

수학 교과교실의 발전 방향 제안¹⁾

이 종 희* · 박 지 현**

본 연구는 현재 시범적으로 실시되고 있는 수학 교과교실이 안정적으로 정착되어 원활한 수학 수업이 이루어지기 위한 방안을 모색하는 것을 목적으로 하고 있다. 수학 교과교실의 발전 방향을 탐색해보기 위하여 먼저 선행 연구 분석을 통해 일반적으로 교과교실제를 운영하기 위해 고려해야 할 사항들에 대해 조사하였다. 이를 바탕으로 교과교실 시범학교로 지정된 8개 학교를 선정하여 방문하고, 수학교사를 면담하여 수학 교과교실의 환경과 운영 현황에 대해 조사하고 변화되어야 할 사항을 파악하였다. 연구 결과 현재 운영되고 있는 수학 교과교실은 환경, 교육과정 운영, 교수-학습 등 여러 측면에서 보완해야 할 점이 있었다. 이에 수학 교과교실의 운영 방안과 5가지 수업 원리를 제안하였고, 수학 교과교실을 협동학습실, 첨단미디어실로 구분하여 각기 다른 기능을 가진 수학 교수-학습 방안을 설계하였다.

1. 서론

해방 이후 우리나라에서 전통적으로 운영되어 온 학급교실제는 학생들이 안정적으로 수업에 참여할 수 있고, 교사들도 집약된 공간에서 많은 교류를 할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 학년별로 나누어지는 획일화된 구조와 분산되어 있는 기자재 사용의 불편함 등으로 인해서 수업 자체가 경직되는 경향이 있다. 7차 교육과정 이후로 수준별 교육이 강조되면서 교육의 패러다임이 학습자 중심의 개별화 학습으로 이동하고 있으며, 이와 함께 새로운 교실형태와 교수-학습 방법의 필요성이 증대되고 있다.

이러한 필요성에 대한 방안의 하나로 2014년부터 교과교실제가 전면 시행될 예정이다. 교과교실제의 안정적인 운영을 위해 2010년에 시범적으로 6백여 개의 학교에 교과교실제가 도입되

었고, 매년 확대·시행되고 있다. 현재 교과교실 연구학교의 운영 형태는 선진형과 과목중점형으로 나누어져 있다. 선진형은 학교에서 운영하는 대부분의 과목에 대한 교과교실이 구축되어 있는 형태이고, 과목중점형은 중점과목(과학, 수학, 영어 등)에 대한 교과교실이 구축되어 중점 과목의 이동 수업이 이루어지는 형태이다.

교과교실제는 교실을 찾아가는 주체를 교사에서 학생으로 바꾸는 것에 그치지 않고, 수업 패러다임 자체의 변화를 추구하는 교육정책이라 할 수 있다. 교과교실제에서는 수업이 각 교과별로 전문 교과교실군에서 이루어지기 때문에 풍부한 교구가 배치되고 질 높은 교육공간을 제공한다는 점에서 수준 높은 수업전개가 가능해진다(김승제, 2009). 그러므로 학급교실제에서 교과교실제로 넘어가는 과도기적인 현 시점에서 가장 중요한 것은 교과 특성별 교과교실의 활용 방안에 대한 논

* 이화여자대학교 (jonghee@ewha.ac.kr, 교신저자)

** 이화여자대학교 대학원 (ph210@hanmail.net)

1) 이 논문의 일부는 2011년도 교육과학기술부의 재원으로 한국과학창의재단의 지원을 받아 수행되었음.

의이다. 그러나 범교과적인 교과교실제에 대한 논의는 많이 이루어지고 있는 반면(김승제, 2009; 김재춘 외, 2009; 홍미영 외, 2011), 각 교과 특성에 적합한 교과교실의 활용 방안에 대한 연구는 아직 미흡한 실정이다. 그러므로 교과교실을 효율적으로 운영하기 위해서는 교육과정, 수업, 학생지도, 교원 배치 및 활용, 건축, 시설과 설비 등 교과교실제와 긴밀하게 관련되어 있는 교육의 여러 측면들(김재춘 외, 2009)에 대해 각 교과별로 면밀한 조사와 분석이 선행되어야 한다.

수학 교과는 교과 특성상 학생들에게 깊은 사고력과 인내를 요하는 수업 내용이 많다. 이를 고려할 때 수학 교과교실에서는 일부 교과의 교과교실에서 구현하려는 완전한 활동 중심의 교육과정 및 교수 전략이 적합하지 않을 수 있다. 그러므로 수학 교과 내용의 특성에 따라 수업 내용 및 상황에 맞게 적용할 수 있는 교육과정 및 교수-학습의 운영 방안을 다각도로 모색할 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 수학 교과교실의 안정적 정착을 도모하고자 현재 수학 교과교실의 운영 실태에 대한 분석을 통해 수학 교과교실제의 문제점을 파악하고 수학 교과교실의 발전 방향을 모색해보았다.

II. 교과교실제 관련 배경

1. 수학 교실 문화

학교의 교육환경은 교실문화의 형성과 학생들의 인지적, 정의적 발달에 많은 영향을 미친다. Yackel과 Cobb(1996)은 교실 활동의 전형적인 패턴, 교사나 학생의 기대·의무·역할 등과 같이 교실의 참여 구조를 구성하는 특징으로서 어느 교과에나 적용 가능한 개념을 사회적 규범(Social norms)이라 하였다. 교수-학습 과정에

서 형성될 수 있는 일반적인 사회적 규범의 예로는 학생들이 다른 학생의 생각을 듣고 이해하는 것, 동의나 반대를 표현하는 것, 문제해결 과정을 설명하거나, 오류를 찾거나, 정당화할 수 있는 전략을 찾거나, 협동을 위한 소집단활동을 하는 것 등이 있다. 또, 교사가 학생들의 발표를 주의하여 듣고 전체 학생들을 위해 부연하여 설명하는 방식도 사회적 규범이라 할 수 있으며, 사회적 규범이 형성될 때는 교실의 환경이나 교수-학습의 형태에 많은 영향을 받게 된다.

교과교실에서는 학급교실과 다른 새로운 교실 문화가 형성된다. 학급교실제에서 학급구성원의 특성을 중심으로 형성되던 교실문화가 교과 특성을 중심으로 재편되는 것이다. 수학 교과교실에는 수학과 관련된 요소들이 더 집약적으로 축적되기 때문에 학생들이 좀 더 수학과 관련하여 사고하고 행동할 수 있으며, 조성된 교실 환경과 수학 교수-학습 요인들이 복합적으로 작용하여 사회 수학적 규범(Sociomathematical norms)의 형성에 기여할 수 있다. 사회 수학적 규범은 특별히 학생들의 수학 활동과 토론에서 나타나는 독특한 양상으로서 수학적인 설명과 정당화에 관련된 규범이다(Yackel & Cobb, 1996). 수학 교과교실 문화에서 형성될 수 있는 사회 수학적 규범으로는 수학적으로 받아들여질 만한 설명이나 정당화 방안, 수학적 설명에 효과적인 도구는 무엇인지, 학생들의 설명방법이 수학적으로 어떤 차이가 있는지에 대한 이해 등을 들 수 있다. 즉, 사회 수학적 규범은 수학 영역 특수적인 교실 문화를 의미하며 이러한 교실 문화는 수학 전용 교실에서 더욱 잘 형성될 수 있을 것이다. 또한, 사회 수학적 규범에 주의를 기울이는 것은 수학에 관한 바람직한 신념과 성향을 육성할 수 있다(Yackel & Cobb, 1996). 그러므로 학생들의 수학적 개념을 더 효과적으로

로 이해하고 수학에 대한 흥미를 가지도록 하기 위해서는 적절한 사회적 규범 위에 사회 수학적 규범이 세워진 교실문화가 형성되어야 한다.

교과교실제는 학급교실제에 비해 환경, 교육과정, 교수-학습, 평가 등 모든 교육 여건이 수학 중심으로 이루어진다. 그러므로 교과교실 내에서는 학급교실에서 보다 더 자연스럽게 사회수학적 규범과 수학 교실문화를 형성할 수 있을 것이라는 기대를 할 수 있으며, 이를 효과적으로 형성하기 위해 필요한 환경, 교육과정 및 교수-학습 방안을 구안하여야 한다.

2. 교과교실제

본 절에서는 수학 교과교실의 발전방향을 탐색하기에 앞서 선행 연구를 토대로 모든 교과에 걸쳐서 교과교실제의 안정적 실행을 위해 일반적으로 고려해야 할 사항을 알아보았다.

가. 교과교실의 환경

교과교실제는 교사가 이동하여 수업을 하던 기존의 방식에서 벗어나 교과목에 맞게 특성화된 교실로 학생이 이동하며 수업을 듣는 방식으로 이루어진다. 그러므로 교실에 각 교과목의 특성에 맞는 풍부한 자료들이 배치되며, 정보와 자원이 집약된 질 높은 수업이 가능하다. 또한, 교과 특성에 맞게 탄력적이고 창의적인 교육이 가능하며, STEAM(Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) 교육을 통한 융합적 사고와 문제해결력 향상에 효과적이라는 특징을 갖는다(교육과학기술부, 2011a).

교과교실제가 시행될 경우 환경적 측면에서 많은 변화가 있을 것으로 예상된다. 기존의 교실은 한 교실에서 모든 과목의 수업이 진행되어 학생들이 일과시간의 거의 대부분을 소속 반에 상주하기 때문에 학교에서 해당 반 학생들이 상주하는 집과 같은 역할을 하고 있다. 이에 반해

교과교실은 한 교실에서 해당 교과목의 수업만 진행되기 때문에 각 교과목의 자원이 집약된 도서관의 역할을 하게 되며, 교과목의 특성을 부각시키는 공간 구성이 가능하다는 장점이 있다.

교과별 교과교실 구성에 대해 고려하기 위해서는 먼저 교과교실의 전체적인 환경에 대한 고려가 필요하다. 교과교실제를 운영하기 위해서는 하드웨어의 측면에서 기존 학교의 공간 구성에 많은 변화가 일어나므로 기존의 교실 구성과 다른 여러 가지 공간들이 필요하다. 교과교실제에서 기본적으로 설치되는 공간 중 홈페이지는 학생들의 학습 및 개인 휴식, 자유로운 토론과 교류가 이루어지는 장이며, 리소스센터 또는 미디어센터는 교과와 관련된 다양한 자료들이 구비된 곳으로 학습으로의 유인책이 될 수 있는 공간이다. 이러한 공간들은 교수-학습이 직접적으로 이루어지는 곳은 아니지만 효율적인 교수-학습을 위한 지원 체계의 역할을 하므로 이에 대한 고려도 필요하다.

수학 교과교실에 적합한 환경을 탐색하기 위해서는 선진 교과교실에 대한 조사가 선행되어야 한다. 김승제(2009)는 교과교실제가 원활하게 운영되고 있는 일본과 미국의 교과교실 사례를 분석하였다. 이 연구에 따르면 일본에서는 일부 학교에서 교과교실이 운영되고 있고, 연구 대상이 된 한 중학교에서는 홈페이지를 학급 거실의 개념으로 설정하여 한 학급당 하나씩 배당하고, 사물함, 학급비품, 게시판, 선반, 테이블 등을 비치하고 있다. 이를 통해 학생들이 휴식 시간에 자신이 소속된 공간에서 안정감을 찾을 수 있도록 하였다. 이 중학교의 공간 구성의 특징은 교과군에 따라 교과 블록을 설정한 것에 있다. 공간을 계획할 때, 과학, 수학, 영어 등 교과별로 계획하는 것이 아니라 융합교육이 쉽게 이루어질 수 있는 과목들을 과목군으로 묶어 하나의 블록으로 설정하고 층별로 배치한 것에 있

다. 예를 들어 수학 및 과학관련 과목들은 자연 과학블록에 배치하고 블록 내에는 교과전용교실, 준비실, 교사연구실, 미디어스페이스 등을 갖추어 동일 과목군에서 공동으로 활용이 가능하도록 구성하였다.

또 다른 사례로 제시된 미국은 대부분의 학교에서 교과교실제가 운영되고 있으며, 연구 대상 학교에서는 학생들의 좀 더 효율적인 이동과 휴식을 고려하여 ‘하우스제’를 운영하고 있다. 하우스제는 전체 학교를 몇 개의 단위로 분할하여 이 분할 단위 속에서 교과교실제를 운영하는 방법이다(김승제, 2009). 한 학년에는 세 개 정도의 하우스가 배정되며 각 하우스에는 수학, 사회, 영어, 미술, 과학, 다목적의 6개의 교과교실이 있고, 중앙에 컴퓨터센터가 배치되어 공동으로 사용하도록 되어 있다. 이러한 형태는 학생들의 이동을 최소화하고, 같은 학년 학생들 간의 교류가 늘어날 수 있다는 장점을 가지고 있다.

우리나라의 현재 학교 교육 정책 및 문화를 고려해볼 때 수학 교과에서는 STEAM과 같은 교과 간 융합교육을 실현하기 위해서 교과균형이 필요하며, 학생들의 이동에 따른 피로와 최근 많이 발생하고 있는 학년 간 충돌에 따른 문제점을 방지하기 위해서는 하우스형이 적절할 것이다. 그러므로 한국형 수학 교과교실은 이 두 가지 형태가 적절히 조합된 새로운 공간이 구성되어야 한다.

공간 배치 뿐만 아니라 수학 교과교실이 갖는 기능적 측면에 대한 고려도 필요하다. 교과교실제가 도입되면 교과교실에 많은 역할이 부여된다. 그러나 하나의 교실이 다양한 역할을 하기에는 너무 많은 요소들이 교실에 투입되어야 하기 때문에 효율성의 측면에서 교과교실을 기능별로 분류하는 것이 좋을 수 있다. 교과교실 전체의 공간 구성을 고려할 때 홈페이지나 미디어센터가 독특한 기능을 수행하는 것처럼

수학 교과교실 내에서도 필요한 기능에 따라 여러 가지로 공간이 분류되어 배치될 수 있다. 정태범(2001)은 교과교실이 강의실, 자료실, 연구실의 기능을 가지고 있어야 한다고 제안하였다. 이는 일반적인 교과교실의 측면에서 분류한 것이며, 수학 교과교실의 운영 실태를 파악하여 수학 교과교실이 가져야할 기능이 무엇인지 분석하고 그에 맞는 공간 구성과 기자재의 배치 및 활용 방안을 모색할 필요가 있다.

나. 교과교실제에서 교육과정의 운영

한국교육개발원(2009)에서 발간된 ‘교과교실제 운영 가이드’에서는 교과교실제 운영의 필요성을 다음과 같이 제시하고 있다. 첫째, 학급을 기본 단위로 하여 편성했던 기존의 교육과정의 경직성을 극복할 수 있다. 둘째, 한 교실에서 여러 교과를 수업을 진행해야 하기 때문에 각 교과별 특성에 적합한 교실 환경을 구성하거나, 다양한 교수·학습 자료를 구비하기 어려웠던 학급교실제의 단점을 극복할 수 있다. 셋째, 학급 단위 시간표 편성의 관례를 극복하고 개인의 능력, 관심, 진로 등을 고려한 학생 개인별 시간표를 편성하여 운영할 수 있다. 이는 교육과정의 운영 측면에서 교과교실제를 통해 학교 단위로 좀 더 자율성을 부여하고 교과별 특성과 능력에 따른 수업이 가능한 교실 문화를 형성할 수 있다는 의미이다. 이러한 문화는 결국 교육 수요자인 학습자에게 초점을 맞춘 교육과정을 개발·운영함으로써 만들어질 수 있으므로 교육과정을 설계할 때에는 교과특성 뿐만 아니라 학습자에 대한 이해가 수반되어야만 한다.

교과교실제에서 효과적으로 운영할 수 있는 제도로 교육과학기술부(2011a)에서는 집중이수제, 블록타임제(Block time), 수준별 이동 수업을 제시하고 있다. 집중이수제는 학급이나 학기 단위로 과목 이수 시간을 묶어서 편성하는 방안으

로, 교과교실 형태에서는 이수교과 수와 시험 횟수뿐만 아니라 교과교실제의 문제점으로 지적되고 있는 학생들의 잦은 이동을 과목 수를 줄임으로써 해소할 수 있고, 이에 따라 학생들의 학습 부담을 경감하고 피로도를 낮출 수 있다.

블록타임제는 교과 특성에 따라 45~50분짜리 수업을 2차시 이상씩 블록으로 묶어 연속적으로 운영하는 제도이다. 블록타임제는 전 교과/ 일부 교과/ 일부 차시 블록타임 운영 방식이 있다. 블록타임제 도입으로 인해 얻을 수 있는 긍정적 변화로는 학생 중심 활동 기회 증가, 이론과 실습, 평가를 연계한 완결성 있는 수업, 활동의 다양성 증가, 교사와 학생 간 상호작용 기회의 증가, 성취도가 높은 학생에 대한 심화 학습 지원이 가능하다는 것이 있다(홍미영 외, 2011).

교과교실제를 운영하게 되면 이동 수업이 이루어지게 되면서 학생들은 잦은 이동에 피로와 부담을 느끼게 된다. 블록타임제를 시행하면 학생들의 이동 횟수를 줄여 학생 이동부담을 완화하고, 블록타임제로 길어진 시간만큼 교사들이 학생들을 면밀히 파악할 수 있다. [그림 II-1]은 실제로 교과교실제와 일부 교과 블록타임제를 운영하고 있는 한 고등학교의 하루일과표이다. 3블록으로 편성된 이 일과표에 따르면 학생들의 하루 이동횟수는 최소 3번 이상 줄어들게 된다. 교과교실제를 시행하면서 블록타임제와 병행할 경우 유연하게 교육과정을 운영할 수 있기 때문에 교수-학습에 시너지 효과를 기대할 수 있다.

그러나 블록타임제는 시간 운영 방법과 교과 이수단위 사이의 불일치로 공강 시간이 발생하게 되는 경우가 종종 있으며, 학습자 특성 및 교과 특성에 따라 블록 편성이 수업 운영에 장애로 작용하는 경우도 있다. 또한, 학년이 낮고 학업 성취가 낮을수록 집중력 저하가 심해지는 경향이 있고, 과학이나 수학 과목에서 블록타임제 수업을 받은 학생들은 그렇지 않은 학생들보다

낮은 성적을 나타낸다는 결과가 보고된 바 있다(홍미영 외, 2011). 실제로 한 수학교사는 실습, 체험 위주의 과목과 다르게 수학 과목의 특성상 학생들이 100분 이상 수업을 듣는 것을 지루해하고 힘들어하는 경우도 많아서 지도에 어려움이 있다고 말하였다.

1학기			
시간	시량	일과	비고
07:50 ~ 08:30	40분	조례	학급교실
08:30 ~ 08:40	10분	휴식	
08:40 ~ 10:25	105분	1블록	중간5분휴식
10:25 ~ 10:40	15분	휴식	
10:40 ~ 12:25	105분	2블록	중간5분휴식
12:25 ~ 13:35	70분	점심	
13:35 ~ 15:20	105분	3블록	중간5분휴식
15:20 ~ 15:40	20분	청소	
15:40 ~ 16:30	50분	7교시	
16:30 ~ 16:40	10분	휴식	
16:40 ~ 17:30	50분	8교시	학급교실

[그림 II-1] 블록타임제 운영 일과표 예시

수준별 이동수업은 7차 교육과정 이래로 꾸준히 권장되어온 수업 방식이다. 수준별 이동수업을 운영하기 위한 집단 편성 방식은 학교 간/학교 내/학급 간/학급 내/학년 간 동질 집단 편성이 있다. 현재 수준별 이동수업의 가장 일반적인 방식으로는 과목별 학급 간 수준별 집단 편성방식이며, 특히 교과교실제에서는 +1 수준별 이동수업 형태가 권장되고 있다. +1 수준별 이동수업은 기존의 학급 수에 이동가능한 수준별 학급을 하나 더 추가하여 반을 편성하는 것을 말한다. 교과교실에서 수준별 이동수업을 하면 학생들의 능력과 수준에 맞는 학습 자료와 방법, 기자재를 이용한 수업이 가능하기 때문에 수요자 중심의 교육을 할 수 있게 된다. 또한, 학생들은 자신의 학습 수준에 맞게 제시되는

내용을 통해 지식을 습득하고 수학에 대한 흥미와 자신감을 가질 수 있는 기회를 제공받게 된다. 이를 통해 학습 결손을 방지하여 학생들 사이의 성취 수준의 격차를 줄이고, 각 학생의 수준에 따라 교과 학습 능력을 신장시킬 수 있다. 그러나 수준별 이동수업은 학생들 간의 위화감을 조성할 수 있다는 것, 담임 교사가 담당 학생을 가르치지 못하는 경우가 생긴다는 것과 같은 문제점이 지적되고 있다.

교과교실제의 효율적인 운영을 위해 교육과학기술부(2011a)에서는 학생중심 맞춤형·수준별 교육과정 운영과 탐구·협동학습, 창의·인성교육을 위한 수업 환경 조성, 융합적 사고와 문제해결 능력 향상을 강조하고 있다. 또한, 홍미영 외(2011)는 미래지향적 교육을 위한 교과교실 수업 추구 방향을 역량 교육, 창의·인성 교육, 융합 교육, 정보통신기술 기반 교육으로 설정하였다. 학급교실제에서 이미 활용되고 있는 이러한 방안들이 교과교실제와 함께 다시 강조된다는 것은 학급교실제보다 교과교실에서 이 방안들이 더 효율적으로 운영될 수 있다는 것을 의미한다. 그러므로 교과별로 이 방안들을 효율적으로 운영할 수 있는 실질적인 교수-학습 전략을 마련하여야 한다.

홍미영 외(2011)는 교과교실에서 미래지향적 교육이 구현되기 위해 강조되어야 할 능력으로 <표 II-1>과 같이 창의성, 협동성, 의사소통, 비판적 사고력에 해당하는 4C를 선정하였다. 창의성을 구현하기 위해서는 수업 목표에서 창의성을 명시하고, 교과교실 환경을 활용하여 학생들에게 자율적이고 창의적인 경험을 제공하여야 하며, 비판적 사고력을 길러주기 위해서는 타당한 증거에 입각하여 주장하고, 다양한 관점에서 문제에 접근하고, 정보의 타당성과 신뢰성을 평가하여야 한다는 것을 제안하였다. 또한, 의사소통능력을 개발하기 위해서는 다양한 의사소통 방식

을 활용하고, 교사-학생 간의 쌍방향 소통이 이루어지도록 해야 하며, 협동성을 키우기 위해서는 교과교실의 환경을 학생 간의 교류의 장이 되도록 구축하고 공동으로 과제를 해결하는 활동이 이루어져야 한다(홍미영 외, 2011). 4C는 교과교실 문화에서 교사와 학생의 활동 패턴이며 수행해야 할 역할로 볼 수 있으므로 교과교실에서 형성해야 하는 사회적 규범이라 할 수 있다.

<표 II-1> 교과교실 수업원리(홍미영 외, 2011)

창의성 Creativity	유용한 독창성을 격려하는 수업
협동성 Cooperation	어울려 배우고 함께 해결함을 경험하는 수업
의사소통 Communication	상호 이해와 열린 마음의 표현을 지향하는 수업
비판적 사고력 Critical thinking	증거에 기초한 합리적 의사 결정을 배우는 수업

그러므로 교과교실의 사회적 규범인 4C를 통해 사회 수학적 규범이 형성될 수 있는 수업 원리를 고려해볼 수 있다. 수학 수업에서는 비판적 사고력과 함께 논리력, 추론 능력 등과 같은 수학적 사고력이 필요하며, 타 교과에 비해 문제해결이 특히 강조되므로 이러한 사회 수학적 규범 형성이 바람직하다. 그러므로 수학 교과교실에서는 이런 능력들을 고려하여 교수-학습 방안을 설계하여야 한다.

III. 국내 수학 교과교실의 현황

1. 연구 대상 및 절차

수학 교과교실이 나아가야 할 방향의 청사진을 그려보기 위해서는 현재 운영되고 있는 수학 교과교실에 대한 실태파악이 먼저 이루어져야 할

다. 본 연구에서는 2011년 8월부터 문헌 조사를 통해 기초 조사를 한 후, 2011년 10월과 11월에 교과교실 시범학교와 수학 교과용 ICT 교실을 보유하고 있는 학교 중 교과교실이 비교적 잘 운영되고 있는 8개교를 선정하여 방문하고 학교별로 교과교실에서 수업을 하고 있는 담당교사 각1명을 대상으로 교사 면담을 실시하여 수학 교과교실의 현재 모습과 수학 교사들의 인식을 조사하였다. 수학 교과교실 환경을 파악하기 위한 목적으로 학교 방문 및 관찰을 통해서 학교 특색, 교과교실 설치 비용 및 보유 시설(전자 칠판, 실물화상기 등), 교실 배치도, 교구 현황 등을 기록하고 사진으로 남겼다. 또한 실제로 수학 교과교실을 사용하고 있는 수학 교사 면담을 통해 현 교과교실의 불편한 점과 교과교실운영 보고를 위한 학교 자체 설문 결과, 기대되는 미래 수학 교실의 모습, 국가적 지원 사항, 기타의 5개 항목에 대한 면담 내용을 기록하였다.

수집된 자료 중 연구자의 관찰 기록은 보유 시설 및 교구 현황은 8개의 학교 중 몇 개의 학교가 보유하고 있는지 표로 정리하여 제시하였고, 교사 면담기록지는 면담항목별로 모아 비교 분석하였다. 연구 대상 학교는 ICT 교실을 활용하고 있는 중학교 1개교와 교과교실 시범학교로 선정된 중학교 1개교, 고등학교 6개교로 <표 III-1>과 같다.

<표 III-1> 연구 대상 학교

학교급	표기	유형	교실수
중학교	M1	ICT교실	1실
	M2	선진형	6실
고등학교	H1	선진형	10실
	H2	선진형	6실
	H3	과목중점형	4실
	H4	과목중점형	4실
	H5	과목중점형	7실
	H6	과목중점형	5실

연구 대상 학교의 교과교실 설치 현황은 다음과 같다. 두 개의 중학교 중 충북의 M1은 소규모 학급으로 1개의 ICT 교실을 수학 교과교실로 사용하고 있으며, 서울의 M2는 선진형 교과교실제를 선택한 학교로 상급반(1.0칸)²⁾, 중급반(1.0칸), 하급반(0.5칸), 총6실의 교과교실을 운영하고 있다. 여섯 개의 조사 대상 고등학교 중 공립형 자율고인 서울의 H1은 선진형 교과교실제를 채택하여 10실의 수학 교과교실에 전자 칠판, 전자 교탁 등 최신 설비를 갖추고 있다. 경기의 H2는 선진형 교과교실제를 운영하는 학교로 1개 학년이 6학급으로 편성되어 있으며, 학생들의 학력수준은 중간의 수준이 가장 많고 상위와 하위가 소수로 분포되어 있다. 서울의 H3은 상급반(1.5칸), 중급반(1.0칸), 하급반(0.5칸), 총4실의 교과교실과 리소스센터(0.5칸), 교사준비실(0.5칸)을 운영하고 있다. 또한, 전북의 H4는 평준화 지역의 인문계 고등학교이고 3년째 교과교실을 운영하고 있다. 1-2학년 전체를 대상으로 수준별 이동 수업과 학교 수업시간을 탄력적으로 운영하는 블록타임제를 운영하면서 4개의 교과교실을 활용하고 있다. 부산의 H5는 7개의 수학 전용교실을 만들어 그 중 1실은 일반 교실의 1.5배 크기로, 나머지 6실은 0.8배 크기로 구성하여 운영하고 있고, 울산에 위치한 H6은 5개의 교과교실을 운영하면서 1학년은 수준별 이동수업을 실시하고 있다.

2. 운영 현황

우리나라에서 시범적으로 운영되고 있는 교과교실은 전 교과 교과교실제의 형태인 선진형(A형)과 일부교과 교과교실제인 과목중점형(B형)이 있다. 그러나 아직 시범 단계에 머물러 있

2) ‘칸’은 교실의 크기를 의미하며, ‘실’은 교실의 개수를 의미한다.

기 때문에 국내 환경에 대한 면밀한 조사를 통해 국내의 교육 환경과 학생 특성, 교과 특성을 반영하여 공간 계획 뿐 만 아니라 각 공간에 배치되어야 하는 교구 및 기자재에 대해 명확한 기준을 제시해야 한다. 이에 본 연구에서는 국내에서 시범적으로 운영되고 있는 수학 교과교실제의 장단점을 파악하여 한국형 수학 교과교실에 적합한 환경 구성 형태에 대해 분석하였다.

연구 대상 학교들은 적게는 1천만 원에서 5억 원까지 정부에서 지원받은 예산에 맞게 수학 교과교실을 설치하여 운영하고 있다. 교과교실을 운영하기 위해 기존의 교실을 그대로 활용하기 보다는 크기를 확장하거나 구조를 바꾸는 등의 리모델링을 하여 기존 교실과 동일하거나 1.5배 정도의 교과교실을 조성하였다. 또한, 교과교실제를 적용한 학교들은 수학 전용교실 뿐 만 아니라 홈페이지, 리소스센터, 교사준비실, 수학 전용 게시판 등을 설치하여 수학 학습의 효율성을 꾀하고 있다. 선진형 교과교실제를 채택한 H2는 각 층마다 홈페이지를 설치하여 학생들의 휴식 공간, 인터넷 활용공간으로 사용하고 있으며, 대부분의 학교에서 홈페이지는 층별 휴게 공간으로 활용하고 있다. 그러나 선행 연구 분석 결과 학생들의 심리적 안정과 교류를 위해 홈페이지는 오픈형으로 층마다 배치하기보다는 학급을 대신할 수 있는 반별 거실의 기능을 하도록 한 공간에 모아놓은 형태가 적절하였다.

수학 중점 교과교실제를 실시하고 있는 H3는 수학 전용 리소스센터와 교사준비실을 설치해 수학 도서관 등의 용도로 활용하고 있다. H6은 교사연구실과 수학 부진학생들을 위한 소강의실, 수학전용 교실을 한 공간에 일렬로 나열하여 배치하고, 복도에 수학 전용 게시판을 설치해 수학 전용 공간을 구성하였다. 각 학교에 대한 분석 결과 Mathzone, 수학존, 리소스센터 등으로 불리는 수학 전용 공간과 교사 연구실이 설정되어 있었다. 수학 전용 공

간은 학생들이 수학 학습을 할 수 있는 공간으로 활용되고 있었으며, 교사 연구실에서는 동 교과 교사들이 모여 토론과 협의회, 자료 개발 등의 장소로 활용하고 있어 효율적인 수학 교수-학습을 위해 필요한 공간이라 할 수 있다. 또한, 대부분의 학교에서는 수준별 학습을 위한 상, 중, 하반의 강의실이 각각 구성되어 있다. 이는 학생들의 성취도를 기준으로 강의실의 기능을 분류한 것으로 생각된다. 그러나 이러한 구분은 학생들 사이의 위화감을 조성할 수 있고 부진 학생의 자존감이 낮아질 수 있다. 그러므로 수준별 수업은 상-중으로 이원화하거나 더 세분화되되, 교실은 수업의 목적에 따라 선택하여 활용하는 것이 바람직할 것이다.

교과교실제의 효율적인 운영을 위해서는 교실 간의 배치뿐만 아니라 학생들이 실제로 수학 학습에서 가장 많이 활용하게 되는 수학 교실 내의 설비 및 교구도 중요하다. 교과교실의 설치 및 수학 교구와 프로그램 등의 구비 현황을 분석한 결과, 2014년 교과교실제의 전면 시행에 앞서 교과교실제 시범학교로 선정된 학교에서는 예산을 지원받아 최신식의 다양한 설비를 하고, 학교별로 수업을 위한 여러 가지 교구 및 공학 도구와 서적들을 갖추고 있다.

기존의 수업에 비해 수학 교과교실에서 더 효과적인 교수-학습이 이루어지기 위해서는 예산의 지원과 그에 따른 최신 설비를 갖추는 것이상으로 이 설비들을 어떻게 잘 활용할 것이냐가 관건이라 할 수 있다. 연구 대상 학교에서는 <표 III-2>와 같이 수학 기자재를 보유하고, 수업에 활용하고 있었다. 연구 대상 8개교 중 4개 이상의 학교에서 인터넷, 전자교탁, 전자칠판, 교사 및 학생용 책상, 흑판(전후면), 음향시설, 수학게시판, 수학 도서, 책장 등의 교수-학습을 위한 설비를 구비하고 있다. 비교적 설비가 잘 되어 있는 H4는 수학 교과 교실에 이동식 화이트보드, 전자교탁, 전동스크린, 빔프로젝터, 수업

촬영용 카메라, 모니터, 컴퓨터, 실물화상기 등의 기자재를 설치하고 있으나 학생용 컴퓨터(정보검색용)는 설치되어 있지 않고 교과교실 옆의 교사연구실에 인터넷이 연결된 컴퓨터를 학생이 정보검색이 필요한 경우 사용하도록 되어 있다.

<표 III-2> 수학 교과교실에 설치된 기자재

기자재	보유 현황
전자교탁, 전자칠판	4개 학교
교사용 책상, 실물화상기, 이동식 화이트보드, 빔프로젝터	5개 학교
측면 칠판, 수학 게시판	6개 학교
전 교실 유·무선 인터넷, 음향시설, 책장, 수학 도서	8개 학교

그러나 H6의 교사는 전자칠판에 대해 가격이 비싸고, 수학 수업에서 활용도가 떨어진다고 판단하여 설치하지 않았으며, H5의 교사도 지나친 공학도구의 활용이나 평가는 수학적 사고를 방해한다고 생각하고 있었다. 이러한 현장 교사들의 의견은 수학 교과교실이 단지 최신식의 설비를 갖추고 공학 도구를 필수적으로 활용하여 수업을 하는 것을 선행 조건으로 생각해서는 안 된다는 것을 의미한다. 다만 공학 도구를 예전에 비해 친숙하게 생각하고, 쉽게 다루는 학생들의 매체활용능력이 이전의 학생들에 비해 점점 높아지고 있기 때문에, 교사들은 공학 도구를 활용하는 것이 내용 이해에 더 효과적일 수 있는 내용을 선별하여 그에 맞게 최신의 기술들을 투입해줄 수 있는 능력을 갖추어야 할 것이다.

수학 교과교실에 복사본 같은 동일한 기자재와 자료들을 구비한 학교가 있는데 비해서 H6은 교실별로 다른 기능의 수업을 지향하고 3개 반은 일반 책상, 2개 반은 모듈 수업이 가능한 사다리꼴 책상을 배치하고 있었다. 또한, M2의 교사는

수학실험실의 기능을 하는 교실이 하나 정도 있다면 지금보다 훨씬 다양한 교수-학습 방법의 적용이 가능할 것이라고 하였다. 교과교실제가 적용되면서 이전보다 훨씬 다양하고 많은 기자재와 수업 자원이 수학 수업에 활용된다. H6의 사례에 비추어 볼 때 교과교실에서의 수학 수업은 이전처럼 언제나 동일한 기자재를 사용할 수밖에 없는 수업으로 한정하여 생각하기보다는 수업의 목적에 맞게 기능을 분리하여 생각하고, 이에 따라 기능별로 적절한 콘텐츠 및 기자재를 분산 배치한 교실을 설치할 필요가 있다. [그림 III-1]은 연구 대상 중 H6 학교에서 탐구 중심 수업 전용으로 꾸며진 수학 교과교실을 활용하는 모습이다.



[그림 III-1] H6학교 교실에서의 탐구 수업

실제 탐방한 학교의 수학 교수-학습을 위한 교구 보유 현황은 <표 III-3>과 같이 파악되었다. 입체도형(다면체) 모형과 함수의 그래프 작성 프로그램(GrapEq 등), 폴리드론, 4-D frame, 스프레드시트(Excel 등)을 네 학교 정도 가지고 있었고, 대다수의 학교가 가지고 있는 교구로는 전통적으로 사용되어 왔던 자, 컴퍼스, 각도기 그리고 일반 수학 수업에서도 많이 활용되고 있는 GSP와 같은 동적기하 프로그램 정도였다.

<표 III-3> 수학 교구 보유 현황

교구	보유현황
학생용 사칙연산 계산기, 칠교놀이, 테셀레이션 타일, 그래픽 계산기, 부피 실험 도구, 펜토미노, 이차곡선 작도기, 지오픽스	1개 학교
통계 자료 입력 및 분석 프로그램 (Fathom 등), 조노돔, 공학용 계산기	2개 학교
입체도형(다면체) 모형, 함수의 그래프 작성 프로그램(GrapEq 등), 폴리드론, 4-D frame, 스프레드시트(Excel 등)	4개 학교
컴퍼스, 각도기	5개 학교
자, 동적 기하 프로그램(GSP, Cabri 3D, Cinderella, LOGO, POLY 등)	6개 학교 이상

이를 고려해볼 때, 교과교실제를 시행하고 있는 학교에서도 아직 교구나 수학 프로그램을 활발하게 활용하지 못하고 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 교사들이 매체를 활용한 수학 수업에 대한 교육을 많이 받지 못해 PCK³⁾가 부족하다는 것을 한 원인으로 들 수 있다. 각 대학에서 예비 교사들이 이수하는 과목 중 교구나 공학 도구 활용에 대한 것은 1~2과목 정도이며, 교사들은 교사가 된 이후에도 매체 활용 연수가 체계적으로 이루어지지 못하고 있다고 하였다. 또한 매체 활용 방안에 대한 연구도 집약되어 있지 않아 교사들이 참고할 만한 서적이나 연수 교재 등도 부족하다. 그러므로 최신 수학 교구 및 프로그램을 구비하는 것에 대한 예산 지원에 그칠 것이 아니라 수학 교수-학습 시 활용 방안에 대한 연구와 더불어 교사 재교육 방안이 마련되어야 한다.

한 교과교실 연구학교에서 실시한 자체 설문조사 결과 학생의 40%이상이 수학 과목에서 실시하는 블록타임제와 수준별 이동수업은 수학 학습에 도움이 되었다는 답변을 하였고, 2년 연속 조사에서 긍정적 답변의 비율이 증가하였다. 이는 수학교과교실에서 블록타임제와 수준별 이동수업이 수학 학습에 인지적, 정의적 측면에서 긍정적인 효과가 있다는 의미로 해석될 수 있다(서울대학교사범대학부속여자중학교, 2011). 과목중점형 교과교실제를 선택하고 있는 H4는 1-2학년을 대상으로 수준별 이동 수업과 블록타임제를 실시하면서 교과교실을 활용하고 있다. H4의 교과교실 운영 방안을 좀 더 자세히 살펴보면 수준별 이동 수업 교실로 상/중상/중하/하 수준의 4개 학급으로 나누고 소집단 협력학습, 설명식 수업 등 교수 방법을 선택하여 전자교탁을 주로 활용하는 수업을 하고 있으며, <표 III-4>와 같이 주1회만 수학 수업을 2시간씩을 묶어 블록타임제를 운영하고 있었다. 또한, 프로젝트학습, 문제해결학습, 소집단 협력학습 등 수업을 다양하게 운영하고 각 수업별로 교실의 설비와 기자재를 선택하여 활용하고 있다.

<표 III-4> H4의 수학 블록타임제 시간표

반	수							목						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
1	기	미	무	영	과	사	기	국	사	수	수	영	기	사
2	국	기	기	영	과	과	무	기	미	수	수	영	사	체
3	국	과	수	영	무	국	과	국	사	수	수	영	기	사
4	기	무	국	영	과	수	사	사	수	수	영	기	국	
5	국	영	수	수	기	국	사	영	국	사	기	음	영	과
6	사	영	수	수	기	음	기	기	영	무	사	과	영	사
7	사	영	수	수	국	사	기	영	음	과	국	기	영	사
8	기	영	수	수	수	사	과	과	사	국	영	무	영	사

3) Marks(1990)는 수업 실제에서 교사가 나타내는 PCK 중 수업 상황에서 매체를 활용하는 것을 특별히 고려하였다.

3. 현행 수학 교과교실의 보완점

교과교실제가 시행되고 미래형 수학 교실의 모습으로 발전하기 위해서는 현재 시행되고 있는 교과교실제의 보완점을 파악하고 개선 방안을 찾는 것이 필요하다. 연구 대상 학교의 수학 교사를 대상으로 현재 교과교실을 사용하면서 불편한 점과 개선 방안에 대해 면담을 한 내용을 분석하여 다음과 같이 수학 교과교실제의 운영할 때 몇 가지 고려해야 할 점을 설정하였다.

첫째, 학습자의 심리적 특성에 따른 이동과 생활지도 방안을 모색하여야 한다. 교과교실의 사용자가 될 중·고등학생들은 심리적으로 불안정하고 또래 집단을 중시하는 시기에 놓여있는 아이들이다. 특히, 우리나라 학생들은 실외의 활동보다는 또래 집단끼리 모여서 실내에서 활동하는 것을 즐긴다. 그러나 교과교실제는 이동이 많고, 반이라는 소속되어있는 공간이 사라지기 때문에 특히 우리나라 중, 고등학생들이 거부감을 가질 수 있다. 실제로 H4의 교사는 주기적으로 교실을 바꾸어 수업을 하게 되면서 교실에서 학생들이 느끼는 안정감이 없어지고 있다고 하였다. 또한, 김재춘 외(2009)의 연구에서도 교과교실제를 시행하고 있는 학교를 대상으로 설문 조사를 실시한 결과 교사는 대체로 교과교실제에 긍정적인 반면에 학생 만족도는 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 그러므로 환경, 교육과정 운영 방안을 계획할 때 학생들의 심리적 안정감을 제공할 수 있는 방안을 고려해야한다.

둘째, 의사소통의 단절 문제를 고려하여야 한다. H2의 교사는 1교사 1교실을 택하면서 교사 간에 교류가 거의 없어 정보에 취약해지고 있으며, 교과 간의 협의도 생각보다 쉽게 할 수 없을 뿐만 아니라, 수준별 수업과 이동수업을 하다 보니 반 학생이 어디에 있는지 파악하기가

쉽지 않다고 하였다. 또한 교사-학생, 학생-학생 간의 교류가 안정적으로 이루어질 수 있는 공간이 부족하여 소통의 부재로 인한 문제가 발생할 수 있음을 우려하였다. 그러므로 홈룸과 홈베이스와 같이 학생들이 머물고 소통할 수 있는 장과 공동의 교사 연구실이 필수적으로 마련되어야 할 것이다. M2의 교사는 현재 학생 수가 많아서 학생 간의 상호작용이 어려우므로 학급당 학생 수를 최소화 하는 방안도 고려할 필요가 있다고 하였다. 또한, 실제 수업 장면에서 소통을 확대할 수 있는 교실 문화 형성 방안을 의식적으로 마련해야 한다.

셋째, 기자재의 구비 및 유지 보수에 대한 적절한 기준이 마련되어야 한다. 수학 교과교실에는 연구 대상 학교들이 구비하고 있는 것처럼 컴퓨터를 비롯한 교육 기자재들이 많이 들어오게 된다. 그러나 기자재와 교구들이 전사용에 그치지 않으려면, 이들이 적절하게 호환되어 사용에 불편함이 없어야 한다. M1의 교사는 컴퓨터 해상도 문제로 기하 수업에서 원이 타원으로 그려지는 현상이 발생하고 있다고 하였다. 이는 기존 컴퓨터 화면 및 수학 S/W화면 개발 환경이 4:3이었으나 전자칠판, PDP 또는 LCD 등은 16:9인 경우가 많아 소프트웨어와 하드웨어 간의 호환이 되지 않기 때문이다. 또한, 사이버 학습 자료, 디지털 교과서 등이 전자칠판에 맞지 않는 경우도 있으며, 시력이 떨어지는 학생들을 위한 돋보기 기능이 없는 경우도 있다고 하였다. 그러므로 교육 기자재를 제작할 때에는 수학교육 전문가들의 자문을 거쳐 좀 더 수학 교과에 최적화된 상태로 학교 현장에 보급되어야 할 것이다. 현재 교과교실제는 5년이 지나야 시설을 보수할 수 있도록 되어있는데, 5년이 되기 이전에 기자재가 고장이 나거나 다른 최신 기자재들과 호환이 되지 않을 때에는 수업에 사용할 수가 없다. 그러므로 기자재

별로 시설 보수 기간을 좀 더 융통성 있게 세부적으로 마련하여야 할 것이다.

넷째, 교과교실에 적합한 교과 특성이 적용된 교수-학습 방법과 평가 방법이 부족하다. 수학 교육에서 의사소통과 협동학습이 강화되고, 첨단기자재가 활용되며, 블록타임제 등 새로운 교육시스템이 실시되면서 수학 교육의 패러다임이 바뀌게 되었고 이에 따라 동일한 기능의 복사본 교실을 조성하는 데에 따른 문제점들이 나타나는 것으로 확인되었다. 예를 들어, 현재 교과교실은 교실 크기가 일반교실과 같아서 학생 작품 전시 공간이 없고 게시판이나 교구장을 들여 놓은 여유 공간이 없으며, 모둠 활동 시 불편하고, 전면 칠판 하나만 사용하다보니 학생들이 문제 풀이할 공간이 부족하였다. 또한, 대부분의 학교에서 교수-학습에 사용되는 수업용 수학 교과교실은 동일한 형태 및 기자재로 조성되어 다양한 수업 방식을 전개하기 어렵고 기존의 수업 및 평가 방법을 답습하면서 기자재만 더해진 수업을 하게 될 수 있다. 그러므로 수학 교과에서 교과교실제와 함께 적용된 제도들이 만족스러운 효과를 내지 못하고 있다는 연구들을 고려하여 수학 교과 특성이 반영된 새로운 모델이 제시될 필요가 있다. H4의 교사는 수업 모형을 교사가 개별적으로 개발해서 활용하기에는 시행착오를 거치는 과정에서 시간이 너무 많이 소요되고 현재 만들어져 있는 수업 모형은 교과교실에 적용하기에는 한계가 있다고 하였다. 그러므로 수학 교수-학습에 적합한 환경의 구축과 더불어서 그러한 환경을 활용할 수 있는 실제적 모델을 개발하여 학교 현장에 제시해주어야 한다.

다섯째, 교사 재교육 방안의 마련이 시급하다. 교과교실이 도입되면서 교과자료 준비 및 재구성, 기자재 활용에 대한 교사의 부담이 증가하고 있다(홍미영 외, 2011). H4의 교사는 기기 사용에 대한 사전 교육과 같은 연수에 적극적이고 지속

적으로 참여할 수 있게 하는 제도가 필요하다고 하였다. 이를 위해서는 수업 패러다임의 변화 및 이와 더불어 변화되는 교사상에 대한 교사들의 인식 전환이 필요하며, 교육과정 및 수업 형태의 변화에 대한 학교 관리자의 의식 변화와 융통성 있는 학교 운영이 요구된다. 또한, 국가 차원에서 교사 연수를 지원하고, 다양한 수업자료와 프로그램 개발 및 보급하며, 단위 학교에서 재량으로 운영할 수 있는 교육과정 운영에 대한 컨설팅단을 파견하는 등의 제도적 지원이 이루어져야 한다.

IV. 수학 교과 교실의 발전 방향

이 장에서는 앞서 기술한 교과교실제의 현행 운영 실태 및 문제점 바탕으로 수학 교과교실이 나아가야 할 방향을 제시한다.

1. 수학 교과교실의 운영 방안

선행 연구 분석 결과 수학 교과교실의 구성을 생각하기에 앞서서 학생들의 학습을 위한 정서적 안정의 확보를 위한 대책이 중요함을 확인하였다. 이에 대한 방안으로 학생들의 안정감을 도모하기 위해서 일본의 중학교와 같은 거실 개념의 반별 홈페이지가 설치되어야 하며, 수학 리소스 센터의 개념으로 Mathzone을 형성할 필요가 있다. H6의 교사는 각종 수학 산출물을 게시하고, 관리하며, 구역 내에 리소스 센터를 만들어 학생들이 쉽게 수학 자료를 접할 수 있는 공간으로 Mathzone이 필요하다고 하였다. 실제로 M2에서는 Mathzone을 수학 퀴즈를 공모하거나 축제 때 수학 카페를 개설하며, 학습 결과물을 전시하는 등의 용도로 활용하고 있었다. Mathzone은 학생들이 수학에 대한 생각을 지속적으로 이

어나갈 수 있게 해주고, 수학에 대한 학습 동기와 흥미를 갖고 대화와 토론을 할 수 있는 사회수학적 규범을 형성하는 장이 될 수 있다.

또한, 교과교실의 공간 배치와 관련하여 한국형 교과교실제에서는 교과균형 배치와 하우스형 배치를 절충하는 것이 필요하다. 수학 교과와 타 교과 간 융합교육을 실현하기 위해서 수학과학블록을 형성하여, 학년 내에서 수학, 과학 교과가 밀집되어있는 형태로 구성하고, 이를 통해 교과 간 융합교육이 자유롭게 이루어질 수 있도록 해야 한다. 또한, 학생들의 이동에 따른 피로와 학년 간 충돌에 따른 문제점을 방지하고 학년 내 교류와 소통을 넓힐 수 있도록 학년별로 3-4개의 하우스를 할당하고 각 하우스 내에 교과블록별로 교과교실을 배치하는 절충형이 적절할 것이다.

기자재의 구축 및 활용과 관련하여 현장 교사들은 대체로 최신의 교육 기자재와 네트워크가 학생 수준까지 도입되어야 함을 강조하고 있었다. H4의 교사는 책상마다 컴퓨터 및 인터넷 시설이 설치된 전자책상이 구비된 교실이 필요하다고 하였으며, H2의 교사 또한 각 학생 책상에 인터넷 환경이 구현되어 그래프나 도형 등을 학생들이 직접 그려보고 확인할 수 있도록 해야 한다고 주장하였다. 반면에 H5의 교사는 지나친 미디어 기기의 사용이 오히려 수학적 사고를 방해할 수 있으므로 지도 내용에 따라 사용을 자제할 필요가 있다고 하였다. 그러므로 모든 교실을 동일한 기자재로 구성하기 보다는 탐구를 통한 협동 학습이 가능한 활동실, 테크놀로지의 활용, 정보 탐색 등이 가능한 미디어실 등으로 구성하여 교사들의 긴밀한 협조 하에 각 실을 유연하게 활용할 수 있도록 하는 것이 좋을 것이다.

교과교실제의 운영을 위해서는 환경적 측면과 더불어 교수-학습에 직접적으로 영향을 미치는

교육과정 운영과 교수-학습 방안에 대한 고려가 필요하다. 대부분의 교사들은 수학 교과교실이 원활히 운영되기 위해서는 교육과정의 조정 권한이 국가 차원에서 단위 학교 차원으로 많이 이양되어 교육과정이 탄력적으로 운영되어야 한다는 것을 강조하였다. H4의 교사는 궁극적으로 모든 학생들이 참여할 수 있고 보다 쉽고 재미있게 구성된 교육과정과 다양한 수학 탐구 학습 내용이 포함된 교육 과정을 개발하고, 블록 타임제를 통해 탐구와 협동학습이 이루어지는 교실, 필요한 단계의 수학을 언제 어디서든지 배울 수 있는 무학년제 교실을 만들어 나가야 한다고 하였다. 그러나 수학은 논리적 사고력과 집중력이 필요한 과목이기 때문에 중, 고등학교 학생들이 100분 이상의 블록 타임을 견디는 것은 어려울 수 있다. 그러므로 학생들이 흥미와 긴장의 끈을 놓지 않고 활동하고 참여할 수 있도록 블록 타임은 탐구형태의 의시소통이 가능한 활동적 탐구 학습, 역량 강화 교육, 창의·인성 교육, 타 교과와의 융합교육에 활용하는 것이 효과적일 것이다. 그러므로 모든 수학 수업을 블록 타임으로 운영하기보다는 1주일에 한 블록 정도만 담당하여 이 시간에는 탐구, 역량, 창의·인성, 융합 교육 등이 이루어질 수 있도록 하는 것이 적절할 것이다.

M2와 H2의 교사는 인터넷 환경을 최대한 활용하여 자기 수준에 맞게 수준별 수업이 가능한 교실이 될 수 있도록 교육과정이 변화되어 한다고 하면서, 학교마다 보유하는 기자재가 다르기 때문에 단위학교의 재량을 최대한 발휘될 수 있도록 조정되어야 한다고 하였다. 수학은 학생들의 수준차가 많이 벌어지는 과목이므로 수준별 수업은 필수적이며 교과교실제의 시행으로 이동이 필수불가결해진 상황에서 교과별 학급 간 수준별 이동수업은 적절한 방안이 될 수 있다. 그러나 수준별 분반에 의해

서 성취도가 낮은 학생들의 수학 포기 현상이 발생할 수 있다는 현장 교사들의 우려를 고려할 필요가 있으며, 분반 수준을 2단계로 축소하거나 4단계 이상으로 확장하는 등의 새로운 분반 방안을 모색하여 상위권 학생들의 수업 효율성을 도모하고 하위권 학생들의 자존감이 떨어지지 않도록 해야 한다.

또한, 기능적 측면에서 수학 교과교실을 다양하게 설치하는 것과 더불어 탐구와 의사소통이 중심이 되는 협동학습 형태와 첨단 미디어를 활용하여 자기주도적 개별학습을 하는 형태 등과 같이 각 실별로 최적화된 교수-학습 모형의 제공이 필요하다.

이상의 분석을 정리하여 환경적 측면, 교육과정 운영 및 교수-학습 방법 측면에서 수학 교과교실의 운영 방안을 제안하면 다음과 같다. 첫째, 반별 홈페이지와 Mathzone 구성을 통한 반별, 교과별 안정감 도모가 필요하다. 둘째, 수학 및 과학 교과가 밀집되어있는 수학과학 블록을 학년별 하우스 내에 구성하는 것이 적절하다. 셋째, 수업용 수학 교과교실에 실별로 각각 다른 기능을 부여하여야 한다. 넷째, 블록타임제는 1주일에만 블록정도 운영하여 탐구, 역량, 창의·인성, 융합 교육을 실시한다. 다섯째, 수준별 분반은 학습 효율성과 정의적 측면을 고려하여 2단계로 축소 또는 4단계 이상으로 확장 분반하는 형태의 이동 수업이 이루어져야 한다. 여섯째, 협동학습, 첨단 미디어 활용 등과 같이 기능별로 다양한 교수-학습이 이루어져야 한다.

2. 수학 교과교실의 교수-학습 방안

교과교실제가 도입되면서 적절한 사회 수학적 규범 형성을 통한 수학 교실 문화를 정착시키기 위해서는 일반적인 교과교실의 수업원리(홍미영 외, 2011)를 토대로 수학 교과교실의 수

업 원리를 설정할 필요가 있다. 홍미영 외(2011)에서 선정한 4C 중 창의성, 협동성, 의사소통 능력은 최근 수학 교과에서도 점점 강조되고 있는 능력이며(교육과학기술부, 2011b), 세부 수업 원리는 사회적 규범이자 수학 교과교실 문화에서 형성되어야 하는 사회 수학적 규범으로도 볼 수 있다. 또한, 비판적 사고력은 수학적 정당화 과정에서 나타나는 수학적 사고력 중 하나이지만, 수학 수업에서는 비판적 사고력뿐만 아니라 논리력, 추론 능력 등과 같은 고등 수학적 사고력을 통해 합리적으로 의사결정 및 정당화를 하는 수업 문화를 형성하는 것이 필요하다. 이와 더불어 수학 교과에서는 문제의 이해, 계획, 실행, 반성 단계를 거치는 문제해결 과정을 경험하는 것은 수학 수업의 모든 과정에서 타 교과에 비해 특징적으로 강조된다. 그러므로 수학 교과교실에서는 이런 사회 수학적 규범을 형성하여야 한다는 것을 고려하여 교수-학습 방안을 설계하여야 한다. 그러므로 본 연구에서는 홍미영 외(2011)의 연구를 수정하여 수학 교과교실의 수업원리를 <표 IV-1>과 같이 창의성, 협동성, 의사소통, 수학적 사고력, 문제해결의 다섯 가지로 설정하였다.

<표 IV-1> 수학 교과교실 수업원리

창의성 Creativity	유용한 독창성을 격려하는 수업
협동성 Cooperation	어울려 배우고 함께 해결함을 경험하는 수업
의사소통 Communication	상호 이해와 열린 마음의 표현을 지향하는 수업
수학적 사고력 Mathematical thinking	논리적으로 사고하고 추론하여 합리적인 의사결정과 정당화를 경험하는 수업
문제해결 Problem Solving	문제를 이해하고 계획을 세워 실행하며 해결 과정과 결과를 반성하는 수업

앞서 도출한 여섯 가지 교과교실 운영 방안과 수학 교과교실의 다섯 가지 수업 원리를 토대로 수학 수업 및 학습이 효과적으로 이루어질 수 있는 수학 교과교실의 교수-학습 방안을 다음과 같이 탐구와 의사소통 중심의 협동학습 및 자기주도적 첨단미디어 학습의 두 가지로 고안하였다.

가. 탐구와 의사소통 중심 협동학습

먼저, 학생들 간의 상호작용을 촉진할 수 있는 협동학습실 형태를 생각해볼 수 있다. M1의 교사는 소집단 협동학습이 자유롭게 이루어지는 가운데 학생들이 자신의 생각과 타인을 생각을 종합하고 분석하여 이를 쉽고 효과적으로 발표하고 설명할 수 있도록 도와주어 학생들의 흥미와 참여를 최대한 이끌어 내고, 수학적 의사소통능력을 키울 수 있는 교실을 만들어야 한다고 하였다. H4의 교사는 수준별 수업보다는 급우간에 서로 학습에 도움을 받고 줄 수 있는 다양한 학습 능력을 가진 학생들로 모둠을 구성하고 각 모듈별로 협동 학습을 하는 형태의 수업을 구현할 수 있는 교실이 필요하다고 하였다.

이처럼 면담에 참여한 모든 교사들은 수학 교과교실에서 학생 간의 상호작용을 통한 의사소통능력 향상을 중요한 과업으로 생각하고 있었다. 이는 현재 소통의 부재로 인해 많은 문제가 발생하고 있는 것에 대한 우려가 반영된 것이라 볼 수 있으며, 2009 개정 교육과정(교육과학기술부, 2011b)에서도 강조되고 있는 의사소통 능력은 미래의 수학 교실에서 내용 학습과 더불어 중요하게 생각해야 할 역량이라 할 수 있으며, 홍미영 외(2011)는 교과교실 수업 추구 방향의 하나인 역량 교육을 설정하였다. 이에 협업과 의사소통의 중요성을 고려하여 설계한 수학 교과에서 탐구가 이루어지는 협동학습실의 교수-학습 모형은 <표 IV-2>와 같다.

<표 IV-2> 협동학습실의 교수-학습 방안

기능 목표	-학생 간 상호작용의 촉진 -창의, 인성 교육 -협동성, 의사소통능력의 신장
환경	-협동 학습이 이루어질 수 있는 모듈 책상 구성, 발표용 칠판 -학생용pc 모듈 별 1대 구비, 5~6대의 출력용, 검색용pc -모듈 학습용 책상(사다리꼴형, 육각형 등), 빔프로젝터, 실물화상기 -활동용 각종 교구(자, 컴퍼스, 각도기, 조노뎀 등)
교육 과정	-블록타임제를 통해 활동 시간 확보 -다양한 수준의 학생들이 함께 협업을 통해 활동
교수 학습 전략	-탐구를 통한 협동적 문제해결 -PBL(Project Based Learning) 전략 -직소(Jigsaw), 성취과제분담(STAD), 팀 게임토너먼트(TGT) 등의 협동학습 모형 활용 -토론, 발표, 협업 등의 과정에서 의사소통 강조
활용 형태	-수학 보드 게임, 수학 독서, NIE(Newspaper In Education) 활용 등 -교내 체험 활동, 상설 동아리 활동
평가	-학생들의 수학 협동 학습 산출물을 게시하여 자기 평가 및 동료 평가가 이루어지도록 함 -교사 및 동료와의 의사소통 과정에서 이루어지는 실시간 피드백

협동학습실에서는 학생 간 상호작용과 의사소통이 이루어지면서 인성이 키워지고, 여러 가지 수학 교구를 직접 조작하고 만들어보는 활동을 통해 창의성을 기를 수 있다. 이를 위해서는 사다리꼴, 육각형 등 협동학습에 적합한 책상, 모듈별 자료 검색 및 출력용 PC 1대씩 배치, 각종 수학 교구들이 배치될 필요가 있으며, 학습 결과를 공유할 빔프로젝터와 실물화상기가 갖추어져 있고, 발표용 칠판이 교실 측면과 후면에 배치되어야 한다. 협동학습실에서의 수업은 의사소통이 많이 이루어지기 때문에 시간이 확보되어야 하므로 블록타임제

가 적용되는 것이 좋고, 토론, 발표와 같은 의사소통 과정에서 교사의 실시간 피드백과, 자기 평가 및 동료 평가가 가능하다.

이러한 수업에 적절한 대표적 수학 교수-학습 전략으로는 프로젝트기반학습(PBL)이 있다. PBL은 학습자들에게 제시된 실제적인 문제를 협동적으로 해결하기 위하여 학습자들이 공동으로 문제해결 방안을 논의한 후, 개별학습과 협동학습을 통해 공동의 해결안을 마련하는 과정에서 학습이 이루어지는 학습자 중심의 학습 방안이다. 이 이외에도 수업에서 움직임이 많은 협동학습 모형을 적용하거나, 수학 게임, 독서, NIE 활용 수업이 가능한 활동 중심 체험학습실로 활용될 수 있을 것이다.

나. 자기주도적 첨단미디어 활용 학습

또 다른 형태의 수학 교과교실로는 학생 개인의 자기주도적 학습이 가능한 첨단 미디어실의 형태를 생각할 수 있다. 면담에 참여한 모든 교사들이 1인 1PC 환경이 구축되어야 함을 강조하면서 그 이유로 자기주도적 학습의 실현 가능성에 큰 영향을 미치기 때문이라고 하였다. H2의 교사는 학습자 개개인의 성취도 향상이 가능한 수준별 자기주도적 학습을 위해서는 학생의 수준에 맞는 다양한 교재가 많이 개발되어, 자기 수준에 맞는 교재와 수업을 선택할 수 있게 해야 한다고 하였으며, M1의 교사는 그러한 교재들이 디지털 교과서의 형태일 경우 쉬는 시간, 점심시간, 방과 후 시간에 학생 학습 수준에 맞는 사이버 가정학습, EBS 강좌 등의 인터넷 콘텐츠를 찾아 즐길 수 있다고 하였다. H3의 교사는 1인 1pc 환경에서는 다양한 공학도구와 교구 활용을 통한 수업이 가능해질 것으로 보았다. 태블릿 pc는 일반 컴퓨터에 비해 이동성이 뛰어나 개별학습과 협동학습이 모두 가능하고 책상의 학습 공간을 적게 차지한

다는 장점이 있다. 그러므로 수학적 사고력을 요하는 수준별 개별학습을 위해서는 학습을 도울 수 있는 수학 프로그램들이 설치된 태블릿 pc가 1인 1대씩 구비되는 것이 바람직하다. 이러한 수학 교과교실 환경에서는 <표 IV-3>과 같은 수업 방안을 설계할 수 있으며 구체적으로 기하 영역에서 3차원 가상 체험 학습, 실제 데이터를 수집하여 활용하는 통계 수업 등이 실현될 수 있다.

<표 IV-3> 첨단 미디어실의 교수-학습 방안

목표	-자기주도적 수준별 학습 -정보처리능력의 신장 -창의성과 수학적 사고력 향상
교실 구성	-사고력을 요하는 집중학습을 위한 학생 개별 책상 배치
기자재	-학생 1인 1태블릿 pc -각종 수학 프로그램(logo, GSP) -그래픽 계산기 -LMS, 학생의 학업 성취를 확인할 수 있는 교사-학생 간의 네트워크 -전자교탁 및 전자칠판
교육과정	-학습자 개개인을 고려한 수준별 이동수업
교수 학습 전략	-개별학습, 자기주도적 학습을 통한 문제해결 -컴퓨터와의 대화식 강의를 통한 자기 수준에서의 심화 학습. -온라인으로 정보를 탐색하여 필요한 정보를 수집하고 수업에 활용하는 e-learning 기반 수업 -타 교과와의 화상 수업을 통한 교과 간 융합 교육
활용 형태	-상설 동아리 활동 -수학 온라인 게임 -수학 e-book 독서
평가	-개별 성과 누적 관리 -네트워크를 통해 학생들은 자신의 산출물을 다른 학생들에게 공개하고 동료 평가 실시

자기 주도적 학습과 함께 첨단미디어실의 또 다른 주요한 기능으로는 정보 수집, 선별, 관리, 조작 및 매체 활용과 같은 정보처리능력의 신장을 주목적으로 하는 역량 교육을 들 수 있다. 학생들은 이미 어릴 때부터 컴퓨터를 비롯한 첨단 기기들과 함께 생활을 하고 있기 때문에 교사에 비해 공학적 기기의 사용이 어렵지 않다. 그러므로 첨단미디어실에서는 최대한의 공학 도구를 효율적으로 수학 수업에 활용하여 학생들에게 미래 사회인으로서의 핵심 역량인 정보처리능력을 길러 줄 수 있을 것이다.

수학 교과교실이 미래의 학습자에게 적용될 교수-학습 방법에 최적화된 형태로 구성된다 할 때, 이곳에서 이루어질 수 있는 평가 방안도 생각해보아야 한다. H4의 교사는 복잡한 계산이나 추상적 표현이 많은 평가를 지양하고, GSP나 스프레드시트 등을 이용한 수행평가나, 복잡한 계산은 계산기를 사용하는 등의 방안을 통해 실질적으로 가르치고자 하는 능력의 성취여부를 확인하는 평가 방안을 마련해야 한다고 하였다. 또한, 네트워크를 통해 자신의 산출물을 다른 학생들에게 공개하여 동료 평가를 하는 방안도 고려해볼 수 있다.

이와 더불어 첨단미디어실에서의 학습과 평가를 지원하기 위해서는 학생들의 오류를 좀 더 자세히 파악하고 그에 대한 실시간 피드백을 줄 수 있는 기능이 필요하다. H2의 교사는 개인용 PC로 접속을 하여 문제가 출제가 되면 학생들이 그 문제의 대한 풀이와 답을 바로 입력하고 결과를 알 수 있는 시스템이 구축을 원하였다. LMS(learning management system)는 교사가 학생들의 현재 pc를 통한 학습 수행 상태와 학습 누적 결과를 실시간으로 확인할 수 있는 시스템이다. 첨단미디어실에 1인 1pc환경이 구축되어 LMS에 의해 학생들의 성취도가 실시간으로 관리되고 교사에 의해 즉시 피드백이 된다면 수준

별 자기주도적 학습 및 평가가 이루어질 수 있으며, 교사 자신의 수업 방법 개선에 참고 자료로 활용할 수 있게 된다.

이상에서 수학 교과교실에서 유용한 두 가지 교수-학습 방안을 제시하였다. 수학 교과교실제가 도입되면 이 이외에도 다양한 방안이 제시될 수 있으며, 더 나아가 이를 활용할 때 함수, 기하 등의 수학 영역별 또는 협동학습, 미디어 활용과 같은 활동별로 더 잘 가르칠 수 있는 교사가 있다면 수업을 전문화하여 전문교사들에 의한 팀티칭이 이루어질 수도 있을 것이다.

V. 요약 및 시사점

일반교실에서 교과교실로 넘어가는 과도기인 현 시점은 단지 교실 형태가 바뀌는 것이 아니라 학교 문화 전체가 바뀌는 매우 중요한 시기라 할 수 있다. 이에 본 연구에서는 선행 연구에 대한 분석과 현재 수학 교과교실을 운영하고 있는 시범학교에 대한 탐색을 통해 현행 수학 교과교실의 보완점과 효율적인 운영 방안에 대해 탐색해보았다.

수학 교과교실의 운영 현황을 파악한 결과 수학 교과교실은 기준이 되는 교과교실 운영 방안이 없는 상황에서 환경, 교육과정 운영, 교수-학습의 측면에서 다양하게 운영되고 있었으며 그에 따른 장단점이 나타났다. 수학 교과교실의 안정적 정착을 위해 학생의 심리적 안정 도모, 의사소통에 대한 고려, 기자재 설치 및 보수, 교수-학습 방법의 개발, 교사 재교육 시스템의 마련 등이 개선되어야 할 점으로 나타났다.

탐방 결과에 대한 분석을 통해 수학 교과교실의 운영 방안을 다음과 같이 여섯 가지로 정리하였다. 첫째, 반별 홈페이지와 Mathzone 구성을 통한 학생들의 정서적 안정감 도모가 필요하다.

둘째, 교과균형 배치와 하우스형 배치를 절충하여 학년 내에서 수학 및 자연 교과가 밀집되어 있는 형태로 구성할 필요가 있다. 셋째, 수업용 수학 교과교실을 동일한 형태로 구성하기 보다는 실별로 각각 다른 기능을 부여하여야 한다. 넷째, 블록타임제는 1주일에 한 블록 정도 운영하여 의사소통이 이루어지고, 탐구, 역량, 창의인성, 융합 교육을 실시한다. 다섯째, 수준별 이동수업을 필수적으로 시행하되, 분반형태를 변형하여 학습 효율성과 정의적 측면을 고려하도록 한다. 여섯째, 교실의 기능 분리와 함께 협동학습, 첨단 미디어 활용 등과 같은 다양한 교수-학습 방안이 필요하다. 또한, 교과교실 운영 방안을 고려하여 수학 교과교실의 운영 원리를 창의성, 협동성, 의사소통, 수학적 사고력, 문제해결의 5가지로 설정하였고, 이러한 원리가 실현될 수 있는 수학 교과교실 문화 형성을 위해 협동학습실과 첨단미디어실 형태의 수학 교수-학습 운영 방안을 제시하였다.

본 연구의 결과는 수학교실에 대한 현장 방문과 교사 면담을 통해서 도출되었다. 후속 연구에서는 직접 교과교실을 사용하게 되는 학생들을 대상으로 수학 교과교실제의 장단점을 파악하고, 교사들이 직접 활용할 수 있는 좀 더 구체적이고 다양한 교수-학습 모형과 가상 시나리오, 평가 방안에 대한 구안 및 적용 결과의 분석이 이루어져야 한다. 교과교실제는 교사의 역할에 따라 그 효율성이 크게 달라질 수 있는 제도이다. 그러므로 우리나라에서 수학 교과교실제가 안정적으로 운영되기 위해서는 이러한 연구와 더불어 교사들이 부단한 자기 연찬을 통하여 새로운 교육 환경 및 기자재를 빠르게 익히고 받아들임으로써 교육

패러다임 변화의 주체가 되어야 할 것이다.

참고문헌

- 교육과학기술부(2011a). **2014년까지 중, 고교에 교과교실제 전면 도입**. 보도발표자료(2011. 2.10).
- _____ (2011b). **수학과 교육과정**. 교육과학기술부고시 제2011-361호[별책8].
- 김승제(2009). 교과교실제 중학교 건축공간 구성방법. **건축**, 9(7), 23-28.
- 김재춘 · 박경미 · 이화룡 · 이경애 · 진동섭(2009). **한국형 교과교실제 효율적인 도입방안 연구**. 교육과학기술부 정책 연구.
- 서울대학교사범대학부속여자중학교(2011). **교과교실제를 통한 교육과정혁신학교 교육과정 운영모형 개발**. 연구학교 연구보고서.
- 정태범(2001). **학교경영계획론**. 서울: 양서원.
- 한국교육개발원(2009). 선진형(A형) **교과교실제 운영 가이드**. 한국교육개발원 연구자료 CRM 2009-40-1.
- 홍미영 · 구영산 · 송현정 · 박선미 · 김천홍(2011). **교과교실 수업 활성화를 위한 교수·학습 방안 연구**. 한국교육과정평가원 연구보고 RRI 2011-2.
- Marks, R. (1990). Pedagogical content knowledge : From a mathematical case to a modified conception. *Journal of Teacher Education*, 41(3), 3-11.
- Yackel, E., & Cobb, P. (1996). Sociomathematical norms, argumentation, and autonomy in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(5), 458-477.

An investment on development direction of the mathematics subject classroom

Lee, Chong Hee (Ewha Womans University)

Park, Ji Hyun (Ewha Graduate School)

The purpose of this study is to investigate development direction of a mathematics subject classroom. This study started with an analysis of previously conducted studies to investigate. After that, I selected and visited eight schools that applied the Mathematics subject classroom for interviews. Observations and interviews with math teachers were executed to figure out circumstances and operational status of the mathematics subject classroom.

As the result of this research, the Mathematics

subject classroom required various improvements in the facilities and the curriculum systems. Throughout this study, I suggested five principles for teaching and learning. These principles are Creativity, Communication, Cooperation, Mathematical thinking and Problem solving. Furthermore, two subject classroom models for teaching and learning of mathematics - the cooperative learning room and the media room - were designed. These room required different resources and served distinct function.

* key words : mathematics subject classroom (수학 교과교실), subject classroom system (교과교실제)

논문접수 : 2012. 1. 30

논문수정 : 2012. 2. 13

심사완료 : 2012. 3. 8