

# 상에 대한 초등학교 교사들의 이해

권경필

(경인교육대학교)

## Elementary School Teachers' Understanding of Image

Kwon, Gyeong-Pil

(Gyeongin National University of Education)

### ABSTRACT

This study investigated elementary school teachers' understanding of the image formation by converging lens, pinholes camera, mirror and water. In each case teachers were asked to draw the ray diagram to indicate the position of the image. Teachers' ray diagrams were analyzed in accordance with the scientific process of image formation. Results of analysis showed that teacher's conceptions were classified into five levels for each situation. And most of the teachers were in level 3 and level 4 in each case. Because they had difficulties in the applying scientific conception(propagating path of light, diffused reflection from each object point, role of the eye, ray tracing) to finding location of image. Also most of teachers didn't know how to apply the law of reflection and refraction to each situation. The study finally discussed the teacher training program of the optical image.

**Key words** : ray diagram, elementary school teachers, image

### I. 서 론

교육의 질은 교사의 질을 넘어설 수 없다는 말이 있다. 이것은 교육에서 교사의 중요성을 단적으로 강조하는 말이다. 교사의 질은 교사의 수업전문성으로 연결되며, 교육의 질을 높이기 위해서는 교사의 수업전문성을 신장시켜야 한다. 최근 국내·외에서도 교사의 수업전문성과 관련하여 교수내용지식(PCK)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(곽영순, 2006, 2008; 오필석 등, 2008; 최경숙 등, 2011; Cater, 1990; Shulman, 1987). Shulman(1987)에 의하면 교수내용지식(PCK)은 내용지식과 교육학 지식의 융합체로서, 내용전문가와 교사를 구분지어 주는 교사 지식 기반의 하나이다. 따라서 잘 발달된 PCK를 갖춘 교사는 주어진 교육적 맥락에서 학생들의 상황을 고려한 적절한 내용으로 수업을 설계하며, 학생들이 잘 이해할 수 있는 수업을 할 것으

로 기대된다. 하지만 이러한 논의는 교사들이 정확한 교과내용지식을 가지고 있다는 전제하에 가능한 것이다. 오개념을 가진 과학교사는 수업에서 잘못된 비유나 예를 들거나 부적절한 표현을 사용함으로써 오히려 학생들의 오개념을 강화하거나 올바른 개념형성을 방해할 수도 있다(곽영순, 2009). 이러한 맥락에서 빛 단원은 초·중등과학 교육과정에서 학생 및 교사들이 가장 어려워하는 단원으로 지속적인 관심의 대상이 되어왔다(이양락 등, 2006). 초등학교 6학년 빛 단원은 빛의 직진, 반사, 굴절 등 빛의 성질을 이해하고, 물체가 보이는 과정을 빛의 진행 과정과 관련지어 설명할 수 있도록 하고 있다. 하지만 반사 및 굴절에 의해 눈에 보이는 것은 물체의 '상'이며, 물체를 직접 관찰하는 것에 비해 다소 이해하기 어려운 개념이다(백성혜와 정연경, 2009). 선행연구에 따르면 대부분의 초등학교 학생들은 상과 여러 가지 광학개념을 이해하는

데 어려움을 겪고 있으며, 그 이유는 눈과 빛 사이의 상호작용에 대한 이해부족에 있다고 한다(Anderson & Smith, 1986; Guesne, 1985; Ronen & Eylon, 1993). 2007개정 교육과정 6학년 빛 단원 교과서에서 찾아볼 수 있는 상은 볼록렌즈에 의한 상, 바늘구멍사진기에 의한 상, 거울에 의한 상, 물속 빨대의 굴절 상이다. 교육과정에서 학생들에게 요구하는 것은 이러한 상들이 빛의 반사 또는 굴절에 의해 형성된다는 사실을 이해하는 정도이지만, 교사들에게는 좀 더 깊은 이해가 필요하다고 생각된다. 또한 상의 개념을 이해하는 데에는 눈의 기능과 빛이 이동 경로에 대한 이해가 필수적이다(Goldberg & McDermott, 1986; Ronen & Eylon, 1993). 따라서 볼록렌즈에 의한 상, 바늘구멍사진기에 의한 상, 거울에 의한 상, 물속 빨대의 굴절 상에 대한 초등학교 교사들의 개념을 각 상을 관찰하는 상황에서 빛의 이동경로를 그려 보도록 함으로써, 상의 형성 및 관찰에 대한 교사의 이해 정도를 분석하고자 하였다. 본 연구의 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 네 가지 상에 대한 형성 원리에 대해 초등학교 교사들은 어떤 개념을 가지고 있는가?

둘째, 네 가지 상에 대한 초등학교 교사들의 개념이해 정도는 어떠한가?

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

2012년 7월과 8월에 수도권 의 한 교육대학교에서 실시된 초등 과학 탐구실험 직무연수에 참여한 6개반 192명의 초등학교 교사들 중 5개반 160명을 대상으로 설문 조사를 실시하였다. 이중 설문 문항에 아무런 응답을 하지 않은 10명의 교사를 제외한 150명의 설문지를 바탕으로 초등학교 교사들의 상

표 1. 설문에 응답한 교사들의 분포

구분	빈도(%)
성별	남 46(30.7)
	여 104(69.3)
경력	5년 미만 105(70.0)
	10년 미만 37(24.7)
	20년 미만 7( 4.7)
	30년 미만 0( 0.0)
	40년 미만 1( 0.6)

의 형성 원리 및 빛의 이동경로에 대한 개념을 조사하여 분석하였다. 설문에 응답한 교사들의 분포는 표 1과 같다.


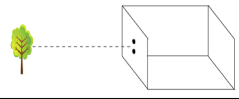

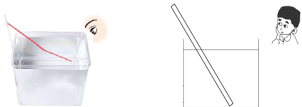
### 2. 설문 및 분석방법

초등학교 교사들의 상에 대한 개념을 알아보기 위해 설문을 실시하였다. 설문 내용은 초등학교 6학년 교과서에서 찾아볼 수 있는 볼록렌즈에 의한 상, 바늘구멍사진기에 의한 상, 거울에 의한 상, 물속 빨대의 굴절 상에 대한 개념을 중심으로 구성하였다(표 2). 교사들에게 주어진 상황에서 빛의 이동 경로를, 그리고 관찰자가 인지하는 상의 위치를 표시하도록 요구하였다.

바늘구멍이 2개인 바늘구멍 사진기를 사용한 이유는 사전예비조사를 통해 바늘구멍이 1개인 경우로는 교사들이 상의 형성에 대해 어떻게 생각하고 있는지 조사하기 어려웠기 때문이다. 구성된 설문 문항은 전문가 2인의 검토를 거쳐 수정 보완하였다.

설문분석은 각 상황에 대한 세분화된 상의 형성 과정과 교사들이 그린 빛의 이동경로에 대한 그림을 비교함으로써 결손된 교사 개념을 찾아내는 방식으로 개념이해의 단계를 나누었다. 볼록렌즈에 의한

표 2. 설문 문항 내용

문항	문항내용	설문지
1	볼록렌즈에 의한 상	<p>1. 한 학생이 볼록렌즈를 이용해 자신의 손이 스크린에 나타나도록 하고 있다. 스크린에 한 점의 손이 맺히는 과정에서 빛의 이동경로를 오른쪽 그림에 나타내시오.</p> 
2	바늘구멍 사진기에 의한 상	<p>2. 다음은 구멍이 2개인 바늘구멍 사진기로 멀리 떨어진 나무를 관찰하는 모습은 나타난 것이다. 바늘구멍 사진기의 스크린(거울등이)에 나타나는 나무의 모습과 적절한 빛의 이동 경로를 그리시오.</p> 
3	거울에 의한 상	<p>3. 아래 그림은 영우가 거울에서 전등불 켜고 거울을 통해 종이에 쓰인 알파벳 'A'를 보고 있는 것을 나타낸 것이다. 영우가 거울을 통해 알파벳 'A'를 볼 때 빛의 이동경로와 거울에 의한 영우 'A'의 상의 위치를 그림에 표시하시오.</p> 
4	물속 빨대의 굴절 상	<p>4. 다음 그림과 같이 물속에 빨대를 넣으면 빨대가 꺾어 보인다. 물속에 담긴 빨대를 볼 때 빛의 이동경로를 아래 그림에 나타내시오.</p> 

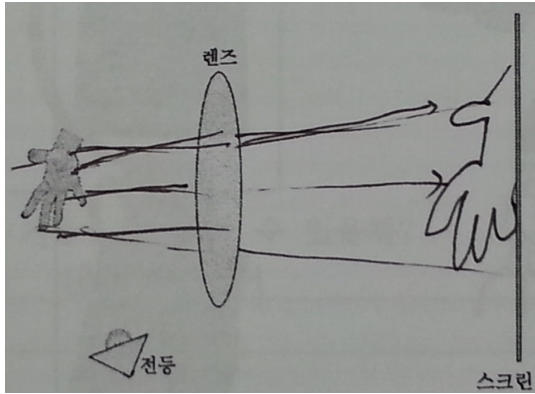


그림 1. 볼록렌즈에 의한 상 2단계

상의 형성과정을 세분화하면 다음과 같다(Goldberg et al., 1991).

- ① 광원으로부터 빛이 물체의 표면으로 입사한다.
- ② 물체 표면의 한 점(유한한 크기의 매우 작은 점)으로 입사된 빛은 여러 방향으로 난반사된다.
- ③ 표면의 한 점에서 난반사된 빛 중 일부(2개 이상)는 볼록렌즈로 입사한다.
- ④ 볼록렌즈로 입사한 빛은 굴절의 법칙에 따라 굴절하여 스크린에 빛을 난반사한 한 점에 대한 상을 만든다.
- ⑤ 물체의 다른 점들도 같은 방식으로 볼록렌즈로 입사하여 스크린에 상을 만든다.

그림 1과 같은 빛의 경로를 그린 교사는 볼록렌즈에 의한 빛의 굴절과 스크린에 상하좌우가 뒤집혀진 상이 형성된다는 것을 인지하지 못하고 있음을 알 수 있다.

### III. 연구 결과

#### 1. 볼록렌즈에 의한 상

볼록렌즈에 의해 스크린에 상이 형성되는 것에 대한 초등학교 교사들의 개념을 빛의 이동경로에 대한 그림으로부터 조사한 결과, 5단계의 유형으로 나눌 수 있었다. 1단계는 빛의 이동경로를 그리지 못하는 경우이며, 2단계는 볼록렌즈에 의한 빛의 굴절을 고려하지 못하여 뒤집혀진 상이 형성된다는 것을 인지하지 못하는 경우, 3단계는 상하좌우가 뒤집혀진 상이 형성된다는 것을 인지하고 있지만, 볼록렌즈의 영향을 고려하지 못하는 경우, 4단계는 볼록렌즈의 영향을 고려하고 있지만, 한 점에

표 3. 볼록렌즈에 의한 상의 개념

구분	개념 유형	교사 수(%)
5단계		6( 4.0)
4단계		58(38.7)
3단계		53(35.3)
2단계		21(14.0)
1단계		12( 8.0)

서 난반사된 2개 이상의 광선을 고려하지 못하는 경우이다. 마지막으로 5단계는 과학적 개념으로 물체의 한 점에서 반사된 2개 이상의 광선을 추적하여 스크린에 나타나는 상을 예측하는 경우이다. 볼록렌즈에 의한 상에 대한 교사들의 개념유형 및 분포는 표 3과 같다.

조사 결과, 대부분(74%)의 초등 교사들이 3, 4단계에 머물러 있었다. 보통 3단계 혹은 4단계의 그림에서 그려진 빛의 이동경로는 과학적으로 옳은 경로이지만, 상의 형성 과정에 대해서는 완전하지 못한 그림이다. 왜냐하면 3, 4단계의 그림으로는 물체의 한 점에서 난반사된 빛이 스크린의 한 점에 상을 만든다는 것을 설명하지 못하기 때문이다. 또

한 렌즈와 스크린 사이의 거리에 따라 상의 크기가 변한다고 하거나 볼록렌즈로부터 특정한 거리의 스크린에만 또렷한 상을 맺히는 이유에 대해서는 설명하지 못한다(Galili *et al.*, 1993).

## 2. 바늘구멍 사진기에 의한 상

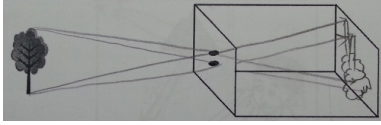
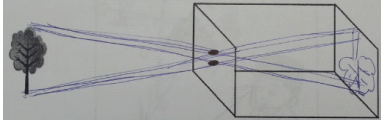
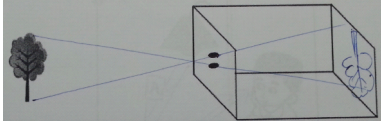
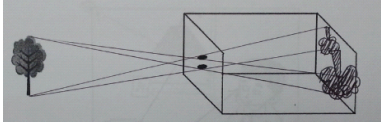
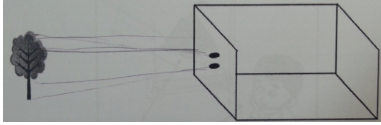
1개의 바늘구멍에 의해 상이 형성되는 과정을 세분화하면 다음과 같다.

- ① 광원에서 물체로 빛이 입사한다.
- ② 물체 표면의 한 점에서 여러 방향으로 빛이 난반사된다.
- ③ 여러 방향으로 난반사되는 빛 중 일부가 바늘구멍으로 들어가 스크린에 구멍에 의한 그림자를 만든다.
- ④ 물체의 다른 부분에서도 같은 방식으로 스크린에 그림자를 만든다.
- ⑤ 물체의 각 부분에 대한 바늘구멍의 그림자가 모여 물체 전체의 상을 만든다.

2개의 바늘구멍에 의해 상이 형성되는 과정은 1개의 바늘구멍에 의해 상이 형성되는 것과 같은 방식으로 2개의 상이 만들어진다. 이와 같은 상의 형성과정을 바탕으로 2개의 바늘구멍에 의해 스크린에 상이 생길 때 빛의 이동경로에 대한 초등학교 교사들의 응답을 분석한 결과, 교사들의 개념 유형을 5단계로 나눌 수 있었다(표 4).

1단계는 빛의 이동경로를 그리지 못하는 경우이다. 21.3%의 교사가 이 단계에 머물러 있었으며, 나무에서 반사된 빛을 바늘구멍 입구까지만 그리거나 빛의 이동경로를 그리지 못하고 주변에 빛이 있다는 것만 나타내는 정도였다. 2단계는 나무의 한 점에서 반사된 두 광선이 서로 다른 바늘구멍을 지나 스크린에 나무 전체의 상을 만드는 것을 나타낸 경우이다. 서로 다른 구멍을 지나 입사한 광선은 스크린에 서로 다른 상의 일부분을 형성하기 때문에 이러한 개념은 물체의 한 점에서 반사된 빛은 바늘구멍을 지나 바로 그 빛을 반사한 점의 상만 형성할 수 있다는 것을 이해하지 못한 것으로 판단할 수 있다. 6%의 교사들이 이와 같은 응답을 하였다. 3단계는 나무의 위쪽 끝과 아래쪽 끝에서 반사된 빛이 서로 다른 바늘구멍을 지나 각각 나무의 위쪽과 아래쪽 상을 형성한다는 개념을 나타내고 있다. 각 부분에서 반사된 빛이 바늘구멍을 통과하여 나무의 각 부분에 대한 상을 형성한다는 점에서

표 4. 바늘구멍에 의한 상의 개념

구분	개념유형	교사 수(%)
5단계		61(40.7)
4단계		12( 8.0)
3단계		36(24.0)
2단계		9( 6.0)
1단계		32(21.3)

2단계보다 좀 더 발달된 개념으로 판단하였다. 24%의 교사가 이러한 개념을 가지고 있었다. 4단계는 나무의 한 점에서 반사된 빛이 서로 다른 바늘구멍을 지나지만 결국에는 하나의 상을 만든다는 생각을 나타내는 것이다. 8%의 교사가 이러한 개념을 가지고 있었으며, 바늘구멍은 각각 스크린에 상을 하나씩 독립적으로 형성한다는 것을 이해하지 못하고 있었다. 마지막 5단계는 과학적 개념으로 40.7%의 초등교사들이 과학적 개념을 갖고 있는 것으로 조사되었다.

## 3. 평면거울에 의한 상

평면거울을 통해 상을 관찰하는 과정을 세분화하면 다음과 같다(Galili *et al.*, 1991).

- ① 광원에서 물체의 표면으로 빛이 입사한다.
- ② 물체 표면의 한 점(유한한 크기의 매우 작은 점)으로 입사된 빛은 여러 방향으로 난반사된다.
- ③ 표면의 한 점에서 난반사된 빛 중 일부는 거울에 입사한다.
- ④ 거울에 입사한 빛은 반사의 법칙에 따라 반사되어 관찰자의 눈으로 들어간다.
- ⑤ 관찰자는 눈으로 입사하는 빛(2개 이상의 광



선)의 연장선이 만나는 곳에 물체 표면의 한 점에 대한 상이 있다고 인식한다.

- ⑥ 물체 표면의 다른 점들도 같은 방식으로 빛을 반사하며, 관찰자는 그 빛의 연장선이 만나는 곳에서 물체의 거울상을 보게 된다.

위에서 제시된 거울상을 보는 과정을 바탕으로 초등교사들의 거울상에 대한 개념을 분석한 결과, 5단계로의 유형으로 나눌 수 있었다(표 5). 1단계는 빛의 이동경로를 이해하지 못하는 단계이다. 빛의 이동경로를 그리지 못하거나, 물체와 거울, 눈 사이의 빛의 이동관계를 표현하지 못하는 경우를 나타낸다. 28%의 교사들이 이 단계에 머물러 있었다. 2단계는 거울로 물체를 보는 과정에 대한 빛의 이동

경로를 옳게 나타내지 못하였으며, 물체나 광원에서 거울로 입사하는 빛의 연장선을 그려 상의 위치를 나타낸 경우이다. 16.7%의 교사가 이러한 개념을 가지고 있었다. 3단계는 빛의 이동방향은 옳게 나타냈지만, 눈으로 입사하는 광선의 연장선을 그어 상의 위치를 나타내지 못하고 상이 거울 표면에 있다고 나타낸 경우이다. 이 단계의 개념을 갖고 있는 교사(39.3%)는 거울상이 거울 속에 있다는 것과 물체가 거울에서 멀어질수록 물체의 거울상도 멀어지며, 물체가 거울에 가까워질수록 거울상도 가까워진다는 것을 설명할 수 없다. 4단계는 빛의 이동경로를 정확히 나타냈지만, 눈으로 들어가는 하나의 광선을 역추적하거나 서로 다른 두 점에서 난 반사된 광선을 역추적함으로써 상이 거울 속에 있다고 하는 경우이다. 13.3%의 교사가 이러한 개념을 갖고 있었다. 이 개념은 과학적 개념과 유사하지만 빛의 연장선을 어디까지 연장해서 그려야 하는지 정할 수 없다. 즉, 거울상의 위치를 정할 수 없어서 연장선을 계속 그리다 보면 거울상이 거울로부터 무한대의 거리에 있다고도 할 수 있게 된다. 5단계는 과학적 개념으로 2.7%의 교사만이 올바른 빛의 이동경로 및 상의 위치를 나타내었다.

표 5. 평면거울에 의한 상의 개념

구분	개념유형	교사 수(%)
5단계		4 (2.7)
4단계		20(13.3)
3단계		59(39.3)
2단계		25(16.7)
1단계		42(28.0)

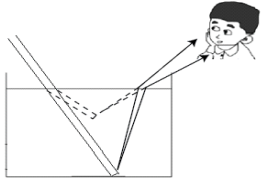
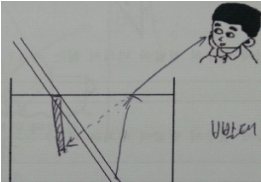
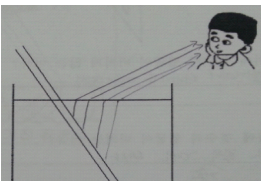
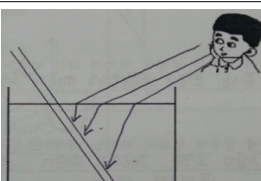
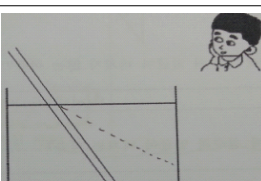
#### 4. 물속 빨대의 굴절상

초등학교 6학년 1학기 과학교과서에 제시된 빨대의 굴절상을 이해하기 위해서는 다음과 같은 과학적 사고과정을 거쳐야 한다.

- ① 빛이 광원에서 빨대의 표면으로 입사한다.
- ② 빨대 표면의 한 점(유한한 크기의 매우 작은 점)으로 입사한 빛은 여러 방향으로 난반사된다.
- ③ 표면의 한 점에서 난반사된 빛 중 일부는 물과 공기의 경계면에 입사한다.
- ④ 굴절의 법칙을 따라 굴절한 빛 중 일부가 관찰자의 눈으로 들어간다.
- ⑤ 관찰자는 눈으로 입사하는 빛(2개 이상의 광선)의 연장선이 만나는 곳에 빨대 표면의 한 점에 대한 상이 있다고 인식한다.
- ⑥ 빨대 표면의 다른 점들에서 난반사된 빛들도 굴절하여 관찰자의 눈으로 들어가므로 같은 방식으로 그 빛의 연장선이 만나는 곳에서 빨대의 각 점들의 굴절상을 보게 된다.

이와 같은 과학적 과정을 바탕으로 교사들의 응답을 5단계의 발달유형으로 분류하였다(표 6). 1단

표 6. 물속 빨대의 굴절상에 대한 개념

구분	개념유형	교사 수(%)
5단계		0(0.0)
4단계		15(10.0)
3단계		49(32.7)
2단계		23(15.3)
1단계		63(42.0)

계는 빛의 이동경로를 그리지 못하는 경우이다. 42%의 교사가 1단계에 머물러 있었다. 물속 빨대의 굴절상이 꺾여 보이는 원리는 교과서에 제시되어 있어서 많은 교사들이 쉽게 응답할 것이라고 예상했지만 그렇지 못했다.

2단계는 눈에서 나간 빛이 물속으로 굴절하기 때문에 빨대가 굴절해 보인다는 것이다. 15.3%의 교사들이 눈에서 나간 빛이나 시선이 그림과 같이 굴절하여 빨대가 굴절된다는 개념을 가지고 있었다. 또한 32.7%의 교사들이 빨대에서 반사된 빛이 굴절하여 눈으로 들어가기 때문에 빨대가 꺾여 보인다는 3단계 개념을 갖고 있었다. 3단계의 교사들은 빨대에서 반사된 빛이 수면에서 굴절하여 눈으

로 입사한다는 것만 설명할 뿐, 빨대의 상이 어떻게 보이는지에 대해서는 설명하지 못하고 있다. 1, 2, 3단계의 개념에 머물러 있는 교사들의 수가 90%인 것으로 볼 때 굴절상에 대한 보충자료나 연수 프로그램이 필요할 것으로 보인다. 4단계는 눈으로 들어가는 1개의 광선만 역추적함으로써 빨대 상의 위치를 정하지 못하는 경우이다. 10%의 교사들이 4단계의 개념을 갖고 있었다. 5단계의 과학적 개념으로 응답한 교사는 없었다.

#### IV. 결론 및 제언

초등학교 6학년 교과서에서 찾아볼 수 있는 볼록렌즈에 의한 상, 바늘구멍에 의한 상, 거울상, 물속 빨대의 굴절상에 대해서 150명의 초등학교 교사들을 대상으로 상의 형성원리를 빛의 이동경로와 관련지어 조사하였다. 또한 상이 형성되는 과정을 세부적으로 분석하여 교사들의 응답과 비교함으로써 5단계의 개념유형으로 나눌 수 있었다. 그로부터 초등학교 교사들의 개념이해 정도를 비교하였다. 연구결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 볼록렌즈에 의한 상의 형성원리에 대해서 볼록렌즈에서 빛의 굴절, 광원의 역할 및 난반사에 대한 개념을 기준으로 초등학교 교사들의 개념유형을 5단계로 나눌 수 있었다. 22%의 교사들은 볼록렌즈에 의해 상이 형성될 때 빛의 이동경로를 설명하지 못하였으며, 74%의 교사들은 한 점에서 난반사되는 1개의 광선만 고려하였다. 단지 4%의 교사들만 상의 형성 과정에 대한 빛의 이동경로를 과학적 개념으로 나타내고 있었다.

둘째, 각각의 바늘구멍에 의한 상의 형성과 난반사 개념의 적용을 기준으로 초등학교 교사들의 개념유형을 5단계로 나눌 수 있었다. 빛의 이동경로를 그리지 못하거나(21.3%), 물체의 한 점에서 난반사된 빛이 바늘구멍을 지나 물체의 전체상을 만든다는 개념(6%)과 서로 다른 바늘구멍을 통과한 빛이 합쳐져 하나의 상을 만든다는 개념(24%)과 같이 바늘구멍에 의한 상의 형성원리를 이해하지 못한 교사가 51.3%였다. 8%의 교사들은 빛의 이동경로는 잘 그렸지만 스크린에는 상이 하나만 나타날 것이라고 생각하고 있었으며, 40.7%의 교사들은 과학적 개념으로 상의 형성원리를 설명하고 있었다. 다른 세 가지 경우에 비해 과학적 개념으로 설명하는 교

사의 비율이 가장 높았다.

셋째, 거울에 의한 상의 형성원리에 대한 교사들의 개념을 빛의 이동경로, 난반사, 눈으로 들어가는 빛의 연장선에 의한 상의 위치 추적을 기준으로 개념유형을 5단계로 나눌 수 있었다. 거울상을 보는 과정에서 눈과 물체 사이의 빛의 이동경로를 그리지 못하는 교사가 28%였으며, 빛의 이동경로를 틀리게 그리거나 엉뚱한 광선을 역추적하는 경우가 16.7%, 빛의 이동경로는 옳게 나타냈지만 눈으로 입사하는 광선을 역추적하지 않고, 거울상이 거울면에 있다고 하는 교사가 39.3%였다. 13.3%의 교사는 빛의 이동경로 및 눈으로 입사하는 광선의 역추적은 잘 하였지만, 한 점에서 난반사되는 2개 이상의 광선을 사용하지 않고, 하나의 광선만을 사용하다보니 상의 위치를 경험적으로만 결정하였다. 2.7%의 교사만이 과학적 개념으로 거울상의 위치를 설명하고 있었다.

넷째, 빛의 이동경로, 난반사, 눈으로 들어가는 빛의 연장선에 의한 상의 위치 추정을 기준으로 초등학교 교사들의 빨대의 굴절상에 대한 개념을 비교하여 개념유형을 5단계로 나눌 수 있었다. 다른 세 가지 상에 비해 빛의 이동경로를 그리지 못하는 교사의 수가 가장 많았으며(42%), 또한 과학적 개념으로 설명하는 교사는 아무도 없었다. 이것은 교사들이 빨대의 굴절상에 대한 개념을 다른 것에 비해 가장 어렵게 느끼고 있다는 것을 나타낸다.

네 가지 상의 형성원리에 대해서 초등학교 교사들이 갖는 공통적인 어려움은 난반사의 개념을 적용해 한 점에서 반사되는 2개 이상의 빛의 경로를 추적하지 못한다는 것이다. 따라서 상의 위치를 결정하지 못하거나 경험적으로 나타내고 있었다. 또한 거울에서의 빛의 반사나 볼록렌즈에서 빛의 굴절 혹은 물과 공기의 경계면에서 빛의 굴절에 대해서 빛의 이동방향을 그리는데 있어서 어려움을 보이고 있었다. 즉, 반사의 법칙과 굴절의 법칙을 임의적으로 적용하다보니 상의 위치를 정하는데 오히려 방해가 되고 있었다. 초등학교 6학년 교과서에 제시된 바늘구멍 사진기의 원리 및 물속 빨대가 꺾여 보이는 원리와 더불어 볼록렌즈에 의한 상과 거울상의 형성원리는 교사들에게 꼭 필요한 지식으로 여겨진다. 따라서 초등학교 교사들에게 상의 형성원리에 대한 보충학습자료 및 상에 대한 이해를 높일 수 있는 연수프로그램이 필요하다고 하겠

다. 연수프로그램은 ‘빛의 직진성 및 빛의 이동경로’, ‘빛의 난반사와 눈의 역할’, ‘반사의 법칙과 굴절의 법칙’, ‘광선추적’의 내용을 중심으로 구성하는 것이 적절해 보인다. 주어진 상황에서 빛의 이동경로를 아는 것은 상의 형성 및 위치를 추정하는데 우선되는 지식이다. 하지만 위의 네 가지 상에 대하여 각각 22%, 21.3%, 44.7%, 57.3%의 교사들이 빛의 이동경로를 인지하지 못하고 있었다. 따라서 여러 가지 상을 관찰하는 상황을 중심으로 다양한 경우에 대하여 빛의 이동경로에 대한 이해를 높일 필요가 있다. 또한 빛의 다발개념과 더불어 물체의 표면에서 일어나는 빛의 난반사와 눈의 역할에 대한 이해가 필수적이다. 대부분의 교사들이 상의 위치를 찾는데 실패한 원인은 한 점에서 난반사되는 2개 이상의 광선을 역추적함으로써 상의 위치를 찾을 수 있다는 사실을 인지하지 못하고 있기 때문이다. 다음으로 경계면이 다양하게 주어지는 상황에서 반사의 법칙과 굴절의 법칙을 적용하여 빛의 이동경로를 정성적으로 그려보는 학습경험이 필요하다. 왜냐하면 거울상과 굴절상의 위치를 광선추적으로 통해 추정하기 위해서는 빛의 이동경로를 정성적으로 그릴 수 있어야 하기 때문이다. 본 연구에서 제시된 각 상의 형성원리에 대한 교사들의 개념유형은 교사뿐만 아니라, 학생들의 개념이해 정도를 알아보는 기준으로도 사용될 수 있을 것으로 기대된다. 하지만 본 연구의 제한점으로는 교사 갖는 상에 대한 개념유형 분석만으로는 ‘빛’ 단원 교수학습 전반에 대해 논의할 수 없다는 것이다. 뿐만 아니라 상에 대한 교수학습에 대해서도 교실 및 실험실 상황에서 심도 있는 연구가 더 필요할 것으로 판단된다.

## 참고문헌

- 곽영순(2006). 중등 과학교사들이 말하는 교과교육학 지식의 의미와 교직 전문성 제고 방안. 한국과학교육학회지, 26(4), 527-536.
- 곽영순(2008). 과학과 교과교육학 지식 유형별 교사 전문성의 특징 연구. 한국과학교육학회지, 28(6), 592-602.
- 곽영순(2009). 교실 수업에서 초임 과학교사의 교과내용 지식이 내용교수지식에 주는 영향에 대한 연구. 한국과학교육학회지, 29(6), 611-625.
- 백성혜, 정연경(2009). 빛과 상에 대한 초등 교사들의 이해와 학습 내용에 대한 인식 변화에 대한 사례 연구.

- 초등과학교육, 28(3), 245-262.
- 오필석, 이선경, 이경호, 김찬중, 김희백, 전찬희, 오세덕 (2008). 과학 교사 전문성 연구의 방법론적 고찰. 한국과학교육학회지, 28(1), 47-66.
- 이양락, 박재근, 이봉우(2006). 제7차 중등학교 과학과 교육과정 내용의 적정성 분석. 한국과학교육학회지, 26(7), 775-789.
- 최경숙, 원정애, 백성혜(2011). ‘전기 회로 꾸미기’ 단원의 수업에서 나타난 초등교사의 PCK 특성. 초등과학교육, 30(3), 315-329.
- Anderson, C. W. & Smith, E. L. (1986). Research series No. 166, *Children's conception's of light and color: Understanding the role of unseen rays*. Michigan State University.
- Carter, K. (1990). Teachers' knowledge and learning to teach. In W. R. Houston (Ed), *Handbook of research on teacher education* (pp. 709-725). New York: Macmillan.
- Galili, I., Bendall, S. & 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., Goldberg, F. & Bendall, S. (1991). Some reflections on plane mirrors and images. *The Physics Teacher*, 29, 471-477.
- Goldberg, F. M., Bendall, S. & Galili, I. (1991). Lenses, pinholes, screens, and the eye. *The Physics Teacher*, 29, 221-224.
- Goldberg, F. M. & McDermott, L. C. (1986). Student difficulties in understanding image formation by a plane mirror. *The Physics Teacher*, 24(8), 472-480.
- Guesene, E. (1985). *Light : In children's ideas in science*, Driver, R., Guesen, E. & Tiberghien, A.(Eds), Milton Keynes, Philadelphia, Open University Press.
- Ronen, M. & Eylon, B. (1993). To see or not to see: the eye in geometrical optics-when and how?. *Physics Education*, 28, 52-59.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.