교육과정평가연구
The Journal of Curriculum and Evaluation
2018, Vol. 21, No. 2, pp. 103∼128

교사들의 통계적 추론 분석

신 보 미(전남대학교 부교수)*

<요 약>

이 연구는 교사들의 통계적 추론을 분석함으로써 통계 교수-학습과 관련된 교수학적 함의를 기술하고 통계 교육에 대한 교사 전문성 개발에의 시사점을 모색하고자 하였다. 선행연구 분석을 통해 통계적 추론의 의미와 통계적 추론 요소의 특징을 살펴보았으며 교사들의 통계적 추론 분석에서 살펴볼 필요가 있는 주요 쟁점을 확인하였다. 이를 토대로 구체화한 지필검사 도구를 교사 32명에게 적용하여 얻은 결과를 분석하고 교사들의 통계적 추론과 관련된 특징을 통계적 추론 요소별로 범주화하여 설명하였다. 통계적 추론 요소에 따라 교사들이 보인 통계적 추론의 특징을 요약하면서 통계 교수-학습 및 교사 전문성 개발에의 함의와 시사점을 도출하였다.

주제어 : 통계적 추론, 교사교육, 통계 교수-학습

Ⅰ. 서론

2015 개정 수학과 교육과정은 실생활 중심의 통계 교육을 교육과정 개정의 중점 사항 중 하나로 선정하였으며(박경미, 2015), 수학 학습을 통해 추론과 같은 교과 핵심 역량을 길러야 한다고 강조하였다(교육부, 2015). Ben-Zvi & Garfield(2010)는 중ㆍ고등학교 통계 교육이 통계적인 계산과 절차의 숙달보다 통계적 추론(statistical reasoning)의 배양에 목표를 두어야 한다고 주장한 바 있다. 현대 사회에서는 실생활 어디서든지 양적 정보를 접하게 되므로 자료에 근거하여 통계적 결론과 주장을 유도하거나 해석하고 이를 평가하는 통계적 추론은 학교 교육과정을 통해 모든 학생들이 갖추어야할 주요 능력이다. 이에 Garfield & Ben-Zvi(2010)는 통계적 추론 개발에 효과적인 통계 수업 모형을 제안하면서 이러한 수업 모형의 구현은 수업을 실행하는 교사의 통계적 추론 특징에 영향을 받는다고 하였다. 이경화(2016) 역시 통계 수업을 개선하기 위해서는 교사의 통계적 역량을 분석하여 이를 개발하는 방안을 모색하는 것

* 제1저자 및 교신저자, bomi0210@jnu.ac.kr

이 무엇보다 중요하다고 지적하였다.

여러 연구(Ball, Thames & Phelps, 2008; Petrou & Goulding, 2011; Zhang & Stephens, 2013; 구경호, 김석우, 2017)에 따르면 학교 교육과정의 의도나 목표가 실제 수업을 통해 구현되느냐의 여부는 교사의 역량에 달려 있다. 교사는 수업을 통해 학습 내용에 대한 학문적 의미와 구조, 주요 아이디어를 학생들이 이해하도록 도울 뿐만 아니라 교과 내용과 관련된 반성적 태도의 모델을 보여주기 때문이다(Schoenfeld, 2011). 특히 Watson(2001)은 통계 교육과정이 의미있게 실행되기 위해서는 교사들이 지닌 통계적 개념의 특징을 분석할 필요가 있다고 지적하였다. Watson(2001)에 따르면 이러한 분석 결과는 통계 교수-학습 상황에서 발생하는 주요 논점을 구체화하거나 통계 교육과 관련하여 교사 전문성 개발 프로그램을 설계하는데 폭넓게 활용될 수 있다. 그러나 2000년 이후 국내에서 발간된 통계 교육 연구 논문 중에는 교사를 대상으로 통계 교수-학습의 문제를 살핀 연구가 많지 않으며(탁병주, 이경화, 2017), 현직 교사들의 통계적 추론 특징을 직접적으로 살핀 연구가 존재하지 않는다. 이종학(2011)이 통계적 추론 평가 문항(statistical reasoning assessment, Garfield, 2003, 이하 [SRA])을 활용하여 예비교사들의 통계적 추론 특징을 기술하기는 하였으나, 그 특징에 대한 구체적인 설명은 SRA 중 일부인 7개 문항에 대한 예비교사들의 반응 결과에 기초한 것으로 이로부터 통계 수업의 실제적인 변화를 위해 현직 교사들이 지닌 통계적 추론의 상세한 특징을 파악하기에는 어려움이 있다.

이에 이 연구는 현직 교사를 대상으로 SRA를 활용한 지필검사를 실시하여 교사들의 통계적 추론 특징을 분석함으로써 통계 교수-학습과 관련된 교수학적 함의를 기술하고 통계 교육에 대한 교사 전문성 개발에의 시사점을 모색하고자 한다. 이를 위해 우선 선행연구를 분석하여 통계적 추론의 의미를 알아보고, Garfield(2003)를 검토함으로써 교사들의 통계적 추론 기술을 위한 분석틀을 설정한다. 또한 학생들의 통계적 추론에서 드러나는 특징을 살핀 선행연구를 분석하여 교사들의 통계적 추론 특징을 기술하는데 주목할 필요가 있는 교수학적 쟁점을 구체적으로 확인한다. 이를 토대로 SRA를 정교화하여 교사들의 통계적 추론 분석을 위한 지필검사 문항을 구체화하고 이를 현직 교사 32명에게 적용하여 교사들의 지필검사 결과 전반을 통계적 추론 분석틀에 비추어 해석한다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 통계적 추론의 의미

통계적 추론은 자료를 요약하거나 예측하고 자료로부터 결론을 이끌어 내기 위해 통계적 도구와 개념을 이용할 수 있으며, 통계적 결론이 나온 이유나 타당성을 설명할 수 있는 능력을 말한다(delMas, 2002). delMas(2010)에 따르면 통계적 결과가 나온 이유나 타당성을 설명하기 위해서는 자료 산출 및 분석 등의 통계적 문제 해결 과정 전반에 대한 이해가 우선적으로 필요하다. 즉, 통계적 추론은 '단순히 자료의 평균이나 중앙값을 구하는 문제'보다 '통계적인 질문을 설정하거나 모집단으로부터 자료를 수집하는 방법을 묻는 문제' 또는 '통계적 결론을 이끌어내는데 표본이 미치는 영향을 생각해보도록 하는 문제'를 해결할 때 좀 더 활성화된다(Newton, Dietiker & Horvath, 2011).

한편, Garfield & Franklin(2011)에 따르면 통계적 추론은 통계적인 정보를 이해하거나 통계적인 아이디어를 근거로 판단을 내리는데 필요한 방법적 지식을 활용하는 능력이다. 또한 통계적 추론은 통계적 과정을 이해하고 설명하며 통계적 결과를 해석하는 능력으로, 이는 중심, 퍼짐, 불확실성, 표본, 상관관계 등과 같은 통계적인 아이디어 및 이들 사이의 관계에 대한 개념적 이해를 토대로 한다(Ben-Zvi & Garfield, 2010). Garfield(2002)는 '표본의 크기가 클수록 표본평균의 분포가 정규분포에 가까워지는 이유를 설명'하거나 '자료에 특이값(outlier)이 있으면 평균이 중앙값보다 아주 커지거나 아주 작아지는 이유를 설명'하는 능력이 통계적 추론과 관련된다고 하였다. 특히 Rumsey(2002)는 통계적 과정에 대한 이유와 방법을 설명할 때 통계적 추론이 필요하다고 강조하였다.

이상에 따르면 통계적 추론은 자료로부터 결론을 이끌어 낼 때 통계적 도구나 개념을 활용하되, 통계적 결론을 내린 이유나 근거를 자료 산출 및 분석과 같은 통계적 문제 해결 과정에 비추어 설명하는 능력이다. 특히 통계적 추론은 중심, 퍼짐, 불확실성, 표본, 상관관계 등과 같은 통계적인 아이디어에 대한 개념적 이해를 통해 통계적 정보를 해석하거나 결론을 이끌어 내는 능력이며, 통계적 과정에 대한 이유와 방법을 통계적 개념 사이의 관계에 비추어 설명할 수 있는 능력이다.

2. 통계적 추론 평가 문항

Garfield(2003)는 고등학생 또는 대학생들의 통계적 개념에 대한 이해 정도 및 통계적 추론의 특징을 알아보기 위하여 SRA를 20개 문항으로 구체화하였다. Garfield(2003)에 따르면 SRA를 통해 학생들이 지닌 통계적 추론의 특징을 살필 수 있을 뿐만 아니라 학생들이 이수하는 통계 교육과정의 효과성도 검증할 수 있다. 이는 Garfield(2003)가 통계 교육의 핵심 목표인 통계적 추론을 '자료에 대한 추론', '자료의 표현에 대한 추론', '통계 값에 대한 추론', '불확실성에 대한 추론', '표본에 대한 추론', '상관관계에 대한 추론'의 6가지 요소로 구체화하여 SRA의 개별 문항을 개발하였기 때문이다. 이하에서는 통계적 추론 요소 각각의 의미를 살펴

보고 이를 토대로 교사들의 통계적 추론을 기술하기 위한 분석틀을 설정한다.

'자료에 대한 추론'은 질적 자료나 양적 자료, 이산 자료나 연속 자료를 구별하고 이를 범주화할 수 있으며, 자료의 특징에 따라 표나 그래프, 통계 값의 유형 등이 어떻게 달라지는지 이해하는 능력을 말한다. '자료의 표현에 대한 추론'은 자료의 특징을 설명하기 위해 표나 그래프 등을 사용하는 방법을 이해하며 이를 적절히 해석하는 능력을 말한다. 또한 분포의 무작위성 이면에 있는 일반적인 특징을 기술할 때 중심, 퍼짐, 모양 등을 고려하는 능력도 이와 관련된다.

'통계 값에 대한 추론'은 특정 통계 값으로 자료의 중심 및 퍼짐을 어떻게 가늠할 수 있는지 이해하여 자료의 특징에 따라 어떤 통계 값을 사용하는 것이 적합한지를 설명할 수 있으며 통계 값이 자료를 어떻게 잘 나타내고 그렇지 못한지를 아는 능력과 관련된다. 또한 자료의 특징을 의미있게 설명하기 위해 중심 및 퍼짐에 대한 통계 값을 상보적으로 사용하며, 서로 다른 자료 집합을 비교할 때도 이들이 어떻게 유용한지 이해하는 능력을 말한다.

'불확실성에 대한 추론'은 무작위성 및 가능성에 대한 아이디어를 바탕으로 불확실한 사건의 확률을 바르게 구하고 이를 해석하여 적합한 통계적 판단을 내리는 능력을 말한다. 또한 사건의 확률을 결정하거나 해석하는데 수형도를 활용하거나 물리적 실험 또는 시뮬레이션을 고안하는 것과 같이 문제 상황에 적합한 모델과 방법을 설정하는 능력과 관련된다.

'표본에 대한 추론'은 모집단을 대표하는 표본을 선택하는 방법으로 무작위 추출의 의미를 이해하고, 표본의 크기뿐만 아니라 표본을 선택하는 방법에 따라 모집단에 대한 표본의 대표성이 달라짐을 알고 그 이유를 설명할 수 있는 능력을 말한다. 이는 표본이 모집단과 어떻게 관련되는지를 알고 표본의 크기에 따른 표집변이를 이해하여 표본으로부터 모집단의 특징을 유도하는 적절한 방법에 대해 설명하는 능력을 토대로 한다.

'상관관계에 대한 추론'은 2×2 분할표 등으로 주어진 이변량 자료의 상관관계를 판단하고 해석할 수 있는 능력을 말한다. 또한 이변량 자료 사이에 강한 상관관계가 있더라도 이들 사이에 인과관계가 있는 것은 아님을 이해하는 능력도 이와 관련된다.

Garfield(2003)는 이상의 통계적 추론 요소 중 '자료에 대한 추론'과 '자료의 표현에 대한 추론'은 나머지 추론 요소의 전반적인 배경이 된다고 설명하였다. 이에 이 연구에서는 교사들의 통계적 추론 특징을 기술하기 위한 분석틀을 '통계 값에 대한 추론', '불확실성에 대한 추론', '표본에 대한 추론', '상관관계에 대한 추론'에 주목하여 <표 Ⅱ-1>과 같이 설정하였다.

<표 Ⅱ-1> 교사들의 통계적 추론 분석틀

통계적 추론 요소	분석 관점
통계 값에 대한 추론	M1. 자료의 특징에 따라 통계 값을 어떻게 사용하는 것이 적합한지를 알고 이를 이해하는가?
	M2. 자료의 특징을 설명하는데 중심 및 퍼짐에 대한 통계 값을 상보적으로 사용하는가?
불확실성에 대한 추론	U1. 불확실한 사건의 확률을 바르게 구하며 이를 적절하게 해석할 수 있는가?
	U2. 사건의 확률을 결정하거나 해석하는데 적절한 방법을 사용할 수 있는가?
표본에 대한 추론	S1. 모집단을 대표하는 표본을 선택하는 방법으로 무작위 추출의 의미를 이해하는가?
	S2. 표본의 크기와 표본 추출 방법에 따라 모집단에 대한 표본의 대표성이 달라짐을 이해하는가?
	S3. 표본조사의 의미를 알고 표집변이를 이해하는가?
상관관계에 대한 추론	A1. 2×2 분할표를 적절히 해석하여 이변량 자료의 상관관계를 설명할 수 있는가?
	A2. 이변량 자료의 상관관계가 인과관계를 의미하는 것은 아님을 이해하는가?

3. 학생들의 통계적 추론에 대한 선행 연구

이하에서는 교사들의 통계적 추론 분석에서 살펴볼 필요가 있는 주요 쟁점을 확인하기 위하여 학생들의 통계적 추론을 분석한 선행연구를 통계적 추론 요소별로 개관한다.

통계 값에 대한 추론과 관련하여 Watson & Callingham(2003)은 자료의 중심에 대한 학생들의 오개념을 다루었다. 학생들 대부분은 자료의 특징을 요약할 때 특이값을 고려하지 않고 평균을 구하며, 평균을 최빈값 또는 중앙값과 혼동하는 경향이 있다. 특히 자료의 특징을 의미있게 설명하기 위해서는 중심과 퍼짐을 상보적으로 고려해야 하지만 많은 학생들이 자료의 평균만을 준거로 사용하는 경향이 있다(Tempelaar, 2004).

불확실성에 대한 추론과 관련하여 Jones & Thornton(2005)은 학생들이 확률을 예측하거나 통계적 판단을 내릴 때 결과적 접근(outcome approach) 전략, 등확률(equiprobability) 전략, 대표성(representativeness) 전략과 같은 부적절한 추론 유형을 보인다고 하였다. 결과적 접근 전략은, 반복하여 일어나는 사건의 분포가 지니는 특징으로 확률을 이해하지 않고 한 번 시행한 결과를 예측하는 도구로 활용하는 것을 말한다. 결과적 접근 전략을 따르는 학생은 사건의 확률을 예측하도록 하였을 때 '어떤 결과도 일어날 수 있다'고 답하거나, 확률이 0에 가까우면 그 사건은 일어나지 않는 것으로, 1에 가까우면 확실히 일어나는 것으로 판단한다. 등확률 전략은 무작위 사건에서 발생하는 모든 결과가 일어날 가능성이 항상 같다고 생각하는 것으로, 압정과 같이 물리적으로 비대칭인 물체를 던졌을 때 일어날 수 있는 모든 결과도 일어날 가능성이 같다고 추론하는 것을 말한다. 대표성 전략을 따르는 학생은 모집단의 특징을 얼마나 반영하는지에 따라 사건이 일어날 가능성을 예측하며, 모든 표본은 크기에 관계없이 모집단의 분포를 반영해야 한다고 생각한다. 한편 Langrall & Mooney(2005)는 수학적 확률을 정의하기 어려운 사건에 대해서는 물리적 실험이나 시뮬레이션을 통해 통계적 확률을 고려해야 하지만, 학생들은 수학적 확률을 구하기 위해 이론적 접근을 시도하거나 상대도수로 통계적

확률을 추측할 때도 상대도수의 변이를 고려하지 않는 경향이 있다고 하였다.

표본에 대한 추론과 관련하여 Franklin et al.(2007)은 통계적 문제 해결 과정에서 설정한 질문에 따라 적합한 자료를 수집하는데 많은 학생들이 어려움을 보인다고 하였다. 학생들은 무작위 추출이 모집단을 대표하는 표본을 선택하기 위한 자료 수집 방법임을 이해하지 못하고 무작위 추출한 표본도 편향될 수 있다고 생각하며, 표본이 모집단을 대표하는지 여부를 표본의 크기에만 주목하여 판단한다. Watson(2010)에 따르면 학생들은 작은 표본이나 편향이 있는 표본에서 얻은 결과를 근거로 모집단의 특징을 설명하거나, 표집변이를 지나치게 과대평가하여 전수조사만을 신뢰하는 특징을 보이기도 한다.

상관관계에 대한 추론과 관련하여 Watson & Callingham(2014)은 학생들이 비율적 추론을 활용하지 않고 특정 칸에 있는 절대 도수에만 주목하여 상관관계 유무를 잘못 판단하는 오류를 보인다고 하였다. 노아라, 유연주(2013)에 따르면 학생들은 상관관계와 인과관계를 혼동하여 강한 상관관계를 보이는 이변량 자료 사이에는 인과관계가 존재한다고 생각한다.

이상과 같이 학생들의 통계적 추론을 분석한 선행연구는 통계적 추론 함양을 목표로 하는 수업에서 교사들이 주목하여야 하는 교수학적 쟁점이 무엇인지를 구체적으로 보여준다. 교사들이 이러한 교수학적 쟁점을 염두에 두어 의미있는 통계 수업을 실행할 수 있을지는 이와 관련하여 교사들이 지닌 통계적 추론의 특징에 달려있다고 볼 수 있다. 이에 이 연구에서는 통계적인 정보를 다룰 때 교사들이 보일 수 있는 추론의 특징을 이러한 교수학적 쟁점과 관련하여 우선적으로 살펴보기 위해 SRA 문항의 내용과 선택지를 이에 적합하도록 정교화하였다.

Ⅲ. 연구 방법

1. 검사 도구

이 연구에서는 교사들의 통계적 추론을 알아보기 위한 검사 도구를 SRA로부터 구체화하였다. 이를 위해 우선 광역시 소재 사범대학 수학교육과 4학년 학생 10명을 대상으로 예비검사를 실시하여 국문으로 번역한 SRA 문항을 피검사자가 이해하는데 어려움은 없는지, 개별 문항에 대한 피검사자의 반응에 특이점은 없는지 등을 살펴보았다. 예비 검사 결과 학생들이 각 문항의 내용을 이해하는데 어려움은 없었으나, Garfield(2003)가 제시한 SRA는 전체 문항이 20개로 다소 많아 문항에 대한 학생들의 반응 집중도가 떨어지는 경향을 보였다. 이에 정답률이 100%에 가까운 문항, 동일한 통계적 추론 요소에 속하는 유사 문항을 제외한 다음,

<표 Ⅱ-1>의 분석틀에 비추어 교사들의 통계적 추론을 살피는데 적합한 문항 14개를 SRA에서 선별하였다.

다음으로는 앞서 학생들의 통계적 추론을 분석한 선행연구로부터 확인한 교수학적 쟁점을 토대로 <표 Ⅲ-1>과 같이 교사들이 보일 수 있는 적절한 추론과 부적절한 추론의 유형을 예견하였다. 이러한 추론 유형과 관련하여 교사들이 드러내는 특징을 확인할 수 있도록 SRA에서 선별한 문항의 내용과 선택지를 수정·보완하고 문항 7을 직접 개발하여 추가함으로써 지필검사 문항 15개를 구성하였다. 문항 7은 불확실성에 대한 추론과 관련하여 수학적 확률을 정의하기 어려운 상황에서 교사들이 적절한 전략에 따라 사건의 확률을 결정하거나 해석하는지(U2) 알아보기 위한 문항이다.

한편, Garfield & Ben-Zvi(2010)에 따르면 사람들은 하나의 통계적 상황에 대해 다양한 해석을 내리며, 이러한 해석 사이에 갈등이 있을 때도 이를 공유하는 경향이 있다. 이에 이 연구에서는 각 문항에서 교사들이 선택지를 여러 개 고를 수 있도록 하여 정답 하나만을 고르는 경우보다 교사들이 지닌 통계적 추론의 다층적인 양상을 좀 더 구체적으로 살피고자 하였다.

<표 Ⅲ-1> 통계적 추론 유형과 지필검사 문항의 선택지

통계적 추론 요소	분석 관점	적절한 추론과 부적절한 추론	문항번호-선택지
통계 값에 대한 추론	M1	*특이값을 제외하고 평균을 구하며 평균의 의미를 이해한다.*[1]	*1-d, 15-c*
		평균을 구할 때 특이값을 고려하지 않는다.	1-c
		평균과 최빈값을 혼동한다.	15-d
		평균과 중앙값을 혼동한다.	15-a
	M2	*중심과 퍼짐에 대한 통계 값을 상보적으로 고려하여 자료의 특징을 설명한다.*	*13-c*
		평균만을 고려하여 자료의 특징을 설명한다.	13-be
불확실성에 대한 추론	U1	*불확실한 사건의 확률을 바르게 구하며 이를 적절하게 해석한다.*	*2-b, 3-d, 8-e, 9-ce, 11-a*
		확률적 판단을 내릴 때 결과적 접근 전략을 사용한다.	3-ab, 9-b, 11-b, 10-c
		확률적 판단을 내릴 때 등확률 전략을 사용한다.	2-a, 7-a, 11-c
		확률적 판단을 내릴 때 대표성 전략을 사용한다.	8-abd, 9-ad
	U2	상대도수의 변이를 고려하지 않는다.	7-b
		이론적 접근을 고수한다.	7-ac
표본에 대한 추론	S1	*모집단을 대표하는 표본은 무작위 추출한 표본임을 안다.*	*10-b*
		무작위 추출한 표본이 편향될 수 있다고 생각한다.	5-c
	S2	*표본의 크기와 선택하는 방법에 따라 표본의 대표성이 달라짐을 이해한다.*	*5-b, 6-de*
		작은 표본이나 편향이 있는 표본을 근거로 모집단에 대한 결론을 유도한다.	10-a
		표본의 크기만 크면 모집단을 대표한다고 생각한다.	6-bc, 14-ad
	S3	*표본의 크기에 따른 표집변이를 이해한다.*	*12-b*
		전수조사만을 신뢰한다.	6-a
상관관계에 대한 추론	A1	*비율적 추론을 활용하여 2×2 분할표를 적절히 해석한다.*	*4-①*
		특정 칸의 절대 도수만을 고려한다.	4(1)-bc, 4(2)-abc, 5a
	A2	상관관계가 있는 이변량 자료는 인과관계가 있다고 생각한다.	14-be

2. 분석 방법

이 연구의 연구대상인 현직 중ㆍ고등학교 교사 32명은 편의 표집(convenience sampling, 성태제, 2005)을 통해 선정하였다. 연구대상은 2018년 3월 현재 대도시 지역의 학교에 근무하고 있으며 교직 경력은 5~10년이다. 개발된 검사 도구를 활용한 지필검사 결과의 분석은 각 문항의 선택지에 반응한 교사의 인원수를 정리하는 것에서 시작하였다. 이 때 한 교사가 여러 개의 선택지를 고른 경우에는 선택지별 인원수에 각각 포함시켜[2] 해당 문항에 대해 교사들이 지닌 추론의 다층적인 양상을 살펴볼 수 있도록 하였다. 지필검사 문항의 선택지는 교사들이 보일 수 있는 적절한 추론과 부적절한 추론 유형을 예견하여 구성한 것인 바, 각 문항의 선택지에 반응한 인원수를 정리함으로써 교사들의 통계적 추론에 대한 전반적인 특징을 알아보았다. 다음으로 이러한 전반적인 특징을 <표 Ⅱ-1>의 분석틀 및 선행연구에 비추어 살펴봄으로써 그 결과를 통계적 추론 요소별로 기술하고, 이로부터 통계 교수-학습과 관련된 교수학적 함의 및 통계 교육에 대한 교사 전문성 개발에의 시사점을 모색하였다.

Ⅳ. 연구 결과

1. 통계 값에 대한 추론

통계 값에 대한 추론 특징을 알아보기 위한 문항에 대해 선택지별로 교사들이 반응한 인원수를 정리하면 <표 Ⅳ-1>[3]과 같다.

<표 Ⅳ-1> 통계 값에 대한 추론 문항 선택지별 교사들의 반응 인원수

분석관점	문항 번호	선택지				
		a	b	c	d	e
M1	문항 1	3	0	10	19	
	문항 15	5	2	28	5	
M2	문항 13	2	0	2	2	26

문항 1에서 교사 19명이 d를 선택하고 문항 15에서 28명이 c를 선택한 것을 볼 때, 교사 대

1) 적절한 추론 유형은 기울임체로 작성하였다.
2) 교사 1명이 문항 5에서 a, c를 모두 선택하였다면 a에 반응한 인원수도 1명, c에 반응한 인원수도 1명으로 세었다. 때문에 여러 개의 선택지를 고를 수 있도록 한 문항의 반응 인원수 총합은 연구대상인 32명을 넘어설 수 있다.
3) 적절한 추론 유형과 관련되는 선택지에 반응한 교사 인원수 칸은 음영처리 하였다.

부분은 자료의 특징을 설명하기 위해서는 특이값을 제외한 자료의 평균을 구하는 것이 적절함을 이해하며, 자료의 평균값이 지닌 의미도 타당하게 해석할 수 있는 것으로 보인다(M1). 그러나 문항 1에서 c를 선택한 교사 10명은 평균을 구하는 공식에만 주목하여 모든 자료를 더한 다음 전체 도수로 나누어 자료의 특징을 설명하고자 하였다. 이들은 자료의 중심을 설명하기 위해 평균을 어떻게 사용하는 것이 적합한지에 대해 제한적인 추론을 드러낸 것으로, 특이값에 민감한 평균의 특징을 간과하였다고 볼 수 있다. 또한 문항 15에서 교사 5명은 평균과 중앙값을 혼동하여 a를 선택하였으며, 또 다른 교사 5명은 평균을 최빈값과 혼동하여 d를 선택하였다. 이들은 자료에서 평균보다 큰 값은 전체 자료의 절반이상이라거나 평균은 자료 값에서 가장 많이 나타나는 수라고 추론한 것으로 보인다. Stigler(2016)는 역사적으로 자료를 요약할 때 평균보다는 최빈값이나 중앙값을 선호하는 경향이 있었으며 이는 현대에 들어 평균을 해석하는 학생들의 이해에서도 드러난다고 지적한 바, 일부 교사들도 통계 값으로서 평균을 다룰 때 비슷한 추론 특징을 보였다.

한편 문항 13에서 e를 선택한 교사 26명은 평균의 위치를 추론하여 두 집단을 비교하였다. 이들은 자료의 특징을 살필 때 중심을 나타내는 평균에 좀 더 주목한 것으로(M2), 상당수의 교사들이 Tempelaar(2004)에 참여한 학생들처럼 자료의 특징을 설명하는데 중심에 대한 통계 값을 주요하게 고려하는 특징을 보였다. 또한 몇몇 교사들은 두 집단 비교에서 각 집단의 자료 값을 전체적으로 살피지 않고 최솟값이나 최댓값 같은 특정 자료 값 하나에만 집중하거나(문항 13-a), 80점 이상과 같이 자료 값의 일부만을 활용하였다(문항 13-d). 문항 1에 비해 문항 13처럼 자료의 특징을 설명할 때 어떤 통계 값을 사용해야 하는지가 명시적으로 드러나지 않은 문제 상황에서 교사 대부분은 통계 값에 대한 추론의 한계를 보였다.

2. 불확실성에 대한 추론

불확실성에 대한 추론 특징을 알아보기 위한 문항에 대해 선택지별로 교사들이 반응한 인원수를 정리하면 <표 Ⅳ-2>과 같다.

<표 Ⅳ-2> 불확실성에 대한 추론 문항 선택지별 교사들의 반응 인원수

분석관점	문항 번호	선택지				
		a	b	c	d	e
U1	문항 2	20	11	1	0	
	문항 3	8	3	8	13	0
	문항 8	2	0	2	0	28
	문항 9	10	16	5	7	19
	문항 11	14	15	3		
U2	문항 7	3	19	8	2	

교사들은 사건의 확률을 구하거나 해석하는데 등확률 전략, 결과적 접근 전략, 대표성 전략과 같은 부적절한 추론을 활용하였다(U1). 문항 2에서 a를 선택한 교사 20명은 '5의 눈이 한 개, 6의 눈이 한 개' 나올 가능성과 '5의 눈이 두 개' 나올 가능성이 같다고 답함으로써 등확률 전략에 따른 추론 특징을 보였으며, 문항 11에서 교사 3명도 등확률 전략을 사용하여 c를 선택하였다. 문항 7에서 a를 선택한 교사 3명은 윷짝의 물리적인 비대칭성을 고려하지 않고, 배가 있는 부분과 등이 있는 부분이 나올 확률을 같다고 간주하는 등확률 전략에 따라 문제 해결을 시도하였다. Pratt(2005)에 따르면 조합을 이용하여 사건이 일어날 확률을 정확히 구할 수 있는 사람들도 등확률 오개념을 극복하기가 어려운데, 이는 확률 교수-학습에서 수학적 확률만을 강조하면서 표본공간을 구성할 때 근원사건이 일어날 가능성을 동등하게 보도록 하는 교육과정의 한계에서 기인한다. Pratt(2005)의 이러한 지적은 교사들이 등확률 전략을 사용하여 사건의 확률을 판단한 이유를 설명해 주는 하나의 가설이 될 수 있다.

문항 3에 대해 비올 가능성이 70%라고 예보된 여러 날 중에서 70%정도에 해당하는 날의 수만큼 비가 오면 예보가 정확한 것으로 볼 수 있다고 추론하여 d를 선택한 교사는 13명이었다. 나머지 교사 19명은 실제 비가 온 날이 100%에 가까울수록 예보가 정확하다고 생각하여 a, b, c를 선택하였는데, 이는 전형적으로 결과적 접근 전략에 의한 추론에 해당한다. 문항 11에서 b를 선택한 교사 15명도 결과적 접근 전략에 따라 주사위에 검정색이 더 많기 때문에 6번 모두 검정색이 나올 확률이 더 크다고 답한 것으로 볼 수 있다. 문항 9에서 b를 선택한 교사 16명도 결과적 접근 전략에 의해 '어떤 결과도 일어날 수 있다'고 답한 것으로 보인다. Batanero, Henry & Parzysz(2005)에 따르면 결과적 접근 전략으로 사건의 확률을 다루는 사람은 우연의 무작위적 본성이 작용하는 현상을 인과적으로 분석하여 예측하려는 경향이 있기 때문에 불확실성을 의미있게 다루는데 어려움이 있다.

한편 교사들은 사건의 확률을 해석하는데 표면적으로는 등확률 전략이나 결과적 접근 전략보다 대표성 전략을 적게 사용하였다. 교사들은 문항 8에서 대표성 전략과 관련되는 a, b, d를 거의 선택하지 않았으며 대부분 e를 선택하였다. 그러나 답을 고른 이유에 대해 묻는 문항 9에서 많은 교사들이 c, e를 선택하는 동시에 a, d를 선택하였다. Batanero & Sanchez(2005)에 따르면 a, d와 같은 설명은 크기가 5인 작은 표본도 정상 동전이라는 모집단의 특징을 반영해야 한다는 대표성 전략에서 기인한다. 이는 교사들 대부분이 문항 8에서 '네 가지 모두 일어날 가능성이 같다'는 선택지 e를 골랐지만, 그 이유를 대표성 전략이라는 부적절한 추론에 근거하여 제시한다는 것을 보여준다. 한편 문항 9에서 a, d를 선택한 교사들 중에는 '각 결과가 일어날 가능성은 정확히 같은 확률 값을 갖는다'인 e를 선택한 교사들이 있었는데, 이들은 문항 8에 제시된 각 사건의 확률을 수학적으로 생각하여 '네 가지 모두 일어날 가능성이 같다'를 선택한 것으로 볼 수 있다. 즉, 이 교사들은 교육에 의해 형성된 이차 직관(secondary intuition, Fischbein, 2006)을 토대로 문항 8을 해결하고 그 이유를 수학적으로 설명하는 동시에 대표성 전략이라는 부적절한 추론을 활용하기도 함을 알 수 있다. Fischbein(2006)에 따르면 부적절한 추론을 일으키는 일차 직관(primary intuition)은 교육을 통해 이차 직관으로 재구성될 수 있지만 사라지는 것은 아니며 다른 과제 맥락에서는 다시 등장할 수 있다. 문항 8, 9와 관련된 이상과 같은 결과는 바람직한 통계적 추론을 안정적으로 활성화하기 위해 이차 직관을 개발하는 것이 확률 · 통계 교육의 주요 난제 중 하나이며, 교사들도 이를 성취하는데 상당한 어려움이 있음을 보여준다. 문항 2, 3, 8, 9, 11에 대한 교사들의 반응 결과에 따르면 불확실한 사건의 확률을 구하고 이를 해석하는 교사들의 추론에 다양한 유형의 한계가 있음을 알 수 있다.

교사들은 수학적 확률로는 사건의 확률을 결정하기 힘든 상황에서도 수학적 확률을 구하려고 시도하거나, 상대도수의 변이를 고려하지 않고 통계적 확률로 사건의 가능성을 예측하는 전략을 사용하였다(U2). 문항 7에서 교사 3명은 등확률 전략에 따라 윷짝 1개를 던졌을 때 일어날 수 있는 모든 사건의 가능성이 같다고 보고, 윷을 던져 도가 나올 확률을 동전 4개를 던져 1개가 앞면이 나올 수학적 확률과 같이 접근한 a를 선택하였다. 또한 교사 8명은 윷짝 1개에서 등 부분의 겉넓이와 배 부분의 겉넓이를 고려하여 등이 나올 확률을 수학적으로 다룬 c를 선택하였다. 윷의 확률을 c와 같이 수학적으로 구하려는 시도가 있기는 하나(김미경, 허명회, 1995), Langrall & Mooney(2005)에 따르면 물리적으로 비대칭인 대상을 다루는 상황과 같이 수학적 확률을 결정하기 어려운 과제에서는 시행을 여러 번 반복하여 상대도수를 구하고 이를 통해 사건의 통계적 확률을 추측하는 전략이 불확실한 상황에서 확률을 결정하는 바람직한 방법이다. 다만 어떤 사건이 일어나는 상대도수는 시행을 반복할 때마다 그 값이 달라지므로 상대도수의 변이를 감안하여 적합한 통계적 전략을 세울 필요가 있다. IMP교과서 Integrated Mathematics Course I 에서는 상대도수로부터 통계적 확률을 추측할 때 다음과 같이 유한 번의 실험에서 얻은 여러 상대도수사이의 평균을 이용하도록 안내한다.

> Step6. 압정을 20번 떨어뜨리는 실험을 통해 각 그룹별로 구한 상대도수의 값을 수집하여 이 값들의 평균을 계산하시오(Rubenstein, Craine & Butt, 2002, p. 501).

Freudenthal(1972)은 시행을 반복하였을 때 상대도수가 안정되는 특징을 많은 학생들이 제대로 파악하지 못한다고 지적하면서 '상대도수의 안정성'을 지도하는 전략으로 상대도수의 '평균'을 구해보는 활동을 제안하였다. 이상에 따르면 윷짝 1개를 던져서 등이 나올 확률을 실험적으로 추측하기 위해서는 상대도수의 변이를 고려해야 하며, 그 전략으로는 윷짝 1개를 정해진 횟수만큼 던지는 시행을 여러 번 반복하여 상대도수들의 평균을 구해보는 방법이 있을 수 있다. 그러나 문항 7을 실험적으로 다루려는 의도에서 b를 선택한 교사 19명은 상

대도수의 변이를 고려하지 않고 한 번의 시행에서 얻은 상대도수를 통계적 확률로 간주하여 문제 해결을 시도하였다.

3. 표본에 대한 추론

표본에 대한 추론 특징을 알아보기 위한 문항에 대해 선택지별로 교사들이 반응한 인원수를 정리하면 <표 Ⅳ-3>과 같다.

<표 Ⅳ-3> 표본에 대한 추론 문항 선택지별 교사들의 반응 인원수

분석관점	문항 번호	선택지				
		a	b	c	d	e
S1	문항 10	15	14	3		
S1, S2	문항 5	8	29	24		
S2	문항 14	15	3	22	3	4
S2, S3	문항 6	9	6	14	14	13
S3	문항 12	11	9	12		

교사들은 무작위로 추출한 표본이 모집단을 대표한다고 생각하면서도 한편으로는 무작위로 선택한 표본이 편향될 수 있다고 생각하였다. 이는 모집단을 대표하는 표본으로서 무작위 표본이 갖는 의미에 대한 교사들의 추론에 한계가 있음을 보여준다(S1). 문항 10에서 b를 선택한 교사 14명은 구체적인 한 개나 두 개의 사례보다는 무작위 추출한 표본에 근거하여 모집단에 대한 통계적 판단을 내린 것으로, 이들은 무작위 표본이 모집단을 대표한다는 사실을 인지하고 있는 것으로 볼 수 있다. 반면 문항 5에서 c를 선택한 교사 24명은 무작위로 선택한 실험군에 습진이 덜 심한 환자만 몰릴 수 있기 때문에 실험 결과를 신뢰할 수 없다고 하였는데, 이들은 무작위 표본이 편향될 수 있다고 생각한 것으로 보인다. Peck, Gould & Miller(2013)에 따르면 모집단을 대표하는 표본을 선택하는 가장 타당한 방법은 표본을 구성하는 원소를 모집단에서 무작위로 선택하는 것이다. 그 이유는 모집단과 표본 사이에 발생하는 차이를 통계적으로 예측하여 수량화할 수 있기 때문으로, 무작위 표본을 통해 얻은 결론은 모집단으로 확장할 수 있다는 통계적인 전제가 있다. 그러나 상당수의 교사들은 무작위 표본도 편향될 수 있으므로 무작위 표본에서 얻은 결론을 토대로 모집단의 특징을 설명하는 것은 한계가 있다고 추론하였다. 2015 개정 교육과정의 '확률과 통계' 교과는 모집단과 표본의 관련성 및 표본조사의 중요성을 특히 강조하고 있는 바(박경미, 2015), 모집단을 대표하는 표본 선택 방법으로 무작위 추출의 의미를 명시적으로 다루는 교사 교육 프로그램의 실행이 시급하다고 볼 수 있다.

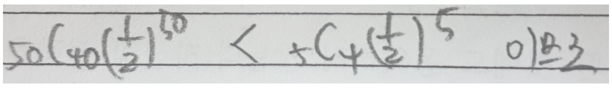
한편 교사들은 표본이 모집단의 특징을 설명하는데 적합한지 여부를 표본 추출 방법보다는

표본의 크기에 좀 더 주목하여 판단하였으며, 특히 표본의 크기가 상당히 커야 모집단을 대표할 수 있다고 생각하였다(S2). 문항 5에서 b를 선택한 교사 29명은 표본의 크기에 주목하여 모집단과 관련된 결론 도출의 타당성을 살핀 것으로 볼 수 있다. 문항 6에서 교사 대부분은 표본 추출 방법과 관련된 쟁점을 다룬 d, e를 선택하면서 동시에 표본의 크기 문제를 지적한 b, c를 선택하였으며, d, e를 선택하지 않고 b, c만을 선택한 교사들도 있었다. 특히 문항 6에서 c를 선택한 교사 14명은 크기가 2,050인 표본도 그 크기가 너무 작다고 판단하였다. 또한 문항 14에서 a를 선택한 교사 15명은 무작위로 추출한 초등학생 500명이 모집단을 대표하기에 너무 작은 표본이라고 주장하였다. Peck, Gould & Miller(2013)에 따르면 적절한 표집 방법에 의해 추출한 작은 표본은 부적절한 표집 방법에 의해 추출한 큰 표본보다 모집단의 특징을 밝히는데 적합하므로 표본으로부터 모집단에 대한 결론을 이끌어 낼 때는 표본의 크기보다 표집 방법에 좀 더 주목하는 것이 타당하다. 그러나 이 연구에 참여한 교사들은 모집단에 대한 표본의 대표성을 표본 추출 방법보다 표본의 크기에 비추어 살피는 추론 유형을 보였다.

이처럼 교사 대부분이 표본의 크기에 주목하여 모집단에 대한 결론의 타당성을 판단하였으나 일부 교사들은 특수한 사례에서 얻은 결론을 통해 모집단의 특징을 유도하거나 표본조사 결과를 통계적 판단을 내릴 때 전혀 고려하지 않는 모습을 보였다. 문항 10에서 a를 선택한 교사 15명은 크기가 아주 작고 편향이 있는 표본을 근거로 모집단에 대한 결론을 이끌어 내었으며, c를 선택한 교사 3명은 표본조사 결과가 주어졌음에도 '어떤 것이든 일어날 수 있다'는 결과적 접근 전략에 따라 동전 던지기를 통해 통계적인 결정을 내리는 것이 좋겠다고 추론하였다. 이러한 추론은 Watson & Moritz(2000)가 제시한 표본 및 표집에 대한 개념 발달 3수준 중 1수준에 속하는 추론 유형으로, 교사들 중 일부는 표본에 대한 추론에 상당한 한계를 지닌 것으로 볼 수 있다.

또한 몇몇 교사들은 표본을 통해 모집단의 특징을 추측하는 표본조사의 아이디어에 대해 제한적인 이해를 보였으며, 교사 대부분은 표집변이를 해석하는데 어려움을 겪었다(S3). 문항 6에서 a를 선택한 교사 9명은 표본을 통해 얻은 값은 모집단과 관련하여 구하고자 하는 값의 추정 값일 뿐이므로 의미가 없으며, 모집단의 특징을 알기 위해서는 전수조사가 필요하다고 지적하였다. 전수조사만을 신뢰하는 이상과 같은 추론은 Watson(2010)에서 특이한 사례로 소개되었지만 이 연구에서는 적지 않은 교사들이 이와 같은 특징을 보였다. 한편 표본을 여러 번 선택할 때 표본 통계량이 어떻게 달라지는가에 대한 교사들의 추론 특징을 알아보기 위한 문항 12에서 아주 적은 수의 교사만이 적절한 추론 유형을 보였다. 병원에서 태어나는 여자 신생아의 비율을 표본 통계량이라고 보면, 이는 표본의 크기가 클수록 모비율인 0.5에 확률적으로 수렴하게 된다. 큰 수의 법칙에 대한 이해와 관련되는 이러한 추론에 따르면(Stohl, 2005), 문항 12에서는 b를 선택하는 것이 적절한 통계적 판단이라고 볼 수 있다. 그러나 b를

선택한 교사 9명 중 2명만이 그 이유에 대해 ‘표본의 개수가 작아서 변이성이 높을 것 같다’처럼 큰 수의 법칙과 관련된 설명을 제시하였다. b를 선택한 이유를 기술한 나머지 교사 4명은 큰 수의 법칙에 대한 개념적 설명 대신에 [그림 Ⅳ-1]과 같이 수식을 사용하여 그 이유를 제시하였으나 부등식의 좌변과 우변의 값을 어떻게 비교하였는지는 분명하지 않다.



[그림 Ⅳ-1] 문항 12에서 b를 선택한 교사의 이유 예시

Stohl(2005)에 따르면 대부분의 교사들은 수학을 계산 위주로 지도하려는 경향이 있기 때문에 확률 · 통계 영역에서 다루는 개념적인 아이디어를 설명하는데 어려움을 겪는다고 지적한 바, [그림 Ⅳ-1]과 같은 이유를 제시한 교사들이 큰 수의 법칙을 어떻게 이해하고 있는지에 대한 후속연구가 필요해 보인다.

한편, 문항 12에서 교사 12명은 표본의 크기가 50이든 10이든 여자 신생아가 80%이상 태어날 가능성은 같다고 생각하여 c를 선택하였다. 교사 5명은 c를 선택한 이유에 대해 ‘남자 신생아와 여자 신생아가 태어날 확률은 일반적으로 같다’고 제시한 바, 이들은 대표성 전략에 따라 신생아 모집단의 남녀 비율이 모든 표본에 반영되어야 한다고 추론한 것으로 보인다. 또한 a를 선택한 교사 11명 중 이유를 작성한 6명은 ‘표본의 크기가 크기 때문’에 여자 신생아가 80%이상 태어날 가능성은 병원 A에서 더 높다고 하였다. Pratt(2005)는 많은 학생들이 표본의 크기가 커지면 자료의 변이성도 함께 커진다는 잘못된 판단을 한다고 지적하면서, 무작위성의 특징을 설명해 주는 큰 수의 법칙에 대한 적절한 지도가 시급하다고 역설한 바 있다. 표본을 여러 번 선택할 때 표본 통계량이 달라지는 양상을 큰 수의 법칙에 대한 개념적 이해에 비추어 해석할 수 있는지를 살피는 문항 12에 대해 교사들 대다수가 표본의 크기에 따른 표집 변이성을 적절하게 추론하지 못한 것을 볼 때, 큰 수의 법칙을 다루는 교과서 및 수업 상황에 대한 구체적이고 실제적인 연구가 필요해 보인다.

4. 상관관계에 대한 추론

상관관계에 대한 추론 특징을 알아보기 위한 문항에 대해 선택지별로 교사들이 반응한 인원수를 정리하면 <표 Ⅳ-4>와 같다.

<표 Ⅳ-4> 상관관계에 대한 추론 문항 선택지별 교사들의 반응 인원수

분석관점	문항 번호	선택지				
		a	b	c	d	e
A1	문항 4(1)	6	1	0	16	
	문항 4(2)	3	4	2	0	
	문항 5	8	29	24	0	
A2	문항 14	15	3	22	3	4

교사 대부분은 2×2 분할표로 제시된 이변량 자료의 상관관계를 비율적 추론에 따라 적절히 판단하였지만, 일부 교사들은 실험군과 대조군에서 습진 치료 효과를 비교할 때 특정 칸의 절대 도수에만 주목하였다(A1). 문항 4에서 ①을 선택한 교사 23명 중, 문항 4(1)에서 적절한 비율적 추론에 따라 d를 선택한 교사는 16명이었다. 문항 4에서 이변량 자료의 상관관계를 부적절하게 판단하여 ②를 선택한 교사 9명은 한 개 또는 두 개 칸의 절대 도수에만 주목하여 문항 4(2)에서 a, b, c를 선택하였다. 또한 문항 5에서 a를 선택한 교사 8명은 실험군과 대조군의 수가 다르기 때문에 두 집단을 비교할 수 없다고 한 바, 이들도 두 집단 비교에서 절대 도수를 주요하게 고려한 것으로 볼 수 있다. Watson & Callingham(2003)에 따르면 이상과 같은 전략은 2×2 분할표로 주어진 이변량 자료의 상관관계에 대해 하 수준의 추론 유형에 해당한다.

한편 일부 교사들은 상관관계가 있는 이변량 자료에는 인과관계가 있다고 생각하였다(A2). 문항 14에서 교사 3명과 4명은, TV시청 시간과 학교 성적 사이에 상관관계가 있다는 설명을 TV시청 시간과 학교 성적 사이에 인과관계가 있다는 설명으로 해석하여 각각 b와 e를 선택하였다. 여러 연구(Batanero & Sanchez, 2005; 노아라, 유연주, 2013)는 상관관계를 인과관계와 혼동하는 것이 상관관계 이해와 관련하여 학생들이 보이는 전형적인 오개념이라고 지적하면서 교사들은 상관관계를 지도할 때 이 점에 유의하도록 권고하였다. 상관관계에 대해 학생들과 유사한 오개념을 지닌 교사들은 실제 수업 상황에서 학생들의 오개념에 적절히 대처할 수 없을 것이므로, 교사들이 자신의 오개념을 극복할 수 있도록 하는 구체적인 조치가 교사 교육과정을 통해 실행될 필요가 있다.

Ⅴ. 결론

이 연구는 교사들의 통계적 추론을 분석함으로써 통계 교수-학습과 관련된 교수학적 함의를 기술하고 통계 교육에 대한 교사 전문성 개발에의 시사점을 모색하고자 하였다. Garfield(2003)가 제시한 통계적 추론 요소의 의미를 확인하여 교사들의 통계적 추론 기술을

위한 분석틀을 설정하였으며, 학생들의 통계적 추론 특징을 살핀 선행연구를 검토하여 교사들의 통계적 추론 분석에서 확인할 필요가 있는 쟁점을 추출하였다. 이를 토대로 SRA를 수정 · 보완하여 교사들의 통계적 추론 분석을 위한 지필검사 문항을 구체화하였다. 지필검사 결과는 교사들의 통계적 추론 기술을 위한 분석틀 및 선행연구에서 확인한 쟁점에 비추어 해석함으로써 교사들의 통계적 추론과 관련된 특징을 4가지 통계적 추론 요소에 따라 범주화하여 설명하였다. 이하에서는 통계적 추론 요소별로 교사들이 보인 통계적 추론의 특징을 요약하고 이로부터 통계 교수-학습과 관련된 교수학적 함의 및 교사 전문성 개발에의 시사점을 기술한다.

통계 값에 대한 추론과 관련하여 교사 대부분은 특이값에 민감한 평균의 한계를 이해하고 이를 적절히 조치하여 자료의 특징을 요약하였다. 그러나 자료의 특징을 설명하는데 어떤 종류의 통계 값을 활용하여야 하는지 분명하게 드러나지 않은 문제 맥락에서 교사 대부분은 자료의 중심에 대한 통계 값인 평균만을 준거로 삼는 경향을 보였다. Konold & Pollatsek(2010)에 따르면 중심은 자료 전반에서 드러나는 안정성을 요약하는 요소이며 퍼짐은 개별 자료 값의 가변성을 설명하는 개념으로, 자료의 특징을 기술하는 방법에 대해 지도하는 교수학적 상황에서는 중심과 퍼짐에 대한 통계 값을 상보적으로 고려할 수 있도록 유의하여야 한다. 여러 연구(Garfield & Ben-Zvi, 2008; Jacobbe & Carvalho, 2011; Sánchez, da Silva & Coutinho, 2011)는 통계 교육과정과 수업에서 자료의 중심에 대한 통계 값을 강조하는 관례가 있다고 지적한 바, 교사교육자들은 확률과 통계 교수-학습의 실제를 다룰 때 이 연구에 참여한 교사들의 반응 사례를 염두에 두어 중심 및 퍼짐에 대한 통계 값에 균형있게 주목할 필요가 있다.

사건의 확률을 구하고 해석하는데 작용하는 불확실성에 대한 추론에 있어 대부분의 교사들은 등확률 전략, 결과적 접근 전략, 대표성 전략과 같은 확률 오개념을 보였다. 또한 교사들은 실험적으로 접근하는 것이 타당한 확률 문제 상황을 이론적으로 해석하여 수학적 확률을 구하려고 시도하거나, 실험적 접근을 택한 경우에도 상대도수의 변이를 고려하지 않고 한 번 시행에서 얻은 상대도수를 통계적 확률로 활용하는 특징을 보였다. Batanero, Henry & Parzysz(2005; Fischbein, 2006; 신보미, 이경화, 2008)에 따르면 다양한 확률 오개념의 원인 중 하나는 불확실한 상황을 결정론적 관점에서 해결하려는 학교 수학의 문화적 특징에서 비롯된 면이 적지 않으므로, 이를 극복하기 위해서는 확률과 통계 교수-학습에서 확률에 대한 이론적 접근과 실험적 접근을 조화롭게 다루어야 한다. Borovcnik(2011)은 근원사건의 발생가능성이 동등하다는 전제에서 정의되는 수학적 확률을 현실 맥락에서 그대로 활용하기는 어렵기 때문에 확률과 통계 교수-학습 상황에서 사건의 확률을 다룰 때는 실험적 접근에 의해 통계적 확률을 추측해보는 기회를 제공할 필요가 있다고 강조하였다. 즉, 확률과 통계를 지도하는 교사들은 사건의 확률을 이론적 관점에서만이 아니라 실제 실험에 의해 통계적으로 다루는 역량을 갖출 필요가 있다. 교사들의 수업 실행 역량에 영향을 미치는 주요 요인 중 하나는

교사 교육과정에서 얻은 구체적인 경험과 관련되므로(Leikin & Zazkis, 2010), 교사 교육과정을 통해 불확실한 사건이 일어날 가능성을 실제 실험적으로 다루어 보고 그로부터 발생하는 개념적 쟁점을 구체적으로 논의해 보는 기회를 적절히 제공할 필요가 있다.

표본에 대한 추론과 관련하여 교사들은 무작위 표본의 의미와 특징에 대해 제한적인 이해를 보였으며, 표본의 모집단에 대한 대표성을 판단할 때 표본 추출 방법보다는 표본의 크기에 더 주목하였다. 또한 표본조사를 통해 얻은 통계적 정보를 과소평가하여 전수조사의 필요성만을 강조하거나, 표본조사에서 발생하는 표집변이를 해석하는데 부적절한 추론 유형을 보였다. Watson(2006)은 표본과 표집의 중요성을 간과하면 통계적인 연구의 모든 절차가 쓸모없는 것이 되기 때문에 표본에 대한 추론은 통계 교육의 주요 목표중 하나가 되어야 한다고 역설하였다. 그러나 교사들은 통계 영역에서 불확실성이 내재된 개념보다는 계산적인 요소가 있는 내용을 더 친숙해하고 가르치기 편하다고 느끼기 때문에 표본이나 표집을 지도하는 것을 선호하지 않으며, 자연스럽게 표본 및 표집 지도와 관련된 교수학적 쟁점을 검토하거나 이에 대한 지도 전략을 고민하는 기회를 덜 갖게 된다(Watson, 2001). 한편 Stohl(2005)는 통계 지도에 교사들의 자신감이 부족한 것은 통계 지식이 부족해서라기보다 통계적 아이디어를 가르치는 적절한 교수법을 배운 적이 없기 때문이라고 하였다. 여러 연구(Bakker, 2004; Lane-Getaz, 2006; Chance, delMas & Garfield, 2010)는 표본과 표집에 대한 통계적 아이디어를 지도하는데 컴퓨터 소프트웨어를 활용한 시각적 모델의 역할을 강조한 바, 교사 교육 프로그램을 통해 공학 도구를 활용하여 표본과 표집의 아이디어를 다루는 방안을 적극적으로 탐색할 필요가 있다.

상관관계에 대한 추론과 관련하여 일부 교사들은 2×2 분할표로 주어진 이변량 자료의 상관관계를 판단할 때 분할표의 특정 칸에 있는 절대 도수에 좀 더 주목하였으며, 이변량 자료의 상관관계를 인과관계로 파악하기도 하였다. 2×2 분할표는 다양한 실생활 맥락에서 발생하는 상관관계를 다루는 주요 도구로서 2×2 분할표로 주어진 이변량 자료의 상관관계를 적절하게 판단하는 것은 통계 교육의 주요 목표 중 하나인 통계적 추론을 개발하는데 무엇보다 중요하다(Watson & Nathan, 2010). 또한 2×2 분할표로 주어진 이변량 자료를 비율적 추론에 의해 해석하는 활동은 조건부 확률에 대한 개념적 이해에도 기여한다(김미경, 2003). 2015 개정 중학교 교육과정의 상관관계 단원에서 2×2 분할표를 명시적으로 다루지는 않지만, 교사의 역량은 가르치는 교과서의 내용 자체만을 아는 것에서 한 걸음 더 나아가 지도하는 수학 내용 전반에 대한 깊은 이해에 기반할 필요가 있으므로(Watson & Barton, 2011), 교사 교육 프로그램을 통해 상관관계에 대한 추론을 비롯하여 확률과 통계 영역 전반에 대한 안목의 개발을 목표로 하는 강좌의 설계와 실행이 시급하다.

참 고 문 헌

교육부(2015). **수학과 교육과정**. 서울: 교육부.

구경호, 김석우(2017). 중학교 자유학기제에 대한 교사의 실행도 종단연구. **교육과정평가연구, 20**(1), 245-270.

김미경(2003). 중학교 3학년 상관관계 지도 내용 향상 방안에 관한 연구. 이화여자대학교 대학원 석사학위 논문.

김미경, 허명회(1995). 윷의 확률. **한국 통계학회 춘계발표회 논문집**. 91-97.

노아라, 유연주(2013). 우리나라 고등학생들의 상관관계 이해도 조사. **수학교육학연구, 23**(4), 467-490.

박경미(2015). **2015 개정 수학과 교육과정 시안 개발 연구Ⅱ**. 서울: 한국과학창의재단.

성태제(2005). **교육연구방법의 이해**. 서울: 학지사.

신보미, 이경화(2008). 확률 오개념의 극복을 위한 시뮬레이션의 활용. **교육과정평가연구, 11**(1), 205-234.

이경화(2016). 통계, 통계교육, 그리고 통계교육 연구로의 시간여행. **수학교육학논총, 49**, 41-56.

이종학(2011). 예비 교사의 통계적 추론 능력에 대한 연구. **한국학교수학회논문집, 14**(3), 299-327.

탁병주, 이경화(2017). 우리나라 통계교육 연구의 동향 분석-2000년 이후 발행된 국내 통계교육 연구논문을 중심으로-. **수학교육학연구, 27**(2), 269-289.

Ball, D., Thames, M., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education, 59*, 389-407.

Bakker, A. (2004). Reasoning about shape as a pattern in variability. *Statistics Education Research Journal, 3*(2), 64-83.

Batanero, C., Henry, M., & Parzysz, B. (2005). The nature of chance and probability. In G. A. Jones (Ed.), *Exploring probability in school : Challenges for teaching and learning* (pp. 15-37). USA: Springer.

Batanero, C. & Sanchez, E. (2005). What is the nature of high school students' conceptions and misconceptions about probability? In G. A. Jones (Ed.), *Exploring probability in school : Challenges for teaching and learning* (pp. 241-266). USA: Springer.

Ben-Zvi, D. & Garfield, J. (2010). 통계적 소양, 추론, 사고: 목표, 정의, 난제. In D.

Ben-Zvi & J. Garfield (Eds.). **통계적 사고의 의미와 교육** (이경화 외 9인 역), (pp. 3-17). 서울: 경문사. (원서는 2004년 출판).

Borovcnik, M. (2011). Strengthening the role of probability within statistics curricula. In C. Batanero, G. Burrill, & C. Reading (Eds.), *Teaching Statistics in School Mathematics-Challenges for Teaching and Teacher Education* (pp. 71-83). USA: Springer.

Chance, B., delMas, R., & Garfield, J. (2010). 표집에 대한 추론. In D. Ben-Zvi & J. Garfield (Eds.). **통계적 사고의 의미와 교육** (이경화 외 9인 역), (pp. 353-385). 서울: 경문사. (원서는 2004년 출판).

delMas, R. (2002). Statistical literacy, reasoning, and thinking: A commentary. *Journal of Statistics Education, 10*(3). Retrieved November 4, 2017, from www.amstat.org/publications/jse/v10n3/delmas_discussion.html(검색일: 2018.01.10.)

delMas(2010). 수학적 추론과 통계적 추론. In D. Ben-Zvi & J. Garfield (Eds.). **통계적 사고의 의미와 교육** (이경화 외 9인 역), (pp. 95-114). 서울: 경문사. (원서는 2004년 출판).

Fischbein, E. (2006). **수학 과학 학습과 직관** (우정호 외 7인 역). 서울: 경문사. (원서는 1987년 출판).

Franklin, C., Kader, G., Mewborn, D., Moreno, J., Peck, R., Perry, M., & Scheaffer, R. (2007). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education report: A preK-12 curriculum framework*. VA: American Statistical Association. Retrieved November 4, 2017, from http://www.amstat.org/education/gaise/GAISPreK-12.htm (검색일: 2017.12.13.)

Freudenthal, H. (1972). The "Empirical law of large numbers" or "The stability of frequencies". *Educational Studies in Mathematics, 4*(4), 484-490.

Garfield, J. (2002). The challenge of developing statistical reasoning. *Journal of Statistics Education, 10*(3). Retrieved November 4, 2017, from ww2.amstat.org/publications/jse/v10n3/garfield.html(검색일: 2017.11.25.)

Garfield, J. (2003). Assessing statistical reasoning. *Statistics Education Research Journal, 2*(1), 22-38.

Garfield, J. & Ben-Zvi, D. (2008). *Developing students' statistical reasoning: Connecting research and teaching practice*. USA: Springer.

Garfield, J. & Ben-Zvi, D. (2010). *Developing students' statistical reasoning*. USA: Springer.

Garfield, J. & Franklin, C. (2011). Assessment of learning, for learning, and as learning in statistics education. In C. Batanero, G. Burrill, & C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics-challenges for teaching and teacher education* (pp. 133-145). USA: Springer.

Jacobbe, T. & Carvalho, C. (2011). Teachers' understanding of averages. In C. Batanero, G. Burrill, & C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics-challenges for teaching and teacher education* (pp. 199-209). USA: Springer.

Jones, A. G. & Thornton, C. (2005). An overview of research into the teaching and learning of probability. In G. A. Jones (Ed.), *Exploring probability in school : Challenges for teaching and learning* (pp. 65-92). USA: Springer.

Konold, C. & Pollatsek, A. (2010). 평균의 개념화: 소음과 안정. In D. Ben-Zvi & J. Garfield (Eds.). **통계적 사고의 의미와 교육** (이경화 외 9인 역), (pp. 201-238). 서울: 경문사. (원서는 2004년 출판).

Lane-Getaz, S. J. (2006). What is statistical thinking, and how is it developed? In G. F. Burrill (Ed.), *Thinking and reasoning about data and chance: Sixth-eighth NCTM Yearbook* (pp. 273-289). VA: NCTM.

Langrall, W. C. & Mooney, S. E. (2005). Characteristics of elementary school students' probabilistic thinking In G. A. Jones (Ed.), *Exploring probability in school : Challenges for teaching and learning* (pp. 95-119). USA: Springer.

Leikin, R. & Zazkis, R. (2010). Teachers' opportunities to learn mathematics through teaching. In R. Leikin & R. Zazkis (Eds.), *Learning through teaching mathematics* (pp. 3-21). USA: Springer.

Newton, J., Dietiker, L., & Horvath, A. (2011). Statistics education in the United States: Statistical reasoning and the statistical process. In C. Batanero, G. Burrill, & C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics-challenges for teaching and teacher education* (pp. 9-13). USA: Springer.

Peck, R., Gould, R., & Miller, J. S. (2013). *Developing essential understanding of statistics for teaching mathematics in Grades 9-12*. VA: NCTM.

Petrou, M. & Goulding, M. (2011). Conceptualising teachers' mathematical knowledge in teaching. In T. Rowland & K. Ruthven (Eds.), *Mathematical Knowledge in Teaching* (pp. 9-25). NY: Springer.

Pratt, D. (2005). How do teachers foster students' understanding of probability? In G. A.

Jones (Ed.), *Exploring probability in school : Challenges for teaching and learning* (pp. 171-189). USA: Springer.

Rubenstein, N. R., Craine, V. T., & Butts, R. T. (2002). *Integrated mathematics : Course I*. Boston, EI: McDougal Littell.

Rumsey, J. D. (2002). Statistical literacy as a goal for introductory statistics courses. *Journal of Statistics Education, 10*(3). Retrieved November 4, 2017, from https://ww2.amstat.org/publications/jse/v10n3/rumsey2.html(검색일: 2018.01.10.).

Sánchez, E., da Silva, C. B., & Coutinho, C. (2011). Teachers' understanding of variation. In C. Batanero, G. Burrill, & C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics-challenges for teaching and teacher education* (pp. 211-221). USA: Springer.

Schoenfeld, H. A. (2011). *How we think: A theory of goal-oriented decision making and its educational applications.* NY: Routledge.

Stigler, S. (2016). *The seven pillars of statistical wisdom.* USA: Harvard University Press.

Stohl, H. (2005). Probability in teacher education and development. In G. A. Jones (Ed.), *Exploring probability in school : Challenges for teaching and learning* (pp. 345-366). USA: Springer.

Tempelaar, D. (2004). Statistical reasoning assessment. *Paper presented at the ARTIST Roundtable Conference on Assessment in Statistics*, 1-29.

Watson, A. & Barton, B. (2011). Teaching mathematics as the contextual application of mathematical modes of enquiry. In T. Rowland & K. Ruthven (Eds.), *Mathematical knowledge in teaching* (pp. 65-82). NY: Springer.

Watson, J. (2001). Profiling teachers' competence and confidence to teach particular mathematics topics: The case of chance and data. *Journal of Mathematics Teacher Education,* 305-337.

Watson, J. (2006). *Statistical literacy at school: Growth and goals.* NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Watson, J. (2010). 표본에 대한 추론. In D. Ben-Zvi & J. Garfield (Eds.). **통계적 사고의 의미와 교육** (이경화 외 9인 역), (pp. 329-351). 서울: 경문사. (원서는 2004년 출판).

Watson, J. & Callingham, R. (2003). Statistical literacy: A complex hierarchical construct. *Statistics Education Research Journal, 2*(2), 3-46.

Watson, J. & Callingham, R. (2014). Two-way tables: Issues at the heart of statistics and probability for students and teachers. *Mathematical Thinking and Learning, 16,* 254-284.

Watson, J. & Moritz, J. (2000). Developing concepts of sampling. *Journal for Research in Mathematics Education, 31*, 44-70.

Watson, J. & Nathan, E. L. (2010). Assessing the interpretation of two-way tables as part of statistical literacy. In C. Reading (Ed.), *Data and context in statistics education: Towards an evidence-based society* (pp. 69-87). The Netherlands: International Statistics Institute.

Zhang, Q. & Stephens, M. (2013). Utilising a construct of teacher capacity to examine national curriculum reform in mathematics. *Mathematics Education Research Journal, 25*(4), 481-502.

· 논문접수 : 2018.03.28. / 수정본접수 : 2018.05.03. / 게재승인 : 2018.05.03.

ABSTRACT

An Analysis of Teachers′ Statistical Reasoning

Sin Bo Mi
Associate Professor, Chonnam University

This study analyzed characteristics of teachers′ statistical reasoning. The aims of this study based on the analysis were to deduce implications in terms of the various means which would enhance students′ statistical reasoning and teachers′ professional development in designing and implementing statistics instructions. In order to achieve the aims, this study conducted didactical analysis related statistical reasoning through examining previous researches and a questionnaire was developed with reference to the results of the analysis and Garfield(2003). The questionnaire was given to 32 teachers and qualitative methods were used to analyze the data obtained from the written responses by the participants. This study also elaborated the framework descriptors for interpreting the teachers′ responses in the light of the didactical analysis and the data was elucidated in terms of this framework. The specific features of the teachers' statistical reasoning were delineated according to the four types of the reasoning(Garfield, 2003). In addition, some issues in the teacher education for teaching statistics were identified in the categories of 'reasoning about statistical measures', 'reasoning about uncertainty', 'reasoning about samples' and 'reasoning about association'. The results of this research could provide inspiration for improving teacher education program.

Key words : Statistical Reasoning, Teacher Education, Statistics Teaching-Learning

<부록> 지필검사 문항

1. 학생 9명이 어떤 물체의 무게를 각각 측정하였다. 학생들이 측정한 결과는 다음과 같다.
6.2 6.0 6.0 15.3 6.1 6.3 6.2 6.15 6.2 (단위 : g)
이 물체의 무게를 가능한 정확하게 요약하려면 다음 중 어떤 방법을 사용하는 것이 좋을까?
a. 가장 자주 나타난 값 6.2를 이 물체의 무게로 본다. b. 가장 정확하게 구한 값 6.15를 이 물체의 무게로 본다.
c. 9개의 값을 모두 더하여 9로 나눈다. *d. 15.3을 제외한 8개의 값을 모두 더하여 8로 나눈다.*[4]

2. 주사위 2개를 동시에 던져 다음 두 가지 결과를 얻었다. 이 결과에 대한 반응 중 가장 동의하는 것을 고르시오.
<결과 1> 5의 눈 한 개, 6의 눈 한 개 <결과 2> 5의 눈 두 개
a. <결과 1>과 <결과 2>를 얻을 가능성은 같다. *b. <결과 1>을 얻을 가능성이 높다.*
c. <결과 2>를 얻을 가능성이 높다. d. 답할 수 없다.

3. 비올 가능성이 70%라고 예보된 여러 날 중에서 실제 비가 온 날의 수가 어느 정도가 되면 일기 예보가 정확하다고 할 수 있을까?
a. 비올 가능성이 70%라고 예보되었던 여러 날 중에서 실제로 비가 온 날이 95-100%인 경우
b. 비올 가능성이 70%라고 예보되었던 여러 날 중에서 실제로 비가 온 날이 85-94%인 경우
c. 비올 가능성이 70%라고 예보되었던 여러 날 중에서 실제로 비가 온 날이 75-84%인 경우
d. 비올 가능성이 70%라고 예보되었던 여러 날 중에서 실제로 비가 온 날이 65-74%인 경우
e. 비올 가능성이 70%라고 예보되었던 여러 날 중에서 실제로 비가 온 날이 55-64%인 경우

4. 습진 치료를 위해 개발된 신약의 효과를 검증하기 위하여 실험을 하였다. 습진 환자 30명 중에서 20명을 무작위로 선택하여 신약을 처치(실험군)하고, 나머지 10명에게는 어떤 약도 처치하지 않았다(대조군). 두 달 후 환자들의 습진 개선 정도를 조사하였더니 다음과 같았다면 신약에는 습진 치료 효과가 있다고 볼 수 있는가?

	실험군	대조군
개선됨	8	2
개선되지 않음	12	8

① 습진 치료 효과가 있는 것으로 보인다. ② 습진 치료 효과가 없는 것으로 보인다.

4(1) ①을 선택하였다면 그 이유는 다음 중 어떤 것인가?
a. 실험군 중 40%인 $\frac{8}{20}$에서 습진 개선의 효과가 있었다.
b. 대조군에서는 개선된 사람이 2명이지만 실험군에서는 8명이다.
c. 실험군에서 개선되지 않은 사람의 수와 개선된 사람의 수의 차인 4명은 대조군에서의 차인 6명보다 작다.
d. 실험군에서는 40%인 $\frac{8}{20}$가 개선되었지만 대조군에서는 20%인 $\frac{2}{10}$만이 개선되었다.

4(2) ②를 선택하였다면 그 이유는 다음 중 어떤 것인가?
a. 대조군에서는 어떤 약도 처치하지 않았지만 2명이 개선되었다.
b. 실험군에서는 개선되지 않은 사람 수 12가 개선된 사람 수 8보다 많다.
c. 각각의 그룹에서 개선된 사람의 수와 개선되지 않은 사람의 수의 차가 거의 비슷하다.
d. 실험군 중 40%인 $\frac{8}{20}$만이 개선되었다.

5. 다음은 위에 기술한 실험 결과를 신뢰할 수 없다고 생각하는 사람들이 제기할 수 있는 이유를 나열한 것이다. 동의하는 것을 모두 고르시오.

4) 적절한 추론 유형에 의한 선택지는 기울임체로 작성하였다.

a. 실험군에 속한 환자 수와 대조군에 속한 환자수가 다르므로 두 그룹을 비교하는 것은 의미가 없다.
b. 표본의 크기 30은 결론을 이끌어 내기에 다소 작다고 볼 수 있다.
c. 습진 환자 30명 중에서 무작위로 20명을 선택한 것은 잘못이다. 왜냐하면 습진이 덜 심한 환자들만 우연히 모두 선택될 수 있기 때문이다.

6. 어떤 음반회사는 우리나라 십대들이 음반 구입에 얼마나 많은 돈을 쓰는지 알아보기 위하여 우리나라에서 80개의 쇼핑몰을 무작위로 선정하고 조사자 한 명씩을 쇼핑몰에 보내어 지나가는 사람 중 십대로 보이는 사람들에게 설문지 작성을 부탁하도록 하였다. 이렇게 수합한 설문지는 모두 2,050장이었으며 이 음반회사는 설문지를 분석하여 우리나라 십대들은 음반 구입에 연평균 15만원을 사용한다는 결론을 내렸다. 다음은 이 조사와 관련된 여러 의견들이다. 동의하는 것을 모두 고르시오.
a. 음반회사가 구한 평균은 십대들이 음반 구입에 쓰는 돈의 추정 값일 뿐이다. 따라서 그 값을 알기 위해서는 우리나라 십대 전체에 대해 조사하여야 한다.
b. 우리나라 십대 전체의 평균값을 구하고자 한 것이므로 이 음반회사는 80개보다 많은 쇼핑몰을 조사했어야 했다.
c. 설문지 2,050장은 우리나라 십대들 전체에 대한 결론을 이끌어내기에는 너무 작다.
d. 설문지를 작성한 십대들을 무작위로 고른 것이 아니므로 위 평균값은 부적절한 추정 값일 가능성이 높다.
e. 쇼핑몰에 온 십대들 중에서만 표본을 골랐으므로 위 평균값은 부적절한 추정 값일 가능성이 높다.

7. 윷놀이에서 도가 나올 확률을 구하려고 한다. 다음 중 적절한 전략은?
a. 윷짝 1개를 던졌을 때 배가 나올 확률과 등이 나올 확률을 같다고 보고 ${}_4C_1(\frac{1}{2})^4$ 와 같이 구한다.
b. 윷짝 1개를 50번 던지는 시행을 하여 등이 나온 상대도수 p 를 구한 다음 ${}_4C_1p^4$ 과 같이 구한다.
c. 윷짝 1개에서 등 부분의 겉넓이 a 와 배 부분의 겉넓이 b 를 구한 다음 ${}_4C_1(\frac{a}{a+b})^4$ 과 같이 구한다.
d. 위에 있는 전략 중 어떤 것에도 동의하지 않는다(자신의 전략을 쓰시오:________________________)

8. 정상 동전 1개를 5번 던졌을 때 다음 중 일어날 가능성이 가장 큰 결과는?
a. HHHTT b. THHTH c. THTTT d. HTHTH *e. 네 가지 모두 일어날 가능성이 같다.*

9. 8에서 자신이 선택한 답의 이유에 해당하는 것을 모두 고르시오.
a. 정상 동전이므로 앞면과 뒷면이 나온 횟수는 거의 같아야 한다. b. 어떤 결과도 나올 수 있다.
c. 동전 1개를 5번 던지는 시행을 반복하면 각각의 결과는 거의 비슷하게 나타날 것이다.
d. 앞면이 연속해서 나오면 다음에는 뒷면이 나올 가능성이 커진다.
e. 각 결과가 일어날 가능성은 정확히 같은 확률 값을 갖는다.

10. 선형이는 자동차 A와 자동차 B 중 하나를 구입하려고 한다. 어떤 자동차 전문 잡지가 자동차 수리비용의 차이를 알아보기 위하여 자동차 A 400대와 자동차 B 400대를 무작위로 조사하였더니 자동차 A가 자동차 B보다 수리비용이 덜 든다는 결과를 얻었다고 한다. 자동차 B를 가지고 있는 선형이 친구 중 2명은 자동차 B에 약간의 고장이 있기는 하지만 큰 문제는 아니어서 수리비용이 거의 들지 않았다고 말하였다. 자동차 A를 가지고 있는 친구는 다음과 같이 자동차 A의 문제점을 지적하였다.

> "자동차 A의 연료 점화장치에 문제가 있어서 250만원을 주고 수리를 했더니 다음에는 앞 범퍼에 문제가 있어서 이것도 수리했다네. 자동차의 트랜스미션이 고장이 난 후에는 이 차를 팔아야겠구나 하고 생각했지. 나라면 절대로 자동차 A를 사지 않을 걸세."

자동차의 수리비용이 비교적 적게 드는 차를 구입하고자 하는 선형이에게 어떤 차를 추천하겠는가?
a. 자동차 B를 추천하겠다. 자동차 A를 가지고 있는 선형이 친구에 따르면 자동차 A에는 정말로 엄청난 고장이 있다. 그러나 자동차 B를 가지고 있는 친구들은 그처럼 심각한 고장을 경험한 적이 없다.
b. 자동차 A를 추천하겠다. 자동차 A를 가지고 있는 선형이 친구의 말이 있기는 하지만 그것은 하나의 사례에 불과하고 자동차 전문 잡지의 조사 결과는 400대의 자동차를 무작위로 조사한 것이다.

c. 어떤 자동차를 구입해도 괜찮다. 어떤 차가 다른 차보다 수리비용이 덜 든다고 하더라도 운이 나빠서 내가 구입한 차는 수리비용이 많이 드는 경우도 있고 또 반대의 경우도 있다. 동전을 던져서 결정하는 것이 좋을 것 같다.

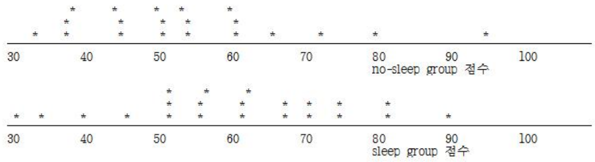
11. 주사위의 다섯 면에는 검정색이, 한 면에는 흰색이 칠해져 있다. 이 주사위를 6번 던졌을 때 다음 중 어떤 결과가 더 잘 일어날 것 같은가?

a. 5번은 검정색, 1번은 흰색 b. 6번 모두 검정색 c. a와 b는 일어날 가능성이 같다.

12. 일반적으로 여자 신생아와 남자 신생아가 태어날 확률은 같다고 한다. 하루에 평균적으로 신생아 50명이 태어나는 병원 A와 신생아 10명이 태어나는 병원 B가 있다고 할 때, 특정 날에 여자 신생아가 80%이상 태어날 가능성이 더 높은 병원은 어디인가? 또한 자신이 선택한 답지의 이유를 밑줄 친 부분에 쓰시오.

a. 병원 A__________ *b. 병원 B*__________ c. a와 b는 일어날 가능성이 같다.__________

13. 수면시간이 시험 점수에 미치는 영향을 알아보기 위해 대학생 40명을 무작위로 추출하여 실험을 진행하였다. 대학생을 20명씩 무작위로 나눈 다음, 첫 번째 그룹의 20명은 시험 전날 잠을 자지 않고 밤새도록 공부하도록 하였고(no-sleep group), 나머지 그룹의 20명은 시험 전날 11시에 잠자리에 들도록 하였다(sleep group). 두 그룹의 시험 점수 결과는 다음과 같다. 그래프에서 점은 특정 학생의 점수를 나타낸다. 예를 들어 두 번째 그래프에서 80 위에 찍혀 있는 점 2개는 sleep group에 속한 학생 2명이 시험에서 80점을 맞았다는 것을 의미한다. 그래프를 살펴보고 다음 중 가장 동의하는 결과를 하나만 고르시오.



a. no-sleep group이 더 좋은 점수를 얻었다. 이 그룹에 속한 학생 중에서 40점미만은 1명이고 가장 높은 점수도 이 그룹에 속하는 학생이 얻었다.

b. no-sleep group이 더 좋은 점수를 얻었다. 이 그룹의 평균이 sleep group의 평균보다 살짝 높을 것 같다.

c. 두 그룹의 점수 차이는 없다. 두 그룹의 평균 점수 차이가 두 그룹이 퍼져 있는 정도에 비해 너무 작다.

d. sleep group이 더 좋은 점수를 얻었다. 80점 이상인 학생이 이 그룹에 더 많다.

e. sleep group이 더 좋은 점수를 얻었다. 이 그룹의 평균이 no-sleep group의 평균보다 살짝 높을 것 같다.

14. 초등학생 500명을 무작위로 선택하고 한 달 동안 하루 TV시청 시간을 매일 기록하도록 하여, 한 주에 평균 28시간이라는 결과를 얻었다. 또한 연구자들은 이 초등학생들의 성적표를 조사하여 TV를 덜 보는 학생들의 학교 성적이 더 좋다는 것을 발견하였다. 다음은 이 조사와 관련된 여러 의견들이다. 동의하는 것을 모두 고르시오.

a. 500명은 어떤 결론을 이끌어내기에 표본의 크기가 너무 작다.

b. TV시청 시간을 줄이면 학교 성적이 오를 것이다.

c. TV를 덜 보는 학생들의 학교 성적이 좋지만 이 결과가 TV시청이 학교 성적에 나쁜 영향을 미친다는 것을 의미하지는 않는다.

d. 초등학생들의 평균 TV시청 시간을 조사하는데 한 달은 충분히 긴 기간이 아니다.

e. 이 연구에 따르면 TV시청 때문에 학교 성적이 나빠진다.

15. 어느 도시의 교육청에서는 가구당 평균 아동수를 알아보기 위해 그 도시의 전체 아동수를 조사하여 전체 가구수인 50으로 나누었다. 그 결과 가구당 평균 아동 수는 2.2명이었다. 다음 설명 중 항상 참인 것을 모두 고르시오.

a. 이 도시에 있는 가구 중 절반에는 2명이상의 아동이 있다.

b. 이 도시에는 아동이 3명인 가구가 2명인 가구보다 많다.

c. 이 도시에 있는 전체 아동 수는 110명이다.

d. 이 도시에는 가구 당 아동 수가 2명인 가구가 가장 많다.