야 하는지를 알고 시작하는 것은, 그렇게 하지 않았을 때와 경험상 큰 차이가 있는데요. 저는 이 수업이 역사라는 개념을 눈에 보이는 부직포를 사용하여 보여주고 알려주었다는 점에서 일종의 모델링이 아닐까 생각합니다(A 교사).

4) 수학적 모델링의 현장 적용 방안

수학적 모델링을 초등교육에 적용하기 위한 방안에 대한 질문에 대해 교사 스스로 모델링을 학습하는 학습자가 되어보는 워크숍 형태의 연수를 제안하였다. 또한 아직 수학적 모델링에 대한 인식이 초등에서는 부족한 만큼 그에 대해 확실한 정의와 더불어 필요성에 대한 인식을 할 수 있는 기회를 제공해야할 것을 제언하였다.

> 교사연수의 경우는 워크숍 형식의 연수였으면 좋겠어요. 수학적 모델링의 정의나 장점을 계속 앉아서 듣고 있어야 하는 강의식 연수보다는, 실제로 모델링 수업의 학생이 되어서, 수학 문제를 모델링 과정을 따라 해결해보는 경험을 가질 수 있는 연수를 받고 싶어요(A 교사).

> 모델링에 대해 알기 쉽게 확실하게 정의가 내려져야 할 거 같아요. 그리고 그게 왜 중요한지 모델링이 그렇게 중요하다고 생각하지 않았기 때문에 적용하지 않은 거 같아요(B 교사).

이러한 교사들의 요구에 따라 신현성(2001)의 연구와 같이 대상에 따라 단계적으로 모델링에 대해 소개하는 경험을 제공하여 교사들로 하여금 수학적 모델링에 대한 개념적 이해를 높이고, 이러한 경험을 통해 실질적으로 초등단계에서도 수학적 모델링을 적용하는 방안을 검토하는 것이 필요하다. 또한 현재 중고등학교 교육과정에서 문제해결영역에서 수학적 모델링을 강조하고 있는 것처럼(강옥기, 2001) 예비교사 및 현직교사들을 위한 교육과정 및 자

료에도 수학적 모델링에 대한 소개를 점차 증가시켜 수학적 모델링에 대한 이해를 도울 필요가 있다.

Ⅴ. 결론 및 제언

오늘날 사회는 정보를 기반으로 다각적인 발전을 추구한다는 점에서 개인의 자율성과 창의성을 그 어느 때보다 요구한다고 볼 수 있다. 이에 우리나라 2007 개정 교육과정에서는 생활 주변에서 일어나는 현상을 수학적으로 관찰하고 조직하는 경험을 통하여 수학의 기초적인 개념, 원리, 법칙을 이해하는 능력을 기르는 것을 목표로 한다(교육과학기술부, 2008).

최근 NCTM(2000)의 "학교 수학을 위한 원리와 규준(Principles and Standards for School Mathematics)"에서도 수학을 가장 강력하게 활용하는 사례 중의 하나는 현상에 대한 수학적 모델링이며, 모든 수준의 학생들은 자신의 수준에 적합한 방법으로 다양한 현상을 수학적으로 모델링하는 기회를 가져야 한다고 제시한 것과 같이 초등교육과정에서 수학적 모델링을 적용하는 연구의 필요성은 증가하고 있다. 이를 위한 기초연구로써 본 연구에서는 초등교육과정에서 수학적 모델링의 적용을 위해 초등교사들을 대상으로 하여 수학적 모델링에 대한 인식조사를 실시하였으며, 그 결과 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다.

첫째, 초등단계에서 수학적 모델링에 대한 교육적 잠재력이 있음(English & Watters, 2005a)에도 불구하고 우리나라 초등교사들의 인식정도는 매우 저조한 실정이다. 특히 경력이 높을수록 수학적 모델링에 대한 이해가 낮은 것으로 나타나고 있어 이러한 교사들의 낮은 인식이 수학적 모델링을 초등교육과정에 적용시키기 위한 저해요인으로 나타났다고 할 수 있다. 그렇기 때문에 교육과정 및 예비교사교육, 교사연수 등을 통해 수학적 모델링의 교수학습 경험을 제공하고 교사들의 인식을 전환할 수 있는 기회를 마련해야 할 것이다.

둘째, 국내의 경우 중고등학교를 대상으로 하는 연구가 확산되고 있음을 볼 때 수학적 모델링의 활용가치는 높다고 할 수 있다. 그러나 아직 초등을 대상으로 한 연구가 부족하기 때문에 앞으로 초등에 대한 사례연구의 축적을 통해 초등단계에서의 수학적 모델링의 활용가치를 높일 필요가 있다고 본다. 특히 교사면담 결과 초등학생들이 수학을 접근할 때 원리와 규칙을 적용하여 응용하는 것을 어려워한다는 의견들과 공통적으로 도형영역에 대한 이해가 부족하다는 의견들을 바탕으로 하여 수학의 각 영역별로 수학적 모델링을 적용할 수 있는 구체적 예시가 필요하겠다. 이는 NCTM(2000)에서 기하영역에서 문제를 해결하기 위한 방안으로 시각화, 공간적 추론, 기하 모델링을 활용할 수 있다는 제언과 같이 우리나라 교육과정에 근거한 도형단원에서의 수학적 모델링에 대한 연구가 좀 더 활성화 될 필요가 있겠다.

셋째, 수학적 모델링이 수업에서 어떤 형태로 활용될 수 있을지에 대하여 개념설명(26.7%)과 흥미유발(21.4%)측면에서 도움이 될 것이라고 응답하였다. 또한 수학적 모델링을 수업에 활용한 경험이 있는 교사의 73.5%가 수학적 모델링이 개념을 설명하는데 도움이 될 것이라고 응답하였다. 또한 교사 면담에서도 수학적 모델링이 수학의 개념을 설명하는데 도움이 될 것이라고 기대하였다. 이는 Lesh와 Leher(2003)의 연구와 같이 수학적 모델링을 통해 학생들의 개념적 이해를 도울 수 있다는 보고와 같은 맥락이다. 앞으로 수학적 모델링을 통해 수학에서 다루고 있는 문제들을 해결하기 위한 개념적 이해를 도울 수 있는 방안이 연구되어야 할 것이다.

위와 같은 결론을 토대로 수학적 모델링에 대한 후속 연구를 위해 다음과 같은 제언을 하고자 한다. 첫째, 수학적 모델링에 대한 이해를 돕기 위해 점차적인 교사연수의 도입에 대한 검토가 필요하다. 대부분의 경력교사들이 수학적 모델링에 대해 들어본 적이 없다고 응답한 것처럼 수학적 모델링을 도입하기 위해서는 수학적 모델링이 무엇이고 어떻게 활용될 수 있는지 교사들이 실제로 경험하는 것이 필요하다. 특히 Lesh와 Leher(2003)가 강조한 것처럼 교사연수에서 교사 스스로 수학적 모델링을 경험하는 과정을 제공할 필요가 있겠다.

둘째, 수학적 모델링과 관련하여 초등교육과정의 적용가능성에 대한 연구가 지속되어야 한다. 중등교육과정의 경우 문제해결수업모형을 소개하는 과정교육과정의 적용가능의 개념과 과정을 설명하고 있어(강옥기결수업모형1), 교사들이 수학적 모델링에 대해 이해하고 수업에 활용할 수 있도이 돕고 있다. 반면에 아직 국내 초등교육과정에서는 교육과정에 널리 적용되어 있지 않은어(강옥기결수새로운 아이디어가 좋다고 여겨지고 활용하고자 하여도 그 방법에 대해 기존의 방법을 답습하게 된다면 그 아이디어는 더 이상수새로울 수 없는 것이다. 이와 마찬가지로 수학적 모델링을 초등과정에 널리하기 위해서는 초등교육단계에 널합대한 연아이디어와 교사들없는유한 활용교재의 개발이 시급하다고 할 수 있다.

앞으로 미래 교육과정을 대비하고 양질의 수업을 이끌어내기 위한 교수학습의 대안적 모색의 한 접근으로 교육적 잠재력을 담보한 수학적 모델링의 개발 및 적용에 관한 다각적인 노력이 필요하다고 할 수 있다. 더 나아가 초등교육과정에서 수학적 모델링의 확산 및 관련 자료의 개발, 교사연수의 확충 등은 수학교육과정의 개선과 변화를 위한 토대를 마련하는 초석이 될 것으로 기대한다.

참고문헌

강옥기 (2001). 수학과 학습지도와 평가론. 서울: 경문사.

교육과학기술부 (2008). 초등학교 교사용 지도서 수학 2-1. 서울: 두산출판사.

김선희, 김기연 (2004). 수학적 모델링 과정에서 포함된 추론의 유형 및 역할 분석. 학교수학 6(3), 283-299.

김수미 (1993). 중등학교에서의 수학적 모델링에 관한 고찰. 서울대학교 대학원 석사학위 논문.

김영천 (2006). 질적연구방법론I. 서울: 문음사.

문선미, 박종서 (2000). 제7차 수학과교육과정에 대한 교사들의 인식과 적용상의 문제점. 과학교육연구, 26(2), 91-108.

방정숙 (2003). 수와 연산 영역에서의 모델링. 청람수학교육, 11, 21-39.

성호금 (2000). 수학적 모델링 지도가 수학적 신념 및 학업 성취도에 미치는 영향-고등학교 함수 단원을 중심으로. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위 논문.

신은주, 이종희 (2004). 모델링 과정에서 지각적, 인지적, 메타인지적 활동의 상호작용에 관한 사례연구. 학교수학, 6(2), 153-179.

신현성 (2001). 수학적 모델링을 통한 교육과정의 구성원리. 한국학교수학회논문집, 4(2), 27-32.

이기열, 이병수 (1999). 수학적 모델링을 통한 학습지도. 한국수학교육학회지 시리즈 E 수학교육논문집, 9, 187-201.

정은실 (1991). 응용과 모델 구성을 중시하는 수학과 교육 과정 개발 방안 탐색. 한국수학교육학회지 수학교육, 30(1), 1-19.

조경원, 김경자, 노선숙 (2000). 창조적 지식기반사회의 교육과정 개발 연구를 위한 초·중등학교 교육과정 실태조사. 교육과학연구지, 31(2), 1-435.

조원주 (2002). 중학교 함수영역에서 수학적 모델링을 활용한 수행과제와 구체적 평가기준 안개발. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 청구논문.

Blum, W. & Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modeling, applications, and links to other subjects-state, trends and issues in mathematics instruction. Educational Studies in Mathematics, 22, 37-68.

English, L. D. (2006). Mathematical Modeling In The Primary School : Children's Construction Of A Consumer Guide, Educational Studies in Mathematics, 63, 303-323.

English, L. D., & Watters, J. J (2005a). Mathematical Modelling in the Early School Years, Mathematics Education Research Journal, 16(3), 58-79.

English, L. D., & Watters, J. J (2005b). Mathematical Modelling in third-grade classrooms, Mathematics Education Research Journal, 16, 59-80.

English, L. D., & Watters, J. J (2005c). Mathematical Modelling With 9-Year-Olds, Proceedings of the 29th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, 2, 297-304.

Godbold, L. (1998). Why modeling matters. The Nature and Role of Algebra in the k-14 Curriculum (pp.67-68). Proceeding of a national Symposium. (Washington, DC, May 27-28, 1997)

Lesh, R., & Leher, R. (2003). Models and Modeling Perspectives on the Development of Students and Teachers, Mathematical Thinking and learning, 5(2&3), pp. 109-129. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

National Council of Teachers of Mathematics (1991). Mathematical modeling in the secondary school curriculum. Reston, VA: Author.

National Council of Teachers of Mathematics (2000). Principles and standards for school mathematics. Reston, VA: Author.

Papert, S. (1980). Mindstorms: Children computers and powerful ideas. New York: Basic Books.

Petrosino, A. J., Leher, R., & Shauble, L. (2003). Structuring Error and Experimental Variation as Distribution in the Fourth Grade, Mathematical Thinking and learning, 5(2&3), pp. 131-156. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Schliemann, A. D., & Carraher, D. W. (1996). Negotiating Mathematical Meanings in and out of school. In L. P. Steffe et al.(Eds.), Theories of Mathematical learning pp. 77-83. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Swetz F., & Hartzler J. S. (1991). Mathematical modeling in the secondary school curriculum, Reston. VA: NCTM.

A Survey of the Elementary Teachers' Perception and the Status about Mathematical Modeling*

Kim, Min Kyeong[4] · Min, Sun Hee[5] · Kang, Seon Mi[6]

Abstract

The efforts on order to enable students to connect meaningfully their real life to mathematical application and mathematical problem solving would be one of the significant functions in school mathematics. In this research, we surveyed 582 elementary school teachers in Seoul to determine their perception and the status about mathematical modeling. The goal of the research was to analyze the survey and interview and investigate the possibility of application of mathematical modeling to elementary mathematics. As a result, they replied that mathematical modeling would be applicable for students' understanding of concepts and motivations.

Key Words : Survey, Model, Modeling, Elementary teacher, Mathematical model, Mathematical modeling

* This work was supported by the Korea Research Foundation Grant funded by the Korean Government (MOEHRD, Basic Research Promotion Fund) (KRF-2008-327-B00627)
4) Ewha Womans University (mkkim@ewha.ac.kr)
5) Ewha Womans University (sunnym73@naver.com)
6) Ewha Womans University (gangseonmi@gmail.com)