

통계적 탐구활동 결과물에 나타난 고등학생의 통계적 소양¹⁾

주 미 경* · 김 소 연** · 배 기 태*** · 정 희 수**** · 정 수 웅*****

최근 들어 통계적 소양이 현대사회의 구성원이 갖추어야 할 핵심적인 역량 가운데 하나로 강조되면서 통계적 소양 중심 통계 교육으로의 개선 노력이 확산되고 있다. 이에 본 연구는 고등학교에서 이루어진 통계 수업에서 수집한 학생들의 학습결과물을 분석하여 통계적 소양 중심의 통계교육 실천 방안에 관해 제언하고자 한다. 본 연구의 분석 결과는 통계적 탐구 과정에서 나타난 학생들의 통계적 소양 수준과 더불어 통계적 개념 및 방법을 적용하는 과정에서 학생들이 경험하는 어려움을 보여주었다. 구체적으로, 학생들은 자료 수집 및 분석, 결과 해석 등의 통계적 탐구 과정을 탐구 주제와 일관성을 갖고 실행하는데 어려움을 겪는 것으로 나타났다. 이러한 분석 결과는 통계수업이 탐구 과정 사이의 연결성을 인식하고 그에 비추어 개념과 방법 적용의 타당성을 평가하는 수준으로 확장되어야 할 필요성을 시사한다. 또한 학생들은 수업에서 학습한 통계적 개념과 원리를 활용하는데 어려움을 느끼는 것으로 나타났다. 이는 통계수업이 실세계 문제 해결을 도입해야 할 필요성을 시사한다. 마지막으로 통계 정보 및 자료에 대한 비판적 인식과 선행연구의 활용과 관련한 윤리에 대한 학생들의 인식이 미흡한 것으로 나타났다. 따라서 통계 교육이 통계적 지식과 기능에 대한 지도와 더불어 비판적 사고력과 함께 연구윤리에 관한 지도를 포함하여 이루어져야 할 것이다.

1. 서론

통계학은 실세계 맥락에서 직면하는 문제 상황을 수학적으로 모델화하는 과정에서 유용한 도구이다. 특히 지식과 정보의 양이 기하급수적으로 증가하는 현대 정보화 사회에서 적절한 통계적 개념과 방법을 적용하여 자료를 수집, 분석하며 합리적인 의사결정을 이끌어낼 수 있는 통계적 소양은 현대사회의 구성원이 갖추어야 할 핵심적

인 역량 가운데 하나로 강조되고 있다(UNICEF, 2012). 뿐만 아니라, 통계적 소양은 정치, 경제, 사회 현상과 관련된 다양한 정보에 대해 비판적으로 사고하고 의사 결정할 수 있는 기반을 제공한다. 이러한 측면에서 양질의 통계 교육은 개인이 민주 사회의 구성원으로서 누려야 할 기본 권한으로 이해될 수 있다. 이러한 관점에서 통계적 소양에 대한 강조는 단순히 기술적 인재 양성 차원이 아닌 모든 사회 구성원이 성공적인 삶을 누릴 수 있는 기회를 평등하게 보장하기 위한 교육

* 한양대학교 교수, mkju11@hanyang.ac.kr (제1 저자)

** 교하고등학교 교사, ksy7710@korea.kr

*** 한양대학교 대학원 학생, ktbae27@naver.com

**** 한양대학교 대학원 학생, gmltn512@naver.com

***** 한양대학교 대학원 학생, sy_jung@naver.com (교신저자)

1) 이 논문은 2015년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2015S1A5A2A01014365).

실현과 연결되어 있다(Moore, 1997).

통계적 소양의 중요성에 대한 인식이 높아지면서 전 세계적으로 단편적인 기능과 계산, 절차 중심으로 이루어온 기존의 통계 교육을 개선하고자 하는 노력이 확산되고 있다. 예를 들어, NCTM(2000)은 “Principles and standards for school mathematics”에서 ‘자료 분석과 확률’을 학교 수학에서 다루어야 할 핵심 주제로 선정하고 이 영역의 수업이 문제를 제기하고, 확률의 기본 개념을 적용하여 자료 수집, 자료의 조직과 표현, 자료 분석, 자료에 기초한 추론과 예측을 행할 수 있는 학생의 능력을 함양하는 것에 초점을 둘 것을 강조하였다. Moore(1997)는 통계 교육의 개선을 위한 교육 방법과 내용, 공학적 도구의 활용 방법의 개선이 함께 고려되어야 한다고 강조하였다. 특히, 교육 방법 측면에서 토론, 활동, 발표, 문제 해결, 실세계 응용, 탐구 활동 등을 통해 학생이 능동적으로 참여하며 협력적인 상호작용을 통해 통계적 개념과 원리에 대한 이해를 구성해가는 학습 경험을 제공할 것, 그리고 교육 내용 측면에서는 기존의 확률 기반 추론 중심의 내용에 벗어나 자료를 기반으로 한 추론 중심의 내용 구성을 제안하였다.

이러한 통계 교육 개선 방향은 2015 개정 수학과 교육과정에서 제시하고 있는 통계 교육 방향과 일관성을 갖는다. PISA, TIMSS 등의 국제 학업성취도 비교연구에서 우리나라 학생들의 통계 관련 영역에서의 성취도가 다른 수리 영역에서의 성취도에 비해 상대적으로 낮은 것으로 나타났다(Mullis, Martin, & Foy, 2008; OECD, 2014). 이에 대한 해결 방안으로 2015 개정 수학과 교육과정은 통계 내용을 실생활 중심으로 재구성하여 통계수업이 학생들의 통계적 소양을 함양할 수 있는 학습 경험을 제공할 것을 강조하고 있다. 구체적으로 2015 개정 수학과 교육과정에 따르면 확률과 통계 교육의 목표로 “미래

를 예측하고 합리적으로 의사 결정하는 통계적 소양”(교육부, 2015, p. 98)을 기를 것을 강조하고 있다. 이러한 교육 목표를 달성하기 위한 교수·학습 방법 및 유의사항으로 “자료를 수집하고 정리하여 결과를 분석하는 활동을 통해 통계와 관련된 실생활 문제를 해결함으로써 통계의 유용성과 가치를 인식”(p. 99)하도록 하는 활동을 강조할 것을 명시하고 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 통계수업모델을 제시하고 이와 관련된 교사연수를 지속적으로 시행하고 있으며, 연구학교 및 교사연구회를 지정하여 수업현장에서의 현실화 방안을 모색하고 있다. 또한, 교육용 통계패키지를 활용한 통계적 문제해결교육을 통해 계산 중심의 통계수업에서 실생활 자료들을 올바르게 해석하고 분석하는 통계수업으로의 개편방안을 제시하고 있다(통계교육원, 2018).

이러한 맥락에서 본 연구는 학생들의 통계적 소양에서 나타나는 특징을 분석하여 통계수업 방안 개발을 위한 기초 자료를 제공하는 것을 목표로 한다. 이를 위하여 본 연구에서는 고등학교에서 이루어진 탐구 기반 통계수업에서 수집한 학생들의 프로젝트 결과 보고서를 ‘문제 설정’, ‘자료 수집’, ‘자료 분석’, ‘자료 표현’, ‘결과 해석’ 다섯 영역으로 구분하여 각 영역 별 학생들의 통계적 소양 수준을 수준별 특징 중심으로 기술하였다. 이와 같은 분석 결과를 통해 본 연구는 통계적 탐구 과정에서 학생들이 통계적 개념 및 방법과 관련하여 경험하게 되는 성취와 어려움에 대한 이해를 제공하고 이를 바탕으로 하여 통계수업 개선 방안에 대한 시사점을 논의하고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 통계적 소양의 개념

통계적 소양은 1980년대 ASA와 NCTM이 ‘quantitative literacy series’에서 양적 소양의 의미로 언급된 후, NCTM(1989)의 ‘Curriculum and evaluation standards for school mathematics’에서 구체화되기 시작하였다(Callingham, & Watson, 2017). 이후로 미국통계협회장 Wallman(1993)이 ‘일상생활에서 접하는 통계 결과를 이해하고 비판적으로 평가하는 능력과 더불어 공적 및 사적, 전문적 및 개인적 의사결정에서 통계적 사고를 가능하게 만드는 능력’으로 통계적 소양을 강조하면서 교육적 관심이 높아지기 시작하였다. 통계적 소양은 여러 학자들에 의해 다양한 의미로 언급되면서 그 필요성을 인식하기 시작하였고, 학교교육에서 중요한 교육목표로 강조되어 왔다.

일반적으로 통계적 소양은 일상생활에서 직면하는 통계 정보를 읽고 이해하고 비판적으로 평가하는 능력을 의미하는 것으로 생각되지만, 크게 통계의 소비자로서 갖추어야 할 소양과 통계의 생산자로서 갖추어야 할 소양으로 구분되기도 한다. 한편, Carvalho, & Solomon(2012), Weiland(2017)은 비판(Critical)의 의미를 통계적 지식 측면을 넘어 역사, 문화, 사회, 정치와 관련된 맥락으로 통계적 소양 개념을 확장하여 제시하기도 하였다.

사람들은 대부분 생산자로서 정보생성과정에 참여하는 것이 아니라 이미 분석된 결과나 정돈된 수치를 수동적으로 받아들이는 소비자로서 통계 정보를 접한다. 이러한 관점에서 대부분의 학자들은 통계적 소양을 자신의 필요에 맞게 통계 정보를 이용하는 소비자의 관점에서 정의한다. 즉 기존의 통계 정보들을 읽고 이해하며 이를 비판적으로 해석하는 능력으로 통계적 소양

의 의미를 제시한다는 것이다. 통계 정보의 타당성을 판단하기 위하여 주장의 근거를 파악하고(Schild, 1999), 통계 정보에 대한 다양한 논의들을 평가하고 이를 바탕으로 의사소통하며(Gal, 2002), 통계적 지식, 일반적인 맥락지식, 그리고 비판적 소양능력을 활용하여 자발적으로 의사결정을 하는(Watson, 2006) 능력으로 그 개념을 정의하고 있다.

좀 더 구체적으로 살펴보면, 통계적 소양은 통계 정보에서 주장하는 바가 무엇이고, 그러한 주장을 뒷받침하기 위하여 제기한 문제는 무엇이며, 이를 해결하기 위하여 무슨 통계 자료를 어떻게 활용하고 있는지 등을 분석하는 능력이다(Schild, 1999). 이와 더불어 통계적 지식의 이해를 바탕으로 정치, 경제, 사회, 환경 등 다양한 영역 사이의 복잡한 현상과 관련된 정보와 지식들을 이해하고 이를 활용함과 동시에 비판적으로 평가하고 의사소통하는 능력까지 포괄한다(Gal, 2002; Watson, 2006). 이를 종합해보면, 소비자로서 통계적 소양은 통계학적 원리 및 개념을 이해하고 이를 바탕으로 기술 진보와 사회적 변화에 필요한 지식으로써 통계 정보를 활용하는 능력을 의미한다.

한편, 통계 정보를 읽고 해석하는 소비자로서 갖추어야 할 소양뿐만 아니라 통계 정보의 생성 맥락을 이해하는 생산자로서 갖추어야 할 소양으로서 통계적 소양을 개념화하기도 한다. 즉 통계 정보로 생산 가능한 원시자료의 활용가능성을 판단하고 이를 분석하여 타당한 결과를 표현하는 능력으로 통계적 소양의 의미를 제시하는 것이다. 생산자로서 갖추어야 할 소양으로서 통계적 소양을 개념화하는 관점에서는 분석결과를 누구나 이해할 수 있게 표나 그래프 등을 활용하여 표현하고(Schild, 2011), 자료의 역할과 본질의 변화과정을 이해하며(Gould, 2017), 자신의 맥락에서 타당한 의사결정을 위하여 통계 정보를 재

창조하는(Wild, 2017) 능력으로 제시된다. 특히, 통계적 사고와 추론에 기본적으로 필요한 통계적 언어와 통계 정보의 기본 아이디어를 이해하는 것을 통계적 소양의 주요한 측면으로 강조한다(Ben-Zvi, & Garfield, 2004; Franklin et al., 2007; Shaughnessy, 2007).

그러나 통계 정보를 해석하는 소비자를 넘어 자료를 분석하는 생산자로서 통계적 소양의 의미를 확장하는 것은 모든 사람이 통계전문가나 전공자처럼 생산자로서 교육받는 것을 의미하는 것이 아니다. 사람들은 과정에 대한 이해 없이 이미 정해진 결과수치로써 통계 정보를 접하기 때문에 통계 정보의 타당성을 합리적으로 판단하기 어렵다. 그렇기 때문에 통계학자가 사고하듯이 통계적 분석과정을 경험하여 통계정보생성에 대한 맥락을 이해하는 생산자 관점의 통계적 소양이 필요하다고 생각된다. 소비자인 동시에 생산자로서 통계 교육의 중요성을 강조하는 관점에서는 자료는 누가 왜 어떻게 수집하였으며, 자료를 분석하고 해석하는 방법은 무엇인지, 분석결과는 어떻게 표현하고 있는지 그리고 자신이라면 어떻게 자료를 수집/분석/해석/표현할 것인지에 대한 철학적 이해와 자료의 활용능력이 강조된다(Gould, 2017). 이와 더불어 자료에 대한 개인정보와 소유권 문제 및 출처의 중요성을 고려하여 활용해야 한다.

통계적 지식 자체에 대한 비판을 넘어 지식이 활용된 맥락, 즉 사회구조나 제도에 대한 비판의 의미로 통계적 소양을 개념화하는 관점도 제기되고 있다(Carvalho, & Solomon, 2012; Weiland, 2017). 이와 같은 관점에서는 통계 교육을 통해 통계 정보와 관련된 사회적 구조와 담론을 비판적으로 분석하고 사회적 불평등과 차별을 인식하여 사회 변화와 개혁을 위한 해결방안을 모색하는 것을 강조한다. 특히, 생산자와 소비자의 사회적 위치, 주관성, 그리고 정치적 맥락 등이

통계 정보에 어떠한 영향을 미치는지를 고려한다. 이는 공동체의 구성원으로서 지배적 언어를 읽고 쓰는 능력으로 개념화되었던 통계적 소양을 행위자의 관점에서 세상을 읽고 쓰는 능력으로 확장하여 제시하는 것이다.

통계적 소양의 의미에 대한 다양한 논의들이 존재하지만, 공통적으로 통계 정보를 비판적으로 분석/해석하고 이를 활용하는 능력을 통계적 소양의 핵심적 측면으로 강조하고 있다. 특히, 앞서 논의한 통계적 소양에 대한 정의는 학자들마다 통계 정보의 사용자에 대하여 강조하고 있는 입장이 다를 뿐 공통적으로 생산자/소비자 두 관점을 모두 포함하고 있다. 예를 들어, Gal(2002), Watson(2006)은 통계적 탐구과정과 관련하여 생산자 관점을 제시하고 있지만, 소비자 관점에서 통계 정보의 맥락을 해석하는 측면을 강조하고 있다. 한편, 통계적 지식뿐만 아니라 미디어와 같은 통계 정보와 관련된 사회적 맥락에 대한 고려를 포함하는 입장도 제기되고 있다. 예를 들어, Weiland(2017)는 논쟁의 여지가 있는 복잡한 사회적 맥락의 문제해결을 통계적 소양의 핵심적 측면으로 강조하였다. 이상의 논의를 종합해보면 통계적 소양은 통계적 지식에 기반 하여 통계적 탐구과정을 경험하고 이를 토대로 다양한 통계 정보들을 비판적으로 분석/해석하여 이를 바탕으로 의사결정 및 의사소통하는 능력으로 볼 수 있다. 또한, 표준화되고 단편적인 지식을 습득하는 것을 넘어 개인, 지역사회, 그리고 세계사회의 삶의 질을 향상시키기 위하여 기존의 지식을 평가하고 개인과 사회에 필요한 새로운 지식을 창출하는 능력으로 개념화되고 있다.

2. 통계적 소양 수준

현대 사회에서 통계적 소양의 중요성이 강조되면서 여러 학자들이 그 의미를 다양한 맥락에

따라 해석하여 언급하고 있는 가운데, 교육현장의 구체적인 목표 및 평가방안으로써 통계적 소양의 계층적 수준(Curcio, 1987; Shaughnessy, 2007; Watson, 1997; Watson & Callingham, 2003)과 구성요소(Gal, 2002) 등을 제안하고 있다. 이는 표나 그래프 그리고 통계 정보를 어떻게 비판적으로 읽고 평가하며, 정부나 기업, 언론매체, 그리고 통계전문가들이 제공하는 정보에 대하여 문제를 제기하고 이에 대한 타당성을 판단할 수 있는 지표를 제공하는 것이다.

먼저, Curcio(1987)은 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.

한편, Shaughnessy(2007)는 Curcio의 3가지 수준이 그래프 자체의 이해와 해석에 초점이 맞춰져 있다는 제한점을 지적하면서 ‘통계 정보와 관련된 자료의 맥락을 이해하는 수준’을 추가로 제안하였다. 학생들은 그래프에서 제시된 측정 단위나 범주 등을 이해하고, 시간 경과에 따른 그래프의 변화경향과 원인을 파악하며, 미래에 대한 전망을 예측할 수 있다. 그러나 그래프에 제시된 정보 외에 자료와 관련된 역사적, 경제적, 인구 통계학적 맥락을 고려하지 않는다면, 학생들은 다양한 맥락에서 자료의 변이성에 대한 이해가 없이 특정 맥락 내에서 일부 변인들에 한정하여 그래프의 의미를 해석하게 되는 문제점을 논의한 것이다.

Curcio(1987), Shaughnessy(2007)가 그래프의 표현과 해석 측면에서 통계적 소양수준을 논의한 반면, Watson(1997)은 대중 매체를 통하여 일상에서 접하는 통계 정보를 비판적으로 평가하고

사회적 의사결정에 필요한 통계적 사고의 기본적인 능력으로써 ‘기본적인 통계적 지식에 대한 이해’(1단계), ‘사회적 맥락에서 논의되는 통계적 언어 및 개념에 대한 이해’(2단계), ‘타당한 근거가 부족한 통계 정보에 대한 의문과 비판’(3단계) 등으로 통계적 소양을 단계에 따라 구분하였다. 이는 신문기사와 같이 사회적 맥락에서 제기된 주장(통계 정보)에 대한 학생들의 반응을 통해 그들의 통계적 사고 수준을 파악함과 동시에 평가 계획에 대한 기본구조를 제시한다는 점에서 교육적 의미를 가진다. 이러한 통계적 소양의 3단계는 Watson & Callingham(2003)의 후속 연구에 의하여 다음과 같은 6가지 수준으로 상세화되었다.

- 1) 1수준: 표나 그래프 등에 제시된 값들을 일일이 계산하고 읽지만, 평균과 같은 개념이나 용어의 의미가 표현되지 않으며, 맥락적 근거 없이 개인적 신념이나 경험에 의존하는 방식으로 해석하고 추론한다.
- 2) 2수준: 맥락을 고려하지만, 직관적이고 비통계적이고 통계 정보와 직접적으로 관련이 없는 측면을 반영하거나 다양한 관련 요소 중에서 단일 요소만 고려하며 구어적이거나 비형식적으로 해석하고 추론한다.
- 3) 3수준: 평균이나 백분율 같은 통계적(수학적) 기술의 필요성은 인식하고 정해진 형식 내에서 선택적으로 맥락을 고려하여 과정이나 결론과 관련된 요소들은 적절하게 인식하지만 일관성이 부족한 수준에서 통계적 아이디어를 정량적이 아닌 정성적으로 활용한다.
- 4) 4수준: 맥락에 적절한 통계적(수학적) 기술의 활용과 그 특성 및 관련된 용어 사용의 다양한 측면들을 이해하고 확률적 상황에서의 변이나 추론에 대해서는 제시된 자료의

실제성이나 설명에 초점을 맞추지만 무비판적으로 수용한다.

- 5) 5수준: 비례적인 추론을 포함하지 않지만 익숙하거나 익숙하지 않은 맥락에서 통계적(수학적) 기술과 용어, 기호 등을 적절하게 활용하고, 확률적 상황에서 정성적으로 합리적인 추측을 하며 비판적으로 의문을 제기한다.
- 6) 6수준: 대중매체 또는 확률 상황에서 비례적으로 추론하고, 예측을 하는 데 있어 불확실성에 대한 필요성을 인식하고, 언어의 애매한 측면을 해석하여 세밀하게 설명하며 복잡한 통계적(수학적) 기술을 활용하여 비판적으로 의문을 제기한다.

Watson & Callingham(2003)이 제시한 6가지 수준은 Watson(1997)이 제시하였던 단계와 일관되게 통계적 아이디어와 그 활용, 통계적 탐구과정에서 맥락의 고려, 맥락을 해석하는 과정에서 적절한 용어의 사용, 그리고 부적절한 주장과 방법에 대하여 비판적으로 의문을 제기 등과 같은 판단기준을 중요하게 고려한다. 그러나 높은 수준으로 올라갈수록 통계적 절차와 관련된 더 많은 지식을 고려하고, 자료의 변이와 맥락의 중요성을 인식하며, 불확실성에 근거하여 비판적으로 사고하여 의사결정하는 능력을 포함하고 있다(Callingham & Watson, 2017; Chick & Pierce, 2012).

한편, Gal(2002)은 통계적 소양 수준에 대한 위계를 강조하기 보다는 표와 그래프 등을 읽고 해석하는데 필요한 구성요소들을 제안하였다. 특히, 대부분의 사람들이 통계전문가이기 보다는 일반 대중으로서 통계 정보를 읽고 듣기 때문에 자료의 소비자"로서 읽는 맥락에서의 통계적 소양, 즉 통계적 지식 자체 이상의 관련 '지식'과 정보의 가치를 판단하는 '성향'의 필요성을 언급하였다. 먼저, '지식'과 관련된 요소로는 '기본

소양', '통계학적 지식', '수학적 지식', '맥락 지식', '비판적 질'문 등의 5가지 요소들을 제시하였다. 이는 주로 이해, 해석, 평가와 같은 인지적 영역에 해당하는 요소들로써 답을 구하기 위하여 필요한 질문과 관련된 지식, 수학적 과제로 인지하기 위하여 필요한 지식 등이 해당한다. 한편, '성향'과 관련된 요소로는 '신념'과 '태도', 비판적 자세로써 '감정', '가치관', '신념'과 같은 정의적 영역에 해당하는 요소들이다. 이는 앞서 논의한 5가지 지식 요소를 활성화하여 스스로 의사를 결정하거나 다른 사람들과 의사소통하는 행동 양식을 의미한다.

Gal과 Watson은 공통적으로 통계적 지식과 통계 정보에 대한 맥락 그리고 민감한 반응과 비판적 사고와 태도 사이에 상호작용을 중요하게 고려한다. 이는 학교수학에서 통계적 소양을 증진하기 위한 교수-학습 모형의 실질적인 가이드라인으로써, 교사나 학생들의 통계적 소양의 현 상황을 분석하여 학교통계에서의 개선방안을 논의하는 연구에서 활용되고 있다. 특히 통계적 과제에 대한 학생들의 반응을 분류하여 제시한 Watson(1997)의 3가지 단계나 Watson & Callingham(2003)의 6가지 수준은 다양한 연구들에서 재해석되어 통계적 소양 교육의 지침으로 활용되고 있다(임다미, 박영희, 2017; 탁병주 외, 2017; Callingham & Watson, 2017; Chick & Pierce, 2012; Koparan & Guven, 2015; Watson, 2011).

통계적 소양 수준 분석에 관한 선행연구는 초등예비교사가 실세계 맥락의 실제 데이터를 교수자료로 구체화하는 과정에서의 소양 수준(Chick & Pierce, 2012), 예비중등교사의 표본 개념 이해에 대한 소양 수준(탁병주 외, 2017), 예비초등교사가 통계적 탐구과정별로 이해하고 있는 소양 이슈(고은성, 박민선, 2017) 등 주로 교사들의 통계적 소양 수준을 분석한 연구 중심으로 이루어졌다. 이 연구들에서는 학교수학에서

수업을 계획하여 실행하는 주체로서 교사가 통계적 소양의 중요성을 인식함과 동시에 그에 필요한 지식과 교수역량을 신장할 수 있도록 교육현장이 개선되는 구체적인 실천방안의 필요성을 제기하고 있다. 한편, Koparan & Guven(2015)은 8학년 학생을 대상으로 탐구 기반 수업을 적용하여 과제를 재구성하고 자료표현에서 나타나는 학생들의 통계적 소양 수준을 분석하였다. 이를 통해 통계적 소양을 함양하기 위한 접근방식으로써 탐구 기반 학습의 중요성을 강조하였다.

앞서 논의한 통계적 소양수준을 분석한 연구들을 살펴보면, 선행연구에서 제시한 분석틀을 활용하지만 연구 맥락에 따라 다양한 관점을 가지고 논의하고 있다. 이는 Schield(2010)가 언급한 것처럼 통계적 소양 교육의 구체적인 실천방안을 구상하기 위해서는 교육의 대상이 누구이며, 그들이 통계를 다루는 상황이 어떠한지, 그리고 이를 둘러싼 더 큰 사회적 맥락을 고려해야함을 의미한다(고은성, 박민선, 2017). 한편 교사나 학생들의 통계적 소양이 낮은 수준에 머물러 있으며 통계 정보가 생성되는 통계적 문제해결에 대한 인식이 부족하다는 점에서 학교현장에 적합한 통계적 소양 교육의 실질적인 실천방안에 대한 논의가 계속적으로 필요하다. 통계적 소양에 관한 개념화 논의는 일상생활에서 접하는 통계 정보를 정확하게 이해하고 해석하며 비판적으로 평가하는 관련 지식을 포함하여 개개인에게 필요한 능력과 태도라는 점에서 공통점으로 강조하고 있다. 그렇기 때문에 학교통계에서 통계적 소양을 함양하기 위한 수업은 정해진 교육과정 내용을 체계적으로 전달하기 보다는 학생 개개인 맥락에서 유의미한 지식을 스스로 발견하는 탐구기반 학습이 필요하다. 특히 실생활에 필요한 능력을 기르고 스스로 동기를 부여하며 실제적으로 적용가능하고 유용한 지식을 발견해가는 통계적 탐구 기반 수업은 통계적 소

양을 함양할 수 있는 효과적인 접근방식이다.

III. 연구 방법

1. 수업 상황

본 연구는 2016학년도 2학기에 경기도 소재의 고등학교에서 실행된 수학수업에서 이루어졌다. 수업은 2학기 학업평가가 마무리된 이후 평가와 관련이 없이 겨울방학 이전에 5차시에 걸쳐 진행되었다. 본 연구의 수업을 실행한 현장교사(이하 K교사)는 학교 현장의 통계수업이 기능 숙달을 위한 단편적 문제 풀이에 그치고 있다는 문제의식을 가지고 통계수업의 개선 방안 탐색에 관심을 가져왔다. K교사는 기존의 통계수업이 가지고 있는 교육적 한계를 극복하기 위하여 학생들의 실세계에 대한 문제의식을 바탕으로 한 자료 수집과 분석, 개념 및 원리 적용 등을 통해 비판적 탐구 역량과 의사결정 역량을 함양하는 통계수업으로 변화되어야 한다고 생각하였다. 이러한 관점에서 K교사는 핵심 개념과 원리를 소개하고 이에 대한 이해를 심화하는데 도움이 되는 가장 전형적인 문제를 해결하는 활동 중심으로 단원의 수업을 마무리한 뒤 학생들이 학습내용과 관련된 실생활 활용의 예를 찾아보고 스스로 연구문제를 설정하여 통계적 문제해결 계획을 세우고 탐구하는 통계수업을 계획·실행하였다.

K교사의 통계수업은 확률과 통계의 핵심개념과 원리를 지도하는 수업에 이어 총 5차시에 걸쳐 통계적 사고에 기초한 탐구과정, 즉 ‘문제 설정’, ‘자료 수집’, ‘자료 분석’, ‘결과 해석’ 과정을 통해 이루어졌다(Koparan & Guven, 2015). K교사의 탐구 기반 통계수업은 ‘확률과 통계’ 교육과정 내용에 대한 학습이 진행된 상황에서 그

학습내용을 바탕으로 학생들이 스스로 선택한 연구 문제를 해결하기 위하여 자료 수집과 분석, 표현 및 결과 해석 계획을 세우고 실행하며 통계적 탐구 과정 전반을 탐구 프로젝트 보고서로 완성하는 것이다. 특히, K교사는 모듈학습 방법을 도입하여 학생들이 통계적 아이디어를 공유하고 협의하는 과정을 통해 프로젝트를 수행하도록 하였다. 이러한 과정을 통해 K교사는 학생 개인의 잠재적인 통계적 소양을 촉진하여 하며 실제적 수행 수준을 향상할 수 있는 수업 환경을 제공하고자 하였다(유승희, 이은경, 2010).

수업을 시작하며 K교사는 ‘문제 설정 - 자료 수집 - 자료 분석 - 자료 표현 - 결과 해석’으로 이루어진 통계적 탐구 절차 전반을 학생들에게 소개하고 학생들이 통계적 사고과정에 따라 자유롭게 탐구할 수 있도록 하였다. 그리고 수업과정에서 모듈별로 질의응답을 통해 진행사항을 검토하였다. 학생들은 모듈별로 공동의 관심사를 중심으로 연구 주제와 연구 질문을 정하고 연구 질문에 답하기 위하여 무슨 자료를 어떻게 수집하고 분석할지, 그리고 결과를 어떻게 표현하고 해석하여 연구 질문에 대한 답을 구할지를 자율적으로 탐구하였으며 탐구 결과를 자유롭게 조직화하여 결과보고서로 작성하였다.

K교사가 실행한 탐구 기반 통계수업은 총 5차시에 걸쳐 이루어졌으며, 각 차시별 주요 학습 활동은 다음과 같다. 1차시의 수업 내용은 학생들이 통계적 탐구 활동을 통해 해결하고자 하는 연구 주제와 연구 문제를 정하는 것이었다. 먼저 K교사는 주제를 선정하고 마인드맵 활동을 통하여 문제로 구체화하는 방안을 사례를 통하여 학생들에게 설명하였다. 이후에 학생들은 프로젝트의 연구 문제를 정하기 위해 모듈별로 검색 활동을 통해 그들이 관심을 가지고 있는 다양한 분야의 지식과 정보를 수집하고 마인드맵을 작성하였다. 이러한 활동을 통해 실세계 맥락과 관

련된 연구주제와 연구 질문을 구체화하고 이후 탐구 활동을 어떻게 진행할 것인지 계획하였다. 2차시와 3차시에는 1차시에 모듈별로 선정한 연구 문제를 해결하기 위한 자료 조사 활동이 이루어졌다. K교사는 학생들에게 선행 연구를 검색하고 자료를 정리하여 분석하고 결과를 정리하는 절차를 설명하였다. 자료 검색 활동을 위하여 수업은 학교 컴퓨터실에서 이루어졌고 조사 결과를 발표 자료로 제작하였다. 모듈별 선행연구조사 자료를 발표한 뒤 질의응답 과정을 통해 논평을 공유하였다. 4차시와 5차시에는 모듈별 통계조사 실행을 위한 계획서와 발표 자료를 작성하였다. 조사계획 작성내용을 모듈별 대표학생이 발표하고 발표내용에 대하여 전체 토론이 이루어졌다. K교사는 최종적으로 다른 학생들의 의견을 종합하여 각 모듈의 발표내용을 검토하고 수정사항을 설명하고 모듈별로 최종 계획서와 발표 자료를 제출하도록 지도하였다.

2. 자료 수집 및 분석

통계적 소양 함양을 위한 교육의 실천가능성을 확인하기 위해서는 우선적으로 교사, 학생, 수업환경 등과 같이 학교수업에 영향을 미치는 다양한 측면을 파악해야 한다. 이에 본 연구에서는 고등학생들의 통계적 소양을 함양하기 위한 교육 방안 탐색의 기초연구로써 우리나라 학생들의 통계적 소양 수준을 파악함으로써 통계적 소양 함양을 위한 수업 실천을 위해 고려할 점을 모색하고자 한다. 특히, 탐구 기반 수업이 학생들의 통계적 소양 함양에 적합한 수업 방안이라고 보는 관점에서 학생들의 학습 과정에서 산출한 학습결과물을 분석함으로써 탐구 기반 통계 학습이 학교 수학 수업에 효과적으로 실행될 수 있는 방안을 탐색할 것이다.

이를 위해 본 연구에서는 K 교사의 탐구 기반

통계수업에서 고등학생들이 모둠별로 작성한 탐구 결과물 14편을 수집하여 분석하였다. 자료 분석은 학교통계수업에서 통계학자들이 문제를 해결하는 사고방식에 근거하여 학생들을 지도해야 하는 점(Wild & Pfannkuch, 1999)을 고려하여 탐구과정 별로 통계적 소양 요소들을 분류하는 방법을 적용하여 이루어졌다. 이때 탐구과정은 일방향적이거나 분절적인 단계가 아니라 순환적이고 절차 사이에 서로 연관성을 가지는 관계적 특징을 가지는 것으로 생각된다. 뿐만 아니라, 통계적 소양 요소들은 특정 과정에만 한정되지 않는 것으로 생각된다. 예를 들어, 문제설정 과정에서 어떠한 자료들을 수집하여 분석할 것인지 그리고 예상되는 결과를 예측하여 탐구를 진행하며, 설정한 문제와 수집한 자료와 분석방법

들을 검토하여 분석결과의 타당성을 확인하였다. 따라서 학생들의 결과물을 통계적 탐구를 통계적 지식과 관련하여 특정한 목표를 중심으로 이루어지는 영역을 중심으로 구분하였으나 이들을 분절된 단계가 아닌 통합된 과정으로 보는 관점을 바탕으로 하여 자료를 분석하였다.

프로젝트 결과물이 학생들의 통계적 사고를 바탕으로 하여 형성되었다고 보는 관점에서 본 연구에서는 프로젝트 결과물 분석을 위하여 선행연구(Franklin et al., 2007; Watson & Callingham, 2003; Watson, 2006)를 바탕으로 통계적 탐구과정에 따라 관련성이 있는 통계적 소양 요소들을 분류하여 분석틀 초안을 만들었다. 먼저, Franklin et al.(2007)는 ‘통계 교육에서 지도와 평가를 위한 가이드라인(GAISE)’ 보고서에서 제시

<표 III-1> 통계적 소양 분석틀

탐구 과정	주요 고려사항	수준별 특징		
		하	중	상
문제 설정	맥락, 핵심어, (양적) 변인, 변이	문제 현상을 나타내는 핵심어에 대한 양적 특징(관계)이 명시되지 않은 수준.	문제 현상을 나타내는 핵심어에 대한 양적 특징(관계)을 제시하였으나 설정 기준과 근거는 제시하지 않은 수준.	문제 현상을 나타내는 핵심어에 대한 양적 특징(관계)을 설정 기준 및 근거와 함께 제시하는 수준.
자료 수집	수집자료의 종류와 출처, 모집단/표본, 맥락, 변이	자료의 신뢰성과 타당성을 고려하지 않은 채 자료를 수집하는 수준.	통계학적으로 대표적인 자료 수집 방법을 활용하였으나 탐구 문제와의 관련성을 고려하지 않은 수준.	통계학적으로 대표적인 자료 수집 방법을 활용하였고 탐구 문제와의 관련성을 고려하여 자료를 수집하는 수준.
자료 분석	수학적/통계적 지식, 맥락, 변이	통계학적으로 관련이 적은 방법을 사용하거나 탐구문제와 불일치하게 통계학적 원리 및 개념을 적용하여 분석하는 수준.	통계학적 원리 및 개념과 관련지어 자료를 분석하였으나 탐구문제의 주요 특징을 일관적으로 고려하지 않은 수준.	탐구문제의 주요 특징을 고려하여 통계학적 원리 및 개념과 관련지어 자료를 분석하는 수준.
자료 표현	자료의 조직화, 표현의 적절성, 맥락, 변이	탐구문제에 대하여 자료의 핵심적 부분을 누락하였거나 탐구문제와 불일치한 양적 특징을 표현하는 수준.	표나 그래프 등을 활용하여 자료의 통계적 특징을 표현하였으나 탐구 주제의 핵심적 내용을 종합적으로 표현하지 못하는 수준.	탐구주제 및 문제를 해결하는데 관련성이 있는 자료의 통계적 특징을 종합적으로 시각화하여 표현하는 수준.
결과 해석	문제해결, 추론, 맥락, 변이	분석결과에 대한 해석 또는 근거 없이 결론을 제시하거나 탐구 주제 및 문제와 무관한 결과를 제시하는 수준.	탐구 주제 및 문제에 타당한 결과를 이끌어냈으나 분석결과에 의해 정당화되지 않는 결과를 일부 포함하는 수준.	분석에 사용된 변수들의 관련성을 탐구주제 및 문제와 일치하게 설명하는 수준.

한 통계적 문제해결을 위한 과정적 절차를 문제 설정, 자료 수집, 자료 분석, 자료 표현, 결과 해석으로 세분화하였다. 그리고 Watson(2006)의 통계적 소양요소(맥락, 표본추출, 표현, 대푯값, 우연, 추론, 변이, 수학/통계 기술)를 연관된 탐구 과정별로 분류하였으며, 통계적 소양 6수준을 상-중-하 3가지 수준으로 재구성하여 초기 분석틀을 완성하였다. 초기 분석틀을 참고하여 수집한 자료들을 연구자 4인이 3차례에 걸쳐 교차 예비 분석을 진행하여 초기 분석틀에서 각 단계 별 통계적 소양의 특징을 항목화하여 <표 III-1>과 같은 최종분석틀로 보완하였다.

최종적으로 완성된 분석틀에서는 먼저 탐구과정에서 기존 선행연구에서 제시하지 않은 ‘자료 표현’ 항목을 추가하였다. 이는 학생들의 학습결과물을 분석하는 과정에서 표나 그래프 등을 활용하여 자료를 조직화하는 내용이 ‘자료 분석’에만 한정되지 않고 ‘문제 설정’이나 ‘자료 수집’ 과정에서 나타났기 때문이다. 예를 들어, ‘게임과 폭력성 사이의 상관관계’에 대한 탐구주제에서 ‘게임’이라는 핵심어를 선정하게 된 배경과 탐구 문제를 설명하기 위하여 게임과 관련된 그래프를 제시하거나, ‘청소년의 운동시간과 시험성적의 상관관계’에 대한 주제로 자료를 수집하는 과정에서 선행연구에 제시된 표를 활용하였다.

또한, 통계적 소양 요소 중 ‘맥락’과 ‘변이’는 모든 과정에 포함하였는데, 통계를 설명하는 대표적인 요소일 뿐만 아니라 탐구과정 전반에서 중요한 역할을 하기 때문이다. 탐구과정에서 분석자는 자신의 필요에 맞게 자료를 활용하는데, 다양한 자료가 산재되어있는 불확실한 상황에서 무슨 자료를 수집하고 어떻게 분석하며 표현하여 해석하는지에 따라 다양한 결론을 도출할 수 있기 때문이다. 한편, 각 탐구과정에 따라 ‘주요 고려사항’으로 통계적 소양 요소들을 구분하였다. 이는 특정 탐구과정에서 분석의 초점을 명확하게

하기 위하여 일부 요소들을 강조한 것이다. 예를 들어, ‘자료 분석’에서 ‘수학적/통계적 지식’을 중심으로 분석하는 것일 뿐 ‘자료 수집’에서 표본을 추출할 때 불필요함을 언급한 것은 아니다.

탐구 과정 별로 통계적 소양의 특징을 상-중-하 3단계로 구분하였는데, 예비분석결과 Watson & Callingham(2003)의 5, 6수준에 해당하는 특징이 발견되지 않아 하(1, 2수준), 중(3수준), 상(4수준)으로 재구성하였다. ‘하’ 수준은 탐구목적 및 문제가 명확하지 않고, 맥락과 관계없이 통계적 원리나 개념을 적용하며, 정당한 근거를 제시하지 않고 주관적인 해석이나 추론이 이루어지는 수준이다. ‘중’ 수준은 탐구목적 및 문제가 분명하고 변인들의 정량적인 관계나 관련된 통계적 원리나 개념들을 인식하고 있지만 탐구목적과 일관되지 않게 활용하며 부분적으로 정당화된 결과 및 결론을 제시하는 수준이다. ‘상’ 수준은 분명한 탐구목적과 문제를 해결하기 위하여 맥락에 적절한 통계적 원리나 기술을 활용하고 탐구과정에서 정당하고 일관된 근거를 제시하며 자료의 실제적인 측면을 종합적으로 고려하는 수준이다.

최종분석틀을 적용하여 14편의 학생 결과물을 연구자가 개별적으로 코딩한 후 연구자 간 상호 교차 분석을 통해 최종 분석 결과로 종합하였다.

IV. 분석 결과

본 연구에서는 탐구 기반 통계수업에서 수집한 학생들의 학습 결과물 14개를 대상으로 통계적 소양의 수준별 특징을 분석하였다. 본 연구에서 분석한 결과물은 서술의 편의 상 A, B, C와 같이 알파벳으로 명명하였으며, 각 결과물의 탐구 주제는 <표 IV-1>과 같다.

<표 IV-1> 탐구 주제

탐구 주제	
A	너의 카페인
B	성적 향상과 스마트폰 사용 시간과의 상관관계
C	용돈을 얼마나 어떻게 쓰는가
D	영화 장르
E	집과 학교 사이의 거리와 지각할 확률의 상관관계
F	사교육시간에 대한 성적 분포
G	사교육과 학업 성적과의 관계
H	독서량과 국어점수와의 상관관계
I	기온과 습도의 변화
J	학습능력(학습효율성)과 시간표 구성의 상관관계
K	청소년의 운동시간과 시험성적의 상관관계
L	게임의 사용과 폭력성 사이의 상관관계
M	매점에서 판매되는 상품의 종류와 기온간의 상관관계
N	고등학교 매점의 품목별 판매량

자료 분석은 앞 장에서 설명한 분석틀에 따라 학생들의 프로젝트 보고서를 각각 ‘문제 설정’, ‘자료 수집’, ‘자료 분석’, ‘자료 표현’, ‘결과 해석’의 5개 과정으로 구분하여 각 과정에 해당하는 통계적 소양을 상, 중, 하의 3개 수준으로 분류하는 방식으로 이루어졌다. 분석 결과 나타난 수준별 빈도는 <표 IV-2>와 같다.

<표 IV-2> 분석 결과

탐구 과정	수준		
	하	중	상
문제설정	2 (14.3%)	10 (71.4%)	2 (14.3%)
자료수집	10 (71.4%)	4 (28.6%)	-
자료분석	5 (35.7%)	8 (57.2%)	1 (7.1%)
자료표현	4 (28.6%)	8 (57.2%)	2 (14.3%)
결과해석	12 (85.7%)	1 (7.1%)	1 (7.1%)
합계	33	31	6

분석 결과에 따르면 전반적으로 학생들의 통계적 소양은 중 수준에 분포하고 있는 것으로

나타났다. 탐구 과정 별로 살펴보면 ‘문제 설정’, ‘자료 분석’, ‘자료 표현’ 과정에서는 중 수준의 통계적 소양이 가장 빈도가 높게 나타나고 있다. 반면, ‘자료 수집’과 ‘결과 해석’ 과정에서는 하 수준의 통계적 소양이 가장 높은 빈도로 나타났다. 이러한 정량적 분석 결과는 학생들의 통계적 소양을 향상시키기 위한 수업 방안 탐색이 필요함을 시사한다. 특히 ‘자료 수집’과 ‘결과 해석’에서 학생들이 경험하는 통계 학습과 관련된 어려움이 무엇인지 분석하여 그러한 어려움을 해소하기 위하여 요구되는 상세한 수업 활동을 구체화할 필요가 있다. 이를 위해 다음 절에서는 <표 III-1>에 제시한 탐구 과정별로 학생들의 통계적 소양의 특징을 정성적으로 서술하고자 한다.

1. 문제 설정

‘문제 설정’은 탐구주제 및 목적과 일치하는 방향을 가지고 문제를 제기하고 탐구 문제 속에서 양적 특징을 인식하는 과정이다. 문제 설정에 관한 통계적 소양 수준 분석은 ‘주제의 핵심어가 양적 특징을 얼마나 잘 나타내고 있는지’에 초점을 두고 이루어졌다. 구체적으로, 문제 설정 과정에서 핵심어의 양적 특징이 설정되지 않는 경우는 하 수준, 핵심어의 양적 특징이 나타났으나, 설정 근거나 기준이 명확하지 않은 경우는 중 수준, 핵심어의 양적 특징을 파악하고 이를 적절한 근거 및 기준으로 설정하는 경우는 상 수준으로 분류하였다. 분석 결과, 하 수준이 2개(14.3%), 중 수준이 10개(71.4%), 상 수준 2개(14.3%)로 중 수준의 결과물이 가장 많이 나타났다.

하 수준으로 분류된 결과물에서 나타난 공통적인 특징은 문제 현상에 대한 핵심어가 제시되지 않았고 그 결과 양적 특징에 대한 표현이 나타나지 않았다는 점이다. 예를 들어, 결과물 K에서는 ‘학습능력’과 ‘시간표’라는 핵심어를 제시하였지만, 이에 관련된 구체적인 양적 변인을 설정하지 못하였다.

이에 비해 중 수준으로 분류된 결과물에서는 공통적으로 문제 현상에 관련된 인식이 이루어지며, 이에 관련된 양적 특징을 설정하였지만, 설정한 양적 특징이나 그 설정 기준이 적절하지 않았다. 예를 들어, 결과물 L에서는 ‘운동 시간’과 ‘시험 성적’이라는 양적 변인을 제시하였다. 그러나 ‘운동 시간’에 대한 명확한 기준이 없이 ‘운동을 하면 피곤하거나 에너지 소모가 많기 때문에 잠을 자서 공부 할 시간이 줄어들어 성적이 낮을 것이다’라는 가설을 설정하였다. 또한 ‘운동 시간’에 해당하는 항목을 ‘운동 종류’, ‘운동 횟수’ 등으로 잘못 분류하여 분석하였다. 결과물 A에서도 ‘카페인’이라는 핵심어에 대해 ‘청소년의 카페인 섭취 빈도’라는 양적 변인을 설정하고 관련된 자료를 제시하였으나 이 변인을 통해 카페인의 섭취와 관련하여 어떤 문제를 해결하고자 하는지 연결 짓지 못하여 중 수준으로 분류되었다.

상 수준의 결과물에서는 핵심어에 관련된 양적 특징을 탐구목적과 연결 지어 제시하고, 그 기준 또한 제시한 것을 확인할 수 있었다. 예를 들어, 결과물 B에서는 주제를 탐구하기 위해, ‘학업성취도’라는 양적 변인의 정의를 참고문헌을 이용하여 규명하였다. 이후, 기존 학업 성취도가 40점 이하인 경우, 40점에서 80점 사이인 경우, 80점 이상인 경우로 구분하여 표본을 추출할 것이라는 점을 설명한 부분에서, ‘성적 향상’에 대한 명확한 양적 기준을 제시하였다.

이상의 분석결과를 종합하여 볼 때, 전체 14개의 결과물 중 3개의 결과물에서는 조사하고자 한 양적 변인이 학습결과물의 제목에서 명확하게 드러나지 않았다. 이들 중 2개의 결과물은 통계적 탐구 활동에서 조사하고자 한 양적 변인을 전혀 설정하지 못한 것으로 나타났다. 양적 변인이 제목에서 드러난 11개의 결과물 중에서도, 9개의 결과물은 조사하고자 한 양적 변인과 실제 조사한 내용 사이의 일관성이 부족한 것으로 나

타났다. 이는 탐구하려는 주제에 대한 일반적인 맥락지식이 연구 문제로 구체화될 때 변인설정에서 나타날 수 있는 변이성에 대한 학생의 이해 부족에서 기인하는 것으로 추측된다. 따라서 통계적 탐구과정에서 학생들이 탐구 주제와 관련된 자료들의 다양한 맥락을 이해하고 영향을 미치는 요인들을 파악할 수 있도록 돕는 안내 과정이 필요하다.

통계적 프로젝트를 수행하는 과정에서 학생들이 해결하고자 하는 문제를 인식하는 것과 더불어 문제를 탐구 가능한 양적 변인과 연결 지을 수 있는 능력은 자료 수집과 분석 방법을 계획하고 실행하는데 핵심적이다. 따라서 문제 설정 과정에서 문제 현상과 관련된 핵심적인 양적 변인을 탐색하도록 탐구주제에 대한 일반적인 맥락을 이해하고 다양한 결과에 영향을 끼치는 자료의 변이성을 인식하도록 안내하는 수업 활동을 제공함으로써 학생들의 통계적 소양 함양에 기여할 수 있을 것이다.

2. 자료 수집

‘자료 수집’은 인용 자료의 신뢰성이나 탐구 맥락 내에서 표본 추출 방법의 타당성을 고려하여 자료를 수집하는 과정으로서 주로 ‘자료의 신뢰성과 타당성을 제시해주는 근거가 충분한지’에 따라 그 수준을 분석하였다. 구체적으로, 자료 수집 과정에서 수집한 자료의 출처, 모집단, 표본 추출 방법 등을 언급하지 않은 경우는 하 수준, 모집단이나 표본에 대한 언급은 있으나 그 타당성이 떨어지는 경우는 중 수준, 적절한 자료 수집 방법으로 탐구문제와 일관성이 있는 자료를 수집한 경우는 상 수준으로 분류하였다. 분석 결과, 하 수준이 10개(71.4%)로 가장 많았으며, 중 수준이 4개(28.6%) 있었다. 상 수준의 결과물은 나타나지 않았다.

하 수준으로 분류된 결과물은 인용 자료의 출처를 명시하지 않아서 자료의 신뢰성에 대한 근거가 부족하거나, 모집단, 표본의 추출 과정, 표본의 크기 등 통계 자료 추출에 필요한 요소들을 확인할 수 없어 수집한 자료의 통계적 타당성 및 신뢰성에 대한 근거가 부족한 경우에 해당하였다. 예를 들어, 결과물 I에서는 자료의 출처를 제시하지 않아 인용자료 자체의 신뢰성이 떨어지는 것을 확인할 수 있었다. 결과물 C에서는 모집단, 조사방법, 표본의 크기 등에 대한 언급이 없이 백분율만 나타내어 자료 수집 방법의 타당성을 설명하지 못했다.

중 수준으로 분류된 결과물은 통계청 등과 같이 신뢰할 수 있는 자료의 출처를 제시하거나 모집단 및 표본을 간단하게나마 언급한 경우이다. 그러나 자료 수집이 탐구 문제와 관련성이 떨어지거나 탐구 맥락이 일관적이지 않은 방식으로 이루어진 것으로 나타났다. 예를 들어, 결과물 N에서는 ‘전국에서 무작위로 추출한 고등학교’라는 언급을 통해 모집단과 표본 추출 방법을 제시하여 자료의 타당성을 보장하고자 하였다. 그러나 해당 결과물에서 실제로 제시한 표본은 ‘해당 고등학교의 매점을 이용하는 고등학생’이었는데, 이는 탐구 주제이자 실제 조사한 표본이었던 ‘고등학교 매점에서 판매되는 식품 품목’과 일관성이 없는 표본이었다.

분석결과를 종합하여 볼 때, 대부분의 결과물에서, 학생들은 자료 수집과 관련하여 모집단이나 표본 추출 방법, 인용 자료의 출처를 명시하지 않았다. 이러한 경향은 모집단, 표본추출 등을 통계 단원에서 학습했음에도 불구하고 실제적인 문제 상황에서 자료의 맥락과 자료에 내포된 변이성에 대한 학생들의 이해가 부족함을 나타내는 것으로 볼 수 있다. 통계수업에서 다양한 표본 추출 방법을 소개하고 적용하는 사례 또는 활동을 경험하는 것은 물론, 자료가 가지는 변이

성을 인식하여 자신이 탐구하는 맥락에 따라 필요한 자료가 무엇인지 이를 어떻게 수집해야 하는지를 구체적으로 설계하는 경험을 체계적으로 제공하는 것이 필요하다.

또한 학생들의 보고서에서 수집한 자료가 탐구 주제와 일관된 연결성을 가지지 못하는 것은 통계 학습이 단편적인 이해 수준에 머무르고 있다는 것을 의미하는 것으로 볼 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 학생들이 통계적 개념을 개별적으로 이해하고 적용하는 수준을 넘어 통계적 탐구의 전 과정과 연결 지어 이해하고 적용할 수 있는 기회를 제공할 수 있도록 교과서 등의 학습 자료와 수업 활동이 보완되어야 할 것이다.

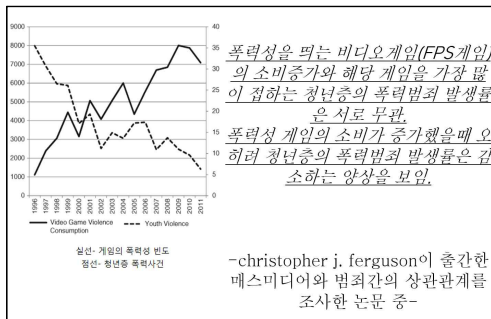
3. 자료 분석

‘자료 분석’은 탐구 문제 해결을 위한 적절한 분석 방법과 통계적 지식을 선택하고, 이를 활용하여 자료를 분석하는 과정에 해당한다. 학생들이 자료를 분석할 때 통계학적으로 관련이 적은 방법을 사용하거나 탐구 문제와 불일치한 통계적 원리 및 개념을 적용한 경우는 하 수준, 통계적 원리 및 개념과 관련지어 자료를 분석하지만 탐구 문제를 일관적으로 고려하지 않은 경우는 중 수준, 탐구 문제를 일관적으로 고려하여 통계적 원리 및 개념과 관련지어 자료를 분석한 경우는 상 수준으로 분류하였다. 분석 결과, 전체 14개의 결과물 중에서 하 수준은 5개(35.7%), 중 수준은 8개(57.2%), 상 수준은 1개(7.1%)로 중 수준의 결과물이 가장 많이 나타났다.

자료 분석 과정에서 중 수준으로 분류된 결과물에서는 백분율, 평균, 표준편차, 상관관계, 큰수의 법칙 등과 같은 통계적 원리 및 개념을 적용하여 자료를 분석하고 있는 것을 확인할 수 있었다. 예를 들어, 결과물 G에서는 성적 순위별 사교육 참여율을 ‘백분율’로 제시하고 그 분포를

해석하는 분석 과정을 보여 주었다. 결과물 B에서는 스마트폰 과다사용집단과 비과다 사용집단의 시험점수를 ‘평균’과 ‘표준편차’를 활용하여 비교하였고, 스마트폰의 사용시간과 학업성취도와와의 관계를 ‘상관계수’를 통해 보여주기도 하였다.

그렇지만, 이들은 탐구 과정을 일관적으로 이끌어가지는 못하였다. 결과물 G에서는 탐구 문제에서 벗어난 ‘지역별 사교육 비용의 평균’을 제시하기도 하였고, 결과물 B에서는 ‘성별에 따른 스마트폰의 필요성’, ‘스마트폰의 사용과 자기 통제력과의 상관관계’ 등과 같은 탐구 문제와 무관한 자료 분석이 나타나기도 하였다. 이와 같이 중 수준으로 분류된 결과물에서는 통계적 원리 및 개념을 활용하기는 하나, 탐구 문제 해결에 불필요한 자료 분석이 포함되어 탐구 방향을 일관적으로 이끌어가지 못한 것으로 볼 수 있었다.



[그림 IV-1] 결과물 L에 나타난 자료 분석

이에 반해 상 수준을 보인 결과물 L에서는 통계적 원리 및 개념을 활용하는 것에서 나아가 탐구 방향을 일관적으로 이끌어가고 있었다. 구체적으로, 결과물 L은 게임의 사용과 폭력성 사이의 상관관계를 알아보기 위해 폭력성 게임의 소비와 실제 폭력사건의 발생수와의 관계를 꺾은선그래프로 나타내고 이 두 그래프의 변화 양상을 비교·분석하여 ‘폭력성 게임의 소비가 실제 폭력범죄의 발생과는 무관하다’는 분석 결과

를 제시하였다. 이외에도 게임의 소비가 최고조에 이르렀던 시기에는 오히려 폭력범죄가 줄어들었음을 나타내는 그래프를 해석하여 앞서 제시한 분석결과를 뒷받침하기도 하였다. 이와 같이 결과물 L에서는 통계적 원리를 활용하여 분석 결과를 제시하였을 뿐만 아니라 탐구 문제와 일관성을 가지고 분석을 진행하였다.

이처럼 탐구 문제 해결을 위해 통계적 지식을 활용하려 했던 중, 상 수준의 결과물과는 달리, 하 수준을 보인 결과물에서는 통계적 지식을 분석에 적용하지 못하거나, 적용하더라도 탐구 문제와 일치하는 분석 과정을 보여주지 못하고 있었다. 하 수준으로 분류된 5개의 결과물 중 3개의 결과물은 통계적 지식을 활용하지 못하고 있었으며, 2개의 결과물에서는 통계적 지식을 활용하지만 탐구문제와 일치하는 자료 분석 과정이 나타나 있지 않았다. 예를 들어, 결과물 I는 오늘의 온도, 오늘의 습도와 같은 자연현상을 꺾은선 그래프로 기록하여 제시하였으나, 왜 자연현상을 그래프로 기록하여 나타냈는지, 그래프의 변화 양상이 의미하는 바가 무엇인지 근거가 제시되지 않았다.

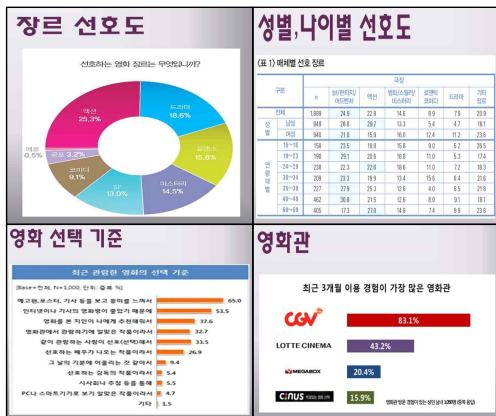
분석결과를 종합하여 볼 때, 전체 14개의 결과물 중 11개의 결과물에서 통계적 원리 및 개념을 활용한 자료 분석과정이 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 구체적으로, 7개의 결과물이 백분율을 활용하였고, 평균을 활용한 결과물이 2개, 상관계수를 활용한 결과물이 2개, 표준편차와 큰수의 법칙을 활용한 결과물이 각각 1개씩으로 나타났다. 이처럼 학생들이 자료 분석을 위해 통계적 원리 및 개념을 활용하고 있지만, 백분율과 같이 기초적인 개념을 활용하는 경우가 대부분인 것으로 나타났다. 반면, 고등학교 교육과정에 해당하는 통계적 개념을 활용한 결과물은 2개에 불과하여 학습한 통계적 개념을 실제적인 자료 분석에 적용하는 사례나 활동을 제공함으로써 학생들이 통계의 실세계적 의미를 파악하고 문

제해결에 적용할 수 있도록 해야 할 것이다.

4. 자료 표현

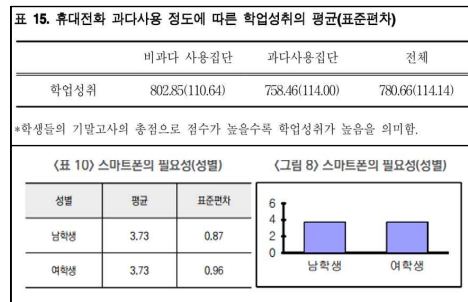
‘자료 표현’ 과정은 표나 그래프와 같은 시각적 표현 방법을 적절하게 선택하여 자료를 요약적으로 표현하는 과정을 의미한다. 자료의 시각적 표현이 등장하지 않거나 탐구내용과 불일치한 내용을 표현하는 경우는 하 수준, 표나 그래프와 같은 시각적 표현 방법을 활용하여 자료의 통계적 특징을 요약적으로 표현하지만 탐구주제와 무관한 표현을 부분적으로 포함하는 경우는 중 수준, 탐구주제 및 내용과 일치하는 시각적 표현을 제시하고 자료의 통계적 특징을 총체적으로 표현한 경우는 상 수준으로 분류하였다. 자료 표현 과정 분석 결과, 전체 14개의 결과물 중에서 하 수준은 4개(28.6%), 중 수준은 8개(57.2%), 상 수준은 2개(14.3%)로 나타났다. 다음은 ‘자료 표현’ 과정에서 각각 하 수준과 중 수준으로 분류된 결과물이다.

결과물 D는 하 수준으로 분류된 과제로서 표와 원그래프, 막대그래프를 활용하여 요약적으로 표현된 자료들을 제시하였지만 ‘영화 선택 기준’, ‘영화관 선호도’와 같이 탐구 주제인 ‘영화 장르’에 대해 관련성이 없는 내용들을 표현하였다.



[그림 IV-2] 결과물 D에 나타난 자료 표현

반면 중 수준으로 분류된 결과물 B는 스마트폰의 사용시간과 성적과의 상관관계를 알아보기 위하여 휴대전화 과다사용 정도에 따른 학업성취의 평균, 스마트폰의 사용과 학업 성취와의 관련성을 표와 막대그래프로 요약하여 제시하기도 하였다.



[그림 IV-3] 결과물 B에 나타난 자료 표현

하 수준의 결과물과 비교하여 볼 때, 중 수준의 결과물에서는 표와 그래프를 적절히 활용하여 탐구 주제에 적합한 자료의 통계적 특징을 제시하고 있었다. 그러나 중 수준의 결과물에서도 탐구 문제 해결에 불필요한 자료들을 표현하는 사례를 찾아 볼 수 있었다. 예를 들어, 결과물 B는 ‘성별에 따른 스마트폰의 필요성’을 표와 막대그래프로 제시하거나, ‘휴대폰의 사용과 자기 통제력과의 상관관계’를 표로 정리한 자료들을 제시하는 등 탐구 주제와 무관한 자료의 표현이 부분적으로 나타나기도 하여 자료 표현에서 중 수준으로 분류되었다.

탐구문제와 일치하는 자료들만을 시각적 방법으로 표현하여 상 수준으로 분류된 결과물은 결과물 K와 결과물 L이다. 결과물 K는 ‘청소년들의 신체활동과 학업성적과의 관련성’, ‘운동 횟수와 그에 따른 학업 성적’ 등 탐구 문제와 일치하는 자료들만을 ‘표’로 제시하고 있었다. 또한 결과물 L에서는 ‘폭력성 게임의 소비와 실제 폭력사건의 발생수와의 관계’ 등과 같이 탐구문제

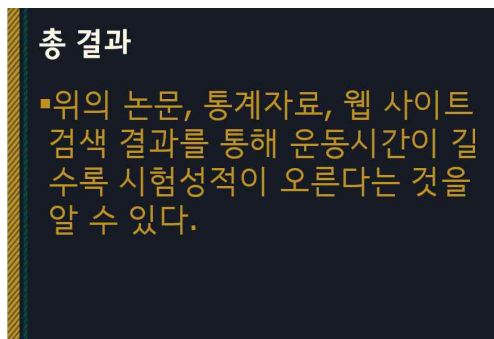
해결의 핵심적인 분석 자료들을 ‘꺾은선 그래프’로 제시하고 있었다. 이들은 탐구 주제와 일관성이 부족했던 중, 하 수준의 결과물들과는 달리, 탐구 문제 해결에 적합한 분석 자료 및 결과들을 중심으로 표, 그래프와 같은 시각적 표현방법을 활용하여 자료를 요약적으로 제시하고 있었다. 그러나, 전반적으로 학생들이 제시한 표나 그래프에서 자료의 변이성을 고려한 점을 찾아보기 어려웠다. 학생들이 제시한 표나 그래프의 표현방식은 물론 그에 따라 어떠한 결과가 나타나지에 대한 설명이 없었다.

분석결과를 종합하여 볼 때, ‘자료 표현’ 과정에서 많은 학생들이 시각적 표현방법으로 표와 그래프를 적절히 활용하지만 자료의 변이성은 고려하지 못하는 것을 볼 수 있었다. 14개의 결과물 중 11개의 결과물이 시각적 방법으로 자료를 표현하고 있었고, 그 중에서 9개의 결과물이 ‘표’를, 5개의 결과물이 ‘그래프’를 활용하고 있었다. 그러나 상 수준을 보인 2개의 결과물을 제외한 나머지 결과물들에서는 탐구의 핵심에서 벗어나는 내용들도 표현하는 것에서 볼 수 있듯이 학생들은 탐구 문제에 필요한 자료들을 선별하여 표현하는데 어려움을 경험하는 것으로 보였다.

이상의 분석 결과는 학생들이 시각적 표현에 대한 유용성은 충분히 인식하고 있는 반면 탐구 맥락에서 자료의 변이성을 고려하여 자료를 표현하는데 어려움이 있음을 시사한다. 이러한 어려움은 통계적 탐구를 문제의식으로부터 일관된 문제해결과정으로 보는 총체적 이해가 부족한 것에서 비롯되는 것으로 생각할 수 있을 것이다. 이는 통계수업이 개념과 원리를 단편적으로 소개하는 수준에서 벗어나 통계적 탐구 과정 전반과 연결 지어 자료를 의미 있고 종합적으로 표현하는 수준의 통계적 소양을 함양하기 위한 수업 자료와 활동을 제공할 필요성을 시사한다.

5. 결과 해석

‘결과 해석’은 여러 통계 정보 및 통계적 현상을 분석한 결과를 종합하여 탐구 문제에 대한 결론을 이끌어 내는 과정에 해당한다. 분석 결과에 대한 해석 또는 근거 없이 결론을 제시하거나 탐구 주제와 무관한 해석을 하는 경우는 하 수준, 탐구 주제 및 문제에 타당한 결과를 이끌어냈으나 분석결과에 의해 정당화되지 않는 결과를 일부 포함한 경우는 중 수준, 분석에 사용된 변수들과의 관련성을 탐구주제와 일치하게 설명하여 정당화된 결과를 이끌어낸 경우는 상 수준으로 분류하였다. 분석 결과, 하 수준의 결과물이 12개(85.7%)로 가장 많았고, 중 수준과 상 수준의 결과물은 각각 1개(7.1%)씩 나타났다. 다음은 결과 해석 과정에서 중 수준과 상 수준으로 분류된 결과물이다.

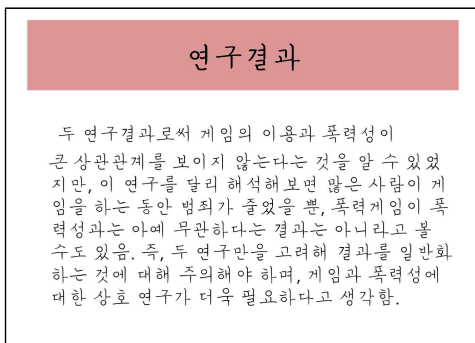


[그림 IV-4] 결과물 K에 나타난 결과 해석

결과물 K는 ‘청소년들의 신체활동 수준에 따른 학업 성적’, ‘운동량과 학업성취와의 관계’, ‘운동 횟수에 따른 학업성적 비교’ 등 여러 연구 자료와 분석 결과들을 보여준 후, 이를 토대로 ‘운동 시간이 길수록 시험 성적이 오른다.’라는 결론을 제시하였다. 결과물 K는 처음 설정한 탐구문제를 고려하여 결론을 제시하고, 자료 분석을 통해 그 결론의 타당성을 입증하려 하였다. 그러나 운동

횟수, 유산소 운동, 운동량 등 다양한 변인들을 고려하지 못하고 ‘운동 시간의 길이’라는 한 가지 변인만을 고려하여 결론을 제시하였다.

상 수준으로 분류된 결과물 L은 게임의 사용과 폭력성이 무관하다는 두 가지 연구 자료 및 분석 결과를 제시한 후, 이를 바탕으로 ‘게임의 이용과 폭력성이 큰 상관관계를 보이지 않는다.’라는 분석결과에 의해 정당화된 결론을 제시하였다. 뿐만 아니라 ‘게임을 하는 동안 범죄가 줄었을 뿐 폭력게임이 폭력성과 무관하다는 결과는 아니다.’, ‘두 연구만으로 결과를 일반화할 수 없으며, 이에 대한 상호 연구가 더욱 필요하다.’라는 결론도 함께 제시하였다. 결과물 L과 같이 결과 해석에서 분석 결과에 기초하여 결론을 이끌어내는 것 이외에도 다양한 변인을 고려하여 분석 결과에 따른 성급한 일반화를 방지하는 것은 분석 결과에 대한 반성적 사고에 해당한다. 따라서 본 연구의 분석들에서는 포함하지 않았으나 학생들의 통계적 소양을 함양하기 위하여 통계수업의 활동 내용으로 포함할 수 있을 것이다.

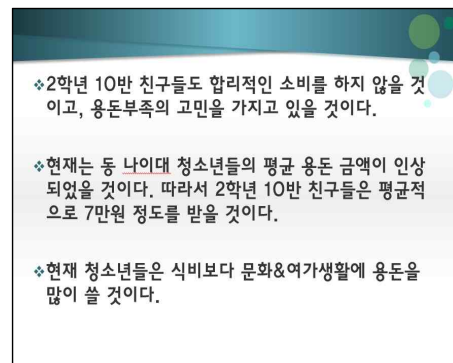


[그림 IV-5] 결과물 L에 나타난 결과 해석

이처럼 중 수준과 상 수준을 보인 결과물은 각각 1개에 불과했고, 이를 제외한 12개의 결과물들은 모두 하 수준을 나타냈다. 하 수준의 결과물 중 4개는 결론을 제시하지 않고 있었고, 나머지 8개의 결과물에서는 탐구 문제와 무관한

해석을 하거나 분석 결과에 대한 충분한 근거 또는 해석 없이 결론을 성급하게 일반화하는 경향을 보였다. 다음은 ‘결과 해석’ 과정에서 하 수준으로 분류된 대표적인 결과물이다.

[그림 IV-6]은 청소년들이 용돈을 얼마나 어떻게 쓰는지 탐구하고자 한 결과물 C에 나타난 결론 부분이다. 결과물 C에서는 결론을 제시하기에 앞서 ‘2009년 청소년들의 용돈 금액’을 나타내는 통계적 자료를 보여준 후, 이를 토대로 ‘2009년의 청소년들은 대체적으로 3~4만원의 용돈을 받았다.’라는 분석결과를 제시하였다. 이후 결과 해석 과정에서 ‘2학년 10만 친구들은 평균 7만원 정도 받을 것이다.’, ‘현재 청소년들은 식비보다 문화와 여가 생활에 용돈을 많이 쓸 것이다.’라는 결론을 제시하였는데, 이러한 결론은 앞서 제시한 2009년 용돈 금액의 통계 자료만으로는 추정할 수 없는 내용이므로 타당한 근거 없이 결론을 일반화한 것에 해당한다.



[그림 IV-6] 결과물 C에 나타난 결과 해석

[그림 IV-7]은 ‘사교육시간에 대한 성적 분포’를 알아보하고자 한 결과물 G의 결론 부분으로, 성적별 주당 사교육 투자시간을 제시하고, 그 분포를 해석하여 ‘상위권의 학생일수록 사교육에 더 많은 시간을 투자한다.’는 분석결과를 제시하였다. 하지만 ‘사교육과 성적과는 관련이 없다.’

와 같이 분석결과와 상반된 해석을 하였고, 이로써 ‘학원에 안다녀도 된다.’라는 결론을 제시하였다. 이는 분석 결과와 상관없이 편향된 결론을 제시한 경우로 볼 수 있다.

연구 결과

특징별	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
평균 성적 상위 20% 이상	100.0	23.2	39.5	28.4	22.7	17.4	8.6	2.7
21~70%	100.0	25.6	12.4	17.0	22.0	36.0	4.6	2.3
71~90%	100.0	30.7	35.5	17.1	39.2	44.3	9.7	2.3
91~99%	100.0	36.1	39.6	16.6	17.6	11.5	3.5	2.0
100% 이상	100.0	44.3	11.0	19.4	14.0	8.0	3.4	1.8

< 성적 별 주당 사교육 투자 시간 >

상위권 성적으로 갈수록 사교육 시간이 많은 쪽으로 골고루 분포함을 알 수 있다. 하지만 모든 성적 분포에서 0시간이 비율을 가장 많이 차지하는 것을 보아 성적과 사교육 시간은 그렇게 큰 연관이 없어 보인다.

연구 결과

결론 : 학원을 안 다녀도 된다.

[그림 IV-7] 결과물 G에 나타난 결과 해석

이상의 논의를 종합하여 볼 때, 많은 학생들이 분석 결과를 탐구 문제에 대한 결론으로 정리하는 단계를 간과하거나 자료 분석 결과와 무관한 결론으로 성급하게 일반화하는 경향을 보이는 것을 확인할 수 있었다. 전체 14개의 결과물 중 4개의 결과물은 결과 해석 과정이 드러나 있지 않았고, 8개의 결과물은 결론을 제시하기는 하나 잘못된 결론에 이르거나, 결론을 입증할 만한 타당한 근거를 제시하지 못하고 있었다. 또한, 상 수준으로 분류된 결과물을 제외한 13개의 결과물에서는 수집한 연구자료 및 분석 결과들을 무비판적으로 수용하고 있었으며, 그 결과가 가지는 불확실성과 다른 변수들의 영향에 대하여 고려하지 않고 있었다. 이러한 경향은 학생들이 통계적 개념과 절차를 적용하여 구한 분석 결과가 그 자체로 결론이라고 생각하는 경향을 보여준다고 할 수 있다.

6. 종합 논의

‘문제 설정’ 과정에서는 핵심어의 양적 특징에 대한 적절한 설정 기준과 근거를 제시하지 못한 중 수준의 결과물들이 대부분으로 나타났다. 이는 문제 설정 과정에서 탐구주제에 대한 일반적인 맥락 지식과 관련 자료들의 변이성을 인식하여 탐구의 목적을 명확히 하고, 이를 통해 조사하려 하는 양적 특징을 명확하게 제시할 수 있도록 지도가 이루어져야 함을 시사한다(Wild & Pfannkuch, 1999; 고은성, 박민선, 2017). 또한 문제 설정 과정에서 하 수준으로 분류된 결과물은 다른 과정의 평가에서도 모두 하 수준으로 분류된 것을 볼 수 있었는데, 이는 문제 설정이 탐구 과정의 방향성을 결정하는 데 중요하다는 것을 보여준다. 따라서 학생들이 모둠별 조사활동을 통해 설정한 문제를 전체 학급 토론을 주제로 하여 통계 프로젝트에 적절한 문제로 정리하는 활동을 제공하는 것이 필요하다.

‘자료 수집’ 과정에서는 자료의 출처, 모집단에 대한 정보 및 표본 추출 방법을 제시하지 않아서 자료의 타당성과 신뢰성에 대한 근거가 부족한 하 수준의 결과물들이 대부분이었다. 이는 학생들이 자료의 수집 및 표본 추출과정에서 자료의 맥락과 변이성에 대한 중요성을 이해하지 못하고 있음을 보여준다. 2015 개정 교육과정에서는 <확률과 통계> 교과의 ‘교수·학습 방법 및 유의사항’에서 ‘실제적인 예를 통하여 표본조사의 필요성을 알게 하고, 올바른 표본추출이 모집단의 성질을 예측하는 기본조건임을 이해하게 한다.’ 항목을 추가하여 표본조사의 의미를 강조하였다. 따라서 실제 수업에서 자료가 가지는 변이성을 인식하여 자신이 탐구하는 맥락에 따라 표본 조사 및 자료 수집을 계획하고 실행하는 활동의 강화가 필요할 것이다.

‘자료 분석’ 과정과 ‘자료 표현’ 과정에서는 많

은 학생들이 통계적 원리 및 개념과 시각적 표현 방법을 활용하였지만, 대부분 중 수준에 그친 것을 확인할 수 있었다. 이는 학생들이 분석 및 표현 과정에서 통계적 지식과 시각적 자료 표현의 필요성과 유용성을 인지하고는 있지만, 탐구 문제를 해결하기 위한 적절한 분석과 표현 방법을 활용하지 못하여 그래프를 읽는 수준에 머물러 있다. 이러한 결과는 탐구 활동에 있어서 자료를 분석하고 표현하는 것이 탐구 주제와 목적에 부합한지, 다양한 맥락에서 자료의 변이성에 대한 이해에 기반하고 있는지를 충분히 고려해야함을 의미한다(Curcio, 1987; Shaughnessy, 2007). 또한, 많은 결과물에 나타난 분석과 표현 방법이 고등학교 수준의 개념보다는 초·중등 교육과정에 해당하는 백분율, 막대그래프, 꺾은선 그래프 등과 같은 기초적인 통계적 개념인 경우가 대부분이었다. 이러한 결과는 많은 학생들이 실제 현상을 기반으로 한 분석활동에 고등 통계 개념을 적용하는 데에는 익숙하지 않다는 것을 보여준다. 이러한 어려움은 수업에서 고등 통계 개념을 적용한 다양한 예시를 제시함으로써 해소될 수 있을 것이다. 또한 실세계 문제를 이해하고 탐구하는데 유용한 통계적 개념들이 교육 과정에 더욱 보강되어야 할 것이다.

‘결과 해석’ 과정에서는 결론을 제시하지 않거나 충분한 근거 또는 해석 없이 결론을 성급하게 일반화하는 경향을 보인 하 수준의 결과물이 대부분으로 나타났다. 이는 통계수업에서 자료 분석 후 분석 결과를 해석하고, 결론을 이끌어내는 과정에 대한 안내가 필요하다는 것을 말해준다. 실제 고등학교 통계 교과서 대부분 학습한 개념을 문제에 적용하여 풀이하는 형식을 취할 뿐 통계 분석 결과를 비판적으로 해석해보거나 결론을 제시해보는 활동은 거의 찾아볼 수 없다. 우리 주변에서 쉽게 접할 수 있는 여러 정보들은 대부분 통계적 수치를 기술한 것으로, 이를 문제

상황과 관련지어 올바르게 해석하고 비판적으로 수용하는 능력은 무엇보다 중요하다. 학생들이 통계 자료 및 결과의 무분별한 수용에 대한 위험성을 경계하고, 정보의 적절성 또는 정당성을 비판적으로 판단할 수 있도록 결과해석 과정이 필수적으로 이루어져야 한다. 나아가 결과해석을 바탕으로 새로운 연구 문제를 제기하고 그에 따른 탐구가 순환적으로 이루어질 수 있도록 하여 지속적인 통계 활동을 유도한다면, 학생들로 하여금 통계의 가치를 알게 하고 통계에 대한 긍정적인 인식을 이끌어낼 수 있을 것이다.

마지막으로, 분석한 결과물에서는 전반적인 탐구 과정에서 선행연구 인용에 대한 윤리적 문제가 나타나기도 하였다. 예를 들어, ‘자료 수집’ 과정에서 자료의 출처를 제시하지 않고 무분별하게 자료를 인용하였으며, 모집단과 표본의 특징에 대한 부분을 간과하여 수집한 자료가 편향적일 가능성 역시 배제하지 못한 경우도 많았다. ‘결과 해석’ 과정에서는 자료 출처의 분석결과를 재해석 없이 그대로 인용하기도 하였다. 이는 탐구를 위해 선행연구를 수집하고 활용하는 과정에서 준수해야하는 윤리에 관한 교육이 제공되어야 할 필요성을 시사한다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 탐구 기반 통계수업에서 수집한 학생들의 결과보고서를 분석하여 학생들의 통계적 소양 수준을 확인하고 통계 학습에서의 성취와 어려움을 파악하고자 하였다. 본 연구에서 실행하였던 탐구 기반 통계수업에서 학생들은 자기 주도적으로 통계적 탐구과정 전반을 수행하였다. 즉, 그들이 관심을 갖는 실세계 문제 현상을 통계적 탐구를 위한 주제와 문제로 구체화하고 그들이 설정한 문제를 통계적 지식을 적용하여 해

결하기 위한 계획을 세우고 실행한 뒤 문제에 대한 결론을 제시하였다. 이러한 탐구 활동은 통계 전문가 수준의 성과로 이어지지는 않았지만 학생들이 통계적 탐구 과정 전반을 경험하며 통계와 실세계 사이의 연결성과 유용성을 인식하고 실세계 문제해결을 위한 통계적 탐구 역량을 강화할 수 있는 기회를 제공하였다. 반면 이러한 성취와 더불어 통계적 탐구를 수행하는 과정에서 학생들은 다양한 어려움을 경험하는 것을 확인할 수 있었다. 통계적 탐구 과정에서 학생들이 경험하는 성취와 어려움에 대한 이해는 통계수업 개선에 관하여 다음과 같은 시사점을 제공한다.

첫째, 학생들이 통계적 탐구 과정에서 경험하는 대표적인 어려움 가운데 하나는 탐구 문제의 관점에서 탐구 과정을 일관성 있게 조직화하지 못하는 것이었다. 앞서 분석 결과에 대한 서술에서 제시하였듯이, 탐구 주제에서 벗어나는 자료 수집, 분석, 표현을 제시하는 오류를 자주 관찰할 수 있었다. 이는 학생들이 통계적 탐구 과정을 일관된 전체로 인식하고 탐구주제를 중심으로 각 과정의 맥락과 활용되는 자료의 변이성을 인식하여 그에 타당한 탐구 방법을 선택하여 활용하는 경험을 제공하는 것이 필요함을 시사한다. 따라서 통계수업이 단편적인 통계학의 이론적 지식과 방법에 숙달하는 것에 초점을 두기 보다는 문제설정에서부터 결론에 이르기까지 통계 정보가 생성되는 과정 전반을 이해하고 탐구 과정과 결과 전반에 대한 반성적 사고를 바탕으로 하여 새로운 탐구 문제를 제기하고 해결하는 지속적이고 순환적인 탐구 학습에 참여할 수 있는 기회를 제공해야 할 것이다.

둘째, 많은 학생들이 자료 분석에 고등 통계 개념 및 원리를 활용하는 데에 어려움을 가지는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 학생들이 다양한 자료들을 탐색하고 그 사이에 변이성을 고려한 양적인 특징을 귀납적으로 탐구하여 관

련된 통계적 원리를 학습하기보다는 실세계 맥락을 고려하지 않은 정제된 자료를 제시하고 정해진 절차와 이론에 따라 연역적으로 과제를 해결하는 학습에 익숙하여 발생하는 문제로 볼 수 있다. 또한 수업시간에 학습한 통계적 개념을 실제 현상을 기반으로 한 문제 해결 과정에 적용하는 데에 익숙하지 않음을 말해준다. 따라서 통계적 지식을 연계하여 다양한 실세계 맥락의 자료들을 활용한 과제개발이 필요하다. 또한 실세계 문제를 이해하고 탐구하는데 유용한 통계적 개념을 수업에 포함할 수 있도록 교육과정의 보완이 이루어져야 할 것이다.

셋째, 학생들은 주변에서 쉽게 접할 수 있는 통계 정보 및 자료들을 무비판적으로 수용하는 경향을 보였다. 통계 정보를 올바르게 해석하고 비판적으로 수용하는 능력은 정보화 시대에 필수적으로 요구되는 통계적 소양 중 하나이다. 이러한 맥락에서 자신이 수집한 자료의 적절성을 판단하고, 편향된 의도를 가진 자료에 대해 의문을 가지며 이를 비판적으로 평가하는 것은 현대 사회 구성원에게 요구되는 핵심적 역량에 해당한다. 따라서 학생들이 정보의 무비판적 태도가 갖는 위험성을 알고, 자료 활용과 관련된 윤리적 태도를 함양할 수 있는 교육 내용이 보완되어야 할 것이다.

넷째, 본 연구에서 제시한 분석들은 학교 현장에서 통계적 소양 함양을 위한 수업에서 다양한 활용이 가능하다. 구체적으로 본 연구에서 제시한 분석들은 학생들의 통계적 소양 수준을 판별하고 이를 향상시키기 위한 수업에서 고려해야 할 사항을 제시하고 있으므로 통계적 탐구 기반 교육프로그램이나 교사의 안내 활동 설계, 학생들의 통계적 소양을 평가할 때 가이드라인으로서 활용가능하다.

통계적 소양을 함양하기 위해서 학생들이 통계 학습의 능동적 주체로서 참여할 수 있는 학

습 환경의 구성이 무엇보다 필수적이다. 즉, 학생 스스로 통계적 탐구를 위한 탐구주제를 선정하고 이와 관련된 실세계 자료들을 비판적으로 분석하여 실제적으로 탐구가 가능한 문제로 조직화해가며 통계적 탐구결과물을 생산하는 과정을 자기주도적으로 이끌어 나가며 새로운 지식을 창출하는 학습이 이루어질 수 있어야 한다. 이를 위하여 통계적 탐구과정을 아우르는 통계적 개념과 원리, 방법을 포함하는 교육과정의 개발이 필요하다. 뿐만 아니라 실세계 자료에 기초하여 통계적 탐구과정이 실현될 수 있는 수업 내·외적 환경 조성과 교사의 통계 교육 전문성 함양에 대한 지속적인 지원이 동시에 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- 고은성, 박민선(2017). 통계적 문제해결 지도를 위한 예비초등교사들의 통계적 소양 조사 연구. **학교수학**, 19(3), 443-459.
- 교육부(2015). **수학과 교육과정**. 교육부 고시 제 2015-74호 [별책 8].
- 유승희, 이은경(2010). 모둠학습활동에서 또래 간 스케폴딩 탐구. **초등교육연구**, 23(4), 483-507.
- 임다미, 박영희(2017). 초등 6학년의 학교 통계와 통계적 소양에 대한 연구. **한국초등수학교육학회지**, 21(2), 391-414.
- 통계교육원 홈페이지 <http://sti.kostat.go.kr/coresti/site/main.do>. (2018. 09. 12.)
- 탁병주, 구나영, 강현영, 이경화(2017). 중등수학 예비교사들의 통계적 소양: 표본 개념에 대한 이해를 중심으로. **수학교육**, 56(1), 19-39.
- Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the Future. *The Clearing House*, 83(2), 39-43.
- Ben-Zvi, D., & Garfield, J. (2004). Statistical literacy, reasoning, and thinking: Goals, definitions, and challenges In D. Ben-Zvi, & J. Garfield (Eds), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 3-15). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Callingham, R., & Watson, J. M. (2017). The development of statistical literacy at school. *Statistics Education Research Journal*, 16(1), 181-201.
- Carvalho, C., & Solomon, Y. (2012). Supporting statistical literacy: What do culturally relevant/realistic tasks show us about the nature of pupil engagement with statistics? *International Journal of Educational Research*, 55, 57-65.
- Chick, H. L., & Pierce, R. (2012). Teaching for statistical literacy: Utilising affordances in real-world data. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10, 339-362.
- Curcio, F. R. (1987). Comprehension of mathematical relationships experienced in graphs. *Journal for Research in Mathematics Education*, 18, 382-393.
- Franklin, C., Kader, G., Mewborn, D., Moreno, J., Peck, R., Perry, M., & Scheaffer, . (2007). American Statistical Association. (2007). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education(GAISE) report: A pre-K-12 curriculum framework*. Alexandria, VA: American Statistical Association.
- Gal, I. (2002). Adults' statistical literacy: Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1-51.
- Gould, R. (2017). Data is statistical literacy. *Statistical Education Research Journal*, 16(1), 22-25.
- Koparan, T., & Guven, B. (2015). The effect of project-based learning on students' statistical

- literacy levels for data representation. *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*, 46(5), 658-686.
- Moore, D. S. (1997). New pedagogy and new content: The case of statistics. *International Statistical Review*, 65(2), 123-165.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., & Foy, P. (2008). *TIMSS 2007 International Mathematics Report: Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grade*. MA: Boston College.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). Curriculum and evaluation standards for school mathematics. Author: Reston, VA.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). Principles and standards for school mathematics. Author: Reston, VA.
- OECD(2014). *PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do - Student Performance in Mathematics, Reading and Science (Vol. I, Revised Edition)*. Paris: OECD.
- Shaughnessy, J. M. (2007). Research on statistics learning and reasoning In F. K. Lester (Eds), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the national council of teachers of mathematics* (pp. 957-1009). VA: Author.
- Schiold, M. (1999). Statistical literacy: thinking critically about statistics. *Of Significance*, 1(1), 15-20.
- Schiold, M. (2010). Assessing statistical literacy: Take CARE. In P. Bidgood, N. Hunt, & F. Jolliffe (Eds), *Assessment methods in statistical education: An international perspective* (pp. 133-152). Chichester, England: John Wiley & Sons, Ltd.
- Schiold, M. (2011). Statistical Literacy: A new mission for data producers. *Statistical Journal of the IAOS*, 27, 173-183.
- UNECE(2012). Making data meaningful part 4: A guide to improving statistical literacy. https://www.unece.org/fileadmin/DAM/stats/documents/writing/Making_Data_Meaningful_Part_4_for_Web.pdf.
- Watson, J. M. (1997). Assessing statistical literacy using the media. In I. Gal & J.B. Garfield (Eds.), *The assessment challenge in statistics education* (pp. 107-121). Amsterdam: IOS Press and The International Statistical Institute.
- Watson, J. M., & Callingham, R.A. (2003). Statistical literacy: A complex hierarchical construct. *Statistics Education Research Journal*, 2(2), 3-46.
- Watson, J. M. (2006). Statistical literacy at school: Growth and goals. 박영희 역(2013). **학교에서 어떤 통계를 배워야 하지? 통계적 소양의 성장과 목표**. 서울: 경문사.
- Watson, J. M. (2011). Foundations for improving statistical literacy. *Statistical Journal of the IAOS*, 27, 197-204.

An Analysis of High School Students' Statistical Literacy: Students' Achievement and Difficulties of Statistical Inquiry

Ju, Mi-Kyung (Professor, Hanyang University)

Kim, So-Yeon (Teacher, Kyoha High School)

Bae, Ki-Tae (Graduate Student, Hanyang University)

Jeong, Hee-Su (Graduate Student, Hanyang University)

Jung, Soo-Yong (Graduate Student, Hanyang University)

As statistical literacy is emphasized as one of key competences, there is an increasing social concern for reforming statistics education. In this context, this study analyzed high school students' statistical project reports to investigate the characteristics of their statistical literacy. The analysis revealed the difficulties that students may experience in designing and conducting data collection, analysis, and making statistical inference with coherence to research questions. This suggests that statistics instruction should provide students

with opportunity to analyze the validity of an entire statistical inquiry process. In addition, the students experienced difficulty in applying statistical concepts and principles. So statistics instruction should provide authentic learning experience to help students understand the connection between statistics and real world. Lastly, it is necessary to develop instructional materials and activities to enhance students' critical awareness and ethics toward statistical information.

* Key Words : statistical literacy(통계적 소양), statistics education reform(통계교육개혁)

논문접수 : 2018. 11. 10

논문수정 : 2018. 12. 16

심사완료 : 2018. 12. 21