

과학창의력 신장을 위한 ‘일상생활 소재 다중활동’ 중심의 6~7학년 ‘재량활동’ 프로그램 개발과 효과 탐색¹⁾

김형석 · 정용재¹⁾ ·곽성일²⁾ · 하은선³⁾ · 이선양⁴⁾ · 이현정⁵⁾

(상현중학교) · (서울탑동초등학교)¹⁾ · (구일고등학교)²⁾ · (서울대학교)³⁾ · (부천중학교)⁴⁾ · (노원고등학교)⁵⁾

Development of Program for ‘Discretionary Activity’ Focused on ‘Multiple Activity with Everyday-Life Materials’ to Enhance Scientific Creativity for Grade 6-7 Students and Exploring the Influence

Kim, Hyoung-Seok · Jung, Yong-Jae¹⁾ · Kwak, Sung-II²⁾ ·

Ha, Eun-Sun³⁾ · Lee, Sun-Yang⁴⁾ · Lee, Hyun-Joung⁵⁾

(Sanghyun Middle School) · (Seoul Topdong Elementary School)¹⁾ · (Guil High School)²⁾

· (Seoul National University)³⁾ · (Bucheon Middle School)⁴⁾ · (Nowon High School)⁵⁾

ABSTRACT

In this study, we developed the program for ‘Discretionary Activity’ focusing on the multiple activities with everyday-life materials to enhance scientific creativity (MAEM-SC), which was specifically for students in the 6-7th grade according to the 7th curriculum in Korea. As important factors for scientific creativity, we selected the ability to find out the context relevant to scientific problems, the ability to connect the problem context to scientific knowledge, the ability to invent the ways to solve the problem scientifically, and ability to concentrate on the scientific problem solving activity. The topics of the program were drawn from common and familiar things in our everyday contexts, such as human body, everyday tools, food, play and toys, and everyday episodes. The multiple activities here mean the activities which are systematically constructed with the various types of activities with a specific intention. The multiple activities were designed in three types, that is, series type, parallel type, and combination type. Each of them consists of the several activities as follows: estimating and measuring, carrying out an experiment using body, inventing implement (tools), thinking statistically, writing creatively with scientific themes, and connecting one concept to another concept etc. Through a trial of the program, we found that this program has some positive influence on the enhancement both of the ability to find out the context relevant to scientific problems and the ability to connect it to the students' existing scientific knowledge.

Key words : discretionary activity, everyday-life materials, multiple activities, scientific creativity

I. 서 론

현대 사회에서 과학과 기술이 지대한 영향을 미치고 있음을 고려할 때, 과학적 문제를 발견하고 해결하는 능력으로서 과학 창의력은 중요하다. 실제로, 현재 청소년들은 대부분 첨단 과학기술의 혜택 속에서 생활하고 있으며, 환경오염 문제와 같이 과학기술

과 관련된 구체적인 문제 상황에서 의사결정을 요구받으면서 나타나고 있다. 또, Longbottom & Butler (1999)는 학생들이 과학자들의 비판적이고 창조적인 특성을 본받게 하는 것을 과학교육의 한 목적으로 제안한 바 있다. 이는 과학창의력이 과학교육의 중요한 목표임을 보여주고 있는 것인데, 이러한 면은 “‘과학’의 학습은 환경과 실생활의 문제를 학습의 소

1) 이 논문은 2002년도 한국학술진흥재단의 지원으로 연구되었음(KRF-2002-030-B00021).

2004.10.8(접수), 2004.11.3(1심 통과), 2004.11.15(최종 통과)

E-mail: khsksk@empal.com(김형석)

재로 활용하고, 탐구활동을 통하여 생활 주위에서 일어나는 문제를 스스로 발견하고 해결하려는 태도를 기르도록 하며, 과학의 단편적인 지식 전달보다는 기본 개념을 유기적이고, 통합적으로 이해하도록 하고, 창의성, 개방성, 객관성, 합리성, 협동성을 기르는 데 유의 한다"는 제7차 교육과정의 '과학'과 성격(교육부, 1997a; 1997b)에서도 드러난다. 그러나 여전히 우리나라 청소년들은 그다지 높지 않은 과학적 소양 수준을 보여주고 있으며, 과학창의력과 관련이 깊은 과학 탐구능력과 관련해서는 낮은 수준을 보여주고 있다(신동희와 노국향, 2002). 따라서 과학 창의력의 중요성에 대한 인식의 고취와 함께 이를 신장시킬 수 있는 다양한 시도가 필요하다.

이러한 과학창의력의 신장은 일상생활 속에서 발견되는 문제들의 해결 과정에서 기대될 수 있을 것이다. 김만희와 김범기(2002)는 과학적 소양이 현대 과학교육의 우선 목표로 부상하였음을 지적하면서, 과학적 소양은 인간·사회·과학·자연 시스템이 복잡하게 맞물린 상황에서 사회적 문제를 해결하거나 의사결정을 할 수 있는 사고를 필요로 한다고 주장한 바 있다. 앞서 지적한 바와 같이 이와 비슷한 관점은 우리나라 교육과정에서도 강조되고 있다(교육부, 1997a; 1997b). 또, 교사가 학생들에게 학습내용을 제시하는데 있어서, 개인적인 경험과 사회 문화적 요소가 반영된 학습과제 맥락을 바탕으로 하는 경우에 더욱 효과적일 것이라고 제안이나(이명재, 1996), 학생들은 새로운 상황들을 자신이 알고 있거나 인식하고 있는 어떤 것으로 그려봄으로서 그 상황을 이해하려 한다는 지적(Driver, 1988)은 과학창의력 신장을 추구하는 시도가 학생들의 개념과 경험의 기반을 이루고 있는 일상생활에 토대를 두어야 함을 시사하고 있다.

그런데, 일상생활 속에서 과학적 문제 상황을 발견하고, 기존 과학 지식과 관련을 지어가며 방안을 모색하여 문제를 해결하는 것은 비교적 복잡한 상황 속에서 이루어지며, 다양한 전략 및 활동을 요구한다. 따라서 기존의 단일한 활동 중심의 프로그램들은 과학 창의력을 신장시키는 데에 한계가 있을 수 있다. 이는 문제 상황과 지식, 해결 방안들이 고려하여 보다 다양한 활동을 유기적으로 조직한 활동이 필요함을 시사한다. 즉, 실험, 토의, 문제풀이 등의 활동을 주로 계열성에 초점에 두어 제시하는 기존의 정규 교과용 도서나 프로그램의 구성 방식 보다는 좀더 풍부하고 복잡한 상황과 활동을 제시하는 구성이 필

요할 것이다. 예를 들어, 김현재(1996)가 홀리스틱 과학학습 지도의 한 유형으로서 제시한 조합형 학습 방안이 한 예가 될 수 있을 것이다. 이 학습 지도 방안은 브레인스토밍, 네트워킹, 연관짓기, 수평적 사고 등의 다양한 학습 지도 기술을 포함하는 것으로, 문제 해결이나 과제 완성에서 한 가지 이상의 방법을 사용하는 창조적 문제 해결 전략에 적합하다고 기술하고 있다.

한편, 제7차 교육과정에서는 일관성 있는 체제를 위해 학교급 별 개념에서 탈피하여 10학년의 국민공통과정이라는 학년제 혹은 단계 개념에 기초한 체제를 취하고 있다(교육부, 1998). 실제로 백성혜 등(2000)은 학문적 개념의 위계와 교육과정의 시각이 일치하지 않는 부분이 있고, 개념에 대한 각 교육과정의 시각에도 차이가 있다고 지적하였다. 이는 기존의 학교급 별 개념이 연계성 있는 교육에 효율적이지 않을 수 있음을 보여주는 한 예라 하겠다. 또, 학교급 별 개념의 탈피는 초등학교 6학년 학생과 중학교 1학년 학생이 지적 발달 과정에서 큰 차이가 없음에도 불구하고, 내용과 활동에서 지나치게 수준 차이가 나기 쉬운 경향을 방지하고자 하는 의도가 들어있다. 그러나 아직 기존 학교급에 걸친, 예를 들어 6~7학년과 같이 두 개 학교급에 걸쳐 있는 학생들을 대상으로 하는 연구나 자료 개발이 미흡한 실정이다. 따라서 제7차 교육과정의 의도를 고려할 때, 기존의 학교급별 개념을 탈피하는 프로그램의 개발이 필요하다.

과학창의력 신장을 목적으로 하고, 기존 학교급별 개념을 탈피한 이러한 프로그램은 기존 교과목 시간 보다는 특별활동이나 재량활동 시간에 활용되는 것이 보다 용이할 것이다. 시간 조절이나, 내용 구성에 있어서 비교적 자유로울 수 있기 때문이다. 특히, 제7차 교육과정에서는 단위 학교마다 학교교육과정을 편성하여 운영하도록 해서 학생, 학부모, 교사 및 지역 사회의 실정에 적절한 교육이 이루어지도록 하고 있으며, 그 일환으로 재량활동을 연간 시수 속에 정규 시수로 포함시켰다(교육부, 1998). 또, 재량 활동 교육과정에서는 범교과 학습과 자기 주도적 학습과 같은 창의적 재량 활동을 강조하며, 단위 학교의 창의적인 교육 활동을 할 수 있도록 하고 있다(교육인적자원부, 2001).

물론, 창의력 신장과 관련하여서는 학술 연구들(강호감과 조병희, 1992; 강호감 등, 1996a; 강호감 등, 1996b; 강호감 등, 1999; 조연순 등, 2000; 조연순과

최경희, 2000; 강호감 등, 2001)과 시범학교나 선도 학교 운영 등의 현장연구들이 꾸준히 수행되어 왔다. 또, 재량활동 프로그램 개발도 각 교육청, 시도 교육 과학연구소 등에서 계속해서 개발되어 왔다. 그러나 학교급별 구분을 넘어 6~7학년을 대상으로 하는 프로그램은 찾아보기 어렵다. 또, 일상생활 속 다양한 소재나 활동을 제시한 프로그램들은 있었으나, 소재의 선정과 활동의 구성을 과학창의력 신장을 목적으로 유기적으로 조직하여 제시한 재량활동 프로그램은 많지 않다.

따라서 이상의 점들을 고려할 때, 첫째, 과학창의력의 신장을 목적으로 하여, 둘째, 비교적 다양한 활동과 시간 운영이 가능한 재량활동 시간에 사용할 수 있고, 셋째, 학교급 간의 연계성을 고려하여 그 대상을 6~7학년 학생으로 하며, 넷째, 일상생활에서 소재를 찾아 유기적으로 구성한 프로그램을 개발하는 것이 필요하다. 이에 본 연구에서는 “과학창의력 신장을 위한 ‘일상생활 소재 다중활동’ 중심의 6~7학년 ‘재량활동’ 프로그램(이하 MAEM-SC 프로그램²⁾)을 개발하고, 이를 적용한 후 효과를 탐색”하는 것을 목적으로 하였다. 이러한 목적 하에 다음과 같이 세부 연구 과제를 설정하였다.

첫째, 과학창의력의 요소를 설정한다.

둘째, 과학창의력 신장을 위한 일상생활 소재를 선정하고 다중활동을 구성한다.

셋째, MAEM-SC 프로그램을 개발한다.

넷째, 개발된 프로그램이 과학창의력 신장에 미치는 효과를 탐색한다.

II. 연구 방법

1. MAEM-SC 프로그램 개발 과정

과학창의력과 창의력에 대한 선행 연구에서 비교적 공통되게 자주 언급되고 있는 과학창의력 요소를 추출한 후 본 연구에서 집중적으로 다룰 요소를 설정하였다. 여기에서 ‘집중적으로 다룬다’는 의미는 첫째, 본 연구에서 설정한 과학창의력 요소가 과학창의력의 전부를 충분히 설명하고 있다고 하기는 무리가 있다는 것과, 둘째, 프로그램을 개발하면서 다른 과학창의력 요소의 존재 가능성을 부정하지는 않지만 적어도 이 네 가지 요소의 신장을 목적으로 하였다는 의미를 포함하고 있다.

일상생활 소재의 의미를 문헌 연구를 통해 탐색한 후 학생들의 일상생활과 근접한 소재를 선정하였다. 일상생활 소재를 사용한 개별활동 역시 선행 연구 결과와 문헌을 참고하여 개발하였고, 현직 교사와 협의하여 수준을 조정하였다. 이렇게 개발된 개별활동 몇 개를 특정한 일상생활 소재를 중심으로 조직하여 다중활동으로 구성한 후, 이를 중심으로 프로그램을 개발하였다. 프로그램의 수준은 6학년과 7학년의 교육과정 내용과 교과서 내용, 대상 학생의 특성 등을 고려해 초중등 현직 교사와 협의하면서 조정하였고, 필요시 소수의 학생들에게 적용해 그 결과를 수시로 반영하였다.

2. MAEM-SC 프로그램의 효과 탐색 방법

MAEM-SC 프로그램이 과학창의력 신장에 미치는

표 1. 과학창의력 신장에 미치는 효과 탐색을 위한 검사 도구의 틀

- 발견 : 과학적 문제 상황을 발견하는 능력. · 연결 : 과학적 문제 상황 해결과 관련된 적절한 과학지식을 연결하는 능력.
- 고안 : 과학적 문제 해결 방법을 적절하게 고안하는 능력. · 집중 : 과학적 문제해결에 집중하는 능력.

문항번호	문항내용(형태)	해당 과학창의력 요소				채점 기준
		발견	연결	고안	집중	
1	주어진 문제의 해결 방안 기술(서술형)		○	○		문제 해결에 적절한 과학 지식과 연결한 경우 마다 각 1점 문제 해결에 적절한 과학적 방법을 고안한 경우 마다 각 1점
2	생활 속 과학적 문제 상황을 지적하고 해결방안 기술(서술형)	○	○	○		과학적 문제 상황을 제시한 경우마다 각 1점 문제 해결에 적절한 과학 지식과 연결한 경우 마다 각 1점 문제 해결에 적절한 과학적 방법을 고안한 경우 마다 각 1점.
3	실문 참여상태 자기평가(척도표)				○	
4	프로그램 평가(척도표)					

2) 기술의 편의를 위해 본 프로그램의 영문 표기인 Program for ‘Discretionary Activity’ Focused on ‘Multiple Activity with Everyday-Life Materials’ to Enhance Scientific Creativity for Grade 6-7 Students에서 이탤릭체로 진하게 표시된 글자를 조합하여 명명하였다.

효과를 탐색하기 위해서 6학년 1개 학급(37명), 7학년 1개 학급(37명)을 선정하여 프로그램의 일부를 적용한 후 사전 사후 결과를 분석 하였고, 이를 통제반(6학년 1개 학급 32명, 7학년 1개 학급 37명)과 비교하였다. 35차시 프로그램 전체를 적용하는 것은 시기와 적용 대상 학교 교육과정의 운영 상 어려움이 있었기 때문에, 6학년 실험반은 직렬형과 조합형 다중활동으로 재구성하여 7개 차시를 적용하였고, 7학년 실험반은 직렬형 다중활동으로 재구성하여 7개 차시를 적용하였다. 통제반은 해당학년 과학 교육과정을 적용하였다.

본 연구에서 설정한 과학창의력 요소에 대해 검사하는 도구는 선행 연구에서 사용되었던 검사 도구를 참고하여 연구자들이 표 1과 같은 틀로 네 개의 문항을 개발하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 과학창의력 요소 설정

Guilford(1950)는 창의성을 발산적 사고와 관련 있는 것으로 보고, 발산적 사고의 특성을 유창성(fluency), 융통성(flexibility), 통찰성(foresight)으로 보았다. 또, Osborn(1953)과 Torrance(1961)는 창의성을 유창성, 융통성, 독창성, 정교성의 4가지 요소로 보았다. 서울특별시교육연구원(1996)과 한국교육개발원(1997)에서는 기존의 연구를 토대로 창의성 요소를 창의적 사고 관련 기능과 창의적 사고 관련 성향으로 나누어 제시하였는데, 창의적 사고 관련 기능은 민감성, 유창성, 융통성, 독창성, 정교성을 요소로 하고, 그리고 창의적 사고 관련 성향은 호기심, 자발성, 독자성, 집착성, 정직성 등을 요소로 하고 있다. 창의적 문제 해결 과정에 대해 Wallas(1970)는 문제를 의식하고 분명하게 파악하는 단계인 준비단계(preparation), 문제해결을 위한 실제적인 행동은 일어나지 않지만, 항상 문제해결에 마음을 쓰고 있는 단계인 부화기(incubation), 부화기를 거치고 아이디어가 떠오르는 단계인 발현단계(illumination), 그리고 발현된 아이디어의 타당성이 음미되는 단계로 다른 사람들에게 전달되고 이해될 수 있는 단계인 검증단계(verification)로 나누어 기술하였다. 또, Isaksen와 Treffinger(1985)는 문제 해결의 각 단계에 수렴적 사고와 확산적 사고가 상호 작용한다고 지적하면서, 혼란 인식, 자료 발견, 문제 발견, 아이디어 발견, 해결책 발견,

검증의 문제 해결 단계를 제시하였다.

과학창의력과 같은 창의성이 영역 한정적인지, 아니면 영역 보편적인 것인지에 대한 연구는 아직까지 합의된 결론을 도출하고 있지 못하다(Han, 2000; Han and Marvin, 2002; 신지은 등, 2002에서 재인용). 그러나 창의적 사고의 기능인 민감성, 융통성, 독창성, 정교성은 모두 과학의 발달 과정에 깊이 관계되어 있다(이창훈, 1993). Dewey(1910) 역시 과학이야말로 진정한 문제해결의 가장 명확한 사례라고 주장하면서, 과학자들이 문제에 접근하는 방법을 기초로 어려움을 감지하는 단계, 반성활동을 통해 문제를 더 명백하게 정의하는 단계, 가능한 해결 대안의 출현단계, 가능한 해결책을 분석하는 단계, 해결책을 실험을 통해 검증하는 단계라는 창의적 사고의 5단계를 제안했다(서울특별시교육연구원, 1996).

신지은 등(2002)은 과학 창의력과 관련하여 과학에서의 문제 발견력과 과학적 추론 능력, 가설 설정 능력, 실험 설계 능력, 기구 고안 능력의 5가지 하위 영역을 설정한 바 있다. 또, 조연순과 최경희(2000)는 기존 연구결과를 바탕으로 과학교과에서의 창의적 문제해결력을 위한 교육과정 구성요소를 과학의 내용 지식, 과정 지식, 창의적 사고 기능으로 설정하였다. 조연순 등(2000)은 창의적 문제 해결을 '일반적 영역의 지식과 기능기반, 동기적 요인, 특정영역의 지식과 기능기반을 토대로 확산적 사고와 비판적 사고가 역동적으로 상호 작용하여 새로운 산출물 혹은 해결책을 만들어 가는 사고 과정'이라고 개념정의 하기도 하였다.

이상의 창의성과 과학과 관련된 창의력에 대한 연구들은 공통적으로 일반적 상황에서 과학적 문제 상황을 발견하는 능력, 그 해결 방안을 모색하는 데 있어서 유창성, 유연성 발휘와 함께 내용지식과 연결 능력, 해결방안의 정교화와 효과를 높이기 위해서 내용 지식과 과정 지식을 사용하는 능력, 그리고 문제 해결을 집중해서 수행할 수 있는 능력 등을 주요 요소로서 언급하고 있다.

이에 따라 본 연구에서는 과학창의력을 과학적 문제 해결력과 동등하게 보고, 네 가지 과학창의력 요소를 설정하였다. 본 연구에서 설정한 네 가지 과학 창의력 요소는 다음과 같다.

- 과학적 문제 상황을 발견하는 능력
- 일반적 상황에서 과학적 문제 상황을 발견하는 능

력을 말한다. 이 능력은 주변의 환경에 대해 민감한 관심을 보이고 고정적인 사고방식에서 벗어나는 능력을 필요로 한다. 또, 그 문제 상황이 과학 지식이나 원리와 관계있음을 알기 위해서는 일상 상황을 되짚어 생각하여 새롭게 분해하는 능력과 관련된 과학지식에 대한 이해를 필요로 한다. 이는 다시 얘기해서 그 문제 상황과 관련된 과학지식을 연결하는 능력이 필요함을 의미한다.

•과학적 문제 상황과 관련된 기존 과학지식을 연결하는 능력

과학적 문제 상황을 파악하고 해결하는 과정에서 관련된 과학 내용지식과 연결하는 능력을 말한다. 문제 상황이 내포하고 있는 과학적 문제를 정확히 파악하고, 그 문제를 해결할 수 있는 과학지식을 이해하고 정확히 제시하는 경우에 이 능력이 우수하다고 말할 수 있다. 이 능력은 풍부한 관련 내용 지식을 필요로 함과 동시에 관련성을 찾아내는 민감성과 유창성 및 융통성을 필요로 한다. 한편, 이 능력 과학적 문제 상황을 발견하는 능력에 영향을 줄 수 있다.

•과학적 문제 해결 방법을 고안하는 능력

과학적 문제 상황을 해결하는 과정에서 해결 방법을 고안하는 능력을 말한다. 아직 다듬어지지 않은 기존의 아이디어 또는 산출된 아이디어를 보다 치밀하게 다듬어 발전시키는 정교화 능력과 해결 방안을 모색하는 데 있어서 유창성과 유연성을 보여주는 경우에 이 능력이 우수하다고 말할 수 있다. 과학적 문제 상황과 관련된 기존 과학지식을 연결하는 능력에 긍정적인 영향을 받지만, 한편으로 우연히 고안한 방법으로 문제 상황을 해결한 경우에는 오히려 과학지식에 연결하는 능력에 부정적인 영향을 미칠 수도 있다.

•과학적 문제 해결에 집중하는 능력

과학적 문제 해결을 집중해서 수행할 수 있는 능력을 말한다. 문제를 해결하기 위해 아이디어를 자발적으로 산출하려는 성향과 가능한 한 다양한 정보를 수집하고 문제가 해결될 때까지 끈질기게 물고 늘어지는 성향을 보여주는 경우에 이 능력이 우수하다고 말할 수 있다. 기존 과학지식과 연결지어 해결방법 고안을 통해 문제를 해결했을 때 경험하는 기쁨이 이 능력에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다.

2. 일상생활 소재 중심의 다중 활동 구성

(1) 일상생활 소재 선정과 개별활동 구성

앞서 언급했듯이, 상황의 중요성을 언급하면서 이명제(1996)는 교사가 학생들에게 학습내용을 제시하는데 있어서, 개인적인 경험과 사회 문화적 요소가 반영된 학습과제 맥락을 바탕으로 하는 경우에 더욱 효과적인 것이라고 제안한 바 있다. 한편, 학생들이 과학적 상황보다 일상생활 상황에서 더 어려움을 겪었다는 연구 결과(홍미영과 박운배, 1995; 노태희 등, 1996)나, 적용 기능의 경우에 일상생활 상황보다 과학적 상황에서 더 높은 성취도를 보여주었다는 연구 결과(Song and Black, 1991)도 있다. 이러한 연구 결과는 일상생활 상황 속에서 과학적 문제를 발견하거나 일상생활 상황을 과학 지식 혹은 개념과 연결짓는데 학생들이 어려워할 수 있음을 지적하고 있다.

그러나 학생들이 일상생활 상황에서 과학적 문제를 발견하거나 과학지식을 연결하기 어려워한다는 점 자체가 사고의 전환, 융통성, 유창성, 민감성 등을 발휘할 기회를 제공한다고 볼 수 있다. 과학적 상황이나 학교 실험실 상황이 학생들로 하여금 이미 예견할 수 있는 과학적 지식이나 방법을 준비하게끔 하는 면이 크다면, 일상생활 상황은 그러한 예견을 무너뜨릴 가능성이 크기 때문이다. 이러한 경험은 일상생활 상황 속에서 흔히 예견하고 있는 것 외에 다른 지식이나 방법을 찾도록 유도할 수 있을 것이다. 결국, 그러한 경험이 반복적으로 일어나게 되면, 기존에는 그냥 지나쳤던 일상생활 상황을 과학적 문제 상황으로 발견하고, 관련된 기존 과학지식을 연결하며, 과학적 방법을 고안하여 문제 해결에 집중할 가능성이 커질 것이다.

이러한 면들을 고려하여 본 연구에서는 일상생활 상황을 '주변에서 쉽게 볼 수 있으며 빈번하게 발생하여 습관적으로 대처하게 되는 개인적 경험과 사회 문화적 요소가 반영된 상황으로서, 과학적 상황과 비교하여 기술하면 과학적 원리나 지식과 연관짓지 못하는 상황'으로 정의하였다. 그리고 그러한 일상생활 상황 속에 포함되어 있거나 혹은 일상생활 상황을 유발하는 소재를 일상생활 소재로 정의하였다. 일상생활 소재의 정의와 역할을 고려하여, 표 2와 같이 크게 우리 몸, 생활 도구, 음식, 놀이 및 놀이 기구, 생활 일화의 다섯 가지 범주로 일상생활 소재를 선정하였다. 각 범주에 해당하는 구체적인 소재는 초·중등 현직 교사들의 의견을 참고하여 선정활동 구성

표 2. 선정된 일상생활 소재의 범주와 구체적인 예

소재 범주	소재의 구체적인 예
우리 몸	몸의 무게 중심, 머리카락, 눈, 관절, 손, 발, 침, 눈물, 투명인간 등
생활 도구	연필, 건전지, 동전, 전철, 두루마리 화장지, 악기, 자석, 손전등, 안경, 비늘구멍안경, 책가방, 책상, 신문지 등
음식	콜라, 우유, 피자 등
놀이 및 놀이기구	높이뛰기, 팔씨름, 자이로드롬, 바이킹, 물러코스터, 갈라 모으기 판(완구), 종이비행기, 줄다리기 등
생활 일화	가수 팬클럽, 신발가게 광고, 소음, 신문기사 등

표 3. 개별활동의 범주와 구체적인 예

개별활동의 범주	개별활동의 구체적인 예
몸 물리 활동	몸을 이용한 실험하기, 몸에 대해 탐구하기 등
개념 연결 활동	확률적 사고하기, 분류하기, 마인드맵 그리기 등
과학 글쓰기 활동	시 쓰기, 대화체로 쓰기, 동화 쓰기, 상황 예상하기 등
어림 활동	직관적으로 어림하기, 적절한 기준으로 어림하기, 측정하기 등
고안 활동	방법 고안하기, 장치 고안하기, 간이 설계도 그리기 등
기본 활동	기구를 이용해 실험하기, 토의하기, 예상하기, 그림으로 표현하기 등

의 가능성과 친근성, 흥미를 고려해서 선정하였다.

다중 활동을 구성하기에 앞서, 선정된 일상생활 소재를 사용하는 개별활동을 선행연구들을 참고하여 개발하였다. 개별활동이란 하나의 활동 목표 하에 행해지는 한 가지 종류의 활동을 말한다. 개별활동은 기본활동을 포함하여 몸 물리 활동, 개념 연결 활동, 과학 글쓰기 활동, 어림 활동, 고안 활동의 여섯 가지 범주의 활동으로 구성하였다. 구체적인 개별활동의 예는 표 3과 같다.

(2) 다중 활동 구성

다중활동이란 여러 가지 종류의 활동을 특정한 의도를 가지고 통합적으로 구성한 활동을 의미한다. 본 프로그램 내에서는 앞서 논의한 일상생활 소재 개별활동 여러 개를 특정한 의도를 가지고 통합적으로 구성한 활동으로서, 예를 들면 소리라는 일상생활 소재를 가지고 보다 조직적인 경험을 추구하면서 어림활동과 몸 물리 활동, 개념 연결 활동, 과학 글쓰기 활동을 통합적으로 구성하는 것과 같은 것을 의미한다.

본 프로그램이 다중활동에 주목하는 것은 다음과 같은 두 가지 주장과 관련 있다.

첫째, 우리의 인지 과정에서 정보가 처리되는 과정이 순차적으로 계열을 쫓아가는 과정이기 보다는 병렬적으로 분산 처리되는 과정에 가깝다.

사람의 마음과 인지과정을 밝히고자 하는 시도는

1940년대 이후 컴퓨터 하드웨어와 프로그램 언어 등이 급속도로 발달하면서, 정보의 계열적(serial) 처리, 정보처리를 지시하는 감독자로서 프로그램, 정적 표상으로서 정보의 저장과 인출 과정 등을 인지 과정 설명에 은유적으로 사용하는 고전적 인지주의를 형성하게 된다(이정모, 2001). 그러나 고전적 인지주의의 정보처리모형은 다양한 상황에서 일어나는 학습을 설명하기 어렵고, 두뇌의 실제 기제와 맞지 않는다는 등의 비판에 직면하게 된다(최훈, 1995; 이정모, 2001; Martindale, 1991). 정보처리모형의 한계가 지적되는 한편, 뉴런의 정보처리 기제에 대한 연구 성과 축적, 신경망 모형을 위한 이론적이고 수리적인 도구 발전, 신경망 모형을 위한 학습 규칙의 등장 등은 인지과정을 설명하는 데 있어서 두뇌 은유에 근거한 설명에 대한 관심을 불러일으켰다. 이러한 관심 속에 병렬분산처리 모형의 편람(McClelland & Rumelhart, 1986, Rumelhart & McClelland, 1986)이 출산되면서 인지심리학과 인지과학, 인공지능, 신경과학 등의 분야에서는 연결주의(connectionism)가 강력한 설명 이론으로 급부상하게 되었다(이정모, 2001; Martindale, 1991; McLeod et al., 1998). 연결주의에서는 두뇌의 기제에 근거하여 우리의 인지 과정에서 정보가 처리되는 기제를 병렬적이고 분산 처리되는 과정으로 보고 있다. 또, 개념을 연결망 전체에 분산된 표상으로 보고 점진적이고 시행착오의 과정을 거쳐 연결망에서 연결의 비중이 조정되는 것을 개념 변화로 보고 있

다. 이러한 연결주의의 주장을 수용한다면, 활동 수준에서도 개별적인 활동이 단독으로 제시되거나 계열을 좇아 순차적으로 제시되는 것만으로는 충분한 학습효과를 기대하기 어렵다. 따라서 본 프로그램에서는 다양한 활동을 때로는 계열적으로, 때로는 선택적으로 할 수 있도록 하고 학생이 활동 내 요소 및 활동 사이의 연결을 지어보는 경험을 할 수 있도록 개별적인 활동을 통합적으로 구성하여 다중활동으로 구성하였다.

둘째, 단독적인 개별활동을 단순히 열거하는 것은 개별활동 사이의 상승작용을 가져오기 힘들다.

과학창의력 혹은 창의력 신장을 목적으로 하는 프로그램들 개발과 관련된 연구들은 기존에도 꾸준히 수행되어 왔다(김현재, 1996, 서울특별시교육연구원 1996; 조연순, 1998; 강호감과 조병희, 1992; 강호감 등, 1996a; 강호감 등, 1996b; 조연순 등, 1998; 강호감 등, 1999; 조연순 등, 2000; 조연순과 최경희, 2000; 강호감 등, 2001). 그런데, 기존의 프로그램들은 구성의 특징에 따라 대체적으로 크게 두 가지로 나뉜다. 한 부류는 여러 개의 개별적인 활동을 단선적으로 나열하는 부류이다. 예를 들어, 서울특별시교육연구원(1996)에서 개발한 프로그램의 경우, 총 50개의 프로그램을 개발하였고 학습 지도 안내까지 상세히 제공하고 있다. 하지만, 다양하고 풍부한 활동을 제시함에 있어서 구성의 유기적인 원칙이 보이지 않고, 각 활동과 활동이 어우러지면서 야기되는 상승효과를 기대하기에는 한계가 있을 수 있다. 다른 한 부류는 여러 개의 개별적인 활동을 체계적으로 구성하여 제시하는 부류이다. 예를 들어, 조연순 등(2000)과 조연순과 최경희(2000)의 연구는 단원별로 창의적 문제해결 단계, 학습활동(내용지식), 과정지식, 창의적 사고를 체계적으로 구성하였다. 또, 강호감 등(2001)의 연구에서는 마인드맵, 공통점과 차이점 찾기, 브레인스토밍, 유도된 공상, 확산적 발문, 시각적 표현 등의 다양한 창의활동을 통하여 민감성, 유창성, 유연성 독창성 및 정교성의 창의성을 신장시키고자 하였다. 이러한 유기적 구성의 시도는 각 활동과 활동

이 어우러지면서 야기되는 상승효과를 기대할 수 있다. 예를 들어 김현재(1996)는 홀리스틱 과학학습 지도의 한 유형으로서 브레인스토밍, 네트워킹, 연관짓기, 수평적 사고 등의 다양한 학습 지도 기술을 포함하는 조합형 학습을 제안한 바 있다. 또, 이 학습 지도 유형이 문제 해결이나 과제 완성에서 한 가지 이상의 방법을 사용하는 창조적 문제 해결 전략에 적합하다고 하였다. 따라서 본 연구에서는 김현재(1996), 조연순 등(2000), 조연순과 최경희(2000), 강호감 등(2001)의 연구와 같은 유기적 구성이 개별활동 사이의 상승효과를 가져올 수 있음에 주목하고, 각 개별활동을 특정 소재나 공통된 문제 상황을 중심으로 통합적으로 구성하여 다중활동을 구성하였다.

다중 활동은 일상 소재 중심의 개별활동 몇 개를 다시 특정한 일상생활 소재를 중심으로 유기적으로 엮어 구성하였다. 그리고 엮어진 2~3차시 분량의 다중활동을 하나의 단원으로 하였다. 다중활동은 구성의 유형에 따라 직렬형 다중활동, 병렬형 다중활동, 조합형 다중활동으로 명명하였고, 단원 역시 다중활동의 유형에 따라 직렬형 구성 단원, 병렬형 구성 단원, 조합형 구성 단원으로 명명하였다. 각 유형별 다중활동의 특징은 표 4와 같다.

직렬형 다중활동은 동일한 개념 혹은 내용에 대해 수업목표의 달성을 위해 여러 개의 활동을 계열적으로 구성하는 방법이다. 이때 기초가 되는 활동을 먼저 수행하고, 이미 수행한 활동을 바탕으로 좀더 심화되고 확장된 활동을 이어서 수행하도록 구성하였다. 이 경우 실제 수업에서는 계획에 있는 각 활동을 빠짐없이 순서대로 운영하게 된다. 이러한 구성은 과제 내용을 중시하고, 활동의 계열성이 필수 조건이며, 보다 깊이 있는 경험의 제공을 지향한다. 병렬형 다중활동은 수업목표의 달성을 위해 다양한 활동을 순서 없이 구성하는 방법이다. 각 활동은 어느 한 가지만 선택한다고 해도 다른 것을 하는데 어려움이 없는 활동들이다. 따라서 실제 수업에서는 활동을 선택적으로 수행할 수 있다. 이러한 구성은 학생의 흥미나 적성을 중시하고, 활동의 다양성이 필수 조건이며,

표 4. 다중활동의 세 가지 유형별 특징

다중활동 이름	활동 구성 방법	증시하는 점	필수 조건	지향하는 점
직렬형 다중활동	직렬형	과제 내용	계열성	깊이 있는 경험
병렬형 다중활동	병렬형	학생 흥미(적성)	다양성	풍부한 경험
조합형 다중활동	조합형	문제 해결	조직성(유기성)	조직적인 경험

풍부한 경험을 제공하는 것을 지향한다. 조합형 다중활동은 소재의 특성과 수업 목표를 고려하여 직렬형 구성과 병렬형 구성을 조합하여 구성하는 방법이다. 각 활동은 필요에 따라 일부는 계열적으로 구성되어 있기도 하고 일부 비 계열적으로 구성되어 있기도 하다. 따라서 실제 수업에서는 필수 활동과 선택 활동이 포함되어 있는 형식을 띠게 된다. 이러한 구성은 문제해결을 중시하고, 활동의 유기성이 필수 조건이며, 조직적인 경험의 제공을 지향한다.

3. MAEM-SC 프로그램의 개발 결과

(1) 전체 구성의 개요

본 프로그램은 과학창의력 신장을 위한 6~7학년용 재량활동 프로그램으로 개발되었으며, 총 11개 단위 35개 차시로 구성되어 있다. 직렬형 단원이 5개 단위 18개 차시, 조합형 단원이 5개 단위 17개 차시이다. 표면적으로 볼 때 직렬형 다중활동과 조합형 다중활동으로 구성되어 있지만, 병렬형 다중활동은 조합형 다중활동 속에 포함되어 구성되었다. 또, 교사의 의도에 따라 35개 차시 중 필요한 차시만 재구성할 수 있도록 프로그램을 모듈화 하였다. 조합형 17개 차시는 그러한 재구성의 예를 보여주는 역할을 하기도 한다.

(2) 직렬형 구성 단위

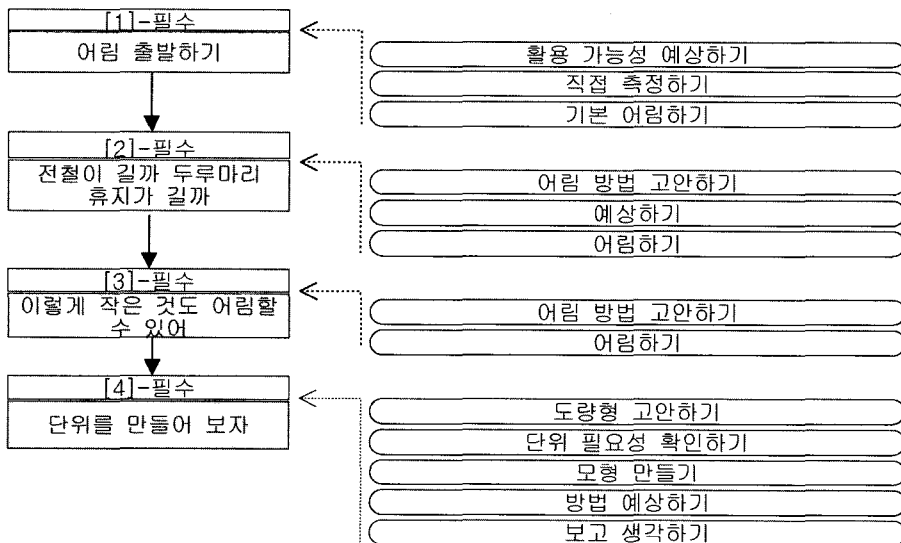


그림 1. 직렬형 구성도(“어렵하기” 단위)

□: 활동지 제목 ○: 활동 이름 →: 차시 진행 순서 --->: 활동 순서

직렬형 다중활동으로 구성된 단원은 『연결짓기』, 『어렵하기』, 『몸물리 활동』, 『창의적 과학 글쓰기』, 『완구 놀이』 등 5개 단위이다. 직렬형 구성 단원은 과제 내용을 중시하고, 활동의 계열성이 필수 조건이며, 보다 깊이 있는 경험의 제공을 지향한다. 예를 들어 『어렵하기』 단원의 경우 그림 1과 같은 구성으로 되어 있다.

이 단원은 일상의 생활 소재로, 길이, 무게 등을 어렵해 보는 과정을 통하여 직접 측정하기 어려운 대상의 길이, 무게 등을 과학적으로 어렵해 보고, 실제 측정값과 비교해 보는 활동을 하는 단위이다. 생활 주변의 여러 가지 물체들의 길이, 질량, 시간 어렵하기, 두루마리 휴지 길이 어렵하기를 통해 전철 길이 어렵하기, 너무 얇아서 어렵하기 어렵거나 부분만 있어서 어렵하기 힘든 물체 어렵하기, 도량형의 역할을 알아보고 실제 단위 만들어 보기 등의 활동을 하게 된다. 이때 학생들은 단순한 직관적인 어렵으로부터, 너무 얇거나 커서 직관으로 어렵하기 어려운 대상들을 단위를 만들어 비교와 추론을 통해 어렵해 보는 과학적인 어렵으로 계열성 있게 활동하게 된다.

(3) 조합형 구성 단위

조합형 다중활동으로 구성된 단원은 『소음이 정말 싫어요!』, 『이전 무게가 얼마일까?』, 『신문을 가져오

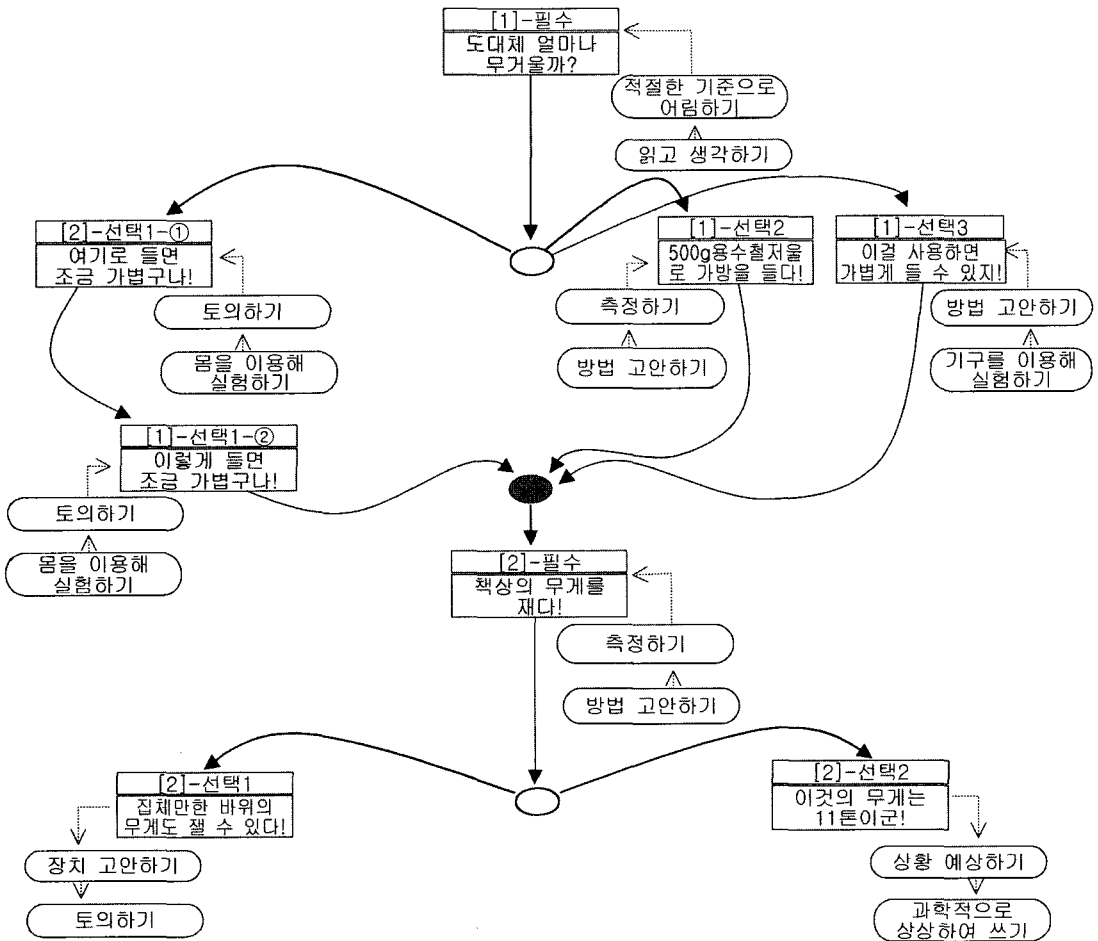


그림 2. 조합형 구성도(“이건 무게가 얼마일까?” 단원)

□: 활동지 제목 ○: 활동 이름 →: 차시 진행 순서 --->: 활동 순서 ○: 선택활동으로 발산하는 지점 ●: 필수 활동으로 수렴하는 지점

세요」, 「눈 두 개, 눈 네 개」, 「미끄러짐의 과학」, 「머리카락의 과학」의 6개 단원이다. 조합형 구성 단원은 문제해결을 중시하고, 활동의 유기성이 필수 조건이며, 조직적인 경험의 제공을 지향한다. 예를 들어 「이건 무게가 얼마일까?」 단원의 경우 그림 2와 같은 구성으로 되어 있다.

이 단원은 일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 무거운 물체를 소재로 하여 물체의 무게를 어렵게 보고 힘의 분산과 지레의 원리 등을 학습하면서, 무거운 물체를 쉽게 들 수 있는 방법과 무거운 물체의 무게를 측정하는 방법을 창안해 보는 단원이다. 학생들의 수준에서 무거운 물체의 무게를 측정하는 것은 물체를 들어 재어 보는 방법이 있다. 무거운 물체를 쉽게 들 수 있다면, 학교 현장에서 사용되고 용수철저울이

나 가정용 접시저울로 무게를 측정하는 것이 가능하다. 무거운 물체를 쉽게 들 수 있는 방법을 고안하기 위해서는 힘을 가장 많이 낼 수 있는 자세와 각종 편리한 도구 속에 숨어 있는 과학적 원리를 이해하고, 이를 바탕으로 과학적으로 타당한 방법이나 장치를 생각할 수 있어야 한다. 또, 문제를 해결했을 때 기대할 수 있는 효과나 또 다른 문제점을 예상할 수 있어야 좀더 세련된 방법이나 장치를 고안할 수 있다. 총 8개의 필수와 선택 활동이 다중으로 구성되어 2개 차시를 구성하고 있다.

4. MAEM-SC 프로그램의 효과 탐색 결과

(1) 문항별 분석 결과

각 학생 집단별로 분석한 문항별 평균 점수와 사

표 5. 각 집단의 문항별 평균 점수와 사전 사후 결과의 t-검증 결과

· 발견 : 적절한 과학적 문제 상황을 발견한 응답 · 연결 : 과학적 문제 상황 해결과 관련된 적절한 과학지식을 연결한 응답
· 고안 : 과학적 문제 해결 방법을 적절하게 고안한 응답 · * $p < .05$, ** $p < .01$

학년	집단	검사시기	1번 문항 평균 점수(SD)		2번 문항 평균 점수(SD)			3번 문항 평균 (SD)	4번 문항 평균 (SD)
			연결	고안	발견	연결	고안		
6	실험반	사전	0.19 (0.46)	0.19 (0.46)	0.76 (0.93)	0.57 (0.90)	0.30 (0.57)	2.88 (1.13)	
		사후	0.27 (0.56)	0.27 (0.56)	1.30 (1.37)	1.16 (1.42)	0.54 (0.56)	3.20 (0.77)	3.14 (0.85)
		p(t)	0.50 (0.82)	0.50 (0.82)	0.05* (1.41)	0.04* (1.47)	0.07 (1.36)	0.15 (1.20)	
	통제반	사전	0.25 (0.44)	0.25 (0.44)	0.63 (1.29)	0.59 (1.27)	0.22 (0.42)	3.18 (0.81)	
		사후	0.31 (0.82)	0.28 (0.81)	0.56 (0.88)	0.50 (0.84)	0.25 (0.44)	3.28 (0.93)	
		p(t)	0.71 (0.62)	0.85 (0.44)	0.82 (0.48)	0.73 (0.59)	0.77 (0.54)	0.65 (0.68)	
7	실험반	사전	0.65 (1.30)	0.65 (1.30)	1.95 (1.63)	1.73 (1.69)	0.81 (0.57)	3.50 (1.03)	
		사후	1.03 (1.19)	1.03 (1.19)	2.08 (1.46)	2.05 (1.49)	0.70 (0.57)	3.54 (0.96)	2.86 (1.06)
		p(t)	0.19 (1.14)	0.19 (1.14)	0.71 (0.61)	0.38 (0.94)	0.42 (0.90)	0.87 (0.40)	
	통제반	사전	0.35 (0.63)	0.35 (0.63)	0.70 (1.27)	0.62 (1.16)	0.14 (0.35)	3.28 (0.79)	
		사후	1.11 (0.88)	1.11 (0.88)	0.73 (0.93)	0.49 (0.80)	0.19 (0.40)	3.38 (0.75)	
		p(t)	0.00** (2.06)	0.00** (2.06)	0.92 (0.32)	0.56 (0.76)	0.53 (0.79)	0.57 (0.76)	

전 사후 결과를 T검증한 결과는 표 5와 같다. 실험반의 경우 전체적으로 사후 검사에서 점수가 다소 상승한 것으로 나타나 본 프로그램이 과학 창의력 신장에 긍정적인 효과를 가져 올 수 있음이 탐색되었다.

7학년 실험반의 경우 역시 전체적으로 사후 검사에서 점수가 다소 상승하였으나 6학년 실험반에 비해 두드러지지 않았다. 문항의 '연결'과 '고안'이 모두 평균 0.6점에서 1.0점으로 상승하였고, 2번 문항의 경우 '발견'이 평균 1.9점에서 2.1점으로, '연결'이 평균 1.7점에서 2.1점으로 상승하였다. 하지만 모두 유의미한 차이는 아니었다. 또, 2번 문항의 '고안'과 3번 문항인 과학적 문제 해결에 집중하는 정도는 상승하지 않았다. 실험반에만 제시되었던 4번 문항에 대한 응답 분석 결과 프로그램에 대한 학생들의 평가는 전체적으로 '보통(2.9)'인 것으로 나타났다. 한편, 통제반의 경우 1번 문항에서 유의미($p < .01$)한 차이가 났는데, 이것은 현장 적용 교사의 사후 검사 상의 실수에 의한 것으로 추정되었다. 연구자들이 확인 한 결과, 7학년의 경우 사후 검사를 실시 도중 학생들에게 "얼음 같은 것을 이용할 수 있지 않을까?"라는 언급을 한 것으로 확인되었다. 교사의 언급이 미친 영향은 응답의 내용 분석을 통해서도 드러났는데, 통제반의 1번 문항 총점 41점 중에 얼음이나 승화 현상에 대한 응답으로 받은 점수가 29점으로 총

점에서 이를 제외하고 나면 12점(평균 0.32점)으로 사전 검사와 거의 비슷한 결과라고 할 수 있다. 결국, 7학년의 1번 문항에 대한 응답 결과는 제시된 하위 시사점을 얻는 데에서는 제외시켰다. 그러나 1번 문항을 고려하지 않더라도 2번 문항에서 실험반의 '발견'과 '연결'에서의 상승폭이 더 큰 것은 MAEM-SC 프로그램이 과학 창의력 신장에 긍정적인 영향을 줄 수 있음을 시사하고 있으나 유의미한 차이는 확인할 수 없었다. 6학년 실험반에 비해서 7학년 실험반의 효과가 두드러지지 않은 것은 현장 적용 시 재구성한 내용과 방법의 차이에 그 원인이 있을 수 있음이 지적되었다. 6학년 실험반은 조합형 다중활동을 중심으로 구성된 반면 7학년은 직렬형 다중활동으로 구성되었다.

이러한 결과는 MAEM-SC 프로그램을 재구성하는 데 있어서 다중활동의 구성적 특성을 유지하는 것이 프로그램의 효과를 배가할 수 있음을 시사하고 있다.

(2) 과학창의력 요소별 분석 결과

학생들의 응답을 과학창의력 요소 별로 분석한 결과는 표 6과 같다. 실험반의 경우 6학년과 7학년 모두 과학창의력 요소별 점수가 프로그램 적용 후 상승하였다. 특히 6학년 실험반의 경우 '발견'과 '연결'에서 유의미($p < .05$)한 차이를 보이며 상승하였다. 이

표 6. 각 집단의 과학창의력 요소별 평균 점수와 사전 사후 결과의 t-검증 결과

· 발견: 적절한 과학적 문제 상황을 발견한 응답 · 연결: 과학적 문제 상황 해결과 관련된 적절한 과학지식을 연결한 응답
· 고안: 과학적 문제 해결 방법을 적절하게 고안한 응답 · 집중: 과학적 문제 해결에 집중하는 정도 · * $p < .05$, ** $p < .01$

학년	집단	검사시기	발견 평균(SD)	연결 평균(SD)	고안 평균(SD)	집중 평균(SD)
6	실험반	사전	0.76 (0.93)	0.76 (1.06)	0.49 (0.80)	2.88 (1.13)
		사후	1.30 (1.37)	1.43 (1.68)	0.81 (0.94)	3.20 (0.77)
		p(t)	0.05* (1.41)	0.04* (1.44)	0.11 (1.26)	0.15 (1.20)
	통제반	사전	0.63 (1.29)	0.84 (1.35)	0.47 (0.72)	3.18 (0.81)
		사후	0.56 (0.88)	0.81 (1.49)	0.53 (1.05)	3.28 (0.93)
		p(t)	0.82 (0.48)	0.93 (0.30)	0.78 (0.53)	0.65 (0.68)
7	실험반	사전	1.95 (1.63)	2.38 (2.03)	1.46 (1.52)	3.50 (1.03)
		사후	2.08 (1.46)	3.08 (1.91)	1.73 (1.47)	3.54 (0.96)
		p(t)	0.71 (0.61)	0.13 (1.24)	0.44 (0.88)	0.87 (0.40)
	통제반	사전	0.70 (1.27)	0.97 (1.28)	0.49 (0.73)	3.28 (0.79)
		사후	0.73 (0.93)	1.59 (1.26)	1.30 (1.02)	3.38 (0.75)
		p(t)	0.92 (0.32)	0.04* (1.45)	0.00** (1.98)	0.57 (0.76)

는 본 프로그램이 과학적 문제 상황 발견과 기존 과학 지식 연결 능력에 긍정적인 영향을 미침을 보여주는 것이라고 하겠다. 주목할 만한 것은 문제 상황 발견과 관련하여 MAEM-SC 프로그램을 수행하면서 경험했던 활동들에 관련된 것을 사후 검사에서 언급한 경우가 9개 있었다는 것이다. 이는 '발견' 전체 응답의 18.8%를 차지하는 것으로 사전 검사의 1개 (3.6%) 보다 크게 늘었다. 구체적으로 응답 내용을 보면, 무거운 물체를 들거나 옮기는 상황이 6개, 안경과 관련된 상황이 2개, 마찰력과 관련된 상황이 1개이었다. 7학년의 경우, 실험반의 '발견'과 '연결'의 상승폭이 유의미한 차이는 아니었지만 비교적 크게 나타났다. 통제반의 '연결'과 '고안'이 유의미한 차이를 보이며 상승한 것으로 나타났으나, 앞서 확인한 사후검사의 교사의 언급으로 인하여 분석에서는 제외하였다.

결국, MAEM-SC 프로그램을 적용했던 집단의 학생들 중 조합형 다중활동을 적용한 6학년학생들은 과학적 문제를 발견하는 능력과 과학적 문제 상황에 관련된 기존 과학 지식을 연결하는 능력이 향상되었다.

IV. 결론 및 제언

MAEM-SC 프로그램이 과학창의력 신장에 미치는 효과를 탐색하기 위해서 프로그램의 일부를 재구성하

여 적용한 결과, 조합형 다중활동 프로그램을 실시한 6학년 실험반에서 과학적 문제를 발견하는 능력과 과학적 문제 상황에 관련된 기존 과학 지식을 연결하는 능력이 향상되었음을 확인할 수 있었다.

이러한 결과는, 적용 분량이나 적용 대상의 한계로 탐색 결과를 일반화하는 데에는 주의가 요구되기는 하나, MAEM-SC 프로그램이 학생들의 과학창의력 신장에 긍정적인 영향을 미쳤음을 보여주고 있다.

결국, 본 연구의 결과는 일상 소재를 중심으로 개별 활동을 통합적으로 구성한 조합형 다중 활동이 학생들의 과학창의력 신장에 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 시사하고 있다. 따라서 학생들이 생활 속에서 과학창의력을 발휘하여 문제를 해결하는 능력의 신장에 긍정적인 효과를 줄 수 있으려면, 일상생활 속에서 과학적 문제 상황 발견, 과학적 문제 상황과 관련된 기존 과학지식 연결, 과학적 문제 해결방법을 고안하는 능력 등을 향상시킬 수 있는 다양한 시도의 프로그램 개발이 필요하며, 특히 백과사전과 같은 나열식 구성이 아니라 학생의 흥미와 능력을 고려하여 다양한 활동을 조직적으로 경험할 수 있는 구성의 프로그램 개발이 이루어질 필요가 있다고 하겠다. 이를 위해서는 과학창의력 각 요소들의 특성화와 상호작용에 대한 좀더 면밀한 연구가 필요하고, 일상 소재 중심의 다중 활동이 어떤 과정과 요인들에 의해 과학창의력 신장에 효과를 주게 되는지에 대한 좀더 체계적인 연구가 계속될 필요가 있다.

국문 요약

본 연구에서는 과학창의력의 신장을 목적으로 하여, 비교적 다양한 활동과 시간 운영이 가능한 재량활동에 사용할 수 있고, 제7차 교육과정에서 취하고 있는 학년제의 특성을 살려 그 대상을 6~7학년을 대상으로 하며, 일상생활에서 소재를 사용하는 다중활동으로 구성된 프로그램(MAEM-SC 프로그램)을 개발하였다. 과학창의력의 주요 요소로서는 과학적 문제 상황을 발견하는 능력, 과학적 문제 상황과 관련된 기존 과학지식을 연결하는 능력, 과학적 문제해결 방법을 고안하는 능력, 과학적 문제해결에 집중하는 능력을 설정하였다. 프로그램의 소재는 우리 몸, 일상생활 도구, 일상 음식, 놀이 및 놀이 기구, 일상생활 일화 등의 일상 소재를 선정하였다. 다중활동이란 여러 가지 종류의 활동을 특정한 의도를 가지고 통합적으로 구성된 활동을 의미하는데, 어렵하기, 몸을 이용한 실험하기, 장치 고안하기, 확률적 사고하기, 개념 연결하기, 창의적 과학 글쓰기 등의 개별활동을 직렬형, 병렬형, 조합형으로 구성하였다. MAEM-SC 프로그램이 과학창의력 신장에 미치는 효과를 탐색하기 위하여 프로그램의 일부를 적용한 결과, 조합형 방법을 사용한 6학년 학생들에게서 과학적 문제 상황을 발견하는 능력과 과학적 문제 상황에 관련된 기존 과학지식을 연결하는 능력의 신장에 긍정적인 영향을 미침이 드러났다.

참고문헌

교육부(1997a). 초·중등 학교 교육과정(교육부 고시 제 1997-15호 별책 1).
 교육부(1997b). 과학과 교육 과정(교육부 고시 제 1997-15호 별책 9).
 교육부(1998). 초등학교 교육과정 해설(I)(교육부 고시 제 1997-15호에 따른).
 교육인적자원부(2001). 재량활동 교육과정 편성·운영의 실제(교육과정 자료 79).
 강호감, 김남일, 하정원(1996a). 창의력 계발을 위한 자연과 학습에서의 마인드 맵의 활용. 한국초등과학교육학회지, 15(2), 293-303.
 강호감, 노석구, 이희순, 홍석인, 최선영, 원용준, 하정원, 김지선(1999). 창의력 계발을 위한 자연과 교수·학습 자료 개발 -1. 창의력 교육의 실태 조사 -. 한국과학교육학회지, 19(4), 542-559.
 강호감, 노석구, 이희순, 홍석인, 최선영, 원용준, 하정원, 김지선(2001). 창의력 계발을 위한 자연과 교수·학습

자료 개발 -2. 개발과 적용 -. 한국과학교육학회지, 21(1), 89-101.
 강호감, 조병희(1992). 국민학교 아동의 인지양식부식과 창의력 개발을 위한 효율적인 교수전략에 관한 연구. 한국초등과학교육학회지, 11(2), 111-121.
 강호감, 하정원, 김남일(1996b). 개념도 작성을 통한 학습활동이 자연과 학업성취도와 창의력에 미치는 영향 -초등학교 5학년을 중심으로 -. 한국초등과학교육학회지, 15(2), 191-206.
 김만희, 김범기(2002). 현대 과학교육의 동향과 시스템사교 패러다임의 비교 연구. 한국과학교육학회지, 22(1), 64-75.
 김현재(1996). 생태학적 관점의 열린 교실에서 홀리스틱 과학 학습 지도 탐색. 한국초등과학교육학회지, 15(2), 171-189.
 노태희, 전경문, 한인옥, 김창민(1996). 학생의 인지발달 수준과 문제의 상황에 따른 화학문제해결 행동 비교. 한국과학교육학회지, 16(4), 389-400.
 백성혜, 김효남, 조부경(2000). 유아, 초등, 중등 과학교육과정의 연계성 분석을 위한 도구 개발. 한국과학교육학회지, 20(2), 262-273.
 서울특별시교육연구원(1996). 미래를 여는 창의성 교육. 교단지원96-24. 서울특별시교육연구원.
 신동희, 노국향(2002). 우리나라 학생들의 과학적 소양 성취도. 한국과학교육학회지, 22(1), 76-92.
 신지은, 한기순, 정현철, 박병건, 최승언(2002). 과학 영재 학생과 일반 학생은 창의성에서 어떻게 다른가? - 서울대학교 과학영재교육센터 학생들을 중심으로 -. 한국과학교육학회지, 22(1), 158-175.
 이명제(1996). 과학 교수학습에 관련된 '맥락'의 성격. 한국과학교육학회지, 26(4), 441-450.
 이정모(2001). 인지심리학. 이카넷: 서울
 이창훈(1993). 자연(과학)의 특성, 사고력 교육의 이론과 실제. 서울특별시 교육연구원.
 조연순, 성진숙, 체계숙, 구성혜(2000). 창의적 문제 해결력 신장을 위한 초등과학교육과정 개발 및 적용. 한국과학교육학회지, 20(2), 307-328.
 조연순, 최경희(2000). 창의적 문제 해결력 신장을 위한 중학교 과학 교육과정 개발. 한국과학교육학회지, 20(2), 329-343.
 조연순, 최경희, 서예원(1998). 창의적 문제 해결력 신장을 위한 과학 교육과정 개발 연구 -주제 중심의 초등과학교육과정 내용-구성 -. 한국과학교육학회지, 18(4), 527-537.
 최훈(1995). 중국어 방 속의 대화: 설, 계산주의자, 연결주의자. 철학연구, 36집, 229-254.
 한국교육개발원(1997). 창의력 신장을 돕는 중학교 과학과 학습 평가 방법 연구. 연구보고 CR 97-10-2. 서울: 한국교육개발원.
 홍미영, 박윤배(1995). 문제의 특성에 따른 대학생들의 화학 문제해결 과정의 차이 분석. 한국과학교육학회지, 15(1), 80-91.
 Dewey, J. (1910). *How we think*. Health: Boston, MA.
 Driver, R. (1988). *Restructuring the science curriculum*:

- some implications of studies on learning for curriculum development. In D. Layton (Ed.) *Innovations in Science and Technology Education (Vol. II)*. Unesco, 59-84.
- Guilford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5, 444-454.
- Han, K. S. (2000). Creativity in young children: Implications of problem-finding and the real-world divergent thinking test. *The Journal of Korean Education*, 28, 121-141.
- Han, K. S. & Marvin, C. (2002). Multiple creativities?: Investigating domain-specific of creativity in young children. *Gifted Child Quarterly*, 46(2), 98-108.
- Isaksen, S. G. and Treffinger, D. J. (1985). *Creative problem solving: The basic course*. Brearly Limited: NY.
- Longbottom, J. E. and Butler, P. H. (1999). Why teach science? Setting rational goals for science education. *Science Education*, 83(4), 473-492.
- Martindale, C. (1991). *Cognitive psychology: A neural-network approach*. 신현정 역(1994) 인지심리학-신경회로망적 접근-. 교육과학사: 서울.
- McClelland, J. L. & Rumelhart, D. E. (Eds.) (1986). *Parallel distributed processing: Exploration in the microstructure of cognition*, Vol. 2. MIT Press: Cambridge, MA.
- McLeod, P., Plunkett, K. & Rolls, E. T. (1998). *Introduction to connectionist modelling of cognitive process*. Oxford University Press: Oxford, New York.
- Osborn, A. F. (1953). *Applied imagination*. Scribner's: NY.
- Rumelhart, D. E. & McClelland, J. L. (Eds.) (1986). *Parallel distributed processing: Exploration in the microstructure of cognition*, Vol. 1. MIT Press: Cambridge, MA.
- Song, J. and Black, J. (1991). The effects of task contexts on pupils' performance in science process skills. *International Journal of Science Education*, 13(1), 49-58.
- Torrance, E. P. (1961). *Guiding creative talent*. Prentice-Hall: Englewood Cliffs, NJ.
- Wallas, G. (1970). The art of thought, In P. E. Vernon (Ed.), *Creativity*. Penguin Books: New York.