



오목렌즈로 관찰되는 상에 대한 초등학교 예비교사의 이해

권경필*
경인교육대학교

Elementary Preservice Teachers' Understanding of the Image Observed in a Diverging Lens

Gyeong-Pil Kwon*
Gyeongin National University of Education

ARTICLE INFO

Article history:

Received 30 September 2015

Received in revised form

5 October 2015

12 October 2015

Accepted 13 October 2015

Keywords:

diverging lens,
scientific inquiry activity,
preservice teacher

ABSTRACT

The purpose of this research was to investigation of elementary preservice teachers' understanding of the image observed in a diverging lens. To achieve the research purpose, Scientific inquiry activity of 'Observing Objects through a Diverging Lens' in the 2009 Revised Science Curriculum was carried out by 29 junior elementary preservice teachers, and preservice teachers' difficulties were analyzed during scientific inquiry activity. The results were as follows. First, preservice teachers had difficulties in comparing the size of the images. Second, preservice teachers couldn't correctly explain the reason about the changing of the image size according to distance from the lens to the object. Third, preservice teachers couldn't correctly explain the changing of the image size according to distance from the lens to the eyes. Fourth, preservice teachers were classified into five levels according to their conceptions of the image formation by the diverging lens, and most of them stayed in the first level. The result of this research suggests that reformations in text and preservice teachers' education.

1. 서론

구성주의적 관점에서 학생들은 학습 이전에 여러 경험을 통해 학습할 내용에 대한 많은 선개념(preconception)을 가지고 교실에 들어오며, 학생들의 이러한 선개념은 효과적인 교수-학습을 위해 교사들이 반드시 숙지해야할 사항중 하나이다(Cho & Choi, 2002). 특히 '빛'과 같이 비가시적 자연현상에 대한 개념은 학생뿐만 아니라 교사들에서도 많은 오개념으로 나타나고 있다. 이러한 사실은 교사를 대상으로 한 광학관련 개념 연구를 살펴보면 더욱 분명히 나타나고 있다. 초등교사 150명을 대상으로 한 Kwon (2013)의 연구를 보면 볼록렌즈에 의한 상의 형성, 평면거울에 의한 상의 형성, 빨대의 굴절상에 대한 과학적 개념을 가진 교사의 비율은 각각 4%, 2.7%, 0%였다. Paik & Jung (2009)의 연구에서는 물체를 보는 과정 또는 빛의 인식에 대해서 불안정한 개념을 가진 초등교사는 관찰된 상에 대해 올바른 해석을 할 수 없음을 보고하고 있다. 비전공 중등과학교사들을 대상으로 한 Park (2004)의 연구에서는 평면거울에 의한 상(image)과 물속 동전의 상(image)에 대해서 각각 2.3%, 0%의 교사들만이 과학적 답변을 한 것으로 나타났다. 선행연구에 따르면 대부분의 초등학생뿐만 아니라 교사들이 상과 여러 가지 광학개념을 이해하는데 어려움을 겪는 원인은 눈과 빛 사이의 상호작용에 대한 이해부족과(Anderson & Smith, 1986; Guesne, 1985; Ronen & Eylon, 1993) 상황에 따른 빛의 이동경로에 대한 학습 부재에 있다고 한다(Goldberg & McDermott, 1986; Ronen & Eylon, 1993). 우리나라 교사를 대상으로 한 연구에서도 교사

들이 거울과 렌즈를 통해 본 물체가 다른 위치에서 다른 크기의 상이 보이는 이유를 설명하는데 어려움을 겪는 원인으로 물체와 빛의 경로, 상의 관계를 이해하지 못하는데 있다고 지적하고 있다(Kim & Paik, 2008). 한편, 우리나라 초등학교 6학년 과학 '빛' 단원은 2007개정 교육과정에서 2009개정 교육과정으로 개정되면서 '렌즈의 이용' 단원으로 개편되었다. '렌즈의 이용' 단원의 주제를 살펴보면 오목렌즈와 볼록렌즈로 관찰되는 상의 특징, 렌즈에서 빛의 굴절, 렌즈가 사용되는 예, 간이 사진기 등으로 구성되어 있으며, 그중 오목렌즈와 볼록렌즈로 관찰되는 상의 특징에 대한 탐구활동은 물체와 렌즈 사이의 거리, 렌즈와 눈 사이의 거리를 각각 독립변인으로 하여 탐구를 진행하도록 구성되어 있다. 기존 교과서에서는 렌즈에 의해 형성된 상에 대해서만 관심을 둔 반면에 2009개정 교육과정에서는 렌즈를 통해 눈으로 관찰되는 상에 초점을 두므로써 자연현상에 대한 이해를 높일 수 있다는 긍정적인 측면이 있다. 하지만 동시에 조심스럽게 접근해야할 부분도 있다고 생각된다. 특히 오목렌즈에 의해 형성되는 상을 눈으로 관찰하게 되면 렌즈에 의한 효과와 눈의 수정체에 의한 효과가 함께 작용하여 보이므로 렌즈에 의한 영향과 눈에 의한 영향을 구분하기 어려워진다. 따라서 현장의 교사들도 탐구 활동의 진행 및 탐구 결과에 대한 설명에 많은 어려움을 가질 것으로 예상된다. 또한 이러한 어려움은 교사의 잘못된 비유나 예, 또는 부적절한 표현에 의해 오히려 학생들에게 오개념으로 정착되거나 또는 학생들이 기존에 갖고 있던 오개념을 더욱 강화하게 될 수도 있다(Kwak, 2009). 이에 오목렌즈로 물체를 관찰하는 탐구실험을 초등학교 예비교사들을 대상으로 직접 수행해 보게 함으로써 탐

* 교신저자 : 권경필 (gpkwon@ginue.ac.kr)

** 이 논문은 2012학년도 경인교육대학교 교내학술연구비에 의하여 연구된 것임.
<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2015.35.5.0871>

Table 1. Participants' information

성별	참여자 수
남	5(17.2%)
여	24(82.8%)

구 수행의 어려움과 관찰된 상에 대한 이해의 어려움을 파악하여 예비교사 양성교육과정 및 오목렌즈 관련 교수·학습 방법에 대한 시사점을 도출해보고자 하였다. 본 연구의 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 탐구활동에서 예비교사들이 보이는 탐구 수행의 어려움에는 어떤 것이 있는가?

둘째, 예비교사들이 관찰사실을 설명하는데 있어서 갖는 어려움의 원인은 무엇인가?

II. 연구방법

1. 연구대상

본 논문은 수도권 한 교육대학교 3학년 34명을 연구대상으로 하였다. 예비교사들의 심화 전공은 교육학과 4명, 특수교육학과 30명으로 구성되었으며 결석 및 시각 장애 등 활동 참여에 어려움을 겪는 5명의 예비교사를 제외한 29명에 대해서만 분석하였다. 검사지는 2009년 개정 교육과정 과학과 6학년 1학기 '렌즈의 이용' 단원의 '오목 렌즈로 물체 살펴보기' 탐구활동을 실시하고 그에 따른 탐구결과에 대한 문항 및 광선추적을 이용한 렌즈의 상 찾기 문항을 통해 예비교사들의 개념을 조사하였다. 연구에 참여한 예비교사들의 구성은 다음의 Table 1과 같다.

2. 검사지 구성 및 분석방법

2009개정 교육과정 초등학교 과학 6학년 교과서에서 오목렌즈의 초점거리보다 짧은 거리를 '한 뺨 길이'로 초점거리보다 긴 길이는 '한 팔 길이'로 나타내고 있다. 예비교사들의 혼동을 피하면서 교과서와 일치된 표현을 사용하기 위해서 검사지에도 '한 뺨 길이', '한 팔 길이'라는 용어를 사용하였다. 검사지1은 '오목렌즈로 물체 살펴보기' 활동을 2가지로 나누어 첫 번째 활동에서는 눈과 오목 렌즈를 한 뺨 길이 정도에 위치하고 한 뺨 길이 정도로 가까운 물체와 한 팔 길이보다 멀리 있는 물체를 관찰하게 한 후 관찰 사실을 비교하는 검사를 실시하였다. 두 번째 활동에서는 눈과 렌즈 사이의 거리를 한 팔 길이 정도로 하고 한 뺨 길이 정도 가까운 물체와 한 팔 길이보다 멀리 있는 물체를 관찰하게 한 후 검사를 실시하였다(Table 2).

두 가지 활동 및 검사를 끝낸 후 오목렌즈에 의한 상의 형성 원리에 대해 예비교사들의 개념을 파악하기 위해 물체가 렌즈로부터 초점거리 보다 멀리 있는 경우와 초점거리 보다 가깝게 있는 경우로 나누어 검사를 실시하였으며 수정체를 고려한 경우에 대한 검사도 함께 실시하였다. 검사지2의 구성은 Table 3과 같다.

검사지1의 분석은 각 단계별로 예비교사들의 반응을 바탕으로 응답 유형별로 나누어 분석하였다. 특히 활동1에서는 렌즈로부터 물체까지의 거리가 변함에 따라 서로 다르게 보이는 원인이 무엇이라고 생각하는지 분석하였으며 활동2에서는 눈과 렌즈의 거리에 따른 관찰 결과의

Table 2. Questionnaires 1



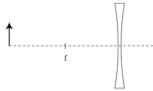

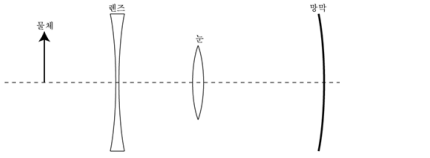
활동 구분	문항내용
<p>활동1 눈과 렌즈 사이의 거리가 한 뺨 길이 정도일 때</p>	<p>1. 눈에서 오목렌즈를 한 뺨 길이 정도의 위치에 둔다. 2. 오목렌즈에서 한 뺨 길이 정도로 가까이 있는 물체와 한 팔 길이보다 멀리 있는 물체를 각각 관찰하여 봅시다.</p>  <p>① 두 물체에 대한 관찰 결과를 비교해서 써보자.</p> <p>② 관찰 결과에 서로 다른 차이점이 생기는 이유는 무엇인가?</p>
<p>활동2 눈과 렌즈 사이의 거리가 한 팔 길이 정도일 때</p>	<p>3. 눈에서 오목렌즈를 한 팔 길이 정도의 위치에 둔다. 4. 오목렌즈에서 한 뺨 길이 정도로 가까이 있는 물체와 한 팔 길이보다 멀리 있는 물체를 각각 관찰하여 봅시다.</p>  <p>③ 두 물체에 대한 관찰 결과를 비교해서 써보자.</p> <p>④ 관찰 결과에 서로 다른 차이점이 생기는 이유는 무엇인가?</p> <p>⑤ 활동 2에서 보다 활동 4면에서 렌즈와 눈 사이의 거리가 멀어졌다. 이로 인해 실험결과에 미치는 영향은 무엇인가?</p>

Table 3. Questionnaires 2

문항의 의도	문항내용
<p>상의 형성원리에 대한 이해</p>	<p>1. 그림은 초점거리 f인 오목렌즈를 나타낸 것이다. (1)은 물체가 초점거리보다 멀리 있는 경우이며 (2)는 초점거리 안쪽에 있는 경우이다. 렌즈 오른쪽에 있는 물체(발광체)의 상이 형성되는 위치를 빛의 이동경로를 그려 나타내시오.</p> <p>(1)  (2) </p>
<p>눈에 의한 관찰을 고려하는 경우에 대한 이해</p>	<p>1. 그림과 같이 눈에서 오목렌즈를 한 뺨 길이 정도의 위치에 두고 렌즈에서 한 뺨 길이 정도로 가까이 있는 물체를 볼 때 물체에서 망막까지 빛의 이동경로와 물체의 상이 눈의 망막에 맺히는 과정을 그림으로 나타내시오.</p> 

차이점을 어떻게 생각하는 분석하였다. 또한 검사지2는 예비교사들의 반응을 빛의 이동경로, 오목 렌즈에 의한 빛의 굴절, 난반사, 광선추적을 기준으로 개념발달 정도를 5단계로 나누어 분석하였으며 오목 렌즈와 눈을 모두 고려한 경우에 대한 예비교사들의 반응을 조사하였다.

III. 연구결과

1. 눈과 오목 렌즈 사이의 거리가 렌즈의 초점거리보다 짧을 때

눈과 오목 렌즈 사이의 거리를 한 뺨 길이 정도로 하고 한 뺨 길이 정도 떨어진 물체와 한 팔 길이보다 멀리 떨어진 물체를 관찰하여 서로 다른 차이점을 알아보게 하였다. 예비교사들의 반응을 분석한

Table 4. Responses when the distance is about one span length between the eye and the lens

예비교사들의 응답유형	응답자 수(%)
둘 다 작게 축소되어 보이며 차이점은 없다.	13(44.8)
한 뺨 길이 정도로 가까이 있는 물체가 더 축소되어 보인다.	2(6.9)
한 팔 길이보다 멀리 떨어진 물체가 더 축소되어 보인다.	11(37.9)
한 팔 길이보다 멀리 떨어진 물체만 축소되어 보인다.	3(10.3)



Figure 1. Observing with a diverging lens (Ministry of Education, 2015)

결과는 Table 4와 같다.

동일한 두 물체를 하나는 한 뺨 길이 정도로 가까이 놓고 다른 하나는 한 팔 길이보다 멀리 놓고 실제로 관찰해 보면 둘 다 축소되어 보일 뿐만 아니라 한 팔 길이보다 멀리 떨어진 물체가 더 축소되어 보인다. 하지만 표4와 같이 대부분의 예비교사들은 두 경우 모두 축소되어 보이며 둘 사이에 차이점은 없다고 응답하였다(44.8%). 또한 6.9%의 예비교사들은 한 뺨 길이 정도 가까이 있는 물체가 한 팔 길이보다 멀리 떨어진 물체에 비해 더 축소되어 보인다고 응답하여 실제와 다른 관찰결과를 제시하고 있었다. 이것은 교과서에 제시된 탐구 활동 과정이 ‘오목 렌즈에서 한 뺨 길이 정도로 가까이 있는 물체와 한 팔 길이보다 멀리 있는 물체를 관찰하여 봅시다.’라고 지시하고 Figure 1과 같이 서로 다른 물체를 관찰하는 삽화를 제시하고 있기 때문에 상의 축소된 정도를 비교하기 어려웠을 것으로 생각된다.

반면 37.9%는 한 뺨 길이 정도 가까이 있는 물체보다 한 팔 길이보다 멀리 떨어진 물체가 더 축소되어 보인다고 응답하였으며, 10.3%의 예비교사들은 한 뺨 길이 정도 가까이 있는 물체는 거의 같은 크기로 보이며 한 팔 길이보다 멀리 떨어진 물체만 축소되어 보인다고 응답하였다. 10.3%의 예비교사들이 한 뺨 길이 정도로 가까이 있는 물체의 상이 물체의 크기가 거의 같다고 생각하는 이유는 ‘한 뺨 길이 정도로 가까이(렌즈의 초점거리보다 가깝게)’라는 지시문을 ‘한 뺨 길이 보다 가깝게’로 해석하여 렌즈를 물체에 밀착시켜 관찰했기 때문이다. 두 경우에 대해 관찰결과가 서로 다르다고 응답한 학생들을 대상으로 렌즈와 물체 사이의 거리에 따라 크기가 다르게 관찰되는 원인에 대한 생각을 조사하였다. 조사된 결과는 Table 5와 같다.

한 뺨 길이 정도로 가까이 있는 물체와 한 팔 길이보다 멀리 있는 물체의 크기가 서로 다르게 관찰되는 이유에 대해 대부분의 예비교사들은 원근감 때문이라고 응답하였다(56.2%). 즉, 멀리 떨어진 물체의 상이 작게 보이는 이유가 렌즈에 의한 효과라기보다는 멀리 떨어져 있는 물체일수록 작게 보이는 원근감 때문이라고 생각하고 있었다. 또한 18.8%의 예비교사들은 오목 렌즈가 빛을 퍼트리는 성질 때문에 한 뺨 길이 정도로 가까이 있는 물체와 한 팔 길이보다 멀리 있는 물체의 크기가 서로 다르게 관찰된다고 생각할 뿐 구체적인 상의 형성

Table 5. The reasons of the changing of the image size

예비교사들의 응답유형	응답자 수(%)
원근감 때문이다.	9(56.2)
오목 렌즈가 빛을 퍼트리기 때문이다.	3(18.8)
기타	1(12.5)
무응답	4(12.5)

Table 6. Responses when the distance is about one arm's length between the eye and the lens

예비교사들의 응답유형	응답자 수(%)
둘 다 작게 축소되어 보이며 차이점은 없다.	14(48.3)
한 뺨 길이 정도로 가까이 있는 물체가 더 축소되어 보인다.	0(0)
한 팔 길이보다 멀리 떨어진 물체가 더 축소되어 보인다.	13(44.8)
한 팔 길이보다 멀리 떨어진 물체만 축소되어 보인다.	2(6.9)

Table 7. Effect of the distance between the eye and the lens

예비 교사들의 응답유형	응답자 수(%)
별 차이 없다.	4(13.8)
상이 더 작게 보인다.	9(31.0)
상이 더 크게 보인다.	4(13.8)
모르겠다.	5(17.2)
무응답	7(24.1)

원리와 관련된 진술은 없었다.

2. 눈과 렌즈 사이의 거리가 렌즈의 초점 거리보다 길 때

눈과 오목 렌즈 사이의 거리를 한 팔 길이 정도로 하고 한 뺨 길이 정도 떨어진 물체와 한 팔 길이보다 멀리 떨어진 물체를 관찰하여 서로 다른 차이점을 알아보게 하였다. 예비교사들의 반응을 분석한 결과는 Table 6과 같다.

눈과 오목 렌즈 사이의 거리를 한 팔 길이 정도로 하고 렌즈로부터 한 뺨 길이 정도 떨어진 물체와 한 팔 길이보다 멀리 떨어진 물체를 관찰하고 차이점을 비교하게 한 결과 눈과 렌즈 사이의 거리가 한 뺨 길이 정도일 때와 유사한 반응을 보였다. 한 뺨 길이 정도 가까이 있는 물체나 한 팔 길이보다 멀리 있는 물체를 봤을 때 둘 다 작게 축소되어 보일뿐 차이점은 없다고 진술한 예비교사들은 48.3%였으며, 44.8%의 예비교사들은 한 팔 길이보다 멀리 떨어진 물체가 더 축소되어 보인다고 응답하였다.

물체와 오목렌즈 사이의 거리는 일정하게 유지하고 눈과 오목 렌즈 사이의 거리만 멀어짐에 따라 실험결과에 미치는 영향에 대해 예비교사들의 생각을 조사하였다. 조사한 결과는 Table 7과 같았다.

31.0%의 예비교사들은 눈과 렌즈 사이의 거리가 멀수록 상이 더 작게 보인다고 응답하였다. 반면 13.8%의 예비교사들은 눈과 렌즈 사이의 거리가 멀어져도 특별한 차이점은 관찰되지 않는다고 했으며, 13.8%의 예비교사들은 상이 더 크게 보인다고 응답하기도 했다. 실제로 렌즈와 물체 사이의 거리는 일정하기 때문에 렌즈에 의한 상의 크기 변화는 없다. 단지 눈과 렌즈 사이의 거리가 멀어짐에 따른 원근감 때문에 작게 보이는 것이다. 같은 크기의 물체를 이용해 관찰했다면 쉽게 인식할 수 있는 사실을 약 70%의 예비교사들이 올바른 응답을 하지 못한 것은 교과서에서 아주 멀리 있는 물체나 명확한 실험 방법에 대한 제시 없이 관찰하게 함으로써 크기 변화를 인식하기 어려운 상황

Table 8. Ray diagrams of the diverging lens

개념 발달 단계	개념유형	응답자 수
5단계		6(20.7%)
4단계		3(10.3%)
3단계		4(13.8%)
2단계		6(20.7%)
1단계		10(34.5%)

을 제공했기 때문이라고 생각된다.

3. 광선추적을 통한 오목 렌즈에 의한 상의 형성

예비교사들의 오목 렌즈에 의한 상의 형성원리에 대한 개념을 광선 추적을 통해 조사하고 응답유형을 개념 발달 단계에 따라 5단계로 나눠 나타내었다. 1단계는 빛의 이동경로를 그리지 못하거나 엉뚱한 경로를 그리는 경우, 2단계는 물체의 상이 오목 렌즈를 통과한 빛에 의해 형성된다고 생각하는 경우, 3단계는 물체의 각 점에서 난반사된 빛 중 광축과 나란하게 입사하는 광선의 경로만 그릴 뿐 상의 형성 과정과 연결시키지 못하는 경우, 4단계는 한 점에서 난반사된 2개 이상의 광선을 고려하지 못하는 경우이다. 마지막 5단계는 과학적 개념으로 물체의 한 점에서 반사된 2개 이상의 광선을 추적하여 상의 형성 위치를 나타낸 경우이다. 예비교사들의 오목 렌즈에 의한 상에 대한 개념발달유형은 Table 8과 같다.

조사 결과 34.5%의 예비교사들은 빛의 이동경로를 그리지 못하거나 엉뚱한 방향으로 표시하였으며 상의 위치나 형성원리를 설명할 수 있는 광선경로를 그리지 못 했다. 13.8%와 20.7%의 2, 3단계 개념을 가진 예비교사들은 오목 렌즈가 빛을 퍼트리는데 성질이 있음을 알고 있으며, 물체의 여러 지점에서 난반사되어 광축에 평행하게 렌즈에 입사하는 광선은 그렸지만 상의 형성원리를 이해하지 못해 상의 위치를 찾지 못하였다. 10.3%의 예비교사들은(4단계) 한 점에서 난반사된 두 개 이상의 광선을 추적해야 상의 위치를 찾을 수 있다는 것을 인지하지 못했지만 오목 렌즈에 의해 발산되는 빛을 역추적해서 상의 위치를 찾으려 하였다. 과학적 개념을 가진 예비교사들은 20.7%였으며 한 점에서 난반사된 2개 이상의 광선이 오목 렌즈에 의해 발산될 때 그 광선을 역추적해 상의 위치를 찾았다. 하지만 수정체까지 고려한 경우에 대해서는 Figure 2와 같이 오목 렌즈에서 퍼진 빛이 다시 수정체 의해 굴절되어 망막에 모인다는 정도로만 나타낼 뿐 더 이상의 발달된 개념을 가진 예비교사는 없었다.

2009개정 교육과정 6학년 1학기 과학 ‘렌즈의 이용’ 단원은 기존의 교과서에서 다루던 렌즈에 의해 형성되는 상 이외에 렌즈에 의해 형성

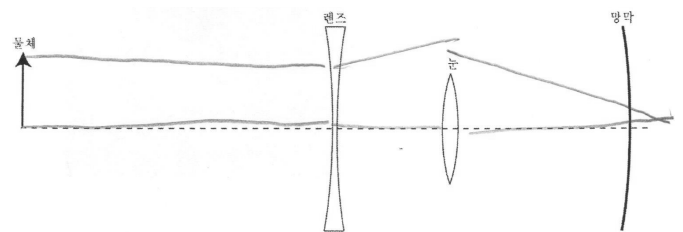


Figure 2. Ray diagram considering the eye lens

된 상을 눈으로 관찰할 때 나타나는 현상을 학습하게 함으로써 상황을 좀 더 복잡하게 만들고 있다고 생각된다. 즉, 렌즈와 눈 사이의 거리를 또 다른 변인으로 고려함으로써 눈과 렌즈 사이의 거리가 물체의 상에 어떤 영향을 줄 수도 있다는 예측을 하게 한다. 따라서 관찰되는 상이 렌즈에 의한 효과인지 눈과 렌즈에 의한 복합적인 효과인지 구분하기 어렵게 하고 있다고 생각된다.

IV. 결론 및 제언

6학년 1학기 과학 ‘렌즈의 이용’ 단원은 2009개정 교육과정에 맞게 여러 가지 렌즈에서 나타나는 현상을 탐구하고 일상생활에서 렌즈가 이용되는 예를 찾고 그 기능을 설명할 수 있도록 구성되었다(Ministry of Education, 2011). 새롭게 구성된 탐구활동에 대해 예비교사들의 활동 및 개념 이해 정도를 알아보기 위해 ‘오목 렌즈로 물체 살펴보기’ 활동을 하고 오목 렌즈를 통해 관찰되는 물체의 상에 대한 예비교사들의 개념을 조사하여 분석하였다. 연구결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 눈과 오목 렌즈 사이의 거리를 한 뼘 길이 정도로 하고 한 뼘 길이 정도로 가까이 있는 물체와 한 팔 길이보다 멀리 있는 물체를 관찰하거나 눈과 오목렌즈 사이의 거리를 한 팔 길이 정도로 하고 한 뼘 길이 정도로 가까이 있는 물체와 한 팔 길이보다 멀리 있는 물체를 관찰할 때 예비교사들은 물체와 렌즈 사이의 거리에 따른 상의 변화를 설명하는데 어려움을 보이고 있었다. 초등예비교사들이 두 경우에 대해 다양한 관찰 결과를 제시한 것은 교과서에서 ‘한 뼘 길이 정도로 가까이’ 또는 ‘한 팔 길이보다 멀리’와 같이 명확하지 않은

거리 표현의 사용과 함께 서로 다른 크기의 물체를 관찰하게 함으로써 상의 크기를 비교하기 어렵게 했기 때문이다. 초등예비교사들에게도 이러한 혼란이 생기는 것으로 미루어볼 때 초등학교 6학년 학생들은 더 많은 혼란을 겪을 것으로 예상된다.

둘째, 렌즈로부터 멀리 떨어진 물체일수록 더 작게 보이는 이유 2가지를 설명하는데 어려움을 보이고 있었다. 원근감을 하나의 원인으로 인식하기는 했지만 렌즈로부터 멀리 떨어진 물체일수록 상의 크기도 더 작아진다는 사실을 지적하지는 못했다. 오목렌즈에 의해 빛이 퍼지기 때문에 작게 보일 것이라는 추측을 하는 예비교사들은 있었지만 빛이 퍼짐과 상이 크기 사이의 관계를 구체적으로 설명한 예비교사는 없었다. 이것은 예비교사 대부분이 빛에 대한 학습 경험이 적으며, 특히 렌즈에 대한 교육을 중학교 이후로 받지 못했기 때문으로 이해된다. 따라서 물체와 렌즈 사이의 거리에 따른 상의 크기 변화 및 원근에 의한 상의 크기 변화에 대해 구체적인 교육이 예비교사를 위해 필요할 것으로 보인다.

셋째, 물체와 렌즈 사이의 거리는 고정하고 눈과 렌즈 사이의 거리만 변화시킬 때, 렌즈를 통해 관찰되는 상의 변화에 대한 질문에 예비교사들 대부분은 올바른 관찰 사실을 이끌어내지 못했다. 물체와 렌즈 사이의 거리가 일정하면 렌즈에 의한 물체의 상의 크기와 위치는 고정된다. 이때 눈과 렌즈 사이의 거리를 변화시키면 원근감에 의한 변화만 감지될 뿐 다른 변화는 없다. 원근에 의한 물체의 크기변화는 렌즈에 의한 효과가 아니므로 대학 물리학을 비롯한 대부분의 교재에서는 렌즈에 의해 형성된 상의 특징에 대해서만 다루고 있을 뿐 눈으로 관찰되는 상의 변화에 대해서는 다루고 있지 않다. 하지만 일상생활과의 관련성을 높이기 위해 2009개정 교육과정 6학년 과학에서는 눈으로 관찰되는 상의 모습에 관심을 갖게 하고 있다. 이러한 변화는 일상생활에서 마주치는 현상을 있는 그대로 탐구한다는 긍정적인 측면도 있지만 자칫 탐구 상황을 복잡하게 만들어 학생들에게 혼란이나 어려움을 가중시키는 측면도 있음을 간과해서는 안 될 것이다. 따라서 관련 활동의 원인과 결과에 대한 자세한 내용을 교사용 지도서에 보충하거나 추가 자료를 만들어 현장 교사들에게 제공할 필요가 있겠다.

넷째, 대부분의 예비교사들은 광선추적을 통해 상의 형성 원리를 설명하지 못하는 개념발달단계인 1, 2, 3단계에 주로 머물러 있었다. 렌즈에 의해 형성된 상의 특징에 대해 학생들에게 가르칠 때, 상의 형성 원리에 대한 이해는 교사가 갖추어야 할 매우 중요한 교수내용지식에 해당한다. 왜냐하면 교사가 과학수업을 하나의 주어진 사실을 관찰하는 것에 국한하지 않고 관찰된 사실의 이면에 있는 과학적 원리를 추론하는 것에 더 큰 가치를 둔다면 과학수업이 이루어지는 교실에서는 다양한 추론의 담화가 교사와 학생사이에 나타날 것이며(Lee *et al.*, 2013), 이러한 상황에서 학생들의 다양한 추론을 정리하고 올바른 방향을 제시하기 위해서 관련 교수학습내용 지식에 대한 숙지가 필수적이기 때문이다.

6학년 1학기 '렌즈의 이용' 단원의 '오목 렌즈로 물체 관찰하기' 탐구활동은 렌즈로부터 물체까지의 거리와 렌즈로부터 눈까지의 거리를 각각 독립변수로 보고 각 독립변수에 따른 변화를 관찰하게 하고 있다. 하지만 서로 다른 물체를 관찰하고 물체의 크기를 비교하거나 렌즈에 의한 상의 특징과 더불어 원근감까지 고려한 탐구활동은 예비교사들에게 많은 혼란과 어려움을 주고 있음을 확인할 수 있었다. 연구의 결과로부터 얻어진 시사점과 제언은 다음과 같다. 첫째, 교과서에서

사용된 모호한 용어나 삽화는 탐구활동이 적절히 이루어지는데 방해가 될 수 있다. 어려운 과학용어의 사용이 꼭 바람직한 것은 아니지만 탐구 상황을 제시함에 있어서 '한 뿔 길이 정도', '한 팔 길이 보다 먼'과 같은 용어는 탐구활동을 안내하는데 적합하지 못한 것으로 보이며, 적절하지 못한 삽화 역시 혼동을 가중시킨다. 따라서 교과서 용어 및 삽화에 대한 수정이 필요할 것으로 보인다. 둘째, 오목렌즈에 의해 형성된 상의 특징을 학습할 때는 렌즈와 눈 사이의 거리는 변화시키지 않는 것이 바람직하다. 눈과 오목렌즈 사이의 거리가 멀어짐에 따라 변화되는 실제현상을 다루는 것에도 긍정적인 면이 있기는 하지만 오목렌즈의 작용을 이해하는 데는 오히려 방해가 될 수 있다. 따라서 눈과 오목렌즈 사이의 거리를 변화시키는 탐구활동은 교과서에서 제외하는 것이 바람직하다. 셋째, 초등예비교사들을 위한 '빛' 관련 교육 프로그램 개발 및 적용 효과에 대한 연구가 필요하다. 현재 교육대학에 재학 중인 대부분의 예비교사들은 중학교 이후로 광학관련 내용을 학습한 경험이 없다. 따라서 오목 렌즈에 의한 상의 형성 개념뿐만 아니라 눈(수정체)을 고려한 경우에 대한 이해는 더욱 어려운 상황에 있다. 따라서 교사양성 교육과정에서 상의 형성원리 및 렌즈와 눈의 작용에 의해 관찰되는 상의 특징을 학습하는 교육프로그램이 마련될 필요가 있으며 그 적용 효과에 대한 연구도 함께 이루어져야 할 것이다.

국문요약

본 연구에서는 오목렌즈로 관찰되는 상에 대한 초등예비교사들의 이해를 분석하였다. 연구를 위해 29명의 3학년 초등예비교사들을 대상으로 2009개정 과학교육과정 '오목렌즈로 물체 관찰하기' 탐구활동을 수행하게 하였으며, 탐구활동에서 예비교사들이 겪는 어려움에 대해 조사하였다. 그 결과는 다음과 같다. 첫째, 예비교사들은 상의 크기 비교에 어려움을 나타냈다. 둘째, 렌즈로부터 멀리 떨어진 물체가 더 작게 관찰되는 원인을 옳게 설명하지 못했다. 셋째, 눈과 렌즈사이의 거리가 멀어짐에 따른 상의 크기 변화를 옳게 설명하지 못했다. 넷째, 오목렌즈에 의한 상의 형성 개념을 5단계로 나누었으며, 대부분의 예비교사들은 1단계에 머물러 있었다. 연구결과로부터 초등 예비교사 교육에 대한 제고 방안에 대해 논의하였다.

주제어 : 오목렌즈, 과학탐구활동, 초등예비교사

References

- 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.
- Cho, H.-Y., & Choi, K.-H. (2002). Science Education: Constructivist Perspectives. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 22(4), 820-836.
- Lee, S.-K., Choi, C. I., Lee, G., Shin, M.-K., & Song, H. (2013) Exploring Scientific Reasoning in Elementary Science Classroom Discourses. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(1), 181-192.
- Ministry of Education (2015). Science 6-1, Seoul: MiraeN.
- Ministry of Education, Science and Technology (2011). 2009revised national curriculum of science. Seoul: Ministry of Education, Science and Technology.
- 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.
- Kim, Y.-S., & Paik, S.-H. (2008) The Cognition Changes Related to the Teaching Methods of "Light" Chapter for 7th Grade as Experienced by Science Teachers in Abduction Thinking. *Journal of the Korean Association for Science Education*. 28(6), 507-518.
- Kwak, Y.-S. (2009). Research on the effects of subject matter knowledge on pedagogical content knowledge of secondary beginning science teachers in classroom teaching. *Journal of the Korean Association for Science Education*. 29(6), 611-625.
- Kwon, G.-P. (2013). Elementary school teachers' understanding of Image. *Journal of Korean Elementary Science Education*. 32(4), 527-534.
- Paik, S.-H., & Jung, Y.-K. (2009). A case study of elementary school teachers' understanding of 'Light and Image' and change of perception related to learning contents. *Journal of Korean Elementary Science Education*. 28(3), 245-262.
- Park, J.-H. (2004). The investigation of science teachers' conceptions about ray tracing and mixing of colored light in the 'Light' of Korean 7th grade curriculum. Seoul National University, Master's Thesis.
- Ronen, M., & Eylon, B. (1993). To see or not to see: the eye in geometrical optics-when and how? *Physics Education*, 28, 52-59.