

대기압 개념학습을 위한 컴퓨터 보조수업 프로그램 개발 및 적용

국동식^{1,*} · 최동하²

¹충북대학교 사범대학 과학교육연구소, 361-763 충북 청주시 개신동 48

²충북 청주중학교, 360-170 충북 청주시 내덕동 68

Development of a CAI Program on Atmospheric Pressure and the Effects of the CAI on Middle School Students' Science Achievement and Conceptual Change

Dong Sik Kook^{1,*} · Dong Ha Choi²

¹Institute of Science Education in Chungbuk National University 361-763, Cheongju, Korea

²Cheongju Middle School, 360-170, Cheongju, Korea

Abstract: The purposes of the study are (1) to develop a Computer-Assisted Instruction (CAI) program to deal with middle school students' misconceptions on the concept of atmospheric pressure, and (2) to investigate the effects of the CAI on students' achievement and conceptual change. The findings of the study are as follows: (1) Misconceptions about atmospheric pressure found are similar to the ones identified in earlier studies, (2) A CAI program on atmospheric pressure was developed based on the students' misconceptions identified, and (3) The instruction using CAI program has very positive effects on students' science achievement and conceptual change.

Key word: Misconception, atmospheric pressure, CAI, traditional learning

요약: 이 논문의 목적은 대기압개념에 대한 오개념을 기초하여 컴퓨터 보조수업 프로그램을 개발하여 중학교 과학과정에 적용하고 그 개념개선 효과를 조사하는 것이다. 그 결과는 다음과 같다. 1) 대기압에 대한 오개념을 확인하였고 2) 분석된 오개념을 고려한 CAI 프로그램을 개발하였으며 3) 학습에 적용한 결과 CAI를 적용한 학습이 전통적 학습보다 성취도와 오개념 개선에 효과적이었다.

주요어: 오개념, 대기압, CAI, 전통적 학습

서론

80년대 후반부터 학생들의 과학개념이나 자연현상에 대한 오개념 또는 직관적 견해에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 오개념에 관한 연구는 오개념을 찾아내는 연구, 오개념의 기원을 밝히는 연구, 오개념을 제거하기 위한 연구로 나눌 수 있다. 그런데 다수의 연구결과에서 오개념은 학습에 지대한 영향을 끼칠 뿐만 아니라 교수-학습 과정에서 쉽게 개선되지 않는다는 것도 보여주고 있다(정진우, 1991). 그 결과 학생들은 학년에 관계없이 다양한 오개념을 가지고 있으며 과학 학습의 양에 관계없이 오개념은

거의 치료되지 않는다. 따라서 학습이 이루어지기 전에 학습자가 이미 가지고 있는 선입관은 무엇인가? 학습이 이루어진 후 학습자들이 지니고 있는 오개념에는 어떤 것이 있는가를 알아보는 것은 학습자에게 가장 효과적인 학습성과를 얻는데 중요한 자료가 될 것이다(국동식, 1994).

이 연구는 학생들의 과학에 대한 흥미를 향상시키고, 과학학습에서 과학적 개념과 원리를 예시하여, 성취도가 낮은 학생에게 반복 또는 보충학습을 제공하며, 우수한 학생들에게는 심화학습을 할 수 있는 기능이 있는 컴퓨터 보조수업(CAI) 프로그램을 개발하여 적용해 보는데 목적이 있다. 따라서 연구내용은 1) 대기압에 관련된 학생들의 오개념 유형을 선행 연구자료를 통하여 조사, 분석하고 2) 분석된 오개념

*E-mail: kookds@cbucc.chungbuk.ac.kr

내용을 기초로 하여 컴퓨터 보조수업 프로그램을 개발하여 3) 컴퓨터 보조수업 프로그램을 적용한 학급과 오개념 분석 자료를 투입하여 전통적인 수업방법으로 학습한 학급, 그리고 컴퓨터 보조수업 프로그램 및 분석자료를 투입하지 않은 학급의 학습성취도를 비교 분석하여 오개념 개선의 유의미한 차이가 있는가를 확인하는 것이다.

이론적 배경

현대 과학 학습론은 구성주의 심리학을 배경으로 하고, 학습자에 의한 능동적인 의미의 구성을 학습으로 정의하고 있다. Driver(1989)는 학습은 학생들이 능동적으로 의미를 재구성함으로써 일어나는 개념의 변화이고, 이러한 개념의 변화에 의한 학습은 상충법을 이용한 교수법, 경험중심의 학습과제, 학습자들 사이의 토의와 토론을 통한 학습법, 학습자가 현재 가지고 있는 개념의 연장 및 확장, 과학적 지식에 의한 대체적 지식체계의 교체를 위한 학습지도 자료와 전략 등에 의해서 촉진할 수 있다고 하였다.

또 Hashweh(1986)는 학생들이 가지고 있는 오개념을 해소하기 위해 인지적 갈등 해소를 통한 개념 학습 모형에서 학생들이 가지고 있는 일반적인 개념과 과학자적인 개념과 자연현상 사이의 인지적 갈등의 해소과정을 통하여 과학적개념으로 변화한다고 지적하고 있다.

효과적인 컴퓨터 보조수업 프로그램 설계 원리에서 Hannafin and Peck(1988)은 컴퓨터 보조수업 프로그램이 내적인 학습활동에 부응하고 학습자의 흥미, 읽기 속도, 사전 경험 및 지식 등 학습자의 특성에 맞게 개별화 되어야 하며 상호작용, 피드백을 효과적으로 사용하여야 하고, 성공에 대한 확신, 적절한 양의 학습자 통제, 학습자의 정의적인 측면을 고려해야 한다고 주장하고 있다.

컴퓨터 보조수업 프로그램의 개발 과정에 대한 모형에서 Alessi and Trollip(1985)은 컴퓨터 보조수업 프로그램에 알맞은 코스웨어 개발 모델을 코스웨어 개발과정을 설계, 생산, 평가로 나누고 8단계로 제시하였고 또 Hannafin and Peck(1988)은 요구분석, 설계, 개발 및 시행, 평가 및 수정의 4단계로 구성하였다.

지구과학 수업에서 컴퓨터 보조수업 프로그램을 이용한 수업과 전통적인 수업방법 사이의 효과에 대한 선행연구로는 소선섭 외(1995)의 고등학교 지구과학

의 효율적인 학습을 위한 “지구의 운동”과 “대기의 물”에 대한 컴퓨터 보조수업 프로그램의 개발 및 적용, 강태우(1997)의 중학교 과학교육과정 중 달의 운동학습을 위한 컴퓨터 보조학습 코스웨어 개발 등이 있다. 이들 연구결과는 전통적인 수업방법보다 컴퓨터 보조수업 프로그램을 이용한 수업이 더 효과적임을 제시하고 있으며 컴퓨터 보조수업 프로그램을 이용한 수업이 더 효과적으로 나타난 원인을 컴퓨터 보조수업 프로그램을 이용한 수업에 전혀 경험이 없었던 학생들이 호기심과 흥미를 가지고 학습에 임한 것과 수업시간이 적게 소요되어 반복학습 및 개별학습의 가능성을 지적하고 있다.

연구방법 및 절차

중학교 과학과 2학년 대기의 순환 단원 중에서, 필수적이며 추상적인 개념으로, 학생들이 어렵다고 생각하는 대기와 바람에 대하여 개념 체계도를 교과서의 분석을 통해서 작성하였다. 이 개념 체계도를 이용하여 컴퓨터 보조수업 프로그램을 개발하였으며, 이를 학습현장에 적용한 후, 적용학급과 비적용 학급에 대하여 학습성취도를 비교 분석함으로써, 컴퓨터 보조수업 프로그램의 현장적용에서 나타난 시사점을 조사하였다.

이 연구의 대상은 중학교 2학년 5학급(196명) 중에 1학기 기말고사 과학 평균점수의 차가 가장 적은 3개 학급을 선정하여 컴퓨터 보조수업 프로그램을 적용한 학급(컴퓨터 보조수업 반), 오개념 자료를 적용한 학급(실험반 B), 전통적 수업을 적용한 학급(통제반)으로 구분하였다. 사용한 검사도구는 국동식(1994)에 의해 개발된 검사지를 보충하여 18문항의 성취도 검사지를 개발하여 사용하였다. 검사지의 내용은 대기압의 측정 실험을 다양한 조건에서 이해할 수 있는지, 대기압의 크기와 방향 그리고 변화 등으로 구성되었다.

대기압 개념은 무게, 밀도, 기온, 압력, 인력, 운동 등의 기초 개념의 이해를 통해서 이해될 수 있는 추상적인 개념이므로 대기압 개념의 이해를 위해서는 선행 학습 수준의 개인간 차이를 줄일 수 있는 학습 방법이 모색되어야 한다.

따라서 대기압 개념학습에 필요한 선수개념을 확인하고 대기압의 원인, 크기측정, 변화, 기압배치, 고기압과 저기압 등의 개념을 학습하여 기압이 생기는 원인, 기압과 고도의 관계, 고기압과 저기압, 정확한

대기압 개념을 정립한다는 학습목표에 도달될 수 있도록 컴퓨터 보조수업 프로그램을 개발하였다.

이 프로그램은 Hannafin and Peck(1988)이 제시한 컴퓨터 보조수업 프로그램 설계모형을 수정 보완하여 개인 교수형과 반복 연습형의 특징이 혼합된 형태로 개발하여 지도 교수와 과학과 교사(3명)의 조언과 학생(3학년 20명)들의 반응을 종합하여 프로그램의 수정 및 보완 작업을 하였다.

이 컴퓨터 보조수업 프로그램의 개발방향은 다음과 같다.

1. 과학에 대한 기본 개념을 구체적으로 학습하게 하고 과학개념에 대한 오인을 줄이기 위해서 구체적이며 명확한 그래픽과 내용에 적합한 애니메이션을 사용하였다.
2. 과학에 대한 태도를 증진시키고 과학 현상과 과학 학습에 관한 흥미와 호기심을 증진시키기 위해 음향과 그림을 적절히 제시하였으며, 객관적이고 논리적으로 문제를 해결하려는 과학적 태도를 함양시킬 수 있도록 개발하였다.
3. 학습 주제에 적절한 교수 전략을 사용하여 학습 효과를 최대한 살리도록 하였으며
4. 학습 내용을 충분히 습득할 기회를 제공하고 과학적 사실, 지식, 현상들을 충분히 습득할 수 있는 기회를 제공하기 위해 반복학습 형태로 개발하였다.
5. 컴퓨터의 특성을 최대한 활용하여 과학학습의 자료로 활용되고 학교 수업에서뿐만 아니라 가정에서 학생 스스로 학습할 수 있는 학습자료로 사용될 수 있도록 하였다.

프로그램의 구조 및 내용은 Fig. 1과 같이 프로그램의 전체적인 흐름을 도식화하였다.

이 연구는 일주일간(총 4시간)에 걸쳐서 정규수업

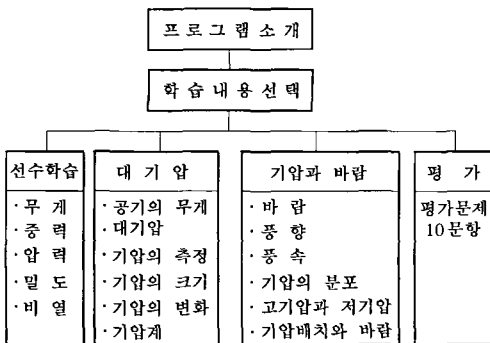


Fig. 1. Structure and content of CAI program.

시간을 이용하였고, 컴퓨터 보조수업반은 컴퓨터 교실, 실험반 B 및 통제반은 첨단 기자재를 이용한 수업을 교실에서 진행하였다. 컴퓨터 보조수업반은 프로그램을 진행시키면서 대기압 개념을 학습한 후, 개별학습시간에는 반복학습을 하면서 학습내용을 정리하도록 하였다. 실험반 B는 오개념 분석 자료를 담당 교사에게 제공하여 학습내용을 재구성한 후, 전통적인 수업방법으로 지도하였다. 그리고 통제반은 오개념 분석자료를 적용하지 않고, 도교육청에서 발행한 학습 지도안을 가지고 전통적인 수업방법으로 진행하였다. 학습내용은 세 집단이 같고 학습방법만 다르게 지도하였고 학업성취도 검사는 적용이 끝난 2주 후에 실시하였으며 기초학력검사는 기말고사로 대체하였다.

개발한 컴퓨터 보조수업 프로그램은 2학년 5개 학급에 동시에 적용하여 같은 단원의 수업을 진행하였으며 컴퓨터 보조수업반은 연구자가, 실험반 B와 통제반은 B교사가, 통제반은 C교사가 담당하여 4차시 까지 진행하였고 성취도 검사 결과에 영향을 줄 수 있는 연습문제 및 예제풀이는 진행하지 않았다.

연구결과

대기압 개념에 대한 학생들의 오개념 유형을 선행 연구에서 분석한 결과는 다음과 같다.

국동식(1994)에 의하면 대기압과 수은주의 높이, 대기압의 정의와 밀도, 대기압을 중력과 관련된 이해, 그리고 고기압과 저기압의 정의와 기상현상과 관련하여 이해 등이 있다. 또 대기압 변화와 수은주의 높이 및 기온변화의 관계, 높이에 따른 대기압의 감소 등에서 오개념을 지적하고 있다. 임창환과 김학목(1994)에 의하면 높은 산에서 대기압과 수은주 높이, 달에 의 대기압 측정, 수은 대신 물을 사용할 때 대기압 측정, 유리관을 2배 큰 것으로 측정할때의 수은주 높이, 유리관을 경사지게 할 때 대기압의 작용방향 등과 관련된 오개념이 있다.

이들 선행연구 분석 결과를 보면 오개념의 유형은 거의 비슷한데 학생들은 대기압의 원인과 정의를 정립하지 못하고 있으며 대기압 개념과 관련된 기초개념의 이해가 부족하여 선수학습으로 지도하여야 할 필요가 있으며 수은기둥이 누르는 압력(수은주의 높이)과 대기압의 관계를 이해하지 못하고 있다. 또 중력을 대기압의 원인으로 오인하고 대기압의 작용방향, 고기압과 저기압의 날씨의 관계를 이해하지 못하고

Table 1. Mean percentage of correct answer.

구분	문항수	평균정답율(%)	표준편차	A와 B		A와 C		B와 C	
				평균의 차이	T값	평균의 차이	T값	평균의 차이	T값
CAI반(A)	18	48.2	14.1						
실험반(B)	18	42.6	12.9	5.6	4.1	15.7	7.4	10.1	9.4
통제반(C)	18	32.5	12.3						

있음을 알 수 있었다.

수업 실시 약 2주 후 실시한 성취도 검사결과를 각 문항별 응답별 선택율을 분석하면 컴퓨터 보조수업 반의 평균 정답율이 높게 나타난 것으로 대기압에 관한 오개념 자료를 분석한 후, 컴퓨터 보조수업 프로그램을 개발하여 적용하는 것이 같은 자료를 전통수업 방식으로 수업하는 것보다 효과적이라고 해석할 수 있다(p<0.05).

이러한 결과는 컴퓨터 보조수업 프로그램을 이용한 수업과 전통적인 수업방법 사이의 효과에 대한 선행 연구자 김영수와 김경호(1990), 정진우(1991), 소선섭 외(1995)의 연구에서 전통적인 수업방법보다 CAI 프로그램을 이용한 수업이 더 효과적임을 제시한 결과와도 일치한다. 컴퓨터 보조수업 프로그램을 이용한

수업이 더 효과적으로 나타난 원인은, 컴퓨터 보조수업 프로그램을 이용한 수업에 전혀 경험이 없었던 학생들이 호기심과 흥미를 가지고 학습에 임한 것과, 컴퓨터 보조수업 프로그램을 이용한 수업시간(3시간 학습, 1시간 복습)이 전통적인 방법의 수업시간(4시간 학습)보다 적게 소요되어, 반복학습 및 개별학습이 가능했고, 연구자가 직접 컴퓨터 보조수업 프로그램을 개발 및 적용하여, 프로그램 전개에 따른 학습 내용을 정확히 알고 지도할 수 있어, 프로그램을 최대한 이용할 수 있었기 때문으로 생각된다.

한편 각 문항에 대한 두 집단의 정답율의 차이를 살펴보면 10번 문제를 제외하고는 컴퓨터 보조수업 반의 정답율이 높으나 정답율의 차가 4.9% 미만인 것이 11문항, 5.0%~9.9%가 4문항, 10% 이상이 3문

Table 2. Percentage of correct answer of each class and problem.

문항	정답율			정답율의 차			문항내용
	CAI반(A)	실험반(B)	통제반(C)	A-B	A-C	B-C	
1	37.5	33.3	22.8	4.2	14.7	10.5	수은기둥에 의한 대기압의 측정원리
2	60.0	54.8	42.1	5.2	17.9	12.7	수은과 물의 밀도크기 비교
3	57.5	45.2	26.3	12.3	31.2	18.9	고기압과 저기압의 비교
4	50.0	47.6	45.6	2.4	4.4	2.0	높이에 따른 대기압의 변화 원인
5	45.0	42.9	34.2	2.1	10.8	8.7	높이에 따른 대기압의 변화와 작용방향
6	77.5	69.0	56.1	8.5	21.4	12.9	수은실험방법 변화에 따른 수은주의 높이
7	55.0	31.0	16.7	24.0	38.3	14.3	달에서의 토리첼리 실험 (중력변화)
8	55.0	50.0	44.7	5.0	10.3	5.3	높이변화에 따른 대기압의 변화
9	27.5	26.2	17.5	1.3	10.0	8.7	기온변화에 따른 대기압의 변화
10	42.5	42.9	29.8	-0.4	12.7	13.1	수은기둥이 형성된 이유
11	65.0	57.1	46.5	7.9	18.5	10.6	대기압의 작용방향
12	42.5	38.1	26.3	4.4	16.2	11.8	높이변화에 따른 수은주의 높이변화
13	27.5	26.2	25.4	1.3	2.1	0.8	고기압 · 저기압에서의 날씨변화
14	40.0	28.6	16.7	11.4	23.3	11.9	달에서의 기압 변화
15	22.5	21.4	15.8	1.1	6.7	5.6	공기의 밀도와 대기압
16	50.0	45.2	36.8	4.8	13.2	8.4	압력과 대기압
17	57.5	54.8	44.7	2.7	12.8	10.1	수은주의 높이 측정
18	55.0	52.4	36.8	2.6	18.2	15.6	높이변화에 따른 수은주의 변화
평균	48.2	42.6	32.5	5.6	15.7	10.1	
표준편차	14.1	12.9	12.3	5.8	8.9	4.6	
		T		4.1	7.4	9.4	두 변수의 평균 차에 대한 검정 통계값
		P		0.00	0.00	0.00	P<0.05

항으로 각 문제에 따라 차이를 보이고 있다. 정답율의 차이가 적은 11문항을 보면 대기압의 정의, 대기압과 하위 개념과의 관계를 묻는 것들이고, 정답율의 차가 비교적 큰 7문항은 컴퓨터 보조수업 프로그램에서 그림 또는 애니메이션으로 학습내용이 제시된 것들이다. 이는 컴퓨터 보조수업 프로그램에서 애니메이션, 그림 제시 등의 모의실험형이 개념 형성에 도움을 준다는 것을 보여 주고 있다.

또 컴퓨터 보조수업반 및 실험반 B와 통제반의 정답율과 각 반 사이의 평균정답율을 나타낸 것이 Table 1이다. 표에서 컴퓨터 보조수업반과 실험반 B의 평균 정답율이 통제반에 비하여 높게 나타났고 유의미한 차이를 보이고 있다($P < .05$). 이러한 결과는 대기압에 대한 오개념을 알고 이를 교수-학습에 이용하면, 학생들의 과학적 개념형성에 큰 효과를 거둘 수 있다는 것을 반증하고 있다. 이는 어떤 개념을 수업할 경우, 사전에 학생의 오개념을 조사하고 그 내용을 분석하여 재투입하는 어렵고 복잡한 과정을 생략하고, 선행 연구자가 조사한 오개념 자료를 이용하여도 큰 효과를 거둘 수 있다는 것을 확인시켜 주는 것이다.

Table 2는 각 문제에 대한 정답율과 컴퓨터 보조수업 및 오개념 적용 집단과 비적용 집단간의 정답율의 차이를 나타낸 표이다. 표에서 컴퓨터 보조수업반과 실험반 B의 정답율 차이가 나타나는 것은 오개념 분석 자료를 적용하여 컴퓨터 보조수업 프로그램을 개발한 후 교수-학습에 이용하는 것이 더 효과적이라는 것을 뜻한다. 연구자가 개발한 컴퓨터 보조수업 프로그램은 학습 지도과정에서 어려움을 느끼던 내용을 애니메이션 등의 컴퓨터 기능을 최대한 이용하여 표현하고, 다양한 교수-학습방법으로 진행하였다. 학습내용은 간결하게 도식화하여 학습자에게 정확한 전달이 되도록 개발하였으며, 정답율의 평균 차이가 5.6%이고, $P < .05$ 의 유의미한 차이를 보였다.

두 집단간의 정답율의 차는 -0.4%에서 24% 범위이고, 같은 내용도 질문방법을 다르게 하면 정답율도 차이를 나타냈다. 문제 1, 10번은 토리첼리의 실험에서 수은기둥이 형성되는 원인에 대한 학생들의 이해 정도를 확인하는 문항이다. 실험과정을 설명하면서 수리탐구형으로 질문한 문제 1번의 정답율보다 단답형 또는 학생들에게 익숙한 문제 형식으로 질문한 문제 10번의 정답율이 컴퓨터 보조수업반은 5%, 실험반 B는 9.6% (통제반은 7%)의 차이를 보이고 있

다. 또한 문제 4, 8, 12, 18번은 같은 내용을 주변환경에 적용하여 질문하면 학생들의 정답율이 낮아지는 것으로 확인되었다. 이는 학생들이 어떤 자연적인 현상이나 과학적인 내용이 교수-학습에 의해 이해되지 못하여 과학적인 개념으로 형성되지 않고, 단순히 기억하고 있거나 자신의 오개념과 결합하여 학습의 효과가 나타나지 않는 것으로 볼 수 있다.

문제 9번은 온도변화에 따른 기압의 변화에 대한 학생들의 이해도를 측정하기 위한 문항으로, 온도가 변하면 공기분자의 운동상태가 변해서 공기의 밀도가 변하고 기압도 변한다는 것을 이해하고 있는지 확인하기 위한 것이다. 문제 13번은 기압변화에 따른 날씨변화의 관계를 질문한 것이다. 학생들은 이 문제에서 춥고, 따뜻하다는 내용 때문에 기온과 연관시켜 대기압을 이해하고 있다. 날씨가 맑고 구름이 낀 것은 고기압과 저기압에서 공기의 운동에 의한 날씨 변화 때문이라고 이해하고 있는 학생들의 정답율이 문제 9번과 같이 매우 낮게 나타났다. 이는 고기압과 저기압에서의 공기의 흐름은 이해하고 있어도 구름의 형성과정을 학습하지 않았고, 온도, 분자운동, 밀도 등의 대기압 학습에 필요한 기초개념의 이해가 부족하여, 개념들을 연관시켜 논리·탐구적으로 학습하는 능력이 떨어지기 때문으로 볼 수 있다.

또 컴퓨터 보조수업반과 통제반 그리고 실험반 B와 통제반의 정답율이 차이가 나타나는 것은 적용 전부터 예상된 당연한 결과이다. 이것은 학생들에게 형성되어 있는 오개념의 유형을 분석하고 이를 적용하여 지도하는 것이 학생들의 오개념을 개선하고 과학적 개념형성에 큰 효과가 있다는 것을 뜻한다.

달에는 공기가 없다는 것을 학생들은 알고 있다고 생각하여 이 내용을 학습하지 않고 대기압 개념을 학습하였을 때의 학습결과는 큰 차이를 보였다(문제 7, 14번). 따라서 과학적 개념에 대한 학생들의 오개념 유형을 분석하여, 그 자료를 학습에 적용한다면 큰 효과를 얻을 수 있다는 것을 보여주고 있다.

성취도 검사 문제 풀이 과정에서 확인된 학생들의 오개념 원인과 검사 내용이 비슷한 문항의 오답을 종합 분석하여 밝혀진 오개념 유형은 다음과 같다.

수은기둥에 의한 대기압의 측정원리에 대한 이해에서 문제 1, 10번은 토리첼리의 실험에서 수은기둥이 형성된 원인을 이해하고 있는가를 확인하는 문항인데 학생들은 시험관 속에 형성된 진공 때문에 수은 기둥이 형성되었다고 응답한 학생이 가장 많았다. 이는 수

은기둥이 누르는 압력과 대기압의 크기가 같다는 관계를 이해하지 못하고, 진공을 어떤 일정한 힘(수은기둥이 더 이상 낮아지는 것을 막고, 마그네부르크 반구 실험에서 반구 안에 형성된 진공이 반구를 열리지 않게 한다고 이해하고 있는 것으로 오인하고 있다.

또 높이변화에 따라 대기압이 변하는 이유에 대한 이해에서 문제 4, 8, 12, 15, 18번의 응답 내용을 분석해 보면, 학생들은 중력에 의해 대기가 지표 부근에 많고, 높이 올라갈수록 희박해지는 것은 올바르게 이해하고 있다. 그러나 높이 올라갈수록 대기압이 작아지는 것은 공기 층의 두께 및 무게가 감소하기 때문에 작아진다고 이해하는 학생보다 단순히 해수면 공기의 밀도보다 한라산 정상 공기의 밀도가 작기 때문에 한라산 정상의 대기압이 해수면의 대기압보다 작다고 생각하는 학생들이 많았다. 이것은 문제 15번에서 밀도가 일정하면 대기압은 변화 없다고 응답한 학생의 비율이 37%~43%이고, 높이변화에 따른 대기압의 변화를 올바르게 이해하고 있는 학생이 16%~23%의 비율로 나타난 것으로도 확인되었다. 따라서, 대기압의 개념을 밀도의 개념과 연관지어 이해시키는 것보다는 공기 층의 두께와 그의 변화로 학습하게 하는 것이 학생들의 이해가 빠를 것으로 본다.

대기압이 나타나는 원인에 대한 이해에서 공기가 없는 달의 대기압에 관한 문제 7, 14번을 이용하여, 대기압이 나타나는 원인을 이해하고 있는지를 확인하였다. 달에는 공기가 없다고 문제에서 제시하여 주었으나 정답율은 17%~55%로 집단에 따라 큰 차이가 나타났다. 특히, 통제반의 정답율이 두 문항 모두 17%로 나타났는데 그 이유는 학생들이 대기압의 원인을 중력과 연관지어 이해하고 있다는 오개념 분석 자료를 확인하지 않았고, 교수-학습과정에서도 공기의 무게에 의해 대기압이 나타나는 것을 학생들이 이해하고 있는 것으로 판단하고 지도했기 때문으로 생각된다. 이 결과는 지도교사가 학습개념에 형성되어 있는 오개념 자료를 분석하여, 학생들의 인지수준과 오인하기 쉬운 학습내용을 정확히 확인하여 지도한다면 과학적 개념형성에 큰 효과를 얻을 수 있다는 것을 보여주고 있는 것이다.

대기압의 작용방향에 대한 이해에서 문제 11번에서 컵의 물이 쏟아지지 않는 현상은 생활 경험을 통해서 잘 알고 있었다. 문제 5번에서와 같이 높이를 변화시킬 때 대기압의 방향을 묻는 문항의 응답은 다양하게 나타났다. 특히 높이가 변하면 풍선의 모양

이 상하방향으로 길어진다고 응답한 학생의 비율이 25%~27%로 나타난 것은 풍선이 대기압이 작아지는 방향으로 길어지는 것으로 오인하고 있는 것을 말해주며, 학생들은 대기압의 작용 방향을 정확하게 이해하지 못하고 조건변화에 따라 복잡한 오개념으로 그 현상을 설명하고 있다는 결과를 얻었다.

고기압과 저기압의 정의에 대한 이해에서 기압의 크기비교 및 변화에 대한 학생들의 이해수준을 문제 3, 9, 13번으로 확인하였다. 학생들은 고기압과 저기압을 1,000hPa과 1,013hPa의 크기를 구분기준으로 이해하고 있는 것으로 나타났는데, 그 이유는 등압선을 작성할 때 1,000hPa를 기준으로 4hPa 간격으로 그리고, 등압선을 기준으로 한쪽은 기압이 높고 반대쪽은 낮다는 학습내용 때문으로 생각되며, 또 1기압의 크기인 1013hPa를 고·저기압의 구분기준으로 잘못 이해하고 있기 때문으로 판단된다.

또한 기온이 변할 경우 기압이 변하는 과정에 대한 학생들의 이해가 부족하여 정답율이 매우 낮았으며, 오개념 자료를 투입한 두 학급과 통제반의 차이가 없는 것으로 보아 대기압의 변화개념은 학생들이 이해하기 어려운 학습내용으로 이에 대한 새로운 교수-학습방법이 개발되어야 할 것으로 본다.

결 론

대기압 개념학습을 위해 컴퓨터 보조수업 프로그램을 개발하고 적용한 효과를 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

첫째, 이 연구에서 분석한 학생들에게 형성되어 있는 오개념과 선행연구의 결과는 오개념 유형이 비슷하게 나타났다. 그러나 이 연구에서는 대기압이 나타나는 원인과 마그네부르크 반구가 열리지 않는 것은 진공 때문이라는 새로운 오개념 유형이 밝혀졌다.

둘째, 선행 연구자에 의해 밝혀진 오개념 자료를 분석하여 대기압 개념 학습을 위하여 연구자가 개발한 컴퓨터 보조수업 프로그램으로 학습한 컴퓨터 보조수업 학급과 오개념 분석자료를 투입한 학급사이의 성취도를 검증한 결과 컴퓨터 보조수업 프로그램에 의한 수업이 오개념을 이용한 전통적인 수업방법보다 유의미 수준에서 의미 있는 것으로 나타났다($P<0.05$).

셋째, 학생들에게 형성된 오개념 분석결과를 적용한 학급(컴퓨터 보조수업반, 실험반 B)과 오개념 분석 자료를 적용하지 않은 학급(통제반)의 성취도 결

과를 검증한 결과가 오개념을 적용한 학급이 적용하지 않은 학급에 비하여 성취도가 크게 높았고 유의미 수준에서도 의미 있음을 보여주었다.

이 연구의 결과는 컴퓨터 보조수업 프로그램을 이용한 수업방법이 전통적인 수업 방식보다 과학적 개념형성에 더 효과가 있다는 것을 보여주고 있다. 그러나 이 연구의 전 과정을 학교 현장에서 적용하는데는 학교환경, 학생의 수준 그리고 교사의 수업수행능력 등에 따른 한계가 있다. 따라서 이 연구는 교사가 연구 또는 교수-학습 과정에서 밝혀진 학생들의 오개념을 개선할 수 있는 학습 지도안을 개발하고 이를 학생에게 적용할 때 보조적 참고자료로 이용될 수 있을 것이다. 컴퓨터 보조수업 학습에서 학생의 흥미를 끌고 호기심을 자극하며 학습에의 참여태도를 기르기 위해서는 학생들의 학습과정을 고려한 교사의 효과적인 학습 계획안뿐만 아니라 시각적 효과를 얻을 수 있고 동적인 컴퓨터 보조수업 프로그램이 전문 프로그래머에 의하여 개발되어 학습현장에 보급되어야 할 것이다. 이 연구의 결과가 이를 위한 한 자료를 제공할 수 있을 것이다.

참고문헌

강태우, 1997, 중학교 과학교육과정 중 달의 운동학습을 위

- 한 컴퓨터 보조 학습(CAI) 코스웨어 개발. 석사학위논문 84 p, 한국교원대학교.
 교육부, 1994, 제6차 교육과정 개편에 따른 중학교 과학과 교육과정 해설.
 국동식, 1994, 중, 고등학생들의 대기압 개념이해의 횡단적 연구. 한국지구과학회지, 15(4), 231-246.
 김영수·김경호, 1990, 중학교 과학 코스웨어의 현장적용 연구. 과학교육연구논총, 15(1), 46-28.
 소선섭·이원국·김여상·김철영·김희수, 1995, 고등학교 지구과학의 효율적인 학습을 위한 “지구의 운동”과 “대기의 물”에 대한 CAI 프로그램의 개발 및 적용. 한국지구과학회지, 16(2), 75-94.
 임정환·김학목, 1994, 대기압과 달의 운동에 관한 중학생들의 개념분석. 한국지구과학회지, 15(3), 157-169.
 정진우, 1991, 과학교육에서 컴퓨터 보조학습 프로그램의 효과에 관한 연구. 한국지구과학회지, 12(2), 70-83.
 프로텍 소프트, 1996, Korean Authoring System. Ver 3.0.
 Alessi, S.M. and Trollip, S.R., 1985, Computer-based instruction method and development, 358 p, Englewood and Cliffs, N.J.: Prentice-hall, Inc.
 Driver, R., 1989, Students' conceptions and learning of science. University of Leeds, International Journal Science Education, Vol II, Special Issue, 481-490, 623-633.
 Hannafin, M.J. and Peck, K.L., 1988, The Design, development, and evaluation of instruction software. 276 p, Yew York: Mcmillan Publishing Company.
 Hashweh, M.Z., 1986, Toward an explanation of conceptual change. European Journal of Science Education, 8(3), 229-249.

2000년 12월 15일 원고 접수
 2001년 3월 7일 수정원고 접수
 2001년 4월 7일 원고 채택