

## 초등수학 서술형 평가에서 나타나는 오류 유형 분석<sup>1)</sup>

정현도<sup>2)</sup> · 강신포<sup>3)</sup> · 김성준<sup>4)</sup>

수학과 평가에서 주로 제기되는 문제점은 평가 내용이 단편적인 지식을 암기하는 쪽으로 치우쳐 있다는 점과 평가 문항이 객관식 문제 중심의 지필 검사에 한정되어 있다는 것이다. 교육현장에서는 이러한 문제점을 해결하기 위한 방안으로 서술형 평가를 통해 학생들의 문제해결과정을 검토하고, 이 과정에서 비롯되는 오류 유형을 분석하려는 연구가 진행되어왔다. 곧, 서술형 평가를 통해 학생들이 알고 있는 수학적 지식을 수학적 용어로 자유롭게 표현하는 과정에서 그 과정이 옳은지, 개념 이해가 정확한지를 검토하고, 만약 잘못 이해하고 있다면 무엇 때문에 이러한 오류를 범하고 있는지를 분석함으로써, 수학문제해결과정에서 비롯되는 오류에 대한 피드백을 제공할 수 있기 때문이다. 본 연구는 초등학교 4학년 학생을 연구대상으로 하며, 수와 연산 영역에서 서술형 평가 문항을 개발하여 진행된 것이다. 연구 과정은 먼저 서술형 평가에서 나타나는 오류를 문항 이해의 오류, 개념 원리의 오류, 자료 사용의 오류, 풀이 과정의 오류, 기록 단계의 오류, 풀이 과정의 생략 등 6가지 유형으로 구분하여 문항별 답안에서 나타나는 유형별 오류를 분석하였다. 이와 함께 학업성취도에 따라 오류 유형이 다르게 나타날 수 있다는 점에 착안하여, 상·중·하 성취도에 따른 오류 유형을 분석하였다. 서술형 평가를 통해 학생들의 문제해결과정을 검토하고 이 과정에서 나타나는 오류를 분석함으로써, 평가를 통한 피드백이 효과적인 수학학습지도로 연결될 수 있기를 기대한다.

[주제어] 서술형 평가(문항), 오류(유형), 수학성취도, 수학적 개념, 수학적 용어

### I. 서론

2000년부터 진행되어 온 PISA(Program for International Student Assessment) 결과는 한국의 고등학교 1학년 학생들의 문제해결력이 세계 최고 수준임을 보여 주고 있다. 하지만 자연과학의 기초인 수학 과목에 대한 우리나라 학생들의 자아개념, 자아효능감 등에서는 OECD 국가와 비교해서 낮은 수준에 머물러 있으며, 수학에 대한 불안감은 높게 나타났다. 곧, 우리나라 학생의 수학에 대한 자아개념 및 자아효능감은 일본을 제외하면 가장 낮았으며, 불안감은 OECD 국가 중 멕시코와 일본에 이어 세 번째로 높았다. 이러한 결과는 수학 본연의 목표에 부합되지 않는 단편적이고 암기 위주의 평가에서 그 원인을 생각

1) 이 논문은 2009년도 부산교육대학교 교육연구원의 지원을 받아 연구되었음.

2) [제1저자] 부산 배영초등학교

3) 부산교육대학교 수학교육과

4) [교신저자] 부산교육대학교 수학교육과

해볼 수 있을 것이다. 이를 개선하기 위해서는 학생들에게 수학에 대한 학습 동기를 높이고 자기 주도적인 학습 능력을 길러 주기 위한 노력이 필요하며, 자신감과 동기 부여가 결핍된 학생들을 위한 학교 수준에서의 대책이 절실하다(이미경 외 6인, 2004). 이와 함께 학생과 교사에게 수학 학습·지도의 질적 향상을 제고하기 위한 자료와 정보를 제공할 수 있어야 하며, 이를 위한 평가 체계가 마련되어야 한다.

수학교육현장에서는 대부분 학교에서 수학교과외의 정규 진도에 앞서 몇 단원에서부터 한 학기 이상 많게는 여러 학년까지의 내용을 미리 공부하고 수학 수업에 참여하고 있다. 그럼에도 불구하고 교실 현장에서는 이러한 사실을 간과하거나 무시한 채 전통적인 교수·학습 방법을 적용하고 있다. 그 결과 조기 학습이 되어 있는 학생들과 그렇지 못한 학생들의 격차는 점차 심화되고, 교사들은 수학 학습 지도에서 더욱 어려움을 겪고 있는 것이 현실이다. 또한 학생들의 수학적 기능과 문제해결력의 수준이 높지 않게 평가될수록 교실 현장에서 학생들의 개념적 지식에 대한 이해와 관심은 낮아지고, 이러한 상황에서 교사들은 수학교육과정 상의 기본 지식을 전달하는데 많은 어려움을 겪고 있다. 결국 학생들의 수학 실력은 단순히 수학적 지식이나 풀이 방법을 익혀 수학 평가에서 답을 구하는 것으로 결정되고 있다. 더불어 수학교육 평가체제의 문제점으로 평가 내용이 너무 단편적인 지식을 암기하는 쪽으로 치우치고 있으며, 평가는 대개 객관식 문제 중심의 지필 검사에 한정되어 있다는 문제점을 가지고 있다(강완·백석윤, 1998).

이러한 수학교육의 현장에서 비롯되는 문제점들을 해결하고자 하는 방법 중의 하나가 서술형 평가이다. 서술형 평가란 영어의 에세이 테스트(essay test)를 번역한 것으로, 흔히 주관식 평가로 불리기도 한다. 이 평가 방식은 학생으로 하여금 출제자가 제시한 답을 '선택'하도록 하는 평가 방식이 아니라 학생이 답이라고 생각하는 지식이나 의견 등을 직접 '서술'하도록 하는 평가방식이다. 이러한 서술형 평가는 기억력, 이해력과 같은 단순 사고 능력보다는 창의력, 비판력, 종합력 등과 같은 고등 사고 능력을 평가하기 위한 것이다. 서술형 평가는 학생 개개인의 변화와 발달 과정을 종합적, 전인적으로 평가하기 위해 수학교육평가에서 최근 다양한 측면에서 부각되고 있다.

한편 수학과는 타 교과에 비해 내용의 엄밀성, 대상의 추상성, 직관성, 계통성 등 뚜렷한 특징을 갖는 교과이다. 전(前) 단계의 학습에서 생긴 결손은 다음 단계의 성취도와 선호도에 뚜렷한 영향을 미치게 된다. 학생들의 학습 결손은 학습 과정에서 비롯되는 오류와 밀접하게 관련되며, 따라서 학생들의 성취도 향상을 위해서는 먼저 학생들이 범하는 오류에 대한 이해가 필요하다. 지금까지 이와 관련된 연구를 살펴보면, 학생들이 수학 문제를 해결할 때 범하는 오류의 많은 부분은 일정한 규칙성 또는 일관성이 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 이러한 오류의 규칙성(또는 지속성)에 주목하여 오류를 정확히 파악할 수 있다면 그리고 학생들이 이러한 어려움을 느끼는 단계와 이유를 알아낼 수만 있다면 자연스럽게 적절한 피드백이나 처방이 가능할 것이다. 만약 학생들이 범하는 오류의 유형과 그에 따른 피드백이 필요한 단계를 파악하고 이에 따른 지도가 이루어지지 않는다면 수학 학습에서 어려움을 느끼는 학생들은 수학과 멀어질 수밖에 없게 된다(구광조·오병승·전평국, 1995).

이에 본 연구에서는 학생들의 수학학습의 결과로 문제해결에서 그들의 사고 과정을 파악하기 위한 서술형 평가 문항(수와 연산 영역)을 개발하여 적용함으로써, 학생들의 수학적 개념에 대한 이해 및 수학적 절차를 실행에 옮기는 과정에 대해 살펴보고자 한다. 또한 학생들이 문제를 해결하는 과정에서 보이는 오류의 유형에 대해 살펴보는 것을 목적으로 한다. 이와 함께 수학 성취도에 따라 나타나는 오류의 유형에는 어떤 차이가 있는지를 살펴봄으로써, 학생들의 학업 성취도에 따른 오류를 파악하고 이로부터 수학을 지도하는 과정에서 이러한 차이를 어떻게 반영해야 될지에 대해 생각해본다.

## II. 서술형 평가와 오류 유형

서술형 평가에서 나타나는 오류 유형을 분석하기에 앞서 서술형 평가의 정의와 서술형 평가 문항을 작성하는 방법, 그리고 문항을 채점하는 방법에 대해 살펴보면 다음과 같다. 또한 본 연구에서는 서술형 평가에서 나타나는 오류 유형을 분석하기 위한 틀을 마련하기 위해 선행연구를 검토하였으며, 이로부터 다음과 같은 분석의 틀을 제시하였다.

### 1. 서술형 평가

일반적으로 서술형 평가방법은 학생들이 답이라고 생각하는 지식이나 주장을 직접 서술하도록 하는 평가 방식이다. 학생의 생각이나 의견을 직접 서술하도록 하기 때문에 학생의 창의성, 문제해결력, 비판력, 판단력, 통합력, 정보 수집력 및 분석력 등 고등 사고기능을 쉽게 평가할 수 있다(백순근, 1999). 서술형 평가는 반응의 자유도가 크기 때문에 학생들은 자신의 지적 배경에 따라 적절한 자료나 정보를 선택하여 자기 말로 표현할 수 있고, 문항이 지시하는 범위 내에서 자유로이 문제를 깊고 넓게 다룰 수 있다는 장점이 있다. 이를 수학교과에서 적용해보면, 학생들이 문제의 해결과정을 기술하여 문제해결과정을 올바르게 이해하고 있는가를 파악하고자 하는 평가유형으로 볼 수 있다(이문정, 2000). 특히 수학교과에서는 표현력, 사고력, 창의력, 문제 해결력과 같은 고등 사고기능의 측정에 효과적이며, 학생들이 서술하고 있는 풀이과정을 분석함으로써 어떠한 오류를 범하고 있는가에 대해 파악할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

본 연구는 연구자가 활동하고 있는 교과연구회(수학을 사랑하는 모임)에서 개발한 서술형 평가 문항을 적용하여 진행되었는데, 평가 문항의 개발은 최승현(1999)이 제시한 다음 절차에 따라 이루어졌다.

첫째, 교과와 하위 내용 영역별로 서술형에 적절한 평가 목표를 추출한다. 둘째, 문제 상황을 설정하여 문항의 체계 및 발문을 구상한다. 문항을 작성할 때는 평가 대상 학생의 학문적 혹은 정서적 배경을 적절히 고려한다. 이것은 학생들의 반응이 어디에서부터 시작하여 대답할 것인가를 예상하여 문제 작성과정에 반영하는 것이다. 학생들이 어떤 정보나 자료를 어느 정도 활용하여 어떤 수준에서부터 대답하여야 할 것인가를 가능한 명료히 하여 문항을 작성한다. 셋째, 모범 답안을 작성한다. 출제자가 모범답안을 작성하거나 작성 후에 검토 과정에 앞서 제작한 검사 문항 자체를 수정 보완해야 하는 경우가 많이 발생하기 때문에 최종 문항을 인쇄하기 전에 반드시 모범 답안을 작성한 후에 채점 기준표를 완성하도록 해야 한다. 넷째, 채점 기준표를 작성한다. 문항별로 모범답안에 근거하여 채점 기준표를 작성함에 있어서 채점 요소의 대항목과 소항목을 결정하고 각각에 대한 배점을 한다. 배점에 있어서는 요소의 비중에 따라 배점을 차등화하여 채점 기준을 상세화한다. 서술형 및 논술형 평가의 채점 기준 방식으로는 사례 나열 방식, 감점 조건 제시 방식, 요소별 배점 방식 등이 있다. 사례 나열 방식은 부분점수를 받을 수 있는 모든 답안의 예를 구체적으로 제식하고 각각에 대한 득점을 명시하는 형태이다. 감점 조건 제시 방식은 감점을 당하게 되어있는 답안상의 미비점을 구체적으로 명시하고 그에 대한 감점 값을 명시하는 형태이다. 요소별 배점 방식은 정답 혹은 모범답안을 구성하고 있는 채점 요소 각각에 대하여 배점을 명시하는 방법이다.

한편 Randel & Lester(1992)는 서술형 문항을 채점하는 방법으로, 성취행동 전체를 단위

로 하여 채점자가 전체적인 관점에서 판단하여 순위를 매기는 총괄적 채점법(holistic scoring)과 성취행동을 평가 기준표에 열거된 요소와 배점에 따라 채점을 하고 요소별 득점을 합산하여 총점으로 평가하는 분석적 채점법(analytic scoring) 등을 제시한 바 있다(김남준, 2006, 재인용). 본 연구의 경우 정답과 오답, 무응답으로 구분한 다음 오답에서 오류 유형을 검토하는데 초점을 맞추면서 진행되었다.

2. 오류 유형을 분석하기 위한 틀

평가라고 하는 것은 단순히 학생의 점수만을 제공받는 것만이 아닌, 오류를 진단하고 피드백을 통해 올바른 학습을 할 수 있도록 도와주는 것이다. 교사는 학생이 무엇을 할 수 있으며 무엇을 못하는지 관찰할 필요가 있고, 계산 결과뿐만 아니라 그 과정에 주목해야 할 필요가 있다. 교사들은 학생들이 잘못된 절차를 이용하는 상황과 학생들이 전혀 시작하는 법을 알지 못한 상황을 구별할 수 없으므로 분명히 학생들이 써 놓은 것을 분석할 필요가 있다. 학생들이 기술해 놓은 상태에서 그 과정에 대한 오류를 분석함으로써 학생들의 인지 능력을 제대로 파악할 수 있고, 학생들을 가르칠 때 보다 더 효율적으로 가르칠 수 있기 때문에 수학 교육에서 오류에 관한 연구는 필수적이다. 학생들의 오류에 관한 많은 연구들은 지식이 연계되거나 또는 연계되지 않을 수도 있는 특별한 방법들을 확인함으로써 오류들을 설명하려고 하였다(장영은, 2003).

본 연구에서는 서술형 평가를 통해서 나타날 수 있는 오류의 범주에 따른 오류 유형을 <표 1>과 같이 설계하였다. 오류의 범주를 크게 개념적 오류와 기술적 오류로 분류하고, 개념적 오류의 키워드로는 읽기, 이해, 변환이 있고, 기술적 오류의 키워드로는 처리, 기록, 부주의가 있다(윤수찬, 2006; 석경희, 2004). 각 키워드마다 오류의 유형에 대한 정의는 <표 2>와 같다.

<표 1> 오류 유형

대분류	키워드	오류 유형
개념적 오류	읽기	문항 이해의 오류
	이해	개념 원리의 오류
	변환	자료 사용의 오류
기술적 오류	처리	풀이 과정의 오류
	기록	기록 단계의 오류
	생략	풀이 과정의 오류

<표 2> 유형별 오류의 정의

키워드	오류 유형	정의
읽기	문항 이해의 오류	문제에서 요구하는 내용을 잘못 해석해서 발생하는 오류.
이해	개념 원리의 오류	기본 개념을 잘못 파악, 기본 정보가 부적절하게 이끌어져 발생하는 오류.
변환	자료 사용의 오류	문제의 내용을 이해하고, 구조를 파악해서 해결하는 것이 아니라 문제에 주어진 실마리나 키워드를 문제 내용의 식을 변환하거나 연산을 선택하는 오류.
처리	풀이 과정의 오류	문제의 답을 논증하는 과정이 잘못되어 발생하는 오류.
기록	기록 단계의 오류	풀이 과정은 옳게 저의 되었으나, 답을 잘못 옮겨 쓴 경우 발생하는 오류.
생략	풀이 과정의 생략	풀이 과정을 생략하고 답만을 언급한 경우.

### III. 연구 방법

본 연구는 부산광역시 G초등학교 4학년 1반 24명을 대상으로 실시되었다. 본 연구에서 사용한 검사 도구는 시교육청에서 제작된 성취도 평가와 연구자가 활동하고 있는 교과연구회(수학을 사랑하는 모임)에서 개발한 서술형 평가 문항을 추출하여 재구성한 것이다. 특히 서술형 평가 문항 중 수와 연산 영역의 오류를 분석하기 위하여 관련 단원을 중심으로 문항을 선정하여 2학기 12월 중에 평가를 실시하였으며, 본 연구에 수행된 구체적인 검사 문항은 <부록> 및 연구 결과에서 오류 유형과 함께 제시하였다.

<표 3> 4학년 수와 연산 영역 오류 검사지의 문항 선정 의도

문항 번호	문항 내용	문항 선정 의도
1	큰 수	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 큰 수의 배열을 보고, 자릿값에 따른 숫자의 관계를 이해하여 각 자릿값의 숫자를 비교할 수 있는가?</li> <li>· 자릿값을 비교하는 절차의 각 단계에서 올바른 이유를 제시할 수 있는가?</li> </ul>
2	분수의 뺄셈	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 대분수의 차가 가장 큰 식을 구할 수 있는가?</li> <li>· 대분수의 차를 정확하게 계산할 수 있는가?</li> </ul>
3	분수의 크기 비교	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 가분수와 대분수의 크기를 비교할 수 있는가?</li> <li>· 가분수와 대분수의 크기를 비교하는 방법을 모두 설명할 수 있는가?</li> </ul>
4	소수	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 설명이 옳은 문항과 옳지 않은 문항을 찾을 수 있는가?</li> <li>· 설명이 옳지 않은 이유를 세 가지 모두 정확하게 설명할 수 있는가?</li> <li>· 수학적 용어를 사용하여 바르게 설명하는가?</li> </ul>
5	소수의 뺄셈	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 생활 장면에서 소수의 뺄셈상황을 정확하게 표현할 수 있는가?</li> <li>· 소수의 뺄셈식을 정확하게 해결할 수 있는가?</li> </ul>
6	분수의 덧셈	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 분수의 덧셈식을 세워 과정을 정확하게 설명할 수 있는가?</li> <li>· 두 분수의 덧셈을 모두 정확하게 그림으로 나타낼 수 있는가?</li> <li>· 두 분수의 크기를 비교할 수 있는가?</li> </ul>
7	분수의 크기 비교	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 가분수와 대분수의 크기를 비교할 수 있는가?</li> <li>· 가분수와 대분수의 크기를 비교하는 방법을 설명할 수 있는가?</li> </ul>
8	소수의 관계 알아보기	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 설명이 옳은 문항과 옳지 않은 문항을 찾을 수 있는가?</li> <li>· 설명이 옳지 않은 이유를 설명할 수 있는가?</li> </ul>
9	소수의 덧셈과 뺄셈	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 생활 장면에서 소수의 뺄셈상황을 정확하게 표현할 수 있는가?</li> <li>· 소수의 뺄셈식을 정확하게 해결할 수 있는가?</li> </ul>
10	문제 해결하기	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 문제를 해결해가는 과정이 타당하고 논리적이며, 이유를 정확하게 제시할 수 있는가?</li> </ul>

서술형 평가 문항을 개발 적용하기 전에 수학 학습에 대한 기본적인 수준을 파악하고, 학업성취도별 오류 유형 분석을 위해 상, 중, 하 세 집단으로 분류하였다. 이를 위해 수학 학업성취도 평가를 실시하였는데, 교육청에서 제작된 성취도 평가를 연구자가 영역 및 단원의 배분정도에 따라 수정을 하였으며 총 25문항을 100점 만점으로 각 문항별 점수는 4점씩 부여한다.

본 연구에서는 서술형 평가를 실시하여 수학과 기본 지식을 얼마나 잘 알고 있는지, 어떻게 적용하고 있는지, 그리고 주어진 문제 상황을 전략에 따라 사용할 수 있는지를 알아보기 위해 정성적인 분석을 목표로 한다. 이 과정에서 본 연구의 목적인 전략 사용 과정에 따른 오류 유형을 분석하고자 한다. 오류 분석은 학생들이 검사지에 직접 기록한 풀이 과정과 답안을 보고 분석하였다. 각 문항에서 답만 제시했거나, 풀이 과정 또는 그 이유를 제시하지 못한 경우는 분석 대상에서 제외되었다. 또한 하나의 문항에서 여러 가지 오류가 동시에 등장할 경우, 각각의 오류 유형에서 그 빈도수를 중복 계산하였다.

#### IV. 연구 결과

##### 1. 오류 유형별 분석

본 연구에서 서술형 평가는 수와 연산 영역을 중심으로 실시되었으며, 여기서 나타난 수학학습 오류 유형을 분석하기 이전에 문항별 분석을 살펴보면, 평가에 사용된 문항에서 완벽하게 문제를 해결한 경우(정답)와 전혀 문제를 해결하지 못한 경우(무응답), 문제를 해결하는 과정에서 오류를 범한 경우(오답)의 빈도와 백분율은 각각 다음과 같이 나타났다 (<표 4>). 그리고 오답에 대한 문항별 오류 유형을 분류하면 <표 5>와 같으며, 문항 이해의 오류와 풀이 과정의 오류, 풀이 과정의 생략이 많이 나타나고 있으나 문항마다 나타나는 오류의 유형에서는 차이가 있음을 알 수 있다.

<표 4> 문항별 정답과 오답 분석

문항	무응답		정답		오답	
	빈도(명)	백분율(%)	빈도(명)	백분율(%)	빈도(명)	백분율(%)
1	2	9	10	44	11	47
2	1	5	4	17	18	78
3	2	9	7	30	14	61
4	1	5	5	22	17	73
5	0	0	1	5	22	95
6	0	0	10	44	13	56
7	0	0	18	78	5	22
8	0	0	13	56	10	44
9	0	0	11	48	12	52
10	1	4	10	44	12	52

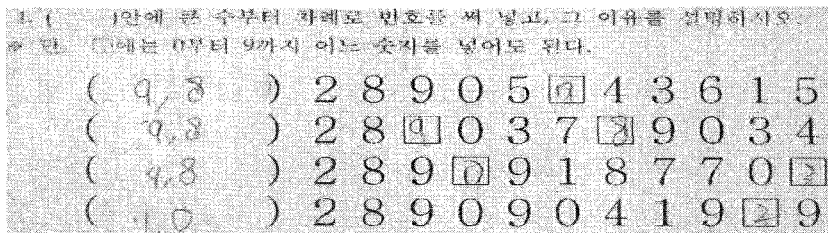
<표 5> 문항별 오류 유형 분석<sup>5)</sup>

오류 유형 \ 문항	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	합계
문항 이해의 오류	6	2	0	14	5	1	0	1	1	5	35
개념 원리의 오류	1	1	0	0	10	8	2	8	0	0	30
자료 사용의 오류	0	0	0	0	2	0	0	0	6	0	8
풀이 과정의 오류	2	3	4	2	3	3	0	1	4	7	29
기록 단계의 오류	1	0	2	1	0	1	3	0	0	0	8
풀이 과정의 생략	1	12	8	0	2	0	0	0	1	0	24
합계	11	18	14	17	22	13	5	10	12	12	134

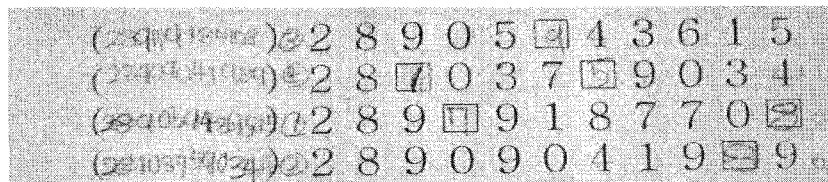
(1) 문항 이해의 오류

문항 이해의 오류는 문제에서 요구하는 내용을 잘못 해석해서 발생하는 오류로, 읽기와 직접적으로 관련되어 있다. 3번과 7번 문항을 제외하면 거의 모든 문항에서 나타났으며, 오류 유형 가운데에서도 가장 많은 빈도수를 보이고 있다. 특히 1번과 4번은 가장 많은 오답이 이 오류에서 비롯되었음을 보여주고 있으며, 5번과 10번의 경우에도 학생들의 오답의 원인 가운데 하나로 이 오류와 직접적으로 관련되어 있음을 알 수 있다.

먼저 1번 문항은 큰 수의 계열을 알고, 네 개의 큰 수에서 그 크기를 서로 비교할 수 있는가를 알아보기 위한 것이다. 특히 문제에서 요구하는 큰 수부터 차례로 번호를 써 넣어야 하는 문항임에도 불구하고, 그림과 같이 큰 수를 정확하게 구하지 못하거나, 문제에서 요구하는 정답 기록방식을 이해하지 못해 차례로 번호를 써넣지 못한 경우가 6명(54.5%)으로 나타났다.



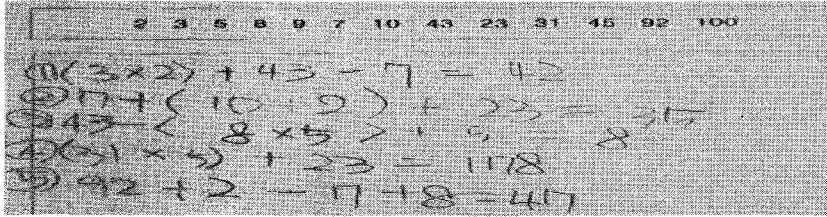
[그림 1] 1번 문항에서 나타난 문항 이해의 오류(1)



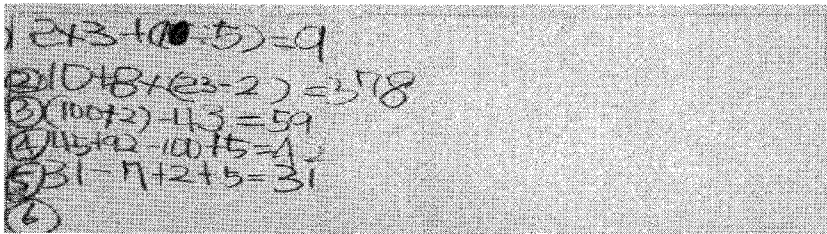
[그림 2] 1번 문항에서 나타난 문항 이해의 오류(2)

5) 표에서 명암 표시가 된 부분은 각 문항에서 특징적으로 드러나는 오류의 유형을 표시하기 위한 것으로, 이를테면 1번 문항은 문항 이해의 오류에서, 2번 문항은 풀이 과정의 생략에서 각 문항에 대한 설명과 이러한 유형의 오류를 기술하고 있다.

4번 문항은 사칙연산 기호를 사용하여 여러 개의 혼합계산식을 만들고 계산할 수 있는가를 알아보는 것이다. 오답을 한 학생들 중 14명(82.4%)이 문항을 이해하지 못하는 오류를 범했는데, 문제에서는 보기의 숫자를 사용하여 등식을 만들라고 하였으나, 많은 학생들이 보기의 숫자를 사용하여 식을 세운 다음 계산하여 나온 수를 등식으로 표기하였다. 식을 올바르게 만들고 답을 구할 수는 있었으나, 주어진 숫자를 가지고 등식을 만들어야 하는 문제의 조건에는 위배되었다.



[그림 3] 4번 문항에서 나타난 문항 이해의 오류(1)

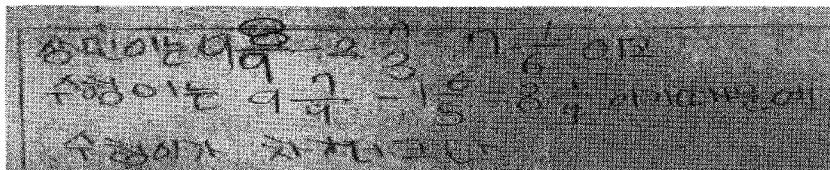


[그림 4] 4번 문항에서 나타난 문항 이해의 오류(2)

(2) 개념 원리의 오류

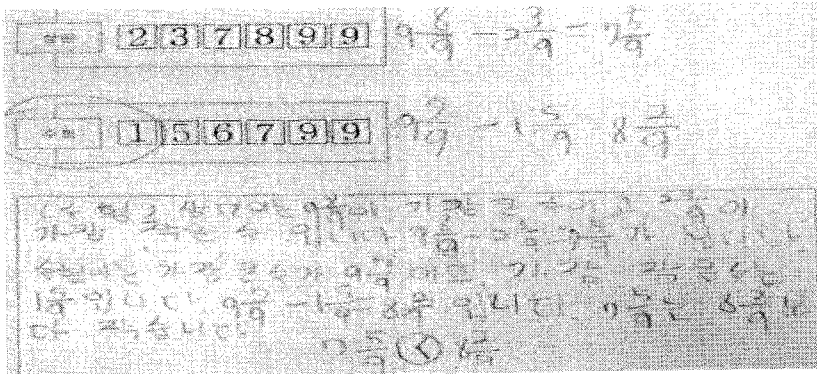
개념 원리의 오류는 문제를 해결하기 위해 필요한 기본 개념을 잘못 파악하여 기본 정보가 부적절하게 연결되면서 발생하는 오류로, 5번, 6번과 8번에서 오답의 원인으로 가장 높은 비율을 차지하고 있다.

5번 문항은 대분수의 뺄셈의 계산과정을 정확하게 설명하고 가장 큰 차를 구할 수 있는지를 알아보는 문항이다. 이 문제에서 정답을 정확하게 쓰고 올바르게 설명을 한 학생이 1명(5%) 밖에 나오지 않았다. 많은 학생들이 정확한 전략을 선택하여 올바르게 해결하였으나 마지막 정답을 선택하는 과정에서 많은 오류를 범하였다. 이들은 문제에서 제시된 '분수의 차'라는 개념을 정확하게 이해하지 못한 상태에서 이와 같은 오류를 범하였으며, 같은 이유로 문항 이해의 오류 역시 5명(22.7%)에게서 나타났다. 그리고 [그림 5]에서는 분모가 9인 대분수를 만들라고 하였으나, 학생은 분모와 분수의 개념을 정확하게 이해하지 못한 상태에서, 분모는 분모끼리, 분자는 분자끼리 계산한 것으로 볼 수 있다.



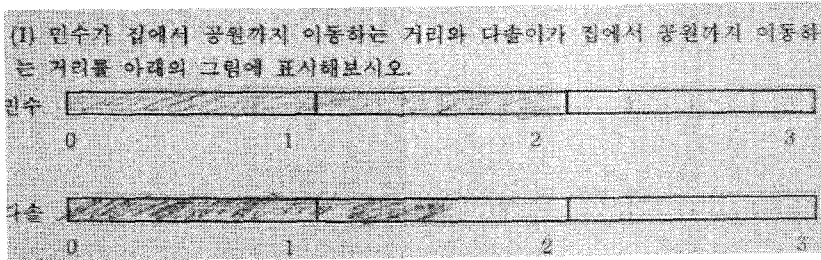
[그림 5] 5번 문항에서 나타난 개념 원리의 오류(1)



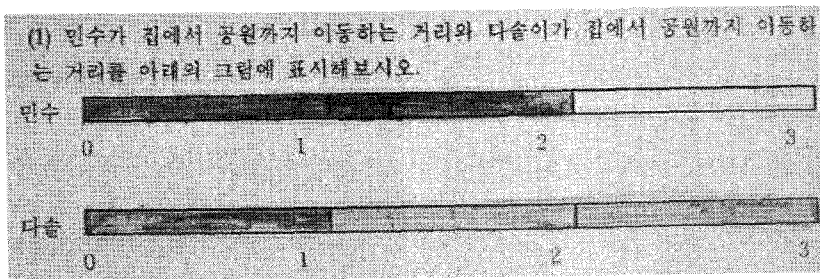


[그림 6] 5번 문항에서 나타난 개념 원리의 오류(2)

6번 문항은 분수의 합과 차를 그림으로 그려 비교해보고, 식을 세워 그 계산과정을 설명할 수 있는가에 대한 문항이다. 분수를 그림으로 나타내는 오류를 보인 학생이 8(62%)명으로 가장 많았고, 이것은 분수의 등분할 개념이 성립이 되지 않았다고 생각할 수 있다.

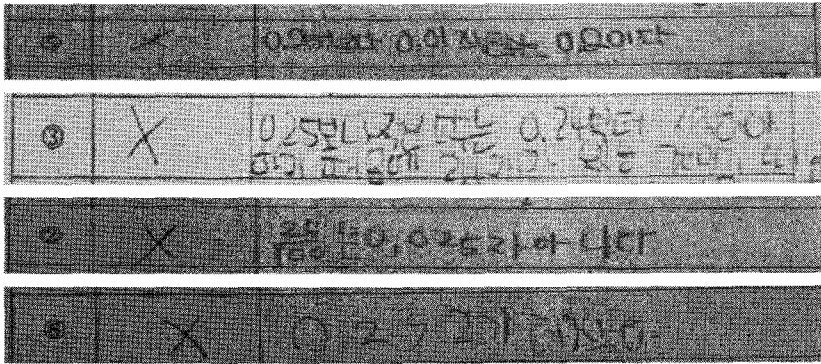


[그림 7] 6번 문항에서 나타난 개념 원리의 오류(1)



[그림 8] 6번 문항에서 나타난 개념 원리의 오류(2)

8번 문항은 소수의 관계를 정확하게 알고 오류의 이유를 정확하게 설명할 수 있는가에 대해 알아보고자 하는 문항이다. 오류를 보인 학생들 가운데 80%의 학생들은 소수의 개념과 관계에 대한 이해가 부족했다. 예를 들어, '0.25보다 작은 소수는 25개이다'라는 보기를 옳다고 하거나, '0.25와 0.252의 크기 비교'에서 오류를 나타낸 경우, 그리고 0.25보다 0.01이 작은 수는 0.24임에도 불구하고 0.2라고 답을 한 학생들이 있었다. 이와 함께 자릿수에 따른 소수의 뺄셈에 대한 개념이 불확실하거나, 분수를 소수로 바꾸어 나타내는데 어려움이 있는 것으로 나타났다.

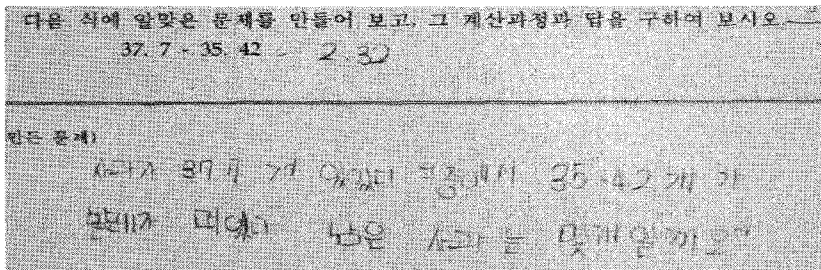


[그림 9] 8번 문항에서 나타난 개념 원리의 오류

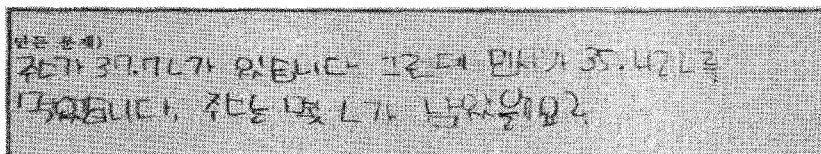
(3) 자료 사용의 오류

자료 사용의 오류는 문제의 내용을 이해하고, 구조를 파악해서 해결하는 것이 아니라 문제에 주어진 조건이나 자료, 키워드를 이용하여 직접적으로 식으로 변환하거나 연산 선택하는 과정에서 발생하는 오류이다. 본 연구에서는 5번과 9번 2개 문항에서 이러한 오류를 찾아볼 수 있었는데, 특히 9번 문항의 경우 이 오류가 50%를 차지했다.

9번 문항은 소수의 뺄셈에 관한 식을 보고, 이에 해당하는 적절한 문장제를 만들고 해결할 수 있는가를 알아보는 문항이다. 이 문항에서 가장 두드러진 오류는 주어진 자료를 이용하여 현실에 적용하는데 있어서 현실성이 낮은 소재를 사용한다는 데 있다. 그리고 주어진 문제에 어울리는 상황을 만드는 데 있어 현실에서 실현 가능성이 낮은 상황을 제시하는 경우가 많았는데, 이를테면 사과 37.7개, 전빵 37.7개와 같이 현실성이 낮은 소재와 상황이 제시되는 경우가 있었다.



[그림 10] 9번 문항에서 나타난 자료 사용의 오류(1)



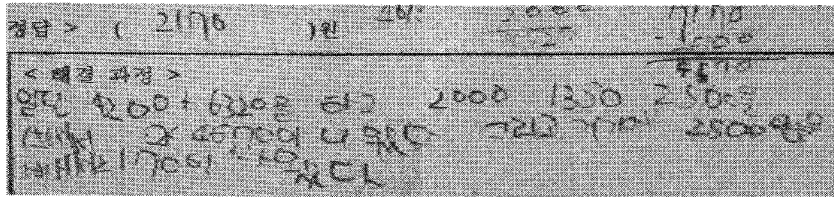
[그림 11] 9번 문항에서 나타난 자료 사용의 오류(2)

(4) 풀이 과정의 오류

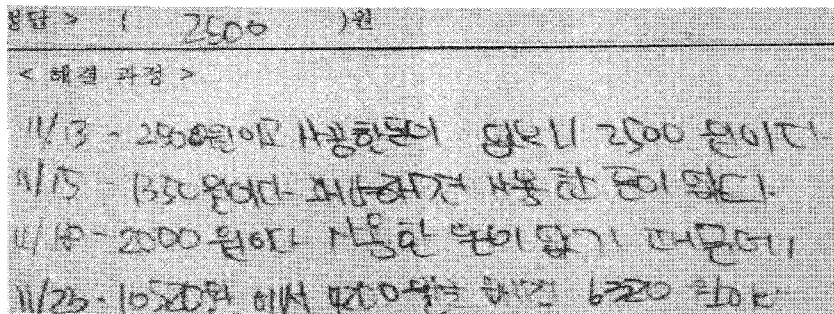
풀이 과정의 오류는 그 키워드가 처리에 있으며, 문제의 답을 이끌어내는 과정에서 잘

못이 발생하는 오류이다. 일반적으로 오류 유형 분석에서 가장 많이 나타나는 것으로 알려져 있으나, 본 연구에서는 문항 이해의 오류에 이어 개념 원리의 오류와 비슷한 빈도수로 나타나고 있는 것이 특징이다.

7번 문항을 제외한 모든 문항에서 크고 작은 풀이 과정의 오류가 있었으나, 특히 10번 문항의 경우 7명(58.3%)이 풀이 과정에서 오류를 보였는데, 이 문항은 문제를 해결하는 적절한 전략을 선택하고 그 해결 과정을 설명할 수 있는가를 알아보기 위한 문항이다. 아래 보기는 모두 잘못된 전략을 선택하여 문제를 해결하고 있으며, 또 풀이에서의 계산 과정에서도 오류가 발생하는 경우를 나타낸 것이다.

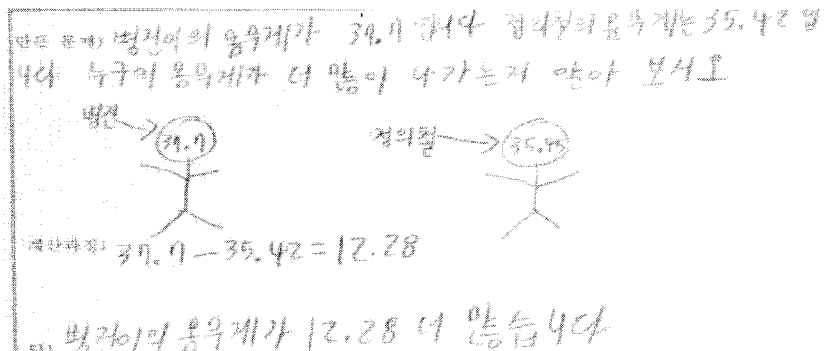


[그림 12] 7번 문항에서 나타난 풀이 과정의 오류(1)



[그림 13] 7번 문항에서 나타난 풀이 과정의 오류(2)

풀이 과정에서의 오류는 특히 분수와 소수의 계산에서 많이 발생하는데, 예를 들어 9번 문항의 경우 아래와 같이 문제 상황은 올바르게 만들었으나 정답을 구하는 계산 과정에서 곧, 소수의 뺄셈을 계산 과정에서 오류가 나타났다.

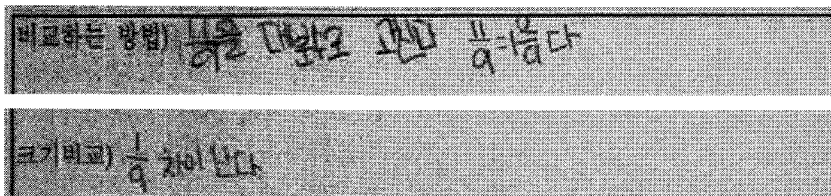


[그림 14] 9번 문항에서 나타난 풀이 과정의 오류

(5) 기록 단계의 오류

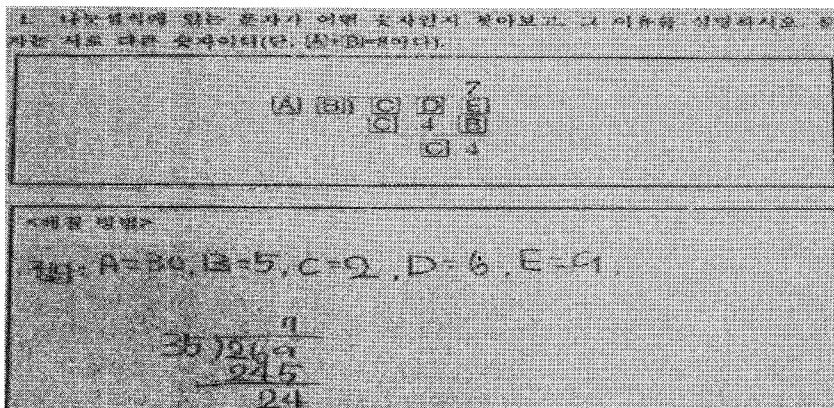
기록 단계의 오류는 풀이 과정은 옳게 기술되었으나, 답을 옮겨 쓰는 과정에서 잘못 기록하는 경우에 발생하는 오류로, 자료 사용의 오류와 함께 오류의 빈도수에서는 가장 낮으나 문제를 바르게 해결하였으나 답을 기록하는 과정에서 오류가 발생하는 만큼 단순 실수 이상으로 이에 대한 확실한 피드백이 필요한 오류이다.

이 오류가 특징적으로 나타난 문항은 7번 문항으로, 전체 5건의 오류 가운데 3건을 차지하고 있다. 이 문항은 분모가 같은 분수의 크기를 비교하는 방법을 여러 가지 방법으로 설명할 수 있는가에 대해 알아보는 것이다. 분모의 크기가 같은 분수 중 대분수와 가분수를 두고 서로 비교하는 문제로써 대분수를 가분수로 고쳐서 계산하고, 가분수를 대분수로 고쳐 계산하면 쉽게 답을 알 수가 있다. 그러나 아래와 같이 대분수를 가분수로, 가분수를 대분수로 올바르게 고쳐 풀었으나 기록 단계에서 정확한 답을 하지 못했다.



[그림 15] 7번 문항에서 나타난 기록 단계의 오류

3번 문항에서도 기록 단계에서 나타난 오류를 찾아볼 수 있었는데, 이 문제에서 요구하는 정답은 A=3, B=5, C=2, D=6, E=9이다. 올바른 계산과정을 통해 정답을 구하였으나, A와 B는 단일 숫자로 표현되어야 하는데 자릿값에 의해 A를 30으로 표현한 것으로, 기록 단계의 오류에 해당한다.



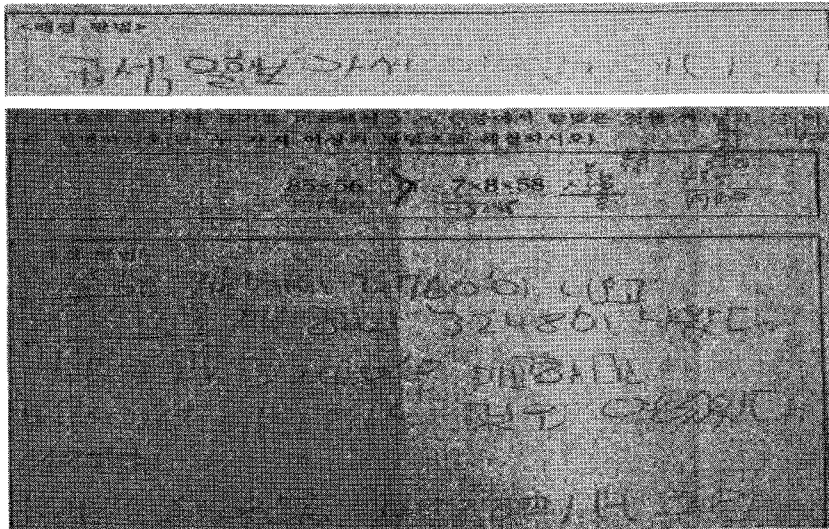
[그림 16] 3번 문항에서 나타난 기록 단계의 오류

(6) 풀이 과정의 생략

풀이 과정의 생략은 풀이 과정을 생략하고 답만 기록한 경우로, 엄밀한 의미에서 오류로 볼 수 없으나, 어떤 과정을 거쳐서 답이 나오게 되었는지를 설명할 수 없을 경우에 특히 수학적 의사소통이라는 관점에서 볼 때 이 오류는 중요하게 다루어질 수 있다. 대부분

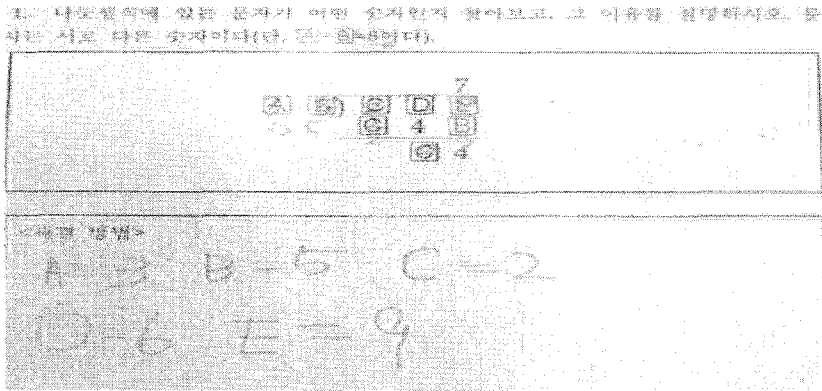
의 문항에서 이 오류는 나타나지 않았으나, 2번과 3번의 경우 이 오류가 집중적으로 나타나고 있다.

2번 문항은 모두 곱하여 계산하지 않고 두 수의 크기를 비교할 수 있는 방법을 알아보고자 하는 문제이다. 그 해결 방법으로는 다음과 같은 것들이 있을 수 있다. 방법1의 경우, 왼쪽 수의 곱은  $85 \times 56 = 4760$ 이 되고, 오른쪽 수의 곱은  $7 \times 8 \times 58 = 3248$ 이 되어 왼쪽의 수가 더 크다. 방법2는 오른쪽 수의  $7 \times 8 = 56$ 이 되어, 왼쪽의 수와 똑같이 56이 곱해진다. 똑같이 곱해지는 수는 크기에는 변화를 주지 않으므로 56을 곱하지 않은 85와 58의 크기를 비교하면 된다. 85가 더 크므로 왼쪽의 수가 더 크게 된다. 세 번째 방법에는 양쪽의 두 수에 크기가 같은 자연수를 나누어도 두 수의 크기에는 변화가 없다. 따라서 먼저 7로 두 수를 나누고 다시 8로 나누면 왼쪽의 수는 85가 남고, 오른쪽의 수는 58이 남게 된다.  $85 > 58$ 이므로 왼쪽의 수가 된다. 이 문제에서 오답을 한 학생은 18명(78%)이나 된다. 이것은 정답은 맞추었으나 문제에서 제시한 두 가지 이상의 방법으로 해결하라는 조건을 충족하지 못했기 때문으로, 오답 가운데 두 가지 이상의 방법으로 설명하지 못한 학생이 13명(68%)이나 되었다. 이는 정답은 올바르게 맞추었으나 서술형 평가의 특징인 자신의 사고를 수학적 언어로 표현하지 못한 학생들이 많기 때문으로, 학생들이 단순 계산과 선택형 객관식 문항에 익숙해져 있기 때문이다.



[그림 17] 2번 문항에서 나타난 풀이 과정의 생략

3번 문항은 나눗셈의 역연산인 곱셈과의 관련성을 생각하며 검산을 정확하게 할 수 있어야 한다. 이 문항의 오류의 특징은 대부분의 학생들이 정답은 쉽게 구할 수 있으나 이에 비해 오답률이 높다는 것이다. 이는 단순한 전략에 의해 답을 구할 수 있으나 정답을 구하는 과정을 설명하지 못하기 때문이다. 특히 풀이과정의 오류에서 4명(29%), 풀이 과정의 생략에서 8명(57%)인 것을 볼 때, 풀이 과정을 수학적 언어로 표현하는데 어려움이 있다는 사실을 알 수 있다. 다음은 문제 해결에 필요한 전략이나 풀이 과정이 생략된 경우이다. 이 학생은 역연산과 끼워 맞추기를 통해 정답을 구했으나, 수학적인 표현을 사용하여 설명하는데 어려움을 가지고 있는데, 이는 풀이 과정의 생략 오류 유형에 해당한다.



[그림 18] 3번 문항에서 나타난 풀이 과정의 생략

### 2. 학업 성취도에 따른 오류 유형

학생들은 고유한 인지구조에 따라 각기 다른 지식구조를 형성하며, 때로는 잘못된 선행 지식이나 부주의로 인해 오류가 나타나기도 하기에 성취도가 높은 학생이라 할지라도 오류에 대한 적절한 피드백이 주어지지 않는다면 문제를 해결하기 어렵게 된다. 오류는 학업 성취도에 상관없이 모든 학생에게서 나타나게 되며, 따라서 학생들의 수학성취도에 따라 오류 유형이 어떤 차이를 보이는지 살펴볼 필요가 있게 된다. 다음 <표 6>은 상위권, 중위권, 하위권 학생들의 오류 유형 빈도를 나타낸 것으로, 4학년 1, 2학기 수학 성취도 평가를 통해 80점 이상 100점까지를 상위권, 50점 이상 79점까지를 중위권, 50점 미만을 하위권으로 구분하였다. 이에 따르면 본 연구에서 상, 중, 하 학생들의 비율은 전체 연구대상 학생 24명 가운데 9명, 10명, 5명으로 나뉘어졌다.

<표 6> 수학 성취도에 따른 오류 유형 빈도

	문항 이해의 오류	개념 원리의 오류	자료 사용의 오류	풀이 과정의 오류	기록 단계의 오류	풀이 과정의 생략	계
상위권	6(23%)	8(31%)	3(12%)	4(15%)	1(4%)	4(15%)	26(100%)
중위권	13(18.5%)	15(21%)	1(1%)	22(31%)	6(9%)	13(18.5%)	70(100%)
하위권	16(42%)	7(18%)	4(11%)	3(8%)	1(3%)	7(18%)	38(100%)

<표 6>에서 보듯이, 유형별 오류의 빈도는 중위권 학생에게서 가장 많이 나타났으며, 하위권 학생의 경우 무응답의 비율이 상대적으로 높고 오답을 한 학생이 많지 않기에 오답 가운데 발생하는 오류의 빈도도 높게 나타나지 않는 것으로 분석되었다. 상, 중, 하 학생들의 유형별 오류를 간략하게 살펴보면, 각각에서 다음과 같은 특징들이 있음을 알 수 있다.

먼저 상위권 학생들은 중위권과 비교했을 때, 자료 사용의 오류를 제외하면 모두 오류 유형에서 오류를 범한 비율이 낮게 나타났다. 이는 9명의 상위권 학생과 10명의 중위권 학생을 비교한 것으로, 인원수에서는 거의 차이가 없음에도 불구하고 중위권에 비해 오류의 빈도는 현저하게 낮게 나타난 것이다. 상위권 학생들의 문제해결과정에서 주로 발견되는 오류의 유형으로는 '개념 원리의 오류'와 '문항 이해의 오류'가 높은 비율로 나타났다. 특

히 분수와 소수에서 문항을 이해하고 이를 적용하는 과정에서 개념 원리를 이해하지 못한 사례가 가장 많이 나타났는데, 이를테면 분수의 덧셈과 뺄셈, 소수의 크기 비교 등 분수와 소수의 정확한 개념을 바르게 이해하지 못하고 있었다. 그러나 이들은 중위권이나 하위권 학생들에 비해 문제의 전체적인 구조를 제대로 파악하고 있었고, 부적절한 전략을 세우거나 풀이 과정에서의 오류 및 풀이 과정의 생략은 적게 나타났다. 요약하면, 상위권 학생들에게서 나타난 오류의 경향을 분석해 보면, 문항을 이해하는 과정에서 개념을 정확하게 이해하지 못한 경우에 오류가 주로 나타났다. 그 외는 단순한 실수로 인한 계산 오류가 대부분이었는데, 이는 문제가 쉬운 문제이거나 이전에 풀었던 경험이 있는 문제로 이전의 문제 형태로 잘못 생각하여 풀었거나 성급하게 해결하려 했기 때문에 생긴 결과로 볼 수 있다.

다음으로 중위권 학생들의 평가 문항에서 나타난 오류를 살펴보면 ‘풀이 과정의 오류’를 비롯하여 ‘개념 원리의 오류’, ‘문항 이해의 오류’, ‘풀이 과정의 생략’ 등에서 가장 많은 오류가 나타났다. 특히 하위권과 비교해볼 때, 중위권 학생들은 무응답의 비율은 낮은 대신 대부분의 문제에서 일단 문제해결을 시도하고 있으며, 이 과정에서 가장 많은 오류를 보이고 있다. 중위권 학생들은 계산 과정에서 분수의 덧셈과 뺄셈을 잘못하거나, 소수의 덧셈과 뺄셈을 잘못 계산하는 경우가 가장 많았는데, 이는 문항 이해의 오류, 개념 원리의 오류에서 비롯되어 풀이 과정의 오류로 이어지면서 다양한 오류의 유형을 복합적으로 보여주고 있다. 또한 문제에 대한 이해가 부족하여 문제에서 주어진 자료를 자의적으로 해석하여 이해 가능한 문제들만 해결하고 그 외의 물음에 대해서는 중도에 포기하는 경우가 많았다. 특히 중위권 학생들은 개념의 이해도가 매우 낮은 하위권 학생들 보다 잘못 이해된 수학 내용의 사용 오류가 유발된다고 볼 수 있는데, 중위권 학생들에게는 수학 내용의 체계적인 개념화가 이루어져야 하며 문제해결과정에 정확성을 높일 수 있도록 노력해야 할 것이다.

하위권 학생들의 평가 문항에서 나타난 오류를 살펴보면, ‘문항 이해의 오류’가 압도적으로 많았고, 다음으로 ‘개념 원리의 오류’와 ‘풀이 과정의 생략’이 많은 것으로 나타났다. 하위권에서 나타난 오류 38건은 이에 속하는 학생 수가 5명인 것을 감안하면, 그리고 상위권 학생 9명의 오류 빈도 26건과 비교하면 많은 오류를 보이고 있음을 알 수 있다. 이는 하위권 학생들 대다수가 문제에 대한 이해가 부족하였고, 문제를 전혀 풀지 않고, 수와 단어에 기초한 연산을 하는 등 전형적인 오류 분석의 틀을 벗어난 다양한 오류가 나타나고 있다. 특히, 하위권 학생들은 ‘생각나지 않아요.’, ‘무슨 말인지 모르겠어요.’, ‘모르겠어요.’ 등과 같은 반응을 자주 나타내었고, 기본적인 개념과 연산 능력의 부족으로 인해 문제해결을 시도하지 않는 경우가 많았다. 특히 단답형이나 객관식 문항에서는 잘 나타나지 않았으나, 서술형 평가 문항을 해결하는 과정에서 상위권, 중위권 학생들에 비해 문제해결과정을 기술하고 설명하는 것은 거의 이루어지지 않았고, 이로 인해 오류 자체에 대한 분석에서 어려움이 있었다. 하위권 학생들에게 다양한 오류가 나올 것으로 예상하였으나 문제를 이해하지 못하고, 어떠한 전략을 세워야 하는가에 대한 사고가 되지 않아 무응답과 풀이과정을 생략하는 경우가 많았다. 특히 서술형 평가 문항을 통하여 자신의 수학적 사고력을 표현해야 하는 평가 방식에 많은 부담을 가지고 문제해결에 어려움을 보였다. 하위권 학생들을 지도할 때는 그 의미를 충분히 이해할 수 있도록 학습활동을 제시하여야 하며 자신의 풀이과정이 올바른지, 자신의 답이 문제에서 요구하는 것과 일치하는지 검토하는 습관을 길러주어야 한다. 하위권 학생들에게는 문제에 대한 두려움을 느끼지 않고, 해결하려는 의지를 가질 수 있도록 수학에 대한 흥미와 자신감을 심어주는 것이 가장 큰 과제라고 할 수 있다.



지금까지 살펴본 학업 성취도에 따른 오류의 유형을 요약하면, 상위권 학생들이 보이는 오류는 주로 문항 이해와 개념 원리에 대한 이해 등 '이해'에서부터 출발하며, 풀이 과정이나 기록 단계에서는 오류가 많지 않음을 알 수 있다. 반면 중위권 학생들은 풀이 과정의 오류와 생략 등 '풀이' 자체에서 가장 많은 오류를 보이고 있으며, 이들 오류들은 문항 이해 및 개념 원리에서의 오류와 함께 복합적으로 묶여 있음을 알 수 있다. 그리고 하위권 학생들은 서술형 평가 자체를 어려워하기에 무응답 비율이 높았으며, 문항 이해에서 가장 많은 오류를 보였으나 오답을 한 경우에도 기존의 오류 유형 분석의 틀로 다루기에 힘든 반응들이 다수 있는데, 이에 대한 분석은 수학학습부진아 지도를 위한 논의에서 별도로 다룰 필요가 있어 보인다.

## V. 결론 및 제언

수학교육의 목표 중 하나는 수학의 기본적 지식을 습득하고, 논리적으로 사고하는 능력을 기르며, 실생활의 여러 가지 문제를 합리적으로 해결할 수 있는 능력과 태도를 기르는 데 있다. 본 연구는 서술형 평가 문항을 통해서 학생들이 단순히 암기하고 있는 수준이 아니라 문제해결의 과정을 제대로 이해하고 있는지를 파악하고, 이 과정에서 나타나는 오류에 대해 분석함으로써 오류의 유형 및 그 체계에 대해 분석하고자 하였다.

본 연구는 초등학교 4학년 학생 24명을 대상으로 하였으며, 먼저 수와 연산 영역을 중심으로 한 서술형 평가 문항 검사지를 개발하였다. 오류의 유형을 구분하기 위해, 선행연구에 제시된 Movshovitz-Hardar의 오류 모델과 김옥경(1990), 김경훈(2004)이 제시한 오류 유형을 참고로 하여 오류의 범주를 문항 이해의 오류, 개념 원리의 오류, 자료 사용의 오류, 풀이 과정의 오류, 기록 단계의 오류, 풀이 과정의 생략 등 총 6가지 유형으로 구분하였다. 또한 학생들의 수학 성취도에 따라 상위권, 중위권, 하위권으로 분류하여 성취도에 따른 오류 유형의 빈도에 대해서 분석하였다.

일반적으로 학생들은 보기가 주어진 객관식 문제에서는 답을 쉽게 선택하고, 해결 전략을 모르는 문제라도 보기를 보고 역연산, 추론을 통해 답을 구할 수가 있다. 이에 비해 서술형 평가의 경우 논리적인 사고과정을 수학적 용어들을 사용하여 서술해야 하기에 학생들이 어려워하는 경향을 보인다. 그리고 여기서 나타나는 오류는 객관식 문항에서 단편적으로 파악될 수 있는 것과 달리 문제해결과정에서 일련의 체계성을 가지고 있다.

한편 학생들의 성취도에 따라 오류 유형을 분석한 결과, 상위권 학생들은 중위권, 하위권 학생들보다 오류를 보이는 비율이 높지 않았으며, 대부분의 오류들이 문제 해결과정은 옳으나 단순한 계산으로 인한 오류와 몇몇 학생들의 개념의 이해 부족으로 인한 오류가 나타났다. 그리고 중위권의 학생들은 문제에 대한 이해는 부족하지만, 문제를 자의적으로 해석하며, 이해 가능한 자료만을 가지고, 올바르게 못한 전략을 사용하여 문제를 해결하려고 하는 경향이 있었다. 하위권 학생들은 전반적으로 문제를 이해하는데 어려움을 보였으며, 이는 '문항 이해의 오류', '개념 원리의 오류', '풀이 과정의 생략' 와 같은 오류로 이어지게 되었다. 문제를 이해했다 하더라도 관련 지식이 불완전하여 문제해결이 끝까지 이루어지지 않았고, 문제를 끝까지 해결해보겠다는 과제집착력도 낮았다.

본 연구는 서술형 평가 문항을 통해 4학년 수와 연산 영역에서 발생하는 오류 유형과 학업성취도에 따른 오류 유형의 차이를 분석하였는데, 연구과정에서 나타난 제한점을 보완



하고 후속연구를 위하여 다음과 같은 제언을 하고자 한다. 첫째, 서술형 평가 문항에 나타난 학생들의 문제해결과정만을 오류분석 대상으로 삼았으나, 체계적인 면담을 병행하여 좀 더 정확한 오류분석을 할 필요가 있다. 둘째, 학교 현장에서 평가를 실시할 경우 답이 틀렸을 경우 이미 그 문제는 점수를 받지 못하는 실정이다. 일례로 본 연구에서는 서술형 평가가 문제 해결과정에서 작은 실수나 착각으로 잘 해결하고도 정확한 답을 하지 못해 오답으로 처리되는 경우를 볼 수 있었다. 교육 현장에서는 문제해결과정의 중요성을 인식하여 부분 점수제 또는 서술형 문항을 확대하는 평가방법을 보다 적극적으로 도입할 필요가 있어 보인다.

본 연구에서는 서술형 평가 문제해결과정에서 학생들이 문제를 해결하지 못하는 이유와 오류의 유형에서 성취도에 따른 개인별 차이가 있을 수 있음을 확인하였다. 이후 이와 같은 오류 분석의 범주와 오류 내용들을 형식화하여 개인별 오류 패턴을 확인함으로써, 학생들이 문제해결에서 보이는 오류는 어떤 요인에서 기인한 것인지(읽기, 이해, 변환, 처리, 기록, 생략 등), 또는 학업성취도에 따라 오류의 유형을 개선하기 위한 방안을 이끌어낼 수 있을 것이다. 후속 연구를 통해 이러한 연구 작업이 계속될 수 있기를 기대한다.

## 참 고 문 헌

- 강완 · 백석윤 (1998). 초등수학교육론. 서울 : 동명사.
- 교육인적자원부 (2005). 초등수학 1-가, 1-나, 2-가, 2-나, 3-가, 3-나, 4-가, 4-나 교과서.
- 교육인적자원부 (2005). 초등수학 1-가, 1-나, 2-가, 2-나, 3-가, 3-나, 4-가, 4-나 교사용지도서.
- 구광조 · 오병승 · 전평국 (1995). 수학학습심리학. 서울 : 교우사.
- 김경훈 (2004). 수와 연산 영역에서 수학학습부진아의 오류 유형 분석 및 지도 방안. 전주교육대학교 석사학위논문.
- 김남준 (2006). 서술형 평가가 초등학생의 수학적 성향에 미치는 영향 연구. 서울교육대학교 석사학위논문.
- 김옥경 (1990). 고등학교 수학에서 발생하는 수학적 오류의 분류 모델에 대한 연구. 이화여자대학교 석사학위논문.
- 백순근 (1999). 수행평가의 이론적 기초. 초등교과교육연구 제3권. 한국교원대학교 초등교육연구소.
- 석경희 (2004). 초등 수학 문장제 해결 과정에 나타나는 오류 분석. 서울교육대학교 석사학위논문.
- 윤수찬 (2006). 서술형 평가 문항 답안 작성시 나타나는 오류 유형 분석-중학교 1학년 수학을 중심으로. 서울시립대학교 석사학위논문.
- 이문정 (2000). 중학교 수행평가에서 의사소통능력에 초점을 둔 함수단원의 평가기준표 개발. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 이미경 외 6인 (2005). PISA2003 결과분석연구-수학적 소양, 읽기 소양, 과학적 소양 수준 및 배경 변인 분석. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2004-2-1.
- 장영은 (2003). 도형과 관련된 문제해결과정에서 초등학생의 오류 유형과 원인 분석 연구. 전주교육대학교 석사학위논문.
- 최승현 (1999). 수학과 수행평가의 개관. 학교수학 1(1). 대한수학교육학회.

<Abstract>

## Analysis on Error Types of Descriptive Evaluations in the Learning of Elementary Mathematics<sup>6)</sup>

Jung, Hyun Do<sup>7)</sup>; & Kang, Sin Po<sup>8)</sup>; & Kim, Sung joon<sup>9)</sup>

This study questions that mathematical evaluations strive to memorize fragmentary knowledge and have an objective test. To solve these problems on mathematical education We did descriptive test. Through the descriptive test, students think and express their ideas freely using mathematical terms. We want to know if that procedure is correct or not, and, if they understand what was being presented. We studied this because We want to analyze where and what kinds of faults they committed, and be able to correct an error so as to establish a correct mathematical concept. The result from this study can be summarized as the following;

First, the mistakes students make when solving the descriptive tests can be divided into six things: error of question understanding, error of concept principle, error of data using, error of solving procedure, error of recording procedure, and solving procedure omissions.

Second, students had difficulty with the part of the descriptive test that used logical thinking defined by mathematical terms.

Third, errors pattern varied as did students' ability level. For high level students, there were a lot of cases of the solving procedure being correct, but simple calculations were not correct. There were also some mistakes due to some students' lack of concept understanding. For middle level students, they couldn't understand questions well, and they analyzed questions arbitrarily. They also have a tendency to solve questions using a wrong strategy with data that only they can understand. Low level students generally had difficulty understanding questions. Even when they understood questions, they couldn't derive the answers because they have a shortage of related knowledge as well as low enthusiasm on the subject.

Keywords: descriptive evaluation(test), error(mistakes), errors pattern, students' ability level, mathematical concept, mathematical terms

논문접수: 2010. 10. 25

논문심사: 2010. 11. 16

게재확정: 2010. 12. 03

6) This study was supported by the Education Research Institute, Busan National University of Education in 2009.

7) keiichi79@hanmail.net

8) spkang@bnue.ac.kr

9) joonysk@bnue.ac.kr

<부록> 서술형 평가 문항

번호	문항																																																
1	<p>(     )안에 큰 수부터 차례로 번호를 써 넣고, 그 이유를 설명하시오. (단, □에는 0부터 9까지 어느 숫자를 넣어도 된다.)</p> <table border="1" style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>(     )</td> <td>2</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>0</td> <td>5</td> <td>□</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>6</td> <td>1</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>(     )</td> <td>2</td> <td>8</td> <td>□</td> <td>0</td> <td>3</td> <td>7</td> <td>□</td> <td>9</td> <td>0</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>(     )</td> <td>2</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>□</td> <td>9</td> <td>1</td> <td>8</td> <td>7</td> <td>7</td> <td>0</td> <td>□</td> </tr> <tr> <td>(     )</td> <td>2</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>0</td> <td>9</td> <td>0</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>9</td> <td>□</td> <td>9</td> </tr> </table>	(     )	2	8	9	0	5	□	4	3	6	1	5	(     )	2	8	□	0	3	7	□	9	0	3	4	(     )	2	8	9	□	9	1	8	7	7	0	□	(     )	2	8	9	0	9	0	4	1	9	□	9
(     )	2	8	9	0	5	□	4	3	6	1	5																																						
(     )	2	8	□	0	3	7	□	9	0	3	4																																						
(     )	2	8	9	□	9	1	8	7	7	0	□																																						
(     )	2	8	9	0	9	0	4	1	9	□	9																																						
2	<p>다음의 두 수의 크기를 비교해서 &gt;, =, &lt; 중에서 알맞은 것을 써 넣고, 그 이유를 설명하시오. (단, 두 가지 이상의 방법으로 해결하시오)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 60%;"> <math>85 \times 56 \quad \bigcirc \quad 7 \times 8 \times 58</math> </div>																																																
3	<p>나눗셈 식에 있는 문자가 어떤 숫자인지 찾아보고, 그 이유를 설명하시오. 문자는 서로 다른 숫자이다(단, <del>0~5~9</del>이다).</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: 80%; text-align: center;"> </div>																																																
4	<p>아래의 숫자들과 사칙연산 기호(+, -, ×, ÷), 괄호( )를 사용하여 등식을 5개 이상 만들고 계산하여 보시오. (단, 하나의 등식에 사칙연산기호는 두 번 이상 들어갈 수 없습니다.)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%; text-align: center;">                 2 3 5 8 9 7 10 43 23 31 45 92 100             </div>																																																
5	<p>상민이와 수형이는 6장의 숫자 카드로 분모가 9인 대분수의 차가 가장 큰 뺄셈식을 만들려고 합니다. 상민이와 수형이가 다음과 같이 숫자카드를 가졌을 때 두 대분수의 차가 가장 큰 사람이 누구인지 구하고, 그 이유를 설명하시오.</p> <div style="margin: 10px auto; width: 60%;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 40px;">#1</td> <td>2</td><td>3</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>9</td> </tr> <tr> <td>#2</td> <td>1</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>9</td><td>9</td> </tr> </table> </div>	#1	2	3	7	8	9	9	#2	1	5	6	7	9	9																																		
#1	2	3	7	8	9	9																																											
#2	1	5	6	7	9	9																																											
6	<p>민수의 집에서 우체국까지의 거리는 <math>\frac{2}{4}</math> km이고, 우체국에서 공원까지는 <math>1\frac{3}{4}</math> km입니다. 다솔이의 집에서 약국까지는 <math>\frac{3}{4}</math> km이고, 약국에서 공원까지의 거리는 <math>\frac{5}{4}</math> km입니다. 민수와 다솔이가 집에서 공원까지의 거리를 구하고 누구의 집에서 공원까지의 거리가 더 멀리 있는지 설명하시오.</p> <p>(1) 민수가 집에서 공원까지 이동하는 거리와 다솔이가 집에서 공원까지 이동하는 거리를 아래의 그림에 표시해보시오.</p>																																																

	민수 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> </table>												다솔 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> </table>												
	0	1	2	3																					
	0	1	2	3																					
	(2) 식을 세워 크기를 구한 후 비교해보시오.																								
7	$\frac{11}{9}$ 과 $1\frac{1}{9}$ 중에서 어느 것이 더 큰지 알아보고 싶을 때, 분모가 같은 분수의 크기를 비교하는 여러 방법을 모두 사용해 나타내보고, 어느 것이 더 큰지 설명해보시오.																								
	비교하는 방법)  크기비교)																								
8	다음은 0.25에 대하여 설명한 것입니다. 다음의 <보기>를 보고 맞는 것은 ○, 틀린 것은 ×표를 하고, 그 각각의 이유를 설명하시오.																								
	보기	① 0.01이 25개인 수이다. ② $\frac{25}{100}$ 과 크기가 같다. ③ 0.25보다 작은 소수는 모두 25개가 있다. ④ 0.25보다 0.05가 큰 수는 0.30이다. ⑤ 0.25보다 0.01이 작은 수는 0.15다. ⑥ 0.25는 0.252보다 작다.																							
	문항	판단(○, ×)	이유																						
	①																								
	②																								
	③																								
	④																								
	⑤																								
	⑥																								
9	다음 식에 알맞은 문제를 만들어 보고, 그 계산과정과 답을 구하여 보시오.																								
	$37.7 - 35.42$																								
10	다음은 경수의 용돈기록장의 일부인데, <남은 돈>부분이 지워져 보이지 않는다. 11월 23일 남은 돈이 6320원이라면 11월 13일 남은 돈은 과연 얼마일까? 어떻게 구했는지 자세하게 해결 과정을 쓰시오.																								
	날 짜	받은 돈	사용한 돈	남은 돈	내 용																				
	11월13일	2500원		?원	아버지께서 용돈을 주심																				
	11월15일	1350원		?원	심부름값																				
	11월18일	2000원		?원	삼촌께서 용돈을 주심																				
	11월23일		4200원	6320원	책 구입																				