

초등학교 4학년 학생들의 표집활동 분석: 사례연구

박민선* · 고은성**

본 연구는 표집활동을 처음 경험하는 4학년 학생들의 활동을 관찰하고 분석한다. 분석의 목적은 두 가지로, 첫째 표집활동을 처음 경험하는 초등학교 4학년 학생들이 직면하는 어려움은 무엇인지 조사한다. 둘째, 서로 다른 맥락의 표집활동은 학생들이 표본 및 표집과 관련하여 어떠한 개념 또는 아이디어를 형성하고 개발하도록 돕는지 조사한다. 분석결과 표집활동을 진행하는데 있어 학생들이 갖는 가장 큰 장애물은 표본 조사에 대한 명확한 이미지 부족이었다. 학교 급식표 작성을 위해 좋아하는 음식을 조사하는 활동에서 학생들은 모집단에 대한 정보를 얻기 위해 표본으로부터 얻은 정보를 사용한다는 표본 조사에 대한 이미지를 형성할 수 있었다. 구슬의 개수를 추측하는 활동에서 학생들은 모집단의 정보를 얻기 위한 장치로 표본의 위력을 경험하고 표본조사에 대한 신뢰를 갖게 되었다. 특정 글자의 개수를 추측하는 활동에서 학생들은 편의 표본의 필요성을 인식하였다.

1. 도입

일상에서 접하는 통계조사에 의한 정보는 대부분 모집단이 아니라 표본으로부터 얻은 것이다. 신문이나 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 표본(sample)과 표집(sampling)에 대한 이해가 필요하다.

학생들은 통계조사에서 표본과 표집을 분리하여 사고하지 않는다(Jacobs, 1999; Rubin, Bruce, & Tenney, 1991; Watson, 2006; Watson & Moritz, 2000). 선행연구(Fischbein & Schnarch, 1997; Shaughnessy, 1992)에 따르면 표본과 표집을 포

함한 다양한 통계적 아이디어들은 성인들에게조차도 비직관적이다. 연구자들(Garfield, 2002; Watson, 2006)은 학생들이 구체적 활동을 통해 다양한 통계 개념들과 아이디어들에 대해 올바른 직관과 이해를 형성할 수 있도록 지도할 것을 주장한다.

통계적 사고에서 표본과 표집의 중요성 때문에 다양한 교육 문서(Australian Education Council, 1991; Department for Education, 1999; Ministry of Education, 1992; National Council of Teachers of Mathematics, 2000)는 초등학교 시기부터 이러한 개념들을 지도할 것을 권고한다. 통계의 주요 개념들을 학습하고 내면화하기 위해 학생들은 이른 시기에 주요 개념들을 접해야 하며, 서로 다른 맥락에서 또는 다른 주제와 연결되어 주요 개념들을 반복적으로 경험할 필요가 있다는 것

* 서울대학교 대학원, dpd1x103@snu.ac.kr (제1 저자)
** 전주교육대학교, kes7402@jnue.kr (교신저자)

이다(Garfield & Ben-Zvi, 2008).

이영하와 신수영(2011)은 고등학교에서 학생들이 통계적 추정을 어려워하는 이유로 초등 및 중학교에서 표본개념을 이해할 기회가 충분히 제공되지 않은 것으로 본다. 이들은 표본 자료는 이미 초등학교 4학년 때부터 사용되고 있지만 자료가 표본으로 지니는 의미에 대해서는 어떠한 언급도 없으며 단지 자료를 그래프로 나타내고, 그 결과에만 초점을 둔다고 지적한다. 김진호(1992)와 이경화와 지은정(2005)은 표본 개념에 대한 명시적인 지도 없이 고등학교 확률과 통계 단원에서 표본과 모집단의 관계를 분석하는 기법에 충실한 지도가 이루어지는 지금의 통계 교육은 오히려 학생들의 표본 개념 발달에 부정적인 영향을 미칠 수 있음을 확인하였다. 특히 이경화와 지은정(2005)은 문항 조사 결과를 토대로 표본 개념 도입의 적절한 시기를 6학년으로 보았는데, 도입 시기를 결정하기 위해서는 좀 더 다양한 접근의 연구가 필요하다고 언급하였다.

이미숙과 박영희(2006)는 표본 추출 경험을 통하여 학생들이 무작위성, 대표성, 편의 등에 대한 직관적 관념을 획득할 수 있다고 판단하고, 초등학교 6학년 1개 학급을 대상으로 실제적인 자료 수집을 수행하는 통계 조사 활동 수업을 진행하였다. 그들은 학생들의 활동 결과를 바탕으로 초등학교 6학년에서 표본을 추출하고, 자료를 정리하고, 분석을 통해 모집단의 특성을 예측하는 수업이 가능하다고 판단하였다. 또한 다른 학년 학생들을 대상으로 실제적인 통계 자료 수집을 통한 통계 교육이 가능한지에 대한 사례 연구가 이루어질 필요가 있다고 제안하였다.

이와 같이 연구자들은 지속적으로 학생들이 초등학교에서부터 표본개념에 명시적으로 노출되고 표집활동을 경험할 필요가 있음을 주장하고 있으며, 그것이 가능함을 보여주는 연구결과

를 제시해왔다. 본 연구에서는 사례연구를 통해서도 다른 3가지의 구체적인 표집활동에 참여한 초등학교 4학년 학생들의 활동을 관찰하고 분석한다. 특히 표집활동에 처음으로 참여하는 학생들이 직면하는 어려움은 무엇인지 조사한다. 그리고 각 활동이, 즉 서로 다른 맥락이 학생들이 표본 및 표집과 관련된 사고를 하는데 어떠한 기여를 하는지 조사한다. 본 연구의 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 표집활동에 처음으로 참여하는 학생들이 직면하는 어려움은 무엇인가?

둘째, 맥락이 표본 및 표집에 대한 사고에 어떠한 기여를 하는가?

II. 선행연구

1. 통계적 추정에서 표본과 표집

통계적 추정에서 표집은 가장 첫 번째 단계이자 핵심적인 단계로, 표집 개념이 바탕이 되어야 유의성 검정과 신뢰구간 계산의 원리 및 과정을 이해할 수 있다(Batanero, Godino, Vallecillos, Green, & Holmes, 1994, p.527). 표집은 통계적 탐구의 시작임에도 불구하고 그 자체만으로도 매우 복잡한 과정을 갖기 때문에 연구자들은 표집에 대한 이해를 위해 학생들은 오랜 시간과 다양한 경험을 필요로 한다고 본다(Watson, 2006). 최근 통계교육에서 강조하는 비형식적 추리(informal inference)는 저학년 학생들에게도 표본 및 표집에 대해 가르쳐야 한다는 관심을 유도하게 되었다. 이경화와 지은정(2005), 이미숙과 박영희(2006)의 연구 역시 이런 관심의 한 예가 될 수 있다. 비형식적 추리는 표본에 기초하여 모집단에 대해 추리한 것을 정당화하기 위해 학생들이 통계적 지식을 비형식적으로 사용하여

논증을 만드는 방법이다(Zieffler, Garfield, DelMas, & Reading, 2008, p.44). 표본과 표집에 대한 이해의 부족은 비형식적 추리를 제한한다(Dierdorff, Bakker, Maanen, & Eijkelhof, 2012). 자료를 바탕으로 모집단에 대해 판단하고 주장하고 예측하기 위해서는 표본 및 표집과 관련된 개념적인 요소에 대한 이해가 필요하다.

고은성과 이경화(2011)는 표집과 관련된 선행 연구를 바탕으로 표집의 이해와 관련된 주요 주제를 표본의 대표성, 표집 변이성¹⁾, 표집분포로 구분하였다. 먼저 표본의 대표성은 표본추출 과정이 적절한 방식으로 행해질 때 표본이 모집단과 유사한 특징을 지닐 가능성이 크다는 개념을 반영한다(Batanero, Godino, Vallecillos, Green, & Holmes, 1994). 표본의 대표성을 이해한다는 것은 표본을 모집단의 부분집합으로 간주하는 것이 아니라 모집단의 준비례적 축소 버전으로 간주할 수 있어야 한다는 것이다(Saldanha & Thompson, 2002). 그리고 모집단의 준비례적 축소 버전으로 간주할 수 있다는 것은 표집과정의 반복성과 변이성에 대한 이미지를 함께 수반한다는 것이다. 표본의 대표성을 올바르게 인식한 경우, 표집과정에서 나타날 수 있는 편의를 제거하여 모집단을 잘 대표할 수 있는 표본을 추출하고자 한다. 여기서 나타날 수 있는 방법이 무작위추출, 층화추출²⁾ 등이다(이외숙, 임용빈, 성내경, 소병수, 2000; Watson & Moritz, 2000).

표집변이성은 모집단으로부터 추출한 모든 표본들은 서로 다르며, 또한 어느 것도 모집단과 동일하지 않다는 개념을 반영한다(Franklin & Garfield, 2006). Pfannkuch(2008)은 표집변이성에 표본의 크기, 무작위성, 분포, 신뢰구간, 표본분

포와 모집단 분포의 관계 등의 개념이 함께 작용하고 있다고 하였다. 특히 표집변이성과 표본의 크기 사이의 관계에 대해서는 많은 연구에서 다루었다(Pfannkuch, 2008; Makar & Rubin, 2007; Pratt, Johnston-Wilder, Ainley, & Mason, 2008). 표본의 크기가 클수록 표본 분포가 모집단 분포와 비슷하게 나와서 모집단에 관한 정보를 얻을 수 있다(Pfannkuch, 2008). 즉, 표집변이성을 표현하는 대표적인 통계치인 표본평균의 분산에 대해 고려하는 경우, 표본의 크기가 클수록 표본평균의 분산은 작아진다(고은성, 이경화, 2011).

표집분포는 표본을 계속 반복 추출하면서 통계량인 표본평균의 값들을 추상화한 분포를 말한다(김응환, 이석훈, 2009, p.228). Chance와 delMas, Garfield(2004)는 표집분포가 표본, 모집단, 분포, 변이성과 같은 내용을 통합해야 하는 상당히 어렵고 추상적인 개념으로 보았다. 표집분포는 표본의 반복 추출을 가정한 이론적인 분포이기 때문에 그 자체를 이해하기도 쉽지 않으며, 이후에 표집분포 개념을 이용하여 신뢰구간을 구하거나 가설을 검정할 수 있어야 함에도 이를 연결하기가 쉽지 않다. 이영하와 이은호(2010)는 확률과 통계 교육과정을 구성하는 개념틀로 사용되었던 도구적(분포) 개념, 타당성(요약) 개념, 신뢰성(표본) 개념을 바탕으로 세 가지 개념과 표집분포와의 관계를 살펴보았다. 표집분포는 이들을 모두 포괄하는 중요한 개념으로, 모집단 → (표본개념) → 표본자료(추출) → (요약개념) → 통계량(분석/계산) → (분포개념) → 표집분포(계산) → (표본개념) → 추정/검정(추론)와 같이 통계 처리의 순서도 상에서 표집분포의 위치를 확인할 수 있다.

1) 통계에서 다루는 변이성의 한 종류로 동일한 모집단으로부터 추출된 표본이 서로 다른데 이를 표집 변이성이라 한다.
 2) 모집단을 몇 개의 층으로 나눈 후 각 층에서 무작위로 표본을 선정하는 방법으로, 각 층은 서로 다른 특징을 가져야 하며 층 내는 서로 유사한 특징을 가져야 한다.

지금까지 살펴본 바와 같이 표집분포는 고등 학생들에게도 쉬운 내용이 아니다. 그러나 표본의 대표성과 표집 변이성에 대한 초보적인 이해는 초등학생 때부터 서서히 발달한다는 연구가 결과가 제시되고 있으며(Metz, 1999; Watson, 2006), 연구자들은 초등학교에서부터 표집 활동의 기회를 통해 점진적으로 표본의 대표성과 표집 변이성에 대한 이해를 개발하는 것이 필요함을 언급한다(이미숙, 박영희, 2006; Watson, 2006).

2. 표본 및 표집에 대한 학생들의 이해

이경화와 지은정(2005)은 초등학교 5학년부터 고등학교 2학년까지 학생들을 대상으로 표본에 대한 인식을 조사하였다. 표본조사 결과를 모집단으로 일반화 가능한지를 묻는 문항(문항 2)에서 초등학교 5, 6학년 학생들은 중, 고등학교 학생들보다 더 유연한 사고를 보였으며, 추출된 표본의 대표성을 판단할 때 모집단의 특성을 고려하는지 여부를 조사하는 문항(문항 3)에서는 30% 정도의 학생이 올바른 사고를 보여주었다. 표본의 타당성을 표본의 대표성 및 편의성과 관련하여 판단하는지를 조사하는 문항(문항 7)에서는 초등학교 5학년부터 고등학교 2학년까지 각각 28.1%, 54.3%, 52.5%, 56.4%, 34.3%, 62.9%, 53.9%의 정답률을 보였다.

이미숙과 박영희(2006)는 6학년 학생들의 표본 개념의 이해 수준 향상을 위한 교수실험을 실시한 결과 학생들은 전수조사와 표본조사 중 표본조사 방법을 선호함을 확인하였으며, 표본조사 활동에 참여하면서 표본의 가치와 목적을 인식할 수 있게 되었다. 또한 표본조사 활동에 참여하면서 점차적으로 학생들은 표집이 필요한 상황에서 편의가 있는 표집으로부터 무작위 표집을 수행하는 것으로 표집에 대한 추론이 발달함을 확인하였다. 또한 표본으로부터 모집단 전체

의 특성을 도출하는 것을 어려워하던 수준에서 점차 표본을 통해 모집단의 특성을 파악할 수 있는 수준으로 발달하였으며, 표집을 할 때 비례 층화 추출을 선호하게 되었다. 또한 표본 조사에 따른 오류의 원인을 표집으로부터 찾는 모습을 보였다.

Metz(1999)는 다년에 걸쳐 2, 4, 5학년 75명의 학생들을 대상으로 자료기반의 과학적 연구 수업을 설계하고 진행하는 프로젝트를 실시하였다. 여기에서 학생들은 동물 또는 식물에 대해 탐구할 연구문제를 직접 설정하고 자료를 수집하고 결과를 분석하였다. 41%(31명)의 학생이 표본의 위력을 인정하였다. 이 학생들을 면담한 결과 18명의 학생은 표본의 크기가 적당하다면 표본을 통해 모집단의 정보를 얻을 수 있다고 생각하였으며, 10명의 학생은 표본으로부터의 결과가 타당하다면 모집단을 대표한다고 생각하였다. 그리고 8명의 학생은 또 다른 표본을 추출해 유사한 결과가 나와야 모집단을 대표한다고 생각했으며, 7명의 학생은 층화추출로 표본을 택해야 한다고 대답하였다.

Metz(1999)는 학생들이 작은 크기의 표본으로부터의 결과를 아무런 의심없이 곧바로 일반화하는 ‘작은 수의 법칙’ 관점을 모이는 학생이 거의 없음을 관찰하였다. 21명의 2학년 학생들 중 2명과 28명의 4학년 학생들 중 3명만이 ‘작은 수의 법칙’ 관점을 보였다는 것이다. 연구자는 이러한 결과는 학생들이 직접 연구문제를 설정하고 자료를 수집하고 분석하는 등의 실제적인 조사 활동을 수행하며, 활동 주제 역시 학생들의 수준과 관심이 고려된 것이어서 변이성에 대한 인식이 명확히 작용했기 때문으로 판단하였다.

Gil과 Ben-Zvi(2010)는 3년에 걸쳐 4-6학년을 대상으로 비형식적 추리적 추론(inferential reasoning)이 어떻게 발달하는지 조사하기 위해 교수실험을 실시하는데, 그 중에서 6학년을 대상으로 명

시적인 학습이 이루어지기 이전에 표집과 무작위성 개념 발달에서 나타나는 특징을 조사하였다. 연구에 참여한 학생들은 6학년과 7학년 학생들이 과제를 하는데 소요되는 시간을 표본 크기 20으로 조사하고 7학년 학생들이 6학년 학생들보다 더 오랜 시간이 걸린다는 결과를 얻었다. 학생들의 활동을 조사한 결과에 따르면 학생들은 표본을 무작위로 선정했기 때문에 표본 선정 방식이 좋다고 평가한 반면 표본으로부터의 결과를 어느 정도 신뢰하느냐에 대한 질문에는 그렇게 많이 신뢰하지 않는다고 대답하였다. 즉 무작위 표집에 대해 학생들은 표집방법의 적절성과 결과 해석의 신뢰성 사이에 불일치되는 인식을 가지고 있었다. 이는 학생들이 표집 변이성을 인식한 것으로 볼 수 있다. 또 일부 학생은 7학년 학생들이 6학년 학생들보다 과제에 소요되는 시간이 더 많은 것은 상식적으로 타당하기 때문에 표본이 모집단을 잘 반영한다고 생각하였다. 즉 맥락에 비추어 봤을 때 결과가 타당하기 때문에 표본이 대표성을 갖는다고 판단한 것이다. 납득할 수 없는 결과가 나온다면 표본 추출과정이 적절하게 무작위로 이루어졌는지 조사해볼 필요가 있다고 하였다.

Saldanha와 Thompson(2002)은 11, 12학년 학생들을 대상으로 표집분포가 구성되는 과정 및 표집분포와 모집단 비율 사이의 관계를 탐구하도록 교수실험을 실시하였다. 그 결과, 학생들의 표본에 대한 개념이 가법적 개념과 승법적 개념으로 구분됨을 확인하였다. 표본을 가법적으로 보는 것은 표본을 단지 모집단의 부분집합으로 보는 것이며, 승법적으로 보는 것은 표본과 모집단 사이에 유사비례성이 있음을 인식하는 것이다. 연구자들은 표본을 승법적으로 보는 학생들이 개별 표본 결과를 표집분포와 연결시킬 수 있고, 이를 통해 표본으로부터 모집단에 대해 추정할 수 있다고 하였다.

3. 표본 및 표집의 이해 향상을 위한 지도

NCTM의 수학교육규준에 따라 집필된 MiC 교재에서는 5학년 과정에서 학생들이 직접 자료를 수집하는 활동이 제시되며, 6학년 과정에서는 표본과 모집단에 대한 개념이 소개 되면서 표본의 대표성에 대한 아이디어에 접근하도록 한다. 7학년 과정에서 무작위 표본을 소개하고 어떻게 해야 무작위 표본을 수집할 수 있는지에 대해 다루며, 표집 과정에서 생기는 편의에 대한 개념도 학습한다(한형주, 2005).

호주 국가교육과정(National Statement on Mathematics for Australian Schools, 1991)에서는 초등학교 6학년 학생들이 표본이 무엇인지 이해할 수 있으며, 주어진 집단으로부터 적절한 표본을 선택할 수 있으며, 수집된 자료로부터 모집단에 대한 비형식적 추론을 할 수 있도록 지도할 것을 권고한다(Watson, 2004에서 재인용).

1-2학년 과정에서는 문제에 답하기 위해 어떤 정보를 수집해야 하며, 어떻게, 어디에서 정보를 수집할 것인지에 대해 토론하고 수집한 자료를 조직하고 표현하고 해석한다. 또한 다양한 자료 수집 방법에 대해 조사한다. 3-4학년에서는 어떤 자료를 수집할 것인지 결정할 수 있도록 해결해야 할 문제를 구체화하는 것을 학습한다. 5-6학년에서는 설문지 또는 조사를 통해 자료를 수집하고 스프레드시트와 같은 소프트웨어를 이용해 자료를 저장하고 조직하고 표현하고 분석한다. 7학년에서는 표본 조사의 목적을 이해하고 무작위 표본과 편의 표본의 차이에 대해 토론한다. 또한 문제 해결에 적합한 자료 수집 방법을 계획하고 스프레드시트를 이용해 자료를 저장하고 그래픽 소프트웨어를 이용해 그래프를 그린다(Department of Education and Children's Services, 2004).

Dierdorff 외(2012)는 표집에 대한 학생들의 이

해를 돕기 위해 나이에 따른 심장박동 수의 변화 양상과 같은 전문분야에서의 실제적인 자료를 교육적인 자료로 변형하여 학생들이 표본의 유용성을 인식하고 통계조사의 목적을 염두에 둔 채 활동이 진행될 수 있도록 할 필요가 있다고 제시하였다.

이영하와 신수영(2011)은 통계조사 활동을 제시할 때, 수집된 자료의 분석에만 초점을 맞추기보다는 활동의 목적에 맞는 대상을 선정하고, 표본을 어떻게 선택해야 하는가에 대해 학생들이 스스로 고민하고 선택한 방법에 대한 반성이 이루어지도록 지도할 것을 제안한다.

Watson(2004)은 중고등학생을 대상으로 표본과 표집에 관한 면담을 실시한 결과, 학생들의 수준 및 친숙도에 적합한 문제 상황에서 표집 변이성과 표본의 대표성을 인식하게 하고 편의를 인식하도록 강조하는 것이 중요하다고 보았다. 또한 Watson(2006)은 학생들이 하나의 맥락에서 표본에 대한 아이디어를 경험하게 되면 다른 맥락 내에서 그 개념을 사용할 수 있는 능력을 잃지 않음을 확인하였다.

III. 연구방법

본 연구의 목적은 크게 두 가지로 구분된다. 첫째, 표집 활동을 처음 경험하는 초등학교 4학년 학생들이 표본 조사를 하나의 문제해결 방식으로 채택하는 과정에서 어떠한 어려움을 보이는지 조사한다. 둘째, 서로 다른 맥락에서의 표집활동이 학생들이 표본 조사와 관련된 아이디어를 이해하고 습득하는데 어떠한 기여를 할 수 있는지 조사한다.

본 연구를 위한 교수실험은 4명의 4학년 학생들을 대상으로 겨울방학 중에 진행되었다. 연구 참여자는 경기도 의정부시의 한 초등학교 학생

들로 학교에서의 성취 수준은 중상위권에 속한다.

시뮬레이션을 사용하기 전에 구체물을 이용한 활동이 우선되어야 할 필요가 있다고 연구자들은 주장한다. 즉 시뮬레이션이 아닌 표집에 대한 실제적인 경험을 통해 표본 및 표집에 대한 이해를 발전시켜나갈 수 있도록 교수 설계가 이루어지는 것이 필요하다는 것이다(Garfield & Ben-Zvi, 2008; Gil & Ben, 2010). 따라서 본 연구에서는 학생들이 구체적으로 표본을 수집하거나, 그 계획을 세울 수 있도록 하는 활동을 고안하여 제시하였다.

본 연구를 위해 3개의 활동을 3차시에 걸쳐 제시하였다. 각 차시는 약 50분으로 구성되었으며, 연구자 중 1인이 3개의 활동 모두를 진행하였다. 첫 번째 수업 주제는 구슬의 개수 추측하기(활동 1)이다. 이 활동에서는 학생들에게 내부가 보이지 않는 상자를 보여주고, 상자 안에 검정색 구슬과 흰색 구슬이 전체 300개 들어있음을 알려주었다. 그리고 300개 중에 검정색과 흰색 구슬의 개수를 어떻게 예측할 수 있는지 그 방법을 제시하도록 하였다. 이와 같은 활동은 300개의 구슬이 모집단이 되고, 추출되는 일부의 구슬이 표본이 된다. 그래서 표본 추출 결과로 모집단의 정보를 예측해 본 후 예측한 결과가 실제 모집단과 얼마나 유사한지 비교할 수 있다. 이러한 비교를 통해 표본의 대표성을 인식하고 표본의 위력을 경험할 수 있게 된다.

두 번째 수업 주제는 글자의 개수 추측하기(활동 2)이다. 이 활동에서는 4학년 학생들이 즐겨 읽는 200쪽 분량의 한 권의 위인전을 보여주고 책 속에 ‘가’라는 글자가 몇 번 사용되었는지 예측할 수 있는 방법을 제시하도록 하였다. 200쪽 중에 표본에 해당되는 일부의 페이지에서 ‘가’라는 글자의 수를 조사한 후 그것을 토대로 모집단인 200쪽에 대한 정보를 추측해내야 한다. 표본을 선정할 때 1쪽부터 차례로 정하기보

다는 드문드문, 즉 무작위로 페이지를 정하는 경험을 통해 무작위성에 대한 이해를 도울 수 있다.

세 번째 수업 주제는 좋아하는 음식 조사하기 (활동 3)이다. 이 활동에서는 학교 급식표를 작성하기 위해 학생들의 의견을 반영해야 하는데, 이를 어떻게 조사하는 것이 좋은지 의견을 제시하도록 하였다. 학생 전체를 조사하는 것은 여러 면에서 어려움이 있기 때문에 일부를 조사하고 그것을 토대로 학교 급식표를 작성할 수 있다. 이때 전교생을 조사하지 않기 때문에 모집단에 대한 일부의 정보가 손실될 수 있다. 그러나 전교생이 아니라 일부의 학생을 조사하기 때문에 시간의 절약, 비용의 절감, 자료 처리의 수월함 등 유용한 면이 많다. 이러한 논의를 통해 학생들의 표본 조사의 유용성에 대해 알 수 있다.

활동은 먼저 (활동 1) → (활동 2) → (활동 3)의 순서로 제시되었다. (활동 1)과 (활동 2)에서 학생들이 활동을 완전히 마무리하지 못해 (활동 3)을 마친 후 다시 한 번 (활동 1)과 (활동 2)를 제시하였다³⁾. 즉 전체적인 활동은 (활동 1) → (활동 2) → (활동 3) → (활동 1) → (활동 2)의 순서로 이루어졌다. 수업은 모두 비디오와 오디오로 기록되었으며, 전사 자료를 만들어 학생들의 사고를 분석하기 위한 자료로 활용하였다. 수집된 자료에서 연구자와 학생들 사이, 그리고 학생과 학생 사이의 상호작용을 분석하였다. 각각의 활동에서 학생들이 직면하는 어려움 또는 학생들이 보이는 유연한 사고에 초점을 두고 분석이 이루어졌다.

IV. 연구결과 및 논의

1. 학생들이 직면한 어려움

3) 활동이 이러한 순서로 이루어진 이유에 대한 자세한 설명은 'IV. 연구결과 및 논의'에서 제시한다.

교사는 (활동 1)을 시작하면서 먼저 이 활동에서 해야 할 것이 무엇인지 학생들에게 설명하였다. 주어진 상자에 검정색 구슬과 흰색 구슬이 전체 300개 들어 있는데, 전체 구슬을 세지 않고 상자에 들어있는 검정색과 흰색 구슬의 개수를 예측할 수 있는 방법을 생각하도록 하였다. 이때 학생들에게 구슬 전체를 세지 않는다는 것과 구슬의 개수를 정확하게 알아내지 못해도 대략적으로 예측할 수 있는 방법이면 된다는 점을 강조하였다. 학생들에게 먼저 각자 이 문제를 생각해 볼 수 있도록 얼마의 시간을 주었다.

- 01 교사 : 자 어떻게 하면 될까?
- 02 이현 : 하나씩 꺼내서 세어 봐요.
- 03 교사 : 그것도 하나의 방법이 될 수 있겠네. 그런데 모두 세지 않고 알 수 있는 방법은 없을까?
- 04 하원 : 선생님은 (몇 개씩 들어있는지) 답을 아세요?
- 05 교사 : 예상한다는 것은 꼭 정확하게 알아맞혀야 하는 것이 아니라 대략적으로 알아맞혀도 되는 거야. 대략적으로 알아맞힐 수 있는 방법이 없을까?
- 06 수영 : 검정색하고 흰색이니까, 300 나누기 2 해서 그냥 150개씩이라고 하면 안 되나요?
- 07 현필 : 흰색이 299개일 수도 있고, 298개일 수도 있고, 297개일 수도 있고... 그러니까 그냥 찍어요.

(활동 1)의 목적은 표본 추출 결과로 모집단의 정보를 예측해 본 후, 예측한 결과가 실제 모집단과 얼마나 유사한지 비교를 통해 표본의 위력을 경험하도록 하는 것이었다. 그러나 학생들은 모집단인 전체에 대한 정보를 알기 위해 일부인 표본을 이용한다는 표본 조사에 대한 아이디어를 전혀 가지고 있지 않았다. 적어도 이 문제

상황을 표본 조사와 연결시키지 못했다. 학생들의 가장 큰 장애물은 표본 조사라는 아이디어에 대한 부족이었다. 제시된 문제의 해결방법으로 부분을 통해 전체의 경향을 대략적으로 알 수 있다는 아이디어를 생각해내지 못했다. 모집단(전체 구슬에서 검정색과 흰색 각각의 개수)의 경향을 대략적으로 예측하기 위해 모집단 전체를 조사해야 된다고 생각하였다(line 02).

학생들이 지닌 또 다른 어려움은 자료에 기반하여 판단해야 한다는 아이디어의 부재였다. 검정색 구슬과 흰색 구슬로 이루어져있기 때문에, 즉 2가지 경우로 구분되기 때문에 막연히 300을 2로 나눈다고 생각하거나(line 06), 다양한 경우중에 아무거나 한 가지를 선택할 수 밖에 없다고 생각하였다(line 07). 추론을 위해 자료를 이용해야 한다는 생각을 하지 못했다.

학생들이 더 이상의 아이디어를 제시하지 못해 교사는 (활동 1)을 보류하고 이어서 (활동 2)를 진행하였다. (활동 2)의 상황은 (활동 1)과 다르기 때문에 (활동 2)의 어떠한 측면이 학생들의 사고를 자극할 수 있다는 가정에서 이러한 결정을 내리게 되었다.

(활동 2)에서는 200쪽 분량의 위인전을 제시하고 제시된 책에 ‘가’라는 글자가 몇 번 사용되는지 예측하고자할 때 이용할 수 있는 방법을 제시하도록 하였다. (활동 2)에서도 학생들은 먼저 각자 자신의 생각을 정리하기 위해 얼마의 시간을 보냈다.

- 08 교사 : 자 어떤 방법이 있을까?
- 09 현필 : 모두 세 봐요.
- 10 교사 : 모두 세는 방법 말고 다른 방법 있는 사람?
- 11 하원 : (27쪽을 가리키며) 여기에 ‘가’라는 글자가 2번 나와요. 그러니까 2곱하기 전체 쪽수를 하면 안되요?
- 12 교사 : 여기(27쪽)는 ‘가’라는 글자가 2번 나

오는데, (다른 쪽을 가리키며) 여기에 도 2번 나온다고 해도 될까?

- 13 수영 : 그러면은 선생님은 답을 아세요?
- 14 이현 : 선생님도 (답을) 알 수 없을 것 같은데...
- 15 교사 : 정확하게 알아내는 것보다 근접하게 알아낼 수 있는 방법이 뭐가 없을까?
- 16 현필 : 그러면 (27쪽과) 28쪽을 조사해요. 그래서 (전체 쪽수의) 반만 곱해요.
- 17 교사 : 다른 방법은 또 없을까?
- 18 수영 : 한 줄에 ‘가’가 한 번씩 나온다고 생각하고 전체 몇 줄이 있는지를 세요.
- 19 교사 : (한 쪽을 편 후) 여기 줄에는 ‘가’가 하나 있는데, 여기, 여기, 여기에는 없는데.
- 20 수영 : 예상하는거니까 그냥 다 한 번씩 있다고 해도...(말끝을 흐린다)
- 21 이현 : 설득력이 없잖아.

(활동 2)에서 학생들은 (활동 1)에서보다 다소 발전된 모습을 보였다. 한 쪽(27쪽)에서 나타나는 ‘가’ 글자의 개수를 구한 후 전체 쪽수를 곱하자는 의견을 제시하였다(line 11). 200쪽 중 한 쪽은 아주 작은 크기의 표본이긴 하지만 표본을 이용하려는 아이디어를 제시하고 있다. 교사의 중재(line 12)에도 불구하고 여전히 두 쪽(27쪽과 28쪽)의 자료만을 조사한 후 그 결과에 전체 쪽수의 반을 곱하자는 의견을 제시하였다(line 16). 작은 크기의 표본을 일반화하려는 ‘작은 수의 범칙’ 관점을 지니고 있음을 확인할 수 있었다.

2. 각 활동에서의 경험

가. (활동 3)에서의 경험

(활동 2)에서 학생들이 더 이상의 아이디어를 제시하지 못해, 연구자는 (활동 3)을 진행하였다. (활동 3)에서는 학교 급식표를 작성하기 위해 학생들의 의견을 조사해야 하는데, 이를 위한 계

획을 세워 보도록 하였다. 조사 계획에 무엇(예를 들면 조사 인원, 조사 방법 등)이 포함되어야 하는지에 대해 아무런 언급을 하지 않았다. 학생들은 먼저 각자 자신의 생각을 정리하기 위해 얼마의 시간을 보냈다.

- 22 교사 : 자신의 의견을 이야기 해볼까?
- 23 하원 : 설문지를 만들어 모든 학생들에게 나누어 준 후 걷어요.
- 24 이현 : 모든 학생에게 설문지를 돌리는 것은 조금 힘들 것 같아요.
- 25 교사 : 왜 그렇게 생각해?
- 26 이현 : 학생들이 너무 많은 학교는 설문지를 조사하는데도 시간이 오래 걸리고, 그것을 통계내는데도 오래 걸리고, 힘들 것 같아요.
- 27 현필 : 대표를 뽑아도 되요?
- 28 교사 : 어떤 대표를 말하는 거야?
- 29 현필 : 조사하는 인원을 줄이기 위해서... 너무 인원이 많으면 조사하는 시간이 많이 걸리니까 인원을 줄여야 되니까 대표를 뽑으면 좋을 것 같아요.
- 30 교사 : 그럼, 대표를 몇 명 정도 하면 좋을까?
- 31 현필 : 반에서 1명 정도씩...
- 32 수영 : 학년마다 반의 수도 다르고, 반마다 인원수가 다른데, 그래도 되요?
- 33 교사 : 그게 왜 문제가 된다고 생각하는데?
- 34 수영 : 인원이 같아야 대표를 뽑는데, 인원이 다르면 대표가 조금...
- 35 교사 : 그럼 어떻게 해야 할까?

학생들은 아무런 대답 없이 자신의 생각을 개별적으로 정리하는 것을 계속 이어갔다. 잠시의 시간이 흘렀다.

- 36 교사 : 자신의 의견이 정리가 되었으면, 누가 발표해 볼까?
- 37 현필 : 각 학년의 1/4씩 조사를 해요.
- 38 교사 : 또 다른 의견은?

교사는 앞으로 나아가 칠판에 학생들의 의견을 정리하였다.

- 39 교사 : 애들아, 지금 3가지 방법이 나왔어. 첫째, 모든 학생을 조사한다. 둘째, 각 반의 대표를 1명씩 조사한다. 세 번째, 각 학년의 1/4씩 조사한다. 이 중에서 어떤 방법을 사용할 것인지 결정을 해보자. 어떤 것이 가장 적절할 것 같아?
- 40 현필 : 두 번째 거요.
- 41 수영 : 저도 두 번째 거요.
- 42 하원 : 저도요.
- 43 이현 : 저도요.
- 44 교사 : 왜 첫 번째 것보다 두 번째 것이 더 좋다고 생각해?
- 45 현필 : 모든 학생을 조사하는 것은 시간도 많이 걸리고, 통계낼때도 힘들 것 같아요.
- 46 교사 : 또 다른 의견은?
- 47 학생들 : (현필의 의견에 동의하는 표정을 보인다)
- 48 교사 : 그러면 왜 세 번째 방법보다 두 번째 방법이 더 좋다고 생각해?
- 49 현필 : 저 세 번째로 고칠래요.
- 50 교사 : 왜?
- 51 현필 : 각 반에서 1명씩 조사하는 것도 모든 사람의 의견을 다 못듣는거는 마찬가지잖아요. 그런데 각 학년의 1/4씩 조사하면은 여러 명의 의견을 듣고 급식표를 짤 수 있으니까 더 좋을 것 같아요.
- 52 하원 : 그래도 반에서 대표로 나오는거는 마찬가지잖아요.
- 53 교사 : 그렇지. 반에서 1명이 대표이나, (1/4인) 7~8명이 대표이나 그것만 차이가 있겠네. 어떤 것이 더 좋을 것 같아?
- 54 현필 : 1명이면은 의견을 다양하게 못 듣지 않나요?
- 55 하원 : 두 번째랑 세 번째랑 비슷한 것 같아요.
- 56 교사 : 비슷한 것 같아? 단지 1명이 대표이나, 7~8명이 대표이나 그것만 차이가 있고? 그러면 너희는 어떤 방법을 택할래?
- 57 현필 : 저는 세 번째요.

58 이현 : 저도요.

59 수영 : 저도요.

60 하원 : 저도요.

61 교사 : 이현이는 왜 세 번째로 바꾸었어?

62 이현 : 만약에 1명씩만 뽑으면 피자랑 햄버거만 나올 수 있는데, 여러 명 대표를 뽑으면 피자랑 햄버거 외에 다른 것들도 나올 수 있으니까 그게 더 좋을 것 같아요.

(활동 3)은 학생들에게 친숙한 상황일 뿐만 아니라 목적이 뚜렷하게 인식되는 활동이어서 학생들의 사고를 적극적으로 자극할 수 있었다. (활동 3)에서 학생들은 전교생(모집단)에 대한 정보를 얻기 위해 일부의 학생들(표본)을 조사하여 얻은 정보를 대신 사용한다는 표본 조사 아이디어를 문제해결을 위한 도구로 이끌어내어 활용할 수 있었다. 모집단의 정보를 얻기 위해 일부를 조사하는 것에 대해 거부감이 없었으며, 뿐만 아니라 표본 조사의 유용성을 인식하였다 (lines 26, 29, 37). 모집단의 정보를 얻기 위해 일부를 조사하는 것에 대해 거부감이 없다는 것은 표본 조사의 아이디어가 형성된 것(또는 활성화 된 것)으로 볼 수 있다. 이러한 표본 조사에 대한 이미지의 형성과정에서 정보의 손실을 어느 정도 감수하는 태도를 보였으며(line 51), 그렇지만 가능한 모집단과 유사한 표본을 얻을 수 있는 방법을 고민하는 모습을 보였다(lines 32, 34, 51, 54, 62).

나. (활동 1)에서의 경험⁴⁾

(활동 3)에 대한 논의 이후 교사는 (활동 1)을 다시 진행하였다.

63 교사 : 예들아, (활동 3의) 첫 번째 방법을 여

기에 적용시키면 어떻게 되는 거야?

64 학생들 : 일일이 다 세보는 거요.

65 교사 : 그러면 두 번째나 세 번째 방법을 여기에 적용시키면 어떻게 되는 거지?

66 현필 : 모두 300개니까 1/4이면 75개를 꺼내서 조사해요.

67 교사 : 그리고?

68 이현 : 4를 곱해요.

69 교사 : 애들아 선생님이 75개 꺼낼 때하고 이현이가 75개 꺼낼 때하고 결과가 같을까?

70 학생들 : 아니요.

71 교사 : 왜? 그럼 어떻게 하지?

72 이현 : 그러니까 아무나 꺼내요.

73 수영 : 골고루 섞어요.

학생들은 크기 75의 표본을 추출한 결과가 모두 다를 수 있다는 것은 인정했지만(lines 69, 70), 이것이 결과를 해석하는데 어떤 영향을 미치는지, 결과를 해석할 때 그것을 고려하는 것이 왜 중요한지에 대해 전혀 생각하지 못했다 (lines 71-73). 즉 표집변이성은 인식을 했지만 결과를 해석할 때 표집변이성을 어떻게 고려해야 할지, 어떻게 효과적으로 다룰 수 있을지에 대해서는 더 이상 생각하지 못했다. 그래서 교사는 학생들과 함께 구슬을 골고루 섞어 여러 번에 걸쳐 75개를 임의로 꺼내었다. 학생들로 하여금 검정색과 흰색 구슬의 개수를 센 후 기록하도록 하였다. 여러 번의 기록에 대한 평균을 구하여 꺼낸 75개의 구슬 중에 검정색 52개, 흰색 23개가 있다고 결정을 하였다. 그리고 여기에 4를 곱하여 모집단인 300개의 구슬은 208개의 검정색 구슬과 92개의 흰색 구슬로 구성되어 있을 것으로 예상하였다. 그 다음에 300개 전체를 모두 센 후 검정색 구슬이 200개, 흰색 구슬이 100개임을 확인하고 예상한 결과와 비교하였다.

4) 이 부분은 전체 활동 중에서 '(활동 1) → (활동 2) → (활동 3) → (활동 1) → (활동 2)' 두 번째 이루어진 (활동 1)에서의 내용이다.

- 74 현필 : 우와 정말로 거의 정확하게 맞추었어.
 75 하원 : 와, 1/4를 조사하는 방법이 정말로 가능하네.
 76 이현 : 다 세는 것보다 낫네.

(활동 1)에서 학생들은 처음과 달리 모집단의 정보를 예상하기 위해 모집단 전체를 조사하는 것이 아니라 표본을 이용하는데 거리낌이 없었다. (활동 3)에서 형성한 표본 조사에 대한 이미지는 (활동 1)에서 학생들이 모집단의 정보를 얻기 위해 표본을 사용하는 것에 대해 편안한 마음을 갖도록 한 것으로 보인다. 그리고 모집단을 구체적으로 확인할 수 있는 (활동 1)에서의 경험은 학생들이 표본의 위력을 조금이나마 경험하도록 해주었으며, 표본의 위력에 대한 믿음을 갖도록 해주었다.

다. (활동 2)에서의 경험⁵⁾

(활동 1)에 대한 활동 이후 교사는 (활동 2)를 다시 진행하였다.

- 77 교사 : 예들아, (활동 3의) 첫 번째 방법을 여기에 적용시키면 어떻게 되는거야?
 78 학생들 : 모두 다 세서 조사하는 거요.
 79 교사 : 그러면 두 번째나 세 번째 방법을 여기에 적용시키면 어떻게 되는 거지?
 80 하원 : 1/4이니깐 반의 반만 조사해서 4를 곱해요.
 81 교사 : 아, 반의반만 조사를 해? 그러면 전체가 약 200쪽이니깐 50쪽만 조사해?
 82 학생들 : 네.
 83 교사 : 그러면 어디를 조사할까?
 84 하원 : (1쪽부터) 50쪽까지만 조사해요.
 85 교사 : 50쪽까지만 조사해서 곱하기 4를 하면은 돼?
 86 현필 : 아니요 드문드문 골라야 돼요.

- 87 교사 : 드문드문 어떻게?
 88 현필 : 무작위로요.
 89 교사 : 무작위로? 무작위로 어떻게?
 90 이현 : 4, 8, 12, ... 이렇게 하면 좋을 것 같아요.

(활동 2)에서 역시 학생들은 모집단의 정보를 예상하기 위해 모집단 전체를 조사하는 것이 아니라 표본을 이용하는데 거리낌이 없었다. 그리고 (활동 1)에서 구슬을 골고루 섞어서 추출했던 경험은 표본을 추출할 때 편이가 없도록 해야 한다는 것을 인식하는 기회가 되었다. 200쪽 중에서 50쪽을 선택해 조사를 하는데 1쪽부터 50쪽까지 조사하는 것보다 드문드문 골라서 할 것을 제시하고 있다(lines 84-86). 비록 학생들이 무작위라는 용어를 정확하게 이해하고 사용했다고 간주할 수는 없지만, 학생들은 편이가 없는 표본의 중요성에 대한 관념이 서서히 형성되고 있음을 알 수 있다. ‘4, 8, 12, ...’과 같은 계통추출법 아이디어 역시 편이가 없는 표본의 필요성 인식으로부터 나온 것으로 볼 수 있다(lines 86-90).

V. 결론 및 시사점

본 연구에 참여한 4학년 학생들은 표집활동을 처음 경험하는 것으로, 표본 조사에 대한 이미지가 거의 형성되어 있지 않은 학생들이었다. 그래서 처음에는 모집단의 정보를 얻기 위해서는 반드시 전체를 조사해야 된다고 생각했으며, 표본을 토대로 모집단에 대해 추정하게 되면 정보를 손실하기 때문에 모집단에 대한 정확한 정보를 얻을 수 없다고 생각하였다. 즉 표본의 대표성에 대한 관념이 거의 없었다.

5) 이 부분은 전체 활동 중에서 ‘(활동 1) → (활동 2) → (활동 3) → (활동 1) → (활동 2)’ 두 번째 이루어진 (활동 2)에서의 내용이다.

Watson(2006)은 학생들이 하나의 맥락에서 표본에 대한 아이디어를 경험하게 되면 다른 맥락 내에서 그 개념을 사용할 수 있는 능력을 잃지 않는다는 것을 경험적 연구를 통해 확인한바 있다. 본 연구는 그녀의 연구결과를 고려하여 학생들이 하나의 맥락에서 경험한 아이디어를 다른 맥락으로 전이시킬 것이라는 가정에서 출발하였다. 그러나 서로 다른 맥락이 갖는 독특한 특징 때문에 학생들이 각 맥락에서 표본 및 표집과 관련하여 습득하는 아이디어의 깊이는 다를 수 있다는 것을 본 연구에서 확인하였다. 즉 각 활동에서 나타나는 사고는 표본 및 표집과 관련하여 부각시키는 아이디어의 측면이 서로 달랐다. 각각의 활동은 학생들에게 표본 및 표집과 관련하여 어떤 특정 아이디어에 대해 의미 있는 이해를 제공하며, 이러한 이해는 다른 맥락으로 전이가 가능함을 확인하였다.

예를 들면, 음식의 선호도 조사(활동 3)에서 학생들은 모집단(전교생)에 대한 정보를 얻기 위해 표본(일부의 학생들)을 조사해서 얻은 정보를 대신 사용한다는 표본 조사에 대한 이미지를 형성할 수 있었다. 이러한 이미지의 부족은 표본 조사를 처음 경험하는 학생들이 직면하는 가장 큰 어려움이었다. 그러나 음식의 선호도 조사는 학생들에게 익숙하면서도 목적의식이 명확한 활동이라는 특징 때문에 이 활동을 통해 이러한 이미지를 형성시켜줄 수 있었다.

구슬 추측하기 활동(활동 1)에서 학생들은 표본의 위력을 경험하고, 표본 조사에 대한 신뢰를 쌓을 수 있었으며, 이를 통해 표본의 대표성에 대한 관념이 미약하게나마 형성될 수 있었으며, 표집 변이성에 대한 거부감을 상당부분 해소할 수 있었다. 이것은 구슬 추측하기 활동이 음식의 선호도 조사 활동과는 달리 모집단의 정보를 구체적으로 확인할 수 있는 활동이었기 때문에 가능한 것이었다. 많은 선행연구들(Saldanha

& Thompson, 2002; Garfield & Ben-Zvi, 2008)은 구슬 추측하기와 같이 모집단의 정보를 구체적으로 확인할 수 있는 활동을 표집변이성과 표집 분포 학습에 활용할 것을 추천한다.

이경화와 지은정(2005)의 연구에 따르면 5학년 학생들의 경우 표본이 적절하게 수집되었음을 인정함에도 불구하고 표본으로부터의 결과를 모집단으로 일반화하는 것을 꺼려했다. 모든 자료를 조사하지 않고서 모집단에 대해 추론할 수 없다는 것이다. 또한 이미숙과 박영희(2006)의 연구에서 실험에 참여한 6학년 학생들은 표본 조사 활동에 임하기 전에는 표본으로부터 모집단에 대한 정보를 추론하는 것에 대해 불안해하였으나, 직접 표본에 해당되는 자료를 수집하고 분석한 후 그 결과를 모집단의 결과와 비교한 후 표본조사 결과를 신뢰하게 되었다. 이경화와 지은정(2005)의 연구에서는 학생들이 표본 조사 활동에 직접 참여한 것이 아니고 문항을 통해 그들의 사고를 표현했다는 점에서 이미숙과 박영희(2006)의 연구, 그리고 본 연구와 다르다. 이러한 연구결과들은 학생들이 표본 개념을 이해하고 표집활동의 위력에 대해 직관적인 관념을 획득하기 위해 표본조사 활동에 직접 참여할 수 있는 환경이 중요하며, 또한 표본조사 결과와 모집단 결과를 비교하는 활동이 유용함을 뒷받침한다.

글자 수 추측하기 활동(활동 2)에서 학생들은 편의 없는 표본의 중요성을 인식하고, 이를 위해 무작위로 표본을 선택하고자 하였다. 이는 (활동 1)의 영향이 작용한 것으로 보인다. (활동 1)에서 교사와 학생들은 75개의 구슬을 골고루 섞어, 즉 임의로 선택하여 검정색과 흰색 구슬의 개수를 센 후, 그 결과에 4를 곱하여 모집단을 추측하였다. 그러나 위인전의 1쪽에서 50쪽 까지에 사용된 ‘가’ 글자의 수를 센 후 4를 곱한 것이 아니라 ‘가’ 글자를 세기 위한 페이지를 무

작위로 골라야 한다는 아이디어는 (활동 2)에서 한 단계 더 발전된 아이디어로 볼 수 있다.

본 연구에서 학생들에게 제시된 서로 다른 3 가지 맥락에서의 활동은 표본 및 표집과 관련하여 부각시키는 아이디어의 측면이 서로 다르다. 그래서 각 맥락이 갖는 독특한 특징 때문에 학생들이 표본 및 표집과 관련하여 서로 다른 아이디어를 미약하게나마 습득할 수 있는 기회를 제공하였으며, 습득하는 아이디어의 깊이 역시 달랐다. 이러한 결과는 활동이 제시되는 순서에도 영향을 받은 것으로 보인다.

이경화와 지은정(2005)은 설문조사 연구를 통해 표본 개념 도입의 적절한 시기를 6학년으로 보았는데, 도입 시기를 결정하기 위해서는 좀 더 다양한 접근의 연구가 필요하다고 언급하였다. 이미숙과 박영희(2006)는 프로젝트 수업을 통해 6학년에서 표본을 추출하고, 자료를 정리하고, 분석을 통해 모집단의 특성을 예측하는 수업이 가능함을 확인하고, 다른 학년 학생들을 대상으로도 이러한 교육이 가능한지에 대한 사례 연구가 이루어질 필요가 있다고 제안하였다. 본 연구는 중상위권의 4명의 4학년 학생들을 대상으로 사례연구를 실시하고, 그 결과 학생들이 표본과 관련된 주요 아이디어, 즉 표본의 대표성, 표본 조사의 유용성, 무작위성 등에 대해 초보적인 수준의 직관을 개발함을 확인할 수 있었다. 후속 연구에서는 초등학교 단계에서부터 표본과 표집에 대해 어떠한 개념과 아이디어가 우선적으로 학습되어야 하는지 좀 더 세밀하게 이루어져야 하며, 이에 적절한 활동에는 어떠한 것이 있는지, 어떠한 순서로 제시하는 것이 효율적인지에 대해서도 지속적인 연구가 필요하다.

참고문헌

- 고은성, 이경화(2011). 예비교사들의 통계적 표집에 대한 이해. *수학교육학연구*, 21(1), 17-32.
- 김응환, 이석훈(2009). *통계교육*. 서울: 경문사.
- 김진호(1992). *중등학생의 무작위 개념의 이해도에 관한 연구*. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 이경화, 지은정(2005). 표본 개념의 교육적 의의와 인식 특성 연구. *수학교육학연구*, 15(2), 177-196.
- 이미숙, 박영희(2006). 6학년 학생들의 표본개념 이해 및 자료 분석에 관한 연구. *학교수학*, 8(4), 441-463.
- 이영하, 신수영(2011). 초·중·고등학교 확률과 통계 단원에 나타난 표본개념에 대한 분석. *수학교육학연구*, 21(4), 327-344.
- 이영하, 이은호(2010). 통계적 추론에서의 표집분포 개념 지도를 위한 시뮬레이션 소프트웨어 설계 및 구현. *학교수학*, 12(3), 273-299.
- 이외숙, 임용빈, 성내경, 소병수(2000). *통계학입문* (제2판). 서울: 경문사.
- 한형주(2005). 미국의 **Mathematics in Context** 교과서와 한국 수학교과서 비교 연구 - 통계영역을 중심으로 -. 한국교원대학교 석사학위논문.
- Australian Education Council. (1991). *A national statement on mathematics for Australian schools*. Carlton, Vic.: Author.
- Batanero, C., Godino, J. D., Vallecillos, A., Green, D. R., & Holmes, P. (1994). Errors and difficulties in understanding elementary statistical concepts. *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*, 25(4), 527 - 545.
- Chance, B., delMas, R., & Garfield, J. (2004). Reasoning about sampling distributions. In D. Ben-Zvi & J. Garfield (Eds.), *The challenge of*

- developing statistical literacy, reasoning, and thinking* (pp. 295-323). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Department for Education(1999). *Mathematics: The National Curriculum for England*. Wellington, New Zealand: Author.
- Department of Education and Children's Services (2004). *South Australian curriculum standards and accountability*. Hindmarsh: DECS Publishing.
- Dierdor, A., Bakker, A., van Maanen, J. & Eijkelhof, H.(2012). *Supporting students to develop concepts underlying sampling and to shuttle between contextual and statistical spheres*, paper presented at the ICME 2012 TSG, Seoul, Korea.
- Fischbein, E. & Schnarch, D. (1997). The evolution with age of probabilistic, intuitively based misconceptions. *Journal of Research in Mathematics Education*, 28(1), 96-105.
- Franklin, C. A. & Garfield, J. B. (2006). The GAISE project: Developing statistics education guidelines for grades Pre-K-12 and college courses. In G. F. Burrill & P. C. Elliott (Eds.), *Thinking and reasoning with data and chance: Sixtyeight yearbook* (pp.345-375). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Garfield, J. (2002). The challenge of developing statistical reasoning. *Journal of Statistics Education*, 10(3).
- Garfield, J. & Ben-Zvi, D. (2008). *Developing Students' Statistical Reasoning: Connecting Research and Teaching Practice*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Gil, E. & Ben-Zvi, D. (2010). Emergence of reasoning about sampling among young students in the context of informal inferential reasoning. In C. Reading (Ed.), *Data and context in statistics education: Towards an evidence-based society. Proceedings of the Eighth International Conference on Teaching Statistics (ICOTS8, July, 2010), Ljubljana, Slovenia*. Voorburg, The Netherlands: International Statistical Institute.
- Jacobs, V. R. (1999). How do students think about statistical sampling before introduction? *Mathematics in the Middle School*, 5, 240-263.
- Makar, K., & Rubin, A. (2009). A framework for teaching about informal statistical inference. *Statistics Education Research Journal*, 8(1), 82-105.
- Metz, K. E. (1999). Why sampling works or why it can't: Ideas of young children engaged in research of their own design. In F. Hitt & M. Santos (Eds.), *Proceedings of the 21st annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Vol. 2 (pp. 492-498). Cuernavaca, Mexico: PME.
- Ministry of Education. (1992). *Mathematics in the New Zealand curriculum*. Wellington, New Zealand: Author.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- Pfannkuch, M. (2008). *Building sampling concepts for statistical inference: A case study*, paper presented at the ICME 2008 TSG. Monterrey, Mexico.
- Pratt, D., Johnston-Wilder, P., Ainley, J., & Mason, J. (2008). Local and global thinking in statistical inference. *Statistics Education*

- Research Journal*, 7(2), 107-129.
- Rubin, A., Bruce, B., & Tenney, Y. (1991). Learning about sampling: trouble at the core of statistics. In D. Vere-Jones (ed.), *Proceedings of the Third International Conference on Teaching Statistics* (pp. 314-319). Voorburg, The Netherlands: International Statistical Institute.
- Saldanha, L. & Thompson, P. (2002). Conceptions of sample and their relationship to statistical inference. *Educational Studies in Mathematics*, 51, 257-270.
- Shaughnessy, J. M. (1992). Research in probability and statistics: Reflections and directions. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp.465-494). New York: MacMillan.
- Watson, J. M. (2004). Developing reasoning about samples. In D. Ben-Zvi and J. Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 277-294). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Watson, J. M. (2006). *Statistical literacy at school: Growth and goals*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Watson, J. M. & Moritz, J. B. (2000). Developing concepts of sampling. *Journal of Research in Mathematics Education*, 31(1), 44-70.
- Zieffler, A., Garfield, J., DelMas, R., & Reading, C. (2008). A framework to support research on informal inferential reasoning. *Statistics Education Research Journal*, 7(2), 40-58.

Fourth Graders Engaged in Sampling: A Case Study

Park, Min-Sun (Graduate School, Seoul National University)

Ko, Eun-Sung (Jeonju National University of Education)

This study examines fourth graders engaged in three concrete activities involving sampling from finite populations. The first included a survey of popular foods for school meals. The second had them take samples from a box containing white and black marbles to predict how many white and black marbles were in the box. The final activity required them to predict how many times the Korean letter ‘가’ would appear in a Korean story book. The results show that the participants can experience and notice different ideas related to

samples and sampling in different activities. In the first activity, they acknowledged that samples are useful for obtaining the information about populations. A population survey is difficult and is not overly useful. In the second activity, they recognized that samples cannot be identical to their population but that the information from a group of samples is similar to the information of the population. In the last activity, they devised some ideas about random sampling even though the ideas were immature.

* Key Words : Fourth graders, population, sample, sampling, case study

논문접수 : 2014. 7. 30

논문수정 : 2014. 8. 20

심사완료 : 2014. 8. 24