

광선추적과 스펙트럼에 대한 교사와 중학생의 개념 유형 분석

이재봉 · 남경운 · 손정우¹ · 이성묵
(서울대학교) · (경상대학교)¹

An Analysis of the Types of Teacher and Student's Concept on Ray-Tracing and Spectrum in the Middle School

Jae-Bong Lee · Kyung-Woon Nam · Jeong-woo Son¹ · Sung-Muk Lee
(Seoul National University) · (Gyeongsang National University)¹

ABSTRACT

The purpose of this study is to understand the types of teacher and student's concept on ray-tracing and spectrum in middle school. This study suggest key-concepts that is most important to "Light" unit in the seven grades : the ray-tracing and the spectrum. We examined the types of teacher and student's concept. We selected 10 teacher and 328 students who had learned by 10 teachers in Seoul and Gyeonggi. The problems were composed with the question item regarding all ray-tracing or the spectrum. From the analysis, it was found that the types of teacher and student's concept on ray-tracing and spectrum is different. The most of teacher and student didn't understand the basic principle of image formation. In case of context about formation of image by reflection and refraction, because they don't know ray-tracing, they do not try to find the position of the image by drawing two rays. Most of them used one ray comes from the one position of the object and indicated the position of image by memorized position. Also almost there was not a case which uses a ray tracing accurately. In the case of understanding color, they didn't understand the concept of color(or spectrum) and teachers represented to students the color phenomena without explanation of principles. In the result teachers and students would learn color science by rote.

Key words: misconception, ray tracing, spectrum, ray-diagram, light

I. 서 론

1970년대 중반부터 시작된 학생들의 선개념에 대한 연구는 1980년대부터 국내에서 본격적으로 시작되었다. 그 중에서도 빛에 대한 개념은 국내외의 많은 연구자들의 연구주제가 되었다. 그들의 연구는 크게 '빛의 본성'에 대한 학생의 개념 연구와 '빛과 물질의 상호작용'에 대한 학생의 개념 연구의 두 부류로 분류할 수 있다.

'빛의 본성'에 대한 학생의 개념은 광원(Guesne, 1985; Stead & Osborne, 1980; Galili, 2000; 김한호 등, 1992), 시각(Jung, 1981; Andersson & Karrqvist, 1983; Guesne, 1985; 김한호 등, 1992; 김효남, 1990), 그림자(Feher & Rice, 1988; 장병기, 1994), 빛이 이동하는 거리(Bouwens, 1987; Guesne, 1985)에 대한 연구 등이 있으며, '빛과 물질의 상호작용'에 대한 연구에는 빛의 반사와 굴절(Galili, 2000), 물체의 색(Feher & Meyer, 1992), 물

*2004.7.6(접수) 2004.9.9(1심통과) 2004.11.18(최종통과) **이재봉(vtedu216@snu.ac.kr)

***이 논문은 교육인적자원부 지원 '2003년도 과학교육연구기관 사업'에 의해 수행된 논문임.

체의 상(Goldberg & Mcdermott, 1986; Jung, 1981)에 관한 연구 등이 있다.

이와 같은 빛에 대한 학생들의 선개념 연구는, '학습자는 학습하기 이전부터 백지상태가 아니라 이미 자신의 개념체계를 가지고 있으며, 학습은 학생들이 이미 가지고 있는 지식과 새로 배우는 지식간의 상호 작용을 통하여 기존의 개념이 바뀌거나 수정되는 과정을 의미한다(Pines & West, 1986)' 라는 구성주의적 관점에서 학습을 진행하기 위한 필수적인 연구이다. 학생들의 물리 개념 학습에 영향을 주는 요인에는 수학적 지식, 인지수준, 물리가 가지는 특수한 인지과정들, 선개념 등이 있으나(Champagne, 1980), 그 중에서도 선개념이 가장 큰 역할을 한다(Ausubel, 1968; Clement, 1982). 학생들은 수업 전에 자기 나름대로의 개념을 가지고 있으며 이런 개념은 학습내용에 관계없이 유지되거나 학습내용에 따라 강화, 분화, 발전되기도 하여 쉽게 과학적 개념으로 변화되지 않는다(박승재와 조희형, 1995).

한편 개념 학습의 중요한 요인인 학생들의 선개념에 영향을 끼치는 원인은 학습자 요인과 환경적 요인으로 나눌 수 있다(정완호, 1993). 학습자 요인에는 감각적 경험의 차이, 언어의 은유, 유추, 논리적 조작 능력의 미숙, 잘못된 관찰이나 논리의 오용, 감각되지 않는 존재의 부정, 특수한 경험의 과도한 일반화, 인과 관계를 시간적 순차성으로 보는 경향, 근접성에 의한 사고, 변화하는 상태에 관심집중 등이 있으며, 환경적 요인으로는 교과서(Anderson, 1990; Cho, 1985), 교사(Helm, 1980; Ginns & Watters, 1995; Nussbaum, 1981; Barrass, 1984), 언어(Duit, 1981; Solomon, 1984), 자연현상의 경험, 문화적 요인(Hewson, 1984) 등이 있다. 이러한 여러 가지 요인 중에서 교사는 학습과정 중에 학생들과 직접 상호 작용하므로 중요한 환경적 요인 중의 하나라고 할 수 있다.

교사의 비과학적 개념은 학생들에게 영향을 줄 수 있으며, 학생들의 선개념을 변화시키는데 어려운 요인이 될 수 있다(Helm, 1980). 학습을 구성주의적 관점에서 바라보면 수업에서 교사가 가지고 있는 개념과 아동이 수업 전에 가지고 있는 개념이 서로 상호작용을 일으켜 수업 후 학생의 개념이 형성되는데(Gilbert *et al.*, 1982), 교사가 비과학적 개념을 가지고 있으면 올바른 개념을 지도하기 어려우며, 학생의 비과학적 개념을 교정할 수 없게 될 뿐만 아니라, 오개념을 더욱 왜곡시키거나 정착시키는 방향으로 이끌어 갈 수 있다(Ginns & Watts, 1995). 따라서

교사가 가지는 개념과 학생들의 개념의 연관성에 대한 연구는 중요하다. 김효남(1990)은 교사가 사용하는 용어나 설명에 이용하는 예가 아동의 개념형성에 큰 영향을 미친다고 생각했으며, 교사가 수업시간에 어떻게 강조하였는가, 수업내용을 어느 정도까지 어떻게 구체화시켰는가가 학생들의 반응에 영향을 미칠 수 있다고 지적하였다.

제 7차 교육과정 과학과의 7학년 배정된 '빛' 단원은, 대부분의 교사들이 빛에 대한 체계적인 교육을 받지 못하여 학생들을 교수하는데 많은 어려움을 가지고 있다. 교사들의 빛 개념에 대한 연구(고광섭, 1997; 이진호, 1999)에서 보면 교사들이 가진 개념은 학생들이 가진 개념과 마찬가지로 오개념부터 과학적인 개념까지 다양하였다.

그러나 기존에 빛에 대한 학생과 교사의 선개념에 대한 연구들은 단편적인 사실에 대한 선개념을 조사하거나 원인에 대해서만 언급하고 있어 그 연구 결과로는 빛에 대한 체계적인 개념 학습에 도움을 줄 수 없었다. 이에 본 연구에서는 교사와 학생이 가진 빛에 대한 개념을 일관된 과학적 설명으로 인식할 수 있는 검사도구를 조사하였다. 최근에 이성복 등(2003)은 7학년 교사용 탐구수업지도자료를 개발하면서 빛 단원의 내용을 과학적으로 일관되게 설명할 수 있는 단원의 핵심이론으로 광선추적방법과 스펙트럼 방법을 소개하고 있다. 광선추적방법은 물체에서 난반사된 빛들 중에 눈에 들어오는 빛의 경로를 추적하는 방법으로, 이 방법을 사용하면 학생들에게 사람이 물체를 인식하는 방법, 반사와 굴절에 의해 상이 생기는 원리 및 상의 종류를 빛의 원리에 근거하여 학습시킬 수 있다. 스펙트럼 방법은 빛을 진동수에 따른 색깔별로 그 양을 표시하여 색을 이해하는 방법이다(이성복 등, 2003). 물론 7학년의 경우 '빛' 단원을 '파동' 단원보다 먼저 학습하므로 파장과 진동수의 개념을 학생들에게 소개하기는 어렵지만, 학생들은 스펙트럼이란 개념을 이미 가지고 있어 도입하는데 큰 어려움이 없다.

Goldberg와 Mcdermott(1986)는 평면거울에서 상이 생기는 원리에 대한 학생들의 이해에 관한 연구에서, 광선그림(ray diagram)을 제시했을 때 많은 학생들이 기존에 가지고 있던 잘못된 개념을 수정한다고 지적하고 있다. 또한 Galili(1996)는 학습 전에 학생들은 대부분 전체론적인 개념(Holistic Conceptualization)을 가지고 있으며, 학습 후에도 상 투영 개념(Image Projection Conceptualization)을 가지는데, 적절한 과학적인 지식은 광선다발

(Light Fluxes)을 도입하여 하나의 점이 다시 하나의 점으로 이동하는 개념임을 지적하고 있으므로 광선추적이 학생들에게 빛에 대한 과학적인 개념을 가지게 하는데 효과적이라고 할 수 있다.

본 연구에서는 7학년 ‘빛’ 단원과 관련한 교사와 학생의 개념을 광선추적방법과 스펙트럼 방법의 관점에서 조사하여 유형별로 분류하여 특징을 알아보고, 그들 사이의 연관성과 이에 따른 효과적인 학습 방법에 대해서 논의하였다.

II. 연구의 방법

1. 연구 대상

7학년 ‘빛’ 단원에서 광선추적과 스펙트럼에 대한 교사와 학생의 개념 유형을 알아보기 위해 서울·경기 소재 중학교 교사 10명과 이들 교사에게 배운 7학년 학생 328명을 대상으로 개념검사를 실시하였다. 연구 대상 교사들의 전공분야는 물리 2명, 화학 3명, 생물 2명, 지구과학 3명이다. 교육경력은 3년 이하가 4명, 3년에서 10년이 3명, 10년 이상이 3명이다. 그리고 7학년 학생은 10명의 교사가 가르치는 반 중에서 한 반씩을 선택하였다. 개념검사는 모두 ‘빛’ 단원 학습 후에 실시되었다.

2. 연구도구와 분석방법

본 연구에 사용된 검사문항은 기존의 빛 관련 학생의 개념조사연구들에서 사용되었던 검사문항과 광선추적 방법과 스펙트럼 방법에 기초하여 자체 제작한 검사문항들로 구성되었다. 검사문항의 개발과정은 다음과 같다. 먼저 7학년 빛 단원 교과내용을 분석한 후 PSSC의 연습문제, 영국의 GCE 문항, 그리고 Physics by Inquiry(McDermott, 1996)의 문항을 바탕으로 자체 제작한 문항들과 기존의 오개념 연구에서 사용되었던 문항들로 문항은행을 만들었다. 이 문항들을 과학교육을 전공하는 대학원생 12명(원직중학교 교사 8명 포함)에게 배포하여 교사와 학생의 개념을 드러내는데 적합한 문항을 1차로 선별하도록 하였다. 다음에는 선별된 문항 중에서 연구자가 7학년 ‘빛’ 단원 학습 내용에 해당하는 시각, 빛의 반사, 빛의 굴절, 빛의 분산과 합성 부분을 포괄하는 10개 문항을 최종 선정하였다.

결국 검사문항은 광선추적에 관한 문항 7개, 스펙트럼에 관한 문항 3개로 구성되었다. 세부적으로 보면 광선추적에 관한 7개의 문항은 빛의 인식에 대한 3개의 문항, 반사에 의한 상을 설명하는 3개의 문항과 굴절에 의한 상을 설명하는 1개의 문항으로 구성되었고, 스펙트럼에 관한 3개의 문항은 물체의 색과 조명의 관계에 대한 1개의 문항과 색과 빛의 합성을 스펙트럼으로 설명하는 2개의 문항으로 구성되었다. 교사와 학생들의 개념 연관성을 보기 위해 모두 주관식으로 제작되었으며, 광선추적 또는 스펙트럼을 사용하여 설명하도록 하였다.

개념검사는 ‘빛’ 단원 수업 이후에 실시하였다. 각 문항에 대한 응답은 유형별로 분류하여, 각 개념유형별 빈도수와 비율을 구하였고, 이를 바탕으로 교사와 학생의 개념을 비교 분석하였다. 그러나 교사에 대한 결과는 대상자가 10명에 불과하므로 일반화하기에는 한계점이 있다.

III. 연구의 결과 및 논의

1. 물체(광원)의 인식

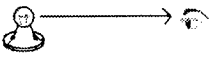
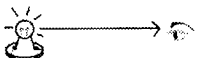
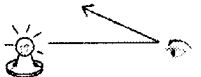
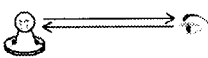
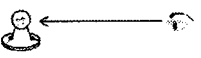
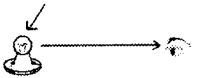

1) 전구에서 나온 빛의 이동과 물체의 인식

물체의 인식에 관한 처음 두 문항에서는 1차 광원과 2차 광원의 경우에 빛의 이동(광선추적)과 관련지어 물체를 각각 어떻게 인지하는지를 알아보았다. 이를 위해 전구가 켜진 경우와 꺼진 경우에 대해서 빛의 이동경로를 그려서 빛의 인식과정을 설명하도록 하였다.

물체의 인식에 대한 과학적인 개념은, 스스로 빛을 내는 물체(1차 광원)나 다른 광원이 낸 빛을 반사하는 물체(2차 광원)는 모든 방향으로 빛을 발산하는 점광원의 집합이며, 이렇게 모든 방향으로 발산하는 빛이 눈에 의해 다시 한 점(상점)으로 모일 때 물체가 인식된다는 것이다. 물체의 인식에 대한 과학적인 개념을 가지는 것은 빛의 반사나 굴절에 의한 상을 이해하는데 반드시 필요하다.

불이 켜진 전구와 꺼진 전구의 인식에 대한 학생들의 응답을 보면, 불이 켜진 전구의 경우에는 64%의 학생들이 응답하였고, 31%가 올바른 답을 하였으며, 불이 꺼진 전구의 경우는 43%가 응답하였고, 25%가 올바른 답을 하였다. 학생들은 1차광원에 대해서는 쉽게 이해하지만 2차광원의 경우에는 인식하지 못하거나 어려워한다는 기존의 연구(Guesne, 1985) 결과와 일치한다. Table 1은 불이 켜진 전구의 인식에 대한 교사와 학생들의 광선을 사용한

Table 1. Results on students and teacher's explanation for vision about lighted bulb

FIGURE	EXPLANATIONS	ABUNDANCE: PERCENTAGE (ACTUAL) N=328
	The light of the object enters our eye.*	20% (67)
		4
A 	The bulb reflects light and it enters the eye.	4% (12)
		1
	The object emits the light by itself.	3% (11)
	The light is reflected on our eyes and we can see object.	1% (2)
	The light of the bulb spreads out all directions and the part of the light enters our eyes.*	11% (37)
		5
B 	Other etc. (The light which emits the bulb reflects the object and it enters our eyes.)	3% (10)
C 	The light emitted the bulb enters eye and are reflected. So we can see the light bulb.	3% (10)
D 	When the light shines and we see the direction where the light comes.	3% (9)
	The light of the object enters our eye.	1% (3)
E 	If the bulb turns on, It looks with our eye or to see object, one aims his eyes.	2% (6)
	The light is reflected on the object and enters the eye.	1% (3)
F 	The light is reflected on the object.	3% (9)
	The light is reflected on the object and it enters the eye.	1% (2)
	The light of the light bulb enters the eye.	3% (9)
G 	The sunshine is reflected on the bulb and the image form in the retina.	1% (4)
	nothing	1% (2)
Other etc.	The light of the light bulb enters the eye.	4% (14)
Nothing answer or It does not understand meaning of problem		36%(118)

is number of teacher. * Correct responses.

응답유형을 분석한 결과이다.

불이 켜진 전구에 대한 교사 응답은 크게 두 가지 유형으로 나눌 수 있다. 단순히 물체의 빛이 우리 눈에 들어온다고 표현하고 광선을 전구에서 눈으로 그린 유형 A와 전구에서 빛이 퍼져 나가는 것을 그리고 그 중 일부의 빛이 눈으로 들어오기 때문이라고 그린 유형 B이다. 학생들의 경우에는 유형 A가 높은 빈도를 보이는데, 이것은 물체로부터 출발한 빛이 우리 눈에 들어와서 물체가 인식된

다는 사실에 초점을 두고 표현된 교과서 때문인 듯 하다. 전구에서 나온 빛이 눈에 들어와 반사되므로 전구가 인식된다는 유형(유형 C)과 빛이 비치면 그 쪽으로 쳐다봐서 물체를 인식한다거나 눈에서 빛이 전구로 나아가는 유형(유형 E)등도 있는데, 선행연구(Andersson & Karrqvist, 1983; Ramadas & Driver, 1989)의 결과와는 달리 이들 유형에 대한 응답비율이 낮았다. 이것은 빛이 들어와서 물체가 인식된다는 시각에 대한 내용이 7학년 교과서에

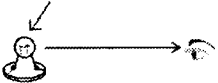

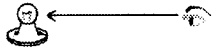

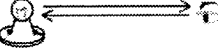
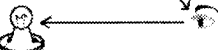

포함되어 있기 때문인 듯 하다. 유사한 연구결과로 오원근과 김재우(2002)는 '빛' 단원을 학습한 학생과 학습하지 않은 학생의 시각에 대한 개념에서 유의미한 차이가 있다고 지적하였다.

그러나 Table 1과 같이, 단순히 빛이 눈에 들어와야 한다는 사실에 집중하거나 빛의 이동경로를 올바르게 표시하거나 설명하지 못하는 경우가 많으므로, 학생들에게는 전구의 빛은 사방으로 퍼지는데 그 중 일부의 빛이 눈으로 들어오기 때문에 물체가 인식된다고 제시하는 것이 바람직하다(유형 B). Galili *et al.*(1993;1996)과 Bendall *et al.*(1993) 연구에서도 이 같은 점을 지적하고 있다. 또한

전구에서 퍼져나가는 빛을 표시하고, 그 빛 중 일부만이 눈에 들어와 시각을 형성한다는 응답은 유형 B, C 밖에 없다.

불이 꺼진 전구의 경우도 많은 학생들과 교사들이 '빛이 전구에서 반사되어'라고 설명하고, 광선을 하나의 화살표로 표현하였다. 그러나 이 문항에서도 일부 학생들은 주위의 빛 때문에 보인다거나(응답비율 5%), '눈에서 나오는 광선이 있어 그 빛이 전구에 반사되어'로 응답하였다(응답비율 9%). 위 두 문항을 통하여 빛의 출처와 물체에 반사되어 눈에 들어가 시각을 형성하는 물체의 인식과정에 대하여 잘 알지 못한다는 것을 알 수 있다. 즉 학생

Table 2. Results on students and teacher's explanations for vision about unlighted bulb
Question : The bulb turn off. Draw a ray-diagram and explain to show how the light helps our to see the bulb

FIGURE	EXPLANATIONS	ABUNDANCE: PERCENTAGE (ACTUAL) N=328
A 	The light is reflected from the light bulb.*	14% (47) 8
	In the different light the bulb is reflected in the eye.*	1% (4)
	The light of circumference is reflected on the bulb.*	1% (2)
B 	The light which comes from the different place is reflected on the bulb and it enters our eye.*	9% (30) 2
C 	Because of Light in circumference, The light is remained.	3% (10) 2% (5)
	The light of circumference is reflected on the bulb.	2% (5)
D 	The object enters the eye.	1% (4)
	The light which comes out from the eye is reflected on the bulb.	2% (6)
E 	The light of the object is reflected on the eye.	2% (4)
	The light which enters the eye goes out toward the light bulb.	2% (7)
F 	The light of circumference is reflected on the bulb.	2% (6)
G 	The light reflects from the object.	3% (11)
Nothing		57%(187)
Other etc.		

is number of teacher. * Correct responses.

들은 빛과 물체와의 상호작용 대해 이해하지 못하는 경우가 많다. 예를 들어 학생들은 '전구가 빛을 반사시켜서 눈에 들어온다.', '전구에서 나온 빛이 물체를 반사해서 우리 눈에 들어온다.', '밖에서 들어온 빛이 우리 눈에 반사되어 보인다.' 등으로 표현하기도 하였다. 이러한 개념을 과학적 개념으로 바꾸기 위해서는 빛의 출처와 경로를 표현해 주는 것이 바람직하다. 특히 물체 위의 각 점은 빛을 난반사하며, 이렇게 난반사한 빛이 눈의 수정체에서 굴절되어 망막에 하나의 점으로 모일 때 물체가 인식됨을 알려 주어야 한다. 이러한 접근방법은 거울에 의한 물체의 상이나 굴절에 의한 상에 대한 학습을 위한 기초가 되며 광선추적방법의 핵심 원리가 된다.

2) 레이저포인터에서 나온 빛의 인식

빛의 인식에 관한 세 번째 문항은 교실 문 앞에서 정면을 보고 있을 때, 오른쪽 복도의 끝에서 레이저포인터를 비추는 경우에 작동여부를 알 수 있는 지를 설명하는 문항이다. 이 문항의 경우 과학적인 답은 여러 가지가 될 수 있는데, 먼지가 없다면 레이저 빛이 우리 눈에 들어오지 않기 때문에 그 빛을 볼 수 없어 레이저포인터가 켜져 있는지 알 수 없다고 될 것이고, 만약 공기 중에 먼지가 많다면 레이저 빛이 먼지와 상호 작용하여 눈으로 빛이 들어와 레이저포인터가 켜져 있는지를 알 수 있다고 답이 될 것이다. 이 문항에 대하여 교사들은 대부분이 과학적 개념을 가지고 있어 먼지가 있을 경우와 먼지가 없을 경우를 구분하여 설명하면서 빛의 경로가 보일 수도 있고 보이지 않을 수도 있다고 응답하였다. 그러나 학생들의 답변은 교사들의 응답과는 다르게 여러 가지 유형을 보였다.

유형 A의 경우 레이저 빛이 장애물을 만나지 않으면 직진한다고 바른 증거를 제시하지만 직진하는 레이저 빛을 눈으로 보면 보인다는 생각을 가지고 있다. 이것은 영화나 드라마에서 레이저 빛이 지나가는 경로를 보여 주고 있기 때문인 듯 하다. 유형 B의 경우 유형 A와 비슷하나 사람이 물체를 본다는 능동적인 생각에 기반을 두어 눈에서 빛이 나가는 것으로 생각하고 있다. 그리고 '레이저포인트의 빛은 강하기 때문에 보일 것이다.' 라고 응답한 유형도 많았다. 유형 C는 빛이 눈에 들어와야 물체가 인식된다는 생각에 기반을 두어 답하고 있다. 유형 D는 레이저 빛의 경로 주변이 주위의 먼지나 물방울 입자의 산란에 의해 밝게 빛나는 것을 실험이나 영화에서 본 경험이 있는 학생들인 것으로 추정된다. 이들은 관찰 경험에 비추어 레이

저 빛은 어느 곳에서나 볼 수 있다고 생각하고 있으며 빛이 어떻게 눈에 들어오는지는 설명하지 않고 있다.

3) 분석과 시사점

학생들의 경우 광원의 종류에 따라 차이는 있지만 빛이 눈에 들어와야 물체를 인식할 수 있다는 개념을 가지고 있다(1차 광원: 56%, 2차 광원: 28%). 그러나 물체를 인식하는데 있어서 빛의 출처와 경로에 대하여는 모르고 있었다. 그리고 물체에서 난반사된 빛이 눈에 들어온다는 개념을 가진 경우는 거의 없었다. 교사들의 경우를 보면 볼 커진 전구 문항에 대하여 10명 중 5명이 "전구의 빛은 사방으로 퍼지는 데, 그 중 한 빛이 눈으로 들어오기 때문" 이라고 비교적 자세한 설명을 하고 있지만, 나머지 5명은 단순히 빛이 눈에 들어온다는 사실만을 강조하고 있었다. 불이 꺼진 전구 문항에서는 난반사 개념을 사용하여 설명하는 교사가 없었다. 따라서 학생들의 부실한 응답의 원인 중에는 교사의 과학적 설명 부족도 있을 것이다. 학생들에게 물체의 인식 과정에 대하여 제시할 때에는 빛이 어디에서 왔는지(빛의 출처)와 물체에서 난반사되어 모든 방향으로 퍼져 나가고(이동경로), 그 중 일부가 눈에 들어와 상을 형성하게 된다(물체의 인식과정)고 제시되어야 할 것이다.

2. 빛의 반사와 상

1) 거울 앞에 놓인 전구의 상

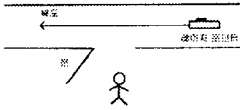
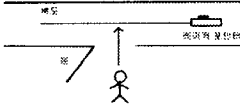
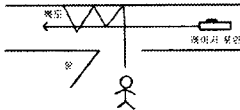
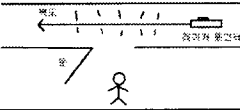
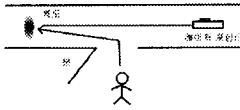
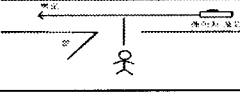
빛의 반사에 관한 첫 번째 문항은 거울 앞에 전구가 놓여 있을 때 거울에 의한 전구의 상을 광선으로 그려서 표시하도록 하는 것이다. 이 문항을 해결하기 위해서는 광선추적법을 사용해야 한다.

과학적인 개념은 전구 위에 있는 임의의 점에서 출발한 많은 빛 중에서 적어도 2개 이상의 빛을 광선추적하여, 그 광선이나 광선의 연장선이 만나는 지점으로 상의 위치를 찾은 것이다(유형 I). 그리고 전구의 다른 한 점을 위와 같은 방법으로 광선추적을 하면 상의 크기를 구할 수 있다.

교사의 정답비율은 매우 낮았는데, 응답은 크게 2가지 유형이었다(유형 D, 유형 F). 유형 D의 경우에는 전구의 한 점에서 나온 빛만을 광선추적 하고 그것의 연장선에 상이 있다고 생각을 하며, 그 상의 위치는 물체와 대칭인 곳이라는 생각을 가지고 있다. 그리고 유형 F의 경우에는

Table 3. Result on students and teacher's explanation for question "Would you be able to tell whether the laser is on or off? If so or not, how could you tell" when your partner in dark hall aims a laser at the far end of hall and you are by doorway

(○ : I am able to see... , × : I am not able to see...)

FIGURE	EXPLANATIONS	ABUNDANCE: PERCENTAGE (ACTUAL) N=328
	○ If the laser does not meet an obstacle. Light goes straight. So you can know whether it turn on or not by seeing.	7% (22) 1
	× It depends on the situation. If dust is many, you can see. *	5% (18) 3
	× Because laser goes straight, you cannot see. *	5% (18) 1
	○ Because you can see the road light go...	3% (10)
	× There is not an object which is reflected. *	2% (6) 3
	○ No answer	2% (8)
	× There is not an object which is reflected	3% (9)
	○ Because the light of the laser pointer is strong, we can see.	2% (5)
	○ Because laser goes straight, you can see.	1% (3)
	Other etc.	3% (11)
	○ The laser pointer is reflected on the wall and it comes in into the person eye,	3% (10)
	○ You can see light form all directions.	1% (4) 1
	○ It sees the light of the some which spreads out.	1% (3)
	○ Laser is reflected on the wall in hallway end.	2% (5)
	○ Because you can see the road light go...	2% (5)
	○ Because the light of the laser is reflected and enter our eyes	2% (6)
	○ Because the light does not spread out	1% (4)
	○ We can see at night but cannot see in the day.	3% (9) 1
	× Because you cannot see the road light go	3% (11)
No Answer	× Because you can see the road light go	5% (15)
		45%(146)

is number of teacher. * Correct responses.

두 개의 광선을 추적하고 있지만, 두 지점에서 각각 하나의 광선을 그리고 있으므로 유형 D와 같다고 할 수 있다. 이 문항은 교과서에 흔히 제시되는 문항이지만, 교과서나 교사용 지도서에서 옳게 설명하는 경우는 드물다.

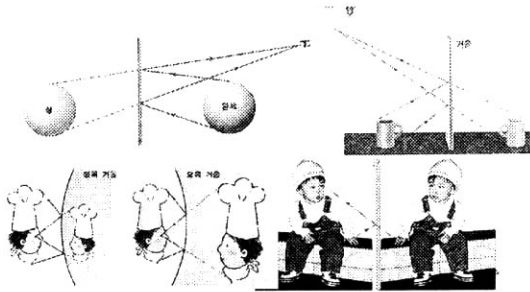


Fig. 1. Figure examples of textbook for image on plane mirror

Fig. 1은 교과서에 제시된 그림의 예인데, 물체의 상의 위치를 과학적 개념으로 표현하지 않고 있다. 현재 중학교에서 사용하고 있는 9종 교과서의 내용을 살펴보면, 모든 교과서에서 평면거울에서의 빛의 반사를 다루고 있으며, 그 중 5개 교과서에서는 반사에 의한 상에 대하여 간단한 광선추적을 적용한 그림으로 제시하고 있다. 그러나 그들 중 단 1개만이 두 개의 광선을 추적하는 옳은 방법으로 상의 위치를 표시하고 있으며, 나머지는 모두 한 점에서 나오는 한 개의 광선만으로 상의 위치를 표시하고 있다. 교사들이 대부분의 교과서에 제시된 것처럼 그림을 그리는 것으로 보아, 교사의 개념은 교과서의 정확하지 않은 그림에서 비롯된 듯하다.

학생들은 대부분 상이 생기는 원리에 대해서 이해하고 있지 못하고 있었다(정답비율 3%). 많은 학생들이 유형 A, B, C처럼 물체와 눈을 광선을 사용하여 관계를 지으려고 하지만 이것들과 상의 어떤 관련은 모르고 있다. 그리고 상을 표시한 학생들도 거울의 반대편 즉 물체와 대칭인 곳으로 상의 위치를 먼저 결정하고, 나중에 광선을 그리고 있다.(유형 D, F, G, J). 과학적 개념은 한 점에서 출발한 2개 이상의 광선을 그리고 거울에서 반사된 광선을 역추적하여 상을 찾는 유형 I이다. 또한 유형 E는 기존의 연구결과(Goldberg & McDermott, 1986)와 같이 물체의 상이 거울 면에 있다는 생각을 가진 경우이다.

2) 거울 앞에 선 두 사람이 본 물체의 상

빛의 반사에 관한 두 번째 문항은 거울 앞에 두 사람이 서 있을 때 각각의 사람에게 보이는 물체의 상의 위치를 광선추적을 통하여 표시하는 것이다. 물체의 상은 관찰자의 위치와 상관없이 항상 일정한 위치에 생긴다. 그러나 많은 교사와 학생들은 보는 사람의 위치에 따라 상의 위치가 달라진다고 응답하였고, 그 유형은 Table 5와 같았다.

교사들의 경우 유형 C와 같은 응답이 가장 많았다. 보는 위치에 따라 상의 위치가 달라진다는 생각을 가지고 있어, 유형 A와 같이 그림을 그리고 물체의 상이 관찰자와 물체를 연결한 연장선 위에 생긴다는 응답도 있었다. 유형 A로 응답한 교사의 이유는 다음과 같았다.

교사 (가): 물체에서 반사된 빛이 다시 거울 면에 반사되어 우리 눈에 들어와야 물체의 상을 볼 수 있는데 이 때 반사의 법칙에 따라 내 눈으로 들어올 수 있는 위치가 ...

교사 (나): 물체에서 나온 빛이 거울에 반사되어 눈에 들어오며 우리 눈은 물체와 그 빛의 연장선 위에 있다고 봄.

교사 (가)는 물체를 인식하는 방법과 상이 생기는 위치를 제대로 설명하고 있으나 상의 형성이 실제로 그러한 설명과 어떻게 연결되는지를 모르고 있다. 교사 (나)도 유사한 경우인데, 단지 연장선에 상이 생긴다는 것에 집중하고 있음을 알 수 있다.

학생들의 경우에도 이와 같은 응답이 가장 많았으며(유형 A: 18%), 다음으로는 물체의 상이 거울 면에 위치한다는 응답이 많았다(유형 B: 9%).

유형 H도 교사에게 많이 나타난 유형인데, 그 이유에 대한 교사의 응답은 다음과 같았다.

교사 (다): 평면거울에서 물체의 상은 물체와 같은 거리에 방향이 반대로 맺히기 때문에 상의 위치는 거울과 대칭인 곳에 생긴다.

이러한 응답의 원인은 광선추적방법을 사용하지 않고, 단순히 평면거울의 상은 거울 반대편에 생긴다고 학습하기 때문이다. 또한 물체의 상을 유심히 관찰해 본 실제 경험이 없고, 자신의 모습을만 거울을 통해 관찰한 경험이 대부분이기 때문인 듯하다.

Table 4. Result on students and teacher's explanation for image on plane mirror(1)

Question : Draw a ray diagram to determine the location of the image of bulb on the diagram below

FIGURE	ABUNDANCE: PERCENTAGE (ACTUAL) N=328	FIGURE	ABUNDANCE: PERCENTAGE (ACTUAL) N=328
A	28%(92)	H	3% (10)
B	13%(44)	I*	3% (9) 1
C	7%(23)	J	2% (8)
D	7%(24) 4	K	2% (8)
E	4%(12)	L	1
F	3%(10) 4	Other etc.	19%(62)
G	3%(10)	Nothing	5%(16)

is number of teacher. * Correct responses.

3) 거울에 의한 상의 위치

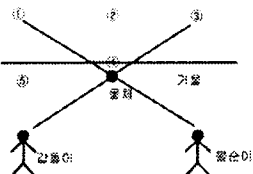
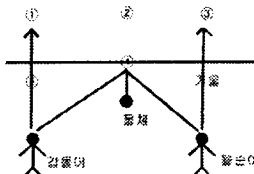
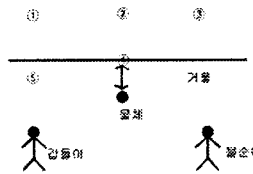
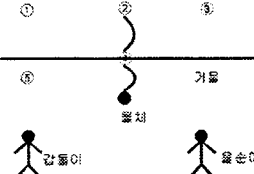
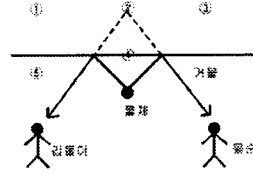
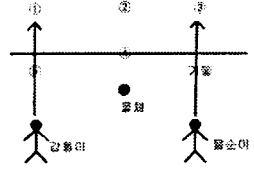
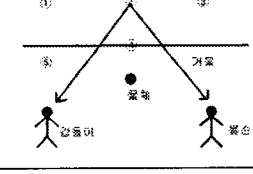
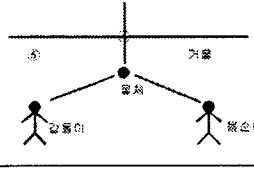
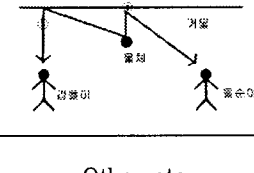
빛의 반사에 관한 마지막 문항은 광선추적방법에 대한 교사와 학생들의 이해 정도를 알아보기 위한 것으로, 물체에서 출발한 빛이 거울에서 반사된 후 나아가는 모습으로부터 상의 위치를 그리도록 하였다. 교사와 학생들의 응답유형은 Table 6 과 같았다.

교사들의 경우는 과학적 응답인 유형 F를 가지고 있었다. 유형 F는 물체에서 반사된 광선의 연장선의 교점이 상이라는 것이다. 학생들은 상이 광선의 끝에 있다는 생

각(유형 A)을 가지고 있거나, 상이 거울 면에 대칭적인 곳에 생긴다는 생각을 가지고 있으나 대칭의 의미를 잘못 이해한 유형 G나 유형 I의 생각을 가지고 있었다. 유형 B, H, J의 경우는 상이 거울 면 위에 있다는 생각을 가진 경우이다. 그리고 유형 A, C, D, E 는 거울을 향하여 이동한 상이 거울 면에서 튕겨서 관찰자에게 도달한다는 생각을 가진 경우이다. 이런 유형의 생각들이 Galili(2000) 등의 많은 연구에서 보고되었다.

Table 5. Result on students and teacher's explanation for image on plane mirror(2)

Question : Draw a ray diagram to determine the location of the image of object when each student see the image of object

FIGURE	ABUNDANCE: PERCENTAGE (ACTUAL) N=328	FIGURE	ABUNDANCE: PERCENTAGE (ACTUAL) N=328
A 	18%(60) 2	G 	3% (11)
B 	9%(29)	H 	3% (9) 2
C* 	5%(17) 5	I 	2% (8)
D 	4%(12)	J 	2% (5)
E position 4	6%(21)	K 	1% (4)
F position 1-3	4%(12) 1	Other etc	43%(140)

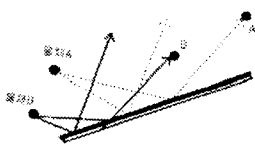
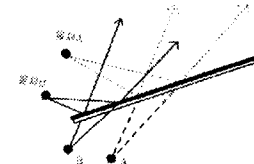
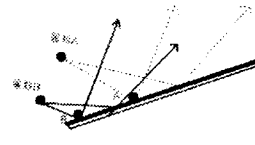
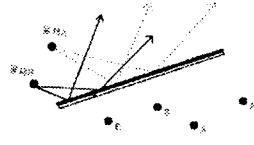
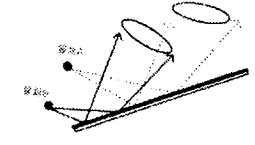
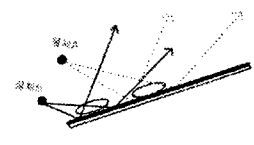
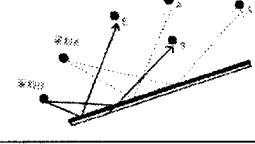
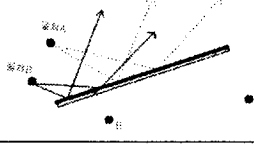
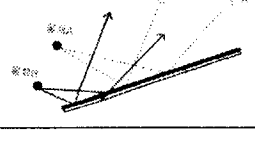
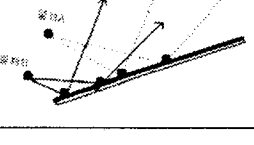
is number of teacher. * Correct responses.

4) 분석과 시사점

평면거울에 의한 상에 대하여 많은 교사들은 물체에서 반사된 광선의 연장선 중 거울 면에 대하여 물체와 대칭인 곳에 생긴다는 단편적인 사실만을 기억하고 있는 것으로 판단된다. 즉 평면거울에서 반사의 법칙에 의한 광선 추적이 상의 형성에 어떻게 영향을 주는지에 대해 잘 모

르고 있다. 이러한 교사들의 비과학적인 설명으로 인하여 학생들도 광선과 상을 연결시키지 못하고 있다. 따라서 평면거울에 의한 상을 교수-학습할 때는 물체에서 출발한 두 개의 광선을 추적하게 하면서 상이 생기는 이유와 위치를 설명할 필요가 있다. 또한 교과서나 교사용 지도 자료에 제시된 그림도 과학적인 것으로 바뀌어야 한다.

Table 6. Result on students and teacher's explanation for image on plane mirror when ray's path is presented (3).
Question : Draw a ray diagram to determine the location of the image of each of two objects on the diagram below

FIGURE	ABUNDANCE: PERCENTAGE (ACTUAL) N=328	FIGURE	ABUNDANCE: PERCENTAGE (ACTUAL) N=328
	10%(32)		2% (6) 7
	6%(20)		2% (5)
	5%(16)		2% (5)
	4%(13)		1% (4)
	3%(11)		1% (3)
Other	7%(23) 3	Nothing	58%(190)

7 is number of teacher. * Correct responses.

3. 빛의 굴절과 상

1) 물 속에 떠 보이는 동전

빛의 굴절에 의한 상에 관한 문항에서는 교과서에서 예로 제시되고 있는 '물 속에 있는 동전이 떠 보이는 이유'에 대해서 광선을 그려 표시하도록 하였다.

많은 학생들은 동전이 떠 보인다는 사실 외에 그 현상이 굴절과 어떤 관련이 있는지 이해하지 못하고 있었다. 이 문항에서도 물체의 한 점에서 출발한 두 개 이상의 광선을 굴절의 법칙에 따라 작도하면 상의 위치와 크기를

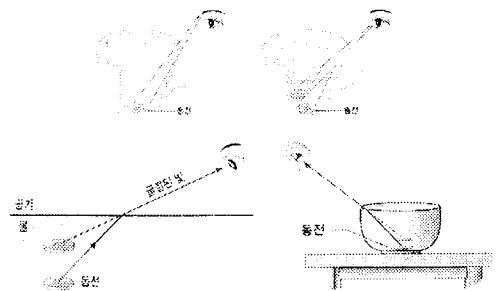


Fig. 2. Figure example of textbook for image on coin in water

모두 구할 수 있다. 그러나 교사와 학생들 대부분은 이것을 이해하지 못하고 있었음을 Table 7의 응답 유형에서 알 수 있다.

일부 교과서나 교사용 지도서에서는 동전이 떠 보이는 이유를 설명하고 있으나, 부족하거나 잘못된 경우가 많다. Fig. 2가 그 예이다. 하나의 광선으로 표현하고 있으므로 '물체의 상이 어디에 있습니까?' 또는 '물체의 상은 얼마만큼 떠 보입니까?' 등의 물음에 답할 수 없다. 반드시 물체에서 출발한 두 개 이상의 광선을 그려야만 상의 위치를 알아낼 수 있다.

Fig. 3은 물 속의 동전에 대해서 굴절의 법칙을 사용하여 상의 위치를 찾은 그림이다(Galili & Goldberg, 1996). 물 속 동전의 경우 정확한 광선추적(exact ray tracing)을 하면 그림과 같이 보는 위치에 따라 상의 위치가 달라진다. 수직 위에서 보면 떠 보이지만, 기울어져 보면 물 위에 떠 보이는 것뿐만 아니라 약간 앞으로 당겨진 곳에서 보인다. 그러나 $\sin \theta \approx \theta$ 로 근사할 수 있는 작은 각의 경우 앞으로 당겨지는 효과는 작다.

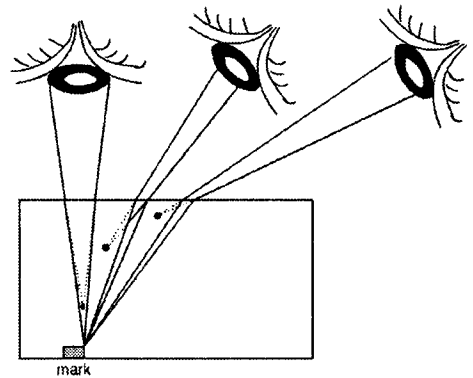
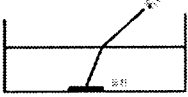

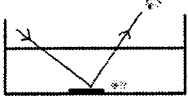
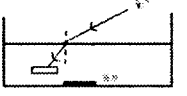
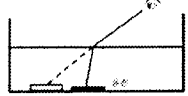
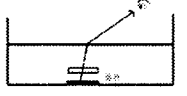
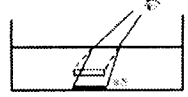
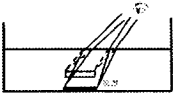


Fig 3. Locations of a few virtual images for different positions of the observer looking at mark at the bottom the block(Galili & Goldberg, 1996)

이 문항에서 교사들은 주로 유형 C나 유형 D의 생각을 가지고 있다. 정답을 표기한 교사는 없었다. 교사들은 두 개의 광선을 추적하여 위치를 결정하는 방법을 모르고 있었다. 학생들의 경우 31% 정도가 물 속에서 굴절하는 광

Table 7. Result on students and teacher's explanation for image on coin in water

Question : Student looks down in a bucket as shown. There is a coin on the bottom. Draw a ray diagram to determine the location of the image of the coin

FIGURE	ABUNDANCE: PERCENTAGE (ACTUAL) N=328	FIGURE	ABUNDANCE: PERCENTAGE (ACTUAL) N=328
A 	31% (102)	E 	9% (28)
B 	14% (45)	F 	5% (15) 1
C 	11% (35) 5	G 	3% (9)
D 	9% (30) 4	H* 	0
Other Etc.	9% (30)	No Answer	10%(34)

is number of teacher. * Correct responses.

선을 그렸으며, 일부의 학생은 떠 보인다는 생각은 가지고 있으나 그 이유는 정확하게 이해하지 못하고 있었다. 이 문제에 대하여 과학적 설명을 제시한 교사용 지도서는 한 종류에 그쳤다.

2) 분석과 시사점

학생들이 상의 위치를 단순히 암기하는 수준에서 벗어나서 상에 대한 과학적 개념을 갖게 하기 위해서는 자와 각도기를 이용한 정량적인 방법으로 상을 그리는 경험을 제공해 줄 필요가 있다.

4. 빛과 색에 대한 이해

1) 빨간색 장미의 색

물체의 색과 조명에 관한 문항에서는 빨간색 장미꽃이 항상 빨간색으로 보이는지 여부와 그 이유를 설명하도록 하였다. 이 문항은 색이 빛과 물체의 상호작용(반사와 투과)에 의해 나타나는 것으로, 같은 물체라도 비추어주는 조명에 따라 다른 색이 나타날 수 있음을 이해하는 문항이었다. 학생과 교사의 응답유형 분포는 Table 8과 같다. 이 문항에 대한 무응답비율이 45%인 것을 보면 학생들이 색에 대해서 많은 어려움을 겪고 있는 것으로 판단된다.

응답유형을 보면 교사와 학생 모두 조명에 따라 색이 바뀐다는 과학자적 개념을 가지고 있으나, 장미 자체가 빨간색이기 때문에 다른 색은 제외하고 항상 빨간색만 반사한다고 생각하는 학생들도 있었다. 그리고 장미는 항상 붉은 색을 반사한다고 생각하거나(5%), 색은 물질의 고유한 성질이라고 하는 경우(6%)도 있었다.

2) 색과 빛의 합성

색과 빛의 합성에 관한 두 문항에서는 빛과 색의 합성에 관한 다이어그램을 보여 주고 색의 삼원색을 합성하면 검은색이, 빛의 삼원색을 섞으면 흰색이 나오는 이유를 설명하도록 하였다. 이에 대한 교사와 학생들의 응답유형은 각각 Table 9, 10 과 같다. 많은 수의 교사가 색이 합성되면 '원래 그렇다' 라고 응답하여 색을 스펙트럼으로 이해하기보다는 현상으로 암기하고 있었으며, 많은 수의 학생들은 '색은 섞을수록 어두워지는 성질을 가지고 있어서' 라는 현상에 중점을 둔 생각을 하고 있었다. 빛의 합성 문항에서는 10명의 교사 중 5명과 학생들 중 19%가 빛을 섞을수록 밝아지기 때문이라고 응답하여 빛이나 색의 혼합을 스펙트럼을 통해 이해하지 않는 것을 알 수 있었다. 다음은 빛과 색의 합성에 대한 학생들의 응답 예이다.

Table 8. Result on students and teacher's explanation for question "Would you be able to tell whether the rose is always red color or not? If so or not, why do you think?"

(O : The rose is always red color, X : The rose is not always red color)

EXPLANATIONS	ABUNDANCE: PERCENTAGE (ACTUAL) N=328
O Because the rose is red color, it reflect only red color besides other color.	11% (37) 2
O Because the rose always absorbs red color and reflect the other color, it seems with red color in our eyes.	5% (15)
O The color of the objects is an intrinsic property of them and independent of the light.	6% (20)
X When an object is seen through different color cellophane paper(filter), it is seen different color. *	5% (15)
X According to illumination the color is changed.	26% (85) 8
X Other etc.	3% (10)
No Answer	45%(146)

is number of teacher. * Correct responses.

Table 9. Result on students and teacher's explanation for question "Why does the color become black when the primary color is mixed"

EXPLANATIONS	ABUNDANCE: PERCENTAGE (ACTUAL) N=328
Color subtraction mixing: the more the color mix, the darker it becomes,	20% (66) 2
All colors are mixed and it become black color.	14% (45)
When the color is mixed, that is right by nature.	13% (44) 6
Because it absorb all light(color), the reflection is few.	4% (13)
Because all colors are mixed	2% (6)
It absorbs bright color	1% (3)
Other etc.	46%(151) 2

is number of teacher.

Table 10. Result on students and teacher's explanation for question "Why does the white become black when the primary light is mixed"

EXPLANATIONS	ABUNDANCE: PERCENTAGE (ACTUAL) N=328
Color addition mix : the more the light mix, the brighter it becomes,	19% (62) 5
When red, green and blue color is mixed, that is colorlessness by nature.	15% (48)
Because it reflect all light...	8% (27) 3
Because all light are mixed..	6% (19)
The white light has all colors.	3% (10)
Because the three colors is are complementary color, it combines and becomes the white color.	2% (5)
Other etc.	2% (6) 1
Nothing	46%(151) 1

is number of teacher.

학생 (가): 빛과 다르게 색은 원래가 투명하지 않아서... 빛은 원래 투명하기 때문에 빛의 삼원색을 합치면 흰색으로 보인다.

학생 (나): 색의 색깔은 한가지색만 반사시키고 나머지는

다 흡수하여서 색을 띤다. 하지만 두가지색이 섞이면 그 만큼 반사 빛은 적어지고 흡수하는 빛은 많아지고 세가지 다 섞이면 마침내 모든 빛을 다 흡수하여 검은 색이 된다.

학생 (다): 빛의 색깔은 색의 성질과는 반대로 색만 흡수하고 나머지는 다 반사시킨다. 그리하여 색이 많이 뭉치면 더욱 밝아지고 3원색을 섞으면 마침내 빛을 다 반사하여 흰색을 만든다.

3) 분석과 시사점

7학년 ‘빛’ 단원에서 빛의 합성과 분해에 관해 제시되는 예제 중에 노란색 바나나를 파란색 셀로판지를 통해 보았을 때 관찰되는 색을 묻는 문항이 있다. 교과서에 따르면 검은색이지만, 실제로 실험을 해보면 검은색으로 보이지 않는다. 이러한 불일치를 해결하기 위해서는 스펙트럼 방법으로 빛과 색을 이해해야 한다. 백색광 아래에서 바나나의 노란색은 약 500~650 nm에 걸친 빛에 의한 것이고, 그리고 파란색 셀로판지는 약 500 nm이하의 빛만을 주로 통과시키는 성질을 가지고 있다. 따라서 바나나를 파란색 셀로판지를 통해 보면 검은색으로 보일 수도 있지만, 대부분의 경우 파란색 셀로판지가 통과시키는 스펙트럼 영역과 노란색 바나나가 반사하는 스펙트럼 영역 중에 겹치는 부분이 있어서 다른 색으로 보일 수도 있다. 물론 밝기(명도)는 작아질 것이다. 빛의 합성, 분해와 관련된 색의 실제 현상에 대해 정확한 과학적 개념이 학생들에게 인식되기 위해서는 스펙트럼의 도입이 필요하다.

V. 결론 및 제언

7차 교육과정에서 새롭게 7학년에 ‘빛’ 단원이 도입되었다. 그런데 교사들 대부분이 빛에 대한 체계적인 개념을 가지지 못하여, 학생들의 선개념을 올바른 과학적 개념으로 변화시키기에 어려움이 있음을 이번 연구를 통해 알 수 있었다. 기존의 빛에 대한 학생이나 교사들의 개념 조사 연구들은 반사와 굴절 등에 대한 여러 가지 단편적인 사실에 초점을 맞추어 이루어졌다. 이번 연구에서는 빛 단원의 내용을 과학적으로 일관되게 설명할 수 있는 방법으로 광선추적법과 스펙트럼 방법을 전제하고, 이에 대한 교사와 학생들의 개념유형을 조사하였다.

연구결과에 의하면, 교사와 학생들은 물체를 인식할 때 물체로부터 나온 빛이 눈에 들어와야 한다는 사실은 알고 있었으나, 물체에서 빛이 난반사된 빛에 대한 개념과 눈의 역할에 대한 이해가 부족하였다. 따라서 학생들에게 물체는 난반사하는 점광원의 집합임을 강조하여야 한다. 그리고 물체(또는 광원)를 인식하는 과정을 교수-학습할

때는 빛이 어디에서 왔는지(빛의 출처)와 빛이 물체에서 반사될 때는 모든 방향으로 빛이 퍼져 나간다는 것(이동 경로), 그 중 일부가 눈에 들어와 상을 형성하게 된다는 것(눈의 역할) 등이 광선과 함께 제시되어야 한다.

그리고 반사에 의한 상의 경우 평면거울에 의한 상에 대하여 광선추적을 이용하는 올바른 과학적 개념을 가진 교사는 10명 중 1명이었으며, 학생은 3%에 지나지 않았다. 대부분의 교사와 학생들은 교과서에 제시된 그림과 같이 거울에 대칭되는 위치에 상을 그렸다. 또한 학생들 대부분은 관찰자의 위치에 따라 상의 위치가 달라진다는 생각을 가지고 있었으며, 평면거울의 상이 거울 면에 있다고 응답한 경우도 많았다. 굴절에 의한 상의 경우 물 속에 있는 동전이 보이는 위치에 대하여 많은 학생과 교사들이 동전이 떠 보인다는 사실 외에는 과학적으로 이해하는 내용이 없었다. 즉, 광선과 관련지어 상을 설명하지만, 하나의 광선을 이용하므로 정확한 상의 위치를 결정하지 못하였다. 따라서 반사나 굴절에 의한 상을 교수-학습할 때는 물체에서 빛의 난반사가 일어나며, 그 중 두 개의 광선을 추적하면 상의 위치를 정확히 결정할 수 있음을 설명할 필요가 있다. 교과서나 교사용 지도 자료에 제시된 그림도 과학적인 설명으로 바뀌어야 한다. 그러나 현행 교육과정에서는 광선추적에 의한 상의 작도가 중학교 교육과정에 포함되어 있지 않다. 그러나 이미 학생들은 초등학교 5학년 때 상에 대해서 학습하고, 대부분의 7학년 교과서에서 ‘거울에 의한 상’과 ‘물 속에 동전의 상’을 학습하고 있기 때문에 광선추적을 교육과정에 도입하는 것이 필요하다고 생각된다.

색에 대하여 학생과 교사들은 ‘색은 원래 그렇다’는 식으로 이해하고 있었으며, 색을 스펙트럼과 관련지어 과학적으로 설명하는 경우는 없었다. 이로 인하여 많은 학생들이 색과 빛의 혼합에 대하여 단순히 암기하고 있었다.

‘빛’ 단원의 경우 물리를 전공하지 않는 교사들에게는 중·고등학교에서 배운 내용이나 일상의 경험을 통해 얻은 지식이 교과내용학적 지식이 된다. 그래서 대부분의 교사들은 ‘빛’ 단원을 교수할 때 ‘평면거울의 상은 거울면에 대칭인 곳에 있다.’, ‘굴절에 의한 상은 렌즈의 공식에 따라 생긴다.’ 등 현상적인 내용만 강조하고, 상이 생기는 근본적인 원리는 언급하지 않는 경우가 많다. 따라서 학생들은 빛 단원을 학습할 때 현상을 암기하게 되는 데, 이처럼 획득된 지식은 발전 가능성도 적으며 학습결

과로서 오래도록 기억되지도 않을 것이다. 그러므로 '빛' 단원을 교수-학습할 때는 기본 원리가 배제된 현상중심이 아닌, 광선추적법이나 스펙트럼 방법을 기본 원리로 하는 교수-학습 과정이 필요하다.

국 문 요 약

본 연구의 목적은 중학교 교사와 학생들을 대상으로 광선추적과 스펙트럼에 대한 교사와 학생의 개념 유형을 비교하는 것이다. 본 연구에서는 7학년 '빛' 단원에서 가장 중요하다고 생각되는 핵심개념은 광선추적과 스펙트럼에 의해 파악할 수 있다고 전제하고, 이에 대한 교사와 학생의 개념 유형을 조사하였다. 연구 대상은 서울·경기지역 과학교사 10명과 이들에게 배운 학생 328명이다. 모든 검사문항은 광선추적법과 스펙트럼 방법을 적용하는 문항으로 구성하였다. 연구결과 광선추적과 스펙트럼에 대한 교사와 학생들의 개념유형에는 차이가 있었다. 또한 대부분의 교사와 학생들은 상이 생기는 근본원리에 대하여 정확하게 알지 못하였다. 광선추적법을 알지 못하여 반사와 굴절에 의한 상을 찾을 때, 물체에서 나온 두 개 이상의 광선을 그려서 상을 찾는 경우는 거의 없었고, 하나의 광선으로 임의의 위치에서 상을 찾거나 평소 암기하고 있던 상의 위치를 표시하였다. 그리고 색에 대하여는 교사와 학생들은 개념을 이해하지 못하고, 교사들은 학생들에게 원리에 대한 설명 없이 현상을 제시하였다. 즉 교사와 학생들은 색에 대해서 단순 암기하고 있었다.

참 고 문 헌

고광섭(1997). 빛 개념에 대한 초등학교 교사와 학생의 수업 전후의 개념조사, 한국교원대학교 석사학위논문.
 김한호, 권재술, 김범기, 정진우, 최병순(1992). 빛에 대한 국민학교 학생들의 개념조사, 한국과학교육학회지, 12(2), 43-53.
 김효남(1990). 국민학교 아동의 과학개념에 대한 실태조사 및 교정을 위한 방법연구, 한국과학교육학회지, 10(2), 11-24.
 박승재, 조희형(1995). 학습론과 과학교육, 교육과학사: 서울.
 오원근, 김재우(2002). 시각 및 빛의 성질에 대한 중학생의 개념, 새물리, 45(3), 163-170.

이건호(1999). 빛에 대한 초등학교 교사의 개념, 한국교원대학교 석사학위논문.
 이성목 등(2003). 7학년 "빛" 단원 탐구수업지도자료 개발 (I) : 기본구성요소를 중심으로, 과학교육연구논총, 28(1), 67-96.
 장병기(1994). 그림자 현상에 대한 학생의 생각과 제시된 증거 유형에 따른 추론방식, 서울대학교 박사학위논문.
 정완호(1993). 한국 고등학생의 생물 오개념에 관한 연구, 서울대학교 박사학위논문.
 Andersson, B., Kaerqvist, C. (1983). How Swedish pupils, aged 12-15 years, understand light and its properties, *European Journal of Science Education*, 5(4), 387-402.
 Anderson, B. (1990). Pupils' conceptions of matter and its transformations. *Studies in Science Education*, 2, 155-171.
 Ausubel, David P. (1968). *Educational Psychology, A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc.
 Barrass, R. (1984). Some misconceptions and misunderstandings perpetuated by teachers and textbooks of biology. *Journal of Biological Education*, 18, 201-206.
 Bendall, S., Goldberg, F. and Gaili, I. (1993). Prospective Elementary Teachers' Prior Knowledge about Light. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(9), 1169-1187.
 Bouwens, R. E. A. (1987). Misconceptions among pupils regarding geometrical optics. Proceedings of the 2. Int. Seminar "Misconception and Educational Strategies in Science and Mathematics, Vol. III. J. Novak. Ithaca, Cornell University: 23-37.
 Champagne, A. B. Klopfer, L. E., & Anderson, J. (1980). Factor influencing the learning of classical mechanics. *American journal of physics*, 48, 1074-1079.
 Cho, H, H, Kahle, J. B & Nordland, F. H. (1985). An investigation of high school biology textbooks as sources of misconceptions and Difficulties in

- genetics and some suggestions for teaching genetics. *Science education*, 69(5), 707-719
- Duit, R. (1981). Understanding energy as a conserved quantity- remarks on the article by sexl, R.U. *European Journal of Science Education*, 3, 291-301.
- Feher, E., Rice, K. (1988). Shadows and anti-images: Children's conceptions of light and vision. II. *Science Education*, 72(5), 637-649.
- Feher, E., Meyer, K. R. (1992). Children's conceptions of color. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(5), 505-520.
- Gilbert, J, H. Osborne, R, J & Fensham P. J. (1982), Children's science and it's consequences for teaching. *Science Education*, 66(4), 623-633.
- Goldberg, F. M., McDermott, L. C. (1986). Student difficulties in understanding image formation by a plane mirror. *The Physics Teacher*, 24(8), 472-480.
- Galili, I., Bendall, S. and Goldberg, F. (1993). The Effects of Prior Knowledge and Instruction on Understanding Image Formation. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(3), 271-301.
- Galili, I. (1996). Student's conceptual change in geometrical optics, *International Journal of Science Education*, 18(7), 847-868.
- Galili, I. & Goldberg, F. (1996). Using a linear approximation for single-surface refraction to explain some virtual image phenomena, *Am. J. Phys.*, 64(3), 256-264.
- Galili, I. & Hazan, A. (2000). Learners' knowledge in optics: Interpretations, structure and analysis. *International Journal of Science Education*, 22(1), 57-88.
- Guesne, E. (1985). Light. Children's ideas in science. R. Driver, Guesne, E., Tiberghien, A. Milton Keynes, Open University Press, 10-33.
- GINNS, I. S., Watters, J. J. (1995). An analysis of scientific understandings of preservice elementary teacher education students. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(2), 205-222.
- Helm. H., (1980). Misconceptions in physics amongst South Africa students, *Physics Education*, 15, 92-105.
- Hewson, M., Hamlyn, D. (1984), The influence of intellectual environment on conceptions of heat. *European Journal of science Education*, 6, 245-262.
- Jung, W. (1981). Conceptual frameworks in elementary optics. Proceedings of the international workshop on "Problems Concerning Students' Representation of Physics and Chemistry Knowledge". W. Jung, Pfundt, H. , Rhoeneck, C. von Ludwigs-burg, Paedagogische Hochschule: 441-448.
- McDermott, L. C. (1996), *Physics By Inquiry*, Wiley.
- Nussbaum, J. (1981). Towards the diagnosis by student teachers of pupils, misconceptions: An Exercise with student teachers. *European Journal of Science Education*, 3, 159-169.
- Pine, A. L., & West, L. H. T. (1986), Conceptual Understanding and Science Learning: An Interpretation of Research within a Sources-of-Knowledge Framework, *Science Education*, 70(5). 583-604.
- Ramada, J., Driver, R. (1989), Aspects of secondary students ideas about light, Children's Learning in science Project : full report, University of Lead.
- Solomon, J. (1984), Prompts, cues and discrimination: the utilization of two separate knowledge systems. *European journal of Science Education*, 6, 63-82.
- Stead, B. F., Osborne, R. J. (1980). Exploring science students concepts of light. *Australian Science Teachers Journal*, 26(3), 84-90.