

중학교 과학과 교육과정 및 그 운영진단 (Ⅱ) —지적 발달수준과 학업성취도—

권재술 · 최병순 · 허 명
한국교원대학교

(1987년 9월 1일 받음)

I. 서 론

1. 연구의 필요성

많은 연구에서 학습자의 지적 발달수준이 교과 내용이 요구하는 논리수준에 미치지 못하면 학습효과를 기대하기 어렵다는 점이 지지되어 왔다. (Shayer, 1979).

특히 본 연구자 일동이 수행한 이 연구의 전반부에서 나타난 바와 같이 중학교 학생들의 학습성취도는 교육과정에서 요구하고 있는 수준에 매우 미달되고 있다(권재술외, 1987). 학생들이 목표도달을 하지 못하는 이유는 입시제도, 비정상적인 교육과정 운영, 교사의 자질 등 여러가지 문제가 있을 것으로 짐작이 된다. 그러나 학습자의 지적수준과 교과 내용의 불일치도 그 한 원인이라고 생각된다.

본 연구에서는 학습자(중학생)의 지적 발달수준을 조사하고, 지적수준과 학업성취도와와의 상관관계를 조사함으로써 학생들의 학업부진에 학생들의 지적 발달 수준이 미치는 영향을 조사하고 나아가 현 중학교

과학과 교육과정 내용의 적합성 여부를 진단하고자 한다.

2. 연구 문제

본 연구에서는, 앞에서 지적한 연구의 필요성을 감안하여 다음 문제들을 해결하고자 한다.

가. 현 중학교 학생들의 지적 발달 수준은 어떠한가?

나. 학생들의 목표 도달도는 학생들의 지적 발달 수준과 얼마나 관계가 있는가?

다. 현행 중학교 과학과 교육 과정을 효율적으로 운영하는데 장애가 되는 요소에는 어떤 점들이 있는가?

3. 본 연구의 제한점

본 연구의 결과를 일반화함에 있어서 다음과 같은 제한점이 있음을 감안해야 한다.

첫째, 본 연구에서는 연구의 여건과 효율성을 감안하여 교육과정의 일부 단원만을 그 분석 대상으로 택하였다. 따라서 본 연구의 결과를 여타 단원에 적용

하고자 할 때는 본 연구에서 선택된 단원과 그 성격에 있어서 어떤 차이점이 있는가를 파악해야 할 것이다.

둘째, 본 연구의 결과를 광역 지역군 또는 우리나라 전역에 대해서 적용하고자 할 때에는 본 연구에서 선택한 학교의 특성을 감안해야 할 것이다. 본 연구에서는 특별시 또는 시지역 5개 학교를 선정하였으며, 이중 여자학교 3개교, 남자학교 2개교를 택하였다.

셋째, 본 연구에서 개발한 평가 문항은 목표 도달도 측정에 중점을 두었기 때문에, 총점수 또는 평균점수의 해석에 있어서는 상당한 주의를 요한다. 예컨대 1학년 남학생의 성적이 여학생의 성적 보다 높은 경우, 그것은 본 연구에서 측정하고자 하는 목표에 한해서 그러한 것이지 우리나라 1학년 남학생의 “과학” 성취도가 여학생의 성취도 보다 높은지는 알 수 없는 것이다.

II. 연구방법 및 절차

1. 지적 발달 수준 검사 도구

본 연구에서는 Roadrangka 등이 개발한 GALT (Grop Test of Logical Thinking) (Roadrangka, et. al., 1982) 논리 발달 검사 도구를 최병순 등이 번역한 것 (이원식의, 1986)을 사용하였다.

Roadrangka 등이 보고한 GALT 검사 도구는 Lawson이 개발한 검사도구(Lawson, et. al, 1978)과 TOLT(Tobin and Capie, 1980) 검사도구의 일부를 활용하여 개발한 것이다(Roadrangka, et. al., 1983).

GALT 검사 도구는 신뢰도가 21 문항을 모두 사용했을 경우 0.85이었으며, 각 논리별 신뢰도는 0.37에서 0.83을 나타 내었으며, 단지 상관관계 논리와 조합 논리의 경우에만 신뢰도가 0.58이하이었다. 문항의 난이도는 0.02에서 부터 0.78 사이였으며, 평균 난이도는 0.40이었다.

Roadrangka등은 그들의 연구 결과를 바탕으로 21 문항 중에서 각 논리별로 2문항씩 모두 12문항을 사용해도 무방하다고 제안하였다. 따라서 본 연구에서는 그들의 제안대로 12문항을 번역 사용했다.

본 연구에서 사용한 검사 문항은 다음의 논리를 검사하는 문항 2개 석을 포함하고 있다.

- ① 보존 논리
- ② 비례 논리

- ③ 변인 통제 논리
- ④ 확률 논리
- ⑤ 상관 관계 논리
- ⑥ 조합 논리

2. 교사용 설문지

교사용 설문지는 과학 교육 과정 운영에 관계되는 문제지 파악을 위해서 작성하였으며, 다음과 같은 3가지 영역으로 구분하였다.

- A. 중학교 과학 교육과정 에 대한 의견
- B. 중학교 과학 학습 지도에 관한 의견
- C. 중학교 과학 학습의 평가에 관한 의견

각 영역 별로 선택형 또는 진술형 문항을 개방하였으며, 본 연구를 위해서 선정된 학교의 과학 교사 전원을 대상으로 하였다(부록5. 참조)

3. 조사 방법

시 소재지 5개 중학교를 택하여 설치하였다. 3학년 내용인 “에너지”와 “물질의 변화”는 3학년 학생에게만, 1학년 내용인 “날씨의 변화”와 “주변의 생물”은 1학년과 2학년에게 동시에 실시하였다. 논리 발달 검사는 모든 학생에게 실시하였다.

조사는 본 연구원이 직접 학교를 방문하여 실시하였다.

III. 조사결과 및 분석

1. 중학교 학생들의 사고력 발달 정도

본 연구에서는 중학교 학생들을 대상으로 과학적 사고력의 발달 정도를 알아보기 위하여, 과학적 사고의 기본이 되는 논리 중에서, 보존, 비례, 변인 통제, 확률 및 상관관계 논리의 형성 정도를 학년 및 성별로 알아 보았다. 실험 데이터의 분석방법과 분석결과는 다음과 같다.

검사도구 및 검사결과의 분석방법

본 연구에서 사용한 사고력의 측정도구는 앞에서 언급한 바와 같이, 미국 Georgia 대학의 Roadrangka등이 1982년에 개발한 것으로, Group Test of Logical Thinking(GALT)라 불린다. 이 도구는 사고력의 기본이 되는 보존, 비례, 변인통제, 확률, 상관관계 및 조합논리를 측정할 수 있는 개개의 문항으로 이루어

져 있다. 본 연구에서는 시간상의 제약을 고려하여, 도구 개발자들이 제안한 바와 같이 각 논리를 측정할 수 있는 문항을 2개씩 뽑아서, 모두 12개의 문항으로 이루어진 shorter test(부록 4)를 이용하여 학생들의 사고력을 측정하였다.

검사결과와 분석은 각 논리별로 형성정도를 알아보는 방법을 취하였고, 조합논리의 형성정도는 분석 방법에 좀 더 더 연구가 필요할 것으로 사료되어, 본 연구에서는 분석 대상에서 제외하였다. 각 논리의 형성정도는 다음에 진술하는 방법에 따라 형성, 과도기, 미형성의 세 단계로 구분하였다. 즉 각 논리를 측정하는 문항은 각각 둘씩이고, 각 문항은 정답을 묻는 문제와 그 정답을 택한 이유를 묻는 문제로 이루어져 있다. 따라서 각 논리별로 네개씩의 문제가 있는 셈이다. 그런데 한 문항에 대하여 한 학생이 답을 할 수 있는 가능한 답의 쌍은 4종류이다. 예를들면 보존논리에 관한 문항에서 정답을 묻는 문제와 이유를 묻는 문제에 대한 가능한 답은 다음의 4종류이다. 그리고 이들을 각기 1, 2, 3, 4로 나타내어 구분하였다(표 1).

(표 1) 각 문항에 대한 응답의 구분 ○ : 맞은 경우
× : 틀린 경우

(예) 보 존 논 리 (1번문항)		
정답을 묻는 문제	이유를 묻는 문제	구 분
()	()	4
×	()	3
()	×	2
×	×	1

각 논리의 형성정도를 형성, 과도기, 미형성으로 구분하는데는 교차확인(cross checking)방법을 활용하였다. 예를들면, 보존논리의 형성정도를 알아보기 위해서는, 보존논리에 관련된 1번과 2번문항에 대한 응답을 위에서 설명한 바에 따라 각각 1, 2, 3, 4중의 어느 하나로 구분하고, 이를 교차 확인 방법에 의해서 형성, 과도기, 미형성의 세 단계로 구분하였다.

예를들면, 1번 문항에서는 정답과 이유를 묻는 문제를 모두 맞추고(4로 구분), 2번 문항에서는 정답은 맞추었으나 그 이유에 대한 답이 틀린 경우(2로 구분)는 보존논리가 형성된 것으로 간주된다.

(표 2) 보존 논리의 형성정도를 알아보기 위한 교차 승인 방법

문항	1 번 문 항				
	구분	1	2	3	
2 번 문 항	1	형성	형성	과도기	미형성
	2	형성	과도기	과도기	미형성
	3	형성	과도기	과도기	미형성
	4	과도기	과도기	과도기	미형성

나. 분석 결과

위에서 설명한 방법에 의하여 학생들의 각 논리에 대한 형성정도를 학년 및 성별로 분석한 결과는 다음과 같다.

1) 보존논리의 형성정도

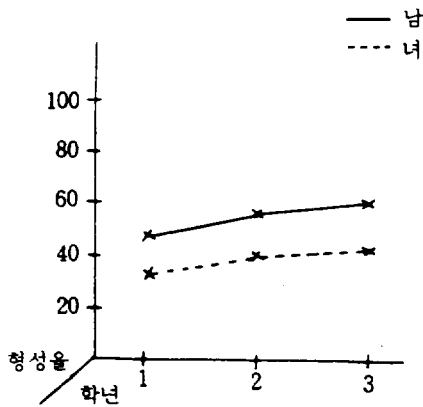
GALT중에서 보존논리에 관한 문항에 대한 응답의 분석결과로부터, 보존논리의 형성정도를 학년 및 성별로 나타내면 다음과 같다(표 3).

(표 3) 중학교 학생들의 학년 및 성별 보존논리의 형성정도 ()안의 수는 학생수

학 년	1		2		3	
	남	여	남	여	남	여
형 성	47.1% (217)	33.4% (240)	55.3% (281)	41.4% (302)	60.0% (317)	42.7% (324)
과도기	38.6% (178)	52.1% (374)	31.7% (161)	46.7% (340)	31.8% (168)	45.3% (343)
미형성	14.3% (66)	14.5% (104)	13.0% (66)	11.9% (87)	8.2% (43)	12.0% (91)
합	1100% (461)	100% (718)	100% (508)	100% (729)	100% (528)	100% (758)

보존논리의 형성정도가 남녀별로 학년에 따라 어떻게 변하는지 알아보기 위하여, 보존논리가 형성되어 있는 학생들의 백분율(형성율)을 학년 및 성별로 그래프로 나타내 보았다(그림 1).

[그림 1]로부터 중학교 학생들의 보존논리 형성율은 학년에 따라 점진적으로 증가하며, 전 학년에 걸쳐 남자가 여자보다 형성율이 높음을 알 수 있다. 여기에서 한가지 주목할 점은, 보존논리의 형성정도가 Piaget의 인지발달 이론에 의해서 예측할 수 있는 것보다 훨씬 낮다는 것이다. Piaget는 질량, 무게, 부피의 보존에 관한 일련의 연구(Piaget, 1952)에서 질량



[그림 1] 학년에 따른 남녀별 보존논리의 형성율

의 보존은 7~8세에, 무게의 보존은 9~10세에, 부피의 보존은 11~12세에 형성된다고 밝혔다. 따라서 질량의 보존에 관한 문항(문항1)과 부피의 보존에 관한 문항(문항2)을 따로 분석하여 보는 것은 의미있는 일이다.

질량의 보존과 부피의 보존에 대한 학년별 형성정도는 [표 4]와 [표 5]에 나타난 바와 같다. [표 4]로부터, 질량보존 개념은 이미 중학교 1학년에 상당한 정도 형성되어 있음을 알 수 있고, 또한 학년이 높아짐에 따라 형성율에 거의 변화가 없음을 알 수 있다. 반면에 부피의 보존 개념은 [표 5]에서 알 수 있는 바와 같이, 중학교 1학년에서는 43%정도가 형성되어 있고, 학년이 높아짐에 따라 형성율도 점차 증가함을 알 수 있다. 이와같은 경향은 질량과 부피의 보존 개념에 대한 형성율을 학년별로 나타낸 그래프[그림 2]로부터 보다 쉽게 알 수 있다.

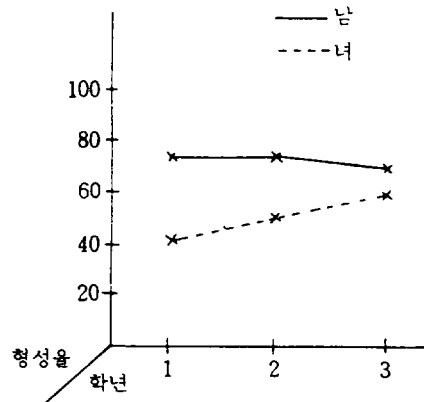
[표 4]와 [표 5]를 [표 3]과 비교하여 볼때 특기할 점은, 과도기에 분포되어 있는 학생들의 비율에 큰 차이가 있다는 것이다. [표 3]에서 과도기로 분류되어 있는 학생들의 비율이 높은 것은, 질량 보존 개념이 형성된 학생들 중에서 부피보존의 개념이 미형성된 학생들이 과도기로 분류되었기 때문이라고 볼 수 있으며, 이것이 [표 17]에 나타난 바와 같이 보존논리의 형성율이 낮게 나타난 이유이기도 하다. 따라서 보존논리의 형성에 관한 연구결과는 질량이나 무게의 보존과 부피의 보존과를 분리해서 분석, 보고하는 것이 보다 타당하다 하겠다.

[표4] 학년에 따른 질량 보존 개념의 형성정도

학 년	1	2	3
형 성	75.8% (893)	77.4% (958)	74.4% (957)
과도기	5.9% (70)	5.7% (70)	5.3% (68)
미형성	18.3% (216)	16.9% (209)	20.3% (261)
합	100% (1,179)	100% (1,237)	100% (1,286)

[표5] 학년에 따른 부피 보존 개념의 형성정도

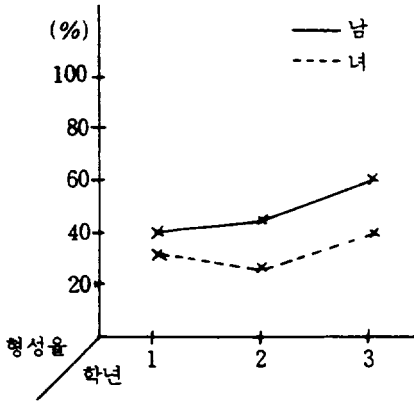
학 년	1	2	3
형 성	43.0% (507)	50.6% (626)	58.6% (753)
과도기	4.8% (56)	5.5% (68)	4.4% (57)
미형성	52.2% (616)	43.9% (543)	37.0% (476)
합	100% (1,179)	100% (1,237)	100% (1,286)



[그림 2] 학년에 따른 질량과 부피의 보존 논리 형성율

2) 비례논리의 형성정도

비례논리의 형성정도를 학년 및 성별로 나타내면 다음과 같다(표 6). [표 6]으로부터 알 수 있는 바와 같이, 중학교 1학년과 2학년 학생들은 비례논리의 형성정도가 매우 낮아서, 남학생은 40% 정도, 여학생은 30%정도 만이 비례논리가 형성되어 있고, 중학교



[그림 3] 학년에 따른 비례논리의 형성율

[표6] 학년 및 성별 비례논리의 형성정도

학 년	1		2		3	
	남	여	남	여	남	여
형 성	39.5% (182)	31.5% (226)	43.8% (222)	29.9% (218)	59.3% (313)	39.7% (301)
과도기	26.5% (121)	25.1% (180)	28.1% (143)	28.1% (205)	22.1% (117)	26.9% (204)
미형성	34.0% (158)	43.4% (312)	28.1% (143)	42.0% (306)	18.6% (98)	33.4% (253)
합	100% (461)	100% (718)	100% (508)	100% (729)	100% (528)	100% (758)

3학년이 되면서 형성율이 남녀 공히 크게 증가하여 남학생은 60% 정도, 여학생은 40% 정도의 형성율을 보여주고 있다. 비례논리의 형성율이 학년 및 성별에 따라 변화하는 정도는 [그림 3]에서 잘 알 수 있다.

[그림 3]에 의하면, 비례논리의 형성율은 특히 2학년과 3학년에서는 남학생이 여학생보다 훨씬 높으며, 형성율은 1학년과 2학년 사이에는 큰 변화를 보이지 않지만, 3학년이 되면서 큰 폭으로 증가함을 알 수 있다. 또한 학년에 따른 형성율의 증가도 여학생보다는 남학생이 큼을 알 수 있다. 이와같은 경향은 한중하 등(1982)의 연구와 이원식 등(1986)에 의한 연구결과와 비슷한 것으로서, 중학교에서의 과학교육과정 구성에 많은 시사점을 준다.

3) 변인통제 논리의 형성정도

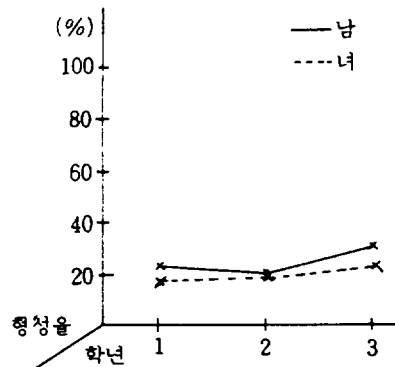
학년 및 성별 변인통제 논리의 형성정도는 [표 7]

[표7] 학년 및 성별 변인통제 논리의 형성정도

학 년	1		2		3	
	남	여	남	여	남	여
형 성	21.7% (100)	18.0% (129)	22.8% (116)	21.0% (153)	34.3% (181)	26.3% (199)
과도기	20.8% (96)	24.6% (177)	26.0% (132)	26.7% (195)	24.2% (128)	26.0% (197)
미형성	57.5% (265)	57.4% (412)	51.2% (260)	52.3% (381)	41.5% (219)	47.7% (362)
합	100% (461)	100% (718)	100% (508)	100% (729)	100% (528)	100% (758)

에 나타난 바와 같이 [표 7]에 의하면, 중학교 학생들의 변인통제논리 형성정도는 전반적으로 매우 낮아서, 1학년 학생들은 거의 60% 정도가, 그리고 2,3학년 학생들의 거의 반 정도가 미형성에 분류되어 있음은 우리에게 많은 시사점을 준다.

변인통제 논리의 형성율이 학년에 따라 변화하는 경향을 알아보기 위하여, 변인통제 논리의 형성율을 그래프로 나타내 보았다(그림 4). 이 그래프에서 알 수 있는 바와 같이, 1학년과 2학년 사이에는 남녀 공히 형성율에 큰 변화가 없으나, 3학년이 되면서 특히 남학생의 경우 형성율의 큰 증가를 보이고 있다. 또한 전반적으로 여학생들 보다는 남학생들이 약간 높은 형성율을 보이고 있다.



[그림 4] 학년에 따른 남녀별 변인통제 논리의 형성율

이러한 경향을 한중하 등(1982)의 연구결과와 비교하면, 성별에 따른 형성율의 차이는 비슷한 경향을

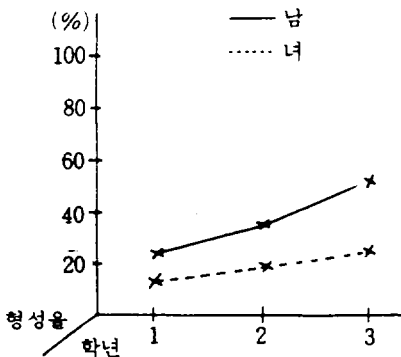
보이고 있으나, 학년에 따른 형성율의 차이는 서로 다른 경향을 보이고 있다. 이들의 연구결과는 1학년에서 2학년 사이에 형성율의 큰 증가를 보이고, 2학년과 3학년 사이에는 형성율에 거의 차이가 없는 것으로 보고하고 있다.

4) 확률논리의 형성정도

학년 및 성별 확률논리의 형성정도를 알아보기 위하여 연구결과를 정리하면 다음과 같다(표 8). [표 8]에 의하면, 확률논리의 형성정도는 특히 여자의 경우 매우 낮은 것으로 나타나 있다. 학년에 따른 남녀별 형성율의 변화를 그래프로 나타낸 것이 [그림 5]이다. [그림 5]에 의하면, 여학생에 비하여 남학생이 확률논리의 형성율이 전 학년에 걸쳐 훨씬 높으며, 학년에 따른 형성율의 증가율도 여학생에 비하여 남학생이 높아서, 3학년 때에는 형성율에 남녀간 큰 차이를 보이고 있다.

[표 8] 학년 및 성별 확률논리의 형성정도

학 년	1		2		3	
	남	여	남	여	남	여
형 성	22.6% (104)	12.7% (91)	34.1% (173)	18.3% (133)	53.2% (281)	28.1% (213)
과도기	13.4% (62)	12.8% (92)	15.3% (78)	12.6% (92)	14.0% (74)	14.1% (107)
미형성	64.0% (295)	74.5% (535)	50.6% (257)	69.1% (504)	32.8% (173)	57.8% (438)
합	100% (461)	100% (718)	100% (508)	100% (729)	100% (528)	100% (758)



[그림 5] 학년에 따른 남녀별 확률논리의 형성율

학년 및 남녀에 따른 이러한 경향은, 이원식 등(1986)에 의한 연구결과나 한중하 등(1982)에 의한 연구결과와 비슷하지만, 형성율은 서로 달라서 전자의 경우에는 본 연구결과에 비하여 약간 높은 형성율(22~64%)을, 후자는 훨씬 낮은 형성율(2.5~18.1%)을 보고하고 있다.

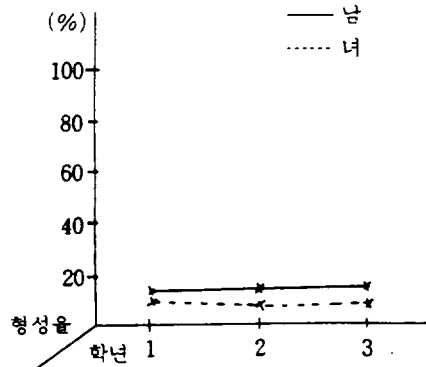
5) 상관관계 논리의 형성정도

학년 및 성별 상관관계 논리의 형성정도를 알아보기 위하여 연구결과를 표로 나타내면 다음과 같다[표 9].

[표 9] 학년 및 성별 상관관계 논리의 형성정도

학 년	1		2		3	
	남	여	남	여	남	여
형 성	10.4% (48)	4.0% (29)	11.2% (57)	5.6% (41)	12.5% (66)	7.9% (60)
과도기	15.0% (69)	15.2% (109)	17.5% (89)	13.5% (98)	12.7% (67)	11.8% (89)
미형성	74.6% (344)	80.8% (580)	71.3% (362)	80.9% (590)	74.8% (395)	80.3% (609)
합	100% (461)	100% (718)	100% (508)	100% (729)	100% (528)	100% (758)

[표 9]에 의하면, 상관관계 논리의 형성정도는 남녀 공히 낮아서, 남학생의 경우에는 거의 75% 정도가, 그리고 여학생의 경우에는 거의 80% 정도가 전학년에 걸쳐 미형성에 분류되어 있음을 알 수 있다. 학년에 따른 남녀별 상관관계 논리의 형성율 변화를 알아보기 위하여 [표 9]를 그래프로 나타낸 것이 [그림 6]이다.



[그림 6] 학년에 따른 남녀별 상관관계 논리의 형성율

[그림 6]으로부터, 학년이 높아짐에 따른 형성율의 변화가 매우 작음을 알 수 있으며, 이러한 경향은 상관관계 논리의 형성율이 극히 낮은 것과 함께, 중학 과정에서의 과학교육에 많은 시사점을 준다. 상관관계 논리의 형성율에 관한 이와같은 결과는 이원식 등(1986)에 의한 연구결과와도 거의 같다.

2. 목표 도달도와 사고력 발달정도의 관계 분석

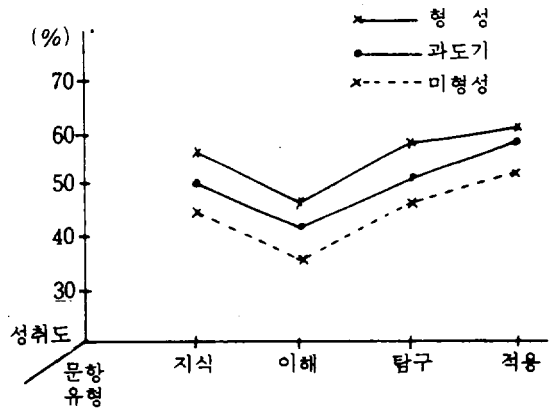
사고력의 기본이 되는 각 논리와 학생들의 문항 유형별 목표 도달도 사이에는 어떤 관계가 있을까? 이런 문제에 대한 해답은 교육현장에 구체적인 시사점을 제공할 수 있으리라 생각된다. 따라서 본 연구에서는 각 논리별로 논리의 형성정도에 따른 문항 유형별 목표 도달도를 알아보고, 또한 각도를 달리해서 문항의 유형별로 각 논리의 형성정도와 목표 도달도와의 관계를 알아 보았다.

가. 논리의 형성정도에 따른 문항 유형별 목표도달도

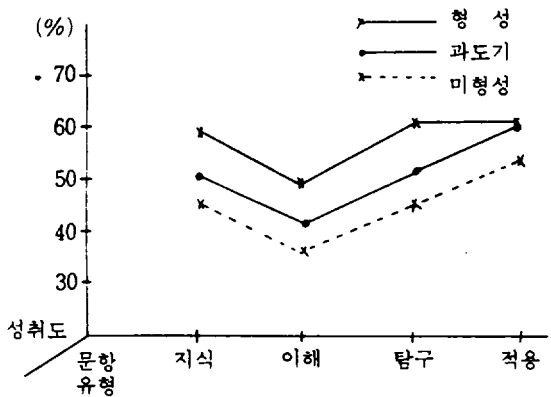
비례논리가 형성되어 있는 학생들은 미형성된 학생들에 비하여 이해에 분류된 문제를 얼마나 더 잘 풀 수 있을까? 어느 한 논리가 형성되어 있는 학생들은 다른 논리가 형성되어 있는 학생들에 비하여 특히 탐구에 분류된 문항에 대한 성취도가 높지는 않을까? 이런 문제들에 대한 궁금증을 풀어 보기 위하여, 연구결과를 다음과 같이 정리하여 보았다(표 10).

[표 10] 각 논리의 형성정도에 따른 문항 유형별 목표 도달도

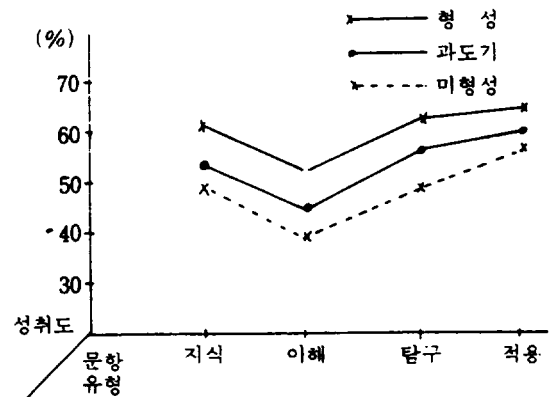
논리형성도		문항유형			
		지식	이해	탐구	적용
보존논리	형성	55.51	45.88	57.22	60.55
	과도기	50.12	41.67	51.37	58.23
	미형성	44.11	35.45	45.74	52.19
비례논리	형성	59.12	49.53	60.85	60.85
	과도기	51.28	42.06	51.84	60.56
	미형성	44.13	35.80	45.04	53.77
변동인계	형성	60.67	51.03	62.45	63.16
	과도기	52.41	43.90	55.74	59.31
	미형성	47.48	38.65	47.54	55.73
화술논리	형성	62.03	53.40	64.00	61.95
	과도기	53.34	43.59	53.53	58.71
	미형성	47.18	37.99	47.71	56.51
상관관계	형성	56.24	45.30	59.19	61.17
	과도기	46.54	37.76	49.46	56.46
	미형성	52.33	43.40	53.62	58.82



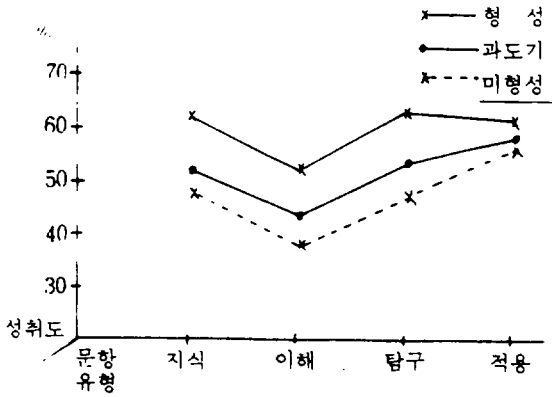
[그림 7] 보존논리의 형성정도에 따른 문항 유형별 목표 도달도



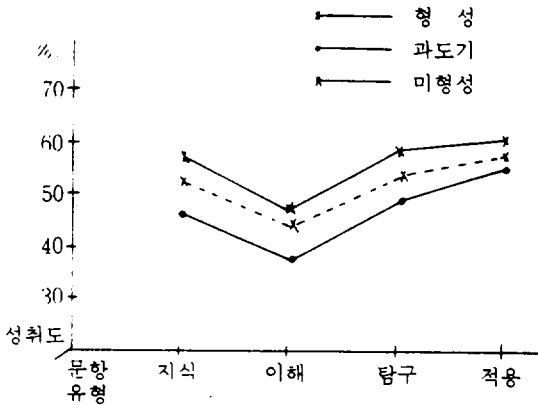
[그림 8] 비례논리의 형성정도에 따른 문항 유형별 도달도



[그림 9] 변동인계논리의 형성정도에 따른 문항 유형별 목표 도달도



[그림 10] 화물 논리의 형성정도에 따른 문항유형별 목표도달도



[그림 11] 상관관계 논리의 형성정도에 따른 문항 유형별 목표도달도

표 10]은 각 논리의 형성정도에 따른 문항 유형별 목표도달도를 나타낸 것이다. [표 10]을 좀 더 쉽게 알아볼 수 있도록 각 논리별로 그래프로 나타내면 다음과 같다(그림 7~그림 11).

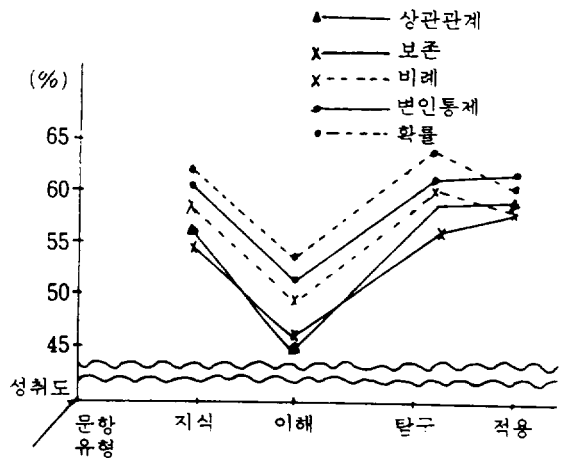
그림 7~그림 11]로부터 알 수 있는 것은 우선 그 경향이 서로 매우 비슷하다는 것이다. 즉 논리의 종류에 관계없이 지식, 탐구 및 적용에 분류된 문항에 대한 성취도는 매우 낮다. 또한 목표도달도는 상관관계 논리의 경우를 제외하고는 각 논리의 미형성, 과도기, 형성의 순으로 높아지고 있다. 즉 각 논리의 경우 형성에 분류된 학생들의 성취도가 가장 높고, 다음이 과도기, 미형성의 순이다. 그러나 이와는 달리, 상관관계 논리의 경우는 과도기, 미형성, 형성의 순으로 목표도달도가 높아져, 형성정도가 과도기로 분

류된 학생들이 분류된 학생들에 비하여 모든 유형의 문항에 대하여 목표도달도 낮은 것으로 나타나 있다. 이와같은 결과는 앞에서 지적한 상관관계 논리의 형성율이 중학교 전 학년에 걸쳐 극히 낮은 사실과 함께 주목된다.

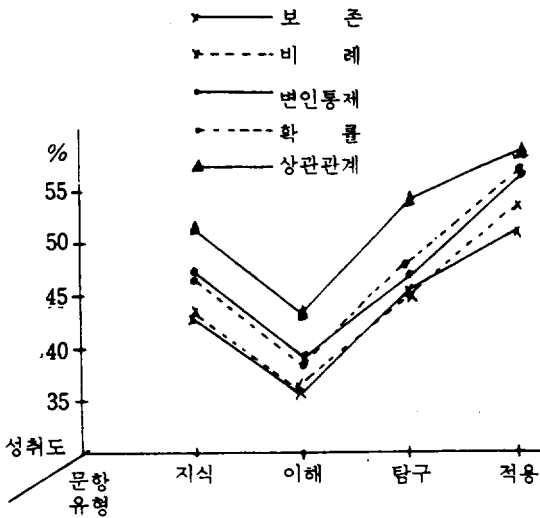
문항 유형별 목표도달도와 관련하여 또 한가지 특이한 것은, 모든 논리의 형성정도에 따라 거의 비슷한 정도로 뚜렷한 차이를 보이는 반면에, 적용 문항의 경우는 그 차이가 크지 않다는 것이다. 이러한 경향은 거의 모든 논리의 경우에 비슷하게 나타나고 있다. 그러나 이 연구결과와 해석은 적용에 분류된 문항수가 모두 9개로 지식(46문항), 이해(39문항), 탐구(18문항)에 분류된 문항수에 비하여 훨씬 적었다는 점을 함께 고려해야 할 것이다.

마지막으로, 각 논리의 형성이나 미형성이 특이 어떤 유형의 문항에 대한 목표도달도와 관련이 있는가를 알아보기 위하여, 각 논리가 형성되어 있는 학생들의 문항 유형별 목표도달도(그림 12)와 미형성되어 있는 학생들의 문항 유형별 목표도달도(그림 13)를 그래프로 나타내어 보았다.

[그림 12]와 [그림 13]으로부터, 적용에 분류된 문항을 제외하고는 일반적으로 특수 논리가 형성되어 있는 학생들이 특수 유형의 문항에 대하여 높은 목표도달도를 보이거나, 특수 논리가 미형성 되어있는 학생들이 특수 유형의 문항에 대하여 낮은 목표도달도를 보이지는 않음을 알 수 있다. 다만 적용에 해당하는 문항에 대해서는 약간 다른 경향을 보여서, 이들



[그림 12] 각 논리가 형성된 학생들의 문항 유형별 목표도달도



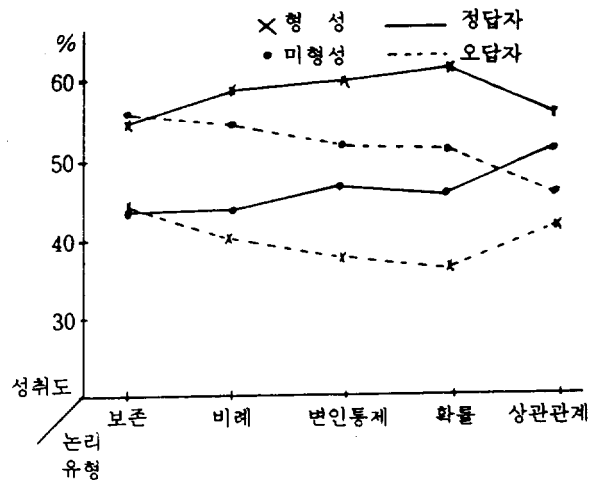
(그림13) 각 논리가 미형성된 학생들의 문항 유형별 목표 도달도

의 차이가 의미가 있는 것인가는 추리적 통계처리(inferential statistics)를 이용한 연구가 더 필요하다 하겠다. 변인통제 논리가 형성되어 있는 학생들의 확률논리가 형성되어 있는 학생들 보다 높은 성취도를 보이는 것은 좀 더 분석해 볼 필요가 있다 하겠다. 바꾸어 말하면, 적용에 분류된 문항에 대한 목표 도달도를 제외하고는 각 유형의 문항에 대한 목표 도달도는 각 논리별로 거의 비슷한 경향을 보이고 있다. 예를들면, 확률논리가 형성되어 있는 학생들은 지식, 이해 및 탐구에 해당하는 문항에 대하여 공히 높은 목표도달도를 보이며, 보존논리가 형성되어 있는 학생들은 각 유형의 문항에 대하여 공히 약간 낮은 목표도달도를 보이고 있다.

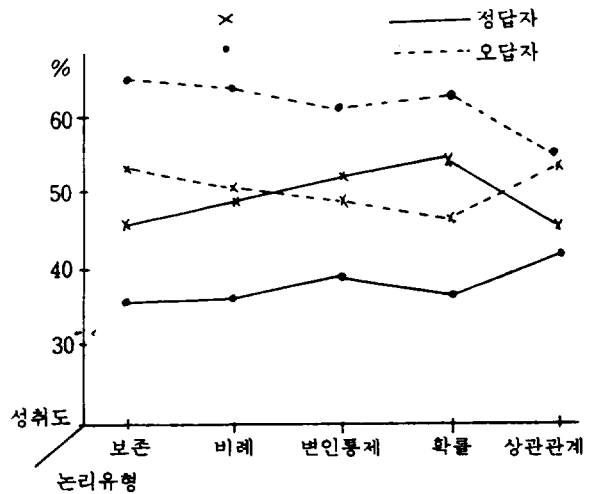
[그림13]은 상관관계 논리가 미형성 되어 있는 학생들이 모든 유형의 문항에 대하여 특히 높은 목표도달도를 보이는데, 이 결과의 해석은 [그림 4]에서 알 수 있는 바와같이 상관관계 논리의 형성율이 극히 낮은 점을 함께 고려해야 할 것이다. 또한 [그림13]은 [그림12]와 함께, 각 유형에 대한 목표 도달도는 상관관계 논리보다는 확률논리, 비례논리 그리고 변인통제 논리와 보다 밀접하게 관련되어 있음을 보여준다. 즉 후자의 경우는 전자의 경우에 비하여 논리 형성자의 목표 도달도가 높고 논리 미형성자의 목표도달도는 낮은 반면에, 후자의 경우는 그 반대이다.

나. 문항유형별 각 논리의 형성정도와 목표 도달도

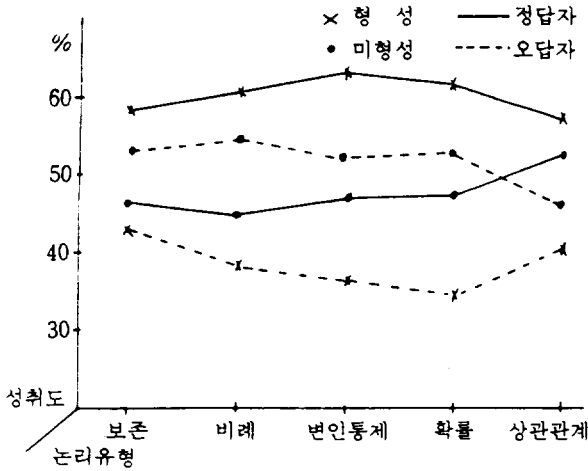
각 논리가 형성된 학생들과 미형성된 학생들 사이의 목표도달도의 차이는 각 논리별로 어떤 분포를 할까? 다시 말하면, 문항 유형별로 목표도달도에 대한 변별도가 높은 논리와 낮은 논리가 존재할까? 이와 같은 질문에 답하기 위하여 각 논리의 형성자와 미형성자의 성취도를 문항유형별로 그래프로 나타내었다 (그림14~그림17).



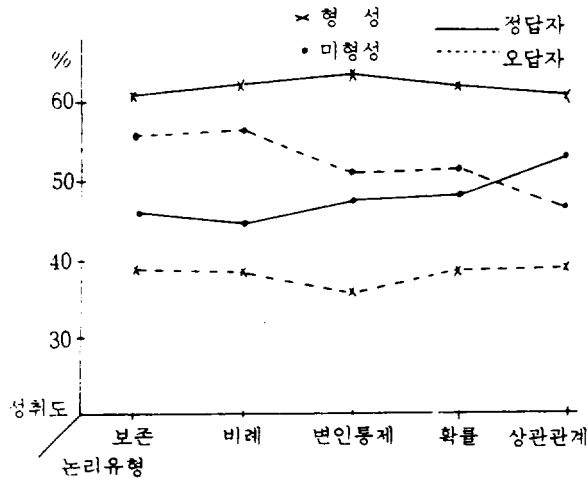
(그림14) 지식문항에 대한 각 논리별 형성자와 미형성자의 목표도달도



(그림15) 이해 문항에 대한 각 논리별 형성자와 미형성자의 목표 도달도



(그림16) 탐구 문항에 대한 각 논리별 형성자와 미형성자의 목표 도달도



(그림17) 적용 문항에 대한 각 논리별 형성자와 미형성자의 목표 도달도

[그림14—그림17]로 부터, 문항 유형별로 각 논리가 형성된 학생들의 목표도달도는 서로 차이가 있지만, 적용문항을 제외하고는 목표도달도의 상대적 경향은 거의 비슷하다는 점을 알 수 있다. 각 논리가 미형성된 학생들의 경우에는 이러한 경향이 모든 유형의 문항에 나타나고 있다. 이러한 경향은 결국 어느 한 특수 논리가 형성된 학생들이 특수 유형의 문항에 특별히 높거나 낮은 목표도달도를 보이지 않음을 의미하는 것이며, 이는 간접적으로 한 논리가 형성되어 있는 학생들은 다른 논리도 형성되어 있을 가능성이

높으며, 한 논리가 미형성된 학생들은 다른 논리도 미형성되어 있을 가능성이 높음을 의미한다 하겠다.

논리가 형성되어 있는 학생들과 미형성되어 있는 학생들 사이의 목표 도달도의 차이는, 전반적으로 확률논리의 경우가 가장 크고, 비례논리와 변인통제 논리가 그 다음으로 거의 비슷하며, 다음으로 보존논리이고, 상관관계 논리의 경우가 가장 작다. 다만 적용 문항의 경우에는 약간 달라서 보존, 비례, 변인통제 논리의 경우 그 차이가 비슷하며 확률, 상관관계 논리 순으로 차이가 줄어들고 있다. 이러한 경향은 결국 적용을 제외한 지식, 이해, 탐구에 분류된 문항의 목표도달도에 대한 변별도는 확률논리가 가장 높고, 다음이 비례, 변인통제 논리이며, 상관관계 논리는 가장 낮음을 말해준다. 다시 말하면, 상관관계 논리의 형성정도에 의해서 목표도달도를 예측하기는 어렵다는 의미이겠으나, 이러한 해석은 상관관계 논리의 형성율이 극히 낮은 점을 고려하여 신중을 기해야 할 것이다. 고등학교나 대학교 학생들을 대상으로 한 연구에 의해서 이 문제에 대한 답은 보다 명확해질 수도 있겠다.

3. 교사용 설문지 조사 결과 및 분석

중학교 과학 교육과정 운영에 관한 현황과 문제점을 파악하기 위하여, 표집에 선정된 5개 중학교 과학 교사에게 설문 조사를 하였다. 5개 학교의 과학교사는 모두 26명이었으며, 이들 26명의 의견을 종합 분석하면 다음과 같다.

가. 중학교 과학 교육과정에 대한 의견

현행 중학교 과학 과목에 할당된 시수에 대해서 “적다”고 생각하는 사람이 9명으로 나타났다. 과학 과목 시간이 적다는 것이 일반적인 견해로 알고 있으나 조사결과 많다고 생각하는 사람이 상당수 있는 것은 특이한 일이다.

교과 내용에 대해서는 대부분(14명)이 어렵다고 생각했으며, 쉽다고 응답한 경우는 한 사람 밖에 없었다. 이 결과는 시수에 대한 반응과는 상당히 일치하지 않는 것 같다.

반면 학생들의 창의적 사고력과 탐구능력 신장을 위해서는 교과서가 적합하다고 응답한 사람이 8명, 나쁘다고 응답한 경우가 1명으로 대체적으로 긍정적인 반응을 보였다.

과학 교과서에서 물리 분야의 내용을 늘려야 한다

고 응답한 경우가 5명, 화학 내용을 늘려야 한다고 응답한 경우는 2명, 생물은 1명이었고 지구과학 내용을 늘려야 한다고 주장한 경우는 하나도 없었다. 따라서 현장에서는 물리 내용이 중요하다고 인식하는 것 같다.

교과서 개발 체제에 관해서는 국정 단수 제도가 좋다는 사람이 압도적(13명)이었으며 검인정 복수(4명), 자유 개발 체제(4명)은 그렇게 원하고 있는 것 같지 않다. 이것은 교사들 자신이 매우 피동적인 교육 자세로 굳어져 있음을 나타내는 것으로 본다.

나. 중학교 과학 학습지도에 대한 의견

수업 내용은 주로 교과서에 의존하고 있었으며(70%이상), 시청각 자료의 이름은 거의 이루어지고 있지 않은 것으로 나타났다.

실험은 대체로 수업 시수의 5~10%정도하고 있는 것으로 나타났으며, 실험실 시설은 뜻밖에도 대체로 양호하다고 응답하였다. 실험 기자재도 보유량이 양호한 것으로 나타났다(충분 7명, 보통 13명, 부족 6명). 이것은 보통 생각하는 바와 같이 실험 기자재가 절대 부족하다는 인식과는 상당한 차이가 있는 것으로 나타났다. 그러나 이는 학교에서 실험 실습을 하지 않기 때문에 보유하고 있는 기구라도 다 활용할 수 없기 때문이지 실제로 실험 기자재가 정상적인 탐구 수업을 수행하기에 충분하다는 것으로 받아들이는 것은 곤란할 것 같다.

과학 실험을 하는 데 가장 장애가 되는 사항으로는 학생수의 과다가 제1위였고 다음이 실험 평가의 어려움을 들고 있다. 세번째 장애로는 진학지도에 불리하다는 점이고, 기자재의 부족이나 실험 지도 방법의 미숙은 그렇게 중요한 원인이 아닌 것으로 지적하고 있다.

그외에도 과학교육의 문제점으로는 “수업 시간이 많다”, “과학 행사가 너무 많다”, “실험 보조원 필요”, “실험 평가 방법 개발 필요”, “학생 능력차의 심화” 등이 지적 되었다.

다. 중학교 과학 학습 평가에 관한 의견

시험 횟수는 매달(9명), 또는 매주(8명) 1회 정도 실시하는 것으로 나타났으며, 대체로 객관식 평가를 하는 것으로 나타났다.

IV. 결론 및 논의

우리나라 중학교 과학교육 운영 실태를 종합적이고 완벽하게 파악하는 것은 쉬운 일이 아니다. 특히 본 연구와 같이 제한된 연구 인력으로는 더욱 힘든 일이다. 따라서 처음부터 본 연구에서는 전국을 대상으로 표집하였으며, 몇 개 학교를 선정하여 사례 연구의 형식을 취하였다. 따라서 본 연구의 결과를 우리나라 중학교의 대표값으로 생각할 수는 없는 것이다. 그러나 본 연구의 결과는 우리나라가 동일한 교육과정과 거의 유사한 교육과정 운영체제를 유지하고 있다는 점을 감안하면 매우 중요한 시사점을 준다고 판단된다. 따라서 본 연구 결과를 제한된 가정하에서 일반화하는 것은 의미있는 일이다.

본 연구를 통하여 수집된 자료를 바탕으로 현행 교육과정 운영 실태에 관한 결론은 다음과 같이 간략히 요약 될 수 있다.

1. 논리적 사고력 발달 정도

논리적 사고력은 논리 별, 학년별, 남녀별 차이를 나타냈다. 질량 보존 논리의 경우 이미 1학년에 대부분 형성되었으며 부피 보존 논리는 3학년이 되어야 60% 정도 형성도를 보였다. 비례논리와 확률논리는 3학년이 되어도 40% 미만의 형성도를 보였다. 특히, 상관관계 논리의 경우 10% 정도의 형성도를 만들 보였다.

이러한 결과는 상당수 과학 내용이 형식적 조작 논리를 사용해야 이해 가능한 현 중학교 교과 내용에 관해서 매우 중요한 시사점을 준다고 볼 수 있다. 본 연구에서 나타난 매우 낮은 목표 도달도는 교과 내용이 학생의 논리 발달 수준에 비해서 어렵다는 것을 말해주고 있다.

2. 목표 도달도와 사고력 발달 수준

목표 유형에 관계 없이 논리적 사고력 형성자가 미형성자 보다 우수한 목표도달도를 보였다.

이와같은 결과는 다른 선행연구 결과로부터 충분히 예상할 수 있겠다. 그러나 만약 평가문항을 목표 유형에 따라 나누지 않고 논리유형에 따라 나누었다면 상당히 의미있는 결과를 얻을 수 있었을 것으로 기대된다.

본 연구의 결과, 학습성취도는 학생들의 지적발달 수준에 매우 큰 영향을 받는다는 것을 보여주었다.

본 연구에서 직접적으로 밝히지는 않았지만 교과내용 중에서 비례논리, 상관관계논리, 확률논리 등을 요하는 것은 그 제시방법과 목표 진술에서 상당한 주의를 요한다고 판단된다. 가급적 상기 논리를 요하는 내용은 중학교 수준에서는 줄여야 하며, 꼭 넣어야 할 필요가 있는 경우에는 구체적인 실험활동을 통해서 하도록 해야 할 것이다.

3. 과학교사들의 반응

교사들의 설문결과를 바탕으로 현행 중학교 교육과정 운영의 문제점 및 개선방향은 다음과 같이 요약할 수 있을 것 같다.

첫째, 현 중학교 과학교과 내용은 학생수준에 비하여 너무 어렵다.

둘째, 교육과정과 교과서에서는 탐구력 신장이 중요 목표로 되어 있으나 실제 교육현장에서는 그 지도와 평가가 외면되고 있다.

셋째, 과밀학급은 탐구활동에 가장 심각한 장애요인이기 때문에 어떤 방법으로든지 개선되어야 한다.

네째, 시험기자재의 확충도 필요하나 현재 보유하고 있는 기자재의 활용도를 높힐 방안이 강구되어야 한다.

다섯째, 탐구능력을 평가할 수 있는 방안과 도구가 개발되어 현장 학교에 보급되어야 한다.

V. 중학교 과학 교육과정 운영 개선을 위한 제언

본 연구의 결과를 바탕으로, 앞으로 중학교 과학과 교육과정을 효율적으로 운영하기 위한 다음과 같은 몇 가지 점을 제안하고자 한다.

1. 중학교 과학과 내용은 중학교 학생의 논리발달 수준에 맞는 것으로 구성되어야 한다.

본 연구 결과에서 나타났듯이 현행 중학교 교육과정과 교과서에 나타나있는 과학내용은 우리 나라 학생수준에 비해서 너무 어렵다. 특히, 비례논리, 상관관계 논리, 확률논리를 요하는 학습내용은 줄여야 하며, 포함시키야 한다면 구체적이고 학생들의 직접 활동을 통해서 습득할 수 있는 내용으로 해야 할 것이다.

2. 중학교 학생의 지적 발달수준을 정확히 조사해야 한다.

몇몇 개별적인 연구를 제외하고는 우리 나라 학생

들의 지적인 발달수준을 알려 주는 객관성 있는 측정 결과가 없다. 본 연구에서 5개 학교 학생들을 통해서 조사하였으나, 보다 전국적인 자료가 절실히 요청된다. 예컨대, 남·녀별, 지역별, 연령별 등에 따른 지적 발달수준을 측정하는 것은 교육과정의 내용을 결정하는 데에 매우 중요한 자료로 활용될 수 있다. 우리나라는 4~5년 주기로 교육과정을 개편하고 있다. 개편할 때마다 문제가 되는 것은 이리이러한 내용은 중학교에서는 가르칠 수 있다거나 또는 이리이러한 내용은 가르칠 수 없다거나 하는 근거가 없다는 점이다. 우리 나라 학생의 지적 발달수준이 밝혀져 있다면 상당수의 내용에 대해서 그러한 주장이 가능할 것이다.

따라서 우리 나라 학생의 발달수준을 전국적으로 조사할 필요가 있으며, 또한 계속적으로 조사해야 한다고 생각한다. 지적수준이란 변할 수 있기 때문이다.

3. 실험(탐구활동) 평가방법이 개발되어야 한다.

본 연구에서도 탐구활동의 중요성을 인식 못하는 바는 아니었으나, 지필검사를 통하여 이러한 활동을 평가하는 것은 불가능하기 때문에 지필검사만으로 가능한 몇몇 탐구 사고력 검사에 국한하였다.

그러나 평가방법이 없을 때 과학교육은 소기의 효과 달성이 어려울 뿐만 아니라 달성되었다고 하더라도 평가방법이 없기 때문에 지속적인 과급 효과를 가져오기 어렵다. 따라서 탐구활동 평가는 어떤 방법으로든지 이루어져야 한다. 그 한 예로 영국에서 개발하고 있는 APU(Assessment of Performance Unit)이며, 이들이 개발한 방법을 우리나라 실정에 맞게 수정·보완하는 것도 한가지 방안이라고 할 수 있다.

4. 시범 실험을 교실 수업에 많이 활용하도록 해야 한다.

우리 나라 현실을 감안할 때 개별실험은 상당히 무리라고 판단된다. 다인수 학급일 뿐만 아니라 실험실습 기자재도 개별실험을 효과적으로 수행하는 데 큰 장애요인이 되고 있다. 따라서 적은 수의 장치로도 가능한 시범실험 방법을 많이 활용하는 것이 간접적인 경험으로나마 탐구적 경험을 갖도록 하는 방안이라고 생각된다. 학교에 과학 실험기구가 많지 않다고는 하나 시범실험을 할 수 있을 정도는 된다고 판단되므로 시범실험은 우리 나라 현실에 매우 적합한 방법이라고 생각된다. 또한 시범실험을 통해서 교사 자신의 탐구능력과 탐구활동 지도능력이 향상될 것이다.

참고 문헌

- 김주훈 · 이양색. 국민학교 자연과 평가의 원리와 실제. 한국 교육 개발원. 개발연구 TR. 84, 1984.
- 박승재 외. 고등학교 과학교육의 실태분석과 진흥방안 및 점검 체제 연구, 문교부, 1986.
- 유경노 외. 고등학교 과학교육의 실태조사 및 개선 방안. 과학 교육 연구 논총, 제9권 1호, 서울대학교, 1984, 2-88.
- 유경노 외. 중고등학교 과학교육 개선과 과학교육 연구 논총 제9권 1호, 서울대학교, 1984, 89-202.
- 한중하. 중·고등학교 학생의 과학적 사고 발달에 관한 조사연구, 한국교육개발원, 연구보고 RR84-24, 1982.
- Bloom, B.S., Hastings, J.T., & Maaus, G.F. Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning, McGraw-Hill, NY, 1971.
- Harms, N. Project Synthesis: An interpretative consolidation of research identifying needs in natural science education. (A Proposal prepared for the National Science Foundation.) University of Colorado. Boulder, Colorado. 1977.
- Harms, N. and S.Kahl, et al. Project Synthesis Final Report. Submitted to the National Science Foundation, to be published by NSF or the School of Education, University of Colorado. 1980.
- NSTA. "Science Education for the 1980's". Position Statement. Washington, D.C.: NSTA. 1982.
- Stake, R.E. and J.A. Easley, et al. Case Studies in Science Education. Urbana, IL: Center for Instructional Research and Curriculum Evaluation, University of Illinois, 1978.
- Weiss, I.R. Report of the 1977 National Survey of Science, Mathematics, and Social Studies Education. Center for Educational Research and Evaluation, Research Triangle Institute, Research Triangle Park, North Carolina. March 1978.
- Helgeson, S.L., P.E. Blosser, and R.W. Howe. The Status of Pre-college Science, Mathematics, and Social Science Education: 1955-1975. Volume 1: Science Education. Center for Science and Mathematics Education, Ohio State University, 1977.
- National Assessment of Educational Progress. Science: 2nd assessment (1972-73): Changes in science performance, 1969-73, with Exercise volume and Appendix (April 1977): 04-S-21. Science technical report: Summary Volume (May 1977). Science: 3rd assessment (1976-1977): 08-S-04. Three national assessments of Science: Changes in achievement, 1969-77. (June 1978): 08-S-08. The third assessment of science, 1976-77. Released exercise set (May 1978). Also some unpublished data from the 1976-77 Science Assessment, Denver, Colorado: 1860 Lincoln Street.

ABSTRACT

An Analysis and Survey on the Status of the Korean Middle School Science Curriculum(Ⅱ) : Students' Cognitive Level and their Achievement

Jae - Sool, Kwon · Byung - Soon, Choi · Myung Hur

Korea National University of Education

To examine the effect of students' Cognitive level upon their achievement on Science, the students' cognitive levels were tested by using GALT(Group Assessment of Logical Thinking) and examined the Correla-

tion between the cognitive level and achievement.

According to the results, most students were still in the concrete level. Only 60% of 9th grade students could handle the logic of displacement volume.

In case of proportional logic and logic of probability, only 40% of 9th graders could handle them. Only 10% of the students could understand Correlational logic.

Cognitive level and students achievement were estimated to be in a very closely related. Students who were in a high cognitive level showed better achievement scores on knowledge, comprehensive, inquiry, and application items than those who were in low cognitive level.

Therefore, this study suggests that the content of the current middle school science should be revised in a way to match the students' cognitive level.