

고교생의 논리적사고력과 과학탐구 기능 사이의 상관관계에 관한 연구

임 청 환, 정 진 우
(한국교원대학교 과학교육과)
(1991. 12. 1 받음)

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

1950년대이후 교육과정의 혁신이 일어나면서, 과학교육에서 탐구기능요소(Science Process Skill)가 주된 강조점으로 대두되었다. Science Process Skill은 초등과학 프로그램인 SAPA로부터 시작되었고, 1961년 이후 수년간 계속 연구되었다. SAPA에서는 8개의 기본적인 탐구기능(Basic Process Skills)과 5개의 통합 과학탐구기능(Integrated Science Process Skills)을 강조했고, 그후 많은 제언과 연구가 수행되었고, 이로인해 비로소 과학교육에서 Science Process Skill이라는 용어가 자주 등장하게 되었다.

Funk, Okey, Fiel, Jaus와 Sprague(1979)는 “과학탐구기능요소는 과학자가 연구하고 탐구할때 행하는 일들”이라고 정의했고, Tobin과 Capie(1980)는 “실험실에서 학생들이 자료를 수집하고 데이터를 해석할 때 사용하는 지적기능이다.”라고 정의했고, Molitor와 George(1976)는 “분류,추론,예상,검증,가설설정등과 같은 고도로 조직화된 지적활동이다.”라고 정의했다.

많은 과학교육학자들은 Science Process Skill의 개발이 학생들에게 있어서 교육의 주된 목적이 되어야

하고 새로운 과학교육과정에서는 Science Content에서 Science Process Skill로 전이되어야 한다고 지적했다. Gagné(1965)는 “탐구기능요소는 많은 분야에서 넓은 전이의 효과를 나타낼 수 있다.”고 지적했고, Okey(1972)는 “교육의 주된 목표는 학생들에게 정보를 어떤 과정을 통해 어떻게 얻느냐의 과정을 가르치는 것”이라고 주장했다. Padilla(1980)는 다음과 같은 이유에서 탐구기능요소의 중요성을 강조했다. 탐구기능요소는

- (1) 일상생활에 적용이 가능하고
- (2) 과학의 본질과 전형적인 과학자의 행동을 반영하고

(3) 형식적 조작기능의 발달을 포함하고 있기때문이다. 학생들의 논리적 기능(Reasoning Ability)을 기술하는 데, Critical Thinking, Problem Solving, Scientific Thinking, Logical Thinking, Science Process Skill등으로 표현되어 왔다. 그러나 상술의 모든 용어들은 과학교육에서는 하나의 유사한 사고형태를 지칭하며 논리적 기능의 대표적인 것으로서 인지발달론으로부터 유래한 형식적 조작논리와, 과학교육론에서 유래한 통합 과학탐구기능을 들 수 있다. 그런데 인지발달론에서 주장하는 형식적 조작기에 달한 사람이 할 수 있는 조작기능과 통합 과학탐구기능과는 상당부

본 유사성을 가지고 있다.

따라서 본 연구의 목적은 논리적 사고력과 과학 탐구기능사이의 전체적인 상관 관계와 그들 사이의 하위논리별 상관관계를 규명하고 이들이 인지발달 단계별로, 남녀별로, 나이별로, 유의미한 차이를 보이는가를 규명하고 그 결과를 토대로 추후 둘사이의 위계적인 관련성(Hierarchical Relationship)을 규명하는 데 기초로 활용하고자 한다.

2. 연구 문제

본 연구는 상술한 필요성 및 목적을 위하여 다음과 같은 문제를 규명하고자 한다.

- 1) 고교생의 인지 발달 수준은 어느 정도인가?
- 2) 인지 발달 수준에 따른 탐구기능요소의 성취도는 어떤 변화가 있는가?
- 3) 논리적 사고력과 탐구기능사이의 전체적인 상관관계와 하위논리별 상관관계는 어느 정도인가?
- 4) 인지수준과 나이와는 상호 유의미한 관련성이 있는가?
- 5) 인지수준에 따른 논리적 사고력과 탐구기능요소의 성취도는 남녀별로 유의미한 차이를 보이는가?

3. 연구의 제한점

본 연구의 표집은 전국적인 무작위표본채집을 못했고 여건상 서울시의 강북, 강남, 강서, 강동지역과 중심부지역에서 무작위 표집했기때문에 본 연구 결과를 넓은 지역에 걸쳐 적용하고 일반화할 때는 본 연구의 표본 특성을 고려해야 할 것이다.

II. 선행 연구의 고찰

최근 들어 인지발달이론에서 주장하는 형식적 사고기능과 통합 과학탐구기능사이에는 어떤 형태의 관련성이 있을 것이라는 가정하에 이들사이의 상관관계나 인과관계, 위계적 관련성을 연구하려는 시도가 많았다. Lawson(1975)등은 초등 교육 전공의 대학생들을 표본으로 조사한 결과 형식적 사고 기능과 통합 과학탐구기능사이에는 부분적으로 $r=0.37$ 의 유의미한 상관관계가 있음을 밝혔고, Padilla, Okey와

Dillashaw (1983)는 TIPS와 TOLT를 사용하여 그들 사이의 전체적인 상관관계수가 $0.73(P<0.0001)$ 임을 밝혔고 그들은 상관관계를 밝히는 것이 인과관계를 규명하는 첫단계라고 말했다. Tobin과 Capie(1982)는 “논리적인 관점에서 볼 때 형식적 조작기능은 과학 탐구기능학습에 영향을 줄 수 있다”라고 지적했다. Wood(1974)는 Piaget-Process 행렬표를 제시하여 탐구기능요소를 학생들에게 학습시킬 때 학습자의 인지발달을 고려할 필요성을 강조하였다.그외의 많은 연구들(Webber and Renner, 1972; Boyer and Linn, 1978; Allen, 1973; Linn and Thier, 1975; Lawson, Nordland and Devito, 1975; Raven and Calvey, 1977; Padilla, Okey, Dillashaw, 1983; Baker and Puburn, 1991)도 통합 과학탐구기능요소와 인지발달론에서의 논리적사고기능사이의 유사성에 관한 연구들이다.

상술의 모든연구들은 다양한 통합과학 탐구기능요소들과 형식적 논리사고기능과의 관련성에 관한 연구는 없었다. 그러나 Tobin과 Capie(1982)는 TOLT(Tobin and Capie, 1981; 비례논리, 변인통제, 조합논리, 확률논리, 상관논리)와 TISP(Tobin and Capie, 1983; 24items)를 사용하여 6,7,8학년을 표본으로 연구한 결과, 형식적 조작기능과 통합 과학탐구기능요소들과의 상관관계수가 $0.6(P<0.001)$ 임을 밝혔다. Padilla와 Dillashaw (1981)는 TOLT와 TIPS(Dillashaw and Okey, 1980)을 사용하여 7~12학년을 표본으로 측정 한 결과 그들의 상관관계가 $0.73(P<0.0001)$ 임을 밝혔다. Baird와 Borich (1987)는 GALT와 TIPS를 사용하여 전체적인 상관관계수가 교육심리전공대학생 54명의 비교적 적은 표본으로 측정 한 결과 $r=0.62$ 의 결과를 얻었고, Takemura(1989)는 한국, 미국, 일본, 필리핀의 상관관계 비교연구에서 두기능사이에 각각 $r=0.56, 0.63, 0.64, 0.45$ 임을 얻었다. 그러나 이상의 연구들도 두논리기능의 하위논리간의 관련성이나 인지발달단계에 따른 관련성에 관한 연구는 아직 미흡한 실정이다.

III. 연구 방법 및 절차

1. 연구 방법

서울시내 공립 일반계고등학교 6개교를 선정하여 1학년 2개반씩을 무선표집했고 개인별로 논리적 사

고력 검사와 과학탐구기능검사를 약 1~3일사이를 두고 측정했고 결과를 SPSS/PC+를 이용하여 통계 처리했다. 검사시간은 1991년 9월 2일부터 19일까지 본 연구자가 각지역을 순회하며 담당교사의 도움으로 측정했다. 표본중 어느 한점사만 실시한 경우는 모두 탈락한 것으로 간주했고 검사의 순서는 논리적 사고력 검사를 먼저 실시했다.

2. 검사 대상

검사대상은 서울시내 5개교(강남, 강북, 강서, 강동, 중심부 지역소재)에서 무선표집한 총 509명중 남학생 251명, 여학생 258명이다.

3. 검사 도구 및 절차

본 연구에서 사용한 논리적 사고력 측정 도구는 GALT(Group Assessment of Logical Thinking) (Roadrangka, Yeany, Padilla. 1982)로서, 1983년에 12개의 문항으로 줄인 Short Version GALT를 사용했으며, 총 12개의 문항으로 각 하위논리별로는 2개씩의 문항씩으로 다음과 같은 형식적 사고 논리를 측정할 수 있다.

- ① 보존 논리(Conservation Reasoning)
- ② 비례 논리(Proportional Reasoning)
- ③ 변인 통제 논리(Controlling Variables)
- ④ 확률 논리(Probabilistic Reasoning)
- ⑤ 상관 논리(Correlational Reasoning)
- ⑥ 조합 논리(Combinatorial Reasoning)

과학탐구기능 측정 도구는 TIPS II (Test of Integrated Process Skills) (Burns, Wise, and Okey. 1983)로서, 총 36문항으로 각 하위 논리별로 몇 개의 문항이 속해있으며 다음과 같은 탐구기능 요소를 측정할 수 있다.

- ① 가설 설정(Stating Hypotheses)
- ② 변인 조절(Identifying Variables)
- ③ 조작적 정의(Operationally Defining)
- ④ 실험 설계(Designing Experiments)
- ⑤ 그래프화 및 자료 해석(Graphing and Data Interpreting)

논리적 사고력 검사는 1번부터 10번문항까지는 질문답과 이유답이 모두 맞는 경우를 정답으로 산정했고 11번, 12번문항은 가능한 모든 경우의 수를 모두 기재한 것만을 정답으로 산정하여 총 맞은 갯수가 0~4이면 구체적 조작기, 5~7이면 전이 단계, 8

~12이면 형식적 조작 단계로 인지발달단계를 구분하였다.

탐구기능검사는 4지선다형으로 각 문항당 맞은 갯수를 1점으로 산정하였으며 두 검사 모두 각각 50분을 할당하여 측정했다.

IV. 연구 결과 및 논의

1. 인지발달에 따른 논리적사고력 성취도

GALT측정치를 이용하여 분석한 결과, 총 509명중 구체적 조작단계는 60명(11.8%), 전이단계는 175명(34.4%), 형식적 조작단계는 274명(53.8%)으로 나타났다. 따라서 거의 반수 약간 넘는 학생들이 형식적 사고능력이 형성되어 있고 나머지 반수 정도는 대부분 전이단계에 있는 것으로 생각된다. 각사고 발달단계별 성취도 및 표준편차는 구체적 조작기는 3.25, 0.91, 전이단계는 6.14, 0.79 형식적 조작기는 9.07, 0.95으로 나타났다. 따라서 논리적 사고력 성취도는 각각 인지발달단계별로 27.1%, 51.1%, 75.6%를 보이며 다음(표 1)과 같다.

(표 1) 인지발달에 따른 논리적 사고력 성취도

인지수준 통계치	구체적조작기	과도기	형식적조작기
인 원 수	60(11.8%)	175(34.4%)	274(53.8%)
평 균	3.25	6.14	9.07
표 준 편 차	0.91	0.79	0.95
성 취 도	27.1	51.1	75.6

논리적사고력의 하위논리별성취도는 구체적 조작기에는 상관논리(1.7%), 확률논리(11.7%), 비례논리(16.7%), 변인통제논리(20.8%), 보존논리(35.0%), 조합 논리(54.2%)순이고, 전이단계에는 상관논리(15.7%), 변인통제논리(46.3%), 확률논리(49.1%), 보존논리(53.4%), 비례논리(61.7%), 조합논리(69.4%)순이고, 형식적 조작기에는 상관논리(16.8%), 변인통제논리(81.0%), 보존논리(81.8%), 조합논리(86.5%), 확률논리(87.8%), 비례논리(87.8%)순으로 성취도가 높았다. 전체적으로는 상관논리, 확률논리, 변인통제논리가 일반적으로 낮은 성취도를 보이고, 보존논리, 비례논리, 조합논리가 높은 성취도를 보인다. 이는 다른 연구 결과와도 대체로 일치하는 양상이다(Yeany, Yap, Padilla, 1986 ; Yap, Yeany, 1988).

이와같은 결과는 상관관계분석과 함께 위계분석을 하는 데 기초 자료로 사용되리라 사료된다.

2. 인지발달에 따른 탐구기능요소의 성취도

인지발달에 따른 탐구기능요소의 성취도분석은 우선 GALT에 의해서 인지발달단계를 구분하고 각 발달단계별로 분류된 표본들의 TIPS전체 성취도 및 하위 논리별 성취도와 평균 표준편차를 비교 분석했다. 그 내용은 <표-2>와 같다.

<표-2> 고교생의 인지발달에 따른 탐구기능요소의 성취도

탐구기능요소 인지수준	T1(12)	T2(9)	T3(6)	T4(3)	T5(6)	Total (36)
C: 평균	6.90	4.18	3.00	1.92	4.02	20.02
표준편차	4.87	1.74	1.48	0.97	1.37	5.79
성취도	57.50	46.48	50.00	63.90	66.95	55.60
T: 평균	8.57	5.60	3.79	2.27	4.56	24.79
표준편차	2.16	1.52	1.43	0.81	1.15	4.97
성취도	71.38	62.22	63.15	75.80	76.00	68.86
F: 평균	9.47	6.24	4.49	2.55	5.08	27.83
표준편차	1.98	1.63	1.33	0.68	1.05	4.86
성취도	78.95	69.34	74.82	84.00	84.62	77.30

C:구체적조작기 T:전이단계 F:형식적조작기
 T1:변인조절 T2:가설설정 T3:조작적정의
 T4:실험설계 T5:그래프화 및 데이터해석
 ()안의 숫자는 문항수

윗표에서 구체적조작기에 있는 표본의 TIPS검사의 전체 평균은 20.02, 전이단계는 24.79, 형식적조작기는 27.83로서 구체적 조작단계에서도 성취도는 전체의 55.6%를 보이고 있다. 한편 인지발달에 따른 탐구기능요소의 하위논리들의 평균, 표준편차, 성취도를 비교해보면 인지발달이 상위단계로 발달할수록 전체적인 과학탐구기능뿐만 아니라 그들의 하위기능요소들도 예외없이 모두 증가하는 양상을 보인다. 이는 논리적 사고력이 과학탐구기능요소 전체뿐만 아니라 그들의 하위기능요소와도 어떤 상호관련성이 있음을 내포하고 있다고 예상할 수 있다. 각 하위기능요소별 성취도를 보면 인지발달단계에 상관없이 어느 단계나 모두 가설설정, 조작적정의, 변인조절, 실험설계, 그래프화 및 데이터 해석순으로 성취도가

높은 일반적인 경향을 보이는 것으로보아 탐구기능요소에서 가설설정과 조작적 정의 요소가 상위기능에, 실험설계, 그래프화 및 데이터 해석 기능등이 하위기능요소로 볼 수 있다. 이는 변인 조절이 상위기능요소에 속하는 Yeaney(1986)등의 연구와는 약간 다른 양상을 보인다.

3. 논리적사고력과 탐구기능사이의 전체적인 상관관계와 하위논리별 상관관계

논리적 사고력과 탐구기능요소사이의 전체적인 상관관계를 살펴보면 <표3>에서 전체적인 상관계수는 둘사이에 $r=0.49$ ($p=0.001$ 수준)로 통계적으로 유의미한 상관관계를 갖고 있으며 각 하위논리별 상관계수는 거의 대부분이 통계적으로 유의미한 관련성을 보이고 있다. 그러나 논리적 사고력의 하위논리인 상관논리와 과학탐구기능요소의 변인조절, 조작적정의, 실험설계와는 통계적으로 상관이 거의 없는 것으로 나타났다. 이는 논리적 사고력의 상관논리가 측정 검사에서 가장 낮은 성취도를 보인 것에 기인한다고 사료된다. 이와같은 낮은 성취도는 다른 연구(Takemura, 1988)의 결과도 마찬가지로 상관논리가 상대적으로 극히 저조한 정답율을 보인 것과 일치하는 결과에 기인한 것으로 사료된다. 둘사이의 전체적인 상관관계는 아래표와 같다.

<표 3> 논리적 사고력과 탐구기능요소 사이의 상관관계

Corr	ITOT	TTOT	SUB1	SUB2	SUB3	SUB4
ITOT	1.0000	.4896**	.5582**	.6790**	.6709**	.7000**
TTOT	.4896**	1.000	.2473**	.3091**	.3569**	.4005**
SUB1	.5582**	.2473**	1.0000	.2436**	.2407**	.1473**
SUB2	.6790**	.3091**	.2436**	1.0000	.2586**	.3719**
SUB3	.6709**	.3569**	.2407**	.2596**	1.0000	.3683**
SUB4	.7000**	.4005**	.1473**	.3719**	.3683**	1.0000
SUB5	.3505**	.1031	.0804	.1622**	.1088**	.0834
SUB6	.4685**	.2277**	.7573**	.2687**	.1649*8	.1124**
TIP1	.3609**	.8235**	.2236**	.2231**	.3176**	.2703**
TIP2	.4107**	.7933**	.1932**	.2540**	.2701**	.3412**
TIP3	.3937**	.7257**	.1624**	.2790**	.2324**	.3486**
TIP4	.2892**	.6007**	.1020**	.1594**	.2236**	.2769**
TIP5	.3367**	.67764**	.1864**	.2073**	.2409**	.2565**

〈표 3〉 논리적 사고력과 탐구기능요소 사이의 상관관계(계속)

Corr	SUB5	SUB6	TIP1	TIP2	TIP3	TIP4
ITOT	.3505**	.4685**	.3609**	.4107**	.3937**	.2892**
TTOT	.1031	.2277**	.8235**	.7933**	.7257**	.6007**
SUB1	.0804	.7573**	.2236**	.1932**	.1614**	.1020
SUB2	.1622**	.2687**	.2231**	.2540**	.2790**	.1594**
SUB3	.1088**	.1649**	.3176**	.2701**	.2324**	.2236**
SUB4	.0834	.1124**	.2703**	.3412**	.3486**	.2769**
SUB5	1.0000	.0542	.0188	.1127**	.1015	.0852
SUB6	.0542	1.0000	.1786**	.1809**	.1886**	.1084*
TIP1	.0188	.1786**	1.0000	.4907**	.4235**	.3941**
TIP2	.1127**	.1809**	.4907**	1.0000	.5013**	.4448
TIP3	.1015	.1886**	.4235**	.5013**	1.0000	.3582
TIP4	.0852	.1084*	.3941**	.4448**	.3582**	1.0000
TIP5	.1048**	.1611**	.4496**	.4261**	.4033**	.3157**

Corr	TIPS5	N of case : 509 1-tailed Sighnif : *-.01**-.001
ITOT	.3367**	ITOT : GALT Total
TTOT	.6764**	TTOT : TIPS Total
SUB1	.1864**	SUB1 : 보존논리
SUB2	.2073**	SUB2 : 비례논리
SUB3	.2409**	SUB3 : 변인통계
SUB4	.2565**	SUN4 : 확률논리
SUB5	.1048*	SUB5 : 상관논리
SUB6	.1622**	SUB6 : 조합논리
TIP1	.4496**	TIP1 : 변인조절
TIP2	.4261**	TIP2 : 가설설정
TIP3	.4033**	TIP3 : 조작적 정의
TIP4	.3157**	TIP4 : 실험 설계
TIP5	1.0000	TIP5 : 그래프화 및 테이블 해석

4. 인지수준과 나이와의 관계

인지수준과 나이와의 두 변수간의 상호 관련성을 알기 위해서 교차분석을 하여 카이스퀘어(C hisquare)분석을 하여 알아 보았다. 결과는 다음 〈표 4〉와 같다. 〈표 4〉에서 보면 유의도가 0.01 수준에서 인지수준과 나이와의 상호관련성이 있음을 의미한다. 즉 나이에 따라 인지수준이 달라짐을 알수 있다. 이는 Piaget의 사고발달단계이론에 의하면 13~15세 에 대부분 형식적 조작단계에 있어야하나 사실은 그 보다 2~3년 지연된 좁은 시간 간격을 두고 서로 인지수준과 나이와의 상호관련성이 있음을 알수 있다.

〈표 4〉 인지수준과 나이와의 상호교차 분석

나이	A	B	C	D	ROW TOTAL
수준 인지					
구 체 적	2	23	35		60
조 작 기					118.8
전 이 단 계		91	82	2	175
형 식 적					34.4
조 작 기		147	126	1	274
COLUMN	2	261	243	3	50.9
TOTAL	.4	51.3	47.7	.6	100.0
Chi-Square	D.F		Significance		
	20.3586		6		.0024

A:76.9.1이상 B:75.9.1~76.8.30
C:74.9.1~75.8.30 D:74.9.1이하

5. 인지수준에 따른 논리적 사고력과 탐구 기능 요소의 남여별 차이

먼저 인지수준을 고려하지 않고 논리적 사고력과 탐구기능 사이에 남여별 즉 두개의 독립된 표본 평균간의 차이를 검증하여 통계적으로 유의미한 차이를 보이는가를 위해 t-test를 실시한 결과 〈표 5〉, 〈표 6〉과 같다.

〈표 5〉 과학 탐구기능의 남여별 차이 검증

통계치 성별	표본수	평 균	표준편차	표준오차
남	251	50.83	9.82	0.62
여	298	49.21	10.12	0.63
F값	유의도	t값	자유도	유의도
1.06	0.641	1.84	507	0.066

〈표 6〉 논리적 사고력의 남여별 차이 검증

통계치 성별	표본수	평 균	표준편차	표준오차
남	251	51.98	9.34	0.59
여	258	48.04	10.26	0.64
F값	유의도	t값	자유도	유의도
1.21	0.13	4.53	507	0.000

〈표 5〉와 〈표 6〉에서 과학탐구기능의 남여별 차이는 t-검증의 결과 유의도가 0.066(>0.05)으로써 남여

간의 평균의 차는 통계적으로 유의한 차를 보이지 않으나, 논리적 사고력의 남녀별 차이는 t-검증결과 유의도가 0.000(<0.05)으로써 통계적으로 유의한 차이를 보이고 있다. 즉 논리적 사고력은 남녀간에 유의한 차이를 보이지만 과학탐구기능의 남녀간의 유의한 차이는 보이지 않는다. 각 발달단계별로 성별에 따른 유의미한 차이가 있는가를 알아보기 위해서 인지수준별로 과학탐구기능과 논리적 사고기능의 t-검증결과를 다음의 <표 7>과 <표 8>에 나타나 있다.

<표 7> 인지수준에 따른 과학탐구기능의 남녀별 차이검증

인지수준	구체적 조작기		전이단계		형식적 조작기	
	남	여	남	여	남	여
표본수	19	41	76	99	156	118
평균	42.94	38.05	47.86	48.27	53.24	53.85
표준편차	9.83	10.26	9.54	8.31	9.09	8.05
표준오차	2.26	1.60	1.09	0.84	0.73	0.74
t값	1.74		-0.30		-0.58	
자유도	58		173		272	
유의도	0.087		0.761		0.561	

<표 8> 인지수준에 따른 논리적 사고력의 남녀별 차이검증

인지수준	구체적 조작기		전이 단계		형식적 조작기	
	남	여	남	여	남	여
표본수	19	41	76	99	156	118
평균	32.09	30.95	44.35	44.39	58.11	57.02
표준편차	3.48	4.39	3.57	3.66	4.27	4.29
표준오차	0.79	0.69	0.41	0.37	0.34	0.39
t값	0.99		-0.08		2.09	
자유도	58		173		272	
유의도	0.328		0.936		0.038	

인지수준에 따른 각 단계별 과학탐구기능의 성별 차이는 인지수준을 고려하지 않은 전체적인 성별 차이검증 <표 5>와 마찬가지로 <표 7>도 통계적으로 유의미한 차이가 없는 결과를 보여준다. 그러나 <표 6>에서와 같이 전체적인 논리적 사고력에서 성별 차이는 통계적으로 유의미한 차이가 있었다. 이를 밝히기위해 <표 8>과 비교해보면 구체적 조작기와 전이단계에서는 성별에 따른 표본 평균간의 유의미한 차이가 없으나 형식적조작단계에는 성별에 따른 표

본 평균간의 차이가 통계적으로 유의도가 0.038(<0.05)로서 유의미한 차이를 보인다. 이는 구체적조작기나 전이단계보다는 형식적조작단계에 이르면 남녀간의 성별에 따른 논리적 사고력에 많은 차이가 있음을 시사해준다고 볼 수 있다.

V. 결론 및 제언

본 연구의 목적은 논리적 사고력과 과학탐구기능 사이의 전체적인 상관관계와 그들사이의 하위논리별 상관관계를 규명하고 인지발달단계별로, 남녀별로, 나이별로, 유의미한 차이를 보이는 가를 규명하기위해서 전술한 다섯가지의 연구문제 설정에 대한 결론은 다음과 같다.

- ① 교고생의 인지발달수준은 표본의 53.8%가 형식적조작단계, 34.4%가 전이단계, 11.8%가 구체적 조작단계에 있음이 밝혀졌다. 이는 Piaget 인지발달론과는 어느 정도 차이가 나는 결과로서 인지발달론의 주장과는 2~3년 늦은 발달수준을 보인다.
 - ② 인지발달수준에 따른 탐구기능요소의 성취도는 인지발달수준이 상위단계로 진행될수록 전체적인 과학탐구기능뿐만아니라 그들의 하위기능요소들도 예외없이 모두 증가한다. 순서는 가설 설정, 조작적 정의, 변인조절, 실험설계, 그래프화 및 데이터 해석순으로 증가한다.
 - ③ 논리적 사고력과 탐구기능사이의 전체적인 상관관계는 $r=0.49(p=0.001$ 수준)로 통계적으로 유의미한 상관관계를 갖고있으며 논리적 사고력의 하위논리인 상관논리와 관련된 몇몇 요소를 제외한 나머지 모두가 통계적으로 유의미한 상관관계를 갖고있다.
 - ④ 인지수준과 나이와는 통계적으로 유의미한 관련성이 있다. 이는 곧 나이폭이 좁은 표본에서도 이와같은 결론이 나오는 것은 하위수준에서 상위수준으로의 인지 발달이 활발하게 전이하고 있음을 알 수 있다.
 - ⑤ 인지수준에 따른 논리적 사고력의 성별차이는 형식적 조작단계에서 유의미한 차이를 보였으며 그 이하단계에서는 차이가 없었다. 인지수준에 따른 과학탐구기능의 성별차이는 모든 인지수준에서 의미있는 차이를 보이지않았다.
- 상술의 연구 목적에 상응하는 다섯가지 연구 결과

로부터 몇가지 제언을 하고자한다.

- ① 논리적 사고력과 과학탐구기능사이의 유의미한 상호관련성으로부터 둘사이에는 어떤 형태의 위계적 관련성이 있는가를 규명하여 이들 사이의 인과관계를 밝히는 것이 중요하다.
- ② 하위수준의 과학 탐구 기능이나 논리적 사고력이 상위수준의 과학 탐구 기능이나 논리적 사고력습득에 얼마나 도움이 되는가를 규명하고, 어떤 형태의 교수학습이 그와같은 전이에 효과적인가를 밝히는 것이 중요하다.
- ③ 증진된 탐구기능은 증진된 논리적 사고력에 기인하는가? 혹은 그 반대인가를 규명하는 것이 앞으로의 연구 과제라 할 수 있다.

참 고 문 헌

- Allen, L. (1973). An examination of the ability of third grade children from the Science Curriculum Improvement Study to identify experimental variables and to recognize change. *Science Education*, 57, 135~151.
- Baird, W.E., and Borich, G.D. (1987). Validity considerations for research on intergrated science process skills and formal reasoning ability. *Science Education*, 71, 256~269.
- Boyer, J., and Linn, M. (1978). Effectiveness of Science Curriculum Improvement Study in teaching scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 15, 209~219.
- Funk, H.J., Okey, J.R., Fiel, R.L., Jaus, H.H., and Sprague, C.S.(1979). *Learning Science process skills*. Kendall / Hunt publishing company.
- Gagné, R.M.(1965). The psychological basis of Science - a Process Approach. AAAS miscellanous publication. 65~68.
- Lawson, A.E., Nordland, F.H., and Devito, A.(1975) A relationship of formal reasoning to achivement, aptitudes and attitudes in preservice teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 12, 423~441.
- Linn, M., and Thier, H.(1975). The effect of experimental science on development of logical thinking in children. *Journal of Research in Science Teaching*, 12, 49~62.
- Moliter, L.L., and George, K.D.(1976). Development of a test of science procee skills. *Journal of Research in Science Teaching*, 13, 405~412.
- Okey, J.R.(1972). Goals for the high school science curriculum. *Bulletin of the National Association of Science School Principals*. 56, 57~58.
- Padilla, M.J.(1980). Science activities - for thinking. *School Science and Mathematics*. 80, 601~608.
- Raven, R.J., and Calvey, H.(1977). Achievement on a test of Piaget's operational comprehension as a function of a process oriented elementary school science program. *Science Education*. 61, 159~166.
- Takemura, S.(1989). A study of cognitive skills and other related factors in science education. Reseach project report. NO : 61450098.
- Tobin, K.G., and Capie, W. (1982). Relationships between formal reasoning ability, locus of control, academic engagement and integrated process skill achivement. *Journal of Research in Science Teaching*,19,113~121.
- Tobin, K.G., and Capie, W.(1983). Development and Validation of a group test of integrated science processes. *Journal of Research in Science Teaching*, 19, 133~141.
- Webber, M., and Renner, J.(1972). How effective is the SCIS program. *School Science and Methematics*. 72, 729~734.
- Wood, D.A.(1974). The Piaget-Process Matrix. *School Science and Mathematics*. 4, 407~472.
- Yeany, R.H., Yap, K.C., and Padilla, M.J.,(1986). Analyzing hierarchical relationships among modes on cognitive reasoning and integrated science process skills. *Journal of Research in Science Teaching*, 3 (4), 277~291.
- Yap,C.H., and Yeany, R.H.(1988). Validation of hierarchical relationships among Piagetian cognitive modes and integrated science process skills for different cognitive reasoning levels. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(4), 247~281.

ABSTRACT

Relationships between Piagetian Cognitive Modes and Integrated Science Process Skills for High School Students

Cheong-Hwan Lim, Jin-Woo Jeong
(Korea National University of Education)

The purpose of this study is to investigate the interrelationships on integrated science process skills and Piagetian cognitive modes for high school students according to the different cognitive reasoning levels.

About 509 high school students were randomly selected for the samples of this study. They were identified as concrete, transitional and formal operational stage with the scores of GALT(Group Assessment of Logical Thinking) developed by Roadrangka, Yeaney and Padilla(1982), and TIPS II(Test of Integrated Process Skills) developed by Burns, Wise and Okey(1983).

The result of this study were showed that about 11.8% of the samples were in the concrete operational stage and about 24.4% of the samples were in the transitional stage, while about 63.8% of them were in the formal operational stage. It was also found that the achievement scores of the science process skills increase in accordance with the cognitive reasoning levels. The value of the correlation coefficient between science process skills and cognitive reasoning abilities was 0.49, which was significant at the 0.05 level.

This finding seems to support previous research that the student's cognitive reasoning abilities appeared to have influenced student's scores of the science process skills

No differences to the logical reasoning ability between male and female students according to each cognitive level were found except formal operational stage.