

# 학생들의 인지양식에 따른 물리 문제해결과정 분석

박윤배\* · 조윤경

경북대학교

## Analysis of Physics Problem Solving Processes According to Cognitive Style

Park, Yunebae\* · Cho, Yoon-Kyung

Kyungpook National University

**Abstract:** The purpose of this study was to analyze physics problem solving processes according to students' cognitive style in the area of 'Force and Motion' at high school level. Students who have already learned the area of 'Force and Motion' during the first semester of the 10th grade have taken physics test and cognitive style test to choose students who have basic knowledge of physics and reflective or impulsive style. Four students who got over 19 points in the cognitive style test were selected as reflective students, and another four students who got below 12 points were selected as impulsive students. After explaining the purpose and procedure of this study, think-aloud method was introduced to the students, and the students practiced it. After that, the students solved three quantitative and qualitative problems each. Then, the questionnaire on the belief system on physics and physics problem solving and prerequisite knowledge test were also administered. By recording the students' problem solving processes, protocol was made and analyzed. After solving the problems, the students expressed their confidence, intimacy, and preference on each problem by the five point Likert scale. Impulsive students tended to succeed in solving more problems, less intimate, and more spontaneous and positive in seeking alternative solution when confronted with unacquainted problems. On the other hand, reflective students used more time in executing the problems even without planning, and used more time in solving problems and verification. Whether making effective plan or not was important rather than how much time they used in the planning step. In addition, repeating steps were more likely shown to impulsive students; they tended to be attached to their first idea.

Key words: Physics education, Problem solving, Cognitive style, Protocol analysis, Reflection-Impulsivity

### I. 서 론

학생들의 물리 문제해결기능을 신장시키기 위해서는 문제해결에 영향을 미치는 변인들을 알아내어 그 결과를 교육 과정과 수업, 그리고 평가에 반영하는 것이 필요하다. 그러나, 대부분의 연구들은 문제해결과정에서 나타나는 해결자들의 일반적인 특징을 찾으려는 연구 목적을 가지고 비교적 많은 수의 연구 대상들을 선정하였으므로, 사례연구를 통하여 개별적인 사고 과정의 심층적인 분석은 부족하였다(박학규, 권재술, 1994).

문제해결과정은 문제의 특성과 문제 해결자의 특성

의 상호작용으로 이루어지고 상호작용과정에서 문제해결과정의 특성이 존재한다. 문제해결과정의 특성으로는 문제해결 전략, 관련된 원리나 공식의 선택 근거, 해결단계 및 단계별 시간 비율, 실수 및 어려움, 자신감 등이 있다(박윤배, 김미영, 2006; 홍미영, 1995). 문제해결의 첫 단계인 문제 이해는 주어진 문제에 대한 표상에서 시작된다. 이해단계의 중요성은 이미 여러 연구에서 지적된 바가 있다(박학규, 이용현, 1993; 박학규, 권재술, 1994). 문제해결 전략은 박윤배 (1991)와 Larkin *et al.*(1980)의 정의를 따랐다.

본 연구에서는 해결자의 특성으로 인지양식, 그 가운데서 충동성-사려성 유형이 문제해결과정에 어떻게

\*교신저자: 박윤배(ypark@mail.knu.ac.kr)

\*\*2005.11.21(접수) 2006.06.14(1심통과) 2006.08.04(2심통과) 2006.08.05(최종통과)

\*\*\*이 논문은 2006년도 경북대학교 과학교육연구소의 지원에 의해 연구되었음

작용하는지를 알아보려고 한다. 인지양식(cognitive style)이란 한 개인이 주어진 상황에서 정보를 조직하고 처리하는 방법으로, 과학학습에 영향을 미치는 중요한 변인으로 인식되고 있다(김상동, 1998). Kagan(1966)은 충동성-사려성 유형이란 인지적 속도와 관계된 개념으로 아동들이 어떤 불확실한 조건하에서 올바른 대안을 탐색하여 어떤 결정을 하는 속도, 정확성, 신중성, 처리과정이라고 정의하였다. 인지양식에 있어서 장독립-장의존 유형이 자극에 대한 지각과 해석 방식에 초점을 맞추고 있는 것과는 달리, 충동성-사려성 유형은 추론과제나 문제해결 양식에 초점을 두고 있으며, 문제해결 평가과정을 보조하는 경향이 있고, 해결자들이 해결 대안에 대해 생각하는 범위가 불확실한 상황에서 해결책에 접근하는 방법에 영향을 미친다고 한다(Mellick & Messer, 1978).

고등학교 과학 중 ‘힘과 운동’ 단원은 물리에서 중요한 기본 지식인 속도, 가속도, 운동의 법칙 그리고 힘에 대해서 다루고 있어 힘과 물체의 운동을 이해하는 데 기초가 되는 내용이다. 따라서 본 연구에서는 ‘힘과 운동’에 관한 문제들을 충동성-사려성의 인지양식을 가진 해결자가 어떻게 해결하는가를 해결과정분석을 통해 비교해보고자 한다.

## II. 연구 방법 및 절차

### 1. 연구대상

대구광역시에 소재한 D 여자고등학교 1학년 학생을 대상으로 하였다. 전체 1학년 학생 중에서 1학기 전체 성적이 상위 10%에 들어가는 학생 42명에게 인지양식검사를 실시하고 선발시험으로 역학문제 9문제를 풀게 하였다(만점 14점). 선발시험 성적순으로 인지양식검사에서 충동성과 사려성이 강하게 나타나는 학생들 8명을 선정하였다(표 1 참조).

표 1  
연구대상자 선정 결과

	사려적인 학생(4명) 충동적인 학생(4명)									
	정 김 윤 남 평균 박 조 이 서 평균									
1학기말 과학 성적	90	81	87	89	86.8	90	85	91	93	89.8
선발시험 성적	9	9	7	6	7.8	9	9	8	7	8.3
인지양식 점수	19	19	19	20	19.3	6	12	12	10	10.0

### 2. 검사도구

#### 1) 인지양식 검사

충동성-사려성 검사 문항은 정범모와 이종승(1989)

의 인성진단검사 중에서 사려성 요소에 해당하는 30 문항만을 추출하여 사용하였다. 이 문항들은 일상생활에서 경험하는 일을 나타내는 짧은 글에 대해 평소 자신의 생각이나 행동과 같으면 ‘그렇다’, 아니면 ‘아니다’에 표시하도록 되어있다.

신뢰도를 반분신뢰도, Cronbach  $\alpha$  재검사 신뢰도 등 3가지 방법으로 검증하였는데 사려성 요소는 .711~.811의 범위에 걸쳐 분포되어 있어 만족스러운 수준으로 보였다. 충동성-사려성 집단의 분류는 실시요강에 따라 채점을 한 다음, 여자 고등학생의 경우에 16점 이상을 사려 집단으로 하고 그 미만을 충동 집단으로 분류하게 되어 있다(정범모, 이종승, 1989).

#### 2) 선행 지식 검사

학생들이 본검사 문제를 풀기 위한 기본적인 물리 지식과 절차적 지식을 갖추었는가를 알아보기 위한 것으로, 기본개념과 공식, 법칙들의 정의와 적용에 초점을 두었다. 선행지식 검사지의 문제들은 고등학교 과학과 여러 교재에서 뽑아 수정, 보완하였다.

이 검사는 크게 개념 이해 부분과 개념 응용 부분으로 나뉜다. 개념 이해 부분은 학생들의 정성적인 이해를 알아보기 위한 것으로, 등가속도 운동, 가속도의 법칙, 작용-반작용의 법칙, 역학적 에너지 보존의 법칙에 관한 기본 내용을 물었다(4 문제). 개념 응용 부분은 기본 개념의 적용 능력과 계산과정을 알아보기 위한 것으로, 개념 이해에서 나온 공식과 원리들을 적용시켜서 간단히 풀 수 있는 문제들(4 문제)이다.

#### 3) 본검사

본검사 문제는 정량적 문항 3문제와 정성적 문항 3문제로 구성되어 있다. 이 문제들은 여러 교재들과 김상동(1998)이 개발한 문제 등을 참고하여 제작한 것이다. 연구자는 10문제씩의 정량/정성문항을 만들어 동일한 학교 2학년 자연계 학생들을 통해 두 차례의 예비검사를 거쳤고, 일반물리를 수년간 가르친 경험이 있는 교수와의 토론을 거쳐 3문제씩의 정량/정성문항을 완성하였다. 이들은 박윤배, 조윤경(2005)에서 사용한 것과 같은 문제이다. 각 문제의 특성을 정리하면 표 2와 같다.

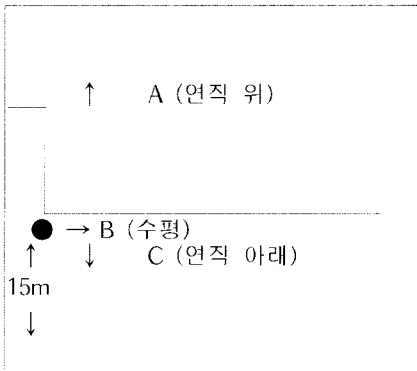
본검사 1번 문제를 보기로 제시하면 다음과 같다. 2번 문제는 세 개의 물체가 수평면에 접촉하여 놓여 있고, 왼쪽에서 힘을 가했을 때, 접촉면 사이에 작용하는 힘을 묻는 문제로 박윤배, 조윤경(2005)에 제시된바가 있고, 3번 문제는 자유 낙하하는 상자와 정지해 있는 상자 속에 들어있는 돌이 각각 떨어지는 시간을 묻는 문제이다. 정성문제의 경우에 돌이 자유 낙

표 2  
본검사 문제의 내용

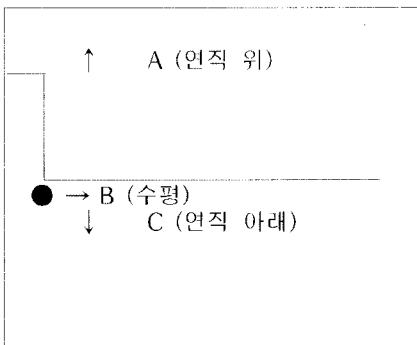
문제별 관련 내용	
문제 1	중력장 내의 운동(포물선 운동)
	- 등속도 운동, 등가속도 운동, 역학적 에너지 보존의 법칙
문제 2	물체계의 수평운동
	- 가속도의 법칙, 작용·반작용의 법칙
문제 3	중력장 내의 운동(자유낙하운동)
	- 상대가속도, 등가속도 운동

하 하는데 상자도 같이 낙하하게 되면 정지한 경우보다 상자 밑면에 닿는데 걸리는 시간이 길어짐을 아는 지를 물었다.

정량 1. 그림과 같이 똑같은 공을 A, B, C 세 방향으로 10m/s의 같은 속력으로 던졌다. 지면에 닿는 순간의 A, B, C 각각의 속력은 얼마인가? ( 단, 중력가속도  $g=10\text{m/s}^2$  이다. )



정성 1. 그림과 같이 똑같은 공을 A, B, C 세 방향으로 같은 속력으로 던졌다. 지면에 닿을 때 속력  $V_A$ ,  $V_B$ ,  $V_C$ 의 크기를 비교하여라.



3. 연구절차

연구가 진행되는 동안 학생들은 개별적으로 연구자와 4차례 만났다. 첫 만남에서는 연구의 목적과 방법

을 설명하고, 발생사고법을 소개한 다음, 견본으로 녹음한 테이프를 들려 주고, 각자 한 번씩 연습하게 하였다. 선언적 지식들에 대한 기억을 상기시키기 위해서 해당내용을 20분 동안 복습케 하고, 집에서 따로 복습을 하거나 별도로 문제 푸는 연습을 하지 말 것을 당부하였다. 두 번째 만남에서는 세 문제를 발생사고법으로 풀게 하였고, 2주 후에 나머지 세 문제를 발생사고법으로 풀고 선행지식검사를 실시하였다. 마지막 만남에서는 회상적 면담을 통하여 녹음되지 않았거나 알아듣기 애매한 부분에 대해서 해결자가 문제해결 도중 어떤 생각을 하고 있었는가를 질문하였고, 해답에 대한 자신감, 문제의 친밀도와 선호도를 5점 척도로 조사하였다.

4. 자료처리 및 분석

선행지식 검사를 분석하여 개인별로 부족한 선행지식을 알아보았다. 학생들의 문제해결과정을 녹음한 테이프와 문제를 푼 연습지를 종합하여 응답 원안을 만들었다. 응답 원안을 통하여 학생들이 문제해결에 사용한 원리나 공식, 문제해결 전략을 확인하였다(박학규, 권재술, 1990). 문제해결 전략으로는 문제에 제시되어 있는 물리량을 포함하는 식을 사용하여 점차 해답으로 나아가는 지식-개발 전략, 최종적으로 기대한 물리량을 포함하는 식을 먼저 찾은 다음에 모르는 물리량을 찾아나가는 수단-목적 전략, 도움이 되리라고 생각되는 물리량이나 식을 임의로 사용하는 임의 전략이 알려져 있다(박윤배, 1991; Larkin 등, 1980).

학생들의 문제해결 단계 및 단계별 소요 시간의 비율, 해결단계 반복횟수를 알아보기 위해 홍미영(1995)이 제시한 문제해결의 각 단계 분류표를 적용하였다. 이것은 문제해결 과정을 문제의 이해, 계획, 실행, 검증의 4단계로 구분하여 분석하였다. 해결단계 반복횟수란 문제를 해결할 때, 이해-계획-실행-검증의 단계를 한 번만 거치고 끝내지 않고, 도중에 다시 앞 단계를 돌아와서 해결하는 경우의 회수를 말한다. 인지양식에 따른 해결결과, 사용공식, 해결전략, 단계별 평균 소요시간 비율, 해결단계 반복횟수, 자신감, 친밀도, 선호도, 특징 및 오개념 등에 대해 차이가 있는지를 알아보았다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 사려적인 학생들의 문제해결과정 및 결과

사려적인 학생들의 특징 및 오개념을 살펴보면, ‘정’은 여섯 문제 중 한 문제를 바르게 풀었는데, 문제해결 결과와는 무관하게 자신감과 친밀도가 높은 편이

었고, 문제해결 단계 반복횟수는 적은 편이었다. 문제 해결 실패 원인은 포물선 운동을 수평, 수직방향으로 분해해서 생각했지만, 속도는 수직성분만을 답으로 했고, 물체의 알짜힘과 물체의 접촉면 사이에 작용하는 힘을 구분하지 않았고, 상대가속도에 관한 지식이 부족하였다.

‘김’은 어려운 문제의 경우, 여러 방법을 시도하며 끼워 맞춰 푼 다음, 나온 결과가 좀 더 기대에 가까운 답이 되도록 한 후 검증으로 확인해 보는 임의 전략을 많이 사용하였다. 정성문항에서 전혀 계획단계를 볼 수 없었고, 낙하하는 물체의 지면에서 속도가 낙하 시간에만 좌우된다는 오개념을 가지고 있었다.

‘윤’은 여섯 문제 모두 지식-개발 전략으로 해결하였고, 정량 문항에서 전혀 계획단계를 거치지 않았으며 검증도 거의 하지 않았다. 문제해결 실패 원인은 포물선운동에서 속력의 수직방향의 성분만 생각했기 때문이었다.

‘남’의 경우, 정성문항에 비해 정량문항의 문제해결에 시간이 많이 걸렸는데, 정량문항의 평균 소요시간이 8명 중 제일 길었다. 정성적으로 답을 알아도 정량적으로 풀어서 나온 결과를 더 신뢰하였고, 역학적 에너지 보존의 법칙을 쓰면 쉽게 해결되는 문제에서 부분적으로만 사용하고 등가속도 운동 공식에 강하게 의존하거나, 물체의 질량이 제시되는 문제에서는  $F=ma$  공식을 늘 염두에 두고 무관한 상황에서도 사용하였다. 문제해결 실패 원인은 포물선 운동에서 수평방향으로 속력이 분산되므로 연직운동보다 지면도달 속력이 작다고 오인하였고, 알짜힘과 두 물체 사이의 접촉면에서 작용하는 힘을 구분하지 못하였다.

## 2. 충동적인 학생들의 문제해결과정 및 결과

충동적인 학생들의 특징 및 오개념을 살펴보면, ‘박’은 전체 소요시간이 짧은 편이었는데, 생소하고 자신감이 없는 문제는 문제해결 단계를 반복하면서 이해와 계획, 검증에 많은 시간을 쓰다가 결국 포기하여 실행의 소요시간은 가장 적었다. 공식부터 생각하며 맞춰 나가고, 정확한 이유를 말하지 못하고 심정적으로 추측하며, 포기가 빠른 편이었다. 문제해결 실패 원인은 상대가속도를 잘못 구했기 때문이다.

‘조’는 유일하게 여섯 문제 모두 성공했으나, 자신감은 낮은 편이었다. 해결단계를 반복한 경우가 한 번도 없었으며 검증을 전혀 하지 않았다. 다섯 문제를 지식-개발전략으로 풀었고, 정성문항을 공식과 수식을 꼭 사용하여 정량적으로 해결하였다.

‘이’는 전체 소요시간이 가장 짧은 학생이었고, 검증을 거의 하지 않았다. 정성문항은 대체로 수식을 이

용하지 않고 개념위주로 해결하였다. 전반적으로 자신감이 높았으며, 생소한 문제에 대한 선호도가 높았다. 문제해결의 실패원인은 포물선운동에서 속력의 수직방향의 성분만 생각했기 때문이다.

‘서’는 정량문항과 정성문항의 소요시간에 큰 차이를 보였다. 정성에 비해 정량 문제해결에 시간이 많이 걸렸는데, 정성문제는 수식사용 없이 개념위주로 해결하였다. 자신감은 모두 높은 편이었고, 생소한 문제를 선호하는 경향이 있었으며, 자신감과 선호도가 무관함을 보였다. 문제해결에 실패한 원인은 등가속도 운동의 이동거리를 등속도로 잘못 생각하고 구했기 때문이다.

## 3. 인지양식에 따른 차이와 논의

사려적인 학생들과 충동적인 학생들의 문제해결 결과, 사용한 전략, 문제해결 단계별로 사용한 평균 시간비율과 해결단계 반복 횟수, 그리고 특징 등의 비교는 표 3과 같았다.

문제해결에 성공한 경우는 사려적인 학생이 평균 2.5문제, 충동적인 학생이 평균 4.3문제로써 충동적인 학생들이 문제해결에 더 많이 성공하였다. 문제별로 그 이유를 살펴보면, 1번 문제는 역학적 에너지 보존의 법칙을 사용하면 쉽고 간단하게 풀 수 있는 문제인데, 사려적인 학생들은 모두 등가속도 운동의 공식을 이용했고, 포물선 운동의 지면 도달 속력을 구하는 과정에서 수평방향과 수직방향 성분의 속력합성에서 실패하거나, 아예 해결 방향도 잡지 못하고 헤매다가 포기하는 등 모두 문제해결에 실패한 반면, 충동적인 학생은 역학적 에너지 보존의 법칙을 적용해서 쉽고 간단하게 두 명이 성공하였다. 이것은 역학문제에 있어서 표상의 형태에 따라 문제해결 결과가 달라, 힘-운동학 표상형태를 사용한 피험자보다 일-에너지 표상형태를 사용한 피험자가 더 나은 결과를 얻는 것으로 나타났다고 한 박운배(1988)의 연구결과와 일치하였다. 그리고, 선행지식의 측면에서도 그 이유를 찾아볼 수 있는데, 사려적인 학생 중 절반이 역학적 에너지 보존의 법칙에 대한 선행지식이 부족한 반면 충동적인 학생은 모두 역학적 에너지 보존의 법칙에 대한 선행지식을 갖추고 있었다.

2번 문제에서 사려적인 학생들은 알짜힘과 두 물체 사이의 접촉면에서 작용하는 힘을 구분하지 않고 같다고 생각하거나, 표면적 특징만 파악해서 접촉면이라는 말에 마찰력을 떠올렸고 접촉넓이를 생각해 내서 틀리게 해결한 반면, 충동적인 학생들은 대부분 친밀한 문제라고 생각하였으며 자신있게 짧은 시간동안 검증없이 해결에 성공하였다. 3번 문제에서는 충동적

표 3  
사려적인 학생과 충동적인 학생의 문제해결과정 및 결과 비교

		성공 문항수	해결전략	단계별 평균 소요시간 (%)	반복회수
사려적인 학생	정	1	지식-개발: 3 수단-목적: 2 임의: 1	총 407초(100) 이해: 54초(13) 계획:20초(5) 실행:309초(76) 검증:24초(6)	1회 : 1
	김	4	지식-개발: 2 수단-목적: 1 임의: 3	총 361초(100) 이해: 32초( 9) 계획:25초( 7) 실행:265초(73) 검증:39초(11)	1회 : 3
	윤	4	지식-개발: 6 수단-목적: 0 임의: 0	총 354초(100) 이해: 52초(15) 계획:35초(10) 실행:256초(72) 검증:11초( 3)	1회 : 2
	남	1	지식-개발: 3 수단-목적: 1 임의: 2	총 466초(100) 이해: 87초(19) 계획:64초(14) 실행:287초(61) 검증:28초( 6)	1회 : 2 3회 : 1
합계	10	지식-개발:14 수단-목적: 4 임의: 6	총 397초(100) 이해: 56초(14) 계획:36초(9) 실행:279초(70) 검증:26초(7)	1회 : 8 3회 : 1	
충동적인 학생	박	2	지식-개발: 4 수단-목적: 2 임의: 0	총 204초(100) 이해:42초(21) 계획:54초(26) 실행:88초(43) 검증:20초(10)	1회 : 2 2회 : 2
	조	6	지식-개발: 5 수단-목적: 1 임의: 0	총 353초(100) 이해: 29초( 8) 계획:40초(11) 실행:284초(81) 검증: 0초(0)	.
	이	4	지식-개발: 5 수단-목적: 1 임의: 0	총 152초(100) 이해: 25초(16) 계획:21초(14) 실행:101초(67) 검증: 5초( 3)	1회 : 1 2회 : 1
	서	5	지식-개발: 4 수단-목적: 0 임의: 2	총 230초(100) 이해: 31초(13) 계획:43초(19) 실행:142초(62) 검증:14초( 6)	1회 : 1 2회 : 1 3회 : 1
	합계	17	지식-개발:18 수단-목적: 4 임의: 2	총 236초(100) 이해: 32초(13) 계획:40초(17) 실행:154초(66) 검증:10초( 4)	1회 : 4 2회 : 4 3회 : 1

학생들이 지식-개발 전략을 더 많이 사용하였으나, 성공정도는 양 집단이 서로 비슷하였다. 학생들은 할 수 있는 상대가속도를 구하지 않고 대부분 공식으로 접근하였다. 이 문제에 대해 사려적 학생들은 매우 생소가 1회, 생소 2회, 보통 4회, 친밀 1회로 표시하였고, 선호도는 매우 선호 1회, 선호 1회, 보통 3회, 싫음 3회로 낮은 것으로 나타났다. 한편, 충동적 학생들은 모두 이 문제가 생소하다고 하였다. 그러나 선호도는 매우 선호 3회, 선호 2회, 보통 1회, 싫음 2회로 사려적 학생들에 비해 좋은 것으로 나타났다.

한편, 선행연구들을 보면, 박영수(1989)는 충동적 집단의 학습자가 사려적 집단의 학습자에 비해 학업 성취도가 낮으며 문제의 난이도가 클수록 그 차이가 더욱 심하다는 것을 보였다. 김상동(1998)도 사려성향의 학생들이 충동성향의 학생들에 비해서 문제해결력

이 좋다고 하였다. Kagan & Kogan (1970)도 사려적인 아동들은 문제해결에 있어서 범할 수 있는 오류에 대해 신경을 쓰지만 해결할 수 있다는 자신감을 갖고 있어 시간과 노력을 기울인다고 했다. 반면에 충동적인 아동은 문제해결에 대해 부담감을 갖고 자신이 없어서 가능한 한 그러한 불안상태에서 벗어나기 위해 부정확한 반응을 빨리하게 된다는 것이다.

이러한 선행연구들은 본 연구의 결과와 일치하지 않았는데, 다른 연구에서는 학생들 전체를 두 집단으로 나누어 각 평균점수를 비교한 것이고, 본 연구에서는 소수의 우수한 학생들만을 대상으로 하였다는 차이점이 있다. 또 다른 설명은 본 연구에 자원한 학생들은 선행지식검사 결과와 문제해결과정을 종합해 보면 충동형의 학생들이 사려형의 학생들에 비해서 더 풍부한 선행지식을 가지고 있었다는 점이 작용하였다

고 볼 수도 있다. 인지양식은 다르나, 문제를 해결하는데 필요한 지식은 동일한 학생들을 선발하기 위해서 표 1에서와 같이 노력하였으나, 사려적 학생들은 선행지식이 부족한 데도, 기말고사나 선발시험에서 충동적 학생들과 비슷한 점수를 획득하였다(표 1 참조). ‘조’의 경우에 기말고사에는 85점이었으나, 본 검사에서는 여섯 개 문제를 모두 맞추었고, ‘정’의 경우에 기말고사에서는 90점이었으나, 본 검사에서는 한 문제를 맞추는 데 그쳤다.

사려적인 것이 반드시 유리한 것은 아니라는 연구도 있었다. Mann(1973)은 문제해결과제에서 사려적인 학생을 대상으로 여러 가지 과제와 처리방법의 관계를 연구한 결과 사려적인 아동은 의사결정의 내용과 질보다는 소요된 시간과 더 관련이 있다고 하였다.

평균 소요시간을 보면 사려적인 학생은 1인당 평균 총 397초가 걸려 충동적인 학생의 1인당 평균 총 236초에 비해 문제를 푸는 데 많은 시간이 소요되었음을 알 수 있었다. 이것은 사려적인 사람일수록 탐색하는 시간을 길게 갖는 경향이 있는데 그 이유는 그들이 수행에 있어서 반응속도보다 정확성에 더 큰 관심을 갖고 있기 때문이며, 따라서 보다 사려적인 사람은 일반적으로 천천히 그리고 주의 깊게 과정을 수행한다고 한 Goldstein & Blackman (1976)의 지적과도 일치한다.

사려적인 학생은 충동적인 학생에 비해 이해, 실행과 검증 단계에서 더 많은 시간을 사용했고, 계획단계에서는 비슷한 시간을 사용하였다. 단계별 평균 소요 시간 비율을 보면, 충동적인 학생은 사려적인 학생에 비해 계획단계에서 높았고, 사려적인 학생은 충동적인 학생에 비해 실행과 검증단계의 비율이 높았다. 충동적인 학생들의 계획단계 비율이 높은 이유는 실제로 사용한 시간은 비슷하나 다른 단계에서 사용된 시간이 차이가 나서 생긴 결과이다.

Kagan (1966)에 의하면 문제해결의 단계를 문제의 이해, 가설의 설정, 가설의 적용, 해결의 타당성 평가라는 4단계로 구분한다면 사려성과 충동성의 차원은 특히 가설의 설정(계획)단계와 해결의 타당성을 평가하는(검증) 단계에 영향을 준다고 한다. 사려적인 아동은 어려운 장면에서 몇 개의 가설을 설정하고 이의 적합성을 평가한 다음 반응하기 때문에 반응시간은 길어진다. 반면에 충동적인 아동은 그에게 떠오르는 첫 번째 가설을 평가해 보지 않고 그대로 반응하기 때문에 반응시간은 짧아진다. 본 연구에서는 계획단계에서는 차이가 없었으나 검증단계에서는 사려적인 경우에 더 길게 나타나서 부분적으로 선행연구를 지지하고 있다.

사려적-충동적 인지양식은 어느 정도 반응의 불확실성을 내포한 문제에 한해서만 적용된다고 Kagan (1965)이 밝혔는데, 쉬운 과제를 처리할 때에는 사려적 및 충동적 인지양식의 차이가 나타나지 않으며 어려운 과제를 처리할 때 사려형과 충동형의 특징이 나타난다고 한다. 또, 사려적인 아동은 효율적인 가설 검증 전략을 가지고 있지만, 충동적인 아동은 추상적인 가설을 형성하지 못하는 경우가 많아서 무작위적이고 시행착오적인 방식으로 정보를 처리한다고 하였다. 본 연구에 참여한 학생들은 학교에서 상위 10%에 드는 수준으로 그들에게는 제시된 문제들이 다소 쉬운 문제였다고 볼 수도 있겠다. 그리고, 본 연구에서는 충동적 학생들이 오히려 효과적인 해결전략을 더 많이 사용하고 있었는데, 이는 그들이 보유하고 있는 지식의 정도와 상호작용한 결과라고 판단된다. 양 집단 간에 문제에 대한 자신감과 선호도에는 별 차이가 없었다. 그러나, 친밀감에 있어서는 사려적인 학생들에 비해서, 충동적인 학생들이 생소하다는 반응이 더 많았다(6회와 11회).

해결단계 반복횟수는 사려적인 학생과 충동적인 학생에서 차이를 보이는데, 사려적인 학생은 1회 더 반복이 8문제, 3회 더 반복이 1문제인데, 충동적인 학생은 1회 더와 2회 더 반복이 4문제씩, 3회 더 반복이 1문제가 있었다. 해결단계 반복횟수는 사려적인 학생과 충동적인 학생에서 차이를 보이는데, 2회 이상의 비교적 복잡한 단계 반복은 충동적인 학생들에게서 더 많이 나타났다. 구체적으로는 문제를 완전히 이해하고 시작하지 않아 이해를 반복하는 경우, 체계적이고 구체적인 계획을 세우지 못하고 생각나는대로 공식부터 대입해서 실행하고 여의치 않아 다시 계획을 반복하는 경우, 실행 도중 검증을 하여 실행을 반복하는 경우 등이 있었다. 따라서 충동적 해결자는 그에게 떠오르는 첫 번째 아이디어에 집착하는 경향이 있는 반면, 사려적 해결자는 대안을 주의 깊게 고려하는 경향이 있다고 한 Guilford (1980)의 연구결과와 일치한다. 또, 문제해결의 일부 단계가 반복적이고 순환적으로 사용되고 있는 것은 문제해결에 필요한 전반적인 문제의 구조에 대한 이해가 이루어지지 않은 상태에서 문제에 제시된 소수의 정보와 문제해결자가 생각해 낸 원리를 토대로 하여, 구할 수 있는 물리량을 하나씩 찾으려는 경향이 있기 때문으로 판단된다는 박학규(1993)의 연구결과로도 설명된다.

해답에 대한 자신감과 친밀도 및 선호도를 살펴보면, 사려적인 학생과 충동적인 학생사이에 큰 차이는 보이지 않았다. 사려적인 학생 중 ‘정’은 문제해결결과와 무관하게 전반적으로 자신감이 높은 편이었다.

충동적인 학생 중 ‘조’는 여섯 문제 모두를 성공했으나 자신감은 낮은 편이었고, ‘이’와 ‘서’는 전반적으로 자신감 3점 이상으로 높으며, 생소한 문제에 대한 선호도가 높았다.

#### IV. 결 론

본 연구에서는 더 풍부한 물리적 지식을 보유하고 있는 충동적인 학생들이 그렇지 못한 사려적인 학생들보다 더 많이 문제해결에 성공하였고, 사려적인 학생들은 천천히 주의 깊게 수행하였으므로 문제해결에 더 많은 시간이 걸렸다. 특히 이해, 실행, 검증 단계에 더 많은 시간을 사용하였다. 그리고, 문제해결에 있어서 단계를 반복하는 것은 충동적인 학생에게서 더 많이 나타났다. 그들은 첫 번째 아이디어에 집착하는 경향이 있었다. 충동적인 학생들은 사려적인 학생들보다 문제를 더 생소해 했으나, 자신감이나 선호도에는 차이가 없었다.

#### 국문 요약

본 연구에서는 ‘힘과 운동’에 관한 문제들을 충동성-사려성의 인지양식을 가진 해결자가 어떻게 해결하는가를 해결과정분석을 통해 비교해보고자 하였다. 여자고등학교 1학년 학생을 대상으로 1학기 성적이 상위 10%에 들어가고 역학문제 성취도가 높고, 인지양식검사에서 충동성과 사려성이 강하게 나타나는 학생들 8명을 선정하였다. 학생들에게 발성사고법을 연습시키고, 해당내용을 복습하게 한 다음, 여섯 문제를 풀게 하였다. 마지막 만남에서는 회상적 면담을 하였고, 해답에 대한 자신감, 문제의 친밀도와 선호도를 조사하였다.

연구 결과, 더 풍부한 물리적 지식을 보유하고 있는 충동적인 학생들이 그렇지 못한 사려적인 학생들보다 더 많이 문제해결에 성공하였고, 사려적인 학생들은 천천히 주의 깊게 수행하였으므로 문제해결에 더 많은 시간이 걸렸다. 특히 이해, 실행, 검증 단계에 더 많은 시간을 사용하였다. 그리고, 문제해결에 있어서 단계를 반복하는 것은 충동적인 학생에게서 더 많이 나타났다. 그들은 첫 번째 아이디어에 집착하는 경향이 있었다. 충동적인 학생들은 사려적인 학생들보다 문제를 더 생소해 했으나, 자신감이나 선호도에는 차이가 없었다.

#### 참고 문헌

김상동(1998). 학생들의 인지양식에 따른 역학에 관

한 정성적 문항과 정량적 문항의 난이도 비교. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.

김성덕(1990). 인지양식과 문제해결과정 및 성취도와 의 관계. 한국교원대학교 석사학위 논문.

박영수(1989). 인지양식(충동성)과 자료제시유형이 학업성취에 미치는 효과 연구. 전북대학교 대학원 석사학위 논문.

박윤배(1988). Expert-novice differences of mental representation and problem solving strategy in mechanics problem. 한국과학교육학회지, 8(2), 43-52.

박윤배(1991). 역학문제해결에 있어서의 오류 유형. 물리교육, 9(1), 14-23.

박윤배, 김미영 (2006). 협동해결과 개별해결에서 나타난 물리문제해결과정의 차이. 한국과학교육학회지, 26(1), 114-121.

박윤배, 조윤경(2005). 정성적, 정량적 문제에 대한 고등학생들의 물리 문제해결과정 분석. 한국과학교육학회지, 25(4), 526-532.

박학규(1993). 학생들의 물리 문제해결과정과 문제공간의 유형 분석. 한국교원대학교 대학원 박사학위논문.

박학규, 권재술(1990). 물리 문제해결에 관한 초심자의 프로토콜 분석 연구. 한국과학교육학회지, 10(1), 57-64.

박학규, 권재술(1994). 물리 문제해결과정에서의 학생들의 사고 과정에 관한 연구. 한국과학교육학회지, 14(1), 85-102.

박학규, 이용현(1993). 물리 문제해결과정에서 중학생들의 사고 과정의 특성 분석. 한국과학교육학회지, 13(1), 31-47.

정범모, 이종승(1994). 인성진단검사 실시요강. 서울: 코리아 테스트 센터.

홍미영(1995). 문제와 문제해결자의 특성이 화학 문제해결에 미치는 영향. 서울대학교 대학원 과학교육과 박사학위논문.

Goldstein, K. M., & Blackman, S. (1976). Cognitive complexity, maternal child rearing and acquiescence. *Social Behavior and Personality*, 4(1), 97-102.

Guilford, J. P. (1980). Cognitive styles: What are they? *Educational Psychology and Measurement*, 40(3), 715-735.

Kagan, J. (1965). *The matching familiar figures test*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Kagan, J. (1966). Reflection-impulsivity: The generality and dynamics of conceptual tempo. *Journal of Abnormal Psychology*, 71, 17-24.

Kagan, S., & Kogan, N. (1970). Individuality and cognitive performance. In P. H. Mussen(Ed.), *Carmichael's manual of child psychology*. NY: Wiley & Sons.

Larkin, J. H., McDermott, J., Simon, D. P., & Simon, H. A.(1980). Models of competence in solving physics

problems. *Cognitive Science*, 4, 317-345.

Mann, L. (1973). Differences between reflective and impulsive children in tempo and quality of decision making. *Child Development*, 44(2), 274-279.

Mollick, L. R., & Messer, S. B. (1978). The relation of reflection-impulsivity to intelligence tests. *Journal of Genetic Psychology*, 132(1), 157-158.