

# 밀도의 개념 변화에 미치는 순환학습의 효과

홍순경 · 최병순

(한국교원대학교 화학교육과)

(1991년 5월 13일 받음)

## I. 서 론

### 1. 연구의 필요성 및 목적

미국의 과학교육 개혁운동의 영향으로 제3차 교육과정(1973)에서 “과학적 기본 개념을 체계적으로 이해시켜 자연을 과학적으로 고찰할 수 있게 하여야 한다”는 교육의 목표가 부각되면서 학생들의 올바른 과학개념 획득을 돕기 위해 교사들은 어떻게 가르쳐야 할까라는 문제가 많은 교육자들에 의해서 심각하게 다루어져 오고 있다.

지금까지의 선행 연구에 의하면 학생들은 각자의 경험을 통해서 학습이전에도 과학개념과 관련된 개념들을 가지고 있으며, 이러한 선입개념들은 과학 교수학습 과정에 많은 영향을 미치고 있는 것으로 밝혀져 왔다(Hewson, 1986). 특히 학생들이 지니고 있는 개념이 과학자가 지니고 있는 과학적 개념과 다른 오인일 경우에는, 학생 나름의 고유한 인지구조 때문에 과학학습에 의해서도 쉽게 변화하지 않는다는 것이다(Driver, 1985).

과학지식은 격리되고 독립적인 정보나 사실의 관찰에 의한 귀납적인 과정에 의해 축적된 지식이 아니고 이미 형성된 인지구조와 학습될 내용과의 상호작용을 통해 지적으로 성장함으로써 획득되어지며, 학생의 지적수준에 적합하게 재조직되고 재구성되어 관련되어질 때 올바른 개념으로 성장 발달한다는 인지 심리학

적 연구 보고들은 과학교육에 많은 시사점을 제시해 준다.

개념형성을 위한 올바른 학습이 되려면 교사는 학습자가 이미 파지하고 있는 개념체계 즉, 선입개념을 알고 그들에게 적합한 과학적 개념들을 도입하여 학습욕구를 유발시키고, 인지적 갈등을 일으키게 하여 학습자가 지니고 있던 잘못된 개념들을 버리고 스스로 올바른 개념을 찾아내도록하는 학습활동을 제공할 필요가 있다. 이러한 교육은 과학적 사고 능력을 요구하는 탐구 지향적 학습에 의해서 효과적으로 해결될 수 있으며, Lawson(1986)은 올바른 과학적 개념이 과학적 사고능력의 발달과 함께 획득되어 질 수 있음을 시사하여 순환학습 모형을 이용한 교수법을 제안하였다.

따라서 이 연구는 학생들이 일상 생활에서 접하고 경험하는 밀도에 관해서 학습 전에 형성된 개념유형을 조사 확인하고, 이를 기초로 순환학습모형의 교수법을 개발 적용하여 개념변화에 대한 효과를 측정해 봄으로써, 오인을 해소하고 차후의 과학학습에서 올바른 과학개념을 획득하기 위한 교수/학습 방법으로서 순환학습의 효과를 알아보고자 하는 데 목적이 있다.

### 2 연구 문제

- 1) 밀도에 대하여 학생들은 학습 전에 어떤 개념유형을 가지고 있는가?
- 2) 학습 전에 형성된 개념 발달은 성별에 따라 차이가 있는가?

- 3) 전통적 교수법과 순환학습의 교수법에 따른 밀도의 개념변화에 차이가 있는가?
- 4) 전통적 교수법과 순환학습 교수법 사이에 밀도 개념의 지속성에 차이가 있는가?
- 5) 개념변화에 미치는 인지수준과 처치에 의한 상호작용 효과는 어떠한가?

## II. 선행 연구의 고찰

밀도에 대한 선입개념과 오인에 관한 연구에서 Robertson 등(1975)은 플라스틱 공을 작은 조각으로 일부 떼어내면 두 물질의 밀도는 차이가 나며, 큰 물체의 밀도가 더 크다고 생각함을 밝혔다. Hewson(1986)은 12학년 40명을 대상으로 물체가 물에 뜨고 가라앉는 이유를 인터뷰한 결과, 학습 후에도 대부분의 학생들은 과학적 개념과 대체적 개념의 두 가지 형태를 동시에 가지고 있으며, 질량, 부피, 모양, 힘의 대체적 개념들로 중복하여 사용하고 있음을 밝혔다. 특히 밀도의 대체적 개념은 물질의 분자가 쌓여진 상태로 기술하고 있었다. 이관옥(1990)은 밀도의 개념형성에 관한 연구에서 중학교 1학년의 경우 학습 후 밀도 개념을 완전히 이해할 수 있는 학생은 25% 정도에 지나지 않으며, 성차에서 남학생이 높은 개념 형성률을 보였으나 통계적 의의는 없음을 밝혔다.

개념획득과 교수학습에 관련된 연구로는 Schneider와 Renner(1980)가 9학년 48명을 대상으로 과학개념을 학습한 결과, 순환학습 접근법인 구체적 교수법이 전통적인 형식적 교수법보다 형식적 사고능력의 증진에 더 효과적이었으며, 순환학습 교수법이 구체적 조작기 학생의 인지발달을 증진시킨다고 보고하였다. Ward와 Herron(1980)은 순환학습에 기초한 실험교수법과 전통적인 방법에 기초한 실험교수법으로 화학 실험을 한 결과, 형식적 수준에 있지 못한 학생에게는 순환학습 모형을 사용한 교수전략이 형식적 화학 개념을 이해하게 하는데 효과가 더 크다는 사실을 밝혔다. 또한 Shepherd와 Renner(1982)에 의하면 구체적 조작 수준의 학생들에게는 탐구 지향적 순환학습 교수법이 전통적인 강의와 토론식 교수법보다 개념획득에 더 효과적이며, 밀도와 같은 형식적 개념들은 형식적 사고능력을 가지고 있어야만 획득된다고 지적하였다. Abraham과 Renner(1986)는 순환학습 모형과 전통적 교수법의 비교 연구에서 순환학습 모형이 전통적 교수법보다 구체적 조작기의 학생을 위한 좋은 교수모형이라 하였고, Stepanis 등(1988)은 예비 초등 교사인 대

학생을 대상으로 과학개념(물체가 물에 뜨고 가라앉는 주제)의 변화에 대한 교수학습 모형의 효과 비교 연구를 통해, 구체적 교수법인 순환학습 모형이 강의 시범 중심인 설명식 교수모형보다 올바른 개념으로 변화하는데 효과적인 교수모형임을 밝혔다. 또한 구체적 조작 단계에 있는 학생들에게는 형식적 개념의 학습이 어려움을 시사하였다. 최병순과 허명(1987)은 중학교 과학 교과내용의 수준이 학생들의 인지발달 수준과 조화를 이루지 못하고 있음을 지적하고 학생들의 사고능력을 형식적 조작기의 사고수준까지 신장될 수 있도록 학습환경을 제공해야 한다고 주장하였다.

## III. 연구 방법 및 절차

### 1. 연구 방법

이 연구에서는 연구자가 개발한 문항의 설문에 응답하는 지필 조사 방법을 사용하였다. 이 검사 방법은 학생들에게 답지를 선택한 후 선택한 이유를 기록하도록 되어 있어 학생들이 갖고 있는 선입 개념을 파악할 수 있다. 검사는 3차(학습 전 1차, 학습 후 2, 3차)에 걸쳐 실시하였으며, 1차 검사에서 응답한 내용을 요약하여 Erickson(1980)의 C. P. L.의 기법(동일한 사고 유형별로 이유진술 내용을 분류하는 방법)에 따라 개념유형을 조사 분석한 후, 이를 기초로 학습 지도안을 개발하여 2시간에 걸쳐 교수학습을 실시하였다. 학습 후의 개념변화를 통제집단과 실험집단간에 비교 분석하였고, 3차 검사에서는 과학적 개념 지속 정도를 비교 분석하였다. 또한 인지수준을 측정하여 인지수준에 따른 과학 개념형성 정도를 알아 보았다.

### 2. 검사 도구

본 연구에서 사용한 인지발달 수준 검사도구는 미국 Georgia 대학의 Roadangka 등이 개발한 GALT(Group Assessment of Logical Thinking)를 우리말로 번역한 “논리적 사고력 검사” 도구(최영준 외, 1985)를 활용하였다.

밀도 개념 문항지는 선행 연구에서 사용한 문항과 전문가의 조언을 토대로 1차 개발한 것을 과학교육 전문가와 화학 전공 중등교사를 통하여 타당도를 검사한 후, 1차 소규모 검증을 거쳐 최종 8문항으로 완성하였다. 문항은 선택 후 설명형으로 되어 있다.

### 3. 검사의 실시

충북 청주, 충주시 소재 지역 4개 중학교 1학년 학생(남 6개 학급 298명, 여 4개 학급 199명)을 무선 균집 포집하여 정규학습 3주 전에 밀도에 대한 선입개념 유형을 조사하였고, 이 중 1개교의 학생(198명)을 각각 2개 학급씩 통제집단과 실험집단으로 구분 포집하여 인지 발달 수준을 검사하였으며, 학습 직후와 학습 3개월 후에 동일한 설문 내용을 가지고 밀도에 대한 개념의 변화를 조사하였다. 두 집단의 과학 성취도와 IQ 및 논리적 사고력 검사를 바탕으로 두 집단이 동질임을 확인하였다.

두 집단의 표집대상에 관한 자료는 <표 1>과 같다.

<표 1> 두 집단의 과학 성취도, IQ 및 논리적 사고력 검사결과

구분	인원 수	과학 성취도		IQ		논리적 사고력	
		평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차
통제집단	99	68.16	18.69	114.43	16.12	7.62*	3.36
실험집단	99	69.59	17.05	112.00	16.02	7.63	3.95
계	198	68.87	17.85	113.32	16.07	7.62	3.66

\* 21점 만점임

과학 성취도는 1학기 중간고사 성적의 자료이며, IQ는 학년 초에 전국 표준 IQ 검사를 실시한 자료이다.

### 4. 전통적 학습 지도안과 순환학습 지도안의 개발 및 적용

연구자가 1차로 현행 중학교 1학년 과학 교과서(금성교과서)를 토대로 밀도 단원에 대한 학습 지도안을 개발하였다. 전통적 학습지도안은 교과서와 교사용 지도서를 중심으로 글레이저(Glaser)의 수업모형을 기초로 작성하였고, 순환학습 지도안은 SCIS 그룹의 Karplus 등이 개발한 수업모형을 기초로 작성하였다. 1차로 개발한 지도안을 전문가와 대학원생(현직교사 포함)과의 협의를 거쳐 최종 작성하였다. 특히 두 지도안은 사전 검사에서 조사된 개념유형을 바탕으로 오인을 해소하기 위한 수업전략으로 구성하였으며 모두 2시간의 수업 분량으로 작성하였다.

지도안의 적용은 통제집단과 실험집단에 각각 실시하였고, 순환학습 수업은 1년 동안 순환학습 모형을 근거로 교수해 온 경험있는 교사에게 위탁하여 실시하

였으며, 두 교사의 변인을 최소화하기 위해 동일한 경력을 가진 교사를 선정하였고, 전통적 수업 지도안도 함께 개발하여 두 지도안에 의한 수업을 진행함으로써 교사 변인에 의한 효과를 배제하기 위해 노력하였다.

### 5. 자료의 처리 및 분석

인지수준 검사의 채점은 최병순 외(1987)가 사용한 방법을 그대로 활용하였다. 개념유형 및 변화 분석은 1차 검사(학습 전) 결과에 나타난 답지선택과 이유진술 내용을 토대로 동일한 사고 유형별로 Erickson의 C. P. I(Conceptual Profile Inventory)의 기법에 따라 실시하였다. 2, 3차(학습 후)에 걸쳐 실시한 검사 결과를 같은 방법으로 분류한 후, 객관식 답지와 분류된 자료는 SPSS / PC+를 이용하여 필요한 통계 처리를 하였고, 처치에 따른 개념변화의 효과를 밝히기 위하여 변량분석(ANOVA) 등의 통계 처리를 하여 의의도를 분석하였다.

## IV. 연구 결과 및 논의

### 1. 개념형성 및 개념유형 분석

밀도 및 이와 관련된 개념에 대한 객관식 응답 결과와 이유진술 내용의 분석을 통해 개념의 형성 정도 및 형성된 개념의 유형을 알아 보았다.

#### 가. 학습 전 밀도 개념의 형성 정도

##### 1) 문항별 분석

학습 전에 실시한 밀도 개념 문항지의 검사에 따른 정답률의 결과는 <표 2>와 같다.

<표 2> 학습 전 학생들의 밀도 개념 형성율(%)

	1	2	3	4	5	6	7	8	계
객관식	173	324	423	215	215	252	227	81.9	331
이유진술	133	272	252	183	147	80	145	10.7	165

문항별 응답 결과를 보면 각 문항에 따라 정답률에 차이를 보이고 있으나 전체 정답률은 33.1%로 밀도에 관련된 개념들에 대해서 학습 전에도 과학적인 개념을 일부 학생들이 가지고 있는 것으로 나타났다. 그러나 정답을 선택한 학생들의 이유진술 내용을 분석한 결과

는 이 중 1/2 정도의 학생만이 과학자적인 밀도 개념을 갖고 있음을 보이고 있다. 특히 8번 문항은 물 속에 뜨고 가라앉는 물체를 선택하는 문제로 대부분의 학생들은 개인의 경험을 통해서 유리구슬은 가라앉고 나무토막은 뜬다는 사실을 알고 있으나, 그 이유는 정확히 설명하지 못하고 있었다. 문항 1, 2, 3, 4, 5, 7의 문제는 질량과 부피 변인에 따른 밀도의 변화를 묻는 문제로 약 65-70% 정도가 질량 또는 부피가 커지면 밀도가 커지고, 작아지면 밀도도 작아진다는 생각으로 잘못된 답을 선택하고 있는 것으로 나타났다.

2) 성별 분석

남녀에 따라 정답을 선택한 비율은 <표 3>과 같다.

<표 3> 성별에 따른 밀도개념 형성율(%)

구분	인원수	평균	표준편차	정답률	
객관식	남	298	2.86*	1.81	35.8
	여	199	2.33	1.43	29.1
	소계	497	2.65	1.69	33.1
이유진술	남	298	1.59	1.90	19.9
	여	199	0.91	1.19	11.3
	소계	497	1.69	1.69	16.5

\* 8점 만점임

성별에 따른 객관식 정답률은 남학생이 35.8%, 여학생이 29.1%이며 이유진술 분석을 통한 정답률은 남학생이 19.9%, 여학생이 11.3%로 남학생이 더 높은 성취도를 보이고 있다. 성별에 따른 개념 발달의 차이를 밝히기 위해 변량분석한 결과, 통계적으로 0.01 유의 수준에서 의미있는 차이를 보여 남학생이 여학생보다 밀도 개념에 대해 보다 올바른 과학적 개념을 지니고 있는 것으로 나타났다.

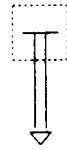
나. 밀도 개념의 유형

문항의 내용에 따라 이유진술 내용을 분석하여 사고 유형별로 개념유형을 분류하였다.

1) 물체의 부피(크기)에 따른 밀도 변화

문항 1은 물체의 일부를 잘라냈을 때의 밀도 변화를 묻는 문제로, 같은 물질로 이루어진 물체의 크기(부피)와 밀도와의 관계를 어떻게 생각하고 있는가를 밝히기 위한 문항이다. 물음의 내용은 다음과 같다.

[문항 1] 그림과 같이 물의 일부를 잘라내면 물의 밀도는 어떻게 되겠는가?



- 1) 자르기 전보다 작아진다.
- 2) 자르기 전과 같다.
- 3) 자르기 전보다 커진다.
- 4) 알 수 없다.

선택한 이유를 쓰세요

문항 1의 이유설명을 근거로 작성된 개념 분류틀과 분류된 개념유형 및 빈도 분포를 예시하면 <표 4>와 같다.

<표 4> 개념 분류를 및 개념유형별 빈도(문항 1)

		개 념 유 형	빈도수(%)
A	과학적 모형	· 잘라낸 만큼 질량도 감소하여 단위 부피에 대한 질량은 같아지므로 밀도는 같다. · 같은 물질로 이루어진 물체의 밀도는 모양과 크기에 관계없이 일정하므로 밀도는 같다.	66(13)
		B1: 물체의 부피(크기)가 작아지면 밀도는 작아진다. B2: 물체의 부피(크기)가 작아지면 밀도는 커진다.	164(33) 22(4)
C	질량(무게)	C1: 물체의 질량(무게)가 작아지면 밀도는 작아진다. C2: 물체의 질량(무게)가 작아지면 밀도는 커진다.	34(7) 4(1)
		D1: 물체의 질량과 부피가 모두 감소하여 밀도는 작아진다. · 일부를 잘랐기 때문에(잘라낸 만큼 줄어들므로)	106(21) 5(1)
K	밀도	· 잘라낸 만큼의 밀도가 없어지므로 밀도는 작아진다.	30(6)
X	기타	· 물체의 모양이 변하면 밀도가 변한다. · 넓이(면적)가 작아지면 밀도가 작아진다. · 잘라내면 좁은 곳의 압력이 커지므로 밀도가 커진다. · 밀도는 질량과는 관계없이 질량이 같기 때문에 같다. · 머리 부분을 잘라내도 길이는 전과 같이 밀도가 같다. · 부피와 질량을 모르므로 알 수 없다. · 재진술 · 문항과 관계없이 진술	46(9)
Y	무응답		20(4)

학습 전 밀도에 대하여 학생들이 갖고 있는 선입 개념들을 보면, 물체를 자르면 단위 부피에 해당하는 질량이 동시에 줄어들어 밀도의 변화가 없다는 과학자적 모형은 13.3%이며, 많은 학생들이 부피가 작아지면 밀도가 작아진다고 생각하고 있다. 또한 질량과 부피가 모두 커지면 밀도도 커지고 질량과 부피가 모두 작은 것이 밀도도 작다는 개념유형을 지니고 있는 것으로 보아 밀도를 질량 또는 부피와 동일시하는 경향이 가장 큰 오인으로 나타났다. 이 결과는 Robertson 등의 플라스틱 물체를 이용하여 조사한 결과와 비슷한 양상을 보이고 있다.

이 외에 이 연구에 의해서 밝혀진 밀도에 관한 지배적인 개념유형을 제시하면 다음과 같다.

2) 질량은 같고 크기(부피)가 다른 두 물체의 밀도를 비교하는 문제에서, 두 물체가 크기가 다르더라도 질량이 같기 때문에 밀도가 같다고 응답한 학생이 36.4%이고, 22.9%의 학생은 부피가 큰 물체가 밀도가 크다고 응답하였다.

3) 질량과 부피가 다른 두 물체의 밀도를 비교하는 문제에서, 질량과 부피가 모두 큰 물체가 밀도가 크다고 응답(29.8%)하였으며, 단지 부피가 큰 물체가 밀도가 크다는 유형(8.5%)과 질량이 큰 물체가 밀도가 크다는 유형(7.2%)이 15.7%였다.

4) 같은 성분으로 된 공기의 밀도가 좁은 공간과 넓은 공간에서 어떻게 되는가를 묻는 문제에서는, 좁은 공간 속에는 공기의 양(부피 또는 질량)이 적으므로 밀도도 작아진다는 생각이 30.6%였다. 일부의 학생들은 밀도를 압력과 분자운동의 개념으로 잘못 연관짓기도 하였다.

5) 온도의 변화에 의해서 기체의 밀도가 어떻게 변화되는가를 알아 보는 문항에서는, 공기가 열을 받아 부피가 커지므로 밀도가 커진다는 유형이 39.8%였으며, 그 외에도 밀폐된 계에서도 외부에서 공기가 더 들어 밀도가 커진다고 생각(20.3%)하며, 부피가 커지면 분자운동이 활발해지므로 밀도가 커진다고 진술하기도 하였다.

6) 달에서의 밀도 변화에 관한 물음에서, 학생들은 학습 전에 다양한 선입개념들을 지니고 있었는데, 특히 달에 가면 공기가 없거나 희박하고(26.2%) 중력이 작아지거나 무중력 상태이며(9.1%), 기압(압력)의 차이 때문에(8.5%) 밀도가 작아진다고 생각하고 있었다.

7) 액체에서 고체로 상태변화할 때의 밀도변화에 대해서는 부피가 커졌으므로 밀도가 커진다고 생각하는

유형이 28.0%였으며, 질량보존 법칙의 선수 학습의 지식을 사용하여 질량의 변화가 없으므로 밀도는 변화하지 않는다는 유형도 14.5%에 이르고 있었다. 또한 구성성분과 상태변화에 초점을 두어 잘못 생각하고 있는 경우도 있었다.

8) 물체가 물에 뜨고 가라앉는 이유에 대해 대부분의 학생들은 물체의 자체성질(나무는 뜨는 성질이 있고 유리는 가라앉는 성질이 있음)로 28.2%가 응답하고 있었으며, 시각적으로 보이는 현상에 대해 일상 경험에 바탕을 두고 구성성분(유리구슬 속에는 공기가 없거나 단단하므로 가라앉고 나무토막 속에는 공기가 들어 있어 뜬), 질량 또는 무게, 모양, 넓이 등의 대체적 개념들로 진술하였다.

이상의 내용을 종합해 보면 개념유형의 종류와 빈도 분포는 문항의 내용에 따라 달라진다는 사실을 알 수 있으며, 학습 전에 이미 형성된 선입개념들은 다양하고 비과학적 개념의 유형들로 존재하고 있음을 알 수 있다.

## 2 전통적 교수법과 순환학습 교수법에 의한 개념변화 비교 분석

### 가. 처치에 따른 개념변화

전체 문항에 대하여 처치에 따른 정답률의 변화를 나타내면 (표 5)와 같다.

〈표 5〉 처치에 따른 밀도 개념의 형성률(%)

구 분	통 계		실 험	
	객관식	이유진술	객관식	이유진술
학 습 전	38.9	21.5	33.7	19.1
학 습 직 후	50.9	38.6	59.9	49.1
학습 3개월 후	51.8	36.4	59.1	48.6

〈표 5〉에서 보는 바와 같이 학습 전 두 집단간에는 통제집단이 높은 정답률을 나타냈으나 통계적으로 의미있는 차이는 없었다. 그러나 학습 후에는 실험집단이 통제집단보다 높은 성취도를 보이고 있다. 이 성취도의 차이에 의해 순환학습이 전통적인 학습 방법보다 개념 변화에 어느 정도의 효과가 있는지를 알아 보기 위하여 이유진술 분석을 통한 정답률의 차이를 이용하여 변량분석(ANOVA)한 결과는 〈표 6〉과 같다.

변량분석 결과, 교수법에 따른 과학적 개념 변화에는

〈표 6〉 개념 변화의 처치에 따른 변량 분석표

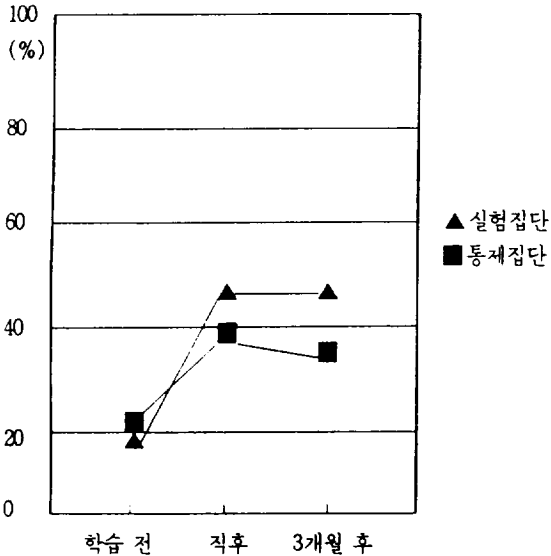
변량원	자승화	자유도	평균자승화	F
처치	34.793	1	34.793	4.890*
잔여	1394.687	196	7.116	
전체	1429.480	197	7.256	

\* P < 0.05

0.05 유의 수준에서 의미있는 차이를 보여 순환학습의 교수법이 전통적 교수법에 비해 개념변화에 효과가 있음을 나타냈다. 이러한 효과는 순환학습이 전통적 학습에 비해 문제를 명확히 인식하고 인지적 갈등의 제공에 의한 문제해결 능력의 신장으로 스스로 개념을 획득하는데 효과적임을 의미한다.

학습 3개월 후에는 두 집단 모두 과학적 개념의 정답률이 약간 감소하나 학습 직후의 개념을 거의 그대로 지속하고 있음을 알 수 있다. 학습 직후와 3개월이 지난 다음의 정답률의 변화를 분석한 결과, 두 집단 간에는 통계적으로 의미있는 차이가 없었다. 따라서 두 교수법간의 과학적 개념의 지속성에는 차이가 없음을 나타낸다.

처치에 따른 개념변화를 그래프로 나타내어 비교하면 〈그림 1〉과 같다.



〈그림 1〉 처치에 따른 개념 형성률의 변화

나. 처치에 따른 개념유형별 변화

앞에서의 개념유형 분류 방법에 따라 분석된 학습

전 후의 길과를 이용하여 개념의 유형 변화를 예시하면 〈표 7〉과 같다.

〈표 7〉 처치에 따른 개념 유형별 변화(문항 1)

(단위:명)

구분	A	B		C		D		K	X	Y	계	
		B1	B2	C1	C2	D1	D2					
통계	학습 전	17	20	8	7	1	23	3	5	9	6	99
	학습직후	33	16	8	3	1	20	0	4	10	4	99
	3개월 후	35	11	6	11	1	17	2	2	13	1	99
실험	학습 전	20	25	4	7	0	25	0	10	7	1	99
	학습직후	63	8	3	6	0	5	0	1	10	3	99
	3개월 후	61	6	4	6	1	12	0	1	8	0	99

처치에 따른 개념 유형의 변화를 살펴 보면, 실험집단이 통제집단보다 학습 전에 지니고 있던 잘못된 선입개념들을 버리고 학습 후 과학적 개념으로 훨씬 많이 변화해 감을 알 수 있다. 특히 B1의 유형과 D1의 유형이 학습 결과 통제집단의 경우에는 해소되지 않는 반면 실험집단의 경우 많은 변화를 보이고 있다.

3. 인지수준 및 처치에 따른 개념변화 분석

가. 인지수준

Piaget의 인지발달 이론에 따라 Roadrangka 등에 의해 개발된 GALT를 이용하여 나타난 인지수준 분포는 구체적 조작기에 머물러 있는 학생이 66.2%이며, 31.3%가 과도기, 2.5%가 형식적 조작 단계에 있는 것으로 나타났다. 이 결과는 Piaget가 초기의 인지발달 단계에서 제시한 연령과는 많은 차이를 보이고 있으며, 최병순 등(1987)의 연구에 의해 중학교 1학년 남학생의 경우 구체적 조작기는 65.5%, 과도기는 31.9%, 형식적 조작기는 2.6%에 있음을 밝힌 결과와 거의 비슷한 결과를 보여 주고 있다.

나. 인지수준에 따른 개념형성 정도

인지수준에 따른 과학적 개념의 형성 정도를 밝히기 위하여 객관식 정답률과 이유진술 내용을 분석한 결과는 〈표 8〉과 같다.

〈표 8〉에 의하면, 인지수준이 높을수록 밀도에 관하여 올바른 개념을 갖고 있으며, 인지수준에 관계없이 학습의 효과는 모두 높은 것으로 나타났다. 특히 형식적 조작기에 있는 학생들은 학습에 의해 거의 정확한

〈표 8〉 인지수준에 따른 개념 형성율의 변화

구 분	객 관 식			이 유 진 술		
	구체적	과도기	형식적	구체적	과도기	형식적
학 습 전	2.27* (28.4)	4.06 (50.8)	5.20 (65.0)	0.85 (10.6)	3.00 (37.5)	4.80 (60.0)
학 습 직 후	3.40 (42.5)	6.35 (79.5)	7.40 (92.5)	2.21 (27.6)	5.92 (74.0)	7.60 (95.0)
학 습 3개월 후	3.44 (43.0)	6.29 (78.6)	7.40 (92.5)	2.11 (26.4)	5.79 (72.4)	7.40 (92.5)

\* 8점 만점임 ( ) 안은 백분율임

밑도개념을 갖게 되는 것으로 보인다. 인지수준과 개념 형성과의 관계에 대한 통계적 유의도를 알아 보기 위하여 학습 직후의 평균 점수를 이용하여 변량분석한 결과(표 9), 0.01 유의 수준에서 의미있는 차이를 보여 인지수준이 높은 학생일수록 과학적 개념이 더 발달되어 있음을 나타냈다. 물론 형식적 조작기는 2.5% 밖에 되지 않아 해석에 제한이 따른다.

〈표 9〉 개념 형성정도의 인지수준에 따른 변량 분석표

구분	변량원	자승화	자유도	평균자승화	F
객 관 식	인지수준	411.559	2	205.78	58.755**
	잔 여	682.951	195	3.502	
	전 체		197		
이유 진 술	인지수준	663.668	2	331.834	84.495**
	잔 여	765.812	195	3.917	
	전 체	1429.480	197		

\*\* P < 0.01

인지수준에 따른 개념발달 차이를 Scheffe 검증한 결과, 구체적 조작기와 과도기에 있는 학생들의 개념발달 정도는 통계적으로 의미있는 차이가 있는 것으로 나타났다. 그러나 과도기와 형식적 조작기에 있는 학생들의 개념 발달 정도에는 통계적으로 의미있는 차이를 보이지 않았다. 평균 사이의 큰 차이에도 불구하고 의미있는 차이로 나타내지 않은 이유는 형식적 조작기에 있는 학생의 수가 너무 적기 때문인 것으로 판단된다.

인지수준과 개념형성과의 상관정도를 알아 보기 위하여 상관계수를 알아 본 결과, r = 0.60으로 매우 높은 상관을 나타내었다.

다. 인지수준과 처치에 따른 개념변화

이유진술 분석에 의한 정답률의 변화 결과를 인지수준과 처치에 따라 나타내면 〈표 10〉과 같다.

〈표 10〉 인지수준과 처치에 따른 개념 형성율의 변화

구 분	통 계			실 험		
	학습전	직후	3개월후	학습전	직후	3개월후
구체적 조작기	0.88*	1.96	1.81	0.81	2.49	2.44
과 도 기	3.50	5.53	5.30	2.53	6.28	6.25
형식적 조작기	5.00	7.00	6.00	4.75	7.75	7.75

\* 8점 만점임

〈표 10〉에 나타난 평균 점수 사이의 차이가 통계적으로 의미있는 것인지를 알아 보기 위하여 학습 직후의 점수를 이용하여 2원 변량분석(2-way ANOVA)한 결과는 〈표 11〉과 같다.

〈표 11〉 처치와 인지수준에 따른 개념형성 정도의 2원 변량 분석표

변량원	자승화	자유도	평균자승화	F
주효과	681.693	3	227.231	58.381**
TRT	18.025	1	18.025	4.681*
CL	646.900	2	323.450	83.102**
2원상호 작용효과	0.488	2	0.244	0.063
TRT X CL	0.488	2	0.244	0.063
설 명 오 차	682.181	5	136.436	35.054**
전 체	1429.480	197	7.256	

TRT: 처치 (Treatment)

CL: 인지수준 (Cognitive Level)

\* P < 0.05    \*\* P < 0.01

변량분석 결과에 의하면, (처치 X 인지수준)의 상호작용 효과는 없으나, 처치에 따른 주효과는 0.05 유의 수준에서 통계적으로 의미있는 차이가 있는 것으로 나타났으며, 인지수준에 따른 주효과는 0.01 수준에서 의미있는 것으로 나타났다. 이 결과는 구체적 조작기와 과도기에 있는 학생들이 순환학습을 적용했을 때 학습 전의 잘못된 선입개념을 해소하고 올바른 과학적 개념으로 변화하는 데 더 효과적임을 나타낸다. 이 결과는 Schneider 등(1980), Ward 등(1980)

및 Abraham 등(1986)의 연구 결과를 뒷받침해 주고 있다.

## V. 결론 및 제언

학생들의 밀도 개념의 변화에 대한 순환학습의 효과를 규명하기 위해 설정했던 연구 문제의 결과를 정리하면 다음과 같다.

### 1. 개념형성 정도 및 유형

1) 학생들은 학습 전 밀도에 관련된 개념들을 일상 생활의 경험에 관련하여 지니고 있었고, 과학적 개념과는 다른 다양한 선입개념들을 가지고 있었다.

2) 개념유형의 분포는 문항의 내용에 따라 다양하였으며, 지배적인 유형으로는 시각적인 관점에 초점을 두어 밀도를 질량 또는 부피(크기)로 오인하고 있었다. 또한 온도의 변화와 상태변화 시에도 부피가 커지므로 밀도가 커진다는 유형을 선호하고 있었으며, 물체들이 뜨고 가라앉는 이유를 물질의 자체성질과 구성성분 때문이라고 이해하고 있었다.

3) 학습 전 전체 문항에 대한 객관식 정답률과 이유진술 분석에 의한 정답률은 각각 33.1%와 16.5%로서, 과학학습 이전에도 이미 밀도와 관련된 개념을 지니고 있으나, 대부분의 학생들은 비과학적 개념을 지니고 있었다.

4) 학습 전 과학적 개념의 발달 차이는 남학생이 여학생보다, 과도기에 있는 학생이 구체적 조작기에 있는 학생보다 더 발달되어 있었으며, 통계적으로 의미있는 것으로 나타났다( $P < 0.01$ ).

### 2. 전통적 교수법과 순환학습 교수법에 의한 개념변화

1) 학습 전 후의 정답률의 변화는 통제집단이 17.1%, 실험집단이 30.0%로, 통계적으로 0.05 의미 수준에서 차이가 있음을 나타내어 교과서 중심의 전통적 교수법보다 순환학습 교수법이 밀도의 개념변화에 효과가 있음을 보여 주었다. 객관식 정답률의 변화도 두 집단간에 의미있는 차이를 보였다.

2) 두 집단간의 개념 유형별 변화는 문항에 따라 약간의 차이를 보이고 있으나, 순환학습 적용에 의한 교수법이 밀도를 질량과 부피로 동일시했던 지배적인 선입개념들의 해소에 도움이 되었다.

3) 과학적 개념의 지속성에 대해서는 두 집단 모두 학습 직후에 형성된 과학적 개념들을 거의 그대로 지속하고 있었다. 따라서 학습결과의 지속성에는 두 교수법 사이에 차이가 없는 것으로 나타났다.

### 3. 인지수준 및 처치에 따른 개념변화

1) 중학교 1학년 학생들의 경우 66.2%가 구체적 조작기에 머물러 있으며, 과도기는 31.3%, 형식적 조작기는 2.5%로 나타났다.

2) 인지수준과 과학적 개념 형성과는  $r = 0.60$  정도의 상관이 있음을 나타내었고, 변량분석 결과 의미있는 차이를 보여 인지수준이 높은 학생일수록 과학적 개념이 더 발달되어 있음을 나타내었다.

3) 순환학습에 의한 교수법이 전통적 교수법보다 구체적 조작기와 과도기에 있는 학생들에게 과학적 개념변화에 더 효과적이었다.

4) 개념변화에 미치는 인지수준과 처치에 의한 상호작용 효과는 없었다. 즉, 학생들이 어떤 인지수준에 있든지 순환학습이 전통적 교수법에 비해 밀도개념의 형성에 효과적이었다.

### 4. 제 언

이 연구에서는 밀도개념에 한정하여 연구하였으나 과학 분야의 다른 개념들에 대해서도 학생들이 지니고 있는 선입개념이나 오인의 파악과 교수/학습 방법을 적용한 개념변화의 효과에 대한 연구가 지속적으로 이루어져야 하겠다. 더 나아가 이러한 연구가 보다 의미있는 결실을 맺기 위해서는 인지 심리학적 접근을 통한 개념변화의 인지적 메카니즘을 규명하려는 노력이 절실히 요청된다고 생각한다.

### 참 고 문 헌

- 이관욱(1990), 중학생의 수면변위, 무게와 질량, 밀도의 개념형성에 관한 연구. 서울대학교 석사학위 논문.
- 최병순, 허 명(1987), 중학생들의 인지수준과 과학교과 내용과의 관계 분석. 한국과학교육학회지, 제7권 1호 19-31.
- Abraham, M. R. and Renner, J. W.(1986), The Sequence of Learning Cycle Activities in High School Chemistry. Journal of Research in Sci-



- ence Teaching, 23(2) : 123-143.
- Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A.(1985), Children's ideas in Science. Open Univ., press, Philadelphia.
- Erickson, G. L.(1980), Children's Viewpoint of Heat : A Second Look. Science Education, 64 (3) : 323-336.
- Hewson, M. G.(1986), The Acquisition of Scientific Knowledge : Analysis and Representation of Student Conceptions Concerning Density. Science Education, 70(2) : 159-170.
- Lawson, A. E.(1986), Integrating Research on Misconceptions, Reasoning Patterns & Three Types of Learning Cycles. paper presented at the United States-Japan Seminar on Science Education, East-West Center, Univ. of Hawaii, Honolulu, September 15.
- Schneider, L. S.. & Renner, J. E.(1980), Concrete & Formal Teaching. Journal of Research in Science Teaching, 17(6) : 503-517.
- Shepherd, D. L., & Renner, J. W.(1982), Student Understanding & Misunderstanding of State of Matter & Density Changes. School Science and Mathematics, 82(8) : 650-665.
- Stepans, J., Dyche, S. and Beiswenger, R.(1988), The Effect of Two Instructional Models in Bringing About a Conceptual Change in the Understanding of Science Concepts by Prospective Elementary Teachers. Science Education, 72 (2) : 185-195.
- Ward, C. R. and Herron, J. D.(1980), Helping Student Understand Formal Chemical Concepts. Journal of Research in Science Teaching, 17(5) : 387-400.

## ABSTRACT

# The Effectiveness of Learning Cycle Approach to Change the Concept of Density

Soon-Kyung Hong, Byung-Soon Choi

(Korea National University of Education)

The purpose of this study was to investigate the effectiveness of Learning Cycle approach to change the concept of density.

The results of the study were as follows :

- 1) Students already had various types of preconception related to density before formal learning. These preconceptions mostly differ from scientific concepts.
- 2) Male students were much better than female ones in the development of scientific concepts before formal learning. These differences were found statistically significant( $P < 0.01$ ).
- 3) The higher the cognitive level of the students, the better the development of scientific concepts.
- 4) In the change of preconceptions to scientific concepts by treatment, there was significant difference between control group and experimental group at the 0.05 level. It was found that Learning Cycle approaches were more effective than traditional approaches in acquiring the concept of density.
- 5) It was found that there was no significant difference on the retention level of the concept of density between control group and experimental group.