

# 중학생들의 인지수준과 과학교과 내용과의 관계 분석\*

최 병 순 · 허 명  
한국교원대학교

(1987년 5월 16일 받음)

## I. 서 론

### 1. 연구의 필요성

과학기술의 사회를 살아가는 현대인에게 과학적 소양을 갖추는 것이 필요함을 부인할 사람은 아마도 없을 것이다. 더구나 고도의 과학기술과 정보가 지배하는 미래사회의 주인공이 될 중등학교 학생들을 대상으로 하는 과학교육에 문제점이 있다면, 그러한 문제에 대한 충분한 인식과 보다 깊은 이해가 긴요하다 하겠다. 중·고등학교에서 과학을 가르친 경험이 있는 사람들이 거의 공통적으로 느끼는 것은, 학생들이 과학을 매우 어렵게 생각한다는 점일 것이다. 중·고등학교 학생들의 과학교과에 대한 인식을 조사한 연구(이원식의, 1984; 유경로의, 1984)에 의하면, 중학교 학생들의 61.5%, 고등학교 학생들의 77.2%가 과학이 어렵다고 응답하고 있으며, 그중에서도 각각 10.5%, 17.4%의 학생들은 대단히 어렵다고 응답하

고 있다. 이렇게 많은 학생들이 과학을 어렵게 생각하는 이유는 무엇일까?

과학교육에 관심을 갖고 있는 많은 학자들은 그 이유를 Piaget의 인지발달 이론에서 찾고자 한다(Lawson & Renner, 1975; 한중하, 1982; 이원식과 한인옥, 1983; 최영준, 최병순과 이원식, 1986). Piaget의 이론에 의하면, 한 사람이 어떤 특수한 상황에서 사고하거나 행동하는 양식은 그 사람의 인지구조의 특성에 의해서 결정된다. 이러한 인지구조는 유아에서 성인에 이르기까지 매우 느리게 변화되므로, 일정 시간에 보여주는 그 사람의 사고나 행동의 양식에는 일관성이 있다. 인지구조의 특성에 기인한 이러한 일관성은 인지발달 과정의 한 단계를 이루며, 각 발달단계에서의 인지구조는 질적으로 서로 다르다.

만약 Piaget의 이론이 옳다면, 학생들이 과학을 어려워하는 이유중의 하나는 과학교과 내용이 요구하는 인지 수준이 학생들의 인지 수준에 비하여 높기 때문일 수도 있다. 이러한 가정을 검증하기 위해서는 학생들의 인지수준과 과학교과 내용이 요구하는 인지수준을 분석 비교하고, 실제 각 발달단계에 있는 학생들 사이에 서로 다른 인지수준을 요구하는 문제를 해결하는데 차이가 있는가를 확인해야 할 것이다.

\* 이 연구는 1986년도 문교부 학술연구 조성비의 지원으로 이루어진 것임.

## 2. 연구의 목적

본 연구의 주목적은 Piaget의 인지 발달단계에 비추어 구체적 조작기, 과도기, 그리고 형식적 조작기에 있는 학생들 사이에, 구체적 사고를 필요로 하는 문제와 형식적 사고를 필요로 하는 문제의 해결에서 차이점을 나타내는가를 알아보고자 하는 것이다. 이러한 연구목적 달성을 위하여 본 연구에서는 구체적으로 다음과 같은 문제들에 대하여 답하고자 한다.

(1) 현 중학교 학생들의 학년별 및 성별 인지수준은 Piaget의 인지발달 단계에 비추어 볼 때 어떤 분포를 보이는가?

(2) 현행 과학교과 내용이 요구하는 인지수준은 Piaget의 인지발달 단계에 비추어 볼 때 어떤 분포를 보이는가?

(3) 구체적 사고를 필요로 하는 문제의 해결에서 구체적 조작기, 과도기 그리고 형식적 조작기에 있는 학생들 사이에 차이가 있는가?

(4) 형식적 사고를 필요로 하는 문제의 해결에서 구체적 조작기, 과도기 그리고 형식적 조작기에 있는 학생들 사이에 차이가 있는가?

## 3. 본 연구의 제한점

본 연구에서는 연구 대상자를 전국에 걸쳐 무작위 표집하지 못하고, 시(市)지역 남자중학교와 군(郡)지역 여자중학교로부터 무작위 표집했기 때문에, 학년별 인지수준 및 인지수준의 성에 따른 차이를 일반화하기는 어려울 것이다. 그러나 그러한 제한이 본 연구의 목적을 달성하는 데는 무리가 없을 것으로 사료된다. 과학교과내용의 분석에서는 분석대상 내용을 각 학년에서 2학기에 교수-학습되는 것으로 제한하였다.

## II. 연구방법 및 절차

### 1. 연구 대상

연구대상자는 전북 남원시에 소재한 남자 중학교 학생 348명과, 충남 부여군에 소재한 여자중학교 학

생 338명이었다. 남학생들은 각 학년 공히 8학급중에서 2학급을 무작위 추출하였고, 여학생들도 각 학년 공히 8학급중에서 무작위 추출하였다. 연구대상자들의 학년 및 성별 나이와 IQ는 <표 1>에 나타난 바와 같다.

<표 1> 연구 대상자들의 학년 및 성별 나이와 IQ

학년	성별	인원수	나이		IQ	
			평균	표준편차	평균	표준편차
1	남	116	12.94	0.52	104.3	14.3
	녀	111	12.79	0.51	104.1	14.9
2	남	117	13.94	0.46	101.8	15.0
	녀	115	13.80	0.53	101.7	15.1
3	남	115	14.77	0.43	98.9	14.0
	녀	114	14.72	0.52	102.5	16.9

## 2. 교과 내용의 분석

교과내용의 분석은 연구의 목적에 따라 여러가지 방법을 고려할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 연구 목적을 고려하여 우선 Piaget의 인지발달 이론에 바탕을 둔 분석틀을 개발하였다. 다음으로 중학교 과학교과 내용으로부터 교수목표를 추출한 후, 이 교수목표를 분석틀에 따라 이원 분류하였다.

### ㄱ. 분석틀의 개발

<표 2> 교과내용의 분석을 위한 분석틀

학년	대단원 소단원	차시	형식적 사고 유형* 교수 목표의 번호	1	2	3	4	5	6	7	
				1	3 / (1)	1	1**				
2	✓		✓								
2	1	✓									
	2	✓	✓			✓					
	3							✓			
	4	✓									
3 / (2)	1	1									✓
		2				✓					
		3	✓	✓					✓		

\* 형식적 사고 유형은 Piaget에 의한 구체적 인지구조와 형식적 인지구조의 비교(Piaget, 1958)에 근거를 두고 분류한 것임.

\*\* 형식적 사고 유형에 표시가 없는 것은 구체적 사고수준을 요구하는 교수 목표임.

Piaget 이론에 의하면, 구체적 인지구조는 대략 국민학교 저학년에서 고학년에 걸쳐 형성되며, 형식적 인지구조는 국민학교 고학년에 중학교 수준에 걸쳐 형성된다. 본 연구에서는 그 연구대상이 중학생이므로, 이들의 인지구조가 구체적 조작기에서 형식적 조작기 사이에 분포할 것으로 가정하고, 교과내용의 분석기준도 이에 준하였다. 즉, 교과내용의 분석을 위한 분석틀은 교과내용을 크게는 구체적 사고를 요구하는 내용과 형식적 사고를 요구하는 내용으로 분류할 수 있도록 하고, 형식적 사고는 이를 가능케 하는 몇개의 사고유형으로 분류하며, 형식적 사고를 요구하는 교과내용을 좀 더 세분화하여 분석할 수 있도록 하였다. <표 2>는 개발된 분석틀을 나타낸 것이다.

형식적 사고유형은 구체적으로 다음과 같다.

1. 명제적 논리
2. 조합논리(수학적 조합과 순열)
3. 비례논리
4. 기계적 평형
5. 확률논리
6. 상관논리
7. 보존논리(직접적 관찰과 실험적 증거를 초월하는 보존논리)

## ㄱ. 교수목표의 진술

교수목표는 중학교 각 학년 과학교과에서, 분석대상 내용인 2학기 교과내용으로부터 차시별로 추출, 진술하였다. 분석에 사용된 교과서는 서울대학교 과학교육 연구소에서 펴낸 '중학교과학'이고, 차시의 구분은 교사용 지도서에 제안된 바에 따랐다. 교수목표의 추출 및 진술에는 2명의 연구자와 4명의 대학원생이 참여했으며, 이들이 각각 교수목표를 추출, 진술한 후 토의를 거쳐 단일화하였다.

## ㄷ. 교과내용의 이원분류

교과내용의 분석은 진술된 교수목표를 개발된 분석틀에 따라 이원분류하는 방법을 취했다. 교과내용의 분석은 진술된 교수목표를 분석틀에 따라, 2명의 연구자와 4명의 대학원생이 각자 분류한 후, 분류결과가 일치된 경우에는 그 결과를 그대로 받아들이고, 일치되지 않은 경우에는 토의결과에 따랐다. 개인별 분석결과는 교과내용에 따라 약간의 차이가 있었지만, 전체적으로 80% 정도의 일치도를 보였다. 분석

틀에 따른 교수목표의 분류는, 교수목표를 달성하는데 요구되는 형식적 사고유형의 확인에 초점을 두었고, 형식적 사고유형의 어느 곳에도 분류되지 않은 교수목표는 구체적 조작 수준으로 분류하였다.

## 3. 검사도구 및 검사의 실시

### ㄱ. 성취도 평가 도구

성취도 평가문항은 본 연구의 목적에 비추어, 문제를 해결하는데 구체적 사고가 요구되는 문항과 형식적 사고가 요구되는 문항을 각 학년별로 각각 10문항씩 개발하였다. 우선 각 학년별로 중요하다고 인정되는 구체적 조작수준의 교수목표와 형식적 조작수준의 교수목표를 10개씩 선정하고, 각 교수목표에 해당하는 평가문항을 개발한 후, 교과내용에 따라 1명의 연구자와 2명의 본교 대학원생에 의하여 평가문항의 타당도가 검토되었다.

### ㄴ. 인지수준 검사 도구

본 연구에서 사용한 인지수준 측정 도구는 미국 Georgia 대학교의 Roadrangka 등(1982)에 의해서 개발된 GALT(Group Assessment of Logical Thinking)로써, 우리말로 번역된 것(최영준외, 1985)을 활용하였다. 이 검사도구는 보존논리, 비례논리, 변인통제논리, 조합논리, 확률 논리, 상관 논리의 6가지 논리에 관련된 문항으로 이루어져 있으며, Cronbach's alpha를 이용한 내적 신뢰도는 0.85이고, 각 논리별 신뢰도는 0.37에서 0.83의 범위이다. 0.58이하의 신뢰도를 나타낸 논리는 전체 6논리 중에서 2논리이었다.

문항의 난이도는 0.02에서 0.78사이이고 평균 난이도는 0.40이었다. 각 논리별 검사 및 전체 검사에 대한 GALT와 면접에 의한 성취도 사이의 상관관계에 따른 타당도 검사에서는, 전체검사의 타당도 계수가 0.71이었고, 논리별 타당도 계수는 0.45에서 0.88범위이었다. 각 논리별 타당도에서는 비례논리가 가장 낮았고, 조합논리가 가장 높았다.

### ㄷ. 검사의 실시

검사는 겨울방학이 시작되기 직전에 해당학교 교사들의 도움으로 연구자들에 의해 실시되었고, 검사 시간은 50분을 원칙으로 하되 필요한 경우에는 5분정도 시간을 더 주었다. 두 종류의 검사 모두가 오전중

에 실시되었다.

#### 4. 자료의 분석

인지수준 검사는 1번에서 18번문항까지는 정답과 그 이유를 묻는 문제이므로, 답과 이유가 모두 맞은 경우를 정답으로 처리하였다. 19번에서 21번 문항까지는 가능한 조합을 모두 쓰는 문제로 19번 문항은 1개, 20번과 21번 문항은 2개까지 빠뜨린 경우 정답으로 간주하였다. 각 논리 및 형성류를 알아보기 위해서, 20번과 21번 문항의 경우 응답을 체계적으로 했는가에 초점을 맞추었고, 정답은 4로, 3개 이상 빠뜨린 경우라도 응답을 체계적으로 한 경우에는 3으로 표기하여 자료 처리에 활용하였다. 자료의 처리는 SP-SS/PC를 이용하였다.

### III. 연구 결과

#### 1. 중학교 학생들의 인지수준

GALT를 이용한 중학교 학생들의 인지수준 검사는, 전체 21개 문항중에서 정답이 8개 이하이면 구체적 조작기, 9개에서 15개 사이이면 과도기, 16개 이상이면 형식적 조작기로 분류하였다.

중학교 학생들의 인지수준을 학년별로 나타내면 <표 3>과 같다.

<표 3> 중학생들의 학년에 따른 인지수준

인지수준 \ 학년	구체적 조작기	과도기	형식적 조작기	계
1	74.0* (168)	23.8 (54)	2.2 (5)	100 (227)
2	68.1 (158)	28.5 (66)	3.4 (8)	100 (232)
3	55.5 (127)	37.1 (85)	7.4 (17)	100 (229)

\* 백분율

( )안의 숫자는 학생수임

<표 3>으로부터 대부분의 중학교 학생들은 구체적 조작기에 머물러 있으며, 형식적 조작기에 있는 학생

은 매우 적음을 알 수 있다. 그러나 학년이 높아질수록 구체적 조작기에 있는 학생들의 비율은 낮아지고, 과도기 및 형식적 조작기에 있는 학생들의 비율은 증가하는 경향을 뚜렷이 보여주고 있다.

학생들의 인지수준을 학년 및 성별로 나타내면 <표 4>와 같다. <표 4>로부터, 전반적으로 여학생들이 남학생들에 비하여 구체적 조작기에 머물러 있는 비율이 높으며, 과도기와 형식적 조작기에 있는 학생들의 비율은 남학생이 여학생보다 높음을 알 수 있다. 이러한 현상은 특히 1학년과 3학년에서 두드러진다.

<표 4> 중학생들의 학년 및 성별 인지수준

인지수준 \ 학년	1		2		3	
	남	여	남	여	남	여
구체적 조작기	65.5* (76)	82.9 (92)	66.7 (78)	69.6 (80)	47.8 (55)	63.2 (72)
과도기	31.9 (37)	15.3 (17)	30.8 (36)	26.1 (30)	43.5 (50)	30.7 (35)
형식적 조작기	2.6 (3)	1.8 (2)	2.5 (3)	4.3 (5)	8.7 (10)	6.1 (7)
계	100 (116)	100 (111)	100 (117)	100 (115)	100 (115)	100 (114)

\* 백분율

( )안의 숫자는 학생수임

#### 2. 논리유형별 형성정도

형식적 사고를 가능케 하는 논리유형별 중학생들의 형성정도는 과학 교수 내용의 선정 및 조직에 많은 시사점을 줄 수 있을 것이다. 본 연구에서는 논리유형별 형성정도를 GALT를 이루고 있는 논리유형에 따라 분석하였다. GALT 개발자들은 GALT에 포함되어 있는 각 논리유형에 관련된 문항을 두개 포함시킨, 12개 문항으로 된 shorter version을 제안하였는데, 각 논리의 형성정도는 분석의 편의상 1번 문항을 제외하고는 shorter version에 포함된 문항에 대한 성취도로부터 알아보았다. 1번 문항은 보존논리의 형성정도를 알아보는 문제이나, 요인 분석 결과(Roadrangka 외, 1982)에 의하면, 이 문항은 다른 문항들과는 요인구조가 다를 것을 보여주고 있다. 권제술(1987) 등에 의한 최근의 연구에서도, 1번 문항은 형식적 사고와는 무관함을 보여주고 있다.

각 논리의 형성정도는 다음과 같은 방법에 따라 형성, 과도기, 미형성의 세단계로 나누었다. 즉, 각 논리의 형성정도를 측정하는 문항은 각각 들쭉이고, 각 문항은 정답을 묻는 문제와 그 정답을 택한 이유를 묻는 문제로 되어 있다. 따라서 각 논리별로 네개씩의 문제가 있는 셈이다. 그런데 한 문항에 대하여 한 학생이 할 수 있는 가능한 답의 쌍은 4종류이다. 예를들면 3번 문항에 대한 가능한 응답의 쌍은 4종류이다. 그리고 이들을 각기 1, 2, 3, 4로 구분하였다(표 5).

〈표 5〉 3번 문항에 대한 응답의 구분

3 번 문 항		
정답을 묻는 문제	이유를 묻는 문제	구분
○	○	4
×	○	3
○	×	2
×	×	1

각 논리의 형성정도를 형성, 과도기, 미형성으로 구분하는 데는 교차확인 방법을 활용하였다. 예를들면 보존논리의 형성정도를 알아보기 위해서는, 보존논리에 관련된 3번과 4번 문항에 대한 응답을 위에서 설명한 바에 따라 각각 1, 2, 3, 4 중의 어느 하나로 구분하고, 이를 교차확인 방법에 따라 형성, 과도기, 미형성의 세 단계로 구분하였다(표 6).

〈표 6〉 보존논리의 형성 정도를 알아보기 위한 교차확인 방법

문항	3				
	구분	4	3	2	1
4	4	성	형	과	미
	3	성	도	미	형
	2	성	도	미	형
	1	성	도	미	형

위에서 설명한 바에 따라 중학교 학생들의 학년에 따른 논리 유형별 형성정도를 백분율로 나타내면 〈표 7〉과 같다. 〈표 7〉로부터, 보존 논리와 상관논리의 형성정도에는 중학교 3년간에 걸쳐 큰 변화가 없으며, 확률논리와 조합논리는 2학년과 3학년 사이에서 형성정도에 큰 상승을 보이고 있음을 알 수 있다.

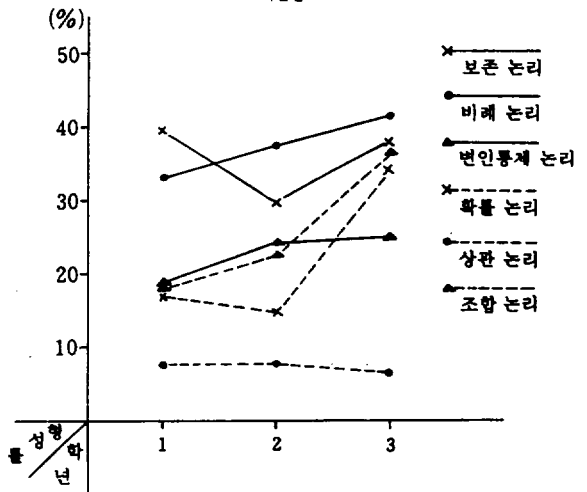
각 논리별 형성률이 학년에 따라 어떤 추이를 보이는가를 쉽게 알 수 있도록 그래프로 나타내 보았다

(그림 1).

〈표 7〉 중학생들의 학년에 따른 형식적 사고의 논리 유형별 형성 정도

학년	논리유형 형성정도	보존논리	비례논리	변인통제논리	확률논리	상관논리	조합논리
1	형성	39.6*	32.8	17.6	17.2	8.4	17.7
	과도기	31.3	27.3	21.6	14.1	18.1	52.7
	미형성	29.1	41.9	60.8	68.7	73.5	29.6
2	형성	29.7	37.1	24.1	14.6	8.6	22.9
	과도기	36.7	28.0	23.3	11.1	16.8	48.1
	미형성	33.6	34.9	52.6	74.3	74.6	29.0
3	형성	37.6	41.5	27.5	34.5	7.9	36.2
	과도기	32.7	24.0	26.6	16.2	12.2	47.6
	미형성	29.7	34.5	45.9	49.3	79.9	16.2

\* 백분율



〈그림 1〉 학년에 따른 형식적 사고의 논리 유형별 형성률

〈그림 1〉은, 상관논리는 중학교 전 학년에 걸쳐 형성률이 극히 낮고 형성률에 거의 변화가 없으며, 조합논리와 확률논리는 2학년과 3학년 사이에서 형성률이 큰 상승을 보이며, 비례논리와 변인통제 논리는 그 형성률이 학년에 따라 점진적으로 상승하고 있음을 보여준다.

### 3. 교과내용의 분석

교과내용의 분석은 중학교 과학교과서에 제시된 교과내용으로 부터 차시별로 교수목표를 진술하고,

이들 교수 목표를 본 연구를 위해서 개발한 분석틀에 따라 분석하였다.

### 7. 분석대상 내용

우선 분석대상 내용을 학년별로 제시하면 다음과 같다(표 8).

〈표 8〉 학년별 분석대상 내용

학년	대단원명	소단원명
1	물질의 특성과 분리 힘과 운동	물질의 분리
		여러가지 힘 힘과 운동과의 관계
2	물질의 입자 전기	원자와 전자 이온
		전하와 전류
3	생명의 연속성	세포분열
		생식과 발생
		유전
		진화

### 8. 교수목표의 분석

교과내용에 바탕을 두고 진술된 교수 목표는, Piaget의 인지발달 이론에 근거를 두고 교수목표를 달성하는데 요구되는 사고수준에 따라 이원분류되었다. 학년 및 소단원별 교수목표가 요구하는 사고수준을 구체적 및 형식적 조작수준으로 분석한 결과는(표9)와 같다.

〈표 9〉 교수목표가 요구하는 사고 수준에 따른 학년 및 단원별 교수목표의 분류(괄호안의 숫자는 백분율을 나타냄)

학년	소단원명	사고수준		계
		구체적 사고	형식적 사고	
1	물질의 분리	13(54)	11(46)	24(100)
	여러가지 힘	15(50)	15(50)	30(100)
	힘과 운동과의 관계	8(53)	7(47)	15(100)
2	원자와 분자	9(38)	15(62)	24(100)
	이온	11(73)	4(27)	15(100)
	전하와 전류	9(31)	20(69)	29(100)
3	세포분열	10(63)	6(37)	16(100)
	생식과 발생	17(85)	3(15)	20(100)
	유전	8(29)	20(71)	28(100)
	진화	2(29)	5(71)	7(100)
계		102(49)	106(51)	208(100)

분석결과에 의하면, 교수목표가 요구하는 사고수

준은 교과내용에 따라 그 분포가 다양하나, 전체적으로 볼때 구체적 사고를 요구하는 교수목표의 수와 형식적 사고를 요구하는 교수목표의 수는 거의 1:1의 비율을 보이고 있음을 알 수 있다.

형식적 사고가 요구되는 교수목표는 형식적 사고 중에서 구체적으로 어떤 유형의 사고가 요구되는가에 따라 개발된 분석틀에 맞춰 분석되었다. 〈표 10〉은 이 분석 결과를 나타낸 것이다. 여기에서 FRP(Formal Reasoning Pattern)는 형식적 사고 양식을 의미하는 것이고, FOI(Formal Operational Index)는 형식적 조작 지수를 나타내는 것이다. 최초로 FOI를 사용한 Hartford와 Good(1976)은 교과내용을 이루는 소단원으로 부터 추출한 총 행동목표의 수에 대한 분석틀에 표시된 형식적 사고양식의 총수의 비로서 나타냈으나, 본 연구에서는 FOI의 보다 정확한 의미에 초점을 맞춰, FOI를 소단원에서 추출한 교수 목표중에서 형식적 사고를 요구하는 교수목표에 대한 분석틀에 표시된 형식적 사고양식의 총수의 비로서 나타냈다. 예를 들면 '물질의 분리' 단원에 대한 FOI는 Hartford와 Good에 의하면  $17/24 = .71$ 로써 본 연구의 분석결과(1.55)와는 다르다.

분석결과에 의하면, 형식적 사고를 요구하는 교수 목표 중에서 명제적 논리(Propositional logic)가 요구되는 교수목표가 압도적으로 많아 형식적 사고를 요구하는 교수 목표중 55% 정도가 이에 해당됨을 알 수 있다. 다음으로는 비례논리를 요구하는 교수목표로서 19%정도, 상관논리를 요구하는 교수목표는 10%

〈표 10〉 교수목표가 요구하는 형식적 사고양식에 따른 학년 및 단원별 교수목표의 분류

학년	소단원명	교수 목표 수	FRP*							계	FOI**
			1	2	3	4	5	6	7		
1	물질의 분리	11	10	0	3	1	0	0	3	17	1.55
	여러가지 힘	15	12	0	1	6	2	2	0	21	1.40
	힘과 운동과의 관계	7	3	0	6	1	0	1	0	11	1.57
2	원자와 분자	15	14	0	10	1	1	3	1	30	2.00
	이온	4	4	0	0	0	0	0	0	4	1.00
	전하와 전류	20	16	0	4	0	0	0	3	26	1.63
3	세포분열	6	4	0	1	0	0	3	0	8	1.33
	생식과 발생	3	2	0	1	0	0	1	0	4	1.33
	유전	20	16	0	3	0	4	2	0	25	1.25
	진화	5	2	0	0	0	3	0	0	5	1.00
계			83	0	29	9	8	15	7	151	1.42

\* FRP(Formal Reasoning Pattern) : 형식적 사고 양식  
\*\* FOI(Formal Operational Index) : 형식적 조작 지수

정도이다. 한편 수학적 조합이나 순열을 필요로 하는 교수목표는 전연 없는 것으로 나타났다. 형식적 조작 지수(FOI)는 '원자와 분자' 단원이 2.0으로 가장 높고 평균은 1.42로서 대략 두 교수목표가 세 유형의 사고 양식에 표시된 것으로 분석되었다

#### 4. 인지수준과 교과내용과의 관계분석

인지수준과 교과내용과의 관계는, 각 학년별로 구체적인 사고를 요구하는 10개의 문항과 형식적 사고를 요구하는 10개의 문항으로 이루어진 성취도 평가도구에 의해 측정된 과학 성취도와 학생들의 인지수준과의 관계, 그리고 구체적 사고를 요구하는 문항과 형식적 사고를 요구하는 문항에 대한 성취도를 각각 구분하여, 이들과 학생들의 인지구조와의 관계를 알아보므로서 분석하였다.

#### 7. 인지수준과 과학 성취도

중학교 학생들이 학년, 성 및 인지수준에 따른 과학성취도의 평균을 표로 나타내면 표11과 같다. 표11에 의하면, 1학년의 경우에는 전체적으로 구체적 조작기에 있는 학생들 보다는 과도기에 있는 학생들, 그리고 과도기에 있는 학생들 보다는 형식적 조작기에 있는 학생들의 평균이 높으며, 여학생들 보다는 남학생들의 평균이 높은것으로 나타났다. 이들 평균 사이에 나타난 차이가 통계적으로 의미있는 것인지를 알아보기 위한 변량분석(ANOVA)결과는 표12와 같다.

ANOVA 결과는 인지수준과 성에 의한 상호작용 효과는 없으며, 0.05 의미수준에서 인지수준에 따른 평균의 차이와 성에 의한 평균의 차이는 모두 통계적으로 의미있음을 보여 주었다. 인지수준에 따른 차이에 대한 Scheffe 검사법을 이용한 다중비교(Multiple Comparison Test) 결과는, 구체적 조작기에 있는 학생들의 평균과 과도기에 있는 학생들의 평균, 그리고 구체적 조작기에 있는 학생들의 평균과 형식적 조작기에 있는 학생들의 평균 사이에는, 0.05 의미수준에서 통계적으로 의미있는 차이가 있음을 보여 주었다. 그러나 과도기에 있는 학생들의 평균과 형식적 조작기에 있는 학생들의 평균 사이에는 의미있는 차이를 보이지 않았다(표13).

〈표11〉 학년, 성 및 인지수준에 따른 과학성취도 평가의 평균

인지수준	1			2			3			
	성	남	여	계	남	여	계	남	여	계
구체적 조작기	11.50*	9.85 (76)	10.60 (92)	10.08 (168)	8.49 (78)	9.25 (80)	10.49 (158)	12.54 (55)	11.65 (72)	11.65 (127)
과도기	15.46	14.41 (37)	15.13 (17)	13.83 (54)	13.47 (36)	13.67 (30)	13.46 (66)	14.51 (50)	13.89 (35)	13.89 (85)
형식적 조작기	17.00	15.00 (3)	16.20 (2)	14.67 (5)	14.20 (3)	14.38 (5)	15.80 (16)	15.86 (10)	15.82 (7)	15.82 (17)
계	12.91	10.64 (116)	11.80 (111)	11.32 (227)	10.03 (117)	10.68 (115)	12.24 (232)	13.35 (115)	12.79 (114)	12.79 (229)

\* 최고득점은 20점

( )안의 숫자는 학생수임

〈표12〉 중학교 1학년의 인지수준 및 성에 따른 과학성취도의 ANOVA 요약표

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Main Effects	1066.906	3	355.635	40.343	0.0
CL	775.770	2	387.885	44.001	.000
SEX	127.597	1	127.597	14.474	.000
2-way Interactions	3.596	2	1.798	.204	.816
CL	3.596	2	1.798	.204	.816
Explained	1070.502	5	214.100	24.287	0.0
Residual	1948.176	221	8.815		
Total	3018.678	226	13.357		

〈표13〉 중학교 1학년에서 각 인지수준에 있는 학생들의 과학성취도 평가의 평균에 대한 Scheffe 검사결과

인지수준	구체적 조작기	과도기	형식적 조작기
구체적 조작기			
과도기	*		
형식적 조작기	*		

\* : 0.05 의미수준에서 의미있는 차이를 나타냄.

2학년과 3학년 학생들의 과학성취도 평가 결과는, 표11에 나타난 바와 같이 인지수준이 높아짐에 따라 평균점수도 점진적으로 증가하고 있음을 알 수 있다. 그러나 남녀에 따른 성취도 결과는 서로 달라서, 2학년의 경우에는 남학생이, 3학년의 경우에는 여학생이 약간 높은 평균을 보이고 있다. ANOVA 결과에 의하면, 인지수준에 따른 평균의 차이와 성에 따른 평균의 차이가 각 학년 공히 0.05 의미수준에서 의미있는 것으로 밝혀졌다. Scheffe 검사법을 이용한 다중비교

의 결과는 2, 3학년 다같이 구체적 조작기와 과도기, 그리고 구체적 조작기와 형식적 조작기에 있는 학생들의 평균이 0.05 의미수준에서 의미있는 차이를 나타내었다. 그러나 과도기와 형식적 조작기에 있는 학생들의 평균 사이에는 의미있는 차이가 없음을 보여 주었다.

### ㄴ. 인지수준과 구체적 사고를 요구하는 문제에 대한 성취도

구체적 사고를 요구하는 문제에 대한 성취도가 중학생들의 인지수준에 따라 의미있는 차이를 보일까에 관해서 알아보기 위하여, 성취도 검사를 분석한 결과는 표 14에 나타난 바와 같다.

〈표 14〉 구체적 사고를 요구하는 문항에 대한 학년, 성 및 인지수준 별 성취도 평가의 평균

인지수준	학년			1			2			3		
	성	남	여	계	남	여	계	남	여	계		
구체적 조작기	5.57*	5.07 (76)	5.29 (92)	5.32 (168)	4.34 (78)	4.82 (80)	5.89 (158)	7.01 (55)	7.01 (72)	6.53 (127)		
과도기	7.57 (37)	7.35 (17)	7.50 (54)	7.36 (36)	6.93 (30)	7.17 (66)	7.16 (50)	8.11 (35)	8.11 (35)	7.55 (85)		
형식적 조작기	7.67 (3)	7.50 (2)	7.60 (5)	6.67 (3)	7.00 (5)	6.88 (8)	8.10 (10)	8.57 (7)	8.57 (7)	8.29 (17)		
계	6.26 (116)	5.46 (111)	5.87 (227)	5.96 (117)	5.13 (115)	5.56 (232)	6.63 (115)	7.45 (114)	7.45 (114)	7.04 (229)		

\* 최고득점은 10점

( )안의 숫자는 학생수임

표14에서 가장 특기할만한 사실은, 각 학년 공히 구체적 조작기에 있는 학생들의 평균은 과도기나 형식적 조작기에 있는 학생들의 평균에 비하여 낮으나, 과도기와 형식적 조작기에 있는 학생들의 평균사이에는 거의 큰 차이를 보이지 않는다는 것이다. Piaget 이론에 의하면, 구체적 조작사고를 요구하는 문항에 대해서는 인지수준에 따른 차이를 보이지 않을 것으로 예상할 수 있으나, 연구결과는 예상과는 다름을 알 수 있다.

1학년의 경우 ANOVA 결과에 의하면, 인지수준과 성에 의한 상호작용 효과는 없으며, 인지수준에 의한 효과는 0.05 의미수준에서 통계적의미가 있음을 보여 주었다. 그러나 성에 의한 효과는 없는 것으로 나타났다. Scheffe 검사법에 의한 다중비교 결과는, 구체

적 조작수준에 있는 학생들의 평균과 과도기에 있는 학생들의 평균, 그리고 구체적 조작수준에 있는 학생들의 평균과 형식적 조작 수준에 있는 학생들의 평균 사이에, 0.05 의미수준에서 통계적으로 의미있는 차이가 있음을 보여주었다. 그러나 과도기에 있는 학생들의 평균과 형식적 사고기에 있는 학생들의 평균 사이에는 의미있는 차이를 보여주지 않았다.

2학년과 3학년에 대한 ANOVA 결과는, 인지수준과 성에 의한 상호작용 효과는 없으나, 인지수준에 의한 효과와 남녀에 따른 효과는 각각 통계적 의미가 있는 것으로 나타났다. 남녀에 따른 평균점수는, 2학년에서는 남학생, 그리고 3학년에서는 여학생이 높은 것으로 나타났다. Scheffe 검사법을 이용한 평균의 다중비교 결과에 의하면, 2학년과 3학년 다 같이 구체적 조작기와 과도기, 그리고 구체적 조작기와 형식적 조작기 사이의 평균이 0.05 의미수준에서 통계적으로 의미있는 차이를 보였다. 그러나 과도기와 형식적 조작기에 있는 학생들의 평균은 의미있는 차이를 보여주지 않았다. 표15는 인지수준에 따른 평균이 Scheffe 검사 결과를 나타낸 것이다.

〈표15〉 구체적 사고를 요구하는 문제에 대한 중학생들의 인지수준 별 평균의 Scheffe 검사결과

인지수준	구체적 조작기	과도기	형식적 조작기
구체적 조작기			
과도기	*		
형식적 조작기	*		

\* 0.05 의미수준에서 의미있는 차이를 나타냄.

### ㄷ 인지수준과 형식적 사고를 요구하는 문제에 대한 성취도

형식적 사고를 요구하는 문제에 대한 성취도는 학생들의 인지수준에 따라 어떤 차이를 보일까? 표16은 이러한 질문에 답하기 위한 연구의 결과를 요약한 것이다.

표16에 의하면, 형식적 사고를 요구하는 문항에 대한 성취도는 인지수준이 높아짐에 따라 1, 2, 3학년 공히 점진적으로 높아짐을 알 수 있다. 남녀에 따른 성취도 평가의 평균은 1, 2학년의 경우에는 남학생이 높은 반면에, 3학년의 경우에는 여학생이 높다. ANOVA 결과에 의하면, 1, 2, 3학년 다 같이 인지수준 및



〈표 16〉 형식적 사고를 요구하는 문항에 대한 학년, 성 및 인지수준별 성취도 평가의 평균

인지수준	학년			1			2			3		
	성	남	여	계	남	여	계	남	여	계		
구체적 조작기	5.93*	4.78	5.30	4.71	4.15	4.42	4.60	5.53	5.13			
	(76)	(92)	(168)	(78)	(80)	(158)	(55)	(72)	(127)			
과도기	7.89	7.06	7.63	6.47	6.53	6.50	6.30	6.40	6.34			
	(37)	(17)	(54)	(36)	(30)	(66)	(50)	(35)	(85)			
형식적 조작기	9.33	7.50	8.60	8.00	7.20	7.50	7.70	7.29	7.53			
	(3)	(2)	(5)	(3)	(5)	(8)	(10)	(7)	(17)			
계	6.65*	5.18	5.93	5.33	4.90	5.12	5.61	5.90	5.76			
	(116)	(111)	(227)	(177)	(115)	(232)	(115)	(114)	(229)			

\* 최고득점은 10점

( )안의 숫자는 학생수임

성에 의한 상호작용 효과는 나타나지 않았으며, 인지수준에 따른 평균의 차이는 0.05 의미수준에서 모두 의미있는 차이를 보여줌을 알 수 있었다. 남녀에 따른 평균의 차이는 1, 3학년에서는 0.05 의미수준에서 통계적으로 의미가 있는 것으로 나타났으나, 2학년에서는 의미 있는 차이를 보이지 않았다.

Scheffe 검사에 의한 다중비교 결과는 1, 2학년에서는 구체적 조작기에 있는 학생들의 평균과 과도기에 있는 학생들의 평균, 그리고 구체적 조작기에 있는 학생들의 평균과 형식적 조작기에 있는 학생들의 평균 사이에 0.05 의미수준에서 의미있는 차이를 보여 주었다. 그러나, 과도기와 형식적 조작기에 있는 학생들의 평균 사이에는 의미있는 차이를 보여주지 않았다.

3학년에 대한 Scheffe 검사결과와는 세 인지수준 간의 평균 사이에 0.05 의미수준에서 모두 의미있는 차이가 있음을 보여주었다. 표17은 이 결과를 도표화한 것이다. 이 결과는 매우 의미있는 것으로써, 형식적 사고를 요구하는 문제를 해결하는 데는 형식적 사고 수준에 있는 학생들이 매우 유리함을 의미하는 것이다. 다른 학년에서와는 달리 3학년에서, 과도기에 있는 학생들의 성취도와 형식적 사고 수준에 있는 학생들의 성취도 사이에 의미있는 차이를 나타낸 것은, 3학년에서만 형식적 조작기에 있는 학생들의 수가 의미있는 차이를 분별할 정도의 충분한 수에 도달했기 때문으로 해석할 수도 있으며, 이러한 문제에 대한 해답은 고등학교 학생들을 대상으로 하는 연구에서 보다 명확히 밝혀질 수 있으리라 생각된다.

〈표 17〉 3학년에서 형식적 사고를 요구하는 문제에 대한 인지수준별 평균의 Scheffe 검사결과

인지수준	구체적 조작기	과도기	형식적 조작기
구체적 조작기			
과도기	*		
형식적 조작기	*	*	

\* 0.05 의미수준에서 통계적으로 의미있는 차이를 나타냄.

#### IV. 해석 및 논의

##### 1. 중학교 학생들의 인지수준 및 논리유형별 형성정도

표3과 표4로부터 알 수 있듯이, 중학교 학생들의 반 이상이 아직 구체적 조작단계에 머물러 있으며, 형식적 조작단계에 이른 학생들의 비율은 극히 낮다. 그러나, 학년이 올라갈수록 구체적 조작단계에 있던 학생들이 점차 과도기, 형식적 조작단계로 이행하여, 구체적 조작기에 있는 학생들의 비율이 점차 낮아지고, 과도기 및 형식적 조작기에 있는 학생들의 비율이 점차 높아짐을 알 수 있다.

본 연구결과에 의하면, 특히 2학년에서 3학년 사이에 상당한 정도로 상위 인지수준으로의 이행 경향을 보임을 알 수 있다. 그러나 중학생들의 평균 연령이 13~15세에 분포되어 있음을 감안한다면, 학생들의 인지수준을 Piaget이론에 의해 예측하는 데는 무리가 있음을 인정하지 않을 수 없다.

형식적 사고를 이루는 논리유형별 형성율은, 그림1에서 보는 바와 같이 논리 유형에 따라 큰 차이를 보인다. 그러나 보존논리와 상관논리를 제외하면, 이들 논리의 형성율의 학년에 따른 변화는 학년에 따른 인지수준의 변화 추세로부터 이해 가능하다. 본 연구의 연구대상자가 학년에 따라 달랐다는 점을 감안한다면 하더라도, 보존논리 형성율의 학년에 따른 변화는 이에 대한 계속적인 연구의 필요성을 시사한다 하겠다. 상관논리의 형성율이 전학년에 걸쳐 매우 낮은 것은, 상관논리가 변인통제 논리와 비례논리의 복합에 의해서만이 가능하기 때문이라고 해석할 수도 있겠다.

## 2 교과내용의 분석

Piaget 이론에 바탕을 두고, 진술된 교수목표를 분석하는 방법에 의한 교과내용의 분석결과, 표9에서 보는 바와 같이 구체적 조작기와 형식적 조작기에 분포된 교수목표의 수가 교과내용에 따라 많은 차이를 나타냄을 보여주었다. 그러나 전체적으로 볼때는, 중학교 교과내용에서 구체적 사고를 요구하는 내용과 형식적 사고를 요구하는 내용의 비율이 거의 같음을 알 수 있다. 이 결과를 학생들의 인지수준과 비교하면, 특히 1학년과 2학년의 경우 70% 정도의 학생들이 구체적 조작기 그리고 5% 미만의 학생들이 형식적 조작기에 있는 반면에, 50% 이상의 교과내용이 형식적 사고를 요구하고 있는 것으로 보아, 학생들이 과학을 어려워하는 이유들 중의 하나는 이로부터 연유한다고 해석할 수 있겠다. 따라서 학생들의 인지수준과 과학교과내용이 요구하는 인지수준 사이의 괴리를 어떻게 해소해야 할 것인가는 과학교육이 당면한 주요 과제들 중의 하나이다.

교과내용을 형식적 사고양식에 따라 분석한 결과를 보면, 형식적 조작지수가 1.00에서 2.00에 걸쳐 있음을 알 수 있는데, 이는 해당 교수목표를 달성하는데 평균적으로 하나 혹은 둘 정도 유형의 논리적 사고가 요구되는 것을 의미한다. 형식적 사고의 논리 유형별 형성율(그림1)이 특히 1,2학년의 경우, 비례 논리를 제외하고는 20%~30% 수준에 머물러 있음을 고려한다면, 많은 학생들이 교과내용이 요구하는 형식적 사고수준의 깊이에 관계없이 교과내용의 이해에 어려움을 느낄 것임을 예상할 수 있다.

## 3. 구체적 사고 문제와 인지수준

구체적 사고를 요구하는 문제에 대한 성취도는 인지수준에 따라 어떻게 다를까? 표14는 이 문제에 답하기 위한 연구결과를 요약한 것이다. 이를 그래프로 나타내면 그림2,3,4와 같다.

그림2, 3, 4에 의하면, 구체적 사고를 요구하는 문제일지라도 형식적 조작기 혹은 과도기에 있는 학생들의 성취도가 구체적 조작기에 있는 학생들의 성취도보다 높으며, ANOVA 결과에 의하면 이들 평균의 차이는 모두 통계적 의미가 있는 것으로 나타났다.

그림2 중학교 1학년에서 구체적사고 문항에 대한 평가의 인지수준별 평균

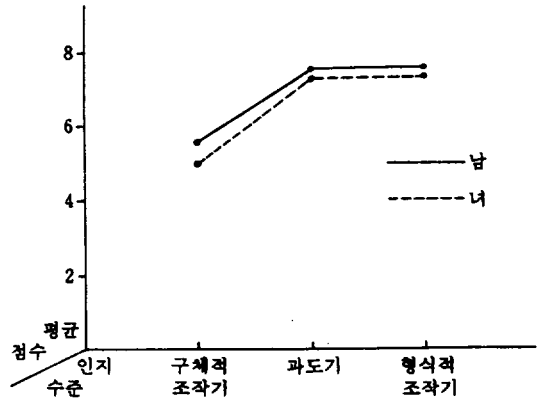


그림3 중학교 2학년에서 구체적사고 문항에 대한 평가의 인지수준별 평균

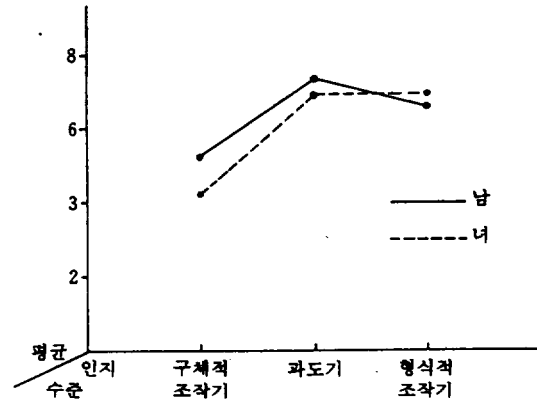
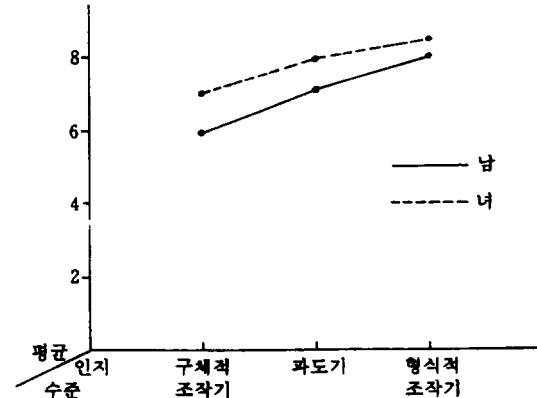


그림4 중학교 3학년에서 구체적사고 문항에 대한 평가의 인지수준별 평균



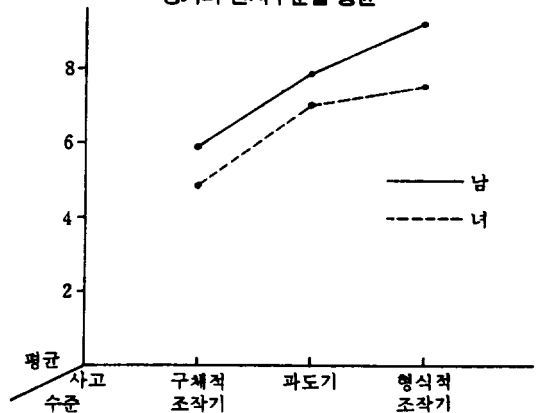
이 결과는 Piaget 이론에 의해서 예상할 수 있는 가정, 즉 구체적 사고를 요구하는 문제에 대한 성취도는 구체적 사고수준 이상의 사고수준에 있는 학생들 사이에서는 차이가 없을 것이라는 예상을 뒤엎는 것이다. 이는 구체적 사고수준에 있는 학생들이 구체적 사고를 요구하는 문제를 평균적으로 55.5% 정도 밖에 해결하지 못했다는 사실과 함께, 인지발달이 교육의 목표로 인식되어야 한다는 주장(Kohlberg and Mayer, 1972)에 대한 좋은 실험적 증거라 할 수 있다.

#### 4. 형식적 사고 문제와 인지수준

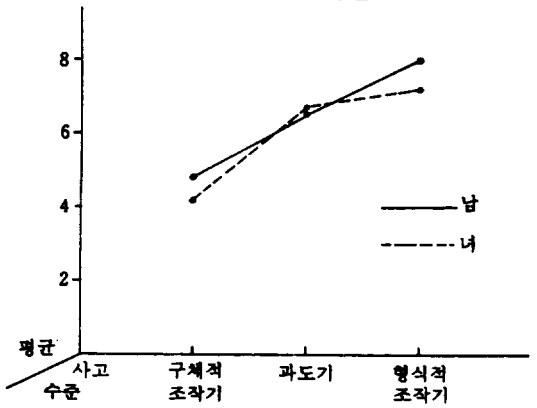
형식적 사고를 요구하는 문제에 대한 성취도는 인지수준에 따라 어떻게 다를까? 이에 대한 연구결과를 쉽게 알아볼 수 있도록 표16을 그래프로 나타내면 그림5, 6, 7과 같다.

그림5와 그림6은, 남학생들의 경우에는 인지수준에 따라 점진적으로 성취도가 증가한 것을 보여주는 반면에, 여학생들의 경우에는 구체적 조작기에서 과도기 사이에 보여준 성취도의 증가에 비하여 과도기에서 형식적 조작기 사이에 보여준 성취도의 증가가 작음을 보여주고 있다. 그러나 그림6에 의하면, 정도의 차이는 있지만 남학생과 여학생 모두 인지수준이 높아짐에 따라 점진적인 성취도의 증가를 보이고 있다. 그리하여 ANOVA와 Scheffe 검사결과에 의하면, 1, 2학년에서는 구체적 조작기와 과도기, 그리고 구체적 조작기와 형식적 조작기 사이에서만 성취도에서 의미있는 차이를 보이고 있으나, 3학년에서는 그외에도 과도기와 형식적 조작기 사이에서도 성취도에 의미있는 차이를 보이고 있다. 과도기나 형식적 조작기에 있는 학생들이 구체적 조작기에 있는 학생들에 비하여 성취가 높은 것은 Piaget 이론에 의하면 쉽게 예상할 수 있는 결과이다. 그러나 3학년에서와는 달리 1, 2학년에서 형식적 조작기에 있는 학생들이 과도기에 있는 학생들에 비하여 뚜렷한 성취도 증가를 보이지 않는 이유는 무엇일까? 그 이유는 몇가지 측면에서 해석할 수 있겠다. 첫째로, 1, 2학년에서 형식적 사고수준으로 분류된 학생들이 완전한 형식적 사고수준에 이르지 못하고 형식적 사고수준의 초기단계에 머물러 있어, 과도기에 있는 학생들과 비교할때 형식적 사고를 요구하는 문제를 해결하는데 큰 차이가 없

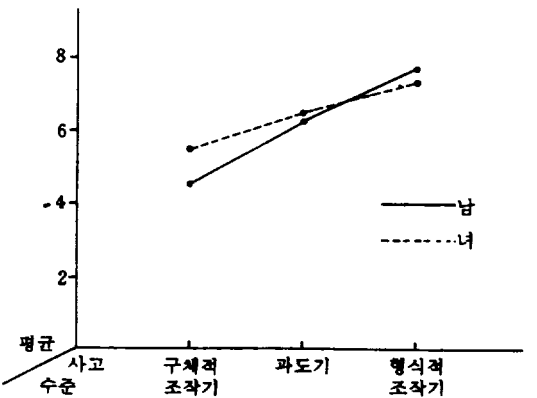
〈그림5〉 1학년에서 형식적 사고 문항에 대한 평가의 인지수준별 평균



〈그림6〉 2학년에서 형식적 사고 문항에 대한 평가의 인지수준별 평균



〈그림7〉 3학년에서 형식적 사고 문항에 대한 평가의 인지수준별 평균



을 가능성이 있다. 실제로 1학년중 형식적 사고수준에 있는 학생들은 GALT 검사에서 모두 16점을 받았고, 17점 이상 받은 학생은 없다. 2학년도 모두 16~17점에 분포되어 있고 18점 이상 받은 학생은 없다.

둘째로, 형식적 사고를 요구하는 문제 자체가 사실은 과도기에 분류된 학생들도 충분히 해결할 수 있는 수준의 문제이었을 가능성이 있다. 교과내용의 분석결과를 보면 FOI(형식적 조작지수)가 모두 1.00~2.00에 분포되어 있다. 이는 형식적 사고를 이루는 논리 유형중에서 하나 혹은 두 논리가 형성되어 있으면, 그에 관련된 문제는 해결할 수 있다고 생각할 수 있는 것이다. 예를들면, 2학년중에서 형식적 조작기에 있는 학생은 3.4%에 불과 하지만 비례논리가 형성되어 있는 학생은 37.1% 이므로, 비례논리에 관련된 문제는 형식적 사고수준에 있는 학생은 물론 상당한 정도의 과도기에 있는 학생도 이 문제를 해결하였으리라 가정이다.

셋째로 생각할 수 있는 것은 분석에 관련된 학생들의 수(cell size)가 작기 때문이다. 형식적 조작기에 분류된 학생 수가 1학년은 5명, 2학년은 8명 뿐이다. 이처럼 적은 학생수가 Scheffe 검사 결과를 평균 차이에 통계적 의미가 없는 것으로 나타나게 했으리라 가정이다.

마지막으로, 학생들이 실제의 문제해결 상황에서 연구자들이 예상한 형식적 사고를 활용하지 않고 단순 기억에 의존해서 문제를 풀었을 경우이다. 이러한 가정은 구체적 조작기 혹은 과도기에 있는 학생이 구체적 사고를 요구하는 문항과 형식적 사고를 요구하는 문항에 대한 평균 사이에 큰 차이를 보이지 않는 데서도 예상할 수 있는 가정이다.

## V. 결론

이상의 논의를 바탕으로 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다. 우선 중학교 학생들의 인지수준은 Piaget 이론에서 예상할 수 있는 것과는 달리 대부분이 구체적 조작기 혹은 과도기에 있으며, 형식적 조작기에 있는 학생의 비율은 극히 낮다. 형식적 조작기에 있는 학생은 1학년과 2학년이 각각 2.2%, 3.4%에 불과하며, 3학년은 7.4%이다.

둘째로, 중학교의 과학교과 내용은 Piaget의 인지

발달 이론에 비추어 분석해 볼때, 형식적 사고를 요구하는 내용과 구체적 사고를 요구하는 내용이 거의 같은 비율로 이루어져 있다. 이러한 결과는 학생들의 인지수준과 비교해 볼때, 과학교과내용의 수준이 학생들의 인지발달 수준과 조화를 이루지 못하고 있음을 의미하는 것이다. 따라서 중학교 과학교과 내용을 선정 및 조직함에 있어서, 학생들이 실제로 구체적인 경험을 보다 많이 할 수 있도록 배려되어야 할 것이다.

마지막으로, 학생들의 문제해결 능력은 문제의 유형에 관계없이 형식적 사고수준에 있는 학생들이 높고, 구체적 조작기에 있는 학생들은 매우 낮다. Piaget의 인지발달 이론에 의하면, 구체적 사고를 요구하는 문항에 대한 성취도는 구체적 조작기에 있는 학생도 형식적 조작기에 있는 학생들과 거의 같은 정도의 성취도를 나타낼 것으로 예상할 수 있으나, 연구 결과는 그러한 예상을 입증하지 못하고 있다. 구체적 사고를 요구하는 문제이든 형식적 사고를 요구하는 문제이든 모두, 형식적 조작기에 있는 학생들이 구체적 조작기에 있는 학생들에 비하여 월등히 높은 성취도를 보여주었다.

본 연구결과에서 한가지 흥미있는 사실은, 과도기에 있는 학생들이 모든 경우에 구체적 조작기에 있는 학생들에 비하여 훨씬 높은 성취도를 보이고 있다는 사실이다. 한편 과도기에 있는 학생들을 형식적 조작기에 있는 학생들과 비교하면, 3학년에서 형식적 사고를 요구하는 문항에 대한 성취도를 제외하고는 성취도에서 통계적으로 의미있는 차이를 보이지 않고 있다. 이는 중학교 과학교육내용의 선정 및 조직과 인지발달의 관점에서 좋은 시사점을 제시한다고 볼 수 있겠다. 즉, 중학교의 과학교육은 교과내용의 적절한 선정 및 조직을 통하여 학생들의 인지발달을 돕도록 하는데 비중을 두어야겠다는 것이다(Educational Policies Commission, 1966; Kohlberg and Mayer, 1972). 과학은 그 본질상 대부분의 경우 형식적 사고를 요구한다. 따라서 교과내용을 구체적 사고수준의 학생들에게 알맞게 제시하는 데는 한계가 있을 수밖에 없다. 만약에 중학교 교육을 통하여 구체적 사고수준에 있는 학생들을 과도기에 접어들도록 도와 줄 수 있다면 보다 바람직하지 않을까? 이러한 문제에 대하여 보다 명쾌한 결론을 얻기 위해서는 앞서 이에 관한 논의에서 제시된 몇가지 가정을 검증하기 위한

실험이 이루어져야 할 것이다. 아마도 고등학교 수준에서 보다 큰 규모의 실험을 통하여, 이에 관하여 보다 명확한 결론을 이끌어 낼 수 있을 것으로 생각된다.

### 참 고 문 헌

유경로의, 고등학교 과학교육의 실태조사 및 개선방안. 과학교육연구논총, 서울대학교 과학교육 연구소, 9(1), 1984. 1-87.

이원식의, 중고등학교의 과학교육 개선과 과학 영재교육 방안에 관한 연구. 과학교육연구논총, 서울대학교 과학교육연구소, 9(1), 1984, 89-201.

이원식, 최병순, 최영준, 중·고등학생들의 논리적 사고력 형성에 관한 연구 II - 하위논리의 형성을 중심으로-. 과학교육 연구논총, 서울대학교 과학교육 연구소, 11(1), 1986, 17-30.

이원식, 한인옥, 우리나라 중학생들의 지적발달단계 - 학생들이 과학을 어려워하는 요인분석을 위하여 -. 과학교육연구논총, 서울대학교 과학교육 연구소, 8(1), 1983, 1-23.

최영준, 최병순, 이원식, 중·고등학생들의 논리적 사고력 형성에 관한 연구 I. 한국과학교육 학회지, 5(1), 1985, 1-9.

한중하, 중·고등학교 학생의 과학적 사고발달에 관한 조사 연구. 한국교육개발원, 1982.

Educational Policies Commission, Education and the Spirit, of Science. National Education Association, 1966, 15-27.

Hartford, F. and Good, R.G. Assessment of cognitive requirements of instructional materials. School Science and Mathematics, 126(3), 1976, 231-237.

Inhelder, B. and Piaget, J. The Growth of Logical Thinking from childhood to Adolescence. Basic Books, Inc., Publishers, New York, 1958.

Kohlberg, L. and Mayer, R. Development as the aim of education. Harvard Educational Review, 42(4), 1972, 449-496.

Lawson, A.E. and Renner, J.W. Relationships of science subject matter developmental levels of learners. Journal of Research in Science Teaching, 12(4), 1975, 347-358.

Rodranga, V., Yeany, R.H., and Padilla, M.J. The construction and validation of group assessment of logical thinking. Paper presented at the annual meeting of the NARST, Dallas, Texas, April 1983.

### Abstract

# Relationships Between the Cognitive Levels of Students and Understanding of Concrete and Formal Science Content

Byung-Soon Choi • Myung Hur  
Korea National University of Education

The primary purpose of this study was to assess understanding of concrete and formal operational science content by concrete and formal operational students in secondary school physical science classes. To carry out this study subjects were selected from junior high schools of over 2500 students, and they were identified as concrete, transitional, or formal operational using GALT(Group Assessment of Logical Thinking) developed by Roadrangka, Yeany and Padilla(1983). Instructional objectives were extracted from the science

content taught during the second term of the academic year in the 7th, 8th and 9th grade, and they were classified as concrete or formal operational. Written test involving those objectives were constructed and administered.

The results of this study suggested that formal operational thought brought deeper understanding to concrete science content as well as formal science content. Differential effects by sex on understanding of both concrete and formal science content were contradictory through the grade levels. Results of multiple comparison tests suggested that students categorized as formal operational demonstrated no better understanding of concrete science content than those categorized as transitional. However, they demonstrated better understanding of formal science content.