

수학과 수행평가 문항 및 분석기준 개발 연구

김민경 (이화여자대학교)

조미경 (이화여자대학교 대학원)

I. 서론

지식과 정보가 자산이 되는 21세기의 현대사회에서는 그 양이 기하급수적으로 증가하는 정보 속에서 자신에게 필요한 정보를 선택, 가공, 수정하여 사용할 수 있어야 한다. 또한 급격하게 변화해 가는 상황에 유연하게 대처하고 적용할 수 있는 능력이나 지속적으로 자신의 능력을 개발시켜 나갈 수 있는 능력, 새로운 상황에서 발생하는 문제들을 적절히 해결할 수 있는 능력 등과 같은 문제해결능력, 혹은 인지적 전략 능력이 중요시되고 있다.

이러한 사회적 요구에 부응하여, 학생들이 변화하는 사회에 능동적으로 대처할 수 있도록 돕기 위하여 '교육이 어떻게 변화해야 하는가'를 중심으로 교육개혁이 꾸준히 이루어지고 있다. 즉, 이제껏 지배적 이론으로 자리 잡아 왔던 기존의 교육환경이나 목표, 철학, 방법 등에 대해서 새로운 시각과 접근을 필요로 한다. 이에 따라, 단순히 지식을 습득, 암기하는 것이 아니라 새로운 문제 상황에 다양한 지식을 종합적으로 활용하여 문제를 해결할 수 있는 능력이 중요한 논점으로 논의되고 있다. 이렇게 문제해결력을 강조하는 교육의 변화는 수학교육에서도 예외는 아니다.

1970년대 이래로 많은 관심을 불러일으킨 문제해결력에 관하여 NCTM(1980)은 'An Agenda for Action'을 통해서 문제해결이 1980년대의 학교 수학의 초점이 되어야 하며, 수학과 교육과정은 문제 해결을 중심으로 조직되어야 한다고 권고한 바 있다. 우리나라에서도 1980년

대 제4차 교육과정에서 문제 해결이 강조된 이래 5, 6, 7차에 걸쳐 계속적으로 강조되고 있는데, 제7차 수학과 교육과정에서는 '수학적 힘의 신장'을 강조하면서 문제해결 능력의 신장을 목적으로 하는 수학교육 목표를 설정하였다(교육인적자원부, 1998).

그런데 문제해결능력과 같은 교육과정 개정의 주요 핵심 내용이 소개될 때에는 그 능력 신장을 위한 새로운 목표의 설정이나 그 목표 달성을 위한 수업 내용이나 방법의 변화를 우선적으로 고려하기 마련이다. 이때 변화된 내용과 방법을 동시에 연관 지어 일관성있게 평가할 수 있는 평가 방법에 있어서의 변화도 고려해야 한다. 기존의 선다형 지필 검사위주의 평가로는 급변하는 사회에 적용할 수 있는 능력이나 지식, 창의력, 문제 해결력을 평가하기 어렵다는 지적에 따라 최근 수학교육 개혁에 부합되어 대안적인 평가방법으로서 수행평가가 논의되고 있다. 제7차 수학과 교육과정에서도 수학적 사고활동과 그러한 경험을 평가할 수 있는 수행평가를 장려하고 있다.

수행평가는 학습자가 수학에 대해 무엇을 알고 있고 그것을 바탕으로 무엇을 할 수 있는지를 자연스런 상황에서 평가할 수 있으며, 단편적인 지식과 기능 이외에 수학적 문제 해결, 추론, 의사소통 등을 포함한 고차적인 수학적 사고 능력과 적용능력을 평가하는데 의의가 있기 때문이다(권용병, 2003). 수행평가는 학생들로 하여금 질문에 대해 주어진 항목에서 고르던 선택형 문항에서 답을 찾는 것이 아니라 각각의 주어진 문항에 대해 답을 창조하거나 비판하는 것으로, 풀이와 답이 다양할 수 있고 독창성이나 정교성을 요구하며 이제까지 배운 수학 지식 및 전략들을 종합적으로 활용하게 한다(최승현, 1999). 따라서 수학 평가에서 수행평가를 도입함으로써 이전에는 결과만을 중시하던 평가와는 다르게 과정 중심의 평가가 이루어지게 된 것이다.

* 2005년 9월 투고, 2005년 11월 심사완료
* ZDM분류 : D63
* MSC2000분류 : 97D60
* 주제어 : 문제해결, 문항개발, 수행평가

이에 본 연구에서는 우선적으로 초등학교 고학년(6학년)을 대상으로 하여, 수학 교과에서 주관식 지필식의 수행평가 문항과 그것을 평가할 수 있는 총괄적 평가 기준표를 개발하고자 한다. 또한 이를 통하여 학생들의 문제해결 과정을 분석해 봄으로써 수학적 지식과 전략을 통합적으로 활용하는 정도를 살펴보고, 수행평가 문항 개발과정에서 도출된 시사점을 논의해 보고자 한다.

II. 문제해결과 수행평가

1. 수학교육과 문제해결

가. 교육과정과 문제해결

1980년 NCTM이 '문제해결은 80년대의 수학교육의 초점이 되어야 한다'고 선언하면서부터 문제해결에 대한 관심이 급증하고 문제해결이 주된 연구의 대상이 되어 오고 있고, 지금까지도 NCTM의 문제해결에 대한 강조는 이어지고 있다. 그런데 급격히 변화하는 정보 사회의 학생들에게 수학을 배우는 방법을 알게 하기 위하여 어떻게 의미 있는 수학을 가르쳐야 하는가에 관한 문제에 직면하면서 NCTM(2000)은 Principles and Standards for School Mathematics를 발표하게 된다. 다음의 <표 1>은 이 중에서 문제해결에 관한 기준을 정리하였다.

<표 1> NCTM(2000)에서 제시한 문제해결 기준

| 기준 | 내용 |
|----|--|
| | · 문제해결을 통하여 새로운 수학적 지식을 구성한다(build). |
| | - 일상 생활에서 발생하는 문제들을 이용하여 수학적 개념을 소개한다. |
| | - 문제해결은 학생들이 수학적 기능을 발달시킬 수 있도록 도와야 한다. |
| | · 수학 및 다른 상황(contexts)에서 발생하는 문제들을 해결할 수 있다. |
| | - 수학적 성향(mathematical disposition: 수학적으로 세상을 보는 것)을 함양시킨다. |
| | · 다양한 전략을 사용하여 문제를 해결하고 이를 새로운 상황에서 응용할 수 있다. |
| | - 문제해결 전략이 수학교육과정에 반영될 수 있도록 교육적 관심을 모아야 한다. |
| | · 수학적 문제 해결 과정을 조정(monitor)하고 반성(reflect)한다. |
| | - 학생들의 반성적 능력(reflective skills: metacognition)을 개발하고 반성의 가치를 인식하게 한다. |

우리나라에서는 1982년 시행된 제4차 수학과 교육과정에서 초등학교 수학 교과서에는 문제해결력 신장을 위한 '여러 가지 문제' 단원을 새로 설정했으며, 제5차 수학과 교육과정에서는 제4차 교육과정의 기본 골격을 그대로 유지하면서 문제해결력은 전 영역에서 제시되는 여러 형태의 문제에서 지속적으로 지도되어야 하며, 이를 통하여 습득된 문제해결 전략이 실생활에서 활용될 수 있도록 하여야 한다는 지도상의 유의점을 제시하며 계속해서 문제해결력의 신장을 강조하였다.

더 나아가 제6차 수학과 교육과정에서는 지도 내용면에 문제해결 전략이나 내용, 방법 등을 포함시킴으로써 보다 문제해결 교육에 적극성을 띠고 있다. 그리고 제7차 수학과 교육과정에서는 문제해결력의 신장을 포괄하는 '수학적 힘의 신장'이라는 목표를 정하고, 문제 해결 전략을 학년 수준에 맞게 도입하고 문제해결의 지도는 모든 영역에서 각 학습 내용과 관련지어 다루도록하고 종합적인 접근이 되도록 하고자 하였다(교육인적자원부, 1998). 7차 교육과정에서는 이전의 교육과정에서 각 단계별 목표 중에서 문제해결과 관련된 내용만을 정리하면 다음의 <표 2>와 같다.

<표 2> 문제해결과 관련한 각 단계별 목표
(교육인적자원부, 1998)

| 단계 | 목표 |
|-----|--|
| 1-나 | 덧셈, 뺄셈과 관련 있는 문제를 여러 가지 방법으로 해결할 수 있다. |
| 2-나 | 문제 상황을 식으로 나타내어 미지항을 구할 수 있으며, 문제해결 전략을 써서 문제를 해결할 수 있다. |
| 3-나 | 여러 가지 방법으로 문제를 해결하고 해결 과정을 설명할 수 있다. |
| 4-가 | 적절한 방법을 선택하여 문제를 해결하고 해결 과정을 설명할 수 있다. |
| 4-나 | 적절한 방법을 선택하여 문제를 해결하고 해결 과정을 설명할 수 있다. |
| 5-가 | 적절한 방법을 선택하여 문제를 해결하고 해결 과정을 설명할 수 있다. |
| 6-가 | 적절한 방법을 선택하여 문제를 해결하고 해결 과정을 타당성을 설명할 수 있다. |
| 6-나 | 적절한 방법을 선택하여 문제를 해결하고 해결 과정을 타당성을 설명할 수 있다. |

그런데 교육과정에서 중시되고 있는 문제해결에 관해 실제로 현장 교사들은 어떻게 생각하고 있는지에 관해 조사한 설문결과(방승진·이상원·황동주, 2002; 황치홍, 2001), 문제해결의 중요성에 대해 중요 또는 아주중요하다에 90%이상의 응답비율이 나타났음에도 불구하고 교사들은 문제해결의 중요성을 깨닫고 있으면서도 실제로 문

제해결 지도 자료의 보유여부에 대해 아니오에 80%이상의 응답 비율이 나타났고 문제해결에 대한 특별한 지도를 하는 경우가 25%정도에 그친 것으로 나타났다. 이는 교육과정 문서상에서 중시되고 있는 문제해결이 교실 현장에서는 제대로 실천되지 못하고 있는 것으로 보여진다.

이와 같이 국내외의 교육과정에서 문제해결력은 20세기 후반 수학 교육의 중요한 목표로 설정되어 있으며, 수학 교과서에서 다양한 방식을 통해서 문제해결력을 기르기 위한 노력이 이루어지고 있음을 알 수 있다.

나. 교육평가와 문제해결

앞서 밝힌 교육과정 개정상의 변화는 평가 내용이나 방법에 있어서의 변화를 수반하였는데, NCTM에서의 평가 내용의 변화를 살펴보면 다음과 같다. NCTM에서는 학생의 수학적 이해와 수학적 성향을 중심으로 하여, 수학적 힘, 문제해결, 의사소통, 추론, 수학적 개념, 수학적 절차, 수학적 성향의 7가지 기준을 제시하며, 7개의 기준들은 서로 분리된 것이 아니라 하나의 평가에 함께 녹아들어 적어도 1개 이상의 기준이 평가에 들어가도록 하고 있다. 그리고 더 나아가 NCTM은 문제해결학습을 통한 평가의 목표를 다음과 같이 구체적으로 제시하고 있다(Charles, Lester & O'Daffer, 1987). 첫째, 사고 기능의 발달, 둘째, 문제 해결 전략을 선택하고 사용하는 능력의 발달, 셋째, 문제 해결에 유용한 태도 및 신념의 발달, 넷째, 관련 지식을 사용하는 능력의 발달, 다섯째, 문제를 해결하는 동안 자신의 사고와 진행 과정을 추적, 평가하는 능력의 발달, 여섯째, 협동 학습 상황에서 문제를 해결하는 능력의 발달, 일곱째, 다양한 유형의 문제에 대한 정답을 구하는 능력의 발달이다.

한편 제7차 수학과 교육과정의 평가 내용을 간략하게 살펴보면, 수학적 지식으로서의 내용뿐만 아니라 생활속에서의 현상이나 사태를 분석 및 해결하는 능력, 그리고 이에 기초한 수학적 사고력과 창의성, 수학에 대한 관심이나 흥미도 등을 평가해야 할 것을 권고하고 있다.

또한 평가는 수학 교수·학습 과정의 일환으로서 보다 발전된 수학 학습과 교수 활동을 위한 자료 제공을 목적으로 하고, 평가의 대상은 결과를 포함하면서 과정 중심적인 평가로 방향 전환을 모색하고 있으며, 다양한 평가 기법이나 도구의 활용을 적극 권장하고 있다(교육

인적자원부, 1998).

이렇게 다양한 평가 기법을 권장하게 된 데에는, 과거에 학교에서 주로 사용하였던 사지선다형의 방식으로 수학의 단편적인 지식을 측정하는데 그칠 뿐 새로운 교육과정에서 권고되고 있는 문제해결 과정을 평가할 수 없기 때문이다. 따라서 학생의 수학적 사고의 전개 과정을 평가할 수 있는 주관식 지필식의 평가나 포트폴리오, 프로젝트 평가 등의 다양한 평가 기법을 모색하게 되었다. 이렇게 국내외적으로 수학교육의 목표로서 평가시 고려되어야 할 사항을 보면, 문제해결이 중요시되고 있으며 이를 평가할 수 있도록 다양한 평가방법의 활용이 요구되고 있다.

2. 문제해결과정 평가를 위한 수행평가

가. 수행평가

수학교육의 목표가 단순 지식을 재생하기보다는 고차적 사고력과 추리력을 증진시키기로 변화되면서 변화된 수학 교육 목표를 달성하기 위하여 학생들의 복잡한 수학적 문제해결능력, 수학적 추론능력, 수학적 의사소통능력 등을 측정할 수 있는 방향으로 평가방식이 바뀌어가고 있는데, 이러한 평가의 새로운 방향과 관련하여 대두되고 있는 것이 수행평가이다. 우리나라에서는 수행평가가 97년도 3월 이후부터 서울시 교육청이 전개한 '초등학교 새물결 운동'에 힘입어 초등학교 수준에 관한 한 거의 전국적 수준으로 확산되면서 새로운 평가 방식으로 자리 잡기 시작하였다(허경철 외, 1999).

수행평가는 학생이 답안을 작성하거나 행동으로 직접 나타내는 것을 통해 평가하기 때문에, 학생들에게 스스로 사고할 수 있고 자신의 아이디어를 표현할 수 있는 기회를 제공할 수 있다. 이는 기존의 선다형 객관식 검사에서 하나의 답을 고르는 대신에 자신의 문제해결을 논리적으로 기술할 것을 요구할 뿐만 아니라 여러 가지 방법으로 문제를 해결하도록 요구한다. 따라서 수행평가는 변화하는 수학교육의 목표가 달성되었는가를 평가하기에 적합한 방식으로 볼 수 있다.

이렇게 수행평가는 전통적 평가의 한계를 극복하기 위한 대안적 평가방법으로서, 그 의미가 광범위하든 축소된 것이든 다음의 세 가지 의미를 포함한다(유현주,

정영옥, 류순선, 2000). 첫째, 한 영역에 국한된 수학적 지식, 기능뿐만 아니라 수학과 교육과정이 추구하는 수학적 문제해결, 추론, 의사소통 등을 포함한 수학적 능력을 평가하는 것을 목적으로 한다. 둘째, 이러한 능력은 결과보다는 과정에서 보다 명확하게 드러나기 때문에 그 과정을 보여주기 위해 물리적인 활동이나 과제의 산출이 요구된다. 셋째, 수행의 과정에서 드러나는 학생들의 지식과 그것을 근거로 한 판단을 평가의 토대로 삼는다. 이러한 세 가지의 의미를 포함하는 수행평가는 학생들의 수학적 능력에 대한 총체적 정보와 이를 기초로 수업의 개선, 더 나아가서는 학생들의 수학적 수행능력의 개선을 도모하고 학생들에게 의미 있는 수학 학습을 제공하고자 한다.

대안적 평가방법으로서의 수행평가의 방법은 교수학습의 과정을 개선하고 개별학생에게 조언하기 위한 목적으로 사용되는 것을 모두 포함하기 때문에, 매우 다양하다. 특히 수학과에서의 활용할 수 있는 수행평가의 방법으로 남승인과 류성림(2002), 유현주(1999), 이문정(2000), 정동권 외(2002), 최승현(1999) 등은 서술형 검사, 관찰법, 포트폴리오법, 프로젝트법 등을 뽑았다. 그리고 한희경(2000), 황혜정과 황윤주(2005) 등은 수학과에서 적합한 수행평가 유형이나 수학 수업에서 실제로 사용하고 있는 수행평가 방법이 무엇이나는 설문 조사를 통해 학생들의 문제 해결과정을 수반하는 서술형 문항 검사를 가장 많이 사용되고 있음을 밝혔다. 서술형 검사법은 학생의 사고과정을 잘 드러낼 수 있는 문항의 제작이 용이할 뿐만 아니라, 문제 풀이 과정이 다양하며 통합교과적인 문제와 실생활과 연관된 문제의 출제가 쉬우며, 학생들에게 문제의 해결과정을 기술하도록 하여 그들이 문제 해결 과정을 올바르게 이해하고 있는가를 파악하고자 하는 평가 유형으로 알려져 있다(이문정, 2000; 정동권 외, 2002). 이에 본 연구에서는 수행평가의 유형 중에서 서술형 검사법을 선택하여 수행평가 문항을 개발해 보고자 한다.

나. 수행평가 과제

새로운 평가방법으로서 수행평가를 논할 때 주로 평가방법의 측면에서의 변화만을 강조하기 쉬운데, 평가할 내용을 담고 있는 문제의 성격이 변하지 않는다면 새로

운 평가방법으로의 변화의 의미는 무의미해 질 것이다. 이에 대해 Van den Heuvel-Panhuizen(1994)은 평가를 교사들이 그들 나름대로 지도방향을 결정하기 위해서 필요한 학생들에 대한 총체적 정보라는 의미로 사용하면서, 좋은 문제없이 평가를 개선하기는 불가능함을 주장하였다. 즉, 진정한 평가방법의 변화를 위해서는 새로운 방법의 구성요소인 문제의 성격이나 특징이 변화해야 할 것이다.

수학과 수행평가를 시행하기 위한 '좋은 문제'에 대한 정의는 다양하게 정의되고 있는데(NCTM, 1991; Stenmark, 1991), 이러한 정의들을 종합하여 보면 수학과 수행평가 상황에서 수학적 사고를 경험시키며, 실생활과 관련된 상황 속에서 수학적 지식을 적용해 보는 경험을 제공해야 하고, 아동들이 실제적인 상황과 아주 유사한 '진정한(authentic)(Wiggins, 1989)' 과제를 수행하는 과정에서 문제해결, 수학적 연결성, 추론, 의사소통 능력을 측정할 수 있는 것이어야 하며, 개별 활동뿐만 아니라 협동 활동을 평가할 수 있는 것이어야 한다(정영옥, 2000, 2001). 또한 문제의 정답에 초점을 맞추는 평가 도구는 지양하고 문제해결 과정을 평가할 수 있도록, 그리고 평가의 목적이나 상황에 부합되도록 평가 방식이나 도구는 다양한 형태와 방식을 취해야 할 것이다.

다. 수학과 수행평가의 평가기법

이 부분에서는 학생들에게 제시한 평가문항들에 대한 학생들의 반응, 즉 문제해결 과정을 어떻게 평가할 것인가에 대해 구체적으로 살펴보고자 한다. 이제까지 살펴본 수행평가를 위한 문제의 성격들을 종합해 볼 때, 수행평가를 통해 궁극적으로 평가하고자 하는 바는 학생들의 다양한 문제 해결 능력과 전략을 사용하는 능력을 포함하는 수학적 사고력으로서의 문제해결 능력이다. 이러한 문제해결 능력을 평가하기 위한 기법으로는 관찰과 질문, 학생 자신의 기록, 총체적 점수 매기기, 선다형 및 완성형 시험 등이 있다(Charles, Lester & O'Daffer, 1987). 이 중에서 학생들의 답지를 분석하여 문제해결력을 평가할 수 있는 총체적 점수매기기를 중심으로 살펴보고자 한다.

총체적 점수매기기는 분석적 채점법, 총괄적 채점법, 전반적 인상 채점법의 세 가지가 있는데(남승인, 류성림,

2002), 여기서는 해결 과정 전체에 대하여 단일한 점수를 매길 수 있기에 본 연구에서 채택한 총괄적 채점법을 중심으로 살펴본다. 총괄적 채점법은 답만이 아닌 풀이 전체를 대상으로 하기에 총괄적이며, 문제 해결에 수반되는 사고과정과 관련된 특정한 기준에 의하여 하나의 점수를 배정하므로 단일화된 것이다. 또한 학생들의 답안에 대하여 비교적 신속한 평가를 할 수 있고, 해답뿐만 아니라 과정을 중시하고, 답안을 채점하는 구체적인 기준을 제공하며, 수행에 대하여 단일한 점수를 준다는 장점을 갖고 있다.

총괄적 채점법의 대표적인 예로 Malone의 5단계 평정법이 있는데, 이는 비정형 문제의 해결 능력을 평가하기 위한 방법으로써 덴마크의 수학자 라쉬의 평가 방법을 설명하면서 문제에 대한 학생의 반응을 점수화하는 구체적인 예를 제시하였다(강욱기 편, 1991; 한국교육개발원, 1985). Malone의 5단계 평정법에 의한 각 문항의 채점 기준과 배점을 간단하게 나타내면 다음의 <표 3>과 같다.

<표 3> Malone의 5단계 평가 방법

| 점수 | 측정의 관점 |
|----|---|
| 0 | <시작하지 않은 경우> 학생이 문제 풀이를 시작할 수 없거나 무의미한 것을 제시 <접근> |
| 1 | 의미 있게 문제에 접근하여 어느 정도 문제를 이해하고 있음을 나타내고 있으나 일찍 곤란에 부딪혔음 |
| 2 | <본질> 합리적인 풀이에 도달하고 있다는 충분한 세부적 증거가 있으나 중요한 실수나 잘못된 해석이 옳은 풀이를 방해했음 |
| 3 | <결과> 문제가 거의 다 해결되었으나 경미한 실수가 완전한 답을 못 구하게 하였음 |
| 4 | <완성> 적절한 방법을 사용하여 타당한 해결을 하였음 |

라. 수학과 수행평가와 관련한 선행연구

우리나라에서는 1996년 수행평가 수용 분위기가 고조되면서 수행평가의 연구가 진행되기 시작하였다. 먼저, 중학교 수학과 수행평가의 연구로는 장경윤, 권오남, 최명래(1996)가 중학교 2학년 학생을 대상으로 수행평가

문항을 제작하고 평가 결과의 채점자간 신뢰도에 관해 실시한 것이 있다. 이 연구에서는 학생들의 답안에 대해 질적 분석을 한 결과, 학생들이 수학적 개념과 수학적 추론, 의사소통 방법에서 매우 제한적인 능력을 보였다. 그리고 최근 수학교육과정의 수학적 사고와 문제해결력의 향상을 지향하고 있는데 이를 실현시키기 위하여 전통적인 지필 검사 이외에 여러 가지 평가 방법을 적용하며 그 평가 결과를 다양하게 활용할 것을 명시적으로 권장해야 한다고 하면서, 수행평가 연구의 필요성을 강조하고 있다. 그리고 류희찬과 박미숙(1999)은 중학교 2학년을 위한 서술형과 실험 실습형을 중심으로 26개의 과제를 개발하여 그 중에서 10개의 과제를 대도시, 중도시, 농촌에 위치한 학교를 각각 1학교씩 선정하여 실행하고, 문항별로 분석적인 채점기준표를 의해 분석한 결과 및 오류를 제시하였다. 이 외에도 권용병(2003), 이문정(2000), 황숙균(1999) 등은 연구를 통하여 수행평가 문항과 분석적 채점기준표를 개발하여 적용하여 봄으로써 현장에서의 활용가능성을 높이고자 하였다.

초등학교 수학과 수행평가의 연구를 최근의 것을 중심으로 살펴보면 류희찬 외(1998)가 초등학교 고학년에서 사용될 수 있는 수행평가 문항을 개발하고 수행평가를 실시하는 절차, 채점기준을 개발하고 이를 현장에 적용한 연구가 있다. 또한 유현주, 정영옥, 류순선(2000)은 초등학교 5학년을 위한 과제 개발 및 평가기준을 제시하고 관찰용 체크리스트를 통하여 현장에 직접 적용한 후 그 결과를 분석하였다. 그밖에도 유현주(2002), 정영옥(2000, 2001) 등을 포함한 많은 연구들이 수행평가의 의미를 제고해보고, 적용 가능한 수행평가 문항과 채점 기준을 개발하여 적용해 보았다.

그런데 이들 대부분의 연구들에서 개발된 수행평가 문항들은 개발 준거들이 구체적으로 명시되어 있지 않고, 채점 기준이 모호한 경우가 많은 것으로 나타났다. 또한 분석적 채점법을 적용하여 수행평가 문항들을 채점한 연구가 대부분으로 나타났다. 이에 본 연구에서는 학생들의 해답뿐만 아니라 문제풀이 과정을 포함하고, 답안을 채점하는 구체적인 기준을 제공하며, 수행에 대하여 단일한 점수를 줌으로써 채점의 객관성을 유지할 수 있는 총괄적 채점법을 이용하여 문항 및 구체적인 채점 기준표를 개발해 보고자 한다.

III. 연구방법

본 연구는 초등학교 고학년(4~6학년)의 수학과 교육과정 내용을 골고루 포함하고 있어 고학년에서 학습한 수학과에 대한 수학과 수행평가를 6학년을 대상으로 실시할 수 있도록 수행평가 문항 및 평가준거를 개발하는 데 그 목적을 두었다.

1. 초등학교 수학과 6학년용 수행평가 문항 개발 과정

가. 문항 개발

수행평가 문항을 개발하기 위하여 먼저 우리나라의 교육과정과 NCTM의 교육과정 중에서 내용과 관련한 부분을 분석하였다. 본 연구에서는 고학년의 수학과 내용을 포괄하는 수행평가 문항을 개발하고자 하였기에 4~6학년의 내용체계를 분석하였다. 그리고 NCTM이 1989년에 제시한 Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics의 5-8학년 규준에서 관심이 증가 또는 감소된 수업의 내용과 2000년도에 발표한 Principles and Standards for School Mathematics의 다섯 가지 내용 규준을 분석하였다.

이러한 국내의 교육과정의 분석에 기초하여 본 연구에서 개발한 초등학교 수학과 6학년용 수행평가 문항은 기본적으로 이론적 배경에서 밝힌 수행평가의 세 가지 의미에 따라, 수학적 개념, 지식, 기능이 해결의 수단으로 사용되고, 수학적 문제해결력이 평가의 주요 내용이 되도록 하였다. 또한 위에서 밝힌 '좋은 과제'의 성격을 포함할 수 있는 문항들로 수행평가 과제가 구성되도록 하였다.

수행평가 과제의 문항을 개발하기 위하여 NCTM 규준에서 제시하는 내용 규준과 과정적 규준을 모두 포함하여 학생들이 자신의 수학적 지식과 기능을 드러내 보일 수 있는 문항들로 구성된 Schoenfeld et al.(1999a)의 'Balanced assessment for the mathematics curriculum: Elementary grades assessment package 1'과 Schoenfeld et al.(1999b)의 'Balanced assessment for the mathematics curriculum: Elementary grades assessment package 2', 그리고 학생들이 수학을 생활

속에서 사용할 수 있도록 하기 위하여 수학적 능력을 강화시킬 수 있는 문제해결의 경험을 제공하는 문항들로 구성된 NCTM(2002)의 'Children are mathematical problem solvers'의 문항들을 분석하였다. 이 두 가지 종류의 책에 포함된 문제들은 Bishop, et al.(1996)에서 예시로 보여주는 국제적으로 인정받고 있는 수학 과제들처럼, 과제들이 맥락화되고(contextualized) 개방형이며(open-ended) 다양한 해결책으로 해결 가능하다는 특징을 갖고 있기에 선택하였다.

세 권의 책으로부터 문항을 추출하기까지의 과정을 간단하게 설명해 보면 다음과 같다. 먼저, 각 문항들이 포함하는 수학의 내용 영역과 우리나라의 교육과정 중에서 해당하는 학년을 분석하고, 그 중에서 고학년(4~6학년)의 교육과정 내용을 포함하고 수학의 6개영역을 골고루 포함하는 총 12개의 문항을 추출 및 번역하였다. <그림 1>에는 최종적으로 선택한 문항 중에서 1개의 문항을 예시로 선택하여, 수정되기까지의 과정을 제시하였다. 그리고 <그림 1>과 같이 추출된 문항들은 각 문항의 의도를 벗어나지 않는 범위 내에서 우리나라의 상황을 포함하는 문제 상황으로 수정하여 초등교육 전문가들로 구성된 집단에게 검토 받아 최종적으로 문항지를 구성하였다.

전문가 집단은 초등수학교육 전공 교수와 초등수학교육과 문제해결연구 대학원 교과목을 수강하였던 교육경력 20년의 초등교육과 수학교육전공자 박사 과정생 1명과 교육경력 6년의 박사 과정생 1명으로 구성하였는데, 이들의 검토를 통하여 문항의 수준, 문항에 사용된 용어들을 수정하고 현장에의 적용가능성을 검증받아 그들로부터 추천받은 6문항을 중심으로 초등학교 6학년을 위한 수학과 수행평가 문항을 개발하였다. 이러한 과정을 간단하게 그림으로 나타내면 <그림 2>와 같다.

개발된 수행평가 문항은 우리나라 수학과 교육과정에서 제시하고 있는 6개영역이 골고루 포함되도록 노력하였다. 특히, 각 영역별로 나누어서 문제를 구성하기 보다는, 각 문항에 2가지 이상의 내용 영역이 혼합되어 있는 문항으로 구성하였다. 그리고 각 문항을 기술할 때에는, 학생들의 정답과 문제해결 과정에 나타난 전략을 모두 기술하여 그것을 분석할 수 있도록 각 문항은 정답을 기술하는 부분과 문제해결 과정을 기술하는 부분으로 나누어 구성하였다.

본래의 문제

Millie's Business:
Millie has a lawn-mowing business. She uses $\frac{1}{4}$ pint of oil each day and $1\frac{1}{2}$ gallons of gasoline each day. She has these supplies on the shelf.

gasolin gasolin

5 Gallons 5 Gallons

oil oil

1 pint 1 pint


Which will she run out of first, gasoline or oil? Show or explain how you know your answer is right.

번역된 문제


밀리는 Lawn-mowing business를 하고 있는데, 매일 $\frac{1}{4}$ 파인트의 오일과 $1\frac{1}{2}$ 갤런의 개솔린을 사용한다. 다음의 그림과 같이 10갤런의 개솔린과 2파인트의 오일을 갖고 있다면, 개솔린과 오일 중에 먼저 다 사용하는 것은 어떤 것일까? 본인의 답이 맞다고 생각하는 이유를 설명하시오.

수정된 문제


소연이는 유통기한이 넉넉한 350ml짜리 우유 2개와 250ml짜리 요구르트 2개를 갖고 있다.



350ml



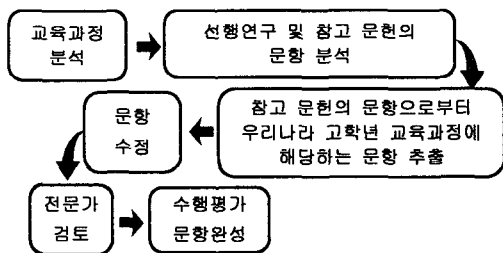
350ml



250ml 250ml

- (1) 매일 아침 강아지에게 우유를 150ml씩, 요구르트를 80ml씩 준다고 할 때, 우유와 요구르트 중에서 먼저 다 먹게 되는 것은 어느 것일까요?
- (2) 본인이 구한 답이 맞다고 생각하는 이유를 설명해 보세요.

<그림 1> 문항이 추출되고 수정되는 과정



<그림 2> 수행평가 문항 개발 절차

최종적으로 선택·추출되어 수정 및 변화되어 완성된 6개 문항([부록] 참조)을 설명하면 다음과 같다.

문항1은 규칙적인 양의 변화를 이해하고 분모가 다른 분수의 크기를 비교하는 문항으로, 수와 연산, 규칙성과 함수 영역을 포함한다. 이 문항을 해결하기 위해서는 학생들은 주어진 양과 하루에 쓰이는 양을 비교할 수 있어야 하는데, 규칙적으로 감소하는 양, 남은 양에 대한 이해로부터 분수를 비와 몫의 관점에서 이해할 수 있는가와 하루에 쓰이는 양을 기준으로 하였을 때 분모가 다른 분수의 크기를 비교할 수 있어야 한다. 그리고 이 문항은 본래 개솔린, 기름, 갤런(gallon), 파인트(pint)와 같은 우리나라 학생들에게는 익숙지 않은 소재로 되어있기 때문에, 이를 요구르트와 우유, 들이 단위인 ml로 바꾸었다.

문항2는 주어진 사각형을 넓이가 같은 두 개의 조각으로 나눌 수 있는 경우의 수를 찾는 것으로, 넓이가 같은 도형, 대칭인 도형, 합동인 도형을 비교할 수 있어야 한다. 문항2는 본래의 문항으로부터 거의 수정이 가해지지 않았는데, 추가적으로 우리나라 학생들이 문제를 이해하는 단계에서 혼란을 겪지 않도록 돕고 답안 작성의 방향을 정확하게 유도하기 위해서 '예시로 보여준 것은 방법 수에 포함시키지 않는다' '점과 점을 연결하는 선만을 이용할 수 있다' 등과 같은 안내사항을 보다 자세히 덧붙였다.

문항3은 문제에서 제시하고 있는 정보들을 정확하게 이해하고 이를 보기 쉽게 표로 정리한 후 가능한 경우의 수를 찾아내어 열거할 수 있어야 하는데, 복잡하게 제시된 문제의 정보들을 정확하게 이해 및 정리하는 능력과 가능한 경우의 수를 올바르게 찾아낼 수 있어야 한다. 특히, 경우의 수를 찾아내기 위해서 문제로부터 가능한 경기 팀을 기준으로 할 것인지, 요일을 기준으로 할 것인지에 대해서 생각해 보고, 경우의 수를 찾는데 필요한 자신의 논리가 합당한지에 대해서 스스로 검토할 수 있어야 한다.

문항4는 아이스크림의 맛과 토핑, 시럽을 우리나라 학생들이 많이 접하는 것을 중심으로 하여 소재를 수정하여, 학생들이 가능한 경우의 수를 모두 찾아내도록 하였다. 학생들은 자신이 찾아낸 경우의 수를 모두 열거하는 과정을 통해 자신의 논리를 검토할 수 있어야 한다.

문항5는 복잡하게 제시된 정보들 중에서 문제를 해결하는데 필요한 정보들을 골라내고 조직하여 그 정보를 잘 나타낼 수 있는 그래프를 선택하여 그리고, 수학을 이용하여 의사결정을 내려 보는 연습을 경험해 볼 수 있도록 하였다. 이를 위하여 본래의 문제로부터 수정한 부

분은 우리나라의 학생들이 소풍이나 현장학습 등과 같이 학교생활에서 경험하게 되는 장소를 소재로 하였으며, 총 드는 비용을 구하기까지 필요로 하는 단계들을 각각의 소문항으로 나누어서 문항을 구성하였다.

문항6은 문제에서 제시하고 있는 그래프의 자료를 읽고 분석하여, 가능한 경우의 수를 찾아 가장 적절한 의사결정을 내려보도록 하였다. 본래의 문제로부터 수정된 부분은 우리나라 초등학교 학생들에 실생활에서 자주 접할만한 소재인 어린이 조기 축구회로 바꾼 점이다. 그리고 여섯 개의 모든 문항에서는 고학년의 문자와 식 영역의 단계별 목표인 여러 가지 문제해결 방법을 비교하여 적절한 방법을 선택하기, 문제 해결과정의 타당성을 검토하기를 포함하도록 하였다. 이제까지 설명한 수학과와 내용 영역, 주제, 우리나라의 교육과정에 해당하는 부분, 그리고 문항 해설의 측면에서 분석한 내용을 간단하게 정리하면 다음의 <표 4>와 같다.

나. 과제 채점을 위한 채점 기준표의 개발과 대표 답안의 선정

수행평가 문항의 수학적 문제해결 과정에 대한 평가는 주관식 평가이기에, 일정한 채점 기준을 정함으로써 객관성을 확보할 수 있는, 총괄적 채점법의 가장 대표적인 방법인 Malone의 5단계 평정법에 따라 과제 해결의 전체적인 완성도를 평가하고자 하였다. 그런데 Malone의 5단계 평정법은 정답과 전략 수행 정도를 각각의 정도에 따라 0점에서 4점의 5단계로 답지의 특징을 분류해 놓았지만, 각 단계의 답지의 특징들은 단계별로 뚜렷한 구분이 되어 있기 보다는 단계 간에 겹쳐지는 부분이 있는 것으로 분석되었다. 또한 최고점인 4점에는 전략과 정답이 완벽하게 맞는 경우와 전략수행상의 약간의 오류가 포함된 경우를 동일하게 보고 있었다.

이에 본 연구에서는 이러한 문제점들을 보완하고 학생들의 문제해결 과정에 대한 보다 객관적인 평가를 실

<표4> 문항 분석

| | 1번문항 | 2번문항 | 3번문항 | 4번문항 | 5번문항 | 6번문항 |
|------------|--|---|---|---|---|--|
| 내용 영역 | 수와연산 규칙성과 함수 | 도형, 측정 확률과 통계 | 확률과 통계 | 확률과 통계 | 수와 연산 확률과 통계 | 수와 연산 확률과 통계 |
| | 문자와 식: 여러 가지 문제 해결 방법을 비교하여 적절한 방법 선택하기/문제 해결 과정을 설명하고 타당성 검토하기 | | | | | |
| 주제 | · 수와 양 · 분수 · 비와 비율 | · 넓이가 같은 도형과 합동인 도형, 대칭인 도형 · 경우의 수 | · 자료의 정리 · 경우의 수 | · 경우의 수 | · 그래프 · 비와 비율 · 큰 수 | · 경우의 수 · 큰 수 · 그래프 |
| 우리나라의 교육과정 | · 4-나: 비와 몫으로서의 분수 · 4-나: 분모가 다른 분수의 크기를 비교 · 6-가: 비와 비율의 이해 | · 5-나: 합동을 이해하고, 합동인 도형을 식별 · 6-나: 경우의 수 | · 3-나: 표를 이용하여 자료를 나타내기 · 6-나: 경우의 수 | · 6-나: 경우의 수 | · 4-나: 목적에 따라 여러 가지 그래프로 나타내기 · 6-가: 비와 비율의 이해 · 6-가: 비율그래프의 이해와 활용 | · 3-나: 다섯 자리 이상의 수 · 3-나: 실제적인 자료들을 정리한 막대 그래프 읽기 · 6-나: 경우의 수 |
| 문항 해설 | 간단한 분수와 두 종류의 공급량 중에서 먼저 쓰는 것을 알아내기 위해 비율을 이용하기 | 넓이와 합동, 분수적인 조각 등 해하기 | 표와 논리를 이용하여 자료들을 조합하여 스케줄 세우기 | 어떻게 조합하는가 혹은 어떤 것을 추구하는가에 따라 아이스크림의 조합 개수에 영향을 미치는가를 알아내기 | 교실 내에서 조사한 결과를 세 가지 형태로 결합하고, 그것을 그래프로 표현하고 해석하며, 각 학생당 드는 비용을 계산하기 | 막대그래프에 제시되어 있는 가격과 사이즈 자료는 가장 싸게 구입할 수 있는 방법을 결정하는데 도움이 됨을 이해하기 |

행하기 위하여 Malone의 5단계 평정법의 기본틀에 약간의 수정을 가하여 평가 기준을 다음의 <표 5>와 같이 완성하였다.

그리고 각 문항별 학생의 답안을 평가하기 위하여, <표 5>에 제시한 각 점수 단계에 해당하는 예시 답안을 제시하여 구체적인 채점 기준표를 만듦으로써 여러 채점자 간의 채점 결과에 객관성을 유지하고자 하였다. 각 문항별 구체적인 채점 기준표에는 분석된 각 문항의 내용 영역과 구체적인 내용을 서술하고, 이에 기초하여 「Balanced assessment for the mathematics curriculum: Elementary grades assessment package1, 2」와 「Children are mathematical problem solvers」에서 예시로 보여주고 있는 학생 응답의 유형과 예비검사를 통해 찾아낸 응답유형을 통해 찾아낸 문제해결 전략을 중심으로 구성하였다.

다. 신뢰도 검증

연구대상 학생들의 응답을 평가하기 위해 3명의 채점자를 선정하였다. 채점자는 수행평가 과제 개발시 내용 타당도를 검증하였던 초등학교 교육경력 20년의 초등학교 과 수학교육전공자 박사 과정생 1명, 초등학교 교육

경력 6년의 박사 과정생 1명과 연구자인 초등교육과 수학교육 전공자 석사 과정생 1명으로 구성하였다. 우선, 연구자는 예비검사 결과에 근거하여 다른 2명의 채점자와 함께 채점자 훈련을 거쳐 각 문항의 구체적인 채점 기준표에 대한 합의를 거친 후, 연구자가 정리한 채점 기준표에 따라 각 채점자들은 독립적으로 채점하였다. 각 학생들의 총점에 대한 채점자간 신뢰도를 구해본 결과 다음의 <표 6>에 제시한 바와 같이 .937, .955, .931로 매우 높게 나타났다.

<표 6> 총점에 대한 채점자간 신뢰도

| | 채점자1 | 채점자2 | 채점자3 |
|------|-------|-------|------|
| 채점자1 | 1.00 | | |
| 채점자2 | .937* | 1.00 | |
| 채점자3 | .955* | .931* | 1.00 |

*p<.01

<표 5> 본 연구에서 활용될 기본 평가틀

| 점수 | 답지가 다음 특징 중 하나를 가지고 있을 때 | |
|----|--------------------------|--|
| 0점 | 시작도 하지 않은 경우 | -백지 -오답 이외에 아무 것도 없는 경우 |
| 1점 | 접근 | -문제의 정보를 옮겨 쓰는 수준은 넘었지만, 문제를 제대로 이해하지 못한 경우 -하위 목표 달성을 위한 시도는 하였으나, 정답을 유도할 만한 접근 방법을 택하지 못한 경우 나 부적절한 전략을 택하여 답이 틀린 경우 |
| 2점 | 본질 | -적절한 전략을 이용하였으나 답을 구할 만큼 충분히 수행하지 않아서(예를 들어, 표를 만들어 2개 정도만 기입했을 때) 답에 이르지 못했거나 오답을 도출한 경우 -정답을 제시하였지만 a) 풀이 과정을 이해할 수 없게 썼거나 과정을 나타내지 않은 경우 b) 전략이 적절하지 못했거나 전략의 이행이 명확하지 않은 경우 |
| 3점 | 결과 | -적절한 전략을 이용하였으나, 답이 부정확한 경우 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 |
| 4점 | 반성 | -정답을 구했고, 문제에서 지시한대로 답을 쓴 경우 -전략 수행과정이나 문제 해결 과정에서 계산상의 오차나 옮겨 쓰기 과정에서의 오류가 없는 경우 |

그리고 개발한 수행평가 문항의 신뢰도를 검증하기 위하여 내적일관성 신뢰도 중의 하나인 문항내적 일관성 신뢰도 Cronbach α 를 산출하였다. Cronbach α 는 문항별, 채점자별로 구하였는데, 문항별 Cronbach α 는 수행평가의 문항에 대해 세 명의 채점자가 부과한 총점이 일관성을 보이는가, 채점자별 Cronbach α 는 각 채점자가 여섯 개의 문항에 대해 일관되게 채점을 했는가를 나타낸다. 그 결과 <표 7>에 나타난 바와 같이 문항내적 신뢰도는 높은 편이다.

<표 7> 문항별, 채점자별 문항내적 일관성 신뢰도

| 구분 | | Cronbach α |
|-------|------|-------------------|
| 문항 총점 | | .979 |
| 채점자별 | 채점자A | .727 |
| | 채점자B | .739 |
| | 채점자C | .736 |

2. 수행평가 문항의 적용

가. 적용 대상

본 연구는 서울시내 3개 공립학교를 대상으로 실시되었는데, 북부교육청 A초등학교의 6학년 2개 반 총 73명, 강남교육청 B초등학교 6학년 3개 반 총 87명, 남부교육청 C초등학교 6학년 3개 반 총 96명으로 총256명을 대상으로 실시되었다. 이를 보다 구체적으로 정리하면 다음의 <표 8>과 같다.

<표 8> 연구대상자들의 성별 분포

| | 남자(명) | 여자(명) | 계(명) |
|-------|-------|-------|------|
| A초등학교 | 38 | 35 | 73 |
| B초등학교 | 53 | 34 | 87 |
| C초등학교 | 48 | 48 | 96 |
| 계 | | | 256 |

나. 예비검사

예비검사는 서울 소재 D초등학교 6학년 한 개 학급 총 34명을 대상으로 2004년 12월 13일에 40분 동안 실시되었다. 예비검사 결과를 각 문항별 총점과 평균으로 나타내면 다음의 <표 9>와 같다.

<표 9> 예비검사 각 문항별 총점과 평균

| | 문항1 | | 문항2 | | 문항3 | | 문항4 | | 문항5 | | 문항6 | | |
|-----|------|------|------|------|------|------|-----|---|-----|---|-----|---|---|
| 소문항 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| 총점 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 평균 | 6.26 | 5.14 | 2.91 | 6.82 | 3.41 | 9.38 | | | | | | | |

총6개의 문항의 난이도는 낮은 수준의 것과 높은 수준의 것이 적절히 혼합되어 있도록 구성하였는데, 이는 <표 9>에 나타난 평균의 결과를 보면 알 수 있다. 난이도가 각기 다른 문항을 혼합한 것은 어려운 문항들로만 구성되어 있을 때 학생들이 경험하게 될 당황스러움을 줄이기 위해서이다. 그리고 개발된 구체적인 채점 기준표의 예시답안들은 예비검사 결과 나타난 학생들의 답안을 근거로 수정, 보완되었다. 이러한 수정과 보완의 절차를 거쳐 개발된 본검사 수행평가 문항은 [부록]에 첨부하였고, 구체적인 채점 기준표는 연구결과 부분에서 각 문항별 응답 유형을 분석할 때 제시하였다.

다. 본 검사

본검사는 2004년 12월 20일~12월 23일 사이에 서울시내 세 곳의 공립초등학교 8개 반의 6학년 학생 총256명을 대상으로 실시하였다. 본검사는 예비검사와 마찬가지로 40분 동안 진행되었는데, 가능한 문제해결과정을 알아보기 쉽도록, 그리고 모든 문제해결의 과정을 기술하도록 지도하였다. 그리고 본검사에서는 예비검사에서 모든 소문항에 4점을 할당하였던 것과는 달리, 정답을 쓰는 소문항에는 2점을, 과정을 기술하는 소문항에는 4점을 할당하는 것으로 수정하였다.

IV. 연구결과

1. 문항별 점수 분포 분석

256명을 대상으로 한 수행평가 결과를 각 문항별로 세 명의 채점자의 결과를 평균 내어 정리한 서울 통계표는 <표 10>과 같다. <표 10>에는 각 문항별, 채점자별 결과를 응답 수와 비율을 이용하여 나타내었고, 각 문항별 평균점수와 표준편차를 포함하였다. 또한 앞에서 각

문항은 정답과 과정을 포함하는 소문항으로 구성되어 있다고 밝혔는데, <표 10>에는 각 소문항 중에서 과정에 해당하는 점수 결과만을 포함하였다.

<표 10> 문항별 점수 분포 및 결과

| 문항 번호 | 평균 응답자 수(%) | | | | | | 표준 편차 |
|----------|-------------|-----------|-----------|----------|----------|------|----------|
| | 0점 | 1점 | 2점 | 3점 | 4점 | 평균 | |
| 1-2 | 21(8) | 63(24.3) | 53(20.3) | 57(22.7) | 63(24.7) | 2.30 | 1.301 |
| 2-1 | 13(5) | 51(19.7) | 143(56.3) | 43(16.7) | 6(2.3) | 1.92 | 0.812 |
| 3-2 | 84(32.7) | 86(33.7) | 63(25) | 22(8.7) | 0(0) | 1.10 | 0.960 |
| 4-2 | 70(27.3) | 83(31.7) | 46(18) | 9(4) | 48(19) | 1.54 | 1.410 |
| 5-1 | 50(19.7) | 36(14) | 21(8.3) | 81(31.7) | 67(26.3) | 2.31 | 1.482 |
| 5-3 | 98(38.7) | 42(16) | 29(11) | 34(13.3) | 53(21) | 1.63 | 1.589 |
| 6-1 | 156(61) | 127(10.3) | 58(22.7) | 2(0.7) | 13(5) | 0.78 | 1.129 |
| 6-2 | 150(58.7) | 14(5.7) | 26(10.3) | 55(22) | 10(3.3) | 1.06 | 1.376 |

간단하게 전체적인 채점 결과를 분석해 보면, <표 10>에서 문항1-2와 문항5-1의 평균이 가장 높은 것을 알 수 있는데, 이들은 학생들에게 이전과는 다른 방식의 수행평가 상황에서 경험할 수도 있는 심리적인 불안감을 가능한 덜어주고 문제해결에 집중하도록 돕고자 하였던 낮은 수준의 문항이기 때문인 것으로 분석된다. 또한 문항6-1의 평균이 가장 낮은 것은 학생들이 수학적 지식을 활용하여 실생활에서 의사결정을 내릴 필요가 있을 때 그 연계성을 잘 이해하지 못했기 때문인 것으로 분석된다.

2. 문항소개 및 각 문항별 채점 기준과 평가 결과

이 부분에서는 각 문항별 구체적인 채점 기준표를 제시하고자 하는데, 이는 앞의 <표 5>에서 제시한 기본 평가틀을 기준으로 하여 각 점수별로 가능한 예시답안만을 제시하였다. 그리고 각 문항별로 응답중에서 특징적인 것이나 가장 높은 응답비율을 보인 것을 예시로 제시하여 문제해결 과정의 전체적인 완성도를 중심으로 살펴보면 다음과 같다.

가. 문항1의 경우

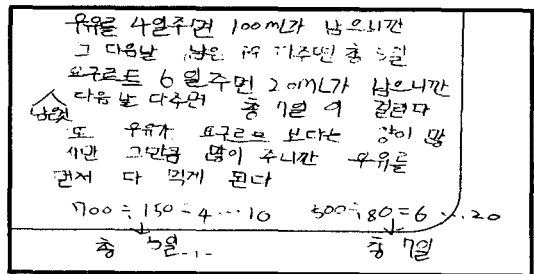
먼저, 문항1의 구체적인 채점 기준표는 다음의 <표

11>과 같다. 앞에서 제시한 <표 10>을 보면 문항1은 4점을 받은 응답 비율이 높은 문항 중에 하나인데, 그 응답 비율은 24.7%이다. 4점을 받은 학생들은 <그림 3-1>과 같이 주어진 현재의 우유와 요구르트 양을 다 먹게 되는 날을 현실세계에서의 수를 고려하여 정답과 함께 풀이과정을 정확하면서도 논리적으로 기술하였다. 그러나 1점을 받은 24.3%에 해당하는 학생들은 단순히 문제에서 제시한 정보들만을 보고 '주어진 요구르트 양이 적어서' 또는 '하루에 먹는 우유양이 많아서'와 같이 비논리적으로 응답하였다.

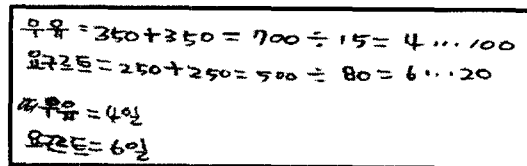
또한 <그림 3-2>와 같이 나누기를 통해 얻은 몫과 나머지의 값 중에서 몫만을 고려하여 현재 갖고 있는 우유의 양으로부터 매일 일정한 양을 강아지에게 줄 수 있는 날의 수를 계산하는데 그치거나, 나누기 결과인 $4\frac{2}{3}$ 일 또는 $6\frac{1}{4}$ 일과 같이 현실 세계에서는 표기불가능한 수

의 표기법으로 작성하여 적절한 전략을 이용하였으나 답이 부정확하여 3점을 얻은 경우도 22.7%나 되었다.

문항 수준이 낮은 데에도 낮은 점수를 받은 이유는 아마도 학생들이 문제해결 과정을 쓰기를 요구하는 문제에 익숙지 않아 문제해결과정의 논리성을 설명하여야 하는 문제의 요구를 제대로 이해하지 못하고, 단순히 계산식과 계산 결과 나온 답만을 기록하는데 그쳤기 때문인 것으로 분석된다.



<그림 3-1> 문항1에서 4점을 받은 학생들의 응답 예시



<그림 3-2> 문항1에서 3점을 받은 학생들의 응답 예시

<표 11> 문항1의 구체적인 채점 기준표

| 1 | Content | <ul style="list-style-type: none"> • 비교하기 • 하루에 먹는 우유양과 요구르트양을 분수로 나타내어 비율로 표시하기 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|---|--|--|-----------|-------------|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|-----|-----|--|-----|
| Core Elements of Performance | Process | <ul style="list-style-type: none"> • 논리적으로 추론하기 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 예시답안 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0점 | -백지 혹은 오답 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1점 | -하루에 먹는 우유양이 많아서 우유를 먼저 먹는다고 함 -주어진 요구르트양이 적어서 요구르트를 먼저 먹는다고 하는 경우 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2점 | -어느 것을 먼저 먹게 되는지 정답을 말하지 않고, 요구르트나 우유 둘 중의 하나에 대해서만 먹는 양을 이야기 함 예) 요구르트를 하루에 80ml씩 먹으면, 몇 번째 날에 요구르트 한 개인 250ml를 다 먹게 되는지 혹은 250ml짜리 2개를 다 먹게 되는지 이야기 하지만 우유에 대해서는 언급하지 않음 or 우유를 하루에 150ml씩 먹으면, 몇 번째 날에 우유 한 개인 350ml를 다 먹게 되는지 혹은 350ml짜리 2개를 다 먹게 되는지 이야기 하지만 요구르트에 대해서는 언급하지 않음 -주어진 우유와 요구르트의 양을 2개씩이 아니라 1개씩인 것을 기준으로 과정을 설명하여, 결과적으로 주어진 양 중에서 걸리는 날 수를 이야기 하지 않음 -정답만 있고, 그렇게 생각하게 된 이유나 과정을 설명하지 않음 -정답을 말하였지만 우유양과 요구르트양을 계산하는 과정에서 오류가 있음 (곱셈의 오차: 예) 80X7=550이라고 함) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3점 | -문제 해결 과정을 상세히 기술하였지만, 먼저 다 먹게 되는 것이 어떤 것인지 정답을 명시하지 않음 -답을 $4\frac{2}{3}$ 일 또는 $6\frac{1}{4}$ 일 이라고 쓰거나, 4일 혹은 6일째라고 쓴 경우 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4점 | <table border="1" data-bbox="522 1054 938 1286" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>우유(700ml)</th> <th>요구르트(500ml)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1일째</td> <td>150</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>2일째</td> <td>300</td> <td>160</td> </tr> <tr> <td>3일째</td> <td>450</td> <td>240</td> </tr> <tr> <td>4일째</td> <td>600</td> <td>320</td> </tr> <tr> <td>5일째</td> <td>750</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>6일째</td> <td></td> <td>480</td> </tr> <tr> <td>7일째</td> <td></td> <td>560</td> </tr> </tbody> </table> <p>이유) 우유는 700ml가 있고 하루에 150ml씩 먹게 되면 위의 표에 나타난 것과 같이 5일째가 되는 날 다 먹는다. 그런데 요구르트는 500ml가 있고 하루에 80ml씩 먹게 되면 위의 표에 나타난 것과 같이 7일째에 다 먹게 된다. 따라서 우유를 먼저 다 먹게 된다.</p> | | | 우유(700ml) | 요구르트(500ml) | 1일째 | 150 | 80 | 2일째 | 300 | 160 | 3일째 | 450 | 240 | 4일째 | 600 | 320 | 5일째 | 750 | 400 | 6일째 | | 480 | 7일째 | | 560 |
| | 우유(700ml) | 요구르트(500ml) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1일째 | 150 | 80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2일째 | 300 | 160 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3일째 | 450 | 240 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4일째 | 600 | 320 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5일째 | 750 | 400 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6일째 | | 480 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7일째 | | 560 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

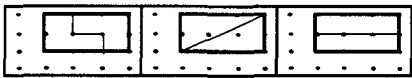

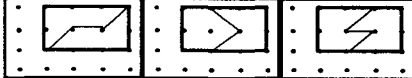
나. 문항2의 경우

문항2에 대한 구체적인 채점 기준표는 다음의 <표 12>와 같다. 문항2의 구체적인 채점 기준표의 예시답안에 제시한 응답들은 예비검사에서 학생들이 응답한 비율에 근거하여 구성되었다. 1점에 해당하는 예시는 예비검사에서 80%이상, 2점의 예시는 60~80%, 3점의 예시는 60%이하의 정답률을 보였다.

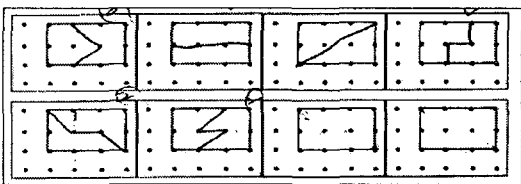
<표 10>을 보면 문항2에 대한 채점결과 2점을 받은

학생들의 응답이 56.3%로 가장 높은 비율을 차지하였다. 이는 1점과 2점에 포함되는 여섯 가지의 예시답안들을 찾아낸 학생들의 응답비율이 높음을 의미한다. 그런데 2점을 받은 학생들의 답안도 <그림 4-1>과 <그림 4-2>의 두 가지의 경우로 나뉘볼 수 있다. <그림 4-1>과 같이 정답에 포함되는 요소만을 정확하게 찾아낸 경우는 8개의 모든 경우의 수는 찾아내지 못했지만 1,2점에 포함되는 여섯 가지의 경우의 수를 모두 찾아

<표 12> 문항2의 구체적인 채점 기준표

| 2 | | Content | · 합동과 대칭 · 넓이 · 경우의 수 |
|------------------------------|---|---------|---|
| Core Elements of Performance | | Process | · 지오보드위에 그리기 |
| 예시답안 | | | |
| 0점 | -백지 혹은 오답 | | |
| 1점 | -점과 점을 연결하는 선을 이용하지 않고, 가운데에서 반으로 나누기만 함 -다음의 세 가지 중에서 적어도 한 가지를 포함한 경우  | 3점 | -1, 2점의 여섯 가지를 모두 포함하고, 아래의 두 가지 중에서 적어도 한 가지 이상을 포함한 경우  -1, 2점의 여섯 가지 중에서 네 가지 이상을 포함하고, 위의 두 가지 중에서 적어도 한 가지를 포함한 경우 -1, 2, 3점의 여덟 가지를 모두 포함하고, 그 이외의 것을 포함한 경우 |
| 2점 | -1점의 세 가지를 모두 포함하고, 아래의 세 가지 중에서 적어도 한 가지 이상을 포함한 경우  -1점의 세 가지 중에서 두 가지 이상을 포함하고, 위의 세 가지 중에서 한 가지 이상을 포함한 경우 | 4점 | -1, 2, 3점의 여덟 가지를 모두 포함한 경우 |

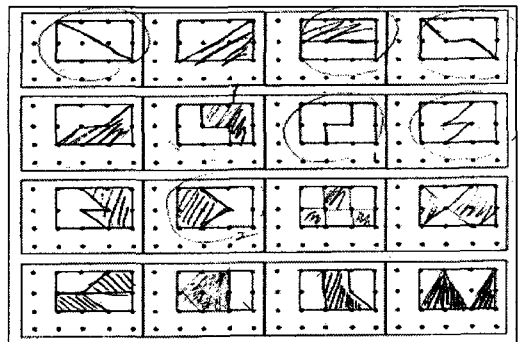
낸 것으로 넓이가 같은 도형, 합동인 도형, 대칭인 도형의 특징을 비교할 수 있는 것으로 파악된다.



<그림 4-1> 문항2에서 2점을 받은 학생들의 응답 예시1

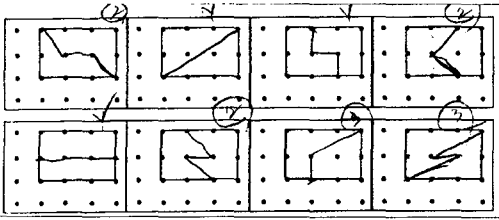
그러나 <그림 4-2>와 같이 정답에 포함되는 요소뿐만 아니라 오답인 요소들도 함께 제시한 경우는 학생들이 이 문제에서 조건으로 설명한 부분을 정확하게 이해하지 못한 것으로 분석된다. 예를 들면, <그림 4-2>에 제시된 답안 중에는 점과 점을 연결하였지만 한번에 긁지 못한 선으로 넓이를 반으로 나눈 경우가 있는데, 이는 문제에서 '점과 점을 연결하는 선만을 이용할 수 있다'고 한 부분을 제대로 이해하지 못한 것으로 분석된다. 또한 점과 점을 연결하는 선을 중심으로 하여 대칭이 된 경우는 한 가지로 한다는 문제의 조건을 이해하지 못하여 각기 다

른 두 가지의 경우로 나타난 부분도 찾아볼 수 있다.



<그림 4-2> 문항2에서 2점을 받은 학생들의 응답 예시2

또한 2.7%의 낮은 비율이지만 <그림 4-3>과 같이 채점 기준표에서 제시하는 8가지의 경우를 모두 찾아내어 4점을 받은 학생들의 응답도 있다. 이들은 넓이가 같은 도형이 반드시 합동인 도형이 아님을 알고, 넓이가 같은 도형이 반드시 대칭인 도형이 아닐 수 있음을 이해하고 있는 것으로 분석된다.



<그림 4-3> 문항2에서 4점을 받은 학생들의 답안 예시

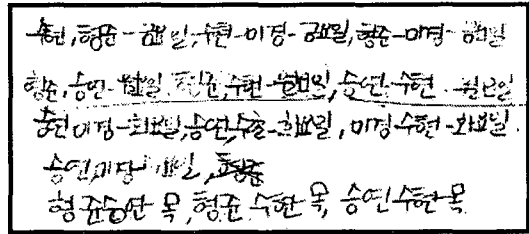
다. 문항3의 경우

문항3에 대한 구체적인 채점 기준표는 <표13>과 같다. 문항3의 소문항(1)은 경기를 위해 ‘짝(파트너)’을 이룰 수 있는 경우의 수를 묻고 있으며, 소문항(2)는 (1)에서 찾아낸 ‘짝(파트너)’의 경우들과 문제에서 제시한 경기 가능한 날과 불가능한 날의 조건들을 결합하여 가능한 경기 진행 수들을 요일별 속은 짝(파트너)을 중심으로 찾아보도록 하고 있다.

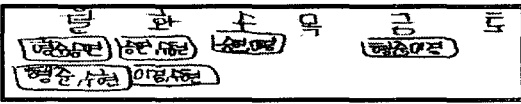
<표13> 문항3의 구체적인 채점 기준표

| 3 | Content | • 경우의 수 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--|--|-----------|----------------------------|--------------|-----------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|----------------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|----------------------------|-----------|-----------|---|--------|---|---|---|---|---|--------------|---|------------------|-----------|---|---|--------------|---|---|---|---|---|--------------|---|------------------|-----------|--|-----------|--------|---|---|---|---|-----------|--------------|---|--------|-----------|---|-----------|--------------|---|---|---|---|-----------|--------------|
| Core Elements of Performance | Process | • 문제를 읽고, 네 사람이 경기가 가능한 요일을 표로 정리하기 • 첫 번째에서 정리한 내용을 바탕으로 경기가 가능한 요일들을 찾아내어 경기 진행 방식과 맞추어 보고, 가능한 경기 진행 방식을 모두 열거해 보기 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 예시답안 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0점 | -네 명의 학생들이 자신을 제외한 다른 친구들과 각각 한 번씩 경기를 해야 한다는 것이 어떤 의미인지 알지 못함 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1점 | -각 학생별로 경기가 가능한 요일을 문제로부터 정확하게 옮겨 쓰지 못함 -총 6경기가 가능한데, 가능한 짝을 모두 찾아내지 못함 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2점 | -네 사람이 각자 경기가 가능한 날을 찾아내었지만, 옮겨 쓰는 과정에서 오류가 있어 짝을 지어 경기가 가능한 요일들을 제대로 찾아내지 못함 -두 사람씩 짝 짓는 것까지는 완성하였지만 요일별로 가능한 모든 경기를 찾아내지 못함 혹은 두 사람씩 짝 짓는 것까지만 찾아내는 경우 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3점 | -가능한 모든 경기 진행방식을 모범답안처럼 제시하지 않고, 다음과 같은 형식으로 제시함 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th>원</th> <th>화</th> <th>수</th> <th>목</th> <th>금</th> </tr> <tr> <td>형준, 승연 형준, 수현 승연, 수현</td> <td>미경, 수현</td> <td>승연, 미경</td> <td>형준, 승연</td> <td>형준, 미경 형준, 수현 미경, 수현</td> </tr> </table> | 원 | 화 | 수 | 목 | 금 | 형준, 승연 형준, 수현 승연, 수현 | 미경, 수현 | 승연, 미경 | 형준, 승연 | 형준, 미경 형준, 수현 미경, 수현 | 예) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 원 | 화 | 수 | 목 | 금 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 형준, 승연 형준, 수현 승연, 수현 | 미경, 수현 | 승연, 미경 | 형준, 승연 | 형준, 미경 형준, 수현 미경, 수현 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4점 | <p>사람을 기준으로 열거한 경우</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>형준, 승연</td> <td>형준, 미경</td> <td>형준, 수현</td> <td>승연, 미경</td> <td>승연, 수현</td> <td>미경, 수현</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>월</td> <td>금</td> <td>월</td> <td>수</td> <td>월</td> <td>화</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>월</td> <td>금</td> <td>월</td> <td>수</td> <td>월</td> <td>금</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>월</td> <td>금</td> <td>금</td> <td>수</td> <td>월</td> <td>화</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>월</td> <td>금</td> <td>금</td> <td>수</td> <td>월</td> <td>금</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>목</td> <td>금</td> <td>월</td> <td>수</td> <td>월</td> <td>화</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>목</td> <td>금</td> <td>월</td> <td>수</td> <td>월</td> <td>금</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>목</td> <td>금</td> <td>금</td> <td>수</td> <td>월</td> <td>화</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>목</td> <td>금</td> <td>금</td> <td>수</td> <td>월</td> <td>금</td> </tr> </table> | | | 형준, 승연 | 형준, 미경 | 형준, 수현 | 승연, 미경 | 승연, 수현 | 미경, 수현 | 1 | 월 | 금 | 월 | 수 | 월 | 화 | 2 | 월 | 금 | 월 | 수 | 월 | 금 | 3 | 월 | 금 | 금 | 수 | 월 | 화 | 4 | 월 | 금 | 금 | 수 | 월 | 금 | 5 | 목 | 금 | 월 | 수 | 월 | 화 | 6 | 목 | 금 | 월 | 수 | 월 | 금 | 7 | 목 | 금 | 금 | 수 | 월 | 화 | 8 | 목 | 금 | 금 | 수 | 월 | 금 | <p>요일을 기준으로 열거한 경우</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>월</td> <td>화</td> <td>수</td> <td>목</td> <td>금</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>승연, 수현 형준, 승연 형준, 수현</td> <td>미경, 수현</td> <td>승연, 미경</td> <td>.</td> <td>형준, 미경</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>"</td> <td>.</td> <td>"</td> <td>.</td> <td>형준, 미경 수현</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>승연, 수현 형준, 승연</td> <td>미경, 수현</td> <td>"</td> <td>.</td> <td>형준, 미경 수현</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>"</td> <td>.</td> <td>"</td> <td>.</td> <td>형준, 미경 수현</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>승연, 수현 형준, 수현</td> <td>미경, 수현</td> <td></td> <td>형준, 승연</td> <td>형준, 미경</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>"</td> <td>.</td> <td>"</td> <td>형준, 승연</td> <td>형준, 미경 수현</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>승연, 수현</td> <td>미경, 수현</td> <td>"</td> <td>형준, 승연</td> <td>형준, 미경 수현</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>"</td> <td>.</td> <td>"</td> <td>형준, 승연</td> <td>형준, 미경 수현</td> </tr> </table> | | 월 | 화 | 수 | 목 | 금 | 1 | 승연, 수현 형준, 승연 형준, 수현 | 미경, 수현 | 승연, 미경 | . | 형준, 미경 | 2 | " | . | " | . | 형준, 미경 수현 | 3 | 승연, 수현 형준, 승연 | 미경, 수현 | " | . | 형준, 미경 수현 | 4 | " | . | " | . | 형준, 미경 수현 | 5 | 승연, 수현 형준, 수현 | 미경, 수현 | | 형준, 승연 | 형준, 미경 | 6 | " | . | " | 형준, 승연 | 형준, 미경 수현 | 7 | 승연, 수현 | 미경, 수현 | " | 형준, 승연 | 형준, 미경 수현 | 8 | " | . | " | 형준, 승연 | 형준, 미경 수현 |
| | | 형준, 승연 | 형준, 미경 | 형준, 수현 | 승연, 미경 | 승연, 수현 | 미경, 수현 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 월 | 금 | 월 | 수 | 월 | 화 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 월 | 금 | 월 | 수 | 월 | 금 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 월 | 금 | 금 | 수 | 월 | 화 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 월 | 금 | 금 | 수 | 월 | 금 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 목 | 금 | 월 | 수 | 월 | 화 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 목 | 금 | 월 | 수 | 월 | 금 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 목 | 금 | 금 | 수 | 월 | 화 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 목 | 금 | 금 | 수 | 월 | 금 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 월 | 화 | 수 | 목 | 금 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 승연, 수현 형준, 승연 형준, 수현 | 미경, 수현 | 승연, 미경 | . | 형준, 미경 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | " | . | " | . | 형준, 미경 수현 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 승연, 수현 형준, 승연 | 미경, 수현 | " | . | 형준, 미경 수현 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | " | . | " | . | 형준, 미경 수현 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 승연, 수현 형준, 수현 | 미경, 수현 | | 형준, 승연 | 형준, 미경 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | " | . | " | 형준, 승연 | 형준, 미경 수현 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 승연, 수현 | 미경, 수현 | " | 형준, 승연 | 형준, 미경 수현 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | " | . | " | 형준, 승연 | 형준, 미경 수현 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

<그림 5-1>과 <그림 5-2>는 소문항(2)에서 2점을 받은 학생들인데, 이들의 응답을 경우의 수를 찾아내는 기준별로 살펴보고자 한다. <그림 5-1>은 경기가 가능하도록 모든 짝을 찾아내고자 시도한 응답이고, <그림 5-2>는 각 요일별로 가능한 경기의 짝을 찾아내고자 시도한 응답이다. 대부분의 응답은 이와 같이 경우의 가지 수를 모두 나열하지 못하였는데, 이는 정답을 구하기 위한 전략 수행을 충분히 이행하지 못한 것으로 분석된다.



<그림 5-1> 문항3에서 2점을 받은 학생들의 응답 예시1



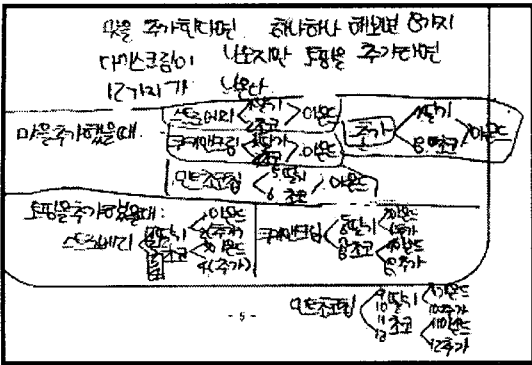
<그림 5-2> 문항3에서 2점을 받은 학생들의 응답 예시2

라. 문항4의 경우

문항4에 대한 구체적인 채점 기준표는 다음의 <표 14>와 같다. 문항4에서 4점을 받은 비율은 다른 문항에 비해서 높은 편인데, 4점을 받은 학생들의 응답도 대부분이 두 가지 유형으로 나누어졌다.

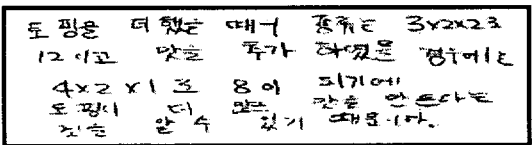
<표 14> 문항4의 구체적인 채점 기준표

| 4 | Content | · 경우의 수 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|---|------------------------|------|-------|-----------|------|-------|--|------------|------|----|------------|------|----|-------|------|----|-------|------|----|-------|------|----|-------|------|----|
| Core Elements of Performance | Process | · 가능한 경우의 수의 방식들을 열거하기 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 예시답안 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0점 | -백지 혹은 오답 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1점 | -현재의 메뉴로 만들 수 있는 아이스크림의 종류를 모두 열거하지 못함 -토픽의 수가 가장 적기 때문에 혹은 토픽의 개수가 1개밖에 없으므로 토픽수를 늘려야 한다고 한 경우 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2점 | -현재의 메뉴로 만들 수 있는 모든 아이스크림의 종류를 열거함 -정답을 토픽 또는 맛이라고 적었으나, 풀이과정이 수학적으로 설명되지 않음 예) 토픽이 한 가지만 있어서 -토픽을 추가하였을 때의 가능한 종류 수만을 밝히고, 맛을 추가하였을 때의 가능한 종류수를 밝히지 않거나 혹은 맛을 추가하였을 때의 가능한 종류 수만을 밝히고 토픽을 추가하였을 때의 가능한 종류수를 밝히지 않음 -맛과 토픽을 추가하였을 때의 가능한 아이스크림 수가 틀린 경우 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3점 | -아이스크림의 맛과 토픽을 하나씩 각각 추가했을 때의 가능한 모든 경우의 수를 모두 찾았지만, 정답을 토픽이라고 명시하지 않음 -맛과 토픽이 아니라 시럽을 언급한 경우 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4점 | -맛을 추가할 경우: 예-피스타치오 아몬드 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>피스타치오 아몬드</td> <td>초코시럽</td> <td>아몬드가루</td> </tr> <tr> <td>피스타치오 아몬드</td> <td>딸기시럽</td> <td>아몬드가루</td> </tr> </table> 2가지 종류 추가 가능 ∴ 토픽을 추가해야 함 | 피스타치오 아몬드 | 초코시럽 | 아몬드가루 | 피스타치오 아몬드 | 딸기시럽 | 아몬드가루 | -토픽을 추가할 경우: 예-사탕 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>베리베리 스트로베리</td> <td>초코시럽</td> <td>사탕</td> </tr> <tr> <td>베리베리 스트로베리</td> <td>딸기시럽</td> <td>사탕</td> </tr> <tr> <td>쿠키엔크림</td> <td>초코시럽</td> <td>사탕</td> </tr> <tr> <td>쿠키엔크림</td> <td>딸기시럽</td> <td>사탕</td> </tr> <tr> <td>민트초코칩</td> <td>초코시럽</td> <td>사탕</td> </tr> <tr> <td>민트초코칩</td> <td>딸기시럽</td> <td>사탕</td> </tr> </table> 6가지 종류 추가 가능 | 베리베리 스트로베리 | 초코시럽 | 사탕 | 베리베리 스트로베리 | 딸기시럽 | 사탕 | 쿠키엔크림 | 초코시럽 | 사탕 | 쿠키엔크림 | 딸기시럽 | 사탕 | 민트초코칩 | 초코시럽 | 사탕 | 민트초코칩 | 딸기시럽 | 사탕 |
| 피스타치오 아몬드 | 초코시럽 | 아몬드가루 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 피스타치오 아몬드 | 딸기시럽 | 아몬드가루 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 베리베리 스트로베리 | 초코시럽 | 사탕 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 베리베리 스트로베리 | 딸기시럽 | 사탕 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 쿠키엔크림 | 초코시럽 | 사탕 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 쿠키엔크림 | 딸기시럽 | 사탕 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 민트초코칩 | 초코시럽 | 사탕 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 민트초코칩 | 딸기시럽 | 사탕 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



<그림 6-1> 문항4에서 4점을 받은 학생들의 응답 예시1

한 가지 유형은 <그림 6-1>과 같이 모든 경우의 가지 수를 열거하여 세어보는 경우이고, 다른 한 가지 유형은 <그림 6-2>와 같이 경우의 가지 수를 열거하기 보다는 간단한 곱셈식으로 해결하는 경우이다. <그림 6-2>와 같이 간단한 곱셈식만을 제시한 경우는 <그림 6-1>에 나타난 것과 같이 모든 경우의 가지 수를 찾아내는 방법을 이해한 후에 계산식을 도출해 낸 것인지 기계적으로 학습한 식만을 기억하여 반복적으로 적용하는 데 그친 것인지 판단하기에 어려운 점이 있다.



<그림 6-2> 문항4에서 4점을 받은 학생들의 응답 예시2

마. 문항5의 경우

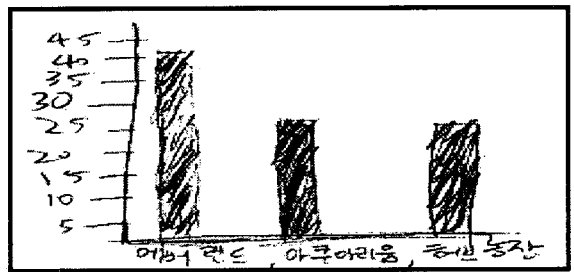
문항5에 대한 구체적인 채점 기준표는 다음의 <표 15>와 같은데, 각 점수별로 5-(1)번 문항과 5-(3)문항의 예시답안을 구분하여 제시하였다.

문항5-(1)에서 4점을 받은 비율은 26.3%로 전체 문항 중에서 4점을 받은 비율이 가장 높다. 그리고 <그림 7-1>과 같이 각 반별 투표 결과를 정확하게 파악하여 표로 나타낸 경우가 가장 많이 나타났다. 띠그래프나 원그래프의 경우는 비율 그래피여서 비율을 다시 계산해야 하는 절차를 필요로 하기 때문인지 많이 나타나지 않은 것으로 분석된다.

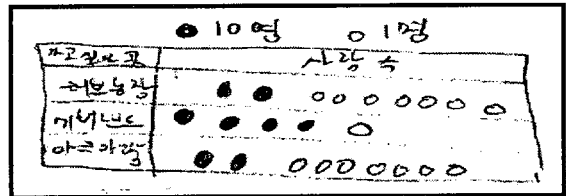
| | | | | |
|-----|------|-------|------|--------|
| | 이비랜드 | 아쿠아리움 | 허브농장 | 0명 |
| 45명 | 41 | 27 | 28 | 96(0명) |

<그림 7-1> 문항5-(1)에서 4점을 받은 학생들의 응답 예시

또한 <그림 7-2>의 막대그래프와 같이 다양한 그래프나 <그림 7-3>의 그림그래프와 같이 나타난 경우도 있었는데, 문제에서 제시하고 있는 정보를 파악할 때 인원수를 세는 과정에서 오류가 생겨 3점을 받은 경우가 많았다.



<그림 7-2> 문항5-(1)에서 3점을 받은 학생들의 응답 예시1

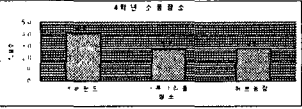
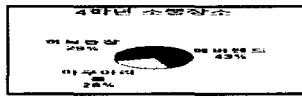


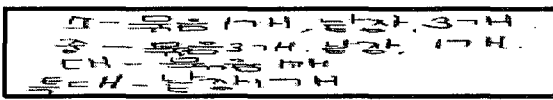
<그림 7-3> 문항5-(1)에서 3점을 받은 학생들의 응답 예시2

바. 문항6의 경우

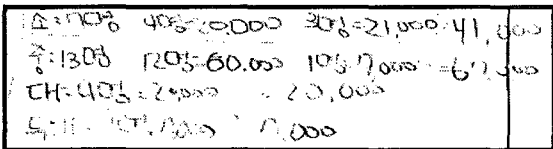
문항6에 대한 구체적인 채점 기준표는 다음의 <표 16>과 같다. 2점을 받은 학생들의 응답 비율이 22.7%로 가장 높았는데, 2점을 받은 이유는 <그림 8-1>이나 <그림 8-2>와 같이 티셔츠의 개수가 남지 않도록 문제에서 제시하고 있는 각 사이즈별 인원수에 딱 맞추어서 티셔츠 구입 방법을 제시하였기 때문이다. 이는 문제에서 제시한 것처럼 가장 저렴하게 구입할 수 있는 방법을 고려했기 보다는 주어진 정보들로 계산하는 데에 그친 것으로 분석된다.

<표 15> 문항5의 구체적인 채점 기준표

| 5 | Content | <ul style="list-style-type: none"> • 그래프의 특징에 따라, 자료의 내용을 잘 드러낼 수 있는 그래프 그리기 (막대그래프, 원그래프, 띠그래프) • 시간의 흐름에 따른 변화 혹은 연속적인 변량을 나타내는 꺾은선 그래프는 부적절 |
|------------------------------|--|---|
| Core Elements of Performance | Process | <ul style="list-style-type: none"> • 다양한 자료로부터 필요한 자료를 선택하여 조직하기 • 그래프 그리기(막대그래프의 x축, y축 이름과 단위 쓰기) • 그래프를 보고 자료를 분석하여 소풍 장소 결정하기 |
| 예시답안 | | |
| 0점 | -백지 혹은 오답 | |
| 1점 | (1): -각 반별로 각 장소별 득표수를 바르게 세었지만, 세 반에서 나온 득표수를 장소별로 합하는 단계에 이르지 못함 -표 또는 그래프로 나타내지 않았거나, 꺾은선 그래프로 나타낸 경우 | (3): -에버랜드의 가격이 아니라 다른 장소의 가격으로 계산한 경우 -버스 가격을 구할 때, 세 반의 것을 구하지 않은 경우 -각 반별 결과에 따라, 각 반별로 다른 장소의 소풍 장소를 구함 -에버랜드를 택한 41명에 대한 비용을 구한 경우 |
| 2점 | (1): -세 반에서 나온 득표수를 장소별로 모두 합쳤지만, 그 결과를 이용해 표나 그래프를 그리지 못함 -각 반별로 그 결과를 표나 그래프로 나타낸 경우 | (3): -풀이 과정을 알아볼 수 없게 씀 -(1)에서 인원수를 잘못 파악하여 답이 틀림 |
| 3점 | (1): -과정은 모두 옳게 진행되었으나, 득표수를 세는데 오류가 있어서 표나 그래프의 값이 틀린 경우 -그래프에 x축, y축의 단위와 축 이름을 쓰지 않음 (막대그래프의 경우), 각 부분의 값과 이름을 쓰지 않음(띠그래프, 원그래프) | (3): -답을 쓸 때, '원' 단위를 쓰지 않음 -곱하기, 나누기, 더하기 등의 연산과정에서 계산의 오차가 있어서 답이 틀림 -야간요금을 적용한 경우나 야간과 주간을 모두 구한 경우 |
| 4점 | (1): ①  ②  ③ 띠그래프 가능 | (3): (1), (2)을 통해 소풍장소로 결정된 에버랜드의 입장료를 문제에서 보면, 주간과 야간으로 입장료가 다르다. 그런데 소풍은 아침에 가므로 주간의 요금인 23,000원을 낸다. 한 반에 모두 32명이니, 각 반에 드는 입장료 총 비용은 $25,000 \times 32 = 800,000$ 원 각 반별 버스 대여료는 480,000원 따라서 각 반별로 드는 비용은 $736,000 + 480,000 = 1,280,000$ 원이다. 세 반의 비용을 구해야 하므로, $3 \times 1,280,000 = 3,840,000$ 원이다. 총 비용: <u>3,840,000원</u> |



<그림 8-1> 문항6-(1)에서 2점을 받은 학생들의 응답 예시1



<그림 8-2> 문항6-(1)에서 2점을 받은 학생들의 응답

예시2

학생들의 응답을 분석해 본 결과, 대체적으로 많은 학생들이 문제 풀이과정을 기록하라는 문제의 요구를 논리적인 설명을 덧붙여서 풀이과정을 설명하기 보다는 단순히 풀이과정에 필요한 계산식을 제시하고 그것을 계산하는 과정을 보여주는 데 그치면 되는 것으로 이해한 것과 같은 응답들이 많이 나타났다. 또한 학생들은 주어진 문제를 해결할 때 현실세계의 상황을 고려하여 응답하여야 함에도 불구하고, 단순히 수학적으로 계산된 결과의 수치를 기록하는 경우도 많이 나타났다.

<표16> 문항6의 구체적인 채점 기준표

| | | | | | | |
|---|---|---------|---|----------|-------------------------|----------------------------|
| 6 | Core Elements of Performance | Content | <ul style="list-style-type: none"> • 경우의 수 • 막대그래프에 나타난 자료 읽기 • 곱셈 | | | |
| | | Process | <ul style="list-style-type: none"> • 가장 저렴한 가격을 선택하기 위해 의사결정하기 | | | |
| 예시답안 | | | | | | |
| 0점 | -막대그래프가 나타내는 바를 찾아내지 못하여, 사이즈별 인원수가 아니라 총 25명이라고만 생각함(이로 인하여 총 가격이 정답과 틀림) | | | | | |
| 1점 | -막대그래프가 나타내는 자료값을 제대로 읽지 못하여, 사이즈별 인원수를 잘못 찾아냄(이로 인하여 가격이 틀림) | | | | | |
| 2점 | -막대그래프에 나타난 자료수를 제대로 읽었으나, 각 사이즈별로 구입할 때 드는 가격을 (1)번 문항에서 선택한 방법에 따라 구하지 못하여 구한 가격이 정답과 틀림 -정답을 제시하였지만, 과정이 없음 -(1): 티셔츠 수가 남지 않도록, 세트 수와 낱장의 수를 맞추어서 구입한 경우 -(2): 총 구입비용 135,000원이라고 썼지만, 풀이과정이 없는 경우 | | | | | |
| 3점 | -(1)번 문항에서 선택한 방법에 따라 총 비용을 구하는 풀이과정이 옳았으나, 정답으로 구한 가격이 가장 저렴한 가격 이 아닌 경우(예: 135,000원) -계산상의 오차로 답이 틀림 | | | | | |
| 4점 | | 짜이즈 | 티셔츠 수 | 낱장 구입 | 세트와 낱장으로 구입 | 정답 |
| | | 소 | 7 | 49,000원 | 1세트: 20,000원 3장:21,000원 | 2세트로 구입하여 한 장을 남기기 40,000원 |
| | | 중 | 13 | 91,000원 | 3세트: 60,000원 1장: 7,000원 | 3세트: 60,000원 1장: 7,000원 |
| | | 대 | 4 | 28,000원 | 1세트: 20,000원 | 1세트: 20,000원 |
| | (1) | 특대 | 1 | 7,000원 | 1장: 7,000원 | 1장: 7,000원 |
| | | 계 | 25 | 175,000원 | 135,000원 | 134,000원 |
| (2) 40,000+67,000+20,000+7,000=134,000원 | | | | | | |

V. 결론 및 제언

최근 수학교육에서는 문제해결능력이 중요시되면서, 기존의 선다형 지필 검사 위주의 평가 방식이 아닌 수학적 사고능력을 문제해결과정을 통해 평가할 수 있는 수행평가의 활용이 권장되고 있다. 수행평가의 유형에는 여러 가지가 있는데, 유현주(1999), 이문정(2000), 정동권의(2002), 최승현(1999) 등은 서술형 검사법, 관찰법, 포트폴리오법, 프로젝트법 등이 수학과에서 활용하기에 적절한 수행평가 유형이라고 밝혔다. 그리고 한희경(2000), 황혜정과 황윤주(2005)는 설문을 통하여 서술형 검사법을 실제적으로 가장 많이 사용하고 있음을 찾아내었다. 이러한 연구들에 기초하여 본 연구에서는 학생들이 문제

해결 과정을 기술하여 자신들의 사고과정을 잘 드러낼 수 있게 하고 실생활과 연관된 문제의 출제가 용이한 서술형 검사법을 적용하였다.

서술형 검사법의 적용을 위한 여섯 개의 수행평가 문항을 개발하기 위하여, 먼저 수학과 교육과정을 분석하였는데 특히 6학년 학생들을 대상으로 하고자 하였기에 고학년(4~6학년)에 해당하는 내용들을 포함하였다. 또한 우리나라의 고학년에 해당하는 NCTM(1989, 2000)에서 제안하고 있는 내용 기준들을 분석하여 보았다. 문헌 검토를 통하여 추출된 문항들은 최종적으로 우리나라 학생들의 실정에 맞도록 약간의 수정을 가하였다. 이렇게 하여 개발된 문항들은 우리나라 수학과 교육과정의 6개의 내용 영역을 골고루 포괄하고 있으며, 함께 개발된 구체

적인 채점 기준표에 의거하여 가능한 객관적인 채점이 이루어질 수 있도록 하였다. 이를 위하여 학생들의 답안을 해답과 과정의 측면에서 채점할 수 있고 문제해결과정에 대하여 단일한 점수를 매길 수 있는 총괄적 채점법에 따라 문항별 구체적인 채점 기준표를 개발하였다. 특히, 본 연구에서 활용한 문항들은 국제적으로 인정받고 있는 문항들처럼 과제들이 맥락화되고 개방형이며 다양한 해결책을 포함하는 특징을 갖고 있는 것으로 선택함으로써, 학교에서 배운 수학적 지식을 총체적으로 활용할 수 있도록 하였다.

이렇게 교과서 분석에 기초하여 개발된 수행평가 문항을 직접 초등학교 6학년 학생들에게 적용해 본 결과, 다음과 같은 시사점이 도출되었다.

첫째, 교육과정에서 문제해결에 대한 개념 이해를 달리해야 할 필요가 있다. 본 연구에서 적용한 수행평가 문항은 한 가지 영역의 수학적 내용만을 포함하는 것이 아니라 두 가지 영역 이상의 수학적 내용을 포함하고 있기 때문에 이를 해결하기 위해서는 학생들은 단순히 각 단계에서 학습한 수학적 지식을 적용하는 데 그쳐서는 안 되며, 문제해결에 필요한 수학적 지식들을 생각해 내고 그들을 적절하게 종합 및 활용하여 문제해결을 시도해야 한다. 이렇게 종합적인 측면에서의 문제해결 능력을 기르기 위해서는 백석운(1993)이 밝힌 바와 같이 수학교육의 목적을 수학의 법칙이나 기술, 내용과 같은 수학적 지식을 습득하는 데만 그치는 것에 두는 것이 아니라, 습득한 수학적 지식을 활용하여 수학적 문제상황을 원만히 극복할 수 있고 올바른 의사결정을 내릴 수 있도록 하는 문제해결을 수학교육의 목적으로 삼아야 할 것이다.

둘째, 새로운 평가방식으로서 수행평가를 이해해야 할 것이다. 이전의 평가방식은 학생들로 하여금 단순히 지식을 재생하도록 하거나 계산하는데 그쳤다. 그런데 변화된 수학교육의 목표인 수학적 문제해결 능력, 수학적 추론능력, 수학적 의사소통 능력 등을 포함한 고차적 사고력과 추진력을 측정하기 위해서는 류희찬 외(1998), 정영옥(2001) 등의 연구에서 밝혀진 바와 같이 전통적인 지필평가로는 평가할 수 없는 능력을 평가할 수 있는 새로운 평가방식을 필요로 하게 되었다. 본 연구에서도 수학적 문제해결 능력을 평가하기 위하여 학생들이 문제해

결 과정을 기술한 답안을 채점 및 분석하여 점수화 할 수 있도록 수행평가의 유형 중에서 서술형 검사법을 적용하여 보았는데, 서술형 검사법은 이문정(2000)이 밝힌 바와 같이 학생들에게 문제 해결과정을 기술하도록 하여 다양하게 기술된 문제 풀이 과정을 분석하여 학생들이 문제 해결 과정을 올바르게 이해하고 있는가를 평가할 수 있는 유형으로 알려져 있다. 서술형 검사법 이외에도 새로운 수학교육의 목표를 평가할 수 있도록 포트폴리오 법이나 프로젝트법, 관찰법 등과 같이 다양한 수행평가의 구체적인 활용 방법에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

셋째, 새로운 평가방식으로서의 수행평가를 위해서는 평가 문제의 내용 및 방법이 변해야 함을 이해해야 할 것이다. 새로운 교육 목표의 달성을 평가할 수 있도록 평가 방식이 변화하였지만, 평가할 내용을 담고 있는 문제의 성격이 변하지 않는다면 진정한 의미에서의 평가에서의 변화가 이루어졌다고 볼 수 없다. 따라서 권영병(2003), 류희찬 외(1998), 유현주·정영옥·류순선(2000), 황숙균(1999), 황혜정·황운주(2005) 등의 사례들을 참고하여 수학적 개념, 원리, 법칙 등을 포괄하고 일상생활 및 타교과와 연계된 통합교과적인 소재를 활용하거나 수학적 사고를 경험시키며 실생활과 관련된 상황 속에서 수학적 지식을 적용해 보는 경험을 제공하고, 과제를 수행하는 과정에서 문제해결, 수학적 연결성, 추론, 의사소통 능력을 측정할 수 있는 좋은 과제를 개발하기 위한 노력을 기울여야 할 것이다.

넷째, 수행평가 결과물을 보다 객관적으로 평가할 수 있는 평가틀 및 채점기준표와 결과 활용의 중요성을 인식해야 할 것이다. 특히, 수학적 문제해결 과정을 평가하는 방법에는 분석적 채점법과 총괄적 채점법이 있는데, 지은림(2000)은 이 두 가지의 평가기법 간에는 채점의 타당도에 있어서 거의 차이가 없다고 밝혀내고 평가의 목적과 경제성 등에 따라 선택할 것을 언급한 바 있다. 본 연구에서는 답안이 아닌 풀이과정 전체를 대상으로 하여 문제해결에 수반되는 사고과정에 단일화된 점수를 배정하는 총괄적 채점법을 선택하여 적용한 후, 학생들의 답안을 분석하여 보았다. 이와 같은 절차를 통한 수행평가 결과 및 답안 분석의 결과는 학생들의 성적을 보고하는데 그치기보다는, 이를 학생들의 현재 상태를 알

수 있는 경로로 이해하고 그 결과를 교수 학습 과정에 반영할 수 있는 노력을 기울여야 할 것이다.

끝으로 실제적으로 수행평가가 그 역할을 제대로 수행하기 위해서는 다음과 같은 후속적인 연구가 지속적으로 뒤따라야 할 것으로 생각된다. 첫째, 본 연구에서 추출해 낸 6학년들을 대상으로 하는 문항들이 제7차 수학과 교육과정에서 제시하고 있는 고학년의 교과내용 및 목표를 어느 정도 포함하고 있는지, 보다 더욱 심도있게 그 타당성이 분석되어야 할 것이다. 둘째, 좀더 많은 학생들을 대상으로 하여 실시하고 채점 결과를 분석하여, 학생들의 답안에서 공통적으로 발견할 수 있는 오류를 찾아내고 그것들이 수정될 수 있도록 교수학습 과정에 반영할 수 있어야 할 것이다. 셋째, 6학년뿐만 아니라 초등학교 전학년들을 대상으로 활용할 수 있도록 수행평가 과제 혹은 문항이 지속적으로 개발되어 실제 현장에서 활용되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 강옥기 편저 (1991). 수학과의 평가방법-그 이론과 실제. 서울: 교학사.
- 교육인적자원부 (1998). 초등학교 교육과정 해설(IV)-수학, 과학, 실과. 서울: 교육 인적 자원부.
- 권용병 (2003). 수행평가과제에 대한 분석적 채점 적용. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 남승인·류성림 (2002). 문제 해결 학습의 원리와 방법. 서울: 형설출판사.
- 류희찬·김진규·김찬중·임형·박미숙 (1998). 초등학교 고학년 수학과 수행평가 문항개발연구. 청람수학교육, 7, pp.85-141.
- 류희찬·박미숙 (1999). 중학교 2학년 용 수학 수행평가 문항 개발 및 적용에 관한 연구-서술형과 실험, 실습형을 중심으로. 대한수학교육학회지 학교수학, 1(1), pp.187-216.
- 백석운 (1993). 수학 문제해결 교육과 연구에 대한 반성적 일고. 대한수학교육학회지 논문집, 3(2), pp.59-68.
- 방승진·이상원·황동주 (2002). 초등학교 수학 문제해결 교육에 관한 연구. 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, 14, pp.1-25.
- 유현주 (1999). 수학 교육에서의 새로운 평가동향. 전주 교대 과학교육 논문집, 21, pp.91-116.
- _____ (2002). 수학적 힘의 신장을 위한 수행평가 과제 개발 및 적용에 관한 연구. 대한수학교육학회지 학교수학, 4(3), pp.513-537.
- 유현주·정영옥·류순선(2000). 초등학교 5학년 수학과 수행평가 과제 개발에 관한 연구. 대한수학교육학회지 학교수학, 2(1), pp.203-241.
- 이문정 (2000). 중학교 수행평가에서 의사소통능력에 초점을 둔 함수단원의 평가기준표 개발. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 장경윤·권오남·최명례 (1996). 중학교 수학 수행평가 문항의 개발 및 그 활용 가능성의 탐색. 한국교원대학교 교과교육공동연구소.
- 정동권·송상헌·김홍구·이용길·김성만·정주자·안승학·박정수 공저 (2002). 제7차 교육과정 수행평가 시리즈-수학과 수행중심 평가. 서울: 학문출판.
- 정영옥 (2000). 수학과 수행평가 도구-포트폴리오를 중심으로. 초등교육연구, 10, pp.103-141.
- _____ (2001). 균형있는 초등수학과 수행평가 과제 개발에 대한 연구-1,2단계를 중심으로. 대한수학교육학회지 학교수학, 3(2), pp.325-354.
- 지은림 (2000). 논술형 수행평가를 위한 채점방법들의 비교. 경희대학교 교육문제연구소 논문집, 16, pp.235-246.
- 최승현 (1999). 수학과 수행평가의 개관. 대한수학교육학회지 학교수학, 1(1), pp.331-349.
- 한국교육개발원 (1985). 수학과 문제해결력 신장을 위한 교수-학습자료 개발 연구-국민학교를 중심으로. 한국교육개발원.
- 한희경 (2000). 수학과 수행평가의 현장 정착을 위한 개선 방안 연구. 이화여자대학교 석사학위 논문.
- 허경철·백순근·박경미·최미숙·양길석·김광주 (1999). 수행평가 정책 시행 실태 분석과 개선 대책 연구-(연구보고 CRE 99-2). 서울: 한국교육과정평가원.
- 황숙균 (1999). 중학교 1학년 수학과에서 심화반을 대상으로 한 수행평가의 실시와 그 효과 분석. 이화여자대학교 석사학위 논문.
- 황치홍 (2001). 수학교육에서 문제해결의 교육과 연구 경향의 분석. 서울교육대학교 석사학위 논문.

- 황혜정 · 황윤주 (2005). 교과서 분석에 기초한 수학과 수행과제의 이해와 활용. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, 44(1), pp.15-40.
- Bishop, A. J. et al. (1996). *International handbook of mathematics education*. Kluwer Academic Publishers.
- Charles, R., Lester, F. & O'Daffer, P. (1987). How to evaluate progress in problem solving. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics. 강완, 김진호, 신혜진(역)(1997). 문제 해결 과정의 평가 기법. 서울: 동명사.
- National Council of Teachers of Mathematics (1980). *An Agenda for Action: Recommendations for School Mathematics of the 1980's*. Reston, VA: The Author.
- _____ (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: The Author.
- _____ (1991). *Professional standards for teaching mathematics*. Reston, VA: The Author.
- _____ (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: The Author.
- _____ (2002). *Children Are Mathematical Problem Solvers*. Reston, VA: The Author.
- Schoenfeld, A., Burkhardt, H., Daro, P., Ridgway, J., Schwartz, J., & Wilcox, S. (1999a). *Balanced Assessment for the Mathematics Curriculum: Elementary Grades Assessment Package 1*. New Jersey: Dale Seymour Publications.
- _____ (1999b). *Balanced Assessment for the Mathematics Curriculum: Elementary Grades Assessment Package 2*. New Jersey: Dale Seymour Publications.
- Stenmark, J. K. (1991). *Mathematics assessment: myths, models, good questions, and practical suggestions*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- 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), pp.341-372.
- Wiggins, G. (1989). Teaching to the (authentic) test. *Educational Leadership*, 46(7), pp.41-47.

Development of the Problems and Rubrics for Performance Assessment in Elementary School Mathematics

Kim, Min Kyeong

Ewha Womans University, E-mail: mkkim@ewha.ac.kr

Cho, Mi Kyung

Ewha Womans University, E-mail: cmk0530@hanmail.net

The purpose of the study was to design and develop the performance assessment problems and the rubric of holistic evaluation approach for elementary school students in higher levels (6 graders). Problems include 6 tasks related to all content areas such as number and operation, etc. In addition, the results show the analyses of children's problem solving process and investigate how the performance assessment problems could be developed in order to develop children's higher-order thinking and problem solving skills.

* JDM Classification : D63

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97D60

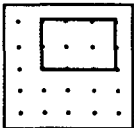
* Key Word : problem solving, development of problems,
performance assessment

[부록]

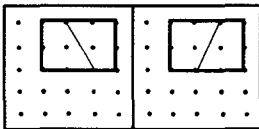
1. 소연이는 유통기한이 넉넉한 350ml짜리 우유 2개와 250ml짜리 요구르트 2개를 갖고 있다.



- (1) 매일 아침 강아지에게 우유를 150ml씩, 요구르트를 80ml씩 준다고 할 때, 우유와 요구르트 중에서 먼저 다 먹게 되는 것은 어느 것일까요?
 - (2) 본인이 구한 답이 맞다고 생각하는 이유를 설명해보세요.
2. 민영이와 선영이는 쌍둥이인데, 이들은 생일날 이모로부터 생일 케이크를 선물 받았다. 그런데 이모는 생일 케이크를 특이하게 아래와 같은 크기와 모양으로 만들어 오셨다.



(1) 민영이와 선영이는 이 케이크를 정확히 반으로 나누기로 하였다. 점과 점을 연결하는 선만을 이용할 수 있다고 할 때, 가능한 방법들을 오른쪽 페이지에 그림으로 그려 보세요.



(왼쪽의 그림과 같은 경우는 한 가지로 생각한다. 그리고 케이크의 방향은 그림에 있는 것과 같이 가로방향으로만 생각한다.)

※ 오른쪽 페이지에 그림을 그릴 때, 주어진 24개보다 더 필요한 경우에는 아래의 빈 공간에 더 그려서 답하세요.

- (2) 총 몇 가지의 방법이 가능할까요?
(위에서 보여준 그림의 예는 방법 수에 포함시키지 않는다.)
3. 형준, 승연, 미경, 수현이는 함께 테니스를 치기로 하였다.



형준이는 화요일, 수요일, 토요일에는 불가능하고, 승연이는 월요일, 수요일, 목요일에 가능하다. 미경이는 월요일, 목요일에 불가능하고, 수현이는 월요일, 화요일, 금요일에 가능하다. 그리고 네 명 모두 일요일에는 불가능하다.

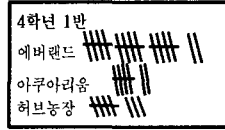
- (1) 네 명의 학생들이 자신을 제외한 다른 친구들과 각각 한 번씩 경기를 해야 한다면, 총 몇 경기를 치러야 할까요?
 - (2) 가능한 모든 진행 경기방법을 나열해 보세요.
4. 아이스크림 가게에서는 손님들에게 아이스크림의 맛, 토핑, 시럽의 세 가지를 각각 선택할 수 있도록 하였다. 다음의 그림은 아이스크림 가게에 붙어 있는 메뉴이다.

| 맛 | 시럽 | 토핑 |
|---------|------|-------|
| 베리베리 | 초코시럽 | 아몬드가루 |
| 스트로베리 | 딸기시럽 | |
| 쿠키 앤 크림 | | |
| 민트 초코칩 | | |

그런데 아이스크림 가게 주인은 이 메뉴에 맛의 종류나 토핑의 종류를 하나 더 추가하여 더 많은 종류의 아이스크림을 만들고자 한다.

- (1) 맛과 토핑 중에서 어떤 것을 추가하여야 할까요?
- (2) 왜 그렇게 생각하는지 설명해 보세요.

5. 은혜초등학교 4학년 학생들은 투표를 하여, 에버랜드, 아쿠아리움, 허브농장의 세 군데 중에서 가장 많은 표를 얻은 곳으로 소풍을 가기로 하였다. 다음의 그림은 4학년 전체 학생들의 투표결과이다.



| | |
|-------|----|
| 허브농장 | 11 |
| 에버랜드 | 9 |
| 아쿠아리움 | 12 |

| 4학년 3반 (소풍장소 적기) | |
|------------------|-------|
| 김태훈 | 에버랜드 |
| 김리베 | 아쿠아리움 |
| 정준의 | 아쿠아리움 |
| 노승연 | 허브농장 |
| 신다정 | 에버랜드 |
| 김보람 | 허브농장 |
| 이소연 | 아쿠아리움 |
| 서재호 | 에버랜드 |
| 박성민 | 허브농장 |
| 장다희 | 에버랜드 |
| 이인영 | 아쿠아리움 |
| 홍경희 | 에버랜드 |
| 최기호 | 허브농장 |
| 최상원 | 허브농장 |
| 김지영 | 허브농장 |
| 전민영 | 에버랜드 |
| 한상원 | 아쿠아리움 |
| 정경이 | 에버랜드 |
| 김경호 | 아쿠아리움 |
| 김경민 | 에버랜드 |
| 이경훈 | 에버랜드 |
| 창민우 | 허브농장 |
| 손현석 | 에버랜드 |
| 한태희 | 아쿠아리움 |
| 한해성 | 허브농장 |
| 윤나영 | 에버랜드 |
| 최주연 | 에버랜드 |
| 장민국 | 허브농장 |
| 김태영 | 에버랜드 |
| 박민영 | 에버랜드 |
| 이상민 | 아쿠아리움 |
| 이정민 | 에버랜드 |

그리고 아래에 있는 그림들은 각 장소의 입장료와 버스 대여료를 나타낸다.

| | | |
|---|---------|---------|
| 개 | 중고생 | 24,000원 |
| | 어린이 | 19,000원 |
| 인 | 20명이상단체 | 16,000원 |

| | |
|------|----------|
| 각 반별 | 640,000원 |
|------|----------|

허브농장 입장료 및 허브로 만들어진 비누 포함

| | | |
|----|---------|-----------|
| 소인 | 주간 | 야간 (5시이후) |
| | 25,000원 | 20,000원 |

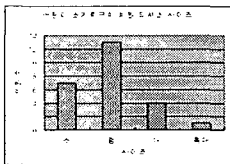
(주) 대진관광
버스대여료: 한 버스 당 한 학급용으로 대여가능
하루기준: 480,000원
이틀이상 추가비용: 하루에 100,000원씩 추가

위의 그림과 표를 보고 4학년 학부모님들께 소풍안내 가정통신문을 보내고자 한다.

- (1) 4학년 전체 학생들의 투표 결과를 표나 그래프를 이용하여 나타내 보세요.
- (2) 그래프를 보고 어느 곳으로 소풍을 가게 될지, 결정한 장소를 적어보세요.
- (3) 담임선생님들은 입장료를 내지 않는다고 할 때, 입장료와 버스 대여료를 포함한

4학년 세 반의 학생들이 소풍가는데 드는 총비용을 구하고, 그 과정을 설명하여 보세요.

6. 어린이 조기 축구회의 회원 25명은 단체 티셔츠를 구입하고자 한다. 이들의 티셔츠 사이즈는 다음의 막대그래프에 나타나 있다. 티셔츠의 가격은 같은 사이즈를 4장씩 묶어 한 세트로 구입할 경우 20,000원이고, 사이즈에 관계없이 낱장으로 구입할 경우 한 장당 7,000원이다.



- (1) 모든 회원들을 위한 티셔츠를 가장 저렴하게 구입할 수 있는 방법을 설명하여 보세요.
- (2) (1)번에서 선택한 방법으로 구입하는 경우, 총 비용이 얼마나 드는지 구해 보세요.