韓國數學教育學會誌 시리즈 E <數學教育 論文集>
https://doi.org/10.7468/jksmee.2020.34.1.17
제 34집 제 1호, 2020. 2. 17-39

J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. E:
Communications of Mathematical Education
Vol. 34, No. 1, Feb. 2020. 17-39

# 잠재집단분석(LCA)에 의한 수학교사와 학생들의 신념유형 분석

강 성 권 (동국대학교사범대학부속고등학교 교사)
홍 진 곤 (건국대학교 교수)†

본 연구는 수학과 관련된 수학교사와 학생들의 신념을 잠재집단분석(Latent Class Analysis; LCA)을 이용하여 분석하였다. '수학의 본질', '수학의 교수', '수학적 능력'에 대한 고등학교 수학교사 60명의 설문과 '수학교과', '수학문제해결', '수학학습', '자아개념'에 대한 고등학생 1850명의 설문에 대해 유사한 응답을 한 교사와 학생을 각각 소집단으로 분류하고, 그 신념특성을 분석하며 신념프로파일을 작성하였다. 관찰결과, 수학교사들은 '수학의 본질'에 대해 3개, '수학의 교수'와 '수학적 능력'에 대해서는 각각 2개의 신념소집단으로 분류되었다. 또한, 학생들은 '자아개념'에 대해 3개, '수학교과', '수학문제해결', '수학학습'에 대해서는 각각 2개의 신념소집단으로 분류되었다. 이 연구에서 사용된 잠재집단분석은 수학적 신념을 귀납적으로 범주화하는 새로운 방법으로, 교사와 학생의 신념의 상관관계 및 인과관계를 통계적으로 분석하는데 기초가 될 수 있다.

## Ⅰ. 서론

교사와 학생의 신념은 교수학습을 이해하려는 연구자가 주목하는 주요한 연구주제 중 하나이다. 최근 신념과 관련된 연구들은 수학에 관련된 교사의 신념이나 학생의 신념을 분석하여 분류하거나 교사의 신념이 교수학습 실행에 미치는 영향 그리고 학생의 신념과 문제해결의 간의 관계에 주목하여 여러 시사를 밝혔다(김리나, 2015; 김부미, 2012; 김시년, 1999; 김윤민,이종희, 2014; 김윤민, 2014; 장인옥, 2004; 조정수, 2002). 더욱이 수학과 수학 교수학습에 관련된 교사의 신념과 교사의 교수활동에 관한 의사결정 탐구는 인간의 신념과 행동에 대한 의사결정에 관해 일반적인 이해를 주었다(Schoenfeld, 2013).

선행연구들의 신념측정 방법은 양적인 측정방법과 질적인 측정방법 두 가지인데, 설문조사를 통한 양적인 측정방법은 통계분석도구의 발달로 비교적 간단하게 신념을 연구할 수 있다. 즉, 설문조사를 통해 응답대상이 되는 집단이 어떤 신념을 갖고 있는지, 어떤 요인이 신념에 영향을 주는지에 관한 통계적 설명이 가능하다. 예를 들어 초등학교 교사의 수학 교수 신념체계에 영향을 주는 요인(학력, 경력, 자격 등)을 연구자가 추론하고, 요인에 따라 초등학교 교사를 두 집단으로 나누어 분산분석을 통해 그 요인이 신념체계에 영향을 주는지 여부를 알아내거나, 신념문항에 따른 상관분석을 통해 초등학교 현직교사의 수학적 신념들 간의 관련성을 파악하는 연구가 신념측정에 관련된 양적인 측정방법을 사용한 최근의 연구이다(김리나, 2015; 김윤민, 류현아, 2016). 위의 양적분석 연구들은 분석대상이 단일한 신념속성을 갖는 동질적(homogeneous) 집단임을 가정한다.

한편, 신념측정에 있어 분석대상이 하나의 동질적인 집단이 아니라 서로 다른 신념체계를 갖는 이질적인 (heterogeneous) 집단임을 가정하면, 분석대상이 동질적 집단임을 가정한 연구와 다른 시사를 얻을 수 있다. 예를 들어, 수학교사 집단이 서로 다른 신념을 갖는 소집단들로 분석되고 그 소집단의 신념을 관찰 할 수 있다면

* 접수일(2019년 11월 14일), 심사(수정)일(2020년 1월 6일), 게재확정일(2020년 1월 28일)
* ZDM분류 : C24
* MSC2000분류 : 97C20
* 주제어 : 수학적 신념, 잠재집단분석, 교사신념, 학생신념, 신념유형
† 교신저자 : dion@konkuk.ac.kr

수학교사의 신념에 대해 추론이 가능하다. 군집분석은 이를 가능하게 하는 통계적 도구로, 문항에 유사한 반응패턴이 관찰되는 응답자를 분류하여 '자연스러운' 소집단으로 묶는 것을 가능하게 한다. 만약, 수학교사들의 신념문항 반응패턴으로 소집단을 구성하고 그 신념특성을 관찰한다면 수학교사들의 신념을 귀납적으로 범주화 할 수 있으며, 이 범주는 통계적 타당성이 있다. 구체적으로, 수학교사들이 '수학의 본질'은 '탐구과정'이라는 신념을 가지고 있는지 알아보려 한다면, 선행연구들은 수학교사들의 '탐구과정'에 대한 신념이 동질적임을 가정하고 설문에 대해 통계적으로 유의미한 응답을 관찰한다. 그리고 유의미한 응답들이 수학교사들의 '수학의 본질'은 '탐구과정'이라는 신념을 어느 정도로 가지고 있는지 나타낸다. 즉, 동질적인 집단으로 가정한 연구는 수학교사들이 갖는 공통적인 신념체계에 대한 이해를 준다(김리나, 2015). 그런데, 군집분석으로 교사집단을 "수학의 본질은 탐구과정"이라고 보는가의 설문에 반응하는 강도에 따라 긍정하는 소집단과 중립적인 소집단, 부정적인 소집단 3개의 소집단으로 자연스럽게 구성하고, 소집단의 신념프로파일을 살펴본다면 동질적 가정의 양적 신념연구보다 수학교사들의 신념체계를 자세히 관찰할 수 있다. 이러한 관찰은 '수학의 본질'에 대한 수학교사들의 신념체계의 차이를 드러내며, 소집단간 신념체계의 차이는 기존 동질적 가정의 신념연구와 다른 이해와 시사를 준다.

본 연구는 수학교사와 학생들이 가지고 있는 수학에 관련된 신념의 분포가 각각 여러 이질적인 신념분포의 합임을 가정한다. 그리고 군집분석을 통해 수학교사와 학생들의 각각의 수학적 신념에 대해 신념소집단을 구성하고 각각 신념소집단의 대표적 특성과 신념프로파일을 알아낸다. 이를 바탕으로 학생과 수학교사의 수학적 신념을 귀납적으로 범주화한다. 본 논문은 다음과 같은 순서로 구성되어있다. 제2장은 수학적 신념과 군집분석에 대한 이론적 배경을 알아본다. 제3장은 분석에 사용되는 데이터를 설명하고 제4장은 연구결과를 제시할 것이며, 마지막으로 제5장은 본 연구의 시사점과 추후 연구 과제를 제시한다.

## Ⅱ. 이론적 배경

### 1. 수학 및 수학 교수학습에 대한 신념

신념에 대한 정의는 학자마다 다소 차이가 있다. 학자들은 신념의 정의에 태도, 가치, 성향(disposition) 그리고 다른 감정적 구조를 정의에 포함시키는 경향을 갖고 있다(Schoen & LaVenia, 2019). 신념을 자기의 생각을 굽히지 않으려는 태도 혹은 태도의 형식으로 정의(남억우 외, 1998)하기도 하고, 대상에 대해 개개인이 가지고 있는 감정적인 태도로, 개인적이고 주관적인 차원에서 다루어진다고 정의(Oh, 2002)하기도 한다. 수학에 관련된 신념은 어떤 사람의 수학적 세계관과 관련이 있으며 수학과 수학적 과제에 접근하는 방법으로 정의하기도 한다(Schoenfeld, 1985). 또한, Raymond(1997)는 수학과 관련된 교사의 신념으로 '수학의 본질에 대한 신념', '수학교수에 관한 신념', '수학학습에 대한 신념'으로 나누었다. 그러나 신념을 엄밀하게 정의 할수록 현상에 대한 설명의 어려움에 봉착할 수 있어, 이전부터 존재(pre-existing)하는 개념으로 정의하기도 한다(Smith, 2016).

수학 및 수학 교수학습과 관련된 신념에 대한 국내외 선행연구는 교사와 학생에 대한 수학적 신념 형성 연구, 교사의 수학적 신념과 교수 실제에 대한 연구, 교사의 신념변화 연구 등 크게 세 가지로 나누어 볼 수 있다(김윤민, 류현아, 2018). 그런데 수학과 관련된 신념은 수학교사와 학생이 분절적으로 존재하기 보다는 서로 영향을 주고받으며, 개인의 신념은 그 개인이 존재하는 사회와 밀접한 관련이 있다(Smith, 2016).

수학에 관련된 교사의 신념은 개인의 경험적 요인에 의해 형성된다. 교사의 신념 형성의 주된 경험적 요인은 교사가 학생으로 수학을 배운 경험이다(Ball & Wilson, 1990). 교사는 학생으로서 수학을 학습 할 때 다른 교사에게 수학을 다루는 어떤 형식을 배우게 된다. 이것은 마치 가족이 함께 살면서 자연스럽게 체득하는 생활양식과 유사한 것으로 전통적이며 담론적(discursive)이다(Gates, 2006). 또한, 교사가 학생으로서 수학을 교수 학습한

경험은 예비교사로서 일종의 견습관찰(apprenticeship of observation)이다. 상황학습 이론에 따르면, 예비교사로서 견습관찰은 교사가 되기 위한 합법적 주변참여라고 볼 수 있으며 교사의 학생으로서 교수학습의 경험은 교사가 되기 위한 과정의 일부라 할 수 있다(Lave & Wenger, 1991). 교사가 학생으로서 수학을 배운 시간은 수학교사로서의 일종의 예비과정이며, 이러한 과정을 통해 교사는 수학과 관련한 신념을 내면화 한다(Zeichner, Tabachnick, & Densmore, 1987).

한편, 교수학습에서 교사와 학생의 수학적 상호작용은 교사가 갖고 있는 신념의 의미에 대한 부단한 재협상의 과정이며 이러한 과정을 통해 신념은 변화 한다(Gates, 2006). 교사가 수학수업을 할 때 학생의 반응에 대한 교사의 수업성찰은 어떤 종류의 신념의 강화 혹은 변화를 가져온다. 또한, 교사의 신념은 동료교사, 연수 등 타자와 상호작용을 통해 변화할 수 있다. 그래서 교사의 신념은 개인의 경험과 사회화의 총체로서 형성된다고 할 수 있다. 그러므로 교사의 신념을 이해할 때 교사가 직면한 경험적, 담론적, 그리고 상황적 속성을 갖는 실제(practice)를 염두에 둔다면 교사의 신념에 관한 이해의 폭은 넓어질 것이다.

교실에서 교사와 학생의 교수학습은 교사의 수학 신념이 드러나는 주요한 상황이다. 교사는 교수학습을 통해 자신의 수학적 신념을 자신의 학생에게 반영하고 교사가 갖고 있는 모종의 수학적 신념은 학생을 통하여 유지되고 재생산 된다(Cooney, Shealy, & Arvold, 1998). 위에서 언급하였듯 교사의 수학적 신념은 학생으로서 수학을 교수학습 할 때 주로 형성되지만 고정되어 있지 않고 학생과 교수학습을 통해 끊임없이 그 의미가 재협상된다. 따라서 학생의 수학신념 또한 교사와 상호작용을 통해 신념의 의미가 부단히 재협상됨을 쉽게 예상할 수 있다. 그래서 수학교사의 신념체계와 그 수학교사에게 배우는 학생의 수학적 신념체계를 동시에 알아보는 것은 기존의 분절적 연구보다 수학교사와 학생의 신념에 대한 이해의 폭을 넓힐 수 있다.

### 2.군집분석

군집분석은 유사한 속성을 갖는 개체들끼리 묶거나 상관관계가 큰 변수들끼리 집단으로 묶는 통계적 분석방법이다(박병훈, 2015). 군집분석은 계층적 방법(hierarchical method)과 비계층적 방법(nonhierarchical method)으로 구분된다. 계층적 방법은 개체의 수가 n개일 때, n개의 소집단에서 유사한 속성을 갖는 개체를 묶어가며 소집단의 개수를 줄이고 최종적으로 비슷한 속성을 갖는 소수의 소집단을 구성하는 방법이다. 예를 들어, 100명의 학생을 계층적 방법으로 군집분석을 한다면, 처음에는 100개의 개체(소집단)가 존재한다. 이때, 특정 1명의 학생(개체)과 99명의 학생(개체)사이의 거리를 구해 상대적으로 거리가 가까운 다른 학생(개체)을 찾아내어 소집단(개체)을 구성한다. 이것을 반복하여 실행하면 유사한 속성을 갖는 소수의 학생 소집단을 구성하는 것이 가능하다. 계층적 방법은 집단 간 거리를 어떻게 정의하느냐에 따라 세분화 되며 최단연결법, 최장연결법, 평균연결법, Ward방법이 있다. 그리고 비계층적 방법의 대표적인 것은 K-평균법(K-means method)이 있는데, 계층적인 방법은 사전에 최종 소집단의 수를 연구자가 설정하지 않는 반면, 비계층적 방법인 K-평균법은 최종 소집단의 수를 연구자의 탐색적 추론에 의존하여 분석 전에 설정한다. 비계층적 방법은 어떤 개체가 추가되어 그 집단의 속성이 변경되었을 때 변경된 속성과 다른 개체가 그 집단에 속해 있다면, 그 개체의 속성에 맞는 다른 집단으로 이동 시킬 수 있는 재배열 가능한데, 이것이 계층적 방법과는 다르다. 그래서 연구자는 계층적 방법을 통해 적절한 소집단의 수를 탐색하고 추측하여 비계층적 방법인 K-평균법으로 군집분석을 실시하기도 한다.

한편, 연구자는 계층적 군집분석으로 집단을 추측하고, K-평균법과 같은 비계층적 군집분석방법으로 분석을 실행함에도 여전히 적정 집단의 수를 연구자의 주관적 직관에 의존한다는 비판에 직면한다. 이러한 비판을 극복하기 위해 사후적으로 전체집단을 세분화하여 이질적인 집단으로 분류하는 방법이 잠재집단분석(Latent Class Analysis; LCA)이다. 잠재집단분석은 소집단의 수를 결정하기 위한 AIC(Akaike Information Criterion)와 BIC(Bayesian Information Criterion), Log-likelihood 함수 등 적합도 통계량(model fit statistics)을 제공한다. 연

구자는 잠재집단분석이 제공하는 통계량을 참고하여 군집의 개수를 결정하는데, 이것은 적정 소집단의 수에 대한 연구자의 주관적 직관에 의존한다는 비판을 피할 수 있다. 그래서 잠재집단분석을 계층적 방법과 비계층적 방법의 혼합법이라 한다. 본 연구에서는 잠재집단분석을 이용하여 수학교사와 학생의 각각의 수학적 신념에 대해 신념소집단을 구성한다. 그리고 AIC와 BIC 값을 관찰하여 적절한 수학교사와 학생의 신념소집단의 수를 채택한다.

## Ⅲ. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구는 일반계 고등학교 수학교사와 학생의 수학적 신념체계를 탐구하기 위해 두 집단을 대상으로 설문조사 하였다. 서울과 경기도 소재 일반계 고등학교 9개교의 현직 수학교사 60명과 1,2학년 학생 1900명을 대상으로 2018년 9월 1일부터 20일까지 20일간 조사하였고 우편으로 회수된 설문지는 교사 60개와 학생 1873개였다. 이 중에서 중복으로 응답하거나 무응답이 있는 응답지는 제외하였고, 최종 분석에 사용된 연구 참여자는 수학교사 60명과 응답한 수학교사에게 배우는 고등학교 1,2학년 학생 1850명이다.

### 2. 검사도구

본 연구에서는 고등학교 수학교사의 수학과 관련된 신념을 알아보기 위해 Teacher Education and Development Study in Mathematics(TEDS-M)의 측정문항을 사용하였고, 학생들의 수학과 관련된 신념을 측정하기 위해 김부미(2012)의 연구에서 제작된 설문문항을 사용하였다. 교사의 신념문항은 TEDS-M의 15개국 국제비교 연구에 사용되었으며(Wang & Hsieh, 2014), 학생의 신념문항은 여러 선행연구들이 학생신념측정을 위해 사용하였다(김부미, 2012; 김윤민, 이종희, 2014). 따라서 본 연구에 사용된 두 설문문항은 신뢰할 수 있다. <표 Ⅲ-1>과 같이 교사의 수학적 신념문항은 총34문항으로 '수학의 본질', '수학의 교수', '수학적 능력'의 3가지 범주로 5점 리커트 척도로 구성되어 있으며, <표 Ⅲ-2>와 같이 학생의 수학적 신념문항은 총40문항으로 '수학교과', '수학학습', '수학문제해결', '자아개념'의 4가지 범주로 5점 리커트 척도로 구성되어있다.

한편, 연구의 대상과 방법이 다르지만 동일한 학생의 수학과 관련된 신념문항을 통한 연구(김부미, 2012; 김윤민, 이종희, 2014)와 동일한 교사 신념문항을 통한 연구(Wang & Hsieh, 2014)에 대해 본 연구는 다른 시사를 줄 수 있다.

<표 Ⅲ-1> 교사 설문문항 범주와 요인

| 범주 | 요인 | 문항수 |
|---|---|---|
| 수학의 본질 | 탐구의 과정 | 6 |
| | 규칙과 절차 | 6 |
| 수학의 교수 | 활동주의 | 6 |
| | 교사중심 | 8 |
| 수학적 능력 | 고정된 능력 | 8 |
| | 총계 | 34 |

<표 III-2> 학생 설문문항 범주와 요인

| 범주 | 요인 | 문항수 |
|---|---|---|
| 수학교과 | 고정관념 | 2 |
| | 논리성 | 3 |
| | 유용성 | 4 |
| 수학문제해결 | 과정 | 4 |
| | 끈기 | 3 |
| | 도전성 | 2 |
| 수학학습 | 답의 중요성 | 3 |
| | 교사수업활동 | 2 |
| | 학습참여 | 2 |
| | 공부방법 | 4 |
| 자아개념 | 감정 | 3 |
| | 유익성 | 2 |
| | 선천적 능력 | 3 |
| | 자신감 | 3 |
| 총계 | | 40 |

3.분석도구

첫째, 일반계 고등학교 현직 수학교사 60명을 대상으로 ‘수학의 본질’, ‘수학의 교수’, ‘수학적 능력’ 등 3개의 신념에 관한 문항반응을 잠재집단분석(LCA)하여 신념 각각에 대한 소집단을 구성하고 신념프로파일을 알아본다.

둘째, 분석대상이 되는 일반계 고등학교 교사에게 배우는 학생 1850명을 대상으로 ‘수학교과’, ‘수학문제해결’, ‘수학학습’, ‘자아개념’ 등 4개의 신념에 관한 문항반응을 잠재집단분석(LCA)하여 신념 각각에 대한 소집단을 구성하고 신념프로파일을 알아본다. 본 연구의 모든 자료의 처리는 통계프로그램 R3.4.3의 패키지 poLCA1.4를 사용하였다.

## Ⅳ. 연구결과

### 1. ‘수학의 본질’에 대한 고등학교 수학교사의 신념

#### 1.1. ‘수학의 본질’에 대한 고등학교 수학교사의 신념소집단 수 채택

잠재집단분석에서 신념소집단의 수는 AIC와 BIC 값을 고려하여 채택하며 두 값이 작을수록 설명력이 높고, BIC 보다 AIC 값을 우선하여 신념소집단의 수를 채택하는 경향이 있다(Linzer & Lewis, 2011). 또한, 본 연구는 교사 신념설문에 대해 Wang, Hsieh(2014)의 연구와 같은 설문문항을 사용하였다. 따라서 교사의 신념소집단의 수를 결정할 때 Wang, Hsieh(2014)의 연구결과를 참고하였다.

‘수학의 본질’에 관한 신념소집단 수는 <표Ⅳ-1>과 같이 AIC와 BIC의 최솟값이 각각 소집단 수 3개와 1개로 각각 다르게 관찰되었다. 본 연구는 ‘수학의 본질’에 대해 교사의 신념이 서로 다른 이질적 소집단의 합으로 이루어져 있다고 가정하였으므로 ‘수학의 본질’에 따른 신념소집단을 1개 채택하는 것은 적절하지 않다.

<표 Ⅳ-1> '수학의 본질'에 대한 교사신념소집단 수

| 신념범주 | 소집단 수 | AIC | BIC |
|---|---|---|---|
| 수학의 본질 | 1 | 1891.813 | 1992.342 |
| | 2 | 1882.953 | 2086.105 |
| | 3 | 1863.710 | 2169.484 |
| | 4 | 1940.759 | 2349.156 |
| | 5 | 1939.665 | 2045.685 |

한편, <표Ⅳ-1>과 같이 '수학의 본질'의 신념소집단 수에 따른 AIC 값은 감소하다 증가하고 BIC 값은 증가하다 감소한다. 그래서 '수학의 본질'의 신념소집단을 채택할 때 AIC의 최솟값을 고려하였다. 또한, '수학의 본질'에 관한 각각의 설문이 2개의 신념소집단과 3개의 신념소집단에서 문항별로 집단 간 유의미한 차이가 있는지 알아보기 위해 분산분석(ANOVA)을 시행하였다. 관찰결과 2개의 신념 소집단일 때 문항7(p=.07), 문항10(p=.148), 문항11(p=.251), 문항12(p=.114)에서 유의수준(p=.05)을 넘는 반면, '수학의 본질'에 관한 신념소집단이 3개일 때는 문항11(p=.148)에서만 유의수준(p=.05)을 넘었다. 이러한 사항을 종합하여 '수학의 본질'에 관한 교사들의 신념소집단은 3개로 분류하는 것이 가장 적절하다는 결론을 얻었다.

### 1.2. '수학의 본질'에 대한 고등학교 교사의 신념프로파일

'수학의 본질'에 관한 교사들의 신념이 '탐구의 과정'과 '규칙과 절차'에 대해 어떤 체계를 이루고 있는지 관찰한다. '탐구의 과정'은 6개의 문항(문항1～문항6)으로 구성되어 있고, 수학의 창의성과 응용의 특징들을 강조한다. '규칙과 절차' 관점은 수학에서 정의, 규칙, 절차 그리고 엄격한 적용과 정확함의 중요성을 강조하는 6개의 문항(문항7～문항12)이다. 앞에서 3개로 분류된 '수학의 본질'에 대한 교사의 신념소집단은 다음 <표 Ⅳ-2>와 같이 N-IC, N-C, N-I의 3개의 소집단으로 분류되었다.

<표 Ⅳ-2> '수학의 본질'에 대한 교사신념소집단 속성

| 신념 / 소집단 | 탐구과정(평균) | 규칙과 절차(평균) | 비율(%) |
|---|---|---|---|
| N-IC | 강한긍정(4.61) | 약한긍정(3.85) | 22.9 |
| N-C | 약한긍정(3.79) | 약한긍정(3.57) | 62.2 |
| N-I | 강한긍정(4.41) | 약한부정(2.48) | 14.9 |

N-IC는 '수학의 본질'에 대해 '탐구과정-종합적' 신념을 갖는 소집단이다. '종합적(comprehensive)'신념은 수학교사가 '수학의 본질'에 대해 '탐구과정'과 '규칙과 절차' 모두를 신념으로 갖고 있다. Wang, Hsieh(2014)는 TED-M 연구를 통해 수학교사가 '수학의 본질'에 대해 '종합적' 신념을 갖고 있음을 관찰하였는데, N-IC의 신념프로필이 이와 유사하다. 또한, N-IC의 교사들은 '탐구과정'의 문항에 평균 4.61점으로 강한 긍정을 보였고, '규칙과 절차'에 관한 문항에 평균 3.85점으로 약하게 긍정하였다. 그런데 N-IC는 '문제를 해결할 때 정확한 절차(문항11)'은 부정적으로 응답하였다. 따라서 N-IC은 '수학의 본질'에 대해 '탐구과정을 선호하는 종합적 신념잠재집단'이라 할 수 있다. N-IC 의 비율은 22.9%이다.

N-C는 '수학의 본질'에 대해 '종합적' 신념을 갖는 소집단이라 할 수 있다. 교사들은 '탐구과정'의 문항에 평균 3.76점으로 '탐구과정 종합적' 신념집단 보다 상대적으로 약하게 긍정 하였고 '규칙과 절차'에 관한 문항에도 평균 3.57점으로 약하게 긍정하였다. 한편, '종합적' 신념임에도 N-C는 '탐구과정'과 '규칙과 절차'의 몇몇 신념을

부정하였는데, 이것은 유사한 종합적 신념임에도, N-C가 N-IC와 다른 신념체계임을 드러낸다. N-C는 탐구과정의 ‘수학을 혼자 발견할 수 있다(문항6)’와 ‘문제를 해결할 때 정확한 절차의 중요성(문항11)’, ‘수학이 문제해결을 위한 처방과 규칙의 모임(문항12)’ 신념을 부정한다. N-C의 비율은 62.2%로 응답 수학교사의 절반 이상이 ‘종합적’ 신념 소집단에 속하였다.

N-I는 ‘수학의 본질’에 대해 ‘탐구과정’의 신념을 갖는 소집단이다. 교사들은 ‘규칙과 절차’의 질문에 평균 2.48점을 나타내어, ‘규칙과 절차’에 약하게 부정하였지만 ‘탐구의 과정’에 관한 질문에는 평균 4.41점으로 강한 긍정을 하였다. 한편, N-I는 ‘규칙과 절차’의 신념은 대부분 부정하였으나 ‘수학이 학습, 기억, 적용하기(문항9)’대해 특히 부정적 신념을 갖는다. 종합해 보면, N-I는 ‘수학의 본질’에 대해 ‘규칙과 절차’의 관점보다는 ‘탐구의 과정’의 신념이 강한 집단이다. N-I의 비율은 14.9%이다. ‘수학의 본질’에 따른 교사의 신념프로파일은 <표Ⅳ-3>과 같다.

<표 Ⅳ-3> ‘수학의 본질’에 대한 고등학교 교사의 신념프로파일

| 신념 범주 | 문항 | 신념 | 응답평균(SD) N-IC | N-C | N-I |
|---|---|---|---|---|---|
| 탐구의 과정 | 1 | 수학문제를 푸는 방법은 여러 가지가 있다. | 4.71 (.469) | 4.14 (.855) | 5.00 (.000) |
| | 2 | 수학은 여러 면에서 실용적이다. | 4.64 (.497) | 3.97 (.687) | 4.56 (.882) |
| | 3 | 수학 과제는 새로운 것(예: 연결성, 규칙, 개념)을 발견할 수 있게 한다. | 4.79 (.462) | 3.57 (.728) | 4.78 (.441) |
| | 4 | 수학은 창의적이고 새로운 아이디어를 필요로 한다. | 4.57 (.514) | 3.86 (.713) | 4.33 (1.00) |
| | 5 | 수학은 실생활의 문제와 과제를 해결하는 데 도움이 된다. | 4.57 (.514) | 3.78 (.750) | 4.22 (.972) |
| | 6 | 수학의 많은 내용은 스스로 발견할 수 있고 시험해 볼 수 있다. | 4.36 (.745) | 3.22 (.750) | 3.56 (1.01) |
| | 평균 | | 4.61 | 3.79 | 4.41 |
| 규칙과 절차 | 7 | 수학의 근본은 논리적 엄격함과 정확성이다. | 4.29 (1.06) | 3.79 (.863) | 3.11 (1.05) |
| | 8 | 수학을 하기 위해서는 많은 연습, 절차의 정확한 적용, 문제풀이의 기술이 필요하다. | 4.29 (1.06) | 4.14 (.713) | 2.78 (1.09) |
| | 9. | 수학이 의미하는 것은 학습, 기억, 적용이다. | 4.00 (1.17) | 3.49 (.837) | 1.89 (.928) |
| | 10. | 수학은 정의, 공식, 수학적 사실을 기억하고 적용하는 것이다. | 3.79 (.893) | 3.65 (.753) | 2.33 (1.32) |
| | 11 | 수학 과제를 해결하려면 정확한 절차를 알아야 하며, 그렇지 않으면 길을 잃게 된다. | 3.21 (.147) | 3.11 (.737) | 2.33 (.866) |
| | 12 | 수학은 문제를 해결하는 방법을 규정하는 규칙과 절차들로 이루어져 있다. | 3.50 (1.40) | 3.24 (.683) | 2.44 (.726) |
| | 평균 | | 3.85 | 3.57 | 2.48 |

N-IC;탐구과정 종합적 신념(22.9%), N-C;종합적 신념(62.2%), N-IP;탐구과정 신념(14.9%)

## 2. '수학의 교수'에 대한 고등학교 수학교사의 신념

### 2.1. '수학의 교수'에 대한 고등학교 수학교사의 신념소집단 수 채택

잠재집단분석에서 신념에 대한 소집단의 수는 AIC와 BIC의 값이 작을수록 설명력이 높다(Linzer & Lewis, 2011)는 것과 소집단을 설명할 수 있는 선행연구(Wang, Hsieh, 2014)를 고려하였다. <표 Ⅳ-4>와 같이 소집단의 수가 2개 일 때, AIC와 BIC는 최솟값을 갖는다. 따라서 '수학의 교수'에 관한 신념소집단은 2개로 비교적 간단히 분류되었다.

<표 Ⅳ-4> '수학의 교수'에 대한 교사신념소집단 수

| 신념범주 | 소집단 수 | AIC | BIC |
|---|---|---|---|
| 수학의 교수 | 1 | 2114.401 | 2229.590 |
| | 2 | 1997.710 | 2230.183 |
| | 3 | 2009.871 | 2359.627 |
| | 4 | 2022.487 | 2489.525 |
| | 5 | 2176.087 | 2760.409 |

### 2.2. '수학의 교수'에 대한 고등학교 교사의 신념프로파일

'수학의 교수'와 관련된 교사의 신념을 '학생의 활동적 참여를 통한 수학학습(활동주의)'과 '교사주도 수학학습(교사 중심)'으로 나누어 신념프로파일을 알아보았다. '활동주의'는 6개의 문항(문항13~문항18)으로 구성되어 있으며 학생들이 문제해결을 위해 탐구에 자발적으로 참여하는 것을 가정한다. 반면, '교사중심'은 학생들이 교사를 통해 전달되는 설명, 규칙 그리고 절차를 따르는 것을 통해 수학을 학습해야 한다는 관점이며, 모두 8개의 문항(문항19~문항26)이다. 잠재집단분석을 통해 '수학의 교수'와 관련된 신념소집단은 <표Ⅳ-5>같이 L-C, L-A 2개로 분류 되었다.

<표 Ⅳ-5> '수학의 교수'에 대한 교사신념소집단 속성

| 신념 / 소집단 | 활동주의(평균) | 교사중심(평균) | 비율(%) |
|---|---|---|---|
| L-C | 약한긍정(3.82) | 약한긍정(3.99) | 85 |
| L-A | 강한긍정(4.31) | 약한부정(2.28) | 15 |

L-C는 '수학의 교수'에 대해 '종합적'인 신념을 갖는 소집단으로 '활동주의'이기는 하지만 '교사중심'에 관한 질문에 각각 평균 3.82점, 3.99점으로 약하게 긍정하였다. 또한, L-C는 '종합적 신념'에도 교사지시에 관련한 특징적인 신념을 갖고 있는데, '수학을 잘하는 방법은 암기(문항22)', '수학을 빨리 풀기(문항23)', '손으로 푸는 수학 연습은 가치가 없다(문항26)' 등 신념들이 다른 신념들에 비해 강한 긍정이 관찰되었다. 즉, L-C는 교수·학습에 대해 종합적 신념을 갖고 있지만 학생이 수학을 잘 하기 위해 암기와 빨리 풀기가 필요하며, 손으로 푸는 연습에는 큰 의미를 두지 않는 소집단으로 그 비율은 85%로 관찰되어 대부분의 교사가 속한다.

L-A는 수학 '수학의 교수'에 대해 '활동주의'적인 신념을 갖는 소집단으로 '활동주의'와 '교사중심'의 문항에 관한 동의는 각각 평균 4.31점과 2.28점이다. 이 집단은 수학 '교수·학습'에 대해 매우 강한 '활동주의'를 신념으로 갖고, 약한 부정적 '교사중심' 신념을 갖고 있다. 그런데 L-A는 '교사중심'의 신념 문항 중 '수학문제 해결에서 절차의 중요성'을 강조(문항19)하는 문항과 '교사의 설명에 집중하는 학생들의 수학 학습수준이 높음(문항20)'

을 나타내는 문항에 상대적으로 높은 동의를 하고 있다. 따라서 L-A의 교사들은 학생이 교수·학습의 중심이 되는 '활동주의'를 신념으로 삼고 있지만, 소극적 교사중심의 수학에 대한 안내가 필요하며 학생중심의 활동적 교수·학습과 함께 수학문제 해결에서 절차의 중요성을 신념으로 갖는다.[1]

<표 Ⅳ-6> '수학의 교수'에 대한 고등학교 교사의 신념프로파일

| 신념 범주 | 문항 | 신념 | 응답평균(SD) L-C | 응답평균(SD) L-A |
|---|---|---|---|---|
| 활동주의 | 13 | 학생들이 문제를 해결하기 위한 여러 가지 방법을 토론하는 것은 도움이 된다. | 3.67 (.500) | 4.33 (.739) |
| | 14 | 수학에서 정답을 구하는 것과 왜 그 답이 맞는지를 이해하는 것은 중요하다. | 3.78 (.441) | 4.76 (.473) |
| | 15 | 교사는 학생이 수학 문제를 자신의 고유한 방법으로 해결하는 것을 허용해야 한다. | 3.67 (.500) | 4.27 (.874) |
| | 16 | 수학 문제를 해결한 후 그것이 왜 올바른 것인지 확인하기 위해 사용하는 시간은 낭비가 아니다. | 3.89 (.928) | 4.49 (.644) |
| | 17 | 학생들이 수학문제를 해결하는 자신만의 방법을(그것이 비효율적인 것이라도) 찾아내도록 하는 것은 교사가 권장해야 한다. | 3.89 (.782) | 4.20 (.849) |
| | 18 | 학생들은 교사의 도움 없이 수학문제를 해결하는 방법을 찾아낼 수 있다. | 4.00 (.707) | 3.78 (.783) |
| | | 평균 | 3.82 | 4.31 |
| 교사중심 | 19 | 학생들에게 수학문제를 해결하는 정확한 절차를 가르쳐야 한다. | 3.89 (.782) | 3.71 (.879) |
| | 20 | 교사의 설명에 집중하는 학생들이 수학을 가장 잘 배운다. | 3.67 (.707) | 3.29 (1.026) |
| | 21 | 수학에서 표준적이지 않은 절차들은 정확한 절차를 학습하는 것을 방해 할 수 있기 때문에 사용하지 못하도록 해야 한다. | 3.67 (.707) | 2.10 (.944) |
| | 22 | 수학을 잘 하는 가장 좋은 방법은 모든 공식을 암기 하는 것이다. | 4.67 (.500) | 1.84 (.880) |
| | 23 | 수학을 잘하기 위해서는 문제를 빨리 풀 수 있어야 한다. | 4.56 (.527) | 2.55 (.966) |
| | 24 | 학생들이 수학문제를 해결할 때에는 그 과정보다는 정확한 답을 얻는 것을 더 강조 해야 한다. | 3.44 (.527) | 1.80 (.872) |
| | 25 | 정확한 답을 얻으려고 할 때, 문제를 이해하고 있는가는 사실 그렇게 중요하지 않다. | 3.67 (.707) | 1.61 (.850) |
| | 26 | 손으로 푸는 수학 연습문제들은 시간과 비용을 들일 가치가 없다. | 4.33 (.707) | 1.35 (.483) |
| | | 평균 | 3.99 | 2.28 |

L-C; 종합적 신념(85%), L-A;활동주의 신념(15%)

[1] 다른 문항과 달리, 18번 문항의 응답평균은 L-C가 L-A보다 크게 나타났는데, 이는 일반적인 예상과 다르다. 현재로서는 정확한 이유는 설명할 수 없으나, 추후 분석을 통해 TED-M의 문항을 우리나라에 단순번역 적용함에 따른 문항의 타당도 변화 등을 좀 더 분명하게 확인 할 필요가 있는 것으로 보인다.

한편, 집단 L-C와 L-A는 문항19(p=.561), 문항20(p=.301)에 대한 분산분석 결과 유의수준(p=.05)에서 집단 간 차이가 관찰되지 않았다. 이는 두 신념 소집단에서 공통적으로 수학교사가 교실에서 중심적인 역할을 하며 수학 문제 해결에 있어 절차를 중요하게 생각하고 있다는 것을 의미한다. '수학의 교수'에 따른 교사의 신념프로파일은 <표 Ⅳ-6>과 같다.

### 3. '수학적 능력'에 대한 고등학교 수학교사의 신념

#### 3.1. '수학적 능력'에 대한 고등학교 수학교사의 신념소집단 수 채택

'수학적 능력'에 대한 신념소집단의 수는 AIC, BIC와 같은 통계량과 선행연구(Wang, Hsieh, 2014)를 고려한 결과 AIC, BIC 통계량이 최솟값인 2개의 소집단으로 비교적 간단히 분류되었다.

<표 Ⅳ-7> '수학적 능력'에 대한 교사신념소집단 수

| 신념범주 | 소집단 수 | AIC | BIC |
|---|---|---|---|
| 수학적 능력 | 1 | 1462.794 | 1538.190 |
| | 2 | 1237.687 | 1373.820 |
| | 3 | 1249.437 | 1454.683 |
| | 4 | 1300.168 | 1574.527 |
| | 5 | 1319.048 | 1662.520 |

#### 3.2. '수학적 능력'에 대한 고등학교 교사의 신념프로파일

'수학적 능력'에 대한 신념은 관심과 노력으로 수학적 능력이 개발될 수 있는 것인지, 아니면 인간에게 주어진 어떤 '고정된 능력(fixed-ability)'인지에 관한 것이다. 응답교사가 '수학적 능력'에 관한 설문에 긍정하면 '수학적 능력'이 고정적인 것 이라고 보는 신념을 갖는 것이며, 문항에 동의하지 않으면 교사는 수학적 능력에 대해 '개발되는 것'이라고 보는 신념을 갖는 것이다. 이러한 가정은 Wang, Hsieh(2014)의 TED-M연구와 같은 설문문항을 사용하였으므로 동일한 것으로 볼 수 있다. 잠재집단분석을 통해 '수학적 능력'은 <표 Ⅳ-8>와 같이 A-F, A-N 2개의 소집단으로 분류되었다.

<표 Ⅳ-8> '수학적 능력'에 대한 교사신념소집단 속성

| 신념 / 소집단 | 고정된 능력(평균) | 비율(%) |
|---|---|---|
| A-F | 약한긍정(3.95) | 28.5 |
| A-N | 중립(3.06) | 71.5 |

A-F는 '수학적 능력'에 관해 평균 3.95점으로 약하게 긍정하는 소집단으로 '수학적 능력'은 '고정된 능력'이라는 신념을 갖는다. A-F는 '수학적 능력'이 천부적으로 타고난 것으로 보며 사람들 사이에 절대적인 차이가 있다는 신념을 갖는다. A-F의 비율은 28.5%이다.

A-N은 '수학적 능력'에 대하여 응답평균 3.06점으로 A-F와 대비되는 '중립적(neutral)'신념을 갖는 소집단이다. A-N은 '수학적 재능'(문항30)과 '민족 간 수학능력의 차이'(문항31), '추상적 추론'(문항34)에 대해 부정하며 이러한 수학적 능력은 개발된다는 관점을 신념으로 갖고 있다. 또한, A-N은 '수학적 마인드'(문항28), '문제해결능력'(문항33)은 고정된 것으로 보는 관점의 '수학적 능력'에 대한 신념을 갖고 있다. 따라서 A-N은 '수학적 능

력’에 대해 전반적으로 ‘중립적’인 신념을 갖는다고 할 수 있다. A-N의 비율은 71.5%이다.

한편, ‘수학적 재능’(문항30)이 있다는 것에 대해 A-N은 부정하지만 A-F는 강하게 긍정한다. 또한, A-F와 A-N은 모두 ‘수학적 마인드’(문항28)와 ‘문제해결 능력’(문항33)이 고정적이라는 것에 대해 높은 동의를 보이고 있다. ‘수학적 능력’에 따른 교사의 신념프로파일은 <표 Ⅳ-9>와 같다.

<표 Ⅳ-9> ‘수학적 능력’에 대한 교사신념소집단 프로파일

| 신념 범주 | 문항 | 신념 | 응답평균(SD) | |
|---|---|---|---|---|
| | | | A-F | A-N |
| 고정된 능력 | 27 | 수학을 잘하는 사람과 못하는 사람은 따로 있다. | 4.06 (.659) | 3.02 (.866) |
| | 28 | 수학을 잘하기 위해서는 ‘수학적 마인드’같은 것이 필요하다. | 4.35 (.996) | 3.81 (.450) |
| | 29 | 한 사람의 인생을 전반적으로 볼 때, 수학적 능력은 다른 것에 비해 비교적 고정되어 있는 어떤 것이다. | 4.00 (.866) | 3.07 (.884) |
| | 30 | 수학은 타고난 재능이 다른 무엇보다 중요한 과목이다. | 4.18 (.728) | 2.88 (.823) |
| | 31 | 어떤 민족은 다른 민족에 비해 수학을 더 잘 한다. | 3.71 (1.213) | 2.70 (1.013) |
| | 32 | 일반적으로 남학생이 여학생보다 수학을 더 잘하는 경향이 있다. | 3.53 (1.281) | 2.88 (.905) |
| | 33 | 복잡한 단계를 가진 문제해결 활동에 참여하려면 어느 정도 능력이 있어야 한다. | 4.53 (.717) | 3.60 (.623) |
| | 34 | 고학년 학생들은 추상적 추론을 할 수 있기 때문에 손으로 조작하는 모형이나 시각적 교구는 그렇게 많이 필요하지 않게 된다. | 3.24 (1.678) | 2.49 (.827) |
| | | 평균 | 3.95 | 3.06 |

A-F; 고정된 능력(28.5%) A-N;중립적(71.5%)

<표 Ⅳ-10>은 이상의 연구결과를 요약한 것이다.

<표 Ⅳ-10> 고등학교 수학교사의 수학적 신념

| 수학적 신념 | 신념소집단의 수 | 수학교사의 신념(비율%) | | |
|---|---|---|---|---|
| 수학의 본질 | 3 | 탐구과정 종합적(N-IC,22.9%) | 종합적 (N-C, 62.2%) | 탐구과정 (N-I, 14.9%) |
| 수학 교수 | 2 | 종합적 (L-C, 85%) | 활동주의 (L-A, 15%) | |
| 수학적 능력 | 2 | 고정된 능력 (A-F, 28.5%) | 중립적 능력 (A-N, 71.5%) | |

4. ‘수학교과’에 대한 고등학생의 신념

4.1. ‘수학교과’에 대한 고등학생 신념소집단수 채택

고등학생의 수학에 관련된 신념소집단 수의 채택 방법은 교사의 신념소집단 수의 채택방법과 다소 다른 측면

이 있다. 교사의 신념소집단 수의 채택에 있어 AIC와 BIC 값은 소집단수가 늘어날 때 감소하다 증가하는 경향이 있어 대부분 AIC와 BIC의 최솟값에서 신념소집단 수를 채택하였다. 그런데 고등학생의 신념소집단수 채택을 위해 AIC와 BIC 값을 관찰하면, 소집단의 수가 증가할수록 AIC와 BIC값이 감소한다. 이것은 잠재집단분석에서 표본의 크기가 클수록 나타나는 현상이다(Linzer & Lewis, 2011). 즉, 학생표본의 크기(n=1850)와 교사표본의 크기(n=60)의 차이가 두 집단의 AIC와 BIC 값의 추세가 다른 원인이다. 그래서 표본의 크기가 큰 학생에 대한 적절한 신념소집단을 찾기 위해 소집단의 수를 늘려 AIC와 BIC의 최솟값으로만 신념 소집단을 결정한다면 신념소집단에 대한 통계적 정당성은 높지만, 그 소집단을 설명할 수 있는 이론적 타당성은 약해질 가능성이 있다(Jedidi, Jagpal & DeSarbo, 1997). 소집단 수의 증가에 따라 AIC값의 감소분이 커지다가 현저히 작아지는 곳에서 소집단에 대한 설명력이 우수하다고 보며, 동일한 설문문항으로 고등학생의 수학과 관련된 신념을 조사한 김윤민, 이종희(2014)의 연구를 참고하여 신념소집단 수의 적절성을 검토하였다.

'수학교과'와 관련한 고등학생의 신념소집단은 <표 Ⅳ-11>과 같이 집단의 수가 4개 일 때 AIC와 BIC 값이 감소하다 증가하는 경향이 관찰되었고, 신념소집단의 수가 2개일 때 AIC 값의 감소분이 다른 소집단 보다 크게 관찰되었으며, 신념소집단의 수가 3개 이상 일 때 AIC 감소분이 2개일 때 AIC 감소분보다 현저히 작다. 따라서 '수학교과'와 관련한 신념소집단의 수는 2개와 4개를 채택 생각 할 수 있었다. 그런데, '수학교과'와 관련한 신념소집단수 2개가 신념소집단수 4개에 대하여 '수학교과'의 '고정관념', '논리성', '유용성'에 대한 김윤민, 이종희(2014)의 연구결과에 좀 더 부합하였고 학생표본의 수(n=1850)를 고려한다면 신념소집단 수 2개가 적절하였다. 따라서 '수학교과'에 대한 고등학생 신념소집단은 <표Ⅳ-11>과 같이 2개로 구분하였다. 한편, 남은 학생 신념 소집단의 채택에서 학생 표본의 크기(n=1850)를 고려하여, AIC의 감소분에 계속 주목할 것이다.

<표 Ⅳ-11> '수학교과'에 대한 고등학생의 신념소집단 수

| 신념범주 | 소집단 수 | AIC | AIC의 차 | BIC |
|---|---|---|---|---|
| 수학교과 | 1 | 43869.05 | | 44064.83 |
| | 2 | 41653.13 | 2215.92 | 42066.44 |
| | 3 | 40945.65 | 707.48 | 41576.50 |
| | 4 | 40004.58 | 941.07 | 40852.97 |
| | 5 | 40632.91 | -628.33 | 41698.84 |

### 4.2. '수학교과'에 대한 고등학생의 신념프로파일

고등학생의 '수학교과'에 대한 신념은 '수학의 본질' 및 '유용성'과 관련하여 일련의 체계를 이루고 있다(김윤민, 이종희, 2014). '수학교과' 대한 고정관념(문항1,문항2), 논리성(문항3~문항5), 유용성(문항6~문항9)과 관련된 고등학생의 신념소집단은 <표 Ⅳ-12>과 같이 N-SU, N-MU 2개로 분류되었다.

<표 Ⅳ-12> '수학교과'에 대한 고등학생신념소집단 속성

| 신념 / 소집단 | 고정관념[2)] | 논리성(평균) | 유용성(평균) | 비율(%) |
|---|---|---|---|---|
| N-SU | 종합적 | 강한긍정(4.02) | 강한긍정(4.09) | 46.8 |
| N-MU | 절차적 | 중립적(3.19) | 약한부정(2.82) | 52.9 |

2) 고정관념은 긍정형과 부정형 문항이 혼합되어 있다.

N-SU는 수학교과에 대해 '고정관념에 대해 종합적-논리성에 대해 강한긍정-유용성에 대해 강한긍정'신념을 갖는 소집단이다. N-SU는 수학이 절차적(문항1)이고 창의적인 활동(문항2,R)이라는 것에 각각 3.36점과 2.20(R)점으로 약하게 긍정하였다. 학생의 창의적 활동에 관한 질문(문항2)은 수학의 '탐구적' 속성에 대한 신념문항이라 할 수 있다. 그런데 교사의 '수학의 본질'에 관한 신념에서 '탐구적' 신념을 창의성과 응용성에서 찾았던 것과 비교해 보면, 학생설문의 문항2는 창의성에 관해 묻고 있어 교사의 '수학의 본질'에 관한 신념과 유사하다. 학생의 '고정관념'에 대한 문항수가 작지만 수학이 절차적임(문항1)과 탐구적임(문항2)을 고루 신념으로 갖고 있으므로 '고정관념에 대해 교사와 유사한 '종합적' 관점의 신념을 갖는다고 할 수 있다. 또한, N-SU는 수학교과의 논리성과 유용성 문항들에 높은 동의를 하고 있으며, 특히 수학교과가 학교에서 배우는 중요한 과목(문항8)이라는 강한 신념을 갖고 있다. 소집단의 비율은 46.8%이다.

N-NU는 수학교과의 '고정관념에 대해 절차적-논리성에 대해 중립적-유용성에 대해 약한부정'신념을 갖는 소집단이라 할 수 있다. N-NU는 수학교과에 대한 절차적인(문항1) 측면에서 N-SU과 비슷하게 동의하지만 탐구적인 측면(문항2,R)은 중립적 응답을 하여 수학교과에 대해 다소 절차적인 신념을 갖는다. 논리성 문항(문항3,문항4)은 중립적이거나 약하게 긍정하고 전반적으로 유용성의 문항(문항6~문항9)에 대해서도 약하게 부정한다. 또한, 수학이 학교에서 배우는 중요한 과목(문항8)이라는 문항에는 다소 높게 긍정하였다. 즉, N-NU는 학교에서 수학은 절차적이며 논리적이고 중요한 과목이지만, 수학의 유용성에 대해 다소 부정적 신념을 갖고 있다. N-NU의 비율은 52.9%이다.

<표 Ⅳ-13> '수학교과'에 대한 고등학생의 신념프로파일

| 신념 범주 | 문항 | 신념 | 응답평균(SD) N-SU | 응답평균(SD) N-NU |
|---|---|---|---|---|
| 고정관념 | 1 | 수학은 암기해야 하는 공식, 사실이나 절차들이다. | 3.36 (1.154) | 3.55 (.922) |
| | 2 | 수학은 창의적 활동에 대한 기회를 제공하지 못한다.(R) | 2.20 (.983) | 3.09 (.978) |
| 논리성 | 3 | 수학은 일관성이 있고 확실하고 모순도 없으며 애매하지도 않다. | 3.65 (1.807) | 3.21 (1.017) |
| | 4 | 수학이란 세계에서 나타나는 현상들을 설명하는 기호와 절차의 조직적이고 논리적인 체계이다. | 4.23 (.744) | 3.38 (.852) |
| | 5 | 수학을 배우면 논리적으로 사고하는 데 도움이 된다. | 4.17 (.776) | 2.97 (.950) |
| | | 평균 | 4.02 | 3.19 |
| 유용성 | 6 | 수학은 일상생활에서 매우 필요한 학문이다. | 3.68 (1.020) | 2.31 (.937) |
| | 7 | 수학은 과학이나 다른 교과를 공부하는 데 도움이 된다. | 3.95 (.886) | 2.69 (.954) |
| | 8 | 수학은 학교에서 배우는 중요한 과목 중 하나이다. | 4.68 (.540) | 3.54 (1.024) |
| | 9. | 수학을 배우면 장래 여러 직업에서 쓸모 있을 것이다. | 4.05 (.942) | 2.74 (1.085) |
| | | 평균 | 4.09 | 2.82 |

N-SU; 고정관념에 대해 종합적- 논리성에 대해 강한긍정- 유용성에 대해 강한긍정(47.1%)
N-NU; 고정관념에 대해 절차적-논리성에 대해 중립- 유용성에 대해 약한부정(52.9%)
문항2는 부정형 질문이다.

‘수학 교과’가 절차적임을 묻는 문항1에 대한 N-SU와 N-NU의 동의는 각각 3.36점과 3.55점으로 비슷한 수준의 동의가 관찰된다. 이것은 고등학생들이 일반적으로 ‘수학 교과’에 관한 ‘절차적’인 신념을 갖고 있음을 나타내는데, 이것은 일반계 고등학교 학생의 수학적 신념에 관한 특성으로 알려져 있다(남윤정, 송영무, 2008).

한편, N-NU와 N-SU의 수학의 유용성과 논리성에 대한 신념은 각 문항별로 유사한 응답 패턴이 관찰되는데, 각 소집단이 신념문항에 대해 상대적으로 높은 동의를 얻는 문항과 상대적으로 낮은 동의를 얻는 문항의 응답 패턴이 유사하다. 이러한 현상은 수학과 관련한 ‘고정관념’, ‘논리성’, ‘유용성’에 관한 신념간의 인과관계 혹은 상관관계를 예상할 수 있다. 학생에 대해 본 연구와 동일한 설문문항을 사용한 김윤민, 이종희(2014)의 연구는 이러한 예상을 뒷받침한다. 선행연구는 학생의 수학적 신념에서 ‘유용성’과 ‘논리성’이 서로에게 영향을 주며, 두 신념은 ‘과정’에 영향을 준다는 것을 관찰한 바 있다. 수학교과에 따른 학생의 신념프로파일은 <표 Ⅳ-13>와 같다.

## 5. ‘수학문제해결’에 대한 고등학생의 신념

### 5.1. ‘수학문제해결’에 대한 고등학생 신념소집단수 채택

‘수학문제해결’에 관한 소집단 수 채택은 앞선 ‘수학교과’에 관한 소집단 수 채택과 유사하다. 표본의 크기(n=1850)가 크기 때문에 ‘수학문제해결’에 관한 소집단의 수가 늘어날수록 AIC와 BIC의 값이 작아진다. 따라서, 학생신념에 대한 김윤민, 이종의(2014)의 연구결과를 참고하고 AIC 값의 감소분이 커지다가 현저히 감소할 때 ‘수학문제해결’에 관한 소집단의 수를 채택하였다. 소집단의 수가 2개와 4개일 때 AIC값이 감소분이 커지다가 현저히 감소하였다. 그런데, 소집단의 수가 2개가 4개일 때 보다 AIC의 감소분이 더 크다. 따라서 <표 Ⅳ-14>와 같이 ‘수학문제해결’에 대한 고등학생 신념소집단은 2개로 분류되었다.

<표 Ⅳ-14> ‘수학문제해결’에 대한 고등학생의 신념소집단 수

| 신념범주 | 소집단 수 | AIC | AIC의 차 | BIC |
|---|---|---|---|---|
| 수학문제해결 | 1 | 43692.49 | | 43888.27 |
| | 2 | 41289.31 | 2403.18 | 41702.63 |
| | 3 | 40716.89 | 572.42 | 41347.74 |
| | 4 | 39602.73 | 1114.16 | 40451.12 |
| | 5 | 39278.74 | 323.99 | 40344.66 |

### 5.2 ‘수학문제해결’에 대한 고등학생의 신념프로파일

‘수학문제해결’에 대한 신념은 ‘과정’(문항10~문항13), ‘끈기’(문항14~문항16), ‘도전성’(문항17,문항18)에 관련된 신념으로 나누어 측정되었으며, 다음과 같이 P-SC, P-NC 2개의 소집단으로 분류되었다. 한편, ‘끈기’(문항14~문항16) 문항은 부정형질문(R)이다.

<표 Ⅳ-15> ‘수학문제해결’에 대한 고등학생신념소집단 속성

| 신념 / 소집단 | 과정(평균) | 끈기R(평균) | 도전성(평균) | 비율(%) |
|---|---|---|---|---|
| P-SC | 강한긍정(4.30) | 약한긍정(2.00) | 약한긍정(3.50) | 35.9 |
| P-NC | 약한긍정(3.41) | 중립(3.08) | 약한부정(2.21) | 64.1 |

P-SC는 ‘수학문제해결’에서는 ‘과정에 대해 강한긍정－끈기에 대해 약한긍정-도전성에 대해 약한긍정’이라는

신념을 갖는 소집단이다. '과정'에 대한 문항에 대해서는 평균 4.30점으로 강하게 긍정하며, '끈기'(R)에 대해서는 평균 2.00(R)점으로 약하게 긍정적하였다. 또한, '도전성'에 대해서도 평균 3.5점 약한 긍정적 신념을 갖고 있다. P-SC 소집단의 비율은 35.9%이다.

P-NC는 '수학문제해결'에 대해 '과정에 대해 약한긍정-끈기에 대해 중립적-도전성에 대해 약한부정' 이라는 신념을 갖는 소집단이다. 이 소집단은 '과정'과 '끈기'(R) 문항에 대해서는 각각 평균3.41점과 평균3.08점(R)로 P-SC보다 약한긍정과 중립적 신념을 갖고 있으며, '도전성' 문항에 대해서는 평균 2.21점로 약한 부정적 신념을 갖는다. 또한, '수학문제의 다양한 해결방법'(문항11)에 관해서는 동의(3.71점)를 하고 있다. P-NC의 비율은 64.1%이다.

P-SC와 P-NC의 신념을 관찰하면 '과정', '끈기', '도전성'에 대한 신념사이의 상관관계가 예상된다. 선행연구에서도 이러한 상관관계를 지적하였다. 수학적 문제해결에 대한 '끈기'신념은 '과정'신념에 영향을 주고, '끈기'신념은 '과정'과 '도전성'신념의 영향을 받으며, '도전성' 신념은 '끈기'의 영향을 받는다(이종희, 김윤민, 2014). 잠재집단분석을 통해 위와 같은 상관관계와 유사한 신념체계의 소집단이 관찰되었다. 한편, '수학문제해결'에 따른 학생의 신념프로파일은 <표 Ⅳ-16>과 같다.

<표 Ⅳ-16> '수학문제해결'에 대한 고등학생의 신념프로파일

| 신념 범주 | 문항 | 신념 | 응답평균(SD) P-SC | 응답평균(SD) P-NC |
|---|---|---|---|---|
| 과정 | 10 | 수학은 어떻게 문제를 해결하느냐에 대한 아이디어를 학습하는 것이다. | 4.13 (.908) | 3.20 (.903) |
| | 11 | 수학 문제를 해결하는 방법은 보통 한 가지 이상이다. | 4.45 (.810) | 3.71 (.910) |
| | 12 | 수학을 학습할 때, 학생 스스로 무언가를 발견할 수 있다. | 4.10 (.900) | 3.09 (.875) |
| | 13 | 열심히 사고하기, 실수하기와 왜 실수를 했는지 원인을 찾기는 수학 학습에서 중요한 부분이다. | 4.53 (.658) | 3.64 (.878) |
| | | 평균 | 4.30 | 3.41 |
| 끈기 | 14* | 어떤 문제를 풀 때 오랜 시간이 걸리는 것은 시간 낭비이다.(R) | 1.78 (1.084) | 2.62 (1.073) |
| | 15* | 문제를 10분안에 해결하지 못하면 나는 그 문제를 못 풀 것 같다고 생각한다.(R) | 2.18 (1.223) | 3.41 (1.085) |
| | 16* | 나는 익숙하지 않은 문제를 만나면 푸는 것을 포기한다.(R) | 2.03 (1.021) | 3.21 (.960) |
| | | 평균 | 2.00 | 3.08 |
| 도전성 | 17 | 나는 낯선 문제에 도전하는 것이 즐겁다 | 3.61 (1.000) | 2.28 (.884) |
| | 18 | 금방 답이 나오지 않는 수학 문제를 푸는 것을 좋아한다. | 3.38 (1.117) | 2.13 (.927) |
| | | 평균 | 3.50 | 2.21 |

P-SC; 과정에 대해 강한긍정 - 끈기에 대해 약한긍정-도전성에 대해 약한긍정(35.9%)
P-NC; 과정에 대해 약한긍정-끈기에 대해 중립적-도전성에 대해 약한부정(64.1%)
문항14,문항15,문항16은 부정형 질문

## 6. '수학학습'에 대한 고등학생의 신념.

### 6.1. '수학학습'에 대한 고등학생 신념소집단 수 채택

'수학학습'에 관한 소집단 수 채택은 앞선 '수학문제해결'에 관한 소집단 수 채택과 같다. 소집단의 수가 늘어날수록 AIC의 감소분이 커지다가 현저히 감소할 때 소집단 수를 채택하였다. '수학학습'에 대한 고등학생 신념소집단은 2개로 분류되었다.

<표 Ⅳ-17> '수학학습'에 대한 고등학생신념소집단 수

| 신념범주 | 소집단 수 | AIC | AIC의 차 | BIC |
|---|---|---|---|---|
| 수학학습 | 1 | 51940.89 | | 52180.18 |
| | 2 | 49350.30 | 2590.59 | 49850.63 |
| | 3 | 48706.86 | 643.44 | 49468.24 |
| | 4 | 48092.92 | 613.94 | 49115.33 |
| | 5 | 47441.89 | 651.03 | 48725.35 |

### 6.2. '수학학습'에 대한 고등학생의 신념프로파일

'수학학습'에 대한 신념은 '답의 중요성'(문항19~문항21), '교사수업활동'(문항22,문항23), '학습참여'(문항24,문항25), '공부방법'(문항26~문항29)에 관련된 학생신념을 측정한다. 구성된 신념소집단은 <표 Ⅳ-18> 같은 L-TS, L-NN 2개이다.

<표 Ⅳ-18> '수학학습'에 대한 고등학생신념소집단 속성

| 신념 / 소집단 | 답의 중요성(평균) | 교사수업활동(평균) | 학습참여(평균) | 공부방법(평균) | 비율(%) |
|---|---|---|---|---|---|
| L-TS | 약한부정(2.75) | 강한긍정(4.26) | 약한긍정(3.70) | 강한긍정(4.01) | 39.9 |
| L-NN | 약한부정(2.81) | 약한긍정(3.64) | 중립(3.17) | 약한긍정(3.57) | 60.1 |

L-TS는 '수학학습'에 대해 '답의 중요성에 대해 약한부정-교사수업활동에 대해 강한긍정-학습참여에 대해 약한긍정-공부방법에 대해 강한긍정'신념을 갖는 소집단이라 할 수 있다. 이 집단의 학생들은 '교사수업활동'에 평균 4.26점으로 강한 긍정적 신념을 갖는다. 교사가 학생에게 여러가지 문제해결방법에 대해 보여주거나, 학생에게 수학문제에 대해 생각할 시간을 주는 것에 대해 L-TS는 강한 긍정을 한다. 또한, 이 집단의 학생들의 공부방법은 공식을 암기하거나(문항27), 많은 규칙을 아는 것(문항28) 보다는 많은 문제를 풀거나(문항29), 문제에 충분히 시간을 할애(문항26)한다. L-TS의 비율은 39.9%이다.

L-NN는 '수학학습'에 대한 '답의 중요성에 대해 약한부정-교사수업활동에 대해 약한긍정-학습참여에 대해 중립적-공부방법에 대해 약한긍정'신념을 갖는 소집단이라 할 수 있다. 이 집단의 학생들은 '교사수업활동'에 평균 3.64점으로 약한 긍정을 보였다. 공부 방법은 공식을 암기하거나(문항27), 많은 규칙을 아는 것(문항28), 문제에 충분히 시간을 할애(문항26)하는 것에 대해서는 L-TS에 비해 약한 긍정을 보이지만 많은 문제를 푸는 것(문항29)에 관해서는 강한 긍정을 보인다. 또한, '수학학습'에 대한 신념에서 '답의 중요성' 문항(문항19~문항21)은 L-TS와 L-NN 소집단에서 비슷한 수준의 동의가 관찰된다. 분산분석 결과 문항19($p=.225$), 문항20($p=.499$), 문항21($p=.206$)은 유의수준(0.05)에서 집단 간 차이가 유의미하게 관찰되지 않았다. 또한, 두 집단 모두 '답의 중요성'에 대해서는 부정적 신념을 갖는 것이 관찰되었다. L-NN의 비율은 60.1%이고, '수학학습'에 따른 학생의 신념프로파일은 <표 Ⅳ-19>와 같다.

<표 Ⅳ-19> '수학학습'에 대한 고등학생의 신념프로파일

| 신념 범주 | 문항 | 신념 | 응답평균(SD) L-TS | 응답평균(SD) L-NN |
|---|---|---|---|---|
| 답의 중요성 | 19 | 옳은 답을 찾기 위해 사용했던 절차보다 옳은 답을 얻는 것이 더 중요하다. | 2.82 (1.420) | 2.88 (.822) |
| | 20 | 수학에서 정답을 구하는 것이 왜 정답인지 그 이유를 아는 것보다 더 중요하다. | 2.85 (1.548) | 2.89 (.897) |
| | 21 | 수학 학습의 목표는 이해보다는 옳은 답을 얻는 것이다. | 2.57 (1.473) | 2.65 (.834) |
| | | 평균 | 2.75 | 2.81 |
| 교사 수업 활동 | 22 | 수학 수업에서 선생님이 학생의 답이 왜 틀렸는지를 생각할 충분한 시간을 주는 것이 중요하다. | 4.26 (.963) | 3.67 (.691) |
| | 23 | 수학 수업에서 선생님이 학생들에게 같은 문제를 해결하는 다른 방법을 보여주는 것은 중요하다. | 4.25 (.997) | 3.60 (.694) |
| | | 평균 | 4.26 | 3.64 |
| 학습 참여 | 24 | 나는 수학 수업 시간 동안 수업에 적극적으로 참여한다. | 3.65 (1.241) | 3.15 (.909) |
| | 25 | 나는 수학 숙제를 열심히 한다. | 3.74 (1.325) | 3.19 (.978) |
| | | 평균 | 3.70 | 3.17 |
| 공부 방법 | 26 | 수학 공부는 문제의 풀이법에 충분히 익숙해지는 것이다. | 4.12 (1.088) | 3.61 (.766) |
| | 27 | 수학을 잘 하기 위해서는 모든 공식을 암기해야 한다. | 3.69 (1.378) | 3.30 (.842) |
| | 28 | 수학에서 가장 중요한 것은 많은 규칙을 아는 것이다. | 3.77 (1.246) | 3.36 (.733) |
| | 29 | 수학을 잘하기 위해서는 많은 문제를 풀어야 한다. | 4.46 (.991) | 4.01 (.805) |
| | | 평균 | 4.01 | 3.57 |

L-TS;답의 중요성에 대해 약한부정-교사수업활동에 대해 강한긍정-학습참여에 대해 약한긍정-공부방법에 대해 강한긍정(39.9%)
L-NN;답의 중요성에 대해 약한부정-교사수업활동에 대해 약한긍정-학습참여에 대해 중립적-공부방법에 대해 약한긍정(60.1%)

## 7. '자아개념'에 대한 고등학생의 신념

### 7.1. '자아개념'에 대한 고등학생 신념소집단 수 채택

'자아개념'에 관한 신념소집단 수 채택은 앞선 '수학학습'에 관한 소집단 수 채택과 다소 다르게 보일 수 있다. <표 Ⅳ-20>과 같이 '자아개념'에 대한 신념소집단이 1개에서 3개까지 늘어날 때가 3개에서 5개로 늘어날 때보다는 AIC의 감소분가 큰 폭으로 커지며, 신념소집단이 3개에서 4개로 늘어날 때는 신념소집단이 1개에서 3개까지 늘어날 때 보다 AIC의 감소분이 현저히 작아진다. 즉, 신념소집단에 수가 3개까지 소집단 수에 대한 설명력이 큰 폭으로 증가하다가 소집단의 수가 4개, 5개로 늘어날수록 설명력이 큰 폭으로 감소하는 것으로 해석될 수 있다. 이러한 현상은 앞선 고등학생의 신념소집단과 관련된 '수학교과', '수학문제해결', '수학학습'에서도 비슷

하게 관찰되는데 AIC의 감소분이 커지다 현저히 감소할 때 소집단의 수를 채택하였다. 또한 김윤민, 이종의(2014)의 연구결과를 '자아개념' 소집단 수 채택에 고려하였다. 따라서 '자아개념'에 대한 고등학생 신념소집단은 <표 Ⅳ-20>같이 3개로 분류되었다.

<표 Ⅳ-20> '자아개념'에 대한 고등학생신념소집단 수

| 신념범주 | 소집단 수 | AIC | AIC의 차 | BIC |
|---|---|---|---|---|
| 자아개념 | 1 | 55116.42 | | 55355.66 |
| | 2 | 51915.27 | 3201.15 | 52415.50 |
| | 3 | 49890.42 | 2024.85 | 50651.63 |
| | 4 | 49202.83 | 687.59 | 50225.02 |
| | 5 | 48814.26 | 388.57 | 50097.44 |

### 7.2. '자아개념'에 대한 고등학생의 신념프로파일

'자아개념'은 '감정'(문항30~문항32), '유익성'(문항33,문항34), '선천적 능력'(문항35~문항37), '공부 방법'(문항38~문항40)으로 구성되며 수학과 관련된 '자아개념' 신념을 측정한다. 잠재집단분석을 통해 수학적 '자아개념'은 <표 Ⅳ-21>와 같이 E-PC, E-NeW, E-NuW 3개의 소집단으로 분류되었다.

<표 Ⅳ-21> '자아개념'에 대한 고등학생신념소집단 속성

| 신념 / 소집단 | 감정(평균) | 유익성(평균) | 선천적능력(평균) | 자신감(평균) | 비율(%) |
|---|---|---|---|---|---|
| E-PC | 약한긍정 | 강한긍정(4.06) | 약한부정(2.12) | 강한긍정(4.14) | 27.4% |
| E-NeW | 강한부정 | 약한긍정(3.89) | 약한긍정(3.31) | 약한부정(2.64) | 24% |
| E-NuW | 중립 | 약한긍정(3.71) | 약한부정(2.81) | 약한긍정(3.27) | 48.6% |

E-PC는 수학적 '자아개념'에 대해 '감정에 대해 약한긍정 - 유익성에 대해 강한긍정-선천적 능력에 대해 약한부정-자신감에 대해 강한긍정'신념을 갖는 소집단이다. 이 소집단은 수학을 재미있고(문항30), 좋아하며(문항31), 지루하지 않은(문항32) 과목이라는 강한 신념을 갖고 있으며, 또한 수학이 미래에 좋은 직업(문항34)과 좋은 대학(문항33)을 보장할 것이라는 신념을 갖고 있다. 그리고 수학적 능력이 고정적임(문항35~문항37)을 약한 부정하여 수학적 능력이 개발된다는 신념을 갖고 있고, 수학에 대해 강한 자신감(문항38~문항40)을 갖고 있다. E-PC의 비율은 27.4%이다.

E-NeW는 수학적 '자아개념'에 대해 '감정에 대해 강한부정-유익성에 대해 약한 긍정-선천적 능력 약한 긍정-자신감에 대해 약한부정'신념을 갖는 소집단이다. E-NeW는 수학을 재미없고(문항30), 좋아하지 않으며(문항31), 매우 지루한 과목(문항32)이라고 생각하는 강한 신념을 갖고 있다. 그러나 수학이 미래의 좋은 직업(문항34)와 좋은 대학(문항33)을 보장할 것이라 강하게 믿고 있다. 그리고 수학적 능력이 고정적(문항35~문항37)이라는 신념을 갖고 있으며 수학에 대해 낮은 자신감(문항38~문항40)을 갖고 있다. E-NeW의 비율은 24%이다.

E-NuW은 수학적 '자아개념'에 대해 '감정에 대해 중립적-유익성에 대해 약한긍정-선천적 능력에 대해 약한부정-자신감에 대해 약한긍정'신념을 갖는 소집단이다. 수학에 대한 감정(문항30~문항32)에 대해 중립적인 신념을 갖고 있으나 수학이 좋은 직업 및 대학을 보장하는 것에 대해 동의하였다. 또한, 고정적 능력(문항35~문항37)에는 약하게 부정하고 자신감(문항38~문항40)을 보인다. E-NuW의 비율은 48.6%이다.

수학적 '자아개념'에 대한 신념에서 '자신감'과 '감정'은 상보적 관계에 있고 '유용성'에 영향을 받는다고 알려

져 있다(이종희, 김윤민, 2014). E-PC와 E-NeW에서는 '자신감'과 '감정'의 상보적인 관계가 관찰되었다. E-PC의 신념체계를 관찰하고 선행연구결과와 함께 생각해 보면 높은 유용성과 강한 자신감이 강한 긍정적 감정을 만들어 내고 이러한 강한 감정은 또다시 강한 자신감으로 환원되는 소집단임을 예상 할 수 있다. 반면, E-NeW는 부정적 감정의 신념이 낮은 자신감 신념과 상관관계가 있음을 예상할 수 있게 한다. 한편, 수학의 '유익성'에 대해서는 모든 집단에서 높은 신념을 보였으며 특히 수학이 좋은 대학의 입학에 필요하다는 신념(문항33)이 강하게 나타났다. 수학적 '자아개념'에 따른 학생의 신념프로파일은 <표 Ⅳ-22>와 같다

<표 Ⅳ-22> '자아개념'에 대한 고등학생의 신념프로파일

| 신념 범주 | 문항 | 신념 | 응답평균(SD) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | E-PC | E-NeW | E-NuW |
| 감정 | 30 | 수학은 재미있는 교과이다. | 3.93 (.924) | 1.79 (1.243) | 2.81 (.798) |
| | 31 | 수학 공부가 싫다.(R) | 1.86 (.872) | 4.33 (1.121) | 3.03 (.727) |
| | 32 | 수학은 지루하다.(R) | 1.77 (.767) | 4.20 (1.086) | 2.93 (.681) |
| 유익성 | 33 | 수학을 잘 하는 학생은 더 좋은 대학을 갈 것이다. | 4.29 (.993) | 4.14 (1.269) | 3.93 (.883) |
| | 34 | 수학 성적이 좋은 학생들은 미래 직업에서 더 성공적일 것이다. | 3.82 (1.252) | 3.64 (1.448) | 3.48 (.934) |
| | | 평균 | 4.06 | 3.89 | 3.71 |
| 선천적 능력 | 35 | 수학을 잘하기 위해서는 타고나야 한다.(R) | 2.72 (1.277) | 3.64 (1.365) | 3.14 (.891) |
| | 36 | 수학 공부를 못하는 것은 머리가 나쁘기 때문이다.(R) | 1.86 (1.043) | 3.11 (1.430) | 2.63 (.802) |
| | 37 | 수학 성적이 점점 떨어진다면 그것은 능력이 한계에 도달했기 때문이다.(R) | 1.79 (.983) | 3.18 (1.383) | 2.66 (.827) |
| | | 평균 | 2.12 | 3.31 | 2.81 |
| 자신감 | 38 | 내가 노력만 한다면 수학을 잘 할 수 있다. | 4.52 (.655) | 3.26 (1.359) | 3.69 (.701) |
| | 39 | 나는 어려운 수학 문제도 풀 수 있다. | 3.85 (.901) | 2.25 (1.306) | 2.97 (.709) |
| | 40 | 친구에게 수학 공식을 설명해 줄 수 있다. | 4.05 (.897) | 2.42 (1.343) | 3.14 (.808) |
| | | 평균 | 4.14 | 2.64 | 3.27 |

E-PC;감정에 대해 약한긍정 - 유익성에 대해 강한긍정-선천적 능력에 대해 약한 부정-자신감에 대해 강한긍정(27.4%)
E-NeW;감정에 대해 강한부정-유익성에 대해 약한 긍정-선천적 능력 약한 긍정-자신감에 대해 약한부정(24%)
E-NuW;감정에 대해 중립적-유익성에 대해 약한긍정-선천적 능력에 대해 약한부정-자신감에 대해 약한긍정(48.6%)
문항31,문항32는부정형 질문이다.

<표 Ⅳ-23>는 이상의 연구결과를 요약한 것이다.

<표 Ⅳ-23> 고등학교 학생의 수학적 신념

| 수학적 신념 | 소집단의 수 | 학생의 수학적 신념(비율%) | | |
|---|---|---|---|---|
| 수학교과 신념 | 2 | 고정관념에 대해 종합적-논리성에 대해 강한긍정-유용성에 대해 강한긍정 (N-SU, 47.1%) | 고정관념에 대해 절차적-논리성에 대해 중립- 유용성에 대해 약한부정 (N-NU, 52.9%) | |
| 수학문제 해결 | 2 | 과정에 대해 강한긍정 - 끈기에 대해 약한긍정-도전성에 대해 약한긍정(P-SC, 35.9%) | 과정에 대해 약한긍정-끈기에 대해 중립적-도전성에 대해 약한부정 (P-NC, 64.1%) | |
| 수학학습 | 2 | 답의 중요성에 대해 약한부정-교사수업활동에 대해 강한긍정-학습참여에 대해 약한긍정-공부방법에 대해 강한긍정 (L-TS, 39.9%) | 답의 중요성에 대해 약한부정-교사수업활동에 대해 약한긍정-학습참여에 대해 중립적-공부방법에 대해 약한긍정 (L-NN,60.1%) | |
| 자아개념 | 3 | 감정에 대해 약한긍정 - 유익성에 대해 강한긍정-선천적 능력에 대해 약한 부정-자신감에 대해 강한긍정(E-PC, 27.4%) | 감정에 대해 강한부정-유익성에 대해 약한 긍정-선천적 능력 약한 긍정-자신감에 대해 약한부정 (E-NeW, 24.0%) | 감정에 대해 중립적-유익성에 대해 약한긍정-선천적 능력에 대해 약한부정-자신감에 대해 약한긍정 (E-NuW, 48.6%) |

## Ⅴ.결론 및 제언

본 연구는 교사와 학생들의 수학적 신념을 분석하기 위해 잠재집단분석을 이용하여 수학교사 집단, 학생집단을 유사한 신념을 갖는 소집단으로 분류하였으며 각각의 소집단이 갖는 신념 특성과 신념프로파일을 관찰하여 신념체계를 범주화하였다. 수학교사들과 학생들은 수학과 관련된 상반된 신념에 단일한 신념체계를 갖기도 하고, 종합적인 신념체계를 갖고 있기도 한다는 것이 관찰되었다. 또한, 학생들은 선행연구에서 밝혀진 수학적 신념들 간의 상관관계를 갖는 신념소집단을 형성하였다. 한편, 신념소집단의 비율과 그에 따른 신념프로파일 관찰은 교사와 학생의 수학적 신념체계에 대해 기존의 연구들과는 다른 이해를 제공한다.

서두에 언급하였듯 수학교사의 신념체계는 고정되어 있기 보다는 수학교사가 놓여 있는 실제와 상호작용을 하면서 변화한다. 교사의 신념체계는 학생, 교수학습 내용, 예비교사로서 경험과 상호작용하게 됨에 따라 영향을 받는다. 잠재집단분석을 통한 수학적 신념의 통계적 범주화는 이와 같은 상호작용 현상들을 구체화하고, 통계적 실증을 위한 바탕이 될 수 있다. 예를 들어, 교사의 수학적 신념체계와 그 교사에게서 배우는 학생의 수학적 신념체계가 교수학습 상황에서 어떤 영향을 주고받는지 실증하기 위해서는 각각의 신념체계가 객관화되어야 하는

데, 잠재집단분석은 신념체계의 범주에 관한 타당성을 통계적으로 뒷받침할 수 있다. 또한, 교사의 학습공동체와 같은 동료교사와의 상호작용이 신념 변화에 영향을 준다는 것을 통계적으로 실증하는 데에도 신념체계의 분류는 그 기초가 된다. 그리고 교사 재교육에 있어서도 교사집단의 신념체계를 통계적으로 조망하는 것은 연수프로그램 방향성을 제고하는 데 도움이 되고, 연수프로그램 실행전후의 신념 변화를 측정하는 것도 가능하게 한다.

본 연구는 일부지역의 일반계 고등학교 교사, 고등학생들에 대한 연구임으로 다양한 지역의 학생들 및 초등학교, 중학교 교사 및 초등학생, 중학생을 대상으로 한 일반화된 후속 연구가 필요하다. 또한, 이 연구에서 이루어진 잠재집단분석을 통한 수학적 신념체계의 범주화로부터 수학교사의 수학신념 체계와 학생의 수학신념 체계의 상관관계가 있는지, 또는 어떤 상호작용이 이루어지는지에 대한 추후 연구가 이루어질 수 있기를 또한 기대한다.

## 참 고 문 헌


김리나 (2015). 초등학교 교사의 수학 교수 신념 체계 분석. 학교수학, 17(4), 593-611.

Kim. R. (2015). A Study on Elementary Teachers" Beliefs about Teaching Mathematics. *Journal of Korea Society Educational Studies in Mathematics School Mathematics*, 17(4), 593-611.

김부미 (2012). 우리나라 중·고등학생의 수학적 신념 측정 및 특성 분석. 수학교육학연구, 22(2), 229-259.

Kim. B. (2012) Instrument Development and Analysis of Secondary Students' Mathematical Beliefs. *Journal of Educational Research in Mathematics*, 22(2), 229-259.

김시년 (1999). 교사의 수학에 대한 신념이 수업 방법과 학생의 문제해결 수행에 미치는 영향. 初等 數學敎育, 3(1), 79-88.

Kim. S. (1999). The Effects of Teacher's Beliefs about Mathematics on the Method of Class and the Performance of Problem Solving. *Education of Primary School Mathematics*, 3(1), 79-88.

김윤민 (2014). 수학적 신념체계에 따른 수학 문제해결 활동: 사례연구. 교과교육학연구, 18(3), 725-749.

Kim, Y. (2014). Mathematical Belief System and Mathematical Problem Solving Activity: a Case Study. *Journal of Research in Curriculum Instruction*, 18(3), 725-749.

김윤민 · 류현아 (2016). 초등 예비교사의 수학적 신념 분석 연구. 학교수학, 18(3), 691-709.

Kim. Y. & Ryu. H. (2016). An Analytical Study on the Mathematical Belief of the Elementary School Pre-Service Teachers. *School Mathematics*, 18(3), 691-709.

김윤민 · 류현아 (2018). 초등 현직교사의 수학적 신념 분석 연구. 수학교육학연구, 28(1), 141-157.

Kim. Y. & Ryu. H. (2018). An Analytical Study on the Mathematical Belief of the Elementary School Teachers. *Journal of Educational Research in Mathematics*, 28(1), 141-157.

김윤민 · 이종희 (2014). 고등학생의 수학적 신념체계 및 중심신념요인 분석. 학교수학, 16(1), 111-133.

Kim, Y. & Lee, C. (2014). Analysing High School Students' Mathematical Belief System and Core Belief Factors. *School Mathematics*, 16(1), 111-133.

남억우 · 박준희 · 백현기 · 서명원 · 성래원 · 정우현 · 함종규 · 황정규 (1998). 교육학대사전. 서울: 교육과학사.

Nam, Y., Park, J., Paek, H., Seo, M., Sung, R., Jung, W., Ham, J. & Hwang, J. (1998) *Dictionary of education*, Seoul: Kyoyookbook.

남윤정 · 송영무. (2008). 고등학교 학생들의 수학 본질과 수학 학습에 대한 신념 연구. 학교수학, 10(4), 649-669.

Nam, Y. & Song, Y. (2008). An Analytic Study of Beliefs about Mathematics and Mathematics Education of High School Students'. *School Mathematics*, 10(4), 649-669.

박병훈 (2015). 잠재적 계층분석(lca)을 이용한 강의 평가 연구. 성균관대학교 일반대학원 석사학위논문.

Park, B. (2015) *Lecture Evaluation Study(LCA) Using The Latent Class Analysis*. Master's thesis. Graduate School of Industrial Engineering Sungkyunkwan University. Suwon, Koera.

장인옥 (2004). 초등학교 교사의 수학에 관한 신념과 교수 실제. 초등교과교육연구, 5, 55-76.

Jang, I., (2004). The belief and teaching of mathematics in elementary school teachers. *Journal of the Elementary Education Society*, 5, 55-76.

조정수 (2002). 예비 수학교사의 수학과 교수-학습에 대한 신념 조사. 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, 14, 371-394.

Cho, C. (2002). Investigation on the belief in mathematics and learning of prospective mathematics teachers. *Journal of the Korean Society of Mathematical Education Series E: Communications of Mathematical Education*, 14, 371-394.

Ball, D. L., & Wilson, S. M. (1990). Knowing the subject and learning to teach it: Examining assumptions about becoming a mathematics teacher National Center for Research on Teacher Education, Michigan State University.

Cooney, T. J., Shealy, B. E., & Arvold, B. (1998). Conceptualizing belief structures of preservice secondary mathematics teachers. Journal for Research in Mathematics Education, 29(3), 306-333.

Gates, P. (2006). Going beyond belief systems: Exploring a model for the social influence on mathematics teacher beliefs. Educational Studies in Mathematics, 63(3), 347-369.

Jedidi, K., Jagpal, H. S., & DeSarbo, W. S.(1997). Finite-mixture structural equation models for response-based segmentation and unobserved heterogeneity. Marketing Science, 16, 39-59.

Lave, J. & Wenger, E. (1991). Situated learning : Legitimate peripheral participation. Cambridge University Press.

Linzer, D. A. & Lewis, J. (2011). poLCA: an R Package for Polytomous Variable Latent Class Analysis. Journal of Statistical Software, 42(10), 1-29

Oh. Y. (2002). Teachers' Mathematical Beliefs and Teaching Practices. 수학교육학연구, 12(2), 247-263.

Raymond, A. M., (1997). Inconsistency between a beginning elementary school teacher's mathematics beliefs and teaching practice. *Journal for Research in Mathematics Education, 28*(5), 550-576.

Schoen, R. C., & LaVenia, M. (2019). Teacher beliefs about mathematics teaching and learning: Identifying and clarifying three constructs. *Cogent Education, 6*(1), 1599488.

Schoenfeld, A. H. (2013). 수학수업, 설명을 만나다, 이경화(역) 서울: 경문사. (영어 원작은 2010년 출판)

Smith, A. C. T. (2016). Cognitive mechanisms of belief change. Palgrave MacMillan.

Wang, T., & Hsieh, F. (2014). The cultural notion of teacher education: Comparison of lower-secondary future teachers' and teacher educators' beliefs. International perspectives on teacher knowledge, beliefs and opportunities to learn (pp. 255-277) Springer.

Zeichner, K. M., Tabachnick, B. R., & Densmore, K. (1987). Individual, institutional, and cultural influences on the development of teachers' craft knowledge. Exploring Teachers' Thinking, 21-59.

# Analysis of Belief Types in Mathematics Teachers and their Students by Latent Class Analysis

**Kang, Sung Kwon**
High School Attached to College of Education, Dong-guk University,
Dongdaemun-gu, Seoul 02520, Korea
E-mail : captainyap@sen.go.kr

**Hong, Jin-Kon†**
Konkuk University,
Gwangjin-gu, Seoul 05029, Korea
E-mail :dion@konkuk.ac.kr

The purpose of this study is to analyze the mathematical beliefs of students and teachers by Latent Class Analysis(LCA). This study surveyed 60 teachers about beliefs of 'nature of mathematics','mathematic teaching','mathematical ability' and also asked 1850 students about beliefs of ‘school mathematics’,‘mathematic problem solving’, ‘mathematic learning’ and ‘mathematical self-concept’. Also, this study classified each student and teacher into a class that are in a similar response, analyzed the belief systems and built a profile of the classes. As a result, teachers were classified into three types of belief classes about 'nature of mathematics' and two types of belief classes about 'teaching mathematics' and 'mathematical ability' respectively. Also, students were classfied into three types of belief classes about 'self concept' and two types of classes about 'School Mathematics', 'Mathematics Problem Solving' and 'Mathematics Learning' respectively. This study classified the mathematics belief systems in which students were categorized into 9 categories and teachers into 7 categories by LCA. The belief categories analyzed through these inductive observations were found to have statistical validity. The latent class analysis(LCA) used in this study is a new way of inductively categorizing the mathematical beliefs of teachers and students. The belief analysis method(LCA) used in this study may be the basis for statistically analyzing the relationship between teachers' and students' beliefs.

* ZDM Classification : C24
* 2000 Mathematics Subject Classification : 97C20
* Key words : Mathematical Belief, Latent Class Analysis, Teachers’ Belief, Student Belief, Belief Type
† corresponding author