

고등학교 수학과 <경제 수학>, 사회과 <경제> 교과서에 나타난 경제 용어, 함수 기호 및 함수 그래프의 비교 분석

이 경 원 (단국대학교사범대학부속중학교, 교사)
권 오 남 (서울대학교, 교수)[†]

이 연구는 2015 개정 고등학교 수학과 교육과정 <경제 수학> 과목과 사회과 교육과정 일반 선택 과목인 <경제> 과목의 교과서를 비교·분석하여 차기 교육과정 개발 및 교과서 서술에 시사점을 도출하는 데 목적이 있다. <경제 수학> 교과서에서는 경제 용어와 함수 기호를 도입해야 하며, 이 교과서의 경제 관련 함수에 대한 그래프 사용은 수학에서의 그래프 사용과 다르다. 이에 <경제 수학> 교과서에서 다루는 경제 용어, 함수 기호 및 함수 그래프의 사용 방식을 <경제> 교과서와 비교·분석하였다. <경제 수학> 교과서에서 경제 용어는 수학과 연관성이 높은 경제 용어를 정의하여 제시하였다. <경제 수학> 교과서의 함수 기호는 수학, 경제학의 관례와는 다르게 함수 기호에서 대소문자가 혼용되어 비일관적으로 사용되었다. <경제 수학> 교과서의 함수 그래프는 축, 스케일링에 관해 변수가 나타내는 값의 범위에 차이가 있었다. 또한, <경제 수학> 교과서에서 도형의 평행이동이나 기울기에 관한 수학적 해석을 제공하지 않았다. <경제 수학> 과목에서 학생들의 수학, 경제에 대한 이해를 촉진하기 위해 교육과정 문서상의 교수·학습 및 평가에 대한 고려 사항을 구체화할 필요가 있다. <경제 수학> 교육과정 및 교과서에서 경제 관련 내용에 대한 수학적 해석의 학습 기회를 제공할 수 있도록 서술이 보완되어야 할 것이다.

I. 서론

2015 개정 수학과 교육과정에서는 진로 선택 과목으로 다섯 과목이 신설되었으며 그중 하나가 <경제 수학> 과목이다. 경제·경영계열의 학과는 학생들이 선호하는 학과 중 하나이며(교육부·한국직업능력개발원, 2021), 경영, 경제계열 학과목의 경제학원론이나 미시경제학에서 다루는 내용은 그래프, 함수, 미분과 같은 수학 개념을 다룬다. 학생들의 선호도가 높고 경제·경영계열에서의 학과목 운영이 수학 과목과의 연관성이 높기 때문에 <경제 수학> 과목이 신설되었으며, 현재 개발 중인 2022 개정 교육과정에서도 진로 선택 과목으로 편성·운영될 예정이다(교육부, 2022).

<경제 수학> 과목은 학교 현장 안착의 측면에서 소기의 성과를 이뤘다고 볼 수 있다. <경제 수학> 과목은 고등학교 <수학>, <수학I> 이후에 이수할 수 있는 과목으로 현재 인정 교과서 2종과 교사용 및 학생용 교수·학습 자료가 개발되었다. 개발된 교수·학습 자료에 기초한 교사 연수가 전국 단위 연수가 한국과학창의재단 주관으로 진행되었으며, 온라인 교사 연수 프로그램이 개발되는 등의 신설 과목에 대한 교사 교육이 이루어졌다. <경제 수학> 과목은 2015 개정 수학과 교육과정에서 새롭게 편성된 교과목 중에서 가장 높은 비율로 단위 학교의 과목 개설이 이루어졌다(이화영, 2021).

<경제 수학> 과목의 교과서 서술이나 내용 요소 선정의 적절성 면에서 다소 회의적인 목소리가 존재한다.

* 접수일(2022년 8월 26일), 심사(수정)일(2022년 9월 19일), 게재확정일(2022년 10월 27일)

* MSC2000분류 : 97U20

* 주제어 : 경제 수학, 경제 용어, 수학 기호, 그래프

† 교신저자 : onkwon@snu.ac.kr

수학과 교육과정 내의 타 과목과의 서술 방식상의 연계, 교육과정과의 연계에 대한 지적의 목소리도 제기되었다(서보억, 2020). 2015 개정 수학과 교육과정 실태조사에 따르면 <경제 수학> 과목이 기존에 배웠던 수학 개념으로부터 경제 현상과 관련짓는 수준으로 지도되고 있어 난도가 낮다는 점을 지적하고 있다(김동원 외, 2020). <경제 수학> 교육과정에서 다루어야 할 내용 요소의 적절성에 대한 평가가 이루어져야 한다는 논의가 진행되었다(이경화 외, 2021). <경제 수학> 과목에서 다루는 내용이 경제학적으로 내용상의 오류가 있거나 내용 범위에 대한 조정이 이루어져야 한다는 주장도 있었다(조승모, 2022; 한진수, 2022).

이에 이 연구에서는 차기 교육과정에서 <경제 수학> 교육과정과 교과서 서술에서의 함의점을 도출하기 위해 수학과 <경제 수학> 교과서와 사회과 <경제> 교과서를 비교·분석하는 것에 목적을 둔다. 고등학교 <경제 수학> 과목은 고등학교 <경제> 과목 내용 중의 일부를 선별하여 구성되었다(박경미 외, 2015). 또한, 고등학교 <경제> 과목은 초, 중학교 <사회> 과목이나 고등학교 <통합사회> 과목보다 고등학교 <경제 수학> 과목에서 다루는 경제 개념과 유사성이 가장 높다. 따라서 고등학교 <경제 수학> 교과서의 가장 적합한 비교 대상은 고등학교 <경제> 교과서라고 볼 수 있다.

<경제 수학> 과목에서는 기존 수학과 교육과정에서 다루지 않았던 경제 용어, 학교 수학에서 다루지 않던 함수 기호, 함수 그래프를 다룬다. 이 연구에서 <경제 수학>, <경제> 교과서의 경제 용어의 비교는 수학과, 사회과 교육과정 문서에서 제시하는 학습 요소로부터 파생되어 기술된 교과서의 경제 용어를 비교한다. 2015 개정 사회과 교육과정 문서에서 해당 단원에서 학습해야 할 필수 학습 요소를 개념 및 주제 등을 중심으로 학습 요소를 진술하였으므로(모경환 외, 2015), <경제> 교과서에서는 하나의 학습 요소로부터 여러 경제 용어들이 파생된다. 2015 개정 수학과 교육과정 문서에서 학습 요소는 해당 영역에서 명시적으로 정의하고 다루는 용어와 기호를 선별한 것인데(박경미 외, 2015), <경제 수학> 교육과정에서는 학교 수학에서 다루는 용어와 기호뿐만 아니라 경제 용어를 학습 요소로 제시한다. 이러한 경제 용어는 <경제> 교육과정의 학습 요소와 관련이 있고, <인공지능 수학> 교육과정의 ‘관련 학습 요소’(이상구 외, 2021 참조)처럼 하나의 용어로부터 파생될 수 있는 용어가 많다. 수학과, 사회과 교육과정 문서에서 제시된 학습 요소로부터 파생된 <경제 수학>, <경제> 교과서에서 다루는 경제 용어를 양적, 질적으로 비교함으로써, <경제 수학> 교과서에서의 경제 용어 서술 방식을 파악하고자 한다. 학교 수학에서 다루지 않았던 함수 기호, 함수 그래프는 <경제> 교과서에서 다루는 사례가 있으므로 이를 분석하여 향후 <경제 수학> 교육과정 및 교과서 서술 방안을 제안하고자 한다. 구체적인 연구 질문은 다음과 같다.

고등학교 수학과 <경제 수학>, 사회과 <경제> 교과서에서 다루는 경제 용어, 함수 기호 및 함수 그래프의 사용은 어떠한 차이가 있는가?

II. 연구의 배경

1. 2015 개정 고등학교 수학과 <경제 수학> 교육과정

2015 개정 교육과정에서는 학생의 과목 선택권 확대를 위해서 일반 선택 과목뿐만 아니라 다수의 진로 선택 과목이 마련되었다. 진로 선택 과목 중 신설 과목으로 <실용 수학>, <경제 수학>, <수학과제 탐구>가 있으며, 2020년 <기본 수학>과 <인공지능 수학>이 추가로 개발되었다. <경제 수학> 과목은 <수학>, <수학 I>을 이수한 학생이 선택할 수 있는 과목으로 대수, 해석 영역으로 구분되어 있다. 대수 영역에서 ‘수와 생활경제’, ‘수열과 금융’, 해석 영역에서 ‘함수의 경제’, ‘미분과 경제’ 핵심 개념을 제안하였다. 대수 영역은 금융 소양과 관련한 수학 내용을 다루며, 해석 영역은 대학 수준의 경영학·경제학에서 다룰 내용과 수학 내용까지도 연계될 수 있다.

<경제 수학> 교육과정의 특징을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 기존 수학과 교육과정에서 다루지 않은 다수의

개념을 학습 요소로 제시하고 있다. 2015 개정 교육과정 신설 과목 <실용 수학>, <경제 수학>, <수학과제 탐구>, <기본 수학>, <인공지능 수학> 중에서 학습 요소를 제시하고 있는 과목은 <기본 수학>과 <경제 수학>뿐이다. <기본 수학> 과목은 중학교, 고등학교 수학과 교육과정의 연계를 위한 과목으로 설계되었고, 고등학교 <수학> 교육과정에 기초하여 개발되어 <경제 수학> 과목과는 성격이 다르다. <경제 수학> 과목은 33개의 학습 요소 중에서 12개(약 36%)만이 2015 개정 수학과 교육과정 다른 수학 과목에서도 다루는 학습 요소이며, 나머지는 <경제 수학> 과목 신설과 함께 도입된 학습 요소인데 모두 경제 용어이다. 이를 정리하면 <표 II-1>과 같다.

<표 II-1> 2015 개정 고등학교 수학과 <경제 수학> 교육과정의 학습 요소

영역	핵심 개념	내용 요소	학습 요소	
			수학 용어 및 기호	경제 용어
대수	수와 생활경제	경제지표, 환율, 세금		퍼센트포인트, 경제지표, 환율, 세금
	수열과 금융	이자와 원리함계, 연속복리, 연금	e	단리, 복리, 이자율, 원리함계, 할인율, 현재가치, 연속복리, 연금
해석	함수와 경제	함수와 경제현상, 함수의 활용		비용함수, 생산함수, 수요함수, 공급함수, 균형가격, 효용함수
	미분과 경제	미분, 미분과 경제문제	평균변화율, 극한(값), 미분계수, 도함수, 미분, 증가, 감소, 극대, 극소, 극댓값, 극솟값	한계생산량, 최적생산량, 탄력성

둘째, <경제 수학> 교육과정에 제시된 학습 요소 중 기호는 1개에 불과하다. <경제 수학> 교육과정 문서에서 학습 요소는 33개(용어 - 32개, 기호 - 1개)가 제시된다(<표 II-2> 참조). <경제 수학> 학습 요소의 개수는 다른 과목에 비해 가장 적고, 33개 학습 요소 중 기호는 1개(e)만이 제시되었다.¹⁾ ‘미분과 경제’ 핵심 개념에서 <수학II> 과목에서 다루는 미분의 개념을 일부 도입하지만 관련된 기호는 교육과정 문서에 제안되지 않았다. <수학II> 교육과정에서 도함수 도입에 따라 학습 요소로 ‘ $f'(x)$ ’, ‘ y' ’, ‘ $\frac{dy}{dx}$ ’, ‘ $\frac{d}{dx}f(x)$ ’의 기호가 제시되었으나 <경제 수학> ‘미분과 경제’ 핵심 개념의 학습 요소에는 포함되지 않았다.²⁾

<표 II-2> 2015 개정 고등학교 수학과 교육과정의 용어, 기호, 학습 요소의 수와 비율

과목명	공동 과목	일반 선택 과목				진로 선택 과목		
	<수학>	<수학 I>	<수학 II>	<미적분>	<확률과 통계>	<기하>	<경제 수학>	<기본 수학>
용어	72(71%)	31(78%)	33(66%)	12(50%)	38(73%)	36(88%)	32(97%)	32(58%)
기호	30(29%)	9(22%)	17(34%)	12(50%)	14(27%)	5(12%)	1(3%)	23(42%)
학습 요소	102(100%)	40(100%)	50(100%)	24(100%)	52(100%)	41(100%)	33(100%)	55(100%)

- 1) <경제 수학> 교육과정에서 ‘ e ’는 ‘연속복리’ 개념을 다룰 때 활용된다. 2015 개정 교육과정에서 ‘ e ’는 <미적분>에서 다루고 있으며, 8종의 교과서에서 수열의 극한이 아닌 함수의 극한으로 정의하지만(이경원, 2022), <경제 수학> 교과서에서는 수열의 극한으로 도입하여, 교수·학습상의 주의가 필요하다.
- 2) <경제 수학> 교육과정에서는 미분을 도입함에 따라 함수의 극한과 미분 개념이 필요하다. <수학II> 교육과정에서 함수의 극한과 연속, 미분 도입에 따라 학습 요소에서 용어와 기호를 도입하고 있다. <수학II> 교육과정에서 제시되어 있지만, <경제 수학> 교육과정에서 제시되지 않은 용어는 구간, 연속, 순간변화율 등 21개 있으며, 기호는 14개가 있다. 반대로 <경제 수학> 교육과정에만 제시된 학습 요소는 미분, 극대, 극소가 있다. ‘미분’이라는 학습 요소를 제시함으로써 미분 도입에 필요한 개념을 다룰 수 있도록 한 것으로 해석할 수 있다.

셋째, <경제 수학> 과목 교육과정의 교수·학습 방법 및 유의 사항은 경제 용어의 지도 방법 및 수학적 취급 방법, 수학 개념의 지도 범위와 방법 중심으로 서술된다. <경제 수학> 교육과정은 교수·학습 방법 및 유의 사항을 자세히 서술하고 있으며, 25개가 제시되어 있다. <경제 수학> 교육과정에서 교수·학습 방법 및 유의 사항은 경제 용어의 지도 방법, 경제 용어의 수학적 취급 방법, 수학 개념의 지도 범위와 방법, 공학적 도구 활용 방법으로 나눌 수 있다.³⁾ 교수·학습 방법 및 유의 사항은 핵심 개념별로 서술상의 차이가 뚜렷하다. ‘수와 생활 경제’, ‘수열과 금융’ 핵심 개념에서는 경제 용어의 지도 방법, 공학적 도구 활용 방법이 주를 이룬 데 반해, ‘함수와 경제’, ‘미분과 경제’ 핵심 개념에서는 경제 용어의 수학적 취급 방법, 수학 개념의 지도 범위와 방법에 관한 유의 사항이 제시되었다. ‘수와 생활경제’, ‘수열과 금융’ 핵심 개념에서 생활이나 경제에서의 사례와 관련하여 수학 수업에서 지도 방법을 제안하는 것과 다르게 ‘함수와 경제’, ‘미분과 경제’ 핵심 개념은 수학 개념의 지도 범위와 방법에 초점을 두고 유의 사항을 제시한다. ‘함수와 경제’ 핵심 개념은 비용, 생산, 수요, 공급, 효용과 관련된 경제 현상을 다루는데, 이를 수학의 개념과 연결 짓는 것이 중요하고, ‘미분과 경제’ 핵심 개념은 <경제 수학> 과목에서 다루어야 할 미분 개념의 범위에 대해 유의 사항을 제안한다. ‘함수와 경제’, ‘미분과 경제’ 핵심 개념은 새로운 과목에 도입된 용어나 기호에 따른 교수·학습 방법 및 유의 사항을 제시하였다기보다는 수학 개념의 지도 가능 범위를 중심으로 서술된 것이다.

2. 생산적인 수학적 의미

Thompson(2013)은 의미는 개인적인 것으로, 개인이 지니는 의미는 서로 연결되어 구성되는 것이지만, 지식은 의미에 비해 개인적이지 않고 선언적이며, 인식하는 사람과 거리가 있다는 점을 지적하면서 수학적 지식과는 구별하여 수학적 의미(mathematical meanings)의 용어를 도입하였다. 수학적 의미를 학생에게 전달하는 것이 수학 교수, 학습과 교수학적 설계, 교사의 전문성 개발에 중요한 역할을 한다고 주장하였다. 중등 수학 교수를 위한 수학적 의미(Mathematical Meanings for Teaching secondary mathematics, MMTsm)를 위한 문항을 개발하고(Thompson, 2016), 미국, 한국의 교사가 지닌 수학적 의미를 분석하는 것으로 연구가 확장되고 있다.

수학적 의미에 관하여 함수의 그래프에서 변화율, 기울기, 양적 자료에 대한 교사와 학생의 수학적 의미 구성에 관한 다수의 연구가 보고되었다. Byerley, Yoon, Thompson(2016)은 함수의 그래프에서 기울기에서 상대적 크기에 관한 현직 교사의 양적 추론의 과정을 교사가 지닌 수학적 의미로 분석하였다. Thompson, Milner(2019)는 함수에 관한 생산적인 의미에 관하여 변수가 지니는 값뿐만 아니라 변수 사이의 관계를 나타내는 형식적인 정의, 기호의 범위를 포함한다. Yoon, Thompson(2020)은 함수 기호, 정의에 관한 현직 교사의 수학적 의미에 대해 조사하였으며, 변수 사이의 관계에 주목하여 기호를 사용하지 않음을 보고하였다.

수학적 의미 분석의 과정에서 수학의 관례도 중요한 영향을 미친다. Moore, Silverman, Paoletti, Liss, Musgrave(2019)는 그래프에 대한 예비 교사와 현직 교사의 수학적 의미 분석 과정에서 관례(conventions)에 주목하였다. 관례는 수학적 개념에 관하여 개인의 사용, 공동체의 사용으로부터 타당한 선택으로 여겨지는 것으로서 개인은 사회적 차원에서 받아들인 관례를 구성하는 과정에서 기호와 의사소통에 영향을 미치는 것이 아니라 수학적 해석과 의미에도 영향을 미친다고 주장하면서 그래프에서의 관례를 분석하였다.

최근에는 COVID-19 자료에 나타난 그래프의 이해 및 해석의 과정을 분석한 연구에서 연구 참여자의 수학적 의미를 분석한 연구가 보고되기도 했다. Yoon 외(2021)는 COVID-19에 관한 양적 자료에 대한 개인의 추론의 과정에서 생산적인 이해를 주어진 정보를 이용하여 정확하게 해석하는 것으로 정의하여 일반 시민이 지닌 수학적 의미 구성의 기초가 되는 도식을 분석하였다. 일상에서 마주한 그래프 이해 및 해석의 과정에서 그래프를 이

3) <인공지능 수학> 교육과정은 교수·학습 방법 및 유의 사항을 27개 제안하고 있으며, 다뤄야 할 내용의 종류, 교수·학습의 범위, 교수·학습 활동 제한, 공학적 도구 활용을 담고 있다(권오남, 이경원, 오세준, 박정숙, 2021). <경제 수학> 과목의 교수·학습 방법 및 유의 사항은 [부록 1]에 정리되어 있다.

루는 수량화된 선의 길이나 기표의 크기, 수 사이의 관계 등이 이용될 수 있는데, 이러한 수학적 의미가 그래프의 이해 및 해석뿐만 아니라 일상에서의 합리적 의사결정에 영향을 줄 수 있다. Yoon 외(2021)에서 조명한 그래프의 생산적인 이해를 학교 수학에서 학생들이 경험할 수 있도록 하기 위해서는 교육과정적 지원이 이루어져야 할 것이다. Kwon 외(2021)는 COVID-19 자료를 다루는 신문 기사에서 그래프의 축에 표시한 간격이 일정하지 않거나 그래프를 구성하는 기표의 길이비가 비례하지 않다는 오류를 보고하였으며, 그래프를 구성하는 요소들이 그래프 해석에 영향을 미칠 수 있어 이를 지원하기 위한 교육과정이 마련되어야 함을 시사하였다.

<경제 수학> 과목에서 학생들은 여러 종류의 경제 현상을 나타내는 함수를 다루고, 기호 및 그래프를 사용함으로써 경제 내용을 이해하는 데 목표를 둔다. 경제 관련 함수에서 다루는 변수의 값은 가격이나 수량을 나타내는 만큼 기존 수학 과목에서 다루는 값과 크기의 큰 차이가 있어 그래프를 표현하고 이해하는 데는 축의 눈금을 매기는 스케일링을 고려해야 한다. 또한, 그래프를 해석하는 과정에서 수학적 해석뿐만 아니라 경제학적 해석을 더함으로써 풍부한 해석을 가능하게 한다. 더불어 경제 관련 함수를 나타내는 기호는 기존 학교 수학 과목에서 다루는 것과 차이가 있다. 따라서 <경제 수학> 과목은 Yoon 외(2021), Kwon 외(2021)에서 시사하는 그래프의 이해 및 해석을 지원할 수 있는 과목이고, Moore 외(2019)에서 제기한 수학적 의미 생성 과정에서 수학적 관련례를 재고할 수 있는 과목이다. 이에 <경제 수학> 과목에서 학생들이 생산적인 수학적 의미를 구성할 수 있도록 교과서가 구성되어 있는지를 검토할 필요가 있다.

이 연구에서는 <경제 수학> 과목에서 제시하는 개념에 대한 학생들의 생산적인 수학적 의미 구성은 수학적 개념에 대한 이해뿐만 아니라 경제학적 개념에 대한 이해가 이루어지는 경우로 본다. <경제 수학> 과목은 학교 수학 과목과는 수학에서의 관련례가 차이가 있는 사례를 포함한다. 학교 수학에서 도입되지 않은 경제 용어를 다루고, 경제 맥락에서 다루는 함수 그래프를 이루고 있는 그래프를 구성하는 기표는 수학에서의 맥락과 차이가 있다. 이 연구에서는 용어 및 기호, 그래프를 초점으로 하여 수학이나 경제 학문 분야에서의 관련례가 차이가 있는 경우이거나 함수에서 변수, 기호, 그래프에서의 양적 추론에 영향을 미치는 상대적 크기가 학생들의 생산적인 수학적 의미 구성에 영향을 미치는 요인으로 여겨 분석하였다. <경제> 교과서와의 비교·분석의 결과를 통해 <경제 수학> 교과서에서 용어 및 기호, 그래프를 분석하는 과정에서 학생들의 생산적인 수학적 의미를 구성하도록 돕는 교육과정 및 교과서 서술 방향을 논의하고자 한다.

3. 연구방법 및 절차

이 연구에서는 <경제 수학>, <경제> 교과서에 나타난 경제 용어, 함수 기호, 함수 그래프를 분석하기 위해 문헌 분석 방법을 따른다. <경제 수학> 교과서 2종과 <경제> 교과서 5종을 분석의 대상으로 삼았다. 이 연구는 교과서의 질을 평가하는 것이 아닌 <경제 수학>, <경제> 교과서에서의 경제 용어, 함수 기호, 함수 그래프 사용에 대한 분석이 이루어지는 것이므로 결과 분석은 출판사, 저자 정보 대신 별도의 표기를 사용하여 제시한다 (<표 II-3> 참조).

<표 II-3> <경제 수학>, <경제> 교과서 분석 목록

과목 분류	출판사	저자	연구 결과 표기
<경제 수학>	광주광역시교육청	최원, 김성연, 설한국, 진두배(2018)	㉠
	씨마스	김연호 외(2022)	㉡
<경제>	미래엔	김진영, 최철, 나혜영, 안효익, 김태환(2018)	㉢
	비상	유종열, 허균, 김응현, 김준호, 조수용(2018)	㉣
	씨마스	김종호, 박도영, 김세연, 하준호, 주우연(2018)	㉤
	지학사	허수미 외(2018)	㉥
	천재교육	박형준 외(2018)	㉦

<경제 수학>, <경제> 교과서의 경제 용어, 함수 기호, 함수 그래프 분석 범위 설정 과정은 다음과 같다. <경제 수학> 교육과정 학습 요소 중 경제 용어 21개를 선별하였다. <경제 수학> 교과서와 <경제> 교과서의 비교를 위해서 <경제 수학> 학습 요소와 관련된 설명이 있는 <경제> 교과서의 주요 비교 단원을 연결하였다(<표 II-4> 참조). <경제 수학>, <경제> 교과서에서 경제 용어인 학습 요소와 관련하여 서술된 내용, 경제 용어와 관련하여 사용된 함수 기호, 함수 그래프의 사용을 검토하였다. <경제 수학>, <경제> 교과서에서의 용어 사용량을 비교하여 도표로 제시하고, 용어에 대한 내용 서술을 비교하여 결과로 제시하였다. <경제 수학> 교과서에서 다루는 경제 용어, 함수 기호, 함수 그래프가 <경제> 교과서의 내용과 직접 연결되지 않거나 구체성이 부족한 경우 2015 개정 사회과 교육과정 문서, 경제학원론 3종, 미시경제학 1종의 교재를 분석의 참고 자료로 활용하였다.⁴⁾

<경제 수학>, <경제> 교과서에서 사용되는 용어, 기호, 그래프 분석의 절차와 방법은 다음과 같다. 첫째, <경제 수학> 교육과정 문서에서 학습 요소로 제시된 경제 용어와 이와 관련하여 <경제> 교과서에서 서술하는 경제 용어의 내용을 비교·분석한다. <경제 수학> 과목의 학습 요소와 관련되는 용어를 <경제 수학>, <경제> 교과서에서 선별하고, 사용되는 용어의 개수를 비교하여 양적 차이를 살펴본다. <경제 수학> 과목의 학습 요소를 기준으로 <경제 수학>, <경제> 교과서에서 색깔 있는 굵은 글씨로 표기하여 용어를 정의해서 사용하거나 강조하여 사용된 용어를 추출하여 양적으로 비교한다. 이 비교의 결과를 도표로 나타내어 제시한다. <경제 수학>, <경제> 교과서에서 공통으로 사용한 용어에 대한 정의 방식의 차이를 질적으로 분석하여 단원별로 결과를 제시한다.

<표 II-4> <경제 수학> 교육과정의 학습 요소에 따른 <경제> 교과서 비교 단원 목록

<경제 수학> 교과서 단원명	<경제 수학> 학습 요소 중 경제 용어	<경제> 교과서 주요 비교 단원
수와 생활경제	퍼센트포인트	경제생활과 경제 문제
	경제지표	국가와 경제활동, 세계 시장과 교역, 경제생활과 금융
	환율	세계 시장과 교역
수열과 금융	세금	경제생활과 경제 문제
	단리	경제생활과 금융
	복리	
	이자율	
	원리합계	
	할인율	
	현재가치	
연속복리		
함수와 경제	연금	경제생활과 경제 문제
	비용함수	
	생산함수	
	수요함수	
	공급함수	
미분과 경제	균형가격	시장과 경제활동, 국가와 경제활동, 세계 시장과 교역
	효용함수	경제생활과 경제 문제
	한계생산량	경제생활과 경제 문제, 시장과 경제활동
	최적생산량	
	탄력성	

둘째, <경제 수학> 교과서에서 사용되는 함수 기호를 <경제> 교과서에서의 기호와 비교·분석한다. <경제 수학> 교육과정 문서에서 학습 요소로 제시한 기호는 'e' 하나뿐이지만, 이외에 단원별로 그동안 수학 교과서에

4) 경제학원론 교재는 김대식, 노영기, 안국신, 이종철(2018), 이준구, 이창용(2020), Mankiw(2020), 미시경제학 교재는 이준구(2019)를 활용하였다.

서 사용되지 않았던 기호들이 새롭게 도입되었다. <경제 수학> 과목에서 함수 기호를 사용한 ‘함수와 경제’, ‘미분과 경제’ 단원을 분석의 범위로 하고, <경제 수학>, <경제> 교과서에서의 기호 사용의 비교를 통해서 분명한 차이점이 있고, 기호 사용의 관례에 영향을 미치는 경우를 분석한다. <경제 수학> 교과서의 단원별로 결과로 도출하여 도표로 제시한다. 함수 기호의 경우 <경제> 교과서에서 나타나는 기호가 제한적이므로, 대학 경제학 교재를 분석의 보조 자료로 활용하였다.

셋째, <경제 수학>, <경제> 교과서에 나타난 그래프 중 함수 그래프를 중심으로 비교·분석한다. <경제 수학>, <경제> 교과서에서 통계 그래프, 함수 그래프를 제시하고 있으며, <경제 수학> 교과서에서는 함수 그래프가 대다수를 차지하고 있다. <경제 수학> 교과서에서 다루는 통계 그래프는 막대그래프, 꺾은선그래프, 원 그래프이다. 이러한 통계 그래프는 <경제> 교과서와의 비교를 통해서 학생들의 생산적인 수학적 의미 구성에 영향을 미치지 않는 것으로 보아 함수 그래프에 대한 분석에 초점을 두었다. <경제 수학> 교과서에서 다루는 함수 그래프를 기준으로 <경제> 교과서의 그래프와 비교하였다. 함수 그래프를 구성하는 기표로부터 기울기, 축 등의 요인으로부터 수학적 해석이 가능한 경우나 수학에서의 관례와 차이가 있는 경우는 학생들의 생산적인 수학적 의미 구성에 영향을 주는 것으로 보았다. 학생들의 생산적인 수학적 의미 구성에 영향을 주는 <경제 수학> 교과서의 함수 그래프의 사례를 그래프의 표현 및 이해, 그래프의 해석의 차원으로 구분하여 결과를 제시한다.

<표 II-5> <경제 수학>, <경제> 교과서 비교 분석 준거

분류	범주	분석 준거의 내용
경제 용어	경제 용어의 양적 분석	<경제 수학>, <경제> 교과서에서 사용하는 경제 용어의 개수 차이는 어떠한가?
	경제 용어의 질적 분석	<경제 수학>, <경제> 교과서에서 경제 용어의 정의는 어떠한 차이가 있는가?
함수 기호	학교 수학, 경제학의 기호 사용의 관례	학교 수학, 경제학에서 기호 사용의 관례를 고려했을 때, <경제 수학>, <경제> 교과서에서 사용하는 함수 기호는 어떠한 차이가 있는가?
함수 그래프	함수 그래프 표현 및 이해	<경제 수학>, <경제> 교과서에서 사용하는 그래프에 대한 그래프 표현 및 이해 서술에서 어떠한 차이가 있는가?
	함수 그래프 해석	<경제 수학>, <경제> 교과서에서 사용하는 그래프에 대한 그래프 해석 서술에서 어떠한 차이가 있는가?

이상의 분석의 절차와 방법을 수행하기 위한 분석의 준거를 <표 II-5>와 같이 마련하였으며, 이는 경제 용어, 함수 기호, 함수 그래프에 따른 분석의 범주와 분석 준거의 내용을 정리한 것이다. 첫째로 경제 용어의 양적 분석은 경제 용어의 개수의 차이에 대한 비교, 질적 분석은 경제 용어 정의 방식의 차이를 나타낸다. 이러한 경제 용어의 양적, 질적 분석은 학생의 경제 용어에 대한 생산적인 수학적 의미 구성에 영향을 미치는 요인을 논의할 수 있게 한다. 둘째로 함수 기호는 학교 수학, 경제학의 기호 사용의 관례를 기준으로 <경제 수학>, <경제> 교과서에서 사용하는 함수 기호 사용의 차이를 비교 분석한다. 셋째로 함수 그래프의 표현 및 이해, 해석의 차원에서 그래프 사용의 차이를 비교 분석한다. 함수 기호 사용의 관례와 함수 그래프의 기표 사용, 도식화 과정은 학생들의 생산적인 수학적 의미 구성에 영향을 미칠 수 있는 요인을 논의할 수 있게 한다. 이러한 분석과 논의를 통해서 차기 <경제 수학> 교육과정 시안 개발 및 교과서 개발의 시사점을 도출할 것이다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 수학과 연관성이 높은 경제 용어의 양과 경제 용어의 수학적 정의를 제시한 <경제 수학> 교과서

가. '수와 생활경제' 단원

'수와 생활경제' 단원은 학습 요소로 '퍼센트포인트', '경제지표', '환율', '세금'을 다루며, 이는 모두 <경제> 교과서에서 내용으로 다루는 것이다. '수와 생활경제' 단원은 사칙연산이나 비례식을 바탕으로 '경제지표', '환율', '세금'을 계산하고 경제 관련 개념을 학생들이 이해하는 데 목적이 있다. <경제 수학> 교과서에서는 '환율'의 정의를 바탕으로 환전 거래나 환율의 변동에 따른 손익 계산을 하는 데 초점이 있으나, <경제> 교과서에서는 '환율'의 개념과 환율의 변동에 따른 국가와 개인의 경제 활동에 미치는 영향이나 외환 시장에서 환율이 결정되는 과정에 대해 서술한다. <경제 수학> 교과서에서 세액 계산을 도입하기 위해 '세금'의 종류를 소개하는 반면, <경제> 교과서에서 정부의 재정 활동의 일환으로 세금을 설명하고, 2종(㉑, ㉒)의 <경제> 교과서에서는 세금의 종류를 통해 정부의 재정 활동을 이해할 수 있도록 용어를 상세히 다룬다. <경제 수학> '수와 생활경제' 단원에서 '경제지표', '환율', '세금'을 계산하기 위해 필요한 경제 용어들을 도입한 것이다.

<경제 수학>, <경제> 교과서에서 '경제지표' 사례를 다루는 양적 차이가 존재하며, 그 양은 <경제> 교과서가 더 많다(그림 III-1 참조). '경제지표'는 국민소득 지표, 고용 지표, 물가 지표, 금융 지표, 국제 수지 지표로 나뉜다. <경제 수학> 교육과정에서 '경제지표'는 물가지수, 주가지수, 취업률, 실업률 등을 다룰 수 있도록 제안하고 있다. 주가지수, (노인) 취업률을 제외하고 <경제> 교과서에서 모두 다루고 있으며, <경제 수학> 교과서에 비해 다양한 경제지표 사례를 소개하고 계산할 수 있도록 한다.

<경제 수학>, <경제> 교과서에서 학습 요소 용어를 정의하는 방식에서 차이가 있다. <경제 수학> 교과서의 '수와 생활경제' 단원의 학습 요소에 대하여 수학적으로 정의하기도 하지만, 사례를 중심으로 설명하거나 정의를 제시하지 않는 경우도 있다. 구체적인 내용은 다음과 같다.

'퍼센트포인트'는 <경제 수학> 교과서에서 퍼센트의 변화(㉑) 혹은 백분율로 나타낸 수치가 이전에 비해 증가하거나 감소한 양을 측정하는 단위(㉒)로 정의를 제시한다. <경제> 교과서에서 '퍼센트포인트'는 퍼센트 수치가 변한 정도로 설명하는 2종(㉓, ㉔)의 교과서가 있으며, 다른 교과서에서는 정의를 제시하지 않는다. '경제지표'는 <경제 수학> 교과서에서 예를 들어 설명한 것(㉕)과 경제 활동의 분야별 상태 또는 성과를 수나 비율로 나타낸 것(㉖)으로 구분할 수 있다. <경제> 교과서에서 '경제지표'는 '각 분야별 상태나 성과를 수치로 나타낸 것'을 나타내며, '경제지표' 용어에 대해서 명확한 정의를 제시한 교과서는 1종(㉗)의 교과서가 있으며, 나머지 교과서에서는 경제지표의 사례를 통해 경제지표를 이해할 수 있도록 서술한다. '환율'은 <경제 수학> 교과서에서 '두 국가 사이의 화폐의 교환 비율'로서 '비율'이라는 수학적 정의를 제시한다(㉘, ㉙). <경제> 교과서에서 '환율'은 화폐 단위가 사용되는 국가 지정 방식에 따라 정의에 차이가 있다. '두 국가 사이의 화폐의 교환 비율'로 정의한 4종(㉚, ㉛, ㉜, ㉝)의 교과서가 있으며, 1종(㉞)의 교과서만 '자국 화폐와 외국 화폐 사이의 교환 비율'로 정의한다. '세금'은 <경제 수학> 교과서에서 '국가 또는 지방 차치 단체가 필요한 경비로 사용하기 위하여 국민이나 주민으로부터 개별적인 보상 없이 법에 명시된 기준에 따라 거두어들이는 금전'이라는 사전적 정의를 제시한다(㉟, ㊱). '세금'은 1종(㊲)의 교과서에서 직접세와 간접세를 포함하는 것으로 정의하는 사례 이외에는 별도의 정의를 다루고 있지 않다.

'수와 생활경제' 단원에서 다루는 용어 사용에서 <경제> 교과서와의 양적·질적 차이는 신설 과목으로 개발된 <경제 수학> 교과서에서 기존의 <경제> 교과서 내용 서술의 범위와 방법을 수용하는 방법의 차이로부터 기인한 것으로 볼 수 있다. '경제지표'를 다루는 양은 <경제 수학> 교과서에 비해 <경제> 교과서가 더 많은데,

5) 환율을 정의하는 데 있어서 ㉑ 교과서는 '자국 화폐와 외국 화폐의 교환 비율', ㉒ 교과서는 '두 국가 사이의 화폐의 교환 비율'로 국가를 지정하는 방식에 차이가 있다. ㉓ 교과서의 정의를 따르면 임의의 두 국가의 화폐 사이의 환전 거래나 환율 변동에 따른 손익을 다룰 수도 있지만, ㉔ 교과서에서도 ㉑ 교과서와 같이 자국 화폐와 외국 화폐의 교환 비율에 대해서만 다룬다.

<경제> 교과서에서 다루는 내용을 일부만을 선별하여 제시한 것이다. '수와 생활경제' 단원에서 다루는 학습 요소는 <경제> 교과서에서 다루는 내용이지만, 경제지표, 퍼센트포인트, 세금 같은 경우는 명확한 정의를 제시하지 않으며, 사례를 통해 설명한 경우가 있다. <경제 수학> 교과서에서는 학습 요소에 대한 수학적 정의를 제시해야 하므로 수학적으로 서술한 <경제> 교과서 서술의 방법을 그대로 수용하였다.

<경제 수학> 학습 요소	<경제 수학> 학습 요소 관련 경제 용어		<경제 수학> 교과서	<경제> 교과서	<경제 수학> 교과서 용어 사용량	
	경제지표 범주	경제지표 목록				
경제지표	국민소득 지표	국민 총생산(GNP)	가	(a, c)	◎ < ○	
		국내 총생산(GDP)	가, 나	(a, b, c, d, e)		
		국민 총소득(GNI)	가			
		경제성장률	가, 나			
		1인당 GDP(1인당 국내 총생산)	가			
		1인당 국민 총소득				
		지니계수				
		소득 5분위 배율				
		실질 GDP(실질 국내 총생산)	가, 나			(a, b, c, d, e)
		명목 GDP(명목 국내 총생산)				(a, e)
	고용 지표	그린 GDP		나		(a, b, c, d, e)
		고용률		가, 나		(a, b, c, d, e)
		실업률				(b)
		체감 실업률		나		(a, b, c, d, e)
		청년 실업률				
		경제활동참가율				
		취업률				
	물가 지표	노인 취업률		가, 나		(a, b, c, d, e)
		물가 지수		나		(a, b, c, d)
		소비자 물가 지수		가		(a, b, c, d, e)
		생산자 물가 지수				(a, b, d)
		GDP 디플레이터		가, 나		(a, b, c, d, e)
		주가 지수				(a, b, c, d, e)
		코스피 지수(종합 주가 지수)				(a, b, c, d, e)
		물가 상승률				(b, c, d)
		경제 고동 지수				(a)
		수출입 물가 지수				(c, d, e)
	금융 지표	경기 동행 종합 지수		가, 나		(b, c, e)
		백만 지수				(a, b, c, d, e)
	국제 수지 지표	국제 수지				(a, b, c, d, e)
	기타 지표	인간 개발 지수(HDI)				(a, b, c, d)
		국민 총행복(GNH)				(a, b)
더 나은 삶 지수(BLI)				(a, b, c, d, e)		
지구촌 행복 지수(HPI)				(d)		
가계 부실 위험 지수(HDRI)						
국민 삶의 질 종합 지수				(a)		
슈마페 지수						
경제 행복 지수				(b)		
노령화 지수						

◎: <경제 수학> 교과서에 사용된 <경제 수학> 과목 학습 요소 관련 용어의 수
 ○: <경제> 교과서에 사용된 <경제 수학> 과목 학습 요소 관련 용어의 수

[그림 III-1] '수와 생활경제' 단원 '경제지표' 용어 사용에 관한 <경제 수학>, <경제> 교과서의 양적 비교

6) <경제 수학> 과목에서 '이자율'은 '수열과 금융' 단원의 학습 요소로 제시되어 있어, <경제 수학> 교과서에서 다루고 있지만, '경제지표'의 하나의 사례로 다루는 것이 아니라 원리함계를 계산하는 맥락에서 다룬다. <경제> 교과서에서도 중앙은행에서 제공하는 이자율을 다루는 경우에 금융 지표로 설명하며, 개인의 금융 생활에서의 이자액을 계산하는 맥락에서만 서술하는 경우도 있다.

나. '수열과 금융' 단원

'수열과 금융' 단원은 경제 관련 학습 요소로 '단리', '복리', '이자율', '원리합계', '할인율', '현재가치', '연속복리', '연금'을 다루며, 이 중에서 '원리합계', '할인율', '현재가치', '연속복리'를 제외한 개념은 <경제> 교과서에서 내용으로 다룬다. '단리', '복리', '이자율'은 <경제 수학>, <경제> 과목 모두에서 계산의 방법이나 계산 결과의 차이를 이해하는 정도로 다룬다. '연금'의 경우 <경제 수학> 과목에서는 연금 문제에서 등비급수의 합으로 계산하는 것까지 다루지만, <경제> 과목에서는 '연금'을 계산보다는 생애 주기에 따른 재무 계획의 차원에서 다룬다.

<경제 수학>, <경제> 교과서에서 '수열과 금융' 단원의 학습 요소와 관련된 용어를 다루는 양적 차이가 존재하며, 그 양은 <경제 수학> 교과서가 더 많다([그림 III-2] 참조). '단리'와 '복리'는 <경제 수학>, <경제> 교과서에서 모두 다루는 개념이며, 그 양이 같다. '이자율'은 원금에 대한 이자의 비율로 정의함에 따라 원금과 이자를 함께 다루는 것은 양적 측면에서 <경제 수학>과 <경제> 교과서가 같지만, <경제> 교과서에서 실질 이자율, 명목 이자율의 개념도 다루기 때문에 <경제> 교과서에서 다루는 양이 더 많다. '원리합계', '할인율', '현재가치', '연속복리'는 <경제> 교과서에서 다루지 않고, <경제 수학> 교과서에서만 다루는 개념이다.⁷⁾ 계산으로서의 '연금'을 다루는 <경제 수학> 교과서에서는 연금, 주기초 연금, 주기말 연금, 영구 연금을 다루고, <경제> 교과서에서는 연금의 개념만을 다룬다.

<경제 수학> 학습 요소	<경제 수학> 학습 요소 관련 경제 용어	<경제 수학> 교과서	<경제> 교과서	<경제 수학> 교과서 용어 사용량
단리	단리	㉠, ㉡	a, b, c, e	◎ = ○
복리	복리			
이자율	이자율(금리)	㉠, ㉡	a, b, c, d, e	◎ < ○
	원금			
	이자			
	실질 이자율 명목 이자율			
원리합계	원리합계	㉠, ㉡		◎ > ○
할인율	할인율			◎ > ○
현재가치	현재가치	㉠, ㉡		◎ > ○
	미래가치			
연속복리	할부	㉡		◎ > ○
	할부금			
	연속복리			
연금	복리빈도	㉠, ㉡	a, b, c, d, e	◎ > ○
	연금			
	주기초 연금(기시급 연금)			
	주기말 연금(기말급 연금)			
	영구 연금			

◎: <경제 수학> 교과서에 사용된 <경제 수학> 과목 학습 요소 관련 용어의 수
○: <경제> 교과서에 사용된 <경제 수학> 과목 학습 요소 관련 용어의 수

[그림 III-2] '수열과 금융' 단원 용어 사용에 관한 <경제 수학>, <경제> 교과서의 양적 비교

<경제 수학>, <경제> 교과서에서 '수열과 금융' 단원의 경제 관련 학습 요소는 용어를 정의하는 방식에서 차이가 있다. <경제 수학> 교과서에서 '연금'의 정의는 ㉠ 교과서에서는 '주기라 부르는 정기적인 시간마다 지급되는 일정 금액'(㉠) 혹은 '정부 또는 회사 등의 단체로부터 약정 기간 동안 주기적으로 지급받는 금액'(㉡)으로 제시되어 있으며, 이들은 모두 금액으로 정의된다. <경제> 교과서에서 '연금'의 정의는 '노후 생활의 안정을 위해

7) <미적분> 교과서에서 원리합계와 자연상수 'e'와의 관계를 탐구할 수 있는 과제를 제시한 경우는 8종 중 3종 교과서가 있다(이경원, 2022). 2022 개정 교육과정에서 '연속복리' 내용은 <미적분II>를 이수한 학생에게만 지도할 수 있는 개념으로 제안될 전망이다(교육부, 2022).

일정 기금을 적립하여 일반적으로 은퇴한 후에 급여를 받는 금융 상품 또는 제도'와 같이 금융상품이나 제도로 정의되어 있는 교과서가 4종(㉑, ㉒, ㉓, ㉔)이 있으며, 1종(㉕)의 교과서에서 '노후 생활의 안정을 위해 돈을 적립한 후 일반적으로 은퇴한 후에 받는 돈'과 같이 <경제 수학> 교과서와 유사하게 금전으로 정의한다.

'수열과 금융' 단원에서 다루는 용어 사용에서 <경제> 교과서와의 양적·질적 차이는 <경제 수학> '수열과 금융' 단원의 성격으로부터 나타난 것이라 볼 수 있다. <경제 수학> 과목에서 학생이 '원리합계', '할인율', '현재가치', '연속복리', '연금'에 관한 금융 문제를 등차·등비수열, 등차·등비수열의 합, 등비급수 등의 개념을 활용하여 해결함으로써 금융 소양을 기르도록 한다. '단리', '복리'를 다루는 간단한 금융 문제는 기존 수학과 교육과정에서 다루어왔기 때문에 교사에게 익숙하므로, <경제 수학> 과목에서 관련 내용을 더 심화하여 가르치는 것이다. 경제학보다는 경영학의 학문 분야인 재무관리에서 '원리합계', '할인율', '현재가치', '연속복리', '연금'의 구체적인 계산을 다루기 때문에 <경제> 교과서에서는 '단리', '복리', '이자율'에 관한 계산까지만 다루는 것이다.

다. '함수와 경제' 단원

'함수와 경제' 단원은 학습 요소로 '비용함수', '생산함수', '수요함수', '공급함수', '균형가격', '효용함수'를 다루고, '균형가격'을 제외하고 <경제> 교과서에서 명시적으로 개념을 다루지 않는다. '비용함수', '생산함수', '수요함수', '공급함수', '효용함수'에서 함수를 제외한 비용, 생산, 수요, 공급, 효용의 개념은 <경제> 과목에서 다루지만, <경제 수학> 과목에서는 이를 함수로 정의하고 함수의 그래프를 다룬다.

<경제 수학>, <경제> 교과서에서 '함수와 경제' 단원의 학습 요소와 관련된 용어를 다루는 양적 차이가 존재한다. 그 총량은 <경제 수학> 교과서가 더 많지만, '수요함수', '공급함수', '균형가격'과 관련된 용어의 양은 <경제> 교과서가 더 많다(그림 III-3 참조). '비용함수', '효용함수'는 <경제 수학> 교과서에서 하나의 독립된 함수로 정의하고 식을 표현하는 과정에서 필요한 용어들이 있는 반면에 <경제> 교과서에서는 '비용', '효용' 자체의 개념만을 다룬다. <경제 수학> 교과서에서는 '생산함수'를 도입하기 위해 생산량, 노동량, 자본량과 같이 경제의 개념을 수량화하여 제시하지만, <경제> 교과서에서는 생산(활동), 생산 요소, 생산물, 노동, 자본과 같이 생산에 관련된 개념을 다룬다. '수요함수', '공급함수', '균형가격'에 관해서는 <경제> 교과서에서 '수요함수', '공급함수'라는 명칭만을 사용하지 않았을 뿐, <경제 수학> 교과서에서 다루는 개념보다 많은 개념을 다룬다.

<경제 수학> '함수와 경제' 단원의 학습 요소는 경제학에서 다루는 용어를 수학 맥락에 맞게 정의하는 과정으로 인해 <경제> 교과서의 정의와 차이가 있다. 먼저, '생산', '비용', '효용', '초과수요', '초과공급' 용어는 <경제 수학> 교과서에서 수량화할 수 있는 변수로서 정의한 경우가 있다. '생산'의 경우 5종의 <경제> 교과서에서 사람들에게 필요한 재화나 서비스를 만들어내거나 이미 만들어진 재화의 경제적 가치를 높이는 행위를 나타내는 것으로 정의하고, <경제 수학> 교과서에서도 동일한 의미로 '생산'을 정의한다. '생산함수'는 '생산'에 관한 양과 '생산'에 영향을 미치는 노동, 자본, 자원의 요인과의 관계를 나타내는 것으로 <경제 수학> 교과서에서 도입한다. 5종(㉑, ㉒, ㉓, ㉔, ㉕)의 <경제> 교과서에서 '비용'은 어떤 선택에 지불되는 대가 혹은 돈, 시간, 노력 등 포기한 대안의 가치 중 가장 큰 것으로 정의하지만, <경제 수학> 교과서에서는 '생산함수'와의 연계를 위해 '생산을 위해 사용된 생산 요소의 가치'로 정의한다. '효용'의 경우 2종(㉖, ㉗)의 교과서에서 명시적으로 정의를 '소비자가 어떤 물건을 사거나 서비스를 이용했을 때 만족감'으로 제시하며, 2종(㉑, ㉓)의 교과서에서는 별다른 정의 없이 서술하고 있고 1종(㉒)의 교과서에서는 정의를 제시하지 않는다. 2종의 <경제 수학> 교과서에서는 '효용'이 '효용함수'에서의 변수가 될 수 있도록 소비자가 재화나 서비스를 소비하여 얻는 주관적인 만족감을 수량화하여 나타낸 것으로 정의하며, 높은 효용이 낮은 효용보다 큰 수로 표현된다는 점을 제시한다. '초과공급'이나 '초과수요'는 시장 가격에 따라 수요량, 공급량 중 어느 한쪽이 더 큰 상태를 나타내는 용어이다. 5종(㉑, ㉒, ㉓, ㉔, ㉕)의 <경제> 교과서에서는 '초과공급', '초과수요'의 개념을 도입하고, 교차하는 수요곡선과 공급곡선에서 나타나는 '초과공급'과 '초과수요'를 그래프에 화살표로 표시하여 그 양을 나타낸다. 2종(㉖, ㉗)의 <경제 수학> 교과서에

<경제 수학> 학습 요소	<경제 수학> 학습 요소 관련 경제 용어	<경제 수학> 교과서	<경제> 교과서	<경제 수학> 교과서 용어 사용량
비용함수	비용	가, 나	a, b, c, d, e	◎ > ○
	고정 비용			
	가변 비용			
	총비용			
생산함수	비용함수	가	a, b, c, d, e	◎ > ○
	생산 (활동)			
	생산 요소	가, 나	a, b, c, d, e	
	생산물			
	생산량	가, 나	a, b, c, d, e	
	노동			
	노동량	가, 나	a, b, c, d, e	
	자본			
	자본량	가, 나	a, b, c, d, e	
	생산함수			
총생산곡선	나	a, b, c, d, e		
수요				
수요함수	수요량	가, 나	a, b, c, d, e	◎ < ○
	수요표			
	수요의 법칙	가, 나	a, b, c, e	
	수요함수			
	수요곡선	가, 나	a, b, c, d, e	
	수요의 변동			
	수요량의 변동	가, 나	a, b, c, d, e	
	소비자 잉여			
	총수요	가, 나	a, b, c, d, e	
	총수요곡선			
공급함수	공급	가, 나	a, b, c, d, e	◎ < ○
	공급량			
	공급표	가, 나	a, b, c, e	
	공급의 법칙			
	공급함수	가, 나	a, b, c, d, e	
	공급곡선			
	공급의 변동	가, 나	a, b, c, d, e	
	공급량의 변동			
	생산자 잉여	가, 나	a, b, c, d, e	
	총공급			
총공급곡선	가, 나	a, b, c, d, e		
(시장) 균형				
균형가격	균형점	나	a, b, c, d, e	◎ < ○
	균형가격			
	균형거래량	가, 나	a, b, c, d, e	
	초과수요			
	초과수요량	가, 나	a, b, c, d, e	
	초과공급			
	초과공급량	가, 나	a, b, c, d, e	
	균형 임금			
	균형 고용량	가, 나	a, b, c, d	
	균형이자율			
총잉여	가, 나	a, b, c, d, e		
균형 환율				
균형 물가 수준	가, 나	a, b, c, d, e		
균형 국내 총생산				
효용함수	효용	가, 나	a, c, d, e	◎ > ○
	총효용			
	한계효용	가, 나	a, c, d, e	
	효용함수			
	총효용곡선	가, 나	a, c, d, e	
	한계효용곡선			
	한계효용 체감의 법칙	가	a, c, d, e	
한계효용 균등의 법칙				
기대효용	가	a, c, d, e		
기대소득				

◎: <경제 수학> 교과서에 사용된 <경제 수학> 과목 학습 요소 관련 용어의 수
 ○: <경제> 교과서에 사용된 <경제 수학> 과목 학습 요소 관련 용어의 수

[그림 III-3] '함수와 경제' 단위 용어 사용에 관한 <경제 수학>, <경제> 교과서의 양적 비교

서는 ‘초과공급’, ‘초과수요’와는 별개로 특정 시장 가격에서 ‘초과공급’ 발생시 공급량과 수요량의 차를 ‘초과공급량’, ‘초과수요’ 발생 시 수요량과 공급량의 차를 ‘초과수요량’으로 정의한다. 또한, <경제 수학> 교과서에서는 <경제> 교과서의 서술 방식을 그대로 받아들여 서술하기도 한다.

다음으로, ‘균형가격’과 ‘균형거래량’ 용어는 <경제 수학> 교과서에서 교점의 개념을 반영하여 정의한다. 5종의 <경제> 교과서에서 시장에서 수요량과 공급량이 일치하여 균형을 이루는 상태를 시장 균형이라 하며, 시장 균형이 이루어졌을 때의 가격을 ‘균형가격’, 이때의 거래량을 ‘균형거래량’으로 정의한다. 2종의 <경제 수학> 교과서에서는 ‘수요곡선과 공급곡선이 교차하는 점에서의 가격’을 ‘균형가격’으로 ‘수요곡선과 공급곡선이 교차하는 점에서의 거래량’을 ‘균형거래량’으로 정의한다. <경제 수학> 교과서에서는 <경제> 교과서에 비해 수요곡선(수요함수의 그래프)과 공급곡선(공급함수의 그래프)의 교점(교차하는 점)을 이용하여 설명한다는 점에서 보다 수학적 접근을 이루고 있다고 볼 수 있다.

‘함수와 경제’ 단원에서 다루는 용어 사용에서 <경제> 교과서와의 양적·질적 차이는 <경제 수학> 교과서에서 경제학이나 <경제> 교과서에서 다루는 개념을 변환하는 과정에서 비롯된 것이다. <경제> 교과서에서 ‘비용함수’, ‘생산함수’, ‘수요함수’, ‘공급함수’, ‘효용함수’와 같은 명시적 표현을 사용하지 않고, ‘수요함수’, ‘공급함수’와 관련된 개념은 충분히 다루지만, ‘비용함수’, ‘생산함수’, ‘효용함수’와 관련된 용어는 ‘비용’, ‘생산’, ‘효용’에 관한 개념을 이해하는 수준에서 다룬다. <경제 수학> 교과서에서 ‘비용함수’, ‘생산함수’, ‘효용함수’를 도입하기 위해서 ‘비용’, ‘생산’, ‘효용’의 개념을 수량화하여 변수로 도입할 수 있도록 서술하였다. 함수의 활용의 측면에서 ‘수요함수’, ‘공급함수’와 관련된 내용은 <경제> 교과서의 개념을 일부 도입하되 ‘균형가격’, ‘균형거래량’의 개념은 함수의 그래프, 교점과 같은 개념을 이용하여 <경제 수학> 교과서에서 서술하였다.

라. ‘미분과 경제’ 단원

‘미분과 경제’ 단원은 경제 관련 학습 요소로 ‘한계생산량’, ‘최적생산량’, ‘탄력성’을 다룬다. <경제> 교과서에서 ‘한계생산량’, ‘최적생산량’의 개념은 다루지 않고, ‘탄력성’의 개념을 다룬다. <경제 수학> 과목에서는 학생이 미분에 관하여 평균변화율, 순간변화율, 도함수의 개념뿐만 아니라 그래프의 개형을 나타내는 과정을 학습하고 나서 미분을 활용하여 ‘한계생산량’, ‘최적생산량’, ‘탄력성’에 관한 경제 문제를 해결할 수 있게 한다.

<경제 수학>, <경제> 교과서에서 ‘미분과 경제’ 단원의 경제 관련 학습 요소와 관련된 용어를 다루는 양적 차이가 존재하며, 그 양은 <경제 수학> 교과서가 더 많다([그림 III-4] 참조). ‘한계생산량’, ‘최적생산량’에 관한 개념은 이윤, 총수입(판매수입)만 <경제> 교과서에서 다루고 이외의 경우는 <경제 수학> 교과서에서만 다룬다. <경제 수학>, <경제> 교과서에서 다루는 ‘탄력성’과 관련하여 다루는 용어의 종류가 다르다. <경제> 교과서에서는 수요와 공급의 가격 탄력성을 중심으로, 탄력적, 단위탄력적, 비탄력적, 완전 비탄력적, 완전 탄력적의 개념을 다루는 반면, <경제 수학> 교과서에서는 수요와 공급의 가격 탄력성뿐만 아니라 탄력성이 활용되는 수요의 소득 탄력성, 생산의 노동 탄력성과 같은 용어에 대해서도 다룬다.

<경제 수학>, <경제> 교과서에서 ‘미분과 경제’ 단원의 경제 관련 학습 요소는 용어를 정의하는 방식에서 차이가 있다. <경제> 교과서 5종(㉓, ㉔, ㉕, ㉖, ㉗)에서는 탄력성을 독립적으로 다루는 것이 아닌 수요의 가격 탄력성, 공급의 가격 탄력성으로 제한하여 다루고 있으며, 이는 가격의 변화에 따라 수요량 혹은 공급량이 얼마나 민감하게 변화하는지를 나타내는 지표로 설명한다. 수요의 가격 탄력성은 (수요량의 변화율)/(가격의 변화율)의 절댓값, 공급의 가격 탄력성은 (공급량의 변화율)/(가격의 변화율)로 계산하는 방식을 추가 설명한다. 이러한 가격 탄력성의 계산 결과가 1보다 크면 탄력적, 1이면 단위 탄력적, 1보다 작으면 비탄력적이 됨을 정의한다. 1종(㉗)의 교과서에서 $y = f(x)$ 에 대하여 독립변수 x 가 변화함에 따라 종속변수 y 가 얼마나 민감하게 반응하는가를 나타내는 지표로 y 의 x 탄력성을 $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} \cdot \frac{x}{y} = \frac{dy}{dx} \cdot \frac{x}{y}$ 와 같이 수식으로 정의한다. 여기서 독립변수

는 가격, 노동, 종속변수는 수요, 공급, 생산이 됨을 탄력성에 대한 수식 계산을 통해 알아볼 수 있도록 서술한다. 1종(㉔)의 교과서에서는 <경제> 교과서의 서술 방식을 따라서 상품의 가격이나 소득과 같이 가격의 변화에 대한 탄력성으로 제한하여 설명한다.

<경제 수학> 학습 요소	<경제 수학> 학습 요소 관련 경제 용어	<경제 수학> 교과서	<경제> 교과서	<경제 수학> 교과서 용어 사용량
한계생산량	평균생산량	가, 나		◎ > ○
	평균비용	가		
	평균비용함수			
	한계생산량	가, 나		
	한계비용			
최적생산량	한계비용함수			◎ > ○
	최적생산량			
	이윤	가, 나	(a), (b), (c), (d), (e)	
	총수입(판매수입)		(b), (c), (d), (e)	
	총수입함수	가		
	한계수입			
	한계수입함수	가		
탄력성	총비용	가, 나		◎ > ○
	평균수입	나		
	탄력성	가, 나	(a), (b), (c), (d), (e)	
	수요의 가격 탄력성			
	수요의 소득 탄력성	나		
	공급의 가격 탄력성	가, 나	(a), (b), (c), (d), (e)	
	생산의 노동 탄력성	가		
	탄력적			
	단위 탄력적	가, 나	(a), (b), (c), (d), (e)	
	비탄력적			
완전 비탄력적				
완전 탄력적		(c), (e)		

◎: <경제 수학> 교과서에 사용된 <경제 수학> 과목 학습 요소 관련 용어의 수
 ○: <경제> 교과서에 사용된 <경제 수학> 과목 학습 요소 관련 용어의 수

[그림 III-4] '미분과 경제' 단원 용어 사용에 관한 <경제 수학>, <경제> 교과서의 양적 비교

'미분과 경제' 단원에서 다루는 용어 사용에서 <경제> 교과서와의 양적·질적 차이는 <경제 수학> 교과서에서 경제학이나 <경제> 교과서에서 다루는 개념을 변환하는 과정에서 비롯된 것이다. <경제 수학> 교육과정 문성에서 '미분과 경제' 핵심개념은 평균변화율, 순간변화율, 도함수 등의 여러 수학 개념을 다루고, 이를 미분을 활용해서 이해할 수 있도록 설계되어 있다. 미분을 활용할 수 있고 경제학에서 다루는 개념과 연결 짓기 위해 경제학원론이나 미시경제학에서 다루는 한계비용, 한계수입 등의 개념을 도입한 것이다. '탄력성'의 경우 <경제> 교과서에서는 미분의 개념을 도입하지 않고, 변화율의 비율로 서술한다. <경제 수학> 교과서에서는 변화율을 도함수를 이용하여 표현하여 용어를 정의하는데, 경제학 분야, 이는 <경제> 교과서의 내용을 수학 개념과 연결 짓는 과정으로부터 나타난 결과이다.

2. 학교 수학·경제학의 관계와 비일관적인 <경제 수학> 교과서 기호의 사용

<경제 수학> 교과서에서 사용된 기호는 <경제> 교과서, 경제학에서 사용하는 기호와도 차이가 있을 뿐만 아니라 <경제 수학> 교과서 간의 차이도 있다. 구체적으로 <경제 수학> '함수와 경제', '미분과 경제' 단원에서의 기호 사용을 살펴보면 다음과 같다.

'함수와 경제' 단원에서 경제 관련 함수를 나타내는 기호 사용이 혼용되어 있고, <경제 수학> 교과서 간 차이

가 있을 뿐만 아니라 <경제> 교과서와의 차이도 존재한다. 학교 수학에서는 독립변수에 해당하는 영어 문자는 교과서에서 소문자로 표시되는 것이 일반적인 관례인데, <경제 수학> 교과서에서는 이것이 혼용되어 있다([그림 III-5] 참조). 구체적인 설명은 다음과 같다. 첫째, 함수를 나타내는 기호 f 는 f, g, h 와 같이 소문자로 나타내는 것이 학교 수학 교과서에서의 일반적인 수학의 관례이지만, <경제 수학> 교과서에서는 같은 함수라고 하더라도 대문자, 소문자 표현이 혼용되어 있다. ‘비용함수’, ‘생산함수’, ‘효용함수’에서 함수를 f 로 나타내기도 하지만, 비용 C , 생산(량) Q , 효용 U 를 사용하여 함수 표현을 대신하기도 한다. 둘째, 경제 관련 함수에서의 변수를 나타내는 대소문자의 사용이 혼용되어 있다. 가격을 나타내는 변수 p 는 소문자로 나타내지만, 수요량, 공급량과 같은 수량을 표기할 때는 변수를 대문자로 Q 를 나타낸다. ‘수요함수’, ‘공급함수’를 나타내는 기호는 ‘비용함수’, ‘생산함수’, ‘효용함수’의 사례와 같이 수요 D , 공급 S 를 사용하여 나타낸다. 수요량, 공급량은 수요(d), 공급(s)을 사용하여 Q_d, Q_s 와 같이 나타내는데, 대소문자가 혼용되어 있다.

단원	학습 요소	관련 용어	<경제 수학> 교과서 기호		<경제> 교과서 기호 (a), (b), (c), (d), (e)	대학 경제학 교재 기호	<경제 수학> 교과서 기호 사용
			가	나			
함수와 경제	비용 함수	비용 함수	$C = f(Q), C = C(Q)$		가격을 P , 수요량을 Q 로 나타냄 가격을 P , 공급량을 Q 로 나타냄	$C = C(w, v, Q)$ $C = wL + wK + b$	함수 기호 f 의 비일관적 사용, 변수의 대소문자 혼용
	생산 함수	생산 함수	$Q = f(L), Q = f(L, K), Q = Q(L)$	$Q = f(L), Q = f(L, K)$		$Q = f(L, K), Q = f(L, K, R)$	
	수요 함수	수요 함수	$Q_d = D(p)$			$Q_D = f(P; P_R, M, N, T)$	변수의 대소문자 혼용
	공급 함수	공급 함수	$Q_s = S(p)$			$Q_S = g(P; w, H, C, E)$	
	균형 가격	균형 조건	$Q_d = Q_s$ 또는 $D(p) = S(p)$	$D(p) = S(p)$		$Q_D = Q_S$	
	효용 함수	효용 함수	$U = f(Q), U = U(Q)$	$U = f(Q)$		$U = U(x, y)$	함수 기호 f 의 비일관적 사용, 변수의 대소문자 혼용

[그림 III-5] ‘함수와 경제’ 단원 기호 사용에 관한 <경제 수학>, <경제> 교과서 비교

‘미분과 경제’ 단원에서 기호 사용은 ‘함수와 경제’ 단원에서의 기호 사용과 같이 함수 기호 f 의 비일관적인 사용과 변수를 나타내는 기호 혹은 탄력성을 나타내는 기호에서 대소문자가 혼용되어 있다([그림 III-6] 참조). 평균생산량은 총생산량을 노동량으로 나눈 것으로 수학적으로는 평균변화율을 의미하며, 한계생산량은 노동량을 한 단위 투입했을 때의 생산량의 증가량을 의미하며 수학적으로는 도함수를 의미한다. 대학 경제학 교재에서는 미분의 기호를 사용하지 않고 변화율을 나타내기 위해 분수 기호로 사용하였고, <경제 수학> 교과서에서는 미분의 기호를 사용하여 나타내었다. 총수입함수, 총이윤함수는 ‘함수와 경제’ 단원에서의 기호 사용과 마찬가지로 함수를 나타내는 기호가 일관적으로 사용되지 않거나 변수의 대소문자가 혼용되어 있다. ‘탄력성’을 나타내는 기호는 대학 경제학에서 수요의 가격 탄력성(ϵ_p)과 공급의 가격 탄력성(ϵ_p)의 기호를 구분하여 사용하지만, <경제 수학> 교과서에서는 ‘탄력성’의 기호 구분은 없다. 하지만 탄력성을 나타내는 기호는 대학 경제학에서 다루는 기호와도 차이가 있고, <경제 수학> 교과서 간의 차이도 있다.

단원	학습 요소	관련 용어	<경제 수학> 교과서 기호		<경제> 교과서 기호 (a, b, c, d, e)	대학 경제학 교재 기호	<경제 수학> 교과서 기호 사용
			가	나			
미분과 경제	한계생산량	평균생산량	$AP = \frac{Q(L)}{L}$	$AP = \frac{f(L)}{L}$		$AP_L = \frac{Q}{L}$	함수 기호 f 의 비일관적 사용
		한계생산량	$MP = Q'(L)$	$MP = f'(L)$		$MP_L = \frac{\Delta Q}{\Delta L}$	함수 기호 f 의 비일관적 사용, 변수의 대소문자 혼용
	총수입 함수	$R = R(Q)$	$TR = p \times Q$	$TR(Q)$			
	최적생산량	$\pi = \pi(Q),$ $\pi(Q) = TR(Q) - C(Q)$	$\pi(Q) = TR(Q) - TC(Q)$	$\pi(Q) = TR(Q) - TC(Q)$			
	평균수입	$\frac{R(Q)}{Q}$	$AR = \frac{TR}{Q} = p$	$AR = P$			
탄력성	탄력성	E_x^y, E_p^Q	ϵ_p, ϵ_p^Q	(수요량 혹은 공급량의 변화율)/(가격의 변화율)의 분수꼴로 나타냄	ϵ_p, e_p	대소문자의 혼용	

[그림 III-6] '미분과 경제' 단원 기호 사용에 관한 <경제 수학>, <경제> 교과서 비교

경제학에서 경제 관련 함수를 다룰 때, 변수 이외의 요인이 통제되어 있는 경우 변수 위에 기호(¯)를 붙여 사용하므로 '함수와 경제', '미분과 경제' 단원에서도 이 기호를 사용하는 것이 가능하다. 수학에서 이 기호의 사용 방식은 복소수 z 에 대해 켈레복소수 \bar{z} 를 나타내는 방식과 유사하지만, <경제 수학> 교과서에서는 변수 이외의 요인을 통제한다는 의미를 담고 있어서 수학에서의 관례와는 차이가 있다. <경제 수학> 교과서 1종(가)에서 자본량을 변수 \bar{K} 로 제시하였다. 이는 경제학 교재에서 사용되는 관례를 반영한 것이라 볼 수 있다.

<경제> 교과서, 경제학 교재에서 다루는 경제 관련 함수의 기호와 <경제 수학> 교과서에서 다루는 기호 사이에 차이는 교육과정 문서나 교과서 편찬 기준에서 기호 사용에 대한 지침이 마련되지 않았기 때문에 발생한 것이다. 2종의 <경제 수학> 교과서 간 기호 사용의 차이가 존재하지만, 국가 수준의 통일화된 평가를 시행하는 과목이 아니므로 교육과정 문서에서 기호 사용을 제한하지 않고 교과서에서 기호 사용의 자율성이 보장될 필요도 있다. 그러나 <경제 수학> 교과서에서의 기호 사용은 기존의 수학 과목에서의 기호 사용의 관례와 차이가 있을 뿐만 아니라 경제학에서의 관례와도 차이가 있다. 이러한 비일관적인 함수 기호를 사용하는 것은 함수에 관해 학생들이 생산적인 수학적 의미를 구성하는 과정에서 어려움이 발생할 수 있다. 이는 <경제 수학> 과목의 교수·학습 및 평가상의 어려움으로 연결될 수 있어, 차기 교육과정 개발 과정에서 논의가 필요할 것이다.

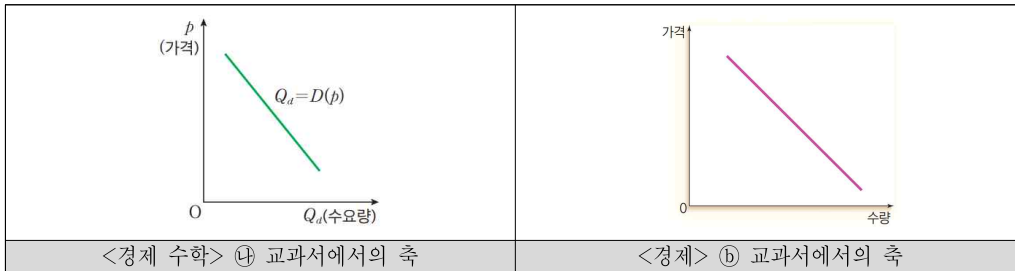
3. 경제 관련 함수의 그래프에 대한 제한된 학습 기회를 제공하는 <경제 수학> 교과서

가. <경제 수학>, <경제> 교과서에 나타난 경제 관련 함수의 그래프의 표현 및 이해를 제공하는 학습 기회

1) 축, 스케일링의 표현

<경제 수학> 교과서에서 다루는 경제 관련 함수에서의 변수인 가격, 수량은 주로 양의 값을 다룬다. <경제 수학> 교과서에서도 변화량을 다룰 때는 음의 값을 다루는 경우가 있지만, 경제 관련 함수는 비용, 생산, 수요,

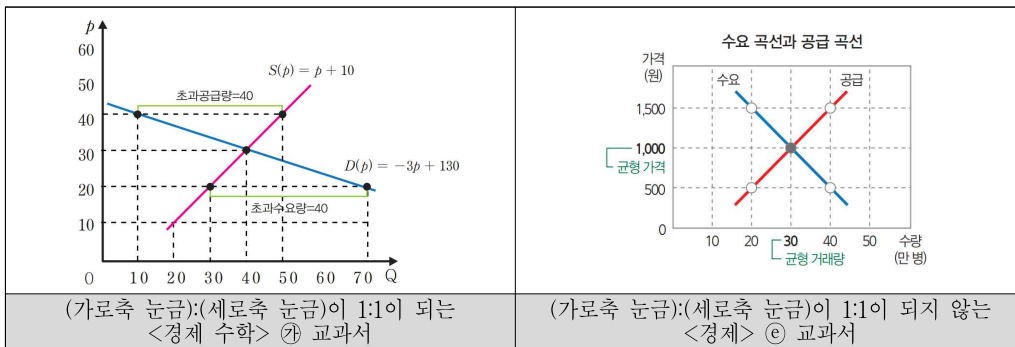
공급, 효용을 수량화한 것으로서 양의 값을 주로 다룬다. 이에 따라 <경제> 교과서 경제 관련 함수의 그래프를 제시할 때는 두 개의 직선이 교차하는 형태가 아니라 원점에서 두 개의 반직선이 교차하는 형태로 제시된다. <경제 수학> 교과서에서는 <경제> 교과서에 제시한 것과 같이 음이 아닌 값을 가지는 축으로 원점에서 교차하는 반직선 형태의 그래프를 제시한다([그림 III-7] 참조⁸⁾).



[그림 III-7] <경제 수학>, <경제> 교과서에서 경제 관련 함수의 그래프를 나타내는 축

<경제 수학>, <경제> 교과서에서는 경제 관련 함수의 변수가 가지는 값이 음이 아닌 값을 명시적으로 서술하지 않는다. 1종(㉒)의 교과서에서는 경제 관련 함수의 정의역과 치역에 대한 문제를 통해서 음의 값이 나타나지 않는다는 점을 서술한다. 1종(㉑)의 교과서와 모든 <경제> 교과서에서 음이 아닌 값을 가진다는 점에 대한 구체적인 설명이 제시되지 않는다. 경제 관련 함수에서 다루는 변수인 비용량, 생산량, 수요량, 공급량, 총효용은 수학에서 다루는 시간, 거리, 속도 등과 같은 변수와는 다르게 명료한 정의가 필요하므로, 변수가 가지는 값에 대한 설명이 필요할 것이다. 이러한 교과서 서술은 학생들이 경제 관련 함수에서 다루는 값의 범위와 축이 나타내는 표상을 이해할 수 있는 학습 기회가 될 것이다.

경제 관련 함수의 변수 중 가격은 수요, 공급에 영향을 미치는 가장 중요한 변수가 된다. 경제 관련 함수의 그래프를 도식화할 때, 가격과 수량을 모두 축에 눈금으로 표시해야 한다. 가격을 나타내는 수의 범위가 수량을 나타내는 수의 범위와 차이가 있기 때문에 스케일링 방식에서 차이가 있다. 학교 수학에서 다루는 함수의 그래프는 가로축 눈금과 세로축 눈금 사이의 비가 일반적으로 1:1이 되지만, 경제 관련 함수를 다룰 때는 그 비가 1:1이 되지 않는 경우가 많다([그림 III-8] 참조).



[그림 III-8] <경제 수학>, <경제> 교과서에서 경제 관련 함수의 스케일링

8) <경제> 교과서에서 수요량과 가격 사이의 관계가 음(-)을 만족하는 것이 수요의 법칙, 공급량과 가격 사이의 관계가 양(+)을 만족하는 것이 공급의 법칙으로 서술한다. 수요함수의 그래프인 수요곡선과 공급함수의 그래프인 공급곡선을 나타낼 때 세로축은 가격을 나타내고, 가로축은 수량을 나타낸다. 가로축에서 음(-)의 관계를 강조하여 나타낼 때는 수요량, 양(+)의 관계를 강조하여 나타낼 때는 공급량으로 용어를 사용하기도 한다.

함수의 그래프를 나타내는 과정에서의 스케일링은 그래프의 해석에 영향을 미칠 수 있는 요인이 된다. 스케일링에 따라서 함수의 그래프가 나타내는 기울기가 달라지는데 그래프를 읽는 독자가 그래프를 해석함에 있어 다른 해석을 이끌어낼 수 있기 때문이다(Kwon et al., 2021 참조). 학교 수학의 맥락에서는 주로 통계 그래프를 다루는 과정에서 스케일링에 관한 주제가 다루어 왔다. <경제 수학> 교과서에서 가격을 변수로 다루는 함수를 다루므로 스케일링에 대한 탐구가 충분히 이루어질 수 있다. 예를 들면, [그림 III-8]에서 가로축 눈금과 세로축 눈금이 1:1이 되지 않는 경우에서 두 그래프는 수직 관계에 있는 것처럼 보이지만, 실제로 직선의 방정식을 구해보면 수직 관계가 되지 않는다. 마찬가지로 경제 관련 함수의 기울기가 1인 것처럼 보이지만, 1이 되지 않는 경우가 있어 '탄력성' 개념에 대한 해석도 달라질 수 있다. 경제 관련 함수의 그래프에서 스케일링에 대한 문제나 활동의 마련을 통해서 경제 관련 함수의 그래프에서 나타내는 양(quantity)에 대한 학습 기회가 제공되어야 할 것이다.

2) '수요함수', '공급함수'의 도식화 및 식 세우기

<경제> 교과서에서 가격과 수요량 사이의 관계를 나타내는 그래프인 수요곡선과 가격과 공급량 사이의 관계를 나타내는 그래프인 공급곡선의 개념을 다룬다. <경제> 교과서에서는 수요곡선이나 공급곡선의 개념을 다룰 때 함수로서 도입하는 것이 아니라 가격과 양 사이의 개별적인 관계를 점으로 나타내고 이를 선분의 형태로 연결한 그래프로 다룬다. 따라서 5종(㉠, ㉡, ㉢, ㉣, ㉤)의 <경제> 교과서에서는 선분의 형태로 연결된 그래프를 식을 세우는 데 초점을 두지 않고, 수요곡선이나 공급곡선의 이동을 통해서 결정되는 가격, 양에 대해 초점을 둔다. 따라서 <경제> 2종(㉠, ㉡)의 교과서에서 수요표 혹은 공급표에 제시된 가격과 수요량, 공급량에 관한 정보를 바탕으로 점을 나타내 그래프를 도식화하고, 이를 선분으로 연결하여 수요곡선, 공급곡선으로 나타내게 한다. 2종(㉢, ㉣)의 교과서에서는 수요표, 공급표와 함께 선분으로 연결된 수요곡선, 공급곡선을 제시한다. 1종(㉤)의 교과서에서는 선분으로 연결된 수요곡선, 공급곡선을 제시한다. <경제 수학> 1종(㉤)의 교과서에서는 수요표, 공급표에 기초하여 점으로 그래프를 나타내고, 이를 선분으로 연결하는 방식으로 도입하며, 1종(㉦)의 교과서는 점에서 선분, 선분에서 직선으로 확장되어 가는 일반화 과정에 대한 서술은 제시하지 않는다.

수요곡선과 공급곡선을 가격과 양 사이의 관계인 함수로 규정하면, 가격이 독립변수며 수요량이나 공급량이 종속변수가 된다. <경제> 교과서에서는 경제학의 관례를 따라 가격을 세로축에 수요량이나 공급량을 가로축에 나타내며, 1종(㉢)의 교과서에서는 수요곡선과 공급곡선의 축에 대한 언급을 제시한다. 학교 수학의 관례에서는 독립변수인 가격을 가로축에, 종속변수인 수요량이나 공급량을 세로축에 나타내는 것이 일반적이지만, <경제 수학> 교과서에서는 <경제> 교과서의 방식처럼 수요곡선과 공급곡선을 나타낼 때 독립변수, 종속변수를 나타내는 가로축, 세로축의 위치가 뒤바뀌어 제시된다. <경제 수학> 교과서에서는 수요곡선, 공급곡선이 나타내는 대상이 하나의 함수가 된다고 정의하기 때문에, 제시된 함수를 그래프로 나타내거나 제시된 그래프로부터 함수의 식을 세울 수 있어야 한다. 1종(㉦)의 <경제 수학> 교과서는 교과서에 제시한 경제 관련 함수의 식이나 그래프를 이해하는 데 초점을 두지만, 1종(㉤)의 <경제 수학> 교과서에서는 교과서에 제시한 경제 관련 함수의 식이나 그래프에 대한 이해뿐만 아니라, 제시된 그래프를 식으로 세우는 과정까지 설명한다. 일차방정식의 형태로 제시되는 수요함수와 공급함수에서 기울기를 구할 때는 종속변수, 독립변수를 나타내는 축의 위치가 반대이므로 두 점의 좌표를 대입하고 연립방정식을 풀어 수요함수, 공급함수의 식을 구하거나 종속변수와 독립변수의 관계를 고려하여 기울기를 구한 뒤 직선의 방정식을 세워야 한다([그림 III-9] 참조).

3종(㉠, ㉡, ㉢)의 <경제> 교과서에서는 개별 수요, 개별 공급의 합을 바탕으로 시장 수요, 시장 공급이 결정되는 수요의 법칙과 공급의 법칙의 원리를 수요곡선, 공급곡선의 변화를 통해 서술한다([그림 III-10] 참조). 이는 수학의 맥락에서 일차함수인 '수요함수'와 '공급함수'의 그래프의 기울기의 변화를 나타내는 것인데, <경제 수학> 교과서에서는 수요의 법칙, 공급의 법칙에 관한 서술은 제시되어 있으나, 함수의 그래프와 연결 지어 서술하지 않는다.

<p>구분</p> <p>수요표 혹은 공급표에 기초하여 점으로 그래프 나타내기</p>	<p><경제 수학> ④ 교과서</p> <p>유유를 좋아하는 서희의 유유 수요표이다. 수요표에서 유유 1병의 가격이 500원이면 서희는 일일 기간 동안 유유 40병을 구매하려 한다는 것을 의미한다.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>가격(원)</th> <th>수요량(병)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>500</td><td>40</td></tr> <tr><td>1,000</td><td>30</td></tr> <tr><td>1,500</td><td>20</td></tr> <tr><td>2,000</td><td>10</td></tr> </tbody> </table> <p>① 오른쪽 좌표평면에서 세로축은 유유 1병의 가격, 가로축은 수요량을 나타낸다. 수요표의 가격과 그래프의 수요량을 좌표평면 위에 점으로 나타내 보자.</p> <p>② ①의 점들을 선분으로 연결하고, 선분의 오른쪽 부분이 어디로 향하는지 살펴 보자.</p> <p>③ 그래프를 이용하여 유유 1병의 가격이 750원일 때, 서희의 수요량을 예상해 보자.</p>	가격(원)	수요량(병)	500	40	1,000	30	1,500	20	2,000	10	<p><경제> ① 교과서</p> <p>수요표에 따른 수요 곡선 그래프</p> <p>실용적 경제학에서는 일반적으로 많은 개별 소비자에서 있고, 이들 각각의 소비자들이 가진 수요를 개별 수요라고 한다. 개별 소비자의 개별 수요를 모두 합한 것이 시장 수요이다. 일반 경제학에서는 소비자가 모두 동일한 행태를 이 두 소비자의 개별 수요 곡선을 합한 것이 시장 수요 곡선이다.</p> <p>한계 수요를 서역시키는 경우 소비자는 상호 의존적 일수록, 이들의 소비 계획은 더욱 복잡해진다.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>개인</th> <th>개인 수요</th> <th>개인 수요</th> <th>시장 수요</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>10</td><td>5</td><td>15</td></tr> <tr><td>2</td><td>8</td><td>3</td><td>11</td></tr> <tr><td>3</td><td>6</td><td>2</td><td>8</td></tr> <tr><td>4</td><td>4</td><td>1</td><td>5</td></tr> <tr><td>5</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td></tr> </tbody> </table> <p>1. 수요 곡선 그래프를 그려 보자.</p>	개인	개인 수요	개인 수요	시장 수요	1	10	5	15	2	8	3	11	3	6	2	8	4	4	1	5	5	2	1	3
가격(원)	수요량(병)																																			
500	40																																			
1,000	30																																			
1,500	20																																			
2,000	10																																			
개인	개인 수요	개인 수요	시장 수요																																	
1	10	5	15																																	
2	8	3	11																																	
3	6	2	8																																	
4	4	1	5																																	
5	2	1	3																																	
<p>점을 선분으로 연결하여 그래프 나타내기</p>	<p>하기 1 그림은 제과점의 단발빵 가격 P과 수요량 Q, 사이의 관계를 조사하여 좌표평면 위에 나타낸 것이다.</p> <p>[1] 단발빵 가격이 1,200원일 때와 800원일 때의 수요량을 각각 구하시오.</p> <p>[2] 수요 곡선을 $Q_d = aP + b$라고 할 때, [1]의 결과를 이용하여 수요함수를 구하시오. (단, a, b는 상수이다.)</p> <p>[3] 단발빵 가격이 300원일 때, 수요량을 구하시오.</p>	<p>1. 수요 곡선 그래프를 그려 보자.</p>																																		
<p>점이나 선분을 직선으로 취급하여 직선의 방정식 세우기</p> <p>일반적인 경우에서 직선의 방정식 세우기</p>	<p>고 1 수직에서 가로축을 x축, 세로축을 y축으로 하는 좌표평면 위의 서로 다른 두 점 $A(x_1, y_1)$, $B(x_2, y_2)$를 지나는 직선의 기울기 m은</p> $m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$ <p>이므로 직선의 방정식은 $y - y_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}(x - x_1)$와 같이 구해진다.</p> <p>이를 이용하여 직선인 수요 곡선의 식을 구해 보자.</p> <p>오른쪽 그림에서 수요 곡선의 식을 $Q = ap + b$라고 하면</p> $a = \frac{\text{수요량의 증가량}}{\text{가격의 증가량}} = \frac{Q_2 - Q_1}{P_2 - P_1}$ <p>이때 수요 곡선이 점 A와 점 B를 지나므로 식은</p> $Q - Q_1 = \frac{Q_2 - Q_1}{P_2 - P_1}(P - P_1) \text{ 또는 } Q - Q_2 = \frac{Q_2 - Q_1}{P_2 - P_1}(P - P_2)$ <p>와 같이 구할 수 있다.</p> <p>마찬가지로 공급 곡선이 직선일 때, 같은 방법으로 하면 공급 곡선의 식을 구할 수 있다.</p> <p>○ 오른쪽과 가격이 3,000원일 때 수요량이 60개이고, 가격이 2,500원일 때 수요량이 110개라고 한다. 수요 곡선의 직선일 때, 수요 곡선의 식을 위의 방정식으로 구해 보자.</p>	<p>2. 한 점의 수요 곡선을 보고 가격의 수요량이 어떤 관계에 있는지 설명해 보자.</p>																																		

[그림 III-9] <경제 수학>, <경제> 교과서에서 수요곡선에 관한 문제

<p>개별 수요의 합을 바탕으로 시장 수요를 나타낸 그래프</p>	<p>1. 개별 수요의 합을 바탕으로 시장 수요를 나타낸 그래프</p> <p>2. 개별 수요의 합을 바탕으로 시장 수요를 나타낸 그래프</p>
<p>개별 공급의 합을 바탕으로 시장 공급을 나타낸 그래프</p>	<p>3. 개별 공급의 합을 바탕으로 시장 공급을 나타낸 그래프</p> <p>4. 개별 공급의 합을 바탕으로 시장 공급을 나타낸 그래프</p>

[그림 III-10] 수요의 법칙, 공급의 법칙을 그래프를 이용하여 서술한 <경제> ③ 교과서

수요곡선과 공급곡선을 제시할 때 <경제> 교과서 4종(①, ②, ③, ④)에서는 선분을 끝없이 확장했을 때 직선

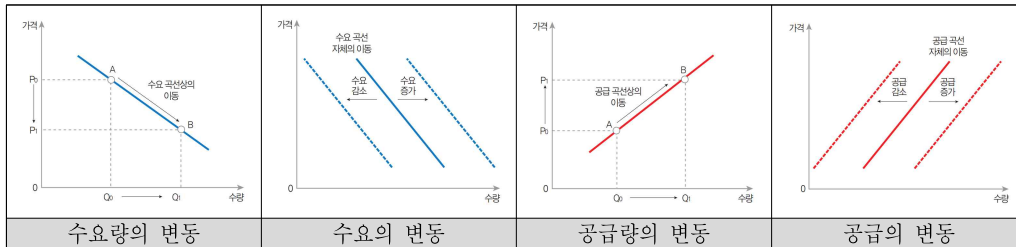
이 되는 경우의 그래프만을 제시한다. 1종(㉔)의 교과서에서만 직선이 아닌 곡선의 형태가 되는 수요곡선, 공급곡선의 그래프를 제시한다. <경제 수학> 1종(㉒)의 교과서에서는 선분으로 연결하여 직선으로 확장되는 일차함수 형태의 ‘수요함수’, ‘공급함수’만을 다루지만, 1종(㉓)의 교과서에서는 ‘수요함수’와 ‘공급함수’를 정의할 때, 곡선의 형태를 제시한다.

<경제 수학> 교과서에서 ‘수요함수’, ‘공급함수’를 점에서 선분으로 연결하는 것, 선분에서 직선으로 확장하여 직선의 방정식을 세우게 한다. <경제> 교과서에서는 직선의 방정식으로 나타내지는 않지만, 선분으로 연결된 그래프를 확장하여 수요의 법칙과 공급의 법칙을 설명하기 위해서 개별 수요, 개별 공급을 합함으로써 시장 수요, 시장 공급을 설명한다. 이 과정에서 수요곡선, 공급곡선의 기울기의 변화가 있다. <경제 수학> 교과서에서는 개별 수요와 시장 수요, 개별 공급과 시장 공급 사이의 관계를 고려하여 기울기의 변화에 대한 언급까지는 이루어지지 않는다. ‘수요함수’, ‘공급함수’의 식을 구하는 과정에서 개별 수요와 기울기에 대한 언급이 필요하므로, 수요의 법칙, 공급의 법칙에 따른 기울기의 변화도 언급할 필요가 있다. 이는 학생들이 기울기와 수량에 대한 지식과 경제 관련 지식을 연결하여 이해할 수 있는 학습 기회가 될 것이다.

나. <경제 수학>, <경제> 교과서에 나타난 경제 관련 함수의 그래프의 해석을 제공하는 학습 기회

1) 도형의 평행이동에 대한 해석

<경제> 교과서에서 수요곡선, 공급곡선과 관련하여 수요량의 변동, 수요의 변동, 공급량의 변동, 공급의 변동의 개념을 서술한다. 수요량의 변동, 공급량의 변동이란 가격의 변동에 따라 수요량, 공급량이 변하는 것으로 수요곡선, 공급곡선 위에서의 이동을 나타낸다. 수요의 변동, 공급의 변동이란 가격의 변동에 따라 수요, 공급이 변하는 것으로 수요곡선, 공급곡선 자체의 이동을 나타낸다([그림 III-11] 참조).



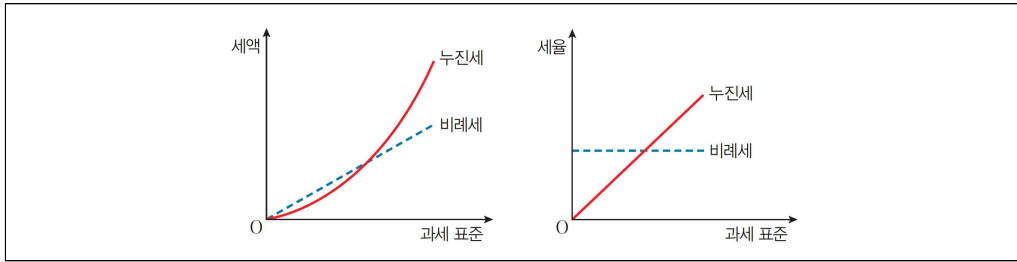
[그림 III-11] <경제> ㉔ 교과서에서 도형의 평행이동을 나타낸 수요량, 공급량, 수요, 공급의 변동에 대한 그래프

수요량의 변동, 공급량의 변동은 수학의 맥락에서 점의 평행이동으로, 수요의 변동, 공급의 변동은 직선의 평행이동으로 해석될 수 있다. <경제 수학> 교과서에서는 수요와 공급의 상호작용 혹은 세금의 부과나 소득의 변화에 따른 균형가격, 균형거래량 계산을 다루면서 수요곡선, 공급곡선의 점의 평행이동, 직선의 평행이동을 식과 함수의 그래프에서 다룬다. 그러나 <경제 수학> 교과서에서 이러한 변화에 대해 <경제> 교과서에서 다루는 수요량, 공급량, 수요, 공급의 변동에 대한 서술을 제공하지 않으며, 점이나 직선의 평행이동에 대한 설명도 제공되지 않는다. <경제 수학> 교과서에서 제시되는 함수의 그래프에 대한 수학적, 경제학적 해석이 보완될 필요가 있다.

2) 기울기에 대한 해석

<경제> 교과서에서는 조세 제도와 세금의 종류에 대해 서술하고, <경제 수학> 교과서에서는 세금의 종류를 바탕으로 세액을 계산하는 데 초점을 둔다. 세율은 과세표준에 대해 매기는 세액의 비율을 의미하며, 비례세율과

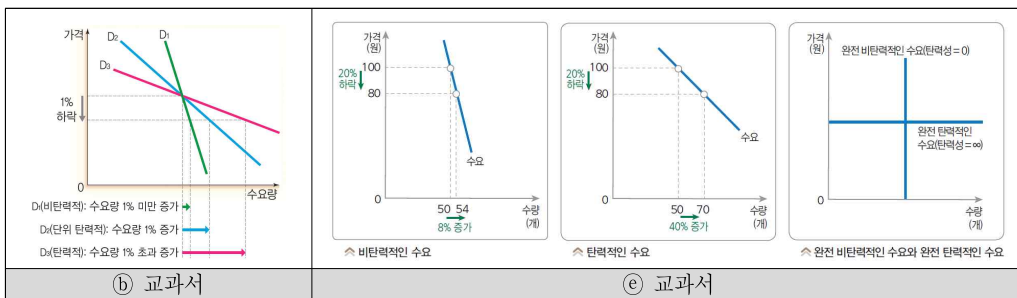
누진세율로 나뉜다. 과세표준은 조세 부과 기준이 되는 가격, 수량 등을 의미하고, 과세표준에 세율을 곱하면 세액이 결정된다. <경제> 교과서에서는 1종(㉠)의 교과서에서 누진세율, 비례세율의 서술을 그래프로 제시한다. <경제 수학> 교육과정에서도 누진세의 원리를 다룰 수 있게 되어있어, 1종(㉠)의 교과서에서는 그래프와 함께 누진세율, 비례세율의 서술을 제시한다([그림 III-12] 참조).



[그림 III-12] <경제 수학> ㉠ 교과서와 <경제> ㉡ 교과서에 제시된 세금 관련 그래프

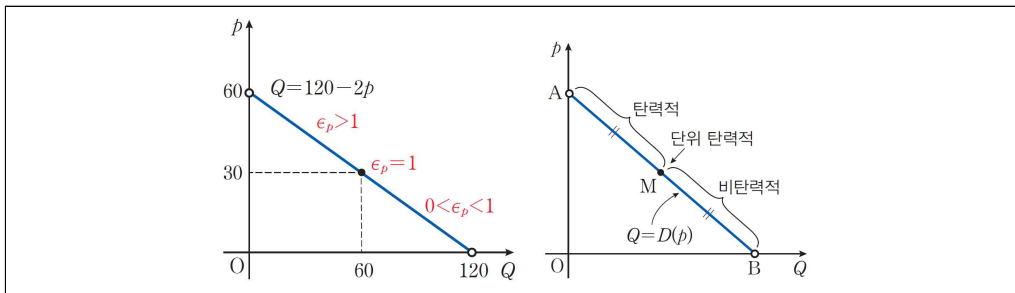
비례세율의 경우, 과세표준이 늘어남에 따라 세율이 나타내는 수치에는 변함이 없으므로 세액은 증가하더라도 과세표준의 금액에 대한 세액의 비율은 변함이 없다. 누진세율의 경우 과세표준이 늘어남에 따라 세율이 증가하게 된다. 다시 말해 과세표준의 금액에 대한 세액의 비율이 늘어나는 것이며 세액은 점진적으로 증가하게 된다. 이를 그래프로 나타낸 것이 [그림 III-12]이다. 과세표준과 세액의 관계를 나타낸 그래프에서 각각의 과세표준이 가리키는 금액에서의 접선의 기울기가 세율이 되는 것이고, 이 접선의 기울기는 그래프로 과세표준과 세율 사이의 관계로 나타낼 수 있다. <경제 수학> 교과서에서는 누진세율을 함수의 그래프에서 접선의 기울기의 증가, 비례세율을 일정한 접선의 기울기로 해석할 수 있지만, 구체적인 서술을 제시하지 않는다.

<경제> 교과서에서는 수요의 가격 탄력성, 공급의 가격 탄력성의 사례를 다룬다. 수요의 가격 탄력성과 공급의 가격 탄력성은 어떤 상품의 가격이 오르거나 내리는 정도에 따라 수요량이나 공급량이 얼마나 민감하게 변화하는지를 나타내는 것이다. 수요의 가격 탄력성은 가격의 변화율에 대한 수요량의 변화율의 비율이며 여기에 절댓값을 붙여 정의하기도 한다. 공급의 가격 탄력성은 가격의 변화율에 대한 공급량의 변화율의 비율이 된다. 4종(㉢, ㉣, ㉤, ㉥)의 교과서에서는 기울기가 다른 수요곡선과 공급곡선을 제시함으로써 수요의 가격 탄력성, 공급의 가격 탄력성의 결과가 1보다 작으면 비탄력적, 1이면 단위 탄력적, 1보다 크면 탄력적, 무한히 커지면 완전 탄력적, 0이 되면 완전 비탄력적인 것으로 설명한다. [그림 III-13]에서 수요곡선의 기울기의 절댓값이 커질수록 탄력적인 수요가 되는 것이며, 기울기의 절댓값이 작아질수록 비탄력적인 수요가 된다.



[그림 III-13] <경제> 교과서에 나타난 수요의 가격 탄력성, 공급의 가격 탄력성의 그래프

2종(㉗, ㉘)의 <경제 수학> 교과서에서는 미분을 도입하고 나서 미분을 활용하여 탄력성의 개념을 도입하므로 수요의 가격 탄력성을 (수요량의 변화율)을 (가격의 변화율)로 나눈 값에 극한을 취해 $-\lim_{\Delta p \rightarrow 0} \frac{\Delta Q}{\Delta p} \cdot \frac{p}{Q} = -\frac{dQ}{dp} \cdot \frac{p}{Q}$ 로 표현한다. 하나의 수요함수에 대해 도함수를 이용하여 수요의 가격 탄력성을 구하고, 가격에 따른 수요의 가격 탄력성의 값이 1보다 크면 탄력적, 1이면 단위 탄력적, 1보다 작으면 비탄력적인 것으로 정의한다. 미분을 이용하여 탄력성을 정의하지만, 기울기로 접근하지 않고 탄력성의 값 자체에 초점을 둔다. 하나의 수요함수에 대하여 단위 탄력적이 되는 점은 [그림 III-14]에서 확인할 수 있는 것처럼, 선분 AB의 중점인 점 M이 된다.



[그림 III-14] <경제 수학> ㉘ 교과서에 나타난 수요의 가격 탄력성에 관한 그래프

수요의 가격 탄력성에 대해 <경제> 교과서에서는 기울기가 다른 여러 수요곡선을 제시함으로써 수요곡선이 나타내는 일차함수의 그래프의 기울기로 탄력성의 개념을 해석할 수 있는 기회를 제공한다. <경제 수학> 교과서에서는 도함수를 이용하여 구한 탄력성의 값 자체에 주목하며 수요량의 변동에 따른 가격과 수요량의 변화 사이의 비를 통해서 탄력성에 관한 개념을 판단할 수 있게 해준다. 다시 말해서 수요곡선에서 점이 어디에 위치했는지에 따라 탄력성의 개념을 판단할 수 있게 해주는 것이다. 이는 탄력성의 계산은 미분을 활용한 것만 다루도록 교육과정 문서에 제시되었기 때문에, 미분 계산에 기반하여 탄력성의 개념을 판단할 수 있는 사례만을 제시한 것이다. 이와 같은 맥락에서 <경제 수학> ㉘ 교과서에서는 평균생산량은 생산함수의 그래프에서 두 점을 잇는 직선의 기울기로, 한계생산량은 한 점에서의 접선의 기울기로 서술한다. 탄력성의 개념에 대한 학생들의 생산적인 의미 구성을 위해 여러 수요곡선을 제시하고 기울기에 대한 탄력성의 개념 서술을 통해 다방면의 학습 기회를 제공할 필요가 있다. 이러한 <경제 수학> 교과서의 서술 방식은 선수 학습으로 '함수와 경제' 단원에서 '수요함수'와 '공급함수'의 기울기에 관해 다루기 때문에 '탄력성'의 개념을 학생들이 더욱 폭넓게 이해할 수 있도록 해줄 것이다.

IV. 결론 및 제언

이 연구는 <경제 수학> 교과서에서 다루는 경제 용어 및 함수 기호, 함수 그래프의 사용에 대해 분석하였다. <경제 수학> 교과서에서의 경제 용어 서술 방식을 이해하고, 학생들의 생산적인 수학적 의미 구성을 도울 수 있는 아이디어를 <경제> 교과서 분석을 통해 이끌어내는 것에 목표를 둔다. 연구의 결과에 대한 요약과 결론을 제시하면 다음과 같다.

첫째, <경제 수학> 교과서에서 경제 용어는 경제학, 사회과 <경제> 교과서에서 사용된 경제 용어 중 수학과

의 연관성, 수학적 정의 가능성을 기준으로 선별하여 사용하였다. <경제 수학> 교과서에서 사용하는 경제 용어는 <경제> 교과서와 비교하여 수학과 연관성이 높은 경제 용어를 중심으로 제시하여 양적 차이가 있으며, 경제 용어의 수학적 정의를 제시하는 점에서 질적 차이가 있다. <경제 수학> 교육과정의 학습 요소와 관련된 경제 관련 용어의 수는 <경제 수학>, <경제> 교과서에서 차이가 있는데, 하나의 용어가 포괄할 수 있는 용어의 양에 차이를 둔 것이다. 또한, <경제 수학> 교과서에서 기존 수학 교과서에서 사용하지 않았던 경제 관련 용어를 정의하는데, 이를 수학의 맥락에 맞게 수량, 교점 등의 개념을 이용하여 정의하였다. 용어 사용의 양적·질적 차이는 대학 경제학, 고등학교 <경제>의 개념을 수학과 연결하여 받아들이는 과정으로부터 나타난 것이다. '경제지표', '수요함수', '공급함수'와 관련되는 경제 개념은 <경제 수학> 교과서보다 <경제> 교과서에서 더 자세히 다루지만, '원리합계', '할인율', '현재가치', '연속복리', '연금', '비용함수', '생산함수', '효용함수', '한계생산량', '최적생산량'의 개념은 수열, 미분과 같은 수학 개념과의 연계를 위해 다뤄 <경제 수학> 교과서에서만 다루거나 <경제 수학> 교과서에서 <경제> 교과서보다 자세히 다룬다.

둘째, <경제 수학> 교과서에서 함수 기호의 사용은 경제학의 관례를 따르는데, 이는 수학의 관례와는 다르다. <경제 수학> 교과서에서 사용하는 함수 기호는 학교 수학, 경제학의 관례와는 차이가 있어 함수를 나타내는 기호가 일관적이지 않고, 기호에서 사용되는 영어의 대소문자가 혼용된다. 학교 수학에서는 함수, 변수를 나타낼 때 일반적으로 소문자 기호를 나타낸다. <경제 수학> '함수와 경제', '미분과 경제' 단원에서 사용되는 경제 관련 함수에서 사용되는 변수는 수량, 가격인데, <경제> 교과서나 대학 경제학 교재에서 사용되는 변수의 기호는 주로 대문자로 사용한다. <경제> 교과서에서는 경제 관련 함수의 기호를 사용하지 않고, 대학 경제학에서 함수 관련 기호는 대소문자가 혼용되어 있다. <경제 수학> 교과서에서는 변수를 나타내는 영어 대소문자가 혼용되어 있으며, 이는 학교 수학, 경제학의 관례와 다른 것이다. 또한, <경제 수학> 교과서에서의 함수 기호는 대학 경제학에서 다루는 것과 같지만, 학교 수학에서의 관례와는 다른 사용이 된다. 비일관적인 함수 기호의 사용은 학생들이 함수의 의미를 구성하는 과정에서 어려움으로 작용할 수 있다.

셋째, <경제 수학> 교과서에서 다루는 함수 그래프에 대해 수학적 해석과 경제학적 해석 모두를 제시하지 않는다. <경제 수학> 교과서에서 다루는 함수 그래프는 그래프의 표현 및 이해, 해석의 차원에서 <경제> 관련 개념을 도입하는 데 집중되어 있고, 수학적 해석에 대한 학습 기회가 충분히 마련되어 있지 않다. 가격, 수량과 같은 변수는 음의 값을 갖지 않아 <경제 수학>, <경제> 교과서에서는 음의 값을 나타내는 축의 부분을 제시하지 않지만, <경제 수학> 교과서에서 함수의 정의역, 공역, 치역에 대한 서술은 제한적이다. <경제 수학> 교과서에서 '수요함수', '공급함수'는 수요와 공급의 개념으로부터 점을 그래프로 나타내고, 이를 선분으로 연결한 뒤 직선으로 확장하여 직선의 방정식을 세우도록 하는데, 임의로 주어진 함수의 그래프의 식을 세우거나 수요의 법칙, 공급의 법칙을 고려한 기울기가 다른 수요곡선, 공급곡선을 나타내는 과정에 대한 학습 기회는 제한적이다. <경제 수학> 교과서에서 수요와 공급의 상호작용이나 소득의 변화, 세금의 변화에 따른 직선의 평행이동을 간접적으로 다루는데, 이에 관련하여 점의 평행이동을 나타내는 수요량, 공급량의 변동, 직선의 평행이동을 나타내는 수요, 공급의 변동에 대한 서술은 제시되지 않는다. '세금'을 나타내는 그래프에서 점선의 기울기를 고려한 서술이 가능하지만, 관련된 그래프만 제시되어 있다. <경제 수학> 교과서에서 '탄력성'은 하나의 수요함수, 공급함수에 대해 도함수를 이용한 미분계수의 값을 구하여 판단하는 과정에 초점을 두고 있으나 <경제> 교과서에서는 수요, 공급의 가격 탄력성을 여러 개의 직선을 제시하여 일차함수의 그래프의 기울기를 고려하도록 한다. <경제 수학>, <경제> 교과서에서 함수의 그래프에 관한 학습 기회상의 차이가 있고, <경제 수학> 교과서에서 그래프를 이해하는 수학적 해석의 기회가 제한적이다.

이상의 연구의 요약과 결론으로부터의 제언을 정리하면 다음과 같다. 첫째, 사회과 <경제> 교육과정 및 대학 경제학과의 연계를 고려하여 <경제 수학> 과목에서 다루는 용어의 적정화 방안과 학생이 <경제 수학> 교과서에서 다루는 개념을 생산적으로 추론할 수 있도록 돕는 용어 정의 방식에 대한 연구가 필요하다. 이 연구에서

<경제 수학> 교과서에 사용된 용어 분석이 <경제 수학> 교육과정 및 교과서 개발 시 하나의 지침으로 활용될 수 있을 것이다. 수열, 함수, 미분과 같은 개념과의 연관성으로 인해 대학 수준의 경제학에서 다루는 개념들이 <경제 수학> 과목에 도입되었다. 과목 간 연계를 위해서 수량화, 도형이나 그래프를 이용하여 도입할 수 있는 고등학교 <경제>의 개념을 고등학교 <경제 수학> 교육과정에서 적극적으로 반영하고, 학교 수학 과목에서의 학습 위계를 고려하여 <경제 수학> 과목에서 다루는 개념의 학습량 적정화도 고려되어야 한다. 예를 들면, 소비자 잉여, 공급자 잉여 개념은 ‘수요함수’, ‘공급함수’ 개념과 연관되면서 <경제> 교과서에서도 도형의 넓이에 기초하여 서술하고 있어 연관성이 높아 <경제 수학> 교과서에서도 다루볼 만하지만, ‘연속복리’ 개념은 <경제 수학> 과목 선택 학생이 학습하지 않은 수열의 극한 개념으로 교과서에서 서술되어 있어 차기 교육과정 개발 시 고려되어야 할 것이다.

둘째, <경제 수학> 교육과정 및 교과서 편찬상의 유의점 및 개발 기준을 개발하는 과정에서 <경제 수학> 교과서에서 사용하는 기호에 대한 기준을 정교화하여 제시할 필요가 있다. <경제 수학> 교과서에서 일관적이지 않은 기호 사용으로 인해 이 과목을 지도하는 교사는 지도 방향에 어려움을 겪을 수 있다. 학생들은 <경제 수학>, <경제> 교과서에서 사용하는 기호 사용의 관례가 일치하지 않고, 이러한 관례가 학교 수학에서의 관례와 다르기 때문에 학습 과정에서의 혼란을 느낄 수 있다. 학교 수학, 경제학의 관례와 일관적이지 않은 기호 사용은 학생들이 수학적 의미를 생산적으로 이해하도록 하는 데 불필요한 장애가 되는 요인이므로 <경제 수학> 교과서에서 일관된 기호를 사용해야 할 것이다. 따라서 차기 <경제 수학> 교육과정 시안에서는 ‘영역 성취기준 적용 시 고려사항’에서 학교 수학의 관례와 일치하는 기호에 관한 지침을 제시할 필요가 있다. 이는 교과서 편찬상의 유의점 및 개발 기준에 반영되어야 하며, 최종적으로 <경제 수학> 교과서 개발 시 반영되어야 한다.

셋째, <경제 수학> 교과서에서 다루는 함수 그래프에 관한 표현 및 이해, 해석에 관한 의미 있는 학습 기회를 제공할 수 있도록 교육과정 시안 및 교과서가 개발되어야 할 것이다. 차기 <경제 수학> 교육과정 시안에서는 함수 그래프를 다루는 ‘함수와 경제’, ‘미분과 경제’ 영역의 ‘영역 성취기준 적용 시 고려사항’에서 그래프 이해 및 해석에 대해 구체적으로 서술될 필요가 있다. <경제 수학> 교과서에서는 경제 관련 함수의 도식화 과정의 상세화, 함수 그래프에서 기울기나 스케일링에 관한 탐구와 같은 함수 그래프에 대한 학습 기회가 충분히 마련되어야 한다. <경제 수학> 교과서에서 함수 그래프에 관하여 <경제> 교과서의 방식을 그대로 받아들이거나, 수학의 맥락에 맞게 변형한 부분이 있어 함수 그래프의 표현 및 이해, 해석에 관한 학습 기회 차이가 있다. 학교 수학의 맥락에서 다루고 있는 함수의 정의역, 치역, 공역이나 축과 스케일링, 기울기, 도형의 평행이동과 같은 개념들이 <경제 수학> 교과서에서 다루질 수 있으나 경제 관련 함수를 수학적으로 해석할 수 있는 기회는 제한적이다. 차기 교육과정에서는 함수 그래프에 관한 교수·학습 및 평가 고려 사항을 충분히 서술하고, 함수의 그래프에 관한 내용이 교과서에 충분히 기술되어야 할 것이다. 이를 통해 학생들이 함수의 그래프에 대해서 경제 관련 개념을 이해하는 것뿐만 아니라 수학적으로 해석할 수 있는 기회를 얻음으로써 <경제 수학> 교육과정에서 다루는 수학 개념에 대해 생산적인 수학적 의미를 구성할 수 있기를 기대한다.

참 고 문 헌

- 교육부 (2022). 수학과 교육과정. 교육부 고시 제2022-33호 [별책 8]. 교육부.
- Ministry of Education. (2022). *Mathematics curriculum*. Proclamation of the Ministry of Education #2022-33 [Annex 8]. Ministry of Education.
- 교육부 · 한국직업능력개발원 (2021). 초·중등 진로교육현황조사(2021). 교육부 · 한국직업능력개발원.
- Ministry of Education, & KRIVET. (2021). *A Status Survey on Elementary and Secondary Career Education(2021)*. Ministry of Education, & KRIVET.
- 권오남 · 이경원 · 오세준 · 박정숙 (2021). <인공지능 수학> 교과서의 ‘관련 학습 요소’ 반영 내용 분석. 수학교육 논문집, **35(4)**, 445-473.
- Kwon, O. N., Lee, K., Oh, S. J., Park, J. S. (2021). An analysis of ‘related learning elements’ reflected in <Artificial Intelligence Mathematics> Textbooks. *Communications of Mathematical Education*, **35(4)**, 445-473.
- 김대식 · 노영기 · 안국신 · 이종철 (2018). 현대경제학원론 제7판. 박영사.
- Kim, D., Noh, Y., Ahn, K., & Lee, J. (2018). *Modern Principles of Economics 7th edition*. Pakyoungsa.
- 김동원 · 홍진근 · 김선희 · 신보미 · 김연 · 박진형 · ... · 김혜미 (2020). 2015 개정 수학과 교육과정 현장 실태 분석에 관한 연구. 한국과학창의재단 연구보고 BD21010009.
- Kim, D., Hong, J., Kim, S., Shin, B., Kim, Y., Park, J., ..., & Kim, H. (2020). *A Field Research of the 2015 Revised National Mathematics Curriculum*. KOFAC Research Report BD21010009.
- 김연호 · 박기섭 · 강일선 · 홍창섭 · 김종호 · 허준호 (2022). 고등학교 <경제 수학>. ㈜씨마스.
- Kim, Y., Park, K., Kang, I., Hong, C., Kim, J., & Heo, J. (2022). *High School <Mathematics for Economics>*. Cmass Publishing Co.Ltd.
- 김종호 · 박도영 · 김세연 · 하준호 · 주우연 (2018). 고등학교 <경제>. ㈜씨마스.
- Kim, J., Park, D., Kim, S., Ha, J., & Ju, W. (2018). *High School <Economics>*. Cmass Publishing Co.Ltd.
- 김진영 · 최철 · 나혜영 · 안효익 · 김태환 (2018). 고등학교 <경제>. 미래엔.
- Kim, J., Choi, C., Na, H., Ahn, H., & Kim, T. (2018). *High School <Economics>*. Mirea-N.
- 모경환 · 박철웅 · 은지용 · 강대현 · 강현미 · 김병연 · ... · 황미영 (2015). 2015 개정 교과 교육과정 시안 개발 연구 II: 사회과 교육과정(연구보고 CRC 2015-25-5). 한국교육과정평가원.
- Mo, K., Park, C., Eun, J., Kang, D., Kang, H., Kim, B., ..., & Hwang, M. (2015). *A Development of a Draft for the 2015 Revised National Social Studies Curriculum (Research Report CRC 2015-25-5)*. KICE.
- 박경미 · 이환철 · 박선화 · 강은주 · 김선희 · 임해미 · ... · 여미주 (2015). 2015 개정 교육과정 시안 개발 연구 II. 한국과학창의재단 연구보고 BD15110002.
- Park, K., Lee, H., Park, S., Kang, E., Kim, S., Lim, H., ..., & Yeo, M. (2015). *A Development of a Draft for the 2015 Revised National Mathematics Curriculum*. KOFAC Research Report BD15110002.
- 박형준 · 김경모 · 정석민 · 장경호 · 한경동 · 한진수 (2018). 고등학교 <경제>. 천재교육.
- Park, H., Kim, K., Jung, S., Chang, K., Han, K., & Han, J. (2018). *High School <Economics>*. Chunjae Education.
- 서보억 (2020). 수학과 교육과정과 고등학교 <경제 수학> 교과서의 일관성 분석 연구. 수학교육 논문집, **34(3)**, 373-391.
- Suh, B. E. (2020). Analysis study on the consistency of the curriculum of mathematics and <Economic Mathematics> textbooks. *Communications of Mathematical Education*, **34(3)**, 373-391.
- 유종열 · 허균 · 김응현 · 김준호 · 조수용 (2018). 고등학교 <경제>. ㈜비상교육.
- Yu, J., Heo, K., Kim, E., Kim, J., & Kim, S. (2018). *High School <Economics>*. Visang Publishing Co.Ltd.
- 이경원 (2022). <경제 수학> ‘수열과 금융’ 단원 수업 설계 및 실행 아이디어. 수학과 교육, **153**, 46-49.

- Lee, K. (2022). An idea for lesson design and implementation of the 'Sequence and Finance' chapter in <Mathematics for Economics>, *Mathematics and Education*, **153**, 46-49.
- 이경화 · 김동원 · 김선희 · 김혜미 · 김화경 · 박진형 · ... · 송창근 (2021). 포스트코로나 대비 미래지향적 수학과 교육과정 구성 방안 연구 최종보고서. 교육부.
- Lee, K., Kim, D., Kim, S., Kim, H., Kim, H. K., Park, J., ..., & Song, C. G. (2021). *A Study on the Future-Oriented Mathematics and Curriculum Composition Plan for Post-Coronavirus Era - Final Report*. Ministry of Education.
- 이상구 · 고호경 · 김영록 · 박정숙 · 송석리 · 오세준 · ... · 홍옥수 (2020). 2015 개정 교육과정 인공지능 수학과목 시안 개발 연구. 한국과학창의재단 연구보고서 BD20100001.
- Lee, S. G., Ko, H. K., Kim, Y. R., Park, J. S., Song, S., Oh, S. J., ..., & Hong, O. S. (2020). *A development of a draft for the 2015 revised mathematics curriculum Artificial Intelligence Mathematics*. KOFAC Research Report BD20100001.
- 이준구 (2019). 미시경제학 제 7판. 문우사.
- Lee, J. (2019). *Microeconomics 7th edition*. Moonwoosa.
- 이준구 · 이창용 (2020). 경제학원론 제 6판. 문우사.
- Lee, J., & Lee, C. (2020). *Economics 6th edition*. Moonwoosa.
- 이화영 (2021). 2015 개정 교육과정에 따른 고등학교 수학 선택과목 운영 현황 분석 연구. *학교수학*, **23(1)**, 169-187.
- Lee, H. (2021). A study on the operating status of elective subject according to the 2015 revised high school mathematics curriculum. *School Mathematics*, **23(1)**, 169-187.
- 조승모 (2022). 고등학교 <경제 수학> 과목의 금융 분야에 대한 비판과 제언. *학교수학*, **23(4)**, 565-591.
- Cho, S. M. (2022). A critical suggestion on finance for high school <Mathematical Economics>. *School Mathematics*, **23(4)**, 565-591.
- 최원 · 김성연 · 설한국 · 전두배 (2018). 고등학교 <경제 수학>. 광주광역시교육청.
- Choi, W., Kim, S., Seol, H., & Jeon, D. (2018). *High School <Mathematics for Economics>*. Gwangju Metropolitan Office of Education.
- 한진수 (2022). 경제학자 없는 <경제 수학>. 경제교육연구, **29(1)**, 1-25.
- Hahn, J. (2022). 'Mathematics for Economics' without economist. *Korean Journal of Economic Education*, **29(1)**, 1-25.
- 허수미 · 송민구 · 신민하 · 양현서 · 박광원 · 김지혜 · 김건태 (2018). 고등학교 <경제>. ㈜지학사.
- Heo, S., Song, M., Shin, M., Yang, H., Park, K., Kim, J., & Kim, K. (2018). *High School <Economics>*. Jihak Publishing Co.Ltd.
- Byerley, C., Yoon, H., & Thompson, P. W. (2016). Limitations of a "chunky" meaning for slope. In *Proceedings of the 19th annual conference on research in undergraduate mathematics education* (pp. 596-604).
- Kwon, O. N., Han, C., Lee, C., Lee, K., Kim, K., Jo, G., & Yoon, G. (2021). Graphs in the COVID-19 news: A mathematics audit of newspapers in Korea. *Educational Studies in Mathematics*, **108(1)**, 183-200.
- Mankiw, N. G. (2020). 맨큐의 경제학 제 9판 (김경환, 김종석 역). ㈜ 한티에듀.
- Moore, K. C., Silverman, J., Paoletti, T., Liss, D., & Musgrave, S. (2019). Conventions, habits, and US teachers' meanings for graphs. *The Journal of Mathematical Behavior*, **53**, 179-195.
- Thompson, P. W. (2013). In the absence of meaning... In *Vital directions for mathematics education research* (pp. 57-93). New York: Springer.

- Thompson, P. W. (2016). Researching mathematical meanings for teaching. In L. D. English & D. Kirshner (Eds.), *Handbook of international research in mathematics education* (pp. 435-461). Taylor & Francis.
- Thompson, P. W., & Milner, F. (2019). Teachers' meanings for function and function notation in South Korea and the United States. In *The legacy of felix klein* (pp. 55-66). Springer.
- Yoon, H., & Thompson, P. W. (2020). Secondary teachers' meanings for function notation in the United States and South Korea. *The Journal of Mathematical Behavior*, **60**, 100804.
- Yoon, H., Byerley, C. O., Joshua, S., Moore, K., Park, M. S., Musgrave, S., ... & Drimalla, J. (2021). United States and South Korean citizens' interpretation and assessment of COVID-19 quantitative data. *The Journal of Mathematical Behavior*, **62**, 100865.

A Comparative Analysis of Economic Terms & Function Notations and Function Graphs in High School <Mathematics for Economics>, <Economics> Textbooks

Lee, Kyungwon

Dankook University Middle School
E-mail: kyungwon.lee.snu@gmail.com

Kwon, Oh Nam[†]

Seoul National University
E-mail: onkwon@snu.ac.kr

The purpose of this study is to derive implications for the development of the next curriculum and textbooks by comparing and analyzing the textbooks of the 2015 revised high school mathematics curriculum <Mathematics for Economics> and social studies curriculum <Economics>. In the <Mathematics for Economics> textbooks, economic terms and function notations should be introduced. Additionally, the use of graphs for economic-related functions is different from the use of graphs in mathematics in the <Mathematics for Economics> textbooks. For these reasons, the usage of economic terms, function notations, and function graphs covered in the <Mathematics for Economics> textbooks were compared and analyzed with the usage in the <Economics> textbooks. In the <Mathematics for Economics> textbooks, economic terms that are highly related to mathematics are defined and presented. Contrary to the conventions of mathematics and economics, the function notations in the <Mathematics for Economics> textbooks were used inconsistently because uppercase and lowercase letters were mixed in the function notations. Function graphs in the <Mathematics for Economics> textbooks had differences in the range of values represented by the variables regarding axes and scaling. The <Mathematics for Economics> textbooks did not provide a mathematical interpretation of the translation or slope. In the course of <Mathematics for Economics>, it is necessary to specify considerations for teaching and learning, and assessment in the curriculum to promote students' understanding of mathematics and economics. The descriptions in the curriculum document and textbooks of <Mathematics for Economics> should be supplemented to provide learning opportunities for mathematical interpretation of economics-related contents.

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97U20

* Key words : mathematics for economics, economic terms, mathematical notations, graphs

[†] corresponding author

[부록 1] 2015 개정 <경제 수학> 교육과정 문서에 제시된 교수·학습 방법 및 유의 사항

영역	핵심 개념	교수·학습 방법 및 유의 사항	경제 용어의 지도 방법	경제 용어의 수학적 취급 방법	수학 개념의 지도 범위와 방법	공학적 도구 활용 방법	
대수	수와 생활 경제	경제지표는 물가지수, 주가지수, 취업률, 실업률 등과 같이 대중매체를 통해 흔히 접할 수 있는 자료에 대하여 조건과 상황을 단순화하여 다룬다.	○				
		동일한 상품이 국가별로 가치가 다르게 되는 경우가 있음을 환율을 이용하여 이해하게 한다.	○				
		통화 가치와 환율의 관계를 설명하고, 환율 변동에 따른 손익 문제는 통화 가치의 변화와 관련된 내용을 다루도록 한다.	○				
		세금을 다룰 때, 동일한 세율을 적용하는 세금인 부가가치세와 소득이나 수익에 따라 차별화된 세율을 적용하는 누진세의 사례를 단순화하여 다룬다.	○				
		환율과 세금은 계산이 간단한 문제를 다루되, 필요한 경우 공학적 도구를 이용할 수 있다.			○		
	수열과 금융	동일한 상황에서 단리와 복리를 적용할 때 이자와 원리합계가 어떻게 달라지는지 확인하게 한다.	○				
		동일한 금액이라도 받거나 지급하는 시점이 현재인 경우와 미래인 경우 그 가치가 다르다는 것을 이해하게 한다.	○				
		n 이 커질 때 $\left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$ 이 e 로 수렴함을 공학적 도구를 이용하여 이해하게 한다.				○	
		동일한 상황에서 단리와 복리, 연속복리로 이자를 계산할 때 연속복리를 이용하는 경우 원리합계가 가장 크다는 것을 이해하게 한다.	○				
		미래의 각 시점마다 받게 되는 동일한 금액의 현재가치가 등비수열로 표현되고 이들의 총합인 연금의 현재가치가 등비급수의 합으로 계산될 수 있음을 다룬다. 금융상품과 관련된 복잡한 계산은 공학적 도구를 이용할 수 있다.		○		○	
해석	함수와 경제	경제현상을 표현하는 함수는 삼차 이하의 다항함수 또는 무리함수에 한하여 다룬다. 생산은 노동과 자본을 독립변수로 갖는 이변수함수라고 볼 수 있지만, 하나의 변수를 고정된 일변수함수로 바꾸어 다룰 수 있다.		○			
		경제 관련 함수를 다룰 때 독립변수는 자연수뿐만 아니라 실수가 될 수 있음을 가정한다.		○			
		세금과 소득의 변화에 따른 균형가격의 변화는 그래프의 평행이동을 이용하여 분석할 수 있다.		○			
		의사 결정 문제는 효용함수를 통한 소비자의 의사 결정, 생산함수를 통한 생산자의 의사 결정을 다룬다.	○				
		부등식의 영역에서 $(x + y)(x - y) > 0$ 과 같이 다항식의 곱으로 표현된 것은 다루지 않는다.			○		
	미분과 경제	미분과 경제	부등식의 영역과 관련하여 최대, 최소를 구할 때, 경제 관련 함수는 일차식만 다룬다.			○	
			함수의 극한 개념과 극한값에 관한 성질은 직관적 수준으로 다루고, 미분계수는 접선의 기울기로 도입한다.			○	
			함수의 미분가능성은 다루지 않는다.			○	
			$y = x^n$ (n 은 실수)의 도함수는 예를 통하여 유추하게 한다.			○	
			$y = (ax + b)^n$ (n 은 실수)의 도함수는 증명 없이 다룬다.			○	
함수의 곱과 몫, 합성함수의 미분법 등은 다루지 않고 실수배, 합, 차의 미분법만 다룬다.			○				
미분의 활용에서는 삼차 이하의 다항함수 또는 무리함수를 다룬다.			○				
탄력성의 계산은 미분을 활용한 것만 다룬다.		○					