

비판적 수학교육 관점에 따른 수학교과서 분석준거 개발: 전문가 델파이 조사를 중심으로¹⁾

송 룬 진* · 주 미 경**

본 연구는 비판적 수학교육의 관점에서 수학교과서를 분석하기 위한 분석준거 개발을 목표로 하여 이루어졌다. 이를 위한 첫 단계로서 비판적 수학교육의 이론적 근간이 되는 비판 이론과 비판적 교육이론에 대한 문헌분석을 통해 비판적 수학교육의 철학적, 인식론적 기저를 고찰하였다. 또한 비판적 수학교육에 대한 국내외 문헌을 분석하여 비판적 수학교육의 개념화 논의, 실제 수업사례 등을 종합하여 ‘비판적 수학교육 관점에 따른 수학교과서 분석준거 안’을 구성하였다. 이후 제시한 준거 안에 대한 타당도를 검증하기 위해 전문가 델파이 조사를 실시하였다. 델파이 조사 분석 결과에 따라 제시한 준거 안을 수정, 보완하여 ‘고전적 지식’, ‘공동체적 지식’, ‘대화적 지식’, ‘정치적 지식’ 네 범주로 이루어진 ‘비판적 수학교육의 관점에 따른 수학교과서 분석준거’를 최종적으로 개발하였다.

I. 서론

수학교과는 오랜 기간 동안 절대주의 철학의 영향으로 모든 수학적 지식은 시공을 초월하여 불변하는 보편타당하고 초월적인 지식이라고 생각되어 왔다. 이와 같은 인식론적 관점에서 많은 수학교사, 수학교육연구자들은 ‘어떻게 효과적으로 수학적 지식을 전달할 것인가?’에 주된 관심을 가져왔다. 따라서 수학적 지식이 실제 우리 생활과 어떠한 관련성이 있으며 어떠한 필요에 의해 발달해 온 것인지에 대한 충분한 고찰 없이 점차 추상화, 탈맥락화 되었고, 수학 학습자는 자신의 학습동기, 필요, 흥미 등과 무관하게 탈맥락화, 대상화된 수학적 지식을 효과적으로 습득하고 정복해야하는 대상으로 여기게 되었다. 여기서 문제로 지적되는 점은 탈맥락화, 추상화,

대상화된 수학적 지식이 비인간화의 도구가 되었다는 것이다. 즉, 수학적 지식은 인간과 유리된 난해하고 추상적이며 대상화된 지식으로 자리 잡음으로써 수학 학습자는 수학을 수동적으로 받아들이고 인간이 만든 지식인 수학에 대한 숙달 정도에 따라 등급화 되는 인간소외의 현상을 겪게 되었다(이시용, 1997; 정영수, 1995; D'Ambrosio, 1999).

더욱이 세계경제포럼 보고서는 머지않은 미래에 지금과는 완전히 다른 차원의 인공지능을 바탕으로 하는 4차 산업혁명의 시대가 도래할 것이라고 예측하였다(Schwab, 2016). 4차 산업혁명을 통해 우리 사회는 기존의 지식을 익히고 암기하는 것을 기반으로 하는 일자리들이 인공지능으로 대체하게 되는 변화를 맞이하게 될 것이다. 그러나 이와 같은 사회적 변화는 기하급수적으로 증가하는 새로운 정보, 기술에 대한 접근성

* University of Wisconsin-Madison, rsong29@wisc.edu (제1 저자)

** 한양대학교, mkju11@hanyang.ac.kr (교신저자)

1) 이 논문은 2014년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2014S1A5B5A07040122)

에 격차를 유발하고 나아가 이는 사회경제적 격차로 나타날 가능성이 있다. 이와 같이 4차 산업 혁명은 인간에게 여러 가지 편이성을 제공함과 동시에 사회의 양극화를 초래할 위험성을 함께 내포하고 있다(Schwab, 2016). 따라서 모든 학습자들이 미래사회의 구성원으로 요구되는 역량을 갖추고 능동적 주체로서 자신의 삶을 영위하며 정의와 평등, 인권 등의 보편적 원리에 따른 세계사회의 지속가능한 발전에 기여할 수 있도록 교육개혁이 이루어져야 할 것이다.

이와 같은 맥락에서 비판적 수학교육은 수학 교과를 통해 이러한 교육개혁의 과제를 해결하기 위한 방안의 하나로 고려될 수 있는 새로운 교육패러다임이다. 비판적 수학교육은 전통적인 수학교육의 기본 가정을 비판하는 것으로부터 출발한다. 즉, 비판적 수학교육의 관점에서는 수학적 지식이 갖는 보편적 특징보다는 사회문화적이고 구성적이며 실용적인 특징에 주목한다. 비판적 수학교육 관점은 지식을 획득의 대상이 아니라 인간이 능동적으로 구성해가는 것으로 보며 이 때 학생의 ‘학습 자율권’을 중요한 요소로 간주하여 학생 고유의 경험과 관심, 필요, 문제상황 등을 학습의 출발점으로 삼도록 격려한다. 또한 비판적 수학교육은 수학적 지식 혹은 수학교육과정 안에 내재해 있는 불평등한 권력의 관계를 비판적으로 분석하고 공정하고 공평한 수학적 정체성을 재구성할 것을 제안한다. 특히 수학적 지식은 수학·과학 기술 기반의 우리 사회를 비판적으로 감시하고 관리, 감독하기 위한 강력한 도구가 될 수 있으므로 비판적인 수학적 힘을 함양할 것을 강조한다. 즉, 수학을 통해 비판적인 관점으로 세상을 이해하고 분석하며 더 나아가 좀 더 공정하고 공평한 사회가 될 수 있도록 개혁할 것을 요구한다. 이와 같은 관점에서 비판적 수학교육은 모든 교육 주체가 서로 이해하고 존중하며 평등하고 정의로운 사회

를 구현하고자 노력하는 실천적 교육개혁운동의 하나로 이해될 수 있을 것이다(Bartell, 2011; Frankenstein, 2012; Freire, 1994; Gutstein, 2012; Powell, 2012; Skovsmose, 1985, 2012).

우리나라 교육과정을 살펴보면, 이와 같은 비판적 교육의 관점이 점차 반영되고 있음을 확인할 수 있다. 2009 개정 교육과정 총론에 따르면 ‘세계와 소통하는 시민으로서 배려와 나눔의 정신으로 공동체 발전에 참여하는 사람’을 지향하는 인간상으로 제시하고 있으며 ‘민주 시민으로서의 자질과 태도’를 함양하고(중학교), ‘새로운 이해와 가치를 창출할 수 있는 비판적, 창의적 사고력과 태도’, ‘국가 공동체의 발전을 위해 노력하고, 더불어 살아가며 협동하는 세계 시민으로서의 자질과 태도’ 함양을(고등학교) 학교교육의 목표로 제시하고 있다. 또한 2015 개정 수학과 교육과정 역시 수학교과의 성격을 ‘수학의 지식과 기능을 활용하여 수학 문제뿐만 아니라 실생활과 다른 교과의 문제를 창의적으로 해결할 수 있으며, 세계 공동체의 시민으로서 갖추어야 할 합리적 의사 결정 능력과 민주적 소통 능력을 함양’ 하는 것이라고 제시함으로써 수학교과를 통한 민주시민으로서의 역량 함양을 강조하고 있다(교육과학기술부, 2012; 교육부, 2015a). 특히 2015 개정 수학과 교육과정이 제시하고 있는 수학 교과 역량의 하나인 ‘실천과 태도’는 수학의 가치를 인식하고 자주적 수학 학습 태도와 민주 시민의식을 갖추어 실천하는 능력을 의미하며 그 하위요소 가운데 ‘시민의식’은 수학적 활동을 통하여 정직하고 공정하며 책임감 있게 행동하고 어려움을 극복하기 위해 도전하는 용기 있는 태도, 타인을 배려하고 존중하며 협력하는 태도, 논리적 근거를 토대로 의견을 제시하고 합리적으로 의사결정하는 태도를 갖고 이를 실천하는 능력을 뜻한다(교육부, 2015b). 이로서 2015 개정 수학과 교육과정은 수학 수업이 수학

적 내용과 기능을 획득하는 것을 넘어 수학 수업에서 공정하고 정직한 태도 취하기, 책임감, 도전정신, 용기 갖기, 배려하기, 존중하기, 협력하기, 논리적 근거를 토대로 의견 제시하기, 이유 설명하기, 합리적으로 의사결정하기 등과 같은 비판적 사고 및 행동 역량을 키우는 것의 중요성을 강조하고 있다.

그렇다면 실제 수학교과서에서 비판적 수학교육의 관점을 어떻게 반영하고 있는지 알아보기 위한 첫 단계는 그것의 분석준거를 개발하는 일일 것이다. 이에 본 연구에서는 비판적 교육 및 비판적 수학교육에 대한 다양한 문헌분석을 기반으로 분석준거의 주요 범주를 분류하고 각 범주에 해당하는 구체적인 내용 요소 및 특징을 도출하여 이를 바탕으로 ‘비판적 수학교육 관점에 따른 수학교과서 분석준거 안’을 제시할 것이다. 또한 제시한 분석준거 안에 대하여 전문가 델파이 조사를 실행함으로써 분석준거의 타당도를 검증하고 델파이 조사 분석결과에 따라 이를 수정, 보완 한 뒤 최종적인 분석준거를 제시하고자 한다. 이와 같이 비판적 수학교육의 관점에서 수학교과서 분석준거를 개발하는 연구는 수학교육을 통해 사회를 변화시키기 위한 다양한 담론을 형성하고, 교육 실천을 향해 나아가는 첫 걸음이 될 수 있을 것이다.

II. 이론적 고찰: 분석준거의 내용요소 탐색을 중심으로

비판적 수학교육은 그 개념이 다양하고 고정되지 않은 까닭에 교과서 분석준거를 개발하는 것이 용이하지 않다. 그러나 교육 정책 및 목표를 반영하고 있는 교과서에 대한 분석은 비판적 수학교육의 이해와 실천에 대한 다양한 담론을 생산해 낼 수 있다는 측면에서 유의미한 과정이

될 수 있다. 본 장에서는 수학교과서를 비판적 수학교육의 관점으로 분석하기 위해 비판이론, 비판적 교육이론, 비판적 수학교육이론이 갖는 다양한 개념을 선택, 분류, 종합하여 분석준거 개발을 위한 내용요소를 탐색하고자 한다. 구체적으로, 수학교육에 대한 기존의 인식론적 관점에서 비판적 수학교육이 어떻게 개념화 될 수 있으며 또한 어떠한 차이가 있는지 알아보하고자 수학적 지식에 대한 대표적인 인식론인 ‘절대주의’, ‘사회문화적 구성주의’, ‘실용주의’를 중심으로 비판적 수학교육의 목표 및 세부 내용요소를 탐색할 것이다. 이와 같은 인식론적 차이에 따른 분류는 다양하게 개념화되어 있는 비판적 수학교육에 대한 이해를 도모하며, 각각의 인식론적 차이에 따른 비판적수학교육의 강점 및 한계점들을 파악함으로써 실제 교육과정이나 교과서 개발 시 유의한 시사점을 제안할 수 있을 것이다.

1. 절대주의 철학의 관점에서 비판적 수학교육의 목표 및 내용요소 탐색

절대주의 철학에서 수학적 지식은 확실하고 모순이 없는 진리로 구성된 지식체계이다. 이때 수학은 공리와 정의에 대한 가정으로부터 출발하여 논리적 추론을 통해 구성되었기 때문에 엄밀하고 형식적이다. 따라서 수학적 지식은 고정되고 완성된 결과로 간주할 수 있으며 사회 혹은 학습자의 상황을 고려하지 않는 탈맥락적인 것으로 규정한다. 이와 같은 특징을 갖는 절대주의 철학의 관점은 오랜 기간 학교수학의 철학적, 인식론적 근간이 되어왔는데, 기존의 전통적인 교육 철학, 관습, 제도 등을 비판하고 부정하는 것으로부터 출발한 비판적 교육의 철학적, 인식론적 관점과는 근본적인 차이가 있다(Ernest, 1991).

그럼에도 절대주의적 관점에서 비판적 수학교

육의 목표 및 내용요소를 탐색하는 이유는 수학적 지식이 가지고 있는 보편성이 수학 교수·학습에서 기본적인 역할 하기 때문이다. 예를 들어, 양, 크기, 순서, 모양, 위치 등과 관련한 수학적 지식은 인종, 민족, 언어, 시대 등에 따라 다양한 방식으로 표현되고 서로 다르게 설명·증명되는 다양성을 가지고 있지만, 공통적으로 양, 크기, 순서, 모양, 위치에 관한 수학적 지식을 생산해왔다는 측면에서 보편성 또한 가지고 있다고 볼 수 있다. 따라서 수학적 지식의 보편성을 반영하여 절대주의적 관점으로 비판적 수학교육을 개념화하고 이를 실제 교과서나 교수·학습 상황에 반영하는 것은 비판적 수학교육의 실천적 측면에서 유의미하다(Bishop, 1988; Ernest, 1991; Gutstein, 2003).

그렇다면 기존의 전통적인 교육 철학, 관습, 제도 등을 비판하고 부정하는 것으로부터 출발한 비판적 교육을 전통적인 절대주의의 관점에서 어떻게 실천할 수 있을까? 절대주의의 관점에서 비판적 수학교육은 객관적이고 보편적인 수학적 지식을 학습하면서 동시에 다양한 사회정치적 이슈들을 이해하고 분석하는 과정을 통해 공평하고 더 나은 사회를 건설해 가기 위한 수학적 힘과 비판적 역량을 동시에 함양하는 것을 지향하는 교육이라고 개념화 할 수 있다. 즉, 수학적 지식은 우리 사회에 존재하는 다양한 구조적 불평등의 문제를 인식하고 분석하며 이를 개선해 나가기 위한 도구가 될 수 있다고 보는 것이다. 또한 지금과 같은 수학, 과학 기반의 기술 정보화 사회에서 수학적 지식을 도구로 활용하여 사회를 비판적으로 분석하고 관리, 감독 할 수 있는 역량은 좀 더 정의로운 사회를 구현하기 위해 요구되는 중요한 역량 중 하나일 것이다(Bohl, 1998; Davis, 1993; Gutstein, 2006, 2007; Keitel, 1993; Romberg, 1992; Skovsmose, 2012; Wager, 2008).

따라서 절대주의 철학의 관점에서 비판적 수학교육의 목표는 완성된 결과로서의 수학적 지식을 잘 습득하여 다양한 사회적 현상을 수학적으로 이해하고 해석·분석하는 것을 통해 우리 사회를 비판적으로 관리, 감시, 감독할 수 있는 역량을 함양하는 것이다. 이때, 중요한 점은 수학 교수·학습 상황에 사회, 정치적 이슈를 반드시 포함하여 다양한 사회적 문제들을 이해하고 분석하며 해결할 수 있는 기회를 제공해야 한다는 점이다. 구체적으로, 객관적이고 보편적인 수학적 지식을 학습함에 있어서 다양한 사회, 정치적 이슈를 맥락으로 활용하는 절대주의의 관점의 비판적 수학교육 분석준거 내용요소는 ‘수학적 도구’, ‘수학적 모델링’, ‘비판적인 수학적 사고’와 같이 크게 세 가지 범주로 구분하여 논의할 수 있다.

먼저, ‘수학적 도구’ 범주는 다양한 사회, 정치적 이슈를 수학적으로 분석 및 해석하는데 활용할 수 있도록 여러 수학적 개념과 기능, 알고리즘, 형식적 조작 등을 학습하도록 제시하는 경우이다. 다음으로 ‘수학적 모델링’ 범주는 다양한 자연적, 사회적 현상들에 대하여 수학적으로 분석, 해석, 해결 및 예측하는데 필요한 수학적 문제해결, 논리적 추론, 모델링 역량을 함양하도록 하는 경우이다. 마지막 ‘비판적인 수학적 사고’ 범주는 다양한 사회 정치적 이슈에 대하여 수학적으로 분석하고 해석하기 위해 사용된 수학적 개념, 절차, 문제해결방법 등에 대하여 비판적으로 사고함으로써 수학적 추상화, 수학과와 같은 비판적인 수학적 사고력을 함양하도록 하는 경우이다(Bohl, 1998; Gutstein, 2007).

수학적 모델링의 경우에 대한 예를 들어 보면, 봄철 우리나라에서 발생하는 최근 10년간 미세먼지 량을 조사해 보도록 제안한 이후 이와 같은 미세먼지 증가율이 지속된다고 가정할 때, 향후 10년간 미세먼지의 양은 어떠할지 모델링하

도록 과제를 제시할 수 있다. 이와 같은 수학적 모델링은 우리나라의 대기오염 문제의 심각성을 진단하고, 이를 개선하기 위한 노력이 구체적으로 어떠한지 수학적 절차를 통해 제시함으로써 대기오염과 관련한 우리나라 정책의 제한점, 문제점 등을 발견할 수 있도록 할 것이다. 이때 수학적 모델링, 알고리즘, 계산 등은 수학적 학습 목표로 제시되겠지만 환경오염 문제가 수학적 학습을 위한 맥락으로 함께 제시되기 때문에 수학적 힘을 키우는 것과 동시에 우리 사회의 문제점에 대하여 분석하고 인식할 수 있는 비판적 역량도 함께 함양할 수 있는 교수-학습 과정이 가능하다. 지금까지 논의한 절대주의 관점에서 비판적 수학교육의 목표 및 교과서 분석을 위한 내용요소를 정리하면 <표 II-1>과 같다.

절대주의적 관점에서 비판적 수학교육은 실제 교과서나 교수-학습 상황에서 자주 등장하고 있으며, 다양한 수학 학습 주제에서 사회비판적 이슈를 맥락으로 제시함으로써 비판적 수학교육을 실천할 수 있다는 강점이 있다. 그러나 절대주의적 관점의 비판적 수학교육은 고정되고 확립된

수학적 지식을 활용하여 현실의 문제점을 분석하고 개선 방안을 찾는 것에 한정되며 학습자의 창의적 재해석이나 재구성, 생산 활동은 고려되지 않는다는 제한점이 있다. 이러한 측면에서 비판적 수학교육의 관점에서 절대주의는 그 기여하는 바가 있음에도 불구하고 특정 지배집단의 이해관계를 반영하는 인식론이라는 한계가 있다고 볼 수 있다.

2. 사회문화적 구성주의 관점에서 비판적 수학교육의 목표 및 내용요소 탐색

수학적 지식에 대한 또 다른 관점은 수학적 지식을 사회문화적 의사소통을 통한 구성적 지식으로 보는 것이다. 이 때 수학적 지식은 객관적이고 보편적인 지식이라기보다는 사회문화적이고 상대적인 지식으로 간주된다. 개인 혹은 개인이 속한 다양한 사회, 문화 속에서 수학적 사고는 다양성을 갖는다. 또한 수학은 한 사회의 고유한 문화적 조직을 반영하며 지속적으로 성장하는 역동적 특징을 갖는 지식 체계이다. 사회

<표 II-1> 절대주의 기반의 비판적 수학교육 관점에 따른 수학교과서 분석준거 안

인식론	비판적 수학교육의 관점에서 교수-학습목표	내용요소		특징
절대주의 (결과로서 수학적 지식)	수학적 지식을 잘 습득하여 다양한 사회적 현상을 수학적으로 이해하고 해석·분석하는 것을 통해 우리 사회를 비판적으로 관리, 감시, 감독할 수 있는 역량을 함양하는 것이 교육의 목표임	수학적 도구	다양한 사회, 정치적 이슈를 수학적으로 분석 및 해석하는데 활용할 수 있는 수학적 개념과 기능, 알고리즘을 학습하도록 함	<ul style="list-style-type: none"> • 사회, 정치적 이슈를 반드시 포함해야 함
		수학적 모델링	실세계의 다양한 자연적, 사회적 문제에 대하여 분석, 해석, 해결 및 예측하는데 필요한 수학적 문제해결, 논리적 추론, 모델링 역량을 함양하도록 함	
		비판적인 수학적 사고	다양한 사회 정치적 이슈에 대하여 수학적으로 분석하고 해석하기 위해 사용된 수학적 개념, 절차, 문제해결방법 등에 대하여 비판적으로 사고함으로써 수학적 추상화, 수학과화 같은 비판적인 수학적 사고력을 함양하도록 함	

문화적 구성주의 관점에서 비판적 수학교육은 수학적 지식 자체 혹은 수학적 지식을 학습할 때 마주하게 되는 기존의 체계, 방법, 논리 등을 무비판적으로 받아들이는 것이 아니라 기존의 전통에 대하여 반성적으로 인식하고 지속적인 질문과 다시 생각하기, 새롭게 바라보기 등을 통해 반성적으로 학습하며 수학의 다양성 이면에 존재하는 권력 관계를 비판적으로 인식하는 것을 목표로 한다. 사회문화적 구성주의 관점을 기반으로 하는 분석준거의 내용요소는 다음과 같이 ‘반성적 인식’과 ‘반성적 삶’의 두 범주로 구분하여 논의할 수 있다(Cobb & Yackel, 1996; Ernest, 1991; Freire, 1973).

첫 번째 범주인 ‘반성적 인식’은 수학교과서에서 수학적 지식에 내재하고 있는 불평등, 권력을 비판적인 관점으로 인식할 수 있도록 다양한 민속수학의 관점을 공평하게 제시하고 있는가에 대한 것이다. 수학을 사회문화적 관점으로 연구하는 학자들에 따르면, 수학적 지식은 다양한 집단과의 수학적 의사소통을 통해 구성된 사회문화적 지식임에도 불구하고 유럽의 남성을 중심으로 하는 수학자들이 이루어 온 수학적 성과를 수학의 기준으로 삼고 절대적인 우위를 부여하고 있다고 주장한다. 또한 학교 교육은 전통적으로 유럽중심의 이데올로기에 따라 발달해 왔으며 이는 다른 집단의 관점을 배제해 왔다는 것을 의미한다. 특히 수학교육과정은 역사에서 힘을 가지지 못한 다양한 집단의 관점을 철저하게 배제하거나 왜곡해 왔다(Apple, 1992, 1995; D’Ambrosio, 1997; Ju, Moon, & Song, 2016; Zaslavsky, 1996).

이와 같이 수학교육과정 안에 내재되어 있는 편견, 모순들은 수학적 지식의 형성과정에 공헌해 온 다양한 집단에 대하여 왜곡된 관점을 갖도록 한다. 수학교육과정 안에 암묵적으로 내재되어 있는 정치적인 힘은 ‘어떠한 내용이 교육

과정으로 선택되어야 할 것인가?’, ‘누구의 수학적 공헌을 공적인 지식으로 인정할 것인가?’ 등의 문제와 관련하여 정치적인 특징을 가지고 있다. 특히, 수학에서 특정 정리나 이론 등에 대하여 주로 유럽의 수학자 이름을 이용하여 명명하곤 하는데, 이런 경우 특정 수학자에게 모든 수학적 공헌과 지식의 소유권을 부여하게 된다. 그러나 실제 수학의 역사를 고찰해 보면 어떤 수학적 이론도 수학자 한 개인의 노력만으로 이루어낸 성과라고 보기 어렵다. 오히려 하나의 수학적 아이디어가 이론으로 탄생하기 위해서는 다양한 인종, 민족, 시대 등에 존재해 온 여러 수학자 집단 그리고 과학, 철학 등 다른 학문과의 끊임없는 수학적 대화를 통해 이루어진 것이라고 할 수 있다(정수용, 주미경, 송륜진, 2014; Apple, 1992; Grant & Sleeter, 2011; Grunnetti & Rogers, 2000).

예를 들어, 직각삼각형에서 빗변의 제곱은 나머지 두 변의 제곱의 합과 같다는 수학적 특징은 일반적으로 ‘피타고라스의 정리’로 불린다. 그러나 고대 문명의 발상지인 이집트, 메소포타미아, 인도, 중국 등에서 ‘피타고라스의 정리’에 대한 내용을 발견할 수 있다. 또한 ‘피타고라스의 정리’가 등장하기 약 500년 전인 B.C. 3000년 경 중국에서는 ‘고구현의 정리’라고 부르며 그 증명을 시각적인 형태로 제시하였다(Swetz, 2000). 그러나 직각삼각의 변의 길이 사이의 관계를 ‘피타고라스의 정리’로 명명하는 순간 고대 그리스의 수학자 ‘피타고라스’에게 모든 업적과 공헌을 부여하게 된다. 이와 같이 수학적 이론, 정리 등에 대하여 유럽 남성 수학자 중심으로 ‘명명하기’의 문제는 비판적인 관점으로 분석될 필요가 있다. 다시 말해 수학적 지식 안에 암묵적으로 존재하는 정치적인 힘의 구조에 대하여 학생들이 인식하고 비판하며 올바른 수학적 지식에 대한 정체성을 형성할 수 있도록 다양하고

평등한 관점을 교과서에 제시할 필요가 있다. ‘반성적 인식’ 범주에서는 사회, 정치적 이슈를 포함하는 것이 필수적이지 않다. 왜냐하면 수학적 지식의 정치적 힘의 논리에 대하여 반성적으로 인식하고 탐구하는 것 자체가 비판적이기 때문이다.

둘째, ‘반성적 읽’이란, 교사 혹은 교육과정에서 제시하는 기존의 수학적 지식에 대하여 학습자가 침묵하며 무조건 따르는 것을 통해 학습하는 것이 아니라 이를 비판적으로 분석하고 수학적 의사소통 과정을 통해 사회문화적으로 의미 있는 수학적 지식을 구성해 가도록 제시하고 있는지에 대한 것이다. 따라서 ‘반성적 읽’을 추구하는 수학교과서는 다양한 수학적 개념, 이론, 공식, 문제해결 방법, 증명, 정당화 등에 대하여 비판적으로 분석해 보도록 하고 다양한 수학적 개념, 이론, 공식, 풀이방법 등을 제시하거나 탐색해 볼 수 있도록 구성할 수 있다. 또한 교사와 학생들이 수학공동체 내에서 수학적 대화를 거쳐 수학적 다양성을 인정하고 소통할 수 있는 기회를 제시하도록 구성할 수 있다(Frankensteen, 1983; Freire, 1973).

이때, ‘반성적 읽’은 수학적 의사소통을 통해 수학적 지식을 구성해 간다는 측면에서 사회적 구성주의와 유사하다. 사회적 구성주의에서 지식은 지식을 사용하는 사람들 사이의 사회적 상호작용 과정에 따른 산물로 이해된다. 각 개인들은 다른 사람들, 세계와 상호작용하면서 그들 자신의 고유한 지식, 의미를 구성하고 이렇게 개인적으로 구성된 지식은 사회적 검토의 과정을 거쳐 지식의 타당성을 부여하여 공유된 지식의 형태를 갖추게 된다. 이러한 관점에서 수학적 지식은 하나의 고정된 대상으로 개념화되지 않고 오히려 세상을 이해하는 많은 사회적인 방법의 하나로 여겨진다(Cobb & Yackel, 1996; Ernest, 1991). 이와 비교하여 비판적 수학교육의 ‘반성적 읽’은

수학적 의사소통 과정에서 특정 집단이 대화의 일방향적 권력을 행사하지 않고 평등한 관계에서 수학적 대화가 이루어지는 것을 추구한다. 또한 학습자가 기존의 수학적 지식을 내면화 하여 자신의 지식으로 이해하고 구성하기 위한 목적으로 수학적 의사소통을 한다기보다는 기존의 수학적 지식 혹은 수학적 과정에 대하여 비판하고 반성하는 과정을 통해 궁극적으로 수학적 지식을 생산적으로 구성해 가기 위한 목적으로 수학적 의사소통이 이루어진다는 측면에서 차이가 있다.

Freire(1970)는 지식을 보편적인 것으로 간주하여 일방향적으로 교사는 가르치고 학생은 지식을 적립하는 은행 저축식 교육으로 벗어나 탐구적, 반성적인 학습을 지향해야 한다고 설명하며 탐구적, 반성적 학습을 실천하기 위해 대화를 통한 교육이 구체적 사례가 될 수 있다고 하였다. 또한 Freire(1973)는 ‘교육은 자유를 위한 문화적 행동’이라고 하였는데 이는 지배문화를 무비판적으로 수용하는 것이 아니라 이를 극복하고 창조적인 문화를 건설해 나가야 한다는 것을 의미한다. 이러한 관점에서 ‘지식의 습득 행위’는 교육자와 피교육자 사이의 대화를 통해 과거의 지식을 재창조해 나가는 과정으로 설명될 수 있으며 이러한 주장은 사회문화적 관점에서 비판적 수학교육의 ‘반성적 읽’을 이해하는 데 도움이 된다. ‘반성적 읽’의 범주 역시 비판적 수학교육의 실천을 위해 사회적 이슈를 포함하는 것이 필수적이지 않다. 왜냐하면 수학적 지식을 사회문화적 과정에서 생성되는 탐구적, 과정적 지식으로 생각하고 기존의 수학적 지식에 대하여 비판적인 관점으로 탐구하는 것 자체가 비판적이기 때문이다(Bohl, 1998).

이와 같이 ‘반성적 인식’ 그리고 ‘반성적 읽’의 범주에서는 교과서에 사회정치적 이슈가 표면적으로 등장하지 않을 수 있지만 수학을 학습하는

과정에서 생길 수 있는 사회문화적 다양성과 차이에 관한 다양한 질문에 대하여 비판적으로 논의할 수 있는 기회를 제공해야 한다. 예를 들면, 보통 통계 단원에서 평균, 표준편차와 같은 통계적 수치들에 대하여 학습할 때, 먼저 기본적인 개념에 대한 이해를 한 후, 문제해결을 위해 공식을 소개하고 이를 이용하여 문제를 해결하는 방식으로 수업을 진행하는 것이 일반적이다. 그러나 ‘반성적 읽’의 관점에서 통계적 개념을 학습한다면, 사회적 혹은 과학적 현상을 설명할 때 사용된 평균, 표준편차, 유의확률 등의 통계 개념이 암묵적으로 포함하고 있는 수학적 가정, 오류가능성 등에 대하여 비판적으로 분석하고 반성해 볼 수 있도록 수학적 대화를 진행 할 수 있을 것이다. 이러한 과정은 학생 스스로 통계적 개념을 깊이 있고 명확하게 구성할 수 있도록 한다. 또한 신문, TV, 잡지, 다양한 보고서 등 실생활에서 접하게 되는 통계적 수치들을 비판적인 관점으로 분석할 수 있고 사회적, 과학적 현상을 좀 더 사실에 근거하여 이해할 수 있게 될 것이다. 지금까지 논의한 사회문화적 구성주의 관점에서 비판적 수학교육의 목표 및 교과서 분석을 위한 내용요소를 정리하면 <표 II-2>와 같다.

사회문화적 관점에서 비판적 수학교육은 학습자가 기존의 수학적 개념, 이론, 공식, 문제해결 방법, 증명, 정당화 등에 대하여 비판적으로 고찰하는 것을 통해 학생이 수학적 지식의 일방향적 수용자가 아닌 지식의 생산자로서 역할을 하도록 하며 교사와 학생들이 수학교육체 내에서 수학적 대화를 거쳐 수학적 다양성을 인정하고 소통할 수 있는 기회를 제공할 수 있다는 측면에서 절대주의적 관점의 비판적 수학교육이 갖는 한계점을 극복할 수 있는 것이라고 볼 수 있다.

3. 실용주의 관점에서 비판적 수학교육의 목표 및 내용요소 탐색

실용주의 관점에서는 수학적 지식을 절대불변적인 지식으로써 완성된 결과로 인식할 것인지 사회문화적 과정에 따른 상대적이고 문화적인 구성적, 과정적 지식으로 인식할 것인지에 큰 관심을 두지 않는다. 오히려 실용주의 관점에서는 수학적 지식을 통해 ‘자신이 처한 현재의 상황, 문제를 어떻게 극복할 수 있는가?’, ‘실생활을 어떻게 개선할 수 있는가?’에 주된 관심이 있다. 수학을 실생활에 직접 적용하고 이를 통해 우리

<표 II-2> 사회문화적 구성주의 기반의 비판적 수학교육 관점에 따른 수학교과서 분석준거 안

인식론	비판적 수학교육의 관점에서 교수-학습목표	내용요소		특징
사회문화적 구성주의 (과정으로서 수학적 지식)	수학적 지식 자체 혹은 수학적 지식을 학습할 때 마주하게 되는 기존의 체계, 방법, 논리 등을 무비판적으로 받아들이는 것이 아니라 기존의 전통에 대하여 반성적으로 인식하고 지속적인 질문과 다시 생각하기, 새롭게 바라보기 등을 통해 반성적으로 학습함으로써 반성적 태도 및 역량 함양이 교육의 목표임	반성적 인식	수학교과서에서 수학적 지식에 내재하고 있는 불평등, 권력을 비판적인 관점으로 인식할 수 있도록 다양한 집단의 수학을 공정한 관점에서 제시함	<ul style="list-style-type: none"> • ‘반성적 인식’, ‘반성적 읽’ 자체가 비판적이기 때문에 사회, 정치적 이슈를 포함하는가의 여부가 중요하지 않음
		반성적 읽	교사, 교육과정에서 제시하는 기존의 수학적 지식에 대하여 학습자가 침묵하며 무조건 따르는 것이 아니라 이를 비판적으로 분석하고 반성할 수 있는 수학적 의사소통 과정을 통해 학습이 이루어지도록 함	

의 삶을 개선하는 것을 주된 목적으로 하는 실용주의적 관점에서 비판적 수학교육은 학생 자신 혹은 자신이 속한 공동체 그리고 범세계적으로 존재하는 다양한 문제들을 극복하고 개혁해 나가기 위해 다학문적, 융합적으로 탐구하고 끊임없는 실천과 반성의 상호작용을 통한 성장, 개선, 개혁이 교육의 목표이다.

실용주의적 관점에서 비판적 수학교육은 수학과 실제 사회적 현상이 이분법적으로 분리된 채 존재한다고 생각하기 보다는 세상을 이해하고 세상을 살아가는 다양한 방법 중 하나가 수학이라고 생각한다. 따라서 실용주의적 관점에서 수학은 다양한 사회적 이슈와 함께 등장하게 된다. 특히 다양한 사회적 상황이 우리를 억압하고 불평등한 상황에 놓이도록 한다면 이러한 모순된 상황을 인식하고 세계를 변화시키기 위한 실천적 역량이 요구될 터인데 이는 단순히 특정 분야의 지식을 알고 있는 것으로 해결되지 않고 다양한 분야의 지식, 이론, 실천, 반성 등이 융합적으로 작용할 때 가능하게 된다. 인간은 자신이 속한 사회에서 문화와 지식을 창조하는 주체적인 존재이며 사회의 다양한 불평등, 모순 등의 억압들로부터 해방하기 위해 의식과 실천의 끊임없는 상호작용을 해야 한다. 또한 사회적 모순을 자각하고 이를 해결하려는 노력, 실천을 통해 개인의 삶뿐만 아니라 사회에 기여할 수 있는 역량을 함양해야 한다(Freire, 1973).

예를 들면, 저소득층 노동자들이 겪는 경제적 어려움, 사회적 진출 기회의 불평등, 삶의 질과 행복 등과 관련한 문제들을 사회 구조적, 제도적인 모순의 관점에서 비판적으로 조망하고 이를 개선해 나가는 교육을 생각할 수 있을 것이다. 이때 사회적 문제를 인식하거나 이를 해결하기 위한 방안을 마련하기 위해서는 노동자들의 최저 생계비를 계산하여 최저 임금의 범위를 산출해 내거나(오국환, 2014), 저소득층 사람들이

사회에 진출할 때 불평등한 요소를 발견하기 위해 다양한 데이터를 수집하고 통계적으로 분석할 때 수학적 문제해결 과정이 나타나게 된다. 그러나 이와 같은 수학적 과정은 문제해결을 위한 노력의 일부분일 뿐 교육의 목표가 아니다. 앞서 논의한 바와 같이 실용주의 관점의 비판적 수학교육의 입장에서는 사회적 문제점을 진단하고 이를 해결하기 위해 다학문적인 검토 그리고 끊임없는 실천과 반성의 상호작용을 통한 실생활 문제의 해결 및 개선이 교육의 목표이기 때문에 수학적 지식과 다른 학문과의 경계가 구분되지 않고, 이론과 실천 그리고 반성을 통해 성장하는 교육을 지향한다. 실용주의적 관점을 기반으로 하는 분석준거의 내용요소는 다음과 같이 ‘학습자중심’ 범주와 ‘공동체중심’ 범주로 구분하여 논의할 수 있다.

‘학습자중심’ 범주는 학습자를 억압하고 불평등을 경험하도록 하는 다양한 문제들에 대하여 비판적으로 인식하고 이를 개선할 수 있도록 수학 및 여러 학문분야를 탐구, 실천, 반성할 수 있도록 교육하는 것을 의미한다. 이때, 앞서 논의한 절대주의 관점의 비판적 수학교육과 실용주의 관점의 비판적 수학교육은 자칫 비슷하게 여겨질 수 있으나 교육 목적이나 학습 목표를 살펴보면 그 차이를 확인할 수 있다. 절대주의 관점의 비판적 수학교육에서 교육의 목적은 보편적 지식인 수학적 지식을 잘 습득하는 것이다. 이때, 다양한 사회적 이슈가 맥락으로 제시되어 학생들이 수학을 통해 사회적 현상을 이해하고 해석하는 기회를 함께 가질 수 있다. 반면, 실용주의 관점의 비판적 수학교육은 교육의 목적, 학습목표 자체가 자신의 삶, 자신이 속한 공동체, 사회의 다양한 문제들을 인식하고 이를 개혁해 가는 것이다. 이 때, 학생들은 문제를 해결하기 위해 다양한 분야의 역량을 융합적으로 함양하게 되고 동시에 수학적 역량도 함께 발달시키게

된다. 이와 같은 맥락에서, 비판적 수학교육의 결과는 단순히 학습자 개인이 수학적 지식을 습득하게 되는 것을 넘어 궁극적으로 학습자의 문제 혹은 학습자가 포함된 공동체의 문제가 개선되고 억압으로부터 자유로워지며 이를 통해 공동체 구성원의 삶의 질이 향상되는 인간성 회복을 지향해야 한다는 점을 주지해야 한다.

예를 들어, 영국에서 진행된 Creative Partnership²⁾을 실용주의적 관점에서 실행된 사례로 볼 수 있을 것이다. 학생들이 비판적인 사고를 통해 자신이 속한 지역 공동체 내에 뛰어 놀거나 휴식을 취할 수 있는 공간이 부족하다는 필요와 문제점을 인식하게 되었다면, 이를 문제로 제기하고 개선하기 위해 놀이터 만들기 프로젝트를 진행할 수 있을 것이다. 이와 같은 프로젝트는 재정적, 법적, 제도적 문제들을 해결하기 위해 공동체의 다양한 구성원들 간 긴밀한 협력이 필수적으로 수반되어야 한다. 또한 공동체의 문제들을 해결해 나가는 과정 자체가 수학적인 문제 해결과정이며 궁극적으로 이러한 학습의 결과는 공동체 문제들을 개선하고 공동체의 공익에 기여하는 방법이 될 것이다.

두 번째 범주인 ‘공동체중심’은 전지구적 관점에서 발생하는 불평등, 인권, 억압 등의 문제에 대하여 문제의 심각성을 인식하고 이를 개선해 나갈 수 있는 방법들을 작은 실천의 단위부터 세계 정책으로까지 확장하여 탐구하는 것이다. 때로 ‘공동체중심’은 학습자와 직접적인 관련이 없다고 생각될 수 있으나 세계시민의 관점에서 조망한다면 세계에서 일어나는 다양한 문제들 역시 직접 혹은 간접적으로, 당장 혹은 미래의 언젠가 학습자에게 영향을 미칠 수 있는 사회적 문제일 것이다. ‘공동체중심’에 대한 예를 들어 보면, 전 세계적으로 아동 사망의 가장 큰 원인이 무엇인지 조사하고 그 해결방안을 강구하는

교육을 제시할 수 있다. 우리나라 학습자가 살고 있는 도시나 지역을 기준으로 아동의 사망원인을 조사하면 불의의 사고나 불치병이 다수를 차지할 것이다. 그러나 학습자의 시야를 전세계적 관점으로 확장하여 조망해 보면 식량, 깨끗한 물, 백신 등의 부족으로 하루에 약 3만명의 아동이 죽음을 맞이하게 된다는 사실을 알게 된다. 이와 같은 전세계적 문제들을 인터넷, 책, 영화 등을 통해 자료를 수집하고 학습자들이 이와 같은 문제를 해결해 나갈 수 있는 구체적인 방안을 모색해 보며 이를 실천하는 교육을 제시할 수 있다.

‘공동체중심’의 사회적 문제들 중 일부는 학습자와 직접적으로 관련이 없다고 생각되어 학습자의 관심과 흥미를 유도하는데 어려움이 있을 수 있다. 또한 자칫 학습자가 고안해낸 문제 해결 방법들이 실제 상황을 개선하고 개혁하는 데 영향을 미치지 보다는 이상적인 외침에 그치는 약점이 있을 수 있다(권오남, 박정숙, 오국환, 2013; Turner, 2003). 그럼에도 불구하고 학습자들에게 범세계적인 문제들을 제시함으로써 학생들이 우리가 살고 있는 세계에 어떠한 일들이 일어나고 있는지 비판적으로 인식하고 문제점을 파악해 가는 과정은 역량 있는 세계시민을 양성한다는 측면에서 중요하게 다루어져야 하는 과제일 것이다.

지금까지 논의한 실용주의 관점에서 비판적 수학교육의 목표 및 교과서 분석을 위한 내용요소를 정리하면 다음 <표 II-3>과 같다.

앞서 논의한 바와 같이, 실용주의적 관점에서 비판적 수학교육은 학습자가 직·간접적으로 마주하게 되는 다양한 문제들을 해결해 가는 것이 곧 수학 학습의 목표가 된다. 즉, 이 관점에서는 수학적 지식과 수학을 배우고 사용하는 인간을 이분하기 보다는 학습자의 문제를 해결해 가고

2) 출처: <http://creative-partnerships.com>

<표 II-3> 실용주의 기반의 비판적 수학교육 관점에 따른 수학교과서 분석준거 안

인식론	비판적 수학교육의 관점에서 교수-학습목표	내용요소		특징
실용주의 (실생활 개선을 위한 수학적 지식)	학생 자신 혹은 자신이 속한 공동체 그리고 범세계적으로 존재하는 다양한 문제들을 극복하고 개혁해 나가기 위해 다학문적, 융합적으로 탐구하고 끊임없는 실천과 반성의 상호작용을 통한 성장, 개선, 개혁적 역량함양이 교육의 목표임	학습자중심	학습자를 억압하고 불평등을 경험하도록 하는 다양한 문제들에 대하여 비판적으로 인식하고 이를 개선할 수 있도록 수학 및 여러 학문분야를 탐구, 실천, 반성할 수 있도록 제시함	<ul style="list-style-type: none"> • 수학과 실제 사회적 현상을 이분법적으로 분리하여 생각하지 않기 때문에 다양한 사회, 정치적이슈가 옹당히 등장함 • 융복합적 접근이 자연스럽게 이루어짐
		공동체중심	전지구적 관점에서 발생하는 불평등, 인권, 억압 등의 문제에 대하여 문제의 심각성을 인식하고 이를 개선해 나갈 수 있는 방법들을 작은 실천의 단위부터 세계 정 책으로까지 확장하여 탐구할 수 있도록 제시함	

개선해 가는 과정 자체가 수학을 학습하는 것이다. 따라서 실용주의적 관점에서 수학은 실생활의 다양한 문제를 해결해 가기 위한 여러 수단 중 하나로 여겨지며 이는 지속적으로 변화하고 진화하면서 문제들을 해결해 가는 특징이 있기 때문에 절대주의 관점의 비판적 수학교육의 한계를 뛰어 넘는 입장이라고 볼 수 있다. 또한 수학적 지식의 본질에 대한 ‘비판적인 인식’과 수학을 학습해 가는 과정에 대한 ‘비판적인 읽’을 넘어서 실제 학습자와 그 주변의 문제들을 해결하고 개선하기 위한 비판적 실천을 기대한다는 측면에서 사회문화적 구성주의 관점의 비판적 수학교육의 입장에서 한걸음 더 나아간 실천적, 실용적 개념이라고 할 수 있다.

III. 연구 방법

1. 델파이 조사

델파이 조사 방법은 어떤 문제에 대하여 전문가들의 견해를 모으고 이를 종합하여 집단적으로 판단하는 방법으로서 추정하려는 문제에 대

한 정확한 정보가 없거나 새로운 것을 제안하거나 개발할 때, ‘여러 사람의 의견이 한 사람의 의견보다 정확하다’는 ‘계량적 객관의 원리’와 ‘다수의 판단이 소수의 판단보다 정확하다’는 ‘민주적 의사결정의 원리’에 근거하는 연구방법이다. 델파이 조사의 장점은 면대면 협의회에서 발생할 수 있는 단점을 극복할 수 있다는 점이다. 예를 들어, 면대면 협의회에서는 소수의 의견이 쉽게 무시될 수 있고, 권위자의 발언에 논의가 집중되기 쉬우며 자신의 관점을 수정하는데 심리적 부담이 있다. 그러나 익명성이 보장되는 델파이 조사에서는 모든 사람이 의견을 자유롭게 나타낼 수 있고 반복된 피드백 과정에서 다른 사람들의 의견을 참고하여 자신의 관점을 수정, 보완 할 수 있는 기회를 가질 수 있으며 의견이 사전에 조율되거나 권위자의 의견으로 합의되는 등의 바람직하지 못한 심리적 효과를 피할 수 있다(강용주, 2008; 이종성, 2001).

일반적으로 델파이조사는 2-4회에 걸쳐 반복적으로 시행하는데, 1차 델파이 조사에서는 해결하려는 문제와 관련한 전문가 패널을 구성하고 연구문제에 대한 개방형 질문으로 조사지를 구성한다. 개방형 질문에서 수집된 전문가들의 다양

한 의견을 반영하여 2차 델파이 조사지를 구성하는데 이때에는 리커트 척도와 같은 폐쇄형 질문들로 구성한다. 2차 델파이 조사 결과를 분석하여 집중경향과 평균, 표준편차와 같은 통계적 집단 반응 결과를 도출하고, 그 결과를 이후 진행될 델파이 조사지에 표기하여 패널들이 어떠한 의견을 가지고 있는지 확인할 수 있도록 한다. 이와 같은 과정을 반복하면서 해결하고자 하는 연구문제에 대한 전문가 패널의 의견을 수렴 도출할 수 있게 된다.

본 연구에서는 총 2회에 걸친 델파이 조사를 실시하였다. 1차 델파이 조사는 개방형 질문을 통해 ‘비판적 수학교육 관점의 수학교과서 분석준거 안’에 대한 전문가들의 의견을 묻고 수합된 의견을 종합, 분석하여 ‘분석준거 안’을 수정하는 데 반영하였다. 2차 델파이 조사에서는 수정된 ‘분석준거 안’에 대한 타당도를 검증하기 위해 5점 척도의 폐쇄형 질문을 이용하여 조사하였고 그 결과를 평균(Mean: M), 내용타당도비율(Content Validity Ratio: CVR), 합의도(Degree of Consensus: DC)를 중심으로 분석하였다.

2. 조사 도구

본 연구는 비판적 수학교육의 관점으로 수학교과서를 분석하기 위해 먼저 이론적 고찰을 통해 비판적 수학교육의 목표, 내용요소 및 특징을 중심으로 하는 ‘분석준거 안’을 도출하여 <표 II-1>, <표 II-2>, <표 II-3>에 제시하였다. 다음으로, 제시한 ‘분석준거 안’의 타당성을 검증하기 위해 전문가 집단을 대상으로 총 2회에 걸친 델파이 조사를 실시하였다. 먼저, 1차 델파이 조사지는 첫째, ‘분석준거 안’에서 제시하고 있는 범주들 간의 위계 및 내용의 타당성, 둘째, ‘분석준거 안’에서 사용하고 있는 용어의 적절성, 셋째, 각 범주에서 제시하고 있는 학습목표의 적절성

그리고 마지막으로 분석준거 전반에 걸쳐 수정, 보완되어야 할 사항에 대한 의견을 제시할 수 있도록 개방형 형태의 5개 문항으로 구성하였다.

이후, 1차 델파이 조사 결과를 중심으로 ‘분석준거 안’을 수정, 보완하였고 수정된 ‘분석준거 안’에 대하여 타당성을 평가할 수 있도록 5점 리커트 척도의 2차 델파이 질문지를 구성하였다. 2차 델파이 조사 질문지는 총 13개 문항으로, 크게 세 부분으로 구성하였는데 첫째, 비판적 수학교육에서 추구하는 지식에 대한 적절성 둘째, 비판적 수학교육에서 추구하는 지식의 하위범주에 대한 적절성, 셋째, 각 하위범주의 조작적 정의에 대한 적절성에 대하여 물어보았다. 1차 델파이 조사지는 <표 IV-1>, 2차 델파이 조사지는 <표 IV-4>에 제시하였다.

3. 조사 대상 및 절차

본 연구는 비판적 수학교육에 대한 이론적 고찰을 통해 도출된 ‘비판적 수학교육 관점의 수학교과서 분석준거 안’에 대한 타당도를 검증하기 위해 델파이 조사를 위한 패널을 구성하였다. 패널은 국내외 비판적 수학교육 혹은 다문화교육 전문가 21명으로 구성하였는데, 구체적으로 3명의 비판적 수학교육과 관련한 연구를 하고 있는 수학교육 전공 교수, 4명의 다문화교육 전공 박사 및 교수, 9명의 다문화교육 전공 박사과정 학생, 5명의 다문화 수학교육 혹은 다문화교육과 관련한 석사학위 소지의 현직 수학교사 및 초등교사로 이루어 졌다. 비판적 수학교육은 ‘수학적 힘’과 ‘비판적 역량’ 함양 모두를 교육목표로 하고 있어, 교과외의 구분을 뛰어 넘는 융합적인 교육을 지향한다. 이러한 측면에서 전문가 패널 구성 시, 수학교육 분야의 전문가뿐만 아니라 사회문화적 관점으로 교육을 연구하는 교육 연구자 및 실천가를 포함할 필요가 있다. 따라서 본 연

구에서는 비판적 수학교육과 관련한 연구를 전문적으로 하고 있는 수학교육과 교수와 비판적 수학교육을 활발하게 실천하고 있는 수학교사들 뿐만 아니라 다문화교육 전공의 전문가들을 다수 포함하여 전문가 패널을 구성하였다. 본 연구에서는 총 2회에 걸친 델파이조사를 실시하였고 질문지는 이메일, 우편 혹은 직접 전달 방식으로 발송한 이후 결과를 수집하였다.

IV. 전문가 델파이 조사 결과

1. 1차 델파이 조사결과

비판적 수학교육 관점에서 수학교과서 분석을 위한 준거개발을 위해 먼저, 이론적 고찰을 통해 비판적 수학교육의 목표, 내용요소 및 특징을 중심으로 하는 ‘비판적 수학교육 관점의 수학교과서 분석준거 안’을 <표 II-1>, <표 II-2>, <표 II-3>으로 제안하였다. 이에 대한 타당도를 검증하기 위해 전문가 패널 델파이 조사를 실시하였는데, 1차 델파이 조사는 5문항의 개방형 질문을 구성하여 전문가들의 다양한 관점이 분석준거에 반영될 수 있도록 하였다. 1차 델파이 조사를 위한 질문은 <표 IV-1>과 같다.

1차 델파이 조사 결과, 전문가들은 문항2를 제

외하고 다른 문항에 대하여는 문제점이나 대안적인 방안에 대한 의견을 제시하였다. 구체적으로 살펴보면, 먼저 문항 2의 경우, 수학적 지식에 대한 인식론적 차이를 세 범주로 구분하고 이를 ‘이성적 사유에 의한 결과’, ‘사회문화적 과정’, ‘실생활 활용’의 용어로 표현한 것에 대하여 21명의 전문가 모두 적절하다는 의견이었다. 그러나 문항1에서 수학적 지식에 대한 인식론적 구분을 제시한 것에 대하여는 문제점을 제기하였다. 왜냐하면 교과서에 제시된 내용에서 인식론적 차이를 명료하게 구분하기 어렵고, 이를 확인하기 위해서는 교과서 저자가 그것을 저술할 당시의 인식론을 확인해야 하는데 현실적으로 불가능하다는 의견이었다. 또한 문항3의 경우, 학습목표 진술에 대하여 전문가들이 대체로 동의하였으나, 학습목표를 종합할 수 있는 범주가 필요하다는 의견과 학습목표가 2개 이상의 내용을 담고 있는 경우 이것을 분리하여 제시하는 것이 좋겠다는 의견 등이 있었다. 문항4에서는 학습목표에 따라 습득하게 되는 역량은 교수-학습과정 및 결과에 대한 분석을 위한 것으로 적절할 뿐 교과서 분석에서 요구되는 사항이 아니라는 의견이 대다수였다. 분석준거 전반에 대한 의견을 묻는 문항5에서는 각 범주에 대한 조작적 정의를 제시할 필요가 있겠다는 의견과 각 범주의 내용을 세분화하여 구체화 할 것을 제안

<표 IV-1> 1차 델파이 조사 질문 내용

문항	문항 내용
1	수학적 지식에 대한 인식론적 관점을 ‘이성적 사유에 의한 결과’, ‘사회문화적 과정’, ‘실생활 활용’ 등의 세 가지 범주로 구분한 것은 적절한가?
2	‘이성적 사유에 의한 결과’, ‘사회문화적 과정’, ‘실생활 활용’ 등의 세 용어는 적절하게 선택되었는가?
3	비판적 수학교육의 학습목표에 대한 진술은 적절한가?
4	비판적 수학교육의 학습목표에 따라 습득하게 되는 역량을 다음과 같이 구분, 선정된 것은 적절한가?
5	분석 준거에 전반에 대한 의견 및 조언

하였다. 또한 ‘학습자중심’ 범주에서는 학습자 주변의 문제 상황뿐만 아니라 학습자의 경험, 필요, 요구 등 학습자 중심으로 수업이 구성될 수 있도록 그 개념이 차별화될 필요가 있다는 의견이 있었다.

이와 같은 의견을 종합하여, 문항1에 대한 의견에 따라 수학적 지식의 인식론적 구분에 따른 범주를 삭제하였다. 그 대신 문항3에 대한 의견에 따라 비판적 수학교육 목표에 대한 내용을 포함하는 ‘수학적 지식’ 범주를 추가하고 그것의 하위범주로 ‘고전적 지식(Classical Knowledge)’, ‘공동체적 지식(Community Knowledge)’, ‘대화적 지식(Communicative Knowledge)’, ‘정치적 지식(Political Knowledge)’으로 구분하였다(Gutstein, 2007). ‘고전적 지식’의 범주에는 ‘절대주의적 관점에 따른 비판적 수학교육’에서 논의한 내용을, ‘공동체적 지식’은 ‘실용주의적 관점에 따른 비

판적 수학교육’에서 논의한 내용을 담고 있다. 또한 ‘사회문화적 구성주의 관점에 따른 비판적 수학교육’ 중 ‘반성적 앎’의 범주는 ‘대화적 지식’으로, ‘반성적 인식’ 범주는 ‘정치적 지식’로 분리하여 제시하였다. 이와 같이 수정한 이유는 앞서 1차 델파이 조사 결과에서 살펴본 바와 같이 교과서 분석 시 교과서 저자의 인식론적 차이를 명확하게 구분하는 것이 불가능하기 때문에 분석준거에서 인식론 범주를 배제하고 교과서에 제시하고 있는 수학적 지식이 어떠한 특징을 나타내는가에 따라 분류, 분석할 수 있는 방안을 마련한 것이다. 그리고 문항4에 대한 의견에 따라 비판적 수학 교수-학습과정의 결과로 나타나게 되는 역량은 교과서 분석에서는 배제하기로 하여 교수-학습 목표에 따른 역량 내용을 삭제하였다. 또한 4개의 ‘수학적 지식’ 범주 안에 각 하위범주를 비판적 수학교육의 ‘내용요

<표 IV-2> ‘비판적 수학교육 관점의 수학교과서 분석 준거 안’

수학적 지식	내용요소	조작적 정의
고전적 지식	수학적 도구	다양한 사회, 정치적 이슈를 수학적으로 분석 및 해석하는데 활용할 수 있는 수학적 개념과 기능, 알고리즘을 학습하도록 하는 수학교육
	수학적 모델링	실세계의 다양한 자연적, 사회적 문제에 대하여 분석, 해석, 해결 및 예측하는데 필요한 수학적 문제해결, 논리적 추론, 모델링을 학습하도록 하는 수학교육
	비판적인 수학적 사고	다양한 사회비판적 이슈를 활용하여 제시된 수학적 개념, 절차 및 문제해결 방법에 대하여 비판적으로 분석하고, 추론, 연역 등 다양한 논리적 사고를 학습하도록 하는 수학교육
공동체적 지식	학습자중심	교사, 교육과정에서 제시하는 지식을 무비판적으로 수용하도록 하는 권위적이고 억압적인 교육에서 벗어나 학생 고유의 경험, 관심, 문화적 유산, 필요, 문제 상황 등을 기반으로 학습할 수 있도록 학생의 자율권을 존중하는 수학교육
	공동체중심	학생 개인 뿐 아니라 학생이 속한 공동체, 사회 혹은 범세계적 문제, 관심, 필요 등에 기여할 수 있는 수학교육
대화적 지식	반성적 앎	교사, 교육과정에 제시하는 기존의 수학적 지식에 대하여 학습자가 침묵하며 무조건 따르는 것이 아니라 이를 비판적으로 분석하고 수학적 의사소통 과정을 통해 사회문화적으로 의미 있는 수학적 지식을 구성해 가는 과정을 보장하는 수학교육
정치적 지식	반성적 인식	수학이 ‘사용’되고 ‘선택’되는 과정에 내재되어 있는 사회적, 이념적 불평등을 이해하고 인식할 수 있도록 다양한 집단의 수학을 공정한 관점에서 제시하는 수학교육

소'에 따라 구분하여 제시하였다. 마지막으로, 문항5에 대한 의견에 따라 각 하위범주가 무엇을 의미하는지 명료화, 구체화하기 위해 '분석준거 안'에서 제시한 '학습 목표', '내용요소'에 대한 설명, '특징'을 근거로 조작적 정의를 제시하였다. 역시 문항5에 대한 의견에 따라 '공동체적 지식' 범주의 '학습자중심'은 학생 고유의 경험, 관심, 문화적 유산, 필요, 문제 상황 등을 기반으로 학습할 수 있도록 학생의 자율권을 존중하는 수학교육으로 개념화하고 '공동체중심'은 학생 개인 뿐 아니라 학생이 속한 공동체, 사회 혹은 범세계적 문제, 관심, 필요 등에 기여할 수 있는 수학교육으로 개념화하여 두 범주를 구분하였다. 이와 같이 수정, 보완한 '비판적 수학교육 관점의 수학교과서 분석 준거 안'은 <표 IV-2>와 같다.

2. 2차 델파이조사 결과

1차 델파이 조사 결과를 반영하여 수정된 '비판적 수학교육 관점의 수학교과서 분석 준거 안'에 대한 내용의 타당도를 검증하기 위해 전문가 패널 21명을 대상으로 2차 델파이 조사를 실시하였다. 2차 델파이조사는 총 13문항으로 이루어졌으며 5점 리커트 척도로 평정하도록 폐쇄형의 질문지를 구성하였다. 2차 델파이조사를 위한 문항은 크게 3개의 부분으로 이루어져 있다. 첫 번째 부분은 비판적 수학교육에서 추구하는 지식을 네 가지 범주로 구분하여 제시한 것의 적절성에 대한 문항들로 이루어져 있고 두 번째 부분은 비판적 수학교육에서 추구하는 네 가지 지식에 대한 각 하위범주가 적절한지에 대한 문항들이며 마지막 세 번째 부분은 각 하위범주의 조작적 정의가 적절한 지에 대한 문항들이다.

2차 델파이 조사 결과는 평균(Mean: M), 내용타당도비율(Contents Validity Ratio: CVR), 합의도(Degree of Consensus: DC)를 중심으로 분석하였다. 먼저, '비판적 수학교육 관점의 수학교과서 분석 준거 안'에 대한 내용타당도를 검증하기 위해 Lawshe(1975)가 제시한 내용타당도비율(Contents Validity Ratio: CVR)에 따라 분석하였다. CVR 값을 구하는 식은 다음과 같다.³⁾ 패널 수에 따라 타당하다고 판별하는 CVR 최소값은 다음 <표 IV-3>과 같다. 즉, 각 문항의 CVR 값이 <표 IV-3>에 제시된 최소값 이상일 때 그 문항에 대한 내용타당도가 있는 것으로 판별할 수 있다(Lawshe, 1975).

<표 IV-3> 사례수에 따른 내용타당도비율(CVR) 최소값

사례수	CVR 최소값
10	.62
11	.59
12	.56
13	.54
14	.51
15	.49
20	.42
25	.37
30	.33
35	.31
40	.29

(p=.05 출처: 강용주, 2008)

본 연구에서는 5점 척도에서 4 혹은 5를 선택한 경우 긍정적으로 응답한 사례로 판단하였다. 그리고 전문가 패널이 총 21명이었으므로 <표 IV-3>에 따라 20명 기준의 CVR 최소값인 .42이

3) $CVR = \frac{ne - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$ 이때, ne 는 긍정적으로 응답한 사례의 수이고 N 은 전체 사례의 수이다.

<표 IV-4> 2차 델파이조사 결과

범주	번호	문항 내용	M	CVR	DC
비판적 수학교육에서 추구하는 지식에 대한 적절성	1	비판적 수학교육에서 추구하는 지식에 '고전적 지식'을 포함하는 것은 적절한가?	4.52	.90	0.8
	2	비판적 수학교육에서 추구하는 지식에 '공동체 지식'을 포함하는 것은 적절한가?	4.33	.81	0.75
	3	비판적 수학교육에서 추구하는 지식에 '대화적 지식'을 포함하는 것은 적절한가?	4.43	.81	0.8
	4	비판적 수학교육에서 추구하는 지식에 '정치적 지식'을 포함하는 것은 적절한가?	4.10	.52	0.63*
비판적 수학교육에서 추구하는 지식의 하위범주에 대한 적절성	5	고전적 지식의 하위범주로 '수학적 도구', '수학적 모델링', '비판적인 수학적 사고'로 구분하는 것은 적절한가?	4.33	.81	0.75
	6	공동체적 지식의 하위범주로 '학습자중심'과 '공동체중심'으로 구분하는 것은 적절한가?	4.24	.90	0.75
하위범주의 조작적 정의에 대한 적절성	7	고전적 지식의 '수학적 도구' 범주에 대하여 '다양한 사회, 정치적 이슈를 수학적으로 분석 및 해석하는데 활용할 수 있는 수학적 개념과 기능, 알고리즘을 학습하도록 하는 수학교육'으로 정의한 것은 적절한가?	4.48	1	0.75
	8	고전적 지식의 '수학적 모델링' 범주에 대하여 '실세계의 다양한 자연적, 사회적 문제에 대하여 분석, 해석, 해결 및 예측하는데 필요한 수학적 문제해결, 논리적 추론, 모델링을 학습하도록 하는 수학교육'으로 정의한 것은 적절한가?	4.24	.71	0.75
	9	고전적 지식의 '비판적인 수학적 사고' 범주에 대하여 '다양한 사회비판적 이슈를 활용하여 제시된 수학적 개념, 절차 및 문제해결 방법에 대하여 비판적으로 분석하고, 추론, 연역 등 다양한 논리적 사고를 학습하도록 하는 수학교육'으로 정의한 것은 적절한가?	4.05	.62	0.88
	10	공동체적 지식의 '학습자중심' 범주에 대하여 '교사, 교육과정에서 제시하는 지식을 무비판적으로 수용하도록 하는 권위적이고 억압적인 교육에서 벗어나 학생 고유의 경험, 관심, 문화적 유산, 필요, 문제 상황 등을 기반으로 학생의 자율권을 존중하는 수학교육'으로 정의한 것은 적절한가?	4.24	.81	0.75
	11	공동체적 지식의 '공동체중심' 범주에 대하여 '학생 개인 뿐 아니라 학생이 속한 공동체, 사회 혹은 범세계적 문제, 관심, 필요 등에 기여할 수 있는 수학교육'으로 정의한 것은 적절한가?	4.43	.90	0.75
	12	대화적 지식의 '반성적 읽' 범주에 대하여 '교사, 교육과정에 제시하는 기존의 수학적 지식에 대하여 학습자가 침묵하며 무조건 따르는 것이 아니라 이를 비판적으로 분석하고 수학적 의사소통 과정을 통해 사회문화적으로 의미 있는 수학적 지식을 구성해 가는 과정을 보장하는 수학교육'으로 정의한 것은 적절한가?	4.14	.71	0.75
	13	정치적 지식의 '반성적 인식' 범주에 대하여 '수학이 '사용'되고 '선택'되는 과정에 내재되어 있는 사회적, 이념적 불평등을 이해하고 인식할 수 있도록 다양한 집단의 수학을 공정한 관점에서 제시하는 수학교육'으로 정의한 것은 적절한가?	4	.62	0.75

상인 경우 내용타당도가 있다고 판단하였다 (Lawshe, 1975).

또한 전문가 패널들이 각 문항에 대하여 어느 정도의 합의점을 보이는지 판단할 수 있는 합의도(Degree of Consensus: DC)를 분석하였다. DC를 구하는 식은 다음과 같다.⁴⁾ DC는 1에 가까울수록 합의도가 높다고 판단하며 일반적으로 .75 이상인 경우 패널들의 의견이 합의점에 도달한 것으로 판단한다(이종성, 2001). 2차 델파이조사 결과는 <표 IV-4>와 같다.

2차 델파이 조사 결과 내용타당도 CVR 값은

최소 .43부터 1까지 분포하였으며 21명의 패널을 대상으로 조사한 경우 최소값인 .42를 모두 초과하는 것으로 나타나 모든 문항이 내용타당도가 있다고 판단할 수 있었다. 전문가 패널들이 각 문항에 대하여 정도의 수준에서 합의하는지 판단할 수 있는 합의도 DC를 분석한 결과 4번 문항에서 .63으로 .75보다 낮게 나타났고 4번 문항을 제외한 모든 문항에서 .75이상으로 전문가 패널들의 의견이 합의에 도달한 것을 알 수 있었다. 4번 문항의 경우는 합의도가 다소 낮지만 내용타당도에서 타당한 것으로 분석되어 검사에서

<표 IV-5> 비판적 수학교육 관점의 수학교과서 분석 준거

수학적 지식	내용 요소	질문	하위 질문
고전적 지식	수학적 도구	다양한 사회비판적 이슈를 활용하여 수학적 개념, 원리, 기능, 알고리즘 등과 관련된 학습을 제공하는가?	<ul style="list-style-type: none"> 교수-학습의 목표가 수학적 계산, 알고리즘, 형식적 조작 등에 대하여 학습하는 것인가? 교수-학습 내용이 사회비판적 이슈를 소재로 제시된 수학문제나 상황에서 수학적 계산, 알고리즘, 형식적 조작을 학습하도록 구성되었는가? 교수-학습 방법이 사회비판적 이슈를 수학 학습의 소재나 맥락으로 제시함으로써 학습자가 다양한 사회적 이슈들의 문제점을 인식하고 이것에 대하여 논의하는 활동을 포함하고 있는가?
	수학적 모델링	다양한 사회비판적 이슈를 활용하여 실세계 다양한 자연적, 사회적 현상에 대하여 분석, 추론하고 이를 방정식이나 함수 등을 이용하여 수학적으로 모델링하는 학습을 제공하는가?	<ul style="list-style-type: none"> 교수-학습의 목표가 수학적 모델링에 대하여 학습하는 것인가? 교수-학습 내용이 사회비판적 이슈를 소재로 제시된 수학문제나 상황에서 수학적 모델링을 학습하도록 구성되었는가? 교수-학습 방법이 사회비판적 이슈를 수학적 모델링을 학습하기 위한 소재나 맥락으로 제시함으로써 학습자가 다양한 사회적 이슈들의 문제점을 인식하고 이것에 대하여 논의하는 활동을 포함하고 있는가?
	비판적인 수학적 사고	다양한 사회비판적 이슈를 활용하여 제시된 수학적 개념, 절차 및 문제해결 방법에 대하여 비판적으로 분석하고, 추론·연역 등의 다양한 논리적 사고를 요구하는 학습을 제공하는가?	<ul style="list-style-type: none"> 교수-학습의 목표가 비판적인 수학적 사고에 대하여 학습하는 것인가? 교수-학습 내용이 사회비판적 이슈를 소재로 제시된 수학문제나 상황에서 수학적 추상화나 수학과와 같은 비판적인 수학적 사고를 학습하도록 구성되었는가? 교수-학습 방법이 사회비판적 이슈를 비판적인 수학적 사고를 학습하기 위한 소재나 맥락으로 제시함으로써 학습자가 다양한 사회적 이슈들의 문제점을 인식하고 이것에 대하여 논의하는 활동을 포함하고 있는가?

4) $DC = \frac{Q_3 - Q_1}{Mdn}$ 이 때, $Q_3 - Q_1$ 은 사분점간 범위이고 Mdn 은 중앙값이다.

공동체적 지식	학습자 중심	교사, 교육과정에서 제시하는 지식을 무비판적으로 수용하도록 하는 권위적이고 억압적인 교육에서 벗어나 학생 고유의 경험, 관심, 문화적 유산, 필요, 문제 상황 등을 기반으로 학생의 학습 자율권을 보장하는 교육을 통해 학습자의 실생활 개선에 기여할 수 있는 학습을 제공하는가?	<ul style="list-style-type: none"> 교수-학습의 목표가 학습자의 학습 자율권을 보장하는 교육을 통해 학습자 주변의 실생활 개선에 기여하도록 하는 것인가? 교수-학습 내용이 학생 고유의 경험, 관심, 문화적 유산, 필요, 문제 상황 등을 기반으로 학습하도록 구성되었는가? 교수-학습 방법이 여러 학문을 융복합적으로 활용하고 있는가?
	공동체 중심	학생 개인의 문제를 포함하여 학생이 속한 공동체 및 범세계적 문제 해결에 기여할 수 있는 학습을 제공하는가?	<ul style="list-style-type: none"> 교수-학습의 목표가 학생 개인의 문제를 포함하여 학생이 속한 공동체 및 범세계적 문제 해결에 기여하도록 하는 것인가? 교수-학습 내용이 학습자의 개인의 문제뿐만 아니라 공동체나 범세계적 문제 상황을 기반으로 학습하도록 구성되었는가? 교수-학습 방법이 여러 학문을 융복합적으로 활용하고 있는가?
대화적 지식	반성적 읽	교사, 교육과정에서 제시하는 기존의 수학적 지식에 대하여 학습자가 침묵하며 무조건 따르는 것이 아니라 이를 비판적으로 분석하고 수학적 의사소통 과정을 통해 사회문화적으로 의미 있는 수학적 지식을 구성해 가는 과정을 보장하는 학습을 제공하는가?	<ul style="list-style-type: none"> 교수-학습의 목표가 기존의 수학적 지식을 비판적으로 분석하고 수학적 의사소통 과정을 통해 의미 있는 수학적 지식을 구성하도록 하는 것인가? 교수-학습의 내용이 교사, 교육과정에서 제시하는 기존의 수학적 지식에 대하여 질문하고, 다시 생각하고, 새롭게 바라볼 수 있도록 구성되었는가? 교수-학습 방법으로 수학적 대화, 수학적 의사소통을 활용하고 있는가?
정치적 지식	반성적 인식	수학이 ‘사용’되고 ‘선택’되는 과정에 내재되어 있는 사회적, 이념적 불평등을 인식하고 이를 개혁할 수 있는 역량을 개발할 수 있는 학습을 제공하는가?	<ul style="list-style-type: none"> 교수-학습의 목표가 수학이 사용되고 선택되는 과정에 내재되어 있는 사회적, 이념적 불평등을 인식하고 이를 개선하는 것인가? 교수-학습의 내용이 수학교육과정 안에 잠재되어 있는 불평등을 비판적으로 분석하도록 구성되었는가? 교수-학습의 방법이 다양한 민속수학을 활용하여 다양한 집단의 수학을 공정한 관점에서 조망하는 활동을 포함하고 있는가?

그 문항을 계속 유지하기로 하였다. 또한 2차 델파이 조사 결과 모든 문항에서 내용타당도가 검증되었고 1개 문항을 제외한 모든 문항에서 전문가들의 의견이 수렴되는 결과를 보여 더 이상의 반복조사를 실시하지 않기로 하였다. 2회에 걸친 델파이조사를 통해 전문가 패널들로부터 내용타당도 및 합의도를 검증한 결과 최종적으로 도출된 교과서 분석을 위한 분석기준은 <표 IV-5>과 같다. 이때, 교과서 분석의 활용도를 높이기 위하여 ‘비판적 수학교육 관점의 수학교과서 분석기준 안’(<표 IV-2>)에서 제시한 각 범주의 ‘조작적 정의’를 질문형태의 문장으로 변형하여 <표 IV-5>의 ‘질문’을 구성하였다. 또한 ‘하위

질문’은 <표 IV-5>의 ‘질문’이 2개 이상의 가치 판단에 대한 내용을 포함하고 있기 때문에 교수-학습 ‘목표’, ‘내용’, ‘방법’에 따라 분리하여 ‘하위질문’을 구성하였다.

V. 결론

세계사회는 사회경제적으로 글로벌화되고 문화적으로 다원화되어가면서 사회경제적 양극화와 그로 인한 인간소외 현상이 점차 심화되어가는 위기에 놓여있다. 우리나라 역시 외국인 이주자의 유입, 디지털화, 경제의 글로벌화에 따라

이러한 위기로부터 자유롭지 못한 상황이다. 이러한 맥락에서 학교수학의 목표와 내용, 방법에서의 재구조화가 절실히 요구되고 있다. 실제로 학교교육은 특정 집단의 지식을 재생산하는 기관으로 기능해왔으며 그 결과 지식은 새로운 미래의 탐색이라는 그 본연의 역할에서 벗어나 개인의 영달을 위한 수단으로 전락하여 왔다. 그러나 사회·경제·문화적 변화에 따른 집단 간 격차와 불균형의 심화는 사회적 통합을 위협하고 나아가 우리 사회의 존속가능성에 심각한 위협 신호를 보내고 있다. 비판적 수학교육은 학교수학이 모든 사회구성원의 성장과 권한강화를 보장할 수 있는 평등하고 수용적인 학습 맥락을 제공하는지, 그리고 그러한 학습 맥락을 제공할 수 있는 방법은 무엇인지에 대한 질문에서 출발한다. 즉, ‘비판적’이라함은 현 체제에 대한 대안 없는 파괴적 비난이 아니라 사회 속에 존재하는 권력관계의 불균형, 그로부터 파생되는 부조리와 불평등, 비인간화의 원인을 성찰하고 모든 사회구성원이 누려야 할 인권을 평등하게 보장하며 공생 공영할 수 있는 사회로 개혁하기 위한 구체적이고 실행 가능한 방안을 탐색하는 것을 의미한다. 이러한 관점에서 비판적 수학교육이란 전통적 학교수학의 인식론적 패러다임과 그에 따른 교육내용 및 방법을 평등한 교육기회의 보장이라는 측면에서 검토하고 재구조화하는 것을 목표로 한다.

우리나라에서 비판적 수학교육에 대한 연구가 활발하지 않은 상황에서 새로운 수학교육 패러다임이라고 할 수 있는 비판적 수학교육을 개념화하기 위해 본 연구에서는 비판철학, 비판적 교육 등과 같이 철학적 기저가 되는 저변 학문들을 고찰해 보았다. 그리고 비판적 수학교육의 다양한 개념적 스펙트럼을 종합, 분류하여 ‘비판적 수학교육 관점에 따른 수학교과서 분석 준거 안’을 제안하였다. 이후 준거 안에 대하여 전문가

델파이조사를 실행하여 분석 준거 안의 타당도를 검증하고 조사된 결과를 분석하여 수정, 보완한 ‘비판적 수학교육 관점에 따른 수학교과서 분석 준거’를 ‘고전적 지식’, ‘공동체적 지식’, ‘대화적 지식’, ‘정치적 지식’의 네 범주로 구성하여 제안하였다. 또한 네 개의 분석범주에 대한 조작적 정의를 바탕으로 실제 교과서 분석을 위한 ‘질문’ 및 ‘하위질문’을 구성하여 제시하였다.

이론적 고찰을 통해 ‘분석준거 안’을 구성하는 과정에서 수학교육과 관련한 이론 및 접근 패러다임들이 점차 다양화되고 있음을 확인할 수 있었다. 특히 국외의 연구들은 비판적 수학교육과 관련한 이론적 연구부터 실제 교수·학습 프로그램 개발 및 효과에 대한 실천적 연구까지 다양한 방법과 수준에서 이루어지고 있음을 알 수 있었다. 그러나 우리나라의 경우 비판적 수학교육의 개념이 등장한지 오래지 않아 연구가 미흡한 실정이다. 따라서 우리나라 사회적 상황과 수학교육 현장의 실정이 반영된 비판적 수학교육 연구가 앞으로 좀 더 활발하게 진행되어야 할 것이다.

또한 우리나라 수학교과서의 경우 다양한 사회적 문제를 수학학습 소재로 제시하고는 있으나 그 교육의 목적이 수학적 지식의 습득으로 제한되는 경우가 많아 함께 제시된 사회적 문제들에 대하여 비판적으로 사고하고 논의할 수 있는 기회가 충분하게 제공되고 있지 못하다는 것을 알 수 있었다. 이와 같은 문제의 원인 중 하나는 교과서를 저술한 저자들 역시 수학적 지식에 대한 인식, 수학 교수·학습의 본질에 대한 인식이 기존의 철학과 관념에 고착되어 있기 때문에 다양한 이론이 교과서에 반영되도록 저술한다고 할지라도 그 수준이 심화되지 못하거나 방법이 단순화 되는 한계를 지니게 되는 것으로 여겨진다. 따라서 학생 뿐 아니라 교사, 교육과정 개발자 등 모든 교육적 주체들이 수학적 지

식 및 수학 교수-학습에 대한 인식이 다양화, 개방화될 필요가 있다는 것을 알 수 있었다.

수학교과서를 비판적 수학교육의 관점으로 분석하는 것은 비판적 교육의 관점에서 교육과정의 ‘현재’를 파악하고 변화를 위한 다양한 담론들을 생산함으로써 향후 수학 교육과정이나 수학 교사교육과정에 유의한 영향을 줄 수 있을 것이며 이는 비판적 수학교육을 실천하기 위한 노력의 첫 걸음이 될 수 있을 것이다. 이와 같은 연구를 통해 좋은 수학교육이란 무엇인지에 대하여 함께 고민하며 수학교육학의 연구 및 실천의 지평을 좀 더 확대할 수 있는 계기가 되기를 기대한다. 또한 본 연구를 통해 세계시민사회에서 수학적 힘을 가진 역량 있는 시민으로 교육하기 위한 미래교육의 한 방향을 제시할 수 있는 출발점이 되기를 희망한다.

참고문헌

- 강용주(2008). **델파이 기법의 이해와 적용사례: 한국장애인고용공단 고용개발원 수시과제보 고서 수시 08-20**. 경기: 한국장애인고용공단 고용개발원.
- 교육과학기술부(2012). **교육과정 총론: 교육과학기술부 고시 제 2012-31호**. 서울: 교육과학기술부.
- 교육부(2015a). **수학과 교육과정 교육부 고시 제 2015-74호**. 서울: 교육부.
- 교육부(2015b). **2015 개정 수학과 교육과정 시안 개발 연구 II. 연구보고서 BD15110002**. 서울: 교육부.
- 권오남, 박정숙, 오국환(2013). 비판적 수학교육에 대한 문헌 분석 연구. *한국수학교육학회지 시리즈A 수학교육*, 52(3), 319-334.
- 오국환(2014). **비판적 수학교육을 적용한 수업 사례 연구**. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 이시용(1997). 비판이론에 관한 고찰. *교육논총*, 14, 137-156.
- 이종성(2001). **델파이방법**. 서울: 교육과학사
- 정수용, 주미경, 송륜진(2014). 수학교과서 속 수학자들에 대한 비판적 분석-융합적 협업으로서 다문화교육 관점에서. *교과교육학연구*, 18(2), 441-470.
- 정영수(1995). **인간교육의 탐구**. 서울: 동문사
- Apple, M. W. (1992). Do the standards go far enough? power, policy, and practice in mathematics education, *Journal for Research in Mathematics Education*, 23(5), 412-431.
- Apple, M. W. (1995). Taking power seriously: new direction in equity in mathematics education and beyond. In W. G. Secada, E. Fennema & L. B. Adajian (Eds.), *New direction for equity in mathematics education* (pp. 329-348). New York, NY: Cambridge University Press.
- Bartell, T. G. (2011). Learning to teach mathematics for social justice : negotiating social justice and mathematics goals, *Journal for Research in Mathematics Education* 42, 5-35.
- Bishop, A. J. (1988). Mathematics education in its cultural context. *Educational Studies in Mathematics*, 19(2), 179-191.
- Bohl, J. V. (1998). *Critical mathematics education: An exploration of existing curricular materials*. Unpublished master dissertation, University of Wisconsin, Madison, WI.
- Cobb, P., & Yackel, E. (1996). Constructivist, emergent, and sociocultural perspectives in context of developmental research. *Educational Psychologist*, 31, 175-190.
- D’Ambrosio, U. (1997). Ethnomathematics and its place in history and pedagogy of mathematics.

- In Powell, A. B. & Frankenstein, M. (Eds.), *Ethnomathematics: challenging eurocentrism in mathematics education* (pp. 13-24). Albany, NY: SUNY Press.
- D'Ambrosio, U. (1999). Literacy, matheracy, and technoracy: a trivium for today. *Mathematical Thinking and Learning*, 1(2), 131-153.
- Davis, P. J. (1993). Applied mathematics as social contract. In S. Restivo, J. P. Van Bendegem, & R. Fischer (Eds.), *Math worlds: philosophical and social studies of mathematics and mathematics education* (pp. 183-194). New York, NY: Free Press.
- Ernest, P. (2010). **수학교육철학** (강문봉, 백석운, 이중권, 장혜원 역), 서울: 경문사. (영어 원작은 1991년 출판)
- Frankenstein, M. (1983). Critical mathematics education: an application of Paulo Freire's epistemology. *Journal of Education*, 165(4), 315-339.
- Frankenstein, M. (2012). Beyond math content and process: proposals for underlying aspects of social justice education. In A. A. Wager & D. W. Stinson (Eds.), *Teaching mathematics for social justice: conversations with educators* (pp. 49-62). Reston, VA: NCTM.
- Freire, P. (2002). **페다고지**. (남경태 역), 서울: 그린비. (영어 원작은 1970년 출판).
- Freire, P. (2002). **희망의 교육학**. (교육문화연구회 역), 서울: 아침이슬. (영어 원작은 1994년 출판).
- Freire, P. (2010). **교육과 의식화**. (채광석 역), 서울: 증원문화. (영어 원작은 1973년 출판).
- Grant, C. A., & Sleeter, C. E. (2011). *Doing multicultural education for achievement and equity*, 2nd Ed. New York, NY: Routledge.
- Grugnetti, L. & Rogers, L. (2000) Philosophical, multicultural and interdisciplinary issues. In J. Fauvel and J. van Maanen (Eds.), *History in mathematics education*. The ICMI study (pp. 39-62). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Gutstein, E. (2003). Teaching and learning mathematics for social justice in an urban, latino school, *Journal for Research in Mathematics Education*, 34(1), 37-73.
- Gutstein, E. (2006). *Reading and writing the world with mathematics: toward a pedagogy for social justice*. New York, NY: Routledge.
- Gutstein, E. (2007). Connecting community, critical, and classical knowledge in teaching mathematics for social justice, *The Montana Mathematics Enthusiast*, Monograph 1, 109-118.
- Gutstein, E. (2012). Reflections on teaching and learning mathematics for social justice in urban school. In A. A. Wager & D. W. Stinson (Eds.), *Teaching mathematics for social justice: conversations with educators* (pp. 63-78). Reston, VA: NCTM.
- Ju, M. K., Moon, J. E., & Song, R. J. (2016). History of mathematics in Korean mathematics textbooks: Implication for using ethnomathematics in culturally diverse school. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(7), 1321-1338.
- Keitel, C. (1993). Implicit mathematical models in social practice and explicit mathematics teaching by applications. In J. de Lange, C. Keitel, I. Huntley, & M. Niss (Eds.), *Innovation in maths education by modelling and applications* (pp. 19-30). West Sussex, England: Ellis Horwood.
- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28(4), 563-575

- Powell, A. B. (2012). The historical development of critical mathematics education. In A. A. Wager & D. W. Stinson (Eds.), *Teaching mathematics for social justice: conversations with educators* (pp. 21-34). Reston, VA: NCTM.
- Romberg, T. A. (1992). Further thoughts on the standards: a reaction to Apple. *Journal for Research in Mathematics Education*, 23(5), 432-437.
- Schwab, K. (2016). The 4th industrial revolution. Geneva, Switzerland: World Economy Forum.
- Skovsmose, O. (1985). *Toward a philosophy of critical mathematical education*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer.
- Skovsmose, O. (2012). Critical mathematics education: a dialogical journey. In A. A. Wager & D. W. Stinson (Eds.), *Teaching mathematics for social justice: conversations with educators* (pp. 35-47). Reston, VA: NCTM.
- Swetz, F. (2000). Mathematical pedagogy: an historical perspective. In V. Katz (Eds.), *Using history to teach mathematics: an international perspective* (pp. 11-16). Washington D.C.: Mathematical Association of America.
- Turner, E. E. (2003). *Critical mathematical agency: urban middle school students engage in mathematics to investigate, critique, and act upon their world*. Unpublished doctoral dissertation, University of Texas, Austin, TX.
- Wager, A. A. (2008). *Developing equitable mathematics pedagogy*. Unpublished doctoral dissertation, University of Wisconsin, Madison, WI.
- Zaslavsky, C. (1996). *The multicultural math classroom: bringing in the world*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Delphi Survey to Develop an Analysis Framework for Mathematics Textbooks from a Critical Mathematics Education Perspective

Song, Ryoan-Jin (University of Wisconsin-Madison)

Ju, Mi-Kyung (Hanyang University)

The purpose of the research was to develop an analysis framework for Korean mathematics textbooks from a critical mathematics education perspective. For this, we conducted a comprehensive literature review regarding critical theory, critical education, and critical mathematics education. Based on the literature review, we derived a preliminary framework for textbook analysis. To validate the preliminary framework delphi survey was carried out twice with 21 expert panelists in the field of mathematics education and multicultural education. The first delphi survey was conducted with open-ended questions to investigate diverse opinions regarding educational goals, contents, and teaching methods of critical mathematics education. The second delphi survey was conducted with Likert-type scale and it was analyzed using Mean, Contents Validity Ratio, Degree of Consensus. As the result of the whole

research procedures, the final analysis framework was developed consisting of four categories: classical knowledge, community knowledge, communicative knowledge, and political knowledge. A development of the analysis framework from a critical mathematics education perspective could give a significant impact on the mathematics curriculum or mathematic teacher education in the Korea and a meaningful initial step for the effort of practicing critical mathematics education. It is expected that this study could not only incite consideration for the better mathematics education but also expand the prospect of research and practice in mathematics education. This study would provide a new paradigm of future mathematics education with which to teach and guide students to become members of world civil society with mathematical power and critical competency.

* Key Words : critical theory(비판이론), critical education(비판적 교육학), critical mathematics education(비판적 수학교육), mathematics education for social justice(사회적 정의를 위한 수학교육), delphi survey(델파이 조사), textbook analysis framework(교과서 분석 준거)

논문접수 : 2017. 1. 10

논문수정 : 2017. 2. 6

심사완료 : 2017. 2. 13