

다양한 확산적 사고활동을 통한 창조성 육성에 관한 연구

- 초등학교 수학교육을 중심으로 -

임 문 규¹⁾

수학교육에서 창조적 사고력을 기르는 것이 중요하며, 이에 관한 연구의 집적이 필요하다. 이 연구는 수학교육을 통해 다양하고 확산적인 사고활동을 촉진하여 창조성의 육성이 가능하다는 것에 대하여 탐구하였다. 이를 위해 초등학교 수학교육에서 창조적 사고력을 길러줄 수 있다고 생각하는 교구에 의한 조작 활동 및 문제해결과 문제 만들기 학습·지도 방법을 통한 학생들의 다양하고 확산적인 생산에 대한 실제 사례를 들면서 논하였다. 수학교육에서 창조성의 육성은 초등학교 단계의 어린 시기부터 실시하는 것이 바람직하다고 생각되며, 이를 위한 다양한 교재 및 학습·지도 방법에 대한 개발·연구의 집적이 필요하다고 생각한다.

[주제어] 창조성 및 창조적 사고, 다양하며 확산적 사고, 교구 및 조작활동, 문제해결 학습·지도, 문제 만들기 학습·지도

I. 서 론

창조성은 시간과 공간을 넘어 강조되며, “인류 발전의 역사는 창조의 축적”이라고 말해도 과언은 아니다. 문화·문명이 고도로 발달하고 있는 오늘날에도 인류는 발전을 계속 추구하고 있으며, 발전을 위한 시도는 인간의 본능이라고도 생각된다. 이와 같은 발전의 근거에는 현재보다는 나은 새로운 것과 방법을 개발·창조하려고 하는 욕망과 의지가 있으며, 그것이 원동력이 되어 추진되고 있다.

학교 교육의 목표에서도 창조적 사고의 육성이 강조되며, 여러 교과 중에 사용되고 있다고 생각된다. 수학 교과에서도 창조적 사고의 육성을 목표로 하여, 수학교육을 통하여 창조성이 육성될 수 있다고 인정하고 있다.

Haylock(1987)은 『학생의 수학적 창조성의 평가를 위한 틀』이라는 논문에서 ‘학교 수학 속에서, 창조성의 개념은 확실히, 많은 수학 교육자에 의해, 학생들이 수학을 한다고 하는 의미에서 적절하며, 또한 중요한 일로서 고려되고 있다’고 하고 있다.

1950년 이래, 일반적인 교육연구에서 창조성에 관한 연구는 많이 행하여져 왔지만, 수학과 관련되는 창조성에 관한 연구는 소수뿐이라는 지적과 함께 긴급한 개선의 필요성이

1) 공주교육대학교 수학교육과

시사되고 있다.

창조성에 대하여 보편적이며 통일된 명확한 정의를 할 수 없는 것은 그것의 의미하는 범위가 넓고, 어떤 면에서 추구할 것인지에 대한 입장의 다양한 차이 때문일 것이다.

수학교육을 통한 창조성 육성에 관한 관점은 수학의 개념형성 및 내용학습의 단계부터 문제해결이나 문제 만들기 등 수학의 내용과 방법에서 다양하겠지만, 본인은 크게 수렴적 사고와 확산적 사고 활동에 의해 가능하다고 생각한다. 특히, 수렴적 사고활동보다도 다양하고 확산적이며 발전적인 사고활동을 통해 창조적 사고의 육성이 더 기대된다는 입장이다.

본 연구자는 수학교육에서 수학내용에 대한 개념의 이해의 기초단계부터, 조작활동이나 문제해결, 문제 만들기를 통하여, 다양하고 확산적이며 발전적인 사고활동이 활발하게 이루어질 수 있으므로, 이들을 통하여 창조적인 사고의 육성이 가능하다고 생각한다. 인간의 창조성은 이러한 다양하고 확산적이며 발전적인 사고활동을 통해 생산될 수 있다고 기대되기 때문이다.

이와 같은 관점에서, 이 연구는 II장에서, 창조성 및 수학적 창조성에 관하여 정리하고, 수학의 창조적 사고와 확산적 사고의 관련에 대하여 탐구하고, 수학교육에서 확산적 사고 활동이 가능한 제재에 대하여 논한다.

III장에서는, 초등 수학교육에서 조작 활동과 흥미를 유발할 수 있으며 다양하고 확산적인 사고활동을 촉진할 수 있는 좋은 제재라고 생각되는 기하판이나 탱그램, 소마큐브 등을 소개한다. 또한 수학 문제해결에서 다양한 해결 방법 및 확산적 사고 작용에 대한 실제 사례를 제시하고, 문제 만들기에서 있어서도 쉽게 접근할 수 있는 실제 사례를 들고 학생들의 다양하고 확산적인 사고활동의 산물을 소개한다.

끝으로, 이러한 다양하고 확산적이며 발전적인 수학 학습·지도를 통하여, 수학교육에서 창조성의 육성에 관한 관심과 연구의 집적을 시사하고자 한다.

II. 수학교육에서 창조적 사고와 확산적 사고의 관련

1. 수학적 창조성의 의미

가. 창조성의 의미와 특징

‘창조’에 관한 사전적 의미는 ‘다른 모든 사람이 아직 감지하거나 인식하거나 또한 깨닫지 못한 내용을 처음으로 생각하고 만들어 내는 것이다’ (민중서림, 1990). 인류 사상 유래 없는 사상이나 사물을 처음으로 발견하고 만들어 낸 것을 우리는 창조물이라 하며, 그러한 창조물을 만들어 내는 사람을 창조자로 높이 칭송한다. 개념은 그 의미하는 범위가 넓고 추구하는 입장이 다르므로 간단히 정리될 수 없다고 한다.

창조성을 지능과의 비교에서 연구하는 입장에서는, 지능은 어떤 문제 상황에서 추리와 통찰에 의해 가장 적절한 답을 끌어내는 능력인 반면, 창조성은 오히려 새로운 생각과 문제 자체를 생산하는 능력의 일종으로 받아들이고 있다. 또한, 창조성의 정의를 능력이 아닌 새롭고 독창적인 것을 만들어내는 사고과정이라고 하는 사고에 중점을 두는 입장도 있다.

이 외에, 정의적인 측면을 중심으로 한 인격특성으로서, 예를 들면, 판단의 독립성, 자기 주장이 강하다, 적극적, 모험적인 것 등을 창조성과 관련시키는 견해도 있다.

이와 같이, 창조성의 개념은 그 의미하는 범위가 넓고 추구하는 입장이 다르므로 간단

히 정리될 수 없으므로, 창조성의 정의나 특징을 모두 명확하게 간단히 표현하는 것은 연구자에 따라 다를 수 있기 때문에 어려운 일이다. 그러나 중요한 것은 창조성에 대한 개념 정의와 추구하고자 하는 방법에 대해 연구의 입장을 명확하게 한다면, 창조성에 관한 어떠한 일면을 다루더라도 연구의 의의는 있다고 생각한다.

나. 수학교육에서 창조성의 정의와 연구

본 연구자는 수학교육에서 문제해결이나 문제 만들기 등에서 주로 문제를 풀고 문제를 만들어낸 산물을 생각하고, 풀고 만들어 낸 것을 분석하거나 평가하게 되므로 ‘수학적 창조성’이란 용어를 사용한다. 수학적인 생각을 말로 표현할 수도 있지만, 수학의 문제를 해결하거나 문제를 만들 때는 주로 자유롭게 문자나 기호, 식 등을 사용하여 표현하거나 만들 수 있으므로 ‘수학적 창의성’보다는 ‘수학적 창조성’이란 용어가 더 적절하다고 생각하여 사용하기로 한다.

수학교육에서 창조성에 대한 정의는 역시, 다른 모든 사람이 아직 감지하거나 인식하거나 또한 깨닫지 못한 내용을 처음으로 생각하고 만들어 내는 것이 첫 번째 정의로 생각할 수 있다.

본 연구자가 생각하는 수학교육에서의 창조성의 정의는, 학생 개개인의 창조적 사고 및 활동을 의미한다. 수학 학습을 통한 인간 개인에게 있어서의 창조적 활동이란, 이제까지 전혀 알지 못하거나 경험하지 못하였던 수학의 하나의 개념을 처음으로 획득하게 되거나, 이제까지 접해보지 못한 문제에 직면하여 처음으로 자력으로 수학 문제를 해결하게 되었을 때 그 개인은 창조적 활동을 하였다고 생각하는 관점이다.

이것은 수학교육뿐만 아니라 교육활동 전체, 또는 인간의 총체적인 성장활동으로도 볼 수 있지만, 수학에서는 학문의 성격상 많은 개념과 문제를 내포하고 있기 때문에 수학교육을 통하여 창조성의 육성에 대한 많은 기대를 하는 것에 일반적으로 동의하고 있다고 생각한다.

하나의 일에 일생을 바쳐 집착하여 종사한다면 창조적인 결과를 얻을 수 있는 것과 같이, 수학의 문제해결에도 문제를 꼭 풀고야 말겠다는 의지와 집중력이 문제해결 및 창조적인 해결로 이어질 수 있는 것과 같이, 모든 인간은 창조성을 가지고 있으며 창의 및 창조활동을 하면서 살아간다고 볼 수 있다.

植村哲郎(1999)는 수학교육에서 창조성을, 「새롭고 가치 있는 것이나 아이디어를 만들어내는 능력과 그것을 가능하게 하는 수학적 사고방법과 표현력, 창조적 사고에 대한 적극적인 태도이다.」라고 함축성 있게 정의하고 있다. 그는 수학교육에서 창조성에 관한 연구에 관하여 아래와 같이 여섯 가지로 분류하여, 앞으로의 연구를 시사하고 있다.

- (1) 수학 연구에서, 창조적인 발견 및 발견한 사람에 관한 연구, 또는 수학교육에서 창조적인 수학적 성질을 발견하거나 그러한 사고를 하는 학생에 관한 연구
- (2) 수학교육에서 창조성에 대한 평가방법의 연구
- (3) 수학 연구 및 수학교육에서의 창조적 사고활동에 관한 연구
- (4) 수학교육에서 창조성을 개발·육성하기 위한 교수법의 연구
- (5) 창조적 인간을 육성하는 교육 및 그것을 저해하는 교육에 관한 연구
- (6) 수학교육에서 창조성의 기초론적 연구

여기서 특히, (3), (4), (5) 등의 연구는 적고, (1)에 대해서도 학교교육과 수학 수업 수준에서의 연구가 부족하므로, 수학교육에서는 이들 시점에서의 연구가 필요하다고 주장한다.

2. 수학교육에서 창조적 사고와 확산적 사고와의 관련

창조적 사고란 '넓게는 새로우며 가치 있는 착상을 낳는 사고를 말한다. 생산적 사고와 거의 같은 의미로 사용되기도 하지만, 이때는 과거 해결방법의 재적용이 아닌, 처음으로 새롭게 해결해야만 한다. 좁은 의미의 창조적 사고는 사회나 문화에 기여한 영향의 크기에 따라 규정하는 경우인데, 예술, 과학, 기술 등의 분야에서 가치수준이 높은 착상으로 제한되고 있다. 이에 대하여, 넓은 의미의 창조적 사고는 이러한 제한 없이, 어떠한 직업에 종사하는 사람에게도 또는 어떤 어린이에게도 창조적 사고가 가능하다고 할 수 있다. 창조성 교육을 진행할 경우는 후자의 입장을 취할 필요가 있다' (下中直也, 1988).

가. 수학의 창조적 사고 능력의 평가와 확산적 사고와의 관련

Guilford(1959)는 그때까지 수렴적 사고에 비해 확산적 사고가 경시되었음을 지적하고, 창조성을 특징짓는 요인으로 확산적 사고의 중요성을 지적하였다. 일반적인 창조성의 평가 인자는, 주로, 유창성, 유연성, 독창성, 면밀성 등을 넣고 있는 것이 보편적인데, 이들 중에서, 유창성과 유연성은 특히 사고의 다양성과 확산성의 의미와 직결된다.

수학교육을 통해 창조성을 육성할 수 있는 방법은 다양하다고 생각하는데, 학생 개개인이 수학의 개념을 이해하거나 수학의 문제를 해결함으로써 창조적 사고가 길러져, 창조성이 개발되고 육성된다고 생각한다. 수학교육의 역사를 통하여, 문제해결 학습·지도가 강조된 이유도 수학의 문제해결력을 향상시켜 인간이 살아가면서 직면하게 될 어떤 문제에 대해서도 가장 효과적이면서 창조적으로 대처하는 능력을 길러주기 위함일 것이다.

Balka(1974)는 교사, 수학교육학자, 수학자에게 설문조사를 하여, 수학에서 창조적 능력을 측정하는데 다음의 6가지 기준을 설정하였다.

- (1) 어떤 수학적 상황에서, 원인과 결과에 관계하는 수학적 가설을 공식화하는 능력(확산적 사고)
- (2) 어떤 수학적 상황에서 해를 얻기 위하여 이미 학습한 사고방법을 타파하는 능력(수렴적 사고)
- (3) 수학의 상황 속에서 양태(패턴)를 정하는 능력(수렴적 사고)
- (4) 어떤 수학적 상황 속에서, 익숙하지 않은 아이디어를 생각하거나 평가하거나 또 그들을 통하여 사고하는 능력(확산적 사고)
- (5) 주어진 수학적 상황으로부터 무엇이 부족한지를 발견하고 그 부족한 수학적 정보를 보충하여 해답하는 능력(확산적 사고)
- (6) 일반적인 수학적 문제를 분할하여 특수한 문제로 하는 능력(확산적 사고)

Balka의 연구의 특징은 수학의 창조적인 능력에 수렴적 사고도 포함시켜 생각하고 있는 점이며, 여기서는 확산적 사고와 수렴적 사고를 대비하여 사용하고 있는데, 수렴적 사고란 1개의 해를 구하거나 해가 있는지 없는지를 답하게 하는 것이며, 확산적 사고는 하나의 문제 상황에서 해가 한 가지가 아닌 다양한 해를 생각하게 하는 사고를 의미하고 있다.

Heylock(1987)은 1960년대부터 1980년대 후반까지의 수학교육에서 창조성에 관한 연구로는 2가지 양상이 중요하다는 것이 명확해졌다고 논하면서, 그 하나는 수학적 문제 해결에서 고착성을 극복하는 능력이며, 또 하나는 수학적 상황에서 확산적 생산이라고 하였다. 확산적 생산에는 문제해결 상황, 문제 만들기 상황, 재정의 상황의 3가지 상황을 만드는 것이 중요하다는 것을 시사하고 있다.

본 연구자(1989)는 수학의 문제해결에서도 다양한 풀이 방법을 통해 그리고 문제 만들기 학습·지도를 통해 다양한 사고활동을 촉진하여, 수학교육을 통한 창조적 사고력을 더 발전적으로 육성할 수 있다는 것을 주장하고, 그 실제 사례로 학생들의 다양한 풀이 방법과 문제 만들기의 실재를 통하여 입증한 바 있다.

이제까지 수학교육에서 창조적 사고력의 육성에 관해서는, 주로 확산적 사고 활동에 더 많은 관심과 기대를 하는 경향이다. 물론 수렴적 사고활동으로도 창조적 사고력의 육성을 기대할 수 있지만, 더 발전시켜 개인의 다양하고 확산적인 사고나 브레인스토밍과 같은 방법을 통하여 더 많은 창조성의 육성이 기대될 수 있다고 생각하기 때문이다.

오늘날까지, 수학교육에서 행해지고 있는 창조성의 평가 인자 또한 유창성, 유연성, 독창성 등이 주가 되어 있다. 이것은 모든 수학의 학습·지도에서 적용할 수 있지만, 특히, 여러 가지 조작 활동이나 작도 및 문제해결의 다양한 방법, 문제 만들기에서 학생들의 다양하고 확산적인 생산에 대하여 창조성의 평가가 가능하며 적용할 수 있다고 생각된다.

나. 수학교육에서 확산적 사고활동을 촉진할 수 있는 제재 및 방법

이하에서는 특히, 초등학교 수학교육에서 다양하고 확산적인 사고활동의 촉진을 위해 적절하다고 생각되는 제재 및 학습·지도 방법에 대하여 논하기로 한다. 즉, 조작 활동이 가능한 교구의 사용, 문제해결 및 문제 만들기 학습·지도 등 세 가지 측면을 중심으로 알아본다.

(1) 조작 활동이 가능한 교구의 사용

제7차 초등학교 수학과 교육과정은 조작활동 및 놀이를 통해 학생들의 흥미와 관심을 유발하는 것을 강조하고 있다. 이와 함께 아래와 같은 교구를 수학 학습·지도에 활용한다면, 학생들의 다양하고 확산적인 사고활동을 통해 창조적 사고를 육성할 수 있을 것으로 생각한다.

(가) 기하판 및 점판, (나) 탱그램, (다) 펜토미노, (라) 쌓기나무(소마큐브), (마) Dienes의 속성판, (바) 컴퓨터프로그램 등 ... 이들에 관한 구체적인 몇 가지 예를 III장에서 제시한다.

(2) 문제해결 학습·지도

(가) 오픈엔드 어프로치에 의한 방법

오픈엔드 어프로치의 학습·지도를 위한 방법은 아래와 같이 여러 가지를 들 수 있다.

① 답이 단 한 개가 아닌 다양한 답이 나올 수 있는 과제

② 해결 방법이 다양한 과제 : 이것은 답을 구하는 것보다도 그 답에 도달하는 다양한 방법을 요구하는 것이다.

(나) 비정형적 문제 상황에 의한 방법

① 완벽하게 완성된 문제가 아닌 물음이 없는 상황만 제시

이것은 문제 상황에서 문제를 자유롭게 재구성하여, 즉 문제를 만들어서 해결하는 것이다.

② 문제해결을 위해서는 조건이나 속성이 과부족한 문제 제시

조건이나 속성을 다시 조정하여 문제를 정형화하여 문제해결을 하는 방법이다.

(3) 문제 만들기 학습·지도

문제 만들기 학습·지도의 방법으로는 여러 가지를 생각할 수 있겠지만, 이제까지 학생에게 문제를 만들게 하는 구체적인 방법을 정리하면 다음과 같은 것들이 많이 사용되고 있다.

(가) 실세계적 상황으로부터 즉 “미수학적인 세계로부터”의 문제 만들기

실세계적인 현실 상황으로부터의 문제 만들기 교수·학습은 수학자가 실제로 수학을 만들어 내는 것과 같이 수학적 활동을 학생들에게 행하게 할 수 있으므로 가장 적절한 교수·학습의 모형으로 생각된다. 물론 현실 상황이라도 될 수 있는 대로 수학의 내용을 풍부하게 많이 포함하고 있으며 교과서 단원에 맞는 상황을 설정하는 것이 중요하다.

초등학교의 실제 수업에서 적용할 수 있는 현실 상황으로는 다음과 같은 것을 생각할 수 있다.

① 임의의 상황으로부터의 문제 만들기

㉠ 일상생활의 일과 -- 가정생활, 학교생활, 시장보기, 통학, 행사 등 ...

㉡ 놀이 게임 -- 술레잡기, 줄넘기, 귀신놀이, ...

② 특정한 대상과 소재로부터의 문제 만들기

㉠ 뉴스의 내용 -- 신문이라든지 잡지, TV 등의 내용, ...

㉡ 수학자 및 과학자의 전기, 역사적 사실, ...

㉢ 서적, 교과서, 참고서, ...

㉣ 타 교과목의 내용 -- 자연, 사회, 국어, 실과, 체육, 음악, 미술, ...

㉤ 그림모형 -- 여러 가지 그림과 모형 ...

㉥ 옛날이야기, 전설, 만담 ...

③ 현실 및 주변으로부터의 문제 만들기

㉠ 현존의 사물, 학교, 가족, 교통기관, 도로, ...

(4) 수학적인 세계로부터의 문제 만들기

① 수학문제 이외의 내용으로부터의 문제 만들기

앞의 (가)와 같은 실세계적인 상황으로부터 문제 만들기 학습·지도가 어려울 때는 수학 교과서나 문제집 등의 기성의 수학 문제를 그대로 제시하지 않고, 다음과 같은 것들로부터도 문제 만들기 과제나 상황을 설정할 수 있을 것이다.

㉠ 수학적 용어 : 길이, 넓이, 무게, 체적, 단위, 삼각형, 곱셈, 배수, 분수, 부등식, 함수, 보다 크다, ...

㉡ 숫자와 문자 : 7, 10, 3000, x, y, a, b, S, ...

㉢ 도형과 문자 : 삼각형, 평행사변형, 원추의 모형, 구의 모형, ...

㉣ 그래프 : 함수의 그래프, 통계의 그래프, ...

㉤ 식 : 공식, 방정식, 부등식, ...

㉥ 데이터 자료 : 여러 가지 통계 데이터, 학급의 신장, 인구의 통계, ...

㉦ 부호 및 기호 : +, -, ×, ÷, =, %, ...

㉧ 교과서의 문제 상황

㉨ 도구 : 삼각자, 직선자, 분도기, ...

② 수학 문제로부터의 문제 만들기

㉠ 일반적인 수학 교과서의 문제를 제시할 경우(발전적 취급)

㉡ 조건이 과부족한 수학 문제를 설정(임문규 외 2인, 2001)

위와 같은 <조작 활동이 가능한 교구를 사용>하거나, <문제해결 학습·지도>에서 오픈 엔드 어프로치에 의한 방법이나 비정형적 문제 상황에 의한 문제해결 및 문제 발견에 의한 학습·지도, <문제 만들기 학습·지도>를 통하여, 학생들의 다양하고 확산적인 사고활동을 촉진하여 창조적 사고를 육성할 수 있는 좋은 제재 및 방법으로 생각한다.

초등학교 수학 학습·지도를 위한 과제는 다양한 영역과 방법이 있겠지만, 본 연구자는 앞에서 언급한대로 창조성의 육성에 초점을 두고, 다양하고 확산적인 사고활동을 촉진할

수 있는 과제개발 및 적용에 중점을 두고 있다.

Ⅲ. 초등 수학교육에서 확산적 사고활동을 통한 창조성 육성의 실제

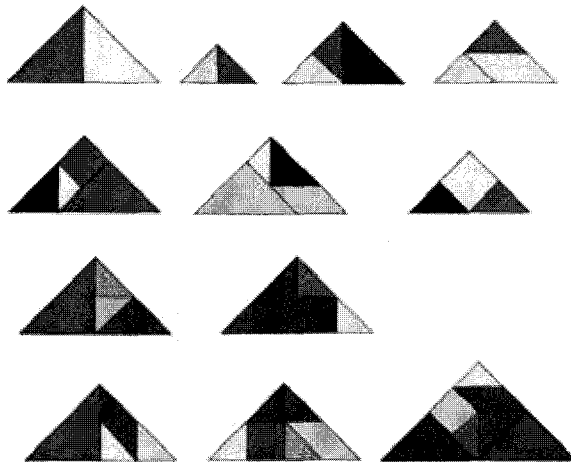
여기서는 초등학교 수학교육에서 학생들의 확산적인 사고활동을 통해 창조성을 육성할 수 있는 조작 활동이 가능한 교구의 사용의 몇 가지 실제적인 예와, 문제해결 및 문제 만들기 학습·지도에서는 본 연구자가 실제로 조사한 몇 가지 실제 사례를 중심으로 소개한다.

1. 교구를 통한 조작 활동

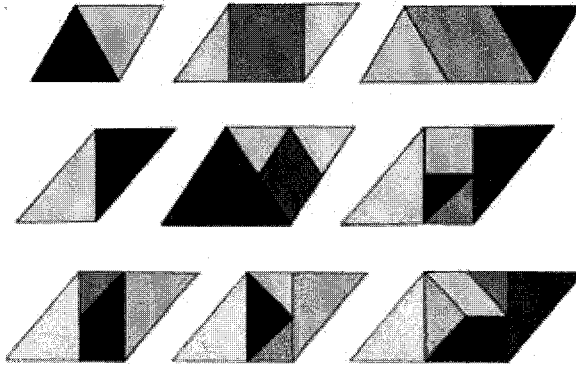
초등학교 수학교육에서 확산적 사고 활동을 촉진할 수 있는 제재는 많다. 예를 들면, 주로 손으로 하는 조작 활동이 중심이고 또한 중·저학년의 수학적 흥미를 유발시키면서 동시에 수학의 다양한 도형 만들기 및 도형 개념 형성에 도움을 줄 수 있는 기하판(지오보드), 탱그램이나 펜토미노, 다양한 입체도형 만들기 및 입체도형의 개념 형성을 위한 쌓기나무나 소마큐브, 이 이외에도 Dienes의 다양한 분류 및 집합과 논리 교구인 속성판 등 조작교구나 컴퓨터 프로그램을 이용해서도 수학의 다양하고 확산적인 사고 활동을 길러 줄 수 있는 좋은 교구로 생각된다.

가. 탱그램의 사용

유치원생에서부터 초등학교 학생들에게 활동이나 게임을 통해 흥미와 관심을 유발시킬 수 있고 다양한 모양을 만들면서 다양하며 확산적인 사고활동을 촉진시킬 수 있는 좋은 교구로 생각된다. 탱그램의 종류도 다양한데, 아래에서 제시하는 예는 탱그램 조각으로 다양한 삼각형과 평행사변형을 만들 수 있음을 보인다. 이 이외에도 여러 가지 평면도형을 크기와 모양에서 다양하게 만들 수 있으므로 다양하고 확산적인 사고활동을 통해 창조성의 육성 교구로 활용될 수 있을 것이다.



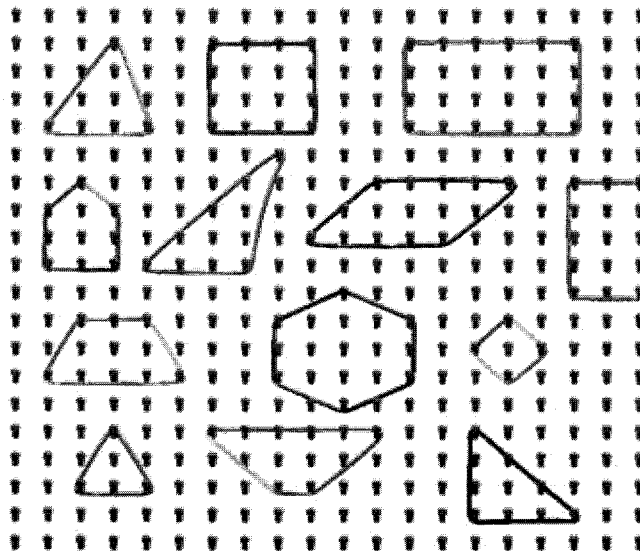
<그림 1> 탱그램으로 구성되는 다양한 삼각형 (신현진, 2004)



<그림 2> 탱그램으로 구성되는 다양한 평행사변형

나. 기하판과 점판의 사용

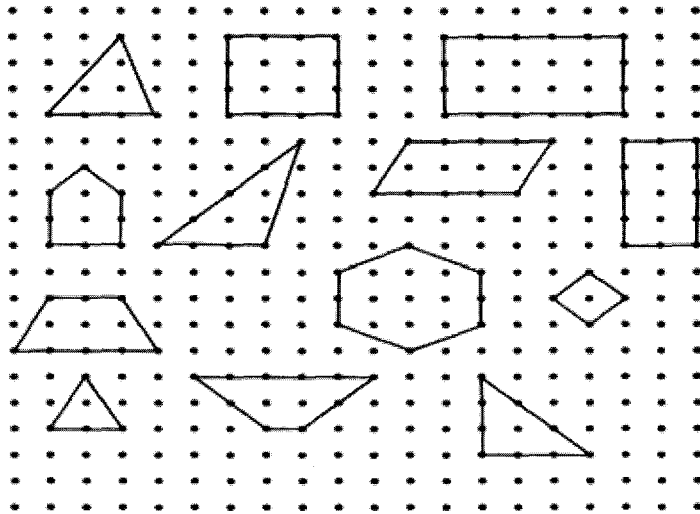
Gattegno의 기하판은 정사각형, 직사각형, 원 등의 다양한 형태로 만들어 사용할 수 있는데, 기하판과 여러 가지 색깔의 고무줄을 사용하여 못에 고무줄을 걸면서 다양한 평면도형의 형태를 자유롭게 만들 수 있으므로, 다양하고 확산적인 사고활동을 할 수 있다. 이러한 조작 활동을 통하여, 다양한 평면도형에 대한 개념을 형성하고 감각을 키워줄 수 있으며 동시에 확산적인 사고활동이 가능하다고 생각한다.



<그림 3> 기하판에서 도형 만들기

<그림 3>과 같이, 기하판 위의 못에 여러 가지 색깔의 고무줄을 걸어서 다양한 모형을 만들게 하고, 이와 같이 학생자신이 만든 모형을 좀 더 발전시켜, 아래 <그림 4>와 같이 점판 위에 작도하게 함으로써 도형감각을 길러주고 이러한 다양한 활동을 통해 창조성의

육성 또한 기대할 수 있을 것이다.



<그림 4> 점판에서의 도형 그리기

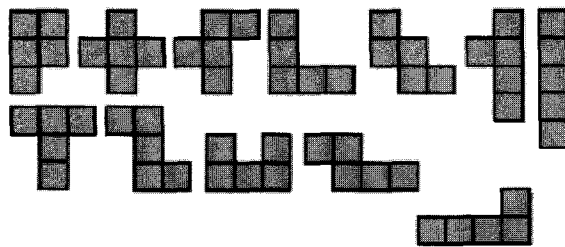
다. 단위 정사각형의 결합(폴리오미노)의 예

폴리오미노(Poliomino)는 단위정사각형의 변을 맞게 하여 만드는 평면도형을 의미하며, 정사각형의 변을 어긋나지 않게 꼭 맞게 붙여서 만드는 평면도형을 말한다.

사용하는 단위 정사각형의 개수 1개, 2개, 3개, 4개, 5개, ...에 따라, 모노미노(Monomino), 도미노(Domino), 트리오미노(Triomino), 테트로미노(Tetromino), 펜토미노(Pentomino)로 불리운다. 특히, 컴퓨터 게임인 테트리스는 테트로미노를 이용한 것이다.

이와 같이 단위 정사각형의 조각을 이용하여, 다양한 모형을 만들게 하는 것도 조작활동 및 다양한 사고활동을 하게 하여, 창조적 사고 능력을 기를 수 있다고 생각한다.

단위 정사각형 5개를 붙여서 만들 수 있는 평면도형의 예를 제시하면, 아래 <그림 5>와 같다.

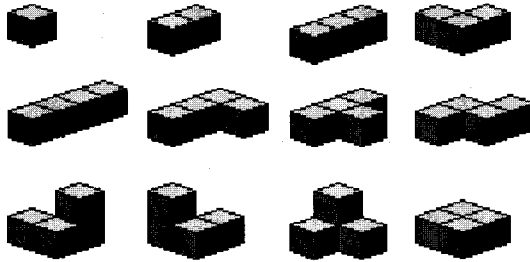


<그림 5> 다양한 펜토미노의 구성 (권성룡, 2005)

라. 단위 정육면체(소마큐브)의 결합의 예

단위 정육면체 1, 2, 3, 4개를 면끼리 서로 어긋나지 않게 결합하면, 다양한 입체도형을

만들 수 있으므로, 학생들의 흥미를 유발시키면서 다양하고 확산적인 사고활동을 통하여 창조적 능력을 길러 줄 수 있다고 생각한다.



<그림 6> 단위 정육면체 1, 2, 3, 4개에 의한 도형

단위 정육면체의 개수를 증가시켜 더 많은 다양한 입체 도형을 만들 수 있고, 만들어진 도형에 대하여 바라보는 방향, 즉 앞, 뒤, 오른쪽, 왼쪽, 위쪽에서 보여 지는 도형을 격자 종이위에 그리게 하여, 사고의 다양성과 입체도형과 평면도형의 관계를 파악하게 하는 등 창조성을 길러줄 수 있는 좋은 교구로 생각된다.

2. 문제해결 학습·지도에서

1980년대 이후 미국을 중심으로 학교 수학교육의 초점이 문제해결력 향상에 두고, 우리나라도 수학교육의 큰 목표 중에 하나로 문제해결력 육성을 강조하고 있다.

수학교육에서 문제해결 능력을 키우는 것은 문제 해결 능력을 키움으로써, 인간이 살아가면서 수많은 문제에 봉착했을 때 스스로 문제를 해결하고 인간의 삶을 영위할 수 있게 하는 것에 도움이 될 수 있다고 하는 큰 목적이 있을 것이다.

학생 개인에게 있어서 문제해결은 그 개인으로 보서는 창조활동을 하는 것이다. 학생들은 수학교육을 통해 수학적 개념을 이해하고 지식을 쌓아, 수학의 문제해결에서 이제까지 습득하고 쌓아둔 다양하고 많은 수학적 개념과 지식 중에서 그 문제해결에 가장 적합한 개념 및 지식을 선택하고 적용하는 것이다. 이와 같이 수학의 문제해결에도 개념적 지식과 절차적인 지식이 첫째는 요구된다.

인간이 이제까지 몰랐던 수학의 개념을 처음으로 형성하는 것과 같이 새로운 수학적 지식을 형성해 가는 것도 그 개인에게 있어서는 창조활동이며, 그러한 수학적 지식을 사용하여 문제를 해결하는 것 역시 창조활동이라고 볼 수 있다.

여기서 본 연구자가 강조하고 싶은 것은 수학교육에서 수학적 개념 및 지식의 형성이나 문제해결에 있어서도 다양성을 강조하고 싶다. 수학교육을 통해 창조성을 키워주기 위해서는 다양하면서도 확산적인 사고활동이 우선되어야 된다고 생각한다. 새롭고 독창적인 것은 다양한 사고활동을 통해서 더 많은 창조성의 육성을 기대할 수 있기 때문이다.

수학은 내용 자체가 이미 다양성을 내포하고 있는데, 즉, 하나의 간단한 개념형성이나 계산에 있어서도 더욱이 수학적 문제해결에 있어서도 수많은 다양성 및 확산성을 가지고 있다. 수학 학습의 기초 단계에서는 여러 가지 수학적 개념을 이해하고 지식을 형성한 후에 최상위 단계인 문제해결이나 문제 만들기에서 창조적 사고 활동이 발현된다고 볼 수 있다.

이와 같이 수학교육에서 초기 단계인 개념 형성의 단계부터 최상위인 문제해결의 단계

까지 다양성과 확산성을 강조하는 수학교육을 함으로써, 수학교육의 목표인 창조성 육성이 가능하며 기대할 수 있다고 생각한다.

문제해결을 통한 초등학생의 창조성을 기르는 방법으로 여러 가지가 있겠으나, II장에서 논한 오픈엔드 어프로치에 의한 방법에 속하는 <다양한 문제해결의 방법으로부터>에 대한 하나의 실제 사례와 비정형문제해결에 속하는 <해답이 하나로 정해져 있지 않는 확산적 문제>에 대하여 본인이 실제로 조사한 것을 중심으로 소개한다.

가. 다양한 문제해결의 방법으로부터

오늘날 학교의 수학교육에서는 학생에게 문제해결의 기능만 가르치는 것은 가능한한 피하고 있다. 학생들에게 수학적 과제를 수행하도록 격려하는 방법으로서 다양한 해결방법으로의 접근을 강조하는 것이 가치가 있다고 생각한다.

수학의 문제해결에서 창조적 사고를 육성하려는 관점에서 생각하면, 거의 같은 수준의 다양한 해결을 지향하는 방법과 다른 수준의 다양한 해결방법을 지향하는 방법의 2가지를 들 수 있다. 처음에는 우선 전자의 방법에서 시작하여, 학년이나 학생의 성숙과 함께 후자의 방법으로 나아가는 것이 좋을 것이다.

문제해결을 통한 창조성을 길러주는 쉬운 방법으로는 문제를 해결해서 답을 구하는 것에 목적을 두기 보다는 해에 도달하는 다양한 방법에 주목하는 것이다. 다시 말해, 해답도 구하면서 해답에 도달하는 하나의 풀이 방법만이 아니라 다양한 풀이 방법을 요구하는 것이다. 이렇게 함으로써 학생들은 다양하고 확산적인 사고 작용이 촉발되어, 이를 통하여 창조적 사고의 육성이 기대되기 때문이다.

(1) 다양한 해결 방법에 대한 실제

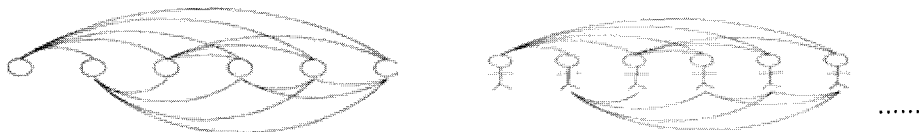
본인이 일본의 초등학교 5학년을 대상으로 다양한 해결방법을 조사한 실제 사례를 이하에 제시하기로 한다.

<문제> 6사람이 서로 단 한 번씩 악수를 할 때, 악수의 총 횟수는 몇 번이 될까요?
 (1990. 12 초- 중순, 일본 동 히로시마 시립 초등학교 5학년 3학년)

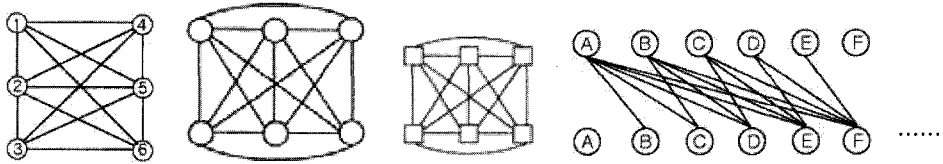
<그림 7> 다양한 해결방법을 요구한 문제 (林文圭, 1992)

위의 <그림 7>과 같은 문제를 제시하고, 학생들에게 다양한 해결방법을 요구한 결과, 아래와 같은 여러 가지 해결방법이 산출되었다.

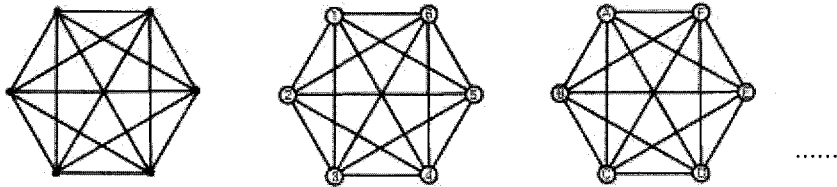
(가) 6개의 물건이나 사람을 1열로 놓고 세는 방법



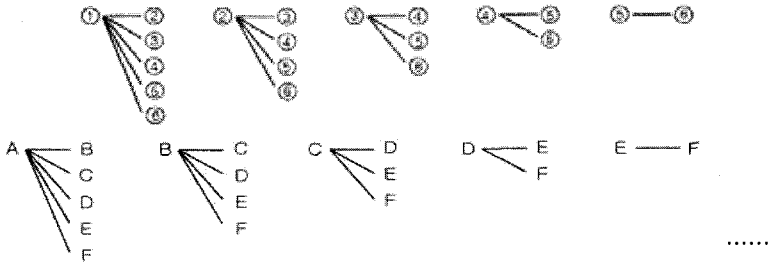
(나) 숫자, 문자, 도형 등을 2열로 배열하고 세는 방법



(다) 6각형의 꼭지점에서 대각선에 의한 것



(라) 수형도에 의한 방법



(마) 문자나 숫자 쌍의 순서적 배열에 의한 것

AB, AC, AD, AE, AF	①②, ①③, ①④, ①⑤, ①⑥
BC, BD, BE, BF	②③, ②④, ②⑤, ②⑥
CD, CE, CF	③④, ③⑤, ③⑥
DE, DF	④⑤, ④⑥
EF	⑤⑥

(바) 표를 사용한 방법

	A	B	C	D	E	F
A		0	0	0	0	0
B			0	0	0	0
C				0	0	0
D					0	0
E						0
F						

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

(사) 수, 식의 계산에 의한 방법

- ① $6-1=5, 6-2=4, 6-3=3, 6-4=2, 6-5=1, 6-6=0$
 $5+4+3+2+1+0=15$
- ② $6-1=5, 6 \times 5=30, 30 \div 2=15$
-

<그림 8> 다양한 해결방법의 생산

위와 같이 하나의 해결방법만이 아닌 여러 가지 다양한 해결 방법을 요구함으로써, 다양하면서도 활발한 사고활동이 가능하며 창조적인 해결방법도 생산되는 것을 확인할 수 있다.

(2) 확산적 사고 작용의 실제

<그림 9>의 한 붓 그리기 문제는 해외에서도 확산적 사고 및 창조성을 평가·판별하는 문제로 사용되고 있다. 이 문제를 본인이 2001년부터 2003년까지 3회에 걸쳐 우리나라 초등학교 4학년 말의 학생 약 90명을 대상으로 조사하여 분석하였다.

이 문제의 핵심은 주어진 점을 벗어나 바깥으로 직선이 나가도록 그어서 한 붓 그리기가 어느 정도 가능한가를 판별하는 문제이다.

<문제> 아래의 네 점을 3개의 직선으로 한 붓 그리기(연필을 떼지 않고 이어서 계속 그림)를 하여 연결할 때, 가능한 여러 가지 방법으로 그리시오.

<그림 9> 한 붓 그리기

4학년 학생들 대부분이 이 점들의 정사각형 틀을 벗어나는 확산적인 활동을 하지 못하는 것을 확인하였다. 초등학교 4학년 말의 학생 약 90명 중, 6명의 학생들만 문제에서 요구하는 확산적인 활동을 보였으며, 대부분의 학생들은 아래 <그림 10>의 일반적인 것을 주로 그렸다. 확산적인 사고활동에 의한 것은 아래에 있는 확산적인 것의 5종류가 나타났다. 그 중에서 확산적인 산물의 개수는 아래 그림 옆의 괄호안의 숫자이다.

일반적인 것					
확산적인 것	A (5)	B (1)	C (1)	D (1)	E (1)

<그림 10> 학생의 확산적 생산

확산적인 것은 A와 같이 그린 학생이 5명으로 가장 많았다. 단, 한명의 학생은 이 과제에 대한 학습 경험이 있었는지는 모르지만, A, C, E의 3가지 종류의 확산적 한 붓 그리기를 하였다. 또 한 학생이 A와 B의 2개의 한 붓 그리기를 하였으며, 또 다른 한 명의 학생이 D의 확산적 한 붓 그리기를 하였다.

이 과제는 4개의 점 바깥으로 나가는 선분을 그어 한 붓 그리기를 할 수 있다는 것에 착안하는 확산적인 사고를 할 수 있으면, 이 이외에도 더 많은 다양한 것들을 그릴 수 있을 것이다.

나. 비정형적인 문제해결

문제해결에서 창조성의 관점에서 생각한다면, 역시, 비정형 문제가 유효하다고 생각된다.

교과서의 연습문제나 참고서 등에도 많이 있지만, 비정형 문제의 예로는 <해답이 하나로 정해져 있지 않는 문제>, <문제의 해석이 다양한 문제>, <문제의 조건이 과부족한 문제> 등을 생각할 수 있다.

3. 문제 만들기 학습·지도에서

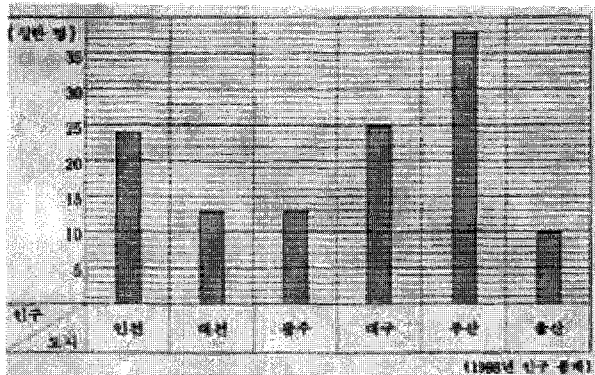
전술한 바와 같이, 본인은 수학교육에서 문제 만들기 학습·지도에 관하여 많은 관심을 가지고 이에 관한 연구를 지속해 오고 있다. 아래에서는 학생들에게 문제 만들기를 실제로 조사하고 그들의 다양하고 확산적인 산물에 대한 분석한 예들을 소개하기로 한다.

가. 교과서의 문제를 재구성한 문제 만들기

문제 만들기 학습·지도에서 중요한 것은 가능한 한 수학의 내용이나 개념과 다양한 관련이 있는 문제나 과제, 상황 등을 설정하는 것이다. 즉, 학생들이 흥미를 가지고 다양한 사고활동을 할 수 있고 또한 다양하고 많은 생산물이 기대되는 과제설정이 중요하다.

이러한 좋은 과제나 상황을 연구·개발하는 것이 긴요하지만, 너무 어렵게 생각하지 말고, 교과서나 익힘책의 문제를 조금 변형시켜 문제 만들기 과제로 만들어 사용할 수 있는 편이한 방법도 있다. 아래의 <그림 11>은 2000년도 4-나 단계 실험 교과서의 문제를 문제 만들기 과제로 변형한 것이다.

◎ 경은이는 우리 나라 광역시의 인구를 비교하기 위해 다음과 같은 자료를 구하였습니다. 이 그래프를 보고 여러 가지 수학 문제를 만들어 봅시다.



<그림 11> 교과서 문제의 재구성

이러한 교과서의 일반적인 문제를 변형하여 문제 만들기의 과제로 하여 조사함으로써, 학생들의 다양하고 확산적인 생산을 알아보려고 한 것이다(임문규 외 2인, 2001).

초등학교 4학년 28명이 만든 문제 중에서, <완전한 문제>의 개수는 226개로 81.29%의 정확성을 보였고, 평균 8.07개를 만들었다. <의미는 정확하거나 대체로 이해되지만, 문법적으로 다소 틀린 문제>가 13개로 4.68%이었고 평균 0.05개, <의미가 잘 통하지 않거나 틀린 문제, 미완성의 문제>는 모두 39개로 1.39%, 평균 1.39개였다.

4학년 학생들이 만든 문제에서 수학의 <완전한 문제> 226개를 그 형태에 관하여 분류하고 실제로 만든 예와 그 수를 조사한 것이 아래 [표 1]이다.

[표 1] 학생이 만든 문제

분류	실제 만든 문제 예	개수
인구수 및 계산	· 부산의 인구의 수는 얼마인가?	15
	· 인구가 많은 대로 순서를 써봅시다.	4
	· 부산의 인구와 울산의 인구와의 차에 대전을 빼면 그의 답은 얼마일까요?	72
	· 인구가 가장 많은 곳과 인구가 가장 적은 곳의 차와 합은?	16
도시, 광역시	· 도시 중 인구가 가장 많은 도시는 어느 곳입니까?	24
	· 도시 중 인구가 가장 적은 곳은 어느 곳입니까?	21
	· 인구가 똑같은 곳은 어디 어디인가?	8
	· 두 번째로 인구가 많은 도시는 어디인가?	8
	· 인천보다 인구가 더 적은 곳은 어디인가?	3
	· 우리나라 광역시의 수는 몇 개입니까?	6
그래프, 연도	· 가로축과 세로축은 무엇을 나타내는가?	23
	· 이 막대그래프를 꺾은선 그래프로 나타내어라.	8
	· 이 그래프는 무슨 그래프인가?	4
	· 몇 연도의 인구 통계입니까?	4
	· 위에 있는 그래프는 몇 십만 명까지 나타낼 수 있습니까?	3
그 외	· 울산에 인구가 적은 까닭은 무엇입니까?	2
	· 이것은 어느 도시에서 가장 살고 싶은지 조사한 것입니다. 어느 도시에서 가장 많이 살고 싶다고 했습니까?	2
합계		226

위에서 보는 바와 같이, 교과서에 있는 일반적인 <문제>를 조금 변형하여 <문제 만들기>의 과제로 바꾸어 제시하여 학생들의 다양하고 확산적인 활동을 촉진할 수 있으며, 그러한 활동을 통하여 창조적 사고력의 육성을 기대할 수 있을 것이다.

나. 식 만들기에 대한 예

2003년도에 초등학교 5학년 수학 영재 학생들에게 아래 <그림 12>와 같은 과제를 주고, 얼마나 다양한 식을 만들 수 있는 가를 조사하였다.

2003 학년도 수학 영재 기초반(수학) 과제

() 초등학교 5 학년 (남, 여) 이름 _____

<문제1> +, -, ×, ÷, ()를 사용하여 4 4 4 4 = 1 이 되는 계산식을 다양하게 만들어 봅시다.

<그림 12> 다양한 식 만들기

위의 [표 2]와 같이, 14명의 5학년 영재학생들이 올바르게 만든 식의 총 종류 수는 42가지(평균 3종류), 바르게 만든 식의 총 수 또한 113개(평균 8.07개)로, 다양하며 확산적인 사고 활동이 발현된 것을 알 수 있다. 이러한 다양하고 확산적인 사고 활동을 통한 생산에 의하여 창조적인 사고능력을 기를 수 있을 것이 기대된다.

식은 옳지만, 지시를 따르지 않은 것은 $\frac{4}{4} \times 4 \div 4$, $\frac{4}{4} + 4 - 4$ 의 2개로, 분수를 사용하여 식을 만들고 있다.

틀리게 만든 식은, $4 + (4 - 4) \div 4$ [2명], $(-4 \times -4) \div (-4 \times -4)$ [1명], $(-4 \times -4) \div 4 \div 4$ [1명], $(-4 \times -4) \div (4 \times 4)$ [1명], $(-4 + 4) + (-4 \div -4)$ [1명]으로 나타났다.

IV. 결론 및 시사점

본 연구자는 수학교육에서 수학내용에 대한 개념 이해의 기초단계부터, 조작활동이나 문제해결, 문제 만들기를 통하여, 다양하고 확산적이며 발전적인 사고활동이 이루어질 수 있으므로, 이를 통해 창조성이 육성될 수 있다고 생각한다. 인간의 창조성은 이러한 다양하고 확산적인 사고활동을 통해 생산될 수 있기 때문이다.

이 연구에서는 수학적 창조성의 정의 및 연구 영역에 관하여 정리하고, 수학의 창조적 사고와 관련이 깊은 다양하며 확산적 사고와의 관계에 대하여 탐구한다.

또한, 초등학교의 수학교육에서 학생들에게 창조적 사고활동을 촉진할 수 있는 제재와 방법에 관하여 논하며, 좀 더 구체적인 내용은 아래와 같다.

첫째는 조작활동을 통해 다양하고 확산적인 사고활동을 촉진할 수 있는 기하판과 점판, 탱그램과 펜토미노, 쌓기나무를 중심으로 그 예를 제시하면서 논한다.

두 번째는 문제해결 학습·지도에서 역시 다양하고 확산적 사고 활동이 가능하다고 생각 되는 끝이 <열린 접근(open-end approach)에 의한 방법>과 비정형 문제해결에 속하는 <해답이 하나로 정해져 있지 않는 확산적 문제>에 대한 실제 예를 소개한다.

셋째로, 문제 만들기 및 식 만들기에 대한 학생들의 다양하면서 확산적인 생산에 대한 실제 사례를 제시한다.

수학교육을 통한 창조성 육성을 위한 연구 및 시사점에 대해서는 아래와 같은 것을 생각할 수 있다.

첫째, 수학교육에서 다양하고 확산적인 사고활동을 촉진하고 창조성 육성을 수학과 교육 목표에 넣을 필요가 있다고 생각한다.

둘째, 수학교육에서 창조성 육성을 위한 다양한 교재 및 학습·지도 방법에 대한 개발·연구의 집적이 필요하다고 생각한다.

창조성 육성에 관한 교육은 영재교육과 마찬가지로, 유치원 및 초등학교 단계의 어린이기부터 실시하는 것이 바람직하다고 생각한다. 왜냐하면, 어린시기에는 창조성의 기본이 되는 자유롭고 풍부한 상상력에 의한 다양하고 확산적인 사고활동이 활발한 시기로 생각되기 때문이다.

참 고 문 헌

- 권성룡 (2005). 2005년도 대전·충남 과학영재교육 초등수학 심화반 교재. 공주교육대학교 초등수학교육과.
- 민중서림 (1990). *엣센스 국어사전*. 서울: 민중서림.
- 신현진 (2004). *탱그램을 이용한 평면도형의 개념 및 성질지도에 관한 연구*. 공주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 임문규 (2006). *초등학교 5학년 수학 영재 학생의 확산적 산출물의 분석 및 평가에 관한 사례(1)*. 게재 신청 중.
- 임문규 외 2인 (2001). 「초등 수학과 교수·학습 모형 및 자료 개발 - 초등 수학교육에서 문제 만들기 교수·학습의 체계화 및 자료 개발 -」. 한국교원대학교 부설 교과교육 공동연구소, 연구보고서 RR99-II-2.
- 下中直也 (1988). *新版 心理學事典*, 日本 平凡社.
- 林文圭 (1992). 「*數學教育における問題設定と問題解決の關聯に關する研究*」, 廣島大學大學院 教育學 研究科 博士論文.
- 植村哲郎 (1999). *數學教育における創造性研究の課題*, 日本全國數學教育學會誌 *數學教育研究* 第5卷, 27-33.
- 林文圭 (1989). 「*數學教育における問題解決學習に關する研究-創造性育成の觀點として-*」, 西日本數學教育學會 『*數學教育學研究紀要*』 15號, 131-136.
- Balka, D. S. (1974). "Creative ability in mathematics", *Arithmetics Teacher*. 21(7). 633-636
- Gilford, J.P. (1959). Traits of creativity in H.H. Anderson(ed.), *Creativity and its cultivation* (pp.142-161). New York: Harper Brothers.
- Haylock, D. W. (1987). "A framework for assessing mathematical creativity in schoolchildren". *Educational Studies in Mathematics* 18(1) 59-74.

<Abstract>

A Study on Cultivating Creativity through Various and Divergent Thinking Activities

- Focused on Mathematics Education in Elementary School -

Lim, Mun-Kyu²⁾

It is generally accepted that fostering creative thinking is a core in mathematics education and accumulating research products on that topic is really needed.

In this study, I hoped to investigate and verify that in mathematics education it was possible to cultivate creative thinking through various and divergent activities. For this purpose, I dealt with some illustrations, in which students learned mathematics through the operational activities using teaching tools, problem solving and problem posing activities, and finally they seemed to foster creative mathematical thinking.

In conclusion of this paper, I have suggested that in math education those activities should be used to cultivate students' creative thinking in kindergarten or early elementary school. Also I asserted that it is urgently need to store up research products about various materials and methods for those mathematics teaching and learning.

Keywords: creativity, creative thinking, various and divergent thinking, teaching tools and operational activity, teaching and learning of problem solving, teaching and learning of problem posing

2) lmk@gjue.ac.kr