대한수학교육학회지 <학교수학> 제 4 권 제 3 호
Journal of Korea Society of Educational Studies in Mathematics
School Mathematics Vol.4, No.3, 513-537. Sep 2002

수학적 힘의 신장을 위한 수행평가 과제개발 및 적용에 관한 연구[1)]

유 현 주*

Ⅰ. 서론

평가는 그것과 관련된 모든 사람들에게 "나는(학생은) 현재 어느 정도로 어떻게 잘하고 있는가?", "나는(학생은) 어떻게 하면 더 잘 할 수 있을까?"라는 물음에 대해 근거 있는 정보를 제공한다. 그러나 평가는 몇 가지 중요한 조건이 갖추어졌을 때 이러한 물음에 적절한 정보를 제공할 수 있다. 그 조건들 가운데 가장 중요한 것은 평가의 기능과 관련된 것으로, 평가는 학생들의 중요한 학습결과와 수업목표를 반영하는 한에서 유용하며 생산적인 기능을 한다는 것이다(Herman et. al, 1992).

그렇다면 수학과 평가에 반영되어야 할 수학교육의 목표는 무엇인가? 7차 교육과정에서의 수학과 목표는 다음과 같다(교육부, 1997, p.29).

■ 여러 가지 생활 현상을 수학적으로 고찰하는 경험을 통하여 수학의 기초적인 개념, 원리, 법칙과 이들 사이의 관계를 이해할 수 있다.
■ 수학적 지식과 기능을 활용하여 생활주변에서 일어나는 여러 가지 문제를 수학적으로 관찰, 분석, 조직, 사고하여 해결할 수 있다.
■ 수학에 대한 흥미와 관심을 지속적으로 가지고, 수학적 지식과 기능을 활용하여 여러 가지 문제를 합리적으로 해결하는 태도를 기른다.

이들 목표는 수학적 지식과 기능의 습득을 토대로, 그것을 활용하는 문제해결력과 이에서 더 나아가 주어진 대상을 수학적으로 보고 처리하려는 수학적 태도를 갖게 하는 과정을 통해 점진적으로 도달될 수 있는 것이라 할 수 있다. 한편, 전미수학교육교사협의회(NCTM)에서 제시한 수학교육 목표는 수학적 문제해결, 추론, 수학적 의사소통 능력과 같은 수학적 사고력, 수학적 태도의 함양으로 크게 대별된다. 이는 언뜻 보아 NCTM과 7차 수학교육과정이 서로 다른 목표를 추구하는 것 같으나, 초보적인 수학적 지식, 기능 없는 수학적 사고나 태도의 함양은 기대할 수 없는 것이므로 NCTM도 수학적 지식과 기능을 하위목표로 가정한다고 할 수 있다. 따라서 7차 교육과정이나 NCTM에서의 수학교육의 목표는 크게 수학적 지식과 기능의 이해와 습득, 문제해결능력을 포함한 수학적 사고력의 함양, 수학적 태도의 신장 등 3가지로 나누어 볼 수 있다.

이와 같이 최근 수학교육에서의 강조점은 NCTM에서 제시한 바와 같이, 수학교육의 목표를 수학적 추론, 수학적 의사소통을 포함한 수학적 힘(mathematical power)을 기르는 것으로 보고, 문제해결을 강조하며, 사고과정을 중시하고, 실제적인 상황에서 수학을 적용하려는 태도와 아울러 실제로 수학을 적용할 수 있는 힘

* 전주교육대학교
1) 본 연구는 전주교대 교내 학술비 지원에 의해 수행되었음.

을 중시하는 '수학화' 에 초점을 맞추어 수학교육과정을 개발하고 이를 운영하는 것이다(NCTM, 1991). 수학과 교육의 목표는 전통적으로 수학적 지식. 기능의 습득을 강조하는 것에서 이를 포함할 뿐 아니라 수학적 사고력의 함양, 수학적 태도의 신장을 강조하는 것으로 변화하고 있다.

NCTM은 이러한 새로운 목표에 따라 수학교육이 개선되기 위해서는 표준화된 성취도 검사에 의존하는 평가 방식의 변화가 선행되어야 한다는 것을 강조하였다. NCTM의 비판에 따르면, 전통적인 평가에서는 교수 목표가 평가되는 것이 아니라 시험 그 자체가 목적이 되었으며, 고차적인 사고력보다는 지식이나 기능의 재생과 같은 낮은 수준의 목표만 평가되고 있다(Kamii, 1991에서 재인용).

이러한 배경에서, 새로운 수학교육의 목표를 학교 현장에 실현시키고 학생들에 대한 보다 정확한 정보를 얻어 교수-학습을 개선하기 위해 논의되기 시작한 것이 대안적인 평가 방법의 개발과 적용에 관한 것이며, 수행평가는 이와 같은 대안적 평가방법의 하나로 논의되고 있는 것 중의 하나이다. 우리 나라에서도 세계 수학교육의 동향을 반영한 제 7차 수학교육과정에서는 이러한 대안적인 평가방법인 수행평가를 권장하고 있다(교육부, 1997). 그러나 몇몇 선행연구를 통해 지적되었듯이 교육현장에서 '수행평가'라는 이름 아래 실시되고 있는 평가는 수행평가의 본래의 의도에 못 미치고 있는 실정이다(류희찬, 박미숙, 1999; 이대현, 박배훈 1999; 유현주 1996).

따라서 본 연구는 문헌연구를 통해 수학과 교육의 목표와 연관하여 수행평가의 의의와 그 과제의 성격을 살펴보고, 이에 따라 초등학교 3학년 수학과 교수-학습에 적합한 수행평가과제를 개발, 적용하여 학생들의 수행 정도를 분석해보고자 한다.

II. 수학과 수행평가에 관한 이론적 고찰

1. 수학교육의 목표와 수행평가

전통적으로 학교에서 행해오는 평가는 '타일러의 논리'에 기초하고 있다(이홍우, 1977). 일찍이 타일러는 학교를 공장으로 보는 입장에 서서 교육평가를 규정하였는데, 이 입장에 의하면 교육평가란 '미리 정해진 기준을 가지고 학생의 수행을 재어보는 것'을 의미한다. 즉 공장에서는 생산된 완제품의 질을 평가할 때 그 제품의 설계도를 참조하듯 학교에서는 학생의 성취도를 미리 정해진 '행동 목표'에 비추어 그 달성 여부를 판단할 수 있다는 것이다. 따라서 여기에서 중요한 것은 누가 평가해도 학생의 성취도를 동일하게 확인할 수 있는 방법을 고안하는 것인데, 이를 현실화 할 수 있는 가장 손쉬운 방법은 '선다형 시험'이나 '단답형 시험'을 사용하는 것이다.

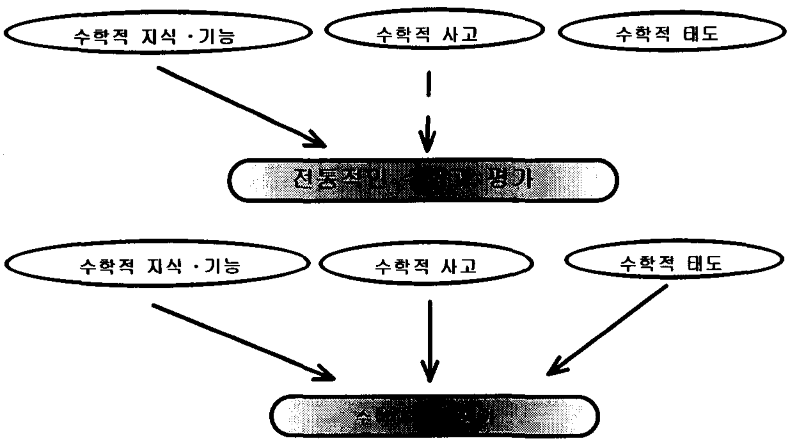
이와 같은 '타일러의 논리'를 기초로 하는 '행동목표'를 강조하는 수업은 선다형이나 단답형 형태의 시험을 보편화시켰고, 이러한 모범답안이 미리 정해져있는 시험은 학생들로 하여금 교과서에 실린 지식을 잘 외우고 이를 선다형 · 단답형 시험을 통해 잘 재생하도록 학습의 방향을 유도하였다.

그런데 Eisner(1994)에 의하면, '행동 목표'가 그 이론적 기저에 깔린 선다형 · 단답형 시험의 가장 큰 약점은 이러한 시험 방식에 의하여 길러진 능력이 학교를 졸업한 후 실제 세계에서 접하게 될 문제를 해결하는데 별로 도움이 되지 않는다는 것이다. 그리하여 학교의 평가 방

식이 실제생활에서 필요한 능력을 직접적으로 배양하는 방향으로 개선되어야 할 필요가 있음이 제기되기 시작하였다.

또한 타일러 방식의 교육목표 진술은 '어떤 내용에 관한 어떤 행동'이라는 식으로, '내용'과 '행동'을 2차원으로 표시하는 것이어야 하며 (이홍우, 1977) 그 결과 교과를 원자론적인 지식의 집합체로 보는 관점을 낳게 하였다. 이러한 목표와 그에 따른 평가 사이의 관련은 블룸 등의 '교육목표 분류학'에 의하여 더욱 확고하여졌으며, 이에 따라 평가를 개발하는데 2차원 행렬이 사용되어왔다. 그 가운데 대표적인 것이 제 2차 국제수학교육연구의 평가 계획이다 (Kulm, 1990). 여기에서 한 차원은 수학 내용의 방식에 관한 것이고 한 차원은 인지적인 과정 내지 능력에 관한 것으로, 보통 더 낮은 수준의 과정인 계산, 이해로부터 더 높은 수준의 과정인 적용과 분석을 망라하고 있다. 그러나 Romberg, Zarinnia, Collis(1990), Badger(1992)등에 따르면 현재의 평가계획에 지배적인 이러한 내용-행동 행렬식의 평가방식은 행동주의 학습이론에 바탕을 둔 것으로 독립적으로 나누어진 수학의 내용 하나 하나가 모여서 전체를 이루는 것으로 보는 관점이라고 비판하였다. 그들에 따르면, 수학은 완성된 지식체가 아니라 수학적 사고 활동으로 파악되어야 하기 때문에 원자론적으로 분해되기 어렵다(Romberg et. at. 1990). 내용-행동 행렬에 따른 평가 방식은 매 시간의 수업목표가 각 부분으로 상세하게 진술되고, 그에 따라 평가가 계획되어야 한다는 것을 가정한다. 그러나 기본적인 지식이나 지적인 기본기능을 이와 같이 원자론적으로 분해하여 행동적 진술이 가능한 반면 수학의 학습-지도에서 본질적이라고 할 수 있는 수학적 사고력, 추론, 의사소통능력과 같은 핵심적인 부분은 그렇지 못하기 때문에 사라지게 되는 것이다.

'행동 목표'로 서술될 수 있는 수학적 지식·기능을 평가하기 위해 고안된 선다형·단답형 시험으로는 문제해결력이나 수학적 사고·태도와 같은 영역은 평가해낼 수 없기 때문에 그에 적절한 대안적인 평가가 고려되어야 한다는 것이 연구자들의 지적이다(Eisner, 1994; Badger 1992). '수행 평가'라는 아이디어는 바로 이와 같은 기존의 평가의 문제점에 대한 개선책의 하나로서 학자에 따라서는 '참 평가'라는 용어를 사용하기도 한다(박승배, 2001). 그리고 수학교육의 목표와 관련하여 전통적인 평가와 수행평가를 비교하면 다음 그림과 같다.



이와 같이 수행평가는 학교의 평가 방식이 실제생활에서 필요한 능력을 직접적으로 배양하는 방향으로 개선하기 위하여, 그리고 수학적 지식·기능의 습득 외에 수학적 문제해결능력과 같은 사고력, 태도 등을 평가하고자 하는 목표에서 모색된 것이다.

전통적으로 수학과에서의 평가는 행동적 목표로 진술이 가능한 기본적인 지식이나 지적인 기본기능을 선다형·단답형 시험으로 평가해왔으며 그렇게 진술되기 어려운 수학적 사고력, 추론, 의사소통능력과 같은 능력은 평가하지 못하여 왔다. 이는, 수학과 교육과정은 수학적 지식과 기능의 이해와 습득, 문제해결능력을 포함한 수학적 사고력의 함양, 수학적 태도의 신장을 그 목표로 삼고 있지만, 평가에서는 주로 수학적 지식과 기능이 그 대상이 되기 때문에 교육과정과 평가가 일관되지 못하다는 문제점을 드러내는 것이다. 수학교육의 목표 가운데 일부만을 평가한다는 이러한 문제점 외에도, 주로 객관식이나 주관식 단답형인 기존의 평가 방법은 단지 결과만을 제시하기 때문에 학생들의 이해 수준에 대한 정확한 진단이 어려우며, 이해하지 못하는 성공의 가능성을 만들 수 있고, 학생들의 전략, 진전의 정도와 같은 수업의 개선을 위한 정보는 거의 제공해 주지 못한다.

이와 같은 이유에서 NCTM은, 새로운 목표에 의한 교육과정은 이전의 것과 비교할 때 추구하는 목표, 그것이 담고있는 내용, 그것을 적용하는 수업 방법 면에서 현저하게 다르기 때문에 그에 일관되도록 평가도 바뀌어야 한다는 것을 강조하고 있다. 이전과는 다르게 수학의 더 깊은 이해를 요구하는 수업환경에서는 단 하나의 옳은 답을 요구하는 평가도구로는 충분하지 않으며, 학생들로 하여금 문제를 풀고 추론하고 의사소통 하게 하는 수업의 의도를 반영하여 교사들로 하여금 수학적 개념과 과정, 수학적 상황에서 수행하는 학생들의 능력을 이해할 수 있도록 해야 한다고 하였다. 동시에 그것은 수업을 개선하는 자료로 사용되기 위해 학생 개개인의 어려움을 교사들이 확인할 수 있을 만큼 충분히 민감해야 한다고 하였다. 그리고 평가를 통해 학생의 사고와 추론을 강조하고, 학생에게 알고 있는 것을 증명할 다양한 기회를 줌으로써 학생의 학습을 증진시키기 위해 기존의 객관식이나 주관식 단답형에서 더 나아가 토론, 열린 문제, 구조화된 탐구형 인터뷰, 프로젝트, 일지, 에세이, 포트폴리오와 같은 다양한 평가 방법으로 학생들의 수행을 평가를 할 것을 권고하고 있다(NCTM, 1991; 1995; 2000).

2. 수행평가 과제

수행평가는 앞서 살펴본 바와 같은 배경에서 도입되었으며, 백순근(1996)은 그 의의를, 교수-학습 목표와 평가 내용을 보다 직접적으로 관련시켜준다는 점, 학생들이 인지적으로 아는 것 뿐 아니라 그들이 아는 것을 실제로 적용할 수 있는 지의 여부를 알 수 있게 해 준다는 점, 교수-학습의 효율성을 가장 잘 평가해 줄 수 있다는 점, 평가의 과정이 학생들의 학습과 이해력을 직접적으로 조장할 수 있다는 점이라고 하였다.

따라서 수학과에서의 수행평가는 기존의 평가에 비해 그 목표와 내용, 방법에서 중요한 차이를 가지고 있다. 전통적인 수학과 평가는 단편적인 수학적 지식, 기능을 결과적으로 평가했던 것에 비해, 수행 평가는 교육과정이 추구하는 주요 목표이지만 기존의 평가로는 알아내기 어려웠던 학생들의 수학적 지식, 기능에 대한 이해와 적용 능력 및 과정에 대한 이해를

수학적 문제해결, 추론, 의사소통 등을 포함한 수학적 능력과 관련시켜 평가하는 것을 목표로 한다는 것이다. 이와 같은 평가 목표의 변화로부터 그에 적절한 평가의 방법이나 형태가 결정되는 것이다. 따라서 수행평가의 방법과 도구가 아무리 다양하더라도 그 과제가 담고있는 내용이 여전히 과거와 같은 단편적인 지식이나 기능을 결과적인 관점만으로 평가하는 것이라면 수행평가의 본래의 의도와 그 본질은 퇴색하고 말 것이다. 이러한 점은 van den Heuvel (1994; 1996)과 Wiggins(1996)이 지적한 것으로, 그는 새로운 수학교육 목표에 따라 평가도 변화하고 있는 것이 세계적인 추세이지만 이는 대부분 다양한 평가 방법을 사용하는 형태에서의 변화일 뿐이며, 중요한 수학교육의 목표를 평가해낼 수 있는 내용으로 그 과제가 변하지 않는다면 수학교육에는 아무런 변화가 없을 것이라고 하였다.

그렇다면 수행평가에 적절한 과제란 어떤 것인가? NCTM(1991)에서는 훌륭한 과제란 학생들의 지력을 사용하고, 수학적 이해와 기능을 발달시키며, 수학적 연결성을 중시하고, 수학적인 아이디어에 적합한 체계를 개발하도록 학생들을 자극하며, 문제의 형식화, 문제해결 및 수학적 추론을 필요로 하며, 수학적 의사소통을 증진시키며, 학생들의 다양한 경험과 성향을 고려한 과제, 수학을 인간의 활동으로 보게 하며, 학생들의 수학적 성향을 개발하는 과제로 설명하고 있다.

Baron & Boschee(1995)는, 수행평가의 본질은 과제의 적절성에 있으며, 과제는 학습자 성과(learner outcome)와 복합적인 사고 과정(complex thinking process)이 결합되어 개발되어야함을 강조하였다. 여기에서 학습자 성과란 현재 학습한 주제와 관련되어 있는 내용 지식 및 기능, 그리고 이전에 학습한 지식이나 기능을 말하며, 복합적인 사고 과정이란 비교, 분류, 분석, 귀납, 연역, 탐구, 확장 등의 고차적인 사고 기능을 말한다. 즉 수행평가에 적절한 과제는 교과의 내용지식 및 기능을 평가할 뿐 아니라 그것을 활용하는 것과 관련된 복합적인 사고기능도 평가 가능해야 한다는 것이다.

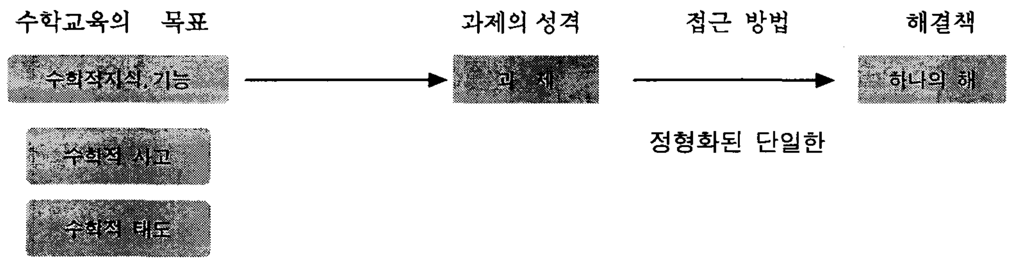
Danielson(1997)도, 좋은 수행평가 과제의 특징을 교육과정이 관심을 두고 있는 교수 목표와 얼마나 일관되어 있는가로 파악하고 있다.

특히 van den Heuvel(1994)은, 수학교육의 목표 가운데 어디에 평가의 초점을 두느냐에 따라 낮은 수준의 평가, 중간 수준의 평가, 상위 수준의 평가로 다음과 같이 구분하여 제시하고 있다. 낮은 수준의 평가는 전통적인 수학과 시험에서 다루었던 것과 같이 수학적 대상, 정의, 기능, 표준적인 알고리즘을 평가하는 것이다. 예를 들면 '주어진 이차 방정식을 풀어라', '주어진 몇 개의 변량들의 평균을 구하여라', '주어진 함수의 그래프를 그려라'와 같은 것이다. 이러한 문제들은 한 두 가지 이상의 절차를 요구한다해도 단지 정해진 몇몇 절차의 적용으로 해결된다. 비록 이런 문제들이 실생활의 예처럼 꾸며졌다고 하더라도 수학적 대상, 정의, 기능, 표준적인 알고리즘을 평가하는 것 이상을 평가하기는 어렵다. 중간 수준의 평가는, 학생들로 하여금 둘 이상의 개념 또는 절차를 연관시킴으로써 문제해결 하거나 추론하는 것이 주를 이루는 평가이다. 이 수준의 과제는 정형화된 절차의 적용으로는 해결되지 않기 때문에 학생들이 알고 있는 수학적 지식의 범위에서 다양한 접근과 문제 해결, 추론과 같은 수학적 사고의 활용이 요구된다. 특히 이 수준의 평가 과제에서는 학생들이 실세계에서 만날 수 있는 맥락으로 제시되는 것이 핵심적인데, 이런 이유에서 학생들은 문제의 상황을 즉시 파악할 수 있고, 문제에 자유롭게 접근할 수 있기 때

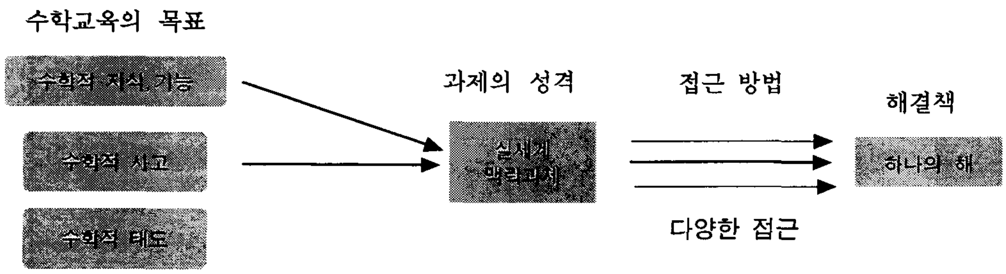
문에 각자의 수준에서 다양한 전략이 구사될 수 있고 자연스럽게 학생들의 능력을 알아 볼 수 있게 된다. 상위 수준의 평가는 수학적 사고와 추론, 의사소통, 비판적 태도, 분석, 반성, 창의성, 일반화, 수학화와 같은 고차적 사고를 사용해 학생 자신이 문제를 '구성'하게 하는 평가이다. 보통 이런 과제들은 다수의 해답이 있는 열린 형태의 과제들인데, 그런 이유에서 학생들은 답보다는 과정에 더 관심을 두게 된다. 문제의 부분적인 조건을 주고 나머지 조건을 첨가해서 해결하는 '문제 만들기' 과제도 이 수준에 해당된다. 문제의 형태는 열려 있으나, 본질적으로는 하나의 답이나 접근을 요구하는 '닫힌' 열린 문제가 아니라 다수의 해답과 접근을 허용하며 그에 합당한 수학적 사고나 추론 능력의 활용을 요구하는 '열린' 열린 문제가 상위 수준의 평가에 사용될 수 있는 과제이다.

앞서 소개된 van den Heuvel의 세 가지 수준의 평가를 수학교육의 목표와 관련하여 도식화하면 다음과 같다.

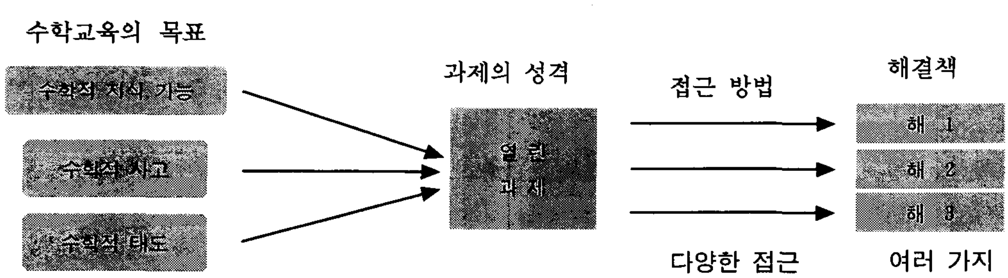
① 낮은 수준의 평가



② 중간 수준의 평가



③ 상위 수준의 평가



van den Heuvel에 의하면, 낮은 수준의 평가는 전통적인 수학과 평가의 주를 이루는 평가이며, 중간과 상위 수준의 평가가 최근 강조되는 수학교육의 목표를 평가하기에 바람직한 '진정한(authentic)' 평가 과제이다. 그는 여기에서 '진정한(authentic)'이라는 것은 문제가 단지 실생활 문제로 꾸며졌다는 것을 의미하지 않으며, 교육과정 상의 중요한 수학적 내용과 절차 모두를 균형 있게 반영해야하며, 도전적이고 비정형적인 특징을 가지고 있어서 그것을 해결하는데 고차적인 수학적 사고를 요구하며, 학생들이 그 지식을 소유하고 있는지, 어느 정도나 통합할 가능성이 있는지, 그것을 새로운 상황에 적용할 수 있는지에 대한 정보를 제공해 줄 수 있어야 한다고 하였다. Danielson(1997)도 과제의 '진정함(authenticity)'을 수행평가 과제의 본질에서 찾고 있는데, 그것은 기억으로부터의 단순한 회상이나 기계적인 반응에 한정되어 있지 않고 학생들이 그 분야에서 성인들이 도전하는 것과 유사한 방식으로 도전할 수 있어야 함을 의미한다. 또한 수학적 지식, 수학적 사고의 다양한 면을 포함하고 있어서 모든 학생들이 그들이 할 수 있는 것을 보여줄 수 있는 기회가 제공되는 문제가 '진정한(authentic)' 과제라고 하였다.

이 같은 선행연구들을 종합해 볼 때, 좋은 수행평가 과제는 수학적 지식. 기능이 문제의 내용이 되지만 그것으로 그치지 않고 수학적 문제해결. 추론. 의사소통능력과 같은 수학적 사고를 평가하기에 유용한 van den Heuvel의 분류에 따르면 중간 수준, 상위 수준의 평가이어야 한다. 이를 구체화하면, 수학과 수행평가 과제는 수학과 교육과정의 핵심적인 내용을 다루면서도 학생에게 여러 가지 다양한 상황에서 수학적 사고를 경험시키며, 실생활과 관련된 상황 속에서 수학적 지식을 적용해 보는 경험을 제공해야 하고, 그러한 과정에서 문제해결, 수학적 연결성, 추론, 의사소통 능력을 측정할 수 있는 것이어야 한다.

3. 수행평가의 채점법

기존의 객관식 검사의 문제점을 보완한 것이 주관식 검사이지만 만일 그것이 단답형이거나 완성형인 경우에는 객관식 검사와 마찬가지로 모든 풀이의 과정이 사라지고 단지 결과만 나타나게 되므로 과정을 평가할 수 있는 근거가 원천적으로 존재하지 않게 된다. 따라서 문제해결. 추론과 같은 수학적 사고력을 평가하는 과제는 결과 위주가 아닌 과정 중심의 서술형 주관식 평가가 더 타당한 방법으로 제시되고 있다. 그러나 이와 같은 평가는 학생들의 문제해결 과정에 초점을 맞추고 그것을 좀 더 자세하게 이해하게 해 줄 수 있다는 장점을 가진 반면, 채점과정에서 그 객관성이 보장되지 않는다는 것이 문제점으로 제기되고 있다. 그러나 주관식 평가에서도 일정한 채점 기준을 정해두면 객관성을 확보하면서 문제해결 과정 전반을 평가할 수 있으며 채점기준을 정하는 방법에 따라 주관식 평가의 채점법은 총괄적 채점법과 분석적 채점법으로 분류된다.

분석적 채점법은 과제가 포함하고 있는 주요 요소 각각에 대해 점수를 할당하는 방법이다. 따라서 분석적 채점 방법은 문제해결의 여러 요소를 동시에 고려하게 해주며, 특정 영역에 대한 학생들의 강점, 약점이 명확하게 파악되며, 따라서 효율적인 학습-지도를 위한 구체적인 정보를 줄 수 있다는 장점을 갖는다. 그리고 교사가 평가를 통해 학생들에게 문제해결과 관련된 핵심적 요소에 대해 피드백을 주고 싶거나 별도의 지도 시간을 요하는 문제해결의 특정한 부분을 확인하고 싶을 때 유용하다. 그

러나 이 방법은 평가하는데 상당한 시간이 소요되며, 학생들에게 단일한 점수를 부여할 수 없다는 단점을 가지고 있다.

반면 과제 해결의 전체적인 완성도에 따라 문제해결의 주요요소가 모두 결합되어 수준이 정해지고 그에 따라 단일한 점수를 산출하는 것이 총괄적 채점 방법이다. 이러한 채점법의 장점은 해답 뿐 아니라 과정을 중시하며, 학생들의 답안에 대해 단일한 점수를 부여하기 때문에 비교적 신속하게 평가할 수 있고, 답안에 구체적인 기준을 주어 객관성이 확보된다는 점이다. 한편 문제해결에 대해 단일한 점수를 부여하기 때문에 학생들의 강점, 약점이 파악되기 어렵고, 학생들을 효과적으로 도와줄 수 없다는 단점을 가지고 있다(유현주 외, 2000).

이 두 가지 채점법은 각각 장점이 있기 때문에, 평가과제의 주요요소에 의해 분석적인 채점기준을 마련해두고 그 모든 요소를 결합한 총괄적 채점기준을 사용할 수 있고 그 역으로도 가능하다. 그리고 각각의 수준에 대한 이해를 돕기 위하여 각 수준에 특징을 잘 드러내주는 학생의 대표답안(anchor paper)이 제시될 수 있다(De Lange, 1995; Lambdin, et.al., 1996).

평가 과제에 대해 어떤 채점법을 사용할 것인가의 여부는 교사가 이 과제를 통해서 목표로 하는 것이 무엇인가-문제해결의 과정을 충실히 고려하되 단일한 점수를 사용하여 신속하게 결과를 얻고 싶은가 또는 문제해결과 관련된 핵심 범주에 대한 정보를 얻어 학생들을 지도하는데 활용할 것인가-와 과제가 포함하고 있는 핵심 영역이 비교적 단순한가 다양한가의 여부에 의해 판단되어 사용되어야 할 것이다. 본 연구에서는 평가과제의 주요요소에 의해 분석적인 채점기준을 마련해두고 각 요소를 결합한 총괄적 채점법을 사용하기로 한다.

III. 연구의 방법 및 절차

본 연구는 수학과 교육의 목표와 연관하여 수행평가의 의의와 그 과제의 성격을 살펴보는 것과 이에 따라 초등학교 3학년 수학과 교수-학습에 적합한 수행평가과제를 개발, 적용하여 학생들의 수행 정도를 분석하는 두 가지 목적을 가지고 이루어졌다. 그러므로 본 연구는 문헌 연구를 통해 수학과 수행평가의 의의와 그에 적합한 과제의 성격을 찾고, 수행평가 과제를 개발하여 그 일부를 현장에 적용한 후, 그것을 채점하여 결과를 분석하는 과정으로 수행되었다.

1. 초등학교 수학과 3학년용 수행평가 과제(서술형 과제)의 제작

본 연구자는 문헌 연구를 통하여 수행평가 및 수행평가과제의 성격을 다음으로 설정하였다. 그것은, 수행평가가 기존의 평가 검사로는 알아내기 어려웠던 학생들의 수학적 지식, 기능에 대한 이해와 적용 능력을 수학적 문제해결, 추론, 의사소통 등을 포함한 수학적 능력과 관련시켜 평가하는 것을 목표로 한다는 것이다.

그리고 수행평가의 목적에 적합한 과제의 성격을 다음과 같은 것으로 정리하였다. 그것은 수학적 지식, 기능이 문제의 내용이 되지만 그것으로 그치지 않고 수학적 문제해결, 추론, 의사소통능력과 같은 수학적 사고를 평가하기에 유용한 것이어야 한다는 것이다. 이를 평가의 수준에 대한 van den Heuvel의 분류를 토대로 구체화하면 다음과 같다. 수학과 수행평가 과제로는 수학과 교육과정의 핵심적인 내용을 다루면서도 학생에게 여러 가지 다양한 상황에서

<표 1> 수행평가 과제의 목표 분석

과제명	수학적 지식, 기능	수학적 힘 (수학적 사고, 수학적 태도)
삼각형을 찾아라	· 구성요소나 성질로 도형을 인식할 수 있다.	· 조건을 만족시키는 여러 가지 도형을 합리적인 문제해결의 전략을 이용하여 풀 수 있다.
신기한 반지	· 주어진 조건에 따라 바르게 계산을 할 수 있다.	· 규칙을 이해하고 이용할 수 있다. · 사용한 규칙을 말로 설명하고 식으로 쓸 수 있다. · 규칙을 이용하여 거꾸로 생각할 수 있다.
지대를 구해 봅시다	· 원의 개념 이해를 토대로 그와 관련된 문제를 해결할 수 있다.	· 원의 개념을 토대로 바르게 추론할 수 있고, 의사소통할 수 있다.
영수증에서 지워진 숫자를 찾아라	· 주어진 정보를 가지고 연산 지식을 이용하여 누락된 부분을 알아 낼 수 있다.	· 부분적인 요소를 가지고 전체를 이해하기 위하여 수학적으로 추론할 수 있다.
다트판 놀이	· 주어진 숫자를 약속에 따라 바르게 계산할 수 있다.	· 답을 찾기 위하여 다양한 문제해결 전략을 사용할 수 있다.
별속에 숨은 숫자를 찾아라	· 주어진 숫자를 약속에 따라 바르게 계산할 수 있다.	· 수 패턴을 인식할 수 있다. · 패턴을 이용해 결과를 추론할 수 있다.
누구의 말이 옳을까요	· 등분할 된 전체와 부분의 의미로의 분수의 개념을 이해할 수 있다.	· 개념과 관련하여 다양하게 추론할 수 있다. · 자신의 추론과 답을 바르게 의사소통 할 수 있다.
과일의 값은 얼마였을까	· 상황에 적절한 다양한 계산을 할 수 있다.	· 다양한 방법으로 해를 찾고 그 과정을 바르게 설명할 수 있다.
우리가 문제를 만들어 봅시다	· 자신이 알고 있는 수학적 지식, 기능을 사용하여 부분적인 조건이 주어진 문제를 바른 문제로 완성할 수 있다.	· 자신이 만든 문제를 바르게 해결하고 그 과정을 바르게 설명할 수 있다.

수학적 사고를 경험시키며, 실생활과 관련된 상황 속에서 수학적 지식을 적용해 보는 경험을 제공해야 하고, 학생들이 실제적인 상황과 아주 유사한 '진정한' 과제를 수행하는 과정에서 문제해결, 수학적 연결성, 추론, 의사소통 능력 및 수학적 태도를 측정할 수 있는 '중간 수준' '상위 수준'의 평가 과제가 적합하다. 수학적 지식, 기능을 평가하는 것만을 목표로 하는 '낮은 수준의 평가'는 수학과 수행평가 과제로 적절하지 않다고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서 제작한 과제는, 수학교육의 목표와 관련하여 평가의 수준을 구분했던 van den Heuvel의 수준 가운데 낮은 수준의 평가는 수행평가의 목적과는 거리가 있다고 생각하여 제외하고 중간과 상위 수준의 평가에 초점을 맞추었다. 그리고 수행평가의 유형 중 서술형과제, 문제 완성하기, 문제 만들기, 토론법을 사용하였다. 본 연구에서 개발한 과제를 수학적 지식, 기능과 수학적 힘의 관점에서 정리하면 표1과 같다.[2]

2. 개발된 과제의 현장 투입을 통한 수정. 보완 및 완성

선행연구를 통해 분석, 종합된 수행평가와

2) 음영이 있는 부분은 상위 수준의 평가과제이며, 나머지는 중위 수준의 평가과제이다.

그 과제에 대한 관점에서 초등학교 3단계를 대상으로 과제개발에 착수하였다.(1차: 3가 단계, 2차: 3나 단계) 그리고 개발한 문항들을 가지고 1차적으로 수행평가과제로서 적절한지에 대해 - van den Heuvel의 수준 가운데 중간과 상위 수준의 평가인지를 - 평가 검토를 하였고, 2차적으로 현장투입과 교사의 검토를 통해 문항의 난이도 및 사용된 용어를 수정하여, 최종적으로 수행평가과제로 확정하였다.

과제에는 (1) 관련 단원. 영역을 제시하여 어느 단원에 적용될 수 있는지를 밝혔고 (2) 과제의 핵심요소를 제시하여 어떤 수학적 개념과 기능, 수학적 힘이 평가의 주 요소가 되는지를 구체적으로 소개하였다. (3) 평가의 실행 시 특히 교사가 유의해야 할 사항을 유의사항에 서술하였다. (4) 그리고 수행평가 문제와 함께 채점 시 사용할 수 있는 사전 평가 기준을 제시하였다. 본 연구의 목표가 수학적 힘의 신장과 관련되어있기 때문에, 과제의 주요요소에 대한 평가기준을 설정하고 그 각각의 요소를 반영하여 학생들의 반응을 4수준으로 나누는 총괄적 채점법을 사용하였다. 그리고 학생들의 과제수행결과를 분석할 때는 Danielson(1997)이 제시하였던 방법대로, 우수한 반응과 그렇지 못한 반응으로 크게 두 집단으로 구분하였다. 그리고 난 후 우수한 반응 집단의 경우를 과제의 주요요소에 대해 특별히 우수한 경우를 4 수준으로, 우수한 경우를 3 수준으로 정하였고, 그렇지 못한 집단의 경우 과제의 주요요소에 대해 보통이나 우수하지는 않은 경우를 2 수준으로, 과제를 거의 이해하지 못하고 교수학적인 도움이 필요한 경우를 1 수준으로 정하였다. 따라서 채점 시 학생들의 실행 분석에서는 채점 기준에 대한 이해를 돕기 위하여 각 수준의 특징을 잘 드러내 주는 학생들의 대표답안을 제시하였다.

3. 수행평가 과제의 채점 및 결과의 분석

가. 별 속에 숨은 숫자를 찾아라

(1) 과제에 대한 기술

학생들은 주어진 네 개의 숫자를 이용하여 부분 결과를 얻고, 또 다시 그것을 이용하여 결과를 구해나가는 과정을 통하여 주어진 수학적 약속을 읽고 그것에 따라 활동하는 것을 배운다. 그리고 몇 가지 (처음에 주어진 숫자들의 합과 마지막 결과) 자료를 조사해보고 그 가운데 있는 규칙성을 탐구한다. 최종적으로 자신이 찾은 규칙성으로 바르게 추론하여 문제를 해결하는 경험을 하게 된다.

(2) 수학적 배경

학생들은 한 자리수, 두 자리수로의 덧셈을 바르게 할 수 있어야 하며, 원인과 결과 사이의 관계를 발견한 경험을 가지고 있어야 한다.

(3) 과제의 핵심 요소

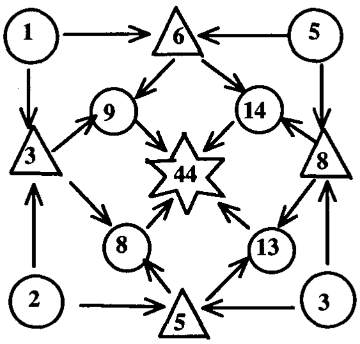
- 한 자리수, 두 자리수로의 덧셈을 바르게 계산하기
- 몇 가지 사례를 관찰함으로서 귀납추론을 통해 규칙을 발견하고 적절한 용어로 기술 하기
- 발견한 규칙을 이용하여 결과를 추론하기
- 적절한 용어로 자신의 수학적 추론을 명료하게 기술하기

(4) 관련단원 및 영역 : 3학년 가 단계 2. 덧셈과 뺄셈

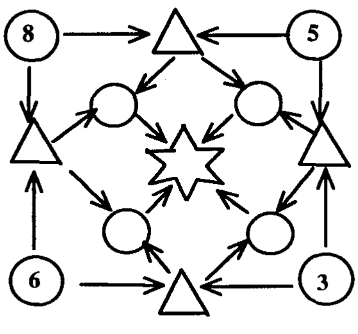
(5) 유의사항 : 추론이 요구되는 문항에서 직접 계산한 것과 자신이 발견한 규칙성에 의한 추론의 결과를 비교하도록 지도한다.

(6) 수행평가문제

① 이 게임은 정사각형의 네 꼭지점에 있는 숫자를 가지고 시작합니다.
② 그 다음으로 화살표가 표시된 방향으로 모여진 두 숫자를 더합니다. 예를 들면 위의 두 꼭지점인 1과 5를 더해서 중간의 삼각형의 숫자는 6이 되고 1과 2를 더해서 3, 2와 3을 더해서 5가 됩니다.
③ 이런 식으로 계속해서 동그라미에 들어갈 숫자도 구합니다.
④ 최종적으로 네 개의 동그라미에 들어있는 네 수가 더해져서 별 모양에 들어갈 숫자를 결정합니다



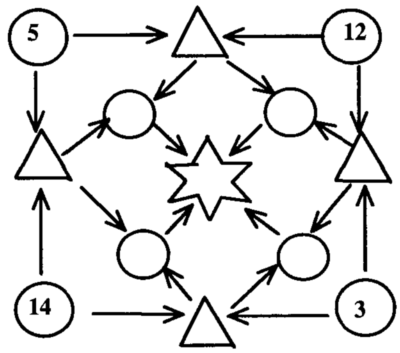
♠ 그럼 한 번 연습을 해 볼까요?
1. 별 모양에 들어갈 숫자를 구해보세요.



1) 시작되는 네 개의 수의 합은 얼마인가요?

2) 별 모양에 들어간 숫자는 무엇이었나요?

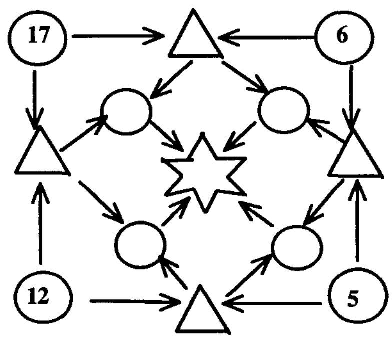
2. 별 모양에 들어갈 숫자를 구해보세요.



1) 시작되는 네 개의 수의 합은 얼마인가요?

2) 별 모양에 들어간 숫자는 무엇이었나요?

3. 별 모양에 들어갈 숫자를 구해보세요.



1) 시작되는 네 개의 수의 합은 얼마인가요?

2) 별 모양에 들어간 숫자는 무엇이었나요?

♠ 이제 시작하는 네 개의 숫자를 여러분이 스스로 정해서 별 모양에 들어갈 숫자를 구해 보

세요.

4. 먼저 시작하는 네 개의 숫자를 정하고, 별 모양에 들어갈 숫자를 구해보세요.
1) 시작되는 네 개의 수의 합은 얼마인가요?
2) 별 모양에 들어간 숫자는 무엇이었나요?

5. 먼저 시작하는 네 개의 숫자를 정하고, 별 모양에 들어갈 숫자를 구해보세요.
1) 시작되는 네 개의 수의 합은 얼마인가요?
2) 별 모양에 들어간 숫자는 무엇이었나요?

6. 이제 지금까지 했던 활동을 정리해 보도록 합시다. 1번부터 5번까지의 표에서 사용된 시작하는 네 수의 합과 별 모양에 들어간 숫자를 구해보도록 합시다.

문항	시작하는 수의 합	별 모양에 들어간 숫자
1		
2		
3		
4		
5		

7. 만일 시작하는 수의 합을 알고 있다면, 별 모양의 도형에 들어갈 숫자를 짐작할 수 있겠습니까? ______________

왜 그렇게 생각했는지 이유를 써 보세요.

8. 자신의 생각이 옳은지 다시 알아보도록 합시다. 먼저 시작하는 네 개의 숫자를 정하고, 별 모양에 들어갈 숫자를 구해보세요.
1) 시작되는 네 개의 수의 합은 얼마인가요?
2) 자신이 생각한 대로라면 별 모양에 들어갈 숫자는 얼마인가요?
3) 별 모양에 들어간 숫자는 얼마 이었나요?

9. 별 모양에 들어가는 숫자가 52가 되려면 처음 시작되는 숫자들의 합을 얼마이어야 할까요? ______________

10. 9번에서 생각한 자신이 답이 맞았는지 알아봅시다.
1) 시작되는 네 개의 수의 합은 얼마인가요?
2) 자신이 생각한 대로라면 별 모양에 들어갈 숫자는 얼마인가요?
3) 별 모양에 들어간 숫자는 얼마이었나요?

(7) 평가기준

계산력	규칙성 발견	규칙에 의한 추론
1-5번 문항을 정확하게 계산할 수 있다.	문제의 구조나 주어진 수와 결과와의 관계를 관찰하여 규칙을 찾을 수 있다.	찾은 규칙으로 바르게 추론하여 답을 구할 수 있다.

(8) 학생들의 수행분석

이 과제는 ○○초등학교 3학년 1개 반 43명을 대상으로 실시하였다. 43명 가운데 반응을 거의 보이지 않아 분석이 불가능한 4명을 제외한 39명을 대상으로 분석하였다. 먼저 각 문항에 대한 학생들의 반응을 분석해보면 다음과 같다. 주어진 약속에 따라 계산을 하는 1-5번 문항에서, 43.6 %의 학생들이 5문항 모두 바르게 계산하였고 3-4문항을 바르게 계산한 학생의 비율은 38.4 %이었다. 2문항 이하만 바르게 계산한 학생의 비율은 18 % 이었다.

1-5번 문항까지 계산한 것을 시작하는 수의 합과 별 속에 들어가는 수로 정리한 후 그 둘 사이에 성립하는 규칙성을 찾는 6-7번 문항에서 학생들의 반응을 분석해보면 다음과 같다. 자신이 계산한 일련의 계산을 정리한 표를 통해 처음에 주어진 네 수의 합에 네 배를 하면 마지막 결과가 나온다는 규칙성을 발견한 학생의 비율은 33.3 %이었다. 이들 학생들 가운데는 비록 앞서의 5문항의 계산이 모두 맞지는 않았지만 주어진 자료를 근거로 추론을 하여

1 수준	2 수준	3 수준	4 수준
· 계산에 서툴고, 규칙성도 찾지 못한 경우	· 계산은 대체로 바르게 하였으나, 규칙성을 찾지 못한 경우	· 계산을 대체로 바르게 하고, 규칙성을 찾고, 자신이 찾은 규칙성으로 바르게 답을 구한 경우 · 앞과 동일하되, 규칙을 이용해 답을 구하는 과정에서 계산상의 오류를 보인 경우	· 계산을 바르게 하고, 문제의 구조로 규칙성을 찾고, 자신이 찾은 규칙성으로 바르게 답을 구한 경우

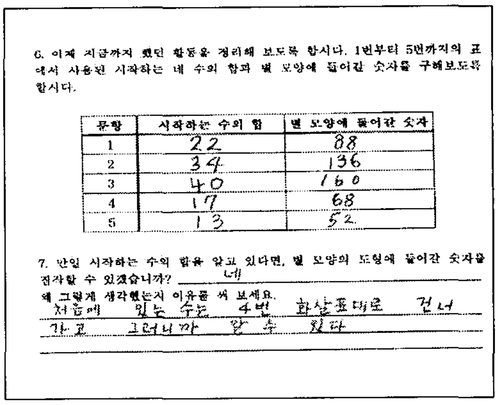
규칙성을 바르게 찾아내고 그것을 토대로 하여 틀렸던 계산을 고치는 학생들도 있었다. 이들은 자신이 발견한 규칙성을 '시작하는 숫자 4개의 합에 곱하기 4를 하면 별 모양 속의 수가 나온다' '표를 살펴보니 시작하는 숫자의 합에 곱하기 4를 하니 별 모양 속에 들어가는 숫자가 나온다'등으로 앞서의 계산을 정리한 표에 근거하여 시작하는 수의 합에 4배를 하면 결과가 나온다고 설명하였다. 규칙성을 발견한 학생 가운데 1명의 학생이 문제의 구조에 근거하여 '처음에 있는 수는 4 번 화살표대로 건너가고 그러니까 알 수 있다'라고 설명하였다.

그런데 계산은 모두 정확하게 했으면서도 그 결과로부터 규칙성을 찾지 못하는 학생들도 많았다. 그들은 '나는 다 더해 보아야 알 수 있다' '4개에 있는 수를 더해 나온 수에 또 더하고 그 모든 수에 더해 별표에 넣는다' '저는 일일이 더해서 쓰고 해야 됩니다. 그래서 한번에는 모릅니다'라고 하였다. 5문항(1-5번 문항) 가운데 3문항 이상을 바르게 계산한 32명의 학생들 가운데 14명만이 규칙성을 발견하였다.

자신이 발견한 규칙성에 의해 추론하여 문제를 해결하는 8-10번 문항에 대해, 규칙성을 찾은 14명 가운데 12명이 자신이 찾은 규칙성을 근거로 하여 바르게 추론하였다. 나머지 2명은 결과를 얻기 위해 처음 주어지는 수들을 바꾸어서 그 결과를 일일이 계산으로 알아보는 흔적을 남겼다.

이 과제의 수학적 핵심요소에 따라 평가기준의 항목을 계산력, 규칙성 발견, 규칙에 의한 추론으로 설정하였다. 이 과제의 평가 기준을 근거로 하되, 각 요소를 반영하여 학생들의 반응을 다음과 같이 네 수준으로 나누었다. 규칙성을 찾았는가의 여부로-찾은 경우에는 3, 4 수준 그룹으로, 그렇지 못한 경우에는 1, 2 수준 그룹으로 먼저 구분한다. 그리고 3, 4 수준 그룹은 규칙성을 찾은 기초가 어디에 있는가에 따라 문제의 구조에 근거한 경우에는 4 수준으로, 계산의 결과를 비교해서 얻은 경우에는 3 수준으로 구분한다. 1, 2 수준으로 분류된 반응들은 계산이 대체로 바른 지에 따라, 대체로 바른 경우(5문항 가운데 3 문항을 바르게 계산한 경우)에는 2 수준으로, 그렇지 못한 경우에는 1 수준으로 구분하였다.

다음은 각 수준의 특징을 보여 주는 대표 답안의 예이다. 과제의 양이 많기 때문에 1-5번 문항의 계산 결과를 정리한 6번 문항과, 그로부터 규칙성을 찾고 그 이유를 설명하는 7번 문항을 대표 답안으로 제시하였다.


6. 이제 지금까지 했던 활동을 정리해 보도록 합시다. 1번부터 5번까지의 표에서 사용된 시작하는 네 수의 합과 별 모양에 들어갈 숫자를 구해보도록 합시다.

문항	시작하는 수의 합	별 모양에 들어갈 숫자
1	22	88
2	34	136
3	40	160
4	17	68
5	13	52

7. 만일 시작하는 수의 합을 알고 있다면, 별 모양의 도형에 들어갈 숫자를 짐작할 수 있겠습니까? 네

왜 그렇게 생각했는지 이유를 써 보세요.
처음에 있는 수는 4번 화살표대로 건너
가고 그러니까 알 수 있다

< 4 수준 답안의 예 >

6. 이제 지금까지 했던 활동을 정리해 보도록 합시다. 1번부터 5번까지의 표에서 사용된 시작하는 네 수의 합과 별 모양에 들어갈 숫자를 구해보도록 합시다.

문항	시작하는 수의 합	별 모양에 들어갈 숫자
1	22	88
2	34	136
3	40	160
4	15	60
5	17	51

7. 만일 시작하는 수의 합을 알고 있다면, 별 모양의 도형에 들어갈 숫자를 짐작할 수 있겠습니까? 네

왜 그렇게 생각했는지 이유를 써 보세요.

표를 살펴보니 시작하는 숫자의 합에 곱하기 4를 하니 별 모양 속에 들어가는 수가 나온다

< 3 수준 답안의 예 >

6. 이제 지금까지 했던 활동을 정리해 보도록 합시다. 1번부터 5번까지의 표에서 사용된 시작하는 네 수의 합과 별 모양에 들어갈 숫자를 구해보도록 합시다.

문항	시작하는 수의 합	별 모양에 들어갈 숫자
1	22	88
2	34	135
3	40	162
4	10	40
5	14	56

7. 만일 시작하는 수의 합을 알고 있다면, 별 모양의 도형에 들어갈 숫자를 짐작할 수 있겠습니까? 모른다

왜 그렇게 생각했는지 이유를 써 보세요.

저는 일일이 더해서 쓰고 해야 됩니다. 그래서 할 때에는 모릅니다.

< 2 수준 답안의 예 >

4 수준의 반응은 계산이 정확하고, 규칙성을 찾을 때 단지 표에 나온 두 값을 비교해서 찾는 것을 넘어서, 주어진 대상의 구조-최초에 주어진 수가 별 모양의 수로 가기 위해서는 네 번씩 더해진다는-에 기초하여 구하는 특징을 가지고 있다. 그리고 자신이 찾은 규칙으로 8-9번 문항도 바르게 해결한 경우이다. 계산을 바르게 한다는 것과 규칙성을 찾았다는 것은 3 수준과 동일하지만, 규칙성을 찾은 기반이 대상의 구조인 경우를 4수준으로 인정한다.

3 수준의 반응에는 계산을 대체로 바르게 하고, 표에 나온 두 값을 비교해서 규칙성을 찾고, 자신이 찾은 규칙성으로 바르게 답을 구한 경우와, 계산이나 규칙성 찾기는 앞과 동일하나 규칙을 이용해 답을 구하는 8-9번 문항에서 계산상의 오류를 보인 경우가 해당이 된다.

2 수준의 반응은 계산은 대체로 바르게 하였으나 규칙성을 찾지 못했다는 특징을 가지고 있다. 따라서 그 규칙성에 의해 문제를 해결하는 8-9번 문항도 제대로 해결하지 못한 경우가 이에 해당된다.

1수준에는 계산도 서툴고 규칙성도 찾지 못한 경우가 해당된다.

그리고 각 수준에 해당하는 학생의 비율은 다음과 같았다.

6. 이제 지금까지 했던 활동을 정리해 보도록 합시다. 1번부터 5번까지의 표에서 사용된 시작하는 네 수의 합과 별 모양에 들어갈 숫자를 구해보도록 합시다.

문항	시작하는 수의 합	별 모양에 들어갈 숫자
1	22	88
2	34	136
3	40	160
4	20	80
5	31	120

7. 만일 시작하는 수의 합을 알고 있다면, 별 모양의 도형에 들어갈 숫자를 짐작할 수 있겠습니까? 네

왜 그렇게 생각했는지 이유를 써 보세요.

시작하는 숫자 4개의 합에 곱하기 4를 하면 별 모양 속의 수가 나온다

< 3 수준 답안의 예 >

6. 이제 지금까지 했던 활동을 정리해 보도록 합시다. 1번부터 5번까지의 표에서 사용된 시작하는 네 수의 합과 별 모양에 들어갈 숫자를 구해보도록 합시다.

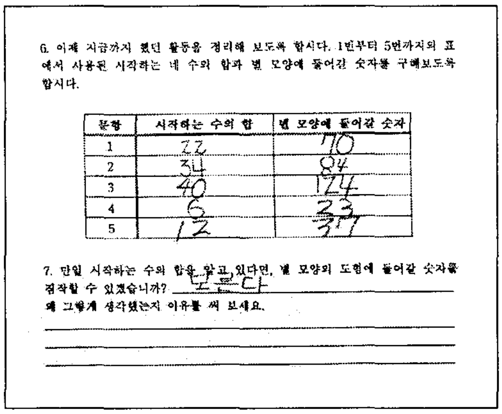
문항	시작하는 수의 합	별 모양에 들어갈 숫자
1	22	88
2	34	135
3	40	160
4	14	56
5	17	64

7. 만일 시작하는 수의 합을 알고 있다면, 별 모양의 도형에 들어갈 숫자를 짐작할 수 있겠습니까? 모른다

왜 그렇게 생각했는지 이유를 써 보세요.

4개에 있는 수를 더해 나온 수에 또 더하고 그 모든 수에 더해서 별표에 넣는다

< 2 수준 답안의 예 >


6. 이제 지금까지 했던 활동을 정리해 보도록 합시다. 1번부터 5번까지의 표에서 사용된 시작하는 네 수의 합과 별 모양에 들어갈 숫자를 구해보도록 합시다.

문항	시작하는 수의 합	별 모양에 들어갈 숫자
1	22	70
2	34	84
3	40	124
4	6	23
5	12	37

7. 만일 시작하는 수의 합을 알고 있다면, 별 모양의 도형에 들어갈 숫자를 짐작할 수 있겠습니까? 모른다
왜 그렇게 생각했는지 이유를 써 보세요.

< 1 수준 답안의 예 >

1 수준	2 수준	3 수준	4 수준
23.1 %	46.2 %	28.2 %	2.5 %

(9) 과제 분석의 시사점

평가결과의 분석을 통해, 계산력 면에서 받아올림이 있는 3자리수+3자리수까지 학습이 된 초등학교 3학년이었으나, 이 과제에 주어진 1자리수나 2자리수로의 계산에서 약 20%의 학생들이 서툰 것으로 나타났다.

옳게 계산했던 학생들의 경우에도 주어진 몇 가지 결과를 보고 그 가운데 성립하는 규칙성을 찾지 못하는 경향이 있었다. 이를 통해 대상을 수학적으로 관찰하고 분석하는 면이 훈련되지 않았음을 알 수 있었다. 규칙성을 발견한 학생들의 대부분(14명 가운데 13명)이 결과로 주어진 표에서 처음의 네 수의 합과 별 모양에 들어갈 수 사이의 관계를 보고 네 배의 관계가 있음을 결과로서 발견하였다. 그러나 주어진 그림에서 처음에 주어진 네 수는 별 모양으로 가기까지 네 번의 화살표를 따라 더해져야 한다는 구조에서 비롯되는 규칙성을 발견한 학생은 단 한 명뿐이었다. 수학에서 성립하는 규칙성은 주어진 대상이 가지고 있는 구조에서 비롯된다. 그리고 그 구조가 가지는 규칙성이 결과적인 수나 공식으로 표상되는 것이다. 따라서 대상을 수학적으로 관찰하고 분석하는 수학적 사고나 문제해결의 중요한 경험은 주어진 대상의 구조에서 비롯되는 규칙성의 탐구이어야 할 것이다.

규칙에 의한 추론 면에서, 규칙을 찾은 학생들의 대부분(14명 가운데 12명)이 자신이 찾은 규칙으로 바르게 예측하고 확인하는 능력을 보여 주었다. 그러나 나머지 2명의 경우 규칙은 옳게 찾아놓고 그와는 전혀 무관하게 문제를 해결하는 경향을 보여주었다. 이는 자신이 찾은 규칙성에 대한 자신감이 없기 때문이거나 그것을 이용하여 추론한 경험이 많지 않기 때문으로 생각된다.

나. 우리가 문제를 만들어 봅시다.

(1) 과제에 대한 기술
부분적으로 조건이 제시된 문제에 조건을 추가하여 바르게 문제를 만들 수 있고 그것을 해결할 수 있다.
(2) 수학적 배경
학생들은 여러 자리 수로 덧셈, 뺄셈(네자리 수), 곱셈, 나눗셈(두자리 수)을 할 수 있어야 하며, 문장제를 해결한 경험을 가지고 있어야 한다.
(3) 과제의 핵심 요소
- 네자리 수로의 덧셈, 뺄셈, 두자리 수로의 곱셈, 나눗셈
- 수학적 지식을 사용하여 문제의 조건을 추가하고 문제 완성하기
- 만든 문제를 바르게 해결하기

(4) 관련단원 및 영역 : 3학년 가 단계 2. 덧셈과 뺄셈 3. 평면도형 4. 나눗셈 6. 곱셈 7. 분수 8. 길이와 시간 3학년 나 단계 1. 덧셈과 뺄셈 2. 곱셈 4. 나눗셈

(5) 유의사항 : 문제 풀이의 경우, 단순히 계산이 맞았는지를 보고 채점하는 것이 아니라 자신이 완성한 문제에 맞는 계산을 수행하였는지를 확인해야 한다.

(6) 수행평가문제

♤ 다음의 문장을 보고, 조건을 추가하여 문제를 완성해 봅시다. 그리고 자기가 만든 문제를 풀어 봅시다.

1. 새롬이는 연필 9자루와 공책 7권을 가지고 있다.

풀이:

2. 형우는 길이 48㎝인 철사 줄을 가지고 있다.

풀이:

(7) 평가 기준

문제 만들기	문제 해결하기
부분 조건이 주어진 문제에 조건을 추가하여 문제를 바르게 만들 수 있다.	자신이 만든 문제에 맞는 해결방법을 이용하여 문제를 해결할 수 있다.

(8) 학생들의 수행분석

이 과제는 '문제 만들기' 과제로, 이는 단순히 주어진 문제를 푸는 것이 아니라 학생들이 직접 주어진 상황에 적절한 수학 문제를 만드는 활동 또는 주어진 문제를 발전시키거나 변형하는 활동을 시키는 것을 목표로 한다. 이를 통해 학생들은 상황을 수학적으로 보는 안목을 가지게 되고, 교사는 학생들이 만든 문제를 살펴봄으로써 그들의 수학적 개념이나 지식에 대한 이해 정도를 알아낼 수 있다. 이 과제를 ○○초등학교 3학년 1개 반 42명을 대상으로 실시하였고, 각 문항에 대한 학생들의 반응을 분석하면 다음과 같다.

1, 2번 문항 모두 문제 만들기와 해결하기가 요구되는 문항이다. 먼저 1번 문항을 바르게 만든 학생의 비율은 57.2 %이었다. 이들은 '새롬이는 연필 9자루와 공책 7권을 가지고 있다.' 라는 부분적인 조건이 주어진 문제에 대해 '연필은 한 자루에 100원이고, 공책은 300원입니다. 연필 9자루와 공책 7권은 모두 얼마입니까?' '연필은 한 개에 200원, 공책은 1권에 400원입니다. 연필과 공책의 값은 모두 얼마일까요?'와 같이 주로 사칙계산이 혼합된 문제를 만들었다. 그리고 이보다는 간단하게 '새롬이는 연필 9자루와 공책 7권을 가지고 있다. 거기에서 동생에게 연필 4자루 공책 3권을 주었다. 새롬이의 연필은 몇 자루, 공책은 몇 권입니까?', '새롬이네 집에는 연필 25다스와 공책 15권이 더 있다. 새롬이가 가지고 있는 연필과 공책은 각각 몇 개 입니까?' 만든 경우도 있었다.

문제를 제대로 만들지 못한 학생들의 반응은 다음과 같다. 그 가운데는 '새롬이는 연필 9자루와 공책 7권을 가지고 있다. 거기에서 친구에게 연필 5자루와 공책 2권을 주었다. 새롬이의 연필과 공책은 몇 권입니까?' '새롬이는 연필 9자루와 공책 7권을 가지고 있다. 거기에서 동생에게 연필 4자루 공책 3권을 주었다. 새롬이의 연필과 공책은 몇 권입니까?'와 같이 연필과 공책을 분리하지 않고 혼합하여 문제를 만든 경우가 많았다. 이들 학생들은 만든 문제를 해결하는데도 이들 두 단위를 혼합하여 계산하는 오류를 보였다. 이외에도 문제의 상황을 전혀 고려하지 않고 '새롬이는 연필 9자루와 공책 7권을 가지고 있다. 그 중에서 민수라는 아이가 자 5개와 지우개 3개를 가지고 있다. 이걸 곱셈으로 한다면 몇 개가 되겠습니

까?'라는 식으로 연산을 지정하는 경우도 있었다.

1번 문항을 바르게 만든 24명 가운데 18명이 자신이 만든 문제에 맞는 연산을 택하여 문제를 바르게 해결하였다. 한편 1번 문제를 제대로 만든 경우에도 해결하는 과정에서 오류를 보인 학생들이 많았다. 그 가운데 등호를 제대로 사용하지 못하는 경우가 가장 많았으며 그 예는 다음과 같다.

'새롬이는 연필 9자루와 공책 7권을 가지고 있다. 연필은 한 개에 200원, 공책은 1권에 400원입니다. 연필과 공책의 값은 모두 얼마일까요?
풀이: 200+200=400+200=600+200=800+200=1000
1000+200=1200+200=1200+200=1400+200=1600

답: 1600원'

이와 같은 등호 사용에 대한 오류는 등호에 대한 직관 때문이라고 해석된다. 이런 학생들은 등호에 등식의 형식적인 관계적 성질을 부여하는 것이 아니라 입력-출력 과정이란 행동적 해석을 부여하는 경향이 있는 것으로 보인다. 수학에 익숙한 성인들은 등호의 의미를 바로 사용할 수 있지만 이 학생들의 경우는 그렇지 못하기 때문에 200원에 200원을 더한다. 나온 값에 다시 200원을 더한다는 식의 입력-출력의 사고과정을 곧바로 등호로 표현한 것이다.

문제는 바르게 만들었으나 해결을 제대로 하지 못한 학생들은 주로 계산의 과정에서 오류를 보였다. 반면 문제를 바르게 만들지 못한 학생들 가운데 88.9%의 학생들이 더해질 수 없는 대상들을 더하고 그 단위도 '자루권'이라고 쓰는 오류를 보였다.

조건이 일부 주어진 상태에서 문제를 바르게 만든 학생의 비율은 1번 문항의 경우 57.2%, 2번 문항의 경우 78.6%로 바르게 문제를 만든 학생의 비율은 2번 문항이 더 높았다. 그 이유는 2번 문항이 1번보다 조건이 더 간단했기 때문으로 생각된다. 2번 문항을 바르게 만든 학생들 32명 가운데 16명이 '형우는 길이 48㎝인 철사 줄을 가지고 있다. 동생은 20㎝인 철사줄을 가지고 있다. 형은 동생보다 얼마나 더 많이 가지고 있습니까?'와 같이 간단한 덧셈과 뺄셈으로 해결할 수 있는 문제를, 13명이 '형우는 길이 48㎝인 철사 줄을 가지고 있다. 형우는 48㎝인 철사줄을 19개 가지고 있습니다. 형우는 몇 ㎝의 철사줄을 가지고 있습니까?'와 같이 간단한 곱셈, 나눗셈으로 풀 수 있는 문제를 만들었다. 그리고 3명이 '형우는 길이 48㎝인 철사 줄을 가지고 있다. 형우는 48㎝ 철사를 가지고 있는데 어머니가 48㎝ 철사를 사오셨고 아버지는 철사 56㎝를 사 오셨다. 형우는 그 중에서 68㎝ 썼다. 남은 철사는 몇 ㎝입니까? 식 쓰고 답을 쓰시오.'와 같이 혼합된 사칙계산을 요하는 문제를 만들었다.

반면 문제를 제대로 만들지 못한 학생들은 '형우는 길이 48㎝인 철사 줄을 가지고 있다. 형우는 48㎝인 철사줄을 친구들에게 6개씩 나누어주었다. 몇 ㎝ 남았습니까?', '형우는 길이 48㎝인 철사 줄을 가지고 있다. 형우는 길이 48㎝인 철사줄을 가지고 있는데 3줄을 나누어 주고 2줄을 더 받았다. 모두 몇 줄입니까?'와 같이 문제를 풀기에 조건이 충분하지 않은 문제를 만들었다.

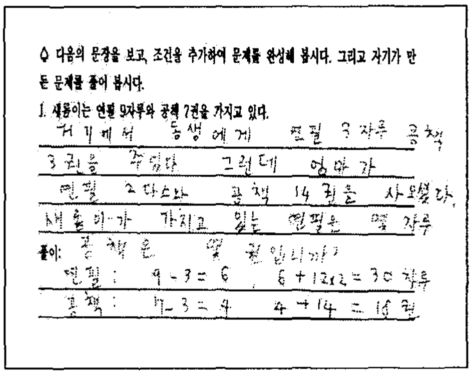
2번 문항을 바르게 만든 32명 가운데 31명의 학생이 문제를 바르게 해결하였다. 특히 혼합된 사칙계산을 요구하는 다소 복잡한 문제를 만든 학생들은 모두 자신이 만든 문제를 바르게 해결하였다.

이 과제의 수학적 핵심요소에 따라 평가기준의 항목을 문제 만들기와 문제 해결하기로 설정하였다. 이 과제의 평가 기준을 근거로 하되,

1 수준	2 수준	3 수준	4 수준
문제를 전혀 만들지 못했거나, 적절하지 않은 문제를 만든 경우	조건을 추가하여 문제를 만들었으나, 불완전한 경우	조건을 추가하여 문제를 바르게 만들고, 문제를 해결하는 과정에서 계산의 오류를 보인 경우	조건을 추가하여 문제를 바르게 만들고, 문제를 옳게 해결한 경우

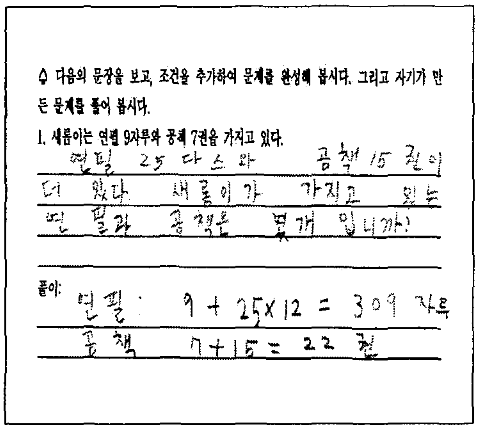
각 요소를 반영하여 학생들의 반응을 다음과 같이 네 수준으로 나누었다. 1, 2번 문항이 모두 문제 만들기와 문제해결하기 요소를 포함하고 있기 때문에 각 문항을 독립적으로 채점하였다. 그리고 수준은 다음과 같이 크게 두 단계로 나누어서 분류하였다. 문제를 바르게 만들었는가의 여부로-만든 경우에는 3, 4 수준 그룹으로, 그렇지 못한 경우에는 1, 2 수준 그룹으로 먼저 구분하였다. 다음으로 3, 4 수준 그룹은 만든 문제를 해결했는가에 따라 해결한 경우에는 4 수준으로, 계산과정에서 오류를 보인 경우에는 3 수준으로 구분하였다. 1, 2 수준으로 분류된 반응들은, 문제를 만들었으나 미비한 경우를 2 수준으로, 전혀 문제를 만들지 못한 경우를 1 수준으로 구분하였다.

다음은 1번 문항의 각 수준에 해당하는 학생들의 대표 답안의 예이다.

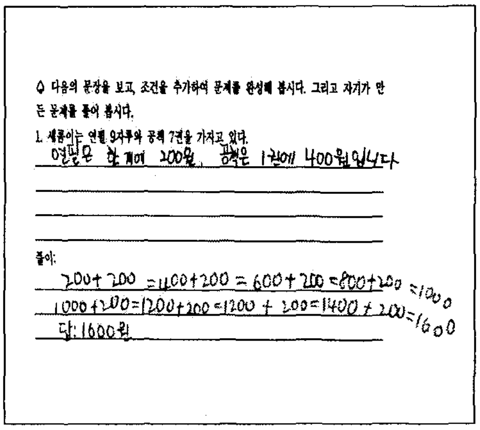

◊ 다음의 문장을 보고, 조건을 추가하여 문제를 완성해 봅시다. 그리고 자기가 만든 문제를 풀어 봅시다.
1. 새롬이는 연필 9자루와 공책 7권을 가지고 있다.
거기에서 동생에게 연필 3자루 공책 3권을 주었다 그런데 엄마가 연필 2다스와 공책 14권을 사오셨다. 새롬이가 가지고 있는 연필은 몇 자루
풀이: 공책은 몇 권입니까?
연필 : 9 - 3 = 6 , 6 + 12x2 = 30 자루
공책 : 7 - 3 = 4 4 + 14 = 18 권

< 4 수준 답안의 예 >

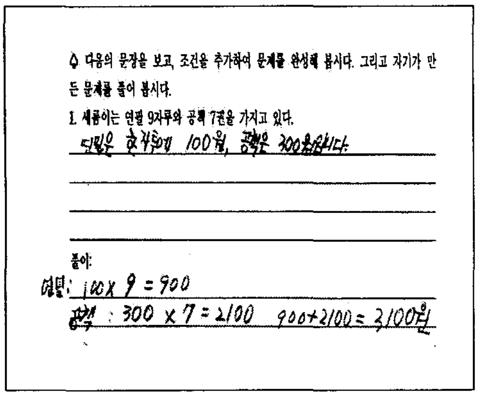
4수준의 반응의 특징은 부분적인 조건에 조건을 더 첨가하여 바르게 문제를 만들고 해결하는 것이다. 만든 문제에 따라 포함된 연산의 복잡성은 다르지만 바르게 문제를 만들고 해결한 경우가 이 수준에 해당된다.


◊ 다음의 문장을 보고, 조건을 추가하여 문제를 완성해 봅시다. 그리고 자기가 만든 문제를 풀어 봅시다.
1. 새롬이는 연필 9자루와 공책 7권을 가지고 있다.
연필 25 다스와 공책 15 권이 더 있다 새롬이가 가지고 있는 연필과 공책은 몇개 입니까?
풀이: 연필 : 9 + 25X12 = 309 자루
공책 7+15 = 22 권

< 4 수준 답안의 예 >


◊ 다음의 문장을 보고, 조건을 추가하여 문제를 완성해 봅시다. 그리고 자기가 만든 문제를 풀어 봅시다.
1. 새롬이는 연필 9자루와 공책 7권을 가지고 있다.
연필은 한 개에 200원, 공책은 1권에 400원입니다
풀이:
200+200 =400+200 = 600+200 =800+200 =1000
1000+200=1200+200=1200 + 200=1400 + 200=1600
답: 1600원

< 3 수준 답안의 예 >


♤ 다음의 문장을 보고, 조건을 추가하여 문제를 완성해 봅시다. 그리고 자기가 만든 문제를 풀어 봅시다.

1. 세롬이는 연필 9자루와 공책 7권을 가지고 있다.

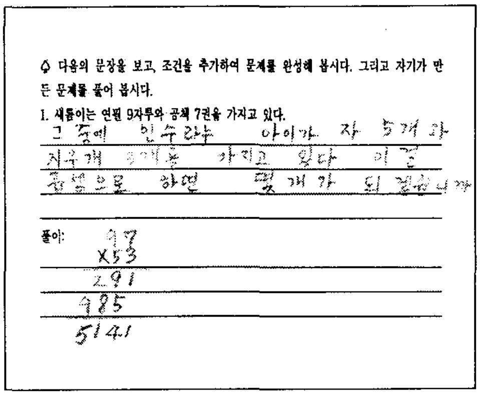
연필은 한자루에 100원, 공책은 300원입니다.

풀이:

연필: 100 × 9 = 900

공책: 300 × 7 = 2100 900+2100 = 3100원

< 3 수준 답안의 예 >


♤ 다음의 문장을 보고, 조건을 추가하여 문제를 완성해 봅시다. 그리고 자기가 만든 문제를 풀어 봅시다.

1. 세롬이는 연필 9자루와 공책 7권을 가지고 있다.

그 중에 인수라는 아이가 자 5개와 지우개 3개를 가지고 있다 이걸 곱셈으로 하면 몇 개가 되겠습니까

풀이:

97

×53

291

485

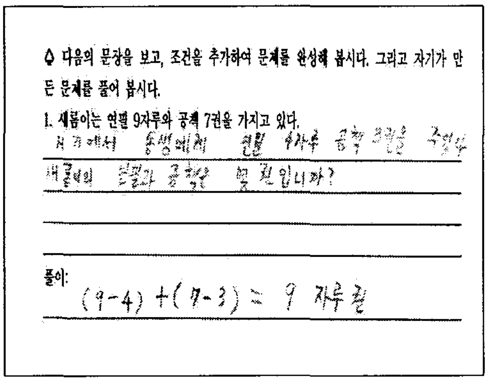
5141

< 1 수준 답안의 예 >

3 수준의 경우, 조건을 첨가하여 문제를 제대로 만든다는 점은 4수준과 동일하나 만든 문제를 해결하는 과정에서 오류를 보인 경우이다. 등호를 잘못 사용하였거나 계산상의 실수를 한 경우가 많았다.

문제를 바르게 만들었는가로 3, 4 수준과 1, 2 수준으로 분류되기 때문에 문제를 제대로 만들지 못한 학생들의 반응이 1, 2 수준에 해당된다. 문제를 만들기는 했으나 문제를 해결하기에 충분한 조건을 기술하지 않고 불완전하게 만든 경우가 2 수준에 해당된다.

그에 비해 1수준은 주어진 조건과 관계없는 조건을 첨가해서 잘못된 문제를 만들거나 문제를 전혀 만들지 못한 경우가 해당된다.


♤ 다음의 문장을 보고, 조건을 추가하여 문제를 완성해 봅시다. 그리고 자기가 만든 문제를 풀어 봅시다.

1. 세롬이는 연필 9자루와 공책 7권을 가지고 있다.

[illegible] 동생에게 연필 4자루 공책 3권을 주었습니다. 세롬이의 연필과 공책은 몇 권입니까?

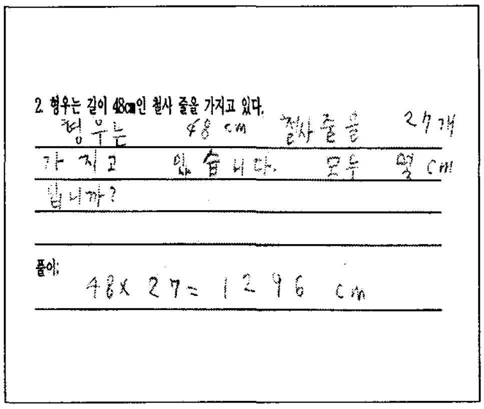
풀이: (9-4)+(7-3) = 9 자루 권

< 2 수준 답안의 예 >

이 평가기준에 따라 분류된, 1번 문항의 각 수준에 해당하는 학생의 비율은 다음과 같았다.

1 수준	2 수준	3 수준	4 수준
14.3 %	28.6 %	14.3 %	42.8 %

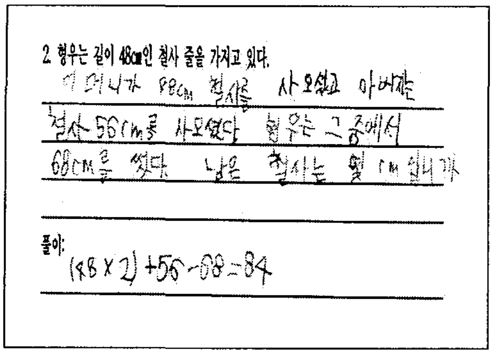
다음으로 2번 문항의 각 수준에 해당하는 학생들의 대표 답안과 그 특징은 다음과 같다.


2. 형우는 길이 48㎝인 철사 줄을 가지고 있다.

형우는 48 cm 철사줄을 27개 가지고 있습니다. 모두 몇 cm 입니까?

풀이: 48 × 27 = 1296 cm

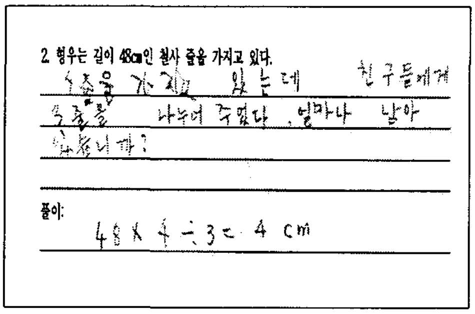
< 4 수준 답안의 예 >


2. 형우는 길이 48㎝인 철사 줄을 가지고 있다.
어머니가 98cm 철사를 사오셨고 아버지는 철사 56cm를 사오셨다 형우는 그 중에서 68cm를 썼다 남은 철사는 몇 cm 입니까
풀이: (48×2)+56-68=84

< 4 수준 답안의 예 >

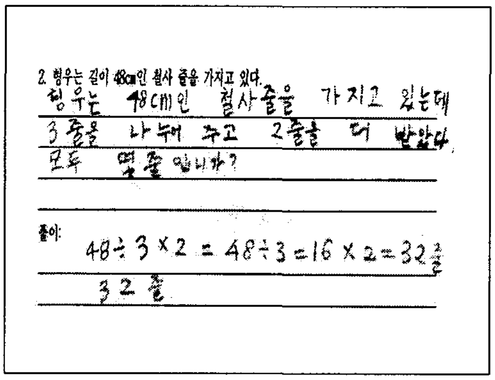
조건을 첨가하여 문제를 바르게 만들고 해결한 반응이 4 수준에 해당된다. 한 가지 연산으로 해결될 수 있는 문제에서 몇 가지 연산이 복합적으로 사용되는 문제에까지 여러 반응이 있었다.

3 수준에는 문제는 바르게 만들었으나 해결하는 과정에서 계산상 실수를 한 경우가 속한다. 2번 문항의 경우 문제를 바르게 만든 학생들 가운데 1명만이 계산상의 실수를 해 3수준에 속했다. 이 학생의 경우, 자신이 만든 문제를 해결하는 과정에서, 나누어주었다는 일상언어를 곧바로 나눗셈 연산으로 인식하여 계산하는 오류를 보여 주고 있다.


2. 형우는 길이 48㎝인 철사 줄을 가지고 있다.
4줄을 가지고 있는데 친구들에게 3줄을 나누어 주었다. 얼마나 남아 있습니까?
풀이: 48×4÷3=4 cm

< 3 수준 답안의 예 >

문제를 바르게 만들었는가로 3, 4 수준과 1, 2 수준으로 분류되기 때문에 문제를 제대로 만들지 못한 학생들의 반응이 1, 2 수준에 해당된다. 문제를 만들기는 했으나 문제를 해결하기에 충분한 조건을 기술하지 않고 불완전하게 만든 경우가 2 수준에 해당된다. 그에 비해 1 수준은 주어진 조건과 관계없는 조건을 첨가해서 잘못된 문제를 만들거나 문제를 전혀 만들지 못한 경우가 해당되나, 2번 문항의 경우에는 없었다.


2. 형우는 길이 48㎝인 철사 줄을 가지고 있다.
형우는 48cm인 철사줄을 가지고 있는데 3줄을 나누어 주고 2줄을 더 받았다. 모두 몇 줄 입니까?
풀이: 48÷3×2 = 48÷3=16×2=32줄
32줄

< 2 수준 답안의 예 >

그리고 2번 문항의 각 수준에 해당하는 학생의 비율은 다음과 같았다.

1 수준	2 수준	3 수준	4 수준
0 %	23.9 %	2.3 %	73.8 %

(9) 과제분석의 시사점

이 과제는, 제시되어 있는 부분적인 조건에 다른 조건을 첨가하여 문제를 완성하고 해결하는 과제이다. 모든 조건이 주어져 있는 문제에 비하여, 자신이 알고 있는 수학적 지식을 활용하여 문제 맥락을 만들고 해결해야 하므로 학습자가 소유하고 있는 지식의 상태와 수학적 안목을 알아볼 수 있는 과제이다. 그리고 자신의 수준에 따라 자유로운 문제 만들기와 해결이 가능하기 때문에 문제에 대한 다양한 접근

과 해가 가능한 과제이다.

이 과제에 대한 학생들의 수행을 분석한 결과 얻은 시사점은 다음과 같다.

문제 만들기에 대한 학생들의 수행정도는 그다지 높은 편이 아니었다. 만든 문제맥락에는 주로 간단한 사칙계산이 사용되었으며 연산 영역을 제외한 도형, 측정이나 문제해결과 같은 영역이 거의 이용되지 않았다. 자신이 소유하고 있는 지식으로 상황을 수학적으로 보고 처리하려는 수학적 태도의 면으로 이 결과를 해석해 볼 때 학습한 일부 영역의 지식만이 활용되고 있음을 알 수 있다.

학생들이 만든 문제를 통해, 수학적 개념, 연산의 의미, 기호의 의미 등에 대한 이해의 상태를 살펴 볼 수 있었다. 특히 사칙연산을 그 의미에 맞는 맥락에 사용하는지, 여러 단계의 계산이 필요한 경우 등호는 올바로 사용하는지 등을 비교적 자세하게 알아낼 수 있었다.

문제를 바르게 만든 학생들의 비율은 그다지 높지 않았으나, 그런 학생들 대부분이 자신이 만든 문제를 바르게 해결하였다. 이는 단순한 수식의 계산은 잘 하나 문장제 해결이 미숙한 학생을 지도할 때 먼저 배운 수학적 기능이나 지식을 이용하여 문제를 만들어보고 그것을 해결하는 경험을 시킴으로서 연산이나 수학적 기호, 관계에 대한 바른 이해를 도모할 수 있게 할 것으로 생각된다.

Ⅳ. 결론

본 연구는 선행연구의 분석을 통해 수행평가와 수행평가 과제의 성격을 규명하고, 이에 따라 7차 수학과 교육과정에서 강조하고 있는 수학적 힘과 수학적 태도를 신장시키기 위한 초등학교 3학년 수학과 수행평가과제를 개발, 현장에 적용하여 학생들의 수행 정도를 분석하는 것을 목표로 수행되었다.

먼저 선행연구의 분석 및 종합으로부터, 수학과 수행평가는 학교의 평가 방식이 실제생활에서 필요한 능력을 직접적으로 배양하는 방향으로 개선하기 위하여, 그리고 수학적 지식·기능의 습득 외에 수학적 문제해결능력과 같은 수학적 사고력, 태도 등과 같은 수학적 힘을 평가하기 위해서 모색된 것이라는 사실을 도출하였다. 또한 선행연구를 통해, 수행평가에 적절한 과제는 수학적 지식. 기능이 문제의 내용이 되지만 그것으로 그치지 않고 수학적 문제해결. 추론. 의사소통능력과 같은 수학적 사고를 평가하기에 유용한, 특히 van den Heuvel의 분류에 따르면 중간 수준, 상위 수준의 평가이어야 함을 도출하였다. 이를 구체화하면, 수학과 수행평가 과제는 수학과 교육과정의 핵심적인 내용을 다루면서도 학생에게 여러 가지 다양한 상황에서 수학적 사고를 경험시키며, 실생활과 관련된 상황 속에서 수학적 지식을 적용해 보는 경험을 제공해야 하고, 그러한 과정에서 문제해결, 수학적 연결성, 추론, 의사소통능력을 측정할 수 있는 것이어야 한다는 것이다. 이와 같은 문헌연구를 기초로 하여 과제를 개발하였다. 이어서 제작된 과제를 현장에 투입하였고 그 가운데 2과제에 대한 학생들의 수행을 분석하였다. 평가 분석의 결과 나타난 사실들과 시사점은 다음과 같다.

첫째, 학생들은 열린 과제와 자기 스스로에 의한 문제의 구성에 서툰 것으로 드러났다. 학생들이 수학시간에 풀던 문제들은 언제나 하나의 답을 요구하고 또한 문제를 풀기에 모자라지도 남지도 않는 조건만을 제시받아왔기 때문이라고 할 수 있다. 이와 같은 정형적인 문제해결의 경험은 학생들로 하여금 배운 바 수학적 지식, 기능을 정착하게 하는데 기여할 수는

있으나, 비정형적인 형태를 띠는 일상에서 만나는 문제의 해결에는 부족함이 있다고 할 수 있다. 비정형적인 문제의 해결을 위해서는 수학적 지식, 기능뿐 아니라 수학적 문제해결력과 같은 수학적 사고와 대상을 수학적으로 보고 처리하려는 수학적 태도가 필요하다.

둘째, 문제 만들기에 대한 학생들의 수행정도를 분석해 본 결과, 자신이 소유하고 있는 지식으로 상황을 수학적으로 보고 처리하려는 수학적 태도의 면으로 해석해 볼 때 학습한 일부 영역의 지식만이 활용되고 있음을 알 수 있었다. 학생들이 만든 문제를 통해, 수학적 개념, 연산의 의미, 기호의 의미 등에 대한 이해의 상태를 있는 그대로 알아낼 수 있었다. 특히 사칙연산의 의미를 바른 맥락에 사용하는지, 여러 단계의 계산이 필요한 경우 등호는 올바로 사용하는지 등을 비교적 자세하게 알아낼 수 있었으며, 이는 교사가 학생을 지도할 수 있는 효과적인 자료가 될 수 있다.

셋째, 학생들은 자신이 가지고 있는 수학적 지식·기능을 사용하는데는 어느 정도 익숙해하지만 주어진 자료를 토대로 규칙성을 찾고, 찾은 규칙으로 추론하는데는 서툰 것으로 나타났다. 이는 수학적 지식·기능의 습득 뿐 아니라 수학적 사고, 태도의 함양을 강조하는 7차 수학과 교육과정의 시각에서 볼 때, 변화가 필요한 부분이라고 생각된다. 교육과정이 수학적 힘의 신장을 강조하고 있으며 교과서가 그러한 방향으로 집필되어 있다고 해도, 교사가 수학적 사고·태도의 안목으로 분석하고 수업계획을 세우지 않는다면 그 부분의 수학적 지식·기능만을 가르치게 될 뿐이다. 그 결과 학생들은 수학적 사고와 태도를 경험하지 못하게 되며, 이전과 다름없이 수학적 지식·기능의 습득에만 그치게 될 것이다.

끝으로 본 연구와 관련된 제언을 하고자 한다.

첫째, 의미 있는 수행평가는 의미 있는 수학과 교수-학습으로부터 시작되어야 한다는 것이다. 교수-학습에서는 교육과정에서 강조하는 수학적 힘이 전혀 경험되지 않고 단지 수학적 지식·기능만이 다루어지면서 학생들에게 수학적 힘이 형성되었는지를 평가하는 것은 무리일 것이다. NCTM에서 제시했듯이, 수학적 문제해결, 수학적 추론, 연결성, 표현 등과 같은 수학적 힘은 특정 수학 영역에 한정되어 있는 것이 아니라 모든 수학 영역에 걸쳐 강조되어야 하는 과정 규준이다. 그러나 이러한 이유 때문에 특정 영역의 수학의 교수-학습에서는 그 자취를 찾아보기 어렵게 될 수도 있다. 결국 한 차시, 한 단원의 교수-학습은 교육과정이 추구하는 목표와는 유리된 채 진행될 수도 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 각 교육과정의 시행에 앞서 교육과정의 방향과 그에 따른 각 영역의 교수-학습을 위한 교사 연수가 강화되어야 할 것이다.

둘째, 연구자와 현장교사가 한 팀이 되어 교육과정에 적합한 수행평가 과제가 개발되어야 한다는 것이다. 좋은 평가의 핵심은 평가를 통해 알아보고자 하는 학생들의 결과(지식, 기능, 사고력 혹은 평가 계획에서 밝히고자 하는 경향 등)와 과제(문제)를 서로 일관되게 하는 것이다. 수행평가는 변화된 수학교육과정과 목표를 현장에 실현시키기 위해 제안된 것이지만, 그렇게 되기 위해서는 먼저 수행평가에서 의도하고 있는 바를 충실하게 실행해 줄 수 있는 질적인 과제가 필요한 것이다. 수행 평가 과제는 기존의 수학과 평가문항 과제와는 그 목표가 다르기 때문에 그 소재 내지 성격이 다르다고 할 수 있으며, 이 때문에 현장 교사들은 문항 개발에 어려움을 겪고 있는 실정이다.

마지막으로, 수행평가가 제 기능을 다하기

위해서는 수행평가에 대한 체계적인 교사연수가 필수적이라는 것이다. 주기적으로 교육과정을 개정하면서 교과전공자, 교과교육 전공자, 현장교사를 포함하여 관심 있는 많은 전문적인 인력들의 협조로 새로운 교육과정과 그에 적합한 교과서들이 개발되고 있다. 그러나 이에 비해 그렇게 수립해 놓은 교육과정이 얼마나 효율적으로 운영되며 학생들에게 교육과정의 핵심적인 부분이 실현되고 있는지의 여부를 알아보고 문제점을 찾아 교수-학습에 피드백 하는 평가를 위한 배려는 거의 되어 있지 않다. 교육과정의 대략적인 개요만이 교육과정해설서나 교사용 지도서에 소개되고 있을 뿐이며, 그런 이유로 해서 평가는 일선 교사들의 몫으로 남게 된다. 이는, 수행평가가 도입된 의의나 그 기능을 고려해 볼 때 무척 우려되는 일이라 할 수 있다. 아무리 좋은 과제가 제공되더라도 그것을 이용해 학생들의 이해나 수학적 사고력에 관해 정보를 충실하게 얻어내려면 이 평가의 방법에 대한 교사의 안목과 세심한 배려가 요구되기 때문에 이를 위한 체계적인 교사 연수가 필수적이라 할 수 있다.

참고문헌

교육부(1997). 수학과 교육과정. 서울: 대한 교과서 주식회사.

교육부(2001-1). 수학 3-가, 3-나. 서울: 국정 교과서 주식회사.

교육부(2001-2). 수학 익힘책 3-가, 3-나. 서울: 국정 교과서 주식회사.

류희찬 · 박미숙(1999). 중학교 2학년용 수학 수행평가문항 개발 및 적용에 관한 연구-서술형과 실험 · 실습형을 중심으로. 대한수학교육학회지 학교수학, 1(1), 187-216.

박승배(2001). 교육개혁안은 왜 현장을 개혁하지 못하는가? 2001년 초등교육 평가 패러다임의 새로운 모색과 실천을 위한 공동학술대회 자료집, 13-28. 전주교육대학교.

백순근(1996). 수행평가의 이론과 실제. 서울: 국립교육평가원.

이대현, 박배훈(1999). 서술형 수행평가의 개념과 활동에 관한 연구. 추계 대한수학교육학연구발표대회논문집. 179-192

유현주(1998). 수행평가 과제제작의 모형 및 기준에 관한 연구. 대한수학교육학회논문집, 8(1), 163-182.

이홍우(1977). 증보 교육과정 탐구. 서울: 박영사.

정영옥(2001). 균형 있는 초등수학과 수행평가 과제 개발에 대한 연구-1, 2단계를 중심으로. 대한수학교육학회지 학교수학, 3(2), 325-354.

한국교육개발원(1990). 교육의 본질 추구를 위한 수학교육평가체제연구(Ⅰ)-수학과 교육의 역할 및 평가 방향 탐색. 서울: 한국교육개발원.

한국교육개발원(1991). 교육의 본질 추구를 위한 수학교육평가체제연구(Ⅱ)-수학과 교육의 역할 및 평가 방향 탐색. 서울: 한국교육개발원.

Badger, E. (1992). More than testing. *Arithmetic Teachers.* Reston, VA: NCTM.

Baron, M. A. et. al. (1995). *Authentic assessment-the key to unlocking student success.* Technomic Publishing Company.

Danielson, C. (1997). *A Collection of performance tasks and rubrics: upper elementary school mathematics.* New York: Eye on Education.

Eisner, E.(1994). *The educational imagination: On the design and evaluation of* *school program(3rd ed.).* New York: Macmillan.

Herman, J. L. (1992). *A Practical guide to alternative assessment.* ASCD.

Kamii, C. e. al. (1996). Emphasis on assessment readings. In D. V. Lambdin, P. E. Kehle, & R. V. Preston (eds.). *NCTM's school based journals.*

Kulm, G. (1990). New Directions for Mathematics assessment. In G. Kulm (ed.) *Assessing higher order thinking in mathematics.* American Association For The Advancement of Science.

National Council of Teachers of Mathematics(1992). 수학교육과정과 평가의 새로운 방향. 구광조 외 2명(공역). 서울 : 경문사. (영어 원작은 1989년 출판)

__________(1991). *Professional Standards for teaching mathematics.* Reston, VA: The Author.

__________(1995). *Assessment standards for school mathematics.* Reston, VA: The Author.

__________(2000). *Principles and standards for school mathematics.* Reston, VA: The Author.

Rayborn, R. (1993). Alternatives for assessing student achievement: Let me count the ways, In J. Bamberg (ed.) *Assessment; how do we know what they know?* Kendall - Hunt Publishing Company.

Romberg, T. A. et. al. (1990). A new world view of assessment in mathematics. In G. Kulm (ed.) *Assessing higher order thinking in mathematics.* American Association For The Advancement of Science.

van den Heuvel-Panhuizen, M. (1994). Improvement of (didactical) assessment by improvement of problems: An attempt with respect to percentage. *Educational Studies in Mathematics, 27*(4), 341-372.

________(1996). *Assessment and realistic mathematics education.* Culemborg: Technipress.

Wiggins, G. (1996). *Measuring what matters: The case for assessment reform.* The Center on Learning, Assessment, and School Structure.

Research on the development and practice of performance assessmentt task for the growth of the mathematical power

Yu, Hyun Ju (Jeonju National University of Education)

The aim of this study is to investigate the purpose of the performance assessment, to develop and to apply it's task.

By reviewing previous study, I conclude that the performance assessment is suggested to evaluate mathematical thinking

and attitude in the purpose of school mathematics. To develop the task to fit the purpose of the performance assessment, I refer to the middle and high level in Van den Heuvel's classification the task "Find the number in the star" and about the assessment of school mathematics. Then I apply the performance assessment task developed according to this level, analyse the responses of children to "Let's make the problem" and suggest it's assessment rubric and anchor papers for each level for illustrating the process of developing a rubric.

Finally, considerations to improve the performance assessment are discussed.