

## 수학과 교육과정에서의 내용 비교 연구 - 우리나라, 미국의 캘리포니아주, 영국, 일본을 중심으로 -

나 귀 수\* · 황 해 정\*\* · 임 재 훈\*\*\*

본 연구의 목적은 우리나라를 중심으로 미국, 영국, 일본의 수학과 교육과정에서 다루고 있는 내용을 구체적으로 비교하는 것이다. 본 연구의 결과, 수학과 교육과정에서 다루는 내용들의 양, 깊이, 학년 수준에서, 우리나라와 미국, 영국, 일본 사이에 상당한 차이가 있는 것으로 나타났다. 전반적으로 우리나라의 교육과정이 미국, 일본, 영국의 교육과정보다 더 많은 주제를 더 빨리 도입하여 더 높은 수준까지 다루고 있는 것으로 나타났다. 이러한 특징은 대수, 해석, 기하 영역에서 분명하게 나타났으며, 확률과 통계 영역에서는 상대적으로 약화되는 것으로 나타났다.

### 1. 서론

21세기 사회는 한마디로 창조적 지식 기반 사회라고 할 수 있다. 19세기 이후의 과학의 발달을 주도함과 동시에 과학 문명의 근본 토대가 되었던 수학은 21세기 이후의 사회 발달을 주도하는데 있어서도 근본 토대로서 중요한 역할을 담당하게 될 것이다. 이러한 상황에서 학생들이 활동할 시기의 시대적 변화상을 고려하여, 초·중등 학교에서의 수학교육의 내용을 반성하고 체계화하는 일은 필수적인 일이라 하겠다. 우리나라의 경우, 초·중등 학교의 수학교육은 사실상 국가 수준의 교육과정에 의해 결정된다고 할 수 있다. 수학과 교육과정은, 수

학교육의 목표, 내용, 방법 등을 총망라해서 담고있는 커다란 그릇으로 비유될 수 있으며, 이 그릇이 담고 있는 것에 따라 초·중등 학교의 수학교육의 모습이 실질적으로 변하게 된다. 그러므로 수학과 교육과정에 담은 수학교육의 목표, 내용, 방법의 적절성을 진지하게 고민하고 그것들을 체계화해 내는 연구는 무엇보다 중요하다고 하겠다. 본 논문에서는 이러한 연구의 첫 번째 시도로서 우리나라를 중심으로 미국, 영국, 일본의 수학과 교육과정에서 다루고 있는 내용을 구체적으로 비교하고자 한다.<sup>1)</sup> 다시 말해서, 수학과 교육과정이 담고 있는 내용을 네 가지의 영역, 즉 대수, 해석, 기하, 확률과 통계로 구분하여, 우리나라를 중심으로 일본, 영국, 미국의 수학과 교육과정의 내용을

\*나귀수, 한국교육과정평가원, gsna21@kice.re.kr, 제1저자

\*\*황해정, 조선대학교, sh0502@chosun.ac.kr, 제2저자

\*\*\*임재훈, 전남대학교, jhyim@chonnam.chonnam.ac.kr, 제3저자

1) 미국의 경우, 국가 수준의 통일된 교육과정이 없기 때문에, 캘리포니아주의 공립학교 교육과정을 분석하였다. 이하에서 미국의 수학과 교육과정으로 언급된 부분은 캘리포니아주의 수학과 교육과정을 의미하는 것으로 이해해야 한다.

비교하고자 한다.<sup>2)</sup> 본 연구에서 우리나라의 수학과 교육과정의 내용을 미국의 캘리포니아주, 영국, 일본과 비교한 이유는 이들 국가나 주의 수학과 교육과정이 다른 국가들에 비해 체계적으로 개발되고 개선되어 왔다고 판단하였기 때문이다. 또한, 본 연구에서는 상이한 사회적·문화적 배경을 가진 아메리카, 유럽, 동아시아의 국가들 중에서 미국의 캘리포니아주, 영국, 일본의 수학과 교육과정의 내용을 우선적으로 살펴보고자 하였다.

## II. 우리나라와 미국의 캘리포니아주의 교육과정 비교<sup>3)</sup>

### 1. 캘리포니아주의 교육과정 소개<sup>4)</sup>

캘리포니아 교육과정에서는 계산 기능과 절차적 기능, 개념적 이해, 문제해결에 대한 균형 잡힌 강조가 필요하다는 것을 교육과정 전반에 걸쳐 강조하고 있다. 또한, 교사, 학생, 학부모, 학교장 각각의 책무성을 강조하고 있으며, 다양한 평가 방법과 공학적 도구(계산기, 컴퓨터, 인터넷)의 활용을 강조하고 있다.

모든 학생들이 배워야 하는 필수 이수 과정인 K~7학년까지의 교육과정 내용은 5개의 영역, 즉, 수 감각, 대수와 함수, 추론, 측정과 기하, 통계·자료 분석·확률 영역으로 구분되어 있다. 캘리포니아주의 교육과정의 영역을 본 연구에서 설정한 영역 및 제7차 국민공통교육과정의 대영역과 비교하면, 다음의 <표 II-1>과 같다.

<표 II-1> 우리나라와 캘리포니아주의 교육과정 영역 비교

본 연구	우리나라 (1-10단계)	미국(k-7학년)
대수	수와 연산, 문자와 식	수 감각, 대수와 함수, 추론
해석	규칙성과 함수	대수와 함수
기하	도형, 측정	측정과 기하
확률과 통계	확률과 통계	통계·자료분석·확률

캘리포니아주의 교육과정에서 설정한 5개의 영역에서 특이한 점은, 4개의 영역, 즉, 대수와 함수, 측정과 기하, 통계·자료 분석·확률 영역은 내용 영역 차원인 반면에, 추론은 행동 영역 차원에서 독립적으로 강조되고 있다는 것

2) 우리나라의 제7차 교육과정에서의 선택 과목은 수학 I, 수학 II, 실용수학, 이산수학, 확률과 통계, 미분과 적분이다. 그러나 실제로 고등학교 2학년에서는 수학 I, 고등학교 3학년에서는 수학 II가 예전의 기본 과목의 역할을 하고 있으므로, 수학 I과 수학 II를 기본 선택 과목이라고 할 수 있다. 이런 점에서, 본 연구에서의 내용 비교는 우리나라의 국민공통기본교육과정 1~10단계, 수학 I, 수학 II에 제시된 내용을 중심으로 이루어졌다.

한편, 제7차 수학과 교육과정의 국민공통기본교육과정에서 설정한 6개의 대영역은 수와 연산, 도형, 측정, 문자와 식, 규칙성과 함수, 확률과 통계이며, 선택 과목인 수학 I, 수학 II의 경우에는 대수, 해석, 기하, 확률과 통계로 영역을 구분하고 있다.

3) 본 논문에서는 우리나라의 제7차 수학과 교육과정에 대해서는 별도의 논의 없이, 수학과 교육과정(교육부, 1997)에 수록된 내용을 미국, 영국, 일본과 비교하기로 한다.

4) 본 연구에서 분석한 캘리포니아주의 교육과정은 캘리포니아주의 공립학교(public school) 교육과정인 Mathematics Framework Standards for California Public Schools(California State Board of Education, 1999)이다. 주지하는 바와 같이, 미국에는 국가 수준의 교육과정이 존재하지 않고 주 단위에서 교육과정을 운영하고 있다. 본 연구에서 미국의 여러 주들 중에서 캘리포니아주의 공립학교 교육과정을 분석한 이유는, 일반 교육과정과 수학교육 관련 문헌들에서 자주 언급되는 교육과정이 캘리포니아주의 교육과정이며, 또한 캘리포니아주의 교육과정이 미국의 다른 주들에 많은 영향을 주는 것으로 판단하였기 때문이다.

이다. 캘리포니아주의 교육과정에서 추론을 강조하는 이유와 추론 영역에서 추구하는 학습 내용을 직접 인용하면 다음과 같다.

수학의 가장 중요한 목적 중의 하나는 논리적 추론을 학생들에게 가르치는 것이다. 수학 학습에서의 고유한 논리적 추론은 현실 문제의 해답을 정확하게 찾아내야 하는 상황에 넓게 적용할 수 있다. 8학년을 시작하면서 학생들은 논리적 추론이 수학 전반에 깔려 있다는 기본적인 사실을 받아들일 준비가 되어 있어야 한다. 즉 모든 가정은 이미 아는 사실로부터의 논리적 추론에 의해 정당화된다는 사실을 받아들여야 한다. 그리하여 학생들은 그들이 말하는 모든 진술을 증명하는 것에 대하여 배우기 시작한다. 또한, 8학년까지 학생들의 수학적 감수성은 예리해져야 한다. ... 수학 학습에서 한발 전진하면서 연역적 추론과 귀납적 추론의 차이를 배워야 하며, 논리적 함축의 의미를 이해하고 일반적 가정을 시험해 보고 하나의 반례가 어떤 가정의 오류를 보여주기에 충분하다는 것을 깨달아야 한다. 그리고, 어떤 일반적인 가정이 특정한 몇 가지 경우에 참일지라도 모든 경우

에 참이지는 않다는 것을 개념적으로 이해하고, 증명되어 있는 것과 단지 그럴듯하게 설명되어 있는 것을 구분하며, 일련의 추론에서 논리적 오류를 확인해야 한다(California State Board of Education, 1999).

한편, 캘리포니아주의 8학년부터 12학년까지의 교육과정은 7학년까지의 교육과정과는 다르게 구성되어 있다. 캘리포니아주의 8학년 이상의 교육과정은 일반적으로 Algebra I, Geometry, Algebra II, Probability and Statistics, Trigonometry, Linear Algebra, Mathematical Analysis, Advanced Placement Probability and Statistics, Calculus로 구성되어 있다. 이 중에서 Algebra I, Geometry, Algebra II, Probability and Statistics는 기본 과정에 포함되며, Trigonometry, Linear Algebra, Mathematical Analysis, Advanced Placement Probability and Statistics, Calculus는 선택 과정에 포함된다.

이러한 선택 교과목의 이수 학년을 우리나라와 비교하면 다음의 <표 II-2>와 같다.

<표 II-2> 우리나라와 캘리포니아주의 고등학교 교과목 비교

	우리나라		미국		
	기본*	선택	기본*	선택	선택
8학년 (중학교 2학년)	수학 8-가,나		Algebra I		
9학년 (중학교 3학년)	수학 9-가,나		Geometry		
10학년 (고등학교 1학년)	수학 10-가,나		Algebra II	Trigonometry	
11학년 (고등학교 2학년)	수학 I	실용수학 미분과 적분 확률과 통계 이산 수학	Probability and Statistics	Linear Algebra	Advanced Placement Probability and Statistics
12학년 (고등학교 3학년)	수학 II			Mathe- -matical Analysis	Calculus

\* 이 표에서 말하는 '기본'이란 엄밀한 의미에서의 필수 과정만을 의미하는 것이 아니라, 해당 학년에서 가장 기본적으로 이수해야 하는 기본 선택 과목을 포함한다.

물론, 이러한 과목들은 학교와 지역에 따라 융통성을 부여하여 다르게 지도될 수 있다.

예를 들면, 어떤 학교에서는 Calculus의 이전 과정으로 Trigonometry, Mathematical Analysis, Linear Algebra를 가르치고, 또 다른 지역에서는 Trigonometry를 Algebra II의 일부분으로 가르친다. 캘리포니아주에서 다루고 있는 선택 교과목의 특징을 간단히 소개하면 다음과 같다.

■ Algebra I : 이 과목은 기호적으로 논하는 것, 간단한 방정식 및 복잡한 방정식 등을 다룬다.

■ Geometry : 이 과목은 기본적으로 평면 기하와 유클리드 기하에 중점을 두고 있으며, 형식 논리에 관한 논쟁과 기하 문제의 증명을 다룬다.

■ Algebra II : 이 과목은 Algebra I 과 Geometry에서 배운 내용을 토대로, 특정의 주제를 다루기보다는 수학과 과학에서 좀더 심화된 내용을 배울 때 기본이 될만한 새로운 개념과 기술을 강조하여 다룬다. 특히, 추상적인 사고와 함수 개념과 관련된 다양한 영역의 대수적 풀이가 강조된다.

■ Probability and Statistics : 이 과목은 통계

적 정보를 처리하는 능력과 확률에 대한 충실한 기초를 제공할 목적으로, 확률과 자료의 이해와 기본적인 통계 관련 문제를 다룬다.

■ Trigonometry : 이 과목의 목적은 Algebra I 과 Geometry에서 배운 내용을 토대로, (일반적으로 삼각함수는 대수적 방정식보다는 기하적으로 정의되고 있지만) 함수에 대한 대수적 관점을 얻는 것이다.

■ Mathematical Analysis : 이 과목에서는 Calculus나 다른 심화 과정을 배울 학생들에게 필요한 함수적 관점을 삼각함수, 기하, 대수 기능을 결합하여 다룬다.

■ Linear Algebra, Advanced Placement Probability and Statistics, Calculus는 보다 심화된 내용으로, 모든 중학교나 고등학교에서 다루는 것은 아니다.

## 2. 우리나라와 캘리포니아주의 교육과정의 내용 비교

우리나라와 캘리포니아주의 수학과 교육과정 내용을 비교하기 위하여, 다음 <표 II-3>과 같이 우리나라와 캘리포니아주의 수학과 교육과정 내용을 주제별로 각각 상세하게 비교하였다.<sup>9)</sup>

5) <표 II-3>은 우리나라와 캘리포니아주 교육과정의 내용 상세 비교의 일부만을 제시한 것이며, 전체는 지면 관계상 본 논문에서는 생략하기로 한다. 참고로, 상세 비교의 전체는 나귀수 외(2001)에 수록되어 있으며, 이는 <표 III-3>, <표 IV-3>에 대해서도 마찬가지이다.

<표 II-3> 우리나라와 캘리포니아주의 교육과정 내용 상세 비교(일부 제시)<sup>6)</sup>

초등학교	우리나라(단계)	미국(학년)	학년 비교 (미국 기준)
대수 : 수와 연산·문자와식	50까지 수, 100까지 수 (수의 개념, 수의 크기 비교, 십진기수법의 개념, 수의 분해와 합성)	100까지의 수 (세기, 읽기, 쓰기, 크기 비교, 같은 수를 실제 모델, 그림, 수 표현 등으로 나타내기)	○
	여러 가지 수 세기(묶어세기, 뛰어세기) 방법의 활용	묶음 세기(1단위, 10단위) 뛰어세기(2씩, 5씩, 10씩 뛰어세기)	○
	한 자리 수의 덧셈과 뺄셈 한 자리 수인 세 수의 덧셈, 뺄셈	한 자리수인 세 수의 덧셈, 뺄셈	○
	두 자리 수의 덧셈과 뺄셈 (받아올림, 받아내림 없음)	한 자리 수와 두 자리 수의 덧셈, 뺄셈	○
		<b>20까지의 덧셈과 그에 상응하는 뺄셈 암산</b>	○
	덧셈, 뺄셈을 활용한 문제 해결	덧셈, 뺄셈을 활용한 문제 해결	○
	<input type="checkbox"/> 를 사용한 덧셈식, 뺄셈식에서 <input type="checkbox"/> 의 값 구하기	( )를 사용한 덧셈식, 뺄셈식에서 ( )의 값 구하기	○ (대수와 함수)
	덧셈, 뺄셈과 관련된 문제를 식 만들기 방법으로 해결하기	문제 상황으로부터 덧셈식, 뺄셈식 만들어서 해결하기	○ (대수와 함수)
	<b>그리기 방법으로 문제 해결하기</b>	그림을 이용한 문제 해결	<b>2학년</b> (대수와 함수)
		조작물, 개략적 그림 등을 사용하여 문제 모형화하기	1~2학년 (추론)
		<b>문제해결에 사용될 접근 방법, 소재, 전략 등 결정하기</b>	1~2학년 (추론)
		<b>한 문제와 다른 문제사이의 관계 이해하기</b>	1~2학년 (추론)
	간단한 덧셈식, 뺄셈식에 적합한 문제 만들기 [심화]	간단한 덧셈식, 뺄셈식에 적합한 문제 만들기	○
	여러 가지 양의 관계를 수학적 표현, 등식, 부등식으로 나타내기 수에 관한 등식, 부등식과 관련된 문제 해결 식이 참이 되도록 빈 칸에 수학적 기호(+, -, ×, ÷, =, <, >) 쓰기	<b>미국 3학년</b> (대수와 함수) <b>우리나라</b> 초등 1~6학년	

6) <표 II-3>의 우리나라와 캘리포니아주의 교육과정 내용 비교에서 음영 처리되고 글씨체가 다르게 제시된 내용은, 우리나라와 캘리포니아주의 교육과정에서 그 내용을 다른 방식으로 다루고 있거나, 또는 다루는 학년이 서로 다를 수 있음을 의미한다. 예를 들어, <표 II-3>에서 '2씩, 5씩, 10씩 뛰어세기'는 미국의 교육과정에서 우리나라와 다른 방식으로 다루고 있으며, '20까지의 덧셈과 그에 상응하는 뺄셈'은 캘리포니아주의 교육과정에서는 1학년에서 독립적으로 다루도록 제시되어 있지만 우리나라의 교육과정에는 언급되어 있지 않은 내용이다. 또한 '그리기 방법으로 문제 해결하기'는 우리나라에서는 1학년에서 다루도록 되어 있지만, 미국에서는 2학년의 '대수와 함수' 영역에서 다루도록 되어 있는 내용이다.

	초등학교	우리나라(단계)	미국(학년)	학년 비교 (미국 기준)
대수 : 수와 연산 · 문자와 식	2단계 (2학년)	1000까지 수	1000까지의 수 (세기, 읽기, 쓰기, 자릿값, 수를 말, 모델, 십진법의 전개식으로 나타내기, 크기 비교)	○
		두 자리 수의 덧셈과 뺄셈 두 자리 수의 범위에서 세 수의 덧셈과 뺄셈	두 자리 수의 덧셈과 뺄셈 (올림 있음)	○
			두 자리 수의 덧셈과 뺄셈 암산	○
		세 자리 수 범위에서 덧셈과 뺄셈	세 자리 수 범위에서 덧셈과 뺄셈	○
			덧셈에 대한 교환법칙을 활용하여 암산하고, 그 결과 검토하기	1 (대수와 함수)
			덧셈에 대한 결합법칙을 활용하여 암산하고, 그 결과 검토하기	1 (대수와 함수)
		곱셈 도입	곱셈 도입	○
		곱셈 구구	×2, ×5, ×10의 곱셈표 암기 곱셈표 암기	○ 3학년
		덧셈, 뺄셈을 활용한 문제 해결	덧셈, 뺄셈을 활용한 문제 해결 (금액 이용 강조)	○ (대수와 함수)
		곱셈을 활용한 문제 해결	곱셈을 활용한 문제 해결	3학년 (대수와 함수)
		식에 알맞은 문제 만들기	덧셈식, 뺄셈식에 적합한 문제 만들기 곱셈식에 적합한 문제 만들기	○ (대수와 함수) 3학년
		문장으로 된 문제를 보고 식(덧셈식, 뺄셈식, 곱셈식) 만들기	문장으로 된 문제를 보고 식(덧셈식, 뺄셈식) 만들기 문장으로 된 문제를 보고 식(곱셈식) 만들기	○ (대수와 함수) 3학년
		간단한 덧셈, 뺄셈의 등식에서 미지항 구하기	덧셈식, 뺄셈식에서 미지항 구하기	○ (대수와 함수)
		간단한 곱셈의 등식에서 미지항 구하기		3학년
		표 만들기, 거꾸로 풀기 방법의 이해	간단한 표를 활용한 덧셈, 뺄셈 문제 해결 수학적 추론을 설명하기 위해 말, 숫자, 기호, 도표, 그래프, 표, 다이어그램, 모델 등의 다양한 방법 사용하기	○ (대수와 함수) 3~7학년 (추론)
			어렵 전략(계산이나 문제해결에서) 활용	2학년

캘리포니아주와 우리나라의 수학과 교육과정에 제시된 내용을 비교할 때 전반적으로 가장 크게 드러나는 특징은, 우리나라가 캘리포니아주에 비해 더 많은 주제를 더 높은 수준까지 다루고 있다는 것이다. 이러한 수학과 교육과정의 내용의 양과 깊이는 수학 학습에 배정된 시간과 관련지어 해석될 때 더욱 의미가 있다.

캘리포니아에서는 1~5학년의 경우에는 주당 200분, 6학년~8학년의 경우에는 주당 225분을 수학 수업에 배정하고 있다. 이를 우리나라의 주당 수업 시간, 초등학교 1학년의 주당 120분, 2~6학년의 주당 160분, 중학교 1~2학년의 주당 180분, 중학교 3학년의 135분과 비교해 보면, 캘리포니아주에서 우리나라보다 더 많은 시간을 수학 학습에 배정하고 있음을 알 수 있다. 또한 교육과정에 제시된 내용과 관련지어 생각하면, 우리나라의 학생들이 더 적은 수업 시간에 더 많은 내용을 학습하고 있음을 알 수 있다.

한편, 캘리포니아주에서는 여러 가지 주제들이 우리나라보다 더 일찍 도입되어 여러 학년에 걸쳐 반복적으로, 점진적으로 심도를 깊게 하면서 진행된다. 다시 말해서, 우리나라는 어떤 하나의 주제를 한 학년에서 도입하여 그 학년에서 완성시키는 경향이 있는 반면, 캘리포니아주에서는 하나의 주제를 한 학년에서 도입한 후 그 다음의 여러 학년에서 반복해서 다루면서 심화시키는 경향이 있다. 이러한 경향은, 어떤 한 주제를 완성하는 속도에 있어서 우리나라가 캘리포니아주보다 훨씬 빠른 속도로 다가가서 빠른 시간 내에 완결한다는 것을 의미한다.

이러한 특징은 제3차 수학·과학 성취도 국제 비교 연구인 TIMSS(Third International Mathematics and Science Study)에서 분석한 결과와 일맥상통한다. TIMSS는 참가국들이 수학 주제

들을 도입하여 취급한 기간의 평균을 구하고 참가국들의 평균 기간에 대한 중앙값을 구하여 그 차이를 조사하였는데, 우리나라는 각각의 수학 주제를 취급한 시간의 평균이 참가국의 평균 지속 기간에 대한 중앙값보다 1년 짧았으며 미국은 1.7년 긴 것으로 나타났다(국립교육평가원, 1997). 이는 어떤 한 주제를 취급하는 평균 기간을 고려할 때, 미국이 우리나라에 비해 2.7년 정도 더 오랜 시간 동안 다룬다는 것을 의미한다.

본 연구에서 설정한 네 영역인 대수, 해석, 기하, 확률과 통계 각각의 영역에서 우리나라와 캘리포니아주의 수학과 교육과정에 수록된 내용을 구체적으로 비교하면 다음과 같다.

#### 가. 대수 영역

캘리포니아주의 경우 여러 가지 주제들이 우리나라보다 더 일찍 도입되어 여러 학년에 걸쳐 반복적으로, 점진적으로 전개되고 있다. 또한 관련된 주제들을 동일 학년에서 도입하고 전개 속도도 비슷하게 하면서 여러 학년에 걸쳐 다루고 있다. 한편, 우리나라가 더 많은 주제를 더 높은 수준까지 다루고 있음을 알 수 있는데, 특히 우리나라의 10단계, 수학 I, 수학 II에서 다루는 많은 주제가 캘리포니아주 교육과정에는 제시되어 있지 않다. 대수 영역에서의 캘리포니아주와 우리나라의 교육과정 비교 결과는 다음과 같다.

■ 우리나라에서는 곱셈을 2학년에 도입해서 구구단을 외우고 곱셈을 활용한 문제해결까지 심도 있게 다루며 나눗셈은 3학년에서 도입해서 다루지만, 캘리포니아주에서는 곱셈과 나눗셈을 동시에 2학년에서 도입 정도로만 다루고 3학년에서부터 곱셈과 나눗셈을 보조를 맞추면서 본격적으로 다루고 있다.

■ 우리나라에서는 분수와 소수를 3학년에서

도입하지만 캘리포니아주에서는 2학년에서 도입하고 있으며, 분수와 소수에 관한 주제의 전개 순서에 있어서 상당히 큰 차이를 보인다. 특히 우리나라에서는 소수를 분수와 함께 다루고 있지만 캘리포니아주에서는 소수를 자연수와 함께 다루고 있다. 한편 수 지도와 관련하여 캘리포니아주에서는 화폐 체계(nickel, cent, penny, dime, dollar)를 적극 활용하고 있다. 특히 소수 지도에서 캘리포니아주의 화폐 체계를 유용하게 활용하고 있는데, 이는 단일한 화폐 체계를 갖고 있는 우리나라의 소수 지도 방식과는 큰 차이가 있다.

■ 캘리포니아주의 교육과정에서는 자연수와 소수 및 그 연산과 관련된 어림을 지속적으로 여러 학년에 걸쳐 강조한다. 캘리포니아주 교육과정에서는 ‘수 감각’, ‘추론’, ‘측정과 기하’, ‘확률과 통계’의 여러 내용 영역에 걸쳐, 그리고 2학년~7학년까지 여러 학년에 걸쳐 지속적으로 어림(어림값 추정, 올림, 반올림, 버림 등)을 강조하고 있다.

■ 우리나라에서는, 5학년에서 최대공약수와 최소공배수를 도입하여 이분도 분수의 덧셈, 뺄셈에서 활용하고, 7학년에서 최대공약수와 최소공배수를 활용한 문제해결을 좀더 심도 있게 다루고 있다. 그러나 캘리포니아주에서는 6학년에서 도입하여 이분도 분수의 덧셈, 뺄셈에 이용하는 수준에서만 다루는 것으로 되어 있다.

■ 우리나라에서는 소인수분해, 음수, 수직선, 문자식의 표현, 일차방정식을 7학년에 도입해서 7학년에서 주로 다루고 있지만, 캘리포니아주에서는 4학년~7학년에 걸쳐 반복적으로 다루면서 점진적으로 그 주제를 심화하고 있다.

■ 우리나라에서는 유리수와 순환소수, 지수법칙을 8학년에서, 제곱근과 무리수를 9학년에서 다루지만, 캘리포니아주에서는 이 주제들을 모두 7학년에서 다루고 있다.

■ 캘리포니아주 교육과정에는 집합, 이진법(우리나라 7학년), 연립일차부등식(우리나라 8학년), 항등식과 나머지정리, 무리식, 이차방정식의 판별식, 근과 계수와의 관계, 이차부등식, 연립이차부등식, 절대부등식(우리나라 10학년), 상용로그, 알고리즘과 순서도(우리나라 수학 I), 분수방정식, 무리방정식, 삼차부등식, 사차부등

식, 분수부등식(우리나라 수학II) 등의 주제가 제시되어 있지 않다.

■ 캘리포니아주의 경우 ‘추론’을 독립적인 영역으로 강조하고 있으며, 동일한 주제를 1~2학년, 3~7학년, 6~7학년에 걸쳐 반복해서 다루도록 되어 있다. 캘리포니아주의 ‘추론’ 영역에서 다루는 일부 내용은 우리나라의 ‘문자와 식’ 영역에서 다루는 내용과 상당히 유사하다고 할 수 있다.

## 나. 해석 영역

캘리포니아주의 교육과정에서 해석 영역 역시 대수 영역에서 살펴본 특징이 나타나며, 또한 서로 다른 영역들의 내용을 연계해서 다루는 점이 독특하게 나타난다. 우리나라와 캘리포니아주의 해석 영역의 교육과정을 구체적으로 비교하면 다음과 같다.

■ 캘리포니아주 교육과정에서는 두 양 사이의 대응 관계를 식으로 나타내는 내용이 3학년~6학년에서 다루어지는데(우리나라 6학년), 우리나라보다 3년 먼저 도입되어 여러 학년에 걸쳐 다루어지고 있다. 또한 종속관계로서의 함수와 함수의 그래프를 4학년~7학년, Algebra I에서 다룬다(우리나라 7학년).

■ 캘리포니아주 교육과정에서는 일차함수를 5학년~8학년, Algebra I에서 다루고 있으며(우리나라 8학년), 이차함수를 7학년, Algebra I, Algebra II에서 다루고 있다(우리나라 9, 10학년).

■ 캘리포니아주의 교육과정과 우리나라의 교육과정의 해석 영역을 비교했을 때, 대부분의 주제들이 캘리포니아주에서 더 빨리 도입되지만, 무늬 꾸미기는 예외적인 경우이다. 우리나라에서는 3학년에 도입되어 5학년에서 반복, 심화하지만, 캘리포니아주에서는 7학년 ‘측정과 기하’ 영역에서 다루고 있다.

■ 캘리포니아주 교육과정에는 연비와 비례배분(우리나라 6학년), 정비례와 반비례(우리나라 7학년), 무리함수, 삼각방정식과 삼각부등식(우리나라 10학년), 무한등비수열, 무한등비급수,

지수방정식과 지수부등식, 로그방정식과 로그부등식(우리나라 수학 I), 부정적분, 구분구적법(우리나라 수학 II) 등의 주제가 제시되어 있지 않다.

■ 한편, 캘리포니아주의 해석 영역의 교육과정을 보면 서로 다른 영역들 사이의 연계를 강조해서 주제를 다루는 점이 독특하게 나타난다. 예컨대, 측정 단위들의 상호 관계(ft 와 mi, cm 와 in, pound와 dollar)나 도형의 넓이 구하는 공식을 함수와 관련하여 다루고(3학년~6학년) 있으며, 좌표평면에 기하 도형을 나타내어 길이와 넓이 구하기(7학년)를 독립된 주제로 제시하고 있다.

#### 다. 기하 영역

캘리포니아주의 기하 영역 교육과정을 살펴보면, 대수와 해석 영역에서 언급한 바와 같이, 우리나라가 캘리포니아주보다 더 많은 주제를 더 높은 수준까지 다루고 있는데, 특히 우리나라의 8학년 이상의 교육과정에서 다루고 있는 많은 기하 내용들이 캘리포니아주의 교육과정에는 언급되어 있지 않다. 또한, 대수와 해석 영역에서 여러 주제들이 우리나라보다 캘리포니아주에서 더 일찍 도입되어 여러 학년에 걸쳐 지도되었는데 이러한 특징이 기하 영역에서도 나타난다. 그러나, 기하 영역의 주제들 중에는 우리나라가 캘리포니아주보다 더 빨리 다루는 주제들도 있다. 그 구체적 내용을 살펴보면 다음과 같다.

■ 캘리포니아주가 우리나라보다 더 빨리 도입하여 여러 학년에 걸쳐 지도하는 기하 주제는, 이등변삼각형, 정삼각형, 사각형의 성질, 사다리꼴, 평행사변형, 마름모, 직사각형, 정사각형(우리나라는 4학년, 캘리포니아주는 3학년~4학년), 평면도형의 둘레의 길이(우리나라는 5학년, 캘리포니아주는 3학년, 5학년), 입체도형(우리나라는 5학년~7학년, 직육면체와 정육면체는 5학년에서 도입, 각기둥, 각뿔, 원기둥, 원뿔은 6학년에서 도입, 캘리포니아주는 3학년~7학년,

직육면체, 정육면체, 각기둥, 각뿔, 원기둥, 원뿔을 3학년에서 도입), 입체도형의 부피(우리나라는 6학년~7학년, 캘리포니아주는 3학년~7학년), 합동 및 선대칭도형과 점대칭도형(우리나라는 5학년, 캘리포니아주는 4학년), 피타고라스 정리의 증명과 활용(우리나라는 9학년, 캘리포니아주는 7학년과 Geometry), 평행이동과 대칭이동(우리나라는 10학년, 캘리포니아주는 7학년)등이다.

■ 이등변삼각형, 정삼각형, 평행사변형, 직사각형, 정사각형의 내용과 관련하여, 캘리포니아주에서는 3학년에서 성질을 다루고 4학년에서 다시 정의를 다루는 순서로 진행된다. 또한 평면도형의 둘레의 길이를 다루는데 있어서 캘리포니아주에서는 3학년에서 변의 길이가 정수인 다각형의 둘레의 길이를 구하고 다시 5학년에서 일반적인 평면도형의 둘레의 길이를 구하도록 되어 있다.

■ 피타고라스 정리의 관련하여, 우리나라에서는 피타고라스 정리의 증명과 활용을 9학년에서 다루지만, 캘리포니아주에서는 피타고라스 정리의 이해, 직접 측정에 의한 확인과 활용은 7학년에서, 그 증명과 활용은 9학년의 Geometry에서 다루고 있다.

■ 우리나라에서 더 빨리 지도하는 기하 주제들을 살펴보면, 원(우리나라는 3학년, 캘리포니아주는 4학년), 삼각형과 사각형의 내각의 크기의 합(우리나라는 4학년, 캘리포니아주는 5학년), 사다리꼴 및 마름모의 넓이(우리나라는 5학년, 캘리포니아주는 7학년), 복합 도형의 부피(우리나라는 6학년, 캘리포니아주는 7학년), 다각형과 각의 크기(우리나라는 7학년, 캘리포니아주는 Geometry) 등이다.

■ 기하 교육과정의 내용 중에서 우리나라와 캘리포니아주가 가장 큰 차이를 드러내는 내용은 원에 관한 내용이다. 우리나라에서는 3학년에서 원의 구성 요소를, 6학년에서 원의 넓이를, 7, 9, 10학년에서 원과 관련된 여러 가지 주제들(중심각, 부채꼴, 호, 현, 중심각과 호의 관계, 원과 직선의 위치 관계, 원의 접선, 원주각, 원에 내접하는 사각형, 원과 비례)을 다루고 있다. 반면, 캘리포니아주에서는 4학년에서 원의 구성 요소를, 6학년에서 원의 넓이를, Geometry

에서 원의 방정식을 다루고 있으며, 우리나라의 7, 9, 10학년에서 주로 다루고 있는 원과 관련된 주제들은 교육과정 상에 언급되어 있지 않다.

■ 우리나라에서는 원기둥의 겹넓이와 부피를 6학년에서, 각기둥의 겹넓이와 부피를 7학년에서 다루지만, 캘리포니아주에서는 원기둥과 각기둥의 부피를 6학년에서, 원기둥과 각기둥의 겹넓이는 7학년에서 다루도록 되어 있다. 즉, 입체도형의 겹넓이와 부피와 관련하여, 우리나라에서는 원기둥(겹넓이와 부피)에서 각기둥(겹넓이와 부피)으로 진행하는 반면, 캘리포니아주에서는 부피(원기둥과 삼각기둥)에서 겹넓이(원기둥과 삼각기둥)로 진행하고 있다.

■ 캘리포니아주의 교육과정에는 넓이는 같고 둘레의 길이가 다르거나 둘레의 길이는 같고 넓이가 다른 직사각형, 원기둥(삼각기둥)의 부피 공식과 직육면체의 부피 공식의 유사성 비교, 입체도형의 시각화, 입체도형의 2차원 표상 해석하기, 입체도형의 단면 그리기, 입체도형 만들기, 그림과 모델을 해석하고 구성하기, 비로 표현된 측정과 결과물로 표현된 측정 활용, 한 측정 체계 내에서의 비교, 여러 측정 체계 사이에 걸친 비교, 단위의 차원 분석을 통한 해의 타당성 검토, 연역적·귀납적 추론을 사용해서 추측하고 확인하기와 같은 내용들이 독립된 주제로 제시되어 있다.

■ 캘리포니아주의 교육과정에는 평행선의 성질, 다면체, 회전체 정다면체, 오일러 공식(우리나라 7학년), 근사값과 오차, 근사값의 덧셈과 뺄셈, 닮음과 관련된 주제들(우리나라 8학년), 점과 직선 사이의 거리, 부등식의 영역과 관련된 최대, 최소 문제(우리나라 10학년), 우리나라의 수학II의 거의 모든 내용(벡터의 뜻과 연산 제외)이 언급되어 있지 않다.

#### 라. 확률과 통계 영역

캘리포니아주의 확률과 통계 영역에서도 많은 주제들이 우리나라보다 캘리포니아주에서 더 일찍 도입되어 여러 학년에 걸쳐 다루어지는 특징이 다시 나타난다. 그러나, 대수, 해석,

기하 영역에서 강하게 드러났던, 우리나라가 캘리포니아주보다 더 많은 주제를 더 높은 수준까지 다루고 있는 특징은 상당히 약화되어 거의 나타나지 않으며, 우리나라의 교육과정에서 다루지 않는 주제들이 캘리포니아주의 교육 과정에 많이 제시되어 있다.

■ 캘리포니아주가 우리나라보다 더 빨리 도입하거나 여러 학년에 걸쳐 지도하는 주제는, 표, 그래프(우리나라는 2학년, 캘리포니아주는 1학년), 막대그래프(우리나라는 3학년, 캘리포니아주는 1학년), 꺾은선 그래프(우리나라는 4학년, 캘리포니아주는 3학년), 여러 가지 그래프로 나타내기(우리나라는 4학년, 캘리포니아주는 2, 4, 5학년), 원 그래프(우리나라는 6학년, 캘리포니아주는 4학년), 경우의 수(우리나라는 6학년, 캘리포니아주는 3학년), 확률(우리나라는 6, 7학년, 캘리포니아주는 3, 4, 6학년), 상대도수(우리나라는 7학년, 캘리포니아주는 5학년), 상관도와 상관관계(우리나라는 9학년, 캘리포니아주는 5, 7학년), 통계적 확률과 수학적 확률, 합사건, 곱사건, 여사건, 독립사건, 종속사건, 모집단과 표본(우리나라는 수학 I, 캘리포니아주는 6학년) 등이다.

■ 우리나라에서 더 빨리 지도하는 주제는, 줄기와 잎 그림 (우리나라는 5학년, 캘리포니아주는 7학년) 한 가지 주제였다.

■ 캘리포니아주의 교육과정에는 우리나라의 교육과정에서 다루고 있는 주제들인, 도수분포표, 히스토그램 도수분포다각형, 도수분포표에서의 평균, 누적도수(우리나라는 7학년), 상관표(우리나라는 9학년), 원순열, 중복순열, 모평균 추정(우리나라는 수학 I)이 언급되어 있지 않다.

■ 캘리포니아주의 교육과정에는 우리나라의 교육과정에서 다루지 않는 주제들인, 자료의 범위, 최빈값, 중간값, 평균과 관련된 내용(중심 경향값 계산, 자료 제외와 새로운 자료 추가시 중심 경향값의 변화, 주어진 맥락에 적절한 중심 경향값 등)을 2학년~6학년에서, 사분위수를 7학년에서 다루고 있다.

### III. 우리나라와 영국의 교육과정 비교

#### 1. 영국의 교육과정 소개<sup>7)</sup>

영국은 학교수학의 내용과 범위가 국가 수준의 교육과정에 의해 결정되는 소수의 서구 국가 중의 하나이다. 1989년 이전에는 국가 교육과정이 없어 지역, 학교, 교사에 따라 가르치고 배우는 내용이 달랐으나, 1989년 교육개혁법을 제정하고 이에 기초하여 국가 수준의 교육과정 제도를 도입함으로써, 학습 내용의 범위와 수준을 국가 차원에서 정하여 제시하였다.

새로운 교육과정 제도를 도입하게 된 배경에는 기존의 제도, 즉 교육과정의 결정 권한을 단위 학교나 교사에게 부여했던 전통적인 제도에 대한 문제 의식이 있다.

그것은 일부 학교들이 사회에서 필요로 하는 인력을 제대로 양성하여 공급하지 못하고 있다는 것이다. 영국 정부는 이와 같은 교육의 문제점을 개선하기 위해서는 교육의 질에 대한 국가 수준의 통제가 요구된다고 보았으며, 이를 위하여 국가 수준에서 학습 내용 및 성취수준에 대한 기준을 제시하는 교육과정 제도를 도입하였다. 영국의 국가 교육과정은 크게 「학습 프로그램(Programmes of Study)」과 「성취목표(Attainment Target)」로 이루어져 있다. 1989년 국가 교육과정이 처음 제정되었을 당시에는 평가기준을 위한 성취목표에 주안점을 두었으나, 1995년의 개정을 통해 교과 내용을 위주로 하는 학습 프로그램 중심으로 변모하였으며,

이는 1999년 9월에 다시 개정되었다. 1999년에 발표된 새 국가 교육과정에서 key stage 1, 2, 3은 2000년 8월부터, key stage 4는 2001년 8월부터 적용되었다(Department for Education and Employment, 1999).

영국의 학습 프로그램에서는 수학의 지식, 기능, 이해를 강조하면서, 수학을 통해 정신적(spiritual) 발달, 도덕적(moral) 발달, 사회적(social) 발달, 문화적(cultural) 발달을 증진시킬 것을 강조한다. 수학 학습을 통한 사고 기능, 재정적 능력, 기획 능력과 기업 능력, 직업 관련 학습 능력을 강조함으로써 수학의 이용과 적용에 초점을 맞추고 있다.

또한, 수학을 통해 길러야 할 핵심(key) 기능으로는 의사소통, 수의 응용, 정보 공학(IT: Information Technology), 다른 사람과의 공동 학습, 학습자 자신의 학습과 성취도 개선, 문제 해결 등을 설정하고 있다. 학습 프로그램에서 명시하고 있는 수학의 핵심 기능을 보다 구체적으로 살펴보면, 수학 학습을 통해 아이디어와 방법을 정확하고 명확하고 간결하게 의사소통할 수 있는 능력을 기르고, 수학에 대한 지식·기능·이해를 사용하고 적용함으로써 수의 응용 능력을 양성할 것을 목표로 하고 있다. 정보 공학 기능과 관련해서는, 논리적 사고를 개발함으로써, 수치적·대수적·그래프적 문제를 해결하기 위해 그래프 패키지나 스프레드시트를 사용함으로써, 기하적 배치를 다루기 위해 역동적인 기하 패키지를 사용함으로써, 그리고 자료를 제시하고 분석하는데 데이터베이스와 스프레드시트를 사용함으로써 정보 공학 기능을 획득할 것을 강조하고 있다. 수학적 아

7) 본 연구에서 분석한 영국의 수학과 교육과정은 Mathematics-The National Curriculum for England: Key stages 1-4(Department for Education and Employment, 1999)이다.

이디어에 대한 소집단 활동과 논의를 통해 다른 사람과 공부 학습할 것을 권고하고 있으며, 논리적 사고, 집중력, 분석적 기능을 개발하고 문제해결의 접근 방법을 재음미함으로써 자신의 학습과 성취도를 개선할 것을 강조하고 있다. 마지막으로, 문제해결과 관련해서는, 방법과 기법을 선택하고 사용함으로써, 전략적 사고를 개발함으로써, 선택한 해결 방법이 그 문제에 적절한 것인가 그렇지 않은 것인가를 반성함으로써 문제해결 능력을 양성할 것을 강조하고 있다.

영국의 「학습 프로그램」은 학년별로 구성되어 있지 않고, key stage라는 개념을 사용하여 몇 개 학년이나 연령이 묶인 단계별로 제시되는데, 의무교육기간인 5세부터 16세까지의 기간을 4개 key stage로 구분한다. 다음의 <표 III-1>에서 알 수 있는 바와 같이, key stage 1, 2, 3, 4는 각각 우리나라의 유치원과 초등학교 저학년, 초등학교 고학년, 중학교, 고등학교에 해당한다고 할 수 있다. 영국에서는 각 stage 말에 교사가 학생들의 성취수준을 9 단계(각 수준의 기준은 국가가 정함)로 나누어 평가한다.

이 때 key stage 3의 성취수준에 따라 key stage4의 ‘기본 과정(mathematics foundation)’과 ‘심화 과정(higher mathematics)’ 두 가지 교육과정 중에서 하나를 학습하게 된다. 심화 과정은 key stage 3의 성취수준이 5 단계 이상인 학생들이 배우는 과정이고 성취수준이 5 단계에 미치지 못하는 학생들은 기초 과정을 배우게 된다.

이와 같이 교육내용을 학년별로 세분하여 제시하지 않고 각 key stage별로 제시하는 것은, 동일한 학년이나 연령의 학생이라도 그 성취수준이나 능력에 있어서는 차이가 있을 수 있다는 사실을 고려한 것으로, 학생들의 수준 차이에 상응하여 융통성 있게 내용을 배열하기 위한 것이다. 또 각각의 학습 내용을 구체적으로 어느 학년에서 다룰 것인지 단위 학교가 결정할 수 있도록 재량권을 갖도록 되어 있다.

이렇게 학년 대신 key stage별로 교육 내용을 제시한 영국의 교육과정과 학년별로 교육 내용을 제시한 우리나라의 교육과정을 비교하는데 있어서 어려운 문제가 발생한다. 예를 들어 우리나라의 4학년에서 다루어지는 내용이 3학년

<표 III-1> 영국의 key stage

	학 년	연 령
key stage 1	1-2학년	5-7세
key stage 2	3-6학년	7-11세
key stage 3	7-9학년	11-14세
key stage 4	10-11학년	14-16세

부터 6학년까지를 포괄하는 key stage 2에서 다루어진다고 할 때, 구체적으로 학년을 비교하기 어려워진다. 따라서 영국과 우리나라의 교육과정을 비교함에 있어서 영국의 key stage별로 취급되는 내용을 중심으로 비교하였다(<표 III-3> 참조).

1995년의 학습 프로그램은 수학의 내용을 '수학의 이용과 적용', '수', '대수', '도형, 공간, 측정', '자료의 처리'의 다섯 영역으로 구분하였는데, 1999년의 새 학습 프로그램에서는 구분의 단위가 커져, '수와 대수', '도형, 공간, 측정', '자료의 처리'의 세 영역으로 단순화하였다. 1995년의 학습 프로그램에서 독립적으로 설정되었던 '수학의 이용과 적용'은 1999년의

학습 프로그램에서는 각 영역의 내용과 결부되어 좀 더 구체적으로 명시되었다. 또한 영국은 ICT(Information and Communication Technology)라고 불리는 정보와 의사소통 공학의 사용을 학습 프로그램의 요소요소에 구체적으로 명시하고 있다.

## 2. 우리나라와 영국의 교육과정의 내용 비교

우리나라와 영국의 수학과 교육과정 내용을 비교하기 위하여, 다음 <표 III3>과 같이 우리나라와 영국의 수학과 교육과정 내용을 주제별로 각각 상세하게 비교하였다.<sup>8)</sup>

<표 III-2> 우리나라와 영국의 교육과정 영역 비교

본 연구	우리나라(1-10단계)	영 국
대수	수와 연산 문자와 식	수와 대수, 자료의 처리
해석	규칙성과 함수	
기하	도형 측정	도형, 공간, 측정
확률과 통계	확률과 통계	자료의 처리

8) <표 III-3>에서 '학년비교(한국기준)'란에 ○으로 표시된 부분은, 영국의 key stage 1(1-2학년)에서 다루는 해당내용을 우리나라 1학년 또는 2학년에서 다룬다는 것을 의미한다. 또한 우리나라와 영국의 내용요소에서 진한 글씨체로 제시된 내용은 우리나라와 영국이 다른 방식으로 지도하는 내용이다. 한편, 미국과 일본의 경우에는 해당 국가인 미국과 일본을 기준으로 학년 비교를 한 반면에(<표 II-3>, <표 IV-3> 참조), 영국의 경우에는 <표 III-3>에서와 같이 우리나라를 기준으로 학년 비교를 하였다. 그 이유는 앞에서 언급한 바와 같이, 영국의 경우 교육과정이 key stage로 제시되어 있어서 영국에서 해당 내용을 다루는 정확한 학년을 알 수 없기 때문이다.

<표 III-3> 우리나라와 영국의 교육과정 내용 상세 비교(일부 제시)

	우리나라(단계)		영국(key stage)		학년 비교 (한국 기준)								
	초등 학교	내용요소	key stage	내용요소									
대 수 : 수와연산·문자와식	1단계 (1학년)	50까지 수, 100까지 수 (수의 개념, 수의 크기 비교, 십진기수법의 개념, 수의 분해와 합성)	key stage 1 (1-2 학년 )	· 20까지 물건의 개수를 세고, 놓인 순서를 바꾸어도 개수는 불변임을 인식하기	○								
		여러 가지 수 세기(묶어세기, 뛰어세기) 방법의 활용		· 20까지의 수를 익숙하게 세고, 읽고 쓴 후 이를 100이상까지 확장하기		○							
		한 자리 수의 덧셈과 뺄셈 한 자리 수인 세 수의 덧셈, 뺄셈		· 수의 대소관계 알기			○						
		두 자리 수의 덧셈과 뺄셈 (받아올림, 받아내림 없음)		· 자리값, 자리잡기 0 이해하기				○					
		덧셈, 뺄셈 활용한 문제 해결		· 한 자리 수, 두 자리 수를 수직선에 나타내기					○				
		□를 사용한 식		· 덧셈과 뺄셈의 이해 (뺄셈은 '덜어내기'와 '차이' 모두로 이해하기)						○			
		그림 그리기, 식 만들기 이해		· 더하는 순서를 바꾸어도 결과가 불변임을 알기							○		
		간단한 덧셈식, 뺄셈식에 적합한 문제 만들기 [심화]		· 뺄셈이 덧셈의 역연산임을 알기 · 등호의 의미 이해하기								○	
				· 합이 20 이하인 덧셈, 10에서 빼는 뺄셈 암산하기									○
대 수 : 수와연산·문자와식	2단계 (2학년)	1000까지 수	key stage 1 (1-2 학년 )	· 100 이상까지 세기	○								
		두 자리 수의 덧셈과 뺄셈 두 자리 수의 범위에서 세 수의 덧셈과 뺄셈		· 두 자리 수를 어렵하기		○							
		세 자리 수 범위에서 덧셈, 뺄셈		· 곱셈을 동수누가로 이해하기			○						
		곱셈도입, 곱셈구구		· □의 값 구하기(가령, $6=2+\square$ )				○					
		덧셈, 뺄셈, 곱셈을 활용한 문제 해결							○				
		□의 값 구하기								○			
		식에 알맞은 문제 만들기									○		
		문장으로 된 문제를 보고 식 만들기										○	
		간단한 덧셈, 뺄셈, 곱셈에서 미지항 구하기											○
		표 만들기, 거꾸로 풀기 이해											

	우리나라(단계)		영국(key stage)		학년 비교 (한국 기준)
	초등학교	내용요소	key stage	내용요소	
수와 연산 · 문자와 식				<ul style="list-style-type: none"> <li>· 2로 나누는 것이 2배 하는 것의 역연산임을 알기</li> <li>· 도형과 물건의 개수의 반, 사분의 일 구하기</li> <li>· 나눗셈을 묶어내기(동수누감)으로 이해하기</li> </ul>	3 단계
			key stage 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 곱셈, 나눗셈을 뜻하는 말 사용하기</li> </ul>	2, 3 단계
			(1-2 학년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 구구단을 이용하여 어떤 수에 2나 10을 곱한 결과를 알기</li> <li>· 10 이하의 수를 2배하거나, 20 이하의 곱수를 2로 나눈 결과를 암산하기</li> <li>· 두 자리 수에 한 자리 수를 더하거나 빼는 암산하기</li> <li>· 간단한 계산(가령, <math>40+30=\square</math>, <math>40+\square=100</math>, <math>56-\square=10</math> 등)을 암산하기</li> </ul>	2단계

영국 교육과정을 살펴보면, 우리나라의 초등학교 고학년(영국의 key stage 2에 해당)에서 다루는 많은 내용을 영국에서는 key stage 3(우리나라의 7, 8, 9 단계에 해당)에서 다루고 있으며, 우리나라에서 다루는 많은 내용이 영국 교육과정에는 제시되어 있지 않은 것으로 나타난다. 또한, 영국 교육과정의 key stage 4의 기본 과정에서는 key stage 3의 내용을 상당 부분 반복하여 다루고 있으며, key stage 4의 심화 과정은 key stage 4의 기본 과정의 대부분의 내용을 또다시 중복하여 다루는 동시에 일부 내용은 더욱 발전적으로 다루고 있다.

영국에서는 초등학교의 경우 수학 교육에 매일 1시간(50분 수업)을 할애하고 있으며, 중학교의 경우, 교과목별 수업 시수 배당은 국가에서 제시한 기준이 없기 때문에 학교마다 차이를 보이고 있지만, 수학은 대체로 1주일에 3-4

시간(50분 수업)을 할애하고 있는 것으로 나타난다. 우리나라와 비교해 보면, 초등학교에서는 우리나라보다 훨씬 많은 시간을 수학 학습에 할애하고 있으며, 중학교에서는 학교마다 차이가 있지만 대체적으로 우리나라와 비슷한 시간을 수학 학습에 할애하고 있다고 할 수 있다.

이를 우리나라와 영국의 교육과정에서 다루고 있는 내용과 관련지어 생각해 보면, 초등학교에서는 우리나라 학생들이 학교에서 수학에 할애하는 시간이 영국보다 적는데 비해 학습하는 내용은 더 많은 것을 알 수 있다. 또한 중학교에서는 우리나라와 영국의 학생들이 비슷한 시간 동안 수학 학습을 하고 있지만, 학습하는 수학 내용은 우리나라 학생들이 더 많음을 알 수 있다.

이하에서는 우리나라와 영국의 수학과 교육과정의 내용을 비교한 결과를 기술하기로 한다.

### 가. 대수 영역

■ 대수 영역에서 찾아볼 수 있는 영국 교육과정의 특징은 어렵산과 암산을 강조한다는 점이다. 그리하여 매 단계마다 암산의 수준이 높아져 key stage 4에서는 암산의 범위가 지수와 소수로까지 확장된다.

■ 영국 교육과정의 또다른 특징은 계산기를 key stage 2에서부터 일찍 도입하는 점이다. 계산기를 일찍부터 도입하여 학년이 높아질수록 계산기의 여러 기능키와 연산의 순서, 법칙 등을 이용하여 계산기를 더 능숙하게 사용하도록 요구한다. 또한 방정식의 근사해를 구하는데 ICT를 이용하는 것도 우리나라와의 차이점이다.

■ 영국 교육과정에는 이진법(우리나라 7단계), 로그, 행렬, 계차수열, 수학적 귀납법, 알고리즘과 순서도(우리나라 수학 I), 분수방정식, 무리방정식, 삼차부등식, 사차부등식, 분수부등식(우리나라 수학 II)이 제시되어 있지 않다.

■ 그 밖에, 분수의 사칙계산, 최대공약수와 최소공배수(우리나라 5단계)는 영국의 경우 key stage 3(7-9학년)에서 다루고, 순환소수(우리나라 8단계)는 key stage 4(10-11학년)의 심화 과정에서만 다루는 것으로 되어 있다.

■ 제곱근(우리나라 9단계)과 거듭제곱근(우리나라 수학 I)은 영국의 경우 key stage 3(7-9학년)에서 다룬다. 한편, key stage 4(10-11학년) 기초 과정에서는 양의 제곱근과 세제곱만 다루고, 음의 제곱근과 세제곱근은 심화 과정에서 다룬다.

### 나. 해석 영역

해석 영역의 내용 역시 대수 영역의 내용과 마찬가지로 우리나라의 수준이 훨씬 높은 것으로 나타났다.

■ 영국 교육과정에는 미적분에 관한 내용(즉, 무한수열, 무한등비급수, 함수의 극한, 연속, 미분계수, 미분, 도함수의 활용, 구분구적법, 적분, 정적분의 활용 등)이 제시되어 있지 않다.

■ 영국 교육과정은 유리함수의 그래프(우리나라 10단계)를 key stage 4(10-11학년)의 심화 과정에서 다루고, 무리함수의 그래프는 제시되어 있지 않다.

■ 영국에서는 지수함수의 그래프, 삼각함수의 그래프를 key stage 4(10-11학년)의 심화 과정에서 다룬다. 그러나, 영국 교육과정에는 삼각방정식, 삼각부등식(우리나라 10단계), 지수방정식, 지수부등식(우리나라 수학 I), 로그와 로그함수의 그래프(우리나라 수학 I)가 제시되어 있지 않다.

■ 좌표평면(우리나라 7단계)은 영국의 경우 key stage 2(3-6학년)에서 다룬다.

■ 영국에서는 수열의 규칙성을 이용한 n번째 항을 구하는 내용은 다루지만 구체적인 범주로는 등차수열의 일반항(key stage 3, 4 기초)만 다룬다. 그러나 우리나라에서는 등차수열의 합과 등비수열, 계차수열까지 다룬다.

### 다. 기하 영역

영국 교육과정에 제시된 기하 영역의 내용도 대체로 우리나라 교육과정에 제시된 내용보다 쉽다고 할 수 있다. 영국에서 기하의 많은 내용은 key stage 3, 4에서 다루어지며, 앞의 영역에서와 마찬가지로 key stage 4 기초 과정에서는 key stage 3에서 다루었던 내용을 반복하여 다룬다.

■ 영국 교육과정에는 정다면체의 전개도, 오일러의 공식(우리나라 7단계), 선분의 내분, 외

분, 부등식의 영역, 원의 방정식(우리나라 10단계), 구의 방정식, 포물선, 쌍곡선, 타원, 정사영과 삼수선의 정리(우리나라 수학Ⅱ)가 제시되어 있지 않다.

■ 우리나라의 경우 초등학교 3-6학년에서 다루는 주요 내용(즉, 원의 성질, 구성 요소, 이등변삼각형, 정삼각형, 평행사변형, 마름모, 사다리꼴, 평행선의 성질, 입체도형의 전개도, 원의 넓이, 입체도형의 겹넓이와 부피, 회전체 등)이 영국에서는 key stage 3(7-9학년)에서 다룬다.

■ 부채꼴의 넓이와 호의 길이(우리나라 7단계)는 key stage 4(10-11학년) 심화 과정에서 다룬다.

■ 영국에서는 전개도를 다루지 않는 반면, 단면도, 사영도, 설계도, 입면도 등을 분석하고 입체도형의 평면 그림을 연구하는 것을 key stage 3-4에 걸쳐 다룬다. 또한 key stage 3, 4에서는 도형의 닮음과 지도의 축척을 이해하고, 지도를 읽는 것을 함께 다룬다.

■ 영국의 경우, key stage 4 심화 과정에서 벡터를 다루지만, 벡터의 합, 차, 스칼라 곱까지 다루고, 내적이나 벡터 방정식 등은 교과과정상에 제시되어 있지 않다. 다시 말하면 영국에서는 도형의 이동(우리나라 5단계)을 key stage 1(1-2학년), 좌표(우리나라 7단계)를 key stage 2(3-6학년), 공간 좌표(우리나라 수학Ⅱ)를 key stage 3(7-9학년)에서부터 다루는 등 좌표로 점의 위치를 표현하는 것은 일찍부터 다루지만, 좌표평면을 이용하는 해석 기하는 직선의 방정식 이외에는 거의 취급하지 않는 것으로 보인다.

#### 라. 확률과 통계 영역

영국의 통계 영역은 key stage 3 이후에는 매 key stage 마다 ① 주어진 문제를 구체화하고 자료 수집 및 처리를 계획하는 단계, ② 자료

수집 단계, ③ 자료 처리 단계, ④ 처리 결과에 따라 결론을 내리는 네 단계를 모두 수행하도록 하고 있다. 다시 말하면 이론적 통계보다는 실제적 통계 위주의 교육과정을 운영하고 있다고 볼 수 있다.

전반적으로 볼 때, 영국 교육과정의 통계 영역은 우리나라보다 수준이 높다고 할 수 있으며, 이에 반해 확률과 관련된 내용은 거의 제시되어 있지 않다.

#### <통계>

■ 영국에서는 key stage 2에서부터 도수분포표(우리나라 7단계)를 만들고 해석하고, ICT를 이용하여 자료를 다이어그램, 막대그래프, 선그래프 등으로 나타내고 해석한다.

■ 산포도(우리나라 10단계), 수학적 확률과 통계적 확률, 큰 수의 법칙(우리나라 수학Ⅰ), 중앙값, 최빈값, 범위(우리나라 확률과 통계 과목) 등이 영국의 key stage 3(7-9학년)에서 다루어지며, 여러 가지 그래프로 나타낸 자료의 규칙성, 특이점을 찾는 활동 역시 key stage 3(7-9학년)에서 다루어진다.

■ 상관 관계(우리나라 9단계)는 우리나라와 비슷한 key stage 3(7-9학년)에서 다루어지지만 상관도(우리나라 9단계)와 상관 관계(우리나라에서는 다루지 않음)는 key stage 4(10-11학년) 심화 과정에서만 다루어진다.

■ 우리나라에서는 다루지 않는 사분위수, 사분위 범위, 밀도, 주기성, 경향성이나 자료처리 프로그램을 사용하는 것이 영국에서는 key stage 4(10-11학년) 심화 과정에서 다루어진다.

#### <확률>

■ 영국에서는 확률의 뜻과 기본 성질(우리나라 8단계)을 key stage 4(10-11학년)에서 다룰 뿐, 순열, 조합, 이항정리, 조건부 확률, 독립시행의 확률, 확률변수, 확률분포, 확률밀도함수, 이항분포, 정규분포, 표본평균과 분포(우리나라 수학Ⅰ) 등은 교육과정에 제시되어 있지 않다.

## IV. 우리나라와 일본의 수학과 교육과정 비교

### 1. 일본의 교육과정 소개<sup>9)</sup>

일본은 우리나라와 같이 국가 수준의 단일한 교육과정 체제를 가지고 있으며, 일본의 '학습지도요령'은 국가에서 고시하는 교육과정 문서로 우리나라의 교육과정 문서에 해당한다. 일본은 정보화·창조화 사회에 대비하는 새로운 '소학교, 중학교 수학과 학습지도요령'을 1998년 12월에 개정 공포하였고, 2002년 3월까지 실험 과정과 이행 조치를 거쳐 2002년 4월부터 새 '학습지도요령'에 의한 교육을 실시하였다.

새 '학습지도요령'에서는 2002년부터 학교 주5일제의 완전 실시를 전제로 수업 시수를 축소하고 교육 내용을 엄선하였다. 수업 시수는 약 20%가 축소되었으며, 내용을 엄선하여 학습 내용의  $\frac{1}{3}$ 을 경감하는 것을 목표로 하였다.

일본의 새 학습지도요령은 '삶의 역량(生きる力)의 육성'을 기본 정신으로 하고 있다. 삶의 역량의 육성이 강조되면서, 학교 수학의 교과 목표에서 산수적·수학적 활동과 그 즐거움이 새롭게 강조되었다. 새 '학습지도요령'에는 초등학교 산수과 및 중학교 수학과 교과 목표로 다음이 제시되어 있다.

#### ■ 초등학교 산수

수량 및 도형에 대한 산수적 활동을 통해서 기초적인 지식과 기능을 몸에 익히고, 일상의 사물과 현상에 대해서 관점을 가지고 조리 있게

생각하는 능력을 기름과 더불어, 활동의 즐거움 및 수리적인 처리의 좋은 점을 깨닫고, 나아가 생활에 활용하려는 태도를 기른다.

#### ■ 중학교 수학

수량, 도형 등에 관한 기초적인 개념 및 원리·법칙의 이해를 깊게 하고, 수리적인 표현 및 처리 방법을 습득하여, 사물과 현상을 수리적으로 고찰하는 능력을 고양하고, 수학적 활동의 즐거움, 수리적인 관점 및 사고 방식의 좋은 점을 알고, 나아가 그것을 활용하는 태도를 기른다.

위의 목표에서 알 수 있는 바와 같이, 산수적·수학적 활동에는 학생이 목적 의식을 가지고 열중하는 수학과 관련된 여러 가지 활동, 주위의 사상(事象) 및 사건을 수리적으로 고찰하는 활동, 사물을 관찰하거나 구체적인 조작 및 실험을 통해 수리적인 내용을 발견하는 활동, 수학을 창조하고 발전시키는 활동을 통해 수학 학습을 경험하는 것, 그 과정에서 놀라움과 감동을 맛보는 것, 생각하는 것이나 수학을 배우는 것의 재미를 맛보는 것 등이 포함된다.

지도 방법에 있어서, 산수적·수학적 활동의 중시에 따라 작업 및 체험이 더욱 중시되게 되었다. 또 전자 계산기 및 컴퓨터의 활용을 추진하고 있다. 전자 계산기는 이전에는 초등학교 5학년에서 도입하도록 했으나, 새 학습지도요령에서는 초등학교 4학년에서 도입하도록 되어 있다. 한편, 초등학교 3학년에서 주판에 의한 수의 표현과 덧셈, 뺄셈 계산을 다루는 것도 특색이라고 할 수 있다.

일본의 초등학교 수학과는 '수와 계산', '양과 측정', '도형', '수량 관계'의 네 영역으로,

9) 본 연구에서 분석한 일본의 교육과정은 소학교학습지도요령(일본문부성, 1999a)와 중학교학습지도요령(일본문부성, 1999b)이다.

중학교는 ‘수와 식’, ‘도형’, ‘수량 관계’의 세 영역으로 내용이 나누어져 있다(<표 IV-1> 참조). 한편, 고등학교 선택 과목에는 수학 기초, 수학 I, 수학 II, 수학 III, 수학 A, 수학 B, 수학 C가 있다. 여기에서 수학 기초와 수학 I 과목 중 한 과목은 반드시 이수하여야 하며, 일반적으로는 수학 I 과목을 이수하도록 되어 있다.

수학 II와 수학 III을 이수하는 경우에는 원칙적으로 수학 I, 수학 II, 수학 III의 순서로 이수하도록 하고 있다. 수학 A는 수학 기초 및 수학 I과 병행에서 또는 그것들을 이수한 후 이수하게 하고, 수학 B는 수학 I을 이수한 후 이수하게 하고, 수학 C는 수학 I 및 수학 A를 이수한 후 이수하게 하는 것을 원칙으로 하고 있다.

- 수학 기초 또는 수학 I ↔ 수학 A

- 수학 기초 또는 수학 I → 수학 B
- 수학 기초 또는 수학 I & 수학 A → 수학 C

우리나라와 일본의 선택 교과목을 비교해 보면(<표 IV-2> 참조), 우리나라 고등학교 1학년에 해당하는 10단계의 수학은 일본의 기본 선택 과목인 수학 I에 해당하며, 우리나라 고등학교 2학년의 기본 선택 과목인 수학 II은 일본의 기본 선택 과목인 수학 II에 해당하며, 우리나라 고등학교 3학년에 해당하는 기본 선택 과목인 수학 II는 일본의 기본 선택 과목인 수학 III에 해당한다고 볼 수 있다. 물론, 두 나라의 모든 선택 교과목이 위에서 제시한 바와 같이, 해당 학년에만 반드시 적용되는 것은 아니라는 점에 주의할 필요가 있다.

<표 IV-1> 우리나라와 일본의 교육과정 영역 비교

본 연구	우리나라(1-10단계)	일본	
		초등학교	중학교
대수	수와 연산, 문자와 식	수와 계산	수와 식
해석	규칙성과 함수	수량관계	수량관계
기하	도형, 측정	양과 측정, 도형	도형
확률과 통계	확률과 통계	수량관계	수량관계

<표 IV-2> 우리나라와 일본의 선택 교과목 비교

		우리나라			일본			
초등학교	기본	1단계 - 6단계			기본	1학년 - 6학년		
중학교		7단계 - 9단계				1학년 - 3학년		
고등학교	기본 선택	10단계			기본 선택	선택	수학 I	수학 A
		수학 I	선택	실용수학 이산수학 확률과 통계 미분과 적분			수학 II	수학 B
		수학 II					수학 III	수학 C

2. 우리나라와 일본의 수학과 교육과정의 내용 비교

우리나라와 일본의 수학과 교육과정 내용을

비교하기 위하여, 다음 <표 IV-3>와 같이 우리나라와 일본의 수학과 교육과정 내용을 주제별로 각각 상세하게 비교하였다.

대수, 해석, 기하, 확률과 통계 영역별로 우

<표 IV-3> 우리나라와 일본의 교육과정 내용 상세 비교(일부 제시)

	초등학교	한국(단계)	일본(학년)	학년 비교 (일본기준)
대수 : 수와 연산 · 문자와 식	1단계 (1학년)	50까지 수, 100까지 수 (수의 개념, 수의 크기 비교, 십진기수법의 개념, 수의 분해와 합성)	물건의 개수 비교, 순번 세기, 수의 대소 및 순서, 계열, 수직선에 나타내기, 수의 분해와 합성, 100까지의 수의 표현 방법과 의미	○
		여러 가지 수 세기(묶어세기, 뛰어세기) 방법의 활용	모아서 세거나 등분하여 사물을 정리해 나타내기 같은 크기로 모아 세거나 분류해서 세기	○ ○
		한 자리 수의 덧셈과 뺄셈 한 자리 수인 세 수의 덧셈, 뺄셈	한 자리수와 한 자리수의 덧셈과 뺄셈	○
		두 자리 수의 덧셈과 뺄셈 (받아올림, 받아내림 없음)	두 자리 수의 덧셈과 뺄셈	2
		덧셈과 뺄셈을 활용한 문제 해결	덧셈과 뺄셈이 사용되는 경우 알고 사용하기	○
		□를 사용한 식 그림 그리기, 식 만들기 방법의 이해		
		간단한 덧셈식, 뺄셈식에 적합한 문제 만들기 [심화]		
대수 : 수와 연산 · 문자와 식	2단계 (2학년)	1000까지 수	4자리 수까지에 대해서 십진기수법에 의한 수의 표현 방법, 수의 대소, 순서, 수의 상대적인 크기, 하나의 수를 다른 수와 관련짓기	○
		두 자리 수의 덧셈과 뺄셈 두 자리 수의 범위에서 세 수의 덧셈과 뺄셈	두 자리 수까지의 덧셈과 뺄셈 덧셈과 뺄셈에서 성립하는 성질	○
		세 자리 수 범위에서 덧셈과 뺄셈	세 자리 수까지의 덧셈과 뺄셈	3
		곱셈 도입, 곱셈구구	곱셈 도입, 곱셈에 대해 성립하는 성질 알기, 곱셈 구구	○
		덧셈, 뺄셈, 곱셈을 활용한 문제 해결	덧셈, 뺄셈, 곱셈의 의미를 이해하고 사용하기	○
		□의 값 구하기	수의 덧셈과 뺄셈에서 ( )나 □를 이용하기	○
		식에 알맞은 문제 만들기 문장으로 된 문제를 보고 식 만들기		
		간단한 덧셈, 뺄셈, 곱셈에서 미지항 구하기		
		표 만들기, 거꾸로 풀기 방법의 이해		

	초등학교	한국(단계)	일본(학년)	학년 비교 (일본기준)
대수 : 수와 연산 · 문자와 식	3단계 (3학년)	10000까지 수	10000의 단위, 10배, 100배 하거나 10으로 나눈 수의 크기 및 표현 방법, 수의 상대적인 크기,	○
		세 자리 수의 덧셈과 뺄셈과 그 활용	세 자리 수까지의 덧셈과 뺄셈	○
		네 자리 수의 덧셈과 뺄셈		
		나눗셈의 도입	나눗셈 도입, 나눗셈과 곱셈, 뺄셈의 관계 알기	○
		(두 자리 수)×(한 자리 수) (두 자리 수)÷(한 자리 수) (단, 나머지지없음)	(두 자리 수)×(한 자리 수) 제수와 몫이 모두 한 자리 수인 나눗셈	○
		(세 자리 수)×(한 자리 수) (두 자리 수)×(두 자리 수) (두 자리 수)÷(한 자리 수) (단, 나머지지있음)	(세 자리 수)×(한 자리 수) (두 자리 수)×(두 자리 수) 제수와 몫이 모두 한 자리 수인 나눗셈	○
		곱셈과 나눗셈을 활용한 문제 해결	곱셈을 적절히 사용하기 나눗셈의 의미를 알고 사용하기	○
		곱셈, 나눗셈 관련의 문제 만들고 해결하기 [심화]		
		분수의 이해	분수의 의미와 표현 방법	4
		단위분수와 진분수의 관계	분수는 단위분수의 몇 배로 나타낼 수 있음을 알기	4
		소수(첫째 자리까지)의 이해	소수(첫째 자리까지)의 의미와 표현 방법	4
		분수와 소수 관련의 문제 해결 [심화]		
		규칙 찾기, 예상과 확인 방법의 이해 문제 해결 과정 설명하기 하나의 문제를 여러 가지 방법으로 해결하기 [심화]		
			주판을 사용한 수의 표현, 덧셈, 뺄셈	3

리나라와 일본의 교육과정에 제시되어 있는 내용을 비교해 보면, 특히, 대수, 해석, 기하 영역에서 우리나라 교육과정에 제시된 내용이 일본 교육과정에 제시된 내용보다 다루는 내용의 양이나 범위, 학년 수준이 대체적으로 높은 것으로 나타났다.

일본의 교육과정에서 제시하고 있는 연간 수학 수업 시수는, 초등학교 1학년~6학년의 경우에는 114, 155, 150, 150, 150, 150(1차시 수업은 45분)이며, 중학교 1학년~3학년의 경우에는

105, 105, 105(1차시 수업은 50분)이다. 이것을 우리나라의 수업 시수인 120, 136, 136, 136, 136, 136(이상 초등학교 1학년~6학년, 1차시 수업은 40분), 136, 136, 102(이상 중학교 1학년~3학년, 1차시 수업은 45분)과 비교하여 보면, 초등학교 전 학년에 걸쳐 우리나라는 533.3 시간(한 학년 평균 88.9 시간), 일본은 651.8 시간(한 학년 평균 108.6 시간), 중학교 전 학년에 걸쳐 우리나라는 280.5 시간(한 학년 평균 93.5 시간), 일본은 262.5 시간(한 학년 평균 87.5 시

간)을 수학 수업에 할애하고 있다. 이것으로부터, 초등학교에서 수학을 배우는 총 시간은 일본이 우리나라보다 크게 앞서며, 중학교에서 수학을 배우는 총 시간은 우리나라가 일본보다 약간 앞서고 있음을 알 수 있다. 우리나라의 교육과정에 제시된 내용이 일본 교육과정에 제시된 내용보다 다루는 내용의 양이나 범위가 높은 점을 고려하면, 초등학교에서는 우리나라의 학생들이 일본의 학생들보다 더 적은 수업 시간에 더 많은 양을 학습한다고 할 수 있다.

한편, TIMSS에서 조사한 바에 따르면, 일본은 특정한 수학 주제를 취급하는 시간의 평균이 참가국의 평균 지속 기간에 대한 중앙값보다 1.1년 짧은 것으로 나타났다(국립교육평가원, 1997). 우리나라의 경우 특정한 수학 주제를 취급하는 시간의 평균이 참가국의 평균 지속 기간에 대한 중앙값보다 1년 짧은 것으로 나타난 점을 고려하면, 우리나라와 일본이 어떤 한 주제를 완성하는 속도는 거의 비슷하다는 것을 알 수 있다.

이하에서는 우리나라와 일본의 수학과 교육과정의 내용을 비교한 결과를 기술하기로 한다.

### 가. 대수 영역

■ 우리나라의 경우, 초등학교에서는 연산 부분이, 중학교에서는 방정식과 부등식 부분이 일본에 비해 조기에 도입되며 내용도 강조 또는 심화하여 다루는 경향이 있다.

- 예를 들어, 초등학교에서 다루지는 두 자리 수와 세 자리 수의 덧셈과 뺄셈은 일본보다 한 학년씩 앞서 도입되며, 특히 네 자리 수의 덧셈과 뺄셈이 3단계에서 다루어지고 있는데 반해 일본은 교육과정에 제시되어 있지 않다.

- 방정식에서 고차방정식이 일본보다 한 학년 앞서 다루지고, 우리나라에서 다루는 연립일차·이차방정식(우리나라 10단계), 분수방정식,

무리방정식(우리나라 고3의 수학Ⅱ)은 일본 교육과정에 제시되어 있지 않다.

- 부등식에서 일차부등식은 일본보다 두 학년 앞서 다루지고, 이차부등식은 동일학년에서 다루지고 있으나 연립일차부등식(우리나라 8단계), 연립이차부등식(우리나라 10단계), 간단한 삼차·사차 부등식, 분수부등식(우리나라 고3의 수학Ⅱ)이 일본 교육과정에는 제시되어 있지 않다.

■ 우리나라는 일본에 비해 초등학교에서 전반적으로 분수와 소수의 이해, 분수의 사칙연산에 관한 내용을 한 학년씩 앞서 다룰 뿐만 아니라, 좀더 강조하여 다룸을 알 수 있다.

- 예를 들어, 분수와 소수(우리나라 3단계)가 일본보다 한 학년 앞서 도입되고, 이로써 분수의 덧셈과 뺄셈, 나눗셈, 그리고 소수 세 자리 수의 이해 부분(우리나라 4단계), 분모가 다른 분수의 크기 비교, 분모가 다른 분수의 덧셈과 뺄셈, 여러 가지 분수(단위분수, 진분수, 대분수끼리의) 곱셈 등(우리나라 5단계)을 일본보다 각각 한 학년씩 앞서 다루며, 교육과정상에 우리나라의 경우에는 간단한 분수와 소수의 혼합 계산이 명시되어 있는 반면, 일본의 경우에는 언급되어 있지 않다.

■ 최대공약수와 최소공배수는 우리나라 초등학교 5단계, 일본 6학년에서 도입하여 다루고, 우리나라에서는 이 부분을 7단계에서 좀더 깊게 다루고 있는 반면 일본은 6학년에서만 다루는 것으로 되어 있다.

■ 우리나라의 경우, 집합(우리나라 7단계, 일본 고1의 수학 I), 복소수(우리나라 10단계, 일본 고 2의 수학 II)의 도입이 일본보다 빠르며, 순환소수(우리나라 8단계)와 지수와 로그(우리나라 고 2의 수학 I)는 일본 교육과정상에 명시되어 있지 않다.

■ 우리나라 교육과정에는 문제해결과 관련된

내용이 독립적으로 제시되어 있는 반면 일본은 문제해결에 대한 언급이 거의 없다.

#### 나. 해석 영역

■ 우리나라에서 강조되는 규칙찾기에 관련된 내용이 일본 교육과정에는 언급되어 있지 않다.

■ 우리나라는 함수 개념을 비롯하여 이차함수, 합성함수, 역함수, 삼각함수 등 전반적으로 함수에 관한 내용을 일본보다 앞서 다루고, 좀 더 깊게 다루는 경향이 있다.

- 함수 개념은 동일 학년(우리나라 7단계, 일본 7학년)에서 도입되지만, 함수라는 용어의 도입은 우리나라(우리나라 7단계, 일본 8학년)가 한 학년 앞서 이뤄지고 있다.

- 이차함수(우리나라 9단계), 삼각함수(우리나라 10단계)는 우리나라가 일본보다 각각 한 학년씩 앞서 다루며, 또 일본 교육과정에는 삼각방정식과 삼각부등식이 제시되어 있지 않다.

- 합성함수와 역함수(우리나라 10단계)는 우리나라가 일본보다 두 학년 앞서 다루고 있다.

- 유리함수와 무리함수(우리나라 10단계)는 일본 교육과정에는 제시되어 있지 않다.

■ 일본 교육과정에는 지수, 로그와 마찬가지로 지수방정식과 지수부등식, 로그방정식과 로그부등식(우리나라 고2의 수학 I)을 명시하고 있지 않다.

■ 미분, 적분에 관한 내용은 우리나라(고3의 수학 II)보다 일본(고 2의 수학 II)이 한 학년씩 앞서 다루고 있다.

#### 다. 기하 영역

■ 분·초에 대한 이해(우리나라 4단계, 일본 3학년), 무게와 넓이의 단위(우리나라 5단계, 일본 4학년)는 일본이 우리나라보다 한 학년씩

앞서 다룬다.

■ 일본은 6학년에서 속도의 의미에 대하여 다루지만, 우리나라 교육과정에는 제시되어 있지 않다.

■ 정삼각형과 이등변삼각형은 일본 초등학교에서도 다루지만, 예각삼각형과 둔각삼각형은 교육과정에 제시되어 있지 않으며, 마찬가지로 평행사변형의 넓이는 다루지만 사다리꼴이나 마름모의 넓이, 복합도형의 넓이는 교육과정에 제시되어 있지 않다(우리나라 4단계).

■ 합동과 닮음은 우리나라가 일본보다 전반적으로 앞서 다룬다.

- 닮은 도형의 성질, 삼각형의 닮음조건(우리나라 8단계)은 일본보다 한 학년 앞서 다루고, 닮음비를 이용한 닮음도형의 넓이와 부피(즉, 닮음의 응용; 우리나라 8단계)는 두 학년 앞서 다룬다.

- 합동은 우리나라의 경우 초등학교 5단계와 7단계에서 다루지만, 일본은 중 2(즉, 우리나라 기준으로 8단계)때 처음 다룬다.

■ 원의 성질, 평행과 수직은 우리나라가 일본보다 좀더 강조하여 다룬다.

- 우리나라에서는 원에서 현에 관한 성질, 원의 접선에 대한 성질, 원에 내접하는 사각형의 성질, 원과 비례에 관한 성질 등과 같이 구체적으로 내용이 명시되어 있는 것에 반해, 일본 교육과정에는 원의 성질로만 제시되어 있다.

- 직선의 평행과 수직(우리나라 4단계)은 일본보다 한 단계 앞서 다루고, 직방체(직육면체)에서 직선의 평행과 수직(우리나라 4단계)은 일본보다 두 단계 앞서 다루며, 평행선의 성질(우리나라 7단계)도 일본보다 한 단계 앞서 다룬다. 그리고 우리나라의 경우 직선과 직선, 직선과 평면, 평면과 평면의 평행 관계와 수직 관계(우리나라 고3의 수학 II)가 교육과정상에 명시

되어 있지만 일본의 경우에는 언급되어 있지 않다.

■ 삼각비(우리나라 9단계)는 우리나라가 일본보다 한 학년 먼저 다루고, 우리나라 10단계에서 다루는 간단한 최대 문제, 최소 문제가 일본 교육과정에는 언급되어 있지 않다.

#### 라. 확률과 통계 영역

■ 전반적으로 확률과 통계 영역의 내용은 우리나라와 일본이 초등학교에서는 유사하게 다루고 있다고 할 수 있으나, 중학교에서는 우리나라가 일본에 비해 더 많은 내용을 다루고 있다. 그리고, 고등학교에서는 우리나라의 경우 모든 내용을 수학 I 교과목에서 다루므로써 거의 필수 과정에 속한다고 볼 수 있지만, 일본의 경우에는 수학A, B, C 교과목에서 다루어짐으로써 선택적으로 다룬다고 할 수 있다.

■ 우리나라 5단계에서 나타나는 줄기와 잎그림은 일본 교육과정에는 언급되어 있지 않으며, 비울그래프(원그래프, 띠그래프)는 일본이 우리나라(6단계) 보다 한 학년 앞서 다룬다.

■ 경우의 수와 확률 개념의 도입은 우리나라의 경우 6단계, 일본은 중학교 2학년으로 우리나라가 앞서 다루고, 좀더 심화된 내용(순열과 조합, 이항정리, 통계적·수학적 확률, 확률의 덧셈정리와 곱셈정리)은 우리나라의 경우 고2의 수학 I 에서 다루는데 반해 일본에서는 고1의 선택과목인 수학A에서 다룬다.

■ 우리나라 중학교급에서 다루는 확률과 통계 영역의 내용 중에서 일본은 확률에 관한 내

용만을 중학교 2학년에서 동일하게 다루고, 도수분포표(우리나라 7단계), 상관도(우리나라 9단계)의 통계 내용을 일본에서는 고2의 선택과목인 수학B에서 다루고 있다. 또, 우리나라에서는 도수분포표에서의 평균, 상대도수와 누적도수(우리나라 7단계)도 다루고 있으나 일본 교육과정에는 언급되어 있지 않다.

■ 우리나라는 산포도, 표준편차를 10단계에서 다루는데 반해, 일본에서는 고2의 선택교과목인 수학B에서 다룬다.

■ 확률분포와 통계적 추측에 관한 내용은 우리나라의 경우 고2의 수학 I 에서 다루고, 일본에서는 고3의 선택교과목인 수학C에서 다룬다.

- 표준정규분포, 모집단과 표본, 모평균 추정의 내용을 일본보다 한 학년 앞서 다루는데, 표본평균과 분포, 표본평균과 모평균의 관계는 우리나라 교육과정에서만 언급되어 있다. 즉, 일본의 경우에는 선택 과목에도 제시되어 있지 않다.<sup>10)</sup>

## V. 요약 및 제언

이상에서는, 미국의 캘리포니아주, 영국, 일본의 수학과 교육과정을 소개하였고, 수학과 교육과정에 제시된 내용을 우리나라와 비교하였다. 수학과 교육과정에서 제시하고 있는 내용을 살펴보면, 다루는 주제들의 양, 깊이, 학년 수준에서, 우리나라와 미국, 영국, 일본 사이에 상당한 차이가 있음을 알 수 있다. 전반적으로 우리나라의 교육과정이 미국, 일본, 영국의 교육과정보다 더 많은 주제를 더 빨리 도

10) 참고로, 우리나라의 수학과 교육과정에 제시된 내용을 기준으로, 미국, 영국, 일본을 동시에 비교한 표는 나귀수 외(2001)에 자세하게 제시되어 있다.

입하여 더 높은 수준까지 다루고 있는 것으로 나타났다. 이러한 특징은 대수, 해석, 기하 영역에서 분명하게 나타났으며, 확률과 통계 영역에서는 상대적으로 약화되는 것으로 나타났다.

캘리포니아주에서는 여러 가지 주제들이 우리나라보다 더 일찍 도입되어 여러 학년에 걸쳐 반복적으로, 점진적으로 심도를 깊게 하면서 진행되며, 우리나라가 캘리포니아주보다 더 많은 주제를 더 높은 수준까지 다루고 있는 것으로 나타났다. 영국의 경우, 우리나라의 초등학교 고학년(영국의 key stage 2에 해당)에서 다루는 많은 내용을 영국에서는 key stage 3(우리나라의 7, 8, 9 단계에 해당)에서 다루고 있으며, 우리나라에서 다루는 많은 내용이 영국 교육과정에는 제시되어 있지 않은 것으로 나타났다. 일본의 경우에는, 우리나라 교육과정에 제시된 내용이 일본 교육과정에 제시된 내용보다 다루는 내용의 양이나 범위, 학년 수준이 대체적으로 높은 것으로 나타났다. 또한, 수학과 교육과정에 제시된 내용의 양과 깊이를 수학 수업 시간과 관련지어 살펴 보았을 때, 우리나라 학생들이 미국, 영국, 일본과 비교하여 전체적으로 더 적은 학교 수업 시간에 더 많은 내용을 학습하고 있는 것으로 나타났다. 본 연구의 결과는, 우리나라의 수학과 교육과정을 개선하는데 있어서 학교 교육에서 반드시 다뤄져야 할 수학 내용을 엄밀히 정선하여 그 계열성을 수립하는 데에 기초 자료로서 일조할 것이다. 아울러, 수학과 교육과정 국제 비교 연구를 위한 안내 자료와 수학과 교육과정의 국제적 동향 파악을 위한 안내 자료의 역할을 할 수 있

을 것으로 기대한다.

한편, 본 연구는 내용 비교의 결과로 나타난 우리나라 수학과 교육과정의 특징에 대한 배경적 설명과 분석까지는 시도하지 못하고 있다는 한계를 지니고 있다. 또한, 본 연구에서 다룬 내용 측면 이외에도, 수학과 교육과정에는 하드웨어라고 할 수 있는 개발 체제, 문서 체제, 내용 제시 방식 등과, 소프트웨어라고 할 수 있는 교육과정의 범위, 목표, 교수·학습 방법, 평가 등이 복합적으로 관련되어 있다.

이러한 의미에서 본 연구는 수학과 교육과정의 국제 비교 연구의 시작이라고 할 수 있으며, 우리나라와 외국의 수학과 교육과정에 대한 복합적이고 입체적인 비교·분석 연구가 지속적으로 이루어질 필요가 있다.

우리나라에서 수학과 교육과정과 더불어 수학교육을 실제적으로 변화시키는 가장 큰 요인은 교과서이다. 실제로 초·중등 학교에서 학습할 모든 내용에 대한 구체적인 교수·학습 방법을 수학과 교육과정에 제시하는 것은 사실상 불가능하다. 수학과 교육과정에서 담고 있는 근본 목표와 내용이 수학교육 현장에 반영되기 위해서는, 우선적으로 수학과 교육과정의 정신을 제대로 구현해 낸 교과서가 개발되어야 한다.

따라서 우리나라의 제1차~제7차 수학과 교육과정의 교과서에 대한 수학 교사들의 인식, 외국의 수학 교과서와 우리나라의 수학 교과서의 비교·분석, 우리나라 수학 교과서에 대한 반성 및 개선 방향 등 수학 교과서에 대한 전반적이고 체계적인 연구가 필요하다고 하겠다.

## 참고문헌

- 교육부(1997). 수학과 교육과정(교육부 고시 제1997-15호 별책8). 대한교과서주식회사.
- 국립교육평가원(1997). 수학교육과정 국제비교 연구-TIMSS 보고서-. 국립교육평가원.
- 나귀수, 황혜정, 한경혜(2001). 수학과 교육 목표 및 내용체계 연구(II). 한국교육과정평가원.
- 일본문부성(1999a). 소학교학습지도요령. 東京: 대장성인쇄국.
- 일본문부성(1999b). 중학교학습지도요령. 東京: 대장성인쇄국.
- California State Board of Education(1999). *Mathematics framework for california public schools-kindergarten through grade twelve*. California State Board of Education.
- Department for Education and Employment (1999). *Mathematics-the national curriculum for England: key stages 1-4* ([http://www.nc.uk.net/subject\\_key.html](http://www.nc.uk.net/subject_key.html)). Qualifications and Curriculum Authority.

## A study on the comparison of contents in mathematics curriculums - focused on Korea, California in USA, England, Japan -

Na, Gwi Soo (KICE: Korea Institute of Curriculum & Evaluation)

Hwang, Hye Jeang (Chosun University)

Yim, Jae Hun (Chonnam National University)

This study intends to compare the mathematics contents included in the mathematics curriculum of Korea, California in USA, England, and Japan. The result of this comparison is that there are big differences on ranges, depths, and grades between mathematics contents in four countries' mathematics curriculum. In Korea, more contents are dealt in earlier grade and to higher level than other countries. And, these features are revealed more apparently in the area of algebra, analysis, and geometry than probability and statistics.

핵심어: Mathematics Curriculum(수학과 교육과정), Mathematics Contents(수학 내용), Comparison(비교), Korea(한국), California in USA(미국 캘리포니아주), England(영국), Japan(일본)