

초등수학과 수행평가도구 개발 -1, 2학년 포트폴리오를 중심으로-

정 영 옥 (진주교육대학교)

I. 서 론

근래에 우리 교육계는 많은 변화를 시도하고 있다. 이는 우리만의 고유한 변화가 아니라 이미 여러 나라에서 시작된 거대한 소용돌이 속에 이제 우리도 발을 들여놓기 시작하는 것이라고 볼 수 있을 것 같다. 이러한 변화는 아마도 “인간은 지식의 수동적인 수용자가 아니라 능동적인 학습자”라고 하는 Piaget의 이론을 좀더 적극적으로 받아들이는 인식론적인 변화에 그 바탕을 두고 있다고 생각할 수 있다.

이러한 흐름 속에서 수학을 보는 관점자체도 많이 달라지고, 그 결과 “수학은 인간의 활동”이며 이러한 활동으로서의 수학을 경험시키고자 하는 노력들이 이루어지고 있다. 여기서, 활동이란 구체물을 조작하는 등의 단순한 활동이 아니라 수학자가 수학을 해 나가는 과정에서 또는 비수학자의 경우에는 자신의 직업에서 수학을 적용해 나가는 과정에서 필요한 다양한 고차적인 사고 활동을 의미한다고 볼 수 있다. 이것을 미국수학교사협회(NCTM, 1989)에서는 문제해결, 수학적 추론, 의사소통능력, 수학적 연결성 등으로 제시하고 있다.

그러나, 이러한 고차적인 사고를 수업 현장에서 중요시한다고 해도 평가 관점, 평가 내용, 평가 방법 등이 기존의 방식대로 계속된다면, 아마도 수업과 평가는 분리되리라는 것이 명약관화한 사실일 것이다. 심지어는 어느 일정기간은 고차적인 사고를 중시하는 수업을 하더라도, 기존의 시험의 관행대로 시험기간이 다가오면, 그러한 시험에 맞추어서 예전의 수업 방식으로 되돌아가는 기이한 현상이 발생할 수도 있을 것이다. 특히, 앞으로 시행하게 될 제 7차 교육과정의 배경이 학습자의 능동적인 활동을 중시하는 구성주의를 바탕으로 한다고 볼 때, 학생들이 실제 수학을 통해서 배워야 할 것은 단순한 지식의 수용이 아니라 수학을 ‘행한다’는 의미를 실제 경험을 통해서 체험하는 일이라 볼 수 있다. 따라서, 지금까지

주로 평가에 의해 모든 수업의 방향이 결정되는 우리의 교육 분위기 속에서는 이러한 방향과 일치될 수 있는 평가의 개선이 시급하며 이를 통해 좀더 수업의 개선에 기여할 수 있을 것이라 생각한다.

이러한 관점에 따라, 서론에 이어 2장에서는 수학과 수행평가 이론에 대해 살펴보고, 3장에서는 이러한 이론을 바탕으로 제 7 차 교육과정 1, 2학년을 대상으로 연구자가 개발한 우리나라의 실제에 적합하다고 생각되는 수행평가 도구 및 개발절차에 대해 기술하고, 4장에서는 결론 및 제언을 제시하고자 한다.

II. 수학과 수행평가 이론

이 장에서는 수학과 수행평가의 의미와 이를 구현할 수 있는 과제의 특성 및 선행연구에 대해 분석하고자 한다.

1) 수학과 수행평가의 의미

평가의 의미는 학생들에게 등급을 매기기 위한 것이 아니라 학생에 대한 총체적인 정보를 얻는 것이며 이를 통해 수업을 개선하기 위한 것이다. 평가의 제 1 원리는 “평가는 교수에 통합되어야 한다”는 것일 것이다. 즉, 수업과 평가는 분리되어서는 안되며, 교사들은 평가 결과로부터 학생과 교사 자신의 수업에 대한 충분한 정보를 얻어서 수업을 재구조화해야 한다. 그러나, 기존의 평가 제도는 주로 선택형이나 단답형으로 단지 결과만을 알 수 있기 때문에 아동들의 전략, 진척 상황, 문제점 등에 대한 정보가 불충분하였다. 또한 전체적인 수학의 내용을 고려하는 것이 아니라 쉽게 평가될 수 있는 부분으로 제한되었기 때문에 아동들이 실제로 무엇을 할 수 있는지에 대한 정보가 부족하였다. 그러므로, 이러한 기존의 평가 유형은 단편적인 지식이나 기능을 평가하는 데는 적절할지 몰라도 고차적인 사고활동을 평가하기에는 역부족이라 아니할 수 없다. 따라서, 우리가 아무리 새로운 방식의 수학교육을 추구한다 하더라도 그 목표에 부합되는 진정한 평가가 고려되지 않고는 수학교육이 효율적으로 이루어질 수 없을 것이다.

이러한 관점에 따라 미국수학교사협회(NCTM, 1989, 1995, 1998)에서는 “평가는 여러 가지 목적을 위해서 학생들의 수학적 지식, 수학을 사용하는 능력, 수학적 성향에 대한 증거를 수집하고 그 증거를 기반으로 여러 가지 추론을 해나가는 과정”으로 정의하고, 선다형

퀴즈, 학생이 답을 구성하는 열린 과제, 수행 과제, 관찰, 대화, 포트폴리오 등 다양한 방법을 통해서 수학 학습을 평가하고, 이러한 평가를 통해 학생의 사고와 추론을 강조하고, 학생에게 알고 있는 것을 증명할 다양한 기회를 줌으로써 학생의 학습을 증진시킬 것을 권고하고 있다.

우리나라에서도 이러한 세계적인 추세에 맞추어 국가적으로도 대안적 평가 방법으로서 수행 평가를 시행할 것을 권장하고 있는 상황이다. 수행평가는 “학생 스스로가 자신의 지식이나 기능을 나타낼 수 있도록 산출물을 만들거나, 행동으로 나타내거나, 답을 작성하도록 요구하는 평가 방식(국립교육평가원, 1996)”으로 정의할 수 있다. Hart(1994)에 의하면 수행평가는 단순한 사실이나 단편적인 기능에 초점을 맞추는 전통적인 시험과는 달리 학생들이 다양한 실제적 상황과 문맥에 그들의 지식과 기능을 적용하는 능력을 평가하도록 고안된다. 이러한 수행평가는 근본적으로 새로운 것이란 아무 것도 없다. 수세기 동안 미술가, 음악가, 운동가들은 학생들이 특별한 과제를 어떻게 수행하는가를 관찰함으로써 그들을 평가해 왔다. 수행평가를 강조하는 이유는 학생들에게 현실 세계의 도전과 문제들을 자극하는 과제들을 제공함으로써 이러한 의미의 진정함을 학습에도 제공하고자 하는 것이다.

수행평가를 통해서 도달하고자 하는 목적은 학습자가 수학에 대해 무엇을 알고 있고 그것을 바탕으로 무엇을 할 수 있는지를 자연스러운 상황에서 평가하기 위한 것이다. 특히 단편적인 지식과 기능 외에 수학적 문제해결, 추론, 의사소통 등을 포함한 고차적인 수학적 사고 능력과 적용 능력을 평가함으로써 균형 있는 평가를 가능하도록 하기 위한 것이다. 이러한 평가를 바탕으로 학생들의 수학적 능력에 대한 총체적 정보와 이를 바탕으로 수업의 개선 더 나아가서는 학생들의 수학적 수행능력의 개선을 도모하기 위한 것이다.

2) 수학과 수행평가 과제의 특성

수행평가에서 사용될 수 있는 평가 기법이 아무리 다양하더라도, 평가할 내용을 담고 있는 문제 자체는 변하지 않고 기법만 변한다면, 새로운 평가의 의미는 퇴색할 것이다. Van den Heuvel(1994)은 평가를 교사들이 그들 나름대로 지도 방향을 결정하기 위해서 필요한 학생들에 대한 총체적 정보라는 의미로 사용하면서, 좋은 문제 없이는 평가를 개선하기는 불가능함을 주장하고 있다.

그렇다면 적절한 수행평가 과제란 무엇인가? NCTM(1991)에서는 훌륭한 과제란 학생들의 지력을 사용하고, 수학적 이해와 기능을 발달시키며, 수학적 연결성을 중시하고, 수학적 아이디어에 적합한 체계를 개발하도록 학생들을 자극하며, 문제의 형식화, 문제해결 및

수학적 추론을 필요로 하며, 수학적 의사사통을 증진시키며, 학생들의 다양한 경험과 성향을 고려한 과제, 수학을 인간의 활동으로 보게 하며, 학생들의 수학적 성향을 개발하는 과제로 설명하고 있다.

Hart(1994)는 수행 평가 과제를 간단한 평가 과제(short assessment task), 좀더 도전적인 사태 과제(event task), 장기 확장 과제(long-term extended task)등의 세 가지 영역으로 구분한다. 간단한 평가 과제는 내용 영역 내에서 기본 개념, 절차, 관계, 사고 기능 등을 얼마나 학생들이 잘 숙달했는지를 결정하는데 사용된다. 일반적으로 이러한 과제들은 완성하는 데 단지 몇 분이 걸리며, 개념, 절차, 관계, 기능 중 일부가 한 가지 평가에 포함되어 있다. 이러한 과제의 대표적인 것이 열린 과제인데, 이 과제에서 학생들은 자신의 답을 적절히 의사 소통하도록 요구된다. 그 답은 간단한 서술식의 답, 수학적 풀이, 그림 또는 그림 등이 될 것이다. 이러한 과제들은 어떤 조건이나 방향들이 제시되었나에 따라 열린 정도가 다르고, 학생들이 자신의 능력과 경험에 따라 서로 다른 방식으로 그 과제에 접근하는 것을 가능하게 한다. 사태 과제들은 쓰기 능력과 문제해결 능력과 같은 광범위한 능력을 평가하기 위해 고안된 것이다. 사태 과제가 종종 특별한 내용 영역에 기초를 두고 있는 반면 그것들은 학생들이 무엇을 알고 있는지 뿐만 아니라 그들이 그들의 지식을 얼마나 잘 활용할 수 있는가를 드러내도록 고안되어 있다. 전형적으로 이러한 과제들은 완성하는 데 한 주기 또는 그 이상이 걸린다. 확장된 과제들은 한 학기 또는 학습단원 시작할 때 할당되는 장기적이고, 다양한 목표를 가진 프로젝트이다. 종종 학생들이 이러한 도전적인 과제들을 헤쳐 나가도록 학생들을 뒷받침하기 위해 여러 가지 활동과 초석을 마련해 주어야 하며, 많은 확장된 과제들은 특별한 주제 영역에서의 장기 프로젝트의 형태를 취한다.

반면, De Lange(1995)는 이러한 총체적 정보를 얻기 위한 방안으로 선다형 문제, 보통 우리가 단답형이라고 부르는 단힌 문제, 더 고차적인 사고 활동을 필요로 하고 학생들이 자신의 방식대로 풀 수 있는 가능성을 제공하는 열린 문제, 추론과 추론에 대한 설명을 요구하는 확장된 열린 문제, 수필 과제, 구두 과제, 지필 고사와 가정 학습이 결합된 두 단계 과제, 아동이 직접 수학교과서의 일부를 구성하거나 하는 등의 구성 과제, 사회의 단편적인 정보에 의한 추론 평가, 프로젝트 활동, 포트폴리오 등을 다양하게 사용할 것을 권고하고 있다. 이는 수행평가를 중요시한다는 것이 기존의 지필 고사의 역할을 무시하는 것으로 해석되어서는 안 되며, 선다형이나 단답형의 지필 고사는 나름대로의 평가를 위한 역할이 있고, 이를 통해 측정할 수 없는 영역을 위한 하나의 보완책으로 수행평가가 중시되는 것임을 강조한다고 볼 수 있다.

또한 수행평가 과제에서 중요한 것이 과제의 진정함(authenticity)인데, 진정한 과제란 학

생들이 그 분야에서 성인들이 도전하는 것과 유사한 방식으로 도전할 수 있는 과제를 말한다(Wiggins, 1996). 그러나, 진정함이란 Van den Heuvel(1996)이 지적하듯이 단순히 실세계 문제를 언급하는 것은 아니다. 진정한 과제에서는 학생들이 수학을 행하고, 수학의 핵심에 있는 문제들을 모방하거나 시뮬레이션한 지적으로 가치 있는 문제들을 다룬다. 즉 말하자면 수학자와 시민들은 실제로 어떤 도전에 직면하는가 하는 것과 수학을 ‘행한다’는 것이 의미하는 바를 보여줄 수 있는 형태의 문제를 말한다. 학생들은 현실생활에 관련된 과제들을 통해서 그들을 기다리고 있는 도전에 대해 최선으로 준비할 수 있으며, 실제적 응용과 거리가 먼 문제보다는 현실생활과 유사한 상황에 더 흥미를 가지고 최선의 노력을 하려는 경향이 있다(Danielson, 1997). 또한 수학자가 관찰하고, 실험하고, 문제해결하고, 의사 소통하는 그들의 능력에 의해 평가를 받듯이, 학생들도 그러한 기회를 가질 수 있어야 한다. 이러한 진정한 과제들을 통해 아동들이 수학에 대해 무엇을 알고 있고 무엇을 할 수 있는지를 좀더 정밀하게 진단해 낼 수 있으며 아동들에게도 의미 있는 또 다른 학습 기회가 될 것이다.

따라서, 좋은 수행평가 과제는 다양한 범위의 학습 성취에 대한 정보를 얻는데 사용될 수 있어야 하며, 특별히 전통적인 평가에 의해서 보통 다루어지지 않는 고차적인 사고 등을 평가하는 데 유용한 것이어야 한다. 이를 구체화하면, 수학과 수행평가 과제는 수학과 교육 과정의 핵심적인 내용을 다루면서도 아동에게 여러 가지 다양한 상황에서 수학적 사고를 경험시키며, 실생활과 관련된 상황 속에서 수학적 지식을 적용해 보는 경험을 제공해야 하고, 아동들이 실제적인 상황과 아주 유사한 ‘진정한’ 과제를 수행하는 과정에서 문제해결, 수학적 연결성, 추론, 의사소통 능력을 측정할 수 있는 것이어야 하며, 개별활동 뿐 아니라 협동활동을 평가할 수 있는 것이어야 할 것이다. 이러한 과제들은 상대적으로 특별한 지식과 기능을 평가하기 위해 고안된 단시간 내에 해결할 수 있는 것에서부터 광범위한 수학적 지식, 과정, 유능성을 평가하기 위해 고안한 한 두 시간이나 며칠에 걸쳐 시행되는 프로젝트 과제나 탐구과제 등을 포함한다.

3) 선행 연구 분석

수학과에서의 평가에 대한 연구는 1990년대 이후 수학과 평가의 문제점을 진단하고 전인 교육 실현을 위한 수학과 평가의 개선방향으로 수학적 지식뿐만 아니라 문제해결력, 수학적 성향의 평가를 제시하고, 이를 위한 교육목표의 상세화 및 평가 결과의 활용에 대해 논하고 있는 한국교육개발원(1990)의 연구를 그 출발점으로 볼 수 있다. 이러한 평가에 대한 연구에서 본격적으로 수행평가를 중시하게 된 것은 국립교육평가원(1996)에서 구성주의적 학습

과 학습자관의 변천에 따른 수행평가의 중요성을 강조하면서, 수행평가의 정의, 특성 및 유형을 제시하고, 각 교과별로 적절한 수행평가 문항을 제시한 이후라고 할 수 있을 것이다.

그 이후로 많은 몇몇 연구자들이 수학과 수행평가에 대한 연구들을 실행한바, 그것들을 살펴보면 다음과 같다. 서울특별시 교육청(1997)에서는 창의력 신장을 돕는 중학교 수학과 교수 학습 방법 및 평가 방법을 제시하고, Vermont주의 문제해결과 의사소통기능의 평가기준을 제시하였으며, 장경운 외(1998)는 중학교 수학과 수행평가 문항을 개발하고, Indiana 대학에서 제시한 수행평가의 분석적 채점 기준과 Randall과 Lester가 제시한 총괄적 채점법을 기준으로 이러한 문항에 대한 평가기준을 마련하고, 채점자간의 일치도에 관한 연구를 실시하였다. 반면 유현주(1998)는 현재 초등학교 교육현장에서 실시되고 있는 수행평가문항을 분석하고, 이러한 평가문항이 고차적인 사고능력을 측정하기에는 다소 부족함을 지적하고, 수행평가 과제제작의 모형 탐색 및 초등학교 5학년을 위한 과제를 제작하고 실행하여 그 결과를 분석하고 있다.

박경미(1999)는 수학과 수행평가의 적절한 유형으로 서술형, 프로젝트 및 연구 보고서, 토론 및 관찰법에 대해 논하고, 각 과제에 적절한 중학교 문항과 가능한 채점기준을 제시하였으며, Oregon주와 Indiana주의 수행평가 채점기준을 소개하고 있다. 박경미, 임재훈(1999)은 프로젝트법 유형을 기존의 전통적인 평가와 대별되면서 수행평가의 의의를 가장 잘 살릴 수 있는 방법으로 생각하여, 그 유형을 실생활 문제해결형, 타교과 연계형, 수확사활용형, 신문활용형, 패러독스형, 찬반토론법, 자료해석형, 수학적 모델링형, 주제탐구형, 게임형 등으로 구분하고 이에 대한 문항을 제시하고 있다. 권오남 외(1999)는 중학교 1학년 심화반을 대상으로 수학과 수행평가 수단으로 프로젝트법, 포트폴리오, 관찰 및 면담을 위주로, 수학과 수행평가 도구개발 및 분석적·총체적 채점기준을 제시하고, 수행과제의 타당도, 채점자간 신뢰도 분석, 수행평가가 학업성취도 및 수학적 태도에 미치는 영향을 분석하고 있다. 류희찬, 박미숙(1999)은 중학교 2학년을 위한 서술형과 실험실습형을 중심으로 계산기 과제, 모형을 이용하여 다각형을 만드는 과제, 규칙을 찾는 과제, 확률에 관한 과제, 근사값의 사칙연산과 부등식의 성질에 관한 과제 등 26과제를 개발하여, 그 중 10과제를 대도시, 중도시, 농촌에 위치한 학교를 각각 1학교씩 선정하여 실행하고, 문항별로 분석적인 채점기준표에 의해 분석한 결과 및 오류를 제시하고 있다. 또한 한국교원대학교 수학교육연구소(1999)는 초등학교 4, 5, 6학년을 위한 서술형, 논술형, 토론형, 실험실습형, 프로젝트 등의 과제를 개발하고, 이에 대한 평가기준표를 연구 개발하여 보고하였다.

이대현, 박배훈(1999)은 고등학교 수학과 과정에 대한 서술형 수행평가의 개념을 논하고, 이를 기반으로 서술형 수행평가의 종류를 주관식 발전형, 생활사례형, 수확사형, 교과 내적

연결형, 통합교과형, 신문자료 이용형으로 구분하고, 각각에 적합한 문항을 제시하고 있다.

반면, 최승현(1999a, 1999b)은 수행평가가 현장교사에게 많은 부담감을 준다는 사실을 인식하여 우리현장에 적절한 수학과 수행평가 시행 방법 및 절차를 예시화하고, 수행평가에서 나타날 수 있는 비용, 대규모 실행가능성, 평정자의 오류 가능성, 내적 일치도, 학부모 인식 등의 문제점을 논하고, 이러한 것들을 해결하기 위해 수학교육 전문가로 구성된 평가 팀의 연구 및 적극적인 보급을 권장하고 있다. 또한 미국의 수행평가 실태를 보여주기 위해, Vermont, Oregon, Alaska 주 등에서 이루어져 온 수행평가를 위한 노력 및 채점기준표를 제시하고, 제 3 차 수학과 과학 국제비교연구인 TIMSS의 수행평가 문항 및 학생성취도 지표개발 국제비교연구인 PISA의 수학기문항 및 채점코드표를 비교하면서, 이러한 외국의 선행 연구를 우리나라에 적용하는 데는 많은 어려움이 있으며, 이러한 문제를 점진적으로 해결하기 위한 세심하고 주의 깊은 연구가 필요함을 촉구하고 있다.

연구자들의 노력 외에도 교육관련기관에서 수행평가문항을 제작하여 보급하거나 학교 현장에서 자체적으로 수행평가를 실시하는 등 그 노력이 끊이지 않고 있다. 그 대표적인 예로는 한국초등교육평가연구회(1997)에서 개발한 수행평가문항 등을 들 수 있을 것이다.

이러한 연구를 종합하면, 수학과 수행평가 연구의 대부분은 중학교 수학을 중심으로 이루어지고 있으며, 그 내용으로는 수행평가 문항들을 몇 가지로 구분하여 그것에 적합한 문항을 개발하여 소개하고 있거나 아니면 한 학년 또는 일부 학생들에게만 해당하는 수행평가 문항 및 채점기준이 개발되고, 그에 관련된 타당도나 일치도에 대한 연구가 최근에야 시행되고 있음을 알 수 있다.

반면, 초등학교 현장에는 수행평가를 위한 과제들이 많이 보급되고 있는 것은 사실이나, 그것이 체계화되어 있지 못한 상황이라 교사들이 직접 실행하기에는 어려움이 많다. 또한 일부 시행되고 있는 수행 평가 문항은 이전의 선택형이나 단답형보다는 개선된 것이지만, 여전히 일부 영역에 국한된 단편적인 지식이나 계산 기능에 중점을 두고 있는 상황이다. 따라서, 수학과 수행평가를 실시하는 데 있어서 아동들의 수학적 사고력과 적용 능력을 측정하고 개선할 수 있는 적절한 과제의 선정 및 개발과 그에 대한 평가 기준을 마련하는 것이 시급한 실정이라고 볼 수 있다. 이를 위해서는, 초등학교 수학과 수행평가를 위한 연구자들과 현장의 좀더 체계적이고 지속적인 공동연구가 필요하다고 생각된다.

본 연구는 여러 연구자들의 수행평가에 대한 맥을 이으면서, 초등학교를 위한 체계적인 수학과 수행평가 도구의 틀을 마련하고, 이러한 도구들을 직접 한 학교의 1, 2학년 전체를 대상으로 실행한 후 학생들의 답안을 분석하여, 연구자가 개발한 도구의 타당성을 판단할 뿐만 아니라 이에 적합한 평가 기준을 마련하고, 학생들의 상태를 진단하여 아동들의 수준,

반응유형 및 오류유형을 분석하여 수업의 개선을 위한 기초자료를 마련하고자 한다.

III. 수학과 수행평가 도구 개발

이 장에서는 앞장의 이론적 배경을 기반으로 연구자가 개발한 수학과 수행 평가 도구에 대한 설명 및 그 개발 절차에 대해 기술하고자 한다.

1) 수학과 수행평가 도구

수행평가를 위한 다양한 방법들로, 서술형 검사, 논술형 검사, 구술시험, 실험실습법, 면접법, 관찰법, 자기 평가, 일지, 연구 보고서, 포트폴리오 등이 제시되고 있다. 본 연구에서는 이러한 여러 가지 기법 중 포트폴리오를 수행평가의 방법으로 선정하고, 이 포트폴리오 이름을 ‘수학적 생각과 적용’이라고 명명하였다. 이 절에서는 연구자가 개발한 포트폴리오의 목적, 포트폴리오의 내용 등을 소개하고자 한다.

(1) 포트폴리오의 목적

본 연구에서 개발된 수학과 포트폴리오¹⁾는 선다형이나 단답형의 지필 고사만으로는 측정하기 어려운 아동들의 고차적인 사고능력과 적용능력에 대한 총체적 정보를 얻음으로써 균형 있는 평가를 하고 이를 통해 수학 수업을 개선하는 것을 목적으로 한다. 즉, 아동이 무엇을 알고 있고, 그것을 바탕으로 무엇을 할 수 있는지를 자연스러운 상황에서 평가하며, 이를 통해 수업의 개선 더 나아가서는 아동들의 수학적 수행능력을 개선하기 위한 것이다.

수학에서 중요한 수업 목표는 학생들이 강력한 문제해결자가 되도록 돕는 것이다. 즉, 핵심적인 개념을 발달시키고 이를 수학 내적·외적으로 적용하며, 수학적으로 추론하고, 수학의 언어를 효과적으로 사용하도록 돕는 것이다. 교사들은 수학과 포트폴리오를 통해서 문제 해결에서 다양한 방법의 사용, 적절한 문맥에서 여러 개념의 효율적 사용, 언어, 그림, 도표 및 도해를 사용한 명확한 의사소통, 적절한 추론 능력 및 적절한 도구의 사용 등의 인지적 능력을 평가하는 데 사용할 수 있다. 뿐만 아니라 개별 활동 및 소집단 활동하는 학생들의 능력, 인내심, 호기심, 창의성 등의 정의적 영역 등을 평가하는 데 사용할 수도 있다.

수학과 포트폴리오는 학생들이 학년이 올라가면서 발전하는 수학적 사고의 모습을 진실

1) 이하 수학과 포트폴리오라 칭한다.

하게 드러낼 수 있는 저널 쓰기, 문제 만들기, 구성 과제, 활동 표본 등의 모음집이다. 이러한 내용들은 학생들이 수학자로서의 자신에 대해 가지고 있는 여러 가지 생각과 수학적 탐구에 참여하는 방법들을 보여준다.

수학과 포트폴리오는 아동들에 대한 평가뿐만 아니라 아동들이 수학을 공부하면서 여러 가지로 생각·탐구하고, 반성할 수 있는 기회를 제공하기 위한 것이다. 아동들은 단순히 수학을 전달받고 그러한 지식을 알고 있는가를 보이는 것이 아니라, 스스로 어린 수학자로서 수학을 행하는, 즉 수학적으로 사고하고 적용하는 그들의 능력을 보일 수 있는 기회를 가져야 한다. 또한 단순한 수학적 지식을 알고 있는 것보다는 새로운 수학을 탐구해 보고 주변의 여러 현상들을 살펴봄으로써 수학의 아름다움과 유용성을 체험하는 것이 중요하다. 이 포트폴리오는 이러한 기회를 마련하고자 하는 조그마한 노력이다.

(2) 포트폴리오의 내용

포트폴리오의 내용은 각 교사마다 다를 수 있다. 학생들을 포트폴리오 개발과정에 참여시키는 것이 효과적이며, 포트폴리오 개발 자체가 학생들에게는 강력한 학습 경험일 수 있다. 포트폴리오는 포함할 수 있는 활동이 가능하면 균형을 이루어야 한다. 예를 들면, 학생이 선택한 작품, 교사가 선택한 작품, 특별한 과제 풀이, 활동에 참여하고 있는 학생들의 사진, 지필평가 등을 포함시킬 수 있다. 학생들은 또한 포트폴리오의 내용을 다른 사람에게 설명하는 편지를 쓸 수도 있다. Crowley(1996)가 제시한 포트폴리오의 한 가지 예를 들면 다음과 같다. 우선, 학생의 사고, 시간에 따른 성장, 학생들의 수학자로서의 자신에 대한 관점, 문제해결 과정 등 전체 학생을 위한 포트폴리오의 중점 사항들을 겹표지나 별도의 용지에 기록한다. 포트폴리오에 삽입될 내용으로는 학생들 자신의 수학적 자서전, 교사나 다른 학생과의 면담에 대한 기록, 학생들의 오류나 오개념의 수정을 보여주는 종이들, 구체물이나 다차원 도형들의 수학적 모델을 가지고 활동한 것을 학생이나 교사가 찍은 사진이나 스케치, 개인의 공헌에 대한 평가가 기술된 협동 프로젝트에 관한 보고서, 수학과 관련된 다른 교과 영역을 위한 활동, 예를 들면 사회와 관련된 연구를 위해 자료들을 수집하여 그래프로 표현하고 분석하는 활동, 학생의 저널 쓰기에서 발췌한 내용, 답이 있거나 없거나 학생들이 만든 문제, 글, 그림, 그래프, 차트 또는 복잡한 수학 문제에 대한 학생 활동의 가장 적절한 수정된 최종 원고, 디자인, 좌표 그림, 축도나 지도와 같이 학생들이 만든 예술 작품, 학생이 자신의 포트폴리오의 독자에게 각 항목을 설명하는 편지, 그 다음으로 교사의 체크리스트, 수학적 개념이나 관계에 대한 이해를 보여주는 학생 활동에 대한 교사의 기술 등이다.

그러나, 본 연구에서는 우선 1, 2학년이라는 점을 고려하여 학생의 선택보다는 연구자가 생각한 틀²⁾을 중심으로, 포트폴리오 항목에 저널 쓰기, 문제 만들기, 구성 과제, 서술 과제, 지필 고사, 학생들 자신의 자기 평가, 교사들의 학생에 대한 평가, 시간계획표, 학부모 평가 등을 포함하고자 한다³⁾. 고학년으로 올라갈수록 연구자 및 교사의 선택과 학생의 선택이 적절한 균형을 이룰 수 있을 것이다.

가. 저널 쓰기

저널 쓰기는 실제적인 또는 상상의 청중들에게 학생의 수학적 사고 과정을 기술하는 활동을 의미한다. 이는 단순한 지필 고사로는 측정할 수 없는 학생들의 내면적 사고 방식을 이해하는 데 도움이 된다. 또한 학생의 의사소통능력뿐만 아니라 상상력과 창조력을 신장하는 데 도움이 된다.

수학에 관한 저널 쓰기⁴⁾는 우리나라 수학 수업에서 보편화된 활동은 아니다. 그러나, 이

-
- 2) 전체적인 포트폴리오의 틀은 South Brunswick(Kerekes, 1999)의 수학적 사고 포트폴리오의 일부를 참고하여, 본 연구자가 우리나라 상황에 적절하게 개발한 것이다.
 - 3) 이러한 과제 중 저널쓰기나 서술과제의 두드러진 특성 중의 하나는 기존의 선택형이나 단답형과는 달리 아동들의 사고를 볼 수 있도록 하는 데 있다. 예를 들어, 아동들이 수의 연산을 하고 있을 때, 그들에게 그림으로 또는 글로 그 연산이 무엇을 의미하는지, 그것이 어떻게 이루어지는지에 대해 설명하도록 요구하거나 교과서의 문장제와 같은 형태에 그 답에 어떻게 도달하게 되었는지에 대해 설명하게 하는 등 1, 2학년 수준에서 자신의 사고 과정을 가능한 한 잘 표현할 수 있도록 한다. 또 다른 특성은 학생들의 다양한 수준을 파악할 수 있도록 하는 것이다. 예를 들면, 뒤에서 그 결과를 분석할 '수 만들기'와 같이 어떤 수들을 주고 그 수들을 이용해서 자신이 계산할 수 있는 최고 수준의 문제를 만들어서 풀어보는 과제를 통해 아동이 어느 단계까지의 계산이 가능한지를 알 수 있는 것이다. 따라서, 포트폴리오의 구성 성분이 되는 과제들은 단순한 계산 과제는 가능한 한 피하고 교과서의 기본적인 내용을 바탕으로 수학적으로 얼마나 발전할 수 있는가와 그 과정에 대한 설명을 요구하는 과제들로 구성되어 있다.
 - 4) 이러한 저널 쓰기의 내용으로는 수학에 대한 자서전, 넓이, 원주, 또는 비와 같은 수학적 내용의 의미를 자신의 글로 표현하기, 이분모 분수의 덧셈이나 소수의 곱셈 등과 같은 수학적 주제에서 가장 중요하다고 생각하는 것, 문제해결을 할 때 어려움을 갖는 부분, 수학에서 제일 좋아하는 것, 후배에게 편지 쓰기, 수학에 대해서 알고 싶은 것, 이번 주에 배운 수학 내용 중 가장 중요한 것 등 수학에 대해 가지고 있는 학생들 자신의 생각이 될 수도 있다. 또한 12×7 이라는 식을 사용하여 풀 수 있는 이야기 문제, 신문이나 잡지에서 그래프를 찾아, 그 그래프가 무엇을 표현하고 있는지 또 그 그래프가 그런 방식으로 그려진 이유를 설명하는 글을 쓰게 하든지, 결석한 친구에게 오늘 배운 내용에 대해 편지를 쓰게 하거

것은 Whitin(1998), Norwood와 Carter(1996), Lambdin과 Walker(1996) 등이 주장하듯이, 아동들이 자신의 사고를 명백히 하고 반성하도록 하는 데 아주 좋은 도구이며, 학습 활동으로부터 얻은 지식과 개념을 통합할 수 있고, 상상력과 창조력을 발휘하여 새로운 생각을 해내며, 자기 자신의 새로운 학습에 대해 반성하고, 수학 내에서의 연결성 및 다른 교과나 현실 세계와의 연결성을 찾는 기회를 제공하며, 자신의 생각에 대해 의사 소통하는 경험을 제공한다. 또한 아동들의 추론과 이해에 관한 창을 교사에게 제공해줌으로써 교사 자신의 교수법을 개선하는 데도 도움이 될 수 있다.

저널 쓰기 중 하나인 편지 쓰기는 수학자의 연구 활동에서 핵심적인 것이었다. 전자 메일은 점점 흔해지고, 수학자들은 그들의 활동에서 점점 더 개인적인 의사소통에 의존하고 있다(Barber, 1995). 편지 쓰기를 통해서 학생들은 문제를 풀기 위해 택한 단계들을 명료히 하기, 그들이 게임에 이기기 위해 사용했던 전략을 설명하기, 한 주제에 대한 중요한 정보를 개관하기, 그들이 특별한 활동을 통해 배운 것을 기술하기, 논쟁중인 논제들에 대하여 이의를 제기하거나 그들의 의견을 누군가에게 설득하는 능력을 입증하는 것이 필요하다. 교사는 학생들의 학습 유형과 표현 양식을 알게되고, 이러한 내용들은 학생들의 수학적 지식의 성장에 대한 기록이 된다. 다음은 1학년을 위한 저널 쓰기의 한 예로 아동의 수학적 연결성, 독창성, 추론, 정확성 및 의사소통 능력 등을 측정하기 위한 과제이다.

내가 동그라미라면?

1. 여러분이 알고 있는 것 중에 동그라미 모양을 한 것은 어떤 것들이 있는지 적어보세요.
2. 여러분이 동그라미라고 생각해 봅시다. 여러 가지 그림과 낱말들을 이용해서 여러분이 할 수 있는 것을 적어보세요.

나. 문제 만들기

문제 만들기는 주어진 문제를 푸는 것이 아니라 학생들이 직접 주어진 그림이나 상황에 적절한 수학 문제를 만드는 활동 또는 주어진 문제를 발전시키거나 변형하는 활동을 의미한다. 학생들은 수학을 창조하는 경험을 가지게 되고, 교사는 학생들이 만든 문제를 살펴봄으로써 학생들의 수학적 개념에 대한 이해 수준을 알아낼 수 있다.

나, 분수의 곱셈이나 여러 가지 문제 해결 과정에 대해 그림, 도해, 또는 모델을 사용하여 설명하도록 하거나, 소수와 분수의 다른 점, 나눗셈과 뺄셈의 다른 점 등 여러 가지 내용에 대해 설명하는 글 등이 될 수 있다(Norwood & Carter, 1996). 연구자가 제시한 저널 쓰기는 우리나라 상황에 비추어 이러한 활동이 아직 보편화된 것이 아니기 때문에 한 학기에 이러한 내용 중의 한 두 가지를 포트폴리오의 항목으로 선택하였다.

문제 만들기는 수학자들이 수학을 연구해 나갈 때 전형적으로 하는 활동이다. 그 이유는 주어진 문제의 해결뿐만 아니라 자신의 문제를 찾아가는 것이 수학의 아주 중요한 부분이기 때문이다. 학생들의 수준에 적합한 문제 만들기 활동은 저학년의 경우에는 전혀 새로운 문제를 만드는 것보다는 자신이 배운 내용을 모방하는 문제 만들기 형태가 될 것이고 고학년의 경우에는 이를 포함하여 ‘...이라면, 어떻게 될까?’를 이용한 문제의 변형 및 확장도 포함될 수 있을 것이다. 다음은 2학년을 위한 문제 만들기의 한 예로 현실 세계와의 연결성, 독창성, 계산의 정확성, 의사소통 능력을 측정하기 위한 과제이다.

덧셈 문제 만들기

우리는 1학년 학생들을 위한 수학책을 만들려고 합니다.

우리는 여러분이 그 책을 위해 덧셈 문제를 만들기를 원합니다.

1. 덧셈 문제를 보여주는 그림을 그려보세요.
2. 여러분의 그림에 대한 수학 이야기 문제를 만드세요.
3. 여러분의 이야기에 대한 식을 쓰고 문제를 풀어보세요.

다. 구성 과제

구성 과제는 이야기를 구성하거나 자료를 수집·조사하고, 구체물을 만드는 등의 학생들이 자신의 산출물을 의미한다. 이러한 과제는 학생들에게 자신이 배운 수학을 종합하고, 현실 세계와 관련해서 적용하며 자신의 학습을 되돌아 볼 수 있는 기회를 제공한다.

이러한 구성 과제 중 모델은 우리가 새로운 방법으로 이 세계에 대해 생각하고, 예측하고, 우리의 아이디어들을 점검할 수 있도록 해주는 이 세계에 대한 단순화된 표현이다. 그것들은 우리가 우리의 일상적인 경험의 세계를 넘어서 그 기초적인 현실을 파악하는 것을 가능하게 한다. 모델 구성은 고대 그리스에서 발생해서 르네상스로 이어지는 과학적 수학적 세계관의 핵심에 놓여 있다. 예를 들어, 기하학적 모델 등은 우리가 우리의 일상적 경험의 막대한 복잡성을 이해하는 데 도움을 줄 수 있다. 모델은 잘못되거나 부정확할 수도 있으나 수학적 탐구와 의사소통의 필수적인 성분들이다. 수학자들은 정기적으로 그들의 사고를 설명하고 한 가지 개념이나 원리를 예시하고, 한 문제에 대한 여러 가지 해결책이나 접근법을 시각화하는 모델을 만든다. 따라서, 학생들은 자신이 알고 있는 여러 가지 수학적 개념을 적용하여 여러 가지 모형을 만들고 수학적 언어를 사용해서 그 구조들을 기술하는 것뿐 아니라 그러한 모형을 선택한 이유들에 대한 설명을 해보는 경험이 필요하다. 다음은 2학년을 위한 구성과제의 한 예로 여러 가지 도형을 이용하여 크리스마스 장식을 만드는 과정에서 독창성, 다양한

사고, 수학적 연결성, 성질의 추론, 정확성 및 의사소통 능력을 측정하기 위한 과제이다.



크리스마스 장식

이제 며칠 있으면 크리스마스와 연말이 다가옵니다. 여러분이 스스로 만든 예쁜 모양들로 교실을 장식해 보지 않으시겠습니까?

1. 여러분이 알고 있는 여러 가지 도형, 즉 세모 모양, 네모 모양, 별집모양, 별 모양, 동그라미 모양, 둥근 기둥, 상자 모양, 쌓기 나무, 뿔모양, 십자 모양 등을 이용해서 예쁜 장식들을 만들어 보세요. 그리고나서 여러분이 만든 모양을 그려보고 그 모양에 대해 설명해 보세요.
2. 여러분이 그 모양들을 만들면서 느낀 점을 적어보세요.

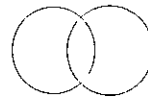
라. 서술 과제

서술과제는 전통적인 평가의 선다형이나 단답형 지필 고사와는 달리 서술형이나 논술형 문항에 대한 학생들의 풀이과정이나 수업과정에서의 학생들의 사고 활동을 보여준다. 이러한 문항들의 특성은 다양한 답과 해결책이 있고 자신의 풀이과정에 대한 이유나 타당성을 묻는 질문들이라고 할 수 있다. 다음은 1학년용을 위한 서술과제의 한 예로 일반화 기능성, 추론, 정확성, 의사소통 능력을 측정하기 위한 과제이다.

꿈은과 굵은

1. 숫자들은 꿈은 선들과 굵은 선들로 그려집니다. 다음 숫자들을 그것들이 속하는 원 속에 놓으세요.

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9



2. 여러분은 왜 그 숫자들을 거기에 놓았는지 설명해 보세요.
3. 한글의 모음과 자음으로도 같은 일을 할 수 있는지 설명해 보세요.

마. 지필 고사

지필 고사는 선택형이나 단답형의 문항으로 학생들의 수학적 지식과 이해 정도에 대한 단편적인 정보를 제공한다. 즉, 이는 학생들이 알고 있는 수학에 대한 양적인 정보를 제공한다. 수행평가를 중시하는 것이 이러한 지필 고사의 장점을 제한하는 것이 아니기 때문에, 아동들의 수학적 지식과 간단한 기능에 대한 중요한 정보를 제공하는 지필 고사를 포트폴리오의 한 항목에 포함시킨다.

바. 자기 평가

학생의 자기 평가는 수학적 능력과 태도에 대한 자신의 견해를 보여주는 설문지나 기술을 의미한다. 이는 학생 자신의 논리를 비판적으로 반성할 수 있는 메타인지적 능력을 향상시키며 자발적인 학습과 독립적인 사고를 할 수 있도록 도와준다. 자기 평가는 설문지나 일지를 이용한다. 교사는 학생 자신의 평가를 학생의 성취도, 수학적 이해 및 태도에 대한 변화 발전 여부, 자신의 수행에 대한 믿음과 실제 수행과의 대응관계, 교사와 학생의 평가에 대한 기대와 기준의 일치 정도를 판단하는 데 사용할 수 있다. 다음 <표 1>은 자기 평가를 위한 설문지 형식의 예이다.

<표 1> 자기 평가 설문지

자기 평가					
학년	반	번	이름	날짜	
가장 알맞은 곳에 ○표 하세요.			예	아니오	모르겠음
1. 나는 수학 시간이 즐겁다.					
2. 나는 짝 또는 모둠과 같이 수학 공부하는 것이 좋다.					
3. 나는 혼자 수학하는 것이 좋다.					
4. 나는 수학 문제 풀기를 좋아한다.					
5. 나는 집에서 수학 숙제하는 것을 좋아한다.					
6. 수학에서 내가 잘하는 것은?					
7. 내가 수학에 대해 가장 좋아하는 것은?					
8. 내가 수학에서 어려워하는 것은?					
여러분이 속한다고 생각하는 곳에 ○표 하세요.					
① 나는 수학을 아주 못한다.	② 나는 수학을 조금 못한다.	③ 보통이다.	④ 나는 수학을 잘한다.	⑤ 나는 수학을 아주 잘한다.	

사. 교사의 평가

교사의 학생에 대한 평가는 수학적 개념이나 관계에 대한 이해를 보여주는 학생의 활동에 대한 교사의 기술이나 관찰 평가 체크리스트 등을 포함한다. 이를 통해 교사는 학생들에 대한 좀더 정확한 정보를 얻을 수 있다. 교사는 포트폴리오를 구성하는 과정이나 완성된 후에 학생들에 대한 교사 나름대로의 평가를 실시하는 것이 필요하다. 체크리스트는 수업이나 수행평가 과제를 실시하는 중에 사용하고, 학생의 활동에 대한 기술은 뒤에서 논의할 평가 기준을 기준으로 그 학생의 수학적 활동에 대한 교사의 의견을 기록한다. 다음 <표 2>는 관찰 평가를 위한 체크리스트의 예이다.

<표 2> 관찰 평가 체크리스트

관찰 평가 체크리스트						
태도영역	세부 항목					
자신감	어려운 문제도 두려워하지 않고 열심히 한다.					
	자신의 답이 옳다고 생각한다.					
	수학 문제해결에 자신감이 있다.					
인내심	시간이 오래 걸리는 문제도 끝까지 풀려고 애쓴다.					
	즉시 정답을 구하지 못할 때는 금방 포기해 버린다.					
	모르는 문제는 질문을 하며 알려고 한다.					
호기심	수학적 개념이나 원리에 대한 이유를 알고자 한다.					
	수학 문제 풀이를 좋아한다.					
	수학에 대한 관심이 많고 적극적이다.					
창의력 및 융통성	다른 사람에 비해 독특한 풀이를 한다.					
	수학 문제를 풀 때 가능한 한 간결한 방법으로 풀려고 한다.					
	여러 가지 방법으로 문제를 해결하려고 한다.					
반성	자신의 생각과 문제풀이에 대해 신중하게 검토한다.					
	문제를 풀고 나서 좀더 나은 풀이 방법을 찾는다.					
	문제 풀이 결과를 비슷한 상황에 적용한다.					

아. 시간계획표

다양한 자료들을 포함하는 포트폴리오를 관리하기 위해서는 목록을 작성하도록 하는 것이 필요하다. 연구자가 개발하고 선정된 제 7 차 교육과정의 1-나, 2-나 단계를 위한 포트폴리오에 포함될 수행평가 과제의 목록은 <표 3>⁵⁾과 같다.

자. 학부모 평가

학부모 평가는 학부모가 자신의 자녀의 포트폴리오를 보고 생각하는 바를 적는 것과 평소 자녀들의 수학에 대한 관심이나 태도에 대한 학부모들의 의견을 적는 것으로 구성되어 있다. 이를 통해 학부모들은 자녀에 대한 관심과 그 성장을 살펴볼 수 있는 기회를 가진다.

5) 이 과제들은 진주시에 소재하는 B초등학교에서 1999년 2학기동안 1, 2년을 대상으로 실시된 과제들이다. 그러나, 현장의 여건상 문항수를 줄이는 것이 바람직한 것으로 생각된다. 연구자의 생각으로는 한 학기에 한 영역에 1개 정도의 문항이 적절한 것 같다. 과제들의 실행은 대부분 한 단원이 끝난 후에 시행하도록 구성되어 있으나, 가능한 경우에는 단원의 진도가 끝나기 전에 수업의 활동과 연결시켜 시행해도 무방하다.

<표 3> 수행평가 과제 목록표

학년	과제종류	문항	영역	수와연산	도형	측정	문자와식	규칙성과함수	확률과통계	관련단원	시행일
1 나	서술과제	사물함								1. 100까지의 수	
		점판 활동								2. 여러 가지 모양	
		기울 놀이									
		직선과 굽은 선								3. 10을 가르기와 모으기	
		수의 나라(2)									
		나의 하루								5. 시계보기	
	수 만들기(1)								6. 더하기와 빼기(1)		
	구성과제	이야기문제								7. 더하기와 빼기(2)	
	문제만들기	뽕셈 문제 만들기								8. 문제 푸는 방법 찾기	
저널쓰기	내가 동그라미라면?								2. 여러 가지 모양		
2 나	서술과제	수 만들기(2)								1. 곱셈구구	
		사과 개수 찾기									
		물건사기(2)									
		신비의 덧셈 고리								2. 세 자리 수의 더하기와 빼기(1)	
		윈 속의 수 찾기									
		내 모양을 찾아 주세요								3. 쌓기나무놀이	
		모양을 채워 주세요									
	친척집								5. 길이재기		
	구성과제	크리스마스 장식								3. 쌓기나무놀이	
		좋아하는 과자								6. 표와 그래프	
저널쓰기	뽕셈에 대한 편지 쓰기								4. 세 자리 수의 더하기와 빼기(2)		
	덧셈 방법										

<표 4> 학부모 평가지

학부모 평가						
학년 반 번 이름 날짜						
⑤ 매우 그렇다 ④ 그렇다 ③ 보통이다 ② 그렇지 않다 ① 아주 그렇지 않다						
가장 적절하다고 생각하시는 곳에 ○표 하십시오		⑤	④	③	②	①
귀하의 자녀가 집에서 수학을 사용하는 것을 본 적이 있으십니까?						
귀하의 자녀는 수학 숙제를 꼭 해야 한다고 생각한다고 확신하십니까?						
자녀의 수학적 능력이 향상되고 있다고 생각하십니까?						
자녀들의 작품을 보고 느끼신 점을 아래에 솔직하게 적어 주십시오						
귀하의 자녀가 수학에서 가장 잘하는 부분과 못하는 부분은 무엇이라고 생각하십니까?						

2) 수학과 수행평가 도구 개발 절차

이 절에서는 포트폴리오에 포함될 수행평가 과제의 개발 절차 및 평가 기준 개발의 절차를 소개하고, 2학년 한 문항을 선택하여, 시행 절차 및 평가 기준 개발 절차를 예시한다.

(1) 수학과 수행평가 과제 개발 절차

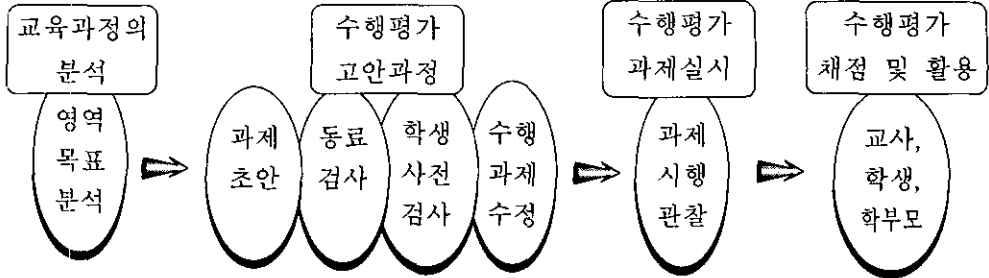
수행평가 개발을 위해서는 우선 교육과정에 대한 전반적인 개관을 파악하는 것이 필요하다. 이를 위해 교육과정을 살펴봄으로써 어떤 영역에서 도달해야 할 목표와 내용을 분석하는 것이 필요하다. 이를 바탕으로 각 영역이나 이를 통합한 적합한 문항을 아래에 있는 과제명, 관련단원, 평가 목표 및 과제에 대한 기술, 학생의 답을 평가하는 데 사용할 평가 기준, 유의사항 등을 포함한 수행과제 설계 연습지에 작성한다. 이러한 문항 작성시 학생들의 참여도, 진정한 과제, 수업목표와의 관련성, 평가될 지식의 사용 가능성 등을 고려하는 것이 중요하다.

이렇게 작성된 문항의 적절성을 판단하기 위해 동료 교사에게 검사를 의뢰하는 것도 한 가지 좋은 방법이 될 것이다. 이러한 과정을 거친 다음 소규모의 학생들에게 사전검사를 실시함으로써 문제의 적절성을 다시 평가하며, 학생들의 답안을 참고하여 평가의 기준을 정하고, 그 기준에 적절한 표본을 학생들의 답안 중에서 선택한다. 필요한 경우 수행 과제를 수정한다. 그 다음으로 수행평가 과제를 학급전체나 학년전체에 실시하고, 그것을 적절한 판별기준으로 채점하고, 이것을 교사, 학생, 학부모를 위해 활용한다. 이를 요약하면 <그림 1>과 같다(Danielson, 1997)⁶⁾.

이러한 과정에 따라 제 7 차 교육과정 1-나, 2-나 단계의 목표와 내용(교육부, 1997, 1999a, 1999b, 1999c.)을 살펴보고, 이를 바탕으로 연구자가 최초로 작성한 수행평가 과제와 목록이 1절의 시간 계획표에 제시되어 있다.

본 연구는 이렇게 만들어진 과제를 실험하는 단계이었으므로, 최초로 만들어진 과제를 다음의 절차에 따라 계속 수정 보완하였다. 연구자가 작성한 과제의 초안은 해당되는 단원이 지도될 때, 시행할 학급의 교사들과 사전 논의에 의해서 1차 수정되었고, 학생들이 과제를 실행하는 과정에서 연구자가 관찰한 것과 교사들의 의견을 수렴하고, 학생들의 과제지를 분석하는 과정에서 드러난 문제점을 바탕으로 계속 수정 중이다.

6) 본 논문에서는 이러한 과제 개발 절차를 기준으로 하였으나, 이 연구의 시도 자체가 실험적인 성격을 띠고 있고, 여러 가지 여건상 사전 검사는 실시하지 못하였다.



<그림 1> 수행평가 과제 개발 절차

(2) 수학과 수행평가의 평가 기준 개발 절차

포트폴리오 문항에 들어갈 수행평가 과제의 평가 기준을 정하는 방법은 여러 가지가 있을 수 있다. 본 연구에서는 두 단계를 거쳐 평가 기준을 설정하였다.

첫 번째 단계에서는, 학생들에게 수행평가 과제를 제시하기 전에 연구자가 개략적으로 생각한 평가 기준 초안을 개발한다. 본 연구에서 제시할 평가 기준으로는 다음과 같이 영향, 추론, 정확성, 의사소통의 네 가지 범주를 선택하였다.

* 영향: 학생들이 그 활동을 통해서 자신이 알고 있는 수학적 지식을 얼마나 발전시키는가에 초점을 맞춘다.

- 아동의 수학적 지식이 일반화되고 정당화되는가?
- 아동의 답이 교과서에서 다룬 범위 이상으로 발전되는가?
- 아동은 자신의 수학적 지식을 아동이 살고 있는 생활 세계, 다른 교과 내용, 또는 수학의 다른 내용들과 연결해서 생각하는가?
- 아동이 제시한 답이 독창적이고 창조적인가? 그 답이 다른 아동이 제시한 답들에 비해 뛰어난가?

* 추론: 학생들이 문제를 풀기 위해 사용한 수학적 사고의 타당성에 초점을 맞춘다.

- 아동이 사용한 다양한 전략과 그 이유들이 명백한가?
- 아동이 사용한 전략이 그 문제에 적절한가?
- 아동이 제시한 설명이 타당한가?

* 정확성: 학생들이 수학 문제를 풀어나갈 때, 얼마나 정확하게 해결하는가에 초점을 맞

준다.

- 아동의 답(계산, 공식 등)이 옳은가?
- 아동이 제시한 수학적 표현(표, 그래프, 그림 등)이 옳은가?
- 아동이 사용한 명칭이 옳은가?

* 의사소통: 학생들이 자신의 답과 생각한 바를 어떻게 언어로 표현하는가에 초점을 맞춘다.

- 아동이 사용한 수학적 어휘가 정확하고 적절한가?
- 아동이 제시한 수학적 표현(그림, 수, 표, 그래프, 방정식, 공식 등)이 적절한가?
- 아동의 설명이 결함이 없고 완전한가?
- 아동의 활동이 알아보기 쉽고 이해하기 쉽도록 기술되었는가?

각 수행평가 과제에는 영향, 추론, 정확성, 의사소통의 네 개의 범주로 분류된 표가 함께 포함된다. 각각의 범주에는 그 범주에 해당하는 평가기준이 포함된다. 몇몇 경우에 네 가지의 범주 중 평가기준이 제시되지 않는 정도 있다. 평가 방식은 학생의 활동에서 평가기준이 명백할 때, 평가 기준 옆에 있는 줄 위에 체크 표시가 된다.

두 번째 단계에서는 이러한 평가 기준을 기준으로 학생들의 활동에 대한 수준을 제시하고자 한다. 이러한 수준을 구분하는 방법도 각 범주에 해당하는 요소별로 그 수준을 제시하는 분석적 채점 방법도 있고, 과제에서 핵심적인 수행요소로 제시한 수학적 아이디어에 대해 그 수준을 제시하는 질적이고 총체적인 채점 방법도 있다. 본 연구에서는 이러한 두 가지 방법을 모두 적용하고자 한다. 따라서, 분석적 채점 방법을 먼저 적용한 후에, 학생들의 평가를 위한 총체적인 루브릭 개발을 위해 학생들의 반응을 다시 분석하여 수준 1, 수준 2, 수준 3, 수준 4에 해당하는 기준을 정하고, 이에 적절한 학생들의 표본을 선택한다. 이 때 3, 4수준의 차가 2, 3 수준의 차보다는 크지 않게 정한다. 이를 바탕으로 가장 낮은 두 수준인 수준 1과 수준 2에 해당하는 학생들에게는 좀더 적극적인 교사의 활동과 학생 자신의 수정 활동 기회를 주는 것이 필요하다.

그 다음 후속 단계로는 포트폴리오의 여러 항목들이 모두 수집된 후에, 이것을 총체적으로 어떻게 평가할 것인가에 대한 논의가 요구된다. 예를 들면, 성적표에 이것을 어떤 식으로 반영할 것인가이다. 이는 본 연구의 범위를 벗어나는 것이지만 <표 5>와 같은 제안은 가능할 것이다.

<표 5> 포트폴리오에 근거한 성적표의 예

내용 영역	수와 연산	100까지의 수 개념 √ 한 자리 수의 계산 √
	도형	평면 도형의 구분 √
	측정	시각의 순서 인식 √ 시간, 30분 이해 √
	통계와 확률	
	문자와 식	식 만들기 √ 그림 그리기 √
	규칙성과 함수	수의 배열 규칙 인식 √ 모양의 배열 규칙 인식 √
수학의 힘	영향	독창적으로 사고하고, 다양하게 사고하며, 교과서에서 배운 지식을 발전시키고, 체계적인 사고도 가능하며, 현실 세계와 수학을 잘 연결 시킨
	추론	옳은 전략과 타당한 설명을 제시함
	정확성	계산, 식, 그림 등을 아주 정확하게 제시함
	의사소통	이해하기 쉽게 그림, 식, 언어로 설명을 잘함
수학적 태도	자신감이 증가하고 많은 과제들을 해결 때 인내심이 대당하여 수학에 대한 호기심이 많음 (자신감, 융통성, 인내심, 호기심, 반성 등에 대한 평가)	
기타 논평	수학에 대한 상당한 재능이 있는 것으로 생각됨(수학에 대한 특기사항을 기록)	

(3) 수학과 수행평가 과제 시행 및 평가 기준 개발의 예

가. 수행평가 과제의 예

과제명 : 수 만들기(2)

① 관련 단위 및 영역 : 1. 곱셈 구구, 수와 연산

② 과제에 대한 기술

수 만들기 과제는 주어진 수나 자신이 선택한 수와 다양한 연산을 이용하여 여러 가지 계산을 해 나가는 문제이다. 이러한 과제를 통해서 아동의 계산 능력 뿐 아니라 아동이 해결할 수 있는 수의 범위에 대한 정보, 체계적인 접근 방식에 대한 정보, 다양한 사고에 대한 정보를 얻을 수 있다.

③ 평가 기준

·영향: 그들이 배운 모든 연산들을 사용하고 두 항뿐만 아니라 세 항 이상을 사용하여 다양한 방법으로 계산을 할 수 있다. 예를 들어, 문제 2에서 덧셈만을 사용하더라도, $35 + 1$, $34 + 2$, $33 + 3$, $32 + 4$, 뺄셈의 경우에 $37 - 1$, $38 - 2$, $39 - 3$, $40 - 4$, 곱셈의 경우에 1×36 , 2×18 , 3×12 , 아니면 $37 + 2 - 3$, $2 \times 3 \times 6$ 등 수 없이 많은 경우를 생각할 수 있고, 아동에 따라서는 나눗셈을 사용할 수도 있다. 또한 답을 찾아 나갈 때, 체계적이고 조직적인 방식으로 접근한다.

·정확성: 알고 있는 모든 연산과 선택한 수들을 이용하여 계산한 결과가 옳은 경우에

해당한다.

· 의사소통: 덧셈, 뺄셈, 등호 등 바른 용어와 기호를 사용하여 식을 구하며, 알아보기 쉽게 기술한다.

④ 유의사항

교사는 가능한 한 학생들이 할 수 있는 한 다양한 사고를 할 수 있도록 유도한다.

⑤ 수행평가 과제

· 다음에 주어진 수와 곱셈을 이용해서 여러 가지 수를 만들어 보세요. 그리고 여러분이 어떻게 그 수를 만들었는지도 적어보세요.

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6

· 여러분이 원하는 수와 덧셈, 뺄셈, 곱셈 등 여러분이 알고 있는 계산을 이용해서 '36'을 만들어보세요. 그리고 여러분이 어떻게 그 수들을 만들었는지도 적어보세요.

⑥ 평가 기준표

영향	추론	정확성	의사소통
___ 자신이 알고 있는 연산들을 다양하게 사용함 ___ 체계적이거나 조직적인 방식으로 접근함 ___ 자신의 수에 대한 수학적 지식을 확장함		___ 각각의 계산 결과가 옳음 ___ 옳은 식을 제시함	___ 적절한 용어와 기호를 사용함 ___ 식을 바르게 쓰고 알아보기 쉽게 제시함

나. 학생들의 수행평가 과제 분석 및 평가 기준의 작성

수 만들기(2) 과제는 1999년 10월 1일 진주시 B 초등학교 2학년 4개 반 118명의 학생들 대상으로 실시되었다. 시행 시간은 수학 수업시간 1시간을 이용하였으며, 교사가 과제지를 나누어주고 설명을 하는 데 5분, 실제 과제 활동 시간은 30분, 정리하는 데 5분 정도 할당되었다. 교사의 설명은 과제 자체에 대한 설명과 이 과제를 통해서 입증해야 할 능력, 즉 평가 기준에 대한 설명을 포함하며, 과제 활동 시간에 교사는 학생들의 질문을 받거나 과제 수행을 격려하고, 가능한 경우에는 관찰평가 체크리스트를 1시간에 4-6명을 기준으로 실시한다.

학생들의 과제에 대한 평가는 교사들에게 배부된 평가 기준에 대한 설명을 기초로 1차로 각 담임 교사가 학생들의 수행평가 과제에 포함된 평가 기준표의 각 범주에 해당하는 항목에만 체크하는 형태로 실시하였으며, 2차로 연구자가 모든 학급의 학생들의 답안을 살펴본 후에 각 담임교사가 실시한 평가를 고려하면서 각 항목에 대한 수준을 설정하였고, 3차로

초등학교 예비교사 3학년 학생들 5명과 연구자가 설정한 수준에 대한 논의와 더불어, 분석적 채점 방법에 의해 각 학생들의 과제지에 각 범주의 항목에 해당하는 수준을 기입하였고, 그 다음으로 총체적 채점 방법에 의해 낮은 수준에서 높은 수준의 순서로 1수준, 2수준, 3수준, 4수준으로 구분하였고, 수준별로 학생들의 과제지를 구분한 후, 각 수준에서도 가장 높은 수준과 가장 낮은 수준에 해당하는 학생들의 표본 답안(anchor paper)을 선정하였다.

수 만들기(2)에 대한 평가 기준을 기초로 학생들의 답안을 분석한 결과는 다음과 같다.

① 1번 문항에 대한 분석

수 만들기(2)의 1번 문항에 해당하는 분석적 평가 기준은 <표 6>과 같다. 이러한 수준에 해당하는 학생들의 백분율을 구하면, 영항에서는 1수준과 2수준, 3수준, 4수준 각각에 대해 23.7%, 51.7%, 16.9%, 7.6%이다. 체계성의 경우에는 대부분의 학생들이 Piaget가 제시한 발달단계에서 구체적 조작기의 특성을 그대로 보여주고 있는 것 같다.

<표 6> 수행평가 1번 문항의 분석적 평가 기준

범주		1수준	2수준	3수준	4수준
영향	다양성	주어진 수를 극히 제한적으로 사용하여 수를 구하거나, 그 경우의 수가 아주 적은 경우	주어진 수를 두 번 정도 또는 그 이상 사용하였으나 가능한 경우의 수 중 반 정도 구한 경우	주어진 수를 대부분 사용하여 7-8가지를 제외한 수를 대부분 구한 경우	주어진 수를 다 사용하여 두 수를 곱하여 구할 수 있는 가능한 경우의 수를 모두 구한 경우
	체계성	임의적이고 비조직적이며 어떤 체계적인 접근도 하지 않은 경우	약간의 체계적인 접근이 보이지만 이해하기 어려운 경우	부분적으로 체계적이고 조직적인 접근이 엿보이나 중복되거나 빠진 수가 있는 경우	고도로 체계적이고 조직적으로 접근한 경우
정확성		자신의 식에 대해 많은 실수가 있는 경우	자신의 식에 틀린 답이 2-3개 있는 경우	거의 대부분 자신의 식에 대한 옳은 답을 제시한 경우	자신이 제시한 모든 식에 옳은 답을 제시한 경우
의사소통		연산 기호의 혼동이나 등호를 사용하는 데 실수가 많은 경우	연산 기호나 식에 2-3개의 실수가 있는 경우	연산 기호와 식을 거의 대부분 올바르게 제시한 경우	연산 기호와 식을 모두 올바르게 제시한 경우

정확성에서는 2수준, 3수준, 4수준 각각에 대해 15.3%, 17.8%, 15.3%이고, 의사소통의 경우에는 2수준, 3수준, 4수준에 각각 1%, 12.7%, 86.3%에 해당하였다.

정확성의 경우에 나타난 오류 유형을 조사해 보면, $3 \times 5 = 30$, $3 \times 6 = 17$, $4 \times 9 = 9 \times 4 = 63$ 과 같이 구구단을 잘못 알고 있는 경우가 있었다. 그런데, 마지막의 $4 \times 9 = 63$ 과 같은

경우는 숫자를 왼쪽에서 오른쪽으로 읽는 것이 아니라 그 반대로 읽는 경우에서 발생했을 가능성이 높은 것으로 해석된다. 이와 같은 해석은 1학년 과제를 분석하던 중 이와 비슷한 형태를 발견한바, 49를 적어야 할 자리에 94라고 쓴 학생이 발견되었기 때문이다. 또 다른 유형으로는 $0 \times 2 = 0$, $2 \times 0 = 2$ 와 같이 0이 앞에 있을 때는 0으로 답하고 0이 뒤에 있을 때는 0의 역할을 무시하는 오류도 나타났다. 그 이유는 $0 \times 2 = 0 + 0 = 0$ 으로 해석되지만, 후자는 그 식을 해석하는 근거를 찾지 못하기 때문인 것으로 생각할 수 있다. 우연히 발견된 오류는 어떤 한 반에서 수들을 여러 개 사용해서 곱셈식을 만들도록 했기 때문에 발생한 것인데, 앞으로의 수업에 도움이 될 것 같아 여기에 소개한다. 세 개 이상의 수를 곱할 때 아동들은 그 중 두 개의 수는 곱하고 나머지 수는 그 결과에 더하는 경우가 많이 발견되었다. 예를 들면, 한 학생은 $6 \times 5 \times 1 = 31$ 과 같이 세 수를 곱할 때 항상 앞의 두 수는 곱하고 뒤의 두 수는 더하는 것을 볼 수 있었다. 다른 학생은 $0 \times 1 \times 2 \times 4 = 9$ 와 같이 2와 4의 두 수를 곱하고, 1은 더하고 0은 무시하는 경향을 보였다. 아니면 또한 세 수 이상을 곱할 때 $3 \times 1 \times 0 \times 6 = 18$ 과 같이 역시 0의 존재를 무시하는 오류도 나타났다.

이러한 분석적 평가 기준과 이 과제의 가장 중요한 부분은 다양성이며, 체계성은 일종의 부가 항목이라는 점을 고려하여, 다음과 같이 총체적 평가 기준을 설정하였다.

4수준은 제일 상위 수준으로 거의 체계적으로 모든 경우의 수를 제시하며, 자신이 제시한 모든 식에 옳은 답을 제시하고 연산기호와 식을 모두 바르게 사용한 경우에 해당된다. 다음은 4수준에서도 가장 상위에 해당하는 학생 과제지의 예이다. 이 학생은 처음 0으로 시작하는 곱셈 외에는 그 수들이 가능하면 반복되지 않도록 한 수를 기점으로 그 수를 출발점으로 해서 그 다음 수들만을 곱하는 아주 체계적인 전략을 보여주고 있다. 이 학생 외에도 모든 것을 다 제시하기는 하였으나 체계성이 다소 부족하여 똑같은 식이 중복되거나 아니면 체계성은 부족하지만 세 수 이상을 곱하여 식을 옳게 계산한 경우의 학생도 이 수준에 속한다.

수 만들기 (2) - 4수준의 예 1. 다음에 주어진 수와 곱셈을 이용해서 여러 가지 수를 만들어 보세요. 그리고 여러분이 어떻게 그 수를 만들었는지도 적어보세요. $0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$ $0 \times 1 = 0, 0 \times 2 = 0, 0 \times 3 = 0, 0 \times 4 = 0, 0 \times 5 = 0, 0 \times 6 = 0, 0 \times 0 = 0, 1 \times 1 = 1, 1 \times 2 = 2, 1 \times 3 = 3$ $1 \times 4 = 4, 1 \times 5 = 5, 1 \times 6 = 6, 2 \times 3 = 6, 2 \times 4 = 8, 2 \times 5 = 10, 2 \times 6 = 12, 3 \times 3 = 9, 3 \times 4 = 12$ $3 \times 5 = 15, 3 \times 6 = 18, 4 \times 4 = 16, 4 \times 5 = 20, 4 \times 6 = 24, 5 \times 5 = 25, 5 \times 6 = 30, 6 \times 6 = 36$ 한 숫자로 돌아가면서 곱한다. 만일 한 숫자를 0으로 정했다면 $0 \times 1, 0 \times 2$ 이런 식으로 한다.

3수준은 주어진 수를 거의 사용하여 다양한 수를 찾았으나 체계성이 부족하거나 체계성은 있으나 다양성에서 부족하며, 자신이 제시한 식에 대한 옳은 답을 구하고, 연산 기호와 식을 거의 올바르게 사용한 경우가 이에 해당한다. 다음은 3수준의 상위 수준에 속하는 학생의 과제지의 예이다.

수 만들기 (2) - 3수준의 예

1. 다음에 주어진 수와 곱셈을 이용해서 여러 가지 수를 만들어 보세요. 그리고 여러분이 어떻게 그 수를 만들었는지도 적어보세요.

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6

$0 \times 1 = 0, 0 \times 2 = 0, 0 \times 3 = 0, 0 \times 4 = 0, 1 \times 1 = 1, 1 \times 2 = 2, 1 \times 3 = 3, 1 \times 4 = 4, 2 \times 1 = 2, 2 \times 2 = 4$
 $2 \times 3 = 6, 2 \times 4 = 8, 3 \times 1 = 3, 3 \times 2 = 6, 3 \times 3 = 9, 3 \times 4 = 12, 4 \times 1 = 4, 4 \times 2 = 8, 4 \times 3 = 12, 4 \times 4 = 16, 5 \times 1 = 5, 5 \times 2 = 10, 5 \times 3 = 15, 5 \times 4 = 20, 6 \times 1 = 6, 6 \times 2 = 12, 6 \times 3 = 18, 6 \times 4 = 24$

0단에서 6단까지 곱셈을 했고, 반대 곱셈도 했다.

2수준은 약간의 체계성을 보이는 듯도 하지만 이해하기 어렵고 다양성도 다소 부족한 경우로 계산에서도 실수가 있는 경우가 이에 해당한다. 다음은 2수준에 속하는 아동의 과제지의 예이다.

수 만들기 (2) - 2수준의 예

1. 다음에 주어진 수와 곱셈을 이용해서 여러 가지 수를 만들어 보세요. 그리고 여러분이 어떻게 그 수를 만들었는지도 적어보세요.

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6

$0 \times 1 = 0, 4 \times 5 = 20, 6 \times 4 = 24, 6 \times 3 = 18, 1 \times 2 = 2, 3 \times 6 = 18, 5 \times 6 = 30, 5 \times 1 = 5, 4 \times 3 = 12$
 $2 \times 4 = 8, 3 \times 4 = 12$

1수준은 체계성은 거의 찾아볼 수 없으며, 구한 경우의 수도 극히 작거나 수를 너무 부분적으로 사용하며, 자신이 제시한 식에 대해 틀린 답도 있을 수 있고, 연산기호와 식을 사용하는 데도 실수가 있다. 다음은 1수준에서 약간 상위 수준에 해당하는 아동의 과제지의 예이다.

수 만들기 (2) - 1수준의 예

1. 다음에 주어진 수와 곱셈을 이용해서 여러 가지 수를 만들어 보세요. 그리고 여러분이 어떻게 그 수를 만들었는지도 적어보세요.

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6

$2 \times 1 = 2$, 왜냐하면 처음이 2이기 때문, $2 \times 2 = 4$, 왜냐하면 2가 1번 더하기 때문, $0 \times 1 = 0$, 0이 한번도 더할 수 없으니까, $1 \times 3 = 3$, 1이 3번 더하니깐 정답이 3이네요, $2 \times 3 = 6$, 2가 3번 더하기를 하기 때문에, $(1 \times 2) + (1 \times 3) = \text{정답: } 5$

이러한 수준별 백분율을 구하면, 1수준, 2수준, 3수준, 4수준 각각에 대해 17.8%, 46.6%, 27.1%, 8.5%가 해당한다.

② 2번 문항에 대한 분석

수 만들기(2)의 2번 문항에 해당하는 분석적 평가 기준은 <표 7>과 같다.

<표 7> 수행평가 2번 문항의 분석적 평가 기준

범주		1수준	2수준	3수준	4수준
영향	다양성	+, -, ×의 연산 중 1-2개를 사용하였으나 식이 다양하지 못하고 각각의 연산에 1-2가지의 예만 제시한 경우	+, -, ×의 연산 중 2개 정도를 사용하되 식의 다양성이 약간 부족한 경우	+, -, ×의 연산을 사용하여 다양한 식을 제시한 경우	+, -, × 또는 다른 연산을 이용하여 다양한 식을 제시한 경우
	체계성	임의적이고 비조직적이며 어떤 체계적인 접근도 하지 않은 경우	약간의 체계적인 접근이 보이지만 이해하기 어려운 경우	부분적으로 체계적이고 조직적인 접근이 엿보이는 경우	고도로 체계적이고 조직적으로 접근한 경우, 특히 덧셈의 경우에 체계적으로 접근한 경우
	수확장	두 자리-한자리의 받아내림이 없는 계산만을 제시한 경우	주로 두 자리-한자리의 받아내림이 있는 계산을 제시한 경우	두 자리 수의 계산을 시도하였으나 그 계산이 쉬운 경우나 두 자리-한 자리 수 정도의 계산을 제시한 경우	두 자리 이상의 받아올림이 있거나 받아내림이 있는 수를 선택하여 계산을 제시한 경우
정확성	자신의 식에 대해 많은 실수와 체계적인 오류가 있는 경우	자신의 식에 틀린 답이 2-3개 있는 경우	거의 대부분 자신의 식에 대한 옳은 답을 제시한 경우	모든 식의 결과가 36이 되는 경우	
의사소통	연산 기호의 혼동이나 등호를 사용하는데 실수가 많은 경우	연산 기호나 식에 1-2개의 실수가 있는 경우	연산 기호와 식을 거의 대부분 올바르게 제시한 경우	연산 기호와 식을 모두 올바르게 제시한 경우	

이러한 수준에 해당하는 학생들의 백분율을 구하면, 영향에서는 1수준, 2수준, 3수준, 4수준 각각에 대해 11.9%, 33.1%, 48.3%, 6.7%이고, 정확성에서는 5.0%, 16.9%, 33.1%, 53.4%이며, 의사소통에서는 1.7%, 1.7%, 14.4%, 82.2%이다.

정확성에서 나타난 오류의 형태로는, $56 - 30 = 36$, $46 - 20 = 36$, $57 - 41 = 36$, $26 + 20 = 36$ 과 같이 10의 자리 계산이 안 되는 경우, $50 - 14$, $70 - 44$, $100 - 64$, $42 - 16$, $41 - 15$ 와 같이 10의 자리에서 받아내림을 해서 1의 자리를 계산한 후 10의 자

리 계산에서는 그것을 고려하지 않은 경우, $3 + 60 = 36$ 과 같이 자리수 개념이 없는 경우, $40 - 16 = 36$, $50 - 26 = 36$, $90 - 66 = 36$ 과 같이 10의 자리만 계산하고 1의 자리는 뒤에 있는 1의 자리의 수 6을 그대로 쓴 경우, $42 - 8 = 36$, $43 - 9 = 36$ 과 같이 10의 자리에서 1을 빼고, 1의 자리는 뒤의 큰 수에서 앞의 작은 수를 뺀 경우, 또는 $40 - 5 = 36$, $52 - 10 - 7 = 36$, $90 - 40 - 25 = 36$ 등과 같이 처음 수부터 세서, 즉 $40 - 5$ 를 계산하면서 40, 39, 38, 37, 36으로 5를 거꾸로 세어서 계산하는 경우 등을 살펴볼 수 있다. 의사소통의 경우에는 $40 - 4 = 36$ 을 쓰고 그 뒤에 $40 - 4 = 36$ 이라고 적은 경우, \times 와 $+$ 를 혼동하거나 \times 를 \div 와 혼동하여 적은 경우 등을 살펴볼 수 있다.

이러한 분석적 평가 기준과 이 과제의 가장 중요한 부분은 수와 연산의 다양성이며, 체계성은 일종의 부가 항목이라는 점을 고려하여, 다음과 같이 총체적 평가 기준을 설정하였다.

4수준은 다양한 연산과 다양한 수를 선택하여 받아내림과 받아올림이 있는 두 자리 이상의 계산을 제시하며, 덧셈을 사용하여 36을 만들 때 상당히 체계적으로 접근하며, 연산기호를 바르게 사용하고, 자신이 제시한 식의 결과가 모두 36이 되는 경우가 이에 해당한다. 다음은 4수준에 속하는 학생 과제지의 예이다.

수 만들기 (2) - 4수준의 예	
2. 여러분이 원하는 수와 덧셈, 뺄셈, 곱셈 등 여러분이 알고 있는 계산을 이용해서 '36'을 만들어보세요. 그리고 여러분이 어떻게 그 수들을 만들었는지도 적어보세요.	
0, 1, 2, 3, 4, 5, 6	
① 곱셈	$6 \times 6 = 36$, $9 \times 4 = 36$, $4 \times 9 = 36$, $18 \times 2 = 36$, $12 \times 3 = 36$, $36 \times 1 = 36$, $2 \times 18 = 36$ $3 \times 12 = 36$, $72 \times 0.5 = 36$
② 뺄셈을 해서	$37 - 1 = 36$, $38 - 2 = 36$, $39 - 3 = 36$, $40 - 4 = 36$, $41 - 5 = 36$, $42 - 6 = 36$ $43 - 7 = 36$, $44 - 8 = 36$, $45 - 9 = 36$, $46 - 10 = 36$, $47 - 11 = 36$, $48 - 12 = 36$ $49 - 13 = 36$, $50 - 14 = 36$, $51 - 15 = 36$
③ 덧셈을 해서	$1 + 35 = 36$, $2 + 34 = 36$, $3 + 33 = 36$, $4 + 32 = 36$, $5 + 31 = 36$, $6 + 30 = 36$ $7 + 29 = 36$, $8 + 28 = 36$, $9 + 27 = 36$

3수준은 모든 연산을 사용하나 체계성이 부족하고, 두 자리 수의 간단한 계산이나 두 자리와 한 자리 수의 계산을 각 연산에 대해 3-5가지 정도 제시한 경우가 이에 해당된다. 다음은 이 수준에 속하는 학생의 대표적인 답안이다. 이 학생들에 대한 교사의 피드백은 답안을 좀더 다양하게 구성해보도록 다시 한번의 기회를 제공하는 일일 것이다.

수 만들기 (2) - 3수준의 예

2. 여러분이 원하는 수와 덧셈, 뺄셈, 곱셈 등 여러분이 알고 있는 계산을 이용해서 '36'을 만들어보세요. 그리고 여러분이 어떻게 그 수들을 만들었는지도 적어보세요.

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6

① 덧셈을 해서
 $1.21 + 15 = 36$, $2.12 + 24 = 36$, $2.9 + 27 = 36$, $4.26 + 10 = 36$, $5.3 + 33 = 36$, $6.29 + 7 = 36$

② 뺄셈을 해서
 $1.49 - 13 = 36$, $2.51 - 15 = 36$, $3.39 - 3 = 36$, $4.50 - 4 = 36$

③ 곱셈을 해서
 $1.6 \times 6 = 36$, $2.9 \times 4 = 36$

2수준은 2 가지 정도의 연산을 사용하여 두 자리-한 자리 정도의 계산을 제시하며, 각 연산에 대해 2-3 가지 정도의 식을 제시한 경우가 이에 해당된다. 다음은 이 수준에 속하는 학생의 대표적인 답안이다. 이 수준의 학생들에게는 교사의 지도가 약간 필요하다.

수 만들기 (2) - 2수준의 예

2. 여러분이 원하는 수와 덧셈, 뺄셈, 곱셈 등 여러분이 알고 있는 계산을 이용해서 '36'을 만들어보세요. 그리고 여러분이 어떻게 그 수들을 만들었는지도 적어보세요.

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6

$30 + 6 = 36$, $6 \times 6 = 36$, $40 - 4 = 36$, $28 + 8 = 36$, $31 + 5 = 36$, $33 + 3 = 36$, $26 + 10 = 36$

1수준은 체계성을 찾아보기 어렵고, 연산이 부족하거나 각 연산에 대한 수의 선택이 다양하지 못하거나 계산에서 체계적인 오류가 발견되는 경우가 이에 해당한다. 다음은 1수준의 대표적인 학생 과제지의 예이다. 이 학생의 특징은 다양한 시도를 하였으나 덧셈이나 뺄셈에서 5와 관련된 계산에서 비슷한 유형의 오류를 계속 범하고 있다. 이 수준의 아동은 교사의 집중적인 지도가 필요하다.

수 만들기 (2) - 1수준의 예

2. 여러분이 원하는 수와 덧셈, 뺄셈, 곱셈 등 여러분이 알고 있는 계산을 이용해서 '36'을 만들어보세요. 그리고 여러분이 어떻게 그 수들을 만들었는지도 적어보세요.

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6

$35 + 1 = 36$, $40 - 5 = 36$, $9 \times 4 = 36$, $20 + 10 + 5 = 36$, $37 + 2 - 3 = 36$, $42 - 2 - 5 = 36$
 $90 - 40 - 25 = 36$, $63 - 0 = 36$, $73 - 10 = 36$

이러한 수준별 백분율을 구하면, 1수준, 2수준, 3수준, 4수준 각각에 대해 7.6%, 30.0%, 54.2%, 10.2%가 해당된다.

③ 수 만들기 (2) 과제에 대한 아동과 교사의 반응

이 과제에 대한 아동의 반응은 ‘다양한 방법으로 하니까 좋다’, ‘+, -, ×에 대해 더 잘 알게 되었다’, ‘수업시간 보다 더 재미있다’, ‘더 쉬워서 점수를 잘 받을 것 같다’, ‘처음에는 긴장되었지만, 여러 가지로 생각해 보는 것이 재미있었다’, ‘스스로 문제를 만들어서 재미있었지만 두 장이라 좀 지루하였다’ 등이다. 이 과제에 대한 교사의 반응은 ‘이 과제를 보니 아동의 수준차가 확실히 드러났다’는 점이다.

④ 과제 분석의 시사점

수 만들기(2) 과제를 분석한 결과, 학생들 사이에서 다양한 사고나 체계적 접근 방식 및 수의 사용 범위에서 많은 차이가 남을 알 수 있었고, 문항 1에서, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6의 수들을 제시하는 것보다는 0, 2, 3, 5, 7과 같이 연속되지 않은 수들을 제시하는 것이 아동의 체계적 접근에 대한 좀더 확실한 정보를 얻을 수 있을 것으로 생각되었다. 또한 실시한 네 번의 답안들이 각각 담임교사의 설명 여하에 많이 좌우된다는 것을 고려할 때, 수행평가 과제를 실시하기 전에 과제에 대한 좀더 충분한 논의가 있어야 할 것으로 생각된다.

IV. 결 론

본 연구에서는 수학과 수행평가의 의미와 그 목적 및 수행평가 과제의 특성을 살펴보고, 이에 적합한 수학과 수행평가 도구로 연구자가 개발한 포트폴리오의 틀을 소개하였다. 이 포트폴리오는 ‘수학적 생각과 적용’이라는 이름 아래 수학과에 적합한 ‘균형 있는 평가’를 그 목적으로, 저널 쓰기, 문제 만들기, 구성 과제, 서술 과제, 지필 고사, 자기 평가, 교사 평가, 학부모 평가를 그 내용으로 포함하고 있다. 이러한 과제들의 평가 기준은 수행평가의 핵심인 ‘고차적인 사고력’을 측정할 수 있는 영향, 추론, 정확성, 의사소통이다. 이러한 수행평가 과제의 개발절차는 교육과정의 분석을 시작으로 그 목표에 적절한 과제의 초안을 작성하고, 이 과제를 실행할 초등학교 담임교사들과 상의를 거쳐 필요한 경우에는 초안을 수정하고, 학생들의 실행과정을 살펴보면서, 계속 수정 보완되고 있다. 이러한 과제를 평가할 평가 기준을 마련하기 위해 연구자가 과제의 초안을 작성할 때, 잠정적으로 마련한 영향, 추론, 정확성, 의사소통에 해당하는 판별기준을 근거로 학생들의 답안을 분석하고, 이에 분석적 채점 방법과 총체적 채점 방법 두 가지 모두 적용하여, 학생들의 요소별 수준과 총체적인 수준을 구분하였다. 또한 답안 분석과정에서 발견된 학생들의 오류를 분석하였다. 이러한 과정에서 수행평가는 오히려 학생들의 등급을 매기기 위한 것이 아니라 학생의 수학

적 지식의 상태를 점검하는 역할을 하며, 이러한 오류 분석을 바탕으로 교사는 자신이 가르치고 있는 학생의 개념적 모델을 구성하는 데 도움을 받을 수 있으며, 수업의 개선을 위한 정보를 얻게 된다고 할 수 있다.

본 연구는 앞으로의 일반화를 위한 실험적인 연구에 불과하므로, 더 많은 후속연구가 뒤따라야 할 것으로 생각된다. 우선 연구자가 개발한 과제들이 1, 2학년 수준에 적절한지, 교육과정의 해당 학년의 목표와 관련하여 얼마나 타당한지, 지금 잠정적으로 제시한 평가 기준들이 얼마나 신뢰할 수 있는 것인지를 비롯해서 더 많은 연구들이 실행되어야 하며, 이러한 수행 평가를 아동의 성적표에 어떤 형태로 반영해야 할 것인지에 대한 연구도 계속적으로 이루어져야 한다. 또한 1, 2학년의 포트폴리오와 일관성을 가지면서 학생들에게 선택의 여지를 줄 수 있는 3, 4, 5, 6 학년에 적절한 포트폴리오의 틀은 어떤 것인지에 대한 연구도 계속되어야 할 것으로 생각된다. 또한 이러한 수행평가 실시 결과 학생들에게 어떤 피드백을 주어야 하는지에 대한 문제도 깊게 연구되어야 한다. 이를 위해서는 현장과의 좀더 적극적인 공동연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다. 또한 이러한 수행평가가 지속적으로 이루어지기 위해서는 국가적인 차원에서 이러한 수행평가를 관할할 수 있는 평가단이 구성되어야 할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 국립교육평가원(1996). 수행평가의 이론과 실제. 서울 : 국립교육평가원.
- 교육부(1997). 수학과 교육과정. 서울 : 대한 교과서 주식회사.
- 교육부(1999a). 수학 1-가, 1-나, 2-가, 2-나 실험용. 서울 : 국정 교과서 주식회사.
- 교육부(1999b). 수학 익힘책 1-가, 1-나, 2-가, 2-나 실험용. 서울 : 국정 교과서 주식회사.
- 교육부(1999c). 초등학교 교사용 지도서 수학 1-가, 1-나, 2-가, 2-나 실험용. 서울 : 대한 교과서 주식회사.
- 권오남, 황숙균, 권기순(1999). 수학과 수행평가의 적용과 그 효과 분석-중학교 1학년 심화반을 대상으로. 춘계 대한수학교육학연구발표대회논문집. 183-206.
- 류희찬, 박미숙(1999). 중학교 2학년용 수학 수행평가문항 개발 및 적용에 관한 연구-서술형과 실험·실습형을 중심으로. 대한수학교육학회지 학교수학, 1(1), 187-216.

- 박경미, 임재훈(1999). 수행평가 프로젝트법의 의의와 실제. *춘계 대한수학교육학연구발표대회논문집*. 157-182.
- 박경미(1999). 수학과 수행평가. 백순근 편. *수행평가의 이론과 실제*. 서울 : 원미사. 239-298.
- 서울특별시교육청(1997). 창의력 신장을 돕는 중학교 수학과 학습 평가 방법. 서울특별시교육청.
- 이대현, 박배훈(1999). 서술형 수행평가의 개념과 활동에 관한 연구. *추계 대한수학교육학연구발표대회논문집*. 179-192.
- 유현주(1998). 수행평가 과제제작의 모형 및 준거에 관한 연구. *대한수학교육학회논문집*, 8(1), 163-182.
- 장경윤, 권오남, 최명례(1998). 중학교 수학 수행평가 문항의 개발 및 그 활용. 한국교원대학교부설 교과교육공동연구소.
- 최승현(1999a). 수학과 수행평가의 효율적 실천 방안. *춘계 대한수학교육학연구발표대회논문집*. 143-156.
- 최승현(1999b). 수학과 수행평가의 국제비교. *추계 대한수학교육학연구발표대회논문집*. 111-138.
- 한국교육개발원(1990). 교육의 본질 추구를 위한 수학교육평가체제연구(I)-수학과 교육의 역할 및 평가 방향 탐색. 서울 : 한국교육개발원.
- 한국교원대학교 수학교육연구소(1999). 창의성 신장을 위한 새로운 수학교육 평가방안에 관한 연구. *수행평가 프로젝트 중간보고서*. 미출간 자료.
- 한국초등교육평가연구회(1997). *수행평가 이렇게 합시다*. 서울 : 교학사.
- Barber, J. et al.(1995). *Insights & outcomes : Assessment for great explorations in mathematics & science*. Berkeley : University of California.
- Crowley, M. L.(1996). In Lambdin, D. V., Kehle, P. E. & Preston, R. V.(Eds.), *Emphasis on assessment: Readings from NCTM's school based journals*. NCTM. 102-105.
- Danielson, C. (1997). *A Collection of performance tasks and rubrics : Upper elementary school mathematics*. Eye on Education, Inc.
- De Lange, J.(1995). No chance without problems, In Romberg, T. A.(Ed.), *Reform in mathematics and authentic assessment*. Albany : State University of New York, 87-172.

- Hart, D.(1994). *Authentic Assessment: A handbook for educators*. Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- Kerekes, J.(1999). South Brunswick Monmouth Junction school mathematical thinking portfolio.
- Lambdin, D. V. & Walker, V. L.(1996). Planning for classroom portfolio assessment. In Lambdin, D. V., Kehle, P. E. & Preston, R. V.(Eds.), *Emphasis on assessment: Readings from NCTM's school based journals*. NCTM. 95-101.
- National Council of Teachers of Mathematics(1989). 구광조 외 공역(1992). 수학교육과정과 평가의 새로운 방향. 서울 : 경문사.
- National Council of Teachers of Mathematics(1991). *Professional standards for teaching mathematics*. Reston, VA: the Author
- National Council of Teachers of Mathematics(1995). *Assessment standards for school mathematics*. Reston, VA: the Author
- National Council of Teachers of Mathematics(1998). *Principles and Standards for School Mathematics : Discussion Draft*. Reston, VA: the Author
- Norwood, K. S. & Carter, G. (1996). Journal writing : An insight into student's understanding. In Lambdin, D. V., Kehle, P. E. & Preston, R. V.(Eds.), *Emphasis on assessment: Readings from NCTM's school based journals*(pp. 81-93). NCTM.
- 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*. Technipress, Culemborg.
- Whitin, D. J.(1998). The "write way" to mathematical understanding. *The teaching and learning of algorithms in school mathematics, 1998 Yearbook*. National Council of Teachers of Mathematics, 161-169.
- Wiggins, G.(1996). *Measuring what matters: The case for assessment reform*. The Center on Learning, Assessment, and School Structure.

A Study on Development of Performance Assessment Tools for Mathematics in the Primary School

Chong, Yeong-Ok (Chinju National University of Education)

This study aims to develop performance assessment tools for mathematics in the primary school. In order to achieve this aim, it reviews the meaning and the purpose of mathematics performance assessment, and the characteristics of performance assessment tasks. Then the framework for portfolio developed in this study is introduced. This portfolio is called 'mathematical thinking and applying'. It aims at balanced assessment for improvement of mathematics instruction. It is composed of journal writing, problem by the student, constructed task, work samples, written test, self assessment, teacher's comment and parents' comment. The criteria of performance tasks is categorized in impact, reasoning, accuracy and communication.

The procedures of development of these tasks are as follows: the analysis of mathematics curriculum for the primary school, the design of performance tasks with considering teaching unit goals, designing rubrics, discussing these tasks with teachers in primary school, modifying them when is needed, observing the process of children's task performing, interviewing with teachers and final modifying. After performance assessment tasks are implemented, the answers by the students is analyzed using rubrics. Then anchor papers are selected. Also, the errors of children are analyzed. Through the process, teachers can obtain the information of children for improvement of mathematics instruction.

Finally in order to generalize this study, I suggest that we need to cooperate with the field of education and to establish expert assessment groups.