

## 중학교 1학년 수학과 서술형 평가문항 개발 연구

노 선 숙 (이화여자대학교)

김 민 경 (이화여자대학교)

조 성 민 (동일여자고등학교)

백 해 진 (윤중중학교)

### I. 서론

Alberta Education of Canada(2006, 이하 AEC)는 학교 교육에서의 평가(assessment)란 '교사가 학생들의 학습 및 발달의 과정에 대한 평가(evaluation)를 도울 수 있도록 학습자에 대한 정보를 수집하는 일'이라 정의한 바 있다. 본래 '평가하다(assess)'란 불어 assidere에 어원을 두고 '옆에 앉아 있다(to sit beside)'란 의미를 포함(김경희, 2000)하는 것으로 학생들에 대한 정확한 분석을 바탕으로 하되 교수-학습에서 효과적으로 활용될 수 있는 평가방안의 모색이 중요한 의미를 갖는다.

특히 수행평가의 일종으로 활용되던 서술형 평가는 영어의 에세이 테스트(essay test)에 해당하는 것으로, 학생이 답이라고 생각하는 지식이나 의견 등을 직접 '서술'하도록 고안된 평가방식이다(황혜정, 최승현, 1999). 또한 수학과 서술형 평가는 학생들의 수학적 사고 과정이 더 많이 활용된다는 점에서 고등정신능력의 배양을 추구하는 최근의 교육 동향에 부합하는 평가방식으로서 더욱 주목을 받고 있다(노국향, 김신영, 2000).

AEC(2006)는 학교 교육에서 활용할 수 있는 평가방법(assessment method)으로 관찰, 일지 작성, 형성 평가, 지필시험, 컴퓨터 활용 시험, 구두시험, 자료 수집 평가, 인터뷰, 동료/자기평가, 표준 중심 평가, 수행평가(쓰기 과

제, 전시, 포트폴리오, 프로젝트, 기타 산출물 평가 등)를 포함하여 설명하였다. 이들 평가방법의 일부는 직접평가, 수행평가, 대안평가 등의 이름으로 불리기도 하는데, 본고에서 논하는 서술형 평가는 이 중에서 지필시험의 일종으로 표준 중심의 평가의 범주에 속한다고 할 수 있다.

한편 서울특별시 교육청은 중학교 1학년을 대상으로 국어, 영어, 수학, 사회, 과학 교과에 한하여 정기고사에서 서술형 평가를 실시하되 그 반영비율을 2005년 30%를 시작으로 해마다 단계적으로 확대하여 50%까지 실시할 것을 권고하였다(서울특별시 강서교육청, 2006). 교육청의 권고에 따라 정기고사에서 적극적으로 활용되기 시작된 수학과 서술형 평가는 2007년 이후에는 많은 중학교에서 전 학년을 대상으로 40% 이상 실시하고 있다(한귀원, 2007). 이는 학교 교육의 목표가 단순한 지식과 정보의 전달에서 학생의 창의력과 문제해결능력을 길러주는 사고력 중심으로 전환됨에 따라 학생평가에서도 관점을 전환하여 고등정신능력을 배양함으로써 학력을 신장하고 교수-학습 방법을 개선하는데 중점을 둔 것이라 할 수 있다.

그러나 수행평가의 일환으로 실시되던 서술형 평가는 여러 가지 장점에도 불구하고 실행조건이 충분히 성숙되지 않은 상황에서 정기고사에서의 반영비율이 확대됨에 따라 그 본래의 의도와는 다르게 변형되어 운영되는 등 학교 현장에서는 서술형 평가와 관련하여 여러 가지 문제점들이 나타나고 있다(양승욱, 2005). 이는 적절한 문항과 평가준거 및 채점기준표의 개발 뿐 아니라 채점의 객관성과 신뢰성 등에 대한 논란을 잠재우는 것 역시 어려운 일이기 때문이다. 따라서 학교 현장에서 평가활동을 직접적으로 수행하고 있는 교사의 평가능력 향상을 통해 타당하고 신뢰성 있는 평가문항을 개발하고 실행하여 평가 결과를 학생들의 학습 향상에 적절히 활용할 수 있는 방안이

\* 2008년 8월 투고, 2008년 9월 심사  
\* 2007년도 정부재원(교육인적자원부)으로 한국학술진흥재단의 지원으로 연구되었음(KRF-2007-721-B00059).  
\* ZDM분류 : D40, C70  
\* MSC2000분류 : 97D40  
\* 주제어 : 서술형 평가, 서술형 평가문항, 평가준거, 채점자간 신뢰도, 중학교 1학년 수학

모색되어야 할 것이다.

이를 위해 본 연구에서는 선행연구와 교육과정 분석을 통해 서술형 평가문항 개발의 방향을 결정하고, 우리나라 제7차 수학과 교육과정의 국민공통기본교육과정 중 <7-나> 단계의 내용을 중심으로 서술형 평가문항 및 평가 기준을 개발하였다. 또한 개발된 문항에 대한 예비검사를 통하여 문항내적일관성의 신뢰도를 확인하고, 중학교 1학년 학생들을 대상으로 본검사를 실시하여 학생들의 문항 반응 결과를 통해 학교 현장에서의 적용가능성을 모색하였다.

이와 같은 과정을 통해 개발된 서술형 평가 문항 및 평가 기준은 이후 학교 현장의 교사들에게 예시 문항으로 활용되고, 문항 및 평가 기준의 그 개발 과정은 현장 교사들이 서술형 평가문항 개발 및 평가 기준 작성 시 참고할 수 있는 개발연구의 한 가지 사례로 작용하여 교사들의 학생평가 전문성 신장을 지원할 수 있는 방안으로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

## II. 중등 수학과와 서술형 평가

본 장에서는 중등 수학과 서술형 평가문항의 개발 방향 및 평가준거를 설정하기에 앞서 서술형 평가에 대한 선행연구를 검토하고 교육과정과 교과서 분석을 통해 평가문항 개발 및 평가준거 설정에 주는 시사점을 모색하고자 한다.

### 1. 중등 수학과 서술형 평가의 의미

수학과에서 주목되고 있는 서술형 평가란 학생들로 하여금 문제의 해결과정을 기술하도록 하여 이를 통해 학생들의 이해정도를 파악하는 하나의 평가 유형으로(이문정, 2000; 정동권 외, 2000), 학생들의 문제 풀이 과정을 분석함으로써 학생들이 무엇을 잘못 알고 있는지를 평가하고 이를 수정해 줄 수 있는 유형이다(NCTM, 2001).

서술형 평가란 흔히 주관식 검사라고 하는 것으로, 학생들이 문제의 답을 선택하는 것이 아니라 직접 서술(구성)하는 형태로서, 대부분의 경우 모범 답안을 상정하고 학생들로 하여금 문제의 해결과정과 정답을 자세히 기록하도록 한다. 이에 비하여 논술형 평가는 특별히 정해놓

은 답이 없는 상태에서 학생 개개인이 나름의 생각이나 주장을 창의적이고 논리적이면서도 설득력 있게 조직하여 작성할 것을 강조한다는 점에서 서술형 평가와 구분된다(국립교육평가원, 1996). 따라서 서술형 평가에서는 학생이 서술한 내용의 깊이와 넓이에만 초점을 두는 반면, 논술형 평가에서는 학생들이 작성한 내용의 깊이와 넓이뿐 아니라 글을 조직하고 구성하는 표현 능력, 논리적인 일관성 등도 평가하게 된다(황혜정, 최승현, 1999).

그러나 학교 현장에서 문항 개발 시 서술형 평가문항과 논술형 평가문항을 구분하는 것이 쉽지 않으므로, 최근에는 서술형과 논술형을 혼용하여 사용하여 서답형 문항 중 상대적으로 학생 반응의 자유도가 높으면서도 응답해야 할 분량이 많은 것을 서술형 평가문항으로 규정하고 있다(양길석, 2005).

이와 유사한 유형의 수학 평가 문항으로 TIMSS-2003에서 제시된 Constructed-Response 문항 유형을 들 수 있다. 이는 TIMSS-1999부터 시작된 검사문항유형으로 학생이 스스로 답을 구성(generate)해서 서술(write)하는 문항이라 소개되고 있다(Mullis et al., 2004). TIMSS-2003의 수학 검사 문항 중 8학년의 1/3 정도가 이 유형에 해당하며 총 시험시간의 40%가 할애될 것이라 예상되며, 4학년 검사 문항은 40%가 Constructed-Response 문항으로 구성되어 시험시간의 50%가 할애될 것이라 간주되는 등 일반적으로 TIMSS 검사에서의 비중이 무척 높아지고 있다. 이는 우리나라 시도 교육청에서 2005년 이후 초·중등 수학과 평가에서 권장하고 있는 서술형 평가의 정기고사 반영 비율과 유사한 것으로 볼 수 있다. 또한 Sanazaro<sup>2)</sup>은 Constructed-Response 문항은 학생들이 답을 선택(select)하는 것이 아니라, 적절한 반응과 함께 답을 제공(supply)하는 것이라며, 'Open-Ended Response(개방형 응답)'와 같은 의미로 보기도 하였다. 이는 Constructed-Response 문항이 학생들이 주어진 반응 중 선택(select a response)하는 것이 아니라 자신의 답을 구성하여 서술하며 응답할 것(construct a written response)을 요구하는 것으로 본다는 TIMSS-2003 평가

1) TIMSS - Trends in Mathematics and Science Study:  
<http://timss.org>

2) C. Sanazaro, Creative Writing in the Math Classroom.  
<http://www2.scholastic.com/browse/unitplan.jsp?id=54>

틀 연구의 시각과 일치한다(Mullis et. al., 2003).

Whang(2004)은 서술형 평가는 선다형, 단답형 평가와는 또 다른 지필평가로서, 학생들의 수학적 능력을 검사하는데 가장 좋은 평가방법 중의 하나라고 보았다. 따라서 서술형 평가를 통해 다양한 학생들의 반응을 볼 수 있고 이를 통해 학생들의 사고 과정이 명확하게 드러난다고 긍정적으로 평가하였다.

따라서 본 연구에서는 학생들에게 단편적인 지식을 묻는 방식이 아닌 개념이나 과정을 어떻게 조직하고 내면화 하였는가를 평가하는 문항으로서, 다양한 전략 사용이 가능한 평가문항을 서술형 문항이라 규정하고, 이를 통해 학생의 분석 능력, 정보 수집 능력, 문제해결 능력, 창의력 등의 고등 사고기능의 평가방안을 모색하고자 하였다.

서술형 평가는 90년대 초반 수행평가의 도입 및 정착과 밀접한 관련을 갖고 있음에 따라 수행평가와 관련된 연구로부터 시작되었으나 이후 학력신장과의 직접적인 관련성(노영순, 류준식, 2001)이나 수학적 자신감과 호기심 같은 수학적 성향에서의 유의미한 변화로 인해 주목을 받게 되었다(좌동지, 2001). 그러나 이러한 연구는 서술형 평가를 적용하였을 때 학력신장이나 문제해결능력과 같은 인지적 영역, 수학적 성향과 같은 정의적 영역에서의 변화를 제시할 뿐 이를 활용한 교수-학습 과정에서의 변화를 도모하지는 않았다. 최근에는 서술형 평가의 응답지에 나타난 오류를 유형화하고(윤수찬, 2006), 각 유형에 따라 학생들에게 즉각적인 피드백을 제공하였을 때 수학적 이해에 미치는 영향을 분석(최정희, 2005)함으로써 교수-학습 과정으로서 평가의 역할을 강조하고 있다.

## 2. 중등 수학과 서술형 평가문항의 개발

서술형 평가의 도입과 정착이 수행평가의 일환으로 시작됨에 따라 서술형 평가문항 개발에 관한 논의는 수행평가 문항 개발연구와 맥을 같이 하였다. 황우형 외(2001)는 수행평가 도구의 개발 및 타당화 방안을 모색하면서 수행평가문항 개발의 지침으로서 13가지를 제시하였다. 그 특징적인 내용을 살펴보면, 단순한 계산이나 기억보다는 사고력을 요하는 문항을 만들 것, 다른 교과 혹은 다른 단원과 통합되는 문항을 만들 것, 다양한 풀이 방법과 답이 가능한 문항을 만들 것, 수학에 대한 흥미·노력·창의성

등을 함께 평가할 수 있는 문항을 만들 것 등이 있다. 이는 우수한 개방형 평가(open-ended assessment)의 세 가지 요소로서 의미 있는 수학 내용, 다양한 반응 유발, 학생에 대한 정보의 제공을 꼽은 Leatham et al.(2005)의 연구와 맥을 같이 한다.

한편 Danielson & Marquez(1998)는 수행평가 문항 개발에서 '과제 초안 → 동료 검사 → 학생 사전 검사 → 수행과제의 수정'과 같이 거시적인 절차를 제시한 반면, 황우형 외(2001)는 국내·외의 도구 분석을 통하여 적절한 평가준거와 평가방법에 대한 전반적인 틀을 잡은 후, '평가계획서 작성 → 교육과정 분석 → 성취기준의 구체화 → 평가준거 작성 → 평가방법 결정 → 평가도구 제작(채점기준표, 모범답안, 준거답안 선정)'을 따르는 구체적인 개발 절차를 제안하기도 하였다. 한미란(2006)은 '구체적인 성취기준(학습 목표 및 내용)의 개발 및 제시 → 채점기준의 명료화 → 평가계획서 작성 → 평가도구 제작 → 평가 실시 → 채점기준표에 따른 채점 → 평가 결과를 교수-학습 활동에 피드백'의 순서로 평가 절차를 제안함으로써, 평가 결과의 교수-학습 활용을 강조하기도 하였다.

## 3. 중등 수학과 서술형 평가에서의 채점

수학과 서술형 평가는 학습자의 고등 사고 능력을 평가할 것이라는 기대와 같은 여러 가지 장점에도 불구하고 채점에 대한 객관성과 신뢰성에 대하여 지속적으로 문제가 제기되고 있다. 즉, 학생의 답에 대한 다양한 해석과 부분적인 점수 부여가 가능하므로 채점이 어렵고 채점결과에 대한 신뢰성이 낮을 수 있다는 것이다(박배훈 외, 2001). 따라서 채점의 공정성과 신뢰성을 확보하기 위하여 채점자에 따른 차이를 최소화할 수 있는 방안을 모색하는 것이 필요하며, 이를 위해 성취기준이라는 용어와 함께 사용되고 있는 채점기준의 역할이 강조되기도 한다.

우리나라의 수학과 평가에서 서술형 문항의 채점은 일반적으로 문제이해, 문제해결과정, 답으로 구분되는 세 단계의 평가준거를 활용하는 편이다(Whang, 2004). 일반적으로 성취기준은 수학과 수업 상황에서 실제적으로 교수·학습 내용의 기준 역할'을 의미하고 교수·학습 과정을 안내하는 지침의 역할을 하지만, 어떤 영역에서 어느 정도 성취했는가를 판단하는 데 구체적인 도움을 제공하

지 못한다. 이와 달리 평가준거는 '수학과 평가 상황에서 실제적으로 평가 내용의 기준 역할'을 의미하며, 어떤 영역에서 어느 정도 성취했는가를 판단할 수 있는 준거로서의 역할을 한다. 즉, 성취정도를 수준별로 차별화할 수 있는 기준의 역할을 하게 된다(최승현, 한경혜, 황혜정, 2001).

평가준거는 평가의 목적에 따라 다양한 형식으로 개발이 가능한데, 일반적으로 학생의 반응을 판단하는 데 사용될 하나 이상의 기본적인 영역 혹은 준거, 각 영역이나 준거의 의미를 명확히 해 주는 정의나 사례, 각 영역이나 준거를 평정하기 위한 수치나 범주, 각 준거의 단계, 단계별 사례 혹은 범례, 단계별 특성을 구분하는 성취 수준의 네 가지 요소를 포함한다(Herman, Aschbacher & Winters, 1992).

이러한 네 가지 요소를 포함하여 개발된 채점기준들은 총괄적(holistic) 채점 방법과 분석적(analytic) 채점 방법의 두 가지 채점 방법으로 구분되어 활용되는데, 이 두 가지 채점 방법의 특성을 정리하면 다음의 <표 1>과 같다.

<표 1> 총괄적 채점 방법과 분석적 채점 방법의 비교 (조미경, 2005)

	총괄적 채점 방법	분석적 채점 방법
의 미	<ul style="list-style-type: none"> <li>성취 행동 전체를 채점단위로 하여 채점자가 전체적인 관점에서 판단하여 점수를 부여</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>성취행동을 평가 기준표에 열거된 요소와 배점에 따라 채점을 하고 요소별로 점수를 부여</li> </ul>
특 징	<ul style="list-style-type: none"> <li>학생들의 답안에 대하여 비교적 신속하게 채점 가능</li> <li>해답뿐만 아니라 풀이과정을 중시할 수 있음</li> <li>학생의 답안 전체에 대해 한 가지 점수를 부여</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>채점자 훈련 및 실제 채점실시 시, 총괄적 채점 기준을 활용할 때보다 시간이 많이 소요됨</li> <li>요소나 영역별로 학생의 강점이나 취약점 파악 가능</li> <li>수행의 여러 가지 측면을 구분하여 점수를 부여</li> <li>채점의 신뢰도가 높음</li> </ul>

이러한 채점 방법 중에서 어느 것을 사용할 것인지에 대한 선택은 평가의 목적에 달려있다. 일반적으로 개별 학생이나 수업의 강점과 약점을 찾아내거나 프로그램을 개선하기 위한 구체적인 정보를 찾아내는 것을 목적으로 할 때에는 분석적 채점 방법을 활용하고, 학생들의 성취를 최종적으로 종합적인 관점에서 평가하고자 할 때에는 총괄적 채점 방법을 활용한다(Herman, Aschbacher & Winters, 1992).

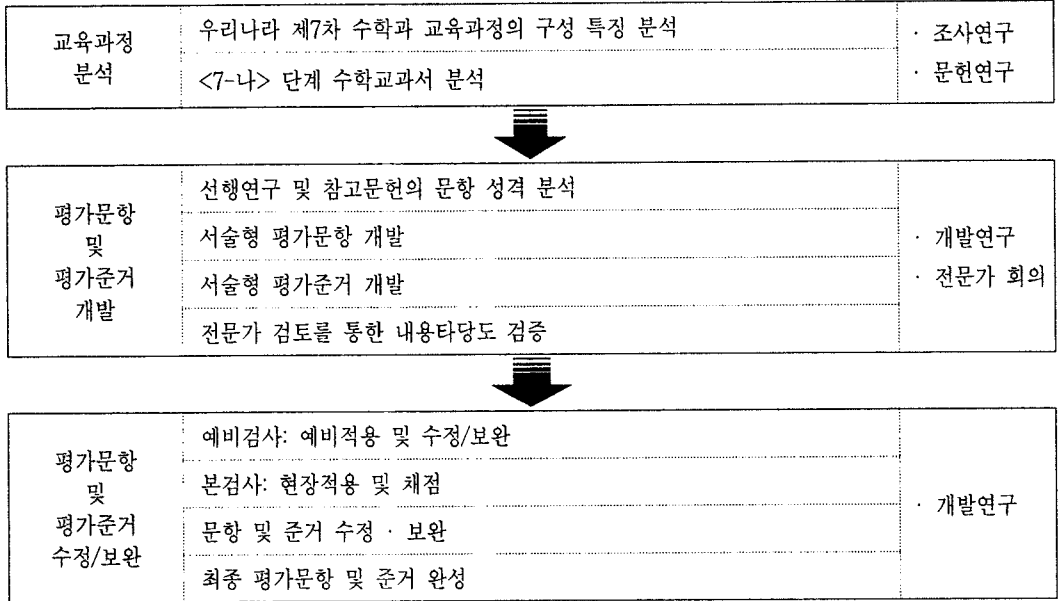
### III. 연구방법

중등 수학과 서술형 평가의 문항개발 절차를 설계하기 위해, 각 단계가 구체적이지는 않지만 거시적인 관점에서 문항개발 절차를 제시한 Danielson & Marquez(1998)의 절차와 각 단계별로 고려해야 할 사항들을 중심으로 종합적인 관점을 취한 황우형 외(2001)의 개발절차를 통합하여, 다음과 같은 3단계의 평가문항 및 평가준거 개발 절차에 따라 진행되었다.

첫째, 조사 연구와 문헌연구를 통하여 우리나라 제7차 수학과 교육과정의 특징을 살펴보고 <7-나> 단계의 수학교과서를 분석하였다. 둘째, 평가문항 및 평가준거에 대한 의견을 수렴하기 위해 전문가 자문회의를 실시하였다. 이 단계에서는 선행연구 및 참고문헌의 문항 유형 및 성격을 분석하고, 개발연구를 통해 서술형 평가문항 및 평가준거를 개발하며 전문가 검토를 통해 문항의 내용타당도를 검증하였다. 셋째, 전문가의 검토와 예비검사 결과를 바탕으로 문항을 수정·보완하여 현장에 적용하였고, 채점의 분석결과에 근거하여 <7-나> 단계에서 활용될 것을 목적으로 최종 서술형 평가문항을 완성하였다. 이와 같은 서술형 평가문항 및 준거의 개발 절차는 <그림 1>에 제시하였다.

#### 1. 적용대상

본 연구에서 개발된 서술형 평가문항은 중학교 수학 <7-나>단계의 내용으로, 연구진 중 한 사람이 근무하는 서울시 영등포구 소재 Y중학교 1학년 중 일부 학급을 대상으로 예비검사 및 본검사를 실시하였다. 부연 설명하면, 11개 반 중 수학적 성취 학급 평균이 학년 평균과 비슷한 4개 반을 택하여 1개 반은 예비검사를 시행하고 3개 반은



<그림 1> 서술형 평가문항 및 준거 개발 절차

본검사를 시행하였다. Y중학교 1학년은 3월에 치러진 서울시 전체 진단평가에서 중간정도의 수준을 보였다.

2. 예비검사 및 본검사

12개 문항으로 구성된 예비검사는 Y중학교 1학년 1개 반(35명)을 대상으로 2007년 10월에 40분간 실시되었다(<표 2> 참조). 예비검사의 분석결과를 고려하여 본검사용 문항을 추출하였고, 학생들의 답안을 참고하여 문항의 기술방식과 채점기준표를 수정하였다. 이후 본 검사는 2007년 10월~12월까지 총 3회(1차: 12문항, 2-1차: 9문항, 2-2차: 9문항)에 걸쳐 실시되었다(<표 3> 참조).

<표 2> 개발된 문항의 적용대상 학급

학급	인원수	적용
A 학급	35	예비검사
B 학급	33	본검사
C 학급	32	
D 학급	35	

<표 3> 예비검사 및 본검사의 실시

시험	구분	인원수	문항 수	검사 시간	응시 인원	분석 인원
예비	예비검사	2학기 중간고사 전	12	40분	35	35
1회	1차 본검사	2학기 중간고사 직후	12	40분	100	88
2회	2-1차 본검사	2학기 학기말고사 직후	9	40분	100	94
3회	2-2차 본검사		9	40분		

IV. 연구 결과 및 논의

1. 문항 개발

구체적인 평가문항의 개발에 앞서 제7차 수학과 교육과정과 <7-나> 단계 수학교과서를 분석하였다. 이를 바탕으로 각 단원별로 중심 개념을 추출하여 주요한 수학적 개념이 포함되고, 문제해결과정을 단계적으로 표현할 수

있으며, 다양한 문제해결전략이 사용되고 추론능력이 발현되는 문제 상황이 포함되도록 문항을 개발하였다.

이는 '문제해결력에 대한 평가에서 결과뿐만 아니라 문제의 이해능력과 문제해결과정을 파악할 수 있도록 한다'는 제7차 수학과 교육과정 '평가'의 취지(교육부, 1997)를 살리고자 한 것으로, 추론능력은 전개과정을 통해 파악하였다. 교육과정, 교과서 분석과 선행연구에 대한 검토는 문항 개발의 방향을 설정하는데 초석이 되었고, 이 과정에서 총 12개 문항의 초안이 개발되었다.

개발된 문항은 수학교육 전문가 자문회의의 1차 검토를 받은 후, 중학교에 재직 중인 현장교사 2인에 의해 2차 검토가 이루어졌다. 검증과정에서 문항의 내용타당도는 물론, 문항 수준, 문항에 사용되는 용어의 수정, 적용 가능성 여부가 집중적으로 검토되었다.

이러한 검토를 바탕으로 예비검사 문항이 확정되고, 중학교 1개 반 35명을 대상으로 실시된 예비검사에 대한 학생들의 응답지 분석을 통해 본 연구에서 지향하는 서술형 평가문항으로서의 적절성과 타당성이 검토되었다. 즉, 학생들의 문제해결과정이 분명하게 드러나지 않거나, 본 연구에서 평가하고자 계획한 문제이해, 문제해결과정, 의사소통·표현의 영역을 평가하기에 적절하지 않은 문항을 수정, 보완하여 최종적으로 <7-나> 단계의 진단원에 걸쳐 총 30문항을 개발하였다.

30문항 중 12문항은 중간고사 직후에 실시된 1차 본검 사용으로 개발되었으며, 18문항은 학기말고사 직후에 실시된 2차 본검사용으로 개발되었다. 각 시험시기별로 개발된 문항의 단원별 내용 영역, 출제의도를 상세화하면 <표 4>와 같다.

## 2. 평가준거의 개발 및 상세화

서술형 평가의 평가준거의 개발은 국립교육평가원(1996)이 제시한 평가준거 개발절차의 틀과 NCTM(2001), 김민경, 조미경(2006)이 제시한 평가준거 개발절차를 참고하였다. 국내외 수학과 평가준거에 대한 분석과 전문가 회의를 통해 본 연구에서 활용될 평가준거를 추출하고, 평가준거의 수치와 범주를 문항 당 0~10점(문제이해 0~2점, 문제해결과정 0~6점, 의사소통·표현 0~2점)으로 구분한 후, 준거의 척도, 척도별 사례, 척도별 특성을 구분하

는 성취수준, 예시 답안 등을 작성하였다(<표 5> 참조).

이와 같이 설정된 평가준거는 문제 상황에 따라 다소 변형되어 채점기준으로 구성된다. 예를 들어 <Ⅲ. 도형의 성질, 1. 도형의 작도와 합동, §3. 도형의 합동> 단원과 관련한 2-3번 문항은 '삼각형의 합동을 이용하여 정오각형의 대각선의 길이가 같음을 설명할 수 있는지 알아본다'라는 출제의도에 따라 문제이해, 문제해결과정, 의사소통·표현의 단계별로 채점기준이 설정된다. 정오각형의 대각선의 길이가 같음을 설명하는 문제의 예시답안, 채점기준을 살펴보면 <그림 2>와 같다.

예시답안은 해당 평가영역의 성취수준이 '상'인 학생이 작성할 만한 수준의 모범답안으로 제시한 것이며, 채점기준은 예시답안에 근거하여 문제이해, 문제해결과정, 의사소통·표현의 3가지 부분으로 나누어 기술되었다. 각 문항은 10점을 만점으로 하여 이를 활용하고자 하는 교사들이 편하게 조절할 수 있게 하기 위해 배점을 조정하였으며, 채점의 비중을 고려하여 문제이해는 2점 만점, 문제해결과정은 6점 만점, 의사소통은 2점 만점으로 배점하였다.

## 3. 개발된 평가문항 및 평가준거의 적용

본 연구에서는 총 100명을 대상으로 서술형 평가를 실시하였고, 개인적인 이유로 검사를 완료하지 못한 학생의 검사지와 백지답안을 제출한 학생 등을 제외한 답지만을 분석대상으로 설정하여 1차에는 88명, 2차에는 94명의 답안지만을 분석하였다. 이후 학생들의 응답지에 대하여

*Cronbach- $\alpha$* 를 활용하여 채점자별 문항내적일관성 신뢰도 검사, Pearson 상관계수를 활용한 채점자간 신뢰도 검사를 실시하고, 각 문항별로는 평가준거(문제이해, 문제해결과정, 의사소통·표현)간 상관관계를 비교, 분석하였다.

### 가. 문항내적일관성 신뢰도

본 연구에서는 자체 개발한 수학과 서술형 평가문항에 대하여 문항점수의 분산을 고려하여 신뢰도를 계산한 *Cronbach- $\alpha$* 를 활용하였으며, SPSS WIN(version 10.0)을 사용하였다. 1차 예비검사의 12문항에 대해서는 .8940, 2차 예비검사의 18문항에 대해서는 .9024가 산출

<표 4> <7-나> 단계의 단원별 개발된 문항 해설

시험	대단원	중단원	평가의도	문항 수	
1차 본 검 사	I. 자료의 정리	1. 자료의 정리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 도수분포표를 보고 평균을 구할 수 있는지를 알아본다.</li> <li>• 히스토그램을 보고 각 계급의 도수를 구할 수 있는지 알아본다.</li> <li>• 히스토그램과 도수분포다각형의 넓이가 같음을 알고, 그 넓이를 구할 수 있는지 알아본다.</li> </ul>	3	
		2. 자료의 관찰	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상대도수분포표를 보고 평균을 구할 수 있는지 알아본다.</li> <li>• 누적도수분포그래프를 보고 해당하는 계급의 상대도수를 구할 수 있는지 알아본다.</li> <li>• 상대도수와 누적도수의 정확한 개념을 알고, 이를 이용하여 필요한 값을 찾아낼 수 있는지 알아본다.</li> </ul>	3	
	II. 도형의 기초	1. 기본도형	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 중점의 개념을 이해하고 선분의 길이를 구할 수 있는지 알아본다.</li> <li>• 각의 개념을 알고 필요한 각을 구할 수 있는지 알아본다.</li> <li>• 평행선의 성질을 이해하고 크기가 같은 각을 찾을 수 있는지 알아본다.</li> </ul>	3	
		2. 위치관계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 평면에서 세 직선의 위치관계를 생각할 수 있는지 알아본다.</li> <li>• 평행한 위치와 교인 위치에 대한 개념을 알고 있는지 알아본다.</li> <li>• 평면과 평면의 위치관계에 대해 알고 있는지 알아본다.</li> </ul>	3	
	합 계				12
	2차 본 검 사	III. 도형의 성질	1. 도형의 작도와 합동	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 작도에 쓰이는 도구와 그 용도를 정확히 알고 있는지 알아본다.</li> <li>• 세 변의 길이가 주어졌을 때 삼각형이 만들어질 수 있는 원리를 알고 있는지 알아본다.</li> <li>• 삼각형의 합동을 이용하여 정오각형의 대각선의 길이가 같음을 설명할 수 있는지 알아본다.</li> </ul>	3
2. 평면도형			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정다각형의 대각선의 총수를 구할 수 있는지 알아본다.</li> <li>• 다각형의 내각과 외각의 개념을 알고 각의 크기와 대각선의 개수를 구할 수 있는지 알아본다.</li> <li>• 다각형의 내각과 외각의 개념을 알고 각의 크기와 대각선의 개수를 구할 수 있는지 알아본다.</li> </ul>	3	
3. 입체도형			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정다면체를 만드는 원리를 이해할 수 있는지 알아본다.</li> <li>• 정다면체를 만드는 원리를 이해할 수 있는지 알아본다.</li> <li>• 정다면체를 만드는 원리를 이해할 수 있는지 알아본다.</li> </ul>	3	
IV. 도형의 측정		1. 평면도형 의 측정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 삼각형에서 각의 성질에 대해 이해하고 있는지 알아본다.</li> <li>• 부채꼴의 호의 길이와 그것을 활용한 문제를 해결할 수 있는지 알아본다.</li> <li>• 부채꼴의 넓이를 활용한 문제를 해결할 수 있는지 알아본다.</li> </ul>	3	
		2. 입체도형 의 측정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 입체도형의 겹넓이를 구하는 문제를 해결할 수 있는지 알아본다.</li> <li>• 변형된 원기둥의 겹넓이를 구하는 문제를 해결할 수 있는지 알아본다.</li> <li>• 변형된 구의 겹넓이를 구하는 문제를 해결할 수 있는지 알아본다.</li> </ul>	3	
		3. 입체도형 의 부피	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 원기둥의 부피 구하는 문제를 해결할 수 있는지 알아본다.</li> <li>• 원기둥의 부피 구하는 문제를 해결할 수 있는지 알아본다.</li> <li>• 구의 부피를 구하는 문제를 해결할 수 있는지 알아본다.</li> </ul>	3	
합 계				18	

<표 5> 평가준거의 기본 틀

평가준거	문제이해	문제해결과정	의사소통·표현
의미	-문제 속에 내포된 수학적 개념의 이해 정도 -문제에 제시된 조건의 이해 및 활용 정도	-문제해결 전략 선택의 적절성 -문제풀이과정의 적절성 및 정확성 -전략 수행 후, 문제 상황에 맞게 답을 기술하거나 해석하는 정도	-문제해결과정에서의 논리성 및 정확성 -문제해결과정에서 사용된 연산, 식, 기호 등의 표현의 정확성
척도별 구체적 특징			
	2	6	2
	-문제와 관련된 수학적 개념을 완전하게 이해하고 문제해결을 위하여 그 개념을 적절히 활용함 -문제에 제시된 정보들 중에서 문제해결에 필요한 정보들을 취사선택하여 적절히 활용함	-문제해결을 위한 모든 단계를 성공적으로 수행함 -전략 수행과정이나 문제 해결 과정에서 계산상의 오차나 오류가 없음 -문제 상황에 맞게 답을 정확하게 표현함	-문제해결의 모든 단계나 과정에 대한 설명이 충분함 -문제해결과정에 사용된 수학적 용어, 기호 등의 표현이 정확함
	1	4	1
	-문제와 관련된 수학적 개념을 부분적으로 이해하는데 그침 -문제에 제시된 정보들을 부분적으로 활용하여 완전한 문제해결로 이어지지 않음	-문제해결을 위한 두 번째 단계까지 성공적으로 수행하였으나, 이후 단계를 충분히 수행하지 않아서 답에 이르지 못했거나 오답을 제시함 -두 번째 단계까지는 성공적으로 수행하고 정답을 제시하였지만 a) 이후 단계의 풀이 과정을 이해할 수 없게 썼거나 과정을 나타내지 않음 b) 이후 단계의 전략이 적절하지 못했거나 전략의 이행이 명확하지 않음 c) 계산과정에서 오류가 나타남	-문제해결과정에 대한 설명에서 논리적인 비약이 부분적으로 나타남 -문제해결과정에 사용된 수학적 용어, 연산, 기호 등의 표현이 정확하지 않음
	0	2	0
	-문제에 제시된 정보를 옮겨 쓰는 수준은 넘었지만, 문제를 제대로 이해하지 못함 -문제를 제대로 이해하지 못하여 부적절한 개념을 활용함 -문제에 제시된 정보가 부적절하게 활용되거나 문제해결과 상관없음 -백지 또는 오답 이외에 아무 것도 없음	-문제해결을 위한 시도는 하였으나, 정답을 제시할 만큼 전략을 실행하지 못함 -적절한 전략을 선택하지 못함 -오답 이외에 아무런 풀이과정도 제시하지 않음 -문제해결을 전혀 시도하지 않음	-문제해결과정에 대한 설명이 불완전하거나 명료하지 않아, 이해하기 어려움 -문제해결과정에 대한 설명이 전혀 없음 -주어진 문제와 아무런 관련이 없는 문제해결과정을 제시함



되었다.

이후 1차 본검사 12문항과 2차 본검사 18문항 점수에

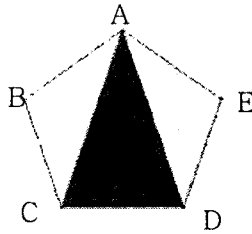
대해 채점자별 문항내적일관성 신뢰도를 계산한

Cronbach- $\alpha$ 를 산출한 결과는 다음 <표 6>과 같다.

대단원명	Ⅲ. 도형의 성질
중단원명	1. 도형의 작도와 합동
소단원명	§3: 도형의 합동

**출제의도** 삼각형의 합동을 이용하여 정오각형의 대각선의 길이가 같음을 설명할 수 있는지 알아본다.

[문제] 삼각형의 합동을 이용하여 정오각형의 대각선의 길이가 같음을 설명하시오.



**예시답안**

$\overline{AB} = \overline{AE}$ ,  $\overline{BC} = \overline{ED}$ ,  $\angle B = \angle E = 108^\circ$  이므로  $\therefore \triangle ABC \cong \triangle AED$  (SAS합동)

따라서  $\overline{AC} = \overline{AD}$  이다. 같은 방법으로 대각선  $\overline{BD} = \overline{BE} = \overline{CE}$  임을 알 수 있다.

따라서 정오각형의 대각선의 길이는 모두 같다.

**채점기준**

평가내용	채점요소	점수
문제이해	■ 삼각형의 합동조건을 알고, 합동이면 대응변의 길이가 같음을 알고 있음	2
	■ 삼각형의 합동조건을 알고 있음	1
문제해결과정	■ 합동임을 말하고, 대응변의 길이가 같음을 이용하여 대각선의 길이가 같음을 설명하고 있음	6
	■ 합동의 3가지 근거와 그 합동조건을 정확히 알고 있음	4
	■ 합동의 3가지 근거 중에서 2가지 근거를 알고 있음	2
의사소통·표현	■ 선분, 삼각형, 합동 등 기호의 사용이 정확함	2
	■ 선분, 삼각형, 합동 등 기호의 정확한 사용이 1가지 경우 이상 존재함	1

<그림 2> 개발된 문항의 예시답안 및 채점기준 (문항번호 2차-3번)

<표 6> 채점자별 문항내적일관성 신뢰도

구 분	Cronbach - a	
	1차 본검사	2차 본검사
채점자 A	.8138	.8798
채점자 B	.8093	.8878
채점자 C	.8132	.8912

나. 채점자간 신뢰도

개발된 서술형 평가문항은 채점기준에 따라 전문가 집단이 한 문항 당 3회 채점하였다. 1차 채점은 문항개발자인 채점자 A가 실시하였고, 2차 채점은 경력 8년차 현장교사인 채점자 B가, 3차 채점은 수학교육학 연구자인 채점자 C가 각각 채점하였다. 다음은 학생들이 받은 총점(1차:12문항\*10점=120점, 2차:18문항\*10점=180점)에 대한 채점자간 신뢰도이다. <표 7>을 보면 유의수준  $p < 0.01$ 에서 1차 본검사에 대한 채점자 A와 채점자 B 사이에는 .994, 채점자 A와 채점자 C 사이에는 .993, 채점자 B와 채점자 C 사이에서는 .996으로 높은 상관관계가 있음을 알 수 있다. 2차 본검사의 경우에도 채점자 A와 채점자 B 사이에는 .995, 채점자 A와 채점자 C 사이에는 .983, 채점자 B와 채점자 C 사이에서는 .986의 상관관계가 있었다.

다. 단원별 평가결과

채점자간 신뢰도가 유의미하게 나옴에 따라 본 연구에서는 3인의 채점자의 평균점수를 대표점수로 간주하였으며 각 문항별 평균 및 표준편차는 다음과 같다. 각 문항은 문제이해(2점), 문제해결과정(6점), 의사소통·표현(2점)으로 구성되어 총 10점을 기준하여 구성되었다. 채점자 A가 채점한 학생들의 1차 본고사 12문항의 평균점수는 44.66점(총점:12문항\*10점=120점)이고, 2차 본고사 18문항의 평균점수는 42.17(총점:18문항\*10점=180점)점으로, 학생들은 대부분의 문항에서 매우 낮은 성취결과를 보이고 있다(<표 9> 참조). 따라서 본 연구의 결과는 각 준거요소별로 적용결과를 분석하기보다는 평가준거간 상관관계를 조사하는 것이 의미 있을 것이라 판단하였다.

<표 7> 채점자간 신뢰도

시험	구분	채점자 A	채점자 B	채점자 C
1차 본검사	채점자 A	Pearson 상관계수 유의확률(양측) N 1 .000 88	.994** .000 88	.993** .000 88
	채점자 B	Pearson 상관계수 유의확률(양측) N .994** .000 88	1 .000 88	.996** .000 88
	채점자 C	Pearson 상관계수 유의확률(양측) N .993** .000 88	.996** .000 88	1 .000 88
2차 본검사	채점자 A	Pearson 상관계수 유의확률(양측) N 1 .000 94	.995** .000 94	.983** .000 94
	채점자 B	Pearson 상관계수 유의확률(양측) N .995** .000 94	1 .000 94	.986** .000 94
	채점자 C	Pearson 상관계수 유의확률(양측) N .983** .000 94	.986** .000 94	1 .000 94

\*\* P<.01

그 결과, 올바르게 풀어진 학생이 1명만 있던 2차의 2번 문항을 제외한 모든 문항에 대하여 평가준거로 설정한 문제이해, 문제해결과정, 의사소통·표현은 유의수준  $p < 0.01$ 에서 유의미한 상관관계를 보였다(<표 8> 참조).

문항별 평가준거는 문항의 성격에 따라 두드러진 경우와 그렇지 않은 경우로 나뉘어졌다. 예를 들어 2차 문항 중 '정다각형의 대각선의 총 수를 구할 수 있는지' 알아보기 위하여 출제된 '원모양의 탁자에 백설 공주와 일곱 명의 난장이가 앉아 있다. 이 때 양 옆의 사람을 제외한 모든 사람과 서로 악수를 하는 놀이를 하려고 할 때, 악수는 모두 몇 번 이루어지겠는가? 또, 양 옆의 사람을 제외하지 않는다면 악수 놀이는 몇 번 이루어지겠는가?'라는 문항에 대하여 연구진이 작성한 예시답안과 채점기준 및 10점을 받은 학생의 응답에서는 <그림 3>과 같다.

학생들은 정다각형의 대각선의 개수는 언급하지 않은 채 악수하는 횟수를 직접 계산하거나 단순히 식만 계산하기도 하였다. 그러나 문제 상황을 정확히 이해하고 답을 구하여 풀이과정에 오류가 없는 경우 일괄적으로 10점으로 채점하였다.

<표 8> 문항별 평가준거 사이의 Pearson 상관계수

문항 번호	문제이해	문제해결과정	의사소통/표현
1차 본 검 사	1	1.00	.978**
	2	1.00	.995**
	3	1.00	.979**
	4	1.00	.959**
	5	1.00	.951**
	6	1.00	.978**
	7	1.00	.979**
	8	1.00	.997**
	9	1.00	.932**
	10	1.00	.959**
	11	1.00	.889**
	12	1.00	.922**
2차 본 검 사	1	1.00	.669**
	2	1.00	산출되지 않음
	3	1.00	.979**
	4	1.00	.958**
	5	1.00	.994**
	6	1.00	.998**
	7	1.00	.998**
	8	1.00	.728**
	9	1.00	.936**
	10	1.00	1.00**
	11	1.00	.987**
	12	1.00	.986**
	13	1.00	.997**
	14	1.00	.890**
	15	1.00	.969**
	16	1.00	1.00**
17	1.00	.992**	
18	1.00	.992**	

\*\* P<.01

<문항번호 2차-4번> 정다각형 대각선 총 수 구하기

[문제] 원모양의 탁자에 백설 공주와 일곱 명의 난장이 앉아 있다. 이 때 양 옆의 사람을 제외한 모든 사람과 서로 악수를 하는 놀이를 하려고 할 때, 악수는 모두 몇 번 이루어지겠는가? 또, 양 옆의 사람을 제외하지 않는다면 악수 놀이는 몇 번 이루어지겠는가?

[예시답안] 원모양의 탁자에 앉아있는 사람은 모두 8명이므로, 양 옆의 사람을 제외한 모든 사람과 서로 악수를 할 때에는 팔각형의 대각선의 개수를 구하면 된다.  $8 \times (8-3) \div 2 = 20$ , 악수는 20번 이루어진다. 또한 양 옆의 사람을 제외하지 않을 때는 팔각형의 대각선의 개수와 팔각형의 변의 개수를 더하면 되므로,  $20+8=28$ , 악수는 28번 이루어진다.

[채점기준]

평가내용	채점요소	점수
문제이해	• 두 가지 경우로 나누어 생각해야 한다는 것을 알고 있음	2
	• 팔각형 곁을 그리고 대각선을 긋는 등의 방법을 통해 팔각형의 대각선의 개수를 구하고자 함	1
문제해결과정	• 두 가지의 경우 모두를 정확히 구분하여 구할 수 있음	6
	• 두 가지의 경우 중 어느 한 경우를 분명히 구할 수 있음	4
의사소통/표현	• 팔각형의 대각선의 개수를 구할 수 있음	2
	• 사칙연산 기호의 사용이 정확함	2
	• 사칙연산 기호의 사용이 디지 경우 이상 존재함	1

[10/10 점을 받은 학생들의 답지]

<그림 3> 문항-예시응답-채점기준-응답예시

<표 9> 문항별 평균 및 표준편차

(30문항)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1차	평균	3.91	4.94	5.15	5.87	3.61	5.27	3.06	1.48	3.09	3.36	4.02	0.81							
	표준편차	4.59	4.66	4.66	3.94	3.48	4.28	3.61	3.40	3.55	4.34	4.02	2.08							
2차	평균	4.58	.25	2.93	3.34	1.80	3.41	5.55	0.97	2.76	2.91	1.68	2.34	2.46	1.47	0.49	2.20	1.41	0.88	
	표준편차	2.69	.77	4.17	3.78	3.45	3.82	4.59	2.22	4.02	4.24	3.58	3.97	4.11	3.21	1.88	3.89	3.34	2.55	

한편 학생들이 문항과 관련된 수학적 개념은 비교적 정확히 이해하고 있음에도 불구하고 풀이과정에서 적절하지 않은 용어를 사용함으로써 '의사소통'에서 부분적으로 감점을 받기도 하였다.

예를 들어 <문항번호 2차-4번>의 '정다면체를 만드는 원리를 이해'하는지를 알아보기 위하여 출제된 문항에 대하여 연구진이 제시한 답안과 채점기준, 10점을 받은 학생의 답안은 아래 <그림 4>에 제시하였다.

<문항번호 2차-7번> 정다면체 만드는 원리 이해하기

[문 제] 정다면체를 만들 때 정삼각형을 한 꼭지점에 6개씩 모으면 정다면체를 만들 수 있는가? 만약 없다면 그 이유를 설명하시오.

[예시답안] 정삼각형의 한 내각의 크기는  $60^\circ$ 이므로, 정삼각형을 한 꼭지점에 6개씩 모으면 모이는 각의 크기가  $6 \times 60^\circ = 360^\circ$ 가 된다. 이때,  $360^\circ$ 는 평면이므로 구부려서 입체도형을 만들 수 없으므로, 정삼각형 6개로는 정다면체를 만들 수 없다.

[채점기준]

평가내용	채점요소	점수
문제이해	<ul style="list-style-type: none"> <li>정삼각형을 한 꼭지점에 6개씩 모일 때 평면이 됨을 이해한 경우</li> <li>정삼각형을 한 꼭지점에 6개씩 모은 그림을 바르게 그린 경우</li> </ul>	2
문제해결과정	<ul style="list-style-type: none"> <li>정삼각형을 한 꼭지점에 6개씩 모이면 모이는 각의 크기가 <math>360^\circ</math>도 되거나 평면이 되는 것을 알고 있음</li> <li>정삼각형을 한 꼭지점에 6개씩 모이면 정다면체를 만들 수 없다고 답하고 정삼각형의 한 내각의 크기가 <math>60^\circ</math>도임을 알고 있음</li> </ul>	4
의사소통/표현	<ul style="list-style-type: none"> <li>정삼각형을 한 꼭지점에 6개씩 모이면 정다면체를 만들 수 없다고 답함</li> <li>자신의 주장에 맞는 이유를 논리적으로 설명함</li> <li>자신의 주장에 대한 근거 중 수학적 의상이 1개 이상 존재함</li> </ul>	2

[10/10점을 받은 학생들의 답지]

정삼각형의 한 내각의 크기는  $60^\circ$ .  $60^\circ$ 가 6개 모이면,  $360^\circ$ 가 되므로 평면이 되니깐 정다면체를 만들 수 없다.

<그림 4> 정다면체를 만드는 원리

그러나 '한 꼭지점에 모이는 각의 크기가  $360^\circ$ 보다 작아야 한다'거나 정다면체를 '뿔처럼 만들 공간'으로 나타내는 등 수학적으로 부적절한 표현이 있는 경우 의사소통

및 표현 영역에서 감점을 하였는데 이와 같은 두 사례는 아래 <그림 5>에서 제시하였다.

<문항번호 2차-7번> 정다면체 만드는 원리 이해하기

<그림 5> 의사소통에서 1/2점을 받은 응답에서

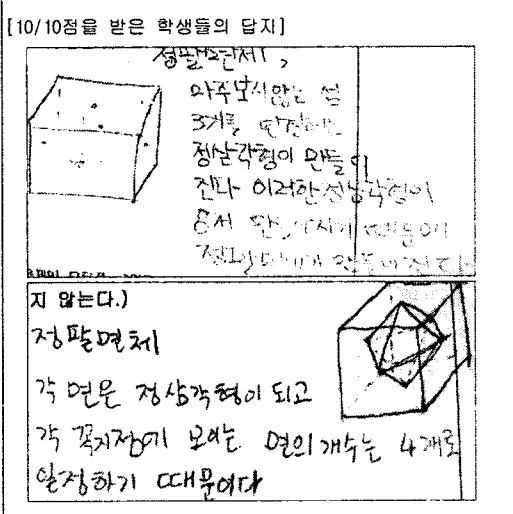
<문항번호 2차-8번> 정팔면체에 대한 이해

[문 제] 정육면체의 각 면의 중심을 꼭지점으로 하고, 각 면의 중심을 서로 연결한 선분을 모서리로 하는 입체도형의 이름을 말하고 그 이유를 설명하여라. (단, 서로 마주보는 면의 중심끼리는 연결하지 않는다.)

[예시답안] 정육면체의 면이 6개이고, 각 면의 중심을 꼭지점으로 한다고 했으므로 새로운 입체도형의 꼭지점의 개수는 6개이고, 각 꼭지점을 연결하면 다음 그림과 같다. 따라서 팔면체이다. 한편, 12개의 모서리의 길이가 모두 같으므로 위의 팔면체는 8개의 면이 모두 합동인 정삼각형으로 이루어져 있다. 또한, 각 꼭지점마다 4개의 정삼각형이 모여 있다. 따라서 정팔면체이다.

[채점기준]

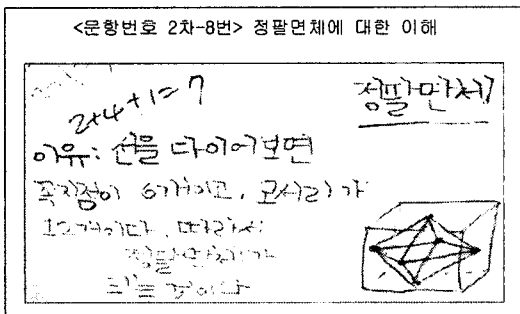
평가내용	채점요소	점수
문제이해	<ul style="list-style-type: none"> <li>정육면체의 그림에 각면의 중심을 꼭지점으로 연결하여 정팔면체를 그림</li> <li>정육면체에 대한 그림을 바르게 그림</li> </ul>	2
문제해결과정	<ul style="list-style-type: none"> <li>만들어지는 다면체가 면이 모두 합동인 정삼각형이라는 것과 한 꼭지점에 4개의 정삼각형이 모여 있음을 논리적으로 언급함</li> <li>만들어지는 정다면체의 모서리의 개수와 그것이 모두 같음을 알고 있음</li> <li>정육면체의 면의 개수와 만들어지는 정다면체의 꼭지점의 개수 같음을 알고 있음</li> </ul>	4
의사소통/표현	<ul style="list-style-type: none"> <li>자신의 주장에 맞는 이유를 논리적으로 설명함</li> <li>자신의 주장에 대한 근거 중 수학적 의상이 1개 이상 존재함</li> </ul>	2



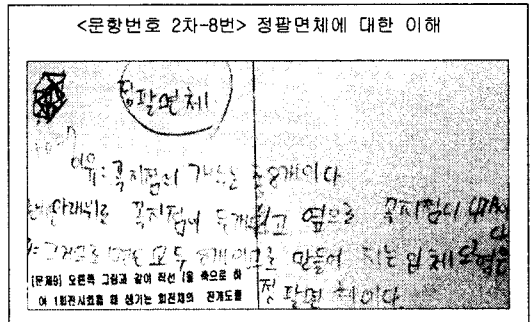
<그림 6> 문항-예시답안-채점기준-응답예시 사례

위의 <그림 6>은 정다면체를 만드는 원리를 이해하고 있는지를 묻는 문항으로서, 학생들에게 정팔면체에 대해 이해하는 바를 서술하도록 출제한 문항이다. <그림 6>에 제시한 두 학생들의 답지는 정육면체와 정팔면체를 정확하게 그린 것은 물론 정삼각형이 만들어진다는 것을 언급하여 10/10점을 받은 사례이다.

한편 같은 문제에서 정팔면체라고 답을 하였으나, 문제 해결과정에서 각 면이 정삼각형임을 언급하지 않은 경우나 정팔면체에 대한 설명에서 오류가 나타나는 경우에 부분점수를 받기도 하였는데, <그림 7>은 문제해결에서 부분점수를 받은 학생응답이고, <그림 8>은 의사소통·표현에서 부분점수를 받은 학생응답이다.



<그림 7> 문제해결에서 4/6점을 받은 경우



<그림 8> 의사소통·표현에서 0/2점을 받은 경우

### V. 요약 및 결론

최근 학교교육의 목표에서 학생들의 고등사고능력의 배양이 중요한 자리를 차지함에 따라 평가를 통한 학생들의 사고력 신장 방안이 다양하게 모색되고 있다. 즉, 수학교육을 통하여 학생들의 문제해결력과 창의력을 길러주고, 학습자의 다양한 개인차를 존중하며, 학습자의 학습을 도와 학생들의 자기주도적 학습 능력의 신장을 강화할 수 있는 평가가 시행될 것이 요구되는 것이다.

이에 본 연구에서는 중등 수학과 교육과정과 교과서에 대한 분석을 바탕으로 서술형 평가문항과 평가준거의 개발 방향을 설정하고, 설정된 개발의 방향에 따라 <7-나> 단계의 전단원에 걸쳐 30개의 서술형 평가문항 초안을 개발하여 수학교육전문가, 현직 교사의 검토를 통해 문항의 내용타당도를 검증하였다. 이후 예비검사를 통하여 문항의 내적일관성을 조사하고 학생들의 응답지를 분석한 결과를 반영함으로써 분점사용 문항으로 수정·보완하였다.

따라서 단편적인 지식보다는 개념이나 과정의 조직화·내면화를 평가하면서 다양한 전략을 사용하도록 개발된 본 연구의 서술형 평가문항은 <7-나> 단계의 전단원에 걸쳐 총 30문항이 개발되었다. 개발된 문항의 본 검사 실시 결과 문항내적일관성과 채점자간 신뢰도는 모두 유의미하게 산출되었고, 특히 각 문항별로 세 개의 평가준거간 상관관계도 유의미한 관계가 있음을 알 수 있었다.

평가를 수업과 연계된 하나의 활동으로 다루게 됨에 따라 학생의 학습과 성취에 대한 의사결정을 내려야 하는 교사의 역할은 훨씬 복잡해지고 있으며, 신뢰성 있고 타당한 학생평가를 위한 교사의 전문성에 대한 요구 또한 중

가하고 있다. 따라서 본 연구에서는 최근 학교에서 점진적으로 시행범위를 넓히고 있는 수학과 서술형 평가의 효율적인 적용을 위해 <7-나> 단계를 중심으로 한 문항 개발 사례와 그 절차를 제시하였으며, 서술형 평가문항과 평가준거 개발 및 적용에 관하여 다음과 같은 시사점을 도출하였다.

첫째, 학습자의 능력 수준을 고려하여 평가문항을 개발하는 것이 학습자의 능력 추정의 정확도를 높이는 방안이 될 것이다. 이러한 주장은 수학프로그램 개발 관련 선행연구의 결과(Bell & Isaacs, 2007)와도 일치하는 것으로서, 학생들은 단답형 문항일지라도 선택할 보기가 없음으로 인해 선다형 문항보다 어렵다고 느끼고 문항의 외형적 형태 그 자체로도 많은 심리적 부담을 느낀다(노국향, 김신영, 2000). 본 연구에서는 개발된 문항의 타당성과 적절성을 검토하기 위하여 학생들을 대상으로 시험을 실시하였으나, 1차 시험 12문항의 평균 점수는 3.71점(10점 만점), 2차 시험 18문항의 평균 점수 2.30점(10점 만점)으로 나옴에 따라 단순히 양적 결과를 통해서 많은 학생들의 능력을 추정하는 것은 쉽지 않게 되었다. 특히 기초지식이 충분하지 않는 학생들의 경우 서술형 평가가 본인에게 도움이 되지 않는다고 인식하므로(서수정, 2006), 낮은 능력 수준의 학생들에게 일정 난이도 이상의 평가문항을 적용한다면 학습자의 응답 동기를 저하시켜 문항 응답률을 감소시키므로 결과적으로는 검사의 정확성을 낮추는 상황이 유발될 수도 있음을 고려해야 할 것이다(노국향, 박정, 2001). 따라서 풀이과정에 대한 분석을 통해 학생들의 능력수준을 평가하는 것과 더불어 양적 결과의 효율적인 사용을 위해서는 좀 더 다양한 수준의 서술형 평가문항이 개발되어야 할 것이다.

둘째, 본 연구에서는 선행연구(김민경, 조미경, 2006)에 근거하여 서술형 문항의 평가준거를 문제이해, 문제해결과정, 의사소통·표현으로 세분화하여 학생들의 답안을 채점하였다. 많은 수의 범주를 포함하는 채점 척도, 즉 점수 체계가 세분화된 척도일수록 측정 오차가 적다는 문항 신뢰도에 관한 연구 결과(김경희, 송미영, 2001)에 따라 각 평가준거 내 점수 체계를 상세화하고자 노력하였다. 그 결과 서술형 문항의 채점 결과는 단답형이나 선다형 문항에 비하여 학생들에 대한 정보를 많이 제공하고, 특히 동일한 문항이라도 배점이 클수록 더 많은 정보를 제공한다

는 연구결과(전수철, 2006)와도 일치하였다. 또한 학교 교육에서 평가란 교사가 학생들의 학습 및 발달의 과정을 평가하기 위해 학습자에 대한 정보를 수집하는 일이라는 AEC(2006)의 정의에도 부합하는 것이라 할 수 있겠다.

셋째, 서술형 평가는 여러 가지 장점에도 불구하고 채점에서의 신뢰성 문제가 지속적으로 제기되었다. 이에 본 연구에서도 예시답안을 제시하고 평가준거를 상세화한 결과, 채점자간 신뢰도가 높게 나옴을 알 수 있었다. 따라서 '동료채점법'(서수정, 2006) 등의 적절한 활용을 통하여 중간고사, 기말고사와 같은 정기고사 뿐만 아니라 형성평가의 도구로 적절히 활용함으로써 서술형 평가 결과를 교수-학습의 질 개선에의 직접적인 도구로의 활용할 수 있는 방안을 모색해야 할 것이다.

넷째, 개발된 문항을 적용한 결과 많은 학생들이 아무런 시도도 없이 백지상태의 답지를 제출하였는 바, 이로 인하여 각 문항 당 평균이 너무 낮아져 의미 있는 연구결과를 얻는데 한계로 작용하였다. 이는 문항별로 차이는 있으나 많은 학생들이 자신의 풀이과정과 생각을 논리적으로 설명하는 데 다소 부족한 면이 많았다는 연구결과(서수정, 2006)와도 일치하는 것으로 서술형 평가를 실시하기 위해서는 나름대로의 훈련이 필요함을 보여준다. 따라서 서술형 평가의 효율적인 적용은 평가문항 및 준거 개발 측면 연구 외에 교수-학습을 고려한 적용 측면의 연구가 병행되어야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- 교육부 (1997). 수학과 교육과정. 교육부 고시 제 1997-15호 [별책 8].
- 국립교육평가원 (1996). 수행평가의 이론과 실제. 대한교과서주식회사.
- 김경희 (2000). 수행평가의 타당도 검증을 위한 측정학적 접근. 이화여자대학교대학원 박사학위논문.
- 김경희 · 송미영 (2001). 채점척도에 따른 채점자의 일관성과 피험자 능력 추정의 정확성 비교. 교육평가연구, 14(1), 327-347.
- 김민경 · 조미경 (2006). 수학과 수행평가문항 및 분석기준 개발연구. 한국수학교육학회 시리즈 A <수학교육>, 45(1), pp.1-24.

- 김수동·이의갑·김경희·김선희·박은아·신명선·김수진·박가나·서수현·전영석 (2005). 교사의 학생평가 전문성 신장 연구(II). 한국교육과정평가원 연구보고서 RRE 2005-3.
- 노국향·김신영 (2000). 문항의 형태에 따른 피험자의 인지적·정의적 반응의 차이에 관한 연구. 교육평가연구, 13(1), pp.181-194.
- 노국향·박정 (2001). 문항의 형태와 배점에 따른 검사 정보의 비교. 교육평가연구, 14(2), pp.173-191.
- 노영순·류춘식 (2001). 수행평가방법 중 서술형 평가를 적용한 학습이 학력신장에 미치는 영향- 고등학교 공통수학을 중심으로. 한국학교수학회논문집, 4(1), pp.125-136.
- 박배훈·류희찬·김인수·이기석 (2001). 창의성 신장을 위한 새로운 수학교육 평가 방안에 관한 연구. 한국교원대학교 수학교육연구소.
- 서수정 (2006). 서술형 평가를 강조한 중학교 수학수업에서 나타난 학생들의 반응과 변화 분석. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 서울특별시 강서교육청(2006). 서술형·논술형 평가 예시 문항 자료집. 서울특별시 강서교육청.
- 양길석 (2005). 서술형·논술형 평가 문항의 제작 원리. 서술형·논술형 평가 예시문항 자료집-고1 수학. 서울특별시교육청.
- 양승욱 (1999). 수학과 수행평가에 대한 중학교 수학교사들의 인식 및 실시현황. 명지대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 윤수찬 (2006). 서술형 평가문항 답안 작성시 나타나는 오류 유형 분석-중학교 1학년 수학을 중심으로- 서울시립대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 이문정 (2000). 중학교 수행평가에서 의사소통능력에 초점을 둔 함수단위의 평가 기준표 개발. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 전수철 (2006). 수행평가에서의 서술형 문항과 선다형 문항의 효율성 비교. 성균관대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 정동권·송상현·김홍구·이용길·김성만·정주자·안승학·박정수 (2002). 제7차 교육과정 수행평가 시리즈-수학과 수행중심 평가. 학문출판.
- 정영옥 (2000). 초등수학과 수행평가 도구 개발-1,2학년 포트폴리오를 중심으로. 학교수학, 2(2), pp.357-388.
- 조미경 (2007). 초등수학 서술형 수행평가문항 및 평가기준 개발연구. 한국수학교육학회 시리즈 A <수학교육>, 46(2), pp.207-226.
- 좌동지 (2001). 서술형 평가가 수학적 성향 및 문제해결력에 미치는 효과-초등학교 수학과를 중심으로. 부산대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 최승현·한경혜·황혜정 (2001). 제7차 교육과정에 따른 초등학교 수학과 성취기준과 평가기준 예시평가도구 개발연구. 한국교육과정평가원.
- 최정희 (2005). 서술형 평가가 수학적 이해에 미치는 영향. 전남대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 한귀원 (2007). 서술형 평가에 대한 중·고등학교 수학교사의 인식. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 한미란 (2006). 수학과 수행평가문항개발에 관한연구-중학교 교육과정을 중심으로. 중앙대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 홍명지·정화숙 (2006). 과학(생물)교과 서술형·논술형 평가문항 자료 개발. 경북대학교 과학교육연구지, 30, 65-100. 황우형·김명화·남현우·김차경 (2001). 수학과 수행평가 도구 개발 및 타당화 연구. 초등교육연구, 14(3), pp.45-66.
- 황혜정·최승현 (2001). 고등학교 공통수학 평가 방법 개선 방안-논술형 및 서술형 평가를 중심으로- 한국교육과정평가원 연수자료 CRE 99-1-3.
- Alberta Education of Canada (2006). *Effective student assessment and evaluation in the classroom: Knowledge and skills and attributes*. Edmonton, Alberta, Canada: Author. Retrieved from <http://www.teachingquality.ab.ca/resources/>
- Bell, M & Isaacs, A. (2007). The case of Every Mathematics. In C. R. Hirsch (ed.), *Perspectives on the design and development of school mathematics curricula*, National Council of Mathematics Teachers.
- Danielson, C. & Marquez, E. (1998). *A collection of performance tasks and rubrics: high school mathematics*. Larchmont, NY: Eye on Education.

- Herman, J. L., Aschbacher, P. R., & Winters, L. (1992). *A practical guide to alternative assessment*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development. 김경자(역)(2000). 수행평가 과제 제작의 원리와 실제. 서울: 이화여자대학교 출판부.
- Leatham, K. R., Lawrence, K., & Mewborne, D. S. (2005). Getting started with open-ended assessment. *Teaching Children Mathematics*, April, 413-419.
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., & Chrostowski, S. J. (Eds.) (2004). *TIMSS 2003 Technical Report*. Chestnut Hill, MA: *TIMSS & PIRLS International Study Center*, Lynch School of Education, Boston College.
- Mullis I. V. S., Martin, M. O.; Gonzalez, E. J., & Chrostowski, S. J. (2004). *TIMSS 2003 International Mathematics Report: Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades*. Chestnut Hill, MA: *TIMSS & PIRLS International Study Center*, Lynch School of Education, Boston College.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Smith, T. A., Garden, R. A., Gregory, K. D., Gonzalez, R. J., Chrostowski, S. J., & O'Connor, K. M. (2003). *TIMSS Assessment Frameworks and Specifications 2003*. Chestnut Hill, MA: *TIMSS & PIRLS International Study Center*, Lynch School of Education, Boston College.
- National Council of Teachers of Mathematics (2001). *Mathematics assessment: Cases and discussion questions for grades K-5*. Reston, VA: Author.
- Whang, W. H. (2004). Mathematics assessment in Korea. In: The Korean National Presentation at the 10th International Congress on Mathematical Education, 4-11 July, 2004. The Korean National Presentation Team. Seoul: Dae Han Printing and Publishing Co., Ltd. Retrieved from <http://www.mathlove.com/new3/>



## A Study on Development of Problems for Descriptive Evaluation in Grade 7 Mathematics

**Noh, Sun Sook**

Ewha Womans University

E-mail: noh@ewha.ac.kr

**Kim, Min Kyeong**

Ewha Womans University

E-mail: mkkim@ewha.ac.kr

**Cho, Seong Min**

Dong-il Girls' High School

E-mail: csminy@hanmail.net

**Baek, Hae Jin**

Yun-jung Middle School

E-mail: white0124@hanmail.net

In this paper, descriptive assessment method for middle school mathematics was evaluated by developing a framework for designing and grading problems for descriptive assessment and analyzing the effectiveness of the problems. The new descriptive assessment problems were developed by reviewing the current 7th National Mathematics Curriculum of Korea and aligned mathematics textbooks to define a set of problem design principles and evaluation framework for the assessment strategy. The developed problems were first pilot tested and then revised based on the feedback from the test. The final version was field tested by 100 students in 7th grade middle school. After the field test, the problems were graded by two middle school math teachers and one math education researcher to determine the overall correlation between graders and also to analyze effectiveness of the evaluation framework of the test. This result of this study is expected to assist in the further development of descriptive problems and grading framework by providing a reference work for teachers to better understand the process and the limitations of executing the new assessment strategy.

---

\* ZDM classification : D40, C70

\* 2000 Mathematics Subject Classification : 97D40

\* Key Words : descriptive assessment/evaluation, descriptive problem, grading framework, grader consistency, 7th grade mathematics in middle school