

통계적 문제해결 과정에서 예비 수학교사들의 탐구 질문 분석

김소형(성균관대학교 대학원, 학생) · 한선영(성균관대학교, 교수)[†]

[†]교신저자

Analyzing research questions from pre-service mathematics teachers in statistical problem solving process

Kim, Sohyung(Graduate School of SungKyunKwan University, sososo1017@naver.com)

Han, Sunyoung(SungKyunKwan University, sy.han@skku.edu)[†]

[†]Corresponding Author

초록

통계를 의미 있게 학습하기 위해서는 실제 데이터로 통계적 문제해결을 경험할 수 있는 기회를 제공해야 한다. 특히 문제 설정 단계에서의 탐구 질문은 학생들이 통계적 문제해결 과정의 시작부터 결론까지 성공적으로 안내하는 데에 중요하다. 이에 본 연구는 문제 설정 단계에서 예비 수학교사들의 탐구 질문에 대해 혼합연구방법을 실시하였다. 그 결과 일부 예비 수학교사들은 통계적 질문을 분류하는 과정에서 질문의 의미나 변수가 명확하지 않거나 통계 지식에 대한 오개념으로 인하여 통계적으로 해결할 수 없는 질문을 분류하였다. 또한 예비 수학교사들의 50%만이 통계적 문제해결에 적합한 6가지 조건을 모두 충족시켰으며, 나머지 50%는 일부 조건만 충족시켰다. 따라서 이러한 결과는 예비 수학교사들에게 교사 교육을 통해 통계적 문제해결 과정을 경험할 수 있는 기회를 제공해야하며, 그 중 문제 설정 단계는 매우 중요하므로 문제 설정 단계도 일련의 세분화된 과정이 필요하다는 점을 제안할 수 있다.

Abstract

To learn statistics meaningfully, we must provide an opportunity to experience the process of solving statistical problems with actual data. In particular, exploration questions at the problem setting stage are important for students to successfully guide them from the beginning to the conclusion of the statistical problem solving process. Therefore, in this study, a mixed research method was carried out for the exploration questions of pre-service mathematics teachers during the problem setting stage. As a result, some pre-service mathematics teachers categorized incorrect statistical questions because they did not clearly define the meaning or variables of the questions in the process of categorizing them from possible questions. In addition, questions that cannot be solved statistically were categorized due to misconceptions about statistical knowledge. Second, only 50% of the pre-service mathematics teachers met all 6 conditions suitable for solving statistical problems, while there remaining they met only a few conditions. Therefore, the conclusion of this study is as follows. First of all, they should be given the opportunity to experience all the statistical problem solving processes through teacher education because they do not have enough experience in statistical problem solving. Secondly, since the problem setting stage is very important in the statistical problem solving process, a series of subdivided processes are also required in the problem setting stage.

* 주요어 : 통계적 문제해결 과정, 탐구 질문, 통계적 질문

* **Key words** : statistical problem solving process, research question, statistical question

* **Address** : 25-2, Seonggyungwan-ro, Jongno-gu, Seoul 03063, Republic of Korea

* **2000 Mathematics Subject Classification** : 97D40

* **Received**: August 8, 2021 **Revised**: August 15, 2021 **Accepted**: August 20, 2021

I. 서론

1. 연구의 필요성

우리는 일상생활 속에서 뉴스, 인터넷 등 각종 대중매체를 통해 통계 수치 및 정보들을 접하며 살아간다. 4차 산업혁명시대를 맞이한 이후 넘쳐나는 자료의 홍수 속에서 통계학은 데이터를 기반으로 정보를 이끌어내고 합리적인 의사결정을 하는데 기초가 되는 학문으로 인식되고 있다(Kwon, 2019; Park, 2020). 이러한 현대 기술정보 사회에서는 많은 양의 정보와 통계적 정보를 해석하고 비판적으로 평가하며 의사소통하는 능력이 필요하다(Woo, 2017).

이러한 능력을 기르기 위해 학교 교육에서는 학생들이 통계적 용어와 도구들을 알고 실제로 그것들을 사용하여 합리적인 판단을 내릴 기회를 가져야 한다(Lee & Park, 2019). 그러나 학교수학에서 다루진 통계는 평균이나 표준편차 등과 같은 통계값 계산이나 공식 위주의 이론적 지식에 치우쳐져 있어 통계교육의 본질에 관한 적절한 교수·학습이 이루어지지 못하였다(Woo, 2017). 따라서 학교에서의 통계교육도 학생들이 실생활 속에서 직접 통계를 경험하면서 통계적 문제해결과정에 따라 자료가 어떻게 처리되는지, 각 단계에서 어떠한 점들을 유의해야 하는지 알 수 있도록 변화가 필요하다(Jeon & Kim, 2019).

이에 많은 연구자들은 학생들이 통계를 의미 있게 학습하기 위해서는 능동적으로 실제 자료를 가지고 탐구할 수 있는 통계적 문제해결 경험을 제공해야 한다고 주장하였다(Franklin, et al., 2007; Marriott, Davies & Gibson, 2009). 통계적 문제해결은 통계적 탐구 과정으로도 불리며, 일반적으로 문제 설정-자료 수집-자료 분석-결과 해석으로 이루어지는 과정을 의미한다(Jeon & Kim, 2019; Kang et al., 2014; Lee, 2020). 이때 통계적 문제해결과정을 단계별로 분리하여 경험하는 것보다 하나의 흐름으로 일련의 과정을 모두 경험하도록 해야 한다(Lee, 2009; NCTM, 2000). 이와 같은 통계 교육자들의 주장과 일맥상통하게 NCTM(National Council of Teachers of Mathematics)도 초중등 교육과정을 통해 학생들이 데이터 분석으로 결과를 얻을 수 있는 질문을 만들고, 이를 위해 적절한 자료를 수집 및 정리하여 적절한 통계적 방

법을 선택해 사용하고, 그 결과를 기반으로 추론하고 예측할 수 있어야 하며, 이 모든 과정을 모두 경험할 수 있어야 한다(NCTM, 2000)고 강조하고 있다. 또한 우리나라 2015 개정 수학과 교육과정에서도 “다양한 자료를 수집, 정리, 해석하고, 확률을 이해함으로써 미래를 예측하고 합리적인 의사결정을 하는 민주 시민으로서의 기본 소양을 기르는 것”(Ministry of Education, 2015, p.35)이라고 하여, 일련의 과정을 통한 통계 교육을 강조하고 있다.

통계적 문제해결 과정 중에서도 특히 문제 설정 단계에서의 탐구 질문은 학생들이 수행하는 통계적 문제해결 과정의 처음부터 결론에 이르기까지 성공적으로 이끌어 가는 데 중요한 역할을 한다(Mackay & Oldford, 2000; Watson & English, 2017). 예를 들어, 요구되는 인지 수준이 낮은 탐구 질문은 자료 탐색에 동기를 부여하지 않으며, 이는 곧 자료를 분석하는 과정과 결론에도 영향을 미치게 되어 통계적 문제해결 과정을 실패로 이끌 수 있다(Frischemeier & Leavy, 2020). 통계적 문제해결 과정에서 문제 설정 단계가 이렇듯 중요함에도 불구하고 현재의 통계교육에서 문제 설정 단계는 다른 단계들에 비해 상대적으로 소홀히 다루어지고 있는 실정이다(Lee & Park, 2019; Makar & Fielding Wells, 2011).

따라서 성공적인 통계적 문제해결 과정을 지도하기 위해서는 무엇보다 문제 설정 단계를 포함한 통계적 문제해결 과정에 대한 교사의 지식수준과 인식이 바뀌어야 할 것이다. 즉, 학교 현장에서의 올바른 통계 교육을 위해서는 통계적 문제해결 과정에 대한 교사교육이 제대로 이루어져야 할 것이며, 본 연구는 이러한 교사 교육 프로그램을 준비하기 위한 하나의 사례로써 진행되었다. 현직 교사의 전문성은 대부분 예비교사 시기에 형성되는 바(Hwang, 2020), 본 연구는 예비 수학과 교사들에게 사교육과 관련한 자료를 바탕으로 모평균을 추정해볼 수 있는 통계적 문제해결 경험을 제공하여 그들이 미래 학교 현장에서 통계적 문제해결을 지도할 수 있는 전문성을 갖추는 데에 도움이 되고자 하였다. 특히, 본 연구는 모평균을 추정하는 일련의 과정 중 문제 설정 단계에서 예비 수학교사들이 탐구 질문을 설정하는 과정을 관찰하고, 그들이 최종 설정한 탐구 질문의 특성 및 수준을 Arnold(2013)의 탐구 질문 분석 기준에 따라 분석함으로써 통계교육에 대한 예비교사교육의 시사점을 제시하고

자 하였다. 본 연구를 통하여 탐구하고자 한 연구문제는 다음과 같다.

연구문제 1. 예비 수학교사들이 통계적 문제해결 과정 중 문제 설정 단계에서 보이는 특성은 어떠한가?

연구문제 2. 예비 수학교사들이 설정한 탐구 질문의 수준 및 특성은 어떠한가?

II. 이론적 배경

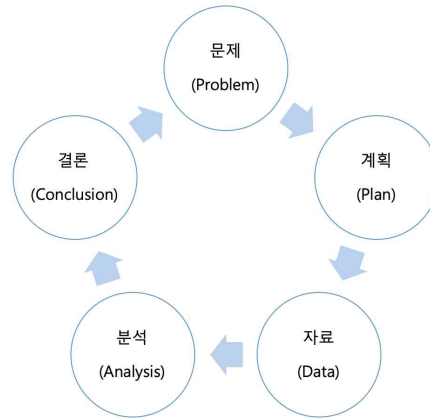
1. 통계적 문제해결 과정

통계적 문제해결 과정이란, 학생들이 통계적 문제를 해결하는 과정에서 공통적으로 경험하는 단계를 뜻한다 (Kang et al., 2014). 통계적 문제해결 과정에 대해 학자 별로 차이가 있지만 일반적으로 문제 설정 및 계획 작성-자료 수집-자료 분석-결론과 같이 4단계 또는 문제 설정-계획 작성-자료 수집-자료 분석-결론과 같이 5단계로 제시하고 있다(Jeon & Kim, 2019).

통계적 문제해결 과정에 대해 설명한 가장 대표적인 연구로는 Mackay & Oldford(1994)가 제시한 PPDAC 모델이 있다. Mackay & Oldford(1994)의 PPDAC 모델은 통계적 문제해결 과정과 관련된 후속 연구들을 수행하는 데에 토대가 된 모델이다. 이 모델은 통계적 문제해결 과정에 대해 문제(Problem), 계획(Plan), 자료(Data), 분석(Analysis), 결론(Conclusion)과 같이 5단계로 이루어져 있으며, 각 단계는 순환적으로 이루어지는 활동이다([Fig. 1] 참조). PPDAC 모델에서 첫 번째 단계인 문제 단계는 무엇을 알고자 하는지를 명확히 하는 단계이다. 다음으로 계획 단계에서는 자료 수집과 자료 분석을 위한 계획을 수립한다. 자료 단계에서는 계획 단계에서 수립한 계획을 실행하면서 분석에서 활용할 자료를 정리한다. 이어 분석 단계에서는 문제 단계에서 설정한 질문을 해결하기 위해 수집한 자료를 활용하여 분석을 실시한다. 마지막으로 결론 단계에서는 연구의 결과를 내고 이를 해석한다.

여기에 Wild & Pfannkuch(1999)는 Mackay & Oldford(1994)가 제시한 PPDAC 모델의 초기버전을 채택하여 통계학자와 통계학과 학생들의 통계적 추론 과정을 관찰하였다. 이러한 관찰 결과를 통해 Wild & Pfannkuch(1999)는 통계적 문제해결 5단계 과정의 각 단

계에서 통계학자와 통계학과 학생들이 수행하는 행동을 오른쪽 [Table 1]과 같이 핵심 이슈로 제시하였다.



[Fig. 1] PPDAC 모델(Mackay & Oldford, 1994)

Wild & Pfannkuch(1999)가 제시한 핵심 이슈들은 통계교육에서 통계적 문제해결을 지도할 때 무엇에 주목해야 하는지에 대해 유용한 정보를 제공하였다.

[Table 1] Issues in statistical solving process (Wild & Pfannkuch, 1999, p.226)

Process	Issues
Problem	Grasping system dynamics Defining problem
Plan	Planning Measurement system Sampling design Data management Piloting & analysis
Data	Data collection Data management Data cleaning
Analysis	Data exploration Planned analyses Unplanned analyses Hypothesis generation
Conclusion	Interpretation Conclusions New ideas Communication

그러나 Wild & Pfannkuch(1999)의 연구가 통계교육에

서 통계적 문제해결을 지도할 때 유용한 정보를 제공하기는 하지만 학교통계에서 그대로 적용하기에는 무리가 있기 때문에 학교통계 수준에서의 재해석이 필요하다. 이러한 필요성에 따라 미국의 통계협회(ASA, American Statistical Association)에서는 학교에서의 통계교육을 위한 권고사항에 대하여 GAISE(Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education) 보고서를 작성하였다. 이 보고서에서는 통계적 문제해결 과정을 아래의 [Table 2]와 같이 문제 제기, 자료 수집, 자료 분석, 결과 해석의 4단계로 제시하고 각 단계별로 필수적으로 포함되어야 할 요소들(components)을 제시하였다(Franklin et al., 2007, p.11). 문제 제기 단계에서는 맥락에 맞게 탐구 질문이 명확해야 하며, 주어진 자료로 답할 수 있는 질문을 설정해야 한다. 다음으로 자료 수집 단계에서는 적절한 자료를 수집하기 위한 계획을 세우고 그 계획에 따라 자료를 수집해야 한다. 자료 분석 단계에서는 적절한 시각적, 수치적 방법을 선택하여 자료를 분석해야 한다. 마지막으로 결과 해석 단계에서는 분석된 결과를 해석하고, 해석된 결과를 원래의 문제와 연결지어야 한다.

[Table 2] Four components of statistical solving process (Franklin et al., 2007, p.11)

Process	Components
Formulate Questions	<ul style="list-style-type: none"> · Clarify the problem at hand · Formulate one (or more) questions that can be answered with data
Collect Data	<ul style="list-style-type: none"> · Design a plan to collect appropriate data · Employ the plan to collect the data
Analyze Data	<ul style="list-style-type: none"> · Select appropriate graphical and numerical methods · Use these methods to analyze the data
Interpret Results	<ul style="list-style-type: none"> · Interpret the analysis · Relate the interpretation to the original question

2. 통계적 문제해결 단계 관련 국내 선행 연구

위에서 언급한 여러 연구자들의 통계적 문제해결 과정에 대하여 종합해보면 공통적으로 맥락에 맞는 문제를 설정하고, 이를 해결할 수 있는 적절한 자료를 수집하고, 수집된 자료를 바탕으로 분석을 실시한 뒤 분석 결과를

해석하여 결론에 이르는 과정이다. 이러한 통계적 문제해결 과정에 대하여 진행된 국내 연구에서는 교과서를 분석하거나 학생 또는 예비교사의 통계적 문제해결 과정을 관찰하는 연구들이 있다.

먼저 통계적 문제해결 단계와 관련하여 교과서를 분석한 선행연구를 살펴볼 때, Jang(2016)은 2009 개정 교육 과정에 해당하는 중학교 1학년 교과서를 대상으로 통계적 사고를 향상시키기 위하여 통계 단원 문항들을 분석하였다. 문항 분석 기준을 ‘자료 수집하기-자료 기술하기-자료 정리·요약하기-자료 표현하기-자료 분석·해석하기’인 5단계로 두고 분석한 결과, 그래프나 표 등에서 알 수 있는 정보를 읽는 ‘자료 기술하기’에 해당되는 문항이 가장 많은 것으로 나타났다.

Bae, Lee(2016)는 우리나라 2009 개정 초등 수학교과서를 통계적 문제해결 과정의 관점에서 분석하였다. 이들은 통계적 문제해결 과정을 ‘문제 설정-자료 수집 및 계획-자료 분석-결과 해석’의 4단계로 보고 교과서를 분석한 결과, 자료 분석 단계가 85.6%로 편중되어 있었다. 그에 비해 나머지 통계적 문제해결 과정 단계의 비중이 매우 저조하며, 특히 문제 설정과 자료 수집 및 계획 단계가 가장 낮은 비율로 다루어지는 것으로 나타났다. 이러한 결과에 대해 Bae, Lee(2016)는 최근에는 공학적 도구의 발달로 자료 분석의 단계는 쉽게 해결할 수 있지만, 문제 설정과 자료 수집 및 계획은 학생이 스스로 상황을 바탕으로 문제를 설정하고 문제를 해결할 수 있는 적절한 자료를 결정해야 하는 등의 행동은 공학적 도구가 대체할 수 없는 부분이므로 이에 대한 보완이 시급함을 강조하였다.

2009 개정 교육과정에 해당하는 중학교 3학년의 수학 교과서 9종을 분석한 Go, Kim, Jung, Cho(2017)는 통계 단원 문항을 PISA 2012 수학 평가 틀인 맥락의 유형 4가지 요소와 GAISE에서 제시한 통계적 문제해결 과정 4단계(문제 설정-자료 수집-자료 분석-결과 해석)에 따라 분류하였다. 분석 결과, 교과서 문항의 21.7%가 단순 공식 암기로 해결할 수 있는 형식의 문항들이었다. 그 외에 통계적 문제해결 과정이 나타난 문항들 중에서는 72.8%가 자료 분석 과정에 관한 문항들이었으며, 자료 분석 과정에 해당되더라도 기계적인 계산으로 해결할 수 있는 문항이 대다수를 차지했다. 또한 결과 해석 과정에 관한

문항의 비율이 20.5%로 나타났다. 이러한 연구 결과를 바탕으로 Go et al.(2017)는 현 교과서에서 문제 설정과 자료 수집에 관한 문항이 부족함에 따라 자료를 수집하는 과정부터 제시된 자료로 합리적인 결론을 추측해보기까지 일련의 통계적 문제해결 활동을 통해 통계적 소양을 함양시킬 수 있는 문항들이 더 포함되어야 함을 주장하였다.

교과서는 교육과정을 반영하여 교수학습에 적용할 수 있도록 구체화시킨 자료로써, 학교 현장에서 통계적 문제해결 과정이 어떻게 다루어지고 있는지를 알 수 있다(Lee & Kim, 2019). 그러나 통계적 문제해결 과정에 대하여 교과서를 분석한 선행연구들을 살펴본 결과, 우리나라 수학 교과서의 통계 단원에서 제시되어 있는 문항들은 단순 계산으로 해결할 수 있는 ‘자료 분석’ 단계에 치중되어 있었다(Bae & Lee, 2016; Go et al. 2017). 이는 우리나라 교과서의 통계 단원에서 통계적 문제해결의 전 과정을 모두 경험할 수 없음을 알 수 있다.

교과서 분석 이외에도 학생 또는 예비교사를 대상으로 통계적 문제해결 과정에 대한 선행연구들이 있다. 고등학교 학생들을 대상으로 그들의 통계적 소양 수준을 분석한 Ju, Kim, Bae, Jeong, Jung(2018)의 연구는 총 5차시에 걸쳐 탐구 프로젝트 보고서를 작성하는 수업을 진행하였다. 학생들이 작성한 보고서를 ‘문제 설정-자료 수집-자료 분석-자료 표현-결과 해석’의 5단계 과정으로 분석하였다. Ju et al.(2018)는 GAISE 보고서에 제시되어 있는 통계적 문제해결 과정 4단계를 5단계로 세분화한 후 각 단계별로 통계적 소양요소를 분류하였다. 그리고 GAISE 보고서에서 제시한 통계적 추론 발달에 대한 수준을 통계적 소양에 대한 수준인 ‘상-중-하’로 재구성하여 제시하였다. 그 결과, 대체적으로 학생들의 통계적 소양 수준은 ‘중’ 수준이었지만 자료 수집과 결과 해석 단계에서는 ‘하’ 수준으로 나타났다. 또한 학생들은 자신이 설정한 통계적 문제에 대한 탐구과정을 일관성 있게 조직하는 것에 어려움을 겪고 있었으며, 그들이 학습한 통계 개념을 실제 자료로 문제를 해결하는 과정에 활용하는데 어려움을 겪는 것으로 나타났다.

Jeong(2019)은 통계적 문제해결 과정에서 나타나는 통계적 소양의 지식·성향 요소를 추출하여 분석틀을 개발하였다. 개발한 요소를 반영하여 교수·학습 자료를 개발

한 후, 7명의 중학교 2학년 수학영재 학생들을 대상으로 통계적 문제해결 과정에서 나타나는 통계적 소양 요소를 분석한 사례연구를 수행하였다. 그 결과, 학생들은 다른 통계적 문제해결 단계들 보다 특히 문제 설정 단계에서 가장 취약한 모습을 보이는 것으로 나타났다.

Ju et al.(2018)와 Jeong(2019)의 두 연구 모두에서 통계적 문제해결 과정에 대해 학생들이 보이는 취약한 모습은 예비교사에게서도 충분히 나타날 수 있다. Ko, Park(2017)의 연구는 학교 통계교육에서 통계적 문제해결을 지도할 때 각 단계에서 주목해야 할 핵심이슈에 대한 연구가 필요함을 언급하며 기존의 선행연구들을 바탕으로 통계적 문제해결의 4단계에 대한 핵심 이슈를 학교 통계교육에 맞게 재해석하고 세분화하여 제시하였다. 그리고 예비 초등교사들에게 통계 포스터를 비판적으로 분석하게 함으로써 통계적 문제해결의 각 단계에서의 핵심 이슈에 대한 이해를 조사하였다. 연구 결과, 예비 초등교사들이 학생들에게 통계적 문제해결을 가르치기에는 이해와 지식이 부족한 수준으로 나타났으며, 학생을 대상으로 한 다른 선행연구의 결과와 마찬가지로 예비 초등교사들도 문제 설정 단계에서 가장 취약한 모습을 보였다. 이러한 모습을 보인 원인은 교과서에서 제시되는 문항들이 자료 수집 단계나 자료 분석 단계부터 있었기 때문이라고 주장하였으며, 통계적 문제해결의 각 단계에서 주목해야 할 핵심이슈는 학교 통계교육에 맞게 재구성될 필요가 있다고 주장하였다.

지금까지 선행연구에서 살펴보았듯이 학생들이 통계의 핵심 개념과 아이디어를 학습하기 위해서는 단편적 통계 지식을 습득하기보다, 통계적 문제해결 과정을 직접 경험해야 한다. 특히 통계적 문제해결 과정 중에서도 문제 설정 단계에서의 탐구 질문은 통계적 문제해결 전체를 결정할 만큼 중요한 요소이다. 이와 같이 문제 설정 단계에서의 탐구 질문이 중요한 요소임을 밝히며 탐구 질문에 초점을 둔 연구는 Lee, Park(2019)의 연구와 Lee(2020)의 연구가 있다. Lee, Park(2019)의 연구에서는 예비 초등교사들이 문제 설정 단계에서 확인되는 통계적 추론에는 어떠한 것들이 있는지 통계적 문제해결 과정을 경험하게 함으로써 그들의 보고서를 분석하였다. 또한 Lee(2020)의 연구에서는 중학교 1학년 학생들의 통계포스터에 드러난 탐구 질문에 대해 그 특성을 분석하였다.

그러나 Lee, Park(2019)의 연구 그리고 Lee(2020)의 연구와 같이 탐구 질문에 대해 초점을 둔 연구들이 진행되었지만, 아직까지 많은 선행연구들에서 교과서를 통계적 문제해결 과정의 관점에서 분석한 연구, 학생들을 대상으로 통계적 문제해결 과정에서의 소양이나 지식을 살펴본 연구들에 비하면 적은 실정이다. 즉, 통계적 문제해결의 전 과정 중에서도 문제 설정 단계에 비중을 둔 연구는 아직 부족하다는 사실을 알 수 있으며, 예비 수학교사들을 대상으로 통계적 문제해결 과정을 다룬 연구 또한 매우 제한적임을 알 수 있다. 따라서 본 연구는 통계적 문제해결 과정 중 문제 설정 단계에서의 탐구 질문에 비중을 두었다는 점, 미래에 학교 현장에서 실질적으로 통계적 문제해결을 지도할 예비 수학교사들을 대상으로 그들의 역량과 인식을 살펴보았다는 점에서 교육적, 학문적 함의를 제공할 것으로 기대된다.

3. 탐구 질문

통계적 문제해결 과정에서 질문은 통계 조사 목적에 맞는 자료를 수집하게 하고, 적절한 자료 분석 방법을 선택하게 하여 결론에 이르게 하는 데에 핵심이 된다(Graham, 2006). 통계적 문제해결 과정에서의 질문에 대하여 많은 연구를 진행한 Arnold(2013)는 문제 설정 단계에서 질문이 설정되지만 자료 수집 단계에서 그 질문이 발전될 수도 있으며, 자료 수집 이후에 질문이 더 명확해지거나 새로운 질문이 제기될 수도 있고 결론을 내린 후에는 심화된 질문이 새로 제기될 수도 있음을 말했다. 이러한 질문의 특성으로 인하여 질문이 제기되고 발전되는 과정은 반복적으로 나타나며, 질문이 명확해지기까지 많은 노력이 필요하다(Arnold, 2013).

또한 Arnold(2013)는 통계적 문제해결 과정에서의 질문을 2가지 유형으로 세분화하여 설명하였다. 첫 번째는 형식적으로 제기되는 질문(formally posed questions)이다. 이는 통계적 문제해결 과정을 통하여 해결해야 할 문제의 결과를 보기 위한 질문으로, 질문 제기(question posing)라고도 한다. 질문 제기는 목적에 따라 조사 목적과 설문 목적으로 나눌 수 있다. 조사 목적 질문은 문제 설정 단계에서 생성되어 자료를 활용해 해결할 수 있는 질문을 의미한다. 그리고 설문 목적 질문은 계획 단계 혹은 자료 수집 단계에서 생성되어 자료를 얻기 위해 사용되는 질문을 의미한다.

두 번째는 조사 과정 내내 자연스럽게 제기되는 질문(spontaneously asked throughout the investigative process)으로, 질문하기(question asking)라고도 한다. 질문하기는 목적에 따라 탐구 목적 질문과 분석 목적 질문으로 구분된다. 탐구 목적 질문은 PPDAC(문제, 계획, 자료수집, 분석, 결론)의 모든 단계에서 올바르게 통계적 문제해결을 진행하고 있는지를 확인하기 위해 사용하는 질문이다. 분석 목적 질문은 통계량, 그래프, 표에 대한 설명을 발전시키기 위한 질문이다. 즉, 분석에 대하여 자세히 설명하기 위한 질문이다.

따라서 본 연구에서는 통계적 문제해결 과정에서의 질문을 세분화한 Arnold(2013)의 연구를 바탕으로 예비 수학교사들의 질문들을 분석하고자 한다. 이때 Arnold(2013)가 설명한 2가지 유형의 질문 중에서 질문 제기(question posing)를 본 연구에서의 탐구 질문으로 정의하고, 본 연구에서는 자료를 수집하는 과정 없이 본 연구자가 제시하는 자료를 활용했기 때문에 그 목적은 조사 목적으로 한정한다.

Arnold(2013)는 성공적인 통계적 문제해결 과정을 위해 교사들이 “좋은” 탐구 질문(“good” statistical investigative question)을 형성하기 위한 기준을 알 필요가 있음을 주장하였다. “좋은” 탐구 질문은 자료를 풍부하게 탐구할 수 있게 하고 통계적으로 사고하게 하는 것이다. 또한 열린 결말의 요소를 가지고 있으며, 학생들이 흥미와 동기를 갖고 참여할 수 있어야 한다(Arnold, 2013; Arnold & Pfannkuch, 2019). 따라서 본 연구에서는 예비 수학교사들이 설정한 탐구 질문을 분석하기 위해 Arnold(2013)의 좋은 탐구 질문을 형성하기 위한 6가지 기준을 활용하였다. Arnold(2013)의 좋은 탐구 질문을 형성하기 위한 6가지 기준은 다음과 같다.

첫 번째 기준은 ‘이용 가능한 변수가 명확히 기술되어 있는가’이다. 여러 연구자들은 통계적 질문을 만들 때에는 측정이 가능하여야 하며, 문제 설정 단계에서 변수가 명확히 확인되어야 한다고 하였다(Graham, 2006; Ko & Park, 2017). 예를 들면, ‘상위권 학생들이 1년 동안 소비하는 수학 사교육비는 얼마인가?’와 같이 탐구 질문을 설정하였다면 여기에서의 ‘상위권 학생들’은 ‘성적이 상위권인 학생들’을 의미하는 것인지, ‘경제적 수준이 상위권인 학생들’을 의미하는 것인지가 명확하지 않기 때문에 좋은

탐구 질문이 아니다. 이러한 예와 같이 모호하게 정의한 변수를 탐구 질문에서 설정하면 자료를 수집하는 계획에서부터 잘못된 방향으로 흘러갈 수 있다. 따라서 탐구 질문에는 조사하고자 하는 변수가 명확히 기술되어야 한다.

둘째는 ‘모집단이 명확히 표현되었는가’이다. 탐구 질문에서 조사하고자 하는 대상이 표본인지, 모집단인지가 구분되어야 하며, 탐구 질문에서 모집단에 대한 표현이 명확해야 한다. 학생들은 종종 탐구 질문에서 모집단 보다는 표본을 표현하는 경우가 많은데 탐구 질문에서 표본을 표현하게 되면 질문의 요점이 빗나가기 때문에 통계 조사에 실패하게 된다(Arnold, 2013). 예를 들어, 전국의 고등학교에서 이과 학생의 영어 점수가 문과 학생의 영어 점수보다 더 높은지에 대해 궁금한 학생이 ‘우리 학교 이과 학생들의 영어 점수는 문과 학생들의 영어 점수 보다 높을까?’로 탐구 질문을 설정했다면 이는 잘못된 것이다. 이 학생이 실제로 궁금한 질문에서의 모집단은 ‘전국 고등학교에서 이과인 학생들’이다. 그러나 학생이 설정한 탐구 질문에서는 모집단에 대한 결과를 추정하기 위해 필요한 표본을 표현했기 때문에 자칫 결과를 잘못 해석할 수 있다. 또 다른 예로 ‘일주일 평균 게임 시간은 얼마인가?’와 같이 탐구 질문에서 모집단이 표현되어 있지 않다면 표본을 설정하기도 어려우며, 결론을 내릴 때에도 모집단이 누락되어 자칫 잘못된 결론을 내릴 수도 있다. 따라서 탐구 질문에는 모집단이 명확히 표현되어야 한다.

셋째는 ‘질문의 의도가 무엇인가’이다. 여기서 말하는 질문의 의도는 질문의 유형을 의미하며, 수집되는 자료의 성질에 따라 요약, 비교, 관계 질문으로 구분된다(Arnold, 2013). 이때 자료의 성질은 오른쪽의 [Table 3]와 같이 변수의 수나 변수의 유형에 따라 구분될 수 있다. 탐구 질문에서 단변량을 활용하여 질문의 의도가 나타나는 질문을 요약질문, 대응 되지 않은 2개의 변량을 비교하는 질문을 비교질문, 2개의 변량을 활용하였으나 대응되는 2개의 변량의 관계를 나타내는 질문을 관계질문이라고 한다.

넷째는 ‘자료를 가지고 대답할 수 있는 질문인가’이다. 탐구 질문은 자료로부터 대답할 수 있도록 구체적이어야 한다. 너무 모호하고 일반적인 질문은 자료를 얻기가 어려우므로 대답하기 어렵다(Graham, 2006). 뿐만 아니라 표본의 크기가 너무 작거나 표본이 탐구 질문에 적절하지 않은 경우에도 좋은 탐구 질문이 되지 못한다. 예를

들어, 식물의 성장과 관련하여 12월에 실험 연구를 진행해야하는 탐구 질문을 제시하였을 때 이에 대한 답을 얻기 위하여 수집해야 하는 자료가 여름에만 자라나는 식물인 경우, 이는 자료수집이 불가능하므로 좋은 탐구 질문이 되지 못한다.

[Table 3] The link between the type of investigative question and the nature of the data, school level (Arnold, 2013, p.37)

What is the intention of the question?		
Summary	Univariate	Categorical
		Discrete
		Continuous
Comparison	Bivariate	Combination of any two, not paired
Relationship	Bivariate	Paired categorical
		Paired discrete
		Paired continuous

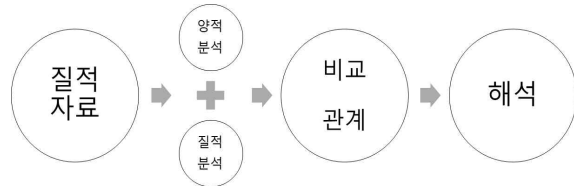
다섯째는 ‘조사할 목적이 있는 질문인가’이다. 탐구 질문에 답함으로써 얻어지는 정보는 누군가에게 유용할 것이기 때문에 통계 조사에는 목적이 있어야 한다(Arnold, 2013). 또한 탐구 질문은 개인에게 흥미로운 것이어야 조사를 하는 데에 동기부여가 되며, 조사가 합리적인 방향(sensible lines)으로 진행되는 데에 도움이 될 것이다(Arnold, 2013; Franklin et al., 2007).

여섯째는 ‘통계적 질문인가’이다. 탐구 질문은 개별 사례 보다는 전체적인 모습에 적용된다. 이는 GAISE 보고서에서 통계적 질문을 정의한 것과 관련된다(Franklin et al., 2007). 통계적 질문은 자료를 조사함으로써 해결할 수 있는 질문으로, 다양한 자료를 토대로 정답을 예측한다. 예를 들어, ‘내 키는 얼마인가’를 묻는 질문은 하나의 수치를 가지고 대답할 수 있기 때문에 통계적 질문으로서 적합하지 않다. 그러나 ‘우리 반 학생들의 평균 키는 얼마인가’를 묻는 질문은 학생들의 다양한 키 측정값을 토대로 정답을 예측해야 하므로 통계적 질문이다. 즉, 좋은 탐구 질문이 되기 위해서는 집단 전체를 분석할 수 있는 통계적 질문이어야 한다.

III. 연구방법

본 연구는 혼합연구방법(mixed method) 중 삼각측량

설계(triangulation)를 활용하였다(Creswell & Plano Clark, 2011). 삼각측량설계는 혼합연구방법들 중에서 가장 보편적이고 잘 알려진 설계이다(Doyle, Brady & Byrne, 2016). 삼각측량설계는 정량적 단계와 정성적 단계가 동시에 발생하며, 두 유형의 방식이 서로 상이한 자료로 각각의 결과를 도출하지만 이를 통합하여 하나의 결과로 수렴시키는 것이 특징이다(Creswell, 2013/2017).



[Fig. 2] The triangulation design method in this study

따라서 본 연구는 위의 [Fig. 2]와 같이 질적 자료를 수집하여 기술통계(descriptive statistics)를 통한 양적 분석과 반복적 비교분석법(constant comparative method)을 통한 질적 분석을 동시에 진행함으로써 예비 수학교사들의 모평균 추정에 대한 통계 지식을 확인하고, 양적 연구와 질적 연구의 동시적 수행을 통하여 모평균 추정에 대한 통계 지식이 가지는 의미와 맥락을 파악하고자 하였다. 또한 궁극적으로 두 연구 결과의 수렴을 통해 예비 수학교사들의 통계적 문제해결 과정 중 문제 설정 단계에 대한 총체적인 이해를 도모하고자 하였다.

1. 자료 수집 방법

본 연구의 자료 수집 기간은 2020년 11월 2일부터 11월 30일까지였으며, 예비 수학교사들에게 본 연구에 대해 설명하고 이에 대한 동의를 받은 후 자료 수집을 하였다. 자료 수집 시 연구자는 연구 참여자에게 연구 목적과 방법, 연구로 인해 예상되는 이익, 연구 결과의 활용 계획에 대해 충분히 설명하고, 연구로 인해 초래될 수 있는 불이익이 없음을 이해시킨 후 서면으로 동의한 대상자에 한하여 온라인(문서파일)으로 설문조사를 실시하였다.

본 연구는 프로젝트를 진행하면서 작성된 연구 참여자들의 사전 검사지와 활동지, 결과 산출물(보고서), 온라인 게시물들이 자료로 수집되었으며, 연구 절차 상 양적 자료와 질적 자료가 동시에 수집되었다. 수집된 모든 자료

들은 프로젝트가 끝난 직후 연구 참여자들의 기록물을 그대로 컴퓨터에 기록하여 분석에 사용하였다.

2. 연구 참여자

본 연구는 서울의 한 사범대학에서 수학교육학과에 재학 중이며 “대수학”을 수강하고 있는 예비 수학교사 37명을 대상으로 진행하였다. 이때 본 연구의 자료로 활용함을 거부하는 예비 수학교사 3명을 제외하였으며, 본 연구의 프로그램에 참여하고 본 연구의 자료로 활용함에도 동의하였으나 프로젝트 과정에서 작성한 활동지와 최종 보고서를 제출하지 않은 4명의 예비 수학교사를 제외하였다. 따라서 본 연구에서는 총 30명의 예비 수학교사들의 자료를 활용하였다.

[Table 4] Information about pre-service mathematics teachers

Category	Components	n
Grade	1st	23
	2nd	7
Major	Mathematics education	27
	Other Major (Computer education/ Education)	3
Existence of population mean estimation experience	Experience	30
	No experience	0

본 연구의 자료로 활용된 예비 수학교사 30명의 정보는 위의 [Table 4]와 같이 1학년 학생이 23명(76.67%)이며, 2학년이 7명(23.33%)이다. 또한 수학교육학과 학생이 27명(90%)이며, 컴퓨터교육학과 학생이 1명(3.33%), 교육학과 학생이 2명(6.67%)이다. 이때, 수학교육학과 학생을 제외한 기타 전공 학생들은 모두 2학년 학생들이었다. 모평균 추정 프로젝트를 시작하기 전 작성한 사전 검사지에서 예비 수학교사들의 모평균 추정 경험에 대한 유무에 대해 물어본 결과, 30명(100%) 모두가 고등학교 시절 확률과 통계 과목에서 모평균 추정에 대한 수업을 들은 경험이 있었으며, 이 중 교육학과를 전공한 2명의 학생들은 대학교에 입학한 후 교육통계 과목에서 모평균 추정에 대한 강의를 들은 경험이 있다고 답하였다.

3. 모평균 추정 프로젝트 진행 과정

본 연구의 모평균 추정 프로젝트는 GAISE 보고서 (Franklin et al., 2007)에서 제시한 4단계의 통계적 문제 해결 과정과 Wild & Pfannkuch(1999)가 제시한 통계적 조사 과정에서의 핵심 이슈를 바탕으로 본 연구의 환경적 상황과 모평균 추정의 과정에 적용할 수 있도록 수정하여 아래 [Table 5]와 같은 단계에 따라 프로젝트를 개발하였다. 특히 본 연구의 모평균 추정 프로젝트는 연구자가 제시한 자료를 분석하는 것이기 때문에 기존의 ‘자료 수집’ 과정을 ‘자료 정리·요약’ 과정으로 대체하였다.

아래의 [Table 5]에 따라 개발한 모평균 추정 프로젝트는 6차시 분량(3주)의 온라인 학습으로 진행되었으며, 모평균 추정 프로젝트를 진행하는 동안 예비 수학교사들은 동영상 3개(1주당 1개)를 시청하며 활동지를 작성하였다.

첫 번째 영상에서는 모평균 추정 프로젝트를 실시하는 목적 및 목표, 프로젝트 진행 방법, 본 연구에 대한 설명 및 동시서 작성 등 예비 수학교사들에게 모평균 추정 프로젝트에 대해 소개하였다. 또한 모평균 추정 프로젝트에 필요한 통계 이론 강의 영상과 모평균 추정 프로젝트에서 제공될 데이터에 대하여 상세히 안내하였다. 이때, 통계적 문제해결을 위해 예비 수학교사들에게 제공된 자료는 사교육 실태 조사 결과로, 7만 5천명이 넘는 학생들의 학년, 지역, 사교육비 지출 등 다양한 정보를 포함하고 있다. 이러한 자료들은 각 정보들이 코드북의 형태로 되어 있는 엑셀(Excel) 파일을 제공하여 필요한 자료를 코드별로 추출할 수 있도록 하였다. 예를 들어, 학생 성별은 C48에 해당되며 1로 코딩되어 있다면 남학생, 2로 코딩되어 있다면 여학생임을 코드북 파일을 통해 알 수 있다. 첫 번째 영상을 시청한 예비 수학교사들은 제공받은 데이터를 바탕으로 교사로서 생각해볼 수 있는 질문들의 목록을 온라인 게시판에 업로드하였으며, 업로드된 질문들의 목록 중에서 통계적으로 해결할 수 있는 질문들을 분류하였다. 이때, 본 연구자는 주어진 자료를 활용하여 통계적으로 해결할 수 있는 통계적 질문이라면 교사로서 생각해볼 수 있는 질문들의 목록에 없더라도 추가적으로 온라인 게시판에 업로드가 가능함을 안내하였다. 또한 통계적으로 해결할 수 있는 질문들 중에서도 모평균 추정으로 해결할 수 있는 질문들을 추출하는 과정을 온라인 게시판에 업로드 함으로써 실시간으로 서로의 의견을 공

유하였다.

[Table 5] Issues and components carried out at each stage of the population mean estimated project

Process	Components	Issues
Formulate Questions	<ul style="list-style-type: none"> Observe the given data Formulate questions that can be answered with data Clarify the problem at hand 	<ul style="list-style-type: none"> Data observation Understanding statistical problem (population mean estimate) Hypothesis generation or Results prediction
Organizing & Reducing data	<ul style="list-style-type: none"> Understand the characteristics of the data Select the necessary data to solve the problem Data cleaning 	<ul style="list-style-type: none"> Understanding scale types Sample size recognition Data management
Analyze data	<ul style="list-style-type: none"> Use these methods to analyze the data 	<ul style="list-style-type: none"> Sampling variability recognition Data analyze
Interpret Results	<ul style="list-style-type: none"> Interpreting analysis results Connect the analyzing results to the original problem to make a decision Consider the limitations of research 	<ul style="list-style-type: none"> Interpreting the results Conclusion Decision (treatment as a teacher) Reflective thinking

두 번째 영상에서는 예비 수학교사들이 활동지를 작성하는 데에 어려움을 겪지 않도록 본 연구자가 연구 질문을 설정하고 연구 계획을 작성하며, 자신의 연구 질문에 필요한 데이터를 추출하여 정리(data cleaning)하는 과정을 예시를 통해 보여주는 방식으로 안내하였다. 이에 예비 수학교사들은 앞으로 해결해나갈 탐구 질문을 선정하고 연구 계획을 설정하기 위해 탐구 질문을 되새겨보면서 그와 같이 선정된 이유를 생각해보고, 모집단과 표본이 무엇인지를 생각해보는 시간을 가졌다. 또한 본 연구

에서는 예비 수학교사들이 직접 데이터를 수집하는 과정이 생략되고 연구자가 제공한 데이터를 다루는 것이기 때문에 자신의 탐구 질문을 해결하기 위해 필요한 데이터가 어떤 것인지를 생각해보고 결정하도록 하였다. 이때 예비 수학교사들은 필요한 데이터를 결정하는 과정 중에 분석 과정에 어려움이나 데이터의 편향(bias) 상태를 보고 탐구 질문을 재설정할 수도 있었다. 또한 표본의 크기를 얼마로 설정할 것인지를 그 이유와 함께 생각해볼 수 있도록 하였다. 이 과정은 실제 교사가 되었다는 가정에서 직접 데이터를 수집하는 과정이 생략되었기 때문에 필요한 과정이었다. 또한 표본의 크기를 가정한 후 데이터를 분석하기 전에 탐구 질문의 예상 결과에 대해 생각해보고, 그 결과에 따라 교사로서 어떤 처치를 할 것인지도 생각해볼 수 있도록 하였다.

표본의 크기를 가정한 예비 수학교사들은 Excel(spreadsheet)을 활용하여 주어진 방대한 양의 데이터 중에서 자신의 탐구 질문을 해결하는 데에 필요한 데이터를 추출하고 정리(data cleaning)하였다. 이때 정리된 데이터를 모집단에 대한 데이터라 가정하고 표본을 추출하도록 하였으며, 추출 횟수는 자유롭게 설정할 수 있도록 하였다. 추출할 때마다 표본의 크기, 표본 평균, 표준편차, 표준오차를 구하고 추출할 때마다의 히스토그램 그래프와 확률 밀도함수를 그려보도록 하였다. 그 다음 추출할 때마다 달라지는 것이 무엇인지를 관찰하고 관찰된 결과를 바탕으로 몇 번째로 추출한 데이터를 연구 결과로 사용할 것인지를 결정하도록 하였다. 연구 결과로 사용할 데이터를 결정했다면, 신뢰도 95%와 99%에서의 모평균을 추정할 수 있는 신뢰구간을 구한 뒤 신뢰도 차이에 따라 신뢰구간은 어떤 차이가 있는지 그리고 그 차이에 어떤 의미가 있는지를 생각해보았다. 그 다음 표본의 크기를 반으로 줄였을 때에는 어떤 변화가 있고 그 변화는 어떤 의미가 있는지를 관찰한 뒤 생각해보았다.

세 번째 영상에서도 두 번째 영상과 마찬가지로 본 연구자가 활동지를 작성하면서 각 문항마다의 예시를 보여주는 형태로 안내하였다. 이때, 신뢰도 차이에 따라 다른 결과에는 어떤 변화와 차이가 있는지에 대해서는 본 연구자가 언급하지 않고 예비 수학교사들이 생각해보고 활동지를 작성할 수 있도록 안내하였다. 이 영상을 시청한 예비 수학교사들은 신뢰도 95%와 99%에 대한 결과들 중

에서 어떤 신뢰도에 대한 신뢰구간을 연구 결론에 사용할 것인지를 결정하였다. 그리고 그 결과에 대한 의미를 생각하면서 연구 결과를 정리하고 그 결과를 바탕으로 교사로서 어떤 처치를 할 것인지를 결정하였다. 또한 연구 결과가 나오기 전에 예상했던 연구 결과와 실제 연구 결과에는 어떤 차이가 있는지, 그 이유는 무엇일지에 대해 생각해보고, 연구 결과가 나오기 전에 예상했던 교사로서의 처치와 실제 연구 결과가 나온 뒤에 결정한 교사로서의 처치에는 어떤 차이가 있고 그 이유가 무엇일지도 생각해보았다. 지금까지 진행한 통계적 문제해결 과정을 바탕으로 내 연구 과정에서의 제한점이나 아쉬운 점을 생각함으로써 반성적 사고를 할 수 있도록 하였다. 마지막으로 활동지에 작성한 모든 내용을 정리하여 최종 보고서를 작성하였다.

통계적 문제해결 과정 외에도 예비 수학교사들의 통계적 지식에 대하여 깊이 있는 이해를 위해 통계교육 보조 프로그램 KESS(Korean Educational Statistics Software) 1)를 이용하였다. 그래프를 통하여 표본의 크기 변화에 따른 분포의 변화를 관찰하면서 변화별 결과에 대한 의미를 생각해보고, 표본 크기 변화와 표본 추출 횟수 변화에 따른 분포의 변화를 관찰하면서 그 변화들의 의미를 생각해보았다.

4. 자료 분석 방법

수집된 자료들은 모든 내용을 컴퓨터에 기록하였다. 본 연구는 ‘모평균 추정 프로젝트’라는 활동에 참여한 예비 수학교사들의 사례에 대한 이해를 목적으로 하였다. 따라서 사례연구조사 방법이 적합하다고 판단되어 복수 사례 연구의 형태로 사례 간의 공통점이나 차이점을 분석하여 어떠한 현상, 집단, 일반적인 상황에 대해 심층적인 이해를 얻을 수 있는 집합적 사례연구(collective case study)를 진행하였다(Stake, 1995). 모평균 추정 프로젝트가 종료된 후에는 반복적 비교분석법(constant comparative method)을 사용하여 예비 수학교사들의 프로젝트 활동지를 분석하였다. 질적 연구에서 많이 사용하는 분석 방법인 반복적 비교분석법은 개방 코딩, 범주화, 범주 확인의

1) KESS(Korean Educational Statistics Software) : 서울대학교 통계학과에서 개발한 통계 프로그램으로, Excel VBA(Visual Basic for Application)을 사용하여 만든 통계자료분석용 프로그램이다. 통계교육 및 실무에서 필요로 하는 자료분석 기능을 제공한다.

절차에 따라 진행되었다(Ryu, Jung, Kim & Kim, 2018). 따라서 본 연구에서는 예비 수학교사들이 작성한 활동지를 바탕으로 반복적 비교분석법을 통하여 질적 분석을 실시하였으며, 질적 분석을 통해 도출된 범주 및 수준별로 빈도와 비율을 계산함으로써 기본적인 기술통계와 같은 양적 분석을 실시하였다.

첫 번째 연구 질문을 해결하기 위해 예비 수학교사들이 온라인에 업로드한 교사로서 생각해볼 수 있는 질문들과 그 중에서 통계적으로 해결할 수 있는 통계적 질문들을 질문의 의도 3가지에 따라 개방 코딩을 실시하였다. 개방 코딩은 연구 질문과 관련하여 중요해 보이는 모든 자료를 코딩하는 작업으로, 수집된 자료를 읽으면서 연구 결과를 얻는 데 도움이 된다고 판단한 자료를 따로 표시해 두거나 분류하는 것이다(Ryu et al., 2018). 앞서 코딩했던 교사로서 생각해볼 수 있는 질문들의 의도별 비율과 예비 수학교사들이 분류한 통계적 질문들의 의도별 비율의 변화를 비교 분석하였다. 또한 예비 수학교사들이 분류한 통계적 질문들에서 변수에 해당하는 부분을 표시하고, 그들이 주어진 자료를 가지고 통계적으로 해결할 수 있는 질문이라고 분류한 질문들이 통계적으로 해결할 수 있는 질문이 맞는지를 분석하였다. 이후 각 의도별로 범주화된 질문들 내에서 통계적으로 해결할 수 있는 질문과 통계적으로 해결할 수 없는 질문을 분류하여 분석하였다.

두 번째 연구 질문을 해결하기 위해 예비 수학교사들이 최종 설정한 탐구 질문을 두 단계의 과정에 거쳐 분석을 실시하였다. 첫 번째 단계에서는 본 연구자가 예비 수학교사들의 프로젝트 활동지를 귀납적으로 관찰하여 그들의 반응을 범주화하였다. 두 번째 단계에서는 통계적 문제해결에 대한 선행연구에서 제시한 수준을 분석 기준으로 설정한 후 첫 번째 단계에서 범주화된 결과를 가지고 SOLO 분류(Biggs & Collis, 1982)를 사용하여 사고 수준의 위계적인 2~3개의 수준으로 재범주화하였다. 이때, 예비 수학교사들이 활동지에 작성한 탐구 질문의 의미를 명확히 파악하기 위해 본 연구자가 일정한 간격을 두고 3번 반복 코딩을 실시하였다. 그러나 반복 코딩을 실시하였음에도 내용이 일치하지 않거나 판단이 애매한 부분에 대해서는 수학교육 전문가 1인과 논의를 통해 결과를 도출함으로써 신뢰성을 확보하고자 하였다. 또한 재범주화

된 예비 수학교사들의 반응을 심층적으로 분석하기 위해 그들이 프로젝트 시작 전에 작성한 사전 검사지에서의 경험 관련 문항을 질적으로 분석하였다.

5. 탐구 질문 분석 기준

본 연구에서 예비 수학교사들은 모평균 추정에 관한 탐구 질문을 만들기 전, 주어진 자료로 교사로서 생각해볼 수 있는 질문들을 자유롭게 작성하는 활동과 자유롭게 작성한 질문들 중에서 통계적 질문들만을 분류하는 활동을 실시하였다. 이때 만들어진 질문들은 다양한 의도의 질문들이 나왔을 것이라 예상하고 예비 수학교사들이 교사로서 생각해볼 수 있는 질문들과 작성된 질문들 중에서 분류된 통계적 질문들을 Arnold(2013)가 제시한 질문의 의도 3가지(요약/비교/관계)에 따라 분석하여 첫 번째 연구 질문에 답하고자 하였다. 또한 두 번째 연구 질문에 답하기 위해서 Arnold(2013)가 제시한 6가지 기준을 활용하여 분석하였다.

본 연구에서는 예비 수학교사들이 선정한 탐구 질문을 분석하기 위해 첫 번째 분석 기준으로 ‘탐구 질문에서 이용 가능한 변수가 명확히 기술되어 있는가’를 설정하고 그 수준을 2개의 수준으로 구분하였다(Table 5 참조). 본 연구에서는 예비 수학교사들에게 자료를 제시하였기 때문에 탐구 질문에서 통계 분석에 사용할 수 있는 변수가 명확히 기술되어 있지 않은 경우나 주어진 자료 이외의 변수를 탐구 질문에서 기술한 경우에는 1수준으로 분류하였으며, 주어진 자료에서 이용할 수 있는 변수를 명확히 기술한 경우에는 2수준으로 분류하였다.

세 번째 분석 기준으로는 ‘질문의 의도가 무엇인가’를 설정하고 예비 수학교사들이 설정한 탐구 질문의 유형이 Arnold(2013)가 제시한 질문의 의도 3가지 중 무엇인지를 분석하였다. 이때 본 연구의 모평균 추정 활동에서는 단변량의 자료를 분석하는 과정이기 때문에 ‘요약질문’에 해당된다. 그러나 만약 예비 수학교사들이 모평균 추정에 대하여 명확히 알고 있지 않다면 그들이 최종적으로 선정한 탐구 질문의 의도가 요약질문이 아닌 다른 의도의 질문으로 분류될 가능성이 있다고 판단하였다. 따라서 최종 선정한 탐구 질문에 대해 질문의 의도를 분석한 후 요약질문이 아니라 비교질문이나 관계질문으로 분류된 예비 수학교사의 모평균 추정에 대한 경험에 대하여 심

층적으로 분석하였다.

네 번째 분석 기준으로 ‘주어진 자료를 가지고 대답할 수 있는 질문인가’를 설정하고 그 수준을 2개의 수준으로 구분하였다(Table 6] 참조). 주어진 자료로 대답할 수 없는 질문인 경우에는 1수준으로 분류하였으며, 주어진 자료로 충분히 대답할 수 있는 질문인 경우에는 2수준으로 분류하였다.

또한 다섯 번째 분석 기준으로 ‘조사할 목적이 있는 질문인가’로 설정하였다. 이때 본 연구자는 예비 수학교사들이 교사로서 흥미와 목적이 있는 탐구 질문들을 설정했을 것이라고 예상하였다. 따라서 다섯 번째 분석 기준은 수준으로 구분하는 것이 아니라 교사로서 그러한 탐구 질문을 왜 설정했는지에 대하여 개방코딩을 실시하였다. 1차적으로 탐구 질문을 설정한 이유에 대해 작성한 자료를 반복적으로 읽으며 범주화한 결과, “궁금했다”나 “확인하고 싶었다” 등과 같이 작성한 경우에는 ‘호기심’으로 분류하였으며 “교사로서 ~할 것이다” 혹은 “~의 근거로 활용하고자” 등과 같이 작성한 경우에는 ‘교사의 입장’으로 분류하였다. 즉, 1차 범주에서는 ‘호기심’, ‘교사의 입장’과 같이 2개의 범주로 분류되었다. 여기에 다시 자료를 반복적으로 읽으면서 무엇에 의한 ‘호기심’ 혹은 무엇에 의한 ‘교사의 입장’인지를 확인하기 위해 2차적으로 범주화를 실시하였다. 예를 들어 1차 범주와 같이 단순히 “궁금했다” 이외에 다른 표현이 없을 경우에는 2차 범주에서도 ‘호기심’으로 분류하였다. 또한 “주위에 ~인 것 같아서”와 같은 표현이 있을 경우에는 2차 범주를 ‘주변 상황’으로 분류하였으며, “~이라고 느껴져서”와 같은 표현이 있을 경우에는 2차 범주를 ‘본인의 과거 경험’으로 분류하였다. “~생각을 갖고 있기 때문에”와 같은 표현이 있을 경우에는 ‘개인적인 생각’으로 분류하였으며, “수학교사를 희망하는 사람으로서”와 같은 표현이 있는 경우에는 ‘교사의 입장’으로 분류하였다. 즉, 2차적으로 범주화된 탐구 질문 설정 이유는 ‘호기심’, ‘주변 상황’, ‘본인의 과거 경험’, ‘개인적인 생각’, ‘교사의 입장’과 같이 5개의 범주로 분류되었다(Table 6] 참조).

좋은 탐구 질문에 대한 마지막 기준으로 Arnold(2013)는 ‘전체 집단의 분석이 가능한 질문인가’를 제시하였다.

[Table 6] Analysis standards in this study

Analysis standards	Classification	Contents
Is the question clearly describe the variables available?	Level 1	When the variable is not clearly described or When describing variables other than a given data
	Level 2	When clearly describing the variables available in the given data
Is the population clearly represented in the question?	Level 1	When the population is not represented
	Level 2	When the population is represented but ambiguous
	Level 3	When the population is clearly represented
What is the intention of the question?	Nature of the data	Summary
		Comparison
		Relationship
Is this a question that can be answered with the given data?	Level 1	When the question cannot be answered with the given data
	Level 2	When the question can be answered with the given data
Is this a question for the purpose of investigation?	Category 1 (directly)	Interest
		As a teacher
	Category 2 (indirectly)	Interest
		Surrounding situation
		Past experiences
Is that a statistical question?	Level 1	Subjective thinking
		As a teacher
Is that a statistical question?	Level 1	When it's not a statistical question (When the questions that anticipate individual and decisive answers)
	Level 2	When it's a statistical question (When the questions that analyze the entire group based on a variety of data)

이때, 본 연구자는 Arnold(2013)가 제시한 ‘전체 집단의 분석이 가능한 질문’과 GAISE 보고서에서 다양한 자료를 바탕으로 결과를 예상하는 질문이 통계적 질문이라고 정의(Franklin et al., 2007)한 것은 일맥상통한다고 판단하였다. 따라서 본 연구에서는 여섯 번째 분석 기준을 ‘통계적 질문인가’로 설정하고 2개의 수준으로 구분하였다 ([Table 6] 참조). 예비 수학교사들이 모평균 추정을 하기 위해 최종적으로 설정해야 하는 탐구 질문은 통계적 질문이어야 한다. 따라서 탐구 질문이 개별적이며 결정적인 답을 예상하는 질문-비통계적 질문-인 경우에는 1수준으로 분류하였으며, 다양한 자료를 바탕으로 전체 집단을 분석하는 질문-통계적 질문-인 경우에는 2수준으로 분류하였다.

IV. 결과분석 및 논의

1. 예비 수학교사들이 통계적 질문을 분류하는 과정에서 볼 수 있는 특징은 무엇인가?

본 연구에서는 예비 수학교사들에게 대용량의 자료를 제시한 후 주어진 자료를 바탕으로 교사로서 생각해볼 수 있는 질문들을 온라인 게시판에 업로드함으로써 서로의 의견을 공유할 수 있도록 하였다. 또한 예비 수학교사들이 온라인 게시판에 업로드했던 질문들 중에서 통계적으로 해결할 수 있는, 통계적 질문들을 분류하여 온라인 게시판에 업로드하도록 하였다. 이때 예비 수학교사들이 교사로서 생각해볼 수 있는 질문들과 통계적 질문으로 분류하여 온라인 게시판에 업로드한 질문들을 본 연구의 첫 번째 연구 질문을 위한 분석에 활용하였다.

1) 통계적 질문을 분류하는 과정에서의 질문의 의도

예비 수학교사들이 통계적 질문을 분류하는 과정에서 보이는 특징을 보기 위해 그들이 교사로서 생각해볼 수 있는 질문들의 특징을 분석한 후 분류된 통계적 질문들의 특징을 분석하여 비교하였다. 이때 질문들을 분석하는 기준은 Arnold(2013)가 제시한 질문의 의도 3가지를 바탕으로 분석하였다.

예비 수학교사들이 주어진 자료를 바탕으로 그들이 생각할 수 있는 질문들은 총 169개가 작성되었으며, 통계적으로 해결할 수 있는 질문들은 총 140개가 작성되었다.

이때 통계적 질문으로 작성된 질문 140개 중에서 통계적 질문으로 분류하기 전에 작성된 질문과 중복되는 질문들이 123개(87.86%), 통계적 질문으로 분류하는 과정에서 추가된 질문이 17개(12.14%)로 나타났다. 예비 수학교사들이 주어진 자료를 바탕으로 그들이 교사로서 생각해볼 수 있는 질문들(169개)을 질문의 의도 3가지로 분석한 결과, “가구소득과 성적의 상관관계”와 같은 관계질문이 42.01%로 가장 많은 것으로 나타났으며, “고등학교 학년 별 원하는 학과”와 같은 비교질문이 33.14%, “일반고의 평균적인 사교육 참여 시간은?”과 같은 요약질문이 24.85%로 가장 적은 것으로 나타났다. 한편 교사로서 생각해볼 수 있는 질문들 중에서 통계적 질문으로 분류된 140개의 질문들을 질문의 의도 3가지로 분석한 결과, 비교질문이 40.71%로 가장 많은 것으로 나타났으며 관계질문이 37.86%, 요약질문이 21.43%로 가장 적은 것으로 나타났다([Table 7] 참조).

[Table 7] Comparison of results analyzed with the intent of the 3 questions

Possible questions as a teacher		Statistically solvable questions	
Intention of the question	n (%)	Intention of the question	n (%)
Summary	42 (24.85)	Summary	30 (21.43)
Comparison	56 (33.14)	Comparison	57 (40.71)
Relationship	61 (42.01)	Relationship	53 (37.86)
Total	169 (100)	Total	140 (100)

또한 본 연구에서는 예비 수학교사들이 교사로서 생각해볼 수 있는 169개의 질문들 중에서 통계적으로 해결할 수 있는 통계적 질문을 분류하고, 추가적으로 작성한 통계적 질문들을 작성한 결과, 140개의 질문들이 작성되었다. 그러나 이러한 질문들 중에서는 주어진 자료를 가지고 통계적으로 해결할 수 없는 질문들도 작성된 것으로 나타났다. 그 특징과 이유에 대해 본 연구에서는 질문의 의도별로 나누어 분석하였다.

첫째로 요약질문의 대부분(86.67%)이 주어진 자료를 가지고 통계적으로 해결할 수 있는 질문들이었으나, 요약질문의 13.33%는 주어진 자료를 가지고 통계적으로 해결할 수 없는 질문들이었는데 모두 변수의 의미가 명확하지 않은 경우들이었다. 예를 들어, “학생들의 사교육 의존

도”와 같은 질문은 ‘사교육 의존도’라는 변수의 의미가 명확하지 않기 때문에 주어진 자료를 가지고 통계적으로 해결할 수 없는 질문으로 분류하였다. 둘째로 비교질문의 77.59%가 주어진 자료를 가지고 통계적으로 해결할 수 있는 질문들이었으나, 비교질문의 22.41%는 주어진 자료를 가지고 통계적으로 해결할 수 없는 질문들이었다. 그 이유로는 변수의 의미가 명확하지 않은 경우이거나 질문의 의미가 명확하지 않은 경우들이었다. 예를 들어, “성별에 따라서 상위 10%의 수학점수는 얼마나 차이가 날까?”와 같은 질문에서 ‘성별’은 주어진 자료에 포함되어 있지 않은 변수이기 때문에 주어진 자료를 가지고 통계적으로 해결할 수 없는 질문으로 분류하였다. 또한 “방과후 수업은 사교육의 대체재로 쓰일 수 있을까?”와 같은 질문에서 사교육의 대체재로 쓰일 수 있는지의 여부는 어떤 변수를 기준으로 평가할 것인지 그 질문의 의미가 명확하지 않아서 통계적으로 해결할 수 없는 질문으로 분류하였다. 셋째로 관계질문의 55.77%는 주어진 자료를 가지고 통계적으로 해결할 수 있는 질문들이었으나, 관계질문의 44.23%는 주어진 자료를 가지고 통계적으로 해결할 수 없는 질문들이었다. 그 이유로는 앞선 요약질문, 비교질문들과 마찬가지로 변수의 의미가 명확하지 않은 경우들이었다. 예를 들어, “사교육비 증가로 인한 가정의 경제적 문제 경험은 얼마나 증가할까?”와 같은 질문에서 ‘가정의 경제적 문제 경험’이라는 변수는 주어진 자료에 없는 변수이기 때문에 주어진 자료를 가지고 통계적으로 해결할 수 없는 질문으로 분류하였다. 뿐만 아니라 관계질문에서는 통계 지식에 대한 오류로 인하여 통계적으로 해결할 수 없는 질문인 경우도 있었다. 예를 들어, “사교육 유형(개인과의, 그룹과의, 학원 등)과 학생 성적이 상관관계가 있는가”와 같은 질문이 상관관계를 통하여 해결할 수 있는 통계적 질문이라고 분류하였다. 그러나 사교육 유형과 같은 명목형 척도로는 상관관계 분석을 실시할 수 없음에도 불구하고 상관관계를 통하여 해결할 수 있는 통계적 질문으로 분류하는 오류를 범하였다. 관계질문에서는 앞선 예시와 같이 통계 지식에 대한 오류를 보이는 경우들이 특징으로 관찰되었다.

본 연구자는 예비 수학교사들에게 그들이 온라인 게시판에 작성한 교사로서 생각해볼 수 있는 질문들 중에 통계적으로 해결할 수 있는 질문들만을 분류하되, 비록 교

사로서 생각해볼 수 있는 질문들에는 작성하지 않았지만 주어진 자료를 가지고 통계적으로 해결할 수 있는 질문이 생각한다면 추가적으로 작성해도 좋을을 안내하였다. 이러한 안내에 의하여 예비 수학교사들은 통계적 질문을 분류하는 과정에서 17개의 통계적 질문들이 추가로 작성되었다. 따라서 예비 수학교사들이 통계적 질문을 분류하는 과정에서 추가된 17개의 질문들만을 대상으로 질문의 의도 3가지로 분석한 결과, 아래의 [Table 8]과 같이 추가된 질문에서는 비교질문이 64.71%로 가장 많은 비율로 나타났으며 요약질문이 23.53%, 관계질문이 11.76%로 가장 적은 비율로 나타났다.

[Table 8] Results on the analysis of the added questions into 3 of the intentions

Questions added during the classification of statistical questions	
Intention of the question	n (%)
Summary	4 (23.53)
Comparison	11 (64.71)
Relationship	2 (11.76)
Total	17 (100)

2) 통계적 질문으로 분류하는 과정에서 예비 수학교사들이 사용한 통계 용어

본 연구에서는 예비 수학교사들이 통계적 질문으로 분류하는 과정에서 그들이 질문에 사용한 통계 용어를 분석하였다([Table 9] 참조). 이때 분석 기준은 한국통계학회의 자료실²⁾에서 검색할 수 있는 통계 용어를 기준으로 하였다. 예비 수학교사들이 주어진 자료를 바탕으로 교사로서 생각해볼 수 있는 질문에서 사용한 통계 용어를 분석한 결과, 총 169개의 질문들 중 63개(37.28%)의 질문에서 70번(15가지)의 통계 용어를 사용한 것으로 나타났다. 이때, 대부분 하나의 질문에 한 개의 통계 용어를 사용하였으나 일부 질문에서는 하나의 질문 안에 최대 3개의 통계 용어를 사용한 것으로 나타났다. 또한 통계적 질문으로 분류한 140개의 질문들 중에서는 55개(39.29%)의 질문에서 58번(14가지)의 통계 용어를 사용한 것으로 나타났다. 즉, 예비 수학교사들은 통계적 질문으로 분류하는

²⁾ 한국통계학회 통계 용어 자료실

(https://www.kss.or.kr/bbs/board.php?bo_table=psd_sec)

과정에서 질문에 사용한 통계 용어가 1가지 줄어들었으나 통계 용어를 사용한 질문의 수는 2.01% 더 많이 나타났다.

[Table 9] Comparison of statistical terms used

Possible questions as a teacher		Statistically solvable questions	
Questions using statistical terms	n (%)	Questions using statistical terms	n (%)
	63 (37.28)		55 (39.29)
Statistical terms used (70 times, 15 things)	Purchase rate, Distribution, Proportion, Rate, Frequency, Correlation, Income quintile, Number, Increase, Entrance rate, Participation rate, Total, Percent, Mean, Sample mean	Statistical terms used (58 times, 14 things)	Purchase rate, Distribution, Proportion, Rate, Frequency, Correlation, Number, Increase, Entrance rate, Participation rate, Total, %, Mean, Sample mean
Total	169 (100)	Total	140 (100)

본 연구에서 예비 수학교사들은 그들이 작성한 질문에서 ‘관계’라는 용어를 많이 사용하였다. ‘관계’라는 용어는 ‘상관관계’로 간주할 수도 있으나 예비 수학교사들이 작성한 ‘관계’가 ‘상관관계’를 의미하는 것인지 다른 구조적 관계를 의미하는 것인지 등 그들의 의도가 명확하지 않기 때문에 본 연구자는 단순히 ‘관계’라는 용어는 통계 용어로 분석하지 않았다.

사용한 통계 용어들 중 ‘분포’는 통계적 질문으로 분류하는 과정에서 6.65% 더 많이 사용되었으며, ‘진학률’은 통계적 질문으로 분류하는 과정에서 2.61% 더 많이 사용되었다. 한편 ‘비례’와 ‘빈도’는 통계적 질문으로 분류하는 과정에서 1.14% 적게 사용되었으며, ‘총(total)’은 통계적

질문으로 분류하는 과정에서 0.79% 적게 사용되었다. 또한 통계적 질문으로 분류하는 과정에서 줄어든 통계 용어 중 ‘평균’은 9.36% 적게 사용되어 가장 많은 변화율을 보인 통계 용어로 나타났다. 예비 수학교사들이 주어진 자료를 바탕으로 교사로서 생각해볼 수 있는 질문에서 사용한 통계 용어 중 ‘소득분위’는 통계적 질문으로 분류하는 과정에서 사라졌으며, ‘퍼센트’는 ‘%’와 같이 기호로 바꾸어 사용하였다.

2. 예비 수학교사들이 설정한 탐구 질문은 통계적 문제 해결을 수행하기에 적절한 탐구 질문인가?

본 연구에서는 예비 수학교사들이 설정한 탐구 질문이 좋은 탐구 질문인지를 확인하기 위해 도평균 추정 프로젝트에서 작성한 활동지를 통하여 그들이 최종 선정한 탐구 질문을 분석하였다. 앞서 언급한 Arnold(2013)의 좋은 탐구 질문에 대한 6가지 기준과 Lee(2020)의 연구에서 활용한 탐구 질문 분석 기준을 바탕으로 본 연구의 상황에 맞게 수정하여 분석을 실시하였다.

1) 이용 가능한 변수가 명확히 기술되어 있는가

첫째로 ‘이용 가능한 변수가 명확히 기술되어 있는가’라는 기준에 따라 2개의 수준으로 분석한 결과, 아래 [Table 10]에서와 같이 대체적으로 많은 예비 수학교사들이 설정한 탐구 질문에서 주어진 자료로 이용할 수 있는 변수를 명확히 기술한 2수준으로 나타났다(25명, 83.33%). 예를 들어, 예비 수학교사 N은 ‘특성화고를 제외한 전국의 고등학교 학생들의 평균 사교육비는 얼마나 될까?’라는 탐구 질문을 설정하였다. 예비 수학교사 N은 탐구 질문만으로 고등학생들 중에서 특성화고를 제외한 일반고, 자율고, 특목고, 대안학교인 학생들 중에서 사교육비라는 변수를 활용할 수 있다는 것을 알 수 있을 정도로 명확히 기술하였기 때문에 2수준으로 분류하였다.

한편 1수준으로 분류된 5명(16.67%)의 예비 수학교사들은 탐구 질문에서 이용 가능한 변수를 명확히 기술하지 않았다([Table 10] 참조). 예를 들어, 예비 수학교사 A는 ‘대부분 고등학교에서 행해지는 프로그램에 들이는 비용은 많을 것이다’라는 가설을 해결하고자 탐구 질문을 설정하였다. 그러나 예비 수학교사 A가 언급한 프로그램이 어떤 프로그램을 의미하는 것인지는 명확히 기술되지

않았다. 이와 비슷하게 예비 수학교사 B 또한 ‘전국 일반 고등학교 학생들 중에서 상위 10%에 해당하는 학생들이 연간 사교육비는 얼마일까?’라는 탐구 질문에서 상위 10%는 어떤 분야에서의 상위 10%를 의미하는 것인지가 명확히 기술되어 있지 않았다.

[Table 10] Analysis results on ‘Is the question clearly describe the variables available?’

Level		n	%
Level 1	When the variable is not clearly described or When describing variables other than a given data	5	16.67
Level 2	When clearly describing the variables available in the given data	25	83.33

2) 모집단이 명확히 표현되어 있는가

둘째로 ‘모집단이 명확히 표현되어 있는가’라는 기준에 따라 3개의 수준으로 분석한 결과, 21명(70%)의 예비 수학교사들이 탐구 질문에서 모집단을 명확히 표현한 3수준으로 나타났다([Table 11] 참조). 예를 들어, 예비 수학교사 Q는 ‘전국의 고등학생들 중 성적이 상위 10% 이내인 학생들의 연간 일반교과 사교육비 지출 평균은 어떻게 될까?’라는 탐구 질문을 설정하였다. 이 탐구 질문에서의 모집단은 ‘전국의 고등학생들 중 성적이 상위 10% 이내인 학생들’이라는 것을 알 수 있을 정도로 모집단이 명확히 표현되어 있기 때문에 3수준으로 분류하였다.

그러나 6명(20%)의 예비 수학교사들이 탐구 질문에서 모집단을 모호하게 표현한 것으로 나타나 2수준으로 분류하였다([Table 11] 참조). 예를 들어, 예비 수학교사 D는 ‘중산층의 연간 사교육비 총 금액은 얼마인가?’로 탐구 질문을 설정하였는데, 이때 중산층이 어떤 기준으로 설정한 것인지 중산층의 정의를 명시하지 않았기 때문에 모집단을 모호하게 표현한 것으로 판단하였다. 이와 비슷하게 예비 수학교사 F 또한 ‘상위 학생과 중상위 학생이 투자하는 사교육비는 다를까?’라는 탐구 질문에서 어떤 것에 대한 상위 학생과 중상위 학생을 구분한 것인지 명시하지 않았기 때문에 모집단을 모호하게 표현한 것으로 판단하였다. 이와 같이 예비 수학교사 F가 작성한 탐구 질문과 같은 형태의 질문들은 이용 가능한 변수가 명확

히 표현되어 있지 않아 첫째 기준에서는 1수준으로 분류하였으며, 모집단도 모호하게 표현되어 있기 때문에 둘째 기준에서는 2수준으로 분류하였다.

[Table 11] Analysis results on ‘Is the population clearly represented in the question?’

Level		n	%
Level 1	When the population is not represented	3	10
Level 2	When the population is represented but ambiguous	6	20
Level 3	When the population is clearly represented	21	70

탐구 질문에서 모집단을 표현하지 않은 3명(10%)의 예비 수학교사들은 1수준으로 분류하였다([Table 11] 참조). 예를 들어, 예비 수학교사 I는 ‘월평균 가구 소득이 높으면 성적이 좋은가?’라는 탐구 질문을 설정하였는데 이 탐구 질문에서는 모집단이 표현되지 않았다. 그러나 예비 수학교사 I의 최종 보고서에서 결론까지 보고난 뒤에야 ‘전국의 고등학생들 중 월평균 가구 소득이 800만원 이상인 학생들’이 모집단인 것을 알 수 있었다. 만약 예비 수학교사 I의 탐구 질문이 3수준으로 분류되기 위해서는 ‘전국 고등학생들 중 월평균 가구 소득이 높은(800만원 이상) 학생들의 성적은 어떠한가?’와 같이 설정되어야 한다. 또한 예비 수학교사 P의 경우에는 탐구 질문을 ‘사교육 참여시간’과 같이 설정하였다. 이 또한 마찬가지로 최종 보고서에서의 결론까지 보면 전국의 중·고등학생들의 사교육 참여시간(주당 평균)에 대한 질문이라는 것을 알 수 있지만 탐구 질문에서는 모집단이 표현되지 않았다. 만약 예비 수학교사 P의 탐구 질문이 3수준으로 분류되기 위해서는 ‘전국 중·고등학생들의 사교육 참여시간(주당 평균)은 얼마인가?’와 같이 설정되어야 한다.

3) 질문의 의도가 무엇인가

셋째로 ‘질문의 의도가 무엇인가’라는 기준에 따라 예비 수학교사들이 최종 선정한 탐구 질문을 분석한 결과, 22명(73.33%)의 예비 수학교사들이 요약질문을 선정한 것으로 나타났다([Table 12] 참조).

[Table 12] Analysis results on 'What is the intention of the question?'

Summary		Comparison		Relationship	
n	%	n	%	n	%
22	73.33	4	13.33	4	13.33

예비 수학교사들에게 모평균 추정을 하기 위한 탐구 질문을 설정하라고 안내했기 때문에 요약질문의 형식을 최종 탐구 질문으로 설정해야 한다. 그러나 4명(13.33%)의 예비 수학교사들은 비교질문을 최종 탐구 질문으로 설정하였다. 예를 들어, 예비 수학교사 E는 '상위권 학생들이 1년 동안 사용하는 사교육비는 평균 얼마일까?'로 탐구 질문을 설정하였는데 비록 모집단은 모호하게 표현하였지만 연간 사교육비에 대한 모평균을 추정함으로써 결과를 얻을 수 있는 질문이기 때문에 요약질문으로 분류하였다.

한편 예비 수학교사 G는 '대한민국 학생들은 주요 3과목(국/영/수) 중 어떤 과목의 사교육에 가장 큰 비용을 내고 이 금액은 어느 정도일까?'라는 탐구 질문을 선정하였다. 만약 하나의 과목에 대한 사교육비의 모평균을 추정하는 것으로 결과를 얻을 수 있다면 요약질문으로 분류될 수 있지만, 각 과목의 사교육비에 대한 모평균을 추정한 후 3개의 모평균 추정값을 비교함으로써 결과를 얻을 수 있는 탐구 질문이므로 이 질문은 비교질문으로 분류하였다. 이와 비슷하게 예비 수학교사 H도 '특목고, 자율형 사립고 진학을 희망하는 학생들의 평균 사교육 시간은?'이라는 탐구 질문을 설정하였는데 이 또한 특목고 진학을 희망하는 학생들의 평균 사교육 시간에 대한 모평균 추정값과 사립고 진학을 희망하는 학생들의 평균 사교육 시간에 대한 모평균 추정값을 비교해야 하므로 비교질문으로 분류하였다.

또한 4명(13.33%)의 예비 수학교사들은 관계질문을 최종 탐구 질문으로 설정한 것으로 나타났다. 예를 들어, 예비 수학교사 I는 '월평균 가구 소득이 높으면 성적이 좋은가?'라는 탐구 질문을 설정하였다. 이 질문은 가구 소득과 학생의 성적 간의 관계를 확인하고자 하는 탐구 질문으로 모평균 추정을 통해 알 수 없다. 주어진 자료에서 월평균 가구 소득은 구간별로 나뉘어진 범주형 데이터이며, 성적 또한 범주형 데이터로 제시되어 있다. 따라서 예

비 수학교사 I의 탐구 질문을 해결하기 위해서는 Cramer's V 계수를 활용한 상관관계 분석을 실시해야 한다. 만약 예비 수학교사 I의 탐구 질문의 의도를 요약질문으로 수정한다면 '월평균 가구 소득이 상위권(700만원 이상)인 학생들의 성적은 평균 몇 점인가?'로 수정되어야 모평균 추정이 가능하다. 따라서 본 연구자는 예비 수학교사 I가 관계질문을 최종 탐구 질문으로 설정한 원인에 대해 깊이 있는 이해를 하고자, 그의 모평균 추정에 대한 과거 경험을 확인할 수 있는 사전 설문조사지를 관찰하였다. 그 결과, 예비 수학교사 I는 '고등학교에서 모평균 추정에 대한 수업을 받은 경험이 있다'고 답변하였다. 그러나 실제 데이터로 모평균을 추정할 수 있느냐는 질문에는 '수학 문제로만 접해보고 실제 데이터에 적용해본 적은 없기 때문에 모평균을 추정하는 것은 조금 자신이 없다'고 답하였다. 또한 모평균 추정의 정의가 무엇인지를 묻는 질문에는 알고 있다고 답하면서 모평균 추정이란 '일부를 바탕으로 전체의 평균을 추정하는 것'이라는 답변을 작성하였다. 이러한 자료들을 종합해보았을 때 예비 수학교사 I는 모평균 추정에 대하여 단순 수학 문제로만 접해보았기 때문에 이론적으로만 그 정의를 알고 있는 정도라고 판단할 수 있다.

이와 비슷하게 예비 수학교사 L은 '서울시 일반고 학생의 월평균 가구소득과 일반 교과 사교육비 지출 간의 상관관계'를 탐구 질문으로 설정하였다. 그러나 이 질문은 모평균 추정을 활용하여 해결할 수 있는 탐구 질문이 아니라 범주형 자료인 가구소득과 연속형 자료인 일반 교과 사교육비 사이의 '이계열 상관계수(biserial correlation coefficient)'를 활용하여 해결할 수 있다. 이러한 탐구 질문을 설정한 예비 수학교사 L이 관계질문을 최종 탐구 질문으로 설정한 원인에 대하여 깊이 있는 이해를 하고자 그의 모평균 추정에 대한 과거 경험을 확인할 수 있는 사전 설문조사지를 관찰하였다. 그 결과 예비 수학교사 L은 모평균 추정에 대하여 '고등학교 때의 학교와 학원에서 수업을 들은 경험이 있으며, 대학교 통계 강의에서도 들은 경험이 있다'고 답하였다. 그러나 모평균 추정에 대한 정의는 '모른다'고 답하면서 그 이유를 '고등학교 때에는 공식을 암기하여 문제풀이 방식으로만 통계를 공부하였고, 대학교 진학한 후의 통계 강의에서는 강의를 잘 듣지 않아 모평균 추정의 정의를 모른다'고 답하였다.

또한 실제 데이터로 모평균 추정을 할 수 있느냐는 질문에 예비 수학교사 L은 ‘해본 적이 없어서’ 조금 자신이 없다고 응답하였다. 즉, 예비 수학교사 L은 고등학교 시절에 모평균 추정에 대한 수업을 듣기는 했으나 앞서 언급한 바와 같이 공식 암기에 따른 문제풀이 방식으로만 공부해왔기 때문에 실제 데이터로 모평균 추정을 하는 데에는 조금 자신이 없는 상태이다.

4) 주어진 자료를 가지고 대답할 수 있는 질문인가

넷째 분석 기준인 ‘주어진 자료를 가지고 대답할 수 있는 질문인가’에 따라 2개의 수준으로 분석한 결과, 30명(100%)의 예비 수학교사들 모두가 주어진 자료로 대답할 수 있는 탐구 질문을 설정한 것으로 나타났다([Table 13] 참조). 이때 예를 들어, 예비 수학교사 A가 설정한 탐구 질문인 ‘대부분 고등학교에서 행해지는 프로그램에 들이는 비용은 많을 것이다.’는 고등학교에서 행해지는 프로그램에 대한 설명이 없기 때문에 주어진 자료로 대답할 수 없는 탐구 질문이라고 판단할 수 있다. 그러나 예비 수학교사 A의 최종 보고서에서의 결론까지 전체를 살펴본 결과, 탐구 질문에서 표현한 ‘고등학교에서 행해지는 프로그램’이 방과후학교 프로그램을 의미하고 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 예비 수학교사 A의 탐구 질문만으로는 주어진 자료를 가지고 대답할 수 없다고 볼 수 있지만 최종 보고서를 통해 주어진 자료로 대답할 수 있는 질문임을 확인하였기 때문에 2수준으로 분류하였다.

[Table 13] Analysis results on ‘Is this a question that can be answered with the given data?’

Level		n	%
Level 1	When the question cannot be answered with the given data	0	0
Level 2	When the question can be answered with the given data	30	100

위의 [Table 13]과 같이 예비 수학교사들이 최종 설정한 탐구 질문들에 대해서는 모두 주어진 자료로 대답할 수 있는 질문 수준인 2수준으로 분석되었다. 그런데 본 연구자는 주어진 자료에 없더라도 예비 수학교사들이 교사로서 어떠한 질문들을 생각해볼 수 있는지를 확인하기 위해 그들이 온라인 게시판에 업로드했던 ‘주어진 자료로 교사로서 생각해볼 수 있는 질문들’ 269개에 대해서도 넷

째 분석 기준에 따라 분석해보았다. 총 269개의 질문들 중에서 34개(12.64%)의 질문이 주어진 자료로 알 수 없는 질문들이므로 나타났다([Table 14] 참조).

[Table 14] List of questions that are not known by the given data

Question list
The Subject with the most effective private education /The Subject most supported by private education
The area of university majors where students hope to enter
Students' preference for gender of teachers
Reasons for reducing private education
Can EBS classes be used as a substitute for private education?
Can after-schools be used as a substitute for private education?
Probability and statistics/Differential and integral/Geometric selection ratio
Do students with desired majors get higher grades?
How much do you think private education will help your children improve their abilities/child's university entrance rate?
Will students go to the field where they have invested time or money in private education?
Are there any students who entered the major they want to achieve their dreams in university?
How much effort did you put into the subjects you were interested in?
Is your desired study(pattern/routine/amount/subject) going well?
The most effective types of private education for each subject (private/group/institute/workbook)
Social/Science selection rate
Number of questions to solve per school grade test
Preference survey for state-supported Education and private education-What it takes to develop public education beyond private education

위의 [Table 14]와 같은 34개의 질문들이 주어진 자료로는 알 수 없지만 그 중 대다수가 교사의 입장에서 충분히 생각해볼 수 있는 질문들이었다. 예를 들어, ‘사교육이 가장 효과적인 과목/사교육 도움을 가장 많이 받는 과목’이나 ‘학생들이 진학을 희망하는 대학 전공 영역’ 등과 같은 탐구 질문은 교사로서 학생들을 위해 생각해볼 수 있는 질문들이다. 그러나 ‘현재 대학에 자신의 꿈을 이루

고자 원하는 과에 들어온 학생들이 있는가’, ‘자신이 관심을 가진 과목에 많은 노력을 기울였다면 어느 정도인가’, ‘자신이 바라던 공부(패턴/루틴/양/과목)가 잘 이루어지고 있는가’와 같은 질문들은 교사의 입장에서 생각해볼 수 있는 질문이 아니라 현재 대학생의 입장에서 생각한 질문들을 작성한 것이라고 볼 수 있다.

5) 조사할 목적이 있는 질문인가

다섯째 분석 기준인 ‘조사할 목적이 있는 질문인가’에 따라 개방코딩으로 분석을 실시한 결과 1차에서는 2개의 범주, 2차에서는 5개의 범주로 분류되었다([Table 15] 참조).

[Table 15] Purpose of the question

Category 1 (directly)	Category 2 (indirectly)	n	%
Interest (19, 63.33%)	Interest	6	20.00
	Surrounding situation	3	10.00
	Past experiments	1	3.33
	Subjective thinking	7	23.33
	As a teacher	2	6.67
As a teacher (11, 36.67%)	Interest	0	0.00
	Surrounding situation	1	3.33
	Past experiments	2	6.67
	Subjective thinking	8	26.67
	As a teacher	0	0.00

예비 수학교사들이 작성한 탐구 질문의 목적들 중에서 직접적인 목적으로 ‘교사의 입장’과 간접적인 목적으로 ‘본인의 생각’을 합쳐 ‘본인의 생각에서 비롯하여 교사의 입장에서 생각’했기 때문이 가장 많은 비율(8명, 26.67%)을 차지한 것으로 나타났다. 예를 들어 탐구 질문을 ‘부모의 경제 수준과 아이의 고등학교(일반고) 성적은 비례할까?’로 설정한 예비 수학교사 J는 그 목적(이유)에 대해 아래와 같이 서술했었다. 즉, 예비 수학교사 J는 부모의 경제 수준에 따라 아이가 받는 교육의 양과 질이 달라진다는 본인의 생각에서 비롯하여 교사로서 아이들이 차별

받지 않도록 이를 개선하기 위해 “부모의 경제 수준과 아이의 고등학교(일반고) 성적은 비례할까?”로 탐구 질문을 설정한 것이다.

J : 부모의 경제 수준이 아이의 성적과 비례한다면 부모의 경제 수준이 어느 정도냐에 따라 아이가 받는 교육의 양과 질이 달라진다는 것을 의미하기 때문에 교사로서 아이들이 차별받는 일이 없도록 이를 개선하는 방법에 대해 고민해 볼 필요가 있기 때문이다.

두 번째로 많은 비율(7명, 23.33%)을 차지한 질문의 목적은 직접적인 목적이 ‘호기심’이고 간접적인 목적으로 ‘본인의 생각’이 합쳐져 ‘본인의 생각으로 인하여 생긴 호기심’ 때문인 것으로 나타났다. 예를 들어 예비 수학교사 D는 ‘중산층의 연간 사교육비 총금액은 얼마인가?’로 설정하였는데 그 이유를 아래와 같이 서술했었다. 즉, 예비 수학교사 D는 중산층이 가장 큰 비율을 차지할 것이라는 본인의 생각에 의하여 중산층의 연간 사교육비로 전체의 연간 사교육비를 확인하고 싶은 호기심 때문에 위와 같은 탐구 질문을 설정한 것이라고 분석하였다. 또한 예비 수학교사 D와 같이 ‘본인의 생각으로 인하여 생긴 호기심’ 때문에 탐구 질문을 설정한 예비 수학교사들은 대다수(6명, 85.71%)가 사교육비에 관한 탐구 질문을 설정하였으며, 성적이 상위권(10% 이내)인 학생들을 대상으로 하는 질문들(3명, 42.86%)이었다는 점이 특징으로 나타났다.

D : 학생들의 부모 소득 계층이 다양하겠지만 가장 큰 비율이 중산층일 것으로 보고, 중산층의 연간 사교육비 지출로 대략적인 사교육 지출정도를 파악할 수 있을 것이다.

세 번째로 많은 비율(6명, 20%)을 차지하는 탐구 질문의 목적은 직접적인 목적과 간접적인 목적이 모두 ‘호기심’으로 분류된 ‘단순 호기심’으로 나타났다. 예를 들어 ‘상위권 학생들이 1년 동안 사용하는 사교육비는 평균 얼마일까?’로 탐구 질문을 설정한 예비 수학교사 E는 그 목적(이유)에 대해 아래와 같이 “~이 궁금하기 때문”이라고 서술했었기 때문에 단순 ‘호기심’으로 분류하였다.

E : 사교육을 받는 목적이 학생들의 성적에 어떻게 영향을 미칠지 궁금하기 때문.

예비 수학교사들이 작성한 탐구 질문의 목적에서 직접적인 목적에 대해서만 살펴보면, ‘교사의 입장’(11명, 36.67%) 보다 ‘호기심’(19명, 63.33%)에 의해 탐구 질문을 설정하는 경우가 더 많은 것으로 나타났다([Table 14] 참

조). 또한 예비 수학교사들이 작성한 탐구 질문의 목적에서 간접적인 목적에 대해서만 살펴보면 [Table 14]와 같이 ‘개인적인 생각’(15명, 50%)에 의한 목적이 가장 많은 것으로 나타났다.

6) 통계적 질문인가

여섯째로 예비 수학교사들이 최종적으로 설정한 탐구 질문을 ‘통계적 질문인가’라는 기준에 따라 2개의 수준으로 분석한 결과, 모든 예비 수학교사들이 통계적 질문으로 탐구 질문을 설정한 2수준인 것으로 나타났다([Table 16] 참조). 즉, 본 연구에서 예비 수학교사들이 최종적으로 설정한 탐구 질문은 모두 통계적으로 해결이 가능한 통계적 질문이다.

[Table 16] Analysis results on ‘Is that a statistical question?’

Level		Final set of research question (30)		Possible questions as a teacher (269)	
		n	%	n	%
Level 1	When it's not a statistical question (When the questions that anticipate individual and decisive answers)	0	0	0	0
Level 2	When it's a statistical question (When the questions that analyze the entire group based on a variety of data)	30	100	269	100

비록 본 연구는 모평균 추정에 대한 프로젝트였으나, 본 연구자는 모평균 추정이라는 개념을 떠나 교사로서 생각해볼 수 있는 질문들도 통계적 질문과 비통계적 질문의 비율을 확인하기 위해 예비 수학교사들이 온라인 게시판에 공유했던 교사로서 생각해볼 수 있는 질문들에 대해 ‘통계적 질문인가’라는 기준에 따라 2개의 수준으로 분석해보았다. 그 결과, 대부분의 질문들이 통계적 질문인 2수준으로 분류되었으나, 2개(0.74%)의 질문만이 통계적 질문이 아닌 1수준으로 분류되었다.

예비 수학교사들이 작성한 질문들 중에서는 주어진 자

료로 알 수 없는 질문들이 통계적 질문인지 비통계적 질문인지를 구분하기가 질문만으로는 구분하기 애매한 경우가 많았다. 예를 들어, ‘사교육이 아이의 능력 향상에 얼마나 도움이 된다고 생각하는가’라는 질문은 주어진 자료로는 알 수 없는 질문이다. 그렇다면 이를 해결하기 위해서는 학부모를 대상으로 설문조사를 실시함으로써 결과를 얻을 수 있는 질문인데 이 질문을 어떻게 제시하느냐에 따라 통계적 질문인 2수준으로 분류될 수도 있고 비통계적 질문인 1수준으로 분류될 수도 있다. 만약 제시된 질문에 자유롭게 자신의 의견을 작성하도록 한다면 1수준으로 분류될 것이다. 그러나 질문과 함께 몇 가지 보기-예를 들어, ‘큰 도움을 준다’에서 ‘전혀 도움이 되지 않는다’까지 리커트 척도-를 제시하여 각 보기별 비율을 볼 수 있도록 한다면 2수준으로 분류될 것이다. 따라서 본 연구자는 이 예시와 같이 통계적 질문이 될 가능성이 있는 질문들은 모두 2수준으로 분류하였다. 이와 비슷하게 ‘사교육을 줄여야 하는 이유’와 ‘사교육을 하는 이유’도 제시된 질문에 자유롭게 자신의 의견을 작성하도록 한다면 1수준으로 분류될 수 있지만 몇 가지 보기와 함께 제시된다면 2수준으로 분류될 수 있다. 따라서 ‘사교육을 줄여야 하는 이유’와 ‘사교육을 하는 이유’도 모두 2수준으로 분류하였다. 즉, 예비 수학교사들이 최종적으로 설정한 탐구 질문 30개와 교사로서 생각해볼 수 있는 질문들 269개 모두 통계적 질문인 2수준인 것으로 분석하였다.

V. 결론 및 제언

전행 연구에서 살펴본 바와 같이 통계에 대한 경험을 일련의 과정으로 학습해야 할 필요가 있기 때문에 통계적 문제해결 과정이 강조되고 있음(Franklin, et al., 2007; Jeon & Kim, 2019; Lee, 2009; Marriott, Davies & Gibson, 2009; MOE, 2015; NCTM, 2000)에도 불구하고 통계적 문제해결의 모든 단계를 분석하기 보다는 자료 분석 단계에 치중되어 있음을 알 수 있었다(Bae & Lee, 2016; Go et al., 2017). 특히 통계적 문제해결 과정 중 문제 설정 단계는 통계적 문제해결 과정의 성공 여부를 결정할 정도로 중요한 역할이지만(Watson & English, 2017) 다른 단계들에 비해 상대적으로 간과되고 있었다(Lee & Park, 2019). 이와 관련하여 본 연구에서는 통계

적 문제해결 과정 중 문제 설정 단계를 체계적으로 분석할 필요성을 확인하고 좋은 탐구 질문을 설정하기 위한 특성을 살펴보았다. 또한 예비 수학교사들의 통계적 문제해결 과정 중 문제 설정 단계에서 보이는 특징 및 수준을 알아보고 이를 바탕으로 예비 교사교육에서의 통계교육에 시사점을 남기기 위한 첫걸음을 내딛고자 하였다.

첫 번째 연구 결과들을 종합해보았을 때 예비 수학교사들은 일반적인 질문들에서 통계적으로 해결할 수 있는 통계적 질문들을 분류해야 함에도 불구하고 통계적으로 해결할 수 없는 질문들을 분류하는 모습을 보였다. 이러한 결과는 앞서 언급했던 선행 연구에서와 같이, 학교 교과과에서 문제 설정 단계를 낮은 비율로 다루었으며(Bae & Lee, 2016; Go et al., 2017; Jang, 2016), 예비 수학교사들은 이러한 교과서로 통계 교육을 받았기 때문에 문제 설정 단계에 대한 경험이 부족했기 때문인 것으로 해석된다. 또한 적합한 탐구 질문을 설정하기 위해서는 단순히 탐구 질문을 작성하는 것뿐만 아니라 문제를 설정하는 단계에서 자신의 탐구 질문을 최종적으로 선정하기 위해 검증하는 과정이 필요함을 알 수 있었다. 그 과정에서 처음에는 추상적이고 포괄적이었던 질문이 점차 그 의도 및 목적이 명확해지고, 분석에서 활용할 변수가 명확해지기도 하기 때문이다. 뿐만 아니라 탐구 질문을 명확하게 다듬어 가는 과정에서 자신의 통계적 오개념이나 통계적 지식의 수준까지도 발견할 수 있게 된다는 점에서 탐구 질문을 설정하는 과정은 매우 중요한 과정이며, 탐구 질문을 설정하는 데에도 세분화된 일련의 과정이 필요함을 시사한다.

두 번째 연구 질문을 해결하기 위해 본 연구에서는 통계적 문제해결 과정 중 예비 수학교사들이 설정한 탐구 질문에서 보이는 특징 및 수준을 보고자 Arnold(2013)의 좋은 탐구 질문에 대한 6가지 조건을 활용하였다. 그 결과 15명(50%)의 예비 수학교사들이 좋은 탐구 질문의 6가지 조건 모두 충족하는 탐구 질문을 최종 선정하였다. 그러나 15명(50%)의 예비 수학교사들은 좋은 탐구 질문의 6가지 조건 중 일부만을 충족하는 탐구 질문을 최종 선정하였다. 이러한 결과를 조건별로 살펴보고 다음과 같은 교육적 시사점을 도출하였다.

첫째로, 일부 예비 수학교사들은 최종 탐구 질문에서 변수나 모집단을 명확히 표현하지 않았다. 대체적으로 탐

구 질문에서 변수를 명확하게 표현하지 않은(1수준) 예비 수학교사들은 탐구 질문에서 모집단을 모호하게 표현(2수준)한 것으로 나타났다. 만약 탐구 질문에서 변수와 모집단을 명확히 표현하지 않는다면 통계적 문제해결 과정에서 잘못된 분석 과정을 야기할 수도 있으며, 결국 잘못된 결론을 도출하게 될 수도 있다(Arnold, 2013). 따라서 이러한 결과는 성공적인 통계적 문제해결 과정을 위해 탐구 질문에서 변수와 모집단을 명확히 표현할 수 있도록 지도해야 함을 시사한다.

둘째로, 본 연구에서는 모집단 추정을 활용한 통계적 문제해결임을 미리 명시하고 탐구 질문을 최종 선정하도록 하였기 때문에 질문의 의도가 요약질문으로 분류되는 탐구 질문을 선정해야 한다. 그러나 일부 예비 수학교사들은 비교질문 및 관계질문을 탐구 질문으로 설정하였다. 비록 비교질문은 모평균 추정을 최소 2번 이상 실행함으로써 결과를 얻을 수 있는 질문이기도 하기 때문에 비교질문을 탐구 질문으로 선정한 예비 수학교사들은 모평균 추정에 대하여 알고 있다고 판단할 수 있다. 그러나 관계질문은 모평균 추정이 아니라 상관관계 분석 등 다른 통계적 지식을 통하여 결과를 얻을 수 있는 질문이다. 즉, 관계질문을 탐구 질문으로 선정한 예비 수학교사 4명은 모평균 추정에 대하여 잘 알고 있다고 판단할 수 없다. 이에 따라 관계질문을 탐구 질문으로 선정한 예비 수학교사들의 모평균 추정에 관한 지식과 과거 경험 및 자신감에 대하여 확인해본 결과, 4명 모두 모평균 추정 수업을 고등학교에서 들은 경험이 있었으며 실제 데이터로 모평균을 추정하는 데에는 자신이 없다고 답하였다. 모평균 추정을 하는 데에 자신이 없는 이유로 배운지 오래되어서 기억이 나지 않기 때문이거나 실제 데이터로 모평균 추정을 해본 경험이 없기 때문이라고 답하였다. 즉, 관계질문을 탐구 질문으로 선정한 4명의 예비 수학교사들 모두 모평균 추정에 대하여 수업을 듣기는 했으나 단순 문제풀이만 경험해보았을 뿐 실제 데이터로 모평균 추정 일련의 과정을 경험한 적이 없다는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 모평균 추정 문제를 풀어본 경험과 실제 데이터로 모평균을 추정하는 경험은 엄연히 다르며, 예비 수학교사들이 모평균을 추정하는 일련의 과정을 경험하는 것이 그들의 모평균 추정에 대한 자신감에도 영향을 미친다는 점을 시사한다. 따라서 본 연구를 통해 교

사교육 과정에서 통계를 가르치는 것만이 아니라 통계를 하는 법도 가르치는 것이 필요하다는 교육적 의의를 도출할 수 있다.

셋째로, 본 연구에서의 모든 예비 수학교사들은 주어진 자료를 가지고 대답할 수 있는 탐구 질문을 최종적으로 선정하였다. 그러나 예비 수학교사들이 교사로서 생각해볼 수 있는 질문들을 모두 집합한 총 269개의 질문들 중에서 34개(12.64%)는 주어진 자료로 알 수 없는 질문들이었다. ‘학생들이 진학을 희망하는 대학 전공 영역’이나 ‘교가 성별 선호도’ 등 교사로서 충분히 생각해볼 수 있는 질문들이다. 이 외에도 ‘사교육을 줄여야 하는 이유’, ‘EBS 수업은 사육의 대체제로 쓰일 수 있을까’, ‘공교육을 사교육보다 발전시키기 위해 필요한 것’ 등과 같은 질문은 사교육보다 공교육을 발전시키기 위하여 교사로서 어떤 노력을 기울일 수 있는지를 생각해볼 수 있게 하는 것들이다. 즉, 주어진 자료로는 알 수 없는 질문들이지만 예비 수학교사들이 공교육을 발전시키기 위하여 교사로서 교육에 대하여 생각해보고 그 질문들을 작성했다는 점은 교육적 의미가 있다고 할 수 있다.

넷째로, 본 연구에서의 예비 수학교사들은 교사의 입장에서 생각해보고 탐구 질문을 설정(11개, 36.67%)한 경우보다 호기심에 의해 탐구 질문을 설정(19개, 63.33%)한 경우가 더 많았다. 예비 교사들이 교사 교육과정에 들어 오면서부터 가지고 있는 지식 및 신념은 그들이 학교에서의 경험으로부터 비롯되어 비형식적이고 잠재적으로 존재한다(Kim et al., 2019; Richardson, 1996). 이러한 예비 교사의 특성과 같이, 본 연구의 예비 수학교사들의 대부분은 아직 수학교육학을 본격적으로 접하기 전인 1, 2학년 학생들이기 때문에 교사의 입장보다 학습자로서의 입장을 먼저 생각하는 것이 당연하다. 또한 많은 예비 수학교사들은 학창시절부터 가지고 있던 사교육에 대한 개인적인 생각들(15개, 50%)을 바탕으로 호기심에 의하거나 교사로서의 입장에서 생각하여 탐구 질문을 설정하였다. 본 연구에서의 예비 수학교사들은 성적이 상위권인 학생들이 사교육을 많이 받고 있을 것이거나 경제적 수준이 높을수록 사교육을 많이 받을 것이라는 생각을 하고 있었다. 이와 같이 예비 수학교사들은 사교육에 대하여 다양한 생각을 갖고 있거나 주변 및 본인의 경험을 바탕으로 탐구 질문을 설정하였는데, 궁극적으로는 자신이 교사

로서 사교육을 줄이거나 공교육과 사교육의 격차를 줄이기 위해 필요한 탐구 질문이라 생각하고 있었다. 즉, 예비 수학교사들이 사교육에 대하여 다양한 목적을 가지고 탐구 질문을 설정했으나 궁극적으로는 자신이 교사로서 공교육의 활성화를 위해 탐구 질문을 설정하였다는 점은 교육적 의미가 있다고 할 수 있다.

본 연구에서는 예비 수학교사들의 통계적 문제해결 과정 중 문제 설정 단계를 집중적으로 살펴보았다. 문제 설정 단계에서 좋은 탐구 질문을 설정하는 것은 통계적 문제해결 과정 전체의 성공을 좌우할 만큼 중요한 부분이다(Mackay & Oldford, 2000; Watson & English, 2017). 그럼에도 불구하고 그동안의 학교 통계 교과서에서는 문제 설정 보다 자료 분석 및 해석 단계에 치중되어 있었기 때문에(Bae & Lee, 2016; Lee & Park, 2019; Makar & Fielding Wells, 2011) 이러한 통계 교과서로 학습해온 예비 수학교사들은 문제 설정 단계에 취약한 모습을 보이는 것(Jeong, 2019)은 당연한 결과이다. 이는 교사들이 통계에 대한 자신감이 없거나 통계를 가르치는 데에 어려움을 겪는 것으로 이어지고(Kim, Moon & Byun, 2006; Ko & Park, 2017) 결국 학생들의 통계 교육에도 영향을 미치게 되는 것이다(Lee, 2016; Lee, J. Y., 2016; Shulman, 1986). 따라서 교사 교육과정에서부터 통계적 문제해결의 전 과정을 경험하게 함으로써 예비 수학교사들에게 통계적 소양을 높일 수 있는 교육이 필요하다.

또한 본 연구에서는 예비 수학교사들이 실제 교육 통계 자료를 가지고 탐구 질문을 설정한 뒤 통계 분석을 실시하고 결론을 도출함으로써 그들이 교사로서 의문을 가지고 그에 관련된 내용에 대하여 의사결정을 내리는 경험을 제공하였다. 이와 같이 교사 교육과정에서 겪는 예비 교사들의 경험은 그들의 지식 및 신념뿐만 아니라 그들이 가르칠 미래의 학생들에게도 영향을 줄 수 있다(Hollingsworth, 1989; Richardson, 1996). 따라서 교사 교육과정에서 예비 교사들이 교사의 입장에서 생각하고, 교사로서 의사결정을 하는 것은 꼭 필요한 과정이라고 할 수 있으며, 그 과정에서 예비 교사들의 반응 및 생각을 관찰하는 연구 또한 미래 교사 양성교육을 위해 필요하다.

참 고 문 헌

- Arnold, P. M. (2013). *Statistical investigative questions: An enquiry into posing and answering investigative questions from existing data*. (Doctoral dissertation). The University of Auckland, New Zealand.
- Arnold, P. M., & Pfannkuch, M. (2019). *Posing comparative statistical investigative questions: International perspectives*. In G. Burrill & D. Ben-Zvi (Eds.), *Topics and trends in current statistics education research ICME-13 Monographs* (pp. 173-195). Switzerland: Springer Nature.
- 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.
- Biggs, J. B., & Collis, K. F. (1982). *Evaluating the quality of learning: The Solo Taxonomy*. New York: Academic Press.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2011). *Designing and Conducting Mixed Methods Research* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Creswell, J. W. (2017). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing among Five Approaches 3rd edition*(Cho, H. S., Jeong, S. W., Kim, J. S., Kwon, J. S., Trans.). Seoul: Hak-Ji Sa. (Original work published 2013).
- Doyle, L., Brady, AM, & Byrne, G. (2016). An overview of mixed methods research - revisited. *Journal of Research in Nursing*, 21(8), 623-635. DOI: 10.1177/1744987116674257
- 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*. Alexandria, VA: American Statistical Association.
- Frischemeier, D., & Leavy, A. (2020). Improving the quality of statistical questions posed for group comparison situations. *Teaching Statistics*, 42, 58-65.
- Graham. A. (2006). *Developing thinking in statistics*. London: The Open University in association with Paul Chamman Publishing.
- Go. S. M., Kim, M. S., Jung, J. K., Cho, W. Y. (2017). Analysis of the Problems in Statistics Units of Middle School Textbooks for the 3rd grade in terms of Statistical Literacy. *School Mathematics*, 19(4), 731-749.
- Hwang, H. J. (2020). The Development of the Items on Mathematical Instructional Evaluation based on the Teacher's Practical Knowledge. *J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. E: Communications of Mathematical Education* 34(4), 507-523.
- Jang, A. R.. (2016). *A Comparative Analysis on Statistical Reasoning Questions in Textbooks: focused on the first year of middle school*. Graduate School of Education Chonnam National Univerisy, Gwangju.
- 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.
- Jeong, S. J. (2019). *An analysis on Statistical Literacy of Mathematically Gifted Students through Context Centered STEAM Education*. Graduate School of Education Korea National University of Education, Chung-Buk.
- 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 Mifficulties of Statistical Inquiry. *School Mathematics*, 20(4), 661-683.
- 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.
- Kim, W. K., Moon, S. Y., Byun, J. Y. (2006). Mathematics teachers' knowledge and belief on the high school probability and statistics. *The Mathematical Education*, 45(4), 381-406.
- Kim, J. H., Kang, E. K., Kim, S. M., Kwon, S. Y., Park, M. G., Cho, S. Y. (2019). A Study on Pre-service Elementary Teachers' Mathematical Beliefs about the Nature of Mathematics and the Mathematics Learning. *Education of Primary School Mathematics*, 22(1), 49-64.
- 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.
- Kwon, D. S. (2019). *Effects of Thinking related to Statistical Variability on the Understanding of Population Mean Estimation*. Graduate school of Education Ewha Womans University, Seoul.
- Lee, E. J., Park. M. S. (2019). Statistical Reasoning of Preservice Elementary School Teachers Engaged in Statistical Problem Solving: Focused on Question

- Posing Stage. *J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. C: Education of Primary School Mathematics*, 22(4), 205-221.
- Lee, J. M. (2020). *Analysis of problem statements in poster presentations of statistical investigation*. Graduate School Seoul National University, Seoul.
- Lee, J. Y. (2016). *An Analysis on the Mathematics Teachers' Subject Matter Knowledge of Normal Distribution*. Graduate School of Education Korea National University of Education, Chung-Buk.
- Lee, K. H. (2016). A journey for statistics, statistics education, and statistics education research. *Proceeding of the conference of the mathematics education*, 49, 41-56.
- Lee, S. J., Kim, G. Y. (2019). How middle-school mathematics textbooks of Korea and the US support to develop students' statistical reasoning. *J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. A: The Mathematical Education* 58(1), 139-160.
- Lee, Y. K. (2009). *The Effect of Project Classes on Statistical Teaching for First-Year Middle School Students*. Graduate School of Education Korea National University of Education, Chung-Buk.
- Mackay, R. J., & Oldford, R. W. (1994). *Stat 231 Course Notes Fall 1994*. Waterloo: University of Waterloo.
- Mackay, R. J., & Oldford, R. W. (2000). Scientific Method, Statistical Method and the Speed of Light. *Statistical Science*, 15(3), 254-278.
- 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). New York: Springer.
- 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
- Ministry of Education (2015). The 2015 Revised Mathematics Curriculum. The Ministry of Education, 2015-74 [Separate volum 8].
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for mathematics*. Reston, VA: The author.
- Park, B. Y. (2020). *An Analysis on Secondary Mathematics Teachers' Statistical Knowledge about Statistical Problem Solving*. Graduate School of Education Korea National University of Education, Chung-Buk.
- Richardson, V. (1996). The role of attitudes and beliefs in learning to teach. In J. Sikula, T. J. Buttery & E. Guyton (Eds.), *Handbook of research on teacher education*. (2nd ed, pp. 102-119). New York: Macmillan.
- Ryu, K. U., Jung, J. W., Kim, Y. S., Kim, H. B. (2018). *Understanding qualitative research methods*. Seoul: PYMATE.
- Shulman, Lee S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 4-14.
- Stake, R. (1995). *The art of case study research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Watson, J. & English, L. (2017). Statistical problem posing, problem refining, and further reflection in grade 6. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 17(4), 347-365.
- Wild, C. J., & Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-265.
- Woo, J. H. (2017). *The educational foundation of school mathematics(revised)*. Seoul: Seoul National University Press.