

초등학생의 인지양식에 따른 자료해석 특성 분석

임성만 · 손희정¹ · 양일호*
한국교원대학교 · ¹도신초등학교

An Analysis of Elementary School Students' Interpretation of Data Characteristics by Cognitive Style

Lim, Sungman · Son, Heejung¹ · Yang, Ilho*
Korea National University of Education · ¹Dosin Elementary School

Abstract: The purpose of this study was to analyze elementary school students' interpretation of data characteristics by cognitive style. Participants were elementary students in sixth grade who can use integrated inquiry process skills. The students were divided into two groups, analytic cognitive style and wholistic cognitive style according to their response to Cognitive Style Analysis. They performed scientific interpretation of data activity. To collect data for this study, participants recorded the result on scientific interpretation of data activity paper and researcher recorded the situation on videotape and interviewed with participants after the end of interpretation of data to get additional data. And the findings of this study were as follows: First, the study analyzed interpretation of data characteristics by the operator regarding different situations of interpreting data according to cognitive style. For example, in the intermediate state, analytic-cognitive style students showed high achievement in identifying variables, and wholistic-cognitive style students were active in using prior knowledge to interpret data. Second, the result of analysis on the direction of interpreting data and preference for data types in interpreting data activities according to cognitive style are as follows: Wholistic-cognitive style students showed relatively high perception of information through the top-down approach. On the other hand, analytic-cognitive style students usually used the bottom-up approach gradually expanding detailed information to the scientific question-related answer and showed a preference data of the table type. Through the result, this study aimed to help establish a data interpretation strategy for learners to solve problems based on understanding of interpretation of data characteristics according to learners' cognitive style, and purposed the instruction design suggesting the data requiring various data interpretation strategies to develop learners' data interpretation ability.

Key words: inquiry process skills, cognitive style, interpretation of data, analytic-cognitive style, wholistic-cognitive style

1. 서론

과학은 자연 현상을 탐구함으로써 지식을 얻기 때문에 과학교육에서는 과학적인 지식과 함께 탐구의 방법을 중요시하게 된다. 또한 지식의 폭발적 증가와 급변하는 사회적 변화에 능동적으로 대응할 수 있도록 학교 과학교육은 창의적 문제해결력과 과학탐구능력의 신장을 강조하고 있다(임청환과 남진수, 1999; 우종욱 등, 1998; 강심원과 우종욱, 1995; 권재술과 김범기, 1994). 과학교육에서 탐구 학습이 효과적으로 이루어지기 위해서는 실제 탐구 수행 중에 학생들

이 나타내는 특성에 주목해야 한다(Anderson, 2002; Colburn, 2000). 이는 학생들이 각기 특유의 방식으로 외부 자극을 선택하고 지각하며 조직하여 문제를 해결하려는 인지양식과도 관련이 깊다(양태연 등, 2003; 김영신 등, 2002; 임청환과 남진수, 1999). 인지양식(Cognitive Style)은 개인의 심리적 특성으로 정보조직-정보표상에 있어 일반화된 습관(Jonassen & Grabowski, 1993)을 뜻하며 다양한 상황과 내용영역에서 개인의 행동을 특징지을 수 있으며 문제 해결 상황에서 학습자의 전략 선택과도 깊이 연관된다. 문제 상황에 직면한 학습자가 문제를 해

*교신저자: 양일호(yih118@knu.ac.kr)
**2010.09.03(접수) 2010.12.04(1심통과) 2010.12.15(2심통과) 2011.01.04(최종통과)

결하는 해결 방식은 개인의 특성에 따라 다르기 때문에 학습자의 인지발달수준에 적합하고 개인의 비지적 특성인 흥미, 태도, 인지양식 등을 고려한 과학탐구능력의 신장이 필요하다. 과학탐구능력은 과학의 문제 해결과정에서 요구되는 인지 능력 중의 하나로 비교적 안정적인 특성을 가지며, 각기 특유의 방식으로 환경으로부터 자극을 선택하고 지각하며 조직하여 문제를 해결하려는 인지양식과도 깊은 관련이 있다(양태연 등, 2003; 김영신 등, 2002; 임정환과 남진수, 1999).

한편, 탐구 과정 중 통합 탐구 과정의 한 단계인 자료해석은 관찰이나 실험으로 얻은 자료를 분석하고, 예상이나 추리를 가설과 연관시켜 의미 있는 관계나 경향을 찾아내는 과정(교육인적자원부, 2008)으로 Gotwals(2006)은 종합적 과학 능력 평가를 고안하면서 탐구 추론(inquiry reasoning)의 핵심 요소로 학습자의 자료해석 능력을 제안하였다. 학생들은 자료해석을 통해 그들에게 주어지거나 그들이 수집한 자료로 어떤 결론이 도출될 수 있고 또 어떤 의문에 답할 수 있는지를 확인할 수 있으며 다양한 형태의 자료를 해석하는 능력이 없이는 자신의 주장을 뒷받침할 증거를 선택하거나 자료에 근거한 어떤 결론도 이끌어 낼 수 없다(Gotwals, 2006). 강심원과 우종옥(1995)은 자료해석을 포함한 각각의 탐구능력의 하위요소들이 인지양식별로 유의한 차이를 보인다고 하였다.

자료해석에 관한 선행 연구들의 대부분은 탐구 능력의 하위 요소로서 자료해석 능력 또는 자료를 해석하는 특정 방법의 효과를 양적으로 평가(황현미와 방정숙, 2007; 김태선 등, 2002; 김태선과 김범기, 2002; 최영재 등, 2001)하거나 자료해석 능력과 과학 탐구 학습과의 관련성에 대한 연구이며(김태선 등, 2002) 자료해석 양상이 왜 차이가 나는지를 밝히는 연구나 비지적 학습자 변인을 고려하여 자료해석의 특징을 분석한 연구는 미흡한 실정이다. 선행연구를 통해 인지양식이 과학 학습과 문제 해결에 있어서 학습자 변인 중의 하나로 중요성을 가진다는 것이 밝혀졌으며(김승화, 1996; 임채성 등, 1993; 임채성 등, 1990) 인지양식에 따른 인지수준 및 과학탐구능력과의 유의미한 관계(임정환과 남진수, 1999; 강심원과 우종옥, 1995)가 보고되었다. 또한 여러 연구에서 교과 영역에 무관하게 특정 인지양식의 선호가 학업 성취 면에서 더 우수하다고 기술하고 있다(김성완과 황

경현, 2004; 신애경과 최병순, 2000; 김준태와 권재술, 1994).

그러나 학습자의 인지양식에 따른 과학 탐구 과정 능력에 관한 연구나 인지양식에 따른 별 학습자에 맞는 적절한 학습내용의 구성에 대한 효과 분석과 관련된 연구는 미비한 실정이다. 따라서 과학 탐구 과정과 관련하여 인지양식이라는 학습자 변인에 의해 나타나는 자료해석의 특성을 분석해 보는 질적 연구의 필요성이 제기된다. 이에 본 연구는 서로 다른 인지양식을 가지고 있는 학습자들에 따라 자료해석의 과정별 초기, 중간, 최종 목표 상태에 따라 나타내는 특성을 알아보고, 자료해석이 어떠한 흐름으로 전개되는지, 그리고 어떠한 자료의 형태를 선호하는지 알아보고자 한다. 이에 본 연구의 구체적인 연구 문제를 다음과 같이 설정하였다.

- 가. 초등학생이 인지양식에 따라 자료해석 상태별로 나타내는 특성은 어떠한가?
- 나. 초등학생의 인지양식에 따른 자료해석의 과정과 자료 형태 선호도는 어떠한가?

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상

자료해석은 통합 탐구 과정의 하나로 형식적 사고기의 피험자를 필요로 한다. 또한 본 연구는 과학적 자료해석 활동을 수행하고 결과를 문자로 기록하며 활동 후 사후 면담 시 자신의 생각을 조리 있는 언어로 표현할 수 있는 능력이 요구되며 국내에서 일반적으로 사용되고 있는 과학탐구능력검사지(권재술과 김범기, 1994)의 문항 독해수준이 5학년 수준이라는 것과 Witkin 등(1977)의 주장에 의하면 장독립적 관점이 크게 발달하는 나이가 10~13세라는 점 그리고 5~6학년 학생들이 인지적으로 형식적 조작기의 초기 단계까지 발달한다는 것을 고려하여 초등학교 6학년 학생을 연구대상으로 선정하였다.

서울특별시 소재 D초등학교 6학년을 대상으로 하였으며, 연구 목적을 설명하고 연구 참여에 동의한 학습자를 남녀 구분 없이 35명을 담임교사를 통해 추천받았다. 추천받은 아동은 과학 학업성취도 변인을 통제하기 위해 1학기 1차 학업성취도평가 과학 성적이

평균 이상인 아동을 대상으로 자신의 생각을 조리 있게 말할 수 있는 아동을 추천받았다.

2. 검사 도구

담임교사를 통해 추천받은 학생들의 인지양식을 판별하기 위해 Riding(1991)의 인지양식검사를 실시하였다. 기존의 인지양식 검사들은 인지양식 검사 점수를 토대로 집단 내 개인의 상대적인 위치로 인지양식을 판별하였으므로 대단위의 피험집단이 필요해 연구에 참여하지 않는 학생들에게까지 검사를 실시하는 번거로움이 있었으나, 본 연구 사용한 Riding(1991)의 인지양식검사(Cognitive Style Analysis; CSA)는 간단한 컴퓨터 프로그램을 통한 검사로 인지양식을 판별할 수 있다. 담임교사로부터 추천받은 D초등학교 6학년 35명을 대상으로 실시한 CSA결과는 표 1과 같다. 연구에 사용한 CSA 검사 프로그램은 여러 가지 도형을 가지고 학생들의 인지양식을 검사하는 것으로 특별히 언어에 의한 어려움을 겪지 않는 프로그램이다. 하지만 프로그램의 설명글과 단어로 제시되는 예제들에 대해 한글로 번안하여 과학교육전문가 2인에게 의뢰하여 번안내용을 검토 받았다. CSA 검사에 의해 나타나는 인지양식은 전체적, 분석적, 그리고 중간적 인지양식의 세 부류로 나뉜다.

인지양식의 종류는 학자에 따라 여러 가지로 주장되고 있다. 제일 많이 사용하는 것은 장독립-장의존 인지양식에 관한 영역이다. 장독립성-장의존성 인지양식은 사물을 지각하는 차이에 따른 분류 방법으로 사물을 지각할 때 그 사물의 배경, 즉 장(field)에 영향을 받는 사람을 장의존적인 인지양식이라 하며, 장에 영향을 받지 않거나 상대적으로 많이 받지 않는 사람을 장독립적이라 한다. 장독립-장의존 인지양식을 판별하기 위해서는 잠입도형검사를 사용하는데, 이 검사를 통해 나온 학생들의 점수는 집단 내에서 상대적인 점수를 가지고 인지양식을 판별해 어느 집단에 속해 있는냐에 따라 학생의 인지양식이 바뀌는 단점을 가지고 있다(김민경, 2009). 이에 유럽과 북미에서

는 이러한 점을 보완한 CSA 검사를 널리 사용하고 있다. Riding(1991)의 CSA 검사는 프로그램에 의해 획득한 점수를 가지고 절대적 기준치에 의해 인지양식을 정보를 처리하는 경향에 따라 전체적 인지양식과 분석적 인지양식으로 구분한다. 이에 본 연구에서도 이에 따라 집단을 분류하였다. 표 1은 연구 대상자들의 인지양식 판별 기준치이다.

그러나 이번 연구에서는 인지양식과 관련된 특성을 파악하는 것이 목적이므로 전체적 양식과 분석적 양식의 두 가지 특성이 공존하는 중간적 인지양식에 해당되는 피험자는 제외하고 전체적 인지양식과 분석적 인지양식의 구성비를 고려하여 실시하였다.

한편, 예비연구 대상자로는 분석적 인지양식 1명과 전체적 인지양식 3명 총 4명을 선정하여 실시하였다. 예비 연구 결과를 바탕으로 본 연구에서는 전체적 인지양식과 분석적 인지양식의 연구대상자를 동일한 비율로 구성하여 각 인지양식별로 전체적-분석적 비(Wholist-Analytic Ratio)가 낮은 순으로 전체적 인지양식 6명과 전체적-분석적 비(Wholist-Analytic Ratio)가 높은 순으로 분석적 인지양식 6명 총 12명의 연구 대상자를 선정하였으며 분석적 인지양식의 피험자를 A, 전체적 인지양식의 피험자를 W로 표시하였다. 본 연구에 선정된 연구대상자의 CSA결과는 표 2와 같다.

3. 과제 선정 및 투입

초등학생의 인지양식에 따른 자료해석 특성을 분석하기 위한 자료해석 과제 개발을 위하여 관련된 선행 연구 및 문헌을 고찰하였다. 이를 통해 선정된 과제를 예비 연구를 통해 수정, 보완하여 본 연구에 투입하였다. 본 연구에 선정된 최종 과제는 다양한 자료해석 전략이 요구되는 5가지 과제였으며 관련 과제에 대한 특성을 정리하면 표 3과 같다. 구체적인 과제는 부록에 제시하였다.

과제 1은 1968년부터 2000년까지 동해안의 평균 수온 변화를 꺾은 선 그래프로 제시한 자료이다(서영

표 1
D초등학교 6학년 35명의 CSA 결과와 인지양식 판별

Wholist-Analytic Ratio	1.02이하	1.02초과 1.35이하	1.35초과
학생수(명)	18	8	7
인지양식판별	전체적	중간적	분석적

표 2
연구대상자의 CSA 결과와 인지양식 판별

인지양식	이름	Wholist-Analytic Ratio	WA Speed	WA Correct(%)
분석적 인지양식	AA	2.56	2.08	93
	AB	1.89	6.80	93
	AC	1.89	4.76	98
	AD	1.70	2.90	85
	AE	1.49	4.44	90
	AF	1.36	2.95	88
전체적 인지양식	WA	0.58	5.48	88
	WB	0.59	6.45	95
	WC	0.68	7.00	95
	WD	0.68	5.52	95
	WE	0.71	6.27	85
	WF	0.74	6.56	95

표 3
연구에 사용한 자료 해석 과제

과제 번호	과제 설명	과제 특성
1	1968년부터 2000년까지 동해안의 평균 수온 변화를 꺾은 선 그래프로 제시한 자료(서영상 등, 2003)	· 자료 사이의 관계나 경향성 또는 규칙성 파악
2	여러 가지 색깔의 색지로 온도계의 아래 부분을 감쌌을 때, 시간의 변화에 따른 온도계의 온도 변화를 측정된 자료를 해석하는 과제(교육인적자원부 · 한국교원대학교 과학교육연구소, 2007)	· 독립변인 및 선행지식과 자료해석과의 관계 파악
3	1996년부터 2005년까지 10년간의 연도별 전 세계 태풍발생 현황, 우리나라에 영향을 미친 태풍의 수, 태풍으로 인한 우리나라의 연간 피해액이 제시된 자료(교육인적자원부 · 한국교육과정평가원, 2007)	· 탐구의 복잡성과 변인 확인 능력과의 관계 파악
4	물의 양을 달리하고 시간의 변화에 따른 온도변화가 측정된 자료를 해석하는 과제(교육인적자원부 · 한국교원대학교 과학교육연구소, 2007)	· 독립변인이 복합적으로 작용하는 과제를 해석하는 특성 파악 · 자료 형태별 자료해석 특성 파악
5	서울의 월평균 기온과 낮의 길이를 나타낸 자료를 해석하는 과제(교육인적자원부, 2008)	· 사전지식의 영향을 최소화한 상태에서의 자료해석 특성 파악 · 그래프 형태에 따른 자료해석의 특성 파악

상 등, 2003). 이 과제는 그래프를 통해 연도별 동해안 평균 수온 변화 양상을 해석하는 것으로 자료해석은 자료의 관계나 경향성 또는 규칙성을 파악하는 능력이라는(교육인적자원부, 2008; NRC, 2000; AAAS, 1990) 관점에서 선정되었다. 또한 과제 1은 그래프 자료를 해석하여 최대값, 최소값 등의 통계적으로 유의미한 값을 찾는 능력도 확인할 수 있다.

한편 양일호 등(2002)의 연구에 의하면 학생의 사전 지식과 자료해석은 밀접한 관련이 있다. 또한 피험자가 초등학교 교육과정의 마지막인 6학년 학생인 점을 고려하여 사전 지식의 영향을 최소화하는 자료해석 과제의 필요성이 인식되었다. 이에 과제 1인 연도별 평균 수온의 변화는 제 7차 초등 과학과 교육과정에서 다루지지 않는 자료로 자료해석에 있어 사전 지

식의 영향을 최소화 하고자 하였다.

과제 2는 여러 가지 색깔의 색지로 온도계의 아래 부분을 감쌌을 때, 시간의 변화에 따른 온도계의 온도 변화를 측정된 자료를 해석하는 과제이다(교육인적자원부 · 한국교육원대학교 과학교육연구소, 2007). ‘시간’과 ‘색깔’이라는 두 가지 독립변인이 온도계의 온도 변화에 미치는 영향을 파악하기 위한 자료이다. 현재 초등학교 6학년인 피험자들이 초등학교 5학년 과학과 교육과정 ‘환경과 생물’ 단원에서 사막지방과 극지방의 사람들이 환경에 적응하기 위해 어떤 종류의 옷을 입는지에 대해 배운 경험이 있는 상태이나 본 자료에서 제시된 실험은 교육과정에서 실시되지 않았다. 따라서 관련된 선행 지식을 어떻게 자료해석에 연계 시키는지 알아 볼 수 있는 과제이다. 이 자료는 표의 맨 왼쪽 열과 맨 위 행에 독립변인이 제시되는 가장 일반적인 초등학교 과학 교과서의 자료 제시 형태를 갖는 자료로 이와 같은 형태는 자료해석에 가장 효율적인 형태이나 자료해석의 초보자인 학생들에게 관습적 문제 해결 기능으로 표상하게 하고 새로운 기능을 보지 못하게 하여 문제 해결에서 특정 조작자들을 선호하게 하는 기계화된 사고를 갖게 할 수 있다. 또한 수치로 제시되는 표 형태의 자료를 해석하기 위해 자료해석의 과정에서 계산이나 표시 등 다양한 조작 활동을 나타낼 것으로 예상되었다.

과제 3은 1996년부터 2005년까지 10년간의 연도별 전 세계 태풍발생 현황, 우리나라에 영향을 미친 태풍의 수, 태풍으로 인한 우리나라의 연간 피해액이 제시된 자료이다(교육인적자원부 · 한국교육과정평가원, 2007). 이 자료는 세 가지 자료가 동시에 하나의 과제 안에 제시되는 자료의 복잡성이 증가된 형태이다. 학생들이 탐구 활동을 할 때 탐구의 복잡성이 증가될수록 변인 확인 능력이 낮아진다(Duggan *et al.*, 1996). 따라서 과제 3을 통해 복잡성이 큰 자료해석 특성을 파악하고자 하였으며 하나의 결론을 도출하는데 실마리를 제공하는 여러 자료를 제시함으로써 자료들 간의 관련성을 어떻게 파악하는지도 알아보게 하였다. 과제 3의 경우 예비연구에서는 전 세계 태풍발생 현황표와 태풍으로 인한 우리나라의 연간 피해액의 두 가지 표 형태의 자료를 제시하였으나, 예비연구 결과 학습자들이 자료해석에 어려움을 나타내어 본 연구에서는 동일한 데이터를 표현한 막대그래프 형태의 자료를 추가로 제시하였다. 그러나, 전 세계

태풍발생 현황표의 경우 하나의 표 안에 전 세계와 우리나라의 수치가 동시에 표현되는 초등학교 교육과정 상에 없는 형태의 표가 제시되어 피험자들이 어려움을 겪었으나, 잘 다듬어진 자료에의 계속적 학습은 학습자가 자연 상황에서 자료를 접할 때 기능적 고착(functional fixedness)을 일으킬 수 있다는 점을 고려할 때 유의미한 형태의 자료라고 할 수 있다.

과제 4는 물의 양을 달리하고 시간의 변화에 따른 온도변화가 측정된 자료를 해석하는 과제이다(교육인적자원부 · 한국교육원대학교 과학교육연구소, 2007). 관련 개념은 피험자들이 선행 학습을 통해 이미 획득된 상태에서 ‘시간’과 ‘물의 양’이라는 두 가지 독립변인이 복합적으로 작용하는 과제를 해석하는 특성을 분석하고자 하였다. 예비연구에서는 동일한 값의 자료를 표의 형태와 그래프의 형태 두 가지로 동시에 제시하였으나, 표 형태의 자료는 과제 2에서 제시된 형태로 본 연구에서는 그래프 형태의 자료만 제시되었다. 과제 2와 과제 4는 ‘시간’에 따른 ‘온도의 변화’를 나타내는 자료라는 점에서 공통점이 있다. 따라서 비슷한 내용 구성 요소를 갖고 있는 과제 2와 과제 4의 자료해석 특성을 비교하면, 과제 2와 같이 표 형태의 자료와 과제 4와 같이 그래프 형태의 자료를 해석하는 특성을 분석할 수 있다.

과제 5는 서울의 월평균 기온과 낮의 길이를 나타낸 자료를 해석하는 과제이다. 현재 초등학교 6학년 학생들이 배우는 제 7차 과학과 교육과정상에서 관련 내용의 학습은 6학년 2학기 4단원 ‘계절의 변화’에서 이루어지므로 피험자들이 자료해석 과제를 수행하는 시점인 6학년 1학기에서는 사전 지식의 영향을 최소화 할 수 있는 과제로 선정되었다. 또한 막대그래프와 선그래프의 두 가지 형태로 제시되어 그래프의 형태에 따른 자료해석 특성 및 인지양식에 따른 자료 형태 선호도를 분석하고자 하였다. 그래프 상에서 최대값, 최소값 등 유의미한 값의 처리와 주어진 두 자료간의 상호관련성 파악 여부도 본 과제를 선정한 목적 중의 하나이다. 과제 5에서는 기온, 낮의 길이(시간)라는 두 데이터가 그래프의 세로축에 표기되어 있으며, 그래프의 가로축에는 두 그래프 모두 ‘월’이 표시되어 ‘월’ 별 ‘기온’과 ‘낮의 길이’의 상관관계를 파악하는 과정에서 인지양식별 자료해석 특성을 파악하기 위해 선정되었다.

4. 자료 수집

인지양식에 따른 자료해석 특성을 분석하기 위하여 인지양식 검사를 통해 피험자들을 인지양식 집단별로 구분하여 선정하였다. 본 연구는 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 실시되었으며, 학생들은 개별적으로 자료해석 과제를 수행한 후 연구자와의 개별 면담을 실시하고 이를 녹음하였다. 개별적인 자료해석과 면담을 위해 교실 및 과학실에서 연구가 진행되었다. 학생들은 자료해석 과제를 수행하기 전 자료로부터 알 수 있는 것을 모두 적을 것과 자료해석 과정을 기록할 것을 요구 받았으며 개별적으로 독립된 공간에서 과제를 수행하였다. 과제를 수행하는 시간은 정해주지 않았으며, 충분한 자료해석 활동 시간을 확보하기 위해 피험자가 필요한 만큼 시간을 자유롭게 쓸 수 있도록 하였다. 학생들이 과제를 수행하는 동안 연구자는 직접적으로 도움을 주거나 안내 하지 않았으며, 관찰자로 참여하였다. 학생들의 자료해석 활동은 비디오로 녹화되었으며, 연구자는 현장 관찰 기록을 통해 피험자의 과제 수행을 기록하였다. 과제 수행 완료 후 연구자와의 개별 면담을 실시하였으며 면담 결과는 녹음 후 전사되었다. 개별 면담을 통해 자료해석 활동지에 드러나지 않는 부분을 인터뷰를 통해 질문하였으며 인터뷰 결과는 학생들의 자료해석 특성을 분석하기 위한 자료로 사용되었다.

5. 자료 분석 방법

인지양식에 따른 초등학생들의 자료해석 특성을 분석하기 위해 학생들의 자료해석 활동지와 자료해석 활동 수행 후 음성 기록 장치를 이용하여 녹음된 인터뷰 자료를 사용하였다. 학생들에게 투입될 자료해석 과제와 연구 방법 및 분석틀의 타당도를 확보하기 위하여 연구 기간 중 매월 과학 교육 전문가 1인을 비롯한 동료 연구자들과의 정기적인 세미나를 통해 연구 과정에 대해 협의하였다. 자료 분석을 위해 학생들의 자료해석 활동과 개별 면담 녹음자료를 모두 전사하여 프로토콜을 생성하였으며 생성된 프로토콜을 연구 문제와 관련하여 분석하였다. 문헌 연구를 통해 도출된 초기 분석틀로 예비 연구 결과를 분석하였으며 이를 바탕으로 초기 분석틀을 수정, 보완하여 최종 분석틀을 완성하였다. 최종 분석틀을 통해 초등학생의 인

지 양식에 따른 자료해석 특성을 분석 관점에 따라 분석하였다.

6. 분석 도구

인지양식에 따른 자료해석 특성을 분석하기 위해 문헌 연구를 통해 초기 분석틀을 도출하였으며 예비 연구(pilot study)에 적용하여 초기 분석틀을 수정·보완한 후 최종 분석틀을 도출하였다. 분석틀을 도출하고 수정·보완하는 과정에서 과학교육전문가 1인 및 과학교육 전공자와 동료연구자들과의 정기적인 세미나를 통해 분석틀의 타당도를 확보하였다.

초기 분석틀은 자료해석의 상태(state)에 따라 초기 상태(initiate state), 중간 상태(intermediate state), 최종 상태(goal state)로 구분하였다. 문제 해결의 상태(state)는 문제 해결 정도를 나타낸다. 문제 해결자가 처음 당면하는 상황을 초기 상태(initiate state), 목표로 가고 있는 상황을 중간 상태, 그리고 문제 해결을 완료한 최종 종착점을 목표 상태(goal state)라고 한다. 초기 상태와 목표 상태의 차이를 줄이기 위해 필요한 조작을 가하는 행위를 조작자(operator)로 개념화 하였다. 조작자(operator)는 문제 상태를 다른 상태로 바꾸는 행위를 일컬으며 전체 문제 해결은 조작자들의 연속이라고 할 수 있다. 특정 상태에서는 여러 개의 조작자들이 적용될 수 있다 (Andreson, 2002).

초기 분석틀은 예비연구 결과를 수집하고 분석하는 과정에서 몇 가지 고려해야 할 사항이 발견 되어 이를 근거로 수정·보완 하였다. 초기 분석틀은 인지양식에 따라 전체적 인지양식의 학습자와 분석적 인지양식의 학습자가 자료해석 과정에서 나타난 자료해석의 방향성을 반영하지 못하였다. 따라서 자료해석의 방향성을 고려한 분석틀의 수정 필요성이 제기 되어 인지양식에 따라 자료에 접근하고 해석하는 접근법과 방향성을 고려하여 분석관점에 자료해석의 방향성을 추가하였다. 또한 표와 그래프 등 제시되는 자료의 형태에 따른 인지양식별 선호도 및 체감 난이도의 차이가 초기 분석틀에서 반영되지 않아 이를 반영하여 분석틀을 수정하였다. 이와 같은 맥락에서 예비연구를 통해 드러난 초기 분석틀에서 고려되지 못했던 인지양식에 따라 자료해석 활동에서 피험자들이 나타낸 특성을 계통학적 방식으로 분석하였다.

초기 분석틀에서 고려되었던 자료해석의 상태별 조작자에 의한 분석은 예비 연구의 결과 일부 조작자들의 의미 수정 필요성이 제기 되었다. 본 연구에서 투입된 자료해석 과제가 자료해석 과정에서 주어진 자료를 활용하여 이미 일어난 사건을 돌이켜 생각하는 추리를 요구하지 않아서 조작자 추리를 삭제하였다. 또한 형식적 조작기에 접어드는 초등학교 6학년 학습자들이 자료해석을 통해 과학적 개념을 획득한 후 획득된 개념을 확장하는 데에는 어려움이 있으며 예비 연구에서도 개념 확장의 예가 발견되지 않아 조작자로서 개념 확장을 삭제 하였다.

예비연구 결과 관계 인식에 있어 상관관계와 인과관계의 구분이 명확히 드러나지 않아 이를 구분 짓지 않고 복합적으로 관계 인식으로 분석하였다. 불확실한 자료의 처리에는 피험자들이 자료를 해석하는 과정에서 해석하는데 어려운 부분을 어떻게 처리하는지도 포함된다. 불확실한 자료를 처리하는 방식 중 예비

연구에서 나타난 방법으로 그룹짓기(grouping)가 있다. 주어진 자료 중 자료해석 결과를 도출하는데 명확하지 않는 자료들을 나름의 근거를 제시하여 확실한 자료와 묶음으로써 불확실한 자료에 정확성을 부여하여 자료해석을 완성하는 것이다.

예비연구 피험자들의 자료해석 활동에서 자료해석의 최종 목표 상태에 도달했을 때 그들이 보여준 결과 도출이 예상, 관계 분석, 패턴 분석, 비례 논리의 형태로 나타났다. 따라서 자료해석의 중간 단계로 설정되었던 조작자 일부를 결과 도출의 하위 범주로 이동하여 최종 분석틀을 도출하였다. 도출된 최종 분석틀은 표 4와 같다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 인지 양식에 따른 자료해석의 특징자료해석 상태에 따른 특성

표 4
자료해석 상태별 조작자에 의한 자료해석 특성의 최종분석틀

상태 (state)	조작자 (operator)	용어 정의
초기 상태 (initiate state)	자료 확인	자료해석을 목적으로 자료를 처음 접했을 때 학습자의 인식 및 행동으로 특정한 데이터 값을 읽거나 자료의 형태를 파악함
중간 상태 (intermediate state)	변인 인식 (identifying variables)	자료의 변인을 확인하고 속성을 판별함 (김재우 등, 1999)
	불확실한 자료의 처리 (disconfirming data)	잘못된 데이터나 관계없는 데이터를 찾고 그것을 어떻게 할지 설명함(Gotwals, 2006)
	수학적 조작 (mathematical operations)	자료의 경향성을 찾고, 인식하지 못한 새로운 패턴을 찾고자 가 하는 수학적인 조작
	표지의 사용 (using remark)	자료의 복잡성을 줄이기 위해 이용되는 줄긋기 등의 행동
	사전지식의 이용 (using prior knowledge)	자료해석에 영향을 미치는 사전 지식
최종 목표 상태 (goal state)	관계 분석 (identifying relations)	이미 관찰된 사실이나 과거의 경험적 지식을 근거로 실험, 관찰, 관측 결과나 자연적 결과와 효과에 대한 원인을 확인하고 설명하는 인과관계와 관찰된 사실을 토대로 2개 혹은 그 이상의 변인들 간의 관계를 알아내는 상관관계 인식(우종욱 등, 1998)
	패턴 분석 (identifying pattern)	자료의 경향성을 파악하고(하거나) 여러 변인간의 경향성 비교하기(Gotwals, 2006)
	비례 논리 (proportional logic)	비(ratio)를 인식하여 어떤 정량적인 관계를 이해하고 해결하려는 논리(Roadrangga et al., 1983)
	예상 (prediction)	현재의 관찰 결과를 토대로 앞으로의 결과를 예측하는 예상(우종욱 등, 1998)

가. 자료해석의 초기 상태

1) 자료 확인

자료해석을 목적으로 자료를 처음 접하는 학생들이 자료해석 초기 상태에서 특정한 데이터 값을 읽거나 자료의 형태를 어떻게 파악할 때 나타내는 인지양식에 따른 특성은 어떠한지 분석하였다. 그림 1은 전체적 인지양식의 학습자가 [과제1]의 수행에서 기록한 자료해석 활동 기록지의 내용이다. WA(WA는 연구대상 중 전체적인 인지양식을 가진 A학생을 뜻함)와 WD는 자료가 주어졌을 때, 가장 먼저 주어진 자료의 전체적인 형태와 관련된 특징에 주목하는 특성을 보였다.

학습자	과제 번호	자료해석 결과
WA	1	물의 온도가 낮아졌다가 높아졌다가 왔다갔다 물의 온도가 변한다. 잠그라프가 낮아졌다 높아졌다 왔다갔다 하니까
WD	1	그래프의 움직임을 보니, 많이 변화하는지 같다. 높았다가, 낮았다가 오르내리고, 꼭 낮아져도 되고 계속 올라가기 도 하는지 같다.

그림 1 전체적 인지양식의 자료해석-자료 확인

아래의 WA의 인터뷰에서도 볼 수 있듯이 전체적 인지양식의 학습자는 자료해석의 초기 상태에서 주어진 자료의 형태나 모양을 읽는데 중점을 두는 경향을 보였다.

연구자 : 두 그래프를 보자마자 뭐가 제일 먼저 눈에 들어 왔어?

WA : 처음에는 그래프가요 낮았다가 가운데는 높아지고 또 낮아져요

이와는 달리 분석적 인지양식의 학습자는 주어진 자료에서 특정값에 먼저 집중하는 특성을 보였다. 주어진 자료에서 최대값, 최소값과 같은 유의미한 특정값을 찾은 후 자료 전체에 대한 일반적인 특징을 기술하였다.

그림 2의 분석적 인지양식의 피험자 AA(AA는 연구대상 중 분석적인 인지양식을 가진 A학생을 뜻함)

와 AD는 [과제1]에서 평균 수온의 변화 양상을 분석할 때, 유의미하다고 판단되는 특정 연도에 주목한 경우이다. AA의 경우 주어진 자료는 1968년부터 2000년까지의 수온 값을 나타내고 있음에도 불구하고 1970년부터 1980년도의 데이터만을 이용하여 자료를 해석하고 있다. 분석적 인지양식의 AE는 500 mL의 물의 온도 변화 그래프 중 급격한 상승을 보인 80~100초 구간을 분석하였다.

학습자	과제 번호	자료해석 결과
AA	1	70년부터 시작해서 80년에 기온이 내려 갔다가 점점 올라가는 거 보인다.
AD	1	동해 안의 수온이 제일 낮은 때는 80년도, 겨울 동안에는 90년도다.
AE	4	500mL는 온도차이가 많이 안나지만 80-100에서 상승해간다.

그림 2 분석적 인지양식의 자료해석-자료 확인

아래의 인터뷰에서 볼 수 있듯이 분석적 인지양식의 AD는 자료해석의 초기 상태에서 주어진 자료의 일부분에 해당되는 자료에 제시된 범례를 먼저 확인하였다.

연구자 : 이것을 처음 봤을 때 그래프의 어떤 부분이 제일 먼저 눈에 들어왔어?

AD : (범례를 가리키며)이쪽 부분

연구자 : 범례가 있는 이 부분? 왜?

AD : 숫자가 있으니까요, 이 표시가 있는 걸 보면 250밀리미터는 점점 올라가고 500밀리미터는 조금씩 올라가는 걸 보니까 일단 여기를 보게 낫다고

나. 자료해석의 중간 상태

1) 변인 인식

투입된 자료해석 과제 중 변인 인식에 관한 특성을 파악하기 위한 과제는 과제2와 과제4이다(부록 참조). 과제2에서 온도계의 온도 변화에 영향을 주는 독립변인은 '온도계를 감싼 종이의 색깔'과 '햇빛을 비추

시간' 두 가지이며, 과제4에서 독립변인은 '물의 양'과 '가열 시간'의 두 가지이다. 두 과제 모두에서 두 가지 변인을 모두 인식한 학습자는 없었으나, 과제2에서 전체적 인지양식의 학습자는 두 가지 변인을 인식하는데 모두 실패한 반면 분석적 인지양식의 학습자 일부는 두 가지 독립변인을 모두 인식하고 자료를 해석하였다. 과제4에서는 자료해석에 성공한 피험자 대부분이 '물의 양'만을 독립변인으로 인식하였다. 특히 과제2에서 전체적 인지양식의 WA, WB, WC, WD는 정확한 독립변인을 하나도 찾아내지 못했다. 인지양식별 피험자가 인식한 독립변인은 표 5와 같다.

그림 3은 과제2를 수행한 후 WB와 면담한 내용이다. 그림 3과 같이 WB는 면담 중 이루어진 연구자의 피드백에 의해 최종적으로는 온도계를 감싼 종이의 색깔에 의해 온도변화가 나타남을 파악하였으나 자료해석 활동 수행 중에는 전등 불빛을 비춰줌으로써 온도계의 온도가 상승하고 있다고 분석하는 등 통제변인으로 설정된 전구의 빛을 조작변인과 혼동하기도 하였다.

4. 전구에서 나는 열은 온도계에도 영향을 미친다- 왜냐하면 온도계가 전구에서 나는 빛으로 온도가 올라가기 때문이다

그림 3 [과제2]에서 전체적 인지양식 WB의 자료해석

연구자 : 무슨 원인 때문에 이 표와 같은 결과를 만들어 냈을까?

표 5 [과제2]와 [과제4]에서 인지양식에 따라 피험자가 인식한 독립변인

인지양식	피험자	피험자가 인식한 독립변인	
		과제2	과제4
분석적	AA	감싼 종이의 색	물의 양
	AB	감싼 종이의 색, 시간	물의 양
	AC	감싼 종이의 색	물의 양
	AD	감싼 종이의 색, 시간	물의 양
	AE	감싼 종이의 색	물의 양
	AF	감싼 종이의 색	물의 양
전체적	WA	빛의 온도	가열 여부
	WB	전구에서 나오는 열	물의 양
	WC	변인 인식하지 못함	물의 양
	WD	색지로 감싼 여부	물의 양
	WE	감싼 종이의 색	가열시간
	WF	감싼 종이의 색	물의 양

WB : 전구의 열이 만약에, 전구의 빛이 나면서 열이 나잖아요, 아! 그 색지, 색지 안하면요 전구의 빛을 받아서 비슷할 텐데요, 감싼 색 때문에 열을 많이 받는 정도에서

Riding(1991)은 주어진 복잡한 과제에 대하여 분석적 인지양식을 가진 학습자는 세부적인 정보에 주의를 기울여 처리하는 경향이 있다고 보고하였다. 본 연구에서도 분석적 인지양식의 학습자가 변인 인식에 더 높은 성취도를 나타내었다. 또한 변인 인식에 실패한 전체적 인지양식의 일부 학습자들은 과학적 자료해석 활동을 성공적으로 수행하지 못했다. 이러한 결과는 초기의 목표 인식이 결론 도출에 영향을 준다는 김재우와 오원근(1998)의 선행 연구와 일치한다. 즉, 변인 인식의 어려움은 자료해석의 성공률을 떨어뜨리는 요인이 되었다.

2) 불확실한 자료의 처리

잘못된 데이터나 자료해석에 불필요하다고 판단되는 정보를 인지양식에 따라 어떻게 처리하는지 분석하였다. 인지양식과 무관하게 대부분의 피험자들은 불필요하다고 판단되거나 확신하지 못한 정보를 자료해석에서 제외시키는 특성을 나타냈다. 분석적 인지양식의 AD는 과제3의 자료해석에서 주어진 3가지의 자료 중 첫 번째로 제시된 현황표가 두 번째 자료 태풍의 수와 같은 의미를 갖고 있으면서 더 복잡한

형태를 갖고 있기 때문에 자료해석에 필요가 없다고 판단하여 자료해석 과정에서 첫 번째 자료를 제외시켰으며, 첫 번째 자료에서만 나타난 전 세계 태풍의 수는 해석하지 않았다. 자신이 그 필요성을 확신하지 못하는 자료를 해석에서 제외시키는 것이다.

과제3은 본 연구에서 투입한 자료해석 과제 중 유일하게 하나의 과제에 세 가지 자료가 포함된 자료로 자료의 복잡성이 가장 높은 과제이다. 또한 과제3에 제시된 첫 번째 표와 두 번째 그래프는 현행 교육과정에서 제시되고 있는 일반적인 표나 그래프의 형태가 아닌 학습자에게는 생소한 형태를 갖고 있다. 과제3의 자료해석의 성공률은 인지양식에 관계없이 높지 않았으며 피험자 대부분이 과제3을 가장 어려워하였다. 이는 탐구의 복잡성이 증가될수록 변인 확인 능력이 낮아진다(Duggan *et al.*, 1996)는 선행연구와 일맥상통한다.

Anderson(2002)에 따르면 일반적인 형태의 자료의 반복적인 학습은 자료해석의 초보자인 학생들에게 관습적 문제 해결 기능을 표상하게 하고 새로운 기능을 보지 못하게 하여 문제 해결에서 특정 조작자를 선호하게 하는 기계화된 사고를 하게하고 잘 다듬어진 자료의 계속적 학습은 학습자가 자연 상황에서 자료를 접할 때 기능적 고착을 일으킬 수 있다. 따라서 이 점을 고려하여 다양한 형태의 자료를 학습자에게 주어야 할 필요성이 제기된다.

3) 수학적 조작

주어진 자료를 해석하기 위해 도구적으로 수치적 계산과 같은 여러 수학적 조작활동이 이루어 졌다. 그림 4와 같이 분석적 인지양식의 AB는 과제2에서 색깔별로 시간의 변화에 따른 온도변화를 해석하기 위해 구간별로 온도의 증감을 수학적으로 계산하였다.

- ① 파란색은 5분 후 2℃ 오르고 10분후도 2℃ 오르고 15분 후도 2℃ 오르고 20분 후만 1℃ 오른다
- ② 검은색은 5분마다 3℃씩 오르지만 20분 후는 2℃ 오른다
- ③ 빨간색은 5분 후는 2℃, 10분 후는 3℃ 그 다음에는 5분마다 2℃씩 오른다
- ④ 하얀색은 5분 후에는 똑같지만 10분후 3℃ 오르고 그 다음에는 1℃씩 오른다

그림 4 [과제4]에서 분석적 인지양식의 AB의 자료해석

전체적 인지양식의 WB는 그림 5와 같이 과제4의 자료해석 결과 도출을 위해 최종점에서 두 그래프 값의 차이를 계산하였다.

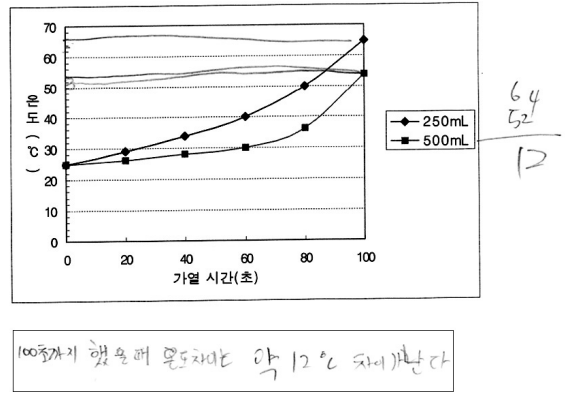


그림 5 [과제4]에서 전체적 인지양식 WB의 자료해석

대부분의 수학적 조작은 인지양식과 상관없이 이루어졌다.

4) 표지의 사용

자료해석 과정에서 피험자들은 자료에 여러 가지 표지를 하는 것이 관찰되었다. 학습자들에게서 나타난 표지는 추세선, 특정 값에 표시하기, 보조선 등이 있었다. 그림 6은 인지양식에 따라 피험자가 나타낸 표지의 예이다.

분석적 인지양식의 AD는 과제1에서 변화하는 값을 분석하기 위해 표지를 사용했으며 AB는 자료해석 활동에서 최고값을 정확하게 찾았다. 그러나 사후 면담 도중 보다 정확히 그 값을 읽고자 시도하는 가운데 보조선을 그었으나, 보조선 굵기에 오차가 발생하여 자료해석의 결과에는 오류를 범했다. AB의 예에서 정확하고 정밀한 보조선 굵기의 중요성이 제기된다. 또한 전체적 인지양식의 WB는 과제4에서 100℃에서의 두 그래프의 온도차를 알기 위해 100℃의 세로축 값을 읽기 위한 보조선을 사용하였다.

연구자 : 이 그래프에 오르락 내리락은 왜 표시했어?

AD : 얼마나 내려가고 올라가는지 알아보려고 했는데요

연구자 : 제일 높은 것과 제일 낮은 것을 찾을 때 딱 봐서 알 수 있었어? 손으로 이렇게(보조선 긋는 행동) 해봤어?

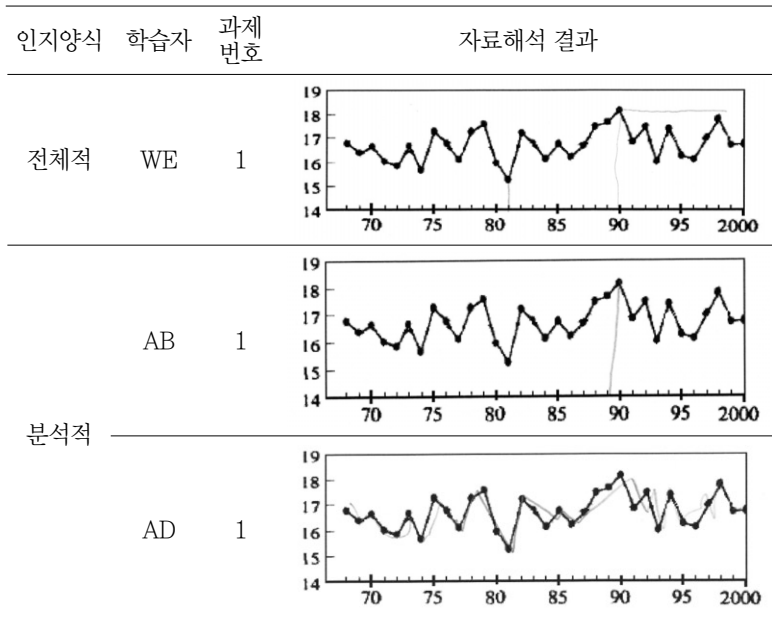


그림 6 인지양식에 따른 자료해석 특성-표지의 사용

AB : 딱 봐서, 그런데 이거 잘못된거 같은데...90년
도가 아니라 89년 같은데(보조선을 그음)
연구자 : 그어보니까 89년 같아?
AB : 네

연구자 : 줄고는 것은 무엇을 알아보는건데?
WB : 온도차요, 100초를 기준으로 했을 때 둘 사이
의 온도 차

이와 같이 표지의 사용은 인지양식별로 큰 차이를 나타내지 않았으며 개인의 탐구활동 수행 형태에 영향을 받는 것으로 보인다.

5) 사전 지식의 이용

초등학생 피험자들은 자료를 해석할 때 자료와 관련된 사전 지식을 이용하여 자료를 해석한다. 주어진 다섯 개의 자료해석 과제 중 피험자가 관련된 사전 지

식이 있을 경우 자료해석 활동지에 사전 지식과 관련된 자료해석 결과를 기술하였다. 인지양식에 따라 피험자가 자료해석 활동에서 사전 지식 이용 여부는 표 6과 같다.

표 6에서 전체적 인지양식의 학습자가 자료해석에 사전 지식을 더 많이 사용하는 것을 볼 수 있다. 분석적 인지양식의 AA와 AF는 색깔에 따른 온도 변화를 나타내는 과제2의 경우에서 사전지식에 의해 빛을 가장 잘 흡수하는 검정색이 온도가 가장 높이 상승하고, 빛을 가장 잘 반사하는 흰색이 온도가 가장 낮다고 분석하였다. AF의 경우 주어진 표를 분석하지 않고 알고 있던 사전 지식만으로 자료해석 활동지에 자료해석 결과를 기술하였다. 그러나 파란색과 빨간색의 분석에 있어 이 두 색깔에 대한 사전 지식은 없는 상태이므로 자료해석에 어려움을 겪는 경우가 많았다. 전체적 인지양식의 WC는 그림 7과 같이 과제2에서 자료에 근거하지 않고 자신이 옷을 입었을 때의 경험과

표 6 인지양식에 따른 자료해석 활동에서 사전 지식의 이용

인지양식 학습자	분석적 인지양식						전체적 인지양식					
	AA	AB	AC	AD	AE	AF	WA	WB	WC	WD	WE	WF
사전지식 이용 여부	○	X	X	X	X	○	○	○	○	○	X	X

※ ○는 사용함, X는 사용하지 않음.

같은 사전 지식만으로 자료해석을 수행하였다.

온도 하안색은 바람이 잘 들고
 검정색은 햇빛이 잘 드는데 이실
 형 별 과도 그건것 같다

그림 7 [과제2]에서 전체적 인지양식 WC의 자료해석

전체적 인지양식의 WD는 사계절의 변화 동안 체감했던 날씨의 경험을 사전지식으로 이용하여 과제5를 해결하였다. WA는 과제3에서 태풍의 피해에 대한 사전 지식을 갖고 있었으며, 동해안 평균 수온의 변화를 6학년 1학기 과학과 ‘지진’ 학습에서 배웠던 것을 사전 지식으로 이용하였다. 또한 과제4에서는 5학년 과학과 ‘용해와 용액’에서 용매와 용질의 양에 따른 용해도의 차이를 배웠던 경험을 사전 지식으로 이용하여 자료를 해석하였다.

WB : 그 맨 처음에 적은 물의 양에 소금물이 가라
 앉았었잖아요, 뭐가 생각났지... 아 맞다! 5학
 년때가 4학년때가요, 열 퍼지는 정도가, 적은
 게 가장 열이 많이 퍼지니까 (중략)

전체적 인지양식의 WB는 자료를 접하자 자료해석 초기 상태에서 과제1과 유사한 형태의 연도별 지진 발생 횟수를 학습할 때 했던 자료해석의 경험을 떠올려 지진 그래프 해석에서와 동일한 방법으로 자료를 해석해 나가고자 하였다.

연구자 : 처음에 이 그래프를 딱 봤을 때 무슨 생각
 이 제일 먼저 들었어? 글씨 쓰기 전에, 그
 래프를 딱 보자마자

WB : 비슷한거요. 지진이라 비슷하게 쓰면 된다고

인지양식에 따른 특성을 분석해 볼 때, 분석적 인지양식의 학습자는 주어진 자료 안에서 자료해석의 근거를 얻는 특성이 강한데 비하여 전체적 인지양식의 학습자는 사전 지식을 이용하여 자료해석의 근거를 얻는 특성이 높게 나타났다. 이는 전체적 인지양식의 학습자가 사물이나 정보들 사이의 기능적 관계에 기초해서 대상들을 범주화한다는 Riding(1991)의 연구

결과와 같이 학습자 자신의 사전 지식을 자료해석의 실마리로 관련짓고 있음을 보여준다. 이러한 결과는 또한 Witkin 등(1977)의 장의존적 인지양식과도 연관된다.

다. 자료해석의 최종 목표 상태

1) 관계 분석

자료해석의 최종 목표 상태의 관계 분석에 관한 과제는 과제3과 과제5이다(부록 참조). 과제3은 주어진 세 가지 자료를 통해 태풍의 발생과 태풍의 피해액의 상관관계를 분석하는 과제이고 과제5는 기온과 낮의 길이와의 상관관계를 분석하는 과제이다. 이들 과제에서 분석적 인지양식의 학습자들은 주어진 자료가 갖고 있는 정보들을 단편적으로 분석 하는 데는 성공하였으나, 자료가 갖고 있는 정보들의 관계 분석은 상대적으로 소홀히 하는 경향이 나타났다. 다음은 분석적 인지양식의 학습자인 AA의 사후 면담 전사 내용의 일부이다.

연구자 : 어떤 것? 1번(첫번째 표), 2번(두번째 그래프), 3번(3번째 표) 중에서

AA : 2번, 3번

연구자 : 어떤 상관?

AA : 태풍이...아 모르겠다...태풍이 일어나는 수나 피해액 그렇게 상관있는것 같아요

연구자 : 어떤 상관?

AA : (침묵)

연구자 : 모르겠어?

AA : 네

분석적 인지양식의 AD는 과제3에서 태풍이 많이 발생한 해와 태풍의 최대 피해액과 같은 유의미한 데이터들을 찾아내는 데는 성공하였으나, 찾아낸 여러 정보들의 관련성을 분석하여 태풍의 수와 피해액의 상관관계를 도출해 내고자 하는 시도는 보이지 않았다. 분석적 인지양식의 AD 또한 과제5의 자료해석에서(도) 각 그래프에서 최고값과 최저값을 찾기에 성공하였으나 두 그래프의 관련성은 분석하지 않았다. 하나의 자료해석 과제에 세 가지 자료가 포함되어 있는 과제3의 경우, 각 자료들 간의 관계를 분석하는 양상을 파악할 수 있는 유의미한 과제이다. 그러나 이 과제는

과제의 복잡성 또한 높아, 피험자들이 자료해석에 많은 어려움을 나타냈다. 대부분의 피험자들이 세 가지 자료 중 자신에게 덜 어렵게 인식되는 일부의 자료만을 분석하는 경향이 나타났다.

자료해석에 성공한 피험자는 과제3에서 태풍의 발생과 피해액의 관계를 분석하였다. 또한 과제5에서 기온을 나타낸 꺾은 선 그래프와 낮의 길이를 나타낸 막대 그래프간의 상관관계를 분석하였다. 다음은 과제3과 과제5에서 상관관계를 도출해낸 WF의 인터뷰 내용 일부이다.

연구자 : 아까 상관이라고 했잖아, 어떤 상관인 있는 것 같애?

WF : 태풍이 많이 발생하면 여기(세번째 피해액 표)도 같이 피해액이 올라가니까 (중략)

연구자 : 두 개가 상관어 어떻게 보여?

WF : 달이 올라갈때마다 온도가 높아지는 거고, 이것(오른쪽)도 달이 올라갈 때 마다 요기(낮의 길이)도 높아지고 낮아지고 (중략)

연구자 : 낮의 길이하고 기온하고는 어떤 관계가 있는 것 같애?

WF : 낮의 길이가 높아질수록 기온도 올라간다.

연구자 : 어떤 상관인 있는 것 같애?

WB : 전 세계 태풍현황을 보세요 다른 나라도 확실히 이렇게 연도가 올라갈수록 막 불규칙하지

는 않고 여름에 많이 일어나잖아요 8월달이에요 그런데 우리 나라도 8월달 이럴때 여름에 많이씩 여름때 많이 일어나니깐 둘 다 비슷한 거 같아요

그림 8에서 전체적 인지양식의 WB는 우리나라에 미친 태풍의 수와 피해액의 관계 뿐만 아니라 우리나라에 영향을 미친 태풍의 수와 전 세계 태풍의 발생의 관계도 분석하였다.

2) 패턴 분석

패턴 분석은 자료의 경향성을 파악하거나 여러 번 인간의 경향성을 비교하는 것(Gotwals, 2006)이다. 패턴 분석은 1968년부터 2000년까지 동해안의 평균 수온의 변화를 나타낸 꺾은 선 그래프를 해석하는 과제1과 기온과 낮의 길이 두 그래프의 상관관계를 분석하는 과제5에서 두드러지게 나타났다. 패턴 분석은 두 인지양식 학습자 모두에게서 나타났으나, 특정 과제에 국한되어 나타났다. 이렇게 인지양식과 무관하게 모든 피험자에게 패턴 분석이 나타났으나 표 7에서와 같이 과제1의 자료해석의 목표 상태 분석 결과 전체적 인지양식의 학습자의 패턴 인식에 대한 프로토콜이 분석적 인지양식 학습자의 프로토콜보다 더 자세하고 과학적인 것으로 나타났다. 이는 전체적 인지양식의 학습자가 학습내용의 전체적인 구조를 이해하는데 초점을 둔다는 Riding(1991)의 선행연구와 일치하는 결과이다.

또한, 상대적으로 전체적 인지양식의 학습자가 분

인지양식	학습자	과제번호	자료해석 결과
전체적	WB	3	2. 대부분 우리나라에 영향을 미친 태풍의 수가 많을수록 재산 피해가 더 커진다고 - 표 7에 보면 차 태풍에 수가 많을수록 재산 피해가 1억이 넘기 때문이다.
분석적	AD	5	서울 중 제인 더 큰 날은 8월이고 제인 작은 날은 1월이다. 기온은 우리나라 표준 온도이기 3월을 듣기 어렵지는 않는 수 일이다. 낮의 길이는 6월이 가장 길다. 겨울에는 낮이 짧고 여름에는 낮이 긴 것으로 보아 6월은 여름이다.

그림 8 인지양식에 따른 자료해석 특성-관계 분석

표 7

[과제1]의 자료해석에서 학습자의 패턴 분석에 대한 프로토콜 일부

인지양식	학습자	프로토콜
분석적 인지양식	AA	내려 갔다가 점점 올라오는게 보인다
	AB	연도마다 비슷하지도 않고 거의 변한다
	AC	꺾은 선이 내려갔다 올라왔다 한다
	AD	올라갔다 내려갔다를 반복한다
	AE	수온이 일정하지 않다
	AF	온도가 들쭉날쭉하다
전체적 인지양식	WA	물의 온도가 낮아졌다가 높아졌다가 왔다갔다 변한다
	WB	점선이 불규칙하게 되어 있어 수온이 일정하지 않다
	WC	처음에는 온도 변화 차이가 크지 않았는데 점점 차이가 커진다
	WD	높았다가 낮았다가 하기도 하고 쪽 낮아지기도 하고 계속 올라기도 한다
	WE	온도 그래프가 들쭉날쭉해서 바닷물의 온도가 일정하지 않다
	WF	바닷물의 온도가 높아졌다 낮아졌다 한다

분석적 인지양식의 학습자보다 패턴 분석에 더 치중하는 양상을 보였다. 분석적 인지양식의 학습자들은 그래프에서 최대값, 최소값 등 통계적으로 유의미한 값의 분석에 보다 치중하고 패턴 인식은 부차적인 것으로 기술하는 경향이 많았으나 전체적 인지양식의 학습자의 경우 그림 9의 WD의 자료해석 결과에서와 같이 패턴 인식 및 분석이 자료해석의 목적이 된다. 그림 9에서 전체적 인지양식인 WD는 특정 연도의 특정 수온 값을 적지 않고 전체적인 그래프의 형태와 패턴을 분석하였다.

계산되지 않는다는 점과 피험자가 형식적 조작기에 접어드는 초등학교 6학년 학생인 점 때문에 두드러지게 나타나지 않은 것으로 여겨진다. 피험자들은 과제 3에서 물의 양이 두 배가 되었을 때, 물의 온도 상승 비율을 분석함에 있어 '점점', '조금씩' 등과 같은 비과학적인 표현으로 온도의 상승률을 기술하고 있다. 물의 양 250 mL와 500 mL를 분석함에 있어 피험자 모두가 조건의 변화를 '물의 양이 늘어났을 때'로 분석하였으며 '물의 양이 두 배가 되었을 때'로 정확히 물의 양 증가 비율을 분석하지 못했다.

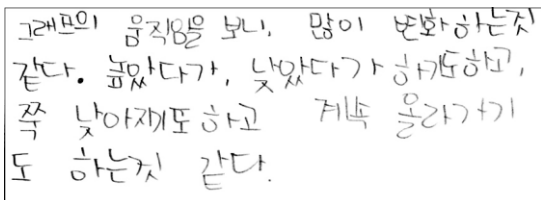


그림 9 [과제1]에서 전체적 인지양식 WD의 자료해석

3) 비례 논리

비(ratio)를 인식하여 어떤 정량적인 관계를 이해하고 해결하는 비례 논리는 전체적 인지양식과 분석적 인지양식 모두에서 특징적으로 드러나지 않았다. 물의 양이 2배가 되었을 때 온도의 변화를 해석하는 과제4와 우리나라에 영향을 미친 태풍의 수와 피해액의 관계를 해석하는 과제3에서 '비'를 분석할 수 있으나, 해당 과제에서 분석되는 '비'가 명확한 정수 값으로

4) 예상

자료해석의 목표상태 조작자로 명명된 예상은 현재의 결과를 토대로 앞으로의 결과를 예측하는 것이다. 본 연구의 자료해석 활동에서 예상은 피험자들의 자료해석 결과 기록지에는 드러나지 않았다. 자료해석 활동 수행 후의 사후 면담을 통해 피험자들이 주어진 자료를 읽고 예상을 해 보게 하였을 때, 피험자들은 주어진 자료해석 결과에 근거하여 예상하기보다 자신이 가진 사전지식을 바탕으로 예상하는 경향을 보였다. 과제4에 대한 사후 면담에서는 '끓는점'에 대한 사전 이해도에 따라 상이한 예상결과가 나타났다.

연구자 : 250과 500을 계속 끓여서 표가 계속 이어
지면 나중에 어떻게 될까?
AF : 500미리가 더 높아져요

연구자 : 애들을 계속 가열하면 어떻게 될까?

WB : 계속 가열하면 100도는 절대 안올라가니까,
거기서 똑같아지지 않나요

연구자 : 계속 끓이면 어떻게 될까?

WC : 계속 끓여도 더 올라갈 것 같아요

이와 같이 예상의 정확성은 동일한 인지양식 내에서도 차이를 나타내었는데, 이는 학습자 개인의 인지적 능력의 차이로 추정되며 인지양식에 따른 예상의 차이는 본 연구과정을 통해 드러나지 않았다.

2. 자료해석 과정과 자료 형태 선호도 분석

가. 자료해석 과정

주어진 자료를 읽고 해석해 나가는 자료해석의 과

정에서 어떤 방향성을 갖고 자료해석을 수행해 나가 는가를 분석하였다. 분석적 인지양식의 학습자는 그림 10의 학습자 AA와 같이 연도별 자료의 경우 자료 해석도 시간적 순서에 따라 연대기적으로 기술하였다. 또한 그림 10의 학습자 AD와 같이 주어진 표나 그래프의 자료 속에 제시된 정보의 나열 순서에 따라 자료해석의 결과를 기술하는 모습을 주로 보였다. 과제2의 자료해석 활동지 문항에서 색의 나열이 파란 색, 검정색, 빨간색, 하얀색 순으로 제시되어 분석적 학습자인 AD의 자료해석도 이러한 색의 순서대로 방향성을 나타냈다. 결론적으로, 과학적 문제에 대한 답을 기술하는 결과 도출에서 분석적 인지양식의 학습자의 경우 자료해석을 통해 얻은 세부 정보의 기술이 먼저 행해지고 이를 최종적으로 수합하여 결론에 이르는 귀납적 접근법 및 상향식 자료해석이 주로 발견 되었다.

인지양식	학습자	과제 번호	자료해석 결과
전체적	WA	2	평균 수온이 올라가고 있다. 수온이 전차가 큰 세로 있다. 1990년의 수온이 제일 높았다. 1981년의 수온이 제일 낮았다. 나중에는 수온이 더 올라가게 될 것이다.
	WC	5	평소에 알고 있던데도 기온 과 낮이 길 이 는 여름이 가장 긴고 높은 것은 알 았지 만 낮의 길이가 한여름인 7,8월 보다 초 여름인 6월이 더 긴게 놀라웠 다.
분석적	AA	1	1981년도에가 가장 수온이 낮았고 1990년도에는 평균 수온이 가장 높았고 1968년부터 2001년까지 평균 수온을 방법 균으로 하면 16도에서 17도 사이이다.
	AD	2	검정색은 처음엔 2도씩 올라가다 나중에 1도 올라 갔고 검정색은 처음엔 3도 나중에 2도가 올라 갔다, 빨간색은 처음엔 2도, 중간엔 3도 후 2도가 올라 갔다, 하얀색은 처음엔 3도 나중에 1도씩 올라 갔다,

그림 10 인지양식에 따른 자료해석 특성-자료해석의 방향성

반면 전체적 인지양식의 학습자들은 그림 10의 WpA의 자료해석에서와 같이 자료해석 결과의 기술로 자료해석을 시작한 후 특정 데이터값을 읽고 다시 예상을 하는 경우가 관찰되었으며 자료해석을 통해 과학적 문제에 대한 답이나 일반적 설명을 도출해 낸 후 자료에서 획득한 유의미한 정보의 세부적인 부분을 해석하여 기록하는 연역적 접근, 하향식 자료해석 활동 수행의 빈도가 높았다.

나. 자료 형태의 선호

인지양식에 따라 특정 자료의 형태에 대한 선호도를 분석하였다. 피험자의 자료해석 활동지와 자료해석 활동 종료 후 가진 사후 면담을 통해 분석하였다. 자료해석을 위해 투입된 과제 중 과제2와 과제4는 공통적으로 시간에 따른 온도 변화를 나타내고 있는 자료이면서 과제2는 표로 제시되었으며, 과제4는 그래프로 제시되었다. 과제2와 과제4의 자료해석을 통해 학습자들이 인지양식에 따라 자료 형태에 대해 어떤 선호도가 있는지 면담을 진행하였다. 본 연구에서 인지양식에 따라 자료 형태에 대한 선호도의 차이가 명확히 드러나지는 않았으나 상대적으로 전체적 인지양식의 학습자가 그래프 형태를 선호하는 경향성이 더 높게 나타났다. 과제2와 과제4의 자료해석을 과학적으로 완수한 학습자를 대상으로 선호도를 분석한 결과는 표 8과 같다. 학습자 AF, WA, WC는 과제 2와 과제4에서 과학적 자료해석에 실패하여 분석에서 제외하였다. 분석적 인지양식의 학습자들이 표 형태 자료와 그래프 형태 자료에 대한 선호도를 복합적으로 보였다. 그러나 전체적 인지양식을 가지고 있는 학습자는 표보다 그래프를 더 선호하는 것을 알 수 있다.

V. 결론 및 교육적 활용

이 연구에서는 초등학생의 인지양식에 따른 자료해석 특성을 분석하고자 하였다. 분석을 통해 얻어진 결과와 논의를 바탕으로 결론을 내리면 다음과 같다.

첫째, 인지양식에 따른 학습자들의 자료해석의 상태별 특성을 살펴본 결과, 자료해석에서 학습자들은 자료해석의 초기 상태에서 중간 상태를 거쳐 목표 상태에 이르는 동안 다양한 조작자를 활용한다는 것을 알 수 있었다. 본 연구를 통해서는 밝혀진 상태별 특성은 자료 확인, 변인 인식, 불확실한 자료의 처리, 수학적 조작, 표지의 사용, 사전지식의 이용, 관계 분석, 패턴 분석, 예상 등이 있다. 특히 인지양식에 따라 자료해석의 초기 상태에서 자료를 확인하는 양상에 차이가 나타났다. 전체적 인지양식을 가지고 있는 학생은 전체적인 값에 관심을 가졌으나, 분석적 양식을 가진 학생들은 최대값과 최소값과 같은 유의미한 특정 값에 대한 특징을 기술하는 모습을 보였다.

둘째, 초등학생의 인지양식에 따라 자료해석 과정과 선호하는 자료의 형태가 특징적으로 나타났다. 전체적 인지양식의 학습자는 일반적인 원리나 과학적 문제에 대한 답을 도출한 후 자료를 통해 세부적인 정보를 분석하는 하향식 접근과 연역적 기술의 특성을 보이며, 분석적 인지양식의 학습자들은 자료의 전체적인 양상에 집중하기보다 제시된 자료의 연속적인 세부 항목과 절차에 따라 정보를 일차적으로 분석하여 기술해 나가는 일차적이고 연대기적 구조를 가진다. 또한 이러한 방식으로 분석해 낸 세부 정보를 바탕으로 귀납적인 방법으로 과학적 문제에 대한 답을 얻는 상향식 접근 방법을 주로 사용하였다. 따라서 다양한 교수학습 상황에서 효과적인 학습을 위해서는 학습자들의 인지양식에 대한 이해를 바탕으로 이를 효과적으로 지원하는 교수 설계 전략을 고안하기 위해 노력해야 할 필요가 있다. 본 연구 결과를 과학교육에 활용할 수 있는 방법을 고찰해 보면 다음과 같다.

학생중심 탐구활동을 위해서는 학습자 변인에 따른 자료해석 활동 수행의 본성과 전략에 대한 이해가 필요하며 아울러 학생들의 자료해석 능력을 효과적으로 개발하기 위해서는 인지양식을 고려하여 정보에 대한 접근 방식과 정보 처리 관점을 다양화하고 구체화하는 교육적 배려가 필요하다. 또한 학습자의 인지양식을

표 8
인지양식에 따른 자료 형태에 대한 선호도

인지양식 학습자		분석적 인지양식					전체적 인지양식			
		AA	AB	AC	AD	AE	WB	WD	WE	WF
선호하는 자료형태	표		√		√		√			
	그래프	√		√		√	√	√	√	√

고려한 적절한 학습지도 전략이 개발되어야 하며 다양한 인지양식을 가진 학생들이 협동적으로 자료를 해석하거나 문제를 해결할 수 있는 기회를 제공해야 한다.

본 연구에서 전체적 인지양식의 학습자인 WD는 과제2에서 온도가 가장 높고 올라가는 색깔이나 온도변화가 가장 많은 시간과 같은 특정 데이터에 집중하지 않고 '색지로 감싼 모든 부분들이 점점 증가하고 있다'는 일반화된 설명을 도출하였으나, 사후면담 시 연구자가 피드백을 가하여 보다 분석적으로 접근할 것을 요구하자 WD는 어떤 색깔의 색지가 온도를 가장 상승시키는지를 자료를 통해 해석해 냈다. 이러한 예를 보더라도 교사가 학습자 개인의 인지양식을 파악하고 인지양식에 따라 조력해 줌으로써 학습자가 갖는 인지양식에 의해 간과될 수 있는 자료해석의 특정 영역을 보완될 수 있음을 보여준다.

위의 예에서와 같이 교사는 인지양식에 따라 학습자에게 적합한 학습전략을 제공할 필요가 있다. 교사는 분석적 인지양식의 학습자에게는 중요한 개념을 강조하고 상향식 접근법에 의한 결론도출을 위한 다양한 사례를 제공하고, 전체적 인지양식의 학습자에게는 학습내용의 전체적 구조를 이해하고 전반적 의미를 구성할 수 있는 일반적인 원리를 우선적으로 학습할 수 있도록 안내해주어야 한다. 또한 인지양식의 영향으로 학습자가 탐구 활동 과정 수행 중 주어진 자료의 일부를 누락·간과하거나 전체 자료의 경향성·규칙성 파악을 소홀히 하지 않고 목적하는 자료해석의 결과에 도달할 수 있도록 교사가 학습자의 인지양식을 인식하고 그에 적합한 적절한 조력활동이 이루어져야 할 것이다.

본 연구에서 통합탐구과정요소인 자료해석 특성을 인지양식에 따라 분석해 봄으로써 인지양식에 따라 자료해석을 통한 문제 해결 및 사고 과정의 특성을 살펴보았다. 탐구능력 신장을 위해 학습자의 인지양식에 적합한 과학 학습내용 선정 및 구성하고 개인차 발견을 통한 적절한 개별학습처치 방법의 모색, 교육계획 등 과학교육의 기초자료를 제공하고자 한다. 학습활동이 학습자의 인지양식에 적절히 맞춰진다면 탐구능력 신장에 기여할 것이다.

국문 요약

이 연구의 목적은 자료해석에 영향을 미치는 학습

자 요인으로 인지양식에 주목하고 학습자의 인지양식에 따른 자료해석의 특성을 알아보고자 하는 것이다. 연구대상으로 통합탐구가 가능한 형식적 조작기에 접어드는 초등학교 6학년을 선택하였으며 인지양식 검사를 통해 전체적 인지양식과 분석적 인지양식으로 집단을 분류한 후 과학적 자료해석 과제를 투입하여 이들의 자료해석 활동을 촬영하고, 사후 면담을 실시하여 프로토콜을 생성하였으며, 피험자들이 작성한 자료해석 활동지도 분석에 사용하였다. 연구에 따른 결과를 보면, 첫째, 자료해석에서 학습자들은 자료해석의 초기 상태에서 중간 상태를 거쳐 목표 상태에 이르는 동안 다양한 조작자를 활용한다. 본 연구를 통해서 자료 확인, 변인 인식, 불확실한 자료의 처리, 수학적 조작, 표지의 사용, 사전지식의 이용, 관계 분석, 패턴 분석, 예상이 분석되었다. 인지 양식에 따라 자료해석의 초기 상태에서 자료를 확인하는 양상에 차이가 있다.

둘째, 초등학생의 인지양식에 따라 자료해석의 방향성과 선호하는 자료의 형태가 특징적으로 나타났다. 전체적 인지양식의 학습자는 일반적인 원리나 과학적 문제에 대한 답을 도출한 후 자료를 통해 세부적인 정보를 분석하는 하향식 접근과 연역적 기술의 특성을 보이며, 분석적 인지양식의 학습자들은 자료의 전체적인 양상에 집중하기보다 제시된 자료의 연속적인 세부 항목과 절차에 따라 정보를 일차적으로 분석하여 기술해 나가는 일차적이고 연대기적 구조를 가진다. 또한 이러한 방식으로 분석해 낸 세부 정보를 바탕으로 귀납적인 방법으로 과학적 문제에 대한 답을 얻는 상향식 접근 방법을 주로 사용한다. 따라서 다양한 교수학습 상황에서 효과적인 학습을 위해서는 학습자들의 인지양식에 대한 이해를 바탕으로 이를 효과적으로 지원하는 교수 설계 전략을 고안하기 위해 노력해야 할 필요가 있다.

주요어: 탐구과정 기술, 인지 양식, 자료해석, 분석적 인지 양식, 총체적 인지 양식

참고 문헌

강심원, 우종옥(1995). 인지양식에 따른 인지수준과 과학탐구능력에 관한 연구. 한국과학교육학회지, 15(4), 404-416.

교육인적자원부, 한국교원대학교 과학교육연구소 (2007). 초등학교 과학 탐구과정 요소별 지도자료 사다리 타고 오르는 통합 탐구 여행. 교육인적자원부, 한국교원대학교 과학교육연구소.

교육인적자원부(2008). 초등학교 교육과정해설 IV. 대한교과서주식회사.

권재술, 김범기(1994). 초·중학생의 과학탐구능력 측정도구의 개발. 한국과학교육학회지, 14(3), 251-264.

김민경 (2009). 초등학생의 인지양식에 따른 생물 과제의 관찰 특성 분석. 한국교원대학교 석사학위 논문.

김성완, 황경현(2004). 하이퍼미디어 학습 프로그램 구조와 학습자 인지양식이 초등학생 학업 성취에 미치는 효과. 컴퓨터교육학회논문지, 7(3), 57-66.

김승화(1996). 공변량 구조 분석에 의한 과학탐구 능력과 학습자 특성과의 인과 관계. 한국교원대학교 박사 학위논문.

김영신, 조은숙, 정완호(2002). 학습환경 변인이 초등학생의 과학 탐구능력에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 22(1), 1-11.

김재우, 오원근(1998). 중학생의 교과서 실험 수행에서 나타난 문제점. 한국과학교육학회지, 18(1), 35-42.

김재우, 오원근, 박승재(1999). 중학교 1학년 학생들의 탐구 문제에 대한 변인 판별 및 통제. 한국과학교육학회지, 19(4), 674-683.

김준태, 권재술(1994). 학습자의 인지 특성에 따른 학습 지속 효과의 분석. 한국과학교육학회지, 14(1), 70-84.

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.

신애경, 최병순(2000). 초등학교 학생의 정보 처리 유형과 인지 양식에 따른 과학 문제 해결. 과학교육논문집, 10(1), 203-213.

양일호, 권용주, 김영신, 장명덕, 정진우, 박국태 (2002). Effects of students' prior knowledge on scientific reasoning in density. 한국과학교육학회지, 22(2), 314-335.

양태연, 배미란, 한기순, 박인호(2003). 과학영재

의 과학 관련 태도와 지능 및 과학탐구능력과의 관계. 한국과학교육학회지, 23(5), 531-543.

우중옥, 김범기, 한안진, 허명(1998). 국가 수준의 과학탐구능력 평가체제 개발. 한국과학교육학회지, 18(4), 617-626.

임정환, 남진수(1999). 초등학생의 정신용량과 인지양식에 따른 과학탐구능력. 한국과학교육학회지, 19(3), 441-447.

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

임채성, 김남일, 김재영, 배진호, 장남기(1993). 고등학교 학생의 인지기능과 과학 학업성취도의 관계. 한국생물교육학회지, 21(2), 127-133.

최영재, 고영신, 이재희(2001). 초등학생의 그래프 능력과 논리적 사고력 과학탐구능력 및 과학에 대한 태도와의 관계. 과학과 수학교육 논문집, 27권, 69-88.

황현미, 방정숙(2007). 초등학교 6학년 학생들의 그래프 이해 능력 실태 조사. 대한수학교육학회지 : 학교수학, 9(1), 45-64.

American Association for the Advancement of Science(AAAS) (1990). SAPA II. New Hampshire: Delta Education, INC.

Anderson, R. D. (2002). Reforming Science Teaching: What Research says about Inquiry. Journal of Science Teacher Education, 13(1), 1-12.

Colburn, A. (2000). An inquiry primer. Science Scope, 23(6), 42-44.

Duggan, S., Johnson, P., Gott, R. (1996). A critical point in investigative work: defining variables. Journal of Research in Science Teaching, 33(5), 461-474.

Jonassen, D. H. & Grabowski, B. L. H. (1993). Handbook of individual differences, learning, and instruction. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Gotwals, A. W. (2006). The nature of students' science knowledge base: Using assessment to paint a picture. (Doctoral Dissertation, University of Michigan, 2004).

NRC (National Research Council, 2000).

Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning. Center for Science, Mathematics, and Engineering Education. Washington, D. C.: National Academy Press.

Riding, R. (1991). Cognitive styles analysis users' manual, Birminham, England: Learning & Training Technology.

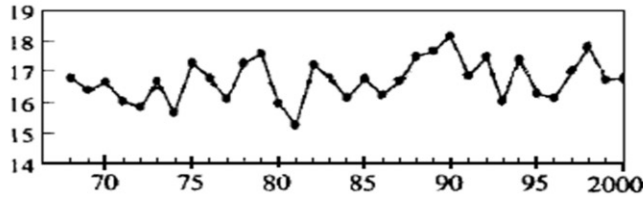
Roadrangga, V., Yeany, R. H. & Padilla M.

J. (1983). The Construction and Validation of Group Assessment of Logical Thinking. Paper Presented at the Annual Meeting of the NARST, Dallas, Texas.

Witkin, H. A., Moore, C. A., Goodenough, D. R., & Cox, P. W. (1977a). Field dependent and field independent cognitive styles and their educational implications. Review of Educational Research, 47(1), 1-64.

부록: 자료해석 과제

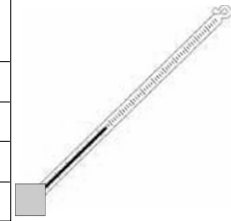
[과제1] 다음의 그래프는 1968년부터 2000년까지 동해안 평균수온(바닷물의 온도) 변화를 나타낸 것입니다. 이 그래프를 통해 알아낸 것을 모두 적어 봅시다. 어떻게 알게 되었는지도 적어 보세요.



동해안의 평균 수온변화(1968~2000)

[과제 2] 4개의 온도계의 아래 부분을 각각 하얀색, 파란색, 빨간색, 검정색 색지로 감쌉니다. 4개의 온도계에 고루 빛이 비추어 질 수 있도록 전구를 켜고 5분 간격으로 4번 온도계의 온도 변화를 측정하여 얻은 자료입니다.

시간 \ 색깔	처음	5분 후	10분 후	15분 후	20분 후
파란색	18℃	20℃	22℃	24℃	25℃
검정색	18℃	21℃	24℃	26℃	28℃
빨간색	18℃	20℃	23℃	25℃	27℃
하얀색	18℃	18℃	21℃	22℃	23℃



위 자료를 통해 알게 된 점을 모두 적어 봅시다. 어떻게 알아냈는지도 적어 봅시다.

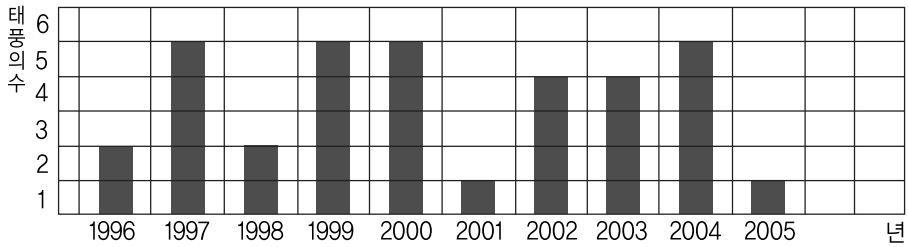
[과제 3] 다음은 1996년부터 2005년까지 10년간의 연도별 태풍 발생 및 우리나라에 영향을 미친 태풍 현황입니다.

전 세계 태풍발생 현황표(1996~2005)

()안의 숫자는 우리나라에 영향을 미친 태풍 수입니다.

연도	월												합계
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1996		1		1	2		5(1)	6(1)	6	2	2	1	26(2)
1997				2	3	3(1)	4(1)	6(2)	4(1)	3	2	1	28(5)
1998							1	3	5(1)	2(1)	3	2	16(2)
1999				2		1	4(1)	6(2)	6(2)	2	1		22(5)
2000					2		5(2)	6(2)	5(1)	2	2	1	23(5)
2001	1				1	2	5	6(1)	5	3	1	3	26(1)
2002	1				1	3	5(3)	6(1)	4	2	2	1	26(4)
2003		1		1	2(1)	2(1)	2	5(1)	3(1)	3	2		21(4)
2004	1		1	1	2	5	2(1)	8(3)	3(1)	3	3	2	29(5)
2005						1	5	5(1)	5	2	2		23(1)

우리 나라에 영향을 미친 태풍의 수(1996~2005)

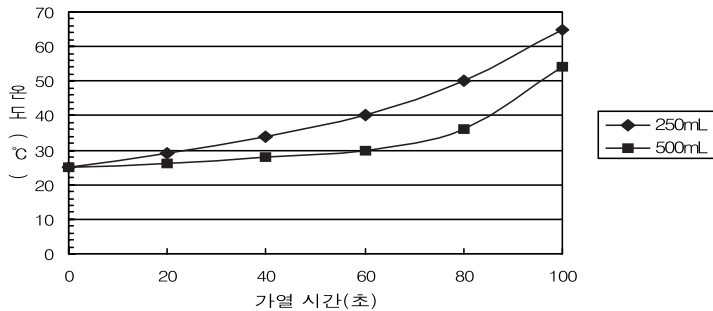


태풍으로 인한 우리나라의 연간 피해액(1996~2005)

연도	피해액(원)	연도	피해액(원)
1996	7천만	2001	5천만
1997	1억 8천만	2002	1억 2천만
1998	8천만	2003	1억 1천만
1999	1억 7천만	2004	1억 5천만
2000	1억 5천만	2005	6천만

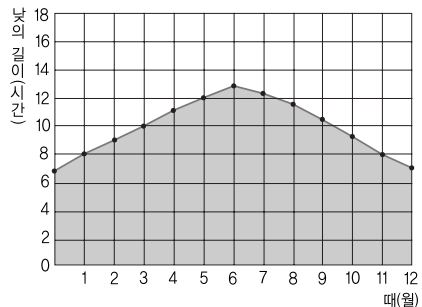
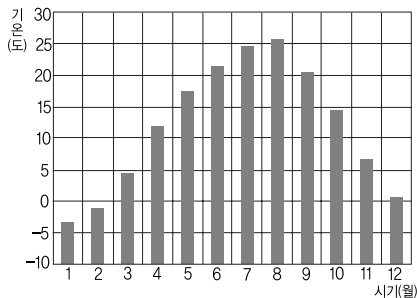
위 자료를 통해 알게 된 점을 모두 적어 봅시다. 어떻게 알아냈는지도 적어 봅시다.

[과제 4] 다음 그래프는 물 250mL와 500mL를 가열하면서, 20초 간격으로 온도 변화를 측정하여 얻은 자료입니다.



위 그래프를 통해 알게 된 점을 모두 적어 봅시다. 어떻게 알아냈는지도 적어 봅시다.

[과제 5] 다음은 서울의 월평균 기온과 낮의 길이를 나타낸 자료입니다.



위 자료들을 통해 알게 된 점을 모두 적어 봅시다. 어떻게 알아냈는지도 적어 봅시다.