

## 가상적 자료 생성 과정에 기반을 둔 자료 표현 과제에 대한 초등학교 5, 6학년 학생들의 통계적 소양

문은혜 (한국교원대학교 대학원 학생)  
이광호 (한국교원대학교 교수)<sup>†</sup>

본 연구는 가상적 자료 생성 과정에 기반을 둔 자료 표현 과제에서 나타나는 초등학교 5, 6학년 학생들의 통계적 소양 수준을 분석하고자 하였다. 이를 위하여 가상적 자료 생성 과정을 포함하는 자료 표현 과제를 설계하였으며, 선행연구를 바탕으로 자료 표현 영역에 대한 통계적 소양 분석 기준을 마련하였다. 학생들의 통계적 소양을 단계별로 제시하여 발달 양상을 분석하는 것은 학생들의 현재 위치를 파악하여 더 높은 수준의 수행 양상에 도달하도록 도울 수 있다는 점에서 의의가 있다. 이에 본 연구에서는 선행연구를 바탕으로 통계적 소양 수준 평가의 기준안을 명확히 하고, 각 수준 별 학생 반응을 자세히 분석하여 학교 통계 교육에서 자료 표현 지도에 대해 새로운 관점을 제시하였다.

### I. 서론

학교 수학에서 통계는 실생활과의 관련성이 많은 영역 중 하나로, 수학의 유용성을 인식시키고 수학적 소양을 키우기에 적절한 영역이다. 특히 현대의 정보화 사회 속 일상생활에서 일어나는 여러 불확실한 현상에 대해 올바르게 예상하고 이에 대한 의사결정을 내리기 위하여 통계적 지식은 필수적이다.

2015 개정 수학과 교육과정에서는 다양한 자료를 수집, 정리, 해석하여 미래를 예측하고 합리적인 의사결정을 하는 민주 시민으로서의 기본 소양을 기르는 것이 통계 교육의 목표임을 명확히 하고 있다(교육부, 2015). 그러나 이러한 통계교육의 목표는 기능, 계산,

절차를 강조했던 전통적인 통계 교육으로 달성할 수 없다(강현영, 2012). 통계적 소양은 다양한 실생활 맥락에서 발생하는 문제들을 통계적 지식과 기능을 활용하여 해결함으로써 길러질 수 있으며, 이를 위한 교육이 학교 통계교육에 적절히 녹아들어야 한다. 이와 같이 학교교육에서 통계적 문제해결의 필요성 및 중요성은 계속해서 강조되고 있으며, 학생들은 문제 설정, 자료 수집, 자료 분석, 결과 해석으로 이루어지는 일련의 통계적 문제해결 과정을 경험하는 것이 필요하다(탁병주, 2017).

우리가 주변에서 대중매체를 통해 쉽게 접하는 정보들은 영화 평점과 흥행의 관계, 수면시간과 비만도의 관계, 가게 소득과 소비의 관계 등과 같이 두 변수 사이의 관계에 대한 것이 많다. 이러한 정보들은 학습, 경제, 교육, 의학 등 다양한 분야에서 선택의 상황에 놓였을 때 의사결정에 중요한 역할을 한다(McKenzie & Pdilla, 1981). 합리적인 의사결정을 하는 민주시민으로서의 기본 소양을 기르는 것이 통계 교육의 목표임을 생각했을 때, 학교 수학에서 두 통계적 변량 사이의 관계를 이해하는데 필요한 상관관계에 대해 배우는 것은 학생들의 일상생활 속 의사결정상황 및 미래의 진로 분야에서 유용하게 사용될 것이다(노아라·유연주, 2013).

통계적 소양 함양을 위한 일련의 활동으로 학생들은 그래프를 통해 자료의 변이를 표현하는 방법을 학습한다(Watson, 2006). 우정호(2000)는 그래프가 직관적인 자료 제시 방법으로 관계와 패턴을 보여주며, 의문을 제기하게 하여 자료 분석의 질을 개선하게 하며 학습의 질을 향상시킨다는 점에서 학교 교육에서 중요하다 하였다. 그러나 학교에서 학생들에게 주어지는 그래프에 관한 과제는 대부분 실제 자료 집합을 이용하거나, 탐구의 일부로서 학생들 자신의 자료를 수집

\* 접수일(2018년 7월 14일), 심사(수정)일(1차: 2018년 9월 7일, 2차: 2018년 10월 3일), 게재확정일(2018년 10월 4일)

\* ZDM분류: K13

\* MSC2000분류: 97C30

\* 주제어: 통계적 소양, 가상적 자료 생성, 그래프, 통계적 공변동

† 교신저자: paransol@knue.ac.kr

하는 형태로 이루어져 있다(노아라·유연주, 2013). 이러한 교육은 자료를 분석하기 위해 그래프를 그리거나 그래프를 언어적으로 해석하는 것에 도움을 줄 수 있다. 하지만 일상생활에서 학생들이 어떠한 정보를 접하는 상황을 보면 제시된 그래프를 통해 주장을 이해하거나 그래프를 언어적으로 해석하기보다 문자와 말과 같은 언어로 제시된 설명을 통해 주장을 받아들이는 경우가 많다. 이처럼 특별한 자료집합이나 그래프 없이 제시된 주장을 이해하고 비판적으로 평가하기 위해서 학생들은 ‘가상적 자료 생성(speculative data generation)’ 경험을 해야 한다.

가상적 자료 생성이란 통계적 연관성에 기초한 인과적 주장을 듣고 이해하며 비판적으로 평가하기 위해 주장을 뒷받침할 만한 통계적 자료를 상상하는 것을 말한다(Moritz, 2004). 통계적 소양이 다양한 실생활 맥락에서 발생하는 문제들을 통계적 지식과 기능을 활용하여 해결함으로써 길러질 수 있다는 점에서, 가상적 자료 생성은 통계적 소양과 밀접한 관련이 있다. 가상적 자료 생성을 위해서는 통계적 공변동을 이해해야 하며 어떻게 자료가 수집되고 측정되는지에 대한 맥락적 이해가 필요하다(Moritz, 2004).

통계적 공변동은 자연과학이나 사회과학 등 여러 분야에서 인과적 추론의 증거로 사용되며, 대수 영역과 통계 영역을 연계하여 지도할 수 있는 중요한 개념이기 때문에 교육과정에서 공변동에 대해 다루는 것은 중요하다(김진술, 2018). 일본의 4학년 교과서에서는 삼각플라스크에 물을 부을 때 나타나는 수면의 높이나 무게의 변화와 같이 변하는 두 수량의 관계를 꺾은선 그래프로 나타내게 하는 활동을 통하여 공변동에 대한 지도를 강조하고 있으며, 미국에서는 시간에 따른 식물의 성장과 같은 ‘변화의 분석’ 활동을 함수의 한 부분으로 초등학교 단계에서 다루고 있다(정영옥, 2005). 그러나 우리나라 초등 교육과정에서는 공변동에 대한 적절한 지도가 부족하다. 예를 들어 초등학교 4학년 자료와 가능성 영역에서 꺾은선 그래프를 도입할 때 한 학생의 월별 몸무게, 날마다 기록한 식물의 크기 변화와 같은 공변동의 소재를 다룬 자료가 제시된다. 그러나 그 지도에 있어 두 변량 사이의 관계성에 주목하여 공변동을 이해하는 활동은 이루어지지 않고 있으며, 단순히 그래프를 그리는 절차 자체를 강조하거나 그래프에서 정보를 찾아 읽는 수준에 머무르고 있다.

학생들의 통계적 소양을 기르기 위해서 초등학교의 통계 지도 방법은 변화해야 한다. 지금처럼 단순히 자료 집합에 의존한 그래프 읽기와 표현 활동에 집중하는 것은 자료집합이 없는 그래프에 대한 상상을 어렵게 할 수 있으며, 이는 학생들로 하여금 ‘숫자 없이 그래프를 그릴 수 없다.’는 잘못된 믿음을 갖게 할 수 있다. 또한 공변동에 대한 지도의 결여는 이후 학습할 함수 및 상관관계 학습에서 어려움을 야기할 수 있다.

이러한 맥락에서 초등학교의 그래프 학습과, 그래프를 통해 파악해야 하는 자료의 특성으로 공변동을 관련지어 생각한다면, 기존의 학교 통계교육에서 강조하였던 자료 집합을 바탕으로 그래프를 그리고 해석하는 활동에서 벗어나 구체적인 자료집합이 주어지지 않은 상황에서 언어로 표현된 공변동을 그래프로 나타내는 과제를 생각할 수 있다. 이는 학생들이 통계적 공변동에 대한 언어적 표현을 바탕으로 자료를 가상적으로 생성한다는 점에서 의미가 있다.

따라서 본 연구에서는 가상적 자료 생성의 과제를 바탕으로 자료를 표현하는 과정에서 나타나는 초등학교 5학년, 6학년 학생들의 통계적 소양 수준은 어떠하며, 각 수준별 특징은 어떠한지 분석하였다. 통계적 소양 검사를 통해 얻은 학생 응답은 선행연구를 바탕으로 마련된 통계적 소양 평가 기준에 따라 질적 분석을 통해 범주화 하였다.

우리나라의 수학과 교육과정에는 민주 시민으로서 갖추어야 할 통계적 소양이 명확히 제시되지 않아 통계적 추론대신 기술에 치중한다는 비판이 제기된 바 있으므로(강현영, 2012), 기존 연구에서 충분히 다루지 않았던 자료표현 영역에서 초등학교의 통계적 소양에 대한 논의는 통계교육에 유의미한 시사점을 제시할 것이라 기대한다.

연구문제는 다음과 같다.

1. 가상적 자료 생성 과정에 기반을 둔 자료 표현 과제에 대해 초등학교 5학년, 6학년 학생들은 어떻게 이해하고 있는가?
2. 가상적 자료 생성 과정에 기반을 둔 자료 표현 과제에 나타나는 초등학교 5학년, 6학년 학생의 통계적 소양 수준은 어떠한가?

## II. 이론적 배경

**1. 통계적 소양**

통계적 소양이란 자료의 수집과 분석, 표현과 같이 자료를 읽고 쓰는데 필요한 능력을 일컫는 용어로, 오늘날 민주사회의 시민에게 필요한 통계 교육의 중요한 목적 중 하나이다. Garfield, delMas, & Chance(2003)는 통계적 소양을 다음과 같이 설명하고 있다.

통계적 소양은 통계적 정보나 연구 결과를 이해하는데 이용되는 기본적인 중요한 기능을 의미한다. 이러한 기능에는 자료를 조직하고, 표를 작성하여 제시하고, 자료를 다양한 표현으로 나타낼 수 있는 것 등이 있다. 또한 통계적 소양에는 개념, 용어, 기호를 이해하고 확률을 확실성의 측도로 간주하는 것이 포함된다

Gal(2002)은 통계적 소양을 개념화 하면서 통계적 소양의 주요 요소들을 설명하였다. 성인이 일상생활에서 능력 있는 자료의 소비자로서 행동하는데 필요한 능력에 초점을 두어 통계적 소양을 제시하였다. Gal(2002)은 통계적 소양을 [표 1]과 같이 크게 지식요소 네 가지와 와 성향요소 두 가지로 구성되어 있다고 설명하였다.

[표 1] 통계적 소양의 요소(Gal, 2002)  
[Table 1] The elements of statistical literacy(Gal, 2002)

지식요소	성향요소
통계적 지식, 수학적 지식 맥락적 지식, 의사소통 능력	비판적 자세 신념과 태도

Watson(2006)은 모든 학생들이 자료에 기초하여 의사결정 하는데 참여하도록 하는 장래의 준비를 목적으로 통계적 소양의 요소를 제시하고 그 요소들 사이의 연결을 보여주었다. 통계 교육의 목적으로서 통계적 소양은 넓은 맥락에서 뿐만 아니라 학교교육과정에서 내용을 통합하며, 통계적 소양과 관련된 아이디어 사이에 많은 중요한 연결이 있음을 알 수 있다.

통계적 소양에 대한 여러 가지 정의와 연구에 따르면, 통계적 소양에서는 통계적 지식과 기술을 습득하여 활용하는 것 외에 크게 두 가지 측면이 강조되고 있다(탁병주, 2017). 하나는 다양한 맥락에서 접하는 통계 정보나 자료와 관련된 주장 또는 확률 통계적 현상들을 해석하고 비판적으로 평가하는 능력이며, 다른

하나는 통계 정보에 기초하여 토론하고 의사소통 하는 것이다(강현영, 2012). 따라서 통계 자료나 정보가 제시되는 맥락 및 통계 현상을 해석하고 평가하기 위한 통계적 문제해결과정은 통계적 소양에 중요한 요소가 된다.

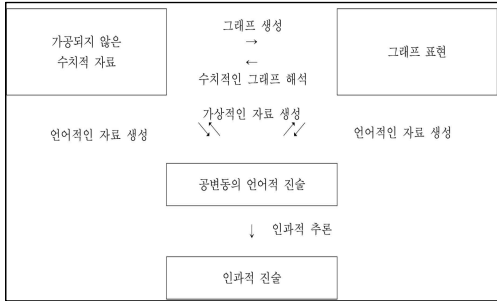
**2. 상관관계에 대한 교육적 의미**

상관관계는 두 통계적 변량 사이의 선형적 관계를 파악하는 것으로 통계적 공변동의 개념으로 설명되며, 이는 학생들이 학교에서 배운 통계를 실생활과 관련짓고 적용하는 데에 필수적이다(황혜정 외, 2016). Jones 외(2004)는 상관관계와 회귀에 관한 연구가 변수들 간의 통계적 관계를 확인하고, 적절한 시점에서 인과성을 설명하는데 사용되기에 통계학에서 매우 중요한 역할을 한다고 주장하였다.

통계적 공변동은 수치적인 크기에 따라 변하는 두 통계 변량의 대응관계이며 Garfield & Benzvi(2008)는 공변동에 대해 학습하는 것을 두 변수의 관계가 예측 가능한 방식으로 변화될 수 있음을 이해하는 것이라 설명하였다. 즉, 공변동에 대한 학습은 양의 상관관계에서 한 변수가 높은 값을 가지면 다른 값도 높은 값을 가지는 것과 같은 관계를 이해하는 것으로, 이러한 관계가 때때로 직선으로 모델링되며 두 변수가 연관성이 있을지라도 항상 인과를 내포하지는 않는다는 것을 아는 것이다(Garfield & Benzvi, 2008).

통계적 공변동은 두 변량에 대한 수학적 형식인 선형함수, 통계적 형식인 산점도, 비형식적인 언어적 표현 등을 통해 나타나며, 그 중에서도 산점도는 통계적 공변동을 가장 잘 표현하는 방법이다(Moritz, 2004).

Moritz(2004)는 통계적 공변동에 대한 추론을 알아보기 위한 능력으로 언어로 표현된 공변동을 그래프로 그려보는 가상적인 자료 생성, 산점도를 언어로 진술하거나 주어진 진술을 평가하는 언어적 그래프 해석, 어떤 값을 읽거나 내삽하는 수치적 그래프 해석의 세 가지를 이야기하였다. 공변동에 관한 사고는 본래의 수치적 자료, 그래프 표현, 그리고 통계적 공변동 및 인과관계에 대한 언어적 설명을 다른 형태로 변환하는 과정을 포함하며, 이러한 변환 과정은 [그림 1]과 같다.



[그림 1] 통계적 공변동을 표현하는 형태와 그것을 변환하는 능력(Moritz, 2004)

[Fig. 1] The forms and the ability to transform statistical concomitant variation(Moritz, 2004)

학교 통계교육에서는 주로 그래프를 생성하고 그 그래프를 수치적으로 해석하는 변환 과정에 초점을 두고 있으며, 다양한 맥락에서 접하는 통계 정보나 자료와 관련된 주장 또는 확률 통계적 현상들을 해석하고 비판적으로 평가하기 위한 통계적 소양이 필요하다.

### 3. 통계적 소양의 수준

통계교육의 목적으로서 통계적 소양이 자리 잡기 위해서는 통계적 소양을 이루는 요소별 세부 목표가 선정되고 이를 평가할 수 있는 기준이 마련되어야 한다(탁병주, 2017). 선행연구를 살펴보면 통계적 소양의 평가와 관련한 대부분의 연구는 호주의 통계교육 전문가인 Jane M. Watson을 중심으로 이루어져 왔음을 알 수 있다. Watson은 교육과정 내에서 통계적 소양의 교육적 의미와 요소를 지속적으로 연구해왔고, Biggs & Collis(1982)의 \*SOLO(Structure Of Learning Outcomes)구조를 바탕으로 통계적 소양의 평가의 기초를 마련하였다.

\* SOLO모형은 준비는 되어있으나 과제 자체를 적절한 방식으로 다루지 못하는 전구조 반응(P), 문제에 초점을 맞추지만 단 하나의 적절한 자료만 사용하여 사실 간의 관련성을 파악하지 못하는 단일구조 반응(U), 자료들 사이의 어떠한 관련성도 알지 못한 채 둘 또는 그 이상의 자료들을 이용하는 다중구조 반응(M), 모든 유용한 자료를 상호 관련지어 통합하여 이용할 수 있는 관계적 반응(R), 새롭고 추상적인 특징으로부터 일반화할 수 있는 확대 추상화 반응(E)의 5단계로 구성되어있다(Biggs, 2002).

#### 가. Watson(1997)

Watson(1997)은 통계적 소양을 사회에서 대중매체나 보고서의 형식으로 소개되는 통계적 정보를 해석하는데 요구되는 능력의 정교성에 따라 [표 2]와 같이 세 수준으로 구분하였다.

[표 2] Watson(1997)의 통계적 소양 수준  
[Table 2] Statistical literacy assessment(Watson, 1997)

수준	특징
1수준	용어 이해하기
2수준	맥락에서 용어 이해하기
3수준	정당화 없이 제기된 주장에 대한 비판적인 의문 제기하기

1수준은 확률 및 통계에서 사용하는 용어를 기초적으로 이해하는 수준이다. 통계적 결정을 위하여 사용하는 용어들을 맥락과 함께 사용하려면 이에 대한 기초적 이해가 필수적이다.

2수준은 맥락 내에서 확률 및 통계적 언어와 개념을 이해하는 수준이다. 즉, 더 폭넓은 사회적 논의 속에 확률 및 통계의 언어가 포함되어 있을 때 이를 이해할 수 있어야 한다.

3수준은 적절한 정당화 없이 제기한 주장에 대해 비판적인 의문을 제기하는 수준으로, 적절한 통계적 기초가 없이도 문제에 직면하여 그에 도전할 수 있는 능력과 자신감을 갖도록 하는 것이다.

Watson(1997)이 제기한 수준을 결정짓는 가장 중요한 요소가 바로 맥락이다. 2수준은 1수준과 달리 맥락이 부여하는 의미와 더불어 통계적 용어를 이해해야 하며, 3수준은 통계적 주장이 생성된 통계적 문제해결 맥락을 총체적으로 이해해야 도달할 수 있는 수준이다. 즉, 통계적 소양의 수준은 통계적 소양에 대한 Watson(2006)의 정의에서처럼 “미리 연습할 수 없는 맥락”을 얼마나 이해하여 활용할 수 있는지에 따라 결정된다.

Watson(1997)의 사회적, 개인적 측면을 기준으로한 통계적 소양의 수준 제시는 다양한 통계적 개념에 대한 학생들의 이해 정도를 판단하고 이들의 이해를 범주화 할 수 있는 기준을 제공해주었다는 점에서 의의가 있다. 그러나 Watson(1997)이 제시한 수준체계에는 각 수준에서 학생들이 통계적 문제를 해결하는 중 어떻게 맥락을 이해하고 활용하는지에 대한 구체적이며

명확한 설명이 나타나있지 않다.

나. Watson & Callingham(2003)

Watson & Callingham(2003)은 Watson(1997)의 기존 틀 외에 새로운 틀이 필요함을 다음과 같이 언급하였다.

통계적 소양에 대한 Gal(2002)의 정의를 보면서, 자료와 가능성 교육과정과 관련된 개념을 이해하는 능력, 변이를 고려하는 능력, 그리고 제시된 맥락과 상호작용하는 능력이 통계적 소양을 구성하는데 매우 유의미한 요소임을 깨달았다. 여기에는 과제를 수행하는데 필수적인 수학 용어와 적절한 통계적 기술이 포함된다(Watson & Callingham, 2003).

이에 Watson & Callingham(2003)은 1993년부터 2000년까지 장기간에 걸쳐 3~9학년 학생을 대상으로 지필검사를 통해 학생들의 반응을 코딩하고 분류하여, 이를 바탕으로 통계적 소양의 수준 틀을 제시하였다. 이는 통계적 소양의 위계의 존재를 실증적으로 뒷받침하였다는 점에서, 다른 한편으로는 복잡한 통계적 소양의 특성을 이전보다 더 효과적으로 반영하였다는 점에서 의의가 있다. 이들은 학생들의 통계적 소양을 위계에 따라 여섯 가지 범주로 나누었다.

Watson & Callingham(2003)의 통계적 소양 수준은 문헌 분석을 통해 개발한 것이 아니라, 학생들의 과제 수행 결과를 바탕으로 분류한 것이다. 따라서 이러한 수준의 체계는 학교 교육에서 통계적 소양을 평가하는 기초적인 잣대를 마련해주었다는 점에서, 통계적 소양의 의미와 요소를 탐구했던 이전의 선행 연구보다 진보했다고 할 수 있다(탁병주, 2017). 이후로 학교 교육의 맥락에서 통계적 소양의 교수·학습과 평가가 통계 교육의 새로운 이슈로 나타나게 되었다.

Watson(1997)이 통계적 소양 수준을 결정짓는 요소로 맥락을 제기했다면, Watson & Callingham(2003)은 각 수준별 맥락에 대한 학생들의 인식을 분명하게 드러냈다. 학생들의 통계적 소양의 수준 상승을 통계적 소양 함양이라고 조작적으로 정의한다면, 맥락에 대한 학생들의 인식을 변화시키기 위한 교사의 역할은 통계 교수·학습 개선의 핵심이 될 것이다.

Watson & Callingham(2003)이 제시한 6수준의 통

계적 소양은 [표 3]과 같다.

[표 3] 통계적 소양 수준(Watson & Callingham, 2003)  
[Table 3] Statistical literacy assessment

수준	특징
1수준	개인적인 수준 (idiosyncratic)
2수준	비형식적인 수준 (informal)
3수준	비일관적인 수준 (inconsistent)
4수준	일관적이거나 무비판적인 수준 (consistent and non-critical)
5수준	비판적인 수준 (critical)
6수준	비판적이고 수학적 수준 (critical and mathematical)

1수준은 개인적인 수준으로, 부적절한 방식으로 맥락을 활용하거나 모호하게 용어를 사용하며, 표 읽기, 개수 세기와 같은 기초적인 수학적 기술에 의존하는 경향이 있다.

2수준은 비형식적인 수준으로 직관적이고 비통계적인 생각을 바탕으로 맥락을 구어적이며 비형식적인 방식으로 활용하며, 복잡한 개념과 상황 속에서 특정한 가지 요소에만 주목하는 경향이 있다.

3수준은 비일관적인 수준으로 그저 보조를 맞추는 형식으로 맥락을 활용하며, 결론에 대한 적절한 정당화를 제시하지 않는 모습을 볼 수 있다.

4수준은 일관적이거나 무비판적인 수준으로, 맥락을 비판적인 시각으로 바라보지는 않지만 적절히 활용한다. 또한 다양한 측면의 통계적 개념을 고려하여 용어를 사용하며, 명확한 우연의 상황에서는 변이를 인식한다. 또한, 확률과 평균을 계산하고 그래프를 바람직하게 그리는 정도의 통계 기술을 보여준다.

5수준은 비판적인 수준으로, 다양한 맥락에서 비판적인 의문을 제기하며, 통계적 용어도 적절하게 사용하며, 정확하게 변이를 인식하는 등 매우 높은 수준의 과제 수행 결과를 보여준다. 다만, 비례추론과 같은 수학적 기술을 비판적인 의문을 제기하는 과정에서 보여주지 못한다.

6수준은 비판적이고 수학적 수준으로 대중매체나 우연 맥락 내에서 특정한 비례추론을 적절히 활용하는 능력을 보여준다.

본 연구에서는 편의상 Watson & Callingham(2003)의 6가지 수준을 WC1~WC6으로 표현하였다.

다. Sharma et al(2011)

Sharma et al(2011)는 Watson & Callingham(2003)과 Watson(2006)의 통계적 소양 6수준을 4수준으로 축소하여 제시한 것으로 다음 [표 4]와 같이 4단계가 나타난다. Sharma et al(2011)은 학생들의 통계적 소양 구조를 평가하여, 더 높은 수준의 통계적 소양에 도달할 수 있도록 돕는 비계 역할의 도구를 교사에게 제공하는데 목적을 두고 다음 4단계를 제시하였다.

[표 4] 통계적 소양 수준(Sharma et al, 2011)  
[Table 4] Statistical literacy assessment

수준	특징
0-1수준	비형식적, 개인적인 수준 (informal/idiosyncratic)
2수준	일관적이나 무비판적인 수준 (consistent and non-critical)
3수준	비판적인 수준_초급 (early critical)
4수준	비판적인 수준_고급 (advanced critical)

0-1수준은 비형식적, 개인적인 수준으로 SOLO구조에서 전구조화 또는 기껏해야 단일구조화 단계의 사고 특성을 보여준다. 이 수준에서는 문맥과 거의 연관성이 없거나, 개인적인 믿음이나 생각, 비통계적인 관점에서 만들어진 응답이 관찰된다.

2수준은 일관적이나 무비판적인 수준으로 단일구조화, 다중구조화 단계의 사고특성을 보여준다. 이 수준에서는 문맥에 대해 적절하지만 무비판적인 모습을 보여주며, 자료수집 방법 및 문맥과 관계없이 결과의 타당성에 대한 일반적인 진술이 나타난다. 학생들은 자료와 관련된 단일 요소에 초점을 맞추거나, 하나 이상의 요소에 집중하려고 시도하지만 다양한 요소를 통합하는데 어려움을 겪는다.

3수준은 초기 비판적인 수준으로 관계화 단계의 사고 특성을 보여주기 시작한다. 이 수준에서는 자료에서 둘 이상의 요소에 주의를 기울일 수 있으며, 그 요소들을 통합할 수 있다. 또한 친숙한 맥락에 대해 비판할 수 있으며, 용어를 적절하게 사용하여 질적인 해석을 할 수 있다. 주로 문맥이나 자료에 기초하지만, 문맥과 자료 모두를 고려할 수 없다. 또한 자료 수집 방법 및 그래프에 대해 두 가지 변수를 동시에 고려할 수 있다.

4수준은 발전된 비판적인 수준으로 확장된 추상적

사고를 보여주는 단계이다. 이 수준에서는 통계적이고 맥락적인 지식을 통합할 수 있으며, 학생들은 예측, 일반화, 성찰 또는 새로운 이해를 위한 기초로 사용하기 위해 과제의 여러 요소를 함께 관련지을 수 있는 능력이 있다. 정교한 통계적 기술 및 수학적 기술이 이 수준의 성공 요인이며, 언어의 미묘한 측면을 해석할 수 있는 능력이 있다.

본 연구에서는 편의상 Sharma et al의 4가지 수준을 In/Id(Informal/Idiosyncratic), CN(Consistent and Non-critical), EC(Early Critical), AC(Advanced Critical)으로 표현한다.

#### 라. 통계적 소양 수준의 통합 기준

통계적 소양을 평가하고 분석하는 기준에는 어느 정도 공통점이 있으나 연구자 마다 조금씩 상이한 부분이 있다. Sharma(2017)는 문헌 연구를 통해 여러 학자들에 의해 제시된 통계적 소양 평가 분석 기준을 비교 제시하였으며, 교사가 현장에서 학생들의 통계적 소양을 평가하는데 어려움이 없어야 함을 주장하였다. 비교적 최근에 제시된 Sharma et al(2011)의 통계적 소양 수준 구분은 4단계로 제시되므로 학생들의 단계 구분이 비교적 용이한 반면, 학생들의 수준을 세분화하여 정확하게 나타낼 수 없다. 따라서 본 연구에서는 Sharma et al(2011)의 통계적 소양 4수준과, Watson & Callingham(2003)의 통계적 소양 6수준을 통합하여 사용하였다. 먼저 Sharma et al(2011)의 연구를 바탕으로 큰 틀을 마련하고, 학생들의 응답을 자세히 분석하기 위하여 Watson & Callingham(2003)의 분석 기준을 적용하여 소양 수준을 세분화하였다. 본 연구에서 사용한 통합된 기준은 [표 5]와 같다.

[표 5] 통계적 소양 수준 통합 기준

[Table 5] Standard for integration of statistical assessment.

Sharma et al(2011)		Watson&Callingham(2003)	
0-1수준	비형식적, 개인적인 수준	1수준	개인적인 수준
		2수준	비형식적인 수준
		3수준	비일관적인 수준
2수준	일관적이나 무비판적인 수준	4수준	일관적이나 무비판적인 수준
3수준	비판적인 수준_초급	5수준	비판적인 수준
4수준	비판적인 수준_고급	6수준	비판적이고 수학적 수준

Watson & Callingham(2003)의 연구에서 개인적인 수준, 비형식적인 수준, 비일관적인 수준에 해당되는 1-3수준은 Sharma et al(2011)의 연구의 비형식적, 개인적인 수준에 해당되는 0-1수준으로 통합하였다. 그 외 각 수준별 특징을 살펴보았을 때, Watson & Callingham(2003)의 4수준, 5수준, 6수준은 각각 Sharma et al(2011)의 2수준, 3수준, 4수준과 부합하는 것으로 판단하였다. 통계적 소양의 수준을 구분하고, 평가하는 것은 학생들의 현재 위치를 파악하여 더 높은 수준의 수행 양상을 보일 수 있도록 도울 수 있으므로 중요하다.

### III. 연구방법

#### 1. 연구 참여자

본 연구의 참여자는 경기도에 위치한 초등학교 5학년, 6학년 학생 91명이다. 공변동은 함수 및 상관관계 학습에 있어 변수 사이의 관계성 개념을 이해하는데 기초가 되므로 초등학교 수학 과정을 마무리하는 단계에서 중요한 개념이다. 또한 초등학교 5학년, 6학년 학생들은 학교 수학 교육과정의 자료와 가능성 영역에서 꺾은선 그래프를 4학년 때 이미 학습했다. 검사 시기 상 비율그래프는 모두 학습하기 이전이지만, 이를 제외한 모든 유형의 그래프는 학습하였다는 점을 고려하여 본 연구의 연구 대상을 초등학교 5학년, 6학년으로 선정하였다. 이들은 편의표집을 통해 추출되었으며 소수의 참여자로 연구를 수행하였기에 본 연구의 결과를 우리나라의 모든 초등학교생으로 일반화하여 적용할 수는 없다. 다만, 연구 참여자들 모두 동일한 학교에 재학 중이라는 점에서 우리나라 초등학교생 대상으로 자료 표현과 관련된 통계적 소양의 실태를 보여주는 하나의 사례로서 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다.

[표 6] 연구 참여자

[Table 6] A research participant information

구분	남자	여자	합계
5학년	21	25	46
6학년	22	23	45
합계	43	48	91

### 2. 자료 수집

#### 가. 검사 도구

본 연구에서는 가상적 자료 생성 과정에 기반 한 그래프 표현 과제를 통해 초등학교 5학년, 6학년 학생들의 통계적 소양 수준을 분석함으로써 통계적 소양의 관점에서의 그래프 교육을 이야기하고자 한다. 가상적 자료 생성에 기반 한 자료 표현 영역의 과제를 구성하기 위하여 Watson(2000)의 연구에서 1991년의 신문 기사를 활용하여 그래프 결합을 시도했던 과제를 발췌하였다. Watson(2000)은 [그림 2]와 같이 1991년 호주 신문에 보도되었던 ‘자동차와 심장마비’의 관련성을 주장하는 기사를 인용하여 자료집합 없이 언어로 진술된 논제에 대해 그래프를 그려 주장을 뒷받침하는 과제를 제시하였다. 본 연구에서는 시의성과 과제를 수행하는 주체가 초등학교생인 점을 고려하여, 학생에게 더 친숙하게 느껴지는 소재로 ‘인터넷 사용과 시력’을 선정하였고, 초등학교 수준에 맞게 용어를 수정하였다. 이렇게 재구성된 과제는 [그림 3]과 같다.

*The following newspaper article extract comes from page 2 of the June 11, 1991 edition of the Hobart Mercury*

**Family car is killing us, says Tasmanian researcher**

Twenty years of research has convinced Mr. Robinson that motoring is a health hazard. Mr. Robinson has graphs which show quite dramatically an almost perfect relationship between the increase in heart deaths and the increase in use of motor vehicles. Similar relationships are shown to exist between lung cancer, leukaemia, stroke and diabetes.

Draw and label a sketch of what one of Mr. Robinson's graphs might look like

[그림 2] Watson(2000)의 연구에서 사용한 문제  
[Fig. 2] Task used in Watson research(2000)

문 선생님은 20년 동안의 연구를 통하여 인터넷 사용이 시력 저하에 영향을 준다고 확신하였습니다. 이 주장을 뒷받침하기 위하여 문 선생님은 1995년부터 2015년까지 지난 20년 동안 인터넷 사용자 수의 증가와 안경 쓴 사람 수의 증가 사이에 아주 밀접한 관련성을 보여주는 그래프를 제시하였습니다. 문 선생님이 제시한 그래프를 그려봅시다.

[그림 3] 가상적 자료 생성 과정을 반영한 자료 표현 과제  
[Fig. 3] Task about data presentation reflecting the process of speculative data generation

나. 검사 도구의 타당도와 신뢰도

검사도구의 타당도를 높이기 위하여 초등학교 5학년 학생 5명, 6학년 학생 5명을 대상으로 1차 예비검사를 실시하여, 문항이 가상적 자료 생성과 관련하여 통계적 소양 수준을 분석하는데 적절한지 살펴보았다. 또한 문항에 사용된 언어가 학생들에게 적절한지 확인하여 문항 진술상의 문제점을 수정하였다. 이와 같이 수정된 내용을 바탕으로 검사도구 및 문항 선정 기준에 대해 전문가 1인과 초등수학교육 석·박사 과정 8인의 검토를 받은 결과, 본 과제가 초등학생의 가상적 자료 생성과 관련된 그래프 표현을 통해 통계적 소양 수준을 살펴보는 데 적절하다 판단하였다.

학생들의 통계적 소양 수준 분석 결과의 신뢰도를 높이기 위하여 2인의 채점자를 선정하여 연구자를 포함한 3인의 채점 결과를 바탕으로 채점자간 신뢰도(inter-coder reliability) 검사를 실시하였다. 3명의 채점자가 분류한 유형에 대해 1수준은 1점, 2수준은 2점, 3수준은 3점, 4수준은 4점, 5수준은 5점, 6수준은 6점으로 각각 점수를 부여하여 SPSS 프로그램을 통해 Cohen Kappa(K) 값을 구했으며, Kappa 계수\*를 채점자간 신뢰도로 해석하였다. 그 결과 채점자1과 채점자2의 신뢰도는 0.845이며, 채점자2과 채점자3의 신뢰도는 0.802, 채점자1과 채점자3의 신뢰도는 0.816으로 채점자간 신뢰도가 매우 높음으로 나타났다. 이는 채점자에 따라 결과가 다르게 해석되지 않도록 분류 기준이 상세하고 정교하게 마련되었음을 의미한다.

\* Kappa 계수는 우연에 의해 두 채점자의 결과가 일치하는 확률을 제거한 것으로, .40~.60이면 '채점자간 신뢰도가 있다', .60~.75이면 '채점자간 신뢰도가 높다', .75이상이면 '채점자간 신뢰도가 매우 높다'로 분류된다(Fleiss, 1981).

### 3. 분석 방법

연구 참여자들이 과제에 대해 답한 지필반응을 바탕으로 통계적 소양 수준 분석을 하였으며, 세 단계의 과정을 통해 분석을 하였다. 우선 첫 번째 단계에서는 학생들의 응답을 학생들이 사용한 그래프 표현 양식 및 용어, 표식 등 세부적인 요소에 따라 분류하여 범주화하였다. 이는 통계적 소양에 대한 연구 참여자의 인식 수준을 토대로 실시하였으며, SOLO 모형을 활용한 Watson(1997)의 선행연구를 참고하였다.

1차 분석으로 범주화한 반응은 Watson & Callingham(2003)의 통계적 소양 6수준을 바탕으로 2차 분류하였으며, 이를 다시 Sharma et al(2011)의 통계적 소양 4수준으로 3차 분류하였다.

통계적 소양 수준 분석 기준은 이론적 배경에서 언급한 바와 같이 Sharma et al(2011)과 Watson & Callingham(2003)의 연구를 바탕으로 통합 제시하였으며, WC1수준~WC3수준은 In/Id 수준으로, WC4수준은 CN수준으로, WC5수준은 EC수준으로, WC6수준은 AC수준으로 범주화하여 연구 결과를 분석하였다.

## IV. 결과 분석 및 논의

### 1. 가상적 자료 생성 과정을 기반으로 한 「자료 표현」 과제에 대한 학생들의 이해

본 연구의 과제는 학생들이 별도의 통계적 수치 없이 제시된 문맥을 바탕으로 '인터넷 사용량 증가와 안경 착용 인원 수 증가 사이의 완벽한 관련성을 보여주는 그래프'를 어떻게 그리는가를 관찰하여 자료 표현에 관한 학생들의 통계적 소양 수준을 확인하였다.

과제 해결 과정에서 나타난 학생들의 반응을 학생들이 사용한 그래프 표현 양식 및 용어, 표식 등 세부적인 요소에 따라 분류한 결과 [표 7]과 같은 13가지 유형이 도출되었다. 이 유형은 과제에 대한 학생들의 반응을 1차적으로 범주화하기 위하여 관측된 학습 결과의 구조인 Biggs와 Collis(1982)의 SOLO분류법을 참고하였으며, 그 결과 문맥 이해 여부와 그래프 표현의 정교함을 중심으로 가장 기초적인 단계인 R1부터 고급 단계인 R13으로 분류되었다.



[표 7] 학생 응답 범주화  
[Table 7] Classification of student responses

범주	반응 유형
R1	문맥을 이해하지 못하며, 그래프를 그리지 못함
R2	문맥을 이해하였으나, 단순한 그림 표현 혹은 그래프의 윤곽 등만 보임.
R3	문맥에 대한 어떠한 설명도 없는 기초적 그래프를 나타냄, 표식이 없거나 단순한 숫자의 표식만 있음
R4	표식은 있으나 문맥과 관련이 없고, 자신이 이미 알고 있는 그래프 모양을 재현함
R5	문맥을 이해하여 그래프의 형태로 나타내지만, 그래프 형태가 완전하지 않거나 표식이 정확하게 표현되지 않음
R6	문맥을 이해하여 그래프의 형태를 나타내나 제시된 주장을 뒷받침하지 못함
R7	그래프 표현에 정교함을 보여주나, 변수 설정에 있어 오류를 보임
R8	그래프 표현에 정교함을 보여주나, 변수를 연결 짓지 못하고 단순하게 비교함
R9	그래프에 상관관계가 드러나나, 가로축과 세로축에 대한 표식이 정확하게 사용되지 않음
R10	그래프에 상관관계가 드러나며, 표식을 사용하고 있으나 무엇에 대한 표식인지 언급이 없음 혹은 단일 변수만을 표현함
R11	두 가지 변수를 사용하여 상관관계를 보여주고 있으나, 그래프 작성에 있어 작은 오류를 보임
R12	두 가지 변수의 상관관계를 막대그래프와 꺾은선 그래프를 활용하여 나타냄
R13	관계적 수준으로, 공통으로 제시된 요인을 인식하여 두 변수를 함께 묶어 표현함

1차 범주화 과정을 거친 13가지 유형의 범주는 통계적 소양 수준을 6단계로 분류 제시한 Watson & Callingham(2003)의 기준에 따라 2차 범주화되었다. 그 결과 R1은 WC1수준, R2는 WC2수준, R3~R6은 WC3 수준으로 구분되었으며, 이는 다시 Shrama et al(2011)의 기준에 따라 In/Id수준으로 분류되는 3차 범주화 과정을 거친다. 따라서 범주 R7, R8, R9, R10은 일관적이나 무비판적인 WC4수준이자 CN수준으로 제시되었으며, 범주 R11과 R12는 WC5수준이자 EC수준으로, 마지막 범주 R13은 WC6수준이자 AC수준으로 구분되었다. 그 결과 본 과제에서 사용한 통계적 소양 분류 기준은 다음 [표 8]과 같다.

[표 8] 본 과제의 통계적 소양 분석 기준  
[Table 8] Statistical literacy level for this task

S	WC	반응 유형
In/Id	WC1	문맥을 이해하지 못하며, 그래프를 그리지 못함
	WC2	문맥을 이해하였으나, 그래프가 아닌 형태로 표현
	WC3	유형 1: 문맥에 대한 어떠한 설명도 없는 기초적 그래프를 나타냄, 표식이 없거나 단순한 숫자 등의 표식만 있음
		유형 2: 표식은 있으나 문맥과 관련이 없고, 자신이 이미 알고 있는 그래프 모양을 재현함
유형 3: 문맥을 이해하여 그래프의 형태로 나타내지만, 그래프 형태가 완전하지 않거나 표식이 정확하게 표현되지 않음		
CN	WC4	유형 4: 문맥을 이해하여 그래프의 형태를 나타내나 제시된 주장을 뒷받침하지 못함
		유형 1: 그래프 표현에 정교함을 보여주나, 변수 설정에 있어 오류를 보임
		유형 2: 그래프 표현에 정교함을 보여주나, 변수를 연결 짓지 못하고 단순하게 비교함
		유형 3: 그래프에 상관관계가 드러나나, 가로축과 세로축에 대한 표식이 정확하게 사용되지 않음
EC	WC5	유형 4: 그래프에 상관관계가 드러나며, 표식을 사용하고 있으나 무엇에 대한 표식인지 언급이 없음 혹은 단일 변수만을 표현함
		유형 1: 두 가지 변수를 사용하여 상관관계를 보여주고 있으나, 그래프 작성에 있어 작은 오류를 보임
AC	WC6	유형 2: 두 가지 변수의 상관관계를 막대그래프와 꺾은선 그래프를 활용하여 나타냄 관계적 수준으로, 공통으로 제시된 요인을 인식하여 두 변수를 함께 묶어 표현함

위와 같은 통계적 소양 수준에 비추어 학생들의 자료 표현 영역에 대한 이해를 조사한 결과는 다음과 같다. 다음 [표 9]는 각 범주에 해당하는 연구 참여자의 수를 분포표로 나타낸 것이다.

자료 표현에 대한 통계적 소양 수준별 학생 분포를 보았을 때, 초등학교 5학년 학생의 경우 23.9%의 학생이 In/Id수준에, 37%의 학생이 CN수준에, 21.7%의 학생이 EC수준에, 17.4%의 학생이 AC수준에 속하는 것으로 나타났다. 5학년 학생은 일반적이고 무비판적인 수준에 가장 많은 학생이 분포하였다.

초등학교 6학년 학생의 경우는 20%의 학생이 In/Id수준에, 33%의 학생이 CN수준에, 26.4%의 학생이 EC수준에, 18.7%의 학생이 AC수준에 속하는 것으로 나타났다. 6학년 학생은 EC수준에 가장 많은 학생이 분포되었으며, 약 31%가 초기 비판적인 수준에 도달하였

다. 5학년 학생 중 약 22%만 EC수준에 도달한 것을 보았을 때 학년이 높아질수록 상위 수준의 통계적 소양에 쉽게 도달할 수 있음을 보여주었다.

분포 표를 살펴보면 5학년 학생 중 약 24%, 6학년 학생 중 약 20%가 In/Id 수준으로 분류되었음을 알 수 있다. 이는 본 연구에서 사용한 과제가 학생들에게 익숙하지 않은 유형이며, 적지 않은 학생들이 과제의 문맥을 이해하여 그래프로 표현하는데 어려움을 겪었다는 것을 보여준다.

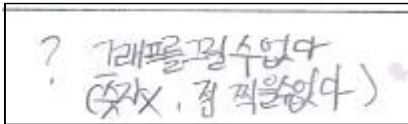
[표 9] 통계적 소양 수준 별 학생 분포  
[Table 9] Student Distribution by Statistical Level

S수준	WC수준	5학년	6학년	계
In/Id	WC1	2 (4.3)	3 (6.7)	5 (5.5)
	WC2	2 (4.3)	0 (0)	2 (2.2)
	WC3	7 (15.2)	6 (13.3)	12 (14.3)
CN	WC4	17 (37.0)	13 (28.9)	30 (33.0)
EC	WC5	10 (21.7)	14 (31.1)	24 (26.4)
AC	WC6	8 (17.4)	9 (20.0)	17 (18.7)

## 2. 가상적 자료 생성 과정을 기반으로 한 「자료 표현」 과제에서 나타나는 통계적 소양 수준 분석

### 가. In/Id수준\_WC1수준

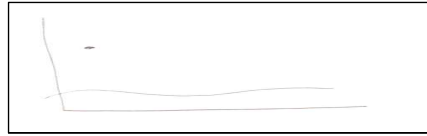
WC1수준의 학생들은 문맥을 이해하지 못하며, 그래프를 그리지 못하는 상태로 전체의 5.5%를 차지하였다. 아예 아무것도 서술하지 않거나, 문제를 그대로 서술하는 경우가 대표적이다. 일부 학생들은 [그림 4]와 같이 응답하며 “무엇을 보고 그래프를 그려야 할지 모르겠다.”, “자료가 없어서 그래프를 그릴 수 없다.”는 반응을 보였다. 이는 이전에 이러한 과제에 대한 경험이 없었음을 보여주었다.



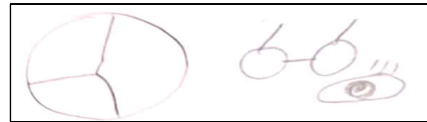
[그림 4] WC1수준 반응의 예  
[Fig. 4] An example of responses in WC1

### 나. In/Id수준\_WC2수준

WC2수준의 학생들은 문맥을 이해하여 자신이 이해한 대로 자료를 재 표현하고자 시도한다는 점에서 WC1수준보다 발전된 모습을 보여준다. 학생들은 어떤 종류의 기본 틀을 이용하여 그래프를 그리려고 시도하나, 그래프의 형태를 그려내지 못하거나 단순한 그림으로 재표현하고 있다. [그림 5], [그림 6]과 같은 응답은 학생들이 그래프를 다루는 기초 능력이 부족함을 보여준다. WC2수준에 속하는 학생들은 전체의 2.2%였으며, 5학년 학생 중 43%가 WC2수준에 속한 반면, 6학년 학생 중 WC2수준으로 분류된 학생은 한 명도 없었다.



[그림 5] WC2수준 반응의 예(틀)  
[Fig. 5] An example of responses in WC2(flame)

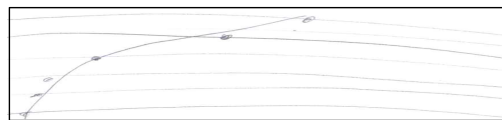


[그림 6] WC2수준 반응의 예(단순한 그림)  
[Fig. 6] An example of responses in WC2(Picture)

### 다. In/Id수준\_WC3수준

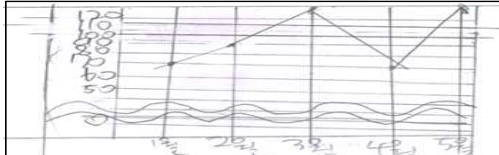
비일관적인 수준에 해당되는 WC3수준에서는 학생들의 응답을 비슷한 유형에 따라 4가지로 구분하였다.

유형 1은 기초적 그래프를 나타내는 수준으로, 정적 상관을 보이는 그래프의 형태를 나타내지만 문맥에 대한 어떠한 설명도 없는 경우를 의미한다. 유형 1의 응답에는 [그림 7]과 같이 표식이 없거나, 단순한 숫자 등의 표식만 담겨있다.



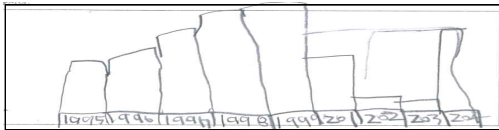
[그림 7] WC3수준 유형1 반응의 예  
[Fig. 1] An example of type 1's responses in WC3

유형 2는 [그림 8]와 같이 표식은 있으나, 문맥과 관련이 없는 경우로 비일관적인 수준으로 분류하였다. 이 유형의 학생들은 자신이 이미 알고 있는 그래프를 재현하는 수준을 보여주었다.



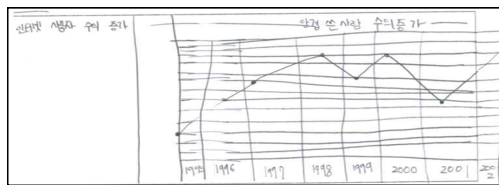
[그림 8] WC3수준 유형2 반응의 예  
[Fig. 8] An example of type 2's responses in WC3

유형 3은 [그림 9]와 같이 문맥을 이해하여 그래프의 형태를 표현할 수 있으나, 표식이 정확하게 나타나지 않는다. 가로축을 시간으로 묶어서 표현하려는 시도가 보이나, 그래프의 형태가 불완전하다.



[그림 9] WC3수준 유형3 반응의 예  
[Fig. 9] An example of type 3's responses in WC3

유형 4는 문맥을 이해하여 꺾은선 그래프, 막대 그래프, 원 그래프와 같은 그래프의 형태를 나타내나 제시된 주장을 뒷받침하고 있지 않는 경우이다. [그림 10]과 같이 안경 착용이나 인터넷 사용 중 하나의 변수만 골라 표현한 경우, 혹은 두 가지 변수를 고려하여 시간을 가로축에 놓고 그래프를 표현하려고 시도하였으나 그래프 경향이 제시된 주장과 관련이 없는 경우가 이에 속한다. 다음 [그림 10]과 같은 응답이 그 예이다.



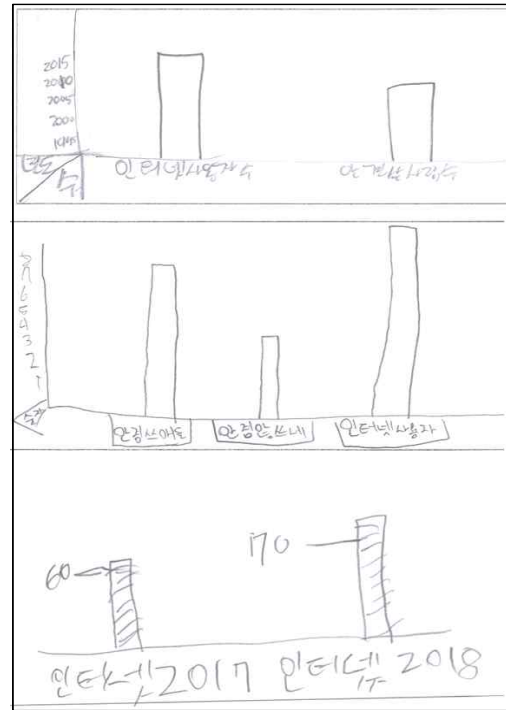
[그림 10] WC3수준 유형4 반응의 예  
[Fig. 10] An examples of responses in WC3

WC3수준에 속하는 학생은 전체의 13.2%이며, 이로써 In/Id 수준에 해당되는 학생은 전체의 약 22%를 차지하였다.

라. CN수준\_WC4수준

일관적이나 무비관적인 수준의 CN수준은 WC4수준과 동일한 단계로, 그래프 표현에 어느 정도 정교함을 보여주고 있으나, 표식을 정확하게 다루지 못하거나 단일 항목만 다루는 등의 작은 오류를 보여주었다. WC3수준과 마찬가지로, WC4수준 역시 비슷한 유형의 응답을 묶어 총 4가지 유형을 다음과 같이 제시하였다.

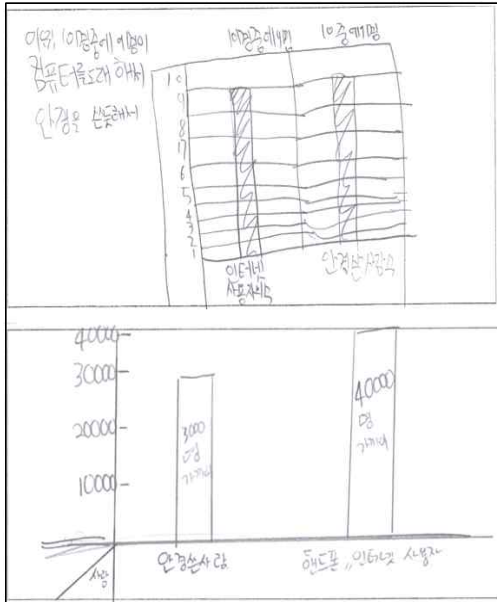
유형 1은 [그림 11]과 같이 그래프 표현에 정교함을 보이거나 단일 항목만 비교하거나, 변수 설정에 있어 한 두 가지 오류를 보이는 경우이다.



[그림 11] WC4수준 유형1 반응의 세 가지 예  
[Fig. 11] Three examples of type1's responses in WC4

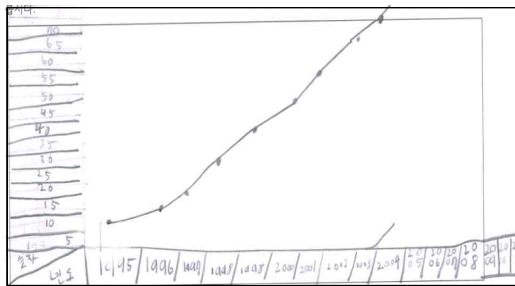
유형 2는 유형 1과 마찬가지로 그래프 표현에 정교함을 보이고 있으나, 가로축을 안경 쓴 사람과 인터넷 사용자로 설정하여 두 변수를 단순하게 비교한다는 점

에서 유형 1과는 다른 형태를 보여주었다. 다음 [그림 12]가 유형 2의 응답을 보여주는 예이다.



[그림 12] WC4수준 유형2 반응의 두 가지 예  
[Fig. 12] Two examples of type 2's responses in WC4

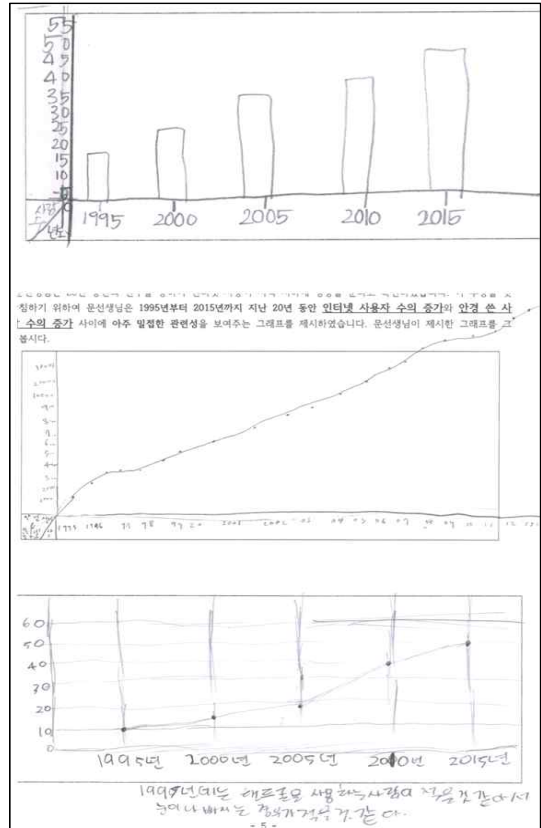
유형 3은 [그림 13]과 같이 증가하는 경향을 표현하며 일련의 관련성을 보여주고 있으나, 가로축과 세로축에 대한 표식이 정확하게 사용되지 않았다.



[그림 13] WC4수준 유형3 반응의 예  
[Fig. 13] An example of type 3's responses in WC4

유형 4는 기울기를 가진 선을 이용하여 일련의 관련성을 보여주며, 표식을 사용하고 있으나, 무엇에 대한 표식인지 언급이 없는 경우이다. 혹은 단일 항목의 증가만을 표현한 경우도 유형 4로 분류하였다. [그림

14]가 그 예이다.



[그림 14] WC4수준 유형4 반응의 세 가지 예  
[Fig. 14] Three examples of type 4's responses in WC4

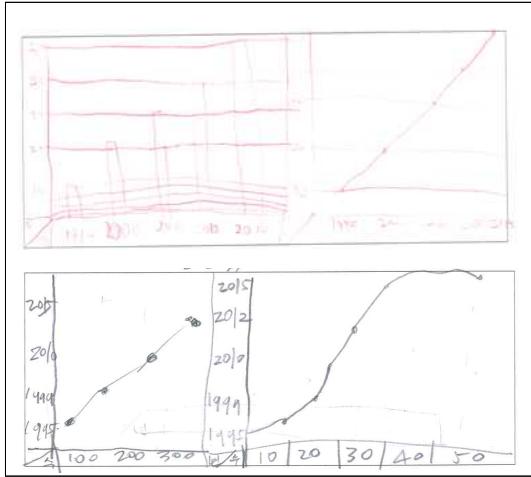
CN수준(WC4수준)의 학생들은 전체의 33%로 가장 높은 비율을 차지하였다.

라. EC수준\_WC5수준

초기 비판적인 수준에 해당되는 EC수준(WC5수준)의 학생들은 두 가지 변수를 사용하여 상관관계를 보여주고 있으나, 그래프 작성에 있어 한 두 가지 작은 오류를 보이는 경우이다. 전체의 26.4%에 해당되는 학생들이 초기 비판적인 수준으로 분류되었으며, 5학년 중 21.7%, 6학년 중 31.1%가 EC수준으로 구분되었다.

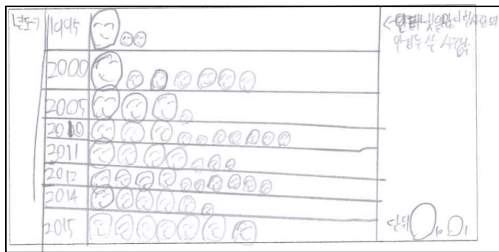
유형 1은 두 가지 변수를 사용하여 관련성을 보여주고 있으나 그래프 작성에 있어 한두 가지 작은 오류를 보이는 경우이다. 이 수준의 학생들은 각 변수에서

증가의 경향뿐만 아니라 두 변수의 관련성을 그래프를 통해 표현할 수 있으나, 무엇에 대한 그래프인지 언급하지 않는 경우가 많았다. [그림 15]가 그 예이다.



[그림 15] WC5수준 유형1 반응의 두 가지 예  
[Fig. 15] Two examples of type 1's responses in WC5

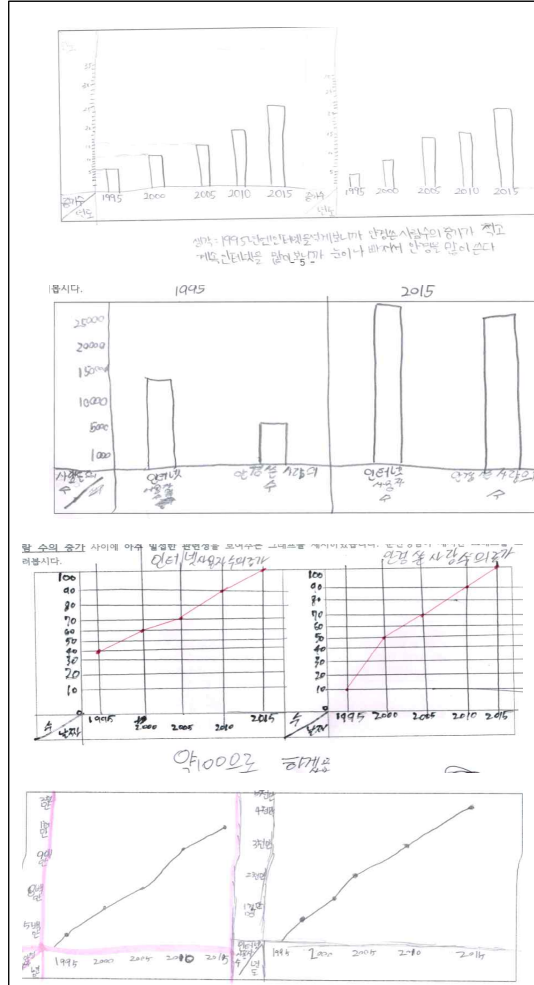
또한 [그림 16]과 같이 두 변수를 결합하여 하나의 변수로 설정하는 경우도 유형 1로 구분하였다. 일부 학생들은 '인터넷 사용자 와 안경 착용'을 결합하여 단일 변수로 설정하였으며, 시간에 따라 그 인원이 증가하고 있음을 보여주었다. 과제 속 문맥에서 '인터넷 사용이 시력 저하에 영향을 준다는 것'을 확인하는 자료를 제시하기 위하여 변수를 결합하여 자료 표현을 시도하였다는 점에서 EC수준으로 구분하였다.



[그림 16] 두 변수를 결합한 예(WC5수준 유형1)  
[Fig. 16] An example of combining two variables.

유형 2는 두 가지 변수를 결합하여 상관관계를 비교적 정확하게 보여주는 경우로, 초등학교생에게 친숙한 막대그래프와 꺾은선 그래프의 형태로 주로 표현되었

다. 다음 [그림 17]은 AC수준에 속하는 학생들의 응답 예시이다.



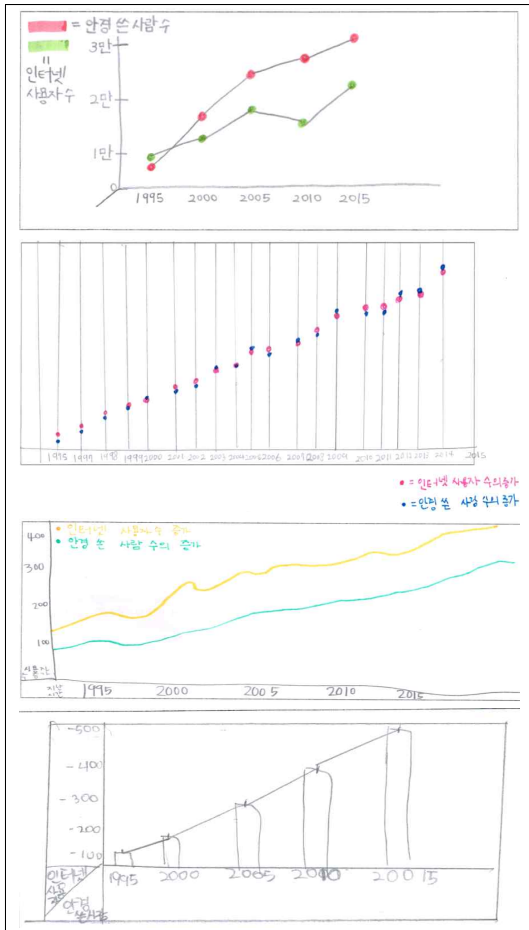
[그림 17] WC5수준 유형2 반응의 네 가지 예  
[Fig. 17] Four examples of type 2's responses in WC5

마. AC수준\_WC6수준

가장 높은 수준인 AC수준(WC6수준)은 숙련된 비판적인 수준으로, 비판적이면서도 수학적 기술을 사용하여 적절한 추론을 할 수 있는 단계이다. 이 단계에는 전체의 18.7%가 도달하였으며, 5학년 중 17.4%, 6학년 중 20%의 학생들이 AC수준으로 분류되었다.

AC수준의 응답은 SOLO구조에서 관계적 수준의 응답으로, 공통으로 제시된 요인을 인식하여 두 변수를

함께 묶어 표현하는 형태를 보여준다. 이 수준의 응답은 시간의 의미를 인정하며 두 변수를 함께 결합하여 그래프로 제시하였다. 그래프 표현에 있어서도 척도를 상세히 표현하거나, 추세 선을 따라 점을 놓는 모습을 통해 학생들이 문맥 속에서 주장된 관련성을 꽤 정교하게 이해하고 있음을 알 수 있었다. 다음 [그림 18]은 AC수준에 속하는 학생들의 응답 예시이다.



[그림 18] WC6수준 반응의 네 가지 예  
[Fig. 18] Four examples of responses in WC6

V. 결론

본 연구 결과를 바탕으로 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

첫째, 가상적 자료 생성 과정을 바탕으로 한 그래프 표현 과제에 대하여 초등학교 5, 6학년 학생들은 구체적인 자료 집합 없이 제시된 주장을 그래프로 표현하는데 어려움을 겪었다. 본 과제를 해결하는 과정에서 그래프를 제시하지 못하거나, 문맥과 상관없는 그래프를 제시하여 부적절한 응답으로 분류된 학생은 전체의 약 22%로, 적지 않은 학생들이 가장 낮은 수준인 In/Id수준으로 분류되었음을 알 수 있다. 이 결과는 자료집합이 제시되지 않은 문제 상황에서 학생들이 언어적 문맥을 이해하여 그래프로 표현하는 활동에 익숙하지 않음을 보여준다. 이러한 경험의 부재 및 통계적 공변동의 불충분한 지도는 학생들로 하여금 한 단계 높은 통계적 소양 수준에 도달하는 것을 어렵게 만들었을 수 있다. 이와 같이 통계적 소양의 관점을 반영한 그래프 표현 과제가 초등학교 학생들에게 낯선 유형의 활동이라는 점에서 현 통계교육에서 나타나는 자료 집합에 의존한 그래프 표현활동이 갖는 문제점을 생각해 볼 수 있다.

둘째, 가상적 자료 생성 과정을 바탕으로 한 그래프 표현 과제는 통계적 소양의 수준을 구별하는데 있어 적합한 과제가 될 수 있다. 자료 표현에 대한 학생들의 응답을 1차 범주화 한 결과 13가지 유형의 범주가 생성된 것은 그만큼 본 연구의 과제가 학생들의 다양한 응답을 이끌어내는데 적절하다는 것을 의미한다. 또한 학생들의 응답을 분석하여 통계적 소양 수준을 평가한 결과 In/Id수준, CN수준, EC수준, AC수준에 각각 21.9%, 33%, 26.4%, 18.7%의 학생들이 분포하고 있음을 알 수 있었다. 각 수준에서 나타난 학생들의 고른 분포는 본 과제가 통계적 소양의 모든 수준을 아우르는 응답을 도출할 수 있다는 사실을 뒷받침하며, 통계적 소양 평가 과제로서 적합함을 보여준다.

셋째, 가상적 자료 생성 과정을 바탕으로 한 그래프 표현 과제에 대하여 초등학교 5, 6학년 학생들의 통계적 수준은 학년이 높아질수록 좀 더 정교한 수준으로 나타난다. 통계적 소양의 평가에서 초등학교 6학년 학생이 가장 많이 분류된 소양 수준은 EC수준으로, 약 31%의 학생이 초기 비판적 사고 단계에 도달한 것으로 나타났다. 이는 5학년 학생 중 37%에 해당되는 가장 많은 학생이 비판적 사고를 하지 못하여 CN수준으로 분류되었고, 약 22% 학생만이 비판적 사고가 가능한 EC수준에 도달하였다는 점과 비교했을 때, 학년이

높아질수록 상위수준의 통계적 소양에 쉽게 도달할 수 있다는 결론을 얻을 수 있다. 이처럼 결과 해석에 있어 학년에 따른 위계가 반영될 수 있다는 점에서 이 과제는 교육적으로 의미가 있다.

넷째, 가상적 자료 생성 과정을 바탕으로 한 그래프 표현 과제는 이후에 도입될 상관관계 학습에 도움을 줄 수 있다. 본 연구에서 제시한 과제는 통계적 공변동에 대한 이해를 바탕으로 가상적 자료 생성 과정을 포함하고 있다. 이 과제에서 초등학교 5학년 학생의 39.1%, 6학년 학생의 51.1%가 WC5수준 이상의 자료 표현 가능성을 보여준 것은 공변동적 사고에 기반한 상관관계 학습이 중학교 3학년 교육과정에서 형식적으로 도입되기 전에 이미 일상생활 및 경험, 기초적인 그래프 교육 등에 의해 비형식적으로 이루어지고 있음을 보여준다. 상관관계 개념은 두 통계적 변량 사이의 관계 이해에 있어 핵심적인 통계적 소양이며, 여러 국제 교육과정 비교 연구를 통해 그 중요성이 강조되고 있다. 따라서 초등학교에서 상관관계의 기초가 되는 공변동에 대한 학습이 통계, 대수를 포함한 다양한 영역에서 중요하게 다루어질 필요가 있다. 본 연구에서 제시한 과제는 초등학교 단계에 적용하여 상관관계의 개념을 비형식적으로 학습할 수 있다는 점에서 후에 형식적으로 학습하게 될 상관관계 개념의 전조자로서 중요한 역할을 수행할 수 있다.

다섯째, 통계적 소양을 함양하기 위하여 학생들에게 자신의 그래프를 창조하는 경험을 제공하여야 한다. 5학년, 6학년 학생 전체를 통틀어 가장 많은 학생이 분포했던 CN수준의 응답을 분석하였을 때, 이 수준에 속한 대부분의 학생이 그래프 표현에 있어서 정교함과 상관관계를 보여주고는 있으나, 사용한 기호나 표식 등에서 오류를 보였다. 따라서 문맥을 파악하여 어떠한 그래프로 표현할지 그래프의 형식을 정하고, 올바른 기호와 척도를 사용하여 그래프를 표현하며, 알맞은 이름표를 붙이는 것에 대한 연습이 학생들에게 필요하다. 이처럼 엄격한 규칙 없이 자신의 그래프를 작성하기 위한 기회를 학생들에게 제공하는 것은 그래프 기법 측면에서 정교함을 더하여 통계적 소양 수준을 향상하는데 도움을 줄 수 있다.

본 연구에서는 자료 표현 영역의 과제를 해결하는 과정에서 나타나는 학생들의 통계적 소양을 단계별로 제시하여 발달 양상을 분석하였다. 이와 동일한 방법

으로 자료 표현 영역 외에도 자료 수집, 자료 표현, 자료 요약, 우연 및 추론 과정에서 통계적 소양 수준을 평가 및 분석할 수 있는 도구를 마련한다면, 통계적 소양 관점에서 학교 통계 교육에 시사점을 줄 것이다.

## 참 고 문 헌

- 강현영(2012). 통계적 소양의 교육적 의미 고찰. 한국수학사학회지, 25(4), 121-137.
- Kang, H. Y. (2012). Study of the educational meaning of statistical literacy. *The Korean Journal for History of Mathematics*, 23(4), 121-137.
- 김진술(2018). SRLE를 기반으로 한 산점도와 상관관계 수업 설계 및 적용. 한국교원대학교 대학원 수학교육전공 석사학위논문.
- Kim, J. S. (2018). *Design and application of scatter plot and correlation class based on SRLE*. Major in Mathematics Education, Graduate School of Education, Korea National University of Education.
- 교육부(2015). 수학과 교육과정. 교육부 고시 제 2015-74 호 [별책 8]
- Ministry of Education. (2015). *Mathematics Curriculum*. Bulletin of MOE No. 2015-74 [Seperate Volume #8]
- 노아라, 유연주(2013). 우리나라 고등학생들의 상관관계 이해도 조사. 수학교육학연구, 23(4), 467-490. 대한수학교육학회.
- No, A. R. & Yoo, Y. J. (2013). Korean high school students' understanding of the concept of correlation. *Journal of Educational Research in Mathematics*, 23(4), 467-490.
- 우정호(2000). 통계교육의 개선방향 탐색. 학교수학, 2(1), 1-27.
- Woo, J. H. (2000). An exploration of the reform direction of teaching statistics. *School Mathematics*, 2(1), 1-27.
- 정영옥(2005). 초등학교에서 함수 지도에 관한 고찰. 교육논총, 25(2), 147-168.
- Chong, Y. O. (2005). Reflections on the directions of teaching function in the primary schools. *The Journal of Education*, 23(2), 147-168.
- 탁병주(2017). 통계적 소양 교육을 위한 예비교사의 통계 교수 지식 연구: 표본 개념 지도에서의 활용을 중심으로. 서울대학교 대학원 수학교육전공 박사학위논문.

- 사학위논문.
- Tak, B. J. (2017). *Pre-Service mathematics teachers' statistical knowledge for teaching to develop statistical literacy: Focusing on the teaching of sample*. Major in Mathematics Education, The Graduate School, Seoul National University.
- 황혜정, 나귀수, 최승현, 박경미, 임재훈, 서동엽 (2016). *수학교육학신론*. 서울: 문음사.
- Hwang, H. J., Na, G. S., Choi, S. H., Park, G. M., Lim, J. H. & Seo, D. Y. (2016). *New theory of mathematical education*. Seoul: Moonum-sa.
- Biggs, J. B. & Collis, K. F. (1982). *Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy*. New York: Academic Press.
- Fliss, J. L. (1981). *Statistical methods for rates and proportion*. New York: Wiley.
- Gal, I. (2002). Adults' statistical literacy: Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1-25.
- Garfield, J. & Ben-Zvi, D. (2008). *Developing students' statistical reasoning: Connecting research and teaching practice*. New York: Springer.
- Garfield, J., delMas, R., & Chance, B. (2003). Web-based assessment resource tools for improving statistical thinking. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Chicago.
- Jones, G. A., Langrall, C. W., Mooney, E. S. & Thornton, C. A. (2004). Models of development in statistical reasoning. In D. Ben-Zvi & Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning, and thinking*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- McKenzie, Danny L. & Padilla, Michael J. (1981). Patterns of reasoning: Correlational thinking. *Paper presented at the 54th Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*. Ellenville, NY.
- Moritz, J. (2004). Reasoning about covariation. In D. Ben-Zvi & Garfield(Eds.), *The challenge of developing Statistical Literature, Reasoning, and Thinking*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Sharma, S. (2017). Definitions and models of statistical literacy: a literature review, *Open Review of Educational Research*, 4(1), 118-133.
- Sharma, S., Doyle, P., Shandil, V., & Talakia'atu, S. (2011). Developing statistical literacy with year 9 students. *Research Information for Educational Research*, 1, 43 - 60.
- Watson, J. M. (1997). Assessing statistical thinking using the media. In I. Gal & J. B. Garfield (Eds.). *The Assessment Challenge in Statistics Education* (pp.107-121). Amsterdam: IOS Press.
- Watson, J. M. (2000). Statistics in context. *Mathematics Teacher*, 93, 54-58.
- Watson, J. M. (2006). *Statistical literacy at school: Growth and goals*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Watson, J. M. & Callingham, R. (2003). Statistical literacy: A complex hierarchical construct. *Statistics Education Research Journal*, 2(2), 3-46.



## **Statistical Literacy of Fifth and Sixth Graders for the Data Presentation Task Based on the Speculative Data Generation Process**

**Moon, Eun-Hye**

Graduate School of Korea National University of Education  
250 Taeseongtabyeon-ri, Gangnae-myeon, Heungdeok-gu  
Cheongju, Chungbuk, South Korea.  
E-mail : mehstar@korea.kr

**Lee, Kwangho<sup>†</sup>**

Korea National University of Education  
250 Taeseongtabyeon-ri, Gangnae-myeon, Heungdeok-gu  
Cheongju, Chungbuk, South Korea.  
E-mail : paransol@knue.ac.kr

The purpose of this study is to analyze the level of statistical literacy among fifth and sixth graders in the data presentation task based on the speculative data generation process. For the research, the data presentation tasks based on the speculative data generation process was designed and statistical literacy standards for evaluating the student's level was presented based on prior studies. It is meaningful that the stepwise presentation of the students' statistical literacy and analysis of their developmental patterns can help them to find their current position and reach a higher level of performance. In this study, the standard of statistical literacy level was clarified based on the previous research, and a new perspective was presented about the data presentation instruction in the statistical education by analyzing the students' responses by each level.

---

\* ZDM Classification : K13

\* 2000 Mathematics Subject Classification : 97C30

\* Key Words : statistical literacy, speculative data generation, graph, statistical covariation

† Corresponding Author