

고등학생용 수학불안 요인 측정 도구 개발 및 타당도 검증

강 양 구 (경희고등학교, 교사)
한 선 영 (성균관대학교, 교수)[†]

한국 고등학교 학생들에게 적합한 수학불안 요인 측정도구를 개발하기 위하여 요인 탐색, 문항 개발, 타당도 및 신뢰도 검증의 단계로 연구를 실시하였다. 이를 위하여 문헌분석을 통해 기 개발되어 사용되어온 문항을 수정 보완하고, 학생들을 대상으로 한 개방형 조사를 통해 사교육 및 수학 교수 방법에 대한 시대적 배경을 반영한 신규 문항을 추가하였다. 개발된 측정문항에 대한 탐색적 요인분석과 확인적 요인분석을 통해 타당도를 검증하였으며, 연구 결과, 수학교과와 특성에 기인하는 불안 요인이 구체화되었고, 모둠학습이나 발표수업 등과 같은 교수학습 방법 등이 반영되었다.

I. 서론

우리나라 학생들의 전반적인 수학 학업 성취도는 매우 높은 편이나, 몇 가지 문제점이 제기되고 있다. 그러한 문제점들 중 하나는 수학 학업성취도가 양극화되어 왔다는 점이다. 즉, 수학성적이 국제적으로 최상위의 수준을 보이는 학생들이 많아지는 반면, 수학을 포기하는 학생들 또한 점차 증가하고 있다는 것이다. 수학을 포기하는 학생들은 주로 수학에 대한 부정적인 정서와 태도를 나타낸다(고영준, 2018; 김현주, 고상숙, 2019). 수학에 대한 부정적 태도는 학생들로 하여금 수학 학습을 기피하게 만들며, 이는 수학 능력 향상에 부정적인 영향을 미치기 때문에 궁극적으로 수학을 포기하는 사례가 많다(이환철 외, 2017). 더욱이 김현주, 고상숙(2019)은 수학을 포기하는 학생 수의 증가가 수학불안으로부터 기인함을 지적하였다. 따라서 교사들은 수학에 대한 부정적인 정서, 태도를 갖고 있는 학생들이 왜 그러한 정서와 태도를 갖게 되었는지 원인을 분석하고, 해결방안을 제안하여 수학을 포기하지 않게 할 필요가 있다. 수학불안은 대표적인 수학에 대한 부정적인 정서와 태도라고 할 수 있다. 수학불안은 학생의 나이와 관계없이 나타나며(Jameson, 2013), 수학 학습에 부정적인 요소로 작용한다(Baloglu, 2003). 또한, 수학불안을 방치하면 학생들은 수학에 대한 비관적 태도를 당연하게 여기고 수학을 회피하는 악순환이 진행된다(Lazarus, 1981).

4차 산업혁명 시대가 도래함에 따라 수학적 역량과 융합능력이 중요해지고, 수학과 관련된 직업이 확대되는 시대가 되었다. 어느 때보다도 수학적 역량이 중요시되고 있는 현재, 진로 결정의 중요한 시기에 학생들이 수학에 대한 부정적 인식과 태도 때문에 진로 선택에 어려움을 갖지 않도록 하기 위해서는 학생들의 수학불안의 원인을 이해하여, 궁극적으로는 수학불안을 극복할 수 있도록 도와주는 교육적 접근이 필요하다. 이를 위하여 본 연구는 그 첫 번째 단계로써 학생들이 가지고 있는 수학불안이 어디에서 기인하는지를 측정하기 위한 도구를

* 접수일(2022년 5월 24일), 심사(수정)일(2022년 6월 17일), 게재확정일(2022년 6월 27일)

* MSC2000분류 : 97B10, 97R40

* 주제어 : 불안, 설문, 수학교수학습, 요인분석, 사교육

† 교신저자 : sy.han@skku.edu

* 이 논문은 강양구의 박사학위논문 「수학불안 측정도구 개발 및 타당화 연구」의 일부를 수정 보완하였음.

* 이 논문은 2021년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2021S1A5C2A03089476).

개발하는 것에 중점을 두고자 한다.

수학불안 측정도구에 대한 초기 연구는 주로 수학불안을 심리적 반응으로 측정했으며, 이후 수학불안은 수학 학습과 수학 평가 상황의 두 가지 차원에서 발생하는 불안으로 다루어졌다. 최근에는 수학에 대한 인식 등을 반영하여 다양한 수학불안 요인에 대한 연구가 진행되고 있으며, 수학불안 요인이 어떻게 변화하고 있는지 변화 양상에 대한 연구도 진행되고 있다(백라경, 2009; 이건, 2016; 이도경, 2019; 이미림, 2007; 장윤정, 2004; 홍효정, 2006). 그러나 이처럼 수학불안 요인이 다양해지자, 오히려 너무 복잡하여 수학불안을 종합적으로 이해하는 것이 어려워졌다. 따라서 현재는 수학불안에 대한 여러 연구 결과를 종합하여 비교하거나 활용하기에도 어려운 상황이다. 이처럼 수학불안이나 수학불안 요인 측정에 대한 연구는 다수 존재하지만, 개발된 측정 도구의 신뢰도나 타당도를 검증한 연구는 매우 드물기 때문에 수학불안 요인 측정도구의 개발과 측정도구의 신뢰도 및 타당도를 검증하는 연구가 필요하다.

더불어, 현재 사용되고 있는 수학불안 요인 측정도구는 최근 수학불안의 원인으로 지적되고 있는 과잉 사교육, 선행학습, 부모의 관심 등 우리나라 수학교육의 문제적 상황과 교과과정 변화에 따른 수학교육 현장의 변화를 담지 못하고 있다. 최근의 연구들을 살펴보면, 학생들의 수학불안이 수학 과목의 본질적인 특성뿐만 아니라, 과잉 사교육, 부모의 교육 태도 등에서도 기인하는 것을 알 수 있다(김리나, 2021). 그럼에도 불구하고 기존의 수학불안 요인을 측정하는 도구들은 이러한 요인을 포함하고 있지 못한 한계를 갖고 있다. 따라서 사회적 배경을 반영한 측정도구를 사용해야 할 필요성이 제기되며, 국외에서는 이처럼 교육환경의 변화를 고려하여 측정도구를 수정하고 타당도를 검증하는 연구들이 진행되고 있다(Carey et al., 2017; Cipora et al., 2015; Primi et al., 2014). 최근 국내에서도 수학불안 측정도구 'Mathematics Anxiety Scale for Students(MASS)'를 축소하거나 타당화하는 수학불안을 측정하는 도구에 대한 타당화 연구들이 진행되고 있으나(옥보명 외, 2021), 기존 문항을 축소할 뿐 중학교 자유학기제, 수학교과 내용의 축소, 평가방식의 변화와 같은 국내 교육과정의 변화를 실제로 겪으면서 자라온 학생들의 수학불안을 반영하는 신규 요인 및 문항개발 연구는 부족한 것으로 보인다. 이러한 필요성을 반영하여, 본 연구에서는 과거의 수학불안 요인 측정도구의 한계점을 보완한 한국 고등학생들을 대상으로 하는 수학불안 요인 측정도구를 개발하고자 한다.

본 연구는 한국 고등학생들의 수학불안 요인을 측정할 수 있는 도구를 개발하는 것을 목적으로 한다. 개발된 수학불안 요인 측정도구는 학생들이 어떤 부분에서 수학불안을 느끼는지 원인을 파악하는데 활용되어, 학생들의 수학에 대한 부적응과 스트레스를 해소하기 위한 방안을 마련하는데 도움이 될 것이다.

II. 연구의 배경

1. 수학불안의 개념

수학불안은 긴장감, 불안, 또는 수학 성과를 방해하는 두려움으로 정의하기도 하고(Ashcraft, 2002), 수학적 추론과정을 포함하여 일상생활에서 나타나는 스트레스와 불안한 감정 뿐 아니라 회피하는 현상까지를 포함한 부정적인 감정 반응으로 정의하기도 한다(Ashcraft & Ridley, 2005). 즉 수학불안은 수학적 문제 해결의 전반적인 상황에서 발생하는 부정적인 감정의 표출로 보고 있다(Young et al., 2012).

국내에서 수학불안에 대해 연구한 학자들이 제시한 수학불안에 대한 정의를 보면, 최진승(1988)은 수학불안을 '수학을 접할 때 나타나는 반응이며, 학교나 가정에서 수학 문제를 접할 때 느끼게 되는 부정적인 정서적 반응'이라고 정의했다. 허혜자(1996)는 수학불안의 개념을 광의의 개념으로 보아, 시험 상황에서만 한정적으로 일어나는 것이 아니라 숙제, 수업, 시험을 포함하는 '모든 상황에서 수학을 접할 때 발생하는 일반적인 두려움'을 뜻한

다고 했다. 본 연구에서도 수학불안을 수학 공부나 시험 과정의 특수한 상황 뿐 아니라, 수학에 대한 생각을 할 때까지 포함하여 모든 상황에서의 불안과 두려움을 포함하고자 한다.

2. 수학불안 요인

수학불안 요인에 대해서는 다양한 연구결과가 있다. 수학불안이 발생하는 상황을 중심으로 수학불안의 가장 큰 요인을 시험불안이라고 보기도 하지만, 시험불안과 수학불안은 불안의 대상이 다르기 때문에 별개의 불안으로 보아야 한다는 주장도 있다(최병훈, 2014). 수학불안은 다양한 증상으로 나타나기도 하는데, 불안에 대한 극단적인 감정적 표출로 울거나, 무력감이나 정신적 혼란 상태의 비교적 가벼운 심리적 동요 상태로 나타나기도 한다(Ashcraft, 2002). 이처럼 수학불안은 개인의 심리적 특성과의 관련이 있다. 국내 선행 연구에서 제시되었던 수학불안 요인을 살펴보면, 수학 시험(최병훈, 2014; 허혜자, 1996), 학습 동기(이영순, 2005; 홍애순, 2012), 수학 교사의 교수법(김리나, 2018; 최계현, 한혜숙, 2013), 수학 교과의 이해 정도(김연식, 허혜자, 1995), 수학에 대한 학부모의 관심 및 태도, 반응(김리나, 2015; 이영순, 2005), 수학 과외 및 학원 등 학교 외 수학 학습량(이세나, 2010), 수학 선행 학습이나 사교육(김리나, 2018) 등 매우 다양하다. 본 연구에서는 이처럼 다양하게 제시되었던 수학불안 요인들을 다음과 같이 구분하여 살펴보고자 한다.

가. 개인 특성

개인의 선천적 특성 중 수학불안에 영향을 미치는 것으로 검증된 대표적인 요인으로는 성별, 성향 등이 있다. 성별과 수학불안의 관계에 대한 선행연구 결과는 상반된 결과를 보여주고 있는데, 성별에 따라 수학불안이나 수학성취도에 차이가 있다는(김현미, 강완, 2006; 황선옥, 유경훈, 2018; Beilock et al., 2010; Buckley et al., 2016; Ko & Yi, 2012) 연구와 성별이 수학태도에 영향을 미치지 않으며, 수학불안과 관계가 없다고(Ben-Zeev et al., 2005; Harari et al., 2013; Tapia & Marshk, 2004) 보는 연구도 있다. 특히 Ben-Zeev et al.(2005)은 성별에 따른 수학불안 차이는 개인적 차이가 아니라, 성별에 따른 능력과 역할에 대한 고정관념의 사회적 영향력 때문이라고 보았다. 그러나 여전히 성별에 따른 특정 교과 선호도와 성취도의 차이가 있다는 결과가 더 많다.

개인적 성향이 수학불안의 요인이라는 연구 결과를 보면, 수학불안은 완벽주의적 성향을 지닌 학생들에게 많이 찾아볼 수 있는데, 수학 문제를 완벽하게 해결해야 한다는 압박이나 편집증도 수학불안의 요인이 된다고 본다(김혜경, 2000; Walsh et al., 2002). 김혜경(2000)은 성별특성, 편집증, 강박증과 같은 성격 특성이 수학불안과 유의미한 상관관계가 있다는 것을 검증했다(김혜경, 2000). 이 외에도 개인의 심리적 특성인 낮은 자신감 및 자존감, 수학 자기효능감도 수학불안과 관련이 높다는 것이 검증되었다(Uusimaki & Nason, 2004).

연령이나 학년도 수학불안에 영향을 미치는 요인이다. 일반적으로 학년이 올라갈수록 수학불안이 높아지는데, 이는 오랜 시간에 걸친 수학에 대한 부정적 경험들이 축적되면서 수학에 대한 부정적 인식이 생기며, 이런 인식들로 인해 수학불안이 형성되기 때문이다(Geist, 2010). 여기서 부정적 경험이란 수학시험 결과가 좋지 못하거나, 수학 수업 내용을 이해하지 못하는 등 수학 학습에서의 누적된 실패 경험이라고 볼 수 있다(Ashcraft & Krause, 2007). 특히 학년이 올라가면서 수학교과와의 난이도가 높아지기 때문에 부정적 경험이 강화된다. 따라서 학년이 올라갈수록 수학불안이 나타날 확률이 높아진다고 할 수 있다.

나. 교사와 부모의 태도

수학불안은 주로 학교 교육을 접하기 시작하면서 발생하는데, 이는 수학불안이 수학에 대한 부정적 인식을 지닌 학부모나 교사에 의해 발생한다는 것을 의미한다(Yüksel-Şahin, 2008). 수학 교사는 수학 학습 상황에서 수학불안을 발생시키는 주된 원인이 되기도 한다. 교사가 갖고 있는 수학에 대한 감정과 태도도 학생들의 수학 접

근 방식에 많은 영향을 준다(Beilock et al., 2010). 특히 교사가 수학불안을 갖고 있는 경우 수학불안이 특정 현상으로 표현될 수 있기 때문에 아이들의 수학불안에 원인이 되기도 한다(박경은, 2020; Allen, 2001; Markovits, 2011). 부모의 기대나 반응도 수학에 대한 부정적 정서를 갖게하는 중요한 요인이다. 수학 시험과 수학 성적을 대하는 부모의 반응은 학생들의 수학불안을 형성하는데 영향을 준다. 이처럼 부모의 태도, 반응, 기대는 수학에 대한 부정적 태도와 수학불안 형성에 영향을 미치는 중요한 요인으로 간주되고 있다(Kim & Shin, 2015). 특히 부모 중 어머니는 학생들의 수학에 대한 자신감 형성과 대학 과정에서의 수학과목 선택에 결정적 영향을 미친다는 연구 결과가 있다(Bleeker & Jacobs, 2004; Tomasetto et al., 2011). 이는 학습과정에서 어머니와 자녀 사이의 동기 부여와 기대에 대한 반복적인 상호 작용의 결과로 볼 수 있다.

다. 학습 상황

수학 수업이 이루어지는 학교와 교실은 학생들에게 수학불안을 느끼게 하는 주된 장소가 된다. 따라서 학습 상황과 관련된 수학 학습 과정, 교사의 수업방식 등도 수학불안을 야기한다. 2015 개정 수학과 교육과정은 많은 성취기준을 삭제 및 이동함으로써 학생들의 학습 부담을 경감하기 위하여 수정되었다(김동원 외, 2021). 학습 내용이 경감되었음에도, 수학 역량의 강조, 수학 과정 중심 평가, 그리고 학습자 중심의 학습 방법 등을 강조하다 보니, 이러한 학습상황으로부터 기인하는 새로운 수학 부담이 증가하였으며, 이는 불안으로 이어지고 있음을 나타내었다(김동원 외, 2021). 더불어, 교사의 수업 방법도 학생들의 수학불안에 직접적으로 영향을 미친다(Jackson & Leffingwill, 1999). 교사의 특성과 수학불안 간의 연관성에 대한 연구는 지속적으로 실시되어 왔다. 특히 수학 불안과 관련된 교사의 영향력 중에서도 교수방법은 중요하게 다뤄지고 있다. 남영만, 서영철(1988)의 연구에 따르면 교사의 교수 방법, 발문, 권위의 사용은 수학불안을 형성하는데 영향을 미치는 원인이 된다고 하였다. 최계현, 한혜숙(2013)의 연구에서도 수학교사의 교수법이 학생들의 수학불안 형성에 직접적으로 영향을 끼친다고 지적하였다.

라. 시험 스트레스

대표적인 수학불안의 요인은 수학 시험이라고 할 수 있다. 수학불안과 수학 시험 사이의 유의미한 상관관계는 지속적인 연구결과로 나타나고 있다(최병훈, 2014; 허혜자, 1996).

학교에서의 수학 학습과정에서 실패를 경험하거나 수학 학업 성취도가 낮은 경우, 이러한 경험이 반복되면 수학불안에 영향을 미칠 수 있다(Hopko et al., 2003). 또한 학생들이 수학 문제를 풀 때, 실수하거나 실패할 수 있다는 걱정과 긴장은 학생들의 수학불안을 가중시킬 수 있다(Reglin, 1990). 수학에 대한 걱정이 심해도 학생들이 학교에서 수학 수업을 거부할 수 없기 때문에 심리적 불안과 고통은 계속 발생할 수 밖에 없다(Kazelskis, 1998).

마. 수학교과 특성

수학불안 요인으로 수학교과 특성으로 제시되었던 것은 수학교과의 누적성, 추상성, 언어와 구조 등이 있다. 수학은 기초부터 차근차근 공부해야 하며, 기초가 부족하면 다음 과정을 공부하기 어렵다는 관념은 수학불안의 원인이 된다. 실제로 수학 기초 능력의 부족이 수학불안의 요인으로 나타난다(Alexander & Cobb, 1984).

수학 교과의 추상성은 수학의 이해를 어렵게 한다. 수학의 추상성은 학생들이 수학의 근본 개념에 대한 이해를 어렵게 하여 수학불안의 원인이 될 수 있다고 했다(허혜자, 1996). 수학을 왜 공부해야 하는지, 수학이 일상생활에 유용하지 않다는 생각은 수학의 추상성에서 비롯된다. 수학의 추상적 개념 때문에 수학은 개인의 삶과 관련이 없는 것처럼 느껴지고, 불필요한 공부라고 생각하여 수학 학습의 동기를 낮출 수 있다.

마지막으로 수학적 용어는 여러 차원에서 수학불안에 영향을 미친다. 수학 용어가 현실에서 사용되는 용어일

때 수학적 개념이 왜곡되기도 하고, 수학에서만 사용되는 기호나 공식을 이해하고 암기해야 한다는 점, 수학 용어와 기호, 공식이 익숙하지 않다는 점도 수학불안의 원인이 된다. Ko & Yi(2011)는 수학 내적 요인이라는 개념으로 수학 표상, 수학적 의사소통, 추상성 등의 개념이 포함된다고 했다.

3. 수학불안 측정 도구

Mathematics Anxiety Rating Scale(MARS)는 Richardson & Suinn(1972)에 의해 개발되었는데, 수학불안을 수학 수업시간, 학습 과정, 수학 문제, 시험 등과 관련지어 수학 학습과 관련된 두려움, 불안감, 신경증으로 일상 생활, 수학 문제해결과 학습 장면에서 수의 조작을 방해하는 불안한 감정과 긴장감의 표출이라고 정의하였다. 수학불안은 수학 학습시간을 결정하고, 수학 학습방법 및 수학 개념을 배우고 적용하는 데 영향을 미친다고 보았다(윤은정, 2014; Ashcraft, 2002).

초기의 수학불안 측정 도구는 대학생을 대상으로 하여 일상생활에서 수를 활용하는 상황에서 지각하게 되는 정서적 반응을 측정하도록 개발되었다. Likert 5점 척도 형식으로 점수가 높으면 수학불안 정도가 높다는 의미이다(김명숙 외, 2011). 비슷한 시기에 Fennema, Sherman(1976)은 수학 태도에 대한 척도 중 하나의 하위요인으로 Mathematics Anxiety Scale(MAS)를 개발하였다. MAS는 MARS와 달리 수학에 대한 태도를 더 중시하여 개발되었으며, 고등학생을 대상으로 개발되었고, 문항은 12개로 구성되어 있다.

1980년 이후부터 수학불안은 다차원적으로 접근하게 되었다. Rounds & Hendel(1980)과 Suinn & Edwards(1982)는 Richardson & Suinn(1972)의 MARS를 요인분석하여, 수학불안은 시험불안과 수 불안 두 가지 요인으로 구성되어 있음을 밝혔다. 이후 수학불안은 단일 요인이 아니라 주로 수학적시험불안과 수 불안의 2개 요인으로 설명되었다. 이후, Plake & Parker(1982)는 Richardson & Suinn(1972)의 MARS를 활용하여 연구를 진행했는데, 수학불안이 직접적인 시험 상황에서 발생하는 수학 평가 불안과 학습 과정에서 발생하는 수학 학습 불안으로 두 개의 하위요인으로 구성되어 있음을 밝히고, 기존의 문항을 24개 문항으로 축소한 Mathematics Anxiety Rating Scale-Revised(MARS-R)를 개발하였다. 이러한 수학불안 측정도구는 수학불안이 발생할 수 있는 상황에서의 신체적, 정서적 반응을 측정하는 방식으로 구성되어 있다. Ferguson(1986)은 학습과 평가 상황 외에도 수학 특성을 고려한 수학불안 측정 도구를 개발했는데, 이 도구는 수학시험불안, 수 불안, 추상개념에 대한 불안의 3개 요인의 30개 문항으로 구성되어 있다. 수학불안에 수학 교과에 대한 정서적 반응과 수학 능력에 대한 걱정을 반영한 것이었다(Ho et al., 2000; Meece et al., 1990).

우리나라에서 수학불안 측정과 관련된 연구는 1980년대 후반부터 이어져 왔다. 최진승(1988)는 불안, 시험불안, 학업 불안, 수학불안과 수학 성적과의 인과관계에 관한 연구를 진행하기 위해 수학불안을 측정했는데, 이 연구에서 사용한 수학불안 측정 도구는 Richardson & Suin(1972)이 개발한 수학불안 측정도구를 한국의 언어와 문화에 맞게 수정한 것이다. 이 도구는 총 20개의 문항으로 5점 척도로 되어 있다.

1990년대 이후 우리나라에서는 주로 수학불안 측정 도구를 수학불안에 영향을 미치는 요인에 대해 다차원적으로 접근한 연구들이 수행되었다. 김연식, 허혜자(1995)는 수학불안 요인을 수학성취요인, 수학 교과 요인, 수학에 대한 태도, 인지 요인 및 부정적 생각, 교사 요인의 다섯 가지로 제시하고, 총 106개의 문항으로 구성된 수학불안 요인 측정 도구를 개발하였다(김연식, 허혜자, 1995). 이후 수학불안의 요인은 부모의 태도, 교사의 태도, 수업 방식, 수학에 대한 태도, 학습 정도, 시험, 성적, 교과 특성 등 다양한 요소를 고려한 수학불안 측정도구가 개발되었으며, 번역되거나 기 개발된 수학불안 측정 도구를 재구성하여 초등학생과 중학생, 고등학생, 대학생까지 학습자에 따라 적합한 수학불안 측정 도구 개발 연구가 진행되어 왔다(김리나, 2018; 김명숙 외, 2011; 김연식, 허혜자, 1995; 송하봉, 2001; 이연숙, 2000; 장세림, 조수현, 2013; 최진승, 1988).

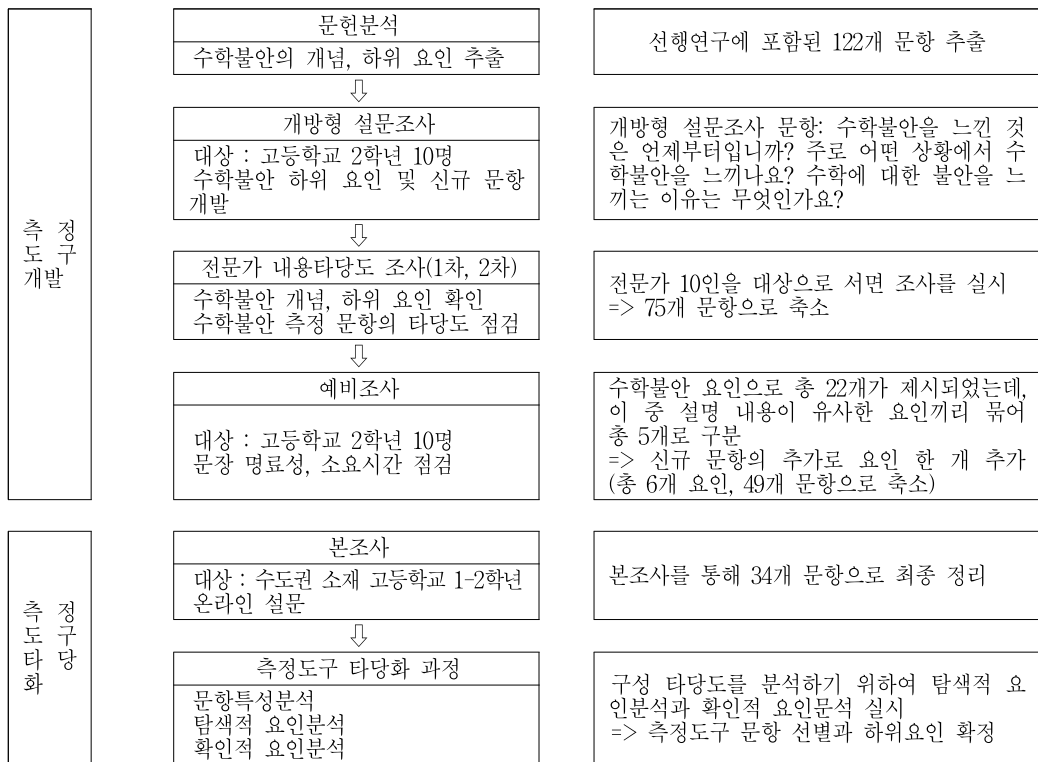
최근에는 한국 수학교육 현장을 반영하여 다양한 수학불안 요인이 추가되고 있다. 장세림, 조수현(2013)는 대

학생용 수학불안 측정 도구 개발 연구에서, 시험 및 학습 불안 요인뿐 아니라 경제활동 및 진로선택 등의 현실적인 요소까지 고려한 요인을 구성하였다. 김리나, 신향균(2015)은 초등학생을 위한 수학불안 측정 도구를 개발 연구에서 사교육을 받는 학생들과 사교육을 받지 않는 학생으로 구분하여 활용할 수 있는 2종의 수학불안 측정 도구를 개발했다.

이처럼 최근의 수학불안 측정 도구 개발 연구는 외국에서 개발되어 사용되는 도구에 대한 번역 뿐 아니라 한국 상황에서 발생하는 수학불안의 원인이 될 수 있는 다양한 요인을 고려하고는 있다. 그러나 이렇게 개발된 도구의 타당도나 신뢰도가 검증된 연구는 매우 드물다. 따라서 본 연구에서는 기 개발된 수학불안 요인에 대한 문항 뿐 아니라 한국의 수학교육 환경을 반영한 새로운 수학불안 측정 문항이 포함된 도구를 개발하여 신뢰도와 타당도를 검증하고자 한다.

4. 연구절차

본 연구는 수학불안 측정도구 개발과 측정도구 타당화를 위해 다음 [그림II-1]과 같은 절차로 진행되었다. 측정도구개발은 선행연구 분석과 개방형 설문조사를 통해 수학불안의 하위요인을 설정한 이후, 기존 측정도구의 문항을 수정하고 신규 문항 개발을 통해 진행되었고, 전문가 타당도 분석을 통해 하위요인 및 문항의 적절성을 검토하였다. 측정도구 타당화는 개발된 예비 측정도구로 설문조사를 실시하여 문항특성분석과 탐색적 요인분석



[그림II-1] 연구 절차

을 통한 문항 선별 및 하위요인 확정, 탐색적 요인분석을 통해 구조화된 측정모형을 확인적 요인분석을 통해 타당도를 검증하였다.

예비 문항을 구성하기 위한 단계는 다음과 같다. 먼저 수학불안 측정도구 관련 선행연구들을 모두 검색하고 원문을 확보하여 거기에 포함된 문항들을 모두 추출하였다. 수학불안 측정 도구와 관련된 선행 연구 자료를 수집하여 기존 개발된 문항을 정리하여 중복된 문항 제거 및 자구 수정을 하였다. 이후 선행연구에 포함되지 않은 문항이나, 변화된 수학교육 현장을 반영하기 위하여 요즘 학생들이 느끼는 수학불안과 그 원인에 대해 알아보고자 예비조사 대상자인 고등학교 2학년 학생 10명을 대상으로 개방형 설문조사를 실시했다. 개방형 설문조사지에는 학교명, 학년, 성별과 수학불안의 요인을 묻는 문항(수학불안을 느낀 것은 언제부터입니까? 주로 어떤 상황에서 수학불안을 느끼나요? 수학에 대한 불안을 느끼는 이유는 무엇인가요?)이 포함되었다. 마지막으로, 학생들의 답변을 비슷한 내용들로 분류한 후, 선행연구에서 추출된 문항들과 비교하여 포함되지 않은 내용의 문항을 추가하였다.

5. 연구대상

본 연구는 한국 고등학생들이 어떤 이유로 수학불안을 느끼는지 분석할 수 있는 측정 도구를 개발하는 것이다. 수학불안 측정도구의 개발과 타당도 검증을 위해 전문가 집단과 학생 집단의 두 집단을 연구대상으로 설정하였다. 수학불안 측정 도구의 내용 타당도 분석을 위한 전문가 집단은 수학교사, 수학 교육학 박사, 교육학 박사 등으로 구성했다. 전문가 집단의 기준은 수학불안 개념에 관한 내용을 잘 알고 있는 전문가, 측정 도구 개발 경험이 있는 전문가, 수학교육 전문가이며, 총 10명으로 구성하였다. 연구에 참여한 전문가들은 모두 관련 분야의 석사학위 이상 소지한 자로 해당 분야의 경력이 5년 이상 확인된 전문가들로 구성했으며, 수학불안 측정 도구 예비문항의 내용 타당도를 검증하기 위해 2차례에 걸쳐 조사에 참여하였다.

학생 집단은 설문 문항의 개발을 위한 조사집단과 개발된 측정 도구의 신뢰도 타당도 검증을 위한 집단으로 구성되었다. 먼저 수학불안 설문 문항 개발을 위하여 개방형 설문조사를 실시했다. 개방형 설문조사는 수학불안이 무엇이라 생각하는지와 불안을 느끼는 이유에 대해 자유롭게 작성하도록 했다. 개방형 설문조사의 대상자들은 본조사의 대상자와 동일한 연령대로 구성하고자 서울시 소재 고등학교 2학년 10명을 대상으로 했다.

개발된 측정 도구의 신뢰도와 타당도를 검증하기 위한 본 조사 연구대상은 서울, 경기, 인천에 있는 일반 고등학교 및 자율형 사립 고등학교 16개교에 재학 중인 고등학교 1, 2학년 학생 1,848명이다. 본 조사는 개발된 수학불안 측정 도구의 타당도와 신뢰도를 검증하기 위한 것으로 조사 편의성을 고려하여 조사대상자를 서울 및 경기 지역의 고등학교로 한정하였다. 연구자가 사전에 개별적으로 섭외한 학교의 수학 담당 교사에게 본 연구의 취지와 목적을 상세히 설명하고, 자료 수집을 위한 협조를 요청하였다. 본 연구의 대상을 고등학교 1, 2학년 학생들로 한 이유는 고등학교에 진학하면서 수학을 포기하거나 수학에 대해 불안을 느끼는 학생들이 증가하기 때문이다(김명숙 외, 2011; 옥보명, 고상숙, 2021). 그럼에도 불구하고 본 연구에서 3학년을 조사 대상에서 제외한 이유는 선행 연구결과에서 제시된 시험과 불안과의 관계성 등을 고려해 볼 때, 대학 입시를 앞둔 고등학교 3학년의 상황이 고등학교 1, 2학년 학생과는 달리 수학불안에 많은 영향력을 미치리라 판단했기 때문이다.

본 조사가 시행된 시기는 코로나 19로 인하여 온라인 수업이 진행되고 있었기 때문에 학년별 온라인 실시간 수업시간을 통해 수학 담당 교사가 수업시간 중에 조사를 진행할 수 있도록 했으며, 조사 방법도 온라인 조사를 활용했다. 학생들은 수학 수업시간에 연구의 취지와 목적, 작성 요령 등에 대해 상세한 설명을 듣고 난 후 배포된 온라인 설문 조사지에 응답하게 하였다.

6. 자료 분석 방법

가. 문항 분석

문항 분석은 먼저 문항별 기초 특성을 탐색하기 위해 평균과 표준편차를 분석하고, 자료의 정규성을 검증하기 위해 왜도와 첨도를 분석하였다. 일반적으로 왜도는 절댓값이 3 미만일 때, 첨도는 절댓값이 7 미만일 때 자료의 정규성이 확보된다고 보기 때문에(Curran et al., 1996), 왜도와 첨도를 기준으로 정규성에서 벗어난 문항은 삭제하였다. 다음으로 문항의 변별도를 분석하기 위하여 개별 문항의 점수와 전체 문항의 총점 사이의 상관계수를 분석했다. 개별 문항 점수와 전체 총점의 상관계수가 높으면 문항의 변별력이 높은 것으로 간주하여(탁진국, 2000), 문항 및 총점과의 상관계수가 0.40 이상이면 변별력이 있는 것(성태제, 2005)으로 보았다.

나. 탐색적 요인 분석

수학불안 측정 도구가 측정하고자 하는 개념을 제대로 측정하고 있는지 알아보는 구인타당도 검증을 위해 탐색적 요인분석을 했다. 탐색적 요인분석은 요인 구조를 가정하지 않으며, 수집한 자료를 기준으로 어떠한 잠재요인을 구성하는 것이 적절한가를 찾는 것으로 통계적으로 측정 개념을 구성하는 요인 수를 추출하거나 하위요인의 적절성 등을 판단하기 위한 검증 방법이다(김계수, 2007).

탐색적 요인분석을 위한 자료는 앞서 설명한 바와 같이 설문에 응답한 응답자 중 유효한 응답인 1,654명의 자료를 활용하였다. 먼저 요인분석을 하는 것이 적절인지 파악하기 위하여 Kaiser-Meyer-Olkin(KMO) 측정치와 Bartlett의 구형성 검정하였다. 통상적으로 KMO의 값은 0과 1 사이에 있으며, 1에 가까울수록 요인분석을 하는 것이 적절하다고 판단한다. Bartlett의 구형성 검정의 경우 연구에서 통상적으로 사용하는 유의수준 .05을 기준으로 귀무가설을 기각할 경우 요인분석이 적절하다고 판단한다(Field, 2013).

본 연구에서는 주성분분석이 아닌 공동요인분석을 실시했다. 주성분분석은 오차항을 포함하지 않는데, 사회과학 연구에서 오차가 없다는 것이 불가능하기 때문에 주성분분석보다는 공동요인분석이 적절하여(노경섭, 2019), 응용연구에서 많이 사용되는 최대우도법을 활용하였다. 요인 회전방식은 사교회전을 적용하였는데, 직교 회전의 경우 회전축이 직각인 상태에서 회전하는 방법으로 요인들 간의 상관관계가 없다는 가정 하에 진행하고, 사교회전의 경우 요인들 간에 상관관계가 존재한다는 가정 하에 직각을 유지하지 않은 상태로 요인 축을 회전하는 방법이다(Field, 2013). 본 연구에서는 사교 회전인 프로맥스(promax)를 활용했다. 프로맥스는 사교 회전 기법 중 널리 쓰이고 있는 방법으로, 요인 간의 상관을 전제한 상태에서 간명한 요인모형을 도출할 수 있다는 장점이 있다(Hetzl, 1996). 본 연구에서는 요인계수 0.4를 기준으로 못 미치는 문항은 제거하며 반복 요인분석을 했다.

다. 확인적 요인 분석

수학불안 요인 측정 도구의 탐색적 요인분석을 통해 최종 도출된 요인과 개별 문항의 타당성을 검증하기 위해 확인적 요인분석을 했다. 모수 추정에는 최대우도법을 사용하여 정확한 모수를 추정하고자 했다(김계수, 2007). 확인적 요인분석은 모형의 적합도 평가로 시작되는데, 적합도 평가를 위해서는 χ^2 검증을 포함하여 모형 적합도 관련한 지수들은 NFI(Normed Fit Index), CFI(Comparative Fit Index), TLI(Turker-Lewis index), RMSEA(Root Mean Square Error of Approximation), SRMR(Standardized Root Mean Square Residual)을 사용하였다. 일반적으로 적합도 지수는 1.00에 가까울수록 좋게 판단하고, 0.90 이상이면 좋은 적합도, 0.90에 가까우면 양호한 모형이라 판단한다(이학식, 2008). 수학불안 요인의 모형 적합도를 도출하고 구성타당도(개념타당도)를 확인하기 위하여 수렴타당도와 판별타당도를 검증했다. 수렴타당도는 집중타당도라고도 하며, 같은 개념을 측정하는 경우 다른 측정 방법을 사용하더라도 측정 값 사이에 상관관계가 높아야 함을 의미한다. 구조방정식 모형에서 수렴타당도 검증은 일반적으로 개념 신뢰도(Construct Reliability: CR), 평균분산추출지수(Average variance extraction, AVE) 값을 확인하는데, 개념 신뢰도(CR) 0.70 이상, 평균분산추출지수(AVE)는 0.50 이상의 기준에 부합하는지 확인해야 한다. 판별타당도는 수렴타당도와 반대로 상이한 개념을 측정하는 경우에는 동일한

측정방법을 사용하더라도 측정값 간에 차별성이 나타나야 함을 의미한다. 구조방정식에서 판별타당도는 잠재변수 간 상관계수의 제곱값 중 가장 큰 값이 평균분산추출지수(AVE) 보다 높지 않아야 한다(Bae, 2011; Kim, 2007). 이러한 기준을 활용하여 요인 간 분산추출지수 값이 각 요인의 상관계수의 제곱인 결정계수보다 큰지 검증해보았다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 수학불안 요인 측정도구 개발

가. 예비문항 구성

문헌 분석 결과와 학생들을 대상으로 한 개방형 조사 결과 등을 고려하여 인지요인(자아개념, 유용성), 수학태도(부정적 경험, 학습동기), 성취 스트레스(수학시험, 평가), 수학 교과 특성(추상성, 누적성), 환경요인(사교육, 부모기대, 친구관계), 수학교사 및 교수법으로 6개의 수학불안 요인을 구성하고, 이러한 요인을 기준으로 선행 연구에서 제시되었던 다양한 수학불안 세부 문항을 검토하여 재배치했다. 또한, 개방형 조사에서 제시되었던 기존 수학불안 측정 도구에서 확인할 수 없었던 한국 교육현장과 관련된 사교육, 교육열, 교수법 관련 문항은 새롭게 개발하여 1차 예비문항을 도출하였다. 구체적으로 인지 요인이 19개 문항, 수학태도 요인이 18개 문항, 성취 스트레스와 관련된 문항이 24개 문항, 수학 교과 특성 문항이 24개, 환경 요인이 14개 문항, 수학교사와 교수법에 대한 문항이 23개로 구성되어 있다. 예비문항은 동의 정도에 따라 5점 리커트 척도로 응답할 수 있게 하였다.

나. 전문가 내용 타당도 검증 결과

1차 전문가 조사에서는 수학불안 하위요소의 구성과 각 하위요소에 대한 설명이 합당한지에 대한 내용과 수학불안 하위요소에 속한 개별 문항이 하위요소를 설명하는데 적절한지에 대해 5점 리커트 척도로 조사하였다. 이 외에도 전문가 의견란을 별도로 두어 수학불안 하위요소의 개념이나 개별 문항에 수정이나 추가할 의견이 있으면 자유롭게 기술하도록 하였다. 전문가 의견란에 작성된 내용은 유사 문항 통합, 중복 문항 제거, 신규 문항 개발 시 참고하였다.

내용 타당도 검증은 Lawshe(1975)가 제안한 내용 타당도 비율(Content Validity Ratio, CVR) 값을 기준으로 했다. 타당성 여부를 결정하는 CVR 최소값은 전문가의 수에 따라 다른데, 본 연구에 참여한 전문가 10명에 대한 CVR 최소값은 0.62로 이 값에 미치지 못하는 문항은 삭제하였다. 응답 척도는 5점 리커트 척도로 되어 있어서, 5점과 4점을 적합한 문항으로 판단하였다. 1차 내용 타당도 분석 결과 CVR 기준인 0.62에 못 미치는 문항은 총 122개 중 54개로 나타났다. 대부분 중복되는 문항이거나 하위요소의 개념을 설명하는데 적절하지 않다고 판단된 문항이었다. 1차 예비문항 122개 중 54개 문항을 삭제하여 69개 문항을 남기고, 전문가들이 제안한 신규 문항 및 기존 문항을 수정하여 2차 내용 타당도 조사를 위한 문항 75개를 구성했다.

2차 조사에서는 좀 더 엄격한 내용타당도 조사를 위해 Gilbert & Prion(2016)의 연구에서 제시한 내용 타당도출방식에 따라 5점 리커트가 아니라 각 문항의 내용을 읽고 응답은 수학불안의 하위요소로 '필수적임', '필요 하나 필수는 아님', '필요 없음' 중 하나를 선택하게 하였고, '필수적임'을 적합 응답으로 보아 CVR 값을 구하였다. 총 75개 문항으로 축소된 측정 도구에 대해 2차 전문가 조사를 하고, 산출된 CVR 값을 기준으로 문항을 삭제하거나, 수정하는 절차를 반복했다. 그 결과 CVR 기준인 0.62에 못 미치는 문항은 총 25개로 나타났다. 마찬가지로 대부분 중복되는 문항이거나 하위요소의 개념을 설명하는데 적절하지 않다고 판단된 문항이었다. 2차 예비문항 75개 중 25개 문항을 삭제하여 50개 문항을 남겼다. 또한 남은 문항 중 1개 문항은 유사하다는 의견이

받아들여 CVR 값이 더 높은 문항을 남기고 삭제하였다. 최종 문항은 49개 문항이었다.

하위요소별로 보면 수학의 추상성, 누적성, 수학 언어 등과 관련된 수학 교과 특성 문항이 15개, 수학교사와의 관계나 교수법에 대한 문항이 5개 문항, 수학기험이나 평가방법 등 수학 성취와 관련된 문항이 6개 문항, 수학 기초 능력이나 수학에 대한 자아개념, 유용성에 대한 이해 등 인지 요인이 6개 문항, 사교육이나 부모의 기대, 친구와의 관계 등 환경 요인이 10개 문항, 수학에 대한 부정적 경험, 학습 동기 등과 관련된 수학 태도 요인이 5개 문항으로 총 49개 문항으로 구성되었다.

<표 III-1> 수학불안 문항 도출과정

하위요소		1차 예비 문항 개발	1차 전문가 조사 결과	2차 전문가 조사 결과
인지 요인	자아개념	8	5	3
	유용성	3	-	-
	기초 기능	8	4	3
수학 태도	학습 동기	9	2	2
	부정적 태도	5	4	2
	걱정	4	3	1
성취 압박	시험	8	7	3
	평가	5	4	2
	성적	5	3	3
	성취	6	-	-
수학 교과 특성	학습	7	4	2
	시간	2	2	-
	누적성	3	3	2
	추상성	5	4	4
	언어	3	3	3
	교과과정	4	3	4
환경 요인	부모의 태도	6	5	3
	친구 관계	4	4	5
	사교육	4	3	2
교사 및 교수법	교수법	12	6	2
	교사의 태도	11	6	3
계		122	75	49

2. 수학불안 측정도구의 신뢰도 및 타당도 분석

가. 문항 분석 결과

문항의 평균은 1.52~3.96 사이에 분포하고 있었으며, 표준편차는 0.928~1.396 사이에 분포하고 있었다. 왜도는 -0.994~2.134의 범위에 있었으며, 첨도는 -1.252~4.500 범위에 있는 것으로 나타났다. 마지막으로 문항과 총점 간의 상관계수 분석 결과를 살펴보면, 모두 0.388~0.725로 나타났다.

평균과 표준편차가 극단인 경우와 문항의 왜도 및 첨도의 수치가 ± 2 이상 문항은 정상분포에서 벗어난 자료이기 때문에 조사대상자 간 변별력이 약한 문항으로 간주한다(Hong et al., 2003). 이러한 기준에 따라 문항을 분석한 결과는 다음과 같다. 문항 분석 결과 교사 특성에 대한 q14는 왜도 2.134, 첨도 4.500으로 앞의 기준을 벗어나 삭제하였다.

성태제(2005)는 변별력을 위해서는 문항과 총점 간에 0.4 이상의 상관계수가 도출되어야 한다고 보았기 때문에 이러한 기준에 따라 q13도 추가로 제거하고 탐색적 요인분석을 진행할 분석 문항을 확정하였다. 문항의 기술 통계 분석 결과와 문항과 총점 간 상관 분석 결과는 다음과 같다.

<표 III-2> 수학불안 문항 분석 결과

	평균	표준편차	왜도	첨도	총점과의 상관관계
q1	2.70	1.175	.315	-.765	.570**
q2	3.29	1.224	-.153	-1.024	.572**
q3	3.20	1.220	-.124	-1.015	.502**
q4	2.81	1.288	.328	-1.021	.571**
q5	3.22	1.253	-.225	-1.031	.518**
q6	3.27	1.181	-.197	-.942	.577**
q7	2.87	1.355	.188	-1.154	.463**
q8	3.09	1.313	.009	-1.150	.592**
q9	3.02	1.313	.059	-1.125	.647**
q10	3.51	1.179	-.436	-.775	.552**
q11	3.60	1.301	-.533	-.888	.602**
q12	1.98	1.107	1.187	.813	.555**
q13	1.91	1.129	1.266	.899	.390**
q14	1.52	.918	2.134	4.500	.388**
q15	2.57	1.331	.359	-1.052	.516**
q16	2.65	1.372	.287	-1.175	.481**
q17	2.56	1.352	.382	-1.079	.478**
q18	3.11	1.340	-.201	-1.145	.555**
q19	3.14	1.396	-.170	-1.252	.495**
q20	2.65	1.385	.348	-1.153	.598**
q21	2.89	1.305	.073	-1.125	.626**
q22	2.84	1.254	.125	-.999	.625**
q23	2.33	1.262	.716	-.512	.507**
q24	2.76	1.298	.224	-1.046	.581**
q25	2.61	1.320	.360	-1.046	.627**
q26	3.38	1.339	-.424	-.998	.662**
q27	3.26	1.308	-.241	-1.029	.649**
q28	3.01	1.323	.033	-1.127	.678**
q29	3.63	1.242	-.601	-.654	.601**
q30	2.81	1.346	.198	-1.142	.561**
q31	3.56	1.198	-.549	-.603	.637**
q32	3.64	1.160	-.547	-.561	.631**
q33	3.47	1.277	-.435	-.869	.460**
q34	3.96	1.124	-.994	.229	.422**
q35	3.38	1.246	-.300	-.919	.548**
q36	2.64	1.242	.355	-.832	.584**
q37	3.00	1.311	-.006	-1.126	.561**
q38	3.71	1.162	-.671	-.375	.509**

	평균	표준편차	왜도	첨도	총점과의 상관관계
q39	3.65	1.234	-.588	-.652	.531**
q40	3.72	1.208	-.672	-.478	.662**
q41	3.61	1.207	-.567	-.632	.662**
q42	2.94	1.393	.124	-1.250	.712**
q43	2.45	1.300	.545	-.815	.666**
q44	2.66	1.271	.322	-.931	.661**
q45	3.29	1.221	-.265	-.882	.677**
q46	3.29	1.244	-.244	-.908	.703**
q47	2.62	1.246	.382	-.834	.679**
q48	3.07	1.246	-.020	-.987	.725**
q49	3.26	1.289	-.247	-1.017	.722**

나. 탐색적 요인분석 결과

분석에 사용될 표본의 KMO 지수는 0.951로 나타나 분석에 적합한 자료로 판명되었고, 본 표본의 Bartlett의 구형성 검증 결과, 분산과 공분산의 행렬에 차이가 있음이 통계적으로 유의한 것으로 나타나($\chi^2 = 28755.036$, $df=561$ $p<.001$) 귀무가설을 기각하므로 요인분석을 진행하는 것이 적절하다고 판단하였다.

프로맥스를 이용한 사교회전 방식으로 처리한 결과, 두 개 이상의 요인에서 요인계수 .4 이상인 문항은 삭제하면서 반복적으로 요인분석을 실시하였다. 다만 q19 문항(친구가 나보다 선행학습이나 사교육을 많이 했다고 말할 때 불안하다)의 경우 2요인과 4요인에서 요인계수 0.4 이상이 나타나 이중적재 되어 있었으나, 개방형 문항에서 도출된 신규 문항으로 전문가 내용타당도에서도 중요도가 높았던 문항이었기 때문에 연구자의 판단으로 문항을 삭제하지 않고 진행하였다.

고유값이 1 이상인 것은 총 6개 하위요인으로 나타났다. 각 요인에 포함된 요인부하량은 0.405~0.933의 범위였으며, 6개의 요인이 전체 변량의 63.933%를 설명하는 것으로 나타났다. 공통성은 모두 0.4 이상으로 나타났다.

이러한 과정을 반복적으로 거치면서 제거된 문항은 문항분석 시 이미 제거되었던 q13, q14를 포함하여, q1, q5, q6, q10, q11, q12, q27, q28, q30, q31, q32, q35, q37, q42 문항이다. 결론적으로 탐색적 요인분석을 통해 49개의 문항 중 15개 문항이 삭제되었고, 수학불안을 측정하는 측정 도구의 최종 문항은 34개 문항이다.

추출된 요인별로 해당 문항의 내용을 살펴보니, 문헌 분석과 개방형 설문 조사로 도출했던 6개 하위요인이 분리되어 재구조화되었다. 요인 1은 연구자가 구성했던 인지 요인과 수학 태도에 대한 문항이 섞여 총 7개 문항으로 구성되었는데, 문항은 수학에 대한 자아개념, 수학 학습 동기과 같은 학습자의 개인특성에 대한 문항으로 구성되었다. 이에 요인 1은 '개인특성'으로 명명하였다. 요인 2는 기존 성취 스트레스에 대한 해당하는 문항 중 일부가 삭제되어 7개 문항으로 수학시험이나, 성적, 경쟁에 관한 내용으로 '성취 압박'으로 명명하였다. 요인 3은 연구자가 구성했던 수학 교과특성 중 일부 문항만이 남았는데, 수학의 언어, 기호 등에 관한 내용의 총 7개 문항으로 수학의 추상적 특성으로 구성되어 '추상성'이라고 명명하였다. 요인 4는 연구자가 구성했던 수학 학습과 관련된 수학교과특성 문항과 교사 및 교수법의 문항이 섞였는데, 주로 교실에서 발생하는 협력적 학습방식, 교수법에 관한 내용으로 되어 있어 '교수학습법'이라고 명명하였다. 요인 5는 기존의 환경요인에 대한 문항 중 일부가 삭제되어 부모의 태도와 반응에 관한 문항만 남아 '부모 태도'라고 명명하였다. 마지막으로 요인 6은 기존 수학 교과특성 요인 중 수학 능력이 기초부터 누적되는 점, 응용문제 풀이와 관련된 것으로 '누적성'으로 명명하였다.

<표 III-3> 탐색적 요인분석 결과

	프로맥스(promax)					
	1	2	3	4	5	6
q8	.933	.018	-.083	-.045	-.032	.009
q7	.805	-.058	-.093	.011	-.036	-.018
q9	.690	.227	-.029	-.015	.081	-.062
q2	.630	.145	.086	-.011	-.001	-.094
q3	.557	-.070	.207	-.062	-.050	.026
q4	.550	-.197	.235	.057	-.027	.064
q20	.480	-.064	.035	.191	.047	.083
q38	.011	.806	.064	-.027	.045	-.120
q34	-.075	.733	-.042	.053	-.094	.036
q33	-.041	.658	.024	.106	.029	-.102
q39	.076	.633	.119	-.049	-.012	-.014
q18	.012	.466	-.133	.342	.177	-.029
q40	.080	.465	.106	-.144	.017	.367
q19	-.069	.405	-.163	.400	.013	.114
q44	.056	-.130	.771	.128	.037	-.068
q47	.027	-.130	.760	.145	.047	-.029
q46	-.047	.099	.734	-.069	.028	.120
q48	-.002	.079	.732	-.001	-.017	.100
q45	.027	.183	.640	.029	-.046	.014
q43	.143	-.102	.640	.184	.055	-.102
q49	.039	.209	.623	-.039	.003	.080
q36	-.044	.078	.269	.606	-.081	-.092
q21	.039	.302	-.055	.591	.009	-.014
q37	-.089	.174	.212	.548	-.146	.009
q22	.033	.088	.009	.516	.043	.140
q23	.189	-.194	.079	.480	.008	.046
q16	-.052	.006	.025	-.070	.914	.005
q15	-.003	.022	.106	-.092	.852	-.037
q17	.015	-.014	-.060	.067	.698	.065
q26	-.054	-.044	.042	.061	.018	.780
q41	.009	.160	.170	-.119	-.039	.639
q24	-.033	-.103	-.057	.323	.046	.535
q25	.014	-.174	.067	.288	.031	.517
q29	.097	.303	-.051	.041	-.037	.416
고유값	12.132	3.488	2.004	1.538	1.153	1.116
분산비율	35.512	10.405	6.547	4.473	3.579	3.418
누적분산비	35.512	45.916	52.463	56.937	60.515	63.933

KMO= .951, Bartlett χ^2 =28755.036, df=561 p<001

탐색적 요인분석을 통해 도출된 최종 34개 문항에 대한 신뢰도 분석을 실시했다. 신뢰도 분석은 문항 내적 일관성을 추정하는 Cronbach's α 계수를 사용하였다. 신뢰도 분석 결과, 요인별로 개인특성 0.873, 성취 압박 0.848, 추상성 0.916, 교수학습법 0.800, 부모의 태도 0.854, 누적성 0.821로 나타났다. 절대적인 기준은 없지만, 통상적으로 Cronbach's α 계수가 0.7보다 크면 신뢰도가 있다고 평가할 수 있다(성태제, 2005). 최종 하위요인 명과 하위요인별 문항 수, 세부 문항은 <표 III-4>와 같다.

<표 III-4> 하위요인명 및 최종 문항

요인명	문항 수	문항
개인 특성	7	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 나는 수학에 재능이 없는 사람이라는 생각이 든다 ▪ 문제가 조금만 어려워 보여도 문제 풀기를 포기한다 ▪ 수학에 대한 기초 실력이 부족해서 수학을 하기 싫다 ▪ 수학은 나의 생활과 아무런 관련이 없는 것 같아서 수학을 하기 싫다 ▪ 수학은 어려운 교과목이라서 하기가 싫다 ▪ 수학 과목에 대한 실패 경험 때문에 수학이 싫다 ▪ 주위 친구들이 수학을 포기했다고 하면 나도 수학을 포기하고 싶어 질 때가 있다
성취 압박	7	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 친구가 수학시험을 잘 보았다고 자랑을 할 때 수학에 대한 불안을 느낀다 ▪ 친구가 나보다 선행학습(사교육)을 많이 했다고 말할 때 불안하다 ▪ 수학시험이 다가올수록 가슴이 두근거리고 초조하다 ▪ 수학시험 도중 아는 문제가 안 풀릴 때 당황해서 마음의 여유가 없어진다 ▪ 수학시험 점수를 확인할 때 불안하고 초조해진다 ▪ 이전 학년/학기보다 수학 성적이 많이 떨어질 것 같아 불안하다 ▪ 수학은 짧은 시간 내에 성적을 올릴 수 없기 때문에 불안을 느낀다
추상성	7	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 숫자 대신 x, y와 같은 문자를 포함한 식을 보면 어렵게 느껴지고 불안하다 ▪ 수학교과서나 문제집의 그래프나 도표, 기호가 어떤 의미인지 잘 몰라서 걱정된다 ▪ 수학적 사실을 논리적으로 설명해야 할 때 막막하고 불안하다 ▪ 문장만 주어진 수학 문제를 읽고 수식을 만들어 풀어야 할 때 어떻게 접근해야 할지 몰라 불안하다 ▪ 수학 용어의 뜻을 이해하기 어려워 불안하다 ▪ 수학 문제에 제시된 내용이나 상황을 이해하기 어려워 불안하다 ▪ 복잡해 보이는 수식과 기호를 볼 때 불안을 느낀다
교수 학습법	5	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 친구들과 토의 및 협력 수업 때, 친구가 나보다 더 많이 아는 것 같아서 불안하다 ▪ 친구들과 협동해서 수학 공부를 할 때는 정확하게 알게 된 것인지 모르기 때문에 불안하다 ▪ 선생님이 수업 시간에 자주 질문을 하거나, 발표를 시켜서 불안하다 ▪ 모듈별 협력학습이나 토론 수업에서 내 의견을 제대로 표현하지 못해서 제대로 평가받지 못할 것 같아서 불안하다 ▪ 토론 수업을 할 때 내 의견을 표현하고 싶지만, 틀렸을 것 같아서 불안하다
부모 태도	3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 부모님이 나의 수학 성적 때문에 걱정이라는 말을 많이 하셔서 불안하다 ▪ 부모님이 좋은 대학에 가려면 수학을 잘해야 한다고 자주 이야기하셔서 불안하다 ▪ 부모님이 수학은 무조건 문제를 많이 풀어야 한다고 할 때 답답하고 불안하다
누적성	5	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 선생님이 수업에서 기본 개념을 응용하여 문제를 푸는 방법을 가르쳐주지 않을 때 불안하다 ▪ 수학 수업은 항상 진도가 너무 빠르게 느껴져서 불안을 느낀다 ▪ 단원간의 연계성 때문에 앞 부분을 모르면 못 따라갈까봐 불안하다 ▪ 학교에서 배운 것만으로 수학을 잘 할 수 없을 것 같아 불안하다 ▪ 수학은 앞부분의 개념을 모르고 넘어가면 그 다음 부분은 시작할 수도 없어서 불안하다

다. 확인적 요인 분석

모형의 적합도를 평가하기 위해서는 χ^2 검증이나 적합도 지수를 이용할 수 있다. 이때, χ^2 검증은 표본의 크기에 매우 민감하게 반응하여 표본이 크면 귀무가설을 너무 쉽게 기각한다는 단점이 있다(Kline, 2016). 따라서 χ^2 검증만으로 판단하는 것은 적절하지 않아, 모형의 적합도를 평가하기 위해 다른 지수들과 함께 종합적으로 판단하고자 했다. 본 연구에서 이용한 모형 적합도 관련한 지수들은 NFI, CFI, TLI, RMSEA, SRMR이다.

NFI, CFI는 0.9 이상 1에 가까울수록 모형이 적합하다고 판정한다. 일반적으로 0.90 이상이면 모형의 적합도에 만족한다고 할 수 있다(김계수, 2008). TLI는 일반적인 권장 수요기준은 0.90 이상이면 좋은 적합도를 갖는다고 본다(김계수, 2007; 홍세희, 2000). RMSEA는 표본 크기가 큰 모델을 기각시키는 χ^2 통계량의 극복하기 위해 개발된 적합지수로, .05~.08범위를 보일 때 수용할 수 있는 것으로 간주한다(노경섭, 2019).

일반적으로 모형 적합도 수용기준은 CFI, TLI>0.9이고, RMSEA<0.08으로 보는데, 본 연구의 수학불안 측정도구의 모형 적합도를 분석한 결과 CFI는 0.9 이상이었으나, TLI는 0.9 이하로 적합도가 낮게 나타났다. 따라서 이를 보완하기 위한 절차를 거쳤다. 옥보명 외(2021), 김진호 외(2007)의 연구를 참고하여 모형의 수정지수(modification indice: M.I.) 값을 확인하여 M.I. 지표 값이 가장 높은 문항 간에 공분산 관계를 표시하고 모형 적합도를 재분석하여 수정된 모형의 CFA적합도 지수를 구하였다. 수정지수란 특정 모수가 추가됨에 따라 감소하는 최소한의 χ^2 을 의미한다. 수정지수를 이용한 적합도 개선방식으로는 모형 내에서 어떠한 관계도 설정되어 있지 않은 두 변수를 공분산, 인과관계로 설정하거나, 수정지수가 큰 측정오차를 선정하여 그 측정오차와 동시에 관측변수도 제거하는 방법이 있다. 사회과학 연구에서는 문항 간 관계성이 전혀 없을 수 없으므로 무조건 문항을 삭제하기보다는 전자의 방식을 제한적으로 사용하는 경우가 많다. 그러나 이 방식, 즉 2개의 오차를 서로 상관 수정지수가 큰 측정오차 한 쌍을 확인하고 두 측정오차를 공분산으로 연결하는 방식인 오차 상관은 쉽게 이용할 수 있으므로 원칙 없이 남용되는 문제를 갖고 있다. 이러한 한계를 고려하여 오차 상관은 하위요인 안에서 연결로 한정하였다.

구체적으로, M.I. 지표 값이 높은 문항을 살펴보면, 개인특성요인을 구성하는 문항인 q3 “문제가 조금만 어려워 보여도 문제 풀기를 포기한다”, q4 “수학에 대한 기초실력이 부족해서 수학하기 싫다” 문항의 경우, 기초실력이 부족한 학생은 수학 문제를 어렵게 느끼고 문제 풀기를 포기할 수 있다. 즉 두 문항이 관련성이 있다.

성취 압박 요인의 하위문항인 q18 “친구가 수학시험을 잘 보았다고 자랑을 할 때 수학에 대한 불안을 느낀다.”와 q19 “친구가 나보다 선행학습(사교육)을 많이 했다고 말할 때 불안하다”는 문항은 친구와의 관계 속에서 경쟁심을 느끼고, 경쟁에 따른 압박감의 차원으로 볼 때, 문항 간 관계성이 높다는 것을 확인할 수 있다. 친구가 나보다 공부를 더 많이 해서(선행학습이나 사교육을 많이 해서), 수학시험을 더 잘 볼 것 같아 불안함을 느낀다는 것이다.

성취 압박 요인의 다른 문항인 q33 “수학시험이 다가올수록 가슴이 두근거리고 초조하다”와 q38 “수학시험 점수를 확인할 때 불안하고 초조해진다”도 마찬가지로 수학시험이 다가올 때 느끼는 초조함과 수학시험 점수를 확인할 때의 초조함이 내용상으로 관련성이 높을 수밖에 없다.

추상성 요인의 하위문항인 q43 “숫자 대신 x, y와 같은 문자를 포함한 식을 보면 어렵게 느껴지고 불안하다”와 q44 “수학 교과서나 문제집의 그래프나 도표, 기호가 어떤 의미인지 잘 몰라서 걱정된다”도 마찬가지로 수학에서 사용되는 기호 x, y와 도표나 그래프는 연결된 개념으로 볼 수 있으므로 관련성이 있는 문항이다.

교수학습요인의 하위문항인 q36 “모둠별 협력 학습이나 토론 수업에서 내 의견을 제대로 표현하지 못해서 제대로 평가받지 못할 것 같아서 불안하다”와 q37 “토론 수업을 할 때 내 의견을 표현하고 싶지만, 틀렸을 것 같아서 불안하다”는 문항도 다른 교수법 요인과 달리 공통으로 소집단 활동을 할 때 생기는 불안에 관한 내용으로 두 문항이 내용상으로 관련성이 높게 나타나는 것으로 보인다.

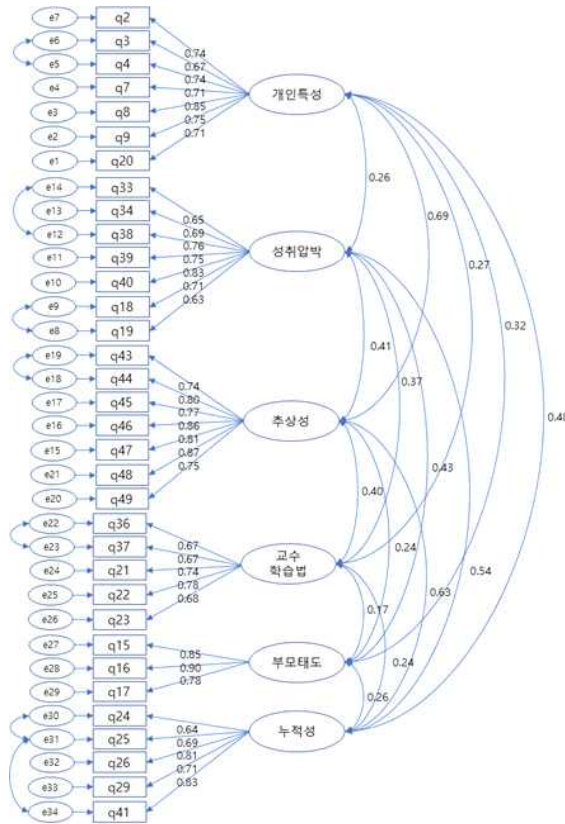
마지막으로 누적성 요인의 하위문항인 q25 “수학 수업은 항상 진도가 너무 빠르게 느껴져서 불안을 느낀다.”

와 q41 “수학은 앞부분의 개념을 모르고 넘어가면 다음 부분은 시작할 수도 없어서 불안하다” 문항도 수학 과목의 이해 속도가 느린 학생들에게는 진도도 빠르게 느껴지고, 앞부분의 내용도 잘 모른다고 느낄 수 있다. 특히 누적성의 다른 문항들은 단원간의 연계성이나 응용문제에 관한 내용, 수학 공부량에 관한 내용이라 두 문항의 경우 내용적 연계성이 높게 나온 것으로 보인다.

이렇게 모형의 수정지표(modification indice: M.I.)를 확인하여 M.I. 지표 값이 가장 높은 문항의 내용적 검토를 통해 문항 간 공분산 관계를 표시하고 모형 적합도를 재분석하였다. 수정된 모형의 CFA 적합도 지수를 구한 결과, 수정된 모형은 수치가 향상되어 CFI, TLI>0.9, RMSEA<0.08 범위에 들어 수용할 수 있었다 (<표 III-5>참고).

<표 III-5> 모형의 적합도 지수

χ^2	df	p 값	NFI	CFI	TLI	RMSEA
1944.468	505	.000	.901	.922	.913	.055



[그림 III-1] 확인적 요인분석 결과

확인적 요인분석을 한 후, 개발된 수학불안 측정 도구의 구인타당도를 검증하기 위하여 수렴타당도와 판별타

타당도를 검증하였다. 수렴타당도는 같은 속성을 여러 측정 방법을 사용해도 일관성 있게 나타나는 것을 의미한다. 즉 관측변수들이 얼마나 일치하게 나타나는지를 의미한다. 수렴타당도는 각 요인의 표준화 계수와 개념 신뢰도(CR), 평균분산추출지수(AVE)로 검증하였다. 여기서 개념 신뢰도(CR)는 신뢰도의 개념이 아니라, 지표의 내적 일관성을 측정하는 지표를 의미한다. 지표의 신뢰수준은 0.7 이상일 때 내적 신뢰도가 있다고 본다. 평균분산추출지수(AVE)는 Fornell & Larcker(1981)에 의해 제시된 개념으로 수렴타당도를 살펴보기 위한 개념이다. 평균분산추출은 잠재개념에 대해 지표가 설명할 수 있는 분산의 크기를 나타내며, 0.5 이상이 되어야 신뢰도가 있다고 본다. 수렴타당도의 판별 기준은 다음과 같다. 첫째, 각 문항 간의 잠재 변수와 표준화 계수가 0.50 이상인지를 평가하였다. 또한, 개념 신뢰도(CR), 평균분산추출지수(AVE), 결정계수의 값을 구하여 측정변수가 잠재 변수에 대해 설명력을 확보하였는지 확인하였다. 측정 모델의 신뢰도와 타당도를 확보하기 위한 기준은 개념 신뢰도(CR)는 0.70 이상, 평균분산추출지수(AVE)는 0.50 이상을 기준으로 했다(Bacon et al., 1995). 분석 결과 선행 연구에서 제시하는 수렴타당도의 일반적인 기준을 충족하였는데, 모든 측정변수의 표준화 계수가 모두 0.5 이상이고, 개념 신뢰도(CR) 값이 모두 0.7 이상으로 나타났다. 또한 평균분산추출지수(AVE)도 모두 0.5 이상으로 나타나, 수렴타당도가 확보되었다(<표 III-6> 참고).

<표 III-6> 수렴 타당도 확인 결과

구분	표준화 계수	표준오차 (S.E.)	t-value (C.R.)	평균분산추출지수 (AVE)	개념 신뢰도
F1: 개인특성					
q20	0.709			0.550	0.895
q9	0.746	0.056	18.509		
q8	0.854	0.056	21.05		
q7	0.712	0.055	17.663		
q4	0.739	0.053	18.306		
q3	0.672	0.050	16.654		
q2	0.736	0.053	18.247		
F2: 성취 압박					
q40	0.825			0.517	0.881
q39	0.748	0.042	21.621		
q38	0.761	0.040	22.074		
q34	0.679	0.041	19.03		
q33	0.636	0.045	17.371		
q18	0.615	0.043	19.892		
q19	0.699	0.046	16.924		
F3: 추상성					
q49	0.749			0.670	0.934
q48	0.872	0.042	24.124		
q47	0.808	0.040	22.072		
q46	0.860	0.043	23.697		
q45	0.772	0.042	20.95		
q44	0.803	0.042	21.891		
q43	0.754	0.043	20.257		
F4: 교수학습법					

구분	표준화 계수	표준오차 (S.E.)	t-value (C.R.)	평균분산 추출지수 (AVE)	개념 신뢰도
F1: 개인특성					
q37	0.668			0.538	0.889
q36	0.666	0.046	20.163		
q21	0.716	0.065	16.038		
q22	0.766	0.065	16.812		
q23	0.771	0.059	13.2		
F5: 부모태도					
q17	0.784			0.714	0.882
q16	0.896	0.046	24.613		
q15	0.851	0.045	23.685		
F6: 누적성					
q26	0.812			0.551	0.859
q25	0.692	0.042	18.955		
q24	0.644	0.041	17.669		
q29	0.711	0.042	20.046		
q41	0.819	0.039	23.865		

마지막으로 판별타당도의 개념은 여러 하위요인이 독립적인지 확인하기 위한 검증으로 구조방정식에서 판별타당도 확보를 위한 기준은 두 요인 사이의 평균분산추출지수(AVE) 값이 각 요인의 상관계수의 제곱보다 큰 경우이다(Bae, 2011; Kim, 2007). <표 III-7>과 같이 수학불안 요인 6개의 판별타당도 분석 결과 평균분산추출지수(AVE)가 요인 간 상관계수의 제곱값 중 가장 큰 수보다 모두 크게 나타났다. 이로 인하여 잠재 변인들 사이에 판별타당도가 확보되었다.

<표 III-7> 수학불안 측정 도구의 판별 타당도 분석 결과

	F1	F2	F3	F4	F5	F6
F1	1					
F2	0.065	1				
F3	0.477	0.169	1			
F4	0.073	0.140	0.156	1		
F5	0.105	0.184	0.055	0.029	1	
F6	0.227	0.294	0.401	0.060	0.066	1
AVE	0.530	0.517	0.670	0.538	0.714	0.551

F1: 개인특성, F2: 성취압박, F3: 추상성, F4: 교수학습법, F5: 부모태도, F6: 누적성, AVE: 평균분산추출지수

IV. 결론 및 제언

본 연구는 최근 학교 교육의 환경 변화와 우리나라의 교육문화를 반영한 신뢰할 수 있고 타당한 수학불안 요인을 측정하는 도구를 개발하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위하여 문헌 고찰과 전문가 조사, 학생 대상 설문 조사를 통해 수학불안 측정 도구를 개발하였고, 탐색적 요인분석과 확인적 요인분석을 하여 수학불안 측정 도구

의 신뢰도와 타당도를 확보하였다.

본 연구에서 도출된 수학불안 요인은 학습 동기, 자아개념이 포함된 개인특성 요인, 시험, 성적, 평가 상황에서 발생하는 성취 압박 요인, 언어와 기호, 논리성으로 대표되는 수학의 추상성 요인, 교사의 태도, 교수법, 학습법과 관련된 교수학습법 요인, 기대나 걱정과 같은 부모의 태도 요인, 기초 개념의 중요성, 응용문제 해결 능력이 특징인 수학 교과와 누적성 요인으로 도출되었다. 본 연구에서 개발된 검사도구는 기존에 개발된 검사도구와 비교하여 1) 수학교과와 특성에 기인하는 불안 요인이 수학의 추상성과 누적성으로 분리되었다는 점, 2) 교사 및 교수법에서 기인하는 수학불안 요인에 모둠학습이나 발표수업 등과 같은 최근의 교수학습 방법 등이 반영되었다는 점, 그리고 3) 젠더와 관련한 수학불안 요인이 문항에서 삭제되었다는 점 등에서 차별성을 갖는다. 본 연구의 주요 결과를 선행 연구의 결과와 비교하여 논의해보면 다음과 같다.

첫째, 수학의 추상성이나 수학 교과와 누적성과 같은 수학 고유의 특성은 수학불안의 중요한 요인으로 학생들의 수학불안 수준에 영향을 미치고 있다. 국내의 대표적인 수학불안 측정 도구라 할 수 있는 김연식, 허혜자(1995)의 연구결과에서도 유사한 결과가 도출되었는데, 김연식, 허혜자(1995)는 수학 교과 요인이라는 측면에서 수학의 추상성과 언어 및 구조, 교수 방법, 수학에 대한 선입견적 불안과 기초 기능의 결여를 수학불안의 요인으로 제시했다. Ko & Yi(2012)의 연구에서도 수학의 추상성과 수학 교과와 누적성과 같은 특성을 수학 내적 요인이라는 요인으로 묶어서 수학불안의 요인으로 제시하였는데, 본 연구결과에서도 수학의 추상성과 수학 교과와 누적성이 수학불안을 구성하는 중요 요인으로 도출되었다는 점은 선행연구결과와 유사한 점이다.

이처럼 선행 연구들의 결과처럼 수학 특성 요인에 해당하지만, 본 연구결과에서는 수학의 추상성과 수학 교과와 누적성이 구분된 개별 요인으로 도출되어 기존의 연구와는 차별적인 결과가 나타났다. 수학의 추상성은 수학 학습상황에서 학생들이 이해하기 어려운 과목이라는 선입견을 품게 하고, 이로 인하여 수학은 어렵고 걱정되는 교과라는 불안한 감정을 갖게 한다. 한편 수학 교과와 누적성은 수학 학습을 시작하거나 학습 과정에 발생하는 것이 아니라 수학 학습에 대한 실패 경험이 축적되어 나타난 수학불안의 개념으로 이해할 수 있다. 따라서 초등학생들과 같이 나이가 낮은 학생들에게는 수학 교과와 누적성이 수학불안의 요인으로 잘 드러나지 않지만, 상급학교로 진학할수록 수학 교과와 누적성으로 인해 수학불안이 고조될 수 있다. 실제 초등학생을 대상으로 한 수학불안 측정 도구를 개발했던 오후진, 이종배(2000)의 연구를 보면 수학불안 요인을 기초 기능, 교수법, 시험, 친구나 부모의 태도 등으로 다양하게 설명하고 있음에도 불구하고 수학 교과와 누적성이나 수학의 추상성은 제시되지 않고 있다.

둘째, 학생들이 중요하게 생각하고 있었던 사교육과 관련된 수학불안 요인은 수학불안의 별도 요인이 아니라 수학불안의 다양한 요인에 영향을 미치는 요소로 볼 수 있다. 본 연구에서 사교육은 수학 교과와 누적성의 문항인 ‘학교 수업만으로는 수학을 잘할 수 없을 것 같아 불안하다’에서 확인할 수 있다. 수학 교과와 누적성 때문에 학생들의 사교육 의존성이 더욱 높아지고, 이로 인한 수학불안을 확인할 수 있다. 또한, 성취에 대한 압박의 문항인 ‘친구가 나보다 선행학습(사교육)을 많이 했다고 말할 때 불안하다’라는 문항에서도 사교육 요소를 확인할 수 있는데, 한국의 경쟁적인 사교육 문화는 학생들의 수학불안을 가중시키는 요소가 되고 있음을 확인할 수 있다. 이러한 사교육과 관련된 수학불안 문항은 우리나라 학생들이 느끼는 불안의 유형으로 보인다. 사교육은 사교육의 결과로 생기는 격차에 대한 걱정으로 수학불안에 영향을 미치고 있는 것으로 보인다.

셋째, 교사와 교수법은 수학불안을 구성하는 중요 요인이다. 본 연구에서는 김리나(2018), 김연식, 허혜자(1995), 정재복, 황우혁(2013) 등이 제시한 수학불안 요인과 유사하게 교수 방법 및 교사 요인이 수학불안 요인으로 도출되었다. 다만 본 연구의 교사 및 교수법에 관한 내용은 기존의 선행 연구들에서 제시되었던 교수 방법 및 교사 요인 외에도 최근 학교에서 강조되고 있는 모둠 활동 및 발표 수업 등에 대한 교수법이 포함되어, 기존의 교수법과는 차별적인 개념이 포함되었다고 할 수 있다. 이처럼 수학 평가방법과 교과과정의 변화와 같은 수학교육 현장의 변화가 수학을 학습하는 학생들에게는 불안 요인이 될 수 있다는 것을 의미한다.

넷째, 다음으로 본 연구의 결과 개인특성의 개념은 “나는 수학에 재능이 없는 사람이라는 생각이 든다”, “문제가 조금만 어려워 보여도 문제 풀기를 포기한다”와 같은 자아개념과 “수학은 나의 생활과 아무런 관련이 없는 것 같아서 수학하기 싫다”, “수학은 어려운 교과목이라서 하기가 싫다”와 같은 학습 동기와 묶여 수학불안에 영향을 미치는 동일 개념으로 구성되었다. 오후진, 이종배(2000)의 연구에서는 자아개념과 학습 동기가 별도의 요인으로 설명되었으나, 본 연구에서는 하나의 수학불안 요인으로 묶이는 것으로 나타났다. 이것은 학습 동기를 구성하는 요인이 매우 다양하며, 학습 동기의 개념이 자신감이나 만족감, 자기 이해와 밀접한 관계가 있기 때문으로 보인다. 따라서 본 연구에서는 수학에 대한 자아개념과 학습 동기를 개인특성으로 묶어 구성하였다.

마지막으로 수학불안의 요인이 사회 환경 변화에 영향을 받고 있음을 확인할 수 있었다. 선행 연구에 중요하게 다뤄졌던 다양한 수학불안 요인들이 본 연구결과에서는 도출되지 않았는데, 김연식, 허혜자(1995)의 수학불안 요인 중 중요하게 다뤄졌던 일상생활의 수 불안과 관련된 문항들은 모두 탈락했으며, 수학이 남성영역이라는 고정관념에 의한 수학불안 관련 문항도 삭제되었는데, 이러한 결과는 사회 환경의 변화가 반영되었기 때문이다. 근래에는 일상생활에서 수학과 관련된 일을 컴퓨터, 계산기, 앱 등을 활용하여 충분히 해결할 수 있으므로 일상생활에서 겪게 되는 수 불안 상황이 많이 줄어들었고, 또한 양성평등과 관련된 인식이 높아짐에 따라 수학이 남성영역이라는 고정관념도 많이 사라졌기 때문에 수학불안의 요인에서 제외된 것이라 할 수 있다.

본 연구를 통해 개발된 수학불안 요인 측정 도구는 다음과 같은 교육적 함의를 지닌다. 첫째, 개발된 수학불안 요인 측정 도구는 학생들이 어떠한 이유로 수학불안을 느끼는지를 확인하고, 점검하는 데 유용하게 쓰일 수 있다. 교사들은 수학불안 요인 측정 도구를 사용하여 학생들의 수학불안을 감소시키는 데 필요한 것이 무엇인지 밝힐 수 있으며, 학생들의 수학 학습에 도움이 되는 정보를 획득할 수 있을 것이다. 수학에 대한 긴장은 수학 학습에 어느 정도 긍정적인 영향을 미치기도 하지만, 너무 높은 수학불안은 학생들이 수학 학습을 하는 데 많은 어려움을 준다. 또한, 수학불안으로 인한 수학 학습 과정에서의 부정적 경험이 축적되는 것은 수학에 대한 정의적 특성에 부정적 영향을 미쳐 수학 학습 동기 및 흥미를 잃게 할 수도 있다. 따라서 교사들은 이러한 도구를 활용하여 학생들의 수학불안 원인이 무엇인지 파악하고 수학불안을 낮출 수 있도록 지원해야 한다.

둘째, 학생의 수학불안 요인을 측정하여 상담의 자료로 활용할 수 있다. 수학 학습에 어려움을 겪고 있는 학습자들이 수학 학습에 어려움을 겪는 원인을 명확하게 밝혀내어 진로지도나 학습 상담 등 다양한 상담 상황에서 자료로 활용할 수 있을 것이다. 수학 학습의 어려움을 극복할 수 있도록 학생들을 상담하고, 지원하는데 필요한 기초자료가 될 수 있다. 또한, 학교현장의 변화와 우리나라의 사회문화 특성을 반영한 본 연구결과는 수학불안 감소를 목적으로 하는 수학 교수학습 모델을 구성하거나, 효과를 측정하는 다양한 연구에 필요한 기초자료가 될 수 있을 것이다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 먼저 측정 도구의 신뢰도와 타당도 확보를 위하여 대규모 조사하는 과정에서 코로나 19로 인하여 대면조사가 불가능하여 온라인 조사를 할 수밖에 없었다. 이로 인하여 다양한 유형의 학교와 학년을 대상으로 한 연구가 불가능하였다. 이러한 표집 방법의 한계로 인해 본 연구결과가 한국 고등학생의 특성을 설명하는 대표성을 갖지 못한다는 한계가 있다. 또한 본 도구는 수학불안의 요인 중 어떠한 요인이 상대적으로 더 영향을 미치는지 확인하는 것은 가능하지만, 어떤 수준이 수학불안이 매우 높은 것인지, 또는 낮은 것인지를 판단하는 준거를 제시하지는 못한다. 따라서 심리 측정도구로 활용되기 위해서는 수학불안 점수의 준거를 마련하고, 이를 기반으로 해석할 수 있도록 보완될 필요가 있다. 마지막으로, 예비 조사에서 새로운 문항을 개발하기 위한 목적으로 10명의 고등학생을 대상으로 개방형 설문조사를 실시하였다. 하지만, 중학교 때의 자유학기제나 변화된 평가방식이 학교마다 다양할 수 있음을 고려할 때, 10명의 고등학생은 다소 국한되고 적은 표본으로 볼 수 있다.

이러한 한계를 고려하여 후속 연구에서는 다음과 같은 연구가 진행되기를 기대한다. 첫째, 한국 고등학생들의 수학불안을 감소시키려는 방안을 마련하는 연구를 후속 연구로 할 필요가 있다. 수학 성취 수준별 수학불안을

느끼는 요인이 다른지, 수학 교수학습법에 대해 수학불안을 느끼고 있지는 않은지 확인하고, 수학불안 요인을 제거하여 효과적인 수학교육이 가능하도록 교수학습방안 개발을 위한 연구가 필요하다. 이때, 개발된 수학불안 측정 도구를 사용한다면 학습자 특성별 수학불안의 요인을 구체적으로 확인할 수 있을 것이다. 또한 우리나라 학생의 수학불안과 관련된 요인 중 사교육이나, 대학 입시 등의 영향력에 관한 지속적인 연구가 필요하다. 반복적인 입시제도의 변경과 이에 대한 준비로 학생들의 학교 교육환경은 척박하다. 학생들이 수학불안에 대한 고민이나 수학에 대한 편견 없이 진지하게 적성, 흥미를 중심으로 미래 진로 설정을 한 것인지 확인할 필요가 있다. 또한, 대학 교육이 인문사회계열과 이공계열의 융복합 전공 과정이 늘어나는 등 수학적 능력이 계속적으로 요구되는 사회에 적응할 수 있도록 수학불안을 해소하는 수학 학습 지속성에 관한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- 고영준 (2018). 수포자의 실태 분석 및 학생의 시점으로 해결방안 탐색, 울산대학교 교육대학원 수학교육 석사 학위논문.
- Koh, Y. J. (2018). *A study on analysis of actual state of mathematics renouncers and treatment at the renouncer's level*, Master's thesis at Ulsan University.
- 김계수 (2007). (New Amos 7.0) 구조방정식모형 분석, 서울: 한나래출판사.
- Kim, K. S. (2007). *(New Amos 7.0) Analysis structural equation modeling*, Seoul: Hannarae.
- 김계수 (2008). 인과분석 연구방법론, 서울: 도서출판청람.
- Kim, K. S. (2008). *Research methodology of Causal analysis*, Seoul: Chungram.
- 김동원 · 박진형 · 황지현 · 김선희 (2021). 2015 개정 수학과 교육과정 실행의 제약 사항 탐색. 학교수학, **23(3)**, 387-410.
- Kim, D. W., Park, J. H., Hwang, J., & Kim, S. H. (2021). Investigation on the Limitations of the 2015 Revised Mathematics Curriculum Implementation, *Journal of Korea Society Educational Studies in Mathematics*, **23(3)**, 387-410.
- 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, *School Mathematics*, **17(4)**, 593-611.
- 김리나 (2018). 초등학생의 수학불안 측정도구 개발 연구, 初等 數學教育, **21(4)**, 431-444.
- Kim, R. (2018). Development and Validation of Mathematics Anxiety Scale for Elementary Students, *J. Korea Soc. Math Ed. Ser. C: Education of Primary School Mathematics*, **21(4)**, 431-444.
- 김리나 (2021). 초등학교 학생의 수학불안 변화 분석: 종단연구, 수학교육 논문집, **35(1)**, 1-14.
- Kim, R. (2021). Analysis of Changes in Mathematical Anxiety of Elementary School Students: A Longitudinal Study, *Communications of Mathematical Education*, **35(1)**, 1-14.
- 김리나 · 신향균 (2015). 초등학생의 수학불안 요인 분석 연구, 한국초등교육, **26(1)**, 83-101.
- Kim, R. N. & Shin, H. G. (2015). An Analysis of Causes of Elementary Students Mathematics Anxiety, *The Journal of Korea elementary education*, **26(1)**, 83-101.
- 김명숙 · 임신일 · 김세영 (2011). 고등학생 수학불안 척도의 개발 및 타당화 연구, 교육심리연구, **25(4)**, 717-737.
- Kim M. S., Im, S. I. & Kim, S. Y. (2011). Development and Validation of the Mathematics Anxiety Scale for High School Students, *The Korean Journal of Educational Psychology*, **25(4)**, 717-737.
- 김연식 · 허혜자 (1995). 수학불안 요인에 관한 연구, 수학교육학연구, **5(2)**, 111-128.

- Kim, Y. S. & Heo, H. J. (1995). A Study on Antecedents of Mathematics Anxiety in High School Students, *Journal of Educational Research in Mathematics*, **5(2)**, 111-128.
- 김진호 · 홍세희 · 추병대 (2007). 경영학 연구에서의 구조방정식 모형의 적용: 문헌연구와 비판, *경영학연구*, **36(4)**, 897-923.
- Kim, J. H., Hong, S. H., & Choo, B. D. (2007). Applications of Structural Equation Modeling in Management Studies: A Critical Review, *Korean management review*, **36(4)**, 897-923.
- 김현미 · 강완 (2006). 학년 및 성별에 따른 초등학교 학생의 수학불안 요인 분석, *한국초등수학교육학회지*, **10(1)**, 89-106.
- Kim, H. M. & Kang, W. (2006). An Analysis of the Causes of Mathematics Anxiety in the Elementary School Students According to the Grades and Sex, *Journal of elementary mathematics education*, **10(1)**, 89-106.
- 김현주 · 고상숙 (2019). 수학불안감소를 위한 K-UTF 프로그램 개발 및 적용, *교육문화연구*, **25(5)**, 789-812.
- Kim, H. & Choi-Koh, S. (2019). Development and Application of K-UTF Program for Mathematical Anxiety Reduction, *Journal of Education & Culture*, **25(5)**, 789-812.
- 김혜경 (2000). 성격특성에 따른 수학불안: 인문계 여고생을 중심으로, 이화여자대학교 석사학위논문.
- Kim, H K. (2000). *Math Anxiety According To Personality*, Master's thesis at Ewha Womans University.
- 남영만 · 서영철 (1998). 일반논문 : 수학불안 요인 해소에 관한 연구, *교육이론과 실천*, **8(1)**, 195-212.
- Nam, Y. M. & Seo, Y. C. (1998). A study on solving math anxiety factors. *Educational theory and practice*, **8(1)**, 195-212.
- 노경섭 (2019). 제대로 알고 쓰는 논문 통계분석 : SPSS & AMOS, 한빛아카데미.
- Noh, K. S. (2019). *Statistical analysis of Research: SPSS & AMOS*, Hanbit Academy.
- 박경은 (2020). 마음챙김(Mindfulness)과 수학불안(Math anxiety) 사이의 관계, *한국수학교육학회 뉴스레터*, **36(3)**, 23-26.
- Park, K. E. (2020). Relationship between mindfulness and and math anxiety, *Korean Society of Mathematical Education Newsletter*, **36(3)**, 23-26.
- 배병렬 (2011). (Amos 19) 구조방정식 모델링, 서울: 청람.
- Bae, B. R. (2011). (Amos 19) *Structural Equation Modeling*, Seoul: Chungnam.
- 백라경 (2009). 중학교 학생의 수학학습 불안과 수학기피 요인분석, 창원대학교 석사학위논문.
- Baek, R. K. (2009). *Analysis on the factors of anxiety and evasion of middle school student in learning Mathematics*, Master's thesis at National Changwon University.
- 상경아 · 광영순 · 최지선 · 박상욱 · 전성균 (2017). 수학·과학 성취도 추이변화 국제비교 연구: TIMSS 2015 심층 분석, 한국교육과정평가원.
- Sang, K. A., Kwak, Y. S., Choi, J. S., Park, S. W., & Cheon, S. K. (2017). *In-depth Analysis of TIMSS 2015 Korean Results*, Korea Institute for Curriculum and Evaluation.
- 성태제 (2005). 타당도와 신뢰도, 서울: 학지사.
- Seong, T. J. (2005). *Reliability and Validity*, Seoul: Hakjisa.
- 송하봉 (2001). 중학생을 위한 수학불안 요인 측정도구의 개발과 사용, 아주대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Song, H. B. (2001). *Development and application of math anxiety measuring tool for middle school students*, Master's thesis at Aju University of Education Graduate School.
- 오후진 · 이종배 (2000). 수학학습에 대한 불안요인 연구, *한국학교수학회논문집*, **3(1)**, 47-57.
- Oh, H. J. & Lee, J. B. (2000). A study of anxiety factor for the learning of Mathematics, *Report of Science Education*, **3(1)**, 47-57.
- 육보명 · 이창연 · 고상숙 (2021). 고등학생용 축약형 수학불안 검사도구의 신뢰도와 타당도에 관한 연구, *수학교육학연구*, **31(2)**, 211-230.

- Ok, B. M., Lee, C. Y., & Koh, S. S. (2021). Reliability and Validity of Mathematics Anxiety Scale for High School Students, *Journal of Educational Research in Mathematics*, **31(2)**, 211-230.
- 윤은정 (2014). 수학불안에 관한 국내외 연구의 동향 및 과제, *학습자중심교과교육연구*, **14**, 295-314.
- Yun, E. J. (2014). Trends and Tasks of Studies on Math Anxiety: Using Cognitive Neuroscience Techniques, *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, **14**, 295-314.
- 이건 (2016). 수학불안 요인의 변화 추세와 수학 연상 단어의 분석, 단국대학교 박사학위논문.
- Lee, G. (2016). *Changing Trends of Mathematics Anxiety Factor and Word Analysis Associated with Mathematics*, Doctoral dissertation at DanKook University, Seoul.
- 이도경 (2019). 수학불안의 요인에 관한 분석 연구 : 중·고등학생을 중심으로, 중앙대학교 석사학위논문.
- Lee, D. K. (2019). *An analysis on factors of mathematics anxiety : focusing on middle and high school students*, Master's thesis at Chung-ang University.
- 이미림 (2007). 중고등학교 학생들의 수학불안요인에 관한 분석: 중학교 1, 2, 3 학년, 고등학교 1, 2 학년 학생들을 대상으로, 한국교원대학교 석사학위논문.
- Lee, M. L. (2007). *An Analysis on factor of mathematics anxiety of middle school and high school students : among The 1st, 2nd and 3rd graders at middle school and The 1st and 2nd graders at high school*, Master's thesis at Korea National University of Education.
- 이세나 (2010). 학년, 성별, 수학성취도, 그리고 수학불안 정도에 따른초등학생의 수학불안 대처행동, *한국생활과학회지*, **19(1)**, 27-38.
- Lee, S. N. (2010). A Study on the Coping Behavior of Mathematics Anxiety Depending on the Grade, Sex, Mathematics Achievement, and Mathematics Anxiety in Elementary School Students, *Korean journal of human ecology*, **19(1)**, 27-38.
- 이연숙 (2000). 초등학생의 수학불안 감소 방안에 관한 연구, 인천교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Lee, Y. S. (2000). *A Study on the reduction of elementary students' math anxiety*, Master's thesis at Incheon National University of Education of Education Graduate School.
- 이영순 (2005). 초등학생들의 수학불안 요인에 관한 연구, 경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Lee, Y. S. (2005). A study on Mathematics anxiety causes among elementary schoolers, Master's thesis at Gyeongin National University of Education Graduate School.
- 이학식 (2008). 구조방정식 모형분석과 AMOS 7.0, 경기도: 法文社.
- Lee, H. S. (2008). *Analysis of Structural equation model and AMOS 7.0*, Beopmunsu, Gyeonggi Province.
- 이환철 · 김형원 · 백승근 · 고호경 · 이현숙 (2017). 수학학습 정의적 영역에 대한 인과 모형 분석, *수학교육 논문집*, **31(2)**, 187-202.
- Lee, H. C., Kim, H. W., Baek S., Ko, H. K., & Yi, H. S. (2017). A Causal Model Analysis of Non-Cognitive Characteristics of Mathematics Learning, *Communications of Mathematical Education*, **31(2)**, 187-202.
- 장세림 · 조수현 (2013). 대학생용 수학불안 평가 척도의 개발 및 타당화 연구, *한국자료분석학회*, **15(4)**, 1955-1969.
- Jang, S. L. & Cho, S. H. (2013). Development and Validation of the Korean Mathematics Anxiety Rating Scale for College Students. *Journal of The Korean Data Analysis Society*, **15(4)**, 1955-1969.
- 장윤정 (2004). 초, 중, 고등학교 학생들의 수학불안 요인에 관한 연구, 건국대학교 석사학위논문.
- Chang, Y. J. (2004). *A Trend Analysis on Mathematics Anxiety :From Elementary to High School Students*, Master's thesis at Kunkuk University.
- 정영욱 · 장경윤 · 탁병주 · 강현영 · 서동엽 · 박선화 · 남진영 · 김구연 · 고호경 · 김진호 · 권나영 (2016). 수학 교육 과정 국제 비교 분석 연구 - 미국, 싱가포르, 영국, 일본, 호주의 중학교와 고등학교 교육과정을 중심으로 -. *수학교육학연구*, **26(3)**, 371-402.

- Chong, Y. O., Chang, K. Y., Tak, B., Kang, H. Y., Seo, D. Y., Park, S., Nam, J., Kim, G., Ko H. K., Kim, J. H., Kwon, N. Y. (2016). Comparative Study of Mathematics Curriculum among the United States, Singapore, England, Japan, Australia and Korea, *The Journal of Educational Research in Mathematics*, **26(3)**, 371-402.
- 정재복 · 황우형 (2013). 분할노트기법과 코넬노트기법을 활용한 쓰기 활동이 수학불안 감소에 미치는 효과분석. *교과교육연구*, **6(1)**, 37-65.
- Jung, J. B. & Whang, W. H. (2013). An Analysis of the Effects of Reducing Mathematics Anxiety using Divided-note-method and Cornell-note-method, *The Journal of Curriculum and Instruction Studies*, **6(1)**, 37-65
- 최계현 · 한혜숙 (2013). 상호또래교수 활동이 고등학생들의 수학교과에 대한 정의적 특성에 미치는 영향, *수학교육*, **52(3)**, 423-442.
- Choi, K. H. & Han, H. S. (2013). A study on the effects of the reciprocal peer tutoring in high school students' affective characteristics of mathematics, *The Mathematical Education*, **52(3)**, 423-442.
- 최병훈 (2014). 초등학교 6학년 수학 수업에 적용한 디지털 스토리텔링이 수학적 의사소통불안에 미치는 효과 분석, *초등수학교육*, **17(1)**, 41-56.
- Choi, B. H. (2014). The Effects of Digital Storytelling on Mathematical Communication Apprehension in 6th graders' Mathematics Instruction, *Education of Primary School Mathematics*, **17(1)**, 41-56.
- 최진승 (1988). 일반불안, 시험불안, 학업불안, 수학불안과 수학성적과의 공점 및 인과관계분석, 경북대학교 박사학위논문.
- Choi, J. S. (1988). *Analysis of relationship between general anxiety, test anxiety, academic anxiety, math anxiety and math performance*, Doctoral dissertation at Kyungpook National University.
- 최현철 (2016). 사회과학 통계분석, 경기도: 나남.
- Choi, H. C. (2016). *Statistical analysis of social science*, Gyeonggi Province: Nanam.
- 탁진국 (2000). 심리검사, 서울: 학지사.
- Tak, J. K. (2000). *Psychological tes*, Seoul: Hakjisa.
- 허혜자 (1996). 數學不安 要因에 關한 研究, 서울대학교 박사학위논문.
- Heo, H. J. (1996). *A study on antecedents of mathematics anxiety in high school students*, Doctoral dissertation at Seoul National University, Seoul.
- 홍세희 (2000). 구조 방정식 모형의 적합도 지수 선정기준과 그 근거, *Korean Journal of Clinical Psychology*, **19(1)**, 161-177.
- Hong, S. H. (2000). The Criteria for Selecting Appropriate Fit Indices in Structural Equation Modeling and Their Rationales, *Korean Journal of Clinical Psychology*, **19(1)**, 161-177.
- 홍애순 (2012). 아동의 수학적 성향, 수학불안, 수학적 자기효능감이 수학적 성취도에 미치는 영향, *아동교육*, **21(2)**, 311-323.
- Hong, A. S. (2012). The Effects of Children's Mathematics Disposition Anxiety and self-efficacy on Mathematics Learning Achievements, *The Journal of Child Education*, **21(2)**, 311-323.
- 홍효정 (2006). 중학생의 수학불안 요인 및 해결방안에 관한 연구, 고려대학교 석사학위논문.
- Hong, H. J. (2006). *A study on the math anxiety factors and solutions in middle school students*, Master's thesis at Korea University.
- 황선옥 · 유경훈 (2018). 중학생의 학년별 및 성별에 따른 수학불안과 수학적 성취와의 관계, *수학교육 논문집*, **32(2)**, 175-189.
- Hwang, S. W. & Lew, K. H. (2018). Relationship Between Mathematics Anxiety and Mathematical Achievement of Middle School Students According to Gender and Grade, *Communications of Mathematical Education*, **32(2)**, 175-189.

- Ashcraft, M. H. (2002). Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences, *Current directions in psychological science*, **11**(5), 181-185.
- Ashcraft, M. H., & Krause, J. A. (2007). Working memory, math performance, and math anxiety, *Psychonomic bulletin & review*, **14**(2), 243-248.
- Ashcraft, M. H., & Ridley, K. S. (2005). Math anxiety and its cognitive consequences: A tutorial review. In J. I. D. Campbell (Ed.), *Handbook of mathematical cognition* (pp. 315 - 327). Psychology Press.
- Bacon, D. R., Sauer, P. L., & Young, M. (1995). Composite reliability in structural equations modeling, *Educational and psychological measurement*, **55**(3), 394-406.
- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special, *Journal of teacher education*, **59**(5), 389-407.
- Baloğlu, M. (2003). Individual differences in statistics anxiety among college students, *Personality and Individual Differences*, **34**(5), 855-865.
- Beilock, S. L., Gunderson, E. A., Ramirez, G., & Levine, S. C. (2010). Female teachers' math anxiety affects girls' math achievement, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **107**(5), 1860-1863.
- Ben-Zeev, T., Duncan, S., & Forbes, C. (2005). Stereotypes and math performance. In J. I. D. Campbell (Ed.), *Handbook of mathematical cognition* (pp. 235 - 249). Psychology Press.
- Bleeker, M. M., & Jacobs, J. E. (2004). Achievement in math and science: Do mothers' beliefs matter 12 years later?, *Journal of Educational Psychology*, **96**(1), 97.
- Buckley, S., Reid, K., Goos, M., Lipp, O. V., & Thomson, S. (2016). Understanding and addressing mathematics anxiety using perspectives from education, psychology and neuroscience, *Australian Journal of Education*, **60**(2), 157-170.
- Carey, E., Hill, F., Devine, A., & Szűcs, D. (2017). The modified abbreviated math anxiety scale: A valid and reliable instrument for use with children, *Frontiers in psychology*, **8**, 11.
- Cipora, K., Szczygieł, M., Willmes, K., & Nuerk, H. C. (2015). Math anxiety assessment with the Abbreviated Math Anxiety Scale: Applicability and usefulness: Insights from the Polish adaptation, *Frontiers in Psychology*, **6**, 1833.
- Costello, A. B., & Osborne, J. (2005). Best practices in exploratory factor analysis: Four recommendations for getting the most from your analysis, *Practical assessment, research, and evaluation*, **10**(1), 7.
- Curran, P. J., West, S. G., & Finch, J. F. (1996). The robustness of test statistics to nonnormality and specification error in confirmatory factor analysis, *Psychological methods*, **1**(1), 16.
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*, sage.
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error, *Journal of marketing research*, **18**(1), 39-50.
- Geist, E. (2010). The anti-anxiety curriculum: Combating math anxiety in the classroom, *Journal of Instructional Psychology*, **37**(1), 24-31.
- Gilbert, G. E., & Prion, S. (2016). Making sense of methods and measurement: Lawshe's content validity index, *Clinical Simulation in Nursing*, **12**(12), 530-531.
- Harari, R. R., Vukovic, R. K., & Bailey, S. P. (2013). Mathematics anxiety in young children: An exploratory study. *The Journal of experimental education*, **81**(4), 538-555.
- Hetzl, R. D. (1996). A primer on factor analysis with comments on patterns of practice and reporting. *Advances in social science methodology*, **4**, 175-206.

- Ho, H. Z., Senturk, D., Lam, A. G., Zimmer, J. M., Hong, S., Okamoto, Y., & Wang, C. P. (2000). The affective and cognitive dimensions of math anxiety: A cross-national study, *Journal for research in Mathematics Education*, **31**(3), 362-379.
- Hong, S., Malik, M. L., & Lee, M. K. (2003). Testing configural, metric, scalar, and latent mean invariance across genders in sociotropy and autonomy using a non-Western sample, *Educational and psychological measurement*, **63**(4), 636-654.
- Jackson, C. D. & Leffingwell, R. J. (1999). The role of instructors in creating math anxiety in students from kindergarten through college, *The Mathematics Teacher*, **92**(7), 583-586.
- Jameson, M. M. (2013). The development and validation of the Children's Anxiety in Math Scale, *Journal of psychoeducational assessment*, **31**(4), 391-395.
- Jolliffe, I. (2005). *Principal component analysis*, Second Edition. Springer.
- Kazelskis, R., Reeves, C., Kersh, M. E., Bailey, G., Cole, K., Larmon, M., Hall, L., & Holliday, D. C. (2000). Mathematics anxiety and test anxiety: Separate constructs?, *The Journal of Experimental Education*, **68**(2), 137-146.
- Ko, H. K. & Yi, H. S. (2011). Development and validation of a mathematics anxiety scale for students, *Asia Pacific Educational Review*, **12**, 509-521.
- Lazarus, R. B. (1981). Self-similar solutions for converging shocks and collapsing cavities, *SIAM Journal on Numerical Analysis*, **18**(2), 316-371.
- Meece, J. L., Wigfield, A., & Eccles, J. S. (1990). Predictors of math anxiety and its influence on young adolescents' course enrollment intentions and performance in mathematics, *Journal of educational psychology*, **82**(1), 60.
- Plake, B. S. & Parker, C. S. (1982). The development and validation of a revised version of the Mathematics Anxiety Rating Scale, *Educational and psychological measurement*, **42**(2), 551-557.
- Primi, C., Busdraghi, C., Tomasetto, C., Morsanyi, K., & Chiesi, F. (2014). Measuring math anxiety in Italian college and high school students: validity, reliability and gender invariance of the Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS), *Learning and Individual Differences*, **34**, 51-56.
- Reglin, G. L. (1990). The effects of individualized and cooperative computer assisted instruction on mathematics achievement and mathematics anxiety for prospective teachers, *Journal of Research on Computing in Education*, **22**(4), 404-412.
- Rounds, J. B. & Hendel, D. D. (1980). Measurement and dimensionality of mathematics anxiety, *Journal of counseling Psychology*, **27**(2), 138.
- Suinn, R. M. & Winston, E. H. (2003). The mathematics anxiety rating scale, a brief version: psychometric data, *Psychological reports*, **92**(1), 167-173.
- Tapia, M. & Marsh, G. E. (2004). The relationship of math anxiety and gender, *Academic Exchange Quarterly*, **8**(2), 130-134.
- Tomasetto, C., Alparone, F. R., & Cadinu, M. (2011). Girls' math performance under stereotype threat: The moderating role of mothers' gender stereotypes, *Developmental psychology*, **47**(4), 943.
- Uusimaki, L. & Nason, R. (2004). *The origins of pre-service primary education students' anxieties and negative feelings about mathematics*, In *Performing Educational Research: Theories, Methods and Practices* (pp. 225-236), Post Press.

- Walsh, J. J. & Ugumba-Agwunobi, G. (2002). Individual differences in statistics anxiety: The roles of perfectionism, procrastination and trait anxiety, *Personality and Individual Differences*, **33**(2), 239-251.
- Young, Christina. B., Wu, S. S., & Menon, V. (2012). The neurodevelopmental basis of math anxiety, *Psychological science*, **23**(5), 492-501.
- Yuksel-Şahin, F. (2008). Mathematics anxiety among 4th and 5th grade Turkish elementary school students, *International Electronic Journal of Mathematics Education*, **3**(3), 179-192.

Development of a Tool to Measure Math Anxiety Factors for High School Students and Validation of Validity

Kang, Yanggu

KyungHee High School, Seoul, 02447, Korea
E-mail : mjipinc@gmail.com

Han, Sunyoung[†]

Department of Mathematics Education, Sungkyunkwan University, Seoul, 03063, Korea
E-mail : sy.han@skku.edu

The purpose of this study was to develop an instrument measuring mathematics anxiety suitable for Korean High school students. In order to achieve this study purpose, the study was conducted according to the procedure of setting components of mathematics anxiety, developing questions, and verifying validity and reliability.

First, in order to set the components of mathematic anxiety, previous studies on mathematic anxiety. Through this, six factors of mathematic anxiety were derived. Next, new questions were developed for each of the six constituent factors. The 122 questions were revised and supplemented through two content validity tests, and the final instrument for mathematics anxiety consisted of 49 questions of 6 factors. Finally, to verify the validity and reliability of the measurement instrument for mathematics anxiety, a survey was conducted on 1,848 students from 16 universities in Seoul and the metropolitan area. Next, a validity analysis was conducted with the 1,645 responses, excluding students who answered that there was no mathematics anxiety. As a result of exploratory factor analysis, 15 out of 49 questions were removed. Six factors were named individual characteristics, pressure on achievement, abstraction in mathematics, teaching and learning style, parental attitudes, and cumulative mathematics subjects. As a result of confirmatory factor analysis, the model fit was found to be appropriate, and the convergence validity and discriminant validity were found to be good.

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97B10, 97R40

* Key words : anxiety, survey, mathematics teaching-learning, factor analysis, shadow education

* This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea(NRF-2021S1A5C2A03089476)

[†] corresponding author