

## **'흐르는 강'에 대한 CAI 프로그램 개발 및 그 프로그램이 초등학생들의 개념변화에 미치는 효과**

**채동현 · 김창현 · 박지용**

전주교육대학교

### **CAI Program Development on Flowing Rivers and How Primary Students' Concepts Change through This Program**

Chae, Dong - Hyun · Kim, Chang-Hyun · Park, Ji-Yong

*Chonju National University of Education*

#### **ABSTRACT**

This study is intended to develop a CAI program on the topic of flowing rivers and to investigate how 4th grade students' concepts of it change through this program.

The CAI program is made using the GREAT II copyright tool based on a typical 4th grade science Korean textbook. This program consists of 5 sections, which are introduction, rain waters, running waters, river waters, and activity. All contents are animated.

Students are 30 4th grade students. One instrument is used how to investigate the concept change of the flowing rivers. The instrument is called the Identification of Flowing River Concept Test(IFRCT, Appendix), which is of a two-tier type and has 8 items. Data are collected before and after the instruction using this program. Data are classified as a scientific model, a naive model, or a "no" model, based on criteria used by Vosniadou(1989). Data are compared.

The results show that 4th grade students after the instruction using this program hold a more scientific model on the flowing rivers, than before the instruction using this program. Therefore, the author urges science teachers to use the CAI program to teach students about the flowing rivers.

\*이 논문은 1998년 전주교육대학교 교내 학술연구비에 의하여 지원되었음

## I. 서론

지난 30여년간 자연현상에 대한 학생들의 개념 연구가 지구과학을 비롯하여 물리, 화학, 생물분야에 국·내외에 활발하게 연구 보고되어 왔다. 이들 연구들의 공통적 내용은 교수-학습 과정에서 교사가 학생들에게 학습내용을 제시할 때, 학습하기 전에 이미 학생들은 학습내용을 주위에서 보고 듣고 느껴서 학생들 나름대로의 개념(사고 혹은 생각)을 지니고 있는 것으로 밝혀졌다. 이들이 지니고 있는 개념들은 종종 과학자가 지니는 과학적 개념(Scientific Theories)과는 다르다. 채동현·이원국(1993)은 이러한 개념 즉 어떤 자연현상에 대하여 과학자가 지니는 과학적 개념(Scientific Theories)과는 다른 개념으로서 일상적인 경험, 직접적인 관찰, 교과서, 참고서의 잘못 설명된 그림이나 용어, 교사·부모·동료들의 잘못된 설명, 문화적인 배경의 차이 등으로 인한 학생들의 순수한 사고를 유년적 개념(Naive Theories)이라고 정의하였다. 국내에서는 이 용어를 오인(misconceptions, 조희형, 1984), 직관적 견해(intuitive ideas, 김찬중, 1989) 등으로 사용하고 있다.

이러한 근원으로 인한 자연현상에 대한 학생들의 사고는 학생들의 머리 속에 오래도록 잠재되어 있으므로 보편적인 학습방법으로는 치유할 수 없을 만큼 과학학습에 심각한 영향을 끼친 것으로 밝혀졌다(Champagne & Klopfer, 1983). 특히, 이 유년적 개념은 연령, 능력, 국적, 전공, 비전공에 관계없이 다양한 사람들에게 두드러진 견고성을 보인다고 한다.

우리나라 초등학교의 교육과정 중 4학년 자연과 내용인 '강과 바다' 단원은 학생들의 직접 관찰이나 실험을 통해서 수업이 이루어져야 학생들에게 보다 큰 효과를 얻을 수 있는 단원이다. 하지만 현실적으로 어려운 실정이다. 많은 과학교육자들은 이러한 유년적 개념(Naive Theories)을 극복하기 위한 다양한 교수전략(Teaching Strategies)을 세울 것을 권고하였다.

이들 가운데 Ganiel & Idar(1985)는 CAI(computer-assisted instruction) program을 이용한 학습방법을 제안하였다.

이에 본 연구는 흐르는 강에 대한 초등학교 학생들의 유년적 개념을 극복하기 위한 CAI 프로그램을 개발하여, 이 프로그램이 초등학생들의 개념변화에 미치는 효과를 알아보는데 연구의 목적 및 필요성을 두고 있다. 이 CAI 프로그램은 흐르는 강의 모양과 물이 흐르면서 일어나는 지질현상을 시뮬레이션화 하였다. 본 연구의 연구문제는 다음과 같다. 첫째, CAI프로그램의 내용은 무엇인가? 둘째, CAI프로그램을 수업에 적용한 후 학생들의 개념 변화의 효과는 어떠한가?

## II. 선행연구

초등학교 자연교과 내용에 관한 유년적 개념(Naive Theories)의 개념 연구는 국내·외에서 광범위하게 연구되었다.

Nussbaum & Novak(1976)의 지구모양, Mali & Howe(1979)는 중력, Cosgrove & Osborne(1983)는 물의 상태변화, Anderson & Smith(1986)는 빛과 색, Wandersee (1985)는 식물에 대하여 연구·보고되어 왔다.

국내에서는 조정일(1988)의 식물, 김현재·김한호(1990)의 온도개념, 채동현(1992)의 계절변화의 원인, 채동현(1992)의 중력개념형성에 관하여 연구되어졌다.

한편 CAI에 관한 국내·외의 연구동향을 살펴보면 미국은 CAI를 통한 그래프학습, 시뮬레이션학습, 문제해결학습, 유년적 개념을 극복하기 위한 학습 등 과학교육 전 분야에 걸쳐 활발하게 연구되고 있다.

Gardner & others(1992)는 CAI를 통한 실험학습이 초등학교 학생들의 과학적 태도와 날씨개념에 미치는 영향에 관한 연구를 하였다.

이들 연구에 의하면 CAI를 통한 실험학습을 받은 학생은 전통적인 학습을 받은 학생에 비해

여 과학적 태도와 날씨 개념에 관한 시험 성적이 아주 좋은 것으로 밝혀졌다.

국내에서는 박병빈·김재현(1983)에 의한 원소와 주기율에 대한 CAI프로그램, 김재현(1989)에 의한 물질의 특성을 위한 CAI프로그램, 김창식(1990)에 의한 역학단원을 위한 CAI프로그램, 채동현(1994)의 광물감별을 위한 CAI프로그램이 개발되었다.

### III. 연구방법

본 연구에서는 초등학교 자연과 4학년 1학기 교과서에 나오는 “굽이쳐 흐르는 강”의 내용을 중심으로 CAI프로그램을 개발하고, 이 프로그램을 실제 수업에 적용한 다음 이 프로그램이 학생들의 개념 변화에 어떠한 효과가 있는지를 조사하였다. 연구에 사용된 CAI프로그램, 평가 도구, 표집대상, 실험처치, 자료수집 및 분석은 다음과 같다.

#### 1. CAI프로그램

CAI 프로그램의 저작도구는 GREAT II를 이용하였으며, 관련된 내용을 애니메이션화하였다. GREAT II의 특징은 ①사용법을 빠른 시간 내에 습득할 수 있고, ②독립된 교육용 소프트웨어의 개발 환경을 구축할 수 있고, ③교육용 소프트웨어를 보다 편리하게 개발하거나 실행할 수 있고, ④교육용 소프트웨어의 개발 기간을 단축할 수 있고, ⑤교육용 소프트웨어의 개발 작업 중 다른 작업을 병행함으로써 개발 및 업무의 효율을 높일 수 있고, ⑥전 교과목의 다양한 유형의 교육용 소프트웨어를 개발할 수 있다(한국교육개발원, 1996). 이 CAI 프로그램을 가동시키기 위한 컴퓨터 환경(표1)은 다음과 같다.

<표 1> 프로그램 운영 환경

저작 모드 (교사)	실행 모드 (학생)
▶IBM PC 386 DX급 이상 ▶메인 메모리(RAM): 4MB 이상	▶IBM PC 386 SX급 이상 ▶메인 메모리 (RAM) : 2MB 이상
공 통 환 경	▶운영 체제 : K-DOS 5.0 이상 호환 (한글/영문 도스 호환)
	▶그래픽보드 : 컬러(VGA) 전용
	▶해상도 : 640 * 480
	▶지원 색상 : 16색, 256색
	▶키보드/마우스 겸용 ▶음성 카드(사운드 블러스터 호환모드) 지원

표와 같이 본 연구에서 사용한 CAI 프로그램은 본 연구자가 직접 개발한 것으로 386 IBM-PC/DX급 이상의 기종에서 운영된다. 운영 체제는 K-DOS 5.0 이상에서 호환가능하고, 키보드와 마우스를 겸용할 수 있으며 음성 카드를 지원하여야 한다.

#### 2. 검사도구

검사도구(부록)는 본 연구자가 직접 개발한 것으로, 선다형과 그 이유를 설명하는 Two-tier method로 8문항으로 이루어져 있다. 그 문항은 ‘물의 경사와 속도와의 관계’, ‘물의 양과 속도와의 관계’, ‘물의 속도와 운반작용과의 관계’, ‘퇴적입자크기와 이동거리와의 관계’, ‘굽이쳐 흐르는 강의 종이배 속도’, ‘굽이쳐 흐르는 강의 물체의 퇴적작용’, ‘반듯하게 흐르는 강의 종이배 속도’, ‘반듯하게 흐르는 강의 물체의 퇴적작용’으로 구성되어 있다.

#### 3. 표집대상

표집 대상은 전주교육대학교 부속 초등학교 4학년 학생 30명을 대상으로 하였다(표2).

<표 2> 표집 대상

집 단	남	여	합계
전주부속 4학년	14	16	30

#### 4. 실험처치

실험처치는 연구자가 컴퓨터 하드 드라이브에 CAI프로그램을 설치하고, 프로그램내용과 기능키와 작동방법에 대해 약 1시간동안 설명하였다. 이어서 학생들에게 3주 6시간동안 CAI프로그램내용을 작동·학습하도록 하였다.

#### 5. 자료수집 및 분석

본 연구에서의 자료수집 방식은 먼저, 전통적인 수업방식으로 수업을 한 후에 설문조사를 실시하여 자료를 얻었고, 다음으로 CAI프로그램을 이용한 수업을 실시한 후에 다시 설문조사를 실시하여 자료를 얻었다. 여기에서 얻어진 자료는 수업전과 수업 후로 나누어 과학적 개념, 유년적 개념, 무개념으로 분류하여 비교·분석하였다.

### IV. 결 과

#### 1. 프로그램 내용

프로그램 구성은 초등학교 자연과 교과서 4학년 1학기 '2. 강과 바다' 단원중 강에 관련된 내용을 애니메이션화하였으며, 전체 내용을 차례로 또는 부분만 선택해 반복 학습을 할 수 있도록 하였다.

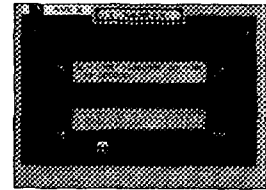
프로그램내용은 프로그램의 소개, 빗물, 시냇물, 강물, 연습문제로 구성되어있다. 프로그램소개에는 이름 입력, 도움말, 학습차례 등이 소개된다. 빗물에는 빗물이 이동하는 모습, 빗물이 흐른 후의 땅의 모습이 소개된다. 시냇물에는 경사에 따른 물이 흐르는 모양과 위치에 따른 돌의 모양이 소개된다. 강물에는 굽이쳐 흐르는 강물, 반듯이 흐르는 강물이 소개된다. CAI프로그램의 주요화면의 내용을 소개하면 다음과 같

다.

#### 1) 프로그램 소개

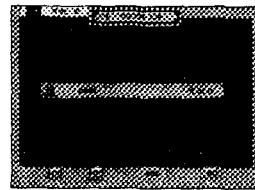


[ 그림 1 ]

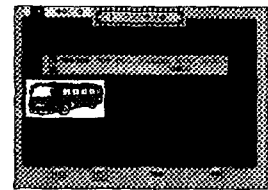


[ 그림 2 ]

[ 그림 1 ] 은 본 CAI프로그램의 초기화면으로 흐르는 물에 알맞게 그림을 제시해주며, [ 그림 2 ] 는 이 프로그램이 초등학교 4학년 자연과의 [강과 바다]라는 단원 중 강의 내용이라는 설명이 되어있다.

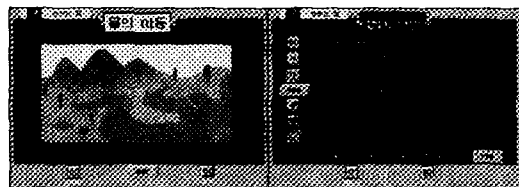


[ 그림 3 ]



[ 그림 4 ]

[ 그림 3 ] 은 프로그램 상에서 학습자의 이름을 입력시키는 장면으로 먼저 CAI프로그램에서 자신이 컴퓨터임을 소개하고 난 후 학생의 이름을 입력하게 된다. 이 화면에서 입력한 이름은 프로그램 종료될 때까지 기억되어있다. [ 그림 4 ] 는 이름을 입력한 다음 전환되는 화면으로 학습을 열심히 하라는 메시지가 제시되는 화면이다.



[ 그림 5 ]

[ 그림 6 ]

[ 그림 5 ] 는 [ 그림 4 ] 에서 프로그램에 대해 잘 모를 때 F1키를 눌러 프로그램의 사용법을 알게 하기 위해 만들어 놓은 화면으로, 프로그램에서 자주 사용되는 키들의 기능을 알려주는 화면이다. [ 그림 6 ] 은 [ 흐르는 물 ] 의 프로그램의 시작화면으로 앞으로 공부하게 될 내용들을 보여주기 위한 바탕화면이다.

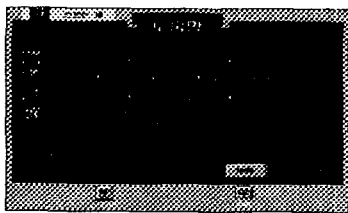


[ 그림 7 ]



[ 그림 8 ]

[ 그림 7 ] 은 [ 그림 6 ] 의 바탕화면에서 [ 흐르는 물 ] 에 대하여 체계적인 물의 이동을 보여주는 화면이다. 지표에서 물이 흐르는 모습을 보여준 후 하늘에서 비가 내리는 모습을 보여주고 개울을 거쳐 시내, 강, 바다로 흘러가는 모습을 보여주는 화면이다. [ 그림 8 ] 은 [ 그림 7 ] 을 본 후 진행된 화면으로 자기가 학습하고 싶은 영역을 키보드나 마우스를 사용하여 선택하는 분기화면으로 빗물, 냇물, 강물의 세부분과 연습문제로 모두 네 개의 분기화면이 있다.



[ 그림 9 ]

[ 그림 9 ] 는 [ 그림 8 ] 에서 각 분기화면이 어느 내용인지 궁금해하는 것을 위해 F1키를 눌러 알아보게 하기 위해 준비한 화면으로 빗물, 시냇물, 강물, 연습문제에 대해 간략하게 설

명하였다.

2) 빗물

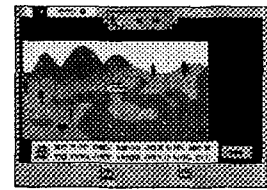


[ 그림 10 ]

[ 그림 10 ] 은 [ 그림 8 ] 에서 빗물을 선택했을 때 나타난 화면으로 [ 빗물이 이동하는 모습 ], [ 빗물이 흐른 후의 땅의 모습 ] 이라는 두 개의 선택 메뉴가 있다.

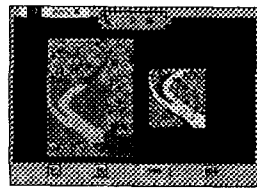


[ 그림 11 ]

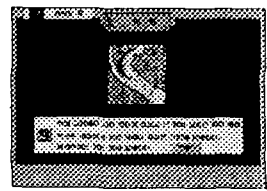


[ 그림 12 ]

[ 그림 11 ] 은 [ 그림 10 ] 에서 빗물이 이동하는 모습을 선택했을 때 제시되는 화면으로 하늘에서 내린 빗물이 이동하는 모습을 애니메이션으로 보여준다. 애니메이션이 끝난 후에는 애니메이션으로 보여주지 못한 내용을 글로 설명하여 준다. F1을 누르면 보충설명을 볼 수 있다. [ 그림 12 ] 는 [ 그림 11 ] 의 보충설명으로 물이 흐르는 도중에 증발되기도 하고 땅에 스며들어 지하수가 된다는 내용의 설명이 제시된다.



[ 그림 13 ]



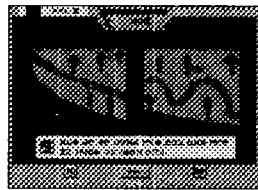
[ 그림 14 ]

[ 그림13 ] 은 [ 그림10 ] 에서 [ 빗물이 흐른 후의 땅의 모습 ] 을 선택했을 때의 화면으로 땅의 모습을 보여준 후 특정부분을 점멸효과를 넣어 점멸이 끝난 후 점멸된 부분의 땅의 변한 모습을 그 옆에 그림으로 제시하였다. 이 화면은 애니메이션의 한계가 있어 애니메이션을 하지 못했다. 그래서 F1키를 눌러 볼 수 있는 보충설명을 제시하였다. [ 그림14 ] 는 [ 그림13 ] 에 대한 보충설명이다.

### 3) 시냇물

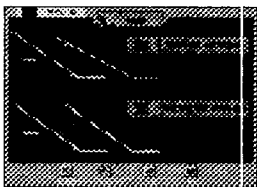


[ 그림15 ]



[ 그림16 ]

[ 그림15 ] 는 [ 그림 8 ] 에서 시냇물을 선택했을 때 제시되는 화면으로 이 화면도 분기화면으로 [ 경사에 따른 물이 흐르는 모양 ] 과 [ 위치에 따른 돌의 모양 ] 이라는 두 개의 메뉴로 나뉘어져있다. [ 그림16 ] 은 경사에 따른 물이 흐르는 모양을 선택했을 때 제시되는 화면으로 경사가 급한 곳은 곧게 흐르는 그림과 경사가 완만한 곳은 구불구불하게 흐르는 그림을 제시하여 위치에 따른 시내의 모양을 비교하여 볼 수 있게 하였다.



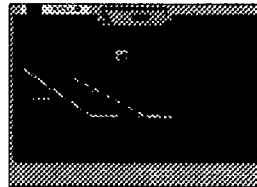
[ 그림17 ]



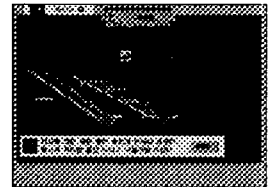
[ 그림18 ]

[ 그림17 ] 은 [ 그림16 ] 화면을 보고 난 후에 제시되는 화면으로 [ 경사에 따른 유수대 실험 ] 과 [ 물의 양에 따른 유수대 실험 ] 이라는 두 개의 메뉴로 되어있다.

[ 그림18 ] 은 [ 경사에 따른 유수대 실험 ] 을 선택했을 때의 문제 화면으로 경사에 따라서 물이 어떻게 흐르는가 예상해보며 문제를 풀어보게 되어있다.



[ 그림19 ]



[ 그림20 ]

[ 그림19 ] 는 [ 그림18 ] 에서 문제를 풀 다음 제시되는 화면으로 [ Enter ] 키를 눌러 직접 물이 어떻게 흘러가는지를 보여주는 화면이다. [ 그림20 ] 은 문제를 풀 결과가 맞았는지 틀렸는지 정·오 확인을 한 후 물이 흘러가는 모습을 보여준 화면이다. 내용을 보면 경사가 급한 곳은 경사가 완만한 곳보다 물도 빨리 흐르고 운반된 물질의 양도 많음을 알 수 있다. 실험이 끝나면 실험에 관한 피드백이 주어진다.



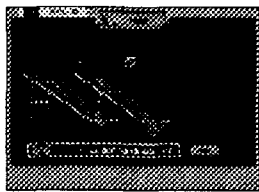
[ 그림21 ]



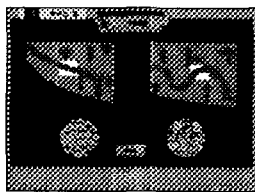
[ 그림22 ]

[ 그림21 ] 은 [ 그림17 ] 에서 [ 물의 양에 따른 유수대 실험 ] 을 선택했을 때 제시되는 화면으로 [ 그림19 ] 와 같이 실험이 제시되는 문제형 화면이다. 문제를 풀고 나면 문제가 맞

았는지 틀렸는지 정·오 확인을 한 다음 [ 그림22 ] 처럼 물이 흘러가는 모습을 보여준 후 피드백이 주어진다. [ 그림22 ] 에서는 물의 양이 많은 곳이 물의 양이 적은 곳보다 물도 빨리 흘러가고 운반된 물질의 양도 많음을 알 수 있다.

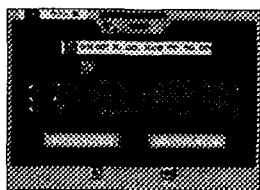


[ 그림23 ]

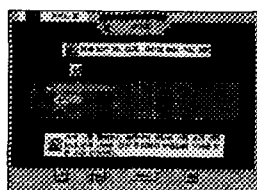


[ 그림24 ]

[ 그림23 ] 은 [ 그림21 ] 에서 틀린 답을 입력했을 때 [Enter]를 눌러 물을 흘려본 후에 잘못 생각했다는 메시지가 제시된다. 그리고 [Space Bar]를 눌러 다음 화면 [ 그림21 ] 로 이동하여 틀린 문제에 대해 다시 풀어볼 수 있게 하였다. [ 그림24 ] 는 [ 그림15 ] 에서 [위치에 따른 돌의 모양]을 선택했을 때 제시되는 화면이다. 그림에서처럼 하얀 영역에 점멸 효과를 넣어 시선을 집중시킨 다음 화면 밑에 있는 시내 바닥 물질의 모양을 그림으로 제시하였다.



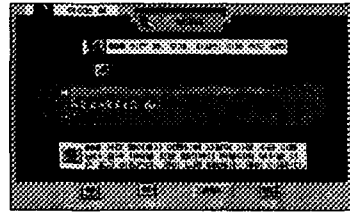
[ 그림25 ]



[ 그림26 ]

[ 그림25 ] 는 [ 그림24 ] 의 다음 화면으로 물의 속도에 따른 흙, 모래, 자갈의 운반 속도를 알아보는 실험화면인데 [물의 속도가 느릴 때] 와 [물의 속도가 빠를 때]의 두 가지의 메뉴가 제시된다. [ 그림26 ] 은 [물의 속도가 느릴

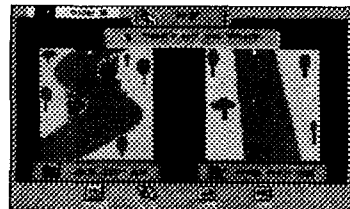
때]를 선택했을 때의 화면으로 흙, 모래, 자갈의 순서대로 많이, 빠르게 운반된다는 것을 보여준다. 그리고 나서 보충설명이 밑에 제시된다.



[ 그림27 ]

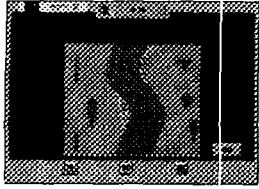
[ 그림27 ] 은 [ 그림25 ] 에서 [물의 속도가 빠를 때]를 선택했을 때의 화면으로 [ 그림26 ] 과 같이 흙, 모래, 자갈의 순서대로 많이, 빠르게 운반되는 모습을 보여준다. 그리고 나서 보충설명이 밑에 제시된다. 이렇게 하여 물의 속도가 느릴 때와 빠를 때의 높이를 확실히 알아볼 수 있게 하였다.

#### 4) 강물

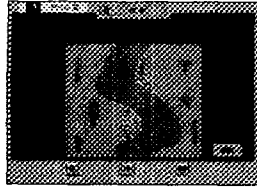


[ 그림28 ]

[ 그림28 ] 은 [ 그림 8 ] 에서 강물을 선택했을 때 제시되는 화면으로 [굽이쳐 흐르는 강물]과 [반듯이 흐르는 강물]의 두 가지의 메뉴가 있다.



[ 그림29 ]

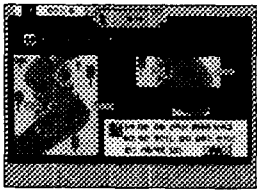


[ 그림30 ]

[ 그림29 ] 는 [ 그림28 ] 에서 [ 굽이쳐 흐르는 강물 ] 을 선택했을 때 제시되는 화면으로 굽이쳐 흐르는 강물에서 퇴적되는 과정을 보여준다 [ 그림30 ] . 이 화면은 학생들이 강줄기가 바뀌는 모습을 보고 어떻게 굽이쳐 흐르는 강물이 되는지 쉽게 이해할 수 있는 화면이다.

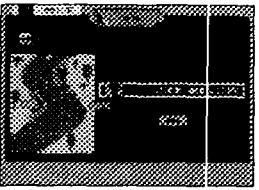


[ 그림31 ]



[ 그림32 ]

[ 그림31 ] 은 [ 그림30 ] 에서 본 굽이쳐 흐르는 강이 생기는 근본적인 원인을 알아보기는 화면으로 굽이쳐 흐르는 강물의 안쪽과 바깥쪽의 물의 빠르기를 알아보기 위한 실험이 제시되는 문제화면이다. 종이배를 그려놓아 배가 흘러가는 속도를 보고 물의 빠르기를 알아볼 수 있도록 하였다. 결과적으로 [ 그림31 ] 과 [ 그림32 ] 는 강물에 의한 퇴적이 어느 지역에서 우세하게 일어나는지를 보여 주시 위함이다.

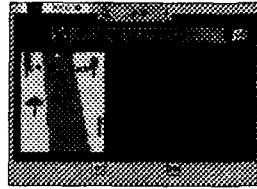


[ 그림33 ]

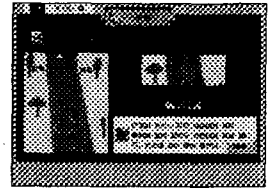


[ 그림34 ]

[ 그림33 ] 은 [ 그림31 ] 에서 틀렸을 때 제시되는 화면으로 [ Enter ] 키를 눌러 종이배를 띄워봄으로써 강의 안쪽, 가운데, 바깥쪽의 물의 빠르기를 알아보고 정·오에 대한 메시지가 제시된다. [ Space Bar ] 를 누르면 다시 문제를 풀 수 있는 [ 그림31 ] 화면으로 이동한다. [ 그림34 ] 는 정답을 제시했을 경우에 제시되는 화면으로 보충설명이 덧붙여진다.

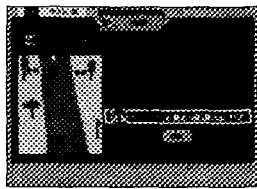


[ 그림35 ]

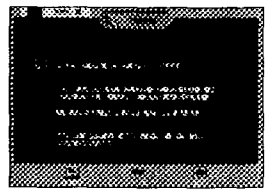


[ 그림36 ]

[ 그림35 ] 는 [ 그림28 ] 에서 [ 반듯이 흐르는 강물 ] 을 선택했을 때 제시되는 화면으로 [ 그림31 ] 과 같은 유형으로 되어있다. [ 그림36 ] 은 [ 그림35 ] 에서 맞게 대답하였을 때 제시되는 화면으로 종이배를 띄워 안쪽, 가운데, 바깥쪽 중에서 어느 부분의 물이 빠른지를 알아 보게 하였다. 그리고 강물의 바닥을 보여주어 안쪽, 가운데, 바깥쪽 물의 깊이를 보여주고 나서 알맞은 피드백이 제시된다.



[ 그림37 ]



[ 그림38 ]

[ 그림37 ] 은 [ 그림35 ] 에서 틀렸을 때 제시되는 화면으로 [ Enter ] 키를 눌러 종이배를 띄워봄으로써 강의 안쪽, 가운데, 바깥쪽의 물의 빠



르기를 알아보고 정·오에 대한 메시지가 제시된다. [Space Bar]를 누르면 다시 문제를 풀 수 있는 [그림31] 화면으로 이동한다.

[그림38]은 [그림 8]에서 연습문제를 선택했을 때 제시되는 화면으로 풀어야 하는 연습문제에서 종료할 수 없다는 것 등 주의할 사항을 제시하고 있다.



[ 그림39 ]

[ 그림39 ]는 학습도중에 [F2]를 눌러 학습을 종료하고자 할 때나 모든 학습을 마쳤을 때 제시되는 화면으로 맨 마지막 화면이다. 종료를 중지하고자 할 때는 [F2]를 눌러 [그림 8]로 갈 수 있다.

2. 프로그램 적용의 효과

1) 물의 경사와 속도와의 관계

프로그램 학습전·후의 '물의 경사와 속도와의 관계'에 대한 학생들의 응답 유형은 <표 3>과 같다. 과학적 개념은 프로그램 학습전·후 각각 41.3%, 40%로 나왔다. 과학적 개념에서는 프로그램 학습전·후의 별 차이가 없었지만, 유년적 개념에서는 그 유형이 현저하게 줄었다는 것을 알 수 있다. 이것으로 보아 CAI 프로그램이 학생들의 유년적 개념의 폭을 어느 정도 줄이는데 효과가 있었다는 것을 알 수 있다.

<표3> 물의 경사와 속도와의 관계에 대한 응답 결과(단위: %)

번호	응답유형	학습 전	학습 후	비고
①	경사가 급하면 물의 속도가 빨라진다	41.3%	40%	과학적 개념
	경사가 크면 폭이 크기 때문	10.3%	23.3%	
	경사가 큰 시내는 물의 양이 많고 경사가 작은 시내는 물의 양이 적기 때문에	-	10%	
	경사가 크면 반듯이 흐르고 작으면 구불구불하기 때문	-	10%	
	기타	20.6%	16.6%	
②	경사가 작으면 빠르다	10.3%	-	유년적 개념
	폭이 좁아서 빠르다	10.3%	-	
③	기타	3.4%	-	유년적 개념
	경사에 관계없이 똑같다	3.4%	-	

2) 물의 양과 속도와의 관계

프로그램 학습전·후의 '물의 양과 속도와의 관계'에 대한 학생들의 응답 유형은 <표 4>와 같다. 학생들의 과학적 개념은 프로그램 학습전·후 각각 41.3%, 76.6%로 나타났다. CAI 프로그램이 학생들의 과학적 개념 형성에 많은 효과가 있었음을 알 수 있다.

<표 4> 물의 양과 속도와의 관계에 대한 응답 결과(단위: %)

번호	응답유형	학습 전	학습 후	비고
①	물의 양이 많으면 더 빠르다	41.3%	76.6%	과학적 개념
	기타	6.8%	20%	
②	물의 양이 적을수록 빠르다	17.2%	3.3%	유년적 개념
	물의 양이 많으면 꼭 차서 내려오기가 힘들다	3.4%	-	
	물의 양이 적으면 가볍기 때문에	10.3%	-	
	기타	3.4%	-	
③	경사가 같으면 물의 양에 관계없이 같다	6.8%	-	무개념
	무응답	6.8%	-	

3) 물의 속도와 운반작용과의 관계

프로그램 학습전·후의 '물의 속도와 운반작용과의 관계'에 대한 학생들의 응답유형은 <표 5>과 같다. 수업 전·후의 과학적 개념은 각각 34.4%, 56.6%로 나타났다. 이것으로 보아 CAI프

로그램이 학생들의 과학적 개념 형성에 효과가 있음을 알 수 있다.

<표 5> 물의 속도와 윤반작용과의 관계에 대한 응답 결과(단위: %)

번호	응답유형	학습 전	학습 후	비고
①	물의 속도가 빠르기 때문에 더 멀리 떠내려간다	34.4%	56.6%	과학적 개념
	흙이 가벼워서 멀리 나간다	-	13.3%	
	물의 속도가 빠르면 흙이 짙어서 멀리 나간다	20.6%	20%	유년적 개념
	기타	37.9%	-	
②	속도가 느려야 멀리 나간다	3.4%	-	유년적 개념
	물의 속도가 빠르면 흙이 중간에 떨어질 수도 있다	3.4%	-	

4) 물체의 무게와 이동거리와의 관계

프로그램 학습전·후의 '물체의 무게와 이동거리와의 관계'에 대한 학생들의 응답유형은 <표 6>와 같다. 수업 전·후의 과학적 개념은 각각 75.8%, 80%로 나타났다. 이것으로 보아 CAI 프로그램이 학생들의 과학적 개념 형성에 효과가 있음을 알 수 있다.

<표 6> 물체의 무게와 이동거리와의 관계에 대한 응답 결과(단위: %)

5) 굽이쳐 흐르는 강의 종이배 속도

프로그램 학습전·후의 '굽이쳐 흐르는 강의 종이배 속도'에 대한 학생들의 응답유형은 <표 7>와 같다. 수업 전·후의 과학적 개념은 각각 10.3%, 56.6%로 나타났다. 이것으로 보아 CAI 프로그램이 학생들의 과학적 개념 형성에 효과가 있음을 알 수 있다.

<표 7> 굽이쳐 흐르는 강의 종이배 속도에 대한 응답 결과(단위: %)

번호	응답유형	학습 전	학습 후	비고
①	크기가 작은 것이 더 멀리 떠내려 간다	75.8%	80%	과학적 개념
	기타	6.8%	16.6%	
②	모래가 깨지면 자갈이 되고 자갈이 깨지면 흙이 된다	3.4%	-	유년적 개념
	무거운 것이 제일 멀리 나간다	-	3.3%	
③	자갈은 제일 작아 빨리 가고 모래보다 흙이 얇으니까 빨리 간다	3.4%	-	유년적 개념
	자갈이 물에 먼 저가고 흙이 제일 늦게 간다	3.4%	-	
④	자갈은 무거워서 멀리 떠내려간다	3.4%	-	유년적 개념
	물이 앞으로 가면서 힘이 없어지니까 무거운 것부터 가라앉는다	3.4%	-	

위: %)

번호	응답유형	학습 전	학습 후	비고
①	물의 속도가 가장 빠른 곳이기 때문에	10.3%	56.6%	과학적 개념
	맨 앞이기 때문에	3.4%	-	
	흙이 안 쌓이는 곳이기 때문	3.4%	-	
	흙이 짙이기 때문에	-	10%	
②	기타	6.8%	13.3%	유년적 개념
	반듯이 가기 때문에	13.7%	-	
	흙이 쌓이지 않는 부분이기 때문에	3.4%	-	
③	기타	-	20%	유년적 개념
	물살이 세기 때문에	24.1%	-	
④	기타	34.4%	-	유년적 개념
	기타	34.4%	-	

6) 굽이쳐 흐르는 강의 물체의 퇴적작용

프로그램 학습전·후의 '굽이쳐 흐르는 강의

퇴적작용'에 대한 학생들의 응답유형은 <표 8>과 같다. 수업 전·후의 과학적 개념은 각각 27.5%, 43.3%로 나왔다. 이것으로 보아 CAI프로그램이 학생들의 과학적 개념 형성에 효과가 있음을 알 수 있다.

7) 반듯하게 흐르는 강의 종이배 속도

프로그램 학습전·후의 '반듯한 강의 종이배 속도'에 대한 학생들의 응답유형은 <표 9>과 같다. 수업 전·후의 과학적 개념은 각각 34.4%, 50%로 나왔다. 이것으로 보아 CAI프로그램이 학생들의 과학적 개념 형성에 효과가 있음을 알 수 있다.

<표 8>굽이쳐 흐르는 강의 물체의 퇴적작용에 대한 응답 결과(단위: %)

번호	응답유형	학습 전	학습 후	비고
③	물의 속도가 느리기 때문에(바깥쪽은 침식작용이 일어나고 안쪽은 퇴적작용이 일어나기 때문)	27.5%	43.3%	과학적 개념
	바깥쪽이기 때문에	3.4%	-	
	기타	-	16.6%	
①	속도가 느리기 때문에	-	23.3%	유년적 개념
	속도가 빠르기 때문에	-	6.6%	
	물의 속도가 느려서 흙이 쌓인다	17.2%	-	
	중심이 쏠리기 때문에	6.8%	-	
	굽이치는 곳에서 부딪치기 때문에	3.4%	-	
	물이 나가지 않기 위해서 더 굽어진 부분이기 때문에	3.4%	-	
	물이 그쪽으로 흘러가기 때문	3.4%	-	
기타	6.8%	-		
②	가운데는 물살이 세지 않고 양쪽에는 세기 때문에	-	3.3%	유년적 개념
	가운데이기 때문에	17.2%	-	
	움푹 들어가고 폭이 넓어서	3.4%	-	
	흙이 쌓여 있기 때문에	3.4%	-	
	무응답	6.8%	-	
				무개념

<표 9>반듯하게 흐르는 강의 종이배 속도에 대

한 응답 결과(단위: %)

번호	응답유형	학습 전	학습 후	비고
②	물살이 가장 빠르기 때문에	34.4%	50%	과학적 개념
	'가'와 '다'는 흙이 많이 쌓여있고 '나'는 흙이 없기 때문에	-	33.3%	
	가운데는 반듯이 흐르기 때문에	-	10%	
	물이 깊고 경사가 급하기 때문에	-	6.6%	
	장애물이 없어서 가장 빠르다	3.4%	-	
	'가'와 '다'에는 흙이 쌓여 있어서 '나'가 가장 빠르다	13.7%	-	
기타	27.5%	-	유년적 개념	
①	바깥쪽이기 때문에	10.3%		-
	가운데는 물이 모여 있기 때문에	3.4%		-
	느리다	3.4%		-
③	장애물의 영향을 받지 않기 때문에	3.4%		-
③	제일 안쪽에 있기 때문에	3.4%	-	

8) 반듯하게 흐르는 강의 퇴적작용

프로그램 학습전·후의 '반듯한 강의 퇴적작용'에 대한 학생들의 응답유형은 <표 10>과 같다. 수업 전·후의 과학적 개념은 각각 20.6%, 50%로 나왔다. 이것으로 보아 CAI 프로그램이 학생들의 과학적 개념 형성에 효과가 있음을 알 수 있다.

<표 10>반듯하게 흐르는 강의 퇴적작용에 대한 응답 결과(단위: %)

번호	응답유형	학습 전	학습 후	비고
①	물의 속도가 가장 느리기 때문	20.6%	50%	과학적 개념
	물의 양이 '가', '다'는 적기 때문	-	13.3%	
	바깥쪽이기 때문에	17.2%	-	
	물은 가운데로 흐르기 때문에	13.7%	-	
	기타	31%	36.6%	
②	흙이 가운데로 오기 때문에	6.8%	-	유년적 개념
	'나'는 물살이 느리기 때문에	3.4%	-	
	물은 '가', '다'로 퍼지기 때문에	3.4%	-	
	기타	3.4%	-	

#### IV. 결 론

본 연구는 초등학교 4학년 자연교과서 '흐르는 강' 단원에 대한 CAI프로그램 개발 및 그 프로그램이 초등학생들의 개념 변화에 미치는 효과를 알아보는 데 그 목적이 있다. CAI프로그램을 수업에 적용한 후의 학생들의 과학적 개념형성의 변화를 살펴보면 다음과 같다.

첫째, '물의 경사와 속도와의 관계'를 묻는 문항에서는 프로그램 학습전과 후의 과학적 개념이 각각 41.3%, 40%로 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 과학적 개념을 지닌 학생들은 프로그램 학습전·후 거의 같지만, 학습 후에는 유년적 개념의 유형이 5개에서 3개로 줄었다.

둘째, '물의 양과 속도와의 관계'를 묻는 문항에서는 프로그램 학습전과 후의 과학적 개념은 각각 41.3%, 76.6%로 나타났다.

셋째, '물의 속도와 운반작용과의 관계'를 묻는 문항에서는 프로그램 학습전과 후의 과학적 개념은 각각 34.4%, 56.6%로 나타났다.

넷째, '물체의 무게와 이동거리와의 관계'를 묻는 문항에서는 프로그램 학습전과 후의 과학적 개념은 각각 75.8%, 80%로 나타났다.

다섯째, '굽이쳐 흐르는 강의 종이배 속도'를 묻는 문항에서는 프로그램 학습전과 후의 과학적 개념은 각각 10.3%, 56.6%로 나타났다.

여섯째, '굽이쳐 흐르는 강의 물체의 퇴적작용'을 묻는 문항에서는 프로그램 학습전과 후의 과학적 개념은 각각 17.5%, 43.3%로 나타났다.

일곱째, '반듯한 강의 종이배 속도'를 묻는 문항에서는 프로그램 학습전과 후의 과학적 개념은 각각 34.4%, 50%로 나타났다.

여덟째, '반듯한 강의 물체의 퇴적작용'을 묻는 문항에서는 프로그램 학습전과 후의 과학적 개념은 20.6%, 50%로 나타났다.

위와 같은 결과로 보아 CAI 프로그램이 학생들의 과학적 개념형성에 도움을 준다는 것을 알 수 있다. CAI의 활용이 수업에 긍정적인 영향을 미친다는 것은 여러 연구를 통해서 입증되고

있다.

CAI를 수업에 활용할 때는 보통 학생의 흥미를 유발하거나 교실에서 이루어질 수 없는 수업을 해야 하거나 학습자료가 부족한 수업에서 이루어지는 경우가 많다. 이런 CAI학습이 효과적인 수업이 되기 위해서는 학생들이 기본적인 컴퓨터 사용 능력이 갖추어져 있어야 하고, 또한 교사는 CAI의 특징과 활용방법을 숙지해야 한다. 이와 더불어 여기에 교사가 직접 CAI프로그램을 작성할 수 있다면 교사가 원하고자 하는 방향으로 학생을 지도하는데 큰 효과를 거둘 수 있을 것이라고 생각한다.

결론적으로, 본 연구에서 제작한 CAI 프로그램은 '물의 양과 속도와의 관계', '물의 속도와 운반작용과의 관계', '물체의 무게와 이동거리와의 관계', '굽이쳐 흐르는 강의 종이배 속도', '굽이쳐 흐르는 강의 물체의 퇴적작용', '반듯하게 흐르는 강의 종이배 속도', '반듯하게 흐르는 강의 물체의 퇴적작용'에서는 학생들의 과학적 개념 형성에 효과가 있었음을 알 수 있다.

#### 참 고 문 헌

1. 김재현(1989). 물질의 특성 학습을 위한 개인용 컴퓨터프로그램연구. 공주대학교교육연구, 21, 17-27.
2. 김찬중(1989). 학생들의 지구과학 분야의 직관적 견해. 한국지구과학회지, 10(2), 229-235.
3. 김창식(1990). 대학 일반물리학 역학 단원 CAI프로그램 개발. 한국과학교육학회지, 10(1), 1-8.
4. 김현재 · 김한호(1990). 국민학교 아동의 온도 개념형성에 관한 조사. 한국과학교육학회지, 10(1), 95-118.
5. 문교부(1987). 제 5차 국민학교 교육과정, 문교부 고시 제87-9호.
6. 박병빈 · 김재현(1983). 원소와 주기율에 대한 Computer학습 Program 연구. 공주대 과학교육연구지, 15, 133-145.

7. 정진우(1988). 초등과학교육과정과 컴퓨터 교육에 관한 연구. 한국과학교육학회지, 8(2), 17-22.
8. 조정일(1988). An Investigation of Fifth and Eighth Grade Korean Students' Misconceptions of Photosynthesis. 한국과학교육학회지, 9(1), 101-111.
9. 조희형(1984). 선입관의 철학적 배경 및 오인 과학 학습의 관계. 한국과학교육학회지, 4(1), 34-43.
10. 채동현(1992). 계절변화의 원인에 관한 학생들의 유년적 사고. 한국지구과학회지, 13(3),
11. 채동현(1992). 한국학생들의 중력현상에 관한 유년적 사고. 한국과학교육학회지, 12(2),
12. 채동현(1994). 광물감별을 위한 컴퓨터 프로그램개발. 한국과학교육학회지, 14(2), 236-240.
13. 채동현, 이원국(1993). 천문학적 현상의 유년적 사고 근원에 관한 연구. 한국과학교육학회지, 13(1),
14. 한국교육개발원(1996). GREAT-II 사용설명서.
15. Anderson, C. W., & Smith, E. L. (1986). Children's conceptions of light and color: Understanding the role of unseen rays. (Research Series No. 166). East Lansing: Michigan State University, Institute for Research on Teaching.
16. Champagne, A. B., & Klopfer, L. E. (1983). Naive theories and Science Learning. Paper presented at the annual meeting of the American Association of Physics Teachers, New York. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 225-825).
17. Cosgrove, M. M., & Osborne, R. J. (1983). Children's conceptions of changes of state of water. Journal of Research in Science Teaching, 20(9), 825-838.
18. Ganiel, U., & Idar, J. (1985). Student misconceptions in science-How can computers help computers help? Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 14-18.
19. Gardener, C. M., & others (1992). The effects of CAI and hands-on activities on elementary students' attitudes and weather knowledge. School Science Mathematics, 92(6), 334 -336.
20. Mali, G. B., & Howe, A. (1979). Development of earth and gravity concepts among Nepal children. Science Education, 63(5), 685-691.
21. Nussbaum, j., & Novak, J. D. (1976). An assessment of children's concepts of the earth utilizing structured interviews. Science Education, 60(4), 535-500.
22. Vosniadou, S. (1989). Knowledge acquisition in inobservational astronomy(Technical Report No.468). (ERIC Document Processing Service No. ED316 408).

( 1999년 10월 접수 )

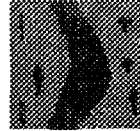
**부 목**

**'흐르는 강'에 대한 개념 조사**

학년:    반:    이름:

을 때 가장 속도가 빠른 곳과 그 이유는 무엇인가?

- ① 가            ② 나
  - ③ 다
- 이유는:



1. 물의 양이 같을 때 경사가 큰 시내와 경사가 작은 시내 중 어느 곳의 물이 빨리 흐르는 가? 그리고 그 이유는 무엇인가?

- ① 경사가 큰 시내
- ② 경사가 작은 시내
- ③ 똑같다.

이유는:

2. 경사의 크기가 같을 때 물의 양이 많을 때와 적을 때 중 물이 빨리 흐르는 곳과 이유는 무엇인가?

- ① 물의 양이 많을 때
- ② 물의 양이 적을 때
- ③ 똑같다.

이유는:

3. 물의 속도가 빠를 때와 느릴 때 중에서 흙이 멀리까지 떠내려가는 경우는 언제이며, 그 이유는 무엇인가?

- ① 물의 속도가 빠를 때
- ② 물의 속도가 느릴 때
- ③ 똑같다.

이유는:

4. 흐르는 물에 의해 물체가 멀리 떠내려가는 순서로 바른 것과 그 이유는 무엇인가?

- ① 흙→모래→자갈
- ② 모래→자갈→흙
- ③ 자갈→흙→모래
- ④ 자갈→모래→흙

이유는:

5. 아래 그림의 굽이치는 강에서 종이배를 띄웠

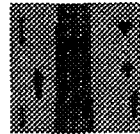
6. 아래 그림의 굽이치는 강에서 가장 흙이 많이 쌓이는 곳과 그 이유는 무엇인가?

- ① 가            ② 나
  - ③ 다
- 이유는:



7. 아래 그림의 반듯한 강에서 종이배를 띄웠을 때 가장 속도가 빠른 곳과 그 이유는 무엇인가?

- ① 가            ② 나
  - ③ 다
- 이유는:



8. 아래 그림의 반듯한 강에서 가장 흙이 많이 쌓이는 곳과 그 이유는 무엇인가?

- ① 가, 다            ② 나
- 이유는:

