

만15세 한국 학생의 수학적 소양 관련 배경 변수들의 효과 추정¹⁾

김 주 아 (연세대학교 대학원)

남궁지영 (연세대학교 대학원)

강 상 진 (연세대학교)

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

학업 성취도는 교육 체제의 성과를 나타내는 가장 직접적인 지표 중의 하나이다. 이러한 학업 성취도 지표를 개발하려는 노력은 국내외에서 다각적으로 시도되고 있다. 국제적인 학업 성취도 지표를 개발하려는 시도 중의 대표적인 사례가 OECD의 학업 성취도 국제비교 연구(OECD's Programme for International Student Assessment: PISA)¹⁾와 제3차 수학 과학 성취도 국제비교 연구(the Third International Mathematics and Science Study- Repeat, TIMSS-R)이다. 이 두 연구는 세계의 평가 및 교과 전문가들의 전문성을 바탕으로 추진되었으며, 국제적으로 비교 가능하여 신뢰받을 수 있는 타당한 지표를 개발하기 위한 모범적인 사례로 손꼽히고 있다.

국제비교 평가 연구는 각국의 교육성과를 비교하는 것을 일차적인 목적으로 한다. 그러나 최근에 와서는 국제비교 평가 자료를 이용하여 자국 교육의 강점과 단점을 분석하고 이를 교육 정책 수립과 개선의 기초 자료로 활용하려는 노력이 더욱 강화되고 있는 추세이다. 대다수의 교육 선진국에서는 국제비교 연구를 통해 얻어진 자료를 심층 분석하여 자국 학생들의 강점과 약점을 분석하고, 이를 교육과정 개선의 기초 자료로 활용하고 있

다(Robitaille, Beaton & Plomp, 2000; Schmidt, 1999). 또한 학업 성취 결과와 더불어 학업 성취도와 배경 변수 간의 관계를 파악하여, 교육의 형평성과 수월성을 제고하기 위한 정책적 시사점을 도출하려는 노력을 기울이고 있다(Wilms, 1995).

한국은 TIMSS-R과 PISA 두 국제비교 연구에 모두 참여한 바 있다. 수학적 소양에 대한 국제비교 연구에서 매우 고무적인 결과는 한국을 포함한 아시아권 국가들이 높은 성취도를 보이고 있다는 사실이다. 이는 아시아권 국가들이 높은 성취도를 보이는 것에 대해 연구자들은 신속하고 중복되지 않는 교육과정, 부모의 지원과 격려, 열심히 공부해야 한다는 신념 등을 주요 원인으로 보고하고 있다(Stevenson, Lee & Stigler, 1986).

이와 같이 연구자들이 수학·과학 성취도를 포함한 학업 성취도에 영향력이 있는 변수를 파악하려는 것은 학교교육의 효과를 극대화시키려는 노력의 하나이다.

미국의 효과적인 학교들을 연구한 Levine과 Lezotte (1990)는 다음과 같은 학교내적인 특성들을 확인한 바 있다: ① 생산적인 학교풍토와 문화, ② 주요학습기능 습득에 대한 관심, ③ 학생의 발전상태에 대한 적절한 감독, ④ 실천지향적인 교사진, ⑤ 뛰어난 지도력, ⑥ 학부모의 적극적인 참여도, ⑦ 효과적인 교수준비와 이행, ⑧ 학생에 대한 높은 기대와 요구(박도영 외, 2001). 이러한 학교내적인 특성들과 함께 학생들이 학습내용에 대해서 노출된 정도를 의미하는 학습기회, 학습과 무관하게 허비되는 시간을 최소화하고 학습에 집중하는 과제 학습시간 등이 학업성취도에 효과적인 요인들로 확인되었다(Walberg, 1984).

이와 관련하여 효과적인 학교가 가지고 있는 특성과 과정보인을 탐색하고자 하는 연구들이 국내에서도 진행되어 왔다(강정삼, 1995; 정윤득, 1999; 한대동, 1991). 그

1) 본 연구는 PISA의 1주기 결과를 바탕으로 하였음. 현재 2주기 연구가 진행 중임.

* 2004년 1월 투고, 2004년 5월 심사완료

* ZDM분류 : D13

* MSC2000분류 : 97D10

* 주제어 : 국제비교연구, 투입-과정-산출 모형.

러나 국내의 학교효과 연구들은 아직 체계적으로 정립되어 있지 않은 상태라고 할 수 있다. 즉, 이러한 연구들은 이론적인 자료만을 제시하고 있거나, 경험적 자료에 근거한다고 해도 제한된 투입-과정 요인에만 국한하여 결과를 제시하고 있다는 한계가 있다. 따라서 학생의 학업 성취와 교육활동 관련 요인간의 관계를 규명하는 연구가 의미 있는 결과를 얻기 위해서는 투입요인 뿐만 아니라 다양한 과정요인이 포괄적으로 고려되어야 할 필요성이 있다.

국내에서 PISA 자료는 학생의 성취도에 영향 미치는 가정배경, 학교배경, 개인과정변인, 학교과정변인이 잘 조사되어 있는 유일한 자료라고 할 수 있다. 따라서 본 연구는 2000년도 PISA 자료를 분석 자료로서 활용할 것이며, 특히 OECD 국가간 비교에서 높은 성취 수준을 보인 수학 과목을 중심으로 하여, 수학 교육효과와 관련된 주요 요인들을 종합적으로 탐색하려는데 연구의 목적을 두었다.

2. 연구 문제

위의 연구목적을 달성하기 위한 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 투입-산출 모형에 의한 수학적 소양의 교육효과 점수에 영향을 미치는 학생의 과정변수는 무엇이며, 어떠한 효과가 있는가?

둘째, 투입-산출 모형에 의한 수학적 소양의 교육효과 점수에 영향을 미치는 학교의 과정변수는 무엇이며, 어떠한 효과가 있는가?

II. 이론적 배경

1. 학교 교육효과 연구

1) 학교 교육효과 연구의 동향

1966년 미국에서 Coleman과 그의 동료들의 'Equality of Educational Opportunity'라는 보고서 출간이 시발점이 되었던 교육효과 분석 연구는 공교육 제도의 확립이라는 목표로 동기화되었다는 점에서 중등교육기관 평가에 대한 논의와 공유점을 갖고 있다.

Coleman 등의 연구는 구체적으로 가정의 사회경제적 배경이 학생의 학업 성취도에 가장 중요한 영향을 미치

는 요인이라고 하였다. 학교의 투입요소인 물리적 자원, 교육과정, 교사의 질 등은 학업 성취에 매우 미미한 영향만을 미칠 뿐, 가정의 사회경제적 배경 차이로 인한 학업 성취도의 차이는 좁힐 수 없다고 주장하였다. 결국 Coleman의 연구 결과는 학교의 물리적 시설이나 교사의 질, 학생의 무선적 배경, 동일한 교육과정의 제공 등 교육의 투입요건이 균등하게 주어진다고 해도 교육결과에 있어서의 차이는 불가피하다는 결론에 이르게 한다.

Coleman 등의 연구 보고서뿐만 아니라 그 이후의 투입-산출 모형을 근간으로 한 학교효과 평가연구의 결과는 학교의 교육적 여건의 개선을 통해 학생 성취도를 향상시키는 것이 불가능하다는 결론에 도달함에 따라, 이들 투입-산출 모형에 입각한 고전적인 연구설계와 분석 방법을 이용한 연구접근의 한 대안으로 교육의 '과정'에 초점을 두는 연구가 심층적으로 이루어지게 되었다.

기관의 교육효과를 측정하는데 있어 과정변수를 활용할 것을 주장한 Rutter(1983)는 기관의 교육효과 연구에서 학교 전체의 모든 학생들의 평균적 측정 결과를 사용하는 경우 논리적으로 동일 학교 내의 학생들은 모두 동일한 성취를 이룬다는 것과 같다고 하였다. 이는 모든 학생들이 학교에서 동일한 경험을 한다는 잘못된 가정을 포함하고 결과적으로 학교의 교육효과 크기를 과소평가하게 한다고 주장하였다. 즉, 학교의 교육효과 연구에서 학교의 내적인 교육활동의 영향을 암묵상자로 간주하여 같은 투입요건을 갖춘 교육기관은 동일한 성과를 산출한다는 비현실적인 가정과, 동일한 교육기관 내에서 학생들은 동일한 교육경험을 갖는다는 가정을 버려야 한다는 주장들이 강력히 제기되기 시작하였다(Bidwell & Kasarda, 1980; Barr & Dreeben, 1983).

교육효과에 영향을 주는 학교의 과정변수에 대해 관심을 갖게 된 이후 많은 교육 분야의 연구에서 여러 영향 변수를 다룬 연구들이 전개되어 왔다. 이들 연구에 의하면, 효과적인 학교의 특징 변수로서 일치된 견해를 보이고 있지는 않지만, 몇 가지 주목할 만한 공통된 교육의 과정변수를 확인할 수 있다.

Rutter(1983)는 교사의 학습관련 행동, 보상과 처벌, 학생 학습조건, 학생의 책임과 학교에의 참여, 교수를 위한 직장의 장기적 안정성, 우애적인 집단조직 등을 들었으며, 학교의 과정변수와 성과변수간의 인과관계가 있음

을 밝히고 있다.

이러한 연구결과들을 종합해 볼 때, 경험적으로 밝혀진 효과적인 학교의 특성은 수업지도성, 교사 기대, 학습 분위기 등과 관련이 있음을 알 수 있다.

2) 투입-과정-산출 변수

투입-과정-산출 모형은 투입-과정-산출 변수들을 하나의 모형 안에 포함시켜서 기본적으로 학교의 교육활동이 학교교육의 성과를 산출하는데 얼마나 효과적인가를 평가하는 모형이다. 따라서 이 모형에 의할 때 어떤 학교의 성과가 낮은 것이 결국 그 학교의 교육기능이 나쁘기 때문이라고만 판단할 수는 없다. 교육성고가 낮은 것은 투입요인의 차이에 의한 것일 수도 있기 때문이다. 투입-과정-산출 요인은 학교의 교육기능을 제대로 규명하기 위해서 그 구조적 관계를 고려해야 할 내용이라고 할 수 있다(강상진, 1997; 강상진·김현주, 2001; 남궁지영, 2001). 이 요인들을 투입-과정-산출별로 분류하여 정리하면 다음과 같다.

학교평가의 투입변수는 곧 단위학교가 처한 상황적 조건이라고 할 수 있다. 이는 단위학교의 역량으로 통제하거나, 조절할 수 있는 내용이 아니며, 학교교육에서 주어진 조건인 셈이다. 또한 기존의 학교평가와 관련된 연구에서 소홀히 하였던 부분이라고 할 수 있다. 그러나 단위학교에 주어진 조건이 학교마다 동일한 것이 아니므로, 학교교육의 성과를 평가할 때는 이들의 영향을 통제 한 후에 단위학교의 교육활동을 평가하여야 한다(강상진, 1997).

학교평가의 과정변수는 실제로 단위학교의 교육활동과 학교내적 교육이 어떠한지 기술하는 내용이다. 교육 효과 측정 연구에서 학교평가의 과정변수를 학교가 어떻게 교육활동을 수행하는가와 교육활동의 사회·심리적 환경을 그 주요 내용으로 삼는다.

산출변수는 학교교육의 목적, 다시 말하면 학교교육이 기대하는 성과를 반영하는 내용으로서, 학생의 학업 성취도 점수가 이에 해당한다.

3) 교육효과 측정 모형

위계적 자료에서 각 개인이 속한 집단을 고려하지 않고, 표본에 포함된 모든 개인들의 자료를 분석하는 것을 개인수준 분석 또는 전체적 분석이라고 한다. 이 모형은

다음 <식 1>과 같이 통계적으로 명세화된다.

$$Y_i = \beta_0 + \sum \beta_{c_1} C_{1i} + \sum \beta_{c_2} C_{2i} + \sum \beta_{p_1} P_{1i} + \sum \beta_{p_2} P_{2i} + e_i$$

$$e_i \sim N(0, \sigma^2) \quad \text{<식 1>}$$

이 모형에서 Y_i 는 i 번째 학생의 수학적 소양 점수이며 β_0 는 전체 학생의 수학적 소양 점수 평균이다. C_{1i} 는 학생의 교육외적인 투입변수로서 학생의 성별이나 연령, 사회경제적 지위 같이 학교의 교육활동과는 무관한 변수이며, C_{2i} 는 학교의 교육외적인 투입변수로서 학교계열, 학교유형, 학교위치 같이 학교의 구조적 특성 변수이다. P_{1i} 는 학습동기, 학습노력과 같이 학교의 교육활동과 관련된 학생의 과정변수이며, P_{2i} 는 학교 운영 실태, 수업실태 같이 학교의 교육활동과 관련된 과정변수이다. β_{c_1} 는 학생의 투입변수가 한 단위 변화함에 따라 나타나는 학생의 수학적 소양 점수의 평균 변화량이며, β_{c_2} 는 학교의 투입변수가 한 단위 변화함에 따라 나타나는 학생의 수학적 소양 점수의 평균 변화량이다. β_{p_1} 는 학생의 과정변수가 한 단위 변화함에 따라 나타나는 학생의 수학적 소양 점수의 평균 변화량이고, β_{p_2} 는 학교의 과정변수가 한 단위 변화함에 따라 나타나는 학생의 수학적 소양 점수의 평균 변화량이다. 그리고 e_i 는 오차항이다.

2. 배경 변수 설문지 구성

배경 변수 설문지는 학교와 학생을 대상으로 하고 있는데, 학교 설문지는 학교장이, 학생 설문지는 검사에 참여한 학생들이 응답하도록 되어 있다.

PISA 국내 연구진은 PISA 본부에서 설정한 배경 변수에 추가하여 수학적 소양에 영향을 미치는 배경 변수에 대한 정보를 수집하고자 하였다. 이러한 목적에 따라 수학에 관련된 배경 변수를 독자적으로 개발하여 학생 설문지에 첨부하였다. 이들 추가된 배경 변수들은 모두 수학적 소양을 평가하는 PISA의 결과와 연결하여 의미 있는 경향을 파악할 수 있을 것으로 판단된 학교 밖의 수학 학습 활동과 수학 학습 동기 등이었다.

PISA 연구에서는 이상에서 조사한 배경 변수를 3가지 영역으로 정리하고 있다. 즉, 학생의 가정경제적 배경 영역, 학습 심리적 배경 영역, 학교 관련 영역으로 분류

하고, 관련 지표들을 학업성취에 영향을 주는 변수로 설정하고 있다(노국향, 1999).

III. 연구방법

1. 연구대상과 표집절차

본 연구를 위하여 사용될 자료는 OECD 학업 성취도 국제비교 연구(PISA)의 1주기(2000년 7월)에 수집된 자료이다. PISA에서 규정한 모집단은 학교나 기타 교육기관에서 교육을 받고 있는 만15세 학생이다.

국내의 경우, 표집된 만15세 학생은 5,131명이었다. 여기서 수집된 자료는 읽기 4,982명, 수학 2,769명²⁾, 과학 2,757명이었다. 본 연구에서는 수학 과목과 관련된 자료만을 사용한다.

2. 조사도구

표집된 학생들을 대상으로 수학 영역의 검사를 실시하였다. 검사 문항들은 교육과정에 제시된 내용을 얼마나 잘 습득하였는가 하는 것보다는, 교과에서 습득한 지식을 잘 이해하고 활용함으로써 개인적 목적을 달성하고 사회에 참여할 수 있는가에 초점이 맞추어져 있다.

배경 변수 설문지는 학교장과 학생을 대상으로 수집되었다. 학교장 설문지는 사회경제적 배경에 대한 자료, 구조적 특성, 학교의 인적·물적 자원, 학교 조직과 운영 실태, 수업 실태 등의 내용으로 구성되어 있다. 그리고 학생용 설문지는 학생의 사회경제적 지위, 자기 주도적 학습능력, 학습 심리적 배경, 학습 활동 등에 관한 내용을 포함하고 있다(노국향, 1999).

3. 측정변수와 분석방법

1) 측정변수

본 연구에서 사용될 준거변수는 수학적 소양 점수로서, OECD 전체 국가 학생들의 평균을 500, 표준편차를 100으로 척도화한 변환점수이다.

본 연구에서 검토하고자 하는 변수들을 학생과 학교에 따라, 그리고 투입-과정-산출 단계에 따라 구분하면,

학생의 투입변수는 가정·경제적 배경과 관련된 변수들이며, 학교의 투입변수는 학교의 구조적 특성 관련 변수들이다. 그리고 학생의 과정변수는 학습 심리적 배경과 학습 활동 영역의 변수들이며, 학교의 과정변수는 학교 운영 실태와 수업 실태 관련 변수들이다. 그리고 산출변수는 학생의 수학적 소양 점수이다(<표 1> 참조).

2) 분석방법

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 사용되는 분석방법은 투입-과정-산출 모형에 기초한 위계적 회귀분석이다. 회귀분석은 다수의 공변수(covariate)를 모형에 포함하여 자료 분석을 할 수 있고, 예측변수의 고유효과와 크기를 추정할 수 있다(강상진, 2003). 또한 위계적 회귀 분석 방법은 본 연구에서 개인과 학교의 과정변인의 효과를 분리해 낼 수 있다는 장점을 가지고 있다. 연구 자료가 학생수준과 학교수준으로 위계적인 특성을 고려하면 다층분석 방법을 하는 것이 권유되나, 표본의 크기가 충분히 크므로 많이 사용되고 공인된 자료 분석 방법인 회귀분석을 실시한다.

두 가지 연구문제에 따른 구체적인 분석방법은 다음과 같다.

첫 번째 연구문제는 투입-산출 모형에 기초하여 측정된 수학적 소양의 교육효과 점수와 산출모형에 의한 수학적 소양 점수를 비교하는 것이다. 여기서 산출 모형에 의한 수학적 소양 점수는 단순히 학생들의 수학 원점수로서, 학생의 가정경제적 배경이나 학교의 구조적 특성과 같이 학교가 통제할 수 없는 교육 외적인 조건의 영향 효과가 혼재된 점수이다. 따라서 수학 원점수가 높다고 해서 그 학교의 교육효과가 높다고 해석할 수 없다. 한편 투입-산출 모형에 기초한 학생의 교육효과 점수는, 학교가 통제할 수 없는 잠음변수들의 영향을 제거한 후의 학생들의 수학적 소양 점수이다. 본 연구에서는 가정경제적 배경 영역의 사회경제문화적 수준(SECS), 성별, 부모와의 사회적 대화, 부모와의 문화적 대화, 문화적 활동, 형제자매의 수 등 6개 변수와 학교계열, 학교유형, 학교위치 등과 같은 학교의 구조적 특성 변수들을 통제해야 할 투입변수로 설정하였다.

2) PISA 1주기는 읽기 소양 중심으로, 과목별 표집에 차이가 있음.

<표 1> 예측변수의 분류 및 내용 구성

구분	영역	척도명
학생 수준		
투입 변수	가정 경제적 배경	사회 경제 문화적 수준, 성별, 부모와의 사회적 대화, 부모와의 문화적 대화, 문화적 활동, 형제자매의 수
	과정 변수	학습 심리적 배경
학습 활동		독서 향유 정도, 독서매체의 다양성
학교 수준		
투입 변수	학교의 구조적 특성	학교계열, 학교유형, 학교위치
	과정 변수	학교 운영실태
수업 실태		교사-학생 관계, 수업 분위기, 교사의 성취 압력

학생의 수학적 소양 교육효과 점수에 영향을 미치는 학생의 과정변수를 탐색하는 것이다. 과정변수들을 예측 변수로 설정하고, 교정점수를 준거변수로 하여 중다회귀 분석을 수행하였다. 중다회귀분석을 실시하는 이유는 다양한 과정변수들이 상존하는 학교에서 각각의 과정변수들이 교육효과에 미치는 고유영향이 있는지를 파악하기 위한 것이다. 중다회귀분석을 통하여 투입변수의 효과가 통제된 교육효과 점수에 영향을 미치는 학생의 과정변수를 탐색하고, 그 효과의 크기를 추정하였다.

본 연구에서 학생의 과정 요인으로서 검토하는 변수는, 학생의 학습 심리적 배경 변수들(통제전략, 암기전략, 동화전략, 협동학습, 경쟁학습, 수학의 흥미, 수학적 자아개념, 수학동기)과 학습 활동 변수들(독서 향유 정도, 독서매체의 다양성)이다.

두 번째 연구문제는 학교의 수학적 소양 교육효과 점수에 영향을 미치는 학교의 과정변수를 탐색하는 것이다. 과정변수들을 예측변수로 설정하고, 학교효과 점수를 준거변수로 하여 중다회귀분석을 수행하였다.

본 연구에서 학교의 과정 요인으로서 검토하는 변수는, 학교 운영 실태 관련 변수들(교사의 사기와 열의, 교사 자율성)과 수업 실태 관련 변수들(교사-학생 관계, 수업 분위기, 교사의 성취 압력)이다.

IV. 연구결과

1. 기술통계량

투입변수는 학생의 가정경제적 배경 변수와 학교의 구조적 특성 변수로 구분된다. 학생의 가정경제적 배경 변수는 '사회경제문화적 수준, 성별, 부모와의 사회적 대화 변수, 부모와의 문화적 대화 변수, 문화적 활동 변수, 형제자매의 수'로 구성하였다. 학교의 구조적 특성 변수는 '학교계열, 학교유형, 학교위치'로 구성하였다.

과정변수는 학생의 과정변수로 '학습심리적 배경 요인들과 학습활동 요인'들로 구성하고 학교의 과정변수로 '학교운영실태과 수업실태'로 구성하였다.

<표 2>에 투입변수와 과정변수의 기술통계량, 그리고 수학적성취도 점수와의 상관분석 결과를 제시하였다.

투입변수로 선정한 학생의 가정경제적 배경 변수들, 학교의 구조적 특성 변수들과 수학적성취도 점수와의 상관분석을 실시한 결과, 상관은 .076 ~ .502의 범위로 산출되었으며, 모두 통계적으로 유의미한 상관이 있는 것으로 분석되었다.

교육효과와 관련된 과정변수들의 상관계수 값을 살펴본 결과, 학습 심리적 배경 변수들 중 통제전략, 협동학습, 경쟁학습, 수학의 흥미도, 수학의 자아개념, 수학 동기는 교정된 수학적성취도 점수와 통계적으로 유의미 하였다. 학습활동 요인인 독서향유정도과 독서매체의 다양성은 모두 교정된 수학적성취도와 유의미한 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

학교운영실태변수들 중 교사의 사기와 열의가, 수업 실태변수들 중 수업분위기, 교사의 성취압력이 학교의 수학교육 효과 점수와 유의미한 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

<표 2> 기술통계량과 상관분석 결과

영역	척도명	평균	표준편차	상관계수 (수학 원점수)	
학생의 가정 경제적 배경					
투입 변수	사회경제문화적 수준	-.3008	.8948	.327***	
	성별(여학생)	.441	.497	-.152***	
	부모와의 사회적 대화	-.1717	1.1378	.231***	
	부모와의 문화적 대화	-.5736	1.2574	.127***	
	문화적 활동	-.7143	.8424	.090***	
	형제자매의 수	1.30	.91	-.142***	
학교의 구조적 특성					
투입 변수	학교계열(일반계)	.6771	.4677	.502***	
	학교유형1(남학교)	.3722	.4835	.196***	
	학교유형2(여학교)	.2989	.4579	-.121***	
	학교위치1(대도시)	.4731	.4994	.104***	
	학교위치2(중소도시)	.3926	.4884	.076***	
	학생의 학습 심리적 배경				
과정 변수	통제전략	-.4269	1.0379	.121***	
	암기전략	-.1271	.9420	.003	
	동화전략	.0016	1.0822	.149***	
	협동학습	-.8321	.9113	.054***	
	경쟁학습	-.1155	1.0138	.145***	
	수학의 흥미도	-.2524	1.1459	.195***	
	수학의 자아개념	-.4759	1.0366	.203***	
	수학 동기	.0001	.9842	.076***	
	학생의 학습 활동				
	과정 변수	독서향유정도	.0199	.9047	.121***
독서매체의 다양성		.2696	1.0876	.119***	
학교 운영실태					
과정 변수	교사의 사기와 열의	2.8055	2.4691	.202**	
	교사 자율성	3.3016	1.7165	.062	
학교 수업실태					
과정 변수	교사-학생 관계	3.6542	2.1833	.014	
	수업 분위기	6.1211	2.3235	.227**	
	교사의 성취압력	5.6224	2.3907	.313***	

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001

2. 회귀분석

수학적 소양의 교육효과에 영향을 미치는 투입변수와 과정변수를 학생과 학교에서 살펴보기위해 4가지 모형을 설정하였다.

모형 1

수학적 소양의 교육효과를 산출하기 위해 기초모형인 모형 1부터 시작하였다. 투입요인인 학생의 가정 경제적 배경을 예측변수로, 수학적 소양 점수를 준거변수로 설정하여 중다회귀분석을 실시하였다. 성별변수는 더미로

처리하였다. 이를 모형으로 표현하면 다음의 <식 2>와 같다.

$$Y_i = \beta_0 + \sum \beta_{c1} C_{1i} + e_i$$

$$e_i \sim N(0, \sigma^2) \quad \text{〈식 2〉}$$

학생의 가정 경제적 배경 변수들 중 사회경제적 지위, 성별, 사회적 대화, 형제자매의 수 등은 수학적 소양점수에 통계적으로 유의미한 영향을 주고 있었다.

모형 2

투입요인으로 학교의 구조적 특성인 학교계열, 학교 유형, 학교위치를 더하여 중다회귀분석을 실시하였다. 이들 세 변수들은 더미로 처리하였다. 이를 모형으로 표현하면 다음의 <식 3>과 같다.

$$Y_i = \beta_0 + \sum \beta_{c1} C_{1i} + \sum \beta_{c2} C_{2i} + e_i$$

$$e_i \sim N(0, \sigma^2) \quad \text{〈식 3〉}$$

학교계열과 학교위치는 수학적 소양점수에 통계적으로 유의미한 영향을 주고 있었고, 학교유형은 남녀공학의 학교들에 비해 여학교의 수학적 소양점수가 높음이 통계적으로 유의미하였다.

모형 3

수학적 소양점수에 영향을 미치는 학생의 과정변수를 살펴보기 위해 심리적 배경과 학습활동 변수들을 더하여 중다회귀분석을 실시하였다. 이를 모형으로 표현하면 다음의 <식 4>와 같다.

$$Y_i = \beta_0 + \sum \beta_{c1} C_{1i} + \sum \beta_{c2} C_{2i} + \sum \beta_{p1} P_{1i} + e_i$$

$$e_i \sim N(0, \sigma^2) \quad \text{〈식 4〉}$$

암기전략, 동화전략, 경쟁학습, 수학의 흥미도, 수학의 자아개념, 독서향유정도, 독서매체의 다양성 등의 변수들이 수학적 소양점수에 통계적으로 유의미하게 영향을 주고 있었다.

모형 4

투입변수로 학생의 가정 경제적 배경과 학교의 구조적 특성과 과정변수로 학생의 심리적 배경, 학습활동과 학교의 운영실태와 수업실태를 모두 예측변수로, 수학

<표 3> 회귀분석 결과

고정 효과	모형1		모형2		모형3		모형4	
	학생의 투입변수		모형1 + 학교의 투입변수		모형2+ 학생의 과정변수		모형3+ 학교의 과정변수	
	회귀	표준	회귀	표준	회귀	표준	회귀	표준
	계수	오차	계수	오차	계수	오차	계수	오차
학생 변수								
수학점수 전체 평균	577.992 ***	3.016	486.021 ***	5.445	503.858 ***	7.638	498.814 ***	8.235
가정경제적 배경								
사회경제적문화적 수준	26.411 ***	1.797	13.600 ***	1.714	8.019 ***	1.712	7.759 ***	1.714
성별(여학생)	-26.905 ***	3.021	-16.345 **	4.696	-13.559 **	4.555	-14.001 **	4.568
부모와 사회적대화	13.961 ***	1.510	9.000 ***	1.374	7.012 ***	1.338	6.777 ***	1.343
부모와 문화적대화	-1.646	1.402	-2.210	1.263	-4.193 **	1.243	-4.159 **	1.243
문화적 활동	-3.226	1.915	-3.100	1.725	-5.653 **	1.676	-5.935 ***	1.677
형제자매의 수	-7.290 ***	1.634	-5.538 ***	1.488	-5.144 ***	1.442	-4.962 **	1.442
심리적 배경								
통제전략					2.127	1.950	2.299	1.954
암기전략					-4.549 **	1.593	-4.408 **	1.599
동화전략					4.970 **	1.788	4.432 *	1.792
협동학습					-2.262	1.543	-2.355	1.545
경쟁학습					3.832 *	1.706	3.526 *	1.714
수학의 흥미도					5.424 *	2.092	4.983 *	2.102
수학의 자아개념					8.404 ***	2.157	8.840 ***	2.167
수학동기					-.500	.269	-.560 *	.271
학습활동								
독서향유정도					5.013 **	1.596	4.611 **	1.615
독서매체의 다양성					7.264 ***	1.311	7.384 ***	1.315
학교 변수								
학교의 구조적 특성								
학교유형(남학교)			4.676	4.042	3.633	3.896	3.628	3.916
학교유형(여학교)			9.475 *	4.377	5.268	4.215	3.631	4.294
학교계열(일반계)			71.872 ***	3.145	59.885 ***	3.168	58.949 ***	3.221
학교위치1(중소도시)			34.816 ***	4.540	30.453 ***	4.378	30.187 ***	4.453
학교위치2(대도시)			26.798 ***	4.719	23.850 ***	4.566	22.442 ***	4.616
학교운영실태								
교사의 사기와 열의							1.458 **	.559
교사의 자율성							1.047	.752
수업실태								
수업분위기							.207	1.287
교사-학생 관계							1.693	1.395
교사의 성취압력							2.927 *	1.373
설명분산 R²								
	.167		.326		.381		.384	

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001

적 소양점수를 준거변수로 설정한 최종모형을 <식 5>와 같다.

$$Y_i = \beta_0 + \sum \beta_{c_1} C_{1i} + \sum \beta_{c_2} C_{2i} + \sum \beta_{p_1} P_{1i} + \sum \beta_{p_2} P_{2i} + e_i$$

$$e_i \sim N(0, \sigma^2) \quad \text{〈식 5〉}$$

투입변수가 통제된 상태에서 학생의 수학적 소양 점수에 통계적으로 유의미한 영향을 주는 과정변수는 암기전략, 동화전략, 경쟁학습, 수학의 흥미도, 수학의 자아개념, 수학동기, 독서향유정도, 독서매체의 다양성, 교사의 성취압력, 교사의 사기와 열의 등이다.

암기전략은 사용하는 학생일수록 수학적 소양점수가 낮아지는, 교육효과에 부적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 독서가 수학적 소양점수에 미치는 영향이 크다는 것을 분석 결과를 통해 알 수 있었다. 교육효과는 독서를 많이 할수록, 독서매체가 다양한 학생일수록 좋았다.

학교의 과정변수로는 교사의 성취압력과 교사의 사기와 열의가 학생의 수학적 소양점수에 정적인 영향을 주고 있었다.

요약하면 모형 3과 모형 4의 결과에서(<표 3> 참조) 학생과 학교의 과정변수를 추가한 결과, 학생의 가정 경제적 배경 변수들과 학교의 구조적 특성 변수들의 효과가 감소하고 있음을 확인할 수 있다.

V. 결론 및 제언

1. 결론

지금까지 수학 교육효과에 영향을 미치는 과정 요인들이 무엇인지를 탐색하였다.

본 연구에서 정의한 수학 교육효과는 학생의 개인적 인 배경과 학교의 구조적 여건에 대한 영향 효과를 통제 한 후에 각 학생이 성취한 교육의 성과였다. 그리고 이에 고유한 영향을 미치는 중요한 과정 요인은, 학생의 정의적 태도와 독서, 그리고 교사의 성취압력, 교사의 사기와 열의인 것으로 밝혀졌다. 본 연구의 결과를 토대로 내린 결론은 다음과 같다.

첫째, 학생들에게 수학 교과에 대한 긍정적인 정의적 태도를 함양시키기 위해서는, 먼저 학교 교육의 목표가 인지적인 성취에만 있지 않다는 사실을 주지하여야 한다. 지식 위주의 수업과 평가 활동을 지양하여야 하며, 학생

들이 수업 활동을 통하여 공부하는 것을 즐거워하고 자신감을 갖도록 유도할 수 있는 학습 전략을 마련할 필요가 있다.

둘째, PISA와 TIMSS-R 자료 분석에서 독서가 학업 성취의 중요한 변수라는 사실이 입증된 바 있다. PISA에서는 수학적 소양과 관련된 활동보다 독서가 수학 점수에 더 큰 영향력을 행사하는 것으로 나타났다. 또한 TIMSS-R이 수학과 과학과 관련된 평가임에도 불구하고, 독서가 중요한 변수로 밝혀진 것은 책을 읽는 것이 학습의 근간이 된다는 사실을 입증하고도 남음이 있다. 독서는 일차적으로 학생 개인의 성향이나 습관으로 볼 수 있지만, 독서가 학업성취의 중요한 요인으로 밝혀진 만큼, 학생들의 독서 활동에 대하여 학교 교육에서도 관심을 두어야 한다. 학교와 가정에서 학생들에게 다양하게 독서하는 습관 및 독서 교육 함양의 중요성을 인식시킬 수 있는 방안을 마련할 필요가 있다.

셋째, 교사의 성취압력을 통한 수월성 추구에 관심을 집중할 필요가 있다. 교사는 기대하는 성취의 수준을 학생들에게 분명히 제시하고, 그 수준에 도달할 수 있도록 학습 전략을 마련하여, 긍정적인 태도와 도전 의식을 가지고 학습에 임할 때, 학생들의 학업 성취 수준이 향상될 수 있음을 주지하여야 한다. 그리고 교육의 수월성을 추구하기 위해서는, 교사가 학생들에게 기대하는 성취의 수준을 높이고, 학생들이 자신의 소질과 능력에 따라 심화 발전된 형태의 학습을 지속해 나갈 수 있는 교육적 제도를 마련할 필요가 있다고 본다.

교사의 성취압력은 교사의 사기와 열의와 밀접한 관계가 있다고 볼 수 있다. 교직을 바라보는 사회와 교직 내에서의 분위기를 쇠신하여 교사들이 열의를 가지고 교직에 임할 수 있도록 다각도로 노력할 필요성을 가진다.

마지막으로, 본 연구 결과를 통하여 언급하고자 하는 것은, 좋은 학교란 경제적으로 부유하거나 대도시에 위치한 명문 학교처럼 투입조건이 좋은 학교가 아니라, 학생들에게 교과에 대한 정의적 태도를 함양시키고, 학생의 독서 교육에 관심을 가지며, 교사가 학생에 대하여 높은 기대를 가지고 열성적으로 가르치는 과정 요인이 좋은 학교라는 것이다. 이러한 측면에서 볼 때 경제적 수준에 따른 학교간 차이에 관심을 둘 것이 아니라 학교 운영과 수업 등 학교 교육 활동의 질적 수준을 제고하는

데 관심을 두어야 할 것이다.

학교교육은 학생이 갖고 있는 가정경제적인 배경과 학교가 처한 지역 사회적 여건, 학교의 구조적 특성 등의 영향 하에서, 학생의 심리적 배경과 학습활동, 그리고 교사의 열의와 성취압력, 수업 활동 등을 통해 부가적인 효과를 제공한다. 이러한 부가적인 학교 교육의 효과를 제대로 이해하기 위해서는 학생 개인적인 배경과 학교의 구조적인 여건의 영향을 최대한 통제할 필요가 있다. 또한 주어진 여건 하에서 학교가 성취할 수 있는 수준 이상을 성취했을 때, 국가 차원에서 이를 격려하고 보상할 수 있는 평가체제를 마련할 필요가 있다. 학교 평가에서도 학교별 학업 성취 수준만을 볼 것이 아니라 학교가 처한 상황 하에서 부가적으로 산출된 교육의 효과를 더 중요하게 고려할 필요가 있다고 본다.

2. 제언

본 연구는 다음과 같은 후속연구의 필요성을 제기한다.

첫째, 본 연구에서 수학 교육효과와 관련된 과정변수들의 설명력이 학생은 5.5%, 학교는 0.3%³⁾인 것으로 나타나, 수학 교육효과에 영향을 미치는 과정변수들을 추가적으로 탐색할 필요가 있다.

둘째, 본 연구에서는 수학 성취에 영향을 미치는 과정변수를 탐색하기 위하여 중다회귀분석을 실시하였다. 그러나 회귀분석은 동일 학교 내 학생들의 성취 수준은 학교의 학습분위기나 교장, 교사, 학생 등의 영향을 공유하므로 상호독립성 가정에 위배된다는 단점이 있다. 이처럼 전통적인 단층분석방법에서 나타나는 통계적 문제점을 해결할 수 있는 분석방법중의 하나는 다층분석 모형이다. 따라서 후속 연구에서는 다층모형에 의한 분석 방법을 적용하여 수학 성취 관련 과정요인을 탐색해 볼 필요가 있다.

참 고 문 헌

강상진 (1997). 학교평가의 내용과 기준, 「학교평가의 과제와 발전방향」, 한국교육평가학회 학술세미나 발

표논문집, 한국교육평가학회.

강상진·김현주 (2001). 학교효과의 측정과 학교평가방법 비교 분석, 교육학연구 39(3), pp.1-26.

강상진 (2003). 회귀분석의 이해, 교육과학사.

강정삼 (1995). 학교 효과성 결정요인에 관한 탐색적 연구, 교육학연구 33(3), pp.281-308.

남궁지영 (2001). 유아교육기관의 평가방법 비교 연구, 연세대학교 대학원 석사학위청구논문.

노국향 (1999). OECD 학업성취도 국제비교연구, 한국교육과정평가원.

박도영·박정·김성숙 (2001). 중학교 수학·과학 성취도에 대한 학교-학생수준 배경 변수들의 효과, 교육평가연구 14(1), pp.127-149.

정윤득 (1999). 효과적인 학교를 결정하는 과정변인에 대한 연구, 지방교육경연 4, pp.79-114.

한대동 (1991). 효과적인 학교에 관한 연구동향. 경희대 교육문제연구소 논문집 7, pp.107-124.

Barr, R & Dreeben, R. (1983). *How schools work*, Chicago: The University of Chicago Press.

Bidwell, C. E. & Kasarda, J. D. (1980). Conceptualizing and measuring the effects of school and schooling, *American Journal of Education* 88, pp.401-430.

Cohen, J.; Cohen, P.; West, S. G., & Aiken, L. S. (2003). *Applied Multiple Regression/ Correlation Analysis for the Behavioral Sciences Third Edition*, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Coleman, J. S.; Campbell, E. Q. & McPartland, J. M. (1966). *Equality of Educational Opportunity*, Washington, DC: U. S. Government Printing Office.

Levine, D. U. & Lezotte, L. W. (1990). *Unusually effective schools: A review and analysis of research and practice*, Madison: US National Center for Effective Schools Research and Development.

Organisation for Economic Co-operation Development (2001). *Knowledge and Skills for Life: First Results from PISA 2000*, Paris: OECD Publications.

Reynolds, D. (1982). School Effectiveness and School Improvement: An Updated Review of the British Literature, In D. Reynolds and P. Cuttance(Eds.),

3) <표 3>에서 R^2 값이 모형 2(.326)에서 모형 3(.381)으로 .055 증가하였고, 모형 4(.384)로 .003 증가하였다. 과정변수들의 설명력이 학생은 5.5%, 학교는 0.3%라고 할 수 있다.

- School effectiveness: Research, Policy and Practice*, London: Cassell.
- Renolds, A. J. & Walberg, H. J. (1991). A structural model of science achievement, *Journal of Educational Psychology*, 83(1), pp.97-107.
- Robitaille D. F; Beaton. A. E. & Plomp, T. (2000). *The impact of TIMSS on the teaching and learning of mathematics and science*, Canada: Pacific Educational Press.
- Rutter, M. (1983). School effects on pupil progress: Research findings and policy implications, In L. S. Shulman and G. Sykes(Eds.), *Handbook of teaching and policy*, NY: Longman.
- Schmidt, W. (1999). *Facing the consequences: Using TIMSS for a closer look at US mathematics and science education*, Kluwer Academic Publisher.
- Stevenson, H. W.; Lee, S. Y. & Stigler, J. W. (1986). Mathematics achievement of Chinese, Japanese, and American children, *Science* 231, pp.693-699.
- Walberg, H. J. (1984). Improving the productivity of America's schools, *Educational Leadership*, 41, pp.19-30.
- Willms, J. D (1995). The challenge of developing new educational indicators *Educational Evaluation and Policy Analysis*. 17(1), pp.113-131.

The Effects of Background Variables on Math Achievements in 15 years old Korean Students

Kim, Joo Ah

Dept. of Education The Graduate School Yonsei University 134 Sinchon-Dong Sudaemun-Gu Seoul, Korea

E-mail : kja35@yonsei.ac.kr

Namgung, Jee Yeong

Dept. of Education The Graduate School Yonsei University 134 Sinchon-Dong Sudaemun-Gu Seoul, Korea

E-mail : imjcey@kedi.re.kr

Kang, Sang Jin

Yonsei University 134 Sinchon-Dong Sudaemun-Gu Seoul, Korea

E-mail : sjkang@yonsei.ac.kr

The present study investigated the effects of school and student background variables on academic achievement through analyzing Korean data from the OECD's Programme for International Student Assessment(PISA) which had been administered in 2000. The regression analysis was used to analyze the data, responses of 2,769 students(1,545 boys and 1,221 girls). Results of regression analysis were that 5.5% of process variables was accounted for by student variables and 0.3% of process variables was accounted for by school variables. So we try to find many other process variables which effect math achievements.

* ZDM Classification : D13

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97D10

* Key Words : PISA, the process variables.