

사회비판적 모델링 수업이 초등학생들의 수학에 대한 인식 및 토론 양상에 미치는 영향

심재훈 (서울인헌초등학교, 교사)

박만구 (서울교육대학교, 교수)[†]

이 연구의 목적은 사회비판적 모델링 수업이 초등학교 학생들의 사회비판적 수학의 역할에 대한 인식의 변화에 미치는 영향을 분석하는 것이다. 수학교육은 우리가 일상에서 활용하는 수학을 이해하고 대응할 수 있는 역량을 기르는 것을 포함한다. 우리나라의 많은 초등학교 학생의 경우 수학을 왜 배워야 하는지에 의구심을 갖고 있으며, 국제평가인 PISA나 TIMSS에서 한국 학생은 정의적 영역이 매우 부정적으로 나타나고 있다. 연구자들은 사회비판적 모델링 수업이 학생들의 수학에 대한 인식과 태도에 영향을 줄 것으로 생각하고, 초등학교 6학년 학생 20명을 대상으로 사회비판적 모델링 수업을 진행하였다. 자료의 수집과 분석은 Strauss & Corbin(2014)의 근거이론을 바탕으로 수업 중 학생들의 말과 행동, 활동지, 면접을 통해 귀납적으로 분석하였다. 연구 결과, 사회비판적 모델링 수업에서 학생들은 다양한 시각에서 비판적 관점을 보여주었으며, 사회비판적 인식을 높이고 수학에 대한 역할을 재인식하도록 하였다.

I. 서론

수학교육이 우리가 일상에서 맞이하는 수학의 영향을 해석하고 대응할 수 있는 비판적, 참여적, 생산적 시민을 길러야 한다는 요구는 오랫동안 제기되어 왔다(Gutstein, 2006; National Council of Teachers of Mathematics(NCTM), 1989; National Governors Association Center for Best Practices, Council of Chief State School Officers (CCSSM), 2010; Skovsmose, 2023). 그러나 전통적인 수학교육은 주로 수학적 내용 학습과 문제 해결 능력의 개발에 초점을 맞추었고(Blum & Niss, 1991), 사회적 맥락에서 수학의 역할에 대한 성찰의 기회를 충분히 제공하지 못했다. 수학이 사회적, 정치적, 경제적 의사결정 과정에서 핵심적인 역할을 하고 있음에도 불구하고, 그간의 수학교육은 학생들이 수학의 사회적 역할과 영향력에 대해 깊이 생각하지 못한 채 학문적 성취에만 집중하게 하는 경향이 있었다(Skovsmose, 1994, 2023).

오늘날의 세계는 점점 더 복잡해지고 있으며, 사회적 불평등, 기후 변화, 금융 위기 등의 문제들은 모두 수학적 모델을 통해 분석되고 해결 방안이 제시되고 있다. 하지만 이러한 모델들이 복잡한 현실을 완벽하게 반영하지 못하며, 이는 필연적으로 유사성 격차(similarity gap)를 초래하게 된다(Skovsmose, 2023). 수학적 모델의 중립성은 사실상 환상이며, 수학은 그 자체로 사회적, 정치적 함의를 지니고 있다는 점에서 학생들이 수학을 비판적으로 이해할 필요가 점점 커지고 있다(Gibbs & Park, 2022).

특히, 학교 수학에서 사회적 맥락을 배제한 수학교육은 학생들이 사회에서 수학이 실제로 어떤 역할을 하고 있으며, 어떤 영향을 미치는지 충분히 고려하지 않게 한다. 이는 민주주의 사회에서 시민들이 수학적 도구와 모델에 의해 형성되는 의사결정의 과정과 결과를 비판적으로 이해하고 대응하는 능력을 저해시킬 수 있다

* 접수일(2024년 7월 31일), 심사(수정)일(2024년 9월 6일), 게재확정일(2024년 9월 24일)

* MSC2020분류 : 97D40

* 주제어 : 사회비판적 모델링, 사회에서 수학의 역할, 수학적 모델링, 비판적 수학교육

† 교신저자 : mpark29@snu.ac.kr

(Gutstein, 2006). 이러한 문제를 해결할 수 있는 효과적인 교육 접근 방식 중 하나가 사회비판적 모델링(Socio-critical modelling)이다. 왜냐하면, 사회비판적 모델링은 학생들에게 수학적 모델과 그 모델이 실제 사회에 미치는 영향을 비판적으로 성찰할 기회를 제공하며, 수학적 모델을 활용하여 사회적 불평등이나 정의의 문제를 해결하는 데 이바지하도록 하는 교육적 목표를 지니기 때문이다(Barbosa, 2006, 2009).

사회비판적 모델링은 다수의 연구자가 개괄한 6가지 모델링 관점에 속해 있으며, 수학적 모델에 대한 비판, 수학적 모델이 사회에 미치는 영향, 실제 문제(사회적, 정치적, 경제적 등)에 모델링을 적용하는 것, 학생들의 역량 강화, 학생들 사이의 반성적 대화와 성찰에 초점을 둔다(Blomhøj, 2009; Greefath & Vorhölter, 2016; Kaiser & Sriraman, 2006). 우리 사회의 많은 논쟁과 결정이 수학적 모델에 기반하고 있으므로 수학적 모델의 본질과 역할에 대해 토의, 토론하고 그 과정에 참여하는 사회비판적 모델링 교육이 필요하며(Barbosa, 2006), 민주적이고 정의로운 사회로 나아가기 위해서 사회비판적 모델링 교육이 필수적임에도 학교 수학에서 사회비판적 모델링에 대한 연구는 미미하다(Gibbs, 2019). 특히, 국내에서 사회비판적 모델링을 적용한 수업 연구는 매우 제한적이며, 수학교육에서 비판적 시민 양성을 위한 실질적 방안으로서 어떻게 수학을 활용할 수 있는지에 대한 논의도 찾아보기 힘들다. 교육부(2022)에서도 수학적 모델링을 교수·학습 방법으로 제시하여 “수학의 응용에 대한 넓은 안목을 갖게 할 것”(p.46)을 제안하고 있는 만큼 사회비판적 모델링에 대해 이론적으로 살펴보고 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 수업을 적용한 뒤 학생들의 토론 양상과 수학에 대한 인식 변화를 살펴보았다.

이 연구에서는 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다. 첫째, 사회비판적 모델링 수업의 진행 과정에서 학생들이 보이는 토론 양상은 어떠한가? 둘째, 사회비판적 모델링 수업 결과 사회에서 수학의 역할에 대해 학생들은 어떻게 인식하는가?

II. 연구의 배경

1. 비판적 수학교육

사회비판적 모델링은 비판적 수학교육(Critical mathematics)의 철학과 함께하고 있다(Barbosa, 2006, 2009). 따라서 보다 나은 사회비판적 모델링의 이해를 위해 비판적 수학교육이 무엇인지, 역사와 흐름은 어떠한지, 국내외의 선행연구에는 어떤 것들이 있는지 알아보았다. 이 연구에서는 비판적 수학교육(Critical mathematics)과 사회정의의 실현을 위한 수학교육을 같은 의미로 표현하고자 하며 비판적 수학교육(Critical mathematics)으로 명명하였다. 그 이유는, 첫째, 사회비판적 모델링을 최초로 제안한 Barbosa(2006)와 이 연구의 이론적 기반이 된 선행연구(Gibbs, 2019)에서 비판적 수학교육이란 용어로 쓰면서 해당 연구의 철학적 배경으로 서술하고 있기 때문이다. 둘째, Gonzalez(2009), 권오남 외(2013)에서도 두 용어의 유사성을 모두 인정하고 동일시하였다.

비판적 수학교육(Critical mathematics)은 교육이 정치적인 역할을 해야 한다는 사상에서 출발하였으며, 1970년대 초반 독일과 스칸디나비아에서 비판적 수학교육의 초기 서술이 나타난다(Skovosmose, 2023). 비판적 수학교육 혹은 맥락에 따라 사회정의의 실현을 위한 수학교육(Teaching mathematics for social justice)이라 불리는 이러한 교육의 핵심은 수학이 행동으로 이어질 때 심층적 비판이 필요하며, 더 나아가 수학이 현실의 문제를 식별하고 대응하는 데 사용할 수 있다는 것이다(Gutstein, 2006; Frankenstein, 1983; Skovosmose, 1994, 2023). 이러한 개념은 유럽에서는 Skovosmose(1984)의 “비판, 교육, 그리고 수학”(Kritik, undervisning og matematik)을 통해 미국에서는 Frankenstein(1983)의 “비판적 수학교육: 파울로 프레이리의 인식론의 적용”(Critical mathematics education: An application of paulo freire’s epistemology)을 통해 알려지게 되었다.

이들의 연구는 수학으로 세상을 읽고 쓰기(Reading and writing the world with mathematics)라는

Gutstein(2003, 2006)의 실천적 연구에 영향을 주었는데, 그가 직접 가르쳤던 미국 리베라 학교 학생들은 더 좋은 수학 학습성취와 사회적 의식의 함양을 경험하였다. Gutstein(2003, 2006)의 연구는 수학의 렌즈로 사회를 바라보고 사회를 변화시켜야 한다는 철학적 관점과 더불어, 비판적 수학교육을 할 때 적어도 사회적, 수학적 목표를 반영해야 한다는 구체적 지침을 제시하고 수업의 구체적 사례를 제시하였다는 데 의의가 있다.

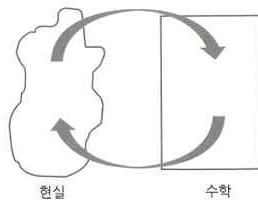
한편, 수학교육 흐름에 많은 영향을 주고 있는 전미수학교사협회(National Council of Teachers of Mathematics[NCTM])에서는 2012년 특별 기획서로 비판적 수학교육에 관한 다양한 견해에 대한 학자들의 저술을 모아 편찬했으며, 2013년에는 학술지(Journal for Research in Mathematics Education[JRME])의 특별호로 비판적 수학교육을 주제로 발간하여 형평성, 공정, 정의의 문제를 수학과 함께 다루었다. NCTM의 이러한 노력은 비판적 수학교육이 널리 알려지게 되는 증폭제 역할을 하였다.

Skovsmose(2023)에 따르면, 최근에는 브라질의 젊은 연구자들이 비판적 수학교육에 많은 기여를 하고 있는데, 상파울루 주립대학(Unesp)의 에푸라(Épura) 연구 그룹이 그것이다. 해당 그룹의 지도교수인 Skovsmose와 Miriam 그리고 그들의 박사과정 학생들은 비판적 수학교육에 관한 연구를 활발히 하고 있다. 예를 들면, Daniela(2022)는 취약한 위치에 있는 학생들의 꿈과 희망의 복잡성을 통해 수학학습의 동기에 대한 복잡성을 보여주었으며, Manuella(2023)은 이민자 가족이 수학과 관련하여 어떤 가능성과 장애에 직면할 수 있는지를 연구하였다(Skovsmose, 2023 재인용).

우리나라에서는 권오남 외(2013)의 비판적 수학교육에 관한 문헌분석 연구가 있으며, 비판적 수학교육의 배경, 철학, 사례 등을 제시해 비판적 수학교육에 관한 후속 연구의 발판이 되었다. 박만구(2018)는 초등학생을 위한 비판적 수학교육 프로그램을 개발하고 적용한 뒤 효과를 검증하였다. 이 연구는 비판적 수학교육 프로그램 개발을 위한 일반적인 단계를 제시하고 수학의 정의적 영역과 관련된 효과를 검증했다는 점에서 의의가 있다. 최성이(2015)는 초등학교 영재 학생들을 대상으로 비판적 수학교육 프로그램을 개발하고 적용하였다. 연구 결과, 영재 학생들은 다양한 사회 문제를 수학적 시각으로 보았고 이는 학생들의 주체성을 증진하는데 기여하였다. 이 연구는 비판적 수학교육이 영재 학생들의 민주시민성을 함양하는 데 중요한 역할을 한다는 점에서 의의가 있다. 최성이(2015)의 연구 대상이 영재 학생이라는 점에서, 비판적 수학교육을 일반 학생들에게도 적용해 보고, 수학을 통해 사회비판적 의식을 높여 민주시민성을 함양하고자 하는 연구를 진행할 수 있겠다는 영감을 주었다.

2. 사회비판적 모델링

사회비판적 모델링은 수학적 모델링의 여러 관점 중 하나이다. 이 절에서는 수학적 모델링은 무엇을 의미하는지, 수학적 모델의 유형에는 어떤 것이 있는지 살펴보았다. 그 후 비판적 수학교육의 관점에서 수학적 모델과 수학적 모델링을 어떻게 바라보는지 알아봄으로써, 사회비판적 모델링의 목적과 필요성에 대해 고찰하였다.



[그림 II-1] 수학적 모델링 (Ferri, 2017, p.20)

수학적 모델링이 무엇인지와 관련해 연구자들마다 미묘한 차이가 있지만, 현실 세계와 수학 사이의 전환

(Transform)을 다룬다는 점과 모델링을 과정(Process)으로 바라보는 것에는 어느 정도 합의를 하고 있다(예를 들면, 교육부, 2022; CCSSM, 2010; Ferri, 2017; NCTM, 1989; OECD, 2013). 수학적 모델링을 [그림 II-1]처럼 현실 세계의 상황이나 문제를 수학적 모델로 단순화하고 이것을 다시 현실에 적용하고 검증하는 과정으로 정의하고 있다.

그러나 복잡한 현실을 수학적 모델로 표현할 수 없고, 이는 필연적으로 유사성 격차(Similarity gap)를 수반하여 다양한 문제를 초래한다(Skovsmose, 2023). 또한 모델이 어떻게 사용되는지에 따라 다양한 유형의 모델([그림 II-2] 참고)이 있어 모델링 과정을 정확하게 설명하는 것이 어렵다(Greefrath & Vorhölter, 2016).

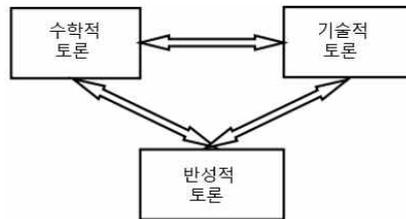
서술적 모델은 현실을 표현하고 설명하는 데 반해, 규범적 모델은 의사결정을 위한 도구다(Meyer, 2004). 따라서 서술적 모델과 규범적 모델에 대한 과제는 다를 수 있다. 예를 들어, 전염병의 전파를 예상하는 것은 서술적 모델이 필요하고, 여러 아파트가 있는 집에서 난방비용을 분배하기 위해서는 규범적 모델이 필요하다.



[그림 II-2] 수학적 모델의 분류 (Greefrath & Vorhölter, 2016, p.9)

비판적 수학교육에서는 수학적 모델과 관련해 현실에 대한 중립적인 설명이 아니라 모델링 과정에 일반 대중에게 감춰진 장치가 있다는 점을 지적한다(Barbosa, 2006; Skovsmose, 1994, 2023). 사회의 논쟁과 결정이 수학적 모델에 기반하기 때문에 학생들이 수학적 모델의 본질과 역할에 대해 토의, 토론하고 그 과정에 참여하는 것은 중요하다(Barbosa, 2006).

따라서, Barbosa(2006)가 제안한 사회비판적 모델링 수업의 목적은 사회에서 수학의 역할과 작용을 알아보고 비판하는 것이며 어떻게 하면 학생들에게 풍부한 반성적 토론이 일어나게 할 수 있을지에 관심을 둔다(Blomhøj, 2009; Kaiser & Sriraman, 2006). 즉, 기존 수학적 모델링 수업이 모델링 역량을 함양하거나 수학의 개념을 학습하는 두 가지에 초점을 맞추었다면, 사회비판적 모델링 수업은 “모델링 비평가”를 만드는 것에 초점이 있다(Barbosa, 2006, p.294). Barbosa(2006)는 모델링 수업에서 [그림 II-3]과 같은 세 가지 유형의 토론 유형을 고려할 것을 제안하며, 반성적 토론이 활성화될 수 있는 사회비판적 모델링 수업이 필요함을 주장했다. 수학적 토론은 순수 수학과 관련된 토론이며, 기술적 토론은 수학적 모델을 구성하는 토론을 의미한다. 반성적 토론은 모델의 구성과 적용에 관한 기준 및 결과에 관한 토론을 의미한다.



[그림 II-3] 모델링 수업에서 학생들의 토론 유형 (Barbosa, 2006, p.298)

체계적인 사회비판적 모델링 수업의 가능성과 관련해 Gibbs(2019)는 <표 II-1>과 같이 사회비판적 모델링 수업 구조를 개발하였다. 그녀는 이를 MESH(Mathematics Expressing Society's Hopes)라 명명하고 MESH가 사회에서 수학의 역할을 인식할 수 있는 능력을 개발할 수 있는 교육학적 도구라 하였다.

<표 II-1> 체계적인 사회비판적 모델링 수업 구조 요약 (Gibbs, 2019, p.8)

| | | MESH 구조 틀 | | |
|----|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------|
| | | 기술적 활동 | 수학적 활동 | 반성적 활동 |
| 목표 | 모델링 과정에 대한 성찰 모델링 과정에서 실제 문제 이해 | 모델에 대한 성찰 모델링 과정의 결과(모델)에 포함된 기준, 가정 및 값 조사 | 모델 적용에 대한 성찰 모델링 과정 생산의 기준, 가정, 가치 및 결과를 면밀히 조사 | |
| 과정 | 수학으로 성찰 실제 문제의 모델을 구성합니다. | 수학에 대한 성찰 다양한 모델을 비교하고 대조. 모델에 포함된 기준, 가정, 값 식별 | 수학을 통한 성찰 모델링 결과에 대해 성찰 모델링 결과를 평가, 분석, 예측 | |

Gibbs(2019)의 연구는 사회비판적 모델링 수업의 절차를 체계적으로 제시했다는 점에서 의미가 있다. 하지만, 실제 사회에서 사용되는 수학적 모델에 대한 해석, 평가, 비교, 분석, 예측을 하지 않고 학생들이 새롭게 구성한 수학적 모델만을 다루고 있다는 한계가 있으며, 사회에서 수학의 역할에 대한 인식의 변화를 Unboxing(포장을 열다)으로 개념화하고 있으나 추상적으로 기술하였다는 데 한계가 있다. 한편, Ikeda(2018)는 사회에서 수학의 역할에 대한 학생들의 세부적인 측면을 평가할 수 있는 분석 도구를 개인-사회적 관점, 역할 진술의 명확성, 구체적-일반적 맥락이라는 세 가지 관점에서 개발하였다. 본 연구에서는 이 분석 도구를 활용하여 사회비판적 모델링 수업 전후에 학생들이 사회에서 수학의 역할을 어떻게 인식하고 있는지를 살펴보았다.

Barbosa(2006, 2009)와 Gibbs(2019)의 지적처럼 수학의 사회적 역할에 대한 성찰과 반응을 우선시하는 사회비판적 모델링 수업이 필요한데도 “모델링 비평가”를 목표로 하는 연구는 미비한 실정이다(Gibbs & Park, 2022). 특히, 국내의 경우 Google 학술 검색과 학술연구정보서비스(RISS)에 “사회비판적 모델링”, “사회정의”, “modelling”, “social justice”, “socio-critical”을 검색해 본 결과 사회비판적 모델링과 직접적으로 관련된 문헌은 2개였다. 관련 선행연구로 박미영(2021)이 예비 중학교 교사들과 함께 사회비판적 모델링 프로그램을 개발한 연구, Flavin & Hwang(2024)이 미국과 한국의 예비 초등학교 교사를 대상으로 사회비판적 모델링 과제를 제시하고 전략을 비교한 연구가 있다. 수학적 모델링을 주제로 한 다수의 문헌과 비교했을 때, 상대적으로 사회비판적 수학적 모델링 연구가 적음을 알 수 있다.

3. 연구방법

이 연구의 핵심적인 연구 문제는 사회비판적 수학적 모델링 수업이 진행됨에 따라 학생들이 보이는 토론 양상과 사회에서 수학의 역할에 대한 인식변화를 알아보는 것이다. 이에 질적연구 방법 중 체계적인 근거이론 접근방법(Strauss & Corbin, 2014)을 선택하였다. 왜냐하면 사회비판적 모델링 수업에서 나타날 수 있는 학생들의 말과 행동을 포함하는 구체적인 요인, 요인과의 관계에 대한 연구자들의 지식이 부족하기 때문이다.

드러난 말과 행동으로부터 수집된 자료에 토대를 두고 인간 행동에 대한 이론적 설명을 개발하기 위해 자료 수집과 분석 과정은 반복되곤 한다(Creswell., 2012). 이 연구에서는 초등학교 6학년 학생들에게 3차시(120분)에 해당하는 사회비판적 모델링 수업을 하였다. 연구를 시작하기 전 연구 참여자들에게 연구의 목적을 알렸으며 연구동의서에는 참여자들을 부당한 위협에 두지 않을 것임을 명시하였다.

가. 연구 참여자 및 제한점

이 연구의 참여자는 서울 소재 I 초등학교 6학년 1개 반 20명이다. 이 연구에서는 의도적 표본추출 전략 유형 중 최대변량(maximum variation) 접근법을 활용하였다. 이 접근법은 사전에 참여자나 현장을 선별하는 기준을 정하고 그 기준에서 가장 차이가 많은 현상을 고르는 방식이다(Creswell, 2012). 이 연구는 사회비판적 수학적 모델링 과정을 통해 사회에서 수학의 역할에 대한 학생들의 인식 변화 과정을 살펴보고자 하였다. 따라서 연구자 중 한 사람이 근무하고 있는 초등학교 6학년 6개 반에 ‘실제 세상에서 다양한 문제들을 검토할 때, 수학은 유용할까요?’란 사전 설문 조사를 하였다. 이 중 사회에서 수학의 역할에 대한 인식이 Ikeda(2018)가 분류한 2수준 이하에만 머무는 1개 반 20명을 연구 참여자로 선정하였다.

연구 참여자들은 배려와 존중을 강조하는 담임교사와 함께 즐거운 학교생활을 하고 있으며, 이 중 교육복지 대상 학생은 없고 운동부 학생이 1명 있다. 2024년 3월 초 기초학력 진단 평가 결과를 보면, 연구 참여자 중 2명의 학생은 수학학습에 도움이 필요한 아이로 진단 되었으며, 나머지 18명의 학생들은 성취기준에 도달한 것으로 진단되었다. 수업의 적용은 연구자 중 한 명이 직접 실시하였는데, 해당 지역에서 8년 차 교사로 근무하면서 연구 참여자의 삶, 진솔 및 행동을 더 잘 이해할 수 있으리라 판단했기 때문이다. 이 연구는 서울특별시 관악구 I 초등학교 6학년 1개 반 20명의 학생들을 대상으로 한 3차시 수업 결과를 분석한 것이므로, 다른 지역, 학년 및 학생에게 일반화하는 데 한계가 있다. 또한, 대한민국의 생계급여 모델을 주제로 한 사회비판적 모델링 수업이므로, 다른 주제의 사회비판적 모델링 수업에 일반화하는 데에도 한계가 있다.

나. 사회비판적 모델링 과제 개발 및 적용

사회비판적 모델링(Socio-critical modelling)은 브라질의 수학교육 연구자 Barbosa가 처음 제안하였다. Barbosa(2006)는 모델링 과제가 학생들에게 문제(연습이 아님)가 되어야 하며, 순수 수학적 아닌 일상에서 추출되어야 한다고 하였다. 더불어 수학적 모델의 특성, 모델 구축에 사용된 기준과 결과에 대한 토론인 반성적 토론이 활성화될 수 있도록 하여야 한다고 주장하였다. 이런 맥락에서 Jung & Magiera(2023)은 사회비판적 모델링 과제의 조건으로 사실적 맥락, 모델 개발, 공유할 수 있는 과정을 제시하였다. 이 연구의 과제는 Barbosa(2006)와 Jung & Magiera(2023)이 제시한 모델링 과제의 특징을 고려해 과제를 구성하였으며, 성찰질문을 통해 반성적 토론이 활발히 일어나 사회에서 수학의 역할을 학생들이 인식할 수 있도록 하였다. 수학교육 전문가 2인의 검토를 거쳐 수업에 적용한 사회비판적 모델링 과제는 다음과 같다.

<우리가 정하는 생계급여>

상황: 생활이 어려운 사람들을 위해 I동 주민센터에서는 매달 현금을 지급합니다. 일상생활에 필요한 현금을 지급하여 최저생활을 보장하고 자활을 돕는 것을 목적으로 합니다.

질문: 한 달에 생활이 어려운 사람들을 위해 얼마의 현금을 주면 좋을지 구해 주세요.

실제 연구를 시행하기 전 I 초등학교 6학년 1개 반을 대상으로 예비연구를 실시하였다. 예비연구 결과 학생들은 가구당 생존을 위한 최소 비용을 계산하는 것과 실제 생계급여 지급에 관한 수학적 모델을 해석하는 것 두 가지를 특히 힘들어한다는 것을 확인할 수 있었다. 이 두 가지 점을 고려하여 실제 연구에 적용한 활동지는 [그림 II-4]와 같다. 수업을 진행할 때는 반성적 토론이 활성화될 수 있도록 제안한 Gibbs(2019)의 체계적 접근법을 참고하였으며, 수학교육 전문가 2인의 검토를 받았다. 1차시 수업은 2024년 5월 13일에 실시하였으며, 2~3차시 수업은 연차시로 2024년 5월 17일에 진행하였다. 사전 설문조사는 2024년 4월 25일에 실시하였고, 사후 설문

[활동지3] 우리가 좋아하는 생계급여 6학년 () 반 () 번
이름: ()

☞ 지난 10년동안 대한민국 정부에서는 국민들의 기초생활을 보장하기 위하여 생계급여를 지급해 왔습니다. 위 표에서 볼 수 있듯이, 연도별 생계급여 지급액을 결정하는 수학적 모델은 약간의 차이가 있습니다.

| 연도 | 생계급여 지급액 | 비고 |
|-------|---------------------------------|-----------------------------|
| 2015년 | (가구 중위소득 × 28 ÷ 100) - (가구의 소득) | •가구 중위소득이란? |
| 2016년 | (가구 중위소득 × 29 ÷ 100) - (가구의 소득) | 가구 전체 평균 소득 |
| 2017년 | (가구 중위소득 × 30 ÷ 100) - (가구의 소득) | |
| 2018년 | (가구 중위소득 × 30 ÷ 100) - (가구의 소득) | |
| 2019년 | (가구 중위소득 × 30 ÷ 100) - (가구의 소득) | 예) 2024년 현재 1인 가구가 7인정 값을 택 |
| 2020년 | (가구 중위소득 × 30 ÷ 100) - (가구의 소득) | 데, 1인가구 중위소득은 1인가구의 소득의 |
| 2021년 | (가구 중위소득 × 30 ÷ 100) - (가구의 소득) | 평균인 2,228,445원 |
| 2022년 | (가구 중위소득 × 30 ÷ 100) - (가구의 소득) | 이다. |
| 2023년 | (가구 중위소득 × 30 ÷ 100) - (가구의 소득) | |
| 2024년 | (가구 중위소득 × 32 ÷ 100) - (가구의 소득) | |

【2024년도 기준 중위소득】 (단위: 원)

| 가구규모 | 1인가구 | 2인가구 | 3인가구 | 4인가구 | 5인가구 | 6인가구 | 7인가구 |
|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 기준 중위소득 | 2,228,445 | 3,692,609 | 4,714,657 | 5,729,913 | 6,696,735 | 7,618,369 | 8,514,994 |

※ 8인 이상 가구는 7인가구 기준 중위소득에서 6인가구 기준 중위소득의 차액을 7인가구 기준 중위소득에 더하여 산정

[참조가이드] 실제 생계급여를 결정할 때의 가정, 기준을 고려하세요.

☞ 생활질문: 실제 생계급여를 결정하는데 사용된 가정, 기준은 무엇인 것 같습니다?
☞ 일치정답: 모두의 생계급여 모델과 실제 생계급여 모델과의 공통점, 차이점은 무엇인가요?
(다음 장에 적어주세요)

[활동지4] 우리가 좋아하는 생계급여 6학년 () 반 () 번
이름: ()

☞ 활동 1-3에서 확인된 생계급여 지급 모델의 가정, 기준에 대해 생각해 보세요. 수학의 가치와 역할과 관련하여 다양한 생계지급 모델을 통해 어떤 사람이 혜택을 받고 어떤 사람은 손해를 보게 되는지 작성하세요.

1. 생계급여 지급모델은 무엇이고, 왜 필요할까?
2. 생계급여 지급모델을 통해 이득을 보는 사람은 누구일까?
3. 생계급여 지급모델을 통해 손해를 보는 사람은 누구일까?

☞ 사회에서 수학의 역할 관련 질문
가. 도구로서의 수학의 역할 : 생계급여 지급 모델은 사회에 실용적인 도구가 됩니까?
나. 기술 및 사회 발전에서 수학의 역할 : 생계급여 지급 모델이 기초생활 보장이라는 문제와 관련하여 중요한 역할을 할까?
다. 시민권과 민주주의 발전에서 수학의 역할 : 생계급여 지급 모델은 인간의 권리와 민주주의 발전을 촉진할까?

[참조가이드] 실제 생계급여를 결정할 때의 가정, 기준을 고려하세요.
☞ 생활질문: 이 활동에 대해 어떻게 생각합니까?
☞ 일치정답: 생계급여 지급 모델 결정 활동을 바탕으로 생계급여 지급을 결정하는 데 있어 수학의 역할에 대해 적어주세요. 또한 생계급여 지급에 대한 자신의 최종 입장을 적어주세요.
(다음장에 적어주세요)

[그림 II-4] 사회비판적 모델링 활동지

각 활동지에 대한 추가적인 교사 지침을 <부록>에 제시하여 사회비판적 수업에 대한 이해를 높이고자 했다.

다. 자료수집 및 분석

자료는 사전·사후 설문조사, 수업 녹화 및 녹음, 활동지, 면담을 통해 수집하였다. 근거이론에서는 데이터의 수집 및 분석이 반복적이고 지속해서 이루어진다(Strauss & Corbin, 2014). 자료 분석은 다음 <표 II-3> Barbosa(2006)가 개념화한 학생들의 토론 유형에 의해 뒷받침되었다.

<표 II-3> 사회비판적 모델링 활동 분석 기준 (Barbosa, 2006, p.298)

| 범주 | 기준 |
|-----------|----------------------------------------|
| 기술적 토론(T) | 수학적 모델을 구축하는 것에 관한 토론 |
| 수학적 토론(M) | 순수 수학(수학 개념, 계산 등)에 관한 토론 |
| 반성적 토론(R) | 수학적 모델의 특성, 모델 구축에 사용된 기준과 그 결과에 관한 토론 |

구체적인 자료 분석 방법은 다음과 같다. 구체적인 자료 분석 방법은 다음과 같다. 먼저, 사회비판적 모델링 과정에서 학생들이 나타내는 토론 양상을 분석하기 위해 수업의 전 과정을 전사한 자료를 바탕으로 학생들의 모든 대화를 <표 II-3>의 세 가지 토론 유형으로 분류하였다. 그 뒤 활동 순서에 따라 개방 코딩을 하였다. 다음으로 개방 코딩을 범주화하여 축코딩을 수행하였다. 마지막으로 연구자가 의미 있다고 보이는 범주들을 연결해 선택 코딩하고 결과를 기술하였다.

한편, 사회에서 수학의 역할에 대한 인식을 위한 분석 기준은 다음 <표 II-4>을 따랐다. <표 II-4>은 수학 교육 전문가의 검토를 거쳐 Ikeda(2018)가 분류한 사회에서 수학의 역할에 대한 인식 수준에 0수준을 추가한 것이다. 왜냐하면, 사회에서 수학의 역할에 대해 전혀 인식하지 못한 예도 있었기 때문이다. 예를 들어, “실제 세상에서 다양한 문제들을 검토할 때, 수학은 유용하다고 생각합니까?”라는 사전 설문조사에서 “아니요. 딱히 쓸 없

다.”라고 답변한 학생을 0수준으로 보았다.

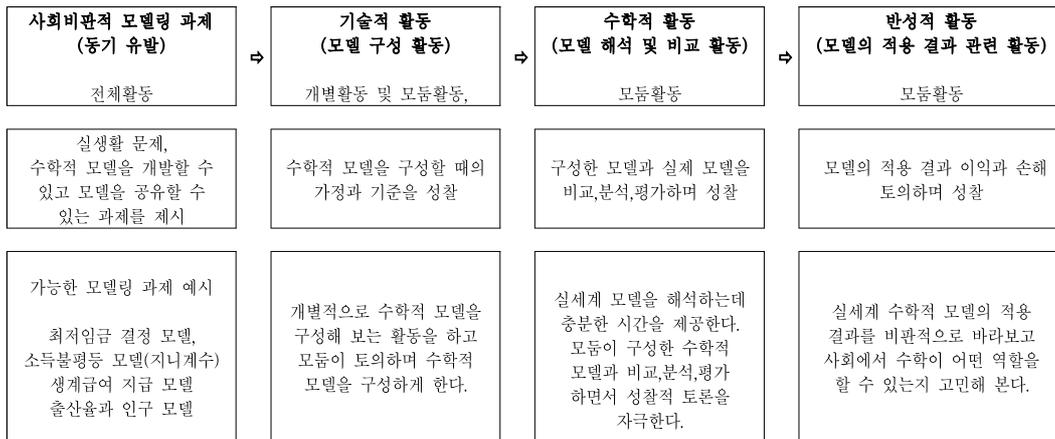
<표 II-4> 사회에서 수학의 역할 인식 분석 기준 (Ikeda, 2018, p.263)

| 범주 | 기준 |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------|
| 0수준 | 사회에서 수학의 역할을 전혀 인식하지 못함. |
| 1수준 | 수학을 개인적 관점으로 연결함. 일상생활에서 계산에 수학 사용됨 |
| 2수준 | 수학의 유용성을 사회와 연결함. 하지만 구체적 사례를 제시하지 못함 |
| 3수준 | 수학의 유용성을 사회와 연결함. 기업이 비용 절감을 위해 수학을 사용한다는 등의 구체적 사례를 제시하나 일반적 맥락을 포함하지 않음. |
| 4수준 | 수학의 유용성을 사회와 연결함. 현상을 설명하거나, 사회의 의사결정에 수학이 사용됨 등의 일반적 맥락을 포함하여 언급함. |

아울러 타당도(validity)와 신뢰도(trustworthiness)를 높일 수 있도록 다중적인 정보원(multiple sources of information)의 수집, 동료 검토, 참여자 확인(member check)을 거쳤다. 구체적으로 자료는 수업 녹화와 녹음을 통한 수업 전사 자료, 학생 활동지, 사전·사후 설문지, 면담자료이다. 수집된 자료 중 해석이 모호한 부분에 관해 학생들에게 되물어 자료의 정확성과 신빙성을 높이고자 하였다. 마지막으로 이 연구와 아무 관련이 없는 수학교육 전문가 1인에게 외부인 감사(audit)를 거쳐 연구 결과 및 해석, 결론이 자료에 의해 지지 되는지 평가받았다.

라. 사회비판적 모델링 수업 단계

일반화된 사회비판적 모델링 수업의 단계는 다음 [그림 II-5]와 같다. 이 연구에서 적용한 사회비판적 모델링 수업의 주제는 ‘우리가 정하는 생계급여 지급모델’이다. 과제를 개발할 때 사회비판적 모델링 수업의 과제 제시를 위한 개념적 틀을 제시한 Jung & Magiera(2023)을 따랐다. 수업의 전반적인 흐름은 Gibbs(2019)가 제안한 사회비판적 모델링 수업의 체계적 접근법에 따라 뒷받침되었다.



[그림 II-5] 일반화된 사회비판적 모델링 수업 단계

III. 연구 결과 및 논의

연구 결과 사회비판적 모델링 수업의 각 단계마다 학생들은 다양한 토론 양상을 보였으며, 사회에서 수학의 역할에 대한 학생들의 인식이 변화가 있었다.

1. 사회비판적 모델링 과정에서 학생들의 토론 양상

가. 기술적 활동(모델 구성 활동)에서의 토론

기술적 활동의 목적은 생계급여가 무엇인지 알아보고 모델링 과정을 통해 직접 생계급여를 정해 보는 것이다. 학생들은 그들의 배경지식과 경험에 의존하면서 생계급여 모델을 결정하였다. 다음 표 <표 III-1>은 기술적 활동에서 학생들 간 토론을 코딩하여 도출된 개념을 요약한 것이다. 코딩을 통해 도출된 근거이론은 기술적 활동에서 학생들은 배경지식과 경험에 의존하며 수학적 모델을 구성한다는 것이다.

<표 III-1> 기술적 활동에서 나타나는 토론을 코딩하여 도출된 개념 요약

| <표 II-3>에 따른 코딩 예시 | 개방 코딩 | 축 코딩 | 선택 코딩(최종 개념) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------|
| 나는 1인 가구가 좋아(T,R) 혼자사는 사람들이 많으니까(R) | 가구원 수 논의 각 가구 선호의 이유 등 | 배경지식과 경험에 따른 가구 구성 | 학생들은 배경지식과 그들의 경험에 의존하며 수학적 모델을 구성한다. |
| 요즘 토마토 1개가 얼마야(T, R) $6.5 \times 2 = 13$ 만원 이네(M) 외식도 해야지(R) | 비용 결정 식비, 통신비, 월세, 병원비 등의 필요성 | 기본적 생활을 고려한 비용 결정 | |
| 하루에 6시간 정도 일하지(R) 주말에는 일 안하잖아(R) $9860 \text{원} \times 5 \text{시간} \times 30 \text{일} = 147 \text{만}$ 6천원이네(M) | 소득 결정 최저시급, 아르바이트, 장학금, 휴일 고려의 문제 | 현실적 여건을 고려한 소득 결정 | |
| 비용에서 소득을 빼야해(T) 295-132하면 163이야(M) 소득이 비용을 넘을 수 없어(T) | 생계급여 결정 방식([비용] - [소득]) 예비비의 포함 여부 | 생계급여의 의미와 필요성에 따른 생계급여의 결정 | |

<표 III-1>을 보면 알 수 있듯이, 기술적 활동에서 학생들은 생계급여를 결정하며 다양한 토론을 진행하였다. 기술적 활동은 기본적으로 수학적 모델을 구성하는 과정이기 때문에 모델 구성과 관련된 기술적 토론(T)이 활발히 이루어졌다. 또한, 수학적 모델을 만들 때의 가정, 기준, 여건 등과 관련한 성찰적 토론(R)도 풍부하게 발생하였다. 수학적 개념 및 계산과 관련된 수학적 토론(M)은 상대적으로 적었으나, [비용]과 [소득]을 결정할 때 수학적 계산을 통해 상호 검증하는 과정에서 발생하였다. 학생들의 발화는 기술적 토론(T)과 반성적 토론(R), 수학적 토론(M)으로 모두 해석될 수 있는 경우가 있었다. 연구자는 줄 코딩된 내용을 바탕으로 가구원 수, 비용, 소득, 생계급여의 4가지 큰 범주로 개방 코딩하였다. 그 후 각 범주별로 하위 요소들을 연결하여 인과적 관계성을 파악하고자 축 코딩을 진행하였다. 예를 들어, 개방 코딩의 '가구원 수 논의'에서 학생들은 각 가구의 선호 이유를 저출산, 1인 가구의 증가 등 자신들의 배경지식을 활용하여 설명하였다. 이를 통해 '배경지식과 경험에 따른 가구 구성'으로 축 코딩하였다. 나머지 3가지 범주도 같은 방식으로 축 코딩하였으며, 마지막으로 '학생들은 배경지식과 경험에 의존하여 수학적 모델을 구성한다.'라는 최종 개념을 도출하였다.

한편, 학생들이 토론을 통해 직접 결정한 생계급여 모델은 <표 III-2>와 같다.

<표 III-2> 학생들이 정한 생계급여

| | 1모듬 | 2모듬 | 3모듬 | 4모듬 | 5모듬 |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|-------|------|
| 가구원 수 | 2명 | 1명 | 1명 | 4명 | 1명 |
| 비용 | 50만원 | 122만원 | 140만원 | 295만원 | 90만원 |
| 소득 | 30만원 | 88만 7400원 | 90만원 | 132만원 | 90만원 |
| 생계 급여 | 30만원 | 35만원 | 50만원 | 160만원 | 10만원 |
| 비고 | [생계급여] = [비용] - [소득] ± [a] 1모듬 : 모두 미성년자, 소득은 장학금 2모듬 : 최저시급 9860원으로 계산 3모듬 : 비용에 병원비 50만원, 최저시급 1만원 4모듬 : 최저시급 1만원, 주말에 근로 안 함 5모듬 : 다른 모듬의 비용과 소득을 참고 | | | | |

가구원 수를 1인으로 가정한 모듬들은 1인 가구가 증가하고 있다는 것과 계산하기가 편하다는 점을 근거로 들었다. 1 모듬은 생계급여가 형편이 어려운 사람들에게 제공되는 것임을 근거로 하여 부모가 없는 미성년자로 구성된 2인 가구로 정하였다. 4 모듬은 보편적인 가구가 4인 가구이며 부모 2명과 아이 2명으로 가정하였다. 학생들은 가구당 비용을 고려할 때 식비, 의류비, 통신비, 주거비 등 생존에 필수적인 것을 고려하였다. 3 모듬의 경우 월세에 탄 1인 가구를 가정하여 병원비 50만 원을 비용에 포함했다. 소득의 경우 1 모듬의 경우 미성년자인 학생들이 장학금으로 30만 원을 번다고 하였고, 2 모듬의 경우 최저시급 9860원에 하루 3시간을 일한다고 가정, 1달을 30일로 계산하여 88만 7400원을 소득으로 계산하였다. 3 모듬은 시급을 1만 원으로 계산하고 하루 3시간 30일을 일한다고 가정하여 소득을 90만 원으로 계산하였다. 4 모듬의 경우에는 시급을 1만 원으로 하였으며 주말에는 일하지 않는 것으로 하여 하루 6시간, 22일을 일하는 것으로 계산하여 132만 원을 소득으로 가정하였다. 5 모듬은 다른 모듬의 것을 참고하여 90만 원 정도 소득이 발생할 것 같으며 소득을 90만 원으로 정했다.

생계급여를 결정할 때 학생들은 기본적으로 <표 III-3>와 같은 수학적 모델을 고려하였다.

<표 III-3> 학생들이 정한 생계급여 지급모델

$$[\text{생계급여}] = [\text{비용}] - [\text{소득}] \pm [a]$$

5개 모듬 중 3개의 모듬은 위 모델에서 돈을 조금이라도 더 주었다. 약간의 돈을 더 제공함으로써 더욱 인간다운 삶을 살 수 있다는 것이 공통된 이유였다. 반면 4 모듬은 오히려 위 모델보다 3만 원이라는 돈을 더 적게 주었는데, 이유는 그렇게 해야 근로의욕이 고취된다는 것이었다. 한편, 학생들의 반성적 성찰(Barbosa, 2006)이 더 풍부해질 수 있도록 수업 막바지에 성찰 질문으로 본 활동 대한 느낌과 생각을 적게 하였으며, 생계급여가 어떻게 되어야 할지에 대해 작성하는 일지성찰 과제를 제시하였다. 다음 <표 III-3>은 성찰 질문에 대한 학생들의 서면 답변 중 일부이다.

<표 III-4>에서 볼 수 있듯이 성찰 활동을 통해 학생들은 자신의 모델링 과정을 되돌아볼 수 있었으며, 현실에서의 생계급여는 어떨지에 대한 궁금증과 더불어 똑같은 1인 가구인데 모듬별로 생계급여가 각기 다르다는 것을 인식하며 호기심을 가졌다. 또한 비용과 소득을 가정하고 정하는 것에 어려움을 표현한 학생도 있었다.

기술적 활동(모델 구성 활동)의 연구 결과 학생들은 주로 자신들의 지식과 경험에 의존하여 수학적 모델을 만들었으며, 생계급여 지급액을 결정하면서 수학과 사회를 연결하였다. 구체적으로 [생계비용] = [비용] - [소득] ± [a]라는 생계급여 지급모델을 형성할 때, 가구당 [비용]은 얼마가 필요한지, [소득]은 어떻게 될지 또한 ± [a] 값은 어떻게 할지 등에 대해 활발한 토의가 있었다.

<표 III-4> 성찰 질문에 대한 서면 반응

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 성찰 질문 : 이 활동에 대한 개인의 생각은 무엇인가요 | |
| S20: 실제 생계 급여 결정이 어떻게 될까? | |
| S17: 계산이 어렵지만 재밌었다. | |
| S12: 2,3,5 모듈 모두 1인 가구인데 정한 생계급여가 달라서 신기했다. | |
| 일지 성찰 : 생계 급여가 어떻게 될지 적어주세요 | |
| S2: 저희 모듈은 비용이 122만원이다. 왜냐하면 통신비+월세+식비+옷+생활용품등더해서 122만원이 나왔습니다. 소득은 88만7400원이 나왔습니다. 왜냐하면 최저시급이 9860원이니까 3시간을 일한다고 치면 29580원이고 1달 동안 일하니 887400원이 나왔습니다. 생계급여는 122만원-887400=33만2600이 나왔는데 우리가 1만 7400원을 줘서 35만원이 생계급여가 됐습니다. | |
| S5: 우리 모듈은 가구원 수가 4명인 가족의 생계급여를 ... 식비는 한끼에 2만원 이라고 했을 때 30을 곱해서 한달에 60만원이 필요하다. 관리비는 보통 30~40만원이어서 ... 월세는 서울 평균이 102만원이기 때문에 102만원이라고 했다. 통신비는 어른 2명 12만원 아이 2명 6만원 즉 18만원이다 ... 총 295만원이 필요하고 하루 여섯시간 하면 6만원정도 버니 주말을 포함하지 않고 6*22=132만원이 소득이다. 따라서 163만원이 필요한데 더 일을 많이 하라고 160만원만 주었다. ... 험찬이가 그렇다고 해서 그걸 이용해 계산했다. 험찬이가 월세나 식비 등을 조사해 와서 많이 편했고 앞으로 생계급여에 대해 많은 관심을 가져야겠다고 생각했다. | |

나. 수학적 활동(모델 해석 및 비교 활동)에서의 토론

수학적 활동의 목적은 현실의 실제 생계급여 모델이 무엇인지 알아보고 현실의 생계급여를 결정할 때의 가정과 기준에 대해 토의해 보는 것이다. 예비연구에서 학생들은 실제 생계급여 지급모델을 해석하는 것을 어려워했다. 이에, 학생들에게 생계급여 지급모델을 해석할 수 있는 충분한 시간을 주었다.

<표 III-5>는 기술적 활동에서 학생들 간 토론을 코딩하여 도출된 개념을 요약한 것이다. 코딩을 통해 도출된 근거이론은 수학적 활동에서 학생들은 수학적 개념과 원리를 활용하여 실제 생계급여 모델을 해석하며, 모델을 비교하는 과정에서 반성적 토론이 활발히 일어난다는 것이다. <표 III-5>의 코딩 예시처럼, 수학적 활동에서 학생들은 실제 생계급여를 해석하면서 수학적 모델의 가정과 기준, 결과를 해석하고자 노력하였다. 이 과정에서 반성적 토론(R)이 활발히 일어났으며 실제 수학적 모델에 따른 결과를 해석할 때는 수학적 토론(M)이 일어남을 확인하였다. 줄 코딩 된 것을 바탕으로 '실제 생계급여 모델의 특징', '실제 수학적 모델의 비교', '모듈의 모델과 실제 모델 비교' 3가지 범주로 개방 코딩하였다. 그 후 각 범주별 하위요소를 연결하고 인과 관계성을 파악해 '수학을 활용한 수학적 모델의 특징 분석', '비판적 시각으로 수학적 모델 비교'로 축 코딩하였다. 최종적으로 '학생들은 수학적 개념과 원리를 바탕으로 수학적 모델을 해석한다', '학생들이 수학적 모델을 비교할 때 반성적 토론이 활발히 일어난다.'로 개념화하였다.

<표 III-5> 수학적 활동에서 나타나는 토론을 코딩하여 도출된 개념 요약

| <표 II-3>에 따른 코딩 예시 | 개방 코딩 | 축 코딩 | 선택 코딩(최종 개념) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| 중위 소득이 뭐야?(R) 수가 점점 커지고 있어.(R) 평균이 점점 떨어 지나보다(R) 곱하기 32 나누기 100 하면...(M) | 실제 생계급여 모델의 특징 가구 중위 소득, 가구의 소득, 변수의 문제 | 수학을 활용한 수학적 모델의 특징 분석 | 학생들은 수학적 개념과 원리를 바탕으로 수학적 모델을 해석한다. |
| 연도가 지나면서 생계급여를 점점 더 많이 주잖아(R) 우리 차이가 너무 나는데?(R) 소득이 적어서 그래(R) 우리는 곱하기를 안했어(M, R) 빼니까 35만원 차이네.(M, R) | 실제 수학적 모델 비교 변화를 중심으로 모듈의 모델과 실제 모델 비교 차이점을 중심으로 | 비판적 시각으로 수학적 모델 비교 | 학생들이 수학적 모델을 비교할 때 반성적 토론이 활발히 일어난다. |

한편, 대한민국의 생계급여 지급모델은 <표 III-6>에서처럼 (가구의 중위소득) × x % - (가구의 소득)이다.

<표 III-6> 대한민국 생계급여 지급모델

| 연도 | 생계급여 지급액 |
|---------------|---------------------------------|
| 2015년 | (가구 중위소득 × 28 ÷ 100) - (가구의 소득) |
| 2016년 | (가구 중위소득 × 29 ÷ 100) - (가구의 소득) |
| 2017년 ~ 2023년 | (가구 중위소득 × 30 ÷ 100) - (가구의 소득) |
| 2024년 | (가구 중위소득 × 32 ÷ 100) - (가구의 소득) |

* 가구의 중위 소득 : 가구 전체의 평균 소득

학생들은 시간이 지남에 따라 생계급여 지급모델이 28, 29, 30, 32로 점점 증가하고 있다는 것을 발견하였다. 다음 <에피소드 1>은 생계급여 모델과 관련하여 학생들이 나눈 대화 일부이다.

<에피소드 1> 실제 생계급여 모델 관련 반성적 토론

- T: 실제 모델에서 사용된 가정과 기준은 무엇인가요?
 S1: 가구의 중위소득을 고려했어요.(R)
 S2: 내가 번 소득도 고려했어요.(R)
 S1: 그러니까 평균에서 32를 곱하고 소득을 뺀 것이네요.(R, M)
 S3: (놀라는 목소리로)평균이 떨어졌나보다!(R)

... ..

S3은 생계급여 지급액이 연도별로 같아야 한다고 생각하고 있었다. 따라서 x%에서 x의 값이 점점 증가하고 있으니, 가구 중위소득의 평균이 떨어졌을 것으로 추측하였다. 하지만 연도별 가구 중위소득이 오히려 점점 증가한다는 자료를 제시하자 해가 지날수록 생계급여 지급액은 점점 늘어나고 있다는 것을 받아들였다.

학생들은 왜 32를 곱해야 하는지에 관한 논의와 더불어 반성적 토론이 활발히 일어났는데 <에피소드 2>를 통해 알 수 있다.

<에피소드 2> 실제 생계급여 모델 관련 반성적 토론

- S11: 소득이 줄면 생계급여를 더 많이 줘야 하는 것이네?(R)
 S12: 전체적으로 소득이 줄면, 아무리 많이 벌어도 평균이 적어지잖아.(R, M)
 S13: 그런데, 왜 구지 32를 곱하는거지?(R)
 S13: 왜 변하지 않았지? 더 많은 기간인데(2017년에서 2022년을 가르키며) 더 많은 변화가 있었을텐데. (R)
 S12: 곱하는 수를 늘리는 것은 물가가 올라갔거나, 아니면 소득이 줄었거나 그래서 그런거 아닐까?(R)

S11은 실제 생계급여 모델을 분석하며 가구의 소득이 줄면 생계급여를 더 많이 받을 수 있다는 것을 확인하였다. 또한 S12는 가구 중위소득이 가구 전체 평균 소득인 것을 확인하고, 가구 전체의 소득이 줄면, 가구 중위소득이 줄어든 것임을 지적하였다. S13은 32를 곱하는 것과 관련하여 의문을 제기하였는데, 2015, 2016, 2017년에는 1년마다 28, 29, 30으로 바뀌던 것이 7년 동안 30으로 바뀌지 않았던 것을 비판적으로 바라보았다. 이 물음에 S12는 물가가 올라갔다거나 소득이 줄어서 그런 것 같다는 추측을 하였다.

한편, 학생들은 생계급여 지급액을 계산하며 수학적 토론을 하였는데 다음을 보면 이를 확인할 수 있다.

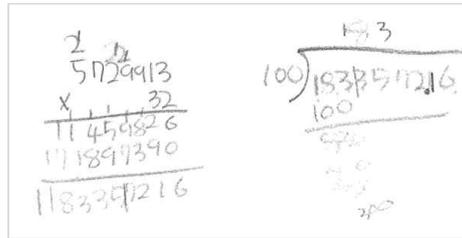
<에피소드 3> 실제 생계급여 모델 관련 수학적 토론

- S7: 실제 모델로 이제 한번 해보자 우리 가구원 수는 4명이니까 중위소득이 얼마야? (R)
 S9: 중위소득이.. 5,729,913원. (M)
 S8: 곱하기 32하고 (계산을 열심히 하고 있음) (M)
 S6: 나 계산을 잘못했는데? 1억 얼마가 나오는데? 나누기 100을 안했구나! 이걸 어떻게 100으로 나눠!(M)
 T: 계산을 아주 잘 하고 있네요. 나눗셈에서 우리가 배웠던 것 같은데? 10으로 나누면 어떻게 되지?
 S6: 아! 맞다. 한 칸 옮기면 되요. 100이니까 두 칸!(M)

... ..

실제 생계급여 지급액을 계산하면서 학생들은 자신들이 정한 가구원 수와 그에 따른 2024년도의 중위소득에 32를 곱하고 100을 나누는 계산을 하였다. S6은 곱셈까지 잘하였으나, 1억이 넘는 큰 수를 100으로 나누면서 계산을 힘들어하는 모습을 보였다.

아래 [그림 III-1]에서 볼 수 있듯이 S6은 곱셈을 잘 수행하였다. 그러나 <표 III-7>에서 확인할 수 있듯이, 큰 수 나누기 100과 관련하여서는 불편함을 호소하고 있다. S6은 10으로 나눌 때 어떻게 했지? 라는 교사의 물음에 반응해, 나눗셈을 세로셈으로 계산하던 것을 멈추고 제수의 자릿수를 바꾸는 방법으로 전략을 바꾸어 나눗셈을 해결하였다.



[그림 III-1] S6의 생계급여 계산

이 이외에도 학생 중 몇 명은 단위를 붙이지 않고 그냥 계산하여 실제 생계급여를 잘못 계산하기도 하였다. <에피소드 4>를 보면 90만 원을 빼야 하는데, 90원을 빼서 실제 생계급여를 잘못 결정한 것을 알 수 있다.

<에피소드 4> 실제 생계급여 모델 관련 수학적 토론

- S17: 우리 모둠의 실제 생계급여 지급액이 얼마야? (M)
- S18: 아 우리? 우리는 잠시만.. (계산을 열심히 하고 있음) (M)
- S19: 계산기를 사용하자! (M)
- S20: 좋아.
- S18: 2228445 곱하기 32 나누기 100 하면 713102.4원이 나와. 4는 빼자.(M)
- S18: 713102원인데, 여기에 90빼!, 90빼면 713012원인데. (M)
- S19: 선생님 저희 생계급여 71만 3012원이에요! (M)
- T : 무엇인가 잘못된 것 같은데?
- S19: 아닌데... 맞는 것 같은데?! (M)

교사의 안내에 따라, S19의 모둠은 90이 아니라 90만원을 빼야 한다는 것을 알아채고, 실제 생계급여가 0원이라는 것을 확인할 수 있었다.

수학적 활동에서 반성적 토론은 모둠이 정한 생계급여와 실제 생계급여의 공통점과 차이점을 비교 분석하는 과정에서 활발히 이루어졌다. 다음 <표 III-7>는 모둠의 생계급여와 실제 생계급여를 나타낸다. 학생들은 자신들의 가정을 기반으로 실제 생계급여가 지급되면 1개의 모둠을 제외하고는 다 줄었다는 것을 확인할 수 있었다. 학생들은 자신들이 정한 생계급여와 실제 생계급여의 공통점으로 가구원 수와 소득을 고려했다는 점을 꼽았다. 차이점으로 실제 생계급여 모델에는 중위소득이 들어간다는 점과 $\times 32, \div 100$ 이 들어간다는 것을 지적하였다.

<표 III-7> 모둠의 생계급여와 실제 생계급여 비교

| | 1모둠 | 2모둠 | 3모둠 | 4모둠 | 5모둠 |
|----------|-----------|------|------|----------|------|
| 모둠의 생계급여 | 30만원 | 35만원 | 50만원 | 160만원 | 10만원 |
| 실제 생계급여 | 87만 8435원 | 0원 | 0원 | 51만 572원 | 0원 |

1 모둠의 경우 자신들이 정한 생계급여와 실제 생계급여가 2배 이상 거의 3배 차이가 난다는 것을 확인함과 동시에 자신들의 모둠 생계급여 지급액이 가장 높다는 것에 기뻐하는 모습을 보였다. 더불어, 본인들의 소득이 적어서 그렇다며 왜 그런지에 대한 이유도 서로 토의하는 모습을 보여주었다. 한편, 실제 생계급여가 0원이 나온 3개의 모둠 학생들은 공통적으로 생계급여가 0원이라는 것을 안타까워하는 모습을 보였으며, 모둠이 정한 생계급여보다 더 적은 생계급여가 지급된 4 모둠 또한 실망하는 모습을 보였다.

수학적 활동(모델 해석 및 비교 활동)의 연구 결과 학생들은 수학적 개념과 원리를 이용해 수학적 모델을 해석하였으며, 실제 생계급여 지급모델과 모둠이 정한 생계급여 지급모델을 비교하면서 활발한 반성적 토의가 일어났다.

다. 반성적 활동(모델 적용의 결과에 관한 활동)에서의 토론

반성적 활동의 목적은 첫째, 생계급여 지급모델을 바탕으로 Freire(1996, p.84)가 말한 ‘우리가 무엇을 생산하며, 누가 이익을 얻고, 누가 불이익을 받는가?’를 성찰해 보는 것이며 둘째, 사회에서 수학의 역할에 대해 성찰해 보는 것이다.

<표 III-8>은 기술적 활동에서 학생들 간 토론을 코딩하여 도출된 개념을 요약한 것이다. 코딩을 통해 도출된 근거이론은 반성적 활동에서 학생들은 수학적 모델을 바탕으로 실제 사회적 문제를 비판적으로 분석하고, 그 과정에서 발생하는 이익과 손해를 성찰한다는 것이다. <표 III-8>에서 살펴볼 수 있듯이 반성적 활동에서는 반성적 토론(R)이 활발히 일어났고, 모델의 영향을 해석하고 비판하는 과정에서 수학적 토론(M)이 나타났다. 연구자는 줄 코딩 된 것을 바탕으로 ‘수학적 모델링 적용 결과’라는 범주로 개방 코딩하였다. 그 후 이익, 손해, 다양한 고려 등의 하위 범주들을 연결하여 ‘수학적 모델링의 문제점과 개선’으로 축 코딩하였다. 마지막으로 ‘학생들은 수학적 모델과 관련해 비판적으로 사고한다.’로 개념화하였다.

<표 III-8> 반성적 활동에서 나타나는 토론을 코딩하여 도출된 개념 요약

| <표 II-3>에 따른 코딩 예시 | 개방 코딩 | 축 코딩 | 선택 코딩(최종 개념) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------|
| 이익을 얻는 사람이 누구야?(R) 돈을 막 받을 수도 있잖아(R) 소득이 0원에서 71만원까지 생계급여를 똑같이 못받네(M,R) 71만원 버는 사람이 손해다(R) | 수학적 모델의 적용 결과 이익, 손해, 다양한 고려 등 | 수학적 모델의 문제점과 개선 : 이득, 손해가 있고 다양성 고려해 개선 필요 | 학생들은 수학적 모델과 관련해 비판적으로 사고한다. |

반성적 활동을 구체적으로 살펴보면 첫 번째로, 생계급여 지급모델은 무엇이고, 왜 필요할지에 대한 이야기를 나누었다. 학생들은 다치거나 근로하지 못하는 사람들을 위해서 식비, 관리비, 통신비 등 기본적인 생활을 유지하기 위한 어느 정도의 돈을 지급해 주어야 한다고 하였으며, 그것을 위해 생계급여 지급모델이 필요하다고 하였다. 다음으로 생계급여 지급모델을 통해 누가 이익을 보고 누가 손해를 보는지 토의하는 시간을 가졌다. 토의 중 2 모둠의 S8은 교사에게 다음과 같은 질문을 하였다.

<에피소드 5> 생계급여의 이득과 손해 관련 S8의 질문

S8: 선생님, 실제 생계급여 모델이 0원이면, 이득 본 사람이 없는 것이 아닌가요? (R)
 T: S8이 아주 좋은 질문을 해주었네. 우리 대한민국 정부에서는 정말 많은 일을 합니다. 우리 주변에서 보이는 경찰, 버스 ... 학교에서 하는 것들도 국가의 돈을 가지고 하는 것입니다. 예를들어, 2모둠이 정한 생계급여 지급모델은 35만원인데, 실제 생계급여는 0원으로 깎였네요. 2모둠 친구들은 원래 35만원 필요해요. 라고 생각한 것이죠? 그런데, 실제 지급받는 생계급여는 얼마인가요?
 S8: 0원입니다. (M)
 T: 그럼, 2모둠의 친구들이 생각했을 때는 얼마를 손해 본 것인가요?
 S8: 아.. 35만원 손해를 보았어요. (R)
 S7: 음.. 그럼 35만원을 누군가 이득을 보았겠다. 어딘가에 쓰였을 것 아니야?! (R)

위 이야기를 한 뒤, 2 모뎀에서는 35만 원으로 만약 도로를 건설하였다면, 차를 타는 사람들이 이득을 보고, 생계급여를 받지 못한 사람들이 손해를 본다는 토의를 하였다. 또한 휠체어 탄 1인 가구를 가정할 3 모뎀에서는 실제 생계급여가 0원인 것과 관련해 병원에 갈 수 없을지도 모른다는 우려를 표현하였다. 4 모뎀에서는 토의가 가장 활발하게 일어났는데 실제 모델을 깊이 있게 분석하면서, 그 적용과 결과와 관련된 토의도 함께 일어났다.

<에피소드 6> 생계급여의 이득과 손해 관련 4 모뎀 토의

S13: 생계급여에서 너가 손해 보는 사람이 있다고 했잖아, 구체적으로 말해줘. (R)

S14: 손해보는 사람은 실제 소득이 약간 더 높은 사람들은 사실상 아주 약간 높아서 못 받잖아. 곱해서 나누는 거니까 필요한 사람한테 준다는 건데

... ..

S15: 선생님, 그런데 돈을 많이 벌다가 만약 갑자기 돈을 못 벌게 되면 어떻게 되는 것인가요? (R)

T: 오! 좋은 질문이에요. 생계급여를 지급할 때는 가지고 있는 재산을 고려해서 지급하게 되어져 있어.

S15: 돈 엄청 벌어서, 이제 돈을 막 받을 수도 있잖아. 다행이다. 중위소득 곱하기32 나누기 100한 값을 계속 받을꺼 아니야. (R)

... ..

S16: 아 그런데, 비용이 많이 들고 소득이 적은 사람이 손해를 봐. 휠체어 탄 사람 병원비 50만원이라고 했잖아. 그리고 소득은 또 한 20만원이라고 하면... .. (R)

S14: 아니야. 근데 봐봐 여기 1인가구 기준으로 소득이 0원에서 71만원원까지는 결국 생계급여 똑같아. (R, M)

S16: 아, 그러네?! 그럼 71만원 버는 사람이 손해다. (R)

S14는 실제 생계급여 지급모델에서 [가구의 소득]이 [중위소득] × [32%] 보다 약간 더 높을 때 생계급여 지급이 되지 않는다는 것을 파악하고 이러한 사람들이 손해를 본다고 주장하였다. 또한 S15는 생계급여 지급모델을 결정할 때 주어진 정보 이외의 상황에서의 문제점을 발견하고 지적하였다. 실제 생계급여 지급에서는 이러한 점을 고려하여 재산의 소득환산율이란 개념을 포함하고 있는데, S15에게는 가진 재산을 고려한다는 것만 추가로 안내해 주었다. S15는 무분별한 생계급여 지급이 이루어지지 않는다는 것을 확인하고 안도하였다. S16은 비용이 많이 들고 소득이 적은 사람이 손해를 본다고 주장하였는데, 이는 본인이 정한 [생계급여]가 [비용]-[소득]으로 산정하였음을 고려한 주장이었다. 하지만, S14가 중위소득의 32%인 71만 원(정확히는, 71만 3102원)에서 [소득]을 빼는 것이니, 소득이 1만 원이던 71만 원이던 생계급여가 똑같다는 것을 지적하자 자기 생각을 수정하였다.

한편 5 모뎀의 S20은 돈 주는 사람이 이득을 받을 것 같으며, 돈을 받는 사람이 손해를 볼 것 같다고 주장하였다. 왜 그러냐는 질문에 S20은 돈 주는 사람이야 세금이든 뭐든 돈을 어떻게 벌게 되지만, 돈 받는 사람은 받는 만큼만 해서 살아야 하는데, 그게 더 힘들다고 주장하였다.

반성적 활동(모델 적용의 결과에 대한 활동)의 연구 결과 학생들은 수학적 모델의 영향을 해석하고 비판적으로 사고하기 시작했다. 생계급여로 중위소득의 32%라는 금액이 충분한지, 이러한 수학적 모델로 이득을 보는 사람은 누구인지, 또 손해를 보는 사람은 누구인지에 대한 활발한 토의가 일어났다. 또한 사회에서 수학의 역할을 고민해 보고 자기 생각을 정리하고 표현하는 모습을 보였다.

2. 사회에서 수학의 역할에 대한 학생들의 인식

사전 설문 조사 결과 연구반은 Ikeda(2018)가 분류한 사회에서 수학의 역할 인식 수준이 모두 2수준 이하였다. 하지만, 사회비판적 모델링 수업의 전 과정을 경험한 뒤 실시한 사후 설문 조사 결과 학생들의 사회에서 수학의 역할에 대한 인식에 변화가 생겼다.

반성적 활동의 두 번째 활동의 목표는 사회에서 수학의 역할에 대해 학생들이 생각해 보게 하는 것이었다. 따라서 활동지에 다음 세 가지 질문을 넣어 답하게 하였다. 첫째, ‘생계급여 지급모델은 사회에 실용적인 도구가 됩니까?’ 둘째, ‘생계급여 지급모델이 기초생활 보장이라는 문제와 관련하여 중요한 역할을 합니까?’ 셋째, ‘생계

급여 지급모델은 인간의 권리와 민주주의 발전을 촉진합니까?’였다. 이를 앞의 <표 II-3>의 Ikeda(2018)가 분류한 사회에서 수학의 역할에 대한 인식 수준(0~4수준)에 따라 <표 III-7>과 같이 코드화하고 분석하였다.

<표 III-6>에서 알 수 있듯이 사회비판적 모델링 수업을 경험하기 전 사전 설문조사 결과, 연구반은 Ikeda(2018)가 분류한 사회에서 수학의 역할에 대한 인식 수준이 모두 2수준 이하였다.

<표 III-6> 사전 설문조사 결과 사회에서 수학의 역할에 대한 학생들의 인식 수준

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | S9 | S10 | S11 | S12 | S13 | S14 | S15 | S16 | S17 | S18 | S19 | S20 |
| 수준 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 |

<표 III-7> 반성적 활동에서 제시한 사회에서 수학의 역할 관련 세 가지 질문에 대한 학생들의 반응 코드화

| | 0수준 | | | 1수준 | | | 2수준 | | | 3수준 | | | 4수준 | | |
|-----|---------|----|----|---------|----|----|---------|----|----|-------|----|----|---------|----|----|
| S1 | | | | Q 1 | | | | | | | | | Q 2,3 | | |
| S2 | | | | | | | | | | | | | Q 1,2,3 | | |
| S3 | | | | | | | | | | Q 1,2 | | | Q 3 | | |
| S4 | | | | | | | | | | Q 1,2 | | | Q 3 | | |
| S5 | | | | Q 1,2,3 | | | | | | | | | | | |
| S6 | Q 3 | | | | | | Q 1 | | | Q 2 | | | | | |
| S7 | Q 3 | | | Q 2 | | | Q 1 | | | | | | | | |
| S8 | Q 3 | | | Q 1 | | | Q 2 | | | | | | | | |
| S9 | Q 3 | | | Q 1,2 | | | | | | | | | | | |
| S10 | | | | | | | | | | | | | Q 1,2,3 | | |
| S11 | Q 3 | | | Q 1 | | | Q 2 | | | | | | | | |
| S12 | Q 3 | | | | | | Q 1,2 | | | | | | | | |
| S13 | | | | | | | | | | Q 1 | | | Q 2,3 | | |
| S14 | Q 3 | | | | | | Q 1,2 | | | | | | | | |
| S15 | | | | | | | Q 1,2,3 | | | | | | | | |
| S16 | Q 1,2,3 | | | | | | | | | | | | | | |
| S17 | | | | | | | Q 1,2 | | | | | | Q 3 | | |
| S18 | Q 3 | | | Q 1,2 | | | | | | | | | | | |
| S19 | | | | | | | Q 1,2 | | | | | | Q 3 | | |
| S20 | | | | | | | Q 1,2 | | | | | | Q 3 | | |
| 계 | Q1 | Q2 | Q3 | Q1 | Q2 | Q3 | Q1 | Q2 | Q3 | Q1 | Q2 | Q3 | Q1 | Q2 | Q3 |
| | 1 | 1 | 9 | 6 | 4 | 1 | 8 | 8 | 1 | 3 | 3 | 0 | 2 | 4 | 9 |

* Q 1은 첫 번째 질문을 의미하며, 계 Q1 밑에 4는 4명을 의미함. 예를들어, S 20은 질문 1과 2에 대해 2수준의 인식을 보여 줌을 의미함. 또한, 세 번째 질문에 대해 4수준을 답변한 학생 수는 9명을 의미함.

사전설문조사 결과 학생들의 인식이 모두 2수준 이하였다. 사회비판적 모델링 수업의 의의가 사회의 의사결정에 수학이 영향을 미친다는 것을 파악하는 것에 있다는 점을 고려해 4수준의 답변을 한 학생들의 반응이 의미 있다고 판단하고 더 세세하게 살펴보았다. 먼저 첫 번째 질문에 대해 4수준의 답변을 보인 학생들의 답변은 다음과 같다.

<표 III-8> 도구로서 수학의 역할에 대한 질문 및 답변

| |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Q : 생계급여 지급모델은 사회에서 실용적인 도구가 됩니까? |
| S2 : 아니다. <u>사회</u> 의 복잡한 문제를 무시하고 간단하게 만든 생계급여 지급 모델은 부자들 같은 경우에는 많은 손해를 볼 수 있다. 좀 더 실용적인 모델을 만들어야 한다. |
| S10 : 네, 자신의 <u>평균소득</u> 이 대한민국 <u>월평균 소득</u> 의 1/3도 되지 않으면 살기 힘들 것 같기 때문입니다. 하지만 아주 완벽한 것은 아닙니다. <u>가구위의 나이</u> , <u>직업</u> , <u>특정</u> 또한 고려해야 될 것 같습니다. |

<표 III-8>에서 볼 수 있듯이 S2는 현재의 생계급여 지급모델이 실용적 도구가 되지 못하고 있다고 하였다. 그렇다고 사회에서 수학의 역할에 대해 인식하지 못하고 있는 것이 아니라, 오히려 사회와 수학을 연결하고 있으며 사회의 의사결정에 수학이 영향을 미치는 것을 고려 하면서 보다 실용적인 모델의 필요성을 언급하였다. S10은 평균소득의 1/3보다 더 적으면 살기 힘들다고 언급하면서 수학을 통해 현상을 설명하고 있다. 또한 생계급여 모델이 완벽한 것은 아니며 가구원의 나이, 직업적 특징을 고려해야 한다고 하였다.

다음으로 두 번째 질문에 대해 4수준의 답변을 보인 학생들의 답변은 다음과 같다.

<표 III-9> 기술과 사회 발전에서 수학의 역할 질문 및 답변

Q : 생계급여 지급모델이 기초생활 보장이라는 문제와 관련하여 중요한 역할을 합니까?

S1 : 아니요, 조금이라도 벌면 엄청 필요해도 못 받을 수 있기 때문에 그렇게 중요한 역할은 아닌 것 같다.

S2 : 생계 급여 지급 모델이 기초생활을 보장하기 하지만 중요한 역할을 하는 것 같지는 않다. 위에서 처럼 문제점도 많기 때문이다

S10 : 생계급여 지급모델은 기초생활 보장을 해주는 게 아닌 기초생활 보장을 직접 할 수 있게 도와준다고 생각합니다. 그러나 기초생활 보장 문제에 도움은 되지만 중요한 역할을 아닌 것 같습니다.

S13 : 네, 앞에서 예모든 사람(돈을 벌기 힘든 사람들)에겐 기초생활 보장이 될 수 있어 문제와 관련해 중요한 역할을 한다고 생각합니다.

<표 III-9>에 제시된 4명의 학생은 모두 수학을 통해 현상을 설명하는 것을 내포하고 있거나, 사회의 의사결정에 수학이 사용되고 있음을 언급하고 있다. 구체적으로 S1과 S2는 생계급여 모델의 문제점을 지적하며 기초생활 보장과 관련하여 수학이 적절한 역할을 하고 있지 않다고 비판하였다. S10은 수학적 모델이 기초생활을 보장하는 것이 아니라, 기초생활을 할 수 있게 도와주는 역할을 한다며, 기초생활 문제에 도움은 되지만 중요한 역할을 하지 않고 있다고 하였다. 반면 S13은 돈을 벌기 힘든 사람들에게 기초생활 보장이 될 수 있다며 수학이 중요한 역할을 한다고 하였다.

마지막으로 세 번째 질문에 대해 4수준의 답변을 보인 학생들의 답변은 다음과 같다.

<표 III-10> 시민권과 민주주의 발전에서 수학의 역할 질문 및 답변

Q : 생계급여 지급모델은 인간의 권리와 민주주의 발전을 촉진합니까?

S1 : 아니요, 윗 내용처럼 엄청 필요해도 못 받을 수 있기에 촉진하지는 않을 것 같습니다.

S2 : 어려운 사람들이 받으니 시민권이 발전하는 것 같고 민주주의 발전에서 미치는 영향은 모든 국민이 평등하다고 할 때 일을 안하고 돈을 받는 걸 보아 민주주의의 발전은 아닌 것 같다.

S3 : 돈을 지급하여 좋은 것은 물론 자기가 어떻게 살아갈 것인지 알아볼 수 있어 발전을 촉진한다고 생각합니다

S10: 헌법 제 10조(아마도)의 내용인 국민의 행복을 좇으며 살 권리가 있다고 했고 민주정치 원리인 인간의 존엄성 자유, 평등을 일룰 수 있게 해주는 것 같다

S13 : 네, 생계급여를 지급하여 기초생활이 보장되는 것 자체로 인간의 권리와 발전을 촉진시킨다고 생각합니다.

S17 : 네, 하지만 민주주의 보다는 인간의 권리의 발전을 더 촉진하는 것 같다.

S19 : 모두가 같은 나라에서 평등하게 생활하고 살아가려면 생계급여를 지급해야 하는 것이 맞는 것 같다. 이렇게 계속 한다면 민주주의가 발전 할 수 있을 것 같다.

S20 : 생계급여로 일하기 힘든 사람들을 도와주기 때문에 민주주의 발전을 촉진할 것 같다.

<표 III-10>에서 볼 수 있듯이, 시민권과 민주주의 발전에 있어서 수학의 역할에 관한 질문에 S1은 생계급여가 적절한 역할을 하지 못한다는 근거를 들어 수학적 모델의 역할을 비판하고 있다. S2, S17은 인간의 권리는 누리게는 해주나, 민주주의 발전에는 영향을 미치지 못한다고 주장하였다. 이외에 S3, S10, S19, S20은 수학의 유용성을 민주주의 혹은 시민의 권리와 연결하여 설명하였다.

한편, 동형으로 실시한 사전·사후 설문 조사 결과 사회에서 수학의 역할에 대한 학생들의 인식 변화를 다음 <표 III-11>을 통해 확인할 수 있다.

<표 III-11> 사회에서 수학의 역할에 대한 학생들의 인식 변화

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | S9 | S10 | S11 | S12 | S13 | S14 | S15 | S16 | S17 | S18 | S19 | S20 |
| 사전 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| 사후 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 0 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| 변화 | 0 | 0 | +1 | +1 | +1 | +2 | +1 | -1 | +1 | +1 | 0 | 0 | 0 | +1 | 0 | 0 | +1 | 0 | 0 | +2 |

<표 III-11>을 보면 사회비판적 모델링 수업 후 20명의 학생 중 10명의 학생은 사회에서 수학의 역할에 대한 인식에 긍정적 변화가 있었다. 1명은 부정적 변화가 있었으며, 나머지 10명의 학생의 인식은 변화하지 않았다. 사회비판적 모델링 수업 중 반성적 활동에서 제시한 질문에는 4수준으로 답변한 학생들이 다수 있었는데, 사전 설문조사와 동형으로 실시한 사후 설문조사에서는 수학에 대한 인식이 현상을 설명하거나, 사회의 의사결정에 수학이 사용되는 등의 일반적 맥락을 포함하는 4수준으로 답변한 학생이 없었다. 사전·사후 설문조사 결과 인식에 변화가 있었던 학생과 의미 있다고 판단한 학생의 설문조사 결과는 다음 표 <표 III-12>와 같다.

<표 III-12> 설문조사 결과 수학에 대한 학생들의 인식

| Q : 실제 세상에서 다양한 문제들을 검토할 때, 수학은 유용하다고 생각합니까? | | |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 수준 변화 | 사전 | 사후 |
| S5 | 0 -> 1 아니요. 딱히 쓸일 없다. | 수학 체질할 때 사용된다. |
| S14 | 0 -> 1 모르겠다. | 수학적인 문제에서 유용하다. |
| S3 | 1 -> 2 유용하다고 생각한다. 왜냐하면 수학이 많이 사용되기 때문이다. | 네, 왜냐하면 수학이 <u>실생활에서 많이 필요하기도 하고 문제를 검토할 때 수학으로 하기 때문</u> 입니다 |
| S7 | 1 -> 2 예. 왜냐하면 실제 세상에서 써본적이 있어서 | 네, <u>많은 곳에서 사용되는 것</u> 같습니다. |
| S10 | 1 -> 2 문제 해결할 때 수학은 많이 쓰인다. | <u>다양한 문제를 검토할 때 실제로도</u> 수학을 많이 쓴다 |
| S17 | 1 -> 2 계산할 때, 직업, 돈벌 때 사용되기 때문에 유용하다. | <u>실제 세상에서의 다방면에서 사용되기 때문에</u> 유용하다고 생각한다. |
| S6 | 1 -> 3 예. 과일 수를 더할 때, 돈 정산할 때 등에 쓰여 유용하다. | <u>사회에서 생계급어를 정하는 등에서 활용</u> 되니까 수학은 유용하다. |
| S20 | 1 -> 3 네, 가게에 있는 가격표, 자료 쓸 때, 할인 할 때 %, 비와 비율 등등 유용하다고 생각합니다. | 네, <u>생계급어에서도 쓸 수 있고 신호등 바뀌는 분, 요리 할 때 등등에도 유용하게</u> 사용될 수 있다. |
| S4 | 2 -> 3 네, 실생활에 많이 쓰이고, 어떤 문제를 해결할 때 수학이 많이 쓰인다. | <u>생계급어를 정할 때도</u> 수학을 이용해서 정하니까 수학은 유용하다고 생각한다. |
| S9 | 2 -> 3 제품 설명할 때 수학적 계산이 중요하고 내가 모르는 곳에서도 유용할 것이라 생각한다. | 네, 수학은 <u>단순한 계산이 아니라, 실제로 사회에서 생계급어를 지급할 때도</u> 사용되고 있습니다. |
| S19 | 2 -> 2 당근이지, 수학이 없으면 우리가 발달될 수가 없다. | 세상의 <u>다양한 문제를 푸는 틀을 제공</u> 한다고 생각한다. |
| S8 | 1 -> 0 어느 정도는 할 수 있지만, 나머지는 그렇지 않다. | <u>아니요, 너무 감정이 없는...</u> 별로 유용하지는 않은 것 같다. |

<표 III-12>에서 사전 설문조사 결과 S5, S14는 사회에서 수학의 역할을 인식하지 못했다. 수업 후 이들은 사후 설문조사 결과에서는 수학이라는 용어를 언급하면서 수학을 개인적인 관점과 연결하였으며, 1수준으로 판단했다. 다음으로 사전 설문조사에서 S3, S6, S7, S10, S17, S20은 수학을 개인적인 관점이나 일상생활의 계산에 수학이 사용되는 것으로 바라보아 1수준으로 판단했다. 사회비판적 모델링 수업 후 S3, S7, S10, S17 4명의 학생은 수학의 유용성을 사회와 연결하였다. 하지만, 구체적인 사례로 제시하지는 못하여 2수준으로 판단했다. 반면 S6, S20의 경우 수학의 유용성을 사회와 연결하면서, 생계급어 정하기 등의 구체적 사례를 제시하여 3수준으로 판단했다. S4와 S9는 수학의 유용성을 사회와 연결하였지만, 사회에서 쓰이는 구체적 사례를 제시하지 못하여 2수준으로 판단하였는데, 사후 설문조사에서 생계급어를 정할 때 수학이 사용된다는 구체적 사례를 제시하여

3수준으로 판단했다. 코딩 결과 수준이 떨어진 S8과 변화가 없던 S19는 확인이 필요하다고 판단하고 참여자 확인(면담)을 거쳤다. 다음 <면담 1>과 <면담 2>는 연구자 중 한 명과 S8, S19의 면담 장면이다.

<면담 1> 사후 설문 조사 결과에 대한 S8과의 면담

T : 감정이 없다는 것은 무엇을 의미하는 것이야?

S8 : 아 그러니까, 생계급여 지급 모델을 보면 $(가구의 중위소득) \times 32 \div 100 - (가구의 소득)$ 이잖아요. 사회에 다양한 사람들이 있을텐데 이런 것들을 고려하지 않고 수학으로 결정된다고 하니 감정이 없는 것 같아요.

S8은 수학적 모델이 사회의 의사결정에 결정적인 영향을 미친다는 것을 인식했다. 그런데, 수학적 모델이 사회의 모든 것들을 고려하지 못한다는 것을 깨닫고 수학이 감정이 없고 유용하지 않다는 답변을 하였다.

<면담 2> 사후 설문 조사 결과에 대한 S19과의 면담

T : 세상의 다양한 문제를 푸는 틀을 제공한다는 것은 무슨 말을 의미하는 것이야?

S19 : 여러 문제들이 있잖아요. 사회에서 서로 싸우고 갈등하고 손해를 보는 사람도 있고, 또 이득보는 사람도 있는데 그걸 수학을 활용한 생계 급여로 해결하니까

S19는 사회에 여러 문제가 있고 손해 보는 사람, 이득 보는 사람이 있다고 하였다. 또한 우리가 여러 문제를 수학을 활용한 모델로 해결한다고 인식하면서 수학이 세상의 다양한 문제를 푸는 틀을 제공한다고 하였다.

IV. 결론 및 제언

사회비판적 수학적 모델링 수업의 목적은 사회에 내포된 다양한 수학의 역할과 작용을 알아보고 이를 비판하는 것이다(Barbosa, 2006). 이 연구에서는 생계급여 지급모델을 주제로 한 사회비판적 모델링 과제 및 수업을 개발하였으며, 사회비판적 모델링 수업의 일반적 단계를 제시하였다. 이 연구 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 사회비판적 모델링 수업 중 학생들의 토론 양상을 코딩하여 도출된 근거이론은 다음과 같이 요약된다. 기술적 활동에서 학생들은 개인의 배경, 지식을 활용해 다양한 수학적 모델을 구성하고 토론한다. 수학적 활동에서는 각자가 가진 수학적 개념과 원리를 바탕으로 실제 수학적 모델을 해석하고, 모델 간의 비교를 통해 활발한 반성적 토론이 이루어진다. 반성적 활동에서는 학생들이 수학적 모델과 그 적용 결과를 바탕으로 누가 이득을 보고 누가 손해를 보는지에 대해 고민하며, 이를 다양한 시각에서 비판적으로 논의한다.

Barbosa(2009)는 반성적 토론이 다음 두 가지 상황에서 발생한다고 하였는데 첫째, 모델을 구성의 기준과 영향과 관련하여 둘째, 구성된 모델을 비교할 때이다. 본 연구에서는 이 두 가지 상황과 더불어 실제 생계급여 지급모델을 해석하고 적용하는 과정에서 활발한 반성적 토론이 일어났다. 따라서 수학적 모델을 구성하고 비교하는 것뿐만 아니라 실제 사회에서 사용되는 수학적 모델을 해석하고 적용하는 것과 관련된 충분한 활동이 필요함을 시사한다.

둘째, 사회비판적 모델링 수업의 전 과정을 통해 일부 학생들의 경우, 사회에서 수학의 역할에 대한 인식이 변화하였다. 사회비판적 모델링 수업을 통해, 사회에서 수학이 어떻게 쓰이는지 직접 공부하고 비판적으로 토의했다. 따라서 사회에서 수학의 역할에 대해 생계급여 지급 모델이라는 구체적 사례를 제시하는 학생들이 있었으며, 수업 중 수학을 통해 현상을 설명하거나 사회의 의사결정에 수학이 영향을 미친다는 점을 파악 한 학생들이 있었다. 그러나 사후 설문 조사에서는 수학이 현상을 설명하거나 사회의 의사결정에 영향을 미친다는 일반적 맥락을 포함하는 수준의 답변을 한 학생들이 없었다. 이는 3차시의 수업만으로는 사회에서 수학의 역할에 대한 인식이 일반적 맥락을 포함하는 수준으로까지 변화하기 힘들다는 점을 시사한다.

Gibbs(2019)는 언박싱 수학(Unboxing mathematics)이라는 개념을 도입하였는데, 사회비판적 모델링 수업이

사회에서 수학의 역할과 관련해 감싸진 포장을 열어준다는 의미이다. 본 연구의 연구 결과 사회비판적 모델링 수업을 통해 포장을 열고(Unboxing) 사회에서 수학의 역할을 재인식한 학생들이 있었다.

이 연구를 바탕으로 향후 더 좋은 사회비판적 모델링 연구를 위해 다음을 제언한다.

첫째, 다양한 주제의 사회비판적 모델링 수업이 개발되고 현장에 적용되어야 한다. 선행연구(Ferri, 2017; 윤수미, 장혜원, 2023)와 연구자의 경험을 고려해 보면 초등학생들을 위한 적절한 수학적 모델링 과제를 개발하는 것은 쉽지 않다. 하지만, 수학은 우리 사회 전반에 녹아 들어가 있으며, 수학적 모델은 사회의 의사결정에 결정적인 영향을 미치곤 한다(Skovsmose, 1994, 2023). 따라서 일상에 스며 있는 수학적 모델이 왜, 어떻게 구성되며 그 영향은 어떠한지를 해석하고 비판해 보는 활동을 자주 해보아야 할 것이다.

둘째, 초등학생들을 대상으로 기술적 활동을 할 때, 충분한 시간을 제공하거나 개별적으로 하는 모델 구성 활동을 과제로 제공할 필요가 있다. 사회비판적 모델링의 목적은 ‘모델링 비평가’를 만드는 것(Barbosa, 2006)으로 반성적 토론이 활발하게 이루어지는 것을 목표로 한다. 학생들은 가정과 기준을 세워 모델을 구성하는 것을 힘들어하는데, 반성적 토론은 모델 구성의 기준과 가정을 토의할 때 활발히 일어난다(Barbosa, 2009). 개별적으로 모델을 구성하는 작업을 완성도 있게 해야 모둠활동에서 더 풍부한 반성적 토론이 일어난다.

기술적 활동에 충분한 시간을 제공해야 한다는 제언은 이 연구의 이론적 배경이 된 Barbosa(2006, 2009)에서 찾아볼 수 없는 대목이었다. 또한 대학생들을 대상으로 한 선행연구(Gibbs, 2019; Flavin & Hwang, 2024)에서도 위와 같은 언급은 없었으며, 오히려 Gibbs(2019)의 경우 모델 구성 활동을 할 때 다수의 모둠이 제공된 시간보다 더 빨리 과제를 끝냈다고 하였다. 이 연구에서는 예비연구를 바탕으로 개별적으로 모델을 구성하는 활동을 과제로 미리 제공하였다. 그 결과 가구당 비용과 소득이 왜 그렇게 되는지 고려하면서 생계급어 모델을 만들고 그 영향을 토의하는 반성적 토론이 활성화될 수 있었다.

복잡한 현실을 수학적 모델로 완벽하게 표현할 수 없으며, 이는 필연적으로 유사성 격차(similarity gap)를 수반한다(Skovsmose, 2023). 그런데도 많은 사람이 수학을 정답을 제공하는 열쇠로 믿고 있는 경우가 많으며, 더 나아가 현실을 수학에 끼워서 맞추는 성향마저 보인다(Araújo, 2009). 따라서 사회비판적 모델링 수업을 통해 수학적 모델이 고려하지 못하는 사각지대에 대한 해결 방안을 계속해서 고민해야 하며, 수학으로 인한 윤리적 진공상태에 빠지지 않도록 비판적으로 사고하도록 해야 할 것이다. 이러한 노력이 수학교육에서 학생들로 하여금 사회비판적 관점을 가지고 세상을 보면서 이 세상을 보다 정의롭게 만들 수 있는 일원이 되도록 할 것이다.

참 고 문 헌

- 권오남, 박정숙, 오국환. (2013). 비판적 수학교육에 대한 문헌 분석 연구. *수학교육*, 52(3), 319-334.
- Kwon, O., Bang, J., & Oh, K. (2013). A literature research on critical mathematics education. *The Mathematical Education*, 52(3), 319-334.
- 교육부. (2022). 수학과 교육과정. **교육부 고시 제2022-33호 [별책 8]**. 교육부.
- Ministry of Education. (2022b). Mathematics curriculum. *Ministry of Education Notification No. 2022-33 [Supplementary Volume 8]*. Ministry of Education.
- 박만구. (2018). 사회정의를 위한 수학교육 프로그램 개발. *한국초등수학교육학회지*, 22(1), 47-67.
- Park, M. (2018). A Program development of social justice for mathematics education. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, 22(1), 47-67.
- 박미영. (2021). 수학 예비교사의 수학적 모델링 과제 개발 연구: 지속가능발전목표를 중심으로. **학습자중심교과**

- 교육연구, 21(16), 787-801.
- Park, M. (2021). Designing mathematical tasks including sustainable development goals. *Korean Association for Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 21(16), 787-801.
- 윤수미, 장혜원. (2023). ‘바닥 꾸무기’ 과제를 이용한 수학적 모델링 과정에서 초등수학영재의 메타인지 분석. *수학교육논문집*, 37(2), 257-276.
- Yeon, S., & Jang, H. (2023). An analysis of metacognition of elementary math gifted students in mathematical modeling using the task ‘Floor Decorating’. *Communications of Mathematical Education*, 37(2), 257-276.
- 최성이. (2015). *민주시민의식 함양을 위한 사회문제 중심 초등수학영재수업 개발 연구 : 사회정의를 위한 수학교육을 기반으로* [박사학위 논문, 이화여자대학교].
- Choi, S. (2015). *Study on the development of elementary school mathematics program with a focus on social issues for the mathematically gifted and talented students for fostering democratic citizenship : based on the teaching mathematics for social justice* [Doctoral dissertation, Ewha Womans University].
- Araújo, J. (2009). Formatting real data in mathematical modelling projects. In M. Blomhøj, & S. Carreira (Eds.), *Proceedings from topic study group 21 at the 11th international congress on mathematical education* (pp. 229-239). Monterrey, Mexico: ICME-11.
- Barbosa, J. (2006). Mathematical modelling in classroom: A socio-critical and discursive perspective. *ZDM*, 38, 293-301.
- Barbosa, J. (2009). Mathematical modelling, the socio-critical perspective and the reflexive discussions. In M. Blomhøj & S. Carreira (Eds.), *Proceedings from topic study group 21 at the 11th international congress on mathematical education* (pp. 133-144). Monterrey, Mexico: ICME-11.
- Blomhøj, M. (2009). Different perspectives in research on the teaching and learning mathematical modelling. *Mathematical applications and modelling in the teaching and learning of mathematics*. In M. Blomhøj & S. Carreira (Eds.), *Proceedings from topic study group 21 at the 11th international congress on mathematical education* (pp. 1-17). Monterrey, Mexico: ICME-11.
- Blum, W., & Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects—State, trends and issues in mathematics instruction. *Educational Studies in Mathematics*, 22(1), 37-68. <https://doi.org/10.1007/BF00302716>
- Corbin, J., & Strauss, A. (2014). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Sage publications. 김미영, 정승은, 차지영, 강지숙, 권유림, 김윤주, 박금주, 서금숙 공역(2019). *근거이론*. 현문사.
- Creswell, J. W. (2012). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage publications.
- D’Ambrosio, U. (1999). Literacy, matheracy, and technocracy: A trivium for today. *Mathematical Thinking and Learning*, 1(2), 131-153.
- Ferri, R. (2017). *Learning how to teach mathematical modelling in school and teacher education*. Springer.
- Flavin, E., & Hwang, S. (2024). US and Korean teacher candidates’ approaches to mathematical modelling on a social justice issue. *Research in Mathematical Education*, 27(1), 25-47. <https://doi.org/10.7468/jksmed.2024.27.1.25>
- Frankenstein, M.(1983). Critical mathematics education: An application of Paulo Freire’s epistemology. *Journal of Education*, 163(4), 315-339.

- Freire, P. (1970). *Pedagogy of the oppressed*. Seabury Press.
- Freire, P. (1996). *Letters to cristina*. Routledge.
- Gibbs, A. (2019). *Socio-critical mathematical modelling and the role of mathematics in society* [Doctoral dissertation, Florida Institute of Technology].
- Gibbs, A., & Park, J. (2022). Unboxing mathematics: Creating a culture of modelling as critic. *Educational Studies in Mathematics*, 11(1), 167-192. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10119-z>
- Gonzalez, L. (2009). Teaching mathematics for social justice: Reflections on a community of practice for urban high school mathematics teachers, *Journal of Urban Mathematics Education*, 2(1), 22-51.
- Greefrath, G., & Vorhölter, K. (2016). *Teaching and learning mathematical modelling: Approaches and developments from German speaking countries*. Springer Nature.
- 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*. Routledge.
- Ikeda, T. (2018). Evaluating student perceptions of the roles of mathematics in society following an experimental teaching program. *ZDM*, 50(1), 259-271. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0927-3>
- Jung, H., & Magiera, M. (2023). Connecting mathematical modelling and social justice through problem posing. *Mathematical Thinking and Learning*, 25(2), 232-251. <https://doi.org/10.1080/10986065.2021.1966713>
- Kaiser, G., & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *ZDM*, 38, 302-310. <https://doi.org/10.1007/BF02652813>
- Meyer, W. (2004). *Concepts of mathematical modelling*. Courier Corporation.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Author.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2013). Equity special issue. *Journal for Research in Mathematics Education*, 44(1). Available from <https://www.nctm.org/Publications/journal-for-research-in-mathematics-education/2013/Vol44/Issue1/Introduction-to-the-JRME-Equity-Special-Issue/>
- National Governors Association Center for Best Practices, Council of Chief State School Officers. (2010). *Common core state standards for mathematics*. Available from https://www.nctm.org/uploadedFiles/Standards_and_Positions/Common_Core_State_Standards/Math_Standards.pdf.
- Organization for Economic Cooperation and Development. (2013). *PISA 2012 assessment and analytical framework: Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy*. Available from https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/PISA%202012%20framework%20e-book_final.pdf.
- Skovsmose, O. (1984). *Kritik, undervisning og matematik* [Doctoral dissertation, Aalborg University].
- Skovsmose, O. (1994). Towards a critical mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, 27(1), 35-57.
- Skovsmose, O. (2023). *Critical mathematics education*. Springer Nature.
- Wager, A., & Stinson, D. (Eds.). (2012). *Teaching mathematics for social justice: Conversations with educators*. NCTM. 박만구, 김성여, 김예라, 조두경, 최성이 공역 (2015). *사회정의를 위한 수학교육*. 경문사.

The effects of social critical modelling classes on elementary school students' perception of mathematics and discussion patterns

Shim, Jaehoon

Seoul Inheon Elementary School

E-mail : dkfirtw16@gmail.com

Park, Mangoo[†]

Seoul National University of Education

E-mail : mpark29@snu.ac.kr

The purpose of this study is to analyze the impact of a socio-critical modelling class on students' perception of the role of socially critical mathematics. Mathematics education involves cultivating the ability to understand and respond to the mathematics we use in our daily lives. Many elementary school students in Korea have doubts about why they need to learn mathematics, and in international assessments such as PISA and TIMSS, Korean students' affective dimensions are shown to be very negative. Researchers believed that a socio-critical modelling class would have an impact on students' perceptions and attitudes toward mathematics, and conducted a socio-critical modelling class for 20 sixth-grade elementary school students. Data collection and analysis were conducted inductively through students' words and actions during class, activity sheets, and interviews, based on the grounded theory of Strauss & Corbin (2014). As a result of the study, the socio-critical modelling class increased students' social critical awareness and made them re-aware of the role of mathematics.

* 2020 Mathematics Subject Classification : 97D40

* Key words : socio-critical modelling, role of mathematics in society, mathematical modelling, critical mathematics

[†] corresponding author

<부록>

[활동지 1]을 위한 교사 지침

☆ 이 활동은 개별활동이며, 원활한 자료 수집을 위해 과제(숙제)로 제시하는 것도 좋습니다.

1. 주제 소개 : 생계급여의 개념과 필요성에 대해서 설명합니다.
 생계급여란 생활이 어려운 사람들을 위해 가구당 매달 제공하는 현금입니다. 따라서, 학생들에게 가구를 가정할 때 생활이 어려운 가구로 가정해야 함을 제시합니다.
 ◎ 교육복지 학생이 있다면 학생의 마음이 상하지 않도록 특별한 주의가 필요합니다.
2. 수학적 모델의 가정과 기준에 대한 고민 : 생계급여를 결정하기 위한 조건 정하기
 원칙적으로는, 다양한 변수를 고려하여 생계급여를 결정할 수 있습니다. 기본적으로 가구원의 수, 한달 간 필요한 비용, 한달 간 소득을 고려할 수 있습니다.
 ◎ 컴퓨터, 스마트패드 등을 활용해 자료를 수집할 수 있는 조건이 갖춰져야 합니다.
3. 성찰가이드 : 자신이 구성한 모델에 대해 성찰하게 합니다.
 성찰질문은 즉각적으로 답변할 수 있는 질문입니다. 반면, 일지성찰은 비용과 소득을 산출한 근거를 제시하게 되어져 있어 10분 이상의 시간이 필요합니다.
 ◎ 일지성찰을 바탕으로 학생들의 이해정도를 확인하고 필요하다면 피드백을 해줍니다.

[활동지 2]를 위한 교사 지침

☆ 이 활동은 모둠활동이며, 수집된 자료를 바탕으로 토의를 통해 수학적 모델을 구성합니다.

1. 생계 급여 결정하기 : 생계급여를 결정 하게된 기준, 가정에 관해 토의합니다.
 1) 가구원 수를 고려하게 합니다.
 ◎ 모둠 토의가 잘 이루어지지 않는다면, 먼저 가구원 수를 몇 명으로 할지, 가구의 구성원은 누구이고 어떤 특징을 가지고 있는지를 고민하게 유도 합니다.
- 2) 비용을 고려하게 합니다.
 ◎ 비용을 고려할 때, 생존을 위한 최소한의 조건은 반영해야 한다는 점을 안내합니다.
- 3) 소득을 고려하게 합니다.
 ◎ 2024년에는 최저임금이 1시간에 9860원임을 안내하는 것도 좋습니다.
2. 생계 급여 모델 공유하기 : 모둠이 정한 생계 급여 모델을 공유합니다.
 ◎ 모둠이 정한 생계급여 모델을 가정과 기준에 맞추어 반 전체가 볼 수 있도록 칠판이나 TV에 쓰고 왜 그런 생계급여 모델이 정해졌는지 발표하는 시간을 갖습니다.
3. 성찰가이드 : 모둠이 구성한 모델에 대해 성찰하게 합니다.
 성찰질문은 즉각적으로 답변할 수 있으나, 일지성찰은 생계급여와 가장 큰 영향을 미친 친구의 의견을 포함 하도록 하여 10분 이상의 시간이 필요하며 과제(숙제)로 제공합니다.
 ◎ 일지성찰을 바탕으로 학생들의 이해정도를 확인하고 필요하다면 피드백을 해줍니다.

[활동지 3]을 위한 교사 지침

☆ 이 활동은 모둠활동이며, 실제 생계급여지급 모델을 해석하고 비교하는 활동입니다.

1. 실제 생계급여 모델 해석 : 자료를 보고 생계급여 지급 모델을 해석하게 합니다.
스스로 수학적 모델을 해석하게 하는 것이 이상적입니다. 실제 생계급여지급 모델을 해석하는 데 시간이 오래 걸릴 수 있으니, 인내를 가지고 충분한 시간을 주세요.
- 1) 실제 생계급여 지급 모델은 어떻게 변화하고 있는지 확인하게 합니다.
- ㉢ 생계급여 모델에서 변하는 것과 변하지 않는 것을 학생들이 확인하게 하면 생계급여 모델의 변화를 쉽게 파악할 수 있습니다.
- 2) 중위소득의 의미에 대해서 알려줍니다.
- ㉢ 가구 전체 평균소득이라는 것을 예시를 통해 알려줍니다. 소득이 0원인 1인 가구, 소득이 수십억원인 1인가구가 있을 텐데 모든 가구의 소득의 평균은 2,228,445원입니다.
- 3) 생계급여를 계산해 보게 합니다.
- ㉢ 각 모둠에서 정한 가구원 수, 가구의 소득을 고려하게 합니다. 경우에 따라, 계산기 사용이 가능함을 안내 할 수 있습니다.
2. 성찰가이드 : 실제 생계급여 모델의 가정과 기준을 성찰하게 합니다.
성찰질문에서 가정과 기준이라는 용어 때문에 힘들어 하는 학생들이 있을 수 있습니다. 이때, 생계급여 모델이 고려한 것에 대해 생각해 보라고 제안할 수 있습니다. 일지성찰은 모둠의 생계급여와 실제 생계급여 모델의 공통점과 차이점을 서술하게 하여 10분 이상의 시간이 필요하며 과제(숙제)로 제공합니다.
- ㉢ 일지성찰을 바탕으로 학생들의 이해정도를 확인하고 필요하다면 피드백을 해줍니다.

[활동지 4]을 위한 교사 지침

☆ 이 활동은 모둠활동이며, 수학적 모델의 영향을 해석하고 비판해 보는 활동이 주를 이루고 있으며, 개별 활동으로 사회에서 수학의 역할에 대해 성찰해 보는 활동도 포함하고 있습니다.

1. 수학적 모델에 대한 해석, 평가, 비판
- ㉢ 토론이 잘 일어나지 않는 모둠을 순회하며 퍼실리테터 역할을 합니다. 모둠에서 흥미롭고 재미있는 의견이 나오면, 전체 활동으로 바꾸어 다같이 논의할 수 있게 합니다.
- 1) 생계급여 지급모델은 무엇이고, 왜 필요할까?
- ㉢ 이 질문은 전체활동으로 함께 토의해 보는 것도 가능합니다.
- 2) 생계급여 지급모델을 통해 이득, 손해보는 사람은 누구일까?
- ㉢ 생계급여 지급모델을 더 면밀하게 분석해보게 유도해 이익 보는 사람, 손해보는 사람이 누구인지 성찰해보게 합니다.
2. 사회에서 수학의 역할과 관련된 질문을 작성하게 합니다.
- ㉢ 생계급여를 주제로한 사회비판적 모델링 수업의 결과 사회에서 수학의 역할에 대해 학생들이 어떤 생각을 갖고 있는지 살펴볼 수 있습니다.
3. 성찰가이드
성찰질문은 즉각적인 질문으로, 그동안 활동에 대한 소감, 앞으로 배우고 싶은 주제, 소재등을 논의 할 수 있습니다. 일지성찰은 생계급여 지급을 결정하는 데 있어 수학의 역할을 고민해 보게 하는 문제로 과제(과제)로 제공합니다.
- ㉢ 일지성찰을 바탕으로 학생들의 이해정도를 확인하고 필요하다면 피드백을 해줍니다.