

표본 지도에 대한 고찰: 국외 교육과정 분석을 중심으로

구 나 영* · 탁 병 주** · 강 현 영*** · 이 경 화****

통계 교육에서 표본(sample)과 표집(sampling)은 통계적으로 올바르게 합리적인 의사결정을 하기 위해 강조되어야 하는 개념이다. 그럼에도 불구하고 표본과 표집 개념을 어떻게 지도하는지에 관해서는 충분히 연구되지 않은 상황이다. 이에 본고에서는 표본 지도에 대한 시사점을 얻기 위하여 국외 교육과정 및 지도 사례를 중심으로 표본이 어떻게 지도되는지 살펴보았다. 특히, 표본 개념의 두 요소인 표본대표성(sample representativeness)과 표집변이성(sampling variability)을 중심으로, 호주, 뉴질랜드, 영국, 미국의 교육과정을 분석했다. 또한 외국 교과서와 선행 연구의 표본 지도 사례를 분석하였다. 이를 토대로, 표본 지도에 관하여 첫째, 자료수집, 분석, 결과 해석이라는 통계적 탐구과정의 경험과 함께 지도하고, 둘째, 현재 지도시기보다 빨리 지도하고, 셋째, 표본대표성 뿐만 아니라 표집변이성을 고려하여 지도하고, 넷째, 효과적인 지도를 위해 공학 도구를 활용해야 한다는 시사점을 도출하였다.

I. 도입

통계적으로 올바르게 합리적인 의사결정을 하기 위해서는 표본 그리고 표집의 다양한 방식에 대한 이해가 필요하다(Garfield & Ben-Zvi, 2008, p. 9). 통계는 표본 자료로부터 출발하며, 표집 방법은 모집단을 추론하는데 영향을 미친다(Ben-Zvi, Gil & Apel, 2007). 따라서 표본과 표집은 통계적 사고의 핵심이며, 통계적 소양의 기초로서 통계교육에서 매우 강조되어야 하는 개념이다(탁병주, 구나영, 강현영, 이경화, 2014, p. 727).

표본에 관한 선행 연구로는 표본 개념에 대한 교수학적 분석(이경화, 지은정, 2004, 2005; 이영하, 신수영, 2011)과 표본 개념에 대한 역사적 분석

(탁병주 외, 2014)이 있으며, 학생들이 표본을 어떻게 추론하는지에 관한 다양한 연구들(Ben-Zvi et al., 2007; Watson, 2013; Pfannkuch, Arnold & Wild, 2015; Meletiou-Mavrotheris & Papanastasiou, 2015)을 살펴볼 수 있다. 그러나 표본과 표집이 통계교육에서 매우 강조되어야 하는 개념임에도 불구하고, 아직 이를 어떻게 지도하는지에 관해서는 충분히 연구되지 않은 상황이다. 특히 우리나라 학교 수학에서는 표본 개념이 소홀히 다루어질 뿐만 아니라 고등학교에서 처음으로 간단히 다루어져, 표본의 통계치와 모집단의 모수를 구별하지 못하고 통계적 추정 학습의 어려움을 야기하고 있다. 표본 개념의 본질을 살리도록 교수학적 변환 방식에 대한 연구가 필요하다는 선행 연구(이경화, 지은정, 2005, p. 190)는 표본 지도

* 서울대학교 대학원, noz39@snu.ac.kr (제1 저자)

** 서울대학교 대학원, tbj87@snu.ac.kr

*** 목원대학교, hykang@mokwon.ac.kr (교신저자)

**** 서울대학교, khmath@snu.ac.kr

의 시기와 내용에 관한 시사점을 얻고자 국외 교육과정을 중심으로 살펴볼 필요성을 제기한다.

본 연구에서는 먼저 통계학에서 표본 개념의 의의와 학교 통계교육과정에서 구현되기 위해 필요한 표본 개념의 두 요소인 표본대표성과 표집변이성을 간단히 고찰한다. 표본 지도에 관한 선행 연구에서 자주 등장하는 국가로 교육과정이 관련 연구에서 널리 인용되는 호주, 뉴질랜드, 영국, 미국의 교육과정을 분석한다. 또한 호주의 교과서, *Mathematics in Context*(이하 MiC), 선행 연구에서 소개된 통계 지도 사례를 분석한다. 이때, 각국의 교과서나 연구 집단에서 표본을 지도할 때 활용된 과제나 실제 교수학습 상황을 중심으로 간략히 살펴본다. 특히 우리나라 학교의 통계 교육에서 표본 지도에 관한 시사점을 도출하기 위해 표본대표성과 표집변이성을 중심으로 국외 교육과정에서 표본 지도는 어떻게 이루어지는지를 살펴본다.

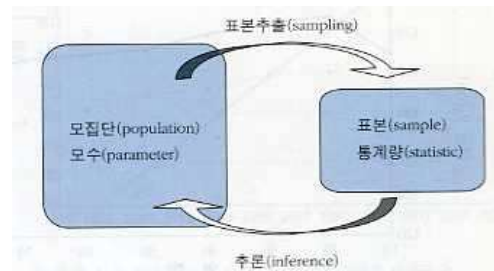
II. 이론적 배경

이 장에서는 통계학에서 표본 개념이 지니는 의의를 검토하고, 그 의의가 학교수학에서 구현되기 위해 필요한 표본 개념의 두 속성—표본대표성, 표집변이성—을 고찰한다.

1. 통계학에서 표본 개념의 의의

과거에는 국가나 조직의 단위가 작아 자료의 특성을 파악하는 데 대푯값과 산포도 등 간단한 측도로서 요약하는 것(기술통계학, descriptive statistics)만으로도 충분하였다. 그러나 국가를 비롯한 사회의 팽창으로 인해 과거와 같이 전수조사(consensus)를 통해 필요한 통계를 구하는 데 시간, 경제성, 정확성, 조사관리 등 여러 측면에

서 막대한 사회적 비용이 소모되는 바, 일부를 조사하여 전체의 특성을 추정하는 추측통계학(stochastic)이 자연스럽게 발전하게 되었다. 이때의 조사 대상이 되는 그 일부를 통계학에서는 표본이라 명명하였다(이정진, 2011, pp. 7-8).



[그림 II-1] 모집단과 표본의 관계

[그림 II-1]과 같이 표본 개념은 표집과 추론이라는 두 통계적 절차에 의해 모집단과 연결되어 있다(류근관, 2013, p. 5). 이정화와 지은정(2004)에 따르면, 통계학에서 표본은 통계적 추론을 통해 모집단에 대한 정보를 얻고자 하는 연구 대상이자 동시에 연구 방법이다(p. 176). 즉, 표본 개념은 모집단을 요약해내기 위한 연구 대상이면서 동시에 표집분포를 통해 모집단 추론의 유효성을 확인하기 위한 연구 방법인 것이다. 이를 통해 통계학에서 연구자가 표본을 연구 대상이자 방법으로 삼는 이유가, 연구자의 관심이 표본 그 자체가 아닌 모집단에 있기 때문인 것을 알 수 있다.

통계학은 오늘날 한정된 실제 자료와 경험을 토대로 합리적인 의사결정과 비판적인 사고를 위한 소양(literacy)으로서 그 교육적 의의가 강조되고 있는데, 이를 위해서는 통계적 추론 능력의 발달이 요구된다(강현영 외, 2014, p. 62). 추론은 수집된 자료 즉, 표본의 통계량을 기반으로 모집단에 대한 정보를 알아내기 위한 과정인데, 이때 모집단에 대한 추론은 표본의 질에 의해 영향을 받으며 표본의 질은 다시 표집 과정에 의해 결정

된다(Watson & Moritz, 2000). 따라서 표본 개념은 통계적 추론의 핵심전제이자 통계적 소양의 기초로서 그 의의가 있음을 확인할 수 있다.

그러나 통계적 추론을 위해 모집단에서 추출되는 표본은 항상 동일하지 않기 때문에, 표본은 모집단에 대한 부분적인 정보만을 제공한다는 한계가 있다. 이는 통계적 추론과 통계적 소양을 강조하는 현대 통계교육 목적의 방향성에 비추어볼 때, 표본에 대한 올바른 이해가 학교수학에서 꼭 추구되어야 하는 것임을 알 수 있다. 표본에 대한 온전한 이해를 위해서는, 기본적으로 통계적 추론이 우연 현상 속에서 한정된 자료를 통해 귀납적으로 이루어진다는 사실을 인식해야 하는데, 이는 다음 절에서 소개할 표본 개념의 두 속성에 대한 이해와 관련이 있다.

2. 표본대표성과 표집변이성

가. 표본대표성과 표집변이성의 의미

표본은 ‘일부’에 불과한 경험적 사실일 뿐이기에 그 사실을 토대로 ‘전체(모집단)’에 대한 일반적 법칙이나 이론을 세우는 과정에서 잠재해 있는 비약의 문제를 피할 수 없다. Hume이 귀납적 정당화의 근거에 대한 회의론을 제기한 이래로, 귀납의 전제는 그것이 지지하는 결론의 확실성을 보증하지 못한다는 사실에는 이견이 없는 것처럼 보인다는 점이 이를 더욱 명백히 한다(Salmon, 1994). 표본이론의 발전은 이러한 귀납법으로서의 통계적 방법에 대한 반성과 극복으로 말미암은 것이며(정한영, 1995, pp. 236-237), 통계적 추론 과정에서 발생하는 비약을 완화하기 위해 표본대표성의 이해와 확보를 위한 방향으로 이루어졌다.

표본대표성이란 모집단에서 추출된 표본이 모집단과 비슷한 특성을 가질 것이라는 아이디어

이다(Rubin et al. 1990, p. 314). 역사적으로는 19세기 말 노르웨이의 통계학자 A. N. Kær가 오늘날의 층화다단계표집과 같은 ‘대표기법(representative method)’을 제안함으로써 표본대표성에 대한 이론적 설명이 시작되었는데, 이는 표본대표성이 표본 개념이 아니라 표집 개념에 내포된 것임을 드러낸다(탁병주 외, 2014). 즉, 적절한 표집 기법을 이용해야 표본이 모집단을 대표할 ‘가능성’이 높아진다.

그러나 표본대표성을 높이기 위한 여러 가지 방법론적 노력에도 불구하고 표본과 모집단 간의 불일치가 여전히 존재한다는 점에서 표본은 모집단을 대표할 ‘가능성’을 지닐 뿐이다. 이러한 편의(bias)는 다양한 확률표집 기법의 등장과 함께 제어되기 시작했으나, 여전히 표본과 모집단은 필연적 함축관계가 아닌, 애매성의 문제가 해결되지 않은 채로 개연성에 의존하는 느슨한 관계를 가지고 있다. 이는 표본 개념을 온전히 설명하는 데 표본대표성만으로는 부족함을 뜻한다.

다양한 확률표집 기법에도 불구하고 표본대표성만으로 표본 개념을 설명하지 못하는 이유는, 표집 방법의 적절성과는 관계없이 단일모집단으로부터 추출된 표본들이 항상 같을 수 없기 때문이다. 따라서 표본대표성과 상반되는 속성이 표본 개념의 형성에 영향을 주고 있음을 알 수 있는데, 이를 표집변이성이라 한다. 변이성이란 자료의 관찰을 통해 획득한 각각의 개체가 가진 변화가능성을 뜻하며(김남희 외, 2011, p. 334), 따라서 표집변이성은 표집에 의해 표본이 가지게 되는 변화가능성을 뜻한다.

Rubin et al.(1990)에 의하면 표본대표성과 표집변이성은 표본 개념을 이해하고 나아가 통계적 추론을 학습하는 데 핵심이 되는 속성이다. 또한, 표본 개념의 역사적 발달 과정에서도 표본대표성과 표집변이성은 표집기법의 역사적 전회를 야기한 핵심적인 성질이다(탁병주 외, 2014). 따

라서 표본대표성과 표집변이성은 표본 개념을 지도하는 데 교수학적인 측면에서 매우 중요한 속성이라고 할 수 있다. 이는 표본대표성과 표집 변이성이 교육과정과 교과서에서 표본을 어떻게 다루는지를 고찰하는 데 중심적으로 고려할 만한 속성임을 뒷받침한다.

나. 통계교육에서 표집변이성의 중요성

이영하(2014)에 따르면 경험론적 인식론을 바탕으로 한 인간의 판단에서 가장 큰 장애물은, 판단 근거가 되는 경험에 내재한 ‘우연’이다. 결정론적 인식론에서는 한낱 무지의 산물이었다던 우연이 경험론적 인식론에서는 비결정론적 세계관을 특징짓는 핵심 요소가 된 것이다. 따라서 이러한 경험론적 인식론을 바탕으로 귀납추론을 연구 방법으로 취하여 발전한 통계학은 우연 현상에 대한 총체적인 이해를 지향하는 학문이라 할 수 있다.

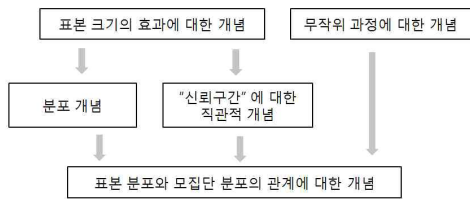
우연의 대표적 속성으로는 변이성과 대표성이 있다(이영하, 2014, p. 23). 변이성이란 앞절에서 인용한 바와 같이 자료의 관찰을 통해 획득한 각각의 개체가 가진 변화가능성을 뜻하며, 대표성은 통계적 과정을 거쳐 요약된 하나의 대표적 표현이 우연 현상의 가장 가능성이 높은 결과와 일치하는 경향성을 의미한다. 표집 과정은 그 무작위성으로 인해 우연 맥락에 의존하게 되며, 따라서 표본 개념 역시 우연 맥락에서 비롯된 대표성과 변이성을 가지게 되는데(이영하, 2014, pp. 30-31), 이것이 바로 표본대표성과 표집변이성이다.

표본대표성과 달리 표집변이성은 표본 개념 발달 수준의 범주화를 제시한 Watson & Moritz (2000) 등 표본에 대한 교수학적 선행연구에서 잘 고려되지 않고 있다(탁병주 외, 2014, p. 739). 표집변이성은 이를 반영한 표본 개념 지도가 학생들에게 풍부한 이미지의 연결 고리를 제공하여, 통계적 추론을 깊이 이해하는 데 도움을 준다는

교수학적 측면의 의의를 지니고 있다(Saldanha & Thompson, 2002, p. 268). 이는 다음과 같이 표집 변이성과 통계적 추론의 관계를 고찰함으로써 명확히 확인할 수 있다.

변이성은 불규칙성과 독립성을 하위 속성으로 갖는다는 사실이 알려져 있다(이영하, 2014, p. 31). 우리의 경험적 통찰은 대개 우선적으로 규칙성을 찾으려 시도하나 우연 현상에 내재된 변이성은 현상의 불규칙성 문제를 제기하게 마련이다. 이를 극복하기 위해서 필요한 정보가 과거의 경험인 자료에 대한 분포 개념이다. 이렇듯 우연의 불확실성에 대한 대응 방식으로서의 분포 개념은, 여타의 다른 추론과 달리 불규칙적인 자료에 근거하는 통계적 추론을 하는 데 매우 핵심적인 개념이다.

미국 통계협회에서 발간한 GAISE(Guidelines for assessment and instruction in statistics education) Report에 따르면 변이성은 수학과 통계학을 구분 짓는, 통계학의 핵심적인 개념이다(Franklin et al., 2007, p. 6). 그 중에서도 특히 통계학은 ‘표본 자료’의 변이성 축소에 관한 이론이라고 여겨지기도 하는데(이영하, 2014, p. 34), 그 이유는 통계적 추론이 표본에 근거하여 이루어지기 때문이다. Watson & Moritz(2000)는 표집 방법이 수집된 자료의 질을 결정하여 궁극적으로 모집단에 대한 추론에 영향을 미친다고 주장하였는데, 이때 표집 방법으로 인한 자료의 질이란 결국 표집변이성의 축소와 제어를 의미한다. 따라서 표본 개념의 핵심 속성으로서의 표집변이성에 대한 이해는 [그림 II-2]와 같이 표집분포 등 표본과 관련된 다양한 분포 개념과의 스키마를 형성함으로써 표본과 모집단 사이의 관계를 이해하여 올바른 통계적 추론을 가능하게 한다(Pfannkuch, 2008, p. 4).



[그림 II-2] 표집변이성에 대한 사고방식의 틀

통계교육은 분포 개념을 이용하여 귀납추론 즉, 통계적 추론으로 이루어진 방법론을 구성하고, 이러한 통계적 추론의 정당성을 이해하기 위한 연역적 근거를 찾아나가는 독특한 사고 체계를 갖춘 교육이다(이영하, 2014). 우리나라 수학 교육과정에서는 국민 소양으로서 통계교육의 필요성을 제시하고 있으나, 민주시민으로서 갖추어야 할 통계적 소양을 명확히 제시하지 못한 채 통계적 추론 대신 통계적 지식과 기술에 치중한다는 비판이 제기된 바 있다(강현영 외, 2014). 따라서 우리나라 통계교육과정에서 통계 정보에 기반을 둔 합리적인 의사결정과 문제해결에 필요한 통계적 추론 과정을 반영해야 할 필요가 있다. 그리고 이를 위한 교수학적 시사점을 확인하기 위해 표본 개념과 그 개념에 내재된 두 속성-표본대표성과 표집변이성-을 중심으로 국내외 교육과정과 교과서를 고찰할 필요가 있다.

III. 국외 통계 교육과정

이 장에서는 표본 개념과 관련하여 호주, 뉴질랜드, 영국, 미국의 통계 교육과정을 분석한다. 각 국가별 학제나 교육과정 구성을 간략히 살펴

본 후, 통계 교육이 어떻게 이루어지고 있는지를 개관한다. 특히 본 연구의 목적과 연결되는 표본 지도에 관한 시사점을 도출하기 위한 기본 정보로, 각국의 통계 교육과정에서 표본대표성과 표집변이성을 중심으로 표본 지도는 어떻게 이루어지는지를 살펴본다. 이로부터 우리나라의 표본 지도에 관한 시사점을 얻고자 한다.

1. 호주

호주의 수학 교육과정¹⁾은 수와 대수(Number and Algebra), 측정과 기하(Measurement and Geometry), 확률과 통계(Statistics and Probability)의 3개의 내용 영역으로 구분되어 있다(Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority, 2014). 확률과 통계에 관한 내용은 가능성(chance)과 자료 표현과 해석(data representation and interpretation)으로 구분해 제시된다.

특히 표본과 관련된 내용은 8학년의 ‘자료 표현과 해석’에서 주로 지도되는데 이는 <표 III-1>과 같다.

<표 III-1> 호주의 표본 지도(8학년)

지도 내용	내용 설명
인구 조사, 표집 및 관찰과 같은 자료 수집 방법 조사	전수조사가 적절한 상황, 표본조사가 적절한 상황을 확인하기
다양한 탐구 과정으로 추출한 자료의 실용성과 합의점 탐구	자료를 수집하기 위해 임의표집을 사용하기
동일한 모집단으로부터 추출된 무작위 표본들의 평균과 표본의 비율 탐구	모집단의 특징을 예측하기 위해 표본의 성질을 사용하기
특이점을 비롯한 개별 자료가 평균이나 중앙값에 미치는 영향 조사	영향을 조사하기 위해 자료의 다양한 표현 사용하기

1) 호주의 학제는 주(州)에 따라 약간씩 차이가 있으나 유치원부터 6학년까지는 초등학교 교육, 7학년부터 10학년까지는 중학교 교육, 11학년에서 12학년까지는 고등학교 교육이 제공된다(교육과학기술부, 부산광역시교육청, 2009, p. 10). 국민공통 기본교육은 유치원에서 10학년까지의 교육이며, 이를 마친 학생이 대학 또는 기술 관련 교육기관으로 진학하고자 하는 경우 고등학교로 진급하여 11, 12학년의 교육을 이수한다. 고등학교 교육은 영어 한 과목만이 필수이고 다른 과목은 선택하여 수업이 이루어지기에, 본 연구에서는 국민공통 기본교육만 분석한다.

호주의 교육과정에서 통계 지도는 자료의 수집과 분석, 결과의 해석에 초점을 맞추고 있다. 특히 8학년부터 전수조사가 필요한 상황과 표집이 필요한 상황을 확인하도록 하고, 임의표집으로 추출된 자료들이 모집단을 대표할 수 있는지 확인한다. 그리고 모집단에서 추출된 무작위 표본들이 모두 같을 수 없다는 표집변이성도 인식하도록 한다는 점에 주목할 만하다.

2. 뉴질랜드

뉴질랜드의 수학 교육과정²⁾은 수와 대수(Number and Algebra), 기하와 측정(Geometry and Measurement), 통계(Statistics)의 세 내용 영역으로 구분된다(Ministry of Education, 2009). 각 학년군마다 세 내용 영역별로 기준(standards)과 기준에 관한 이해를 제공하고자 예를 제시한다.

5학년에 통계적 조사 과정을 거쳐 요약과 비교하는 문제를 접하고, 6학년과 7학년에 학습하는 표본과 관련된 내용은 <표 III-2>와 같다.

<표 III-2> 뉴질랜드의 표본 지도(6~7학년)

학년	지도 내용
6학년	통계적 조사 과정을 거쳐 요약하고 비교하는 문제를 해결한다. - (중략) - 표본이 다양하다는 것을 인식하고 맥락에 비추어 결과를 해석할 수 있다.
7학년	통계적 조사 과정을 거쳐 요약, 비교, 관계를 탐구하는 문제를 해결한다. - (중략) - 표본은 다양하며 서로 독립적임을 인식하고 맥락에 비추어 결과를 해석할 수 있다.

2) 박경미(2010)에 의하면, 뉴질랜드의 교육과정은 학년군을 도입하여 1학년부터 13학년까지를 8단계로 구분한다. 뉴질랜드 교육과정이 학년군을 도입한 다른 나라와의 차이점은 인접 단계 사이에 학년이 중복되도록 설정하였다는 점이다.

3) 나귀수, 황혜정, 임재훈(2003)에 의하면, 영국의 교육과정은 국가 수준의 교육과정이다. 국가 수준에서 학습 내용 및 성취수준에 대한 기준을 제시한다(p. 413). 영국의 학습 프로그램은 학년별로 구성되어 있지 않고 핵심 단계(Key Stage)라는 개념을 사용해 몇 개의 학년이나 연령을 묶어 단계별로 제시한다(박경미, 2010, p. 674).

뉴질랜드 교육과정의 통계 지도는 자료를 수집하고 이를 분석하여 문제를 해결하는 과정을 중시한다. 특히 통계적 조사를 수행하기 위해 표본 조사가 필요함을 강조하는 것뿐만 아니라, 표본이 다양하며 서로 독립적임을 인식하도록 한다. 이는 표본들이 항상 같을 수는 없으며, 표집에 의해 표본이 변화가능성을 갖게 되기에 독립적임을 뜻한다. 이로부터 표본대표성 뿐만 아니라 표집변이성에도 주목하여 지도한다는 것을 알 수 있다.

3. 영국

영국의 수학 교육과정³⁾은 핵심 단계에 따라 내용 영역의 구분이 다르다. 모든 핵심 단계에서 수(또는 수와 대수, Number and Algebra), 기하와 측정(Geometry and Measurement), 통계(Statistics)의 내용 영역은 편제되어 있지만, 통계 영역은 그 운영이 좀 다르다. 초등학교 과정에 해당하는 핵심 단계 1의 2학년부터 핵심 단계 2의 6학년까지는 통계 영역만을 다루며, 중학교 과정인 핵심 단계 3에 들어 통계와 함께 확률이 등장하고, 이후 핵심 단계 4까지는 확률과 통계가 함께 지도된다(강현영 외, 2014).

통계 지도에 관한 부분을 살펴보면, 핵심 단계 3까지 그래프 표현 등으로부터 자료의 분포를 해석하고 비교하는 것에 초점을 맞추고 핵심 단계 4에서는 표본에 관련된 내용을 학습하는데 이는 <표 III-3>과 같다(Department of Education, 2014).

<표 III-3> 영국의 표본 지도(핵심 단계 4)

학년	지도 내용
핵심 단계 4(고등학교 1~2학년)	핵심 단계 3에서 학습했던 내용에 이어서, - 하나의 표본으로부터 모집단의 분포와 특징을 추측하되 표집의 한계를 인식한다. - 모집단을 설명하는데 통계치를 사용한다.

영국 교육과정의 통계 지도는 막대그래프, 선 그래프, 원그래프, 산점도 등으로 자료를 표현하고 이를 분석해 모집단을 예측하고 문제를 해결하는데 초점을 맞추고 있다. 표본에 관한 학습이 다소 늦은 핵심 단계 4에서 이루어지지만, 하나의 표본으로 모집단을 추론하는 경험으로부터 표집의 한계를 인식한다는 점은 주목할 만하다. 자연스럽게 표본의 크기가 클수록 모집단을 적절히 설명할 수 있으며, 다양한 크기의 표본을 추출할 때 표집변이성을 지도할 수 있고 통계치를 사용하여 모집단을 추론하도록 한다는 점에서 표본대표성뿐만 아니라 표집변이성까지도 고려한다는 점을 알 수 있다.

4. 미국

미국⁴⁾의 Common Core State Standards Initiative는 2010년에 『Common Core State Standards for Mathematics(이하 CCSSM)』을 발표했다. 이는 기존에 적용되었던 NCTM의 Standards 2000과 달리, 학년별 구성 방식을 취하고 수학 내용 기준으로만 구성되며 학교급에 따라 내용 영역을 구분한다는 특징이 있다(박경미, 2010).

앞서 언급한 것처럼 CCSSM의 내용 영역은 학교급에 따라 다르다. 본 연구의 목적에 따라 통계 지도 부분을 살펴보면, K~5학년에는 ‘측정과 자

료(Measurement and Data)’ 영역에서 통계를 다루고, 6학년부터는 ‘통계와 확률(Statistics and Probability)’ 영역이 새롭게 도입된다.

측정과 자료 영역에서는 자료를 표현하고 해석하는 활동에 초점을 맞춘다. 자료를 범주로 조직하고 그림그래프와 막대그래프로 표현하며 학생들이 다양한 문제를 해결하도록 한다. 통계와 확률이라는 새로운 영역이 도입되는 6학년부터는 학습 내용의 수준이 다소 높아져 통계적 변이의 이해, 히스토그램, 상자수염그림 등을 이용해 수치화된 자료 나타내기, 자료를 요약하고 설명하기 등이 취급된다. 이를 살펴보면 <표 III-4>와 같다(Common Core State Standards Initiative, 2010).

<표 III-4> 미국의 표본 지도(7학년)

학년	지도 내용
7학년	모집단을 추론하기 위한 임의표집의 사용 - 표본을 조사함으로써 모집단에 대한 정보를 얻기 위해 통계가 사용될 수 있다는 것을 이해한다; 주어진 표본으로부터 모집단에 관해 일반화하는 것은 표본이 모집단을 대표할 때에만 유의미하다는 것을 이해한다. - 임의표집된 자료를 모집단에 관해 알려지지 않은 특징을 추론하는데 사용한다. 추정 또는 예측의 변이를 통제하기 위해 동일한 크기의 표본을 여러 번 표집한다.

CCSSM의 통계 지도는 자료의 표현과 해석으로부터 통계적 질문에 답을 하기 위해 변이성을 이해하고 모집단을 추론하는 데 초점을 맞추고 있다. 표본에 관한 학습이 본격적으로 이루어지는 7학년에는 표본대표성을 이해하도록 하며, 임의 표집된 자료로부터 모집단을 추론하기 위해서는 통계적 변이성을 이해할 필요가 있음을 강조한다는 면에서 표집변이성까지도 고려한다는 점은 주목할 만하다.

4) 미국의 학제 운영은 주별로 정책에 따라 다양하게 이루어지지만, 크게 초등학교(K~5학년), 중학교(6~8학년), 고등학교로 구분된다.

IV. 국외 통계 지도 사례

본 장에서는 호주의 교과서, MiC, 선행 연구에서 소개된 통계 지도 사례를 분석한다. 이 장에서는 각국의 교과서나 연구 집단에서 표본을 지도할 때 활용된 과제나 실제 교수학습 상황을 중심으로 간략히 살펴본다. 특히 본 연구의 목적과 연결되는 표본 지도에 관한 시사점을 도출하기 위해, 표본대표성과 표집변이성을 중심으로 표본 지도가 어떻게 이루어지는지를 확인한다.

1. 호주의 교과서

앞서 살펴본 바와 같이 호주에서는 8학년부터 표본조사의 필요성을 느끼도록 하고, 임의표집과 같은 표집 방법을 학습하도록 한다. 실제 호주 교과서(Pearson Education Australia, 2005)에 제시된 표본 지도 관련 과제는 [그림 IV-1]과 같다.

◆ 우리 학교의 학생 수 분포는 다음과 같다.

- A) 모집단으로부터 어떻게 임의표집을 할 수 있을까?
 B) 모집단으로부터 어떻게 층화표집을 할 수 있을까?

학년	학생 수(명)
7	120
8	120
9	120
10	140
11	220
12	180
합계	900

◆ 표본의 크기를 결정하여라.

- A) 1. 각 학생에게 번호를 부여하라.
 2. 계산기를 사용해 난수를 생성하라.
 (계산기의 RND 또는 RANDOM 버튼을 누르시오.)
 3. 학생 수에 난수를 곱하여라.
 4. 이 수의 다음 수에 해당하는 학생을 선택하라.

5. 서로 다른 30명의 학생을 선택할 때까지 이를 반복하라.
 B) 1. 선택된 층(또는 그룹)을 구하여라.
 2. 각 학년의 학생 비율을 구하고 표본의 크기를 곱하여라. 그리고 각 그룹에서 필요한 학생의 수를 구하여라.
 3. 이제 몇 가지 임의 과정에 따라 개별 학생들을 선택하라.

[그림 IV-1] Pearson Education Australia(2005)에 제시된 표본 관련 과제(p. 329-330)

이 교과서에서는 전수조사와 표본조사가 필요한 상황을 소개하고, 표본조사에 임의표집, 층화표집, 군집표집 등의 정의도 소개한다. 그리고 [그림 IV-1]의 과제처럼 학생들이 직접 임의표집과 층화표집을 할 수 있는 기회를 제공한다. 여러 가지 표집의 정의를 소개할 뿐만 아니라 학생들이 다양한 표집을 하고, 각 표집 방법의 절차와 특징을 파악하도록 한다. 특히 임의표집을 할 때, 계산기를 활용해 직접 난수를 생성하고 표본의 크기가 30인 표집을 하도록 함으로써 학생들이 직접 공학도구를 활용하도록 하는 점에 주목할 만하다.

덧붙여 모집단을 추론하기 위해 표집할 때 발생하는 편의를 설명하고, 편의를 줄이는 표집 방법으로 임의표집을 설명한다. 구체적인 예 중 편의가 발생한 사례를 고르고 그 이유를 설명하도록 하는 문제를 제공하고, 편의를 줄이기 위해 표본의 크기를 키울 필요가 있음을 설명한다. 학생들이 표집변이성을 느낄 수 있도록 제공하는 문제도 있는데 이는 [그림 IV-2]와 같다(Pearson Education Australia, 2013, p. 511).

◆ 아래 제시된 표는 주사위를 60번 던지는 시행을 다섯 차례 반복한 결과를 기록한 것이다.

결과	1세트	2세트	3세트	4세트	5세트
1	10	10	11	11	7
2	14	7	8	11	9
3	13	12	7	10	11
4	6	11	17	9	11
5	12	10	7	11	9
6	5	10	10	8	13

(a) 각 세트 결과를 이용해 주사위가 공정한지 설명하여라.
 (b) (a)에서 각 세트에 따라 내린 결론을 이용하여 주사위의 공정성에 관한 전반적인 결론을 내려라.
 (c) 결과들을 모두 통합하고 이를 바탕으로 주사위의 공정성을 판단하고 그 이유를 설명하여라.

[그림 IV-2] Pearson Education Australia(2013)에 제시된 표집변이성 관련 과제(p. 511)

이로부터 호주에서는 표본대표성뿐만 아니라 단일모집단으로부터 추출된 표본들이 항상 같을 수 없기 때문에 표집에 의해 표본이 갖는 변화 가능성을 뜻하는 표집변이성에도 초점을 맞춘다는 점을 알 수 있다. 표본과 표집에 관한 내용 지식과 학생들이 모집단에서 표집을 다양한 방법으로 경험하도록 해 방법적 지식도 학습하도록 한다. 또한 임의표집과 층화표집에 따라 표집된 표본들이 다를 수 있다는 점을 인식하고 표집에 편의가 발생할 수 있다는 것을 느낄 수 있도록 한다. 간단한 자료 조사 사례로부터 자연스럽게 표집변이성까지 경험하도록 한다는 점에 주목할 만하다.

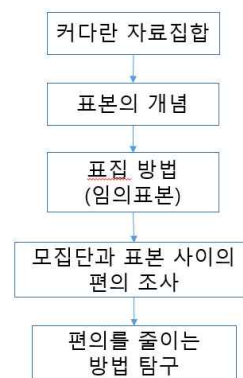
2. MiC

MiC는 NCTM의 수학교육 규준을 따르면서 Freudenthal의 철학을 반영하여 만들어졌다(이미숙 & 박영희, 2006, p. 443). 전통적인 통계교육이 너무 많은 통계 기법을 피상적으로 가르치고 기계적으로 적용하고 있다고 지적한 Freudenthal의 논의를 반영하여(이경화 & 지은정, 2005, p. 180),

5) 본 연구에서 분석한 MiC 교과서는 원본이 아니라 국내 연구진이 출판한 번역본임을 밝혀둔다.

MiC는 현실의 맥락에서 통계적 의미를 재발명하고 학생이 직접 추론을 할 수 있는 내용으로 구성되어 있다.⁵⁾

표본과 표본추출, 표본으로부터 모집단의 특성을 추론하는 과정에 관련된 내용은 초등학교 6학년에서 중학교 1학년 수준을 대상으로 지도된다. 여기에서 다루는 표본 개념과 관련된 지도 계열은 [그림 IV-3]과 같다.



[그림 IV-3] MiC의 표본 지도 계열

‘데이터를 한 눈에(Dealing with Data)’에서는 Pearson과 Lee가 1900년 무렵 실시한 자료 조사를 소개한다. 학생들이 표본 조사의 필요성을 느끼도록 하며, 표본, 모집단, 대표성의 용어를 설명한다. 특히 표본대표성에 초점을 맞춰 지도한다.

‘환경을 살리는 통계(Statistics and the Environment)’에서는 표집 방법에 주목한다. 임의표집을 할 때 고려해야 할 요소, 임의 표본의 중요성을 탐구하도록 한다. 이로부터 학생들이 표본이 대표성을 갖기 위해서는 치우치지 않고 통계적 조사가 수행되어야 함을 인식하도록 한다.

‘그림으로 보는 수 세상(Insights into Data)’에서는 표본대표성을 확인하기 위해 모집단과 표본을 비교하며 편의를 조사한다. 학생들이 편의의 가능성을 인식하고 자료를 표현하는 데 발생

할 수 있는 문제점을 인식할 수 있도록 한다.

‘통계로 나타낸 세상(Great Expectations)’에서는 표본과 표본의 크기와의 관련성부터 표본을 이용한 모집단의 특징을 예측하는 통계적 추론에 주목한다. 학생들이 표본조사의 불확실성을 인식하고 표본의 크기가 큰 표본이 모집단을 좀 더 정확히 반영하는 경향이 있음을 확인하도록 한다. 또한 확률적으로 표본과 모집단이 다를 수 있음을 이해하고, 편의가 생길 수 있는 질문 방법이나 표본의 선정 방법을 고려하도록 한다. 학생들이 표본을 선택할 때 편의가 생길 수 있는 과정을 생각하도록 한 과제는 [그림 IV-4]과 같다.

◆ 당신이 좋아하는 음악은?
나타샤와 데이비드는 학교 점심시간에 식당에서 음악을 틀어 주어야 한다고 생각합니다. 교장 선생님도 이들의 의견에 찬성하여 학생들이 어떤 음악을 좋아하는지 알아보라고 하셨습니다. 둘은 옆 반 학생들과 복도에서 만난 학생들을 대상으로 설문 조사를 하였습니다. 또, 나타샤는 음악반, 데이비드는 컴퓨터반에서도 조사를 하였습니다. 그리고 그 결과를 교장 선생님께 보고했습니다.
교장 선생님은 나타샤와 데이비드의 조사 결과를 보고 식당에서 어떤 음악을 틀어 주어야 할지 종류를 결정하지 못하였습니다. 왜 그랬을까요? 설명해 보세요.

[그림 IV-4] 표집 과정에서 편의가 발생할 가능성을 인식하도록 하는 과제(통계로 나타낸 세상, 2003, p. 20)

이와 같이 MiC는 자료 수집, 자료의 표현, 통계적 추론의 결과 도출에 이르는 과정을 학생들이 현실의 맥락에서 그 필요성을 인식하도록 하며 직접 탐구하도록 하고 있다. 특히, 임의표집의 의미나 그 의의, 표집 과정의 편의에 주목하여, 표본은 모집단의 특징을 파악하기 위해 선택한 자료 집합이며 표집 방법의 중요성을 강조하고 있다.

3. The Connections Project

The Connections Project(이하 CP)는 이스라엘에서 진행된 3년간(2005~2007)의 종단 연구이다. 초등학교 4학년을 대상으로 시작되었던 CP는 통계 학습에서 학생들의 비형식적 추리 능력을 향상시키기 위한 과제와 수업을 개발하고 적용하는 것에 목적을 둔 개발연구이다. 본 연구에서는 CP에서 6학년 학생들에게 표본을 지도했던 수업에 관한 연구인 Ben-Zvi et al.(2007)를 중심으로 통계 지도 사례를 살펴보고자 한다.

먼저 학생들에게 Shaughnessy & Chance(2005)에서 활용했던 과제([그림 IV-5])를 도입해 임의표집에 대한 이해를 촉진하였다. 이 과제로부터 학생들은 각 끈의 길이가 다르기 때문에 임의표집이 되지 않음을 인식한다. 그들은 모평균을 추정하기 위해 임의표집이 적절히 이루어져야 함을 인식하며 실제로 간단한 방법으로 임의표집을 한다.

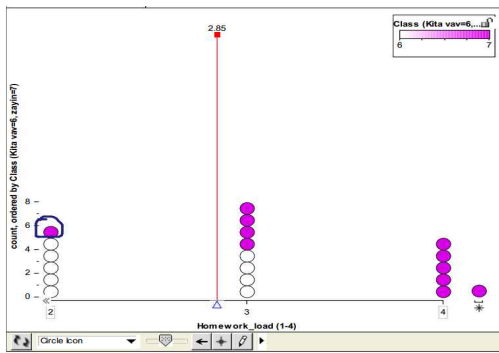
가방 속에 2cm 부터 35cm 까지 길이가 다양한 25개의 끈이 있다. 이때 10개를 꺼내 끈의 길이를 잴다. 꺼낸 10개의 끈 길이의 평균을 구한 후, 전체 끈 길이의 평균을 생각해보자. (단, 꺼낸 끈은 가방 속에 다시 넣는다.)

[그림 IV-5] 임의표집의 필요성과 의미를 이해하기 위해 제공된 과제(Ben-Zvi et al., 2007, p. 11)

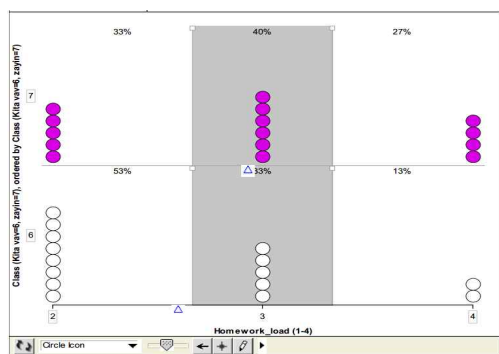
이와 같이 임의표집을 이해한 이후 학생들에게는 확률 통계 학습을 위해 고안된 공학 도구인 Tinker Plots(Konold & Miller, 2005, 이하 TP)을 활용한 과제가 제공되었다. 학생들은 ‘6학년과 7학년 학생들이 느끼는 수업 부담감을 어떠한가?’란 과제를 받고, TP를 사용해 시뮬레이션을 통하여 임의표집하고 모집단을 추론하였다. 학생들은 TP를 활용하여 표본의 크기가 20, 30인 표본을 추출하고 모집단을 추론하는데 이는 [그림 IV-6, 7]과 같다.

학생들은 다양한 크기의 표본을 추출한 결과를 그래프로 나타내어 자연스럽게 임의표집의 결과가

어떻게 변화하는지 인식하였다. 이후 학생들은 보다 도전적인 ‘멀리뛰기 기록과 좋아하는 운동 사이의 관계는 어떠한가?’란 과제를 스스로 만들었고, 역시 TP를 활용해 크기가 20인 표본을 추출하여 모집단을 추론하였다. 그런데 ‘6학년의 멀리뛰기 기록이 7학년의 기록보다 더 좋다’라는 추론 결과가 나오자 학생들은 도구를 사용해 성별에 따라 자료를 다시 정렬하였다. 그 결과 각 학년별로 남녀 학생의 비율이 다르다는 것을 알게 되었고, 표집에는 주의가 필요하고 단지 임의 표집이 아니라 표본의 크기가 충분히 커야함을 인식하게 되었다.



[그림 IV-6] 학년별로 10명씩 표집한 첫 번째 시뮬레이션 결과($n = 20$) (Ben-Zvi et al., 2007, p. 14)



[그림 IV-7] 학년별로 15명씩 표집한 두 번째 시뮬레이션 결과($n = 30$)를 학년별로 구분하여 나타낸 모습(Ben-Zvi et al., 2007, p. 15)

CP에서 초등학교 6학년을 대상으로 지도한 통계 수업에서는 자연스럽게 학생들이 자료를 수집, 표현, 분석하고 이를 바탕으로 모집단을 추론하도록 했다. 특히 임의표집의 필요성과 의미를 이해하도록 하고 모집단을 추론하는 과정에서 표본대표성을 인식하도록 하였다. 한편 다양한 크기의 표본을 추출하는 과정, 임의표집한 결과를 성별로 재정렬하는 과정에서는 임의표집을 했지만 남녀 비율이 다른 표본이 추출된다는 것을 이해하도록 했다. 이와 같이 학생들이 표집변이성을 인식하도록 함으로써 표집에 주의를 기울이도록 하고, 쉽게 자료를 표현하고 분석할 수 있도록 공학 도구를 사용하여 지도했다는 점에 주목할 만하다.

V. 논의 및 결론

본 연구는 국외 교육과정 분석과 국외 지도 사례를 중심으로 표본이 어떻게 지도되고 있는지를 살펴보았다. 특히 학교 통계 교육과정에서 의미 있는 표본 개념지도가 구현되기 위해 필요한 표본 개념의 두 요소인 표본대표성과 표집변이성을 중심으로 살펴보았다.

먼저 2장에서는 통계학에서 표본 개념이 지니는 의미를 검토하고, 교육과정 분석과 지도 사례 고찰을 위해 표본대표성과 표집변이성에 대해 고찰하였다. 3장에서는 호주, 뉴질랜드, 영국, 미국의 통계 교육이 어떻게 이루어지고 있는지 개관하고, 표본 지도는 어떻게 이루어지는지를 표본대표성과 표집변이성을 중심으로 살펴보았다. 4장에서는 외국 교과서와 선행 연구에 소개된 통계 지도 사례를 분석했다. 이 장에서는 각국의 교과서나 연구 집단에서 표본을 지도할 때 활용된 과제나 실제 교수학습 상황을 중심으로 살펴보았다. 이로부터 표본 지도에 관한 시사점을 도

출하면 다음과 같다.

첫째, 표본 개념의 지도는 자료 수집, 분석, 결과의 해석이라는 통계적 탐구 과정의 경험과 함께 지도되어야 한다.

국의 교육과정과 지도 사례를 살펴본 결과, 학생들이 직접 표본을 추출하고 수집한 자료를 다양한 형태의 그래프로 표현해 모집단을 추론한다는 것을 확인할 수 있었다. 통계 공식과 알고리즘에 초점을 맞춘 지도가 아니라 통계적으로 올바르게 합리적인 의사결정을 하기 위해 학생들이 스스로 자료를 다룰 기회를 제공한다는 점은 우리나라 통계 교육의 표본 지도에도 시사점을 제공한다. 특히, 2015 개정 수학과 교육과정의 개정 방향으로 통계적 소양을 강조하는 실생활 중심의 통계 내용 재구성 중 하나로 자료수집 방법으로서의 표본조사의 의미를 강조(박경미 외, 2015)하고 있다. 표본 개념이 그 중요성에 비해 지금까지 소홀히 다루어짐으로써 야기되던 문제점을 인식한 것으로, 본 연구에서 고찰한 내용과 제언은 의미 있는 표본 개념을 지도를 위한 시사점을 제공한다고 할 수 있다.

둘째, 통계 교육의 기초인 표본 개념 지도는 현재보다 빨리 지도되어야 한다.

일상에서 접하는 통계조사에 의한 정보는 대부분 모집단이 아니라 표본으로부터 얻은 것이다. 대중매체에서 제공하는 정보를 해석할 때 그 정보가 모집단이 아닌 표본으로부터 도출된 정보임을 염두에 두고 해석해야 한다. 따라서 표본 조사가 무엇인지 알아야 하며 이와 관련된 통계적 개념인 모집단과 표본에 대한 이해가 필요하다. 이러한 중요성 때문에 외국의 교육과정에서는 초등학교 시기부터 표본 개념을 지도할 것을 권고하고 있다. 본 연구에서 살펴 본 국외 교육과정 및 지도 사례 또한 표본 개념과 관련된 내용을 초등이나 중학교부터 시작하여 점진적으로 다루는 데 시사점을 제공한다.

우리나라의 경우 표본과 모집단에 대한 내용이 고등학교에서 처음으로 간단히 다루어질 뿐만 아니라 바로 통계적 추정을 다룬다. 따라서 학생들이 통계적 추정 단원에서 다루어지는 공식의 적용을 어려워하고 이해하는데 상당한 어려움이 있다고 지적되어 왔다. 따라서 표본과 관련된 내용을 지금보다 빨리 다루고, 기본적인 개념에서부터 통계적 추정까지 점진적으로 다루도록 해야 한다.

셋째, 표본 개념을 지도할 때, 표본대표성뿐만 아니라 표집변이성에도 초점을 두어야 한다.

호주, 뉴질랜드, 영국, 미국의 교육과정에는 표본대표성과 표집변이성을 함께 지도하고 있다. 또한 국외 표본 지도 사례에서는 다양한 표집 방법을 명시적으로 소개하고 실제 표집을 하는 경험을 제공하거나 임의표집을 할 때 편의를 줄이기 위해 주의해야한다는 것을 강조하고 있다. 이로부터 표집변이성 역시 학생들이 자연스럽게 인식하도록 지도한다는 점을 확인할 수 있었다. 표본 개념의 본질을 살리도록 교수학적 변환 방식에의 연구가 필요하다는 점에서(이경화, 지은정, 2005), 이는 우리나라 표본 개념 지도 및 그 실제 뿐만 아니라 통계 교육 전반에 시사점을 제공한다.

학생들은 통계적 추정에 필요한 계산은 할 수 있지만 그 과정은 이해하지 못하거나 수행한 계산 결과를 적절하게 해석하지 못하는 경우가 많다(DelMas, Garfield, & Chance, 1999). 통계적 추론은 표본을 통해 모집단의 특징을 추측하는 것이므로 표본 개념에는 통계적 추론에 사용되는 방법을 이해하는데 필수적인 주요 아이디어가 포함된다. 그러나 우리나라 교육과정에서는 고등학교에서 처음으로 모집단과 표본에 대해 간략히 다룬 후 바로 통계적 추정을 학습하고 있다. 표본평균의 분포는 모평균의 구간추정의 아이디어와 결과를 해석하는데 핵심적인 역할을 한다.

따라서 표본이 추출될 때마다 표본평균의 값이 달라지며 모평균과 관련하여 각각 특수한 분포 양상을 지닌다는 것을 학생들이 인식하는 기회를 가져야 한다.

넷째, 넷째, 효과적인 표본 개념 지도를 위하여 다양한 공학 도구를 활용해야 한다.

앞서 살펴본 세 가지 국외 표본 개념 지도 사례를 통해 계산기부터 확률 통계 학습을 위해 고안된 공학 도구까지 다양한 공학 도구가 활용됨을 알 수 있었다. 특히 계산기는 학생들이 쉽게 접근할 수 있고 도구 활용을 위한 별도의 교육을 받지 않아도 된다는 점에서 활용가능성이 높다. 또한 Ben-Zvi et al.(2007)에서 활용된 TP는 통계적 추론의 기회를 제공하기 위해 선택되었고, 초등학생들이 드래그 기능과 몇 가지 도구의 기능을 숙지하면 쉽게 활용가능하다는 점에서 표본 지도에 유의미하게 사용되었다. 우리나라 교육 현장에서도 여러 차례 표집한 표본이 즉시 화면에 제시되어 학생들이 표본의 변화가능성을 확인할 기회를 제공하는 등 공학 도구를 활용할 수 있다. 특히, 우리나라 수학교육과정에서 공학 도구의 활용을 적극적으로 장려하였고 2015 개정 수학과 교육과정에서도 통계교육에서 공학 도구의 활용을 강조하고 있다는 점에서 이는 공학 도구를 활용한 수업 구현에 시사점을 제공한다.

본 연구에서는 표본이 어떻게 지도되고 있는지를 표본대표성과 표집변이성을 중심으로, 국외 교육과정과 국외 지도 사례를 분석하여 살펴보았다. 이를 바탕으로 우리나라 학교 수학에서 표본 지도에 관한 시사점을 도출했다. 특히 최근 통계 교육과정에 관한 관심이 높아지고 통계적 소양을 기르기 위한 교육과정 개선의 요구가 높아지는 만큼 이는 표본과 표집의 지도에 관한 교육과정 구현에의 시사점을 제공한다. 본 연구는 문서화된 자료 즉, 교육과정 문서와 교과서 및 선행 연구로부터 고찰한 결과를 바탕으로 수

행되었기에 실제 표본 지도 사례를 분석한 후속 연구가 이루어질 필요가 있다. 이로부터 학생들이 표본 개념의 본질을 충분히 이해하고 자료 수집, 분석 및 결과의 해석으로 이어지는 통계적 의사결정의 교수학습 사례를 분석하는 연구로 그 범위를 확장시켜 나갈 수 있다.

참고문헌

- 강현영, 신보미, 고은성, 이동환, 심송용, 김정자, 구나영, 정인수, 최경식, 홍지혜(2014). **통계 교육 활성화를 위한 수학 교육과정 개선 방안 연구**. 한국과학창의재단. 연구보고 2014A039. 교육과학기술부, 부산광역시교육청(2009). **세계 각국의 교육과정 및 운영사례VI, 종합편, 미국, 일본, 대만, 캐나다, 호주**. 교육과정자료-442.
- 김남희, 나귀수, 박경미, 이경화, 정영욱, 홍진곤 (2011). **예비교사와 현직교사를 위한 수학교육과정과 교재연구**. 서울: 경문사.
- 나귀수, 황혜정, 임재훈(2003). 수학과 교육과정에서의 내용 비교 연구. **수학교육학연구**, 13(3), 403-428.
- 류근관(2013). **통계학**. 파주: 범문사.
- 박경미(2010). ‘학년군’과 ‘수학적 과정’을 중심으로 한 외국 수학과 교육과정의 최근 경향 비교 · 분석. **학교수학**, 12(4), 667-686.
- 박경미 외(2015). 2015 개정 수학과 교육과정 시안 개발 정책연구 공청회 자료집.
- 이경화, 지은정(2004). 표본 개념의 교육적 의의와 교수학적 변환. **수학교육학논총**, 26, 173-192.
- 이경화, 지은정(2005). 표본 개념의 교육적 의의와 인식 특성 연구. **수학교육학연구**, 15(2), 177-196.
- 이미숙, 박영희(2006). 6 학년 학생들의 표본개념 이해 및 자료 분석에 관한 연구. **학교수학**, 8(4), 441-463.

- 이영하(2014). 인문학으로 풀어 쓴 통계교육 원론. 서울: 이화여자대학교출판부.
- 이영하, 신수영(2011). 초·중·고등학교 확률과 통계 단원에 나타난 표본개념에 대한 분석. **수학교육학연구**, 21(4), 327-344.
- 이정진(2011). 통계 개념 체크하기. 이동명(편.). **손 안의 통계** (pp. 6-40). 성남: 한국통계진흥원.
- 정한영(1995). **통계학사 개론**. 춘천: 한림대학교출판부.
- 탁병주, 구나영, 강현영, 이경화(2014). 표본 개념에 대한 고찰: 역사적 분석을 중심으로. **학교수학**, 16(4), 727-743.
- Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority. (2014). *The Australian Curriculum Mathematics*. Australia.
- Ben-Zvi, D., Gil, E., & Apel, N. (2007). What is hidden beyond the data? Young students reason and argue about some wider universe. *In Proceedings of the Fifth International Forum for Research on Statistical Reasoning, Thinking and Literacy*. Warwick, UK: University of Warwick.
- Common Core State Standards Initiative. (2010). *Common Core State Standards For Mathematics*. U.S.A.
- DelMas, R. C., Garfield, J., & Chance, B. (1999). A model of classroom research in action: Developing simulation activities to improve students' statistical reasoning. *Journal of Statistics Education*, 7(3).
- Department of Education (2014). *Mathematics programmes of study: Key Stage 3, National curriculum in England*. England.
- Franklin, C. G., Kader, G., Mewborn, D., Moreno, J., Peck, R., Perry, M., & Scheaffer, R. (2007). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education report*. Alexandria: American Statistical Association
- Garfield, J. & Ben-Zvi, D. (2008). *Developing students' statistical reasoning: Connecting research and teaching practice*. New York: Springer.
- Jong, J. & Wijers, M. (2004). **데이터를 한 눈에**. (나온교육연구소 역). 서울: 도서출판 나온. (영어 원작은 2003년 출판).
- Jong, J. & Wijers, M. (2004). **환경을 살리는 통계**. (나온교육연구소 역). 서울: 도서출판 나온. (영어 원작은 2003년 출판).
- Jong, J. & Wijers, M. (2004). **그림으로 보는 수 세상**. (나온교육연구소 역). 서울: 도서출판 나온. (영어 원작은 2003년 출판).
- Jong, J. & Wijers, M. (2004). **통계로 나타낸 세상**. (나온교육연구소 역). 서울: 도서출판 나온. (영어 원작은 2003년 출판).
- Konold, C., & Miller, C. D. (2005). *TinkerPlots: Dynamic data exploration. Computer software* Emeryville, CA: Key Curriculum Press.
- Meletiou-Mavrotheris, M., & Paparistodemou, E. (2015). Developing students' reasoning about samples and sampling in the context of informal inferences. *Educational Studies in Mathematics*, 88(3), 385-404.
- Ministry of Education. (2009). *The New Zealand Curriculum: Mathematics Standards for years 1-8*. New Zealand.
- Pearson Education Australia. (2005). *Heinemann Maths Zone for South Australia 8*. Australia.
- Pearson Education Australia. (2013). *Pearson Mathematics 8*. Australia.
- Pfannkuch, M. (2008). Building sampling concepts for statistical inference: A case study. *ICME-11 Proceedings*, Monterrey, Mexico, July 2008.
- Pfannkuch, M., Arnold, P., & Wild, C. J. (2015).

- What I see is not quite the way it really is: students' emergent reasoning about sampling variability. *Educational Studies in Mathematics*, 88(3), 343-360.
- Rubin, A., Bruce, B., & Tenney, Y. (1990). Learning about sampling: Trouble at the core of statistics. In D. Vere-Jones(Eds.). *Proceedings of the third international conference on teaching statistics*. (Vol. 1, pp. 314-319). Voorburg: International Statistical Institute.
- Saldanha, L. & Thompson, P. (2002). Conceptions of sample and their relationship to statistical inference. *Educational Studies in Mathematics*, 51, 257-270.
- Salmon, W. C. (1994). *과학적 추론의 기초* (양승렬 역). 서울: 서광사. (영어 원작은 1967년 출판).
- Shaughnessy, M., & Chance, B. L. (2005). *Statistical questions from the classroom*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Watson, J. M. (2013). *학교에서 어떤 통계를 배워야 하지? 통계적 소양의 성장과 목표* (박영희 역). 서울: 경문사. (영어 원작은 2006년 출판).
- Watson, J. M. & Moritz, J. B. (2000). Developing concepts of sampling. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31, 44-70.

A Study on the Teaching Sample: An Analysis of Foreign Curriculum

Ku, Na-Young (Graduate School, Seoul National University)

Tak, Byungjoo (Graduate School, Seoul National University)

Kang, Hyun-Young (Mokwon University)

Lee, Kyeong-Hwa (Seoul National University)

The concepts of sample and sampling are central to make a statistically correct decision, so we need to be emphasized their importance in the statistics education. Nevertheless, there were not enough studies which discuss how to teach the concepts of sample and sampling. In this study, teaching sample and sampling is addressed by foreign curricula and cases of instruction in order to obtain suggestions for teaching sample and sampling. In particular, the curricular of Australia, New Zealand, England and the United States are analyzed, considering the sample representativeness and the

sampling variability; the two elements in the concept of sample. Also foreign textbooks and cases of instruction when it comes to teach sample are analyzed. The results say that with respect to teach sample can be divided into four suggestions: first, sample was taught in the process of statistical inquiry such as data collection, analysis, and results. Second, sample was introduced earlier than Korea curriculum. Third, when it comes to teach sample, sample variability, as well as sample representativeness was considered. Fourth, technological tools were used to enhance understanding sample.

* Key Words : sample(표본), sampling(표집), sample representativeness(표본대표성), sampling variability(표집변이성), an analysis of foreign curriculum(국외 교육과정 분석)

논문접수 : 2015. 8. 15

논문수정 : 2015. 9. 8

심사완료 : 2015. 9. 14