

초등학교 교육과정의 빛의 직진에 관한 실험장치 개선 제안

김규환 · 김종복*

한국교원대학교, 충청북도 363-791

빛의 직진과 관련하여 3학년 2학기 과학교과서에서(교육인적자원부, 1999) 제시하고 있는 사진은 다음과 같다(그림 1, 그림 2). 이 두 사진은 머리빛을 바닥 면에 수직이 되도록 세운 뒤, 빗살을 통과한 손전등빛(그림 1)과 태양빛(그림 2)이 각각 바닥 면에 비스듬히 비치도록 비춘 사진이다.

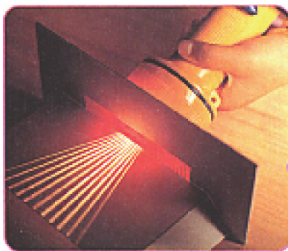


그림 1. 교과서 상의 빛의 직진 실험 1

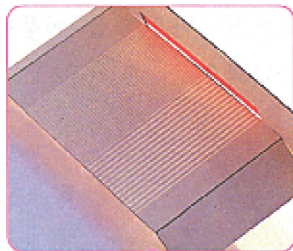


그림 2. 교과서 상의 빛의 직진 실험 2

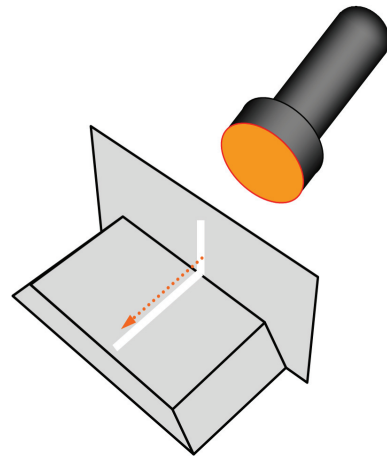


그림 3. 빛의 진행경로에 대한 대안개념으로 바닥의 직선모양을 보고 빛이 직진한다고 판단함

빛의 진행 경로에 대한 학습의 경우, 빛을 광선으로 취급하여 광원에서 출발한 빛이 어떠한 경로로 나아가는지를 따져보도록 해야 하는데, 교과서에 제시된 이 두 사진의 경우, 실험장치의 바닥 면에 비친 빗살의 모양이 빛의 진행 경로인 것처럼 묘사되어있다. 즉, 그림 3과 같이 밝은 부분의 모양이 직선임을 보고, 이것이 곧은 모양이기 때문에 빛이 직진한다고 판단하도록 하는 오해의 소지를 담고 있다. 빛의 진행경로에 대한 과학적 개념은 그림 4과 같다.

교과서에 제시된 실험 사진에서 실험장치의 바닥 면에 나타난 밝은 직선 모양은, 일부 빛은 빗살 사이의 틈으로 통과하고, 나머지 빛은 빗살에 막혀 통과하지 못한 결과로 생긴 모양이지, 곧은 형태의 모양 그 자체가 빛의 직진을 의미하지는 않는다. 즉 판에 뚫려진 “구멍의 모양”과 이 구멍을 통과한 빛이 실험장치의 바닥 면에 만든 “밝은 부분의 모양”을 서로 관련지어 빛의 진행 경로를 파악하지 않는 이상, 빛의 직진과는 동떨어진 것을

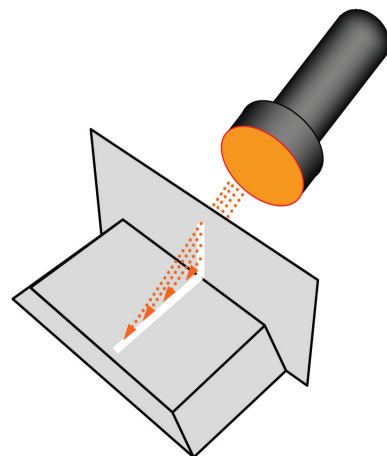


그림 4. 빛의 진행경로에 대한 과학적 개념.

가지고 빛의 직진을 이해하였다고 착각하도록 만드는 잘못을 범하게 된다. 만약 실험장치에 나타난 밝은 직선 모양을 빛의 진행 경로로 생각할 경우, 그림 5와 같이 빛이 실험장치의 꼬불꼬불한 틈을 통과한 결과로 생긴 꼬불꼬불한 형태의 모양은 빛

*교신저자: jungbogkim@knue.ac.kr, Tel: 043-230-3744, Fax: 043-235-5273

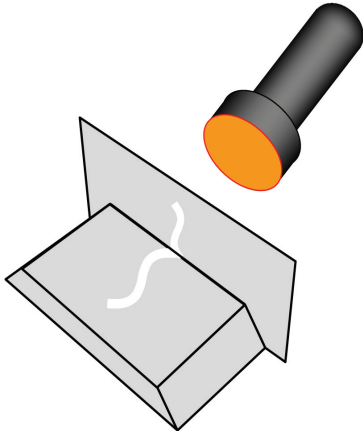


그림 5. 꼬불꼬불한 틈을 통과한 결과로 생긴 꼬불꼬불한 그림자

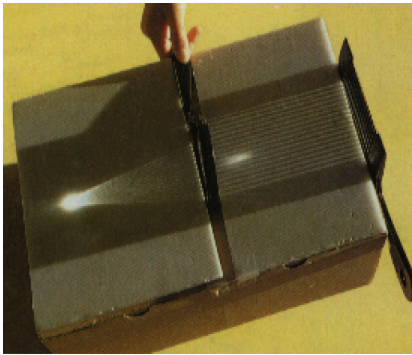


그림 6. 볼록렌즈가 추가된 실험 상황

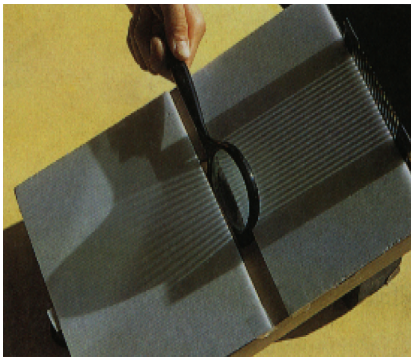


그림 7. 오목렌즈가 추가된 실험 상황

이 꼬불꼬불하게 진행하여 나아가는 경로로 생각할 수밖에 없게 되어 빛이 직진한다는 사실에 위배된다. 그림 3과 같은 대안 개념을 가진 교사가, 직선 모양의 틈을 통과한 경우만을 다루고 있는 교과서 상의 실험장치나 그와 같은 실험을 통하여 빛의 직진을 설명할 경우, 생활 속에서 여러 가지 빛 관련 현상들을

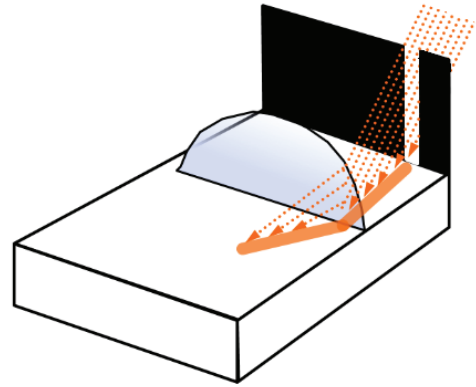


그림 8. 볼록렌즈에서의 빛의 경로

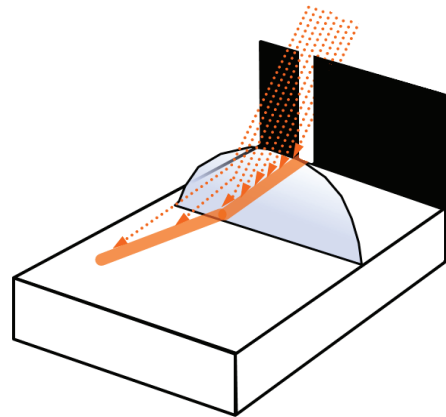


그림 9. 오목렌즈에서의 빛의 경로

체험하게 되는 학생들로 하여금 빛은 경우에 따라 똑바로 나아가기도 하고, 꼬불꼬불하게 나아가기도 하는 것처럼 오해하게 만들어 그릇된 빛 관련 개념을 여러 가지 다양한 상황에 잘못 적용하도록 만드는 결과를 가져올 수 있다.

아울러, 현 7차 교육과정에서 다루고 있는 렌즈의 굴절 또한 오해의 소지가 다분한 이와 같은 실험에 기초하고 있다. 그림 6과 그림 7에 제시한 실험장치는 “5학년 1학기 1. 거울과 렌즈” 단원에 제시된 렌즈의 굴절에 관한 실험 사진이다. 그림 6과 그림 7을 보면 이 두 사진도 3학년 2학기 2. 빛의 나아감 단원에서와 마찬가지로, 빛이 실험장치의 바닥면에 비친 밝은 모양에 주목하도록 만들어, 장치의 바닥면에 비친 직선 형태의 밝은 모양이 렌즈를 통과하기 전·후의 빛의 진행경로인 것처럼 오해하도록 할 만한 소지를 다분히 가지고 있다. 실제 각 렌즈에서의 빛의 진행경로에 대한 과학적 개념은 그림 8, 그림 9와 같다. 편의상 하나의 빛살 틈을 선택하여 빛의 진행 경로를 점선 화살표로 나타내었다.

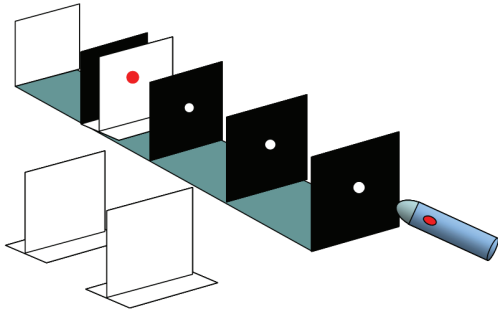


그림 10. 빛의 직진 실험장치 1

지금까지의 논의를 고려해 볼 때, 초등학교 3학년 교과서의 실험장치는 보다 효과적이고 오해의 소지가 적은 실험으로 대체될 필요성이 있다. 그런데, 보다 합당한 실험장치를 구상함에 있어서 고려해야하는 점은, 새롭게 고안되어야 할 실험장치는 빛이 나아가는 경로가 직선임을 확연히 드러낼 수 있도록, 빛을 광선으로 취급하여 표현할 수 있어야 하고, 또 대안개념의 형성을 최소화할 수 있는 장치여야 한다는 것이다. 또한 빛에 대한 선행 연구를 보면, 빛은 다른 물리 영역과는 달리 실체를 다루는 것이 아니어서 빛 관련 현상에 대한 학습자들의 다양한 대안개념들이 존재하고, 학습자들은 이러한 다양한 대안개념들을 그때그때의 상황에 맞게 임의적으로 빌려와 끼워 맞추기식으로 일관성 없이 현상을 설명하는 문제점이 있다고 알려져 있어 (Heywood, 2005) 그 고안이 쉽진 않지만, 장치를 이용한 실험을 통해 알게 된 개념들을 다양한 상황에서도 그대로 적용할 수 있도록 장치를 고안해야 한다는 것이 장치의 구상 중에 고려되어야 할 또 하나의 중요 사항이다.

이러한 고민을 바탕으로 고안된 빛의 직진 관련 실험장치는 다음과 같다.

그림 10은 빛의 직진을 레이저 포인트를 이용하여 설명하는 장치이다. 실험장치의 구조는 직선으로 구멍을 뚫어놓은 칸막이의 구멍에 레이저가 통과하도록 만든 구조인데, 구멍이 뚫리지 않은 이동식 스크린을 장치의 중간 중간에 놓아 레이저 포인트가 찍힌 위치를 살펴보도록 하여 빛이 직진하고 있음을 알게 하는 것이다. 더욱 확실하게 하기 위하여 구멍들 사이에 빨대를 끼워 넣음으로써 빛이 빨대 구멍을 따라 직진하는 것을 학생들이 연상하도록 도울 수 있을 것이다. 이 실험장치는 빛의 진행경로가 직선이라는 것을 일직선으로 뚫린 칸막이의 구멍으로부터 추리할 수 있도록 한 실험장치로서, 빛이 비친 모양을 보고 빛이 직진한다고 오인토록 할 소지가 큰 교과서의 실험장치와는 전혀 다른 것이다.

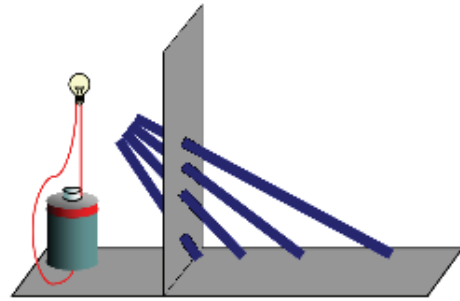


그림 11. 빛의 직진 실험장치 2

그림 11은 교과서 상의 실험장치를 보완한 장치로서 교과서 상에 제시된 실험의 오해 소지를 없애고, 바른 개념을 심어줄 수 있도록 하기 위하여 고안된 장치이다. 교과서 상에 제시된 실험 상황과 유사하게 하기 위해, 구멍을 ‘직사각형 형태’로 뚫어 곧은 빔살의 형태에 최대한 가깝게 하였고, 구멍을 통과하는 빛의 직진 경로와 일치하게 빨대를 끼워놓음으로써 비록 간접적인 것이긴 하지만 직진하는 빛의 진행경로를 곧은 빨대의 모양을 통해 가시적으로 파악할 수 있도록 하였다. 전구에 불을 켜면, 점광원으로 취급할 수 있는 꼬마전구에서 빛이 사방으로 직진하여 나가는데, 그 일부가 직선의 빨대를 통하여 실험장치의 바닥에 비치게 된다. 이를 통하여, 학습자들은 그림자의 모양은 빛의 직진 결과 생긴 것이지 그 자체를 빛이 진행하는 경로로 오인하지 않게 될 것이다.

그림 12는 그림 11과 유사하지만, 바닥에 비친 빛을 관찰하는 것이 아니라, 빛의 도달 여부를 빨대에 직접 눈을 대고 관찰할 수 있도록 하였다. 아울러 빛이 직진하기 때문에 곧은 빨대를 통해서만 전구의 불빛을 볼 수 있다는 것을 실험을 통해 알 수 있도록 일부 빨대는 구부러 놓았다. 어둠상자 속에 장치를 넣은 후, 전구를 켜지 않은 상태에서는 어느 빨대라도 전구를 볼 수 없지만, 전구를 켰을 때는 곧은 빨대를 통해서 전구의 불빛을 볼 수 있다. 이를 통하여 전구에서 나오는 불빛 없이, 우리 눈만으로는 전구를 볼 수 없다는 것을 빛의 직진과 더불어 학습할 수 있도록 하였다. 참고적으로 그림 12에서는 단순하게 빨대를 한 번만 구부러 놓은 것처럼 제시하였으나, 실제 장치는 빨대 내부 벽면에서의 산란 때문에 2회 정도 구부려야 했다.

그림 13은 그림 12와 같은 장치인데, 빨대가 결합되어있는 벽 가까이 붙여놓은 꼬마전구를 광원으로 이용하고, 원래 꼬마전구가 있던 자리에는, “☉”모양의 물체를 꼬마전구 대신 끼워놓은 것이다. 그림 13은 이러한 장치의 구조를 편의상 단순화시켜 그려놓은 것이다. 물체 스스로 빛을 내지 못함에도 불

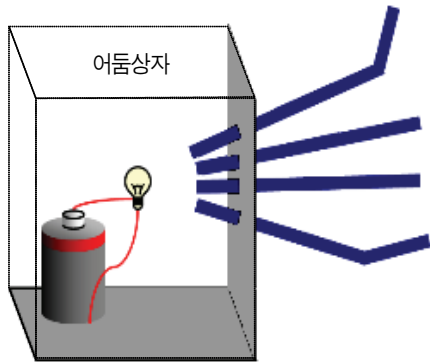


그림 12. 빛의 직진 실험장치 3

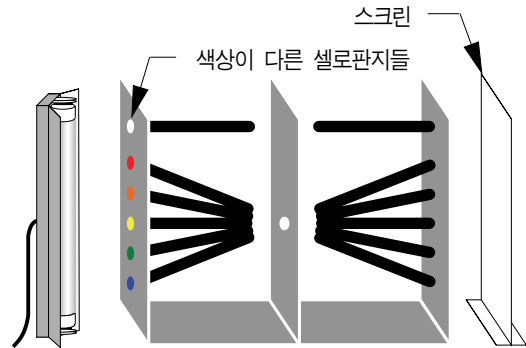


그림 14. 바늘구멍 사진기 실험장치

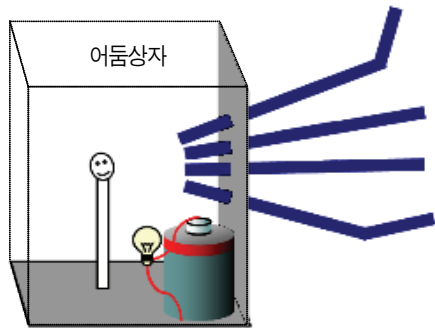


그림 13. 빛의 직진 실험장치 4

구하고, 우리가 물체를 볼 수 있는 이유는 꼬마전구에서 나온 빛이 물체에서 산란되고, 산란된 빛의 일부가 우리 눈에 들어오기 때문인데, 이 때 끈은 빨대를 통해서만 물체를 관찰할 수 있는 이유는 빛이 직진하기 때문임을 탐구를 통해 알 수 있도록 하였다.

그림 14는 바늘구멍 사진기의 원리를 지도하기 위해 고안한 장치로서, 빛이 들어오는 쪽의 빨대구멍에 각각 다른 색상의 셀로판지를 붙여 각 구멍으로 들어간 빛이 반대편의 어느 위치로 나오는지 알 수 있도록 하였다. 제일 위쪽의 빨대는 빛의 직진을 설명하기 위해 설치한 것으로 막힌 곳으로는 빛이 직진하여 나아갈 수 없음을 보이기 위한 것이다. 나머지 빨대들의 경우는, 위쪽 구멍으로 들어간 빛이 나올 때는 아래쪽 구멍으로,

아래쪽 구멍으로 들어간 빛이 나올 때는 위쪽 구멍으로 나오는 식으로 그 순서가 반대가 된다. 이 실험장치를 통하여, 학습자들은 바늘구멍 사진기에서 물체가 거꾸로 보이는 까닭이 결국 빛의 직진 때문이라는 것을 알게 될 것이다.

이상으로, 본 연구의 결과물들을 제시하여 보았다. 현 교육과정의 초등학교 3학년 “빛의 나아감” 단원은 빛의 성질을 다루는 최초의 단원일 뿐만 아니라, 이 단원에서 다루고 있는 빛의 직진 개념은 관련 후속학습 및 다른 광학적 현상을 이해하기 위해 무엇보다 중요하기 때문에 올바른 실험으로 구성되어야 할 필요성이 있다. 이를 위해 이 논문에 제시한 연구의 결과물들이 학생들의 과학적 개념 형성을 위해 많은 도움을 줄 수 있으리라 생각하며, 초등학교 학생들을 대상으로 본 연구의 결과물을 가지고 수업을 하여볼 것을 제안한다.

참고문헌

- 교육인적자원부 (1999) 초등학교 교육과정 해설(IV) (주)대한교과서.
- Heywood DS (2005) Primary Trainee Teachers' Learning and Teaching About Light: Some pedagogic implications for initial teacher training. *International Journal of Science Education* 27: 1447-1475.