

ORIGINAL ARTICLE

가시광선, 자외선과 적외선에 대한 학생들의 개념

한신 · 박태윤* · Sophia(Sun Kyung) Jeong

(한국교원대학교 · 연세대학교 · 조지아대학교)

Korean Secondary Students' Conceptions about Visible light, Ultra Violet and Infrared Ray

Shin Han · Tae-Yoon Park* · Sophia(Sun Kyung) Jeong

(Korea National University of Education · Yonsei University · The University of Georgia)

ABSTRACT

The purpose of this paper is to identify the conceptions of middle school and high school students about visible light, Ultra violet(UV) and Infrared ray(IR). We administered questionnaire 40 people of middle school 3rd students and 43 people of high school 2nd students in Gyeonggi-do. Misconceptions about visible light, UV and Ir were observed in many students. The results of study are as follows: Firstly, Many students think that it is possible to see objects without visible light. The explanations given by students for the visibility of objects in darkness indicates a heavy reliance on personal experiences. Secondly, we have confirmed that high school students well understand the fact that the object reflects the light. However, a significant number of students exhibited an eye-centered perspective of vision. Thirdly, students had a variety of ideas about the meaning of the term UV and IR. Analysis of questionnaire data indicates that many students believe that it is possible to see objects in the presence of UV light alone.

Key words : Visible light, Vision, Ultra violet, Infrared ray

1. 서론

학생들은 일상적인 생활과 경험을 통해서 직관적 개념들을 형성하고 내면화한다. 이러한 개념들이 과학자들이 가지고 있는 과학지식과 다른 경우에는 학생들은 수업 내용을 그릇되게 보거나 이해하는데 어려움을 겪는다. 또는 더욱 분화되고 발달되어 다른 종류의 직관적 관념이 형성되는 바탕이 되기도 한다.

대부분의 사람들이 문제에 대한 답을 가려내고 처음에 그것을 문제라고 생각하게 하는데 도움을 주는 자신의 개념체계를 가지고 있다. 또한 학생들은 자신들이 가지고 있는 신념을 바탕으로 관찰을 한다(Driver et al., 1985).

많은 과학교육 연구자들은 학생의 개념은 자신이 가지고 있는 경험을 바탕으로 형성된 것으로써(Halloun and Hestenes, 1985), 논리적이거나 추상적이지

Received 13 March, 2015; Revised 10 April, 2015; Revised 28 April, 2015; Accepted 29 April, 2015

*Corresponding author : Tae-Yoon Park, Yonsei University, Yonsei-ro 50, Seodaemun-gu, Seoul, 120-749, Korea

Phone: +82-10-8982-3761

E-mail: ecopark@yonsei.ac.kr

© The Korean Society of Earth Sciences Education . All rights reserved. This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

못하며, 직관적이고 지극히 개인적인 것이라고 할 수 있다. 또한 이러한 학생들의 개념은 방어적이고, 학교에서 이루어지는 학습 내용과는 별개의 것으로 인식되어 쉽게 변하지 않는 경우가 많다(Driver et al., 1985). 그러므로 학교에서 이루어지는 교육을 통해 학생들이 가지고 있는 개념을 과학적인 개념으로 변화해 갈 수 있도록 돕기 위해서, 학생들이 학습 이전에 가지고 있는 개념에 대해 관심을 가지고 이해해야 하는 것이 필수적이다.

빛과 관련한 학생들의 개념에 대한 연구는 Piaget에 의해 최초로 수행된 이후, 시각(vision), 빛의 직진, 빛의 특성에 대한 학생들의 이해에 대한 연구가 활발하게 진행되었다(권경필 등, 2006; 김한호 등, 1992; 오원근과 김재우, 2002; Piaget, 1974; Guesne, 1985; Ramadas and Driver, 1989; Feher and Meyer, 1992; Libarkin et al., 2011; Shapiro, 1994; Galili and Hazan, 2000). 그리고 Fetherstonhaugh and Treagust(1992)는 학생들이 지닌 선개념 및 교수학습의 효과를 탐색하였으며, Libarkin et al. (2011)은 더 나아가 가시광선에 대한 신념이 어떻게 발전되어왔고 변화했는지에 대해 알아보았다.

Boyes and Stanisstreet(1998)은 자외선, 오존층과 피부암과의 관련성에 대한 학생들의 선개념을 조사하였다. 13-14세의 학생 647명에게 질문지를 배포한 결과, 단지 10%의 연구 참여자들만이 오존층 파괴가 자외선을 증가시키며 이를 통해 피부암 발생 비율이 증가한다는 과학적 견해를 가지고 있음을 확인하였다. Leighton and Bisanz(2003)과 Boyes et al.(1999)은 이 연구를 확대하여 유치원생부터 5학년 학생 117명 및 고등학생 115명과 면담을 통해 이들의 개념을 확인하였다. 그 결과 두 연구에서 학생들은 피부암과 자외선과의 관련성에 대해 비과학적인 사고를 가지고 있음을 확인하여 이전 연구들을 뒷받침하였다. Suping(2004)은 학생들이 자외선을 어떻게 이해하며 그것이 사람들의 건강에 어떠한 영향을 미치는지 조사하였는데, 학생들은 자외선과 관련된 질병 및 자외선을 차단하는 방법에 대해서 매우 잘 알고 있었다. 이러한 연구들은 학생들이 자외선에 대한 근본적인 개념을 체계적으로 탐색한 것이 아니라 사람들의 건강과 태양의 해로운 효과를 논의하던 중에 자외선 연구를 포함한 것이다.

또 다른 연구들에서는 기후 변화의 맥락에서 광선에 대한 학생들의 개념을 언급하였다(Bardar et al., 2

007; Rye et al., 1997; Hansen, 2010). Bardar et al. (2007)은 빛과 분광학과 관련된 개념 검사지를 개발하여 대학교 학생들에게 투입한 결과 25-30% 학생만이 기초지식을 갖추고 있음을 보고하였다. 이러한 연구들을 통해 학생들은 지구로 들어오는 태양 광선과 지구에서 방출하는 적외선 에너지와의 차이를 거의 이해하지 못함을 알 수 있다.

Andersson and Karrqvist(1983)는 아동들의 빛에 대한 구어적 표현을 조사하였는데, 빛에 대한 일상적 개념은 물리적이기 보다는 ‘그 빛은 기분 나빠’ 같은 심리적인 것임을 주장하였다. 이것은 Guesne(1985)의 일치하는 결과로, 10~11세 아동들 대부분은 빛이 이동하는 것이라기보다 빛을 전구와 같은 원천, 밝음과 같은 상태로 생각한다고 결론지었다. 이 시기의 학생들은 빛을 원천과 효과 사이의 공간에 존재하는 물리적 실체로는 인식하지 못한다고 지적하였다.

빛이 진행하는 연구에 따르면 학생들이 낮과 밤에 따라 다르게 생각하는 것으로 나타났다. Stead and Osborne(1980)에 의하면 낮의 경우에는 빛이 광원에서 멀리 가지 못하지만 밤에는 더 멀리 가는 것으로 학생들이 생각했다. 이와 유사한 결과가 Fetherstonhaugh and Treagust(1992)에 의해 얻어졌다. 이들의 결과를 보면, 연구 대상 학생 중 40%의 학생들이 빛은 밤 또는 낮에 따라 다른 거리를 진행한다고 생각하였고, 20% 학생들이 낮에는 결코 빛이 진행하지 못한다고 생각하였다.

물체가 보이는 이유에 대한 연구도 수행되었는데, 이러한 연구에 따르면 학생들은 물체로부터 빛이 눈에 도달함으로써 보이는 것이 아니라 눈에서 빛이 나가서 물체에 도달함으로써 보이게 된다고 생각하는 경향이 강하였다. Andersson and Karrqvist(1983)는 456명의 15세 학생들에게 책을 읽고 있는 소녀의 눈과 책 사이에 어떤 일이 일어나고 있는지 알아본 결과, 31%의 학생만이 책에서 눈으로 빛이 온다고 응답하였다. 이러한 결과는 Ramadas and Driver(1989)와 Selley(1996)의 연구에서도 확인할 수 있는데, 학생들은 물체를 보기 위해서 빛이 필요하다는 인식을 하지 못하고 어둠 속에서도 물체를 볼 수 있다고 생각하고 있었다. 이는 학생들이 완전한 어둠을 경험하지 못하였기 때문에 희미하지만 물체를 볼 수 있다면 그것은 빛이 존재함을 생각하지 못하기 때문인 것으로 생각된다. 오원근과 김재우(2002)는 중학교 학생들은 물체가 보이는 현상과 관련된 광학적 물리

현상들을 광원과 물체, 관찰자 사이의 상호작용으로 생각하지 못하며, 오히려 이를 물체의 본질적 속성에 대한 인간의 시각적 인지 능력의 문제로 환원하여 생각하기 때문에 과학적 개념과는 다른 관념들을 유지한다고 보고하였다.

지금까지 살펴본 대다수 연구들은 사람들이 볼 수 있는 가시광선 영역으로만 한정된 연구가 대부분이었기 때문에 눈에 보이지 않는 광선(invisible radiation) 영역인 자외선과 적외선 영역까지 확장시킬 필요가 있다. 미국 과학 진흥협회(AAAS, 2009)가 개발한 과학 기준에 전자기파, 라디오파, 마이크로파, 적외선, 가시광선, 자외선, X선, 감마선과 같은 전자기 스펙트럼과 관련된 개념을 포함시킨 것을 고려했을 때, 연구 범위의 확장은 의미가 있다. 따라서 본 연구도 학생들이 자외선과 적외선에 대해 지니고 있는 개념에 초점을 맞추어 진행하였다. 또한 기존 연구들은 초등학교생들을 대상으로 진행하였으며 중학생, 고등학교생을 대상으로 한 연구는 극히 적은 실정이다.

따라서 본 연구에서는 가시광선 및 시각(vision), 자외선과 적외선 같이 친숙한 형태의 광선에 대한 학생들의 이해도를 알아보는 것을 목적으로 하였다. 특히, 이 연구에서는 자외선에 대해 학생들이 가지고 있는 개념은 무엇이고, 적외선에 대해 학생들이 가진 생각을 표출하게 하는데 중점을 두었다.

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 참여자

본 연구에서는 경기도 김포시에 소재한 중학교 3학년, 고등학교 2학년 인문계 이과반 학생을 임의 표집하여 개방형 설문지를 활용하여 조사하였다. 분석 대상은 중학생 45명, 고등학생 45명으로 하였으나, 회수된 90부의 설문지 중에서 불성실하게 응답한 설문지를 제외한 중학교 3학년 40명, 고등학교 2학년 43명을 대상으로 하였다.

2. 검사 도구

본 연구에서는 개방형 질문지를 사용하였는데, 이

는 개방형 질문지가 폐쇄형 질문지 보다 응답에 깔려 있는 이유들에 대해 더 깊이 있는 이해를 할 수 있을 뿐만 아니라 연구에 대한 결과를 더 잘 일반화할 수 있기 때문이다(Creswell, 2008).

본 연구에서 사용된 질문지는 Libarkin et al.(2011)이 사용한 개방형 질문지를 따른 것으로, 우리나라 실정에 맞게 번안하여 2차례의 예비 검사를 통해 수정되었으며 지구과학교육을 전공한 박사 1인, 석사 2인, 현직 고등학교 지구과학 교사 1인이 여러 차례 협의를 통해 수정 보완하였다. 이 연구에서 사용한 질문지는 가시광선, 자외선 및 적외선에 대한 학생들의 개념에 초점을 맞추어 9개 문항으로 구성되어 있다(부록).

3. 자료 수집 및 분석

질문지 작성은 2014년 11월 중 정규 수업시간에 연구자와 과학 담당 선생님이 교실에 입회한 상태에서 진행되었다. 질문지를 해결하는데 시간 제한은 두지 않았다.

질문지 응답들은 주제 내용 분석 방법을 사용하였다(Patton, 1990). 먼저, 책임 연구자가 학생들의 질문지를 모아 내용 분석을 진행하였고, 이 과정이 끝난 후에 다른 연구자들이 분석한 모든 데이터를 다시 한번 읽으면서 내용 분석을 진행하였다.

내용 분석을 함에 있어 탐색 과정, 코딩 과정과 주제 분석을 중요한 단계로 삼았다. 초기 탐구 과정에서 데이터의 일반적인 특성을 알아내기 위해 자료들을 여러 번 읽었다. 두 번째 단계에서 코딩을 하였는데, 가시광선, UV 및 IR과 관련하여 연구 참여자들에 의해 표현된 중요한 생각과 오개념을 알아내기 위해 주제적으로 부호화되었다. 각 코드들은 카테고리화하여 일반적인 주제들로 범주화하였다. 그 후 새로운 코드나 나타났는지 알아보기 위해 데이터를 다시 한번 읽어 보았다. 마지막으로, 코드 목록을 주제별로 줄여나갔으며, 이 주제들은 주된 아이디어를 형성하는 유사한 코드들로 구성되어 있다.

각 질문에 대한 응답에서 포함된 주제들을 연구자간에 비교 검토하는 과정을 거쳤으며, 모든 평가자들 사이에서 100% 일치에 될 때까지 각 주제에 대한 논의 하였다.

이 연구에서는 어떤 학생의 응답이 발췌되었는지

나타내기 위해 코드를 사용하였다. 예를 들어, 코드 M3-1은 중학교 3학년 1번째 참가자의 발제를 의미한다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 가시광선에 대한 인식

질문지 분석 결과 연구 대상의 상당수 학생들이 가시광선이 없어도 물체를 보는 것이 가능하다고 생각하였다(Table 1). 물체를 보기 위해서는 빛이 필요하다고 생각하는 학생의 비율은 중학생 35%이었고, 고등학생 83.7%이었다. 중학생들의 57.5%의 학생들은 빛도 없는 어두운 환경에서 고양이의 눈을 볼 수 있다고 생각하였으며, 흰색 A4 종이에서 나오는 빛 때문에 종이를 볼 수 있다고 판단한 학생들도 15% 정도였다. 이와 유사하게 고양이는 빛도 없는 깜깜한 환경에서 중학생의 67.5%, 고등학생의 44.2%가 사물을 볼 수 있다고 응답하였다. 중학생에 비해 고등학생들의 낮은 비율 결과를 얻었는데, 이는 고등학교 2학년 학생들은 이과를 선택하여 지구과학과 물리 과목을 수강한 결과라고 판단된다. 이러한 연구 결과들은 김한호 등(1992), Libarkin et al.(2011), Ramadas and Driver(1989), Selley(1996)의 연구 결과들과도 일치한다.

깜깜한 환경에서 물체를 볼 수 있다고 응답한 학생들은 개인적인 경험이 중요한 요인으로 작용하였는데, 그 이유로 어두운 밤길에 고양이의 빛나는 눈을 보았기 때문이라고 응답하였다. 다음은 이와 관련된 학생들과의 면담 결과이다.

M3-12: 어두운 곳에서 고양이 눈을 본 적이 있

다.

M3-20: 고양이 눈을 깜깜한 골목에서 본 적이 있다.

M3-25: 고양이와 같은 짐승들의 눈은 낮에 햇빛을 저장했다가 밤에 그 빛을 내기 때문에 눈에 빛이 나고, 어두운 방 안에서 고양이의 눈이 보이는 것이다. 내가 키우는 고양이의 눈에서 빛나는 눈을 본 적이 있다.

H2-55: 고양이의 눈은 어두운 곳에서 빛나기 때문에 보인다.

H2-71: 고양이의 눈은 광원이 되어서 어두울 때 빛을 내기도 해요.

이처럼 응답한 많은 학생들은 고양이의 눈이 “빛난다”, “빛을 낸다”, “빛을 저장한다”와 같은 단어를 주로 사용하였는데, 우리가 눈으로 물체를 볼 수 있기까지 일어나는 빛의 작용에 대해 완전하게 이해하지 못하는 것으로 파악된다. 이와 같은 결과는 권경실 등(2006), Ramadas and Driver(1989), Selley(1996)의 연구 결과와도 일치하며, 학생들은 물체를 보기 위해서 빛이 필요하다는 인식을 제대로 하지 못하고 어둠 속에서도 물체를 볼 수 있다고 생각하고 있음을 알 수 있다. 본 연구에 참여했던 많은 학생들이 어둠 속에서 고양이의 눈이 보인다고 생각한다는 상대적으로 높은 비율의 응답은 중학교, 고등학교 지구과학 과목을 가르치는데 앞서 학생들에게 무엇을 어떻게 가르쳐야 할지에 대해 깊이 있게 반성해 보아야 하며, 이 주제를 어떻게 접근해야 할지에 대한 함의 과정을 내포한다고 할 수 있다.

그리고 질문지에서 흰색 A4 종이라고 응답한 학생들은 흰색이라는 단어에 주목하였다. 이들은 반사된 빛의 색깔보다는 본질적인 물체의 색깔을 본다고 생각하였다. 즉, 학생들은 광학적 현상을 대상과 관찰자 사이의 물리적 상호작용으로 인정하지 않고, 물

Table 1. 어둠 및 자외선 빛이 존재할 때 사물 가시성에 대한 학생들의 인식

	아무것도 볼 수 없음		고양이 눈		A4 종이 V	사과 UV	동전		무응답		고양이는 어둠 속에서 사물을 볼 수 있음
	V	UV	V	UV			V	UV	V	UV	
9th(n=40)	14	9	23	21	6	15	1	8	0	0	27 (67.5%)
11th(n=43)	36	13	6	18	3	10	0	4	0	3	19 (44.2%)
All students (n=83)	49	22	26	36	7	29	1	12	0	3	46 (55.4%)

체의 본질적 속성에 대한 인간의 시각적 인지 능력의 문제로 환원시켜 생각하는 경향이 나타남을 확인할 수 있었다.

M3-1: 어두운 방 안에 하얀색 A4용지가 있다면 색채대비로 인해 하얀색이 보이는 것이다.

M3-16: 흰색은 무채색이므로 빛이 없어도 보인다.

H2-56: 우리 눈이 어둠 속에서 오래 있으면 적응이 되어서 흰색 종이 같은 물체를 볼 수 있다.

위와 같은 학생들은 색깔을 물체의 본유적 성질로 생각하고, 비추는 빛과는 무관하다고 생각하였고 빛은 우리 눈이 물체를 볼 수 있도록 돕는다는 생각을 하고 있었는데, 이는 오원근과 김재우(2002) 및 Anderson and Smith(1983)의 연구 결과를 뒷받침한다.

2. 시각(Vision)에 대한 인식

이 연구에서는 물체를 관찰하는 2가지의 상황을 제시하고 각 상황에 따른 빛의 이동경로와 에 대해 물어보았다(Table 2).

물체가 빛을 반사한다는 사실을 인지하는 비율은 중학생들에 비해 고등학생들이 더 많이 이해하고 있음을 확인할 수 있었다. 그러나 약 40% 정도의 고등학생들도 이러한 개념을 정확하게 이해하지 못하는 것을 볼 때, 빛이 눈으로 들어와서 우리가 사물을 볼 수 있다는 눈의 수동적 기능에 대한 개념을 강조해야 할 것이다. 그리고 물체에서 빛이 난반사된다는 내용을 가르칠 필요가 있다. 왜냐하면 교사들조차도 한 점에서 난반사되는 2개 이상의 광선을 역추적함

으로써 상의 위치를 찾을 수 있다는 사실을 인지하지 못한다는 연구 결과(권경필, 2013)를 비추어 볼 때, 물체의표면에서 일어나는 빛의 난반사와 눈의 역할에 대한 이해가 필수적이기 때문이다. 이것은 시각 개념이 형성되지 않은 학생은 상이 어떻게 생기는지에 대한 어려움을 겪는다는 권경필 외(2006)와 Guesen(1985)의 연구 결과를 지지한다.

중학교, 고등학교 학생들은 눈에서 반사된 빛이 물체로 가서 보인다는 자기 중심적인 관점을 나타냈다(Piaget, 1972). 이러한 관점은 중학생(42.5%)보다 고등학생(55.8%)들에게서 더 많이 나타났다. 중학생들에 비해 고등학생들이 빛과 관련된 내용을 더 많이 학습했음에도 불구하고 ‘눈에서 빛이 나와 물체가 보인다’는 오개념이 나이가 들어감에 따라 확고하게 믿고 있다는 증거이기도 하다. 이는 Osborne et al.(1980)이 학생들은 수업을 통하여 오개념이 교정되기 보다는 오히려 학습한 개념이 오개념과 결합하여 또 다른 형태의 새로운 오개념을 형성한다고 지적한 사례와 일치한다고 할 수 있다.

3. 자외선에 대한 인식

이 연구에 참여한 학생들 중 중학생 8명을 제외한 거의 대부분의 학생들은 ‘자외선’의 원천이 태양이라고 믿고 있었다(중학생 80%, 고등학생 100%). 이러한 응답을 하게 된 이유는 일상적인 경험 때문일 것으로 판단된다. 학생들은 “사람들이 햇빛이 쨍쨍하게 내리 쬐는 날 밖에 나갈 때 자외선 차단제를 사용합니다”, “자외선 때문에 자외선 차단제를 발라요”와 같은 응답을 하였기 때문이다. 그러나 자외선의 원천

Table 2. 학생들에게 제시한 시각 개념 질문과 응답 비율

T F				T F				T F				T F			
A		B		C		D		A		B		C		D	
T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F
9th	11th	9th	11th	9th	11th	9th	11th	9th	11th	9th	11th	9th	11th	9th	11th
22	18	18	25	18	26	22	17	17	24	23	19	29	33	11	10
55%	41.9%	45%	58.1%	45%	60.5%	55%	39.5%	42.5%	55.8%	57.5%	44.2%	72.5%	76.7%	27.5%	23.3%

을 모른다고 응답한 중학생 2명을 제외한 6명은 자외선이 대기중 또는 성층권이라고 대답하면서 지구 온난화와 관련짓는 오개념을 가지고 있었는데, 이는 한신과 정진우(2014)의 연구 결과와 일치한다. 다음은 그 학생들이 응답했던 내용이다.

M3-32: 성층권에서 내리쬐는 뜨거운 빛이다. 성층권에 있는 자외선 때문에 지구의 빙하가 녹고 북극곰이나 엘리노 현상이 생긴다.

‘자외선’이라는 용어에 대해 학생들은 다양하게 인식하고 있었다(그림 1). 대부분의 학생들은 자외선에 대해 피부노화, 피부암, 위험한 빛, 화상을 입힐 수 있는 뜨거운 빛 등과 같은 부정적인 단어를 사용하였다(중학생 76.5%, 고등학생 78.5%). 이러한 이유는 TV와 같은 마스크 등에서 우리 인체에 해로운 영향을 미치는 빛으로 접하기 때문인 것으로 판단된다. 그리고 자외선이 전자기 복사 형태의 광선임을 아는 학생들은 많지 않았다(중학생 5.9%, 고등학생 10.8%). 대부분의 학생들이 미디어를 통해 혹은 개인적으로, 교실 수업 상황에서 자외선이라는 단어를 많이 노출되었지만, 이 단어의 의미와 우리 삶에 어떤 영향을 미치는지에 대해 명확한 개념을 가진 학생들은 없음을 확인할 수 있었다. 이러한 결과에 반해 Libarkin et al.(2011)의 연구에서 과학자들은 자외선을 설명할 때 위험한 특성을 설명하기보다 그것의 특성을 설명하는데 중점을 두고 있다고 언급하였다. 이와 같은 연구 결과를 볼 때 교과서나 학교의 교사들이 자외선의 부정적 영향을 주로 언급하기보다 자외선의 이점이나 특성을 더 많이 언급할 필요가 있다고 판단된다.

질문 4의 문항을 분석하면, 중학생 83%, 고등학생 73.9%의 학생들이 자외선만 존재할 때 사물을

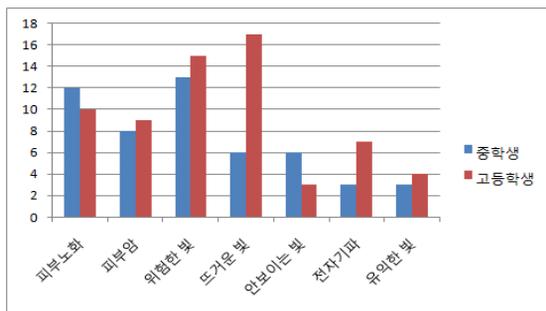


Fig. 1. 가시광선에 대한 학생들의 응답 비율

보는 것이 가능하다고 믿고 있었다(그림 2). 실제로 어떤 물체를 보기 위해서는 빛이 필요하다고 생각하는 학생들조차도 자외선이 ‘빛’의 한 형태이므로, 사물을 보는 것이 가능하다고 생각하였다. 학년이 올라감에 따라 가시광선에 대한 학생들의 성숙한 인지 변화와는 대조적으로 이러한 생각은 별반 차이가 나지 않았다.

고양이의 눈도 보일 것이라고 응답한 학생들이 중학생 39.6%, 고등학생 37.5%로 높은 비율을 차지하였다. 그리고 가시광선에서는 동전과 A4 종이 가 보인다고 하는 학생이 드물었으나 자외선만 존재할 때에 동전과 사과를 볼 수 있을 것이라고 선택한 학생들의 비율이 높았다. 특히, 고등학생들의 비율이 중학생들 보다 상대적으로 매우 높아졌는데, 이는 학생들의 지각 의존적인 개인 경험에 기인한 것으로 보인다. 다음은 학생들의 응답 예시이다.

H2-1: 자외선 램프를 켜면 햇빛이나 마찬가지로 빛이므로 모두 다 보일 것 같다.

H2-4: 식당, 휴게소에서 살균하는 기계 속에 있는 컵들을 본 적이 있다. 그 기계가 자외선이 나온다고 했는데, 빛이 나오면서 컵을 잘 보이게 되었다.

H2-6: 빨간색 사과는 자외선을 잘 반사시켜서 보일 것이라 생각된다.

H2-14: 고양이는 야행성이라서 사람과 다를 것 같다. 고양이의 내부에 빛을 내보내는 기능을 하는 무엇인가가 있을 거다.

H2-35: 동전은 반짝반짝 빛나는 쇠이기 때문에 자외선을 반사하여 우리 눈에 보일 것 같다.

이러한 학생들의 생각을 분류해 보면, 먼저 고양이의 눈을 자외선이 내리쬐는 상태에서 보는 것은 불가능하지만 고양이 눈의 내부에 광원이 되는

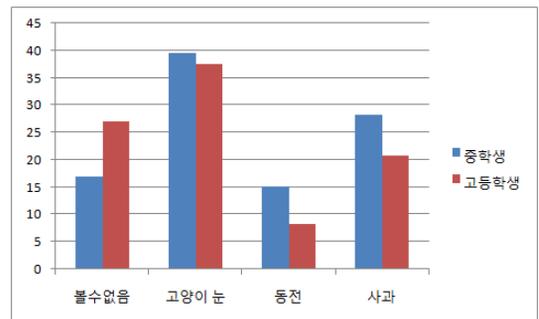


Fig. 2. 자외선에 대한 학생들의 응답 비율

원천을 가지고 있다는 것이다. 둘째, 자외선은 빛의 한 형태이기 때문에 모든 사물들은 반사를 시키고 우리 눈에 상을 맺히게 할 수 있다고 판단하였다. 셋째, 학생들의 생각은 지각 의존적인 개인 경험과 관련되어 있다. 특히, 음식점과 같은 곳에서 식기 등을 살균하는 기계 등에서 보이는 빛을 가시광선으로 판단하는 것이 아니라 자외선으로 잘못 인지하는 경향을 보이고 있었다. 이러한 결과를 볼 때, 학교 현장에서 자외선이 우리가 볼 수 있는 가시광선 영역이 아님을 강조할 필요가 있으며, 학생들의 오개념으로 굳어지기 전에 수업을 통해 교정되어야 할 것이다.

4. 적외선에 대한 인식

마지막으로 학생들에게 적외선을 들어본 경험이 있는지, 어느 곳에 사용되는 것을 보았는지, 궁금한 점은 무엇인지에 대해 질문하였다(문제 8). 학생들은 모두 적외선에 대해 학교 수업에서 혹은 TV에서 적외선을 들어보았다고 응답하였다. 그러나 적외선에 대해 명확하게 이해를 하고 있지 않았다. 다음은 적외선에 대해 설명한 학생들의 응답이다.

M3-6: 얼마 전 진짜 사나이라는 TV 프로에서 적외선 망원경을 사용해서 적군을 보는 장면을 본 적이 있었다. 군대에서 많이 사용하는 것 같음.

H2-42: 사람 몸에 열이 있는지 없는지 확인하기 위해 적외선을 통해 확인하는 걸 텔레비전에서 본 것 같아요.

학생들에게 적외선에 대해 궁금하거나 알고 싶은 것이 무엇인지에 대한 질문(문제 9)에 학생들은 “자외선 만큼 적외선도 위험한가요?”, “적외선도 피부암이나 피부노화를 일으키나요?”, “왜 적외선은 빨간색 인가요?”, “우리 생활 속에서 적외선은 어떻게 사용되고 있나요?” 등의 질문을 하였다. 중학교에서부터 파장에 대한 수업을 진행함에 있어, 적외선과 같은 내용을 가르치면서 그것이 가시광선 보다 파장이 긴 전자파라는 것을 우선적으로 가르치기보다 학생들이 보여주는 이 자료를 활용한 수업이 우선시되어야 할 것으로 판단된다.

학생들이 확고하게 가지고 있는 생각들은 그들이

기존 지식을 재구성하고 새로운 과학적 통찰력을 획득하도록 돕는 교사의 능력에 영향을 미친다(Libarkin et al., 2011). Fetherstonhaugh and Treagust(1992)는 과학 교사들은 새로운 과학적 아이디어를 가르치려 하기 전에 학생들의 관점을 먼저 이해해야 한다고 지적하였다. 그것은 학생들의 사고를 미리 진단하는 것이 중요하고, 수업 시간 중에 학생들은 자신의 생각과 교사의 모델을 비교하는 것이 필요함을 나타낸다. 과학적 견해와 학생들이 믿는 신념이 상충될 경우 과학적 패러다임은 신중하게 도입해야 할 것이다(Driver et al., 1985; Harlen, 1987).

IV. 결론 및 제언

이 연구는 중학교 3학년, 고등학교 2학년 학생들의 가시광선, 자외선 및 적외선에 대한 이해 정도를 확인하기 위하여 개방형 설문지를 활용하여 조사하였다. 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 상당수 학생들이 가시광선이 없어도 물체를 보는 것이 가능하다고 생각하였다. 이러한 결과는 고등학생들에 비해 중학생들에게서 더 많이 나타났다. 어둠 속에서 어떠한 사물을 볼 수 있다고 응답한 학생들은 대체로 개인 경험에 크게 의존하고 있었다. 특히 고양이 눈의 경우, 많은 학생들은 고양이 눈에는 빛나도록 만드는 빛의 내부적 원천이 있을 것이라는 오개념을 가지고 있었다. 그리고 학생들은 색깔을 물체의 본유적 성질로 생각하여 비추는 빛과는 무관하다고 생각하였다.

둘째, 물체가 빛을 반사한다는 사실을 인지하는 비율은 중학생들에 비해 고등학생들이 더 많이 이해하고 있음을 확인할 수 있었다. 그러나 많은 중학교, 고등학교 학생들은 눈에서 반사된 빛이 물체로 가서 보인다는 자기 중심적인 관점을 보였다. 이는 ‘눈에서 빛이 나와 물체가 보인다’는 선개념을 나이가 들어감에 따라 확고하게 믿고 있다는 확실한 증거이기도 하다.

셋째, 대부분의 학생들은 ‘자외선’ 및 ‘적외선’과 관련된 개념을 명확하게 이해하지 못하는 것으로 나타났다. 특히, 고등학교 학생들의 자외선에 대한 이해가 중학교 학생들과 큰 차이가 나지 않는 결과를

보여주었다.

이 연구의 결과를 통해 학생들의 가시광선, 시각 개념, 자외선 및 적외선에 대한 이해가 충분히 확장되지 않았거나 세분화하여 이해하지 못하고 있음으로 미루어 짐작할 수 있다. 이는 아직 빛의 종류와 구분에 대해서 충분히 학습하지 못하였거나 학습하였더라도 내면화가 이루어지지 않았기 때문이라고 판단된다. 또한 많은 학생들이 현재의 교육 접근에 노출되었음에도 불구하고 자신들이 지닌 생각을 변화시키지 않고 있음을 보여준다. 이러한 결과들을 볼 때 빛의 여러 가지 다양한 형태에 대한 교육을 실시하기에 앞서 가시광선에 대한 교육을 좀 더 강화해야 할 것으로 판단된다.

이러한 결론을 바탕으로 앞으로의 후속 연구를 위하여 다음과 같은 제언을 한다.

첫째, 가시광선, 시각, 자외선과 적외선에 대한 다양한 조사와 분석이 필요하다. 지금까지는 시각 개념 연구 등에 한정되어 연구가 활발하게 진행되었기 때문에, 다양한 빛과 관련된 연구가 활발히 진행되지 않았으며, 도구 또한 다양하게 개발되어 있지 않다. 초등학생, 중, 고등학생을 대상으로 적용할 수 있는 검사 도구의 개발과 이를 활용한 조사, 분석 연구를 통해 학생들의 이해 정도를 확인하는 연구가 필요하다.

둘째, 생물다양성 소양 증진을 위한 방안 논의가 필요하다. 초등학생들이 생물다양성 개념과 생물다양성 감소의 원인, 결과, 그리고 해결방안을 구체적으로 이해하기 위해서 교육과정에 포함되거나 보완되어야 할 내용을 확인하고, 이를 교육하기 위한 프로그램이나 교재 등을 개발하는 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- American Association for the Advancement of Science(AAAS) (2009). *Benchmarks for Science Literacy*, Project 2061, Washington, D.C.: Oxford University Press.
- Andersson, B., & Karrqvist, C. (1983). How Swedish pupils, aged 12-15 years, understand light and its properties. *European Journal of Science Education*, 5(4), 387-402.
- Bardar, E. M. (2008). First Results From the Light and Spectroscopy Concept Inventory. *Astronomy Education Review*, 6(2), 75-84.
- Boyes, E., & Stanisstreet, M. (1998). High School Students' Perceptions of How Major Global Environmental Effects Might Cause Skin Cancer. 29(2), 31-36.
- Boyes, E., Stanisstreet, M., & Papantonious, V. S. (1999). The Ideas of Greek High School Students about the Ozone Layer. *Science Education*, 83(6), 724-737.
- Driver, E., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in science*. UK: Open University Press.
- Feher, E. & Meyer, K. (1992). Children's Conceptions of Color. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(5), 505-520.
- Fetherstonhaugh, T., & Treagust, D. F. (1992). Students' Understanding of Light and its Properties: Teaching to Engender Conceptual Change. *Science Education*, 76(6), 653-672.
- Galili, I. & Hazan, A. (2000). The Influence of an Historically Oriented Course on Students' Content Knowledge in Optics Evaluated by Means of Facets-Schemes Analysis. *American Journal of Physics*, 68(7), s3-s15.
- Guesne, E. (1985). Light. in *Children's Ideas in Science*, eds. Driver, E., Guesne, E., & Tiberghien, A., UK: Open University Press.
- Halloun, I. A. & Hestenes, A. (1985). Common Sense Concepts about Motion. *American Journal of Physics*, 53(11), 1056-1065.
- Hansen, P. J. K. (2010). Knowledge about the Greenhouse Effect and the Effects of the Ozone Layer Among Norwegian Pupils Finishing Compulsory Education in 1989, 1993 and 2005 - What Now?. *International Journal of Science Education*, 32(3), 397-419.
- Han Shin, Jeong Jin-woo (2014). High School Students' Preconception about the Causes and Consequences of Climate Change. *Science Education Research Institute Kyungpook National University*, 38(2), 430-442.
- Harlen, W. (1987). *Teaching and Learning Primary Science*. New York: Teacher College Press.
- Kim Han-ho, Kwon Jae-sool, Kim Beom-ki, Jeong Jin-woo, Choi Byung-soon (1992). Korean Children's Conceptions about Light. *The Korean Association for Science Education*, 12(2), 43-52.
- Kwon Gyeong-pil (2013). Elementary School Teachers' Understanding of Image. *The Korean Society of Elementary Science Education*, 32(4), 527-534.

- Kwon Gyeong-pil, Bang So-Yoon, Lee Sung-muk, Lee Gyoung Ho (2006). Context-dependency of Students' Conceptions in Optics: Focused on Vision & Mirror Image. *The Korean Association for Science Education*, 26(3), 406-414.
- Leighton, J., & Bisanz, G. L. (2003). Children's and Adults' Knowledge and Reasoning about the Ozone Layer and its Depletion. *International Journal of Science Education*, 25(1), 117-139.
- Libarkin, J. C., Asghar, A., Crockett, C., & Sadler, P. (2011). Invisible Misconceptions: Student Understanding of Ultraviolet and Infrared Radiation. *Astronomy Education Review*, 10(1).
- Oh Won-Kun, Kim Jae-woo (2002). Middle-school Students' Concepts of vision and of the Properties of Light . *New Physics: Sae Mulli*, 45(3), 163-170.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative Evaluation and Research methods*. Newbury Park: Sage publications, Inc.
- Piaget, J. (1972). *Physical World of the Child*. *Physics Today*, 25(6), 23-28.
- Ramadas, J. & Driver, R. (1989). *Aspects of Secondary Students' Ideas about Light*. Leeds, UK: Center for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds.
- Rye, J. A., Rubba, P. A., & Wiesenmayer, R. L. (1997). An Investigation of Middle School Students' Alternative Conceptions of Global Warming. *International Journal of Science Education*, 19(5), 527-551.
- Shapiro, B. (1994). That's Not true, it doesn't make Sense: A Qualitative Study of one Student's Views of the Worthiness of Scientific Ideas. *International Journal of Qualitative Research*, 7(1), 19-32.
- Selly, N. J. (1996). Children's ideas on light and vision. *international Journal of Science Education*, 18(6), 713-721.
- Stead, B. F., & Osborne, R. (1980). Exploring science students' concepts of light. *Australian Science Teachers Journal*, 26(3), 84-90.
- Suping, S. M. (2004). *Examining Student Understanding of the Science of a Societal Issue in Botswana: Effects of Ultraviolet Radiation on the Human Skin*. Ohio State University dissertation.

부록

가시광선, 자외선, 적외선 질문지

여러분이 빛도 창문도 없는 어두운 방 안에 혼자 있다면, 다음 중 보이는 대상(물체)은 어느 것일까요?

- ① 고양이의 눈 ② 동전
- ③ 형광 물질이 없는 하얀색 A4 용지
- ④ 고양이의 눈과 하얀색 A4 용지
- ⑤ 아무것도 볼 수 없음

1-1. 위의 답을 선택한 이유를 자세하게 설명해 주세요.

2. 어두운 방 안에 고양이가 있다면, 그 고양이는 여러분을 볼 수 있을까요? 이유도 자세하게 설명해 주세요.

3. 사람들은 화창한 날 외출하면서 자외선 차단제를 바릅니다.

3-1. 자외선이란 단어는 여러분에게 어떠한 의미입니까?

3-2. 자외선은 어디에서 오는 것일까요?

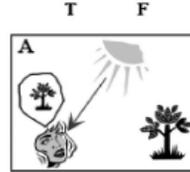
4. 여러분은 빛도 창문도 없는 어두운 방에서 자외선 램프를 가지고 서 있습니다. 그 자외선 램프를 켜면, 다음 중 당신이 볼 수 있는 대상(물체)은 어느 것일까요?

- ① 고양이의 눈 ② 동전 ③ 사과
- ④ 고양이의 눈과 사과 ⑤ 아무것도 볼 수 없음

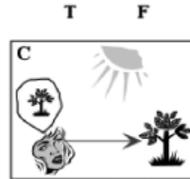
4-1. 위의 답을 선택한 이유를 자세하게 설명해 주세요.

5. 영희는 정원에서 나무를 바라보면서 앉아 있습니다. 영희가 나무를 볼 수 있는 방법에 대해 아래 설명 중에서 옳다고 생각하는 것은 어느 것인가요? 각 문장이 맞으면 T, 틀리면 F에 ○표 하세요.

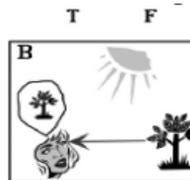
① 영희가 머릿속으로 나무 형상을 만들기 전에 태양으로부터 온 빛이 눈에 먼저 들어와야 합니다.



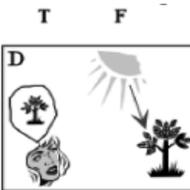
③ 영희가 머릿속으로 나무 형상을 만들기 전에 눈 빛이 나무에 먼저 도달해야 합니다.



② 영희가 머릿속으로 나무 형상을 만들기 전에 나무에서 온 빛이 눈에 먼저 들어와야 합니다.



④ 영희가 머릿속으로 나무 형상을 만들기 전에 태양으로부터 온 빛이 나무에 먼저 도달해야 합니다.



6. 위의 ①, ②, ③, ④ 중에서 가장 먼저 일어나야 하는 것은 어느 것일까요?

7. 화창한 날에 철수는 창가에 앉아 햇빛을 쬐고 있습니다. 철수의 어머니는 그에게 너무 오래 앉아 있지 말라고 했습니다. 왜냐하면 자외선이 피부암을 일으킬 수 있다고 생각해서 인입니다. 그러나 철수는 자외선은 유리창을 투과할 수 없다고 생각해 “괜찮아요”라고 답했습니다. 철수와 어머니의 생각 중에 누가 옳은 것일까요? 이유도 설명해 주세요.

8. 여러분은 적외선에 대해 들어본 적이 있을 겁니다. 선생님께 질문한다면 어떤 질문을 하고 싶으세요?