

## 중학교 수학 교과서의 통계적 소양 수준 반영 정도

### Levels of Statistical Literacy Derived from Middle School Mathematics Textbook

최 선 미 · 노 지 화<sup>1)</sup>

**ABSTRACT.** The importance of statistics in everyday life and work place has led to calls for an increased attention to statistical literacy in the mathematics curriculum both internationally and domestically. While professional organizations and researchers propose perspectives towards and models of statistical literacy, conceptions and elements of statistical literacy vary. This study examines how mathematics textbook questions fulfill the requirements of statistical literacy by employing two models: Watson's model focusing on understanding of statistical language and Curcio's model on data interpretation aspects of statistical literacy. For this, a total of 872 problem questions presented in the statistics units of from ten textbooks for the middle school year 1 mathematics were analyzed.

### I. 서론

현대 정보화 사회를 살아가는데 통계적 지식과 확률적 지식은 필수적이다. 통계학은 불확실한 상황에 관한 귀납적 추론에 관하여 이를 평가하고 새로운 추론의 방법을 연구, 개발, 응용하는 학문이다. 즉, 통계학은 귀납적 추론과 관련된 학문이며 연역적 추론 위주로 되어있는 수학의 다른 영역과는 크게 구분된다(우정호, 2000; Cobb, 1997). 따라서 통계 지도는 통계적인 지식과 기능의 학습을 강조하는

---

Received August 11, 2021; Accepted August 24, 2021.

2010 Mathematics Subject Classification: 97K70, 97U20

Key Words: Mathematics Education, Statistical Literacy, Textbook

본 논문은 최선미의 석사학위 논문 중 일부를 발췌하여 수정·보완하였음.

1) Corresponding Author

설명 중심의 지도에서 실제적인 문제를 해결하기 위한 자료 분석과 의사교환, 개념 이해, 관련성 파악, 적용을 강조하는 활동 중심의 지도로 바뀌어야 한다. 그러나 현재 우리나라의 수학 교과서의 내용 중 확률과 통계를 다루고 있는 부분은 학생들이 자료를 직접 다루는 경험을 제공하지 못하고, 그저 결과와 계산 법칙만이 서술되어 있는 부분이 상당수이어서 학생들이 학교에서 배운 확률과 통계에 관한 지식을 실생활에 활용하는 데 문제가 있다(김선희·강현영, 2020).

2015 수학과 개정 교육과정에서 통계 교육의 목표는 ‘다양한 자료를 수집, 분류, 정리, 해석하고, 생활 속의 가능성을 이해함으로써, 미래를 예측하고 합리적인 의사 결정을 하는 민주 시민으로서의 기본 소양을 기를 수 있다’이다. 2015개정 교육과정에서는 ‘실생활 중심의 통계 내용 재구성’을 목표로 두어 자료의 수집, 정리, 해석 등 일련의 과정을 능동적으로 처리할 수 있도록 제시하고 있다. 고등학교 <확률과 통계>에서는 자료수집 방법으로서의 표본조사의 의미를 강조하고 각종 미디어에 소개되는 통계 내용을 이해하는 통계적 이해능력을 기를 수 있도록 교수·학습 유의사항과 평가 유의사항에 내용을 보완하였다(교육부, 2015). 통계 교육의 목표를 달성하기 위해 학교 현장에서 교사들은 학습자들에게 도움이 될 만한 교과서 및 교수·학습자료 제작에 많은 노력을 기울이고 있다.

2015 개정 수학과 교육과정에서 제시하고 있는 통계교육 개선 방안이 학교 수업에 실제로 도입될 수 있도록 지원하기 위하여 통계청을 중심으로 통계포스터 작성, 발표수업 등 탐구 기반 통계수업모형을 제시하고 이와 관련된 교사연수를 지속적으로 시행하고 있으며, 연구학교 및 교사연구회를 지정하여 수업현장에서의 현실화 방안을 모색하고 있다. 또한, 교육용 통계패키지를 활용한 통계적 문제 해결교육을 통해 계산 중심의 통계수업에서 실생활 자료들을 올바르게 해석하고 분석하는 통계수업으로의 개편방안을 제시하고 있다(김정란·김응환, 2017; 한국교육과정평가원, 2017). 이와 같이 통계교육에 중점을 두고 있는 상황 가운데 교사들이 수업에서 사용하는 것은 교과서가 중심이 된다. 우리나라 교육 현장의 특색이기도 하지만 교사가 사용하는 교수학습 자료 중에서 교과서에 대한 의존도는 상당히 높은 편이다(구나영·이경화, 2021). 따라서 본 연구에서는 2015 개정 교과서 중학교 수학1 통계 단원에 수록된 문항들이 학생들의 통계적 소양 함양을 위해 어떤 기회를 제공하는지를 살펴보고 차후 수학 교과서 개발 및 관련 연구에 시사점을 제공하고자 다음과 같은 연구문제를 설정하였다.

첫째, 통계적 언어 이해 수준을 토대로 2015 개정 교육과정에 따른 중학교 1학년 수학 교과서 통계 문항을 분석했을 때, 그 특징은 어떠한가?

둘째, 자료 해석 수준 수준을 토대로 2015 개정 교육과정에 따른 중학교 1학년 수학 교과서 통계 문항을 분석했을 때, 그 특징은 어떠한가?

## II. 이론적 배경

### 1. 국내외 교육과정에서의 통계 교육

Freudenthal(1973)은 통계교육은 통계치의 계산보다 실제적인 자료를 수집하여 이를 표현하고 처리하는 경험을 통해 통계의 기본적인 원리를 이해하도록 함으로써 자료에 대한 비판적인 추론 능력을 개발해야 한다고 주장하였다. 또, Cobb(1997)은 통계학은 수학적 학문이지만 수학은 아니기 때문에 통계학에는 탐구하여야 할 고유의 영역과 핵심 개념이 있으므로 학교 수학에서의 통계도 통계적 사고에 입각하여 가르쳐야 함을 강조하였다.

NCTM(2000)에서 제시하고 있는 확률과 통계에 관련한 기준들에 따르면, 유치원에서부터 12학년에 이르기까지의 자료 분석과 확률에 관련한 교육 프로그램들은 모든 학생들이 자료를 수집하고 조직함으로써 문제를 공식화하고 문제에 대한 답을 얻기 위해 관련된 데이터를 나타낼 수 있으며, 자료를 분석하기 위해 적절한 통계적 기법을 선택하고 사용할 수 있고, 자료를 기초로 하여 추론과 추측을 전개할 수 있도록 한다. 또한, 확률의 기본 개념을 이해하고 이를 적용할 수도 있게 한다.

이러한 통계 교육의 방향은 외국 여러 나라의 교육과정에도 반영되어 왔다(박혜준, 2018; 탁병주, 2017). 뉴질랜드 교육과정에서 통계 학습은 Problem-Plan-Data-Analysis-Conclusion(PPDAC) 사이클에 따라 이루어지도록 구성되어 있으며, 정확한 수준은 문제 제기하고 예상 답하기(Posing and answering questions), 수집, 분류하여 세기, 범주화하여 나타내기(Gathering, sorting and counting, and displaying category data), 결론 토의(Discussing the results)로 구성되어 있다. 세부적인 과정은 수준별로 차등 제시하고 있다(Arnold & Pfannkuch, 2020).

오스트레일리아도 뉴질랜드와 마찬가지로 PPDAC 사이클을 반영하여 통계 교육과정을 구성하고 있다. 큰 틀은 문제제기(Posing questions), 자료 수집 및 기록 방법 계획(Plan methods of data collection and recording), 자료 수집(Collect data), 해석 및 자료 비교(Interpret and compare data), 결론도출(Make decision)으로 이 과정에서 그래프, 평균, 최빈값, 중앙값 등의 통계 개념을 함께 학습한다(서예지, 2017).

미국은 미국 통계 교육 연합(American Statistical Association)에서 2006년에 발표한 GAISE(Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education Report: A Pre-K-12 Curriculum Framework)를 5개 주를 제외한 모든 주에서 채택하여 교육과정의 기본으로 삼고 있다. 이 보고서에서는 DAC(자료, 분석, 결론) 중 교육과정을 재구성하여 질문 만들기(Formulate Questions), 자료수집(Collect Data), 자료 분석하기(Analyze Data), 결과 해석(Interpret Results)의 4수준의 과정을 통계 교육과정으로 채택하고 있다. 미국의 GAISE 보

고서는 Graham(2006)이 PPDAC 사이클을 바탕으로 계획과 자료 수준을 통합하여 만든 PCAI(Posing questions, Collecting data Analyzing data, making Interpretations) 모델과 문제수준을 추가하였지만 계획수준과 자료 수집수준을 나누지 않았다는 점에서 맥락을 같이 한다.

우리나라에서도 마찬가지로 2009 개정 교육과정에서는 단지 교수 학습상의 유의점에서 통계 교육에서 다양한 상황에서 자료를 수집하고, 수집한 자료가 적절한지 판단할 수 있어야 함을 강조하고 있었다(교육부, 2015). 이후 2015 개정 교육과정에서는 개정방향 중 하나를 실생활 중심의 통계 내용 재구성으로 설정하고, “다양한 자료를 수집, 정리, 해석하고 확률을 이해함으로써, 미래를 예측하고 합리적인 의사 결정을 하는 민주 시민으로서의 기본소양”(p. 35)을 가지게 하는 통계적 소양 교육을 강조하고 있다. 또한, 교수·학습 방법 및 유의사항에서 “실제적인 예를 통하여 표본조사의 필요성을 알게 하고, 올바른 표본추출이 모집단의 성질을 예측하는 기본조건임을 이해하게 한다.”, “통계와 관련된 실생활 문제를 해결함으로써 통계의 유용성과 가치를 인식하게 한다.”를 제시하고 있다(p. 99). 이를 통해 2015 개정 교육과정에서 다양한 상황을 넘어서 자료를 해석하여 문제를 해결할 수 있는 통계적 능력을 가질 것을 목적으로 하는 통계교육을 더욱 강조하고 있음을 파악할 수 있다.

## 2. 통계 언어적 이해 수준

Bruner(1964)는 표상의 양식을 세 가지로 설명하고 있다. 그의 EIS(Enactive, Iconic, Symbolic)이론에 따르면 상징적 표상수준에 있어서 언어의 출현은 추상적 사고를 가능하게 해 준다. 수학적 용어나 기호는 추상적 개념을 나타내는 도구인데 이러한 수학적 언어의 추상적인 특성이 추상적 사고를 가능하게 해준다는 것이다. 즉 언어는 단순히 사고의 반영이 아니라 사고를 형성한다는 입장이다.

통계적 소양의 사회적, 개인적 측면을 기준으로 수준 체계를 제시한 Watson(1997, 2000)의 시도는 다양한 통계적 개념에 대한 학생들의 이해 정도를 판단하고 범주화할 수 있는 기준을 마련해주었다는 점에서 의의가 있다. 학생들은 통계적으로 핵심적인 아이디어들에 대해 이해하는 양상을 다양하게 보여준다. 예를 들어, 학생들이 선택하는 표본의 크기도 다양하고, 학생들이 선택하는 표집 방식도 다양하며, 학생들이 표집 과정에서 고려하는 요소 역시 다양하다. 그러나 Watson이 제시한 체계는 표본에 대한 학생들의 이해 양상을 범주화할 수 있는 기준을 제공해줄 뿐만 아니라, 이를 바탕으로 학생들의 발달 과정을 선형적으로 확인할 수 있게 해준다는 점에서 교육적으로 유의미하게 활용될 수 있다.

Watson의 체계에서 수준을 결정짓는 가장 결정적인 요소는 바로 맥락이다. 이후 Watson(2002)은 학생들의 통계 언어 이해 능력을 기반으로 한 비판적 평가를

강조하여 다루었으며, 비판의 대상은 다양한 대중매체나 뉴스, 여론조사 등에서 제시하는 정보이다. 이는 통계 언어 이해 능력을 민주사회의 시민에게 필요한 통계교육의 목적으로 삼는 것으로 해석할 수 있다. 올바른 논리를 전개하기 위한 기초 수준인 용어는 수학의 개념, 과정 등에 직접 또는 간접적으로 연결되어 있으며, 학생들은 수학 용어를 통해 수학의 개념, 과정 등에 접근하게 되는 것과 같은 원리로 볼 수 있다. Watson의 1수준은 ‘통계 용어에 대한 기본적 이해(A basic understanding of statistical terminology)’. 2수준은 ‘토의, 해석 및 적용을 하는 맥락에서의 통계적 언어와 개념에 대한 이해(An understanding of statistical language and concepts when they are embedded in the context of wider social discussion, recognising, interpreting, and using these in applied contexts)’, 3수준은 ‘미디어 또는 타인의 비현실적 주장에 대해 의문 제기(Being able to question unrealistic claims made by the media or others)’이다.

Gal(2002)은 산업 사회에 살고 있는 성인들이 갖추어야 할 통계 언어 이해능력에 대하여 개념을 정립하고자 하였다. 통계 언어 이해능력은 다양한 맥락에서 접하는 통계 정보나 자료와 관련된 주장, 통계적 현상들을 해석하고 비판적으로 평가고 통계 정보에 대하여 의미를 이해하고 토론하며 의사소통하는 것, 정보에 함축된 의미에 대해 의견을 제시하고 제시된 결론을 수용할 것인지에 대한 관심을 포함한다. 이는 맥락적 사고를 기반으로 한 개념정의로서 의미가 있다. 수학에서 언어란 일상생활에서 언어와는 차이가 있다. 수학적 언어는 기호의 표현으로 형식화되어 형식적인 취급이 가능해지고 또한 형식적인 논리 전개가 용이하게 된다. 이러한 논리 체계의 가장 기본이 되는 것은 기본적인 개념의 출발인 용어의 정의라고 할 수 있다.

이러한 요소들은 상위의 중등 교육과정의 형식적인 통계 주제가 아니라 학교 교육과정에서 교차하는 많은 맥락 내에서 비판적 사고를 지향하고 우연과 자료를 기초한 교육과정의 한 부분이다(Watson & Callingham, 2003). 또한 제시된 요소들은 고정된 것이라기보다는 실생활에서 생활 속에 함께 작용하여 통계적 소양을 갖춘 행동을 가능하게 하는 맥락 의존적이며 역동적인 지식과 성향의 집합체로 볼 수 있다. 뿐만 아니라 통계 정보를 이해하고 해석할 수 있기 위해서는 통계 지식뿐만 아니라 기본 소양, 수학적·맥락적 지식과 같은 다른 기초 지식도 함께 사용할 수 있어야 하며 통계 정보를 이해하고 해석한 후에 이루어지는 비판적 평가는 비판적인 질문을 제기하고 비판적인 자세를 취하는 능력과 같은 추가적인 요소를 필요로 하며 확고한 신념과 태도에 의해 유지되며 뒷받침된다(강현영, 2012).

### 3. 자료 해석 수준

신문과 뉴스에서는 어렵지 않게 데이터로 구성된 다양한 통계적 수치를 볼 수 있고 전문가들뿐만 아니라 우리 또한 생각보다 많은 자료를 찾고 또 활용한다. 현대 사회는 ‘정보의 홍수’라 불릴 만큼 수많은 데이터에 치여 있다. 이에 탁병주, 이경화(2017)는 각종 데이터를 활용하여 많은 사람들이 의사결정을 한다고는 하지만 발표된 데이터는 왜곡되어 있는 경우가 더욱 많으며 이에 대한 원인으로서는 데이터의 정직성의 결여와 양적인 자료처리 능력의 결여를 꼽았다. 이런 이유로 수많은 정보들 속에서 중요한 것은 무엇인지에 관하여 고찰할 필요가 있으며 이는 통계교육에서 단지 통계적 지식의 습득만이 목적이 아닐 수 있음을 생각할 수 있다.

자료는 일반적으로 수치 자료(numerical data)와 범주 자료(categorical data)의 두 가지 형태로 구분된다. 수치 자료는 키, 몸무게, 성적 등과 같이 관측값이 수치로 측정되는 자료를 의미하며 수치 자료에서 우리가 관심 있는 것은 관측된 값의 크기이므로 양적 자료(quantitative data)라고도 한다. 수치 자료는 관측되는 값의 성질에 따라 관측 가능한 자료의 값이 키, 몸무게와 같이 연속적이면 연속형 자료(continuous data)라 하고, 교통사고 건수와 같이 관측 가능한 자료의 값이 하나하나 셀 수 있으면 이산형 자료(discrete data)라고 한다. 범주 자료는 성별(남, 여), 선호도(좋다, 중간, 싫다), 혈액형(A, B, O, AB)등과 같이 관측 결과가 몇 개의 범주 또는 항목의 형태로 나타나는 자료를 의미하며, 범주 자료에서 관심 대상은 관측된 값의 크기가 아니라 내용이므로 양적 자료에 대응하여 질적 자료(qualitative data)라고도 한다(Graham, 2006).

Friel, Curcio, & Bright(2001)은 학교 교육과정에 나오는 통계 자료와 관련된 문헌을 모두 종합하여 그래프 이해에 영향을 미치는 4가지 요인을 확인하였다. 첫째는 그래프 사용의 목적(purpose for using graph)이다. 그래프를 사용하는 목적은 크게 자료 분석과 의사소통 2가지로 나누어 볼 수 있다. 자료 분석의 목적으로 이용되는 그래프는 자료 분석의 초기 수준에서 수집한 자료를 이해하기 위한 발견 도구의 기능을 한다. 그래프를 통해서 자료의 중요하고 특별한 특징을 찾아내고 예측할 수 있다. 자료 분석의 목적에서 그래프 학습은 그래프의 융통성 있는 이해와 사용을 포함함으로써 좀 더 높은 수준의 그래프 이해를 촉진할 수 있다. 의사소통의 목적에서 그래프는 수에 관한 정보와 수들 사이의 관계에 관한 정보를 전달하려는 그림으로 정의할 수 있다. 이러한 목적의 그래프는 원래 자료보다는 요약된 통계치를 포함하고 형식과 내용 면에서 간단하게 자료의 패턴을 표현하려는 경향이 있다. 그래프는 잡지, 신문, 텔레비전을 통해 많이 접할 수 있기에 그 안에 구성된 정보를 이해하는 것은 중요하다. 학교 교육과정과 관련하여 학생들은 과학과 사회학과 같은 과목에서 정보 전달을 목적으로 제시된 그래프에 적용된 상황을 설명할 수 있어야 한다.

둘째는 과제의 특성(characteristics of tasks)이다. 자료를 인식하는 과정은 크게 3가지로 나뉜다. 자료를 인식하는 첫 번째 수준은 시각적으로 그래프 요소를 인식하여 읽는 수준이다. 인지 과정의 초기과정에서는 그래프에 주목하여 시각에 의한 이미지를 만들어내기 때문에 시각적으로 그래프를 읽는 수준은 중요하다. 이러한 두 번째 수준은 그래프에서 데이터들을 통합하거나 분명하지 않은 특성들에 대해 추론을 가능하게 할 표현들을 조작하는 정신 과제로 그래프의 구문론적 특성을 포함한 조작이라고 할 수 있다. 그래프를 이해하기 위해서는 단지 시각적인 해석만으로는 이루어질 수 없으며, 그래프의 구문을 조작하여 분석하는 것이 필요하다. 셋째는 표현된 자료 집합의 특성 즉, 학문적 특성(characteristics of the discipline)이다. 통계는 자료의 수집, 자료의 기술과 표현, 자료로부터 결론 도출을 포함한다. 이러한 것과 관련하여 그래프 이해에 영향을 미치는 다양한 개념이 있다. 즉, 자료 집합 내의 퍼짐과 변화, 자료의 유형, 자료 집합의 크기, 그래프의 복잡성 그리고 구조의 표현이 그래프 이해에 영향을 미칠 수 있다. 마지막으로 넷째는 학습자의 특성(characteristics of graph readers)이다. 그래프 지식에서 학생 개별적 차이는 그래프 이해 과정에서 큰 역할을 한다. 학습자의 논리적이고 추상적인 사고 능력, 여러 가지 맥락을 가진 그래프에 대해 잘 아는 것, 수학적 지식과 경험이 그래프 이해에 영향을 미친다. 학생들의 그래프 이해에 대한 연구를 위해서는 수 지식의 발달을 고려해야 할 필요가 있으며, 자료 분석 활동은 세기, 측정하기, 분류하기의 절차에 포함된 중요한 수학적인 아이디어와 밀접히 관련되어있다. 또한 학생들은 작은 크기의 집합과 작은 수를 다루어야 한다. 그래프를 이해하기 위해서는 시각적으로 보이는 것 이상을 보아야 하고 여러 가지 측면을 동시에 인식하여 해석해야만하기 때문에 이를 해석하고 이해하는 데에는 많은 어려움이 따른다.

Curcio(1987)는 학생들이 실세계 자료를 활용하여 주제, 수학적 내용, 그래프 형식에 따라 그래프를 구성하고 해석하는데 언어로 표현하는 특징을 분석하여 그래프에서 제시된 정보를 있는 그대로 읽는 수준, 다양한 그래프의 정보들을 비교하여 통합하는 수준, 그래프로부터 예측하고 추론하는 수준 등의 3가지 수준으로 제안하였다. 구체적으로 살펴보면, Curcio의 1수준은 '자료를 읽을 수 있는가?(Read the data)'인데, 이 수준은 제목, 축의 이름 등과 같이 그래프에 확실히 시각화된 자료에 대해 명확히 관찰하는 것으로 그래프에서 한 눈에 바로 읽을 수 있는 정보를 찾는 수준이다. Curcio의 2수준은 '자료 사이의 관계를 읽을 수 있는가?(Read between the data)'로 그래프에서 자료들을 통합하거나 분명하지 않은 특성들에 대해 추론을 가능하게 하는 표현들을 조작하는 수준으로서, 그래프의 구문론적 특성을 포함한다. Curcio 3수준인 '자료를 넘어서 읽기(Read beyond the data)'에서는 과제에 적합한 대답을 일반화하기 위해 정신적 표현과 함께 문

맥에 관한 이해를 통합하는 과정으로 그래프의 상황론적 내용을 이해한다. 문맥에 의해 부과된 것들을 이해하는 것은 그래프의 분별력있는 해석을 위해서 중요하다(Friel, Bright, & Curcio, 1997).

### III. 연구 방법

#### 1. 분석 대상

본 연구에서 분석한 교과 내용 영역은 중학교 수학1 교과서의 통계 영역 단일인 '자료의 정리와 해석'이다. 중학교 통계 영역은 중학교 1학년에서는 줄기와 잎그림, 도수분포표 등의 통계의 기본적인 요소들을 다루면서, 평균과 상대도수들의 통계의 기본적인 개념을 다루고 있다. 이는 중학교 3학년으로 올라와서는 대푯값에서 평균 이외의 중앙값, 최빈값을 이해하고 값의 계산을 다루는 데 중요한 기초적 요소이다. 따라서 중학교 1학년에 배우는 '자료의 정리와 해석' 단원은 통계를 처음 배우는 학생들에게 통계의 기초적인 개념을 습득하게 하는 데에 중요한 단원이다.

분석에 포함한 교과서는 2015 개정 교육과정에 따라 편찬된 중학교 수학 1 교과서 10종으로 교과서명을 알파벳순으로 표기하였다. 분석을 위해 각 교과서의 통계 단원에 수록된 문항들을 대상으로 하여 한 문항에 세부 질문들이 포함되어 있는 경우, 세부 질문을 개별 문항으로 취급하여 분석을 진행하여 총 872 질문이 분석되었다. 이는 세부 질문들이 모두 동일한 수준으로 분석되지 않을 수 있기 때문이다. 분석에 사용된 교과서에 대한 정보는 <표 1>과 같다.

교과서명	통계 단원 쪽수/전체 쪽수	분석 문항 개수
A	32/277	48
B	31/279	71
C	32/279	101
D	34/273	123
E	30/274	86
F	38/263	76
G	27/276	80
H	32/279	96
I	30/278	89
J	32/275	102
합계		872

<표 1> 분석에 사용된 교과서 정보

#### 2. 분석 기준



교과서 통계 문항에 반영된 통계적 소양 수준을 분석하기 위해 본 연구에서는 Watson의 통계 언어적 이해의 3수준과 Curcio의 자료 해석의 3수준을 분석기준으로 삼았다. 앞서 상술한 바와 같이, Watson 1수준에서는 통계에서 사용하는 용어 및 정의를 기초적으로 이해하는지를 물어본다. Watson 2수준에서는 통계에서 사용하는 용어 및 정의를 맥락적으로 이해하는가를 점검한다. 통계적 소양의 수준은 통계적 소양에 대한 Watson(2000, 2002)의 정의에서처럼 “미리 연습할 수 없는 맥락”을 얼마나 이해하고 활용하는지에 따라 결정된다. Watson의 3수준에서는 제시된 결론과 해석에 대해 비판적 의문을 제기할 수 있는지 점검한다. 앞선 1수준과 2수준과는 달리 통계적인 주장이 도출된 통계적 문제해결의 맥락을 총체적으로 이해해야 다다를 수 있는 수준이다.

자료 해석 측면을 강조한 Curcio의 체계에서 1수준에서는 그래프에 주목하여 시각에 의한 이미지를 만들기 때문에 시각적으로 그래프 요소를 읽는 수준으로, 주로 주어진 그래프에서 국소적인 것에 초점을 맞추어 양적으로 점의 위치를 파악하여 번역하는 것이 초점이 된다. Curcio의 2수준에서는 점을 읽고 축에서 값을 확인하거나, 그러한 값에 대한 산술적인 연산을 통해 정보를 얻어내거나 그래프의 점들 사이에서 공간적인 비교를 하거나, 또는 좀 더 많은 값들을 통합하여 양적 또는 질적으로 비교하거나, 경향을 확인하여 비교하는 것 등을 포함하는 수준이다. Curcio 3수준에서는 주로 그래프의 광의적인 측면과 질적 측면에 초점을 두어 일반화하거나 예측 또는 전체적인 경향을 파악하는 과정을 포함한다.

#### IV. 연구 분석 결과

##### 1. Watson의 통계 언어적 이해 수준에 따른 분석 결과

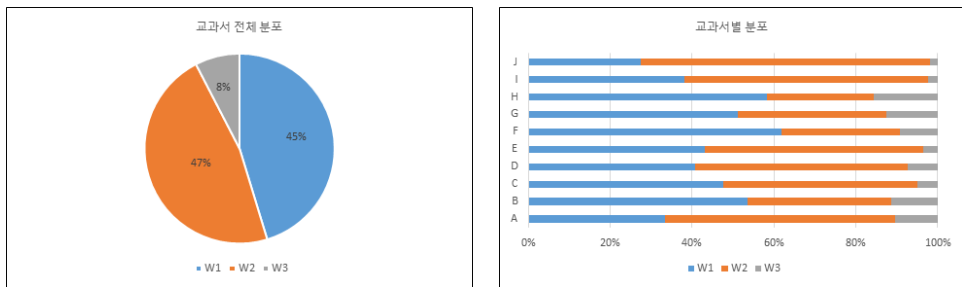
각 교과서에 대해 Watson의 수준에 따라 분석한 결과는 <표 2>와 같다. 교과서 전체 분포에서는 통계 언어와 개념의 맥락적 이해를 추구하고 있는 2수준(W2)이 41.1%로 가장 높았으며, 평균적으로 1수준(W1)은 39.5%, 3수준(W3)은 6.6%로 나타났다. 자료의 국소적인 측면을 확인하거나 주어진 자료사이에서 새로운 정보를 찾는 활동에 비해 비판적 추론이나 예측을 요구하는 문항들의 비율은 매우 낮았다. 이를 시각화하여 나타내면 [그림 1]과 같다.

단원에 수록된 질문들을 개별적으로 분석함과 더불어, 그 단원의 학습목표에 관한 내용이 지도되는 ‘본문’에 사용된 질문들과 학습한 내용을 적용하는 ‘평가’ 그리고 추가적인 활동을 위해 수록되는 ‘특화코너’ 부분에 제시된 질문들을 구분하여 분석하였다. 이는 교과서 개발 시 보다 중요하게 고려된 문항들을 파악함으로써 통계적 소양 수준 반영에 대한 취지를 보다 명확히 살펴볼 수 있기 때문이다. 단원의 본문 안에서도 지도하는 내용의 성격이 다른 도입, 예제, 문제 부분으

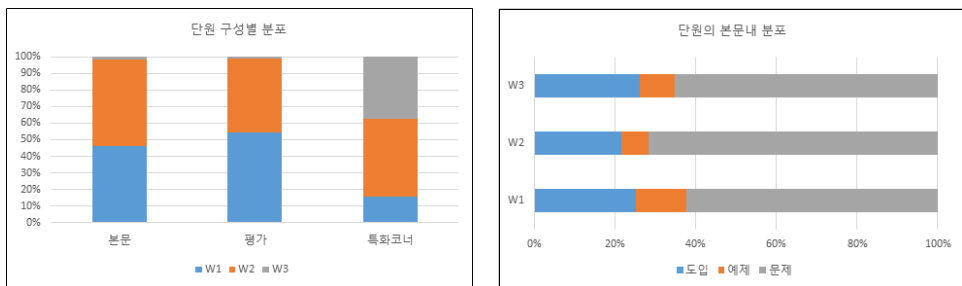
로 세분하여 분석하였다. 그 결과는 [그림 2]와 같다.

교과서	W1		W2		W3		합계 개수
	개수	%	개수	%	개수	%	
A	16	33.3	27	56.3	5	10.4	48
B	38	53.5	25	35.2	8	11.3	71
C	48	47.5	48	47.5	5	5.0	101
D	50	40.7	64	52.0	9	7.3	123
E	37	43.0	46	53.5	3	3.5	86
F	47	61.8	22	28.9	7	9.2	76
G	41	51.3	29	36.3	10	12.5	80
H	56	58.3	25	26.0	15	15.6	96
I	34	38.2	53	59.6	2	2.2	89
J	28	27.5	72	70.6	2	2.0	102
교과서 평균	39.5	45.3%	41.1	47.1%	6.6	7.6%	872

<표 2> Watson 수준에 따른 문항 분석 결과



[그림 1] Watson 수준에 따른 문항 분포



[그림 2] Watson 수준에 따른 단위 구성별 문항 분포

도입 부분에서는 Watson의 1수준과 2수준 문항을 많이 제시하여 학생들이 본

수업을 시작하기 전에 용어의 간단한 이해와 맥락적인 이해를 하도록 돕고 있다고 볼 수 있다. 풀이 과정이 제시되는 예제 문항에 비해 풀이 과정이 없는 문제 문항에서 3수준이 더 낮게 나타났다. 분석에 사용된 문항들 중에서 평가 영역에 가장 많은 문항이 포함되었으며, Watson의 1수준과 2수준에 집중되어 있었다. 3수준 문항이 과정중심평가의 목적에 가장 부합하는 유형임을 고려한다면 이 결과는 매우 아쉽다고 할 수 있다. 특화코너에서는 다른 부분에 비해 3수준 비율이 가장 높았다. 이는 특화코너를 이용하여 심화 내용을 학습할 수 있지만, 수업에 선택적으로 사용되지 않을 수도 있기 때문에 실제적으로 3수준에 해당하는 통계적 소양을 함양할 수 있는 기회가 1수준과 2수준에 비해 훨씬 부족하다고 할 수 있다.

## 2. Curcio의 자료 해석 수준에 따른 분석 결과

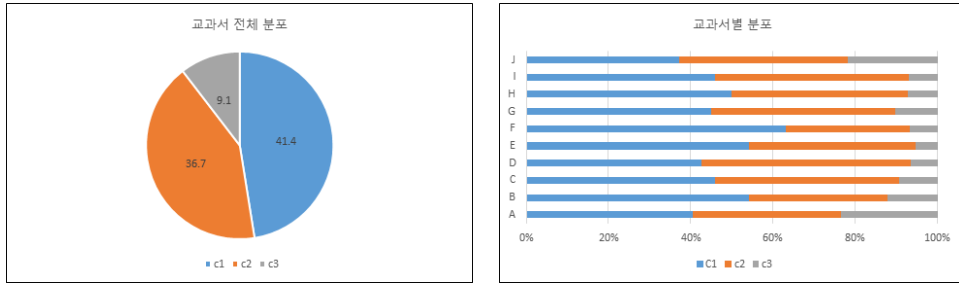
각 교과서에 대해 Curcio의 수준에 따라 분석한 결과는 <표 3>와 같다.

교과서	C1		C2		C3		합계
	개수	%	개수	%	개수	%	개수
A	19	28.8	17	25.8	11	16.7	47
B	40	54.1	25	33.8	9	12.2	74
C	44	45.8	43	44.8	9	9.4	96
D	52	42.6	62	50.8	8	6.6	122
E	51	54.3	38	40.4	5	5.3	94
F	46	63.0	22	30.1	5	6.8	73
G	35	44.9	35	44.9	8	10.3	78
H	48	50.0	41	42.7	7	7.3	96
I	40	46.0	41	47.1	6	6.9	87
J	39	37.1	43	41.0	23	21.9	105
교과서 평균	41.4	46.7%	36.7	40.1%	9.1	10.3%	872

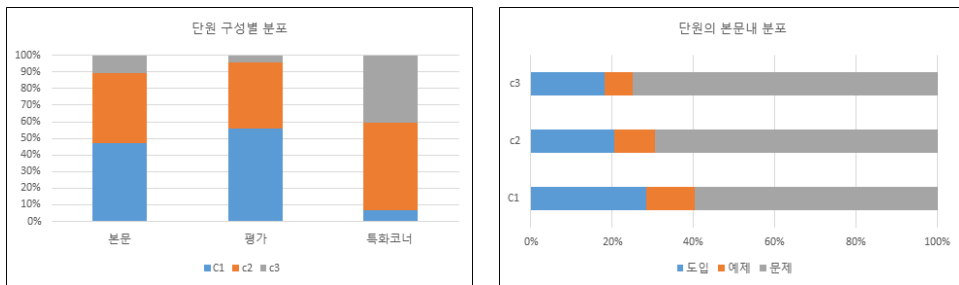
<표 3> Curcio 수준에 따른 문항 분석 결과

교과서 전체 분포([그림 3])에서는 기초적인 자료 읽기(Read the data)를 요구하는 1수준(C1)이 41.4%로 가장 높았으며, 그 다음으로 2수준(C2)은 36.7%, 3수준(C3)은 9.1%로 나타났다. 이는 자료 사이의 관계를 찾거나 자료를 넘어서 생각하는 통계적 소양을 함양할 수 있는 기회는 매우 부족한 수준이라고 할 수 있다.

각 교과서의 본문에 해당하는 부분에 제시된 문항들을 도입, 예제, 문제의 구성별로 나누어 분석한 결과는 [그림 4]와 같다. 학생들이 수업을 시작하기 전에 생각 열기를 통해 자료를 읽을 수 있는지를 파악하고 자료 사이의 관계를 이해할 수 있는 소



[그림 3] Curcio 수준에 따른 문항 분포

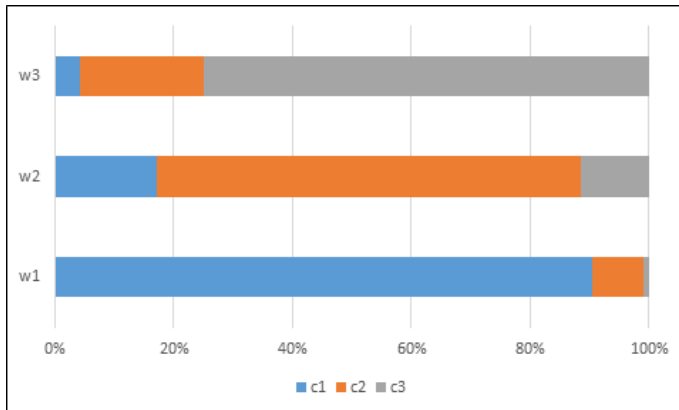


[그림 4] Curcio 수준에 따른 단위 구성별 문항 분포

양을 길러주고 요구하는 1수준과 2수준 문항의 비율이 높았다. 예제 문항들에서는 Watson 수준에 따른 분포와 다르게 Curcio의 1수준에 치중된 양상이었다. 자료의 관계성보다는 주어진 자료를 정확히 읽을 수 있는 소양 정도만을 반영하고 있기 때문에 학생들이 실생활에서 자료를 넘어서 예측하고 비판하는 소양을 기를 수 있는 기회는 매우 부족하다 할 수 있다. 문제 문항들에서도 3수준의 비율은 다른 영역에 비해 상당히 낮게 나타났다. 학생들이 문제를 푸는 과정에서 배운 지식의 단순 암기 및 적용을 벗어나 맥락적 이해와 관계 파악을 강조하는 문제해결 역량 측면에서 본다면 이러한 결과는 단위 개발 시 반드시 숙고되어야 할 점이다. 평가 문항은 학생들이 해당 단원을 제대로 이해했는지 점검하는 목적이므로 예상할 수 있는 바와 같이 기초적 이해를 묻는 1수준 문항이 가장 많았다. 전체적으로도 Watson의 통계적 언어 이해 수준에서와 유사하게 Curcio의 수준에서도 단순한 자료 해석 수준에서 머무는 문항들이 많았다. 그러나 특화코너에서는 Watson의 수준과 다르게 Curcio의 2수준과 3수준 문항들이 많고 1수준 비율이 가장 낮았다.

### 3. 통계적 언어 이해 수준과 자료 해석 수준 분포 사이의 관계

Watson의 통계적 언어 이해 수준에서 Curcio의 자료 해석 수준이 각각 어떻게 분포되는지를 분석하였으며, 이는 [그림 5]와 같다. Watson의 1수준 문항 그룹에서는 Curcio의 1수준 비율이 가장 높았으며 3수준 비율이 가장 낮게 나타났다. 통계적 언어에 대한 기초적 이해만으로 자료를 사용하여 미래를 예측하고 해석하는 것에는 많은 어려움이 있을 것으로 예상되므로 이 결과는 어찌 보면 당연하다 할 수 있다. Watson의 2수준 그룹에서는 Curcio의 2수준 비율이 가장 높았으며, 그 다음으로 1수준, 3수준 순으로 나타났다. 교과서에서 맥락적 소재를 많이 활용하는 추세이기 때문에 제시된 자료를 맥락적으로 이해할 수 있는 능력을 요구하는 문항들이 많이 분포된 것이라 해석할 수 있다. 주어진 자료를 해석할 수 있는 것보다 비판적인 시각으로 보는 소양을 강조하는 Watson의 3수준 그룹에서는 자료를 관계적으로 이해하거나 자료를 넘어서서 이해하는 Curcio의 2수준과 3수준이 고르게 분포하였다.



[그림 5] Watson 수준과 Curcio 수준 간의 문항 분포

## V. 결론 및 제언

본 연구에서는 통계적 소양 수준을 반영하는 정도를 중심으로 2015 개정 교과서 중학교 수학1 통계 단원에 제시된 문항들을 살펴보고 차후 수학 교과서 개발 및 관련 연구에 시사점을 제공하고자 하였다.

분석 결과를 보면, 전체 분석 문항 중에서 Watson의 수준에서는 2수준이 가장 많아 2015 개정 교육과정에 따른 중학교 교과서의 통계 단원은 맥락적 이해를 추구하고 있는 것으로 보인다. Curcio 수준에서는 기초적인 자료 해석 단계가 가장

많이 나타났다. 분석에 사용된 모든 교과서에서 통계 단원의 특화코너를 제외한 전 영역에서 Watson과 Curcio의 1수준과 2수준에 치중되어 있다는 것을 알 수 있었다. 1수준과 2수준은 단순한 알고리즘적 계산을 요구하거나 자료를 읽고 쓰는 위주의 문항으로써 학생들의 학습 과정을 평가하기는 다소 어려운 문항들로 구성되어 있었다. 또한 3수준 문항은 대부분 특화코너에 몰려있어 진도가 바쁘다면 교사의 재량으로 영 교육과정이 되어 버릴 수도 있다는 우려가 있다. 여기서 영 교육과정이란 교육적 가치가 있지만 교사의 재량으로 배제된 내용을 말한다. Watson의 통계적 언어 이해 수준과 Curcio의 자료 해석 수준 사이의 분포를 보면, 반드시 1수준은 1수준, 2수준은 2수준으로 대응되는 모습은 아니었다. 또한 모든 문항이 자료가 있는 것은 아니었으므로 모든 문항이 Curcio의 수준으로 구분할 수 있는 것은 아니었지만 Watson의 수준으로는 구분할 수 있었다. 하지만 Watson의 1수준에서 Curcio의 3수준 비율, 그리고 Watson의 3수준에서 Curcio의 1수준 비율은 상당히 낮았다. 기본적인 자료를 읽는 능력으로 비판적인 해석 또는 예측수준까지 가거나 단순한 언어의 이해만으로 자료를 넘어서 생각하는 것은 어렵기 때문이다.

결론적으로 아직 교과서에 있는 문항들은 학교 통계 교육이 목표로 하는 학생들의 통계 언어 이해 수준과 자료 해석 수준을 위해서 개선해야 할 점들이 많은 것이며, 이제는 단순 계산에서 벗어나 통계 언어 이해 수준과 자료 해석 수준의 3수준을 모두 경험할 수 있는 더 많은, 더 다양한 문제에 대한 연구가 필요하다는 것을 시사한다. 특히, 비판적 사고를 하는 문항이 부족하므로 자유학기제와 병행하여 학습 부담을 경감할 수 있도록 실생활 속의 통계를 좀 더 보여줄 필요성이 있다고 여겨진다. 본 연구에서 얻은 결과를 바탕으로 교사들은 수업에 사용하고 있는 교과서 문항에 반영된 통계적 언어 이해 수준과 자료 해석 수준을 고려하여 반영이 미흡한 소양 수준을 보완할 수 있도록 학습 자료 개발 및 교수·학습 방법을 모색하는 데 도움이 되기를 기대한다.

## 참고문헌

- 강옥기·권언근·황혜정·전대열·노지화·우희정·윤상혁·이형주·유승연·윤혜미·홍창섭·정경호(2018). *중학교 수학1*. (주)동아출판.
- 강현영(2012). 통계적 소양의 교육적 의미 고찰, *한국수학사학회지*, 25(4)호, 121-137.
- 고호경·김용환·김인수·이봉주·한준철·최수영·김정현·김화영·정시훈·조준모·최화식·최화정(2018). *중학교 수학1*. (주)교학사.
- 교육부(2015). *수학과 교육과정*. 교육부 고시 제2015-74호 [별책8].

- 구나영·이경화(2021). 중학교 수학 교사의 교육과정 자료 사용 분석. *학습자중심 교과교육학회지*, 21(12), 595-616.
- 김선희·강현영(2020). 외국의 중등 교육과정 분석을 통한 통계 영역 교육과정 개선 방안 탐색. *학교수학*, 22(3), 631-650.
- 김원경·조민식·방금성·배수경·지은정·임석훈·김동화·강순자·김윤희(2018). *중학교 수학1*. (주)비상교육
- 김정란·김응환(2017). 미국의 통계소양교육 분석을 통한 우리나라 교사교육 방향의 탐색. *한국학교수학회논문집*, 20(2), 163-186.
- 김화경·나귀수·이미라·이애경·권영기(2018). *중학교 수학1*. (주)좋은책신사고.
- 류희찬·선우하식·신보미·정동승·장영훈·설정수·박슬희(2018). *중학교 수학1*. (주)천재교육.
- 박교식·이종희·김진환·남진영·김남희·임재훈·유연주·권석일·김선희·김재원·박소현(2018). *중학교 수학1*. (주)동아출판.
- 박유진(2010). *교과서 통계 단원에 제시된 그래프 문항 및 중학생의 통계 그래프 이해 능력 분석*. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문
- 박혜준(2018). *통계적 탐구과정을 중심으로 중학교 3학년 통계단원 문항분석*. 부산대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 서예지(2017). *통계적 탐구 문항에 기초한 2009 개정 초등학교 수학 교과서 통계 문항 분석*. 경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문
- 양수영·이은영·장미라·장미선·정주연·주미·최수연·황지연(2018). *중학교 수학1*. (주)신사고.
- 우정호(2000). 통계교육의 개선방향 탐색. *학교수학*, 2(1), 1-27
- 이준열·최부림·김동재·이정례·김상미·원유미·강해기·김성철·강순구(2018). *중학교 수학1*. (주)천재교육.
- 장경윤·강현영·김동원·안재만·이동환·박진형·정경희·홍은지·김민정·박정선·지영명·구나영(2018). *중학교 수학1*. (주)지학사.
- 주미경·강은주·강소영·이현구·강석주·오화평·권상순(2018). *중학교 수학1*. (주)금성출판사.
- 탁병주(2017). *통계적 소양 교육을 위한 예비교사의 통계 교수 지식 연구*. 서울대학교 대학원 박사학위논문
- 탁병주·이경화(2017). 우리나라 통계교육 연구의 동향 분석- 2000년 이후 발행된 국내 통계교육 연구논문을 중심으로. *수학교육학연구*, 27(2), 269-289.
- 한국교육과정평가원(2017). *OECD 국제 학업성취도 평가 연구: PISA 2015 결과*

## 심층 분석 보고서.

- 황선욱·강병개·윤갑진·이광연·장홍월·정종식·조성울(2018). *중학교 수학1*. 미래엔.
- Arnold, P. & Pfannkuch, M.(2020). On being data detectives: Developing novice statisticians using the statistical enquiry cycle. Set: *Research Information for Teachers*, (1).
- Bruner, J. S. (1964). The course of cognitive growth. *American Psychologist*, 19(1), 1-15
- Cobb, T. (1997). Is there any measurable learning from hands-on concordancing? *System*, 25(3), 301-315.
- Curcio, F.(1987). Comprehension of mathematical relationship expressed in graphs. *Journal for Research in Mathematics Education*, 18 (5), 382-393.
- Freudental, H.(1973). *Mathematics As An Educational Task*. D. Reidel Publishing Company.
- Friel, S., Bright, G., & Curcio, F.(1997). Understanding students' understanding of graphs. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 3 (3), 224-227.
- Friel, S., Curcio, F., & Bright, G. (2001). Making sense of graphs: critical factors influencing comprehension and instructional implications. *Journal for Research in mathematics Education*, 32 (2), 124-158.
- Gal, I.(2002). Adult statistical literacy: Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70 (1), 1-25.
- Garfield, J. & Gal, I. (1999). Teaching and assessing statistical reasoning. In L. Stiff (Ed.), *Developing Mathematical Reasoning in Grades K-12* (pp. 207-220). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Graham, A. (2006). *Developing Thinking in Statistics*. London: Paul Chapman Publishing.
- NCTM(2000). *학교 수학을 위한 원리와 기준*. 류희찬, 조완영, 이경화, 나귀수, 김남균, 방정숙 공역(2007). 경문사.
- Wallman, K. K. (1993). Enhancing statistical literacy: Enriching our society. *Journal of the American Statistics Association*, 88(421), 1-8.
- Watson, J. & Callingham, R. (2003). Statistical Literacy: A complex hierarchical construct. *Statistical Education Research Journal*, 2(2), 3-46.



- Watson, J. M. (2002). Discussion: Statistical literacy before adulthood. *International Statistical Review*, 70(1), 26-30.
- Watson, J. M. (2000). Statistics in context. *The Mathematics Teacher*, 93(1), 54-58.
- 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, Holland: IOS Press.

Choi, Sun Mi  
Graduate School  
Pusan National University  
Pusan, 46241 Korea  
E-mail address: sunmi386@naver.com

Noh, Jihwa  
Department of Mathematics Education  
Pusan National University  
Pusan, 46241 Korea  
E-mail address: nohjihwa@pusan.ac.kr