



Research Article

Adults' perception of mathematics: A narrative analysis of their experiences in and out of school

Cho, Eun Young¹ · Kim, Rae Young^{2*}

¹Ph.D Candidate, Mathematics Education, The Graduate School, Ewha Womans University

²Associate Professor, Ewha Womans University

*Corresponding Author: Rae Young Kim (kimrae@ewha.ac.kr)

ABSTRACT

The rapidly changing world calls for reform in mathematics education from lifelong learning perspectives. This study examines adults' perception of mathematics by reflecting on their experiences of mathematics in and out of school in order to understand what the current needs of adults are. With the two questions: "what experiences do participants have during their learning of mathematics in schools?" and "how do they perceive mathematics in their current life?", we analyzed the semi-structured interviews with 10 adults who have different sociocultural backgrounds using narrative inquiry methodology.

As a result, participants tended to accept school mathematics as simply a technique for solving computational problems, and when they had not known the usefulness of mathematical knowledge, they experienced frustration with mathematics in the process of learning mathematics. After formal education, participants recognized mathematics as the basic computation skill inherent in everyday life, the furniture of their mind, and the ability to efficiently express, think, and judge various situations and solve problems. Results show that adults internalized school education to clearly understand the role of mathematics in their lives, and they were using mathematics efficiently in their lives. Accordingly, there was a need to see school education and adult education on a continuum, and the need to conceptualize the mathematical abilities required for adults as mathematical literacy.

Key words: adult education, mathematical literacy, lifelong learning, perception of mathematics, mathematics education

수학에 대한 성인들의 인식: 학교 안팎에서의 수학적 경험에 대한 내러티브 탐구

조은영¹ · 김래영^{2*}

¹이화여자대학교 대학원 수학교육학 박사수료 · ²이화여자대학교 부교수

*교신저자: 김래영 (kimrae@ewha.ac.kr)

초록

본 연구는 급변하는 사회 변화의 흐름 속에서 수학교육을 평생교육적 관점에서 논의해야 할 필요성이 제기됨에 따라 현재 성인들이 필요로 하는 것이 무엇인지 파악하기 위해 성인들의 수학에 대한 인식을 탐구하는 연구이다. 이를 위해 "연구 참여자들의 학교 수학에 대한 경험은 어떠한가? 정규 학교 교육 이후 연구 참여자들은 수학을 무엇이라고 인식하고 있는가?" 라는 연구 문제 하에 다양한 사회문화적 배경을 지닌 성인 10명을 인터뷰하고 내러티브 탐구 방법으로 분석하였다. 결과적으로 연구 참여자들은 학교 수학을 단순한 문제 풀이로 받아들이는 경향이 있었고, 수학적 지식의 유용성을 알지 못했을 때는 수학 학습 과정에서 수학에 대한 좌절이 나타날 수밖에 없었다. 이러한 교육 경험을 지닌 연구 참여자들이 정규 교육 과정 이후에는 수학을 '일상에 내재화되어 있는 기초 연산 및 기본 교양, 문제 해결에 유용하며 논리적인 사고 방식, 현상을 파악하고 표현하기에 유용한 도구'로 인식하고 있었다. 즉, 성인들은 학교 교육을 내재화시켜 수학이 자신의 삶에서 어떤 역할을 하는지 명확하게 파악하고 있었고, 자신의 삶에서 수학을 효율적으로 사용하고 있었다. 이에 따라 학교 교육과 성인 교육을 연결성 상에 놓고 바라볼 필요성과, 성인에게 필요한 수학 능력을 수학 소양으로 개념화할 필요성이 제기되었다.

Received August 08, 2022

Revised August 18, 2022

Accepted August 26, 2022

2000 Mathematics Subject Classification : 97B60

Copyright © 2022 The Korean Society of Mathematical Education.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

주요어: 성인 교육, 수학 소양, 평생학습, 수학에 대한 인식, 수학교육

서론

사회·경제·문화 전반에서 큰 변화가 나타나고 있다. 기술 개발과 인터넷의 보편화로 인하여 지식 정보 기반 사회로 접어들면서 노동집약적인 직업군은 쇠퇴하고 인간 고유의 인지 능력을 활용해야 하는 직업군이 확산되고 있으며 의학 기술의 발달로 인해 평균 수명이 연장되고 삶의 질에 대한 기대가 높아지고 있다. 결과적으로, 노동 가능 연령의 상향과 급격한 사회 변화는 개인에게 역량과 능력을 향상·발전시키고 새로운 지식을 지속해서 습득하는 노력을 요구하게 되었다. 이러한 급격한 변화 속에서 데이터에 근거한 추론, 맥락을 고려한 합리적인 판단, 종합적인 상황을 고려한 문제 해결 등의 수학적 능력(OECD, 2019a, 2019b)은 아동청소년기 뿐만 아니라 개인의 생애 전반에 걸쳐 중요한 능력이 되었다. 수학은 인류의 오랜 역사에서 기술 및 사회 변화를 견인했던 기초 학문으로, 수학을 사용하여 여러 상황을 관리하거나 문제를 해결하는 능력은 사회 곳곳에서 필요로 하며 새로운 지식과 기술이 급속히 창출되고 적용되는 사회 속에서 그 중요성은 더더욱 커지고 있다(OECD, 2019a, 2019b).

이러한 변화의 흐름에서 개인의 삶에서 필요한 수학적 능력을 기르기 위한 수학교육을 학교 수학에만 국한시킬 것이 아니라 평생교육적 관점에서 논의하고 재정비해야 할 필요성을 제기하고자 한다. 통상적으로 평생 학습은 “정규 교육 이후에도 생애 전반에서 경험하는 지식과 기술을 지속적으로 발전시키는 것”(Encarta, 2008)을 의미하는데, 지속적인 직업 능력이나 전문성 개발 등 다양한 맥락 속에서 자신이 학습을 주도하여 이루는 것으로 여겨지다 보니(Sharples, 2000) 학교 교육과는 상반되는 개념이나 별개의 개념으로 다루어져 왔다. 그래서 우리나라에서도 성인에게 필요한 수학 능력을 3Rs 수준의 연산 능력으로 정의하고(Kim et al., 2003; Yu et al., 2002; Yu et al., 2004), 성인을 위한 수학교육을 수리문제 교육에 국한시켜 교육과정을 구성하고 있으며(Cho & Kim, 2021), 후기 성인기 노인들을 위한 수학 프로그램을 별도로 개발하거나(Ko, 2007; Lee & Ko, 2018), 통계적 표현을 다루는 기초 능력만을 직업 기초 수학의 형태로 강조하고(Na et al., 2004) 있는 상황이다. 그러나, 성인기에는 다양한 맥락과 상황 속에서 요구되는 수학적 지식과 기술의 내용과 수준 역시 다양하기 때문에 특정 집단만을 위한 수학이나 기초 학력을 위한 수학에 국한할 것이 아니라 다양한 형태의 수학교육 프로그램을 개발할 필요가 있으며, 이 때 학교 교육에서 이미 습득한 수학적 지식과 역량을 기반으로 연계하여 발전시켜 나갈 수 있도록 하기 위해서는 학교 수학과 성인 수학을 하나의 연속체 위에서 다시 한번 고찰해 볼 필요가 있다.

이러한 맥락에서, 본 연구는 평생교육으로서의 수학교육을 위한 기초 연구로서 성인들이 갖고 있는 수학적 경험과 수학에 대한 인식이 무엇인지, 특히 학교 수학에서의 경험과 성인으로서 겪은 혹은 필요한 수학적 경험이 어떻게 연결되어 있으며 이로부터 성인들이 필요로 하는 수학이 무엇인지를 질적 분석을 통해 알아보하고자 한다. 이를 위해 “연구 참여자들의 학교 수학에 대한 경험은 어떠한가? 정규 학교 교육 이후 연구 참여자들은 수학을 무엇이라고 인식하고 있는가?”라는 연구 문제 하에 생물학적, 사회문화적 배경이 다른 연구 참여자 10명을 유목적 표집하여 인터뷰를 통해 이들 개인의 서사를 내러티브 탐구(Connelly & Clandinin, 2006)하였다. 비록 소수인 연구 참여자들이 전체 성인을 대표할 수는 없지만, 이를 통해 평생교육으로서의 수학교육 관점에서 성인 수학교육의 의미를 재고찰해 보고 향후 이와 관련한 연구와 제도적 지원에 의미 있는 시사점을 제공하고자 한다.

이론적 배경

교육에 있어서 성인은 비교적 최근에 주목받기 시작했다. 성인기 교육의 필요성을 인식하고 UNESCO는 1965년에 ‘개인은 전 생애에 걸쳐 교육 기회를 제공받아야 한다’고 천명하였으며(Frey, 1972), 이 개념이 우리나라에서는 ‘평생교육’으로 처음 소개되었다. 1969년 유럽 교육부 장관 회의에서는 학교 교육 이후에 성인들은 필요한 시기에 보수 교육을 지속적으로 받을 수 있어야 한다고 논의되었으며(CERI, 1973), 1972년 UNESCO는 이 개념을 더욱 확장시켜 개개인은 자아실현과 인간됨이라는 가치를 목표로 모든 성인은 필요할 때 언제라도 교육을 받을 수 있어야 한다고 제시하였다(Hutchins, 1968; UNESCO, 1972).

수학교육에서도 성인을 위한 연구는 지속적으로 이루어지고 있다. 성인기의 학습자의 인지 능력 유지와 삶의 수행 능력 향상을 목적으로 하는 실버수학(Ko, 2007; Lee & Ko, 2018), 생활에 필요한 기초 연산을 다루는 수리문해(Kirsch, 2005; Lee & Chae, 2015), 근로자들이 작업현장에서 필요로 하는 기본 능력을 다루는 직업기초수학(Na et al., 2004; SCANS, 1991)과 대학에서의 수학 학습에 어려움이 있는 학습자를 대상으로 한 대학기초수학(Gill & O'Donogue, 2008; Kim, 2019; Park & Pyo, 2013), 자녀의 학습을 돕기 위한 학습 형태인 부모 수학(Cha & Kim, 2018; Connolly, 2009; Han, 2017)과 같은 성인의 수학 학습에 관한 연구가 이루어지고 있다. Cho와 Kim (2021)은 이와 같은 성인 수학을 삶의 질 향상을 목표로 한 생활 수학과 성인의 다양한 삶의 맥락에서 요구되는 직업적 필요를 반영한 직무 수학으로 범주화하기도 하였다.

성인에게 필요한 수학은 '생애 능력'을 구성하는 요소로서 연구되기도 한다. 1990년대 실시된 성인을 대상으로 한 최초의 국제 평가인 International Adult Literacy Survey (IALS)에서는 성인에게 필요한 최소한의 수학 능력을 수리문해(quantitative literacy)로 제시하였다(OECD, 2000). 이후 2000년대에 실시된 Adult Literacy and Life skills (ALL)와 최근 두번째 실시를 앞두고 있는 Programme for the International Assessment of Adult Competences (PIAAC)에서는 '삶의 다양한 상황에서 필요로 하는 수학적 요소를 효과적으로 관리하고 문제를 해결하기 위해 수학을 사용하고 해석 및 의사소통 할 수 있는 능력'을 성인에게 필요한 수학적 능력으로 제시하였다(Kirsch, 2005; OECD, 2019b). 우리나라에서도 2000년대 초반에 성인의 생애에서 필요한 능력을 생애 능력, 생애 역량, 핵심 역량으로 개념화하여 연구하기 시작하였지만(Cho et al., 2008; Hong, 2007; Kim et al., 2003; Lim et al., 2008; Yu et al., 2002; Yu et al., 2004). 이 생애 능력에서 성인에게 필요한 수학은 3Rs 수준의 기초 연산 능력으로 제시되어 있거나(Kim et al., 2003; Yu et al., 2002), 수와 도표 이해 능력으로 축소되어 있거나(Lim et al., 2008) 아예 다루어지지 않기도 했다(Cho et al., 2008).

사회에서 필요로 하는 수학 능력에 대한 연구 외에 성인들의 수학에 대한 인식과 태도에 관한 연구도 이루어지고 있다. Gal (2000)은 다수의 성인들이 수학 학습에 부정적인 태도를 보이며 수학과 일상 생활과의 관련성을 부정하는 경향이 있다고 했으며, Wedge (2010) 또한 성인들은 수학을 정규 학교 교육에서만 학습하는 것으로 인식하는 경향이 있다고 보았다. 반면 Cho와 Kim (2018)은 성인이 일상에서 수학 재학습의 가치를 발견하는 사례를 제시하기도 하였다.

이와 같이 여러 측면에서 성인 학습자를 위한 수학교육에 관한 연구가 지속적으로 이루어지고 있다 하더라도 성인 학습자의 중요성에 비하여 양과 다양성의 측면에서 충분히 연구되고 있다고 보기 어렵다. 특히 개인에게 능력 향상과 새로운 지식 습득을 요구하는 급격한 사회 변화를 직시하면 우리는 성인들의 수학적 필요를 파악하기 위한 인식과 태도에 대한 연구의 필요성에 동시에 직면하게 된다.

학습자를 위한 수학교육 설계의 중요한 토대가 되는 학습자의 인식과 태도는 수학의 중요성이나 유용성에 대한 인식, 자아개념, 수학에 대한 선호도로 구분할 수 있다. 수학의 중요성이나 유용성에 대한 인식은 학습 의욕, 수학 활동 참여, 학습 계획 등으로 나타날 수 있으며(Kim et al., 2014; Kuhl & Kraska, 1989; OECD, 2019a; Snow et al., 1996) 국가수준학업 성취도 평가에서는 이를 학습 의욕으로, PISA와 같은 국제 평가에서 수학 활동 참여와 학습 계획으로 명명하고 정의적 영역으로 분류하고 있다(Lee et al., 2016; OECD, 2019a). 수학에 대한 인식과 태도를 보기 위한 또 다른 요소로는 자아개념이 있다. 이는 개개인이 비평가적 관점으로 자신에게 내린 평가를 의미하며 자신의 수학 능력에 대한 자신감(Bandura, 1997; Choe et al., 2013; Lee et al., 2016) 또는 수학에 대한 불안감으로 나타날 수 있다(Tobias, 1993). 수학에 대한 선호도는 도구적 가치·내적 동기, 사용 가치·교환 가치 또는 흥미로 나타날 수 있다(Coben, 2002; Harris et al., 2015; Kim et al., 2014; Lee et al., 2016; OECD, 2019a).

연구 방법

본 연구에서는 연구 문제를 해결하기 위해 서로 다른 사회문화적 배경을 가진 10명의 연구 참여자의 학교 수학에 대한 경험과 정규 교육과정 이후 성인기의 수학에 대한 전반적인 경험을 조사하여 분석하였다. 이를 위하여 이전에 수행된 기초 연구(Cho & Kim, 2018)에서 시행한 인터뷰 설계와 결과를 기반으로 수정·보완하여 반구조화된 심층 인터뷰를 시행하였다. 수집된 자료는 내러티브 탐구 방법(Connelly & Clandinin, 2006)으로 분석하였으며 분석된 의미를 연구 문제에 따라 재구성(restorying)(Creswell & Poth, 2016)하였다.

연구 참여자

본 연구에서는 다양성 확보를 위하여 연구 참여자를 유목적 표집하였다. 표본 선정 전략으로는 현상을 강렬하게 드러내면서도 극단적이지는 않도록 풍부한 정보를 가진 사례들을 표집하는 강도(intensity) 표본 선정 방법을 사용하였다(Patton, 2015). 연구 참여자 선정 시 ‘학교 수학 경험의 다양성’과 ‘성인으로서의 수학적 경험의 다양성’을 확보하기 위해 연령과 성별, 직업 등을 고려하였다. 학교 수학 경험의 다양성을 위해서는 성인들이 경험한 고등학교 교육과정이 3차 교육과정부터 2007개정 교육과정까지 다양하게 포함되도록 표집하였다. 성인으로서의 수학적 경험의 다양성은 직업군으로 구분하여 ‘수학과 관련이 있는 대학 및 연구소 직종 종사자, 수학 대중화와 관련된 강사, 수학 교사’ 에서 5인을 선정하고 그 외의 직업군에서 5인을 선정하였으며 이 과정에서도 연령과 성별의 다양성 역시 고려하였다. 연구 참여자에 대한 정보는 Table 1과 같다.

Table 1. Demographic information of the interviewees.

| Participant | Sex | Age | Experienced curriculum | Highest degree in education/Major | Occupation* |
|-------------|-----|-----|------------------------|---|--------------------------------|
| J | F | 27 | 7 th | Master/ Theology | NGO activist |
| N | F | 33 | 6 th | Bachelor/ Visual design | Brand designer |
| Y | F | 52 | 4 th | Bachelor/ History | Essay teacher |
| B | M | 39 | 6 th | Master/ Kinetic mechanics | Physical therapist |
| G | M | 47 | 4 th | Ph.D./ Investment information engineering | Fund manager |
| E | M | 24 | 2007 revised | Bachelor/ Mechanical engineering | Master's degree student |
| M | M | 49 | 4 th | Ph.D./ Polymer engineering | Director of a laboratory |
| K | M | 37 | 6 th | Bachelor/ Mathematics Education | Teacher/ Broadcast PD |
| L | F | 41 | 5 th | Master/ Mathematics Education | Publishing editor/ Drama actor |
| A | F | 53 | 3 rd | Ph.D./ Mathematics education | Professor/ writer |

Note F Female, M Male *K and A are in two jobs. And L recently changed her job.

수학과 직접적 관련이 없는 직업군에 속하는 연구 참여자는 J, N, Y, B, G이다. J는 곧 신학 박사 과정에 진학 예정이다. N은 수학과 전혀 관련이 없고 전형적인 예능 계열이라고 자신을 소개하였다. 16년차 논술교사인 Y는 원예 기능사로도 활동하고 있다. B는 12년 경력의 베테랑 물리 치료사이며 무술 세계선수권자이기도 하다. G는 15년차의 펀드매니저이며 금융 관련 학원 강사로도 활동하였다.

수학과 관련이 있는 대학 및 연구소 직종 종사자, 수학 대중화와 관련된 강사, 수학 교사 집단에 속하는 연구 참여자는 E, M, K, L, A이다. E는 과학 고등학교를 조기 졸업하고 대학에 진학한 경우이며, M은 고분자 공학 기업체에서 선임 연구원, 수석 연구원을 거쳐 현재는 관련 연구소의 임원이다. K는 성인을 위한 수학 프로그램을 만드는 방송 PD로 10년 가량 활동했으며 수학 교사이기도 하다. A는 성인 수학교육에 10년 이상 종사하였으며, 다양한 수학책을 저술한 저자이기도 하다. L은 예술계 종사자이기도 하지만 교육적 배경이 수학과 수학교육이므로 수학 관련 직업군으로 간주하여 선정하였다.

자료 수집

본 연구에서는 자료 수집을 위하여 선행 문헌 고찰을 통한 인터뷰 문항 설계, 인터뷰라는 절차를 거쳤다. 연구 참여자의 수학에 대한 가치 인식은 수학에 대한 태도를 통해서 나타날 수 있으므로(Ernest, 2011) 정의적 영역에 관한 문헌 고찰을 통하여 학습 지향성(Lee et al., 2016; OECD, 2019a), 자아개념(Bandura, 1997; Choe et al., 2013; Lee et al., 2016; Tobias, 1993), 동기부여(Coben, 2002; Harris et al., 2014; Kim et al., 2014; Lee et al., 2016; OECD, 2019a)라는 수학적 태도와 관련된 3개의 요소와 ‘수학의 본질에 대한 사람들의 개념’을 의미하는 인식(National Institute of Korean Language, n.d.)이라는 요소를 Table 2와 같이 정의하였다.

Table 2. Factors of perception and attitude in mathematics.

| Factor | Description |
|---|--|
| Perception | One's idea of the nature of mathematics |
| Orientation of learning | -Mathematics learning programs and activities joined in -Mathematics learning programs and activities to want to join in |
| Self-concept (Confidence/ math-anxiety) | Assessment of oneself related to mathematics -A positive judgment such as 'self-confidence' -Negative emotions such as 'math-anxiety' |
| Motivation | Interest in mathematics -Feeling the usefulness of mathematics in real life -Thinking that higher social achievement can be achieved through mathematics |

인터뷰 문항은 본 연구의 기초 연구인 Cho와 Kim (2018)에서 사용된 문항들을 수정·보완하여 개발되었으며, 학창시절과 현재라는 두 개의 범주 하에 8개의 질문으로 구성되었다. 수정된 문항은 연구자뿐만 아니라 외부연구자로서 본 연구와 관련 없지만 연관 주제를 연구 중인 수학교육학 박사과정생 1명과 석사급 연구원 1명을 섭외하여 동료 검토법(peer-examination)을 활용하여 검토하였다. 인터뷰는 반구조화된 인터뷰로서 기본 문항을 Table 3와 같이 설계하여 시행하였지만 연구 참여자의 답변에 따라 추가적인 하위 질문을 하여 그들의 경험을 보다 심층적으로 수집하고 분석하였다. 문항에 대한 정보는 Table 3와 같다.

Table 3. Overview of interview questions and factors.

| Category | Question | Related factor |
|-------------|--|-------------------------|
| School days | The most memorable mathematics class | Perception, motivation |
| | An assessment of one's mathematical abilities | Self-concept |
| | Reasons for learning mathematics | Motivation |
| | (If you can design a mathematics class) | |
| | The mathematical content and learning method that you want | Perception |
| | A teacher or friend who comes to mind about mathematics | Self-concept |
| Present | When to feel mathematics is useful in your life | Motivation |
| | Preferable, activities or programs related to mathematics | Orientation of learning |
| | The mathematics class to want to take now | Perception |

자료 수집은 2020년 7월부터 2021년 3월까지 9개월 간 이루어졌다. 자료 수집 과정은 90분 가량 진행되는 최초의 일대일 인터뷰 1회와 필요한 경우 전화 또는 이메일을 통해 이루어지는 30분 이하의 인터뷰 2회로 순차적으로 진행되었다. 연구 참여자 10인 중 1인은 이 외의 추가적인 데이터 수집 절차까지 진행하였으며, 연구 참여자 10인의 평균 인터뷰 시간은 92분이었다.

자료 수집 과정에서 가장 중시한 것은 연구 참여자들의 삶의 경험에 대한 구체적인 탐색이었다. 이를 위해 인터뷰 이전에 연구 참여자들의 주변 사람들을 통해, 또는 책의 저자나 방송 PD와 같은 공인의 경우 연구 참여자의 여러 저작을 통해 충분한 사전 정보를 얻은 후 심층 인터뷰를 진행하였다. 또한 인터뷰 후 자료 분석 과정에서 명확하지 않은 정보는 당사자에게 직접 확인하여 타당화 과정을 거쳤다.

자료 분석

연구 참여자의 인터뷰는 모두 녹음, 전사하여 분석하였다. 연구 방법은 내러티브 탐구 방법(Connelly & Clandinin, 2006)이며 사람들의 삶을 구성하는 이야기를 통하여 연속적인 경험을 이해하고자 하는 연구 방법이다.

첫 단계로 경험에 관련된 주제나 맥락이 달라지는 담화를 의미 단위로 구분한 후, 각각의 의미 단위를 분석하여 주제 별로 그룹화하였다. 그리고 각각의 주제가 어떻게 연결되는지 연구자의 언어로 구체화하여 경험이 지닌 중심 의미를 규명하였다.

구분된 의미 단위 개수는 총 107개였으며, 인식, 학습 지향성, 자아개념, 동기부여라는 4가지 주제로 정리되었다. 상황을 숫자화 시켜 집어넣는 논리 자판기, 수학은 선택과 설득의 도구, 수학은 사고 체계 그 자체와 같은 의미 단위는 인식이라는 주제 하에 정리되었으며 취미로 수학 문제 풀기, 가볍게 접근할 수 있는 교양 프로그램과 같은 의미 단위는 학습 지향성이라는 주제로 구분하였다. 인문계 고등학교 수학 성적 중위권, 수학은 자신과 관련 없는 과목, 숫자를 만나면 긴장과 같은 의미 단위는 자아개념이라는 주제에 해당된다. 또한 수학 개념을 자유자재로 사용하고 싶음, 수학을 사용하여 비용 절감하기와 같은 의미 단위는 동기부여로 주제화하였다. 107개의 의미 단위를 주제 별로 코딩하는 과정에는 인터뷰 문항 검토에 참여하였던 동료 연구자 2인이 참여하였고, 재코딩 과정을 거쳐 코드를 확정하였다. 코딩자 A, B, C 간의 일치도(A와 B, B와 C, C와 A)는 Cohen's kappa 계수로 각각 0.91, 0.82, 0.80으로 Landis & Koch (1977)에 의하면 모두 0.8 이상으로 매우 강한 일치도를 보였다.

4가지 주제의 연결성을 연구자의 언어로 구체화하여 경험의 중심 의미를 규명하는 과정에서는 개인의 시간 축과 경험의 공동체성을 고려하였으며 이 과정은 다수의 질적 연구를 수행한 수학교육학 박사의 자문 하에서 이루어졌다. 각 연구 참여자의 경험은 과거에서 미래로 이어지는 개인의 시간 축뿐만 아니라 사회·문화·제도 속에서 상호작용을 통하여 형성되어 온 공동체성을 지니게 된다(Connelly & Clandinin, 2006). 따라서 분석된 중심 의미를 ‘학교 교육에서의 수학에 대한 경험’과 ‘성인이 된 이후 정규 학교 교육 이외에서의 수학에 대한 인식’라는 두 개의 범주로 나누어 규명한 후, ‘이야기하기’를 통하여 연구 참여자의 시간 축에 따라 중심 의미를 입체화 하였고 ‘다시 이야기하기’를 통하여 연구 참여자 공동의 경험에서 도출되는 학교 교육에서의 수학에 대한 경험과 성인이 된 후 정규 학교 교육 이외에서의 수학에 대한 인식에 관한 중심 의미를 서술하였다.

이야기하기

J의 이야기

“저랑 개량 성적이 비슷해서 결국 수학에서 등수가 결정되거든요”

J는 어렸을 때부터 학교에 다니는 것 자체를 좋아했다. 고등학생이 되어서도 J는 입시에 스트레스가 많은 편은 아니었다. 2년 동안 같은 반이면서 친했던 친구가 어느 날 너무 해맑게 웃으면서 “나는 이번 시험에서 너를 꼭 이길꺼야. 너를 이겨야지. 나 정말 열심히 할꺼야.”라고 했다. J는 그 순간에 “여기가 전쟁터구나”라는 생각을 했다. 그 친구와 J는 수학을 제외한 다른 과목 성적이 비슷했기 때문에 수학은 당락을 가르는 과목이었다.

J는 수학에 자신이 없었다. 고등학교 때 수학은 수준별로 나눠서 했다. 다른 과목도 수준별로 반이동 수업을 했지만, 수학은 능력별로 나눠서 했던 기억이 강하게 남아있다. 성적이 공개되는 것이 창피하기도 했다. J는 수학적 원리를 이해하는데 시간이 오래 걸리고, 친구들과 비교했을 때 단순한 수준에서 머물러 있었다.

J는 수학의 원리 부분 공부하는 것을 좋아했다. 원리를 이해 못해서 다음 단계로 못 나간다는 생각이 들 때도 있었지만, 선생님이 천천히 설명을 해주시는 것도 좋았고, “그냥 이 부분을 계속 공부하는 게 재미”있었다.

“수학도 기본 교양이라는 인식이 있으면 좋을 것 같은데 ...”

J는 숫자가 불편하다. 일상생활에서 사칙 연산이 불편한 적은 없지만, 숫자를 만나면 긴장부터 한다. 사회과학 서적을 읽는 과정에서 만나게 되는 수식은 무슨 말인지 도통 알 수가 없다.

J: 제가 그냥 이것저것 다른 글들을 읽다보면 뭐 과학이나 막 그런 기사나 글들 읽다 보면 중간에 꼭 수학 시간에 봤을 법한 그런 이제 뭔가 계산이나 기호? 알 수 없는 뭔가가 나오더라구요. 그러면 아. 전 그럼 그 부분은 그냥 건너 띄거든요. 그냥 건너 띄고 제가 이해할 수 있는 글자로 된 부분들만 [박요.]

사회과학 서적에 있는 수식을 이해 못한다고 해서 전공 공부에 직접적인 영향이 있는 것은 아니지만 원리만이라도 알고 있으면 좋을 것 같다. 하지만 “그런 걸 일단 배울 기회도 뭐 접할 기회도 사실 뭐 없으니까” 그런 기회가 있었으면 좋겠다는 생각을 한다.

수학을 잘 못 하는 것이 삶에 큰 영향을 주기보다는 좀 불편한 정도라고 생각하지만 “수학을 좀 더 이해할 수 있으면 사고를 명확하게 하는데 도움을 줄 수 있을 것 같다.” “수학도 인문학처럼 기본 교양이라는 인식이 있으면 좋을 텐데” 세상을 이해하는 도구로써 사람들이 수학을 가볍게 받아들일 수 있도록 하는 교양 프로그램이나 “수학적 논리로 답 찾기”와 같이 취미로 접근할 수 있는 길이 있으면 좋겠다.

N의 이야기

“수학 하면 공식 엄청 외웠던 것과 숫자 뻘뻘한 교과서만 생각나요”

N은 초등학교 때 구문 수학과 윤선생 영어를 했다. 영어는 재미있었던 반면 수학은 싫었었는데, 지금 생각해 보면 교재 구성과 학습 방법 때문에 그런 차이가 있었던 것 같다. 영어는 여러 번 듣고 녹음을 하고 선생님이 피드백 해주시는 방식이었고 교재는 이야기와 흥미있는 일러스트로 구성되어 있었던 반면, 수학은 숫자밖에 없는 문제가 반복되어 있어서 교재를 펼치기도 싫었다.

N은 인문계 고등학교에서 처음에는 이과로 진학했다. 흥미가 없고 성적이 낮았던 수학과는 달리 N은 과학을 잘했고 좋아했다. 수학은 공식 외우기부터 시작하는데 과학은 수학에 비해 이야기가 있고 시각적인 자료로 상황을 연상할 수가 있었기 때문에 상대적으로 쉬웠다. 미대에 진학하기로 진로 방향을 잡은 후에는 문과로 전과했다.

“수학은 생활 여기저기 많이 쓰이는 거 같은데요”

N은 시각디자인학과에 진학했다. 대학 때 배웠던 전공을 떠올려 보면 분명 수학적 요소들이 있었다. “x축과 y축이 있는데 이게 x축 몇 지점부터 y축 몇 지점까지 이동을 한다 뭐 이런 식으로 이제 그렇게 해서 영상을 프로그래밍 해서 그리는 방법이 있었어요 … 되게 그거 하면 정말 머리가 터지는 줄 알았는데…” 영상을 만들 때 여러 개의 선을 겹쳐서 예쁘게 만들기 위해서는 x축의 움직임과 y축의 움직임을 잘 조화시켜야 했다.

N이 영상을 만들 때 썼던 수학적 지식은 계산은 아니었다. N은 수학에는 논리와 계산의 측면이 있는데, 사람들은 계산의 측면만 생각하기 때문에 수학의 효용성을 모른다고 생각한다. “사람한테 이제 머리를 계속 쓰게끔 해 주는 좋은 거라고 생각을 하는데 … 사람들이 계속 계산이라고 생각을 하니까…” 사람들은 수학의 유용성을 알 수 없다는 것이다. 그렇게 생각하지만, 자신의 일상 생활 속에서 쓰이는 수학은 다 계산인 것 같다. 취미로 도자기를 만드는 N은 물건을 만들 때 사용되는 석고의 양을 정확하게 측정하고 계산을 해야 한다. 편집 작업을 할 때는 종이 수량 또한 정확하게 계산을 해야 한다. N은 자신은 눈으로 보는 것과 관련된 일을 하는 사람인데 나이가 들수록 인지 능력이 떨어지는 것 같으며 수학 학습이 인지 능력 저하를 예방할 수 있을 것 같다고 한다.

N: 계속 컴퓨터 작업만 반복적으로 하게 되기 때문에 … 진짜 수학적으로 뭔가 제가 머리를 쓸 일이 완전 없으니까 그런 걸 ‘정말 이렇게 놔두면 진짜 멍청해 질 수도 있겠구나.’ 라고 생각을 한 적이 있어요 … 근데 또 저희 아버지는 [수학] 그런 것들 계산하는 게 너무 자연스럽고 … 본인은 너무 잘 하시는 거예요.

과학 선생님인 N의 아버지는 N이 생각하기에 수학과 친하고 계산도 잘하셔서 아버지 옆에서 N은 가끔 바보처럼 느껴지기도 한다. 수학을 잘하는 아버지를 보면 수학이 인지 능력 저하를 예방할 수 있을 것 같고, 학교 수학과는 다른 “문제 풀이나 게임이라든가 뭔가 요즘 애들이 하는 그런 창의적인 수학” 프로그램이 성인들에게 도움이 될 것 같다.

Y의 이야기

“공식에 숫자 넣으면 그냥 똑딱 그냥 논리 자판기였지”

Y에게 학창시절의 수학은 암기 과목이었다. “논리적으로 칠판에다가… 선생님이 딱 문제를 풀어주고 학생은 그것을 노트에다가 열심히 받아쓰면서 이해를 했던 말든 무조건 진도만 나가는 수업이에요.” 중2 때 방정식 단원까지는 일상 생활과의 연관성을 느꼈

지만, 함수로 넘어가면서 수학은 이미지화되고 상황을 숫자화 시켜서 공식에 집어넣어 답을 구해내는 논리 재판기 같았다. 이런 것들이 우리가 살고 있는 이 복잡한 기술 사회에서 기술을 응용하고 세상의 여러 현상을 설명하는데 쓰이고 있다고 선생님께 들었지만, 막상 수학은 점수를 따기 위해 공식을 암기하고 정답을 얻어내는 과목이었다.

Y에게 제일 어려웠던 분야는 확률과 통계였는데, 실생활의 경험과 가장 동떨어져 있다고 생각했기 때문이었다. 실제로는 가장 실생활에 연관이 되어 있을 것 같은데, 그 과정을 공부할 때는 확률과 통계에서 주어지는 상황이 너무 인위적으로 여겨졌다. “기계적으로 인간의 상황을 무조건 그 수학 숫자에 맞춰서 배열을 하고 분석을 하는 대상으로 인간을 전락시킨다는 느낌이 드는 거예요.” 행렬도 Y에게는 비현실적으로만 느껴졌다. 확률과 통계는 실생활에서 나온 것이라는 것이 납득은 되는데, 행렬은 Y에게 암기해야 하는 “문자 그대로 수학적인 논리”였다.

Y는 선생님께서 “수학은 실제 생활에 쓰이고 있고 수학 공부를 통해 논리적인 사고 방식을 익힐 수 있기 때문에 기본적인 것은 다 이해해야 한다”고 들었고 그에 동의하면서도 “너무 어렵다. 늘 왜 이렇게 쥐어 짜야 하나”라는 생각을 자주 했다.

“과학기술 시대니까... 수학 때문에 세상이 돌아가는거지”

Y는 논술 교사가 되었다. 직업 덕분에 수학과 관련된 다양한 도서를 읽는다. 다양한 수학 도서를 통해 문학의 차원을 넘어서 자연계에서 나타나는 숫자의 패턴, 그러한 패턴과 현상을 검증하는 차원의 통계와 연구를 통해서 자연 세계와 현상에 대한 통찰을 얻는다.

Y는 수학은 거시적 차원, 중간 차원, 미시적 차원이라는 세 가지 차원으로 우리 삶과 밀접한 관련을 맺고 있다고 말한다. 가장 큰 차원은 인류가 살아가는 자연 세계이며, 중간 차원은 인간의 사회 문명, 미시적인 차원은 개인 삶의 차원을 의미한다.

Y: 가장 큰 차원은 '세계가 우주가 수학적인 질서에 따라 구성이 되어 있다'라는 거구요. 그 다음에 작은 차원에서는 좀 더 중간적인 좀 더 인간적인 차원에서는 우리 실생활에서 인간 사회 문명이라는 것이 수학을 기본으로 해가지고 지금 과학 기술 문명이서 있잖아요. 지금 수학 없이는 과학 기술 문명이 지금 안돌아가잖아요. 그게 지금 중간적인 차원이고 가장 미시적인 차원에서는 개개인의 논리적인 사고력... 하다못해 이제 가장 기본적인 슈퍼마켓에도 돈 뭐 돈 계산을 한다던가...

Y는 성인에게는 2가지 종류의 수학이 필요하다고 보았다. 첫번째는 삶에서 필요로 하는 기초 연산 차원의 수학이다. 원예 기능사로도 활동하는 Y는 많은 농부들이 화학 비료의 희석 비율을 지키지 않는다고 했다. 또한 농사를 망쳤을 경우, 보험사에서 시행하는 손해 사정 평가의 내용을 이해해야 해서 수학 능력이 중요하다고도 했다. “농사를 짓는다고 할 때는 그 수학이 필요 없을 거 같아 보이지만 그런데서도 수학이 상당히 쓰이고 있어요. 사실은...”이라며 수학과 실생활과의 관련성을 강조했다.

두 번째는 자신이 살고 있는 자연과 사회를 이해하는데 도움을 줄 수 있는 수학을 중시했다. 우리가 살고 있는 세계는 숫자 표현이 중시되기 때문에 “숫자가 가진 착시 현상이나 우리의 고정 관념에 대한 경각심을 일깨울 필요”가 있다고도 했다. 또한 “문화와 자연에 나타나는 패턴을 읽을 수 있으며” 현상의 이면에 있는 수학적 의미를 이해할 수 있는 능력이 필요하다고 여기고 있었다.

B의 이야기

“스스로 생각해서 알아 내는게 좋았어요”

초등학생 B에게 수학은 단순한 문제를 반복해서 푸는 것이었다. 수학을 공부하기 싫어하던 B에게 아버지가 수학 만화책을 사다 주셨는데, 이를 통해서 알게 된 수학 역사와 수학자들의 일화는 흥미로웠다. 3차 방정식의 해법을 발견했던 페로의 제자 피오레가 그 지식을 마치 자신의 것인 듯이 자랑하고 다녔지만 타르탈리아는 이에 아랑곳하지 않고 자신의 힘으로 3차 방정식의 해법을 발견한 일화와 문제 내고 서로 바꿔서 푸는 시험에서 타르탈리아가 완승한 일과 같은 일화는 B에게 ‘스스로 생각해서 알아내는 것의 가치’를 마음 깊이 받아들이게 했다.

B: 아. 배워서 아는 것 보다 자기 스스로 깨우친 게 더 이제 값지다 라는 그런 일화를 보고 그 때 전 방정식의 매력을 느꼈는데. '야. 멋있다' 라는 것도 있었고.

수학자들의 일화에서 느꼈던 매력은 수학은 기계적인 것이 아니고 사고의 체계를 다지는 것이라는 인식으로 이어졌다. B의 학창시절 수학 성적은 중상위권이었다. 단순히 암기하고 기계적으로 문제를 푸는 것이 싫었기 때문에 시험 문제를 제 시간에 다 못 풀어서 50점 맞은 일도 있었고 훈련을 통해서 90점 이상 되기도 했다. B는 “막히는 것이 있으면 기초부터 돌아가서 다시 공부”하는 것을 선호하였다. B는 방정식에 많은 흥미를 느꼈는데, 방정식을 푸는 과정은 B가 좋아하는 추리의 과정과 꼭 닮아있었다. 방정식을 공부하면서 “알 수 없는 어떤 영역을 알아내는데 있어서 수학이 굉장히 중요한 단서를 제공한다는 걸 알게” 되었다.

“문제의 원인과 결과를 파악하는 사고 방식이 수학교육이요”

성인이 된 B는 집합과 명제가 자신에게 가장 중요한 수학 중 하나라고 얘기한다. 어떤 사물을 논리적으로 파악하기 위해서는 사고의 출발점이 명확해야 하는데, “어떤 사물을 좀 논리적으로... 이 기승전결로 이렇게 원인과 결과... 이 사고의 바탕의 논리”가 집합과 명제라는 것이다.

B는 계산 능력보다는 “문제를 해결하는데 원인과 결과를 헤아리는 사고 방식 자체”를 수학의 본질로 본다. 그리고 그 사고 방식은 “수학적 사고에 맞춰서 행동할 때의 지겨움을 인내하는 힘”에서 길러질 수 있다고 여긴다. B는 현재도 가끔씩 수학 문제를 푼다. 현재는 고등학교 때와는 달리 계산에 쫓기는 제약이 없고, 예전에 막연히 어려웠던 부분을 조금씩 알게 되기도 한다고 했다. 현재는 그렇게 수학 문제 푸는 과정을 “즐기는 게 있고 그러면서 그 어떤 사고의 체계가 다져”진다. 이러한 수학 학습은 B의 직업 생활과 취미 생활 전반에 긍정적인 영향을 준다.

예를 들어, B는 환자를 치료할 때 환자의 증상의 원인이 될 수 있는 모든 경우의 수를 찾은 다음 하나씩 적용해간다. 그리고 해결되지 않을 경우에는 다시 원점으로 돌아와서 문제를 해결하는 과정을 반복한다. B는 이 방식을 “기승전결의 사고 과정”, “가정법과 원점으로 돌아오기”라고 불렀다.

B는 학창시절에는 통계가 싫었지만, 성인에게 필요한 수학 중 하나로 확률과 통계를 꼽는다. 학창시절에 통계가 싫었던 이유는 교과서에서 제시되는 예가 “실질적으로 와 닿지가 않고 피부에 체감이 안돼서”였지만 성인이 된 후 삶에서 대하는 수학은 많은 부분 통계가 차지하고 B가 생각하는 “수학의 가치는 숫자 계산보다는 그 현상을 좀 이렇게 현상의 본질을 탐구하는 어떤 체계를 배”우는데 있기 때문이다.

G의 이야기

“수식만 잔뜩 있으면 이해할 수가 없었어요”

G는 학원에 다녀본 적이 없다. 학원에 다니지 않아도 고등학교 때까지 수학 문제를 푸는 게 힘들다고 느낀 적은 없었다. 해법 수학도 봤고, 실력 정석도 연습 문제까지 무난히 풀 수 있었다. G가 경험한 수학 수업은 “아주 전통적인 방식”으로 선생님이 칠판에 “문제를 쓰고 풀고 못 알아 들으면 더 가르쳐 주시”는 방식이었다. G는 고3 때 수학 선생님이 가끔 생각한다. 야간 자율 학습을 할 때 언제나 수학 문제를 풀고 있었던 선생님이다. 그 선생님의 여러 수학책에는 선생님의 풀이가 뽀뽀하게 적혀 있었다. 그렇게 공부하면서 자신을 가르쳤던 수학 선생님들의 노력이 자신에게 전달되어 고등학교 때까지 수학에 별 어려움이 없었던 것 같다.

G: 수학이 그래도 정석 수학 때나 뭐 답지도 안보고, 내가 실력 정석 답지 안 보고 풀고 ‘잘한다’ 그 소리 했었는데...

공대로 진학했던 G는 공업수학 시간에 여러 차례 당혹스러웠다. 처음엔 웰스론-델타만 어려운 줄 알았더니 공업수학은 배울 때마다 “아이씨. 모르겠어. 외워야지”. 그런데, 외운다고 다 해결되는 게 아니었기 때문이다. 배우는 양도 많았는데, 외웠다고 해서 다른 문제에 적용되는 것이 아니었기 때문이다. 그래도 조교에게 배울 때는 조금 나왔다. 교수님들이 칠판에다 잔뜩 쓰고 나간 기호들을 조교가 설명을 해줄 때는 문제가 풀리는 경우가 많았다. “우리가 책을 우리 스스로 풀 수가 있어 기뻐요. 차이 정말 컸어요.”

G는 수학의 추상성이나 수식으로 사람들에게 두려움을 주는 것을 아주 경계한다. 고등학생에게 상대성 이론을 설명해주기 위해서 계산식을 유도해서 보여주는 것을 예로 들며, “저자 자신만의 유희”라고 칭했다. “계산 기법으로 유도하는 방법 밖에 안 써 있습니다. 왜 이게(상대성 이론) 나왔는지도 모르고, 아무것도 없어요.” G는 수식과 공식이 어떤 역사적 배경에서, 어떠한 시행착오를 거쳤는지에 대한 맥락이 중요하다고 재차 강조하였다.

“수학은 현상을 이해할 수 있는 도구죠”

G는 수학을 통해서 현상을 이해할 수 있다는 점을 수학의 가장 중요한 가치로 꼽았다. G는 돌을 위로 던지면 바닥에 떨어지는 현상을 중력으로 이해하기까지 인류의 역사만큼의 시간이 걸렸고 자연 현상을 명확하게 이해하기 위해서는 수학의 발전이 전제되어야 한다고 설명했다. “처음에 사람들이 지금 그냥 돌을 던졌는데 떨어졌다. 그게 중력 때문이다. 그거 이해하는데 3천년 걸렸잖아요?” 물체가 떨어지는 궤적을 보고 중력 가속도까지 잡아낼 수 있게 되기까지 3천년이 걸렸고 이 과정에서는 수학의 발전이 있다는 것이다. “수학이 발전되기 전에는 어. 돌이 떨어지네. 돌하고 땅하고 친한가보다. … 이렇게 표현했었으니까요.”

G: 대부분의 학문으로는 마지막에 나타내는 현상 갖고 그 맨 안에 있는 그런 현상까지 뚫고 들어가는데 너무 시간 걸리는데 수학을 쓰면 금방 들어갑니다. 그게 이제 수학의 위대한 점이겠죠. 그리고 그런 걸 보여주는 책이 좋죠.

G는 수학에 관한 책 읽는 것을 좋아한다. 과거에 접한 일부 책들에 대해 논리나 직관 또는 세상에 대한 이해 어느 부분에도 도움이 되지 않는, 단지 수학을 사용한 지적 유희에 불과하다며 아쉬워했다. G는 파겐바움의 수를 통해 수학의 역사와 프렉탈을 설명한 책에 대한 긍정적인 느낌을 전하며 수학자들이 사람들이 가진 세상과 자연에 대한 궁금증을 헤아려서 세상과 자연에 대해 수학을 사용해서 잘 설명해줄기를 바란다고 덧붙였다.

E의 이야기

“수학 문제 풀려면 여러 번 생각하고 응용해야 했어요”

E는 언제나 수학과 물리를 좋아했다. 초등학교 때 처음 인연이 닿았던 수학 학원에서 수준에 따라 레벨을 높여 갈 때마다 성취감을 느꼈고 선행 학습을 하면서 앞서간다는 생각에 뿌듯함도 있었다. 학원에서 한 번 선행을 한 후 중학교에서 다시 배우는 수업은 대체적으로 지루했고, 수준별 수업의 상반에서 따로 풀던 문제들에서 흥미를 느꼈다. 그 문제들은 속임수가 많아 풀기 위해서는 여러 번 생각을 해야 했다.

E: 약간 좀 속임수가 많은 문제라던가... 그냥 평이하게 푸는 것 보다는 한 번 더 생각을 해 봐야하니까... 학교에서 좀 새로운 문제들을 풀면서 수업을 하다 보니까 어떤 수학 수업이 ‘이거는 나는 재미가 있구나.’ 이런 생각을 했던 거 같아요. 그때.

E는 중학교 때까지 자신은 수학 과목에서 성취 경험이 많은 편이라서 운이 좋았다고 생각한다. 고등학교는 과학 고등학교에 진학했다. 수학 교과서는 각자 공부하고 수업 시간에는 선생님이 따로 준비하는 심화 프린트로 개념과 문제 풀이를 하는 방식으로 수학 수업이 진행되었다. 선생님들은 여러 문제 중에 대학 수준의 문제도 넣어두곤 했는데, 그 문제를 푸는 친구들도 있었다. 그런데 그 친구들의 수학 지식 수준과 선행 수준은 자신과 비슷하였다. 자신과 개인마다 수학을 응용하는 능력에 차이가 있음을 많이 느꼈다.

“수학은 모든 현상을 표현할 수 있는 방식이잖아요”

E는 과학 고등학교 시스템에 맞추어 조기졸업 후 기계공학과에 진학했다. E는 대학에 진학한 후에 “수학이 생각보다 많은 것을 설명할 수 있는 학문이다”라는 생각을 하게 되었다. 고등학교 때까지는 “계산, 증명, 연산 능력”이 강조 되고 “자연 현상을 읽어내는 것은 극히 일부”였기 때문에 수학이 넓은 분야라는 것을 알지 못했다. E는 연산 능력뿐만 아니라 객관적으로 상황을 파악하거나 논

리적인 사고 과정을 통해 문제를 해결하는 차원에서 수학은 중요하지만, 그 중요성은 공부를 하는 과정 중에는 인식할 수 없다는 점을 안타까워했다. “수학교육을 받고 나서 한참 나중에, 그 ‘수학 교육과정’이 되게 의미 있고 중요한 거였구나’ 알 수 있지만 … 그걸 알기까지 그 과정이 너무 험난한 하다는 거죠.”

어린 시절부터 과학자가 되고 싶었던 E는 동일한 전공으로 대학원에 진학했다. E의 분야에서 수학은 어떠한 현상을 효율적으로 전달할 수 있는 중요한 언어이다. 수학적 개념을 논리적이면서 자유롭게 적용할 수 있어야 하는데, 그 적용 과정이 현재는 매우 어렵지만 B는 묵묵히 해나가고 있다.

E는 ‘현상을 설명하는 언어’에서 한걸음 더 나아가 수학을 통해 “모든 것을 설명 또는 표현”할 수 있다고 본다. 정수론, 위상수학과 같은 수학의 개별 분야가 설명하고 표현하는 내용은 한정되어 있더라도, 수학이 다양한 분야와 결합되어 실생활에서 쓰여지면서 모든 표현 방식 존재 양식에 수학적 개념이 포함되어 있다는 것이다. “꽤 복잡하고 어떤 좀 아름다운 형태가 있으면 … 그런 부분에서 어떻게 보면 수학은 사실 그냥 모든 것을 설명할 수 있는 그런 방식이라고 할 수 있을 것 같아요. 설명이 아니더라도 표현할 수 있는 방식.”

M의 이야기

“선생님 덕분에 수학 문제를 푸는 방법을 천천히 알아갔어요”

학원에 다녀본 적이 없는 M은 고1 때까지 수학을 잘 못했다. 초등학교 4학년 때 하루에 다섯 장씩 학습지를 풀어서 제출하는 숙제의 답을 쪽 같은 숫자로 써서 제출했다가 담임 선생님께 무척 많이 맞았다. 그 이후 산수, 수학을 그냥 싫어했다. 고1 때까지 수학 시험에서 한두 개 맞추는 것 외에는 모두 틀렸다.

수학 공부를 본격적으로 시작하게 된 것은 고등학교 2학년 담임 선생님 덕분이었다. 담임 선생님이 방과 후에 같이 수학 공부하겠다고 물었고, 하겠다고 대답했던 M은 고2 과정 내내 매일 방과 후에 남아서 선생님 책상 옆에서 수학 공부를 했다.

M: 그래서 그때 조곤조곤 가르쳐 주시는 게 아니고 이분이 굉장히 좀 전교에서 굉장히 무서운 분이었던 거예요. 그러니까 풀어서 못 맞추면 맞아가면서 배웠어요. 1년 동안 그러고 나서 ‘아, 수학을 이렇게 하면 되는구나.’ 라는 걸 조금 알았죠.

M의 선생님은 ‘생각을 논리적으로 하기 위해서, 그리고 현상을 수치적으로 해석하는 있는 힘을 기르기 위해서’ 수학 공부를 하는 것이라고 했지만 M은 공감할 수 없었다. 하지만 M은 자신이 느끼기에도 수학 문제를 어떻게 풀어야 할지 알아가고 있었고 수학 성적은 나날이 향상되었다. M은 항상 화학을 좋아했고 대학도 원하던 고분자공학과로 진학했다.

“수학으로 현상을 수치적으로 해석하고, 생각을 논리적으로 다듬을 수 있죠”

대학에 가면 교양 수업에 있는 공업수학 말고는 수학을 안 볼 줄 알았던 M의 예상과는 달리 전공과목의 대부분이 화학 분자가 어떻게 움직이는지를 예측하는 열역학들이었는데, 이 열역학은 모두 현상을 해석하기 위한 수학이었다. 그냥 자연스럽게 프로그램에서 “아, 이거는 이 메뉴를 눌러서 이렇게 해서 데이터를 읽어야지” 라고 하고 있었는데 그 행위를 하다 보니까 ‘아, 이게 지금 내가 미분하고 있는 거군’” 깨닫게 되면서 미분이 어떻게 사용되는지 명확하게 알게 되었다. 이런 예들이 굉장히 많았다.

M의 대학/대학원 과정은 “현상을 수치적으로 해석하기 위한” 수학을 알아가는 과정이었다면 직장에서의 경험은 “생각을 논리적으로 다듬기 위한 수학”과 관련이 있었다. 한 프로젝트에서 여러 번의 실험을 반복하더라도 인과 관계를 발견을 못하는 경우가 대부분인데, M은 자신의 멘토로부터 한 번의 실험에서 벌어졌던 현상과 결과를 꼼꼼히 보면서 인과 관계를 찾는 훈련을 받았고, 수학이라는 언어로 쓰여진 인과 관계의 논리를 읽어내는데 능숙해져 갔다.

M에게 성인이 된다는 것은 아이콘을 선택하던 수요자의 입장에서 데이터를 가공하는 공급자의 입장으로 전환되는 것을 의미한다. M은 이 과정에서 파악해야 하는 데이터 양이 많으면 많을수록 데이터의 패턴을 발견하기 위해서 수학이 필요하다고 했다.

K의 이야기

“수학은 논리적으로 생각하는 훈련이라고 생각했어요”

K의 수학 선생님들은 다 문제 풀이 위주의 수업을 하였다. K는 수학을 좋아하고 성적도 상위권이었지만 수학을 잘하는 편은 아니라고 여겼다. K는 “수학을 왜 공부할까”라는 질문을 자신에게 던졌고, 이 질문은 “모두가 학자가 될 것은 아닌데 수학이라는 과목이 왜 보편적으로 있을까?”, “수학이 가진 보편적인 특징은 무엇일까?”라는 질문으로 이어졌다. K는 고등학교 때 수학은 논리적인 사고력을 기르는데 제일 좋은 과목이라는 결론을 내렸다.

K: 그냥 체계가 다 뭐 하나 [그냥] 넘어 가는 거 없이 특정한 이유가 있어야지 참이라고 이제 인정하는 그런 과정들을 보면서 거기서 공통적으로 이제 추론할 수 있는 어떤 특성이 논리적 사고력을 하게 하기 위함이 아닐까? 그러기 위해서 제일 좋은 과목이지 않을까?

“수학은 현상을 명확하게 파악하기에 적합한 도구죠”

수학 교사인 K는 방송국에서 성인을 위한 수학 프로그램을 만드는 과정에 참여하라는 제안을 받게 되었다. 처음 제안을 받았을 때는 학창시절 대다수가 수학을 싫어했고 지금 아이들도 싫어하고 수포자(수학포기자) 비율이 과반수가 넘는 나라에서 무슨 성인을 위한 프로그램인가 싶었지만, 반복되는 제안에 우리나라에서 처음으로 성인을 위한 수학 프로그램을 만들었다.

K는 성인을 위한 수학 프로그램을 만들면서 수학에 대한 생각을 다시 정립하게 되었다. ‘수학은 논리력을 키우기에 적합한 교과’라는 학창시절의 인식에서 한걸음 더 나아가 현재 K는 수학을 ‘직관으로 과학적 사실을 파악하기 어려운 사람들이 현상을 파악할 수 있도록 도와주는 유용한 도구’로 본다. 그것이 증명의 역할이며, “인류 뒤에서 잘 따라오는 사람들에게 ‘여기까지는 맞습니다. 여기까지만 참으로 인정하고 갑시다’라고 알려주어서 앞으로 전진할 수 있도록 도와주는 역할이라는 의미이다.

K는 성인을 위한 수학은 문제를 풀고 답을 맞추는 형식의 학교 수학과는 달라야 한다고 여긴다. 문제를 풀고 답을 맞추는 것은 수학의 본질이 아니며 성인을 위한 수학은 좀 더 본질적인 부분에 초점이 맞춰져야 한다는 것이다.

K: 성인을 위한 교육은 그렇게 가야되지 않을까. 학창시절에는 ‘이거 풀 수 있어 없어?’의 제한이었다면 “여러분들은 못 하셔도 됩니다. 대신 이게 어떻게 풀렸는지 그 아름다움을 쫓아가봅시다.”

대부분의 사람들이 문학 작품을 쓰지는 못해도 문학 작품을 읽고 감동을 받을 수 있고 화가처럼 그리지는 못해도 미술 작품을 감상할 수 있는 것처럼, 성인을 위한 수학은 사람들이 “그 문제를 내가 풀지 못한다 하더라도 풀어내는 그 과정을 충분히 감상하고 즐길 수 있”도록 해야한다는 것이다.

L의 이야기

“수학 개념을 내 언어로 설명할 수가 없었어요”

L은 초중고교 시절에 수학 학습에 어려움을 겪지 않았다. 고등학교 성적도 상위권이었고 대학수학능력시험도 1%대라서 원하는 학교 수학과에 무난하게 입학했다. 막상 수학에 대한 어려움은 대학에 진학해서 겪기 시작했다. 1학년 때 미분적분학의 엡실론-델타 방법부터 막히기 시작했다. “헉헉 거리면서” 수업을 따라갔고, 수업을 들을 때나 읽을 때는 이해가 되는데 시험 문제를 대하면 자신의 말로 서술이 안되는 악순환이 반복되었다.

L: 왜냐하면 미적분하고 그 뭐지? ‘엡실론 델타’ (웃음) 거기서 일단 마음이 무너지고 그니까 읽을 땐 이해가 됐는데... 거기서 막히면서 뚫고 나갈 약간 힘을 잃었다고 그래야 되나?

대학 진학 이후로 L에게 수학은 싫지는 않지만 “너무 힘든 과목”이 되었다. 고등학교 때까지와는 달리 문제를 대할 때 어떻게 문제를 풀어야 할지 계획이 서질 않았다. 그래서인지, 고등학교 때까지는 한 번도 해보지 않았던 “수학이 뭐지? 이거 어디 써먹지?”라는 생각을 대학에서 수학을 공부하면서 하게 되었다.

“수학의 문제 해결 방식은 실생활에서 정말 유용하죠”

수학의 본질과 유용성에 대한 답은 꽤 오랜 시간이 지난 후 얻게 되었다. L이 얻은 답은 수학 문제를 해결하는 방식이 실생활의 문제를 해결하는 방식과 통한다는 것이었다.

L은 수학 공부를 늘 하고 있었다. 작년 15년간 일했던 출판계를 떠나 전혀 다른 분야로 이직한 L은 고객의 성향 분석과 자료의 통계를 수치로 파악할 필요가 있다며 통계의 중요성을 이야기했고, 파이톤을 하고 싶어 코딩 공부도 하고 있다고 했다. 통계는 책을 통해서 개념부터 파악하고 있으며 코딩 공부는 동영상 강의를 시청하면서 하고 있다. 공부를 하다보니 선형대수학이 다양하게 쓰이고 있어서 선형대수학 강의도 신청해서 가끔 듣고 있다고 한다. 또한 수학과 과학 서적 독서 모임도 참석한다. L은 앞으로 사람들과 함께 공부해보고 싶은 수학으로 ‘수학사’를 꼽았다. “이게 막연히 수학이 그니까 어떻게 지금의 모습이 됐는지를 알면, 그 사람을 이해 할 수 있는 것처럼” 수학도 현재의 모습이 되기까지 어떤 과정을 거쳤는지 알면 수학을 더 잘 이해할 수 있을 것 같다는 기대감 때문이다.

A의 이야기

“문제 엄청 풀었지. 미적분의 왕이 별명이었으니까”

A는 고등학교 때 ‘미적분의 왕’으로 불릴 정도로 수학을 잘했고 늘 친구들에게 수학과 과학을 가르쳐주곤 했다. 고2 때 수학 선생님이 대학원을 다니면서 수학에 빠져있던 모습이 인상적이었고, “수학이 그렇게 재미있나?” 하는 생각이 들면서 수학이 무엇인지 궁금해졌다. 고3 때 수학 선생님이 “과학은 기구가 많이 필요하지만 수학은 연필만 있으면 된다”라고 하며 A에게 수학과를 추천했고 사범대를 선호하는 부모님의 뜻에 따라 수학교육과에 진학했다. 입학은 우수한 성적으로 했으나 막상 대학 진학 후에는 수학에 흥미를 못 느꼈다.

A: 그냥 잘 한다는 소리를 들었던 과목은 이제 수학이었었고 너무 너무 수학만 한 거예요. 그러다 지쳤어. 너무 미친 듯이 수학을 하다가 방전 됐다고 그래야 되나... 약간 방전. 대학교 가서는 못 했어요. 대학교 가서는 되게 적성에 안 맞는다 생각을 해 가지고.

고등학교 때까지의 학습량 때문에 대학 입학 때는 이미 지쳐 있었고, 대학에서 접하는 수학에서는 암기해야 할 분량이 너무 많아 호기심이 사라졌다.

“수학을 통해 편견 없이 생각하고 합리적으로 판단하는 힘을 기를 수 있지”

추천으로 사립 고등학교 교원이 되었고 가르치기 시작하면서 다시 수학에 흥미를 느끼기 시작했다. 학생일 때는 고민해본 적이 없는 ‘수학은 어떤 과목인가?’라는 질문을 자신에게 던지기 시작했다. 30대 중반이 되었을 때 다시 수학 공부가 하고 싶어진 A는 교육대학원에 진학하였고, 첫 수업에서 ‘수학이란 무엇인가?’라는 질문을 받은 A는 서슴없이 “민주 시민 양성을 위한 교양 과목”이라고 답했다. 수학을 통해 편견 없이 객관적으로 생각하는 법, 합리적으로 판단하는 법, 그리고 논리적으로 설득하는 법을 배울 수 있고 이것은 민주 시민을 위한 역량과 연결 되기 때문이다.

A는 수학 교과가 가지는 특징을 “사고의 체계화”로 본다. ‘문제 상황에서 어떻게 해결할 것인가’ 또는 ‘어떤 목표에 도달하기 위해서는 어떻게 해야할 것인가’와 같은 질문에 단계를 놓으며 답을 찾아가는 것을 수학을 통해서 익힐 수 있다는 의미이다. A는 수학의 유용함에도 불구하고 사람들이 자신이 삶에서 수학을 사용하고 있다는 것을 인식하지 못하는 이유를 수학이 실생활과 매우 밀접하기 때문이라고 했다. 사람들은 방정식과 기하와 같은 수학 지식을 실상 늘 사용하고 있기 때문에 수학으로 인식하지 못한다는 것이다.

A는 수학교육에서 수학사의 학습이 매우 중요하다고 하였다. 수학사는 수학이 현재의 모습을 갖추기까지 시행착오를 보여주기 때문에 중요하며 동시에 학습자에게 동기부여할 수 있기 때문에 중요하다고 했다. 맥락이 제거된 오류가 없는 수학은 대다수의 학습자들에게 도전 의욕을 주지 못한다. 오류가 발견되고 검증하는 과정을 거쳐 수학의 개념이 완성되기까지의 과정을 A는 “수학의 인간적인 면”이라고 불렀다. “수학의 인간적인 면을 본 사람은 내가 하나를 둘 하나를 엮어서 ... 뉴턴의 말대로 거인의 어깨 위에서 서 세상을 바라보고 뭐 아니면 해변가에 조약돌 하나를 내가 더 놓든지 하나의 역할을 할 수 있다는 생각 할 수가 있죠.”

다시 이야기하기

학교 수학에 대한 연구 참여자들의 경험

연구 참여자들은 학교 수학을 단순히 문제 푸는 기술로만 인식하는 경향이 있었다. 연구 참여자들의 학교 수학에 대한 경험은 중등 학교 수학에서의 어려움, 대학 수학에서의 어려움, 수학의 유용성에 대한 인식 경험이라는 세 개의 범주로 나눌 수 있다.

중등 학교 수학에서의 어려움

J, N, Y는 학교 수학을 기술로만 받아들였고 수학에 대한 흥미나 필요성을 느끼지 못했다. 그리고 대학도 수학을 전혀 사용하지 않는 전공으로 진학하였다. J는 개념을 여러 번 공부해도 수학 문제를 풀 수가 없었다. 수학이 제일 성적이 안나오는 과목이었다.

J: 그냥 그 당시에 제가 생각 했을 때야. 내가 원리를 이해를 못해서 이 다음 단계로 나아가지 못한다는 생각을 하기도 했고... 아. 어. 제가 중고등학교 때 다른 과목에 비해서 수학이 제일 좀 성적이 안나오는 과목이었던 거 같아요.

N도 마찬가지였다. 과학 성적이 좋았고 미술을 전공할 예정이었던 N에게 고등학교 때까지의 수학은 단지 외워야 하는 공식이었다. Y도 동일한 경험을 얘기했다.

N: 무작정 인제 그냥 외우는 걸 못해요. (웃음) 그래서 인제 수학 같은 거는 좀 공식도 외워야 되고 그런 무조건 외워야 되는 과목들은 좀 잘 안 되더라고요. 사회나 과학이나 그런 것들 ... 뭔가 스토리가 어쨌든 있잖아요. 그런 게 없는 과목들은 좀 힘들더라고요.

Y: 중학교 2학년 이후부터는 무작정 외워야 그도 수학 자체의 논리만 외워야 되는, 그 공식을 외운 다음에 숫자하고 그 상황을 숫자화 시켜서 공식에 때려 넣어가지고 답을 인제 꺼내는 일종의 논리 자판기 (웃음) 라고 할까요?

미술을 전공한 N은 더 이상 수학 공부를 할 필요가 없었다. 인문계 고등학교에서 수학 성적이 상위권이었던 Y에게도 수학은 성적 유지를 위해서 계속 암기해야 하는 과목일 뿐이었다.

N: 3학년 때는 아예 수학 수업 동안에 수학 공부를 안 했어요.

Y: 수학 다 어려웠어요. 다 어려웠어요.

인터뷰어: 다 어려웠어요? 그런데도 성적이 좋았어요?

Y: 열심히 공부를 했죠. 죽어라고 점수를 따기 위하여.

대학 수학에서의 어려움

G, L, A는 중등 학교에서는 수학 학습에 어려움을 전혀 느끼지 않았다. 수학 문제를 잘 풀었고 원하는 대학에 진학할 정도까지 성취를 보였지만, 대학에서는 수학 지식이 어디에 어떻게 사용되는지에 대한 유용성을 느낄 수 없었으며 수학 학습에 어려움을 겪었다. G와 L에게는 대학교 수학은 암기해야 하는 상징적 언어였다.

- L: '아. 이게 벽이 되게 높은 과목이구나.'라는 걸 느꼈었죠 일단 생각보다 추상적이었고 ... 내 말로 서술이 안 되니까. .. 그래도 어영부영 따라가긴 했는데 근데 정말 헉헉거리면서 수업을 들은 수준이지.
- G: 공업수학은 배울 때 마다 '아이씨. 모르겠어. 외워야지.' 아니 외운 거 외엔 다 기억하지 못하는 거 같아요. 전부 다 그랬거든요. 배우는 양도 많고 외워야 된다고요. 다.
- A: 대학교 가서는 흥미를 전혀 못 느꼈어요. 수학 자체가 다 외워서 하는 거였고 호기심을 느낄 만한 그런 게 아니어서.

G에게 대학교 수학은 외운다고 해도 적용이 불가능한 기호였고, L에게는 자신의 말로 설명할 수 없는 추상적 기호의 연속이었다. A에게도 대학교 수학은 암기해야 할 대상이었다. G, L, A에게 대학 수학은 어떤 의미인지 알 수 없는 암기 과목이었다.

수학의 유용성에 대한 인식

B, K와 M은 학교 수학을 문제 푸는 기술이라고 인식하면서도 동시에 수학의 유용성을 인식하고 있었다. B와 K가 경험했던 학교 수학은 언제나 문제 풀이었다.

- B: 고등학교였을 거예요. ... 결정적으로 학교에서 이렇게 배웠던 수학은 재미가 없었어요. 그니깐 단순히 문제 풀이만 쪽 쪽 쪽 나갔기 때문에 그냥 기계가 된 기분이었지 글썄요, 수학을 즐기는 느낌은 없었어요.
- K: 당연히 학교 다닐 때 그냥 문제 열심히 풀었던 아이였어요. ... 이제 시험문제를 잘 풀면은 수학을 많이 알고 잘 하는 건 줄 알았던 시절이었던 거죠.

학교 수학이 단순한 문제 풀이였음에도 불구하고 B와 K는 수학의 다른 가치를 되새기는 방식으로 수학의 유용함을 내면화하고 있었다. 초등학교 때 수학을 싫어했음에도 수학자의 일화에서 수학의 매력을 느꼈던 B는 수학 문제를 혼자 힘으로 단계 별로 풀어내는 방식을 선호했고 그러한 학습 스타일로 자신을 동기부여했다. K는 수학의 보편적인 성질에 대해 고찰하며 자신을 동기부여했다.

- B: 공식 넣어서 답 내고 단순하게 하지 말고... 진 하나하나 다 했거든요... 근데 그걸 안하면 자존심이 막 상했어요. 저는. (웃음) 사람이 기계처럼 하면은 수학이 아니다 이런 생각이 들어서 다시 되짚어 하고 그랬었어요.
- K: 학창시절에는 논리적 사고력을 키우기 위해서라고 그렇게 ... 그냥 체계가 다 뭐 하나 [그냥] 넘어 가는 것도 특정한 이유가 있어야지 참이라고 이제 인정하는 그런 과정들을 보면서...
- 인터뷰어: 이런 생각을 언제 하셨어요?
- K: 고등학교 쯤에 했던 거 같아요.

고등학교 때 수학 성적이 극적으로 향상됐던 M에게도 중등 수학은 문제 풀이 과정이었지만, 대학 진학 후 실험실에서의 다양한 경험을 통해 고등학교 때까지 학습했던 수학 지식이 자신의 생활에서 어떤 의미인지 알게 되었다. 현재도 정규 교육과정에 있는 E는 M과 비슷한 경험을 하고 있다. 기계공학 대학원에 재학 중인 E는 현상을 설명하기 위해 수학을 도구로 사용하면서 수학의 유용함을 느끼고 있었다.

- M: 대학교에 가서 말씀 드렸던 그런 전공하고 관련된 수학 대로 보다 보니까 예를 들어 ... 그냥 자연스럽게 프로그램에서 '아. 이거는 이 메뉴를 눌러서 이렇게 해서 데이터를 읽어야지'라고 하고 있었는데 그 행위를 하다 보니까 '아. 이게 지금 내가 미분하고 있는 거군' ... 그래서 '아. 이게 결국 거기서 왔구나.' 그런 예들은 굉장히 많습니다.
- E: 이제 예를 들어서 어떤 과학적인 현상이 있는데 이거를 남들에게 설명하기 쉽게끔 결국 이런 거를 논문화를 하려면 이거를 이제 수학적으로 풀어내는 과정이 필요하거든요.

요약하자면, 연구 참여자들은 학교 수학은 단순한 문제 풀이로 받아들이는 경향이 있었다. 중등 수학에서 단순한 문제 풀이에 흥미를 잃거나 개념을 이해하지 못해 어려움을 겪은 경우가 있었고, 중등 수학에서는 성공적이었던 할지라도 대학 수준에서는 동일한 어려움을 겪는 경우도 있었다. 수학을 단순한 기술로만 인식하는 경우, 수학에 대한 긍정적인 자아개념이 수학적 성취를 일정 부분 보완해 줄 수 있다 하더라도 수학적 지식의 유용성을 알지 못했을 때는 수학에 대한 좌절이 나타날 수밖에 없었다.

현재, 정규 학교 교육 이후 성인으로서의 수학에 대한 인식

연구 참여자들은 수학을 자신의 생활과 밀접한 관계가 있고, 사고를 체계화하는데 유용하며 세상을 이해할 수 있도록 돕는 유용한 도구라고 인식하고 있었다. 그리고 수학적 지식의 맥락을 이해하고 싶은 욕구가 강했다.

일상에 내재화된 수학

N과 Y에게 수학은 일상에서 늘 쓰이는 단순한 계산이었다. ‘도자기를 만들 때 면적과 부피를 계산하고 계량하는 것’, ‘방 탈출 게임’, ‘종이 수량 계산’은 N의 삶에 일상화되어 있는 기초 연산이었다. Y도 일상 생활에는 수학적 요소가 가득하다고 인식하고 있었다.

N: 공방에서 그런 도자기를 만들 때 계량을 해야 돼요. 석고랑 물이랑 섞어 가지고 이 정도 어쨌든 그 양을 만들어야 되는 거잖아요? 뭐 곱하고 더 하고 해 가지고 이제 이 정도 부피가 필요하다. 왜냐면 다 재료도 돈이니깐 딱 그만큼 쓸 수 있게끔 버리는 게 없게

Y: 제 농약을 칠 때 ‘이천백으로 희석을 하세요 또는 이백배로 희석을 하세요.’ ... 실제로 그 화초를 기른다거나 농사를 짓는다고 할 때는 그 수학이 필요 없을 거 같아 보이지만 그런데서도 수학이 상당히 쓰이고 있어요. 사실은 하다못해 농약을 치거나 비료를 줄 때도

Y는 농약 희석 비율을 제대로 지키지 않아 기준치 이상이 검출되면 한달 동안 도매 시장 출하가 금지되는 경우와 농사를 망칠 경우 보험사의 손해 사정 평가 과정을 어느 정도 이해해야 하는 사례를 들며 삶 속에 내재화 되어 있는 수학을 설명하였다.

사고 방식으로서의 수학

수학적 사고의 가치에 대한 인식은 연구 참여자 대부분의 인식에서 나타났다. L은 수학의 문제 해결 방식과 일상의 문제 해결 방식이 유사하다고 보고 있었다. 이 방식이 많은 사람에게 유용할 수 있음에도 숫자 자체에 거부감을 갖는 사람들이 있는 점을 안타까워하기도 했다.

L: 문제를 해결할 때 수학이란 과목에서 사용하는 방법, 문제 해결 방법도 좀 알면 일상 생활하는데 좀 도움이 될 거 같은데 숫자나 수치 같은 게 익숙치 않아서 아예 거부 하는 사람들이 있잖아요? 근데 사실 실제로 생활할 때 그런 게 되게 필요하니까

B와 M은 수학을 통하여 인과 관계를 파악하는 훈련을 하고 있었다. B는 이러한 사고 방식을 무술 수련에도 적용하고 있었다.

B: 어떤 문제를 풀이하는 데 있어서 수학은 공통점이 있어요. 뭐냐면 그 원인과 결과. 저걸 풀려면 이걸 해야 된다. 이렇게 사고를 순서대로 밟아 나가는... 물론 사고의 전환도 필요할 수 있겠지만 사고의 어떤 순서를 기승전결 이렇게 밟아 나가는 이 자체가 제일 크다고 보구요.

B: 네. 굉장히 많죠. 왜냐면 일단 어떤 동작에서 뭔가 이루어지지 않으면 동작이 잘못되지 않았나. 이걸 봐야 되는데 이 동작이 역학적으로 어떤 합리성을 갖고 있고 그런 거를 헤아릴 때 수학적 사고가 되게 많이 도움 됐어요.

B는 자신이 생각하는 수학적 사고는 원인과 결과를 헤아리는 사고 방식이기 때문에 무술 수련에까지 적용된다는 의미이다. M 또한 B와 동일하게 인식하고 있었다.

M: 근데 한 번의 실험을 하고 그리고 그 실험에 벌어졌던 현상과 결과를 꼼꼼히 봅니다. 그 인과 관계를 찾아요. 계속 보다 보니까 ‘아. 이 현상을 어떻게 논리적으로.. theory까지는 아니지만 early theory까지는 미리 추론할 수 있구나’ 라는 그런 연습을 하는 거죠.

M에게 현상을 논리적으로 설명한다는 것은 인과 관계를 규명하는 것이며 M은 그것을 수학적 사고라고 불렀다. K는 수학에서의 증명의 기능에 주목했다. 이 증명이라는 사고 방식을 통하여 자기 자신을 설득시킬 수 있고, 다른 사람을 설득할 수 있다는 것이다.

K: 요즘에는 아이들과 처음 만났을 때 수업할 때 항상 그 작업을 먼저 해요. 수학을 왜 배우는지에 관한 얘기... 그냥 짧게 목차만 말씀드리면... 두 번째는 '설득을 잘 할 수 있다.'

인터뷰어: 으음. 누군가를 설득하는 거요?

K: 예. 그것은 자기 설득도 포함되는 애입니다.

수학은 현상을 파악하기 위한 도구

수학이 세상과 현상을 파악하기에 유용한 도구라는 인식 또한 연구 참여자 대부분의 인식에서 나타났다. 수학이 세상을 이해하기 유용한 도구라고 하더라도 수학의 상징적이고 추상적인 기호를 부담스러워하는 집단과 이를 적극적으로 수용하는 집단은 확실히 나뉘었다.

학교 수학에서 자신이 언제나 기초 단계에 머물렀다고 생각하는 J는 수학을 알면 사고를 명확하게 해서 세상을 좀 더 잘 이해할 수 있을 것 같아 수학 공부를 하고 싶기도 하지만 수학 기호들이 두렵기도 하다. 그래서 J는 가볍게 기본 교양으로 접근하고 싶지만 아직 그런 수학은 접하지 못했다.

J: 그냥 취미로 뭔가 한다고 했을 때 그렇게 좀 접근할 수 있도록 하는 길들이 있으면 좋을 것 같아요. 사람들이 관심을 갖는 뭔가 세상을 이해하는 어떤 또 하나의 그런 도구로서 사람들이 그냥 취미로도 그냥 그런 강연들을 찾아 듣는 것처럼 약간 수학과 기본교양이라는 느낌이 있으면 좀 좋을 거 같은데.

G에게도 수학은 세상을 이해하도록 하는 효율적인 도구이지만, 상징적인 기호를 이해하고 싶은 생각은 없다. 수학책 읽는 것을 좋아하는 G는 최소한의 수학적 기호와 우리의 일상 언어로 세상을 이해할 수 있도록 도와주는 전문적인 수학자들의 가이드를 원했다.

G: '상대성 이론'을 고등학생한테 가르치기 위한 책을 냈다. 의미가 있나? 계산 기법으로 유도하는 방법 밖에 안 써 있습니다. 왜 이게 나왔는지도 모르고 아무것도 없어요. 그거 왜 봅니까? ... 수학적 잘남을 보여 주는 게 아니라... 말 그대로 자연을 이해하는 방법 중에 하나인 수학을 위한 걸 조금 설명해주니까 대강이라도 이해가 가고 잘 알아 듣진 못 해도 '아. 세상에 이런 것도 하나 더 있네. 신기하다.'...

반면 E와 M은 수학 기호의 상징성을 자신의 직업적 맥락에서 적극적으로 수용하면서 수학을 여러 현상을 효율적으로 전달할 수 있는 언어로 인식했다. E의 전공 분야에서 어떤 현상을 명확하게 정리한다는 것은 현상과 관련이 있는 요소들을 찾아서 어떤 식(식)으로 표현하고 설명할 수 있다는 의미이기 때문이다. M에게도 수학은 중요한 언어다. 많은 양의 데이터에서 패턴을 파악하기 위해서는 숫자와 수식은 꼭 필요하다.

E: 자기가 발견한 어떤 현상에, 예를 들면 '이거는 뭐 이렇게 땡기는 거에 강하지만 이렇게 찢는 거에 약하다'로 쓰는 것과 '강도는 1,000이고 찢어짐은 10이며, 땡기는데 강한 이유는 이런 식(식)에 의해서 강함을 보이기 때문이다'라는 설명은 그 위상이 완전 달라지거든요.

M: 저희가 다루는 데이터는 어느 실험에 어떤 데이터가 나왔고 어느 지점에 어떤 데이터가 나왔고 그 숫자만 있어요. 이 숫자 간에 서로 인과 관계가 어떻게 움직이는지 ... [다뤄야하는] 그 데이터가 많으면 그 뎀 수학적으로 보지 않으면 데이터를 다 볼 수가 없어요.

수학은 맥락적 지식

연구 참여자들의 성인기 이후 수학에 대한 인식은 수학적 지식의 맥락성과 같이 나타난다. N, Y가 인식하는 수학적 요소들은 그 배경이 자신의 일상이며, E와 M은 자신의 직업적 맥락에서 수학을 늘 사용하고 있었다. J와 G는 수학에서 상징 언어는 최대한 배제하더라도 수학자들이 수학 개념으로 설명하는 세계를 이해하고 싶어했다.

수학적 지식의 맥락성에 대한 중시는 수학사 학습에의 필요성으로 확장되기도 한다. L, A, K는 수학사를 통해 수학의 현재 모습을 이해하고 싶어했다.

L: ‘수학사’ 이걸 한 번 좀 같이 공부하고. 공부를 해보고 싶긴 해요... 수학이 그니까 어떻게 지금의 모습이 됐는지를 알면 그 사람을 이해 할 수 있는 것처럼 이 수학도 그럼 이해할 수 있지 않을까. 애가 지금 이 모습이 되기까지 어떤 과정을 거쳤는지를 알면.

L이 학습자의 입장이었다면 A와 K는 교수자의 입장에서 수학사의 중요성을 강조했다. 수학의 개념이 완성되기까지는 여러 오류가 있고 이를 검증하는 과정이 있었는데, 이를 A는 수학의 인간적인 면이라 칭했다. 수학은 사람이 하는 것이고 그 과정에는 시행착오라는 이야기가 있는데, 그것을 아는 것이 수학적 지식을 이해하는 데 밑거름이 된다는 것이다.

A: 수학의 인간적인 면을 본 사람은 내가 하나를 둘 하나를 엮어서 거인의 어깨 위에서 서서 뉴턴의 말대로 거인의 어깨 위에서 세상을 바라보고 뭐 아니면 해변가에 조약돌 하나를 내가 더 놓든지 하나의 역할을 할 수 있다는 생각 할 수가 있죠.

K: [교과서] 네모 박스에 되게 중요하게 들어가 있는 것들이 이제 정립되기 위해서 진짜 많은 세월이 필요했고 많은 수학자들의 어떤 노고 다듬 논란들이 있었었는데 그것들이 다 사라지고 최종 결론만 딱 남겨 놓았거든요. 이게 진짜 안 좋은 거 같아요.

요약하자면, 연구 참여자들은 정규 교육과정 이후 성인으로서 수학을, 일상에 내재화되어 있는 기초 연산 및 기본 교양으로 문제 해결에 유용하며 논리적인 사고 방식 그 자체이며 현상을 파악하고 표현하기에 유용한 도구로 인식하고 있었다. 이러한 인식에서 수학적 지식의 의미를 자신의 삶에서 발견하고자 하는 맥락성에 대한 강조도 같이 나타난다.

결론 및 논의

본 연구 참여자들은 학교 수학을 경험할 당시에는 수학적 지식이 유용하다거나 자신의 삶과 어떻게 연결되는지에 대해 깨닫지 못하는 경향이 있었다. 연구 참여자들은 학교 수학을 게이트키퍼로 인식하거나 단순한 기술 훈련으로 여기는 경향이 있었고, 학교 수학을 통해 사고 훈련을 할 수 있었다고 인식하고 있는 사례도 있었으나, 본 연구 참여자들은 대체로 수학의 가치를 성인기 이후 정규 교육 후에 깨닫게 되었다. 즉, 연구 참여자들은 성인기 된 지금 수학을 ‘일상에 내재화된 표현 및 연산’, ‘기본 교양’, ‘자연과 현상을 기술하는 언어’, ‘논리적인 사고 과정 그 자체 또는 그 과정을 명확히 하는 도구’, ‘문제를 해결하는 단계별 사고’, ‘현상을 파악하기 위한 도구’로 인식하고 있는데 이 인식은 과거 학교 수학 경험과 연결되어 있었다. 수학이 기본 교양이라는 인식은 과거 학교 수학에서의 결핍에서 비롯되어 현재 그 결핍이 채워지기를 바라고 있었으며, ‘자연과 현상을 기술하는 언어’와 ‘현상을 파악하기 위한 도구’와 같은 인식은 학교 수학에서 훈련된 수학 지식을 성인기 이후에 활용하면서 수학의 가치를 깨닫게 되는 경우로 나타나기도 했다.

연구 참여자들이 학교에서 경험했던 수학의 가치를 정규 교육 이후 인식하게 되는 이유는 연구 참여자들이 수학 지식의 맥락을 중시하는 경향성에서 찾을 수 있다. 학교 수학에서는 그 수학 지식이 어떻게 사용되는지 이해하지 못했던 연구 참여자들은 성인기 이후에 자신의 삶에서 필요한 수학을 사용하면서 수학이 어떤 역할을 하는지 알게 되었고, 수학 지식의 유용성을 알게 되었다. 수학 교육 전공자들이 수학을 탐구하고자 하는 것도 수학 지식의 발생과 그 배경을 사회적, 역사적 맥락 속에서 이해함으로써 현재의 수학을 더욱 깊이 이해하고 효과적으로 지도할 수 있다는 믿음에서 비롯된 것으로 해석할 수 있다. 결론적으로, 설사 학교 교육에서는 수학적 가치와 역할에 대해 제대로 인식하지 못하였다 하더라도 성인기에는 자기 계발이나 직업적 필요 등에 의해 수학의 가치와 효용성을 발견하게 되어 수학 학습에 대한 요구가 크다는 것을 알 수 있다.

연구 참여자들은 수학이 자신의 삶에서 어떤 역할을 하고 있는지 비교적 명확하게 인식하고 있었으며 그들의 인식에는 수학적 능력의 향상을 통해 자기 삶의 질을 향상 시키거나 또는 자신이 종사하고 있는 분야에서의 직무 능력을 향상 시키고자하는 방향성이 있었다. Park과 Han (2021)이 제시한 고등학생들이 수학 학습에 흥미를 느끼게 하는 여러 요인 중, 학생들은 실생활과 관련 지어 수학을 학습할 때 그리고 자신의 진로에 수학 학습이 필요하다는 것을 깨달을 때 수학 학습에 흥미를 느낀다는 ‘실생활’과 ‘진로’라는 흥미 요인도 같은 맥락에서 해석할 수 있을 것이다. 선행연구에서도 기술 발전과 사회 변화에 따라 수학과 관련된 업무나 수학적 지식과 기술을 필요로 하는 상황이 점점 더 많아지고 있으므로 수학적 역량은 업무 역량과도 밀접하며(Hoyles et al., 2002), 수학을 사용

하는 것이 수학적 역량과 업무 능력에 영향을 미친다는 결과를 밝혔는데(Duchhardt et al., 2017) 이 같은 맥락에서 본 연구의 참여자들 역시 수학에 대한 필요성을 강하게 느끼고 있는 것으로 보인다.

그래서 성인들은 삶에서 수학의 역할을 생애 능력에서 규정하고 있는 기초 연산 능력이나 수리문해에서 파악하는 생활에 필요한 연산 능력 수준으로 인식하는 것이 아니라 ‘기본 교양이자 체계적으로 사고하는 방식이며 문제를 단계별로 해결하는 데 도움을 주고 여러 현상을 효율적으로 기술할 수 있는 언어’로 인식하고 있었다. 이 정의는 PISA에서 정의하는 수학 소양이나 PIAAC에서 정의하는 수리력과 많은 부분 일치하고 있어, 성인들에게 필요한 수학을 재개념화할 필요성을 시사한다. 현재는 성인과 관련된 수학 능력은 3Rs 수준의 연산 능력(Kim et al., 2003; Yu et al., 2002)이나 생활에 필요한 연산과 같은 기초 수학을 수행할 수 있는 수리문해 능력(Ministry of Education & National Institute for Lifelong Education, 2019)으로 개념화되어 있는데, 이를 ‘현재 개인이 경험하는 다양한 상황 속에서 사용되는 수학적 표현을 이해하고 수학적으로 사고하여 문제를 해결할 수 있는 수학 소양(OECD, 2019a)’과 같이 확장해 개념화할 필요가 있다.

그리고 이러한 수학 소양은 성인기에 일시적으로 발전될 수 있는 것이 아니기 때문에 학교 교육에서부터 수학 소양을 체계적으로 함양할 수 있도록 지원해야 하며, 본 연구에서 보듯이 성인들의 수학에 대한 인식은 학교 수학에서의 경험과 연결되어 있으므로 학교 수학과 성인 수학을 이분법적으로 분리할 것이 아니라 하나의 연속체로서 평생교육적 관점에서 이해할 필요가 있다. Lee와 Yi (2021)의 연구 결과에 따르면 예비 교사들은 전통적인 수학 교실이 지닌 제약을 비교적 명확하게 인식하고, 수학 교수학습 상황에서 현실 맥락을 예민하게 고려하고 있었다. 수학교육에서의 이와 같은 변화는 자기 삶의 맥락에서 수학 지식의 사용을 중시하는 성인들에게 긍정적인 변화이며, 이러한 변화를 확대하여 수학 학습을 필요로 하는 성인들에게 학교 수학의 연장선상에서 의미 있는 수학 경험을 갖도록 하기 위한 방법적인 측면의 연구를 확대해 나갈 필요가 있다. FitzSimons (2019)는 초기 교육 단계에서부터 수학에서의 구조적 지식을 발전시키는 것이 매우 중요하다는 Bernstein (2000)의 주장을 기반으로 학교 교육에서 얻은 지식을 상황에 적합한 방식으로 재맥락화하기 위해서는 다양한 방식과 방법으로 이해하고 소통하는 것이 필요하다고 주장하였다.

본 연구의 결과를 성인 전체로 일반화하기는 어렵지만, 다양한 사회적 배경을 가진 연구 참여자들이 공통적으로 수학의 필요성, 중요성, 효용성을 인식하고 정규 학교 교육 이후에도 수학에 대한 높은 학습 의욕을 갖고 있다는 점에 주목하여 성인의 수학교육을 수리문해 교육에 국한하지 않고 개인의 전 생애 수학교육을 연결선상에서 바라보는 평생교육적 관점에서 성인의 수학교육에 더 세밀하고 다양하게 지원하고 개발해야 할 것이다.

References

- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. Freeman.
- Bernstein, B. (2000). *Pedagogy, symbolic control and identity: Theory, research, critique*. Rowman & Littlefield.
- CERI (1973). *Recurrent education: A strategy for lifelong learning*, OECD.
- Cha, H. & Kim, Y. (2018). A study on the development and the effect of parents' education program on teaching math for children. *Journal of Parent Education*, 10(2), 137-158.
- Cho, D., Kim, H. & Kim, H. (2008). *Core competencies toward the learning society in the future* (Report No. 2008-7-3). Sukmyung Womens University.
- Cho, E., & Kim, R. (2018). Toward mathematics education for adults in South Korea. In K. Safford-Ramus, J. Maaß, & E. Süß-Stepancik (Eds.), *Contemporary Research in Adult and Lifelong Learning of Mathematics* (pp. 109-124). Springer.
- Cho, E. & Kim, R. (2021). Mathematics education as lifelong education. *Journal of Research in Curriculum & Instruction*, 25(4), 302-314. <http://doi.org/10.24231/rici.2021.25.4.302>
- Choe, S., Ku, J., Kim, J., Park, S., Oh, E., Kim, J., & Baek, H. (2013). *Strategies for Improving the Affective Characteristics of Korean Students Based on the Results of PISA and TIMSS*. (Report No. RRE 2013-18). Korea Institute of Curriculum & Evaluation
- Coben, D. (2002). Use value and exchange value in discursive domains of adult numeracy teaching. *Literacy and Numeracy Studies*, 11(2), 25.
- Connelly, F. M., & Clandinin, D. J. (2006). Narrative inquiry. In J. Green, G. Camilli, & P. Elnore (Eds.), *Handbook of complementary methods in education research*. (pp. 477-487). Lawrence Erlbaum.

- Connolly, E. (2009). Fun maths for parents. In K. Safford-Ramus (Ed.), *A declaration of numeracy: empowering adults through mathematics education* (pp. 32–42). DEStech Publications.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2016). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage.
- Duchhardt, C., Jordan, A., & Ehmke, T. (2017). Adults' use of mathematics and its influence on mathematical competence. *International Journal of Science and Mathematics Education, 15*, 155-174. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9670-1>
- Elo, S., & Kyngas, H. (2008). The qualitative content analysis process. *Journal of Advanced Nursing, 62*(1), 107-115.
- Encarta (2008). *Lifelong learning*. http://encarta.msn.com/dictionary/561547417/lifelong_learning.html.
- Ernest, P. (2011). *The psychology of learning mathematics: The cognitive, affective and contextual domains of mathematics education*. LAP LAMBERT.
- FitzSimons, G. E. (2019). Adults learning mathematics: transcending boundaries and barriers in an uncertain world. *Adults Learning Mathematics: An International Journal, 14*(1), 41-52.
- Frey, L. A. (1972). An introduction to lifelong education. *Journal of Education for Social Work, 8*(2), 71-72.
- Gal, I. (2000). *Adult numeracy development: Theory, research, practice. Series on literacy: Research, policy, and practice*. Hampton.
- Gill, O., & O'Donoghue, J. (2008). Mathematics support for adult learners. In T. Maguire, N. Colleran, O. Gill & J. O'Donoghue (Eds.), *The changing face of adult mathematics education: Learning from the past, planning for the future: Proceedings of ALM-13* (pp. 44–54). University of Limerick.
- Hutchins, R. M. (1968). *Learning society*. Praeger.
- Harris, D., Black, L., Hernandez-Martinez, P., Pepin, B., Williams, J., & TransMaths Team. (2015). Mathematics and its value for engineering students: What are the implications for teaching? *International Education in Science and Technology, 46*(3), 321-336. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2014.979893>
- Hoyles, C., Wolf, A., Molyneux-Hodgson, S., & Kent, P. (2002). *Mathematical skills in the workplace: Final report to the Science, Technology and Mathematics Council*. Institute of Education, University of London.
- Han, J. (2017). A study of parent education program focused on early childhood mathematics education. *Early Childhood Education Research & Review, 21*(2), 465-484.
- Hong, Y (2007). How will be life competences developed and utilized? (Report No. RM 2007-86) Korean Educational Development Institute
- Kim, A., Kim, N., Kim, T., Lee, S., & Jung, H. (2003). *Research on the national standard of life competencies and quality management for learning system(II)*. (Report No. RR 2003-15). Korean Educational Development Institute.
- Kim, S. (2019). A study on the design of mathematics education program for foreign students majoring in natural science and engineering at university in Korea. *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology, 9*(5), 147-157. <http://doi.org/10.35873/ajmahs.2019.9.5.015>
- Kim, S., Kim, B., & Lee, J. (2014). *Mathematics education and affective domain*. Kyeongmun.
- Kirsch, I. S. (2005). Theoretical frameworks for specific domains included in ALL. In T. S. Murray, Y. Clermont, & M. Binkley (Eds.), *Measuring adult literacy and life skills: New frameworks for assessment* (pp. 87-191). Statistics Canada.
- Ko, H. (2007). The possibilities and prospects of mathematics education as older adult's education. *Journal of the Korean School Mathematics, 10*(2), 173-185.
- Kuhl, J., & Kraska, K. (1989). Self-regulation and metamotivation: Computational mechanism, development, and assessment. In R. Kanfer, P. L. Ackerman, & R. Cudeck (Eds.), *Abilities, motivation and methodology* (pp. 343-374). Lawrence Erlbaum Associates.
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics, 33*, 159-174.
- Lee, J., & Chae, J. (2015). Potentials and limits of the new adult literacy education. *Journal of Lifelong Learning Society, 11*(3), 59-84.
- Lee, J., & Yi, G. (2021). Pre-service teachers' conceptions about considering the realistic contexts in the word problems. *The Mathematical Education, 60*(4), 509-527. <http://doi.org/10.7468/mathedu.2021.60.4.509>
- Lee, H., & Ko, H. (2018). A study for numeracy program development of the elderly generation. *Communications of Mathematical Education, 32*(4), 519-536. <http://doi.org/10.7468/jksmee.2018.32.4.519>
- Lee, K., Rim, H., Park, I., Seo, M., Kim, B. (2016). *A Study on development of the survey items for affective domain in mathematics of NAEA*. (Report No. ORM 2016-26-1). Korean Educational Development Institute.
- Lim, Y., Choi, D., & Park, M. (2008) *A study on the core competencies required by the job world in the future society*. (Report No. RRC 2008-7-2). Korea Research Institute for Vocational Education and Training.

- Ministry of Education & National Institute for Lifelong Education (2019). *2017 Adult literacy skills survey*. (Report No. TR2019-3). National Institute for Lifelong Education.
- Na, S., Jang, S., Jung, C. Seo, W., Kim, J., Lee, S. (2004). *Development of national competency standards(Year 2)*. Human Resources Development Service of Korea. Retrieved from https://ncs.go.kr/th06/bbs_lib_view.do?libDstinCd=15&libSeq=20160306130732629
- National Institute of Korean Language (n.d.). *Standard Korean dictionary*. <https://stdict.korean.go.kr/search/searchResult.do>
- OECD(2000). *Literacy in the information age: Final report of the International Adult Literacy Survey*. OECD.
- OECD (2019a). *PISA 2018 Assessment and analytical framework*. PISA, OECD. <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>.
- OECD (2019b). *The survey of adult skills: Reader's companion, (3rd ed.)*. OECD.
- Park, J. & Han, S. (2021). Exploring the factors of situational interest in learning mathematics. *The Mathematical Education, 60*(4), 555-580. <http://doi.org/10.7468/mathedu.2021.60.4.555>
- Park, J. & Pyo, Y. (2013). Improvement strategies of teaching methods for university basic mathematics education courses by ability grouping. *Communications of Mathematical Education, 27*(1), 19-37.
- Patton, M. (2015). *Qualitative research & evaluation methods :integrating theory and practice, (4th ed.)*. SAGE.
- Safford-Ramus, K., Kumar Misra, P., & Maguire, T. (2016). *The troika of adult learners, lifelong learning, and mathematics*. Springer.
- Secretary's Commission on Achieving Necessary Skills. (1991). *What work requires of schools: a SCANS report for America 2000*. U.S. Department of Labor.
- Sharples, M. (2000). The design of personal mobile technologies for lifelong learning. *Computers and Education, 34*, 177-193. [https://doi.org/10.1016/S0360-1315\(99\)00044-5](https://doi.org/10.1016/S0360-1315(99)00044-5)
- Snow, R. E., Corno, L., & Jakson, D. (1996). Individual difference in affective and conative functions. In D. C. Berliner, & R. C. Calfee (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pp. 243-310). Macmillan.
- Tobias, S. (1993). *Overcoming math anxiety*. Norton.
- UNESCO (1972). *Learning to be: The world of education today and tomorrow*. UNESCO.
- Yu, H., Kim, N., Kim, A., Kim, T., Lee, M., & Jang, S. (2002). *The research on the national standards of life skills and quality management for learning system(I)*. (Report No. RR 2002-19). Korean Educational Development Institute.
- Yu, H., Kim, T., Lee, S., & Song, S. (2004). *Research on the national standards of life competencies and quality management for learning system(III)*. (Report No. RR 2004-11). Korean Educational Development Institute.
- Wedge, T. (2010). People's mathematics in working life: Why is it invisible?. *ALM International Journal, 5*(1), 89-97.