

선다형 평가문항을 통한 오류분석*

최 영 기 (서울대학교)

홍 갑 주 · 도 종 훈 · 김 민 정 (서울대학교 대학원)

교육평가는 선발의 기능을 할 뿐 아니라 학습자의 학습상태나 오류경향에 대한 진단을 통해 학습자의 학습에 도움을 주어야 한다. 이러한 측면에서 오류분석은 평가가 지녀야 하는 가장 중요한 기능 중 하나라고 할 수 있다.

인터넷의 대중적 보급과 시간적, 공간적, 기술적 효율성은 평가환경에 대한 새로운 가능성을 제시하고 있다. 인터넷 환경에서의 평가문항은 선다형을 기본으로 하게 되는데, 선다형 평가문항을 통해서도 학습자들의 오류를 직접적으로 관측할 수 없다는 한계가 있다. 그러나 선다형 평가문항을 통한 오류분석이 불가능한 것은 아니다.

본 연구의 목적은 선다형 평가문항에서의 오류분석을 위한 구체적인 방법과 절차를 모색하는 것이다.

I. 서론

학습상태 분석과 교수방법 개선은 평가의 중요한 기능이다. 평가를 통해서 학습자는 자신의 학습상태에 대한 정확한 분석결과를, 교사는 교수내용 및 방법의 개선을 위한 정보를 얻을 수 있어야 한다(황혜정 외, 1998). 특히 오류분석은 학습자의 학습상태 분석에 있어 필수적인 요소 중 하나이다. 따라서 평가문항은 학생들의 각종 오류에 대한 분석이 가능하도록 작성되어야 한다.

인터넷의 대중적 확산은 교육의 형식과 방법에 지대한 영향을 미치고 있다. 특히 인터넷 환경은 평가의 시행에 있어서 몇 가지 장점을 가진다. 인터넷 환경에서의 평가는 시간 및 공간에 대한 제약이 거의 없으며, 평가결과에 대한 채점과 분석이 평가 직후에 이루어져서 피험자에게 피드백될 수 있다.

선다형 평가 문항은 인터넷 환경의 이러한 장점을 이용하기에 적합하지만 오류에 대한 구체적인 분석이 어렵다는 단점을 지니고 있다. 이러한 단점에도 불구하고 선다형 평가문항은 여러 가지 현실적 이유로 인해 각급 학교를 비롯한 교육현장에서 광범위하게 실시되고 있다.

이에 본고에서는 선다형 평가문항을 통한 오류분석의 가능성을 극대화하기 위해 다음과 같은 연구를 실시하였다.

- (1) 학생들의 학습 상태, 특히 오류분석이 가능한 선다형 평가문항의 작성 원칙을 연구하여 제시한다.
- (2) 선다형 평가문항 작성 원칙에 근거한 예시문항을 개발하여 실험평가를 실시한다.

* 이 논문은 2001-2002년도 서울대학교 대학연구센터(팀) 연구과제 지원에 의하여 연구되었음.

(3) 평가결과를 통해 학생들의 오류를 분석하고 선다형 평가문항에서의 오류분석 가능성을 검토한다.

II. 이론적 배경

1. 인터넷 환경과 선다형 평가문항

인터넷 환경에서의 평가는 다음과 같은 장점을 지니고 있다(최승현 외, 1999).

첫째, 평가가 이루어지는 시간과 공간의 제약을 극복할 수 있다. 학생이 원하는 시간과 장소에서 평가가 시행될 수 있다.

둘째, 개별화된 평가가 가능하다. 개인의 학습 상태 혹은 요구에 따라 개별 학습자에게 맞는 내용과 수준의 평가를 제공할 수 있다.

셋째, 평가결과에 대한 즉각적인 피드백이 가능하다. 즉, 평가에 대한 채점과 결과분석이 평가와 거의 동시에 이루어질 수 있으며, 이 때 컴퓨터의 뛰어난 정보처리 능력이 활용된다.

넷째, 평가와 학습의 연계성을 강화할 수 있다. 분석 결과를 학생과 교사에게 곧바로 제공해 줄 수 있을 뿐 아니라, 오류 유형에 따라 그에 적합한 다양한 학습자료를 인터넷을 통해 제공하거나 소개할 수 있다.

다섯째, 학생들의 학습수준이나 상태에 대한 방대한 양의 정보를 손쉽게 확보할 수 있다.

선다형 평가문항은 인터넷 환경의 장점을 이용하기에 적합한 문항 형태이지만, 서술형 평가문항에 비해 학습 상태를 분석하는 능력이 약하다(황정규, 1998). 선다형 평가 문항의 이러한 단점 극복은 인터넷을 통한 평가에 있어서 반드시 해결해야 할 과제라 할 수 있다. 특히, 수학 문제 풀이 과정에서는 학생들의 오류가 곳곳에서 다양한 양상으로 발생하며 그 경향과 원인의 분석은 이후의 학습에 있어 매우 중요하다.

2. 선다형 평가 문항 작성 원칙

선다형 평가문항을 통해 학생들의 오류를 분석하기 위해서는 평가문항 및 답지 작성에 있어서의 세심한 배려가 필요하다. 이에 오류분석이 가능한 선다형 평가문항의 작성 원칙을 다음과 같이 제시한다.

① 평가내용의 세분화

성적 산출이 목적인 평가에서는 하나의 문항이 여러 지식과 능력에 대한 대표성을 띤다(황정규, 1998). 이런 문항 대부분에는 학생들이 문제 해결과정에서 범할 수 있는 오류의 인자들이 다양하게 내재되어 있어서 이를 통해 학생들의 오류를 파악하기는 어렵다. 오류의 분석을 위해서는 각 문항이 평가하고자 하는 내용과 능력을 가능한 작고 세부적인 범위로 한정하여 보다 정확하고 구체적인 분석이 가능하도록 해야 한다.

② 평가내용에 대한 다각도에서의 접근

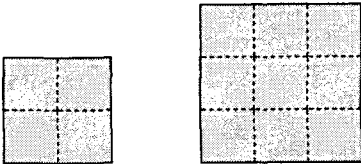
수학 교과에서 어떤 개념이나 내용에 대한 학습자의 이해는 다양한 측면과 수준에서 이루어진다. 평가를 통한 학생의 학습상태에 대한 분석과 판단은 이러한 다양한 측면과 수준에서의 종합적인 분석을

통해 가능하다. 예를 들어 원기둥의 부피공식은 공식의 암기를 통한 계산 능력 뿐 아니라 원기둥의 구성요소들과 부피공식 사이의 관계를 정확하게 이해하고 있는지, 혹은 그 공식을 일반적인 모양을 가진 입체도형의 부피에 대한 이해와 연결할 수 있는지 등을 평가함으로써 그 이해 정도를 보다 구체적으로 판단할 수 있다. 평가내용의 세분화를 위해서는 평가하고자 하는 내용의 여러 수준과 측면에 대해 문항을 별도로 작성해야 하며, 정확한 분석이 가능할 만큼 충분히 많은 문항을 준비해야 한다(Lesh et al., 1983).

③ 오류의 예측을 바탕으로 한 답지 구성

정답 이외의 답지는 학생들이 문제풀이 과정에서 일으킬 수 있는 오류를 예상하여 그에 대한 결과를 토대로 구성되어야 한다. 이러한 답지 구성은 전체 학생들 및 각 개별 학생의 오류 유형을 확인할 수 있도록 해 줄 뿐만 아니라, 오류 유형간의 상관관계를 분석할 수 있게 해준다. 컴퓨터를 사용하여 결과 분석을 자동화하면 매우 다양한 항목간의 비교를 쉽게 할 수 있으며, 이를 통해 학생들의 학습상태와 오류에 대한 다각도에서의 분석이 가능하다. 이 때 오류의 예측은 현장에서 수집된 학생들의 오류 유형의 정리 및 원인 분석의 결과를 토대로 이루어져야 하며, 끊임없이 축적되고 분석되어 교사의 교수내용과 방법의 개선 및 학습자의 오류에 대한 처방을 위한 유용한 정보로서의 역할을 수행해야 한다.

다음은 본고의 실험평가에 사용된 문항의 예로서, 선다형 평가문항 작성 원칙에 근거하여 작성되었다.

<p>문제</p>	<p>1. 다음 그림에서 왼쪽 도형 전체의 넓이를 1이라고 할 때, 오른쪽 도형의 넓이는 얼마인가? ()</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>① $\frac{9}{4}$ ② 2 ③ $\frac{3}{2}$ ④ 9 ⑤ 답 없음</p>
<p>평가 내용</p>	<p>단위 넓이에 대한 비의 측정으로써의 넓이 개념을 이해하고 있는가?</p>
<p>답지 제시 근거</p>	<p>① 정답 ② 계산을 하지 않고 어림짐작을 한 경우 ③ 넓이 비를 길이 비와 같다고 생각한 경우 ④ 작은 정사각형 하나의 넓이를 1로 계산 ⑤ 답 없음</p>

위 문항에서 정답 이외의 답지는 예상되는 학생들의 오류에 대한 결과로 구성된 것이다. 실험평가에 서 이 문항과(1번), 관련된 세 문항(2, 10, 11번)은 단위도형에 대한 비로써의 넓이와 부피의 이해 정도를 다양한 수준과 측면에서 평가하고 있다.

III. 실험평가

선다형 평가문항 작성 원칙에 근거한 예시 평가문항(부록 참고)을 개발하여 서울시 소재 중학교 2학년 학생 111명(남학생 80명, 여학생 31명)을 대상으로 실험 평가를 다음과 같이 실시하였다.

1. 평가 내용

도형의 넓이와 부피의 측정 및 계산을 출제 범위로 하며 다음과 같은 세 가지 능력을 주로 평가한다.

- 단위개념의 이해를 통한 도형의 넓이와 부피 계산능력(1, 2, 10, 11번 문항)
- 다각형 넓이 및 다면체 부피 공식에 대한 이해능력(3, 4, 5, 12, 13, 14번 문항)
- 원기둥의 부피 공식 이해능력(6, 7, 8, 9번 문항)

2. 결과분석 방법

결과분석은 크게 다음의 두 가지 방향으로 시행된다.

- 각 평가내용에 대한 학생들의 이해 수준과 오류경향의 분석
- 관련된 문항의 답지 반응간 상관관계의 분석

결과 분석을 용이하게 하기 위해, 동일한 내용에 관한 문항들의 답지를 오류유형에 따라 재배열하였다. 재배열된 답지는 오류유형에 대한 분석과 해석에 용이하다. 예를 들어, <표1>은 예시문항 중 1번과 2번 문항의 답지를 오류유형에 따라 재배열한 것이다.

<표 1> 답지 재배열 예시
(오류유형에 따라 답지번호를 재배열 한다.)

문항 번호	답지번호	예상 오류(답지제시 근거)	재정렬된 답지번호
1번	무응답	응답하지 않음	0
	1	정답	1
	2	어림하여 계산	2
	3	길이 비를 넓이비로 계산	3
	4	작은 정사각형 하나를 넓이 1로 계산	4
	5	답 없음	5
2번	무응답	응답하지 않음	0
	1	작은 정사각형 하나를 넓이 1로 계산	4
	2	어림하여 계산	2
	3	정답	1
	4	길이 비를 넓이비로 계산	3
	5	답 없음	5

IV. 결과분석 및 토의

작성한 예시 평가문항으로 실험평가를 실시하여 다음의 표2와 같은 결과를 얻었다.

<표 2> 문항 답지별 응답 빈도 백분율($\frac{\text{빈도}}{111} \times 100$),

문항별은 오답 중 가장 높은 빈도의 답지를 나타냄

	1번	2번	10번	11번	3번	4번	5번	12번	13번	14번	6번	7번	8번	9번
0	0	0	0	1.8	0	0.9	0.9	2.7	1.8	0.9	2.7	5.4	2.7	2.7
1	82.0	90.1	68.5	78.4	86.5	68.5	59.5	36.9	64.9	37.8	37.8	41.4	54.1	48.7
2	10.8	2.7	6.3	7.2	0.9	5.4	3.6	6.3	6.3	4.5	4.5	10.8	9.0	0.9
3	6.3	2.7	10.8	7.2	10.8	19.8	24.3	30.6	10.8	45.0	10.8	18.0	3.6	6.3
4	0	2.7	14.4	3.6	1.8	2.7	6.3	21.6	14.4	10.8	44.1	21.6	27.9	38.7
5	0.9	1.8	0	1.8	0	2.7	5.4	1.8	1.8	0.9	0	2.7	2.7	2.7

1. 오류경향 분석

(1) 원기둥의 부피를 반지름에 비례한다고 생각하는 오류

원기둥의 부피 공식 이해에 관한 네 문항은 원기둥의 부피가 밑면의 넓이와 높이에 각각 비례하며 밑면을 이루고 있는 원의 반지름에 대해서는 그 제곱에 비례한다는 사실을 제대로 파악한다면 쉽게 해결할 수 있는 문제들로 구성되었다. <표 3>에서 볼 수 있듯, 이 네 문항에서 공통적으로 반응 빈도가 가장 높은 답지는 원기둥 부피를 밑면의 반지름에 비례한다고 생각하는 오류에 대응하는 것(답지 4)이었다. 이 답지의 반응빈도는 7번 이외의 문항에 대해서는 다른 오답 빈도 전체의 합보다도 높았다.

<표 3> 원기둥의 부피 공식 이해에 관한 문항의 정답률

	6번	7번	8번	9번
0	2.7	5.4	2.7	2.7
1	37.8	41.4	54.1	48.7
2	4.5	10.8	9.0	0.9
3	10.8	18.0	3.6	6.3
4	44.1	21.6	27.9	38.7
5	0	2.7	2.7	2.7

(2) 넓이 및 부피 공식과 도형의 구성요소들 사이의 관계에 대한 이해 결핍

넓이 비는 답음비의 제곱에, 부피 비는 답음비의 세제곱에 비례하는 양이다. 이 비례관계를 파악하면 그 모양과 상관없이, 이차원 도형의 넓이와 삼차원 도형의 부피를 주어진 답은 도형의 부피와 그것에 대한 답음비만으로 구할 수 있게 된다.

<표 4-1>과 <표 4-2>는 답음비를 통한 넓이와 부피의 계산에 관계된 여섯 문항(3, 4, 5, 12, 13, 14번 문항)에 대한 정답률을 보여준다. 큰 도형을 작은 도형으로 정확하게 나누어 생각할 수 있는 정사각형과 정육면체에 대해서는 높은 정답률을 보였지만, 그렇게 구할 수 없는 원과 구에 대해서는 정사각형과

정육면체보다 정답률이 훨씬 낮았다. 기본도형이 아닌 도형인 별과 페트병 모양의 도형에 대해서는 정답률이 매우 낮았다.

<표 4-1> 닭음비를 통한 넓이의 계산에 관련된 문항의 정답률

	3번 (정사각형)	4번 (원)	5번 (별)
정답률(%)	86.5	68.5	59.5

<표 4-2> 닭음비를 통한 부피의 계산에 관련된 문항의 정답률

	13번 (정육면체)	12번 (구)	14번 (페트병)
정답률(%)	64.9	36.9	37.8

이러한 결과는 넓이 및 부피비와 닭음비 사이의 관계에 대한 일반성을 파악하지 못한 학생들이 많다는 사실을 말해준다.

구에 대한 정답률(36.9%)은 기본도형이 아닌 페트병에 대한 정답률(37.8%)보다도 약간 더 낮았는데, 이미 구의 부피공식을 배웠음에도 불구하고 구에 대한 정답률이 이렇게 낮다는 사실은 많은 학생들이 구의 부피공식이 반지름의 세제곱에 비례하는 값임을 이해하지 못하고 그것을 공식으로서 암기만 했다는 사실을 암시해준다.

2. 분석 및 토의

(1) 동일한 내용에 관한 문항들에 대한 오류경향 일치

같은 내용을 평가하는 문항에 대해서 일관성 있는 오류 경향을 발견할 수 있었다. 즉, 어떤 문항을 재정렬된 답지 a를 선택하여 틀린 학생은 동일한 평가내용의 다른 문항에 대해서도 답지 a를 선택하는 비율이 높았다.

원기둥의 부피 공식 이해에 관한 네 문항(6, 7, 8, 9번 문항)에 대한 분석 결과는 이러한 경향을 뚜렷하게 보여준다. 두 문항씩 묶어서 답지 반응 빈도표를 작성해 보면, <표 5-1>과 같이 두 문항에서 같은 번호의 답지를 선택한 빈도가 높게 나타난다.¹⁾

<표 5-1> 6번, 7번 답지 반응 빈도
은 두 문항에서 같은 답지를 선택한 경우

7번 \ 6번	0	1	2	3	4	5
0	2	0	0	1	0	0
1	2	32	1	2	5	0
2	0	2	2	0	0	1
3	0	3	1	4	3	1
4	2	9	8	13	16	1
5	0	0	0	0	0	0

1) 이 표에서 i행 j열 값은 6번 문항에 답지 i를, 7번 문항에 답지 j를 택한 빈도를 나타낸다. 예를 들어, 4행 1열의 9는 6번 문항은 답지 4를 택하고 7번 문항은 답지 1을 택한 학생이 9명임을 나타낸다.

<표 5-2>와 <표 5-3>는 각각 <표 5-1>에 대한 행 빈도 백분율²⁾과 열 빈도 백분율³⁾을 보여준다. 이 표에서 6, 7번 두 문항을 모두 틀린 학생에 대해 다음의 사실을 발견할 수 있다. 6번 문항에 대해서 답지 4(원기등의 부피가 반지름에 비례한다고 생각하는 오류에 해당)를 택한 49명 중 16명(32.7%)이 7번에 대해서도 답지 4를 택했으며, 이는 오답 중 가장 큰 비중을 차지한다. 또한, 7번 문항에 대해서 답지 4를 택한 24명 중 16명(66.7%)이 6번에 대해서도 답지 4를 택했으며, 이는 오답 중 가장 큰 비중을 차지한다.

<표 5-2> 6번, 7번 행 빈도 백분율

6번 \ 7번	0	1	2	3	4	5
0	67.7	0	0	33.3	0	0
1	4.8	76.2	2.4	4.8	12.0	0
2	0	40.0	40.0	0	0	20.0
3	0	25.0	8.3	33.3	25.0	8.3
4	4.1	18.4	16.3	27.5	32.7	2.0
5	0	0	0	0	0	0

<표 5-3> 6번, 7번 열 빈도 백분율

6번 \ 7번	0	1	2	3	4	5
0	33.3	0	0	5.0	0	0
1	33.3	69.6	8.3	10.0	20.8	0
2	0	4.4	16.7	0	0	33.3
3	0	6.5	8.3	20.0	12.5	33.3
4	33.3	19.6	66.7	65.0	66.7	33.3
5	0	0	0	0	0	0

<표 3-4>에서 볼 수 있듯이, 7, 8번 문항 사이의 답지 반응 경향도 이와 비슷하게 나타났다.

<표 5-4> 7번, 8번 답지 반응 빈도
은 두 문항에서 같은 답지를 선택한 경우

7번 \ 8번	0	1	2	3	4	5
0	1	2	1	0	1	1
1	0	40	1	0	4	1
2	1	5	1	3	2	0
3	1	5	5	0	9	0
4	0	8	2	1	13	0
5	0	0	0	0	2	1

<표 6>에서 볼 수 있듯이, 두 문항씩 묶어서 답지 반응 경향을 조사할 때, 두 문항에 대해 같은 번호의 오답을 선택한 경우가 전반적으로 매우 큰 비중을 차지했다(평균 49.0%). 네 문항을 함께 봤을 때,

2) 행 빈도 백분율은 답지별 문항 빈도표의 각 행의 합에 대한 백분율이다. 예를 들어, <표 5-2>의 4행 1열의 18.4는 <표 5-1>에 대한 값 $\frac{7번\ 문항의\ 답지\ 1을\ 선택한\ 학생\ 수(9)}{6번\ 문항의\ 답지\ 4를\ 선택한\ 모든\ 학생\ 수(2+9+8+13+16+1)} \times 100$ 이다.

3) 열 빈도 백분율은 답지별 문항 빈도표의 각 열의 합에 대한 백분율이다. 예를 들어, <표 5-3>의 4행 1열의 19.6은 <표 5-1>에 대한 값 $\frac{6번\ 문항의\ 답지\ 4을\ 선택한\ 학생\ 수(9)}{7번\ 문항의\ 답지\ 1을\ 선택한\ 모든\ 학생\ 수(32+2+3+9)} \times 100$ 이다.

세 문항 이상 틀린 학생 61명 중 세 문항 이상 같은 답지를 선택한 학생은 25명(41.0%)이었다.

<표 6> 오류 경향의 일치도.
은 백분율 50% 이상

	두문항모두틀림(명)	답지 일치(%)	답지불일치(%)
6,7번	55	24(43.6%)	31(56.4%)
6,8번	42	21(50.0%)	21(50.0%)
6,9번	48	30(62.5%)	18(37.5%)
7,8번	45	16(35.6%)	29(64.4%)
7,9번	52	20(38.5%)	32(61.5%)
8,9번	38	24(63.2%)	14(36.8%)

일반적으로, 같은 내용을 평가하는 문항에 대해 오답 빈도가 너무 낮은 경우를 제외하면 답지 반응 경향의 일관성을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 선다형 문항을 통해서 전반적인 오류 경향의 분석 뿐 아니라 학생 개개인별, 혹은 각 단위집단별 오류의 지적에 대한 가능성을 시사한다. 예를 들어, 6, 7 번 문항에서 모두 4번 답지를 선택한 학생에 대해서는 원기둥의 부피를 반지름에 비례한다고 생각하는 오류를 지적해 줄 수 있을 것이다. 만약 어떤 학급에서 두드러진 오류 경향이 발견된다면 교사는 그 오류를 수정하기 위한 수업의 시행을 고려할 수 있을 것이다.

(2) 넓이와 부피에 관한 문항 사이의 결과 비교

답지를 의미 있게 구성하면 다른 내용의 문항간 답지 반응 빈도의 비교도 의미를 가지게 된다.

넓이를 계산하는 세 문항과 부피를 계산하는 세 문항에 대해 정사각형과 정육면체, 원과 구, 별과 페트병에 대한 문항을 각각 묶어 다음과 같이 답지 반응 빈도표를 만들었다(<표 7-1>~<표 7-3>).

<표 7-1> 4번, 12번 답지 반응 빈도

12번 \ 4번	0	1	2	3	4	5
0	0	0	0	1	0	0
1	0	32	5	29	9	1
2	1	2	0	0	2	1
3	1	4	2	3	12	0
4	0	2	0	0	1	0
5	1	1	0	1	0	0

<표 7-2> 5번, 14번 답지 반응 빈도

14번 \ 5번	0	1	2	3	4	5
0	0	1	0	0	0	0
1	0	37	4	24	0	1
2	1	0	0	2	1	0
3	0	4	0	15	8	0
4	0	0	1	4	2	0
5	0	0	0	5	1	0

<표 7-3> 3번, 13번 답지 반응 빈도

13번 3번	0	1	2	3	4	5
0	0	0	0	0	0	0
1	1	69	6	12	6	2
2	0	1	0	0	0	0
3	1	1	0	0	10	0
4	0	1	1	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0

넓이 계산에 관한 문항에 정답을 택한 학생들은 다음과 같은 특징이 있었다. 두 개의 답은 입체도형의 부피비가 닳음비의 제곱에 비례한다고 생각(12, 13, 14번 문항의 답지 3번에 해당하는 오류)하는 비율이 평면도형에 대한 문항에 오답을 택한 학생들과 비교할 때 훨씬 더 높다. 절대적으로도 상당히 높은 비율을 나타낸다(정육면체, 구, 페트병 각각 12.5%, 38.1%, 36.4%). 즉, 평면도형의 넓이비가 닳음비의 제곱에 비례함을 알고 있는 학생의 상당수가 입체도형의 부피도 닳음비의 제곱에 비례한다고 생각하는 오류를 보였다.

한편, 입체도형의 부피비가 닳음비에 비례한다고 생각(12, 13, 14번 문항의 답지 4번에 해당하는 오류)하는 학생들에 대해서는 다음과 같은 특징이 있다. 각 입체도형에 대응하는 평면도형에 대해 넓이비가 닳음비에 비례한다고 생각(3, 4, 5번 문항의 답지 3번에 해당하는 오류)하는 비율이 매우 높다(정사각형, 원, 별 모두 50% 이상). 즉, 입체도형의 부피비가 닳음비에 비례하는 것으로 잘못 알고 있는 학생의 절반 이상은 평면도형의 넓이비와 입체도형의 부피비가 모두 닳음비에 비례한다고 생각한다.

(3) 시사점 및 제한점

이 실험평가를 통해 넓이와 부피의 측정과 계산에 대한 학생들의 오류 유형별 경향을 분석할 수 있었으며, 개개인의 오류분석도 가능할 것이라는 시사점을 얻게 되었다. 하지만, 실제 평가의 시행에 있어서는, 면담, 설문 등의 방법을 통해 피험자의 답지 반응과 오류 유형간의 실제 대응관계를 검토하여 그 결과를 이후의 평가 문항 작성과 결과 분석에 반영해야 할 것이다.

본고의 분석에서 시행한 문항간 답지 반응 빈도의 비교가 모두 가치 있는 것은 아니고, 답지 반응 빈도 분석을 통해 추측한 사실을 추후의 검증 작업 없이 확신할 수 있는 것도 아니다. 중요한 것은 오류의 분석을 염두에 두고 작성한 선다형 문항은 이렇게 다각도의 분석 가능성을 열어준다는 것이다. 이러한 분석을 통해 학생들의 오류, 학습 상태 등에 대한 중요한 정보를 찾아내는 것은 평가가 가져야 할 중요한 기능이다.

V. 결론 및 제언

오류의 분석은 학습자의 학습 상태 분석 및 개선을 그 목적으로 하는 평가가 가져야 할 중요한 기능

이다. 본고에서는 오류의 분석을 가능하게 하는 선다형 평가 문항 작성 원칙을 제시하였으며, 실험평가 및 그 결과 분석을 통해 오류분석의 가능성을 검토하였다. 우리는 실험평가를 통해 넓이와 부피의 측정 에 대한 학생들의 오류 경향에 대한 몇 가지 사실을 분석할 수 있었으며 개별 학생에 대해서는 오류 유형의 일관성을 확인할 수 있었다. 이것은 이 실험평가의 문항이 오류의 분석을 염두에 두고 만든 것이었기 때문에 가능한 것이었다.

하지만 오류분석을 위한 선다형 평가가 실제적인 의미를 갖기 위해서는 앞으로 다음과 같은 연구가 필요하다.

첫째, 수학교과에 적합한 문항 배치 방법에 대한 연구가 이루어져야 한다. 즉, 어떤 문항을 어떻게 배치해야 신뢰성 있는 오류분석이 가능한지 연구해야 한다. 특히, 인터넷 환경에서의 평가에서는 기존의 지필시험과는 달리 제시될 문항이나 그 순서를 학생들의 반응에 의존하도록 만들 수 있다. 이는 학생들에게 더 적은 부담을 주면서도 학습 상태를 더 정확하게 파악하기 위함이다. 기존의 문항 반응 이론과 CAT (Computerized Adaptive Testing) 등에 사용되는 아이디어를 활용하고, 수학교과와 특성과 평가 요소에 대한 논의를 거쳐 수학교과에 적합한 문항 배치 방법을 개발해야 할 것이다(백순근, 채선희, 1998).

둘째, 어떤 항목을 분석할 것인가에 대한 연구가 이루어져야 한다. 선다형 평가에서는 평가 문항이 적절하게 작성 및 배치되었다면 컴퓨터를 통해 매우 다양한 항목에 대한 결과 분석이 가능하다. 이 때 어떤 항목을 분석해야 학생과 교사에게 의미 있는 정보를 발견할 수 있을지 연구해야 한다.

셋째, 분석 결과의 제공 방법에 대한 연구가 이루어져야 한다. 분석 결과를 통해 학생 혹은 교사에게 구체적이고 실질적인 도움을 주기 위해서는 분석 결과가 명료하고 쉽게 이해할 수 있는 형태로 가공되어야 한다.

넷째, 오류 수정을 위한 학습 자료 작성에 대한 연구가 이루어져야 한다. 인터넷 환경에서는 분석 결과 뿐 아니라 오류 수정에 도움을 줄 수 있는 관련 자료들을 첨부하거나 링크시킬 수 있다. 이는 평가 직후에 곧바로 오류 수정 활동이 가능하게 한다는 점에서 중요하다. 따라서 오류 수정에 도움이 될 수 있는 (인터넷) 학습 자료의 제작에 대한 연구가 필요하다.


참 고 문 헌

- 백순근·채선희 (1998). 컴퓨터를 이용한 개별적용검사: 교육 및 심리검사를 위한 새로운 방법, 서울: 원미사.
- 최승현 외 3인 (1999). 컴퓨터를 이용한 학력검사 지원체제 구축, 한국교육과정평가원.
- 황정규 (1998). 학교학습과 교육평가, 교육과학사.
- 황혜정 외 2인 (1998). 국가 교육과정에 근거한 평가 기준 및 도구 개발 연구, 한국교육과정평가원.
- Lesh, R.; Landau, M. & Hamilton, E. (1983). Conceptual models and applied mathematical problem-solving research. In R. Lesh, & M. Landau, (Eds), *Acquisition of mathematics concepts and processes*. New York: Academic Press.

부록 - 실험 평가 시험지


기 하 능 령 평 가 () 중 학교 () 학 년 () 반 () 번 이 름 ()





1. 다음 그림에서 왼쪽 도형 전체의 넓이를 1이라고 할 때, 오른쪽 도형의 넓이는 얼마인가? ()



① $\frac{9}{4}$ ② 2 ③ $\frac{3}{2}$ ④ 9 ⑤ 답 없음

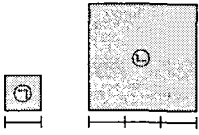
2. 다음 도형 전체의 넓이가 $\frac{2}{3}$ 라고 할 때 넓이가 1인 도형은? ..()



①  ②  ③  ④ 

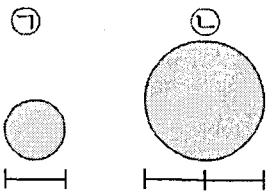
⑤ 답 없음

3. 다음 그림에서 정사각형 ㉠의 넓이는 정사각형 ㉡의 넓이의 몇 배인가? ()



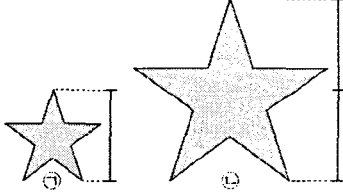
① 3 배 ② 6 배 ③ 9 배 ④ 12 배 ⑤ 답 없음

4. 다음 그림에서 원 ㉠의 넓이는 원 ㉡의 넓이의 몇 배인가? ..()



① 5 배 ② 4 배 ③ 3 배 ④ 2 배 ⑤ 답 없음

5. 다음 그림에서 도형 ㉠의 넓이는 도형 ㉡의 넓이의 몇 배인가? 단, 두 도형은 닮은꼴이다. ()



① 2 배 ② 3 배 ③ 4 배 ④ 5 배 ⑤ 답 없음

6. 원기둥 모양의 그릇에 물을 가득 채우면 2리터의 물이 들어간다. 다음 중 정확히 8리터의 물로 가득 채울 수 있는 그릇은 어떤 것인가? ()

① 반지름을 2배로 한 그릇
 ② 높이를 2배로 한 그릇
 ③ 밑면의 넓이를 2배로 한 그릇
 ④ 반지름과 높이를 각각 2배로 한 그릇
 ⑤ 답 없음

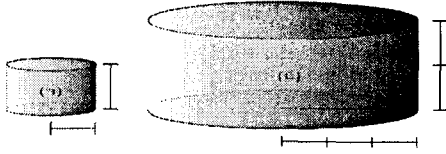
7. 주어진 원기둥을 다음과 같이 변형한 세 개의 원기둥이 있다.

㉠ 밑면의 넓이를 3배로 만든 원기둥.
 ㉡ 반지름의 길이를 2배로 만든 원기둥
 ㉢ 높이를 2배로 만든 원기둥

다음 중 ㉠, ㉡, ㉢의 부피 관계를 올바르게 나타낸 것은? ..()

① ㉠>㉡=㉢ ② ㉠>㉡>㉢ ③ ㉡=㉢>㉠
 ④ ㉡>㉠>㉢ ⑤ 답 없음

8. ㉠의 원기둥의 부피를 1리터라고 할 때 ㉡의 원기둥의 부피는 몇 리터인가? ()



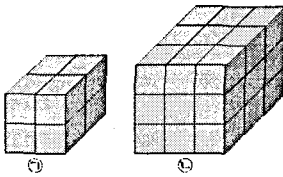
① 5 리터 ② 6 리터 ③ 18 리터 ④ 36 리터 ⑤ 답 없음

기 하 능 력 평 가 () 중 학 교 () 학 년 () 반 () 번 이 름 ()

9. 대성이 작년에 만든 원기둥 모양의 케이크에는 1점 분량의 밀가루가 들어갔다. 올해는 작년에 만든 케이크보다 밑면의 반지름이 2배이고 높이가 3배인 케이크를 만들려고 한다. 이 케이크를 만들기 위해서 밀가루는 몇 점이 필요한가? ()

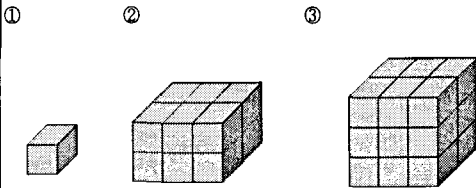
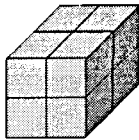
- ① 36 점 ② 12 점 ③ 6 점 ④ 5 점 ⑤ 답 없음

10. 다음 그림에서 왼쪽 입체도형 전체의 부피를 1 리터라고 할 때, 오른쪽 입체도형의 부피는 얼마인가? ()

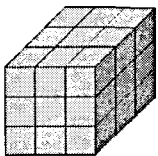


- ① $\frac{3}{2}$ 리터 ② $\frac{9}{4}$ 리터 ③ 3리터 ④ $\frac{27}{8}$ 리터 ⑤ 답 없음

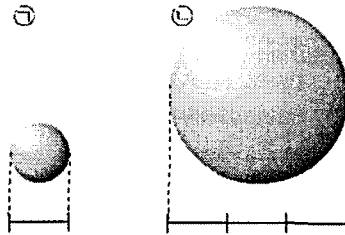
11. 다음 입체도형 전체의 부피가 $\frac{2}{3}$ 리터라고 할 때 다음 중 부피가 1 리터인 입체는? ()



- ④ ⑤ 답 없음

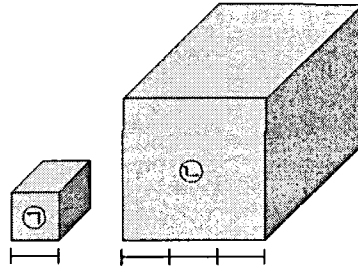


12. 공 ㉠의 부피는 공 ㉡의 부피의 몇 배인가? ()



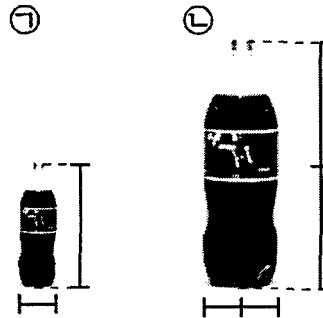
- ① 3 배 ② 9 배 ③ 18 배 ④ 27 배 ⑤ 답 없음

13. 정육면체 ㉠의 부피는 정육면체 ㉡의 부피의 몇 배인가?
...()



- ① 27 배 ② 18 배 ③ 9 배 ④ 3 배 ⑤ 답 없음

14. 페트병 ㉠의 부피는 페트병 ㉡의 부피의 몇 배인가? 단, 두 페트병은 같은 풀이다. ()



- ① 2 배 ② 4 배 ③ 6 배 ④ 8 배 ⑤ 답 없음