

## 수준별 화학실험 프로그램의 개발 및 적용이 중학생들의 과학 탐구능력과 태도에 미치는 효과

장낙한<sup>†</sup> · 유태홍 · 류해일<sup>\*</sup>

공주대학교 화학교육과

<sup>†</sup>공주대학교 과학교육연구소

(2004. 7. 6 접수)

### Developing and Validating An Adaptive Level Program in Chemical Experiment on Scientific Inquiry Skills and Science Attitude of Middle School Students

Nak Han Jang<sup>†</sup>, Tae-Hung Yu, and Haiil Ryu<sup>\*</sup>

Department of Chemistry Education, Kongju National University, Chungnam 314-701, Korea

<sup>†</sup>Institute of Science Education, Kongju National University, Chungnam 314-701, Korea

(Received July 6, 2004)

**요 약.** 수준별 화학 실험 교수학습 프로그램을 적용한 수업이 중학생들의 과학 성취도에 미치는 효과를 알아보기 위해 7차 교육과정의 중학교 과학과 화학영역에 대한 교수학습 프로그램 개발 및 이를 적용한 후 과학 탐구능력과 과학태도 변화에 대한 연구를 하였다. 연구결과에 의하면, 적용 효과를 알아보기 위하여 실험 반과 통제반의 사전 검사 점수를 고려한 공변량분석(ANCOVA) 결과는 통계적으로 의미 있는 차이( $p < 0.05$ )를 보였고, 따라서 수준별 화학 실험 교수학습 모형은 과학 탐구능력 신장에 효과적인 것으로 나타났다. 또한 수준별 화학 실험 교수학습 프로그램의 과학 태도 변화에 대한 적용 효과를 알아보기 위한 공변량분석(ANCOVA) 결과는 통계적으로 의미 있는 차이( $p < 0.05$ )를 보였으며, 따라서 수준별 화학 실험 교수학습 모형이 과학 태도 신장에 효과적인 것으로 나타났다. 이상과 같은 연구 결과로 볼 때, 제7차 교육과정에서 강조하는 수준별 화학 실험 교수학습 프로그램의 현장 적용은 과학 태도와 탐구능력 신장에 매우 유용한 것으로 해석할 수 있다.

**주제어:** 수준별 화학실험 프로그램, 탐구능력, 과학 태도

**ABSTRACT.** On this study, the adaptive level teaching & learning program in chemical experiment was developed and applied to research the effect on scientific inquiry achievement of middle school students on the basis of analyzing the chemistry part of the science textbook in the 7th curriculum. According to the result of ANCOVA, there was significant differences ( $p < 0.05$ ) between the experimental group and the control group and the adaptive level teaching & learning program in chemical experiment was effective to foster the science process skills. ANCOVA was also a significant difference ( $p < 0.05$ ) between the experimental group and the control group to investigate on the purpose of recognizing the application effect about the change of the scientific aptitude using the adaptive level teaching & learning program in chemical experiment. Accordingly, it was considered that the adaptive level teaching & learning program in chemical experiment proved effective to foster science process skills and scientific aptitude.

**Keywords:** Adaptive Level Program in Chemical Experiment, Scientific Inquiry Skills, Science Attitude

## 서 론

현대의 과학 교육은 과학의 기본 개념과 아울러, 논리적 사고와 창의성 개발을 위해 학생들 스스로 자연을 탐구할 수 있도록 하는 일련의 탐구 과정을 중요시하고 있다. 그런데 현재 우리 과학교육 여건은 다인수 학습이라는 제약과 입시 준비 교육의 풍토, 그리고 과중한 업무 부담 등 만만치 않은 장애 요인으로 인하여 실제적인 과학 탐구교육이 이루어지지 못하는 것을 부인할 수 없는 현실이다. 그러나 새롭게 시작된 제7차 교육 과정의 특징은 학생 중심 교육 과정이며, 이는 학생의 능력, 적성, 진로를 고려하여 교육 내용과 방법을 다양화하는 것이다. 이를 위해서 교육의 양과 수준을 적정화하고 심도 있는 학습이 이루어지도록 하는 수준별 교육 과정을 도입하며, 교육청과 학교, 교원, 학생, 학부모가 함께 실현해 나가도록 되어 있다.

따라서 제7차 교육 과정 중 과학과 심화·보충형 수준별 교육 과정을 정착시키고 교육의 질을 향상시키기 위해서는 과학교육학자와 과학교육자의 부단한 노력이 필수적이다. 그러한 노력 중에는 학업 성취 목표의 수준별 상세화, 적절한 평가 방안, 새로운 교수·학습 자료의 개발 등 이론적인 측면 뿐만 아니라 학생의 학업 성취와 교육적 요구를 시의 적절하게 파악하여 부응하는 실제적인 측면이 함께 수반되어야 한다. 현재 주로 이용되고 있는 화학실험 프로그램에서는 학생들은 단지 제시된 실험 방법대로 기구 조작만 하면 되고, 과학적 사고를 수반하는 탐구활동은 별로 요구되지 않으며, 화학실험이 학생들에게 흥미 있는 활동이라는 인식을 주지 못할 뿐만 아니라, 과학적 태도와 탐구능력의 신장에도 기여하지 못하고 있다.

한중하<sup>1)</sup>에 의하면 과학적 사고, 즉 형식적 사고 유형의 발달은 문제 사태에서 지적인 갈등과 자율적 조절 기능에 의하여 이루어지는 데 구체적 사고 유형의 아이에게 실험 활동을 통한 심한 갈등을 주어 문제해결의 훈련을 시키므로 해서 내면적인 지적 변형과정으로 인한 새로운 사고 유형이 발달하게 되고 이때 새 사고 유형은 보다 높은 지적 수준을 의미한다고 하여 실험을 통한 사고발달을 시사해 주고 있다. 또한, 최병순<sup>2)</sup>은 탐구학습에서는 학생들 스스로 기구를 다루며 구체적 경험을 하게 되므로 탐구하는 과정에서 동화, 조절 과정과 평형화 과정을 경험할 수 있으

며 실험설계, 가설설정, 자료분석, 추리, 결론유도 등 형식적 사고의 신장을 도울 수 있는 과정도 경험할 수 있다고 하였다.

따라서 탐구실험 교육의 주요 목표는 아직 형식적 조작기에 이르지 못한 중학생들에게 탐구학습을 통해 탐구기능을 체득할 수 있는 기회를 제공함으로써 형식적 조작기에 이를 수 있도록 도와주는 것이며 또한 학생들 스스로 탐구활동에 참여할 수 있는 기회를 열어주도록 함으로써 학생들에게 과학 하는 방법과 사고과정을 배우는 것, 즉 과학적 탐구능력을 신장시키는 것이다. 과학적 탐구 능력의 습득이 많은 과학 학습 프로그램에서 강조되고 있는 이유도 바로 과학적 탐구과정을 통해서 과학적 사고를 신장시킬 수 있을 뿐만 아니라, 과학적 지식을 획득하게 되고, 또 그를 통해서 과학적 태도를 기를 수 있기 때문이다<sup>3)</sup>. 그 결과, 탐구능력이 신장된 학생들은 어떤 새로운 문제에 부딪혔을 때, 탐구적 방법에 의해 스스로 문제를 해결할 수 있을 것이다. 따라서 나열식의 전통적인 실험에서 탈피하여 학생 스스로 과학적 탐구방법에 의해서 문제를 해결할 수 있도록 단계적인 수준별 탐구실험 프로그램의 개발이 요구된다. 수준별 학습 교육과정은 학습자의 학습능력 수준과 요구 등에 대응하는 차별적이고 선택적인 교육의 기회를 제공하고 학습자의 학습 능력과 교육 내용 사이에 상승효과가 극대화 할 수 있는 학습자 중심의 프로그램이기 때문에 학생의 잠재능력과 창의력이 함양될 수 있는 다양한 프로그램을 개발할 필요성이 있다. 이런 프로그램은 학습자의 능력별 개인차가 고려된 수업이 가능하도록 함으로써 학습자 개인의 학업 성취의 잠재적 가능성을 효율적으로 구현하고 학습자의 능력별 뿐 아니라 흥미, 관심 등의 예비 단계적 사고에 대한 개인차까지 고려되는 장점이 있다고 생각된다.<sup>5)</sup>

본 연구에서는 중학교 1학년 학생들을 대상으로 제7차 교육 과정에서 제시하고 있는 수준별 교육 과정에 따른 '물질의 상태 변화' 단원에 대한 탐구실험 프로그램을 개발하고 이들 실험 활동이 학생들의 과학 탐구능력 신장과 과학탐구 태도에 대한 긍정적인 효과를 줄 수 있는지를 조사하였다.

## 연구 방법

**연구 대상.** 전통적인 화학과 교수·학습 프로그램

(통제반)과 7차 교육과정에 근거한 수준별 화학 실험 교수·학습 프로그램(실험반)을 적용하기 위해 대도시 중학교 1학년 남아 혼성 2개 학급을 무작위로 추출하였으며, 전체 표집의 크기는 78명(실험반: 40명, 통제반: 38명)이었다.

**연구 절차.** 본 연구는 7차 과학과 교육과정에 근거하여 개발된 중학교 과학과 화학영역의 교수·학습 프로그램의 적용이 과학 탐구능력과 과학적 태도에 미치는 영향을 정성적·정량적 방법으로 연구하기 위하여 전체적으로 연구 계획의 수립, 연구의 실행 및 자료 종합·분석의 3단계로 진행되었다. 연구 계획 단계에서는 프로그램 개발을 위한 주제 탐색과 탐구 능력, 과학적 태도 검사를 위한 문헌조사 및 검사 도구를 개발하였으며 또 프로그램 개발과 성취도 검사를 위한 문체 분석을 하였다. 연구 실행 단계에서는 교수·학습 모형 설정, 탐구능력과 과학적 태도에 대한 사전·사후 검사를 실행하였고 또한 화학 실험 프로그램의 개발 및 적용을 하였다. 마지막으로 자료 종합분석 단계에서는 통계적 검증 및 자료 분석을 통하여 연구의 효과에 대한 검증을 하였다.

**과학과 교육과정 화학 영역 분석 및 실험 주제 선정.** 제7차 과학과 교육과정에 의해 개발된 7학년 과학 교과서 중에서 화학 영역에 해당하는 단원의 실험 주제별 특성을 분석하였다. ‘물질의 상태 변화’ 단원은 공통 필수인 요오드와 에탄올의 부피 변화 과정을 탐구 과정 1, 2 단계의 주제로 선정하였고 상태와 부피변화를 보충학습 단계, 그리고 상태변화 과정의 실험을 심화학습 단계의 주제로 선정하였다. 주제별 선정 특성은 탐구단계에서 기화, 승화, 액화, 응고 및 용해의 개념을 이해할 수 있는 주제를 선정하였으며 보충단계에서는 열 이동과 관련된 가열과 냉각에 따른 상태변화와 부피의 관계를 이해할 수 있는 주제를 선정하였다. 또한 심화단계에서는 상태변화 동안에 분자의 배열에 따른 부피와 질량의 개념을 이해할 수 있는

주제를 선정하였다. 본 연구에서 개발 및 적용한 수준별 화학 실험 교수학습 프로그램의 주제별 특성을 제시하면 다음 Table 1과 같다.

**교수·학습 모형 및 프로그램 개발 절차.** 7차 과학과 교육과정에 의해 개발된 7학년 과학 교과서의 화학 영역 실험 주제에서 추구하고자 하는 교수·학습 목표를 분석하고, 선행연구 결과를 토대로 각각의 과학과 교수·학습 모형에서 추구하는 목표들을 비교 분석하여 본 연구에 가장 적합한 6단계 수준별 화학 실험 교수학습 모형을 구안하였다. 실험주제에 대한 수준별 실험 프로그램은 탐구활동 1, 2, 보충학습(탐구활동 3) 및 심화학습(탐구활동 4)의 4단계 탐구활동으로 구성되어 있으며, 각 수준별 단계의 분석 결과를 토대로 6단계로 구성된 중학교 1학년 수준별 화학 실험 프로그램을 개발하였다.

프로그램 개발에는 중학교에 재직 중인 화학 교사 3명의 공동 사고 과정을 거쳐 개발하였으며 각 단계마다 내용 타당도를 점검 받았으며, 타당도가 약한 부분이나 목표 달성에 부적절한 부분들은 목표 달성에 최적이 될 때까지 수정보완하는 작업을 계속하여 완성하였다.

**평가도구의 선정.** 본 연구에서 개발한 수준별 화학 실험 교수·학습 프로그램의 적용 효과를 알아보기 위해 검사 전·후의 과학 탐구능력과 과학적 태도의 변화 정도를 측정하기 위하여 과학 탐구능력 평가도구와 과학적 태도 검사 도구를 사용하였다.

과학 탐구능력 평가도구는 선행 연구<sup>6,7</sup>에서 보고된 Dillashaw와 Okey<sup>8</sup>가 SAPA에서 제시한 중등학생들의 통합적 탐구능력을 측정하기 위하여 개발한 4지선다형 36문항으로 구성된 TIPS(Test of Integrated Science Process Skills)를 이용하였다. 이 검사도구의 변별도 지수는 0.40, 난이도 지수는 53%, 전체의 신뢰도(Cronbach a)는 0.87이었으며 또한 하위요소인 가설설정, 그래프화, 독립변인, 변인통제, 상관관계, 실험설계 및 종속변

Table 1. The properties of chemistry experiment topics developed and applied by this study.

Major unit	Experimental topics	Related chemical concepts
The state change of matter	How does Iodine take state change process?	Vaporization, Liquefaction,
	How does volume and mass change during changing of state in ethanol?	Solidification, Fusion, Sublimation
	Knowing relationship between state change and volume of the matter	Heat Energy (Heating, Cooling)
	Experimenting state change of the matter using dry ice	Molecular Arrangement (Mass, Volume)

인에 대해 각각 0.82, 0.79, 0.87, 0.91, 0.88, 0.83 및 0.85의 신뢰도를 보였다. 아울러 독해수준(test readability)은 9.20이었으며 또 4명의 내용 전문가에 의한 타당도는 95%, 정답의 객관도는 97%로서 타당도와 신뢰도가 높게 나타났다.

과학적 태도 검사도구는 이범홍과 김영민<sup>9</sup>, 김주훈과 이양락<sup>10</sup>, Fraser<sup>11</sup>가 개발한 기존 검사 도구를 수정·보완하여 김한호<sup>12</sup>가 완성한 총 40문항으로 구성된 과학적 태도 검사 도구를 이용하였다. 이 검사지는 4가지 하위범주(과학에 대한 태도, 과학의 사회적 의미, 과학 교과에 대한 태도, 과학적 태도)로 구성되어 있으며, 전체 검사의 신뢰도(Cronbach  $\alpha$ )는 0.89이었다. 또한 각 하위범주에 대한 신뢰도(Cronbach  $\alpha$ )는 과학에 대한 태도, 과학의 사회적 의미, 과학 교과에 대한 태도 및 과학적 태도에 대해 각각 0.83, 0.91, 0.87 및 0.89이었다. 본 연구에 투입된 검사지와 개발한 수준별 화학 실험 교수학습 프로그램의 상관계수는 탐구능력 검사에서 0.83이었으며 과학적 태도 검사에서는 0.78로 비교적 높은 상관성을 보여 주었다.

**교수·학습 프로그램 적용 및 효과 분석.** 본 연구에서 개발 완성된 4단계의 수준별 화학 실험 교수·학습 프로그램을 실험 집단에 6개월간 적용하였다. 실험반 학생들은 기본적으로 탐구활동 1과 2의 학습 프로그램을 수행하고 난후 문답식 질의응답 및 단답형 평가의 이해 수준에 따라 상·중·하의 세 집단으로 나누었다. 하위집단은 다시 한번 더 탐구활동 1, 2의 과정을 복습한 뒤 보충학습의 실험 프로그램을 수행하였으며 중위집단은 곧바로 보충학습 한 뒤 심화학습을 수행하였다. 그리고 상위집단은 보충학습 없이 심화학습만을 수행하였다. 실험반은 본 연구자가 직접 지도하였으며, 동일한 주제를 학습한 비교 집단은 전통적인 암기식(rote learning) 수업으로 동료 교사에 의해 진행되었다.

본 연구에서 개발된 수준별 화학 실험 교수학습 프로그램의 적용 효과를 검증하기 위하여 통제집단과 실험집단에 과학 탐구능력 평가도구와 과학적 태도 검사지를 프로그램을 적용하기 전과 적용한 후에 각각 투입하였다.

학생들이 반응한 원자료(raw data)를 SPSS 통계 프로그램을 이용하여 과학 탐구능력과 과학적 태도의 변화 정도 및 하위요소들의 변화 정도 추정에 사전검사 점수를 고려한 공변량분석(ANCOVA)을 하였다.<sup>13</sup>

## 연구 결과 및 논의

본 연구는 7차 과학과 교육과정을 근거로 개발한 중학교 화학과 교수·학습 프로그램을 적용하였을 때, 교육 목표 중에서 과학 탐구능력 영역과 정의적 영역인 과학 태도 영역의 변화 정도를 정량적으로 추정하는 연구로 그 결과는 다음과 같다.

### 수준별 화학 실험 교수·학습 프로그램 개발

프로그램 개발에는 Borg<sup>14</sup>가 제시한 R&D 방법을 준용하였으며 개발된 수준별 화학 실험 교수·프로그램은 다음과 같은 절차에 의해서 개발되었다. 과학과 교수학습 모형과 7차 교육과정에 의해 개발된 중학교 과학 교과서의 화학 영역 실험 주제들에 대한 분석 결과를 종합하여 미리 토의하기→준비하기→실험하기→결과 기록하기→결과 분석하기→결론 이끌어내기 등의 6단계로 구성된 프로그램 모형을 선정하였다. 본 연구에서 개발된 화학 실험 교수·학습 프로그램은 수준별로 탐구활동1과 2, 탐구활동3(보충학습), 탐구활동4(심화학습)의 4단계 탐구활동으로 구성되어 있으며, 탐구활동 1과 2는 6단계로, 보충학습과 심화학습은 결과 기록 및 분석, 결론 대신에 토의하기에서 결론 도출 및 의견을 제시할 수 있도록 하는 4단계로 구성되어 있다. 이와 같이 보충학습과 심화학습에서 2단계를 줄인 이유는 수준별 탐구활동을 통해 학생들의 통합적 사고를 유도할 수 있도록 프로그램의 유연성을 가질 수 있게 하려는 의도였다. 개발한 프로그램은 화학 교사 및 교육전문가 3명의 내용 타당도를 점검 받았으며, 이를 실험집단에 적용하여 학생들의 긍정적인 반응을 얻었다. 개발된 수준별 화학 실험 교수학습 프로그램의 한 예는 다음과 같다(Fig. 1).

따라서 탐구활동 1과 2는 공통적으로 도달해야 할 목표이며, 목표도달에 미흡한 학생들은 보충학습을 통해 목표에 도달하게 되며, 목표달성을 초과한 학생들은 심화학습을 통해 더 높은 목표에 도달하도록 하는 수준별 교육과정의 정신을 반영한 것으로 해석할 수 있다.

### 수준별 화학 실험 교수·학습 프로그램의 적용 효과

수준별 화학실험 프로그램의 현장 적용에 대한 효과를 과학 탐구능력 목표와 과학적 태도 목표 측면으로 분석하였는데, 실험반과 통제반의 사전 검사 점수

### Major Unit : The State Change of Matter

#### Inquiry Activity-1

Experimental Topics : How does iodine take state change process?

#### Pre-discussing

A student broke the bottle of iodine to prepare iodine solution for starch-iodine reaction experiment in science class. Teacher told student to sweep up together broken glass and iodine into beaker and said, "Is there the method only to select pure iodine in this case? What is the method indeed?"

#### Preparing

Iodine mixed with Sand, Beaker, Alcohol Lamp  
Ice, Evaporating Dish, Iron Net, Tripod

#### Experimenting

- ① Put Iodine mixed with Sand in beaker.
- ② Put Ice beaker on iron net over tripod and evaporating dish holding ice in it (See the right figure).
- ③ Heat slowly the beaker with alcohol lamp and observe the change of beaker content and bottom surface of evaporating dish.



#### Recording

For the above figure of experimenting instrument, draw the change of beaker content and bottom surface of evaporating dish with color pencils.

#### Analyzing

- ① What is the matter remaining in beaker? And, what is the matter remained on the bottom surface of evaporating dish?
- ② What state is iodine remained in the middle of beaker?

#### Concluding

How does the state of iodine change in the beaker?

Fig. 1. Example of one of adaptive level program in chemical experiment.

를 고려하여 공변량분석(ANCOVA)을 실시하였다.  
**과학 탐구능력 변화 효과**  
 과학 탐구능력 검사에 사용된 도구는 총 36문항이

며 7개의 하위 요소들(가설설정, 그래프화, 독립변인 확인, 상관관계 결정, 실험설계, 종속변인, 변인통제)로 구성되어 있으며 통제반과 실험반에 대한 사전후

Table 2. Mean scores and standard deviations of scientific inquiry skills.

Scientific inquiry skills test	Total score	Control (N=38)				Experimental (N=40)			
		Pre-test		Post-test		Pre-test		Post-test	
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Total variables of test	36	21.76	4.09	22.03	4.13	22.50	5.23	25.92	4.63
Assumption proposal	9	6.92	0.63	7.14	0.65	6.90	0.75	7.50	0.68
Graphing	3	1.87	0.86	1.98	0.80	2.00	0.78	2.38	0.71
Independent variable	7	4.36	0.81	4.61	0.85	4.66	0.79	5.55	0.74
Variable control	3	2.20	0.82	2.18	0.78	2.19	0.77	2.34	0.79
Relationship	3	1.78	0.90	1.89	0.82	2.10	0.80	2.37	0.73
Experimental design	3	1.98	0.80	2.01	0.75	2.09	0.75	2.59	0.69
Dependent variable	8	4.75	0.33	5.04	0.91	5.61	0.83	6.33	0.76

Table 3. ANCOVA results for changes of scientific inquiry skills.

Source	SS	df	MS	F	p
Between	21.40	1	21.40		
Within	89.30	38	2.35	16.25	0.00*
Sum	110.7	39			

\*p&lt;0.05

검사의 평균 및 표준편차는 Table 2에 제시하였다. 수준별 화학 실험 교수·학습 프로그램의 적용 효과를 알아보기 위해 실험반과 통제반 학생들의 과학 탐구 능력에 대한 사전 검사 점수를 고려한 공변량 분석(ANCOVA)으로 비교하였다(Table 3). 분석 결과에 의하면, 수준별 화학 실험 교수학습 프로그램의 적용은 통제반에 비해 실험반의 탐구능력 점수에 통계적으로 의미 있는 차이(p<0.05)를 보였으며, 따

라서 수준별 화학 실험 프로그램이 학생들의 탐구력 향상에 기여한다고 할 수 있다. 또한 7차 교육과정에서 도입하고 있는 수준별 화학 실험 교수학습 모형은 학생들의 과학 탐구능력 신장에 효과적일 것으로 기대할 수 있다.

또한, 수준별 화학 실험 교수·학습 프로그램에 의한 과학 탐구능력의 하위 요소의 변화 효과를 분석하였다(Table 4). 이 결과의 의하면, 학생들에게 수준별 화학 실험 교수·학습 프로그램의 적용의 효과가 가설설정 능력과 변인통제 능력에는 통계적의 유의미한 차이가 나타나지 않았으나, 그래프로 표현하는 능력, 독립변인 확인능력, 상관관계 결정능력, 실험설계 능력, 종속변인 확인능력에서는 집단간에 통계적으로 유의미한 차이를 발견할 수 있었다.

Table 4. ANCOVA results for changes of scientific inquiry skills component.

Factor	Source	SS	df	MS	F	p
Assumption proposal	Between	3.85	1	3.85	0.71	0.33
	Within	20.90	38	0.55		
Graphing	Between	13.94	1	13.94	18.17	0.00*
	Within	394.06	38	10.37		
Independent variable	Between	9.90	1	9.90	6.23	0.01*
	Within	234.46	38	6.17		
Variable control	Between	3.78	1	3.78	1.86	0.27
	Within	90.82	38	2.39		
Relationship	Between	12.25	1	12.25	7.95	0.008*
	Within	435.10	38	11.45		
Experimental design	Between	41.72	1	41.72	27.18	0.00*
	Within	695.40	38	18.30		
Dependent variable	Between	21.37	1	21.37	15.17	0.00*
	Within	412.30	38	10.85		

\*p&lt;0.05

이러한 통계적 검증 결과는 본 연구에서 개발한 수준별 화학 실험 교수·학습 프로그램이 학생들의 전체적인 과학 탐구능력 신장에 유효한 것으로 해석할 수 있으나, 부분적으로 가설설정 능력이나 변인통제 능력과 같은 하위 요소의 신장에는 미약한 것으로 해석할 수 있다. 이는 본 연구에서 개발한 수준별 화학 실험 교수·학습 프로그램이 그래프로 표현하는 능력, 독립변인 확인능력, 상관관계 결정능력, 실험 설계 능력, 종속변인 확인능력 등의 하위 요소들의 성분을 포함하고 있기에 이 프로그램의 적용으로 이들 능력이 향상된 것으로 해석할 수 있으나 가설 설정이나 변인 통제 같은 하위 요소에 대해서는 본 프로그램이 이들 능력을 반영하는 성분이 미약하여 프로그램 적용 후에도 별 효과가 없는 것으로 해석할 수 있다. 따라서 실제적으로 전 학생들을 대상으로 수준별 화학 실험 교수·학습 프로그램을 적용할 때 토의하기 단계에서 가설 설정에 대한 예를 주고 토의하거나 또 실험하기 단계에서 변인 통제에 대한 과정을 기술하는 등 하위 요소들에 대한 보완적인 활동을 첨가하는 것이 보다 효과적이며 또한 7차 교과과정에 의한 수준별 교수·학습 프로그램에 대한 단계별 효과에 대한 세분화된 연구가 필요할 것으로 생각된다.

#### 과학 태도 변화 효과

과학 태도 검사 도구는 총 40문항(5단계 리커트)이며, 4가지 하위 범주(과학에 대한 태도, 과학의 사회적 의미, 과학 교과에 대한 태도, 과학적 태도)로 구성되어 있으며 통제반과 실험반에 대한 사전후 검사의 평균 및 표준편차는 Table 5에 제시하였다.

다음의 Table 6은 실험반과 통제반 학생들의 과학 태도에 대해 사전 검사 점수를 고려한 공변량 분석(ANCOVA)한 결과이다. 표에 제시된 바와 같이 수준별 화학 실험 프로그램 적용은 통제반에 비해 실험반의 점수에서 통계적으로 의미 있는 차이( $p < 0.05$ )

Table 6. ANCOVA results for changes of scientific attitude.

Source	SS	df	MS	F	p
Between	70.55	1	70.55		
Within	531.37	38	13.98	11.36	0.00*
Sum	601.92	39			

\* $p < 0.05$

를 보였으며, 따라서 본 연구에서 개발된 수준별 화학 실험 교수·학습 프로그램의 적용이 전체적으로 학생들의 과학 태도 신장에 효과적임을 보여주고 있다.

수준별 화학 실험 교수·학습 프로그램의 적용이 학생들에게 과학적 태도의 4가지 하위 범주(과학에 대한 태도, 과학의 사회적 의미, 과학 교과에 대한 태도, 과학적 태도)에 미치는 영향을 알아보았다(Table 7). 이 결과에 의하면, 본 연구에서 개발한 수준별 화학 실험 교수·학습 프로그램의 적용 효과는 4가지 하위 범주 중 과학에 대한 태도를 제외하고, 과학의 사회적 의미, 과학 교과에 대한 태도, 과학적 태도 영역 신장에 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 따라서 수준별 화학 실험 교수·학습 프로그램은 학생들의 과학 태도변화에 효과적인 것으로 추정할 수 있으며, 7차 교육과정에서 도입하는 수준별 교수·학습 프로그램이 학생들에 과학에 대한 흥미와 긍정적인 태도를 줄 수 있을 것으로 생각된다. 연구 결과 과학에 대한 태도에 대해 효과가 미미한 것은 태도의 변화는 단기적으로 일어나는 것이 아니기 때문에 장기적인 적용이 필요할 것으로 생각된다. 그리고 수준별 화학 실험 교수·학습 프로그램이 학생들에게 과학 전반적인 태도에 영향이 미치는 것이 아니라 과학 활동에 영향을 더 크게 준다고 생각되며, 또 이러한 부분적인 효과는 수업 소재, 교사의 수업 운영 등에서 비롯된 것으로 볼 수 있다.

Table 5. Mean scores and standard deviations of scientific attitude.

Scientific attitude test	Total score	Control (N=38)				Experimental (N=40)			
		Pre-test		Post-test		Pre-test		Post-test	
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Total variables of test	200	134.36	20.03	135.21	17.08	138.08	21.02	148.30	16.68
Attitude to science	50	34.13	6.33	34.49	5.21	35.00	4.98	36.27	5.12
Social role of science	50	34.50	6.88	35.10	6.21	35.30	5.95	38.83	5.66
Attitude to science subject	50	32.71	5.68	33.10	5.78	33.34	7.80	38.10	5.40
Scientific attitude	50	33.02	5.31	33.58	5.11	34.01	6.09	36.73	4.55

Table 7. ANCOVA results for changes of scientific attitude component.

Factor	Source	SS	df	MS	F	p
Attitude to science	Between	0.13	1	0.13	0.76	0.73
	Within	54.34	38	1.43		
Social role of science	Between	12.48	1	12.48	6.47	0.01*
	Within	207.86	38	5.47		
Attitude to science subject	Between	36.45	1	36.45	27.18	0.00*
	Within	529.72	38	13.94		
Scientific attitude	Between	11.27	1	11.27	6.13	0.01*
	Within	191.14	38	5.03		

\*p&lt;0.05

### 학생의 수준에 따른 과학 탐구능력과 과학 태도 변화 효과

학생들의 학습 수준에 대한 수준별 화학 실험 교수·학습 프로그램의 과학 탐구능력과 과학 태도 변화에 대한 적용 효과를 알아보기 위하여 실험반과 통제반을 각각 교수·학습 모형 설정, 탐구능력과 과학적 태도에 대한 사전검사의 결과에 따라 상·중·하위집단으로 나누고 학생들의 수준을 고려한 이원 공변량 분석(Two-way ANCOVA)에 의해 성취도 변화를 비교분석하였다(Table 8).

공변량 분석 결과에 의하면 처치 방법과 학생의 수준에 따른 수준별 화학 실험 교수·학습 프로그램이 과학 탐구능력과 과학 태도 변화에 대해 긍정적으로 영향을 주는 것으로 나타났으나 이들의 상호작용 효과는 나타나지 않았다. 즉 실험반 학생들의 수준에 따른 과학탐구 능력과 과학 태도는 수준별 화학 실험 교수·학습 프로그램을 적용하지 않고 전통적인 수업을 한 통제반 학생들보다 더 향상된 것으로 나타났으며, 따라서 본 연구에서 개발한 교수·학습 프로그램이 학생의 탐구 수준을 고려한 적용에 효과적이라고

해석할 수 있다. 그러나 본 연구에서는 과학 탐구능력과 과학 태도 변화에 대한 상호 작용이 나타나지 않았기 때문에 각 수준별 집단에 대한 화학 실험 교수·학습 프로그램 적용 효과가 있다고 할 수 없으나 선행연구에 의하면 수준별 교수·학습 프로그램의 적용은 중위집단과 하위집단의 학생들에게 큰 영향을 줄 수 있는 것으로 보고하였다.<sup>15</sup>

### 결론 및 제언

과학교육을 통해 달성해야 할 목표는 크게 인지적 영역, 정의적 영역, 과학 탐구능력 영역으로 구분되며, 이 세 영역이 균형 있게 신장될 때 바람직한 과학교육의 성과라고 볼 수 있으며, 각각의 영역 달성에 적절한 교수·학습 모형에 근거한 교수학습 프로그램의 개발과 적용에 관한 연구가 필요한 실정이다. 본 연구에서는 7차 과학과 교육과정의 중학교 1학년 과학 교과를 구성하는 화학 영역의 실험 주제를 중심으로 성취 목표를 분석한 다음, 그에 적합한 수준별 화학 실험 교수·학습 프로그램을 R&D 과정을 통해 개발

Table 8. Two-way ANCOVA results for changes of scientific inquiry skills and scientific attitude according to achievement levels of students.

	SS	df	MS	F	p
Scientific Inquiry Skills					
Treatment	36.85	1	36.85	15.75	0.00*
Level	77.26	2	38.63	18.24	0.00*
Treatment×Level	14.24	2	7.12	0.67	0.25
Scientific Attitude					
Treatment	34.93	1	34.93	20.44	0.00*
Level	87.76	2	43.88	6.82	0.01*
Treatment×Level	44.05	2	22.02	1.78	0.18

\*p&lt;0.05

한 다음 현장 적용 효과를 알아보려고 하였다. 본 연구에서는 프로그램 개발 과정의 타당성에 대한 정성적 분석과 적용 효과에 대한 정량적 분석을 함께 사용한 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 중학교 1학년 과학과 화학 영역 중 하나의 실험 주제에 대한 수준별 화학 실험 교수·학습 프로그램을 개발하였다. 주제별로 탐구활동1과 2, 탐구활동3(보충학습), 탐구활동4(심화학습)의 4단계 탐구활동으로 구성되어 있으며, 탐구활동 1과 2는 미리 토의하기→준비하기→실험하기→결과 기록하기→결과 분석하기결론 이끌어내기의 6단계로 구성되었으나 보충학습과 심화학습은 학생들의 통합적 사고를 유도하기 위해 미리 토의하기→준비하기→실험하기→토의하기의 4단계로 구성되어 있다.

둘째, 수준별 화학 실험 교수·학습 프로그램의 과학 탐구능력 변화에 대한 적용 효과를 알아보기 위하여 실험반과 통제반의 사전 검사 점수를 고려한 공변량 분석(ANCOVA) 결과에 통계적으로 의미 있는 차이( $p < 0.05$ )를 보이고 있으며, 따라서 수준별 화학 실험 교수·학습 모형은 과학 탐구능력 신장에 효과적인 것으로 나타났다.

셋째, 수준별 화학 실험 교수·학습 프로그램의 과학 태도 변화에 대한 적용 효과를 알아보기 위하여 실험반과 통제반의 사전 검사 점수를 고려한 공변량 분석(ANCOVA) 결과 통계적으로 의미 있는 차이( $p < 0.05$ )를 보이고 있어, 수준별 화학 실험 교수·학습 모형은 과학 태도 신장에 효과적인 것으로 나타났다. 이상과 같은 연구 결과로 볼 때 수준별 화학 실험 교수·학습 프로그램의 현장 적용은 과학 태도와 탐구능력 신장에 매우 유용한 것으로 해석할 수 있다.

넷째, 학생들의 학습 수준에 대한 수준별 화학 실험 교수·학습 프로그램의 과학 탐구능력과 과학 태도 변화에 대한 적용 효과를 알아보기 위하여 공변량 분석에 의해 성취도 변화를 비교·분석한 결과에 의하면 이들의 상호 작용 효과가 나타나지 않아 학생들의 수준별 집단에 대한 효과가 있다고 할 수 없었다. 그러나 선행연구<sup>15)</sup>에 의하면 학생들의 수준이 낮을수록 수준별 교수·학습 프로그램의 효과가 높은 것으로 보고된 것으로 보아 수준별 화학 실험 교수·학습 프로그램이 학생들에게 수준에 맞는 프로그램이 제공됨으로써 학생들이 자신감을 가지고 학습에 임할 수 있다고 생각할 수 있다.

따라서 본 연구의 결과를 바탕으로 보다 효율적인 연구를 위하여 다음과 같은 제언을 하고자 한다. 첫째, 본 연구의 절차와 방법을 근거로 한 다양한 수준별 화학 실험 교수·학습 프로그램을 개발하여야 한다. 둘째, 프로그램의 타당성 검증 방법에 대한 정량적 연구가 필요하다. 셋째, 과학 교과를 구성하는 전 영역의 실험 주제들에 대한 수준별 실험 교수·학습 프로그램 개발이 필요하다고 생각한다. 넷째, 수준별 학습 프로그램의 탐구요소들이 평가도구의 요소와 연관성이 있게 개발되었는지에 대한 분석이 필요하다. 마지막으로 교육 현장에서 교사들이 수준별 학습 프로그램에 대한 개발과 적용을 할 수 있도록 이에 대한 연수가 필요하다고 생각한다.

## 인 용 문 헌

1. 한중하. *과학과 교육론*. 갑을출판사: 서울, 1998, p.244.
2. 최병순. *화학교육*, 1988, 14, 30.
3. 권용주. *STS 프로그램이 중학생들의 과학에 관련된 태도에 미치는 영향*, 한국교원대학교 대학원 석사학위논문, 1993.
4. 허 명. *한국과학교육학회지*, 1991, 10, 1.
5. 한국교육과정평가원. *과학과 수준별 교육 과정 적용 방안과 교수·학습 자료개발 연구*, 1998.
6. 권재술; 김범기. *한국과학교육학회지*, 1994, 14, 251.
7. 이항로. *고등학생의 탐구능력 측정을 위한 평가도구 개발-지구과학 소재를 중심으로*, 한국교원대학교 석사학위 논문, 1991.
8. Dillashaw, G. H.; Okey, J. R. *Sci. Educ.* 1980, 4, 601.
9. 이범홍, 김영민. *과학과 수업과정 모형 및 평가 방법 개선 연구*. 국민학교 자연과를 중심으로, 연구보고 RP 83-7. 한국교육개발원, 1983.
10. 김주훈, 이양락. *국민학교 자연과 평가의 원리와 실제*. 한국교육개발원, 1984.
11. Fraser, B. J. *Test of science-related attitudes: Handbook*. Australian Council for Educational Research: Macquarie University, 1981.
12. 김한호. *과학수업모형의 이론적 분석과 현장 적용 연구*, 한국교원대학교 대학원 박사학위 논문, 1995.
13. 김정환. *행동과학 연구를 위한 통계학*. 한국교육개발원, 1996.
14. Borg, W. R.; Gall, M. D. *Educational Research ; An Introduction*, 4th Ed.; Longman, Inc.: New York, NY, 1983.
15. 박성익, 이희연, 최성희. *교육과정연구*, 2002, 20, 227-252.