

수학과 서술형 평가의 문항개발 사례 연구¹⁾ - 4-나 단계를 중심으로 -

홍지연* · 김민경** · 노선숙*** · 권점례****

본 연구는 수학과 서술형 평가에 관한 문항개발 사례 연구로서 교사들이 학교 현장에서 실제적으로 활용할 수 있는 평가문항과 평가기준을 개발하는데 목적이 있다. 이를 위해 평가문항과 평가기준의 개발절차를 마련하고 초등학교 4-나 단계의 각 단원에 해당되는 구체적인 서술형 평가 문항과 그에 대한 평가기준을 개발하였다. 개발 과정에서 문항의 신뢰도 검증은 위하여 서술형 평가 문항과 평가기준을 초등학교 4학년 학급에 적용한 결과를 분석하였다.

1. 서 론

정보를 유력한 자원으로 하여 가치를 생산하고 이를 통해 사회를 운영하고 발전시켜나가는 21세기 사회에서는 개인의 자율성과 창의성을 바탕으로 실생활의 여러 문제들을 수학적으로 사고하고 판단하여 해결하는 능력이 요구되고 있다. 최근 고시된 제7차 개정교육과정에서는 수학적 지식과 기능을 습득하고, 수학적 사고력 및 의사소통 능력 육성을 바탕으로 생활 주변의 여러 현상과 문제를 합리적으로 해결하는 능력을 기르며, 수학에 대한 긍정적 태도를 기르는 것을 수학과와 목표표로 제시한 바 있다(교육인적자원부, 2007). 즉, 학교수학교육에서도 '수학적 힘의 신장'을 궁극적인 목표로 여러 가지 문제 상황에서 수학적으로 사고·판단하

고 의사소통하는 능력을 중요한 요소로 강조하고 있다.

우리나라 학생들이 수학 문제를 해결하는 데에 일상생활을 응용하는 정도가 낮은 것으로 나타난 제3차 국제 수학·과학비교연구(TIMSS) 결과를 분석한 연구보고서(한국교육과정평가원, 2004)나 PISA 2000의 수학 평가 결과를 분석한 연구(김성동, 2001)에 따르면, 우리나라 학생들이 우위를 보인 문항은 상황을 동반하지 않은 순수 수학적 문항이거나 전형적인 상황의 문항이었으며, 학생들이 수학적인 개념을 형식적으로만 이해하지 않도록 하는 것이 필요하다고 지적되고 있다.

또한 최근 실시된 PISA 2006에 대한 결과 분석 연구에 따르면(한국교육과정평가원, 2007), 선택형과 복합 선택형, 단답형, 폐쇄형 서술형, 개방형 서술형의 다섯 가지의 유형으로 출제된

* 서울동구초등학교, cutty-hjy@hanmail.net

** 이화여자대학교, mkkim@ewha.ac.kr

*** 이화여자대학교, noh@ewha.ac.kr

**** 한국교육과정평가원, kwonjr@kice.re.kr

1) 이 논문은 2007년도 정부재원(교육인적자원부)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음(KRF-2007-721-B00059).

PISA 2006 수학 평가 문항에서 우리나라 학생들은 답과 함께 답에 대한 근거나 풀이과정을 제시해야 하는 개방형 서술형 문항에서 취약한 성취도를 나타내고 있는데, 이는 학생들로 하여금 자신의 수학적 사고과정이나 수학적 답을 글 혹은 수식으로 표현해야 하는 문항에 대한 경험의 필요성을 시사하고 있다.

이러한 변화 요구와 관련하여 제7차 수학과 교육과정에서는 학생들의 고차원적 사고력을 평가하기 위한 방법으로 수행평가의 방법을 채택하여 주관식 지필 검사, 관찰, 면담 등 다양한 평가 방법을 활용하여 종합적인 수학 학습 평가가 이루어질 수 있도록(교육인적자원부, 1999) 하고 있을 뿐만 아니라, 서울특별시교육청에서는 2005년부터 수행평가의 일환으로서 '서술형·논술형 평가'를 연차적으로 확대하도록 계획하여 2007년 이후에는 중·고등학교 전학년에 걸쳐 수학 학습평가에서 서술형·논술형 평가의 반영비율을 총 배점의 50%로 할 것을 제안함으로써 과정중심의 평가가 이루어질 수 있도록 권고하고 있다.

그러나, 학교 현장에서 시행되고 있는 수행평가문항은 이전의 선택형과 같은 형태보다는 개선된 것이지만 단편적 지식 혹은 계산 기능에 중점을 두고 있는 실정이며(조미경, 2007; 허경철 외, 1999), 초등학교 현장에서는 여전히 수학과목의 수행평가 방법으로 학생들 자신의 수학적 사고과정과 문제해결과정을 수학적으로 표현하는 개방형 서술형의 유형보다는 단답형의 유형을 가장 많이 활용하고 있는 실정이다. 또한 현장 교사들을 대상으로 설문조사를 실시한 결과, 학교 현장에서 실제적으로 활용 가능한 수행평가문항이나 과제의 개발과 보급이 시급하게 이루어져야 할 사항으로 나타났는데(정덕찬, 2000; 허경철 외, 1999), 이는 교사들이 각 학년의 교육과정 내용에 적절한 서술형 평

가 문항을 접하거나 직접 개발하는데 어려움이 있기 때문으로 보인다.

이에 본 연구에서는 우리나라 제7차 수학과 교육과정 국민공통기본교육과정의 4-나 단계의 8개 단원을 중심으로 매 단원 내용에 적합한 서술형 평가 적용가능성을 탐색하기 위하여 평가 문항 및 기준의 개발 방향과 절차를 정한 후 실제로 학교 현장에서 용이하게 활용될 수 있는 자료의 형태로 서술형 평가문항과 문항별 평가기준을 구체적으로 개발하고자 한다. 이와 같이 수학적 사고력을 평가할 수 있는 서술형 평가문항과 평가기준을 개발하여 구체적으로 제시함으로써 이를 교사들이 실제적으로 다양하게 적용할 수 있도록 하고 나아가 서술형 평가가 학교 현장에서 올바르게 정착할 수 있는 방안을 모색하고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 수학과 평가의 최근 동향과 수행평가

시시각각 생겨나는 새로운 정보들이 근본적인 자원이 되어 부가가치가 창출되고, 이를 바탕으로 사회가 운영·발전되는 정보화 사회는 암기된 단편적 지식을 그대로 대입하여 재생하는 능력 대신에 실제 상황에 요구되는 적합한 정보를 바르게 선택하고 이를 활용함으로써 문제를 해결하는 능력을 요구하고 있다. Herman, Aschbacher & Winters(1992)에 따르면, 이와 더불어 학교교육에서는 학생들이 이러한 사회에 적용할 수 있도록 하기 위하여 지식의 습득과 함께 지식의 적용 및 활용도 강조하고 있다.

이러한 시대적 요구에 대응하여 학교 교육 현장에서는 단편적인 지식과 기능을 평가하는 선택형 위주의 평가에 대한 대안적 평가로 수

행평가 제도를 도입하게 되었다. 이렇게 등장하게 된 수행평가는 학생으로 하여금 스스로 산출물을 만들거나, 행동으로 혹은 답을 작성하도록 하여 자신의 지식이나 기능을 나타낼 수 있도록 요구하는 평가 방식으로서(백순근 외, 1998), 수학과에서의 수행평가는 자연스러운 상황에서 학습자의 지식과 기능을 평가하고 수학적 문제 해결, 추론, 의사소통 등을 포함하고 차적인 수학적 사고력 및 적용능력을 평가하는, 즉 문제 해결에 관한 수학적 힘을 평가하는 방법으로 볼 수 있다(이대현, 2001; NCTM, 2000; Stenmark, 1991).

학교교육에 제시되고 있는 수행평가 중에서도 서술형 검사, 포트폴리오법, 프로젝트법은 특히 수학과에서 활용 가능한 수행평가 방법이라 할 수 있다. 황혜정, 황윤주(2005)에 따르면, 수학과 수행평가 유형으로 널리 활용되고 있는 서술형 문항 검사는 문항 출제가 용이하고 학생들의 답안을 통해 문제해결과정에 대한 분석이 가능하여 수학과에 적합한 수행평가 유형이자 실제로 수학 수업에서 가장 많이 사용되고 있다.

2. 수학과에서의 서술형 평가

수학 교육 현장에서 많이 활용되고 있는 서술형 평가는 학생들 스스로가 다양한 지식과 자료를 활용하여 문제 상황에 적합한 전략을 세우고, 문제를 해결하는 과정을 서술하는 평가 유형으로 단순히 암기된 지식에 대한 평가가 아닌 문제 해결에 관한 종합적인 사고 과정을 평가하는 방법으로서, 문제를 해결하는 것에 대한 학생들의 풀이과정을 분석함으로써 학생들이 가진 오개념 혹은 오류를 찾아내고 그것을 수정해 줄 수 있는 평가 유형이다(NCTM, 2001).

또한 서술형 평가는 학생의 사고과정을 잘

드러낼 수 있는 문항을 제작하기 쉬울 뿐만 아니라, 문제 풀이과정이 다양하고 통합교과적인 문제와 실생활과 연관된 문제의 출제가 용이하며, 학생들에게 문제의 해결과정을 기술하도록 함으로써 문제해결과정을 올바르게 이해하고 있는가를 파악하고자 하는 평가 유형이라 할 수 있다(정동권 외, 2002). 평가기준이란 수학과 의 평가 상황에서 실제적으로 평가 내용의 기준 역할을 의미하고, 어떤 영역에서 어느 정도를 성취했는가를 판단하는 준거로서의 역할 즉, 성취의 정도를 수준별로 차별화하는 기준의 역할을 한다고 볼 수 있다(최승현 외, 2001). 한편 Whang(2004)은 우리나라 학교수학의 서술형 평가에서 주로 사용하는 평가기준은 문제이해, 문제해결과정, 그리고 최종 답안이라 보았다.

위와 같은 수학과 수행평가의 평가기준은 국내·외에서 다양하게 개발되어 활용되고 있는데, 조미경(2007), 황혜정 외(1997)의 연구와 국내의 수행평가 연구에서 가장 많이 분석된 미국의 각 주별 수행평가 평가기준들을 분석해보면, 국내·외에서 개발된 여러 가지 평가기준들은 각각 다른 용어들을 사용하고 있기는 하지만 공통적으로 문제이해, 문제해결과정, 의사소통의 세 가지 요소를 포함하고 있음을 알 수 있다.

3. 선행연구

평가와 관련하여 우리나라에서 이루어진 여러 연구들을 분석해보면(김경희, 2000; 노영순, 류춘식, 2001 등), 이들 연구들은 서술형 평가와 매우 밀접한 관련이 있는 수행평가에 대한 이론에 관한 연구를 시작으로, 수행평가가 학교 교육 현장에서 시행되고 있는 실태와 수행평가에 대한 교사 및 학생, 학부모의 인식에 관한 연구, 다양한 형태의 수행평가 방법 개발과 그

에 따른 채점기준의 개발 연구 등 점차 실제적인 연구로 진행되어온 경향을 볼 수 있다.

서술형 평가와 관련된 연구들 중에서도 중·고등학교에서의 연구들은(김래선 외, 1999; 노영순, 류춘식, 2001; 이대현, 박배훈, 1999; 이숙, 2004 등), 수학과 서술형 평가 과제 혹은 서술형 평가문항 자료 모형을 제시하고, 이를 학교 현장에 적용함으로써 수학과 서술형 평가가 학생들의 학력 및 문제 해결 능력, 수학적 성향 등의 신장에 효과적임을 밝히고 있다. 한편으로 윤수찬(2006)과 서수정(2006)의 연구는 학생들이 서술형 평가 문항을 작성할 때 나타내는 오류 유형 및 서술형 평가가 강조된 수업에 나타난 학생들의 반응 등을 분석하고 있다.

초등학교에서의 서술형 평가 관련 연구들로는 좌동지(2001)와 김동희(2005)의 연구를 들 수 있는데, 이들 연구들은 서술형 평가를 적용하였을 때의 학력신장 및 문제해결능력의 향상, 그리고 정의적 측면에서의 긍정적 변화와 관련된 것들에 초점을 두고 있는 것으로, 이들 연구에서 개발된 서술형 평가 문항들은 기존의 주관식 검사나 단답형에 비해 다소 개선된 것이기는 하지만, 여전히 단편적인 수학적 지식 혹은 계산 기능에 중점을 둔 것이어서 서술형 평가의 본래 취지를 살리지는 못하는 것으로 분석되었다.

이상의 선행연구들로 볼 때, 서술형 평가는 학생들의 학업성취도와 문제해결능력의 향상과 더불어 수학적 성향 및 자기 주도적 학습력 등의 정의적 측면에 긍정적인 영향을 주는 평가 유형이라 볼 수 있다. 다만, 이제까지의 서술형 평가 관련 연구들은 서술형 평가 문항의 개발과 적용 혹은 이에 따른 학생들의 반응 분석에 대해 다루고 있으나, 서술형 평가 문항을 개발하는 절차나 문항에 대한 응답을 평가하는 평가기준의 개발절차에 대하여서는 명확하게 제시하는

연구가 적은 편이어서 교사들이 학교 교육 현장에서 서술형 평가도구를 실제적으로 활용하는데에는 많은 제한이 따르는 것으로 보인다.

III. 연구 방법

본 연구는 학교 현장에 실제적으로 적용하고 활용할 수 있는 서술형 평가 문항과 평가기준을 개발하기 위하여 서술형 평가 문항과 평가기준의 개발절차를 설정하고, 그에 따라 수학과 교육과정 내용에 기초한 초등학교 4·5·6학년의 각 단원별 서술형 평가 문항과 이를 평가할 수 있는 구체적인 평가기준을 문항별로 개발하였다. 개발과정에서 문항의 신뢰도 검증을 위하여 이를 초등학교 4학년 학생들에게 적용하였으며 그 결과 분석을 통해 개발문항을 수정·보완하고자 하였다.

1. 서술형 평가 문항 및 평가기준 개발 과정

가. 문항 개발

본 연구에서는 문항 개발절차와 관련된 국내·외의 문헌들을 참고로 하여 문항 개발절차를 설정하여 이에 따라 서술형 평가 문항을 개발하였다. 초등학교 수학과 교육과정의 4·5·6학년의 내용을 바탕으로 개발된 서술형 평가 문항은 각 단원별로 3개 문항씩 총 24문항으로 구성되었다. 각 문항은 다양한 문제 상황에 각각의 단원에 포함된 주요 수학적 지식 및 기능을 활용함으로써 문제를 해결할 수 있도록 하였을 뿐만 아니라, 문제를 수학적으로 고찰하고 문제를 해결해나가는 동안의 자신의 사고 과정을 여러 가지 방법으로 표현할 수 있도록 하여 수학적 사고력과 더불어 수학적 의사소통 능력의

신장을 강조하는 제7차 수학과 교육과정 개정안의 취지를 따르고자 하였다.

개발된 문항들은 초등수학 전공의 석·박사 및 현장 교사 등 전문가의 검토를 통하여 내용 타당도를 검증 받고, 이렇게 검증된 문항들은 초등학교 4학년 두 학급에 예비검사로 실시된 후, 수정·보완되어 최종 문항으로 완성되고 이후 초등학교 4학년 한 학급에서 본 검사를 실시하였다.

나. 평가기준 개발 및 답안 선정

평가문항이 개발된 후, 채점법과 평정법, 그리고 평가기준 개발절차 관련 국내·외 문헌들을 참고로 하여 평가기준 개발절차를 설정하고, 각 단원별로 개발된 총 24문항 각각에 대해 구체적인 평가기준을 작성하였다.

각각의 문항마다 선행연구를 토대로 문제이해, 문제해결과정, 그리고 의사소통의 세 영역을 큰 평가영역으로 구성하였으며, 고차원적인 사고를 의미하는 수학적 추론은 응답자가 자신의 의사소통·표현능력을 근거로 문제를 이해하거나 해결해 가는 전 과정에서 고르게 나타난다고 고려하여 본 연구에서 사용하는 세 개의 평가영역에 고르게 포함시켜 평가하였다. 채점방법으로는 분석적 채점법을 사용하도록 평가기준의 틀을 마련하였다. 각 영역별로는 문제이해 영역과 의사소통 영역은 0,1,2점으로, 문제해결과정 영역은 0,2,4,6점으로 채점하도록 하였으며, 이와 더불어 각각의 점수 단계에 해당하는 구체적인 기준과 예시 답안을 선정하여 제시함으로써 여러 채점자가 여러 회에 걸쳐 채점하였을 때, 객관성을 확보할 수 있도록 하였다.

개발된 평가기준은 예비검사로 수집된 학생들의 응답을 평가하는데 적용된 후, 각 점수단계별 평가의 구체적 기준과 예시답안을 수정·보완하여 추가함으로써 각 문항에 대한 최종적

인 평가기준으로 완성하였고 이후 본검사로 수집된 응답을 평가·분석하는데 활용하였다.

다. 신뢰도 검증

개발한 서술형 평가 문항에 대한 문항내적 일관성을 검증하기 위해 문항총점별, 채점자별, 각 단원별로 문항내적 일관성 신뢰도(Cronbach α)를 산출하였다. 평가문항에 대하여 세 명의 채점자(채점자A, 채점자B, 채점자C)가 부과한 총점이 일관성이 있는가를 알아보는 문항총점에 대한 문항 내적 일관성 신뢰도는 <표 III-1>과 같이 .977로 높은 신뢰도를 나타내었다. 또한 각 단원별 문항내적 일관성 신뢰도 역시 <표 III-2>와 같이 .855~.937의 범위에서 높은 신뢰도를 나타내었다.

<표 III-1> 문항 총점별, 채점자별 문항내적 일관성 신뢰도

구분		Cronbach α
문항 총점		.977
채점자별	채점자A	.947
	채점자B	.918
	채점자C	.929

<표 III-2> 각 단원별 문항내적 일관성 신뢰도

단 원	Cronbach α	단 원	Cronbach α
1단원	.877	5단원	.886
2단원	.855	6단원	.919
3단원	.937	7단원	.859
4단원	.922	8단원	.858

교사 및 수학교육전문가로 구성된 3명의 채점자는 각 문항에 대한 구체적인 평가기준에 대한 합의 및 채점자 훈련을 거친 후, 평가기준에 따라 각각 독립적으로 채점하였다.

채점자간 신뢰도는 채점자 3인의 채점 결과를 가지고 Pearson의 상관계수를 산출하여 알아 보았는데, 채점자 3인의 채점자간 신뢰도는 다음의 <표 III-3>과 같이 나타났다.

<표 III-3> 채점자간 신뢰도

		채점자A	채점자B	채점자C
A 채 점 자	Pearson 상관계수	1	.838**	.808**
	유의확률(양쪽)		.000	.000
	N	690	690	690
B 채 점 자	Pearson 상관계수	.838**	1	.816**
	유의확률(양쪽)	.000		.000
	N	690	690	690
C 채 점 자	Pearson 상관계수	.808**	.816**	1
	유의확률(양쪽)	.000	.000	
	N	690	690	690

** p<.01

개발된 문항의 응답에 대한 채점자 3인의 신뢰도는 앞의 <표 III-3>에 제시된 바와 같이 세 채점자 모두가 유의확률 .000(p<.01)으로 높은 상관관을 보임으로써 높은 신뢰도를 나타내고 있다.

2. 개발된 서술형 평가 문항의 적용

가. 적용 대상

본 연구는 서울 시내 초등학교 4학년 A, B, C 세 학급(30명, 28명, 29명)을 대상으로 총 87명에게 실시되었다. 예비검사 및 본검사 모두 2007년 9월~12월 사이에 각 단원별로 학습이 끝난 후 40분 동안 실시되었다.

나. 예비검사

예비검사는 서울 소재 두 초등학교 4학년에 속한 A학급 B학급(30명, 28명)을 대상으로 실시되었으며, A학급에서는 1,2,3단원의 9문항에 대한 예비검사가 이루어졌고, B학급에서는 4,5,6,7,8 단원의 15문항에 대한 예비검사가 이루어졌다. 연구자는 개발된 예비검사로 나타난 응답을 채점·검토한 후, 예비검사에 실시된 서술형 평가 문항과 채점기준표의 구체적 기준과 예시답안을 수정하고 보완하여 본검사에 실시될 문항과 평가기준에 반영하였다.

다. 본검사

본검사는 C학급에서 1단원~8단원까지 단원별로 3문항씩 총 24문항이 실시되었으며, 각 단원별로 수집된 문항 응답들은 예비검사를 통해 수정·보완된 평가기준에 따라 채점자 3인에 의해 채점되었으며, 개발된 문항에 대한 초등학교 4학년 학생들의 응답 반응을 평가기준의 세 영역 따라 분석하였다.

IV. 연구 결과

1. 서술형 평가 문항 및 평가기준

가. 서술형 평가 문항 개발

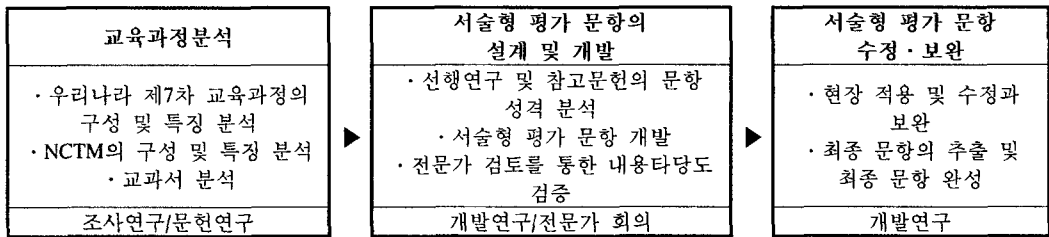
교육과정 분석을 통하여 우리나라 제7차 수학과 교육과정과 개정안 및 NCTM에서 제시하고 있는 평가의 영역, 특징 및 취지, 강조점 등을 분석하고, 현 교육과정의 초등학교 수학과 4·나 단계 학습내용을 확인하고 현장 적용가능성을 검토한 후, 서술형 평가문항 개발의 방향은 지극히 복잡하거나 다양한 답을 기대할 수 있는 개방형 문항보다는 현장적용 가능성을 고려하여 풀이과정의 논리적 접근을 평가하는 정도로 설정되었다(그림 IV-1).

다음으로 서술형 평가 문항의 설계 및 개발 단계로 들어가서 선행연구 및 참고문헌들에 나타난 문항들의 성격을 분석한 뒤, 초등학교 수학과 4·나 단계의 각 단원의 학습내용을 바탕으로 한 구체적인 서술형 평가문항과 그에 대한 평가기준을 단원별로 3개 문항씩 총8단원의 24문항을 개발하였다. 이처럼 개발된 문항들은 현재 초등학교에서 4학년 담임을 맡아 수학을 가르치고 있는 교사와 초등교사 경력이 있는 초등수학교육전공의 석사, 그리고 초등수학교육을 전공한 박사 등에게 내용타당도 검증과

난이도 검토를 의뢰하였다.

이와 같이 전문가들의 검토를 마친 서술형 평가 문항들은 초등학교 4학년의 두 학급에서 각각의 단원학습이 끝난 후 40분 동안 예비검사로 실시되었다. 수집된 학생들의 응답들을 분석한 결과는 개발된 서술형 평가문항을 수정하고 보완하는데 활용되어 본검사에 적용될 문항을 추출하여 서술형 평가문항을 완성하였다.

완성된 초등학교 수학과 4나 단계의 각 단원별 서술형 평가문항은 총24문항으로 1단원의 3개 문항 중 하나의 문항을 예시하면 다음의 <표 IV-1>과 같다. 이 표에 의하면 각 단계의 단원에 속하는 문항의 해당 내용영역, 성취기준, 출제의도 등을 제시하여 교사가 현장에서 쉽게 그 내용을 파악하고 활용할 수 있도록 구성되었다.



[그림 IV-1] 서술형 평가의 평가문항 개발절차

<표 IV-1> 개발된 서술형 평가 문항의 예시(4나 단계 1단원의 세 번째 문항)

구분		4나-1-3			
단계	4나	단원명	1. 분수	내용영역	수와 연산
교육과정 중영역	분수와 관련된 문제 해결하기				
성취기준	분수와 관련된 문제를 해결할 수 있다.				
출제의도	실생활과 연계된 분수 문제를 해결하기 위하여 올바른 해결전략을 찾고, 구하고자 하는 바를 바르게 구할 수 있는지 알아본다.				

◆ 윤지는 다음과 같은 2007년 9월 24일 위성방송 TV 편성표를 보면서 같은 반 친구들과 함께 지난 추석 연휴 때 보았던 TV 프로그램에 대해서 이야기하였습니다.

오후	AniOne (655)	대교어린이TV (657)	JEI 재능방송 (658)	Cartoon Network (659)
12시	00 거북이 특공대 z	00 뽀롱뽀롱 뽀로로 15 콩순이는 못말려	00 개구리 왕눈이	00 추석특집 송편 영화제-밀림의 왕자 레오 스페셜
	30 판타스틱 4	30 뿌띠와 쫄이	30 탑 블레이드	
1시	00 수호천사 맥스맨	00 꾸러기 상상여행	00 내친구 우비소년 2	
	30 파워레인저 트레저포스	30 속 빠져들 것 같아	30 수퍼포마 퍼맨 3기	
2시	00 포켓몬스터 AG	00 빨간코 알루 20 꼬꼬댁 알을 낳았어요	00 으랏차차 판돌이네	
	30 포켓몬스터 AG	35 환타루 50 토끼네 집으로	30 으랏차차 판돌이네	

1) 윤지네 반 전체 30명 중 $\frac{2}{3}$ 에 해당하는 친구들은 12시 30분에 탑 블레이드를 보았고, $\frac{3}{5}$ 에 해당하는 친구들은 1시에 밀림의 왕자 레오를 보았으며, 2시 30분에는 $\frac{7}{10}$ 에 해당하는 친구들이 포켓몬스터를 보았습니다. 그렇다면 이 날, 윤지네 반 친구들이 가장 많이 본 프로그램은 무엇이며, 몇 명의 친구들이 보았습니까?

2) 왜 그렇게 생각하는지 자신의 생각과 풀이과정을 자세하게 써 봅시다.

<표 IV-2> 개발된 서술형 평가 문항 해설

문항번호	단원명	학습내용 영역	수학적 개념	문항해설	난이도
4-나-1-1	1. 분수	수와 연산	분모가 같은 분수의 크기 비교	분모가 같은 가분수와 대분수의 크기를 비교하는 원리를 높이에 적용하여 더 큰 분수를 찾아내기	하
4-나-1-2			분모가 같은 분수의 덧셈과 뺄셈	분모가 같은 여러 가지 대분수와 가분수의 덧셈과 뺄셈에 대한 원리를 알고, 이를 문제 상황에 적용하여 문제를 해결하기	중
4-나-1-3			자연수의 분수만큼	자연수의 분수만큼을 바르게 이해하고 이를 문제 상황에 적용하여 문제를 해결하기	상
4-나-2-1	2. 소수	수와 연산	소수의 크기 비교	소수의 크기를 비교하여 주어진 조건에 맞는 소수 세 자리 수를 만들기	하
4-나-2-2			소수 세 자리 수	소수점 아래의 자릿값과 소수점 아래에 나타난 숫자가 가리키는 값을 이해하고 문제에 활용하기	상
4-나-2-3			자연수가 있는 소수의 크기 비교	소수의 크기를 비교하는 원리를 활용하여 확정되지 세 가지 소수의 크기를 비교하고 조건을 만족시키는 상황 찾기	중
4-나-3-1	3. 소수의 덧셈과 뺄셈	수와 연산	자연수가 없는 소수의 덧셈과 뺄셈	자연수가 없는 소수의 덧셈과 뺄셈을 활용하여 문제를 해결하기	상
4-나-3-2			자연수가 있는 소수의 뺄셈	주어진 대화 속에서 자연수가 있는 소수 세 자리 수의 뺄셈을 찾아내고, 소수의 뺄셈 원리와 계산형식을 활용하여 바르게 계산하기	상
4-나-3-3			자연수가 없는 소수의 덧셈과 뺄셈	주어진 문제를 해결하기 위하여 자연수가 없는 소수의 덧셈과 뺄셈 전략을 세우고 문제 해결하기	상
4-나-4-1	4. 수직과 평행	도형	두 직선의 관계 (수직과 평행)	두 직선의 관계에 대한 이해를 바탕으로 여러 글자들 속에서 수직 관계와 평행 관계를 찾아내고 조건을 만족시키는 자음 찾기	상
4-나-4-2			평행선 사이의 거리	평행선 사이의 수직인 선분의 길이가 평행선 사이의 거리임을 이해하고, 이를 활용하여 주어진 상황에서 평행선 사이의 거리 구하기	하
4-나-4-3			평행선의 성질	평행선과 한 직선이 만날 때 생기는 같은 쪽의 각과 반대쪽 각의 크기는 서로 같음을 이해하고, 이를 주어진 상황에 적용하기	상
4-나-5-1	5. 사각형과 도형 만들기	도형	정다각형의 정의 및 정다각형의 둘레의 길이	변의 길이가 모두 같고, 각의 크기가 모두 같은 다각형이 정다각형임을 알고, 이를 문제 상황에 활용하여 정다각형의 둘레의 길이 구하기	중
4-나-5-2			대각선의 정의	다각형에서 이웃하지 않은 두 꼭짓점을 선분으로 이은 것이 대각선임을 이해하고, 이를 활용하여 여러 가지 다각형에서 그을 수 있는 대각선의 수를 구하기	중
4-나-5-3			여러 가지 사각형의 성질	사다리꼴, 평행사변형, 마름모, 직사각형, 정사각형의 성질에 대한 이해를 바탕으로 제시된 여러 가지 사각형들을 분류하기	중
4-나-6-1	6. 어렵하기	측정	올림의 의미	올림에 대한 이해를 바탕으로 이를 주어진 상황에 적용하여 어렵수로 표현하기	하
4-나-6-2			버림의 의미	버림에 대한 이해를 바탕으로 이를 놀이 상황에 적용하여 어렵수로 표현하기	중
4-나-6-3			반올림의 의미	반올림에 대한 이해를 바탕으로 이를 문제 상황에 적용하여 주어진 조건에 맞는 수 구하기	상
4-나-7-1	7. 꺾은선 그래프	확률과 통계	꺾은선 그래프	꺾은선 그래프의 특징을 이해하고, 꺾은선 그래프의 변화 모양에서 연속량의 한 구간의 중간점이 나타내는 수량을 구하기	상
4-나-7-2			물결선을 사용한 꺾은선 그래프	꺾은선 그래프에서 변화하는 모양을 보다 뚜렷하게 나타내기 위해서는 물결선을 사용하고, 눈금 한 칸의 크기를 작게 해야 함을 설명하기	상
4-나-7-3			물결선을 사용한 꺾은선 그래프의 해석	물결선을 사용한 꺾은선 그래프를 바르게 해석하여, 변화가 가장 크게 나타난 구간을 찾기	중
4-나-8-1	8. 문제는 어떻게 풀기	문자와 식성과 규칙성	두 수 사이의 관계 찾기	대응표에 나타난 수들을 보고, 두 수의 관계를 찾아 설명하기	상
4-나-8-2			그림 그리기의 방법으로 문제 풀기	문제의 조건에 알맞은 그림을 그려 문제를 해결하기	상
4-나-8-3			거꾸로 풀기의 방법으로 문제 풀기	문제 조건의 결과를 거꾸로 이용하여 문제를 해결하기	상

이렇게 개발된 서술형 평가문항들을 단원명과 문항에 포함된 학습내용영역 및 수학적 개념, 그리고 문항해설로 정리하면 다음의 <표 IV-2>와 같다.

나. 평가기준 개발

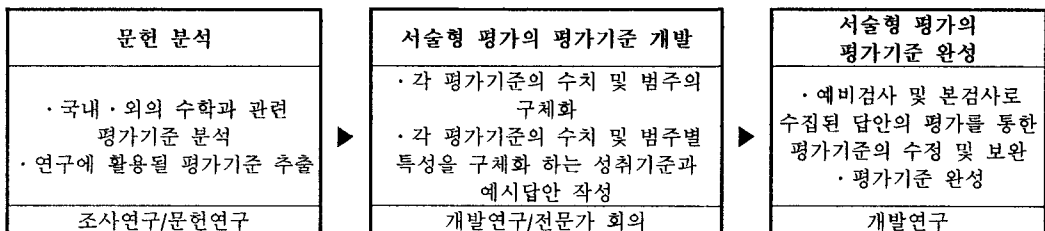
서술형 평가의 평가기준 개발절차를 차례로 살펴보면, 먼저 국내·외에 있는 수학과와 채점법과 평정법, 그리고 평가기준 개발 관련 문헌들을 참고하여 수학과 서술형 평가의 공통 평가기준 요소를 분석하여 본 연구에 활용될 평가기준 영역을 추출하였는데, 각각의 문항을 문제이해, 문제해결과정, 그리고 의사소통 세 영역으로 나누어 채점할 수 있도록 다음과 같이 평가기준을 구성하였다.

첫째 영역인 문제이해 영역은 문제 속에 포함되어 있는 수학적 개념을 어느 정도 이해하고 있는지와 함께 문제를 해결하기 위해 문제에 제시된 정보를 이해하고 활용하는 정도를 의미한다. 둘째 영역인 문제해결과정 영역은 학생들이 주어진 문제를 해결하기 위하여 문제해결전략을 세워 실행하는 정도의 정확성 및 자신이 세운 전략을 수행한 후, 문제 상황에 알맞은 형태로 답을 기술하거나 해석하는 정도를 의미한다. 셋째 영역인 의사소통 영역은 학생들의 풀이과정에 드러난 수학적 내용과 아이디어 및 기호 등에 대한 표현이 정확, 혹은 명확하거나 세련된 정도와 함께 문제해결과정을 어느

정도로 충분히 설명하고 있는가를 의미한다.

개발절차의 다음 단계는 서술형 평가의 평가기준을 개발하는 단계이며 이는 앞서 언급된 문헌분석의 단계에서 추출된 평가준거에 대한 수치와 범주를 구체화하고, 이렇게 구체화된 평가준거의 수치 및 범주별 특성을 구체화하는 성취기준과 예시 답안을 작성하였다. 본 연구에 활용될 평가기준의 준거로 추출된 세 영역은 3단계 혹은 4단계의 평정법으로 채점하도록 개발하였는데, 문제이해와 의사소통 영역의 경우 0,1,2점의 3단계로, 문제해결과정 영역은 0,2,4,6점의 4단계 평정법으로 채점할 수 있도록 하였으며, 이에 더하여 이들 각 점수 단계에 해당되는 구체적인 기준과 예시 답안을 포함시켜 여러 채점자가 채점할 때에도 객관성이 확보될 수 있도록 의도하였다. 아래의 <표 IV-3>은 각 영역의 점수단계별 평가기준을 나타낸 것으로 본 연구에서는 이를 바탕으로 하여 총24개의 문항 각각에 적용되는 구체적인 평가기준을 개발하였다.

이렇듯 1차적으로 개발된 평가기준은 각 단원의 학습이 끝난 후 초등학교 4학년 두 학급에 실시된 예비검사를 통해 수집된 학생들의 답안을 평가하는데 활용하여 평가기준에 제시된 각 영역 및 점수 단계의 구체적 성취기준과 예시 답안에서 수정되거나 보완되어야 할 사항들을 찾아내고, 이를 반영하여 각 단원의 서술형 평가기준을 완성하였다. 또한 이렇게 완성된 서술형 평가기준은 초등학교 4학년 한 학급



[그림 IV-2] 서술형 평가의 평가기준 개발절차

에서 실시된 본검사의 결과로 개발문항의 신뢰도를 검증하였으며, 수집된 학생들의 답안을 평가하고 분석하는데 활용하였다.

2. 서술형 평가문항 및 평가기준의 적용 결과

가. 문항별, 단원별 및 평가기준 영역별 평가 결과

개발된 서술형 평가 문항을 본검사로 실시하

고, 개발된 평가기준으로 학생들의 응답 답안을 평가한 결과를 문항별, 단원별, 평가기준 영역별로 정리하여 나타내면 다음의 <표 IV-4>와 같다. <표 IV-4>에 따르면, 단원별 총점의 평균은 6.08점~7.85점 사이로 나타났는데, 3단원인 소수의 덧셈과 뺄셈 단원의 점수가 가장 낮고, 6단원 어렵하기 단원이 가장 높았다. 또한 24개 문항들의 총점에 대한 평균은 6.86점, 표준편차는 3.38로 나타났다.

<표 IV-3> 서술형 평가문항의 평가기준 기본 구성

평가 기준 영역	문제이해	문제해결과정	의사소통
의미	-문제 속에 내포된 수학적 개념을 이해하는 정도 -문제를 해결하기 위해 문제에 제시된 정보를 이해하고 활용하는 정도	-문제해결 전략을 세워 실행하는 정도의 정확성 -전략 수행 후, 문제 상황에 맞게 답을 기술하거나 해석하는 정도	-풀이과정에 드러난 수학적 내용과 아이디어, 기호 등의 표현이 정확 혹은 명확하거나 세련된 정도 -문제해결과정의 설명이 충분한가의 정도
척도별 구체적인 특징			
	2	6	2
-문제와 관련된 수학적 개념을 완전히 이해하고 문제해결을 위하여 그 개념을 활용 -문제에 제시된 정보들 중에서 문제해결에 필요한 정보들을 취사선택하여 활용	-적절한 전략을 이용하였으나, 답이 부정확함 a) 계산상의 오차나 옮겨 쓰기 과정에 오류가 있을 때 b) 답의 숫자 부분은 바르게 썼지만, (문제의 지시와는 다르게) 단위가 없거나 잘못 썼을 때 c) 답이 없을 때	-문제해결의 모든 단계나 과정을 추측할 필요가 없을 정도로 문제해결과정을 명확하게 논리적으로 충분히 설명 -문제해결과정에 사용된 수학적 용어, 기호 등의 표현이 정확함	
	1	2	1
-문제와 관련된 수학적 개념을 부분적으로 이해하는데 그침 -문제에 제시된 정보들을 부분적으로 활용하여 완전한 문제해결로 이어지지 않음	-적절한 전략을 이용하였으나 답을 구할 만큼 충분히 수행하지 않아서 (예를 들어, 표를 만들어 2개 정도만 기입했을 때) 답에 이르지 못했거나 오답을 도출함 -정답을 제시하였지만 a) 풀이 과정을 이해할 수 없게 썼거나 과정을 나타내지 않음 b) 전략이 적절하지 못했거나 전략의 이행이 명확하지 않음	-문제해결과정에 대한 설명에 부분적으로 논리적인 비약이 있음 -문제해결과정에 사용된 수학적 용어, 기호 등의 표현이 이해하기에 불분명함	
	0	0	0
-문제에 제시된 정보를 옮겨 쓰는 수준은 넘었지만, 문제를 제대로 이해하지 못함 -문제를 제대로 이해하지 못하여 부적절한 개념을 활용한 -문제에 제시된 정보가 부적절하게 활용되거나 문제해결과 상관없음 -배지 또는 오답 이외에 아무 것도 없는 경우	-하위 목표 달성을 위한 시도는 하였으나, 정답을 유도할 만한 접근 방법을 택하지 못하여 답이 틀림 -배지 또는 오답 이외에 아무 것도 없는 경우 -문제해결을 전혀 시도하지 못함	-문제해결에 중요한 부분을 빠뜨려서 문제해결과정에 대한 설명이 불완전하거나 명료하지 않아, 문제해결과정을 이해하기 어려움 -문제해결과정에 사용된 수학적 용어, 기호 등의 표현이 부정확하여 문제해결과정을 이해하기 어려움 -문제해결과정에 대한 설명이 전혀 없거나, 문제해결과 관련되지 않음	

<표 IV-4> 서술형 평가 문항 및 평가기준의 적용 결과

평균(표준편차)

단원명	문항번호	문제이해(2점)	문제해결과정(6점)	의사소통(2점)	총점(10점)
1. 분수	4-나-1-1	1.93 (.26)	5.21 (1.26)	1.62 (.56)	8.86 (1.75)
	4-나-1-2	1.66 (.67)	4.55 (1.62)	1.69 (.66)	7.79 (2.73)
	4-나-1-3	1.07 (.92)	3.07 (2.58)	1.10 (.86)	5.45 (4.16)
1단원 3개 문항의 평균		1.55 (.76)	4.28 (2.08)	1.47 (.75)	7.37 (3.34)
2. 소수	4-나-2-1	.90 (.77)	2.31 (1.91)	1.55 (.57)	4.69 (3.08)
	4-나-2-2	1.79 (.56)	4.72 (1.44)	1.52 (.63)	8.10 (2.34)
	4-나-2-3	1.66 (.67)	4.03 (2.04)	1.28 (.84)	6.90 (3.37)
2단원 3개 문항의 평균		1.45 (.77)	3.69 (2.07)	1.45 (.70)	6.56 (3.26)
3. 소수의 덧셈과 뺄셈	4-나-3-1	1.14 (.74)	3.07 (2.14)	1.21 (.82)	5.28 (3.47)
	4-나-3-2	1.48 (.87)	3.93 (2.52)	1.34 (.86)	6.52 (4.03)
	4-나-3-3	1.45 (.74)	3.62 (2.23)	1.45 (.78)	6.45 (3.40)
3단원 3개 문항의 평균		1.36 (.79)	3.54 (2.30)	1.33 (.82)	6.08 (3.65)
4. 수직과 평행	4-나-4-1	1.03 (.73)	2.21 (1.78)	.93 (.75)	4.07 (3.09)
	4-나-4-2	1.79 (.41)	5.10 (1.72)	1.83 (.38)	8.72 (2.48)
	4-나-4-3	1.52 (.79)	3.93 (2.39)	1.34 (.81)	6.76 (3.84)
4단원 3개 문항의 평균		1.45 (.73)	3.75 (2.30)	1.37 (.76)	6.52 (3.69)
5. 사각형과 도형 만들기	4-나-5-1	1.66 (.61)	4.41 (2.13)	1.55 (.63)	7.55 (3.29)
	4-나-5-2	1.79 (.62)	4.62 (1.99)	1.59 (.68)	7.90 (3.14)
	4-나-5-3	1.62 (.73)	4.31 (2.11)	1.41 (.73)	7.38 (3.35)
5단원 3개 문항의 평균		1.69 (.653)	4.45 (2.06)	1.52 (.68)	7.61 (3.23)
6. 어렵하기	4-나-6-1	1.93 (.37)	5.41 (1.32)	1.72 (.53)	9.07 (2.05)
	4-나-6-2	1.69 (.60)	4.76 (1.77)	1.55 (.63)	7.97 (2.82)
	4-나-6-3	1.48 (.74)	3.86 (1.98)	1.21 (.74)	6.52 (3.26)
6단원 3개 문항의 평균		1.70 (.61)	4.68 (1.81)	1.49 (.68)	7.85 (2.92)
7. 꺾은선 그래프	4-나-7-1	1.46 (.58)	3.64 (1.70)	1.36 (.56)	6.54 (2.55)
	4-나-7-2	1.18 (.61)	3.82 (1.79)	1.50 (.69)	6.46 (2.81)
	4-나-7-3	1.57 (.79)	4.32 (2.14)	1.46 (.84)	7.18 (3.70)
7단원 3개 문항의 평균		1.40 (.68)	3.93 (1.89)	1.44 (.70)	6.73 (3.04)
8. 문제 푸는 방법 찾기	4-나-8-1	1.64 (.49)	4.11 (1.60)	1.32 (.55)	6.93 (2.36)
	4-나-8-2	1.25 (.89)	3.57 (2.53)	1.43 (.74)	6.14 (4.00)
	4-나-8-3	1.14 (.76)	3.07 (2.26)	.93 (.77)	5.21 (3.75)
8단원 3개 문항의 평균		1.35 (.75)	3.58 (2.18)	1.23 (.72)	6.10 (3.47)
총 문항 수	24	1.49 (.73)	3.99 (2.12)	1.41 (.73)	6.86 (3.38)

나. 평가기준의 평가준거 영역별 학생들의 응답결과
개발된 서술형 평가를 본검사에 적용하여 수집한 학생들의 답안은 문제이해, 문제해결과정, 의사소통의 세 영역을 준거로 하여 채점되었다. 먼저, 문제이해 영역은 문제 속에 내포되어

있는 수학적 개념을 이해하는 정도와 문제를 해결하기 위하여 문제에 제시된 정보를 이해하고 활용하는 정도를 의미하며 4단원 '수직과 평행' 문항에 대한 문제이해 영역의 점수 단계별 학생들의 답안 예시를 정리하면 다음의 <표 IV-5>와 같다.

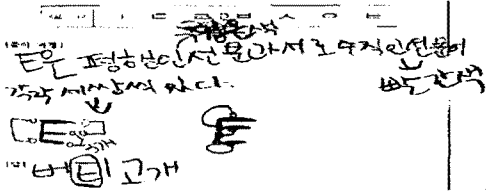
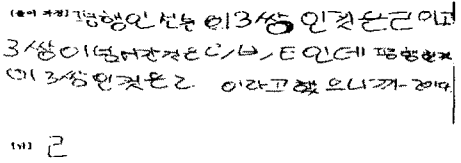
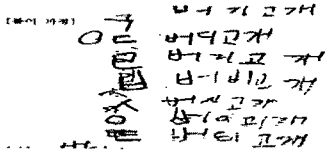
◆ 태현이는 영호에게 다음과 같은 지하철역 이름을 보여주며 지워진 자음에 대하여 설명하였습니다.

버  고개	<p>< 태현의 설명 > “지워진 자음은 서로 평행인 선분과 서로 수직인 선분이 각각 세 쌍씩 있어.”</p>
--	--

태현이의 설명으로 볼 때, 지워진 자음은 다음 보기 중에서 무엇이며, 위의 표지판에 나타난 지하철역의 이름은 무엇입니까?

<보 기>	ㄱ ㄷ ㄹ ㅂ ㅅ ㅍ ㅈ
-------	---------------

<표 IV-5> 4-나-4-1 문항의 문제이해 영역에 대한 평가기준 및 학생 3명의 답안 예시

평가준거	문제이해
의미	<ul style="list-style-type: none"> -문제 속에 내포된 수학적 개념을 이해하는 정도 -문제를 해결하기 위해 문제에 제시된 정보를 이해하고 활용하는 정도
2	<p>-두 직선의 관계 중에서 평행과 수직에 대한 개념을 바르게 이해하고 있으며, 주어진 조건에 알맞은 자음(ㅈ)을 보기에서 바르게 찾아내어 구하고자 하는 지하철역의 이름(버티고개)을 바르게 씀.</p> <p>-주어진 조건과 보기에서 문제해결에 필요한 정보(평행인 선분이 세 쌍, 수직인 선분이 세 쌍)를 선택하여 활용함.</p> 
1	<p>-평행과 수직에 대한 개념을 부분적으로 이해하는데 그침. 평행과 수직 중 한 가지의 조건만을 고려하며 자음을 찾아, 완전한 문제 해결로 이어지지 못함.</p> <p>-풀이과정 없이 정답만 표기함.</p> 
0	<p>-문제에 제시된 조건과 보기에 제시된 자음들을 바르게 옮겨 썼으나 구하고자 하는 것이 무엇인지 이해하지 못함.</p> <p>-문제에 제시된 조건과 보기를 문제해결과 관련 없이 활용함.</p> <p>-백지 또는 오답 이외에 아무것도 없음.</p> 

위의 <표 IV-5>를 보면, 2점을 받은 학생의 경우, 문제에 내포된 평행과 수직의 개념을 찾아내고, 문제에 제시된 평행인 선분과 수직인 선분이 각각 세 쌍이라는 정보를 활용하여 문제를 해결하고 있었다. 1점의 경우, 문제에 포함된 평행과 수직의 개념 중 평행에 대한 개념만을 찾아내고, 문제에 제시된 평행과 수직에 대한 정보 중에서 평행에 대한 정보만을 활용하여 문제를 풀고 있었으며, 또한 0점의 경우

에서는 문제의 보기로 제시된 자음들을 바르게 옮겨 쓰기는 하였으나 문제를 해결하는 데에 문제에 내포된 평행과 수직의 개념을 활용하지 못하고 있음을 볼 수 있었다.

다음으로 문제해결과정 영역은 문제를 해결함에 있어 문제 해결 전략을 세워 실행하는 정도의 정확성과 함께 전략을 수행한 후, 문제 상황에 맞는 답을 찾아내거나 기술, 해석하는 정도를 의미한다. 다음에 제시된 2단원 소수

단원 문항에 대한 문제해결과정 영역의 점수 단계별 학생들의 답안 예시를 정리하면 다음의 <표 IV-6>과 같다.

위의 <표 IV-6>을 보면, 6점을 받은 학생의 경우, 오차나 오류 없이 소수의 크기를 비교하

는 개념을 활용하여 조건에 맞는 소수 세 자리 수 3가지(10.259/10.359/10.459)를 만들고, 문제 상황에 맞는 답 2,3,4를 정확하게 표현하고 있었다. 4점을 받은 학생의 경우에는 문제 해결을 위하여 소수의 크기를 비교하는 개념을 활

◆ 윌수와 세훈이는 에서부터 까지의 숫자 카드를 가지고 소수 만들기 놀이를 하고 있습니다. 이 놀이는 위의 숫자 카드 중에서 5개를 뽑아 더 작은 소수를 만드는 사람이 이기는 놀이입니다.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

1 0 . 4 8 9

1) 윌수가 , , , 의 숫자 카드를 뽑아 10.489를 만들고, 세훈이가 5개의 숫자 카드 중에서 4개를 , , , 로 뽑았습니다. 세훈이가 이기려면 마지막으로 어떤 카드를 뽑아야 합니까?

2) 왜 그렇게 생각하는지 자신의 생각을 자세하게 써 봅시다.

<표 IV-6> 4나-2-1 문항의 문제해결과정 영역에 대한 평가기준 및 학생 3명의 답안 예시

평가기준	문제해결과정
의미	-문제해결 전략을 세워 실행하는 정도의 정확성 -전략 수행 후, 문제 상황에 맞게 답을 기술하거나 해석하는 정도
6	<p>10. 뒤 (2, 3, 4)</p> <p>10. 뒤 숫자 5개 카드와 같은 십의 자리와 10. 뒤의 세 자리 숫자 4개 카드 10.489와 10.519의 곱셈의 크기가 크기 때문에 (10.259)이 전 답보다 큰 0과 1도 되고 후자가 이기나 0과 1은 수 없기 때문에 1보다 큰 2 (2<4), 3 (3<4), 또 4는 10.489의 8과 9보다 10.259보다 (59<89)이기 때문에 4도 가능하다.</p>
4	<p>[한자나 한글]</p> <p>이제 이 일에서는 두 조건 소수가 작아야 하는 것이었는데 일단 십의 자리와 일의 자리 값을 같게 하고 0.1의 자리를 작게 해야 하는데 윌수가 뽑은 소수는 10.489보다 0.4보다 작으려면 0.1의 자리가 2, 3, 4이면 3은 더 작게 하거나 3이 더 작으면</p>
2	<p>10.359</p> <p>10.51 10.489</p> <p>답: 3</p> <p>3을 뽑으면 10.359란 소수를 만들 수 있지만, 10.489보다 작은 소수를 만들 수 있다.</p>
0	<p>95과,</p> <p>2) 왜 그렇게 생각하는지 자신의 생각을 자세하게 써 봅시다. 10보다 크게 만들려면 10.5, 10.4, 10.3, 10.2, 10.1, 10.05가 있는데 그중에서 제일 높은 게 95과 기 때문에</p>
	<p>-소수의 크기를 비교하는 개념을 완전하게 이해하고, 이를 활용하여 조건에 맞는 소수 세 자리수(10.259/10.359/10.459)를 만드는 과정에서 계산상의 오차나 옮겨 쓰기 과정에서의 오류가 없음.</p> <p>-문제 상황에 맞는 답 2,3,4를 정확하게 표현함.</p>
	<p>-소수의 크기를 비교하는 개념을 활용하여 조건에 맞는 소수를 찾아내는 전략을 바르게 사용하였으나 계산상의 오차나 옮겨 쓰기 과정에서의 오류로 인하여 답이 부정확함.</p> <p>-정답 2,3,4 중 두 가지만 찾아냄.</p> <p>-문제해결과정은 바르게 표현하였으나 답을 쓰지 않음.</p>
	<p>-소수의 크기를 비교하여 조건에 맞는 소수를 찾아내는 전략을 사용하였으나 그 과정이 명확하게 드러나지 않음.</p> <p>-문제에 대한 답 2,3,4를 찾아내는 했으나, 소수의 크기를 비교하여 조건에 맞는 수를 찾아내는 전략이 아닌 부적절한 전략을 사용함.</p> <p>-정답 2,3,4 중 한 가지만 찾아냄. 혹은 답에 0,1을 포함하여 표기함.</p> <p>-문제해결과정 없이 정답만 표기함.</p>
	<p>-백지 또는 오답 이외에 아무것도 쓰지 않음.</p> <p>-문제 해결을 전혀 시도하지 못함.</p> <p>-문제와 관계없는 것들만을 기술함.</p>

용하여 조건에 맞는 소수를 찾는 전략을 수행하고는 있으나 조건에 맞는 3가지 소수를 모두 구하지 못하고 2가지만 구하여 정답 2,3,4 중 2,3 두 가지만 구하였고, 2점을 받은 학생의 경우는 소수의 크기를 비교하고 조건에 맞는 소수를 찾아내는 과정을 명확하게 드러내지 못했을 뿐더러, 정답 2,3,4 중 3 한 가지만을 구하였다. 또한, 0점을 받은 학생의 경우에는 구하고자 하는 바를 이해하지 못한 채 문제의 해결과 직접적인 관련이 없는 것들만을 기술하고 있음을 볼 수 있었다.

마지막으로 의사소통 영역은 풀이과정에 드러난 수학적 내용과 아이디어 및 기호 등의 표현에 대한 정확성 정도와 문제해결과정에 대한 설명이 충분한가의 정도를 의미한다. 다음에 제시된 1단원 분수 단원의 두 번째 문항에 대한 의사소통 영역의 점수 단계별 학생들의 답안 예시를 정리하면 <표 IV-7>과 같다.

<표 IV-7>에 따르면, 2점을 받은 학생의 경우, 문제 상황에서 분모가 같은 두 분수의 크기를 비교하여 더 큰 분수를 찾아내는 과정과 함께 두 분수의 차를 구하는 모든 단계나 과정

◆ 우진이는 과학실에서 액체에 관한 실험을 하고 있습니다. 준비된 물 $27\frac{3}{5}ml$ 와 식용유 $\frac{152}{5}ml$ 를 이용하여 물과 식용유를 같은 양씩 가능한 많은 양을 넣어 섞어본 후, 두 액체가 서로 섞이는 성질이 있는지 알아보려고 합니다.

1) 이 실험에서 남게 되는 액체가 있다면 그것은 무엇이며, 몇 ml가 남게 됩니까?
 2) 왜 그렇게 생각하는지 자신의 생각과 풀이과정을 자세하게 써 봅시다.

<표 IV-7> 4나-1-2 문항의 의사소통 영역에 대한 평가기준 및 학생 3명의 답안 예시

평가준거	의사소통
의미	-풀이과정에 드러난 수학적 내용과 아이디어, 기호 등의 표현이 정확 혹은 명확하거나 세련된 정도 -문제해결과정의 설명이 충분한가의 정도
2	<p>식용유 $1\frac{4}{5}ml$ 남음</p> <p>물과 식용유가 같은 양이 되어야 하는데 양은 같지 않다. 물은 $27\frac{3}{5}ml$이고 식용유는 $30\frac{2}{5}ml$이다. 그러니까 물이 더 많다. 그러므로 식용유를 더 넣어줘야 한다. 그러면 물과 식용유가 같은 양이 된다. 그럼 물이 남는다.</p>
1	<p>식용유 $2\frac{4}{5}ml$ 남음</p> <p>물 $27\frac{3}{5}ml$ 식용유 $152/5 = 30\frac{2}{5}ml$</p> <p>$30\frac{2}{5}ml - 27\frac{3}{5}ml = 29\frac{7}{5} - 27\frac{3}{5} = 2\frac{4}{5}ml$</p> <p>$2 = \frac{7}{5} - \frac{3}{5} = \frac{4}{5} = 2\frac{4}{5}ml$</p>
0	<p>이 실험에서 남게 되는 액체가 있다면 그것은 무엇이며, 몇 ml가 남게 됩니까? 식용유가 남게되고, $1\frac{4}{5}ml$이 남는다.</p> <p>$27\frac{3}{5} - \frac{152}{5} =$</p>

을 논리적 비약이나 오류 없이 구체적으로 설명하고 구하고자 하는 답을 바르게 구하였다. 한편, 1점을 받은 학생은 분모가 같은 두 분수의 차를 구하는 과정은 설명하고 있으나 두 분수의 크기를 비교하는 과정 설명을 제시하지 않고, 두 분수의 차를 구하는 과정에서 수학 기호 중 등호(=)를 바르게 표현하지 못하였다. 한편 0점을 받은 학생의 경우에는, 두 분수의 크기를 비교하고 두 분수의 차를 구하는 과정에 대한 설명이 거의 없고 명료하지 않음을 볼 수 있었다.

이제까지의 평가기준의 평가준거 영역별 학생들의 응답결과로 볼 때, 학생들은 하나의 문제에 대해서도 각기 다르게 이해하고 있으며, 각각 다른 문제해결과정을 거치고 있음을 알 수 있다. 이와 같은 결과는 서술형 평가 문항은 학생들의 수학적 개념에 대한 이해 수준과 더불어 문제해결능력, 그리고 수학적 의사소통 능력의 수준을 점검할 수 있는 방법이 될 수 있으며 나아가 서술형 평가 결과를 교수-학습에 반영함으로써 학교 교육 현장에서 수업 개선의 방법으로 활용될 수 있음을 시사한다.

V. 결론 및 논의

21세기 정보화 사회는 여러 가지 정보들 중 실제 상황에 적합한 것을 가려내고 이를 수학적으로 사고하고 판단하여 문제를 해결하는 능력이 요구되는 사회로서 기존에 강조되어 왔던 수학적 지식과 기능의 습득에 더하여 수학적 사고력 및 판단력과 의사소통 능력, 그리고 실생활의 문제를 합리적으로 해결하는 능력을 필요로 하고 있다.

이러한 사회적 변화와 요구로 학교 현장에서는 수행평가를 도입하게 되었으며, 실제적인

활용 및 적용이 비교적 용이한 서술형 평가의 실시가 점차 확대되고 있다. 하지만 학교 교육 현장에서 교사들이 실제로 활용할 수 있는 서술형 평가문항의 개발과 보급이 미흡한 실정이며, 이에 본 연구에서는 초등학교 수학과 4나 단계의 각 단원별 서술형 평가문항과 평가기준을 구체적으로 개발하고, 이를 초등학교 4학년 학생들에게 예비 적용한 결과를 분석함으로써 적절하게 수정·보완하여 현장 교사들이 용이하게 활용할 수 있는 사례로 제시하는 데 목적을 두었다.

본 연구에서 개발한 평가문항과 평가기준을 적용한 결과를 요약하면 다음과 같다. 8개 단원마다 3문항씩 총 24개의 문항을 초등학교 4학년 1개 학급에 적용한 결과, 전체 24문항의 평균 점수는 6.86/10점이었으며, ‘소수의 덧셈과 뺄셈’ 단원과 ‘문제 푸는 방법 찾기’ 단원의 평균이 6.08점, 6.10점으로 가장 낮았고, ‘어렵하기’ 단원의 평균이 7.85점으로 가장 높았다.

평가의 영역별로 보면 문제이해 영역의 평균 점수는 1.49/2점이었으며 ‘문제 푸는 방법 찾기’ 단원의 평균이 1.35점으로 가장 낮았고, ‘소수의 덧셈과 뺄셈’ 단원이 1.36점이었다. ‘문제해결과정’ 영역의 평균 점수는 3.99/6점이었으며 ‘소수의 덧셈과 뺄셈’ 단원 3.54점에 이어 ‘문제 푸는 방법 찾기’ 단원이 3.58점으로 낮은 평균을 보였다. 의사소통 영역은 1.41/2점 평균에, ‘문제 푸는 방법 찾기’ 단원 평균이 1.23점, ‘소수의 덧셈과 뺄셈’ 단원이 1.33점으로 역시 가장 낮은 결과를 나타내었다. 평가준거의 세 영역 모두에서 ‘문제 푸는 방법 찾기’와 ‘소수의 덧셈과 뺄셈’ 단원이 낮은 결과를 보였다. ‘소수의 덧셈과 뺄셈’ 단원의 경우, 알고리즘을 단계별로 사용하며 문제를 해결해 나가는 데 익숙하지 않은 학생들이 많았던 것으로 보이며, 또한 세 문항 모두 실생활과 연계된 맥락의 문

제로 이에 익숙지 않았던 학생들이 문제해결에 어려움을 나타냈다고 보여진다. 학생들에게 필요한 실제적인 수학적 문제상황의 경험은 궁극적으로는 필연적이지만, 단편적인 문제를 해결하는데 익숙한 학생들은 실제적인 문제상황 자체를 어렵게 여김으로써 문제해결 몰입에 난제가 될 수도 있음을 간과해서는 안될 것이다. 또한 ‘문제 푸는 방법 찾기’ 단원 문항에서 다루고 있는 주요 내용은 ‘문자와 식’, ‘규칙성과 함수’ 등이며, 이는 4학년 학생들에게 전반적으로 난이도가 있는 문제로 여겨졌다고 볼 수 있다. 연구 결과에 나타난 학생들의 반응을 토대로 추후 서술형 평가의 문항개발 시 평가대상의 수학적 이해 정도에 따라 난이도가 고려되어야 할 사항이다.

한편 평가준거 영역별로 개발된 세부 평가기준 척도에 해당하는 점수들이 고르게 나타났는데, 이는 개발된 평가문항과 평가기준이 학생들의 수학적 개념에 대한 이해 수준, 문제해결 능력, 의사소통능력 수준을 점검할 수 있는 하나의 도구가 될 수 있다고 보이며, 나아가 학교교육 현장에서 수업을 개선할 수 있는 하나의 평가방법으로 참조되기를 기대한다.

학생들의 수학적 개념의 이해와 문제해결 및 수학적 사고과정, 그리고 수학적 의사소통 능력을 평가할 수 있는 서술형 평가를 학교 현장에서 확대되도록 하기 위해서는 교사들이 활용할 수 있는 보다 구체적이고 실제적인 서술형 평가문항과 그에 대한 평가기준의 개발이 필요하다. 또한 학교 교사들에게 개발된 서술형 평가문항 및 평가기준에 대한 연수를 실시하여 서술형 평가를 목적에 따라 여러 가지로 활용하는 방법에 대하여서도 알 수 있도록 함과 동시에 교사들이 자체적으로 교실 수업 상황에 적합한 새로운 서술형 평가 문항과 평가기준을 개발할 수 있도록 해야 할 것이다.

참고문헌

- 교육인적자원부(1999). 초등학교 교육과정 해설(IV)-수학, 과학, 실과. 서울: 대한 교과서 주식회사.
- 교육인적자원부(2007). 초등학교 교육과정. 교육인적자원부.
- 김경희(2000). 수행평가의 타당도 검증에 위한 측정학적 접근. 이화여자대학교 대학원 박사학위논문.
- 김동희(2005). 초등수학교육에서 서술형 수행평가 방법이 학업성취도 및 흥미와 자기주도적 학습력에 미치는 영향. 고려대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김래선 · 김광희 · 박영진 · 최혜란 · 유진순 · 박동훈 · 최성자 · 박용규(1999). 수행평가 지원을 위한 중학교 수학과 서술형 평가 문항 자료모형 개발. 수학과 공동학술연구 논문집.
- 김성동(2001). PISA 2000 수학 평가 결과 분석 연구. 서울: 한국교육과정평가원.
- 노영순 · 류춘식(2001). 수행평가방법 중 서술형 평가를 적용한 학습이 학력신장에 미치는 영향. 한국학교수학회논문집, 4(1), 125-136.
- 백순근 외(1998). 수행평가의 이론과 실제. 서울: 원미사.
- 서수정(2006). 서술형 평가를 강조한 중학교 수학수업에서 나타난 학생들의 반응과 변화 분석. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 유현주(1998). 수행평가 과제 제작의 모형 및 준거에 관한 연구. 대한수학교육학회 논문집, 8(1), 163-182.
- 윤수찬(2006). 서술형 평가 문항 답안 작성 시 나타나는 오류 유형 분석-중학교 1학년 수학을 중심으로. 서울시립대학교 교육대학원

- 석사학위논문.
- 이대현(2001). 수학과 수행평가의 이론적 기저에 관한 연구. *수학교육*, 40(1), 67-75.
- 이대현·박배훈(1999). 서술형 수행평가의 개념과 활용에 관한 연구. *추계 대한수학교육학회 연구발표대회 논문집*, 179-192.
- 이숙(2004). 수행평가 중 서술형 평가 문항의 과제학습이 문제 해결력 및 수학적 성향 신장에 미치는 영향. 공주대학교 대학원 석사학위논문.
- 정덕찬(2000). 수학과 수행평가의 문제점 분석 및 그 개선 방안에 대한 연구. *한국학교수학회논문집*, 3(2), 133-154.
- 정동권·송상현·김홍구·이용길·김성만·정주자·안승학·박정수 공저(2002). **제7차 교육과정 수행평가 시리즈-수학과 수행중심평가**. 서울: 학문출판.
- 조미경(2007). 초등수학 서술형 수행평가 문항 및 평가기준 개발 연구. *수학교육*, 46(2), 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 개발 연구**. 서울: 한국교육과정평가원.
- 한국교육과정평가원(2004). **교사, 수업, 그리고 학생 성취: TIMSS 1999 결과를 중심으로**. 서울: 선명인쇄주식회사.
- 한국교육과정평가원(2007). **PISA 2006 결과 분석 연구: 과학적 소양, 읽기 소양, 수학적 소양 수준 및 배경 변인 분석-연구보고 RRE 2007-1**.
- 허정철·백순근·박경미·최미숙·양길석·김광주(1999). **수행평가 정책 시행 실태 분석과 개선 대책 연구(연구보고 CRE-99-2)**. 서울: 한국교육과정 평가원.
- 황혜정·김홍원·박경미·김수환·김신영·채선희(1997). **창의력 신장을 돕는 중학교 수학과 학습 평가 방법 연구(연구보고 CR 97-10-1)**. 서울: 한국교육개발원.
- Herman, J. L., Aschbacher, P. R., & Winters, L. (1992). *A practical guide to alternative assessment*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- 김정자(역)(2000). **수행평가 과제 제작의 원리와 실제**. 서울: 이화여자대학교 출판부.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- National Council of Teachers of Mathematics (2001). *Mathematics assessment: Cases and discussion questions for grades K-5*. Reston, VA: Author.
- Stenmark, J. K. (1991). *Mathematics assessment: myths, models, good questions, and practical suggestions*. Reston, VA: NCTM.
- 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 Case Study on the Development of Descriptive Problems in Grade 4 Mathematics

Hong, Jee Yun (Dong-guro Elementary School)

Kim, Min Kyeong (Ewha Womans University)

Noh, Sun Sook (Ewha Womans University)

Kwon, Jum Rye (Korea Institute for Curriculum and Evaluation)

The purpose of this research was to investigate the descriptive evaluation method that focuses on the problem solving process of the student. The goal was to evaluate the students' understanding of the subject rather than the students' ability to find the final answer. The descriptive evaluation is being suggested as a way of examining the thought process of the student by performing a structured analysis of the problem solving process. Today, there are not enough descriptive evaluation resources available for teachers to effectively carry out this alternative assessment method in the elementary school mathematics curriculum.

This research is a case study on the development of resources for descriptive evaluation in grade 4 mathematics. We designed the development process for descriptive evaluation and its rubric for all 8

units of the 4-Na level of mathematics in the elementary school curriculum. Three descriptive problems were developed for each of the 8 units for a total of 24 problems. The rubric consisted of three areas of assessment, 1) understanding of the problem, 2) problem solving, and 3) mathematical communication. The problems were first pilot tested in two 4th grade classes. Modified problems were then tested in a different 4th grade classroom. The study showed that the three defined areas of evaluation framework (problem understanding, problem solving and mathematical communication) were measurable and analyzable using the developed grading rubric. We then conclude that the descriptive evaluation could be used as an effective tool for improving teacher performance in elementary school mathematics.

* **Key words** : descriptive evaluation(서술형 평가), descriptive problem(서술형 평가문항), grading rubrics for descriptive problems(서술형 평가기준), grade 4 in elementary school mathematics(초등수학 4-나 단계)

논문접수: 2008. 7. 10

논문수정: 2008. 8. 6

심사완료: 2008. 8. 19