

## 예비 수학교사들의 통계적 문제해결 과정 분석: 결과 해석 단계를 중심으로

김 소 형 (성균관대학교, 강사)  
한 선 영 (성균관대학교, 교수)<sup>†</sup>

통계적 소양이 중요한 능력으로 인식되는 현대 사회에서 우리가 접하는 많은 통계의 형태는 결과 자료이므로 통계적 문제해결의 과정 중 결과 해석 단계는 중요하다. 이에 본 연구에서는 예비 수학교사들에게 사교육에 관한 데이터를 제공하여 모평균 추정을 활용한 통계적 문제해결 과정을 경험하는 과정을 통해 그들이 결과 해석 단계에서 보인 특징에 대해 분석함으로써 교사교육에서의 통계교육에 대한 시사점을 도출하고자 하였다. 첫째, 많은 예비 수학교사들이 자료를 기반으로 결과를 해석하였으나 그 추론이 합리적이지 못한 수준을 보였다. 둘째, 본 연구의 많은 예비 수학교사들은 공교육과 관련된 다양한 종류의 의사결정을 하면서 통계 분석 결과를 바탕으로 교육적 의사결정을 했으나 그 내용은 교사로서 할 수 있는 일반적인 의사결정이었다. 마지막으로, 본 연구의 예비 수학교사들은 통계적 문제해결 과정의 세 단계에 대해서는 반성적 사고를 하고 있었으나, 결과 해석 단계에 대한 반성적 사고는 아무도 안 한 것으로 나타났다.

### I. 서론

현대 사회에서 통계적 소양은 통계를 활용하여 많은 정보를 올바르게 처리하고 해석하며 합리적인 의사결정을 이끌어낼 수 있는 역량으로써 중요하게 여겨진다(주미경 외, 2018). 그러나 학교의 통계교육에서는 통계를 수학의 한 분야로 제시하고 있기 때문에 통계적 계산을 피상적으로 가르치고 기계적으로 적용하고 있다(우정호, 2000; 이지연, 임해미, 2021; 탁병주, 이경화, 2017). 이러한 통계교육으로 인해 학생들이 통계적으로 사고하지 못한다는 문제가 제기되면서 통계적 소양을 향상시킬 수 있는 새로운 통계교육의 필요성이 대두되었다(Ben-Zvi & Garfield, 2004/2010). 이에 많은 통계교육 연구자들은 학생들이 실제로 문제를 설정하고, 자료를 수집하여 분석한 뒤 그 결과를 해석하는 일련의 과정을 경험해 보아야 한다고 주장한다(고은성, 박민선, 2017; 김소형, 한선영, 2021; 박보영, 2020; 배혜진, 이동환, 2016; Franklin et al., 2007; Marriott, Davies & Gibson, 2009; Wild & Pfannkuch, 1999). 이러한 맥락에 따라 학생들이 통계를 수행하는 일련의 과정을 경험하게 함으로써 현행 통계교육을 개선할 수 있는 방법 중 하나가 바로 통계적 문제해결(statistical problem solving) 과정을 경험하게 하는 것이다(김소형, 한선영, 2021; Franklin et al., 2007; Marriott, Davies & Gibson, 2009). 즉, 통계적 문제해결은 통계 문제에 대하여 평균이나 표준편차와 같은 통계값 계산이나 공식 위주로 문제를 해결하는 통계 영역에서의

\* 접수일(2022년 11월 27일), 심사(수정)일(2022년 12월 22일), 게재확정일(2022년 12월 28일)

\* MSC2000분류 : 97K70

\* 주제어 : 통계적 문제해결, 결과 해석, 예비 수학교사, 사교육, 데이터 기반 의사결정, 반성적 사고

† 교신저자 : sy.han@skku.edu

\* 이 논문은 김소형의 박사학위논문 「예비 수학교사들의 통계적 문제해결 과정 분석: 문제 설정 단계와 결과 해석 단계를 중심으로」의 일부를 수정 보완하였음.

\* 이 논문은 2021년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2021S1A5C2A03089476).

문제해결을 넘어, 실생활 문제를 통계적 맥락으로 가져와서 통계적 개념과 아이디어를 활용하여 올바른 의사결정을 내리는 것이다(이은정, 박민선, 2019).

통계적 문제해결은 통계적 탐구 또는 통계적 조사와 상호 교환적으로 사용되며 그 과정에 대한 견해는 학자마다 차이를 나타내지만, 통계교육학자들 사이에는 어느 정도 공통된 관점이 존재한다(고은성, 박민선, 2017; 배혜진, 이동환, 2016; 전해원, 김래영, 2019). 통계적 문제해결 과정은 일반적으로 문제 설정, 자료 수집, 자료 분석, 결과 해석으로 이루어지는 과정으로서 전문 통계학자들이 실제로 하는 작업(work)을 분석하여 구성되어진 것이다(고은성, 박민선, 2017). 이러한 통계적 문제해결 과정을 학교 통계교육에 적용하기 위해 미국의 통계협회(ASA, American Statistical Association)는 학교 통계교육을 위한 보고서인 GAISE(Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education) 보고서를 제시하였다. 이 GAISE 보고서에서는 통계적 문제해결 과정을 문제 설정-자료 수집-자료 분석-결과 해석과 같이 4단계로 제시하였다(Franklin et al., 2007).

통계적 문제해결 과정의 4단계 중에서도 특히 결과 해석 단계는 그 중요성이 더 크다. 우리가 일상생활에서 접하는 많은 통계의 형태는 결과 자료이기 때문에 통계 결과를 해석하고 판단하는 역할을 더 많이 경험하게 된다(이철빈, 2017). 이때 제공된 자료 중 일부는 부정확하거나 오류가 있는 통계적 방법을 통하여 도출되었을 가능성이 있기 때문에, 통계 결과를 보고 올바르게 해석하고 합리적인 판단을 내리는 능력은 중요하다(전혜원, 김래영, 2019). 또한, 하나의 통계적 결과는 같은 의미로 해석이 가능할 지라도 그에 대한 의사결정은 개인마다 다를 수도 있으며, 이러한 의사결정은 개인적, 사회적 변화에 직접적인 영향을 미칠 수 있기 때문에 통계적 분석의 결과를 해석하고, 의사결정을 내리며, 그 결과를 반영하는 일련의 과정은 학교 교육에서 다루워야 할 필요성이 있다(Franklin et al., 2007).

따라서 학교는 올바른 자료 분석의 결과 해석 및 의사결정을 위한 교육을 마련해야 하며, 더불어 통계적 문제해결을 가르칠 수 있는 교사를 양성하는 것 또한 필요하다(서희주, 한선영, 2021). 그러나 학교 현장에서 교사가 학생들에게 통계적 문제해결을 지도하는 것이 쉽지 않은 상황을 많이 접하게 되는데, 이는 교사들이 통계적 문제해결에 대한 경험이 없기 때문이다(고은성, 박민선, 2017). 교사를 위한 통계교육 프로그램을 준비하기 위해서는, 교사들의 통계적 문제해결과정을 살펴볼 수 있는 사례 연구의 축적이 필요하며, 특히 현직 교사의 신념 및 전문성은 예비 교사 시절부터 형성되기 때문에(한선영, 2015; 황혜정, 2020) 교사 양성 기관에서 예비 수학교사들에게 통계적 문제해결을 활용하여 합리적인 의사결정을 내릴 수 있는 경험을 제공하는 것은 중요하다. 더불어, 예비 수학교사들은 미래에 교사가 되었을 때, 교육적인 목적을 가지고 학생들에 대한 데이터를 활용하여 합리적으로 의사결정을 할 수 있어야 할 것이다(Filderman, Toste & North Cooc, 2021). 이를 위해서는 예비 수학교사들이 통계적 문제해결 과정 중에서도 결과 해석 단계에서 분석 결과를 기반으로 한 의사결정까지 경험해보아야 한다. 그럼에도 불구하고, 현재까지 예비 수학교사들의 통계적 문제해결 과정에 대한 연구는 그들이 보인 통계적 지식(고은성, 박민선, 2017; 박보영, 2020; 이은정, 박민선, 2019)에 대한 수준을 살펴본 연구들이 대다수이다. 즉, 예비 수학교사들의 통계적 문제해결 과정에 대한 선행연구들은 각 단계에서 보이는 그들의 특징을 면밀히 살펴볼 수 없었다는 점에서 한계가 있다고 할 수 있다. 이에 본 연구는 예비 수학교사들이 통계적 문제해결의 각 과정에서 보인 특징을 면밀히 살펴보기 위한 연구로 시작되었으며, 본문에서는 통계적 문제해결 과정 중에서도 결과 해석 단계에 대한 중요성을 강조하기 위해 결과 해석 단계에 집중하여 그들이 보인 특징을 분석함으로써 통계교육에서의 교사 교육에 관한 시사점을 도출하고자 하였다.

통계적 문제해결의 과정 중, 결과 해석 단계는 (1) 통계적 결과 해석하기, (2) 결과 해석을 바탕으로 의사결정하기, (3) 문제해결 전반에 대한 반성하기로 세분화하여 볼 수 있는 바(Wild & Pfannkuch, 1999), 본 연구는 예비 수학교사들이 결과 해석 각각의 단계에서 어떠한 특징을 보이는지 살펴보고자 하였다. 이를 바탕으로, 향후 교사 교육 기관에서 예비 수학교사들을 위한 통계 교육 과정을 수립함에 있어 참고할 수 있는 함의점을 제시하고자 하였다.

## II. 연구의 배경

### 1. 이론적 배경

#### 가. 통계적 문제해결 과정에서의 결과 해석 단계

통계적 문제해결 과정이란, 학생들이 통계적 문제를 해결하는 과정에서 공통적으로 경험하는 단계를 뜻한다(강현영 외, 2014). 즉, 통계적 문제해결은 통계적 맥락에서 문제 설정, 자료 수집, 자료 분석, 결과 해석과 같이 4단계의 과정으로 이루어진다(전혜원, 김래영, 2019). 이때 통계적 문제해결 과정에서의 결과 해석 단계는 통계적 문제해결 과정의 가장 마지막 단계로, 그에 대한 정의는 다음 <표 II-1>과 같다.

<표 II-1> 결과 해석 및 결론 단계에 대한 정의

선행연구	단계명	결과 해석 및 결론 단계 정의
Mackay & Oldford(1994)	결론 (Conclusion)	연구의 결과를 내고 해석하는 과정
Wild & Pfannkuch(1999)	결론 (Conclusion)	문제 단계의 언어로 연구의 결과를 보고하는 과정. 잠재적 오류에 대한 논의 및 계획하는 과정. 자료 단계와 분석 단계의 강점과 약점을 논의하는 기회를 제공하는 과정.
Graham(2006)	결과 해석 (Interpret the results)	원래의 질문 맥락에서 해석하는 과정.
Franklin et al.(2007)	결과 해석 (Interpret results)	분석 결과를 해석하는 과정. 해석을 원래 문제와 연결하는 과정.
Marriott et al.(2009)	해석 및 논의 (Interpret and discuss the data)	자료로부터 결론을 이끌어 냄으로써 처음 문제에 대한 답을 구하는 과정.
Mooney (2002)	자료 해석·분석하기 (Analyzing & Interpreting data)	자료의 패턴과 경향을 인식하고, 자료의 그래픽 표현으로부터 결과를 추론하거나 예측하는 과정.

결과 해석 단계에 대해 가장 단순한 정의를 내린 Mackay & Oldford(1994)는 결과 해석 단계를 ‘결론(Conclusion)’ 단계로 명명하며, 통계적 분석에 대한 결과를 내고 해석하는 과정이라고 하였다. 또한, Franklin et al.(2007)은 결과 해석 단계에 대해 분석 결과를 해석하는 과정이라고 정의하면서 그 해석을 원래의 문제와 연결하는 과정이라고 하였다. 이와 같이 통계적 문제해결 과정에 대해 연구한 연구자들 중 일부는 결과 해석 단계의 정의에 대해 문제와의 연결을 제시함으로써(Franklin et al., 2007; Graham,2006; Marriott et al., 2009; Wild & Pfannkuch, 1999) 결과 해석과 문제와의 맥락적 연결을 강조하였다. 즉, 결과 해석 단계에서는 분석에 대한 결과를 내는 과정이지만 그 해석은 원래의 문제와 같은 맥락에서 이루어져야 한다.

또한, 위의 <표 II-1>과 같이 Wild와 Pfannkuch(1999)는 결과 해석 단계를 ‘결론’으로 명명하며 그에 대한 정의를 3가지로 제시하였다. 첫 번째로 결과 해석 단계는 문제 단계의 언어로 연구의 결과를 보고하는 과정이라고 정의하면서 문제와 결과 해석의 맥락적 연결성을 강조하였다. 두 번째로 결과 해석 단계는 잠재적 오류에 대해 논의 및 계획을 하는 과정이라고 정의하였으며, 세 번째로는 결과 해석 단계를 자료 수집 단계와 분석 단계의 강점과 약점을 논의하는 기회를 제공하는 과정이라고 하였다. 즉, Wild와 Pfannkuch(1999)가 결과 해석 단계

에 대해 제시한 두 번째, 세 번째 정의는 결과 해석 단계에서 반성적 사고를 강조한 것이라고 볼 수 있다. 따라서 통계적 문제해결 과정은 일회적인 경험이 아니라 경험의 순환이 이루어지면서 통계적 문제해결 과정을 반복, 심화하여 수준을 상승시키도록 해야 한다(이경화, 유연주, 탁병주, 2021).

앞서 언급한 연구자들(Franklin et al., 2007; Graham, 2006; Marriott et al., 2009; Wild & Pfannkuch, 1999)이 결과 해석에 대해 정의한 바와 같이(<표 II-1> 참조), 결과 해석 단계에서는 문제와의 맥락적 연결을 주의하며 결과를 해석해야 한다. 그러나 국내의 통계적 문제해결에 관한 선행연구들에서는 학생들이 결과 해석 단계에서 문제와의 연결성이 부족하다는 결과를 보여주고 있다(고은성, 박민선, 2017; 주미경 외, 2018). 고등학생을 대상으로 한 주미경 외(2018)의 연구에서는 학생들의 통계적 결과물로 결과 해석 단계에 대해 분석하기 위해 다음의 <표 II-2>와 같은 분석틀을 제시하였다. <표 II-2>와 같은 기준으로 분석한 결과, 결과 해석 단계에서 ‘하’ 수준을 보인 학생들이 가장 많은 것으로 나타났다. 이때 ‘하’ 수준을 보인 학생들은 결론에서 탐구 질문과 관련이 없는 해석을 하고 있었다. 이러한 결과에 대해 주미경 외(2018)는 실제 고등학교 통계 교과서의 대부분이 학습한 개념을 문제 풀이에 적용하기만 하고 통계 분석 결과를 비판적으로 해석하거나 결론을 내리는 활동이 거의 없기 때문이라고 하였다.

<표 II-2> 결과 해석 단계에서의 통계적 소양 분석틀(주미경 외, 2018, p.9)

수준	결과 해석 단계
상	분석에 사용된 변수들의 관련성을 탐구주제 및 문제와 일치하게 설명하는 수준.
중	탐구 주제 및 문제에 타당한 결과를 이끌어 냈으나 분석 결과에 의해 정당화되지 않는 결과를 일부 포함하는 수준.
하	분석 결과에 대한 해석 또는 근거 없이 결론을 제시하거나 탐구 주제 및 문제와 무관한 결과를 제시하는 수준.

또한, 예비 초등교사들을 대상으로 한 고은성, 박민선(2017)의 연구에서도 다음의 <표 II-3>과 같이 결과 해석 단계에서 주목해야 할 핵심 이슈를 바탕으로 예비 초등교사들의 결과 해석 단계를 분석하였다. 그 결과, 예비 초등교사들은 자료를 바탕으로 비약 없이 분석 결과를 해석하는 데에 많이 주목하고 있었으나 설정한 탐구 질문의 맥락과 일치하는 결과를 해석하는 데에는 주목하고 있지 않은 것으로 나타났다.

<표 II-3> 결과 해석 단계에서의 핵심 이슈(고은성, 박민선, 2017, p.449)

	핵심 이슈	내용
결과 해석	자료에 기초한 결과 해석	비약 없이 자료를 바탕으로 결과를 해석하는지와 관련된 이슈
	문제와의 상호작용	설정된 탐구질문과 일치하는 결과를 해석하는지와 관련된 이슈
	맥락과의 상호작용	맥락에 맞게 결과를 해석하는지와 관련된 이슈
	변이성의 고려	결과 해석에서 변이성을 고려하는지와 관련된 이슈

한편, 2015 개정 수학과 교육과정에 해당하는 확률과 통계 교과서의 통계적 추정 단원을 대상으로 통계적 문제해결 과정에 따라 분석한 이지연, 임해미(2021)의 연구에서는 결과 해석 단계에 대한 분석 관점을 다음의 <표 II-4>와 같은 분석틀을 활용하였다. 9종의 확률과 통계 교과서를 분석한 결과, 결과 해석 단계에서 가장 많은 문항들이 맥락 요소를 반영하고 있었다. 이러한 결과는 앞서 언급한 고은성, 박민선(2017)의 연구와 주미경 외(2018)에서 고등학생들과 예비 초등교사들이 문제의 맥락과 연결된 결과 해석을 하는 데에 가장 취약하다는 결과와 상반된 것이다.

<표 II-4> 결과 해석 단계에서 통계적 소양의 분석 관점(이지연, 임해미, 2021, p.199)

	요소	분석 관점
결과 해석	맥락	문제의 맥락 상황에서 자료 분석 결과의 의미를 해석하도록 요구하는가?
	변이성	결과에 영향을 미치는 요인을 인식하며 해석하도록 요구하는가?
	수학적 통계적 지식	결과를 수학적, 통계적 지식을 통해 해석하도록 요구하는가? (신뢰도와 신뢰구간의 의미, 오차범위 등과 관련된 통계적 지식을 통해 결과를 해석하는지 여부)
	공학 도구 활용	공학 도구가 통계적 문제해결 과정의 특정 단계에서 어떻게 구현되었으며 결과에 어떠한 영향을 주었는지 고려하여 결과 해석을 요구하는가?
	비판적 태도	자료 분석에 기반한 해석이 합리적인지 판단하도록 요구하는가? 오류를 포함한 주장에 대해 합리적인지 판단하여 비판적으로 문제를 제기하도록 요구하는가?
	의사소통	결과에 대해 다른 사람과 의사소통하면서 다양한 관점을 존중하고 토론하도록 요구하는가?

교과서에서는 문제와의 맥락적 연결성에 주목한 결과 해석 단계에 대한 문항들이 많았다. 그러나 앞서 살펴본 선행연구에서의 예비 교사들은 문제와의 맥락적 연결성이 중요함에도 불구하고 문제와 맥락적으로 연결된 결과 해석을 하는 데에 취약한 모습을 보였다. 따라서 통계적 문제해결을 지도할 때, 문제 설정 단계에서부터 결과 해석 단계까지 그 맥락이 벗어나지 않도록 그 과정을 세밀하게 나누어 제시해야 할 필요가 있다. 또한, 현재까지 통계적 문제해결 과정에서의 반성적 사고를 확인한 국내 연구는 전무하다. 따라서 Wild와 Pfannkuch(1999)가 결과 해석 단계에서 반성적 사고를 강조한 바와 같이 통계적 문제해결 과정에서 이루어지는 반성적 사고를 확인할 수 있는 연구가 필요하다.

**나. 데이터를 기반으로 한 의사결정**

불확실한 미래를 예측해야 하는 현대사회에서 데이터를 기반으로 의사결정 하는 것은 중요한 미래 역량 중 하나이다(서희주, 한선영, 2021). 이때 의사결정이란, 어떤 구체적인 현실 상황에 직면했을 때 자신의 지식과 가치를 활용하여 문제를 해결하는 것을 의미한다(Cassidy & Kurfman, 1977). 즉, 미래 사회에서는 학생들이 비정형화된 문제 상황에서 통계적 문제해결을 통해 합리적으로 의사결정을 할 수 있어야 한다(서희주, 한선영, 2021). 이러한 사회적 요구에 따라 GAISE 보고서에서는 통계적 문제해결이 통계적으로 데이터를 처리하고 분석하여 결과를 도출하는 것뿐만이 아니라 그와 관련하여 의사결정을 내리는 과정까지 중요함을 언급하였다(서희주, 한선영, 2021; Franklin et al., 2007). 따라서 데이터를 기반으로 하는 의사결정은 통계적 문제해결 과정에서 데이터를 가지고 통계적 지식과 자신의 가치를 기준으로 결론을 내림으로써 문제를 해결하는 것을 의미한다.

이미 다양한 분야에서 활용되고 있는 데이터 기반의 의사결정은 교사가 학교 현장에서 교육적인 목적을 위해 활용할 수도 있다(Agasisti & Bowers, 2017). 즉, 교육 분야에서 데이터를 기반으로 하는 의사결정(Data-driven decision making, D3M)은 교사가 학생의 학습 결과의 극대화를 위해 학생 학습 관련 데이터를 체계적으로 분석함으로써 도출된 결과를 자신의 교육 활동에 적용하는 것을 의미한다(Marsh, Pane & Hamilton, 2006; Schifter, Natarajan, Ketelhut & Kirchgessner, 2014). 이와 같이 교육 분야에서 이루어지는 데이터 기반의 의사결정은 학습목표와 관련하여 학생의 장점과 단점을 식별할 수 있기 때문에(Dunn, Airola, Lo & Garrison, 2013) 학생의 학업성취도를 높일 수 있다는 잠재력을 갖고 있다(Prenger & Schildkamp, 2018). 따라서 교사가 학생에 대한 데이터를 활용하는 것은 수업 개선을 위해 매우 중요한 과정이다(Filderman et al., 2021). 이를 위해서는 교사가 데이터를 이해하고, 수집하고, 분석하는 방법 등에 대하여 이해할 수 있어야 한다(Mandinach & Gummer, 2016;

Filderman et al., 2021). 그러나 교사가 교육적인 목적을 위해 학생에 대한 여러 가지 데이터를 수집할 수 있는 환경이 갖추어졌음에도 불구하고 정작 교사들이 학생에 대한 데이터를 수집하고 활용하는 데에 필요한 경험 및 지식은 부족한 것으로 나타났다(Gallagher, Means & Padilla, 2008; Means, Chen, DeBarger & Padilla, 2011). 뿐만 아니라 교사가 교육적인 목적을 위해 데이터를 활용하는 과정이나 방법에 대한 선행연구 또한 적은 실정이다(Mandinach, Rivas, Light, Heinze & Honey, 2006; Moss, 2007). 이러한 현상에 대하여 교사 교육자들과 교사 교육 연구자들은 교사들이 교육 현장에서 데이터를 효과적으로 활용할 수 있도록 하는 데에 관심을 가져야 한다고 주장했다(Mandinach & Gummer, 2016). 뿐만 아니라 교사들이 데이터를 기반으로 한 의사결정 능력을 기를 수 있도록 다양한 지원을 해야 한다고 주장하였다(Lai & McNaughton, 2016; Mandinach & Gummer, 2016). 따라서 본 연구는 예비 수학교사들을 대상으로 데이터 기반의 의사결정을 하는 과정을 경험하게 하며, 그들이 어떠한 과정으로 의사결정을 하는지 살펴보고자 하였다.

## 2. 연구 방법 및 절차

### 가. 연구 대상

본 연구의 대상은 서울시의 한 사범대학에 재학 중인 수학교육과 학생들이다. 특히 본 연구에서는 학교 수학에서의 모평균 추정 수업을 들은 후에도 모평균 추정을 할 수 있는지를 확인하고, 이를 바탕으로 현재의 통계 교육 방식에 대한 시사점과 동시에 통계교육에서의 교사 교육에 대한 시사점을 도출하고자 하였다. 이를 위하여 대학에 진학하기 전, 학교 수학에서만 모평균 추정에 대한 수업을 들어봤을 것으로 예상되는 1학년 학생들을 대상으로 하였다. 이에 1학년에 개설되는 과목인 <대수학> 강의를 듣는 예비 수학교사 37명을 대상으로 실시하였다. 37명의 예비 수학교사들 중에서 본 연구에 참여하는 것을 동의하지 않은 3명은 제외하였다. 또한, 본 연구의 자료로 활용함에 동의하였으나 본 연구에서 진행한 프로젝트를 위해 작성한 활동지나 최종 보고서를 제출하지 않아 결과 해석 단계를 확인할 수 없는 7명을 제외하였다. 따라서 본 연구는 27명을 대상으로 자료 분석을 실시하였으며, 연구 참여자에 대한 정보는 다음 <표 II-5>와 같다. 연구 참여자의 74.07%(20명)가 1학년이었으며, 25.93%(7명)가 2학년이었다. 또한, 연구 참여자의 88.89%(24명)가 수학교육을 전공하고 있었으며, 11.11%(3명)은 컴퓨터 교육과 교육학을 전공하고 있었다. 본 연구에 참여한 모든 예비 수학교사들은 모두 학교 수학에서 모평균 추정에 대한 수업을 들었던 경험이 있었으며, 이 중 교육학을 전공한 2명의 예비 수학교사들은 2학년이기 때문에 대학교에 입학한 후 교육통계 과목에서 모평균 추정에 대한 강의를 들은 경험이 있었다. 또한, 27명의 예비 수학교사들 중에서 24명(88.89%)은 모평균 추정에 대한 정의를 알고 있었으며, 3명(11.11%)은 모평균 추정에 대한 정의를 모르고 있었다.

<표 II-5> 연구 참여자에 대한 정보

범주	분류	n	%
학년	1학년	20	74.07
	2학년	7	25.93
전공	수학교육	24	88.89
	그 밖	3	11.11
모평균 추정 수업에 대한 경험	있다	27	100
	없다		
모평균 추정 정의에 대한 지식 유무	알고 있다	24	88.89
	모른다	3	11.11

**나. 자료 수집**

본 연구에서 진행한 모평균 추정 프로젝트는 GAISE 보고서(Franklin et al., 2007)와 Wild & Pfankuch(1999)가 제시한 통계적 조사 과정에서의 핵심 이슈(Issues)<sup>1)</sup>를 바탕으로 통계적 문제해결 과정을 수정 및 개발하여 적용하였다. 모평균 추정 프로젝트<sup>2)</sup>는 3주 동안 진행되었으며, 예비 수학교사들에게 7만 5천명이 넘는 중등학생들의 학년, 지역, 사교육비 등 다양한 정보가 포함되어 있는 데이터를 제공한 뒤, 모평균 추정을 통하여 해결할 수 있는 질문을 설정하도록 하였다. 탐구 질문을 설정한 예비 수학교사들은 모평균 추정을 활용하여 통계 분석 과정을 거친 후 통계적 결과를 바탕으로 교사로서의 의사결정을 내리기까지 이들이 경험한 통계적 문제해결 과정의 모든 과정을 활동지에 작성하였다. 또한, 예비 수학교사들은 최종 보고서를 작성하여 그 동안 활동지에 작성했던 내용들을 정리하여 발표할 수 있도록 하였다.

<표 II-6> 본 연구에서 활용된 자료(활동지 문항) 정보

분류	문항
결과 해석	6-(2) 내 연구 결과에 대해 정리하여 서술하십시오.
	6-(3) 내 연구의 결과를 바탕으로 나는 교사로서 어떤 처치를 할 것인가? (의사결정)
	6-(4) 연구 결과가 나오기 전에 예상했던 결과와 실제 결과에 차이가 있는가? 그 이유는 무엇일 것이라 생각하는가?
	6-(5) 실제 결과가 나온 후 내가 생각하는 교사로서의 처치는 연구 결과가 나오기 전에 내가 예상했던 교사로서의 처치와 달라졌는가? 어떤 점이 달라졌는가?
반성적 사고	6-(6) 내 연구의 제한점은 무엇인가? (내 연구 과정 및 결과에서의 아쉬운 점)
최종 보고서	7 결과들을 종합하여 개별 보고서를 작성해보자. (필수 포함 내용 : 연구 배경, 연구 질문, 연구 결과 및 해석, 연구 결론)

특히 통계적 문제해결 과정 중에서도 결과 해석 단계에 대해 분석하기 위해 본 연구에서는 위의 <표 II-6>과 같이 프로젝트 활동지에서 결과 해석 단계에 해당하는 문항 4개와 반성적 사고에 해당하는 문항 1개를 분석에 활용하였다. 또한, 예비 수학교사들이 결과 해석 단계에서 보이는 특징을 더 면밀히 확인하기 위해 프로젝트 활동지 문항 이외에, 예비 수학교사들이 통계적 문제해결 과정에서 작성한 모든 문항들을 종합·정리하여 작성한 최종 보고서에서도 결과 해석 부분을 분석에 활용하였다.

**다. 분석 방법**

본 연구에서는 통계적 문제해결 과정 중 결과 해석 단계에 대한 예비 수학교사들이 보이는 특수한 케이스를 보기 보다는 그들의 반응에는 어떠한 경향성을 보이는지를 확인하기 위함<sup>3)</sup>으로 주제 분석(thematic analysis)을 활용하여 분석하였다. 주제 분석은 반복 패턴을 식별하거나 분석 및 보고를 하기 위해 질적 데이터를 분석하는 방법이다(Braun & Clarke, 2006). 이때, 본 연구의 주제 분석에 있어서 연구자의 편견으로 인하여 잘못 해석된 부분을 수정하고 보완할 수 있도록 수학교육 전문가 1인과 동료 간 협의(peer debriefing) 과정을 거침으로써 신뢰도와 타당도를 확보하고자 하였다. 따라서 본 연구는 예비 수학교사들의 활동지 및 최종 보고서들을 반복적으로 읽어가며 의미가 있다고 생각되는 문장을 의미 단위(meaning units)로 설정한 뒤 다음과 같은 방법으로 분석

1) Wild & Pfankuch(1999)가 제시한 핵심 이슈는 통계교육에서 통계적 문제해결을 지도할 때 통계적 문제해결의 각 과정에서 무엇(행동적 요소)에 주목해야 하는지에 대해 유용한 정보를 제공한다(김소형, 2022; 탁병주, 2018).  
 2) Wild & Pfankuch(1999)가 제시한 핵심 이슈를 바탕으로 모평균 추정 프로젝트의 각 과정에서 수행된 행동과 요소는 부록에 제시한다.

을 실시하였다.

첫째, 예비 수학교사들이 통계적 결과를 해석하는 수준을 살펴보기 위해서 Mooney(2002)의 분석 기준을 활용하였다. 본 연구는 Mooney(2002)가 제시한 자료 해석 및 분석하기 단계에서의 통계적 사고 수준을 일부 수정하여 <표 II-7>에 나타난 바와 같이 3개의 수준으로 예비 수학교사들의 자료 분석 및 해석하기 수준을 분석하였다.

<표 II-7> 통계적 사고 수준 틀-자료분석·해석하기(Mooney, 2002, p.36-37을 수정)

수준		분석 기준
1수준	이질적 (Idiosyncratic)	자료에 기반하지 않은 추론을 한다.
2수준	과도기적 (Transitional)	자료에 기반한 추론을 하지만 추론이 합리적이지 않다.
3수준	합리적 (Rational)	문맥과 자료를 기반으로 합리적인 추론을 한다.

둘째, 예비 수학교사들이 교사로서 내린 의사결정의 특징을 살펴보기 위해 활동지 및 최종 보고서에서 의사결정에 대해 서술한 문항(6-(3))을 반복적으로 읽으며 의사결정의 특징으로 보이는 문장을 표시하였다. 표시된 문장들을 특징별로 분류하여 분류된 문장들에 대해 범주를 설정한 뒤 그 빈도를 산출하였다. 또한, 예비 수학교사들이 내린 의사결정이 통계적 분석 결과에 근거하고 있는지를 판단하기 위해서 그들이 작성한 통계 분석 결과(6-(2))와 의사결정(6-(3))의 내용을 살펴보았다. 통계 분석 결과와 의사결정 간의 연결성을 바탕으로 통계 분석 결과와 직접적으로 연관된 의사결정을 내린 경우(코드 A), 통계 분석 결과에 근거하기 보다는 일반적인 의사결정을 내린 경우(코드 B), 통계 분석 결과와 의사결정 간의 연결성이 합리적이지 않거나 그 사고 과정을 설명하지 않은 경우(코드 C)와 같이 세 개의 범주로 분류하였다. 마지막으로 예비 수학교사들의 의사결정이 통계 분석을 실시하기 전, 후로 하여 변화가 있었는지를 살펴보기 위해 문항 6-(4)와 6-(5)를 분석하였다. 본 연구에서 예비 수학교사들은 자신의 탐구 질문에 대하여 통계 분석을 실시하기 전에 결과를 예측해보고 이에 따라 교사로서 어떤 의사결정을 내릴 것인지를 작성하였다. 그리고 통계 분석 결과가 도출된 후의 결과에는 예측했던 결과와 어떠한 차이가 있는지(6-(4)), 결과가 도출된 후에 교사로서의 의사결정에는 어떠한 변화가 있는지(6-(5))를 작성하였다. 이와 같이 예비 수학교사들의 통계 분석 결과에 대한 변화 유무에 따라 교사로서의 의사결정에도 변화가 있는지 없는지에 대해 그 빈도를 산출하였다.

셋째, 예비 수학교사들이 통계적 문제해결 과정 중 어떠한 반성적 사고를 하는지 보기 위해 활동지에서 반성적 사고에 해당하는 문항(6-(6))을 반복적으로 읽었다. 이때 예비 수학교사들의 반성적 사고는 통계적 문제해결 과정 4단계에 따라 분류하였다. 또한, 활동지 및 보고서 자료를 반복적으로 읽으며 각 단계별로 분류된 반응들 중에서 각 반응들의 특징을 세분화하여 하위 범주로 분류하고 그 빈도를 산출하였다. 이때, 각 예비 수학교사들이 여러 단계에 대한 반성적 사고들을 작성한 경우에는 본 연구자가 각 단계별로 구분하여 분석하였다. 예를 들어, 예비 수학교사 25(PT 25)가 작성한 반성적 사고에서 “표본 추출을 3번 밖에 하지 못한 점, 수학교육과인 만큼 수학과목에 대한 사교육비를 했으면 어땠을까 하는 아쉬움이 있다.”와 같이 작성하였다면 표본 추출을 3번 밖에 하지 못했다는 아쉬움에 대하여 자료 분석 단계에 대한 반성적 사고로 분류하였으며, 수학과목에 대한 사교육비를 했으면 어땠을까 하는 아쉬움에 대하여 질문 설정 단계에 대한 반성적 사고로 분류하였다. 즉, 예비 수학교사 25(PT 25)의 반성적 사고는 자료 분석 단계와 질문 설정 단계에 대한 반성적 사고로 분류하였다.

### III. 연구 결과 및 논의

#### 1. '통계적 결과 해석 단계'에서의 특징

통계적 결과를 해석하는 단계에서 예비 수학교사들이 나타내는 특징은 우선 통계적 결과를 해석하는 수준을 1~3수준으로 분류한 후, 각각의 수준이 어떠한 유형을 나타내는지 사례를 분석하였다. 예비 수학교사들의 통계적 결과 해석 수준을 분류한 결과는 <표 III-1>과 같다. 1수준을 나타내는 예비 수학교사는 없었으며, 2수준과 3수준을 보인 예비 수학교사들은 각각 16명(62.96%)과 11명(40.74%)이었다. 이때, 2수준을 보인 16명의 예비 수학교사들 중 13명(81.25%)는 모평균 추정에 대한 정의를 알고 있는 상태였으며, 3수준을 11명의 예비 수학교사들은 모두(11명, 100%) 모평균 추정에 대한 정의를 알고 있는 상태였다.

<표 III-1> 결과 해석하기 단계의 수준

수준	n	%
1수준: 자료에 기반하지 않은 추론을 실시하는 수준	0	0
2수준: 자료에 기반한 추론을 하였지만, 그 추론이 합리적이지 않은 수준	16	59.26
3수준: 합리적인 결과를 해석하는 수준	11	40.74
총합	27	100

자료에 기반한 추론을 하였지만, 그 추론이 합리적이지 않은 2수준의 예비 수학교사들 중에서는 이상치(outlier)<sup>3)</sup>가 포함된 표본들을 가지고 결과 해석에 활용한 경우(11명, 68.75%)가 있었다. 이때 이상치는 일부 관측값(observed value)이 전체 데이터의 구간에서 크게 벗어난 값으로, 이는 자료의 분포에 따라 대푯값에 영향을 주기 때문에 자료를 정리하는 과정에서 이상치를 찾고 처리하는 과정이 필요하다(선정연, 김기영, 김진휘, 2019). 즉, 이상치가 나타났다면 자신의 기준에 따라 이상치를 처리한 후에 다시 자료 분석을 실시하여 나온 결과를 해석해야 한다. 그러나 본 연구의 2수준에 해당하는 많은 예비 수학교사들이 아래의 사례(PT 7)와 같이 표본에 이상치가 포함되어 있었음에도 불구하고 이상치를 처리하지 않은 채 결과를 해석하려고 하였다. 예비 수학교사 7(PT 7)의 경우에는 '극단적인 값(이상치)'이 많았기 때문에 평균값을 대푯값으로 활용할 수 없다고 했으나, 평균값을 포함한 결과값들을 바탕으로 결과를 해석하였다. 즉, 이상치를 포함한 평균값이 대푯값으로서 적절하지 않은 값을 알면서도 평균값을 결과 해석에 포함하였기에, 이 예비 수학교사의 결과 해석하기 수준은 합리적이지 못한 수준으로 분류하였다.

**PT 7 :** ...<상략>... 따라서 평균의 관점으로 봤을 때 수학, 영어, 국어 순으로 가장 많은 사교육비를 사용하고 있음을 알 수 있다. 하지만 극단적인 값도 꽤 존재했기 때문에 평균만을 비교하는 것은 그 집단을 충분히 대표할 만한 대푯값이 될 수 없다는 생각이 들어서 최빈값과 중앙값을 통해서도 결과를 해석해보기로 했다. ...<중략>... 결론적으로 평균, 중앙값, 최빈값의 결과를 종합해 봤을 때 국어, 영어, 수학 중에 가장 큰 비용을 사교육비로 사용하는 과목은 영어이고 수학이 그 뒤를 바짝 뒤따랐으며, 국어가 가장 적은 비용의 사교육비를 내고 있다고 결론지을 수 있다.

[그림 III-1] 예비 수학교사 7(PT 7)의 결과 해석

2수준을 보인 예비 수학교사들 중에서는 통계적 수치로 나타내어진 결과에 근거하지 않거나, 통계적 수치로부터 어떻게 결론을 이끌어 내었는지 그 추론과정이 설명되지 못한 사례(5명, 31.25%)도 있었다. 예를 들어 예비

3) 측정값과 비슷한 의미로 하나의 변수가 가지는 값

수학교사 20(PT 20)의 경우, 중학생들이 일주일 동안 방과후학교에 참여하는 평균 시간이 6시간이라는 통계적 수치를 바탕으로, 방과후학교 프로그램이 사교육을 줄이는 데에 큰 영향을 주지 못했다고 해석하였다([그림 III-2] 참조). 즉, 예비 수학교사 20(PT 20)의 경우에는 방과후학교에 참여하는 주당 평균 시간이 6시간이라는 통계적 결과로부터 방과후학교가 사교육을 줄이는 데에 큰 영향을 주지 못했다는 결론에 어떻게 이르렀는지 그 추론과정이 설명되지 않았기 때문에 이러한 해석이 통계적 수치로 나타내어진 결과에 근거하지 않은 것으로 판단되었다.

**PT 20 :** …<상략>… 최빈값이 0이 나왔지만 평균이 6시간이므로 이 결과를 통해 내가 생각하기엔 방과 후 학교 프로그램이 사교육을 줄이는 데에 큰 영향을 주지 못했다고 생각한다. …<후략>…

[그림 III-2] 예비 수학교사 20(PT 20)의 결과 해석

한편, 2수준을 보인 예비 수학교사들 중 일부(4명)는 위에서의 사례들 이외에 자신이 설정한 탐구 질문의 맥락과 맞지 않는 결과를 해석하는 모습을 보이기도 하였다. 즉, 이러한 모습을 보인 예비 수학교사들은 아래의 예시(PT10)와 같이 탐구 질문을 모두 상관관계로 설정하였으나 모평균 추정의 방법으로 자료 분석을 실시하고, 도출된 결과는 상관관계로 해석하려고 하였다. 만약 상관관계를 탐구 질문으로 설정하였다면 2개의 변수(독립변수, 종속변수)에 대하여 선형적 관계가 있는지 없는지를 확인하기 위한 것이기 때문에 상관계수(correlation coefficient)를 도출하여 두 변수의 관계에 대한 결과를 해석해야 한다. 그러나 예비 수학교사 10(PT10)은 가구소득과 학생 성적에 대한 관계를 탐구 질문으로 설정해놓고 가구소득 범주별 학생들의 성적에 대해 모평균을 내는 과정을 반복하였다. 이러한 방법으로 각각의 범주별 모평균의 크기를 비교함으로써 두 변수의 관계를 해석하려는 모습을 보였다.

<b>탐구 질문</b>	부모의 경제 수준과 아이의 고등학교(일반고) 성적은 비례할까?
<b>결과 해석</b>	월평균 가구소득이 ‘400만원 미만’에 속하는 학생들의 성적 평균은 상위 35.1~43.2% 안에 속한다고 나타낼 수 있고, 월평균 가구소득이 ‘400~700만원 미만’에 해당하는 학생들의 성적 평균의 경우 상위 29.4~40.2%에 속한다고 나타낼 수 있으며, 월평균 가구소득이 ‘700만원 이상’에 속하는 학생들의 성적 평균은 상위 23.5~31.5%에 속한다고 나타낼 수 있었다. 주어진 자료를 통해 월평균 가구소득에 따른 학생의 성적을 정확하게 분석할 수는 없었지만, 가구소득이 높을 수록 학생들의 성적은 대체로 높아짐을 확인할 수 있었다.

[그림 III-3] 예비 수학교사 10(PT 10)의 탐구 질문과 결과 해석 내용

본 연구에 참여한 27명 중 11명(40.74%)의 예비 수학교사들은 문맥과 자료를 기반으로 합리적인 추론을 실시하는 3수준을 나타내었다. 3수준을 보인 예비 수학교사들은 2수준을 보인 예비 수학교사들과는 달리 자신의 합리적인 기준으로 이상치를 처리하였다. 또한, 그래프로 왜도 및 분포를 살펴봄과 동시에 평균값뿐만 아니라 최솟값, 최댓값, 중앙값, 최빈값 등 다양한 결과값들을 활용하여 결과를 해석하였다. 아래의 예시와 같이 예비 수학교사 6(PT 6)의 경우, 표본 추출에 있어서 이상치들을 처리하는 과정을 설명하였다. 또한, 표본을 추출할 때마다 히스토그램을 관찰하여 최대한 표본의 대표성<sup>4)</sup>이 잘 지켜진 표본을 선택하고자 하였으며, 다양한 결과값들을 활

<sup>4)</sup> 표본 대표성은 표본이 모집단과 유사한 특징을 지닐 수 있도록 표본추출과정이 적당한 방식으로 행해지는 경우이다(고은성, 이경화, 2011).

용하여 결과를 해석하였다.

**PT 6 :** 히스토그램은 왜도가 가장 낮은 표본을 대상으로 만들었다. 왜도가 낮을수록 한쪽으로 치우침이 없는 것이므로, 편차가 매우 큰 값이 더 적을 것이라고 생각했기 때문이다. ...<중략>... 그리고, 사교육을 받는 학생들을 대상으로 하기 때문에 사교육비로 0원을 지출하는 경우는 조사에서 제외되었다. ...<중략>... 표본평균의 평균 또한 상위권 학생은 약 647만원, 중상위권 학생은 약 711만원으로 중상위권 학생들이 사교육에 60만원 가량 더 투자하는 것으로 밝혀졌다. 결론적으로, 중상위권 학생들이 상위권 학생들보다 사교육에 더 많은 돈을 투자한다는 것이다.

[그림 III-4] 예비 수학교사 6(PT 6)의 결과 해석

## 2. '의사결정 단계'에서의 특징

통계적 결과 해석 단계에서의 특징에 이어, 예비 수학교사들이 결과 해석을 바탕으로 어떠한 의사결정을 내리는지 그 특징을 살펴보았다. 구체적으로, 사교육 관련 자료 분석 결과를 바탕으로 예비 수학교사들이 내린 의사결정의 특징을 보고자 하였다. 이를 위해, 예비 수학교사들은 통계적 결과를 바탕으로 어떠한 의사결정을 내릴 것인지 작성하였으며 그 답변을 다음의 세 가지 측면으로 분석하였다. 첫째, 예비 수학교사들은 어떠한 의사결정을 내렸는지, 둘째, 예비 수학교사들의 의사결정이 통계적 분석 결과에 근거하고 있는지, 그리고 마지막으로 통계적 분석 결과가 예비수학 교사들의 의사결정을 변화시키는 데에 영향을 미쳤는지를 분석하였다.

우선, 예비 수학교사들이 결과 해석 단계에서 어떠한 의사결정을 내렸는지 분석하였다. 이를 유형화한 결과, 방과후 학교 개선(7명, 25.93%), 수업 외 교육과 관련된 안내 및 지도(7명, 25.93%), 수업에 대한 개선(6명, 22.22%), 교육 환경 구축(2명, 7.41%), 보충 프로그램 및 심화 프로그램 개발(2명, 7.41%), 기타-사교육 강사로서의 접근(2명, 7.41%), 시험문제 출제(1명, 3.70%) 등에 초점을 맞춘 의사결정을 한 것으로 나타났다(<표 III-2> 참고).

<표 III-2> 의사결정의 종류

의사결정(공교육 활성화)의 종류	n	%
방과후 학교 개선	7	25.93
수업 외에 교육과 관련된 부분 안내 및 지도	7	25.93
수업 개선	6	22.22
교육 환경 구축	2	7.41
보충 프로그램 및 심화 프로그램 개발	2	7.41
기타 (교사로서 의사결정 내릴 것이 없다, 과외 강사로서의 의사결정)	2	7.41
시험문제 출제	1	3.70
<b>총합</b>	<b>27</b>	<b>100</b>

예비 수학교사들의 의사결정의 종류를 분석한 후, 이러한 의사결정이 통계 분석 결과를 바탕으로 이루어졌는지에 대한 평가를 실시하였다. 통계 분석 결과와 직접적으로 연관된 의사결정을 내린 예비 수학교사는 모두 16명이었으며(59.26%), 통계 분석 결과에 근거하였다기 보다는 '공교육을 정상화하여 사교육을 줄여나가겠다' 등의 일반적인 의사결정에 이르렀던 예비 수학교사들은 모두 8명(29.63%)이었다. 또한, 통계 분석 결과와 의사결정 간의 연결성이 합리적이지 않거나 그 사고 과정을 설명하지 않은 예비 수학교사는 모두 3명(11.11%)이었다(<표 III-3> 참조).

<표 III-3> 통계 분석 결과와 의사결정 간의 연결성

통계 분석 결과와 의사결정 간의 연결성	n	%
통계 분석 결과와 직접적으로 연관된 의사결정	16	59.26
일반적인 의사결정	8	29.63
통계 분석 결과를 바탕으로 합리적이지 않은 의사결정	3	11.11
<b>총합</b>	<b>27</b>	<b>100</b>

통계 분석 결과를 바탕으로 그와 직접적인 의사결정을 내린 예비 수학교사들의 사례를 살펴보면 다음과 같다. 예를 들어, 예비 수학교사 5(PT 5)는 “상위권 학생들이 1년 동안 사용하는 사교육비는 평균 얼마일까?”라는 탐구 질문에 대한 통계적 문제해결 과정을 수행하였다. 이에 예비 수학교사 5(PT 5)의 결과와 의사결정은 [그림 III-5]와 같다. 즉, 예비 수학교사 5(PT 5)는 성적이 상위권인 학생들 중에서는 사교육비를 쓰지 않는 학생들이 많았다는 분석 결과로 인해 [그림 III-5]와 같은 의사결정을 내렸다. 상위권에 속하는 학생들 중에는 사교육비를 쓰지 않는 학생들이 많았다는 분석 결과를 다른 학생들에게 제공하여 사교육이 반드시 필요한 것은 아님을 주지시키고자 하는 의사결정을 내린 것이다.

<b>분석 결과</b>	...<상략>...평균은 약 485.8156만원으로, ...<중략>...가장 많이 나온 값이 0이고, 나머지는 900만원대에서 1100만원대에 분포하고 있었다...<후략>...
<b>의사 결정</b>	나는 상위권 학생들 중엔 사교육에 돈을 사용하지 않는 학생들도 많다는 것을 볼 수 있었다. 이러한 학생들이 있다는 사실을 다른 학생들에게 인지시키고, 이러한 학생들의 이야기를 들어 공부방법이나 사교육 없이 잘 할 수 있는 노하우 등을 듣고 이를 생각해서 나의 교실에 적용시켜볼 것 같다. 사교육을 받으면 지출되는 연간 사교육비가 900만원대~1100만원 정도의 학생들이 많아 보였는데, 내 생각에는 심화 학습의 부족과 불안감 때문이라고 생각한다. 따라서 공교육에서는 이러한 상위권 학생들을 위한 심화 과정 커리큘럼 등을 제작하는 것이 좋다고 생각한다

[그림 III-5] 통계 분석 결과를 바탕으로 직접적인 의사결정을 내린 예시(PT 5)

8명의 예비 수학교사들이 내린 의사결정은 통계 분석 결과에 근거하였다고 보기는 어려웠으며, 사교육을 대하는 공교육의 대처에 대한 일반적인 의사결정을 담고 있었다. 예를 들어, 예비 수학교사 10(PT 10)은 “대한민국 학생들은 주요 3과목 중 어떤 과목(국/영/수)의 사교육에 가장 큰 비용을 내고 이 금액은 어느 정도일까?”라는 탐구 질문에 대하여, [그림 III-6]과 같은 결과와 의사결정을 작성하였다. 이는 교과목 간의 사교육비 차이를 탐구한 탐구 질문 및 통계 분석 결과에 초점이 맞추어진 의사결정이라고는 보기 어려웠으며, 사교육과 공교육에 대한 사회의 통념적 인식을 바탕으로 한 의사결정으로 평가되었다.

<b>분석 결과</b>	월평균 가구소득이 ‘400만원 미만’에 속하는 학생들의 성적 평균은 상위 35.1~43.2% 안에 속한다고 나타낼 수 있고, 월평균 가구소득이 ‘400~700만원 미만’에 해당하는 학생들의 성적 평균의 경우 상위 29.4~40.2%에 속한다고 나타낼 수 있으며, 월평균 가구소득이 ‘700만원 이상’에 속하는 학생들의 성적 평균은 상위 23.5~31.5%에 속한다고 나타낼 수 있었다. 주어진 자료를 통해 월평균 가구소득에 따른 학생의 성적을 정확하게 분석할 수는 없었지만, 가구소득이 높을수록 학생들의 성적은 대체로 높아짐을 확인할 수 있었다.
<b>의사 결정</b>	교사로서 사교육과 공교육의 차이를 줄이기 위해 수업 개선의 노력을 할 것이다.

[그림 III-6] 통계 분석 결과를 바탕으로 일반적인 의사결정을 내린 예시(PT 10)

마지막으로 3명의 예비 수학교사는 통계 분석 결과와 의사결정 간의 연결성이 합리적이지 않거나 그 사고 과정을 설명하지 않은 답변을 하였다. 예를 들어, 예비 수학교사 24(PT 24)는 “상위 학생(~10%)과 중상위 학생(11~30%)이 투자하는 사교육비는 다를까?(공교육으로만 학습한 학생의 성적은 얼마나 될까?)”라는 탐구 질문에 대하여 통계적으로 분석하였다. 예비 수학교사 24(PT 24)는 통계적 분석의 결과로써 중상위권 학생들의 사교육비가 상위권 학생들의 사교육비보다 많다는 결과를 얻었으며, 이러한 결과로부터 사교육비가 성적에 큰 영향을 미치지 않는다고 작성하였다(그림 III-7 참조). 따라서 성적에 영향을 미치는 다른 요인을 찾고, 그 요인에 영향을 줄 수 있는 방법으로 접근하고자 하는 의사결정을 내렸다. 그러나 중상위권 학생들의 사교육비가 상위권 학생들의 사교육비보다 많다는 결과를 가지고 사교육비가 성적에 영향을 미치지 않았다는 판단을 내리기까지의 사고 과정이 설명되지 않았으며, 이로 인해 통계 분석 결과와 의사결정 간의 연결성이 합리적이지 않다고 판단되었다.

<b>분석 결과</b>	...<상략>... 오히려 중상위권 학생들의 사교육비가 상위권 학생들의 사교육비보다 더 많은 것을 알 수 있다.(‘상위권 학생 통계 전체’, ‘중상위권 학생 통계 전체’ 참고) 표본평균의 평균 또한 상위권 학생은 약 647만 원, 중상위권 학생은 약 711만 원으로 중상위권 학생들이 사교육에 60만 원 가량 더 투자하는 것으로 밝혀졌다. 결론적으로, 중상위권 학생들이 상위권 학생들보다 사교육에 더 많은 돈을 투자한다는 것이다.
<b>의사 결정</b>	예상과는 다르게 사교육비가 성적에 큰 영향을 미치지 않는다. 따라서 사교육비가 아닌 다른 부분에서 성적에 영향을 주는 부분을 찾고, 그 부분을 통해 학생이 더욱 성장할 수 있도록 도움을 줄 것이다.

[그림 III-7] 통계 분석 결과와 의사결정 간의 연결성이 합리적이지 않은 예시(PT 24)

마지막으로, 본 연구에서는 예비 수학교사들의 통계 분석과 의사결정 간의 관계를 살펴보기 위해서, 통계 분석 결과가 나온 후에 교사로서 내린 의사결정은 분석 결과가 나오기 전에 작성한 교사로서의 의사결정과는 어떤 차이가 있으며 그 이유가 무엇인지 작성해보도록 하였다. 즉, 통계 분석 결과가 나오기 전과 후 그 결과의 일치 여부에 따라 교사로서 내린 의사결정의 변화가 있었는지, 그리고 그 이유는 무엇인지에 대해 작성한 문항(6-(5))을 분석한 결과는 아래의 <표 III-4>와 같다.

<표 III-4> 분석 결과가 나오기 전과 후에 교사로서의 의사결정 변화

자료 분석 전 예측 결과와 실제 결과 사이의 일치 여부	교사로서의 의사결정에 변화	n	%
불일치하는 경우 (14명, 51.85%)	변화가 있다	11	40.74
	변화가 없다	3	11.11
일치하는 경우 (13명, 48.15%)	변화가 있다	0	0
	변화가 없다	13	48.15
<b>Total</b>		27	100

27명의 예비 수학교사들 중 13명(48.15%)의 예비 수학교사들은 자료 분석 전에 예측했던 결과와 자료 분석 후에 도출된 결과가 일치하기 때문에 교사로서의 의사결정에도 변화가 없는 것으로 나타났다. 또한, 11명(40.74%)의 예비 수학교사들은 자료 분석 전에 예측한 결과와 자료 분석 후에 도출된 결과가 일치하지 않기 때문에 교사로서 내린 의사결정에도 변화가 있는 것으로 나타났다.

그러나 3명(11.11%)의 예비 수학교사들은 도출된 분석 결과가 분석 전에 예측했던 결과와는 다르게 나타났지만, 교사로서의 의사결정은 변하지 않은 것으로 나타났다. 예를 들어, 예비 수학교사 26(PT 26)의 경우에는 연구 배경에 대해 “고등학교에서 공교육보다 사교육이 강화되고 있다는 느낌이 들어서 과연 사교육비가 높은 학생의 성적이 더 높을지 궁금했다.”와 같이 작성하였다. 즉, 공교육보다 사교육이 더 활성화되어 있다고 생각했기 때문에 사교육비에 지출을 많이 하는 학생들의 성적이 높을 것이라고 예상한 것이다. 예비 수학교사 26(PT 26)은 분석을 실시하기 전에는 자신이 교사라면 수업에서 다루었던 내용을 중심으로 시험 문제를 출제하겠다는 의사결정을 작성하였다. 이에 따라 예비 수학교사 26(PT 26)은 자신의 예상(사교육비를 1000만원 이상 지출하는 학생의 성적은 상위권일 것이다)이 맞는지 확인하기 위해 사교육비에 1000만원 이상을 지출하는 학생들의 성적에 대해 분석하였다. 그 결과, 예상과는 달리 중위권~중상위권의 성적을 가진 학생들이 사교육비에 1000만원 이상을 지출하고 있는 것으로 나타났다. 비록 자신의 예상과는 다른 결과가 도출되었지만 자신이 교사로서 내린 의사결정에는 차이가 없다고 작성하였다.

**PT 26** : 결과가 나오기 전에는 사교육비를 1000만원 이상 사용하는 학생의 성적이 상위권일 것이라고 생각했으나 연구 결과를 보니 사교육비를 1000만원 이상 사용하는 학생들의 성적이 중위권~중상위권으로 나와 결과에는 차이가 있지만 교사로서의 처치는 그대로 시험 문제를 수업에서 다룬 내용에 대해 많이 범으로써 사교육 축소와 함께 공교육 확대를 가져오는 처치를 할 것이다.

[그림 III-8] 예비 수학교사 26(PT 26)의 교사로서의 의사결정

### 3. ‘반성적 사고 단계’에서의 특징

본 연구에서는 예비 수학교사들이 통계적 문제해결 과정 중 어떤 단계에서 어떠한 반성적 사고가 이루어지는지를 보기 위하여 이를 작성하도록 하였다(<표 III-5> 참조). 그 결과, 본 연구의 예비 수학교사들은 자료 분석 단계(18개, 45%)에 대한 반성적 사고를 가장 많이 하고 있는 것으로 나타났다. 그 중에서도 “표본의 수를 700이라고 대략적으로 잡았다는 점 또한 아쉽다(PT 21).”와 같이 표본의 크기를 좀 더 실제에 가깝게 설정하지 못하였거나, “학교급과 학교 종류 또한 학년별로 세세하게 그룹을 나누어 결과를 분석해보지 못한 것이 조금 아쉬웠다(PT7).”와 같이 계급의 크기를 좀 더 세밀하게 나누지 못한 데에 대한 반성적 사고가 가장 많은 비율을 차지하였다(10개, 37.04%). 또한, 자료 분석 단계에서 이루어진 반성적 사고 중 두 번째로 많이 보인 유형(7개, 25.93%)은 “시간 관계상 과목별로 3번의 표본 추출밖에 못 했는데 한 과목당 10번 정도 했으면 조금 더 정확한 결과가 나오지 않았을까 하는 아쉬움이 남는다(PT 7).”와 같이 표본 추출 횟수가 부족했음에 대한 반성적 사고였다. 마지막으로, 자료 분석 단계에서 보인 또 다른 유형은 “사교육비가 1000만원 이상인 학생을 한 번에 걸러낼 수 있는 필터를 썼다면 더 간단하게 연구를 진행할 수 있었을 것 같다(PT 26).”와 같이 EXCEL 프로그램 조작에 대하여 언급한 것(1개, 3.7%)이었다.

본 연구의 예비 수학교사들은 질문 설정 단계(13개, 32.5%)에 대해서도 반성적 사고를 하고 있는 것으로 나타났다. 질문 설정 단계에 대하여 보인 반성적 사고들 중 자신의 탐구 질문과 관련하여 다른 표본 집단에서도 통계적 문제해결 결과를 함께 보지 못해 아쉽다는 내용의 반성적 사고가 가장 많은 것으로 나타났다(11개, 40.74%). 예를 들어, “고등학생뿐만 아니라 중학생을 대상으로도 조사해보거나 아니면 하위권 학생들도 표본추출을 해서 상위권 학생들과 하위권 학생들의 차이점을 비교해보는 것이 더 의미 있지 않았을까하는 아쉬움이 든다(PT 5).”와 같이 다른 표본 집단에서의 결과와 비교를 함으로써 교사의 입장에서 더 의미 있는 결론을 도출하

고자 하였으나 그러지 못해 아쉽다는 것이다.

<표 III-5> 통계적 문제해결 과정에서 실시한 반성적 사고

통계적 문제해결 과정 (n, %)	n	%	내용
질문 설정 (13, 32.5)	11	40.74	탐구 질문과 관련하여 다른 표본에 대해서도 볼 수 있었으면 하는 아쉬움.
	2	7.41	탐구 질문이 모평균 추정에 맞지 않음에 대한 아쉬움.
자료 정리 및 요약 (8, 20)	5	18.52	자료처리 과정에서 필요한 자료만 정리하지 못한 점이 아쉬움.
	3	11.11	주어진 자료가 어떻게 조사된 것인지 알 수 없어서 자료의 신빙성에 대해 의심이 드는 채로 조사한 것이 아쉬움.
자료 분석 (18, 45)	10	37.04	표본 크기를 좀 더 실제에 가깝게 설정하지 못한 아쉬움. 계급 크기를 좀 더 세밀하게 나누지 못한 아쉬움.
	7	25.93	표본 추출 횟수가 적었다는 점이 아쉬움.
	1	3.7	엑셀 조작 미숙에 대한 아쉬움.
결과 해석 (0, 0)	0	0	
종합적 과정 (1, 2.5)	1	3.7	연구 과정 중에 연구 질문을 바꿨기 때문에 시간이 부족하여 연구 과정을 세세히 확인하지 못한 것에 대한 아쉬움.

자료 정리 및 요약 단계에 대한 반성적 사고(8개, 20%)를 나타낸 예비 수학교사들도 있었다. 그 중에서도 자료를 처리하는 과정에서 필요한 자료만 정리하지 못한 점에 대한 반성적 사고를 가장 많이 한 것으로 나타났다(5개, 18.52%). 예를 들어, “일반고 학생 모두를 대상으로 하다 보니 높은 비율로 최빈값이 ‘0’이 나왔다는 것은 수능을 목표로 하지 않는 학생들의 데이터까지 연구에 포함되었다는 점이 아쉽다(PT 27).”와 같이 일부 예비 수학교사들은 분석 결과가 나온 후에야 자료 정리 과정에서 이상치 처리를 했었어야함을 깨달았다. 그럼에도 불구하고 이상치 처리를 하지 않은 채 잘못된 결과값을 그대로 결과 해석에 활용했다는 점에 대한 반성적 사고를 작성한 것이다. 또한, 자료 정리 및 요약 단계에서 두 번째로 많이 보인 반성적 사고의 유형은 주어진 자료의 수집 과정에 대한 것이었다. 예비 수학교사 14(PT 14)는 “주어진 자료가 공식적 자료인 것은 맞으나, 사교육은 단순히 학원뿐만이 아니라 과외, 컨설팅 등이 포함되기 때문에 정확한 수치가 올바르게 주어졌는지 확인해보지 못했다는 사실이 조금 아쉬웠습니다.”와 같이 작성하였다. 이와 비슷하게 예비 수학교사 2(PT 2)의 경우 “상위 10%라는 자료가 내신인지 모의고사인지를 잘 알지 못하여 그냥 묶어서 연구를 진행했다는 점이 아쉬웠다.”와 같이 작성하였다. 이러한 유형의 예비 수학교사들은 ‘사교육’, ‘상위 10%’ 등과 같은 단어가 어떻게 정의되었고 어떻게 자료가 수집된 것인지에 대한 의문을 가진 채 통계적 문제해결을 실시하였다는 의미로 볼 수 있었다. 마지막으로 본 연구의 예비 수학교사들은 통계적 문제해결 과정 중 결과 해석 단계에 대해서는 반성적 사고를 하지 않은 것으로 나타났다. 그러나 본 연구의 예비 수학교사들 중 한 명(PT 1)은 통계적 문제해결의 모든 과정에 대한 반성적 사고를 실시했어야 하지만 시간적 여유가 없어서 그러지 못했다는 점을 다음과 같이 작성하였다. “탐구질문을 한 번 바꾸었기 때문에 진행과정을 꼼꼼히 확인할 여유를 확보하지 못했다. 또한, 이 때문에 정규분포의 결과를 예상했으나 일차함수가 나왔으며 이 때문에 연구를 원활히 진행할 수 없었다.” 즉, 예비 수학교사 1(PT 1)은 통계적 문제해결 과정 전반에 대한 반성적 사고를 실시했어야 하지만 그러지 못했다는 점에 대하여 반성적 사고를 한 것이다.

#### IV. 결론 및 제언

현대 사회에서 필요한 통계적 역량을 향상시키기 위해서는 학생들이 통계적 문제해결 과정을 직접 경험함으로써 이루어져야 한다(우정호, 2017; Franklin et al., 2007). 특히 통계적 문제해결 과정 중에서도 우리가 일상에서 가장 많이 접하는 통계의 형태는 결과 자료(이철빈, 2017)이며, 이를 바탕으로 해석하거나 결론을 내리는 것까지가 통계적 사고 과정이라고 할 수 있으므로 결과 해석 단계는 매우 중요한 단계이다(이영하, 김지윤, 2016). 따라서 본 연구에서는 예비 수학교사들이 통계적 문제해결 과정 중 결과 해석 단계에서 보이는 특징을 분석하였다. 이하에서는 예비 수학교사들이 결과 해석 단계에서 보인 특징을 통해 교사 양성 교육에서 통계교육에 대한 시사점을 논하고자 한다.

첫째, 결과 해석 단계에서 2수준을 보인 예비 수학교사들 중 일부는 결과를 선부르게 해석하거나 자신만의 기준으로 결과를 해석하였다. 이러한 결과는 통계적 문제해결에 대한 선행연구에서도 볼 수 있다. 주미경 외(2018)에서는 고등학생들의 통계적 탐구 결과물에서 분석 결과에 대해 충분한 근거 없이 결론을 성급하게 일반화하는 경향을 보였다. 이러한 결과의 원인은 우리나라의 수학 교과서에서 결과 해석 단계에 대한 내용이 자료 분석 단계에 비해 낮은 비율로 다루어지고 있기 때문에 학생들은 결과 해석 단계에 어려움을 겪는 것으로 해석 가능하다(주미경 외, 2018). 또한, 우리나라의 수학 교과서에서 통계적 문제해결을 강조하기 보다는 개념과 수학적 원리를 문제에 적용하여 풀이하는 형식을 취하고 있기 때문에(김선희, 강현영, 2020; 주미경 외, 2018) 학생들은 결과를 해석할 필요성조차 느끼지 못하는 것이다(이지연, 임해미, 2021). 그러나 통계적 문제해결에서 ‘결과를 산출하는 것’과 ‘산출된 결과를 해석’하는 것은 엄연히 다른 과정이다(이지연, 임해미, 2021). 따라서 학교통계교육에서는 통계적 문제해결 과정에서 결과를 산출하는 것으로 끝날 것이 아니라 산출된 결과를 해석하는 경험을 많이 제공해야 한다.

둘째, 결과 해석 단계에 대해 2수준을 보인 예비 수학교사들 중 일부는 자신이 설정한 탐구 질문의 맥락과 맞지 않은 맥락으로 결과를 해석하는 모습을 보이기도 하였다. 이러한 반응은 예비 수학교사들이 문제 설정 단계에 대한 반성적 사고에서 보인 것과 연관될 수 있다. 문제 설정에 대해 반성적 사고를 한 예비 수학교사들은 탐구 질문을 모평균 추정으로 설정하지 못한 점을 작성하면서 탐구 질문과 결과 해석의 맥락이 맞지 않음을 언급하였다. 본 연구에서와 같이, 통계적 문제해결 과정을 경험할 때 문제 설정 단계부터 결과 해석 단계까지 일련의 과정으로 진행했음에도 불구하고 탐구 질문과 결과 해석의 맥락이 일치하지 않을 수 있다. 따라서 통계적 문제해결을 지도할 때에는 문제 설정 단계에서부터 결과 해석 단계까지 맥락이 벗어나지 않도록 이 점을 주의하여 지도해야 함을 시사한다.

셋째, 본 연구는 예비 수학교사들이 통계 분석에 기반하여 의사결정을 하는지에 대해 탐구하였다. 그 결과, 과반수 이상의 예비 수학교사들은 통계 분석 결과를 토대로 의사결정을 내리는 모습을 보였는데, 그렇지 못한 예비 수학교사들도 상당수 존재하였다. 통계 결과에 대한 해석과 의사결정 간에 분리된 내용을 담고 있거나, 통계 분석 결과와 상관없는 일반적인 결론을 내린 예비 수학교사들이 대부분이었다. 이러한 현상을 보인 이유가 통계적 문제해결과정에 대한 경험이 부족한 탓인지에 대해서는 후속연구가 필요한 부분이다. 단, 그동안의 선행 연구에 따르면, 예비 수학교사들 및 현직 수학교사들은 중등학교시절부터 현재까지 ‘자료 기반의 의사결정’에 대한 경험을 할 수 있는 기회가 매우 부족하였다(Gallagher, Means & Padilla, 2008; Means, Chen, DeBarger & Padilla, 2011). 즉, 그동안의 통계교육은 어떤 문제를 해결하기 위해서나 혹은 의사결정을 하기 위해서 통계 분석을 활용하는 상황을 제시하기보다는, 단지 통계를 분석하는 기술과 그 산술적 계산에 더욱 집중하여 왔다(우정호, 2000; 이지연, 임해미, 2021; 탁병주, 이경화, 2017). 이러한 통계교육 환경에서는 학생들이 통계 분석의 의미를 깨닫고 분석 결과를 토대로 의사결정을 하는 일련의 과정을 경험하기가 어려웠던 것으로 판단된다. 따라서,

앞으로의 교원 양성 교육기관은 예비 교사들로 하여금 자료 분석에 기반한 의사결정의 과정을 연습하고, 실제로 그들이 학교 현장에 나아갔을 때 이를 활용할 수 있도록 교육과정을 편성하는 것이 필요하다.

넷째, 본 연구의 예비 수학교사들은 교사로서 내릴 수 있는 의사결정으로 공교육의 활성화를 위해 교사로서 수업의 개선과 방과후학교의 개선을 실시하겠다고 언급하였다. 이러한 내용은 유재봉, 강문숙(2020)의 연구에서 현직 교사들이 공교육 정상화를 위해 수업의 질과 교육과정 개선을 제안했다는 점에서 알 수 있듯이, 예비 수학교사들도 공교육을 위해서는 무엇보다도 교사의 수업을 가장 중요하게 생각한다는 것을 알 수 있다. 또한, 본 연구의 예비 수학교사들은 공교육 활성화를 위해 교사로서 수업 외에 교육과 관련된 부분을 학생 및 학부모에게 안내하거나 지도하겠다고 언급하였다. 이러한 결과는 많은 예비 교사들이 사교육을 경험해보았다(강문숙, 유재봉, 2018)는 점과 연결될 수 있다. 사교육을 경험해본 예비 수학교사들이 사교육 교사가 자신의 고민을 들어주고 진로상담을 해주고, 즉각적인 피드백을 받음으로써 사교육에 대한 경험을 생각(강문숙, 유재봉, 2018)했기 때문에 이러한 사교육의 긍정적인 측면을 공교육 활성화를 위한 교사의 노력으로 언급한 것이라고 볼 수 있다. 예비 교사들이 교사 양성 기관에서 배우고 경험하는 것들은 교육에 대한 지식과 신념이 되며(Lee & Schallert, 2013) 이는 곧 미래에 예비 교사들이 가르칠 학생들의 교육에도 영향을 줄 수 있다(김용석, 김소형, 한선영, 2019; 이순아, 2015). 따라서 교사 양성 기관에서는 예비 교사들이 학교 현장에 투입되기 전에도 교육에 대한 교육철학과 신념을 확고히 세울 수 있도록 교육에 대해 스스로 생각해볼 수 있는 기회를 제공해야 한다(한선영, 2015).

다섯째, 본 연구의 많은 예비 수학교사들은 주로 자료 분석 단계와 질문 설정 단계에 대한 반성적 사고를 하고 있었다. 본 연구에서의 많은 예비 수학교사들이 자료 분석 단계에 대하여 반성적 사고를 했다는 결과는 다양하게 해석될 수 있을 것이다. 선행 연구들에 의하면, 한국의 통계 교과서에서는 통계적 문제해결의 모든 과정이 균형 있게 구성되어 있지 못하고 자료 분석이 비중 있게 다루지고 있다(배혜진, 이동환, 2016; 이지연, 임해미, 2021; 전혜원, 김래영, 2019). 이러한 상황에 근거하여 볼 때, 본 연구의 예비 수학교사들은 중·고등학교를 거치며 자료 분석 단계를 가장 많이 경험해보았을 것으로 추정되며, 이러한 상황이 그들로 하여금 자료 분석에 대한 반성적 사고를 하게 만들었을 가능성이 있다. 그럼에도 불구하고, 본 연구에서 다수의 예비 수학교사들은 질문 설정 단계에 대한 반성적 사고를 하고 있는 것으로 나타났다. 한국의 통계 교과서에서 질문 설정 단계가 가장 적은 비율을 차지한다는 선행 연구들의 결과(이은정, 박민선, 2019; Makar & Fielding Wells, 2011)에 기반한다면, 예비 수학교사의 반성적 사고 패턴과 한국의 교과서 내용 간의 인과관계를 추정하기에는 다소 무리가 있다. 본 연구의 자료만으로는 그 이유를 파악하기가 어려운 바, 이에 대한 후속 연구를 제안하는 바이다.

여섯째, 본 연구의 예비 수학교사들은 자료 정리 및 요약 단계에 대한 반성적 사고에 대해 다음과 같이 작성하였다. 자료에서 제시된 용어에 대한 정의가 불분명했기 때문에 자료를 신뢰할 수 없는 상태에서 통계적 문제해결을 진행하였음을 작성하였다. 이러한 결과는 본 연구의 예비 수학교사들이 직접 자료를 수집하지 않아서 생긴 결과라고 할 수 있다. 만약 예비 수학교사들이 자신의 탐구 질문을 해결하기 위한 자료를 직접 수집하는 과정이 있었다면, 사교육에 대한 정의와 범위를 명확히 한 뒤에 자료를 수집하기 때문에 자료에 대한 의문은 없었을 것이다. 따라서 본 연구의 결과에서 확인된 바와 같이, 수집된 자료의 신뢰성에 대한 의심을 최소화하기 위해서는 예비 수학교사들이 직접 자료를 수집하여 통계적 문제해결 과정을 실행해보는 경험이 필요하다. 그러나 교사가 자료를 직접 수집하는 것은 쉽지 않으며, 주어진 자료로 통계적 문제해결을 실행하는 경우가 많을 수 있기 때문에 주어진 자료로 통계적 문제해결 과정을 실행해보는 경험 또한 중요하다. 단, 이때 자료 정리 및 요약 단계에서 사용된 용어의 정의 및 범위 등을 명확히 확인할 수 있도록 교육할 필요가 있음을 시사할 수 있다.

마지막으로, 본 연구의 예비 수학교사들은 통계적 문제해결 과정 중 앞의 3단계(문제 설정, 자료 정리 및 요약, 자료 분석)에 대해서는 각각 반성적 사고를 하고 있었으나 결과 해석 단계에 대해서는 반성적 사고를 하지 않았다. 반성이란, 자신의 사고 과정에 대해 인식하는 활동이라는 점에서 메타인지(meta-cognitive)적 사고라고 할 수 있다(황혜정 외, 2016, p.231). 따라서 메타인지는 문제해결의 모든 과정에 영향을 주기 때문에(황혜정 외,

2016) 문제해결의 모든 과정에 대해 각 과정을 관찰하고 조절하는 것이 필요하다는 측면에서 반성적 사고는 문제해결의 모든 과정에 필요하다. 이러한 관점에 따라 통계적 문제해결 과정 또한 문제해결과 마찬가지로 모든 과정에서 반성적 사고가 필요하다. 즉, 통계적 문제해결의 모든 과정에 대한 반성적 사고를 통해 통계적 문제해결 과정이 발전함으로써 지속적이고 순환적인 통계적 문제해결이 될 수 있다(송민주, 2020). 따라서 통계적 문제해결 과정을 지도할 때 모든 과정에서 반성적 사고가 필요함을 인지시키고 이를 실행할 수 있도록 교육해야 함을 시사할 수 있다. 또한, 통계적 문제해결 과정에 대하여 반성적 사고를 할 때에는 긍정적인 평가와 부정적인 평가가 모두 포함될 수 있어야 한다. 그러나 본 연구에서와 같이 자신의 통계적 문제해결 과정에 대하여 부정적인 평가(제한점)만을 제시하여 반성적 사고로 분석했다는 점은 본 연구의 제한점으로 남는다. 따라서 통계적 문제해결 과정에서의 반성적 사고에 대한 연구에서는 긍정적 평가와 부정적 평가를 모두 포함할 수 있는 반성적 사고에 관한 질문을 제시해야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- 강문숙 · 유재봉 (2018). 예비교사의 사교육 경험에 대한 연구. *교육문화연구*, **24(6)**, 229-249.
- Kang, M. S., & Yoo., J. B. (2018). A Study on Experience of Pre-service Teacher's Shadow Education. *Journal of Education & Culture*, **24(6)**, 229-249.
- 강현영 · 신보미 · 고은성 · 이동환 · 심송용 · 김정자 · 구나영 · 정인수 · 최경식 · 홍지혜 · 이상배 (2014). 통계교육 활성화를 위한 수학 교육과정 개선방안 연구. 한국과학창의재단 연구보고 2014A039.
- Kang, H. Y., Shin, B. M., Ko, E. S., Lee, D. H., Sim, S. Y., Kim, J. J., Ku, N. Y., Jung, I. S., Choi, K. S., Hong, J. H., & Lee, S. B. (2014). *A study on the improvement of mathematics curriculum for the promotion of statistical education*. Kofac Research Report 2014A039.
- 고은성 · 박민선 (2017). 통계적 문제해결 지도를 위한 예비초등교사들의 통계적 소양 조사 연구. *학교수학*, **19(3)**, 443-459.
- Ko, E. S., & Park, M. S. (2017). Pre-Service Elementary School Teachers Statistical Literacy Related To Statistical Problem Solving. *School Mathematics*, **19(3)**, 443-459.
- 고은성 · 이경화 (2011). 예비교사들의 통계적 표집에 대한 이해. *수학교육학연구*, **21(1)**, 17-32.
- Ko, E. S., & Lee, K. H. (2011). Pre-service Teachers' Understanding of Statistical Sampling. *Journal of Educational Research in Mathematics*, **21(1)**, 17-32.
- 권다솜 (2019). 통계적 변이성 사고가 모평균 추정 이해에 미치는 영향. 이화여자대학교 석사학위논문.
- Kwon, D. (2019). *Effects of Thinking related to Statistical Variability on the Understanding of Population Mean Estimation* [Major's thesis, Ewha Womans University].
- 김선희 · 강현영 (2020). 외국의 중등 교육과정 분석을 통한 통계 영역 교육과정 개선 방안 탐색. *학교수학*, **22(3)**, 631-650.
- Kim, S. H., & Kang, H. Y. (2020). Exploring Ways to Improve Statistics Curriculum by Analyzing Secondary Curriculum in Foreign Countries. *School Mathematics*, **22(3)**, 631-650.
- 김소형 · 한선영 (2021). 통계적 문제해결 과정에서 예비 수학교사들의 탐구 질문 분석. *수학교육*, **60(3)**, 363-386.
- Kim, S., & Han, S. (2021). Analyzing research questions from pre-service mathematics teachers in statistical problem solving process. *The Mathematical Education*, **60(3)**, 363-386.
- 김용석 · 김소형 · 한선영 (2019). 프로젝트 기반 학습에 대한 예비 수학교사의 태도 변화. *수학교육 논문집*, **33(3)**, 231-254.

- Kim, Y., Kim, S., & Han, S. (2019). Changing in Perception of Pre-Mathematics Teachers about Project-Based Learning. *Communications of Mathematical Education*, **33(3)**, 231-254.
- 박보영 (2020). 통계적 문제해결에 관한 중등교사의 통계 교수 지식 분석. 한국교원대학교 석사학위논문.
- Park, B. Y. (2020). *An Analysis on Secondary Mathematics Teachers' Statistical Knowledge about Statistical Problem Solving* [Master's thesis, Korea National University of Education].
- 배혜진 · 이동환 (2016). 통계적 문제해결 관점에 따른 초등 수학교과서 통계 지도 방식 분석. 한국초등수학교육 학회지, **20(1)**, 55-69.
- Bae, H. J., & Lee, D. H. (2016). An Analysis on Statistical Units of Elementary School Mathematics Textbook. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, **20(1)**, 55-69.
- 서희주 · 한선영 (2021). 데이터 분석 프로젝트 참여한 예비 교사의 통계적 지식에 대한 변화와 데이터 기반 의사결정의 경험. 수학교육 논문집, **35(2)**, 153-172.
- Suh, H., & Han, S. (2021). Changes in Statistical Knowledge and Experience of Data-driven Decision-making of Pre-service Teachers who Participated in Data Analysis Projects. *Communications of Mathematical Education*, **35(2)**, 153-172.
- 선정연 · 김기영 · 김진희 (2019). 이상치 탐색을 위한 통계적 방법. HIRA 정책동향, **14(1)**, 49-56.
- Seon, J. Y., Kim, K. Y., & Kim, J. (2019). A statistic method and utilization for outlier detection. *HIRA OAK Repository*, **14(1)**, 49-56.
- 송민주 (2020). 인문계 고등학교 확률과 통계과목을 이수한 학생들의 통계적 소양 수준 분석. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- Song, M. J. (2020). *An Analysis on Statistical Literacy of High School Students* [Master's thesis, Korea National University of Education].
- 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.
- 우정호 (2017). 학교수학의 학문적 기초. 서울대학교 출판부.
- Woo, J. H. (2017). *The educational foundation of school mathematics(revised)*. Seoul National University Press.
- 유재봉 · 강문숙 (2020). 사교육 문제와 사교육 경감방안에 대한 교사들의 인식. 교육문화연구, **26(3)**, 163-189.
- Yoo, J. B., & Kang, M. S. (2020). A Study on Teachers' Perceptions on the Problems and their Solution of Reducing Private Tutoring. *Journal of Education & Culture*, **26(3)**, 163-189.
- 이경화 · 유연주 · 탁병주 (2021). 데이터 기반 통계교육을 위한 수학과 교육과정 재구조화 방향 탐색. 학교수학, **23(3)**, 361-386.
- Lee, K. H., Yoo, Y. J., & Tak, B. (2021). Towards Data-Driven Probability Education: An Exploration of Restructuring the Mathematics Curriculum. *School Mathematics*, **23(3)**, 361-386.
- 이설빈 (2017). 통계적 분석결과 해석과정에서의 윤리성 문제. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- Lee, S. B. (2017). Ethical problems of Statistical analysis in the interpretation process [master's thesis, Ewha Womans University].
- 이순아 (2015). 한국과 미국 예비교사들의 교육과 교직에 대한 견해 차이 들여다보기: 문화교류 프로젝트 온라인 대화분석을 중심으로. 교육인류학연구, **18(2)**, 57-92.
- Lee, S. A. (2015). Similarities and differences in Korean and American preservice teachers' conceptions of teaching and becoming new teachers: Intercultural online exchanges. *Anthropology of education*, **18(2)**, 57-92.
- 이영하 · 김지윤 (2016). 통계 자료수집에서 윤리성 문제와 평가방법 연구: 중학교 1학년 통계 단원을 중심으로. 교과교육학연구, **20(4)**, 357-370.
- Lee, Y. H., & Kim, J. Y. (2016). A Study on the Ethical Problems and Evaluation Methods of Statistical Data-Collection:

- Centering on the Statistics Lessons of the 7<sup>th</sup> Grade. *Journal of Research in Curriculum & Instruction*, **20(4)**, 357-370.
- 이은정 · 박민선 (2019). 통계적 문제해결 과정에서 나타난 예비초등교사들의 통계적 추론 분석: 질문 생성 단계를 중심으로. *초등수학교육*, **22(4)**, 205-221.
- Lee, E. J., Park, M. S. (2019). Statistical Reasoning of Preservice Elementary School Teachers Engaged in Statistical Problem Solving: Focused on Question Posing Stage. *Education of Primary School Mathematics*, **22(4)**, 205-221.
- 이지연 · 임해미 (2021). 통계적 문제해결 과정 및 통계적 소양에 관한 <확률과 통계> 교과서 분석. *한국학교수학회논문집*, **24(2)**, 191-216.
- Lee, J., & Rim, H. (2021). Analysis of Textbooks on Statistical Problem-Solving Process and Statistical Literacy. *Journal of the Korean School Mathematics Society*, **24(2)**, 191-216.
- 전혜원 · 김래영 (2019). 한국과 미국 중학교 수학 교과서의 통계적 문제해결과정 비교연구. *수학교육 논문집*, **33(4)**, 425-444.
- Jeon, H. W., & Kim, R. Y. (2019). A Comparative Study of Statistical Processes in Korean and U.S. Middle School Mathematics Textbooks. *School Mathematics*, **33(4)**, 425-444.
- 주미경 · 김소연 · 배기태 · 정희수 · 정수용 (2018). 통계적 탐구활동 결과물에 나타난 고등학생의 통계적 소양. *학교수학*, **20(4)**, 661-683.
- Ju, M. K., Kim, S. Y., Bae, K. T., Jeong, H. S., & Jung, S. Y. (2018). An Analysis of High School Students' Statistical Literacy: Students' Achievement and Difficulties of Statistical Inquiry. *School Mathematics*, **20(4)**, 661-683.
- 탁병주 (2018). 통계적 소양으로서 자료의 분류 및 표현 활동의 의의 분석: 초등학교 1~2학년군 수학과 교육과정을 중심으로. *한국초등수학교육학회지*, **22(3)**, 221-240.
- Tak, B. (2018). An Analysis on Classifying and Representing Data as Statistical Literacy: Focusing on Elementary Mathematics Curriculum for 1st and 2nd Grades. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, **22(3)**, 221-240.
- 탁병주 · 이경화 (2017). 우리나라 통계교육 연구의 동향 분석: 2000년 이후 발행된 국내 통계교육 연구논문을 중심으로. *수학교육학연구*, **27(2)**, 269-289.
- Tak, B., & Lee, K. H. (2017). An Analysis of Research Trends on Statistics Education in Korea from 2000 to 2016. *Journal of Educational Research in Mathematics*, **27(2)**, 269-289.
- 한선영 (2015). 중등 예비 수학 교사의 교육철학에 대한 귀납적 분석. *수학교육학연구*, **25(4)**, 599-615.
- Han, S. (2015). Inductive analysis approach on middle grade mathematics pre-service teachers' teaching philosophies. *Journal of Educational Research in Mathematics*, **25(4)**, 599-615.
- 황혜정 (2020). 교사의 실천적 지식을 반영한 수학 수업평가 기준 탐색. *수학교육 논문집*, **34(4)**, 507-523.
- Hwang, H. J. (2020). The Development of the Items on Mathematical Instructional Evaluation based on the Teacher's practical Knowledge. *Communications of Mathematical Education*, **34(4)**, 507-523.
- 황혜정 · 나귀수 · 최승현 · 박경미 · 임재훈 · 서동엽 (2016). *수학교육학신론(2016 개정 증보판)*. 문음사.
- Hwang, H. J., Na, G., Choe, S. H., Park, K. M., Yim, J. H., & Seo, D. Y. (2016). *Mathematical education theology (2016 revised and enlarged edition)*. Moonumsa.
- Agasisti, T., & Bowers, A. J. (2017). *Data Analytics and Decision-Making in Education: Towards the Educational Data Scientist as a Key Actor in Schools and Higher Education Institutions*. In Johnes, G., Johnes, J., Agasisti, T., López-Torres, L. (Eds.), *Handbook of Contemporary Education Economics*. (pp. 184-210). Edward Elgar Publishing.
- Ben-Zvi, D., & Garfield, J. (2010). *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking*. (Lee, K. H., Ji, E. J., Ko, E. S., Kang, H. Y., Shin, B. M., Lee, D. H., Lee, E. K., Lee, J. Y., Park,

- M. S., & Park, M. M., Trans.). Kyungmoonsa. (Original work published 2004)
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, **3**(2), 77-101.
- Cassidy, E. W., & Kurfman, D. G. (1977). *Decision making as purpose and process*. In D. G. Kurfman (Ed.), *Developing Decision-Making Skills*. (pp. 1-28). National Council for the Social Studies.
- Dunn, K., Airola, K., Lo, W., & Garrison, M. (2013). What teachers think about what they can do with data: Development and validation of the data driven decision-making efficacy and anxiety inventory. *Contemporary Educational Psychology*, **38**(1), 87-98.
- Filderman, M. J., Toste, J. R., & Cooc North (2021). Does Training Predict Second-Grade Teachers' Use of Student Data for Decision-Making in Reading and Mathematics?. *Assessment for Effective Intervention*, **46**(4), 247-258.
- Franklin, C., Kader, G., Mewborn, D., Moreno, J., Peck, R., Perry, M., & Scheaffer, R. (2007). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education (GAISE) report: A pre-k-12 curriculum framework*. American Statistical Association.
- Gallgher, L., Means, B., & Padilla, C. (2008). *Teachers' use of student data system to improve instruction: 2005 to 2007*. U.S. Department of Education. <https://www2.ed.gov/rschstat/eval/tech/teachers-data-use-2005-2007.pdf>
- Graham, A. (2006). *Developing thinking in statistics*. The Open University in association with Paul Chamman Publishing.
- Lai, M. J., & McNaughton, S. (2016). The impact of data use professional development on student achievement. *Teaching and Teacher Education*, **60**, 434-443.
- Lee, S., & Schallert, D. (2013). Becoming a teacher: Coordinating past, present, and future selves with perspectival understandings about teaching. *Paper presented at the annual meeting of American Educational Research Association*, April, 2013, San Francisco, CA.
- Mackay, R. J., & Oldford, R. W. (1994). *Stat 231 Course Notes Fall 1994*. Waterloo: University of Waterloo.
- Makar, K. & Fielding-Wells, J. (2011). *Teaching teachers to teach statistical investigations*. In C. Batenero, G. Burill & C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics challenges for teaching and teacher education*. (pp. 9-13). Springer.
- Mandinach, E. B., & Gummer, E. S. (2016). What does it mean for teachers to be data literate: Laying out the skills, knowledge, and disposition. *Teaching and Teacher Education*, **60**, 366-376.
- Mandinach, E. B., Rivas, L., Light, D., Heinze, C., & Honey, M. (2006). The impact of data-driven decision making tools on educational practice: A systems analysis of six school districts. *Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association*, San Francisco, CA.
- Marriott, J., Davies, N., & Gibson, L. (2009). Teaching, learning and assessing statistical problem solving. *Journal of Statistics Education* [Online], **17**(1). [www.amstat.org/publications/jse/v17n1/marriott.html](http://www.amstat.org/publications/jse/v17n1/marriott.html)
- Marsh, J. A., Pane, J. F., & Hamilton, L. S. (2006). *Making sense of data driven decision making in education*. RAND Corporation.
- Means, B., Chen, E., DeBarger, A., & Padilla, C. (2011). *Teachers' ability to use data to inform instruction: Challenges and supports*. <https://www2.ed.gov/rschstat/eval/data-to-inform-instruction/report.doc>
- Mooney, E. S. (2002). A Framework for Characterizing Middle School Students' Statistical Thinking. *Mathematical Thinking and Learning*, **4**(1), 23-63. [https://doi.org/10.1207/S15327833MTL0401\\_2](https://doi.org/10.1207/S15327833MTL0401_2)

- Moss, P. (2007). Introduction: Evidence and decision making. In P. Moss (Ed.). *Evidence and decision making*, **106(1)**, 15-45. (National Society for the Study of Education Yearbook). Blackwell Publishing.
- Prenger, R., & Schildkamp, K. (2018). Data-based decision making for teacher and student learning: a psychological perspective on the role of the teacher. *Educational Psychology*, **38**, 734-752. 10.1080/011443410.2018.1426834
- Schifter, C. C., Natarajan, U., Ketelhut, D. J., & Kirchgessner, A. (2014). Data-Driven Decision Making: Facilitating Teacher Use of Student Data to Inform Classroom Instruction. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, **14(4)**, 419-432.
- Wild, C. J., & Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, **67(3)**, 223-265.

## Analysis on Statistical Problem Solving Process of Pre-service Mathematics Teachers: Focus on the Result Interpretation Stage

**Kim, Sohyung**

Sungkyunkwan University  
E-mail : sososo1017@skku.edu

**Han, Sunyoung<sup>†</sup>**

Sungkyunkwan University  
E-mail : sy.han@skku.edu

In the current society, where statistical literacy is recognized as an important ability, statistical education utilizing the statistical problem solving, a series of processes for performing statistics, is required. The result interpretation stage is especially important because many forms of statistics we encounter in our daily lives are the information from the analysis results. In this study, data on private education were provided to pre-service mathematics teachers, and a project was carried out in which they could experience a statistical problem solving process using the population mean estimation. Therefore, this study analyzed the characteristics shown by pre-service mathematics teachers during the result interpretation stage. First, many pre-service mathematics teachers interpreted results based on the data, but the inference was found to be a level of 2 which is not reasonable. Second, pre-service mathematics teachers in this study made various kinds of decisions related to public education, such as improving classes and after-school classes. In addition, the pre-service mathematics teachers in this study seem to have made decisions based on statistical analysis results, but they made general decisions that teachers could make, rather than specifically. Third, the pre-service mathematics teachers of this study were reflective about the question formulation stage, organizing & reducing data stage, and the result interpretation stage, but no one was reflective about the result interpretation stage.

---

\* 2000 Mathematics Subject Classification : 97K70

\* Key words : statistical problem solving, result interpretation, pre-service mathematics teacher, private education, data-driven decision making, reflective thinking

<sup>†</sup> corresponding author

## [부록] 모평균 추정 프로젝트의 과정과 각 단계에서 수행될 행동과 요소

과정	행동	요소
문제 설정	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 주어진 자료 관찰하기</li> <li>· 자료를 가지고 해결할 수 있는 문제 형식화하기</li> <li>· 문제를 맥락에 맞게 구체화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 자료 관찰</li> <li>· 통계적 문제(모평균 추정) 이해</li> <li>· 가설 설정 or 결과 예측</li> </ul>
자료 정리 · 요약	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 자료의 특성 파악하기</li> <li>· 문제를 해결하기 위해 필요한 자료 선별하기</li> <li>· 자료 정리하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 척도의 종류 이해</li> <li>· 표본 크기 인식</li> <li>· 자료 처리</li> </ul>
자료 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 자료를 분석하기 위해 선택한 방법 사용하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 표집 변이성 인식</li> <li>· 자료 분석</li> </ul>
결과 해석	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 분석 결과 해석하기</li> <li>· 해석된 결과를 원래의 문제와 연결 지어 의사결정 내리기</li> <li>· 연구의 제한점 생각하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 결과 해석</li> <li>· 결론</li> <li>· 의사결정(교사로서의 의사결정)</li> <li>· 반성적 사고</li> </ul>