

과학 교과서의 표를 해석하는 초등교사들의 안구 운동 추적

최현동 · 신동훈
(서울교육대학교)

Eye-Tracking on Inservice Elementary Teachers' Interpreting of Science Textbook Tables

Choi, hyun-dong · Shin, Dong-hoon
(Seoul National University of Education)

ABSTRACT

The main purpose of this study was to examine elementary teachers' visual attention that appears in science textbook tables. This paper proposed that teachers' cognitive effectiveness can be different by the presence or absence of the title of tables. The eye fixation data of participants are collected by the eye tracker apparatus. Participants in this study were 10 elementary school teachers and the table on the 2007 revised science textbooks were selected as experimental stimuli. Information about eye-fixations are recorded when subjects are given 4 tables by eye tracker. Eye-fixation time as well as the ratio and the number of fixation can be obtained by using the eye tracker but also we can acquire a significant conclusion through these outcomes. As the result of the experiment, it took less time to interpret in the presence of the title than in the absence of it. However, this result is only effective only for the interpretation of simple stimulus; the presence of title does not influence on fixation time in the analysis of complicated stimulation. This study showed that it is better to insult the title in the tables because it helps teachers to recognize contents of the tables effectively.

Key words : 2007 revised science textbooks, interpreting table, visual attention, eye-tracking

I. 서 론

현대사회는 급격한 사회 변화 속에 다량의 정보들을 쏟아내고 있다. 이러한 정보들은 생활 속에서 학술 서적, 각종 잡지, 신문, 방송, 인터넷 등을 통하여 전달되어진다. 다양한 정보들을 접하다보면, 표로 되어 있거나 그래프로 표현되어 빠른 시간 내에 쉽게 알아보도록 꾸며져 있는 것을 흔히 볼 수 있다. 표와 그래프는 글이나 그림의 장점을 모두 가지고 있으며, 많은 양의 복잡한 정보를 시각적으로 간결하게 인식하도록 도와준다. 결국, 표와 그래프 등과 같은 자료 변환은 실생활과 전문적인 학술 연구 모두에서 정보 전달 도구로서 중요한 위치에

있다는 것을 알 수 있다(양일호 등, 2007).

표와 그래프 등으로 변환된 자료는 작은 공간에 많은 정보를 포함시키는 중요한 특징이 있어, 특히 과학 분야에서 내용을 전달하거나 실험 결과를 나타내는 중요한 도구로 사용되고 있다. 어떠한 실험 결과를 나타내는 표나 그래프를 보면, 이 실험에서 검증하려고 했던 가설은 무엇이며, 실험의 조작변인과 종속변인, 통제변인이 무엇인지 알 수 있다. 또한, 표나 그래프를 통하여, 실험과정에서 얻어낸 자료의 경향성이나 규칙성을 찾아내거나 변수들 사이의 상관관계, 인과관계를 해석할 수 있으며, 내삽이나 외삽도 할 수 있고, 나아가 결론을 도출하거나 내용을 보다 깊게 이해할 수 있다.

2007 개정 과학과 교육과정에서는 탐구 영역에서 여러 가지 탐구 과정 요소를 제시하고 있으며, 과학 교과서에도 많은 양의 표와 그래프가 실려 있다(교육과학기술부, 2010; 교육과학기술부, 2011). 탐구 과정 요소 중 자료 변환과 자료 해석 과정은 표와 그래프를 해석하고 작성하는 활동과 직접적으로 관련되어 있는 중요한 요소이다. 또한 과학자들의 중심 활동은 표, 그래프의 해석과 일반화에 있다고 여러 연구들은 지적한다(Lynch, 1985; Tairab & Al-Naqbi, 2004). 표와 그래프 등은 서로 다르게 측정된 변인들 사이의 관계를 이해하기 쉽도록 설명하기 때문에 과학자들이 데이터를 표현하는 것으로 가장 선호하는 방법이다(Vekiri, 2002).

이러한 중요성들 때문에 과학 분야에서 많은 연구자들이 표와 그래프를 해석하고 작성하는 능력에 관하여 다양한 연구를 진행해 왔다(김유향과 김영수, 2008; 김태선 등, 2002; 김태선 등, 2005; 김태선과 김범기, 2002; 문경원과 김영수, 2007; 이진봉과 이기영, 2007; 최성봉, 2008; Berg & Smith, 1994; Bowen & Roth, 2005; Brasell & Rowe, 1993; Leinhardt et al., 1990; McKenzie & Pailla, 1986; Roth et al., 1999; Shaw, 1984). 그러나 이들 대부분의 연구는 그래프에 대한 것에 치우쳐 있어 표에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 물론 표는 그래프에 비해 단순하고, 그래프를 작성하기 전 단계로 많이 사용되기는 하지만, 그래프로 표현할 수 없는 정보인 경우 표를 사용하여 정보를 조직화하는 것이 더 효과적인 경우가 많다. 따라서 표를 단지 그래프를 만드는 데 필요한 초보적인 도구로만 간주해서는 안 될 것이다(김유향과 김영수, 2009).

한편, 지금까지 표와 그래프에 관한 연구들은 학습자들의 기억과 관련된 설문을 이용한 자기보고식 결과에 주로 의존해 왔다. 이러한 접근 방법은 학습자들의 태도와 기억 등의 심리적 상태를 인지하고 객관적으로 보고할 수 있다는 믿음을 전제로 한 것이다. 그러나 인간의 인지적, 정서적, 행동적 반응을 모두 포함하는 심리적 과정은 의식적인 영역은 물론 무의식적 영역에서도 일어날 수 있다. 즉, 자기보고식 측정 방법에서는 피험자가 분명하게 대답할 수 없는 영역이 존재할 수 있다(이시훈 등, 2011).

따라서 학습 효과를 보다 객관적으로 측정하기 위한 방법의 필요성이 제기되었고, 과학적 측정 기술의 발달에 기반을 둔 심리생리학적 접근은 자기

보고식 연구 방법에 대한 대안 또는 보완적 수단으로 사용될 수 있는 가능성을 보여 왔다. 특히 아이트래킹 기법은 학습 효과를 측정할 수 있는 가장 효과적인 대안으로 떠오르고 있다. 아이트래킹 기법은 피험자의 동공 반응이라는 생리적인 지표를 사용하여(김지호 등, 2007; 김태용, 2008; 이수범 등, 2011), 안구의 움직임의 기준으로 과제를 구성하고 있는 어떤 요소에 피험자가 반응하는가를 알아내는 방법이다. 이는 설정된 가설을 검증하는 것에서 더 나아가 피험자가 어떻게 정보를 처리하는지를 직접적으로 관찰할 수 있는 방법이기도 하다(김태용, 2006). 그러므로 과제의 어떤 구성요소에 피험자가 주의를 기울이는가를 세밀하게 측정할 수 있는 아이트래킹 기법은 학습 효과를 측정하고 향상시키기 위한 지표로서 중요하다.

안구 운동에 대한 선행 연구는 대부분 학습하는 동안 전체 응시시간을 적용했다(Mayer, 2010). 그러나 Hyöönää(2010)와 Ozcelik 등(2010)의 연구에 따르면, 시각 검색의 효율은 첫 번째 응시시간 등 제한된 시간을 적용한 것과 추가적으로 응시한 것을 비교, 분석함으로써 조사되어질 수 있었다. 또한 무엇을 첫 번째로 보는 것은 이전 경험에 의해 안내된 결과이며, 다음으로 전체를 훑어보면서 빠르게 과제에 가장 적합한 요소로 학습자들은 주의를 옮겨가는 것이다(Slykhuis et al., 2005).

이러한 배경을 전제로 이 연구는 현재 초등학교 과학교과서에 나와 있는 표를 초등교사들은 어떠한 지표에 주의를 기울이는지를 살펴보고, 표의 자료 해석 과정을 분석해 보고자 하였다. 특히 이 연구에서는 아이트래커를 사용하여 초등교사들이 자료 해석 과정에 대한 안구의 반응을 처음 3초 동안과 전체 시간을 비교하여 정량적으로 제시하고, 이를 시선 이동 과정과 정보 처리 이론으로 분석함으로써 과학 교과서에 나오는 표를 읽고 학습해야 하는 초등학생들의 자료 해석 과정에 시사점을 제공하고자 하였다.

이 연구의 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 초등교사들이 표의 속성에 따라 자료 해석하는데 걸리는 시간은 어떠한가?

둘째, 표를 해석하는 처음 3초 동안 초등교사들의 안구 운동은 어떠한가?

셋째, 표를 해석하는 전체 시간 동안 초등교사들의 안구 운동은 어떠한가?

II. 연구 방법

1. 과제 선정

이 연구에서 사용된 과제는 연구 결과의 교육적인 활용에 부합하기 위해 2007 개정 과학 교과서에 제시된 여러 가지 표로 선정되었다. 2007 개정 과학 교과서에 제시된 표를 분석한 결과, 교과서에는 모두 46개의 표가 제시되어 있었으며, 학년별로 3학년 6개, 4학년 2개, 5학년 19개, 6학년 19개였다. 영역별로는 탐구 영역 19개, 운동과 에너지 영역 7개, 물질 영역 4개, 생명 영역 7개, 지구와 우주 영역 9개였다. 특히, 제목이 있는 것이 15개였으며, 제목이 없는 것은 31개였다. 제목이 없는 것은 2가지의 경우가 있었다. 즉, 탐구 영역에서 제목이 있는 그래프와 함께 제시되어 표의 제목을 따로 붙이지 않은 경우와 전체 실험이나 읽기 맥락에서 제시되어 별도로 제목을 추가하지 않은 경우이다.

관련 문헌 고찰을 참고하여, 표의 제목 유무(금동화, 2004)와 과제의 복잡성(김지호 등, 2007; 성영신 등, 2011)에 따라 자료 해석에 차이가 있을 수 있다는 결과를 바탕으로 두 요인을 조합하여 과제를 선정하였다. 이후 과학교육 전문가 3인에게 과제의 적합성에 대한 내용 타당도를 받았다. 이 연구에서 사용된 과제는 모두 교과서에 제시된 것이며, 교과서와 같이 학교에 배부된 CD에 나와 있는 것을 Adobe

Photoshop CS2를 이용하여 복사하였으며, 각 과제의 특징은 표 1과 같다.

표는 기본적으로 행(row)과 열(column)으로 구분되는 두 집합의 요소들로 구성된 2차원 행렬(matrix)이다. 제시된 표는 그 자체로서 읽혀질 수 있도록 구성되어야 하는 것이 기본적인 원칙이며(교육과학기술부, 2011; 양일호 등, 2007), 일반적으로 표는 표제와 함께 구분자, 행명, 열명, 데이터를 넣을 칸으로 구성된다. 표제에는 표가 담고 있는 데이터의 특징이 간단히 서술되며, 구분자는 행과 열이 교차되는 곳에 놓인 것으로 두 변수 사이의 상관관계를 나타내며, 행명과 열명에는 조작변인, 종속변인 그리고 통제변인 등이 나타나고, 데이터에는 측정된 데이터 정보가 나타난다.

표 1을 살펴보면, 자극 A와 B는 표 제목이 없는 과제이며, 자극 C와 D는 표 제목이 있는 과제이다. 또 자극 A와 C는 구성이 단순하며, 자극 B와 D는 구성이 복잡하다. 성영신 등(2011)에 따르면, 일반적으로 복잡성의 수준은 과제 내에 존재하는 정보의 양 혹은 불일치되는 정보의 정보로 결정된다. 2007 개정 과학교과서에 제시된 다수의 표는 내용 맥락에서 제시되어 표 제목이 생략된 것이 많다. 이 연구에서 사용된 본 과제는 교과서에 제시되어 충분히 정보의 일치가 이루어져 있다고 판단되므로, 정보의 양에 의해서만 구성의 복잡성이 결정되었다.

표 1. 본 과제

종류	예시	특징																																																																
자극 A	<table border="1"> <tr> <td>기체의 종류</td> <td>연소 전의 농도(%)</td> <td>연소 후의 농도(%)</td> </tr> <tr> <td>산소</td> <td>21</td> <td>16.8</td> </tr> <tr> <td>이산화탄소</td> <td>0.03</td> <td>3.4</td> </tr> </table>	기체의 종류	연소 전의 농도(%)	연소 후의 농도(%)	산소	21	16.8	이산화탄소	0.03	3.4	제목이 없으며 구성이 단순(9칸)함 (6학년 2학기 4단원. 연소와 소화).																																																							
	기체의 종류	연소 전의 농도(%)	연소 후의 농도(%)																																																															
	산소	21	16.8																																																															
이산화탄소	0.03	3.4																																																																
자극 B	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">실험기 바탕의 세기</td> <td colspan="3">역세를 받아뜨린 거울통이(도)</td> <td colspan="3">알코올</td> <td colspan="3">식초</td> <td colspan="3">우유</td> </tr> <tr> <td>처음</td> <td>10분 후</td> <td>20분 후</td> <td>처음</td> <td>10분 후</td> <td>20분 후</td> <td>처음</td> <td>10분 후</td> <td>20분 후</td> <td>처음</td> <td>10분 후</td> <td>20분 후</td> </tr> <tr> <td>바탕 없음</td> <td>1.5</td> <td>1.3</td> <td>0.2</td> <td>1.5</td> <td>1.4</td> <td>0.1</td> <td>1.5</td> <td>1.4</td> <td>0.1</td> <td>1.5</td> <td>1.4</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>약통</td> <td>1.5</td> <td>1.1</td> <td>0.4</td> <td>1.5</td> <td>1.2</td> <td>0.3</td> <td>1.5</td> <td>1.3</td> <td>0.2</td> <td>1.5</td> <td>1.3</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>강통</td> <td>1.5</td> <td>1.0</td> <td>0.5</td> <td>1.5</td> <td>1.1</td> <td>0.4</td> <td>1.5</td> <td>1.2</td> <td>0.3</td> <td>1.5</td> <td>1.2</td> <td>0.3</td> </tr> </table>	실험기 바탕의 세기	역세를 받아뜨린 거울통이(도)			알코올			식초			우유			처음	10분 후	20분 후	처음	10분 후	20분 후	처음	10분 후	20분 후	처음	10분 후	20분 후	바탕 없음	1.5	1.3	0.2	1.5	1.4	0.1	1.5	1.4	0.1	1.5	1.4	0.1	약통	1.5	1.1	0.4	1.5	1.2	0.3	1.5	1.3	0.2	1.5	1.3	0.2	강통	1.5	1.0	0.5	1.5	1.1	0.4	1.5	1.2	0.3	1.5	1.2	0.3	제목이 없으며 구성이 복잡(57칸)함 (5학년 2학기 총론. 자료 변환).
	실험기 바탕의 세기		역세를 받아뜨린 거울통이(도)			알코올			식초			우유																																																						
		처음	10분 후	20분 후	처음	10분 후	20분 후	처음	10분 후	20분 후	처음	10분 후	20분 후																																																					
	바탕 없음	1.5	1.3	0.2	1.5	1.4	0.1	1.5	1.4	0.1	1.5	1.4	0.1																																																					
약통	1.5	1.1	0.4	1.5	1.2	0.3	1.5	1.3	0.2	1.5	1.3	0.2																																																						
강통	1.5	1.0	0.5	1.5	1.1	0.4	1.5	1.2	0.3	1.5	1.2	0.3																																																						
자극 C	<table border="1"> <tr> <th>월</th> <th>1월</th> <th>2월</th> <th>3월</th> <th>4월</th> <th>5월</th> <th>6월</th> <th>7월</th> <th>8월</th> <th>9월</th> <th>10월</th> <th>11월</th> <th>12월</th> </tr> <tr> <td>평균 기온(°C)</td> <td>-2.5</td> <td>-0.3</td> <td>5.2</td> <td>12.1</td> <td>17.1</td> <td>21.9</td> <td>24.9</td> <td>25.4</td> <td>20.8</td> <td>14.4</td> <td>6.9</td> <td>0.2</td> </tr> </table> <p>서울 지역의 월평균 기온</p>	월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균 기온(°C)	-2.5	-0.3	5.2	12.1	17.1	21.9	24.9	25.4	20.8	14.4	6.9	0.2	제목이 있으며 구성이 단순(26칸)함 (6학년 1학기 3단원. 계절의 변화).																																						
	월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월																																																					
평균 기온(°C)	-2.5	-0.3	5.2	12.1	17.1	21.9	24.9	25.4	20.8	14.4	6.9	0.2																																																						
자극 D	<p>이산화탄소 배출량(2009년)</p> <table border="1"> <tr> <th>국가</th> <th>이산화탄소 배출량(백만 톤)</th> <th>순위</th> <th>1인당 이산화탄소 배출량(톤)</th> <th>순위</th> </tr> <tr> <td>중국</td> <td>7,706.8</td> <td>1</td> <td>5.8</td> <td>76</td> </tr> <tr> <td>미국</td> <td>5,424.5</td> <td>2</td> <td>17.7</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>인도</td> <td>1,591.1</td> <td>3</td> <td>1.4</td> <td>144</td> </tr> <tr> <td>러시아</td> <td>1,556.7</td> <td>4</td> <td>11.1</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>일본</td> <td>1,098.0</td> <td>5</td> <td>8.6</td> <td>54</td> </tr> <tr> <td>독일</td> <td>765.6</td> <td>6</td> <td>9.3</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>캐나다</td> <td>541.0</td> <td>7</td> <td>16.2</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>이란</td> <td>528.6</td> <td>8</td> <td>7.0</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>대한민국</td> <td>528.1</td> <td>9</td> <td>10.9</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>영국</td> <td>512.0</td> <td>10</td> <td>8.4</td> <td>58</td> </tr> </table>	국가	이산화탄소 배출량(백만 톤)	순위	1인당 이산화탄소 배출량(톤)	순위	중국	7,706.8	1	5.8	76	미국	5,424.5	2	17.7	16	인도	1,591.1	3	1.4	144	러시아	1,556.7	4	11.1	35	일본	1,098.0	5	8.6	54	독일	765.6	6	9.3	45	캐나다	541.0	7	16.2	20	이란	528.6	8	7.0	65	대한민국	528.1	9	10.9	36	영국	512.0	10	8.4	58	제목이 있으며 구성이 복잡(55칸)함 (6학년 2학기 4단원. 자료 변환).									
	국가	이산화탄소 배출량(백만 톤)	순위	1인당 이산화탄소 배출량(톤)	순위																																																													
중국	7,706.8	1	5.8	76																																																														
미국	5,424.5	2	17.7	16																																																														
인도	1,591.1	3	1.4	144																																																														
러시아	1,556.7	4	11.1	35																																																														
일본	1,098.0	5	8.6	54																																																														
독일	765.6	6	9.3	45																																																														
캐나다	541.0	7	16.2	20																																																														
이란	528.6	8	7.0	65																																																														
대한민국	528.1	9	10.9	36																																																														
영국	512.0	10	8.4	58																																																														

출처: 미국 에너지 정보청

따라서 이 연구에서 선정된 자극은 표제의 유무에 따라, 그리고 표 내에 존재하는 정보의 양에 따라 독자의 자료 해석의 과정을 알아보기에 적합하다고 판단된다.

2. 실험 과정

이 연구의 참가자는 초등학교 교사 10명이며, 그들 모두는 연구 내용을 설명하였을 때 자발적으로 연구 참가에 동의하였다. 참가자들은 모두 서울시에 재직하고 있으며, 안구 병력이 없었다. 그들의 교육 경력과 트래킹 비율(tracking ratio)은 표 2와 같다. 트래킹 비율은 연구 대상자의 동공 위치를 시선 데이터로 정확히 추적한 비율을 의미하며, 이는 연구 절차 중 사전 과제를 해결하기 전단계인 Validation 단계에서 측정이 이루어져 통계적으로 산출되었다.

이 연구의 실험에는 최초 총 12명의 참가자들이 지원하였다. 그러나 시점 조정에 대한 실험 과정상의 오류로 인한 1명(트래킹 비율이 85.0% 미만)과 일부 과제의 자료 해석 내용이 분명하지 못한 참가자 1인은 연구자들이 합의하여 분석 대상에서 제외하였다. 따라서 10명 만의 데이터가 분석에 사용되었다.

표 2를 살펴보면, 연구 대상자들은 교육 경력이 평균적으로 약 9.90년이었으며, 트래킹 비율은 평균적으로 88.71%였다. 이 연구가 초등교사들을 연구 대상으로 한 이유는 초등학교 과학 교과서에 나타난 표에 대해 이를 직접 지도하는 초등교사들이 어떠한 과정으로 자료 해석을 하고 있는가를 알기 위함이다.

참가자들은 각자 사전에 약속된 시간에 한 명씩 실험실을 방문하였고, 3분 정도의 심신 이완 시간을 가진 뒤, 실험 과제가 제시될 SMI사의 17인치 모니터(1280×1024 해상도 지정)에서 70 cm 떨어진 위치

에서 시점 조정 과정(calibration)을 거쳤다. 시점 조정 과정에 걸린 시간은 약 3~7분으로 어느 정도 개인차가 있었으나, 반드시 5개 영역에 대한 시점 조정을 통과한 뒤에야 실험 과제가 제시되었다.

과제는 화면에 제시된 자극을 자유롭게 살펴 보면서 발생 사고를 하며 해석하는 것이다. 먼저 피험자들은 선정된 2종의 사전 자극에 해당하는 삽화를 제시받았고, 이어서 본 과제에 해당하는 4종의 표를 제시 받았다. 과제 제시 순서는 컴퓨터에 의해 무작위로 선정되었으며(표 3), 이는 과제의 학습 효과나 이차 평가에 대한 분석의 오류를 줄이기 위함이다(Lohse *et al.*, 1994).

참가자들은 본 과제 수행에 앞서서 사전 과제 2개를 발생 사고법을 사용하며 자료 해석을 하였다. 이 때 사용한 사전 과제는 5학년, 6학년 과학교과서에 나오는 유채꽃과 먹이 피라미드 삽화였으며, 연구자는 사전 과제 수행 시 실험 전반에 대한 유의할 점 -목의 움직임, 과제 수행 시 연구자 개입 조건, 다음 단계로 진행하는 방법- 을 적절하게 안내하였다.

4개의 본 과제를 수행한 참가자는 약 5분 정도 4개의 본 과제에 대한 회상적 면담을 통해 추가적인 자료를 수집하였고, 최종적으로 실험 전반에 관한 설명을 듣고 해산하였다. 모든 실험이 끝나면 타당화 과정(validation)을 거쳐 시점 조정 과정에서 얻은 기준과의 이탈점을 파악하여 수집 데이터의 신뢰성을 검증하였다. 안구 움직임과 눈 고정점을 일치시키는 작업(calibration routine)부터 validation, 사전 과제, 본 과제, 회상적 면담에 이르기까지 전체 실험 시간은 15분 정도 소요되었다.

3. 데이터 수집 및 분석

이 연구에서는 자료 수집의 타당도와 신뢰도를

표 2. 연구 대상자

구분	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	계
교육 경력	7	11	7	11	7	14	11	11	8	12	9.90
Tracking ratio [%]	89.6	91.1	90.7	88.3	91.5	86.8	87.5	90.2	85.7	85.7	88.71

표 3. 과제 제시 순서

참가자	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10
제시 순서	abcd	dcab	bdac	cdba	cbda	cabd	abdc	bacd	cdba	dcb

* a: 자극 A, b: 자극 B, c: 자극 C, d: 자극 D

높이기 위해서 비디오 녹화, 회상적 면담, 아이 트래커 측정 등의 자료 삼각 측정법(Cohen & Manion, 1985)을 이용하였다. 즉, 피험자의 과제 수행 과정을 녹화한 파일, 피험자와의 면담 내용, 아이 트래커의 측정 내용을 서로 비교하였다. 특히, 이 연구에서는 SMI사에서 개발된 아이 트래커를 사용하여 자료를 수집하였는데, 이 도구는 적외선 투사 방식으로 두 눈의 동공(pupil)과 각막 반사광(corneal reflex)의 움직임으로 안구 운동을 측정하여, 초당 120 Hz로 동공의 X, Y 좌표, 각막 반사광의 X, Y 좌표 등이 측정되었다. 동공의 좌표는 안구운동의 기준이 되며, 각막 반사광의 좌표로 그 위치를 세밀하게 보정함으로써 정확하게 안구 운동이 측정되었다. 이 연구에서는 시야각 1° 내에서 100 ms(0.1초) 이상의 안구고정을 보인 안구 운동만을 추려내어 응시 자료로 사용하였다.

데이터의 분석은 BeGaze 3.0 통계프로그램 사용하였다. 이 연구에서는 관심 영역(AOI: Area of Interests)을 설정한 후, 각 관심 영역에 대하여 Scan Pass, Binning Chart, KPI 분석을 주로 사용하였다. Scan Pass는 피실험자의 응시 지점과 응시 시점에 대한 일련의 순서, 그리고 얼마나 오랫동안 보고 있는지와 같은 정보를 제공한다. Scan Pass 분석은 시선의 이동 경로를 응시 고정과 도약의 조합으로 보여주는 것으로 원의 크기가 얼마나 오랫동안 바라보고 있는지를 나타내는 지표이며, 원 안의 숫자는 이동 순서를 뜻한다. Binning Chart는 시간별 구간에 따라 관심 영역의 비율을 나타낸다. 이를 통해, 자극을 응시하는 시간 구간을 알 수 있고, 그 때 피험자가 대상을 응시한 비율이나 다른 내용을 응시한 비율을 비교할 수 있다. KPI는 피험자의 시선이 관심 영역을 응시함에 따라 각 관심 영역에 대한 응시 시간, 응시점 수, 최초 응시점 등 지표가 생성된다.

이 연구에서 설정된 관심 영역과 명칭을 자극 C의 예로 살펴보면 그림 1과 같다.

그림 1을 살펴보면, 관심 영역이 5개 설정되어 있다. 즉, 표제(표의 제목), 구분자, 행명(행의 이름), 열명(열의 이름), 데이터 등이다. 자극 A, B, C, D는 그림 1과 마찬가지로 관심 영역이 설정되었다. 자극 A와 B에는 표의 제목이 없으므로 표제 영역이 설정되지 않았기 때문에 관심 영역은 4개로 설정되었다. 다만 자극 D의 경우 출처가 명시되어 있으나, 이 연구에서는 관심 영역으로 설정하지 않았다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 표의 속성에 따른 자료 해석 시간

여러 속성에 따른 피험자들의 자료 해석 시간의 차이를 알아 본 결과는 표 4와 같다. 표 4를 살펴보면, 구성의 복잡성이 표를 해석하는 걸리는 시간에 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 구성이 단순한 자극 A와 C를 해석하는데 피험자들은 평균적으로 각각 34.12초와 28.97초를 사용하였다. 그러나 구성이 복잡한 자극 B와 D를 해석하는데 피험자들은 각각 48.83초와 48.95초를 사용하였다. 즉, 피험자들은 구성이 단순한 표를 해석하는데 적은 시간을 사용하였다.

자극 제시의 다른 한 요인이었던 제목의 유무에 따른 해석 시간의 차이를 알아보기 위해 먼저 구성이 단순한 자극인 A와 C를 비교해 보면, 개인별 해석 시간에서 제목이 있는 자극 C를 해석하는데 제목이 없는 자극 A를 해석할 때보다 대부분 적은 시간이 걸린 것으로 나타났다(10명 중 8명). 또한, 피험자들은 자극 A를 해석하는데 평균적으로 34.12초가 걸렸고, 자극 C를 해석하는데 28.97초가 걸렸다.

다음으로 구성이 복잡한 자극 B와 D를 비교해

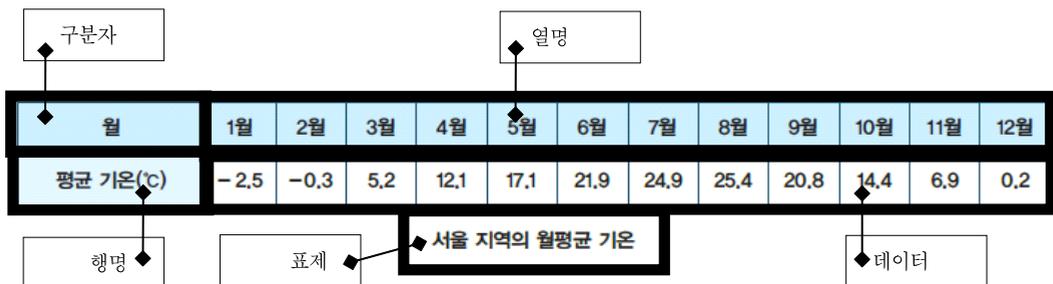


그림 1. 자극 C에 설정된 관심 영역(AOI)

표 4. 피험자들의 자극별 자료해석 시간

대상자	자극 A	자극 B	자극 C	자극 D	평균
P01	31.63	38.54	29.95 ↓	43.77 ↑	35.97
P02	23.31	41.05 ↑	15.14 ↓	17.41	24.23
P03	32.39	68.55 ↑	23.54 ↓	56.73	45.30
P04	23.46	42.44 ↑	16.81 ↓	32.03	28.68
P05	30.31 ↓	58.81 ↑	32.41	43.57	41.27
P06	34.66	36.10	33.46 ↓	48.62 ↑	38.21
P07	25.24 ↓	50.92	31.75	68.15 ↑	44.02
P08	41.74	36.42	36.41 ↓	72.08 ↑	46.64
P09	54.74	49.63	34.62 ↓	62.47 ↑	50.37
P10	43.72	65.82 ↑	35.62 ↓	44.71	47.47
평균	34.12	48.83	28.97	48.95	40.22

※ ↑: 개인별 해석 시간이 가장 많이 걸림.
 ↓: 개인별 해석 시간이 가장 적게 걸림.

보면, 제목이 없는 자극 B를 해석하는데 5명이 더 많은 시간이 걸렸고, 제목이 있는 자극 D를 해석하는데도 5명이 더 많은 시간이 걸렸다. 또한, 평균적으로 사용한 시간 면에서도 비슷한 양상을 나타냈다(자극 B: 48.83초, 자극 D: 48.95초).

따라서 제목의 유무에 따라 비교한 결과는 다음과 같이 정리할 수 있다. 구성이 단순한 표는 제목이 있을 때 자료를 해석하는 시간이 단축되므로 제목은 정보처리에 영향을 미치지, 구성이 복잡한 표는 제목의 유무가 자료 해석 시간에 거의 영향을 미치지 않으므로 정보처리 이론으로 설명하기 어렵다는 것을 알 수 있다. 이러한 결과를 통해서, 우리는 구성이 복잡한 자극 B와 D에 더욱 주목하여 자료를 분석해야 한다는 관점을 이끌어 내었다.

2. 처음 3초 동안 응시하는 곳

안구 운동에 대한 선행 연구를 살펴보면, 처음 몇 초가 전환의 요점을 대표한다는 연구 결과가 많이 있다(Stark & Ellis, 1981; Slykhuis et al., 2005). 어떤 것을 첫 번째로 보는 것은 이전 경험에 의해 안내된 경우가 많을 것이다. 그러나 사람들은 가장 흥미롭다고 여기는 곳으로 빠르게 시각을 움직여 갈 것이다. 즉, 자신이 보고 있는 시각 영역 안에 존재하는 수많은 시각 단서들 중에서 가장 민감성이 높은 자극에 주의가 할당된다(김지호 등, 2007; Liu et al.,

2005). 그러므로 처음 몇 초 동안 보는 어떤 것은 전체를 훑어보는 것과 같을 수도 있지만, 빠르게 지나치면서 자극에 가장 적합한 요소로 자신의 주의를 옮기게 될 것이다(Slykhuis et al., 2005).

그림 2는 자극 A, B, C, D에 대하여 모든 피험자들의 처음 3초 동안 응시 경로를 나타낸 것이다. 그림 2에서 숫자는 응시한 순서이며, 원의 크기는 응시한 시간의 크기를 나타낸다.

그림 2를 살펴보면, 제목이 없는 자극 A에 대하여 피험자들은 ‘기체의 종류’가 쓰여 있는 구분자를 가장 오랫동안 살펴보았다. 다음으로 열명과 행명을 많이 응시한다는 것을 알 수 있다. 이러한 안구 운동은 자극 B에 대한 피험자들의 응시에서도 유사하게 나타난다. 즉, 구분자와 열명, 행명에 시선이 집중되어 있다.

안구 운동은 어떠한 문제를 풀고, 추리하고, 전략을 찾는 것에 통찰력을 제공할 수 있다(예를 들어, Ball et al., 2003; Yoon & Narayanan, 2004). 따라서 피험자들이 자극 A와 B를 해석하기 위해 행한 처음 3초 동안의 안구 운동을 추리해 볼 수 있는데, 이 연구에서 제목이 없는 표를 해석하기 위해 피험자들은 구분자, 열명, 행명을 살펴 보면서 표의 전체 내용을 이해하려고 시도한다고 판단될 수 있다.

제목이 있는 자극 C에 대하여 피험자들은 표제를 가장 많이 응시하였고, 이어서 열명, 행명, 테이터에 대한 응시가 비슷한 수준으로 나타나고 있음을 알 수 있다. 이러한 피험자들의 처음 3초 동안의 안구 운동은 자극 D에 대해서도 유사하게 나타난다. 자극 D는 표제가 아래쪽에 있는 자극 C와 달리 표제가 위쪽에 위치하고 있었지만, 피험자들이 자극 C처럼 표제를 가장 많이 응시하고 있는 것으로 나타나는 것은 매우 흥미로운 결과이다. 제목이 없는 자극과 마찬가지로 제목이 있는 자극을 해석하기 위해 피험자들이 행한 처음 3초 동안의 안구 운동을 추리해 볼 수 있다. 즉, 피험자들은 표의 전체 내용을 이해하기 위해 표제를 집중적으로 응시하고 있다고 판단할 수 있다. 한편, 자극 D에는 표의 출처가 나타나는데 이곳은 특별히 표제 다음으로 많은 응시가 일어나고 있음을 알 수 있다.

그림 2에서 알 수 있는 것은 표의 제목이 없는 자극 A와 자극 B의 경우, 피험자들은 주로 구분자를 많이 응시하였고, 다음으로 열명과 행명을 응시하였다. 표의 제목이 있는 자극 C와 자극 D의 경우에

표 5. 처음 3초 동안 자극의 관심 영역에 대한 응시 시간, 응시점 수, 응시 비율

		표제	구분자	열명	행명	데이터
자극 A	응시 시간(초)	없음	0.70	0.83	0.42	0.27
	응시점 수(개)		3	4	2	1
	응시 비율(%)		0.23	0.20	0.21	0.27
자극 B	응시 시간(초)	없음	1.16	0.89	0.34	0.01
	응시점 수(개)		5	4	2	1
	응시 비율(%)		0.23	0.22	0.17	0.01
자극 C	응시 시간(초)	1.09	0.17	0.27	0.24	0.60
	응시점 수(개)	4	1	1	1	3
	응시 비율(%)	0.27	0.17	0.27	0.24	0.20
자극 D	응시 시간(초)	0.77	0.08	0.25	0.13	0.72
	응시점 수(개)	4	1	2	1	3
	응시 비율(%)	0.19	0.08	0.13	0.13	0.24

피험자들은 처음 3초 동안 자극 C에 대하여 표제를 가장 많은 시간 동안(1.09초) 응시하였고, 구분자를 가장 적은 시간 동안(0.17초) 응시하였다. 또한 응시한 수는 표제(4번)가 가장 많았고, 구분자, 열명, 행명이 각각 1번으로 적었다. 응시 비율은 표제가 0.27%로 가장 높았고, 구분자가 0.17%로 가장 낮았다.

피험자들은 처음 3초 동안 자극 D에 대하여 표제와 데이터를 상대적으로 많은 시간 동안 응시하였고, 구분자를 가장 적은 시간(0.08초) 응시하였다. 또한 응시한 수는 표제(4번)가 가장 많았고, 구분자, 행명이 각각 1번으로 적었다. 응시 비율은 데이터가 0.24%로 가장 높았고, 구분자가 0.08%로 가장 낮았다.

피험자들이 처음 3초 동안 자극에 대한 응시 양상을 종합해보면, 제목이 없는 경우 피험자들은 구분자, 열명, 행명, 데이터 순으로 많은 시간을 응시하였으나, 자극 B의 데이터 영역을 제외하고 각 관심 영역에 대한 응시 비율은 비슷하였다. 제목이 있는 경우, 피험자들은 표제와 데이터를 많이 응시하였고, 구분자에 대한 응시 비율이 다른 영역에 비해 낮았다.

3. 전체 시간 동안 응시하는 곳

전체 시간 동안 응시한 곳을 분석하기 위해서는 Scan Pass보다 Binning Chart를 분석하는 것이 편리하

였다. 왜냐하면 전체 시간 동안을 Scan Pass로 나타내면 너무 많은 곳에 응시점이 찍히기 때문이다.

그림 3에는 제목이 없는 자극 A와 B에 대한 해석 시간과 구간별 피험자들의 관심 영역의 응시 비율이 나타나 있다. 가로축은 해석 시간을 의미하며, 세로축은 전체에 대한 관심 영역의 응시 비율이다. 여백은 유의미한 응시가 이루어지지 않은 것을 나타내며, 시간이 지날수록 여백이 증가하는 것은 빠른 시간에 표를 해석하고, 과제를 마친 피험자가 생겨났기 때문이다.

그림 3을 살펴보면, 제목이 없는 자극 A와 B는 해석하는데 걸리는 시간의 차이(자극 A는 55초, 자극 B는 69초)는 있으나, 매우 유사한 점이 있음을 알 수 있다. 즉, 처음 시간에는 구분자(오렌지색)의 응시 비율이 매우 높으며, 1/4 지점부터 매우 낮은 응시 비율을 나타낸다. 열명(하늘색)의 응시 정도는 처음부터 응시가 이루어지기 시작하여 점점 늘어나다가 1/2 지점에서 뚜렷하게 감소하는 양상을 나타낸다. 행명(빨간색)의 응시 정도는 처음부터 1/2 지점까지 비슷한 비율을 나타내다가 점차 감소하는 경향을 나타낸다. 데이터(푸른빛녹색)의 응시 정도는 시간상으로 가운데 부분의 응시 비율이 가장 높고, 처음 시작 부분과 끝 지점으로 갈수록 점점 감소하고 있다.

그림 4를 살펴보면, 피험자들이 제목이 있는 자

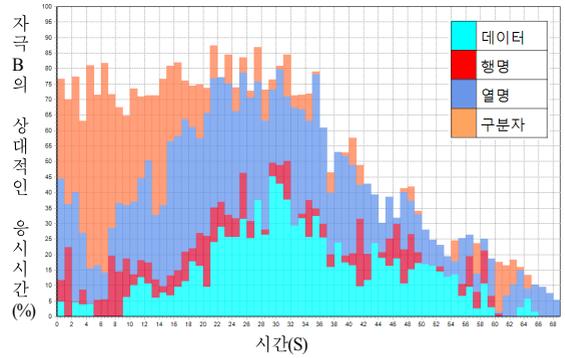
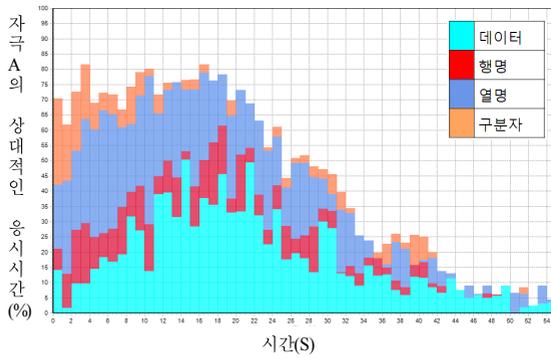


그림 3. 자극 A와 B에 대한 피험자들의 Binning Chart

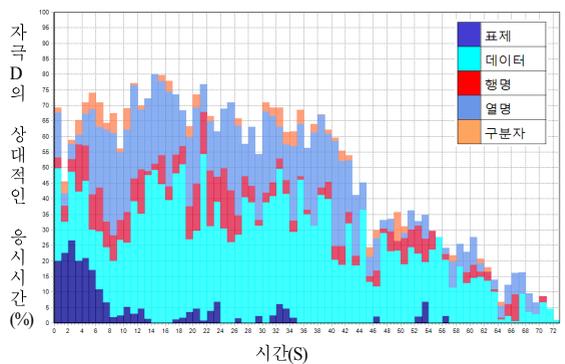
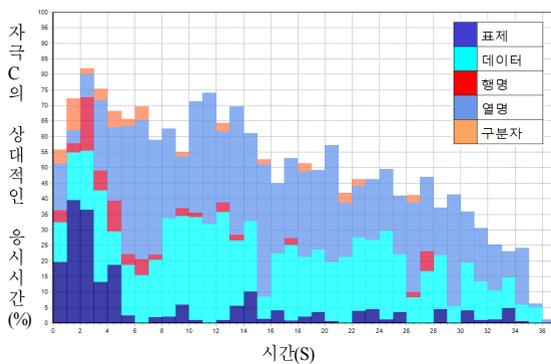


그림 4. 자극 C와 D에 대한 피험자들의 Binning Chart

극 C와 D를 해석하는데 걸리는 시간의 차이(자극 C는 37초, 자극 B는 73초)는 있으나, 제목이 없는 자극 A와 B가 서로 유사하듯이 자극 C와 D에서도 서로 매우 유사한 양상을 드러내고 있음을 알 수 있다. 처음 시간에는 표제(파랑색)의 응시 비율이 매우 높으나, 1/6 지점부터 5% 이하로 낮은 응시 비율을 나타낸다. 구분자(오렌지색)에 대한 응시 정도는 매우 낮은 정도를 그대로 유지하고 있다. 열명(하늘색)의 응시 정도는 처음부터 끝까지 지속적으로 응시가 이루어지고 있으나, 응시 비율이 끝부분에 감소하고 있다. 행명(빨간색)의 응시 정도는 구분자보다는 많은 응시 비율을 나타내나, 매우 낮은 정도를 그대로 유지하고 있다. 데이터(푸른빛녹색)의 응시 정도는 전체적으로 많은 응시 비율을 나타내나 처음과 끝 지점의 응시 비율이 대체적으로 낮다.

표 6을 살펴보면, 피험자들은 전체 시간 동안 자극 A에 대하여 데이터를 가장 많은 시간(10.98초) 응시하였고, 구분자를 가장 적은 시간(2.32초) 응시하였다. 또한 응시점의 수는 구분자와 데이터(43번)

가 가장 많았고, 열명(10번)이 가장 적었다. 응시 비율은 열명이 0.97(%)로 가장 높았고, 구분자가 0.05(%)로 가장 낮았다.

피험자들은 전체 시간 동안 자극 B에 대하여 열명을 가장 많은 시간(16.08초) 응시하였고, 행명을 가장 적은 시간(4.02초) 응시하였다. 또한 응시한 수는 구분자(63번)가 가장 많았고, 행명(15번)이 가장 적었다. 응시 비율은 열명이 0.47(%)로 가장 높았으며, 구분자가 0.15(%)로 가장 낮았다.

피험자들은 전체 시간 동안 자극 C에 대하여 열명을 가장 많은 시간 동안(9.64초) 응시하였고, 구분자를 가장 적은 시간 동안(0.50초) 응시하였다. 또한 응시한 수는 열명(37번)이 가장 많았고, 구분자와 행명이 각각 2번, 3번으로 적었다. 응시 비율은 표제, 구분자, 열명, 행명, 데이터가 0.24~0.26(%)로 비슷한 비율을 나타냈다.

피험자들은 전체 시간 동안 자극 D에 대하여 데이터를 가장 많은 시간(19.60초) 응시하였고 구분자를 가장 적은 시간(1.34초) 응시하였다. 또한 응시한

표 6. 전체 시간 동안 자극의 관심 영역에 대한 응시 시간, 응시점 수, 응시 비율

		표제	구분자	열명	행명	데이터
자극 A	응시 시간(초)	없음	2.32	9.69	3.78	10.98
	응시점 수(개)		43	10	16	43
	응시 비율(%)		0.05	0.97	0.24	0.26
자극 B	응시 시간(초)	없음	9.15	16.08	4.02	10.24
	응시점 수(개)		63	34	15	40
	응시 비율(%)		0.15	0.47	0.27	0.26
자극 C	응시 시간(초)	2.08	0.50	9.64	0.71	7.13
	응시점 수(개)	8	2	37	3	30
	응시 비율(%)	0.26	0.25	0.26	0.24	0.24
자극 D	응시 시간(초)	2.31	1.34	11.03	4.11	19.60
	응시점 수(개)	11	6	50	18	83
	응시 비율(%)	0.21	0.22	0.22	0.23	0.24

수는 데이터(83번)가 가장 많았고, 구분자가 6번으로 가장 적었다. 응시 비율은 표제, 구분자, 열명, 행명, 데이터가 0.21~0.24(%)로 비슷한 비율을 나타냈다.

피험자들이 전체 시간 동안 자극에 대한 응시 양상을 종합해보면, 표의 제목이 없는 경우에는 각 관심 영역에 대한 응시 비율의 차이가 크게 나타났다. 특히 구분자에 대한 응시 시간이 많았으나 응시 비율이 가장 낮고, 열명에 대한 응시 비율이 가장 높았다. 표의 제목이 있는 경우에는 각 관심 영역에 대한 응시 비율이 매우 비슷하게 나타났다.

4. 종합 논의

이 연구는 표의 제목 유무(금동화, 2004)와 과제의 복잡성(김지호 등, 2007; 성영신 등, 2011)에 따라 자료 해석에 차이가 있을 수 있다는 가설을 바탕으로 과제를 선정하고, 아이트래커를 사용하여 실험되었다. 먼저 과제의 복잡성에 대하여 논의해보면, 시각적 복잡성은 구성요소의 수와 이질성, 그리고 디자인의 화려한 정도 등에 의해 결정되며, 제공하는 정보의 양이 많은 경우 정보를 처리하는데 많은 인지적 자원이 요구된다(안재현 등, 2009; Sundar et al., 2004). 따라서 자료의 양이 많을수록 자료를 해석하는데 시간이 많이 걸리게 된다.

이 실험에서 구성이 단순한 표를 해석할 때 피험자들은 구성이 복잡한 표를 해석할 때보다 적은 시

간이 걸렸다. 또한 단순한 표를 해석할 때 제목이 있는 경우가 제목이 없는 경우보다 적은 해석 시간이 사용되어 인지적으로 유리하다는 것을 알 수 있으나, 구성이 복잡할 경우는 제목의 유무가 자료해석에 영향을 거의 미치지 않았다. 이러한 결과는 Meyers-Levy & Peracchio(1995)의 연구 결과와 비슷하다. 그들에 따르면, 해석하기 위해 많은 노력이 필요하지 않은 단순한 대상은 특별한 주의 자극이 영향을 미치지 않지만, 해석에 많은 노력을 요하는 복잡한 내용일 경우 특별한 주의 자극이 영향을 거의 미치지 않는다. 성영신 등(2011)의 연구에서도 비슷한 논의가 있었는데, 복잡성 수준이 높은 가제는 정보 양이 많고, 이러한 정보들이 결과를 예측하기에 충분하지 않으나 복잡성의 수준이 낮은 가제는 적은 정보 양을 통해 그 결과를 예측하기에 충분하다는 것이다. 따라서 단순한 표를 해석하는데 특별한 주의 자극이었던 제목은 인지적 효율성에 영향을 주어 해석 시간에 영향을 주었지만, 복잡한 표를 해석하는데 제목의 유무는 해석 시간에 영향을 주지 못한 것으로 판단된다.

이 연구에서 피험자들이 행한 제목이 없는 표와 제목이 있는 표에 대한 자료 해석 과정의 차이는 시선 결정 이론으로 설명이 가능하다. 인간이 무엇을 보고자 하는 행위를 할 때는 크게 두 가지 원인에 의해 행위가 이루어진다(김규정 등, 2011). 즉, 주위 자극에 의해 시선 주의가 유발되는 탐색적 탐색과

지각자 본인에 의해 유발되는 목적지향적 탐색이다. 탐사적 탐색은 주의를 유발시키는 자극들에 영향을 받는다. 예를 들어, 크기, 색, 위치, 특이함, 움직임 등. 반면에 목적지향적 탐색은 인지 구성 요소가 자극에 대한 선택적 주의를 결정한다. 여기에서 인지 구성 요소는 신념이나 지식, 동기, 기대, 관여, 목적 등이 될 수 있다고 밝혀졌다(김지호 등, 2006; Posner *et al.*, 1980).

이 연구에서 처음 3초 동안의 정보처리에서, 피험자들은 표의 제목이 없는 경우에는 구분자, 열명, 행명 등 각 관심 영역을 고르게 살펴보고 있으며, 표의 제목이 있는 경우에는 표제에 특히 더 관심을 가지는 결과를 얻었다. 이는 표의 제목이 있는 경우에는 본인의 목표와 부합되는 정보만을 선택적으로 받아들이기 위해 모든 정보를 고려하지 않고 표제에 주의를 기울여서 정보를 처리하는 반면에, 표의 제목이 없는 경우에는 가능한 모든 정보를 고려하고, 각각의 정보에 대한 관련성을 파악하는 양상을 나타낸다고 할 수 있다. 양일호 등(2007)에 따르면, 표의 제목은 당연히 표가 담고 있는 내용이 간략하게 잘 나타나 있고, 독자는 제목을 보고 어떤 부류의 데이터가 표에 정리되어 있는지 파악할 수 있다. 따라서 피험자들은 처음 3초 동안 제목이 있는 경우에 표의 내용을 간략하게 파악할 목적으로 표제에 관심을 갖는 목적 지향적 탐색을 했다는 판단을 할 수 있다. 이와 달리, 제목이 없는 경우에는 탐사적 탐색을 하여 표에 기록된 내용이 무엇인지 파악하고자 했던 것을 알 수 있다. 이러한 양상은 제목이 없는 표에서 피험자들이 구분자, 열명, 행명을 많이 응시하는 반응으로 나타났는데, 일반적으로 구성되는 표에는 구분자, 열명, 행명에 자료의 변인이 기술되어 있어, 이를 조합하면 제목을 구성할 수 있기 때문이다(금동화, 2004).

그러나 전체 시간 동안의 정보처리에서는 3초 동안의 정보처리와는 정반대의 수행으로 나타났다. 표의 제목이 있는 경우, 피험자들은 각 관심 영역에 대한 응시 비율이 일정한 것으로 보아, 여러 관심 영역에 고르게 주의를 기울이고 있었다. 표의 제목이 없는 경우, 피험자들은 열명에 가장 많이 주의를 기울였다. 즉, 피험자들은 제목이 있는 경우에는 탐사적 탐색을 하고, 제목이 없는 경우에는 목적 지향적 탐색을 하고 있었다. 이러한 차이를 어떻게 설명해야 할 것인가? 표를 해석하는 처음 3초 동안과 전체

시간 동안에 피험자들에게 어떠한 인지적 변화가 일어난 것일까?

목적 지향적 탐색은 주어진 자극에서 찾고자 하는 특정 대상이 있을 때 활성화되는 정보 처리 과정이다. 앞서 표를 해석하기 위한 처음 3초 동안에는 표 전체의 내용을 간략하게 파악하기 위한 목적 지향적 탐색이 필요하다고 논의하였다. 즉, 처음 3초 동안에는 개별적 요소에서 전체적인 단서를 찾기 위한 방법이 요구된다. 이는 탐색 경로를 손쉽게 만들어 주어야 인지적 부담이 적고, 체계적으로 표를 해석할 수 있기 때문이다. 이러한 논리는 제목이 없는 경우에 피험자들이 처음 3초 동안 구분자, 열명, 행명을 조합하여 표의 내용을 이해하려는 시도가 증거로 제시되었다.

표의 전체 내용을 간략하게 파악하였다면, 다음으로 피험자들은 무엇을 해야 할까? 표를 해석하기 위해 전체 시간 동안 피험자들이 행한 안구 운동이 그 해답이 될 수 있다. 이 실험에서 피험자들은 표를 해석하기 위한 전체 시간 동안 표제, 구분자, 열명, 행명, 데이터에 대하여 전체적으로 비슷한 응시 비율을 나타내었다. 특히 앞부분에서는 표제를 집중적으로 응시하였고, 이후 구분자, 열명, 행명, 데이터를 고르게 응시하였다. 즉, 피험자들은 실험의 내용을 간략하게 파악한 후 실험의 독립변인과 종속변인, 그리고 데이터에 집중한 것이다. 실험의 내용이 간략히 파악된 다음에는 자극 내에 존재하는 이용 가능한 모든 정보를 고려하여 각각의 정보들에 대한 관련성을 파악한 것이다. 각각의 관심 영역들을 구체적으로 통합하여 처리하는 과정이 전체 시간 동안 피험자들의 안구 운동에서 나타난 것이다. 김지호 등(2006)에 따르면, 이러한 정보처리 과정은 정보를 정교하게 처리하기 때문에 처리된 정보는 장기 기억에 더 많이 저장되고, 추후에 그 정보를 인출하기가 수월해진다.

인간은 제한된 인지적 자원을 가지고 있기 때문에 유효적절한 인지의 배분을 통한 효율적인 사용이 요구된다. 우리의 실험에서 표의 제목이 있는 경우, 피험자들은 유효적절한 인지의 배분을 통해서 효율적으로 자료를 해석하는 안구 운동을 나타내었다. 표를 해석하기 위해 처음 3초 동안에는 목적 지향적 탐색을 통하여 전체적인 단서를 찾았으며, 이후 전체 시간 동안 표에 담긴 가능한 모든 정보를 고려하여 각각의 정보에 대한 관련성을 찾았다. 이러한 처리

과정은 자료 해석에 대한 수행 능력을 높여 준다.

그러나 표의 제목이 없는 경우, 피험자들은 처음 3초 동안에는 구분자, 열명, 행명을 이용하여 표의 전체적인 단서를 찾기 위해 노력하는 양상을 드러내었다. 그리고 전체 시간 동안에는 응시 비율의 차이가 크게 나타났으므로 피험자들은 효율적인 검색을 하지 못하였다고 평가될 수 있다. 즉, 유효적절한 인지의 배분과 효율적인 인지의 사용에 제한이 있었다.

따라서 이 연구를 통하여 우리가 알 수 있는 것은 표를 잘 해석하기 위해서는 제목이 있는 것이 훨씬 인지적인 장점이 있다는 것이다. 또한 표를 해석하는 과정을 살펴보면, 처음에는 전체를 한 눈에 이해할 수 있는 일부 관심 영역을 활성화 시킬 수 있는 휴리스틱한 정보처리 전략이 사용된다. 그래야만 제한된 인지적 자원을 가지고 지배적인 요소를 만들어 낼 수 있기 때문이다. 이후 전체적인 요소들을 복합적으로 고려하여 정보를 처리하는 수행 과정이 나타난다. 즉, 실험의 독립변인과 종속변인, 그리고 데이터를 조합하여 경향성이나 규칙성 또는 변인들 간의 상관관계나 인과관계를 해석한다는 것을 알 수 있다.

IV. 결론 및 제언

연구 결과를 종합하고 결론을 내리면 다음과 같다.

첫째, 초등교사들은 구성이 단순한 표를 해석할 때 구성이 복잡한 표를 해석할 때보다 적은 시간이 걸렸다. 이러한 결과는 구성이 단순한 표를 해석할 때 복잡한 것보다 인지적으로 유리하다는 것을 알 수 있게 해준다. 그러나 제목의 유무에 따라서는 구성이 단순한 표와 복잡한 표가 다른 결과를 나타내었다. 즉, 구성이 단순한 표를 해석할 때 제목이 있는 경우는 제목이 없는 경우보다 적은 해석 시간이 사용되었으나, 구성이 복잡할 경우에는 제목의 유무가 자료해석에 거의 영향을 미치지 않았다. 해석하기 위해 많은 인지적 노력이 필요하지 않은 단순한 표는 제목이라는 특별한 주의 자극이 인지적 효율성에 영향을 미치지 않지만, 해석에 많은 인지적 노력을 필요로 하는 복잡한 표는 제목이 인지적 효율성에 영향을 주지 않았다.

둘째, 처음 3초 동안 초등교사들이 표를 해석할 때, 표의 제목이 있는 경우에는 표제를 집중적으로 응

시하였으나, 표의 제목이 없는 경우에는 구분자, 행명, 열명 등 표의 전체적인 내용을 이해할 수 있는 관심 영역을 고르게 살펴보았다. 초등교사들은 제목이 있는 경우에는 표제에 주의를 기울여서 정보를 처리하는 반면에, 제목이 없는 경우에는 표에 나타난 가능한 모든 정보를 고려하고, 각각의 정보에 대한 관련성을 파악하여 표의 전체적인 단서를 찾으려는 양상을 나타낸다고 할 수 있다. 결국 초등교사들은 처음 3초 동안 제목이 있는 경우에는 표의 내용을 간략하게 파악할 목적으로 표제에 관심을 갖는 목적 지향적 탐색을 하였으나, 제목이 없는 경우에는 표에 기록된 내용을 쉽게 파악할 수 있는 표제가 없기 때문에 다른 항목들을 조합하는 탐사적 탐색을 하였다.

셋째, 초등교사들은 표를 해석하는 전체 시간 동안, 표의 제목이 있는 경우에는 표제, 구분자, 열명, 행명, 데이터에 대하여 전체적으로 비슷한 응시 비율을 나타내었고, 특히 표를 해석하기 시작하는 앞 부분에서는 표제를 집중적으로 응시하였다. 이후 구분자, 행명, 열명, 데이터를 고르게 응시하였다. 초등교사들은 표를 해석하기 위해 처음에는 목적 지향적 탐색을 통하여 표의 내용에 대한 전체적인 단서를 찾았으며, 이후 전체 시간 동안 표에 담긴 가능한 모든 정보를 고려하여 각각의 정보에 대한 관련성을 찾았다. 즉, 초등교사들은 표의 내용을 간략히 파악한 다음, 자극 내에 존재하는 이용 가능한 모든 정보를 고려하여 각각의 정보들에 대한 관련성을 파악하는 효율적인 인구 운동을 나타내었다. 이러한 정보처리는 유효적절한 인지의 배분과 밀접한 관련이 있었다. 그러나 표의 제목이 없는 경우, 초등교사들은 표를 해석하기 위한 전체 시간 동안 일부 관심 영역에 대한 응시 비율이 높았다. 초등교사들은 처음에는 구분자와 열명, 그리고 행명을 이용하여 표의 전체적인 단서를 찾기 위해 노력하는 양상을 드러내었고, 이후 시간 동안에는 이용 가능한 모든 정보를 고려하지 못하고 일부 관심 영역을 살피는 비효율적인 검색을 하였다. 따라서 표의 제목이 없을 때, 초등교사들은 표를 해석하기 위해 많은 인지적 부담을 갖게 된다.

이러한 연구 과정과 결론을 바탕으로 다음과 같은 시사점을 제언한다.

첫째, 표를 해석할 때 표의 제목이 있을 경우 인지적으로 매우 유리하므로, 본 연구에 사용된 자극

A와 자극 B를 교과서에 제시할 때에는 제목과 함께 제시해줄 필요가 있다.

둘째, 초등교사들이 표를 해석할 때 행하는 과정을 Eye-tracker를 이용하여 살펴본 결과, 교육 분야에서 Eye-tracking 연구는 기존에 피상적으로 알고 있는 인지 관련 연구 내용을 객관적으로 정량화하여 설명하기에 유용한 연구 방법이다.

참고문헌

교육과학기술부(2010). 초등학교 교사용 지도서 과학(3~4). 서울: 금성출판사.
 교육과학기술부(2011). 초등학교 교사용 지도서 과학(5~6). 서울: 금성출판사.
 금동화(2004). 기술 논문 작성법(14): 표에서 알아야 할 것들. *재료마당*, 17(5), 66-73.
 김규정, 최규호, 박근호(2011). 시선 움직임을 통한 효과적 게임 UI 연구. *기초조형학연구*, 12(5), 57-63.
 김유향, 김영수(2008). 중학교 과학 교과서에서 사용된 그래프 유형과 활용 분석. *한국생물교육학회지*, 36(1), 26-39.
 김유향, 김영수(2009). 중학교 과학 교과서에서 사용된 표의 유형과 활용 분석. *한국생물교육학회지*, 37(3), 321-334.
 김지호, 김재휘, 박하철, 이장한(2006). 아이트래커를 활용한 인터넷 광고의 선택적 주의 요소 효과 연구. *광고연구*, 72, 31-58.
 김지호, 부수현, 김재휘(2007). 광고의 깊이지각 단서가 시각적 주의에 미치는 영향에 대한 아이트래커 활용 연구. *한국광고홍보학보*, 9(2), 277-310.
 김태선(2003). 중고등학생들의 과학관련 선 그래프의 정보 이해과정 분석. *한국교원대학교 박사학위논문*.
 김태선, 고수경, 김범기(2005). 고등학생들의 그래프 능력과 과학 탐구 능력 및 과학 학업 성취도의 관계. *한국과학교육학회지*, 25(5), 624-633.
 김태선, 김범기(2002). 중고등학생들의 과학 그래프 작성 및 해석 능력. *한국과학교육학회지*, 22(4), 768-778.
 김태선, 배덕진, 김범기(2002). 중학생의 그래프 능력과 논리적 사고력 및 과학 탐구 능력의 관계. *한국과학교육학회지*, 22(4), 725-739.
 김태용(2006). 신문만평 독자의 시선 움직임과 해독에 관한 연구. *한국언론학보*, 50(3), 231-261.
 김태용(2008). 유명 여성모델이 등장하는 TV광고에 대한 시청자들의 시선이동. *광고학연구*, 19(3), 103-115.
 문경원, 김영수(2007). 생물 예비 교사의 빛의 세기에 따른 광합성률 측정 실험 수행 능력 조사. *한국생물교육학회지*, 35(4), 652-662.
 성영신, 김대상, 문용성(2011). 투자결정의 성차 연구: 시각적 주의의 역할. *광고학연구*, 22(1), 277-302.

안재현, 이주원, 변준영, 한상필(2009). 인터넷 배너 광고의 시각적 자극 특성이 시각적 주의와 기억에 미치는 영향: 과제와 시각적 복잡성의 조절효과를 중심으로. *마케팅연구*, 24(4), 67-86.
 양일호, 권용주, 장신호, 이혜정, 최현동(2007). 초등학교 과학 탐구과정 요소별 지도자료: 사다리 타고 오르는 통합 탐구 여행. *교육인적자원부*.
 이수범, 이희복, 신명희(2011). 아이트래킹을 이용한 가상 광고 수용자 효과 연구. *광고학연구*, 22(5), 99-125.
 이시훈, 정일형, 안주아, 김광협(2011). 아이트래킹을 활용한 성적 소수 광고의 소비자 시선이동과 광고효과. *광고연구*, 91, 432-457.
 이진봉, 이기영(2007). 지구과학 교과서에 사용된 그래프의 유형 및 특징 분석. *한국과학교육학회지*, 27(4), 285-296.
 최성봉(2008). MBL 활용 수업이 중학교 학생들의 과학 탐구능력과 그래프 작성 및 해석능력에 미치는 효과. *한국지구과학회지*, 29(6), 487-494.
 Ball, L. J., Lucas, E. J., Miles, J. N. V. & Gale, A. G. (2003). Inspection times and the selection task: What do eye-movements reveal about relevance effects? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 56A, 1053-1077.
 Berg, C. A. & Smith, P. (1994). 'Assessing students' abilities to construct and interpret line graphs: Disparities between multiple-choice and free-response instruments. *Science Education*, 78(6), 527-554.
 Bowen, G. M. & Roth, W. -M. (2005). Data and graph interpretation practices among preservice science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(10), 1063-1088.
 Brasell, H. M. & Rowe, M. B. (1993). Graphing skills among high school physics students. *School Science and Mathematics*, 93(2), 62-70.
 Byrne, M. D., Anderson, J. R., Douglas, S. & Matessa, M. (1999). Eye tracking the visual search of clickdown menus. *Proceedings of CHI'99* (pp. 402-409). NY: ACM Press.
 Cohen, L. & Manion. (1985). *Research methods in education* (2th ed.) (pp. 120-125). London: Croom Helm.
 Goldberg, H. J. & Kotval, X. P. (1999). Computer interface evaluation using eye movements: Methods and constructs. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 24, 631-645.
 Hyöönä, J. (2010). The use of eye movements in the study of multimedia learning. *Learning and Instruction*, 20, 172-176.
 Leinhardt, G., Zaxlavsky, O. & Stein, M. K. (1990). Functions, graphs, and graphing: Tasks, learning, and teaching. *Review of Educational Research*, 60(1), 1-64.
 Liu, T., Pestilli, F. & Carrasco, M. (2005). Transient atten-

- tion enhances perceptual performance and fMRI response in human visual cortex. *Neuron*, 45, 469-477.
- Lohse, G. L., Biolsi, K., Walker, N. & Herry, H. (1994). A classification of visual representations. *Communications of the ACM*, 37(12), 36-49.
- Mayer, R. E. (2010). Unique contributions of eye-tracking research to the study of learning with graphics. *Learning and Instruction*, 20, 167-171.
- McKenzie, D. L. & Padilla, M. J. (1986). The construction and validation of the test of graphing in science (TOGS). *Journal of Research in Science Teaching*, 23(17), 571-579.
- Meyers-Levy, J. & Peracchio, L. A. (1995) Understanding the effects of color: How the correspondence between available and required resources affects attitudes. *Journal of Consumer Research*, 22(Sep), 121-138.
- Ozcelik, E., Arslan-Ari, I. & Cagiltay, K. (2010). Why does signaling enhance multimedia learning? evidence from eye movements. *Computers in Human Behavior*, 26(1), 110-117.
- Posner, M. I., Snyder, C. R. R. & Davidson B. J. (1980). Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental Psychology*, 109, 160-74.
- Roth, W.-M., Bowen, G. M. & McGinn, M. K. (1999). Differences in graph-related practices between high school biology textbooks and scientific ecology journals. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(9), 977-1019.
- Shaw, J. M. (1984). Making graphs. *Arithmetic Teacher*, 7-11.
- Slykhuis, D. A., Wiebe, E. N. & Annetta, L. A. (2005). Eye-tracking students' attention to powerpoint photographs in science education. *Journal Science Education and Technology*, 14(6), 509-520.
- Stark, L. W. & Ellis, S. R. (1981). Scanpaths revisited: cognitive models direct active looking. In D. F. Fisher & e. al. (Eds.), *Eye movements: cognition and visual perception* (pp. 193-226). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sundar, S. S., Kalyanaraman, S., Martin, C. & Wagner, C. B. (2004). Arousal, memory, and impression-formation effects of animation speed in web advertising. *Journal of Advertising*, 33(1), 7-17.
- Yoon, D. & Narayanan, N. H. (2004). Mental imagery in problem solving: An eye tracking study. In *Proceedings of the Eye Tracking Research and Applications Symposium 2004* (pp. 77-83). NY: ACM Press.