대한수학교육학회지 수학교육학연구 제 22 권 제 2 호
Journal of Educational Research in Mathematics
Vol. 22, No. 2, 203-227. May 2012

교육소외 학생들의 기초학력 신장을 위한 수학학습에서 나타난 수학적 오류[1]: 탈북학생과 저소득층 학생을 대상으로

고 상 숙*

본 연구는 교육소외 계층에 속한 학생들의 수학학습을 돕고자 시도되었다. 이를 위해 2011년 초 겨울방학 3개월을 이용하여 자원하는 학생 소수를 대상으로 탈북학생 집단과 저소득층 학생 집단에게 15차시의 보충학습이 각각 제공되었고 관찰과 면담, 그리고 녹음을 통해 자료수집이 이루어졌다. 수학학습에서 탈북학생과 저소득층 학생 모두 학습부진아들의 특징을 나타내었다. 용어에 대한 정확한 개념습득이 부족해서 설명을 하지 못하였고, 정의와 정리에 대한 이해의 정도가 낮아 그 의미를 사용해야 할 곳에 적절히 사용하지 못하는 것도 유사하였다. 게다가 확실하지 않은 지식으로 인하여 자료의 이용도 제대로 하지 못하였고, 집중력이 떨어져 부주의로 인한 오류도 자주 나타나는 것으로 보였다. 차이점으로는 탈북학생들은 남한이 외래어(영어)를 그대로 사용하는 언어적 표현에 익숙하지 않아 발생하는 기술적 오류, 한자어 해석 오류, 잘못 이용된 자료 등 오류의 특징이 생소함에서 오는 오류가 많은 반면, 저소득층 학생들은 이미 들어서 알고 있으나 연습부족에 의한 부주의가 많은 특징을 보였다.

Ⅰ. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

우리나라가 전쟁을 겪으면서 삶의 터전을 잃고 배고픔에 시달릴 때 직업을 따라 또는 인생의 꿈을 좇아 선진국이라고 불리는 나라로 이민을 갔듯이 경제성장을 이루고 OECD에 가입한 지금 비슷한 이유로 제 3국의 여러 나라로부터 우리나라로 유입되는 인구가 최근 120만 명이라는 전혀 예상하지 못한 시대에 살고 있다. 그들이 국가가 필요로 하는 일꾼이라는 관점에서 그들을 수용하는 듯하지만 그들이 삶의 터전을 마련하고 적응하여 살게 하는 데는 우리의 영역을 침범한다는 생각에 타 문화권의 사람에 대한 시선은 따갑기만 하다. 그 배경에는 '우리나라는 단일민족'이라는 구호가 정치적 또는 사회 문화적으로 오랫동안 자리잡아왔고 극동에 위치한 나라로서 다른 나라와 교류도 제한적이었기 때문에 타문화에 대한 관심이나 배려와는 역사적으로 거리가 멀었다. 하지만 최근 타 문화권으로 부터 유입인구가 급증하게 되면서 자연스럽게 우리 주위에 우리와 동시대를 살고 있는 소수집단에 대해 관심이 확대되기 시작하였다. 학교 현장에서는 교육소외 학생에 대한 직접적인 지원이 이루어지고 있다. 그러나 이들 지원이 주로 교육비나 중식지원 등의 투입변인

* 단국대학교 교수, sangch@dankook.ac.kr
1) 본 연구는 "정부기관(MEST) 한국연구재단(No. 20100083864)에 의해 지원되었음 (This work was supported by "the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MEST) (No. 20100083864))."

에 치중하거나 소극적인 학습부진아 지원 등에 주력하고 있으며 학습 환경 조성이나 자신감 회복 등의 과정변인에 대해서는 상대적으로 관심을 가지지 못하고 있다. 또한 교육소외 학생[2]을 위한 프로그램이 운영되고 있기는 하지만 학년이 올라갈수록 학습부진은 심화되고 있다(백정환, 2011).

우리나라에 거주하는 소수집단 중 오랜 기간의 단절로 인한 이질 집단으로 타 문화권에 속하지만 외모와 언어가 같아 우리와 전혀 다른 타 문화권이라고 보기에는 어려운 경계선에 있는 집단은 탈북이주민들이다. 탈북이주민들의 수가 1만 명이 되기까지 지난 반세기가 걸렸지만 현재 2만 명이 되기까지는 과거 채 10년이 걸리지 않았고 앞으로 이런 추세는 지속될 것으로 예측된다. 특히 탈북 학생들은 제 3국을 거쳐 우리나라에 들어오는 동안 장기간의 교육부재를 경험하게 되고 들어온 후에는 생계에 매달리는 경우가 많으며 오랜 단절에 의한 한국어 소통이 원활하지 않아 학습부진에 처하게 되는 경우가 대부분이다. 우리 교육의 목표가 우리사회 차세대 주인이 되는 학생들이 장차 사회의 구성원으로서의 역할을 잘 수행하도록 돕는 인재양성에 있다면 탈북학생 또한 지원을 받을 권리가 있는 피교육자로 보아야 한다(고상숙 · 신동희 · 김애화, 2010).

이민사회인 미국은 이민의 역사가 오래된 만큼 좀 더 실질적인 연구로 소외학생들을 지원하고 있다. Jensen(2007)은 미국 다문화 가정의 부모의 사회경제적 지위(SES)를 5단계로 구분하고 라틴계 학생들에게 이중 언어체계로 영어와 모국어인 스패니쉬을 동시에 제공하였을 때, 최상위 그룹은 수학 성취도에서 언어체계의 교사의 스패니쉬 도움에 크게 좌우되지 않아 효과가 크게 나타나지 않았고, 하위 그룹 또한 어휘 능력이 제한되어 있어 언어적 도움이 별 효과를 보지 못하였다. 하지만 중간 그룹의 학생들은 가정에서 어느 정도 부모와 모국어의 의사소통이 활발하고 이를 교사의 수업에서 스패니쉬의 도움이 학생들의 수학성취도에 도움을 주고 있다는 것을 발견하였다. 언어의 어려움을 극복할 수 있도록 다문화권의 학생들에게 모국어 교사를 지원하여 그들의 학습을 돕고 있음을 알 수 있다.

서로 다른 인종 간에 결혼이나 이주가 활발해진 오늘날 국제화 사회에서는 '모든 학생들은 개인적인 성격, 배경, 신체적인 장애에 관계없이 수학을 학습할 기회를 가져야 하고, 학습기회의 제공은 모두가 수학 배우는 것을 돕기 위하여 차이를 조절'(NCTM, 1989, 2000)하도록 요구하고 있는데 교육소외 학생들에 대한 이런 추세는 앞으로 관심이 더욱 고조되며 교육적 투자가 확대될 것으로 보인다.

따라서 본 연구에서는 탈북학생과 저소득층 학생들의 기초학력 신장을 위한 학습자료(교재)가 필요하다는 것을 인식하고 연구목적으로 이 두 집단의 학생들이 개념을 형성하는 과정에서 나타내는 수학적 오류가 무엇인지 파악하고 이를 바탕으로 어떤 교재개발이 바람직한지를 조사하고자 하였다. 이를 위해 서울 경기지역에 거주하는 탈북학생집단과 저소득층 학생집단 각각을 2011년 1월부터 3월까지 매주 2번씩 15차시의 연구수행을 통해 그들의 학습부진 상황을 관찰하고 비교하였다. 본 연구의 전 과정은 비디오로 녹화되어 녹화된 그 주내에 전사되었고 학습자료, 학생들의 기록과 교사의 면담자료와 관찰기록 그리고 전사 자료 등의 3자원 이상의 자료 수집을 바탕으로 코딩에 의한 분석을 하였다. 본 연구의 결과는 앞으로 탈북학생 뿐만 아니라 다문화를 포함한 다양한 배경

2) 백정환(2011)에서는 교육소외 계층으로 저소득층 자녀이면서 학습부진아를 포함하였다.

을 지닌 교육소외 학생들의 수학적 기초학력 신장을 위한 교재 개발에 필요한 방향 제시가 가능할 것으로 사료된다.

2. 용어의 정의

가. 탈북학생

2004년에 탈북자라고 부르던 이들에 대하여 2005년 통일부는 어감이 좋지 않다고 하여 공모를 통해 '새터민'이라는 이름을 붙였다. 그러나 새터민이라는 용어에 대하여 북한이탈주민이 별로 좋아하지 않는다고 하여 2009년 통일부는 가급적 새터민이라는 용어를 공식적으로는 사용하지 않는다고 발표하였으며 민간에서는 자율적으로 사용하도록 하였다.

나. 수학적 오류

김부미(2006)는 수학적 오개념을 "학습 이전에 학생 스스로 형성하여 학생의 인지 구조 속에 내면화되어 있는 현재의 지식 중 수학적 개념과 일치하거나 제한된 영역에서만 성립하여 새로운 수학적 지식을 학습할 때 인지 갈등을 일으키는 선행 지식"으로 정의하였고, 수학적 오류는 "수학 학습을 할 때 학생의 오개념에 의해서 체계적으로 나타나는 학습과정과 결과"(p. 37)로 정의하였다. 본 연구에서는 학습과정과 결과를 조사하는 것이므로 탈북학생과 저소득계층 학생들의 수학 학습에서 오류의 종류를 규명하는 것이 더 용이할 것이며 이 오류을 일으키는 배경에는 학생의 선행지식에 오개념이 자리하기 때문이기에 오개념에 대한 설명도 부분적으로 포함되었다. 따라서 Hadar와 Zaslavsky(1987)가 제시한 오류 유형과 Clements(1980)와 Newmann(1981)의 문제해결 과정에서 발생할 수 있는 오류의 유형 중에서 (1) 잘못 이용된 자료, (2) 잘못 해석된 언어, (3) 곡해된 정리나 정의, (4) 기술적 오류,(5) 변환오류, (6) 부주의의 6가지 오류 유형에서 찾고자 하였다.

II. 문헌고찰

1. 수학적 오류와 관련된 선행연구

김부미(2006)에서 오개념과 오류를 규명하였듯이 수학적 오류(error)는 수학적 오개념(misconcept)과 구별하기 힘들 정도로 서로 밀접하게 관련이 되어있다. 따라서 각각에 대한 연구를 조사하여 차이점을 이해할 필요가 있다.

가. 수학적 오류

수학적 오류에 대한 연구로 Radatz(1979)는 중등수학에서 나타나는 오류 유형을 (1) 언어의 난이성(Language difficulties), (2) 공간적인 정보획득의 어려움(difficulties in obtain spacial information), (3) 사전지식과 기술의 습득 결여(deficient mastery of prerequisite skills, facts, and concepts), (4) 사고의 경직 혹은 부정확한 연합(incorrect associations or rigidity of thinking), (5) 관련이 없는 법칙 혹은 전략들의 적용에 의한 오류(application of irrelevant rules or strategies)로 분류하였고, Hadar & Zaslavsky (1987)는 대수와 기하 영역에 대한 이스라엘 학생들의 졸업 시험 결과를 바탕으로 (1) 잘못 이용된 자료(Missed data), (2) 잘못 해석된 언어(Misinterpreted language), (3) 논리적으로 부적절한 추론(Logically invalid inference), (4) 곡해된 정리나 정의(Misunderstood theorem or definition), (5) 논증되지 않은 해답(Unverified solution) (6) 기술적 오류(Technical errors)의 6개의 범주로 분류하였다. 이 연구에서는 주로 개념이나 절차에 대한 잘못된 이해가 학생들의 오류로 나타난다는 것을 암시하였다.

Clements(1980)와 Newmann(1981)은 문제해결 과정에서 일어날 수 있는 학생들의 오류의 유형을 (1) 수학 읽기 오류(mathematics reading errors), (2) 이해 오류(comprehension errors), (3) 변환 오류(translation errors), (4) 처리기술 오류(process skills errors), (5) 기록 오류(encoding errors), (6) 부주의(careless)로 제시하였는데, 이것은 문제해결 과정에서 적용할 수 있는 범영역적 분류이다.

류성림·정창현(1993)은 일반 중학생의 기하 증명에서 나타나는 오류를 분석하기 위해 오류의 유형을 (1) 가정을 잘 이용하지 못하는 오류, (2) 도형에 집착하여 생기는 오류, (3) 연산자의 잘못된 적용, (4) 연산자의 잘못된 시행, (5) 증명 과정의 일부 생략, (6) 결론을 바르게 내리지 못함, (7) 기술적인 오류, (8) 논리적 추론의 결여, (9) 오류의 애매모호함으로 분류하여 분석한 결과 '연산자의 잘못된 적용' (37.9%)이 가장 많은 것으로 나타났다.

김차숙, 류희찬(2003)은 중학교 1학년 학생들의 일차방정식에 대한 오류를 분석하기 위해 오류의 유형을 (1) 이해의 오류, (2) 처리 기술의 오류, (3) 요구되지 않은 해답, (4) 애매한 오류로 분류하고 분석한 결과 '이해의 오류(46.5%)'가 가장 많이 발생하였다고 했다.

이처럼 일반학생들의 수학적 오류유형에서는 난이도가 낮은, 예를 들어 기술적 오류 또는 처리기술의 오류와 같은 오류는 거의 나타나지 않았고, 심지어 연역적 사고의 증명과정에서 오류도 그리 눈에 띄게 많지 않았음을 알 수 있다. 탈북학생과 저소득층 학생들과 같은 교육소외계층 학생들의 오류 유형이 이러한 일반 학생들의 그것과 어떠한 차별성이 있는지를 찾아보고 교육소외계층 학생들의 오류 교정 학습을 위해 교재 개발 및 교수·학습 방법 개발의 방향을 조사하는 것도 의미있는 일이 될 것이다.

나. 수학적 오개념

구성주의적 관점에서는 학생이 조작과 구성을 통하여 스스로 지식을 구성한다는 것인데, 이러한 인식 발달 과정에서 인지적 장애를 일으키기도 한다고 하였다. Tall(1989), Herscovics(1989) 등 많은 학자들이 수학적 오개념을 인식론적 장애, 인지적 장애 등으로 정의하였고, 학생들이 지식을 획득하는 과정에서 불가피하게 오류를 범하기 때문에 교육적 입장에서 이에 적극적으로 대처해야 한다고 주장하였다. Herscovics(1989)는 인지적 장애는 학생들이 개인적인 지식의 발달 과정에서 겪는 어려움의 원인으로 발생하는 장애라고 하였다. Cornu(1991)는 인지적 장애는 근원에 따라 학생 개인의 발달 결과로서 발생하는 심리적·발생적 장애이고, 수학적 개념 그 자체의 본성때문에 생기는 장애는 인식론적 장애이고, 교사와 교수의 영향 때문에 발생하는 장애는 교수학적 장애라고 하였다.

또한, Confrey(1987)는 학생들이 학습에 들어가기 이전부터 이미 각각의 경험을 통해 학습과 관련된 선개념을 가지며 이것이 수학적 개념과 대립될 때, 이 선개념을 오개념이라고 정의였다. 그 외에도, Tall과 Vinner(1981)은 개념 정의와 개념 이미지의 격차로 인해, 인지 갈등을 일으키고, 이로 인해 공식적인 개념 정의를 잘못 해석하여 오개념을 형성한다고 보았다. Sierpinska(1994)은 오개념이 학생들의 개념 이해 측면에서 어려움의 원인이 되지만, 학생들의 지식의 일부를 차지하는 필수적인 구성성분이 될 수 있다고 하였다.

김수미(2003)는 문헌 고찰을 통해 오개념 및 오류에 대한 개념, 유형, 특성 등에 대한 이론적 고찰을 시도하였고, 수학과의 오개념 및 오류와 관련된 국내외의 자료들을 수집하여 학년 및 내용 영역별로 정리·분석하여 현재의 연구 진척 정도 및 앞으로 연구가 필요한 부분을 제안하였다. 또한 수학 학습 과정에서 빈번하게 유발되

는 학습자의 오류를 교사들이 간편하고 정확하게 진단하고 처방하는 데 도움을 줄 수 있는 교사용 자료 개발의 필요성을 제안하고 수학과 오개념 및 오류 관련 연구들을 종합 분석하여 교재의 구성요소로 (1) 오류 유형 및 유형별 빈도수, (2) 오류 진단지, (3) 오류 원인, (4) 예방 아이디어, (5) 지도 아이디어, (6) 연습지, (7) 성취도 검사지 등의 7가지를 추출하였다.

이종희 · 김부미(2003)는 중학교 2학년 학생들의 일차함수에 대한 오개념을 탐구하여 범주화하고, 일차함수의 개념 학습과정에서 설명식 교수 학습 방법과 동료간의 상호 작용을 통한 협동학습 방법을 실시했을 때의 효과를 비교 분석하였다. 그 결과 대수적 환경에서의 학생들의 오개념은 수 개념에 의한 장애, 변수 개념 부족에 의한 장애, 특정관점에의 집착으로 분류되고, 그래프적 환경에서 학생들의 오개념은 함수 그래프의 해석과 판단에서의 장애, 변수 개념에 대한 장애로 범주화되었다. 김부미(2006)는 수학적 오개념과 오류에 대한 용어를 구분하여 정의하고 그 특성을 재해석하였으며, 학교수학에서 발생하는 다양한 수학적 오개념과 오류를 인지심리학적 관점에서 핵심적이고 공통적인 작동기제에 의해 상세하게 분석하였다. 또한 수학적 오개념과 오류에 대한 인지심리학적 분석을 실제 수업에 적용가능한지를 모색하였다.

오개념을 '새로운 수학적 지식을 학습할 때 인지 갈등을 일으키는 선행 지식'으로 정의하였고, 수학적 오류는 '수학 학습을 할 때 학생의 오개념에 의해서 체계적으로 나타나는 학습과정과 결과'(김부미, 2006)이므로 본 연구에서는 학습과정을 조사하는 것이므로 탈북학생과 저소득계층 학생들의 수학학습에서 오류의 종류를 규명하고 이들을 도울 수 있는 학습자료를 개발하고자 하였다. 이처럼 수학적 오류는 학생들이 학습하는 과정에서 빈번하게 나타나는 현상이기 때문에 탈북학생들과 저소득층 학생들의 경우에는 양상은 다르지만 많은 오개념을 가지고 있을 것으로 사료되며 그 결과로 학습과정에 오류가 나타날 것이므로 이를 바로잡기 위한 학습기회를 제공할 수 있는 교수 학습에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

2. 교육소외계층에 대한 선행연구

가. 탈북 이주민에 관한 연구

탈북 이주민에 대한 연구는 짧은 역사라는 점을 감안해볼 때 이들에 대한 대부분의 연구는 한국사회에서 적응 또는 인권차원에서 집중되어왔다. 그러나 최근 다문화권 자녀를 포함하여 이들 자녀들의 학교생활에 대해 연구가 이루어지기 시작하였다. 탈북학생들의 수학·과학 교육 동향에 대해서 최근 고상숙 외(2010)를 들 수 있는데 먼저 탈북학생들은 남 · 북한의 수학 · 과학의 교육과정 차이와 용어의 차이로 어려움을 겪고 있었다. 나름대로 자신의 학습을 위해 모둠활동에 의한 개인차를 극복할 수 있는 학습방법과 다량의 문제풀이를 기대하였다. 둘째, 탈북학생들은 그들을 지원하는 복지기관에 대해 흥미를 가지지 못하고 있었는데 그 이유로는 이들을 위한 학교 내 · 외 지원체제가 체계적으로 이루어지지 않기 때문이며 그 결과 적절한 학습지원을 제 때 받지 못한다고 생각하였다. 셋째, 탈북학생들은 학습에 필요한 도움을 교사나 학부모보다는 문제집에 의지하고 있었고, 북한의 교육과정과 남한의 교육과정에서의 비교 차이점을 이해할 수 있는 교재를 필요로 하고 있었다. 외국어와 외래어가 다량 섞여 그 시대의 가치관이 그대로 배어있는 한국말은 탈북학생들에게 분명 '외국어'이기에 북한과는 다른 새로운 환경에서 적응은 언어의 차이가 이들의 어려움을 배가시킨다. 또 교육을

받았다 하더라도 남북한의 교육체계, 교과과정, 교육내용, 학교운영방식 등에서 이질성 때문에 별도의 준비와 지원체계 없이 남한의 교육과정을 따라가기에 어려움을 겪게 되므로 국가적인 차원에서 탈북학생들을 위해 위의 특성을 포함한 교재개발이 이루어져야 한다고 하였다.

또한, 김청명・고상숙(2009)는 일반학생과 탈북학생의 수학학습에서 어려움을 수학 영역별로 조사하였는데 첫째, 일반학생들이 어려워하는 영역은 당연히 탈북학생들 역시 어려워하는 것으로 나타났다. 그것은 함수와 문장제 등과 같이 의미론적인 해석과 이해가 필요한 영역들이다. 둘째, 접근가능하고 쉽다고 생각하는 영역이 도형으로 일치되는데 그 쉬워하는 정도에 차이가 있었다. 일반학생은 평행선이라는 조건에 의한 각의 종류에 혼돈이 없었으나 탈북학생은 그 의미를 그림을 통해 접근할 수 있는 것으로 보였다. 셋째, 일치되지 않는 부분으로는 통계로써 일반학생은 평균이나 돗수분포표 등을 이해하는 용어상의 해석에 어려움이 없었으나 탈북학생은 이들 용어들에서 해석의 어려움이 있었던 것으로 나타났다.

나. 저소득층 학생에 대한 선행연구

백정환(2011)은 학습면과 경제적인 면에서 혜택을 받지 못하는 교육소외 학생을 대상으로 담론을 통하여 사고 능력을 발달시키기 위한 학습자료를 구성하고 이를 활용한 확률・통계 수업에서 교육소외 학생들의 사고 수준의 변화를 분석해봄으로써 이들에게 수학 학습에 대한 동기부여 및 수학에 대한 자기효능감을 높일 수 있는 연구를 시도하였다. 학생들은 모두 4가지 수준의 사고단계 중 제 3수준까지 향상을 나타내었고 직접 교수법를 통해 근접발달 영역에 따라 학습의 기회를 제공하여 학습의 진전을 이루어졌으며 사소한 교사의 관심도 이들 학생들의 학습태도에 매우 효과적임을 발견하고 교사의 인내와 끊임없는 격려가 더욱 필요한 집단임을 역설하였다.

송륜진(2011)은 “다문화적 수학수업 개발 연구”에서 우리나라 다문화적 수학교육은 잘 이루어지고 있지 않으며 우리나라 수학교사들의 다문화적 역량은 비교적 높으나 수학교과에 실천하기에는 매우 낮은 것으로 나타났으며 교과 과목에서 실천할 수 있는 교사 연수 프로그램 개발, 다양한 다문화적 교수・학습 자료의 개발 및 보급 등을 통해 다문화적 수학 수업의 실천을 위해 노력해야 한다고 주장하였다. 또한 점차 다양한 문화적 배경의 학생들이 공존하는 수학교실이 증가할 것인데 이를 위한 다양하고 실천적인 방안 마련이 필요하고, 교과과목에서 실천 가능한 다문화 교사교육 프로그램이 필요하며, 다문화적 수학수업 모형을 기반으로 하는 다양한 수학 프로그램의 개발이 필요하다고 주장하였다.

Braswell, Daane, & Grigg(2003)은 부모의 사회경제적 지위(SES)가 학생의 학업에 미치는 효과에 관한 연구를 하였으며, Becker(1994)는 인간의 소유자본의 개념은 사회적 인구다양성에서 오는 차이점을 설명하는데 도움이 되고, 인간의 자본은 인간의 지식, 기술, 건강, 경제적 삶의 질과 깊은 관련이 있으며, 인간자본투자의 가장 중요한 형태는 교육과 훈련이며 이것은 더 많은 교육받은 대부분의 사람들이 평균이상으로 벌어들이고 있기 때문이라고 말하고 있다. 그래서 지금은 불이익을 당하고 있어도 교육과 훈련은 이들 불이익을 당하는 사람들에게 미래 경제적인 기회를 더 가질 수 있도록 돕는 전략으로 이루어져야 한다고 주장하였다. Hanson(1994)은 미국의 젊은이들이 성별이나 인종보다도 사회계층 요인이 고등학교 후반부와 그 이후의 시기에 재능을 포기하는데 중요한 원인이 된다 하였다.

또한 Reardon & Galindo(2007)는 미국내 대표성을 지닌 라틴계 유치원부터 5학년 학생 대상으로 수학성취도를 다른 인종의 학생들과 비교하였다. 이 연구에서는 처음 유치원에 들어갈 때 라틴계 학생들은 미국에서 태어난 백인 학생들보다는 수학에서 낮은 성취도를, 미국에서 태어난 흑인 학생들과는 비슷한 수준으로 입학하였고 5학년까지 백인 학생들과 라틴계 학생간의 차이는 좁아지는 경향을 보이나 사라지지 않았고, 여기에는 SES가 영향을 미쳤다. 그러나 이런 차이를 설명함에 있어 라틴계 학생의 SES는 흑인 학생들의 SES보다 더 낮았기 때문에 라틴계 학생과 백인 학생간의 차이가 줄어드는 이유가 SES의 영향임을 설명할 수 없다고 하며 후속 연구의 필요성을 제안하였다(고상숙, 2009 재인용).

이처럼 저소득층 학생들과 탈북 학생들의 경우 정부기관 중심으로 교육투자를 늘려 교육소외의 원인을 제거해야 할 필요성이 있음을 알 수 있다.

III. 연구방법

1. 연구대상

본 연구에 참여한 연구대상자들은 2011년 1월부터 3월에 스스로 참여하고자하는 학생들로 구성하는 것을 원칙으로 하였다. 먼저 탈북학생 대상자를 위해서는 이들이 많이 다니는 서울** 학교에 수학교사를 통해 기초학력의 보충이 필요한 학생들을 추천을 받고 개별적으로 접근하여 참여의도를 타진하였다. 많은 학생들이 연구에 참여하길 원했지만 생계가 어려운 학생이 많아 방학 중 아르바이트로 참여가 어려운 경우가 많았고 처음 5명으로 시작되었는데 시작 후 3주 정도 지난 시점에선 고정적으로 참여하는 학생들 3명으로 구성되었다. 참여한 탈북학생들의 현황은 <표 III-1>과 같다.

저소득층 학생들 역시 기초학력이 부족한 학생으로 **도청소년센터에 기초생활수급자들로 추천을 의뢰하였고 담당자의 추천을 받아 <표III-2>와 같이 3명의 고정인원이 구성되었으며 이들 학생들의 참여의지는 매우 높아 결석하는 일이 거의 없었다. 연구는 매주 2번씩 연구자 소속대학의 전자칠판이 구비된 수업행동분석실에서 3명의 연구원에 의해 수행되어 CD로 녹화되었다. 한 명의 연구자가 연구를 수행하는 동안 다른 1명의 연구원은 수업과정을 관찰하고 교실내 카메라를 작동하고 학생들의 지원이 필요한 부분, 예를 들어 자나 연필 또는 학습자료 등이 있을 시 즉각적으로 도움을 제공하였다. 또 다른 한 명의 연구원은 수업행동 분석실에서 전 과정을 녹화하였다. 이들 세 명의 연구원은 각자 수학영역에서 기초학력 신장을 위한 학습자료를 전문가와 상의 하에 구성하였으며 각자가 맡은 영역을 순서대로 담당하고 상대의 수업을 지원하는 형식으로 연구가 진행되었고 매회 수집된 학생들의 기록과 관찰지를 바탕으로 사후면담을 통해 차후 수업의 질과 방향을 보완하여 나갔다. 두 연구 집단은 서로 다른 시간에 연구가 수행되어 집단 간에 상호교류는 없었다.

연구원들은 다년차 연구로 수행되고 있는 본 연구에 초기부터 참여한 연구원들로 연구대상자들에게 관심과 사랑이 많으며 이들의 학습 진전에 기쁨과 보람을 가지고 있어서 대상자들과 시작 한 지 한 주 내에 친밀감과 조화를 이루는데 어려움이 없었다. 학생들도 방학 중에 가정 형편상 사교육이 어려운 상황에 학습기회가 대학으로부터 제공받게 되어 감사하다고 하며 연구에 꾸준한 관심으로 참여하였다.

<표 III-1> 탈북학생 참여자 배경

이름	성별	학교급 (초중고)	학년	학교	거주지역	국내 거주시작년도
심*성(EN1)	남	고	1	**학교	서울	2010년
서*림(EN2)	남	고	1	**학교	경기	2010년
유*정(EN4)	여	중	3	**학교	서울	2010년

<표 III-2> 저소득층 참여자 배경

이름	성별	학교급 (초중고)	학년	학교	거주지역
이*현(LI1)	여	중	3	**중	경기
최*은(LI2)	여	중	3	**중	경기
김*미(LI3)	여	중	2	**중	경기

가. 탈북 학생들

학생 EN1은 어렸을 적에 탈북하여 중국으로 건너갔다고 한다. 중국에서 10년 정도 용접하는 일을 했으며 중국에 있는 해적들과 함께 생활하면서 이슬람교를 믿게 되었다고 한다. 중국에서 살다가 태국을 거쳐서 엄마가 계시는 한국에 왔다. 2010년에 한국에 와서 아직은 한국 생활에 제대로 적응을 못해 상처가 있는 듯했다. 처음에는 낯가림이 심하고 타인에 대해 경계심이 많았다. 하지만 교사에 대한 예의가 바르고 특히 어머니를 생각하는 마음이 깊었다. 배움에 대한 욕심이 많았다. 조금 뒤늦게 수업에 합류했지만 모르는 것을 끝까지 해결하려하고 교사에게 끊임없는 질문을 하였다.

학생 EN2는 어렸을 적에 탈북 하다가 북한으로 송환된 적이 있었으나 돈을 벌려고 한국에 오기 위해서 탈북을 다시 한 번 시도했다고 한다. 중국으로 가서 2년 정도 살다가 제3국에 거쳐서 2010년에 한국에 들어왔다고 한다. 북한에 있는 가족들은 돈을 벌기 위해 중국에 간줄 알고 있다고 한다. 학생 EN2는 수업일정을 확인할 때마다 갑자기 개인적인 사유로 자주 수업을 취소했다. 수업에 지각도 자주하는 편이다. 책임감이 없는 편이고 권위적이고 자존심이 센 편이었다. 처음 수업을 시작할 때에는 모르는 부분을 끝까지 해결하려고 노력하였지만 시간이 지날수록 이해가 되지 않는 부분을 대충 이해하고 넘어가려고 하였다. 한편, 탈북하고 남한의 생활에 적응하면서 많은 사람들에게 도움을 받아 고맙다고 하였다. 북한에 불쌍한 사람들이 너무 많아서 안타깝다고 한다. 탈북을 하면서 붙잡혔을 때 북한사람들이 남한을 욕하는 모습이 실망스러웠다고 한다. 북한에서 세계적, 국내적으로 교류를 할 수 없게 막아놓은 것이 답답하다고 한다.

학생 EN4는 2007년에 한국에 들어와서 다른 탈북 학생들에 비해 남한 생활에 상당히 적응을 하고 있었다. 북한 사람들이라고는 생각할 수 없을 만큼 평범한 생활을 하고 있었다.

EN4는 언어적인 면에서도 북한말을 거의 쓰지 않았고 억양 면에서 남한 사람들과 조금 다르다는 것을 느낄 수 있었다. 수업에 대한 참여도가 높고 교사에 대한 신뢰가 강했다. 교사가 하는 질문에 대답하려고 노력하고 수업 내용을 이해하기 위해 많은 노력을 하였다. 수업

이 늦게 끝나도 집에 가서 꼬박꼬박 복습을 하여 다음 수업에 왔을 때 모르는 것을 꼭 질문하였다. 또한 수업을 하는 교사에게 항상 감사해하는 마음을 잊지 않았다. 수업을 받을 수 있다는 사실에 크게 고마워하고 열심히 하려는 모습이 보였다.

나. 저소득층 학생들

저소득층 학생들은 경기도 **시 복지센터의 담당자와 연결이 되어 수업에 참여하게 되었다. 학생들은 같은 학교에 다니고 있었는데 거주지도 다른 층에 살고 있지만 한 빌라에서 살며 센터에서 지원해주는 활동을 다 함께 참가하는 편이었고 서로의 가족들을 알고 있는 상태였다.

학생 LI1은 어머니와 함께 살고 있었으며 전반적으로 수학에 대한 자신감이 없다. 기본적인 수학적 지식이 부족하여 그래프를 그리는 활동을 할 때에 어려움을 보였다.

활동을 하다가 잘못한 부분이 생기면 처음부터 다시하려고 한다. 또한 언어적 표현에 능숙하지 못하다. 대답을 하다가도 선생님이 다시 한 번 물어보면 아니라며 얼버무렸다. 하지만 꼼꼼하고 성실한 성격이라 과제나 활동을 섬세하게 해결하는 모습도 보였다. 그래서 다른 저소득층 학생들에 비해 활동하는 시간이 오래 걸린다. 하지만 매일 복습을 하면서 모르는 것을 꼭 해결하는 모습을 보였다. 사전 검사지를 풀었을 때, 또래 학생과 비교하여 하위권 수준이었는데 열심히 노력하였는지 사후검사에서 향상된 모습을 보였다.

학생 LI2 역시 어머니와 함께 살고 있었으며 참여한 다른 저소득층 학생들과 친해 보이지 않았고 거리를 두는 것 같았다. 그래서 항상 혼자 있으려고 하였고 자신의 친구들하고만 전화를 하기도 하고 문자메시지를 주고받았다. 아침에는 잠을 많이 자서 자주 지각을 한다. 하지만 수업에 참가하여 모르는 부분을 끝까지 해결하려고 하는 자세를 보였다. 특히 함수를 재미있어하고 그래프를 그리는 활동을 좋아하였다. 다른 저소득층 학생들에 비해 학교에서 배운 것들을 잘 기억하고 이것들을 적용하여 빠르고 쉽게 문제를 푸다. 이해력도 좋아서 지속적으로 적합한 교육을 받는다면 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이다. 하지만 집에서 스스로 공부하는 시간이 적어 완벽하게 수업 내용을 습득한 것은 아니어서 이해는 빠르나 사후검사에서 좋은 결과를 얻지 못하였다.

학생 LI3 역시 어머니와 함께 살고 있었다. 이미 수학에 대한 흥미를 많이 잃어서 수학의 필요성을 느끼지 못하는 것 같았다. 숙제를 주면 해오긴 하지만 정확하게 해결해오지 않아서 수업이 끝난 후에 숙제를 다시 하는 경우도 있었다. 다른 저소득층 학생들에 비하여 기본적인 수학 지식이 매우 부족하였다. 특히 여러 가지 유리수의 계산을 정확히 하지 못하여 계산 부분을 따로 다루어주었다. 끈기가 없어서 쉽게 질리고 꾸준히 한 가지 활동을 하지 못하였고, 자신감이 없어서 참여도가 매우 낮다. 수업시간에 쉽게 엎드려있고 지겨워한다. 하지만 컴퓨터를 이용한 수업을 할 때 흥미도가 높았다. 교사가 시각적 효과를 보여주기 위해 컴퓨터를 이용하여 그래프를 그리는 것을 보고 자신도 하고 싶다고 하여 직접 그래프도 그려보았다.

2. 연구절차

2011년 1월부터 3월까지 매주 2회씩(1회 2~3시간 정도) 수업을 하여 그들의 학습부진 상황을 비교하고 그들의 학습능력이 향상되는 과정을 지켜보고자 하였다. 연구의 전 과정은 비디오로 녹화되어 그 주내에 전사되었다. 탈북학생 일정(표 III-3 참고)과 저소득층 학생 일정에는 탈북학생

<표 III-3> 연구 일정표

차시	참여날짜	수업내용	교수자
1차시	1월 6일	사전설문과 사전검사 소인수 분해	P
2차시	1월 13일	삼각형의 성질	Y
3차시	1월 14일	최대공약수와 최소공배수	P
4차시	1월 20일	삼각형의 성질	Y
5차시	1월 21일	삼각형의 성질	Y
6차시	1월 29일	기본적인 작도	J
7차시	1월 30일	순서쌍과 좌표	P
8차시	2월 10일	외심	J
9차시	2월 11일	삼각형의 결정조건	J
10차시	2월 17일	일차함수 1	P
11차시	2월 18일	일차함수 2	P
12차시	2월 19일	집합	Y
13차시	2월 24일	집합	Y
14차시	2월 25일	문자와식	P
15차시	3월 20일	총정리	P

대부분이 평일 아르바이트를 하였기로 방학 중 주로 주말에 이루어졌고 저소득층 학생들은 주초 월, 화요일을 중심으로 연구가 진행되었다. 이 두 집단에게 같은 학습자료가 제공되었으나 집단의 특성에 따라 수준의 정도에는 차별화가 이루어졌다. 특히 탈북학생들은 수학학습에 대한 경험이 부족하였기로 수준을 저소득층 학생들보다 더 낮게 조정하여 연구가 진행되었다.

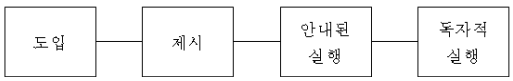
3. 연구도구

가. 연구지도안 구성

직접교수법은 행동주의 심리학(Behavioral theory)을 바탕으로 개발된 것으로 기본적인 기능을 획득, 학습하는 것을 교육의 목표로 삼을 경우에 효과적인 방법이다(윤기옥 외, 2009).

또한, Adams와 Carnine(2003)은 직접 교수법이 학습과정에서 실패를 많이 경험하는 아동들이나 학습에 실패할 위험성이 높은 아동들, 또는 학습장애와 같은 낮은 수행능력을 지닌 아동들에게 성공적인 학습 성취 경험을 줄 수 있는 효과적인 교수 프로그램이라고 언급하였다.

직접 교수 모형을 사용하는 교수실제는 <그림 III-1>처럼 네 단계로 나타낼 수 있으며 직접교수법을 사용함으로 우리는 학생들의 발달영역 안에서 수업을 수행하도록 지시할 수 있다(Paul, & Donald, 2001).



[그림 III-1] 직접교수모형

따라서 본 연구를 위한 지도안은 학생들의 수학의 기초개념의 형성을 위해 직접교수법 모형에 따라 총 15차시[3]가 구성되었다. 본 연구에 참여하는 두 집단 모두 학습부진아들로 수학에 흥미가 없고 특히 탈북학생들은 언어적 장애를 느끼기 때문에 가능한 시각적 자료를 활용하여 학생들이 직접 눈으로 또는 조작활동으로 수학적 성질을 확인하면서 개념을 형성하도록 도왔다.

나. 사전조사

소수의 연구대상으로 정성연구방법의 관찰과 임상면담을 통한 자료수집에 들어가기 전 각 학생의 학습배경을 파악하기 위해 사전 조사가 실시되었다.

수학에 대한 학습수준을 위해 본 연구의 제2차년도에서 사용되었던 동일한 검사지를 사용

3) 공간상 제약으로 저자에게 요청하여 참고가능

<표 III-4> 사전검사지의 영역별 난이도 구성

난이도	수와연산	문자와식	기하	함수	합계
상	2	1	0	2	5
중	1	2	3	2	8
하	3	3	3	2	11
합계	6	6	6	6	24

하였다. 이 검사지는 중학교 1학년 수준의 기초학력에 대한 것으로 국가수준 학업성취도 평가에 출제된 문항들에서 수와 연산, 문자와 식, 기하, 함수 영역에서 각 6문항씩 총 24문항으로 수학 영역별 구성은 다음 <표 III-4>와 같다.

사전 검사지에 의한 결과를 분석해 보면 탈북 학생들의 경우, 충분한 시간을 제공했지만 1~2문제정도 해결하였는데, 그것은 수와 연산에서 정수의 여러 가지 계산에 관련된 문제였다.

정수의 계산은 어느 정도 할 수 있지만 여러 가지 유리수의 계산에서는 어려움이 많았다. 모든 탈북 학생들은 함수를 한 번도 접하지 못했다고 하였고, 기하 부분에서는 학생 간에 차이가 있었는데, 한 학생은 다각형조차도 모르는 수준이었다.

저소득층 학생들의 경우, 탈북 학생들에 비해 많은 문제를 해결하였으나 일반 또래 친구들에 비하면 중하위권 수준이었다. 학교에서 배운 적이 있다고 하나 정확히 기억하지 못하여 문제를 잘못 풀었다. 문제와 관련된 계산을 시도하지만 실수가 많고 마무리를 잘못하였다. 문제를 해결할 때, 일일이 해보는 경우가 많아 시간이 많이 걸렸고 시험을 본다는 생각에 귀찮아하면서도 긴장된 모습이었다.

4. 연구 분석

이 연구에서 수집된 자료는 학습지도안, 학습자료, 학생들의 기록과 교사의 관찰기록 그리고 비디오 전사 자료 등을 포함한다. 수집된 문자화된 자료처리는 코딩체계의 범주화 및 재범주화를 거쳐서 분석하였다. 제 1단계에서는 교과교육체계에 기초하여 광범위한 뼈대를 구성하고, 학습과 관련하여 하위요소의 범주화하였다. 제 2단계에서는 교육소외 계층 학생들의 특성상 개념을 획득하는 과정에서도 어려움을 겪고 있어 학습 상황에서 기초 개념에 대한 학습이 주를 이루고 문제 해결 과정까지는 이어지지 못하고 있었기 때문에 학습 상황에서 일어나는 개념 획득 과정에서의 오류에 초점을 두고 학습부진아에 대한 학습특성과 관련되어 코딩 체계가 더 단순화해야할 필요가 제기되었다. 따라서 코딩체계는 학생들의 수업 장면에서 나타난 각 영역에서의 오류 유형은 Hadar와 Zaslavsky(1987)가 제시한 오류 유형에서 (1) 잘못 이용된 자료, (2) 잘못 해석된 언어, (3) 곡해된 정리나 정의, (4) 기술적 오류 등 4가지 유형을 Clements(1980)와 Newmann(1981)의 문제해결과정에서 발생할 수 있는 오류의 유형 중에서 (5) 기록 오류, (6) 부주의 등 2가지 오류 유형 중심으로 구성하였고, 탈북학생들의 학습특성을 조사한 고상숙(2012)을 참고하여 (7) 한자어 해석 오류 한 가지를 추가하여 제2차 코딩체계를 완성하였다. 제 2차 코딩 체계는 <표 III-5>와 같다.

<표 III-5> 제 2차 코딩 체계

배경	EN : 탈북	LI : 저소득
오류	외형적 오류	내형적 오류
	R11: 기술적 오류	R21 : 곡해된 정리나 정의
	R12: 기록 오류	R22 : 잘못 해석된 언어
	R13: 잘못 이용된 자료	R23 : 한자어 해석오류
	R33: 부주의	
	X : 기타	

Ⅳ. 연구결과

1. 학생들의 오류유형

가. 탈북학생

탈북 학생들은 집합 단원의 용어가 어려워서 이해하기 힘들어했고, 원소나열법, 조건제시법에서 나열하다, 제시하다의 뜻을 분명히 알지 못했다. 교과서에서 제시한대로 한 집합을 원소나열법과 조건제시법으로 표현하는 것 자체를 어려워했다. 집합을 처음 접해보는 학생들이어서 잘못 해석된 언어 유형의 오류를 범하는 경우가 많았다. 수와 연산 단원에서는 약수, 소인수, 합성수 등의 개념을 잊어버려서 실수하기도 하였다. 짝수와 홀수를 정확하게 구별하지 못해서 문제를 틀리기도 했다.

탈북학생의 경우 우리나라와 북한에서 사용하는 수학적 용어가 다르기 때문에 수학적 개념 형성에서 어려움을 겪고 있고, 이로 인해 수업을 받으면서 계속 개념형성을 도와주어야 하는 이중의 어려움이 있었다. 이들의 경우, 문제를 해결하기 위한 시도를 할 수 있는 문제가 많다는 것에 자신감을 얻은 것 같았다. 문제를 다 풀고 자신의 부족한 부분을 보충하기 위해서 오답을 확인하고 모르는 문제는 교사에게 질문을 하는 모습도 보였다. 연구를 통해 학습한 내용을 기억하고 문제에 적용하기 위해 많은 노력을 하였다. 하지만 적절하게 적용을 하지 못하여 답을 구하지 못하는 경우도 있었다. 또한 전반적인 영역에서 문제에 응용하는 능력이 부족했다. 내용은 기억하고 있지만 문제에 응용하여 해결하고 답을 산출하는데 어려움이 있었다.

1) 기술적 오류

EN20110106R11

교사: 어렵지 않아요? 약수 구하는 거.
학생1: 아까 다시 물어봤잖아요. 제일 처음에 모르겠더라고요.
교사: 이제 알겠어요?
학생1: 네 이제, 그냥.
교사: 다 했어요?
학생2: 이거 맞아요?
교사: 80의 약수를 ○○이가 풀어봤어요. 뭔가 빠진 것 같아요. 80을 소인수분해한 거가 이거죠? 그러면 여기다 쓴 거죠? 2를 네 번 곱한 거니까 16이죠?
학생2: 아~ 네네.
교사: 16의 약수?
학생2: 1,2,4,8,16.
교사: 1,2,4,8,16을 5하고 하나씩 곱해야 하는데, 뭔가 하나 빠진 것 같아요.
학생2: 16이 빠졌어요.
~중략~[교사와 학생은 약수 구하는 방법을 계속 이어나간다.]
학생2: 네, 맞았어요.
교사: 다 나왔어요? ○○이[학생2에게]는?
학생2: 네.
학생1: 그런데 제가 여기 하나 틀렸어요.
교사: 뭐 틀렸어요?
학생1: 3*4=12인데, 3자를 8로.
교사: 나머지는 다 맞았어요?
학생1: 네.
교사: 나머지는 80. 80은 ○○이가 풀었어요. 80을 소인수분해하면 2의 네제곱×5였어요. 그래서 2의 네제곱의 약수를 쓰면 1, 2, 4, 8, 16이 나왔고 5의 약수는 1, 5 나왔어요. 5랑 곱해야 하니까 5, 10, 20, 40, 80해서 이 안에 있는 것들이 다 약수였죠. 맞았어요?
학생2: 네.
교사: 잘했어요. 소인수분해는 끝났고요. 오늘 배운 내용을 다 한번 생각해 볼게요. 첫 번째 것, 자연수는 1, 소수, 합성수로 되어 있었죠. 소수는 뭐였어요?
학생2: 1과 자기 자신만 약수를 가진 수.
교사: 합성수는?
학생2: 1과 모든 수를 가진.
교사: 약수가 3개 이상. 소수는 약수가 2개인데, 합성수는 약수가 3개 이상이었죠.

위 대화내용은 약수를 구하는 방법을 묘사한 것이다. 많은 예제를 통해 약수를 구했었지만 학

생들은 여전히 계산상의 오류를 나타내고 있다.

2) 기록 오류

EN20110120R12

교사: 우리가 만든 종이에 수직 표시랑 이등분 표시 해봅시다.
[수직표시는 잘하는데 이등분 표시를 길이 표현할 때의 곡선으로 표시함.]
교사: 길이 같다는 표시 어떻게 하더라?
학생4: 삼각형으로 만드는..[칠판에 쓰려고 함.]
학생1,2,4: 아 기억난다! [표시한다.]
교사: 자 이제 직선 L위에 점 하나씩 그려봅시다. [L의 윗 부분에 점을 그린다.]
학생1: [교사가 틀린 것을 지적해주니까] 그건 L밑에 아니예요?
교사: L위에라는 말은 떠있게 위에가 아니라 책상 위에랑 같은 말이예요. 그리고 직선은 끝이 없이 쭉 뻗어 나가는 것이니까 어차피 그렇게 되겟죠? 자 이제 그 점에 P라는 이름을 붙여줍시다.
학생1: [한글로 “피” 라고 적는다.]
교사: 아니 영어로 P.
학생1: 그럼 영어라고 말을 해줘야죠..

기하 영역의 개념이 확실하지 않아 표기하는 것이 서툴고 영어문자, “p”를 한글로 “피”라고 쓰는 것은 우리 일반학생들에게선 찾아보기가 거의 어려운 모습이다. 교사는 이런 학생들의 생소함을 이해하고 인지적으로 깨달을 수 있게 자주 기회를 주어 안내해주는 자세가 필요하다.

3) 곡해된 정리나 정의

(1) 집합 영역

EN20110224R211

교사: 그럼 이게 아까 집합이었으니까 표시할 수 있겠네요. 뭐가 있죠? 3보다 작은 자연수 1, 2
학생1: 333
학생2: 작은 거니깐 안 되는 거 아니에요?
교사: ○○, 3 되요??
학생4: 3 되는데요.
학생2: 안되요??
교사: 3보다 작데
학생2: 아~ 3보다 작으면 3은 안되겠네. 3은 포함 안되네.
교사: 됐죠? 이렇게 쓰면 되요.
학생2: 아 3보다 작은

학생 1은 처음 수업을 시작할 때, 집합을 잘하냐고 물었더니 집합은 학교에서 한 번 배웠기 때문에 자신있게 잘한다고 했었다. 학생 4보다 이해를 잘하고 학생 2와 이해도가 비슷하였다. 집합의 표현방법을 할 때 어렵냐고 질문하니 어렵다고 했다. 하지만 문제를 풀어보니 못하지는 않았다. 수업이 끝나고 다음 수업 일정을 정하는데, 집합 부분은 이미 다 알고 있어서 다른 부분을 했으면 좋겠다고 했다. 학생 4는 언어도 굉장히 서툴고 글씨도 쓰기 힘들어 보였는데 초등학교 과정의 수학을 배우고 있다고 했다. 사칙연산은 할 수 있고 지금 분수를 배우고 있다고 하였다. 그래서 집합을 이해하기 힘들어하였다. 집합의 정의는 비교적 이해하는 듯 했으나 집합의 표현방법은 거의 이해를 못하는 것 같았다. 수줍음이 많아서 칠판에 나와서 문제를 풀라고 했더니 자기는 못하겠다고 했다.

(2) 기하 영역

탈북학생들의 경우 기하를 접해 본 경험이 많지 않았다. 그래서 초등학교 수준에서 다뤄지는 정다각형, 다각형에 대한 개념이 아예 없는 학생도 있었다. 다음의 예는 탈북학생들이 수직이등분선의 작도에 대해 기초 개념부터 다루면서 수업을 해야 하는 상황을 잘 보여주고 있다.

EN20110120R212

교사: 자, 선분의 수직이등분선을 작도해봅시다. 수직이등분이 뭐죠?
학생2: 아, 90도?
교사: ○○이는?

학생1: 90도, 알았어요.
교사: 다시 말해보세요.
학생1: 아.. 수직.
교사: 수직은 뭔데요? 위에서부터 아래로 직선이 잖아요.
학생4: 밑에서 아래로 내려가는 것이요.
교사: 밑으로 내려가는 건가요?
학생4: 직선..
교사: [칠판에 선분을 그리며] 음.. 선분 AB가 이렇게 있다면 밑으로 내려가는 거 이걸 L이라고 합시다. 이런 걸 의미하는 건가요? [수선을 그리며]
학생4: 네.
교사: 여기가 몇 도여야 해요?
학생4: 1
교사: 1?
학생1: 90도요
교사: 그렇지, 90도지요. 이 두 직선이 수직인 것이고 선생님이 질문한 것은 선분AB의 수직이등분을 질문한 것이죠
학생1: 같은 거죠. 길이가 같은 것..
교사: 어떤 것의 길이가 같은 것인가요?
학생4: L이요.
교사: 땡~ 선분 AB의 수직이등분이잖아요.
학생2: AB가 똑같이 나눠져야 해요.
교사: 그렇지요. AB의 수직이등분선이란 AB의 중점을 지나고 AB에 수직인 직선입니다. 그럼 삼등분을 무엇일까요? 또 사등분은요?

기하 영역에서 수직이등분선을 설명하기 위해 수직의 정의를 유도하고, 이어서 이등분의 개념을 설명하는데 학생들이 한자어의 이등분의 뜻을 잘 이해하지 못하니까 교사가 매우 어려움을 겪고 있는 것을 알 수 있었다. 학생2는 직각삼각형을 계속 직삼각형이라 하고 수직이등분선을 수직이등변선이라고 하는 등 우리와 다른 언어적 표현의 경우를 보여주었다. 또 사각형은 직사각형이 있기 때문에 삼각형도 직삼각형이라고 하였는데 처음 배우는 용어들이 낯설어 정보적으로 부족한 점이 보이는 경우로써 우리에겐 너무 당연하게 보이는 표현이지만 탈북학생들에겐 모든 것이 새로울 수밖에 없음을 보여주는 단면이다. 이런 경우는 기하의 전 영역에서 나타났다.

(3) 함수 영역

송순희와 오정현(1997)은 함수 영역에서 중학교 학생들은 필수적인 사실이나 개념의 부족한 숙련에서 나타나는 오류가 가장 많다고 하였다. 함수 영역은 탈북 학생들은 거의 접하지 못했던 영역이기에 용어 각각의 개념이 모두 엉켜있는 느낌이었다.

EN20110118R217_R23
교사: 함수에 대해서 배웠죠. 함수는 뭐라고 했어요?
학생2: 어떤 수가 변할 때, 아니 뭐야 x가 변할 때 y가 같이 변하고. 조건은 x가 하나면 y도 하나이다. [자기 노트를 보고 그대로 읽는다.]
교사: 그쵸. 잘하네. 정의역은 뭐였죠?
학생2: 정의역이요? x에 포함하는 수라고 했던가?
교사: x의 범위.
학생2: 아 x의 범위.
교사: 그 다음에 공역은
학생2: 공역은 x와 y의 합
교사: x의 y의 합? 공역은 y의 범위였죠.
학생2: y의 범위예요? 아 맞다. 합은 지수랬죠? 지수랬던가?
교사: 합? 합은 한 적 없는데… 그다음에 치역.
학생2: 치역, 그 x하고 y하고 한 수잖아요?
교사: x자리에 어떤 값을 넣었을 때 나오는 y의 값들.
학생2: 아 그렇죠.
교사: 그걸 함숫값이라고 하기로 했죠. 기억나요?
학생2: 네, 네.
교사: 함숫값들의 집합이 치역이었어요. 기억나세요?
학생2: 네.

정의역, 공역, 치역의 정의를 거의 혼동해서 알고 있었고, 심지어는 전혀 관계없는 대답을 하기도 하였다.

4) 잘못 해석된 언어

EN20110120R22

학생4: [교구를 보고] 우와 이런 거로 보니까 훨씬 이해가 잘돼요.
학생1: 지금 이게 바른 삼각형이죠?
교사: 이등변 삼각형이라고 해요.
학생1: 아! 이등변!
교사: 선분 AB를 선분BC의 뭐라고 하죠?
학생1: 중점! 중심점?
교사: 음..이건 점이 아닌데 선이잖아
학생1: 수직!
교사: 수직?
학생1: 이등…분…선
교사: 그래~ 우리 지난 시간에 배운 거지
학생1: 저는 국어를 잘못하는데다가 북한말도 잘 못해서..
교사: 그럼 중국말이 더 익숙해요?
학생1: 응 중국에서 10년 살다보니까 ..한국말을 글로 못쓰겠어요. 그래서 수업 후 느낀 점을 못 쓰겠어요.

수학 용어가 익숙하지 않은데다 한국말이 서툴러서 듣기와 쓰기에 어려움을 나타내고 있는 것을 알 수 있다. 그래서인지 학생들은 매 시간 수업후기를 쓰는 것마저도 너무 힘들다고 하였다.

5) 한자어 해석 오류

앞서 오류유형, 곡해된 정리나 정의의 함수영역에서 학생들이 갖는 오류는 모두 한자의미를 지닌 우리말의 뜻을 잘 이해하지 못해 나타난 현상이다.

탈북학생들도 예외는 아니어서 함수의 정의, 정의역, 공역, 치역을 구별하지 못하고 있었다(북한 말로 정의역이 뜻구역, 치역이 값구역). 이는 한자의 뜻을 지니면서 일상생활에서 사용하는 용어들이 아니기 때문에 이런 집합에 관련된 용어들은 일반학생들도 어려워하는 부분으로 2009개정 교육과정에서는 이들 집합론적 접근을 고등학교 과정에서 다루게 되어있다. 따라서 이 수준의 학생들에게는 함수의 개념을 한 양이 변함에 따라 다른 하나의 양도 변한다는 직관적 수준에서 다루어야 한다.

6) 부주의

EN20110106R33

교사: 72 나누기 2 해봐요.
학생1: 아~ 2*6=12, 왜 4로 생각했지? 뭔가 이상했는데. 뭐가 잘못됐지? 이랬는데
학생2: 다.
교사: 다 하셨어요? 어디까지 했어요? 80까지?
학생2: 네.
교사: 오~ 그러면 OO씨 나와서 80 한번 해보세요.[칠판에 문제 풀고 있음.]
학생2: 나누는 게 다 약수인거예요?
교사: 그렇죠. 이것들이 다 약수죠. 하나 빼먹었는데요?
학생2: 예? 아, 20.
교사: 잘하셨어요.

구성주의 관점에서는 오류는 인식의 과정에서 자연스럽게 형성된 오개념에 의해 나타난다. 이렇게 형성된 오개념은 학습자의 의지로 수정을 가하지 않는 한 쉽게 바뀌지 않는 특징을 가지고 있다고 할 수 있다. 따라서 최선의 방법은 오개념이 생기지 않도록 교사가 미리 명확하게 파악하여 예방하는 것이겠지만 한편 이런 오류를 보이는 학생을 찾아 수정의 기회를 제공하는 것도 학교 밖에서 도움을 얻기 어려운 소외 학생들에겐 매우 중요한 학습의 기회가 되는 셈이다. 교사가 학생들의 오류를 명확하게 파악하기 위해서는 일대일로 접촉하는 것이 가장 좋은 방법이다. 그런 면에서 본 연구에서는 탈북 학생들과 면대면 수업을 하면서 오류를 발견해 수정해 주는 과정이 학생들에게 가장 좋은 방법이었던 것으로 보인다.

나. 저소득층 학생

저소득층 학생들의 연산 기본개념을 어느 정

도 갖추고 있어서 분수를 소수로 바꾸는 과정을 수월하게 진행을 시작하지만 이 부분에서도 학생들은 계산에서 틀리는 경우가 많아 어려움을 겪고 있었다.

저소득층 학생들은 탈북 학생들보다 집합의 개념을 좀 더 알고 있는 것은 사실이다. 수학 교과서 첫 부분이어서 그런지 함수, 도형, 문자와 식 단원보다 기본개념을 가지고 있었고 학생 개개인의 자신감을 엿볼 수 있었다. 하지만 차집합, 여집합의 개념에 대해 부연적인 설명이 더 필요했다.

저소득층 학생들은 또래 친구들과 비교하면 하위권 수준이지만 수업의 많은 내용을 기억하고 있었다. 연구에서 학습한 내용을 검사지의 문제에도 적용을 잘하였다. 난이도가 높은 문제는 해결하지 못하였지만 탈북학생들보다 비교적 수월하게 문제를 풀었다. 연구가 끝날 무렵에는 기본적인 개념을 잘 이해하고 있었다. 수업 시간에 뒤처지던 학생도 대부분의 문제를 해결하였다. 하지만 기하영역의 문제는 정확히 해결하지 못하였다. 작도하는 과정을 주로 다루었기 때문에 학생들이 작도를 활용하여 문제를 해결하는 능력이 부족한 것 같았다.

1) 기술적 오류

LI20110112R11

교사: 이렇게 유한소수들을 분수로 표현해 볼 거야. 0.3 분수로 하면 뭐지?

학생1: 3분의10. [나와서 품, 지은이가 100을 소인수분해하려고함]

교사: 지은아. 너는 1000을 하는거야. [승연이가 100 소인수분해를 잘못함]

교사: 앞에 나와서 ○○이는 5/9, ○○이는 1/15 해봐. [앞에 나와서 문제를 푼다.]
잘했어. 직접 나눴더니 5/9는 5가 계속 나와서 0.5, 5에 점 이렇게 나타냈지. 1/15은 나눴더니 0.0666...이 나왔지. 그래서 ○○이가 0.06 쓰고 6 위에다가 점 찍었지. 순환마디가 뭐지?

학생1: 아, 6

교사: 그렇지. 0.066 두 번 쓰면 안되고 0.06의 6 위에 점 찍으면 되겠지. 고치세요~ 4번. 7/22는 어떻게 나왔지?

학생2: 0.3181818...

교사: 그렇지. 순환마디 표시해볼까?

학생1: 그렇게 안나오는데.

교사: 안 나왔어?

학생1: 아니. 나누기를 잘못했어요.

수와 연산 영역에서는 분수의 개념, 소인수분해의 개념, 솟수로 표현하는 것 등 매우 기초적인 개념에서도 오류를 보이는 것을 알 수 있다.

2) 잘못 이용된 자료

LI20110125R13

교사: 어. 자로 한번 확인해보자. 휘어졌는지, 안휘어졌는지. 휘어져보여요?

학생1: 그런 것 같아요.

교사: 뭐가 그런 것 같애? 선생님이 한 질문이 뭐였지?

학생1: 음.. 휘어졌나 안휘어졌나.

교사: 어… 휘어졌나 안휘어졌나 잖아? 자가 똑바로 되어있으니깐 자를 대고 휘어졌는지 안휘어졌는지 알 수가 있지. 어떠니. 말로 설명해보자.

학생1: 안휘어졌어요.

교사: 안휘어져있지 ? 어. 원위의 이렇게 직선을 그려놓으니깐 우리가 보기에는 이렇게 휘어져있는 것처럼 보이잖아. 그치? 어, 오른쪽은? 길이 똑같은지 다른지 알려면 어떻게 해줘야 되지?

학생2: cm를 재요!

교사: 어. 오른쪽도 cm를 재보자.

학생2: 같아요.

위 내용은 원 주위에 직선이 휘어져 보이는 착시현상을 설명하고자 묻는 교사질문에 학생들은 자로 길이를 재려고 하는 상황이다. 착시현상에 대해 생각해보고 길이가 다를지 같을지를

먼저 예측하고 탐구해보는 자세보다 길이만을 구하려고 하는 모습이다. 이 때 자가 없다면 학생들은 어떻게 답하게 될지 예측해볼 수 있다.

3) 곡해된 정리나 정의

(1) 집합 영역

LI20110214R211

교사: 합집합은 집합과의 관계잖아. 어떻게 하면 좋을까? 집합기호는 뭐였지?

학생1, 2: ∪ [손가락으로 그려본다.]

교사: 그렇지, ∪. 또 뭐가 있었지?

학생1: 앤드.[∪ 반대]

학생2: 앤드는 교집합이었잖아.

교사: 그렇지 앤드는 교집합이었지. 교집합은 ∩ 캡.

저소득층 학생들의 경우 집합은 쉽게 접근을 하고 있으나 기호의 사용이 미숙하고 개념이 확실하지 않아 정의를 혼돈하는 경우가 많은 것으로 나타났다.

(2) 기하 영역

LI20110125R212

교사: 선분 AB가 있다. 수직이등분선이란 무엇일까?

학생2: 직각이 되는 선.

교사: 직각이 되는선? 어디에 직각이 되는 선?

학생2: 직선에.

교사: 어. 근데 수직이등분선이잖아! 수직만 설명했지. 선분AB에 수직이 되는 선분인데 이등분이 되는 선분이잖아. 뭘 이등분해야 하지?

학생1, 3: AB

교사: 그렇지! AB를 이등분하는 거지. 수직이등분선의 정의는 뭐냐면 AB를 수직으로 만나고 AB를 이등분하지! 2가지의 의미가 들어있는 거지.. 그치? 그러면 AB를 반으로 잘라야 돼. 그러면 선분 AB의 어디를 지나야 하니?

학생3: 중점

교사: 그렇지. AB의 중점을 지나면서 AB의 어떤 직선?

학생1, 3: 수직!

교사: 수직인 직선. 이게 AB의 수직 이등분선이 되는 거라는 거지? 여기가 직각이 되는거지. 맞아? 여기랑 여기랑 같은 거지. AB의 수선이지.

기하 부분에서는 저소득층 학생들이 탈북 학생에 비해 기하에 대한 부분적인 개념은 갖고 있었으나 확실하지 않아 설명이 불분명하였다. 수직에 대한 개념과 이등분에 대한 개념도 그림을 통해 표현할 수는 있었으나 비슷한 용어가 나오면 구별하여 정확하게 설명을 하지 못하였다.

4) 잘못 해석된 언어

LI20110118R22

교사: 그리고 이것을 함수라고 하는 거야. 일반적으로 이렇게 나타내거든. f(x)라고 함수를 영어로 하면,

학생1, 3: [웃음]

교사: 응? 왜 그러는데?

학생1, 3: 아이돌 가수요!

교사: 아 가수~ 함수는 영어로 function이야 그래서 f를 따서 f(x) 이렇게 하기로 했어. 가수 f(x)을 들을 때 이제 수학에서의 함수를 떠올려 보길 바래.

수학적 용어로 받아들이기에는 어려운 것들이 매스컴에서 접한 아이돌 가수의 이름으로는 들은 바가 있어 어려운 용어를 쉽게 접할 수 있도록 교재 구성을 하는 것이 필요하다는 것을 알 수 있는 부분이다. 잘못 해석된 언어라기보다는 아직 함수에 대한 개념으로 설명하기 앞서 어린 학생들에게 선호대상인 연예인에 대한 것이 먼저 튀어나온 경우라 할 수 있다. 함수에 대한 개념은 이 연예인들의 구성원 이름과 구성원 수에 따라 다시 다룰 필요가 있었다.

5) 한자어 해석 오류

LI20110118R23

교사: 이렇게 x에 따른 y, y값이 정의되는 이것을 공역이라고 하지. 그럼 여기에선 어떻게 될까? y값이 어떤 범위에 들 수 있을까? 치역과 비교해보자.

학생1, 2, 3: x 곱하기 90

교사: x 곱하기 90? x값이 양수라 했고 여기에 90을 곱한 값이 y값이니까 치역은 뭐가 될 거 같아?

학생1: 음수

교사: 음수? ○○이는? 치역이 뭐가 될 거 같아? 모르겠어? ○○이는?

학생3: 모르겠어요.

교사: 모르겠어? 치역은 공역이랑 헷갈릴 수 있는데 f(x)의 값들의 모임이야.
x값이 양수라고 했고, 여기에 90을 곱한 값들의 모임이니까 음수도 될 수 있을까?

학생1, 2, 3: 아니요!

교사: 자~ 그러면 다른 예제를 풀어보자. 만약에 함수 f(x)가 2x라고 했어[칠판에 적음] 정의역이 1, 2, 3이라고 했고, 공역이 1, 2, 3, 4, 5, 6이라 했어. 치역은 x를 집어넣었을 때 나오는 y값들의 집합이야. 그럼 치역이 뭐가 될 수 있는지 말해볼래?

학생1, 2, 3: 1, 2, 4, 6

교사: 응 ○○는?

학생1: 모르겠어요.

교사: 모르겠어?

학생2: 2, 4, 6, 8

교사: 2, 4, 6, 8

학생1, 2, 3: 10

교사: 10

학생1, 2, 3: 12

교사: 10, 12? 그리고 또 있어?

저소득층 학생들의 경우에도 함수 값인 2, 4, 6만을 언급해야하는데 아직 치역을 구하지 못하고 있다. 학생들은 아마도 공역을 정의역으로 생각하고 답하는 것으로 보인다. 함수 부분에 나오는 한자어는 실생활에서 자주 사용하는 용어도 아닌데 여기에 함수개념을 적용해야하니 어려워하는 것으로 보인다. 탈북학생들뿐만 아니라 저소득층의 학생들도 어려운 부분임을 알 수 있으므로 용어를 학생들이 받아들이기 쉽도록 교재 구성을 해야 할 필요성을 느끼게 하는 부분이다. 이것은 2009개정 교육과정에선 중학교 함수용어가 고등학교로 옮겨간 이유이기도 하다.

6) 부주의

연습 부족으로 계산이 계속 틀리는 것을 알 수 있다. 학습 부진아들의 특징인 집중력 부족이 자주 나타나고 있어 교재 구성의 방향이 쉽고 반복학습이 가능하도록 되어야 한다는 것을 알 수 있다.

LI20110112R33

교사: 그다음에 3/8. 이거 어떻게 했어 ○○아? 직접 나눴어?

학생1: 아니요.

교사: 그러면?

학생1: 8에다가 125 곱해서

교사: 8에다가 125 곱해서 했어? 그럼 나와서 한번 해봐. 과정이 없어.

학생1: [375/1000을 씀]

교사: 음 그래. 잘했어, 잘했어. 3 나누기 8 그냥 이렇게 해도 0.

학생2: 375

교사: 3, 60, 7, 56, 40, 5 이렇게 0.375나와. 근데 이렇게 ○○가 한 방법처럼 3/8을 8에다 125를 곱하고 3에다가도 125를 곱하는 거지. 그러면 375/1000이 나오기 때문에 0.375 이렇게 할 수 있었지? 그래서 이거 유한소수였지? 잘했어.
그다음에 2/25. 0.08. ○○는 이거 어떻게 했어?

학생2: 어? 0.04인데. 잘못 썼네.

교사: 이거 4라고?

학생2: 아닌데, 8인데?

교사: 뭐야.. 다시 나와서 정확하게 한번 다시 해봐.

학생2: [제자리에서 문제를 다시 푼다.] 0.08

교사: 0.08? 2 나누기 25를 직접한거지? 그래. 맞았어. 이렇게 해도 0.08 나오지. 그런데 2/25에다 뭐를 곱하지?

학생2: 4

교사: 그치. 25에다가도 4를 곱하고 2에다가도 4를 곱하면 8/100이 나와서 0.08 이렇게 나오겠지? 그래서 2/25는 0.08이기 때문에 유한소수였지.

Ⅴ. 논의 및 결론

1. 논의

가. 두 집단 학생의 오류특성

1) 유사점

탈북학생, 저소득층 학생 모두 한자어로 된 용어 이해에 어려움을 보여 용어가 나올 때마다 쉽게 해결하지 못하는 공통점을 보였다. 정의와 정리에 대한 이해의 정도가 낮아 정의와 정리를 사용해야 할 곳에서 적절히 사용하지 못하는 것도 유사하였다. 게다가 확실하지 않은 지식으로 인하여 자료의 이용도 제대로 하지 못하였고, 집중력이 떨어져 부주의로 인한 오류도 자주 나타나는 것으로 보였다. 이 두 그룹의 오류의 유사점은 아래 표와 같이 정리할 수 있다.

유형	오류내용
기술적 오류	· 간단한 계산상의 오류를 공통적으로 범함.
곡해된 정리나 정의	· 오류의 원인은 다르나 용어를 정확히 모르고 사용. · 기하에 사용되는 용어의 정의를 정확히 모름.
잘못 해석된 언어	· 의사소통 능력이 떨어져 언어 사용에서도 미숙함을 보임.
한자어 해석 오류	· 한자어로 된 용어의 이해에 어려움을 나타냄.
부주의	· 집중력이 떨어져 사소한 것들을 간과함

2) 차이점

탈북학생들은 북한과 남한에서 사용하는 용어가 다르기 때문에 발생하는 오류, 한자어 해석 오류, 잘못 해석된 언어 등 오류의 특징이 생소함에서 오는 오류가 많은 반면, 저소득층 학생들은 알고는 있으나 연습 부족으로 인한 부주의가 많은 특징을 보였다. 이 두 그룹의 오류의 차이점은 아래 표와 같이 정리할 수 있다.

유형	탈북 학생	저소득층
기술적 오류	· 소인수분해	· 분수의 계산
기록오류	· 기하 영역에서의 점, 선 등의 표기	
잘못이용된 자료		· 다각형에서 길이비교
곡해된 정리나 정의	· 소수, 합성수의 정의 · 수직의 개념 · 수직이등분선의 정의 · 직각삼각형의 정의	· 수직이등분선의 정의
잘못 해석된 언어	· 한국어와 중국어가 혼동	· f(x)의 개념을 아이돌 가수의 이름으로 인식
한자어 해석 오류	· 함수, 정의역, 공역, 치역 등 함수 용어 습득	· 함수, 정의역, 공역, 치역의 개념 적용
부주의	· 약수를 구하는 데 빠뜨리는 경우	· 간단한 계산을 해놓고도 잘못 쓰는 경우

특히 ‘잘못 이용된 자료’는 탈북학생들에게 나타나자 않았지만 저소득층 학생에게 나타났고, 기록오류에는 이와 반대현상이 나타났다. 그 원인으로는 오류 중 가장 난이도가 낮은 것은 기록오류로써 우리말로 의사소통에 어려움이 없는 일반학생들에게는 나타나지 않았다. 잘못 이용된 자료에서의 원인은 다르게 해석된다. 저소득층 학생들이 수학문제를 해결하는 자세로써 사려깊게 예측해보고 답을 찾아보려는 자세가 부족한 모습을 보였다. 하지만 탈북학생은 나름대로 시도하지도 않고 교사의 안내대로 하였기 때문에

별 반응이 없었다.

나. 교재개발의 방향

탈북 학생들과 저소득층 학생들의 오류 유형은 주로 곡해된 정리나 정의, 기술적 오류였다. 그러나 이들 간의 차이점으로는 탈북학생들은 접해보지 않아서 범하는 오류가 많은 반면 저소득층 학생들은 접해 보기는 하였으나 확실하지 않은 지식이거나 반복적인 학습이 되지 않아 범하는 오류가 많았다. 따라서 탈북 학생들과 저소득층 학생들의 교재는 기초학습을 할 수 있도록 구성하되 탈북 학생들은 기본 개념의 정의 및 정리 중심으로 하고, 저소득층 학생들의 교재는 기본적인 개념의 반복 및 연습문제 중심으로 구성해야 할 것으로 보인다. 탈북학생과 저소득층 학생 각각에 대하여 교재 개발의 방향을 내용의 선정 및 조직, 교수·학습 방법 면에서 살펴보고자 한다.

1) 탈북 학생

(1) 내용 선정 및 조직

탈북 학생들은 수학적 기호의 사용이 서툴고, 간단하고 난이도가 낮은 활동에도 시간이 많이 걸리며, 문제를 이해하는 데 어려움을 많이 느끼기 때문에, 내용 선정 면에 있어서도 수학 용어, 기호의 사용, 표, 그래프의 이해 등 기본적 내용에 중점을 두어 선정을 하고, 수학적 내용을 말과 글로 설명하거나 시각적으로 표현하여 다른 사람과 효율적으로 의사소통을 할 수 있는 활동을 포함하는 것이 필요하다. 활동적 자료를 제시할 때도 저소득층의 경우와 다르게, 활동 하나를 단계별로 세분화하고, 활동마다 관련된 수학적 개념과 수학적 기호를 포함시켜 가장 기본적인 개념부터 확인할 수 있는 교재를 개발해야 할 것으로 보인다.

(2) 교수·학습 방법

탈북 학생들의 경우 수학적 기호 사용이 서툴기 때문에 수학적 의사소통능력 향상을 위해 상징적 표현을 할 수 있는 학습활동이 많이 필요한 것으로 나타났다. 수학적 활동을 할 때에도 학생이 문제를 해결하는 과정을 충분히 말과 글로 표현하고 교사가 피드백을 해주는 과정이 들어가도록 교재를 구성해야 학생들의 개념 구성이 어느 부분에서 문제가 있는지 교사가 파악하며 수업을 진행해야 학습효과 높아질 것으로 보인다.

문제해결 능력 향상을 위해서는 문제 해결 과정이 단계별로 제시되어 있는 구조적 학습자료가 필요할 것으로 보인다. 탈북학생들은 기본 개념 형성이 되어 있지 않은 영역이 많아 문제해결 과정만 제시하는 것이 아니라 그 이유까지 설명된 자료를 제시해야 할 것으로 보인다. 또한 용어의 설명을 그들의 삶과 관련지어 설명하고 한국어 능력이 함께 습득될 수 있는 방법이 필요하다. 나아가 북한 교육과정과 북한 용어들을 한국어와 비교하고 교환해보는 과정이 학생들이 기초학력을 키우는 단계까지는 필요할 것으로 보여 교사의 배려로 안내된 설명이 중요하다.

2) 저소득층 학생

(1) 내용 선정 및 조직

저소득층 학생들은 학교에서 수학을 배울 때, 활동이 적고 선생님의 관심 안에서 수업을 받지 못해서 학습에 대한 흥미를 거의 잃은 상태이고, 수업을 열심히 듣지 않아서 기억하는 부분도 많지 않았다. 여러 해 동안 낮은 성취도로 인해 자신감이 많이 상실되어 있는 상태이기 때문에, 수학적 흥미와 자신감을 회복시키기 위해, 실생활과 관련된 것들을 학습 소재로 적절히 활용하고 수학에 대한 이해에 도움을 줄 수 있는 수학의 다양한 사례를 보여주는 활동적, 시각적 학습자

료를 제시하여 수학적 흥미를 높이고, 수학적 기호를 정확히 사용하여 풀이하는 연습을 할 수 있는 난이도가 낮은 서술형 문항이 많이 들어 있는 교재가 적합할 것으로 보인다.

(2) 교수·학습 방법

저소득층 학생들도 전체적으로 실수가 많고 개념형성이 선수학습과 연결이 되어 있지 않거나 오개념으로 정착되어 있는 부분이 많아 기초부터 확인할 수 있는 체계적인 학습자료의 제시가 필요하다. 오류를 나타내는 것에 직접적 교수법으로 재방문할 수 있는 기회를 제공하고 손으로 다룰 수 있는 도구 등을 사용해서 직관적이며 비형식적인 사고를 바탕으로 연역적 사고로 나아갈 수 있는 징검다리 교수적 단계가 요구된다.

저소득층 학생들은 컴퓨터를 사용하여 수업을 할 때 흥미를 가지고 적극적으로 반응하였으므로 교수·학습 과정에서 공학적 도구와 다양한 교구가 효율적으로 활용되도록 구성하면 효과를 볼 수 있을 것이다. 이는 칠판에 단순히 판서만 하는 것이 아니라 시각적인 자료제시가 중요해서 컴퓨터도 활용하고 교구도 이용해서 다양한 방법으로 수업을 진행할 때 흥미를 가지고 수업에 참여하였고, 개념에 대한 이해도 더 빨랐으며, 결과를 보고 자신의 부족한 부분을 능동적으로 찾는 모습을 보였기 때문이다. 또한 수학에 대한 자신감을 위해 학습 동기 유발을 위한 문제 상황과 다양한 자료를 제시하여 수학에 대한 필요성을 느낄 수 있도록 교수·학습 과정을 구성하는 것이 필요하다.

이 두 그룹은 정도는 다르지만 학습부진에 있어서는 유사점을 지니므로 수학교실의 평등적 규범을 바탕으로 다소 시간이 필요할지라도 교사의 관심과 배려로 인해 변화되는 실제적인 사례가 많이 보고되는 연구 분위기 또한 도움이 될 것이다.

2. 결론

본 연구는 학교 현장에서 교육소외 학생에 대하여 주로 교육비나 중식지원 등의 투입변인에 치중하거나 소극적인 학습부진아 지원 등에 주력하고 있는 점과 탈북학생들이 북한의 교육과정과 남한의 교육과정의 차이에서 발생하는 학습공백을 해소할 수 있는 교재를 필요로 하고 있음을 이해하고 이 두 집단의 학생들이 수학적 개념을 형성하는 과정에서 나타내는 오류의 특성을 통해 학생들의 기초학력을 향상시키기 위한 방안을 마련하고자 시도되었다.

수학 각 영역에서 나타나는 오류를 살펴본 결과, 탈북학생의 경우에는 집합, 함수와 기하 영역은 개념이 체계적으로 분류되어있지 않고 서로 엉겨 있었다. 이러한 현상은 교육이라면 남한에서의 교육이 전부이다시피 한 이들에게 남한에서 제공된 교육이 초등학교 수준의 수학 기초를 제공하며 위계성을 밟아 상위 수준을 안내하는 교육보다는 처음에 중학교 교재를 중심으로 학습을 하다가 모르는 부분이 나오면 되돌아가 학습을 하게하는 방식의 접근으로 인해 개념간의 위계성이 잘 성립될 수 있는 기회가 없었던 것으로 판단되었다. 탈북학생들을 위한 교재를 개발할 때, 개념 형성이 잘 될 수 있도록 위계성을 염두에 두고 상징적 표현까지 연결하는 학습자료를 제공할 수 있어야 학습의 효과를 얻을 수 있다고 사료되었다.

특히 영어식 기호의 표현에 익숙해지도록 그리고 한자어의 의미를 북한식으로 안내할 필요가 있다. 수학적 기호의 설명이 충분히 되어 있고, 수학적 기호를 사용하는 연습을 충분히 할 수 있는 교재의 필요성이 대두된다. 이러한 것은 수학적 의사소통을 위해서는 반드시 거쳐야 할 과정으로, 영역마다 기초부터 단계적으로 자세히 설명해 놓은 교재를 통하여 수학적

힘을 기르고 나아가 문제해결 능력을 갖출 수 있도록 지원해 주는 방안을 강구해야 할 것이다. 물론 이런 과정이 흥미를 유발하여야하므로 직관적 사고가 가능한 시각적, 활동적 자료의 포함은 동시에 고려되어야할 것이다.

저소득층 학생들의 경우에는 집합, 함수와 기하 영역에 대한 개념이 탈북학생들보다는 많이 남아 있었으나, 확실하게 부호화되지 않아 기억해내는 데 상당한 어려움을 겪고 있는 것으로 나타났으므로, 단기기억에서 장기기억으로 이동해가는 부호화 과정을 충분히 포함하고 있는 학습자료를 제시해야 할 것으로 조사되었다. 오류가 수정되고 이들이 장기기억으로 저장되기 위해서는 반복학습이 중요하므로 일정 기간이내 개념을 재방문하여 다시 인지할 수 있는 기회를 제공하고 또 새로운 개념과 연결시키는 과정, 즉 통합적인 접근도 필요할 것으로 보인다.

여기에 저소득층 학생들은 오랜 기간 낮은 학업성취도로 인해 자신감을 많이 잃은 상태이기 때문에 자신감을 회복시켜 줄 수 있는 교재의 필요성이 대두된다. 따라서 탈북학생들과 마찬가지로 직관적 사고를 위한 활동적, 시각적 학습자료를 통하여 개념을 형성하는 것이 필요할 것이다. 나아가 수학적 기호를 정확히 사용하여 풀이하는 연습을 할 수 있는 난이도가 낮은 서술형 문항과 실생활의 예가 많이 들어있는 교재가 적합할 것이라고 판단된다.

송륜진(2010)은 다문화 수학교실 관찰을 통해 우리나라 수학교실에서는 다문화적 수업이 거의 이루어지고 있지 않으며 교사들의 다문화적 역량도 매우 낮음을 발견하였다. 본 연구의 소외계층 학생들에게도 교사의 관심과 배려가 중요하듯이 다문화 환경으로 급변하고 있는 작금의 시대적 요구에 따라 교사는 연수프로그램을 통해 평등성에 입각한 다문화적 관점을 가질 수 있도록 변화되어야 한다. 탈북학생들도 교실에서 일반학생들과 함께 수업할 때에는 다문화 교육대상으로 볼 수가 있는데, 탈북학생 대부분이 기초학력이 부족한 경우가 많아 그 동안 저소득층 학생들과 같은 학습부진아로 분류되어 보충교재를 통해 학습할 대상으로 생각되었다. 그러나 실제로 본 연구를 통해 분석해 본 결과 남한의 학습부진아들과는 몇 몇 다른 양상을 보이고 있어 이들에 대한 교육을 단순히 학습부진아 교육으로 생각하기에는 무리가 있다고 판단되며, 이들을 실질적으로 도울 수 있는 교재 개발이 이루어져 내실 있는 탈북학생지원이 이루어져야 한다.

앞으로의 연구는 이런 교재를 사용하여 장기간의 교육적 처치에 의한 효과를 살펴볼 수 있는 연구가 수행되어서 탈북학생들의 교육에 긍정적인 이정표를 제시할 수 있을 뿐만 아니라 점점 늘어나고 있는 다문화 가정의 학습부진아들에게 효과적인 교육을 할 수 있는 방안으로 활용되길 기대한다.

참고문헌

고상숙(2009). 다양성 배경을 지닌 학생들의 학습 현장에서 수학교육연구에 관한 문헌고찰, **한국학교수학회논문집, 12**(4), 389-409.

고상숙(2012). 탈북학생들을 위한 수학 보충학습에서 담론 속에 나타난 오류유형과 담론의 특징, **한국학교수학회논문집, 15**(1), 53-80.

고상숙・신동희・김애화(2010), 탈북 학생들의 교육을 위해 포커스 그룹들과 면담을 통한 교육의 실제, **수학교육, 49**(2), 125-150.

구정화・박윤경・설규주(2010). **다문화교육의 이해와 실천**. 서울: 동문사.

김부미(2006). **수학적 오개념과 오류에 대한 인지심리학적 고찰.** 이화여자대학교 대학원 박

사학위 논문.

김수미(2003). 수학과 오개념 진단 및 처방에 관한 교사용 자료 개발을 위한 기초 연구, **대한수학교육학회 학술대회 논문집**, 145-164.

김수미(2003). 수학과 오류의 진단과 처방에 관한 교사용 자료 개발 연구, **학교수학, 5**(2), 209-221.

김차숙・류희찬(2003). 중학교 1학년 학생들의 일차방정식에 대한 오류 분석과 교정에 관한 연구. **대한수학교육학회 학술대회 논문집**, 405-426.

김청명・고상숙(2009). 탈북학생들의 수학학습에서 어려움. **교과교육연구, 20**, 35-45.

류성림・정창현(1993). 중학생의 기하 증명 능력과 오류에 대한 연구. **수학교육, 32**(2), 137-149.

백정환(2011). **교육소외 학생을 대상으로 담론을 통해 확률과 통계 교수・학습에 관한 사례 연구: 고 2를 중심으로.** 단국대학교 대학원 박사학위 논문.

송순희・오정현(1997). 중학교 함수영역에서 발생하는 수학적 오류에 대한 연구. **수학교육, 36**(1), 11-22.

송륜진(2010). **문화적 수학수업 개발 연구.** 이화여자대학교 박사학위 논문.

이수정(2009). 북한이탈청소년 현황과 대책: 교육문제를 중심으로. **이화여자대학교 통일학연구원**, 3-23.

이종희・김부미(2003). 교수학적 처방에 따른 중학생들의 일차함수 오개념의 변화와 그 효과 분석. **학교수학, 5**(1), 115-133.

Adams, G. L., & Carnine, D. (2003). *Direct instruction. In H. L. Swanson, K. R. Harris, & S. Graham* (Eds.), Handbook of Learning Disabilities. NY: Guilford Press

Becker, G. (1994). *Human Capital* (3rd Edition). Chicago: Chicago University Press.

Braswell, J., Daane, M. & Grigg, W. (2003). *The Nation's Report Card: Mathematical Hights 2003* (NCES 2004451). Washington, DC: National Center for Educational Statistics.

Clements, M. A.(1980). Analyzing children's errors on written mathematical tasks. *Educational Studies in Mathematics*, 2, 1-21.

Confrey, J. (1987). 'Misconceptions' Across subject Matters: Science, Mathematics and Programming. *Proceedings of the Second International Seminar Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*, 1, 81-106.

Cornu, B. (1991). *Limit. In D. Tall* (Ed.), Advanced Mathematical Thinking. Kluwer Academic Publishers.

Hanson, S. L. (1994) Lost talent: Unrealized educational aspirations and expectations among U.S. youths. *Sociology of Education*, 67(3), 159-183.

Hadar, N. M. & Zaslavsky. O. (1987). An empirical classical model for errors in high school mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 13, 55-63.

Herscovics, N. (1989). *Cognitive Obstacles Encounterd in the Learning of Algebra. In S. Wagner & C. Kieran* (Eds.), Research Issues in the Learning and Teaching of Algebra, 4. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Jensen, B. T. (2007). The relationship between Spanish Use in the Classroom and the mathematics achievement of Spanish-Speaking kindergartners. *Journal of Latinos and Education*, 6(3), 267-280.

Newmann, M. A. (1981). *Compression of the language of mathematics*. Mathematics Education Research of Australia.

National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics. Reston.* VA: National Council of Teachers of Mathematics.

_____ (2000). *Principles and standards for School Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Radatz, H. (1979), Error Analysis in Mathematics Education, *Journal for Research in Mathematics Education,* 10, 163-172.

Reardon, S. F. & Galindo, C. (2007). Patterns of Hispanics students' math skill proficiency in the early elementary grades. *Journal of Latinos and Educaion*, 6(3). 229-251.

Sierpinska, A. (1994). *Understanding in Mathematics*, the Falmer Press.

Tall, D. (1989). Different Cognitive Obstacles in a Technological Paradigm. In S. Wagner & C. Kieran(Eds.), *Research Issues in the Learning and Teaching of Algebra, 4.* Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Tall, D. & Vinner, S. (1981). Concept Image and concept definition in mathematics with particular reference to limit and continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 31, 5-25.

Mathematical Errors of Minority Students from North Korean Defectors and Low-SES in Learning of Mathematical Basic Concepts

Choi-Koh, Sang Sook (Dankook University)

This was to investigate how the slow learners who specially belonged to low-SES, or North Korean defectors showed their errors in mathematical learning. To conduct the study, two groups for each minority group participated in the study volunteerly during the Winter vacation, in 2011. Based on the preliminary interviews, a total of 15 units were given, focusing on building mathematical basic concepts. As results, they had some errors in common. They both were in lack of understanding of the terminologies and not able to apply the meanings of definitions and theorems to a problem. Because of uncertainty of basic knowledge of mathematics, they easily lost their focus and were apt to make a mistake. Also, they showed clear differences. North Korean defectors were not accustomed to using or understanding the meanings of Chines or English in Korean words in expressing, writing mathematical terminologies and reading data on the context. Technical errors, and misinterpreted errors were found. However, students from the low SES showed that they were familiar with mathematical words and terminologies, but their errors mostly belonged to carelessness because of the lack of mastering mathematical concepts.

* **Key Words** : Multicultural Education(다문화교육), North Korean Defector(탈북학생), Minority Student with Low-SES(저소득층 자녀), Qualitative Method(정성적 연구방법), Mathematical Error(수학적 오류), Direction of Developing Instructional Materials(교재개발방향).

논문접수 : 2012. 4. 5
논문수정 : 2012. 4. 23
심사완료 : 2012. 5. 10