

실험 평가를 통한 탐구과정 기능의 성취도와 인지 수준과의 관계 분석

민혜영¹ · 백성혜 · 강대훈
¹(관양여자중학교) · (한국교원대학교)

Analysis of the Relationship between Cognitive Levels and Achievement of Science Process Skills by Practical Assessment

Hye-Young Min¹ · Seoung-Hey Paik · Dae-Hun Kang
¹(Kwanyang Girl's Middle School) · (Korea National University of Education)

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the relationship between cognitive levels and achievement of science process skills. A science laboratory process skills test based on optional instrument of the SISS was administered to a sample of 162 students in the 8th grade. Practical assessment tasks consisted of the contents about acid · base, density, and a property of cobalt chloride. The format of this practical test was the station type that students had to conduct a short activity. Science process skills included three sub-skills which were categorized as designing, performing, and reasoning. As cognitive levels develop from concrete operational stage to transition stage and formal operational stage, total scores of science process skills and mean scores of sub-skills were significantly increased. Regardless of cognitive levels, all students were more successful on performing than designing or reasoning. In case of being controlled cognitive levels, gender differences and area differences were not detected in achievement of science process skills. According to these results, there was a strong relationship between cognitive levels and achievement of science process skills by practical assessment. This study implies that considering student's cognitive levels is very important for improving science process skills.

Key words : cognitive level, science process skill, practical assessment, designing, performing, reasoning

1. 서론

현재 과학교육에서 제기되는 문제점 중에는 탐구 능력의 강조에도 불구하고 실제로 교육 현장에서 탐구능력의 향상이 이루어지지 못하였다(Accongio &

Doran, 1993)는 것과 많은 학생들이 과학을 어렵게 생각하고 있다는 것 등이 포함되어 있다. 이러한 이유에 대해서 과학 교육학자들은 학습자의 다양한 변인과 탐구능력과의 관계를 연구함으로써 그 해결 방안을 찾으려고 하였는데 많은 연구가 Piaget의 인지

*1998년 12월 14일 받음

발달 이론에 근거하여 이를 설명하여 왔다(이원식, 1987).

과학 탐구과정 기능에 큰 영향을 미치는 요인 중에 하나인 인지 수준과 탐구과정 기능간에 상관관계에 대한 연구(임청환, 1992; Mattheis, Spooner, Coble, Takemura, Matsumot & Yoshida, 1992; Padilla, Okey & Dillashaw, 1983)에서 이들 요소간에 의미 있는 상관이 있으며, 인지 수준이 탐구과정 기능에 영향을 준다는 연구(김승화, 1996; Tobin & Capie, 1982)도 있었다. 그러나 이들 연구는 전통적인 평가방식인 지필 평가로 탐구과정 기능을 평가하여 결과를 제시한 것이다.

과학 탐구과정 기능의 평가는 상황을 제시한 지필 평가와 실험 과정에서의 평가로 크게 구분될 수 있다. 그러나 기존의 평가는 주로 지필 평가에 의존해 왔다(AI Busaidi, Allsop & Lock, 1992; Doran, Boorman, Chan & Lock, 1993; Tamir, 1974). 최병순, 김동찬, 남정화(1993)는 지필에 의한 탐구능력 평가 결과가 실제 실험 상황에서 나타나는 탐구능력을 정확히 측정하지 못함을 지적하고, 탐구능력은 지필 평가만으로 측정하기보다는 실험 과정에서의 평가의 보완으로 보다 정확한 탐구능력의 측정이 가능하다고 하였다. 또한 많은 연구에서 실험 평가의 성취도와 지필 평가에 의한 성취도를 비교할 때, 이들은 상관이 없거나 혹은 상관 관계가 낮다(임인재, 김영길, 유병웅, 1986; AI Busaidi, Allsop & Lock, 1992; Baxter, Shavelson, Glodman & Pine, 1992; Ben-Zvi, Hofstein, Samuel & Kempa, 1977; Comber & Keeves, 1973; Greig, Wise, & Lomark, 1994; Robinson, 1969)는 것을 보고하고 있다. 이상과 같은 결과는 실험 평가에 의해 측정된 능력이 지필 평가에서 측정된 능력과는 다른 능력이라는 것을 시사해 준다.

Hein(1987), Accongio와 Doran(1993)은 지필 평가는 학생이 실제 상황에서 과학적 지식을 적용할 수 있는지를 평가하는데는 매우 비효과적이라고 하였다. 따라서 전통적으로 사용되던 지필 평가 방식에서 벗어나, 실험 평가로 학생들의 탐구과정 기능을 평가해 보는 것은 의미 있는 일이라 생각된다.

실험 평가에 대한 몇 가지 제약이 제기되고 있기는 하지만, 실험 평가로 과학교육의 목표 중에 하나인 탐구과정 기능을 보다 적절히 측정할 수 있기 때문에 그 중요성은 더욱 강조되어야 할 것이다. 그리고 최근에 APU(Assessment of Performance Unit)와 SISS(The Second International Science Study) 등을 통해서 실험 평가도 계획하는 방법에 따라서 제약이 비교적 적고, 이용 가능한 좋은 평가 수단이 될 수 있다는 것이 입증되었다.

따라서 본 연구에서는 실험 평가로 탐구과정 기능을 평가하여 인지 수준과 관계를 알아보고, 인지 수준이 통제된 상황에서도 탐구과정 기능의 성취도에 지역차와 성별차가 나타나는지를 알아보고자 한다.

연구 문제는 다음과 같다.

1. 실험 평가를 통한 탐구과정 기능의 성취도는 인지 수준에 따라 어떠한 차이를 보이는가?
2. 동일한 인지 수준내에서 탐구과정 기능의 하위 기능간 성취도는 각각 어떠한 차이가 있는가?
3. 인지 수준이 통제된 상황에서 탐구과정 기능의 성취도에 지역간 차이와 성별 차이가 나타나는가?

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 절차

본 연구는 실험 평가를 통해 측정된 탐구과정 기능의 성취도와 인지 수준과의 관계를 알아보기 위하여 중학교 2학년 162명을 대상으로 실험평가를 실시하여 기초 연구, 예비 연구, 본 연구의 순으로 이루어졌다.

기초 연구 단계에서는 본 연구를 수행하는데 적당한 검사 도구로 SISS에서 사용한 과학실험 과정기능 검사 문항과 척도를 선정하고, 이를 수정·보완하였다. 그리고 이 문항으로 경기도의 시지역 소재 중학교 2학년 학생들에게 투입하여 검사 문항과 척도의 문제점을 파악하여 1차 수정을 거친 후, 부산광역시 소재 중학교 2학년 학생들에게 본 연구에서 실시할 실험 평가의 검사 방법과 동일하게 투입하여 방법상의 문제점을 파악한 후 최종적으로 타당도를 점검 받고, 본 연구를 실시하였다.

Table 1. Subjectives

| | Urban | Suburban | Rural | Total |
|-------|-------|----------|-------|-------|
| *C.O. | 18 | 18 | 18 | 54 |
| *T | 18 | 18 | 18 | 54 |
| *F.O. | 18 | 18 | 18 | 54 |
| Total | 54 | 54 | 54 | 162 |

- *: Concrete operation level
- †: Transition level
- ‡: Formal operation level

2 연구 대상

본 연구 대상 학생의 지역별, 인지 수준별 구성은 Table 1과 같다.

각 지역과 성별에 따른 GALT 점수의 평균은 Table 2, Table 3과 같다. Table 2와 Table 3에서 보는 바와 같이 유층표집으로 지역과 성별에 따라 인지 수준이 차이하지 않도록 하였다. 따라서 지역간 성취도의 차이와 성별 성취도의 차이를 검증할 때 인지 수준은 통제되어 있는 상황으로 설정한 것이다.

Table 2. GALT scores by district

| District | Mean ¹⁾ | SD | F |
|-----------------|--------------------|------|------|
| Urban (n=54) | 5.78 | 2.74 | 0.46 |
| Suburban (n=54) | 5.76 | 3.05 | |
| Rural (n=54) | 5.31 | 2.75 | |

¹⁾ Full score is 12

Table 3. GALT scores by sex

| Sex | Mean | SD | F |
|---------------|------|------|---|
| Male (n=111) | 5.67 | 2.92 | |
| Female (n=51) | 5.51 | 2.57 | |

3 검사 도구 및 내용

실험 평가 과제는 산·염기, 밀도, 염화코발트의 성질에 관련된 내용으로 이루어졌다. 각 실험 과제는 학생이 해결해야 할 여러 개의 하위 문항으로 구성되어 있다. 하위 문항에 답하기 위해서 학생들은 실험 재료와 기구를 다루면서, 관찰, 추론, 자료 기록, 결과 해석 등의 기능을 수행하여야 한다. SISS에서는

Table 4. Contents of items and allotment of marks

| Task | Item | Content | Science process skill | Allotment of mark |
|---------------------------|------|--|-----------------------|-------------------|
| Acid and base | 1-1 | Observation and record of color change using phenolphthalein | P | 1 |
| | 1-2 | Derivation of conclusion | R | 1 |
| | 1-3 | Experimental design for remained solution | D | 1 |
| | 1-4 | Observation and record of results | P | 1 |
| | 1-5 | Derivation of conclusion and explanation of the reason | R | 2 |
| Density | 2-1 | Measurement and record of mass | P | 2 |
| | 2-2 | Experimental design for measurement of volume | D | 2 |
| | 2-3 | Measurement and record of volume | P | 2 |
| | 2-4 | Decision of density | R | 2 |
| Nature of cobalt chloride | 3-1 | Observation/record | P | 1 |
| | 3-2 | Observation/record | P | 1 |
| | 3-3 | Prediction based on observation | R | 2 |
| | 3-4 | Experimental design for hypothesis | D | 2 |
| Total | | | 3D 6P 4R (5, 8, 7) | 20 |

Table 5. Achievement of science process skills by cognitive levels

| Skill | Full mark | C.O. (n=54) | | T (n=54) | | F.O. (n=54) | | F |
|-------|-----------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|--------|
| | | Mean(%) | SD | Mean(%) | SD | Mean(%) | SD | |
| D | 5.00 | 1.36(27.2) | 1.07 | 2.24(44.9) | 1.29 | 3.12(62.4) | 1.15 | 30.36* |
| P | 8.00 | 3.93(49.2) | 1.72 | 4.91(61.4) | 1.54 | 6.10(76.3) | 1.59 | 24.29* |
| R | 7.00 | 1.58(22.6) | 1.34 | 3.04(43.4) | 1.75 | 4.67(66.7) | 1.72 | 49.34* |
| Total | 20.00 | 6.87(34.4) | 3.44 | 10.20(51.0) | 3.56 | 13.89(69.4) | 3.45 | 54.76* |

* p<0.01

탐구과정 기능(process skills)의 하위 기능을 계획(D: designing), 수행(P: performing), 추론(R: reasoning)의 3개 범주로 나누었으며 각 문항별 내용과 측정하는 탐구과정 기능의 하위 기능 및 점수 배점은 Table 4와 같다.

각 문항에는 실험 과제를 해결하는 데 필요한 지식을 제시해 줌으로써 본 검사 도구는 지식을 배제한 탐구과정 기능에 중점을 두었으며 같은 탐구기능이지만 문항의 난이도에 따라 배점을 달리하였다. 타당도는 교과 교육 전문가에게 의뢰하여 검증을 하였고, 검사 문항의 신뢰도(Cronbach α)는 0.78이다.

4. 검사 절차 및 방법

GALT 검사는 중학교 수업 시간인 45분을 원칙으로 하여 교과 담당 교사의 감독 하에 실시하였다.

실험 평가는 학생들이 과학실에 입실하기 전에 연구자와 과학 교사가 3가지 실험 과제를 해결하는 데 필요한 실험 기구와 재료를 6세트씩 준비하여, 18명의 학생이 개인 실험을 할 수 있도록 하였다.

학생들은 다른 학생의 도움을 받거나 방해받지 않도록 자리를 배치하였으며 평가 진행 방식은 순환 실험(station)으로 하였으며 각 실험당 소요 시간은 10분을 원칙으로 하였다. 실험을 하는 동안 학생들은 주어진 학생용 검사지에 답을 기록하도록 했다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 인지 수준별 탐구과정 기능의 성취도 비교

1) 탐구과정 기능의 성취도

구체적 조작기, 과도기, 형식적 조작기 학생들의 탐구과정 기능 성취도의 평균, 표준편차, F값은 Table 5와 같다.

Table 5에서 인지 수준별로 탐구과정 기능의 전체 평균을 보면, 구체적 조작기는 34.4%, 과도기는 51.0%, 형식적 조작기는 69.4%의 성취도를 나타내고 있다. 탐구과정 기능의 하위 요소인 D(계획), P(수행), R(추론)별로 살펴볼 때도 역시 인지 수준이 발달함에 따라 성취도가 높아지는 경향을 나타냈다. 구체적 조작기 학생의 경우는 관찰과 측정이 포함된 P(수행)에서조차도 50% 미만의 낮은 성취도를 보이며 인지 수준이 발달함에 따라 D(계획), P(수행)의 증가율보다는 R(추론)의 증가율이 크게 나타남을 알 수 있다. 탐구과정기능의 전체 점수, 탐구과정기능의 하위 기능별 점수는 구체적 조작기, 과도기, 형식적 조작기로 갈수록 성취도가 통계적으로 유의미하게 높은 것으로 나타났다.

각 집단간 탐구과정 기능의 성취도의 차이를 알아보기 위하여 Scheff 검사법에 의한 다중 비교 결과는 Table 6, Table 7, Table 8, Table 9와 같다.

Table 6~9에서 보는 바와 같이 탐구과정 기능의 전체 성취도 및 하위 기능인 D(계획), P(수행), R(추론)별 성취도는 구체적 조작기와 과도기, 과도기와 형식적 조작기, 구체적 조작기와 형식적 조작기 사이에 각각 유의미한 차이가 있음을 알 수 있다.

또한, 각 인지 수준별로 탐구과정 기능간의 성취도를 비교하여 보면, 구체적 조작기와 과도기 학생의 경우에는 P(수행)의 성취도가 가장 높고, D(계획),

Table 6. Scheff test on the means of D by cognitive levels

| Average(%) | Level | C.O. | T | F.O. | |
|------------|-------|------|---|------|---|
| 27.2 | C.O. | / | | | |
| 44.9 | T | | | | * |
| 62.4 | F.O. | | | | * |

* p<0.01

Table 7. Scheff test on the means of P by cognitive levels

| Average(%) | Level | C.O. | T | F.O. | |
|------------|-------|------|---|------|---|
| 49.2 | C.O. | / | | | |
| 61.4 | T | | | | * |
| 76.3 | F.O. | | | | * |

* p<0.01

Table 8. Scheff test on the means of R by cognitive levels

| Average(%) | Level | C.O. | T | F.O. | |
|------------|-------|------|---|------|---|
| 22.6 | C.O. | / | | | |
| 43.4 | T | | | | * |
| 66.7 | F.O. | | | | * |

* p<0.01

Table 9. Scheff test on the means of science process skills by cognitive levels

| Average(%) | Level | C.O. | T | F.O. | |
|------------|-------|------|---|------|---|
| 34.4 | C.O. | / | | | |
| 51.0 | T | | | | * |
| 69.4 | F.O. | | | | * |

* p<0.01

R(추론)순 이었고, 형식적 조작기 학생의 경우에는 P(수행)의 성취도가 역시 가장 높고, R(추론), D(계획)순 이었다. 여기서 인지 수준에 관계없이 공통적으로 P(수행)의 점수가 가장 높았고, D(계획)와 R(추론)은 거의 비슷한 점수를 나타냈다는 것은 흥

미로운 결과이다.

동일한 인지 수준 내에서 하위 기능인 D(계획), P(수행), R(추론)의 성취도사이에 통계적으로 유의미한 차이가 있는지를 알아보기 위한 paired t-test의 결과는 Table 10과 같다.

Table 10. Paired t-test results of science process skill achievements by cognitive levels Skills

| Skill | t value | | |
|-------|-------------|----------|-------------|
| | C.O. (n=54) | T (n=54) | F.O. (n=54) |
| D & P | -7.71* | -4.37* | -3.81* |
| P & R | 9.56* | 5.44* | 2.83* |
| R & D | 1.81 | 0.41 | -1.41 |

Table 10에서 알 수 있는 바와 같이 각 인지 수준 별로 D(계획)와 R(추론)의 점수는 t-검증 결과, 통계적으로 유의미한 차이를 나타내지 않았고, D(계획)와 P(수행)의 점수, R(추론)과 P(수행)의 점수에서는 P(수행)의 성취도가 통계적으로 유의미하게 높은 것으로 나타났다.

따라서 인지 수준에 상관없이 모든 학생들은 탐구과정 기능요소 중 관찰과 측정을 포함한 P(수행)는 잘하는 것으로 나타났으나, D(계획)와 R(추론)은 성취도가 낮은 것으로 나타났다. 이 결과는 Kanis, Doran과 Jacobson(1990), Jacobson과 Doran(1991), Kanis(1991) 등의 결과와 일치한다.

2) 탐구과정 기능의 하위 문항별 성취도

인지 수준에 따라서 각 하위 문항별 탐구과정 기능의 성취도를 D(계획), P(수행), R(추론) 별로 살펴보면, D(계획)에 관한 문항은 세 문항, P(수행)에 관한 문항은 여섯 문항, R(추론)에 관한 문항은 네 문항이었는데 인지 수준별 성취도는 문항별로 약간의 차이가 있었다. D(계획)에 관한 문항의 인지 수준별 탐구과정 기능의 성취도는 Fig. 1과 같다.

Fig. 1에서 보는 바와 같이 D(계획)에 관한 문항의 탐구과정 기능의 성취도는 문항별로 약간의 차이가 있는데 세 문항 중 문항 2-2에서 구체적 조작기

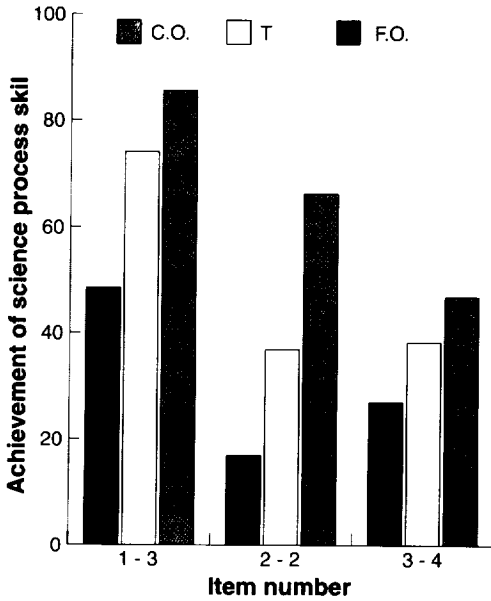


Fig 1. Achievement according to cognitive levels in terms of D

학생들의 성취도가 가장 낮게 나타났다. 문항 3-4는 인지 수준별로 성취도의 차이가 가장 작게 나타났으며, 형식적 조작기의 학생들조차도 50% 미만의 성취도를 나타내었다.

문항 2-2는 물을 이용하여 모양이 일정하지 않은 고체의 부피를 구하는 내용의 실험 설계를 요구하는 것이었다. Shayer와 Adey(1981)에 의하면, 물체를 물에 담갔을 때 밀어낸 물의 부피가 그 물체의 부피라는 것을 알게 되는 것이 형식적 조작기 학생에게만 가능하므로 구체적 조작기 학생들에게는 어렵다고 하였는데 본 연구에서도 이러한 경향을 확인할 수 있었다. 문항 3-4는 관찰에 근거하여 자신이 예상한 것을 증명하기 위한 실험을 설계하는 것이었다. 이 문항의 경우 형식적 조작기 학생의 성취도가 46.9%로 형식적 학생조차도 어려움을 알 수 있는데, 실험설계 시 독립변인과 종속변인을 모두 고려하여 않고 둘 중에 하나만을 생각하고 실험 설계를 한 학생들이 대부분이었기 때문이다.

P(수행)에 관한 문항의 인지 수준별 탐구과정 기

등의 성취도는 Fig. 2와 같다.

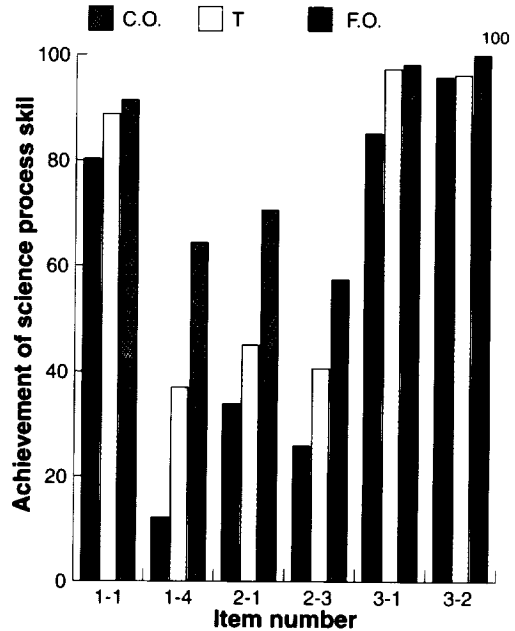


Fig 2. Achievement according to cognitive levels in terms of P

P(수행)에 관한 문항 중 1-1, 1-4, 3-1, 3-2는 관찰에 관한 문항이고, 2-1, 2-3은 각각 질량과 부피를 측정하도록 요구하는 것이었다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 관찰과 측정의 성취도를 비교하여 보면, 전반적으로 관찰에 관한 문항의 성취도가 측정에 관한 문항의 성취도보다 비교적 높게 나타났다.

문항 1-4는 리트머스 종이를 이용하여 미지의 용액에서의 변화를 관찰하는 것인데, 여러 번의 관찰을 요구하는 것이었다. 구체적 조작기 학생들은 성취도가 12.2%로 P(수행)에 관련된 문항 중에서 성취도가 가장 낮게 나타났다. 이는 구체적 조작기 학생들이 방법이 복잡하여 실험 방법 및 결과를 구조화하지 못하였기 때문인 것으로 생각된다. 측정에 해당되는 두 문항은 윗접시 저울을 이용하여 질량을 측정하는 문항 2-1과 메스실린더를 이용하여 부피를 측정하는

문항 2-3이었다. 구체적 조작기, 과도기, 형식적 조작기 모두 질량을 측정하는 문항의 성취도가 부피를 측정하는 문항의 성취도보다 높게 나타났다. R(추론)을 요구하는 문항의 인지 수준별 탐구과정 기능의 성취도는 Fig. 3와 같다.

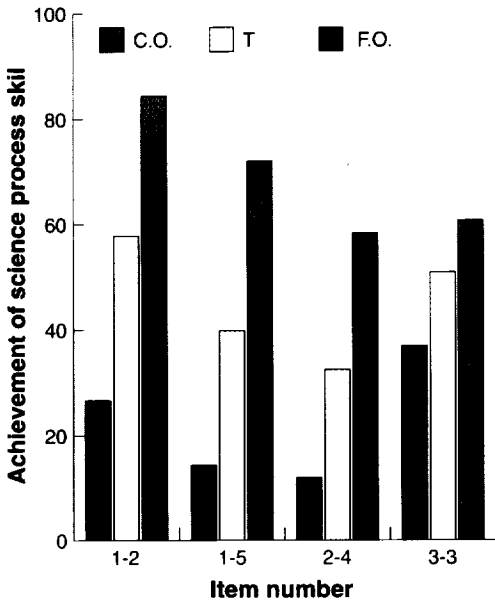


Fig 3. Achievement according to cognitive levels in terms of R

Fig. 3에서 보는 바와 같이 R(추론)을 요구하는 4개의 문항 중 밀도를 결정하는 문항 2-4의 경우, 구체적 조작기, 과도기, 형식적 조작기의 모든 경우에

성취도가 다른 문항보다 가장 낮게 나타났다. 문항 2-4에서는 밀도식을 제시해 주고 자신이 측정한 부피와 질량을 이용하여 밀도를 계산하고 단위를 결정하도록 하였음에도 불구하고 성취도가 낮게 나타난 것은 많은 학생들이 단위를 사용하는데 어려움을 느꼈기 때문인 것으로 보여진다. 이는 Kanis(1991), Jacobson과 Doran(1991), Doran, Fraser와 Giddings(1995) 등의 연구에서 나타난 것과 같은 결과이다.

문항 3-3은 관찰 결과에 근거하여 염화코발트의 성질을 예상하는 것이었다. 이 문항에서는 구체적 조작기의 학생들의 성취도가 R(추론)을 요구하는 다른 문항들에 비해 상당히 높게 나타난 것을 볼 수 있다. 이 결과는 문제에서 요구한 추론에 관련된 내용을 학생들이 이미 학습하였기 때문에, 순수하게 추론 기능만을 이용한 것이 아니라 지식적인 면이 영향을 준 것으로 해석되어진다.

전반적으로 살펴볼 때, D(계획)나 P(수행)보다는 R(추론) 기능에서 구체적 조작기 학생들이 어려움을 느끼는 것으로 나타났다.

2 인지 수준이 통제된 상황에서 지역별, 성별 탐구과정 기능의 성취도 비교

1) 지역별 탐구과정 기능의 성취도

인지 수준이 통제된 경우에 대도시, 중소도시, 읍면지역의 탐구과정 기능의 성취도 평균, 표준편차, F값은 Table 11과 같다.

Table 11에서 보는 바와 같이 인지 수준이 통제된 경우에, 지역에 따른 탐구과정 기능의 성취도는 전체

Table 11. Process skill achievements by district

| Skill | Full mark | Urban (n=54) | | Suburban(n=54) | | Rural(n=54) | | F |
|-------|-----------|--------------|------|----------------|------|-------------|------|------|
| | | Mean(%) | SD | Mean(%) | SD | Mean(%) | SD | |
| D | 5.00 | 2.19(43.7) | 1.28 | 2.44(48.9) | 1.25 | 2.09(41.9) | 1.56 | 0.96 |
| P | 8.00 | 5.57(69.6) | 1.72 | 4.81(60.1) | 1.84 | 4.57(57.1) | 1.83 | 4.52 |
| R | 7.00 | 3.37(48.2) | 1.95 | 3.24(46.2) | 2.18 | 2.68(38.3) | 1.96 | 1.78 |
| Total | 20.00 | 11.13(55.6) | 4.18 | 10.49(52.4) | 4.49 | 9.34(46.7) | 4.71 | 2.22 |

Table 12. Process skill achievements by sex

| Skill | Full mark | Urban (n=54) | | Suburban(n=54) | | t value |
|-------|-----------|--------------|------|----------------|------|---------|
| | | Mean(%) | SD | Mean(%) | SD | |
| D | 5.00 | 2.21(44.2) | 1.36 | 2.31(46.2) | 1.40 | -0.43 |
| P | 8.00 | 4.85(60.6) | 1.76 | 5.28(66.0) | 1.97 | -1.40 |
| R | 7.00 | 3.19(45.6) | 2.14 | 2.88(41.2) | 1.83 | 0.90 |
| Total | 20.00 | 10.25(51.2) | 4.62 | 10.47(52.4) | 4.26 | -0.29 |

점수로 보면, 대도시 55.6%, 중소도시 52.4%, 읍면 지역 46.7%로 약간의 차이를 나타냈다. 그러나 전체 점수 및 하위 기능인 D(계획), P(수행), R(추론)의 성취도는 지역별로 통계적으로 유의미한 차이를 나타내지 않았다. 이러한 결과는 실험 평가에서 대도시가 중소도시나 읍면지역에 비해 떨어진다는 임인재, 김영길, 유병웅(1986)의 연구 결과와는 차이가 있는데 이들의 연구에서는 각 지역 학생들의 인지수준을 통제하지 않았기 때문으로 생각된다.

2) 성별 탐구과정 기능의 성취도

인지 수준이 통제된 상황에서 성별에 따른 탐구과정 기능의 성취도 평균, 표준편차, t값은 Table 12와 같다.

Table 12에서 보는 바와 같이, 인지 수준이 통제된 경우에, 성별에 따른 탐구과정 기능을 비교하여 보았을 때, 남자의 경우는 51.2%, 여자의 경우는 52.4%로 전체 성취도에서 통계적으로 유의미한 차이를 나타내지 않았다. 각 하위 기능별로는 D(계획)와 P(수행)는 여학생의 성취도가 다소 높았고, R(추론)은 남학생의 성취도가 다소 높았으나 이는 통계적으로 유의미한 차이를 나타내지는 않았다. 이러한 결과는 지필 평가에서는 여학생의 성취도가 떨어지나, 실험 평가에서는 성별의 차이가 나타나지 않는다는 Kanis(1991), Jacobson과 Doran(1991), Lock(1992) 등의 연구 결과와 일치한다.

탐구과정 기능의 성취도를 비교한 결과, 인지 수준이 상위 단계로 발달함에 따라, 성취도가 통계적으로 유의미하게 높은 것으로 나타났으며 하위 기능인 D(계획), P(수행), R(추론) 역시 인지 수준이 발달함에 따라 성취도가 높아지는 것으로 나타났다.

탐구과정 기능의 하위 기능인 D(계획), P(수행), R(추론)사이의 성취도는 인지 수준에 상관없이 P(수행)의 성취도가 가장 높게 나타났고, D(계획)와 R(추론)의 성취도는 낮은 것으로 나타났다. D(계획)와 R(추론)의 성취도는 t-검증 결과, 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났고, D(계획)와 P(수행), P(수행)와 R(추론)의 성취도는 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 인지 수준을 통제했을 경우에 지역별, 성별간의 탐구과정 기능의 성취도를 각각 비교하여 본 결과, 통계적으로 유의미한 차이를 나타내지 않았다.

본 연구는 현행 우리 나라 과학 교육과정에서 탐구과정 기능의 하위 기능인 D(계획), P(수행), R(추론)을 골고루 강조한다는 가정을 전제하고 이루어진 것이다. 그러나 결과는 인지 수준에 상관없이 P(수행)의 성취도가 가장 높게 나타났다. 이러한 결과는 D(계획), P(수행), R(추론)사이의 상대적인 성취도의 크기를 결정하는데는 인지 수준이 아닌, 다른 변인이 존재함을 의미한다. 따라서 어떤 변인에 의해서 P(수행)의 성취도가 가장 높게 나타났는지를 알아보는 후속 연구가 이어져야 하겠다.

N. 결론 및 제언

본 연구를 통해서 인지 수준별로 실험 평가를 통한

적 요

본 연구의 목적은 실험 평가를 이용하여 탐구과정

기능을 측정하고, 인지 수준과 탐구과정 기능의 성취도와와의 관계를 알아보는 것이다. 연구 대상은 인지 수준과 지역을 유층으로 하여 중학교 2학년 162명을 표집하였다. 실험 평가는 SISS에서 사용한 실험 과정기능검사 문항을 수정·보완한 산·염기, 밀도, 염화코발트의 성질에 관한 3가지 과제를 이용하여 순환 실험 형식으로 수행하였다. 탐구과정 기능은 D(계획), P(수행), R(추론) 등의 하위 기능을 포함한다. 실험 평가의 채점은 학생용 보고서를 이용하였으며, 5명의 평가자가 채점한 결과의 평균값으로 분석을 하였다.

연구의 결과 인지 수준이 발달함에 따라 탐구과정 기능의 전체 점수와 하위 기능인 D(계획), P(수행), R(추론)의 성취도가 모두 통계적으로 유의미하게 높아지는 것으로 나타났다. 그리고 인지 수준을 통제하고 탐구과정 기능의 성취도를 비교한 결과 지역간에 탐구과정 기능의 성취도 차이와 남녀간에 탐구과정 기능의 성취도 차이는 나타나지 않았다. 이러한 결과를 통해, 실험 평가를 통한 탐구과정 기능의 성취도는 인지 수준에 크게 영향을 받으므로 탐구과정 기능을 향상시키기 위해서는 학습자의 인지 수준을 고려하는 것이 매우 중요한 일임을 알 수 있다.

참 고 문 헌

- 김승화(1996). 공변량구조분석에 의한 과학탐구능력과 학습자특성과의 인과관계 연구. 한국교원대학교 박사학위논문.
- 임인재, 김영길, 유병웅(1986). 과학교육성취도 평가 연구Ⅲ : 국내 연구 결과 보고서. 연구보고 86-4. 중앙교육평가원.
- 임청환(1992). 논리적 사고력과 과학 탐구 기능 요소의 위계적 분석. 한국교원대학교 박사학위논문.
- 이원식(1987). 과학교육을 위한 인지발달 수준 검사 도구의 타당성에 관한 연구. 과학교육연구논총, 12(1), 9-25.
- 최병순(1987). 학생들의 인지 수준과 구체적 및 형식적 과학내용과의 관계 연구. 화학교육, 14(1), 30-42.
- 최병순, 김동찬, 남정희(1993). 지필 평가에서 나타난 학생들의 탐구능력과 실험 과정에서 보여주는 탐구능력과의 관계 연구. 화학교육, 20(1), 17-26.
- Accongio, J.L., & Doran, R.L. (1993). Classroom assessment: ERIC ED 370 774
- Al Busaidi, R.S., Allsop, R.T., & Lock, R.J. (1992). Assessment of science practical skills in Omani 12th-grade students. *International Journal of Science Education*, 14(3), 319-330.
- Baxter, G.P., Shavelson, R.J., Glodman, S.R., & Pine, J. (1992). Evaluation of procedure-based scoring for hands-on science assessment. *Journal of Educational Measurement*, 29, 1-18.
- Ben-Zvi, R., Hofstein, A., Samuel, D., & Kempa, R. (1977). Modes of instruction in high school chemistry. *Journal of research in Science Teaching*, 14(5), 433-439.
- Comber, L.C., & Keeves, J.P. (1973). *Science education in nineteen countries*. New York: John Wiley and Sons.
- Doran, R.L., Boorman, J., Chan, F., & Hejaily, N. (1993). Alternative assessment of high school laboratory skills. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(9), 1121-1131.
- Doran, R.L., Fraser, B.F., & Giddings, G.F. (1995). Science laboratory skills among grade 9 students in Western Australia. *International Journal of Science Education*, 17(1), 27-44.
- Greig, J., Wise, N., & Lomark, M. (1994). *The development of an assessment of scientific experimentation proficiency for Connecticut's statewide testing program*. ERIC ED 368 793)
- Hein, G.E. (1987). The right test for hands-on learning? *Science and Children*, 25(2), 8-12.

- Jacobson, W.J., & Doran, R. (1991). Science achievement in the United States and sixteen countries. Columbia University, New York.
- Kanis, I.B. (1991). Ninth grade lab skills. *The Science Teacher*, 58(1), 29-33.
- Kanis, I.B., Doran, R.L., & Jacobson, W.J. (1990). *Assessing science laboratory process skills at the elementary and middle/junior high levels*. Columbia University.
- Lock, R. (1992). Gender and practical skill performance in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(3), 227-241.
- Mattheis, F.E., Spooner, W.E., Coble, C.R., Takemura, S., Matsumoto, S., Matsumoto, K., & Yoshida, A. (1992). A study of the logical thinking skills and integrated process skills of junior high school students in North Carolina and Japan. *Science Education*, 76(2), 211-222.
- Padilla, M.J., Okey, J.R., & Dillashaw, F.G. (1983). The relationship between science process skill and formal thinking abilities. *Journal of Research in Science Teaching* 20(3), 239-246.
- Roadrangka, V., Yeany, R.H., & Padilla, M.J. (1983). *The construction and validation of Group Assessment of Logical Thinking (GALT)*. Paper presented at the annual meeting of NARST Dallas, Texas.
- Robinson, J. (1969). Evaluating laboratory work in high school biology. *American Biology Teacher*, 31(3), 236-240.
- Shayer, M., & Adey, P. (1981). *Towards a science of science teaching*: Heinemann Educational Books.
- Tamir, P. (1974). An inquiry oriented laboratory examination. *Journal of Educational Measurement*, 11, 25-33.
- Tobin, K.G., & Capie, W. (1982). Relationships between formal reasoning ability, locus of control, academic engagement and integrated process skills achievement. *Journal of Research in Science Teaching* 19(2), 113-121.
- Wood, D.A. (1974). The Piaget process matrices. *School Science and Mathematics*, 74(5), 407-472.