

## 5E 순환학습이 초등학생의 과학 학업 성취도와 탐구 능력 및 과학적 태도에 미치는 효과

동효관<sup>†</sup> · 송미영 · 신영준  
(경인교육대학교) · (한국교육과정평가원)<sup>†</sup>

### Effects of 5E Learning-Cycle Model on Science Academic Achievements, Science Process Skill and Scientific Attitude of Elementary School Students

Dong, Hyokwan<sup>†</sup> · Song, Miyoung · Shin, Youngjoon

(Gyeongin National University of Education) · (Korea Institute of Curriculum and Evaluation)<sup>†</sup>

#### ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the effectiveness of academic achievements, science process skill and scientific attitude. The subjects of this study were 68 fourth-grade elementary school students who were 33 students for the 5E learning cycle instruction and 35 students for traditional instruction. The control group was taught with traditional teaching method, while the experimental group was taught 'the change to the volume of material due to heat' unit of 4th grade with the developed learning cycle model. The results were as follows: First, the learning cycle instruction is more effective for understanding of a concept related to the change to the volume of material due to heat. Second, the learning cycle model seems more effective for the expansion of both scientific inquiry ability and scientific attitude.

**Key words** : 5E learning cycle, elementary science, science academic achievements, science process skill, scientific attitude

#### I. 서 론

과거와 달리 오늘날은 노동, 자본 등의 전통적 생산 요소보다 인간의 창의성에 기초를 둔 지식을 더 주된 생산요소로 활용하는 지식 기반의 사회이다(오상봉, 1999). 즉, 지식 기반 사회는 지식의 이해, 가공, 활용, 그리고 새로운 지식의 창조에 있어서 창의성과 함께 높은 수준의 문제 해결 능력을 요구하는 사회라고 할 수 있다. 따라서 지식 기반 사회에서는 창의적인 아이디어와 이를 통한 독창적인 지식을 생성해 낼 수 있는 인간의 능력이 매우 중요한 요소가 된다. 공식적인 교육기관에서의

학습을 통해 과학 지식의 대부분을 얻을 수 있었던 과거와 달리 지식 기반 사회에서 과학 지식은 일생을 두고 배워도 다 학습할 수 없을 만큼 많다. 따라서 과학 지식을 모두 학생들에게 가르치는 것은 어려운 일이며, 올바른 정보와 지식을 찾아 익히고, 이를 통해 독창적 지식을 생성해 낼 수 있는 인간을 육성하는 것이 학교를 통해 학생들이 길러야 할 중요한 능력이 되었다. Moravcsik(1981)는 가능한 한 과학 교육에서 암기를 추방하고 문제 해결을 통해 학생들을 창조적으로 이끌 수 있다고 한 주장도 같은 맥락에서 이해될 수 있다. 따라서 시대에 맞는 과학 교육은 자연 현상에 대한 흥미와 호기심을

바탕으로 과학 지식을 이해하고 탐구 방법을 습득하여 올바른 자연관을 갖도록 하는 것이다(최영주, 2003).

초등학생들이 과학 학습에서 어려움을 겪는 이유 중의 하나는 과학 내용이 형식적 사고를 요구함에 반해, 학생들은 대부분 구체적 사고 단계에 머물러 있기 때문이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는, 우선 학생들에게 직접적이고 구체적인 경험을 제공한 뒤 이를 발판으로 추상적인 과학 내용을 이해하도록 도와주어야 한다(Meichtry, 1992). 따라서 관찰이나 실험 등의 구체적인 탐색 활동을 바탕으로 새로운 개념의 이해를 돕는 순환학습은 구체적 조작기 학생들의 과학 학습에 적합한 교수-학습 모형 중 하나라고 할 수 있다. Lawson *et al.*(1989)도 Lott(1983)의 메타 분석 연구 결과를 바탕으로 순환학습이 구체적 조작기에 해당되는 학생들에게 더 효과적일 것으로 제안했다. 순환학습은 Piaget의 인지발달 이론에 바탕을 둔 것으로 학생 중심의 개방적인 탐구 활동과 교사에 의한 교수 활동이 유기적으로 결합된 교수-학습 모형이다. 순환학습은 관찰과 실험 등의 자율적인 탐색 활동을 통해 학생 스스로 새로운 개념을 발견하도록 유도함으로써, 학생들의 탐구 능력을 신장시킬 뿐만 아니라 동시에 과학 개념 학습에도 효과적이라고 알려져 있다(Lawson *et al.*, 1989; 강호감 등, 2007).

순환학습은 Piaget의 인지발달 이론에 기초를 두고, 탐구 단계에서의 간단한 실험을 통하여 학생 스스로 새로운 개념을 발견할 수 있도록 유도한다. 유형에 따라 단계별 활동에서 차이가 있지만, 순환학습은 탐색, 용어 도입, 적용이라는 일반적인 3단계에 따라 이루어진다. 순환학습의 3단계에 설명 단계를 추가하여 Martin, Sexton과 Gerlovich는 4E 순환학습을 제안하였다(Llewellyn, 2002). 이후 구성주의의 영향으로 순환학습은 4E 순환학습에 참여 단계가 추가된 5E 순환학습으로 확장되었다(Llewellyn, 2002). BSCS(Biological Science Curriculum Study)에서는 구성주의 학습 이론과 원리에 따라 탐색 단계를 참여(Engagement)와 탐색(Exploration)으로 나누고, 용어도입 단계를 설명(Explanation) 단계로 수정하였으며, 개념 적용 단계를 정교화(Elaboration) 단계로 보완하고, 마지막에 평가(Evaluation) 단계를 추가하였다(BSCS, 1989). 5E 순환학습에 따른 과학 교수-학습은 과학 지식의 구성과 과학적 개념의 변화

에 목표를 두는 것으로(강호감 등, 2007), 5E 순환학습 모형은 순환학습의 응용으로서 중학교나 고등학교 수준에서도 적용 가능성이 높은 교수-학습 모형이다.

순환학습과 관련된 선행 연구는 교사와 학생을 대상으로 다양하게 이루어졌다. 순환학습과 관련하여 교사나 예비 초등 교사를 대상으로 한 연구에는 순환학습 이해 정도에 따른 교사의 행동 특성 연구(Marek *et al.*, 1990)와 예비 초등 교사를 대상으로 순환학습과 개념 이해도의 관계를 조사한 연구(Zollman, 1990), 자연 계열 대학생을 대상으로 순환학습 프로그램이 탐구 능력에 미치는 영향을 조사한 연구(양명원, 1988)가 있다. 중·고등학생을 대상으로 한 연구는 순환학습이 개념 이해나 탐구 능력, 태도에 미치는 영향에 대한 것이 주류를 이룬다. Schneider & Renner(1980)는 9학년 학생들을 대상으로 수학 학습에 있어서 순환학습이 효과적이라는 연구를 하였고, 김영민과 권성기(1992)는 전류 개념 변화에 미치는 순환학습의 효과를 분석하였다. 정관숙(1994)은 8학년 학생을 대상으로 순환학습이 과학에 관련된 태도와 탐구 능력의 신장에 미치는 영향을 연구하였고, 정진수와 정완호(1995)는 중학교 과학 수업에서 학습자 특성에 따른 순환학습 모형의 효과에서 과학 지식 성취도에는 차이를 분석하는 연구를 수행하였다. 한편, 순환학습이 초등학생의 과학 개념 변화나 탐구 능력 향상에 미치는 효과를 분석하는 연구도 수행되었으며(박익순, 1996; 위성백과 백성혜, 1997; 양경숙, 2003), 구이주(2005)는 순환학습 수업이 학업 성취도와 과학 학습 환경에 대한 인식에 미치는 영향을 분석하였다.

순환학습과 관련된 선행 연구는 탐색, 개념 도입, 개념 응용 단계로 이루어진 3단계의 순환학습에 대한 것이 대부분이다. 이에 비해 3단계 순환학습에 비하여 참여 단계와 평가 단계가 추가된 5E 순환학습에 관한 연구는 부족한 실정이다. 고등학생을 대상으로 한 5E 순환 학습에 대한 연구가 있기는 하지만(김동렬, 2009), 초등학생을 대상으로 5E 순환학습이 학업 성취도, 과학 탐구 능력, 과학적 태도에 미치는 영향에 대한 연구가 미흡하다. 따라서 본 연구에서는 초등학교 과학 수업에서 부피 변화에 관한 5E 순환학습 수업이 학업 성취 정도와 탐구 능력 및 과학적 태도에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

## II. 연구 절차 및 방법

### 1. 연구 대상

본 연구에서는 경기도 소재 초등학교 4학년 2개 학급 68명을 대상으로 1개 학급은 실험 집단(33명), 1개 학급은 비교 집단(35명)으로 선정하였다. 실험 집단은 5E 순환학습 모형을 적용한 수업을 실시하였고, 비교 집단은 같은 내용을 전통적 설명식 수업으로 실시하였다. 실험 집단과 비교 집단 모두 수업은 2008년 10~11월에 걸쳐 6차시 동안 이루어졌다.

### 2. 연구 절차

본 연구에서는 순환학습에 대한 선행 연구를 조사하고 이를 바탕으로 5E를 적용한 순환학습 수업 프로그램을 개발하였다. 아울러 과학 탐구 능력 검사지와 과학적 태도 검사지를 선정하고 부피 개념 변화에 관한 성취도를 알아보기 위한 성취도 검사지를 개발하였다. 본 연구에서 개발된 수업 프로그램은 실험 집단에서 6차시 동안 사용되었다. 비교 집단은 전통적인 설명식 수업을 6차시 동안 실시하였다. 5E 순환학습 모형을 적용한 수업의 효과를 알아보기 위해 수업 전과 수업 후 학업 성취도 검사와 과학 탐구 능력 검사, 과학적 태도 검사가 이루어졌다. 검사 결과는 SPSS를 이용하여 처리되고 분석되었다.

### 3. 검사 도구

본 연구에 사용한 검사 도구는 부피 개념 변화에 대한 성취도 검사지, 과학 탐구 능력 검사지, 과학적 태도 검사지이다. 성취도 검사지는 열에 의한 물체의 부피 변화에 대한 성취도를 알아보기 위해 개발한 것으로 4학년 2학기 5단원 ‘열에 의한 물체의 변화’의 핵심적인 학습 목표를 추출하고 이를 바탕으로 3개의 하위 영역으로 구성된 검사지를 개발하였다. 검사지 개발 과정에서 초등과학교육 전문가의 자문을 받았으며 개발된 검사지는 과학교육 전문가, 초등학교 교사에게 내용 타당도를 의뢰하여 수정 보완한 후 사전, 사후 검사에 동일하게 사용하였다. 검사지의 전체 문항 수는 표 1과 같이 21개이고 객관식 21문항과 주관식 1문항으로 구성되었다. 각 문항당 배점은 1점이다.

탐구 능력 검사 도구는 권재술과 김범기(1994)가 개발한 과학 탐구 능력 검사지(TSPS : Test of Science Process Skill)이며, 사전 검사와 사후 검사에 동일하

표 1. 성취도 검사지의 영역별 문항 구성

하위 영역	내용	문항 수	하위 영역별 배점
고체의 부피	고체 부피 변화 개념 이해	3	7
	고체 부피 변화 원리 적용	2*	
	고체 부피 변화 현상 예상	2	
액체의 부피	액체 부피 변화 개념 이해	3	7
	액체 부피 변화 원리 적용	2	
	액체 부피 변화 현상 예상	2	
기체의 부피	기체 부피 변화 개념 이해	4	8
	기체 부피 변화 원리 적용	2	
	기체 부피 변화 현상 예상	2	
계		22	22

\*주관식 문항 1문항 포함.

게 사용하였다. 이 검사지에서 제시한 탐구 요소는 허명의 탐구 과정 모델과 피아제의 인지발달 이론을 기초한 것으로 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리의 기초 탐구 요소와 자료 변환, 자료 해석, 변인 통제, 가설 설정, 일반화의 통합 탐구 요소로 구성되어 있다. 검사지의 문항은 탐구 하위 요소별로 4지 선다형 3문항씩 모두 30문항이며, 각의 탐구 요소별 문항 수는 3문항씩이다(표 2). 이 검사지의 난이도는 0.61, 변별도는 0.41, 신뢰도(Cronbach  $\alpha$ )는 0.76이

표 2. 과학 탐구 능력 검사지의 하위 요소별 문항 구성

구분	하위 요소	관련 문항	문항수
기초 탐구 과정 요소	관찰	1, 4, 7	3
	분류	2, 5, 8	3
	측정	3, 6, 9	3
	추리	10, 12, 14	3
	예상	11, 13, 15	3
통합 탐구 과정 요소	자료 변환	16, 19, 21	3
	자료 해석	17, 18, 20	3
	가설 설정	25, 27, 29	3
	변인 통제	22, 23, 24	3
	일반화	26, 28, 30	3
총 문항 수			30

다(권재술과 김범기, 1994).

과학적 태도 검사지는 김효남 등(1999)이 개발한 국가수준의 과학에 관련된 정서적 특성의 평가 도구이며, 사전 검사와 사후 검사에 동일하게 사용하였다. 이 도구는 리커트 척도 방식으로 총 21개 문항으로 이루어져 있다. ‘정말 그렇다.’, ‘그렇다.’, ‘그저 그렇다.’, ‘아니다.’, ‘전혀 아니다.’의 다섯 가지 평정 척도로 되어 있으며 각각 5점, 4점, 3점, 2점, 1점으로 배점하여 총 105점이 만점이다. 검사지에서 긍정적인 문항은 18개이고 부정형 문항이 3개이다. 검사 항목은 호기심, 개방성, 비판성, 협동성, 자진성, 끈기성, 창의성으로 구성되어 있으며 Cronbach  $\alpha$  계수는 0.85이다(김효남 등, 1999).

#### 4. 5E 순환학습 수업 프로그램 개발

5E 순환학습을 적용한 수업 프로그램을 개발하기 위해 우선 초등학교 교과서와 지도서를 분석하였다. 분석 결과 초등학교 4학년 2학기 5단원인 ‘열에 의한 부피 변화’ 단원이 적합한 것으로 나타났다. 이 단원에는 금속의 부피 변화 실험과 쇠구슬 부피 변화와 관련된 실험이 포함되어 있어 학생들의 능동적 참여, 구체적 조작을 통한 탐색 활동 등이 가능한 것으로 나타났다. 따라서 이 단원은 학업 성취도 및 탐구 능력, 태도 변화를 알아보는데 적합한 것으로 볼 수 있어 이 단원의 내용을 5E 순환학습을 적용한 수업 프로그램으로 개발하였다. 수업 프로그램의 개발은 초등 과학 교사와 과학교육 전문가의 협의를 통해 이루어졌으며, 개발된 프로그램은 과학교육 전문가의 자문을 통해 수정 보완하였

표 3. 과학적 태도 검사지의 하위 요소별 문항 구성

하위 요소	관련 문항	문항수
호기심	4, 10, 17	3
개방성	1, 11, 18*	3
비판성	6, 12, 19	3
협동성	2, 5, 13	3
자진성	3*, 7, 14	3
끈기성	8, 15*, 20	3
창의성	9, 16, 21	3
총 문항 수		21

\*부정형 문항

다. 본 연구에 적용된 5E 순환학습 모형의 단계별 주요 활동은 표 4와 같으며, 이 모형에 기초하여 개발된 5E 순환학습 프로그램의 주요 내용은 표 5와 같다.

#### 5. 결과 분석

학업 성취도 검사는 모두 22문항이며, 각 문항 당 1점씩 부여하여 22점을 만점으로 하였으며, 과학 탐구 능력 검사는 각 문항 당 1점씩 총 30점 만점으로 처리하였으며 검사시간은 40분으로 제한하였다. 과학적 태도 검사는 ‘정말 그렇다.’, ‘그렇다.’, ‘그저 그렇다.’, ‘아니다.’, ‘전혀 아니다.’의 다섯 가지 평정 척도로 되어 있으며 각각 5점, 4점, 3점, 2점, 1점으로 배점하여 총 105점 만점으로 하였다. 5E 순환학습을 적용한 수업이 초등학생들의 학업 성취도, 과학 탐구 능력 및 과학적 태도에 어떤 영향을 주는가 알아보기 위해 각 검사의 결과를 SPSS 프로그램을 통해 *t*-검정(양측 검정)으로 분석하였다.

### III. 연구 결과 및 논의

#### 1. 성취도 검사 결과

수업 전 사전 검사에서 실험 집단과 비교 집단의 성취도 검사 결과 실험 집단은 8.51점, 비교 집단은 7.37점을 얻어 실험 집단의 점수가 조금 높았으나 *t*-검증 결과, 두 반은 유의미한 차이가 없는 동질 집.

표 4. 5E 순환학습 모형의 단계와 주요 활동(BSCS, 1989)

단계	주요 활동
참여	· 어떤 사건이나 질문에 대해 학생들의 흥미와 호기심 유발 · 학생들이 이미 알고 있는 것과 학습할 내용을 연관 시킴
탐색	· 소집단을 바탕으로 직접적인 활동으로 탐구 · 교사의 지도하에 주요 개념과 기술에 대한 사전 지식을 명료화
설명	· 학생은 자신이 이해한 것 설명 · 교사는 새 개념을 도입하고 정의
정교화	· 문제 중심의 활동에 참여 · 학습한 새로운 개념이나 사고 유형을 다른 상황에 적용
평가	· 학생들은 자신의 지식, 기술, 능력 평가 · 교사는 학생들의 향상 평가

표 5. 5E 순환 학습 프로그램의 주요 내용

수업 단계	차시별 활동 내용		
	1~2 차시	3~4 차시	5~6 차시
참여	· 만화책을 보고 문제 해결방법 생각해 보기	· 온도계의 빨간 기둥은 왜 올라가는지 생각해 보기	· 만화책을 보고 마술사가 비누막을 부풀린 방법 생각해 보기
탐색	· 구리줄, 철사줄 실험 · 쇠구슬과 쇠고리 실험	· 유리관의 물기둥 실험하기 · 요쿠르트병 빨대 속의 높이 변화 실험하기	· 페트병에 고무풍선 실험하기 · 빈병의 주둥이에 동전 실험하기 · 삶은 달걀 실험하기 · 찌그러지는 페트병 실험하기
설명	· 열에 의한 고체의 부피 개념 확립	· 열에 의한 액체의 부피 개념 확립	· 열에 의한 기체의 부피 개념 확립
정교화	· 일상생활에서 열에 의한 고체의 부피 변화 알아보기	· 일상생활에서 열에 의한 액체의 부피 변화 알아보기	· 일상생활에서 열에 의한 기체의 부피 변화 알아보기
평가	· 열에 의한 고체의 부피 변화와 일상 생활에서의 예 찾아보기	· 열에 의한 액체의 부피 변화와 일상 생활에서의 예 찾아보기	· 열에 의한 기체의 부피 변화와 일상 생활에서의 예 찾아보기

단으로 밝혀졌다( $p > .05$ ). 실험 집단과 비교 집단의 4학년 2학기 5단원 ‘열에 의한 물체의 부피 변화’에 대한 사전·사후 성취도 검사 결과는 표 6과 같다.

수업 후 성취도에 대한 사후 검사 결과를 비교하여 보면, 비교 집단은 13.20점이고, 실험 집단은 16.46로 실험 집단이 더 높았다. 이러한 차이는 통계적으로 유의미한 것으로 나타나 5E 순환학습 수업이 성취도 향상에 효과가 있음을 알 수 있다( $p < .05$ ).

5E 순환학습 모형이 적용된 실험 집단의 수업은 참여 단계에서 학생들의 흥미와 호기심을 유발하고 탐색 단계에서 학생들이 직접 참여하는 탐구 활동을 하며, 설명 단계에서 학생이 이해한 것을 표현하고 일상생활에서 경험한 현상에 적용하도록 설계되어 있다. 학생들의 인지 수준을 고려할 때 직접 참여하는 활동, 자신이 이해한 내용을 표현하는 과정 등으로 구성된 5E 순환학습이 구체적 조작기 학생들이 부피 변화 현상을 이해하는 데 효과적임을 알 수 있다.

성취도 검사는 물체의 부피 변화를 고체, 액체, 기체로 구분하고, 이를 세 가지 하위 영역으로 하여 검사 문항이 구성되어 있다. 각 하위 영역별로 사

표 6. 성취도에 대한 사전·사후 검사 결과

검사 시기	실험 집단		비교 집단		<i>t</i>
	평균	표준편차	평균	표준편차	
사전	8.51	3.59	7.37	2.98	1.47
사후	16.46	3.56	13.20	4.52	3.41*

\* $p < .05$ .

전, 사후 검사의 평균 차이를 분석한 결과는 표 7과 같다. 사전 검사에서는 집단 간에 유의미한 차이가 나타나지 않았지만 사후 검사에서는 액체와 기체의 부피 영역에서 실험 집단과 비교 집단 사이에 유의미한 차이가 나타났다( $p < .05$ ). 고체의 부피 영역에서 유의미한 차이를 보이지 않는 것은 일상생활에서의 경험이 영향을 미친 것으로 볼 수 있다. 고체의 부피 변화는 상대적으로 변화 정도가 적으며, 직관적으로 관찰하여 이해하기 쉽지 않다. 또한 실험 집단 수업에서 다룬 철도나 다리의 이음새 변화는 일상생활에서 잘 경험하기 어렵고, 학생들에게 친숙하지 않은 현상이어서 학생들이 액체나 기체에 비해 고체 부피 변화에 대해 이해하기 어려웠던 것으로 보인다.

표 7. 성취도 하위 영역의 사전·사후 검사 결과

검사 시기	하위 영역	실험 집단		비교 집단		<i>t</i>
		평균	표준편차	평균	표준편차	
사전	고체의 부피	2.62	1.64	2.29	1.32	.96
	액체의 부피	2.73	1.54	2.37	1.44	1.0
	기체의 부피	3.16	1.55	2.71	1.62	1.2
사후	고체의 부피	5.70	1.41	4.91	1.96	1.97
	액체의 부피	5.32	1.40	4.26	1.74	2.9*
	기체의 부피	5.43	1.48	4.03	1.82	3.6*

\* $p < .05$ .

## 2. 과학 탐구 능력 검사 결과

수업 전 사전 검사에서 비교 집단과 실험 집단의 과학 탐구 능력 검사 결과는 실험 집단이 14.76점, 비교 집단은 14.89점으로 비교 집단의 점수가 약간 더 높았으나, 통계적으로 유의한 차이가 없어 두 집단은 과학 탐구 능력에 있어서 동질 집단으로 밝혀졌다( $p>.05$ ). 비교 집단과 실험 집단의 과학 탐구 능력 사전·사후 검사 결과는 표 8과 같다.

수업 후 과학 탐구 능력에 대한 사후 검사 결과에서 비교 집단은 16.06점, 실험 집단은 20.41으로 실험 집단의 점수가 더 높았으며, 이러한 차이는 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다( $p<.05$ ). 따라서 5E 순환학습 수업이 과학 탐구 능력 향상에 효과가 있음을 알 수 있다.

본 연구에서 사용한 과학 탐구 능력 검사에서 탐구 능력은 하위 영역으로 기초 탐구와 통합 탐구를 포함한다. 각 하위 영역에 해당하는 문항은 모두 15 문항씩이다. 하위 영역별로 비교 집단과 실험 집단의 사전·사후 검사 분석 결과는 표 9와 같다. 사전 검사에서는 기초 탐구의 탐구 요소별로 집단 간에 유의미한 차이를 보이지 않았으나, 사후 검사의 경우 분류와 추리에서 집단 간에 유의미한 차이가 나타났다( $p<.05$ ).

통합 탐구 능력의 하위 요소별 사전·사후 검사 결과는 표 10과 같다. 사전 검사에서 통합 탐구 능력의 모든 하위 요소에서 집단 간에 유의미한 차이는 나타나지 않았다. 그러나 사후 검사에서는 실험 집단 학생들이 탐구 요소별로 평균이 모두 높았고, 탐구 요소 중 자료 변환, 자료 해석, 변인 통제, 일반화에서 통계적으로도 유의미한 차이를 보였다( $p<.05$ ). 이러한 결과가 나타난 것은 실험 집단의 수업에서 참여, 탐색, 설명 단계 등 5E 순환학습의 단계가 여러 가지 탐구 능력을 요구하도록 설계된 것이 영향을 준 것으로 보인다.

실험 집단의 수업에서 실험 활동을 한 후 그 결

표 8. 과학 탐구 능력에 대한 사전·사후 검사 결과

검사 시기	실험 집단		비교 집단		t
	평균	표준편차	평균	표준편차	
사전	14.76	5.07	14.89	3.99	-1.2
사후	20.41	4.71	16.06	3.64	4.37*

\* $p<.05$ .

과를 정리하고 표현하는 과정에서 자료 변환 및 자료 해석, 변인 통제 능력이 요구되고, 실험 결과를 다른 상황에 적용해 보는 정교화 단계에서 일반화 능력이 요구되므로 자료 변환, 자료 해석, 변인 통제, 일반화 요소들이 실험 집단의 수업을 통해 의미 있게 향상될 수 있었을 것이다. 통합 탐구 능력 증가

표 9. 기초 탐구 능력의 탐구 요소별 사전·사후 검사 결과

검사 시기	하위 요소	실험 집단		비교 집단		t
		평균	표준편차	평균	표준편차	
사전	관찰	1.68	.71	1.77	.69	-0.58
	분류	1.40	.96	1.63	1.00	-0.97
	측정	1.69	.95	1.74	.85	-0.44
	추리	1.32	.82	1.49	.89	-0.80
	예상	2.13	.79	2.11	.93	.10
사후	관찰	1.90	.70	1.89	.63	.04
	분류	2.27	.84	1.89	.76	2.04*
	측정	2.03	.80	1.80	.83	1.18
	추리	2.22	.82	1.69	.87	2.67*
	예상	2.27	.87	2.17	.66	.54

\* $p<.05$ .

표 10. 통합 탐구 능력의 탐구 요소별 사전·사후 검사 결과

검사 시기	하위 요소	실험 집단		비교 집단		t
		평균	표준편차	평균	표준편차	
사전	자료 변환	1.30	1.00	1.11	.83	.84
	자료 해석	1.32	.85	1.23	.88	.47
	가설 설정	1.14	.75	1.31	.75	-1.01
	변인 통제	1.57	.99	1.51	.95	.23
	일반화	1.24	.76	.97	.75	1.53
사후	자료 변환	2.08	.86	1.23	1.09	3.67*
	자료 해석	1.57	1.04	1.11	.72	2.16*
	가설 설정	1.70	.91	1.43	.65	1.46
	변인 통제	2.16	.93	1.57	.81	2.86*
	일반화	2.22	.82	1.29	.89	4.61*

\* $p<.05$ .

설 설정은 유의미한 차이가 나타나지 않았는데, 이는 가설 설정이 구체적 조작기 학생에게는 상당히 어려운 형식적 사고 능력을 요구하는 탐구 능력이라는 점이 영향을 미친 것으로 보인다. 순환학습을 수업에 적용하였을 때 탐구 능력 중 가설 설정 능력의 향상이 가장 낮게 나타났다는 최영주(2003)의 연구 결과와 일치한다. 가설은 자연 현상들 사이의 관계에 관한 잠정적 진술로, 예상 언명의 진위를 검증하려는 논리적 설명 체계로(Raming *et al.*, 1995) 상당한 형식적 사고 능력을 요구하는 탐구 능력이라고 볼 수 있다. 그러므로 가설 설정을 이해하고 실험 활동에서 가설 설정 능력을 발휘하는 것이 인지 수준이 구체적 조작기인 초등학생에게는 상당히 힘든 일인 것으로 보인다.

기초 탐구 능력과 통합 탐구 능력에 대한 검사 결과를 볼 때 기초 탐구 능력에서는 분류와 추리에서만 유의미한 차이를 보이나, 통합 탐구 능력에서는 가설 설정을 제외한 다른 탐구 요소에서 유의미한 차이를 보였다. 기초 탐구보다 통합 탐구 요소에서 유의미한 차이가 더 많이 나타난 것은 5E 순환학습 모형이 갖는 특성이 영향을 준 것으로 보인다.

기초 탐구에서 관찰이나 측정에 비해 분류나 추론은 사고 능력을 요구하는 탐구 요소이다. 관찰이나 측정은 오감을 통해 직접 얻을 수 있는 정보에 관한 것이어서 사고 능력이 크게 요구되지 않지만, 분류는 어떤 방법이나 체계에 따라 사물이나 사건을 범주화 하고 정리하는 기능이며, 추리는 사전 지식에 기초하여 관찰 결과를 설명하는 사고 능력을 요구하는 기능이기 때문이다(김찬중 등, 2006). 따라서 5E 순환학습은 사고 능력과 관련이 깊은 탐구 능력 향상에 효과가 있는 것으로 볼 수 있다. 같은 맥락에서 통합 탐구 능력의 탐구 요소 중 네 가지 탐구 요소가 실험 집단에서 유의미하게 높게 나타난 것도 5E 순환학습이 사고 능력을 바탕으로 하는 탐구 능력 향상에 효과가 있음을 의미한다.

통합 탐구 능력은 형식적 사고 능력을 많이 요구하는 것이어서 7차 교육과정에서도 초등학교의 경우, 통합 탐구보다 기초 탐구를 더 많이 다루도록 권고하고 있다(교육부, 1998). 그러나 5E 순환학습 모형을 적절하게 적용할 경우 구체적 조작기의 학생들에게도 통합 탐구 능력을 향상을 시도할 수 있고, 이는 구체적 조작기 학생들의 인지 수준 발달에 도움을 줄 수 있을 것이다.

### 3. 과학적 태도 검사 결과

과학적 태도의 검사 결과 수업 전에는 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 그러나 수업 후에는 실험 집단은 79.19점, 비교 집단은 71.69로 실험 집단이 더 높은 것으로 나타났으며(표 11), 통계적으로도 유의미한 차이를 보였다( $p < .05$ ).

과학적 태도 검사를 구성하는 하위 요소 별로 차이를 알아본 결과, 표 12와 같이 호기심, 비판성, 협동성, 창의성에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 이러한 결과는 5E 순환학습 수업이 호기심과 인지 갈등을 유발을 유도하고, 학생이 스스로 수행하는 탐구 활동 경험을 통해 탐색 결과를 이해하

표 11. 과학적 태도에 대한 사전·사후 검사 결과

검사 시기	실험 집단		비교 집단		t
	평균	표준편차	평균	표준편차	
사전	70.30	10.09	70.06	10.26	.10
사후	79.19	10.29	71.69	13.87	2.62*

\* $p < .05$ .

표 12. 과학적 태도의 하위요소별 사전·사후 검사 결과

검사 시기	검사 요소	실험 집단		비교 집단		t
		평균	표준편차	평균	표준편차	
사전	호기심	11.92	1.55	11.09	2.16	1.89
	개방성	9.86	1.83	10.51	2.06	-1.42
	비판성	8.92	2.30	8.86	2.45	.11
	협동성	10.76	2.00	10.78	2.67	-.03
	자진성	9.57	1.90	10.03	2.20	-.95
	끈기성	10.05	2.22	10.11	2.26	-.11
사후	창의성	9.22	2.25	8.69	1.95	1.07
	호기심	11.84	2.14	10.57	2.21	2.47*
	개방성	11.35	2.29	10.54	2.17	1.54
	비판성	10.76	2.05	9.40	2.70	2.41*
	협동성	11.92	2.20	10.26	2.90	2.73*
	자진성	11.11	2.25	10.23	2.39	1.61
사후	끈기성	11.08	2.76	10.69	2.64	.62
	창의성	11.14	1.90	10.00	2.83	2.01*

\* $p < .05$ .

도록 하는 등 과학의 본질적 속성을 존중하기 때문에 나타나는 현상으로 보인다. 호기심을 유발한 상태에서 조별로 수업이 이루어짐에 따라 수업을 통해 호기심, 비판성, 협동성, 창의성을 기를 수 있는 기회가 학생들에게 제공되었던 것으로 보인다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구는 5E 순환학습 수업이 초등학생의 부피 개념 성취도, 과학 탐구 능력 및 과학적 태도에 미치는 효과를 알아보았다. 본 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 5E 순환학습 수업은 물체의 부피 변화 개념에 대한 성취도 향상에 효과가 있었다( $p < .05$ ). 교사 중심의 전통적 수업을 실시한 비교 집단보다 5E 순환학습 수업을 실시한 실험 집단에서 성취도가 향상되었으며, 통계적으로도 의미가 있었다. 성취도 검사의 하위 영역별로 볼 때 액체와 기체의 부피 변화에서는 통계적으로 유의미한 차이가 있었으나 고체의 부피 변화에서는 통계적으로 유의미한 차이가 없었다.

둘째, 5E 순환학습 수업은 초등학생들의 과학 탐구 능력 향상에 효과가 있는 것으로 나타났다( $p < .05$ ). 탐구 능력을 기초 탐구와 통합 탐구 능력으로 구분할 때 기초 탐구 능력 중 분류와 추리, 통합 탐구 능력 중 자료 변환, 자료 해석, 변인 통제, 일반화 능력을 향상시키는데 효과가 있는 것으로 나타나, 구체적 조작기에 있는 초등학생들의 인지 수준 발달에 효과적인 수업이 될 수 있음을 알 수 있다.

셋째, 5E 순환학습 수업은 초등학생의 과학적 태도를 향상시키는데 전통적 수업보다 효과적이었다( $p < .05$ ). 하위 요소별로 볼 때 호기심, 비판성, 협동성, 창의성과 같은 과학적 태도 향상에 효과가 있었다.

본 연구 결과를 바탕으로 몇 가지 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 초등 과학교육은 민주 시민으로서 생활하는데 필요한 기초 지식과 능력을 기르는 교육이며, 미래 사회를 대비하는 과학적 소양을 갖춘 인간을 육성하는 과정이다. 이러한 측면에서 볼 때 초등학생의 인지 발달을 촉진하여 올바른 정보를 습득하고, 필요한 지식을 갖추 수 있도록 하는 노력이 필요하다. 그러므로 초등학생들의 과학 탐구 능력 향상에 효과적이지 못한 설명식 수업이 이루어지는 것을 지양하고, 5E 순환학습과 같은 과학 탐구 능력 향상에 효과적인 수업이 학교 현장에 적용될 수 있

도록 할 필요가 있다. 이를 위해 학생의 수준에 맞는 구체적인 자료 개발하여 보급하는 등 탐구 능력 향상에 효과적인 수업을 계획하고 실행하는 교사를 지원하는 체제를 구축할 필요가 있다.

둘째, 부피 변화에 대한 개념 외에도 초등 과학교육에서 다루는 다양한 내용에 대해 5E 순환학습이 미치는 효과에 대한 후속 연구가 이루어질 필요가 있다. 아울러 5E 순환학습의 각 단계가 과학 개념, 탐구 능력, 태도에 대해 5E 순환학습이 다른 개념에는 어떠한 영향을 끼치는지에 대한 후속 연구가 필요하다.

셋째, 5E 순환학습 수업에 있어서 성공 요인과 실패 요인을 분석하여 여러 단계로 이루어진 5E 순환학습의 5단계가 순환적으로 반복되어 효과를 나타낼 수 있도록 후속 연구가 이루어질 필요가 있다. 즉, 초등학교에서 다루는 과학 내용이 순환학습의 주기를 따라 연속되도록 교재 내용을 재구성하거나 주제별로 통합하여 순환학습이 이루어질 수 있도록 초등학생의 인지 수준에 적절한 수업 자료 개발이 필요하다.

넷째, 5E 수업의 효과를 보기 위해서는 설명식 수업과 비교하였는데, 한계를 지니고 있는 설명식 수업과의 비교뿐만 아니라 설명식 수업을 지양한 다른 대안적 수업과도 비교하여 5E 순환학습이 지니는 특징을 좀 더 비교해 보는 후속 연구도 필요하다.

#### 참고문헌

- 강호감, 공영태, 권혁순, 김재영, 배진호, 송명섭, 신영준, 양일호, 윤혜경, 이대형, 이명제, 임채성, 임희준, 장진호, 전영석, 채동현(2007). 초등과학교육론. 교육과학사. 교육부(1998). 초등학교 교육과정 해설. 서울인쇄공업협동조합.
- 구이주(2005). 초등학교 과학 수업에서 순환학습 전략의 효과. 전주교육대학교 석사학위 논문.
- 권재술, 김범기(1994). 초 중학생들의 과학 탐구 능력 측정 도구의 개발. 한국과학교육학회지, 14(3), 251-264.
- 김동렬(2009). 5E 순환 학습 모형을 적용한 생물 수업이 고등학생들의 학업 성취도와 태도에 미치는 효과. 한국생물교육학회지, 37(1), 72-84.
- 김영민, 권성기(1992). 전류 개념 변화를 위한 순환학습의 효과. 한국과학교육학회지, 12(3), 21-35.
- 김찬중, 채동현, 임채성(2007). 과학교육학개론. 북스힐.
- 김효남, 정완호, 정진우(1998). 국가수준의 과학에 관련된 정의적 특성의 평가체제 개발. 한국과학교육학회지,

- 18(3), 357-369.
- 박익순(1996). 초등학생의 분자와 분자운동 개념변화에 미치는 순환학습의 효과. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 양경숙(2003). 순환학습 모형 적용을 통한 개념형성과 탐구 능력 신장에 관한 연구. 광주교육대학교 석사학위 논문.
- 양명원(1988). 순환학습 모형을 이용한 일반화학 실험이 학생들의 화학수업에 대한 태도와 탐구 능력 신장에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 오상봉(1999). 지식기반산업의 발전전략. 서울: 산업연구원.
- 위성백, 백성혜(1997). 초등학교 과학수업에서 순환학습 모형의 적용이 과학 개념과 탐구 능력 및 흥미 · 태도에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 16(1), 11-24.
- 정관숙(1994). 순환학습 모형을 이용한 화학실험이 중학생들의 과학에 관련된 태도와 탐구 능력 신장에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 정진수, 정완호(1995). 중학교 과학수업에서 학습자 특성에 따른 순환학습 모형의 효과. 한국과학교육학회지, 15(3), 284-290.
- 최영주(2003). 초등학생의 물질개념에서 순환학습이 인지 발달 향상에 미치는 효과. 서울교육대학교 석사학위 논문.
- Biological Sciences curriculum Science (BSCS) (1989). New designs for elementary school science and health: A cooperative project of Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) and International Business Machines (IBM). Du-buque, IA: Kendall/Hunt.
- Lawson, A. E., Abraham, M. R. & Renner, J. W. (1989). A theory of instruction: Using the learning cycle to teach science concept and thinking skills. NARST Monograph 1. Cincinnati: National Association for Research in Science Teaching.
- Llewellyn, D. (2002). Inquire within; implementing inquiry-based science standards. Thousand Oaks, CA; Corwin Press.
- Lott, G. W. (1983.) The effect of inquiry teaching and advance organizers upon student outcomes in science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(5), 437-451.
- Marek, E. A., Eubanks, C. & Gallaher, T. H. (1990). Teacher's understanding and the use of the learning cycle. *Journal of Research In Science Teaching*, 27(9), 821-834.
- Meichtry, Y. J. (1992). Using laboratory experiences to develop the scientific literacy of middle school students. *School Science and Mathematics*, 92(8), 437-441.
- Moravcsik, M. J. (1981). Creativity in science education. *Science Education*, 65(2), 221-227.
- Raming, J. R., Bailer, J. & Ramsey, J. M. (1995). *Teaching science process skills*. Parsippany, New Jersey: Good Apple, Inc.
- Schneider, L. S. & Renner, J. W. (1980). Concrete and formal teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 17(6), 503-517.
- Zollaman, Dean (1990). Learning cycles for a large enrollment class. *The Physics Teacher*, 28(1), 20-25.