

# 물리 외 교과서에 제시된 물리적 현상 설명이 학생들의 물리 개념 형성에 미치는 영향

박미진 · 김영민  
(부산대학교)

## Effects of the Explanations of Physical Phenomena Given in Non-Physics Textbooks on the Formation of Students' Physical Conceptions

Park, Mi-Jin · Kim, Young-Min  
(Pusan National University)

### ABSTRACT

The purpose of the current study was to investigate the effects of explanations about physical phenomena given in non-physics textbooks on the formation of student physical conceptions. Two classes, 39 students in each, were sampled from two middle schools in Pusan, Korea, and two kinds of test tools for investigating student conceptions were developed for the study. The first test tool(a) investigated student conceptions after reading explanations about physical phenomena in non-physics textbooks, while the second(b) investigated student conceptions after reading explanations revised by physics education experts about the same physical phenomena. The two test tools were applied to each class, and for a fair investigation, test(a) followed by test(b) was applied to one class, while test(b) followed by test(a) was applied to the other class.

The results were as follows: In both classes, the students' level of understanding from explanations revised by physics education experts was significantly ( $p < .01$ ) higher than that from explanations in non-physics textbooks. As such, it is feasible that false or inappropriate explanations in non-physics textbooks can cause student misconceptions. Moreover, the improper expression of physical science concepts, improper choice of scientific terms, and incorrect grammatical structures, along with the use of unsuitable examples and improper model pictures can make it difficult for students to understand physics concepts. Furthermore, differences in the terms used in physics textbook and those used in other textbooks can also confuse students' learning.

**Key words:** physical science, textbook, effects of of explanations, student conceptions, level of understanding

## I. 서론

### 1. 연구의 필요성 및 목적

최근 20여년 동안 국내외적으로 물리 학습에 있어

학생들이 어떤 유형의 직관적 관념 또는 오개념을 가지고 있고, 이들 오개념의 원인이 무엇이며 이를 극복하기 위한 교수 방법은 무엇인지에 관한 연구가 계속되어 오고 있다(Gilbert *et. al.*, 1983; Duit, 1983; Hewson, 1986; 권재술과 안수영, 1989; 오원근과

\*2002.11.7(접수) 2003.3.27(최종 통과)

\*\*김영민(minkyoy@pusan.ac.kr)

김재우, 1998). 이 중에서 오개념 형성 원인에 대해서는 일반적으로 학습자의 내적 요인과 물리적 환경, 문화적 환경, 학교 환경 등 외적 요인이 있는 것으로 알려져 있다.

오개념 형성의 외적 요인 중의 학교 환경 요인 중에서 교과서는 교육 현장에서 형식적 지식 전달의 중요한 역할을 하므로, 교사와 학생 모두에게 오개념의 주요한 형성 원인이 될 수 있다(Ivowi, 1984). 일반적으로 학생들이 배운 개념을 전체적인 개념의 구조 속에서 서로 연관짓지 못하거나(Duit, 1983), 상호 필연적인 관계가 있는 내용이 서로 분리, 독립적으로 구성되어 유기적인 관계를 맺지 못할 경우에 오개념이 발생할 수 있으며(조희형, 1988), 개념에 관한 설명이 불명확하게 기술되어 있거나, 설명 없이 도식만 되어 있는 경우, 또한 각 단계별로 연관된 설명이 부족할 경우 등과 같이 교과서에서의 모호하고 바르지 못한 개념의 사용은 과학 학습에 어려움을 초래할 수 있다.

또한, 교과서에서 사용되는 용어, 문장의 표현 방법 및 문장의 문법적인 구조는 의미 이해에 중요한 역할을 한다. 따라서 이러한 의미 해석 때문에 오개념이 형성될 수 있다. 교과서에서 사용하는 기호, 그림 등의 제시 방법이 다양성을 고려하지 않고 틀에 박힌 정형화 형태를 취하고 있어서 획일적 생각을 갖게 하며, 오개념을 유발하기도 한다. 각 개념의 영역을 특정화한 전형적인 다이어그램은 개념간의 의미심장한 관계 형성을 방해하여 오인을 낳게 되기도 한다는 것이다(Cho *et al.*, 1985). Osborne(1983)과 김영민(1991)은 교과서에서 비유를 잘못 쓰는 경우에도 오개념이 형성될 수 있으며, 오개념을 가지고 있는 학생의 경우에는 비유에 의해 학습자의 오개념이 더욱 더 강화될 수도 있다고 주장하였다.

이밖에도 물리 교과는 개념, 법칙 및 문제 해결 과제 등이 구조적 열개로 이루어져 있어서 학습자가 이런 것들을 받아들일 수 있는지를 고려해야 하는데(구윤모와 김범기, 1992), 그렇지 못한 경우 학습자 나름의 잘못된 개념 구성을 갖게 될 수 있다.

이렇게 과학 교과서나 과학 개념들이 포함된 다른 교과서는 오개념의 중요한 출처가 될 수 있다. 그런

데 우리나라의 경우 일반적으로 정규 과학 교과서나 물리 교과서의 경우 물리 개념의 속성이나 물리를 공부하는 학습자들의 속성을 이해하고 있는 전문가들이 집필한다고 볼 때, 그리고 교육부가 구성한 과학 또는 물리 교육 전문가 위원회의 검정을 거쳐 출판된다고 볼 때 그 정도는 그리 심하지 않을 것으로 판단된다. 그런데 학생들은 과학 교과서나 물리 교과서뿐만 아니라 기술, 가정 또는 체육 등의 다른 교과서에서도 물리 개념을 배우게 된다. 그러나, 이들 교과서 집필에는 대부분 물리학 또는 물리교육 전문가가 포함되어 있지 않으며, 물리 교육 전문가 위원회의 검정을 거치지도 않는다. 따라서 학생들이 가지는 오개념들 중에는 물리 외 교과서에서 다루어지는 물리 내용에서도 많은 영향을 받았거나 받을 것으로 보며, 이렇게 볼 때 이들 자료 또한 물리 현상에 대한 오개념의 중요한 출처가 될 수 있다고 본다.

따라서 본 연구에서는 물리 외 교과서에서 어떤 물리 개념들이 다루어지고 있으며, 여기서 다루어지는 물리 개념 설명이 학생의 물리 개념 형성에 미치는 영향이 어떠한지에 대해 연구하고자 하였다.

## 2. 연구 문제

위의 목적을 달성하기 위하여 본 연구에서 설정한 연구의 문제는 다음과 같다.

- (1) 중·고등학교 물리 외 교과서에서 다루어지는 물리 영역의 개념들은 어떤 것이 있는가?
- (2) 위 교과서에서 제시하는 물리 개념 설명에 대해 학생들은 어떻게 이해하는가?
- (3) 위 교과서에서 제시하는 물리 개념 설명을 물리 교과서적으로 바꾼 설명에 대해 학생들은 어떻게 이해하는가?

중·고등학교 물리 외 교과서에서 다루어지는 물리 영역의 개념들을 분석하고 물리 개념 설명에 대한 이해 정도를 조사하는 데 있어서 본 연구에서는 제6차 교육과정에 의해 개발된 교과서에 기초하였다. 그 까닭은 본 연구를 진행할 당시에는 아직 제7차 교육

과정에 따른 교과서들이 개발되는 과정에 있었고 중학교 2, 3학년과 고등학교용은 아직 개발되지 않아 사용되지 않고 있었기 때문이다. 그러나 본 연구에서 제7차 교육과정에 의한 교과서들을 분석하지는 못했지만 이 연구의 결과들은 차후 교과서나 학습 자료 개발에 중요한 시사를 줄 수 있다고 생각한다.

또, 위 연구 문제 (3)에서 ‘물리 교과서적으로 바꾸었다’는 것은 물리 외 교과서에 나온 물리 현상 설명을 물리 교육 전문가가 학습자의 수준 및 개념 형성 특성을 고려하여 서술 방식을 수정하였다는 것을 의미한다.

## II. 연구의 방법 및 절차

### 1. 연구 방법의 개요

본 연구에서의 연구 방법과 절차는 우선 물리 외 교과서에서 설명되고 있는 물리 내용들을 분석하는 것이고, 그 물리 현상에 대한 설명들을 학생들에게 투입하여 어떻게 이해하는지를 조사하는 것이며, 그 조사 결과를 분석하는 것이다. 그런데 이 과정 후에 학생들이 관련 물리 개념에 대해 오개념을 가지는 것으로 확인되었다 하더라도 그것이 해당 교과서의 설명으로 인해 비롯된 것이라고 단정짓기 어렵다. 왜냐하면 과학적으로 바르게 설명된, 다시 말하면 물리 교과서에서 기술된 방식과 같은 방법으로 설명된 내용으로 공부하더라도 학생들이 이와 같은 경향을 보일 수도 있기 때문이다. 그러므로 이 경우에 타당한 방법은 같은 학생들에게 물리 외 교과서에 제시된 물리 현상 설명 내용을 읽게 한 다음 그 이해한 결과를 조사하고, 동시에 같은 개념에 대해 물리 교과서적으로 바꾼 내용<sup>1)</sup>을 읽게 한 다음 그 이해 결과를 조사하여 비교하는 것이다.

그러나 두 가지 내용에 대해 같은 학생들을 대상으로 조사하는 것은 현실적으로 적절하지 않다. 그것은 두 내용을 동시에 투입하는 것은 학생들로 하여금 비교 해석하도록 할 수 있기 때문에 타당성이 약하고,

한 가지를 먼저 투입하고 다른 것을 나중에 투입하는 것 또한 앞에 투입한 내용에 대한 학습 효과 때문에 그 결과에 대한 신뢰도가 떨어지기 때문이다.

그러므로 본 연구에서는 두 학급을 선정하여(먼저 실시한 검사 도구에 대한 학생들의 의견 교환을 막기 위해 서로 다른 학교에서 선정하였음) 한 학급(A학급)에는 물리 외 교과서의 내용을 먼저 투입하고 2주일 정도 지난 후(먼저 실시한 이해도 조사가 뒤에 실시한 이해도 조사에 미치는 영향을 줄이기 위함) 물리 교과서적으로 수정한 내용을 투입하였고, 다른 학급(B학급)에는 물리 교과서적으로 수정한 내용을 먼저 투입하고 2주일 정도 지난 후 물리 외 교과서 내용을 투입하여 그 결과를 비교 분석하였다. 본 연구의 과정은 Fig. 1과 같다.

### 2. 연구 대상

본 연구는 부산에 소재하고 있는 교육적 경제적 수준이 비슷한 같은 학군의 G 중학교와 D 중학교 학생들을 대상으로 하였다. 각 학교의 1학년 학급 중 과학 학업 성취도가 중위권에 속하는 한 학급씩을 선정하였으며, 두 학급 모두 학생수는 39명이었다. 투입한 검사 도구가 주어진 설명을 읽고 답을 찾는 것이므로 기존에 습득했던 학습의 영향을 최소화하기 위해서 물리 개념에 대해 많이 배우지 않은 1학년 학생을 대상으로 하였다.

### 3. 교과서 분석 및 검사도구 개발

먼저 학생들의 물리 외 교과서의 설명에 대한 이해도를 조사하기 위해 중·고등학교 교과서 중에서 물리 내용이 다루어지고 있는 중학교 1학년 체육, 기술·산업 교과서와 중학교 2학년 기술, 생활 기술, 기술·산업, 기술·가정 교과서, 고등학교 체육 I 교과서를 중심으로 어떤 물리 개념들이 다루어지고 있는지를 분석하였다. 분석대상이 되었던 교과서는 Table 1과 같다. 그리고 이와 관련된 학생들의 물리

1) 실제로는 물리 외 교과서에서 설명된 같은 개념에 대해 물리 교과서에서 설명한 내용이 없기 때문에 물리 교사가 물리학적으로 이해가 가능하도록 다시 진술한 것임.

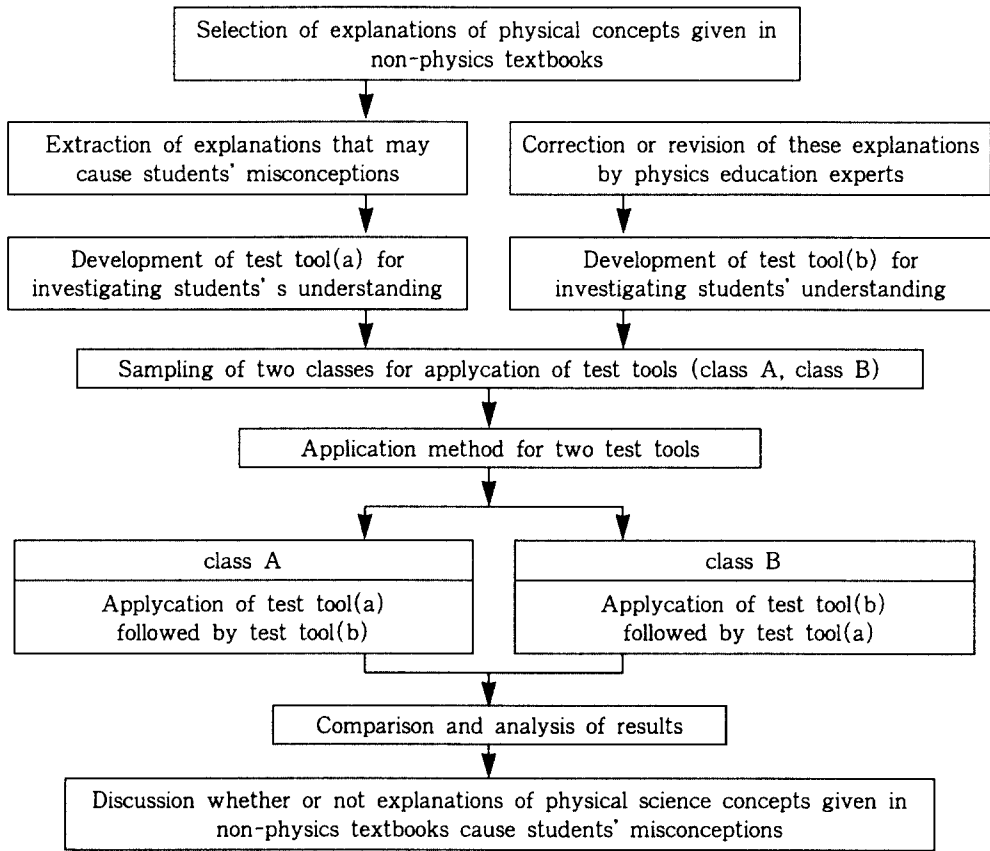


fig. 1. research process

Table 1. Textbooks analyzed

Name of textbook	Publication year	Publishing company
Physical education for 7th grade	1997	Po Chin Chai Co., Ltd.
Physical education for 7th grade	1995	Kyo Hak Sa Co., Ltd.
Physical education for 7th grade	1996	Ji Hak Sa Co., Ltd.
Technology & Industry for 7th grade	1997	Dong-A Publishing company
Technology for 8th grade	1990	Chungnam National University-Industrial Education Research Center
Living & Technology for 8th grade	1984	Chungnam National University-Industrial Education Research Center
Technology & Industry for 8th grade	1997	Tam Gu Won
Technology & Domestic science for 8th grade	1994	Korea Educational Development Institute
Physical education for 10th grade	1997	Po Chin Chai Co., Ltd.
Physical education for 10th grade	1998	Kyo Hak Sa Co., Ltd.

개념에 관한 선행 연구를 조사하여 학생들에게 오개념을 줄 수 있는 내용들을 찾아, 현직 과학 교사 10명을 대상으로 교과서의 지문을 그대로 제시하고 이 설명이 과학 교육적으로 바람직하게 진술되었는지를 묻고, 그렇지 않다면 바람직한 설명으로 수정해 달라고 요구하였다. 그 결과를 토대로 물리 외 교과서의 설명을 물리 교과서적 표현으로 수정하였다.

물리 외 교과서 내용에 대한 이해도 검사 도구와 물리 교과서적 수정 내용에 대한 이해도 검사도구는 제시된 지문만 달리한 10개의 동형 문항으로 구성하였으며, 그 중 9문항은 선택형 문항이고 다른 의견이 있으면 기타란에 적게 하였으며 1문항은 주관식 문항으로 구성하였다. 모든 문항은 주어진 설명을 읽고, 반드시 주어진 설명을 바탕으로 하여 각 물음에 답하도록 요구하였고 그렇게 하였는지를 파악하기 위해 각 문항의 뒤에는 답을 선택하게 된 근거를 주어진 설명에서 찾아 줄을 긋도록 요구하는 문항을 첨가하였다. 이렇게 개발한 도구를 물리 교사 및 물리 교육을 전공하는 대학원생들로 구성된 세미나 집단 13명의 검토를 거쳐 안면 타당도를 인정받았다. 각각의 문항을 통해 조사하려고 하는 물리 개념은 Table 2와 같다.

#### 4. 검사의 실시

이해도 조사에 소요된 시간은 각 검사지별로 45분이며 시간 부족으로 문항을 끝까지 풀지 못하는 학생이 없도록 하였다. 그리고 반드시 주어진 설명을 근거로 하여 답을 하도록 주지시켰다. 한 가지 문항의 예를 제시하면 다음과 같다.

백열등은 필라멘트에 전류를 흘리면 필라멘트가 고온으로 가열되어 발광한다.  
소모하는 전기 에너지의 대부분은 열로 소비되고 10% 미만만이 빛에너지로 소비된다.

5. 위의 설명을 읽었을 때, '에너지는 시간이 지나면 없어지는 것이다' 라고 생각 합니까?  
 ① 그렇다  
 ② 아니다  
 ③ 기타 ( )

6. 5번 문제에 대한 답을 선택하게 된 근거가 되는 부분을 위 설명에서 찾아 줄을 그으시오.

이것은 10 문항 중 5번째 문항이며 6번은 밑줄을 긋도록 요구한 내용이다. 그러므로 10개의 문항이 번호 상으로는 20번까지 되어 있다.

이 문항과 관련하여 물리 교과서적으로 설명된 예를 들면 다음과 같다.

백열등은 필라멘트에 전류를 흘리면 필라멘트가 고온으로 가열되어 발광한다.  
전기 에너지의 대부분은 열로 바뀌고 10% 미만만이 빛에너지로 바뀐다.

이것은 지문만 제시한 것이며 질문은 앞의 5번 및 6번과 같다.

#### 5. 자료 처리 및 분석

각 문항 당 10점씩으로 계산하여 100점을 만점으로

Table 2. Contents of test items

Test item number	content	Test item number	content
1	Law of action-reaction	6	Frictional force on inclined plane
2	Projectile motion and gravity	7	Sprinter's start and forces on him/her
3	Energy transformation	8	Gravity acting on an object on the inclined plane
4	Forces on a ball thrown in the air	9	Electrical current in conductors
5	Frictional force and the area of contact	10	Meaning of voltage

로 하였다. 각 문항의 뒤에 첨가한 앞 문항에 대한 답을 선택하게 된 근거가 되는 부분을 주어진 설명에서 찾아 줄을 긋는 문항에 대해 본 연구에서는 별도로 상세한 분석은 하지 않고 대체적인 경향만을 분석하였다.

SAS 통계 프로그램을 이용하여 통계 처리하였으며, 수치 비교를 용이하게 하기 위해 백분율로 나타냈으며 소수 둘째 자리에서 반올림하였다.

### Ⅲ. 연구 결과 및 논의

#### 1. 과학(물리) 외 교과서에서 다루어지는 물리 개념

과학 또는 물리 교과서 외의 교과서에서 다루어지는 물리 개념을 분석한 결과는 Table 3과 같다.

이를 좀더 구체적으로 살펴보면, 중학교 1학년 체육 교과서에서는 이론편의 'Ⅱ.운동의 원리와 법칙' 단원과 실기편의 각 단원에서 운동 종목에 대해 설명하면서 물리 관련 내용이 제시되어 있다. 그러나 이들은 과학적으로 옳게 해석하기 어려운 부분들이 많

Table 3. Physical concepts in non-physics textbooks

Text book	Unit	Physical concepts
Physical Education (7th Gr.)	Ⅱ. Principle and Law of Motion	velocity, acceleration, force, addition of forces, gravity, laws of motion, projectile motion, linear momentum, impulse, impulsive force
Technology & Industry (7th Gr.)	I. Human and Technology 3. Resources and Environment	energy, energy transformation
Technology (8th Gr.)	IV. Use of Electricity 1. Electricity and Living 2. Circuits and Lighting 3. Electrical Home Appliances 4. Electronic Elements	electricity, current, voltage, Ohm's law, connection of resistors, electrical power, alternative current, volt meter, using method of tester, receiving of radio wave, consuming power, transformer, diode
Living & Technology (8th Gr.)	VI. Use of Electricity 1. Electricity and Living 2. Use of Electrical Devices 4. Electronic Elements	voltage and current, resistance and current, Ohm's law, electrical power, Volt meter, using method of tester, receiving of radio wave
Technology & Industry (8th Gr.)	IV. Use of Electricity 1. Circuits and Lighting 2. Home Electrical Apparatus 3. Electronic Elements	direct current, alternative current, current, Ohm's law, connection of resistors, consuming power, Ampere -meter, Volt-meter, using method of tester, diode and transistor
Technology & Domestic science (8th Gr.)	IV. Use of Electricity 1. Electricity and Living 2. Circuits and Lighting 3. Electrical Home Appliances 4. Electronic Elements	occurrence of electricity, current, voltage, resistance, Ohm's law, electrical power, Ampere -meter, Volt-meter, using method of tester, receiving of radio wave
Physical Education (10th Gr.)	Theory Ⅱ. Scientific Understanding of Motion 3. Fundamentals of Mechanics of Motion	linear momentum and impulse, frictional force, rotational inertia, centrifugal force, projectile motion, principle of Bernoulli, gravity, addition of forces, action and reaction

아 학생들에게 오개념을 형성하게 할 소지가 있다고 생각되는 것들이 있었다. 예를 들면, 작용과 반작용의 법칙을 설명하면서 '지면에 가한 힘에 비하여 반작용력이 크게 줄어들기 때문이다'라고 기술함으로써 작용력의 크기와 반작용력의 크기가 같은 것이 아니라 상황에 따라 달라질 수 있다는 생각을 유발할 소지가 있으며, 힘과 가속도 관련 설명에서는 '가속도를 증가시켜야 공의 속도가 빨라진다'라고 기술함으로써 가속도와 속도가 비례한다는 잘못된 생각을 유발할 소지가 있음을 발견하였다. 그리고 '힘팔의 길이' 등 물리에서는 사용하지 않는 용어를 사용하고 있음도 발견되었다. 또한 고등학교 물리에서 가르치는 운동량과 충격량이 체육에서는 중학교 1학년에서 다루어지고 있었다.

중학교 기술·산업 교과서에서는 'I. 인간과 기술'의 '자원과 환경' 단원에서 에너지의 종류가 '위치 에너지, 운동 에너지, 빛 에너지, 전기 에너지, 핵 에너지 등으로 분류된다'고 설명함으로써 학생들의 에너지에 대한 상위 개념과 하위 개념의 혼동을 유발할 소지가 있음이 분석되었다.

중학교 2학년 기술, 생활 기술, 기술·산업, 기술·가정 교과서에서는 '전기의 이용'이라는 단원에서 전기의 발생, 전류, 전압, 옴의 법칙, 전력과 전력량, 정격 전압과 소비 전력 등의 물리 개념을 함께 설명하고 있다. 그러나 용어가 과학 교과서에서 사용하는 것과 달라 학생들이 물리 개념을 이해하는데 혼동을 유발할 소지가 있음이 발견되었다. 예를 들면, 양전하와 음전하를 정(+전하와 부(-)전하로, 저항을 부하로, 저항의 연결을 저항의 접속으로, 소비전력을 용량으로 쓰고 있다. 그리고 전위와 전위차, 다이오드와 트랜지스터, 변압기 등은 물리에서는 고등학교에서 다루는 내용인데 반해 앞에 언급한 교과서들 중에서는 중학교 2학년에서 다루고 있었다.

고등학교 체육 I 교과서에서는 실기편의 'II. 운동의 과학적 이해' 단원과 이론편의 각 단원에서 운동 종목에 대해 설명하면서 운동량과 충격량, 마찰력, 관성 능률과 회전 능률, 원심력, 베르누이의 원리 등의 물리 관련 내용이 나온다. 그러나 충격력을 충격량으로 혼동해서 설명하고 있으며, 맞닿은 부분의 면

적이 작을수록 마찰력도 줄어든다고 기술하고 있다. 그리고 중력의 방향이 상황에 따라 다르게 제시되어 있고 힘의 합력을 표시하는 그림이 정확하지 않아(Fig. 2), 벡터의 합성에 혼동을 야기 시킬 우려가 있는 것으로 분석되었다. 또한 중·고등학교 물리에서는 다루지 않는 관성 능률, 회전 능률, 베르누이의 원리도 다루고 있었다.

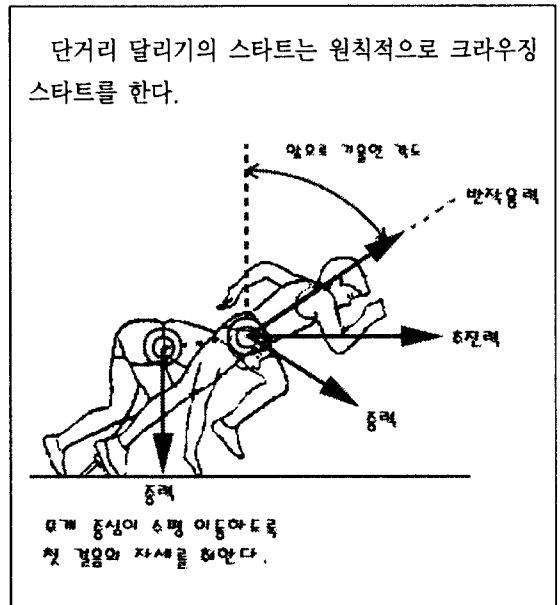


Fig 2. Representations of gravity depended on physical situation

## 2. 물리 외 교과서의 물리 개념 설명에 대한 이해도 조사 결과 및 분석

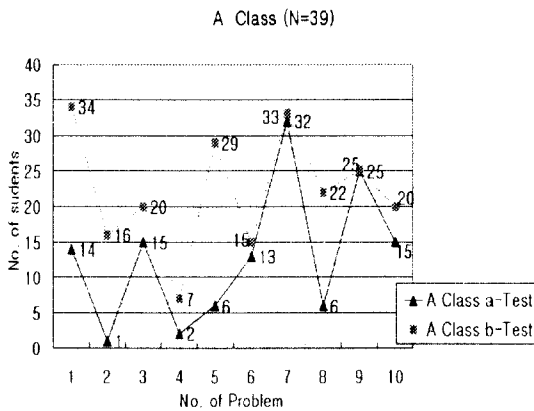
A학급과 B학급의 학생들의 물리 외 교과서의 내용에 대한 이해도(a검사)와 물리 교과서적으로 수정한 내용에 대한 이해도(b검사) 조사 결과는 Table 4, Fig. 3, 4과 같다.

문항별 응답 결과를 보면 각 문항에 따라 정답률에 차이를 보이고 있으나 전체적으로 볼 때 A학급과 B학급 모두 물리 외 교과서의 내용에 대한 이해도가 물리 교과서적으로 수정한 내용에 대한 이해도보다 낮게 나타났다. A학급의 경우, 물리 외 교과서의 내용에 대한 이해도는 평균이 33.1%밖에 되지 않으나

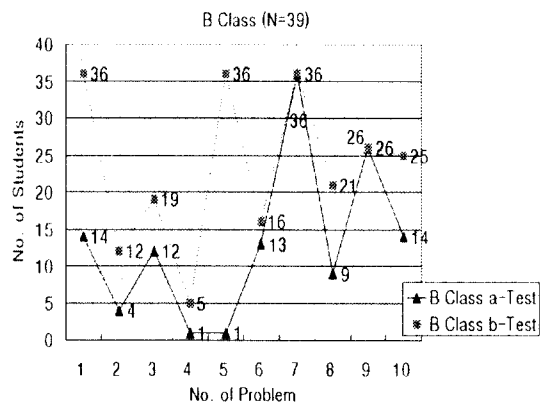
**Table 4.** Correct answer rates for problems in the test (a) and test (b)

Problem	Class A (N=39)				Class B (N=39)			
	test (a)		test (b)		test (b)		test (a)	
	(freq.)	Correct answer rates	(freq.)	Correct answer rates	(freq.)	Correct answer rates	(freq.)	Correct answer rates
1	(14)	35.9	(34)	87.2	(36)	92.3	(14)	35.9
2	(1)	2.6	(16)	41.0	(12)	30.8	(4)	10.3
3	(15)	38.5	(20)	51.3	(19)	48.7	(12)	30.8
4	(2)	5.1	(7)	19.7	(5)	12.8	(1)	2.6
5	(6)	15.4	(29)	74.4	(36)	92.3	(1)	2.6
6	(13)	33.3	(15)	38.5	(16)	41.0	(13)	33.3
7	(32)	82.1	(33)	84.6	(36)	92.3	(36)	92.3
8	(6)	15.4	(22)	56.4	(21)	53.8	(9)	23.1
9	(25)	67.6	(25)	71.4	(26)	66.7	(26)	66.7
10	(15)	38.5	(20)	51.3	(25)	64.1	(14)	35.9
Average	33.1		57.2		59.5		33.3	
T-test	T = 7.01*				T = 8.79*			

\*p < .01



**Fig. 3.** Comparison of correct answer rates in test (a) and test (b) for class A



**Fig. 4.** Comparison of correct answer rates in test (a) and test (b) for class B

물리 교과서적으로 수정한 내용에 대해서는 57.2%로 이해도가 더 높았다( $p < 0.01$ ). 이와는 반대로 실시한 B학급의 경우도 물리 교과서적으로 수정한 내용에 대한 이해도는 평균이 59.5%로 나타났으나 물리 외 교과서의 내용에 대한 이해도는 33.3%로 더 낮게 나타났다( $p < 0.01$ ).

두 학급의 물리 외 교과서의 내용에 대한 이해도

조사(a검사)에서 평균 정답률이 A학급은 33.1%, B학급은 33.3%로 약간 차이가 있었다. 이에 대해 통계적으로 먼저 실시한 검사 도구가 뒤에 실시한 검사 도구에 영향을 미치는지 알아보기 위해 등분산 검증을 한 결과 유의미한 차이가 없었으며( $p < 0.05$ ) 또한 평균 정답률에 대해 t-test한 결과 역시 유의미한 차이가 없었다( $p < 0.05$ ). 그리고 물리 교과서의 내용에 대



한 이해도 조사(b검사)에서는 평균 정답률이 A학급은 57.2%, B학급은 59.5%로 약간 차이가 있지만 통계적으로는 등분산 검증을 한 결과 유의미한 차이가 없었으며( $p < 0.05$ ) 또한 평균 정답률에 대해 t-test한 결과 역시 유의미한 차이가 없었다( $p < 0.05$ ). 따라서 먼저 실시한 이해도 조사가 뒤에 실시한 이해도의 조사에는 영향을 미치지 않는다고 볼 수 있다.

위의 결과들을 종합해 볼 때, 학습자들의 물리 외 교과서의 내용에 대한 이해도가 물리 교과서의 내용에 대한 이해도보다 낮다고 할 수 있다. 이것은 물리 외 교과서의 물리 내용 설명이 물리 교과서의 내용 설명에 비해 학생들의 올바른 물리 개념 형성에 방해가 될 수 있음을 시사한다.

본 연구자는 물리 외 교과서의 물리 내용이 학생들의 물리 개념 형성에 미치는 영향에 대해 다음과 같이 추론하였다.

‘작용과 반작용의 법칙을 설명하는 내용에서 적절치 못한 예를 보여준 것’은 앞과 뒷 문장의 진술이 일치하지 않아 학생들로 하여금 작용력과 반작용력의 크기는 상황에 따라 달라질 수 있다는 혼동을 야기할 수 있다. 또, 날아가는 포환의 운동 상태를 서술함에 있어서 문장 구조의 애매성이 학생들에 따라 의미 해석을 다르게 하도록 할 수 있다. ‘에너지원과 에너지를 구분하지 않고 일상 생활 언어로 표현한 것’은 학생들이 에너지는 보존되는 양이 아니라 사용하여 없어지는 것이라고 생각하게 할 수 있다. 공을 위로 던져 올렸을 때 ‘공중으로 솟게 하는 힘’이 존재하는 것으로 오인하도록 설명한 것은 많은 학생들이 던진 힘이 존재하는 것으로 생각하게 할 수 있다. ‘마찰력에 관한 설명에서 마찰력은 마찰 면적이 작을수록 줄어든다고 잘못 설명한 것’은, 그리고 ‘변인 통제에 대한 설명 없이 질량에 따라 마찰력이 달라진다고 설명한 것’은 학생들에게 잘못된 개념을 형성하게 할 수 있다. 그리고, ‘중력의 방향에 대한 잘못된 그림’은 학생들로 하여금 오개념을 유발하게 할 수 있으며, ‘전하를 정(+)전하와 부(-)전하로 설명한 것’은 과학 교과서에서 배운 양(+)전하, 음(-)전하와 각각 다른 전하들로 혼동하게 할 수 있다. 또한, ‘건전지에서 나오는 전기적인 압력이 전압이라고 용어를 잘

못 사용하여 기술한 것’은 전압도 전류처럼 흐를 수 있다는 잘못된 생각을 갖게 할 수 있다.

#### IV. 결론 및 제언

이상의 추론에서 보는 바와 같이 물리 외 교과서에서의 모호하고 바르지 못한 물리 개념의 설명이 학생들의 오개념을 유발할 가능성이 있으며, 적절치 못한 문장의 표현 및 용어의 선택, 애매한 문장의 문법적인 구조가 물리 개념을 올바르게 이해하는데 방해가 될 수 있음을 알 수 있다. 또한 적절치 못한 예와 잘못된 그림을 제시하는 것은 오개념을 형성시킬 가능성이 높다고 볼 수 있으며, 물리 교과서에서 사용하는 용어와 물리 외 교과서에서 사용하는 용어가 다른 것이 학생들의 개념상의 혼동을 야기할 수 있음을 알 수 있다.

이는 물리 교과와 물리와 관련된 교과간의 교육과정 교류가 있어야 하며, 각 교과들의 내용 분석을 통하여 연계성의 정립과 함께 사용되는 용어의 통일을 기할 필요가 있음을 시사해 준다. 그리고 실제 수업 상황에서 교사의 지도내용이나 학생들의 학습경험이 교과서의 범위 내에 한정되지는 않지만 교과서는 교수-학습 과정에서 일어나는 모든 활동의 기본적 성격과 내용을 결정하는 가장 구체적이고 객관적인 자료이다. 따라서 교수-학습 시 교재로 쓰이는 교과서가 교사 및 학생들에게 미치는 영향은 매우 클 것이다. 이는 물리 개념이 물리 교과서뿐만 아니라 물리 관련 교과서에서도 어떻게 표현되어 있는가를 분석함으로써 학생들의 올바른 개념 학습 그리고 오개념 극복을 위한 교수 학습 방법상의 실마리를 줄 수 있을 것이다.

#### 국문 요약

본 연구의 목적은 물리 외 교과서의 물리 내용 설명이 학생들의 물리 개념 형성에 미치는 영향에 대하여 조사하는 것이다.

본 연구를 위해 부산에 있는 두 중학교에서 각 39명의 학생들로 구성된 한 학급씩을 선정하였으며, 학

생들의 개념 조사를 위해 두 종류의 검사 도구를 개발하였다. 검사 도구 A는 물리 외 교과서의 물리 내용에 관한 설명을 읽은 후에 학생들의 개념을 조사하기 위한 것이고, 검사 도구 B는 똑같은 물리적 현상에 대해 물리 교육 전문가에 의해서 물리학적으로 이해가 가능하도록 다시 진술한 설명을 읽은 후에 학생들의 개념을 조사하기 위한 것이다.

각 학급에 두 검사 도구 모두를 적용시켰다. 이때 공평한 조사를 위해 한 학급에는 검사 도구 A를 적용한 후 검사 도구 B를 적용하였고, 다른 학급에는 검사 도구 B를 적용한 후 검사 도구 A를 적용하였다.

본 연구의 결과는 다음과 같다.

두 학급 모두에서 물리 교육 전문가에 의해서 재진술된 설명에 대한 학생들의 이해도가 물리 외 교과서의 설명에 대한 이해도 보다 더 높게 나타났다( $p < .01$ ).

이것은 물리 외 교과서에서의 모호하고 바르지 못한 물리 개념의 설명이 학생들의 오개념을 유발할 가능성이 있으며, 적절치 못한 문장의 표현 및 용어의 선택, 애매한 문장의 문법적인 구조가 물리 개념을 올바르게 이해하는데 방해가 됨을 알 수 있다. 또한 적절치 못한 예와 잘못된 그림을 제시하는 것이 오개념을 형성시킬 가능성이 높다고 볼 수 있다. 그리고 물리 교과서에서 사용하는 용어와 물리 외 교과서에서 사용하는 용어가 다른 것이 학생들의 혼동을 야기시킬 수 있다는 것을 알 수 있다.

## 참 고 문 헌

- 구윤모, 김범기(1992). 논리사고 수준과 문제맥락에 따른 물리 개념의 위계구조. *물리교육*, 10(2), 106-113.
- 권재술, 안수영(1989). 대학생들의 물리 개념 오인에 관한 연구. *물리교육*, 7(1), 26-41.
- 김영민(1991). 중학생의 전류개념 변화에 미치는 체계적 비유수업의 영향. 서울대 대학원 박사학위 논문.
- 오원근, 김재우 (1998). 구조화된 대비 활동에 따른 중학생의 작용 반작용 개념변화 학습지도 모형. *물리교육*, 16(1), 10-18.
- 조희형 (1988). 과학교육과정 및 교수/학습의 이론적 배경. *한국과학교육학회지*, 8(2), 59-64.
- Cho, H. H, Kahle, J. B. & Nordland, F. H. (1985). An investigation of high school biology textbooks as sources of misconception and dificalties in genetics and some suggestions for teaching genetics. *Science Education*, 69(5), 707-719.
- Duit, R.(1983). Energy conception held by students and concequences for science teaching. In H. Helm and J. D. Novak (Eds.), *Proceedings of the International Seminar: Misconceptions in Science and Mathematics* (Vol. 1), 316-322.
- Gilbert, J. K., Osborne, R. J., Fensham, P. J. (1982). Children's science and its consequences for teaching, *Science Education*, 66(4), 623-633.
- Hewson, M. G.(1986). The acquisition of scientific knowledge: Analysis and representation of student conceptions concerning density. *Science Education*, 70(2), 159-170.
- Ivowi, U. M. O.(1984). Misconceptions in physics amongst Nigerian Secondary school students. *Physics Education*, 19, 279-285.
- Osborne, R. & Bell, B. F.(1983). Science teaching and children's view of the world. *European Journal of Science Education*, 75(1), 45-56.