

고교생의 과학적 사고력에 관한 연구*

- 논리적 사고와 추리력을 중심으로 -

황궁연 · 박인근 · 김태성
(충북대학교 사범대학 과학교육연구소)
(1989년 5월 20일 받음)

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

미래지향적인 시민 양성을 피하고자 학문중심과정을 도입하며 과학과의 구조화와 원리중심의 교육과정을 실시하기에 이르렀으나, 많은 학습자들이 추상화된 교과내용을 이해하지 못하고 과학교과는 어려운 과목으로 인식하게 되었다(유경노외, 1984; 이원식의 1984).

과학을 어려운 과목으로 생각하는 이유는 어디에 있을까? 국내외의 많은 과학교육학자들은 피아제의 인지발달이론(Piaget 1970)에서 그 이유를 찾고 있는 바, 과학교육과정이나 교과서의 내용이 학생들의 학습 준비도에 알맞게 짜여져 있지 않기 때문이라고 본다(Lovell, 1961, Szeminska 1965). 우리나라의 과학

학교교육과정의 열개나 교과서들이 학생들의 과학적 사고의 발달 정도에 쫓아서 마련되었다고 보기는 힘들 것이다(최병순, 1987). 곧 학생들의 준비도에 대한 연구가 우리나라에서는 매우 적게 이루어졌기로(한종하 1977·1978, 이숙영 1981, 한종하 외 1982, 이원식·한인옥 1983, 이원식의 1985·1986, 최병순 1987, 최승일 1987, 金範基 1989) 일반화할 수 있으면 더 많은 연구가 필요하다 하겠다. 따라서 본 연구에서는 피아제 이론에 바탕을 둔 Tobin & Capie의 TOLT와 Farmer 등에 의하여 개발된 인지발달 측정 을 위한 지필검사도구를 이용하여 중 고등학생들의 인지 가운데 변인통제논리, 비례논리, 확률논리, 상관논리 및 조합논리와 추리력을, 주로 고교생을 대상으로 연령별, 학년별, 성별, 지역별과 계열별, 성적별로 형성정도에 유의한 차이가 있는가를 밝혀서 교육과정이나 교과서 등 교재개발에 참고할 수 있는 자료와 과학학습 개선에의 시사점 등을 얻고자 하는 것이다.

* 이 연구는 1987년도 문교부 학술연구조성비의 지원으로 이루어진 것임.

2. 본 연구의 제한점

본 연구에서는 전국 실업계 고교생의 0.053% 규모만을 표집했기 때문에 실업계 고교생에 대한 결과를 일반화하기는 힘들 것이다. 그리고 추리력에 관한 도구는 그 내용이 모두 생물학문항만으로 되어 있으며, 그 신뢰도와 타당도에 관한 정보의 빈약을 감안하면 추리사고에 관하여서도 일반화하기는 어려울 것이다. 그러나 이러한 제한이 본 연구의 목적을 달성하는 데는 큰 무리가 없을 것으로 사료된다. 모든 검사는 지필검사만으로 실시되었다.

II. 연구방법 및 절차

1. 연구대상

전국의 중·고등학교를 대도시, 중소도시, 농촌의 3개 지역으로 나누어, 각 지역에서 남녀별, 일반계와 실업계별, 평준화군과 선발군별로 대상학교를 무선 표집한 다음, 표집한 학교에서 다시 학년별로 대상학급을 무선표집하여 조사하였다. 중학교와 고등학교 모두 전학년을 대상으로 하였다.

논리검사의 경우는 인지발달의 경향을 파악하고자 중학교도 실시하였는데 중학교 6개교 36개 학급, 고등학교는 15개교 68개 학급으로 모두 104개 학급이었다.

중학교의 학생수는 전국중학생수*1의 0.08%인 2,033명, 고등학교의 학생수는 전국 일반계 고교생의 0.24%인 3,521명, 실업계고교생의 0.053%인 503명, 과학고교생은 137명으로 전체의 20%에 해당된다. 검사 실시 학교의 일람표는 부록에서 보는 바와 같다.

2. 검사 도구

논리검사는 Tobin과 Capie의 "The Test of Logical Thinking(TOLT)"를, 추리력검사는 미합중국뉴욕주립대학의 W.A.Farmer 교수팀이 고안한 "The Test of Scientific Reasoning(TOSR)"을 번안하여 1987년 1차적으로 본대학교 사범대학 부속중고교에서 예비실험하였던 도구를 제삼 검토 보완한 적용판 번안도구인 논리사고력검사,*2 추리사고력검사*2 도구를 사용하였다.

이 도구는 다음과 같은 특징을 지니고 있다.

- (1) 5가지 하위 논리적 사고들로 구성되어 있다.
- (2) 선다형 문제들로 답을 선택한 이유를 대거나 실제로 답하도록 되어 있다.
- (3) 중학생 이상이면 읽고 알 수 있는 쉬운 단어와 문장으로 이루어져 있다.
- (4) 추리력사고들은 고교생 이상이면 알 수 있는 내용과 문장으로 되어 있다.
- (5) 논리의 비형성(구체적조작기)과 과도기(전환기), 그리고 논리사고의 형성(형식적조작기)에 분포된 학생들을 구별하기에 충분한 신뢰도와 타당도를 지니고 있다. 신뢰도는 크론바하 계수값을 이용한 내적 신뢰도의 값이 전체 alpha계수 0.85이고, 각 논리별 신뢰도는 0.39에서 0.71로 밝혀졌다. 타당도는 피아제 면접법과 신뢰값의 상관관계를 내어 전체 타당도계수 0.80을 얻었다. 또한 요인분석에서는 모든 논리들의 난이도는 0.49~0.73까지 보였다(Tobin & Capie 1981). 단 추리력에 관한 신뢰도는 크론바하 $\alpha=0.53$ 을 본 연구자들이 얻었다(Farmer 1985, Cronbach 1951*3). 이 논리사고력 검사의 총 문항은 10개이며 1~2번이 변인통제논리, 3~4번이 비례논리, 5~6번 확률논리, 7~8번 상관논리, 9~10번이 조합논리로 되었다. 그리고 추리력 검사의 문항도 모두 10개로 되어있다.

3. 검사의 실시

1988년 4월 14일부터 7월 중순까지 각 학교별로 실시하였다. 실시시간은 50분을 원칙으로 실시하였다.

4. 자료의 처리

각 문항별로 응답결과 0점, 1점, 2점으로 채점하여, 논리의 형성정도를 비형성, 과도기, 형성으로 구분하였다.

0점 : 두 문항모두 틀린 경우

1점 : 두 문항중 어느 한 문항만 맞춘 경우

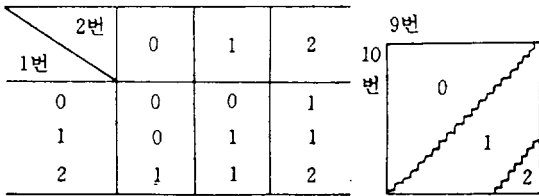
2점 : 두 문항 모두 맞춘 경우로 채점하였다. 그리

*1 문교부통계연보('88) : 중학생 2,523,515 일반계고교생 1,457,617 실업계고교생 84,965 과학고교생 655명

*2 자료는 충북대학교 과학교육연구소에서 보관하고 있으며 추후 발표예정

*3 Cronbach's $\alpha = \frac{N}{N-1} \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^N \sigma^2(x_j)}{\sigma^2(x)} \right)$

고 논리문항별로 교차확인방법에 의해서 0점(비형성), 1점(과도기), 2점(형성)으로 분류하여 각 논리의 형성정도를 구분하였다. 조합논리의 문항인 9,10번은 27가지, 24가지의 조합을 짚지울 수 있어서 교차한 정답 조합울의 합이 99.5%미만은 0점, 170.3% 이상은 2점, 그리고 그 중간은 1점으로 분류하여 채점하였다(그림).



자료의 통계처리는 채점된 결과를 학년별, 성별, 지역별, 계열별, 학업성취도(성적)별로 정리하여 본 연구에서 설정한 독립변인(연령, 학년, 성, 지역, 계열, 성적)에 대한 종속변인(변인통제논리, 비례논리, 확률논리, 상관논리, 조합논리, 추리력)의 형성경향과 특성을 밝히고, 학년별, 성별, 지역별, 성적별 형성정도에 각각 유의있는 차이가 있는가를 알아보고자 본 대학교 전자계산소의 HB3000/58의 SPSS 프로그램에 의해 χ^2 검증, 상관, ANCOVA 등을 계산하였다. 연령은 검사실시일을 기준으로 하여 단연령으로 계산하였다.

III. 결과 및 해석

1. 변인통제논리의 형성정도

가. 연령별 변인통제논리의 형성정도

연령별 변인통제논리의 형성정도와 경향을 알아보

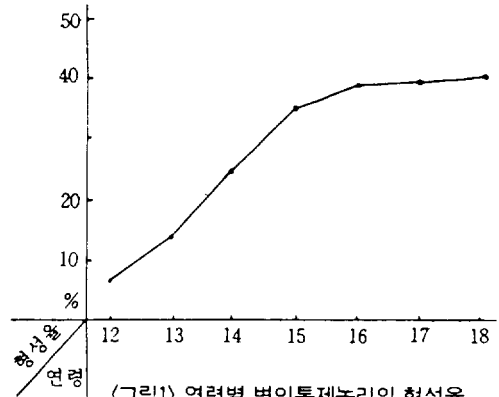
(표 1) 연령별 변인통제논리의 형성정도

형성정도 \ 연령	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	계
형성		1 25.0	18 5.8	78 12.0	153 21.9	352 32.7	516 38.4	539 38.7	244 39.9	10 27.8	2 66.7	1 50.0	1914 31.2%
과도기	1 50.0	1 25.0	53 17.1	133 20.5	154 22.0	254 23.6	310 23.0	320 23.0	154 25.2	5 13.9	1 33.3	1 50.0	1387 22.6%
비형성	1 50.0	2 50.0	239 77.1	439 67.5	392 56.1	469 43.6	519 38.6	534 38.3	213 34.9	21 58.3			2829 46.2%
계	2	4	310	650	699	1075	1345	1393	611	36	3	2	6130

고자 중학교 1학년부터 고등학교 3학년까지의 표집학생중에서 유효한 자료를 정리하면 (표 1)과 같다.

앞으로의 모든 해석과 논리의 대상은 12세로부터 18세까지로 하였다. 그 까닭은 11세 미만과 19세 이상은 매우 적고, 정상적인 학령에 취학하였다고 보기 힘들기 때문에 배제하였다.

12세의 경우는 변인통제논리의 형성율이 5.8%로 매우 낮고, 나이들어감에 따라 형성율의 증가를 보이나 14세와 15세 사이에서 형성약충*(10.8%)을 나타내었다(그림1). (* 형성율의 증가폭이 가장 큰 요인간의 증가현상을 형성약충이라 칭하였다.)



한종하(1982)의 결과와 비교하면 12세의 경우는 그 형성율이 4.0%로 비슷하고 형성율이 가장 높게 나타난 18세의 경우 35%는 형성되지 않은 것으로 보아 개인차가 크게 나타나는 것도 비슷한 결과이다. 그러나 형성율약충 연령은 한의 15세와 16세사이보다 1년 먼저 나타난 점과 16세(38%) 17세(39%) 18세(40%)로 한의 결과보다 2배이상 높은 형성율을 나타내며 18세까지는 적은 값이지만 계속 증가하고 있다(그림 1). 그러나 김(1989)의 결과와 비교하면 매우 낮은 값

〈표 2〉 학년별 변인통제 논리의 형성정도

형성정도	학교 학년	중 학교 (N=2,030)						고 등 학 교 (N=4,097)					
		1	2	3	df	X ²	의의도 수 준	1	2	3	df	X ²	의의도 수 준
형 성		39	117	167	4	100.97	.0000	487	571	532	4	1.59	.8098
		6.1	17.1	23.6				37.9	39.8	38.7			
과 도 기		115	150	168	4	100.97	.0000	306	320	326	4	1.59	.8098
		18.0	22.0	23.8				23.8	22.3	23.7			
비 형 성		486	416	372	4	100.97	.0000	493	545	517	4	1.59	.8098
		75.9	60.9	52.6				38.3	38.0	37.6			
계		640	683	707				1286	1436	1375			

이다.

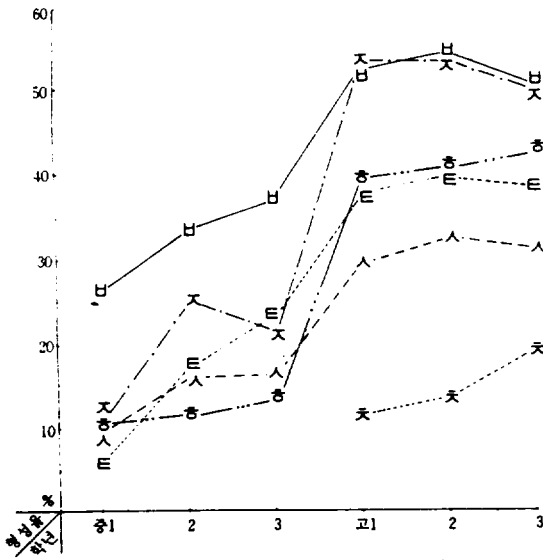
나. 학년별 변인통제논리의 형성정도

학년별 변인통제논리의 형성정도를 살피고 학년에 따라 변인통제논리의 형성율에 차이가 있는지를 알고자 t검증을 하여 얻은 검사자료를 학년, 학교에 따라 정리하면 〈표 2〉와 같다.

〈표 2〉에서 보는바와 같이 중학생의 경우는 학년에 따른 변인통제논리의 형성율 정도에 유의있는 차가 있으나 고등학교의 경우에는 학년별로 형성정도에 유의한 차이를 볼 수 없으나, 중학교 1학년에서의 낮은 형성율(6.1%)이 계속 증가하여 고등학교에서는 그 형성율이 6배인 38%로 되었다. 그리고, 중학교 3

학년과 고등학교 1학년 사이에서는 형성약층을 보인다. 이렇게 14~15세에서 나타나는 연령증가에 따른 형성율의 증가 10.8%(그림1)보다도 진학에 따른 형성율의 증가 14.3%(그림2)의 값이 큰 것으로 보아 나이(성장)보다는 진학에 따른 인지의 발달로 이는 교육의 성과로 유추된다. 그리고 고등학교 3학년의 약 40%는 변인통제논리를 적용할 수 없음을 보여 준다. 최·허(1987)의 중학교 1학년(17.6%), 2학년(24.1%)보다는 낮은 형성율을 보이고 중학교 3학년(27.5%)은 비슷한 형성율(23.6%)을 나타냈으나, 한(1982)의 고등학교 1학년(11.9%), 2학년(18.5%)의 경우보다는 2배의 형성율을 보였다.

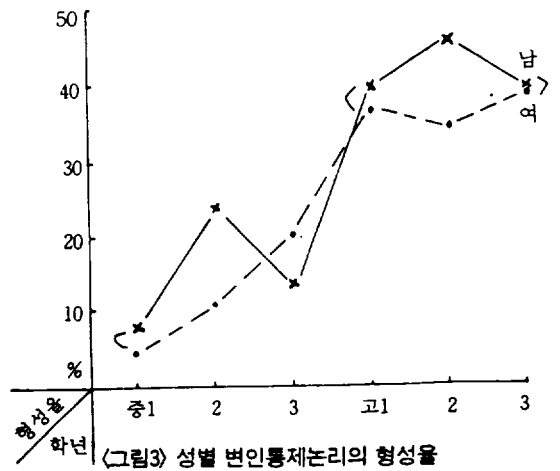
또 金의 결과보다는 매우 적게 나타났다.



〈그림2〉 학년에 따른 논리유형별 형성율

보기 B...비례논리 J...조합논리 E...변인통제논리
S...상관논리 H...확률논리 C...추리능력

다. 성별 변인통제논리의 형성정도

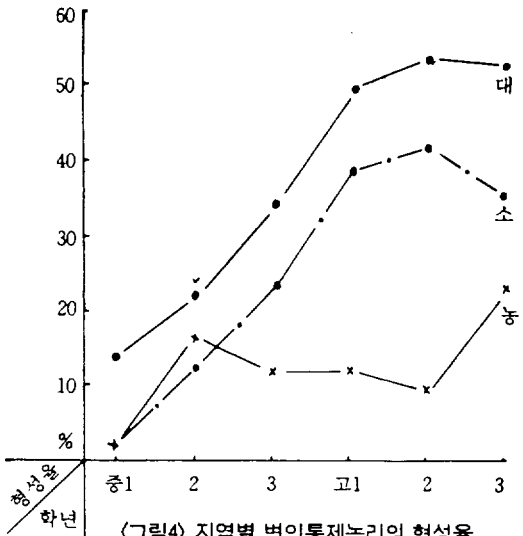


〈그림3〉 성별 변인통제논리의 형성율

보기 v...차이없음을 나타냄

앞의 <그림 3>에서 보는 바와 같이 중학교 1학년, 고등학교 1학년과 3학년에서는 성차이가 나타나지 않으나, 중학교와 고등학교의 2학년에서는 남학생이, 중학교 3학년에서는 여학생이 매우 우세한 경향을 보인다. 남,여학생 모두 중학교 3학년에서 고등학교 1학년과의 사이에서 형성율 약층을 보이나, 남학생은 중2,3학년 사이의 변동이 심하게 나타났다. 남학생(34.4%)이 여학생(28.1%)보다 높은 형성율을 보였는데 한(1982)의 결과와 경향은 비슷하다.

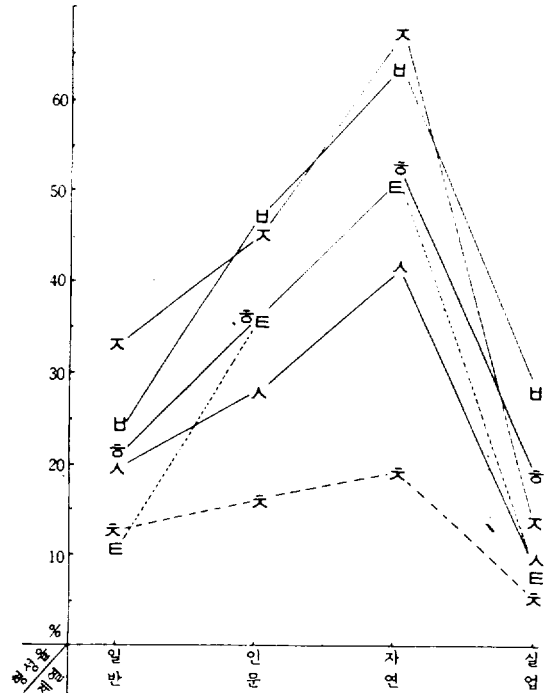
라. 지역별 변인통제논리의 형성정도



(그림4) 지역별 변인통제논리의 형성율
 보기 대...대도시 소...중소도시 농...농촌
 보기 v...차이없음을 나타냄

위의 <그림4>에서 보는 바와 같이 전학년에서 대체로 지역간 차이를 볼 수 있으며, 중학교에서의 차이보다 고등학교에서는 그 차이가 심하게 나타나는데 특히 고등학교 1,2학년에서는 대도시와 농촌학생간의 형성율에 5배 가까운 차이를 나타내었다. 그리고 중학교 2학년에서는 농촌학생의 형성율이 소도시보다 높게 보이나 중학교 3학년부턴 낮게 나타나면서 고등학교 2학년때에는 그 차이가 가장 크게 나타났고, 고등학교 3학년때에 얼마간 그 차이를 줄이나 역시 대도시의 1/2이하로 나타났다. 이 역시 한(1982) Karplus(1975)의 결과와 비슷하였는데 이는 지역사회의 문화수준 차이를 여실히 반영한다 하겠다.

마. 계열별 변인통제논리의 형성정도



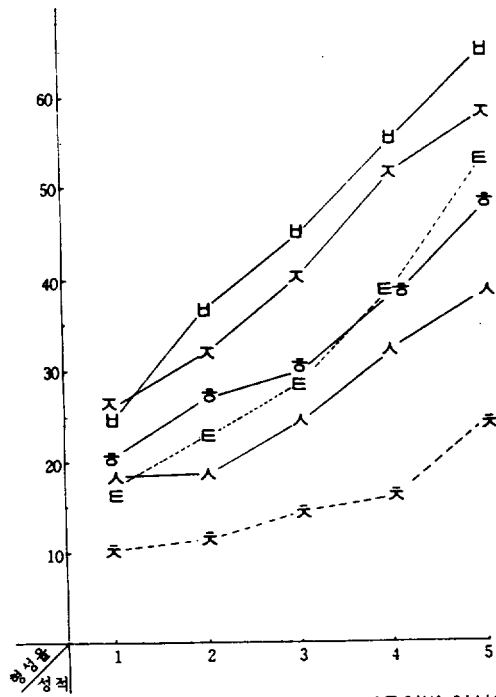
(그림5) 계열에 따른 논리유형별 형성율
 보기 B...비례논리 S...조합논리 E...변인통제논리
 A...상관논리 H...확률논리 C...추리능력

위의 <그림5>에서 보는 바와 같이 변인통제논리의 형성정도에 계열간 차이를 볼 수 있다. 특히 자연계와 실업계간의 차이는 무려 6:1의 형성율의 차이를 나타냈다. 다만 특수고교의 경우 1학년때에 그 형성율이 83%나 되었다. 그러나 이 차이를 순수한 계열별 차이로 볼 수 있겠는지를 알고자 계열의 IQ를 고려한 ANCOVA로 IQ에 의한 간접영향을 검토하였으나 <표13>에서 보는바와 같이 변인통제논리 뿐 아니라, 모든 논리사고와 추리능력이 있어서도 계열간에 유의한 차이를 나타냈다.

바. 학성 성취도별 변인통제논리의 형성정도

다음의 <그림6>에서 보는바와 같이 학업성적에 있어서도 우열집단간*에 변인통제논리의 형성율에 차이를 볼 수 있는데 조사한 논리사고 중에서 우열집단간의 형성율의 비가 가장 심하게 나타났다. 곧 학업성적이 좋을수록 변인통제논리의 형성율도 높아지는 경향을 띤다. 그리고 중학교 1학년의 학업성적상위

* 성적우열집단비율 5 : 상위9%까지, 4 : 9.1~28%, 3 : 28.1~69%, 2 : 69.1~90%, 1 : 하위10%



〈그림6〉 학업성적의 우열집단에 따른 논리유형별 형성율
 보기 비...비례논리 스...조합논리 E...변인통제논리
 入...상관논리 흥...확률논리 文...추리능력

10%권내의 형성율(15.7%)과 중학교 2학년의 상위 70%권내의 학생들의 형성율(13.9%)와 비슷하였고 또 중학교 2학년 상위 10%권의 형성율(35.1%)은 중학교 3학년 상위 25%권 학생의 형성율(34.2%)과 비슷하였으며, 상위 10%권의 형성율 63.9%의 1/2 정도에 불과하였다. 그리고 우수집단에서의 형성율 약충은 중학교 1학년(15.7%)과 중학교 2학년(35.1%) 및 중학교 3학년(63.3%)사이에서 나타났다.

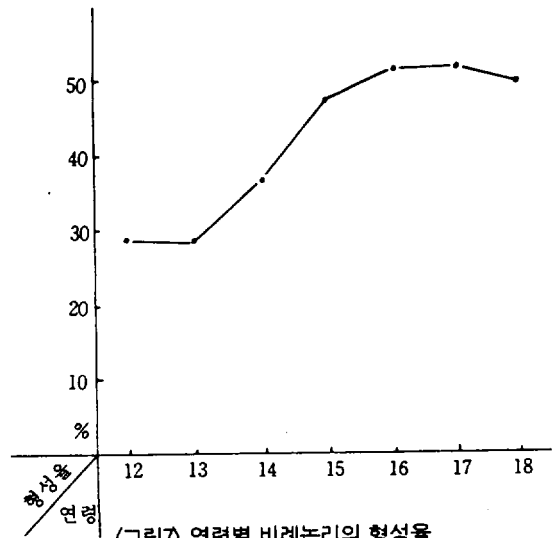
2. 비례논리의 형성정도

표 3) 연령별 비례논리의 형성정도

형성정도	연령													계
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
형 성			91	188	260	514	705	733	306	18	1		2816	
			29.4	28.9	37.1	47.9	52.4	52.7	50.1	50.0	33.3		46.0%	
과도기	1	1	84	201	198	268	327	326	155	9	1		1571	
	50.0	50.0	27.1	30.9	28.3	25.0	24.3	23.4	25.4	25.0	33.3		25.6%	
비형성	1	1	135	261	242	291	313	333	150	9	1	1	1738	
	50.0	50.0	43.5	40.2	34.6	25.1	23.3	23.9	24.5	25.0	33.3	100	28.4%	
계	2	2	310	650	700	1073	1345	1392	611	36	3	1	6125	

가. 연령별 비례논리의 형성정도

변인통제논리의 형성 경향에서와 마찬가지로 비례논리의 경우도 14세와 15세 사이에서 가장 큰 형성율의 증가인 형성약충(10.8%)을 나타내었다(표3, 그림7). 그리고 17세에 최고의 형성율(52.7%)을 나타내었는데 한(1982)의 결과와 비슷한 경향이다. 〈그림2〉에서 보는바와 같이 비례논리와 조합논리사이가 가장 발달되고 그 다음 확률논리와 변인통제논리의 순서로 발달되는 경향을 보였는데 이것도 한(1982)과 최·허(1987)의 결과와 비슷하였다.



〈그림7〉 연령별 비례논리의 형성율

나. 학년별 비례논리의 형성정도

〈표4〉와 〈그림2〉에서 보는 바와 같이 비례논리의 형성율에서도 변인통제논리의 형성율에서 보는것과 같이 중학교에서는 학년간 차이를 볼 수 있으나, 고등학교에서는 학년간 차이를 볼 수 없다. 그리고 중학

〈표 4〉 학년별 비례논리의 형성정도

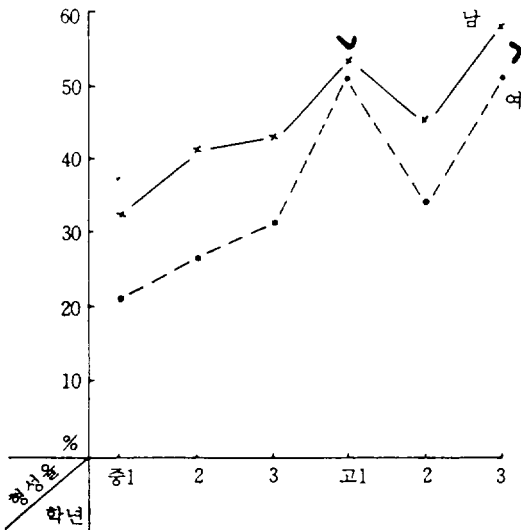
형성정도	학교 학년	중 학교 (N=2031)					의의도 수 준	고 등 학 교 (N=4093)					의의도 수 준
		1	2	3	df	X ²		1	2	3	df	X ²	
형 성		170	230	264	4	23.71	.0001	671	785	696	4	5.20	2671
		26.6	33.7	37.3				52.3	54.7	50.7			
과 도 기		182	209	195	4	23.71	.0001	313	334	336	4	5.20	2671
		28.4	30.6	27.5				24.4	23.3	24.5			
비 형 성		288	244	249	4	23.71	.0001	300	316	342	4	5.20	2671
		45.0	35.7	35.2				23.4	22.0	24.9			
계		640	683	708			1284	1435	1374				

교 1학년의 형성율은 비교적 높아서 26.6%나 되었으나, 그 형성율의 증가속도는 더디어서 고등학교에서는 약2배인 53%에 그쳤다. 또 진학에 따른 형성율의 약충(15%)을 볼 수 있으며 이 경우에도 연령약충(10.8%)보다 큰 값의 진학약충을 나타내므로 교육의 중요성을 나타낸다 하겠다. 중학교에서의 비례논리의 형성정도는 최·허(1987)의 결과와 비슷하였고, 고등학교에서의 경향은 한(1982)의 결과와 비슷하게 나타났다.

것으로 나타났다.

다만 고1, 고3 때에는 남녀차이를 볼 수 없으나 중·고교 전학년에서 대체로 남학생(49.9%)이 여학생(42.1%)보다 형성율이 높은 경향을 보인다. 특히 고등학교 2학년에 남녀 모두 그 형성율이 낮아지는 경향은 다른 논리사고 형성에서는 볼 수 없는 경향이고, 한(1982)의 결과에서 나타난 남녀학생의 반전은 보이지 않았다.

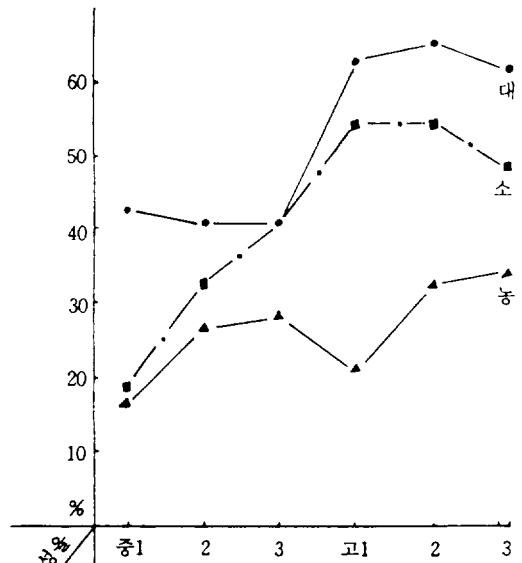
다. 성별 비례논리의 형성정도



〈그림8〉 성별 비례논리의 형성율
보기 v...차이 없음을 나타냄

위의 〈그림8〉에서 보는 바와 같이 비례논리의 형성율은 남학생이 여학생보다 유의한 수준에서 높은

라. 지역별 비례논리의 형성정도



〈그림9〉 지역별 비례논리의 형성율
보기 대...대도시 소...중소도시 농...농촌

지역별 비례논리의 형성율에 있어서도 대도시(56.·

2%), 소도시(47.5%), 농촌(27.1%)으로 다른 논리 사고와 마찬가지로 도농간의 차이를 나타내고 있다. 역시 중학교에서 보다 고등학교에서의 형성율의 차이가 심하며 가장 큰 지역간 차이는 고등학교 1학년에서 나타났으며, 대도시와 농촌간의 형성율비가 3:1이나 되었다(그림9).

마. 계열별 비례논리의 형성정도

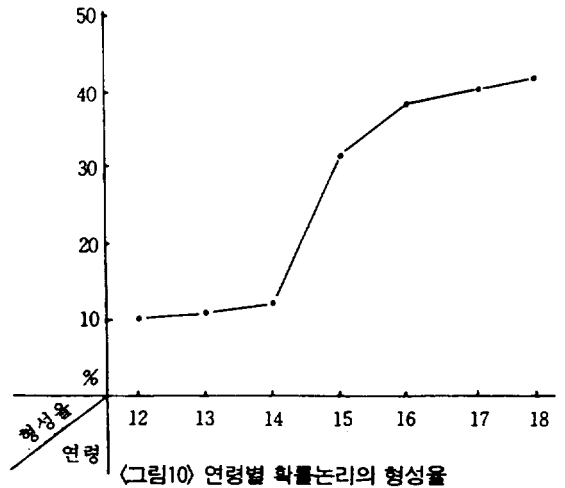
계열별 비례논리의 형성율에서도 차이를 나타내었으나 조사한 논리사고의 형성율 가운데 계열간의 차이는 가장 낮은 편으로 자연계 대 실업계의 비율은 2.2대1로 나타났다. 또한 인문계 대 자연계의 비율은 75:100으로 나타났다(그림5). 곧 자연계 대 인문계 대 실업계간의 비율은 100:75:46으로 나타났다. 이 차이는 IQ에 의한 간접영향을 고려하여도 유의한 수준에서 인정할 수 있었다. 특수고의 경우 고1에서 81.4%는 비례논리가 형성되었으며 8.5%의 학생은 비형성단계를 나타내었다.

바. 학업성적별 비례논리의 형성정도

역시 학업성적이 상위 집단일수록 비례논리의 형성율도 높은 경향을 보이며, 그 형성율에 집단간 차이를 보였다(그림6). 특히 중학교 1학년의 상위(9%) 집단에서도 61.4%의 형성율을 보이며, 상위 집단의 가장 높은 형성비율은 고등학교 1학년의 69.9%나 되었다. 따라서 개인차가 심한 것을 유추할 수 있다. 다른 논리사고의 경우와는 다르게 비례논리의 형성에 있어서는 우수집단의 경우 중학교 1학년에서부터 일찍이 형성되는 경향이 있음을 나타내었다.

3. 확률논리의 형성정도

가. 연령별 확률논리의 형성정도



연령별 확률논리의 형성율에 있어서도, 변인통계 논리와 비례논리의 형성율의 경향에서 보는 것과 같이 14세와 15세사이에서 형성율의 약충(19.4%)을 나타냈다(그림10). 이 결과도 한(1982)의 14세 전후에 크게 형성된다는 경향과 비슷할 뿐아니라, 연령에 따른 형성율 및 그 증가추세도 비슷하게 나타났다.

나. 학년별 확률논리의 형성정도

(표6)과 (그림2)에서 보는 바와 같이 확률논리의 형성율에 있어서도 변인통계논리와 비례논리의 형성율에서와 마찬가지로 중학생의 경우는 학년에 따른 확률논리의 형성율에 차이가 있으나, 고등학교에서는 차이를 볼 수 없다. 학년에 따른 확률논리의 형성 경향도 다른 논리사고의 경우에서와 같이 중학교 1학년의 10.6%에서 고등학교에서의 40% 수준으로 약4

표 5) 연령별 확률논리의 형성정도

형성정도	연령											계	
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		21
형 성		1	33	72	88	343	534	571	265	13	1		1920
		50.0	10.6	11.1	12.6	32.0	39.7	41.0	43.5	36.1	33.3		31.4%
과도기			91	225	278	415	515	478	216	14	2		2234
			29.4	34.6	39.7	38.7	38.3	34.3	35.3	38.9	66.7		36.5%
비형성	2	1	186	353	334	315	296	343	130	9		1	1970
	100.	50.0	60.0	54.3	47.7	29.4	22.0	24.6	21.3	25.0		100	32.2%
계	2	2	310	650	700	1073	1345	1392	611	36	3	1	6125

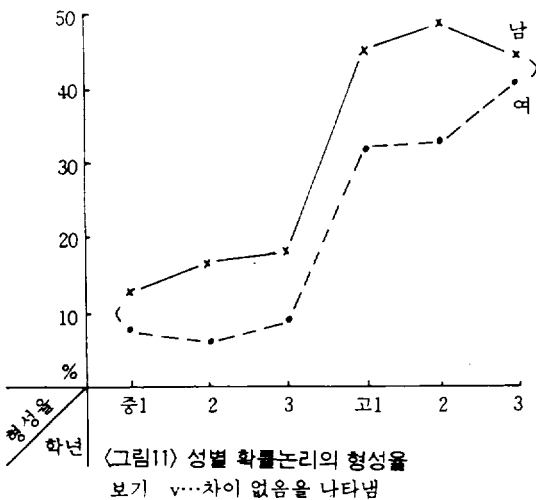
〈표 6〉 학년별 확률논리의 형성정도

형성정도	학교		중 학교 (N=2031)					고 등 학 교 (N=4093)						
	학년		1	2	3	df	X ²	의의도 수 준	1	2	3	df	X ²	의의도 수 준
형 성			68	80	96				506	584	586			
			10.6	11.7	13.6				39.4	40.8	42.6			
과 도 기			202	243	304	4	28.73	.0000	487	516	482	4	3.58	.4644
			31.6	35.6	42.9				37.9	36.0	35.1			
비 형 성			370	360	308				291	334	306			
			57.8	52.7	43.5				22.7	23.3	22.3			
계			640	683	708				1284	1435	1374			

배의 형성을 증가를 보이나 변인통제논리와 비례논리 형성율의 경향에서 보는 것과 같이, 연령에 따른 형성율의 약충 19.4%보다 진학에 따른 형성율 약 25.8%가 훨씬 크게 나타나므로 역시 교육의 중요성이 유추된다. 중·고등학교에서의 형성율은 한(1982)의 결과와 대체로 비슷하였으나, 최(1987)와 김(1989)의 중학교에서의 확률논리의 형성율은 대체로 이들보다 높았고, 특히 중학교 3학년에서의 형성율은 의외로 높았다.

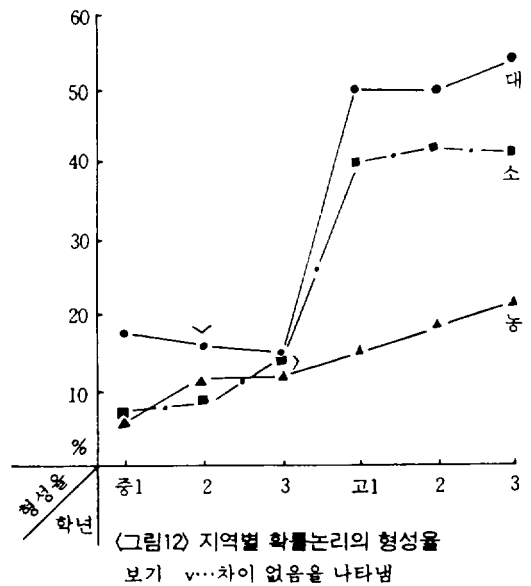
남녀학생간의 형성율 차이를 볼 수 없다. 한(1982)은 확률논리의 형성에 있어서는 학년이 올라가면서 남녀학생간에 형성율의 차이가 커진다고 하였으나, 그러한 해석은 고등학교 1학년까지만 조사했기 때문이라 보인다. 본 조사에서는 고등학교 2학년까지는 계속 남학생의 형성율이 높아지나 고등학교 3학년에 이르러면 앞에서 본대로 남녀간에 형성율의 차이는 나타나지 않았다.

다. 성별 확률논리의 형성정도



확률논리의 형성율은 중고교 전학년에서는 남학생(36.6%)이 여학생(26.2%) 보다 99%의 유의한 수준에서 높은 형성율을 보이는 경향이 있다. 그러나 〈그림11〉에서 보는 바와 같이 특히 고등학교 3학년에서는

라. 지역별 확률논리의 형성정도



지역별 확률논리의 형성율에 있어서도 지역간 차이를 나타내고 있다. 〈그림12〉에서 보는 것과 같이, 다만 중3의 경우에는 지역간 차이를 볼 수 없다. 확률

논리의 형성율에 있어서도 역시 중학교에서의 지역 간 차이보다 고등학교에서의 지역간 차이(3:1)가 더욱 심하게 나타났다. 그러나 농촌의 경우 고등학교에서도 낮은 수준이며 계속 학년이 올라가면서 형성율도 높아지는 경향을 보인다. 중학교 3학년에서는 도 농간에 차이를 볼 수 없으나 고등학교의 1학년에서도 도시와 농촌간에 현저한 차이를 볼 수 있으므로 역시 진학에 의한 형성율의 차이가 매우 크게 영향을 끼친다고 할 수 있겠다. 한(1982)의 결과와 매우 비슷하였다.

마. 계열별 확률논리 형성정도

계열별 확률논리의 형성율에서도 계열에 따른 형성율에 차이를 나타내었으나 비례논리의 형성율 다음으로 그 차이는 적게 나타났다(그림5). 그 이유는 농촌의 경우에는 고교에서도 계속해서 형성율이 증가하는 때문으로 생각된다.

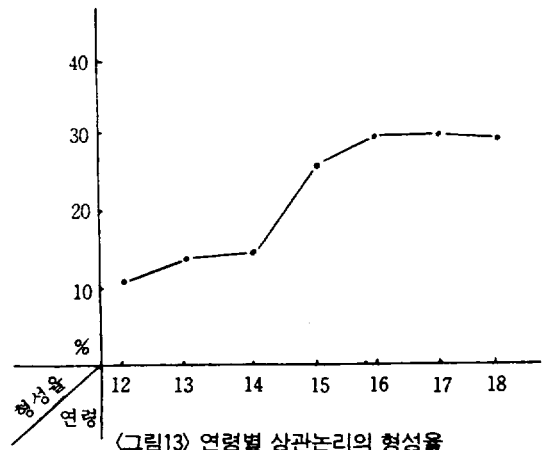
특수고의 경우 1학년에서 83.1% 확률논리의 형성율을 보이고 나머지는 과도기를 나타내었다.

바. 학업성적별 확률논리의 형성정도

역시 학업성적에 있어서 우열집단간에 확률논리의 형성율도 차이를 나타냈다(그림6). 중학교의 우수집단에서는 전학년에서 거의 비슷한 30%수준의 형성율을 보였으나, 중학교 3학년 상위(9%)권 학생의 확률논리의 형성율은 고등학교 1학년의 69%권의 형성율(37.9%)에도 훨씬 미치지 못하였다. 이는 중3에서 고등학교에로의 진학이 확률논리형성의 도약층임을 재삼 시사한다 하겠다.

4. 상관논리의 형성정도

가. 연령별 상관논리의 형성정도



연령별 상관논리의 형성율에 있어서도 다른 논리 형성율의 경향에서와 같이 14세와 15세 사이에서 형성율의 약층(11.8%)을 나타낸다(그림13). 최(1987)의 결과에서는 중학교에서 상관논리의 형성율(8%)이 가장 낮은 수준을 나타냈으나 본연구에서는 중학교에서 가장 낮은 수준으로 형성되는 논리사고는 확률논리(13.6%)로 나타났으며, 고등학교에서는 상관논리의 형성율(32%)이 가장 낮았다.

나. 학년별 상관논리의 형성정도

학년에 따른 상관논리의 형성율에 있어서도 다른 논리형성율에서와 같이 중학교에서는 학년에 따라 형성율에 차이를 나타냈으나, 고등학교에서는 학년 간 형성율 차이를 볼 수 없었다. 학년에 따른 상관논리의 형성경향도 다른 논리의 경우와 같이 중학교 1학년의 10.3%에서 고등학교의 31% 수준으로 약 3배의 형성율 증가를 보이나, 변인통제, 비례, 확률논리

표 7) 연령별 상관논리의 형성정도

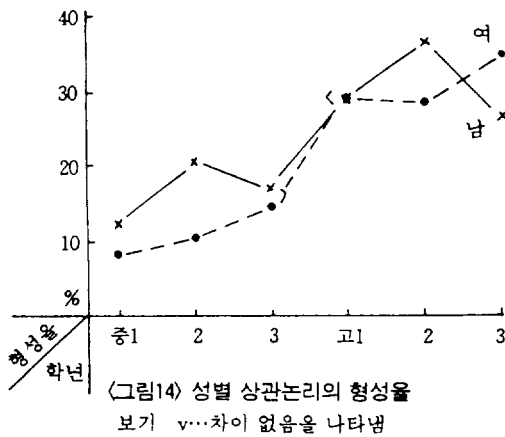
연령	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	계
형성		1	35	92	105	287	423	436	185	13			1576
		50.0	11.3	14.2	15.0	26.8	31.4	31.3	30.2	36.1			25.7%
과도기	1		135	290	342	499	631	640	282	12	3	1	2838
	50.0		43.5	44.6	48.9	46.5	46.9	46.0	46.1	33.3	100	100	46.3%
비형성	1	1	140	268	253	286	291	316	145	11			1711
	50.0	50.0	45.2	41.2	36.1	26.7	21.6	22.7	23.7	30.6			27.9%
계	2	2	310	650	700	1072	1345	1392	612	36	3	1	6125

〈표 8〉 학년별 상관논리의 형성정도

형성정도	학교 학년	중 학교 (N=2031)					의의도 수 준	고 등 학 교 (N=4093)					의의도 수 준
		1	2	3	df	X ²		1	2	3	df	X ²	
형 성		66	109	115				381	472	433			
		10.3	16.0	16.2				29.7	32.9	31.5			
과 도 기		278	316	346				606	667	624			
		43.4	46.3	48.9	4	24.18	.0001	47.2	46.5	45.4	4	5.26	.2608
비 형 성		296	258	247				296	296	318			
		46.3	37.8	34.9				23.1	20.6	23.1			
계		640	683	708				1283	1435	1374			

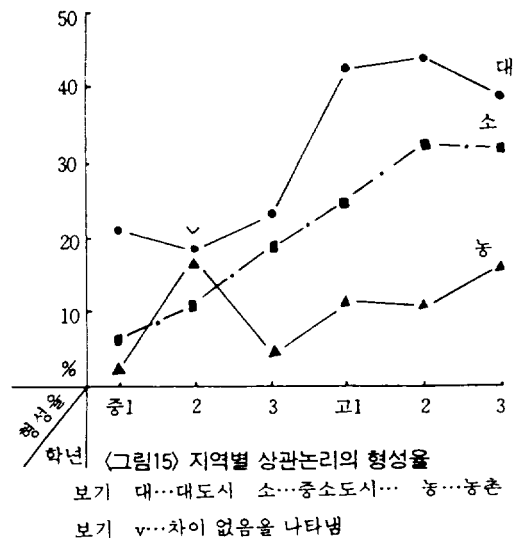
의 경우와 마찬가지로 연령에 따른 형성약층(11.8%)보다 진학에 따른 형성약층이(13.5%) 약간 높게 나타나서 그 비율이 제일 낮으나 역시 교육의 효과로 유추된다(그림2). 그리고 최(1987)의 중학교 2,3학년 형성율의 2배 가까운 형성율(16%)을 나타냈다.〈표8〉

다. 성별 상관논리의 형성정도



전 학년에 있어서 남, 여 학생간의 형성율을 보면 차이를 인정할 수 없으나 〈그림14〉에서 보는 바와 같이 중1,2학년과 고등학교 2,3학년에서는 남녀간에 상관논리의 형성율에 차이를 볼 수 있으며, 고등학교 3학년의 경우에만 여학생의 형성율이 높을 뿐이고 전 학년에서 남학생의 형성비율이 높은 경향을 나타냈다(그림14). 그리고 중학교 3학년 남학생의 경우에는 2학년의 형성율보다 낮게 나타나는 점이 특이한데 최(1987)와 김(1989)의 남녀 전체에서 본 경향과 같다.

라. 지역별 상관논리의 형성정도



지역별 상관논리의 형성율에 있어서도 지역간에 차이를 나타내었고, 다만 〈그림15〉에서 보는바와 같이 중학교 2학년에서는 그 차이를 볼 수 없었다.

마. 계열별 상관논리의 형성정도

계열별 상관논리의 형성율에 있어서도 역시 계열별 상관논리의 형성율에 차이를 보였고, 그 형성율은 다른 논리사고의 경우 보다도 낮았다(그림5). 특수고의 1학년에서도 상관논리의 형성율은 66.1%에 불과했으며, 과도기는 30.5%에 이르렀다.

바. 학업성적별 상관논리의 형성정도

학업 성적의 우열집단간에도 상관논리의 형성정도

〈표 9〉 연령별 조합논리의 형성정도

형성정도 \ 연령	연령													계
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
형 성		1	32	143	142	471	712	741	289	15	1	1	2548	
		50.0	10.3	22.0	20.3	43.9	52.9	53.2	47.2	41.7	33.3	100	41.6%	
과도기	1	90	165	216	299	347	352	154	13				1637	
	50.0	29.0	25.4	30.9	27.9	25.8	25.3	25.2	36.1				26.7%	
비형성	1	1	188	342	342	303	286	299	169	8	2		1941	
	50.0	50.0	60.6	52.6	48.9	28.2	21.3	21.5	27.6	22.2	66.7		31.7%	
계	2	2	310	650	700	1073	1345	1392	612	36	3	1	6126	

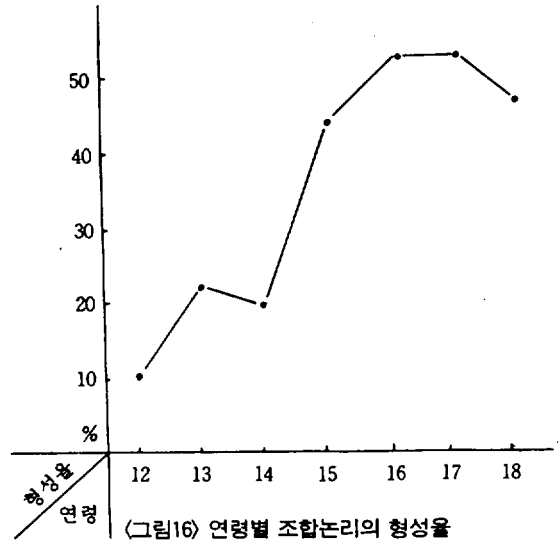
에 차이를 보였으나, 그 차이 정도는 다른 논리사고의 경우보다 낮은 편이었다(그림6). 중고등학교 어느 학년의 우수집단에서도 그 형성율이 45%(고2년)를 넘지 않았고 그 형성약층은 중학교 1학년(20%)과 중학교 2학년(36.5%)사이에서 나타났다. 따라서 우수 집단에서는 일찍이(중1) 상관논리를 적용할 수 있다고 보여진다.

5. 조합논리의 형성정도

가. 연령별 조합논리의 형성정도

연령에 따른 조합논리의 형성율에 있어서도 다른 논리의 형성율에서 보는 경향과 같이 14세와 15세사이에서 형성율의 약층(23.6%)을 나타냈다(그림16).

〈표9〉와 〈그림16〉에서 보는 바와 같이 한(1982)의 12세(1.7%), 13세(2.2%), 14세(6.2%)와 15세(10.5%), 16세(11.1%), 17세(7.8%)에서 보는바와 같이 형성율이 그렇게 낮지는 않았으며, 최고의 형성율도 16세아닌 17세(53.2%)에 나타났고 12세(10.3%)의 5배 이상이나 연령에 따른 증가를 보였다. 그러나 김(1989)의 결과만큼 높지는 않았다.



나. 학년별 조합논리의 형성정도

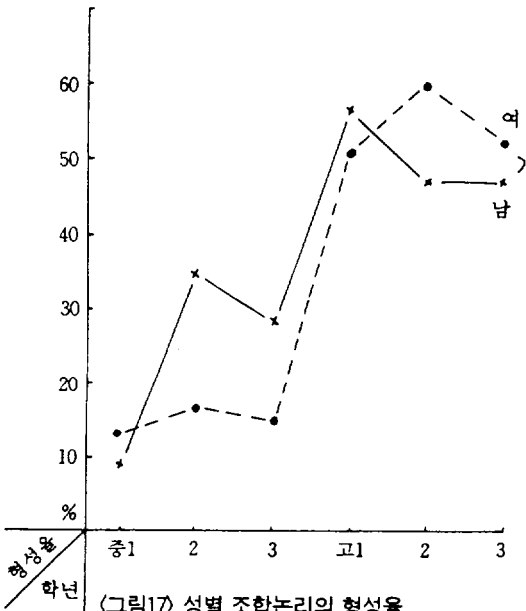
학년별 조합논리의 형성율에 있어서도 다른 논리의 형성율에서와 같이 중학교에서는 학년에 따라 형성율에 차이를 나타내나 고등학교에서는 그 형성율에 차이를 볼 수 없다(표10) 〈그림2〉. 학년에 따른 조

〈표 10〉 학년별 조합논리의 형성정도

형성정도 \ 학교	중 학교 (N=2031)						고 등 학 교 (N=4093)					
	1	2	3	df	X ²	의의도 수 준	1	2	3	df	X ²	의의도 수 준
형 성	71	173	154				690	773	687			
	11.1	25.3	21.8				53.7	53.9	50.0			
과 도 기	179	189	211				336	363	358			
	28.0	27.7	29.8	4	52.25	.0000	26.2	25.3	26.0	4	8.18	.085
비 형 성	390	321	343				258	299	330			
	60.9	47.0	48.4				20.1	20.8	24.0			
계	640	683	708				1283	1435	1375			

합논리의 형성 경향도 다른 논리의 경우와 같이 중학교 1학년의 11.1%에서 고등학교의 53% 수준으로 약 5배의 형성을 증가세를 보이나, 변인통제, 비례, 확률논리의 형성율에서와 마찬가지로 연령에 따른 형성율의 약충 23.6%보다 진학에 따른 형성율의 약충 31.9%가 훨씬 크게 나타나므로 역시 교육의 중요성을 다시 생각해 한다. <그림2와 17>에서 보는 바와 같이 조합논리는 중학교 3학년에서 남녀학생 모두 낮아지는 경향을 나타내는데, 한(1982)의 연구결과에서는 중학교 2학년에서 여학생의 형성율이 비슷한 경향을 보이고 있다. 그리고 최(1987)와 김(1989)의 중학교에서의 형성율은 대체로 높은 경향을 보였다.

나. 성별 조합논리의 형성정도

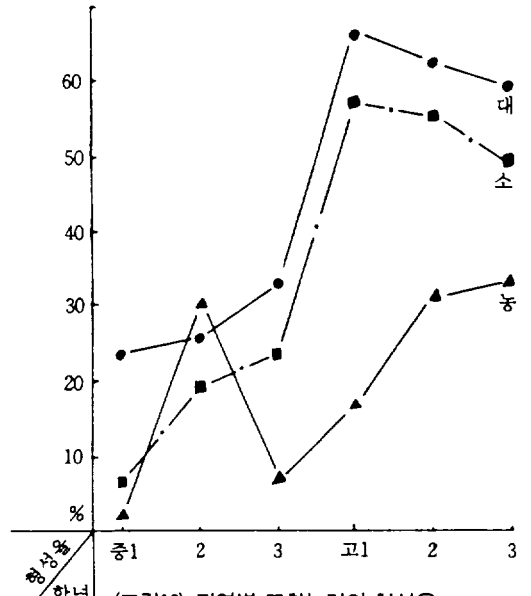


<그림17> 성별 조합논리의 형성율
보기 v...차이 없음을 나타냄

중 고의 전학년에서 남, 녀 학생의 조합논리의 형성율에는 차이가 나타났으나, <그림17>에서 보는바와 같이 고등학교 3학년을 제외한 전학년에서 한(1982)의 중학생의 경우 성차이가 없다는 것과는 다르게 조합논리의 형성율에 남녀학생간에 유의한 차이를 나타냈다. 조합논리의 형성율에 있어서도 상관논리의 경우와 마찬가지로 중학교 3학년은 남녀 모두 2학년의 형성율보다 낮게 나타났다. 조합논리의 형성

에서 주목을 끄는 사실은 고등학교 2학년과 3학년에서는 여학생의 형성율이 높게 나타났는데 이는 한(1982)의 연구 결과와 비슷하다.

라. 지역별 조합논리의 형성정도



<그림18> 지역별 조합논리의 형성율
보기 대...대도시 소...중소도시 중...충청 농...농촌

지역별 조합논리의 형성율을 보면 역시 지역간 차이를 나타냈다. <그림18>에서 재삼 확인할수 있는바와 같이 다른 논리사과의 지역간 형성율 차이를 살펴보면 중학교 2학년에서 가장 적은 차이를 보이다가 고등학교에 진학하면서 그 차이가 심화되는 경향을 보였다. 따라서 대도시, 중소도시 및 농어촌에서의 학교교육의 질적 차이를 볼수 없는 학년이 중학교 2학년임을 유추케 한다.

마. 계열별 조합논리의 형성정도

다른 논리사과의 형성율에서와 마찬가지로 계열별 조합논리의 형성율에 차이를 보였다.

<그림5>에서 보는바와 같이 자연계 대 실업계의 형성비율을 변인통제논리 다음으로 계열간에 심한 형성율 차이를 나타내었다. 특수고에서는 1학년의 경우 83%의 학생이 조합논리의 형성율, 12%의 학생은 과도기를 나타내었다.

〈표 11〉 연령별 추리능력 정도

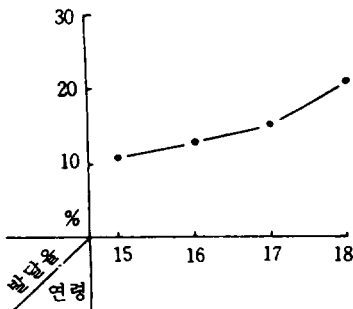
연령	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	계
형성정도													
풍 부					7	74	166	201	129	4	2		584
					25.0	11.2	13.2	15.4	21.3	11.1	66.7		14.9%
보 통				1	13	397	727	746	345	20		2	2251
				100	46.4	60.2	57.7	57.2	57.0	55.6		100	57.7%
빈 약		2		8	189	368	357	131	12	1			1069
		100		28.6	28.6	29.2	27.4	21.7	33.3	33.3			27.4%
계		2	1	28	660	1261	1304	605	36	3	2		3902

바. 학업성적별 조합논리의 형성정도

조합논리의 형성을 역시 학업성적의 우열집단간에 서도 차이를 볼 수 있었다(그림6). 중학교 3학년의 상위9%권 학생들의 조합논리의 형성율(43.3%)은 고 교 1학년의 대부분(90%)에도 미치지 못하고 있다. 따라서 확률논리의 형성율에서와 마찬가지로 중학교 3학년과 고등학교 1학년 사이에서 형성율의 약층을 보이고 있다. 재삼 교육의 중요성을 시사하고 있다.

6. 추리력의 발달 정도

가. 연령별 추리능력의 정도



· (그림19) 연령별 추리능력의 발달정도

연령별 추리사고능력의 증가 경향은 논리적 사고 력의 형성을 보다 3년 늦게 17세와 18세사이에서 겨우 6% 정도의 신장세만을 보였다(그림19). 물론 중학생 들에 대한 조사를 하지 않았기에 보다 이른 나이에서 능력신장의 약층이 있을 가능성도 배제할 수는 없 겠다.

적어도 본 조사 결과만으로 해석한다면 추리능력 의 신장은 성년기까지 계속되리라 가능된다(표11)

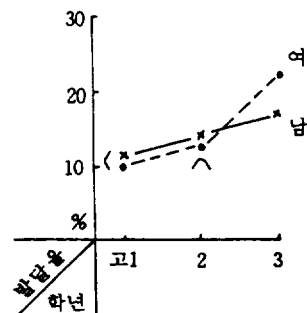
나. 학년별 추리능력 정도

〈표 12〉 학년별 추리능력의 발달정도

학교	고 등 학 교 (N=3900)					
	학년	1	2	3	df	X ² 의의도 수 준
형성정도	1	140	185	257		
		11.5	13.6	19.4		
풍 부	2	707	779	764		
		58.1	57.4	57.7	4	43.80 .0000
보 통	3	370	394	304		
		30.4	29.0	22.9		
계		1217	1358	1325		

고등학교에서의 학년에 따른 논리사고의 형성율의 경우와는 다르게 고등학생의 추리력의 신장세는 학 년에 따라 능력의 차이를 나타냈으나(그림2), 앞에서 도 언급한바와 같이, 검사 도구의 내용이 모두 생물 학분야이었기 때문에 일반화에는 어려움이 있다고 보인다.

다. 성별 추리능력 정도

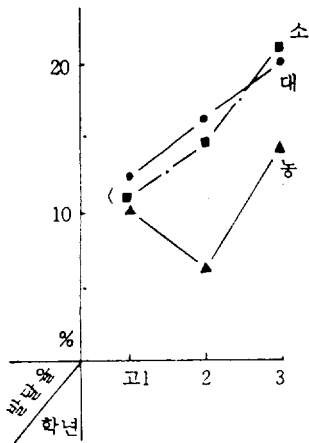


· (그림20) 성별 추리능력의 발달정도 보기 v...차이 없음을 나타냄

〈그림20〉에서 보는바와 같이, 고등학교 3학년의 경우에만 남녀간에 추리력의 차이를 볼 수 있다. 추리능력이 보통인 학생까지를 계산하면 여학생의 추리능력이 남학생보다 풍부한 경향을 보이는데 이는 아마도 전 검사 문항이 생물학 내용이어서 여학생들의 교과선호도에 의한 차이에서 기인한 것일 수도 있겠다.

그러나, 한(1982)의 가설 연역적 논리 사고의 경우에서도 여학생의 형성율이 남학생보다 높게 나타난 사실로 미루어 교과선호도에 기인한 차이로만 볼수는 없지않을까 싶다.

라. 지역별 추리능력 정도



〈그림21〉 지역별 추리능력의 발달정도

지역별 추리능력에도 지역간 차이를 보이나, 〈그림21〉에서 보는바와 같이 고등학교 1학년에서는 차이를 볼 수 없다.

도농간의 추리능력의 차이는 고등학교 2학년에서는 심화되었다가 고3에 이르면 얼마간 그 차이를 줄이면서 추리능력의 신장을 나타내었다(그림21).

마. 계열별 추리능력 정도

추리능력의 정도에 있어서도 계열간의 차이는 보였으나, 자연계 대 인문계의 능력비는 논리사고의 형성비에 비해서 가장 낮게 나타났고, 자연계 대 실업계의 비율도 높은 편은 아니었다(그림5).

따라서 추리능력의 경우에는 계열간 차이가 비교적 적을 뿐아니라 어느 계열의 학생이거나 계속되는 능력신장을 기대해 볼 수 있겠다.

바. 학업성적별 추리능력 정도

추리사고에 있어서도 학업성적의 우열 집단간에 능력차이를 보이었다. 〈그림6〉에서 보는바와 같이 학업성적이 우수한 집단일수록 논리사고의 형성율과 추리능력이 풍부하다는 사실로 미루어 보건데, 중고등학교에서의 학업성적평가는 공정하고 타당하다고 사료된다. 뿐만 아니라, 이(1981)의 과학학업 성취도와 논리사고의 형성율과 높은 상관성이 있음과도 비슷한 결과였다.

IV. 결론

1. 요약

이상에서 살펴본바와 같이 우리 중고교생의 과학적 사고의 발달 정도를 알고자, 변인통제논리, 비례논리, 확률논리, 상관논리, 조합논리와 추리력을 연령에 따른 형성 경향과 정도에 대해서, 그리고 학년별, 성별, 지역별, 계열별, 그리고 학업성적별로 특성 및 유의한 차이가 있는지를 조사 검토하였다. TOLT를 사용한 본 조사에서도 GALT도구로 실시한 조사와 대체로 유사한 결과를 얻었다.

가. 연령에 따른 논리사고의 형성

12세부터 17세까지 연차적으로 각 논리의 형성율은 증가를 보이나 특히 형성율의 약충은 모든 논리사고의 경우 동일하게 14세에서 15세 사이에서 나타났다. 다만, 추리력면은 늦은 17세와 18세 사이에서 볼 수 있었다.

나. 진급, 진학에 따른 논리사고의 형성

조합논리의 형성을 제외하고는 중학교 1학년에서부터 고등학교에로 진급, 진학함에 따라서 형성율이 점증하는 경향을 보이고 특히 모든 논리사고의 경우 연령에 따른 형성율의 약충보다 고등학교 진학에 따른 형성율의 약충이 훨씬 높게 나타났다(그림2). 따라서 단순히 성장하는데 따라서 인지발달이 되는것 이상으로 진급과 진학에 따른 발달정도가 큰것으로 보아 학습에 의한 촉진으로 사료되므로 교육의 중요성과 그 역할을 시사해준다 하겠다. 그리고 고등학교 3학년에서 형성율의 최고값을 나타내는 확률논리와 추리력을 제외한 모든 논리사고의 형성율은 고등학

교 2학년에서 최고값을 보였다.

다. 성에 따른 사고의 발달

논리사고의 형성에 대한 남녀간의 차이는 중학교 1학년에서 차이를 보이지 않는 경우는 변인통제논리와 확률논리의 형성율에서였고, 중학교 3학년에서 차이를 보이지 않는 것은 상관논리에서, 그리고 고등학교 1학년의 경우에는 변인통제논리, 비례논리, 상관논리, 추리능력 등에서 차이를 인정할 수 없었고, 고등학교 3학년에서는 변인통제논리, 비례논리, 확률논리 그리고 조합논리에서 형성율의 남녀간 차이를 볼 수 없었다. 따라서 어떤 사고의 형성일지라도 연령 및 학년에 따라서 남녀간 성에 따른 차이를 볼 수 있기도 하고 없기도 하기 때문에 경우에 따라서 달라진다고 할 수 있다. 그러나 조사대상 전체학생에 대한 남녀간 차이를 고려할 경우는 상관논리를 제외하고는 모든 사고의 형성율에서 남녀간의 유의한 차이를 보였다.

그리고 비례논리와 확률논리의 형성율에서는 중학교 1학년에서부터 고등학교 3학년까지 전 학년에서

남학생이 여학생보다 높은 형성율을 나타냈다. 결국 고등학교 3학년에 이르면 남녀간의 논리사고의 발달 수준은 비슷하게 형성되는 것으로 볼 수 있다.

라. 지역에 따른 논리사고 형성율의 경향

대도시, 중소도시와 농촌의 학생들간에 사고의 발달 정도를 보면 전체적으로는 유의한 차이를 나타내어 교육여건 곧 문화수준의 차에 의한 영향이 큰 것을 유추할 수 있다.

그러나 앞에서 자세히 살핀바와 같이 중학교 2학년 때에는 변인통제논리, 확률논리, 상관논리 등에서 지역간 차이를 볼 수 없고, 중학교 3학년에서도 확률논리의 경우는 도농간의 차이를 볼 수 없었다. 그러나 중학교 2학년에서 거의 동질화되었던 논리사고의 발달정도가 진급, 특히 고등학교에 진학함에 따라 지역간 차이가 커지는 경향을 나타냈다. 따라서 중소도시와 농촌의 고등학교 교육에 보다 많은 관심과 투자가 따르는 정책배려가 아쉽다고 본다.

마. 계열에 따른 사고의 발달

〈표 13〉 IQ와 계열별 ANCOVA 정리

Logic	Source of variation	DF	Sum of BQ	Mean SQ	F-value	Signif. of F.	Grand mean	Parts	Unadjusted Dev'n(R-SQ)	Adjusted for Independents +Covariates Dev'n(R-SQ)
Cont. V.	Covar. IQ	1	403.52	403.52	630.77	.000	1.85			
	Eff. Parts	3	217.25	72.41	113.20	.000		Gen.	-.16	-.16
	Explained	4	620.77	155.19	242.59	.000		Cul.	.07	.12
	Residual	5437	3478.20	.64				Sci.	.38	.31
	Total	5441	4098.98	.75				Voc.	-.43	-.17
									(.27)	(.23)
Prob.	Covar. IQ	1	323.20	323.20	513.34	.000	2.18			
	Eff. Part	3	109.81	36.60	58.13	.000		Gen.	-.12	-.12
	Explained	4	433.02	108.25	171.94	.000		Cul.	.02	.07
	Residual	5436	3422.56	.63				Sci.	.29	.22
	Total	5440	3855.57	.70				Voc.	-.14	.10
									(.19)	(.17)
Proba.	Covar. IQ	1	291.34	291.34	549.98	.000	1.98			
	Eff. Part	3	263.21	87.73	165.62	.000		Gen.	-.19	-.19
	Explained	4	554.55	138.64	261.71	.000		Cul.	.10	.14
	Residual	5436	2879.66	.53				Sci.	.39	.33
	Total	5440	3434.22	.63				Voc.	-.12	.10
									(.30)	(.28)
Corr.	Covar. IQ	1	195.75	195.75	409.83	.000	1.99			
	Eff. Part	3	131.50	43.83	91.77	.000		Gen.	-.13	-.13
	Explained	4	327.26	81.81	171.28	.000		Cul.	.04	.08
	Residual	5435	2596.03	.47				Sci.	.30	.25
	Total	5439	2923.30	.53				Voc.	-.19	-.01
									(.24)	(.21)
Comb.	Covar. IQ	1	313.62	313.62	510.83	.000	2.10			
	Eff. Part	3	296.17	98.72	160.80	.000		Gen.	-.19	-.19
	Explained	4	609.79	152.44	248.31	.000		Cul.	.09	.13
	Residual	5436	3337.39	.61				Sci.	.43	.37
	Total	5440	3947.19	.72				Voc.	-.37	-.14
									(.30)	(.27)
Reas.	Covar. IQ	1	2.56	2.56	6.37	.012	1.89			
	Eff. Part	3	12.14	4.04	10.07	.000		Gen.	-.08	-.08
	Explained	4	14.70	3.67	9.15	.000		Cul.	.01	.01
	Residual	5236	1300.43	.40				Sci.	.07	.07
	Total	3240	1315.14	.40				Voc.	-.13	-.12
									(.10)	(.10)

역시 IQ를 감안할지라도 자연계와 인문계 그리고 실업계간에 사고발달의 유의한 차이를 볼 수 있었다. <표13>에서 보는바와 같이 계열간에 유형별 논리사고의 형성율에 미치는 IQ의 영향을 감안하더라도 추리능력(95%수준)을 제외한 모든 사고논리에서는 99%수준에서 계열간의 순수한 차이를 나타냈다.

바. 학업성적에 따른 사고의 발달

성적의 우열집단간에 사고발달의 유의한 차이를 나타내었을 뿐만아니라, 각 논리형성이 일찍될수록 학업성취도가 높았고, 개인차가 심한것을 유추할 수 있다.

또한 이(1981), 한(1982), 최(1987)와 김(1989) 등이 이미 지적한바와 같이 피아제의 발달이론과 우리나라 학생들의 실제 발달 수준과는 매우 다르기 때문에, 교육과정을 설정할 때에 현실과의 상치를 최소화하기 위해서는 목표의 설정이나 내용의 선정에 각별한 주의가 요망된다.

2. 제언

과학과 교육과정에서 목표의 설정이나 내용의 선정에서 14세 미만 곧 중학교 과정에서는 약3/4(76% 1*)의 학생들이 구체적 조작능력의 지적수준에 머물고 있을 뿐아니라, 형식적 조작 수준에 달 않은 고등

학생들조차 전체의 1/2(44% 2*)에도 미치지 못하고 있다. 그러므로 논리사고가 발달하지 않은 학생들에게도 적용될 수 있고, 지적수준의 발달을 이룬 중학생의 1/4과 고등학생의 44%에도 적합한 교육과정을 복수로 개발 적용할 필요가 있겠다.

뿐만 아니라, 학생들의 발달수준에 개인차가 크기 때문에 중·고등학교의 교육효과를 극대화하기 위해서는 교육과정의 개선과 아울러 선발에 의한 균일집단 또는 우열집단을 편성, 교육의 낭비를 줄이도록 하는 방법도 강구해야할 시점이라 본다. 나아가서는 다양한 도구로 전국규모의 지필검사와 면담검사를 지속적으로 실시, 우리 중고교생의 실태를 보다 정확히 파악할 필요성이 있다고 본다.

謝辭

중등교육의 발전을 위해 진력하시는 가운데에서도 본 연구 수행에 기꺼이 적극 동참 협력해주신 검사실시 중·고교 과학담당선생님, 과학주임, 교감, 교장 선생님들께 심심한 사의를 드린다.

부록 : 사고력 검사 실시 중고교 일람표

- 1* 각 논리의 비형성율의 평균 값
- 2* 각 논리의 형성율의 평균 값

<부록 : 검사 실시 학교 일람표>

지역별	지역	학교	논리			추리			지역별	지역	학교	논리			추리			
			남	여	계	남	여	계				남	여	계	남	여	계	
고 등 학 교	대도시	용산고	342		342				중 학 교	농촌	부강농고	157		157	157		157	
		예일여고		334	334		339	338			농촌	보은여고		315	315		315	315
		대전고	340		340	336		336			청산고	179	105	284	179	105	284	
		대전과학	137		137	137		137			지역소계	336	420	756	336	420	756	
		유성여고		336	336		162	162			고교누계	2053	2049	4102	2032	1950	3982	
	지역소계		819	670	1489	815	500	1315		대도시	구영중	174	180	354				
		청주중앙여고		337	337		337	337			중소도시	변동중	225	119	344			
		충북고	334		334	329		329			지역소계	399	299	698				
		청주여고		230			230	230			청주남중	349		349				
		충주여고		325	325		325	325			중소도시	중앙여중		357	357			
중소도시	충주고	344		344	344		344	지역소개	349	357	706							
	청주농고	117	13	130	182		182	보은여중		318	318							
	충북상고	103	54	157	26	138	164	농촌	보은중	311		311						
	지역소계	898	959	1857	881	1030	1911	지역소계	311	318	629							
중고 합계			3112	3023	6135	2032	1950	3982	중학교 합계			1059	974	2033				

참고 문헌

- 유경로의(1984)고등학교 과학교육의 실태 및 개선방안 과학 교육연구논총 서울대 과학교육연구소 9(1), 1-87.
- 이숙영, 한종하(1981)과학적 사고력의 발달수준과 과학학업성취도와와의 관계 이화여대 교육대학원 석사논문 87pp.
- 이원식, 한인옥(1983)우리나라 학생들의 지적 발달단계 과학 교육연구논총 서울대 과학교육연구소 8(1), 1-23.
- 이원식의(1984)중고교의 과학교육 개선과 과학영재 교육방안에 관한 연구 과학교육연구논총 서울대 과학교육연구소 9(1), 89-201.
- 이원식의(1986)중고등학생들의 논리적 사고력 형성에 관한 연구Ⅲ 과학교육연구논총 서울대 과학교육연구소 11(1), 17-30.
- 최병순, 허명(1987)중학생들의 인지수준과 과학교과 내용과의 관계 분석 한국과학교육학회지 7(1), 19-32.
- 최승일, 조희형(1987)고등학교 생물 I의 세포분열, 생식, 수정개념에 대한 오인분석 한국과학교육학회지 7(1), 1-7.
- 최영준의(1985)중·고등학생들의 논리적 사고력 형성에 관한 연구 I 한국과학교육학회지 5(1), 1-9.
- 한종하의(1982)중등학생의 지적, 정의적 발달특성 조사연구 한국교육개발원 연구보고 RR82-13.
- 한종하의(1982)중고등학교 학생의 과학적 사고발달에 관한 조사 연구. 한국교육개발연구원 연구보고 RR82-24.
- 金範基(1989)物理教育の韓日比較—中學生における論理的思考能力の韓日比較研究 日本國廣島大學博士學位論文 第 737 號
- Bady, R., 1977 Logical reasoning abilities in male high school science students. Cincinnati, OH: NARST, March 22, 77.
- Coleman, S.B., 1973 The effect of aging on Piaget's developmental stages: A study of cognitive decline. Dissertation Abstracts International, Sept. 1973, 34(3), 1122A
- Cronbach, L.J., 1951 Coefficient alpha and the internal structure of tests. Psychometrika, 16, 297-335.
- Farmer, W.A., 1986 The Test of Scientific Reasoning in developing project
- Han, J.H., 1977 An Analysis of the Second Year Korean Science Textbook Using Piagetian Concrete and Formal Operational Thinking. PPAterns, Florida: The Florida State University, Dissertation
- Karplus, R., Karplus, E., Formisano, M., & Paulsen, A. 1977 Proportional reasoning and control of variables in seven countries. Journ. of Research in Science Teaching. 14(5), 411-417.
- Lawson, A.E., 1973 Relationships of science subject matter and developmental level of learners. Doctoral dissertation, University of Oklahoma, 1973. Dissertation Abstracts Internal 344, 3179 (Univ. Microfilm, No. 73-31481).
- Lawson, A. E., & Renner, J.W., 1974 A quantitative analysis of responses to Piagetian tasks and its implications for curriculum. Sciences Education, 58(4), 545-559.
- Lovell, K., 1961 A Follow-up study of Inhelder and Piaget's the growth of logical thinking. British Journal of Psychology, 52, 142-153.
- Neimark, E., 1975 Intellectual development during adolescence Child Development, 4, 541-594.
- Piaget, J., 1970 Genetic Epistemology, New York, W.W. Norton & Company, Inc.
- Raven, R. J., 1972 A multivariate analysis of tasks dimensions related to science concept learning difficulties in primary school children. Journal of Research in Science Teaching, 9(3), 207-212.
- Renner, J.W., 1971 Evaluating intellectual development using written responses to selected science problems. A report to the National Science Foundation, No. EPP 75-19596.
- Szeminska, A., 1965 The evolution of thought: some implication of research finding to educational practice, Monograph Child Development, serial No. 99.
- Tobin, K.G. & Capie, W. 1980 The test of logical thinking: Development and applications. Paper Presented at the annual meeting of the National Association For Research in Science Teaching, Boston, Massachusetts.
- Tobin, K.G. & Capie, W., 1981 Development and validation of a group test of Logical Thinking. Educational and Psychological Measurement, 41(2), 413-424.
- Tomlinson-Keasey, O., 1972 Formal operations in females from eleven to fifty four years of age. Development Psychology, 6(2) 364.

ABSTRACT

A. Study on Scientific Thinking of Korean High School Students

— With Reference to Logical Thinking and Reasoning Power —

Keung-Yeon Hwang, In-Keun Park, and Tai-Sung Kim
(College of Education, Chungbuk National University)

The purpose of this study was to investigate the development of logical thinking and scientific reasoning pattern of Korean high school students.

To carry out this study subjects were selected about 2,000 junior high school students, and about 4,100 senior high school students throughout the nation. They were identified as concrete, transitional or formal operational stage with the use of TOLT(the Test of Logical Thinking) by Tobin and Capie(1980), and TOSR(the Test of Scientific Reasoning) by W.A. Farmer(1986).

This study turned out that more than 76% of junior high school students were classified as the concrete operational stage and about 44% of senior high school students were classified as the formal operational stage, while about 26% of them were still in the concrete operational level. This study showed that the main factor of the intellectual development of students is learning by the gradual advancement of their grades and especially entrance into the senior high school rather than by the physical growth. This study also showed that there are the take-off stage of the development of logical thinking between fourteen and fifteen years of their ages.

Less than 25% of junior high school students were in the formal operational stages which are capable of control of variables, probabilistic, correlation and combinational logic in problem-solving situation, while 33—54% of senior high school students were in the formal operational levels. 38% of junior high school students were in the formal operational stage which is capable of proportional logic, while about 55% of senior high school students were in the formal operational stage. Less than 20% of senior high school students were classified as group of highly capable of scientific reasoning, while more than 23% of them were classified as group of poor capability. It also turned out that there are differences or no differences between male and female students of each school in problem-solving situation regarding each logic approach. These differences were proved to be fluctuating depending on the situations and their grades. The other results of this study is similar to those of other researches such as Tomlinson-Keasey 1972, Coleman 1973, Lawson 1973, Lawson and Renner 1974, Neimark 1975, Han 1982, and Kim 1989.