순환학습 모형을 활용한 과학 교수법이 유아들의 창의성과 과학적 문제 해결력에 미치는 효과

The Effectiveness of the Learning Cycle Model for Science Instruction : Preschool Children's Creativity and Scientific Problem Solving Ability

정정희(Chung Hee Chung)[1)]
박윤배(Yune Bae Park)[2)]

ABSTRACT

This study focused on the development and application of learning cycle model for promoting children's creativity and problem solving ability. The learning cycle approach consists of four phases : awareness, exploration, investigation, and concept application. The program consists of 20 scientific activities. A total of 70 children participated the 10 week program to examine the effectiveness of this model. The experimental design included a pretest, treatment, and posttest. Results showed that the experimental group children scored significantly higher on the creativity and problem solving tests in the posttest than the control group children.

Key Word : 순환학습 모형(Learning Cycle Model), 창의성(Creativity), 과학적 문제 해결력(Scientific Problem Solving Ability).

Ⅰ. 서 론

현대 사회가 과학과 기술의 발전에 의해 주도되어 감에 따라 생활 속에서의 과학에 대한 이해와 적용능력이 삶 전체에 영향을 미칠 만큼 중요시되고 있다. 이에 따라 최근의 유아 과학교육의 방향도 과학적 지식이나 개념을 연습이나 암기에 의해 가르치기보다는 유아 스스로가 능동적으로 지식을 구성하도록 하는 구성주의적 접근법을 강조하고 있다. 구성주의적 관점에서의 과학 교육은 과학활동의 결과로서 지식, 기술, 태도를 갖추어 과학을 이해하고 실생활에 응용할 수 있는 능력을 길러주는 과학적 소양(Scientific Literacy) 증진을 목표로 하고 있다(National

[1)] 경북대학교 생활과학대 아동가족학과 교수
[2)] 경북대학교 과학교육학부 교수
Corresponding Author : Chung Hee Chung, Department of Child & Family Studies, Kyungpook National University, 1370 Sankyuk Dong, Puk-ku, Taegu 702-701, Korea
E-mail : chchung@knu.ac.kr

Research Council, 1996). 이에 따라 제 6차 유치원 교육과정에서도 과학적 탐구영역에서 유아들이 탐색 활동을 통하여 과학에 대한 흥미와 태도를 형성할 뿐 아니라 과학적 과정 기술과 문제해결력을 길러 궁극적으로 창의적인 사고를 함양하도록 하고 있다.

유아들은 선천적으로 지적인 호기심과 사물에 대한 흥미를 가지고 태어난 탐구자이다(조 형숙, 1998). 따라서 유아기의 과학활동은 일상생활의 문제 상황에서 인지적 갈등을 통해 문제를 해결할 수 있는 다양한 기회를 제공하는 것이 바람직하다. 유아들이 과학 활동에 참여할 때 그들은 문제를 제기하고, 결과에 대한 예측을 하며(가설 설정과 같은), 실험을 하는 과정에서 실제로 일어나는 것을 관찰하여 나타난 결과로부터 결론을 내린다(Tamir & Yager, 1993). 유아 스스로 탐구 과정을 통하여 의미 있는 지식을 구성하고 또한 새로운 지식을 발견할 수 있도록 하는 교육적 접근이 과학적 문제 해결력을 길러줄 수 있다(Copple, Sigel, & Saunders, 1984).

유아과학 교육에 대한 교육 현장의 문제점과 실태를 보고한 국내외 논문들은 교사의 교수방법 선정과 적용에 의해 유아의 과학행동에 차이가 나타나며, 유아의 과학적 태도와 능력에 영향을 준다고 보고하고 있다(홍기량, 2000; Fleer, 1995). 현재 우리나라 유치원 현장에서 이루어지는 과학 교육은 주로 교사 주도의 전달식 교수법을 사용하고 있다(안경숙, 1992; 이경민, 2001). 유아기의 과학학습이 중요함에도 불구하고 많은 유아교사들은 다양한 과학 개념들을 일과 중의 활동들에 연결시키는 효과적인 과학교수 방법을 잘 알지 못하고 있으며 과학교수에 대한 자신감을 나타내는 교수 효능감도 낮은 것으로 나타나고 있다(조형숙, 1998). 따라서 실제 유아교육 현장에서 언어와 표현 활동 등의 다른 영역에 비해 과학학습에 충분한 시간을 할당하지 않고 있을 뿐 아니라 유아들의 발달수준에 적합한 과학 활동을 제공하지 못하는 것으로 밝혀지고 있다(Greenberg, 1993; Patton & Kokoski, 1996; Price, 1989). 유아교사들은 발달에 적합한 실제(DAP)나 구성주의와 같은 일반적 교수학습의 원리들에 의해 유아들을 지도하고 있다. 그러나 유아들의 과학학습을 위해서는 교사들이 과학교수 방법에 관한 구체적인 지식 및 정보들이 있어야 한다는 것이다(Gelzheiser 등, 2000). 특정한 상황에서 이루어지고 있는 수업 현상을 간단하게 체계화 해 놓은 조직체를 수업 모형이라 하며 과학교수를 위한 교수 방법을 구체화시켜놓아 교사들이 그 과정을 따라가기 쉽도록 한 것을 과학교수 모형이라 한다(정완호 외 5인, 2001). 효과적인 유아 과학교수를 위해서는 교사들이 수업 모형에 대한 지식을 충분히 이해하고 교육의 대상인 유아들과 학습 상황, 과학 내용지식을 고려하여 교수 방법을 결정하고 이러한 과정을 따르는 것이 필요하다.

순환학습 모형(The Learning Cycle Model)은 Piaget의 구성주의 이론에 기초하여 과학의 기본 개념 형성과 탐구과정을 촉진시키기 위해 Karplus(1974)가 SCIS(Science Curriculum Improvement Study)에 채택하면서 널리 사용되기 시작하였다. 순환학습은 유아들이 구체적 경험을 통해 개념들을 습득하도록 하고 사고력을 길러주기 위한 것이다. 일반적으로 순환학습은 탐색, 개념 도입, 개념 응용과 같은 3단계로 구성되어 있으며 전통적인 과학 교수법과는 달리 탐색과정과 적용을 중요시하고 있다(이형철 · 남만희, 2001; Abraham & Renner, 1986; Lawson 외 2인, 1989). Piaget는 유아의 지적발달에서 직접적 경험을 통한 탐색을 중요시하고 있는데 이는 유아가 인지적 갈등을 느끼게 되었을

때 구체적 경험을 함으로써 새로운 지식을 구성하게 된다는 것이다. 인지 발달은 외부 요인보다 내재적 조절 기능에 의해 자율적으로 성장하고 발전하는 것이다. 따라서 가장 효과적이고 바람직한 과학활동은 적절한 문제 상황의 설정과 유아의 능동적 참여 유도이다. 이러한 과정에서 과학적 문제 해결력 뿐 아니라 창의적인 사고능력까지 길러지게 되는 것이다.

순환학습 모형을 활용한 교수법의 효과는 지난 20년간 여러 학자들에 의해 주로 초등학교 이상의 아동들을 대상으로 지속적으로 연구되어져 왔다(박종건, 1994; 정관숙, 1994; 홍순경, 1990; Cambell, 1977; Lawson, Abraham & Renner, 1989; Lott, 1983; Schneider & Renner, 1980). 최근에는 유아교육에도 순환학습 모형의 적용을 시도하고 있다. 발달에 적합한 실제(DAP)를 주창한 Bredekamp와 Rosegrant(1992)는 기존의 탐구, 개념도입, 개념 응용의 3단계로 구성되어 있는 순환학습 모형을 유아들의 발달단계를 고려하여 인식, 탐색, 조사, 활용의 4단계로 수정하여 제시하였다. 인식(Awareness)단계는 유아들이 다양한 사물이나 상황에 관심을 가져 사고가 자극될 수 있도록 하는 단계로서 교사가 환경을 조성하고 문제 상황을 제시함으로 써 유아들의 주의를 이끌 수 있다. 탐색(Exploration)은 관찰, 탐구, 정보 수집, 발견 등의 경험을 통해 유아가 가진 호기심과 의문들을 의미 있는 방식으로 재확인하는 단계이다. 교사는 관찰과 탐색을 촉진하며 활동과 질문제공을 통해 유아들이 자신의 의문을 다양한 측면에서 생각해 보도록 한다. 조사(Inquiry) 단계에서는 탐구하고자 하는 질문에 대한 문제 정의와 정보수집, 그리고 문제 해결 방법을 위한 구체적 계획을 세운다. 교사는 유아의 문제이해를 돕기 위해 유아를 안내하고 주의집중시키는 역할을 하며 필요할 때는 정보를 제공한다. 활용(Utilization)은 계획하고 탐구활동을 통해 조사한 내용을 실제 학습 상황에 적용하고 실행하는 단계이다. 다양한 방법을 사용하여 학습을 표현하는 창의적 활동이 이루어지도록 하고 학습한 것을 사용하기 위한 의미 있는 상황을 제공한다. 이러한 학습의 과정은 지식을 구성하는 과정을 반영하고 이미 획득한 지식을 적용하는 순환이다. 학습의 순환은 인식에서 시작되고 인식은 경험에서 나오기 때문에 인식, 탐색, 조사, 활용의 순환이 이루어진다(박화윤 외 5인, 2002).

순환학습 모형을 사용한 수업의 효과에 관한 선행연구들은 순환학습이 탐구능력, 과학 개념 습득 및 문제 해결력 증진에 긍정적인 효과가 있는 것으로 밝혀주고 있다(양영숙, 1994; 유영균, 1992; 정진수, 1994; 홍순경, 1990; Cambell, 1977; Lawson 외 2인, 1989; Lott, 1983; Zollman, 1990). 최근의 연구에서는 순환학습 모형을 활용한 과학활동이 창의성을 증진하는 데도 효과적이라는 지적이 나타나고 있다(정정희 외 2인, 2004; Charlesworth & Lind, 2003). 이는 순환학습이 창의적 사고 과정에서 중시하고 있는 문제인식, 문제 해결을 위한 가설 설정, 가설 검증, 사고 과정, 결론 도출과 같은 과정들을 강조하는 수업모형이기 때문이다. Lawson(1986)은 과학교육의 목표인 개념 습득과 논리적 사고 능력 발달 모두를 달성하기 위한 가장 적절한 방법은 순환학습 교수법이라고 주장하며 순환학습의 내용과 과정을 함께 중요시하였다. 또한 Charlesworth와 Lind(2003)는 구성주의적 과학 교수법을 유아들에게 가장 효율적으로 실현하는 방법으로 순환학습을 추천하며 순환학습의 네 단계를 활용하여 과학교육의 실제들을 제시하고 있다. 그러나 통계적으로 큰 의미가 없다는 결론을 내린 논문들은 연구의 적용기간이 지나치게 짧았으며 개념의 적용 단계에서 과학개념의 확장에 의한 새

로운 개념의 탐색단계로 순환이 이루어지지 않아 단순히 3단계 학습으로 끝나버려 단절된 순환학습의 형태가 주종을 이룬 경우가 대부분 이었다(위성백 · 백성혜, 1997).

지금까지 과학 교수 방법과 유아들의 과학 행동간의 관련성을 발견하려는 연구는 부족한 실정이다. 특히 순환학습 모형을 적용한 과학 교수법에 관한 연구는 초등학교 이상에서 이루어진 것이 대부분이다. 최근에 유아를 대상으로 순환학습 모형을 적용하는 시도가 이루어지고 있으나(박화윤 외 4인, 2000; Bredekamp와 Rosegrant, 1992; Charlesworth와 Lind, 2003) 아직까지 창의성, 과학적 문제 해결력의 변화 정도를 집단별 경향으로 분석한 연구는 없었다. 따라서 본 연구는 유아과학 교육에서 순환학습 모형을 활용한 과학 탐구 활동이 유아들의 창의성, 과학적 문제해결력 증진에 효과가 있는지 알아보고자 한다.

본 연구를 위한 연구 문제는 다음과 같다.

<연구문제 1> 순환학습 모형을 활용한 과학 교수법이 전통적인 과학 교수법에 비하여 유아의 창의성 증진에 어떤 영향을 미치는가?

<연구문제 2> 순환학습 모형을 활용한 과학 교수법이 전통적인 과학 교수법에 비하여 유아의 과학적 문제해결력 향상에 어떤 영향을 미치는가?

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구는 K시에 있는 Y유치원의 만 5세 두 학급의 유아 70명(각 학급당 35명)을 대상으로 하였다. 본 연구에 참여한 유아는 실험 집단 35명과 비교 집단 35 명으로 총 70명이었다. 연구 대상 유아들의 평균 연령은 실험 집단과 비교 집단 모두 5년 6개월이었으며 남녀의 비율은 동일하였다(남 20명, 여 15명). 또한 가정 배경에 있어 두 집단 모두 중류층으로 파악되었고, 두 집단의 교사는 모두 4년제 유아교육과 출신이며, 실험 집단의 담임교사는 5년, 통제 집단의 교사는 5년 6개월의 현장경력을 가지고 있다.

2. 연구도구

순환학습 모형을 활용한 과학 교수법의 적용 효과를 알아보기 위해 유아들의 창의성, 과학적 문제해결력 평가를 실시하였다.

1) 창의성 검사

본 연구에서 창의성 검사를 측정하기 위해 사용한 사전과 사후 검사의 도구는 토랜스(2000)의 창의성 검사(TTCT : Torrance Test of Creative Thinking; Figural A, 1990년 개정판)이다. 이 검사의 신뢰도는 r=.60에서 .70이었다. 하위영역으로 유창성, 독창성, 제목의 추상성, 정교성을 측정하였다. TTCT 도형검사의 구성은 그림 구성, 불완전 그림 완성(10문항), 직선(30문항)의 활동으로 이루어져 있다. 검사시간은 각 10분이며, 검사 소개와 문항에 대한 설명이 약 10분으로 총 40분이 소요된다. 채점은 1992년에 개정된 간단 채점방식을 이용하여 이루어졌으며 창의성 점수는 원점수를 사용하여 비교하였다. TTCT 하위요인과 측정내용을 살펴보면 다음과 같다. 유창성은 문제자극을 의미 있는 방식으로 사용하여 해석 가능한 반응들을 많이 산출해 내는 능력을 말한다. 독창성은 문제자극에 대해 독특하거나 비일상적인 반응을 산출하는 능력이다. 제목의 추상성은 문제자극에 대해 산출한

〈표 1〉 문제해결력 검사과정

구 분	하위단계	내 용
문제의 발견 및 진술	교사의 문제제시에 대한 주의집중	검사자가 자료를 놓아두고 유아에게 T : 여기 여러 가지 자료들이 있구나. 어떤 것들이 있는 지 말해 보겠니? 라고 질문을 한 뒤 유아의 반응을 관찰하고 체크한다.
	문제에 대한 흥미도	유아가 자료를 탐색하는 모습을 관찰한 뒤 평가지에 체크한다.
	문제를 자신의 말로 설명할수 있는가?	유아의 자료 탐색 후 검사자는 유아에게 T : 여기 있는 것들을 가지고 너는 무엇을 하고 싶니?라고 질문한 뒤 유아의 반응을 듣고 관찰 평가지에 기록한다.
문제에 대한 아이디어 제안 및 적용	자신의 아이디어를 제안한다	검사자는 유아가 주어진 자료를 갖고 활동하고자 하는 것을 어떤 방법으로 할 수 있는 가를 생각하고 이야기 하게 한 뒤 유아의 반응을 듣고 평가지에 기록한다.
	적용해 보는 과정을 거친다	유아가 제안한 방법을 적용해 보게 하고 적용하는 과정을 관찰 한 뒤 체크한다.
문제 해결에 대한 결론	결과를 중심으로 결론을 짓는다.	활동후 검사자는 유아에게 활동 결과에 대해서 질문을 한 뒤 유아의 반응을 보고 관찰 평가지에 체크한다.

반응의 제목이 요약적이고 추상적 성격을 지니도록 명명하는 능력을 말한다. 정교성은 제시된 자극도형에 대하여 아이디어를 발전시키고 아름답게 꾸미고 정교화 하는 능력이다.

2) 과학적 문제해결력 검사

유아들의 과학적 문제해결력은 Tegano, Sawyers와 Morgan(1989)이 개발한 검사도구에 기초하여 예비 조사후 수정하여 사용하였다. 문제해결력 검사는 구체적인 문제발견 및 진술 단계, 문제해결에 관한 아이디어 제안 및 적용, 그리고 문제해결에 관한 결론짓기의 세 가지 단계로 나뉘어 지며 각 단계는 다시 하위 6단계로 나뉘어 진다. 각 단계는 3점 척도로 구분하며 0점에서 2점까지의 점수를 주어 이를 합하여 세 가지 영역에 대한 점수를 구한 후 모두 합하여 과학적 문제해결력 총점을 구하였다. 문제해결력 점수의 범위는 0~12점이다. 문제해결력 측정을 위한 문제 활동은 물에 뜨는 것과 가라앉는 것에 대한 활동을 선정하였다. 사전검사와 사후검사 활동은 같은 것을 제시하였으며 사후검사는 사전검사의 영향을 배제하기 위해 활동 자료 제시 방법을 변화시켰다. 문제 활동의 제시와 문제해결력 측정은 각 유아당 15~20분을 허용하고 유아의 반응을 보고 관찰 평가지에 체크하여 점수화 하였다. 활동검사는 연구자와 보조 연구원 1인이 실시하였으며 문항내적 합치도는 .93으로 나타났다.

3. 연구절차

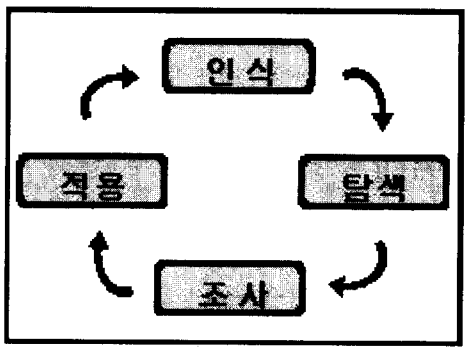
본 연구는 2003년 9월 8일부터 11월 14일까지 10주간(주 2회 20회) 실시하고, 활동은 실험집단과 비교 집단 모두 같은 날 담임 교사와 보조 교사에 의해 오전 자유 선택 활동 시간에 실시하였다. 본 연구자들은 실시기간동안 연구대상 유치원을 방문하여 교사와 유아의 행동을 관찰하고 교사에게 수업방법에 대한 피이드백을 제공하고 프로그램실시에 대한 의견을 수렴하고 문제점을 파악하였다. 창의성과 문제 해결력 검사를 위해 검사자 훈련을 실시하였다.

실험집단에는 순환학습 모형을 활용한 과학

활동이 이루어 졌으며 비교집단에서는 전달적 교수법에 의한 과학교수활동이 이루어졌다. 전달식 교수법은 교사 주도의 수업을 말하며 교사에 의해 주제가 선정되고 교사가 교육 계획안을 사전에 준비하여 계획안에 따라 수업이 진행된다. 활동을 전개할때 주로 시범이나 설명의 방법을 사용하며 교사가 미리 질문을 준비하거나 유아들에게 단답형의 답을 요구하는 질문을 한다. 교사의 시범이나 설명이 끝난 후 과학 영역 등에서 유아들이 직접 활동하도록 한다.

순환학습 모형을 활용한 과학교수법을 적용하여 실시한 후 그 효과를 검증하기 위해 교사 및 연구 보조원 훈련, 사전검사, 실험 처치, 사후검사의 순으로 진행되었다. 사전검사는 실험 처치 전 연구보조원 4명이 유아 70명에게 일주일 간 실시하였다. 사전검사는 각 교실과 떨어져 있는 별도의 교실에서 창의성 검사와 과학적문제해결력 검사는 보조원 1인당 유아 1명씩 개별적으로 실시하였고 순서는 무작위로 선정하였다.

1) 유아들을 위한 순환학습 모형



〈그림 1〉 유아들을 위한 순환학습 모형

2) 교사 훈련

선정된 실험집단의 유치원교사와 보조교사에게 유아기 과학교육의 중요성, 교수방법의 원리 및 순환학습을 과학교수에 구체적으로 적용하는 방안에 관한 훈련을 매주 2회 3시간씩 총 10회 실시하였다. 또한 기존의 6차 유치원 교육과정의 생활 주제와 본 연구의 과학 활동을 연결하여 순환학습 모형을 활용한 활동계획안을 수립하는 방법들을 집중적으로 논의하였다. 교사 훈련에서는 교사에게 순환학습을 활용한 과학 활동 과정 중 효과적인 비계설정이나 개입 및 지도를 위해서 활동 계획안에 제시된 내용들을 숙지하는 것과 상황에 따라서 융통성 있게 적용할 수 있음을 강조하였다. 한편 비교집단 교사에게는 과학주제에 따른 수업 지도안을 작성하여 활동을 계획하고 운영할 것과 교실환경이나 운영에 대한 특별한 변화를 자제하도록 하였다.

3) 사전검사

실험처치 전 실험집단과 비교집단간의 동질성을 검사하기 위해 연구보조원 4명이 선정된 Y 유치원의 만 5세 두 학급의 유아 70명에게 2003년 9월 2일부터 5일까지 검사를 실시하였다. 사전검사는 각 교실과 떨어져 있는 별도의 조용한 교실에서 보조원 1인당 유아 1명씩 실시하였고, 순서는 무작위로 선정하였으며 각각 보조원과 유아는 일 대 일로 창의성 검사를 실시하였다. 한 유아 당 창의성 검사 실시시간은 15분에서 30분 정도가 소요되었다. 실험집단과 비교집단의 사전검사를 비교한 결과 창의성 검사 점수의 경우 사전검사에서 두 집단 간 차이가 나타나지 않았다(유 : $t=-.960$, $p>.05$; 독 : $t=.357$, $p>.05$; 제 : $t=.997$, $p>.05$; 정 : $t=-1.478$, $p>.05$). 과학적 문제해결력의 경우도 실험 집단($M=4.51$, $SD=2.76$)과 비교 집단($M=4.66$, $SD=2.45$)간에 의미 있는 차이가 없는 것으로 나타났다($t=-.242$, $p>.05$). 따라서 실험 처치 전 두 집단 간의 창의성과 과학적 문제해결력에는 차이가 없는 것으로 볼 수 있다.

〈표 2〉 창의성 사전검사 평균과 표준편차

	실험집단 (n=35)		비교집단 (n=35)		전체 (n=70)		t
	M	SD	M	SD	M	SD	
유창성	18.31	3.81	19.11	3.13	18.71	3.49	-.960
사전 독창성	14.63	2.80	14.37	3.22	14.50	3.00	.357
검사 추상성	1.89	4.15	1.17	.86	1.53	3.00	.997
정교성	8.40	2.98	15.71	29.12	12.06	20.88	-1.478

〈표 3〉 과학적 문제해결력 사전검사 평균과 표준편차

	실험 집단 (n=35)		비교집단 (n=35)		전 체		t
	M	SD	M	SD	M	SD	
사전검사	4.51	2.76	4.66	2.14	4.59	2.45	-.242

4) 사후검사

과학 활동 중심의 창의성 프로그램의 효과를 검증하기 위해 사전 검사와 동일하게 토랜스의 창의성검사와 과학적 문제해결력 검사를 실험집단과 비교집단에 연구자와 연구 보조원 2인이 유아와 일대일로 실시하였다.

5) 순환학습 모형을 활용한 과학교수 활동 프로그램

본 연구에서 사용한 유아 과학 활동 프로그램은 6차 유치원 교육과정에서의 과학주제와 유아과학 교육 관련 문헌들(김경미 외 2인,

〈표 4〉 순환학습 모형을 활용한 과학교수 활동 프로그램

과학 주제	과 학 개 념	과 학 활 동	제6차 교육과정과 관련 생활주제
식물	· 씨는 뿌리, 줄기, 잎, 꽃을 가진 식물로 자란다. · 대부분 식물은 물, 빛, 광물, 온도 공기가 필요하다.	· 씨가 자라는 것은 신기해요 · 식물 돌보기	· 계절 (봄) · 계절(봄)
동물	· 동물은 여러 가지 방법으로 움직인다. · 동물은 다양한 종류가 있다.	· 물고기 꼬리 흔들기 · 동물은 다양한 종류가 있다.	· 동물 · 동물
공기	· 공기는 거의 모든 곳에 있다. · 공기는 실제로 존재하며 공간을 차지한다.	· 보이지 않는 공기의 힘 · 공기를 느껴보자	· 도구와 기계 · 나와 유치원
물	· 온도에 따라서 물이 변해요 · 물은 많은 재료들을 녹인다.	· 온도에 따라서 물이 변해요 · 물에 녹는 물질	· 계절(여름, 겨울) · 나와 유치원
날씨	· 기온의 변화가 바람을 만든다. · 날씨는 측정할 수 있다.	· 바람이 부는 이유 · 온도계가 필요해요	· 도구와 기계 · 도구와 기계
암석	· 암석에는 많은 종류가 있다. · 오래된 식물과 동물들은 암석에 흔적을 남긴다.	· 동글동글 돌맹이, 납작 돌맹이 · 화석 돌맹이	· 지구와 환경 · 지구와 환경
자석	· 자석은 어떤 것은 끌어당기지만 어떤 것은 끌어당기지 않는다. · 자석의 양극은 다르게 작용한다.	· 자석에 붙는 것과 붙지 않는 것 · 사이좋은 N극과 S극	나와 유치원 교통기관
간단한 기계	· 마찰은 열을 내고 속도는 낮추며 물건을 닳게 만든다. · 지렛대와 도르레는 물체를 들어올리는 것을 도와준다	· 재미있는 미끄럼틀 · 무거운 물건 옮기기	· 도구와 기계
소리와 빛	· 소리는 여러 가지 물질을 통해서 이동한다. · 진동의 크기에 따라 소리가 다르다	· 종이컵 전화기 · 악기를 만들기	· 기계와 도구 · 우리나라와다른나라
빛	· 빛의 굴절은 사물을 다르게 보인다. · 모든 물체는 빛을 반사한다.	· 물방울 돋보기 · 빛의 반사	계절(여름) 도구와 기계

〈표 5〉 교수-학습 활동의 예

활동명	무거운 물건을 어떻게 옮길까요?	
과학적 개념	· 도르레와 지렛대가 무거운 것을 쉽게 들어 올리게 하는 것을 안다. · 바퀴는 표면과의 접촉을 같게 하여 마찰을 감소시키기 때문에 일을 쉽게 해 준다.	
· 목표	· 물건을 쉽게 움직일 수 있는 도구(도르레, 바퀴 달린 판자)들을 경험하고 비교 할 수 있다. · 호기심, 탐구심, 유창성, 융통성 및 과학적 문제해결력을 길러줄 수 있다.	
자 료	바퀴달린 판, 롤러, 도르레, 지렛대, 무거운 물건이 들어 있는 상자	
	순환학습을 활용한 과학교수 활동과정	
과 정	활 동 내 용	준 비 물
인 식	· 교사는 교실에 무거운 물건을 뚜껑을 닫아서 상자를 두어 유아들이 상자 안에 어떤 물건이 있는지 예측해 보도록 한다. -이 상자 안에는 어떤 물건이 있을까? · 유아들은 호기심을 가지고 상자를 들어올리고, 눈을 감고 상자 안에 손을 넣어 물건을 만져본다. -만지니까 느낌이 어떠하니? 얼마나 무겁니?	· 무거운 물건 · 눈가리 개
탐 색	· 무거운 물건을 쉽게 옮기거나 들 수 있는 방법에 대해 이야기 나눈다. -계단이나 언덕에서는 어떻게 무거운 물건을 옮기면 될까?. -상자를 줄로 묶고 당기면 어떨까? · 물건을 운반하는 방법이나 경험에 대해 이야기를 나눈다. -언제 무거운 물건을 옮겨 보았니? · 무거운 상자를 다른 곳으로 옮길 수 있는 방법을 창의적 사고기법 중 하나인 브레인스토밍을 통해 알아본다.	· 이야기 나누기 자료 · 도화지 · 유성사인펜
조 사	· 도르레, 바퀴달린 판자를 소개한다. -도르레, 바퀴달린 판자를 어디서 보았니? -무거운 물건을 손으로 옮기는 것, 도르레를 사용한 것, 바퀴달린 판자를 사용하여 옮길 때에는 어떤 차이가 있을까? · 유아들과 함께 무거운 물건이 들어있는 상자를 도르레와 바퀴가 달린 판에 놓고 옮긴다. -이런 방법들 중에 어느 것이 가장 힘을 들이지 않고 옮길 수 있었니?	· 도르레 · 바퀴가 달린 판 · 무거운 물건
적 용	· 지점토와 찰흙으로 바퀴를 만들고 여러 종류의 상자를 이용하여 바퀴 달린 물건(자동차 수레, 기차등)을 만든다. · 생활주변에서 도르레와 바퀴가 어떤 곳에 이용되는지 조사한다.	· 지점토 · 찰흙

2002; 김온기 · 이영, 2001; 황의명 · 조형숙, 2001; Charlesworth & Lind, 2003; Harlan & Rivkin, 2000) 을 참고하여 10개의 주제 하에 20개의 활동을 선정한 후 이를 연구자와 유아교육 전공 대학원생, 현장 경력 10년 이상인 유치원교사 5명의 검토를 거쳐 수정 · 보완하여 완성하였다(표 4 참고).

6) 순환학습 모형을 기초로 전개된 과학 교수-학습 활동의 예

7) 자료처리

먼저 실험집단과 비교집단이 동질집단임을 확인하기 위해 창의성과 문제해결력에 대한 사전검사를 실시하여 빈도와 백분율, 평균과 표준

편차를 구한 후 독립표본 t검증을 실시하였다. 그리고 순환학습 모형을 활용한 과학교수법의 효과를 검증하기 위해서 SPSS 통계프로그램을 이용하여 실험집단의 사전 검사를 공변인으로 하는 공변량 분석(ANCOVA)을 실시하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 순환학습 모형을 활용한 과학교수법이 유아들의 창의성에 미치는 효과

순환학습 모형을 활용한 과학교수법이 유아들의 창의성을 증진시켰는가를 알아보기 위해 실험집단과 비교 집단의 창의성 점수 결과에 대해 사전 검사 점수를 공변인으로 하여 사후 검사 점수에 대해 공변량 분석(ANCOVA)한 결과는 <표 6>과 같다. <표 6>에서 보는 바와 같이 두 집단의 사전 사후 검사를 비교한 결과 창의성의 모든 하위요인에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

창의성의 하위영역인 유창성은 실험처치전의 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었으나 실험 처치 후 사후검사에서는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(F=34.781, p<.05). 즉 순환학습 모형을 활용한 과학 교수활동을 실시한 집단이 전통적인 과학교수 방법으로 과학 활동을 실시한 집단보다 유창성 점수가 유의하게 높은 것으로 나타났다.

창의성의 하위영역인 독창성은 실험처치 전 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으나 사후검사 결과 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(F=56.264 , p<.05). 즉, 실험집단 유아들이 비교집단 유아들 보다 독창성에서 유의하게 높은 점수를 받는 것으로 나타났다. 제목의 추상성(F=11.97, p<.05)과 정교성(F=14.599, p<.05)에서도 실험 처치전과 후 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 순환학습 모형을 적용한 과학교수법을 사용한 활동에 참여한 유아들이 비교집단의 유아들보다 창의성(유창성, 독창성, 제목의 추상성, 정교성)이 증진되었다고 볼 수 있다.

〈표 6〉 창의성 사후검사의 공변량 분석

하위요인		변량원	자승화	자유도	평균자승화	F
유창성	공변량	사전점수	229.838	1	229.838	18.570*
	주효과	집 단	430.473	1	430.473	34.781*
		오 차	829.247	67	12.377	
독창성	공변량	사전점수	81.934	1	81.934	9.683*
	주효과	집 단	476.081	1	476.081	56.264*
		오 차	566.923	67	8.462	
추상성	공변량	사전점수	.106	1	.106	.102
	주효과	집 단	12.396	1	12.396	11.970*
		오 차	69.380	67	1.036	
정교성	공변량	사전점수	5.283	1	5.283	.575
	주효과	집 단	134.144	1	134.144	14.599*
		오 차	615.632	67	9.189	

*p<.05

2. 순환학습 모형을 활용한 과학교수법이 유아들의 과학적 문제해결력에 미치는 효과

순환 학습 모형을 활용한 과학 교수방법이 유아의 과학적 문제해결력 향상에 효과가 있는지를 알아보고자 하였다. 실험집단과 비교집단 유아간의 과학적 문제해결력에 어떠한 영향을 미치는지 검증하기 위해 사전검사 점수를 공변인으로 하여 공변량 분석을 실시하였으며 그 결과는 <표 7>과 같다. 실험처치 전의 두 집단 간 문제해결력 사전검사에서 통계적으로 유의한 차이가 없었으나(t=-.242, p>.05), 실험처치 후 사후검사에서는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(F=85.581, p<.001). 즉 순환학습 모형을 사용한 과학 교수를 실시한 집단이 전달식 교수법을 제공한 비교집단보다 과학적 문제해결력 점수가 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과를 통해 순환학습 모형을 활용한 과학 수업에 참여한 유아 집단이 비교 집단의 유아들 보다 문제해결력이 더욱 증진되었다고 할 수 있다.

〈표 7〉 과학적 문제해결력에 대한 공변량분석

변량원	자승화	자유도	평균자승화	F
공변량 사전점수	41.389	1	41.389	17.649***
주효과 집단	2000.701	1	200.701	85.581***
오차	157.125	67	2.345	

***p<.001

Ⅳ. 결론 및 제언

본 연구는 최근 강조되고 있는 유아 과학교육에서 순환학습 모형을 활용한 과학교수 방법이 유아들의 창의성과 과학적 문제해결력 증진에 미치는 효과를 알아보고자 한 것이다. 이를 위해 만 5세 유아 70명을 대상으로 10주 동안 20개의 과학활동들을 선정하여 실험집단 35명의 유아들에게는 순환학습 모형을 사용하여 과학수업을 실시하였으며 비교 집단 유아 35명에게는 전달식 교수법을 활용한 과학수업을 실시하였다. 본 연구에서 밝혀진 주요 결과를 토대로 논의해 보면 다음과 같다.

첫째, 순환학습 모형을 활용한 과학 교수법에 참여한 실험집단 유아들이 전달적 교수법에 참여한 유아들보다 창의성이 크게 향상된 것으로 나타났다. 창의성의 하위요인들 즉 유창성, 독창성, 제목의 추상성, 그리고 정교성 모두에서 의미 있는 차이가 나타났다. 이러한 연구결과는 유아들의 자발적인 탐색과정을 강조하는 과학교수법이 창의성 발달에 효과적이라는 선행 연구들(Ausubel, 1968; Copple, Sigel & Saunders, 1984; Saunders, 1992)의 결과와 일치한다. 또한 창의적 사고와 문제해결력 형성은 일반적으로 기초적 사고 기술과 탐구에서 출발하여 실제적 문제를 탐구함으로써 발달된다는 주장(전경원, 2000; 최인숙, 2001; Feldhusen과 Treffinger, 1990)과도 일치함을 알 수 있다.

둘째, 순환학습 모형을 활용한 과학 교수법에 참여한 집단의 유아들은 전달적 교수법에 참여한 집단의 유아들 보다 과학적 문제해결력 점수가 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 이전의 안경숙(1992), 장경혜(1994)의 연구와 같은 맥락에서 순환학습 모형을 적용한 과학교수법이 유아들로 하여금 스스로 문제를 발견하고 해결하는 능력을 향상시켜 주는데 효과적이라는 것을 알 수 있다. 순환학습 모형이 과학적 문제해결력을 향상시킨 것은 과학 활동 과정에서 유아 스스로 준비된 자료를 가지고 충분한 탐색을 통해 문제를 발견하고, 시행착오를 거치면서 다양한 방법으로 문제 해결을 위

한 아이디어를 적용해 보는 경험을 가질 수 있었던 점 때문인 것으로 볼 수 있다.

본 연구를 통해 순환학습 모형을 사용한 과학교수 방법이 유아들의 과학적 문제해결력과 창의성 증진에 효과적임이 밝혀졌다. 이는 현재 유아 과학교육에서 교사들이 일반적 교수원리에 의거하여 과학교수를 실시하고 있다는 점과 실제적으로 사용할 수 있는 과학 교수 학습 모형이 제한적이라는 점에서 유아교육현장에 큰 시사점을 제공할 수 있다. 또한 탐색, 개념 도입, 개념 응용의 3단계로 초·중등 학생들에게 주로 실시되어 온 기존의 순환학습 모형을 유아 발달 수준에 맞추어 4단계로 수정하여 실시한 결과, 유아들의 창의성과 과학적 문제해결력에 효과적임을 밝혔다. 이는 순환학습이 초등이상의 학생들 뿐 아니라 유아들에게도 적용될 수 있는 바람직한 과학교수 모형이라는 점에서 의의를 찾을 수 있다.

최근 강조되고 있는 과학교육의 방향은 과학의 과정을 통한 문제해결력과 창의적 사고의 증진이라고 할 수 있다. 많은 연구들은 과학 활동을 통해 창의성과 과학적 문제해결력을 동시에 길러줄 수 있다고 주장한다(김온기, 2000; 홍기량 2000). 그러나 전통적 교수방법인 전달적 교수법을 활용한 과학 활동은 교사가 보여주는 실험을 따라하거나 실생활과 동 떨어진 과학지식을 주입하는 경우가 많아 유아들의 과학에 대한 흥미와 태도 및 창의성 발달에 부정적인 것으로 나타나고 있다(Biddulph & Osborne, 1984). 따라서, 유아교육 현장에서 교사들이 효과적으로 사용할 수 있는 다양한 과학교수 모형 개발과 이에 대한 연구가 더욱 필요하다고 본다. 구성주의 이론에 기초하고 있는 순환학습을 활용한 과학교수법은 인식, 탐색, 조사, 적용의 4 단계를 순환하면서 유아들에게 스스로 탐색할 수 있도록 문제를 제기해주며 제기한 질문에 대해 유아 스스로 탐구해 가는 과정중심의 활동이며 다양한 자료들의 사용과 활동 과정에서 자율적이고 융통적 접근이 가능하다는 점에서 바람직하다고 볼 수 있다. 탐색과 조사 및 적용과정에서 유아 스스로 효과적 과제 수행을 위해 질문, 계획, 조사, 생각 구성, 토론과 같은 활동에 필요한 기술들을 개발하도록 도와 준다는 점에서 많은 연구들에 의해 지지되고 있다(박화윤 외, 2000; Bredekamp & Rosegrant, 1998; Charlesworth & Lind, 2003). 조사활동과 적용과정에서 유아들은 이전에 배운 기술들을 의미 있는 상황에서 사용함으로 써 다양한 기술을 확장시킬 수 있다. 또한 전달식 교수법과 달리 교사의 역할이 더욱 중요해 유아들의 현재 과학지식 수준을 바탕으로 친숙한 주위 환경과 경험을 소개하거나 또래 상호작용을 통해 과학적 개념을 공유할 수 있도록 격려한다.

본 연구에서 제시한 순환학습을 활용한 과학교수법은 교육인적자원부에서 제공하는 6차 유치원 교육과정의 운영과 병행해서 생활주제에 따라 통합적으로 적용될 수 있다는 점에서 효과적이다. 교사들은 이 프로그램에 제시된 활동을 그대로 적용하기 보다는 유아의 흥미와 관심, 그리고 주위여건 및 다양한 상황을 고려하여 융통성 있는 실시를 제안하고 있다. 뿐만 아니라, 과학 활동을 특별한 장소나 실험도구를 사용해야 하는 것이 아니라 일상생활을 통해서 특별한 교재나 교구 없이도 실행할 수 있다는 점에서 가능성을 지니고 있다. 후속 연구를 위해서는 순환학습을 활용한 과학교수 모형을 유치원 교육과정 전체 주제들에 연계하여 활동을 구성하고 현장에서 실행할 수 있는 프로그램을 개발하는 것이 필요하다고 본다.

본 연구를 통한 제안 점은 다음과 같다. 첫

째, 본 연구에서는 순환학습을 활용한 과학 교수 프로그램의 효과를 단기적으로 평가하였기 때문에 효과를 충분히 검증하기 위해서 일년 이상의 지속적 프로그램 적용을 통해 효과를 검증하는 연구가 필요하다고 본다.

둘째, 순환학습 모형을 유아교육 현장에 실행하기 위해서는 교사들의 과학개념 및 창의적인 교수 학습 방법이 중요한 요인으로 나타나고 있다. 교사들이 순환학습 모형과 같은 다양한 과학 교수 모형을 배워서 적용할 수 있도록 하는 교사 교사교육 프로그램 개발이 필요하다. 셋째, 순환학습 모형을 활용한 교수법은 의미 있는 학습의 조건을 모두 갖추고 있다는 점에서 과학의 3요소 즉 과학적 개념, 탐구 능력 및 태도에 미치는 효과를 알아보는 연구를 실행해 볼 필요가 있다. 넷째, 본 연구는 양적 분석에 의해서 프로그램의 효과를 검증하였기 때문에 프로그램 적용과정에서 나타나는 질적 변화에 대한 분석은 이루어지지 않았다. 따라서 질적 분석을 사용하여 유아들의 문제 해결력과 창의성 발달과정을 심도 깊게 분석하는 것이 필요하다고 본다. 다섯째, 순환 학습 모형을 활용한 과학교수법이 교사에게 미치는 영향에 관한 연구가 필요하다. 실험처치 전과 후에 교사의 과학교수에 대한 태도와 인식 변화를 질적으로 심층 분석할 필요가 있다.

참 고 문 헌

교육부(1998). 유치원 교육과정. 교육부 고시 제 1998-10호.

김경미 · 김현주 · 송연숙(2002). *현장 중심 유아 과학 교육*. 서울 : 창지사.

김명숙(1997). 창의성 교육 프로그램의 유형 및 관련이 창의성 향상에 미치는 효과. 성균관대학교 대학원 박사학위논문.

김영채 (2002). Torrance 창의력 검사 요강. 서울 : 중앙 적성 출판사.

김온기(2000). 과학 활동을 통한 유아의 창의적 사고력 증진 프로그램 개발연구. 연세대학교 대학원 박사학위논문.

김온기 · 이 영(2001). 과학 활동을 통한 유아의 창의적 사고력 증진 프로그램 개발 연구. *유아교육연구, 21(2)*, 25-49.

박종건(1994). 초등학교 과학학습에서 순환 학습 모형의 적용효과. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.

박화윤 · 김영애 · 이선원 · 이희라 · 이희자 · 안라리 (2002). *유아를 위한 창의적 교과교육*. 서울 : 동문사.

안경숙(1992). 지적 갈등 유도에 의한 과학교수 방법이 과학에 대한 흥미와 과학의 과정 및 문제해결 과정에 미치는 영향. 덕성여자대학교 석사학위논문.

안부금 · 신은수(2002). 구성주의 관점의 유아과학 교사교육이 유아의 과학 흥미도, 과학과정 기술, 문제해결력에 미치는 효과. *유아교육연구, 22(3)*, 173-194.

양영숙(1994). 중학과학에서 순환 학습 모형의 적용효과, 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.

위성백 · 백성혜(1997) 초등학교 과학수업에서 순환학습 모형의 적용이 과학 개념과 탐구능 력 및 흥미 · 태도에 미치는 영향. *초등과학교육, 16(1)*, 11-24.

유영균(1992). 자석을 이용한 인지적 갈등 상황에서 나타나는 국민학교 학생들의 반응 특성. 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.

윤애희 · 김온기 · 이혜경(2002). *사고과정을 중심으로 한 유아 수 · 과학교육*. 서울 : 창지사.

이경민(2001). 상호작용적 교수법에 의한 과학교육이 유아의 과학적 개념 · 탐구 능력 · 태도에 미치는 효과. *유아교육 연구, 21(4)*, 261-283.

이종희 · 김선영 역(2000). 유아과학교육의 구성주의적 접근. 서울 : 교육과학사.

이형철 · 남만희(2001). 순환학습 모형 적용이 초등학생의 전기개념 변화에 미치는 효과. *초등과학교육, 20(2)*, 217-228.

장경혜(1994). 탐구학습 중심 과학교수 방법이 유아의 창의성과 문제 해결력에 미치는 효과. 숙명여자대학교 교육대학원 석사학위논문.

전경원 (1999). *창의성을 중심으로 한 유아과학 교육*. 서울 : 학문사.

전경원 (2000). *교사를 위한 창의적인 문제 해결력*. 서울 : 창지사.

정관숙(1994). 순환학습 모형을 이용한 과학 실험이 중학생들의 과학에 관련된 태도와 탐구 능력의 신장에 미치는 영향. 한국 교원 대학교 대학원 석사학위 논문.

정완호 · 권재술 · 정진우 · 김효남 · 최병순 · 허 명 (1997). *과학과 수업모형*. 서울; 교육 과학사.

정정희 · 박윤배 · 전명남(2004). 유아 과학 창의성 증진을 위한 프로그램 개발과 적용. 심사중.

정진수(1994). 중학교 과학수업에서 학습자 특성에 따른 순환학습 모형 효과. 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.

조형숙(1998). 유아교사의 과학교수에 대한 자기효능감. *유아교육연구, 18(2)*, 283-301.

최인숙(2001). 과학 주제 중심의 통합교육이 유아의 창의성에 미치는 영향. *열린 유아교육 연구, 6(3)*, 1-26.

황의명 · 조형숙(2001). *탐구 능력 증진을 위한 유아과학 교육*. 서울 : 정민사.

홍기량(2000). 과학교육 접근 방법에 따른 유아의 창의성 및 과학적 문제 해결 능력에 미치는 영향. 중앙대학교 석사 논문.

홍순경(1990). 밀도의 개념 변화에 미치는 순환학습의 효과. 한국교원 대학교 대학원 석사학위 논문.

Abraham, M. R., & Renner, R, J.(1986). The sequence of learning cycle activities. *Journal of Research in Science Teaching, 23(2)* : 123-143.

Anderson, R. D.(1989). *Developing children's thinking through science*. NJ : Prentice Hall.

Bredekamp, S., & Rosegrant, T.(1998). *Reaching potentials : appropriate curriculum and assessment for young children*. Washington DC : NAEYC.

Campbell, T. C.(1977). An education of a learning cycle intervention strategy for enchanging the use of formal operational by bringing college physics students. Dissertation Abstract, 38(7). London; Falmer Press.

Charlesworth, R., & Lind, K. K.(2003). *Math and science for young children*. Delmar.

Copple, C., Sigel, I. E., & Saunders, R.(1984). *Educating the young thinker : Classroom strategies for cognitive growth*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum.

Fleer, M.(1991). Why won't my torch work? Resource Booklet No. 1. Australian Early Childhood Association.

Frost, J.(1997). *Creativity in primary science*. Buchingham : Open Univ. Press.

Gelzheiser, L., Griesemer, B., Pruzek, R., & Meyers, J.(2000). How are developmentally appropriate or traditional teaching practices related to the math achievement of general and special education students? *Early Education & Development, 11 (2)*, 217-238.

Greenberg, P.(1993). Ideas that work with young children. *Young Children, 48(4)*, 75-84.

Harlan, J. D., & Rivkin, M. S.(2000). *Science experiences for the early childhood years : An integrated approach*. 7th edition. Prentice-hall.

Karplus, R.(1974). Science curriculum improvement study. SCIS Teacher's Handbook. Berkeley : Univ. of Califonia.

Lawson, A. E.(1986). Integrating research on misconceptions, reasoning, patterns & three types of learning cycles. Paper presented at the US-Japan seminar on Science Education, U of Hawaii in Honolulu, Sep 15.

Lawson, A. E., Abraham, M. R., & Renner, J. W. (1989). A theory of instruction : Using the learning

cycle to teach science concept and thinking skills, NARST Monograph, Number 1, NARST.

Lott, G. W.(1883). The effect of inquiry teaching and advanced organizers upon student outcome in science education. *Journal of Research in Science Teaching, 20(5)*, 437-451.

Lynch, M., & Harris, C.(2001). *Fostering Creativity in Children, K-8.* Allyn and Bacon.

National Research Council(1996). National Science Education Standards. National Academy Press.

Patton, M., & Kokoski, T.(1996). How good is your early childhood science, math, and technology program? *Young Children, 51(5)*, 38-44.

Price, G.(1989). Mathematics in early childhood. *Young Children, 44(4)*, 53-58.

Saunders, W. L.(1992). The constructivist perspective : Implications and teaching strategies for science. *School Science and Mathematics, 92(3)*, 136-141.

Schneider, L, S. & Renner, J. W(1980). Concrete and formal teaching. *Journal of Reserch in Science Teaching, 17(6)*, 503-517.

Starko, A. J.(1995). *Developing creativity in the class-room : schools of curious delight.* NY : Longman.

Sternberg, R. J.(1993). *The nature of creativity-contemporary psychological perspectives.* MA : Cambridge Univ. Press.

Tamir, P., & Yager, R. E.(1993). STS approach : reasons, intension, accomplishment, and outcomes. *Science Education, 77(6)*, 637-658.

Tegano, D. W., Sawyers, J. K., & Morgan, J. D.(1989). Problem-finding in play. *Childhood Education, 66(2)*, 92-97.

Torrance, E. P.(1963). *Guiding Creative Talent* : NJ : Prentice Hall Inc.

Torrance, E. P.(1970). Can we teach children to think creatively. *The Journal of Creative Behavior, 6*, 114-143.

Weisberg, R. W.(1999). Creativity and knowledge : A challenge to theories. In R. J. Sternberg,(ed). Handbook of creativity, Cambridge Univ. Press, MA, pp. 226-250.

Zollman. D. C.(1990). Learning cycle Model for a large-enrollment class, *PhysicsTeacher, 28(1)*, 20-25.

2004년 2월 29일 투고 : 2004년 4월 2일 채택