

## Instructional Design and Its Application of Statistical Estimation by Using Exit Poll\*

Soo-Kyeong Yoon<sup>1</sup>, Jae-Hak Lee<sup>2\*\*</sup>  
Seorak High School · Korea National University of Education

### <ABSTRACT>

The purpose of this study is to design a well-guided lessons so that students can not only understand the representation of samples and sampling variability, but also deeply understand and interpret the statistical model of the confidence interval through the project based learning using the exist survey. In the previous research, the representative element of the sample, the sampling variability, the sample distribution, the confidence interval, and the exit survey were extracted and the main learning elements and the predicted learning trajectory were selected by extracting the pedagogical ideas for the guidance. The lessons were designed based on this. In this study, the use of technology can help to understand the variability, and the experience of dealing with the actual data through the exist survey will contribute to the development of the ability to focus on the data and to adequately handle and explain the statistical model, the confidence interval.

**Key words** : Exit poll, Project based instruction, Statistics, Statistical estimation.

### Introduction

통계학을 “인간이 살고 있는 비결정적 세계를 이해하고, 농업에서부터 동물학에 이르기까지 현실사회에서 직면하는 모든 실질적 문제를 해결하는 데 필요한 실용적 학문”으로 정의하였듯 광범위한 영역에서 그 중요성이 인정되고 있다.

과거에는 단지 일련의 기법으로 인식되던 통계학은 접근하는 데이터에 대한 태도, 특히 데이터 및 데이터 수집의 불확실성 및 변동성을 인정하고 그 속

에서 의사결정을 내릴 수 있게 하는 영역으로 입지가 확대되었다(Cockcroft, 1982).

우리나라 교육과정에서는 중학교까지는 주로 기술통계를 다루고 고등학교에서는 모평균의 추정과 모비율의 추정을 포함한 추측 통계를 다루고 있다. 그러나 통계적 추정은 교사, 학생에게 모두 가르치기도 배우기도 어려운 단원으로 인식되고 있다(Kim, Moon, Byun, 2006). 따라서 통계적 추정을 가르치기 위해서는 학생들이 실제 상황으로 인정할 수 있고, 목표가 분명하며, 활동 과정에서 통계 교육에서 요구

\* 이 논문은 윤수경의 석사학위 논문을 요약 정리한 것임

\*\* Corresponding author : Jae-Hak Lee, [jaelee@knue.ac.kr](mailto:jaelee@knue.ac.kr)

Received June 21, 2018; Reviewed June 25, 2018 Accepted June 28, 2018; Published June 29, 2018

© 2018. Institute of Brain based Education, Korea National University of Education

하는 핵심 역량이 잘 포함될 수 있는 주제가 필요하다. 이러한 주제로 적합하다 할 수 있는 주제가 출구조사이다. 출구조사는 실제로 모비율을 추정하는 활동이며, 매년 실시되는 학생회장 선거가 실제적인 예가 되며 좋은 학습기회가 될 수 있다.

출구조사를 활용한 모비율의 추정 학습에서 고려해야 할 핵심적인 통계적 사고 요소로는 표본의 대표성과 표집 변이성이 있다. 모비율의 추정은 표본이 모집단을 잘 대표해야 한다는 개념에서 출발하여 자료의 적절성, 수집 방법 등을 다룬다. 또한 신뢰구간 계산의 원리와 과정을 이해하기 위해서 표집 분포에 대해 이해해야 하는데(Batanero, Godino, Vallecillos, Green & Holmens, 1994, p. 527) 표집 분포는 표집 변이성으로 인해 나타나므로 표집 변이성은 신뢰구간 이해의 핵심이 된다.

표집 변이성을 귀납적이고 실험적으로 이해하기 위해서는 표본을 추출해보는 과정이 필요한데 컴퓨터 프로그램을 활용하면 한 번의 클릭만으로도 빠르게 표본을 추출하고 각종 통계량을 쉽게 계산할 수 있는 장점이 있다.

이러한 목적을 달성하기 위해서는 학생 중심 활동의 수업, 자기주도적 지식 형성, 협력학습을 통한 활발한 의사소통이 필요하다. 이러한 준거들을 만족시키기 위해 적합한 학습은 프로젝트 학습이라 볼 수 있다. 이는 특정 주제나 과제를 탐구하기 위해 계획을 수립하고 수행하여 결과물을 산출하거나 발표하는 교수학습 방법으로 학생들에게 본 연구의 준거에 부합하는 학습 기회를 제공할 수 있을 것이라 기대하였다.

이에 본 연구는 출구조사를 활용한 프로젝트 수업을 통해 학생들이 표본의 대표성과 표집 변이성을 이해하고, 나아가 신뢰구간이라는 통계적 모델을 형식화, 기호화하는데 그치는 것이 아니라 이를 깊이 이해하고 해석할 수 있도록 잘 안내된 수업을 설계하는 것이다. 또한 개발한 수업을 수행하는 학생들이 표본의 대표성, 표집 변이성, 표집분포, 신뢰구간과 관련된 학습 요소들을 어떻게 이해해 가는지 교수 실험을 통해 분석하고자 하였다. 이를 위해 다음과 같은 연구문제를 설정하였다.

가. 출구조사를 활용한 모비율의 추정 수업을 어떻게 구성할 것인가?

나. 본 연구에서 개발한 수업 활동에서 나타나는 학생들의 모비율의 추정에 대한 이해과정은 어떠한가?

## Materials and Methods

### *Analysis of previous researches*

통계 교육에서 적절한 자료를 바탕으로 실험적으로 통계를 처리하다 보면 간혹 많은 데이터들을 용이하게 처리할 필요가 생긴다. Lee, Y. & Lee E. (2010)는 표집 분포에 대한 이해는 통계적 추정을 학습함에 있어 추론의 논리성을 이해하기 위한 필요조건이지만 이해하기가 어렵다는 점을 지적하면서 그 해결 방법으로 컴퓨터의 활용을 주장하였다. 통계추정 문제의 핵심이 생각해야 할 경우의 수가 너무 많다는 것인데 이점을 컴퓨터를 통하여 간단히 해결할 수 있기 때문이다. Woo (2000)도 “단한 수학과에 입각하여 통계의 표본분포에 의한 모집단에 대한 추론을 통계학의 본질적인 특성으로 간주하고 통계적 추론의 이상화된 과정만을 강조하는 대신에, 교사는 실제적인 통계적 작업을 지향하여 자료를 통계학의 중심에 놓고 분석을 위한 도구로 컴퓨터를 적극적으로 이용해야 한다.”(p. 15)고 주장하였다.

통계 교육에 있어 공학적 도구 활용의 필요성은 우리나라 교육과정에도 잘 드러나 있다. 2009개정교육과정에서는 통계 단원 교수·학습상의 유의점에 “확률분포와 통계적 추정을 다룰 때에는 공학적 도구를 활용하여 실생활 자료를 처리해 보게 할 수 있다”라고 공학적 도구 활용을 권장하고 있다(MOE, 2011, p. 70). 2015개정교육과정에서도 마찬가지로 “실생활 자료로 확률분포와 통계적 추정을 다룰 때 공학적 도구를 이용할 수 있다.”라고 명시하고 있다(교육부, 2015, p. 99).

Lee & Kim (2000)은 스프레드시트를 활용한 수업이 교과서 중심의 전통적인 수업보다 통계 영역에서 학생들의 통계적 사고와 통계적 태도를 향상시킨다고 효과가 있다고 하였다. 공학적 도구를 활용하여 학습한 학생들이 임의추출에 의한 표본과 모집단 사이의 관계를 이해하는 능력, 자료 분포의 상태와 특징을 대푯값을 통해 이해하는 능력, 확률밀도함수

의 그래프를 시각적으로 이해하기 쉽고 명료하게 표현하는 능력을 보였으며, 표본의 크기와 신뢰구간의 관계를 설명할 수 있고 모집단에서 크기가 큰 표본을 추출하면 모집단의 특성을 좀 더 정확하게 추정할 수 있다는 사고를 할 수 있는 것으로 나타났다. 이러한 통계 교육의 개선방안을 본 연구에서 최대한 반영하고자 하였다.

## Research Methods

모비올 추정 수업을 위해 학습 준거를 마련하고 이를 충족시킬 수 있다고 생각되는 수업 모형을 탐색하였다. 이후 관련 문헌과 선행 연구를 분석함으로써 학생들에게 요구되는 학습 요소와 현행 교육의 문제점, 개선방안 등을 살펴보았다. 이를 바탕으로 예비 설계를 실시하고 전문가 집단과의 논의와 검토를 통해 결과물을 개선하였다. 그리고 예비실험을 통해 교수실험 전 최종점검을 실시하였다. 이후 실험 참가 교사가 충분히 연구 내용을 인식할 수 있도록 사전 면담을 한 뒤 교수실험을 실행하였다. 수집된 결과물을 바탕으로 회고적으로 분석하여 예비 설계에서 예상한 학습 경로와 나타난 결과의 차이점, 개선되어야 할 점 등을 찾아 예비 설계를 수정하였다.

예비 설계 단계에서는 통계조사에 관한 문헌, 출구조사에 관한 연구 보고서, 여론조사 관련 법률, 중앙선거여론조사심의위원회의 규칙, 인터넷 자료 등을 참고하여 최대한 ‘실제’를 반영한 수업을 설계하고자 하였다. 여기서 ‘실제’의 의미에는 조사 방법을 학생들이 구성해 나가기는 하지만 적어도 현재 적용되고 있는 출구조사에 관한 법률이나 규칙을 확인한 뒤 주어진 상황에 맞추어 조정하는 과정을 거침으로써 학습 활동이 현실을 반영하도록 하려는 의도가 반영된 것을 말한다. 이어 출구조사를 목표로 하는 프로젝트 학습 과정과 모비올 추정의 학습 단계를 적절히 융합시킴으로써 출구조사 프로젝트 활동이 모비올의 추정 단원의 각 학습 요소를 충실히 반영하도록 하고자 하였다.

교수실험 단계와 회고적 분석 단계에서는 연구자가 설정한 예상 학습 경로에 따른 지도 과정과 그 과정에서 나타나는 학생의 반응을 보고자 하였다.

교수 실험에는 연구자 1명, 수업을 진행하는 교사 1명, 연구대상 학생 15명이 참여하였다. 7차시 분량의 수업을 진행하였고, 각 차시마다 교수실험의 소요시간은 고등학교 수업시간 기준에 맞추어 50분으로 설정하였다.

수업은 연구 대상 학생들이 재학하고 있는 고등학교 수학전용교실에서 진행하였다. 수학전용교실은 학생 활동에 용이하게 책상 배치가 자유로웠으며, 인터넷 사용이 가능한 컴퓨터 환경과 빔 프로젝션(또는 대형 터치스크린)으로 연결되어 있었다. 학생들의 컴퓨터 조작성이 편리하도록 노트북 3대를 추가로 준비하였다. 학생들이 활용할 수 있는 컴퓨터는 인터넷 사용뿐만 아니라 통계 작업을 할 수 있는 EXCEL 프로그램 사용이 가능하도록 하였다.

수업의 효과를 양적으로 나타내는 것보다 질적으로 분석하는 방법이 더 적합하다고 판단하여 교수실험단계에서는 영상 촬영, 음성 녹음, 관찰일지 작성, 교사 및 학생 면담, 학생 활동지 및 결과물을 통해 자료를 수집하고 이를 통계적 사고 유형에 따른 분석틀을 기준으로 분류하여 학습 과정을 분석하였다.

회고적 분석을 위해서는 다음의 순서에 따라 분석을 하였다. 먼저 교수 실험을 통해 수집된 음성, 영상, 활동지, 관찰 자료를 분석틀에 따라 분류 요약하였으며 수집된 자료에 나타난 학습 과정과 학생 반응을 분석틀에 따라 분류, 해석하고 세밀하게 기술하였다. 예상 학습 경로와 교수 실험 사이의 차이를 줄일 수 있는 방안이 무엇인지 오류 내용은 없는지 살피고 예비 설계를 수정 보완하였으며 회고적 분석 단계를 거치며 나타난 결과를 토대로 최종안을 작성하였다.

본 연구를 진행하기 위한 연구절차를 상위 4단계와 각각의 하위 4단계로 구분하여 총 16단계로 나누어 계획하였고 이를 요약하면 [Figure 1]과 같다.



[Figure 1] The summary of research process

본 연구에서 개발한 수업 설계의 내용이 통계적 사고에 필요한 요소들을 반영하고 있는지 검토하기 위해 <Table 1>과 같이 Wild와 Pfannkuch (1999)가 개발한 통계적 사고 모델에서 통계적 사고의 기본 유형을 분석틀로 활용하였다.

#### Wild & Pfannkuch

- 1) 자료의 필요성 인식
- 2) 통계적 변형
  - 현실 체계로부터 '측정 수단' 파악하기
  - 자료 표현 변형하기
  - 자료에 포함된 의미 전달하기
- 3) 변이의 고려
  - 인식하고 인정하기
  - 예측, 설명, 통제를 목적으로 측정 모델링하기
  - 설명하고 처리하기
  - 조사 전략
- 4) 통계적 모델을 이용한 추론
  - 집단적 추론
- 5) 통계와 맥락 통합하기
  - 정보, 지식, 개념 작용

촬영, 녹음, 관찰노트에 의해 수집된 자료는 크게 표본의 대표성, 표집 변이성, 표집 분포, 신뢰구간으로 나누고 하위 요소 14가지로 세밀하게 분류하여 학습이 어떻게 이루어지고 있는지 분석하였다.

## Results and Discussion

### 1. Instructional design for statistical estimation by using exit poll

출구 조사를 활용한 모비율 추정 수업을 설계하도록 하기 위해 먼저 예비설계에 따른 내용을 선정하고 그에 따른 조직을 다음과 같이 하였다.

모비율 추정 수업 설계는 학생들이 출구조사를 목표로 모비율의 추정을 학습해 나가도록 구성하였으며 출구조사에 대한 이해와 목표 설정을 통해 학습 동기를 유발시켰다. 또한 학생들이 자신이 학습하고 있는 통계와 관련된 개념이나 지식들이 출구조

사에서 어떻게 활용될지 고민하는 과정에서 유의미한 학습이 일어나기를 기대하였다. 학습 과정에서는 공학 도구를 활용한 모의실험을 통해 학생들이 표본의 대표성, 표집 변이성, 표집분포, 신뢰구간을 이해할 수 있도록 실험적인 과제들을 구성하였다. 학습 자료는 학생 참고 자료, 활동지, 지도 유의사항, 교사 참고 자료로 분류하여 구성하였다. 지도 유의사항에는 전반적인 수업 흐름과 주요 발문을 정리하였으며 교사 참고 자료에는 통계 조사에 익숙하지 않은 교사들이 있을 것을 고려하여 통계 조사의 실제와 출구조사에 대한 정보를 포함하였다. 그 결과 <Table 2>와 같이 총 7차시로 수업을 설계하였다.

<Table 2> The content of lessons

| 차시<br>번호 | 차시별 학습 내용                          | 활동지<br>번호 |
|----------|------------------------------------|-----------|
| 1차시      | 출구조사에 대한 이해                        |           |
| 2차시      | 모집단과 전수조사, 표본과 표본조사                | 1, 2      |
| 3차시      | 표본비율의 분포1 (표본의 크기)                 | 3         |
| 4차시      | 표본비율의 분포2 (표본비율의 분포, 표본비율의 평균과 분산) | 4         |
| 5차시      | 신뢰도의 의미, 모비율의 신뢰구간                 | 5         |
| 6차시      | 모비율의 신뢰구간 및 출구조사 계획                | 5         |
| 7차시      | 보고서 작성 및 발표                        |           |

다음으로 설계한 수업이 교육과정의 성취 기준을 잘 반영하고 있는지 확인하였으며 공학적 도구 활용과 실생활 자료와의 연계성도 확인하였다. 그러나 선행연구에서 제기된 것과 같이 표본에 대한 개념, 자료에 대한 중요성, 표집 방법에 대한 필요성, 맥락을 고려한 비표집오차에 대한 인식과 같은 내용들은 빈약한 것을 확인하였다. 또한 제시된 문제들이 학생들의 실재를 반영하고 있는가를 살펴보았을 때 관심과 흥미를 불러일으키기에는 부족함이 있었다. 이에 학생들이 실제로 통계 지식을 활용하고, 과제 수행 과정에서 활발히 의사소통하고, 당선자 예측이라는 목표를 달성하기 위한 문제 해결 능력을 발휘하고, 협력적 태도 및 능동적인 태도를 기를 수 있도록 출구조사라는 하나의 맥락 속에서 학습 활동이 이루어지도록 구성하였다. 교수 실험 단계의 매 차시에

서 수업 진행 교사와 함께 이러한 논의를 통하여 수정 작업을 거쳐 활동지를 개발하여 교수 실험에 사용할 수 있었다.

## 2. Analysis of learning components by statistical thinking

Wild와 Pfannkuch(1999)의 통계적 사고의 기본 유형에 따른 학습 요소에 대한 반응을 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

### 1) Recognize the necessity of data

학생회장 선거 당선자 예측 상황에서 일화적인 증거나 개인적 경험에 의존하지 않고 신뢰할 만한 판단을 내리기 위해서는 어떤 자료가 필요하고 어떻게 자료를 수집해야 할지 고민할 수 있는 학습 활동을 구성하였다. 이를 위해 학생들이 첫째, 표본의 대표성이 무엇인지 인식하고 둘째, 표본 추출 방법을 고민하고 무작위추출을 이해하며 셋째, 표본의 크기가 중요함을 인식할 수 있도록 활동지를 구성하였다. 더불어 비표집오차에 대한 원인과 해결책을 찾아봄으로써 적절한 자료 선택에서 표본 추출 방법도 중요하지만 조사 방법도 중요함을 인식하게 하였다.

### 2) Statistical transformation

학생회장 선거 당선자 예측을 위한 측정 수단으로서 표본 비율 인식하게 하였으며 측정값을 다양한 시각적 표현과 통계량으로 나타내도록 보고서 활동을 구성하였다. 보고서에는 실제 출구조사 후 공표하는 것을 가정하여 모듈별로 선택한 다양한 정보를 담도록 하였다. 또한 자료로부터의 판단을 다른 사람이 이해할 수 있도록 설명하게 하였다.

### 3) Considering variation

학생들이 측정이나 사고로부터 오는 변이성을 인식하고 이를 제거하거나 줄일 수 있는 방법을 찾고자 변이성의 원인과 해결 방안을 찾는 과제를 구성하였다. 또한 표집 변이성을 인식하고 인정할 수 있도록 엑셀 프로그램을 활용한 실험 활동을 구성하였다. 표본을 추출하여 표본비율을 구하고 오차

를 관찰함으로써 표집 변이성을 확인하며 표본의 크기에 따라 변이성이 달라짐을 확인하고 변이성을 제어, 통제할 수 있는 변인으로 이해할 수 있도록 구성하였다. 출구조사 과정에서 학생들 스스로 조사 전략을 세우도록 함으로써 존재하는 변이에 대해 어떻게 대처할지를 스스로 결정하도록 구성하였다.

### 4) Reasoning by using statistical model

실험을 통해 표집분포의 그래프를 그려보며 자료와 통계 모델 사이의 상호작용을 경험하도록 하였다. 이를 통해 표집분포 그래프의 성질을 파악하며 표본 변이성의 패턴을 파악하게 하였다. 표집분포를 통해 자료를 요약하는 방법을 배우며 신뢰구간의 아이디어에 이르게 된다. 학생회장 선거의 당선자를 예측하기 위해 출구조사를 통해 구한 신뢰구간을 읽고 해석하며 당선자를 추론하게 된다.

### 5) Integrate statistics and context

실제 상황의 요소를 반영하도록 출구조사를 통해 실제 자료를 결정, 수집, 분석, 종합하는 경험을 하도록 구성하였다. 출구조사를 통해 얻은 자료는 맥락적 지식을 함께 지니며 당선자를 예측하는 과정에서 통계적 지식과 맥락적 지식을 통합해야 한다.

## 3. Understanding students' statistical estimation

다음은 본 연구에서 개발한 수업 활동에서 나타나는 학생들의 모비율의 추정에 대한 이해과정을 알아 보았다. 자세한 학생들의 이해 과정에 대한 예들은 생략하여 요약 정리하여 나타낸다.

첫째, 표본의 대표성 개념 지도를 통한 학생들의 이해과정은 다음과 같다. 학생들은 표본이 단순 부분집합이 아니라 준-비례적 축소-버전이라는 아이디어와 표본이 대표성을 갖기 위해 무작위추출이 선행되어야 한다는 개념에는 쉽게 도달하였으나, 무작위추출을 위한 방법에는 쉽게 도달하지 못하였다. 또한 대부분은 표본이 클수록 표본이 모집단의 형태와 유사할 것이라고 예측하였지만, 특정 사례를 근거로 그렇지 않다고 반박하는 학생도 있었다. 이는 학생들이 확률·통계적 사고방식에 익숙하지 않을 수 있으

며, 통계적 개념을 결정론적 사고방식으로 접근하여 인지적 갈등을 겪을 수 있다는 가능성을 보여준다. 따라서 표본 개념과 표본추출에 대한 학습이 강화될 필요가 있다.

둘째, 표집 변이성 개념 지도를 통한 학생들의 이해과정은 다음과 같다. 엑셀 실험과 출구조사 활동을 경험한 학생들은 표집 변이성에 대해 인식하고 있으며 표본의 크기로 변이성을 제어할 수 있는 것으로 나타났다. 그리고 실험 전에는 표본이 모집단에서 차지하는 비율과 표본의 크기 중 무엇이 표집 변이성에 영향을 미치는가에 대해 확고한 판단을 내리지 못하였으나 실험 후 얻은 통계량들을 분석함으로써 표본의 크기임을 파악하였다. 이후 학생들은 출구조사를 설계하는 과정에서 표본의 대표성을 확보하기 위해 표본의 크기를 민감하게 고려하였다.

셋째, 표집 분포 개념 지도를 통한 학생들의 이해과정은 다음과 같다. 실험 활동을 통해서 학생들은 표본비율의 분포가 정규분포 곡선과 흡사해짐을 이해하였다. 그러나 일부 학생들은 자신이 그린 그래프가 실제 표집 분포가 아니라는 것을 인식하지 못하였다. 교사의 보충 설명 후 표집 분포는 표집 가능한 모든 경우를 고려해야 함을 이해하였다. 따라서 이 부분에 대한 학습 경로를 추가하거나 교사의 보충 지도가 필요하다. 표본비율의 표집 분포를 요약하는 과정에서 학생들은 주어진 확률변수가 이항 분포를 따른다는 것을 이해하는데 어려움을 겪었다. 이는 독립시행의 확률을 비롯한 표본공간과 확률변수에 대한 명확한 개념이 필요한 부분이므로 선수학습 상태를 고려한 세심한 지도가 필요하다. 표집 분포의 개념을 이해한 학생들은 표본비율의 표준화 과정에서 표집 분포의 성질을 적절히 활용할 수 있었다.

넷째, 신뢰구간 개념 지도를 통한 학생들의 이해과정은 다음과 같다. 학습 초기에 학생들은 신뢰도의 의미를 파악하는데 어려움을 겪었지만 신뢰구간 실험 활동을 통해 신뢰도의 의미를 이해하고 신뢰구간을 해석할 수 있었다. 교사의 설명을 모방하여 알고 있는 것과 다른 신뢰도를 갖는 신뢰구간을 유도하고 해석할 수 있었다. 주어진 문제를 해결하는 과정에서 신뢰구간의 크기와 신뢰도의 관계를 파악하고 이를 통해 목표로 하는 표본의 크기를 구할 수 있었으

며, 현실적인 조건을 고려하여 목표를 수정하였다. 학생들은 이론과 실재를 오가며 자료를 다룸으로써 배우고 있는 학습 요소의 의미와 현실과의 맥락을 파악해 나갈 수 있었다.

다섯째, 출구조사를 통한 학생들의 이해과정은 다음과 같다. 각 모둠은 토의·토론을 거쳐 합의한 내용에 따라 조금씩 조사방법을 달리하였으며, 단순 무작위추출이 어려움을 인식하고 층별추출(stratified sampling)과 체계적추출(systematic sampling)의 아이디어를 도입하기도 하였다. 이후 출구조사에서 얻은 자료를 적절히 수집, 정리, 처리, 분석하였으며, 출구조사를 통해 얻은 결과를 토대로 모비율과 차이가 커진 원인을 표집 오차와 비표집 오차의 관점에서 파악할 수 있었다. 그리고 학생들의 보고서와 인터뷰 반응으로부터 표본이 모집단을 대표하기 위해서 조사방법과 표본의 크기가 매우 중요함을 인식하고 있음을 확인할 수 있었다.

## Conclusion and Suggestion

본 연구 결과를 바탕으로 다음과 같은 결론을 도출하였다.

구체적인 예는 부록에 제시하였으며 수업 설계는 예비설계와 개선 및 최종 적용 후 다음과 같은 결론을 얻게 되었다.

첫째, 표본의 대표성 개념 지도를 위한 수업 설계는 표본이 모집단을 잘 대표하도록 하기 위해서 표본이 단순 부분집합이 아닌 준-비례적 축소-버전의 특성을 가져야 하며, 표본이 이러한 특성을 갖도록 하기 위해서는 적절한 표집 방법이 필요함을 인식할 수 있도록 문항을 구성한다. 그리고 무작위추출의 개념을 이해하고 무작위추출을 하기 위해 적절한 방법이 필요함을 인식할 수 있도록 한다.

둘째, 표집 변이성 개념 지도를 위한 수업 설계는 표집 방법뿐만 아니라 표본의 크기도 표본이 대표성을 갖도록 하는데 핵심 요소임을 인식시키기 위해 먼저 표집 변이성의 존재를 확인하고 표본의 크기가 클수록 표집 변이성이 작아짐을 이해할 수 있는 과제를 구성한다. 반복 추출과 계산 과정의 효율성을 높이 위해 엑셀 프로그램을 활용하여 실험할 수 있

다. 더불어 적절한 표본의 크기가 모집단의 크기와 독립적으로 결정된다는 개념이 반영된 과제를 제시하고 예상한 결과와 실험한 결과를 비교하게 한다. 학생들이 실제 출구조사 자료를 다룰 때 표집 오차뿐만 아니라 비표집 오차도 함께 고려할 필요가 있으므로 다양한 변이성의 원인을 찾고 대처 방안을 논의할 수 있는 문항도 구성한다.

셋째, 표집 분포 개념 지도를 위한 수업 설계는 표집 분포를 통해 표집 변이성을 요약할 수 있음을 이해할 수 있도록 구성한다. 먼저 엑셀을 활용하여 수집한 결과를 직접 그래프로 그려봄으로써 표본비율의 표집 분포가 표본의 크기가 커짐에 따라 정규분포 모양에 가까워짐을 직관적으로 이해할 수 있다. 실험 결과를 관찰하여 표집 분포가 모비율을 중심으로 대칭이며 그 퍼짐은 표본의 크기에 따라 달라짐을 예측하도록 하고, 이후 교사의 안내에 따라 연역적인 절차를 거치도록 한다.

넷째, 신뢰구간 개념 지도를 위한 수업 설계는 먼저 점추정과 구간추정에 대한 대화문을 구성하여 구간추정과 좁은 신뢰구간의 필요성을 쉽게 인식할 수 있으며, 신뢰도에 대한 개념을 인식하는 문항도 유사한 형태로 구성한다. 표집 분포를 활용하여 표본비율을 표준화하고 신뢰구간을 유도하는 과정은 설명할 수 있다. 엑셀 실험을 통해 신뢰도와 신뢰구간의 의미를 실험적으로 확인할 수 있다. 유도된 식으로부터 신뢰구간의 크기를 파악하고 신뢰도와 종속적 관계임을 알도록 하는 질문을 제시한다. 마지막으로 부등식을 활용하여 목표로 하는 표본의 크기를 구한 후 현실 조건을 고려하여 목표를 수정하게 하는 활동을 함으로써 통계 지식과 현실 맥락을 종합적으로 다룰 수 있도록 한다.

다섯째, 출구조사를 위한 수업 설계는 주요 학습에 앞서 출구조사의 개념과 특징을 다룸으로써 학생들이 앞으로 해결해야 할 문제가 무엇인지 인식하고 학습 동기를 얻게 한다. 모비율의 추정 학습 후 배운 지식을 활용하여 조사 계획을 세우게 하며, 표집·비표집 오차를 모두 고려하여 변이성을 줄이기 위한 전략을 세우도록 하는데 중점을 둔다. 조사 후 결과를 종합하고 반성하는 과정을 통해 통계적 모델을 활용하고 표나 그래프로 표현하는 경험을 제공하고, 변이성의 원인을 검토함으로써 자료수집 방법과 표

본의 크기에 대한 이해를 강화 한다.

분석 결과를 바탕으로 다음과 같은 제언을 하고자 한다. 첫째, 선수학습 측면에서 이항분포, 이항분포와 정규분포의 관계, 확률변수에 대한 이해를 강화시킬 필요가 있다. 이 세 가지 개념은 표본비율의 표집분포를 이해하는데 핵심이 된다. 그러나 학생들은 주어진 상황에서 확률변수가 무엇인지, 그 본질은 어떠한지, 이 확률변수가 어떠한 확률분포를 따르는지에 대해 파악하는데 어려움을 겪었다.

둘째, 본 연구에서 출구조사가 아닌 다른 주제를 통해 설계한 학습 경로를 활용해볼 필요가 있다. 출구조사는 학생회장선거를 통해 실현 가능한 주제이므로 시기적 제약이 따른다. 따라서 본 연구의 주제인 출구조사는 광범위하게 적용되기 어려울 수 있다. 다만 본 연구에서 출구조사를 주제로 택함에 있어 민주시민교육으로서 가치와 학생에게 주는 실제적 의미를 고려한 점 등을 참고할 수 있을 것이라 생각한다. 예컨대 여론조사를 주제로 지역 사회의 이슈를 소재로 삼아 설계한 학습 경로를 적절히 활용할 수 있을 것이라고 판단된다.

## References

- Batanero, J. D., Godino, A., Vallecillos, D. R. Greean, & P. Holmes (1994). Errors and difficulties in understanding elementary statistical concepts. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 25(4), 527-547.
- Cockcroft, W. H(1982). *Mathematics counts: Report of the Committee of Inquiry into the Teaching of Mathematics in Schools under the Chairmanship of Dr WH Cockcroft*. London: Her Majesty's Stationery Office.
- Kim, W., Moon, S., Byun, J. (2006). Mathematics teachers' knowledge and belief on the high school probability and statistics. *Journal of Korea Society of Mathematics Education Series A: The Mathematical Education*, 45(4), 382-406

- Lee, J., & Kim, W. (2000). Effects of spreadsheet-used instruction on statistical thinking and attitude. *Journal of the Korea Society of Educational Studies in Mathematics Series A: The Mathematical Education*, 50(2), 185-212.
- Lee, Y., & Lee, E. (2010). The design and implementation to teach sampling distributions with the statistical inferences. *Journal of Korea Society of Educational Studies in Mathematics School Mathematics*, 12(3), 273-299.
- Ministry of Education(MOE) (2011). *2009 Middle and high School Mathematics Curriculum* (MOE Announcement 2011-361 [Separate book 8]).
- Ministry of Education(MOE) (2015). *2015 Middle and high School Mathematics Curriculum*(MOE Announcement 2015-74 [Separate book 8]).
- Park, T. (2013). The problems and reform directions of statistics education at school level. *Korean Journal of Educational Research*, 41(2), 401-430.
- Woo, J. (2000). An exploration of the reform direction of teaching statistics. *Journal of the Korea Society of Educational Studies in Mathematics: School Mathematics*, 2(1), 1-27.

## &lt;부록1&gt; 학생 활동지 예시

## 모집단과 전수조사

## 모집단과 모비율

1. 2017년 5월 11일 학생회장 선거를 통해 확인하려는 것은  이다.
2. 모집단 전체에서 어떤 특성을 갖는 사건의 비율( $\frac{n(\text{어떤 특성을 갖는 사건의 크기})}{N(\text{모집단의 크기})}$ )을  이라고 하고 기호로  와 같이 나타낸다.

## 모집단 정의하기(조사계획서 작성)

3. 학생회장 출구조사에서 모집단은  이다. ★

## 전수조사의 특징

4. 개표결과를 기다리지 않고 각 후보의 득표율을 알기 위해서는 투표를 마친 모든 학생들을 조사하면 되지만 이에선 여러 어려움이 따른다. 다음 두 물음에 대하여 토론하고 표를 채우시오.
- (1) 어려운 점은 무엇인가?
- (2) 모든 학생들을 조사한다 하더라도 그 결과가 개표 결과(모비율)와 같을 것인가? 이유는 무엇인가?

|     |                                                                                                                      |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1) | 예시) 시간이 많이 소요된다.<br>비용이 많이 든다.                                                                                       |
| (2) | 예시) 모두가 솔직하게 답변하지 않을 수 있다.(비표집오차)<br>투표과정에서 실수로 자신의 의사와 다르게 무효표가 되었을 가능성도 있다.(비표집오차)<br>자료를 정리할 때 잘못 셀 수도 있다.(비표집오차) |

## 지도 유의사항

1. ‘**모비율**’ 용어를 도입한다. 모비율도 모평균과 같이 모수의 일종임을 설명한다. 예를 들어 설명한다.
2. 모비율을 정의하고 기호는 로 약속한다. 의 값의 범위가 임을 확인한다.
3. 모집단은 전교생이 아니라 투표를 한 학생 전체임을 확인시킨다.
4. ‘**전수조사**’ 용어를 도입한다. 모수를 확인하기 위해서는 전수조사가 필요함을 알게 한다.
5. 전수조사에는 시간과 비용 측면에서 어려움이 발생함을 알게 한다. 이에 따라 표본조사가 필요함을 인식시킨다.

## <부록 2> 지도 유의사항 예시

1. ‘표본조사’ 용어를 도입한다. 임을 추가로 예를 들어 설명한다.
2. ‘표본비율’ 용어를 도입한다.
3. 표본비율을 정의하고 기호는 으로 약속한다.
4. 이 와 차이가 작아지는 것이 요구됨을 알게 한다.
5. 실제 실험하게 한다. 표본의 대표성이란 용어를 수업 중 활용 할 수 있다. 수업 전 참여 학생과 함께 준 비물을 제작한다.
6. 표본비율을 통해 모비율을 추정하고자 함을 직관적으로 알게 한다.
7. 사고 실험을 한다. 비확률표집은 편의를 발생시킬 수 있음을 알게 한다. 실제 여론조사나 출구조사에서 영남이나 호남 어느 한 지역을 대상으로 표본조사를 하지 않고 전국을 대상으로 무작위로 표본을 추출하는 것을 예로 설명할 수 있다.
8. 표본의 대표성을 확보하고자 충분히 큰 표본이 필요함을 알게 한다.
9. 대표성을 확보하기 위해 확률표본추출 방식, 특히 무작위추출 방식이 필요함을 알게 한다.
10. 계통추출 방식을 활용할 수 있도록 한다.

## &lt;부록 3&gt; 교사 참고자료 예시

## 교사 참고 자료 2

① 조사 성격상 단순임의추출 방식을 사용하기 어려우므로 통상적으로 계통추출 방식이 사용된다. **계통추출(systematic sampling, 체계적 표본추출)**은 표집 틀 목록이 일렬로 정렬된 경우 일정한 간격의 개체들을 추출하는 방법이다. 예를 들어, 목록에 개의 개체가 있고 이 중에서 개의 개체를 추출하고자 할 때, 일렬화 된 목록에서 매 번째 개체를 추출하면 될 것이다. 1부터 100까지 백 개의 숫자 중 1개를 뽑은 결과 그것이 14였다면 표본의 첫 개체는 14번째 것이고, 나머지 99개 개체들은 그 다음 100번째 것, 그 다음 100번째 것, , 그 다음 100번째 것으로 체계적으로 결정된다. 즉 1000개 개체의 표본은 일련번호로 구성된다.

<허명희, 강현철, 한상태(2015). 사례를 활용한 통계조사의 이해. 파주: 자유아카데미.>

조사원들은 몇 번째 투표자를 선택해야 할 것인지 간격(interval)을 지시 받는데, 그 간격(k)은 목표 표본수를 고려하여 결정된다. 각 국가별로 간격(k)은 대개 5에서 10사이에서 결정되는데, k가 지나치게 클 경우, 오차가 커지게 되므로 문제가 된다. 독일의 경우, 최대 간격이 법으로 정해져 있으며, 미국의 경우는 k의 최댓값이 70이다. 질문항목이 많을 경우는 응답자 1명당 조사 시간이 늘어나기 때문에 k도 함께 늘어나지만, 한국과 같이 선거예측만을 목적으로 하는 출구조사는 대부분 k가 10이내이다(Hilmer,2007)

<김지연(2014), 한국 선거예측조사 방법론 개선방안 연구. 고려대학교 박사학위논문.>