

수학 학습에서 초·중·고 학생들의 정의적 특성에 대한 다각적 분석

김 선 희*

본 연구는 수학 학습에서 우리나라 학생들의 정의적 특성을 요인 분석과 인지 진단 이론을 바탕으로 학교급과 성별에 따라 분석하였다. 이종희 외 6명(2011)이 개발한 정의적 성취 검사도구를 학교급별로 적용했을 때 요인 분석과 인지 진단 이론의 모델은 적합한 것으로 판명되었으며, 이에 따라 학교급과 성별 차이를 살펴보았다. 요인 분석에 의해 수치화된 정의적 성취는 학교급별로 평균의 차이가 있었는데, 중학교와 고등학교는 차이가 없었으나 초등학교와 중등학교 간에는 차이가 있었다. 또한 학교급 내에서 남녀 차이가 있었는데, 대체로 남학생의 정의적 성취가 여학생보다 더 긍정적이었다. 인지 진단 이론에 의해 학생들이 성취한 정의적 속성의 비율을 학교급과 성별로 살펴보았을 때, 중학생이 자기 통제와 불안을 가장 많이 성취하고 있었고, 모든 학교급에서 가장 많이 성취한 속성은 수학에 대한 가치 인식이었다. 학교급 내 남녀 학생들이 성취한 속성의 수를 살펴보면, 모든 학교급에서 남학생이 학습지향성, 흥미, 자신감을 성취한 비율이 여학생보다 높았고, 여학생들은 불안이 있는 경우의 비율이 남학생에 비해 높았다. 학생들의 개인별 프로파일을 보면, 불안은 없으면서 나머지 5가지 속성을 모두 성취한 학생들의 비율이 가장 높았다.

1. 서론

TIMSS(Trends in International Mathematics and Science Study)와 PISA(Program for International Students Assessment)의 국제 성취도 평가 결과의 발표 등에서 우리나라 학생들의 정의적 영역 성취가 낮은 것이 여러 차례 보고되었다(김수진·김현경·박지현·진의남·안윤경·서지희, 2012; OECD, 2004). 그러나 응답자들이 정의적 영역을 측정하는 문항에 답할 때는 읽고 받아들이는 정도나 응답 척도에 반응하는 범위가 집단에 따라 다를 수 있다. 이종희·김기연·김수진(2011)은 PISA 2003과 TIMSS 2007에서 모든 피험자가 같은 문항에 대해 응답하고 같은 기준에 의해 수

준이 구분되는지 살펴보았는데, 그 결과 상대적으로 높은 수준의 수학 성취를 보인 국가들의 자료에서 일부 문항은 국가별로 학생들이 다른 요인으로 받아들이거나 여러 요인에 걸쳐서 받아들였다는 것을 파악하였다. 즉 수학에 대한 흥미를 묻는 질문에 우리나라 학생들은 좀 더 엄격하게 반응했으나 다른 국가들에서는 좀 더 관대하게 반응했을 수 있다. 그렇다면 우리나라 학생들의 정의적 영역을 탐색하는 것은 국제 비교가 아니라 우리나라 자체에서 진단하는 것이 더 의미가 있을 것이다.

본 연구는 우리나라 학생들의 정의적 영역의 성취를 다른 나라와의 비교가 아니라 자체 진단 하여 학생 개개인이 정의적 성취를 얼마나 했는지를 준거 참조 지향적으로 나타내고자 한다. 이

* 신라대학교, mathsun@silla.ac.kr

를 위해 정의적 영역의 검사 결과를 기존의 요인 분석 이론뿐 아니라 인지 진단 이론에 의해서 분석할 것이다. 단지 수학에 대한 흥미가 높고 낮음에만 주목하는 것이 아니라 학생들의 정의적 성취가 어떠한지 구체적으로 알고 피드백을 할 때는 인지 진단 이론이 적용될 수 있다. 요인 분석에서는 하나의 문항에 하나의 요인만을 대응시킨 결과를 보고하지만, 인지 진단 이론에서는 하나의 문항에 여러 속성을 대응시켜 분석할 수 있다(김선희·김수진·송미영, 2008). McLeod(1992)는 수학 학습에서의 정의적 영역을 신념, 태도, 감정으로 구분하고 이 세 가지가 긴 스펙트럼에 놓여 있으며, 각각의 구분이 엄격하게 행해질 수 없다고 하였다. 정의적 영역의 구분이 엄격하게 배타적이지 못하다면 하나의 검사 문항을 하나의 속성에만 할당하여 분석하고 해석하는 것은 무리일 수 있다. 또한 요인 분석의 결과는 집단별 특성을 말할 수 있지만, 인지 진단 이론을 적용한다면 개인의 특성에 대한 피드백이 가능하다.

본 연구는 우리나라 학생들의 정의적 성취를 학교 교육의 성과를 볼 수 있는 학교급과 학생 고유의 변인인 성별에 의해 살펴볼 것이다. 학교급별 분석은 학생들이 학교 교육을 받은 기간에 따라 수학 학습에서의 정의적 특성이 어떠한지에 대한 것으로, 우리나라 학생들의 정의적 특성을 학교급이라는 집단으로 분류하려 알아보는 것이다. 한편 최근 발표된 TIMSS 2011 결과(김수진 외, 2012)에 따르면 우리나라 초등학교 4학년과 중학교 2학년 학생들의 수학 성취도에서 남학생의 점수가 여학생의 점수보다 통계적으로 유의하게 높았다. TIMSS에서 수학 성취도는 TIMSS 1995 이후 성차가 나타나지 않다가 이번에 다시 성차가 나타난 것이다. 따라서 우리나라 학생들의 정의적 특성도 학교급 내에서 성차가 나타나는지 확인해볼 필요가 있다.

본 연구는 이종희·김선희·김수진·김기연·김부미·윤수철·김윤민(2011)이 개발한 검사도를 활용하여 우리나라 학생들의 정의적 특성을 학교급별과 성별로 살펴보려 한다. 이 검사도는 최근에 개발되었으며 최신 이론들을 반영하여 정의적 영역의 요소를 구성하였다. 본 연구의 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 정의적 성취 검사의 요인 분석 결과, 우리나라 학생들의 정의적 특성은 학교급별, 성별로 어떠한가?

둘째, 정의적 성취 검사의 인지 진단 이론의 분석 결과, 우리나라 학생들의 정의적 특성은 학교급별, 성별, 개인별로 어떠한가?

II. 이론적 배경

1. 수학 학습에서의 정의적 영역

수학교육은 학생들의 수학 학습에서 인지적 성장뿐 아니라 정의적 측면에서의 성취를 도모하고 있다. 수학 학습에서 정의적 영역은 학생들이 학습 과정에서 갖는 감정, 느낌, 흥미, 학습 태도, 신념, 동기 등을 종합적으로 말하는 것이다. 과거에 정의(affect)는 일반적으로 수학적 사고와 다른, 서로 상관없는 것으로 여겨져 왔으나 최근의 연구들은 정의와 인지를 연결 지으려는 노력을 하고 있다(DeBellis, 1996). 학생들의 수학에 대한 정의적 태도가 개선되지 않으면 학생들의 수학적 능력의 지속적 향상을 기대하기 어렵고 점차 수학 학습을 기피하거나 수학에 대한 두려움이나 혐오감을 가지는 학생들이 증가하게 되어 학생 개인의 경쟁력뿐만 아니라 우리나라의 국가 경쟁력도 저하될 우려가 있다(교육과학기술부, 2008). 인지적 측면을 위해서가 아니라도 학생들이 수학을 학습하는 것이 즐겁고 가치

있고 스스로 공부하는 방법을 터득하며 나아가는 것은 수학교육을 실시하는 목적이기도 하다.

지금까지 정의에 대한 양적 연구는 주로 정의적 요소를 구분하고, 각각을 통계적 방법으로 측정하고 그 결과를 분석하는 데 치중해왔다. 국제 비교 연구 중 TIMSS(김수진 외, 2012)는 수학 학습에 대한 자신감, 수학 학습의 즐거움 인식, 수학 학습에 대한 가치인식을 정의적 영역의 요소로 조사하고, PISA는 수학에 대한 흥미, 수학에 대한 도구적 동기, 수학에 대한 자아개념, 수학 자기효능감, 수학 불안을 요인으로 조사하였다(OECD, 2004). 최근에는 정의적 영역의 특정 하위 영역을 위한 검사도구가 여럿 개발되었는데, 이종희·김부미(2010)와 김부미·김수진(2010)은 우리나라 중학생과 고등학생의 수학 학습 성취의 귀인 측정 도구를 개발하였고, 김부미(2011)는 중학생과 고등학생을 대상으로 한 수학 문제 해결 신념 측정도구를 개발하였다. 그 외에도 이종희 외 6명(2011)은 흥미나 태도 위주의 정의적 영역에 학습지향성과 자기통제와 같은 요소를 덧붙여 우리나라 학생의 수학 학습에서의 정의적 성취를 측정하는 검사 도구를 개발하고 타당도를 확인하였다.

본 연구는 특정 하위 영역에 국한된 것이 아니면서 최근에 정의적 영역 전반에 대한 검사를 할 수 있는 이종희 외 6명(2011)의 검사도구를 사용할 것이다. 이 검사도구에 포함된 6가지 정의적 영역의 속성은 다음과 같다. 첫째, 학습지향성은 수학 학습 상황에서 쉽지 않고 낯선 문제나 과제에 적극적으로 도전하려는 자세를 말한다. 둘째, 자기 통제는 학습자가 자신의 학습 방법을 알고 자신을 제어하여 스스로 수학 학습 행동을 취하는 능력이다. 셋째, 불안은 수학을 잘 하지 못할까봐 걱정하고 염려하는 심리 상태 또는 수학 학습 상황에서 학습자가 느끼는 곤란함과 불편함을 말한다. 넷째, 흥미는 수학에 대

한 관심과 선호 및 수학 학습 활동에 대하여 느끼는 재미를 말한다. 다섯째, 수학에 대한 가치 인식은 사회적, 직업적, 학문적 맥락이나 학생의 삶의 맥락에서 수학의 기능과 유용성, 중요성에 대한 판단이나 평가다. 여섯째, 자신감은 자신의 수학적 능력에 대한 긍정적인 기대를 말한다. 위의 여섯 가지 속성은 본 연구에서 정의적 특성을 살펴보는 기본 개념이 될 것이다.

학생들의 정의적 성취에 대한 선행연구를 살펴보면, 학교급별 연구로 이종희·김진희(2010)가 2003년부터 2007년까지의 국가수준 학업성취도에서 수학에 대한 자신감, 흥미, 가치 인식이 어떻게 변화해 왔는지 조사한 것이 있다. 고등학생들은 중학생에 비해 자신감이 낮았고 수학이 어렵다고 느끼는 경향이 있었다고 한다. 정의적 성취에 대한 성차 연구로, Fennema & Sherman(1976)은 남성이 여성보다 수학의 유용성을 더 높게 인식한다고 했으며, 허혜자(1996)는 남성이 여성보다 더 자신감을 갖는 경향이 있다고 하였다. 김부미(2011, 2012)는 중학교에서 고등학교로 진학하면서 남학생은 수학이 재미있고 수학 공부가 좋아지는 경향이 있다고 하였다. 이봉주·송미영(2011)은 2007년 국가수준 학업성취도 평가 결과 초·중·고 모두 수학에 대한 태도 점수가 남학생이 여학생보다 유의하게 높았다고 하였다. 위의 선행연구를 볼 때 학교급이 올라갈수록 수학에 대한 정의적 성취는 더 부정적이며, 남학생이 여학생보다 수학에 대한 태도는 더 긍정적인 경향이 있다. 본 연구에서 사용한 검사도구에서도 이러한 경향이 나타나는지 알아볼 수 있을 것이다.

2. 인지 진단 이론

인지 진단 이론은 지식이나 기술에 대한 능력 수준을 평가하기 위해 개발된 것으로, 평가를 통

해 측정된 능력을 학생이 습득했는지를 개별적으로 알려줄 수 있다. 인지 진단 이론에서는 하나의 문항에 여러 개의 속성이 측정될 수 있다. 각 문항이 어떤 속성을 측정할 수 있는지에 대한 표현은 $n \times k$ 의 Q-행렬로 나타낼 수 있는데, n 은 문항의 수, k 는 평가하고 싶은 속성의 수이다(Tatsuoka, 1995). 어떤 속성이 그 문항에 적용된다면 행렬의 원소는 1이고, 그렇지 않으면 0이다. 본 연구에서는 Hartz, Roussos, & Stout(2002)가 개발한 Fusion Model을 사용하여 수학에서의 정의적 속성을 분석할 것이다. 지금까지 인지 진단 이론은 성취도 문항에 대하여 학생들이 어떤 능력을 성취했는지 평가할 때 사용되었으나 본 연구에서는 정의적 영역 검사도구의 문항에 대하여 학생들이 성취¹⁾한 정의적 특성이 어떠한지 살펴보는 데 활용해 보고자 한다.

Fusion Model을 활용할 때는 몇 가지 절차가 수반되는데, 첫째는 학생들의 특성을 잘 측정할 수 있는 문항을 개발하는 것이고, 둘째는 각 문항이 측정하는 속성을 정하는 것이다. 여기까지는 이미 개발된 검사 도구를 그대로 사용할 수 있다. 다음으로, Q-행렬이 작성되고 Q-행렬을 바탕으로 문항 반응 패턴에서 문항 모수, 각각의 속성에 대한 성취 정도를 나타내는 학생 모수를 추정하는 것이다. 문항 모수는 두 가지로 측정되는데, 하나는 문항의 풀이에 요구되는 모든 속성을 성취한 학생이 그 문항에서 그 속성을 정확히 적용할 확률(π_i^*)이다. 다른 하나는 어떤 속성을 성취하지 못하면서 그 속성이 추출된 문항에 긍정적으로 답할 확률에 대한, 속성을 성취했으며 속성이 추출되는 문항에 긍정적으로 답할 확률의 비율(r_{ik}^*)로, 속성과 관련된 문항 변별도에 해당하는 것이다. 그리고 학생 모수는 학생이 각 속성을 성취하였는지를 나타내는 속성 추

정치이며, 이 추정치에 따라 속성의 성취 여부를 결정하게 된다. 문항 모수는 Fusion Model의 적용이 타당하게 이루어졌는지를 판단하는 근거가 된다.

III. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상은 총 1,666명으로, 초등학생 705명, 중학생 203명, 고등학생 758명이다. 초등학생은 서울, 경남, 전북의 4개 학교에서 선정되었으며, 고등학생은 서울, 인천, 경남, 전북의 4개 학교에서 표집 되었다. 중학생에 대한 요인 분석 결과는 이종희 외 6명(2011)에서 타당한 것으로 받아들여졌고, Kim, Kim & Kim(2011)은 자신감에 대한 2개의 문항을 제외하면 인지 진단 이론의 적용 결과가 타당하다고 하였다. 본 연구에서 중학교 표집은 학교급간 비교를 위해 서울 지역의 1개 학교에서만 선정하였다. 연구 대상의 학교급별, 성별 수는 <표 III-1>과 같다.

<표 III-1> 연구 대상

학교급	남	여	전체
초등	364	341	705
중	103	100	203
고등	479	279	758
합계	946	720	1,666

2. Q-행렬 개발

30개 문항과 6개 속성을 바탕으로 하는 Q-행렬은 수학교육학을 전공한 수학교육학 교수 3명과 고등학교 수학 교사 1명, 교육 측정 평가 전공자 2명, 수학교육의 석사 학위 소지자 2명, 총 8명의 검토를 통해 구성되었다. 내용 전문가의

1) 본 연구에서는 학생이 어떤 정의적 영역의 속성을 갖는다는 것을 ‘성취’로 표현한다.

<표 III-2> 정의적 영역 검사도구의 문항별 요인과 Q-행렬

문항	요인분석 의 요인	인지 진단 이론의 Q-행렬					
		학습 지향성	자기 통제력	불안	흥미	가치 인식	자신감
복잡하고 어려운 수학 문제에 도전하는 것이 재미있다.	학습 지향성	1	0	0	1	0	0
수학 시험을 치르기 전에 시험을 망칠 것 같은 생각이 자꾸 든다.	불안	0	0	1	0	0	1
틀리더라도 어려운 수학 문제를 푸는 것이 더 좋다.	학습 지향성	1	0	0	1	0	0
수학 시험이 다가오면 불안해서 잠을 이룰 수가 없다.	불안	0	0	1	0	0	0
싫어하는 수학 내용을 배울 때에도 주의집중을 할 수 있다.	자기통제	1	1	0	0	0	0
어떻게 수학을 공부하는 것이 효과적인지를 안다.	자기통제	0	1	0	0	0	0
수학 공부를 해야 할 때 미루지 않고 바로 시작한다.	자기통제	1	1	0	0	0	0
수학 성적이 좋은 학생들은 미래 직업에서 더 성공적일 것이다.	가치인식	0	0	0	0	1	0
수학 시간에 발표를 할 때 실수를 할 것 같아 불안하다.	불안	0	0	1	0	0	1
쉬운 문제를 여러 개 푸는 것보다 어려운 수학 문제 하나를 푸는 것을 좋아한다.	학습 지향성	1	0	0	1	0	0
낮선 수학 문제에 도전하는 것이 즐겁다.	학습 지향성	1	0	0	1	0	1
시간이 많이 들더라도 깊이 생각하게 만드는 수학 문제가 재미있다.	학습 지향성	1	0	0	1	1	0
수학은 재미있는 과목이다.	흥미	0	0	0	1	1	0
수학 시험 문제가 어려워도 끝까지 침착하게 시험을 치를 수 있다.	자기통제	1	1	1	0	0	0
수학 공부가 싫다.(R)	흥미	0	0	0	1	0	0
수학을 잘하는 학생이 더 좋은 대학을 갈 것이다.	가치인식	0	0	0	0	1	0
수학은 지루하다.(R)	흥미	0	0	0	1	0	0
내가 노력만 한다면 수학을 잘 할 수 있다.	자신감	0	0	0	0	0	1
수학 시간에 앞에 나가서 문제를 풀 때 실수를 할 것 같아 불안하다.	불안	0	0	1	0	0	1
수학은 일상생활에서 매우 필요한 학문이다.	가치인식	0	0	0	0	1	0
수학 시간에 집중하다 보면 수업이 너무 빨리 끝나버리는 것 같은 생각이 들 때가 많다.	흥미	1	0	0	1	0	0
수학을 배우면 논리적으로 사고하는 데 도움이 된다.	가치인식	0	0	0	0	1	0
수학 공부는 쉽다	자신감	0	0	0	0	0	1
수학 공부만큼은 잘 할 수 있다.	자신감	0	0	0	0	0	1
누가 시키지 않아도 스스로 수학 공부를 한다.	자기통제	1	1	0	1	1	0
나는 수학을 잘 하지 못한다.(R)	자신감	0	0	0	0	0	1
수학은 학교에서 배우는 중요한 과목 중 하나이다.	가치인식	0	0	0	0	1	0
수학 공부를 시작하면 끝까지 열심히 한다.	자기통제	1	1	0	1	0	0
수학을 배우면 장래 여러 직업에서 쓸모 있을 것이다.	가치인식	0	0	0	0	1	0
수학 공부 시간이 즐겁다.	흥미	0	0	0	1	0	0

의견을 토대로 요인을 구성한 후 요인 분석을 바탕으로 2개 이상의 속성에 교차로 포함되게 Q-행렬을 정비하였다.

<표 III-2>에는 각 문항이 요인 분석에서 어떤 속성에 배정되었는가와 더불어 Fusion Model에 대응하는 Q-행렬이 함께 제시되어 있다. Q-행렬에서는 각 문항에 대한 속성이 여러 개 대응되어 있다. 예를 들어 첫 번째 문항은 요인 분석에서 학습지향성으로 지정되어 있지만, 수학에 흥미가 있으면 이 문항에 긍정적인 답을 했을 수도 있으므로 흥미 또한 배정되어 있다. 또 두 번째 문항은 불안에 대한 것이지만 수학에 자신이 없는 학생도 이 문항에 ‘그렇다’고 할 수 있다. 이렇듯 하나의 문항이 여러 속성에 대응할 수 있음이 Q-행렬에 나타나 있다. 각 문항에서 정의적 속성을 갖고 있다면 1, 그렇지 않으면 0으로 나타낼 것이며, <표 III-2>에서는 각 문항마다 1개에서 3개까지의 속성이 부여되어 있다. 역코딩 문항은 (R)로 표시되어 있다.

3. 분석 방법

학생들에게 제시된 검사 도구는 4점 척도²⁾로 이루어진 것으로 요인 분석에서는 이를 그대로 적용하였다. 그러나 인지 진단 이론의 Q-행렬을 적용하기 위해서는 문항별로 ‘예’, ‘아니요’의 응답이 필요하다. 본 연구에서는 3, 4점 척도는 ‘예’, 1, 2점 척도는 ‘아니요’로 변환하여 분석을 실시하였다.

인지 진단 이론의 적용에 있어서는 MCMC (Markov Chain Monte Carlo) 추정법을 사용하여 Fusion Model의 문항 모수 및 학생 모수를 추정하였다. 분석은 Arpeggio3_1 프로그램(Hartz et al, 2002)을 사용하여 모수 추정치의 자기상관계수 (autocorrelaiton), 문항 모수와 학생 모수를 산출

하였다. 학생 모수는 학생 개인이 정의적 속성을 성취했는지 판단할 때 사용되는데, 속성별로 성취한 경우를 1, 성취하지 못한 경우를 0으로 나타내어 벡터의 프로파일을 작성하여 개별 학생의 결과를 나타낸다. 프로파일의 형태는 $\underline{\alpha} = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k)$ 의 벡터이며, 여기서 k 는 정의적 속성의 개수 즉 6이고, α_i 는 i 번째 속성의 성취 여부이다. 학생 모수 추정치가 0.5 이상이면 주어진 i 번째 속성을 성취한 것($\alpha_i = 1$)으로, 0.5 미만이면 주어진 속성 i 를 성취하지 않은 것($\alpha_i = 0$)으로 판정한다(Hartz et al., 2002).

요인 분석의 결과에서는 각 요인별 평균과 표준편차가 학교급별과 성별로 제시될 것이고, 학교급 간의 차이는 일원 분산 분석(one-way ANOVA)과 Scheffé의 사후 분석을 실시하고, 학교급내 성별 차이는 t-검정을 실시할 것이다. 그리고 인지 진단 이론의 결과에서는 각 정의적 속성을 성취한 학생 수와 비율을 학교급별과 성별로 제시하며, 성취한 속성의 수와 프로파일에 대한 학생수와 비율을 함께 제시할 것이다.

IV. 연구 결과

1. 요인 분석과 인지 진단 이론 적용의 타당성

정의적 영역 30문항에 대한 초등학교, 중학교 및 고등학교 자료를 Mplus 5.21 프로그램을 이용하여 이종희 외 6명(2011)의 연구에서 도출한 6 요인 모형에 합치시켰다. 확인적 요인분석을 통해 산출된 합치도 지수는 <표 IV-1>과 같다.

2) 검사도구에서 1점은 ‘전혀 그렇지 않다’, 2점은 ‘그렇지 않다’, 3점은 ‘그렇다’, 4점은 ‘매우 그렇다’이다.

<표 IV-1> 요인 분석의 합치도 지수

학교급	$\chi^2(df)$	TLI	CFI	RMSEA	SRMR
초등	1337.743(390)	.899	.909	.059	.064
중	902.659(390)	.843	.859	.080	.085
고등	1558.260(390)	.886	.898	.063	.071

모형의 합치도를 판단할 때 사용하는 통계적 기준 χ^2 는 표본 크기에 민감하다는 문제가 있고 다른 합치도 지수 역시 장단점을 가지고 있기 때문에, 여러 합치도 지수들을 복합적으로 고려해야 한다. 일반적으로 ‘양호한 합치도’를 판단하는 기준은 TLI에서 .90 이상(Bentler & Benett, 1980), CFI에서 .90 이상(Bentler, 1990), RMSEA에서 .08 이하(Browne & Cudeck, 1993), SRMR에서 .10 이하(Medesker, Williams, & Holahan, 1994)를 사용한다. 이들 역시 무조건적인 기준은 아니기 때문에 여러 합치도 및 모형의 내용을 고려하여 합치 정도를 판단해야 한다(이순목, 1990). <표 IV-1>에 제시된 결과를 볼 때 전체 학교급의 TLI, 중학생과 고등학생의 CFI를 제외하고는 기준을 충족시키고 있고 이 수치 또한 기준에 근접한 수준이므로 받아들일 만한 모형으로 볼 수 있다.

다음으로, 인지 진단 이론에 대한 타당성을 살펴본다. MCMC 추정법에서는 6가지 속성으로 구성된 Q-행렬에 해당하는 문항 모수 및 학생 모수 추정치의 자기상관계수가 대부분 0.2이하일 때 대체로 수렴한다고 할 수 있는데, 본 연구의 결과는 이에 적합하였다. 문항 모수를 학교급별로 살펴본 결과, 대부분 양호한 수치를 나타냈다. π_i^* 문항 모수치는 모두 0.6보다 높은 값을 보였으며, 이는 Q-행렬에 명시된 정의적 속성이 대체적으로 강하게 요구되는 문항들이라는 해석을 하게 해준다. π_i^* 의 경우는 다른 인지 검사들에 비해 낮은 값을 가진 문항 모수치가 포함된

것으로 나타났다. r_i^* 문항 모수치는 중학생 자료를 제외하고는 0.77보다 낮은 값을 나타냈는데, 이는 각 문항과 관련된 각각의 속성을 잘 변별한다고 할 수 있는 값이다(<표 IV-2>). 중학생의 경우 Kim, Kim, & Kim에서 28개 문항으로 확보된 검사도구의 타당도가 더 높다고 할 수 있으나 본 연구에서는 학교급별 비교를 위해 초등학교와 고등학교에서 사용된 검사도구와 일치하는 것으로 분석하기로 한다.

2. 정의적 영역 속성별 학교급과 성별 평균 차이

요인 분석 결과를 활용하면 4점 척도의 검사 문항 30개 각각이 6개의 요인에 지정되어 있으므로 요인별 점수가 산출될 수 있다. 먼저 학교급별로 산출된 평균과 표준편차는 <표 IV-3>과 같으며 학교급별로 차이가 있는지 일원 분산 분석을 실시한 결과를 F값으로 나타내었다.

<표 IV-3> 6가지 속성에 대한 학교급별 평균 비교

학교급	학습지향성 (SD)	자기통제 (SD)	불안 (SD)	흥미 (SD)	가치인식 (SD)	자신감 (SD)
초등	12.42 (3.76)	16.11 (3.39)	8.43 (2.79)	13.29 (3.81)	18.87 (3.17)	11.09 (2.69)
중	11.48 (4.02)	15.01 (3.75)	9.16 (2.66)	12.35 (3.59)	17.22 (3.77)	9.95 (2.51)
고등	11.47 (3.49)	14.54 (3.40)	9.00 (2.43)	12.57 (2.53)	17.08 (3.57)	9.60 (2.33)
F	14.140***	37.653***	11.433***	9.555***	53.820***	67.920***

*** p<.001

학교급별로 정의적 속성에 대한 평균의 차이가 있는지 분석한 결과 6가지 속성 모두에서 학교급 간에 차이가 있었다. 어떤 학교급 간에 차이가 있는지 Scheffé의 방법으로 사후 검정을 실시한 결과는 <표 IV-4>와 같다.

<표 IV-2> 학교급별 문항 모수

문항	초등							중							고등						
	π^*	r_1^*	r_2^*	r_3^*	r_4^*	r_5^*	r_6^*	π^*	r_1^*	r_2^*	r_3^*	r_4^*	r_5^*	r_6^*	π^*	r_1^*	r_2^*	r_3^*	r_4^*	r_5^*	r_6^*
1	0.989	0.265	0.000	0.000	0.175	0.000	0.000	0.973	0.438	0.000	0.000	0.537	0.000	0.000	0.985	0.354	0.000	0.000	0.143	0.000	0.000
2	0.629	0.000	0.000	0.534	0.000	0.000	0.684	0.749	0.000	0.000	0.421	0.000	0.000	0.665	0.765	0.000	0.000	0.600	0.000	0.000	0.691
3	0.926	0.188	0.000	0.000	0.531	0.000	0.000	0.884	0.300	0.000	0.000	0.284	0.000	0.000	0.909	0.183	0.000	0.000	0.301	0.000	0.000
4	0.607	0.000	0.000	0.394	0.000	0.000	0.000	0.609	0.000	0.000	0.339	0.000	0.000	0.000	0.630	0.000	0.000	0.390	0.000	0.000	0.000
5	0.972	0.608	0.644	0.000	0.000	0.000	0.000	0.941	0.729	0.307	0.000	0.000	0.000	0.000	0.845	0.659	0.541	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.943	0.000	0.508	0.000	0.000	0.000	0.000	0.928	0.000	0.408	0.000	0.000	0.000	0.000	0.826	0.000	0.489	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.875	0.690	0.282	0.000	0.000	0.000	0.000	0.814	0.669	0.612	0.000	0.000	0.000	0.000	0.797	0.649	0.068	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.960	0.000	0.000	0.000	0.000	0.107	0.000	0.981	0.000	0.000	0.000	0.000	0.141	0.000	0.951	0.000	0.000	0.000	0.000	0.149	0.000
9	0.713	0.000	0.000	0.408	0.000	0.000	0.671	0.930	0.000	0.000	0.146	0.000	0.000	0.675	0.932	0.000	0.000	0.064	0.000	0.000	0.678
10	0.868	0.460	0.000	0.000	0.637	0.000	0.000	0.852	0.223	0.000	0.000	0.778	0.000	0.000	0.752	0.236	0.000	0.000	0.521	0.000	0.000
11	0.948	0.229	0.000	0.000	0.462	0.000	0.622	0.954	0.069	0.000	0.000	0.697	0.000	0.684	0.939	0.313	0.000	0.000	0.119	0.000	0.689
12	0.975	0.259	0.000	0.000	0.400	0.667	0.000	0.924	0.139	0.000	0.000	0.620	0.636	0.000	0.924	0.291	0.000	0.000	0.084	0.934	0.000
13	0.990	0.000	0.000	0.000	0.136	0.660	0.000	0.964	0.000	0.000	0.000	0.186	0.634	0.000	0.992	0.000	0.000	0.000	0.073	0.631	0.000
14	0.993	0.646	0.682	0.675	0.000	0.000	0.000	0.898	0.685	0.593	0.647	0.000	0.000	0.000	0.885	0.660	0.663	0.679	0.000	0.000	0.000
15	0.990	0.000	0.000	0.000	0.346	0.000	0.000	0.922	0.000	0.000	0.000	0.155	0.000	0.000	0.991	0.000	0.000	0.000	0.470	0.000	0.000
16	0.886	0.000	0.000	0.000	0.000	0.186	0.000	0.902	0.000	0.000	0.000	0.000	0.140	0.000	0.942	0.000	0.000	0.000	0.000	0.260	0.000
17	0.987	0.000	0.000	0.000	0.395	0.000	0.000	0.893	0.000	0.000	0.000	0.227	0.000	0.000	0.984	0.000	0.000	0.000	0.391	0.000	0.000
18	0.994	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.687	0.986	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.954	0.993	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.662
19	0.715	0.000	0.000	0.381	0.000	0.000	0.688	0.910	0.000	0.000	0.183	0.000	0.000	0.654	0.966	0.000	0.000	0.039	0.000	0.000	0.670
20	0.987	0.000	0.000	0.000	0.000	0.682	0.000	0.940	0.000	0.000	0.000	0.000	0.803	0.000	0.869	0.000	0.000	0.000	0.000	0.551	0.000
21	0.853	0.653	0.000	0.000	0.646	0.000	0.000	0.721	0.538	0.000	0.000	0.485	0.000	0.000	0.737	0.750	0.000	0.000	0.672	0.000	0.000
22	0.981	0.000	0.000	0.000	0.000	0.617	0.000	0.942	0.000	0.000	0.000	0.000	0.619	0.000	0.925	0.000	0.000	0.000	0.000	0.703	0.000
23	0.969	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.222	0.826	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.253	0.646	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.041
24	0.987	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.061	0.938	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.072	0.984	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.056
25	0.757	0.633	0.076	0.000	0.636	0.645	0.000	0.785	0.754	0.208	0.000	0.761	0.858	0.000	0.942	0.720	0.318	0.000	0.694	0.738	0.000
26	0.947	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.470	0.845	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.327	0.946	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.295
27	0.988	0.000	0.000	0.000	0.000	0.671	0.000	0.974	0.000	0.000	0.000	0.000	0.632	0.000	0.995	0.000	0.000	0.000	0.000	0.688	0.000
28	0.983	0.665	0.489	0.000	0.698	0.000	0.000	0.953	0.634	0.263	0.000	0.667	0.000	0.000	0.986	0.629	0.221	0.000	0.769	0.000	0.000
29	0.993	0.000	0.000	0.000	0.000	0.721	0.000	0.939	0.000	0.000	0.000	0.000	0.667	0.000	0.940	0.000	0.000	0.000	0.000	0.562	0.000
30	0.988	0.000	0.000	0.000	0.078	0.000	0.000	0.938	0.000	0.000	0.000	0.244	0.000	0.000	0.986	0.000	0.000	0.000	0.122	0.000	0.000

<표 IV-4> 학교급별 6가지 속성에 대한 Scheffé의 사후 분석

학교급	학습지향성		자기통제		불안		흥미		가치인식		자신감	
	중	고	중	고	중	고	중	고	중	고	중	
초등	.95***	.97***	1.13**	1.55**	-.73***	-.58***	1.00**	.71***	1.70**	1.78**	1.14**	1.50**
중		.02		.42		.15		-.29		.08		.36

*** p<.001

어떤 학교급 간에 정의적 속성의 성취 차이가 있는지 보면, 6가지 속성 모두 중학교와 고등학교 간에는 유의수준 .05 내에서 유의한 차이는 없지만, 초등학교와 중학교, 초등학교와 고등학교 간에는 유의한 차이가 있었다. 즉 초등학교와 중등학교 간에 수학의 정의적 영역 성취에 차이가 있는 것이다. 초등학생들은 중등학생들보다 학습지향성, 자기통제, 흥미, 가치 인식, 자신감이 더 높고 불안은 더 낮았다. 따라서 수학 학습에서 정의적 영역이 중등학교로 올라가면서 모두 부정적으로 변한 것을 알 수 있다. 남상엽(1999), 양명희(2003), 윤나은(2006)에서도 수학에 대한 태도 점수가 초등학교에서 가장 높고 중학교와 고등학교로 올라감에 따라 점차 감소하는 양상이 나타났다. 학교급이 올라가면서 단지 흥미나 가치 인식뿐 아니라 학습지향성과 자기통제도 부정적으로 변한 것은 학생들이 자신의 학습 방법을 알고 실행하는 데 자신이 없고 스스로 공부하는 방법을 통제하는 것에 만족하지 못함을 나타낸다. 또한 수학을 더 오래 경험했음에도 불구하고 수학이 실생활 외의 여러 곳에서 가치 있게 다루어질 수 있음을 더 인식하지 못하고, 수학에 대한 자신감과 흥미가 떨어진 것이다. 학교급이 올라가면서 수학 학습 경험의 누적 이 정의적 영역에 부정적인 성취를 끼친 것이라 볼 수 있으며, 이에 대한 반성과 학교급에 적합한 교수·학습 방법의 모색이 요구된다.

학교급 내에서 남학생과 여학생의 정의적 영역 평균 점수를 비교한 결과는 <표 IV-5>와 같다.

<표 IV-5> 6가지 속성에 대한 성별 평균 차이

학교급	성	학습지향성(SD)	자기통제(SD)	불안(SD)	흥미(SD)	가치인식(SD)	자신감(SD)
초등	남	13.03 (3.90)	15.94 (3.50)	8.16 (2.76)	13.66 (3.88)	18.79 (3.26)	11.35 (2.74)
	여	11.77 (3.52)	16.32 (3.27)	8.70 (2.79)	12.89 (3.71)	18.96 (3.08)	10.80 (2.62)
	t	4.46*	-1.48	-2.56*	2.68*	-0.70	2.72*
중	남	12.16 (4.26)	15.20 (4.11)	8.61 (2.38)	12.82 (3.41)	17.37 (3.96)	10.34 (2.54)
	여	10.78 (3.64)	14.80 (3.34)	9.72 (2.82)	11.87 (3.72)	17.06 (3.59)	9.54 (2.42)
	t	2.47*	0.77	-3.03*	1.89	0.58	2.30*
고등	남	12.05 (3.54)	14.89 (3.26)	8.80 (2.42)	12.80 (3.46)	17.08 (3.65)	9.88 (2.30)
	여	10.44 (3.18)	13.95 (3.55)	9.35 (2.42)	12.19 (3.62)	17.12 (3.43)	9.11 (2.30)
	t	6.27*	3.70*	-3.02*	2.27*	-0.15	4.47*

* p<.05

학교급 내에서 정의적 영역의 성취를 보면, 초등학생의 경우 남학생이 학습지향성, 흥미, 자신감이 여학생보다 유의하게 높았고, 불안은 유의하게 낮았다. 중학생의 경우 남학생이 여학생에 비해 학습지향성과 자신감이 유의하게 높았고, 불안은 유의하게 낮았다. 고등학생의 경우 남학생이 여학생보다 학습지향성, 자기 통제, 흥미, 자신감이 유의하게 높았고, 불안은 유의하게 낮았다. 중학생이 되면서 남학생과 여학생들은 수학에 대한 흥미에 별 차이가 없다가 고등학생이 되면서 수학에 대한 흥미의 차이가 다시 나타난 것이다. 그리고 고등학생이 되어 수학 학습 방법을 알고 제어할 수 있는 능력에 남녀 차이가 나타났다. 수학에 대한 가치 인식은 전체 학교급에서 성별에 따른 차이가 없었다.

남학생은 수학의 정의적 영역에서 여학생에 비해 대체로 긍정적인 성취를 보였다. 수학에 대한 자신감과 학습 지향성은 초·중·고 모든 학교급에서 남학생이 여학생에 비해 높은 성취를 보였고, 여학생은 남학생에 비해 불안이 더 높았다. 허혜자(1996)와 이봉주·송미영(2011)에서도 남학생의 자신감이 여학생에 비해 높게 나타나

이러한 특성은 학교급에 관계없는 성별 성향으로 볼 수 있다. 하지만 고등학생이 되어 남학생의 자기통제가 여학생보다 높은 것, 즉 자신의 학습을 제어할 수 있는 능력이 고등학교에서 남학생이 더 많은 것의 원인은 앞으로 연구될 필요가 있다.

3. 정의적 속성의 학교급·성·개인별 성취 비율

인지 진단 이론에 의해서는 6가지의 속성이 학생에게 있는지 없는지에 대한 판별이 가능하다. 최종 확정된 Q-행렬을 적용하여 추정한 Fusion Model의 학생 모수 추정치를 기초로 학생 개인별 수학적 속성의 성취 상태에 대한 프로파일을 작성할 수 있다. 이에 따라 각 속성을 성취한 학생 수와 그 비율은 <표 IV-6>과 같다.

<표 IV-6> 6가지 속성에 대한 학교급별 성취 빈도 및 비율

학교급	학습지향성(%)	자기통제(%)	불안(%)	흥미(%)	가치인식(%)	자신감(%)	전체(%)
초등	373 (52.68)	441 (62.29)	326 (46.05)	476 (67.23)	580 (81.92)	415 (58.62)	705 (100.00)
중	90 (44.33)	145 (71.43)	100 (49.26)	129 (63.55)	157 (77.34)	76 (37.44)	203 (100.00)
고등	312 (41.11)	460 (60.61)	309 (40.71)	472 (62.19)	549 (72.33)	265 (34.91)	759 (100.00)

초등학생에서 고등학생으로 올라갈수록 학습지향성, 흥미, 가치 인식, 자신감을 성취한 비율이 감소하였다. <표 IV-3>과 <표 IV-4>에서는 6가지 속성 모두에서 초등학교와 중학교 간에 평균 차이가 있었는데, 각각의 속성을 성취한 학생 비율에 있어서는 조금 다른 양상을 보였다. 자기통제와 불안은 그 성취 비율이 중학생에게서 가장 높았고, 그 다음으로 초등학생, 고등학생 순이었다. 그리고 6가지 속성 중 학생들이 가장 많이 성취한 속성은 가치 인식이며 그 다음

이 자기통제 또는 흥미였다. 학습지향성과 자신감은 다른 속성에 비해 학생들이 덜 성취한 속성이었으며, 수학 불안을 가진 학생들은 50% 미만이었다.

학교급 내에서 각 속성을 성취한 학생 수와 비율을 성별로 알아본 결과는 <표 IV-7>과 같다.

<표 IV-7> 6가지 속성에 대한 성별 성취 빈도 및 비율

학교급	성	학습지향성(%)	자기통제(%)	불안(%)	흥미(%)	가치인식(%)	자신감(%)	전체(%)
초등	남	209 (57.4)	162 (44.5)	151 (41.5)	258 (70.9)	294 (80.8)	241 (66.2)	364 (100.0)
	여	162 (47.5)	226 (66.3)	173 (50.7)	216 (63.3)	284 (83.3)	172 (50.4)	341 (100.0)
중	남	55 (53.4)	75 (72.8)	41 (39.8)	75 (72.8)	84 (81.6)	46 (44.7)	103 (100.0)
	여	35 (35.0)	70 (70.0)	59 (59.0)	54 (54.0)	73 (73.0)	30 (30.0)	100 (100.0)
고등	남	233 (48.6)	311 (64.9)	177 (37.0)	310 (64.7)	342 (71.4)	204 (42.6)	479 (100.0)
	여	78 (28.0)	148 (53.0)	132 (47.3)	161 (57.7)	207 (74.2)	61 (21.9)	279 (100.0)

초등학생의 경우, 남학생은 학습지향성, 흥미, 자신감의 비율이 높고 여학생은 자기통제, 불안, 가치 인식의 비율이 더 높았다. 어렵고 낮은 문제에 도전하려는 경향과 수학에 대한 흥미와 자신감이 있는 것은 남학생이 더 많고, 자신의 학습을 제어하고 수학에 대한 가치를 인식하는 것은 여학생이 더 많은 것이다. 그리고 수학에 대한 불안을 가진 학생들은 여학생이 더 많았다. 중학생의 경우 남학생은 학습지향성, 자기통제, 흥미, 가치 인식, 자신감의 비율이 높고 여학생은 불안이 더 높았다. 초등학생과 달리 중학생은 자기통제와 가치 인식에 있어서도 남학생의 비율이 더 높았다. 고등학생의 경우 여학생이 남학생에 비해 가치 인식을 많이 하고 불안이 더 높았지만, 다른 속성에서는 남학생의 비율이 더 높았다.

집단의 특성을 비교할 때 평균이나 비율은 전

체 특성을 알려주는 것이지만 학생 개개인에게는 어떤 속성을 성취했는지의 정보가 더 중요하다. 학교급별로 성취한 속성의 수를 성별과 더불어 알아본 결과는 <표 IV-8>과 같다.

<표 IV-8> 성취한 속성의 수에 대한 학교급별·성별 빈도 및 비율

학교급	성	0	1	2	3	4	5	6
초등	남	5 (1.4)	20 (5.5)	58 (15.9)	60 (16.5)	78 (21.4)	120 (33.0)	23 (6.3)
	여	3 (0.9)	23 (6.7)	63 (18.5)	61 (17.9)	87 (25.5)	71 (20.8)	33 (9.6)
	전체	8 (1.1)	43 (6.1)	121 (17.2)	121 (17.2)	165 (23.4)	191 (27.1)	56 (7.9)
중	남	0 (0.0)	13 (12.6)	13 (12.6)	16 (15.5)	19 (18.4)	39 (37.9)	3 (2.9)
	여	3 (3.0)	6 (6.0)	27 (27.0)	21 (21.0)	20 (20.0)	20 (20.0)	3 (3.0)
	전체	3 (1.5)	19 (9.4)	40 (19.7)	37 (18.2)	39 (19.2)	59 (29.1)	6 (3.0)
고등	남	30 (6.3)	54 (11.3)	75 (15.7)	81 (16.9)	98 (20.5)	108 (22.5)	33 (6.9)
	여	13 (4.7)	40 (14.3)	72 (25.8)	59 (21.1)	57 (20.4)	30 (10.8)	8 (2.9)
	전체	43 (5.7)	94 (12.4)	147 (19.4)	140 (18.5)	155 (20.4)	138 (18.2)	41 (5.4)

초등학생은 속성을 5개 성취한 학생의 비율이 27.1%로 가장 높고 그 다음으로 4개인 23.4%였다. 남학생은 5개가 33.0%로 가장 많고 다음으로 4개인 21.4%이었다. 반대로 여학생은 4개를 성취한 학생이 25.5%로 가장 많고 그 다음이 5개인 20.8%이었다. 중학생은 5개의 속성을 성취한 학생 비율이 29.1%로 가장 높고 그 다음은 2개인 19.7%이었다. 남학생은 5개가 37.9%로 가장 높고 그 다음이 4개인 18.4%이었다. 여학생은 2개의 비율이 27.0%로 가장 높고 그 다음은 3개인 21.0%이었다. 고등학생은 4개를 성취한 학생이 20.4%로 가장 많고 다음이 2개 19.4%이었다. 남학생은 5개의 속성을 성취한 학생이 22.5%로 가장 높았고 여학생은 2개인 25.8%가 가장 높았다. 남학생과 여학생의 비율을 비교하더라도 남학생들이 성취한 정의적 속성의 수가

<표 IV-9> 속성 프로파일에 대한 학교급별 빈도 및 비율

속성 프로파일 ³⁾	초등		중		고등	
	빈도	비율(%)	빈도	비율(%)	빈도	비율(%)
000000	8	1.10	3	1.48	43	5.67
000001	5	0.70			6	0.79
000010	19	2.70	6	2.96	37	4.87
000011	5	0.70			3	0.40
000100	5	0.70	5	2.46	8	1.05
000101	3	0.40			1	0.13
000110	2	0.30	3	1.48	15	1.98
000111	19	2.70	2	0.99	4	0.53
001000	7	1.00	5	2.46	25	3.29
001001	1	0.10				
001010	78	11.00	20	9.85	68	8.96
001011	11	1.60	1	0.49		
001100	3	0.40	4	1.97	4	0.53
001101	4	0.60			1	0.13
001110	8	1.10	4	1.97	18	2.37
001111	9	1.30			4	0.53
010000	7	1.00	3	1.48	17	2.24
010001					2	0.26
010010	11	1.60	5	2.46	22	2.90
010011	4	0.60	2	0.99	4	0.53
010100	4	0.60	3	1.48	14	1.84
010101	3	0.40	2	0.99	6	0.79
010110	11	1.60	7	3.45	46	6.06
010111	35	4.90	8	3.94	22	2.90
011000	2	0.30	4	1.97	12	1.58
011001					3	0.40
011010	25	3.50	9	4.43	21	2.77
011011	4	0.60	1	0.49	2	0.26
011100	1	0.10	6	2.96	5	0.66
011101	4	0.60	1	0.49	2	0.26
011110	20	2.80	5	2.46	24	3.16
011111	17	2.40	4	1.97	8	1.05
100000					1	0.13
100001	3	0.40				
100010	1	0.10	1	0.49	1	0.13
100100	4	0.60			2	0.26
100101	6	0.80			4	0.53
100110	7	1.00	1	0.49	15	1.98
100111	24	3.40			14	1.84
101000					1	0.13
101001					1	0.13
101010	10	1.40	1	0.49	1	0.13
101011	1	0.10			3	0.40
101100	3	0.40				
101101	5	0.70			1	0.13
101110	4	0.60	2	0.99	12	1.58
101111	12	1.70			5	0.66
110000	4	0.60			2	0.26
110001	1	0.10			1	0.13
110010	4	0.60			5	0.66
110011	8	1.10	1	0.49	2	0.26
110100	3	0.40			6	0.79
110101	23	3.20	3	1.48	23	3.03
110110	15	2.10	7	3.45		
110111	138	19.50	41	20.20	124	16.34
111000	2	0.30	2	0.99		
111001	1	0.10				
111010	7	1.00	8	3.94	3	0.40
111011	3	0.40	2	0.99	1	0.13
111100	6	0.80	3	1.48	11	1.45
111101	10	1.40	2	0.99	8	1.05
111110	12	1.70	10	4.93	23	3.03
111111	56	7.90	6	2.96	41	5.40
합계	708	100.00	209	100.0	758	100.0

더 많음을 알 수 있다. 하지만 불안은 부정적인 속성이므로 성취한 속성의 수가 많다고 긍정적인 것은 아니다. 따라서 어떤 속성을 학생들이 성취한 것인지를 각각 알 필요가 있다.

수학적 속성의 성취 상태를 (학습지향성, 자기 통제, ..., 자신감)의 벡터로 성취는 1, 그렇지 않은 경우는 0으로 표현한 프로파일을 만들 수 있다. 연구 대상의 프로파일을 나타낸 결과는 <표 IV-9>와 같다. 6가지의 속성에 대한 프로파일은 $2^6=64$ 가지가 나올 수 있는데, 각 프로파일에서 5% 이상 나온 것을 음영으로 표현하였다.

학생들에게 주어지는 정보는 프로파일이다. (11111)을 결과로 받았다면 6개의 속성을 모두 성취한 것이라 볼 수 있다. 초·중·고 모든 학교급에서 가장 높은 비율을 보인 프로파일은 (11011)이다. 이것은 불안을 제외한 속성을 모두 성취한 경우로, 정의적 성취가 가장 잘 이루어진 경우에 해당한다. 하지만 고등학교에서 이 비율이 다른 학교급에 비해 낮아, 고등학교에서 정의적 성취가 떨어지는 현상을 보였다. 다음으로 모든 학교급에서 높은 비율은 (001010)인데, 이것은 불안이 있으면서 수학에 대한 가치 인식만 성취한 경우이다. 수학이 가치가 있음을 인식하면서도 불안이 있고 다른 속성들은 성취하지 못한 학생들이 학교급별로 10% 정도 되었다. 초등학교와 고등학교에서는 (11111)의 비율도 높은 편인데, 불안이 있으면서도 학습지향성, 자기 통제, 흥미, 가치 인식, 자신감도 갖고 있는 경우에 해당된다. 이외에 고등학생들은 (000000)과 (010110)의 비율도 높게 나왔는데, 불안이 없으면서 그 외의 정의적 속성도 성취하지 못한 경우와 자기통제, 흥미, 가치 인식만 성취한 경우가 이에 해당한다.

학교급별로 차이가 있기는 했지만, 모든 학교급에서 가장 높은 비율을 보인 프로파일은

(11011)임은 매우 고무적인 결과이다. 검사 도구를 통해 측정할 수 있는 정의적 속성을 긍정적으로 성취한 학생들이 학교급별로 가장 많은 것은 우리 수학교육이 그저 암울하다는 것만을 보여주지 않는다.

V. 요약 및 제언

본 연구는 우리나라 학생들을 대상으로 타당도를 확보한 정의적 성취 검사 도구를 이용하여 우리나라 학생들의 정의적 영역의 특성을 다각도로 분석하였다. 요인 분석에 의해 수치화된 정의적 성취는 학교급별로 평균의 차이가 있었으며, 중학교와 고등학교는 차이가 없었으나 초등학교와 중등학교 간에는 차이가 있었다. 또한 학교급 내에서 남녀 차이가 있었는데, 대체로 남학생의 정의적 성취가 여학생보다 더 긍정적이었다. 인지 진단 이론에 의해 학생들이 성취한 정의적 속성의 비율을 학교급과 성별로 살펴보았을 때는 평균의 차이를 검증하는 모수 검정과 사뭇 다른 결과가 나타났다. 중학생이 자기 통제와 불안을 가장 많이 성취하고 있었고, 모든 학교급에서 가장 많이 성취한 속성은 가치 인식이였다. 학교급 내 남녀 학생들이 성취한 속성의 수를 살펴보면, 모든 학교급에서 남학생이 학습지향성, 흥미, 자신감을 성취한 비율이 여학생보다 높았고, 여학생들은 불안이 있는 경우의 비율이 남학생에 비해 높았다. 학생들의 개인별 프로파일을 보면, 불안은 없으면서 나머지 5가지 속성을 모두 성취한 학생들이 가장 높은 비율을 보였다.

지금까지 우리가 알고 있는 학생들의 정의적 성취는 주로 다른 국가와 비교하여 얻은 결과이다. 인지적 영역의 성취는 높지만 정의적 영역의 성취는 매우 낮다는 것이 여러 차례 보고되어

3) 학생 수가 0인 프로파일은 <표 IV-9>에서 생략하였다.

우리나라 수학교육에 매우 문제가 있는 것으로 파악되었다. 그러나 우리나라 학생들을 대상으로 개발된 검사 도구를 인지 진단 이론으로 분석해 보면, 다른 견해의 결과를 얻을 수 있다. 학생들 중 가장 높은 비율은 가장 긍정적인 정의적 성취를 이룬 경우이다. 물론 20% 정도로 만족할만한 수치는 아니지만 다소 고무적인 결과라 할 수 있다. 따라서 우리나라 학생들의 정의적 속성에 대해 국제 비교 결과에만 의지할 것이 아니라 우리 자체에서 조사하고 분석한 결과를 살펴 보고 그에 적합한 교수·학습 방안을 모색할 필요가 있다. 특히 학교급 간 평균 차이나 학생 개인 프로파일 비율에서 학교급이 높은 고등학교에서 정의적 성취가 낮은 현상이 나타났다. 수학교과와 학문적 특성상 나타난 결과일 수도 있지만, 고등학생들의 정의적 성취를 높이기 위한 수학 교수·학습 방안의 강구가 필요하다. 또한 남학생보다 여학생이 수학에 대하여 부정적인 정의적 특성을 갖는 것에 대해 보다 면밀한 분석이 요구된다.

본 연구에서는 요인 분석의 결과를 이용한 모수 통계를 이용하여 초등학생보다 중등학생의 정의적 성취가 낮아 학교 교육의 부정적인 영향이 있음과 여학생이 남학생보다 정의적 성취에 있어 부정적인 경향이 있음을 파악하였다. 그러나 이러한 집단별 경향성은 학생 개개인을 지도하는 데 큰 도움이 되지는 않는다. 학생 개개인에 적합한 교육을 추구하여 수준별 수업을 장려하는 우리나라의 정책적 노력은 정의적 성취에 대한 교육에서도 고려되어야 한다. 학생 개인별로 어떤 정의적 속성을 성취하였는지를 보고 그에 맞춘 교육이 실시되어야 할 것이며, 이를 위해 인지 진단 이론의 활용 가능성은 매우 크다.

참고문헌

- 교육과학기술부(2008). **중학교 교육과정 해설 III - 수학, 과학, 기술·가정**.
- 김부미(2011). 수학 문제해결 신념의 측정도구 개발. **교육과정평가연구**, 14(1), 229-255.
- 김부미(2012). 우리나라 중·고등학생의 수학적 신념 측정 및 특성 분석. **수학교육학연구** 22(2), 229-259.
- 김부미·김수진(2010). 수학 학습 성취 귀인에 대한 측정 도구 개발. **수학교육**, 49(4), 509-530.
- 김선희·김수진·송미영(2008). 수학 평가 결과의 분석을 위한 인지 진단 이론의 활용. **학교수학**, 10(2), 259-277.
- 김수진·김현경·박지현·진의남·안윤경·서지희(2012). **수학·과학 성취도 추이변화 국제 비교 연구 - TIMSS 2011 결과 보고서**. 한국교육과정평가원.
- 남상엽(1999). **수학적 신념 및 태도에 관한 교사와 학생의 관계**. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 양명희(2003). 수학에 대한 태도의 발달경향성 및 학습자 유형 분석. **교육심리학연구**, 17(3), 149-163.
- 윤나은(2006). **중등학교 학생들의 수학학습에서 정의적 영역의 특성에 대한 조사 연구**. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 이봉주·송미영(2011). 국가수준 학업성취도 평가에서 나타난 초·중·고등학생의 수학에 대한 태도의 성차 분석. **한국학교수학회논문집** 14(1), 65-84.
- 이순목(1990). **공변량구조분석**. 서울: 성원사.
- 이종희·김기연·김수진(2011). 수학 학업성취도가 높은 국가의 수학-정의적 영역 요인 분석 및 측정 동일성 검증. **학교수학**, 13(2), 309-324.
- 이종희·김부미(2010). 수학 학습 동기와 귀인의 측정 도구 개발 및 분석. **수학교육학연구**,

- 20(3), 413-444.
- 이종희·김선희(2010). 중·고등학교 학생들의 수학 정의적 성취의 차이 분석. *교과교육학연구*, 14(4), 1-28.
- 이종희·김선희·김수진·김기연·김부미·윤수철·김윤민(2011). 수학 학습에 대한 정의적 성취 검사 도구 개발 및 검증. *수학교육*, 50(2), 117-131.
- 허혜자(1996). 수학교육에서의 정서적 경험에 관련된 용어의 고찰: 신념·태도·감정. *대한수학교육학회논문집*, 6(2), 147-156.
- Bentler, P. M. (1990). Comparative fit indexes in structural models. *Psychological Bulletin* 107(2), 238-246.
- Bentler, P. M. & Bennett, D. G. (1980). Significant tests and goodness of fit in the analysis of covariance structure. *Psychological Bulletin* 88, 588-606.
- Browne, M. W. & Cudeck, R. (1993). Alternative ways of assessing model fit(pp. 136-162). In K. A. Bollen & J. S. Long (Eds.), *Testing structural equations models*. Newbury Park, CA: Sage.
- DeBellis, V. A. (1996). *Interaction between affect and cognition during mathematical problem solving: a two-year case study of four elementary school children*. Doctoral Dissertation. Rutgers University.
- Fennema, E., & Sherman, J., A.(1976). Fennema-Sherman mathematics attitude 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.
- Hartz, S., Roussos, L., & Stout, W. (2002). *Skills diagnosis: Theory and practice*. User Manual for Arpeggio software. Princeton, NJ: ETS.
- Kim, S. H., Kim, S., & Kim, K. (2011). Development of a Mathematical Affects Inventory using cognitive diagnosis theory. *Abstract Book from the 13th Annual International Conference on Education*, 23-26 May 2011, Athens, Greece.
- McLeod, D. B. (1992). Research on affect in mathematics education: A reconceptualization. In D. A. Grouws(Ed). *Handbook of research on mathematics learning and teaching*(pp. 575-596). New York: MacMillan.
- Medsker, G. J., Williams, L. J., & Holahan, P. J. (1994). A review of current practices for evaluating causal models in organizational behavior and human resources management research. *Journal of Management* 20, 439-464.
- OECD(2004). *Problem solving for tomorrow's world*.
- Tatsuoka, K. K. (1995). Architecture of knowledge structure and cognitive diagnosis: A statistical pattern recognition and classification approach. In P. D. Nichols, S. F. Chipman, & R. L. Brennan (Eds.), *Cognitively Diagnostic Assessment*(pp. 327-359). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Many-sided Analysis on Korean Students' Affective Characteristics in Mathematical Learning

Kim, Sun Hee (Silla University)

This study analyzed Korean students' affective characteristics in mathematical learning according to school and sex by Factor Analysis and Cognitive Diagnosis Theory. In numerical affective achievements by Factor Analysis, there are mean differences between schools, i.e. elementary school and secondary school. And there are sexual differences within schools and boys show more positive achievement than girls. By Cognitive Diagnosis Theory, I investigated 6 affective attributes' proportions that students achieved according to school and sex. Middle school students' proportion is highest in self-control and anxiety and the attribute that students achieved most in all school is cognizing mathematical value. Boys show higher proportion in self directivity, interest and confidence than girls, but girls show higher proportion in anxiety than boys. In personal profiles, the proportion of students who achieved 5 attributes except anxiety is highest.

Key Words : affect(정의), cognitive diagnosis theory(인지 진단 이론), profile(프로파일), school(학교급), sex(성)

논문접수 : 2013. 1. 30

논문수정 : 2013. 2. 25

심사완료 : 2013. 3. 14