

# HASA 프로그램이 학생들의 과학적 태도 및 과학 지식, 과학 탐구 능력에 미치는 효과\*

홍준의 · 한문정 · 정지숙 · 최정훈 · 신영준

(한성과학고등학교) · (숙명여자고등학교) · (성수초등학교) · (한양대학교) · (경인교육대학교)

## The Effect of HASA Program on the Science Related Attitudes, Science Knowledge and Scientific Inquiry Skills

Hong, Jun-Euy · Han, Moon-Jeong · Chung, Ji-Suk ·

Choi, Jung-Hoon · Shin, Young-Joon

(Hansung Science High School) · (Sookmyung Girls' High School) · (Sungsoo Elementary School) ·

(Hanyang University) · (Gyeongin National University of Education)

### ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate science related attitudes, scientific knowledge, and scientific inquiry skills of middle school students when HASA(3H-hand, head, heart-at Science Activity) programs were applied to them. The HASA program is a program developed as an alternative to the current educational system. There are some basic principles for developing this program; it should be fun or of interest to students; it should be a manual activity that students can do with their own hands; it should be found in everyday life; and it's final goal is to improve scientific attitudes. The learning program consists of a series of 10 activities (10 periods). One hundred and sixty-two middle school students (7th graders) participated in the study and were divided into three groups. The HASA group (N=58) was exposed to the HASA program and the Lecture group (N=59) was exposed to the expository method of learning scientific knowledge, and the Lab group (N=45) was exposed to the experiment through textbooks. The results were as follows: 1) the HASA group was marginally higher than others but with no significant difference in science related attitudes; 2) the Lecture group had a significantly greater level of achievement in science knowledge; 3) There was no difference in the improvement of scientific inquiry skills.

**Key words** : HASA program, science related attitudes, science knowledge, scientific inquiry skills

### I. 서 론

포괄적인 의미로서 과학의 본성은 과학적 개념 체계, 과학적 탐구 방법, 사회와의 유기성을 포함한다. 1980년대 이후 과학 교육계에서는 과학적 소양 (scientific literacy)의 함양을 강조해오고 있다. '모든 이를 위한 과학(science for all)' 등으로 표현되는 일

련의 흐름이 현재에도 여전히 계속 나타나고 있으며 앞으로도 나타날 것이다. 이러한 과학 교육의 경향은 학생 모두를 과학자로 양성하는 것이 아니라 장차 과학을 전공하지 않을 많은 대다수의 학생들에게 일상 생활에서 야기될 수 있는 과학과 관련된 문제에 대한 해결 능력을 고양시켜줄 필요성과 어느 정도 맥을 같이 한다고 볼 수 있다. 그러나 현

\* 이 논문은 한국학술진흥재단 지원에 의해 수행되었습니다(과제번호 R14-2003-040-01001-0)

2006.4.27(접수), 2006.5.16(1심 통과), 2006.5.27(최종 통과)

E-mail: Jun0572@chol.com(홍준의)

실적으로 학교 현장을 보면 학생들은 점차 과학에 대해 흥미를 잃어가고, 과학을 점차 어려운 과목으로 인식하는 경향이 많아지고 있는 것이 현실이다(김효남 등, 1998; 박승재 등, 2003). 특히, TIMSS나 PISA와 같은 국제간 비교에서 우리나라 학생들의 과학 학습에 대한 자신감이나 흥미와 같은 정의적 영역에서 하위권에 머문다는 것은 문제가 아닐 수 없다(Mullis et al., 2000; OECD, 2001).

사실 이러한 진단은 어제 오늘의 문제는 아니다. 다양한 방법의 개선 노력들이 있어 왔으며, 특히 제 7차 교육 과정의 과학에서는 학생 중심의 다양한 탐구 활동을 통해 개선시키고자 하는 노력을 기울이고 있다(교육부, 1998). 또한 학교 현장에서도 과학 놀이 활동이나 체험 활동을 통해서(김용권 등, 2004; 김은진과 임채성, 2003; 김재근 등, 2004; 김현재와 정은주, 1985), 실생활 소재를 이용하여(김수경과 김중복, 2005), 그리고 과학 연극이나 이동 과학 교실 등을 이용하여(나지연과 장병기, 2005; 황성원 등, 2005) 나름대로 노력을 기울이고 있다.

이처럼 다양한 방식들이 시도되고 학생의 선택과 자율성을 강조하는 7차 교육 과정이 실시되고 있는 현재에도 여전히 교사 중심의 전통적 수업이 주류를 이루고 있고, 과학 교육의 세계적 흐름에 부응하고 있지 못한 측면이 많다. 과학 교사들이 탐구 실험 중심의 과학 교육을 실행하기에는 과도한 수업 시수, 다인수 학급 등 몇 가지 난제가 있지만 교사만이 수업 준비가 되고 학생들은 일방적으로 듣기만 했던 전통적인 방식의 교과서 내용과는 달리 학생 활동 중심의 수업을 진행시켜 학생이 스스로 체험하고 개념과 원리를 이해하고 과학에 대한 흥미를 갖도록 하는 것이 시급한 문제이다.

과학과 과학 지식에 관해 귀로 듣거나(ears-on science; hearing science), 몇 가지 모형이나 표본을 보거나 교사의 시범을 보는 방식(eyes-on science; seeing science)은 과학의 본성을 제대로 이해하고 습득한 과학 지식·기능을 활용하여 문제를 효과적으로 해결하는 데 별로 기여하지 못한다는 사실이 반복적으로 밝혀졌다(송진웅과 조숙경, 2004). 이에 대한 대안적 접근법으로 학생들이 과학을 직접 경험해 보게 하는 방식(hands-on science; doing

science)이 도입되었으나, 이 역시 학교에서 교과서를 통해 경험하는 이러한 활동들이 본질적으로 요리책을 보고 요리하는 것과 크게 다르지 않아 학생들의 과학 능력 향상에 별로 도움이 되지 않은 것으로 실망을 안겨주었다(Bell et al., 2003; Germann et al., 1996).

과학 교육 연구 분야에서는 이에 대한 반성으로, 학생들이 자연물이나 자연 현상으로부터 의문점을 찾아내고 그 의문점을 해결하기 위한 방안을 직접 모색하며, 나타난 결과의 의미를 생각하여 심층적으로 이해하는 접근법(heads-on, hearts-on, minds-on science; thinking science)이 제안되었다(송진웅과 조숙경, 2004). 그러나 국가 중심의 교육 과정을 모두 이수해야 하는 학교내의 교실이나 과학실 수업에서는 이러한 활동이 제한적으로 이루어질 수밖에 없다. 따라서 규모와 수준은 다르더라도 교육 과정과 정확하게 일치하지 않더라도 실제 과학자가 하는 것과 비슷한 방식의 실제적 과학(authentic science) 접근법을 적용한 프로그램의 도입이 절실히 요구되고 있다고 볼 수 있다.

이상의 점들을 고려하여 과학에 대한 흥미와 관심을 증진시키기 위해 실생활과 관련된 체험 중심의, 그리고 즐거운 과학 학습을 위한 과학 활동 프로그램을 개발하는 것이 필요하다. 이에 본 연구에서는 학생들의 과학 개념과 과학 태도에 긍정적으로 영향을 미칠 수 있는 ‘학생들의 조작적 활동 위주이면서 일상에서 쉽게 접할 수 있는 재료를 이용한 과학 활동 프로그램(이하 HASA 프로그램<sup>1)</sup>)’을 개발하고, 이를 적용한 후 효과를 탐색하는 것을 목적으로 하였다.

## II. 연구 방법

전체적인 연구 과정은 그림 1과 같이, HASA 프로그램 개발 원칙을 설정한 다음 그에 맞춰 압력과 부피의 관계, 부력과 부피와의 관계 등에 대한 내용을 담은 활동을 개발하고(부록 2), 이것을 적용한 후 프로그램에 대한 평가를 하는 것이 주된 과정이다. 이 과정에서 학생들의 과학적 태도, 과학 지식, 탐구 능력을 분석하려 했다.

1) HASA program은 3H at Science Activity의 약어로 3H는 Hands(조작적 탐구의 상징어-관찰, 조작, 체험), Head(지식의 상징어-추론, 창의적 발상), Heart(태도의 상징어-호기심, 관심 유발)를 의미함.

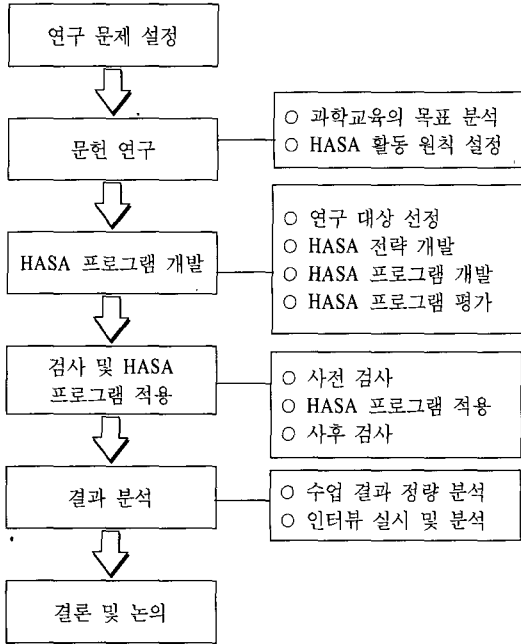


그림 1. 연구 절차.

### 1. HASA 프로그램 개발 과정

HASA 프로그램은 '수공적 기능이 강조된 활동을 통해, 과학교육의 기본 목표인 과학적 태도, 탐구 기능, 과학적 지식의 향상'이라는 HASA 활동 목표를 설정했고, 그에 따른 개발 원칙을 설정하여 개발하였다(그림 2). 즉, HASA 프로그램은 과학에 대한 관심과 흥미를 통해 과학에 대한 긍정적인 생각을 갖도록 하며, 이를 바탕으로 과학적 탐구 기능과 과학적 지식의 향상을 추구하도록 하는 전략을 가지고 있다.

HASA 프로그램에서는 저학년 혹은 초보적인 단계는 손으로 조작하는 활동 즉, 관찰, 조작, 체험 중심의 활동을 주로 구성하고, 고학년 혹은 심화 단계는 머리로 생각하는 활동 즉, 추론, 창의적 발상 등의 활동이 중심이 되는 프로그램을 개발하였다.

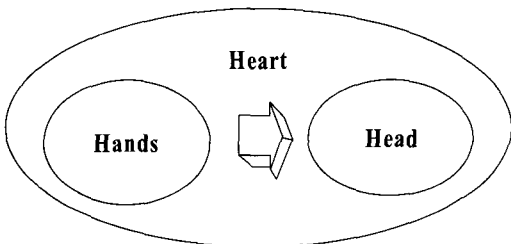


그림 2. HASA 프로그램의 지향점.

또한, HASA 프로그램은 과학에 대한 호기심과 흥미를 유발하여 과학에 대한 지속적인 관심을 갖도록 하였다. 이러한 개발 원칙을 바탕으로 개발된 HASA 프로그램의 전체적인 목표는 표 1과 같이 수공적 기능을 바탕으로 탐구와 지식, 그리고 과학적 태도 향상을 도모하고 있다.

수업에 적용한 HASA 프로그램은 본 연구진이 개발한 'HASA 프로그램 점검틀(부록1)'을 이용하여 목표 설정을 명료화 했고, 목표에 따른 과정, 학생들에 대한 질문의 적절성, 제시된 참고 자료의 과학적 적합성, 현장 적용 가능성 등을 분석하여 80% 이상의 높은 점수를 받을 수 있도록 수정을 한 후 현장에 투입되었다. 'HASA 프로그램 점검틀'은 문헌 조사를 통하여 개발한 후, 안면 타당도를 구하고 예비 검사를 실시하여 수정 보완하였다. 타당도 검사 결과는 0.88로 나타났다. 수정 보완을 위하여 과학 교육 박사 학위를 가진 고등학교 교사 3명이 연구 검토 작업을 수행했다. 본 연구에 투입된 4개의 프로그램은 몇 차례의 수정 과정을 거친 후 'HASA 프로그램 점검틀'로 점검한 결과, 5점 만점에 평균 4.175의 높은 점수를 나타냈다.

### 2. HASA 프로그램의 효과 탐색 방법

학생들의 조작적 활동 위주이면서 일상에서 쉽게 접할 수 있는 재료를 이용한 과학 활동 프로그램인 HASA 프로그램은 학생들의 과학적 태도의 함양과 탐구 능력 및 과학적 지식을 향상시키기 위한 목적으로 개발된 것이다. 따라서 HASA 프로그램 수업, 실험 수업, 강의 수업에 따른 차이를 보고자 하였다.

이를 위해 서울 S 여자중학교 1학년 여학생 162명을 선정하였으며, 이들 학생들의 특기 적성 시간을 활용하여 연구를 진행하였다<sup>2)</sup>. 이들 연구 대상에게는 동일한 주제를 가지고 각각 10차시씩 HASA

표 1. 수공적 기능(hands operated skills)이 강조된 과학 활동(HASA)의 목표

	수공적 기능 (hands operated skill)	⇒	탐구 (hands)	지식 (head)	태도 (heart)
I	해보기	⇒	단순	사실	호기심
II	만들기	⇒	복합	개념	즐거움
III	응용		창의	원리 및 법칙	열정

프로그램 수업을 적용한 집단(58명), 종래의 교과서 중심의 실험 수업을 적용한 집단(45명), 강의식 수업만을 적용한 집단(59명)으로 각각 나누어 수업을 실시하였다. 수업 내용은 압력과 부피의 관계, 부력과 부피와의 관계 등에 대한 것이었다.

HASA 프로그램의 효과를 알아보기 위해서 과학적 태도, 과학 지식, 탐구 능력에 대해 사전 사후 검사를 실시하였다. 과학 지식 검사는 본 연구진이 개발한 문항을 사용하였는데 5지 선다형 15문항으로 구성되어 있으며 내적 신뢰도는 0.83이었다. 과학탐구 능력 검사는 권재술과 김범기(1994)가 개발한 검사지를 사용하였는데 내적 신뢰도가 0.79로 나타났다. 과학 태도 검사지는 김효남 등(1998)이 개발한 것을 이용하였으며 내적 신뢰도는 0.78이었다. 정량적 통계 분석은 SPSSWIN 12.0을 사용하였다. 과학적 태도, 과학 지식, 탐구 능력 검사는 각각의 사전 검사 점수를 공변인으로 하였다. 집단 사이의 동변량성과 회귀 계수의 동질성 검사를 실시하여 공변량 분석의 기본 가정이 만족되는지 확인하였다.

정량적 분석이 이루어진 후에 정성적 분석을 위해 심층 면담을 실시하였다. 면담은 3집단의 학생 중에서 사전 검사와 사후 검사를 비교하여 탐구 능력, 과학적 지식, 과학적 태도 검사 결과 큰 변화를 나타낸 학생 2명씩을 추출하여 실시하였다. 면담에서 이루어진 질문은 활동의 어떤 측면이 재미있었는가? 어떤 지식을 이해하는데 도움이 되었는가? 탐구 활동 중 기억에 남는 활동은 무엇인가?에 대해 질문이 이루어졌다.

를 알아보기 위하여 HASA 프로그램 수업, 실험 수업, 강의 수업에 따른 차이를 분석하였다.

### 1. 수업 방식에 따른 학생들의 과학적 태도

수업 방식에 따른 학생들의 과학적 태도의 평균은 표 2와 같다.

HASA 프로그램 적용 집단의 과학적 태도의 평균 점수가 가장 높게 나타났다. HASA 프로그램을 적용한 수업이 실험 수업, 강의 수업과 비교하여 학생들의 과학적 태도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 사전 검사를 공변량으로 처리하여 공변량 분석(ANCOVA)을 실시하였다. 통계 분석 결과는 표 3과 같다.

HASA 프로그램 적용 수업이 실험과 강의 수업 집단에 비해 과학적 태도가 다소 향상된 것은 사실이나 공변량 분석 결과에 따르면 HASA 프로그램, 실험, 강의 수업 집단 사이에는  $p=.295$ 로 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 과학 시간에서의 탐구 활동, 과학 실험 시간에서의 활동, 학교 내에서의 활동 그리고 학교 밖에서의 활동이 많은 학생들의 과학 태도를 향상시켰다고 하는 선행 연구(Blosser, 1984; Coble & Kobbala, 1996), 또한 실생활 중심의 소재를 활용한 탐구 활동이 과학적 태도의 향상에 효과적이라는 연구(김수경과 김중복, 2005) 결과와 정확히 일치하지 않지만 같은 맥락이라고 볼 수 있다.

### 2. 수업 방식에 따른 학생들의 과학 지식

## Ⅲ. 연구 결과 및 논의

본 연구에서는 학생들의 조작적 활동을 위주한 HASA 프로그램이 학생들의 과학적 태도, 탐구 능력 및 과학적 지식에 어느 정도의 효과가 있는지

표 3. 과학적 태도에 대한 공변량 분석

Source	SS	df	MS	F	p
주효과	205.715	2	102.857	1.232	.295
합계	751527.000	162			

표 2. 수업 방식에 따른 과학적 태도 검사 결과

구 분	HASA(N=58)			실험(N=45)			강의(N=59)		
	평균	표준 편차	교정 평균	평균	표준 편차	교정 평균	평균	표준 편차	교정 평균
과학적 태도	68.97	8.72	68.96	66.24	10.23	66.27	67.02	8.57	67.00

2) 본 프로그램의 콘텐츠는 초등학교 교육 과정을 모두 마친 학생들이 수행 가능하도록 구성된 것으로 프로그램의 내용에 따라서는 초등학교 대상으로 적용할 수 있다. 본 연구에서는 모든 프로그램의 효과를 효율적으로 파악하고자 초등학교를 막 졸업한 7학년 학생들을 대상으로 적용하였다.

수업 방식에 따른 학생들의 과학 지식의 평균은 표 4와 같다.

과학 지식 검사 결과를 보면 강의 수업 적용 집단의 평균이 다른 집단에 비해 높게 나타났다. HASA 프로그램을 적용한 수업이 실험 수업, 강의 수업과 비교하여 학생들의 과학 지식에 미치는 영향을 알아보기 위하여 사전 검사에서의 차이를 보정하기 위하여 사전 검사를 공변량으로 처리하고 공변량 분석을 실시한 결과는 표 5와 같다.

공변량 분석 결과에 따르면 HASA 프로그램, 실험, 강의 수업 집단 사이에는  $p < .000$ 으로 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 강의식 수업이 학생들의 과학 지식 획득에 효과적이라는 연구 결과는 많다. 이 연구에서도 강의 수업 집단의 과학 지식은 HASA 프로그램, 실험 집단보다 더 높게 나타나고 있다. 이러한 이유는 강의식 집단의 경우 과학 지식에 초점을 맞추어 수업을 하였고, 검사 도구가 과학 지식 위주로 되어 있기 때문에 나타난 것이라고 할 수 있다. 이것은 과학교육의 목표가 지식 습득이 목표라면 강의를 위주로 하는 수업 방식이 적합하다고 해석할 수 있다.

### 3. 수업 방식에 따른 학생들의 과학 탐구 능력

수업 방식에 따른 학생들의 과학 탐구 능력의 평균은 표 6과 같다.

강의 수업 적용 집단의 탐구 능력이 가장 높고, 다음으로 실험 집단이 높게 나타난 반면 HASA 프로그램 적용 집단의 평균은 낮게 나타났다. 세 수

업 방식이 학생들의 과학 탐구 능력에 미치는 영향을 알아보기 위하여 사전 검사를 공변량으로 하여 공변량 분석을 실시한 결과는 표 7과 같다.

공변량 분석 결과에 따르면 HASA 프로그램, 실험, 강의 수업 집단 사이에는  $p = .713$ 으로 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 실생활 소재를 이용한 과학 탐구 활동 프로그램을 개발하여 적용했을 때 과학 탐구 능력에 있어 효과적이라는 김수경과 김중복(2005)의 연구 결과와 다른 결과를 보이고 있다. 그렇지만 HASA 프로그램을 사용해도 다른 프로그램에 비해 과학 탐구 능력이 크게 미진할 수도 있다는 우려를 불식시켜줄 수 있다고 해석할 수 있다.

### 4. 수업 방식별 심층 면담 결과

사전-사후에 과학 태도, 과학 지식, 탐구 능력에서 큰 차이가 있는 학생들을 대상으로한 인터뷰 결과에서 강의식 수업을 받은 학생들은 수업이 무미 건조하다고 반응한데 비해, 학생들이 직접 활동을 한 실험 수업과 HASA 프로그램 수업, 특히 HASA 프로그램 수업을 받은 학생들은 점수의 상향 혹은 하향에 관계없이 모두 활동을 통해 매우 좋은 기억을 가지는 것으로 나타났다.

“탐구공이 원래 튀어야 하는데 간단한 실험 하나로 튀지 않아서 신기했다.”

“궁금했던 사실을 실험으로 배워서 쉽게 이해할 수 있어서 재미있었다.”

표 5. 과학 지식에 대한 공변량 분석

Source	SS	df	MS	F	p
주효과	487.307	2	243.654	15.771	.000
합계	14667.000	162			

표 7. 과학 탐구 능력에 대한 공변량 분석

Source	SS	df	MS	F	p
주효과	14.385	2	7.193	.339	.713
합계	42150.500	162			

표 4. 수업 방식에 따른 과학 지식 검사 결과

구 분	HASA(N=58)			실험(N=45)			강의(N=59)		
	평균	표준 편차	교정 평균	평균	표준 편차	교정 평균	평균	표준 편차	교정 평균
과학지식	7.36	3.90	7.36	7.00	4.23	6.99	10.80	4.26	10.80

표 6. 수업 방식에 따른 과학 탐구 능력 검사 결과

구 분	HASA(N=58)			실험(N=45)			강의(N=59)		
	평균	표준편차	교정평균	평균	표준편차	교정평균	평균	표준편차	교정평균
과학 지식	14.60	5.38	14.93	15.30	4.95	15.30	15.96	5.07	15.64

“일상에서도 쉽게 체험할 수 있는 실험이어서 좋았다.”

“아무래도 실험으로 직접 해보고 다음에 선생님의 설명을 들어서 이해도 더 잘 된 것 같습니다.”

“전에 TV에서 한 번 봤었는데 직접 해보니까 더 신기했어요.”

“직접 활동을 할 수 있어서 교과서를 보고 공부하는 것보다 더 재미있고, 즐거웠다. 수업이 끝나고 듣는 선생님의 설명이 좋았다.”

“아이들과 함께 신기한 실험도 하고 맛있는 것을 나누어 먹어서 재미있었다.”

“마시멜로우, 젤리 등에 직접 압력을 변화시켜 부풀어 오르게 하는 활동을 통해 몰랐던 과학적 사실을 알게 되어 좋았고, 신기했다.”

HASA 프로그램을 수행한 학생 중 과학적 태도가 향상된 학생들은 직접 실험을 하고, 평소에 하지 못하던 신기한 실험, 주위에서 볼 수 있는 소재를 활용한 것이 흥미를 유발하고 기억에 남는다는 답변이 주를 이루었다. 이에 비해 교과서에 제시된 실험 수업을 받은 학생들의 수업 내용에 대한 평가는

“손으로 만드는 실험을 하는 것이 재미있었어요.”

“피스톤 실험이 왜지 신기했다.”

“종이를 찢어서 버티게 하는 것은 너무 재미있었다.”

“꾸미고, 만들고, 실험해 보고, 결과를 보고 직접할 수 있어서 좋았어요.”

이러한 반응은 HASA 프로그램에서의 반응과 약간의 차이를 보이는데, 실험이 신기하거나 흥미를 유발할 만한 것은 아니어서 재미없었다고 말하지만, 자신들이 직접 조작하는 활동을 한 것이 흥미를 유발했음을 보여주고 있다. 이에 비해 강의 수업을 받은 학생들은 사전 사후 검사의 향상 혹은 하락에 관계없이 수업 내용에 대해서 다음과 같이 평가하고 있었다.

“만드는 것과 같은 활동 혹은 실험이 없고 너무 문제만 풀어서 재미없었다.”

“수업 시간이 지루하고 무슨 말인지 잘 모르겠다.”

“실험을 하지 않아서 재미없었다.”

실험이 없어 개념을 다루는 문제 풀이 중심의 수업이 재미가 없고 지루했으며, 단지 간단하고, 쉬운

문제를 풀었을 때 재미를 느꼈다고 말하고 있다. 또한 수업 진행하는 교사가 친절하게 문제를 풀어서 보일의 법칙, 샤를의 법칙 등을 이해하는데 도움이 되었다고 했다.

HASA 프로그램을 적용한 학생들의 인터뷰 결과 중 탐구 활동에 대한 반응을 보면 교과서에 제시된 실험 수업이 이루어진 집단과 마찬가지로 탐구 활동 중에서 관찰이 가장 재미있고 좋았으며, 자료 해석, 결론 도출 등이 가장 어려웠다고 설명하고 있다.

특이할만한 것으로 탐구 활동의 내용 중에서 다음과 같은 학생들의 평가이다.

“관찰 활동이 가장 기억에 남고 유익했어요.”

“측정, 자료해석, 결론도출이 어려워요.”

“예상을 하고 맞추었을 때 재미있었어요.”

“실험하면서 관찰하면 변화를 알 수 있어서 재미있었어요.”

이러한 평가는 수업 방식에 관계없이 대부분의 학생들에게서 나타났는데, 공통적으로 관찰 활동에 대해 매우 친근하며, 재미있게 생각하고 있었으나, 실험 결과를 분석하고 종합하여 결론을 내리는 것을 어려워하고 있음을 알 수 있었다. 이것은 신기한 대상에 대한 간단한 탐구 활동은 흥미를 유발하고 있으나 복잡하게 상관관계를 해석하거나 의미를 부여해야 하는 분석, 종합, 결론 도출에 대해서는 매우 불편해하고 흥미를 이끌어내지 못하는 것으로 해석할 수 있다.

#### IV. 결론 및 제언

이상의 검사 결과와 연구 결과를 종합해 보면 수업 방식에 따라 과학적 태도, 과학 탐구 능력에 있어서 통계적으로 집단별 차이를 나타내지 않았지만, 과학 지식의 성취도에서는 큰 차이를 발견할 수 있었다.

첫째, 과학적 태도의 향상이라는 측면에서 실험 수업 집단과 HASA 프로그램을 적용한 집단, 교과서에 제시된 실험 수업을 받은 집단, 그리고 강의식 수업을 받은 집단 간에 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 그러나 인터뷰 결과를 보면 HASA 프로그램을 적용한 집단이 다른 집단에 비해 과학에 대한 관심과 흥미, 태도가 높게 나타났다. 이것은 평소에 접하는 소재로 신기하고 재미있

는 여러 가지 상황을 제공하고, 학생들이 직접 조작하거나 제작하는 활동을 중심으로 수업이 이루어졌을 때 학생들의 흥미를 유발하였고 그것으로 인해 과학에 대한 기본적인 흥미가 생겨나고 과학에 대한 긍정적인 태도를 가져올 수 있다는 것을 보여주었다.

둘째, 과학적 지식의 성취면에서 보면 HASA 프로그램을 적용한 수업 집단과 교과서를 중심으로 한 실험 수업 집단에서는 성취도가 낮게 나왔으나, 학습지를 이용하여 이루어진 개념 중심의 강의식 수업이 높은 성취도를 나타냈다. 이것은 수업의 목표가 과학적 개념의 이해를 목표했을 때는 강의 중심의 수업이 효과적이라는 것을 보여주는 것이다.

셋째, 실험 수업을 받은 집단, HASA 프로그램을 적용한 집단, 강의식 수업을 받은 집단 모두 과학적 탐구 능력의 향상은 볼 수 없었다. 이러한 결과는 일반적인 연구 결과와 상이한 것이었다.

넷째, 3가지 유형의 수업 후 면담을 통해 얻은 결과를 보면 특히 HASA 프로그램 수업을 적용한 집단의 학생들은 이 활동을 통해 과학에 대한 흥미와 관심이 높은 것으로 나타내는 것으로 분석되었다. 과학에 대한 흥미와 관심은 앞으로 과학에 대한 긍정적인 태도를 갖게 하고, 장래에 과학에 입문하고 앞으로 깊이있는 연구를 수행할 수 있는 기반이 되므로, HASA 프로그램은 학생들의 흥미와 관심을 이끌어내는 활동으로 중요한 의미를 지닌다고 할 수 있다.

이상의 연구 결과를 정리하면 학생들에게 과학에 흥미를 주기 위해서는 생활 주변의 소재를 활용하여 직접 조작하는 실험을 하고, 특이한 활동을 하는 것이 도움을 줄 수 있으며, HASA 프로그램을 사용하여도 과학 지식이나 탐구 능력 향상에 큰 우려를 불러 일으킬만한 것은 아니라고 할 수 있다. 그러나 HASA 프로그램이 더 한층 발전하기 위해서는 HASA 프로그램에서 갖게 된 흥미를 과학적 탐구 능력과 과학 지식의 향상까지 이어줄 수 있도록 활동 프로그램을 보완할 필요가 있다.

### 참고문헌

교육부(1998). 과학과 교육과정. 서울: 대한교과서 주식회사.  
 권재술, 김범기(1994). 초·중학생들의 과학탐구능력 측정도구의 개발. 한국과학교육학회지, 14(3), 251-264.

김수경, 김중복(2005). 실생활 소재 과학 탐구 모듈이 중학생의 과학 탐구 능력과 실험 활동에 대한 태도에 미치는 효과. 한국과학교육학회지, 25(7), 811-819.  
 김용권, 이충형, 이석기(2004). 과학놀이 활동이 아동들의 과학적 태도와 탐구 능력에 미치는 효과. 초등과학교육, 23(1), 17-26.  
 김은진, 임채성(2003). 제7차 교육과정기의 초등 과학교과서 생명 영역에서 현장체험학습의 실태에 대한 연구. 한국생물교육학회지, 31(2), 139-146.  
 김재근, 황세영, 한미희, 김남일(2004). 개발된 놀이, 체험 및 관찰 실험 활동 프로그램과 과학(생물) 교과 내용과의 연계성 검토. 한국생물교육학회지, 32(4), 276-286.  
 김현재, 정은주(1985). 국민학교 저학년용 위한 과학 놀이 활동 지도 자료 개발 연구. 한국과학교육학회지, 5(2), 113-137.  
 김효남, 정완호, 정진우(1998). 국가 수준의 과학에 관련된 정의적 특성의 평가 체제 개발. 한국과학교육학회지, 18(3), 357-369.  
 나지연, 장병기(2005). 과학 연구 수업이 과학 본성에 대한 초등학생의 인식에 미치는 영향. 초등과학교육, 24(5), 558-570.  
 박승재, 임성민, 박종호, 유준희, 이용복, 정은숙, 홍준의(2003). 서울특별시 탐구·실험 중심 과학교육 활성화 방안, 서울특별시 교육청, 87-94.  
 송진웅, 조숙경(2004). Yet Another Paradigm Shift?: From Minds-on to Hearts-on. 한국과학교육학회지, 24(1), 129-145.  
 황승원, 최정훈, 황복기(2005). 청소년을 위한 “이동과학 교실” 사례 연구를 통한 재미있는 과학의 특성 연구. 초등과학교육, 24(5), 602-611.  
 Bell, R. L., Blair, L. M., Crawford, B. A., & Lederman, N. G. (2003). Just do it? Impact of science apprenticeship program on high school students' understanding of the nature of science and scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(5), 487-509.  
 Blosser, P. E. (1984). Attitude research in Science education. Information Bulletin, No. 1.(ERIC Document Reproduction Service No. ED249941).  
 Coble, C. R. & Koballa, T. R. Jr. (1996). Science education. In Huston, J., Buttery, T., & Guytom, E.(Eds.), *Handbook on research in teacher education*. New York. Macmillan.  
 Germann, P. J., Haskins, S. & Auls, S. (1996). Analysis of nine high school biology laboratory manuals: Promoting scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(5), 475-499.  
 Mullis, I. V., Martin, M. O., Fierros, E. G., Goldberg, A. L., & Stempler, S. E. (2000). *Gender difference in achievement; IEA's third international mathematics and science study(TIMSS)*. MA: International Study Center.  
 OECD (2001). *Knowledge and Skills for Life: First Result from PISA2000*. Paris. OECD Publication.

<부록 1>

◆ HASA 프로그램 점검틀(프로그램 전문교사, 교육전문가용) ◆

학습 자료명	개발자	평가자
--------	-----	-----

▶ 각 문항의 내용을 읽고 자신의 의견을 표시하여 주십시오.  
 (전혀 아니다: 1, 아니다: 2, 보통이다: 3, 그렇다: 4, 매우 그렇다: 5)

<b>I. 목표의 명료성과 적절성</b>					
1. 과학적 태도에 대한 목표가 명료하게 제시되어 있는가?	1	2	3	4	5
2. 탐구 능력에 대한 목표가 명료하게 제시되어 있는가?	1	2	3	4	5
3. 지식의 이해에 대한 목표가 명료하게 제시되어 있는가?	1	2	3	4	5
4. 설정된 각 목표는 활동 주제 및 소재에 적절한가?	1	2	3	4	5
<b>II. 목표와 활동 과정의 일치성</b>					
5. 이 활동은 조작적 활동이 강조되었는가?	1	2	3	4	5
6. 과학적 태도에 대한 목표가 이 활동을 통해 도달 가능하도록 설계되었는가?	1	2	3	4	5
7. 탐구활동에 대한 목표가 이 활동을 통해 도달 가능하도록 설계되었는가?	1	2	3	4	5
8. 과학 지식에 대한 목표가 이 활동을 통해 도달 가능하도록 설계되었는가?	1	2	3	4	5
<b>III. 내용의 이해, 수준, 과학적 오류</b>					
9. 활동 과정은 학생이 읽고 수행할 수 있도록 이해하기 쉽게 쓰여 있는가?	1	2	3	4	5
10. 활동의 목표 수준과 과정, 정리 및 논의가 관련교과가 다루어지는 학년의 학생 수준에 적합한가?	1	2	3	4	5
11. 활동지에 제시된 내용은 과학적 오류가 없는가?	1	2	3	4	5
<b>IV. 학습 활동의 일관성 및 구성 체계</b>					
12. 활동지에 제시된 질문은 목표, 과정을 통해 제시된 내용과 일관성이 있는가?	1	2	3	4	5
13. 결과 정리 및 논의는 조작, 탐구, 지식, 태도를 모두 포함하는가?	1	2	3	4	5
14. 목표, 과정, 정리 및 논의, 참고 사항(읽기 자료 등)의 형식으로 전개되었는가?	1	2	3	4	5
<b>V. 현장 적용 가능성</b>					
15. 과학과 교육 과정에 따른 내용인가?	1	2	3	4	5
16. 평가 기준이 쉽게 적용할 수 있도록 적절하게 제시되어 있는가?	1	2	3	4	5
17. 소재가 신선하거나 새로운 방법을 적용하여 흥미를 유발하는가?	1	2	3	4	5
18. 재료, 기자재 등의 준비가 용이한가?	1	2	3	4	5
19. 계획된 시간 이내에 가능한 활동인가?	1	2	3	4	5
20. 수행 평가로 사용하기 적합한가?	1	2	3	4	5

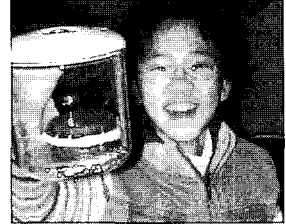


<부록 2>

## 왕 초코파이

### - 기체 압력과 부피의 관계 -

영화 토탈리콜(아놀드 슈왈제너거 주연)에서 두 주인공이 공기가 없는 화성에 떨어졌을 때, 두 눈이 튀어나오고 얼굴이 부풀어 오르는 장면이 있다. 다시 공기가 만들어지면서 주인공의 얼굴은 원래 모습을 되찾는데, 여기서 기압이 낮으면 왜 얼굴의 눈이 튀어나오고 얼굴의 살갓이 부풀어 오를까? 기체의 압력과 부피의 관계를 재미있는 실험으로 알아보자.



#### 이 활동을 하면

진공 용기의 압력을 변화시키는 활동을 통해서

(탐구) 압력의 변화에 따른 초코파이의 모양 변화와 물의 끓는점의 변화를 살펴 볼 수 있다.

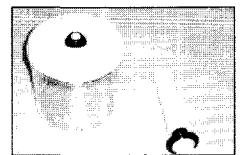
(지식) 압력이 작아지면 기체의 부피는 커지고 용해도는 감소함을 설명할 수 있다.

압력이 낮아지면 끓는점이 낮아지는 이유를 설명할 수 있다.

(태도) 주변에서 흔하게 보던 물질들이 외부의 압력에 따라 부피가 달라짐을 이용하여 공기가 들어있는 물질에 관심을 가진다.

#### 무엇이 필요한가?

진공용기(온도계 포함), 초코파이, 자, 100mL 비커, 알콜램프, 삼발이, 철망, 목장갑, 사이다 1.5L, 종이컵(소), 핸드폰, 소음기(또는 줄자), 무스, 가압계, 1.5L 페트병



#### 어떻게 할까?

<초코파이가 얼마나 커질까?> (보일의 법칙)

1. 진공 용기 안에 초코가 묻지 않도록 알루미늄 호일을 깔고 초코파이 3개를 넣자.
2. 피스톤을 상하로 당겨 용기 안의 압력을 줄이자.
3. 초코파이의 크기 변화를 눈으로 관찰하자.
4. 피스톤을 당긴 횟수가 많을수록 용기 안의 압력이 비례하여 낮아진다고 가정하고 용기 안의 압력과 초코파이의 높이를 비교하여 정리해 보자.



(우선 다른 종이에 횟수와 높이를 적어둔 후 5칸의 표에 들어갈 수 있도록 처음, 중간 3개, 마지막 1개의 데이터만 적어 넣자).

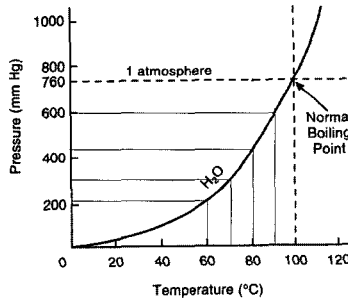
피스톤의 횟수(회)	높이(cm)	<그래프>

<끓는점이 얼마나 낮아질까?>

1. 100mL 비커에 물을 반쯤 넣자.
2. 알코올 램프로 물을 끓이자.
3. 용기 안의 흰색 받침대를 꺼내고 미니 온도계를 벽면 아래에 붙이자.
4. 불을 끄고 물이 끓지 않으면·목장갑을 끼고 뜨거운 물을 진공 용기에 붓자.
5. 뚜껑을 닫고 진공용기 안의 압력을 줄이자.
6. 용기의 압력이 얼마나 줄어야 물이 다시 끓는지 알아보자. 그리고 온도가 낮아져 물이 또 다시 끓을 때까지의 피스톤의 왕복 횟수를 측정하여 아래 그래프를 통해 각각의 경우 통 속의 압력을 추정하여 보자.



피스톤의 횟수(회)	물의 온도(℃)	압력(mmHg)	<그래프>



<온도가 떨어질까?> (단열팽창)

1. 용기 벽면에 온도계를 밖에서 볼 수 있도록 붙인다.
2. 작은 삼각플라스크에 에탄올을 5~10mL 넣고 고무마개로 뚜껑을 닫는다.
3. 삼각플라스크를 진공용기 안에 넣고 뚜껑을 닫는다.
4. 피스톤으로 압력을 줄이면서 삼각플라스크 안에 어떤 현상이 생기는 지 관찰하자.
5. 진공용기 대신에 가압계(pizz keeper)를 이용할 수 있다.
  - 5-1. 1.5L 페트병에 물을 넣어 흔들어 준 후 버린다.
  - 5-2. 가압을 한다.
  - 5-3. 뚜껑을 열어 압력을 줄일 때 어떤 현상이 생기는지 관찰하자.

<기체의 용해도가 얼마나 낮아질까?> (헨리의 법칙)

1. 사이다를 100mL 비커와 작은 종이컵에 반쯤 붓고 두 개를 모두 진공용기에 넣는다.
2. 뚜껑을 닫고 피스톤을 움직여 압력을 줄인다.
3. 압력이 어느 정도 줄인 후 사이다에서 기포가 발생하는 현상을 관찰한다.
4. 기포 발생이 멈추면 다시 압력을 줄이고 기포 발생을 관찰한다.
5. 내부 압력이 어느 정도가 될 때까지 기포가 발생하는지 알아보자.
6. 압력을 원래 상태로 늘리고 사이다의 맛이 어떻게 바뀌었는지 맛을 보자.

<소리가 얼마나 줄어들까?>

1. 핸드폰을 벨 소리로 전환시켜 진공 용기 안에 넣고 전화를 걸어 벨 소리를 들어 보자.
2. 피스톤을 이용하여 용기의 압력을 줄여가면서 전화벨 소리 크기를 비교하여 보자.
3. 소리 크기를 확인할 수 있는 소음기를 이용하면 좀 더 정밀하게 실험할 수 있다.
4. 소음기가 없다면 소리를 들을 수 있는 진공용기와의 거리로 나타내 보자.

피스톤의 횟수(회)	소리크기(dB)	<그래프>

 **생각해보기**

1. (탐구) 압력이 줄어들면 초코파이의 크기가 어떻게 될까?
2. (탐구) 압력이 줄어들면 물의 끓는점이 어떻게 될까?
3. (탐구) 압력이 줄어들면 공기의 온도가 어떻게 될까?
4. (탐구) 압력이 줄어들면 기체의 용해도가 어떻게 될까?
5. (탐구) 압력이 줄어들면 소리의 크기는 어떻게 될까?
6. (지식) 압력이 줄어들면 초코파이의 크기가 늘어나는 이유가 무엇일까?
7. (지식) 압력이 줄어들면 물의 끓는점이 내려가는 그 이유가 무엇일까?
8. (지식) 압력이 줄어들면 공기의 온도가 내려가는 그 이유가 무엇일까?
9. (지식) 압력이 줄어들면 기체의 용해도가 감소하는 이유가 무엇일까?
10. (지식) 압력이 줄어들면 소리의 크기는 어떻게 되며 그 이유가 무엇일까?

 **HASA 떠들**

무스를 손바닥에 올려놓고 보면 공기가 들어있는 거품이 포함되어 있다. 무스를 알루미늄 호일에 살짝 뿌리고 진공용기 안에서 공기를 빼면 무스의 모양과 크기가 어떻게 변할까?

 **활동 평가**

* 활동에 대한 평가 *	
가. 기체 압력에 따라 부피가 달라지는 활동을 탐구할 수 있다. 나. 기체의 압력이 줄어들면 부피가 커지고 용해도가 줄어드는 사실을 설명할 수 있었다. 다. 기체의 압력에 따라 부피가 달라지는 탐구활동에서 적어도 3개 이상의 테이터를 얻으며 실험하였다.	(절취선) 가. 나. 다.

잘된 것 5 → 못된 것 1