



## 초등학생들의 평면 입사경계면에서 빛의 굴절에 대한 개념

박종호\*  
(진주교육대학교)

### The Conceptions of Light Refraction at the Plane Intersection of Elementary School Students

Jong-Ho PARK†  
(Chinju National University of Education)

#### Abstract

The purpose of this study was to investigate the misconception of light refraction at the plane intersection of 32 students, 4th-6th grade elementary-school J located at the G-region. At the plane of incidence, the conceptions of light refraction on the students were examined into three concepts: concept of light propagation, concept of light refraction, and position of the image. The two diagnostic questions used in the study probed the students' ability to use a ray diagram to explain the relationship between object, image and observer, and then to use the ray diagram to qualitatively determine the position of the image. The results of this study were as follows: As for the transmission of light, most elementary school students understood that the light started from the eye. Also, the majority of students did not understand that the refraction of light was refracted at the interface between water and air. The students expressed the ray based on the terms they learned about the position of the image without the correct scientific reasoning process. The results of study indicate that students require very careful instruction if they are to understand how objects are seen and how images are formed when light refracts through a planar surface.

**Key words :** Light refraction; Science education; Misconception; Light

#### I. 서론

학생들은 과학 수업 이전에 일상생활로부터 얻은 경험을 토대로 자연현상에 대한 개념을 가지고 있다. 이러한 개념은 수업 후에도 여전히 지속되거나 강화되어 과학적 개념으로 쉽게 변하지 않는다.

학생들이 가지고 있는 개념을 과학적 개념으로 발전시킬 수 있는 교수 학습 방법에 대해 모색할 필요가 있기 때문에 연구자들은 학습 전 학생들

이 가지고 있는 개념 분석에 관한 연구를 우선적으로 중요시 여기고 있다.

과학교육과정 중 물리영역에서 다루어지는 학습 개념은 크게 ‘힘과 운동’, ‘전기와 자기’, ‘빛과 파동’, ‘열’, ‘생활과 물리’로 분류된다. 물리영역 중, 빛은 현대사회의 다양한 분야(과학, 공학, 예술, 문화, 교육 등)에서 응용하여 사용되고 있으며 다양한 개념들이 서로 인과적으로 연결되어 학생들에게 완전한 개념을 요하는 경우가 많다. 그러나 많은 연구자들(Buty et al., 2008; Galili,

† Corresponding author : 055-740-1241, parkkdp@cue.ac.kr

1996; Galili et al., 2000; Jang, 1996; Guesne, 1985; Stead et al., 1980; Wyrembeck et al., 2006)은 학생들의 빛과 관련된 개념 이해가 충분하지 않음을 지적하였다. Lee(2006)은 빛과 관련된 단원이 학생들이 가장 어려워하는 단원 중 하나라는 연구 결과를 제시한 바 있으며, 빛에 관련된 교수 학습 내용의 곤란도에 대한 학생과 교사의 인식 또한 높은 것으로 보고되고 있다.

빛은 초등학교부터 중학교, 고등학교에 이르기까지 전 학년에 걸쳐 학습하게 된다. 초등학교에서는 빛의 직진, 반사, 굴절을 실험과 관찰 중심으로 한 현상을 학습하게 되며 중·고등학교에서는 빛의 굴절과 전자기파까지 심화된 개념으로 학습하게 된다(Lee et al., 2004). Lee(2014)에 의하면 빛의 세 가지 성질 중 직진과 반사는 비교적 쉽게 학생들이 이해하는 반면, 굴절은 학생들이 일상생활에서 매우 많이 접하는 현상임에도 불구하고 그 원리를 이해하고 학습하는데 매우 어렵하다고 보고하였다. 따라서 직진, 반사와 굴절 중에서 굴절의 내용이 교육과정의 변천에 따라 점점 축소된 것으로 나타났다(Park, 2009).

특히, 중·고등학생을 대상으로 한 빛의 굴절 개념에 대한 연구에서는 다양한 주제별로 연구되어 왔다. 이 연구들 중에서, 학생들이 공기 중에서 물속에 든 물체를 관찰하였을 때 물체에서 반사되어 눈에 들어오는 빛의 경로에 대하여 잘 이해하지 못하는 것으로 나타났다(Lee, 2005; Lee, 2006; Lee, 2008; Lee et al., 2014). 또한, Choi(2015)의 연구에서도 빛의 굴절과 관련하여 물체를 보는 과정을 자세히 이해하지 못하거나 경계면이 달라지거나 입사위치가 달라질 경우 빛의 굴절 경로를 이해하지 못하는 것으로 보고하였다. 학생들은 렌즈와 같은 곡면매질에서 반쪽 렌즈가 반쪽 이미지를 만든다거나, 물체의 한쪽 끝에서 나온 단일 광선이 렌즈의 중심을 지나 뒤집어진 상을 만든다(Galili, 1996; Galili et al., 2000)는 선개념을 가지고 있는 것으로 나타났다.

한편, 현대사회에서 빛은 일상생활과 매우 밀

접하고 중요한 것 중에 하나임에도 불구하고 초등학교에서는 빛에 대한 학습이 현상위주의 실험, 관찰로 학생들이 가지고 있는 빛 관련 개념의 유형과 원인에 대한 연구 결과는 다소 미흡한 실정이다.

다양한 개념들이 서로 인과적으로 연결되어 있는 개념인 경우, 학생들이 오개념을 가지기 쉬우며, 고학년이 되어도 크게 개선되지 않은 것으로 보고되고 있다(Kim, 2003). 빛의 개념 중 굴절 개념은 빛의 직진과 반사 개념이 인과적으로 연결되어 있어 오개념이 형성되기 쉽다. 또한 2007 교육과정까지 언급되어 있던 평면 입사경계면에 따른 빛의 굴절내용이 2009 개정교육과정에서부터 누락되어 평면 입사경계면에 따른 빛의 굴절에 대한 초등학생들의 개념을 알아볼 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 초등학생들이 가지고 있는 평면 입사경계면에서 빛의 굴절에 대한 개념을 개방적인 질문과 면담을 통해 심층 조사하여 그 유형을 알아보고자 하였다.

## II. 연구 방법

평면 입사경계면에서 빛의 굴절에 대한 초등학생들의 개념을 알아보기 위해 빛의 반사 및 굴절 개념 평가의 반구조화 질문지를 이용하여 개념유형을 범주화하여 분석하였으며 특징적인 응답을 한 학생을 선정하여 심층면담을 진행하였다.

### 1. 연구대상 및 과정

본 연구의 대상은 농어촌도시로 사교육 영향이 거의 없는 G도시의 4·6학년 학생의 32명이다. 4학년은 빛의 직진과 반사에 대해 학습한 직후이며 5학년은 이전 학년에서 빛의 직진과 반사에 대해 학습한 후 1년 동안 빛에 대해 학습하지 않았다. 6학년은 렌즈를 통한 빛의 굴절에 대해 학습하였으며 생활 속에서 볼 수 있는 빛의 굴절

현상 중 하나로 물에서 일어나는 빛의 굴절을 접한 바 있다.

검사에 사용된 질문지는 '빛 반사 및 굴절 개념 평가(Light Reflection and Refraction Conceptual Evaluation, LRRCE) 반구조화 질문지를 이용하여 인근 초등학교 4학년 학생 25명을 대상으로 예비 검사를 실시하고 그 결과를 분석하여 반개방형의 2 문항을 선택하였다. 과학교육 전문가에게 타당도를 의뢰하고 검사지를 보완하여 투입하였으며, 수집된 자료의 내용을 확인하여 검사지의 내용을 잘못 이해하거나 2개의 질문지 응답이 불일치하는 학생 응답을 제외하고 결과 처리 및 분석하였다. 개념 검사는 학급 담임 교사가 취지 및 방법을 설명하고 허용적인 분위기에서 충분한 시간을 제공하였다.

## 2. 검사도구

'빛 반사 및 굴절 개념 평가는 2개의 반개방형 질문지로 구성하였으며 본 연구에서는 빛의 전달, 반사 등 빛의 굴절에 대한 종합적인 개념과 관련되어 있는 2개의 반개방형 질문지를 학생 수준에 맞게 수정, 보완하였다. 연구에서 사용한 반구조화 질문지는 같이 학생들이 특정 상황에서 물체가 어떻게 보이는지 빛을 전달 경로를 표시하며 설명하도록 되어 있다(<부록 1>참조). 첫 번째 질문은 물체에서 눈으로의 빛 전달, 빛의 직진, 공기와 물의 경계면에서의 굴절을 설명하도록 요구되며, 두 번째 질문은 학생들이 첫 번째 질문에 답하는 데 사용한 추론의 일관성을 점검하도록 되어 있다.

## 3. 자료의 분석

본 연구에서는 평면 입사경계면에서의 빛의 굴절에 대한 초등학생들의 기본 개념에 대한 질문지의 분석을 위하여 3가지의 분석 기준을 설정하였다.

첫째, 물체에 반사된 빛이 눈으로 전달되기 때

문(직진, 반사)에 관찰자가 물체를 볼 수 있다

둘째, 빛은 다른 매질로 나아갈 때 경계면에서 굽어진다(굴절)

셋째, 상의 위치를 결정하려면 눈에 들어온 빛의 경로를 추적하여 교차점을 찾아야한다.

위의 기준에 따라 학생들이 가진 개념을 빛의 전달에 대한 개념, 빛이 굴절하는 방법에 대한 개념, 상의 위치 결정에 대한 개념으로 크게 3가지로 범주화하고, 상의 위치 결정 시 학생들이 사용한 개념의 유형을 분류하였다.

이때, 질문 문항을 이해하지 못하여 불완전한 응답을 하거나 2가지의 질문에 대해 일관성을 보이지 않는 학생의 응답은 제외하였다.

## III. 연구 결과

### 1. 빛의 전달에 대한 개념 유형

학생들이 표현한 빛의 전달에 대한 개념 유형은 <Table 1>과 같이 눈에서 상 또는 물체로 전달되는 경우(AA)와 물체 또는 상에서 눈으로 전달되는 경우(AB)로 유형이 나뉘어졌다

<Table 1> Conceptions of light propagation of elementary students.

Types	Concept for light propagation	4th grade	5th grade	6th grade	Total N(%)
AA	light eye → Image Object	5 (15.6)	8 (25.0)	7 (21.9)	20 (62.5)
	propagation				
AB	light Image → eye Object	3 (9.4)	7 (21.9)	2 (6.3)	12 (37.5)
	propagation				
Total N(%)		8 (25)	15 (46.9)	9 (28.1)	32 (100)

오개념(AA)을 가지고 있는 학생 수를 학년별 연구대상자 수를 기준으로 비교했을 때 4학년 =62.5%, 5학년=53.3%, 6학년=77.8%로 당해 학년

에서 굴절을 학습한 6학년이 가장 많았다.

12명(37.5%)의 학생만이 물체 또는 상에서 눈으로 빛이 나아가는 것으로 표현하였으며, 직접 광원을 표시하여 광원으로부터 출발한 빛이 물체에 반사되어 눈으로 전달되는 것으로 설명하였다. 그 외 부분의 학생들은 빛이 눈에서 상 또는 물체로 나아간다고 표현하였다.

## 2. 빛의 굴절에 대한 개념 유형

<Table 2> Conceptions of reflection and refraction of elementary students.

Types	Conceptions of reflection and refraction	4th grade	5th grade	6th grade	Total N(%)
BA	Confusion of reflection and refraction	0 (0)	7 (21.9)	2 (6.3)	9 (28.1)
BB	Straight line	5 (15.6)	1 (3.1)	0 (0)	6 (18.8)
BC	Multi-directional straight line	0 (0)	0 (0)	3 (9.4)	3 (9.4)
BD	Reflection straight line	3 (9.4)	5 (15.6)	2 (6.3)	10 (31.3)
BE	Refraction path representation at the interface	0 (0)	2 (6.3)	2 (6.3)	4 (12.5)
	Total N(%)	8 (25)	15 (46.9)	9 (28.1)	32 (100)

학생들이 표현한 빛의 굴절에 대한 개념은 <Table 2>와 같이 반사와 굴절 의미를 혼동하여 표현 경우(BA), 일직선 형태(BB), 다방향의 꺾인 직선(BC), 반사 형태의 직선(BD), 공기와 물의 경계면에서의 굴절 경로 표현(BE)로 나뉘어졌다.

9명(28.1%)의 학생은 반사와 굴절 의미에 대해 혼란스러워 하는 것(BA)으로 나타났으며 빛의 경로 표현 이유를 바람 등 외부의 힘에 의해 빛이 반사되거나 굴절된다고 하였다. 이 중 4학년 학생은 반사와 굴절 의미를 혼동하는 학생과 경계면에서 굴절 경로를 표현한 학생은 한명도 없었다. 이는 4학년이 빛의 직진과 반사에 대해서는 타

학년에 비해 다소 정확한 개념을 습득하고 있으나 미 학습한 굴절에 대한 개념을 전혀 가지고 있지 않음을 알 수 있다. 5학년의 경우 굴절을 학습하지 않았으나 7명(21.9%)의 학생이 반사와 굴절에 대해 혼동하고 있는 것으로 나타났다.

경계면을 지난 빛이 굴절된다는 사실을 깨닫지 못하는 학생들은 일직선 형태(BB), 다방향의 꺾인 직선(BC), 반사 형태의 직선(BD)로 표현하였다. 일직선으로 표현한 학생은 그 이유를 ‘빛이 직선으로 나란하게 나아가기 때문이다’라는 일반적인 빛의 경로인 빛의 직진 개념만 사용하거나 빛의 경로가 아닌 단순히 ‘보는 길’을 나타내기 위해 물체와 눈 사이의 직선으로 표현하였다. 다방향의 꺾인 직선으로 표현한 학생은 모두 6학년에서 이미 학습한 ‘빛의 꺾인다’라는 굴절의 특성에 염두하여 ‘빛이 물속에서 여러 방향으로 꺾이게 되어 물체를 보게 되는 것’으로 응답의 이유를 표현하였다. 또한 반사형태의 직선으로 표현한 학생은 ‘물체나 수조에 부딪힌 빛이 반사되어 물속에 있는 물체를 볼 수 있는 것’으로 표현하였다.

단 4명(12.5%)만이 빛의 굴절을 공기와 물의 경계면에서 빛이 꺾여서 나아가는 형태(BE)로 굴절 경로를 표현하였다. 이 학생들은 경계면에서의 굴절 경로를 ‘경계면을 지난 빛이 굴절 된다’ 표현과 함께 빛의 경로를 그렸으나 굴절 방향이 크기가 부정확하며 단순히 ‘과학 잡지를 통해 빛의 굴절에 대한 그림을 본 적이 있어서’라고 이유를 설명할 뿐, 경계면에서의 빛의 굴절과 관련된 과학적인 설명과 추론 과정은 부족함을 보였다. 이는 현 교육과정에서 6학년은 렌즈에 의한 빛의 굴절을 중심으로 이미 학습하였으나 빛의 경로를 그리는 활동 없이 렌즈를 통해 나타나는 현상을 위주로 학습했기 때문으로 판단된다.

## 3. 상의 위치 결정에 대한 개념 유형

상의 위치를 결정하는 방법에 대한 학생들의

반응은 <Table 3>과 같이 크게 단순히 상과 눈 사이의 경로 표현(CA), 물체에서의 빛의 반사(CB), 빛의 굴절(CC)로 상의 위치 결정으로 나뉘어졌다.

<Table 3> Concepts for image positioning of elementary students

Types	Concepts of position for the image	4th grade	5th grade	6th grade	Total N(%)
CA	Simply a path expression between image and eye	5 (15.6)	8 (25)	2 (6.3)	15 (46.8)
CB	Positioning of the image due to reflection in the object	3 (9.4)	5 (15.6)	2 (6.3)	10 (31.3)
CC	Positioning of the image by refraction of light.	0 (0)	2 (6.3)	5 (15.6)	7 (21.9)
	Total N(%)	8 (25)	15 (46.9)	9 (28.1)	32 (100)

15명(46.8%)의 다수의 학생이 단순히 상과 눈 사이를 직선 경로를 표현(CA)하여 상의 위치를 결정하였으며 그 이유를 관찰자가 직선으로 보고 있기 때문, 빛이 직진하는 관계있는 것으로 설명하였다.

10명(31.3%)의 학생이 물체에서 빛이 반사되는 과정을 선으로 표시(CB)하고 상의 위치를 결정하였다. 올바른 과학적 개념에 의한 추론이 아닌 단순히 반사의 개념을 접해본 5학년 학생 대부분이 빛의 반사 경로와 유사하게 표현하는 것으로 나타났다.

7명(21.9%)의 학생은 빛의 굴절로 상의 위치가 결정되는 것(CC)으로 표현하였으며 그 이유를 과학관련 도서에서 본 경험을 이야기하며 과학적 설명이 아닌 경험에 의한 표상을 설명하였다. 6학년 학생 중 2명의 학생이 입사경계면에서의 정확한 빛의 굴절 경로를 표현했으나 충분한 과학적 설명을 하지 못하고 단순히 경계면을 통해 굴절하는 이미지와 눈 사이를 이동하는 광선을 표현하여 상을 찾았다고 생각하였다. 학생들이 상의

위치를 결정 시 나타난 표상의 형태는 <Table 4>와 같이 크게 직진, 반사, 굴절 형태로 나타났다.

<Table 4> Representations for image positioning of elementary students

Representations of image positioning		
Conceptions	Types	Representations
Straight	a	
	c1	
	c2	
Refraction	c3	
	b1	
	b2	
	b3	
Reflection	b4	

a 표상을 사용하여 상위 위치를 결정한 학생 대부분은 직진 용어를 사용하여 표현한 4학년이 다수로 나타났다. 문제해결에 필요한 개념(굴절)을 전혀 사용하지 않고 단순히 눈과 상 사이에 직선 경로로 표현하였으며 대다수가 2번의 위치를 선택하는 것으로 나타났다.

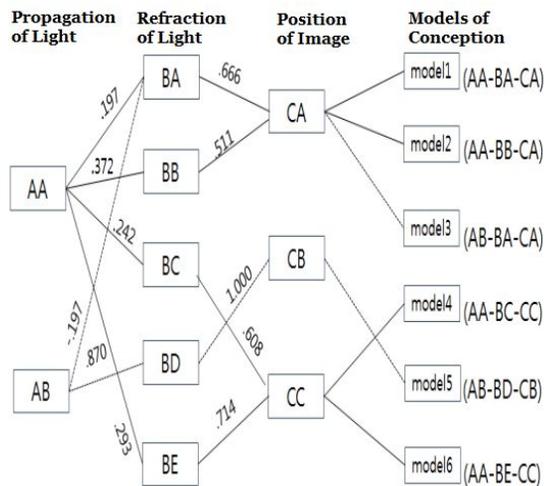
b1-b4의 표상을 사용하여 상의 위치를 결정한 학생들은 대부분 반사의 용어를 사용하여 표현하였다. b1, b2의 모델의 경우, 광원에서 나아간 빛이 (빛의 직진 개념 사용) 물체에서 반사되어(빛의 반사 개념 사용) 상을 볼 수 있다고 표현했으나 경계면에서의 굴절 개념이 없이 반사 경로 중 일부에서 상의 위치를 찾았다고 생각하였다. 즉, 빛의 굴절에 대한 개념 부재와 광선 다이어그램 분석의 한계로 상의 위치를 대부분 2번 위치로 선택하는 것으로 나타났다. b3, b4의 경우 눈에 반사된 빛 또는 물체에 반사된 빛으로 상의 위치를 찾았다고 생각하는 것으로 나타났으며 이는 문제해결에 필요한 물리 개념 부재로 판단된다.

c1-c3의 표상을 사용하여 상의 위치를 결정한 학생 대부분은 굴절의 용어를 사용하여 표현하였다. 입사경계면에서 빛의 굴절을 표현한 학생은 단 3명이며 이중 2명의 학생만이 경계면에서 바르게 굴절된 광선을 표현했지만 물체에서 반사된 빛이 눈에 들어오는 과정에 대한 표현이 없으며 눈과 상 사이의 광선만 표현하고 있다. 즉, 상의 형성에 대한 개념 없이 단순히 빛의 굴절되어 상의 위치를 찾았다고 생각하며 공기와 물의 경계면에서의 굴절을 이해하고 있지만 상이 형성되는 과정을 전혀 이해하지 못한다.

#### 4. 학생들의 빛의 전달 방법, 상의 위치 개념 유형에 따른 굴절 개념과의 관계

학생들의 빛의 전달 방법과 상의 위치에 따른 개념 유형이 경계면에서의 빛의 굴절 개념 유형과 어떤 관계가 있는지 SPSS 통계 프로그램을 이용하여 군집분석 후 각 군집간의 피어슨 상관

계수를 구한 다음 [Fig. 1]과 같이 범주도식으로 학생들의 빛의 굴절 개념을 나타내었다. 경계면에서의 빛의 굴절에 대해 학생들이 가진 3가지 개념 유형의 관계와 이에 따라 분류된 학생들의 개념 모델(model1-6)은 [Fig. 1]과 같다. AA, AB는 빛의 전달에 대한 개념 유형으로 AA=눈에서 물체 또는 상으로 전달, AB=물체 또는 상에서 눈으로 전달을 표현한 형태이다. BA-BE는 빛이 굴절하는 방법 대한 개념 유형으로 BA=굴절과 반사 혼동, BB=일직선, BC=다방향 꺾인 직선, BD=반사 형태 직선, BE=경계면에서 굴절 경로를 표현한 경우이다. CA-CC는 상의 위치 결정 방법에 대한 유형으로 CA=단순히 상과 눈 사이의 경로 표현으로 상의 위치 결정, CB=물체에서의 반사로 상의 위치 결정, CC=빛의 굴절로 상의 위치를 결정한 형태이다. 3가지 개념 유형에 따른 각각의 범주 간(AA-CC)의 상관관계를 분석한 결과, 학생들이 가진 개념 모델을 model1-6의 6가지로 유형화할 수 있었다.



[Fig. 1] Conceptual model based on light reflection and refraction concept types of elementary students

빛의 전달 방법을 눈에서 물체 또는 상으로 생각하고 있는 학생(AA) 중 일부는 [Fig. 1]과 같이

반사와 굴절 의미에 대해 혼란스러워한 학생(BA)로 이 학생들 대부분은 상의 위치 결정 시, 단순히 상과 눈 사이의 경로를 직선으로 표현하는 것(CA)으로 나타났다.

빛의 전달 방법을 눈에서 물체 또는 상으로 생각하고 있는 학생(AA) 대부분은 빛의 굴절 방법을 직선 형태로(BB) 표현하고 있으며 이들 역시 상의 위치 결정 시, 단순히 상과 눈 사이의 경로를 직선으로 표현하는 것(CA)으로 나타났다.

빛의 전달 방법을 물체 또는 상에서 눈으로 나아가는 것으로 올바른 개념을 가지고 있으나(AB)은 반사와 굴절의 의미를 혼동하는 학생(BA)의 경우 상의 위치 결정 시, 단순히 상과 눈 사이의 경로를 직선으로 표현하는 것(CA)으로 나타났다.

빛의 전달 방법을 눈에서 물체 또는 상으로 잘못 생각하고 있는 학생(AA)중 빛의 굴절 방법을 다방향으로 꺾인 직선(BC)으로 표현하는 학생은 상의 위치 결정 시, 빛의 굴절로 상의 위치를 결정하였으나(CC) 과학적 설명이 전무하였다.

빛의 전달 방법을 물체 또는 상에서 눈으로 나아가는 것으로 올바른 개념을 가지고 있는(AB) 대부분의 학생은 빛의 굴절 방법을 반사 형태 직선(BD)으로 표현하였으며 빛의 반사로 상의 위치를 결정(CB) 하였다. 이들은 대부분 경계면에서 꺾이는 형태로 빛의 경로를 표현하지 않았으나 직접 광원을 표시하여 빛의 경로를 과학적으로 설명하였다.

빛의 전달 방법을 눈에서 물체 또는 상으로 잘못 생각하고 있는 학생(AA)중 빛의 굴절 방법을 공기와 물의 경계면에서의 굴절 형태로 표현한(BE)학생은 상의 위치 결정 시, 빛의 굴절로 상의 위치를 결정하였으나(CC) 빛의 굴절 설명에 있어 가장 기본적인 빛의 전달 방법에 대해 오개념을 가지고 있었으며 굴절 경로를 설명함에도 과학적 추론 과정이 없이 단순히 경험에 의한 표상으로 설명을 하였다.

#### IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 초등학생들이 가지고 있는 평면 입사경계면에서 빛의 굴절에 대한 개념을 조사하여 그 유형을 크게 빛의 전달에 대한 개념, 빛이 굴절하는 방법에 대한 개념, 상의 위치 결정에 대한 개념 3가지로 범주화하여 분석하였다. 이 연구를 통하여 얻어낸 결론 및 제언은 다음과 같다.

1. 빛의 전달에 대해 초등학생 대부분은 눈에서 빛이 출발하여 나아가는 것으로 이해하였다. 초등학생 또한 빛의 경로를 눈에서 출발하여 표시하는 학생이 많은 것으로 나타났으며 이에 대한 원인으로 물체를 보는 과정에 대한 이해가 부족한 것으로 판단된다.

2. 빛의 굴절을 물과 공기의 경계면에서 꺾여서 나아가는 것으로 이해하고 있는 학생은 매우 적으며 빛의 굴절을 경계면에서 빛이 꺾여서 나아가는 형태로 표현한 학생도 단순한 빛의 굴절 경로를 정확히 표현했을 뿐, 과학적인 설명과 추론과정은 부족하였다.

3. 초등학생들은 상의 위치를 결정함에 있어 올바른 과학적 추론 과정이 없이 기존에 학습한 용어(직진, 반사, 굴절)를 바탕으로 광선을 표현하고 상을 찾았다고 생각하였다. 빛의 전달과정에 대한 정확한 개념을 가지고 있는 학생만이 유일하게 과학적 추론 과정을 거쳤다. 이들은 직접 광원을 표시하여 광원으로부터 출발한 빛이 물체에 반사되어 눈으로 전달되는 것으로 표현하였으나 굴절에 대한 개념 부재로 상의 위치를 찾지 못했으며 대부분 당해학년에서 빛의 직진과 반사에 대한 학습을 한 4학년이었다.

현재 2009교육과정이 적용되고 있는 초등학교에서는 4학년에서 빛의 직진과 반사를 학습하며, 6학년에서 렌즈를 통해 나타나는 현상에 초점을 두어 빛의 굴절을 학습하게 된다. 그러나 물체를 보는 과정에 대한 심도 있는 학습이 선행되어야 평면입사경계면에서의 굴절 개념 학습이 가능

하므로 광원에서 빛이 나아가서 물체를 인식하게 되는 전 과정을 상세히 표현하고 올바른 개념이 형성되도록 해야 함을 알 수 있다. 즉, 중고등학교에서의 후속학습인 입사경계면에서의 빛의 굴절에 대한 올바른 개념을 형성하기 위해서는 빛의 직진과 반사에 대해 초등학교에서의 정확한 개념이 형성이 중요함을 시사해준다.

4학년의 경우 전제적인 굴절에 대한 개념은 미흡하나 빛의 전달 방법, 직진과 반사표현에서 오히려 정확한 과학적 개념을 표현한 학생 수가 많았다는 점에서 시간이 경과한 후에 학생들의 개념이 어떻게 변화되는지 연구해볼 필요가 있다. 또한 2007교육과정에서는 공기와 물이 만나는 경계면에서의 빛의 경로를 학습 내용으로 다루고 있으나 2009개정교육과정부터는 렌즈를 통과한 빛의 굴절만 다루고 있으며 일상생활에서 관찰할 수 있는 입사경계면에서의 굴절 현상을 과학이 야기에서 간단히 소개만 되어 있다는 점에서 빛 굴절에 대한 연계학습의 필요성을 교육과정을 분석해볼 필요가 있다.

## References

Buty, C. & Mortimer, E. F.(2008). Dialogic/ authoritative discourse and modelling in high school teaching sequence on optics. *International Journal of Science Education*, 30(12), 1635~1660.

Choi J. H.(2015). Study of middle school student's misconception about light. *Chungbuk National University*.

Galili, I.(1996). Students' conceptual change in geometrical optics. *International Journal of Science Education*, 18(7), 847~868.

Galili, I. & Hazan, A.(2000). Learners' knowledge in optics: Interpretation, structure and analysis. *International Journal of Science Education*, 22(1), 57~88.

Guesne, E.(1985). Light. In R. Driver, E. Guesne, & A. Tiberghien (Eds.), *Children's ideas in science* (pp. 10~33). Philadelphia, PA: Open University Press.

Jang, B. G.(1996). Student's Ideas about Nature of Light. *Journal of research in science education*, 19, 69~84.

Kim, S. H.(2003). Study on the chemical misconcepts in the 7th national curriculum. A master's thesis. *Yonsei University*.

Lee, H. G.(2005). Study of High School Students' Misconception of Wave Motion. A master's thesis. *Korea University*.

Lee, J. B. · Nam, K. W. · Son, J. W. & Lee, S. M.(2004). An Analysis of the Types of Teacher and Student's Concept on Ray-Tracing and Spectrum in the Middle School. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*. 24(6), 1189~1205.

Lee, J. S.(2008). A Study on misconceptions in physics among the scientifically gifted middle school students. A master's thesis. *Yonsei University*.

Lee, J. W. · Kim, D. Y. · Kim, J. B.(2014). Development and Application of Peer Instruction Materials for In-service Teachers' Training through Ray Drawing: Focus on Refraction of Light. *Journal of Sciecn Education*, 38(1), 182~195.

Lee, K. J.(2006). High-middle school student misconception on refraction of light as shape of boundary surface. A master's thesis. *Chungnam National University*.

Park, Y. J.(2009). A Study on changes of the contents about light in elementary science textbooks from the 1st to the 7th national curriculum. A master's thesis. *Korea National University*.

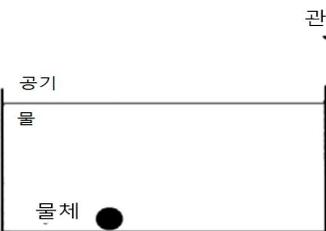
Stead, B. F. & Osborne, R. J.(1980). Exploring science students concepts of light. *Australian Science Teacher Journal*, 26(3), 84~90.

Wyrembeck, E. P. & Elmer, J. S.(2006). Investigating an aerial image first. *Science Teacher*, 73(2), 51~55.

- 
- Received : 31 May, 2017
  - Revised : 15 June, 2017
  - Accepted : 20 June, 2017

<부록 1> 빛 반사 및 굴절 개념 평가 반구조화 질문지

관찰자는 물이 든 수조의 바닥에 있는 물체(●)를 보고 있습니다. 관찰자가 어떤 과정으로 보게 되는지 생각해 보고, 물 밑에 있는 물체를 볼 수 있게 해주는 빛의 이동 경로를 선으로 그리고, 그렇게 그린 이유를 설명하시오.

	<p>설명</p> <p>-----</p> <p>-----</p> <p>-----</p> <p>-----</p>
---	---

관찰자는 물이 든 수조 바닥에 있는 물체(●)를 보고 있습니다. 관찰자의 눈에 물체가 어디에 있는 것처럼 보이는지 가상의 위치를 표시하시오. 답을 뒷받침하는 빛의 이동 경로를 선으로 그리시오.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 1번 위치</li> <li>② 2번 위치</li> <li>③ 3번 위치</li> <li>④ 4번 위치</li> <li>⑤ 5번 위치</li> <li>⑥ 물체의 원래 위치(수조 바닥)</li> </ul>
---	---