

과학교육 연구에 사용된 GALT 원본과 축소본에 대한 조사 연구

강순희 · 노정원 · 박종윤

(이화여자대학교)

A Comparative Analysis of the GALT Full Version and Short Version Used in the Science Education Researches

Soonhee Kang · Jeong-Won Noh · Jong-Yoon Park

(Ewha Womans University)

ABSTRACT

This study is based upon the survey for the GALT(Group Assessment of Logical Thinking) full version and short version used in the science education researches for investigating the cognitive levels of students in secondary schools. The main discussions include the annual trends of two GALT versions appeared in the research papers, the distributions of the students' cognitive levels obtained by two GALT versions, the purposes of the GALT used in the researches, and the results of two GALT versions applied to the same group of high school students. The summarized results are as follows.

The frequency of the GALT short version used in the research papers has been increased recently relative to that of the full version.

For the same grade students, the fraction of students in the formal operational cognitive level obtained from the GALT short version was always bigger than those obtained from the full version.

The purposes of the GALT employed in the researches are classified into two groups. One group includes the papers in which the subjects were subgrouped into three cognitive levels from GALT results and it was used as an independent variable to analyze the dependent variable. In this case, the analyzed results might be altered depending on the version of GALT used. The other one includes the papers in which the GALT results were used as a covariable or the GALT scores were used directly without subgrouping the subjects by cognitive levels. For this group, the research results would not depend on the GALT version.

When both of the GALT versions were tested on the same group of students with two months interval, the fraction of formal operational level obtained from the short version was bigger than that obtained from the full version.

Key words : GALT full version, GALT short version, cognitive level.

I. 서 론

우리 나라의 교육과정은 학문중심 교육과정에서 인간 중심 교육과정으로 변화되면서 학습자의 사전 개념, 인지 발달 수준, 문제해결 능력 등이 교육관련 연구에서 매우 중요시되고 있다. 본 연구에서는 인지론적 입장에서 학습자의 인지수준을 파악하는데 많이 사용되고 있는 논리적 사고력 검사지(GALT: The Group Assessment of Logical Thinking)의 사용 현황과 그 문제점에 대하여 알아보고자 한다.

로드랑카 등(Roadrangka *et al.*, 1983)은 학습자의 인지수준을 측정하는 한 방법으로 지필 평가 형식의 논리적 사고력 검사지를 개발하였다. 이 검사지는 6개의 하위논리를 포함하고 있는 총 21개 문항으로 구성되어 있는데 임상면담법에 비하여 짧은 시간 동안에 많은 학생들을 대상으로 인지수준을 파악할 수 있으며 신뢰도와 타당도가 좋은 검사 도구로 알려져 있다. 이러한 장점 때문에 현재까지 학습자의 인지수준 조사를 목적으로 한 연구에서 뿐만 아니라 학습자가 가지고 있는 오개념 조사나 학습전략의 개발, 교과서 인지요구도 조사, 탐구 기능이나 학업성취도 등 다른 요인들과 인지수준과의 상관관계를 알아보고자 하는 연구들에서도 GALT 검사지가 많이 사용되어 왔다(본 연구에서 조사된 것만도 99편임). 로드랑카 등(Roadrangka *et al.*, 1983)은 21문항의 GALT 검사지 완본의 사용과 함께 시간 부족 등의 제약이 있을 경우에는 하위범주인 6가지의 논리유형별로 2문항씩을 선정하여 12문항으로 줄인 축소본을 사용해도 좋다고 제안하였다.

우리 나라에 GALT 검사지가 처음 도입된 것은 최영준 등(1985)의 연구이며, 21문항의 GALT 완본 검사지를 번역하여 사용하였는데 그 후 많은 연구에서 이 검사지를 사용하게 되었다. 아울러 12문항의 GALT 축소본 검사지도 1987년에 권재술 등(1987)이 사용하기 시작하여 현재는 21문항 GALT 완본과 함께 12문항 축소본도 여러 연구자들에 의해 사용되고 있다. 그런데 여러 논문의 결과들을 비교해 보면 GALT 완본을 적용한 학습자들의 인지 발달 수준과 축소본을 적용한 인지 발달 수준이 같은 학년에서도 크게 차이가 있음이 드러나고 있다.

이와 같이 사용된 GALT version에 따른 인지수준의 차이는 연구 결과에 아무런 영향을 미치지 않을 수도 있으나 연구 결과의 해석을 왜곡시킬 수도 있는데, 이는 GALT 검사지로 측정된 학습자의 인지수준이 그 연구

에서 어떤 용도로 사용되었는가에 의존한다. 즉, 단 두 집단간의 차이를 보정하는 데만 인지수준 검사의 결과를 사용했다면 완본과 축소본 중 어느 것을 사용하였더라도 그 결과의 해석에는 아무런 영향을 미치지 않을 수 있다. 반면 학습자의 인지수준별로 연구 결과를 해석하였다면 그것은 연구 결과를 달라지게 할 수 있기 때문에 중요한 문제가 된다.

따라서 본 연구에서는 완본과 축소본을 사용한 연구들을 조사하여 완본과 축소본의 사용에 따른 학생들의 인지 수준 조사 결과가 얼마나 상이한가를 알아보고, 인지수준 조사 결과가 그 연구에서 어떤 용도로 사용되었는가를 알아봄으로써 이러한 연구 결과들을 비교하고 해석하는데 있어서 유의할 점들을 제시하고자 한다.

이러한 연구 목적을 달성하기 위하여 조사할 연구 문제는 다음과 같다.

- 1) 여러 종류의 국내 문헌과 국외 문헌에서 GALT 완본과 축소본의 연도별 사용 현황은 어떠한가?
- 2) 여러 연구 논문에서 중·고등학교 학생들을 대상으로 GALT 완본과 축소본을 사용했을 때 나타나는 인지 수준 분포의 차이는 어떠한가?
- 3) GALT 검사지로 측정된 인지 발달 수준은 여러 연구 논문에서 어떤 용도로 사용되었는가? 그리고 GALT 완본과 축소본을 사용했을 때 인지 수준 분포에 차이가 있다면, 어떤 용도로 사용된 연구에서 연구 결과의 해석에 영향을 미치는가?
- 4) 같은 집단에게 같은 시간동안 GALT 완본과 축소본을 적용하였을 때에도 완본과 축소본에 따라 학생들의 인지 수준 조사 결과에 차이가 나타나는가?

II. 연구 방법

GALT 완본과 축소본의 연도별 사용 현황을 알아보기 위하여 과학교육 관련 연구에서 GALT 검사지가 사용된 문헌들을 조사하여 어떤 version의 GALT 검사지가 사용되었는지 분류하고, 이를 문헌이 발표된 연도별로 정리하여 GALT 완본과 축소본의 연도별 사용 추이를 알아보았다. 조사의 범위는 국내 문헌으로는 한국과학교육학회지, 물리교육, 화학교육, 한국생물교육학회지, 한국지구과학회지의 5종 학회지와 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문으로 국한하였고, 국외 문헌으로는 JRST(The Journal of Research in Science Teaching)와 JCE(The Journal of Chemical Edu-

cation)로 국한하였다. 국내학회지 5종은 우리 나라에 GALT가 처음 도입된 1985년부터 1997년 중반까지 조사하였고, 이화여자대학교 학위논문은 1985년 이후부터 1997년 하기 졸업 논문까지 조사하였다. 그리고 JRST는 1986년부터 1997년까지, JCE는 로드랑카 등이 GALT를 개발한 1983년부터 1996년까지 조사하였다.

사용된 GALT version에 따른 중학교와 고등학교 학생들의 인지 수준 분포를 비교해 보기 위해서는 5종의 국내 학회지에 실린 논문들과 이화여자대학교 교육대학원 학위논문들에 대하여 연구 대상 부분과 연구 결과 부분을 조사하여 학년별로 인지 수준 분포 비율을 비교하였다.

GALT 검사 결과의 사용용도 분석을 위해서는 각 연구 논문의 연구 내용과 자료 분석 방법을 조사하여 사용 용도별로 분류하였다. 이 내용을 조사한 이유는 GALT 완본과 축소본을 사용함에 따라 나타나는 인지 수준 분포의 차이가 그것이 사용되는 용도에 따라 결과 해석에 중요할 수도 있고 그렇지 않을 수도 있기 때문이다. 따라서 각 연구에서 GALT 검사지의 용도를 분류할 때 GALT 완본과 축소본을 사용할 때 차이 나는 인지 수준의 분포가 결과 해석에 중요한지 않은지에 중점을 두었다.

동일 대상에 대하여 GALT version에 따른 인지수준

에 차이가 나타나는가를 알아보기 위하여 서울 강남지역에 위치한 C여자고등학교 2학년 2개 반을 선정하여 소규모로 검사를 실시하였다. 기억 효과를 최소화하기 위하여 2개월의 간격을 두고 완본과 축소본을 적용하였으며, 적용 순서에 따른 효과를 배제하기 위하여 A반은 완본을 먼저 축소본을 나중에 적용하였고, B반은 그 반대의 순서로 적용하였다. 검사 시간은 모두 50분으로 하였고, 검사 시기는 1996년 12월과 1997년 2월이었다.

Ⅲ. 연구 결과 및 고찰

1. GALT 완본과 축소본의 연도별 사용 현황

국내에서 발표된 과학교육 연구논문에 쓰인 GALT 완본과 축소본의 연도별 사용 빈도 수를 국내 5종 학회지와 이화여자대학교 학위 논문별로 Table 1에 정리하였다.

Table 1에서 나타난 바와 같이 1985년부터 1997년까지 5종의 국내 학회지와 이화여자대학교 학위논문에서 GALT 검사지를 사용한 총 논문 편수는 87편(참고문헌 1~87)이다. 이 중에서 GALT 완본을 사용한 논문은 47편이고 GALT 축소본을 사용한 논문은 40편으로서 GALT 완본을 사용한 논문이 조금 더 많음을 알 수 있

Table 1 Frequencies of the GALT full version and short version appeared in the domestic researches

Journal	GALT version	Year															Sub total		Total
		85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	full	short			
J. Korean Assoc. Res. Sci. Ed.	full	1		1				2	2				1		2	9		28	
	short			1				1	1	1	2	3	3	7		19			
Mulli Kyoyuk Physics Education	full										1					1		6	
	short				1		1		2					1		5			
Chemical Education	full			2		1		1	1	1	2				5	13		15	
	short													1	1	2			
J. Korean Biological Ed.	full														1	1		3	
	short														2	2			
J. Korean Earth Sci. Ed. Soc.	full							1							1	2		7	
	short									1	1	2	1			5			
Ewha Univ. Theses	full				1			4	7	6			3			21		28	
	short									1			6			7			
Total	full	1		3	1	1		8	10	7	3	5	6	2	47			87	
	short			1	1		1	1	4	2	5	4	12	9	40				

Table 2 Frequencies of the GALT full version and short version appeared in JRST and JCE

Journal	GALT version	Year											Sub total		Total	
		86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	full		short
JRST	full							1	1					2		
	short	1		1		2	1	1	1				1	1		9
JCE	full															
	short							1								1
Total	full							1	1					2		
	short	1		1		2	1	1	2				1	1		10

다. 그리고 연도별 사용 빈도를 보면 최근으로 올수록 GALT 축소본을 더 많이 사용하는 경향이 있음을 알 수 있다.

외국의 과학 교육 연구에 쓰인 GALT 검사지의 현황은 JRST와 JCE만 조사하였는데 그 결과를 Table 2에 제시하였다.

JRST에는 1986년부터 1997년까지 총 11편(참고문헌 88, 89, 91~96, 98~100)의 논문이 GALT 검사지를 사용하여 연구한 것으로 조사되었다. 이 중 9편은 GALT 축소본을 사용하였고 나머지 2편은 GALT 완본을 사용하였다. JCE에서는 93년의 연구 논문 1편(참고문헌 90)에 GALT 축소본이 사용된 것으로 조사되었다.

2. GALT version에 따른 중등학교 학생들의 인지 수준 분포 비교

5종의 국내 학회지와 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문에서 GALT 검사지가 사용된 논문 총 87편(Table 1)을 조사하여 학습자의 인지 수준 분포를 알아 보았다. 본 연구에서는 우리나라 중등학생의 인지 수준 분포 내용을 고찰하는 데 목적을 두고 있으므로 JRST와 JCE에서 조사된 논문들은 분석에서 제외하였다. 87편의 논문 중에서 인지 수준을 구분한 논문은 66편이었는데 이 중에서 62편의 논문들은 학습자의 인지 수준을 구체적 조작기와 과도기 및 형식적 조작기로 구분하여 결과를 보여주고 있다. 그러나 나머지 4편은 학습자의 인지 수준을 형식적 조작기와 비형식적 조작기로 구분하였기 때문에 다른 논문들의 결과와 직접적으로 비교하기 어려우므로 분석 대상에서 제외하였다.

Table 3은 여러 논문에서 중학교 학생들을 대상으로 조사한 인지 수준 분포를 학년별 및 GALT version별로 비교한 것이다. 조사된 논문의 수가 많으므로 형식적

조작기의 비율에 중점을 두고 논의하기 위하여 형식적 조작기로 분류된 학생의 비율이 낮은 것부터 차례대로 제시하였다.

Table 3의 결과는 조사된 학생들의 인지 수준 분포가 사용된 GALT version에 따라 크게 차이가 있음을 보여준다. GALT version별로 나타난 중학교 1학년 학생들의 인지 수준을 비교해 보면 GALT 완본을 사용한 결과는 형식적 조작기의 학생이 0%에서 3.8%의 범위로 조사되었으나, GALT 축소본을 사용한 결과는 9.3%부터 31.0%까지의 범위로 조사되었다. 즉 중학교 1학년의 경우 GALT 완본을 사용하여 학습자의 인지 수준을 조사한 논문 중 형식적 조작기의 비율이 가장 높게(3.8%) 조사된 경우보다 GALT 축소본을 사용하여 조사한 형식적 조작기의 비율이 훨씬 높은 범위(9.3~31.0%)에서 나타나고 있다. 그리고 중학교 2학년의 결과에서도 완본을 사용했을 때는 형식적 조작기의 수준이 3.0~8.7%이었는데 축소본을 사용한 경우에는 그 비율이 9.0~31.4%로 나타났다. 또한 3학년의 결과에서도 완본을 사용했을 때 7.4~17.7%이던 형식적 조작기의 비율이 축소본을 사용하면 23.3~34.5%로 더 높게 나타났다. 즉 GALT 검사지를 사용하여 측정된 인지 수준이 완본을 사용할 때는 낮게 측정되고 축소본을 사용할 때는 높게 측정되는 결과가 전학년에 걸쳐 나타나고 있음을 알 수 있다.

다음의 Table 4는 여러 논문에 나타난 고등학교 학생들의 학년별 및 GALT version별 인지 수준 분포를 비교한 것이다. 고등학교 2학년 학생들은 논문에 따라서 인문계와 자연계로 구분된 경우도 있고 구분 없이 전체를 대상으로 한 경우도 있어 인문계, 자연계, 미분류의 3가지로 구분하여 제시하였다.

Table 4에서 GALT version별로 나타난 고등학교 1학년 학생들의 인지 수준을 비교해 보면 GALT 완본을

Table 3 Cognitive level distributions of middle school students obtained from the GALT full version and short version

Grade	GALT version (number)	Cognitive level (%)			Reference number (year)
		Concrete	Transitional	Formal	
7th	full (9)	78.7	21.3	0	12(1992)
		85.3	13.7	1.0	38(1996)
		61.8	36.5	1.9	67(1993)
		74.0	23.8	2.2	76,82(1987)
		66.2	31.3	2.5	87(1991)
		73.0	24.0	3.0	80(1992)
		68.0	29.0	3.0	84(1985)
		64.1	32.9	3.0	8(1993)
	60.6	35.6	3.8	3(1994)	
	short (6)	59.0	31.7	9.3	53(1988)
		60.0	30.0	10.0	45(1994)
		41.7	44.4	13.9	1(1996)
		47.2	37.1	15.7	49(1996)
		34.0	37.3	28.7	31(1996)
33.3		35.7	31.0	28(1997)	
8th	full (3)	64.0	33.0	3.0	84(1985)
		68.1	28.5	3.4	82(1987)
		44.2	47.1	8.7	2(1996)
	short (5)	47.0	44.0	9.0	52(1995)
		50.0	39.0	11.0	45(1994)
		53.4	33.1	13.6	53(1988)
		25.2	56.6	18.2	16(1996)
		28.9	39.7	31.4	74(1994)
		55.5	37.1	7.4	82(1987)
9th	full (4)	37.0	50.0	13.0	84(1985)
		31.1	52.3	16.6	2(1996)
		34.7	47.6	17.7	69(1993)
		37.5	39.2	23.3	5(1996)
	short (4)	24.1	48.4	27.5	18(1996)
		21.0	47.0	32.0	45(1994)
		27.5	38.0	34.5	53(1988)

사용한 결과는 형식적 조작기의 학생이 5.7%에서 29.7%의 범위로 조사되었으나 GALT 축소본을 사용한 결과는 34.0%부터 53.8%까지의 범위로 조사되었다. 고등학교 2학년 문과의 경우에도 GALT 원본을 사용한 경우에는 형식적 조작기의 학생이 12.0~29.3%이고, GALT 축소본을 사용한 경우에는 46.3%로 나타났다. 고등

학교 2학년 이과도 마찬가지로 형식적 조작기의 학생 비율이 원본을 사용한 경우는 28.0~49.5%, 축소본을 사용한 경우는 57.1~70.8%로 나타나 GALT version 별로 형식적 조작기 학생의 분포 비율이 상당히 다르고, 같은 version을 사용한 경우에도 검사 대상에 따라 많은 차이가 있음을 알 수 있다. 그리고 중학교의 경우와

Table 4 Cognitive level distributions of high school students obtained from the GALT full version and short version

Grade	GALT version (number)	cognitive level (%)			Reference number (year)
		Concrete	Transitional	Formal	
10th	full(3)	58.1	36.2	5.7	76(1987)
		25.0	52.0	23.0	84(1985)
		14.7	55.6	29.7	32(1987)
	short (3)	17.0	49.0	34.0	52(1995)
		19.8	37.6	42.6	49(1996)
		11.8	34.4	53.8	63(1991)
11th (Humanity major)	full (4)	39.0	49.0	12.0	84(1985)
		33.0	47.0	20.0	55(1992)
		18.7	57.0	24.3	37(1996)
		14.6	56.1	29.3	56(1991)
	short(1)	10.7	43.0	46.3	68(1996)
11th (Natural science major)	full (3)	42.0	30.0	28.0	84(1985)
		10.5	55.3	34.2	39(1993)
		3.7	46.8	49.5	77(1996)
	short (5)	10.1	32.8	57.1	51(1993)
		6.4	35.5	58.1	6(1992)
		6.2	33.5	60.3	36(1996)
		1.0	30.0	69.0	27(1996)
	2.2	27.0	70.8	81(1997)	
11th (Not classified)	full (6)	38.2	55.5	6.4	40(1992)
		42.1	51.4	6.5	76(1987)
		21.0	72.4	6.6	34(1992)
		11.9	47.5	40.6	83(1993)
		7.0	40.0	53.0	10(1992)
	2.0	40.9	57.1	78(1996)	
	short (3)	36.4	56.3	7.3	15(1995)
	15.0	40.0	45.0	52(1995)	
12th	full (2)	4.1	33.1	62.8	48(1996)
		33.0	47.6	19.4	72(1994)
		5.5	49.6	44.9	72(1994)

같이 고등학교에서도 GALT 완본으로 조사된 형식적 조작기의 비율이 모두 GALT 축소본으로 조사된 형식적 조작기의 비율보다 낮음을 알 수 있다. 미분류된 고등학교 2학년의 경우에는 GALT version 별로는 형식적 조작기 학생의 비율 범위의 상한과 하한에 큰 차이는 없으나, 두 GALT version 모두 상한과 하한 값의 범위

가 넓게 나타나 검사 대상에 따라 같은 학년에서도 인지 수준 분포 비율이 상당히 다를 수 있다. 이와 같은 결과가 나타난 것은 미분류된 고등학교 2학년들의 검사 대상에는 문과와 이과의 인문계 학생들뿐만 아니라 실업계와 산업체 부설학급 학생들까지 포함되어 있기 때문이다.

3. GALT 검사 결과의 사용용도 분석

앞에서 조사한 총 87편의 국내 과학교육 연구논문에 대해 연구 방법과 연구 결과 부분을 확인하여 GALT 검사지가 사용된 용도를 조사하였다. 논문에 따라서는 GALT 검사지가 결과 해석에 어떻게 사용되었는지 정확히 드러나지 않은 경우도 있었는데, 이런 경우에는 통계처리나 결과를 해석하는 방법에 근거하여 분류하였다. GALT 검사 결과의 사용 용도에 따른 분류를 위하여 다음과 같이 각 논문들을 크게 두 범주(A, B)로 구분하였고, 이를 다시 세분화하였다.

- A : 두 집단간 차이를 보정하기 위해 공변인 용도로 사용된 경우
 - A.1 : 인지수준을 구분하지 않고 GALT 점수를 직접 사용한 경우
 - A.2 : 인지수준을 구분한 경우
- B : 공변인 이외의 용도로 사용된 경우
 - B.1 : 동일집단의 근거 자료로 사용된 경우
 - B.1.1 : 인지수준을 구분하지 않고 GALT 점수를 직접 사용한 경우
 - B.1.2 : 인지수준을 구분한 경우
 - B.2 : 독립변인 용도로 사용된 경우
 - B.2.1 : 인지수준을 구분하지 않고 GALT 점수를 직접 사용한 경우
 - B.2.2 : 인지수준을 구분한 경우
 - B.2.2.1 : 수업처치 효과 비교
 - B.2.2.2 : 다른 조사자료와의 관계
 - B.2.2.3 : 문제해결 능력 비교
 - B.2.2.4 : 개념형성 정도 비교
 - B.2.2.5 : 교과 내용의 인지 요구도와와의 비교
 - B.3 : 인지수준 조사가 목적인 경우

A 범주에 해당하는 논문들은 두 집단간의 차이를 보정하기 위하여 GALT 검사지의 점수가 공변인으로 사용된 논문들이다. A 범주에 속하는 논문 중에는 연구 결과를 해석할 때 학습자의 인지 수준을 구분하지 않은 경우(A.1)와 인지 수준을 구분한 경우(A.2)가 있어 이를 다시 하위 범주로 세분화하였다. A.1 범주는 인지 수준을 구분하지 않고 단지 GALT 검사지의 총점을 사용하여 통계 처리한 경우이고, A.2 범주는 학습자의 인지 수준을 구분하여 인지 수준별 결과를 공변인으로만 사

용한 경우이다.

B 범주에 속하는 논문들은 공변인 이외의 용도로 사용된 논문들로서 여기에서는 GALT 검사지의 검사 결과가 두 집단의 동질성을 확인하는 자료로 사용된 경우(B.1), 학습자의 인지 수준이 독립변인으로 사용된 경우(B.2), 학습자의 인지 수준만을 조사하기 위하여 GALT 검사지가 사용된 경우(B.3)의 세 하위 범주로 구분하였다. 동질성 확인의 자료로 사용된 B.1 범주는 다시 학습자의 인지 수준을 구분하지 않고 GALT 검사지의 평균점수로 비교한 경우(B.1.1)와 인지 수준을 구분하여 그 비율로 두 집단을 비교한 경우(B.1.2)로 구분하였다.

GALT 검사지의 결과가 독립변인으로 사용된 경우(B.2)에 해당하는 논문들은 주로 학습자의 인지 수준에 따라서 연구 결과를 비교 분석하는 논문들이다. B.2 범주도 학습자의 인지 수준을 따로 구분하지 않고 총점이나 맞은 개수에 따라 통계 처리하여 해석한 경우(B.2.1)와 GALT 검사지의 결과를 인지 수준별로 나누어 해석한 경우(B.2.2)가 있어 다시 하위범주로 세분화하였다. 그리고 이 중에서 B.2.2 범주인 인지 수준별로 연구 결과를 해석한 논문들은 연구 내용에 따라 다시 세분화되었는데 학습자의 인지 수준에 따라 수업처치의 결과를 비교한 내용(B.2.2.1), 인지 수준을 TIPS와 같은 다른 조사자료의 결과와 비교한 내용(B.2.2.2), 인지 수준에 따라 문제해결능력이나 개념형성 정도의 차이를 본 내용(B.2.2.3, B.2.2.4), 그리고 교과내용의 인지 요구도와 학생들의 인지 수준을 비교하는 내용(B.2.2.5)으로 나누었다. 그 외에 B.3 범주에 속하는 논문들은 학습자의 인지 수준을 측정하는 것이 주된 연구 내용인 논문들이다.

이와 같이 분류된 각 범주에 해당하는 논문의 편수는 사용된 GALT version 별로 Table 5에 나타내었다. 한 논문에서 GALT 검사 결과가 두 가지 이상의 용도로 사용된 경우에는 중복해서 표시하였기 때문에 총 논문 편수는 87편보다 많게 나타났다.

각 범주에 속하는 논문 편수를 살펴보면 GALT 원본을 사용한 경우는 A 범주에서 5편, B 범주에서 48편으로 나타나 총 53편이었다. GALT 축소본의 경우에는 A 범주에서 3편, B 범주에서 42편이 사용되어 총 45편으로 나타났다.

Table 5에서 음영으로 처리된 부분(A.1, A.2, B.1.1, B.1.2, B.2.1)과 그렇지 않은 부분(B.2.2.1, B.2.2.2, B.2.2.3, B.2.2.4, B.2.2.5, B.3)으로 나눈 이유는 다음과

Table 5 Number of papers classified by the purpose of the GALT employed in the research (some papers are multiply cited)

Code of purpose classified		Number of paper			
		Full version	Short version		
A	A.1	3	3		
	A.2	2			
B	B.1	B.1.1	2	1	
		B.1.2	8		
	B.2	B.2.1	3	7	
		B.2.2	B.2.2.1	4	3
		B.2.2.2		7	
		B.2.2.3		7	
		B.2.2.4		1	4
B.2.2.5		17	5		
B.3		6	8		
Total		53	45		

같다.

첫 번째, 음영으로 처리된 범주들은 GALT 검사지의 결과를 통계처리하여 두 집단간 차이를 보정하는 경우(A.1, A.2), 두 집단이 동일집단임을 가정하는 데만 GALT 검사지의 결과가 쓰여지는 경우(B.1.1, B.1.2), 그리고 GALT 검사지의 점수와 다른 변인들과의 상관관계로 유의미도를 논의하는 경우(B.2.1)들이다. 위 세 경우는 GALT 완본이나 축소본을 사용했을 때 나타나는 인지 수준의 차이가 연구 결과를 해석하는데 영향을 주지 않거나 영향이 매우 적은 경우들이다. 이 범주들에 속하는 논문은 총 29편으로 완본을 사용한 논문은 18편이고 축소본을 사용한 논문은 11편이다.

GALT 검사의 결과가 공변인의 용도로 사용된 A 범주 중에서 인지 수준을 구별하지 않은 A.1 범주에는 총 6편이 속하였는데 완본을 사용한 논문과 축소본을 사용한 논문이 각 3편씩이었다. 그리고 인지 수준을 구분한 A.2 범주에 해당하는 논문은 2편으로 여기에서 사용된 GALT 검사지는 모두 완본이었다. 또한 두 집단의 동질성을 확인하는데 GALT 검사지의 결과가 사용된 B.1 범주에 속하는 논문 중에서 인지 수준을 구분하지 않은 B.1.1의 논문들은 총 3편이고 이 중 완본의 사용은 2편, 축소본은 1편이었다. B.1 범주 중 인지 수준을 구분한 B.1.2의 경우에 속하는 논문은 8편인데 이들은 모두 완본을 사용한 논문들이다. 그리고 B.2.1의 논

문들은 총 10편으로 이중 완본은 3편이었고, 축소본은 7편이었다.

두 번째, 음영으로 처리되지 않은 부분은 GALT 검사지의 결과에 의하여 조사된 학습자의 인지 수준에 따라 수업처리 결과를 본 경우(B.2.2.1), 다른 조사자료와의 상관관계를 비교한 경우(B.2.2.2), 인지 수준별 문제 해결능력이나 개념형성정도를 비교한 경우(B.2.2.3, B.2.2.4), 그리고 교과내용이 요구하는 인지 요구도와의 관계를 본 경우(B.2.2.5)들이다. 뿐만 아니라 인지 수준을 조사하는 데에만 GALT 검사지가 사용된 경우(B.3)도 이에 포함된다. 음영으로 처리되지 않은 범주들은 음영으로 처리된 범주들과는 그 의미가 크게 다르다. 즉 GALT 완본이나 축소본을 사용한 인지 수준의 차이가 연구 결과를 해석하는데 큰 영향을 미치는 경우들이다. 이 범주에 속하는 논문들은 총 69편으로 이중 완본은 35편이고 축소본은 34편이다.

B.2.2의 범주에 속하는 논문들을 GALT version별로 자세히 살펴보면 다음과 같다. B.2.2.1의 경우에 해당하는 논문은 모두 7편으로 완본과 축소본이 각각 4편과 3편에서 사용되었고 다른 조사자료와의 관계를 본 B.2.2.2 범주의 논문은 7편으로 이들은 모두 축소본을 사용한 논문들이다. 그리고 B.2.2.3에는 완본과 축소본을 사용한 논문이 각각 7편씩이 속하였고, B.2.2.4 범주에서는 GALT 완본이 1편, 축소본이 4편의 논문에서 사용되었으며, 교과내용과 학습자의 인지 수준과의 관계를 비교한 경우인 B.2.2.5 범주는 완본을 사용한 경우가 17편이고 축소본을 사용한 경우가 5편으로 완본의 사용이 월등히 많다. B.3 범주에는 총 14편의 논문이 속한 것으로 조사되었는데 그 중에서 GALT 완본의 사용은 6편, 축소본의 사용은 8편으로 나타났다.

Table 5의 분석 결과는 본 연구의 과제인 GALT 완본과 축소본의 연구 결과를 구별해서 사용해야 하는 이유에 대하여 중요한 의미를 제시해 준다. 왜냐하면 음영으로 처리된 부분에 해당하는 경우들은 GALT version을 다르게 사용했을 경우의 인지 수준 차이가 별로 중요하지 않으나 음영으로 처리되지 않은 부분은 어떤 version의 GALT 검사지를 사용했느냐에 따라 결과 해석 자체가 달라질 수 있기 때문이다. 예를 들어 임의의 두 집단을 선택하여 각각 수업처치를 다르게 한 후 두 집단간 개념변화의 차이를 알아보고자 하는 연구가 있고, 이 연구에서 두 집단의 인지 수준을 GALT 검사지를 이용하여 측정하였다고 가정해 보자. 두 집단간에 나타나는 학습자의 인지 수준 차이를 보정하여 수업처리 전후의

개념변화를 비교할 수도 있고 혹은 학습자의 인지 수준 별로 개념변화 정도를 비교할 수도 있다. 이때 두 집단의 인지 수준 차이를 보정하기 위하여 GALT 검사지의 점수가 사용된다면 원본을 사용한 결과와 축소본을 사용한 결과가 다르다고 할지라도 연구의 결론을 이끌어 내는 데에는 큰 영향을 미치지 않을 것이다. 그러나 학습자의 인지 수준에 따른 개념변화를 논의하려 할 때는 원본과 축소본을 사용함에 따라 학습자의 인지 수준 분포가 다르게 나타나므로 어떤 version의 GALT 검사지를 사용했느냐 하는 것은 자칫 결론 자체가 달라질 수도 있는 문제인 것이다.

4. 동일 대상에 대한 GALT 원본과 축소본의 소규모 적용

앞에서 고찰한 바와 같이 여러 연구 논문에서 GALT 원본을 사용한 경우와 축소본을 사용한 경우, 학생들의 인지수준 분포에 상당한 차이가 있음이 드러났다. 그러나 이러한 비교는 연도 별로 차이가 있고, 지역적으로 다른 학생들을 대상으로 검사한 것이므로 그 차이가 GALT version에 의한 것이 아니라 단지 검사 대상이 다르기 때문에 나타난 것으로 생각할 수도 있다. 따라서 본 연구에서는 동일한 집단을 대상으로 GALT 원본과 축소본을 적용하였을 때 인지수준 조사 결과가 어떻게 나타나는가를 알아보고자 하였다.

이를 위하여 같은 집단에 GALT 원본과 축소본을 2개월의 간격을 두고 적용하였다. 기억에 의한 효과를 상쇄시키기 위하여 한 집단(A반)은 GALT 원본을 먼저 풀고 축소본을 2개월 후에 풀도록 하고, 또 다른 집단(B반)에는 GALT 축소본을 먼저 풀고 원본을 2개월 후에 풀도록 연구를 설계하였다.

A반과 B반에서 측정된 학생들의 인지발달 수준 분포

결과는 Table 6에 제시하였다.

A반은 원본을 먼저 투입하고 2개월 후에 축소본을 투입한 반으로 축소본에 의해 측정된 학생들의 인지발달 수준이 원본에 의한 것보다 더 높게 나타났다. 형식적 조작기의 비율만 살펴보면 먼저 측정한 원본에 의한 결과는 37.5%이고, 나중에 측정한 축소본에 의한 결과는 52.8%로 나타났다. A반의 GALT 원본과 축소본의 결과에 대한 χ^2 검증 결과는 원본과 축소본으로 측정된 인지 수준의 비율에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 그러나 A반의 경우 나중에 푼 축소본의 결과가 더 높으므로 2개월의 간격을 두었음에도 불구하고 기억에 의한 효과가 있다고 생각할 수도 있다.

이러한 해석의 반증을 위하여 B반에는 축소본을 먼저 투입하고 2개월 후에 원본을 투입하였다. B반의 결과를 보면 먼저 투입한 축소본의 결과(형식적 조작기 61.5%)가 나중에 투입한 원본의 결과(형식적 조작기 38.5%)보다 높은 것을 알 수 있다. B반의 GALT 원본과 축소본의 결과에 대한 χ^2 검증 결과도 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다($p < 0.01$).

시간과 집단을 통제하고 기억의 효과가 적은 것으로 가정하여 원본과 축소본을 모두 적용하였을 때 A반과 B반 모두에서 GALT 축소본을 적용한 인지 수준의 결과가 원본을 적용한 결과에 비해 더 높았다. 이러한 원본과 축소본으로 측정된 인지발달 수준의 차이에 대한 결과는 소규모로 적용한 것이어서 일반화시킬 수는 없으나 여러 문헌에서 나타난 결과와 비슷한 경향을 보이고 있음을 알 수 있다. 이와 같은 결과가 나타난 원인 중의 하나는 같은 시간동안 풀어야 하는 문항의 수가 원본은 21문항으로 많고 축소본은 12문항으로 적기 때문이라고 생각할 수 있으며, 이외에 또 다른 원인도 있을 수 있으므로 합당한 원인의 규명을 위해서는 별도의 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

Table 6 Cognitive level distributions obtained from two GALT versions applied to the same groups

Class	Cognitive level	Full version	Short version	χ^2
A (full → short)	formal (%)	37.5	52.8	8.888*
	transitional (%)	51.8	45.3	
	concrete (%)	10.7	1.9	
B (short → full)	formal (%)	38.5	61.5	11.106**
	transitional (%)	53.8	30.8	
	concrete (%)	7.7	7.7	

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

IV. 결론 및 제언

GALT 검사지는 학습자의 인지발달 수준을 집단으로 측정하는데 유용한 도구로 현재 21문항의 완본과 12문항의 축소본이 함께 사용되고 있다. 본 연구는 GALT 완본과 축소본을 사용하여 조사한 학생들의 인지발달 수준의 분포에 차이가 있음을 문제점으로 삼고 이에 대해 여러 측면으로 고찰한 조사 연구이다.

본 연구에서 조사한 결과를 종합하여 내린 결론은 다음과 같다.

- 1) 과학교육에 관련된 연구 논문 중에서 GALT 완본과 축소본의 연도별 사용 현황을 5종의 국내 학회지, 이화여자대학교 교육대학원 학위논문, 2종의 국외 학회지를 대상으로 조사·분석한 결과는 다음과 같다.

첫째, 국내에서 GALT 검사지가 사용된 연구 논문은 총 87편으로 이 중에서 완본은 47편에서 사용되었고 축소본은 40편에서 사용되었으며, 최근으로 올수록 GALT 축소본이 많이 사용되고 있다.

둘째, 국외 학회지 중 JRST와 JCE에서 GALT 검사지를 사용한 논문은 12편으로 이 중 완본은 2편이고 축소본은 10편이다.

셋째, 조사된 논문 총 99편 중 완본은 49편에서, 축소본은 50편에서 사용되어 편수 자체는 비슷하나 최근에는 GALT 축소본이 더 많이 사용되는 경향을 보이고 있다.

- 2) GALT version에 따라 여러 논문에서 나타난 중등학생의 학년별 인지수준 분포 비율을 비교한 결과는 다음과 같다.

첫째, 중학교 1학년의 경우 완본을 사용할 때 형식적 조작기의 비율은 0~3.8%의 범위로 나타났고 축소본을 사용하여 측정한 형식적 조작기의 비율은 9.3~31.0%의 범위로 나타나 축소본으로 측정된 인지 수준이 완본으로 측정된 인지 수준에 비해 훨씬 높다. 중학교 2학년에서도 완본과 축소본으로 측정된 형식적 조작기의 비율이 각각 3.0~8.7%, 9.0~31.4%로 축소본으로 측정된 비율이 더 높고, 3학년에서도 완본과 축소본의 비율이 7.4~17.7%, 23.3~34.5%로 축소본의 결과가 더 높다. 즉 GALT 완본으로 조사된 형식적 조작기의 비율 중에서 가장 큰 경우보다도 GALT 축소본으로 조사된 형식적 조작기의 비율이 훨씬 큰 범위에서 나타나고 있다.

둘째, 고등학교 1학년의 경우 완본을 사용하여 측정된 인지 수준 중에서 형식적 조작기의 비율은 5.7~29.7%이고, 축소본으로 측정된 경우는 34.0~53.8%의 범위로 나타났다. 2학년 문과의 경우에서도 완본과 축소본으로 측정된 형식적 조작기의 비율이 각각 12.0~29.3%, 46.3%이고, 2학년 이과의 경우에서도 28.0~49.5%와 57.1~70.8%로 축소본으로 측정된 경우의 인지 발달 수준이 더 높게 측정된 것으로 나타났다.

셋째, 여러 논문의 결과에서 본 바와 같이 GALT 완본과 축소본을 사용하여 측정된 인지 수준의 결과가 크게 차이 나므로 GALT 검사지를 사용하고자 할 때 완본과 축소본을 구별하여야 하며, 선행 연구와 인지 수준을 비교하고자 할 때도 완본은 완본끼리 축소본은 축소본끼리 비교하는 것이 합리적이다.

- 3) GALT 검사지가 사용된 용도에 따른 분석 결과는 다음과 같다.

첫째, GALT 검사지의 version에 따른 인지 수준 분포의 차이가 연구 결과를 해석하는데 중요한 영향을 미치는 논문들은 주로 인지 수준별로 결과를 해석한 연구들이다. 인지 수준별로 수업처치의 효과를 보는 내용, 인지 수준별 문제 해결 능력 또는 개념형성 정도를 비교하는 내용, 교과 내용이 요구하는 인지요구도를 조사하는 내용 등에 GALT 검사지를 사용한 경우가 여기에 속한다. 이러한 용도로 GALT 검사지가 사용된 논문들은 총 69편이다.

둘째, GALT 검사지의 version에 따른 인지 수준 분포의 차이가 연구 결과를 해석하는데 큰 영향을 주지 않는 경우의 논문들은 29편으로 주로 인지 수준이 공변인으로 사용되었거나 동일집단임을 확인하는 자료로 사용된 논문들이다.

- 4) 같은 집단에게 같은 시간동안 GALT 완본과 축소본을 각각 적용하였을 때에도 조사한 인지 수준에 차이가 있을 것으로 가정하고 소규모로 적용해 본 결과는 다음과 같다.

첫째, 완본을 먼저 풀고 2개월 후에 축소본을 풀 A반과 축소본을 먼저 풀고 2개월 후에 완본을 풀 B반 모두에서 완본으로 측정된 인지 수준보다 축소본으로 측정된 인지 수준이 더 높게 나타났다.

둘째, 검사 집단과 검사 시간을 통제하고 기억에 의한 효과가 없다고 가정할 때 이러한 결과가 나타나는 이유 중의 하나는 같은 시간동안 풀어야 하는 문항의 수가 완본은 21문항으로 많고 축소본은 12문항으로 적기 때문으로 추측된다.

셋째, 여러 문헌들의 결과와 본 연구의 소규모 적용으로부터 GALT 완본과 축소본을 사용하였을 때 인지 수준 분포가 다르게 나타나는 이유는 검사 대상 집단의 차이 때문이 아니라 GALT version의 차이 때문이라고 할 수 있다.

이상의 연구 결과를 바탕으로 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

- 1) 본 연구에서 조사한 GALT 검사지가 사용된 총 99편의 논문들은 앞으로 GALT 검사지로 측정된 인지 수준 결과를 인용하고자 하는 연구나 학습자의 인지 수준 분포를 간단히 알아보하고자 하는 연구자에게 참고 자료로 활용될 수 있을 것이다.
- 2) 여러 논문의 결과와 본 연구의 소규모 적용의 결과로부터 인지 수준의 분포가 GALT 완본을 사용하면 낮게 측정되고 축소본을 사용하면 높게 나타남을 알 수 있다. 따라서 앞으로 선행 연구에서 인지 수준을 인용하고자 하는 연구자들은 이러한 GALT version에 따른 인지 수준의 차이를 알아야 하며, 결과를 인용할 때에도 완본은 완본의 인지 수준 결과로, 축소본은 축소본의 결과로 비교해야 할 것이다.

적 요

GALT 검사지는 학습자의 인지 발달 수준을 집단으로 측정하는데 유용한 도구로, 국내의 많은 연구 논문에서 21문항의 완본과 12문항의 축소본이 함께 사용되고 있다. 본 연구에서는 먼저 과학교육 관련 국내 5종의 학회지와 이화여자대학교 대학원 학위논문에서 GALT 완본과 축소본이 사용된 논문들을 조사하였다. 이들을 기초 자료로 하여 GALT 완본과 축소본이 사용된 현황을 연도별로 조사하였고, 여러 논문에서 조사된 인지 수준 분포가 완본과 축소본의 사용에 따라 얼마나 차이 나는지를 비교·분석하였으며, GALT 검사지가 어떤 용도로 사용되었는지를 분석하였다. 그리고 같은 집단의 학생들이 GALT 완본과 축소본을 같은 시간동안 풀도록 한 후에 얻은 인지 발달 수준 분포를 알아보기 위하여 고등학교 2학년 2개반을 대상으로 소규모로 적용하여 보았다. 이상의 방법으로 연구한 결과를 요약하면 다음과 같다. 5종의 학회지, 이화여자대학교 대학원 학위논문에서 GALT 검사지가 사용된 연구 논문은 총 87편이었다. 이 중 완본은 47편에서 사용되었고, 축소본은 40편에서 사용되었으며, 최근으로 올수록 GALT 축소본이

많이 사용되고 있는 경향을 보이고 있다. 중·고등학교 학생들을 대상으로 인지수준을 측정한 결과가 GALT 완본을 사용하였을 때보다 축소본을 사용하였을 때 더 높게 나타났다. 즉 형식적 조작기의 비율이 GALT 완본으로 조사하였을 때보다도 축소본으로 조사하였을 때 훨씬 더 높게 나타났다. GALT 검사지의 완본과 축소본의 사용에 따른 인지 수준 분포의 차이가 연구 결과를 해석하는데 중요한 영향을 미치는 논문들은 69편이고, 큰 영향을 주지 않는 논문들은 29편으로 조사되었다. 같은 집단에게 같은 시간동안 GALT 완본과 축소본을 각각 적용하였을 때에도 두 집단 모두 축소본에 의한 인지 수준이 완본에 의한 인지 수준보다 높게 나타났다. 본 연구에서 조사된 GALT 검사지를 사용한 총 99편의 논문들은 앞으로 GALT 검사지로 측정된 인지 수준 결과를 인용하고자 하는 연구나 학습자의 인지 수준 분포를 간단히 알아보하고자 하는 연구자에게 참고 자료로 활용될 수 있을 것이다. 또한 앞으로 GALT 검사지를 사용하고자 하는 연구자는 GALT 완본과 축소본을 구별하여야 하며, 선행 연구와 인지수준을 비교하고자 할 때에도 완본은 완본끼리 축소본은 축소본끼리 비교하는 것이 합리적이다.

참 고 문 헌

1. 강경련, 강순희(1996), 중학교 1학년 학생들의 인지 수준과 과학교과 내용의 인지 요구도 수준과의 관계 분석 - 6차 교육과정 1학년 화학영역을 중심으로 -, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문, 미간행.
2. 강순희, 박종윤, 우애자, 허은규(1996), 중학교 화학 개념이 요구하는 과학적 사고력 수준과 학생들의 인지 수준을 고려한 교수방안에 대한 연구, 화학교육, 23(4), 267-278.
3. 강순희, 박종윤, 정재용(1994), 중학생의 열과 온도에 대한 선입개념을 고려한 수업방안 개발, 화학교육, 21(3), 148-161.
4. 강심원, 우종욱(1995), 인지양식에 따른 인지 수준과 과학탐구능력에 관한 연구, 한국과학교육학회지, 15(4), 404-416.
5. 고재걸, 이경희(1996), 논리적 사고 수준에 따른 전류 개념에 대한 직관적 관념 분석, 물리교육, 15(1), 42-50.
6. 구윤모, 김범기(1992), 논리사고 수준과 문제맥락에 따른 물리개념의 위계 구조, 물리교육, 10(2), 106-

- 113.
7. 권재술, 최병순, 허명(1987), 중학교 과학과 교육과정 및 그 운영진단(Ⅱ) -지적발달수준과 학업성취도, 한국과학교육학회지, 7(2), 1-14.
8. 권혜숙, 강순희(1993), 중학생들의 인지 수준과 학교과목내용이 요구하는 사고력 수준과의 비교 연구 -3학년 과학교과중 화학영역을 중심으로, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문, 미간행.
9. 김경호, 김영수(1996), 고등학교 유전학습에 효과적인 교수 순서와 교수 방법, 한국생물교육학회지, 24(1), 107-124.
10. 김도옥(1992), 끊는점 오름의 학습에서 세 가지 수업모형의 효과비교 - 연역식, 귀납식, 비유를 사용한 수업모형, 한국과학교육학회지, 12(1), 35-46.
11. 김도옥(1992), 화학양론 학업성취도에서 여러 인지변인들의 상대적 예언 정도 비교, 화학교육, 19(3), 219-226.
12. 김상명, 강순희(1992), 열과 온도에 대한 중학교 학생들의 오개념 조사 및 수업처치 효과, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문, 미간행.
13. 김선영, 강순희(1991), 고등학생들의 인지 수준과 화학교과 내용이 요구하는 과학적 사고력 수준과의 비교연구, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문, 미간행.
14. 김성희, 강순희(1991), 서울지역의 고등학교 2학년 학생들의 사고력 수준과 현행 고등학교 과학Ⅱ-하, 화학교과서의 내용이 요구하는 사고력 수준과의 관계연구, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문, 미간행.
15. 김영신, 정완호(1995), 생명의 연속성 개념에서 학습 위계에 따른 수업 효과에 관한 연구, 한국과학교육학회지, 15(2), 233-240.
16. 김용미, 박종윤(1996), 중학교 학생들의 인지 수준과 과학교과 내용의 인지요구도 수준과의 관계 분석-6차 교육과정 2학년 과학 교과서 중 화학영역을 중심으로, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문, 미간행.
17. 김인주, 박종윤(1991), 고등학생들의 인지 수준과 화학교과 내용이 요구하는 과학적 사고력 수준과의 비교 연구, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문, 미간행.
18. 김정화, 박종윤(1996), 중학교 과학3 "물질의 반응" 단원내용의 인지요구도 수준 분석 및 활용 방안, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문, 미간행.
19. 김준태, 권재술(1994), 학습자의 인지 특성에 따른 학습 지속 효과의 분석, 한국과학교육학회지, 14(1), 70-84.
20. 김희수(1993), 고등학생들의 논리적 사고수준과 과학탐구능력의 분석, 한국지구과학회지, 14(4), 424-431.
21. 김희수(1994), 논리사고력 요소들과 과학탐구과정 요소들의 위계 구조 및 중다회귀분석, 한국지구과학회지, 15(1), 1-12.
22. 노태희, 권혁순, 이선옥(1997), 중학교 과학수업에서 비유물을 체계적으로 사용한 수업의 효과, 한국과학교육학회지, 17(3), 323-332.
23. 노태희, 노석구, 채우기, 김동연, 김혜경, 홍은경, 강석진(1997), 문제해결식 교수방법이 학생의 성취도 과학과정기술, 과학활동인식에 미치는 효과, 한국과학교육학회지, 17(1), 45-53.
24. 노태희, 노석구, 채우기, 강석진, 김혜경(1997), 효과적인 실험수업을 위한 개념변화 수업모형의 개발 및 적용, 한국과학교육학회지, 17(2), 179-189.
25. 노태희, 노석구, 임희준, 차정호, 권은주(1997), 협동학습 전략의 교수 효과: 중학교 물상수업에 LT 모델의 적용, 한국과학교육학회지, 17(2), 139-148.
26. 노태희, 임희준(1996), 수리문제, 그림 및 문장으로 제시된 개념문제의 성취도 및 인지변인들 사이의 관계, 한국과학교육학회지, 16(3), 61-76.
27. 노태희, 전경문(1996), 상변화와 용해에 대한 고등학생들의 개념 및 논리적 사고력과의 관계, 화학교육, 23(2), 102-112.
28. 노태희, 전경문(1997), 문제와 문제해결자의 특성에 따른 화학문제 해결 : 문제해결 시간과 전이 분석, 한국과학교육학회지, 17(1), 11-19.
29. 노태희, 전경문(1997), 물질의 분자 수준을 시각적으로 강조하는 4단계 문제 해결식 수업이 학생의 개념과 문제 해결 능력에 미치는 효과, 한국과학교육학회지, 17(3), 313-321.
30. 노태희, 전경문(1997), 중학생의 화학문제 해결 전략 조사, 한국과학교육학회지, 17(1), 75-83.
31. 노태희, 전경문, 한인옥(1996), 학생의 인지발달 수준과 문제의 상황에 따른 화학문제해결 행동비교, 한국과학교육학회지, 16(4), 389-400.
32. 문흥무, 최병순(1987), 고등학생들의 지적발달수준과 화학내용이 요구하는 조작 수준과의 관계 연구,

- 화학교육, 14(2), 116-127.
33. 박근하, 박종윤(1996), 실업계 고등학생들의 원자량에 대한 사전 지식을 고려한 탐구수업의 효과, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문, 미간행.
 34. 박미경, 강순희(1992), 실업계 고등학생들의 화학결합에 대한 수업전략 및 효과, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문, 미간행.
 35. 박민숙, 권동숙(1993), 중학교 학생들의 인지 수준과 과학교과내용과의 관계 연구-5차 교육과정 중 2학년 화학을 중심으로, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문, 미간행.
 36. 박숙연, 강순희(1996), 고등학교 화학Ⅱ 교과서 내용의 인지요구도 수준 분석 및 활용방안, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문, 미간행.
 37. 박종윤, 강순희(1996), 고등학교 과학Ⅱ-하 교과서 내용이 요구하는 논리적 사고력 수준과 학생들의 인지 수준 비교 연구, 화학교육, 23(5), 335-344.
 38. 박종윤, 강순희, 최혜영(1996), 용해에 대한 중학생들의 선개념과 수업을 통한 개념 변화, 화학교육, 23(6), 436-450.
 39. 박종윤, 강순희(1993), 고등학교 화학교과서 내용이 요구하는 과학적 사고력 수준과 학생들의 인지 수준 비교 연구, 화학교육, 20(4), 285-294.
 40. 박지연, 박종윤(1992), 물개념에 대한 실업계 고등학생들의 오인조사 및 수업처치의 효과, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문, 미간행.
 41. 박해천, 우애자(1995), 원자와 분자에 대한 중학생들의 선개념을 고려한 수업 처치 후의 개념변화, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문, 미간행.
 42. 배태수, 최병순(1991), 원자/분자에 관한 고등학교 학생과 과학교사의 오인 분석, 화학교육, 18(4), 312-318.
 43. 성지은, 박종윤(1995), 반응속도와 화학평형의 학습 순서에 따른 학습효과, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문, 미간행.
 44. 소선섭, 이원국, 김희수(1995), 고등학교 지구과학의 효율적인 학습을 위한 지구의 운동과 대기중의 물에 대한 CAI프로그램의 개발 및 적용, 한국지구과학회지, 16(2), 75-94.
 45. 소원주, 우종욱(1994), 중학생의 논리적 사고력과 통합적 과학탐구능력에 대한 한·일 비교 연구, 한국과학교육학회지, 14(3), 312-320.
 46. 송은경, 박종윤(1989), 산업체 특별학급 여고생의 인지 수준과 시청각 교육의 효과, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문.
 47. 송은경, 박종윤(1989), 산업체 특별학급 여고생의 인지 수준과 시청각 교육의 효과, 화학교육, 16(2), 118-124.
 48. 송창민, 정완호(1996), 전도관련 개념에 대한 심리적 위계와 그에 따른 수업효과, 한국생물교육학회지, 24(1), 65-85.
 49. 신영준, 김성하, 정완호(1996), 자연선택 개념의 이해에 대한 횡단적 연구, 한국생물교육학회지, 24(1), 53-64.
 50. 양일호, 정진우(1991), 과학컴퓨터 보조학습 프로그램의 효과분석, 한국과학교육학회지, 11(1), 37-50.
 51. 우종욱, 김종일(1993), 고등학생의 인지 수준과 과학 탐구 능력과의 관계, 한국과학교육학회지, 13(2), 296-307.
 52. 우종욱, 이항로, 민준규(1995), 계통도를 이용한 중고등학생의 지구와 달의 운동에 관한 개념유형연구, 한국과학교육학회지, 15(4), 379-393.
 53. 유갑열(1988), 한국과 일본중학생의 과학적 사고력 및 탐구과정 능력에 관한 비교 연구, 물리교육, 6(2), 159-169.
 54. 이경훈(1997), LISREL을 이용한 과학에서의 태도에 관한 구조방정식 모델의 구축, 한국과학교육학회지, 17(3), 301-311.
 55. 이은하, 김성원(1992), 고등학교 2학년 인문계 학생들의 지적 발달 수준과 물리교과내용이 요구하는 과학적 사고력 수준과의 관계, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문, 미간행.
 56. 이자현, 박종윤(1991), 화학교과내용이 요구하는 과학적 사고력 수준과 고등학교 2학년 학생들의 인지 수준과의 비교연구, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문, 미간행.
 57. 이주연, 강순희(1996), 탐구지향적 일반화학 실험보고서 평가를 위한 구체적 평가틀 개발에 관한 연구, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문, 미간행.
 58. 이태욱(1994), 과학 우수 학생들의 제반 특성에 관한 연구(과학고등학교 학생들을 중심으로), 한국지구과학회지, 15(3), 145-156.
 59. 임규호, 김범기(1992), 고등학생의 논리적 사고력과 물리개념 이해와의 관계, 물리교육, 10(1), 28-38.
 60. 임청환(1992), 서열화 이론을 이용한 논리적 사고력

- 의 위계 분석, 한국지구과학회지, 13(3), 290-303.
61. 임청환(1992), 서열화 이론의 방법과 절차 및 이를 이용한 과학탐구 기능요소의 위계분석, 한국과학교육학회지, 12(3), 91-107.
 62. 임청환, 김승화, 양일호(1997), 초·중학생들의 과학탐구능력에 미치는 인지적, 정의적 특성에 대한 공변량 구조 분석, 한국과학교육학회지, 17(1), 1-10.
 63. 임청환, 정진우(1991), 고교생의 논리적 사고력과 과학탐구기능 사이의 상관관계에 관한 연구, 한국과학교육학회지, 11(2), 23-30.
 64. 정남식, 우종욱, 정진우(1995), 중등학생들의 천문개념의 유형별 분석, 한국지구과학회지, 16(3), 188-193.
 65. 정남식, 우종욱, 정진우(1996), 소집단 역할놀이와 토의를 통한 고등학생들의 천문개념 이해, 한국과학교육학회지, 16(1), 61-76.
 66. 정연태, 김범기(1990), 사고훈련에 의한 우수 집단의 논리적 사고력 및 프로세스 스킬의 발달에 관한 연구, 물리교육, 8(1), 51-56.
 67. 정재용, 강순희(1993), 중학생들의 열과 온도에 대한 선개념들을 고려한 수업방안의 개발과 효과, 이화여자대학교 교육대학원 학위논문.
 68. 정지영, 박종윤(1996), 고등학교 화학 I 교과서 내용의 인지요구도 수준 분석 및 활용방안, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문, 미간행.
 69. 정진경, 이종록(1993), 중학생들의 인지 수준과 교과교과 중 물리내용이 요구하는 과학적 사고력 수준과의 관계, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문, 미간행.
 70. 정진수, 정완호(1995), 중학교 과학수업에서 학습자 특성에 따른 순환학습모형의 효과, 한국과학교육학회지, 15(3), 284-290.
 71. 정진우(1991), 과학교육에서 컴퓨터 보조 학습 프로그램의 효과에 관한 연구, 한국지구과학회지, 12(2), 70-83.
 72. 정혜옥, 이은아, 김성원, 이종록(1994), 우리나라 고등학교 학생들의 인지 수준과 물리 교과서가 요구하는 인지 수준과의 비교, 물리교육, 12(1), 14-20.
 73. 정혜옥, 이종록(1992), 물리교과 내용이 요구하는 과학적 사고력과 고3 자연계 학생들의 인지 수준 비교, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문, 미간행.
 74. 지혜미, 강순자(1994), 우리나라 중학생의 논리적 사고력과 과학탐구능력과의 관계에 대하여, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문, 미간행.
 75. 채정림, 전길자(1992), 비평준화지역 자연계열 고등학생들의 논리적 사고력 형성 정도와 VTR을 활용한 화학수업의 효과-'화학반응'을 중심으로, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문, 미간행.
 76. 최병순(1987), 학생들의 인지 수준과 구체적 및 형식적 과학내용과의 관계 연구, 화학교육, 14(1), 30-42.
 77. 최병순, 김경희(1996), 문제환경과 인지능력이 Mole에 관련된 문제해결에 미치는 영향, 화학교육, 23(1), 18-28.
 78. 최병순, 김도옥(1996), 학생들의 인지능력과 과제요구주의력이 화학문제 해결에 미치는 영향, 화학교육, 23(4), 279-286.
 79. 최병순, 김진구(1994), 학생들의 학습 정도에 따른 화학 반응속도에 관한 개념형성 연구, 화학교육, 21(2), 76-86.
 80. 최병순, 김충호(1992), 밀도개념과 밀도개념에 관련된 INRC군 변환능력의 형성에 미치는 순환학습의 효과, 한국과학교육학회지, 12(2), 31-42.
 81. 최병순, 여원구(1997), 화학양론과 관련된 문제해결에 영향을 미치는 변인에 관한 연구, 화학교육, 24(2), 57-69.
 82. 최병순, 허명(1987), 중학생들의 인지 수준과 교과교과 내용과의 관계분석, 한국과학교육학회지, 7(1), 19-32.
 83. 최애란, 박종윤(1993), 고등학교 화학내용에 대한 탐구지향적 학습지도안 개발 및 적용, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문, 미간행.
 84. 최영준, 이원식, 최병순(1985), 중·고등학생들의 논리적 사고력 형성에 관한 연구, 한국과학교육학회지, 5(1), 1-9.
 85. 최혜영, 박종윤(1992), 용해에 관한 중학교학생들의 선개념과 수업을 통한 개념변화 연구, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문, 미간행.
 86. 허은규, 우애자(1993), 중학교 과학교과 내용이 요구하는 과학적 사고력 수준과 학생들의 인지 수준과의 관계 연구 - 1학년 화학영역을 중심으로, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문, 미간행.
 87. 홍순경, 최병순(1991), 밀도의 개념 변화에 미치는 순환학습의 효과, 한국과학교육학회지, 11(1),

- 15-24.
88. Adams, D. D. & Shrum, J. W.(1990), The Effect of Microcomputer-Based Laboratory Exercises on The Acquisition of Line Graph Construction and Interpretation Skills By High School Biology Students, *Journal of Research in Science Teaching*, 27(8), 777-787.
89. Bitner, B. L.(1991), Formal Operational Reasoning Modes : Predictors of Critical Thinking Abilities and Grades Assigned by Teachers in Science and Mathematics for Students in Grades Nine Through Twelve, *Journal of Research in Science Teaching*, 28(3), 265-274.
90. Bunce, D. M. & Hutchinson, K. D.(1993), The Use of the GALT(Group Assessment of Logical Thinking) as a Predictor of Academic Success in College Chemistry, *Journal of Chemical Education*, 70(3), 183-187.
91. Holl, D. H. & Mccurdy, D. W.(1990), A Comparison of a Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) Laboratory and A traditional Laboratory on Student Achievement at Two Private Liberal Arts Colleges, *Journal of Research in Science Teaching*, 27(7), 625-636.
92. Hurst, R. W.(1996), Facilitating Successful Prediction Problem Solving in Biology through Application of Skill Theory, *Journal of Research in Science Teaching*, 33(5), 541-552.
93. Keig, P. F. & Rubba, P. A.(1993), Translation of Representations of the Matter and its Relationship to Reasoning, Gender, Special Reasoning, and Specific Prior Knowledge, *Journal of Research in Science Teaching*, 30(8), 883-903.
94. Lavoie, D. R.(1993), The Development, Theory, and Application of a Cognitive-Network Model of Prediction Problem Solving in Biology, *Journal of Research in Science Teaching*, 30(7), 767-785.
95. Niaz, M.(1992), Manipulation of Logical Structure of Chemistry Problems and Its Effect on Student Performance, *Journal of Research in Science Teaching*, 29(3), 211-226.
96. Noh, T. & Scharmann, L. C.(1997), Instruction Influences of a Molecular-Level Pictorial Presentation of Matter on Student's Conceptions and Problem-Solving Ability, *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 199-217.
97. Roadrangka, V., Yeany, R. H., & Padilla, M. J.(1983), The Construction and Validation of Group Assessment of Logical Thinking(GA-LT), Paper presented at the 56th annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Dallas.
98. Rubin, R. L. & Norman, J. T.(1992), Systematic Modeling versus the Learning Cycle : Comparative Effects on Integrated Science Process Skill Achievement, *Journal of Research in Science Teaching*, 29(7), 715-727.
99. Yap, K. C. & 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.
100. Yeany, R. H. & Padilla, M. J.(1986), Analyzing Hierarchical Relationships Among Modes of Cognitive Reasoning and Integrated Science Process Skills, *Journal of Research in Science Teaching*, 23(4), 277-291.