

통계적 문제해결 과정에서 나타난 예비초등교사들의 통계적 추론 분석 : 질문 생성 단계를 중심으로

이 은 정 (춘천교육대학교 강사)

박 민 선 (서울대학교 대학원 졸업)[†]

이 연구는 통계적 문제해결 과정 중에 설문지 질문 생성 단계에서 나타나는 예비초등교사들의 통계적 추론을 조사하고 이것이 이후 단계들에서의 활동에 어떻게 영향을 미치는지를 분석하는 데 목적을 두었다. 이를 위해 24개 조의 교육대학교 2학년 학생들 80명이 통계적 문제해결 과정을 직접 실행하고 통계 보고서를 작성하였으며, 그 중 22개 조의 보고서를 분석하였다. 분석 결과, 설문지 질문 생성 단계에서 예비교사들의 9가지 통계적 추론이 확인되었으며, 특히 그 중 질문 명확화 지향 추론과 변이 기반 추론은 기존 연구에서 보고되지 않았던 추론이었다. 또한, 설문지 질문 생성 단계에서의 통계적 추론이 이후 단계의 활동에 미친 영향을 알아보기 위해 자료 분석 및 결론 단계에서 예비교사들이 보고서에 기술하였던 어려움 및 이슈를 확인하였다. 그 결과, 예비교사들의 어려움이 설문지 질문 생성 과정에서의 모집단 관련 추론, 범주 수준 추론, 표준화 추론, 질문의 일관성 지향 추론, 질문 명확화 지향 추론과 관련이 있는 것으로 나타났다. 그동안 선행연구에서 질문 생성하기 단계에 크게 주목하지 않았다는 점에 비추어보면, 본 연구 결과는 질문 생성 단계에서 나타나는 다양한 통계적 추론에 좀 더 주목할 필요가 있다는 점과 질문 생성 단계에서 적절한 통계적 추론이 이루어지도록 하기 위한 교수 방안들을 논의할 필요가 있다는 점을 시사한다.

I. 서론

현대 기술정보 사회에서는 양적인 정보와 통계적 정보를 해석하고 비판적으로 평가하고 의사소통하는

능력이 필수적으로 요구된다(우정호, 2017). 학교 교육을 통해 이러한 능력을 기르기 위해서는 학생들이 통계적 용어와 도구들이 어떤 의미인지를 알고 실제로 그것들을 적절하게 사용하여 통계적 정보를 해석하고 합리적인 판단을 내릴 기회들을 가져야 한다. 그러나 그동안 학교수학에서 다루어진 통계는 평균이나 표준편차와 같은 통계치 계산이나 공식 위주의 이론적 지식에 치우쳐져 왔으며, 이러한 방식의 통계교육은 학생들에게 실제적인 통계적 사고 경험을 제공하지 못한다(우정호, 2017). 이에 많은 연구자들(예를 들어, Franklin, Kader, Mewborn, et al., 2007; Marriott, Davies, & Gibson, 2009)은 학생들이 통계의 핵심 개념과 아이디어들을 의미 있게 학습하기 위해서는 실제 자료를 가지고 능동적으로 탐구할 수 있는 통계적 문제해결 경험을 제공해야 한다고 주장한다. 통계적 문제해결은 실제 통계학자들이 통계 조사를 수행하는 것과 유사한 단계들로 이루어져 있으며(MacKay & Oldford, 2000; Wild & Prannkuch, 1999), 학생들이 통계적 문제해결을 성공적으로 완수하기 위해서는 통계적 개념이나 아이디어를 토대로 올바른 통계적 의사결정을 내릴 수 있는 능력이 필요하다.

한편, 통계적 추론은 통계적인 정보를 이해하고 통계적인 아이디어를 가지고 추론하는 방식이다(Garfield & Chance, 2000). 즉, 통계적 추론은 자료와 가능성에 대한 아이디어를 토대로 통계 결과를 해석하고 추리할 수 있으며, 통계적 결론이 나온 이유를 설명할 수 있는 능력을 말한다(delMas, 2002). 통계적 추론은 통계적 문제해결의 모든 단계들에서 나타날 수 있는데, 즉 통계 질문을 만들고 모집단으로부터 자료를 수집하고 그 질문과 수집 방법이 결과에 어떻게 영향을 미치는지를 생각해보도록 할 때 추론이 촉진되고 활성화될 수 있다(Newton, Dietiker & Horvath, 2011). 그러나

* 접수일(2019년 9월 3일), 심사(수정)일(2019년 10월 7일), 게재확정일(2019년 10월 18일)

* ZDM분류 : K12

* MSC2000분류 : 97C70

* 주제어 : 통계적 추론, 통계적 문제해결, 질문 생성, 예비초등교사

† 교신저자 : dpdlx103@snu.ac.kr

연구자들(Lavigne & Lajoie, 2007; Makar & Fielding-Wells, 2011)은 통계적 문제해결의 모든 단계들을 실행하는 과정에서 나타나는 학생들의 통계적 추론을 체계적으로 보고한 연구는 거의 없다고 지적하였다. 이와 더불어 Garfield와 Gal(1999)이 제시한 자료에 대한 추론, 자료의 표현에 대한 추론, 통계적 측정에 대한 추론, 불확실성에 대한 추론, 표본에 대한 추론, 그리고 상관관계에 대한 추론의 6가지 통계적 추론 유형들 역시 자료의 수집과 분석 및 표현을 다룰 때 나타나는 통계적 추론의 밑바탕에 깔린 핵심적인 이슈들을 다루고 있으나, 통계 질문에 대한 추론에는 초점을 두고 있지 않다. 이는 통계 질문 생성에서의 통계적 추론이 다른 통계적 문제해결 단계들에 비해 상대적으로 간과되고 있음을 보여준다.

통계적 문제해결과 관련한 국내 연구를 살펴보면, 교과서를 분석한 연구(예를 들어, 고상미, 김미순, 정재균, 조완영, 2017; 배혜진, 이동환, 2016)와 예비교사들의 통계적 문제해결 역량을 조사한 연구(예를 들어, 고은성, 박민선, 2017; 송승은, 2019) 등이 있다. 초등학교와 중학교 수학교과서에 나타난 통계적 문제해결 과정의 세부 요소를 분석한 고상미 외(2017)와 배혜진, 이동환(2016)은 초·중학교 수학교과서에서는 통계적 문제해결 과정 중 자료 분석과 결과 해석이 가장 많이 다루어지고 있었으며, 문제 설정과 자료 수집이 가장 낮은 비율로 다루어지고 있다고 보고하였다. 또한 연구자들은 교과서에 제시된 통계 조사 활동이 이미 통계 질문과 선정된 자료를 제시하고 있기 때문에 문제 설정과 자료 수집 과정이 제대로 다루어지지 않고 있다고 지적하였다. 이미 만들어진 질문과 자료를 가지고 그것을 분석하고 해석하는 활동만으로 학생들이 통계 조사의 목적과 유용성을 충분히 깨닫기는 어려운 일이다. 이와 더불어 고은성, 박민선(2017)과 송승은(2019)은 예비초·중등 교사들이 통계적 문제해결을 지도할 때 필요한 각 단계의 이슈들을 인식하지 못하거나 깊이 이해하고 있지 못하고 있으며, 특히 질문 생성과 관련한 이슈에 대해 빈약한 이해가 드러났음을 보고하였다.

지금까지 살펴본 바와 같이 그동안 우리나라 통계 교육에서는 통계 질문 생성에 크게 주목하지 않았으며, 더불어 국외 선행연구와 마찬가지로, 통계 질문 생성에서의 통계적 추론에 대한 연구도 거의 이루어지지

않은 실정이다. 그러나 통계적 문제해결의 단계들은 독립적이고 선형적으로 수행되는 것이 아니라 단계들이 서로 영향을 미치며 진행되는 순환적인 과정이기 때문에 각 단계가 서로 다른 단계의 추론에 영향을 미칠 수 있다(Pfannkuch & Wild, 2004). 이에 본 연구는 통계적 문제해결 과정 중에 통계 질문 생성을 포함하는 단계에서 나타나는 예비초등교사들의 통계적 추론을 조사하고 이것이 이후 단계들에서의 활동에 어떻게 영향을 미치는지에 대해 분석하고 논의하고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 통계적 문제해결

Mackay와 Oldford(2000)는 통계적 조사 과정에서 나타나는 공통적인 요소 및 절차를 구체화하고 이를 하나의 구조로 조직하여 일련의 다섯 단계, 즉 문제(Problem), 계획(Plan), 자료(Data), 분석(Analysis), 결론(Conclusion)으로 이루어지는 PPDAC 모델을 조직하였다. PPDAC 모델은 단계마다 주요하게 다루어지는 요소들이 있으며, 각 단계는 다음 단계를 이끌어내고 이전 단계의 영향을 받는 등 서로 긴밀하게 연결되어 있다. Mackay와 Oldford의 PPDAC 모델을 바탕으로 이후 통계교육학자들은 통계적 문제해결이라는 용어를 사용하여 각 단계에서 나타나는 통계적 사고 또는 각 단계에서 학생들에게 가르쳐야 할 주요 요소 등에 주목하였다.

통계교육 평가 및 지도 지침(Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education, 이하 GAISE) 보고서에서는 통계적 문제해결을 문제 설정, 자료 수집, 자료 분석, 결과 해석의 네 단계로 제시하며, 각 단계에서의 변이성의 역할에 주목한다(Franklin et al., 2007). 문제 설정 단계는 변이성을 예상하고 다른 질문과 구별되는 통계 질문을 만드는 데 초점을 둔다. 즉, 학생들은 하나의 답을 도출하는 질문(예를 들어, 내 신장은 얼마인가?)과 변하는 또는 다양한 자료를 기반으로 답을 도출하는 질문(예를 들어, 미국의 성인 남성들의 신장은 얼마인가?)의 차이를 이해해야 한다. 자료 수집 단계는 변이성을 인식하고 이를 줄이기 위한 설계에 초점을 둔다. 표본과 모집단의 차

이를 줄이기 위한 임의 표집, 표집 변이성을 줄이기 위한 표본의 크기 결정, 서로 다른 처치에 따라 다른 결과를 보고자 하는 실험 설계, 집단들을 나눌 때 임의배치 등이 자료 수집 단계에서 변이성을 다루는 예이다. 자료 분석 단계는 변이성을 설명하기 위해 분포를 사용하는데 초점을 둔다. 오차 범위를 통해 표본의 결과가 실제 결과와 얼마나 다를지 설명하고, 신뢰수준을 통해 올바른 결과가 나올 빈도를 설명함으로써, 분석이 임의 반복 추출로부터 나타나는 추정치의 분포에 기반을 두고 있음을 보여준다. 마지막으로 결과 해석 단계는 변이성을 허용하여 자료 너머의 것을 보는데 초점을 둔다. 통계 해석은 항상 변이성이 있는 곳에서 이루어지며 일반화를 하기 위해서는 이러한 변이성을 받아들여야 한다.

통계적 문제해결과 관련하여 이루어진 많은 연구는 주로 분석 이후의 과정에 주목한다. Mackay와 Oldford(2000)는 조사를 통해 무엇을 알고자 하는지 이해하는 것이 중요한데 많은 사람들이 분석 이후의 과정에만 주목할 뿐, 통계 질문 생성에는 많이 주목하지 않았다고 하였다. 통계적 문제해결에서 통계 질문은 모든 단계에서 필요한 것으로, 문제 단계 및 계획 단계에서 형식적으로 생성된다(Arnold & Pfannkuch, 2019). English와 Watson(2015)는 문제 제기를 통해 학생들의 통계적 소양을 향상시킬 수 있다고 보았으며, Watson과 English(2017)는 학생들에게 문제 제기 기회를 줌으로써 통계적 조사를 성공적으로 수행하고 의미 있는 결론을 정당화할 수 있었다고 하였다.

2. 통계 질문의 정의와 유형

Arnold(2013)는 통계적 문제해결에서 두 가지 유형의 통계 질문이 있다고 보았다. 첫 번째는 형식적으로 제기된 질문이고, 두 번째는 문제해결 과정 내내 계속해서 나타나는 질문이다. 전자는 질문 생성(question posing)이라고 부르며, 이는 형식적으로 구조화된 질문으로, 통계적 문제해결을 통해 주목할 필요가 있는 문제를 가짐으로써 나타나는 것이다. 질문 생성에는 조사 목적과 설문 목적이 있을 수 있는데, 조사 목적 질문은 문제 단계에서 생성되는 것으로 자료를 사용하여 해결할 수 있는 질문을 말하고, 설문 목적 질문은 계획 단계에서 생성되는 것으로 자료를 얻기 위해 사용

하는 질문을 말한다. 후자는 질문하기(question asking)라고 부르며, 연속적으로 자발적인 탐구 과정이다. 질문하기 또한 두 가지 목적의 질문, 탐구 목적 질문과 분석 목적 질문이 있다. 탐구 목적 질문은 PPDAC 모델의 모든 단계에서 통계적 문제해결을 올바르게 수행하고 있는지 확인하기 위해 사용하는 질문이고, 분석 목적 질문은 분석 단계에서 알아차린 것을 기술, 추리하기 위해 통계량, 그래프, 표에 대해 질문하는 것을 말한다.

Watson과 English(2017)는 많은 연구들이 설문 목적 질문을 고안하는 것을 다룬다고 하였다. 좋은 설문 목적 질문을 생성하는 것도 좋은 조사 목적 질문을 생성하는 것만큼 중요하다(Arnold, 2013). 설문 목적 질문을 통해 연구에서의 자료가 생성된다고 할 수 있으며, Russell(2006)은 학생들이 자료가 무엇인지 그리고 어떻게 사용할지 이해하기 위해서는 직접 질문을 개발하고 그 질문에 비춘 자료를 만드는 과정에 참여해야 한다고 하였다(p. 17). 연구 질문에 맞는 자료를 수집하는 데 한 가지 방법만 있는 것은 아니다. 자료 수집 방법을 고안하고 실행하고 개선함으로써 통계학자들이든 학생들이든 더 유용한 정보를 제공해주는 방법을 발견하게 된다. 연구 결과 Russell은 초등학교 2학년 학생들도 연구대상자들에게 의미가 명확하게 전달될, 그리고 자신들이 올바르게 해석할 수 있는 정보를 제공해주는 질문을 정의할 수 있다고 하였다. 또한 설문 질문 생성에서 질문을 명확하게 하는 것과 더불어 의미 있는, 즉 연구자들이 관심 있는 정보를 얻을 수 있게 하는 것 사이의 균형을 유지하는 것이 중요하다고 하였다. English와 Watson(2015)의 연구에서도 초등학교 4학년 학생들에게 학교 놀이터에 대한 개선점을 제안하기 위해 같은 반 학생들에게 돌릴 설문 질문을 만들어보게 하였다. 설문 질문을 만들 때 가장 어려운 점은 조사 초기의 일반적인 질문을 통계 질문으로 변환하는 것으로, 설문 질문은 연구대상자들에게 명확해야 하고, 연구자들이 관심을 두는 질문에 답할 수 있는 자료를 수집할 수 있어야 한다는 것이다.

3. 통계 질문 생성에서의 통계적 추론

Lavigne과 Lajoie(2007)는 7학년 학생들이 통계적 조사의 모든 과정에 참여하면서 보여준 통계적 추론의

특성을 파악하여 보고하였다. 연구 결과, 통계적 추론이 가장 많이 나타난 단계는 자료를 분석하고 표현하는 단계였으며, 다음으로 질문을 만드는 단계에서 통계적 추론이 많이 나타났다, 특히, 설문조사의 질문을 만드는 과정에서 학생들은 7가지의 통계적 추론을 보였다. 이하에서는 Lavigne과 Lajoie(2007)가 제시한 7가지 통계적 추론 각각의 의미를 살펴본다.

모집단 관련 추론은 설문지 질문의 보기를 만들 때 설문응답자인 모집단의 특징과 관심사를 반영하는 것을 말한다. 예를 들어, 학생들이 장래에 희망하는 전문직종에 대한 설문조사의 질문지를 만들 때, 조사자가 자신의 개인적 지식이나 경험을 토대로 학생들이 일반적으로 스포츠를 전문가라고 여기지 않을 것이기 때문에 스포츠에 대한 범주는 필요 없으며, 대신 학생들의 장래 희망이 우주비행사라고 하는 말을 자주 들어봤기 때문에 우주비행사의 범주는 반드시 필요하다고 추론하는 방식이다. 설문지 질문의 범주를 결정하는 데 있어서 모집단의 흥미나 관심사뿐만 아니라 모집단의 특성도 함께 고려되어야 한다. 이때 모집단의 특성을 반영한 범주를 어떻게 만들지를 고민할 때 발생하는 사고의 토대가 되는 것이 표본의 대표성 개념이다(Lavigne & Lajoie, 2007). 모집단의 특성과 관심사를 반영한 설문지 질문의 범주를 만드는 것에 대한 추론은 자료 수집과 결론 단계에서 표본의 대표성을 생각하는 것과 관련된다고 볼 수 있다.

다양성 기반 추론은 설문응답자로부터 다양한 반응을 이끌어내기 위해서 다양한 응답이 나올 수 있는 주제를 선택하거나 질문에 대해 충분한 개수의 보기를 제시하는 것이다. 하나의 응답으로 수렴하는 질문이나 주제를 선택하는 것은 표집이나 통계 결과를 해석하는데 있어서 오류가 발생할 수 있으므로 이와 같은 추론이 필요하다. 예를 들어, 조사자는 ‘가장 좋아하는 과목은 무엇인가?’ 라는 질문에 대해 대부분의 설문응답자들이 주로 예체능 과목이라고 비슷하게 응답할 것을 예상하고, 다양한 응답을 얻기 위해 수학과 같은 학문적인 과목과 음악, 체육과 같은 예체능 과목에 대한 질문으로 나누어서 제시해야 한다고 판단하는 것이다. 이러한 추론은 표본의 무작위성을 이해하고 개발하기 위한 토대를 제공한다(Lavigne & Lajoie, 2007).

범주 수준 추론은 조사자가 설문응답자에게 설문지의 범주를 어떻게 제시할지와 관련하여 추론하는 것을

말한다. 예를 들어, 선호하는 직업이 무엇인지에 대한 질문에서 과학자라는 범주를 제시할 때 설문응답자 모두가 과학자를 동일하게 해석하지 않을 수도 있기 때문에 우주비행사와 같은 하위 수준의 범주를 추가해야 한다고 주장하는 경우이다. 즉, 보기는 모든 사람들에게 동일한 의미로 받아들여져서 그것을 선택하는 것이 중요하며, 그렇게 해야만 설문지 결과의 타당성을 보장할 수 있다. 이는 범주 수준 추론이 범주의 대표적인 특징들을 고려하면서 범주들을 조직해나가는 능력과 관련이 있음을 보여준다. 따라서 이러한 추론은 자료가 양적인지 질적인지를 구별하거나 자료를 분류하는 능력의 토대가 된다는 점에서 Garfield와 Gal(1999)이 제시한 자료에 대한 추론과 일맥상통한다고 볼 수 있다(Lavigne & Lajoie, 2007).

큰 수의 법칙 기반 추론은 표본과 모집단의 관계에 대한 이해를 바탕으로 조사에 적합한 표본의 크기를 고려하는 것을 말한다. 이러한 추론은 표본의 크기가 클수록 표본의 변이가 더 작아지므로 모집단에 대해 더 정확하게 추리할 수 있다는 통계적 원리를 토대로 표집을 결정하는 것과 관련되며, 이는 Garfield와 Gal(1999)이 제시하였던 표본에 대한 추론과 유사하다(Lavigne & Lajoie, 2007).

표본에는 대표성과 변이성이라는 상반되는 특징이 존재한다. 표본의 대표성은 모집단에서 표본을 무작위로 반복 추출했을 때 표본이 모집단과 유사할 확률이 크다는 것이며, 변이성은 모든 표본이 서로 다르다는 것이다. 표본 특성 관련 추론은 표본이 모집단과 어떻게 관련되는지를 알고 표본으로부터 무엇을 추리할 수 있는지를 고려한다는 점에서 표본에 대한 추론과 관련되어 있다. 그러나 표본의 대표성을 줄이는 요인이 변이성, 즉 표집 과정에서의 편의(bias)라고 생각하지 않고 새로운 표본의 특성이라고 본다는 점에서 원시적인 추론이다(Lavigne & Lajoie, 2007).

표준화 추론은 수집된 자료를 의미 있게 해석하기 위해 설문지 질문에서 범주의 수 혹은 연구에서 비교 집단이 있는 경우 설문응답자의 수를 동일하게 선택하는 것을 말한다. 예를 들어, 조사자가 네 집단을 비교하는 설문지 조사를 실시하고자 할 때, 표본의 크기가 30명 보다는 40명이 적절하다고 판단하는데 그 이유는 40명은 각 집단 당 동일하게 표집이 가능하기 때문이라고 설명하는 경우이다.

질문의 일관성 지향 추론은 연구 질문과 설문지 질문이 일관성이 있는지 혹은 수집된 자료에 따라 탐구 과정에서 질문의 수정이 필요한지 여부를 결정할 때 나타나는 추론이다. 예를 들어, 원래의 탐구 질문과 수집된 자료가 일치하지 않을 때, 어떤 조사자는 수집된 자료에 맞게 탐구 질문을 수정하는 것이 바람직하다고 판단할 수도 있으며, 다른 조사자는 원래의 탐구 질문을 고수해야 하기 때문에 이를 벗어난 설문지 질문에 대한 수집 자료는 무시하는 것이 바람직하다고 주장할 수도 있다. 따라서 학생들이 탐구 질문과 설문지 질문을 만드는 과정에서 또는 수집된 자료와 원래 탐구 질문과의 연관성을 판단하는 과정에서 이러한 추론이 어떻게 드러나는지를 살펴보는 것이 필요하다.

살피면 바와 같이 Lavigne과 Lajoie(2007)는 통계적 추론 연구에서 그동안 주목하지 않았던 설문지 질문 생성 단계에서 다양한 통계적 추론이 나타났음을 보여주었으며, 이러한 추론이 Garfield와 Gal(1999)의 통계적 추론과 연결됨을 보여주었다. 이러한 결과는 설문지 질문 생성 단계에서의 학생들의 사고에 좀 더 주목할 필요가 있다는 점과 그들이 무엇에 주목하고 어떠한 사고를 거쳐 질문을 만들어 나가는지에 대한 면밀한 분석이 필요함을 시사한다.

III. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 참여자는 서로 다른 두 도시에 위치한 A 교육대학교와 B 교육대학 2학년 학생들 각각 25명과 55명으로 총 80명이다. 연구 참여자들은 이 연구가 시작되기 전, 통계적 문제해결을 한 번도 경험해보지 않았으며, 확률·통계와 관련된 강좌 또한 이수한 경험이 없는 상태였다. 참여자들은 통계적 문제해결의 전 과정을 직접 수행하였으며, 3-4명이 조를 이루어 조별활동을 진행하였다. A 교육대학에서 8개 조, B 교육대학에서 16개 조로 총 24개 조가 통계적 문제해결을 수행하였다. 이 중 22개 조는 설문 조사 탐구를 수행하였으며, 나머지 2개 조는 이차 자료 분석을 수행하였다. 본 연구는 설문지 질문을 만드는 단계에서 나타나는 학생들의 통계적 추론을 분석하고자 하였으므로, 설문

조사를 수행한 22개 조의 보고서를 분석 대상으로 선택하였다.

2. 자료 수집 및 분석

연구에 참여한 학생들은 이전에 통계적 문제해결을 한 번도 경험해보지 않았기 때문에 조별활동을 진행하기 전에 본 연구를 수행한 연구자들 중의 한 명인 교수가 통계적 문제해결의 의미와 과정을 설명하고 그 예시를 보여주었다. 탐구 주제는 조별 논의를 통해 자유롭게 선택하도록 하였으며, 3주간 통계 조사를 실행한 후 통계적 문제해결의 4단계를 포함한 최종 보고서를 제출하도록 하였다. 통계적 문제해결의 각 단계별로 조원들이 어떤 논의를 했는지, 어려움이 발생했을 때 어떻게 의사결정을 내리게 되었는지를 자세하게 파악하기 위해 최종 보고서의 틀을 제공하였다. 학생들이 통계적 문제해결을 완수한 후에 논의한 내용들을 기억에 의존하여 최종 보고서를 작성하지 않도록 각 조별로 진행되는 과정에 맞추어 보고서를 작성해나갈도록 안내하였다. 최종 보고서는 다음과 같이 4단계로 나누어 제시하였다: 1. 문제 설정 2. 자료 수집 3. 자료 분석 4. 결론. 단계별로 각각 다음과 같은 세 개의 질문을 제시하였다: ‘이 단계에서 중점적으로 고려한 사항들은 무엇이었는가?’, ‘이 단계에서 발생했던 어려움 혹은 이슈는 무엇이었는가?’, ‘어려움 혹은 이슈에 대한 조원 간 논의 내용과 해결 과정을 기술하시오.’

[표 1] 자료 분석을 위해 사용한 통계적 추론
[Table 1] Statistical reasoning types to analyze the data

통계적 추론	코드
모집단 관련 추론	PR
다양성 기반 추론	VR
범주 수준 추론	CR
큰 수의 법칙 기반 추론	LLNR
표본 특성 관련 추론	SCR
표준화 추론	SR
질문의 일관성 지향 추론	QAR
질문 명확화 지향 추론	QCR
변이 기반 추론	VAR

자료 분석은 두 단계에 걸쳐 실시하였다. 우선, 예비초등교사들의 질문 생성 단계에서 나타나는 통계적

추론을 조사하기 위해 보고서에 제시된 단계들 중 설문지 질문 생성이 이루어진 문제 설정과 자료 수집 단계¹⁾에 초점을 맞추어 분석하였다. 설문지 질문 생성 과정에서 드러나는 학생들의 통계적 추론을 알아보기 위해 Lavigne과 Lajoie(2007)의 7가지 추론을 기반으로 자료를 분석하였다: 모집단 관련 추론(PR), 다양성 기반 추론(VR), 범주 수준 추론(CR), 큰 수의 법칙 기반 추론(LLNR), 표본 특성 관련 추론(SCR), 표준화 추론(SR), 질문의 일관성 지향 추론(QAR). 그러나 연구자들은 본 연구 자료에서 7가지 통계적 추론 이외에 새로운 통계적 추론이 나타날 가능성이 있다고 판단하여 Lavigne과 Lajoie(2007)가 통계적 추론을 찾아내기 위해 사용한 분석 절차를 수정하여 사용하였다. 본 연구를 수행한 두 명의 연구자들은 우선 각자 22개의 보고서의 자료 수집 단계에 기술된 내용에서 추론 부분을 추출하였다. 그런 다음 추론 부분을 7개의 통계적 추론을 토대로 코딩하고, 7개에 해당하지 않는 추론 부분을 따로 분리하였다. 7개의 통계적 추론에 대한 연구자 간의 일치도는 80.6%였으며, 불일치하는 코딩에 대해서는 연구자들 간의 논의를 통해 합의에 도달하였다. 다음으로, 새로운 추론 부분에 대해서는 연구자들이 함께 각 추론 부분에서 나타나는 통계적 아이디어를 확인하였다. 그 결과, 새로운 추론 부분으로부터 조작적 정의와 변이라는 통계적 아이디어를 확인하고 이

들을 각각 질문 명확화 지향 추론(QCR)과 변이 기반 추론(VAR)으로 코딩하였다. 결과적으로 본 연구에서는 9가지 통계적 추론을 기반으로 자료를 분석하였으며([표 1] 참조), 통계적 추론에 대한 코딩의 예시는 [표 2]와 같다.

다음으로 질문 생성 단계에서의 통계적 추론이 이후 단계에 미치는 영향을 살펴보기 위해 연구자들은 통계 조사 보고서의 자료 분석과 결론 단계에서 학생들이 기술한 어려움 혹은 이슈 그리고 그것에 대한 조별 논의에 초점을 두어 분석하였다. 연구자들은 22개 보고서의 자료 분석 단계와 결론 단계에 기술된 내용들을 읽고 각 단계에서 발생했던 어려움 혹은 이슈들 중 앞서 제시하였던 9개의 통계적 추론과 관련이 있는 부분들을 추출하고, 설문지 질문 생성 과정에서 어떤 통계적 추론이 불완전하여 이후 단계에서의 어려움을 유발하였는지 분석하였다. 이는 연구자들의 임의적인 해석에 의존하기 보다는 참여자들이 직접 기술한 어려움에 기반을 두어 분석하였기 때문에 질문 생성 단계에서의 불완전한 통계적 추론이 그들이 느낀 어려움에 미치는 영향을 좀 더 명확하게 파악하는데 도움이 되었다고 볼 수 있다.

IV. 연구 결과

[표 2] 질문 생성 단계에서 나타난 통계적 추론 코딩 예시
[Table 2] Examples of statistical reasoning types in posing survey questions

“이상형의 기준이 너무 다양하고 호호하진 않을까 하는 고민과 어려움이 있었지만, 다양한 선택지와 기타 선지를 만들으로써 이를 해결하고자 노력했다. ... 예를 들어, 성격 항목에서 단순히 ‘귀여운’이라고 제시하지 않고, ‘귀여운, 애교 많은’과 같이 비슷한 느낌의 성격을 한데 묶어 제시하여 좀 더 구체적이면서 많은 이들의 기준을 충족시킬 수 있는 일반적 성격의 제시에 힘썼다. ...”	CR
“주량에 대한 조원들의 생각이 각각 달라서 주량의 정확한 기준을 어떻게 할 것인지에 대한 어려움이 있었다. ... 주량의 사전적 정의를 찾아보았고, ... 따라서 설문 시행 과정에서 주량이라는 단어를 ‘본인이 더 마셨을 경우에 스스로 집에 가기 힘들 정도’라고 정의를 내려주었다.”	QCR
“처음에는 하루에 얼마나 일회용품을 사용하는지에 대해 설문을 하려고 했지만 매일매일 쓰는 양이 달라서 ... 평균적으로 내기 힘들어서 일주일로 바꿨다.”	VAR

1) 어떤 조에서는 설문지 질문을 만드는 것을 보고서의 문제 설정 단계에 포함시켰으며, 어떤 조에서는 자료 수집 단계에 포함시켰다. 따라서 설문지 질문 생성 과정이 나타난 단계들을 모두 포괄하기 위해서 두 단계 모두를 분석 대상으로 삼았다.

1. 설문지 질문 생성 단계에서 나타난 통계적 추론 양식

예비초등교사들은 설문지 질문 생성 단계에서 9가

지 유형의 통계적 추론을 보여주었다. 각각의 통계적 추론에 대한 빈도표는 [표 3]과 같다.

[표 3] 질문 생성 단계에서 나타난 통계적 추론
[Table 3] Frequency of occurrence of reasoning types in posing survey questions

통계적 추론	N
모집단 관련 추론	6
다양성 기반 추론	13
범주 수준 추론	8
큰 수의 범칙 기반 추론	14
표본 특성 관련 추론	3
표준화 추론	1
질문의 일관성 지향 추론	3
질문 명확화 지향 추론	10
변이 기반 추론	4
총합	62

1) 모집단 관련 추론

모집단 관련 추론은 설문지의 보기를 구성할 때 모집단의 관심사 또는 모집단의 특성을 반영하는 것을 말한다. 총 22개 조 중 6개 조에서 모집단 관련 추론이 나타났으며, 그 중 2개 조(S5, S12)는 모집단의 관심사를, 4개 조(S11, S13, S22, S24)는 모집단의 특성을 고려하는 추론이 나타났다.

S5는 전국 대학생들이 이성을 볼 때 가장 중시하는 것을 탐구 주제로 잡았는데, 일반적으로 다수의 사람들이 가지고 있을 만한 이성에 대한 기준을 고려하여 다양한 보기를 구성했음을 언급하였다. S12는 학생들의 학교 식당에 대한 만족도 조사를 하였는데, 설문지를 만들기 전 학생들에게 식당 게시판에 어떤 점이 불만인지 직접 쓰도록 하여 미리 조사함으로써 조사자들만의 의견이 아닌 다양하고 많은 학생의 의견을 반영한 보기를 만들 수 있을 것이라고 하였다.

모집단의 특성을 고려한 조 중 S13은 자대생들의 교통비를 줄이기 위한 방안을 생각하는 과정에서 교통비를 줄이는 것과 관련된 변수를 모두 고려하는 것이 어렵다고 판단하였다. 이에 따라 학생들은 학교가 속한 지역과 자대생들이 교통비를 사용하게 되는 장소를 종합적으로 판단하여, 자신들이 최근 한 달간 가보았던 곳들을 선정하기로 하였다. 이는 자신들 또한 모집단의 일부로 보고 판단을 내린 것이라 할 수 있다.

S22 또한 대학생들의 일회용품 사용량을 조사하는데, 자료 수집 단계에서 자취를 하는 학생, 통학을 하는 학생, 하숙을 하는 학생 세 집단의 사용량이 다를 것이라고 보고 구분하여 조사하였다. 이러한 추론 또한 모집단의 거주 형태가 어떠한지 그 특성을 반영하여 설문지를 구성한 것이라 볼 수 있다.

2) 다양성 기반 추론

다양성 기반 추론은 설문응답자에게서 다양한 반응을 이끌어내기 위해 여러 가지 전략을 사용하는 것을 말한다. 본 연구에서 나타난 전략에는 다양한 반응을 도출할만한 질문 및 보기 제시(S1, S5), 주관식 질문 또는 설문지 보기에서 기타 제시(S1, S10, S11, S12, S13, S17, S22), 다양한 표집 시도(S2, S6, S19, S24)와 같은 전략들이 나타났다.

다양한 반응을 이끌어내기 위해 가장 많이 사용된 전략은 주관식 질문 또는 보기에서 기타를 제시하는 것이었다. S17는 학식 이용이 저조한 이유를 찾는 문제를 설정하여, 조사 결과를 이용해 학식을 개선하고 학식 이용 빈도를 높이고자 하였다. 설문지에 기타 선택지를 추가한 이유에 대해 다음과 같이 제시하였다.

“또한 학식을 개선하여 학식의 이용 빈도를 높이기 위한 구체적인 방안을 찾는 것이 목적이었으므로 최대한 여러 사람의 의견을 듣기 위해 ‘기타’ 선택지를 추가했다.”

주관식 질문과 보기에서 기타를 제시하는 것 모두 조사자들이 정한 응답 외에 새로운 의견을 제시할 수 있게 하는 것이므로 설문응답자들의 다양한 반응을 이끌어내기 위한 방법으로 많이 사용된 것으로 보인다.

설문응답자에게서 다양한 의견을 듣기 위해 응답자의 다양성에 주목하는 것 또한 하나의 전략으로 나타났다. 이를 사용한 4개 조 중 자신이 속한 교대생들을 대상으로 한 3개 조의 경우, 조사자들은 다양한 학과, 다양한 학번 및 나이, 그리고 성별도 고르게 표집하고자 시도하였다. 교대생뿐만 아니라 전체 대학생을 모집단으로 설정한 S6은 일반 청년층의 결혼에 대한 인식을 알아보기 위해, 교대생과 일반대생 모두를 대상으로 설문 조사를 실시하여 특정 집단에게만 치중되지 않도록 노력하였다.

마지막으로 다양한 반응을 도출할만한 문제 및 보기 제시가 있었다. 예를 들어, S1은 문제 설정 단계에서 다양한 생각과 의견이 나올 수 있는 문제를 고르는데 중점을 두었다. 즉, 누구나 예측 가능한 결과가 나올 것 같은 주제, 항목 간 큰 차이가 없을 것 같은 주제는 제외하고 사람마다 다르게 제시할 문제로 크리스마스 계획을 묻는 질문을 선정하였다.

3) 범주 수준 추론

범주 수준 추론은 조사자들이 설문응답자들에게 설문지 보기를 어떻게 제시할지와 관련하여 추론하는 경우를 말한다. 22개 조 중 8개 조에서 범주 수준 추론이 나타났다. 그 중 4개 조(S12, S21, S22, S23)는 설문지 보기가 포괄성 및 상호배타성을 가지도록 하는데 주목하였고, 2개 조(S11, S13)는 설문응답자에게서 나올 수 있는 항목들을 예상하여 보기를 제시하고자 하였다. 이외에 보기에서 하나의 단어가 아니라 유사한 느낌을 주는 여러 단어를 같이 제시한 S5, 보기를 구조화하고자 시도한 S8이 있었다.

보기의 포괄성 및 상호배타성에 주목한 조들은 설문지의 보기들이 나올 수 있는 응답들을 포괄해야 한다는 점, 그러면서도 서로 겹치지는 않도록 하는데 주의를 기울였다. S12는 학생 식당과 관련된 학생들의 다양한 불만 사항을 모두 조사하기 위해 포괄적인 보기를 제시하였다고 하였으며, 이외의 조들도 보기가 포괄성과 상호배타성을 가지도록 구성하는데 주목하였음을 언급하였다.

응답이 다양하게 나타날 수 있는 질문을 제시하는 경우, 예비교사들은 설문응답자에게서 나올 수 있는 항목을 예상하여 보기에 제시하였다. 예를 들어, S13은 교통비와 관련된 변수가 너무 많아서 이를 모두 반영하는 것은 현실적으로 불가능하므로 주로 갈만한 장소를 선정하되 기타 항목을 통해 다른 의견도 제시할 수 있게 하였다. 아래 발췌는 S13의 추론을 잘 보여준다.

“우선 교통비를 줄이기 위한 변수를 모두 설문지에 넣는 것은 현실적으로 불가능하다는 결론을 내렸다. 따라서 변수를 줄이기 위해 학생들의 교통비가 사용되는 장소를 ○○의 자주 가는 장소로 국한 지었다. ... 이 때 선택지를 조에서 만들기 때문에 원하는 답이 나오도록 유도해 객관적이지 않다는 의견이 있었

다. 이를 해결하기 위해 기타 항목을 정하기로 했다.”

위의 두 가지 경우 외에도 보기 구성에서의 독특한 시도가 있었다. S5는 이성을 볼 때의 기준에 대한 질문에서 보기를 구성할 때 단순히 ‘귀여운’이라고 제시하는 대신 ‘귀여운, 애교 많은’과 같이 비슷한 느낌의 단어를 같이 제시하여 좀 더 구체적이면서 많은 사람의 기준에 부합할 수 있도록 하였다. 또한 S8은 학생들이 좋아하는 술의 종류를 물어보는 질문에서 모든 항목을 보기로 제시하는 대신 상위수준을 제시하고 각각의 보기에 세부 보기를 추가하여 보기를 구성하였다. 이러한 시도들 모두 설문응답자들이 수월하게 선택할 수 있도록 돕고 동시에 자료 분석을 효과적으로 하기 위한 것이라 볼 수 있다.

4) 큰 수의 범칙 기반 추론

큰 수의 범칙 기반 추론은 표본과 모집단의 관계에 대한 이해를 바탕으로 조사에 적합한 표본의 크기를 고려하는 것이다. 표본의 크기가 클수록 표본의 변이성이 작아지며, 따라서 모집단에 대해 더 정확한 추리가 가능하다. 그러므로 설문응답자가 많을수록 더 좋다 또는 더 정확하다고 보는 경우 큰 수의 범칙 추론을 사용하였다고 본다. 22개 조 중 14개 조에서 큰 수의 범칙 기반 추론이 나타났다.

예를 들어, 8개 조(S1, S2, S8, S9, S10, S15, S16, S17)에서는 최대한 많은 사람이 참여할 수 있게 하려고 사람들이 접근하기 쉬운 구글독스를 사용하여 설문지를 제작하고, 더 많은 사람이 참여할 수 있게 하기 위해 SNS, 카카오톡, 학교 및 기숙사 게시판 등을 이용한 홍보를 하는 방법을 고려하였다. 그 과정에서 표본의 대표성도 고려하여 특정 학번이나 학과에 치중되거나, 대학생을 대상으로 하는 경우 자신들이 속한 학교 학생에만 치중되는 일이 없도록 하고자 하였다.

또 다른 6개 조(S5, S6, S12, S18, S21, S22)는 표본으로부터 모집단으로의 일반화, 그 과정에서의 신뢰성이라는 측면에서 표본의 크기가 클수록 좋다고 이유를 제시하였다. S6은 표본이 크다는 자체가 다수의 의견을 수렴했다는 것을 의미하기에 어느 정도의 신뢰성을 확보할 수 있다고 언급하였다. S21과 S22는 조사에서 적절한 표본의 크기와의 관련지었는데, S21은 표본을 모집단으로 일반화하기 위해서는 통상적으로 100명 이

상의 표본이 필요하다는 의견을, S22는 설문응답자 수가 70명은 되어야 신뢰성을 줄 수 있다고 생각한다는 의견을 제시하였다. S12는 자료 수집 방법으로 직접 인터뷰를 계획했다가 표본으로부터 모집단으로의 일반화 과정에서 문제가 될 수 있음을 인식하고 많은 사람들을 참여시키기 위해 설문조사 방식으로 자료 수집 방법을 바꾸었다. S12가 표본과 모집단의 관계에 대한 이해를 바탕으로 표본의 크기를 고려하였음을 알 수 있다. 아래의 발췌는 S12의 추론을 잘 보여준다.

“처음 자료 수집 방법으로 직접 인터뷰를 계획했는데, 이럴 경우 소수의 사람들을 대상으로 하기 때문에 성급한 일반화의 오류를 범할 수 있다는 가능성도 문제로 제기되었다.”

5) 표본 특성 관련 추론

표본 특성 관련 추론은 표본의 대표성을 줄이는 요인이 변이성, 즉 표집 과정에서의 편의(bias)라고 생각하지 않고 새로운 표본의 특성이라고 보는 원시적인 추론이다. 이 추론을 하는 경우, 조사자들은 연구를 다르게 했다면 즉 표본이 달라지면 다른 결과가 나타날 수 있다고 본다. 표본 특성 추론은 22개 조 중 3개 조에서 나타났으며, 그 중 2개 조(S3, S14)는 특정 학년을 제외하고 조사를 진행한 조였고 다른 1개 조(S7)는 전수조사를 실시한 조였다.

특정 사람들을 제외하고 조사를 진행한 조들은 그 사람들을 포함하게 되면 다른 결과가 나올 것이라고 보았다. S3은 학생들이 학생 식당에서 한 달에 얼마나 먹는지를 조사하는 과정에서 4학년 학생들은 학교에서 보내는 시간이 많아 학생 식당을 더 많이 이용하며 설문에는 잘 참여하지 않을 것 같아 제외했다고 하였다. S14 또한 학생들의 주량을 조사하는 과정에서 4학년 학생들이 주량이 세다고 알려졌지만, 시험이 얼마 남지 않은 상황이라 조사하지 않기로 하였다. 두 조 모두 제외한 학생들을 포함하여 표집을 하게 되면 원래와 다른 표본을 얻게 될 것이며 새로운 표본의 특성으로 인해 결국 다른 결과가 나온다는 표본 특성 추론을 하였다.

S7은 자신들이 속한 학과 및 학년 학생들 28명의 의견을 조사하는 주제를 설정하였다. 이들은 28명 모두 설문에 참여하지 않는다면 명확한 조사가 이루어질

수 없다고 보고, 실명으로 진행하여 한 명도 빠짐없이 전수조사를 하였다. 이는 일부 학생들이 누락된다면 원래와 다른 표본을 얻게 될 것이며 다른 결과가 나올 것이라는 표본 특성 추론을 한 것이다.

6) 표준화 추론

표준화 추론은 비교 조사를 목적으로 할 때, 수집된 자료를 의미 있게 해석하기 위해 설문지 질문에서 범주의 수 혹은 연구에서 비교 집단이 있는 경우 설문응답자의 수를 동일하게 선택하고자 하는 추론이다. 22개 조 중 1개 조(S21)에서 표준화 추론이 나타났다.

전국 교대생들을 모집단으로 설정한 S21은 자료 수집 단계에서 적절한 표본 설정과 표본의 수가 수집되어야 한다는 점을 중점적으로 고려하였는데, 특히 이전 선택들이 했던 통계 조사 결과와 비교 분석을 염두에 두고 있기 때문에 비교 분석을 위해 이전 자료와 비슷하게 표본을 설정하는 것이 중요하다고 설명하였다. 이는 S21이 이전 통계 자료와 자신들이 수집하는 통계 자료를 비교하기 위해서는 두 자료의 표본이 유사한 특성을 가지고 있어야 한다는 점을 인식하고 표본을 설정하려고 했다는 점에서 표준화 추론을 하였다고 볼 수 있다.

7) 질문의 일관성 지향 추론

질문의 일관성 지향 추론은 연구 문제와 설문지 질문이 일관성이 있는지 혹은 수집된 자료에 따라 탐구 과정에서 연구 문제의 수정이 필요한지 여부를 결정할 때 나타나는 추론이다. 22개 조 중 3개 조(S9, S13, S16)에서 질문의 일관성 지향 추론이 나타났다. 예를 들어, 교통비를 줄이기 위한 방안을 알아보려고 한 S13은 ‘A교육대학교 학생들은 어느 이동수단을 사용하고 어느 장소로 이동하며, 어느 정도의 교통비를 사용하는가?’라는 연구 질문을 설정하고 이와 일관되게 설문지 질문들을 만들고자 하였다. S13은 어느 장소로 이동(예를 들어, 학교에서 멀리 떨어진 본가에 간다거나 다른 지역으로 이동하는 경우)하고 어느 이동수단(예를 들어, KTX와 같이 장거리 이동을 위한 교통수단)을 사용하는지에 따라 교통비 사용에 차이가 많이 나기 때문에 교통비를 줄이기 위한 방안이라는 주제를 현실적으로 고려해볼 때, 교통비가 사용되는 장소를 학생들이 그 지역에서 자주 가는 장소로 국한시키고

그 장소로 가기 위해 사용하는 이동수단으로 한정하여 설문지 질문을 만드는 것이 적절하다고 판단하였다.

이와 유사하게 S16은 '교대생은 어떤 결혼관을 가지고 있는가?'라는 연구 질문을 조사하기 위해 큰 주제인 결혼관을 결혼하고 싶은 나이와 자녀 계획 등과 같은 하위 영역으로 나누고 그것에 따라 설문지 질문을 생성하는 체계적인 시도를 하였다. 아래의 발췌는 S16의 이러한 시도를 잘 보여준다.

“질문을 생성하는 데 있어 가장 많은 논의가 있었다...‘대학생의 결혼관’이라는 커다란 주제가 있는데 하위영역을 어디까지 설정할지 활발히 논의하였고 질문이 주제와 밀접한 관련성이 있나 고민하였다. 예를 들면 주말 부부나 기러기 아빠와 같은 내용에 대한 학생들의 생각이 궁금했지만 우리가 조사하고자 하는 대학생의 결혼관과는 다소 거리가 있다고 판단하여 토의 끝에 이 질문은 사용하지 않기로 했다. ...”

살펴본 바와 같이 학생들은 설문을 통해 연구 질문에 맞는 적절한 통계 자료를 얻는 것이 중요하다는 점을 인식하였으며, 이에 연구 질문에서 탐구하고자 한 바가 설문지에 잘 반영될 수 있도록 질문들을 구성하려고 시도했다는 점에서 질문의 일관성 지향 추론을 하였다고 볼 수 있다.

8) 질문 명확화 지향 추론

질문 명확화 지향 추론은 용어의 의미가 모호하지 않도록 조작적으로 정의한다거나 설문지 질문을 명확하게 만드는 것과 관련된 것을 말한다. 22개 조 중 10개 조에서 질문 명확화 추론이 나타났다. 10개 중 4개 조(S5, S14, S16, S24)는 용어의 조작적 정의에 초점을 두었으며, 나머지 6개 조(S1, S2, S9, S13, S21, S22)는 설문지 질문의 모호함과 오류에 초점을 두었다.

조작적 정의에 초점을 둔 4개 조 중 3개 조(S14, S16, S24)는 설문지 질문에서 사용하는 용어를 명확하게 하기 위해 조작적 정의가 필요하다는 점을 인식하고 조작적 정의를 반영하여 질문을 작성하였다. 예를 들어, S14는 주량에 관해 묻는 질문을 만드는 과정에서 주량이라는 용어에 대한 조원들의 생각이 각자 다르다는 것에 주목하였다. 조원들은 주량의 사전적 의미를 찾고 이를 설문응답자가 이해하기 쉽도록 수정하여 제시하였다. S24 또한 전자기기 사용시간과 집중력

을 묻는 설문지 질문을 만들면서 전자기기 사용시간과 집중력이라는 용어의 의미를 명확하게 제시할 필요성을 인식하였다. 따라서 S24는 전자기기 사용시간을 ‘하루 평균 전자기기 사용시간’으로, 집중력은 ‘시험공부를 위한 평균 집중 시간’과 ‘1~2쪽 보고서 과제 수행을 위한 평균 집중 시간’으로 정의하고 이를 근거로 설문지 질문들을 만들었다.

조작적 정의를 고려하는 과정에서 연구 질문을 수정한 사례도 나타났다. S5는 ‘이성이 첫 만남에서 중시하는 것’으로 처음 주제를 정했을 때, ‘첫 만남’의 정의가 명확하게 설문지에 제시될 필요가 있다는 점을 인식하였다. 이를 논의하는 과정에서, S5는 첫 만남을 조작적으로 정의하여 사용하는 것이 오히려 설문응답자들을 위모라는 하나의 응답으로 유도할 것이라고 생각하였고, 결국 질문에서 ‘첫 만남’ 대신 ‘이성을 볼 때’라는 일반적인 말로 바꾸는 것이 적절하다고 판단하였다. 아래의 발췌는 S5의 추론을 잘 보여준다.

“...첫 만남의 기준을 ‘처음 본 바로 그 순간’으로 정의하면 현실적으로 외모와 같은 외적인 조건을 볼 수밖에 없기 때문에 ‘외모, 성격, 능력’ 중 하나를 택하는 설문지의 의미가 무의미하다고 판단했기 때문이다. 따라서 조원들의 논의 결과 탐구 주제를 ‘이성이 첫 만남에서 중시하는 것’에서 ‘이성을 볼 때 가장 중시하는 것’으로 변형해 시간적 개념을 초월하도록 탐구 주제를 변경하였다.”

위에 제시된 4개 조에서 보인 질문 명확화 지향 추론은 용어를 명확히 함으로써 맥락에 머물러 있는 문제를 이후의 단계들의 계획과 실행을 유도할 수 있는 문제의 형태로 변형하게 된다는 Mackay와 Oldford(2000)의 주장과 일맥상통한다고 볼 수 있다.

나머지 6개 조(S1, S2, S9, S13, S21, S22)는 설문지 질문의 모호함과 오류가 잘못된 자료 분석과 결론에 이르게 할 수 있다는 점에 주목하였다. 이들은 모두 설문지 질문이 애매하거나 비문이 많을수록 설문응답자가 혼란을 느낄 수 있기 때문에 정확한 자료 수집과 분석이 이루어지기 어렵다고 지적하였다. 따라서 이들은 적절한 자료 수집이 이루어지기 위해 설문지 질문을 만드는 과정에서 질문을 명확하게 하고 오류가 없도록 하는 것에 주목한 질문 명확화 지향 추론을 하였다.

9) 변이 기반 추론

변이 기반 추론은 학생들이 설문대상자들의 응답에서 나타날 수 있는 변이를 인식하고 이를 줄이기 위해 시도하는 것이다. 22개 조 중 4개 조에서 변이 기반 추론이 나타났다. 이 중 2개 조(S14, S22)는 설문응답자들에게 의견을 물어볼 때 기간을 어떻게 설정할 것인지에 대해 주목하였고, 다른 2개 조(S3, S16)는 설문지 보기가 나이 또는 횡수와 같이 수와 관련되는 경우 이를 범위로 제시할지 특정 숫자로 제시할지에 주목하였다. 후자의 경우, 설문응답자에게 제시할 설문지 보기를 어떻게 구성할지에 초점을 두었다는 점에서 범주 수준 추론과도 유사한 측면이 있으나, 범주 수준 추론에서는 설문응답자들이 보기를 명확하게 이해하고 선택하게 하는 것에 주목했다면 변이 기반 추론은 주로 수치적인 보기를 제시하는 경우 수를 제시하는 방식에 따라 결과가 달라질 것을 알고 제시 방식에 주목한다는 점에서 차이가 있다.

S14는 학생들의 음주활동 빈도 및 주량 조사에서 빈도 조사 기간을 일주일로 할지 한 달로 할지 고민하다가, 음주 활동을 하지 않는 주도 있으므로 한 달 평균을 조사하는 것이 적절하다고 결론을 내렸다. S22는 대학생들이 일주일에 사용하는 일회용품의 양 조사에서 설문지를 만들 때 처음에는 하루에 얼마나 일회용품을 사용하는지 물어보고자 하였다고 밝혔다. 그러나 매일매일 쓰는 양이 달라서 평균을 내기 힘들기 때문에 일주일로 변경하여 설문지에서 질문하였다. 두 조 모두 변이를 최대한 줄일 수 있는 기간을 설정하여 결과에 미치는 영향을 줄였다고 할 수 있다. 음주 활동을 하는 주, 하지 않는 주가 있다고 생각하면 한 달 평균으로 조사했을 때 가장 믿을 만한 결과가 나올 것이라고 보았으며, 일회용품도 사용하는 날, 사용하지 않는 날이 있다고 생각하면 일주일 동안의 양을 생각했을 때 가장 안정적인 결과를 얻을 수 있다고 본 것이다.

보기가 수와 관련되는 경우 이를 어떻게 제시할 것인지 고려하는 것은 자료가 가진 변이성을 어떻게 다룰 것인지를 고려하는 것과 관련된다. 수를 어떤 형식으로 제시하느냐에 따라 설문응답자들의 선택이 달라질 수 있으며 이는 결과 해석에 영향을 미칠 수 있기 때문이다. S3은 학생들의 한 달 동안 학교 식당 이용 횡수를 조사하면서 학생들이 정확히 몇 식을 먹는지

기억할 수 있을지 의문을 제기하였다. S3은 보고서에서 다음과 같이 기술하였다.

“10~15식, 16~20식, 21~25식 이렇게 5식 간격으로 물어볼지 아니면 그럼에도 불구하고 정확히 몇 식을 먹었는지 물어볼지 고민했는데 n식 간격이 클수록 데이터의 신뢰성이 떨어지므로 정확히는 아니더라도 ‘약 __식을 먹음’ 이렇게 근삿값을 구하는 것으로 방향을 잡았다. ... ‘약 얼마만큼’을 붙여서 응답자들의 부담을 더는 동시에 n식 간격을 줄여 신뢰도를 높이는 쪽으로 생각함.”

S16 또한 이와 유사하게 학생들에게 결혼을 언제 하고 싶은지에 대한 질문의 보기로 구간을 나눌지 특정 나이를 제시할지 고려하였는데, 구간을 설정하는 경우 구간을 나누는 어려움, 구간 사이의 간격에 의한 달라진 결과 도출 등의 문제가 있을 수 있어 특정 나이로 제시하였음을 언급하였다. 두 조 모두 구간으로 제시했을 때의 문제점, 즉 자료수집 과정에서 나타날 수 있는 변이성을 파악하였음을 알 수 있으며, 구체적인 수를 제시하게 함으로써 이를 해결하려는 시도를 보였다.

2. 설문지 질문 생성 단계에서의 통계적 추론이 이후 단계의 활동에 미친 영향

앞서 예비초등교사들이 통계 질문 생성 단계에서 9가지 유형의 통계적 추론을 하고 있음을 확인하였다. 이 절에서는 설문지 질문 생성 단계에서의 통계적 추론이 통계적 문제해결의 이후 단계, 즉 자료 분석 및 결론 단계에 어떻게 영향을 미쳤는지 확인하고자 한다.

[표 4] 예비교사들의 어려움과 관련된 통계적 추론
[Table 4] Statistical reasoning types in posing survey questions related to preservice teachers' difficulties

통계적 추론	N
모집단 관련 추론	3
범주 수준 추론	3
표준화 추론	1
질문의 일관성 지향 추론	6
질문 명확화 지향 추론	1
총합	14

예비교사들의 보고서 중 자료 분석 및 결론 단계에서의 어려움 및 이슈를 확인한 결과, 예비교사들의 어려움이 설문지 질문 생성 과정에서의 모집단 관련 추론, 범주 수준 추론, 표준화 추론, 질문의 일관성 지향 추론, 질문 명확화 지향 추론과 관련이 있는 것으로 나타났다 ([표 4] 참조).

먼저 모집단 관련 추론과 관련된 어려움이 3개 조(S2, S17, S22)에서 나타났다. 이들은 설문지 항목에서 모집단의 특성 또는 관심사를 반영하지 않은 부분에 대해 반성하였다. 대학생들의 일주일간 일회용품 사용량에 대해 조사한 S22는 다음과 같이 기술하였다.

“너무 음식에만 한정적으로 생각을 했다는 문제점을 발견했다. 그리고 기타 의견의 답변들을 보고 우리가 선지에 넣은 일회용품뿐만 아니라 일상생활에서 무의식적으로 사용하는 일회용품이 많아서 명확한 자료 분석이 어렵다는 것을 느꼈다. (중략) 다음에도 설문지를 만들 기회가 생기면 이런 점은 보완해야겠다고 논의했다.”

S22는 설문지 결과를 통해 대학생들이 주로 사용하는 일회용품, 즉 모집단에 대해 고려가 부족했음을 확인하였다고 볼 수 있다. S22 외의 다른 두 조에서도 자료를 분석하는 과정에서 설문지 보기 중 모집단의 관심사가 반영되지 않은 부분에 관해 확인하였다.

두 번째로 범주 수준 추론과 관련된 어려움은 3개 조(S1, S2, S5)에서 나타났다. 이 중 S1과 S2는 설문 질문 또는 보기를 세분화하지 않은 것, 또는 반대로 너무 세분화 한 것에 대해 언급하였다. S1은 결론 단계에서 설문을 만들 때 솔로인 사람들을 더 세분화해서 만들었다면 좋았을 것이라고 언급하였다.

“솔로'라고 하더라도 그 안에서 크리스마스를 보내는 방법이 제각기 다르고 그에 따른 만족도와 기대도 다 다른데, 세분화 없이 그저 '솔로'인 사람들로 묶어 기대도와 만족도를 조사하니 구체적으로 어떤 결과를 이끌어내야 하는지 난감하였다.”

조원들은 솔로에 대한 하위범주를 생각하지 않은 것을 문제로 여겼으며, 이는 질문 생성 단계에서의 범주 수준 추론에 대한 반성이라고 볼 수 있다.

S5는 대학생들이 이성을 볼 때 가장 중시하는 것에

대한 설문 조사에서 이성을 볼 때 가장 중시하는 것을 크게 외모, 성격, 능력, 기타로 나누어 물어보고, 답변에 따라 각각 하위 문항으로 넘어가게 하였다. 즉, 외모를 중시하는 경우 더 세부적으로 어느 부분인지 네 가지 보기를, 성격을 중시하는 경우 어떤 성격인지 열 가지 보기를, 능력인 경우 어떤 능력인지 다섯 가지 보기를 제시하였다. S5는 결과 해석 단계에서의 어려움을 다음과 같이 서술하였다.

“외모, 성격, 능력의 모든 세부 항목들을 다 모아서 남, 녀 각각 그래프를 만든 것이다. 이 그래프만 보자면 남자의 경우 얼굴이 가장 높은 비율로 나왔고, 여자의 경우 따뜻한, 정이 많은 성격이 가장 높은 비율로 나왔다. 하지만 이 결과만으로는...남자는 얼굴을 가장 중시하고 여자는 따뜻한 성격을 가장 중시한다고 말할 수 있을까 하는 의문이 들었다. 처음 세 가지 항목만으로 비교했을 때는 남녀 모두 성격을 선호하는 비율이 높게 나왔기 때문이다.”

S5는 설문지의 상위 문항에서의 결과와 하위 문항에서의 결과가 일치하지 않는 것에 대해 분석의 어려움을 제기하였다. 남자들의 응답을 분석했을 때, 상위 문항에서는 성격을 가장 중시하였는데, 세부 항목을 포함한 그래프에서는 얼굴을 가장 중시한다고 나왔기 때문이다. S5의 경우 설문지에서 상위 수준, 하위 수준의 범주를 구분한 것으로 보였으나, 자료 분석 단계에서 19가지 세부항목을 하나의 원그래프로 나타내고 각각의 퍼센트를 읽었다는 점을 고려하면 사실상 질문을 만드는 단계에서 조원들의 범주 수준 추론이 불완전했다고 볼 수 있다.

세 번째로 표준화 추론과 관련된 어려움은 1개 조(S8)에서 나타났다. S8은 대학생이 좋아하는 술의 종류에 대한 설문 조사를 실시하였다. 조원들은 수집된 자료로 남녀 비교 분석을 하는 과정에서 여자 응답자가 남자 응답자보다 3배가 더 많다는 것을 깨닫고, 표본에서의 남녀 비율의 현저한 차이로 인해 결론을 도출하는 데 어려움을 제기하였다. 이러한 S3의 어려움은 설문지 질문 생성 단계에서 집단 간 설문응답자의 비율을 맞추어 표집해야 한다는 것을 인식하지 못하였던 것에 기인한 것으로 볼 수 있다.

다음으로 질문의 일관성 지향 추론과 관련된 어려움은 6개 조(S3, S13, S15, S17, S21, S23)에서 나타났

다. S13, S15, S21은 연구 질문에 답하기 위해 필요한 질문을 설문지에 포함시키지 않았으며, 이러한 문제점을 자료 분석 과정에서 인식하였다. 예를 들어, 각 교통수단 별로 교통비가 어느 정도 이용되는지 알아보고자 했던 S13은 의도와는 달리 교통수단 별로 교통비를 묻는 질문을 설문지에 포함시키지 않았으며, 이로 인해 자료 분석에서 어려움이 발생했다고 언급하였다. S13은 다음과 같이 서술하였다.

“각 교통수단 별로 교통비가 어느 정도 이용되는지 알아 본 후에 그에 따른 차이를 비교하고자 했다. (중략) 설문지를 만드는 과정에서 교통수단 별로 교통비를 물어보지 않았기에 문제가 생겼다. ...”

위의 세 조와 달리 S3, S17, S23은 연구 질문과 상관없는 너무 많은 질문들을 설문지에 포함시켜서 자료를 분석하는 데 어려움을 느꼈다고 서술하였다. 예를 들어, 학교식당 이용이 저조한 이유를 조사한 S17은 설문지에 자주 이용하는 식당을 묻는 질문을 포함시켰는데, 이 질문이 주제와 관련이 없다는 것을 인식하였다. S17은 분석에서의 어려움을 다음과 같이 서술하였다.

“자주 이용하는 식당이 어디인지는 조사 주제와 동떨어져서 분석하기 곤란했다. ... 자주 이용하는 식당에 대한 조사는 아쉽지만 주제에 적합하지 않고, 문제해결에도 도움이 되지 않기 때문에 그 후속 질문인 자주 이용하는 식당을 자주 이용하는 이유에 대한 응답만 이용하기로 했다.”

6개 조의 사례에서 볼 수 있듯이 조사자가 설문지 질문을 만들 때 질문들이 연구 주제와 관련이 있는 것 인지의 여부 그리고 필요한 질문인지의 여부 등과 같은 질문의 일관성에 대한 추론이 이루어져야 할 필요가 있다.

마지막으로 질문의 명확화 지향 추론과 관련된 어려움은 1개 조(S10)에서 나타났다. S10은 자료 분석 단계에서 설문지가 명확하게 제시되지 않아서 응답에 오류가 있음을 발견하였다. S10은 그 문제점을 다음과 같이 기술하였다.

“...설문 결과의 응답수를 보니 술을 마시지 않는다고 체크한 사람들이 마시는 술의 종류, 술을 마시는 이

유 등 술을 마신다고 체크한 사람만이 응답할 수 있는 문항에도 체크한 것을 알 수 있었습니다. 설문지를 만들 때 술을 마시지 않는다고 체크한 사람들은 다음 문항들에 대해서는 응답하지 않아도 된다는 문구를 써넣었어야 한다는 것을 깨달았습니다.”

설문지 질문이 명확하지 않아서 응답자들이 정확하게 설문지에 참여하지 못한 경우에는 수집된 자료를 분석한 결과를 신뢰할 수 없게 된다. 따라서 조사자의 의도와 질문의 의미가 명확하게 전달될 수 있도록 질문지를 구성하는 것이 중요하다는 점이 설문지 질문 생성 단계에서 강조되어야 할 것으로 생각된다.

V. 결론

본 연구는 통계적 문제해결 과정 중 통계 질문 생성을 포함하는 단계에서 나타나는 예비초등교사들의 통계적 추론을 조사하고 이것이 이후 단계들에서의 활동에 어떻게 영향을 미치는지를 분석하였다. 연구결과를 바탕으로 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 설문지 질문 생성을 포함한 통계적 문제해결 단계에서 예비초등교사들의 다양한 통계적 추론이 나타났다. 총 9가지 통계적 추론이 나타났으며, 이 중 큰 수의 범칙 기반 추론과 다양성 기반 추론이 가장 많이 나타났다.

큰 수의 범칙 기반 추론은 표본의 크기가 클수록 모집단에 대해 더 정확한 추리가 가능하다는 아이디어를 바탕으로 하며, 이는 표본과 모집단 사이의 관계, 그리고 표본의 대표성에 대한 이해가 필요하다(Pfannkuch, 2008). 큰 수의 범칙 기반 추론의 경우 표집을 하거나 설문대상자들의 설문에 대한 응답을 바탕으로 모집단에 대해 결론을 내릴 때 반드시 나타나야 하는 추론이며 통계적 문제해결 전반에 걸쳐 필수적이다. 본 연구에서 큰 수의 범칙 기반 추론을 보여준 예비초등교사들은 최대한 많은 사람들을 표집하고자 노력하였으며, 추론에 포함된 아이디어를 올바르게 제시한 예비교사들도 상당히 있었다.

다양성 기반 추론은 Lavigne과 Lajoie(2007)가 설문을 통해 다양한 반응을 이끌어내고자 하는 시도라고 정의한 것으로, 본 연구에서는 예비교사들이 설문지에서 주관식 또는 보기에서 기타를 제시하거나 설문응답

자의 다양성에 주목하여 다양한 표집을 시도하는 방식으로 나타났다. 특히, 표집의 경우 예비교사들은 다양한 설문응답자들을 모집하기 위해 학교, 학과, 나이, 성별 등을 고르게 하여 특정 집단에게 치중되지 않도록 하였다. 표집에 대한 이러한 이해는 Watson(2004)이 제시한 수준에서도 상위 수준에 속하는 것이다.

가장 많이 나타난 두 추론은 Lavigne과 Lajoie(2007)가 언급한 바와 같이 표본에 대한 추론과 관련이 있는 것으로, 예비교사들의 표본 및 표집에 대한 이해가 뛰어난을 보여주었다. 표본 및 표집에 대한 올바른 이해를 바탕으로 두 추론을 보여주었기에, 이후 단계에서 두 추론으로 인한 어려움 및 이슈는 없었던 것으로 보인다.

한편, 범주 수준 추론 또한 예비교사들에게 자주 보이는 추론이었다. 범주 수준 추론은 설문지 또는 응답의 위계를 설정하고 자료 수집이 타당하게 이루어지게 하는 과정이기 때문에 중요하다. 예비교사들은 설문지 보기를 만들 때 보기의 포괄성 및 상호배타성, 나올 수 있는 항목을 예상한 보기 구성 등 올바른 범주 수준 추론을 보여주었다. 그럼에도 불구하고 범주 수준 추론이 명확하지 않은 경우 자료 분석에서 어려움을 겪는 예비교사들도 많이 있었다. 설문 질문 또는 보기를 너무 세분화 한 경우, 반대로 세분화하지 않은 경우, 보기에서 상위 수준과 하위 수준을 명확히 구분하지 않은 경우 등이 나타났다. 그러나 이후 단계에서 예비교사들이 범주 수준 추론에 대해 반성하고, 다시 설문지를 계획할 수 있는 기회가 있으면 좋겠다고 언급한 점을 고려하면, 예비교사들이 스스로 개선할 수 있는 추론임을 알 수 있으며 통계적 문제해결 중 예비조사 단계를 포함시키게 하는 기회를 제공하는 방법으로 예비교사 교육에서 활용할 수도 있을 것이다.

둘째, 예비초등교사들이 보인 9가지 통계적 추론들 중 7가지는 Lavigne과 Lajoie(2007)가 도출한 통계적 추론과 일치하는 것이며, 이외에 2가지는 본 연구를 통해 확인한 새로운 통계적 추론이다. 하나는 질문의 명확화 지향 추론이며 다른 하나는 변이 기반 추론이다. 이러한 새로운 통계적 추론이 나온 이유는 두 연구의 연구 대상이 달랐기 때문일 것으로 생각된다. Lavigne과 Lajoie(2007)는 7학년 학생들을 대상으로 한 반면, 본 연구는 예비초등교사들을 대상으로 하였다. 따라서 7학년 학생들보다 예비초등교사들이 좀 더 용

어의 조작적 정의에 초점을 둔다거나 통계적 개념에 기반을 둔 추론을 한 것으로 보인다.

질문의 명확화 지향 추론은 설문지 질문을 만들 때 용어의 의미가 모호하지 않도록 하기 위해 조작적 정의를 한다거나 질문을 명확하게 만드는 것과 관련된 추론이다. 이 추론은 전체 통계적 추론들 중 세 번째로 많이 나타났다. 통계 질문을 만드는 과정에서 맥락적 지식의 형태로 파악된 대상의 속성을 통계적 지식인 변량으로 변형하는 것은 매우 중요하며(delMas, 2004). 본 연구에 참여한 일부 예비교사들은 설문지 질문을 통해 조사하고자 하는 대상을 측정 가능하게 하기 위해서는 질문에서 사용하는 용어가 조작적으로 정의될 필요가 있음을 인식하고 이를 반영하여 질문을 작성하였다는 점에서 바람직한 질문 생성 접근을 시도했다고 볼 수 있다. 한편 조작적 정의의 필요성과 더불어 좋은 통계 질문은 질문의 의미와 의도가 명확하게 드러나는 것이어야 한다(Arnold, 2013). 예비교사들은 설문지 질문이 모호하여 설문응답자들의 혼란을 초래할 경우에는 정확한 자료 수집과 분석이 어렵다는 점에 주목하여 설문지 질문을 만드는 과정에서 특히 질문들을 명료하고 오류 없이 만드는 것이 중요하다고 생각하였다. 연구자들의 주장(Arnold, 2013; delMas, 2004)에 비추어보면, 본 연구의 예비교사들이 보인 질문 명확화 지향 추론이 추상적인 개념을 측정 가능한 변량으로 변형시킨다거나 설문지 질문이 이후 통계적 문제해결 단계들에 미치는 영향을 인식하게 하였다는 점에서 설문지 질문을 만드는 과정에서 고려되어야 할 하나의 통계적 추론으로 간주될 필요가 있다.

다음으로 변이 기반 추론은 설문대상자들의 응답에서 나타날 수 있는 변이를 인식하고 이를 줄이기 위해 시도하는 것이다. Franklin 외(2007)는 변이성이 통계적 문제해결의 모든 단계에서 주요하게 다루어져야 할 개념이라고 하였다. 각 단계마다 다루어야 할 변이가 다른데, 본 연구에서 주목한 설문지 질문 생성의 경우 예비교사들이 설문대상자들의 응답에 영향을 미칠 것 같은 요소를 찾는 것과 관련된다. 예비초등교사들은 조사하는 연구 주제의 기간 설정과 설문지 보기에서의 숫자 제시와 관련하여 나타날 수 있는 변이에 대해 인식하였다. 연구 주제의 기간 설정과 관련된 변이 고려는 고은성, 박민선(2017)의 연구에서 자료 수집 단계에서의 핵심 이슈로 제시하였던 변이성의 고려에 대한

예시와 유사한 것이다. 반면 설문지 보기에서의 수를 제시할 때 숫자로 제시할지 범위로 제시할지 결정하는 것은 새로운 형태의 변이 기반 추론이다. 보기에서 어떻게 제시하는지에 따라 설문대상자들의 응답에 영향을 줄 수 있기 때문에 이 또한 변이 기반 추론에 해당한다. 이와 같이 본 연구에서 예비교사들은 설문지 질문 생성에서 나타날 수 있는 변이를 잘 인식하고 다루었으나, 그런데도 변이 기반 추론이 나타난 조는 4개 조에 불과하였다는 점에서 설문지 질문 생성과 관련하여 나타날 수 있는 변이에 대해 생각해 볼 기회를 제공할 필요가 있다.

마지막으로, 설문지 질문 생성 단계에서의 예비교사들의 통계적 추론이 통계적 문제해결의 이후 단계들에 어떻게 영향을 미쳤는지 확인한 결과, 예비교사들의 자료 분석 및 결론 단계의 보고서에 나타난 어려움 및 이슈가 질문 생성 단계에서의 모집단 관련 추론, 범주 수준 추론, 표준화 추론, 질문 명확화 지향 추론, 그리고 질문의 일관성 지향 추론과 관련된 것으로 나타났다. 5가지의 추론 중 질문의 일관성 지향 추론이 가장 많이 나타났다. 질문의 일관성 지향 추론과 관련하여 발생한 어려움은 연구 질문에 답하기 위해 필요한 질문을 설문지에 포함시키지 않았다거나 연구 주제와 관련 없는 너무 많은 질문들을 설문지에 포함시켜서 자료를 분석하는 데 혼란을 겪는 경우들이다. 특히나 전자의 경우는 반드시 필요한 질문을 누락시킴으로써 처음 의도했던 통계 조사의 목적을 달성할 수 없다는 심각한 문제를 일으킬 수 있다. 설문지 질문이 자료 분석에서의 이와 같은 어려움을 유발할 수 있다는 점을 고려하면, 질문을 만드는 과정에서 연구 질문을 구체화하고 연구 질문에서 탐구하고자 한 바가 설문지에 잘 반영되었는지를 확인하는 기회를 제공함으로써 학생들로 하여금 그 이후의 단계들에 미치는 영향을 미리 예측해보도록 유도할 필요가 있다.

본 연구 결과는 설문 조사를 사용하는 통계적 문제해결에서 적절한 통계적 추론이 이루어지도록 하기 위해 예비교사 교육에서 다음과 같은 교수 방안을 포함시켜야 함을 시사한다. 첫째, 설문 조사를 하기에 앞서 예비조사 단계를 포함시켜 예비교사들이 범주 수준 추론에 대해 반성하고 연구 질문이 설문지에 잘 반영되었는지 확인하게 함으로써 설문지를 수정할 기회를 제공한다. 둘째, 설문지 질문 생성과 관련하여 나타날 수

있는 변이가 어떤 것이 있을지 논의하게 하여 변이 기반 추론 기회를 제공하고 통계적 문제해결에서 더 적극적으로 사용하게 한다.

참 고 문 헌

고상미, 김미순, 정재균, 조완영(2017). 통계적 소양의 관점에서 살펴본 중학교 3학년 통계단원 문항 분석, 학교수학, 19(4), 731-749.

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.

고은성, 박민선(2017). 통계적 문제해결 지도를 위한 예비 초등교사들의 통계적 소양 조사 연구. 학교수학, 19(3), 443-459.

Ko, E., & Park, M. (2017). Pre-service elementary school teachers' statistical literacy related to statistical problem solving. *School Mathematics*, 19(3), 443-459.

배혜진, 이동환(2016). 통계적 문제해결 과정 관점에 따른 초등 수학교과서 통계 지도 방식 분석. 한국초등수학교육학회지, 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.

송승은(2019). 통계적 문제해결에 관한 예비중등교사의 역량 인식 및 지식 분석. 이화여자대학교, 석사학위논문.

Song, S. E. (2019). *The analysis of prospective mathematics teachers' capacity recognition and knowledge about statistical problem solving*. Ewha Womans University of Education Graduate School, Master's thesis.

우정호(2017). 학교수학의 교육적 기초(개정판). 서울: 서울대학교출판부.

Woo, J. H. (2017). *The foundation of education in school mathematics*. Seoul: Seoul National University Press.

Arnold, P. (2013). *Statistical investigative questions: An enquiry into posing and answering investigative questions from existing data*. The University of Auckland, New Zealand, Doctoral thesis

- Arnold, P. & Pfannkuch, M. (2019). Posing comparative statistical investigative questions. In G. Burrill & D. Ben-Zvi (Eds.), *Topics and trends in current statistics education research. ICME-13 Monographs* (pp. 173-195). Switzerland: Springer.
- delMas, R. (2002). Statistical literacy, reasoning, and thinking: A commentary. *Journal of Statistics Education [Online]*, 10(3), <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10691898.2002.11910679>
- delMas, R. (2004). A Comparison of mathematical and statistical reasoning. In D. Ben-Zvi & J. Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning, and thinking* (pp. 79-95). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- English, L. & Watson, J. (2015). Statistical literacy in the elementary school: Opportunities for problem posing. In F. Singer, N. Ellerton, & J. Cai (Eds.), *Mathematical problem posing: from research to effective practice* (pp. 241-256). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- 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.
- Garfield, J. & Chance, B. (2000). Assessment in statistics education: Issues and challenges. *Mathematical Thinking and Learning*, 2(1 and 2), 99 - 125.
- Garfield, J. & Gal, I. (1999). Teaching and assessing statistical reasoning. In L. Stiff, & F. R. Curcio (Eds.), *Developing mathematical reasoning in grades K-12* (pp. 207 - 219). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Lavigne, N. C. & Lajoie, S. P. (2007). Statistical reasoning of middle school children engaging in survey inquiry. *Contemporary Educational Psychology*, 32(4), 630 - 666.
- 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. Batanero, G. Burrill, & 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
- Newton, J., Dietiker, L., & Horvath, A. (2011). Statistics education in the United States: Statistical reasoning and the statistical process. In C. Batanero, G. Burrill, & C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics-challenges for teaching and teacher education* (pp. 9-13). New York: Springer.
- Pfannkuch, M. (2008). Building sampling concepts for statistical inference: A case study. In *Proceeding of the 11th International Congress on Mathematical Education*. Monterrey, Mexico.
- Pfannkuch, M. & Wild, C. (2004). Towards an understanding of statistical thinking. In D. Ben-Zvi & J. Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning, and thinking* (pp. 17-46). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Russell, S. J. (2006). What does it mean that "5 has a lot?" From the world to data and back. In G. Burrill & P. Elliot (Eds.), *Thinking and reasoning with data and chance: sixty-eighth yearbook* (pp. 17-29). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Watson, J. (2004). Developing reasoning about samples. In D. Ben-Zvi & J. Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy,*

- reasoning, and thinking* (pp. 277-294). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- 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.

Statistical Reasoning of Preservice Elementary School Teachers Engaged in Statistical Problem Solving: Focused on Question Posing Stage

Lee, Eun-Jung

Chuncheon National University of Education, Chuncheon, Korea
E-mail : mymel13@daum.net

Park, Minsun[†]

Graduate School of Seoul National University
1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, South Korea
E-mail : dpd1x103@snu.ac.kr

The study aimed at investigating preservice elementary school teachers' statistical reasoning when they posed survey questions as they engaged in statistical problem solving, and analyzing how their statistical reasoning affect the subsequent stages. 24 groups of sophomore students(80 students) from two education universities conducted statistical problem solving and completed statistical report, and 22 of them were analyzed. As a result, 9 statistical reasoning were shown when preservice teachers posed survey questions. Among them, question clarification oriented reasoning and variability based reasoning were not exclusively focused upon in the previous research. In order to investigate how statistical reasoning in posing survey questions affected subsequent stages, we examined difficulties and issues that preservice teachers had when they engaged in analyses and conclusion stage described in their report. Consequently, preservice teachers' difficulties were related to population relevant reasoning, category level reasoning, standardization reasoning, alignment to question reasoning, and question clarification oriented reasoning. While previous studies did not focus on question posing stage, this study claimed the necessity of emphasizing various statistical reasoning in question posing and importance of teaching and learning method of appropriate statistical reasoning in question posing.

* ZDM Classification : K12

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97C70

* Key Words : Statistical reasoning; Statistical problem solving; Question posing; Preservice elementary school teachers

† Corresponding Author