

대학생들의 인지양식에 따른 관찰에서의 안구 운동 분석

임성만 · 최현동* · 양일호 · 정미연

한국교원대학교

An Analysis of Eye Movement in Observation According to University Students' Cognitive Style

Lim, Sung-Man · Choi, Hyun-Dong* · Yang, Il-Ho · Jeong, Mi-Yeon

Korea National University of Education

Abstract: The purpose of this study is to analyze observation characteristics through eye movement according to cognitive styles. To do this, we developed observation tasks that show the differences between wholistic cognitive style group and analytic cognitive style group, measured eye movement of university students with different cognitive styles after being given an observation task. The difference between two cognitive style groups is confirmed by analysing gathered statistics and visualization data. The findings of this study are as follows: First, to compare fixation time and frequency, we compared the average value of total time used in the observation task by the wholistic cognitive style group and analytic cognitive style group. The numbers of Fixation (total) and number of Fixations (30s), is based on the fact that the wholistic cognitive style group has more numbers of fixation (Total) and number of fixations (30s) means the wholistic cognitive style group can observe more points or overall features than the analytic cognitive style group, in contrast, the analytic cognitive style group tend to focus on a particular detail, and observe less numbers of points. Second, to compare observation object and area by cognitive style, the outcome of analysing visualization data shows that wholistic cognitive style group observes the surrounding environment of spider and web on a wider area, on the other hand, the analytic cognitive style group observes by focusing on the spider itself. Through the result of this study, there are differences in observation time, frequency, object, area, and ratio from the two cognitive styles. It also shows the reason why each student has varied outcome, from the difference of information following their cognitive styles, and the result of this study helps to figure out and give direction as to what observation fulfillment is more suitable for each student.

Key words: Observation, cognitive style, eye movement, eye-tracking

I. 서 론

과학은 우리가 경험하는 대상이나 현상에 대해 어떤 의문을 제기하고 그에 따른 답을 찾아내는 활동이다(권용주 등, 2003). 과학의 출발점은 대상이나 현상에 대한 인식이고, 대상이나 현상을 인식하기 위해서는 오감으로 지각하는 활동이 필요하다. 이와 같이 오감을 통해 자연 현상에 대해 정보를 수집하는 활동(권용주 등, 2005; Hodson, 1986)으로 정의되는 관찰은 과학적 탐구 과정의 첫 단계로서 가장 근본적이고 기초적인 위상을 가지고 있다(Norris, 1984). 또한 관찰은 학생들이 가진 과학적 선 개념의 변화에도 영향을

줄 수 있는 탐구 과정이기 때문에(권용주 등, 2003; 박종원과 김익균, 1999; Klahr *et al.*, 1993) 과학교육에서도 매우 중요한 요소로 다루어지고 있다.

특히 관찰 과정에서 관찰자의 사전 지식, 경험, 기대감, 관심 등은 감각기관을 통해 수집한 정보를 지각하고 처리하는 과정에 영향을 준다(Hodson, 1986). 이로 인하여 동일한 대상을 관찰하여도 관찰자에 따라 서로 다른 관찰 사실을 얻게 되고(Driver & Erickson, 1983; Hodson, 1986), 관찰 과정이나 방법이 각 개인이나 상황에 따라 달라질 수 밖에 없다(권용주 등, 2008). 이를 관찰의 이론 의존성이라고 한다(양일호 등, 2010).

*교신저자: 최현동(ajagoda@hanmail.net)

**2013.02.23(접수), 2013.04.09(1심통과), 2013.05.03(2심통과), 2013.05.06(최종통과)

관찰자의 인지양식 역시 관찰 사실에 영향을 미친다(김민경, 2009; 임채성, 1999). 인지양식은 정보를 수집하고 처리하며 조직하는 방식에 있어서 일관성 있게 나타나는 개인차 변인으로서(Jonassen, 1978) 새로운 정보나 상황에 접했을 때 또는 문제에 직면했을 때 의사결정이나 사고 과정에 영향을 미친다(Riding, 1991; Riding & Rayner, 1998). 관찰을 통해 정보를 획득할 때 해당 정보를 지각하고 처리하는 과정에서 인지양식의 영향을 받기 때문에(Messick, 1984), 인지양식은 학습자 변인 중의 하나로 중요성을 가진다(임채성 등 1990; 1993).

인지양식에 따른 관찰 특성의 차이를 분석한 연구로 임채성(1999)은 장독립형-장의존형에 따른 학생들의 관찰을 비교하였고, 김민경(2009)은 전체적-분석적 인지양식에 따른 관찰 특성을 분석하였다. 이 연구들을 통하여 인지양식이 관찰에 영향을 준다는 사실을 밝혔지만 관찰 기록지, 학생 면담 자료 등 결과물을 분석하는 간접적인 방법으로 인지양식에 따른 관찰 특성 차이의 근본적인 원인을 밝히기에는 제한점이 있었다. 양일호 등(2010)은 전체적-분석적 인지양식을 가진 관찰자가 관찰 활동을 할 때 나타나는 ERFs의 특성을 MEG로 확인하였다. 이는 전체적 인지양식 관찰자 집단과 분석적 인지양식 관찰자 집단의 뇌 활성화 차이를 제시하여 인지양식에 따라 관찰 특성이 다르게 나타나는 원인에 대한 정량적인 증거이다. 그러나 관찰의 첫 단계인 해당 정보를 지각하고 받아들이는 과정에 대한 설명은 부족하며 피험자의 접근성이 제한적이었다. 인지양식에 따라 관찰 특성이 달라지는 이유가 시각적으로 보는 것이 다르기 때문인가란 문제에 대한 실증적인 증거를 제시하기 위해 인지양식에 따라 받아들이는 정보의 차이를 확인하는 것이 요구된다.

피험자에게 특정한 신체적 접촉을 피하고, 접근성을 높이는 방법으로 아이트래킹(Eye Tracking) 기술이 제안되었다(김지호 등, 2007; 김태용, 2008; 이수범 등, 2011; 최현동과 신동훈, 2012). 아이트래킹 기술을 바탕으로 하는 안구 운동 연구는 피험자의 시지각을 확인하기에 적합하다. 인지적인 정보 습득의 욕구에 의해 눈의 움직임이 결정(Henderson *et al.*, 2006)되기 때문에 안구 운동 데이터가 학습자의 인지 처리에 대한 가치 있는 정보를 제공한다는 연구 결과(Ballard *et al.*, 1997; Just & Carpenter, 1976)들

은 안구 운동 연구를 교육과 접목시킬 필요성을 뒷받침한다. 현재 과학교육에서도 안구 운동 연구가 점차 늘어나고 있는 추세이지만(Hsiao-Ching & Yi-Zen, 2009; Erol *et al.*, 2009; David *et al.*, 2005) 과제나 삽화 디자인 등을 제시하는 교육 공학에 가까운 연구들이 대부분이었다. 과학 교육의 본질인 과학적 탐구 과정에서 안구 운동의 차이를 밝히는 분석 연구는 미흡한 실정이고, 특히 탐구 과정의 출발점이며, 시각에 많은 부분을 의존하는 관찰에 대한 안구 운동 분석은 과학 탐구 과정의 첫 단추인 정보 지각의 측면을 분석하기 위해 필요하다고 본다.

따라서 이 연구는 과학적 탐구 과정의 가장 기본적인 기초적 요소인 관찰 활동에서 나타나는 인지양식에 따른 특성을 안구 운동 연구를 통해 분석하여, 인지양식에 따라 지각되는 정보의 차이를 밝히고자 하는데 그 목적을 두고 있다.

구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 인지양식에 따른 응시 시간·빈도는 어떠한가?

둘째, 인지양식에 따른 관찰 대상·영역은 어떠한가?

II. 연구 방법

전체/분석적 인지양식에 따른 관찰시 안구 운동을 알아보기 위한 구체적인 연구 절차와 연구 대상, 관찰 과제 개발 과정과 자료 수집 및 분석 방법은 다음과 같다.

1. 연구 절차

본 연구는 인지양식과 관찰, 인지적 활동시 나타나는 안구 운동 연구에 관한 문헌과 선행 연구 고찰을 토대로 진행되었다. 과제 선정 과정을 거쳐 적합한 관찰 과제를 개발 및 수정·보완하였고 그 과정에서 과학교육전문가와, 안구 운동 측정 전문가와의 협의를 통해 타당도를 확보하였다. 최종 선정된 과제를 Eye Tracker 기기에 적합한 패러다임을 개발하였고, 인지양식 검사도구인 CSA를 대학생들을 대상으로 투입하여 피험자를 선정하였다. Eye Tracker 기기를 이용하여 피험자들이 관찰 활동 중에 나타내는 안구 운동을 측정한 후 응시 시간 등의 자료를 수집하였다. 자료의 분석은 과학교육전문가 및 안구 운동 측정 전문가와의 정기적인 세미나를 바탕으로 분석을 위한 기준을 설정하여 이루어졌다.

2. 연구 대상

충북 소재의 K대학교 학생 180명을 대상으로 안구 병력이 없으며 연구에 참여 의사가 있는 학생을 선별하여 전체적 인지양식과 분석적 인지양식 각각 7명의 대학생을 선정하였다. 이들은 모두 정신 병력과 가족력을 갖고 있지 않은 신체 건강한 대학생으로 연구에 자발적으로 참여하였다.

피험자 개인의 고유한 인지양식 판별을 위해 Riding(1998)이 제작한 인지양식검사(Cognitive Style Analysis: CSA)를 실시하여 전체적 인지양식 집단과 분석적 인지양식 집단으로 구분하였다. CSA는 컴퓨터를 통해 검사를 실시하므로, 결과를 조작하기 힘든 객관적인 검사이고, 검사결과를 빠르게 정확하게 얻을 수 있는 이점이 있다(Riding, 1991). CSA 검사도구에 의해 WA 비율이 1.02 이하이면 전체적 인지양식 학습자이고, WA 비율이 1.35 초과이면 분석적 인지양식 학습자이다. 측정에 참여한 피험자의 CSA 결과는 표 1과 같다.

3. 과제 선정 및 개발

가. 거미와 거미줄 과제

살아있는 유기체에 대한 탐구는 과학적 탐구 교육의 질을 향상시키는 좋은 방법 중의 하나(Hoese & Nowicki, 2001; Jelka, 2007)로써, 야외 생명 탐구 활동 및 유기체를 대상으로 하는 생명교육은 타 분야에 비해 학생들의 흥미와 호기심을 유발시키고, 다양한 창의적인 반응을 만들어 내는데 효과적이다(Hoese & Nowicki, 2001; Jelka, 2007; Krapp, 2002; Myers *et al*, 2003; Uitto, 2006). 방대한 양의 생명 현상 관찰 과제 중 ‘거미와 거미줄’ 과제(신동훈 등, 2006)는 과학 지식 생성 모형을 기반으로 한 초등학생용 거미 탐구 프로그램 개발에서 적용된 것으로, 다음과 같은 특징을 지닌다. 거미는 알, 성체 등의 다양한 형태를 가지고 있고 다채로운 생김새나 특이한 생활 습성이 있으며(김주필, 2000), 김민경(2009)의 연구에 따르면 거미와 거미줄 관찰에서 시각에 의한 관찰 빈도가 다른 감각기관에 의한 관찰 빈도보다 높다. 또한 거미와 거미줄 관찰 활동에서 관찰 대상이 거미에만 치우치지 않고(김민경, 2009) 일정한 모양이 있는 거미줄(김주필과 임현옥, 1998) 역시 관찰 대상이 된다는 것을 확인할 수 있었다. 이처럼 거미와 거미줄 과제는 다양한 관찰 포인트가 있어 한 장의 사진에서도 관찰을 할 수 있는 요소가 많고, 시각적 관찰이 주 활동이 되므로 제시된 사진이나 동영상

표 1
측정에 참여한 연구 대상자의 CSA 결과

	명칭	WA 비율	WA 속도	정확도
전체적 인지양식 집단	박OO	0.76	9.84	93
	박OO	0.95	9.32	100
	이OO	0.87	7.21	100
	김OO	0.97	6.87	100
	정OO	0.93	5.83	90
	김OO	0.97	9.46	98
	홍OO	1.00	8.84	85
분석적 인지양식 집단	이OO	2.97	4.16	100
	조OO	1.86	5.64	100
	류OO	2.09	5.87	98
	서OO	4.36	2.67	80
	박OO	3.06	2.81	95
	신OO	1.73	7.01	100
	백OO	2.49	5.10	98

상을 응시하며 실험이 이루어지는 안구 운동 연구에 적합하다 판단되었다.

나. 관찰 과제 개발

1) 예비 관찰과제 개발

거미와 거미줄 과제의 형태 및 선정, 개발된 과제에 대한 투입 계획들은 모두 과학교육전문가 3명과 과학교육연구진 14명으로 구성된 인원과 함께 주당 1회의 정기적인 세미나를 통해 개발되었다. 거미와 주변 환경이 같이 존재하는 사진, 거미의 특이한 습성(새끼, 고치, 암수의 크기 차이 등)이 나타나 관찰자의 흥미를 끌 수 있는 사진, 혐오감을 주지 않는 사진, 높은 해상도로 화소가 관찰에 영향을 주지 않는 사진을 기준으로 하여 180장의 사진 중 40장의 사진을 선별하였다. 사진의 해상도는 1600×1128pixel로 동일하게 적용하였다. 개발된 예비 관찰과제가 과학적 관찰과제로 적합한지 검증하기 위해 선정된 예비 과제를 임의로 선정된 대학생 10명을 대상으로 각각의 사진에서 관찰 특성을 찾아내 구술하는 예비 검사를 실시하였다.

2) 본 관찰과제 개발

예비 관찰과제 투입 결과를 바탕으로 예비 관찰과제를 수정하여 본 관찰과제를 개발하였다. 예비 관찰과제 투입에서 한 사진 당 관찰 평균 시간은 약 1분 정도로 최대 2분 23초였는데 안구 운동 측정 전문가와의 논의 결과 10분 넘게 응시를 하면 집중력 저하 및 눈의 피로도가 높아져 결과에 오염이 생길 수도 있다는 문제가 제기되어 과제 개수 조절이 필요하였다. 관찰 시간을 고려하여 10장의 사진을 제시하려 했으나, 과학교육전문가를 포함한 세미나에서 분석할 데이터 양이 부족하다는 문제점이 발견되어 20장의 사진을 제시하되 중간에 휴식을 넣어 최대한 눈의 피로를 줄이는 방향으로 제시하기로 하였다. 개발된 본 관찰과제는 그림 1과 같다.

3) Eye tracker 과제 패러다임 개발

선정된 관찰 과제를 Eye Tracker 기기를 이용하여 제시하기 위해 KAIST 경영대학원 정보미디어 랩과의 세미나를 거쳐 패러다임을 개발하였다.

실험이 시작되면 먼저 지시문이 4초 동안 제시되고 2초 동안의 고정시간(fixation) 후 과제가 제시된다.



그림 1 선정된 거미와 거미줄 과제

피험자는 사진을 충분히 관찰하고 더 이상 관찰할 요소가 없다고 생각되면 마우스를 클릭해 다음으로 넘어간다. 2초간의 고정시간과 클릭할 때까지 과제가 제시되는 패턴으로 5개의 과제를 반복하고 30초간 눈을 감고 휴식을 취하도록 구성하였다.

이와 같은 패러다임으로 K대학원 대학원생 중 전체적 인지양식, 분석적 인지양식을 가진 각각 1명에게 예비투입을 해 본 결과 5개의 과제가 제시된 후 30초 동안 눈을 감고 휴식을 취하는 것과 과제 사이의 고정시간이 집중도를 떨어뜨려 관찰을 저해한다는 문제점이 발견되었다. 이를 수정·보완하여 20장의 사진을 그림 2와 같은 패러다임을 개발하였다.

4. Eye tracker 측정

관찰 활동에서 인지양식에 따른 안구 운동을 확인하고 분석하기 위해 Tobii사의 T120 Eye tracker기

기와 Tobii Studio™ Analysis Software를 사용하였다. 이 기기는 모니터형 Eye tracker로써 피험자의 머리가 움직이는 것에 대한 문제점을 보완할 수 있는 내부 프로세스를 갖추었으며, 일정 영역 내에서 머리 움직임(Head Movement)으로 인해 발생하는 오차(Error)를 수정할 수 있도록 되어 있다. 또한 양쪽 눈을 모두 측정하기 때문에 한 쪽 눈에서 Tracking Loss가 발생될 경우에도, 다른 나머지 한쪽 눈은 계속해서 측정되어 안정적이고 신뢰로운 데이터를 확보할 수 있다는 장점이 있다. 30초를 넘지 않는 빠른 Calibration 과정과, 한번 Calibration을 하면 다시는 할 필요가 없다는 것도 이 기기의 특징이다. 그림 3과 같이 연구자가 피험자와 70cm 정도 떨어진 컴퓨터를 이용해 과제를 제시하면 피험자는 편안히 앉은 상태로 특별한 장비를 부착할 필요가 없이 화면에 제시된 프리젠테이션을 응시하며 실험을 진행한다.

측정은 사전에 피험자들과 측정 가능한 날짜와 시

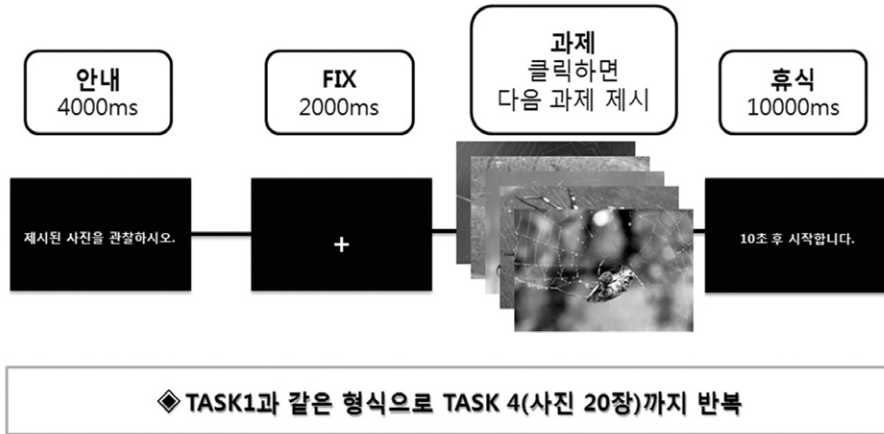


그림 2 Eye tracker 과제 패러다임

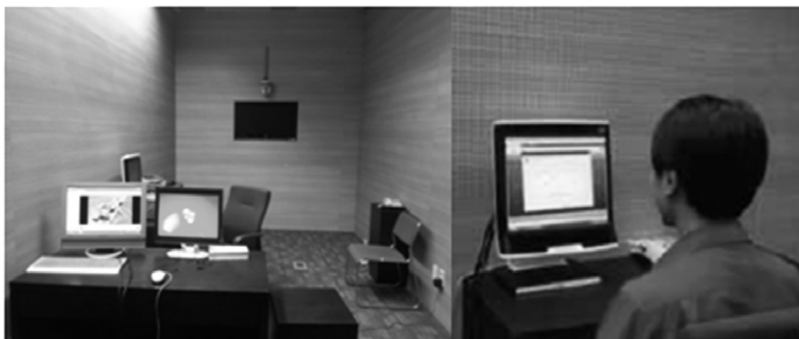


그림 3 Eye tracker 측정 모습

간을 미리 약속하여 KAIST 경영대학원 SUPLEX 경영관 전산실습실 Eye tracker room에서 진행하였다. 피험자 한명 당 안구 운동 측정에 소요된 시간은 실험 준비 시간을 포함하여 대략 30분 정도 소요되었다. 실제 측정에 앞서 먼저 피험자들의 관찰에 대한 이해도를 점검하여 관찰 및 Eye tracker 측정 전 과정에 대하여 충분한 설명을 하고 예비 과제를 통해 관찰 훈련을 하였다. 이 때 피험자에게 안구 운동 영향을 줄 수 있으므로 과제를 수행하는 동안의 움직임을 최소화하기를 당부하였다.

측정 중 측정 기기와 소프트웨어 사이의 연결이 끊어지는 오류가 몇 명의 피험자에게 발생하였다. 오류가 발생한 시점의 과제부터 몇 번씩 재측정을 하여 데이터를 얻었지만 자료 수집 결과 데이터의 오염이 심했다. Samples 수가 3%로 약 30초 동안 관찰에서 1초도 되지 않게 Fixation이 된 경우, Calibration이 정확하지 않아 Gaze plot 자체가 한 쪽으로 치우치거나, 과제를 이탈하는 시선이 대부분인 경우 등 데이터가 부정확하고 오류가 많았다. 결국 측정 오류가 많은 피험자들의 데이터를 제외하고, 전체적 인지양식 집단의 학생들을 W1~W5로, 분석적 인지양식 집단의 학생들을 A1~A5로 표현한 최종 선정된 연구 대상자는 표 2와 같다.

5. 자료 수집 및 분석

Fixation의 개수, Fixation 시간, 총 측정 시간, 스캔 경로는 학습과 관련이 있다(Rayner, 1998). 인지

양식에 따른 관찰특성을 분석하기 위하여 응시시간·빈도를 확인할 수 있는 자료와 관찰대상·영역을 분석할 수 있는 자료로 나누어 수집하였다. 먼저 응시시간·빈도를 확인하기 위해서 한 과제를 수행하는 동안 응시시간과 총 Fixation 개수, 그리고 30초에서의 Fixation 개수 데이터를 수집하였다. 30초에서의 Fixation 개수 데이터는 같은 시간 동안에서의 관찰 빈도를 비교하기 위해 수집하였으며, 권용주 등(2008)의 연구에서도 활용되었다.

관찰대상·영역 분석을 위해 Tobii Studio™ Analysis Software를 이용하여 시각화 자료를 수집하였다. Fixation의 누적값을 시각화하여 색의 차이로 영역 및 빈도를 확인할 수 있는 Heat map 이미지 파일과, 시간에 따른 Fixation을 확인하여 스캔 경로를 확인할 수 있는 Gaze plot을 녹화한 동영상 자료를 수집하였다.

일반적으로 Eye tracker 기기를 이용하는 연구에서 일정 영역에서의 Fixation을 비교 분석하기 위해 AOI(Area Of Interest)를 설정하여 각 영역 안에서의 Fixation의 개수, Fixation 시간 등을 비교한다(Matti & Jukka, 1999; Hsiao & Yi, 2009; Erol et al., 2009). 그러나 본 연구에서 설정하였던 AOI를 분석하였을 때 한계가 있었다. 예를 들어 그림 4와 같이 주변 환경과 거미로 영역을 나누어 AOI를 지정하여 그림 5의 두 사진을 분석해보았을 때 Fixation 시간이 비슷하고(8s) 거미 영역에서의 Fixation의 수(17)가 같아 양적 분석에 어려움이 있었다. 따라서 관찰 시간과 대상·영역을 통합적으로 분석하기 위해서

표 2
최종 선정된 연구 대상자

	명칭	WA 비율	WA 속도	정확도
전체적 인지양식 집단	W1	0.76	9.84	93
	W2	0.95	9.32	100
	W3	0.87	7.21	100
	W4	0.93	5.83	90
	W5	1.00	8.84	85
분석적 인지양식 집단	A1	2.97	4.16	100
	A2	1.86	5.64	100
	A3	2.09	5.87	98
	A4	3.06	2.81	95
	A5	1.73	7.01	100

두뇌 활성이 나타나는 시간대는 최대 480ms였고 (Hauk *et al.*, 2007), 생명현상 관찰 기반 인과적 의문 생성시 나타나는 ERF components 분석 결과 520ms 이내에 유의미한 패턴이 발견되었다(권석원 등, 2009). 모든 과학적 관찰 활동은 피험자들의 두뇌에서 1차적인 사고과정이 일어난 다음 일어나므로(신동훈, 2006; 임채성, 2005), 과학교육전문가 3명과 과학교육연구진 14명으로 구성된 정기적인 협의 과정을 거쳐 500ms를 관찰의 기준으로 세우기로 하였다. 500ms 이상의 Fixation을 관찰이라 분석하고 그 이하의 안구 운동의 흐름 중의 하나인 단순한 Fixation이라 간주한다. Gaze plot 분석표에 Fixation의 위치와 시간을 코딩한 기록지를 바탕으로 한 곳에 Fixation이 500ms 이상, 또는 같은 부분에 연이어 Fixation이 일어난 시간의 합이 500ms 이상일 때는 부분적 생김새를 관찰한 것으로, 500ms보다 작은 Fixation들이 거미 또는 주변 환경의 여러 부분에 일정한 패턴, 혹은 불규칙적으로 배열된 합이 500ms 이상일 때 전체적 생김새를 관찰한 것으로 간주하여 분석하였다.

Fixation의 위치와 시간을 코딩한 기록지에 적힌 Fixation 시간을 계산하여 거미 전체적 생김새 관찰, 거미 부분적 생김새 관찰, 주변 환경 전체적 생김새 관찰, 주변 환경 부분적 생김새 관찰로 분류하였다. 응시 시간과 같이 관찰 시간도 피험자마다, 또 과제마다 상이하여 한 데이터의 관찰 시간을 모두 합쳤을 때 각각(거미 전체적 생김새 관찰, 거미 부분적 생김새 관찰, 주변 환경 전체적 생김새 관찰, 주변 환경 부분적 생김새)을 관찰하는 비율을 구하여 비교하였다. 또 각각의 비율을 합쳐 인지양식에 따라 거미(거미 전체적 생김새 + 거미 부분적 생김새)와 주변 환경(주변 환

경 전체적 생김새 + 주변 환경 부분적 생김새)의 관찰 비율은 어떤 차이가 있는지, 전체적 생김새(거미 전체적 생김새 + 주변 환경 전체적 생김새) 관찰과 부분적 생김새(거미 부분적 생김새 + 주변 환경 부분적 생김새)를 관찰하는 비율은 어떻게 다른지 비교하였다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 인지양식에 따른 응시시간·빈도 분석

응시시간·빈도를 확인하기 위해서 10명의 피험자가 각각 20개의 과제를 수행한 결과를 분석하여 인지양식에 따른 응시시간·빈도를 비교하고, 과제의 특성에 따른 전체적 인지양식 집단과 분석적 인지양식 집단의 안구 운동을 분석하여 제시하였다.

5명의 전체적 인지양식 집단과 5명의 분석적 인지양식 집단의 한 과제에 대한 응시시간, 전체 Fixation 개수, 그리고 30초에서의 Fixation 개수의 평균값은 표 4에 제시된 것과 같다. 전체적 인지양식 집단과 분석적 인지양식 집단의 차이를 쉽게 확인하기 위하여 두 집단의 응시시간·빈도에 대한 각 요소의 차이 값을 제시하였다.

표 4를 살펴보면, 응시시간은 전체적 인지양식 집단이 분석적 인지양식 집단보다 15개 과제에서 더 많이 걸렸고, 4개의 과제에서 더 적은 시간이 걸렸다. 전체 평균 응시 수는 전체적 인지양식 집단이 분석적 인지양식 집단보다 17개 과제에서 더 많은 응시점이 나타났고, 2개의 과제에서 적은 응시점이 나타났다. 30초 평균 응시 수는 전체적 인지양식 집단이 분석적 인지양식 집단보다 18개 과제에서 더 많은 응시점이 나타났고, 2개의 과제에서 적은 응시점이 나타났다.

표 4
전체적 인지양식 집단과 분석적 인지양식 집단의 응시 시간·빈도

과제	인지양식	응시시간 평균(초)	전체 평균 응시 수 (개)	30초 평균 응시 수(개)
1	전체적(W)	37.6	93	53.8
	분석적(A)	37.6	70.4	51.8
	W-A	0	23.4	2
2	전체적(W)	38	98.6	54
	분석적(A)	50.6	95.2	58.8
	W-A	-12.6	3.4	-4.8
3	전체적(W)	43.8	112.8	67.8
	분석적(A)	45.4	106.2	57
	W-A	-1.6	6.6	10.8

4	전체적(W)	43.6	115.6	84.6
	분석적(A)	38.8	97.8	57.6
	W-A	4.8	17.8	27
5	전체적(W)	38.4	97.2	61.6
	분석적(A)	36.4	79.4	44.8
	W-A	2	17.8	16.8
6	전체적(W)	45.4	117.6	77.6
	분석적(A)	42.8	88.6	54.2
	W-A	2.4	29	23.4
7	전체적(W)	25.2	57.2	56
	분석적(A)	35	57.2	41
	W-A	-9.8	0	15
8	전체적(W)	44.8	133.2	69
	분석적(A)	40	71.8	53.8
	W-A	4.8	61.4	15.2
9	전체적(W)	46.6	138	83.2
	분석적(A)	41.8	113.8	75.4
	W-A	4.8	24.2	7.8
10	전체적(W)	47	119	66.6
	분석적(A)	38.4	91.6	64.8
	W-A	8.6	27.4	1.8
11	전체적(W)	53.8	135.8	73
	분석적(A)	38	88	67.8
	W-A	15.8	47.8	6.8
12	전체적(W)	45.2	128.2	81.4
	분석적(A)	36.6	99.4	84.8
	W-A	8.6	28.8	-3.4
13	전체적(W)	40.2	113.8	72.4
	분석적(A)	27	76.2	67.6
	W-A	13.2	37.6	4.8
14	전체적(W)	43	126.8	76.6
	분석적(A)	39.2	91.6	66.4
	W-A	3.8	35.2	10.2
15	전체적(W)	44.8	59.2	70.8
	분석적(A)	41	103.6	67.2
	W-A	3.8	-44.4	3.6
16	전체적(W)	48.6	134	79.2
	분석적(A)	39.6	97.6	68.6
	W-A	9	36.4	10.6
17	전체적(W)	44.6	127.2	81.2
	분석적(A)	32.8	78	67.2
	W-A	11.8	49.2	14
18	전체적(W)	34.4	94.8	60.8
	분석적(A)	31.4	75.2	56.2
	W-A	3	19.6	4.6
19	전체적(W)	44	120.8	70.6
	분석적(A)	37.2	85.2	65.4
	W-A	6.8	35.6	5.2
20	전체적(W)	43.6	102.2	56
	분석적(A)	45.6	110.8	68.6
	W-A	-2	-8.6	-12.6

전체적 인지양식 집단과 분석적 인지양식 집단의 모든 과제에 대한 응시시간, 전체 Fixation 개수, 그리고 30초에서의 Fixation 개수의 평균값은 표 5와 같다. 전체적 인지양식 집단이 분석적 인지양식집단보다 응시시간이 더 길었고 전체 Fixation 개수와 30초에서의 Fixation 개수도 더 많았다.

인지양식에 따른 응시시간, 전체 Fixation 개수, 30초에서의 Fixation 개수의 평균값 차이가 통계적으로 유의미한지를 알아보기 위해서 대응 2-표본 비모수검정방법인 Wilcoxon 부호순위 검정을 실시하였다. 그 결과 표 5에서 보는 바와 같이 전체 Fixation 개수, 30초에서의 Fixation 개수의 평균값에서 통계적으로 유의한 차이를 보였고, 응시시간은 유의한 차이가 없었다. 30초에서의 Fixation 개수를 비교해 볼 때 일정한 시간동안 Fixation 수가 더 많다는 것은 같은 시간에 더 많은 곳을 보았고, 한 개의 Fixation 길이가 짧다는 의미이다. 그러므로 30초에서의 Fixation 개수가 더 많은 전체적 인지양식 집단이 분석적 인지양식 집단보다 더 많은 포인트를 또는 전체적인 생김새를 관찰하였다 해석할 수 있다. 반면에 분석적 인지양식 집단은 특정한 포인트에 대한 집중이 높고, 더 적은 포인트를 관찰하는 성향이 나타난다. 이 결과는 김민경(2009)의 연구에서의 관찰 특성과 일치한다.

이러한 관찰 특성이 나타나는 이유는 전체적 인지양식을 가진 관찰자는 시각 정보를 자극의 속성이나 차원으로 쉽게 분리되지 않는 응집성 높은 시각적 형태로 받아들이기 때문이며, 분석적 인지양식을 가진 관찰자는 자극의 속성이나 차원으로 쉽게 분리하여 지각하기 때문(이태연, 2011; Simons *et al.*, 2003)

인 것으로 판단된다. 이와 같은 판단을 지지하는 연구로 임성만 등(2011), 이태연(2011) 등이 있다. 인지양식에 따른 자료해석의 특징을 분석한 임성만 등(2011)은 전체적 인지양식을 가지고 있는 학생은 전체적인 값에 관심을 가지며, 분석적 양식을 가진 학생들은 특정 값에 관심을 갖는다고 분석하였고, 이태연(2011)은 전체적 인지양식자는 전체적인 구조를 파악하고, 분석적 인지양식자는 세부적인 구조를 파악한다고 분석하였다.

전체적 인지양식 집단과 분석적 인지양식 집단의 일정 시간동안(30s) Fixation 개수는 과제의 특성에 따라서 큰 차이를 보이지 않았다. 거미의 크기가 상대적으로 작아 과제 개발 검사에서 전체적인 인지양식 집단에서 더 많은 관찰 사실이 나타났던 1, 7번 과제에 대한 30초에서의 Fixation 개수의 평균값은 인지양식에 따라 큰 차이를 보이지 않았다. 하지만 30초에서의 Fixation 개수의 평균값 차이가 20 이상으로 크게 나는 4, 6번의 과제에서는 거미가 중심에 뚜렷하게 위치해 있고, 시선을 끝만한 특정 주변 환경 요소가 없다는 공통점을 찾을 수 있었다. 이는 상대적으로 거미의 크기가 크고 배경이 적을 때 분석적 인지양식 집단이 더 적은 Fixation, 즉 실체를 더 집중적으로 관찰한다고 해석될 수 있다.

이태연(2008)의 연구에 따르면, 분석적 인지양식자는 특정한 속성에 선택적 주의를 기울이는 분석적 전략을 더 많이 사용하지만 전체적 인지양식자는 사례간의 유사성을 비교하는 비분석적 전략을 더 많이 사용하여 범주 학습을 한다. 따라서 거미가 크고 배경이 적을 때 분석적 인지양식자는 실체에 집중하는 관찰이 이루어졌던 것으로 판단된다. 이러한 연구 결과는

표 5 인지양식에 따른 응시시간, 전체 Fixation 수, 30초에서의 Fixation 수 평균값에 대한 Wilcoxon 부호순위 검정

	과제 수	전체적 인지양식 평균	분석적 인지양식 평균	Z	근사유의확률 (양쪽)
응시시간(초)	20	42.63	38.76	-2.44	0.15
전체 Fixation 개수(개)	20	111.25	88.88	-3.46	0.00***
30초에서의 Fixation 개수(개)	20	69.81	61.95	-2.33	0.02*

* $p < .05$ *** $p < .001$

이태연(2009), 이태연, (2011) 등의 연구 결과와 맥락을 같이하는데, 그들은 분석적 인지양식자는 사례의 속성에 주의를 기울이지만 전체적 인지양식자는 전체 사례를 기억하는 학습을 한다고 보고하였다. 또한 양일호 등(2010)은 정보 처리 과정에서의 차이를 평가하여 전체적 인지양식을 가진 관찰자는 시각 정보를 구체적인 시각적 형태로 받아들이기 때문이고 분석적 처리자는 시각정보를 의미화하여 받아들이기 때문이라고 하였다.

2. 인지양식에 따른 관찰 비중 비교

가. 인지양식에 따른 관찰 대상 비교

인지양식에 따른 관찰 대상의 차이를 알아보기 위하여 총 관찰 시간 중 거미와 주변 환경을 관찰하는 비중이 어떻게 다른지를 분석하였다. 전체적 인지양식 피험자 5명과 분석적 인지양식 피험자 5명이 관찰 과제를 수행할 때 거미와 주변 환경을 관찰하는 비중은 그림 6와 같다.

모든 피험자들이 주변 환경보다 거미를 중심으로

관찰했다는 것을 알 수 있다. 인지양식에 따른 관찰 대상 차이를 비교하기 위하여 차이 검증을 한 결과 거미와 주변 환경 둘 다 인지양식 간에 유의미한 차이가 있음이 나타났다(표 6).

특히 거미를 관찰하는 비중은 분석적 인지양식이 집단이 전체적 인지양식 집단보다 주변 환경을 관찰하는 비중은 분석적 인지양식보다 전체적 인지양식에서 유의하게 높았다(표 6).

윤미소와 김한일(2003)은 장의존형은 인식이 장을 구성하는 주변상황에 상당한 정도로 영향을 받으며, 장독립형은 그 장의 주변 상황과 장을 구별하는 장을 구성하는 요소를 분석하는 인식형태를 보인다고 하였다. 또, 임채성(1999)은 장의존형은 자신의 경험을 융합된 전체로 간주하는 경향이 있으며, 장독립형은 경험 내용을 독립된 부분들로 분리하고 결정적인 부분을 추출할 수 있다고 하였다. 따라서 이 연구에서 밝혀진 것처럼 주변 환경을 관찰하는 비중이 높은 전체적 인지양식을 가진 관찰자는 장의존형의 관찰 양식이며, 환경적인 측면보다는 실제적인 면에 집중하는 분석적 인지양식자는 장독립형의 관찰 양식을 가진다

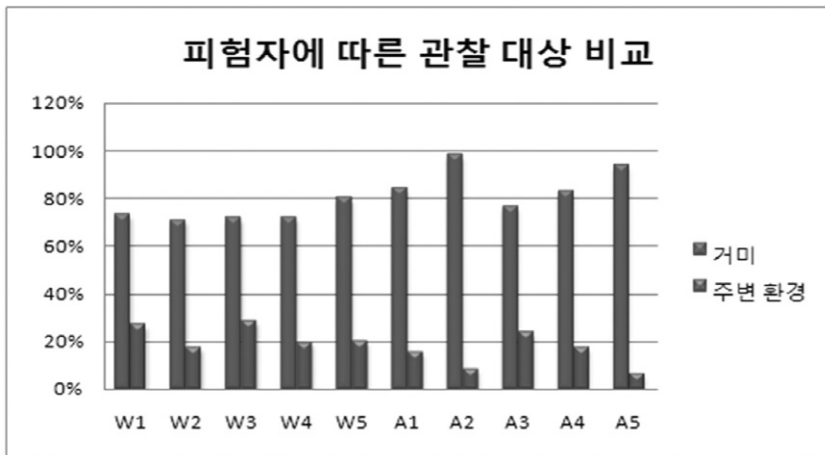


그림 6 피험자에 따른 관찰 대상 비교

표 6 인지양식에 따른 관찰 대상 비교

관찰 대상	과제 수 (개)	전체적 인지양식		분석적 인지양식		t
		평균	표준편차	평균	표준편차	
거미	200	0.73	0.17	0.87	0.14	-5.99*
주변 환경	200	0.23	0.15	0.15	0.13	4.08*

* $p < .05$

고 평가할 수 있다.

또한 이 연구의 결과는 장의존(전체적) 인지양식 학습자는 전체로서 주변의 장을 고려하고, 장독립(분석적) 인지양식 학습자는 주위의 장을 독립적으로 보려 한다는 Witken(1977)의 연구 결과와 일치한다.

나. 인지양식에 따른 관찰 영역 비교

인지양식에 따른 관찰 영역의 차이를 알아보기 위하여 총 관찰 시간 중 전체적 생김새와 부분적 생김새를 관찰하는 비중의 차이를 분석하였다. 전체적 인지양식 피험자 5명과 분석적 인지양식 피험자 5명이 관찰 과제를 수행할 때 전체적 생김새와 부분적 생김새 관찰하는 비중은 그림 7과 같다.

피험자별 차이는 있지만 대체로 전체적 인지양식 피험자들은 관찰 영역에 큰 차이가 나지 않지만 분석적 인지양식 피험자들은 부분적 생김새 관찰에 월등하게 높은 비율을 나타냈다.

인지양식에 따른 관찰 대상 차이를 비교하기 위하여

여 차이 검증을 한 결과 전체적 생김새와 부분적 생김새 둘 다 인지양식 간에 유의미한 차이가 있음이 나타났다(표 7).

부분적 생김새를 관찰하는 비중은 분석적 인지양식 집단이 전체적 인지양식 집단보다 전체적 생김새를 관찰하는 비중은 분석적 인지양식보다 전체적 인지양식에서 유의하게 높았다. 이 결과는 Riding과 Rayner (1998)이 제시한 전체적-분석적 인지양식을 가진 학습자들의 특징과 일치한다. 그들은 인지양식의 전체적-분석 차원 연구에서 어떤 개인이 정보의 전체 보기를 통하여 정보를 편성하는 습관을 가졌을 때 전체적 인지양식자로 설명하였고, 구성 요소의 분석으로 정보를 처리하고 조직하는 습관을 가졌을 때 분석적 인지양식자로 설명하였다. 따라서 분석적 인지양식을 가진 집단은 부분적 생김새를 집중하는 관찰이 이루어졌고, 전체적 인지양식을 가진 집단은 전체적 생김새를 관찰하였을 것으로 판단된다. 한편 영국 능력 평가에서 전체적-분석적 인지양식과 지능은

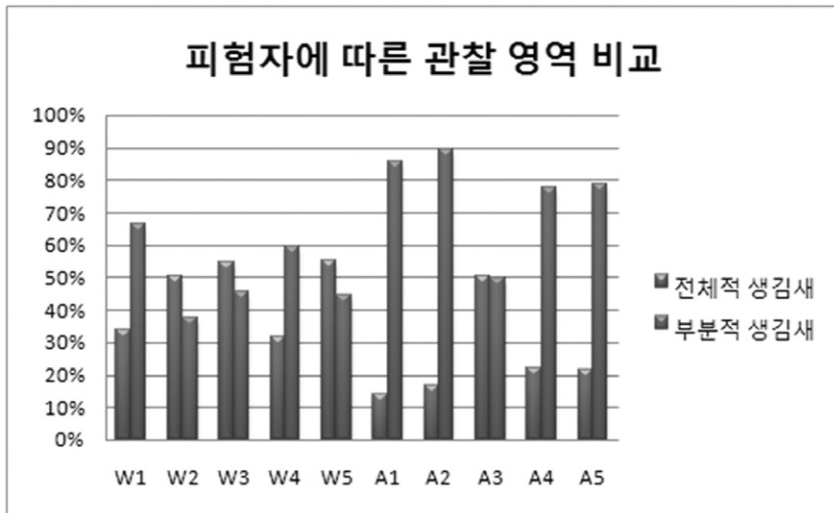


그림 7 피험자에 따른 관찰 영역 비교

표 7 인지양식에 따른 관찰 영역 비교

관찰 대상	과제 수 (개)	전체적 인지양식		분석적 인지양식		t
		평균	표준편차	평균	표준편차	
전체적 생김새	200	0.45	0.20	0.26	0.18	7.43*
부분적 생김새	200	0.51	0.20	0.76	0.19	-9.18*

* $p < .05$

매우 낮은 상관관계($r=0.05$)를 갖는다고 보고된 바 있다(Sadler-Smith & Riding, 1999).

다. 인지양식에 따른 관찰 대상과 영역 비교

인지양식에 따른 관찰 대상과 영역의 차이를 주변 환경의 전체적 생김새를 관찰에는 두 집단간 유의한 차이가 없었으며, 주변 환경 부분적 생김새를 관찰하

거나, 거미의 전체적 또는 부분적 생김새를 관찰하는데 유의한 차이가 있었다(표 8).

전체적 인지양식 집단은 분석적 인지양식 집단보다 주변 환경 부분적 생김새와 거미의 전체적 생김새를 관찰하는 비중이 높고, 분석적 인지양식 집단은 전체적 인지양식 집단보다 거미의 부분적 생김새를 관찰하는 비중이 매우 높았다(그림 8).

표 8
인지양식에 따른 관찰 대상과 영역 비교

관찰 대상	과제 수(개)	전체적 인지양식		분석적 인지양식		t
		평균	표준편차	평균	표준편차	
주변 환경 부분적 생김새	200	0.07	0.09	0.07	0.08	4.91*
주변 환경 전체적 생김새	200	0.16	0.11	0.08	0.10	0.54
거미 전체적 생김새	200	0.30	0.19	0.17	0.13	5.53*
거미 부분적 생김새	200	0.44	0.18	0.69	0.20	-9.68*

* $p < .01$

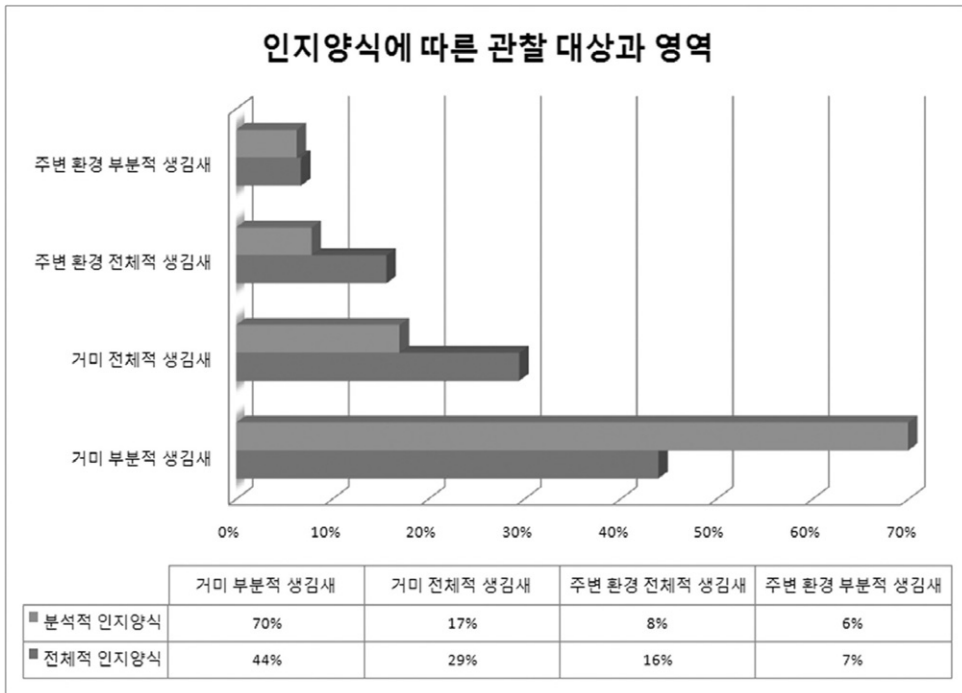


그림 8 인지양식에 따른 관찰 대상과 영역 비교

Sadler-Smith & Riding(1999)의 인지양식과 학습의 관련성 연구에서 인지양식은 학습 성과에 영향을 미친다고 보고하였다. 즉, 인지양식의 전체적 - 분석 차원은 수업 내용의 구조 및 조직과 상호 작용한다. 이 연구에서 분석적 인지양식 집단은 거미 관찰을 통하여 명확하게 조직된 거미의 부분적 생김새에 비중을 두는 관찰이 이루어졌고, 반면에 전체적 인지양식 집단은 습관적으로 구조화된 접근을 하지 않기 때문에 주변 환경의 부분적 생김새를 관찰하거나, 거미의 전체적 생김새를 관찰하는 비중이 높게 나타났다고 추론할 수 있다.

한편 Riding과 Cheema(1991)는 전체적 인지양식자는 부분 사이의 구분이 흐려질 수 있는 위험이 있으며, 분석적 인지양식자는 일부 측면에 초점을 맞추므로 전반적으로 한 부분이 과장될 수 있다고 평가하였다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 인지양식에 따른 관찰 특성의 차이를 안구 운동을 분석하여 비교해 보았다. 분석 결과를 바탕으로 결론을 내리면 다음과 같다.

1. 결론

첫째, 인지양식에 따른 응시시간·빈도를 확인하기 위해 응시시간, 전체 Fixation 개수, 30초에서의 Fixation 개수의 평균값을 비교한 결과, 전체 Fixation 개수, 30초에서의 Fixation 개수의 평균값에서 통계적으로 유의한 차이를 보였고, 응시시간은 유의한 차이가 없었다. 30초에서의 Fixation 개수를 비교해 볼 때 일정한 시간동안 Fixation 수가 더 많다는 것은 같은 시간에 더 많은 곳을 보았고 한 Fixation의 길이가 짧다는 의미이므로 30초에서의 Fixation 개수가 더 많은 전체적 인지양식 집단이 분석적 인지양식 집단보다 더 많은 포인트를 또는 전체적인 생김새를 관찰하였고, 분석적 인지양식 집단은 특정한 포인트에 대한 집중이 높고 더 적은 포인트를 관찰하는 성향이 나타난다.

둘째, 인지양식에 따른 관찰 비중을 비교했을 때 거미를 관찰하는 비중은 분석적 인지양식이 집단이 전체적 인지양식 집단보다 주변 환경을 관찰하는 비중은 분석적 인지양식보다 전체적 인지양식에서 유의하

게 높았고, 부분적 생김새를 관찰하는 비중은 분석적 인지양식이 집단이 전체적 생김새를 관찰하는 비중은 전체적 인지양식 높았다. 통합적으로 전체적 인지양식 집단은 분석적 인지양식 집단보다 주변 환경의 부분적 생김새와 거미의 전체적 생김새를 관찰하는 비중이 높고, 분석적 인지양식 집단은 전체적 인지양식 집단보다 거미의 부분적 생김새를 관찰하는 비중이 매우 높았다.

위의 결과를 통해 인지양식은 관찰 시간, 빈도, 대상, 영역 등 다양한 관찰 요소에 영향을 미치고 있다는 사실을 확인하였고 인지양식에 따라 같은 정보를 제시하더라도 지각하는 것이 다르다는 사실을 알 수 있다.

2. 제언

관찰 활동에서 전체적/분석적 인지양식에 따라 안구 운동의 차이를 확인한 이 연구의 제언은 다음과 같다.

첫째, 안구 운동 분석을 통하여 관찰 활동에서 인지양식에 따라 지각하는 것이 다르다는 실증적인 증거를 제시할 수 있으며, 다른 과학적 탐구 과정에서도 안구 운동연구에 대한 필요성과 가능성을 제기할 수 있을 것이다. 인지양식에 따른 수행 결과에 대해 연구했던 기존의 연구 방향에서, 새로운 신경생리학적 접근의 연구 방향을 제시하였다.

둘째, 인지양식에 따른 관찰 특성의 차이를 고려하여 인지양식이 다른 많은 학습자들에게 적합한 관찰 방법 탐색에 대한 방향을 제시할 수 있을 것이다. 예를 들어 중요하게 관찰해야 할 요소를 두드러지게 표현하여 전체적 인지양식 학습자도 집중할 수 있게 하거나, 분석적 인지양식 학습자에게 전체적으로 관찰을 할 수 있도록 지도를 하는 등 학습 내용의 제시 방식이나 교수·학습 설계 방법 등의 부분에 반영될 수 있을 것이다.

그러나 이 연구는 다음과 같은 제한점을 가지고 있다.

첫째, 관찰이란 오감을 통해 자연 현상과 사물에 대해 지각하고 정보를 수집하는 활동이다. 그러나 본 연구는 모니터형 Eye tracker 기기의 사용으로 제시되는 사진을 관찰하는 시각적인 관찰로 국한시켰다.

둘째, 이 연구는 충북 소재의 K대학교의 2학년 학생 14명을 대상으로 수행되었으나, 피험자의 불참과 Eye tracker 기기의 오류에 따른 데이터의 오염으로 10명을 대상으로 분석하였다. 신뢰도가 높은 결과를 위해

서는 좀 더 많은 피험자를 대상으로 연구가 수행되어야 하지만, 전체적 인지양식 피험자의 수가 분석적 인지양식 피험자의 수에 비해 매우 적었기 때문에, 피험자의 확보와 수를 결정함에 있어서 제약이 있었다.

국문 요약

이 연구의 목적은 시선 이동을 통해 나타나는 인지양식에 따른 관찰 특성을 분석하는 것이다. 이를 위해 전체적 인지양식, 분석적 인지양식 집단의 관찰 사실에 차이를 보이는 관찰 과제를 개발하고, 각각의 인지양식을 가진 대학생들을 대상으로 관찰 과제를 제시했을 때 안구 운동을 측정하였다. 통계 자료와 시각화 자료를 수집하여 Fixation을 분석하였고 두 인지양식 집단의 관찰 특성 차이를 확인하였다. 이 연구에서 밝혀진 결과는 다음과 같다. 첫째, 인지양식에 따른 응시시간·빈도를 확인하기 위해 과제에 대한 각 집단의 응시시간, 전체 Fixation 개수, 그리고 30초동안의 Fixation 개수의 평균값을 비교했을 때 전체적 인지양식 집단이 전체 Fixation 개수, 30초에서의 Fixation 개수가 더 많았다. 이것은 전체적 인지양식 집단이 분석적 인지양식 집단보다 더 많은 지점을 관찰하였고, 분석적 인지양식 집단은 더 적은 수의 지점을 관찰하며 특정한 지점에 집중하는 성향을 나타낸다는 것을 의미한다. 둘째, 인지양식에 따른 관찰 비중을 비교했을 때 거미를 관찰하는 비중은 분석적 인지양식이 집단이, 주변 환경을 관찰하는 비중은 전체적 인지양식에서 높았고, 부분적 생김새를 관찰하는 비중은 분석적 인지양식이 집단이, 전체적 생김새를 관찰하는 비중은 전체적 인지양식 집단이 더 높았다. 전체적 인지양식 집단은 주변 환경의 부분적 생김새와 거미의 전체적 생김새를 관찰하는 비중이 높고, 분석적 인지양식 집단은 거미의 부분적 생김새를 관찰하는 비중이 매우 높다. 이상의 연구 결과를 종합해보면 인지양식에 따라 관찰 시간, 빈도, 대상, 영역, 비중에 차이가 있음을 알 수 있다. 학습자마다 다양한 관찰 결과가 나타나는 원인이 인지양식에 따라 받아들이는 정보의 차이에 있음을 확인하였고, 본 연구의 결과는 학습자의 특성에 가장 적합한 관찰 수행을 파악하고 지도하는데 도움이 될 것이다.

주요어 : 관찰, 인지 양식, 안구 운동, 아이트래킹.

참고 문헌

- 권석원, 권용주(2009). 생명현상 관찰에서 나타나는 인과적 의문 생성의 ERF 특성: MEG 연구. *과학교육연구지*, 33(2), 336-345.
- 권용주, 정진수, 강민정, 김영신(2003). 과학적 가설 지식의 생성 과정에 대한 바탕이론. *한국과학교육학회지*, 23(5), 458-469.
- 권용주, 정진수, 강민정, 박윤복(2005). 생명현상에 대한 초·중등 과학교사의 관찰에서 나타난 과학적 관찰의 유형. *한국과학교육학회지*, 25(3), 431-439.
- 권용주, 정진수, 이준기, 이일선(2008). 과학지식의 생성과 평가. *메이드*, 74-119.
- 김민경(2009). 초등학생의 인지양식에 따른 생물 과제의 관찰 특성 분석. *한국교원대학교 석사학위논문*.
- 김주필(2000). 한국산 거미목 목록. *한국토양동물학회*, 5(2), 139-163
- 김주필, 임현옥(1998). 한국산 조망성(造網性) 거미류의 그물형태의 연구. *한국환경생물학회*, 16(2), 123-142.
- 김지호, 부수현, 김재휘(2007). 광고의 깊이지가 단서가 시각적 주위에 미치는 영향에 대한 아이트래커 활용 연구. *한국광고홍보학회지*, 9(2), 277-310.
- 김태용(2008). 유명 여성모델이 등장하는 TV광고에 대한 시청자들의 시선이동. *광고학연구*, 19(3), 103-115.
- 신동훈, 신정주, 권용주(2006). 초등학교 관찰 수업과정과 관찰유형 분석. *초등과학교육*, 25(4), 339-351.
- 양일호, 이순주, 김은애, 이소리, 권석원(2010). 인지양식에 따른 관찰 특성 분석 : MEG 연구. *한국과학교육학회지*, 30(8), 1097-1109.
- 윤미소, 김한일(2003). 초등학생의 인지양식에 따른 검색전략비교. *한국컴퓨터교육학회 논문지*, 6(3), 143-150.
- 이수범, 이희복, 신명희(2011). 아이트래킹을 이용한 가상광고 수용자 효과 연구. *광고학연구*, 22(5), 99-125.
- 이태연(2008). 범주학습에서 범주화 방략에 미치는 인지양식의 효과. *한국심리학회지: 실험*, 20(4), 339-355.
- 이태연(2009). 범주학습에서 범주화 방략에 미치는 인지양식의 효과. *한국심리학회지: 인지 및 생물*, 20, 339-355.
- 이태연(2011). 인지양식, 자극 응집성 및 지시가 범주 학습에 미치는 효과. *한국심리학회지: 인지 및 생물*, 23(3), 411-429.
- 임성만, 손희정, 양일호(2011). 초등학생의 인지양식에 따른 자료해석 특성 분석. *한국과학교육학회지*, 31(1), 78-98.

임채성(1999). 초등학교 아동의 인지양식과 성별에 따른 생물 관찰 특성. *한국생물교육학회지*, 27(2), 143-150.

임채성(2005). 뇌 기능에 기초한 과학 교수학습: 뇌기능과 학교 과학의 정의적·심체적·인지적 영역의 연계적 통합 모형. *초등과학교육*, 24(1), 86-101.

임채성, 김남일, 김재영, 배진호, 장남기(1993). 고등학교 학생의 인지기능과 과학 학업성취도의 관계. *한국생물교육학회지*, 21(20), 127-133.

임채성, 이선경, 장남기(1990). 중학생의 인지양식 성별과 과학성취도와의 관계. *서울대학교 과학교육연구소 과학교육연구논총*, 15(1), 69-76.

최현동, 신동훈(2012). 과학 교과서의 표를 해석하는 초등교사들의 안구 운동 추적. *초등과학교육*, 31(3), 358-371.

Ballard, D. H., Hayoe, M. M., Pook, P. K., & Rao, R. P. N. (1997). Deictic codes for the embodiment of cognition. *Behavioral and Brain Sciences*, 20(4), 723-767.

David A. S., Eric N. W., & Len A. A. (2005). Eye-Tracking Students' Attention to PowerPoint photographs in a Science Education Setting. *Journal of Science Education and Technology*, 14(5-6), 509-520

Driver, R., & Erickson, G. (1983). Theories-in-action: Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science. *Studies in Science Education*, 10(1), 37-60.

Erol, O., Turkan, K., Engin, K., & Kursat, C. (2009). An eye-tracking study of how color coding affects multimedia learning. *Computer & Education*, 53(2), 445-453.

Hauk, O., Patterson, K., Woollams, O., Cooper-Pye, E., Pulvermuller F., & Rogers T. T. (2007). How the camel lost its hump: The impact of object typicality on event-related potential signals in object decision. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(8), 1338-1353.

Henderson, J. M., and Hollingsworth, A. (1998). Eye movements during scene viewing: An overview. In Underwood, G. (Ed.), *Eye Guidance in Reading and Scene Perception*, Elsevier, Oxford, 269-294.

Henderson, J. M., Brockmole, J. R., Castelano, M. S., & Mack, M. (2006). Visual saliency does not account for eye movement during visual search in real-world scenes. *Eye Movement Research: Insights into mind and brain*. Oxford: Elsevier, 537-562.

Hodson, D. (1986). Rethinking the role and status of observation in science education. *Journal of Curriculum Studies*, 18(4), 381-396.

Hoese, W. J., & Nowicki, S. (2001). Using "The Organism" as a conceptual focus in an introductory biology course. *The American Biology Teacher*, 63(3), 176-183.

Hsiao-Ching, S., & Yi-Zen, C. (2009). The impact of multimedia effect on science learning: Evidence from eye

movements. *Computer & Education*, 53, 1297-1307.

Jelka S. (2007). Increasing the interest of students in plants. *Journal of Biological Education*, 42(1), 19-23.

Jonassen, D. H. (1978). Cognitive styles/controls and media. *Educational Technology*, 16(6), 28-32.

Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1976). Eye fixations and cognitive processes. *Cognitive Psychology*, 8(4), 441-480.

Krapp, A. (2002). Structural and dynamic aspects of interest development: Theoretical considerations from an ontogenetic perspective. *Learning and Instruction*, 12(4), 383-409.

Matti, H., & Jukka, H. (1999). Utilization of illustrations during learning of science textbook passages among low- and high- ability children. *Contemporary Educational Psychology*, 24(2), 95-123.

Messick, S. (1984). The nature of cognitive styles: Problems and promise in educational practice. *Educational Psychologist*, 19(2), 59-74.

Myers, O. E., Saunders, C. D., & Garrett, E. (2003). What do children think animals need? Aesthetic and psychosocial Conceptions. *Environmental Education Research*, 9(3), 305-325.

Norris, S. P. (1984). Defining observational competence. *Science Education*, 68(2), 129-142.

Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124(3), 372-422.

Riding, R. J., & Cheema, I. (1991). Cognitive styles: An overview and integration. *Educational Psychology*, 11(3&4), 193-215.

Riding, R. J., & Rayner, D. (1998). Cognitive styles and learning strategies: Understanding style differences in learning and behavior. London, UK: David Fulton Publishers.

Sadler-Smith, E., & Riding, Richard. (1999). Cognitive style and instructional preferences. *Instructional Science*, 27, 355-371.

Simons, J. S., Koutstaal, W., Prince, S., Wagner, A. D., & Schacter, D. L. (2003). Neural mechanisms of visual object priming: Evidence for perceptual and semantic distinctions in fusiform cortex. *NeuroImage*, 19, 613-626.

Uitto, A., Juuti, K., Lavonen, J., & Meisalo, V. (2006). Students' interest in biology and their out-of-school experiences. *Journal of Biological Education*, 40(3), 124-129.

Witkin, H., Moore, C. A., Goodenought, D., & Cox, P. W. (1977). Field dependent and field-independent style and their educational implication. *Review of Educational Research*, 47(1), 1-64.