

자료집합 비교 활동에서 나타나는 중학교 학생들의 통계적 추리(statistical inference)에 대한 연구

박민선* · 박미미** · 이경화*** · 고은성****

통계교육에서 많은 연구자들이 자료집합 비교 활동을 통계적 추리를 위한 중요한 활동으로 강조한다. 자료집합 비교 활동은 2009년 개정 교육과정에서 중학교 확률과 통계 영역에 다시 포함되었다. 본 연구는 자료집합 비교 활동에서 중학교 학생들이 비형식적 추리를 경험하면서 추리통계에서 강조되는 어떠한 통계적 개념과 요소에 주목하는지, 자료집합 비교를 토대로 한 의사결정 과정에서 이러한 개념과 요소들을 어떻게 사용하는지 조사하고, 그 특성과 관점의 변화는 어떠한지 확인하였다. 연구 결과, 학생들은 비형식적 추리에서 자료값, 비교기준, 퍼짐, 표본과 같은 통계적 요소에 주목함을 확인하였으며, 학생들의 비형식적 추리에서 나타나는 특징을 자료값에 대한 관점, 비교기준에 대한 관점, 퍼짐에 대한 관점, 표본에 대한 관점, 네 가지로 구분하여 제시하였다. 그리고 자료집합 비교 활동이 중학교 학생들에게 비형식적 추리 경험을 제공함으로써 기술통계와 추리통계의 연결 도구가 될 수 있다는 가능성을 확인하였다.

1. 서론

연구자들은 학생들이 기술통계에서 추리통계로 단절 없이 진행할 수 있도록 하기 위해 어떻게 지도하는 것이 바람직한가에 대해 관심을 가져왔다. Rubin과 Hammerman, Konold(2006, p.1)는 학생들이 추리통계를 잘 이해하도록 하기 위한 바람직한 지도 방법에 대한 연구가 부족하며, 지금의 교육은 학생들이 이전에 학습한 내용과 단절적으로 추리통계를 학습하도록 이루어지고 있음을 지적한다. 많은 연구자들이 이에 대한 대안적 방법으로 비형식적 추리(informal

inference)라는 개념을 도입하였다(Makar & Rubin, 2009; Zieffler, Garfield, DelMas, & Reading, 2008).

그러나 학생들이 비형식적 추리에서 나타나는 요소들을 추리통계에서 필요한 개념들로 어떻게 발전시켜나가는지, 또는 어떻게 연결하는지에 대한 정보가 제공되지 않는다면, 교사와 학생들은 계속해서 추리통계를 기술통계와 단절적으로 다루게 될 것이라고 연구자들은 지적한다(Pfannkuch, 2006, p.27). 따라서 학생들이 비형식적 추리와 형식적 추리를 어떻게 연결하는지, 자료집합의 어떠한 특징에 주목하여 연결하는지 살펴보는 것이 필요하다.

자료집합(data set)¹⁾ 비교 활동은 학생들로 하

* 서울대 대학원 (dpdx103@snu.ac.kr), 제1저자

** 서울대 대학원 (mimipark1127@gmail.com)

*** 서울대학교 (khmath@snu.ac.kr)

**** 서울대 대학원 (kes-7402@hanmail.net), 교신저자

1) 통계적 추리를 위해 자료의 집합을 개별적인 자료의 모임으로 보는 자료에 대한 국소적 조망에서 자료의 집합을 하나의 실체로 고려하는 자료에 대한 전체적 조망으로의 이동이 이루어져야 한다. 자료집합은 자료에 대한 이 두 관점을 모두 포괄한다(이경화·지은정, 2008).

여급 기술통계에서 필요한 통계적 개념 및 요소에 주목하도록 하기 때문에 통계교육에서 중요한 활동으로 간주되어 왔다(Makar & Confrey, 2004; Watson, 2008; Watson & Moritz, 1999). Watson과 Moritz(1999)는 학생들이 자료집합 비교 활동에서 시각적 전략과 수치적 전략 등을 사용함으로써 직관적인 수준에서 두 자료집합을 비교할 수 있음을 확인하였다. Makar와 Confrey(2004), Watson(2008)은 자료집합 비교 활동에서 학생들이 중심, 퍼짐, 변이와 같은 통계적 핵심 요소에 주목함을 확인하였다. 또한 Konold와 Higgins(2002)는 자료집합 비교 활동을 통해 학생들이 분포에 대한 추론을 향상시킬 수 있다고 주장한다.

자료집합 비교 활동은 기술통계에서뿐만 아니라 추리통계에서도 역시 중요하다. 자료집합의 비교는 통계적으로 유효한 결정을 내리거나 자료와 상황에 대해 추리를 할 때 직접적으로 관련이 된다(Ciancetta, 2007, p.15). 또한 자료집합 비교 활동은 통계적 추리에 따라 결론을 이끌어내는 경험을 제공하기 때문에, 추리통계의 기초 개념을 경험할 수 있는 풍부한 맥락을 지닌 활동이라 할 수 있다(Makar & Confrey, 2002, p.2). 이와 같이 자료집합 비교 활동은 기술통계와 추리통계 모두에서 적절히 사용될 수 있다.

우리나라 교육과정 역시 자료집합 비교 활동을 통계학습에서 중요한 요소로 간주하고 있다. 7차 교육과정에서는 중학교 1학년 확률과 통계 영역에서 도수분포와 그래프, 상대도수의 분포와 누적도수의 분포를 지도하면서, 그 심화 과정으로 도수의 합이 다른 두 집단의 분포를 비교하는 방법에 대해 알아볼 것을 제시하였다(교육인적자원부, 1997, p.69). 두 자료집합을 비교하는 내용은 2007년 개정 교육과정에서 삭제되었으나, 2009년 개정 교육과정에서 다시 제시된다(교육과학기술부, 2007; 2011). 2009년 개정 교육과정은 중학교 확률과 통계 영역에서 도수분

포와 그래프를 학습하면서 상대도수를 다룰 때, “상대도수는 도수의 총합이 다른 두 집단의 분포를 비교하는 상황에서 다룬다.”는 것을 교수·학습상의 유의점으로 제시하고 있다(교육과학기술부, 2011, p.31).

본 연구의 목적은 자료집합 비교 활동이 중학교 학생들의 통계적 추리 능력 개발에 어떻게 활용될 수 있는가를 조사하는데 있다. 이를 위해 다음과 같은 연구문제를 설정하였다. 첫째, 자료집합 비교 활동에서 학생들은 비형식적 추리를 경험하면서 추리통계에서 강조되는 어떠한 통계적 개념과 요소에 주목하는가? 둘째, 자료집합 비교를 토대로 한 의사결정 과정에서 이러한 개념과 요소들을 어떻게 사용하는가? 본 연구는 또한 연구결과를 바탕으로 자료집합 비교 활동에서 학생들이 주목한 통계적 개념을 추리통계를 위한 적절한 방향으로 사용하는지 여부를 확인함으로써 자료집합 비교 활동 지도에 대한 교육적 시사점을 제시하였다.

II. 이론적 배경

많은 연구자들이 추리통계의 중요성을 강조하였다. 실제 작업 환경에서는 기술통계, 심지어 탐색적 자료 분석보다는 추리통계가 훨씬 유용하게 사용되며(Bakker, Kent, Derry, Noss, & Hoyles, 2008, p.130), 실세계의 다양한 상황에서 의사 결정을 내릴 때 역시 추리통계가 중요하게 사용된다(Paparistodemou, & Meletiou-Mavrotheris, 2008, p.83). 그러나 학생들 수준에서 추리통계를 도입하는 것이 어렵기 때문에 연구자들(Makar & Rubin, 2009; Zieffler et al., 2008)은 대안적인 방법으로 비형식적 추리를 제안하였다. 연구자들은 학생들이 교육과정을 통해 비형식적 추리를 접하면 이후 통계학습에서 보다 쉽게 추리통계를 학습

할 수 있을 것이라고 지적한다(Zieffler et al., 2008, pp.45-46). Zieffler 외(2008, p.44)는 표본에 기초하여 모집단에 대해 추리한 것을 정당화하기 위해 학생들이 비형식적으로 통계적 지식을 사용하여 논증을 만드는 방법을 비형식적 추리라고 정의하였다. Makar와 Rubin(2009, p.85)은 또한 자료로부터의 정보를 이용해 확률적인 일반화를 만들거나 검증하는 비형식적인 추론 과정을 비형식적 추리로 정의하였다. 많은 연구자들이 비형식적 추리에 대해 다양한 정의를 제시하고 있으나, 연구자들이 제시하는 비형식적 추리는 공통적으로 기술통계에서 사용했던 통계적 지식을 사용하여 통계적 추리를 한다는 점, 표본으로부터 모집단에 대한 정보를 도출한다는 점을 비형식적 추리의 핵심으로 간주한다.

비형식적 추리의 요소에 어떠한 것이 있는지에 대해 조사한 연구들도 있다. 예를 들면, Rubin 외(2006, pp.1-2)는 비형식적 추리에서 핵심적인 요소를 개별적인 자료값의 성질이 아닌 신호와 소음 및 변이성과 같은 군집의 성질에 주목, 표본의 크기가 모집단 추정의 정확성에 미치는 영향의 고려, 편이의 통제, 항상 참인 것과 때때로 참인 것을 구분하는 경향성, 이렇게 네 가지로 구분하여 제시하였다. Zieffler 외(2008, p.45)는 또한 표본에 기초하여 모집단에 대해 판단하고 주장하고 예측하는 것, p-값 또는 t-검정과 같은 형식적인 통계적 절차나 방법을 사용하지 않는 것, 사전 지식(분포나 평균과 같은 기초적인 개념, 표본이 특정한 주장을 이끌어낼 수 있다는 인식, 기초적인 통계적 언어)을 사용하고 통합하여 현재의 지식을 사용 가능한 범위까지 이끌어내는 것, 표본에 기초하여 모집단에 대해 판단하고 주장하고 예측할 때 증거를 기초로 논증하는 것 등을 비형식적 추리의 요소로 제시하였다. 연구자들이 제시한 비형식적 추리의 요소를 살펴보면, 학생들이 비형식적 추

리를 할 때 표본에 대한 개념, 중심과 퍼짐과 변이와 같은 분포에 대한 추론에서 핵심이 되는 개념을 고려해야 함을 알 수 있다.

이와 같이 연구자들은 비형식적 추리 활동에서 학생들이 형식적 추리를 위한 개념 및 요소들에 주목하는 것이 가능하기 때문에, 비형식적 추리의 경험이 중요함을 지적한다. 그러나 비형식적 추리에서 어떻게 형식적 추리로 나아갈 수 있는지, 어떻게 비형식적 추리와 추리통계를 연결할 수 있는지에 대한 논의가 부족하다. 비형식적 추리는 기술통계와 추리통계를 연결하여 형식적인 추리통계를 쉽게 학습하도록 하기 위해 제시된 방안이므로, 연결에 대한 부분은 당연히 고려되어야 한다. Pfannkuch(2006)는 비형식적 추리를 형식적인 추리통계에서 나타나는 개념들로 연결하는 것을 강조하며, 상자그림을 비교하는 과정에서 교사들이 어떠한 요소들에 주목하는지 확인함으로써 비형식적 추리를 이후에 학습하는 형식적인 추리통계와 연결하고자 시도하였다.

III. 연구 방법

1. 연구 참여자

본 연구의 참여자는 교육청이 운영하는 수학 영재학급과 대학부설 과학영재교육원의 수학영재학급에 소속된 88명의 중학교 수학영재학생들이다(<표 III-1> 참조). 이들은 수학과 교육과정에서 아직 형식적인 추리통계를 배운 적이 없으며, 자료집합 비교 활동을 해 본 경험 또한 없다. 본 연구의 초점은 자료집합 비교 활동에서 학생들이 비형식적 추리를 하는 과정에서 추리통계에서 강조되는 어떠한 통계적 개념에 주목하는지 확인하고, 또한 이러한 개념들을 어떻게

<표 III-1> 연구 참여자

구분	1학년	2학년	3학년	전체
교육청 운영 수학영재학급	20	20	19	59
대학부설 수학영재학급	16	13	-	29
전체	36	33	19	88

사용하는지 확인하는 것이다. 따라서 중학교 학생들이 본 연구의 대상자로 적합하다고 판단되었다. 중학생들은 평균이나 범위와 같이 그들이 알고 있는 기초적인 통계 지식들을 이용하여 자료집합 비교 활동을 할 수 있으며, 또한 형식적인 통계 절차 혹은 방법을 사용하지 않고 표본으로부터 모집단에 대한 추리를 이끌어 낼 수 있다.

2. 검사 도구

[그림 III-1]은 본 연구에서 사용한 자료집합 비교 활동을 위한 과제이다. 선행연구로부터 ‘영화관 문제’와 ‘병원 문제’를 자료집합 비교 활동을 위한 과제로 선정하였다(Shaughnessy, Ciancetta, Best, & Canada, 2004; Ciancetta, 2007). 영화관 문제는 평균이 같은 두 자료집합이 서로 다른 범위의 자료로 구성되어 있을 때 학생들이 어떤 자료집합을 선택하는지 알아보기 위한 문항이다. 영화관이라는 현실적인 맥락을 함께 제공함으로써 학생들은 실제로 두 영화관 중 하나의 영화관을 고른다는 가정 하에 비교 활동을 시행하였다. 병원 문제는 평균은 유사하지만 자료의 크기가 서로 다른 두 자료집합이 주어졌을 때 학생들이 어떠한 근거에 기초하여 자료집합을 선택하는지 알아보기 위한 문항이다. 이 문제는 병원과 구급차라는 현실적인 맥락을 함께 제공하고 있다. 두 과제 모두 표본으로부터 모집단에 대한 추리를 요구한다. 또한 두 자료집합에서 드러나는 특성이 분포의 요

소들을 바탕으로 한 것이므로, 학생들은 기술통계에서의 지식을 바탕으로 추리를 해야 한다.

3. 자료 수집 및 분석

2010년 7월에 교육청이 운영하는 수학영재학급의 중학교 1, 2, 3학년 학생들을 대상으로, 2010년 8월에 대학부설 수학영재학급의 중학교 1학년 학생들을 대상으로, 2010년 10월에 대학부설 수학영재학급의 중학교 2학년 학생들을 대상으로 각각 세 시간 단위의 수업에서 자료집합 비교 활동을 시행하였다. 학생들에게 자료집합 비교 활동을 위한 다양한 문제들을 제공하였으며, 영화관 문제와 병원 문제는 그 중 일부이다. 1학년 학생들은 상대적으로 비교가 수월한 영화관 문제만을 해결하였으며, 2~3학년 학생들은 두 문제 모두를 해결하였다. 수업은 개별활동과 전체활동으로 진행되었다. 학생들은 먼저 개별적으로 활동지를 해결한 후 각자의 결정(즉, A영화관을 선택했는지 B영화관을 선택했는지)과 왜 그러한 선택을 했는지에 대해 전체적으로 발표하고 토론을 하는 순서로 진행되었다. 병원 문제에 대해서도 동일한 방식으로 수업이 진행되었다. 모든 수업은 녹화되었으며, 연구자들 중 1인이 수업을 진행하고 다른 연구자는 수업에 관찰자로 참여하였다. 수업은 모두 녹화되었으며, 수업 내용은 분석을 위해 모두 전사하였다.

본 연구의 자료는 학생 활동지, 영상 파일, 음성 파일로, 두 단계에 걸쳐 분석이 이루어졌다. 1차 분석에서는 주로 학생 활동지를 사용하여 첫 번째 연구문제 “자료집합 비교 활동에서 학생들은 비형식적 추리를 경험하면서 추리 통계에서 강조되는 어떠한 통계적 개념과 요소에 주목하는가”를 조사하였다. 먼저 선행연구를 통해 비형식적 추리 및 추리통계에서 강조되는

[영화관 문제] 최근 영화관에서는 영화가 시작되기 전에 광고(예고편, 비상구 알림 등)를 보여줍니다. 영화를 보기 위한 대기시간은, 광고가 시작되는 시간과 영화가 실제로 시작되는 시간의 차이입니다. 21 명의 학생들이 'A' 영화관과 'B' 영화관에 가서 대기시간을 조사하였습니다. 학생들은 두 영화관에서 각각 다른 영화를 보고 아래와 같이 대기시간을 기록하였습니다.

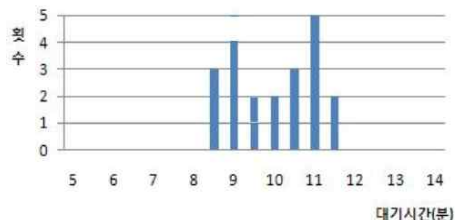
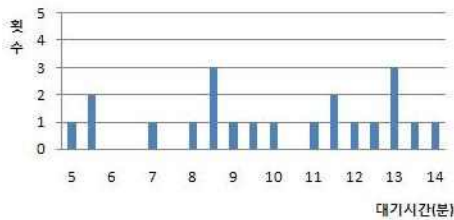
<A영화관>

5.0 12.0 13.0 5.5 9.5 13.0 5.5
 11.5 8.0 8.5 14.0 13.0 8.5 7.0
 8.5 12.5 13.5 11.5 9.0 10.0 11.0
 (평균 = 10분)

<B영화관>

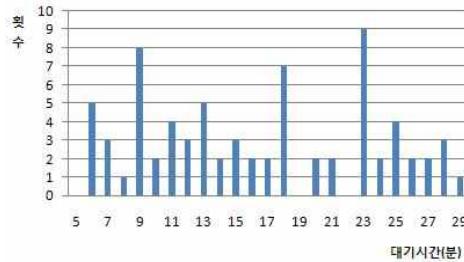
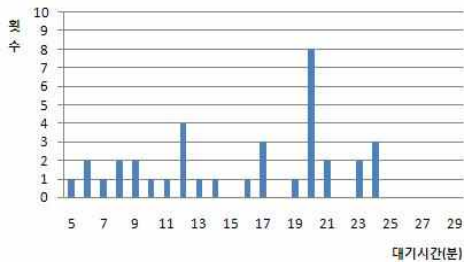
11.5 11.0 9.0 10.5 8.5 11.0 9.0
 10.5 9.5 8.5 10.0 11.5 10.5 8.5
 9.0 11.0 11.0 9.5 10.0 9.0 11.0
 (평균 = 10분)

서현이는 위의 자료를 가지고 다음과 같은 그래프를 만들었습니다.



두 영화관에서 보고 싶은 영화가 똑같이 상영한다고 할 때, 어느 영화관으로 가겠습니까? 그 이유를 설명해 봅시다.

[병원 문제] 용화네 학교 근처에는 'A' 병원과 'B' 병원이 있습니다. 학생 운영위원회에서는 학교에서 위급 상황이 발생했을 때 어느 병원의 구급차를 불러야 할 지 결정하기로 하였습니다. 구급차의 대기시간은, 병원에 처음 전화한 시간과 구급차가 실제로 도착한 시간의 차이입니다. 학생들은 'A' 병원에 대해 36개의 자료, 'B' 병원에 대해 74개의 자료를 모았습니다. 용화는 이 자료들을 가지고 다음과 같은 그래프를 만들었습니다.



이 그래프를 바탕으로 친구에게 어떤 구급차가 더 적당할지 추천해주려고 할 때, 어느 구급차를 추천 하겠습니까? 그 이유를 설명해 봅시다.

[그림 III-1] 자료집합 비교 활동을 위한 과제.

통계적 개념과 요소를 추출하고, 학생들이 의사 결정 과정에서 어떠한 개념과 요소에 주목하는지 조사하였다. 2차 분석에서는 두 번째 연구문제 “자료집합 비교를 토대로 한 의사결정 과정에서 이러한 개념과 요소들을 어떻게 사용하는가”에 답하기 위해 수업에서 이루어진 학생들의 토론 내용에 대한 전사 자료를 이용하였다.

자료분석의 타당도와 신뢰도를 위해 삼각검증법, 동료검토, 연구자 편견 등의 방법을 활용하였다. 삼각검증법은 나타난 결과들을 확인하기 위해 여러 명의 연구자가 검토하는 방식으로 이루어졌으며, 동료검토는 결과가 나타날 때 그 결과에 대하여 다른 연구자들에게 의견을 구하는 방식으로 이루어졌다. 연구자 편견은 연구 초기에 문헌 조사를 통해 이루어진 연구자의 가정, 그리고 이론적 경향성을 명료하게 제시하는 방식으로 이루어졌다(Merriam, 2005).

IV. 연구 결과

1차 분석결과 학생들은 자료집합 비교 활동에서 추리통계의 주요 통계적 요소인 자료값, 비교기준, 퍼짐, 표본에 주목함을 확인하였다. 이하에서는 각 요소와 관련된 학생들의 추리 과정을 제시하고, 이에 대한 분석결과를 제시한다. 분석은 학생들이 각 요소를 형식적인 추리통계를 위한 적절한 방향으로 사용하는지 그렇지 않은지, 그리고 각 요소를 고려하는 학생들의 추리의 특징은 무엇인지에 초점을 두고 이루어졌다.

1. 자료값

영화관 문제를 해결할 때 학생들은 자신들의 기준에 따라 자료값의 개수를 직접 세어봄으로

써 그 횟수에 의존하여 결론을 도출하였다. 이는 자료값을 가법적으로 보는 관점으로, 개별적인 자료값에 주목하는 것으로 간주할 수 있다.

01 S1: (중략) B영화관에서 최소로 기다릴 수 있는 게 8.5분이고 최대로 기다려야 되는 게 11.5분이잖아요. 그런데 지금 A영화관에서 5분이나 5.5분이나 8분이나 7분을 기다리는 경우가 더 적게 기다리는 셈이잖아요. 이게 다섯 개예요. 근데 11.5분보다 더 걸리는 경우는 12분, 13분, 13분, 14분, 14분, …… 암튼 해서 일곱 개예요. 그렇게 되면 지금 생각을 해보면 B영화관보다 더 적게 걸릴 횟수는 다섯 번인데 더 많이 걸릴 횟수는 일곱 번이잖아요. 그러면 전체적으로 대기시간이 적게 걸릴 수도 있지만 더 오래 걸릴 확률이 높다는 거예요.

02 S2: A쪽이 좋아요. 왜냐하면 평균이 둘 다 10이잖아요. 그럼 중앙에 10 값을 제외하고요, A의 경우는요, 10보다 일찍 보는 경우가 열 가지고요, 10보다 늦게 보는 경우가 열 개거든요? 그런데 오른쪽은요 중앙에 있는 10을 제거하고 보면요, 10보다 일찍 보는 게 아홉 번, 10보다 늦게 보는 게 열 번이어서 A쪽이 더 빠른 것 같아요.

S1은 A영화관과 B영화관의 겹치는 구간을 제외한 나머지 자료값의 개수를 세어 5개와 7개를 비교함으로써 A영화관이 더 오래 걸릴 확률이 높다는 결론을 내렸다(line 01). S2는 A영화관과 B영화관의 평균인 10을 기준으로 10보다 적은 경우와 많은 경우에 대한 각각의 자료값의 개수를 세어 A영화관이 10보다 적은 자료값이 더 많기 때문에 A영화관이 더 빠를 것이라는 결론을 내렸다(line 02). S1과 S2의 경우 비록 근거와 결론은 달랐지만 자료값의 개수를 세어 비교했다는 점에서 두 학생 모두 가법적 사고를 했음을 확인할 수 있다.

반면 병원 문제를 해결할 때 학생들은 곧바

로 자료값의 개수를 세기 보다는 먼저 비율을 이용하여 자료값의 크기를 조절함으로써 문제해결에 접근하였다. 이는 자료값을 승법적으로 보는 관점으로, 가법적 관점과 달리 자료값을 하나의 군집으로 보는 것이다.

- 03 S3: A 병원을 두 배로 놓고 보면 비슷하잖아.
 04 교사: 두 배로 하면 비슷하다는 건 무슨 말이죠?
 05 S3: A 자료가 지금 반 정도밖에 안 되니까, 그래프를 두 배로 늘려 가지고 비교해야 되는 거 아니에요?

S3은 병원 문제에서 자료값의 개수가 다르게 주어졌기 때문에 우선 비율을 이용하여 자료값을 두 배로 한 후 비교해야 함을 인식하였다(line 05). 학생들은 자료집합의 크기가 같은지 다른지에 따라 적절하게 가법적 사고와 승법적 사고를 선택적으로 사용하였으며, 이를 통해 자료집합을 하나의 군집으로 파악하였다. 추리통계에서 사용되는 자료집합은 모집단인 경우보다는 표본인 경우가 많으며, 또한 각 자료집합의 크기가 서로 다른 상황에 대해 자료집합을 비교해야 하는 경우가 많기 때문에 자료값들을 군집으로 파악하는 것이 필수적이다. 이러한 점에서 보았을 때 학생들은 비교되는 두 자료집합의 크기가 서로 같은지 다른지에 따라 적절한 전략을 사용하여 자료값에 대해 올바르게 인식함을 알 수 있었다.

2. 비교기준(중심)

두 자료집합을 비교할 때 비교기준을 세우는 것은 중요하다. 자료집합 비교 활동에서 비교기준의 변화가 크게 두 가지 형태로 나타났는데, 첫 번째는 평균이 아닌 특정한 점을 기준으로 세우는 것에서 평균을 기준으로 세우는 것으로의 변화였다.

- 06 교사: A영화관은 어때요?
 07 S4: 대기시간이 짧을 때보다는 길 때가 조금 더 많아요.
 08 교사: 짧을 때보다 길 때가 조금 더 많다?
 09 S5: 그 기준이 뭐니까?
 10 S4: 짧을 때 보면…….
 11 S5: 전 14분 짧은데요.
 12 S6: 10분을 기준으로 한다?
 13 교사: 어떻게 생각해요 지금?
 14 S6: 기준이 분명하지 않아요.
 15 S4: 기준은 7분이야.
 16 S6: 그걸 어떻게 알아?
 17 교사: 기준 7분은 어디서 나왔어요?
 18 S4: 그냥요. 14분이 제일 긴 거잖아요. 절반으로 나눴을 때.
 19 S6: 제일 긴 것 있으면 제일 짧은 것도 있잖아.
 20 S5: 그러면 5분이 제일 짧은 건데 그걸 두 배로 했을 때 10이라고 하던?
 21 S4: 아 그렇구나.
 22 교사: 어떻게 생각해요? 지금 A 그래프 안에서 대기시간이 짧은 것과 대기시간이 긴 것을 비교할 수 있을까요?
 23 S5: ‘평균에 비해’라고 하면 가능하겠죠?
 24 교사: ‘평균에 비해’라고 했을 때 가능하다.
 25 S4: 평균을 기준으로 길 때가 더 많아요.
 26 S5: 짧을 때가 더 많은데?

S4는 A영화관의 자료에 대해 대기 시간이 짧을 때와 길 때로 나누어 표현하였다(line 07). S5가 대기 시간이 짧을 때와 길 때를 나누는 기준이 무엇인지에 대해 질문을 제기하고, 최댓값인 14분도 자신에게는 짧게 여겨진다고 되문자(lines 09, 11), S4는 최댓값의 절반인 7분을 기준으로 삼았다고 자신의 기준 설정 이유를 제시하였다(lines 15, 18). 이에 대해 S6은 최댓값이 있는 것처럼 최솟값도 있을 수 있음을 언급하고 있으며(line 19), S5가 최솟값을 두 배로 하는 것에 대한 의견을 제시하자(line 20), 학생들은 임의로 특정한 점을 기준으로 세운 것에 대한 문제점을 인식하게 되었다(line 21). 이에

대한 대안으로 S5는 평균을 기준으로 설정하는 것을 제안하고 있으며(line 23), S4는 이 의견에 동의하여 평균을 기준으로 짧을 때와 길 때를 나누게 되었다(line 25). 이처럼 학생들은 비교기준을 세울 때 임의로 특정한 점을 설정하다 모든 사람이 특정한 점에 동의할 수 없다는 문제점을 깨닫고 평균을 기준으로 하는 것이 더 합리적이라고 관점을 바꾸게 되었다.

두 번째는 평균을 기준으로 세우는 것로부터 평균을 포함한 구간을 기준으로 세우는 것으로 변화였다.

- 27 S7: 평균이 10분이니까 10분 것을 배제하고……. 그런데 평균이 10분이라서 10분만 제외하고 하면 안정적인 범위가 있잖아요. 그러니까 조금 늦어도 괜찮고 조금 일찍도 괜찮고. 그런 기준으로 봐야 타당할 것 같아요.
- 28 교사: 기준을 바꿔야 한다고요?
- 29 S7: 그러니까 딱 10분, 그 평균 하나만으로 하는 것보다 평균 좀 전후, 한 1~2분은 괜찮잖아요. 그걸 고려해서 보면 늦는 경우가 A가 많거든요.
- 30 교사: 딱 10분으로 기준을 두면 안 되고 한 1~2분을 했을 때 그 외?
- 31 S7: B영화관에서는 평균이 10인데 8분에서 12분 정도 사이에 대기시간이 있잖아요. 그런데 A도 그런 식으로 보면 A는 8분에서 12분을 빼면 대기시간이 늦는 경우가 훨씬 많으니까…….
- 32 교사: S8은 어떻게 생각해요? 기준을 10으로 잡으면 안 된다는데?
- 33 S8: 아무래도 5분에서 10분은 5분차이고 14분에서 10분은 4분차이니까 기준을 바꾸기는 해야 되는데.
- 34 S9: 10으로 잡는다고 해도요, A영화관은 5분부터 10분 사이가 열 개고 B영화관은 아홉 개라서 안 된다고 했잖아요. 그런데 그렇게 따지면 안되는 게, 같은 열 개라도 10분 가까이 있는 열 개랑 멀리 있는 열 개랑 서로 다르잖아요.

35 S10: 분포까지 따져야 해요.

36 S9: 무조건 10분 앞에 열 개고, B는 아홉 개니까 A로 가야 한다가 아니라, A영화관도 그 열 개 중에서 가장 많이 나오는 게 8.5분이에요. B로 따져 봐도……. B영화관에서요 10분 초과했을 때 가장 많은 것은 11분인데요, A영화관은 13분이에요. 그러니까 S7이 말한 대로 범위로.

37 교사: 그럼 그 범위를 어떻게 잡을래요?

38 S9: 8.5에서 11.5.

학생들은 평균을 포함한 어느 정도의 구간까지를 안정적인 범위로 고려하였다. S7은 ‘조금 늦어도 괜찮고 조금 일찍도 괜찮고’라고 언급하고 있는데, 이는 평균 근처에서는 약간 늦거나 빨라도 크게 영향이 없다는 것을 인식한 것으로 보인다(line 27). 또한 두 영화관을 비교했을 때 평균을 기준으로 조금 느린 것과 많이 느린 것, 조금 빠른 것과 많이 빠른 것이 차이가 있다는 것을 고려하고, 어느 정도 차이가 나는지를 더 명확히 비교하기 위해 비교기준을 범위로 설정하여 설정한 범위보다 더 느린 것과 빠른 것을 구분하고자 하였다(lines 31, 34, 36).

이와 같이 학생들은 자료집합 비교 활동 초기에 임의의 점을 기준으로 자료집합을 비교하다가 점차 평균을 기준으로 자료집합을 비교하는 것이 더 합리적이라고 생각하였으며, 더 나아가 평균을 포함한 구간을 기준으로 설정하는 것이 자료집합 비교를 위한 적절한 판단이라고 생각하였다. 이는 추리통계에서도 평균을 기준으로 비교하는 것과 관련이 있으며, 나아가 평균의 차이가 유의한지 보기 위해 표집변이성을 고려하는 관점에서 평균을 포함한 구간을 비교하는 것과 관련이 있다.

3. 퍼짐

학생들은 두 자료집합을 비교할 때 퍼짐에

대해서도 고려하였다. 퍼짐은 분포를 볼 때 핵심적인 요소로, 자료집합 비교에서 중요한 측면이다. 퍼짐을 나타내는 측도는 여러 가지가 있는데, 학생들의 활동 분석을 통해 범위, 변이성, 분산이라는 세 가지 비교 관점을 확인할 수 있었다. 먼저 범위의 사용은 다음과 같았다.

- 39 S10: 상식적으로 생각을 했을 때 A가 빨리 볼 가능성이 더 많다고 생각해.
 40 S11: 알아서 해. 나쁘게 걸려서 13분 되지 말고.
 41 S10: 나 5분 볼 동안 너 11.5분 보지 마.
 42 S11: 그건 최댓값이잖아. 너는 최댓값이 지금 14분이야. 운 좋아서 5분 걸린다고는 할 수 없어.
 43 교사: S12야, 네가 B에 가고 싶다는 사람의 입장에서 어떻게 말할 수 있을까?
 44 S12: 저는 그냥 A영화관은 14분도 있잖아요. 근데 B영화관은 11.5가 끝이잖아요. 그래서 그랬어요.
 45 S13: A영화관은 5분도 있어.
 46 S12: 운 안 좋으면 14분 걸릴 수도 있는데, 운 좋으면 5분이 걸릴 수도 있잖아.

퍼짐의 측도로 범위를 사용하는 학생들은 주로 최댓값과 최솟값을 언급하면서 자료집합 비교 관점을 제시하였다. S10은 A영화관의 최솟값이 5분임을 고려하여 A영화관을 선택하였으며, S12는 A영화관의 최댓값이 14분임을 고려하여 B영화관을 선택하였는데, 두 학생은 모두 범위에 주목하면서 자료집합을 비교하고 결정하였다(lines 39, 44). 그러나 학생들 중에는 최댓값과 최솟값으로만 자료집합을 비교하는 것에 대해 문제를 제기하는 경우도 있었다.

- 47 S14: 저도 B로 가야 된다고 생각을 하긴 하는데요, 그렇다고 최솟값하고 최댓값하고 그것으로만 비교를 하면 좀 B로 가야한다는 주장이 약화되지 않을까 생각해서…….

다음으로 퍼짐의 측도로 변이성을 고려하는 경우가 있었다. 엄밀히 보면 변이성을 측도로 보기는 힘들지만, 각 자료집합이 퍼진 모양에 대해 학생들이 변이성의 정도를 고려하여 판단을 하였기 때문에 이 또한 퍼짐을 보는 하나의 측도로 간주할 수 있다.

- 48 교사: 왜 B영화관에 갈 거예요?
 49 S15: 전 개수 안 따지고 안정적인 게 좋거든요.
 50 S16: A영화관은 위험하잖아요. 대기시간이 끝나고 딱 영화가 시작되면 못 들어가잖아요. 근데 B영화관은 8분에서 최대 11분, 12분이니까 훨씬 더 안정적이고 좀 늦을 수도 있는데. 한 5~6분 늦는 것은 대기시간 아니니까 그래도 거기서는 들어갈 수 있으니까 A영화관보다는 안정적인 것 같아서.
 51 S17: 차라리 그 반반이기 때문에 어차피…….
 52 교사: 뭐가 반반이에요?
 53 S17: 5분에 보든 14분에 보든 확률은 반반이니까 어차피 그냥 차라리 그 시간동안 뭐 계획을 짜고 B영화관을 가서 8분에서 12분이니까 거의 평균에 가까우니까 언제 시작할지 알잖아요, 대충. 그러니까 그동안 뭐라도 하고 있겠죠.

학생들은 변이성이 작으면 평균에 더 가깝고 안정적이라는 것을 인식하고 있었다(lines 50, 53). 퍼짐의 정도를 고려할 때 범위로만 고려하는 것과 변이성으로 고려하는 것에는 차이가 있다. 범위에 따른 결정은 최솟값과 최댓값을 고려하여 결정을 내리는 것이나, 변이성에 따른 결정은 분포의 안정성을 인식하는 것이기 때문이다.

마지막으로 학생들 중에는 퍼짐의 측도로 분산의 아이디어를 떠올리는 경우가 있었다. 이는 평균으로부터 자료가 얼마나 멀리 떨어졌는지, 그리고 얼마나 많은 자료가 떨어졌는지를 함께 고려하는 경우를 의미한다.

54 S18: 선생님, 저 이거 바꿀게요. 제가 지금 계산을 엄청 해봤거든요. 제가 말한 것에 오류가 있었어요. 횡수랑 가능성만 따지면 안 돼요. 왜냐하면 지금, 다섯 번과 일곱 번의 횡수는 그럴지 몰라도 실제로 저게 몇 분이나 이익이 될지 모르잖아요. 예를 들어서 다섯 번이라고 쳐도 이게 만약에 0.5분씩만 더 짧게 기다리거나 이런 거면 다르잖아요. 그래서 계산해볼 수 있는 경우가 8.5 미만으로 걸릴 때랑, 8.5에서 11.5 사이일 때랑, 11.5보다 더 높게 나올 때로 계산해봤는데, 8.5분미만으로 걸릴 때는요 이익이 전체 11.5분이거든요. 근데 이게 다섯 번이잖아요. 그래서 다섯 번으로 나누면 2.3분의 이익이 생겨요. 근데 만약에 11.5분보다 더 초과해서 걸릴 때는요, 전체 10.5분에서 나누기 7하면 1.5분의 손해인가? 뭐라 그래야 되지? 손실이 생기는 거예요. 그럼 전체적으로 지금 2.3분이니까 더 빨리 가는 게 2.3분이잖아요. 근데 마지막으로 가운데에 끼어 있는 값을 생각해봤는데, 지금 그 B영화관은 사이에 모든 값이 있으니까 10분이잖아요 평균이. 근데 A영화관은 88나누기 9를 해서 9. 몇 분이거든요. 그래서 그럼 전체적으로 다 이익이에요.

55 S19: 10개도 5분이나, 6분이나, 이런 식으로 다 따져야지 정확한 데이터가 나오는데, 근데 제가 봤을 때는 자세히 계산은 안 해봐서 모르겠지만 정확한 데이터로 따져보면 B영화관이 더 나은 것 같아서.

56 교사: 정확한 데이터로 따진다는 말이 뭐예요?

57 S19: 그러니까 5분에 있는 게 1개, 5.5분에 있는 거 2개, 이런 식으로 각각 분까지 생각을 해서 따져보면……. 그리고 앞에만 보는 게 아니라요, 늦어도 안 좋잖아요. 그러면 늦게 가는 것도 생각을 하면요, (중략)

S18은 평균을 포함한 범위를 기준으로 자료값의 개수를 비교하는 것을 넘어 각각이 기준으로부터 어느 정도 떨어져 있는지 고려할 필요가 있음을 인식하였다(line 54). B영화관과

치는 범위인 8.5에서 11.5까지의 범위 중에서 8.5보다 작은 자료값들이 8.5로부터 얼마나 떨어져 있는지를 합한 값 11.5에 대해 자료의 개수 5로 나누어 2.3을 얻었다. 마찬가지로 11.5보다 큰 자료값들이 11.5로부터 얼마나 떨어져 있는지를 합한 값 10.5에 대해 자료의 개수 7로 나누어 1.5를 얻었다. 결국 2.3이 1.5보다 크기 때문에 A영화관을 선택하는 것이 유리하다는 결론을 내렸다. S19 또한 각 위치에 있는 자료의 개수를 고려해야 한다는 아이디어를 제시하였다.

이와 같이 학생들의 추리는 퍼짐을 보기 위해 범위를 고려하는 경우, 자료집합 전체의 안정성을 보는 변이성을 고려하는 경우, 각 자료값이 어느 정도 떨어져있는지 보는 분산을 고려하는 경우가 있었다. 표본을 다루는 추리통계에서는 범위가 크게 의미가 없다. 그러나 전체적인 경향성을 파악하고, 표본의 크기에 따른 영향을 고려하기 위해 변이성의 고려는 필수적이다. 그리고 형식적인 추리통계 절차로서 통계량을 구하고, 집단 내 변이성과 집단 간 변이성을 고려하여 분석하기 위해서는 분산에 대한 이해가 필요하다.

4. 표본 인식

본 연구에서 학생들에게 제시한 문제에서의 자료집합은 모집단이 아닌 표본이었다. 학생들은 표본의 대표성과 변이성에 대해 고려하는 모습을 보였으며, 표본의 크기에 따른 영향에 대해서도 주목하였다. 주어진 자료집합이 표본임을 고려할 때, 일부 학생들은 변이성에 대한 고려 없이 대표성에만 지나치게 초점을 두는 반면, 일부 학생들은 대표성에 대한 고려 없이 변이성에만 지나치게 초점을 두는 경우가 있었다.

58 교사: 대기시간에 차이가 없다는 것에 동의할 수 있을까요? 할 수 있는 사람?

59 S20: 그러니까요 다른 상황에 비교를 해보면요, 로또가 시행될 때마다 1등 당첨수가 맨날 달라지잖아요. 근데 똑같은 어떤 나라에서는 항상 1등이 여섯 명, 일곱 명 몰려 있다고 치고, 어떤 나라에서는 퍼져있다고 쳐도 1등 당첨은 변함이 없잖아요? 이것과 마찬가지로…….

60 S21: 지금 여기에 있는 결과들은요, 여러 번의 영화 상영 중에서 단 20번만 가지고 얘기한 거잖아요. 근데 이걸 그러니까 전체에서 일부만 가지고 이걸 퍼센트로 따지면서 이 퍼센트가 더 많지 않느냐 얘기를 하면서 이것이 가능성이 많다고 얘기하는 것은요, 실제와는 차이가 많이 날 것 같고요.

61 S22: 제 생각에는 이거 표가 잘못됐을 수도 있잖아요. 딱 그 날에는 이상하게 그래프가 이렇게 되어 있고, 다른 날에는 안 그럴 수도 있고…….

S20은 전체 확률의 불변성에 대해 언급하며 차이를 비교할 수 없다고 생각하였다(line 59). 하나의 시행에서 나올 수 있는 가능성을 따져야 하는 상황임에도 불구하고, S20은 표본의 변이성에 대해 고려하지 못하였다. 반면 S21과 S22는 변이성에만 지나치게 초점을 두고 있었다. 그들은 ‘실제와는 차이가 많이 날 것 같다’고 하거나, ‘잘못됐을 수도 있다’는 말을 통해 표본의 대표성까지도 부정하는 언급을 하였다(lines 60, 61).

표본의 크기에 따른 영향에 대해서도 학생들이 어떻게 인식하는지 관찰되었다. 표본의 크기에 따른 학생들의 해석은 다음과 같이 두 가지로 구분할 수 있었다.

62 S23: B가 더 좋은 병원 같아요. 사람들이 B를 더 많이 가는 걸로 봐서요. B가 조금 더

좋은 것 같아요.

63 교사: 아까 B 선택했던 사람들은 어때요?

64 S24: 자료수가 B가 훨씬 많아요.

65 교사: 자료수가 B가 훨씬 많다? 그건 뭘 말하는 거예요?

66 S25: 정확.

67 S26: 횟수가 더 많아요.

68 교사: 자료수가 많은 게 뭐가 좋아요?

69 S26: 자주 와요.

70 S24: 경험이 많아요. 그리고 신뢰도가 커요.

표본의 크기에 따른 영향에 대해 학생들이 서로 다른 의견을 제시하고 있다. S23은 자료의 크기가 큰 것을 바탕으로 문제에서 제시한 자료집합의 분포는 고려하지 않고 단지 더 많은 환자가 B 병원을 이용하기 때문에 B 병원이 더 좋다고 판단하고 있다(line 62). 이는 자료의 크기에 대해서는 인식을 하였으나, 이를 통계적으로 해석하지 못하고 있음을 보여준다. 따라서 자료에 기반을 두지 않은 추리로 결론내릴 수 있다. S26 또한 그 이상의 사고는 보이지 못하고 있다(lines 67, 69). 반면에 S24와 S25는 자료의 크기가 크다는 것에 대해 ‘정확’, ‘신뢰도’와 같은 단어를 언급함으로써 자료집합의 크기와 관련된 좀 더 통계적인 해석을 내리고 있었다(lines 66, 70).

학생들은 자료집합이 표본임에 주목하고 표본의 대표성 및 변이성과 표본의 크기에 따른 영향에 대해 비형식적 추리를 하였다. 추리통계에서 표본의 개념을 이해하는 것은 반드시 필요한 것으로, 이는 추리의 바탕이 되며 극단적인 해석을 내리지 않는데 기여한다.

V. 결론 및 시사점

위에서 살펴본 바와 같이 학생들은 추리통계

에서 강조되는 네 가지 통계적 요소, 자료값, 비교기준, 퍼짐, 표본에 주목하였다. 그러나 각 요소에 대해 이후 형식적인 추리통계에서의 활용과 관련이 되는 방향으로 적합하게 사용하는 경우와 그렇지 않은 경우가 있었다. 각 요소와 관련된 학생들의 추론에 대한 분석 결과를 바탕으로 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있었다.

자료값을 군집으로 보는 관점은 그래프 읽기, 분포에 대한 추론에서 계속적으로 강조해 오던 내용으로, 추리통계에서도 역시 중요하다. 연구결과에서 살펴볼 수 있듯이, 자료집합 비교 활동에서 학생들은 자료집합의 크기를 고려하여 자료집합의 크기가 같은 경우에는 개수를 통해 비교하였으나, 자료집합의 크기가 다른 경우에 대해서는 비율을 통해 전체적으로 보아야 함을 인식하였다. 크기가 다른 자료집합의 비교 활동은 승법적 사고를 필요로 하기 때문에 저학년 학생들에게는 적합하지 않으나, 고학년 학생들에게는 자료를 전체적으로 조망할 수 있는 기회를 제공해 줄 수 있다는 가능성을 확인할 수 있었다. 따라서 초등학교 고학년 학생들을 위한 자료집합 비교 활동 과제는 자료집합 내의 변이성 및 자료집합 간의 변이성 모두에 주목할 수 있는 기회가 될 수 있도록 고려해야 함을 확인하였다.

비교기준(중심)에 대한 관점은 특정한 점으로부터 평균으로, 그리고 평균으로부터 평균을 포함한 범위로 학생들의 관점이 변해가는 것을 확인할 수 있었다. 비교기준을 구간으로 보는 관점은 중요하다. 이는 분포에 대한 고려에서 용기(modal clump)라는 용어나, 신호(signal)라는 용어의 사용과 연결될 수 있다(Bakker & Gravemeijer, 2004; Pfannkuch, 2006). Pfannkuch(2006, p.41)는 신호 요소에 대해 교사들이 자료의 중간인 50%에 주목하여 자료집합을 비교한다고 보고하였다. 본 연구의 결과에서 관찰된 평균을 포함한

구간은 이러한 관점 이상의 것으로 해석될 수 있다. 추리통계에서 평균을 비교하고 그 평균의 차이가 유의한지 살펴볼 때 구간이 어느 정도 겹치는지를 통해 자료를 비교할 수 있는 것처럼, 평균을 포함한 구간을 살펴보는 것은 자료집합 비교에서 매우 의미 있는 접근이다. 실제로 구간 비교에 대한 과제를 통해 표본 변이성을 인식하도록 도울 수 있다는 연구 결과도 제시되었다(Wild, Pfannkuch, Regan, & Horton, 2010). 이러한 아이디어는 신뢰구간 개념에 대한 기초로 이용될 수 있다.

퍼짐에 대한 관점도 점차 추리통계에서 적절한 방향으로 변화되었다. 기술통계의 수준에서는 최솟값과 최댓값을 포함하는 범위가 의미가 있으나, 추리통계에서는 주로 그 자체가 표본에 대한 것이므로 범위보다는 전체적인 퍼짐의 경향성을 살피기 위해 분산에 주목하는 것이 더 적절하다. 추리통계의 계산에서도 흔히 분산과 표준편차와 같은 통계치를 사용한다. 한편 변이성에 주목하는 것은 자료에 대한 전체적 조망을 하면서 퍼짐을 보는 것이라 할 수 있다. 분산분석에서 각 자료집합의 변이성의 정도를 고려하여 다른 자료집합의 변이성과 비교하는 과정을 생각해볼 때, 변이성을 통한 비교 또한 각 자료집합 내의 변이성 및 자료집합 간의 변이성 모두를 고려하게 하는데 기여할 수 있다는 가능성을 확인하였다.

표본에 대한 인식은 크게 표본에 대한 개념 및 표본의 크기에 따른 영향에 대한 인식으로 구분하여 확인할 수 있었다. 학생들은 자료집합이 확률적이라는 것을 알아야 하며 이를 바탕으로 결론을 이끌어내어야 한다(Makar & Rubin, 2009, p.85). 즉 표본은 대표성을 갖기도 하지만, 뿐만 아니라 변이성도 갖기 때문에 모든 결과가 산출된다고 보아서는 안 된다(Saldanha & Thompson, 2002). 이는 표본 개념의 기초가 된다. 표본의 크기가

변이성에 미치는 영향에 대한 이해는 많은 연구자들이 강조한 내용이다(Pfannkuch, 2006, p.42). 연구 결과를 통해 표본의 크기가 크다는 것을 맥락적으로 해석하는 학생들과 통계적으로 해석하는 학생들을 구분함으로써, 일차적인 관점에서 크기를 보는 것이 아니라 자료의 신뢰도에 미치는 영향인 통계적 영향력을 살펴보는 것이 필요함을 확인할 수 있었다.

자료집합 비교 활동은 학생들이 위의 네 가지 요소에 대해서 어떻게 고려하는지 볼 수 있게 해주는 역할을 하며, 학생들에게도 네 가지 요소에 주목할 수 있도록 유도한다. 크기가 다른 자료집합의 제시를 통해 자료값을 군집으로 파악하게 하는 경우, 평균이 같거나 유사하지만 퍼짐의 정도가 다른 자료집합의 제시를 통해 기준의 변화나 퍼짐 측도의 변화를 유도하는 경우, 표본으로 구성된 자료집합의 제시를 통해 표본의 대표성 및 변이성, 표본의 크기에 따른 영향과 같이 표본에 대한 개념을 고려하게 하는 경우 등을 통해 자료집합 비교 상황이 그 자체로 추리통계에서 강조되는 개념을 올바른 방향으로 고려하도록 유도하는데 좋은 맥락이 된다는 것을 알 수 있다. 자료집합 비교에 대한 다양한 과제를 고안함으로써 더 수준 높은 학생들의 비형식적 추리를 이끌어 낼 수 있고, 이러한 활동이 이후 추리통계의 학습에서 큰 도움이 될 수 있을 것이라 기대된다.

Makar와 Rubin(2009, p.102)이 강조한 바와 같이 비형식적 추리와 형식적인 추리통계를 연결하기 위해서는 비형식적 추리라는 새로운 기회를 학교 교육과정에 포함시켜 학생들이 경험하도록 하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 중학교 1, 2, 3학년 수학영재학생들이 자료집합 비교 활동에서 제기한 비형식적 추리에서 형식적인 추리통계와 연결될 수 있는 요소들을 확인하고, 각 요소와 관련하여 학생들의 추론 과정

을 분석하였다. 따라서 이러한 결과를 일반학생들에게까지 일반화할 수는 없지만, 자료집합 비교 활동을 통해 학생들이 비형식적 추리를 경험하고, 이를 형식적인 추리통계 학습을 위한 발판으로 사용할 수 있을 것이라는 가능성은 확인할 수 있었다.

Pfannkuch(2006)는 상자그림을 이용해 교사들의 자료집합 비교 활동을 분석하였다. Pfannkuch는 교사들이 자료집합을 비교하기 위해 자료값, 비교기준, 퍼짐, 표본 주목함을 확인하였다. 본 연구에서는 중학생들에게 접근 가능한 막대그래프를 이용해 중학교 수학영재학생들의 자료집합 비교 활동을 분석하였다. 연구결과에서 살펴본 바와 같이 Pfannkuch의 연구결과와 유사한 경향이 본 연구에 참여한 학생들로부터 발견되었다. 즉 학생들은 추리통계에서 강조되는 네 가지 통계적 요소, 자료값, 비교기준, 퍼짐, 표본에 주목하였다. 그리고 각 요소에 대해 이후 형식적인 추리통계에서의 활용과 관련이 되는 방향으로 적절하게 사용하는 경우도 있었으며 그렇지 않은 경우도 있었다. 이러한 연구결과는 자료집합 비교 활동이 학생들의 비형식적 추리를 독려할 수 있으며, 또한 형식적 추리로 나아가는데 발판이 될 수 있다는 가능성을 제시해 준다고 볼 수 있다.

참고문헌

- 교육인적자원부(1997). **수학과 교육과정(제 7차 교육과정)**. 서울: 교육부.
- 교육과학기술부(2007). **수학과 교육과정**. 서울: 교육부.
- 교육과학기술부(2011). **수학과 교육과정**. 서울: 교육부.
- 이경화·지은정(2008). 그래프의 교수학적 변환

- 방식 비교: 우리나라 교과서와 MiC 교과서의 초등 통계 내용을 중심으로. *수학교육학 연구*, 18(3), 353-372.
- Bakker, A., & Gravemeijer, K. (2004). Learning to reason about distribution. In D. Ben-Zvi & J. Garfield (Eds.), *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning, and Thinking* (pp.147-168). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Bakker, A., Kent, P., Derry, J., Noss, R., & Hoyles, C. (2008). Statistical inference at work: Statistical process control as an example. *Statistical Education Research Journal*, 7(2), 130-145.
- Ciancetta, M. A. (2007). *Statistics Students Reasoning when Comparing Distributions of Data*. Unpublished Doctoral Dissertation, Portland State University, Portland.
- Konold, C., & Higgins, T. (2002). Highlights of related research. In S. J. Russell, D. Schifter, & V. Bastable (Eds.), *Developing Mathematical Ideas: Working with Data* (pp.165-201). Parsippany, NJ: Seymour Publications.
- Makar, K., & Confrey, J. (2002). Comparing two distributions: Investigating secondary teachers' statistical thinking. Paper presented at the *Sixth International Conference on Teaching Statistics: Developing a statistically literate society*, Cape Town, South Africa.
- Makar, K., & Confrey, J. (2004). Secondary teachers' statistical reasoning in comparing two groups. In D. Ben-Zvi & J. Garfield (Eds.), *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking* (pp.353-373). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Makar, K., & Rubin, A. (2009). A framework for teaching about informal statistical inference. *Statistics Education Research Journal*, 8(1), 82-105.
- Merriam, S. B. (2005). **정성연구방법론과 사례연구**(강윤수, 고상숙, 권오남, 류희찬, 박만구, 방정숙, 이중권, 정인철, 황우형 공역). 서울: 교우사. (영어 원작은 1998년 출판)
- Papariotodemou, E., & Meletiou-Mavrotheris, M. (2008). Developing young students' informal inference skills in data analysis. *Statistical Education Research Journal*, 7(2), 83-106.
- Pfannkuch, M. (2006). Comparing box plot distributions: A teacher's reasoning. *Statistical Education Research Journal*, 5(2), 27-45.
- Rubin, A., Hammerman, J., & Konold, C. (2006). Exploring informal inference with interactive visualization software. In *Proceedings of the 7th International Conference on Teaching Statistics*. Salvador, Brazil.
- Saldanha, L., & Thompson, P. (2002). Conceptions of sample and their relationship to statistical inference. *Educational Studies in Mathematics*, 51, 257-270.
- Shaughnessy, J. M., Ciancetta, M., Best, K., & Canada, D. (2004). Students' attention to variability when comparing distribution. Paper presented at the *Research Pre-session of the 82nd Annual Meeting of the National Council of Teachers of Mathematics*, Philadelphia, PA.
- Watson, J. M. (2008). Exploring beginning inference with novice grade 7 students. *Statistical Education Research Journal*, 7(2), 59-82.
- Watson, J. M., & Moritz, J. B. (1999). The beginning of statistical inference: Comparing

- two data sets. *Educational Studies in Mathematics*, 37, 145-168.
- Wild, C., Pfannkuch, M., Regan, M., & Horton, N. (2010). Inferential reasoning: Learning to "make a call" in theory. In *Proceedings of the 8th International Conference on Teaching Statistics*. Ljubljana, Slovenia.
- 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.

Middle School Students' Statistical Inference Engaged in Comparing Data Sets

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

Park, Mimi (Graduate School of Seoul National University)

Lee, Kyeong-Hwa (Seoul National University)

Ko, Eun-Sung (Graduate School of Seoul National University)

According to prior research studies, comparison of two data sets promote informal and formal statistical reasoning, which may mediate descriptive and inferential statistics. However, there has been relatively little attention given to the mediation of both descriptive and inferential statistics. We attempted to identify which statistical concepts or factors students used and how they applied concepts or factors to make decisions when they compared data sets. We also investigated

the characteristics and changes of the view of concepts and factors. As a result, we identified that students paid attention to data value, center, spread, and sample, which are important factors of inferential statistics. Students' understanding of each factors were sometimes appropriate for inferential statistics, but sometimes not. From the results, we suggest instructional ideas for a task which can connect descriptive and inferential statistics.

* key words : comparison of data sets(자료 집합의 비교), descriptive statistics(기술 통계), inferential statistics(추리 통계), statistical inference(통계적 추리)

논문접수 : 2011. 11. 3

논문수정 : 2011. 11. 21

심사완료 : 2011. 12. 8