East Asian Math. J.
Vol. 35 (2019), No. 4, pp. 365-386
http://dx.doi.org/10.7858/eamj.2019.033

중학교 수학학습요소의 학교급간 이동에 대한 분석[1)]

The Study on the Movement of Mathematics Contents among School Levels

서 보 억

ABSTRACT. This study was based on the analysis of changes in curriculum of elementary mathematics curriculum, and changes in curriculum of middle school and high school mathematics curriculum. The purpose of this study is to analyze the movement of learning contents among the school levels based on the middle school mathematics curriculum and to summarize the influence on the curriculum of middle school mathematics according to the movement of learning contents. The research conducted according to the purpose of this study is as follows.

First, we analyzed the trends of mathematical contents between elementary and middle schools after the movement of ten mathematics curriculums. Second, we analyzed trends of learning factors after mobility and mobility between middle school and high school. Third, the characteristics of 'the contents of mutual movement based on middle school' and 'the contents deleted from middle school' were analyzed.

The results of this study are expected to reflect on current and past curriculum and to give meaningful implications to the composition of new curriculum.

I. 서론

우리나라 수학과 교육과정은 학교수학교육에서 절대적인 위치를 차지하고 있다. 수학과의 성격을 규정하고, 학교에서 수학을 가르치는 목표를 제시하고, 가르

Received March 26, 2019; Accepted July 5,2019.
2010 Mathematics Subject Classification: 97D30
Keywords: 수학과 교육과정(Mathematical Curriculum), 중학교 수학 학습요소(Mathematics Contents in Middle School), 학습요소(Learning Contents), 학습요소의 이동(Shitf of Mathematics Contents), 개정 수학과 교육과정(Revised Mathematical Curriculum)

©2019 The Youngnam Mathematical Society
(pISSN , eISSN)

쳐야 하는 내용에 대한 체계와 성취기준, 학습요소, 교수학습 유의사항 및 평가의 유의사항을 제시하며, 교수학습 및 평가의 원칙과 방법을 명확히 규정하고 있기 때문이다(교육부, 2015). 이뿐 아니라, 학교의 수업에서 사용할 수 있는 교과용 도서의 집필원칙까지 이에 기초하고 있다(박경미 외, 2015).

학교 수학교육의 방향을 결정짓는 수학과 교육과정은 1955년 1차 교육과정을 포함하여 지금까지 총 10번에 걸친 교육과정의 공표가 이루어졌다. 최초의 교육과정에서부터 매 교육과정의 개정 때마다 학습요소의 추가, 삭제와 더불어 서로 다른 학교급 사이의 이동 즉, 초등학교급과 중학교급 사이의 이동 및 중학교급과 고등학교급 사이의 이동이 매우 빈번하게 일어났다(도종훈 외, 2018). 가장 최근에 공표된 2015개정 수학과 교육과정을 보아도, 초등학교급에서 중학교급으로 이동한 학습요소로 '약수와 배수의 활용', '분수와 소수의 혼합계산', '원기둥의 부피', '각기둥/원기둥/원뿔의 겉넓이', '정비례와 반비례', '비례(반비례)관계를 표나 식으로 표현하기', '정비례와 반비례의 활용' 등이 있다. 또한 2015개정 수학과 교육과정에서 중학교급에서 고등학교급으로 이동한 학습요소로 '이차함수의 최댓값/최솟값', '일차연립부등식과 활용' 등이 있다(교육부, 2015; 박경미 외, 2014, 2015).

이처럼 교육과정의 개정 때마다 학습요소의 이동은 항상 존재하였고, 이러한 학습요소의 학교급간 이동이 학교수학에 큰 영향을 미치고 있다는 점에서 학교급간의 이동이 어떤 양상으로 일어나고 있는지 고찰하는 것은 새로운 교육과정을 준비하는 현재의 시점에서 매우 중요한 가치를 지닌다. 교육부는 고교학점제, 성취평가제, 교사평가제 등을 준비하며 새로운 교육과정의 필요성을 지속적으로 제기하고 있고, 2022년 새로운 수학과 교육과정을 고시할 예정이다(교육부 , 2018). 그런데, 2015개정 수학과 교육과정을 포함하여 최근의 교육과정의 개정 때마다 다양한 내용요소의 삭제, 축소 등이 있었지만, 이에 대한 학문적 근거나 체계적인 분석은 거의 이루어지지 않았다(박경미 외, 2015; 서보억, 2018). 따라서 이 시점에 수학 학습요소가 왜, 이동할 수밖에 없었는지, 이동한 후 해당 학교급 수학과 교육과정에는 어떤 영향을 미치게 되었는지, 최종적으로 이동한 학습요소들이 온전히 유지되고 있는지 등을 추적하는 것은 다음 교육과정의 체계적인 구성에 절대적으로 필요한 연구라 할 수 있다.

이러한 필요성에 따라 초등학교와 중학교 수학과 교육과정의 변천에 대한 분석을 토대로 중학교 수학과 교육과정을 기준으로 학교급간 상향 이동, 하향 이동에 대해 분석하고, 학습요소의 이동에 따른 중학교 수학과 교육과정에 미친 영향을 정리하는 것을 연구의 목적으로 한다. 이러한 연구목적에 따라 연구내용을 세 가지로 제시할 수 있다. 첫째, 지난 10차례의 수학과 교육과정의 변천에 따른 초등학교와 중학교 사이의 수학학습요소의 이동 및 이동 후의 동향을 분석하고, 둘

째, 중학교와 고등학교 사이의 수학학습요소의 이동 및 이동 후의 학습요소의 동향을 분석하며, 셋째, 중학교를 기준으로 상호 이동한 학습내용들의 특성을 체계적으로 분석한다. 본 연구의 결과는 현재와 과거의 교육과정을 반성하고, 새로운 교육과정의 구성에 유의미한 시사점을 제시할 것으로 기대된다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 국가수준의 교육과정

우리나라는 국가수준 교육과정을 채택하고 있는데, 이를 통해 각급학교에서 이루어지는 모든 교육 활동의 방향과 실천을 위한 기준과 지침을 제시하고 있다(민용성 외, 2013; 박순경 외, 2013). 또한 이러한 교육과정은 수학 교과를 포함하여, 비교과활동인 창의적 체험활동을 구체화하는 한편, 교육과정에 대한 해설과 개별 교과 교육과정의 연구와 개발, 교과용 도서 개발의 기초가 된다.

그런데 국가수준 교육과정은 단순히 수학교과서의 구성 및 수업 내용의 기준 제시에만 머물지 않는다. 교육과학기술부(2011)는 국가수준 교육과정은 '학생들에게 무엇을 어떻게 가르칠 것인가의 기본적 물음에서 출발하여 학습자에게 제공할 학습 경험을 선정 조직하여 실행하고 평가한 후 개선해 가는 종합적인 실천적 행위'라고 규정하고 있다. 이러한 관점에서 볼 때, 우리나라의 국가수준 교육과정은 정부 수립 이후 지속적으로 미래 사회를 선도할 수 있는 인적 자원 양성에 원동력이 되고 있다(박경미, 2014). 물론, 6차 교육과정 이후, 단위학교 중심의 교육과정 자율성을 강화하는 정책이 강조되고 있으나, 여전히 국가수준의 교육과정 체제를 근간으로 학교 교육과정을 편성, 운영해 오는 것이 현실이다.

2. 수학과 교육과정

박경미 외(2014, 2015)에 따르면, 최근의 수학과 교육과정의 개정에서 가장 관심이 높은 부분은 가르칠 수학 학습요소에 대한 선정, 학습요소에 해당하는 수학내용의 양과 깊이 등의 적절성이다. 이와 관련하여 나귀수 외(2001)는 '기존의 수학과 교육과정 개발에서 수학교육의 목표 측면이 수학교육의 내용 측면에 비해 상대적으로 경시되었다'고 판단하고 수학교육에서 추구해야 할 본질적인 측면에서 수학교과 내용의 선정을 제안하고 있다. 이에 따라 초·중등 수학교육의 궁극적인 목적 탐색, 내용 영역별 교과 목표의 개발, 내용영역에 따른 학교급별 목표의 개발, 수학교과 내용의 개발을 제안하였다. 그런데, 이러한 제안의 체계성에도 불구하고, 각 내용영역에 포함되는 다양한 수학내용의 학교급별 이동, 삭제 등에 대한 체계적인 분석은 거의 이루어지 못하고 있다.

이러한 반성에 따라 2015개정 수학교육과정의 개발 연구에서는 현행 수학과 교육과정 내용의 적절성 검토를 위해 학교급별 수학교사(초등은 수학심화)를 대

상으로 학년별 내용에 대해 현행유지, 약화, 삭제, 강화, 학년 이동에 관한 의견을 질문하고 주당 시수 대비 학습 내용의 양의 과다 정도를 질문하는 설문조사를 실시하였다. 이 설문조사의 내용은 '2009개정 수학과 교육과정의 교육내용 난이도와 학습량 평가', '2015개정 교육과정의 교육내용 선정', '목표와 교수·학습방법에서의 문제해결, 추론, 의사소통, 인성, 태도의 신장', '공통(필수) 과목에 대한 의견', '학교급별 기타 의견'으로 구성되었다. 이러한 설문조사의 내용 중에서 본 연구와 관련이 있는 중학교 수학교사의 설문조사 결과를 다음 세 가지로 요약할 수 있다. 첫째, 중학교는 1~3학년군 체제의 유지에 대해서는 56.23%가 찬성을 하였다. 둘째, 학습량의 적정성과 난이도에 대해서는 64.86%, 70.44%가 적당하고 하였다. 셋째, 중학교에서 다루는 학습요소에 대한 삭제, 약화, 현행유지, 강화, 이동에 대한 설문의 경우 대부분 현상 유지에 응답하였다.

이러한 설문조사를 종합하면, 중학교 학급급에서 다루는 학습요소에 대해서는 거의 변화를 원하지 않는 것으로 나타났다. 교사 입장에서는 내용의 이동이나 약화, 삭제, 강화 등에 대한 관심이 거의 없고, 현행 유지를 통한 안정화에 초점을 두고 있음을 알 수 있다. 이는 최근 거듭된 교육과정의 개정에 따른 피로도의 누적이 가장 큰 원인으로 판단된다(박경미 외, 2014).

3. 학습요소에 따른 수학내용 구조의 변화

수학교과는 매우 계통성이 강한 학문이다. 이로인해 학습요소의 학년별, 학교급별 위계에 따라 수학내용의 구성은 큰 영향을 받을 수밖에 없다. 이러한 사실은 다양한 사례를 통해 확인할 수 있다. 예를 들면 함수 영역에서의 변화이다. 2015개정 수학과 교육과정에서 초등학교의 경우 '정비례와 반비례의 개념'이 중학교로 상향이동하게 되는데 이로 인해 중학교의 내용 구성에 큰 변화가 생겼다. 중학교에서 처음으로 정비례, 반비례를 학습함으로 인해, 중학교 함수 영역에 대한 재구성이 이루어졌다. 또한 피타고라스정리가 중학교 2학년에서 다루게 됨으로 인해, 제곱근과 곱셈공식에 대한 학습 이전에 피타고라스정리를 도입하고 정당화해야하는 상황에 발생하였다. 고등학교도 예외일 수 없다. 급수의 학습 없이 정적분을 '수학Ⅱ'과목에서 다루어야 하므로, 정적분의 정의를 역도함수를 이용하여 새롭게 정의하는 변화가 생기게 되었다.

좀 더 구체적인 사례로 2015개정 수학과 교육과정에서 피타고라스 정리를 중학교 2학년으로 이동함으로 인해 발생하는 문제점을 다룬 '학교수학에서 피타고라스 정리 관련 내용의 재구조화 연구(서보억, 2018)'가 있다. 이 연구는 피타고라스 정리라는 사례를 통해 수학과 교육과정에서 학습요소의 이동이 얼마나 큰 영향을 미치고 있는지 명확히 제시해 주고 있다. 박경미 외(2014)는 피타고라스 정리를 중학교 2학년에서 다룸으로 인한 장점을 다음과 같이 제시하고 있다.

> 중학교 3학년의 제곱근과 무리수에서 무리수를 도입하는 방법의 다양성을 열어두기 위해서 피타고라스 정리를 이용한 기하적 방법이 선행될 필요가 있다는 문제의식에 따른 것이다. 현재 상태로는 무리수가 순환하지 않는 무한소수로 도입될 수밖에 없는데, 피타고라스 정리를 먼저 배우면 유리수가 아닌 수로서 통약불가능 원리의 아이디어를 담아낼 수 있다는 장점이 있기도 하다(박경미 외, 2014, p.221).

2009개정 수학과 교육과정의 교과서에서 무리수의 도입은 한 변의 길이가 2인 정사각형 내부에 만들어진 넓이가 2인 작은 정사각형을 이용하는 것이 보편적이다. 넓이가 2인 작은 정사각형의 한 변의 길이가 $\sqrt{2}$인데 이 수는 유한소수나 순환소수로 나타낼 수 없는 수라고 제시하고 이러한 수를 유리수가 아닌 수 즉, 무리수라고 정의하고 있다. 그런데 피타고라스 정리를 학습한 다음에는 박경미 외(2014)에서도 언급하였듯이 통약불가능 원리의 아이디어를 통해 무리수를 정의할 수 있다. 이외에도 피타고라스 정리를 중학교 2학년에서 학습하게 됨으로 인해, 중학교 3학년의 수와 연산, 방정식 단원의 학습에서 다양한 소재로 활용할 수 있다는 장점을 지니고 있다. 그런데 이러한 장점과 더불어 예상되는 문제점도 있다. 첫째, 피타고라스 정리의 제시하는 방법에서 생기는 문제점이다. 예를 들어 직각을 만드는 두 변의 길이가 $2, 3$이라고 하면, 다른 한 변은 $\sqrt{13}$이다. 그런데, 제곱근을 배우지 않았기 때문에 이러한 직각삼각형에 대해서는 피타고라스 정리를 적용할 수 없게 된다. 둘째, 피타고라스 정리에 대한 정당화 방법으로 곱셈공식을 이용하는 것이 가장 간단한데 곱셈공식이 중학교 3학년으로 이동함으로 인해, 새로운 방법으로 정당화를 해야 하는 상황에 직면하게 된다. 셋째, 세 변의 길이를 알 때, 직각삼각형인지 아닌지를 판정하기에서 생기는 문제점이다. 일반적으로 세 변의 길이를 $2,3,\sqrt{13}$과 같이 실수 범위에서 다루어지는데, 앞으로는 유리수 범위에서만 다루어야만 한다. 넷째, 피타고라스 정리를 평면도형 및 입체도형에 활용하기에서 생기는 문제점이다. 다섯째, 피타고라스 정리를 활용하여 삼각비의 값 구하기에서 생기는 문제점이다. 삼각비의 값을 구하기 위해서는 이차방정식 형태의 피타고라스 정리의 활용을 경험하여야 하는데, 중학교 2학년에서 이러한 경험을 할 수 없음으로 인해 3학년에서 어려움이 발생할 수 있다.

지금까지 한 가지 사례를 중심으로 수학학습요소의 이동에 따른 문제점을 살펴보았지만, 수학학습요소의 이동은 수학학습내용의 구성에 큰 영향을 미치고 있음이 분명하다.

Ⅲ. 연구방법 및 절차

본 연구는 초등학교 수학과 교육과정의 변천과 중등학교 수학과 교육과정의 변천에 대한 분석을 토대로 중학교와 학교급간 상·하향 이동의 내용을 분석하고,

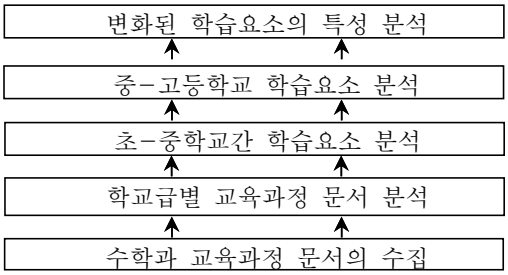
내용의 이동에 따른 교육과정에 미친 영향을 분석하는 연구이다. 이 연구의 목적을 달성하기 위해 수행한 연구의 방법과 절차는 다음과 같다.

먼저 연구의 방법이다. 본 연구는 지난 10차례의 수학과 교육과정의 변천에 따른 초등학교와 중학교 사이의 수학 학습요소의 이동 및 이동 후의 동향을 분석하고, 중학교와 고등학교 사이의 수학 학습요소의 이동 및 이동 후의 학습요소의 동향을 분석하며, 중학교를 기준으로 상호 이동한 학습내용들의 특성을 체계적으로 분석하는 교육과정 문서에 대한 문헌분석 연구이다. 본 문헌분석 연구의 대상은 1차 수학과 교육과정부터 2015개정 수학과 교육과정 문서 전체(교육과학기술부, 2011; 교육부, 1992; 1997; 2015; 교육인적자원부, 2006; 문교부, 1955; 1963; 1974; 1981; 1987), 각 수학과 교육과정과 관련된 보고서 및 그와 관련된 연구물(교육과학기술부·부산광역시교육청, 2009; 교육부, 1994; 1999; 교육인적자원부, 2007; 박선화 외, 2005; 2006; 2013; 박순경 외, 2014; 박한식, 1991; 한국과학창의재단, 2011)이다. 본 연구는 수학과 교육과정 문서 및 이에 대한 해설서, 수학과 교육과정에 대한 연구 논문 등 문서자료만으로 제한한다.

본 연구의 효율적인 수행을 위해 3차 수학과 교육과정의 학습요소를 비교의 기준으로 설정하였다. 왜냐하면, 3차 교육과정이 현재 교육과정의 기본적인 모토가 되기 때문이다. 이것과 관련하여 서보억(2014)은 다음과 같이 밝히고 있다.

> 이러한 잦은 개정에도 불구하고 수학교사들 사이의 인식은 큰 차이가 없다는 것이 일반적이다. 실제로 수학과 교육과정의 수학 내용적인 측면에서만 보면 3차 교육과정 이후 큰 틀의 변화가 있었다고 보기 어렵다. 단지 학습 내용의 적정화라는 큰 흐름에 따라 학습내용의 삭제나 축소가 지속적으로 진행되는 정도이다(서보억, 2014, p.3)

다음으로 본 연구의 수행 절차이다. 중학교 수학과 교육과정을 기준으로 수학과 학습요소의 이동, 삭제 등을 분석하기 위해 수행한 본 연구의 수행 절차는 아래 [그림 1]과 같다.



[그림 1] 연구 절차

Ⅳ. 연구결과

1. 교육과정 각 시기별 중학교와 초등학교 사이의 학습요소 이동

가. 중학교로 상향 이동한 학습요소

3차 교육과정을 기준으로 2015개정 교육과정까지 초등학교에서 중학교로 상향 이동한 학습요소를 교육과정 시기별로 정리하면 <표 1>과 같다. 직전 교육과정을 기준으로 학습요소가 초등학교에서 중학교로 이동한 것을 모두 제시하였다. 초등학교의 학습요소가 중학교로 상향 이동하였다는 것은 내용이 쉬워졌다는 것을 암시한다. 우리나라 역대 교육과정에서 가장 많은 학습요소를 가진 것은 수학교육 현대화 운동의 영향을 받은 3차 교육과정이다. 그 이후로 지속적으로 학습요소의 감소가 이어졌다는 측면에서 4차 교육과정이후 대폭적인 학습내용의 상향 이동을 <표 1>을 통해 확인할 수 있다. 이러한 기조는 2015개정 교육과정까지 이어졌다.

<표 1> 초등학교에서 중학교로 상향 이동한 학습요소

초→중	학습요소	요소의 수
3차	분수의 곱셈과 나눗셈의 활용	1
4차	거듭제곱, 십진법, 오진법, 이진법, 진법 사이의 관계, 분수 덧셈의 교환/결합법칙, 소수 덧셈의 교환/결합법칙, 분수 곱셈의 교환/결합/분배법칙, 소수 곱셈의 교환/결합/분배법칙, 단일폐곡선	10
5차	덧셈의 교환/결합법칙, 곱셈의 교환/결합/분배법칙, 분수의 혼합계산, 닮음의 중심, 닮음의 위치, 역연산으로 방정식 풀기	6
6차	-	0
7차	집합의 의미, 집합 사이의 포함 관계,. 집합의 연산, 정수 읽고 쓰기, 정수의 계열과 비교, 정수의 덧셈과 뺄셈, 미지항을 x로 나타내기, 닮음, 확대/축소, 부채꼴과 호, 닮음비, 각기둥의 부피, 부채꼴의 호의 길이, 부채꼴의 넓이, 참값과 근삿값, 오차, 근삿값의 어림셈, 비례 관계(정비례, 반비례)를 그래프로 표현하기, 수학적 문장의 참·거짓 알기, 방정식의 미지항 구하기, 대응관계를 좌표평면에 나타내기, 도수분포표, 히스토그램	23
2007개정	평행선의 성질	1
2009개정	회전체, 등식의 성질을 이용하여 방정식 풀기, 줄기와 잎 그림, 경우의 수, 확률	5
2015개정	약수와 배수의 활용, 분수와 소수의 혼합계산, 원기둥의 부피, 각기둥/원기둥/원뿔의 겉넓이, 정비례와 반비례, 정비례/반비례를 관계를 표나 식으로 표현하기, 정비례와 반비례의 활용	7

초등학교에서 중학교로 상향 이동한 주요한 학습요소를 내용영역별로 구분해 살펴보자. 첫째, 수와 연산 영역이다. 거듭제곱과 진법이 4차 교육과정부터, 집합과 관련된 내용이 7차 교육과정부터 중학교로 이동하였다. 덧셈의 교환/결합법칙, 곱셈의 교환법칙, 곱셈의 결합/분배법칙이 5차 교육과정부터 중학교로 이동하였다. 둘째, 문자와 식 영역이다. 방정식에서 수학적 문장의 참/거짓 알기, 방정식의 미지항 구하기는 7차 교육과정부터, 역연산으로 방정식 풀기는 5차 교육과정부터 중학교로 이동하였다. 셋째, 함수 영역이다. 정비례와 반비례의 관계를 그래프로 표현하기는 7차 교육과정에서 중학교로 이동하였다가 다시 초등학교로 내려온 후, 2015개정 교육과정에서 다시 중학교로 이동하였다. 넷째, 기하 영역이다. 3차 교육과정에서 도입되었던 단일폐곡선이 4차 교육과정에서 중학교로

이동하였다. 1차 교육과정부터 다루어지던 닮음에 관한 내용 중 닮음의 위치, 닮음의 중심은 5차 교육과정부터 중학교 교육과정으로 이동하였고, 닮음, 확대, 축소, 닮음비가 7차 교육과정에서 중학교로 이동하였다. 초등학교에서 측정 영역이라 불리는 내용을 보면, 각기둥의 부피와 원기둥의 부피는 각각 7차 교육과정, 2015개정 교육과정부터 중학교로 이동하였다. 다섯째, 확률과 통계 영역이다. 도수분포표, 히스토그램은 7차 교육과정부터 중학교로 상향 이동하였고, 이로 인해 초등학교에서는 연속량보다는 이산량 중심으로 자료의 정리가 다루어지게 되었다. 또한 줄기와 잎 그림이 7차 교육과정에서 초등학교에 도입되었다가 2009개정 교육과정부터 중학교로 이동하였고, 3차부터 2007개정 교육과정까지 다루었던 경우의 수와 확률이 2009개정 교육과정부터는 중학교로 이동하였다.

나. 초등학교로 하향 이동한 학습요소

3차 교육과정에서부터 2015개정 교육과정까지 중학교에서 초등학교로 하향 이동한 내용을 교육과정 시기별로 정리하면 <표 2>와 같다. 중학교의 학습요소가 초등학교로 하향 이동하였다는 것은 교육과정의 내용이 다소 어려워졌다는 것을 시사한다. 3차 교육과정에서 초등학교로 하향 이동한 학습요소가 15개로 가장 많았다. 즉, 3차 교육과정이 현대화운동의 영향으로 가장 어려운 교육과정이었음을 알 수 있다. 4차와 5차 교육과정에서는 각각 5개, 7개의 학습요소가 이동하였고, 7차 교육과정과 2007개정 교육과정에서도 4개의 학습요소가 초등학교로 이동하였지만, 중학교로 상향 이동한 학습요소도 비슷한 수준으로 있는 것을 고려하면 난이도의 차이보다는 구성상의 변화가 있었음을 알 수 있다. 2009개정 교육과정 이후는 초등학교로 하향 이동한 학습내용은 거의 없는 것으로 나타났다.

<표 2> 중학교에서 초등학교로 하향 이동한 학습요소

중→초	학습요소	요소 수
3차	정수 읽고 쓰기, 정수의 계열과 비교, 정수의 덧셈과 뺄셈, 분수 덧셈의 교환/결합법칙, 소수 덧셈의 교환/결합법칙, 분수 곱셈의 교환/결합/분배법칙, 소수 곱셈의 교환/결합/분배법칙, 분수와 소수의 혼합계산, 부채꼴과 호, 닮음비, 합동 및 합동인 삼각형, 참값과 근삿값, 오차, 근삿값의 어림셈, 대응관계를 좌표평면에 나타내기	15
4차	(소수)÷(자연수) 계산 원리, 분수의 혼합계산, 등식의 성질을 이용하여 방정식 풀기, 대응점/변/각, 부채꼴의 넓이, 각기둥/원기둥/원뿔의 겉넓이	6
5차	(자연수)÷(자연수)계산 원리(분수몫), (자연수)÷(자연수)계산 원리(소수몫), 평행선의 성질, 직육면체의 구성요소/성질/전개도, 각기둥(원)과 각뿔(원) 및 구의 성질, 부채꼴의 호의 길이, 삼각형과 사각형의 내각의 합	7
6차	예각과 둔각	1
7차	약수와 배수의 관계, 약수와 배수의 활용, 각기둥(원)과 각뿔(원) 및 구의 구성요소,	3
2007개정	미지항을 x로 나타내기, 등식의 성질을 이용하여 방정식 풀기, 정비례와 반비례의 의미, 정비례/반비례를 관계를 표나 식으로 표현하기, 정비례와 반비례의 활용	5
2009개정	구	1
2015개정	-	0

중학교에서 초등학교로 하향 이동한 주요한 학습요소를 내용영역별로 살펴보자. 첫째, 수와 연산 영역이다. 약수와 배수의 관계가 7차 교육과정 이후 초등학교로 이동하였는데 이는 약수와 배수의 관계에 대한 이해를 강화하는 변화가 있었음을 알 수 있다. 분수 및 소수의 나눗셈에서 분수 또는 소수가 몫인 (자연수)÷(자연수)의 계산 원리에 대한 내용이 5차 교육과정에서 하향 이동되는 이례적인 변화가 있었다. 이러한 교육과정의 변화로 인하여 4차 교육과정까지는 몫이 자연수인 나눗셈만 학습하였지만 5차 교육과정부터는 분수 또는 소수가 몫인 나눗셈을 학습하여 자연수 나눗셈을 취급하는 방식의 차이가 생겼고, 분수와 소수의 나눗셈 원리를 발견하는 과정에서 (자연수)÷(자연수)가 (자연수)$\times\frac{1}{(\text{자연수})}$임을 이용하는 것이 명시화되었다. (소수)÷(자연수)의 계산 원리를 이른 나이부터 강조하기 위해 4차 교육과정부터 초등학교로 이동하였다. 둘째, 문자와 식 영역이다. 방정식의 미지항 구하기는 방정식의 의미를 알고, 미지항을 구하는 것으로 3차 교육과정부터 6차 교육과정까지는 초등학교와 중학교에서 동시에 다루었다. 미지항을 x로 나타내기는 3차부터 6차 교육과정까지 초등학교와 중학교에서 동시에 다루다가 7차 교육과정에서는 초등학교에서 삭제되었지만, 다시 2007개정 교육과정에서 초등학교에서 다루다가 그 이후에는 중학교에서만 다룬다. 등식의 성질을 이용하여 방정식 풀기는 3차 교육과정에서 6차 교육과정까지 초등학교와 중학교에서 동시에 다루다가, 2007개정 교육과정에서 다시 초등학교에서 다루었다. 하지만, 그 이후에는 중학교에서만 다룬다. 셋째, 함수 영역이다. 대응관계는 3차 교육과정부터 7차 교육과정까지 초등학교와 중학교에서 다루었으나, 7차에서는 중학교만 다루다가 그 이후로는 고등학교에서만 다룬다. 정비례와 반비례와 관련된 내용은 7차 교육과정에서 중학교로 이동하였고, 2007개정 교육과정부터 다시 초등에서 다루게 되었으나 2015개정 교육과정에서는 다시 중학교로 이동되었다. 넷째, 기하 영역이다. 도형의 기초에서 예각과 둔각이 초등학교와 중학교를 번갈아 이동하다가 6차 교육과정에서 초등학교로 이동하였다. 각기둥과 각뿔, 원기둥, 원뿔, 구의 개념이 2차 교육과정에서 초등학교로 하향 이동되고, 여러 입체도형의 성질에 관한 내용이 그 이후에 초등학교와 중학교를 이동하다가 현재는 초등학교 교육과정에 고정되었다. 합동, 합동인 삼각형은 3차 교육과정부터, 대응점, 대응변, 대응각은 4차 교육과정부터 중학교에서 초등학교 교육과정으로 하향 이동하였다. 다섯째, 확률과 통계 영역은 하향 이동된 내용이 없었다.

다. 하향 이동 후 중학교로 상향 이동한 학습요소

중학교에서 다루던 내용이 초등학교를 거쳐 다시 중학교 교육과정으로 상향 이동하였거나, 초등→중등→초등→중등으로 복잡한 이동 과정을 거쳐 중학교 교육과정으로 상향 이동한 내용을 정리하면 <표 3>과 같다.

<표 3> 초등학교로 하향이동 후 중학교로 상향 이동한 학습요소

중→초→중	학습요소
2차-3차-4차	분수 덧셈의 교환/결합법칙, 소수 덧셈의 교환/결합법칙, 분수 곱셈의 교환/결합/분배법칙, 소수 곱셈의 교환/결합/분배법칙
2차-3차-2015	분수와 소수의 혼합계산
2차-4차-5차	분수의 혼합계산
2차-3차-7차	정수 읽고 쓰기, 정수의 계열과 비교, 정수의 덧셈과 뺄셈, 부채꼴과 호, 닮음비, 참값과 근삿값, 오차, 근삿값과 어림셈, 좌표평면에 나타내기
2차-7차-2015	약수와 배수의 활용
3차-4차-7차	부채꼴의 넓이
3차-4차-2015	각기둥/원기둥/원뿔의 겉넓이
4차-5차-7차	부채꼴의 호의 길이
4차-5차-2007	평행선의 성질
7차-2007-2009	미지항을 x로 나타내기, 등식의 성질을 이용하여 방정식 풀기
7차-2007-2015	정비례와 반비례의 의미, 정비례/반비례를 관계를 표나 식으로 표현하기, 정비례와 반비례의 활용

중학교에서 초등학교 하향이동한 후, 다시 중학교로 상향이동한 주요 내용을 살펴보자. 먼저, 분수와 소수의 혼합계산이 중학교에서 초등학교를 거쳐 중학교로 다시 상향 이동됨으로써, 초등학교에서는 복잡한 계산의 상당수 감소하게 되었다. 둘째, 분수와 소수의 덧셈의 교환법칙/결합법칙이 최종적으로 중학교로 상향 이동되었다. 자연수의 덧셈, 곱셈의 교환법칙/결합법칙이 상향 이동되었던 것과 동일한 맥락이며, 초등학교에서 대수적 측면의 연산 법칙이 약화하는 기조를 유지하게 되었다. 셋째, 정수의 체계는 3차 교육과정에 초등학교로 하향 이동되었다가 7차 교육과정에 중학교로 상향 이동되었다. 이로써 7차 교육과정 이후 초등학교에서는 0과 자연수, 분수, 소수만 다루게 되었다. 넷째, 닮음비, 부채꼴과 호의 내용이 3차 교육과정에서 초등학교로 하향 이동하였다가 7차 교육과정에서 중학교로 다시 이동하였다. 이로 인해 7차 교육과정부터 초등학교에서는 원그래프를 그릴 때 중심각이나 호의 크기를 계산하게 하지 않고 원주에 비율 눈금을 표시하여 지도하게 되었으며, 원뿔의 전개도가 삭제되었다. 다섯째, 각기둥과 원기둥의 부피의 내용이 4차 교육과정에서 초등학교로 하향 이동하였다가, 2015개정 교육과정에서 중학교로 상향 이동하였다. 이로써 입체도형에 대한 계산은 약화되고 성질에 대한 탐구와 설명이 강화되었다. 여섯째, 정비례와 반비례와 관련된 내용은 매우 복잡한 변화를 거쳤다. 6차 교육과정에서는 초등학교, 7차 교육과정에서는 중학교, 2007개정부터 초등학교를 거쳐, 2015개정 교육과정에서는 중학교로 이동하였다. 중학교 1학년에서 함수 개념을 학습하지 않고, 그래프의 질적인 접근을 강조함에 따라 비례 관계를 그래프로 나타내는 학습요소도 중학교로 이동할 수밖에 없었다.

여기서 살펴볼 것은 분수와 소수의 혼합계산이다. 분수와 소수의 혼합계산은 2009개정 교육과정까지는 초등학교에서 다루어졌으나, 2015개정 교육과정부터

중학교로 이동하게 되었다. 사실 중학교로 이동하였다기보다는 초등학교에서 삭제된 것으로 보아야 한다. 2009개정 교육과정에서 중학교 1학년에서는 '정수와 유리수' 단원에서 부호가 있는 수를 학습한 다음, 정수와 유리수의 연산을 학습한다. 구체적으로는 정수와 유리수의 덧셈, 정수와 유리수의 뺄셈을 학습하면서 교환법칙, 결합법칙의 연산법칙을 다루고, 초등학교에서 학습한 혼합계산을 이용하도록 되어 있다. 물론, 정수와 유리수의 곱셈과 나눗셈에서도 초등학교에서 학습한 혼합계산을 그대로 활용하게 된다. 그런데 2015개정 교육과정에서는 이렇게 할 수 없다. 학생들이 초등학교에서 혼합계산을 하지 않은 상태로 중학교로 진학함으로 인해, 정수와 유리수의 연산에 크고 작은 영향이 예상되고 있다. 처음으로 음수와 연산법칙을 학습하면서 동시에 혼합계산을 접하게 되므로, 학생들의 많은 어려움이 예상된다.

2. 교육과정 각 시기별 중학교와 고등학교 사이의 학습요소 이동

초등학교와 중학교 사이의 상호간 학습요소의 이동이 많았던 것에 비교해서 중학교와 고등학교 사이의 학습요소의 이동은 거의 일방적이었다. 중학교에서 고등학교로는 학습요소의 이동이 많았지만, 그 반대는 거의 없었기 때문이다.

가. 중학교에서 고등학교로 상향 이동한 학습요소

3차 교육과정에서부터 2015개정 교육과정까지 중학교에서 고등학교로 상향 이동한 학습요소를 교육과정 시기별로 정리하면 <표 4>와 같다. 이 표를 보면, 3차 교육과정에서는 고등학교로 학습요소의 이동이 없었지만, 4차 교육과정에서는 6개, 5차 교육과정에서는 8개가 이동하였다. 특히 7차 교육과정에서는 18개의 학습요소가 고등학교로 이동하여 중학교에서의 학습량을 대폭 감소시켰다.

<표 4> 중학교에서 고등학교로 상향 이동한 학습요소

중→고	학습요소	요소 수
3차	-	0
4차	꼬인 위치, 내분, 외분, 표본의 뜻, 모집단의 뜻, 표본추출의 방법	6
5차	실수의 분류, 실수의 성질, 항등원, 역원, 닫혀있다, 이항연산, 일대일대응, 가평균	8
6차	이차함수의 최대/최소(제한된 영역)	1
7차	이차함수의 그래프와 이차방정식, 대응, 두 원 사이의 위치관계, 공통접선, 공통현, 중심선, 중심거리, 기댓값, 대푯값, 평균, 편차, 중앙값, 최빈값, 산포도, 분산, 표준편차, 합의 법칙, 곱의 법칙	18
2007개정	-	0
2009개정	집합의 뜻, 원소, 집합의 표현, 부분집합, 진부분집합, 합집합과 교집합, 여집합, 차집합, 원소나열법, 조건제시법, 공역, 정의역, 치역, 명제의 뜻, 명제의 역, 정의의 뜻, 증명의 뜻, 가정, 결론, 귀류법	20
2015개정	연립일차부등식의 뜻, 연립일차부등식의 풀이, 연립일차부등식의 활용, 이차함수의 최댓값과 최솟값	4

중학교에서 고등학교로 상향 이동한 주요한 학습요소를 내용영역별로 살펴보자. 첫째, 수와 연산 영역이다. 실수의 분류, 실수의 성질에 대한 내용이 5차 교

육과정부터 고등학교 이동하였다. 이로써 중학교에서는 구조적 관점에서의 실수를 다루지 않고, 계산과 직관적 관점에서만 다루게 되었다. 집합과 관련된 모든 학습요소가 2009개정 교육과정부터 고등학교로 이동하게 된다. 이로 인해, 중학교의 학습내용과 고등학교의 학습내용의 큰 변화가 생겼다. 중학교의 경우, 함수를 다룰 때, 정의역, 공역, 치역 등을 사용하지 않고 도입하게 되었고, 고등학교에서도 함수를 배우기 이전 학습단계에서는 내용 전개의 변화가 생겼다. 둘째, 문자와 식 영역이다. 항등원, 역원, 닫힘성, 이항연산의 내용이 5차 교육과정부터 고등학교로 이동함으로 인해, 중학교에서는 대수적 구조에 대한 내용이 사라지게 되었다. 또한 2015개정 교육과정에서는 연립일차부등식 내용이 고등학교 상향 이동하였다. 이에 따라 일차부등식은 중학교에서 학습하고, 연립부등식은 고등학교에서 다루게 되었다. 셋째, 함수 영역이다. 이차함수의 최댓값과 최솟값은 두 차례로 나누어 고등학교로 상향 이동하였다. 6차 교육과정에서는 제한된 영역에 대한 최대, 최소를 고등학교로 이동하였고, 2015개정 교육과정에서는 이차함수의 최댓값, 최솟값 전체 내용이 고등학교로 이동하였다. 넷째, 기하 영역이다. 꼬인 위치, 내분, 외분의 내용은 4차 교육과정에서, 두 원 사이의 위치관계와 관련된 내용인 공통접선, 공통현, 중심선, 중심거리는 7차 교육과정에서 고등학교로 이동하였다. 기하 영역의 가장 큰 변화는 명제, 증명, 귀류법이 2009개정 교육과정에서부터 고등학교로 상향 이동하였다는 점이다. 귀류법의 경우, 중학교에서는 4차 교육과정까지 다루다가, 5차 교육과정에서 삭제되었는데, 고등학교에 다시 채택 된 것이 2009개정 교육과정부터이다. 그 이유는 암묵적으로 $\sqrt{2}$가 유리수가 아니라는 사실을 중학교에서 관습적으로 다루어왔기 때문으로 해석된다. 게다가 논증기하의 핵심인 '명제, 증명'이 고등학교로 이동함으로 인해 중학교에서의 논증기하를 정당화라는 관점에서 다루게 되었다. 다섯째, 확률과 통계 영역이다. 4차 교육과정에서 표본, 모집단, 표본추출의 방법이 고등학교로 이동하였고, 7차 교육과정에서는 합의 법칙, 곱의 법칙, 평균, 기댓값, 분산 등이 고등학교로 이동하였다. 그런데, 합의 법칙, 곱의 법칙은 중학교에서 직관적으로 암묵적으로 다루어지고 있고, 평균, 분산 등은 다시 중학교로 하향 이동하게 되므로, 확률과 통계 영역의 변화는 크지 않았다.

나. 중학교로 하향 이동한 학습요소

3차 교육과정에서부터 2015개정 교육과정까지 고등학교에서 중학교로 하향 이동한 내용을 교육과정 시기별로 정리하면 <표 5>와 같다. 그런데 <표 5>를 <표 4>와 비교하면, 고등학교에서 중학교로의 이동한 모든 학습요소는 직전 교육과정에서 상향 이동한 것을 원래 중학교로 되돌린 것이다. 따라서 고등학교에서 중학교로의 하향 이동은 실제로는 없는 것으로 보아야 한다.

<표 5> 고등학교에서 중학교로 하향 이동한 학습요소

고→중	학습요소	요소 수
5차	꼬인 위치	1
2007개정	두 원 사이의 위치관계, 공통접선, 공통현, 중심선, 중심거리, 대푯값, 편차, 중앙값, 최빈값, 산포도, 분산, 표준편차	12

3. 학교급간 이동으로 인한 중학교 수학과 교육과정의 영향 분석

중학교의 경우, 학교급간의 이동이 다양하고 폭넓게 진행되었다. 앞의 1절과 2절에서는 3차 교육과정을 기준으로, 각 시기별 학습요소의 변화에 집중하였다면, 이번 절에서는 1차 교육과정부터 2015개정 교육과정까지의 학교급간 학습요소의 이동이 현재 2015개정 중학교 수학과 교육과정에 미친 영향을 분석하였다. 본 연구가 교육과정 개정에 유의미한 시사점을 제공할 수 있기 위해서, 학습요소의 이동 시점이 아닌 현재 교육과정을 기준으로 이동에 따른 영향을 분석하였다.

효과적인 분석을 위해 학습요소를 ACI 세 유형으로 분류하였다. 첫째, 추가적인 내용의 재구성 없이 2015개정 중학교 수학과 교육과정의 내용 체계 안으로 완전히 동화(Assimilation)될 수 있는 학습요소인 A유형, 둘째, 기존의 중학교 지식 체계와 연결성(Connection)을 지니지만, 독립적인 지식 체계를 갖추어야 하는 학습요소인 C유형, 셋째, 현재의 내용 체계와 완전히 분리(Isolation)되어져 있어 새로운 내용 구성이 필요한 학습요소인 I유형이다.

<표 6> 중학교 기준 학습요소의 이동

구분	학습요소
초등학교에서 중학교로 이동한 학습요소	거듭제곱, 십진법, 오진법, 이진법, 진법사이의 관계, 정수 읽고 쓰기, 정수의 덧셈과 뺄셈, 덧셈의 교환/결합법칙, 곱셈의 교환/결합/분배법칙, 닮음, 확대/축소, 닮음의 중심, 닮음의 위치, 각기둥/원기둥의 부피, 정비례와 반비례, 비례관계를 표/식/그래프로 표현, 정비례와 반비례의 활용, 수학적 문장의 참/거짓 구분, 방정식의 미지항 구하기, 역연산으로 방정식 풀기, 미지항을 x로 나타내기, 등식의 성질로 방정식 풀기, 도수분포표, 히스토그램, 줄기와 잎 그림, 경우의 수, 확률
중학교에서 고등학교로 이동한 학습요소	집합의 뜻, 집합의 표현, 부분집합, 진부분집합, 집합의 상등, 합집합, 교집합, 여집합, 차집합, 원소의 개수, 원소나열법, 조건제시법, 일차연립부등식, 일차연립부등식의 활용, 이차함수의 최댓값과 최솟값, 이차함수의 그래프와 이차방정식, 일대일대응, 정의역/공역/치역, 명제, 명제의 역, 정의, 증명, 귀류법, 정리, 삼각비의 상호관계, 내분/외분, 표본, 모집단의 뜻, 표본 추출의 방법, 합의 법칙, 곱의 법칙

이를 위해, ‘초등학교에서 중학교로 이동한 학습요소’, ‘중학교에서 고등학교로 이동한 학습요소’로 구분하여 <표 6>과 같이 정리하였다. ‘초등학교에서 중학교로 이동한 학습요소’는 현재 중학교에 남아 있지 않는 내용일지라도 지난 교육과정 개정을 통해 초등학교에서 중학교로 이동한 학습요소라면 모두 제시하였다. 다만, 중학교에 있다가 초등학교로 이동 후 다시 중학교로 이동한 것은 포함하지 않았다. 물론, 학습요소의 명칭은 초등학교에서 다룰 때와 중학교에서 다룰 때는 서로 다를 수 있다. ‘중학교에서 고등학교로 이동한 학습요소’는 중학교에서 고등학교로 이동한 학습요소 중 현재 고등학교에 남아 있는 학습요소를 제시하였는

데, 중학교와 고등학교에서 동시에 다루었던 학습요소는 제외하였다. 중학교에서 초등학교로 이동한 학습요소는 중학교에 미친 영향이 전혀 없고, 고등학교에서 중학교로 이동한 학습요소는 존재하지 않으므로 분석에서 제외하였다.

먼저, 초등학교에서 중학교로 이동한 학습요소를 내용 영역별로 정리하면 <표 7>과 같다. 이를 바탕으로 중학교 교육과정에 미친 영향에 대해 분석한다.

<표 7> 초등학교에서 이동해 온 학습요소의 분류

내용 영역	학습요소
수와 연산	거듭제곱, 십진법, 오진법, 이진법, 진법사이의 관계, 정수 읽고 쓰기, 정수의 덧셈과 뺄셈, 덧셈의 교환/결합법칙, 곱셈의 교환/결합/분배법칙
문자와 식	방정식의 미지항 구하기, 역연산으로 방정식 풀기, 미지항을 x로 나타내기, 등식의 성질로 방정식 풀기
함수	정비례와 반비례, 비례관계를 표/식/그래프로 표현, 정비례와 반비례의 활용
기하	수학적 문장의 참/거짓 구분, 닮음, 확대/축소, 닮음의 중심, 닮음의 위치, 각기둥/원기둥의 부피,
확률과 통계	도수분포표, 히스토그램, 줄기와 잎 그림, 경우의 수, 확률

초등학교에서 이동해온 학습요소가 가장 많은 내용 영역은 수와 연산 영역과 기하 영역이다. 초등학교 내용의 대부분이 '수와 연산'과 '기하(도형)' 영역이고, 동시에 중학교와 초등학교 교육과정이 서로 중복되는 내용이 '수와 연산', '기하' 영역이기 때문이다. 각 내용 영역별로 ACI 세 유형으로 구분하여 살펴보자.

첫째, 수와 연산 영역이다. A유형에 해당하는 학습요소는 '거듭제곱, 정수 읽고 쓰기, 정수의 덧셈과 뺄셈, 덧셈의 교환/결합법칙, 곱셈의 교환/결합/분배법칙'이고, C유형에 해당하는 학습요소는 없으며, I유형에 해당하는 학습요소는 '십진법, 오진법, 진법사이의 관계'이다. 이 중에서 현재 중학교 교육과정에서 다루지 않는 학습요소는 진법과 관련된 내용이다. 진법과 관련된 내용이 모두 삭제됨으로 인해 중학교에서 자연수의 다양한 표기법에 대한 학습이 사라졌고, 이와 관련된 학습도 불가능하게 되었다. 특히 컴퓨터가 2진법 체계를 사용한다는 점에서 새로운 시대에 필요한 기본적인 소양을 학습할 기회마저 사라졌다.

둘째, 문자와 식 영역이다. A유형에 해당하는 학습요소는 '방정식의 미지항 구하기, 역연산으로 방정식 풀기, 미지항을 x로 나타내기, 등식의 성질로 방정식 풀기'이고, C유형과 I유형에 해당하는 학습요소는 없었다. 이 중에서 현재 중학교 교육과정에서 다루지 않는 학습요소와 현재 초등학교에서 다루고 있는 학습요소는 존재하지 않는다. 문자와 식 영역에서의 이동은 중학교 교육과정에 거의 영향을 미치지 않는 것으로 보인다.

셋째, 함수 영역이다. A유형에 해당하는 학습요소는 '정비례와 반비례, 비례관계를 표/식/그래프로 표현, 정비례와 반비례의 활용'이고, C유형과 I유형에 해당하는 학습요소는 없었다. 여기서 살펴볼 것은 정비례와 반비례이다. 정비례와 반비례는 6차 교육과정까지는 초등학교에서만 다루어진 학습요소이었지만, 7차 교

육과정에서 처음으로 중학교에서 다루기 시작했고, 그 이후 초등학교로 되돌아갔다가 2015개정 교육과정에서 다시 중학교로 이동해 왔다. 정비례와 반비례는 중학교에 처음 학습하는 함수의 개념에 중요한 역할을 한다. 실제로 7차 교육과정을 보면 '정비례와 반비례, 비례상수의 뜻을 이해하게 하고, 정비례와 반비례의 관계를 식으로 나타낼 수 있게 하고, 이러한 비례관계를 이용하여 변화하는 두 양의 관계로서 함수의 개념을 이해하게 한다.'라고 제시하고 있고, 이와 같은 함수의 도입은 6차 교육과정에서 제시한 내용인 '함수란, 집합 X의 각 원소에 대하여 집합 Y의 원소를 대응시키는 것을 집합 X에서 집합 Y로의 대응이라고 함을 알게 한다.'와 매우 대비되는 것으로 중학교 함수 교육에서 큰 변화임에 틀림이 없다. 6차 교육과정과 7차 교육과정의 함수의 개념의 차이는 정비례와 반비례를 어느 학교급에서 다루느냐에 따른 차이이다. 이러한 정비례와 반비례가 초등학교로 되돌아간 다음, 중학교에서의 함수의 개념은 큰 변화가 생긴다. 그것은 대응의 개념을 완전히 배제시키고, 변화하는 두 양 사이의 관계로 설명하는 것이다. 게다가 2009개정 교육과정에서 집합의 개념이 중학교에서 삭제됨으로 인해 함수 개념의 변화는 크게 요동치게 된다. 그런데 2015개정 교육과정에서는 다시 정비례와 반비례를 중학교에서 다루게 하면서 또 변화를 가져오게 된다. 그것은 중학교 1학년에서는 정비례와 반비례를 통한 그래프에 대한 질적인 접근을 먼저 다룬 다음, 중학교 2학년에서 함수의 개념을 도입하는 것이다. 다음은 2015개정 교육과정에서 밝힌 이와 관련된 내용이다.

> 정비례와 반비례의 위치는 먼저 비정형 그래프의 작성과 해석을 충실히 다루고, 그러한 관계들 중 특별한 경우로 정비례와 반비례를 표와 식과 함께 그래프로 다루도록 하였다. 함수 영역의 학습에서 학생들은 대수적 접근 방식을 선호하는 경향이 뚜렷하나 각 절차의 의미론적 관계에 대한 이해는 부족하며 그래프를 전체적인 변화의 관점에서 접근하지 못하고, 설혹 그래프를 변화의 관점으로 접근하는 경우라도 변화의 인식은 선형적인 수준에 머무르고 있다. 이에 중학교 1학년에서 현실 세계의 다양한 상황을 표, 식, 그래프로 나타내고, 주어진 그래프를 해석하고 설명하는 과정을 충분히 거친 후, 중학교 2학년에서 함수의 개념을 도입하도록 성취기준을 변경하였다.

넷째, 기하 영역이다. A유형에 해당하는 학습요소는 '닮음, 확대/축소, 각기둥/원기둥의 부피'이고, C유형에 해당하는 학습요소는 '닮음의 중심, 닮음의 위치'이며, I유형에 해당하는 학습요소는 '수학적 문장의 참/거짓 구분'이다. 이 중에서 현재 중학교 교육과정에서 다루지 않는 학습요소는 '수학적 문장의 참/거짓 구분, 닮음의 중심, 닮음의 위치'이다. 기하 영역은 특별히 중학교 교육과정에 영향을 미치고 있는 것은 거의 없는 것으로 판단된다. 왜냐하면, 초등학교에서 간단한 도형의 명칭, 측정 중심의 도형을 다루어 왔었기 때문에 도형의 성질과 이에 대

한 정당화 중심의 중학교 교육 활동과 많은 부분에서 차이가 있기 때문이다.

다섯째, 확률과 통계 영역이다. A유형에 해당하는 학습요소는 '도수분포표, 히스토그램, 줄기와 잎 그림, 경우의 수, 확률'이고, C유형과 I유형에 해당하는 학습요소는 없다. 이 중에서 현재 중학교 교육과정에서 다루지 않는 학습요소는 존재하지 않는다. 확률과 통계 영역 역시 초등학교에서 이동해 온 학습요소가 매우 제한적이어서, 중학교 교육에 거의 영향을 미치지 못했다.

다음으로, 중학교에서 고등학교로 이동한 학습요소를 내용 영역별로 정리하면 <표 8>과 같다. 이 표를 바탕으로 중학교 교육과정에 미친 영향에 대해 분석해 보자. 참고로 고등학교에서 중학교로 이동한 학습요소는 존재하지 않았다.

<표 8> 고등학교로 이동한 학습요소의 분류

내용 영역	학습요소
수와 연산	집합의 뜻, 집합의 표현, 부분집합, 진부분집합, 집합의 상등, 합집합, 교집합, 여집합, 차집합, 원소의 개수, 원소나열법, 조건제시법,
문자와 식	일차연립부등식, 일차연립부등식의 활용,
함수	이차함수의 최댓값과 최솟값, 이차함수의 그래프와 이차방정식, 일대일대응, 정의역/공역/치역
기하	명제, 명제의 역, 정의, 증명, 귀류법, 정리, 삼각비의 상호관계, 내분/외분
확률과 통계	표본, 모집단의 뜻, 표본 추출의 방법, 합의 법칙, 곱의 법칙

고등학교로 이동한 학습요소는 많지 않고, 전체 영역에 걸쳐 비교적 균등한 것으로 나타났다. 가장 두드러진 것은 집합과 관련된 개념, 명제와 증명에 대한 것이다. 각 내용 영역별로 ACI 세 유형으로 구분하여 살펴보자.

첫째, 수와 연산 영역이다. A유형과 C유형에 해당하는 학습요소는 없었고, I유형에 해당하는 학습요소는 '집합의 뜻, 집합의 표현, 부분집합, 진부분집합, 집합의 상등, 합집합, 교집합, 여집합, 차집합, 원소의 개수, 원소나열법, 조건제시법'이다. 수와 연산 영역은 고등학교의 학습요소와 겹치는 '집합'과 관련된 내용, 대수적 구조를 기반으로 하는 학문적 측면에 강한 내용이다. 결과적으로 학생들의 수와 관련된 연산능력의 향상과 무관한 내용이 대부분 삭제되어졌다. 여기서 살펴볼 것은 집합과 관련된 개념의 이동이다. 집합은 3차 교육과정에서 도입된 이래, 모든 수학 내용 영역의 기초가 되고 있다. 예를 들어, 수와 연산 영역에서는 자연수의 집합, 실수의 집합이라고 사용하고 있고, 문자와 식 영역에서는 해집합이라고 정의하여 사용하였고, 함수에는 정의역, 공역을 집합의 관점에서 다루었고, 기하 영역에서도 점들의 집합이 선이 된다고 학습하였다. 그런데 이러한 집합이라는 용어를 사용할 수 없음은 큰 곤란이 아닐 수 없다.

둘째, 문자와 식 영역이다. 고등학교로 이동한 학습요소가 '일차연립부등식과 그의 활용'인데, 이 학습요소는 C유형에 해당한다.

셋째, 함수 영역이다. 고등학교로 이동한 학습요소는 모두 '이차함수'와 관련이

있다. 이 학습요소 모두는 I유형에 해당한다.

넷째, 기하 영역이다. A유형에 해당하는 학습요소는 없고, C유형에 해당하는 학습요소는 '명제, 정의, 증명, 귀류법, 정리, 삼각비의 상호관계'이며, I유형에 해당하는 학습요소는 '명제의 역, 내분, 외분'이다. 여기서 살펴볼 것은 '명제'와 '증명'과 관련된 내용이다. 2009개정 교육과정에서 '증명'이 '정당화'로 바뀌었음에도, 현장 교사들은 '증명'이라는 용어만 '정당화'로 바뀌었을 뿐 관련 내용은 달라지거나 약화되지 않았다고 느끼고 있다. 실제로 2009개정 13종 수학교과서에서는 삼각형의 성질과 사각형의 성질을 실험으로 도입하지만 가정, 결론 등의 용어와 형식을 사용하지 않을 뿐이지 2007개정 교육과정의 교과서에서와 유사한 방식으로 '정당화'를 다루고 있었다. 이에 달라진 성취기준 '이해하고 설명할 수 있다는 것'의 의미를 현장에서 제대로 구현할 수 있는 방안을 모색하여야 했다. 즉, 명제와 증명과 관련된 내용은 모두 고등학교로 이동하였으니, 중학교에서 그에 맞는 교육과정과 교과서의 재구성이 절실하게 요구되었지만, 실제로 구현되지 못했다. 이러한 상황에서 2015개정 교육과정에서는 '교수·학습 방법 및 유의 사항'에 '도형의 성질을 이해하고 설명하는 활동은 관찰이나 실험을 통해 확인하기, 사례나 근거를 제시하며 설명하기, 유사성에 근거하여 추론하기, 연역적으로 논증하기 등과 같은 다양한 정당화 방법을 학생 수준에 맞게 활용할 수 있다.'로 정당화의 형태를 명확하게 기술하고 있다. 또한 '평가 방법 및 유의 사항'에 '정확한 용어와 기호의 사용, 복잡한 형식 논리 규칙의 이용을 요구하는 연역적 정당화 문제는 다루지 않는다.'를 제시하여 실질적인 학습 부담 경감을 추구하려고 노력하였다. 이처럼, 명제와 증명의 삭제는 중학교 기하 교육에서 큰 영향을 미치고 있고, 교과서의 진술방식의 변화를 유도하고 있는 실정이다.

다섯째, 확률과 통계 영역이다. A유형에 해당하는 학습요소는 없고, C유형에 해당하는 학습요소는 '합의 법칙, 곱의 법칙'이며, I유형에 해당하는 학습요소는 '표본, 모집단의 뜻, 표본 추출의 방법'이다.

4. 중학교에서 삭제된 학습요소 분석

마지막으로 중학교에서 삭제된 학습요소를 내용 영역별로 정리하면 <표 9>와 같다. 중학교에서 삭제된 학습요소는 예전에 중학교에서 다루었지만, 현재는 초등학교, 고등학교 어디에서도 다루지 않는 학습요소이다. 이 표를 바탕으로 삭제된 학습요소 및 중학교 교육과정에 미친 영향에 대해 살펴보자.

중학교에서 삭제된 학습요소를 세 유형 ACI로 분류하였다. A유형에 해당하는 학습요소는 '내접다각형, 외접다각형, 상관도'이고, C유형에 해당하는 학습요소는 '실수의 분류, 실수의 성질, 항등원, 역원, 닫혀있다, 등치법, 합동변환, 닮음변환, 평행변환, 수형도, 가평균, 도수분포곡선'이며, I유형에 해당하는 학습요소는 '참

값, 근삿값, 측정값, 십진법, 오진법, 이진법, 진법, 이항연산, 오차와 오차의 한계, 유효숫자, 근삿값의 표현, 근삿값의 사칙연산, 곱집합, 동치관계, 동치류, 수심, 방심, 대칭변환, 두 원 사이의 위치관계, 공통접선, 공통현, 중심선, 중심거리, 동심원, 공통외접선/내접선, 공통접선의 길이, 단일폐곡선의 성질, 한붓그리기, 뫼비우스의 띠, 오일러의 공식, 선형도형, 짝수/홀숫점, 상관표, 누적도수와 그래프, 난수표'이다.

<표 9> 중학교에서 삭제된 학습요소의 분류

내용 영역	학습요소
수와 연산	십진법, 오진법, 이진법, 진법, 참값, 근삿값, 측정값, 오차와 오차의 한계, 유효숫자, 근삿값의 표현, 근삿값의 사칙연산, 실수의 분류, 실수의 성질, 이항연산, 항등원, 역원, 닫혀있다
문자와 식	등치법,
함수	곱집합, 동치관계, 동치류,
기하	합동변환, 닮음변환, 대칭변환, 평행변환, 수심, 방심, 두 원 사이의 위치관계, 공통접선, 공통현, 중심선, 중심거리, 동심원, 공통외접선/내접선, 내접다각형, 외접다각형, 공통접선의 길이, 단일폐곡선의 성질, 한붓그리기, 뫼비우스의 띠, 오일러의 공식, 선형도형, 짝수점/홀수점
확률과 통계	수형도, 가평균, 누적도수와 그래프, 난수표, 도수분포곡선, 상관도, 상관표

중학교에서 삭제된 학습요소의 속성을 분석하면 다음과 같은 특성을 지니고 있다. 첫째, 중학교에서 삭제된 학습요소는 특정 영역에 집중해 있다. 초등학교에서 중학교로 이동해온 내용영역이 '수와 연산'과 '기하' 영역에 집중되었던 것과 같이 삭제된 영역도 이 두 영역에 집중되어있다. 수와 연산 영역은 고등학교의 학습요소와 겹치는 '집합'과 관련된 내용, 대수적 구조를 기반으로 하는 학문적 측면에 강한 내용이다. 결과적으로 학생들의 수와 관련된 연산능력의 향상과 무관한 내용이 대부분 삭제되어졌다. 기하 영역은 학생들이 어려워하는 논증기하 관점에서의 변환기하적 내용, 위상적 성질과 관련된 내용에 집중되어있다.

둘째, 중학교에서 삭제된 내용의 공통점은 다른 학습 내용과 연결성이 높지 않은 내용을 중심으로 삭제되었다는 점이다. 예를 들어, 근삿값이 그 대표적인 예이다. 근삿값이 다른 수학 내용과 거의 관련이 없다는 점에서 내용의 간소화와 적정화를 위해 삭제된 것으로 보인다. 삭제된 내용 중에서 A유형은 단 3개뿐이고, C유형은 20개, I유형은 28개이다.

셋째, 변화하는 미래 사회 혹은 실생활에서 다양하게 활용될 개연성이 높은 내용이 많이 포함되어져 있다. 진법, 참값, 오차, 근삿값의 표현 등은 실생활에서 활용할 가능성이 높고, 타 교과에서도 실제로 사용하는 내용이다. 또한 단일폐곡선, 한붓그리기, 뫼비우스의 띠 등은 위상적 성질 등으로 새로운 사회의 능동적으로 대응할 수 있는 창의력과 비판적 사고력을 기르기에 유용한 내용들이다.

Ⅳ. 결론 및 제언

본 연구는 초·중·고등학교 수학과 교육과정의 변천에 대한 기초 분석을 기초로 하여 중학교 수학과 교육과정을 기준으로 학습요소의 학교급간 이동, 삭제에 대해 분석하였다. 본 연구 내용을 요약하면 세 가지로 정리할 수 있다. 첫째, 초등학교에서 중학교로 이동한 학습요소를 보면, 3차 교육과정에서 초등학교로 이동한 학습요소가 가장 많았고, 7차 교육과정과 2015개정 교육과정에서 중학교로 이동한 학습요소도 많은 것으로 나타났다. 이를 통해 볼 때, 7차 교육과정, 2015개정 교육과정에서 학습내용의 감소가 두드러진 것을 알 수 있다. 둘째, 중학교에서 고등학교로 이동한 학습요소의 수와 고등학교에서 중학교로 이동한 학습요소의 수를 비교해 보면, 하향 이동은 없고 고등학교로의 상향 이동만 이루어졌다. 셋째, 중학교에서 삭제된 학습요소들은 특정 내용영역에 집중되어 삭제되었고, 다른 학습 내용과 연결성이 높지 않은 내용이 주로 삭제되었으며, 실생활에서 다양하게 활용될 개연성이 높은 내용이 많이 삭제되었다.

본 연구는 2022년 예정이 새로운 교육과정의 개정을 준비하기 위해 실행되었다. 이것을 중심으로 본 연구의 결론은 다음 세 가지로 귀결할 수 있다.

첫째, 지속적인 학습요소의 상향 이동과 충분한 시간적 고려 없는 내용의 삭제가 역설적으로 수학의 난이도를 상승시키고 있다. <표 1>과 <표 4>에서 알 수 있듯이 내용은 지속으로 상향이동하고 있다. 이러한 이동은 반복학습이라는 부분을 약화시켜 궁극적으로 수학을 더 어렵게 만드는 부작용을 생각할 수 있다. 기본적으로 3차 교육과정은 나선형 교육과정을 표방하였는데 이러한 과정에서 초, 중, 고등학교에서 반복 학습을 지향하였지만, 지속적 상향이동은 이러한 반복학습을 방해하고 있다. 또한 내용의 삭제가 충분한 시간을 가지고 논의하여 결정한 것이 아니어서, 학습의 누락을 발생시키거나 논리적 비약을 가져오게 한다는 점이다. 대표적인 예가 '소수와 분수의 혼합계산'이다. 이 내용은 초등학교에서 삭제되었지만, 중학교에서는 전혀 고려되지 않아 사전학습 없이 상급학교 진학함으로 인해 새로운 문제를 야기시킬 수 있다.

둘째, 상향 이동한 학습요소가 이동해야할 타당성과 객관적 근거를 가지고 있지 않다는 점이다. 왜냐하면, ACI 유형 분석 결과, 이동한 학습요소의 유형은 A유형이 15개, C유형이 2개, I유형이 4개였다. 이는 지극히 편향적인 결과로, A유형의 경우 다른 학습요소 속으로 자연스럽게 포함되는 속성이 있으므로 이동을 통해 교육과정의 구성에 거의 영향을 미치지 않지만, C유형은 다양한 변화를 유발할 수밖에 없다. 이는 학습요소의 이동이 수학적, 교수학적, 심리학적 분석의 결과가 아니라, 학습량의 감소에만 초점이 맞추어진 것으로 상향이동에 대한 타당성에 대한 객관적 근거가 약하다는 점을 반증한다.

셋째, 수학과 교육과정에서 삭제가 차지하는 비중도 점차 많아지고 있다. 그런데 삭제된 학습요소 중 많은 부분이 모델링, 실생활 응용에 필요한 내용이라는

점이다. 예를 들어 ‘이진법’, ‘근삿값’, ‘한붓그리기’, ‘다양한 작도’ 등이 대표적이다. 실제로 중학교에서 삭제된 학습요소를 ACI 유형 분석하면, A유형이 3개, C유형이 12개, I유형이 35개이다. 삭제된 내용이 대부분 I유형에 집중되어져 있다. 이는 독립된 학습요소를 삭제함으로 인해, 교육과정 개정의 편리함은 추구하는 장점이 있지만, 이러한 요소들이 실생활이나 타교과와의 활용성이 매우 높다는 점을 고려해야할 것이다. 따라서 이러한 학습요소에 대한 재검토가 이루어져야 한다.

지금까지의 고찰을 통해볼 때, 다음과 같은 제언을 할 수 있다. 첫째, 중학교에서의 학습내용의 변화는 중학교와 초·고등학교에서 완전히 분리되어져 있는 학습요소들, 혹은 중복되어 다루어졌던 학습요소들이 대부분 삭제되거나 이동되어 중학교에서 사라졌다. 이것이 바람직한지에 대한 논의가 필요하다. 둘째, 초등학교와 관련해서는 계산능력 신장을 위한 최선의 교육과정의 내용 배치가 무엇인지에 대한 논의가 필요하고, 고등학교와 관련해서는 대수적 구조를 어느 수준까지 고려할 것인지에 대한 논의가 필요하다. 셋째, 논증기하와 관련된 내용에 대한 대폭적인 삭제가 이루어졌고, 작도와 관련된 내용은 거의 삭제되었는데, 이것이 바람직한 수학교육의 방향인지에 대한 논의가 필요하다. 마지막으로 이동된 학습요소는 A유형에 집중되어 있고, 삭제된 내용은 I유형에 집중되어져 있다. 학습내용의 중요성, 타교과에서의 활용가능성, 새로운 시대가 강조하는 수학적 사고요소, 수학교육의 본질적 측면 등에 대한 복합적인 고려를 통해 바람직한 방향이 무엇인가 대한 논의가 이루어져야 한다.

참 고 문 헌

[1] 교육과학기술부(2011). 2009 개정 수학과 교육과정. 교육과학기술부 고시 제 2011-361호.
[2] 교육과학기술부(2011). 수학과 교육과정. 교육과학기술부 고시 제 2011-361호.
[3] 교육과학기술부・부산광역시교육청(2009). 세계 각국의 교육과정 및 운영사례(Ⅰ) -미국-. 교육과정자료-436.
[4] 교육부 (1992). 6차 수학과 교육과정. 교육부 고시 제1992-19호.
[5] 교육부 (1994). 6차 수학과 교육과정 해설. 교육부.
[6] 교육부 (1997). 7차 수학과 교육과정. 교육부 고시 제1997-15호.
[7] 교육부 (1999). 7차 수학과 교육과정 해설. 교육부.
[8] 교육부 (2015). 2015 개정 수학과 교육과정. 교육부 고시 제2015-74호.
[9] 교육부 (2018). 2022학년도 대학입학제도 개편방안 및 고교교육혁신방향 발표. 교육부 보도자료 2018.8.17.
[10] 교육인적자원부 (2006). 2007 개정 수학과 교육과정. 교육인적자원부 고시 제2006-75호.
[11] 교육인적자원부 (2007). 2007 개정 수학과 교육과정 해설. 교육인적자원부.

[12] 나귀수・황혜정・한경혜・김기영・김소연(2001). 수학과 교육목표 및 내용 체계 연구(Ⅱ). 한국교육과정평가원 연구보고 RRC 2001-9.
[13] 도종훈・김남균・서보억・박윤범・김기탁・박영은・최인영(2018). 수학과 교육과정 변천에 대한 분석 연구, 한국과학창의재단 연구보고서.
[14] 문교부 (1955). 1차 수학과 교육과정. 문교부령 제46호.
[15] 문교부 (1963). 2차 수학과 교육과정. 문교부령 제120호.
[16] 문교부 (1974). 3차 수학과 교육과정. 문교부령 제350호.
[17] 문교부 (1981). 4차 수학과 교육과정. 문교부령 제442호.
[18] 문교부 (1987). 5차 수학과 교육과정. 문교부 고시 제88-7호.
[19] 민용성・정영근・강현석・박일수・전재호・박지만(2013). 미래 사회 대비 국가 수준 교육과정 방향 탐색-총론. 한국교육과정평가원 연구보고 CRC 2013-18.
[20] 박경미 외 41명(2015). 2015 개정 수학과 교육과정 시안 개발 연구. 한국과학창의재단연구보고서.
[21] 박경미・권오남・박선화・박만구・변희현・강은주・서보억・이환철・김동원・김선희(2014). 문・이과 통합형 수학과 교육과정 재구조화 연구, 한국과학창의재단 연구보고서.
[22] 박선화・고정화・권점례・김선희・도종훈・신성균・최승현(2006). 수학과 교육과정 개정 시안 수정・보완 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 CRC 2006-9.
[23] 박선화・권점례・도종훈・변희현・박지현・이광상・임해미・조영미・조윤동・채정림・최승현(2013). 미래 사회 대비 국가 수준 교육과정 방향 탐색 - 수학. 한국교육과정평가원 연구보고 CRC 2013-22.
[24] 박선화・신성균・고정화・권점례・이대현・이봉주・최승현・조영미(2005). 수학과 교육과정 개정 시안 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 RRC 2005-6.
[25] 박순경・김사훈・김진숙・백경선・변희현・안종욱・양정실・이광우・이근호・이미경・이미숙・이승미・이혜원・정영근・한혜정(2014). 국가 교육과정 총론 개선을 위한 기초 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 CRC 2014-1.
[26] 박순경・김사훈・김진숙・백경선・변희현・안종욱・양정실・이광우・이근호・이미경・이미숙・이승미・이혜원・정영근・한혜정(2014). 국가 교육과정 총론 개선을 위한 기초 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 CRC 2014-1.
[27] 박한식 (1991). 한국수학교육사 대한교과서주식회사.
[28] 서보억(2014). 중학교 교육과정과 중학교 교직수학의 탐구, 교우사.
[29] 서보억(2018). 학교수학에서 ‘피타고라스 정리’ 관련 내용의 재구조화 연구, 수학교육 57(2), 93-110.
[30] 한국과학창의재단 (2011). 2009 개정 교육과정에 따른 수학과 교육과정 연구.
[31] Eves, H.(1990). An Introduction to the History of Mathematics, Saunders College Publications.

Suh Boeuk
Department of Mathematics Education,
Chungnam National University,
Daejeon, South Korea
E-mail : eukeuk@cnu.ac.kr