

자연보호답사대회 보고서에 진술된 국민학생의 가설능력의 분석

구수정 · 박승재
(서울대학교)

(1995년 1월 16일 받음)

I. 서론

미국 교육평가기구(ETS)가 주관한 6개국 국제 비교연구에서는 한국의 13세 어린이의 과학학력은 가장 우수하지만, 국제교육평가협회(IEA)의 연구 결과 과학 과목에서 중학교의 경우 2위 집단(14세), 고등학교의 경우 거의 최하위 집단(18세)이며, 대학의 연구 경쟁력 또는 창의적 연구 생산력은 세계 30위 정도인 것으로 나타나(한종하, 1994) 우리 나라 학생들은 국민학교로부터 대학에 이르기까지 학년이 올라 갈수록 학력 수준은 반비례하여 낮아지는 것이 암시되고 있다. 한편 산업 분야에서도 봉제 기술 등 세심한 수기능을 요하는 기능 대회에서는 높은 성적을 내는데 반해 외국 기술 의존도가 높고 독창성을 요하는 특허 상품 개발은 잘하지 못한다는 보고(한종하, 1994)가 있었다. 이러한 현실은 질적으로 우수한 학생들을 어려서부터 창의적인 사고를 할 수 있도록 기반을 조성해 주지 않은 채 여러 가지 교육 현실로 피상적이며 단기적인 안목으로 교육해 왔다는 사실에 대한 반증이며 국민들의 창의적인 사고의 수준이 궁극적으로 국가 경쟁력을 좌우하게 될 것임을 직시할 때 심히 우려하지 않을 수 없다.

미국의 국가 교육정책 위원회는 합리적 사고를 미국 교육의 주요 목적으로 설정했고, 이에 대하여 과학자들과 과학 교육자들은 과학적 사고, 창안, 창의적 사고를 학교 교육과정에 반영하면서 학생들에게 "과학자처럼 생각"하게 하고, 객관성, 경험적 증거의 존중, 지나치게 일반화된 결론의 회피 등과 같은 태도를 고무시키고자 해 왔다(AETS Yearbook, 1980). 이러한 추세 속에서 우리 나라의 현행 제5차 교육 과정도 "창조적인 인간"을 강조하고 있는데, "창조적인 인간"

이란 독창적인 사고 능력을 가지고 문제를 합리적으로 해결하며, 어떤 변화에 능동적으로 대처할 수 있고, 생산적이며 진취적인 능력을 가진 사람이라 할 수 있겠다(문교부, 1987). 과학교육계에서는 이와 같은 사고능력을 탐구사고력으로 파악하고 학생들이 사고 과정을 거치는 탐구활동을 많이 수행하다 보면 단순한 과학 지식뿐만 아니라 지식이 도출되는 과정까지도 학습하게 된다는 기대 속에 탐구적 과학학습을 1960년대 이후 옹호해 왔다. 그렇지만 과학교육계에 많은 시사점을 주었던 탐구학습이 1980년대를 지나면서 강한 비판을 동시에 받고 있는데 그러한 비판의 내용을 살펴보면 탐구학습의 질을 결정하는 여러 조건들이 제대로 충족되지 못한 채 구호만 앞세운 탓에 결국 바라는 바 효과를 거둘 수 없었다는 것으로 추약된다. 창의적 사고력의 극대화를 위해 여러 가지 교육 정책 및 대안들이 거론되고 있는 시점에서 참된 과학적 탐구학습의 의미와 선수 조건들을 음미해 보고 창의적 사고력과 관련된 구체적이고 의미 있는 연구를 실시해야 할 것으로 생각된다.

탐구능력과 관련하여 과학적 탐구활동에 내재되어 있는 탐구과정을 여러 단계로 나누어 살펴보고 있는 가운데(허명, 1984) 문제의 발상과 가설 설정은 통상 창의력이 가장 많이 요구되는 단계(박승재, 1985)이고 과학적 사고는 이러한 가설을 세울 수 있는 능력에서 시작된다(소홍렬, 1993)는 데에 의견이 일치되고 있는 듯하다. 그러나 탐구 활동은 개인의 독창성과 상상력을 진작시킬 수 있는 기회를 제공해주며(Driver, 1983), 가설 선택 및 검증 능력은 실험적 연구들에 예시되어 결정적으로 주요한 사고 과정으로서 강조되어 왔으며(Bruner, Goodnow & Austin, 1956), 과학적 탐구활동에 있어서 독창성과 상상력을 요구하는 가설 설정이야

말로 가장 중심 되는 활동(Wenham, 1993)이라고 역설되어 왔지만 학교 교육의 실제에서 학생들의 가설능력을 신장시킬 수 있는 연구 결과는 미흡하다.

본 연구는 과학적 탐구활동의 상황에서 이를 수행하는 학생들이 가지고 있는 가설능력을 진단 및 분석하여 창의력 신장을 꾀하는 연구의 토대로 삼고, 통합 과학교육에 대한 가능성을 시사하고자 한다. 본 연구의 목표를 함축화하면 다음과 같다.

1. 자연보호답사대회 활동의 탐구수준을 진단한다.
2. 학생들이 설정한 가설의 개수를 유형별로 조사한다.
3. 학생들이 형성한 가설의 수준을 진단한다.
4. 학생들의 2단계 탐구활동에서의 단계별 가설 설정 능력과 탐구 활동 수행 결과와의 관계를 알아본다.

II. 가설의 유형

영국의 국가교육과정(1988, 1991)은 "학생들은 가설과 예상을 세울 수 있는 능력을 길러 지적 및 실제적 기능을 개발해야 한다"고 구체적으로 목표를 명시했고 있고 다른 국가에서도 학생들의 가설능력의 신장에 관심을 두고는 있다. 하지만 우선 과학철학자나 교육학자들 간에 가설에 대하여 내린 정의부터가 다양하고 학교에서의 교육 및 탐구적 활동과 관련하여 가설에 대한 효과적이고 일반적인 견해가 없어 혼선을 빚고 있다. 이에 본 연구에서는 학생들의 가설능력을 진단 및 분석하고자 하는 관점과 그에 따른 가설의 유형에 대해 논의하겠다.

1. 진술문의 형태에 따른 가설 유형

이론과 마찬가지로 가설도 논리적 추론이나 창의적 상상력에 의해서 구성되지만, 일단 제시된 가설은 이해될 만하고 다른 개념 체계 혹은 관찰 결과와 관련될 수 있는 형태로 진술되는 것이 일반적이다(조희형과 박승재, 1994).

Wenham(1993)은 여러 학자들의 견해를 분석 종합하여 학술지 등 문헌에 나타난 가설과 관련된 진술문들을 진술된 형태에 따라 세가지 유형-설명형 가설(hypothesis-as-explanation), 예상형 가설(hypothesis-as-prediction), 서술적 가설(descriptive hypothesis)-로 분류하였다. 그가 분류한 바에 의하면 설명형 가설은 학자들 간에 가장 넓게 지지되고 있는 견해에 따른 것으로서 장차 일어날 사실 또는 사건에 대한 설명을 제안하면서 예상해 보는 것으로 보통 "~-은 ~(하기) 때문에 ~일 것이다(고 생각한다)"와 같은 형태

의 진술이다. 한편 예상형 가설은 예상은 가설로 보지만 제안된 설명은 가설로 보지 않는다는 견해에 따라 설명에 대한 언급 부분이 없이 "~-은 ~할 것이다(고 생각한다)"와 같은 형태의 진술을 의미한다. 그리고 서술적 가설은 어떠한 사실에 대한 설명이나 직접적인 예측이 없는 것이라도 통계에 사용되는 '영가설' 등 학교에서의 탐구활동에 가능할 것으로 보는 견해에 따라 간단히 "~-은 ~(이)하다(고 생각한다)"와 같은 형태의 진술을 말한다.

2. 지식의 종류에 따른 가설 유형

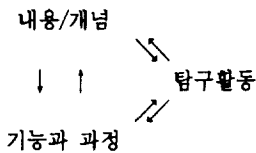
한편 Wenham(1993)은 이러한 분석을 바탕으로 과학교육을 통해 학생들에게 진작시키고자 하는 지식에는 세가지 종류, 즉 사실적 지식(knowledge that: 사실, 사건, 현상 등), 방법론적 지식(knowledge how to: 기능, 과정, 도출 능력 등), 그리고 설명적 지식(knowledge why: 설명, 모형, 비유, 틀 등)이 있다는 관점(Wellington, 1989)에 따라 가설을 세가지 유형으로 분류하였다. 지식의 종류에 비추어 "~-은 ~이다"와 "~-은 ~일 것이다"라는 진술 형태는 결국 사실적 지식에 대한 다른 표현인 것으로 보고 이들을 서술 또는 예상형 가설(descriptive or predictive hypothesis)로, 진술문내에 사실 또는 사건의 인과관계를 설명하고자 "... ~때문에..."를 포함하는 진술은 설명적 지식에 관한 보다 수준 높은 형태의 가설로 파악하고 인과 또는 설명형 가설(causal or explanatory hypothesis)로, 그리고 이들 탐구활동을 수행하여 가설을 검증하기 위한 실험 및 측정 방법에 관한 것을 방법론적 지식에 관한 가설로 보고 절차 또는 과학기술형 가설(procedural or technological hypothesis)로 분류하고 있다. 그러나 그는 절차 또는 과학기술형 가설을 어떤 실험이나 연구 등 탐구활동을 수행하는 동안 진술되지는 않았지만 엄연히 사고 과정 속에 내재되어 있는 것이므로 간과해서는 안된다는 관점에서 논하고 있다. 아마 대부분의 실험 또는 연구 보고서들이(실험 또는 연구) 동기 → 목적 → 방법 → 결과 → 결론의 형식으로 정형화되어 있는 데다 일반적으로 보고서를 활동 후에 작성하기 때문에 '방법'이 과거형으로 실제 행한 작업에 대한 보고의 차원이어서 보고서에는 '방법'의 선정 혹은 계획에 관한 사고 과정이 드러나지 않기 때문이다.

3. 탐구 활동 관련 요소에 따른 가설 유형

가설은 차원 높은 인지적 기능을 사용하여 관찰된 규칙성을 설명하기 위해서 데이터를 넘어 상상적 도약을 해보는

활동이고, 과학적 가설을 세우는 일은 과학적 개념을 담고서 세계의 원리에 대한 일반적인 설명을 하고자 하는 활동이다(Wellington, 1989). 포퍼(1963)는 "과학은 귀납주의자들이 주장하듯이 관찰로부터 시작되는 것이 아니라 입증되지 않은(입증될 수 없는) 예상, 짐작, 문제에 대한 잠정적 해, 추측들로부터 시작되는 면이 있다. 과학자들은 비판과 검증(실험과 관찰)을 통해서 이러한 추측들을 반박하려고 하고 추측들은 여러 번의 검증 과정을 거쳐 단지 잠정적으로 받아들여질 뿐이다."라고 하면서 과학 지식 발견의 과정을 문제 현상을 설명하는 가설을 제안하는 창의적 활동과 실험으로써 그 가설을 방법론적으로 검증하는 활동의 두 부분으로 나누었다.

과학교육자들은 학생들이 과학적 탐구활동을 수행하는 데에는 특별히 내용/개념과 기능/과정이 상호 밀접하게 연관되어 있고 이들은 탐구활동 중에 또는 의해서 사용되고 개발될 수 있다는 [그림 1]과 같은 모델(Black, 1990)을 제안하고 있다.



[그림 1] 탐구활동 모델

탐구 활동을 가설을 설정하고 그 가설을 검증하는 과정으로 보는 견해와 위 모델을 결부시켜 보면 과학적 가설 설정 차원은 과학 내용/개념 차원과, 그리고 과학적 가설 검증 차원은 과학기술적 기능과 과정 차원과 깊은 관련이 있는 것을 알 수 있다. 본 연구에서는 특별히 가설능력은 수준 높은 인지 사고 능력이므로 실험 도구 등을 사용하여 측정하고 도표화하는 등 실제 조작 기능과는 별도로 장차 어떤 과학기술적 혹은 조작적 기능을 사용하여 가설 검증 활동을 할 것인가를 찾아내는 창의적 사고활동이 진술된 것을 기능과 과정 차원의 가설로 본다. 많은 학자들이 탐구 활동은 가설을 세워 보는 일로부터, 그리고 포퍼가 과학 지식 발견 활동을 입증되지 않은(입증될 수 없는) 예상, 짐작, 문제에 대한 잠정적 해, 추측들을 해보는 일로부터 시작한다고 하는 말은 가설과 추측들이 연결되고, 예상되는 지식과 검증 방법이 무관하지 않으므로 창의적 사고 과정으로서의 가설에 가설 검증 방법에 대한 계획을 포함하는 것은 당연한 귀결이라 하겠다. 활동 방법에 대한 계획을 세워 보도록 요청된 보

고서에는 이러한 창의적 사고 과정이 진술되어 드러나기 때문이다. 따라서 탐구 활동 중에 기대되는 가설능력과 관련하여 본 연구에서는 탐구 활동을 통한 통합적인 과학 교수의 효과를 증진시키는데 기여하고자 가설을 내용면 가설과 과정면 가설로 분류하여 살펴볼 수 있음을 밝힌다.

4. 가설의 도출 경위에 따른 가설 유형

가설은 관찰을 통해 얻어진 결과로부터 일반화되어 형성되는 귀납적 가설과 어떤 과학적 법칙과 이론을 지지하고 확장하며 반박하기 위해 그 법칙과 이론으로부터 도출된 연역적 가설로 분류된다(조희형과 박승재, 1994). Collette과 Chiappetta(1986, 1988)는 "가설은 두가지 혹은 그 이상의 변인들 사이의 관계에 대한 추측적인 진술이다. 가설은 관찰 혹은 추론을 통해 형성될 수 있다"라고 한다. Collette과 Chiappetta의 정의를 음미해 보면 학생들이 가설을 형성해 내는 근원에는 직접적인 탐구활동을 실시하기 전이나 혹은 직접적인 탐구활동 없이 추상적인 사고활동으로 가능한 단순한 추측과 직접적인 탐구활동을 수행하면서 증거자료를 모은 관찰의 두가지가 있으며 이들은 바로 탐구활동의 단계별 요소가 됨을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서는 과학적 탐구 활동 가운데 진술된 가설들은 그 도출 경위에 따라 활동을 시작하기 전에 1차적으로 세우는 추론된 가설과 활동의 결과를 토대로 다음 차원의 과학세계를 알아보기 위해 2차적으로 세우는 증거된 가설로 분류할 수 있음을 밝힌다.

III. 연구 방법

남한산성에서 전국의 국민학교 5학년 학생들이 참가한 가운데 실시된 제 2회 학생과학탐구올림픽 자연보호답사대회를 본 연구를 위하여 참여 관찰하고 관련 문서들을 분석하였다. 분석에 사용된 자료로는 자연보호답사대회 참가 학생들의 답사 보고서와 대회 본부에서 학생들에게 배부한 활동 안내 자료, 그리고 5명의 참여 관찰팀이 기록한 참여 관찰 점검표이다.

참가 학생들이 가설을 세울 수 있는 양적 능력은 답사 보고서의 예상, 계획, 결론 부분에 진술된 문장들을 위에 제시한 가설 유형의 틀에 비추어 진단 및 분석하였다. 그리고 설정된 가설의 질적 수준은(내용면) 가설 수준 척도(Collette, Chiappetta, 1986)와 본 연구에서 자체 개발한 과정면 가설 수준 척도를 가지고 문장 단위로 분석하였다. 분석된 자료들을 토대로 단계별 가설능력과 탐구활동 수행 결과와의 상

관관계도 조사하였다.

그러나 본 연구에서 자체 개발한 과정면 수준 척도는 아직 타당도에 관한 충분한 검증과정을 거치지 않은 연구상의 제한점이 있다.

IV. 연구 결과 및 논의

1. 탐구활동의 수준 진단

탐구활동의 수준은 탐구활동과 관련된 요소들, 즉 활동 내용(탐구활동 자료와 학생들의 인지적 특성)과 활동 과정(탐구활동 방식 또는 모형)의 측면에서 참된 의미의 탐구를 지향하는가를 바탕으로 파악하였다. 탐구학습의 목적은 학생들이 지식 획득의 과정에 주체적으로 참가함으로써, 학생들로 하여금 자연을 조사하는데 필요한 탐구능력을 몸에 배이게 하고, 자연 인식의 기초가 되는 과학 개념의 형성을 꾀하고, 다시 미지의 자연을 탐구하려고 하는 적극적인 태도를 기르려고 하는 데에 있다. 탐구학습의 목적이 제대로 구현되려면 탐구라는 이름만 걸고 있는 수동적인 확인 학습이 아니라 학생들이 주체적이고 능동적으로 탐구활동을 벌일 수 있는 학습 자료 및 모형이 먼저 갖추어져야 할 것임은 자명하다 하겠다.

제 2회 학생과학탐구올림픽 대회 중 자연보호답사대회는 교사의 지도 또는 간섭 없이 학생들끼리 제시된 활동 주제 3가지 중 하나를 택하고, 남한산성에서 안전을 위하여 활동 장소로 지정된 지역 내의 6가지 답사 행로 중 하나를 택하여 자유로이 활동하면서 빈 공간으로 되어 있는 답사 보고서를 작성하여 제출하도록 하는 방식의 탐구활동이었다. 답사 보고서는 (1) 선택한 주제, (2) 주제를 선택하게 된 동기, (3) 활동 내용, (4) 예상, (5) 준비물, (6) 답사 계획, (7) 답사 결과, (8) 결론, (9) 더 알고 싶은 점, (10) 답사한 지역의 주변 환경 위치도, (11) 기타의 순으로 작성하되, 선정된 문제를 해결하기 전에 미리 활동 내용과 그 결과를 예상해 보고 구체적인 답사 계획을 세우도록 안내 자료를 통해 작성 순서만 안내되었다. 제시된 답사 주제는 [표 1]과 같다.

이들 답사 주제들은 가설 연역적 사고과정을 수반하는 탐구활동을 통해 변인을 밝히고 변인을 조절할 것을 요구하고 있는 형식적 조작 수준에 해당하는 문제들인 것으로 판단된다. 참가 학생들의 인지수준은 사전에 조사되지 않았는데 피아제의 인지 발달 이론에 의하면 자연보호답사대회에 참가한 학생들(국민학교 5학년)은 나이를 고려할 때 구체적 조작단계로부터 형식적 조작단계로의 이행기에 있다고 볼

[표 1] 자연보호답사대회 답사 주제

| 번호 | 답사주제 |
|----|--|
| 1) | 특정 식물(초본)이 많은 지역을 선정하고, 그 식물이 많이 자라는 것이 환경과 어떤 관련이 있는가를 밝혀보자. |
| 2) | 한 종류의 식물을 선택하여, 그 식물이 잘 자라는 곳과 잘 자라지 않는 곳의 환경은 어떤 차이가 있는지 관찰한 후, 관찰 내용을 바탕으로 이 식물을 잘 보호할 수 있는 방법을 제시하여 보자. |
| 3) | 이 곳(남한산성)에서 사람의 손길이 많이 닿는 곳과 그렇지 않은 곳의 자연의 모습을 비교 관찰하고, 이를 바탕으로 이 곳 자연을 사람에게 유익한 것으로 보호하는 방법을 제시하여 보자. |

수 있다. 그리고 우리 나라 국민학교 5학년 학생들의 인지 발달 수준은 구체적 조작 전기가 39.5%, 구체적 조작 후기가 55.9%, 형식적 조작 전기가 4.6%(김현제, 1986)이고, 14-16세 학생들의 80%가 구체적 조작 수준에 있으며, 20%만이 형식적 조작 수준에 도달했다는(한종하, 1982) 연구 결과에 의하면 이들 참가 학생들이 보통의 인지 수준을 가지고 있는 학생들일 경우 구체적 조작 수준에 있을 것으로 생각된다. 따라서 언뜻 답사 주제들은 형식적 조작수준에 해당하는 문제이지만 학생들의 인지 수준은 그에 못 미치기 때문에 적합하지 않을 것으로 보인다. 그러나 구체적 조작 수준의 사고를 요하는 문제를 구체적 수준의 학생들은 45%가 성공하고 형식적 수준의 학생은 80%가 성공하며, 형식적 조작 수준의 사고를 요하는 문제는 구체적 수준 학생들은 5% 미만이 성공하며 형식적 수준의 학생들은 50%미만이 성공한다(Lawson, 1980)는 연구 결과와 대회 1차 심사표에 의하면 참가 학생들의 활동 점수들은 최하 70점으로부터 96점까지이고 평균 81.1점을 기록하고 있는 점으로 미루어 참가 학생들의 인지수준은 형식적 조작수준에 도달해 있다고 볼 수 있다.

한편 주체적이고 능동적인 활동 여부와 관련해서는 탐구 활동 방식이 얼마나 개방적인가를 보았는데 개방성 연속체(continua of openness) 도식을 사용하였고 활동 방식에 대한 안내 자료 분석과 참여 관찰을 실시한 결과 자연보호답사대회 활동 모형의 개방성의 정도는 [표 2]와 같다.

[표 2] 개방성 연속체 도식 및 결과

<문제 제시 단계>

| | |
|--------------------------------|--|
| 보다 처방적 변인들이 구체화되고 조작하게 됨 | 보다 탐험적 변인들이 구체화되지 않고, 탐구활동분야는 구체화될 수 있음 |
|--------------------------------|--|

폐쇄적 <-----> 개방적
자연보호답사대회

<활동방법 선택 단계>

| | |
|---|------------------------|
| 교사가 학생들에게 활동 내용을 말하거나 제한된 도구를 제공함 | 학생들이 활동방법을 자유로이 선택함 |
|---|------------------------|

폐쇄적 <-----> 개방적
자연보호답사대회

<결론 도달 단계>

| | |
|---------------------|-----------------------|
| 한가지 가능한 해결방안만 있음 | 여러 개의 가능한 해결방안이 있음 |
|---------------------|-----------------------|

폐쇄적 <-----> 개방적
자연보호답사대회

슈왈(Schwab, 1966)에 의하면 탐구의 수준은 탐구의 과정 중에서 학생들이 스스로 참여하는 부분에 따라 문제와 과정이 제시되어 있는 경우(제1수준), 문제는 주어지고 과정은 제시되지 않은 경우(제2수준), 문제와 과정이 모두 주어지지 않고 현상만이 제시된 경우(제3수준)로 나눌 수 있는데 자연보호답사대회는 답사 주제 3가지가 제시되어 있고 이들 중 한가지 주제를 선택하는 일부터 활동과정 전체를 학생들이 주체적으로 수행하였으므로 제 2수준(안내된 탐구 수준)에 해당한다고 볼 수 있다. 이는 국내의 지구과학 교과서의 실험활동의 경우 98%가 가장 낮은 수준이고 나머지 2%는 중간 수준이며 가장 높은 수준의 탐구활동은 교과서에는 없었던 점(안희수, 이현철, 1991), 그리고 스태버와

베이는 타포야 등(Tafoya, Sunal, & Knecht, 1980)의 탐구 수준 분류틀을 이용하여 미국의 국민학교 교과서 11가지를 분석한 결과 전체 실험활동 136개 중에서 절반이 넘는 72개가 과학 개념이나 원리가 미리 제시되는 확인 실험, 60개 실험은 탐구 과제와 준비물, 절차가 제시되는 구조화된 탐구이며, 학생들이 탐구의 모든 절차를 능동적으로 주도하는 개방적인 탐구는 아예 하나도 없었고, 탐구 문제만이 주어지는 안내된 탐구가 4개에 불과하였던 점(Staver & Bay, 1987)(김찬중, 1993 재인용)에 비추어 자연보호답사대회의 탐구 활동 방식은 무척 고무적임을 알 수 있다.

따라서 자연보호답사대회는 형식적 조작수준의 문제물, 형식적 조작수준에 도달한 것으로 보이는 학생들에게, 능동적으로 참여할 수 있는 안내된 탐구 모형 속에서 개방적으로 주체적인 탐구활동을 벌일 수 있도록 한 수준 높은 탐구 활동이었다고 진단된다. 거의 대부분이 확인 실험을 하계끔 제작되어 있는 교과서나 교육과정의 실태에 비추어 인지적으로 우수한 참가 학생들에게 더없이 귀중한 탐구활동 경험이 되었을 것으로 보인다.

2. 유형별 가설의 개수 조사

자연보호답사대회에 참가한 학생들의 답사 보고서에 나와 있는 진술문들을 진술 형태, 통합 과학교육 관점, 가설의 형성 근원에 따라 앞서 논의한 유형별로 분석한 결과는 [표 3]과 같다.

[표 3] 진술문의 형태에 따른 가설 유형별 개수

| 유형 | 총 수 | 평균/조 |
|--------|-----|------|
| 설명형 가설 | 41 | 1.28 |
| 예상형 가설 | 109 | 3.41 |
| 서술적 가설 | 1 | 0.03 |

이는 가설을 잠정적 추측이나 설명 체계로 정의하는 전통적 인식론자들의 입장에서 답사 보고서의 예상 부분만을 진술문의 진술 형태에 따라 분석한 것이다. 학생들은 실제로 설명형 가설 형태(예; 사람이 다니는 곳은 사람이 많이 밟아 생물들이 잘 자라지 못하고 그 수도 적으나 사람이 다니지 않는 곳은 사람들이 밟지 않아 그 수도 많고 종류도 많을 것이다.)보다 예상형 가설의 형태(예; 사람이 다니는 곳이 물이 더 잘 안 빠지고, 부식물의 양은 적을 것 같다.)로 더 많이 진술하고 있으며, 서술적 가설 형태(예; 사람의 손길이

많이 닿는 곳은 나무에게 나쁜 영향을 미친다.)는 거의 사용하지 않고 있었다.

[표 4]는 과학교육이 지향하는 세가지 지식을 고려한 Wenham(1993)의 견해를 지지하여 답사 보고서의 예상, 답사 계획, 결론 부분을 분석한 결과이다.

[표 4] 지식의 종류에 따른 가설 유형별 개수

| 유형 | 총 수 | 평균/조 |
|-------------|-----|------|
| 서술 예상형 가설 | 110 | 3.44 |
| 인과 설명형 가설 | 51 | 1.59 |
| 절차 과학기술형 가설 | 197 | 6.16 |

탐구과정은 5단계로 되어 있다는 전통적인 견해에 의하면 탐구활동을 수행하는 중에 학생들은 문제 인식 → 가설 설정 → 가설을 검증하기 위한 방법을 선택 → 그 방법을 적용 → 새로운 지식의 도출이라는 과정을 겪게 되는데 이때 도출되어 나온 새로운 지식은 이론으로 정착될 수 있는 '확인'의 성격을 띠기도 하지만 지식의 구조상 다음 차원으로 나아갈 수 있는 상위 차원의 가설일 경우가 많아 여전히 '잠정'적 성격을 띠기도 한다. 따라서 본 연구에서는 예상 부분 뿐만 아니라 결론 부분도 함께 분석하였다. 그리고 보고서 작성 안내 자료에 답사 계획을 답사 활동 전에 미리 세우도록 적혀 있어서인지 참가 학생들은 스스로 사용한 실험 방법이 아니라 사용할 실험 방법을 적었기 때문에 탐구 활동전 방법에 대한 사고의 과정이 보고서에 드러나 있어서 본 연구에서는 Wenham(1993)이 의미하는 절차 과학기술형 가설을 분석할 수 있었다. 학생들은 답사 계획 부분에 예상 부분에 설정해 놓은 가설을 검증하기 위해 어떤 실험적 방법을 쓸 것인지를 진술하면서 대부분 서술적 형태(예; 두 곳의 흙을 꽃삽으로 파서 흰 종이에 놓고 색깔을 비교한다.)를 사용하였으나 계획형 형태(예; 사람들의 손길이 닿는 곳과 그렇지 않은 곳에서 땅속의 기온을 비교해 볼 것이다.)도 더러 사용하였다.

자연보호답사대회와 같은 과학적 탐구 활동은 내재되어 있는 내용/개념 및 기능과 과정 요소들을 관련지어 치우침 없이 고려하면서 수행되어야 한다는 입장에서 Wenham(1993)이 말하는 서술 예상형 가설과 인과 설명형 가설을 내용면 가설로 묶고 절차 과학기술형 가설을 과정면 가설로 대별하여 본 결과는 [표 5]와 같다.

내용면 가설의 개수와 과정면 가설의 개수가 비슷한 것은 학생들이 가설을 문장으로 진술하면서 대부분 내용면 가설

과 과정면 가설을 짝지어 생각(내용면 예; 사람의 손길이 닿은 길가에 사는 소나무의 껍질이 더 얇을 것이다. 과정면 예; 끈은 자로 지상에서 1m 떨어진 곳에서 두 곳에 있는 소나무 껍질의 두께를 재어 본다.)하고 있기 때문인 것으로 생각된다.

[표 5] 과학의 요소에 따른 가설 유형별 개수

| 유형 | 총 수 | 평균/조 |
|--------|-----|------|
| 내용면 가설 | 161 | 5.03 |
| 과정면 가설 | 197 | 6.16 |

한편 과학적 가설이란 곧 귀추법적 가정이라고 할 수 있고, 귀추법적 가정을 해 본다는 것은 관찰되는 세계 너머의 세계에 대한 가설을 세우는 것이며, 과학적 탐구는 더 높은 차원의 세계에 대한 가설을 설정해 보고 그것을 검증해 가는 과정(장회익, 1990)이라는 견해를 학교 수준의 탐구활동에도 고려하여 분석한 결과는 [표 6]과 같다.

[표 6] 가설의 도출 경위에 따른 가설유형별 개수

| 유형 | 총 수 | 평균/조 |
|--------|-----|-------|
| 추론원 가설 | 308 | 10.62 |
| 증거원 가설 | 10 | 0.31 |

자연보호답사대회에 제시된 답사 주제 중 2번과 3번의 경우 "... 관찰 내용을 바탕으로 ... 보호 방법을 제시하여 보자"이므로 2번과 3번 주제를 선택하여 활동한 학생들(2번 17조, 3번 12조)은 답사 보고서의 예상과 답사 계획 부분에는 추론원 가설(예; 사람이 다니는 곳은 쓰레기가 많을 것이고 사람이 다니지 않는 곳은 쓰레기가 적을 것이다.)이 진술되고 결론 부분에는 증거원 가설(예; 사람이 다니는 곳은 쓰레기가 많다. 특히 봄 가을철에 담배 궤초를 버리면 산불이 날 위험이 크다. 우리는 이것을 방지하기 위해서 등산 지팡이에 재떨이를 달려서 산불을 예방하도록 한다.)이 진술되어 있었다. 대부분의 학생들은 증거원 가설능력이 부족하여 자연 보호 방법을 제시할 때 직접 관찰하여 얻은 활동 결과들을 언급하지 않았는데 이는 학생들이 아직 충분히 형식적 조작수준의 인지 능력이 형성되지 않았기 때문에 증거 인식 능력이 부족하기 때문인 것으로 생각된다.

3. 가설 수준의 진단

탐구활동에 있어서 내용면 가설은 탐구활동을 통해 얻고자 하는 과학 지식 또는 개념을 예측 또는 설명하는 역할을 하고 과정면 가설은 적절한 과학기술 기능을 적용하여 내용면 가설을 검증하는 활동을 추진시키는 역할을 한다. 자연보호답사대회는 수준 높은 과학적 탐구 활동인 것으로 진단 되었으므로 직접적인 탐구활동의 한 요소로서의 가설을 내용면과 과정면으로 나누어 살펴볼 필요가 있겠다. 참가 학생들의 가설 수준을 진단하기 위하여 본 연구에서는 내용면 가설 수준 척도로서 Quin과 George(1975)가 제안한 [표 7]의 가설 수준 척도(hypothesis-quality scale)와 본 연구에서 개발한 [표 8]의 과정면 가설 수준 척도를 사용하였다.

[표 7] 내용면 가설 수준 척도(Quin & George, 1975)

| 번호 | 준 거 |
|----|---|
| 0 | 설명이 전혀 없음 |
| 1 | 비과학적 설명 있음 |
| 2 | 부분적으로 과학적 설명 있음 |
| 3 | 일반적 혹은 비구체적 용어로 최소한 2개 이상의 변인에 관한 과학적 설명 있음 |
| 4 | 상세한 과학적 설명, 변인들을 질적 및 양적으로 다룸 |
| 5 | 가설 수정에 대한 명백한 진술을 포함하고 있음 |

[표 8] 과정면 가설 수준 척도(연구 개발)

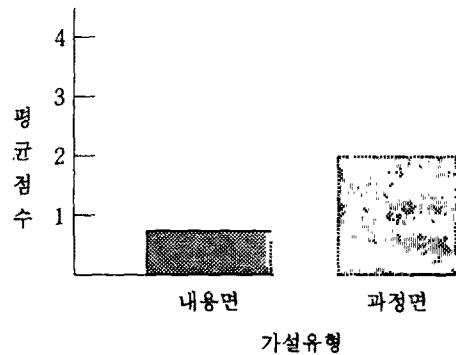
| 번호 | 준 거 |
|----|--------------------------------|
| 0 | 연구 방법에 대한 언급이 없음 |
| 1 | 방법이 논리적 오류를 범하고 있음 |
| 2 | 방법이 일반적 용어로 진술되어 있고 다소 논리적임 |
| 3 | 방법이 구체적인 과학기술 용어로 진술되고 매우 논리적임 |
| 4 | 진술된 방법들에 절차상의 순서가 포함되어 있음 |
| 5 | 방법의 수정에 대한 명백한 진술을 포함하고 있음 |

이 척도는 주로 전통적 인식론자들의 견해를 따라 가설이 얼마나 설명력이 있는나를 중심으로 수준을 측정하게 되어 있어서 본 연구에서 의미하는 내용면 가설 수준을 측정하는데 적합한 것으로 보고 '내용면'이라는 문구를 넣어 사용하였다.

이상의 두가지 척도를 사용하여 진단한 자연보호답사대회 참가 학생들의 조별 및 문장별 가설 수준은 각각 [표 9], [그림 2]와 같다.

[표 9] 조별 가설의 수준

| 유형 | 총점 | 평균/조 |
|--------|-----|-------|
| 내용면 가설 | 119 | 3.72 |
| 과정면 가설 | 392 | 12.25 |



[그림 2] 문장별 가설의 수준

자연보호답사대회에 참가한 학생들은 조별(3명 1조)로 한가지 주제를 선택하여 활동하는 가운데 활동 주제에서 요구하는 과학적 사실, 예를 들어 '특정 식물(초본)의 사람과 환경과의 관계'를 예상 또는 설명하는 가설 수준은 진술된 문장당 0.74점으로 이는 학생들이 과학적 사실을 설명해 보려는 시도가 극히 미미한 것으로 나타났다. 학생들이 형성한 내용면 가설이 조당 평균 5.03개였으므로 한가지 탐구활동을 수행하는데 상당히 많은 수의 가설을 세우고는 있으나 이들은 대부분 예측을 해본 정도의 가설인 셈이므로 아직 과학적 가설을 설정하는 능력에는 미치지 못한 것을 알 수 있다. 한편 과정면 가설 점수는 1.98점을 기록하고 있으므로 학생들은 대부분 가설 검증 방법을 일반적인 용어로 어느 정도 논리적으로 계획할 수 있다고 해석된다. 더러는 활동 방법들을 절차를 포함하여 순서 있게 진술한 경우(예; 5) ① 길가와 식물이 잘 자라는 숲 속에서 5cm2 면적만큼의 풀을 뜯어낸다. ② 뜯어낸 풀을 물 50mL에 섞는다. ③ 그물을 거름 장치에 걸러 거름종이에 남은 먼지의 양을 비교한다.)도 있었는데 그러나 가설 검증 방법을 수정할 수도 있다는 내

용의 진술은 전혀 없었다. 본 연구에서 논리적이란 진술된 도구 또는 과학기술 기능을 가설 검증 활동과 관련하여 적절하게 선택했는가를 중심으로 하는 말이다.

4. 단계별 가설 설정 능력이 탐구활동에 미치는 영향

탐구활동은 활동 주제가 무엇이나에 따라 가설의 측면에서 볼 때 1단계, 2단계 혹은 다단계 활동이 될 수 있다.

1단계 탐구 활동: 가설설정 → 가설검증

2단계 탐구 활동: 1차 가설설정 → 가설검증 → 2차 가설 설정

다단계 탐구 활동: 1차 가설 설정 → 가설 검증 → 2차 가설 설정 → 가설 검증 → 3차 가설 설정 → → →

1단계 탐구 활동에서의 가설 설정과 2단계 혹은 다단계 탐구 활동의 1차 가설 설정은 직접적인 탐구활동을 수행하기 전에 추상적인 가설연역적 사고활동으로 세울 수 있는 성격을 지니고 있고 2단계 혹은 다단계 탐구 활동에서의 가설 설정은 직접적인 활동을 통해 수집한 관찰 사실 혹은 증거를 토대로 세울 수 있는 성격의 것이다. 자연보호답사대회에 제시된 활동 주제 중 1번은 1단계, 2번과 3번은 2단계 탐구 활동인 것으로 보인다. 이와 같은 단계별 가설능력은 가설의 도출 경위에 따른 가설 유형의 분석을 통해 가능하다. 학생들의 단계별 가설 개수와 탐구 활동 수행 결과와의 상관관계는 [표 10]과 같다.(탐구 활동 수행 결과에 대한 점수는 금상 5점, 은상 4점, 동상 3점, 장려상 2점, 참가상 1점을 주었다.)

[표 10] 단계별 가설의 개수와 탐구수행 결과와의 관계

| 상관 | 1차(추론원) | 2차(증거원) |
|------|---------|---------|
| 활동점수 | 0.41* | 0.59** |

* : p<0.05, ** : p<0.01

모두 상관관계가 높은 편이지만 1차 가설에 비하여 2차 가설이 탐구 수행 결과와 더 높고 유의한 상관이 있었다. 이는 결국 탐구활동을 하는 학생들이 2차 가설이 요구되는 경우 1단계 활동을 통해 얻은 관찰 사실들을 증거로서 인식하여 2차 가설에 반영하는 능력이 전체 탐구활동을 성공적으로 완수하는데 결정적인 역할을 하는 것임을 시사한다. 실제 자연보호답사대회 참가한 32개조 학생들 중 10개조만이 활동 결과를 근거로 2차가설을 세웠는데 이들 중 6개조가 금, 은, 동상 등을 수상하였었다. 전체 금, 은, 동상 수상

조가 8개조였고 답사 주제 1번을 택한 3개조는 모두 수상권에 들지 못했다.

V. 결론 및 제언

자연보호답사대회에서 제시한 활동 주제는 참가한 학생들이 과학적으로 탐구하여 해결 방안을 모색하기에 적합하였고 활동 방식도 교사의 관여 없이 주체적으로 활동을 벌일 수 있는 높은 탐구수준의 활동 모형인 것으로 보인다.

참가 학생들은 이러한 개방적인 탐구활동을 수행하면서 답사 보고서의 예상, 답사 계획, 결론 부분에 여러 가설을 설정했는데 진술 형태로는 예상형이 가장 많았고, 내용면 가설과 과정면 가설을 거의 짝지어 하나씩 형성하고 있었으며, 활동 결과를 증거로 인식하지 못하여 증거원 가설을 세워 진술하는 능력이 가장 부족하였다. 가설의 수준은 내용면 가설의 경우 설명력이 극히 미미한 단순 예측 수준의 가설을 형성하고 있었으며, 과정면 가설의 경우 수준은 조금 높아 다소 논리적으로 일반적인 용어를 사용해 활동 방법에 대한 계획을 세우고 있었는데 가설 수정에 대한 언급은 두 경우 모두 전혀 없었다. 2단계 탐구활동을 요하는 답사 주제 2번과 3번을 선택한 학생들(32조 중 29조)의 단계별 가설능력 분석 결과 그중 10개조만이 증거원 가설을 세워 진술했는데 이들 중 6개조가 금, 은, 동상 수상 권(총8개조)에 들어 조별로 능력차가 컸고 결국 증거원 가설능력이 전체 탐구 활동 수행 능력에 가장 결정적인 영향을 미친 것을 알 수 있었다.

그 동안 내용, 과정, 상황의 과학 요소간의 균형 있는 지도를 추구하면서 사고의 과정 또는 탐구사고력의 한 요소로서 가설이 거론되기는 하였지만 피상적 수준의 지필평가 자료 개발에만 관심이 모아졌던 것 같다. 탐구 활동의 목적을 잘 반영하는 수준 높은 개방적 탐구 모형 속에서는 조작적 실험기능만이 아니라 가설능력과 같은 지적 사고 능력이 구체적으로 드러날 수 있음을 알게 된 것은 무척 고무적인 일로 생각된다. 이와 같은 실제적 연구를 통해 인지적 사고 과정의 한 요소인 가설능력이 과학적 탐구 활동 상황 속에서 과학의 내용과 과정(수공 및 인지 과정)과의 조화를 이루는 통합적 방안을 개발하기 위하여 과학의 각 요소간의 상호 관련성에 관하여 구체적이고 분석적인 관심을 기울여 나가야 할 것이다.

과학교육이 창의력 개발을 위한 노력을 기울여야 할 시대적 사명을 안고 있는 시점에서 창의력 개발 교수의 한 모형으로서 자연보호답사대회와 같은 활동 자료가 나온 것은 다

행스러운 일이다. 국민학교 5학년이라는 어린 학생들이지만 인지적 능력이 뛰어난 학생들이 어려서부터 창의력을 개발할 수 있는 경험을 많이 한다면 장차 국가 경쟁력에 긍정적으로 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 그러나 학생들의 질적 수준이 고르지 못한 학교 현실을 감안할 때 자연보호 답사대회와 같은 형식적 조작수준의 활동 주제를 학교 현장에 그대로 적용할 수 있을 지 의문이므로 학년과 학습자 특성, 학교 환경에 알맞은 활동 자료들이 적절하게 개발되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 김현재 외(1986). Piaget의 사고유형에 의한 5학년 자연과 내용 분석, 한국초등과학교육학회지, 제4집, pp. 3-26.
- 김찬종(1993). 과학탐구학습의 과제와 방향, 과학탐구 능력 신장 방안 모색을 위한 세미나 및 학술 논문 발표회, pp. 23-34.
- 김창식 외(1991). 과학학습 평가. 교육과학사.
- 박승재(편저)(1985). 과학교육. 교육과학사
- 소흥렬 저(1984). 과학적 사고. 과학과 사고. 경문사
- 장남기 외(1987). 탐구학습. 탐구과학교육론. 교육과학사.
- 장희의 외(1991). 과학과 철학. 과학사상 연구회. 통나무 조희형, 박승재(1994). 과학론과 과학교육. 교육과학사.
- 우종욱(1993). 고등학생의 인지수준과 과학탐구 능력과의 관계 분석. 한국과학교육학회지, 제13권 2호.
- 한종하 외(1982). 중·고등학교 학생의 과학적 사고발달에 관한 조사연구. 한국교육개발원, 연구보고서. RR 82-24.
- 한종하(1994). 우리 과학교육의 혁신과 발전 과제. 학교과학 교육의 혁신과 실천 방안(학술심포지움), pp. 171-178.
- Collette, A. T., & Chaiappetta, E. L.(1986). *Science instruction in the middle and secondary schools*. Columbus, Toronto, London, Sydney: Merrill Publishing Co.
- Fairbrother, R.W., Watson, J.R., Jones, A.T., Simon, S.A., Black, P.J.(1992). *Open work in science: Inset for investigations*. The Association for Science Education. King's College, University of London
- Harlen, W., Elstgeest, F.(1986). *UNESCO sourcebook for science in the primary school*. UNESCO Publishing.
- Joyce, B., Weil, M.(1986). *Models of teaching*. 3rd Ed. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Lawson, A. E.(1980). The psychology of teaching for thinking and creativity. *AETS Yearbook 1980*. ERIC Clearinghouse for science, mathematics, and environmental education.
- Piaget, J.(1970). *Science of education and the psychology of the child*. New York, NY: Orion Press.
- Popper, K. R.(1963). *Conjectures and refutations. The growth of scientific knowledge*. Routledge & Kegan Paul.
- Schwab, J.J.(1966). *The teaching of science as inquiry. The teaching of science*. Cambridge : Harvard University Press.
- Wellington, J.(ed.)(1989). *Skills and process in science education*. London : Routledge.
- Wenham, M.(1993). The nature and role of hypotheses in school science investigations. *International Journal of Science Education*. vol. 15, no. 3. pp. 231-240.

(ABSTRACT)

The Analysis of Elementary School Students' Hypotheses in the Field Trip Contest of the Second Korean Youth Science Festival

Soo-Jeong Koo · Sung-Jae Pak
(Seoul National University)

This study is to consider hypotheses with integral view on the respect of creative thinking. Subjects of this study are Korean students in the 5th grade who participated in the Field Trip Contest of the second Korean Youth Science Festival, an opened inquiry investigation.

Objectives of this study are as follows:

- 1) to measure the inquiry level of the Field Trip Contest activity
- 2) to find how many hypotheses were made on different types in the inquiry investigation
- 3) to measure the quality level of hypotheses made in the scientific inquiry investigation
- 4) to find out the correlation between the 1st and 2nd hypotheses and the final activity score in the two staged scientific investigation

In the consequence of it, inquiry level of the Field Trip Contest was very high with good activity topics and opened way of investigation. Hypotheses were made in the prediction, plan, and conclusion parts in the field trip activity report. They used hypothesis-as-prediction typed statements(3.41/team) more than hypothesis-as-explanation(1.28/team) and descriptive hypothesis(0.03/team) types. Content-related hypothesis(5.03/team) and process-related hypothesis(6.16/team) were usually coupled each other. Most of them had difficulties in hypothesis-from-evidence(0.31/team, 10/32 teams) in the comparison of hypothesis-from-simple conjecture(10.62/team). The quality level of content-related hypotheses(0.74point/statement) and process-related hypotheses(1.98point/statement) were very low by the hypothesis-quality scale(Quinn and George, 1975) for the content-related hypotheses and the process-related hypothesis quality scale developed in this study. There was considerable correlation between the activity score and the 1st and 2nd hypothesis in the 2 staged inquiry investigations with the 2nd and 3rd topics(0.41*, 0.59** respectively).