

고등학교 수학과 교육과정 개선을 위한 외국 교육과정의 탐색 - 일본, 대만, 홍콩, 핀란드, 중국을 중심으로 -

김 선 희*

본 연구는 우리나라 고등학교 수학과 교육과정 개선을 위해 일본, 대만, 홍콩, 핀란드, 중국의 고등학교 수학과 교육과정을 분석하여 시사점을 도출하였다. 수학교육의 목표 측면에서는 논리적 사고, 수학의 활용, 수학적 탐구의 인지적 목표와 자신감과 용기, 성취감, 수학의 가치에 대한 정의적 목표를 교육과정에서 선정하는 것을 고려할 수 있었다. 고등학교 과목의 이수 경로는 진로에 따른 선택 과목 구성이나 과목 간 계열 설정을 생각해볼 수 있었다. 교육내용 측면에서는 외국의 필수 내용이지만 우리나라 교육과정에서 누락된 삼각함수 공식이나 상관관계를 우리나라에서도 다루는 방안을 고려해볼 수 있었다. 마지막으로 문서 체제에서 교육 내용의 범위와 설명을 친절하게 하고 교육과정 모형을 시각화하여 제시하는 방안을 제안하였다.

1. 서론

국가 수준의 교육과정이 운영되는 우리나라의 교육 방향, 내용, 방법, 평가 등을 보여주는 것은 교육과정이다. 우리나라는 1945년 교수요목기부터 2009 개정 교육과정에 이르기까지 수차례 법령이 공포 또는 고시되었고, 2007 개정 교육과정부터 ‘부분 수시 개정 방식’을 취하여 두 차례 개정이 이루어진 후 현재 2015 교육과정 개정 작업이 진행되고 있다. 교육과정 개정 때마다 수학과 교육과정은 개정의 방향에 따라 학생들에게 키워주어야 할 능력을 새로이 탐색하고 그에 따른 교수·학습과 평가의 변화를 모색하였다. 그리고 교육 내용을 적정화하는 취지로 학습량을 감축하는 방향에서 내용 선정이 이루어졌다. 하지만 여러 차례의 교육과정 개정에도 불구하고

고, 우리나라 고등학교 수학교육의 현실은 교육과정의 목표나 교수·학습, 평가의 의도를 잘 따르지 못하고 있다. 입시를 염두에 두고 대학수학능력시험의 방향, 내신 평가 방법, 대학의 선발 조건에 맞추어 교육이 실시되기 때문에, 교육과정의 의도나 방향보다 대학수학능력시험과 대학입시제도가 고등학교 수학교육에 더 큰 영향력을 발휘하고 있다. 그러나 고등학교 교육 본연의 취지가 무엇이고 수학교육은 어떠한지, 어떠한 고민은 교육과정에서 근본적으로 논의되어야 한다. 고등학교 졸업 후 다양한 진로를 선택하는 학생들에게 수학과 교육과정이 어떤 도움을 줄 수 있도록 설계되어야 하는지, 학생들에게 키워주어야 할 능력은 무엇인지, 학생들에게 요구되는 지식의 수준은 어떠한지, 이를 위해 선택 과목의 설계를 어떻게 해야 하는지의 고민이 고등학교 교육과정 개선에 동반되어야 한다.

* 강원대학교, mathsun@kangwon.ac.kr

본 연구는 이러한 고민을 외국 교육과정에 근거하여 시작해 보려 한다. 지금까지 외국 교육과정에 대한 국내 연구는 주로 초·중학교의 교육 내용 비교에 초점을 두어 왔다. 나귀수·황혜정·임재훈(2003)은 우리나라와 미국의 캘리포니아주, 영국, 일본의 수학과 교육과정을 내용 중심으로 비교하였고, 박경미(2004)는 중국의 교육과정의 내용과 구성 방식의 특징을 정리하였으며, 신준식(2011)은 핀란드 초·중학교의 수학과 교육과정의 내용을 우리나라와 비교하였다. 고등학교를 대상으로 한 연구로는 핀란드의 교과서 중 대수 영역을 우리나라와 비교한 연구(정수민, 2013), 핀란드 고등학교 수준별 교과서의 내용 요소, 설명 방식, 문제 제시 방식을 분석한 연구(배지현, 2012), 로그함수에 대해 일본과 우리나라의 교육과정을 비교한 연구(손혜정, 2011)가 있다. 고등학교 교육과정 문서를 우리나라와 비교한 연구로는 이종수(2013)가 일본과 우리나라를 상세히 비교한 바 있으나 일본만을 대상으로 하여 국제적인 흐름을 보기는 어렵다. 지금까지의 교육과정 비교 선행 연구는 어느 한 국가나 내용 주제에 국한된 비교 연구이다.

이에 본 연구는 우리나라 못지않게 대학입시를 중요하게 여기는 국가이면서 세계적으로 높은 수학 성취도를 보이고 있는 일본, 대만, 홍콩, 핀란드, 중국을 분석 대상으로 선정하여, 이들 국가의 수학과 교육과정에서 우리나라와 다른 특징을 찾아 우리나라 교육과정 개정의 시사점으로 도출하고자 한다. 기존 우리나라 수학과 교육과정 개정에서 고등학교는 주로 선택과목의 구성에 초점이 주어져 왔지만 그 기저에 깔린 교육목표, 과목 구성 방식, 교육 내용 선정 등의 고민이 필요하며 국가 경쟁력 수준을 참고하기 위해 외국 교육과정에 대한 분석이 필요하다. 본 연구는 5개국의 고등학교 수학과 교육과정을 분석하면서, 고등학교에서 추구해야 할 수학교육의

목표, 과목 구성, 내용 수준, 교육과정 구조 등이 어떠한지 생각해보고, 이를 통해 우리나라 고등학교 수학교육 변화의 첫 출발점인 교육과정 개선이 어떻게 진행되어야 할지 제안해보고자 한다.

II. 5개국의 고등학교 수학과 교육과정 개요

본 연구는 일본, 대만, 홍콩, 핀란드, 중국 5개국의 수학과 교육과정을 분석한다. 자료의 출처는 <표 II-1>과 같다. 이 장에서는 교육과정 시사점 도출을 위한 기본 정보로, 각국의 고등학교 교육에 대한 개관, 수학교육 목표, 과목 구조를 살펴본다.

<표 II-1> 각국의 수학과 교육과정 출처

국가명	문서명	출판연도
일본	高等學校學習指導要領	2009
대만	普通高級中學課程綱要總綱 普通高級中學必修科目「數學」 課程口綱要	2008
홍콩	Senior Secondary Curriculum Guide (2007) Mathematics Curriculum and Assessment Guide (Secondary 4-6)	2012
중국	普通高中課程方案 普通高中數學課程標準	2003
핀란드	National core curriculum for upper secondary schools 2003	2003

1. 일본

일본의 고등학교는 10~12학년의 3년제 일반계 및 직업계 고등학교와 전수학교, 고등직업기술전문학교, 고등전문학교로 분류된다. 현재 운영 중인 고등학교 교육과정은 2009년 3월에 고시되어

2012년부터 시행된 것으로, 여유 교육과 주입식 교육을 모두 탈피하여 지·덕·체의 균형을 이룬 삶의 역량의 육성을 실현하는 것을 목표로 한다. 1975년 이후 지속적으로 감소된 일본의 수업 시수는 이번 교육과정에서 증가되었으며(이종수, 2013, p.15), 일본의 고등학생들이 졸업까지 이수해야 하는 단위 수는 각 교과·과목의 단위 및 종합적인 학습 시간의 단위를 포함하여 74단위¹⁾ 이상이다.

일본 고등학교 수학의 교육목표는 다음과 같다. 지식에 대한 이해, 표현력과 독창성, 태도적 측면에서 교육목표를 선정하고 있다.

수학적 활동을 통해 수학의 기본적인 개념과 원리·법칙의 체계적인 이해를 깊이 하고, 현상을 수학적으로 고찰해 표현하는 기능이나 힘을 높이며, 독창성의 기초를 기르는 것과 동시에, 수학의 장점을 인식하고 그들을 적극적으로 활용하여 수학적 논거에 근거하고 판단하는 태도를 기른다.

일본의 고등학교 수학 과목은 6개로, 과목별로 다루는 내용 영역은 <표 II-2>와 같다. 「수학 활용」(2단위)은 이전 교육과정의 수학 기초 과목의 취지를 살려 수학을 활용하는 태도 육성을 목적으로 하는 과목이고, 「수학 I」(3단위)은 고등학교 수학의 기초적인 지식이나 기능, 그것을 활용하는 능력 향상, 「수학 II」(4단위)는 수학적인 자질, 능력 향상, 「수학 III」(5단위)은 심도 있는 학습을 하거나 미래에 수학을 전문적으로 다루기 위한 지식과 기능을 익히는 것을 목적으로 한다. 「수학 I」, 「수학 II」, 「수학 III」은 순서대로 이수하고, 「수학 A」는 「수학 I」과 병행 또는 그 이후에, 「수학 B」는 「수학 I」을 이수한 후에 학습해야 한다(文部科學省, 2009). 그리

고 나머지 과목과 달리 「수학 A」와 「수학 B」(각각 2단위)는 학생의 능력·적성·흥미·관심·진로 등에 따라 몇 개의 주제를 골라 학습할 수 있다(文部科學省, 2009). 필수 과목은 「수학 I」로서 2단위까지 감축 시행이 가능하다. 일본 수학 과목들의 단위 수의 총합은 18이고 이는 우리나라의 36단위에 해당한다.

<표 II-2> 일본 고등학교 수학 과목 내용

과목	내용 영역
수학 활용	수학과 인간의 활동, 사회생활에서의 수리적 고찰
수학 I	수와 식, 도형과 측정, 이차함수, 데이터 분석
수학 II	다양한 식, 도형과 방정식, 지수·로그함수, 삼각함수, 미분·적분
수학 III	평면 위의 곡선과 복소평면, 극한, 미분법, 적분법
수학 A	경우의 수와 확률, 정수의 성질, 도형의 성질
수학 B	확률분포와 통계적 추정, 수열, 벡터

2. 대만

대만의 고등학교는 10~12학년의 3년제 일반계 및 직업전문고등학교로 분류된다(교육인적자원부·부산시교육청, 2009, p.3). 현재 운영 중인 고등학교 교육과정은 2008년에 고시되어 2010년 고등학교 신입생부터 적용된 것이다(한국교육과정평가원, 2012²⁾). 대만의 수학교육의 목적은 학생이 기본 능력 및 흥미를 기를 수 있고 평생 학습의 기초가 될 수 있게 하는 것이다. 대만의 고등학교 수학교육의 목표는 다음과 같다. 문제 해결력, 수학의 활용, 수학의 특성에 따른 능력 배양을 목표로 삼고 있다.

1) 일본의 1단위는 50분 수업 분량으로 학년당 지정된 것이므로, 우리나라의 2단위에 해당한다.

2) 국가교육과정정보센터-대만-2.5-

<http://www.ncic.re.kr/nation.wdi.inventoryList.do;jsessionid=5EA5048B0381F989836CD5F8F452B14F?nationCd=1011>

1. 수학적으로 문제를 사고하고 분석하여 해결할 수 있는 능력을 배양한다.

2. 수학을 실생활에서 활용하고 학습과 관련된 학과에 필요한 수학적 지능을 배양한다.

3. 수학 내용 중 복잡한 것을 간단한 것으로 제어하는 정신과, 수학의 구조가 엄밀하고 완벽한 특성을 지님을 이해하는 능력을 배양한다.

대만의 고등학교 수학 과목은 다양한 계열을 갖는다. 필수 과목은 「수학 I~IV」의 4개 과목으로서(각각 4단위), 2학년까지 학습해야 한다. 선택 과목들은 표준과정(수학 갑 I II, 수학을 I II), 기초과정(기초수학 I II), 종합과정(종합수학, 수학연습), 심화과정(미적분 I II, 선수대수, 선수기하, 수학소프트웨어, 수학적 모델링)의 계열로 구분된다(교육인적자원부·부산시교육청, 2009, p.330-332). 표준과정의 「수학 갑 I II」는 이과·공과·의과·농과 영역, 「수학을 I II」는 공상 관리 영역의 진학을 위한 자연계 3학년을 위한 과목이다. 기초과정의 「기초수학 I II」는 수학적 부족한 1학년 학생을 위한 과목이며, 종합과정의 「종합수학」은 3학년의 심화 학습을, 「수학연습」은 매학기 연습을 강화하기 위해 개설할 수 있다. 심화과정의 「미적분 I II」는 대학의 미적분을 배우는 것으로 3학년을 대상으로 하며, 「선수대수」와 「선수기하」는 1~2학년에서 다룰 수 있다. 「수학소프트웨어」와 「수학적 모델링」은 문제해결을 위한 것으로 1~2학년에 개설된다. 자연계 학생들의 경우 필수 16단위에 「수학갑 I」 4단위, 「미적분 I II」 4단위, 여기에 「수학연습」을 배제하더라도 심화과정과 종합과정을 더 추가하면 31~32단위를 이수하게 된다. 대만의 필수 과목에서 다루는 내용 영역은 <표 II-3>과 같다.

<표 II-3> 대만 고등학교 필수 수학 과목 내용

과목명	내용 영역
수학 I (함수)	수와 식, 다항식 함수, 지수·로그함수, 부록
수학 II (유한 수학)	수열과 급수, 순열, 조합, 확률, 데이터 분석, 부록
수학 III (평면 좌표와 벡터)	삼각함수, 직선과 원, 평면 벡터
수학 IV (선형대수)	공간 벡터, 공간상의 평면과 직선, 행렬, 이차곡선

3. 홍콩

홍콩은 2009년 9월부터 6-3-3-4제의 학제를 시행하고 있으며, 9월에 학사력이 시작된다. 홍콩은 2007년 교육과정을 부분적으로 수정 보완한 2013/2014 교육과정 문서가 적용되고 있다³⁾. 홍콩은 전인교육을 지향하며 학교마다 다양한 프로그램을 교육과정에 편성·운영할 수 있도록 학교 단위 운영자율권을 확대하였다(윤정민, 2009). 홍콩의 고등학교 수학교육의 목표는 다음과 같다.

- 학생들이 더 나아간 수학적 지식, 능력을 개발하는 것
- 학생들에게 개인적 발달과 미래의 경력을 위한 수학적 도구를 제공하는 것
- 수학 또는 관련된 분야에 대해 더 공부할지도 모르는 학생들에게 기초를 제공하는 것
- 일반적인 능력, 특히 수학 문제를 풀고 추론하고 의사소통 하는 데에 사용하는 능력을 개발하는 것
- 수학 학습에 대한 흥미와 긍정적인 태도를 개발하는 것
- 삶에서 필요로 하는 수학을 다룰 때 학생들의 역량과 자신감을 개발하는 것
- 학생들이 수학에서 잠재력을 성취하도록 돕는 것

3) 2013/2014 교육과정은 2007 교육과정에서 수정된 부분만 담고 있어 본 연구의 분석에서는 2007 교육과정을 함께 다루었다.

홍콩의 수학과 고등학교 교육과정은 필수 영역과 확장 영역으로 구성되어 있다. 필수 영역 내에서도 기본 주제(foundation topics)와 비기본 주제로 구분되는데, 기본 주제는 필수 개념과 지식을 다루며 모든 학생들이 학습해야 하는 내용이다. 확장 영역은 학생들에게 2개의 교과목 중 1개 이하를 듣도록 장려하는데, 통계와 수학의 적용에 초점을 둔 「미적분과 통계」, 수학 관련 분야나 직업을 갖기 원하는 학생을 대상으로 깊이 있는 수학을 다루는 「대수와 미적분」의 두 과목으로 되어 있다(HKSARG, 2007, p.4). 수학이 전체 교과목에서 차지하는 비중은 필수 영역이 10%~12.5%으로 250~313시간(hours) 정도이며, 필수 영역과 확장 영역을 선택하는 학생들은 수학을 15% 정도 비율로 학습하며 시간으로 환산하면 약 375시간(hours)이다.

홍콩 고등학교에서 다루는 수학 내용을 간단히 살펴보면 <표 II-4>와 같으며, 학생들이 이수하는 과목 계열은 다음과 같이 추천된다(HKSARG, 2007, p.12).

- 필수 영역에서 기본 주제만 공부하는 학생
- 필수 영역에서 기본 주제와 비기본 주제를 공부하는 학생(기본 주제 + 비기본 주제1/2)
- 필수 영역에서 모든 주제를 배우는 학생
- 필수 영역과 단위 1을 학습하는 학생(기본 주제 + 미적분과 통계)
- 필수 영역과 단위 2를 학습하는 학생(기본 주제 + 대수와 미적분)

<표 II-4> 홍콩 고등학교 수학 과목 내용

과목 (영역)	내용 영역
(필수)	수와 대수, 측정·모양·공간, 자료 처리, 심화 학습
미적분과 통계	기초 지식, 미적분, 통계
대수와 미적분	기초 지식, 미적분, 대수

4. 핀란드

핀란드는 6-3-3-5의 학제로, 대학이 5년제이다. 고등학교는 일반계와 실업계 과정으로 구분되고, 대학 진학도 그에 따라 이루어진다. 일반계 고등학교는 3년제이지만 2년이나 4년 만에 졸업하는 것도 가능하며 무학년제이다(허숙, 김정자, 이근호, 이원희, 2010, p.40 & 70). 일반계 고등학교 졸업 후에는 대학진학자격시험이 있다(허숙 외, 2010, p.40). 핀란드의 교육과정은 2016년 시행을 목표로 최근 개정 작업이 진행되고 있지만, 본 연구는 2003 교육과정을 분석하였다.

핀란드는 일 년에 5~6학기를 두며, 한 학기는 7~8주이다. 한 학기에 4~6개 과목을 선택하여 이수하고, 모든 과목은 한 학기 동안 38차시의 수업을 받아야 한다. 1차시의 수업은 최소 45분이며, 일반계 고등학교는 최소 75개의 과목을 이수하도록 하고 있다(정수민, 2013, p.11).

고등학교 국가핵심교육과정에서 교과목은 기본(basic) 과정과 심화(advanced) 과정으로 구분되며, 그 안에서 다시 필수(compulsory) 과목과 전문(specialization) 과목이 구분된다. 기본 과정은 일상생활 또는 미래의 학습을 위해 수학을 다른 상황에 적용하는 능력을 갖추게 하기 위한 것이고, 심화과정은 직업을 위한 학습과 고등 교육에 필요한 수학적 능력을 제공하는 과정이다.

핀란드의 고등학교 수학 교육목표는 심화과정과 기본과정에 대해 다음과 같이 각각 명시하고 있는데, 진로에 따라 과정의 목표를 달리하는 것이다.

<심화과정>

- 지속적인 학습에 익숙해짐으로써 학생들은 자신의 수학적 능력과 기능, 사고에 대해 신뢰하는 법을 배운다.
- 실험적이고 탐구적인 접근을 택하여 해법을 찾고 이러한 것을 비판적으로 평가할 수 있

<표 II-5> 핀란드 고등학교 수학 과목 내용

과목명	내용 영역	비고
함수와 방정식 (MAA1)	· 멱함수, 거듭제곱이 포함된 방정식, 유리함수, 지수함수	심화 필수
다항함수 (MAA2)	· 다항식의 곱셈과 이항정리, 다항함수, 이차방정식과 고차방정식, 이차방정식에서 근의 개수, 이차식의 인수분해, 다항부등식	
기하 (MAA3)	· 평면도형과 입체도형의 닮음, 사인법칙과 코사인법칙, 원과 직선의 관계, 평면도형과 입체도형의 길이, 각, 넓이, 부피의 계산	
해석기하 (MAA4)	· 점의 집합의 방정식, 직선의 방정식, 원의 방정식, 포물선의 방정식, 절댓값을 포함한 방정식과 부등식, 연립방정식, 점과 직선 사이의 거리	
벡터 (MAA5)	· 벡터의 기본적인 성질, 벡터의 덧셈과 뺄셈, 벡터의 상수배, 좌표체계에서 벡터의 상수배, 공간에서 직선과 평면	
확률과 통계 (MAA6)	· 이산변량 및 연속변량의 분포, 분포에서 매개변수, 수학적 확률과 통계적 확률, 조합, 확률 계산 규칙, 이산확률분포와 연속확률분포, 이산확률분포의 기댓값, 정규분포	
미분 (MAA7)	· 유리방정식과 유리부등식, 함수의 극한·연속·미분, 다항함수의 미분, 다항함수의 곱과 몫의 미분, 다항함수의 성질과 극값	
무리함수와 로그함수 (MAA8)	· 무리함수와 방정식, 지수함수와 방정식, 로그함수와 방정식, 합성함수의 미분, 역함수, 무리함수, 지수함수, 로그함수의 미분	
삼각함수와 수열 (MAA9)	· 방향각(directed angle)과 라디안, 대칭성과 주기성의 특성을 지닌 삼각함수, 삼각방정식, 삼각함수의 미분, 수열, 점화수열, 등차수열과 그 합, 등비수열과 그 합	
적분 (MAA10)	부정적분, 기본함수의 부정적분, 정적분, 넓이와 부피의 계산	
정수론과 논리 (MAA11)	· 명제의 형식, 명제의 진릿값, 명제 함수, 양화 기호, 직접증명법, 대우법(contrapositive), 간접증명법, 정수의 가분성과 식의 나눗셈, 유클리드 호제법, 소수, 산술의 기본 정리, 정수의 합동	심화 전문
수치적, 대수적 방법 (MAA12)	· 절대오차와 상대오차, 뉴턴의 방법, 다항식의 나눗셈 알고리즘, 다항식의 나눗셈식, 변화율과 넓이	
고급 미적분 (MAA13)	함수의 연속성과 미분가능성, 연속함수와 미분가능 함수의 일반적 성질, 함수의 극한과 수열의 극한, 이상적분(improper integral)	
식과 방정식 (MAB1)	양 사이의 선형적 종속성과 비례, 문장제를 방정식으로 바꾸기, 방정식을 그래프나 대수적으로 해결, 해를 해석하고 평가, 이차함수와 이차방정식	기본 필수
기하 (MAB2)	도형의 닮음, 직각삼각형과 삼각비, 피타고라스 정리, 도형과 물체의 넓이와 부피, 좌표체계에서 기하적 방법의 사용	
수학적 모델 I (MAB3)	선형 모델과 지수 모델, 거듭제곱이 있는 방정식, 로그를 이용한 지수방정식	
수학적 분석 (MAB4)	다항함수의 미분, 다항함수의 부호와 성질(behaviour), 다항함수의 최댓값과 최솟값, 그래프적, 수치적 방법	
확률과 통계 (MAB5)	연속변량의 분포와 이산변량의 분포에서 매개변수 결정, 정규분포와 표준정규분포, 조합, 확률의 개념, 확률을 계산하는 규칙과 이를 나타낼 수 있는 모델의 사용	
수학적 모델 II (MAB6)	미지수가 2개인 일차방정식, 연립일차방정식, 미지수가 2개인 부등식을 그래프로 해결하기 (부등식의 영역), 선형 프로그래밍, 수열, 등차수열, 등비수열과 그 합	
상업 수학 (MAB7)	지표, 가격, 금전 거래, 융자, 세금 및 그 밖의 계산, 수열과 그 합을 이용하는, 경제 상황에 적용 가능한 수학적 모델	기본 전문
수학적 모델 III (MAB8)	단위원을 이용하여 삼각함수 구하기, 라디안, $f(x) = a$ 형태의 삼각방정식, 주기적인 현상의 모델로서 $f(x) = A \sin(bx)$ 의 그래프, 벡터 개념과 연산 법칙, 좌표체계에서 벡터의 성분에 대한 표현과 실수 배, 2차 혹은 3차 좌표체계에서 두 벡터의 점과 각을 검사	

는 용기를 갖는다.

- 수학적 언어를 이해하고 활용함으로써, 수학적으로 표현하고 수학적 문장을 읽고 수학에 대해 논의할 수 있으며, 수학의 정확성과 논리의 명료성을 음미하는 법을 학습한다.
- 수학적 지식을 논리적 체계로서 받아들이는 법을 학습한다.
- 식을 처리하고 결론을 이끌어내며 문제를 해결하는 기능을 개발한다.
- 수학적 특성을 가진 정보를 처리하는 방법을 안다. 또한 가설을 만들고, 그 타당성을 검사하며, 자신의 추론을 정당화하고, 결과를 일반화하는 데 익숙하게 된다.
- 실제적 문제 상황을 모델링하고 다양한 문제 해결 전략을 사용하는 방법을 안다.
- 수학적 방법, 공학적 도구, 지식을 적절히 사용하는 법을 배운다.

<기본과정>

- 수학을 일상생활과 사회 활동에서 도구로 사용할 수 있다.
- 수학을 이용하여 학습할 때 긍정적인 학습 경험을 획득하고, 자신의 능력, 기능, 사고에 대해 믿음을 가지며, 실험적이고 탐구적이며 창조적 학습을 독려할 수 있는 용기를 가진다.
- 심화된 학습을 위해 충분한 기초를 제공할 수 있는 수학적 기능, 지식, 능력을 획득한다.
- 현상을 묘사하고, 설명하고, 모델링하며, 결론을 이끌어낼 수 있는 도구로서 수학의 중요성을 이해한다.
- 수학적 지식과 논리적 구조의 본질에 대해 이해한다.
- 수학적 형태의 매체로 제공된 정보를 수용하고 분석하며, 그에 대한 신뢰성을 평가하는 기회를 갖는다.
- 문화의 발달에 있어서 수학의 중요성에 익숙해진다.
- 사고를 뒷받침할 수 있는 도형, 식, 모델을 사용하는 방법을 배운다.

수학 교과와 고등학교 과목은 <표 II-5>와 같은데, 한 학기가 짧기 때문에 과목의 수가 많은 편이며 과목당 단위수는 교육과정에서 제시하지

않고 있다. 만약 학생들이 심화 과정에서 기본 과정으로 이동하고자 할 경우에 핀란드 교육과정에서는 다음의 계열을 추천하고 있다.

- 함수와 다항식(MAA1) → 식과 방정식(MAB1)
- 기하(MAA3) → 기하(MAB2)
- 확률과 통계(MAA6) → 확률과 통계(MAB5)
- 미분(MAA7) → 수학적 분석(MAB4)
- 무리함수와 로그함수(MAA8) → 수학적 모델 I (MAB3)

5. 중국

중국의 학제는 6-3-3-4제의 단선형을 취하며, 고등학교는 10~12학년의 3년제 인문계 및 특수 고등학교와 2~4년제의 기술, 직업, 농학 학교로 구분된다. 중국 고등학교는 국가교육부가 2002년에 반포한 '전일제보통고급중학과정계획'에 의해 운영되며, 고등학교 수학과 교육과정은 2003년 '보통고중수학과과정표준(실험)'을 제정 공포한 것을 따른다(전영주, 2011). 52주를 기준으로 수업 40주와 방학(여름·겨울, 절기 및 농번기) 10~11주, 탄력(재량) 운영을 1~2주로 설정하고 있다. 수업 주간 40주 중 고1·2는 수업 35주, 시험복습 3주, 사회실천 및 노동기술교육 2주를 운영하고, 고3은 수업 26주, 시험복습 12주, 사회실천 및 노동기술교육 2주를 운영한다. 5일제 수업이며 주당 총 시수는 34(시간당 45분 수업)이다. 중국의 고등학교 수학교육 목표는 다음과 같다. 고등학교 교육의 목적을 제시한 후 구체 목표를 나타내고 있다.

고등학교 수학 교육과정의 최종적인 목표는 학습자가 9년의 의무 교육 기간 동안 수학 교육 과정을 거치면서 미래 시민으로서 필요한 보다 높은 수준의 수학적 소양을 쌓고, 이로써 개인과 사회 발전의 필요를 충족시킬 수 있도록 하

는 것이다. 구체적인 목표는 아래와 같다.

- 1) 필요한 수학적 기초 지식과 기본 기능을 습득하여, 수학 개념의 본질과 결론이 도출되는 과정, 그리고 이를 응용하는 방법을 알도록 한다. 그리하여 개념과 결론이 도출되는 과정 속에 내포된 수학적 의미를 알아 학습자의 후속 학습에 도움을 줄 수 있도록 한다. 다양한 형태의 주도적 학습, 탐구 활동을 통해 수학적 발견과 창조의 과정을 체득한다.
- 2) 공간적 상상력, 추상적 개괄, 추리·논증, 연산을 통한 문제 해결, 각종 수치의 처리 등 기본 능력을 배양한다.
- 3) 수학적 문제 제기, 분석 및 문제 해결 능력(간단한 실제 문제 포함), 수학적 표현과 교류 능력을 키워, 주제적으로 수학 지식을 습득하는 능력을 키운다.
- 4) 수학 응용력과 창조정신을 키우고, 현실 세계에 포함된 수학적 요소에 대한 사고와 판단을 할 수 있다.
- 5) 수학에 대한 흥미를 높이고, 수학에 대한 자신감을 키워 끊임없는 탐구 정신과 과학적 연구 정신을 배양한다.
- 6) 수학적 안목을 갖추어 수학의 과학적 가치, 응용 가치, 문화적 가치 등을 인식한다. 비판적 사고 정신과 수학적으로 사고하는 이성을 형성하고, 수학의 미적가치를 알아 한 차원 높은 비판적 유물주의와 역사 유물주의의 세계관을 갖도록 한다.

중국의 고등학교는 학생의 진로에 따라 다양한 계열의 수학 과목을 선택하여 학습할 수 있다. 고등학교 수학은 하나의 필수계열과 4개의 선택계열로 구성되어 있는데(Wang et al, 2002; 중화인민공화국 교육부, 2001), 각 계열은 여러 개의 모듈로 구성되어 있다. 「수학 1~5」는 필수 계열로 모두 2단위이고, 미래 시민으로서 갖추어야 할 기본적인 수학을 다룬다. 선택계열 1은 인문, 사회학과 계열에 진학하기를 희망하는 학생을 위한 모듈로 각각 2단위이다. 선택계열 2는 이공계, 경제 등의 방면으로 진학하기를 희망하는 학생을 위한 과정으로, 모듈당 단위수는 2

이다. 선택계열 2는 선택계열 1의 내용을 포함하기 때문에 자연계 학생들은 바로 계열 2를 학습할 수 있다. 선택계열 3과 4는 기본적인 수학 사상을 소개함으로써 수학적 소양을 제고하고 문제해결 능력을 신장하며 수학의 흥미를 고취시키기 위한 과정으로 설치된 것으로(서빈염, 2008; 전영주, 2011, 재인용), 일본의 「수학 활용」과 그 성격이 유사하며, 모듈당 단위수는 1이다.

중국 고등학교 수학 모듈의 내용은 <표 II-6>과 같다.

<표 II-6> 중국 고등학교 수학 과목 내용

모듈	다루는 내용	계열
수학1	집합, 함수 개념과 함수 I (지수함수, 로그함수, 역함수)	필수
수학2	기초 입체기하, 평면해석기하학 초급	
수학3	연산초급, 통계, 확률	
수학4	함수 II(삼각함수), 평면벡터, 삼각항등변환	
수학5	수열, 부등식	
선택과목 1-1	일상적인 논리, 원뿔곡선과 그 방정식, 도함수와 그 응용	계열 1
선택과목 1-2	통계, 추론과 증명, 수체계의 확장 및 복소수의 도입, 블록다이어그램	
선택과목 2-1	일상적인 논리, 원뿔곡선과 그 방정식, 공간벡터와 입체기하	계열 2
선택과목 2-2	도함수와 그 응용, 추론과 증명, 수체계의 확장 및 복소수의 도입	
선택과목 2-3	경우의 수, 통계, 확률	
선택과목 3-1	수학사	계열 3
선택과목 3-2	정보보안을 위한 암호학	
선택과목 3-3	구면기하학	
선택과목 3-4	대칭군	
선택과목 3-5	오일러 정리와 페콕면	
선택과목 3-6	각의 3등분 문제	계열 4
선택과목 4-1	기하 증명	
선택과목 4-2	행렬변환	
선택과목 4-3	수열(계차수열 포함)	

모듈	다루는 내용	계열
선택과목 4-4	좌표계와 매개방정식	
선택과목 4-5	부등식	
선택과목 4-6	수론 입문	
선택과목 4-7	표본, 실험디자인	
선택과목 4-8	수형도, 그래프 이론	
선택과목 4-9	위험과 의사결정	
선택과목 4-10	회로, 부울대수	

Ⅲ. 외국 고등학교 수학과 교육과정이 우리나라 교육과정에 주는 시사점

Ⅱ장에서 살펴본 5개국의 고등학교 수학교육에 근거하여 우리나라 수학과 교육과정 개선의 시사점을 다루어본다.

1. 수학교육의 목표

2009 개정 수학과 교육과정은 고등학교 수학과 과목마다 전체 목표를 “수학적 개념, 원리, 법칙을 이해하고, 수학적으로 사고하고 의사소통하는 능력을 길러, 여러 가지 현상과 문제를 수학적으로 고찰함으로써 합리적이고 창의적으로 해결하며, 수학 학습자로서 바람직한 인성과 태도를 기른다.”로 명시하고 있다. 이 목표는 초·중학교와 일관된 진술인데, 학교급별 목표가 동일한 것은 교육의 지향점이 같은 것을 보여주지만 학교급의 특성을 보여주지 못할 수 있다. 특히 의무교육이 아닌 고등학교에서는 학생의 수준과 진로를 고려한 목표 설정이 필요한데, 본 연구에서 살펴본 5개국의 교육목표는 초·중·고 학교급에 따라 내용을 다소 달리 하고 있으므로 이를 참조해 볼 수 있을 것이다. 예를 들어, 핀란드는

“기하 지식을 가지고 처리할 수 있는 명제를 형성하고 정당화하고 활용할 수 있다(기하 MAA3).”와 같이 기하 학습의 목적과 수준을 가능하게 해보는 진술을 하고 있어 학교급별 내용의 수준 차이를 드러내고 있다.

우리나라의 고등학교 수학 과목별 목표는 앞서의 전체 목표 하에 ‘가, 나, 다, 라’ 항의 구체 목표가 제시되어 있는데, 내용과 관련된 ‘가’ 항을 제외하고 ‘나, 다, 라’ 항의 목표는 다음과 같이 통일되어 있다.

- 나. 수학적으로 (및 통계적으로⁴⁾) 사고하고 의사소통하는 능력을 기른다.
- 다. 사회 및 자연의 수학적 현상에서 파악된 문제를 합리적이고 창의적으로 해결하는 능력을 기른다.
- 라. 수학에 대하여 관심과 흥미를 가지고, 수학의 가치를 이해하며, 수학 학습자로서 바람직한 인성과 태도를 기른다.

위에서 우리나라의 고등학교 수학교육 목표의 인지적 측면은 ‘이해, 사고, 의사소통, 합리적이고 창의적인 문제해결’, 정의적 측면은 ‘관심과 흥미, 가치 이해, 바람직한 인성과 태도’를 키워드로 추출해볼 수 있으며, 이는 2007 개정 수학과 교육과정의 교육목표에 ‘인성’이 추가된 형태이다. 5개국의 교육목표 중에서 우리나라와 다른 내용을 인지적 측면과 정의적 측면에서 고찰해보자.

먼저 인지적 측면에서 첫째, 논리적인 사고와 관련된 내용을 눈여겨볼 수 있다. 형식도야 측면에서 수학교육의 필요성은 수학을 배움으로써 논리적 사고를 배양할 수 있다는 것이 가장 일반적이다. 우리나라 교육 목표는 합리적인 문제 해결에 대한 언급이 있지만 논리적 사고는 제시되지 않았는데, 일본은 ‘수학적 논거에 근거하고

4) 「확률과 통계」 과목에만 ‘통계적으로’라는 표현이 추가됨

판단하는 태도’, 중국은 ‘비판적 사고 정신과 수학적으로 사고하는 이성을 형성하고’, 핀란드의 심화 과정은 “수학적 지식을 논리적 체계로서 받아들이는 법을 학습한다”와 ‘추론을 정당화하고’ 등을 언급하면서 논리적 사고력 함양에 대한 내용을 교육 목표에 포함하고 있다. 여러 국가에서 수학교육을 통해 기를 수 있는 능력이 논리적 사고라는 것에 중지가 모여지고 수학교육의 필요성에서 우선적으로 언급되는 만큼, 우리나라도 수학교육이 논리적 사고력 신장에 필요하다는 것을 교육과정 목표에서 적극적으로 언급하거나 현재의 표현이 미비한 것은 아닌지 살펴볼 것을 제안할 수 있다.

둘째, 수학의 활용과 관련된 내용이다. 수학이 도구 교과로서 실생활이나 다른 교과의 학습에 도움이 된다는 것은 수학교육의 필요성으로 주지되고 있으며, 홍콩과 중국의 교육 목표에서도 지적된 것이다. 하지만 우리나라 교육 목표에서는 이를 ‘현상과 문제를 수학적으로 고찰함으로써’라고 다소 암묵적으로 표현하고 있다. 이에 비해 대만은 “수학을 실생활에서 활용하고 학습과 관련된 학과에 필요한 수학적 지능을 배양한다.”, 중국은 “수학 개념의 본질과 결론이 도출되는 과정, 그리고 이를 응용하는 방법을 알도록 한다.”, “수학 응용력과 창조 정신을 키우고, 현실 세계에 포함된 수학적 요소에 대한 사고와 판단을 할 수 있다.”, 핀란드의 기본 과정에서는 “수학을 일상생활과 사회 활동에서 도구로 사용할 수 있다.”고 적극적으로 명시하고 있으며, 홍콩은 ‘학생들에게 개인적 발달과 미래의 경력을 위한 수학적 도구를 제공하는 것’, ‘삶에서 필요로 하는 수학을 다룰 때’라는 다소 완곡한 표현이지만 수학의 유용성에 대한 내용을 담고 있다. 우리나라도 수학의 활용에 대해 적극적인 목표를 제시하여 수학의 가치 인식과 같은 정의적 영역의 성취를 신장시키는 방안을 모색해야 할

것이다.

셋째, 수학적 탐구에 관한 내용이다. 학생들은 수학 지식 자체보다 수학을 배워가는 과정에서 더 많은 것을 얻는다. 수학을 배워가는 과정이 어떠한지 하는지에 대해 중국은 “개념과 결론이 도출되는 과정 속에 내포된 수학적 의미를 알아 학습자의 후속 학습에 도움을 줄 수 있도록 한다. 다양한 형태의 주도적 학습, 탐구 활동을 통해 수학적 발견과 창조의 과정을 체득한다.”라고 첫 번째 교육목표에 제시하고 있다. 또한 중국과 핀란드는 수학적 탐구의 일환으로 볼 수 있는 수학적 모델링을 교육목표로 삼고 있다. 우리 교육과정 개선에서도 고등학교 교육의 내용도 중요하지만 그것을 어떻게 배워나가고 그를 통해 얻는 것이 무엇인지에 대한 교육목표 제시를 고려해보아야 할 것이다.

인지적 측면 이외에 학생들이 수학을 학습함으로써 갖게 되는 정의적 측면의 교육 목표도 중요하다. TIMSS와 PISA에서 정의적 성취가 낮은 우리나라는 정의적 측면을 위한 교육의 개선이 무엇보다 필요하다(김수진 외, 2012). 2009 개정 교육과정에서는 수학의 가치 이해 외에 관심과 흥미, 인성과 태도를 언급하고 있는데, 본 연구에서 조사한 국가의 교육목표에는 정의적 측면에서 다양한 내용이 제시되고 있었다.

먼저, 다른 국가의 교육 목표 중 정의적 측면에서 우리나라와 다른 점으로 눈에 띄는 것은 자신감과 용기에 대한 내용이다. 홍콩은 ‘삶에서 필요로 하는 수학을 다룰 때 역량과 자신감을 개발하는 것’을 하나의 목표로 세웠고, 중국은 “수학에 대한 자신감을 키워 끊임없는 탐구 정신과 과학적 연구 정신을 배양한다.”고 하면서 인지적 측면과 연결된 정의적 목표를 제시하였다. 핀란드는 심화 과정에서 ‘비판적으로 평가할 수 있는 용기’, 기본 과정에서 ‘실험적이고 탐구적이며 창조적 학습을 독려할 수 있는 용기’를

말하였다. 수학에 대한 관심과 흥미에서 나아가 학생이 수학을 하는 자신감이나 용기를 갖는 것의 중요성을 새삼 일깨워주는 것이며, 우리 학생들에게도 요구되는 목표가 아닌가 한다.

그리고 홍콩은 ‘학생들이 수학에서 그들의 잠재력을 성취하도록 돕는 것’을 말하면서 성취감에 대한 내용을 포함하고 있으며, 긍정적인 태도와 가치 개발에 대한 내용을 교육과정에서 다음과 같이 별도로 언급하고 있다(HKSARG, 2007, p.10). 여기에는 열정적인 자세, 책임감, 다른 사람과의 관계, 끈기 등의 내용이 포함되어 있다.

- 수학을 학습하는 데 있어 흥미를 발달시킨다.
- 수학 활동 참여에 열정적으로 임한다.
- 일상생활에서 수학의 중요성을 자각한다.
- 자신의 주장을 명백히 하고 다른 사람들의 말에 반박함으로써 일상생활에서 수학적 지식을 사용할 때 자신감을 보인다.
- 아이디어와 경험을 공유하고 수학 과제/활동을 성취하고 수학 문제를 풀 때 다른 사람과 협업한다.
- 책임감을 이해하고 갖는다.
- 수학 문제에 대해 토론할 때 편견 없이 다른 사람의 의견에 귀를 기울이려고 하고 다른 사람의 의견을 존중하며 다른 사람의 참여에 가치를 두고 칭찬한다.
- 수학 문제를 풀 때 독립적으로 생각한다.
- 수학 문제를 풀 때 끈기를 갖는다.
- 수학의 정확하고 아름답고 문화적인 면과 생활에서 수학의 활용을 이해한다.

정의적 측면이 취약한 우리나라의 수학교육도 홍콩과 같이 정의적 측면에서 다각적인 교육이 이루어질 수 있도록 하는 교육 목표 제시를 모색해볼 필요가 있다.

수학의 가치에 대한 정의적 측면의 목표를 보면, 중국은 “수학적 안목을 갖추어 수학의 과학적 가치, 응용 가치, 문화적 가치 등을 인식한다.”고 하면서 문화적 가치와 미적 가치를 말하

였다. 핀란드의 기본 과정에서도 “문화의 발달에 있어서 수학의 중요성에 익숙해진다.”고 하여 문화적 가치를 말하였다. 중국과 핀란드는 수학의 가치를 실용적 가치에 국한하지 않고 문화나 심미적 가치로 확장하여 보고 있는데, 우리나라 교육과정에서 추구하는 ‘수학의 가치’는 무엇을 뜻하는지 그 의미를 명확히 할 필요가 있으며, 우리나라도 우리 고유의 수학을 학생들에게 소개하면서 문화적 가치 인식이 함께 이루어지도록 하는 방안도 고려해볼 수 있을 것이다.

2. 과목 특성과 이수 경로

본 연구에서 조사한 5개국의 고등학교 수학 과목의 이수 경로와 과목 특성에 대해 논의해본다.

외국의 선택과목 구성에 있어 특이점을 살펴보면, 첫째, 과목의 전 내용을 다 배울 필요가 없도록 운영할 수 있다는 점이다. 일본의 「수학 A」와 「수학B」는 과목 전체를 배울 필요 없이 일부 내용을 선택하여 학습할 수 있다. 일본은 과목의 단위수가 비교적 크므로 이러한 유연성이 허락된 것으로 보인다. 홍콩은 필수 영역에 기본 주제와 비기본 주제가 있어 필수 영역 내에서도 내용의 선택이 가능하다. 우리나라는 과목이 정해지면 과목 내용을 모두 이수해야 하는데, 일본이나 홍콩과 같이 과목 내에서 내용의 선택이 가능한 체제의 유연성이 교육과정 운영에 도움이 될지 참고해볼 수 있을 것이다.

둘째, 선택과목에 계열을 두고 있는 점이다. 과목의 수가 많고 단위수가 비교적 작게 설계된 중국은 선택과목에 4개의 계열을 두었고, 계열1과 2는 대학 진학을 목표로, 계열3과 4는 수학 주제 중심으로 내용을 구성하고 있다. 대만도 선택과목의 수가 상당히 많은데, 이를 표준, 기초, 종합, 심화의 4가지 계열로 묶어 각 과목의 성격을 규정하고 있다. 두 나라 모두 선택과목의 수

가 많기 때문에 각 과목의 성격을 규정하기 위해 계열을 둔 것으로 보이며, 우리나라도 만약 단위수가 작은 과목들이 많게 설계를 한다면, 이러한 계열 운영을 참고하여 학생들이 진로나 적성에 따른 과목 이수 경로를 정하는 데 도움이 되게 할 수 있을 것이다.

셋째, 대학 진학에 필요하지 않더라도 고등학교에서 수학의 가치를 인식할 수 있는 과목을 두는 점이다. 우리나라는 6차 교육과정에서 「실용수학」, 2007 개정 교육과정에서 「수학의 활용」을 두었으나 2009 개정 교육과정에서는 이러한 성격의 과목이 없다. 일본은 「수학 활용」에서 놀이, 사회생활 등의 이슈를 다루고, 중국은 계열 3과 4의 모듈들을 이러한 취지로 선정하였다. 하지만 중국은 「선택과목3-1」을 제외하고는 상당히 높은 수준의 수학 내용을 다루고 있어 수학에 관심이 높은 학생들이 선택하기에 적합한 과목이다. 중국과 같이 진학과 관련되지 않더라도 깊이 있는 수학에 관심을 둔 학생들을 위한 과목을 수학적 소양을 위한 과목으로 선정할 수 있을 것이다.

넷째, 교육내용이 없는 과목이 있다. 대만은 기초 학습이 부족한 학생들을 위한 ‘기초과정’, 수학을 연습할 수 있는 종합과정에 「수학연습」 과목을 두었다. 기초과정은 우리나라 2009 개정 교육과정에서 「기초수학」에 해당하는 것으로 수학의 기초에서 부족한 부분을 보완하게 하고 있다. 「수학연습」은 매 학기에 개설 가능한 과목으로 연습을 강화하는 것이다. 수학은 스스로 문제를 해결하고 반성하는 경험이 필요한데, 방과 후 시간이 아니라 정규 과목 내에서 이를 연습해 보게 하는 과목을 교육과정 내에 개설하는 것은 입시 준비와 맞물린 우리나라 교육 현실에

적합한 방안이 될 수 있을 것이다.

3. 고등학교 수학 내용의 수준

국가마다 수학 과목의 체제와 이수 경로 등이 다양하기 때문에, 어느 나라의 수학 내용이 어려운지 쉬운지를 말하기는 어렵지만 이 절에서는 필수 과목 내용의 수준을 다루어보려 한다. 필수 과목을 지정한 일본, 대만, 중국의 내용 중 우리나라 2009 개정 수학과 교육과정⁵⁾에서 다루지 않는 주제를 살펴보면 <표 III-1>과 같다⁶⁾.

<표 III-1> 우리나라에서 다루지 않는 외국의 필수 과목 수학 내용⁷⁾

국가	교육 내용
일본	사인법칙, 코사인법칙, 사분위편차, 산점도, 상관계수
대만	함수의 기우성과 단사성, 멱집합 규칙, 베이저언 정리, 상관계수, 최소제곱법, 극좌표, (삼각함수의) 차각·화각·배각·반각공식, 코시부등식, 벡터의 외적, 행렬(이차·삼차행렬식, 크레이머공식, 가우스소거법 등),
중국	함수의 기우성, (기하에서) 평행투영과 중심투영, 공리, 순서도, 중국의 고대 수학 연산, (통계에서) 증화추출법, 산점도, 최소제곱법, 선형회귀방정식, (삼각함수의) 합차공식, 반각공식, 사인법칙, 코사인법칙

일본의 필수과목은 우리나라의 6단위, 대만은 16단위, 중국은 10단위에 해당하기 때문에, <표 III-1>에서 대만과 중국의 내용 요소가 많이 선정되었다. 하지만 <표 III-1>의 내용은 전체 교육과정이 아니라 필수 과목에서만 추출된 것이므로, 이를 우리나라 수학과 교육과정 전체에서 한 번도 다루지 않는 것은 재고해보아야 할 것이다.

5) 우리나라의 「고급수학 I, II」, 「기초수학」은 특수한 심화, 기본 과목이므로 제외하였다.
 6) 홍콩은 필수 영역에서 비기본 주제가 있으므로 여기의 논의에서 제외하였다.
 7) 교육과정 문서에 제시된 구체적인 내용 주제를 살펴본 후 제시하였으므로, II절의 내용 영역과 그 상세화 정도가 다르다.

구체적인 내용을 살펴보면, 삼각함수의 사인법칙과 코사인법칙은 2009 개정 교육과정에서 용어에서 빠진 것이지만 「미적분Ⅱ」 교과서 대부분에서 등장하고 있어 국제적 동향을 반영하여 교육과정에서 되살려야 하는 것은 아닌가 생각된다. 그리고 삼각함수에 대해서는 대만과 중국에서 다루는 공식이 우리나라보다 상당히 많았다. 통계에서 ‘상관관계’는 일본, 대만, 중국 모두에서 등장하여 중요한 주제로 다룬 것을 볼 수 있다. 우리나라는 7차 교육과정까지 중3에서 상관관계를 다루었으나 2007 개정 교육과정부터 삭제된 상태이다. 일본은 ‘사분위편차’, 대만은 ‘베이지언정리, 최소제곱법’, 중국은 ‘층화추출, 최소제곱법, 선형회귀방정식’을 다루어 통계 교육의 내용이 우리나라보다 심화된 수준이다. 그 외에 대만은 ‘행렬’과 ‘벡터’를 수준 높게 다루고 있고, 중국은 기하에서 ‘공리, 투시도’ 등의 내용을 포함하고 있었다.

외국에서 필수 내용으로 선정된 내용이 우리나라 수학과 교육과정에서 전혀 다루어지지 않는 것은 재고의 여지가 있다. 특히 세 국가에서 공통적으로 제시된 ‘상관관계’와 ‘삼각함수의 공식’은 교육 내용 선정 논의가 필요한 것으로 보인다.

4. 문서 체제의 특징

우리나라 고등학교 수학과 교육과정 개선을 위한 문서 체제를 염두에 둘 때, 5개국의 교육과정 문서 체제의 특징을 몇 가지 살펴본다.

먼저, 교육 내용에 대한 유의점이다. 우리나라는 대단원 수준마다 교수·학습상의 유의점이 제시되고 있는데, 일본은 그보다 더 포괄적으로 과목마다 유의점이 제시되어 있고 그 내용이 빈약하다. 반면 홍콩, 대만, 중국은 상당히 자세한 유의점이 제시되고 있었다. 홍콩의 경우 주제를

아우르는 단원마다 수업 시간이 부여되, 각 주제마다 유의점이 제시되어 있었다. 예를 들어, 홍콩의 「미적분과 통계」에서 미적분 영역의 ‘3. 함수의 도함수’ 단원의 학습주제와 시간, 유의점은 <표 III-2>와 같다. 유의점의 내용이 교육 내용의 범위를 언급하고 있다.

<표 III-2> 홍콩의 내용 유의점 제시 방식

학습 주제	유의점	시간
3.1 함수의 극한의 직관적 개념을 안다.	연속함수와 불연속함수의 개념은 요구되지 않는다. 함의 극한, 차, 결과, 몫, 스칼라, 함수의 곱셈, 복합함수의 극한이 증명 없이 언급되어야 한다.	5
3.2 대수함수, 지수함수, 로그함수의 극한을 안다.	아래의 대수함수가 요구된다: · 다항함수 · 유리함수 · 멱함수 x^α · 위의 함수들을 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈, 합성을 하여 얻어진 함수, 예를 들면, $\sqrt{x^2+1}$	
3.3 제1원리로부터 도함수의 개념을 안다.	학생들은 제1원리로부터 도함수를 찾는 것이 요구되지 않는다. $y', f(x)$ 그리고 $\frac{dy}{dx}$ 의 의미를 알려주어야 한다. $f(x_0)$ 와 $\frac{dy}{dx} \Big _{x=x_0}$ 의 의미를 알려주어야 한다.	

대만은 홍콩처럼 주제마다 학습시간을 정해 놓지 않았지만 내용에 대한 유의점과 상세한 학습 내용을 함께 제시하고 있다. 중국 수학과 교육과정도 과목마다 교육 내용 제시 후 ‘설명 및 건의’에서 교수·학습상의 유의점을, ‘참고 예시’에서 모범이 되는 문제와 풀이 과정을 제시하고 있어, 교육 내용에 대한 구체적인 실례를 함께 담고 있다. 이렇듯 대만, 중국의 교육과정은 우

리나라보다 교육내용에 대한 설명이 매우 상세하다.

둘째, 내용에 대한 개관을 설명하는 것이다. 대만은 대단원 수준의 내용마다 개관하는 내용을 담아 내용의 범위와 의도를 제시한 후, 각 내용이 다루는 범위를 상세히 제시하고 있다. 예를 들어 다음은 대만 「수학II: 유한수학」의 순열과 조합의 개관 내용이다.

「순열과 조합」은 일상생활에서 많이 사용하는 계산 방법이고, 고전확률을 학습하기 전에 준비해야 할 지식이다. 순열과 조합, 통계 문제의 가장 기본 공식은 복잡한 것이 아니지만 학생이 문자로 서술된 문제를 기본 공식으로 정확하게 바꿀 수 없기 때문에 어려움을 많이 느낀다. 대응 관계를 학습하면서 ‘통계의 대상이 무엇인지’의 중요성을 강조해야 하고, ‘무엇과 무엇이 다른 것이다.’의 문제도 잘 알아야 한다. 교재에서 이와 같은 언어를 수학으로 전환하는 문제를 자세히 설명할 필요가 있으며, 교사가 수업할 때도 순서대로 가르치고, 학생에게 연습 문제를 많이 시켜 전환능력을 잘 길러주어야 한다.

과거에 「순열과 조합」을 가르칠 때 많은 어려운 문제가 나왔고, 이런 문제는 일상생활과 맞지 않아서 대학에서 공부할 부분도 있었다. 원순열 등과 같이 개념이 많은 문제는 학습 효율을 위해서 피해야 한다. 학생은 다음 사례와 같은 기본 문형 문제만 풀 수 있으면 된다. (하략)

수학을 전공하지 않은 사람이라도 위와 같은 설명을 보면, 교육 내용의 취지나 특성을 이해하고 무엇을 학습해야 하는지를 더 잘 이해할 수 있을 것이다. 우리나라는 2007 개정 교육과정까지 교육과정 해설서가 위와 같은 개관을 제시하여 설명서 역할을 해왔지만, 2009 개정 교육과정에서 해설서 발간이 폐지되었다. 교육과정에 대한 일반적인 이해를 도모하기 위해 해설서를 만들거나 교육과정을 상세화하는 방안의 모색이 필요할 것으로 보인다.

셋째, 학생들에게 제시해야 할 과제를 교육과정에서 제시하는 것이다. 중국은 과목마다 ‘연습 과제’가 있어서 과목 전체를 아우르는 내용의 과제가 주어져 있다. 연습 과제의 운영 방법은 자세하게 나와 있지 않지만 아래의 예시를 볼 때, 학생들의 프로젝트 형식의 과제로 주어지는 듯하다.

17세기 전후에 발생한 로그의 발전에 중대한 영향을 미친 역사적 사건이나 인물(켈퍼, 갈릴레오, 데카르트, 뉴턴, 라이프니츠, 오일러 등)에 관한 자료 조사나 실생활 중에서 함수가 이용되는 실례 수집, 혹은 소집단을 구성하여 방정식과 관련된 함수 개념의 형성·발전·응용에 관한 에세이 작성 등의 활동을 통해 학급 내에서 학습자의 참여를 이끌어낼 수 있다. 이와 관련된 내용은 “수학 문화”를 참고하면 된다.

홍콩에서도 유사하게 과목마다 ‘심화학습’ 코너가 있는데, 이것은 수학적 맥락뿐만 아니라 실제 생활에서 수학을 적용할 수 있도록 내용을 응용하게 하고 있다. 교육과정이 상세하면 교과서 개발에 제한을 줄 수 있다는 점에서 우리나라 교육과정은 대강화를 취했지만, 교육과정 내용의 취지를 보여주거나 참고 자료를 제시하는 방안은 교육과정 이해를 돕기 위해 고려해볼만하다.

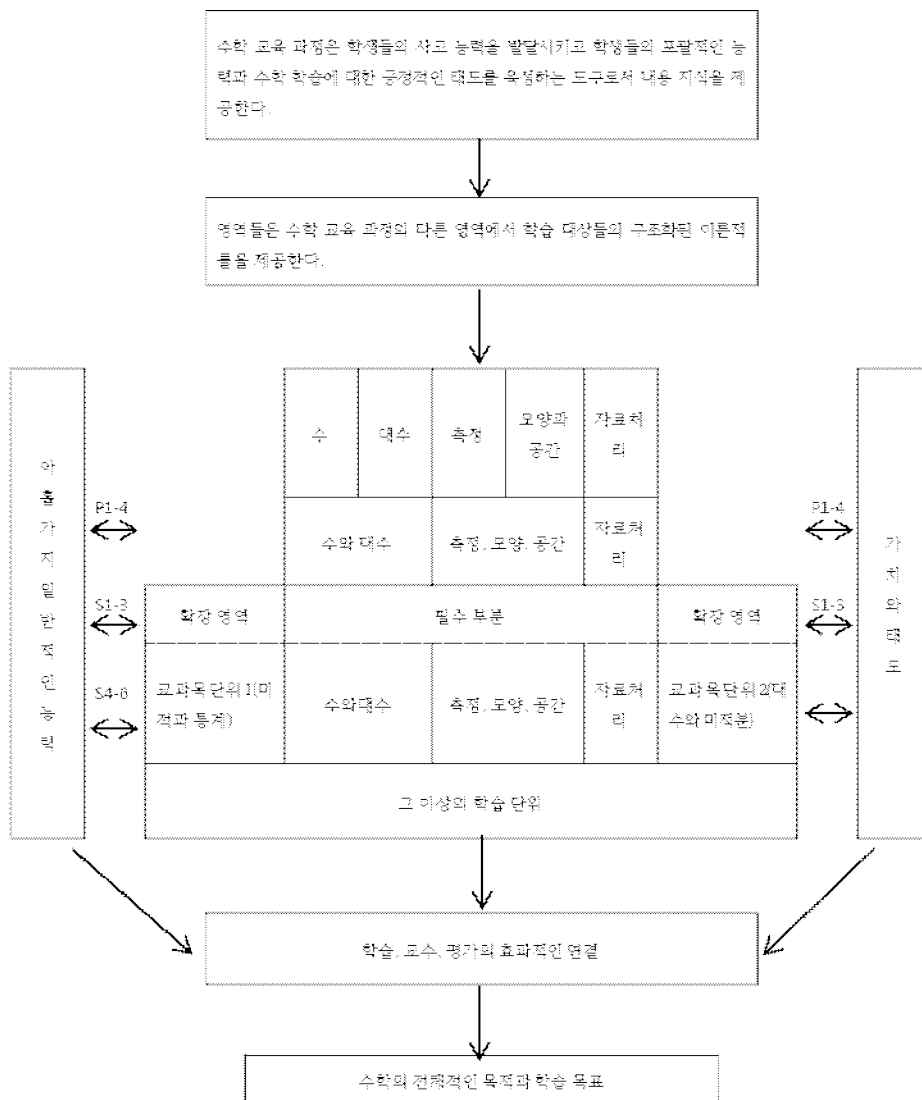
마지막으로, 교육과정을 구조화한 모형을 제시하는 것이다. 교육과정의 목표나 의도를 모형으로 제작하면 시각적인 각인과 더불어 그 내용을 한 눈에 알아볼 수 있다. 홍콩의 수학 교육과정에서는 교육과정의 틀을 제공하고 있는데, 그 모형은 [그림 III-1]과 같다. 교육과정의 성격, 교육과정의 영역의 역할로부터 시작하여, 내용 지식, 일반적인 능력, 긍정적인 가치와 태도의 3가지 측면의 관계가 제시되고, 그를 통해 학습·교수·평가를 효과적으로 실시하여 목적과 목표를 달성하는 체계를 보이고 있다. 홍콩에서 9가지

일반적인 능력은 행동 능력, 의사소통 능력, 창의성, 비판적 사고 능력, 정보 기술 능력, 기본 계산 능력, 문제 해결 능력, 자기조절 능력, 학습 능력이다(HKSARG, 2007, p.9).

싱가포르도 수학과 교육과정 모형을 문제해결을 중심으로 한 오각형 모양으로 제시하고 있는데 싱가포르는 핵심능력 위주로 제시된 반면, 홍콩은 교육의 흐름을 보여주면서 내용지식과 더

불어 핵심역량과 정의적 측면을 중요하게 다룸을 보여주고 있다.

교육과정 개정의 방향, 새로 선정된 교육 목표, 교육과정 체계에 따라 교육과정 모형이 개발될 수 있으리라 여겨지며, 시각적인 모형의 제시는 교육과정 이해에 도움이 될 수 있을 것이다.



[그림 III-1] 홍콩의 수학 교육과정의 틀 (HKSARG, 2007, p.8)

IV. 결론 및 제언

본 연구는 우리나라 고등학교 수학과 교육과정 개선을 위해 일본, 대만, 홍콩, 핀란드, 중국의 고등학교 수학과 교육과정을 분석하여 몇 가지 시사점을 도출하였다. 이 시사점이 우리나라 교육과정에 모두 반영되어야 하는 것은 아니지만, 교육과정이 수시 개정 체제인 우리나라는 외국 교육과정 사례를 참고하고 그 개선 방향을 늘 탐색해야 하는 점에서 이러한 연구는 필요하고 의미가 있다.

본 연구는 5개국의 고등학교 수학과 교육과정의 목표, 과목 체제와 특성, 내용의 수준, 문서체제의 특징 등을 분석하였다. 첫째, 수학교육의 목표와 관련하여 인지적 측면에서 논리적 사고, 수학의 활용, 수학적 탐구에 대한 내용을 눈여겨볼 수 있었고, 정의적 측면에서는 수학의 문화적·심미적 가치 인식과 자신감, 용기, 성취감 등이 우리나라에서 언급되지 않는 내용이었다. 이외에 홍콩에서는 열정적인 자세, 책임감, 다른 사람과의 관계, 끈기 등의 인성적 측면도 교육과정에서 다루는 점을 눈여겨볼 수 있었다.

둘째, 고등학교 이후 학생들은 대학에 진학하거나 직업을 갖게 되는데, 고등학교 수학 과목들은 이러한 진로를 염두에 두고 설계된다. 핀란드와 홍콩은 과목 이수 과정을 크게 두 가지로 두어 진로에 따라 선택을 하게 하였고, 일본은 과목의 내용으로 선택 여부를 결정하게 하고 있다. 대만과 중국은 계열을 두어 과목을 범주화하였는데, 중국은 계열 구성을 진로와 관련시켰으나 대만은 필수 과목을 많이 하고 기초학습과 심화학습을 위한 계열을 선정하였다. 교육과정 개정 방향에 따라 과목의 구성, 운영 방안이 정해지겠지만 이때 5개국의 다양한 과목 구성과 운영 방식을 참조할 수 있을 것이다.

셋째, 각국의 교육내용 수준을 일률적으로 비

교하기는 어렵지만, 일본, 대만, 중국의 필수 과목 내용 중 삼각함수의 사인법칙과 코사인법칙, 통계의 상관관계 내용은 우리나라 수학과 교육과정 전체에서 다루어지지 않고 있었다. 외국의 필수 과목 내용은 고등학교 과정을 이수하는 모든 학생들이 배워야 하는 것이므로, 수학의 기본 소양에서 우리나라가 뒤떨어지지 않도록 내용 수준을 점검할 필요가 있다.

마지막으로 교육과정 문서 체제를 살펴보면 우리나라보다 교육과정을 더 이해하기 쉽게 제시한 형식이 두드러졌다. 홍콩, 대만, 중국은 내용에 대한 유의점이 상세했고, 대만은 내용에 대한 개관 설명을 하였으며, 중국은 학생들에게 제시할 과제를 교육과정에서 보여주었고, 홍콩은 구조화된 모형을 제시하여 교육과정 전체 모습을 시각화했다. 교육과정 이해 도모를 위해 문서체제의 변화 시 이와 같은 내용을 참조할 수 있을 것이다.

수시 개정 체제에 있는 우리나라 교육과정은 교육과정의 문제점이 드러날 때마다 개정 절차를 밟고 있다. 그리고 2007년, 2011년에 이어 2015년에 새로운 틀의 수학과 교육과정 고시를 앞두고 있다. 개정이 수시로 이루어지는 만큼 변하는 추세에 따라 외국 교육과정을 참조할 시간적 여유가 부족할 수가 있다. 본 연구는 최근에 고시된 교육과정 문서를 토대로 5개국의 교육과정을 분석하고 시사점을 도출하였으며, 이것이 교육과정 개선 연구의 기초 연구로서 역할을 할 수 있게 되기를 기대한다. 하지만 5개국만을 분석하였으므로 벤치마킹이 필요한 국가가 있다면 더 많은 국가를 대상으로 할 필요가 있으며, 교육내용의 수준도 점검하는 연구도 추후 필요할 것으로 보인다.

참고문헌

- 교육인적자원부·부산시교육청(2009). **세계 각국의 교육과정 및 운영사례(III)-대만-**. 교육과정 자료-438.
- 김수진·박지현·김현경·진의남·이명진·김지영·안윤경·서지희(2012). **수학·과학 성취도 추이변화 국제비교 연구: TMSS 2011 결과보고서**. 한국교육과정평가원(RRE 2012-4-3).
- 나귀수·황혜정·임재훈(2003). 수학과 교육과정에서의 내용 비교 연구 - 우리나라, 미국의 캘리포니아주, 영국, 일본을 중심으로-. **수학교육학연구 13(3)**, 403-428.
- 文部科學省(2009). **高等學校學習指導要領**.
- 박경미(2004). 중국 수학교육과정의 내용과 구성 방식의 특징. **학교수학, 6(2)**, 119-134.
- 배지현(2012). **핀란드 고등학교 수학 교과서 분석**. 한국교원대학교 일반대학원 석사학위논문.
- 손혜정(2011). **한국과 일본의 고등학교 수학과 교육과정 및 교과내용 비교 연구 - 고등학교 2학년 로그함수를 중심으로 -**. 경희대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 신준식(2011). 핀란드 수학과 교육과정 비교 분석. **한국수학교육학회지 시리즈C: 초등수학교육, 14(3)**, 225-236.
- 윤정민(2009). **우리나라와 홍콩의 중학교 수학 교과서 비교 연구 : 기하영역을 중심으로**. 고려대학교 석사학위논문.
- 이종수(2013). **한국과 일본의 고등학교 수학과 교육과정 비교 - 2009 개정 교육과정 중심으로 -**. 연세대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 전영주(2011) 중국 대학입학시험의 수학 평가내용 및 구성 고찰. **한국학교수학회논문집, 14(1)**, 85-100.
- 정수민(2013). **한국과 핀란드의 고등학교 수학 교과서 비교 및 분석 - 대수 영역을 중심으로-**. 고려대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 중화인민공화국 교육부(2001). **전일제의무교육 수학 과정 표준(실험고)**. 연번: 연번교육출판사. 한국교육과정평가원(2012).
<http://ncic.re.kr/nation.wdi.inventoryList.do?nationCd=1011>
- 허숙, 김경자, 이근호, 이원희(2010). **북유럽 교육 선진국의 학교교육과정 편성 및 운영실태 조사 연구**. 한국교육과정평가원 RRC-2010-22.
- Finnish National Board of Education(2003). *National core curriculum for upper secondary school 2003*.
- Hong Kong Special Administrative Region Government (HKSARG, 2007). *Mathematics Curriculum and Assessment Guide(Secondary 4-6)*.
http://334.edb.hkedcity.net/doc/eng/curriculum/Math%20C&A%20Guide_updated_e.pdf
- Hong Kong Special Administrative Region Government (HKSARG, 2013). *Supplementary Notes to Senior Secondary Mathematics Curriculum(for the 2013/2014 Secondary 4 cohort)*.
[http://www.edb.gov.hk/attachment/en/curriculum-development/kla/ma/res/Supplementary%20Notes%20\(E\).pdf](http://www.edb.gov.hk/attachment/en/curriculum-development/kla/ma/res/Supplementary%20Notes%20(E).pdf)
- Ministry of Education Taiwan(2008a). *Taiwan secondary framework*.
- Ministry of Education Taiwan(2008b). *Taiwan upper secondary Mathematics*.
- Wang, S., Wang, L, Li, J., & Zhang, D. (2002). The conception of the framework of Chinese standards of senior high school mathematics. *Pre-Proceedings of Chongqing conference. 2002*.

Analysis of High School Mathematics Curricula of Japan, Taiwan, Hongkong, Finland, and China

Kim, Sun Hee (Kangwon National University)

This study analyzed Japan, Taiwan, Hongkong, Finland, and China National Mathematics Curriculums to find the implications to improve Korean High school Mathematics curriculum. First, at the aspect of mathematics education goals, we can consider to select the logical thinking, the use of mathematics, and the mathematical inquiry in the cognitive domain and self-confidence, brevity, a sense of accomplishment, and the value of mathematics in the affective domain. Second, when high students consider their course, he/she should be able to select mathematics subjects according to her/his desired career and/or major. Third, I found that sine rule, cosine rule and correlation were included as compulsory contents of Japan, Taiwan and China but not Korea. Finally I suggest that we need to show and explain kindly the range of the contents and to develop the Korean mathematics curriculum model.

* Key Words : Japan(일본), Taiwan(대만), Hongkong(홍콩), Finland(핀란드), China(중국), mathematics curriculum(수학과 교육과정), high school(고등학교)

논문접수 : 2014. 9. 18

논문수정 : 2014. 10. 5

심사완료 : 2014. 10. 7