

수학 창의성 신장을 위한 평가 문항 개발 방안¹⁾

남 승 인 (대구교육대학교)

I. 연구의 필요성 및 목적

창의성이란 당면한 문제 해결을 위해 고정된 관념에서 탈피하여 참신하면서도 유용한 아이디어나 산출물을 생산해 내는 능력을 말한다. 그러나 이는 어느 특정한 사람만이 가지는 재능이 아니라 누구나 가질 수 있는 재능이다. 교육의 진정한 목적이 개인의 잠재적 능력을 발현시키는데 초점을 둔다면 이는 습관적인 방식이 아닌 새롭고 독창적인 방식으로 사고하고 활동하고 문제를 해결하는 창의력을 개발해야 할 것이다. 수학교육에서의 창의력을 신장시키는 수업은 교사 중심의 전달 위주의 강의식이 아닌 학생 스스로의 힘으로 당면한 문제 해결을 위해 다양한 해결 방법을 탐색하고 적용하는 과정에서 보다 새로운 아이디어를 고안하도록 해야 할 것이다. 이를 위해서 주어진 문제에 대해 하나의 결론이나 정답을 찾아가는 수렴적 사고에서 벗어나 가능한 한 다양한 해결 방법과 답을 구해보는 확산적 사고의 기회가 제공되어야 할 것이다.

창의성 교육에 대한 관심은 제 3차 교육과정에서 처음 언급된 이래 제 7차 교육과정에 이르기까지 꾸준히 강조되어 왔다. 그러나 구체적인 지도 방안이나 학습프로그램이 제시되지 않은 상태에서 명목상으로만 언급되어 오다가 영재교육진흥법 시행령이 공포됨에 따라 영재교육의 일환으로 창의성 교육이 크게 부상되면서 보다 구체적인 접근, 예컨대, 교수·학습 방법과 관련된 연구와 연수, 그리고 학습 프로그램 및 교구 개발에 관심을 보이기 시작하였다. 그러나 아직까지 이론적인 연구는 활발하지만 수학 교육과정 내용과 관련된 실제적인 학습 프로그램의 개발과 보급은 초보적인 수준에 머물고 있는 실정이다. 다행히 최근 일부 시·도교육청을 중심으로 '창의성 경진대회', '연구학교 운영', '교육감 인정도서 개발·보급' 등 창의성 교육을 활성화하기 위한 노력이 활발히 이루어지고 있는 것은 바람직한 현상이다.

교육 활동을 크게 교과 내용, 수업(교사), 학습(학생), 평가의 4가지 요소로 나눈다면, 이 중에서 평가는 나머지 3가지 요소의 함수(function)인 동시에 이 3가지 요소에 영향을 미치는 변수(variable)이기도 하다. 즉 평가는 교육 활동 전반에 대한 정보를 수집, 분석하고 가치를 판단하는 체계적인 활동으로서 교과 내용의 적절성 및 교수·학습 활용에 대한 증거와 피드백을 제공하는 수단이라고 볼

1) 이 논문은 2006년도 대구교육대학교 학술연구비 지원으로 연구한 것임.

* ZDM 분류 : U52

* MSC2000 분류 : 97C90

* 주제어 : 수학 창의성, 평가

때, 교육과 평가는 분리하여 생각할 수 없다. 그러나 우리의 교육 현실은 활발한 교육활동에 비하여 평가는 매우 소홀히 다루는 경향이 있다. 특히 최근 창의성을 강조하고 있음에도 불구하고 창의성과 관련된 평가는 매우 소홀히 다루고 있는 실정이다. 이는 평가 문항 제작과 채점의 어려움도 있으나 문항 제작에 참고할 수 있는 자료의 부족도 포함한다. 본고에서는 수학 창의성과 관련하여 그 하위 요소에 따른 문항의 유형과 문제해결을 중심으로 한 평가 문항 유형을 고찰해 봄으로써 수학 창의성 신장을 위한 평가 문항 개발에 시사점을 제공하고자 한다.

II. 창의성 하위 요소에 따른 평가

1. 수학 창의성의 정의

창의성이란 용어는 1678년경 웹스터사전에 ‘창의적(creative):창출해 내는 현저한 능력 및 힘’이라고 처음 진술된 이래 이 분야에 관심을 가진 학자들에 의해 지금까지 창의성의 본질을 밝혀내려는 많은 노력에도 불구하고 아직까지 명료하게 합의된 정의는 없듯이 수학 창의성에 대해서도 여러 주장이 있다. 예컨대, Krutetskii(1976)는 “다양한 해결책을 내고 정형화된 형태를 깨뜨리며 자기 제한을 극복하는 사고과정의 유연성”으로, Fouche(1993)는 “동일한 문제에 대하여 다양한 해결책을 고안하는 융통성과 문제 요소들을 새로운 방식으로 결합하는 독창성을 포함하는 능력”으로 정의하고 있다. 또 슈밀린(1979)은 창의적 사고는 주어진 과제를 해결하기 위하여 문제 해결자가 이미 가지고 있는 정보와 과제로부터 새로운 정보를 끌어내어 이 정보들을 새로이 조합함으로써 가치있는 어떤 사물이나 아이디어를 만들어 내는 것’에 관련된다고 하였다(신현용, 한인기, 1999에서 재인용). 그러나 수학 창의성을 논함에 있어서 간과해서는 안될 사실은 수학은 하나의 합의된 지식체이기 때문에 과학기술분야처럼 순수한 독창성을 논의한다는 것은 그 한계가 있다. 따라서 수학적 창의성이란 ‘수학적 문제 상황에서 이전에 학습한 지식과 경험을 통합·재구성하여 기존의 관습적인 방법에서 벗어나 참신하고 다양하면서도 융통성있게 문제를 해결하려는 성향과 능력’이라고 할 수 있다.

2. 하위 요소에 따른 평가 문항

수학교육에서 창의성을 측정하고 수량화하여 평가하는 일은 창의성을 능력으로 다루는 심리학적 연구로써 1960년대 Guilford와 Torrance에 의해 처음 실시되었다(飯田愼司, 1990). 그들은 지필검사를 이용하여 창의성 평가 관점을 창의성의 하위 요소에 대한 여러 가지 반응을 살펴보는 것이었으며, 창의성 평가에 대한 이러한 해석은 문제 해결을 중심으로 하는 수학적 활동에서 매우 적합한 것이다. 일반적으로 창의성과 창의력은 혼용하지만 엄밀한 의미로 구분한다면, 창의성은 사고 성향으로 인내심, 호기심, 집착력, 자신감, 등 정의적인 측면에 초점을 둔다면, 창의력은 사고 기능으로 독창성,

융통성, 유창성, 정교성 등 인지적 영역에 초점을 둔다. 창의성 평가의 바람직한 방법은 인지적 측면과 정의적 측면이 같은 비중으로 취급해야 하지만 창의적 성향은 내면적인 것으로 장기간에 걸쳐 관찰이나 면담기법을 활용해야 하므로 평가에 어려움이 있다. 이에 비해 창의적 사고 기능은 외현적인 산출물을 대상으로 어느 정도 객관성을 보장받을 수 있기 때문에 선행 연구(Guilford, 1967; Torrance, 1992; 송상헌, 2002)를 살펴보면 창의성 평가는 '성향'보다는 '기능'에 초점을 두는 것이 일반적인 경향이다. 본고에서는 창의적 사고 기능에 초점을 둔 평가 문항 모델을 살펴보고자 한다.

● 유창성(Fluency) : 해답 또는 해답을 구하기 위한 방법을 얼마나 많이 만들어 낼 수 있는가?와 관련된 것으로 유창성 점수를 결정하기 위한 하나의 방법은 올바른 반응의 수를 세는 것이다. 예컨대, 다음 [예 1]과 [예 2]의 문제는 각각 저학년과 고학년 수준의 문제로서, 그 반응의 수가 많을수록 유창성(수 감각)이 높다고 할 수 있을 것이다.


[예 1] 두 종류의 동전의 합이 56원이 되도록 알맞은 수를 써 넣어라.

10원짜리	1원짜리	합
5	6	56
.....	

[예 2] 네 분수 1/2, 1/3, 1/4, 1/6을 이용하여 합이 10이 되도록 알맞은 수를 써 넣어라.

1/2	1/3	1/4	1/6	합
2	0	0	0	1
.....	

● 융통성(Flexibility) : 문제 해결에서 서로 다른 사고 방법이나 전략을 얼마나 많이 사용하는가를 고려하는 측면이다. 융통성을 평가하기 위해서는 반응들을 유사한 반응 범주로 분류하고, 서로 다른 범주(전략)의 수로써 융통성의 점수를 결정할 수 있다. 예컨대, [예 3]의 문제는 '추측하고 확인하기', '그림을 그려서 해결하기', '거꾸로 풀기', '식을 세워서 풀기', 등의 방법을 이용할 수 있으며, 또 '추측하고 확인하기' 전략을 이용하더라도 '막연한 추측'과 '논리적인 추측'으로 해결하는 방법으로 분류할 수 있다.

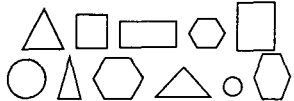


[예 3] 어느 날 밤 왕은 잠이 오지 않아, 왕실 부엌에 갔는데, 망고가 가득 담긴 그릇을 발견했다. 배가 고파, 그는 망고의 1/6을 먹었다. 그 이후 같은 날 밤, 왕비도 배가 고프고 잠은 오지 않았다. 그녀 역시 망고를 발견하고 왕이 남긴 망고의 1/5를 먹었다. 그 이후 첫째 왕자도 잠이 깨서 부엌으로 갔고, 남은 망고의 1/4를 먹었다. 그 후 그의 동생인 둘째 왕자가 남은 망고의 1/3을 먹었다. 마지막으로 셋째 왕자가 남은 것의 1/2를 먹고, 하인을 주기 위해 3개를 남겼다. 처음 그릇에는 얼마나 많은 망고가 있었을까요?

● 독창성(Originality) : 아이디어가 얼마나 통찰력 있고, 참신한가?와 관련되는 것으로 반응의 상대적 희귀 빈도를 의미한다. 예컨대, 위 [예 3]의 문제 해결에서 사용한 전략의 수는 비슷하지만 다른 학생들이 미처 생각하지 못했던 새로운 전략을 이용하였다면 독창성에 높은 점수를 부여할 수 있다.

● 정교성(elegance) : 수학적 사실을 얼마나 간결·명료하면서도 세련되게 표현하고 발전시키는가와 관련된 것으로 자신의 생각을 표현하는 세련미(elegance)의 정도이다. 예컨대, [예 4]의 문제에서 다른 학생에 비하여 다양한 분류기준(변의 수, 대칭성, 등)에 따라 분류한 학생은 정교성이 높다고 할 수 있다.

[예 4] 다음 도형은 여러 가지 기준에 따라 분류할 수 있다. 주어진 도형에 대해 분류 기준을 정하고, 그 기준에 따라 분류해 보시오.



● 민감성²⁾ : 문제 상황에 예민하게 반응하는 것과 관련된 것으로 빨리 회상력과 뛰어난 관찰력, 그리고 직관적으로 재연하는 능력과 관련된 것으로 문제의 질보다는 양의 집중하고 있다. 예컨대 [예 5]에서 반응속도가 빠를수록 민감성이 높다.

[예 5] 다음 각 수에서 <보기>처럼 짝수는 증가하는 순서로, 홀수는 감소하는 순서로 재배열하시오.(단, 제한 시간은 3분입니다.)

<예> 76524 → 24675

① 38914 → ___ ② 85792 → ___ ③ 94621 → ___ ④ 647832 → ___
 ⑤ 145739 → ___ ⑥ 912465 → ___ ⑦ 527389 → ___ ⑧ 6492513 → ___
 ⑨ 9164382 → ___ ⑩ 4792631 → ___ ⑪ 8649372 → ___ ⑫ 5921738 → ___

● 하위 요소의 통합 : 창의성을 평가하기 위하여 위와 같이 그 하위 요소별로 평가하는 방법도 있으나, 한 문제로 둘이나 그 이상의 하위 요소를 복합적으로 평가할 수도 있다. 예컨대 위 [예 3]은 전략의 수나 방법, 그리고 문제 해결의 효율성이나 해결 과정의 표현 방법 등을 종합적으로 판단한다면 융통성과 독창성뿐 아니라 정교성과 민감성까지 평가할 수 있다. 또, [예 7]은 유창성과 민감성을 동시에 평가할 수 있다.

[예 7] 성냥개비로 만든 다음 각각의 계산식에는 틀린 곳이 있습니다. 각 계산식에서 성냥개비를 1개씩만 옮겨서 등호(=)의 양쪽 값이 같도록 만든 후, 이를 식으로 쓰시오. (제한시간 3분)

① ~~61-38=53~~ ② ~~87+3=76~~ ③ ~~9×6=40~~

앞에서 언급한 수학 창의성의 각 하위 요소에 대한 평가의 범주와 척도를 요약하면 다음 <표 1>과 같다(Sheffield, 2000).

2) 민감성은 정의적 영역인 사고 성향으로 분류하는 의견과 인지적 영역인 사고 기능으로 분류하는 의견이 있으나 본고에서는 당면한 과제를 능숙하면서도 정확/신속하게 처리하는 능력을 사고 기능으로 확대·해석한다.

<표 1> 창의성 하위 요소에 따른 평가의 범주와 척도

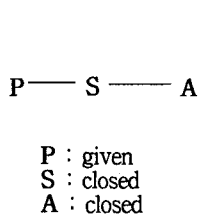
범주 \ 점수	1	2	3	4
유창성 서로 다른 정답 수나 해결방법, 또는 새로운 질문	불완전하거나 쓸모없는 접근	최소한 1개의 적절한 접근, 혹은 관련된 질문	최소한 2개의 적절한 접근, 혹은 관련된 질문	몇 개의 적절한 접근, 혹은 관련된 질문들
융통성 대수, 기하, 그래프, 등 다양한 범주의 해결 전략, 또는 질문		동일한 방법을 사용한 모든 접근법 (예: 그래프, 대수 방정식 등)	최소 2가지 방법의 전략(예: 그림, 그래프, 대수, 물리적 모형화)	몇 개의 해결책 (예: 기하, 그래프, 대수, 물리적인 모형화)
독창성 독특하고 통찰력 있는 해결 전략 및 방법이나 질문	방법은 다르지만 해결에 도달하지 못함	해결에 도달하는 방법이지만, 일반적인 방법	흔하지 않음, 오직 소수의 학생들에 의해서 사용된 방법	1-2명의 학생만 사용한 독특하고 통찰력 있는 방법
정교성 표, 그림, 모델, 그리고 간단·명료하게 사고를 표현한 진술	주어진 설명이 짧거나 없음	설명 이해할 수 있으나 몇 군데 불 명확함	올바른 수학적 용어들을 사용한 명확한 설명	그래프, 도표, 모형, 식 등을 이용하여 간단·명료한 설명함

III. 문제 해결을 중심으로 한 창의성 평가

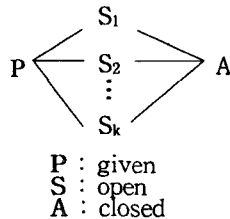
Haylock(1984)은 문제해결을 중심으로 하는 수학적 활동에서 창의성은 문제 만들기, 문제해결, 재정의 등 3단계에서 뚜렷이 발현되며 평가될 수 있다고 보고 있다. 이를 좀 더 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

1. 문제의 유형

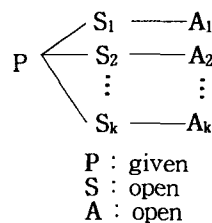
문제를 분류하는 방법은 여러 가지가 있지만, 문제 해결과정과 결과의 유일성과 다양성에 따라 다음 3가지 형태로 나눌 수 있다. <그림 1>처럼 문제의 해결과정과 결과가 유일한 문제를 '닫힌문제 (closed)'라면, <그림 3>처럼 문제 해결 과정과 답이 모두 열려있는 유형의 문제를 '개방형 문제 (open-ended)'라고 한다.



<그림 1> 과정과 결과가 유일한 문제



<그림 2> 답은 유일하지만 과정이 열린 문제



<그림 3> 과정과 답이 열린 문제

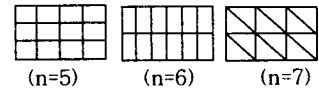
최근에는 두 번째 유형의 문제도 개방형 문제의 한 부류로 생각하는 경향이 있지만, 본래 개방형 문제는 세 번째 유형인 해결 과정과 결과가 열려있는 문제를 말한다. 개방형 문제는 주어진 문제(P)에 대하여 여러 가지 방법(S)으로 접근할 수 있고, 그 방법에 따라 서로 다른 답(A)을 산출할 수 있다. 따라서 하나의 답이 나왔다고 하더라도, 또 다른 답이 더 나올 수 있기 때문에 자연스럽게 확산적인 사고, 창의적인 사고를 할 기회가 증가할 것이다. Davis(1991)도 진정한 창의성 평가를 위해서는 개방형 문제를 이용할 것을 권고하고 있다. 또 두 번째 유형의 문제에서 풀이 과정에 초점을 맞춘다면 창의적 사고가 가능하지만 해답에 초점을 두게 되거나 조건을 제한하면 첫 번째 유형의 문제가 된다. 따라서 <그림 2>의 유형은 풀이 과정에 초점을 두고 평가해야 한다.

[개방형 문제의 예]

다음 문제는 학생들에게 기계적인 문제해결로 인해 생기기 쉬운 고정관념을 탈피하여 개방적/확산적으로 생각하려는 태도를 기르는 소재로써, 그리고 창의성을 평가하는 문제로써 유용하다. 또 이 문제는 나누는 모양이나 방법 수가 다양하므로 '조건불비의 문제'인 동시에 '개방형 문제'라는 특징이 있다. 그러나 나누는 부분의 '최저 몇 개 있을까?'라고 하는 조건을 붙이면 닫힌 문제(closed)가 된다.

[예 8] 다음 그림처럼 정사각형을 2부분, 3부분, ...으로 나누려면 몇 개의 직선이 필요할까? 단, 나누어진 부분의 크기와 모양은 같아야 한다. 예컨대, 2부분, 3부분으로 나누려면 직선이 각각 1개, 2개가 필요하다. 5부분, 7부분, 9부분으로 나누려면 몇 개의 직선이 필요할까?

이 문제를 확장하여 나누는 부분의 개수 n 을 여러 가지로 바꾸면서 귀납적으로 문제해결을 하면, $n=p \times q$ (p, q : 가로, 세로의 칸 수)이면 필요한 직선의 수는 $(p+q-2)$ 개라는 규칙을 발견할 수 있다. 그러나 그 역은 반드시 성립되는 것은 아니다(<그림 4> 참조). 또, n 이 소수일 때 나누는 직선의 수는 $(n-1)$ 개로 '닫힌 문제'이지만, n 이 합성수일 때는 나눌 수 있는 직선의 수가 여럿이므로 '개방형 문제'가 된다.



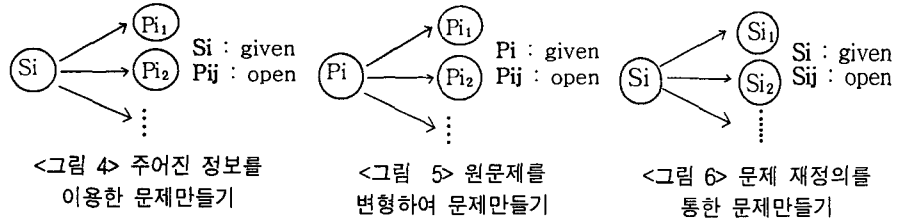
<그림 4> [해답] $n=12$ 일 때 이 외에도 다수의 답이 있다.

<표 1> 나누는 직선의 최소 갯수

나누는 부분의 수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	...
직선의 최소 갯수	0	1	2	2	4	3	6	4	4	5	10	5	12	7	6	6	16	...

2. 문제 만들기를 통한 창의성 평가

문제 만들기를 통한 창의성 평가는 2가지를 생각할 수 있다. 하나는 <그림 4>처럼 주어진 정보(S)를 이용한 문제(P)만들기와 다른 하나는 <그림 5>처럼 문제(P) 변형을 통한 문제(P)만들기로 나눌 수 있다.



(1) 주어진 정보를 이용한 문제 만들기

<그림 6> 조작적 상황을 제시하고 이를 이용하여 문제를 만들도록 하는 것으로 속성판의 어떤 성질을 이용하느냐에 초점을 둔 창의성 학습 및 평가를 할 수 있다. 그리고 <그림 7>처럼 표나 그림, 문장 등으로 정보를 제시하고 이를 이용하여 얼마나 다양하면서도 창의적인 문제를 만드느냐에 따라 창의성의 하위 요소와 관련하여 평가 범주와 척도에 따라 점수를 부여할 수 있다. 다음 [예 9]는 <그림 7>의 <자료 2>를 이용하여 만든 개방형 문제의 한 예이다.

<그림 6>

4			o	oo	ox
3		xxx	oo	x	ox
2	o	xx	ooo	oo	xx
1			oo	x	

o : 여자
x : 남자

수학성적

<자료 1> <그림 7>

• 굴 1개-100원.
• 감 1개-150원.
• 배 1개-200원

<자료 2>

[예 9] 과일 가게에서 굴과 감과 배를 몇 개씩 사고 2500원을 지불하였습니다. 굴과 감과 배를 각각 몇 개씩 샀습니까?

(2) 문제 변형을 통한 문제만들기

문제 변형을 통한 문제 만들기는 주어진 문제를 해결한 후, 이를 심화·발전시킨 내용으로 <그림 5>처럼 원문제(Pi)에서 소재를 바꾸든가, 구조를 바꾸든가, 조건을 첨삭하여 원문제와 닮은 문제를 만드는 것은 창의성과 매우 관련이 있다(飯田慎司, 1990). 문제를 변형시키는 구체적인 방법은 여러 가지가 있다. 몇 가지를 사례를 살펴보면 다음과 같다.

- 결과를 바꾸기, · 숫자를 바꾸기, · 장면을 바꾸기, · 해결 절차를 더 많이 주기, · 장면을 더 복잡하게 만들기, · 장면을 더 제한적으로 만들기, · 이질적인 정보를 제공하기, · 주어진 조건과 구하려는 것을 바꾸기, · 장면, 구조, 결과, 조건 등을 모두 바꾸기, 등 매우 다양하다.

다음 [예 10]의 문제는 위 [예 9]의 문제를 변형하여 만든 문제이다. 구두나 지필 등을 통하여 학생들이 변형하여 제작한 문제를 창의성의 하위 요소와 관련하여 평가 범주와 척도에 따라 점수를 부

여할 수 있다.

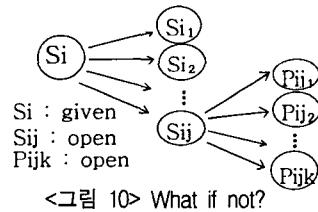
[예 10] [숫자를 변형한 문제] 과일 가게에서 귤과 감과 배를 몇 개씩 사고 3000원을 지불하였습니다. 귤과 감과 배를 각각 몇 개씩 샀습니까?

[장면을 제한한 문제] 과일 가게에서 귤과 감과 배를 몇 개씩 사고 3000원을 지불하였습니다. 구입한 귤과 감의 수가 같다면, 귤과 감과 배를 각각 몇 개씩 샀습니까?

[장면이 더 복잡한 문제] 과일 가게에서 귤, 감, 배, 사과를 각각 몇 개씩 사고 2500원을 지불하였습니다. 귤, 감, 배, 사과를 각각 몇 개씩 샀습니까?

(3) 문제 재정의의 통한 문제 만들기

문제 재정의의 통한 문제만들기는 ‘문제 변형을 통한 문제만들기’기와 유사하다. 문제 변형에서 결과나 숫자, 장면이나 조건 등이 바뀔으로서 문제 해결에 확산적인 사고가 요구되는 문제와 전혀 새로운 차원의 전략이나 사고가 요구되는 문제로 분류할 수 있다. 예컨대, [예 9]의 문제를 변형한 [예 10]의 문제는 문제 해결 전략은 동일하거나 유사하지만 보다 창의적인 사고(유창성)가 요구되는 문제 변형을 통한 문제만들기라면, [예 8]의 문제에서 ‘크기와 모양은 같아야 한다.’는 조건을 ‘크기(넓이)가 같다.’로 바꾸거나 ‘정사각형’을 정삼각형이나 정육각형, 등 다른 도형으로 바꾸거나 2차원의 평면도형에서 3차원의 입체도형으로 바꾸면 보다 확산적인 새로운 유형의 사고가 요구되는 문제 재정의의 통한 문제만들기에 해당된다고 할 수 있다. 특히 [문제 8]처럼 문제 장면의 일부가 바뀔으로서 원문제 해결과는 다른 전략이나 사고가 요구되는 문제는 <그림 10>과 같은 ‘What if not?’ 유형과 동일시할 수 있다.



3. 문제 해결에서 창의성 평가

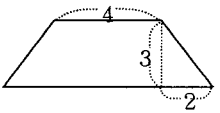
Guilford. 1959)와 New. Shaw, & Simon(1962)등은 창의성을 문제해결력으로 정의하였다(서혜애, 2004). 창의적 사고력을 신장시키기 위해서는 고정관념에서 벗어나 개방된 사고가 필요하다. 문제해결에서의 창의력을 평가하기 위한 문제의 유형은 해결 방법과 결과의 열림(open)과 닫힘(closed)에 따라 3가지로 나누어 생각할 수 있다.

(1) 다양한 해결 방법을 요구하는 문제


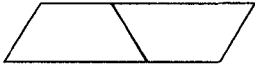
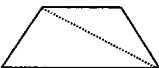
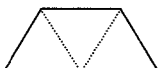
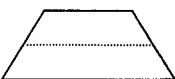
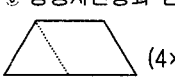
일상생활에서 당면한 문제를 해결하는 방법이 다양하듯이 학생들은 주어진 문제 장면에서 ‘해에

이르는 길은 다양하다.’는 것을 인식할 필요가 있다. 예컨대 [예 11]의 문제는 정답은 유일하지만 다양한 해결 과정을 요구하는 문제는 융통성과 독창성을 평가하는 데 특히 유용하다.

[예 11] 사다리꼴의 넓이를 구할 수 있는 방법은 여러 가지가 있습니다. 다음 사다리꼴 넓이를 여러 가지 방법으로 구하고, 그 방법을 그림으로 나타내시오. (단, 변 $ㄱ=$ 변 $ㄷ$)



[풀이]

<p>① 직사각형으로 만들어서 구하기</p>  $(4+8) \times 3 \div 2 = 18$	<p>④ 평행사변형으로 만들어 구하기</p>  $(4+8) \times 3 \div 2 = 18$
<p>② 두 삼각형으로 만들어서 구하기</p>  $(4+8) \times 3 \div 2 = 18$	<p>⑤ 세 삼각형으로 나누어서 구하기</p>  $(4 \times 3 \div 2) \times 3 = 18$
<p>③ 평행사변형으로 만들어서 구하기</p>  $(4+8) \times (3 \div 2) = 18$	<p>⑥ 평행사변형과 삼각형으로 나누어 구하기</p>  $(4 \times 3 \div 2) + (4 \times 3) = 6 + 12 = 18$

[채점 기준의 예] ● ①처럼 직사각형과 두 삼각형의 합으로 구한 경우 : 5점
 ● ②처럼 두 삼각형으로 분할하여 구한 경우 : 5점
 ● ③, ④처럼 분할 이동시켜 평행사변형을 만들어 구한 경우 : 5점
 ● ⑤, 또는 ⑥처럼 세 삼각형, 또는 삼각형과 평행사변형으로 분할하여 구한 경우 : 5점
 * 구한 방법의 수가 따라 배점을 달리한다.

(2) 다양한 답을 요구하는 문제

해결 전략이나 방법은 유한하지만 학생 개개인의 사고의 범위에 따라 [예 12]처럼 답이 다양한 문제는 창의력 중 유창성을 평가하는 데 유용하다.

[예 12] 표에 주어진 숫자들은 각 문자를 표현하는 값이다. 낱말의 값은 낱말을 이루고 있는 문자값의 합으로 나타낸다. 예컨대, 물은 (ㄹ+ㅍ+ㄹ)이므로 (5+21+4=30)의 값을 갖는다. 낱말의 값이 110과 120원 사이에 있는 낱말을 만들어 보아라.

ㄱ	ㄴ	ㄷ	ㄹ	ㅁ	ㅂ	ㅅ	ㅇ	ㅈ	ㅊ	ㅋ	ㅌ	ㅍ	ㅎ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

ㅑ	ㅓ	ㅕ	ㅗ	ㅛ	ㅝ	ㅟ	ㅡ	ㅣ	ㅥ	ㅧ	ㅩ	ㅫ	ㅭ
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28

(3) 다양한 해결 방법과 답을 요구하는 문제

일반적으로 문제해결의 결과(end)의 열림(open), 닫힘(closed)에 따라 ‘개방형 문제’인지 아닌지를 구별하지만 ‘개방형 문제’의 정의에 따르면 과정과 결과가 모두 유한하지 않은 문제를 개방형 문제로

볼 수 있다. 다음 [예 13]의 문제는 주어진 도형 중 ‘어느 도형을 선택하느냐?’의 관점은 과정에 초점을 둔 문제라면, 선택한 도형에 따라 그들이 가진 속성을 다양하게 진술할 수 있으므로 해서 창의성 중 특히 독창성과 융통성, 그리고 정교성을 평가하는 데 유용하다.

[예 13] 다음 도형 중에서 두 도형을 선택하시오. 그리고 선택한 두 도형과 성질을 가진 도형을 하나 이상 선택하고, 그들이 가진 도형의 성질을 말하시오.



Ⅲ. 결론

인간의 행동을 바람직한 방향으로 변화시키기 위한 의도적·계획적인 노력을 ‘교육’이라면, 교육 활동이 교육 목적에 적절하게 이루어졌는지, 의도한 수업 목표에 어느 정도 달성했는지, 학습 결과가 기대 수준에 미치지 못했다면 그 원인은 무엇인지 등 교육 활동 전반에 대한 필요한 정보를 수집, 분석, 진단하고 가치를 판단하는 모든 체계적인 활동을 ‘평가’라 할 때, 교육과 평가는 서로 상보적인 관계가 있다. 그럼에도 불구하고 최근 창의성 교육에 대한 관심과 노력에 비하여 평가에 대해서는 소홀한 실정이다. 평가는 학습 활동을 통해 성취한 자신의 수학적 능력을 표현하고 가치를 부여와 보상의 수단이기 때문에 평가 문제의 유형과 내용, 그리고 평가 방법은 학생들의 학습에 커다란 영향을 미친다. 그리고 평가의 궁극적인 목적은 학력의 향상에 있다고 볼 때, 출제나 채점의 편리성보다는 학생들이 알아야 할 중요한 내용을 포함시켜야 한다.

수학 창의성 평가는 창의적 사고 성향과 사고 기능이 함께 고려되어야 하지만 본고에서는 창의적 사고 기능의 하위 요소에 따른 문제 모델과 문제 해결을 중심으로 한 창의성 평가 문제의 모델을 살펴보았다. 그러나 수학 창의성에 대한 정의와 해석이 다양하듯이 평가 방법도 다양하며, 특히 관점에 따라 문제의 유형과 내용도 다양할 것이다. 창의성 평가는 상대적인 비교를 위한 것이 아니라 이전에 이루어진 교수·학습활동이나 학습 프로그램이 학생들의 창의력 신장에 기여하였는지를 면밀히 분석·검토하고, 이를 바탕으로 궁극적으로는 학생들의 창의력을 신장시킬 수 있는 교수·학습의 설계와 실행을 위한 정보로 활용해야 할 것이다. 따라서 정확한 정보를 제공할 수 있는 평가 문항 개발을 위한 끊임없는 연구와 노력이 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 김현정 (2003). 창의성의 개념적 검토. 교육과정 평가 연구, 제 6권 2호
- 남승인 (2003). 초등 수학 영재의 특성과 영재성의 판별. 제 4기 영재교육 담당교원 직무연수. 한국교육개발원. TM 2003-1-2.
- 남승인·류성림 (2002). 문제 해결 학습의 원리와 방법. 서울: 형설출판사.
- 서혜애 (2004). 창의성과 영재교육과정론. 초등영재지도 교사 직무 연수. 대구교육대학교

- 신세호 (1983). 창의력 개발을 위한 교육. 서울: 교육과학사.
- 신현용 · 한인기 (1999). 수학 영재의 창의성 신장을 위한 방향 모색. 청람 수학교육 제 8집. 한국교원대학교 수학교육 연구소.
- 송상현 (2002). 수학 문제 개발의 원칙과 실습. 창의적 생산자 양성을 위한 영재교육. 한국교육개발원 ; 연수교재 PM 2002-2-1
- 飯田慎司. (1990). シツエーションからの數學的活動における創造性の開發について. 數學教育のパー
スペクティブ. 聖文社.
- Amabile. (1983). *The social psychology of creativity*. New York: Springer.
- Davis, G. A. (1997). *Identifying Creative Students and Measurement Creativity*. Handbook of Gifted Education. Allyn and Bacon
- Fouche. (1993). *Problem solving ad creativity: Multiple solution methods in a cross-cultural study in middle level mathematics*. Ph. D. Thesis in University of Florida
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human inteligence*. New York:MaGraw-Hill Book.Co
- Haylock. (1984). *Aspect of mathematical creativity in children aged 11-12*. Ph. D.Thesis in London University.
- Krutetskii, V. A. (1976). *The psychology of mathematical abilities in school children*. The University of Chicago Press.
- Roger. (1962). *Toward the theory of creativity*. In S. J. Panes and H. F. Harding(Eds), A source book for creative thinking. New York: Scribnert's
- Sheffield,L. J. (2000). *Extending the Challenge in Mathematics*. Corwin press, Inc
- Starko, A. J. (1995). *Creativity in the Classroom*. School Curious Delight. Longman Publishers USA.
- Sternberg, R. J.(1994). *Thinking and Problem Soving*. Sandiago : Academic Press
- Torrance, E. P., Ball, O., & Safer. T.(1992). *Torrance Test of Creative Thinking; Streamlined Scoring Guide Figural A and B*. Bensenville. IL: Scholastic Testing Service.

A Study on the Development Evaluation Item to extend mathematical creativity.

Nam, Seung In

Daegu National University of Education, Daemyung Dong, Namgu, Deagu, Korea

E-mail : sinam@dnue.ac.kr

Producing tools for actively meeting social needs in a radical changing society due to the development of modern technology has been shifted from physical ability to intelligent ability. The prominence of educating creativity is perceived as a good preparation in order to deal with them. Considered that assessment which is systematic activity to collect, analyze, diagnose, and judge information of a series of instruction practices is means to impart evidence and feedback of teaching-learning practices, education and assessment is placed on reciprocal relationship. Nevertheless, there has been some tendency of neglect of assessment, comparing education for upbringing creativity. In this paper model of pencil and paper problem is discussed focusing on the sub-components of creativity and problem solving as one of the variety of means to extend mathematical creativity.

* ZDM Classification : U52

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97C90

* Key Words : Mathematical creativity. Evaluation Item