

중학교 학생을 위한 수학불안 검사 개발 연구

이소라¹⁾ · 구예리²⁾

중학교 학생은 수학불안의 정도가 높은 것으로 알려져 있다. 오늘날 중학교 학생의 특성을 반영한 검사도구의 필요성에 따라 중학교 학생을 위한 수학불안 검사를 개발하고자 하였다. 선행연구 분석을 통해 수학불안의 하위 요인을 설정하였으며 각 요인에 해당하는 문항을 제작하였다. 두 번의 파일럿 검사를 통해 문항의 적합성 및 타당도를 분석하여 일부 문항을 수정하였다. 수정된 문항을 사용하여 중학교 학생 255명을 대상으로 본 검사를 실시하였고, 246명의 학생을 대상으로 검사도구의 타당도와 신뢰도를 확인하였다. 최종 개발된 검사도구는 하위 요인 6개, 총 36개의 문항으로 구성되었으며, 수학 불안의 정도에 대한 준거를 함께 제시하여 학생의 수학불안에 대한 정보를 학생과 교사, 학부모에게 제공하고자 하였다.

주요용어 : 수학불안, 수학불안 요인, 수학불안 검사, 수학불안 검사도구 개발

I. 서론

불안은 분노, 슬픔, 혐오와 함께 나타나는 부정적인 감정으로 간주되며 정신적·육체적인 증상을 통해 발현되는 것이 특징이다(Hembree, 1990; Zeidner, Hadar, Matthews, & Roberts, 2013). 이러한 불안은 다양한 상황에서 여러 형태로 나타난다. 그중에서도 수학불안은 학생들의 수학기피 현상과 부진한 수학 성취도를 설명하기 위해 일반 불안의 개념에 수학을 접목시킨 것으로, 1950년대 후반부터 심리학자들과 수학교육학자들은 수학불안에 대해 연구하기 시작했다(Dreger & Aiken, 1957).

수학불안은 학생들의 수학 학습에 영향을 미치는 현상으로 초등학생(Jain, & Dowson, 2009; Lee, 2009)뿐만 아니라 고등학생(Lee, 2009), 대학생(Davis, DiStefano, & Schutz, 2008)까지 다양하게 나타나며, 심지어 일부 수학교사에게도 수학불안이 나타난다(Bursal & Paznokas, 2006). 수학불안은 초등학교 고학년부터 나타나기 시작하여 중학교 3학년에게 가장 두드러지게 나타난다(Wigfield & Meece, 1988; Hembree, 1990). 적당한 불안은 학습에 긍정적인 영향을 미치지만 정도가 심각한 학생은 수학 학습장애를 갖게 된다(허혜자, 1996). 특히 학습 장면에서 나타나는 불안은 학업성취에도 영향을 미칠 수 있으며(Wigfield & Meece, 1988; Ashcraft, 2002), 나아가 수학에 대한 기피 현상까지 유발할 수 있으므로(고호경, 이현숙, 2012; 이상희, 안성희, 2016) 수학불안을 정의하고 이를 측정할 수 있는 지표가 필요하다. 이에 따라 수학불안을 측정하고 불안의 요인을 밝히려는 연구가 다양하게 진행되어왔다(Richardson & Suinn, 1972; Fennema & Sherman, 1976; Plake & Parker, 1982; Suinn & Edwards,

* MSC2010분류 : 97D70

- 1) 서울세종고등학교 교사 (sora2@sen.go.kr), 제1저자
- 2) 한국교육개발원 연구원 (9yelee@kedi.re.kr), 교신저자

1982; Suinn, Tylor, & Edwards, 1988; Wigfield & Meece, 1988; Hopko, Mahadevan, Robert, & Melissa, 2003).

우리나라에서도 수학불안의 정도를 측정하기 위한 검사도구가 개발되어왔다(최진승, 1988; 허혜자, 1996; 최병훈, 2014; Ko & Yi, 2017; 김리나, 2018). 한편 측정을 위한 검사도구는 시대에 맞춰 지속적으로 개발될 필요가 있으며, 특히 검사 대상자의 특성에 맞는 검사도구가 필요하다(AERA, APA, & NCME, 2014). 우리나라의 수학불안연구에서는 주로 외국에서 개발된 도구를 사용하거나 국내에서 초기에 개발된 허혜자(1996)의 검사도구를 수정, 변형하여 사용하고 있다. 최근에는 수학불안 척도를 개발하여 새로운 검사도구가 개발되고 있지만, 수학불안의 정도가 가장 심한 중학교 학생을 검사의 대상으로 특정한 검사도구는 드물다. 따라서 본 연구에서는 우리나라 중학교 학생을 대상으로 수학불안의 정도를 확인할 수 있는 검사도구를 개발하고자 하였다.

수학불안에 대한 기존의 검사는 수학 학습 내적, 외적 상황에서 나타나는 수학불안의 정도를 측정하는 검사(Richardson & Suinn, 1972; Suinn & Edwards, 1982; Suinn, Tylor, & Edwards, 1988)와 수학 학습 장면에서 나타나는 수학불안을 측정하는 검사(Fennema & Sherman, 1976; Plake & Parker, 1982; Wigfield & Meece, 1988; Hopko et al., 2003; Ko & Yi, 2011)로 나누어 볼 수 있다. 본 연구에서는 Fennema & Sherman(1976)과 같이 수학불안을 일반적인 수 불안과 구분하여 수학 학습과 관련된 상황에 초점을 두어 학생에게 나타나는 혼란스러움, 초조함, 두려움, 긴장감 및 공포감 등의 불안 반응을 의미하는 것으로 보았다.

검사도구 개발을 위해 기존의 선행연구를 분석하여 수학불안의 요인을 설정하였으며, 해당 요인에 대한 문항을 제작하였다. 이후 파일럿 검사를 통해 중학교 학생에게 어렵거나 부적합한 문항을 수정하였으며, 타당도와 신뢰도가 낮은 문항을 제거하였다. 최종 문항을 토대로 요인분석을 통해 요인을 재개념화하여 최종 검사도구를 개발하고자 하였다. 본 연구를 통해 개발된 검사도구에서는 특히 수학불안 정도가 위험한 학생을 구분하는 점수를 함께 제공하여 수학불안 연구뿐만 아니라 학교 현장에서도 활용할 수 있는 검사도구 개발을 목적으로 하였다.

II. 이론적 배경

1. 수학불안의 정의

수학불안을 가장 처음 언급한 사람은 Gough(1954)이다. Gough는 수학 수업 시간을 두려워하고 수학 학습에 대한 부정적인 인식을 갖고 있는 현상을 일컫는 말로 ‘수학 공포증(mathemaphobia)’이라는 용어를 도입했다. 이후 다양한 학자들에 의해 수학불안(math anxiety)이 정의되었다. Hembree(1990)는 수학불안을 수학을 접할 때 느끼는 일반적인 두려움이라고 정의하였고, Ashcraft & Faust(1994)는 수학불안을 수를 조작하고 수학적 문제를 해결할 때 느끼는 긴장감이나 공포와 같은 감정이라고 보았다. 즉 수학불안은 수를 다루거나 수학과 관련된 상황에서 느끼는 감정으로 볼 수 있다. 한편, Tobias(1979)는 불안 중에서도 학습과 시험에 관련된 불안에 대해 연구하였다. 특히 수학불안을 ‘수’를 다루는 영역을 포함한 수학적 문제를 해결할 때 개인이 느끼는 공포와 정신적인 불안이라고 보고 있다.

이처럼 수학불안을 크게 수학적 문제 해결과 관련된 상황에서 나타나는 심리적 불안정 상태로 보거나 수학 중에서도 ‘수’에 한정시켜 수학불안을 보는 관점이 있다.

Skemp(1979)는 수학적불안을 느끼면 노력은 무의미해지고, 이해는 더욱 악화되어 불안이 증대된다고 지적하여 수학적불안이 수학 성취도에 악영향을 미치는 것으로 보았으며, Hendel(1980)은 수학적불안 정도를 통해 수학 성취도를 예상할 수 있다고 보았다. 수학적불안이 성취도와 포물선(\cap)관계가 있으므로 수학적불안이 항상 수학 성취도에 악영향을 준다고 볼 수는 없으나, 대체로 낮은 수학적불안이 높은 수학 성취도에 도움이 되는 것으로 나타났다(황정규, 1985; 허혜자, 1996).

학생들은 수학적불안을 피하기 위해 수학을 기피하며, 수학을 잘 할 수 있는 학생도 오랫동안 수학 학습을 하지 않았을 때 수학에 대한 학습 방법과 자신감을 잃는 것으로 나타났다(Tobias & Weissbrod, 1980). 따라서 수학적불안과 수학기피는 상호 유의미한 영향을 주는 것으로 나타났다(Hendel, 1980). 우리나라에서도 그 관계를 밝히고자 하는 연구가 1990년대 이후 수행되었다. 허혜자(1996)는 수학기피를 수학적불안에 대한 원인 중 하나로 본 반면, 이상희, 안성희(2016)는 수학적불안이 수학기피를 유발하는 것으로 보았다. 또한 수학적불안이 높은 학생은 수학기피 현상으로 인해 미래의 진로를 결정하는데도 결정적인 영향력을 미치는 것으로 나타났다.

수학 학업성취에도 영향을 미치는 수학적불안(Wigfield & Meece, 1988; Ashcraft, 2002)에 대한 관심이 커지면서 국내외에서 다양한 수학적불안 검사도구(MARS, MAS, MARS-A, MARS-E, MARS-R, MAQ, MASS, AMAS, AMAS-G 등)가 개발되었다. 특히 수학적불안 검사도구의 기초 연구로 볼 수 있는 Richardson & Suinn(1972)의 Mathematics Anxiety Rating Scale(이하 MARS)에서는 수학적불안을 실생활의 영역과 학습 상황에서 수의 조작과 수학 문제 해결을 방해하는 긴장과 불안의 감정으로 정의하였으며, 이후 MARS 검사를 토대로 한 수학적불안 검사도구들은 이 정의를 따르고 있다(Suinn & Edwards, 1982; Plake & Parker, 1982; Suinn, Taylor, & Edwards, 1988).

Fennema & Sherman(1976)은 수학을 할 때 느끼는 불안감, 공포, 긴장과 같은 감정 및 신체 증세를 수학적불안으로 정의하였으며, 수학적 태도 중 수학적 자신감, 즐거움과 관련지어 설명하지 않고 그것들과 구분된 수학적 태도로 보았다. 이에 이들은 MAS(Mathematics Anxiety Scale)에서 수학을 할 때 느끼는 불안한 감정이나 그로 인해 나타나는 신체 증세의 정도를 통해 수학적불안을 측정하고자 하였다.

Suinn & Edwards(1982)는 MARS의 검사 문항을 청소년들에게 맞게 수정하여 MARS-A라는 검사도구를 만들었는데 여기서 수학적불안을 수학을 기피하고 수학적 수행의 실패를 야기하는 중요한 비인지적 요소로 보고 일상생활과 학습 상황을 포괄하는 영역에서 나타나는 것으로 정의하였다. Wilgfield & Meece(1988)는 수학에 대한 불안 또는 부정적인 반응(수학을 싫어한다, 자신감의 결여, 불편함, 걱정, 공포, 두려움, 좌절, 혼란 등)을 수학적불안이라고 보았다. Hopko et al.(2003)은 대학생에 대상으로 한 AMAS(Abbreviated Math Anxiety Scale)를 개발하며 수학적불안은 심리적인 반응, 부정적인 인식, 기피 행동, 수학적인 자극에 대한 수준 이하의 수행을 포함한다고 하였다.

이상의 외국의 수학적불안에 대한 정의를 바탕으로 국내의 연구에서도 수학적불안을 정의하고 있다. Ko & Yi(2011)와 이현숙(2017)의 Mathematics Anxiety Scale for Students(MASS)와 MASS 단축형 검사에서는 수학적불안을 수학적인 문제에 마주했을 때 느끼는 불안한 감정이라고 정의하면서 수학적인 것을 수행할 때 느끼는 불안이나 걱정, 수학 수업을 미루는 것, 육체적인 아픔, 고통, 두려움, 공포의 느낌 등의 특징을 나타낸다고 하였다.

이상을 종합하면 수학적불안은 수학적 문제를 해결하는 상황에서 나타나는 불안뿐만 아니라 일상생활 속에서 수를 다룰 때 느끼는 두려움이나 공포, 불안한 감정으로 볼 수 있다. 본 검사에서 수학적불안은 수학 학습 상황에서 나타나는 불안으로 제한하여 수학 학습에서 나타나는 혼란스러움, 초조함, 두려움, 긴장감 및 공포감 등의 불안 반응으로 정의한다.

2. 수학불안과 그 요인

Resnick, Viehe, & Segal(1982)은 대학교 신입생들의 수학불안에 관련된 요인과 이에 대한 개념적인 이해를 위한 연구에서 수학에 대한 낮은 흥미를 수학불안의 요인으로 보고 있다. Betz(1978)는 Bandura의 자기효능감이 수학적인 행동에 미치는 영향에 대해 연구하는 과정에서 수학 학습 환경을 수학불안의 원인으로 보았다.

Jain & Dowson(2009), Lee(2009)의 수학불안과 수학에 대한 자신감, 자기효능감 사이의 관계를 분석한 연구를 통해 수학에 대한 자신감과 자기효능감이 낮을수록 수학불안의 정도가 높다는 결과를 얻을 수 있다. 즉, 자신감과 자기 효능감은 수학불안의 요인으로 볼 수 있다.

Betz & Hackett(1983)은 수학 시험 점수가 수학불안과 관련이 있다고 보았으며 Meece, Wigfield, & Eccles(1990)는 기대와 평가가 수학불안의 간접적인 원인이 될 수 있다고 했다. Skemp(1987)는 기계적인 학습이 수학불안을 야기할 수 있다고 했으며, Lazarus(1974)는 수학이 갖고 있는 과목 특성, 수학 학습 과정에서 등장하는 기호와 용어, 학습자의 학습 유형 및 교과과정과 교사의 특성으로 인해 수학불안이 발생한다고 했다.

Quilter & Harper(1988)는 성인 대상으로 인터뷰를 진행한 결과 수학불안에는 타고난 장애(innate disability), 도구적 학습/관계적 학습(instrumental learning/relational learning), 산술과 대수의 단절(sharp discontinuity between arithmetic and algebra), 수학의 언어(language of mathematics), 교사(teachers), 수학의 엄격성(rigidity of maths), 정의적 영역(the affective domain), 학습유형(learning styles), 발달지연(developmental lag), 수학적 적절성(relevance of mathematics), 기억력(memory), 확산적 사고(divergent thinking), 사회적 요인(social rationale)의 13가지 요인이 있는 것으로 보았다.

Hilton(1980)은 수학 교수 과정 중 기계적인 계산 학습, 기억에만 의존하는 학습, 동기화 되지 않은 연습문제의 풀이, 가짜 응용, 학교 교육에서의 권위주의 그리고 시험을 수학불안의 원인으로 설명했다.

Byrd(1983)는 학생 인터뷰를 통해 수학불안의 원인을 상황선행자와 기질선행자로 나누어서 설명했다. 먼저 상황선행자에는 수학의 본질, 기호와 용어의 규약, 전통적인 교수방법, 수학교재의 형식, 시험과 하나의 정답에 대한 강조, 수학적 마인드에 대한 선입견이 있다. 한편 기질선행자에는 자존심, 자신감의 결여, 좌절에 대한 관대함, 수학의 유용성 지각, 수학을 남성 영역으로 인식, 자기의심, 승인 욕구, 성취 욕구, 학생의 특성, 성 역할 사회화, 사회적 요소, 시험불안이 있다고 설명하고 있다.

이상을 종합하면 학생의 수학에 대한 관심과 흥미, 수학 학습 방법, 수학 교과 특징, 환경, 수학에 대한 자신감, 시험 및 평가, 교사 등을 수학불안의 원인으로 볼 수 있다.

3. 기존 수학불안 검사도구

Rounds & Hendel(1980)은 MARS의 문항을 수 불안(Numerical Anxiety)과 수학 시험 불안의(Mathematics Test Anxiety) 두 가지 요인으로 구분하였다. 수 불안은 일상에서 수학적이고 계산적인 개념의 사용과 관련되었으며, 수학 시험 불안은 수업의 관점에서 수학을 배우거나 공부하는 것, 시험 보는 것과 관련이 있다.

Suinn & Edwards(1982)는 MARS의 검사 문항을 청소년들에게 적합하도록 수정하여 MARS-A를 고안하였다. MARS-A는 학생이 경험할 수 있는 수를 다루는 상황과 관련된 89개의 문항과 수학 시험을 보는 상황과 관련된 9개의 문항으로 구성되었으며 요인별 예시 문항은 <표 II-1>과 같다.

<표 II-1> MARS-A 수학불안 요인과 예시 문항

요인	예시 문항
수 불안 (numerical anxiety)	Collecting money to buy tickets
	Playing cards where numbers are involved
	Tallying up the results of a vote
	Deciding how much of a tip to leave
	Studying for a driver's license test and memorizing the figures involved
수학시험 불안 (mathematics test anxiety)	Having to figure the miles per gallon of gas for a car
	Doing a word problem in algebra
	Studying for a math test
	Taking a quiz
	Taking a final exam
	Waiting to get an exam back
Being given a 'pop' quiz	

Suinn, Taylor, & Edwards(1988)의 Mathematics Anxiety Rating Scale for Elementary school students(이하 MARS-E)에서는 실생활에서 초등학생들이 겪는 수학불안을 검사하기 위해 수학 시험 불안(Mathematics test anxiety)과 수학 수행 평가 불안(Mathematics performance evaluation anxiety)을 수학불안의 요인으로 보고 각 요인별로 문항을 제시하였다. MARS-E의 요인별 문항 예시는 <표 II-2>와 같다.

<표 II-2> MARS-E 수학불안 요인과 예시 문항

요인	예시 문항
수학시험 불안	Solving the problem of "George brought 4 boxes of toy cars to class. If each box had 7 cars, how many toy cars did George bring?"
	Deciding if this problem is right " $(3+4)+2=4+(2+3)$ "
	Adding $976+777+458$ on paper.
	Thinking about a math test an hour before the test
	Taking a big test in your math class
수학수행 평가불안	Waiting to get a math test back on which you think you didn't do very well
	Looking at how much two different sized of two different kinds of soft drinks cost and deciding which is cheaper.
	Adding up a cash register receipt after you bought several things.
	Getting called on by the teacher to do a math problem on the board.
Having someone watch you while you correct your math homework on the blackboard	

Plake & Parker(1982)는 Richardson & Suinn(1972)의 MARS의 문항을 간추려 Revised Mathematics Anxiety Rating Scale(이하 MARS-R)을 고안하였다. MARS-R은 수학 학습 불안(Learning Mathematics Anxiety)과 수학 평가 불안(Mathematics Evaluation Anxiety)을 수학불안의 요인으로 보았다. 수학 학습 불안은 수학(통계)을 공부하는 과정이나 수업 활동과 관련된 문항으로 이루어져 있고, 수학평가불안은 수학(통계)학습의 평가와 관련 문항을 포함한다. MARS-R의 전체 문항은 <표 II-3>과 같다.

<표 II-3> MARS-R 수학불안 요인과 예시 문항

요인	예시 문항
수학 학습 불안	Watching a teacher work an algebraic equation on the blackboard.
	Buying a math textbook.
	Reading and interpreting graphs or charts.
	Signing up for a course in Statistics.
	Listening to another student explain a math formula.
	Walking into a math class.
	Looking through the pages on a math text.
	Starting a new chapter in a math book.
	Walking on campus and thinking about a math course.
	Picking up a math textbook to begin working on a homework assignment.
	Reading the word "Statistics."
	Working on an abstract mathematical problem, such as: "if x =outstanding bills, and y =total income, calculate how much you have left for recreational expenditures.
	Reading a formula in chemistry.
	Listening to a lecture in a math class.
	Having to use the tables in the back of a math book.
Being told how to interpret probability statement.	
수학평가 불안	Being given a homework assignment of many difficult problems which is due the next class meeting.
	Thinking about an upcoming math test one day before.
	Solving square root problem.
	Taking an examination (quiz) in a math course.
	Getting ready to study for a math test.
	Being given a "pop" quiz in a math class.
	Waiting to get a math test returned in which you expected to do well.
Taking an examination (final) in a math course.	

허혜자(1996)는 성취, 교사, 교과와 더불어 인지, 부정적인 생각, 수학에 대한 태도와 관련된 요인을 수학불안의 요인으로 보고 있다.

Ko & Yi(2011)는 수학의 본질, 학습전략, 평가 및 수행, 환경을 수학불안의 요인으로 보았으며, Hopko et al.(2003)은 이와 유사하게 수학 학습과 수학시험을 수학불안의 요인으로 보았다. 또한 Suinn, Taylor, & Edwards(1988)는 수학불안의 요인을 수학시험과 수학 수행으로 보았다.

이상을 정리하면 기존의 수학불안 검사도구는 <표 II-4>와 같다.

<표 II-4> 기존 수학불안 검사도구

검사	대상	문항 수	요인
Richardson & Suinn(1972)의 Mathematics Anxiety Rating Scale (MARS)	대학생	98개	일상생활에서 수 조작 불안
Fennema & Sherman(1976)의 Mathematics Anxiety Scale (MAS)	고등학생	12개	수학 학습과 관련된 불안
Suinn & Edwards(1982)의 Mathematics Anxiety Rating Scale for Adolescents (MARS-A)	중학생 고등학생	98개 2요인	수 불안 수학시험불안
Plake & Parker(1982)의 Revised Mathematics Anxiety Rating Scale (MARS-R)	대학생 대학원생	24개 2요인	수학 학습 불안 수학 평가 불안

중학교 학생을 위한 수학불안 검사 개발 연구

Suinn, Taylor, & Edwards(1988)의 Suinn Mathematics Anxiety Rating Scale for Elementary school students (MARS-E)	초등학생	26개 2요인	수학시험불안 수학 수행 불안
Wigfield & Meece(1988)의 Math Anxiety Questionnaire (MAQ)	초등학생 중학생 고등학생	11개 2요인	부정적 정서반응 걱정
허혜자(1996)의 수학불안요인평가도구	고등학생	106개 5요인	수학 교과 요인 수학 성취 요인 인지요인 및 부정적 생각 수학에 대한 태도 교사 요인
Hopko et al.(2003)의 Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS)	대학생	9개 2요인	수학 학습 수학시험
Ko & Yi(2011)의 Mathematics Anxiety Scale for Students (MASS)	중학생 고등학생	65개 4요인	수학의 본질 학습전략 시험과 성적 환경
이현숙(2017)의 MASS 단축형 검사	중학생 고등학생	21개 7요인	문제 해결력 추상성 수학 자아개념 시험과 성적 경쟁적 학습 환경 교수 방법 사교육

선행연구를 토대로 본 연구에서는 수학불안의 초기 요인을 교사, 시험, 성적, 수업, 수학교과 특성, 태도, 부모의 기대, 비교로 설정하였다.

먼저 Ko & Yi(2011)의 연구에서는 초기 요인에 교사 요인을 넣어 검사를 실시한 결과 내적일관도가 낮게 나타나 최종 요인에서 교사 요인을 제외하였다. 그러나 수학불안의 원인을 찾기 위한 여러 연구에서 교사를 주요 원인으로 밝히고 있고(Cemen, 1987; Jackson & Leffingwell, 1999; Philipp, 2007, 최계현, 한혜숙, 2013), Ko & Yi(2011)의 검사 대상자는 중·고등학교 학생으로, 본 연구의 검사 대상과는 차이가 있다. 따라서 본 연구에서는 수학불안의 요인으로 교사 요인을 추가하였다. 특히 교사의 언행과 설명 위주의 수업 방식이 학생들의 수학성취도 및 수학불안의 요인으로 나타났다(오후진, 이종배, 2000). 이에 본 연구에서는 교사의 이미지 및 교수 방법에 초점을 두었다.

시험과 성적은 초기 수학불안 검사도구부터 최근의 검사까지 수학불안의 주요 요인으로 나타났다(Rounds & Hendel, 1980; Suinn & Edwards, 1982; Suinn, Taylor, & Edwards, 1988; 허혜자, 1996; Ko & Yi, 2011). 따라서 본 연구에서도 시험 및 성적 요인을 수학불안의 요인으로 제시하였다. 한편, 초기 수학불안 검사도구에서는 시험 및 성적요인을 구분하지 않았으나, 최근 연구에서는 시험과 성적 요인을 구분하여 제시하고 있다. Deci(1975)에 따르면 학습 동기를 외재적 동기와 내재적 동기로 구분할 수 있는데, 좋은 성적을 받는 것을 외재적 동기로 볼 수 있다. 이러한 외재적 동기는 학습 동기와 불안에 영향을 미칠 수 있다. 이에 따라 본 연구에서 시험, 즉 평가를 받는 상황 자체에서 발생하는 불안과 성적 결과를 활용하는 상황(외재적 동기 지향)으로 인해 느끼는 불안으로 요인을 구분하였다.

초기의 수학불안 검사도구인 MARS에서 수업 상황과 관련하여 수학불안을 측정하는 문항이 있으며, 이와 관련한 최근의 수학불안 검사 개발 연구에서는 교수 상황을 하나의 요인으로 설정하여 수학불안을 측정하고 있다(Ko & Yi, 2011; 김명숙, 임신일, 김세영, 2011). 또한 수업 시간에 “이건 너무나

쉬운 문제다.”, “이건 이미 알고 있어야 한다.”와 같은 교사의 말은 학생에게 부정적인 영향을 미칠 수 있다(Sherard, 1981). Tobias(1993)에 의하면 개방적인 수업형태와 긍정적인 수업 분위기가 학생의 수학 학습의 긴장감에 영향을 미친다고 하였다. 이에 본 연구에서도 교수 상황을 수학불안을 야기하는 하나의 요인으로 설정하였다.

Byrd(1983)는 수학의 본질적인 특성인 기호와 용어의 규약이 학생의 수학불안의 원인이 될 수 있다고 밝혔으며, Quilter & Harper(1988)에서는 수학의 언어, 수학의 엄격성, 수학의 직절성과 같은 수학 고유의 특성으로 인해 학생이 수학불안을 느낄 수 있다고 보았다. 또한 Ko & Yi(2011)에서는 수학불안을 측정하는 요인으로 수학 내적 요인을 설정하였으며 그중 수학의 표상과 추상성에 관련한 수학불안 검사 문항을 제시하였다. 본 연구에서는 선행연구를 종합하여 수학 과목 자체의 특성으로 인해 학생이 느끼는 불안을 수학교과 특성 요인으로 설정하였다.

Betz(1978)는 자기효능감이 수학적인 행동에 영향을 미친다고 하였으며, 이로 인해 수학불안이 나타날 수 있다고 하였다. Jain & Dowson(2009), Lee(2009)에서는 수학에 대한 자신감과 자기효능감이 낮을수록 수학불안의 정도가 높다는 연구결과를 제시하였다. 또한 수학불안의 원인을 분석하고 불안을 감소시키기 위한 정재복, 황우형(2013)의 연구에서는 수학불안의 주요 원인 중 하나로 수학에 대한 태도를 제시하였다. 이처럼 과거부터 최근의 연구까지 수학에 대한 태도는 수학불안의 원인으로 꼽히고 있다. 따라서 본 연구에서는 수학에 대한 태도 및 자아개념에서 비롯되는 수학불안을 태도 요인으로 설정하였다.

김리나, 신향균(2015)은 초등학교 학생의 수학불안 원인을 확인하기 위해 문헌분석 연구를 실시하였으며, 부모의 관심이 학생들의 수학불안 증가 또는 감소에 결정적인 역할을 한다고 했다. 또한 최근 초등학교 수학불안을 측정하기 위한 검사도구에서 그 요인 중 하나로 부모 관련 불안을 제시하고 있다(정숙영, 허난, 2017; 김리나, 2018). 정숙영, 허난(2017)은 부모의 교육적 관여가 높은 학생일수록 수학불안이 높게 나타남을 확인하였으며, 부모의 수학적 태도가 학생의 수학불안에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 최근 초등학교 학생의 수학불안 요인으로 나타나고 있는 부모 요인이 중학교 학생에게도 수학불안의 영향으로 미칠 수 있다고 보았다. 따라서 본 연구에서는 부모의 수학 학습에 대한 관심과 기대로부터 느끼는 불안을 부모의 기대 요인으로 설정하였다.

Tobias(2003)는 많은 학생들이 수학의 초기 경험과 경쟁을 관련시킨다고 하였다. 즉, 남과의 비교 및 경쟁을 통해 수학을 학습하는 것이 수학 학습 불안에 영향을 미친다는 것이다(Tobias, 1993). 본 연구에서는 이처럼 수학 학습 과정에서 다른 학생과의 비교로 인해 느끼는 불안을 수학불안의 한 요인으로 설정하였다.

이를 종합하면 본 연구에서는 선행연구를 바탕으로 수학불안의 요인을 교사, 시험, 수업, 수학교과 특성, 부모의 기대, 성적, 태도, 비교로 설정하였다. 각 요인과 그 개념 및 문항 예시는 <표 II-5>와 같다.

<표 II-5> 수학불안 검사 초기 요인 설정 및 문항 예시

요인	개념	문항 예시
교사	수학교사의 이미지 및 교수방법으로 인해 학생이 느끼는 불안	수학 선생님이 무섭다.
시험	수학시험과 관련된 상황 및 시험결과에 대해 느끼는 불안	수학시험 전날 잠을 이루지 못할 정도로 긴장한다.
수업	수학 교수·학습 장면에서 나타날 수 있는 상황들로 인해 경험하는 불안	수학 수업의 진도는 너무 빨라서 초조하다.

수학교과 특성	수학 과목 자체의 특성으로 느끼는 불안	일상생활에서 쓰지 않는 수학 용어를 대할 때 불안하다.
부모의 기대	부모님의 수학 학습에 대한 관심과 기대로부터 느끼는 불안	부모님의 수학 성적에 대한 기대가 부담스럽다.
성적	수학 성적을 활용하는 상황에서 느끼는 불안	수학 성적이 떨어질까 봐 두렵다.
태도	수학에 대한 태도 및 자아 개념에서 비롯되는 불안	수학 재능은 타고나는 것이기 때문에 공부를 해도 불안하다.
비교	수학 학습 과정에서 타인과의 비교를 통해 느끼는 불안	친구들은 수학 문제를 맞게 풀었는데 나만 틀릴까 봐 초조하다.

III. 검사도구 개발

1. 검사도구 개발 절차

검사의 대상은 중학교 학생으로 Wigfield & Meece(1988)에 의하면 중학교 3학년 학생의 수학을 불안이 가장 높은 것으로 나타났으며, 수학을 불안의 정도는 중학교 3학년까지 증가하다가 고등학교 1학년부 터 감소하는 추세를 보이는 것으로 나타났다(Heembee, 1990). 따라서 수학을 불안이 가장 높은 것으로 나타난 중학교 학생을 대상으로 하였다.

중학교 학생의 수학을 불안을 측정하는 검사 개발을 위해 수학을 불안의 요인을 교사, 시험, 수업, 수학교과 특성, 부모의 기대, 성적, 태도, 비교로 보고 이를 검사의 구인으로 설정하였다. 이후 구인에 적합한 검사 문항 초안을 제작하였다. 각 요인별 문항 수는 4~6개로 구성하였으며, 각 문항은 5점 리커트 척도를 사용하여 '전혀 그렇지 않다', '그렇지 않다', '보통이다', '그렇다', '매우 그렇다'로 응답할 수 있도록 하였다. 검사 문항은 총 40문항으로 특정 제한 시간은 없으나 온라인 형태의 검사에 접속하여 전체 검사 문항을 완료하는 데까지 20분 내외로 권장하였다. 검사 실시와 관련된 모든 내용은 검사 안내문에 수록하였다. 제작된 검사도구는 수학교육 전문가 2인과 교육평가 전문가 1인의 검토를 거친 후 보완한 뒤 파일럿 검사를 실시하였다.

1차 파일럿 검사는 서울특별시 소재의 중학교 학생 41명을 대상으로 실시하였다. 검사 결과 총 40개 문항 중 2개의 문항에서 결측값이 나타나 해당 문항은 중학교 학생에게 부적절한 문항으로 판단하여 제외하였으며, 전체 검사 문항 내적일관성 신뢰도 Cronbach α 가 0.922로 높게 나타났으나 신뢰도를 낮추는 문항을 수정 및 보완하여 2차 파일럿 검사를 실시하였다.

2차 파일럿 검사는 서울특별시 소재의 중학교 학생 86명을 대상으로 실시하였다. 2차 파일럿 검사 결과 전체 문항의 내적일관성 신뢰도 Cronbach α 가 0.962로 1차 파일럿 검사에 비해 높아졌으며, 요인별 내적일관성 신뢰도 역시 0.703~0.916으로 높게 나타났다. 요인의 수를 8개로 고정하여 확인적 요인분석으로 분석한 결과 8개의 요인이 전체 분산의 67.905%를 설명하는 것으로 나타났으나 일부 문항의 적재량이 0.4 미만으로 나타나 요인에 적합하도록 문고자 하는 바가 명확히 드러나게 수정·보완하였다.

2차 파일럿 검사 결과를 반영한 최종 검사 문항을 토대로 2020년 10월에 중학교 학생 255명을 대상으로 본 검사를 실시하였다. 해당 검사는 온라인 형태의 검사로 진행하여 결측값이 없었지만 검사의 성실도가 낮은 학생의 데이터를 제외하였다. 이에 따라 246명의 검사 결과를 토대로 검사도구의 타당

도와 신뢰도의 적합성을 확인하여 6개 요인, 36개의 문항을 최종 문항으로 선정하였다.

한편 검사 결과에 따른 해석을 위해 연구자 2인과 수학교육 전문가 2인을 포함한 4인이 Angoff 방법³⁾을 통해 수학불안 위험의 준거를 설정하였다. 검사 결과 ‘전혀 그렇지 않다’를 1점, ‘그렇지 않다’ 2점, ‘보통이다’ 3점, ‘그렇다’ 4점, ‘매우 그렇다’ 5점으로 계산했을 때 총점이 141점 이상이면 수학불안 위험 학생으로 판단할 수 있다고 보았다.

2. 검사 결과

본 검사는 수도권 소재 중학교 4개교에 재학 중인 학생을 편의표집 하였으며, 수학불안 검사 참여에 동의한 학생을 대상으로 검사를 실시하였다. 중학교 학생 255명 중 전체 문항을 ‘전혀 그렇지 않다’로 표기한 학생 8명과 전체 문항을 ‘매우 그렇다’로 표기한 학생 1명을 제외한 246명의 검사 결과를 분석하였다.

<표 III-1> 분석 대상(N = 246)

구분	학교A	학교B	학교C	학교D	계
1학년	-	-	-	14명	14명
2학년	36명	71명	65명	-	172명
3학년	60명	-	-	-	60명
합계	96명	71명	65명	14명	총 246명

246명의 수학불안 총점의 평균은 90.07, 표준편차는 30.91로 나타났다. 분포의 정규성을 검정하는 Kolmogorov-Smirnov 분석 결과 통계량 0.878(자유도=246, p=0.423)으로 정규성을 만족하는 것으로 나타났다. 총점과 요인별 점수의 기술통계 값은 다음 <표 III-2>와 같다.

<표 III-2> 수학불안 검사 결과(N = 246)

요인(문항수)	범위	최소	최대	평균	표준편차
평가(10)	40	10	50	30.33	11.28
수학교과 특성(10)	40	10	50	24.32	10.18
부모(4)	16	4	20	9.60	4.46
수업(3)	12	3	15	7.01	3.17
교사(6)	21	6	27	10.54	4.18
비교(3)	12	3	15	8.27	3.88
전체(36)	127	36	163	90.07	30.91

전체 246명의 학생 중 수학불안 위험 준거인 총점 141점 이상인 학생은 16명(6.50%)으로 나타났다. 학년별 수학불안 위험 학생의 비율은 3학년이 65명 중 5명(7.69%), 2학년 175명 중 11명(6.29%), 1학년은 해당 학생이 없는 것으로 나타났다.

3) Angoff 방법은 교사나 평가전문가가 문항을 분석한 후 최소능력 보유 피험자들로 구성된 가상적 집단에서 어느 정도 비율의 피험자가 문항에 응답하는가를 판정한 다음, 각 문항의 답을 맞힐 피험자 비율의 합을 준거점수로 설정하는 것이다(성태제, 2014a, p.368).

IV. 검사도구 검증

1. 타당도

본 검사도구의 타당도 분석을 위해 내용타당도, 구인타당도, 결과타당도를 확인하였다. 내용타당도는 검사내용에 기초한 근거, 구인타당도는 내적구조에 기초한 근거를 의미하며 결과타당도는 검사 결과에 기초하여 근거를 찾는 것을 뜻한다(성태제, 2014a).

1) 내용타당도

본 검사의 내용타당도를 위해 수학교육전공자 2인이 기존의 수학불안 검사도구의 문항을 토대로 검사 문항을 제작하였으며, 제작된 문항을 토대로 중학교 수학교사 3인과 교육평가 전문가 1인의 검토를 통해 문항이 선별되었다. 그리고 전문가 검토의견과 성태제(2014a)의 좋은 문항의 열세 가지 기준을 토대로 문항을 수정하였다. 수정된 40문항에 대한 검사를 실시한 후 검사 결과를 토대로 문항의 구인타당도, 신뢰도, 문항변별도를 분석하여 여섯 가지 요인으로 재구성된 36개의 문항은 수학교육 전문가 3인의 검토를 통해 요인 및 문항 내용의 타당도를 검증하였다

2) 구인타당도

본 검사의 구인타당도를 확인하기 위해 요인분석 그리고 수학불안도 총점과 요인별 점수의 상관도를 확인하였다.

내적 구조에 기초한 근거를 찾기 위해 가장 많이 쓰이는 방법은 요인분석이다(성태제, 2014a). KMO와 Barlett의 검정결과, 표본의 적절성을 측정하는 KMO 값이 0.839로서 1과 가깝다. 따라서 표본이 요인분석하기에 적합하며, 변인들 간의 상관성이 0인지를 검정하는 Barlett의 구형성 검정 통계값이 7440.562(df=780, p=.000)로서 유의수준 0.01에서 유의하므로 상관행렬이 요인분석에 적합하였다. 또한 추출된 요인에 의해 설명되는 비율을 나타내는 공통성은 0.4 미만을 나타낼 경우 해당 문항을 제외해야 한다. 공통성 결과는 0.422~0.820으로 모든 문항이 적절한 것으로 나타났다.

요인 수를 8로 고정하여 주성분 요인추출로 분석한 결과 요인1은 전체 분산의 19.503%를, 요인2는 전체 분산의 16.723%를, 요인3은 전체 분산의 9.026%를, 요인4는 전체 분산의 6.900%를, 요인5는 전체 분산의 5.693%를, 요인6은 전체 분산의 4.751%, 요인7은 전체 분산의 4.420%를, 요인8은 전체 분산의 4.399%를 설명하고 있다. 따라서 여덟 개 요인은 전체 분산의 71.416%를 설명해 준다. 여덟 가지 요인에 대한 분석 결과는 <표 IV-1>과 같다.

<표 IV-1> 요인분석 결과

문항	요인							
	1	2	3	4	5	6	7	8
문항17	.815	.143	.157	.170	-.042	.170	-.072	.064
문항19	.775	.214	.250	.114	.018	.138	.022	.040
문항22	.767	.195	.236	.066	.042	.000	-.029	.035
문항13	.729	.245	.089	.220	.043	-.014	.236	.109
문항15	.707	.314	.232	.210	.056	.011	.107	.079
문항16	.702	.243	.129	.239	-.082	.068	.015	.177

문항23	.695	.378	.071	.021	.037	.065	.015	.205
문항21	.619	.424	.275	.167	.131	.025	.016	.035
문항40	.496	.406	.180	.151	.082	.057	.096	.474
문항32	.481	.444	.184	.062	.063	-.140	.055	.287
문항20	.422	.368	.391	.311	.189	.209	-.062	.183
문항26	.215	.820	.169	.180	.091	.043	.109	.004
문항27	.175	.782	.229	.164	.020	.085	.066	.105
문항28	.257	.719	.190	.136	.160	.040	-.066	.065
문항25	.345	.680	.141	.239	.048	.149	.160	.067
문항24	.310	.672	.148	.189	.105	.200	.143	.041
문항29	.335	.628	.212	.060	-.035	-.099	.116	.321
문항31	.340	.603	.258	.130	.170	.041	.078	.213
문항31	.454	.601	.198	-.005	.081	-.021	.198	.168
문항9	.160	.492	.003	.312	.487	-.071	.104	.193
문항18	.355	.428	.369	.384	.205	.126	-.076	-.039
문항34	.272	.195	.808	.062	.129	.003	.040	.024
문항33	.207	.328	.726	.067	.061	.028	.158	.044
문항36	.246	.168	.704	-.004	.057	.151	.201	.268
문항35	.433	.294	.623	.204	.034	.084	-.074	.150
문항7	.310	.265	-.012	.666	.094	.207	.025	.193
문항12	.538	.133	.134	.543	-.115	-.034	.241	.143
문항6	.104	.311	.091	.514	.242	.223	.419	.044
문항11	.435	.220	.365	.503	-.053	-.062	.046	-.039
문항10	.265	.408	.000	.492	.458	.057	.130	.217
문항14	.452	.340	.316	.468	.018	-.002	.154	.046
문항2	-.043	.077	.114	.010	.800	.236	.136	-.036
문항1	-.052	.109	.105	.026	.777	.235	.222	.090
문항4	.116	.117	.073	.182	.169	.811	.249	.045
문항3	.077	.032	.072	-.005	.299	.804	.156	.005
문항8	.107	.142	.053	.081	.293	.157	.722	-.116
문항5	-.028	.110	.176	.113	.151	.287	.709	.220
문항38	.522	.301	.325	.214	.109	.047	.030	.539
문항39	.442	.454	.213	.232	.172	.101	.022	.509
문항37	.482	.388	.317	.238	.070	.066	.073	.503
아이겐 값	7.801	6.690	3.610	2.760	2.277	1.901	1.768	1.760
공동변량(%)	19.503	16.723	9.026	6.900	5.693	4.751	4.420	4.399
누적변량(%)	19.503	36.227	45.253	52.153	57.846	62.597	67.017	71.416
KMO=0.839 , Barlett's $\chi^2=7440.562$ (p<.001)								

적재량 0.4 이상을 기준으로 모든 문항은 8가지의 요인으로 구분되는 것을 확인하였다. 하지만 분석 결과 요인별 문항이 초기에 설정한 요인개념과 차이가 있어 요인분석의 결과로 재개념화 하였다. 한편 요인 5, 6, 7은 분석 결과 세 가지 요인으로 나타났으나 요인 5는 교사의 이미지와 관련된 문항, 요인 6은 교사와 학생 간의 관계에 관한 문항, 요인 7은 학생이 인식하는 교사의 행동 특성에 대한 문항으로 세 요인 모두 교사와 관련되었다. 이를 하나의 교사 요인으로 묶어 총 6개의 요인으로 구분 하였으며, 재개념화한 요인에 적합하지 않은 4개 문항은 제거하였다. 이에 따라 수학불안을 측정하기 위한 요인은 6개, 전체 문항수는 36개로 나타났으며, 재개념화한 수학불안 검사의 요인은 <표 IV-2>와 같다.

<표 IV-2> 수학불안 검사 요인 및 문항 예시

요인	개념	문항 예시
수학평가	수학시험과 성적에 대한 걱정 및 부정적 생각으로 인해 나타나는 불안	수학시험이 수업보다 어렵게 출제될까 봐 걱정된다.
수학교과 특성	학생이 느끼는 수학교과의 특성과 이에 대한 인식으로 인해 나타나는 불안	초등학교에서 잘하지 못했던 단원을 중학교에서 다시 배우는 게 걱정된다.
부모의 기대	부모님의 수학 학습에 대한 관심과 기대로부터 나타나는 불안	부모님의 수학성적에 대한 기대가 부담스럽다.
수학수업 상황	수학 교수·학습 장면에서 나타날 수 있는 상황들로 인해 나타나는 불안	수학 수업의 진도는 너무 빨라서 초조하다.
수학교사	수학교사에 대한 일반적인 이미지로부터 나타나는 불안	수학 선생님은 무섭다.
	수학교사와 학생간의 관계로부터 나타나는 불안	수학 선생님이 나에게 관심이 없어서 서운하다.
	학생이 느끼는 수학교사 행동특성으로 인해 나타나는 불안	수학 선생님은 수학을 잘하고 못함으로 학생을 차별한다.
타인과의 비교	수학 학습 과정에서 타인과의 비교를 통해 느끼는 불안	친구들은 수학 문제를 맞게 풀었는데 나만 틀릴까 봐 초조하다.

요인과 수학불안의 상관도를 알아보기 위해 상관분석을 하였다. 요인별 점수와 수학불안 총점의 Pearson 상관계수는 0.484~0.920으로 나타났으며, 모든 요인은 수학불안과 유의도 0.01에서 유의미한 상관관계를 보였다. 성태제(2014b)에 따르면 Pearson 상관계수가 0~0.2이면 매우 낮은 상관, 0.2~0.4이면 낮은 상관, 0.4~0.6이면 보통의 상관, 0.6~0.8이면 높은 상관, 0.8~1.0이면 매우 높은 상관이 있다고 볼 수 있다. 각 요인별 점수는 수학불안 총점과 정적상관이 있는 것으로 나타났으며 이상을 종합한 각 요인별 수학불안과의 상관계수는 다음 <표 IV-3>과 같다.

<표 IV-3> 요인별 수학불안총점과 상관분석 결과

구분	수학평가	수학교과 특성	부모의 기대	수학수업 상황	수학교사	타인과의 비교
Pearson 상관계수	.912**	.920**	.768**	.754**	.484**	.882**
상관도	매우 높은 상관	매우 높은 상관	높은 상관	높은 상관	보통의 상관	매우 높은 상관

3) 결과타당도

수학불안 검사 결과 수학불안 점수가 높은 학생 A, B, C의 수학불안 요인별 z점수는 <표 IV-4>와 같다.

<표 IV-4> 수학불안 위험 학생의 요인별 z점수

학생	수학평가	수학교과 특성	부모의 기대	수학수업 상황	수학교사	타인과의 비교	전체
학생 A	1.66	1.64	1.66	0.94	0.35	1.73	1.74
학생 B	1.39	2.23	2.33	2.21	0.11	1.73	2.04
학생 C	1.39	2.52	2.33	1.57	2.26	1.73	2.36

학생 A, B, C가 실제 학교생활에서도 수학불안의 특징을 보이는지 수학 담당교사에게 소견을 물었다. 149점으로 수학불안 정도가 위험에 속해있는 학생 A에 대해 수학 담당교사는 다음과 같이 이야기하였다.

학생 A는 수학 공부를 열심히 하고 또 꽤 수학을 잘하기도 해요 하지만 학생의 성격상 실수할까 봐 많이 걱정하고 불안해하는 것 같아요

학생 A는 수학불안 정도가 위험으로 나타났을 뿐만 아니라 하위 요인에서 수학평가, 수학교과 특성, 부모의 기대, 타인과의 비교 요인에 대한 불안도가 위험으로 측정되었다.

다음은 학생 B에 대한 교사의 소견이다.

학생 B는 수학 공부에 대한 의욕이 다소 있어 보이긴 하는데, 수학 성적이 매우 낮은 편이에요 그래서 수업시간에 본인한테 뭔가를 시킬까 봐 불안해하는 모습을 보이곤 해요

검사 결과 학생 B는 158점의 높은 수학불안을 보인 학생으로, 하위 요인 중 수학교과 특성, 부모의 기대, 수학수업 상황에 대한 불안도가 특히 높은 것으로 나타났다. 이는 학생 B의 수업에 대한 불안을 이야기한 교사의 인터뷰 결과와 일치한다.

다음은 168점의 높은 수학불안을 보인 학생 C에 대한 교사의 소견이다.

학생 C는 외고 지망생이라 수학성적이 많이 필요하진 않아요 하지만 수학 성적이 낮은 것에 대해 창피해하는 것 같았어요

검사 결과 학생 C는 수학불안 총점이 높을 뿐만 아니라 다른 학생에 비해 수학교과 특성, 부모의 기대, 수학교사에 대한 불안이 높은 것으로 나타났다.

이상을 종합하면 교사의 소견과 수학불안 검사의 결과가 일치성을 띄는 것으로 볼 수 있다. 즉, 본 수학불안 검사를 통해 수학불안을 가진 학생과 불안의 원인을 파악할 수 있을 것으로 보인다.

2. 신뢰도

수학불안 검사의 문항에 대한 내적일관성 신뢰도 Cronbach α 는 0.964로 신뢰도가 매우 높은 것으로 나타났다. 또한 수학평가, 수학교과 특성, 부모의 기대, 수학수업 상황, 수학교사, 타인과의 비교의 6개 요인의 문항 내적일관성 신뢰도 분석 결과는 <표 IV-5>와 같다.

<표 IV-5> 요인별 신뢰도

구분	수학평가	수학교과 특성	부모의 기대	수학수업 상황	수학교사	타인과의 비교	전체
신뢰도 (Cronbach α)	0.940	0.929	0.870	0.794	0.810	0.916	0.964

6개 요인의 신뢰도는 0.794~0.940으로 높게 나타났으며, 신뢰도가 가장 높은 요인은 평가, 가장 낮은 요인은 수학수업 상황으로 분석되었다.

전체 검사의 신뢰도를 저하시키는 문항을 분석한 결과 3개의 문항에서 해당 문항을 제거하였을 때 신뢰도가 0.965로 0.964보다 높아졌으나 큰 차이를 보이지 않아 최종문항으로 결정하였다.

타당도와 신뢰도 분석 결과에 따른 최종 검사 문항은 [부록]에 제시하였다.

V. 결론

수학불안은 일반 학생뿐만 아니라 전문가도 경험한다. 수학자마저도 그들이 전에 본 적 없는 유형의 문제와 마주했을 때 수학불안을 느낀다면 수학불안은 그것을 부정하기보다 관리하는 것이 중요할 것이다(Tobias, 1993). 이에 본 연구에서는 수학불안이 가장 높은 시기인 중학교 학생을 대상으로 수학불안의 정도를 측정하고 위험여부를 판단할 수 있는 검사도구를 개발하였다.

선행연구를 바탕으로 교사, 시험, 수업, 수학교과 특성, 부모의 기대, 성적, 태도, 비교를 수학불안의 8가지 구인을 하위 요인으로 설정한 후 각 요인별로 문항을 제작하여 총 40문항으로 구성된 수학불안 검사도구를 개발하였다. 제작된 검사도구로 중학교 학생 246명을 대상으로 수학불안 검사를 실시한 후 검사 문항의 타당도와 신뢰도를 분석한 결과 교사 요인이 세분화 되었으며 초기에 설정한 구인에 적절하지 않은 문항이 포함되었다. 이에 수학불안의 하위 요인은 수학평가, 수학교과 특성, 부모의 기대, 수학수업 상황, 수학교사, 타인과의 비교의 6가지 요인으로 설정하고 각 요인별로 3~10개의 문항을 구성하여 총 36문항으로 구성된 수학불안 검사도구를 확정하였다.

본 연구에서 시행한 수학불안 검사도구의 개발은 첫째, 학생들의 수학불안 정도를 측정하고 이에 대한 정보를 제공할 수 있다. 수학불안이 높은 학생은 수학 학습에 있어서 어려움을 겪는다. 그러나 수학 학습에 어려움을 겪는 이유는 학생들마다 다르기 때문에 교사가 모든 학생들의 수학불안의 정도와 그 원인을 파악하는 것은 쉽지 않다. 이때 본 검사를 활용한다면 객관적인 지표로 학생의 수학불안을 측정할 수 있을 뿐만 아니라 그 원인을 규명할 수 있어서 각 학생의 수학불안에 대한 정보를 학생 본인, 담임교사, 수학교사, 상담교사, 학부모 등에게 제공할 수 있고 이를 바탕으로 수학 학습의 방향과 방법을 설정할 수 있어 효과적인 수학 학습이 이루어질 수 있게 할 수 있다.

둘째, 수학교사에게 학생들의 수학불안에 관한 정보를 제공함으로써 수학 교수·학습의 개선을 유도할 수 있다. 수학수업 상황과 수학교사 요인이 수학불안을 야기하는 원인 중 하나로 나타난 만큼 이 요인에서 높은 불안을 느끼는 학생들에 대한 정보를 교사가 파악하여 교수·학습이 이루어진다면 학생들의 수학불안을 적정수준으로 낮추어 수학 학습의 개선 효과를 기대해 볼 수 있다.

셋째, 학생의 수학 학습 상담 자료로 활용할 수 있다. 수학 학습에 어려움을 겪는 지표로 주로 수학 시험 성적을 활용한다. 그러나 수학시험 성적은 학생이 수학 학습에 어려움을 겪는 원인을 명확하게 관별해 주기 어려울 뿐만 아니라 수학시험 성적 자체가 수학 학습에 어려움을 겪는 원인이 될 수 있으므로 수학 학습에 어려움을 겪는 원인을 명확하게 파악할 수 있는 검사가 필요하다. 이에 본 검사에서 설정한 6가지 요인(수학평가, 수학교과 특성, 부모의 기대, 수학수업 상황, 수학교사, 타인과의 비교) 중 어떤 부분에서 학생이 어려움을 겪는지 파악한다면 수학 학습의 개선을 위한 학생의 상담 자료로 활용할 수 있을 것이다.

넷째, 수학불안 치료 프로그램의 초석이 될 수 있다. 수학불안이 높은 학생들은 수학 학습 이전 또는 수학 학습과 동시에 불안 치료가 병행되어야 한다. 그러나 아직까지 우리나라에는 수학불안 치료

프로그램이나 관련 연구가 부족하다. 어떤 치료이든 치료의 첫 번째 단계는 진단이라고 할 수 있다. 따라서 효과적인 수학불안 치료 프로그램 개발을 위해 수학불안의 측정은 필수적이다. 본 검사를 통해 수학불안의 정도를 측정하고 각 학생들의 수학불안에 대한 원인을 규명할 수 있으므로 수학불안 치료 연구에 기여할 수 있을 것이다.

본 검사의 제한점은 요인별 문항 수의 차이가 있다는 것이다. 선행연구 분석에 따른 요인 설정과 본 검사 실시 후 요인분석에서 차이가 있었기 때문에 요인별 문항 수가 적게는 3개 많게는 10개로 구성되었다. 따라서 후속 연구에서 요인별 문항 수에 대한 보완이 필요하다. 또한 검사 대상을 편의표집한 결과 중학교 1학년 학생의 비율이 낮고 중학교 2학년 학생의 비율이 높았다. 학년에 따라 수학불안의 정도와 그 요인에 유의미한 차이가 있을 수 있으므로 학년별 표본의 크기를 비슷하게 하여 수학불안의 정도와 요인이 학년별로 유의미한 차이가 있는가에 대한 분석을 후속 연구로 제안한다.

이러한 제한점에도 불구하고 본 연구는 다음과 같은 의미를 갖는다. 첫째, 수학불안의 요인을 구체적으로 밝혀냈다. 많은 선행연구에서 수학불안의 요인으로 교사 요인을 설명했으나 이에 대한 개념을 구체적으로 밝히지는 못하였다. 그러나 본 연구의 결과 교사 요인 중에서도 불안을 야기하는 요인이 수학교사에 대한 이미지, 수학교사와 학생 간의 관계, 수학교사의 행동 특성의 세 가지로 구분된다는 것을 확인할 수 있었다.

둘째, 수학불안에 영향을 미치는 새로운 요인을 확인하였다. 기존 선행연구에서는 부모의 기대 또는 타인과의 비교는 수학불안에 영향을 미치는 요인으로 제시하지 않았다. 그러나 본 검사를 통해 수학 학습에 대한 부모의 관심과 기대, 수학 학습 과정에서 타인과의 비교 또한 수학불안에 영향을 미치는 요인으로 나타났다. 이와 같이 수학불안에 대한 새로운 요인이 발견된 이유는 시대에 따라 학생의 특성이 변화하고 있기 때문인 것으로 추측할 수 있다. 또한 이 결과는 수학불안을 측정하기 위한 검사도구의 지속적인 개발이 필요함을 뒷받침한다.

수학불안은 중학교 이후 발생하거나 중학교 이후로 더욱 심각해진다. 학생의 수학불안 정도가 심각한 경우 수학불안을 피하기 위해 수학자체를 기피할 수 있으며(Rounds, & Hendel, 1980; Tobias, & Weissbrod, 1980; 허혜자, 1996), 학생의 진로 결정에도 큰 영향을 미친다(이상희, 안성희, 2016). 따라서 수학불안이 발생하거나 심화되는 중학교시기에 수학불안을 겪고 있는 학생이나 수학에 관심을 잃고 있는 학생들을 파악하여 조기에 수학불안을 치료한다면 이들이 수학을 포기하지 않고 꾸준히 학습할 수 있을 것이다. 이에 본 검사를 통해 학생 개개인에게 수학불안의 상태를 알리고, 수학불안 완화를 돕는 것뿐만 아니라 수학불안에 대한 연구에도 유의미한 정보를 제공할 수 있다. 특히 수학불안의 원인을 찾는 연구나 수학불안을 해결하기 위한 연구에서 수학불안 정도를 측정할 수 있는 검사도구는 필수적이다. 이에 본 검사도구는 수학불안에 대한 다양한 연구에 긍정적인 역할을 할 수 있을 것으로 기대할 수 있다.

참고 문헌

- 고호경, 이현숙(2012). 중·고등학생의 배경 변인에 따른 요인별 수학 불안의 차이. **한국학교수학회논문집**, 15(3), 487-509.
- 김리나(2018). 초등학생의 수학 불안 측정 도구 개발 연구. **초등수학교육**, 21(4), 431-444.
- 김리나, 신향균(2015). 초등학생의 수학불안 요인 분석 연구. **한국초등교육**, 26(1), 83-92.
- 김명숙, 임신일, 김세영(2011). 고등학생 수학불안 척도의 개발 및 타당화 연구. **교육심리학회**, 25(4), 717-737.
- 성대제(2014a). **현대교육평가 4판**. 학지사.
- 성대제(2014b). **SPSS/AMOS를 이용한 알기쉬운 통계분석 2판**. 학지사
- 오후진, 이종배(2000). 수학학습에 대한 불안요인 연구. **한국학교수학회논문집**, 3(1), 47-57.
- 이상희, 안성희(2016). 고등학생의 수학 자기효능감, 수학불안, 수학태도에 따른 수학 진로선택. **청소년학연구**, 23(6), 1-26.
- 이현숙(2017). 계층적 성분모형을 적용한 수학 불안 검사의 타당화. **교육평가연구**, 30(2), 245-267.
- 정숙영, 허난(2017). 학생이 지각한 부모의 교육적 관여와 수학적 태도가 수학 학습동기와 수학불안에 미치는 영향. **한국수학교육학회**, 31(3), 291-312.
- 정재복, 황우형(2013). 분할노트기법과 코넬노트기법을 활용한 쓰기 활동이 수학불안 감소에 미치는 효과분석. **교과교육연구**, 6(1), 37-65.
- 최계현, 한혜숙(2013). 상호도래교수 활동이 고등학생들의 수학교과에 대한 정의적 특성에 미치는 영향. **수학교육**, 52(3), 423-442.
- 최병훈(2014). 초등학교 6학년 수학 수업에 적용한 디지털 스토리텔링이 수학적 의사소통불안에 미치는 효과 분석. **초등수학교육**, 17(1), 41-56.
- 최진승(1988). **일반불안, 시험불안, 학업불안, 수학불안과 수학성적과의 공점 및 인과관계 분석**. 박사학위 논문, 경북대학교 대학원.
- 황정규(1985). **학교 학습과 교육평가**. 서울 : 교육과학사
- 허혜자(1996). **수학 불안 요인에 관한 연구**. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- American Educational Research Association, American Psychological Association, National Council on Measurement in Education, Joint Committee on Standards for Educational, & Psychological Testing (US). (2014). *Standards for educational and psychological testing*. Amer Educational Research Assn.
- Ashcraft, M. H. (2002). Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences. *Current directions in psychological science*, 11(5), 181-185.
- Ashcraft, M. H., & Faust, M. W. (1994). Mathematics anxiety and mental arithmetic performance: An exploratory investigation. *Cognition & Emotion*, 8(2), 97-125.
- Betz, N. E. (1978). Prevalence, distribution, and correlates of math anxiety in college students. *Journal of counseling psychology*, 25(5), 441-448.
- Betz, N. E., & Hackett, G. (1983). The relationship of mathematics self-efficacy expectations to the selection of science-based college majors. *Journal of Vocational behavior*, 23(3), 329-345.

- Byrd, P. G. (1983). *A Descriptive Study of Mathematics Anxiety: Its Nature and Antecedents*. Indiana University.
- Bursal, M., & Paznokas, L. (2006). *School Science and Mathematics*, 10(4), 173-180.
- Cemen, P. B. (1987). *The Nature of Mathematics Anxiety*. OK: Oklahoma State University.
- Davis, H. A., DiStefano, C., & Schutz, P. A. (2008). Identifying patterns of appraising tests in first-year college students: Implications for anxiety and emotion regulation during test taking. *Journal of Educational psychology*, 100(4), 942-960.
- Deci, E. L. (1975). *Intrinsic Motivation*. New York: Plenum Press.
- Dreger, R. M., & Aiken, L. R. (1957). The identification of number anxiety in a college population. *Journal of Educational psychology*, 48(6), 344-351.
- Fennema, E., & Sherman, J. A. (1976). Fennema-Sherman mathematics attitudes scales: instruments designed to measure attitudes toward the learning of mathematics by females and males. *Journal for Research in Mathematics Education*, 7(5), 324-326.
- Gough, H. G. (1954). Some common misconceptions about neuroticism. *Journal of Consulting Psychology*, 18(4), 287-292.
- Hembree, R. (1990). The nature, effects, and relief of mathematics anxiety. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(1), 33-46.
- Hendel, D. D. (1980). Experiential and affective correlates of math anxiety in adult women. *Psychology of Women Quarterly*, 5(2), 219-230.
- Hilton, P. (1980). Math anxiety: Some suggested causes and cures. *The Two-Year College Mathematics Journal*, 11(3), 174-188.
- Hopko, D. R., Mahadevan, R., Robert, L. B. & Melissa, K. (2003). The Abbreviated Math Anxiety Scale(AMAS): Construction, Validity, and Reliability. *Assessment*, 10(2), 178-182.
- 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.
- Jain, S., & Dowson, M. (2009). Mathematics anxiety as a function of multidimensional self-regulation and self-efficacy. *Contemporary Educational Psychology*, 34(3), 240-249.
- Ko, H. K., & Yi, H. S. (2011). Development and validation of a mathematics anxiety scale for students. *Asia Pacific Educ. Rev*, 12(4), 509-521.
- Lazarus, M. (1974). Mathophobia: Some personal speculations. *National Elementary Principal*, 53(2), 16-22.
- Lee, J. (2009). Universals and specifics of math self-concept, math self-efficacy, and math anxiety across 41 PISA 2003 participating countries. *Learning and individual differences*, 19(3), 355-365.
- 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), 60-70.
- 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.
- Philipp, R. A. (2007). Mathematics teachers' beliefs and affect. *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*, 1, 257-315.
- Quilter, D., & Harper, E. (1988). Why we didn't like mathematics, and why we can't do it. *Educational research*, 30(2), 121-134.
- Resnick, H., Viehe, J., & Segal, S. (1982). Is math anxiety a local phenomenon? A study of prevalence and dimensionality. *Journal of Counseling Psychology*, 29(1), 39-47.
- Richardson, F. C., & Suinn, R. M. (1972). The mathematics anxiety rating scale: psychometric data. *Journal of Counseling Psychology*, 19(6), 551-554.
- Rounds, J. B., & Hendel, D. D. (1980). Measurement and dimensionality of mathematics anxiety. *Journal of Counseling Psychology*, 27(2), 138-149.
- Sherard, W. H. (1981). Math anxiety in the classroom. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 55(3), 106-110.
- Skemp, R. R. (1979). Goals of learning and qualities of understanding. *Mathematics Teaching*, 88, 44-49.
- Suinn, R. M., & Edwards, R. W. (1982). The measurement of mathematics anxiety: The mathematics anxiety rating scale for adolescents, MARS-A. *Journal of Clinical Psychology*, 38(3), 576-580.
- Suinn, R. M., Taylor, S., & Edwards, R. W. (1988). Suinn Mathematics Anxiety Rating Scale for elementary school students (MARS-E): Psychometric and normative data. *Educational and Psychological Measurement*, 48(4), 979-986.
- Tobias, S. (1979). Anxiety research in educational psychology. *Journal of Educational Psychology*, 71(5), 573-582.
- Tobias, S. (1993). *Overcoming math anxiety*. WW Norton & Company.
- Tobias, S., & Weissbrod, C. (1980). Anxiety and mathematics: An update. *Harvard Educational Review*, 50(1), 63-70.
- Wigfield, A., & Meece, J. (1988). Math anxiety in elementary & secondary school students. *Journal of Educational Psychology*, 80(2), 210-216.
- Zeidner, M., Hadar, D., Matthews, G., & Roberts, R. D. (2013). Personal factors related to compassion fatigue in health professionals. *Anxiety, Stress & Coping*, 26(6), 595-609.

A Study on the Development of Mathematical Anxiety Test for Middle School Students

Lee, So Ra¹⁾ · Koo, Ye Lee²⁾

Abstract

Middle school students are known to have high levels of math anxiety. According to the need for test tools that reflect the characteristics of today's middle school students, it was intended to develop a mathematical anxiety test for middle school students. Sub-factors of mathematical anxiety were established based on prior research and questions corresponding to each factor were produced. The suitability and validity of the questions were analyzed through two pilot tests. Then some of the questions were revised. This test was conducted on 255 middle school students using the revised questions, and the validity and reliability of the test tools were analyzed on 246 student responses. The final developed test tool consisted of 6 sub-factors and a total of 36 questions, and was intended to provide students, teachers, and parents with information about students' mathematical anxiety by providing criteria for the degree of anxiety.

Key Words : Mathematical Anxiety, Factors of Mathematical Anxiety, Mathematical Anxiety Test, Development of Mathematical Anxiety test tools

Received November 17, 2020

Revised December 11, 2020

Accepted December 13, 2020

* 2010 Mathematics Subject Classification : 97D70

1) Seoul Sejong High School (sora2@sen.go.kr)

2) Korean Educational Development Institute (9yelee@kedi.re.kr), Corresponding Author

[부록] 수학불안 검사 문항

문항1	수학 성적이 떨어질까 봐 두렵다.
문항2	수학 성적이 노력한 만큼 나오지 않을까 봐 불안하다.
문항3	수학 성적이 내신 성적에서 차지하는 비중이 크기 때문에 신경 쓰인다.
문항4	수학시험이 수업내용보다 어렵게 출제될까 봐 걱정된다.
문항5	수학시험에 내가 공부한 문제가 나오지 않을까 봐 겁이 난다.
문항6	수학시험에서 아는 문제를 계산 실수 때문에 틀릴까 봐 걱정된다.
문항7	수학 공식은 아는 데 문제를 풀 수 없을까 봐 불안하다.
문항8	수학 성적이 나쁘기 때문에 대학에 가지 못할까 봐 걱정된다.
문항9	선행학습을 많이 한 친구들보다 내가 뒤처지는 것 같아서 걱정된다.
문항10	수학 성적으로 다른 사람들이 나를 판단할까 봐 걱정된다.
문항11	수학 교과서에 숫자는 거의 보이지 않고 문자나 기호만 가득하여 불안하다.
문항12	앞 단원을 모르기 때문에, 새로운 단원을 배우는 게 두렵다.
문항13	초등학교에서 잘하지 못했던 단원을 중학교에서 다시 배우는 게 걱정된다.
문항14	초등학교 수학과 중학교 수학의 수준 차이가 커서 걱정된다.
문항15	일상생활에서 쓰지 않는 수학 용어를 대할 때 불안하다.
문항16	수학은 외워야 할 것이 많아서 잊어버릴까 봐 걱정된다.
문항17	수학은 두려운 과목이다.
문항18	수학 재능은 타고나는 것이기 때문에 공부를 해도 불안하다.
문항19	수학 선생님이 수업시간에 나를 지목하여 질문할까 봐 긴장된다.
문항20	다른 사람이 내 수학 성적을 알게 될까 봐 두렵다.
문항21	부모님의 수학성적에 대한 기대가 부담스럽다.
문항22	부모님이 수학 공부를 강요해서 초조하다.
문항23	부모님은 수학 공부를 잘했기 때문에 나도 잘 해야되므로 부담스럽다.
문항24	부모님이 수학시험 결과에 대해 실망할까 봐 걱정된다.
문항25	수학 선생님의 설명을 이해할 수 없을 때 불안하다
문항26	수학 수업의 진도는 너무 빨라서 초조하다.
문항27	수학 선생님이 “이 문제는 쉽” 라고 말할 때 모를까봐 불안하다.
문항28	수학 선생님은 권위적이다.
문항29	수학 선생님이 무섭다.
문항30	수학 선생님에게 인정받지 못하는 것 같아서 초조하다.
문항31	수학 선생님이 나에게 관심이 없어서 서운하다.
문항32	수학 선생님의 실력이 부족하다고 느끼기 때문에 불안하다.
문항33	수학 선생님은 수학을 잘하고 못함으로 학생을 차별한다.
문항34	친구들은 수학 문제를 맞게 풀었는데 나만 틀릴까 봐 초조하다.
문항35	수학 수업에서 친구들이 모두 이해한 것을 나만 모르고 있는 것 같다.
문항36	선행학습을 많이 한 친구들보다 내가 뒤처지는 것 같아서 걱정된다.