

제1, 2회 학생 과학 공동탐구 토론대회의 종합적 평가

김은숙 · 윤혜경
(서울 대학교)

(1996년 6월 20일 받음)

I. 연구의 동기 및 목적

경연의 사전적 의미는 개인적, 집단적으로 일정한 곳에 모여 예술, 기능 따위의 재주를 겨루는 것이다. 따라서 과학 경연은 개인적, 집단적으로 과학에 관련된 재주를 겨루는 것이라고 할 수 있다. 실제로 다양한 규모와 형태의 과학 경연이 개발, 시행되어 왔고 중요한 과학교육 활동으로 자리잡아 왔으나 과학교육 연구에서 과학 경연의 기능과 교육적 의의를 규명하여 그 형식과 내용을 개선하고자 하는 노력은 미흡하였다.

학생 과학 공동탐구 토론대회(이하 토론대회)는 93년과 94년 10월 학생과학탐구올림픽 대회의 단위 행사로 실시되었으며 서울대학교 물리교육과에 소재하고 있는 '한국물리교육연구센터'에서 연구, 개발된 것이다. 토론대회는 경기라는 형식을 통하여 실제의 과학적 연구 활동과 유사한 과학 학습 상황을 재현하고 이 과정에서 참가 학생들이 주체적이고 협동적인 과학 학습 활동을 실천적, 경쟁적으로 경험하게 하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위해 기존의 과학 경연들과는 상당히 다른 형식을 취하였는데 기존의 과학 경연과 대비되는 토론대회의 특징으로는 과제가 사전에 주어지고 다양한 해결책이 존재할 수 있는 열린 문제의 형태라는 점, 개인의 능력보다 협동과 조화가 중요시되는 점, 자신의 의견을 명쾌히 밝히고 타인의 의견을 합리적으로 비판하는 능력이 요구되는 점 등을 들 수 있다(정병훈, 1993; 한국물리교육연구센터, 1993).

이 논문에서는 제1, 2회 토론대회 평가 연구에서 얻은 데이터를 종합적으로 비교, 고찰함으로써 두 차례 실시된 토론대회가 목표한 바를 어느 정도로 달성했는지, 어떠한 과학 교

육적 의의를 지니는지 살펴보고자 한다. 이를 위한 구체적인 연구 문제는 아래와 같다.

- (1) 토론대회 참가를 위한 학생들의 준비 과정과 연구 활동은 어떠했는가?
- (2) 토론대회의 형식과 내용은 적절한 것이었는가?
- (3) 토론대회 참가는 학생들의 과학 학습에 유익한 경험이 있는가?

II. 연구의 내용과 방법

93년과 94년 제1, 2회 토론대회 직후 대회의 전반적인 평가를 목적으로 많은 자료가 수집되었다(김은숙 외, 1994; 김은숙, 1995). 자료 수집은 결승전 참가 학생을 중심으로 이루어 졌지만 그 외 지도 교사, 결승전 관람자들의 의견도 수집하였다. 93년 제1회 토론대회의 자료 수집은 설문과 면담, 대회 당일의 관찰 평가, 비디오 분석, 보고서 분석 등을 통해 이루어 졌으며 94년 제2회 토론대회에서는 주로 설문을 이용하였으나 설문의 대상을 1회보다 확대하였고 대회 당일 관찰 평가의 경우 참여 관찰 점검표를 이용한 것이 1회와 다른 점이다.

93년 제1회 대회의 평가 연구에서는 결승전에 참가한 3개교 학생들을 대상으로 대회가 치러진 지 약 4개월 후인 94년 2월에 면담과 설문을 실시하였다. 결승전에 참가한 30명의 학생 중 면담 실시 학생은 27명, 설문 응답 학생은 24명이었다. 설문은 4단계의 리커트 척도와 선택형 문항을 사용하였으며 면담은 서울 지역의 학생인 경우 학교를 방문하여 참가 학생들이 한 자리에 앉아서 좌담과 같은 형식으로 실시하였고 지방 학생의 경우 전화를 통해 개인 면담을 실시하였다.

결승전 당일에는 서울대학교 물리교육과 학부생 7명과 과학 교육 전공 대학원생 5명이 관람 학생의 호응도, 결승전 진행상의 문제점, 과학 내용의 난이도와 전달 여부 등을 관찰, 기록한 후 토의를 거쳐 공통된 의견을 정리하였으며 연구자가 결승전 녹화 비디오 테이프를 분석하여 결승전의 내용에 대한 평가를 보충하였다. 또 학생들이 제출한 탐구 활동 보고서를 분석하고 문제점을 지적하였다(김은숙 외, 1994).

94년 제2회 대회의 평가 연구시 자료 수집은 주로 설문을 통해 이루어 졌으며 설문 대상은 결승전 참가 학생 28명과 지도 교사 4명, 결승전을 관람한 중학생 93명이다. 본 논문에서 관람 학생이라고 명시하지 않았을 경우 학생은 결승전 참가 학생을 의미한다. 설문은 주로 5단계 리커트 척도와 선택형 문항을 사용했고 서술형 문항도 다수 있었다. 또 서울대학교 물리교육과 학부생 5명이 연구자가 작성한 참여 관찰 점검표를 이용하여 관찰 평가를 실시하였다(김은숙, 1995). 제2회 대회의 결승전에 참가한 학생들을 대상으로 실시된 설문은 제1회 대회의 평가 연구에서 사용했던 것의 일부 문항을 수정한 것으로 중립적인 입장을 좀 더 분명히 하고자 4단계에서 5단계로 응답 형태를 바꾸었다.

제1, 2회 대회의 종합적인 평가는 수집된 자료의 종합적 고찰과 비교 분석, 연구자 간의 논의를 바탕으로 하였다. 결승전 관람 학생 외에는 대상의 숫자가 작아 통계 분석에 무리가 있으므로 양적인 자료를 직접적으로 비교하는 것보다

는 연구 문제에 초점을 맞추어 자료의 내용을 고찰하고자 하였다. 제1, 2회 대회의 종합적 평가를 위한 평가 범주와 자료 조사 방법을 요약하면 <표 1>과 같다.

<표 2> 협동성, 참여도, 지지도 설문 문항의 예

범주	예시 문항
협동성	대회를 준비하는 동안 우리 팀 구성원 사이의 협동은 자랑할 만하다. 대회를 준비하는 동안 역할 분담이 잘 이루어져 효과적이었다.
참여도	우리 팀의 학생들은 토론회를 준비하는 동안 자발적이고 능동적으로 활동했다. 토론회 준비하는 동안 소수의 학생들만 적극적이었으며 나머지는 소극적이었다.
지지도	우리 팀은 토론회를 준비하는 동안 학교에서 선생님들과 친구들의 지지와 격려를 받았다. 학교의 여러 선생님들과 부모님은 우리 팀이 토론회를 준비하는 것을 적극적으로 도와주었다.

<표 1> 제1, 2회 토론회의 평가 범주와 자료 조사 방법

평가 범주		자료 조사 방법	
		93년 제1회	94년 제2회
결승전 출전 학생들의 준비 과정과 연구 활동	협동성, 참여도, 지지도	설문, 면담	설문
	교사의 역할	설문, 면담	설문
	자료 조사와 실험	면담, 보고서 분석	설문, 보고서 분석
	보고서 작성	설문, 보고서 분석	설문, 보고서 분석
토론회의 형식과 내용	대회의 형식	설문, 면담	설문
	과제(열린 문제)의 적절성	설문, 면담	설문
	학생들의 토론 과정	비디오 기록 분석, 참여 관찰 평가	비디오 기록 분석, 참여 관찰 평가
토론회 참가의 효과	과학 및 과학 학습에 대한 인식, 태도 변화	설문, 면담	설문, 보고서 분석
	계속 참가 여부	설문	설문

Ⅲ. 연구의 결과 및 논의

1. 참가 학생들의 준비 과정과 연구 활동

(1) 협동성, 참여도, 지지도

대회 준비 기간 중 협동과 역할 분담이 이루어진 정도(협동성), 학생들이 적극적으로 참여한 정도(참여도), 가정과 학교에서의 지원, 격려의 정도(지지도)를 알아보기 위해 제1회 대회시에는 4단계, 제2회 대회시에는 5단계의 리커트 설문 문항을 사용하였으며 범주별 리커트 문항의 예와 설문 결과는 <표 3>와 같다.

<표 3> 협동성, 참여도, 지지도에 대한 설문 결과

연도	학교(인원)	협동성	참여도	지지도
93년 제1회	A(9명)	2.83	3.14	2.33
	B(6명)	2.63	2.46	2.79
	C(9명)	3.06	2.94	3.22
	전체(24명)	2.86	2.90	2.78
94년 제2회	D(10명)	3.97	3.73	3.67
	E(10명)	4.13	3.98	3.96
	F(8명)	3.00	3.22	3.21
	전체(28명)	3.70	3.64	3.61

제1, 2회 대회에서 협동성, 참여도, 지지도에 대한 학생들의 반응은 전체적으로 긍정적인 쪽으로 기울었으나 아주 높은 편은 아니다. 제1회 대회의 경우 지지도에 대한 반응이 다른 범주에 비해 상대적으로 학교별 차이가 큰 편이었으며 제2회 대회의 경우 E학교가 모든 범주에서 가장 긍정적인 반응을 보였고 다음이 D학교, F학교 순으로 범주별 차이보다 학교별 차이가 나타나는 것을 알 수 있다.

위의 결과로 미루어 학생들은 토론대회 참가 준비 과정에 대해 전반적으로 긍정적으로 인식했음을 알 수 있으나 학교 간 차이가 존재한다는 것을 알 수 있으며 이것은 수상 결과 순과는 무관하다. 즉 금상 수상 학교 팀이라고 해서 준비 과정에 대해 보다 더 긍정적으로 기억하고 있는 것은 아니다.

93년 면담 결과에 의하면 거의 대부분(85.2%)의 학생들이 토론대회 준비를 위해 동료들과 같이 일한 경험과 토론의 경험을 재미있거나 유익한 것으로 언급하였다. 동료들과 토론했던 경험에 대해 좀 더 구체적이고 열의있는 묘사를 하였다.

“서로 이론을 내놓고 반박하고 정리하고...”

“실험 시간에는 잘하는 애가 하는 걸 보다가 베끼거나 선생님이 얘기해 주시는 것 베끼거나 하는데, 우리들만이라도 토론의 경험을 해서 좋아요.”

“모르던 것을 서로 토론하다 보면, 은연 중에 이해하게 되는 것 같아요.”

“서로 의견 나누는 게 재미 있어요.”

이러한 면담 결과에 의하면 학생들이 토론대회를 준비하는 동안 같이 일하고 스스로 참여하는 것을 재미있어 했을 뿐만 아니라, 협동이 유익하다는 사실을 이해한 것으로 보여 진다.

(2) 교사의 역할

학생들의 탐구 과정에서 지도 교사가 차지하는 역할을 선택형 문항으로 조사한 결과는 <표 4>와 같다.

대부분의 학생들이 지도 교사를 길 안내자, 상담자로 인식하는 것은 교사에 의해 탐구 활동이 일방적으로 조절, 통제되는 양상을 보여 준다고 할 수 있으며 학생들이 스스로를 탐구 활동의 주체로 인식했음을 나타내는 것으로 바람직한 결과라고 할 수 있다. 그러나 93년의 면담에 의하면 학생들은 자신의 의견이 확실했고 그대로 추진한 경우와 지도 교사의 의견이 더 지배적이었던 경우를 모두 경험했던 것으로 보인다.

<표 4> 교사의 역할에 대한 설문 결과

설문 내용		93년 1회	94년 2회
토론 대회를 준비하는 동안 지도해 주신 선생님의 역할은 다음 어느 것에 비유할 수 있습니까?	군대를 지휘하는 장군	0% (0명)	0% (0명)
	파도를 헤쳐 나가는 배의 선장	12.5% (3명)	21% (6명)
	낮선 길을 친절히 가르쳐 주는 길 안내자	62.5% (15명)	36% (10명)
	어려울 때 도움말을 주는 상담자	20.8% (5명)	36% (10명)
	친구	4.2% (1명)	7% (2명)

93년의 면담에서 학생들이 자율적이었음을 보여 주는 내용은 다음과 같다.

“수업보다 자율적이었던 게 재미있었어요.”

“보통 실험하면 선생님이 꼭 붙어서 하라는 것만 하게 되는데... 이번에는 그렇지 않았어요.”

“우리끼리는 의견이 맞았는데 선생님과 의견이 맞지 않아서 힘들었어요. (면담자가 누구 의견대로 했느냐고 묻자) 저희 의견대로 했지요.”

한편 학생과 지도 교사 사이에 의견 차이가 있을 때 교사의 의견이 더 강했던 경우도 언급되었다.

“처음에는 저희가 자율적으로 많이 했는데 일주일쯤 남기고는 거의 이끌어서... 열걸로 많이 새기 때문에 선생님께서 잡아 주신다는 차원에서...”

“기초 지식이 없어서 힘들었어요. 선생님 의견에 치중하게 되고, 창의적인 것은 별로 나오지 않은 것 같아요.”

토론대회는 주체적인 과학 학습 활동을 지향하고 있는 만큼 학생들이 준비 과정에서 탐구의 주체로 역할을 했는가 아니면 교사의 지시에 의한 활동을 주로 했는가는 매우 중요하다. 교사의 역할에 대한 설문 결과는 학생들의 탐구 활동이 비교적 주체적이었음을 나타내지만 면담의 예에서 보여지듯 교사가 주도한 부분도 있는 것으로 판단된다. 학생들이 보다 더 능동적인 탐구 활동을 할 수 있는 여건을 마련해 주는 것이 지도 교사의 바람직한 역할로 기대된다.

(3) 자료 조사와 실험

93년 결승전 참가 학생들과의 면담시 토론대회 준비 과정 중 재미있었던 일 혹은 유익했던 점을 물었을 때 많은 학생들이 자료 찾는 과정(6명, 22%)을 언급했다.

“자료 수집과 정리의 요령을 배웠어요. 제목, 부제, 소제 등 나중에 찾아 보기 쉽게 하는 요령도 익혔고...”

“전반적인 책을 많이 읽게 되어서 유익했다고 생각해요.”

“원하는 정보를 얻기 위해 도서관도 가고 서점에도 가고 재미있었어요.”

한편 94년 결승전 참가 학생들이 제출한 보고서에 의하면 자료 조사의 과정에서 관련 서적을 읽은 것이 가장 지배적이며 필요한 서적을 구하기 위해 서점, 도서관 등을 방문한 것

을 알 수 있다. 또한 책에서 얻을 수 없는 자료를 구하기 위해 주변의 대학, 연구소를 비롯하여 과학 교육원, 기상대, 레코드를 제작하는 음향실, 바닷가, 철공소 등 다양한 장소를 방문한 기록이 보인다.

위의 면담과 보고서의 내용으로 미루어 학생들은 서적이 우선적이기는 했으나, 서적에 제한되지 않는 폭넓은 자료 조사를 한 것으로 추측되고 조사한 자료를 정리하는 과정 또한 경험한 것으로 보이며 이 경험을 유익하고 재미있는 것으로 기억하고 있음을 알 수 있다.

93년 면담시 학생들은 자료 조사 이외에도 직접 다양하게 실험해 본 경험(9명, 33.3%)을 재미있었던 일, 유익했던 일로 언급하였다.

“몇 달 동안 학교 실험실을 점령했던 게 좋았죠.”

“보통 실험하면 선생님이 하라는 것만 하는데 이번에 할 것 못할 것 다해 가면서 ...”

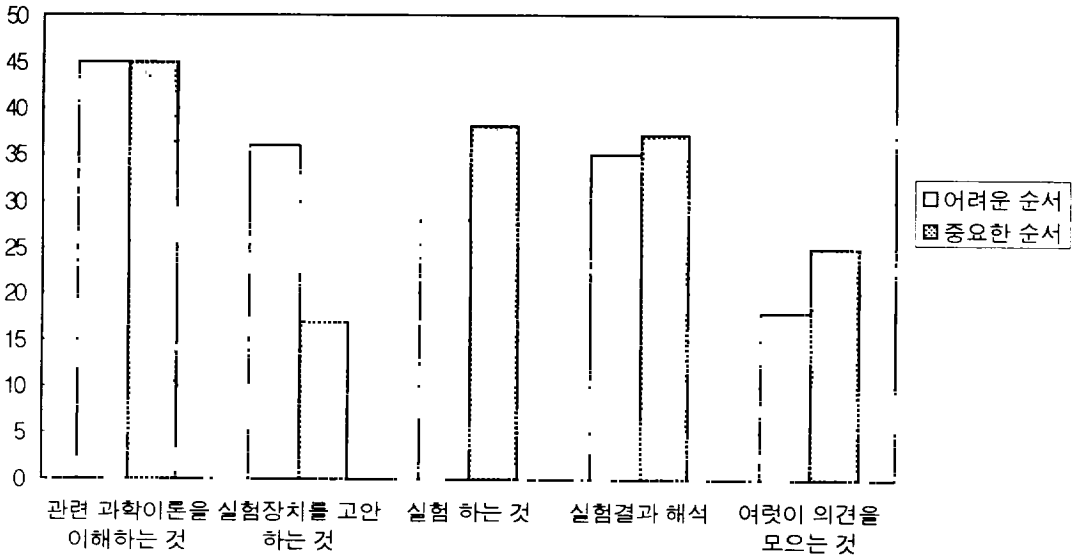
“보통 실험을 한 학기에 한두 번 하거든요.”

또 보고서를 통해서도 학생들이 시행착오를 거치면서 실험을 구체화해 가는 과정을 살펴 볼 수 있었다.

‘예선 후 원점으로 돌아가 상상력을 동원하여 여러 가지 측정 방법을 다시 생각해 보았다.’(93년 원촌 중학교 보고서, 21쪽)

‘실험 방법에 대해 여러 가지 의견이 나왔으나 마땅한 의견이 없어 각자 자료를 찾아 본 후 의견서를 제출해서 종합하기로...’(93년 대구 연합팀 보고서 중 탐구활동 일지)

학생들의 보고서에는 각 학교에서 행한 다양한 실험이 기록되어 있다. 실험 설계는 학생들이 조사한 자료를 배경으로 하여 이루어진 이론을 기초로 하여 설계되었으며 배경 지식이 충분하다는 가정 하에 관심 있는 누구라도 학생들의 실험을 재현할 수 있을 만큼 구체적으로 서술되어 있다. 또한 학생들이 행한 실험은 무척 다양했으며 실패한 실험, 관련이 없다고 밝혀진 실험 등의 기록도 관찰되었다. 특히 가능한 여러 이론(가설) 중에서 실험 결과와 맞지 않는 이론을 제거해 나가는 과정으로서의 실험도 관찰되었다. 94년 청주 가경중학교 팀이 유도 전류에 대해 세운 두 가지 가설이 있었는데 실험 결과에 의해 그 중 한가지 가설을 기각하는 과정은 좋은 예이다. 이런 경험은 주어진 이론을 검증하는 과학 실험에 익숙해져 있는 학생들에게 특히 귀중한 경험이었다고 생각된다.



[그림 1] 과제해결 과정에서 어려운 것과 중요한 것

그러나 학생들은 대회를 준비하는 기간 동안 실험보다는 이론을 이해하는 것을 가장 어려워하고 또 중요하게 생각했음을 94년의 설문 결과를 통해 알 수 있다. 다섯 개의 항목 중 주어진 과제를 해결하는 과정에 있어서 가장 어려웠던 순으로 세 개, 가장 중요하다고 생각하는 순으로 3개를 선택하라는 설문 문항에 대한 분석 결과는 다음과 같다. 학생이 가장 어렵다고(혹은 가장 중요하다고) 고른 항목에 3점, 그 다음 것에 2점, 1점을 주어 합산하였다.

학생들은 관련된 과학 이론의 이해가 가장 어려웠으며, 또한 가장 중요하다고 생각한다고 응답하였다. 여러이 의견을 모으는 것은 그렇게 어렵지도 않았고 중요하게 여겨지지도 않았다. 또한 실험 기구의 제작은 어렵기는 하지만 중요한 것으로는 인정되지 않았다. 이러한 결과는 이론 위주이며 실험이 미비한 학교 교육을 반영한다고 본다. 특히 이미 설치되어 있는 실험 기구로 정해진 실험만을 하는 확인 실험 위주의 학교 실험으로 인해 학생들은 실험 장치 고안의 중요성을 이해하지 못하는 것으로 해석된다.

앞서 언급했듯이 학생들은 토론대회를 준비하는 동안 동료들과 같이 일하고 토론했던 경험을 재미있고 유익한 것으로 인식하고 있었지만 과제 해결 과정에서 여러이 의견을 모으는 것 보다는 이론 이해와 실험을 더 중요한 것으로 생각

하고 있음을 알 수 있다.

(4) 보고서 작성

보고서 작성에 대한 93년과 94년의 설문 결과는 다음과 같다.

<표 5> 93년 보고서 작성에 대한 설문 결과

내용	선택 항목	빈도
주체	대부분 학생들이 직접 했다	37.5% (9명)
	선생님의 도움이 컸다	58.3% (14명)
	선생님이 대부분 하셨다	4.2% (1명)
필요성	꼭 필요하다	58.3% (14명)
	어느 정도 도움이 된다	33.3% (8명)
	시간 낭비이고 불필요하다	4.2% (1명)
용이성	쉽게 작성했다	0% (0명)
	조금 어려웠다	62.5% (15명)
	매우 어려웠다	29.2% (7명)
	직접 하지 않아서 잘 모르겠다	8.3% (2명)

<표 6> 94년 보고서 작성에 대한 설문 결과
(5단계 리커트 척도, 1은 전혀 그렇지 않다, 5는 매우 그렇다)

질문 문항	응답자 평균
보고서를 쓰는 것은 새롭다	3.74
보고서를 쓰는 것은 재미있다	3.04
보고서를 쓴 것은 뜻있는 경험이었다	4.18
보고서를 쓰는데 선생님의 도움이 컸다	2.86
보고서를 쓰는 것은 힘든 작업이었다	3.43

93년 대회의 경우 학생들은 보고서 작성은 탐구 활동에 필요한 것으로 느끼나 실제 보고서 작성에는 어려움을 느끼고 선생님의 도움이 컸음을 알 수 있다. 이 반응은 94년도에도 유사하며 보고서 작성이 새롭고, 뜻있는 경험이지만 쉽지 않은 작업이라고 대답하고 있다. 94년에는 선생님의 도움이 크지 않았던 것으로 보인다.

한편 93년, 94년도의 보고서 내용을 분석한 결과 몇 가지 문제점이 관찰되었다.

첫째, 연구 과정에서 학생들이 했던 모든 일을 무조건 모두 나열하고자 했던 경향이 있었다. 실패한 실험, 실험 결과, 문제와는 상관이 없다고 밝혀진 실험 등은 문제에 답을 주지는 않지만 탐구 활동에서 뱉 수 없는 과정이며 학생들도 이러한 실패를 통해 성공할 때보다 더 많이 생각하게 되고 예리한 비판력도 길러지므로 이런 과정이 모두 보고서에 수록된 것은 매우 바람직하다고 본다. 하지만 주어진 문제의 해결과 어떻게 관련이 되는지 또는 관련이 되지 않는지 좀 더 명확하게 밝히도록 지도가 필요하다고 생각된다.

둘째, 결승 출전 학교 6팀의 보고서 중 한 개만 참고문헌을 기록하고 있었다. 나머지 보고서에는 책에 관해서는 '자료를 찾아보았다' 정도의 언급 외에는 어느 책을 보았는지 전혀 기록이 없었다. 또한 학생들이 관찰한 것인지 참고문헌에서 찾은 정보인지 불분명한 표현도 눈에 띄었다. 연구소 등의 방문은 책에 관한 기록보다는 구체적으로 기록되었지만 방문 장소만 기록되어 있고, 누구와 이야기했는지 등의 기록은 불충분하였다. 여러 가지 정보의 출처를 명확히 밝히는 것은 연구 활동에서 대단히 중요하다는 것을 지적할 필요가 있다.

셋째, 6개 학교 중 2개 학교는 토론회의 문제를 '주어진 문제'로 기록하였지만 나머지 4개의 학교는 '우리는 평소에 ...에 대해 궁금하여 이 연구를 결심하게 되었다'는 형식으로 과제를 소개하고 있다. 보고서를 재미있게 하는 효과가 있을 수 있고, 문제 해결에 상관없는 부분이기기는 하지만, 과학적 연구 과정을 기록한 '보고서'는 소설이 아니므로 탐구 내용과

별로 상관이 없는 내용이라 하더라도 허구의 이야기를 쓰는 것은 바람직하지 않다.

넷째, 중학교 2학년 수준에 맞지 않는 수학적 기술과 과학 용어를 사용한 것이 보이는데 (예를 들면 자기력 선속, 삼각함수의 계산 등) 학교 교육과정에서 아직 다루지 않은 내용을 마치 이미 다 알고 있는 것처럼 사용한 것은 교사의 지도에 의해 보고서가 작성되었거나 학생들이 그러한 상급학년의 수학, 과학 내용을 소화하기 위해 상당한 시간을 소비했음을 보여 준다고 하겠다. 보고서만으로는 학생들이 그러한 수학과 과학 내용을 어떻게 이해하고 활용하게 되었는지 분명치 않으나 학생들이 새로운 지식을 이해하고 활용하게 되는 과정도 탐구 활동의 일부로 기록되고 보고되어야 한다. 토론회의 열린 문제는 상급학년의 지식만으로 정답을 찾아 낼 수 없는 것, 학생들이 이미 가지고 있는 지식을 사용해서도 다양한 탐구 활동을 전개할 수 있는 것을 지향해야 하며 이러한 의도가 참가 학생들과 교사에게 충분히 전달될 필요가 있다.

2. 토론회 형식과 내용

(1) 대회의 형식

토론회는 한 경기에 세 팀이 참여하며 3회전으로 구성되어 있다. 각 팀은 발표자, 반론자, 평론자의 역할을 각 회전마다 바꾸어 가면서 한다. 결승전에 진출한 세 팀은 경기전에 다른 팀들의 보고서를 받아서 읽고 검토하는 기회를 가졌고, 결승전에서는 다른 팀에 대해 반론과 평론을 하였으며 자신의 발표 내용을 변호해야 했다. 이러한 토론회의 형식은 아주 새로운 것으로서 93년의 면담사 과반수의 학생(55%, 15명)이 특이하다고 지적하였다. 학생들의 이야기를 직접 인용하면 다음과 같다.

"발표로 끝이 아니고 상대방 것도 공부해야 하고요. 발표, 반론 준비하려면 과학 뿐 아니라 국어도 필요하고, 더 어렵지만 하고 난 뒤 크게 남는다고 생각해요."

"가진 것도 보여주고, 상대방의 잘못된 점도 지적하고, 좀 더 나은 방향으로 할 수 있게 되는 것 같아요."

"자기가 말로 발표하고 상대방의 말에 대해서 금방 대답해야 하고..."

"서로 이야기 한다는 게 특이해요. 한 순간에 여러 팀이 같이 참여하고..."

학생들은 자신이 한 것이 분명히 옳아도 반대 질문을 제대로 대처하지 못했을 때 자신이 옳다는 것을 보일 수 없다

는 점을 자각하고 있었고, 또 상대방의 내용에 대해 반론을 준비해야 하는 점이 많은 생각을 할 것을 요구하고 더 어렵지만 의미 있는 일이며 더 오래 기억에 남는다고 했다. 4단계 리커트 문항으로 조사한 설문 결과에서도 발표, 반대 질문, 반론, 논쟁, 평론으로 구성된 토론대회의 경기 방식에 대해 매우 긍정적인 반응을 보였다(평균 3.19).

한편 토론대회는 각 회전마다 발표 8분(93년에는 7분), 반대 질문 2분(93년에는 1분), 반론 3분, 논쟁 3분(93년에는 2분), 평론 5분(93년에는 3분), 논쟁의 마무리 4분으로 진행되는데 93년과 94년 선택형 문항으로 조사한 결과 학생들은 경기 진행상의 시간 제한에 대해서 다음과 같은 응답을 보였다.

<표 7> 시간 제한에 대한 설문 결과

선택 항목	93년 1회	94년 2회
시간제한이 없으면 좋겠다	62.5%(15명)	59.3%(16명)
크게 문제될 것이 없다	25.0%(6명)	25.9%(7명)
시간 제한이 있어야 한다	12.5%(3명)	14.8%(4명)

절반 이상의 학생들이 시간제한을 없앴으면 좋겠다는 응답을 하였으므로 경기의 시간 제한에 대해서는 충분한 검토와 개선이 이루어져야 한다. 한편 93년의 참여 관찰자들이 반대 질문에서 '예', '아니오'의 답변만을 요구하는 것은 법정 분위기와 유사하다고 지적하면서 답변에 설명을 추가하는 것을 허가할 것을 제안하였다.

(2) 과제(열린 문제)의 적절성

토론대회에서는 학생들의 상상력을 자극하고 다양한 가능성을 제시하기 위해 진술이 간략하고 해가 열린 문제를 내는 것을 원칙으로 한다(한국물리교육연구센터, 1993). 또한 학생들의 수준, 능력, 관점에 따라 다양한 해결 방법이 제시될 수 있도록 문제의 해결 방법과 수준에 전혀 제한을 두지 않고자 한다. 학생들은 이러한 열린 문제에 익숙하지 않아서 많은 어려움을 겪었으며 93년 면담시 41%(11명)의 학생들이 힘들었던 점 또는 제안하고 싶었던 점을 물었을 때 이에 대해 언급하였다. 학생들의 이야기를 인용하면 다음과 같다.

“주제가 너무 광범위해서요, 어디서부터 손대야 할지...”

“주제를 분명하게 했으면 해요. 주제의 뜻을 파악하기 힘들었어요.”

“주제가 커서 어디서부터 손을 대야 할지 막막했어요.”

이와 같이 학생들은 열린 문제의 의도를 제대로 파악하지

못했지만, 이러한 열린 문제로 인해 좀 더 깊이 연구하게 되었다거나 문제가 명확해지기까지의 탐색의 과정은 문제 해결에 필수적인 과정임을 자각했음을 보여 주는 다음과 같은 반응도 있었다.

“처음에는 주제가 황당했지만 깊이 연구하고, 다른 팀 것도 연구하게 되고 돌아보니 무척 좋았어요.”

“다 해 놓고 보니까 체계가 잡혀서 아 그렇구나 했지만 처음에는 너무 모르는 상태에서 급하게 진행한 것 같아요. (면담자가 시간이 충분했다면 달랐겠느냐고 질문하자) 처음에는 마찬가지였겠지만 끝마무리가 완벽하지 않았을까요.”

앞에서 언급했듯이 학생들은 토론대회 준비 과정을 뜻있고, 유익하며, 재미있었다고 평가했지만, 과제가 다양한 해결책이 가능한 열린 문제였기 때문에 그러한 연구 과정이 가능했다는 것은 충분히 이해하지 못한 것으로 보인다.

93년의 경우 과제의 적절성에 대해 4단계 리커트 설문을 실시한 결과는 평균 3.02로 참가 학생들은 주어진 과제가 중학생의 수준에 적절한 것으로 인식했다.

94년에 출제된 세 문제에 대해 5단계의 리커트형 설문 문항으로 과제 수준의 적절성을 알아본 결과는 다음과 같다. 1은 중학교 수준에 비해 아주 쉽다, 2는 쉽다, 3은 적절하다, 4는 어렵다, 5는 아주 어렵다를 나타낸다.

지도교사들은 수면과에 관한 문제를, 참여 관찰자는 구리 판 위의 자석에 관한 문제를 중학교 수준에 어려운 것으로 인식했으며 관람 학생들은 세 문제 모두 적절한 수준으로 인식했다.

지도교사와 참여 관찰자가 문제를 어렵다고 평가한 반면 결승전 참가 학생들과 관람 학생들은 대체로 문제의 수준이 적절하다고 생각하는 것은 흥미롭다. 이것은 토론대회의 열린 문제가 전문인이 보기에 어렵다고 느껴지더라도 중학생들에게는 도전적인 적절한 수준의 문제로 받아들여 질 수 있음을 시사한다.

94년 지도교사를 대상으로 한 서술형 설문에서 출제된 세 문제는 관련된 이론이나 실험이 중학교 수준에 비해 어렵다는 것이 교사 대부분의 의견이었다. 지도교사들은 이론이 어렵지 않으면서 다양한 모형이나 실험이 가능한 문제를 출제해 줄 것을 요청하였다.

(3) 학생들의 토론 과정

93년과 94년 결승전이 녹화된 비디오 테이프를 통해 학생들의 토론 내용을 분석했으며 결승전 당일 참여 관찰자들(93년 12명, 94년 5명)의 의견 중 학생들의 토론 과정에 대한 것을

<표 8> 94년 열린 문제의 적절성에 대한 설문 조사 결과

출제된 문제		지도 교사 (4명)	참여 관찰자 (5명)	관람 학생 (93명)
대중 연설용 확성기의 스피커는 소리가 위, 아래로 퍼지는 것을 막기 위해 긴 사각형 모양으로 스피커를 단다. 그 이유는? (스피커를 어떤 방법으로 다는 것이 좋은가?)	관련 지식이나 법칙	3.25	3.60	3.15
	실험 장치나 방법	3.25	3.00	2.78
구리는 정지한 상태에서는 자석에 반응을 보이지 않는다. 그러나 구리관 위에서 자석이 회전하면 구리관은 어떤 반응을 보이는가?	관련 지식이나 법칙	3.25	4.40	3.38
	실험 장치나 방법	3.50	4.40	2.94
바닷물의 수면파가 해안에 와서 파도가 되는 과정과 그 이유를 설명해 보시오	관련 지식이나 법칙	3.75	3.60	3.32
	실험 장치나 방법	4.50	2.80	3.00

정리하였다. 토론이 감정적으로 흐른 경향이 있었다는 학생들의 토론의 역할 분담에 익숙하지 않다는 등의 기술적인 면과 더불어 학생들의 사고 과정에서 미흡하다고 생각되는 면이 관찰되었다.

학생들의 사고 과정에서 가장 눈에 띄이는 점은 연역적인 경향이 강하고 귀납적인 면이 미약해서 균형을 이루지 못한다는 것으로 특히 실험에 근거한 논리 전개가 약하다. 93년 회초리에 관한 연구를 발표한 팀에게 반론팀이 회초리의 고유 진동수가 관련이 있지 않겠느냐고 질문한 경우를 예로 들 수 있다. 발표팀은 발표 첫 부분에 모양이 같지만 고유 진동수가 다른 세 개의 회초리를 이용하여 간단한 시범으로 회초리의 소리는 고유 진동수와 상관이 없다는 것을 이미 보였다. 반론팀의 질문은 물체의 고유 진동수가 많은 경우에 소리의 성질을 결정하는데 중요한 역할을 한다는 일반적인 이론 때문에 실험 결과가 무시되었음을 보여준다. 그런데 흥미로운 것은 발표팀의 학생조차 본인이 제시한 실험 결과를 인용하는 대신 회초리가 충격을 받아야 고유 진동수가 나올텐데 공기에 부딪히는 것은 회초리를 진동시키기에 충분하지 않다고 생각한다는 등 실험에 근거하지 않은 자신의 추측을 이용해 답변하였던 점이다. 학교에서의 실험은 수업 시간에 제시된 이론을 확인하기 위한 것이 대부분이고 실험 결과를 가지고 추론하는 과정을 경험하는 기회가 거의 없다는 현실이 이런 불균형을 가져온 것이라 생각되며 이를 보완하기 위해 귀납적인 사고의 지도가 좀 더 필요하다.

이러한 현상은 94년에도 관찰되었다. 94년에 자석의 회전에 따른 구리관의 움직임에 관해 발표한 팀은 유도전류의 보기 중 하나로 경사진 긴 구리관 위에서 자석을 미끄러뜨릴 때 동속으로 내려가는 모습을 시범으로 보였다. 반론팀이 유도전류 대신 마찰 때문에 가속이 되지 않을 가능성도 있지

않겠는가라고 묻자 이에 대한 발표팀의 반응은 구리관을 만져 보면 마찰의 영향을 무시할 수 있다는 것을 알 수 있다는 것이었다. 이 팀의 보고서에는 구리관의 마찰계수를 측정하여 마찰을 무시할 수 있음을 보이는 실험 자료와, 자석 대신 동전을 관 위에 미끄러지게 하는 실험으로 동속 운동은 미끄러지는 물체가 자석일 때만 가능하다는 것을 보이는 실험 자료가 수록되어 있다. 토론의 과정에서 학생들은 이 자료를 활용하지 못했다.

토론의 기술적인 면의 문제점으로, 93년의 참여 관찰자들은 반론 제기와 그에 대한 답변에서 상대방이 질의한 내용을 잘 파악하지 못하고 엉뚱한 답을 하는 경우가 많았음을 지적하였다. 94년 결승전 참여 관찰자에게 경기의 각 단계를 5단계 리커트 척도로 평가하도록 한 결과는 다음과 같다.

<표 9> 참여 관찰자에 의한 학생들의 토론 과정 평가

경기 단계 회전	발표	반론	논쟁	평론
	1회전	3.36	2.30	2.90
2회전	3.72	2.50	2.80	4.06
3회전	3.44	3.10	3.65	3.67

학생들은 발표에서는 학교간 차이가 크지 않으나 나머지 사항에서는 차이가 나며 3회전을 제외하고는 발표나 평론보다 반론과 논쟁에서 점수가 낮아 학생들이 토론에 익숙하지 못한 점을 보여 준다.

참여 관찰자들에 의하면 93년의 경우 관람자들의 호응도와 주의 집중도는 높은 편이었으나 토론 내용에 대한 이해도

는 그리 높지 않았으며 94년의 경우는 흥미도와 이해도 모두 높지 않은 것으로 관찰되었다.

3. 대회 참가의 효과

(1) 과학과 과학 학습에 대한 태도 변화

93년의 면담에서 10명(37%)이 과학과 과학 학습에 대한 태도와 가치관의 변화를 보이고 기존의 선입관에서 벗어났음을 시사하는 대답을 하였다.

“과학하는 애들은 이상한 애들인 줄 알았었는데요....”

“책에 나온 것 그대로 믿었는데 토론대회 이후에는 한번 겪어 봐야 믿겠다고 생각해요.”

“(과학)공부는 혼자 하는 거라고 생각했는데 여럿이 협동해서 한 것이 좋았어요.”

“과학을 좋아하지 않았었어요. 이제 좋아하게 되었어요.”

“학교 과학 공부는 선생님께서 칠판에 쓴 거 베끼고 자습서 외우고 시험보고 그래서 대회에 별로 나가고 싶지 않았는데 ...”

94년에는 학생들이 작성한 보고서에 첨부되어 있는 탐구 일지에서도 이러한 변화를 엿볼 수 있었다.

“과학은 항상 머리가 이상한(‘비상한’이라 해야겠지?) 사람들이 연구하는 복잡한 학문이라 생각했다. 그렇지만 반복되는 실험들로 머리가 조금 풀리고 나자 과학이란 나 같은 사람도 좋아할 수 있을 것이라고 생각되었다.”

한편 과학 학습에 대한 태도 변화를 묻는 설문 문항의 예와 그 결과는 <표 10>과 같다.

설문의 결과는 전반적으로 토론대회 참가로 인해 학생들의 과학 학습에 대한 태도에 의미있는 변화는 없었음을 보여 준다. 한편 대회 참가의 효과를 묻는 94년 설문에 의하면 지도교사들은 학생들이 토론대회에 참여한 결과 과학을 흥미 있고 자신있는 분야로 생각하게 되었고 협력해서 일하는 법을 배웠으며 능동적인 탐구 자세를 갖게 되었다고 생각하였다. 또한 교사들 자신도 탐구 과정과 방법을 지도할 자신감을 얻게 되었다고 응답하였다.

<표 10> 과학 학습 태도 변화에 대한 설문 결과

예시 문항	93년 1회 (4단계)	94년 2회 (5단계)
토론대회에 참여한 후 과학 공부 가 더 재미있게 느껴진다. 토론대회에 참여한 후 과학 공부 에 더 많은 자신감을 갖게 되었다. 토론대회에 참여한 후 과학 수 업이 더 기다려 진다.	2.39	3.36

(2) 계속 참가 여부

학생들의 전반적인 의견을 조사하기 위해 계속 참가 여부를 물었을 때의 반응은 <표 11>과 같다.

대부분의 학생들이 계속 참가하기를 희망하거나 친구들이나 후배들에게 참가를 권유하겠다는 긍정적인 반응을 나타내었다.

94년 설문을 통해 토론대회가 계속 열리기를 원하는지 물었을 때 대부분의 지도교사는 탐구 학습의 틀을 마련하고, 우수 학생에게 새로운 경험이 주어지는 좋은 기회이므로 토론대회가 계속 열려야 한다고 했으며 동료 교사들이나 학생들

<표 11> 계속 참가 여부에 대한 설문 결과

선택 항목		93년	94년
다음해에 토론 대회가 열린다면	꼭 참여하고 싶다	37.5% (9명)	36% (10명)
	기회가 되면 참여하고 싶다	41.7% (10명)	64% (18명)
	별로 참여하고 싶지 않다	12.5% (3명)	0% (0명)
	참여하지 않을 것이다.	8.3% (2명)	0% (0명)
다음해에 토론 대회가 열린다면 친구들이나 후배들에게	참여를 적극적으로 권유할 것이다	54.2% (13명)	61% (17명)
	가능하면 참여하라고 권유하겠다	37.5% (9명)	39% (11명)
	별로 권유하고 싶지 않다	4.2% (1명)	0% (0명)
	권유하지 않을 것이다	4.2% (1명)	0% (0명)

에게 참여를 권유하겠다고 했다. 이러한 지도교사들의 반응은 긍정적인 것이라고 할 수 있으나 '우수 학생'이란 표현에서 보여지듯 교사들은 참가 대상을 우수 학생으로 제한하고 있는 고정 관념을 가지고 있었다.

IV. 요약 및 결론

93년과 94년, 학생과학탐구올림픽대회의 단위 행사로 개최되었던 제1, 2회 학생 과학 공동탐구 토론회를 평가하기 위해 설문, 면담, 참여 관찰, 비디오 기록 분석, 보고서 분석 등을 통해 수집한 자료를 바탕으로 토론회 결승에 참가한 학생들의 준비 과정과 연구 활동, 토론회 형식과 내용의 적절성, 대회 참가의 효과 등을 고찰하였다.

먼저 토론회에 참여하기 위한 학생들의 준비 과정과 연구 활동은 협동성, 참여도, 지지도, 준비 기간 동안 교사의 역할, 자료 조사와 실험 그리고 보고서 작성 과정으로 나누어 살펴 보았다.

제1, 2회 대회 모두에서 학생들은 대회 준비 기간 중 협동과 역할 분담이 이루어진 정도(협동성), 적극적으로 참여한 정도(참여도), 학교와 가정에서의 지원, 격려의 정도(지지도)에 대해서 대체적으로 긍정적으로 인식하고 있었으며 지도 교사의 역할에 대한 설문 결과에 의하면 대부분의 학생들이 지도교사를 길 안내자 또는 상담자로 비유해 학생들이 스스로를 탐구 활동의 주체로 인식했던 것으로 보인다. 그러나 93년 1회 당시 면담에서는 학생이 자율적이었던 면과 교사가 주도적인 입장이었던 면이 모두 관찰되었다. 따라서 대회 준비 과정 동안 학생들은 비교적 주체적인 활동을 했다고 할 수 있으나 보다 더 능동적인 탐구 활동을 위한 개선의 방안이 필요하다고 보여 진다.

대회 참여를 위한 연구 과정에서 학생들은 도서관, 서점, 대학, 연구소 등 다양한 장소를 방문했으며, 서적이 우선이기는 했으나, 서적이 제한 되지 않는 폭넓은 자료 조사를 한 것으로 나타났다. 학생들은 자료를 정리하는 방법도 익혔으며, 이 자료 조사와 정리의 과정을 유익하고 재미있는 것으로 기억하였다. 또한 학생들은 다양한 실험을 경험했고 그에 대해 긍정적인 의견을 나타냈다. 그러나 학생들은 과제 해결 과정에서 관련된 과학 이론의 이해가 가장 어렵고 또한 가장 중요하다고 생각하였고, 실험 장치의 고안은 어렵기는 하지만 중요한 것으로 인식되지는 않았다. 이것은 이미 설치되어 있는 실험 기구로 정해진 실험만을 하는 확인 실험 위주의 학교 실험으로 인해 학생들이 실험 장치 고안의 중요성을 이해하지 못하는 것으로 해석된다.

연구 과정을 기록하는 보고서 작성에 관하여, 학생들은 보

고서 작성의 중요성과 필요성을 인식하고 있었으나 보고서 작성에 어려움을 느꼈으며 주어진 과제와의 논리적인 연결이 부족한 나열식 서술의 경향, 참고 문헌을 제시하지 않은 점, 사실 그대료를 기록해야 한다는 점 등을 지도할 필요가 있다. 또한 중학교 이상 수준의 이론을 배경 지식으로 다룰 때에는 그 이론이 필요한 이유, 습득하게 된 과정 등도 탐구 과정의 일부로 기록되어야 한다고 본다.

평가의 둘째 범주인 토론회의 형식과 내용의 적절성은 대회의 형식, 과제의 적절성, 학생들의 토론 과정 세 부분으로 나누어서 살펴 보았다.

학생들은 발표, 반론, 평론으로 이루어져 있는 토론회의 형식으로 인해 자신들이 더 많이 생각해야 하고 더 어렵지만, 이것은 의미있는 일이며 더 오래 기억에 남는다고 하면서 긍정적인 반응을 보였다. 한편, 발표, 반론, 논쟁, 평론의 각 부분에 주어진 시간은 너무 짧다는 것이 지배적인 의견이었다.

토론회에서는 학생들의 상상력을 자극하고 다양한 가능성을 제시하기 위해 진술이 간략하고 다양한 해가 가능한 열린 문제를 내는 것을 원칙으로 하는데, 이러한 문제에 익숙하지 않은 학생들은 주제가 광범위해서 많은 어려움을 겪은 것으로 이야기하였다. 대회의 준비 과정에서 분석되었듯이 학생들은 연구의 과정에 관해 긍정적인 인식을 가지고 있었지만, 그러한 연구 과정이 열린 문제였기 때문에 가능하다는 사실은 이해하지 못한 것으로 보인다. 한편 94년 출제된 문제의 난이도에 관해서 과학 전문인(지도교사와 참여 관찰자)은 중학교 수준에 비해 어렵다고 한 반면, 학생들(참가 학생과 관찰 학생)은 적당하다고 생각하였다. 이것은 전문인에게 어렵다고 보이는 문제라 하더라도 학생들에게는 학생들 나름대로 이해하고 도전할 만한, 지적인 만족을 느낄 수 있는 과제가 가능하다는 것을 보여 준다.

학생들의 토론 과정에서는 역할 분담에 익숙하지 않다는 지적의한 내용과 맞지 않는 답을 한다든지 등 토론의 기술적인 문제와, 연역적인 면이 강하고 귀납적인 면이 약하며, 특히 실험에 근거한 논리 전개가 약한 사고 과정에서의 문제가 관찰되었다.

마지막으로 대회 참가의 효과는 과학과 과학 학습에 대한 태도 변화와 차기 대회 참석 여부로 조사하였다.

설문을 통해 전반적으로 볼 때 과학 학습에 대한 태도에 의미있는 변화는 없었지만 93년 면담에서 몇몇 학생들이 매우 긍정적인 변화를 보였고 부정적인 태도의 변화는 관찰되지 않았다. 또한 제1, 2회 모두 대부분의 학생들이 차기 대회에도 계속 참가하기를 희망하거나 친구나 후배에게 참가를 권유하겠다고 했으며, 교사들도 대부분 토론회가 계속 열려야 한다고 했고 동료 교사나 학생들에게 참여를 권유하겠

다고 하는 등 전반적으로 긍정적인 반응을 보였다.

지금까지 살펴본 바와 같이 새로운 과학 경연으로 연구, 개발되어 시도되었던 토론대회는 참가 학생, 지도교사, 관람 학생, 참여 관찰자들에 의해 전반적으로 긍정적으로 인식, 평가되었다고 할 수 있다.

특히 참가 학생들이 토론대회의 열린 문제를 탐구하는 동안 동료들과 같이 일한 경험, 토론의 경험, 자료 조사와 다양한 실험의 경험을 재미있고 유익한 것으로 인식했고 토론대회가 가지는 발표, 반론, 논쟁, 평론의 형식이 더 많은 사고를 요구하고 더 어렵게 하지만 의미있는 일이라고 평가한 것은 한국물리교육연구센터가 의도한 '주체적이고 협동적인 과학 학습 활동의 경험'이 이루어 졌음을 나타내는 것이라 할 수 있다. 참가 학생들이 토론의 기술에 익숙하지 않고 실험에 근거한 논리 전개와 귀납적 사고에 미흡한 점, 보고서 작성에 있어서의 문제점 등이 관찰되었지만 토론대회는 학생들이 그들의 과학 지식과 탐구 기능을 한껏 발휘하여 열린 과제에

도전하고 이것을 다른 학생들과 논리와 증거에 기초하여 합리적, 비판적으로 토론하는 기회를 갖게함으로써 새로운 과학 학습 형태와 과학 경연의 가능성을 보였다고 할 수 있다.

참 고 문 헌

- 김은숙, 윤혜경, 정병훈(1994). 학생 과학 공동탐구 토론대회의 평가 -참가 학생들의 반응을 중심으로-, 서울대학교 사범대학 과학교육연구소 논총, 제19권, pp39-53
- 김은숙(1995). 학생 과학 공동탐구 토론대회의 평가, 제2회 학생 과학 탐구 올림픽 대회 평가 연구 보고서, pp140-183
- 정병훈(1993). 과학 공동 탐구와 토론, 학생 과학 활동 지도 자료 제3권, 관악사
- 한국물리교육연구센터(1993). 과학 공동탐구 토론대회 보고서
- 한국물리교육연구센터(1994). 과학 공동탐구 토론대회 보고서

(ABSTRACT)

Summative Evaluation of 1993, 1994 Discussion Contest of Scientific Investigation

Eun-Sook Kim & Hye-Gyoung Yoon
(Seoul National University)

The first and the second "Discussion Contest of Scientific Investigation" was evaluated in this study. This contest was a part of 'Korean Youth Science Festival' held in 1993 and 1994. The evaluation was based on the data collected from the middle school students of final teams, their teachers, a large number of middle school students and college students who were audience of the final competition. Questionnaires, interviews, reports of final teams, and video tape of final competition were used to collect data.

The study focussed on three research questions. The first was about the preparation and the research process of students of final teams. The second was about the format and the proceeding of the Contest. The third was whether participating the Contest was useful experience for the students and the teachers of the final teams.

The first area, the preparation and the research process of students, were investigated in three aspects. One was the level of cooperation, participation, support and the role of teachers. The second was the information search and experiment, and the third was the report writing.

The students of the final teams from both years, had positive opinion about the cooperation, students' active involvement, and support from family and school. Students considered their teachers to be a guide or a counsellor, showing their level of active participation. On the other hand, the interview of 1993 participants showed that there were times that teachers took strong leading role. Therefore one can conclude that students took active roles most of the time while the room for improvement still exists.

To search the information they need during the period of the preparation, student visited various places such as libraries, bookstores, universities, and research institutes. Their search was not limited to reading the books, although the books were primary source of information. Students also learned how to organize the information they found and considered leaning of organizing skill useful and fun. Variety of experiments was an important part of preparation and students had positive opinion about it. Understanding related theory was considered most difficult and important, while designing and building proper equipments was considered difficult but not important. This reflects the students' school experience where the equipments were all set in advance and students were asked to confirm the theories presented in the previous class hours.

About the reports recording the research process, students recognize the importance and the necessity of the report but had difficulty in writing it. Their reports showed tendency to list everything they did without clear connection to the problem to be solved. Most of the reports did not record the references and some of them confused report writing with story telling. Therefore most of them need training in writing the reports. It is also desirable to describe the process of student learning when theory or mathematics that are beyond the level of middle school curriculum were used because it is part of their investigation.

The second area of evaluation was about the format and the proceeding of the Contest, the problems given to students, and the process of student discussion.

The format of the Contests, which consisted of four parts, presentation, refutation, debate and review, received good evaluation from students because it made students think more and gave more difficult time but was meaningful and helped to remember longer time according to students. On the other hand, students said the time given to each part of the contest was too short.

The problems given to students were short and open ended to stimulate students' imagination and to offer various possible routes to the solution. This type of problem was very unfamiliar and gave a lot of difficulty to students. Student had positive opinion about the research process they experienced but did not recognize the fact that such a process was possible because of the oneness of the task. The level of the problems was rated as too difficult by teachers and college students but as appropriate by the middle school students in audience and participating students. This suggests that it is possible for student to convert the problems to be challengeable and intellectually satisfactory appropriate for their level of understanding even when the problems were difficult for middle school students.

During the process of student discussion, a few problems were observed. Some problems were related to the technics of the discussion, such as inappropriate behavior for the role he/she was taking, mismatching answers to the questions. Some problems were related to thinking. For example, students thinking was off balanced toward deductive reasoning, and reasoning based on experimental data was weak.

The last area of evaluation was the effect of the Contest. It was measured through the change of the attitude toward science and science classes, and willingness to attend the next Contest.

According to the result of the questionnaire, no meaningful change in attitude was observed. However, through the interview several students were observed to have significant positive change in attitude while no student with negative change was observed. Most of the students participated in Contest said they would participate again or recommend their friend to participate. Most of the teachers agreed that the Contest should continue and they would recommend their colleagues or students to participate.

As described above, the "Discussion Contest of Scientific Investigation", which was developed and tried as a new science contest, had positive response from participating students and teachers, and the audience.

Two among the list of results especially demonstrated that the goal of the Contest, "active and cooperative science learning experience", was reached. One is the fact that students recognized the experience of cooperation, discussion, information search, variety of experiments to be fun and valuable. The other is the fact that the students recognized the format of the contest consisting of presentation, refutation, discussion and review, required more thinking and was challenging, but was more meaningful. Despite a few problems such as, unfamiliarity with the technics of discussion, weakness in inductive and/or experiment based reasoning, and difficulty in report writing, The Contest demonstrated the possibility of new science learning environment and science contest by offering the chance to challenge open tasks by utilizing student science knowledge and ability to inquire and to discuss rationally and critically with other students.