

과학 교과서 속의 시각적 정보와 언어적 정보의 활용 방법에 대한 초등학생의 시선이동 분석**

양일호* · 김종철

한국교원대학교

An Analysis of Elementary Student's Eye Movement on Usage Verbal Information and Visual Information of Elementary Science Textbook according to Learning Style**

Il-Ho Yang* · Jong-Chul Kim

Korea National University of Education

<ABSTRACT>

The purpose of this study was to investigate how to use the verbal informations and visual informations of elementary science textbook through eye movement according to learning style. This paper proposed that elementary students' learning style(i.e. sequential and global learning style) can affect the usage of the verbal informations and visual informations of elementary science textbook. 15 elementary students that have sequential learning style and 13 elementary students that have global learning style were selected as participants. The raw learning materials on the 2007 revised science textbooks were selected as experimental tasks. After two experimental tasks were given, all information about eye fixation are recorded by eye tracker of Tobii 1750 model. Through analyzing information obtained by eye tracker, It can be acquired the ratio of usage of the verbal and visual information and the number of meaning-related integration between the verbal information and visual information in science textbook. The results were that students' eye were fixated more often on the verbal information than on visual information without reference to elementary students' learning style, that the ratio of integration was low without reference to elementary students' learning style.

Key words: Eye tracker, Elementary science textbook, Eye movement, Learning style

* 교신저자 : 양일호, yih118@knue.ac.kr

** Received 15 May 2013; Accepted 03 June 2013; Published 30 June 2013

2013. Institute of Brain based Education, Korea National University of Education

I. 서 론

탐구 중심학습을 강조한 경향 때문에 과학·교수학습에서 글의 역할에 대한 관심이 상당히 감소(Yore et al., 2003)한 것이 사실이다. 하지만 최근연구자들은 과학 학습과 학생들의 개념 변화를 향상시키기 위한 도구로 글(text)에 많은 관심(Sinatra et al., 2011)을 보이고 있다. 글은 학생들이 과학 개념을 이해하고 습득하는 데 매우 중요한 수단 중 하나이다. 학생들이 이해해야하는 대부분의 글들에는 다양한 종류의 교수 삽화 들이 포함되어 있다(Mason et al., 2012). 삽화는 그림, 도해, 표 등을 말하는데, 이 삽화가 포함된 글 중 교육현장에서 많이 활용되는 것 중 하나가 교과서이다.

교육 체제 내에서 중심적인 역할(Ball & Cohen, 1996)을 하는 교과서는 크게 언어적 정보인 본문의 내용과 시각적 정보인 삽화로 구성되어 있다. 언어적 정보인 문자는 시각적 정보인 그림보다 더 상세한 설명을 제공하여 학습내용 이해에 중요한 역할을 한다(Liu & Chuang, 2011). 시각적 정보인 삽화는 언어적 정보의 파지를 돕는 외재적 보조물의 역할(Hegarty & Just, 2003)을 수행하여 교과서의 내용을 보다 쉽고 명백하게 전달(백남권, 2012; Pena & Quilez, 2010; Pozzer & Roth, 2003)하는 역할을 한다. 따라서 학생들이 교과서 속의 언어적 정보와 시각적 정보를 이해하고 적절하게 활용하는 것은 중요하다.

학습자 변인 중 하나인 학습양식은 학습하는 과정에서 드러나는 행동양식으로, 학습자가 새로운 개념이나 원리를 학습할 때 각자의 방식으로 지식을 다루는 개인의 독특한 방식(김은애, 2011)이다. 개인의 학습양식은 교과서 속의 정보를 이용하는 방법에 영향을 미칠 수 있고, 이것은 곧 학습자의 학습내용 이해의 질과 관련될 수 있다. 특히, 다양한 학습 양식의 유형 중 전체적 학습양식과 순차적 학습양식은 주어진 정보를 조직하고 이해(Felder & Silverman, 1998)하는 과정에 초점을 둔 것이다. 이 학습양식 유형은 교과서 속의 언어적 정보와 시각적 정보를 학습자가 어떻게 조직해서 이해하고 적절하게 활용하는지와 관련이 깊다. 따라서 교과서를

사용하는 학습자의 변인 중 하나인 학습양식, 그 중에서도 전체적 학습양식과 순차적 학습양식이 교과서 속의 언어적 정보와 시각적 정보를 활용하는 데 어떠한 영향을 미치는지 관심을 갖는 것은 중요하다. 하지만 이런 학습양식을 소유한 학습자들이 실제 교과서 속의 정보를 어떻게 활용하는지에 대해 실증적으로 확인한 연구는 드물다.

교과서와 관련한 현재까지의 국내 선행연구는 대부분이 외국 과학 교과서와 국내 과학 교과서 간의 삽화의 양적 비교(이승화, 김용권, 2012; 백남권, 2012, 정충덕 외, 2007)와 과학교과내용의 특징 분석(김효남, 박도영, 2009; 박재근, 박현우, 2006) 등이 주를 이루고 있다. 국내 선행연구들에서는 대부분이 교과서를 직접 이용하는 학생들은 배제된 채 분류틀을 사용한 시각적 정보 분류 및 비교연구가 이루어지고 있고, 학생들이 교과서의 정보를 어떻게 이용하는지에 관한 실증적 연구는 부족하다.

국외 선행연구에서는 언어적 정보와 시각적 정보의 통합이 학생들이 학습 내용을 이해하고 파지하는 데 매우 중요함을 강조(Mason et al., 2012; Mayer, 2001, 2003, 2005, 2010, Mayer & Moreno, 2003; Hannus & Hyöna, 1999)하고 있다. 또, 학생들의 시선이동분석을 통하여 학생들이 시각적 정보와 언어적 정보의 통합의 비율을 측정(Mason et al., 2012; Hannus & Hyöna, 1999)하고 있다. 하지만 학생들이 언어적 정보와 시각적 정보를 통합하는지 여부를 알아보기 위해서 사용하는 과제들이 대부분 언어적 정보와 시각적 정보를 인위적으로 재구성하여 파워포인트의 슬라이드 형식으로 만든 것들이다. 즉, 학생들이 사용하는 교과서를 그대로 사용한 연구는 드물었다.

최근 들어 과학적 측정 기술의 발달에 기반을 둔 심리생리학적 접근으로 아이트레킹 기법이 학생의 학습효과를 객관적으로 측정할 수 있는 효과적인 대안으로 제시되고 있다(최현동, 신동훈, 2012). 아이트레킹 기술은 눈과 마음의 가설(Eye - Mind Hypothesis)에 기반을 두고 있다. 즉, 눈과 마음의 가설에 따르면 사람이 보고 있는 곳과 생각하는 것 사이에 강한 상관관계가 존재한다(Poole and Ball, 2005; Just & Carpenter, 1976, 1984). 따라서 시선 고정은 응시하고 있는 사물에 적용되는 많은 양의

인지처리과정을 나타낸다고 할 수 있다(Poole and Ball, 2005).

아이트래킹 기술을 접목한 장비가 시선추적 장비(eye tracker)이다. 이 장비는 학생들이 학습 자료에 제시된 정보를 받아들이는 과정을 이해하는 데 필요한 객관적인 자료 수집 방법과 실시간 데이터가 지원되는 장치이다 (Liu et al., 2011). 또, 시간과 공간에 대하여 학생들의 논의 응시지점에 대한 자료를 정확히 수집하고 녹화할 수 있고 언어적 정보와 시각적 정보의 습득과 통합을 이해할 수 있는 가장 좋은 접근 장비이다(Slykhuis et al., 2005; Duchowski, 2003).

이러한 배경을 전제로 본 연구에서는 학생들이 과학교과서 속에 있는 언어적 정보와 시각적 정보를 어떻게 이용하는지, 그리고 언어적 정보와 시각적 정보의 통합이 이루어지는 지에 대해 실증적으로 규명하고, 과학 교수·학습 시에 시사점을 제공하고자 하였다.

이 연구의 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 학습양식에 따라 초등학생의 과학교과서 속 언어적 정보와 시각적 정보의 이용 경향성 및 비율은 어떠한가?

둘째, 학습양식에 따라 초등학생의 과학교과서 속 언어적 정보와 시각적 정보의 통합의 비율은 어떠한가?

II. 연구방법 및 절차

이 연구의 목적은 학생들이 과학 교과서 속에 제시된 언어적 정보와 시각적 정보를 활용하는 방법을 시선추적 장비를 사용하여 확인하는 것이다. 따라서 교과서를 활용한 과제를 개발하였고, 개발된 과제를 학생들의 학습양식에 따라 제시한 후 학생들이 언어적 정보와 시각적 정보를 활용하는 비율을 분석하였다. 그리고 언어적 정보와 시각적 정보를 통합하는 비율을 분석하였다.

1. 연구 대상

이 연구의 연구대상은 5학년 과학과 교육과정을

이미 이수하였고, 본 과제를 학습한 지 1년 이상 경과한 6학년 2학기에 재학 중인 학생들 중에서 자발적으로 참여의사를 밝힌 학생들을 대상으로 하였다.

<Table. 1> Participants list that take part in this study. DJ○○ means Daejeon elementary school. and IC○○ means Incheon elementary school.

	Elementary school	Name	Learning style	Tracking ratio(%)
01	DJ○○	Rec01	global	97
02	DJ○○	Rec02	sequential	95
03	DJ○○	Rec03	global	95
04	DJ○○	Rec04	sequential	93
05	DJ○○	Rec05	sequential	99
06	DJ○○	Rec06	sequential	85
07	DJ○○	Rec08	sequential	90
08	DJ○○	Rec10	global	93
09	DJ○○	Rec11	sequential	89
10	DJ○○	Rec14	global	92
11	DJ○○	Rec16	sequential	95
12	DJ○○	Rec20	global	92
13	IC○○	Rec21	global	88
14	IC○○	Rec22	global	90
15	IC○○	Rec23	global	94
16	IC○○	Rec24	sequential	93
17	IC○○	Rec25	global	97
18	IC○○	Rec26	sequential	95
19	IC○○	Rec27	sequential	97
20	IC○○	Rec28	global	92
21	IC○○	Rec29	global	98
22	IC○○	Rec30	sequential	97
23	IC○○	Rec31	sequential	96
24	IC○○	Rec33	sequential	90
25	IC○○	Rec35	global	96
26	IC○○	Rec37	global	93
27	IC○○	Rec39	sequential	98
28	IC○○	Rec40	sequential	95

시선이동은 뇌의 불균형의 영향을 받으므로 (Bakan, 1969) 이를 통제하기 위해서 Edinburgh inventory for Handedness test (Oldfield, 1971)를 활용한 손잡이 설문지를 활용하여 오른 손잡이 학생으로 대상자를 한정하였다. 기타 시력이 나쁜 학생, 두꺼운 안경을 착용한 학생, Lazy eye가 있는 학생 등(Poole and Ball, 2004)은 시선추적을 하는 데 제한이 되므로 통제하였다. 이런 과정을 거쳐 학습양식을 검사하는 도구인 ILS(The Index of Learning

Style)를 사용하여(Felder & Soloman, 2001) 순차적 학습양식을 소유한 학생과 전체적 학습양식을 소유한 학생으로 분류하였다. 이렇게 선발된 학생은 대전 ○○초등학교 학생 18명과 인천 ○○초등학교 학생 18명 모두 36명이다. 이중 순차적 학습양식 소유 학생은 대전 ○○초 학생 8명과 인천 ○○초 학생 10명으로 모두 18명이다. 전체적 학습양식 소유 학생은 대전 ○○초 학생 9명과 인천 ○○초 학생 9명으로 모두 18명이다. 이 중 실제 시선추적장비를 이용하여 학생들의 시선이동을 추적한 결과 Tracking ratio가 85% 미만인 학생은 제외되어 실제 연구 대상자는 순차적 학습양식 소유 학생 15명과 전체적 학습양식 소유 학생 13명으로 모두 28명이 최종 연구 대상으로 선정되었다.

2. 과제 개발 및 측정과정

이 연구에서는 피험자들이 교과서 속의 언어적 정보와 시각적 정보를 활용하는 방법을 시선추적장비를 이용하여 확인해야하므로 가능하면 교과서를 수정하지 않고 있는 그대로 사용해야 한다. 따라서 과제는 학생들이 1년 전 학습할 때 사용했던 2007 개정 교육과정의 5학년 과학 교과서를 활용하였다. 최초 과제를 6개 선정한 후 과학교육전문가 3명과 과학교육 박사과정 및 석사과정 대학원생 10명이 참석하는 세미나에서 정기적으로 협의를 한 후 예비과제 1개와 본 과제 2개를 선정하였다. 예비과제는 5학년 2학기 ‘계절에 따라 보이는 별자리는 어떻게 달라질까요?’ 차시이며 본 과제는 5학년 1학기 3단원의 ‘열매의 구조와 하는 일을 알아보나요?’ 차시와 5학년 1학기 4단원의 ‘물에 사는 작은 생물을 알아보나요?’ 차시이다.



<Fig. 1> Two experimental tasks (left: task1, right: task2)

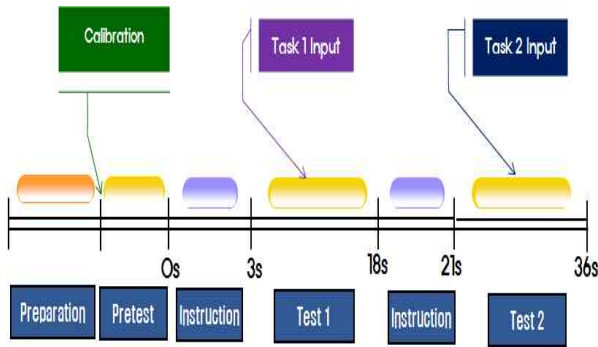
개발된 과제는 투입 전 대기 단계, 예비 투입 단계, 본 과제 투입 단계 등 3단계로 투입되었다. 본 과제는 총 2회에 걸쳐 투입된 후 측정되었다. 첫 번째 측정은 2012년 12월 7일에 대전 ○○초등학교 6학년 학생 중 기 선발된 학생 12명을 대상으로 측정하였다. 두 번째 측정은 2012년 12월 12일에는 인천 ○○초등학교 6학년 학생 중 기 선발된 학생 16명을 대상으로 측정하였다.

3. 연구 절차

연구 과제 측정은 크게 투입 전 대기 단계, 예비 과제 투입 단계, 본 과제 투입 단계 순으로 진행되었다. 투입 전 대기 단계는 예비 과제 및 본 과제 투입 전에 대기실에 있는 안내 교사가 학생들에게 시선추적장비 측정과정을 충분히 설명하고, 사전 학생 건강 상태를 확인하는 단계이다. 예비 투입 단계에서는 본 과제를 측정하기 전에 예비 과제를 투입하여 학생들이 처음 대하는 시선추적장비에 대한 막연한 두려움을 최소화시켜, 심리적 요인이 과제에 미치는 영향을 최소화시키고자 하였다. 본 과제 투입 단계에서는 지시문(Instruction) 제시와 본 과제 2개가 제시되었다. 지시문은 3초 동안 제시되었으며 지시문의 내용은 ‘다음 자료를 보고 이번 시간에 학습할 내용을 생각해 봅시다.’이다. 본 과제 1번은 5학년 1학기 3단원의 ‘열매의 구조와 하는 일을 알아보나요?’ 차시이고 본 과제 2번은 5학년 1학기 4단원의 ‘물에 사는 작은 생물을 알아보나요?’ 차시이다. 본 과제 각각은 15초씩 제시되었으며 구체적인 연구절차는 <Fig. 2>와 같다.

투입 전 대기 단계에서 안내 설명을 듣고 심신을 이완시킨 후 예비 과제가 제시되기 전에 Tobii 1750 모델의 17-inch 모니터에서 60cm 떨어진 지점에 피험자를 착석시켰다. 이후 앉은 자세에서 모니터를 바라보며 시점조정(Calibration)을 하였다. 이 시선추적장비는 1회 시점조정(Calibration)을 한 후 본 과제 투입 시 추가적인 시점조정(Calibration)없이 계속 사용할 수 있는 장비이다. 그러므로 시점 조정 과정(Calibration Process)에서 화면에 제시된 9개 영역에 대한 시점조정(Calibration)을 모두 통과한 후에 과제가 투입되었다. 과제는 예비과제 투입, 본 과제 투입 순

으로 진행되었고, 학생들은 ‘다음 자료를 보고 이번 시간에 학습할 내용을 생각해 봅시다.’라는 지시문을 듣고 과제 속에 제시되어 있는 언어적 정보와 시각적 정보를 활용하여 학습할 내용을 생각하도록 하였다.



<Fig. 2> The concrete study process. It consists of 3 stages. i.e. Before input stage, Pre-input stage and Input stage.

4. 자료 수집 및 분석

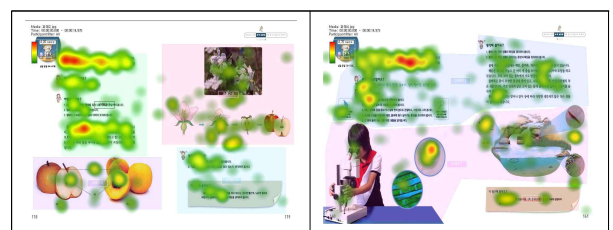
본 연구에서는 Tobii사에서 개발된 시선추적장비를 사용하여 자료를 수집하였다. 200ms(0.2초) 이상의 시선 고정(Fixation)이 이루어진 안구 운동 만을 추려 내어 학생들의 응시 자료로 사용하였다. 수집된 자료 분석은 Tobii사의 소프트웨어인 Tobii Studio 3.1.3을 사용하여 분석하였다. 크게 Heat Map, Gaze Plot과 Tobii사의 소프트웨어에서 제공하는 통계자료 중 하나인 Visit Duration을 사용하였다. 실험과제에 관심영역(AOI: Area of Interests)을 설정 한 후 Heat Map, Gaze Plot 등을 분석하였다. 관심영역(AOI)은 실험과제에 있는 언어적 정보와 시각적 정보에 각각 설정하였다. 먼저 Heat Map은 피험자들이 언어적 정보와 시각적 정보 사이의 이용 경향을 확인하는데 사용하였다. Heat Map은 각 영역에 나타난 시선고정(Fixation)들을 Color Gradient를 사용해서 나타낸다. 녹색부터 적색까지 Color Gradient를 제시하는데 적색일수록 해당 영역에 시선고정(Fixation)이 많음을 나타내 피험자들이 사용했던 정보의 전체적인 경향성을 학습양식에 따라 비교할 수 있다. Gaze Plot은 시선고

정(Fixation)과 도약(Saccade)으로 구성되어 있는데, 관심영역(AOI)별 시선고정(Fixation)의 개수와 통합의 개수를 비교할 때 사용할 수 있다. 특히, 피험자의 통합의 여부를 알아볼 때 실제 시선이 이동한 곳과 본 내용을 시선고정(Fixation)을 통해서 확인할 수 있다. 피험자들이 통합했는지의 여부는 피험자가 언어적 정보에 시선고정(Fixation)한 후 적절한 시각적 정보에 시선고정(Fixation)한 경우 또는, 그 반대의 경우로 판단한다(Hannus & Hyöna, 1999). Visit Duration은 관심영역(AOI)별로 피험자의 시선이 머무른 시간을 모두 시간으로 나타내주므로 피험자가 언어적 정보와 시각적 정보를 이용하는 비율을 양적으로 비교할 수 있다.

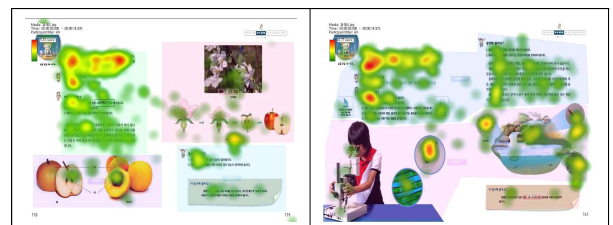
III. 연구 결과 및 논의

1. 학습양식에 따른 언어적 정보와 시각적 정보의 이용 경향성 및 비율 비교

먼저 학습양식에 따른 과학 교과서 속의 언어적 정보와 시각적 정보를 이용하는 전체적인 경향성을 살펴보자. 전체적인 학습양식을 소유한 학생들의 전체적인 경향성은 <Fig. 3>, 순차적인 학습양식을 소유한 학생들의 전체적인 경향성은 <Fig. 4>와 같다.



<Fig. 3> Global learning style participants' heat map (left: task1, right: task2)



<Fig. 4> Sequential learning style participants' heat map (left: task1, right: task2)

<Fig. 3>에 나타난 과제1, 2의 전체적인 경향성은 학생들이 언어적 정보와 시각적 정보 중 언어적 정보에 더 많이 시선고정(Fixation)을 하고 있음을 알 수 있다. 즉, 언어적 정보 영역에 붉은 색이 집중되어 있다. <Fig. 4>에 나타난 결과도 시각적 정보보다는 언어적 정보에 붉은 색이 집중되어 있어 더 많은 시선고정(Fixation)이 있음을 알 수 있다. <Table. 2, 3>은 학습양식에 따라 언어적 정보와 시각적 정보의 이용 비율을 Visit Duration으로 분석한 결과이다.

<Table. 2>에서 전체적 학습양식 학생들은 언어적 정보(AOI 1+AOI 4)에 시선을 고정한 시간은 110.06초로 전체 소요시간 195초(전체적 학습양식 학생 13명이 과제 1을 해결하는데 소요된 전체 시간)를 기준으로 56.4%에 해당한다. 시각적 정보(AOI 2+AOI 3)에 시선을 고정한 시간은 39.24초로 전체 소요시간 195초를 기준으로 20.12%에 해당한다. 전체 학습양식 학생들은 시각적 정보보다 언어적 정보에 약 2.84배 더 많은 시간을 응시하였다.

<Table. 2> Visit Duration according to learning style. The number within a box indicates visit duration of AOIs about Task1.

		Task 1 (The fruit's structure and function)			
		AOI 1 (verbal information)	AOI 2 (visual information)	AOI 3 (visual information)	AOI 4 (verbal information)
Visit Duration	learning style (global)	94.73s	15.34s	23.9s	15.33s
	learning style (sequential)	132.84s	7.37s	17.98s	11.34s

<Table. 3> Visit Duration according to learning style. The number within a box indicates visit duration of AOIs about Task2.

		Task 2 (The tiny organism that lives in the water)		
		AOI 1 (verbal information)	AOI 2 (visual information)	AOI 3 (verbal information)
Visit Duration	learning style (global)	116.26s	36.8s	4.44s
	learning style (sequential)	147.32s	45.81s	1.74s

순차적 학습양식 학생들은 언어적 정보(AOI 1+AOI 4)에 시선을 고정한 시간은 144.18초로 전체 소요시간 225초(순차적 학습양식 학생 15명이 과제 1을 해결하는데 소요된 전체 시간)를 기준으로 64.8%에 해당한다. 시각적 정보(AOI 2+AOI 3)에 시선을 고정한 시간은 25.35초로 전체 소요시간 225초를 기준으로 11.26%에 해당한다. 순차적 학습양식 학생들은 언어적 정보에 약 5.68배의 시간을 더 응시하였다.

<Table. 3>에서 전체적 학습양식 학생들은 언어적 정보(AOI 1+AOI 3)에 시선을 고정한 시간은

120.7초로 전체 소요시간 195초를 기준으로 61.89%에 해당한다. 시각적 정보(AOI 2)에 시선을 고정한 시간은 36.8초로 전체 소요시간 기준으로 18.87%에 해당한다. 전체적 학습양식 학생들이 언어적 정보에 응시한 시간이 3.27배 많았다. 순차적 학습양식 학생들이 언어적 정보(AOI 1+AOI 3)에 시선을 고정한 시간은 149.06초로 전체 소요시간 225초를 기준으로 66.24%에 해당한다. 시각적 정보(AOI 2)에 시선을 고정한 시간은 45.81초로 전체 소요시간 225초를 기준으로 20.36%에 해당한다. 순차적 학습양식 학생들은 시각적 정보보다 언어적 정보에 약 3.29배

의 시간을 많이 응시하였다.

따라서 학생들은 <Table. 2, 3>의 시선이동 추적 결과에서 알 수 있듯이 전체적 학습양식, 순차적 학습양식에 관계에서 시각적 정보보다 언어적 정보에 약 3~6배 정도 더 많은 시간을 응시함을 알 수 있다. 이는 교과서 안에 제시된 풍부한 사진 자료를 학생들이 거의 집중하지 않는다는 결과(Pozzer & Roth, 2003)와도 일치한다.

2. 학습양식에 따른 언어적 정보와 시각적 정보의 통합 비율 비교

전체적 학습양식을 소유한 학생과 순차적 학습양

식을 소유한 학생의 언어적 정보와 시각적 정보의 통합 비율은 두 정보 사이의 시선이동이 있을 경우에 1회 통합으로 분석하였다(Hannus & Hyöna, 1999). 언어적 정보와 시각적 정보 사이에 시선이동이 있었지만 시각적 정보가 언어적 정보와 관련성이 없는 경우 즉, 부적절한 그림, 글의 경우에는 통합에서 제외하였다. 또, 시선이 언어적 정보와 시각적 정보가 없는 곳에 머무르거나 각종 아이콘에 시선이 머무는 경우는 무의미 시선이동으로 통합에서 제외하였다. 학습양식에 따른 언어적 정보와 시각적 정보의 통합의 비율을 분석한 결과는 <Table. 4>와 같다.

<Table. 4> The number of fixation, integration, irrelevant picture, text, and meaningless eye movement according to learning style and tasks.

		Total fixation (n)	Back and forth eye movement		
			Integration (n)	irrelevant picture, text (n)	meaningless eye movement (n)
Task 1	learning style (global, N=13)	302	16	10	13
	learning style (sequential, N=15)	358	20	13	18
Task 2	learning style (global, N=13)	315	20	7	13
	learning style (sequential, N=15)	376	21	14	10

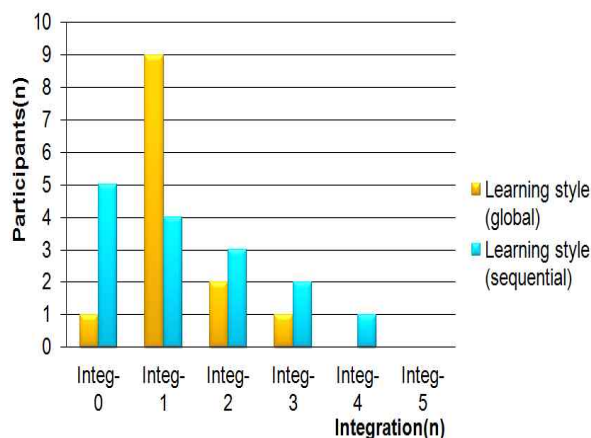
<Table. 4>에서 과제 1을 수행한 전체적 학습양식 피험자들은 통합 16개, 부적절한 그림과 글 10개, 무의미 시선이동 13개로 전체 시선이동은 39개이다. 전체 시선이동 39개 중 통합 16개가 차지하는 비율은 41%이고, 언어적 정보와 시각적 정보 간에 시선이동은 있었지만 부적절한 그림이나 글로 이동한 경우는 총 10개로 26%를 차지하고 있고, 무의미 시선이동은 33%를 차지한다. 과제 2를 수행한 전체적 학습양식 피험자들도 전체 시선이동 40개 중 통합이 20개로 50%, 부적절한 그림, 글은 7개로 17.5%, 무의미 시선이동은 13개로 32.5%를 차지하였다. 전체적 학습양식 피험자들은 전체 시선이동 중 약 40~50%가 통합에 해당하지만 약 50~60%를 부적절한 그림과 글이나 무의미 시선이동에 해당하였다.

과제 1을 수행한 순차적 학습양식 피험자들은 통합 20개, 부적절한 그림, 글에 13개, 무의미 시선이동이 18개로 전체 시선이동 51개 중 통합이 차지하는 비율은 39%, 부적절한 그림, 글은 26%, 무의미 시선이동은 35%를 차지한다. 과제 2를 수행한 순차적 학습양식 피험자들은 통합 21개, 부적절한 그림과 글은 14개, 무의미 시선이동은 10개로 전체 시선이동 45개 중 통합이 차지하는 비율은 47%, 부적절한 그림, 글은 31%, 무의미 시선이동은 22%의 비율을 차지한다. 순차적 학습양식 피험자들은 전체 시선이동 중 약 40~50%가 통합에 해당하지만 약 50~60%가 부적절한 그림과 글, 무의미 시선이동에 해당하였다.

따라서 학습양식에 관계없이 피험자들은 시선이

동 중 실제 통합에 관계되는 시선이동은 40~50%에 해당하고 나머지 50~60% 정도는 통합과 관계없는 부적절한 정보, 무의미한 시선이동에 소비하였다.

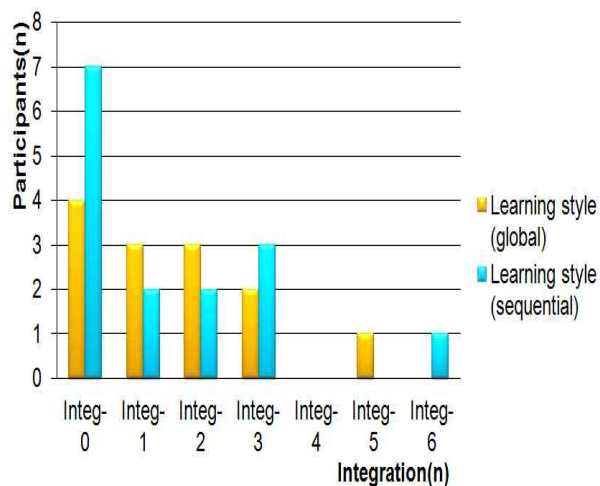
<Fig. 5>는 과제 1에서 피험자들의 시선이동 중 언어적 정보와 시각적 정보 사이의 통합 개수를 그래프로 나타낸 것이다. 통합 횟수가 0~1개인 학생이 전체적 학습양식 피험자는 전체 13명 중 10명인 77%가 이에 해당하며 순차적 학습양식 피험자도 전체 15명 중 9명인 60%가 이에 해당한다. 통합의 수준이 4개 이상인 피험자는 순차적 학습양식 피험자 1명뿐이었다. 전체적으로 학습양식에 관계없이 피험자들은 언어적 정보와 시각적 정보의 통합의 개수가 낮음을 볼 수 있었다.



<Fig. 5> (Task 1) A bar of graph indicates the relation of the number of participants and the number of integration according to learning style. 'Integ- 2' means that the number of integration is 2.

이와 같은 경향은 과제 2에서 유사하게 나타난다. <Fig. 6>에서 제시된 것처럼 학습 양식에 관계없이 통합의 횟수가 0~1개인 곳에 50%이상의 피험자들이 몰려 있다. 특히 통합의 개수가 4개 이상인 피험자는 학습양식 별로 1명씩 밖에 없음을 알 수 있다.

<Fig. 5, 6>에서 나타난 것처럼 언어적 정보와 시각적 정보 사이의 통합을 개인별 수준에서 살펴보았을 때 전체적 학습양식이나 순차적 학습양식에 관계없이 피험자의 통합의 수준이 낮음을 알 수 있다.



<Fig. 6> (Task 2) A bar of graph indicates the relation of the number of participants and the number of integration according to learning style. 'Integ- 2' means that the number of integration is 2.

IV. 결론 및 교육적 적용

이 연구에서는 학습양식에 따라 초등학교 학생들이 이 과학교과서 속의 언어적 정보와 시각적 정보를 활용함에 있어 차이를 보이지 않았다. 하지만 교과서 속의 언어적 정보와 시각적 정보를 이용함에 있어 학생들은 일정한 경향성을 보임을 확인할 수 있었다. 이 연구를 통해 얻을 수 있는 결론과 의의는 다음과 같다.

첫째, 학습양식에 관계없이 학생들은 과학 교과서 속에서 시각적 정보보다는 언어적 정보를 활용하는 비율이 매우 컸다. 따라서 교수· 학습활동 시에 교사는 학생들에게 시각적 정보를 적절하게 활용할 수 있는 안내를 하게 된다면 학생들의 학습 내용 이해에 도움을 줄 수 있을 것이다.

둘째, 학생들의 학습양식에 관계없이 학생들의 과학 교과서 속의 언어적 정보와 시각적 정보의 통합 비율이 비교적 낮았다. 이는 학습자에게 하나의 표상을 제시하는 것보다는 여러 외적 표상을 함께 제공하는 것이 학습에 효과적이라는 다중표상원리 (Mayer, 2001, 2003)의 관점에서 보면 학습자의 학습의 효과를 저해하는 하나의 요인일 가능성이 높

다. 따라서 학생들에게 언어적 정보와 시각적 정보를 자연스럽게 통합할 수 있도록 교사의 안내와 적절한 피드백이 필요하다. 또 교과서 집필자와 교과서 개발자는 학생들이 정보의 통합 수준을 향상시킬 수 있도록 다양한 전략을 개발하여 교과서에 반영하는 노력을 기울일 필요가 있다.

이 연구는 다음과 같은 측면에서 제한점을 지닌다. 첫째, 본 연구는 피험자 수가 적고 한 학년의 학생들을 피험자로 선정하였기 때문에 일반화시키기 어려움이 있다. 둘째, 교과서 속의 정보를 학생들이 이용하는 경향을 시선추적장비로 확인하여 분석한 것이므로 시사점만 제시할 수 있다. 따라서 후속하는 연구에서는 학생들이 교과서 속의 정보를 자연스럽게 통합할 수 있는 방법 개발 및 이 방법의 효과를 실증적으로 검증하는 연구가 필요하다.

참고 문헌

- 김은애 (2011). 시각학습자와 언어학습자의 과학적 분류활동에서 나타나는 인지부하. 박사학위논문, 한국교원대학교.
- 김효남, 박도영 (2009). 한국과 미국의 초등학교 과학 교과서 분석. 과학교육연구지, 33(2), 258-270.
- 박재근, 박현우 (2006). 한국과 일본의 초등학교 과학 교과서 생물 영역에 대한 비교 연구. 초등과학교육학회지, 25(3), 318-330.
- 백남권 (2012). 한·일 초등학교 과학 교과서의 삽화 비교연구. 한국일본교육학연구, 16(2), 43-60.
- 이승화, 김용권 (2012). 2007년 개정 교육과정에 따른 한국 과학교과서와 미국 과학교과서의 삽화 비교연구. 대한지구과학교육학회지, 5(1), 68-74.
- 정충덕, 오홍식, 최진석, 강경희 (2007). 한국과 미국 초등학교 과학 교과서 삽화 비교 연구: 3~6학년 생명영역을 중심으로. 한국과학교육학회지, 27(7), 639-644.
- 최현동, 신동훈 (2012). 과학 교과서의 표를 해석하는 초등교사들의 안구운동 추적. 초등과학교육학회지, 31(3), 358-371.
- Bakan, P. (1969). Hypnotizability, Laterality of eye-movements and functional brain asymmetry. *Perceptual and Motor Skills*, 28(3), 927-932.
- Ball, D.L., & Cohen, D.K. (1996). Reform by the book: What Is-Or Might Be-the Role of Curriculum Materials in Teacher Learning and Instructional Reform?. *Educational Research*, 25(9), 6-8, 14.
- Dochowski, A.T. (2003). *Eye tracking methodology: Theory and practice*. London: Springer-Verlag Ltd.
- Felder, R.M., & Silverman, L.K. (1998). Learning and Teaching Styles in Engineer Education. *Engineering Education*, 78(7), 674-681.
- Felder, R.M., & Soloman, B.A. (2001). Index of Learning Styles. Retrived March 20, 2011, from <http://www.ncsu.edu/flder-public/ILSpage.html>
- Hannus, M., & Hy`on`a, J. (1999). Utilization of Illustrations during Learning of Science Textbook Passages among Low-and High-Ability Children. *Comtemporary Educational Psychology*, 24, 95-123.
- Hegarty, M., & Just, M.d. (1993). Constructing mental models of machines from text and diagrams. *Journal of Memory and Language*, 32(6), 717-742.
- Just, M.A., & Carpenter, P.A. (1976). Eye fixations and cognitive processes. *Cognitive Psychology*, 8(4), 441-480.
- Just, M.A., & Carpenter, P.A. (1984). Using eye fixations to study reading comprehension. In D. E. Kieras & M. a. Just(Eds.), *New methods in reading comprehension research* 151-182.
- Liu, H.C., & Chuang, H.H. (2011). An examination of cognitive processing of multimedia information basd on viewer' eye movements. *Interactive Learning Environments*, 19(5), 503-517.
- Mason, L., Tornatora, M.C., & Pluchino, P. (2012). Do fourth graders integrate text and picture in

- processing and learning from an illustrated science text? Evidence from eye-movement patterns. *Computer & Education* 60, 60, 95-109.
- Mayer, R.M., Heiser, J., Lonn, S. (2001). Cognitive Constraints on Multimedia Learning: When Presenting More Material Results in Less Understanding. *Journal of Educational Psychology*, 93(1), 187-198.
- Mayer, R.M., (2003). The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction*, 13, 125-139.
- Mayer, R.M., Moreno, R. (2003). Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43-52.
- Mayer, R.M., (2010). Unique contributions of eye-tracking research to study of learning with graphics. *Learning and Instruction*, 20, 167-171.
- Oldfield, R.C. (1971). The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97-113.
- Pena, B.M., & Quilez, M.J. (2005). The importance of image in astronomy education. *International Journal of Science Education*, 23(11), 1125-1135.
- Poole, A., & Ball, L.J. (2005). Eye Tracking in Human-Computer Interaction and Usability Research: Current Status and Future. In Prospects, chapter in c. ghaoui (Ed.): encyclopedia of Human-Computer interaction. pennsylvania: idea group, inc.
- Pozzer, L.L., & Roth, W.M. (2003). Prevalence, Function, and Structure of Photographs in High School Biology Textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(10), 1089-1114.
- Sinatra, G.M., & Broughton, S.H. (2011). Bridging Reading Comprehension and Conceptual Change in Science Education: The Promise of Refutation Text. *Reading Research Quarterly*, 46(4), 374-393.
- Slykhuys, D.A., Wiebe, E.N., Annetta, L.A. (2005). Eye-Tracker Students' Attention to PowerPoint Photographs in a Science Education Setting. *Journal of Science Education and Technology*, 14(5/6), 509-520.
- Yore, L.D., Bisanz, G.L., & Hand, B.M. (2003). Examining the literacy component of science literacy: 25 years of language and science research. *International Journal of Science Education*, 25(6), 689-725.