

수학교육 평가의 새로운 방향

류 희 찬(한국교원대학교)

I. 서론

학교 활동은 크게 교과 내용, 교수학습, 평가의 세 가지 요소로 나눌 수 있다. 이 중에서 평가는 다른 두 가지 요소의 함수(function)이면서 동시에 이 두 요소에 영향을 미치는 변수(variable)이기도 하다.

우리나라의 수학교육 체제는 (3차에서 6차 교육과정에 이르기까지 가르치는 내용에서 큰 변화가 없었다는 점에서) 전통적인 내용을 전통적인 방법으로 지도한 후 이에 대한 학생들의 성취도를 평가하는 형태를 취하고 있다. 이런 경우 평가는 함수로서의 위치가 크게 되며, 평가가 교수학습 방법의 근본적인 변화를 가져오는 경우는 미미한 편이다.

전통적인 학교교육 하에서 평가가 교수학습에 심대한 영향을 미치는 예외적인 현상은 입학시험과 관련하여 나타난다. 대학수학능력고사의 영향으로 교수학습이나 내용에서의 변화가 시도되고 있는 것이 단적인 예이다. 그러나 이런 경우 학교교육은 상당한 혼란을 가져오게 된다. 학교교육이 수학 능력검사를 제대로 대비시킬 수 없다는 점때문에 수능점사의 폐지 주장이 대두되는 것도 이 때문이다.

본 고에서 강조되는 변수로서의 평가의 위치는 수학교육 상의 근본적인 변화를 전제로 한다. 현재 전 세계적인 수학교육 개혁의 방향은 우리의 실정과는 다소 거리가 있는 문제해결력, 수학적 추론, 수학적 연결성, 의사소통등이 강조된다. 이러한 내용을 수학교육에 소개할 때 우선적으로 고려해야 할 점은 새로운 목표의 설정이나 그 목표를 달성하기 위한 수업방법이겠지만 동시에 이들 영역에서 평가를 어떻게

할 것이냐 하는 점도 고려해야 한다. 새로운 수업 내용이나 방법은 새로운 평가 내용이나 방법이 갖추어 질때나 도입이 가능하기 때문이다.

요즘 우리나라에서도 국민학교에 여러가지 문제 단원을 설정하여 문제해결을 강조하고 있지만 그 문제해결력을 종래의 평가방법으로 잴 수는 없다. 수학교육과정에서 강조되고 있는 탐구과정 역시 종래의 평가 방법으로는 잴 수가 없으며 이는 새로운 평가 방법이 고안된 후에 나 가능하다.

현재 전 세계적으로 일고있는 수학교육의 새로운 방향을 고려할 때, 앞으로 있게 될 7차, 8차 수학교육과정에는 새로운 교육내용의 도입이 불가피한 바, 이에 대한 평가방법을 고안하고 개발하는 연구는 수학교육계에 종사하는 모든 사람들의 시급한 과제가 아닐 수 없다.

본고는 변화되고 있는 수학교육관과 평가관에 비추어 우리나라의 현행 평가 체제에 어떤 문제점이 있는지를 정리해보고 이를 개선하기 위한 구체적인 평가 정형 문항을 생각해 보고자 한다. 여기서 정형이란 당장 수업이나 평가에서 사용되기도 할 수 있지만 이를 바탕으로 다양한 상황으로 변화가 가능한 예시 문항이다.

II. 수학교육의 새로운 관점

새로운 수학교육관은 다음 두 가지점에서 기존 수학교육관과 대비된다: 첫째, 수학적 지식을 통합적으로 보는 관점이다. 모든 수학적 지식은 더 큰 지식의 일부로 그 속에서 각 부분들은 서로 관련되어 유기적으로 조직되어 있다고 보는 입장이다. 둘째, 수학적 지식의 이해는 교사가 아닌 "학생들에 의해 이루어진다"고 보는 관점이다. 수학의 이해는 교사의 설명에 의

한 수동적인 과정이 아니라, 학생들이 자신의 인지적 개념 구조를 가지고 교사에 의해 전달되는 지식을 적극적으로 해석하는 과정이라는 것이다.

새로운 수학교육관은 지난 19세기와 20세기를 거치면서 산업 사회를 유지 발전시킨 원동력으로 작용한 소위 기계론적 사고관과 대립된다 (Romberg, et al. 1990). 기계론적인 사고는 다음의 세 가지에 근거한다: 환원주의(reductionism)와 분석 (Analysis)과 인과율 (cause-effect relationship). 환원주의는 어떤 것을 다루기 위해 그것을 가장 단순한 형태로 쪼개려고 하는 입장이다. 분석은 만약 설명하거나 해결하려는 복잡한 문제가 있을 때 그것을 부분으로 쪼갠 다음 다시 결합하는 것을 말한다. 인과율은 모든 것이 원인과 결과의 관계에 의해 설명될 수 있다고 보는 입장이다.

이렇게 본다면 평가관도 바꾸지 않으면 안된다. 지식을 잘게 쪼갠 다음 각각 하나의 평가 단위로 설정하여 문항을 한 문제로 출제하는 스타일은 지향되어야 하며 상황을 주고서 그 상황을 탐구하고 동료들과 의사소통할 수 있는 능력이 평가되어야 한다. 또한, 수학이 과학, 사회, 미술, 수학의 다른 영역과 통합적으로 연결된다는 것을 분명히 할수 있는 평가 내용이 포함되어야 한다. 또한, 수학이 단순한 지식의 회상이 아닌 고차원의 사고 과정과 관련된다는 것을 설득력 있게 나타내는 과제, 수학 학습에서 탐구하고, 정당화하고 나타내고, 해결하고 구성하고, 토론하고, 사용하고, 탐구하고, 묘사하고, 개발하고, 예상하는 활동이 평가 과정에 반영되어야 한다.

III. 수학교육 평가 체제의 문제점과 개선책

본 절에서는 수학교육 평가 체제의 문제점과 개선책을 평가 내용, 평가 방법, 평가 목적의 세 측면으로 나누어 살펴 보고자 한다.

A. 평가 내용

현재 수학교육 평가의 내용 측면에서 가장 문제가 되는 것은 평가 내용이 너무 단편적인 지식을 암기하는 쪽으로 치우치고 있다는 점이다. 수학교육의 평가는 수학적 지식의 모든 측면과 그들 사이의 관련성이 평가되어야 한다.

얼마나 많은 개념이나 정보를 가지고 있느냐 뿐 만 아니라 그 정보를 주어진 상황에 얼마나 잘 적용할 수 있는지, 수학적 언어를 사용하여 주어진 상황이나 아이디어를 얼마나 잘 간결하고 정확하게 전달하고 수용할 수 있는지를 평가해야 한다. 또한, 연역이나 귀납적 추론을 할 수 있는 능력을 가지고 있는지, 창의적 사고를 요구하는 상황을 잘 처리할 수 있는지, 정보를 통합하고 의미있게 만들 수 있는지 여부와 그 정도를 평가해야 한다. 또한, 어떤 수학적 성향을 가지고 있는지, 수학을 행하는 것에 대한 자신감을 가지고 있는지, 수학이 인간의 삶에서 차지하고 있는 가치를 이해하고 있는지를 평가해야 한다. 또한, 몇 가지 수학적 개념과 기술(skill) 및 절차 (procedure)를 동시에 적용하는 능력에 초점을 맞추어야 한다.

단편적인 지식이나 한 종류의 과제나 반응만을 강조하는 평가는 다음과 같은 문제를 지닌다.

첫째, 학생들의 수학적 힘(power)에 대한 정확한 정보를 제공할 수 없다. 평가는 주어진 단위 시간 동안 학습한 내용을 얼마나 잘 성취했느냐 뿐만 아니라 학습한 내용을 새로운 문제 상황에 적용하는 능력 등 다양하고 총체적인 능력을 측정할 수 있어야 한다. 예를 들어, 「계산」과 관련된 단원의 평가라 하더라도 고차원적인 종합적 사고력 대신 계산 기술의 효율적인 사용만으로 계산에 대한 수학적 힘을 측정한다고 볼 수 없다.

둘째, 수학 학습을 바람직한 방향으로 이끌 수 없다. 대부분의 학생들은 평가 내용에 민감하다. 만약 수업 내용은 사고력 신장에 주어진

면서도 평가는 단편적인 지식만을 대상으로 한다면, 학생들은 평가되는 내용에만 초점을 두고 단편적 지식을 암기하는 학습을 하게 될 것이다. 주어진 수업 목표와 내용을 모두 포괄하는 평가가 이루어져야 한다.

세째, 교육과정에 새로운 내용을 도입하는데 어려움을 야기시킨다. 예를 들어, “문제해결전략의 활용”이라는 새로운 교육 내용을 도입하고 싶어도 거기에 따른 평가가 이루어 지지 않거나 합당한 평가 도구가 개발되어 있지 않다면 그 내용을 도입할 수 없다.

네째, 한 유형의 평가에 대한 지나친 의존은 학생들을 좌절시키고 자신감을 감소시키고, 수학에 대한 부정적인 감정을 갖게 할 수 있다.

새로운 관점을 바탕으로 할 때 수학교육 평가가 개선되어야 할 방향은 다음과 같다.

첫째, 다양하고 통합적인 관점에서 평가 내용을 추출하기 위한 틀을 개발하는 것이다. 한 예로서, NCTM이 제시한 평가틀을 생각해 볼 수 있다. NCTM은 평가가 다음과 같은 다양한 내용을 모두 고려해야 한다고 주장했다(NCTM, 1989).

(1) 문제해결: 문제 제기 또는 구성 능력; 문제해결 전략을 사용하는 능력; 문제를 푸는 능력; 결과를 증명하고 해석하는 능력; 해를 일반화하는 능력

(2) 의사소통: 수학적 아이디어를 다양한 형태(구두로, 지필로, 시각적으로)로 표현하는 능력; 다양한 형태로 제시되는 수학적 아이디어를 해석하는 능력; 다양한 컴퓨터 s/w를 사용하는 능력

(3) 추론: 논증을 하고, 논증의 타당성을 판단하고, 결론을 내리는 능력; 귀납적 추론 능력; 개연적 추론 능력; 비례 추론 능력; 공간 추론 능력; 공통 성질과 구조를 파악하는 능력; 수학의 공리적 성격을 이해하는 능력

(4) 수학적 개념: 개념을 정의하고 말로써 표현하고, 분류하는 능력; 예와 바례를 만드는 능력; 개념을 기호와 도식과 모델을 써서 나타내

는 능력; 표현 방식 사이의 변환(translation) 능력; 개념을 인식하고 해석하는 능력; 개념을 결정하는 조건을 인식하는 능력; 개념을 대비하고 비교하는 능력

(5) 수학적 절차: 언제 어떤 절차가 적절한지를 인식하는 능력; 절차의 각 단계의 이유를 제시하는 능력; 절차를 효율적으로 실행하는 능력; 절차를 경험적으로, 분석적으로 입증하는 능력; 옳은 절차를 인식하는 능력; 새로운 절차를 만드는 능력; 절차를 수정하거나 확장하는 능력; 수학에서 절차의 역할을 이해하기

(6) 수학적 성향: 수학을 사용하는데 따른 자신감; 수학을 행하는데 있어서의 유연성; 수학적 과제에 대한 지속성; 수학을 행하는데 대한 호기심; 자신의 사고에 대한 반성; 수학의 용을 가치있게 여기기; 수학의 역할을 이해하기

(7) 수학적 힘: 수학적 지식이나 성향의 제 측면의 통합하는 능력

두 번째 예로써 제 3차 수학·과학 국제학력 비교연구(TIMSS) 연구에서 사용된 평가틀을 생각해 볼 수 있다. TIMSS 연구에서 사용된 평가틀은 세 가지 축으로 구성된다: 교과 내용(content); 실행 기대(performance expectation); 조망(perspectives).

(1) 교과 내용: 수; 측도; 기하: 위치, 시각화, 형태; 기하: 대칭, 합동, 닮음; 비례; 함수, 관계, 방정식; 자료 표현, 확률, 통계; 초등 해석학; 타당화, 구조; 기타

(2) 실행 기대:

1) 이해: 표현하기; 동치적 대상의 인식; 수학적 대상과 성질의 회상

2) 절차 사용: 도구(자와 컴퍼스 등)의 사용; 쉬운 절차의 실행; 복잡한 절차의 이용

3) 탐구와 문제해결: 문제와 상황을 제기하고 분류하기; 전략 개발; 해결; 예측; 증명

4) 수학적 추론: 기호와 용어의 개발; 알고리즘의 개발; 일반화; 추측; 정당화, 증명; 공리화

5) 의사소통: 단어와 기호를 사용하기; 표상을 관련 짓기; 기술하고 토의하기; 비평하기

(3) 조망:

- 1) 과학과 수학 및 기술 공학에 대한 태도
- 2) 과학과 수학 및 기술 공학과 직업: 기술 과학 분야의 직업에서 과학과 수학 및 기술 공학의 중요성을 인식하기; 비기술과학 분야의 직업에서 과학과 수학 및 기술 공학의 중요성을 인식하기
- 3) 모든 계층 학생들을 위한 과학과 수학 및 기술 공학
- 4) 과학과 수학 및 기술 공학에서 흥미를 증진시키기
- 5) 과학적 수학적 정신 습관을 기르기

둘째, 종래의 내용-행동 이원분류표에 대한 재고가 필요하다. 이원 분류표는 세로에는 내용, 가로에는 도달 행동 수준 (지식, 이해, 적용, 분석 등)을 표시하여 각 cell당 하나의 교육 목표 내지 평가 문항을 할당하는 틀이다. 이 분류표는 문항이나 교육목표를 쉽게 조직할 수 있다는 점에서 그리고 시각적으로 문항이나 교육목표가 어느 한 쪽으로 편중되었는가를 확인할 수 있다는 점에서 효율적이다. 그러나, 내용 차원의 요소가 결정되었을 때 그 요소들을 통합하는 문항을 추출하기가 곤란해 진다. 또한, 행동 차원에서 각 요소에 속하는 것으로 유일하게 판단되는 문항을 만들기가 곤란해 진다.

여기에 대한 대안으로 첫째, 위에서 제시한 NCTM의 평가틀을 생각해 볼 수 있다. 즉, 내용과 행동의 이차원적인 틀이 아니라 어떤 평가 단위에서도 일차원적으로 평가 문항을 생성한다는 것이다. 둘째, 위에서 제시한 TIMSS 연구의 삼원적 평가틀이다. 그러나 이 연구에서 제시된 세 축을 종래의 이원분류표에서 사용한 축으로 생각해서는 안된다. 종래에는 각 cell 당 한 문항이 배정되었지만 이 연구에서는 각 축의 여러 요소에 한 문항이 연결된다 (그림 1).

B. 평가 방법

현재 수학교육 평가의 방법 상의 문제점은

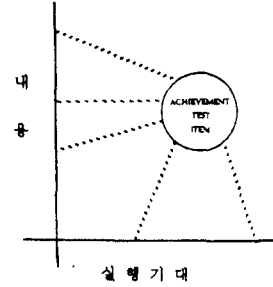


그림 1

다음의 세 가지로 정리될 수 있다.

첫째, 평가가 대개 객관식 문제 중심의 지필 검사에 한정되고 있다는 점이다. 수학 교육 평가는 지필검사 이외에 다양한 방법이 존재한다. 이들에게는 각기 장단점*이 있으며 측정하고자 하는 대상이나 내용 목적에 따라 선별적으로 사용되어야 한다.

둘째, 평가 상황이 지극히 일회적이라는 점이다. 어떤 평가 단위에서도 일회의 평가 결과를 바탕으로 그 학생의 성취도나 능력을 규정하는 경우가 많다.

셋째, 계산기, 컴퓨터 및 조작물 등이 평가에 전혀 이용되지 못하고 있다. 이들 교육 공학의 적용은 앞으로 수학 교실에서 활발하게 이용될 전망이지만 평가에서의 사용은 불투명하다. 특히 계산기를 평가시 사용하는 것은 상당 기간 동안 계속해서 금지될 전망이다.

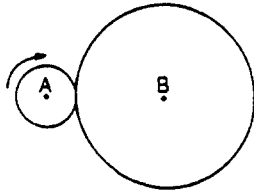
평가가 객관식 지필 검사에 한정됨으로써 생기는 문제점을 들면 다음과 같다.

첫째, 사고의 고정화를 들 수 있다. 객관식 문제를 장기간 동안 풀게 되면 사고 자체가 다른 사람의 사고에 의존하게 되며 자신이 창의적으로 문제를 풀기 보다는 보기를 주어진 조건에 대입하여 문제를 해결하게 된다. 즉 사지선다형 문제는 “사지선다형의 사고”를 유발시키게 된다.

둘째, 이해하지 못하는 성공의 가능성이 생

기게 된다 (Lipson, et al, 1990). 다음과 같은 오지 택일형의 문제를 생각해 보자.

다음 그림에서 원 A의 반경은 원 B의 반경의 3배이다. 원 A가 원 B의 원주를 따라 회전을 할 때, 몇 바퀴를 돌면 다시 제자리로 돌아 오겠는가?



- (1) 3/2 (2) 3 (3) 6 (4) 9/2 (5) 9

이 문제를 만든 사람이 생각한 답은 (2)였다. 그러나 이 문제는 옳은 정답을 보기로 가지고 있지 않는 틀린 문제이다. 이 문제의 보기는 사고를 틀린 방향으로 유도하고 있으며 문제를 완전히 이해하지 못하고도 맞은 것으로 되었다. 객관식 문제는 주관식이나 다른 어떤 방법에 비해 이해하지 못한 성공의 가능성이 높다고 할 수 있다.

세째, 평가 방법의 편중성은 평가 상황의 일회성과 결부되어 우리의 수학교육을 황폐화시키고 있다. 단원별 형성 평가에서부터 고등학교 전체 범위를 다루는 학력고사에 이르기 까지 어떤 평가 단위에서도 1회만 그것도 객관식 평가만 시행됨으로써 학생들과 학부모들이 평가 결과를 불신하게 되었다. 또, 거기서 얻는 정보가 학생들의 성취도를 정확히 측정하지 못함으로써 수업 방법 개선에 적절한 정보를 제공할 수 없게 되었다.

네째, 수업 방법과 학습 방법에 나쁜 영향을 미칠 수 있다. 객관식 문제 만이 출제된다면 학생들은 평소의 학습에서도 객관식에 대비한 연습만을 할 것이다. 또한, 교사도 학생들의 요구에 맞추어 답을 잘 고르는 요령만을 지도할 공산이 크다. "가능하지 않은 답을 배제"하는 것도 경우에 따라서는 좋은 문제해결 전략이 될

수 있지만 모든 교육 활동이 그 방향으로 치우치는 것은 바람직하지 않다.

다섯째, 컴퓨터나 계산기 등을 평가에 어떻게 활용할 것인지에 대한 논의가 이루어 지지 않음으로써 학교에서 강조되는 수업 목표나 수업 방법과 일치가 되지 않을 공산이 크다. 제 6차 교육과정에서는 컴퓨터나 계산기를 적극적으로 수업에 반영하는 것을 권장하고 있다. 그러나 평가가 계산기를 제한하는 상황에서 과연 계산기를 이용한 정상적인 수업이 이루어질지의문이다.

이에 대한 개선책으로 다음을 생각할 수 있다.

첫째, 교사들이 평가 방법의 다양성에 좀 더 관심을 갖는 일이다. 수학교육이 지향하는 전 범위의 목표를 달성하기 위해서, 그리고 학생들의 개개인의 어려움을 확인할 수 있도록 하기 위해서는 다양한 평가 기법이 사용되어야 한다: 선택형 문항 (선다형, 진위형, 배합형), 단답식 문항 (질문형, 결합형, 완성형), 논술형 문항, 관찰 및 질문법 (비형식적, 형식적), 학생 자기 평정법 (보고서법, 체크리스트법), 토론, 탐구형 문제 (open-ended problem), 숙제, 프로젝트 (project), 일지 (journal) 등등. 교사들은 어떤 상황에서 어떤 방법이 가장 적합한지를 알기 위해 이들 방법의 장단점에 대해 잘 알고 있어야 한다.

특히 우리나라에 아직 소개되지 않은 방법으로, 학생들이 자신의 문제해결 과정이나 사고과정을 일기 형식으로 써 보게 하는 일지 (journal)는 학생들이 수학에 대해 갖는 어려움에 대한 정보를 얻는 데 도움이 된다.

둘째, 수학 학습을 누적적인 과정으로 바라볼 수 있어야 한다. 특정 시점에서 부과된 점수와 평점을 통해서만 학생들의 지식에 대해 자세히 알 수 없다. 학생들의 이해와 성취도를 타당하고 신뢰롭게 나타내기 위해서는 다양한 평가도구를 써서 다양한 측면에서 평가해야 한다.

세계, 객관식 평가에 대해 새로운 관심을 가져야 한다. 흔히, 객관식 평가와 좋지 못한 평가를 같은 것으로 보는 경향이 있다. 그러나 객관식 평가는 다른 방법에 비해 많은 장점을 지니고 있다. 객관식의 단점은 문제해결과정을 평가할 수 없다는 데 있다. Charles 등 (1987)은 문제 해결 과정을 다음과 같이 정의하고 이들 각각을 측정하는 객관식 문항을 제시하고 있다.

- (1) 문제 내에 있는 발문을 이해하고 필요한 경우 적절한 발문을 제기하는 것.
- (2) 문제에 있는 조건이나 변인을 이해하는 것.
- (3) 문제를 해결하기 위해 필요한 자료를 선택하거나 찾을 수 있는 것.
- (4) 하위 문제 (subproblem)를 제기하며 적절한 문제해결 전략을 선택하는 것.
- (5) 문제해결 전략을 올바르게 적용하여 문제를 푸는 능력.
- (6) 정답을 문제 상황에 맞게 진술하는 능력.
- (7) 정답의 합리성을 점검하는 능력
- (8) 결과를 증명하고 해석할 수 있다.
- (9) 해를 일반화 할 수 있다.

네째, 계산기나 컴퓨터 등의 교육공학을 수학교육 평가에 도입하는 방안을 빨리 개발해야 한다. 컴퓨터를 수학교육 평가에 이용하는 전형적인 예는 한국교육개발원팀의 연구를 들 수 있다 (류회찬, 1990). 이 연구는 호스트 (Host) 컴퓨터에다 많은 문항을 데이터베이스 형식으로 입력 시킨 후 각 가정에서 모뎀 (modem)을 이용하여 호스트 컴퓨터에 있는 문항을 평가하면 여기에 대한 성적을 채점하고 그 결과를 관리해 주는 「컴퓨터 평가 관리 체제」 (CMTS; Computerized Management Testing System)을 구축하는 것이었다. 이 CMTS는 각 가정에서 학교에서 배운 내용을 전화선을 이용하여 평가하면 그 결과를 즉시 알아 볼 수 있을 뿐 아니라 학습 부진 요소를 진단해 주며 학습자의 성적을 장기적인 측면에서 관리하고 종합적

인 처방을 내리는 체제이다. 또한, 계산기를 수학교육 평가에 어떻게 도입하며, 현행 평가 체제에서 어떤 점이 달라져야 하는지에 대한 연구가 이루어 져야 한다.

C. 평가 목적

수학교육 평가에서 평가 목적상 문제점은 다음의 두 가지를 들 수 있다. 첫째, 평가가 학생들의 석차나 평점을 결정하는데만 초점을 맞추고 있다는 점이다. 이렇게 되면 학생들을 평가의 노예가 되어 수학교육 본질이 위협 받게 된다. 또한, 평가 결과가 수업 자체와 유리됨으로써 수업을 개선하기 위한 중요한 정보를 놓치게 된다. 둘째, 평가가 학생의 학력이나 학습 상태를 평가하는데 한정되고 있다는 점이다. 학생을 평가하는 이외에도 교사의 수업이나 교육과정 및 수업 프로그램을 평가하는 방안이 개발되어야 한다.

이에 대한 개선책으로, 첫째, 학생들을 대상으로하는 평가에도 그 목적이 다양하다는 점을 교사들이 인식하는 일이다. 평가에는 석차나 평점을 결정하는 목적 이외에도 진단 목적의 평가, 교수학적 피드백을 받기 위한 평가, 교육 프로그램의 질을 측정하기 위한 평가, 학생들의 일반적인 학력이나 지력을 측정하기 위한 표준화 검사 등을 생각해 볼 수 있다.

진단평가는 학생들이 선행 개념이나 과정에 대해 무엇을 알고 있으며 문제해결의 어떤 측면이 어려움을 야기하며, 학생들이 새로운 문제 해결이나 학습 결과를 응용하지 않으려고 하는 이유 등에 대해 알아 보는 시험으로 개별 학생 단위로 평가된다.

교수학적 피드백을 위한 평가는 학생들이 수업 시간에 제시된 내용을 잘 알고 있는냐를 평가함으로써 수업 방법을 개선하기 위한 평가로 대개 학급 단위로 평가된다. 예를 들어 학생들에게 복습을 강조해야 될지 아니면 좀 더 도전적인 자료가 필요할지 등을 결정하기 위함이다.

또한, 자신의 수업 방침이 잘 수용되었느냐를 평가하는데 활용되기도 한다. 예를 들어, 수업 시간에 수학적 연결성을 강조했다면 과연 학생들이 그러한 관점에서 수학을 통합적으로 바라 보게 되었는지, 만약 그렇지 않다면 수업을 어떻게 조절해야 할지등을 알아보기 위한 평가이다.

표준화 검사는 특정 학생의 일반적인 수학적 능력이나 지력이 다른 학생 또는 전국 기준에 비해 얼마나 되느냐를 비교하는 것으로 개별 학생 단위로 평가된다. 이 평가는 학생들 사이의 변별력을 최대화 하는 신뢰도 높은 과제가 부과되어야 한다.

프로그램 평가는 투입된 프로그램이 수학교육 목표를 성취하는데 얼마나 효과적이냐를 평가하는 것으로 학교 또는 학급 단위로 투입된다. 이 평가는 교육과정 목표의 의도나 내용에 부합되는 과제로 이루어진 절대 평가 성격의 지필 검사, 학생 면담이나 교실 토의 등의 관찰 등 다양한 기법이 동원되어야 한다.

둘째, 수학 교육 평가에 교사의 수업 평가라는 개념이 도입되어야 한다. 교사들이 자기 자신의 수업이나 다른 교사들의 수업을 평가하는 방안이 개발되어야 한다. 우리나라에서 교사의 평가는 업무 평가라는 명목으로 기관장에 의한 평가가 있을 뿐이다. 이 경우 해당 학급의 평균 점수에 의해 그 교사의 능력이 결정된다. 자신의 수업이나 다른 동료의 수업을 평가함으로써 보다 바람직한 수업 활동이 이루어질 수 있을 것이다.

이와 유사하게, 교육과정이나 수업 프로그램에 대한 평가도 이루어져야 한다. 교육과정이 개편될 때 현행 교육과정에 대한 체계적인 평가가 이루어 져야 하는데 별다른 평가없이 새로운 교육과정이 이루어지고 있는 실정이다. 또한, 수업 프로그램에 대한 다음과 같은 평가가 이루어 져야 한다 (NCTM, 1989): 수업 프로그램이 교육과정의 방향과 일치하는가? 학생들의 지식과 경험이 연속적으로 만들어지도록 프

그램이 유치원에서부터 고등학교까지 명료화되어 있는가? 선행학습이 후속학습과 실생활 문제로의 적용을 위한 개념적 뒷받침이 되도록 프로그램이 잘조직되어 있는가? 수학적 아이디어와 그들 사이의 관계성을 탐구하도록 잘 조직되어 있는가? 계산기나 컴퓨터가 적절히 사용되고 있는가? 수학을 통합된 전체로서 이해하도록 조직되어 있는가? 등등.

IV. 새로운 평가 정형 문항의 개발

A. 문항 개발 방향

지금까지의 논의를 바탕으로 수학교육 평가에서의 새로운 정형 문항 개발 방향을 몇 가지 제시하면 다음과 같다.

첫째, 수학적 의사소통의 개념이 강조되는 평가 방법이 강구되어야 한다. 자신의 아이디어를 명확하게 제시하고 적절하게 표현하며 주어진 상황이나 아이디어를 합리적으로 비판할 수 있는지 여부가 평가될 수 있는 과제가 제시되어야 한다. 또, 각 개개인이 혼자서 해결할 수 있는 상황 뿐 아니라 소집단별로 동료들과 문제를 해결할 수 있는 능력이 있는지를 평가할 수 있는 탐구과제도 개발될 필요가 있다.

둘째, 다양한 전략을 사용하여 문제를 풀수 있는 상황을 포괄하는 과제 학생들에게 새로운 수학을 창출하고, 수학을 사용하고 응용하는 기회를 제공하고, 학생들이 할수 있는 것을 보여주는 과제가 제시되어야 한다.

셋째, 수업에 잠재적으로 이용될 수 있는 과제 즉, 내용과 수업 방법 모두 교사도 도움을 받을 수 있고 학생들도 자신감이나 나중의 수업에 대한 기대감을 높일 수 있는 과제 평가가 수업에 포함되어야 한다.

넷째, 평가 방법이 반드시 지필일 필요가 없다. 교사가 말로 제시할 수 있고, 컴퓨터를 통해 제시할 수도 있으며, 구체물을 통해 제시할 수 있다. 비디오 테이프를 이용할 수도 있다.

다섯째, 아동들의 문제해결을 조직할 수 있는 상황이 포함된 과제가 제시되어야 한다. 이 상황은 수학적으로 덜 발달된 아동도 시작할 수 있는 상황이어야 하며 공부를 잘하는 아동도 계속해서 탐구할 수 있는 문제가 제시되어야 한다.

여섯째, 학생들의 종합적 관점과 분석적 관점을 동시에 파악할 수 있는 과제가 제시되어야 한다. 복잡한 반응의 모든 부분 뿐 아니라 반응에 대한 일반적이고 전체적인 판단이 동시에 고려되어야 한다. 이를 위해서는 객관식 보다는 탐구형의 문제 (open ended questions)가 바람직하다.

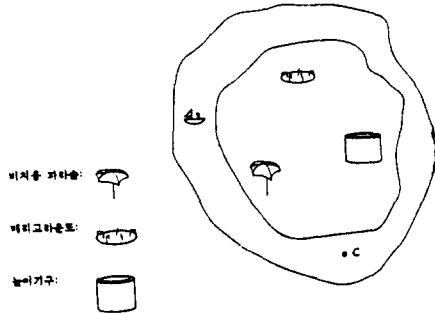
일곱째, 학생들의 수학적 힘이 총체적으로 평가될 수 있는 과제가 제시되어야 한다.

B. 정형 문항의 예

[1] 놀이시설 지도

철수는 호수에서 보트를 빌려 뱃놀이를 하고 있다. 호수 한가운데 있는 유원지에는 세 가지 놀이 기구가 있다: 비치용 파라솔, 매리고라운드, 놀이 장치.

지도를 보고 철수의 위치를 호수 위에 나타내어라.



지금 현재의 배의 위치에서 호수 안의 놀이 시설의 위치가 다음과 같았다. 다음 물음에 답하라.



#1. 어느 시점에서 호수 안의 놀이 시설을 보니 세 놀이 시설의 위치가 다음과 같았다. 철수의 현 위치를 점으로 나타내고 A로 표시하여라.



#2. 다른 위치에서 호수 한 가운데를 바라보니 놀이 시설의 위치는 다음과 같았다. 이 때의 철수의 위치를 점으로 나타내고 B로 표시하여라.



#3. C 위치에서 세 놀이 시설의 위치 관계를 그림으로 나타내어라.

#4. 어느 지점에서 호수 한가운데를 바라 보니 비치 파라솔의 모습이 보이지 않았다. 그 때, 놀이 장치는 왼쪽, 매리고라운드는 오른쪽에 보였다. 이 때의 철수의 위치를 나타내는 점을 찍고 D로 표시하여라.

#5. 매리고라운드가 보이지 않고 놀이 장치가 왼쪽 비치 파라솔이 오른쪽에 보이는 경우가 있을 수 있는지 말하고 그 이유를 설명하여라.

이러한 평가를 소개하는 이유는 학생들의 시각적 경험을 학교 교육에서 강조하게 하기 위함이다. 시각적 능력과 수학적 능력 사이를 연결하는 많은 연구가 있다. 이들 연구로부터 다음 사항을 알 수 있다.

(1) 많은 수학 문제에서 시가적인 능력은 직접적으로 관련된다는 점이다.

(2) 8 - 10 세 이후 시각적 능력을 키우는 것은 어렵기 때문에 국민학교 초반에 시각적 능력을 키우는 활동이 대단히 중요하다는 점

(3) 기존의 학교교육에서 공간적 시각화를 키우기 위한 노력이 이루어지지 못하고 있다.

이 문항의 특징을 살펴보면,

(1) 여기서 제시되는 놀이 장치는 어떤 위치에서 보더라도 같은 모양이 되는 것을 선택하였다. 그 이유는 놀이 장치의 상대적인 위치에만 관심이 있기 때문이다.

(2) 저학년 학생이 그림을 그릴 수 있게 하기 위해 그리기 쉬운 모형이 선택되었다.

(3) 놀이 기구대신 기호적인 형상을 설정한 이유는 다음과 같은 이점이 있기 때문이다.

1) 학생들로 하여금 철수의 시각을 상상하도록 하는데 목적이 있기 때문이다.

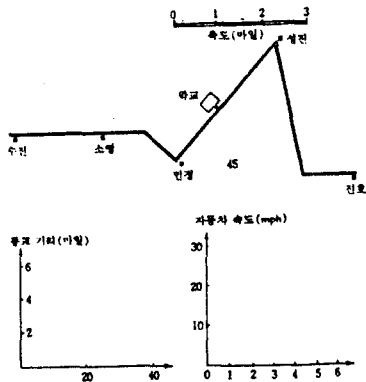
2) 대상 대신에 기호를 사용하는데 따른 지적인 어려움이 들어 있기 때문이다.

3) 놀이의 삼차원적인 모델은 그림을 그리는데 도움을 주기 때문이다.

이 문제에 놀이 기구를 첨가함으로써 많은 변종을 만들어 낼 수 있다. 예를 들어, 실제 시각적으로 나타난 장면을 주고 호수 안에 있는 실제 놀이 기구의 위치를 나타내게 하는 문제를 줄 수 있다. 또, 놀이기구의 문을 첨가하여 시각적으로 어떻게 보일지에 대해 물어보는 문제를 낼 수도 있다.

[2] 그래프를 해석하고 그리기

민정이가, 수진이가, 성진이가, 진호, 소영이는 매일 아침 같은 길을 따라 학교에 간다. 진호는 아버지 차를 타고 가고 수진이는 자전거를 이용하고, 민정이는 걸어간다. 다른 두 사람은 매일 다르다. 다음 지도는 각각이 살고 있는 곳을 보여 준다.



#1. 위의 왼쪽 그래프 위의 각점에 그 점이 나타내고 있는 사람의 이름을 써 넣어라.

#2. 민정이가 진호는 월요일에 어떻게 등교했는가?

#3. 어떻게 b를 해결했는지 설명하여라.

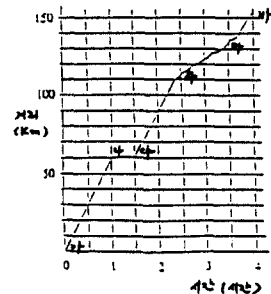
#4. 진호의 아버지는 직선 도로에서 30mph로 운전하나 코너에서는 감속한다. 길에 따른 속도의 변화를 위의 오른쪽 그래프에 나타내어라.

이 문제의 특징을 들면 다음과 같다.

첫째, 이 과제에 대한 평가는 몇가지 수학적 개념과 기술 및 과정을 동시에 적용하는 능력에 초점을 맞춘다. 그 과제는 지도로부터 정보를 읽고, 해석하고, 선택하며, 그것을 이용하여 아동의 상대적 등교시간을 추정하고, 그래프의 점과 아동을 대응시킨다. 이 문제는 거리, 시간, 속도간의 관계, 좌표계와 변수에 대한 지식, 그래프로부터의 추론이 요구되며, 학생들로 하여금 그들의 반응을 기술하도록 함으로써 수학적 아이디어를 교환하는 능력을 요구한다.

둘째, 생활 주변에 이와 유사한 문제가 다양하게 존재한다. 예를 들어,

다음은 시골에 위치한 N시에서 M1루트를 통해 대도시인 L시를 경유하여 N시의 위성 도시인 C시까지의 지도와 자동차로 다린 시간과 거리를 나타내는 그래프이다. 여행의 각 단계를 지도상에 나타내어 보아라. 이 때, 가에서 나, 나에서 다, 다에서 라, 라에서 마까지의 여행과정을 설명하여라.



V. 결론 및 제언

지금까지 우리나라 평가의 문제점과 개선책을 평가 내용, 평가 방법, 평가 목적의 세 가지 측면에서 알아 보았다. 이를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 평가 내용의 다양화이다. 단편적 지식의 암기가 아니라 문제해결, 의사소통, 수학적 추론, 수학적 개념 및 절차, 수학적 성향 등이 종합적으로 평가되어야 한다. 이를 위해서는 먼저 수학적 지식이나 평가에 대한 새로운 관점이 요구된다.

둘째, 평가 방법의 다양화이다. 1회성의 객관식의 지필검사에 의해 학생들의 수학적 능력이 평가되어서는 안되며 다양한 평가 기법이 다양한 측면에서 사용되어져야 한다. 이를 위해서 교사는 평가 방법에 대한 전문적 지식을 갖추고 있어야 한다. 또한, 컴퓨터나 계산기등의 최신의 교육공학을 평가에 도입하기 위한 요구된다.

세째, 평가 목적의 다양성이다. 평가가 학생들의 석차나 평점을 결정하는 목적에 한정되어서는 안된다. 또한, 학생, 교육과정, 수업, 수업 프로그램을 모두 포괄하는 새로운 평가 체제의 구축이 필요하다.

또한, 새로운 평가관을 바탕으로 수학교육 평가에서의 새로운 정형이 될 수 있다고 생각되는 구체적인 평가 문항을 검토해 보았다. 여기에서 소개된 문항은 당장 평가에 사용될 수 있는 것이라기 보다는 평가의 방향을 제시할 수 있는 예시 문항이다.

평가는 평가하기 쉬운 내용이 아닌 가치있는 학습 내용을 평가해야 한다. 평가는 학생들이 무엇을 알고 수학에 대해 어떻게 생각하는지를 결정하기 위한 것으로, 관찰과 추측 그리고 학생의 이해에 대한 지속적인 판단이 반복되는 연속적이고, 역동적인 과정이어야 한다. 이를 위해서는 다양한 평가방법이 사용되어야 한다. 또, 평가는 수학적 지식의 모든 측면과 그

들 사이의 연결성이 평가되어야 한다. 내용-행동의 이원분류 행렬에 의해 조직된 특수하고 개별화된 많은 기능이 아니라 광범위한 범위의 수학적 과제에 초점을 두고 수학의 전체적인 관점을 택해야 한다.

마지막으로, 우리나라 평가 연구에 대한 방향을 제시하면서 논의를 마치고자 한다. 1962년부터 1992년 까지 한국수학교육학회지에 발표된 수학교육에 대한 약 800 편의 논문 중에서 수학교육 평가에 관련된 연구는 3편으로 거의 전무한 실정이다. 또한 배종수 교수가 조사한 연구 (1992)에 따르면 1980년 부터 1991년 2월까지 발표된 국민학교 산수과 교육 연구 270편 중 평가 연구는 10편에 불과 했다. 물론 이들 연구가 우리나라에서 발표되는 수학교육연구의 전부는 아니지만 다른 연구에 비해 수학교육 평가 연구가 미진하다는 대체적인 결론은 내릴 수 있다.

앞으로 시급히 이루어져야 할 평가 연구의 분야는 다음과 같다.

첫째, 문제해결, 의사소통, 수학적 추론, 수학적 탐구 및 실기, 수학적 성향을 평가하기 위한 타당하고 신뢰로운 도구가 개발되어야 한다.

둘째, 정의적 영역의 평가를 위한 보다 합리적인 틀을 개발해야 한다. 정의적영역의 평가가 이루어지지 못하는 가장 큰 이유는 합당한 평가 도구가 개발되지 못했기 때문일 것이다. 또한, 이를 어떻게 활용할 것인가에 대한 연구도 이루어져야 한다.

세째, 컴퓨터나 계산기등의 교육공학을 이용한 평가 도구 개발을 위한 연구가 시급히 이루어지지 않으면 안된다.

네째, 수업이나 교육과정, 수업 프로그램의 질을 평가하기 위한 틀이 개발되어야 한다. 특히, 프로그램의 학생 성취 결과의 평가는 장기적인 효과에 관심을 가져야 한다.

다섯째, 우리나라 학생들의 학력을 정확하게 측정하려는 연구가 시급히 이루어져야 한다. 또한 우리나라 학생과 외국 학생 간의 수학 학

력을 비교 평가하는 연구가 활발히 수행되어야 한다.

여섯째, 현실적인 문제로 고등학교나 대학 입학과 관련된 평가 도구 예를 들어, 수학 능력 검사등을 보다 합리적으로 개발하기 위한 기초 연구가 이루어 져야 한다.

일곱째, 외국의 평가 연구 동향을 분석하고 장점을 받아들여려는 노력이 필요하다.

여덟째, 정형 문항에 대한 보다 체계적인 연구가 진행되어야 한다. 학교급별, 학년별로 이러한 문제를 많이 개발하고, 이러한 문항에 대한 반응을 조사하여 적절한 문항을 학교급별, 학년별로 배정하는 연구가 수행되어야 한다.

아홉째, 이러한 종류의 평가 문항과 관련된 학습을 강화하는 수업방법을 고안하는 연구가 수행되어야 한다.

참고 문헌

- 류회찬 (1990). 학력평가에서의 컴퓨터의 활용. 제 14회 산수가 교육 세미나 (1990년 7월 31일, 육군사관학교), 초등수학교육연구회.
- 배종수 (1992). 수학교육에 대한 조사 연구: 국민학교 산수 내용을 중심으로.
- Charles, R., Lester, F., O'daffer, P. (1987). How to evaluate progress in problem solving. Reston, VA: NCTM.
- IEA (1992). Third international mathematics and science study: Mathematics curriculum framework. TIMSS, IEA.
- Kulm, G. (Ed.) (1990). Assessing higher order thinking in mathematics. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Kulm, G. (1990). New directions for mathematics assessment. In G. Kulm (Ed.) Assessing higher order thinking in mathematics. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Lipson, J.I., Falletti, J., Martinez, M.I. (1990). Advances in computer-based mathematics assessment. In G. Kulm (Ed.) Assessing higher order thinking in mathematics. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- MSEB (1993). Perspective on school Mathematics: Measuring up prototypes for mathematical Assessment. Mathematical Sciences Education Board, National research Council. Washington, DC: National Academy Press.
- NCTM (1989). Curriculum and evaluation standards for school mathematics. 구광조, 오병승, 류회찬 (공역) (1992). 수학교육과정과 평가의 새로운 방향. 경문사.
- NCTM (1991). Professional standards for teaching mathematics. Reston, VA: NCTM.
- NCTM (1993). Assessment standards for school mathematics (working draft). Reston, VA: NCTM.
- Romberg, T.A., Zarinnia, E.A., Collis, K.F. (1990). A new world view of assessment in mathematics. In G. Kulm. (Ed.) Assessing higher order thinking in mathematics. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Romberg, T.A. (1988). Evaluation: A coat of many colors. In D.F. Robitaille (ed.), Evaluation and Assessment in mathematics education. Science and Technology Education (Document series No.32). Paris: UNESCO.
- Romberg, T.A. (Ed.) (1992). Mathematics assessment and evaluation. State University of New York Press..