한국초등수학교육학회지 21(2) 391-414.
2017. 05. 31

Journal of Elementary Mathematics Education in Korea 21(2) 391-414.
May 31. 2017.

초등 6학년의 학교 통계와 통계적 소양에 대한 연구[1]

임다미[2] · 박영희[3]

본 연구에서는 초등학교 6학년 학생들이 교육과정에서 제시하는 확률과 통계에 대해 얼마나 이해하고 있는지 진단하고 통계적 소양과 어떻게 관련되는지에 대해 알아보았다. 그래서 통계적 소양의 이론적 틀을 분석하고, 교과서 내용과 연관되는 요소를 찾아보고 이를 바탕으로 확률과 통계의 내용에 대한 성취 정도와 통계적 소양을 측정하였다. 이를 통해 초등 6학년의 통계적 소양과 관련하여 우리나라 교육과정에서 보완해야 될 요소를 알아보았다.

주제어: 통계적 소양, 초등 수학, 교과서, 교육과정

Ⅰ. 서 론

사회가 발달함에 따라 다양한 정보를 쉽게 접할 수 있다. 범람하는 정보를 사용 목적에 맞게 선택하고 비판적으로 사고하여 합리적인 의사소통을 하는 것은 중요하다. 이런 시대적 흐름에 따라 통계 교육은 더욱 중요하게 되었다. 특히 통계를 통해 매일 다양하고 방대한 정보 속에서 살아가는 현대인에게 일상생활에서 일어나는 불확실한 현상이나 문제들을 대상으로 하여 그와 관련된 실생활 문제를 해결하는데 활용할 수 있고, 비교, 측정, 표 구성, 그래프 표현, 주어진 자료의 해석을 통한 의사소통을 원활하게 할 수 있어야 한다.(교육과학기술부, 2011)

적절한 통계적 소양을 길러야 학생들이 실제 생활 속에서 만나는 선택의 순간에서 보다 합리적인 의사결정을 할 수 있다. 그러면 우리나라 초등 수학의 교육과정을 통해 학생들은 올바른 통계적 소양을 가질 수 있는지 알아 볼 필요가 제기된다. 그리고 학생들의 통계적 소양은 어떠한 정도이며 이를 잘 기르기 위해서 어떤 접근이 필요할지를 알아보고자 하였다. 또한 학생들의 통계적 소양 수준을 알아보고 학생들의 통계적 소양을 높이기 위한 올바른 접근 방법을 고민하는 것이 필요하다고 생각하여 본 연구를 하게 되었다.

우리나라 통계교육의 문제점은 여러 연구를 통해 제기되었다. 우정호(2007)는 우리나라에서 이루어져왔던 전통적인 통계교육에 대하여 통계적 사고의 본질이 적절히 교육되지 못하고 있다면서 “자료를 지적 도전이 전혀 없는 처방에 따라 기계적으로 처리하도록 하는 경향이 있고, 수학 이론에 모든 통계적 사고가 포함되는 것으로 간주되어 실제적인 통계적 사고 경험이 적절히 제공되지 못하고 있다.”고 지적하며 실제적인 문제를 해결하는

1) 본 논문은 제1저자의 2016년 석사학위 논문을 재구성한 것임
2) [제1저자] 청주우암초등학교
3) [교신저자] 청주교육대학교

자료처리 능력을 개발할 것을 제안했다. 김상룡(2009)도 교육과정에서 통계 영역이 지나치게 기초기능 습득에 치중하고 있다는 것을 지적하면서 통계는 기능의 습득도 중요하지만 통계적 사고력을 함양하고 좀 더 실생활에서 통계를 잘 활용하기 위해서 일련의 과정을 스스로 해 봄으로써 문제의식을 가지고 생각해 볼 수 있는 기회를 제공하는 것이 중요하다고 강조하였다. 박영희(2016)는 2009개정 교육과정에서 통계 영역에 해당하는 교과서 분석을 통해 평균이 적절하게 제시되었는지, 학생들이 실생활 자료를 수집하는 활동이 교과서에 제시되어 있는지를 중점적으로 살펴보았다. 임지애, 강완(2003)은 초등수학교과서에 제시된 그래프를 1차부터 7차 교육과정까지 해당되는 사항을 고찰하였다.

김진호(2016)는 숫자와 통계를 기반으로 하는 분석 능력이야말로 이 시대 사람들이 갖춰야 할 필수 역량이라고 하면서 구글의 수석 경제학자인 할 베리언이 “데이터를 분석 활용하는 능력, 즉 데이터를 이해하는 능력, 데이터를 처리하는 능력, 가치를 뽑아내는 능력, 시각화하는 능력, 전달하는 능력이야말로 누구에게나 앞으로 오랫동안 매우 중요한 능력이 될 것이다”라고 예견하였다고 한다. 따라서 학생들이 살아갈 미래 사회는 산업시대의 단순한 지식 축적을 넘어서 자료를 제대로 활용하고 비판적 시각을 가질 수 있는 통계적 소양을 갖추어야 할 것이다.

이를 위하여 초등 6학년을 대상으로 교육과정에서 제시하는 확률과 통계의 내용을 바탕으로 진단평가를 실시하고 6학년 학생들의 통계적 소양에 대해 연구하였다. 그리고 이러한 분석을 바탕으로 우리나라 초등 수학 교육과정에서 어떤 점을 개선해야 할지 알아보았다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 우리나라 통계교육의 문제점 진단과 교육과정 분석

우리나라 통계교육의 문제점은 여러 연구를 통해 제기되었다. 국외에서는 통계적 사고, 통계적 추론, 통계적 소양의 의미와 사례, 수준 및 발달단계, 형식적인 통계를 학교수학의 환경과 학생들의 인지수준, 흥미유발에 적합한 형태로 재구성하는 방법과 그 적용 결과로부터 도출할 수 있는 의미, 통계 관련 수학교사의 이해와 지식, 신념 등 다양한 주제에 대한 연구가 이루어져 왔다.(Ben-zvi & Garfield, 2004) 하지만 국내에서는 최근 들어 이와 같은 논의들에 부분적으로 주목하고 있으며 연구가 부족한 형편이다. 또한 수학과 교육과정에서 통계가 차지하는 위상과 역할, 다른 내용영역과의 관계 면에서도 열악한 상황이다.(이경화,2016)

실제적인 통계적 사고 경험이 적절히 제공되지 못하고 있고(우정호,2007) 교육과정에 통계 영역이 지나치게 기초기능 습득에 치중하고 있다는 것을 지적하면서 통계적 사고력을 함양하고 좀 더 실생활에서 통계를 잘 활용하기 위해서는 일련의 과정을 스스로 해 봄으로써 문제의식을 가지고 생각해 볼 수 있는 기회를 제공하는 것이 중요하다고 강조하였다(김상룡,2009). 이처럼 우리나라 통계교육이 갖는 문제점이 있으며 이는 교과서에서도 드러난다. 초등 수학 교과서 통계 영역을 통계적 문제해결 과정을 중심으로 분석한 결과 학생들이 스스로 문제를 해결하고 창의적으로 사고하는 기회가 충분히 제공되지 않음을 지적하며 교과서 문항과 활동들이 통계적 문제해결 과정 중 자료 표현 및 분석 단계에 치우쳐 있으므로 다른 과정을 고루 경험할 수 있는 균형 잡힌 교수·학습 과정 개발이 필요함을

언급하였다(배혜진,이동환, 2016).

2009 개정 수학과 교육과정을 보면 미래 사회에서 사회 구성원에게 필요한 창의적 사고 능력, 문제 해결 능력, 정보처리 능력, 의사소통 능력 등 핵심역량을 기르는 것을 중요하게 생각하는 것을 알 수 있다. 이러한 역량을 통하여 민주 시민에게 필요한 소양과 경쟁력을 갖추는데 목표가 있으며 통계적 소양은 이러한 목표를 이루기 위해 중요한 역할을 할 수 있다. 통계적 소양은 정보처리 능력, 의사소통하는 능력과 합리적으로 문제를 해결하고 올바르게 선택하는데 많은 기여를 하기 때문이다.

또한 우리나라 교육과정은 단계형 교육과정에 따라 그 내용의 반복이 거의 없고 매학기나 학년에 다루지 않는다(오현선,2009). 그래서 확률과 통계와 관련하여 접할 수 있는 기회나 배운 내용을 다음 학년이나 학기에 연습 할 수 있는 기회가 적다.

2. 통계교육의 목적으로서의 통계적 소양

통계적 소양은 1990년대 여러 나라에서 정의되었던 성인 소양과 관련하여 주목을 받기 시작하였고, 특히 양적 소양(quantity literacy)과 관련하여 통계적 능력의 중요성이 부각되기 시작하였다. 통계적 교육학자들은 성인 소양에 관해 통계적 소양의 역할과 학교 교육에서의 교육적 역할에 대해 고려해야 할 것을 주장한다.(Gal, 2002; Watson, 2006)

통계적 소양에 대한 여러 가지 정의에 따르면, 통계적 지식과 기술을 습득하여 활용하는 것 이상으로 크게 두 가지 측면이 강조되고 있다고 할 수 있다. 하나는 다양한 맥락에서 접하는 통계 정보나 자료와 관련된 주장 또는 확률 통계적 현상들을 해석하고 비판적으로 평가하는 능력이며, 다른 하나는 통계 정보에 기초하여 토론하고 의사소통하는 것이다. 그러나 이러한 능력과 행동들은 독립적으로 이루어지는 것이 아니라 서로 관련된 여러 기초 지식과 성향에 근거한다(강현영,2012).

Gal(2002)은 통계적 소양을 개념화할 필요가 있음을 제기하고 통계적 소양의 주요 요소들을 설명하고자 하였다. 이에 따라 성인으로서 다양한 일상생활에서 유능한 ‘자료 소비자’로서 행동하는데 필요한 능력에 주목하여 통계적 소양에 대한 모델을 제시한다. 성인과 고등학교나 대학을 졸업한 학습자들이 맥락을 파악하기 위한 상황에서 접하게 되는 통계적 메시지를 이해하고, 해석하고, 비판적으로 평가하고, 반응하기 위해 요구되는 기초 지식과 이를 가능하게 하는 과정을 나타낸다. 통계적 소양이 크게 지식 요소와 성향요소로 구성되어 있다고 가정한다. 지식 요소는 기본 소양, 통계적 지식, 수학적 지식, 맥락적 지식, 비판적 질문이라는 다섯 가지 인지적 요소로 구성되며, 성향 요소는 비판적 자세, 신념과 태도라는 두 가지 요소로 구성된다. Watson(2006)은 모든 학생들이 자료에 기초하여 의사결정 하는데 참여하도록하기 위한 장래의 준비를 목적으로 통계적 소양의 요소를 제시하고 그 요소들 사이의 연결을 보여준다. 통계 교육의 목적으로서 통계적 소양은 넓은 맥락에서 뿐만 아니라 학교 교육과정에서 내용을 통합하며, 통계적 소양과 관련된 아이디어 사이에는 많은 중요한 연결이 있다.

<표 1> 통계적 소양에 대한 종합적인 틀

지식요소	성향요소
통계적 지식	
수학적 지식	비판적 자세
맥락적 지식	신념과 태도
의사소통 능력	

본 연구에서 학생들의 통계적 소양의 정도를 측정한 요소는 Gal(2002), 강현영(2012), Watson(2006) 등의 여러 연구를 바탕으로 공통점을 추려 기준으로 삼고자 한다. <표 1>에서 보는 바와 같이 지식 요소로는 수학적 지식, 통계적 지식, 맥락적 지식과 의사소통능력이 있다. 성향요소는 비판적 자세, 신념과 태도가 있다.

Ⅲ. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상

본 연구에서는 청주 청원구에 위치한 A초등학교에서, 6학년 학생 18명과 상당구에 위치한 B초등학교의 6학년 학생 24명을 대상으로 한다. A초등학교와 B초등학교의 학생들은 경제 문화적 수준의 차이가 있고 대체로 B초등학교가 높다고 볼 수 있다.

2. 검사도구 및 절차

본 연구에서 사용한 검사도구는 2009개정 교육과정에서 제시한 확률과 통계 단원에서 교과서에 제시된 문제와 Watson(2006)이 개발한 검사지를 토대로 만들었다. 각 문제는 교육과정에서 제시하는 확률과 통계에 대한 성취 정도와 통계적 소양을 검사한다. 검사지는 10문항으로 구성되어 있으며 문항의 내용에 따른 특성을 고려하여 2종류로 나눌 수 있다.[4)]

1~5번은 교육과정에서 제시하는 확률과 통계에 대한 성취 정도를 파악하기 위한 문항(A)으로 2009개정 교육과정에서 발췌한 것이고 나머지 6~10번까지는 통계적 소양에 대해 측정하기 위한 문항(B)으로 Watson(2006)이 개발한 검사지에서 우리나라 교육과정의 내용과 관련성이 있는 것을 발췌한 것이다.

지식요소의 측정을 위하여 교육과정에서 제시하는 교과내용을 바탕으로 자료의 정리, 그래프, 평균, 가능성을 중심으로 문제를 제시하였고 성향요소의 측정을 위하여 왜 그렇게 생각하는지를 쓰도록 하였다.

<표 2> 성취기준별 검사 문항 내용(A)

번호	문항 내용
	확률과 통계 영역 성취 기준
1	자료를 목적에 맞게 적절한 그래프로 나타내고, 그 특성을 비교할 수 있다.
2	자료를 목적에 맞게 적절한 그래프로 나타내고, 그 특성을 비교할 수 있다.
3	평균의 의미를 이해하고, 주어진 자료의 평균을 구할 수 있으며, 이를 활용할 수 있다.
4	사건이 일어날 가능성을 수로 표현할 수 있다.
5-1	사건이 일어날 가능성을 수로 표현할 수 있다.
5-2	사건이 일어날 가능성을 수로 표현할 수 있다.

4) 1~10번 문항으로 구성된 한 설문지이지만 두 부분으로 문항의 성질이 다르고 결과 분석의 효율성을 위하여 1~5번 문항은 A로, 6~10번 문항은 B로 나누어 언급하고 있다.

<표 2>에서 보는 바와 같이 1~5번 문항은 교육과정에서 제시하는 성취 기준을 근거로 하여 학생들의 확률과 통계에 대한 이해 정도를 평가하였다. 검사 대상이 초등학교 6학년 1학기 과정을 배우고 있어서 이전에 배운 내용으로 검사문항을 제한하였다. 그러므로 교육과정에서 이미 배운 '평균, 그래프, 가능성'으로 한정하여 전체 문항을 제출하였다.

<표 3> 통계적 소양 요소별 검사 문항 내용

번호	통계적 소양
6-1	표본추출, 맥락적 지식
6-2	표본추출, 의사소통 능력
7	통계적 지식(그래프)
8	그래프 이해, 의사소통 능력
9	통계적 지식(두 변수의 상관관계), 비판적 사고
10-1	통계적 지식(두 변수의 상관관계와 인과 관계)맥락적 지식
10-2	통계적 지식(두 변수의 상관관계와 인과 관계)비판적 사고

통계적 요소를 측정하기 위한 문항으로 <표 3>에서 보는 바와 같이 각 문항을 통하여 통계적 소양 요소를 어느 정소 수준으로 함양하고 있는지 분석하고자 하였다. <표 1>의 통계적 소양의 종합적 틀에서 지식요소인 통계적 지식은 7번, 9번, 10-1번, 10-2번 문항에서, 맥락적 지식은 6-1번, 10-1번 문항에서 묻고 있다. 의사소통 능력은 6-2번, 9번 문항이 해당된다. 성향요소에 해당하는 비판적 사고는 9번, 10-2번 문항에서 묻고 있다.

검사 절차는 담임교사가 지도하는 수학 시간에 40분 동안 시험 형태로 실시되었다. 이 연구에서 문항 형태는 교육과정에서 제시하는 확률과 통계에 대한 이해 수준을 진단하고 통계적 소양의 수준을 파악하기 위한 문항으로 구성되어 있다.

3. 자료처리 및 분석

가. 확률과 통계에 대한 성취 수준의 기준

확률과 통계의 성취수준을 파악하기 위한 진단 평가인 1~5번 문항(A) 중 4개 이상을 맞추면 상, 3개를 맞추면 중, 2개 이하를 맞추면 하로 나누어 수준을 파악하였다.

나. 통계적 소양의 수준의 기준

통계적 소양을 평가하기 위한 6~10번 문항(B)은 Watson(2006)의 통계적 소양의 단계를 참고하여 <표 4>와 같이 수준을 파악하였다.

<표 4> 통계적 소양의 수준을 나누는 기준

수준	특징
상	양적 논증의 더 많은 증거와 언어 및 문맥의 세밀한 점에 대한 인식 -표본추출: 대표성과 연결된 무작위 방법 제시, 통계적 정당화 -그래프: 동시에 두 변수를 처리하는 능력, 상응하는 증가 표현 -불확실성에 관한 표현(대략, 아마도) -수치적 설명, 비례적 논증
중	더 많은 일관성이 과제에 대한 수행에서 관찰 -표본추출: 대표적이지만 무작위는 고려하지 않음, 반대 경우 -구어적 표현, 공정함에 대한 특징 찾지 못함 -적절한 선택을 하지만 애매한 이유 -비판적 사고보다는 지엽적인 것에 관심을 둠 -평균을 자료집합의 중감을 어떻게 찾는지 설명하지 못하지만 계산은 할 수 있음 -일관성이 떨어짐
하	특이한 아이디어 및 단일한 관련 요소들 이상에 덜 초점을 맞추는 경향 -비대표적인 것에 초점 -통계적이지 않은 양상에 초점을 둠

<표 4>와 같이 각 문항별로 답안을 보고 문항별 수준을 상, 중, 하로 파악하였다. 6~10번 문항은 통계적 소양을 파악하는 것으로 문항별로 수준 '상'의 답변은 3점, '중'의 답변은 2점, '하'의 답변은 1점으로 차등 점수를 주어 총점으로 통계적 소양에 대한 전반적인 상, 중, 하 수준을 파악하였다. 총점 13~15점은 '상', 12~8점은 '중', 7~5점은 '하'이다. 이런 과정은 연구자들 간에 학생들의 답안 검토를 두 번 이상 하면서 합의하여 분류하면서 이루어졌다.

Ⅳ. 연구결과

1. 연구결과 분석

가. 성취수준별 분석

본 연구에서 다음과 같은 연구문제를 가지고 1~5번 문항은 확률과 통계에 대한 성취 정도를 분석하였고, 6~10번 문항을 통해 통계적 소양의 수준을 파악하였다. 두 영역별 수준을 파악하였고 수준별 학생 수는 <표 5>, <표 6>과 같다.

<표 5> 문항 1~5번에 대한 수준

연구대상	상(4개 이상)	중(3개)	하(2개 이하)
42명	24	9	9

<표 5>에서 보는 바와 같이 42명의 전체 학생 중 24명의 학생들이 '상' 수준이다. 확률과 통계 영역에서 제시하는 성취기준을 만족한 학생이 절반 이상이다. 확률과 통계 영

역을 기준으로 보았을 때 학생들의 성취 수준은 높다고 할 수 있다.

<표 6> 문항6~10에 대한 수준

연구대상	상(13점 이상)	중(8점~12점)	하(7점 이하)
42명	3	23	16

반면에 통계 소양의 결과인 <표 6>을 보면 42명의 전체 학생 중 단 3명의 학생들만 '상' 수준이다. 대다수의 학생들이 '중', '하' 수준에 머물러 학생들의 통계적 소양이 낮은 수준에서 머물러 있음을 알 수 있다.

학생들의 통계와 관련한 수준을 바탕으로 분석한 결과 교육과정에서 요구하는 확률과 통계 대한 성취수준이 높다고 해서 통계적 소양이 높은 것은 아니다. <표 6>과 같이 확률과 통계에 대한 성취수준이 '상'인 대부분의 학생들은 통계적 소양 수준에서 '중' 또는 '하' 수준이었다. 단 3명의 학생만 확률과 통계에 대한 이해와 통계적 소양 모두 '상' 수준이었다. 그리고 확률과 통계에 대한 이해가 낮은데 통계적 소양이 보다 높은 경우 역시 극히 드물었다. 단 3명의 학생들만 확률과 통계에 대한 이해가 '하' 수준이었는데 통계적 소양에서는 '중' 수준으로 나타났다. 그 외에 학생들은 확률과 통계에 대한 이해와 통계적 소양은 서로 같은 수준이거나 통계적 소양이 보다 낮은 수준을 보였다.

나. 문항별 분석

<표 7> 문항별 정답수와 정답률

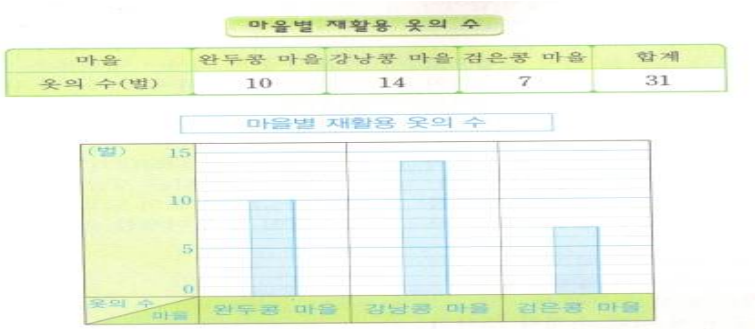
문항	정답수(%)	문항	정답수(%)	
1	34(80.9)	6	상	5 (11.9)
			중	16 (38.1)
			하	21 (50)
2	38(90.4)	7	상	12 (28.5)
			중	7 (16.7
			하	23 (54.8)
3	32(76.2)	8	상	1 (2.4)
			중	34 (80.9)
			하	7 (16.7)
4	21(50)	9	상	5 (11.9)
			중	9 (21.4)
			하	28 (66.7
5	19(45.2)	10	상	6 (14.3)
			중	18 (42.85)
			하	18 (42.85)

<표 7>에서 보는 바와 같이 교육과정의 성취기준과 관련된 문항(A) 중에 그래프와 평균에 대한 문항인 1~3번은 높은 정답률을 보인다. 4~5번은 가능성에 대한 문항으로 상대적으로 낮은 정답률을 보인다. 절반 이상의 학생들이 교육과정에서 제시하는 성취기준을

높은 수준으로 성취한다고 볼 수 있다. 그리고 통계적 수준과 관련된 6~10번 문항(B)의 정답의 수준이 대체로 낮은 것을 알 수 있다.

문항별로 통계적 소양이 낮은 원인을 살펴보면 6, 9번 문항에 대해서는 교육과정에서 배우지 않은 문항들이기 때문에 대부분의 학생들이 문제해결의 어려움을 겪었다. 6번 문항은 표본추출과 관련된 문제로 현 교육과정에서 배우지 않은 내용이다. 그리고 9번 문항은 가능성과 관련된 문제로 이 문항 역시 교육과정에서 직접적으로 다뤄지지 않은 내용이다.

7, 8번 문항에 대해서는 교육과정에서 배운 내용이지만 정확한 용어에 대한 이해나 통계적 지식을 토대로 활용해 본 경험이 부족하였다. 7번 문항은 그래프를 그리는 문제인데, 대부분의 학생들은 동시에 두 변수를 처리해본 경험이 없었다. 그래서 어떻게 여러 요소들을 고려하여 그래프를 나타낼 수 있는지 알지 못하고 그래프를 아예 그리지 못한 학생들도 있다.


마을별 재활용 옷의 수

마을	완두콩 마을	강낭콩 마을	검은콩 마을	합계
옷의 수(벌)	10	14	7	31

[그림 1] 4-1 6단원 막대그래프 그리기

[그림 1]에서 보는 것과 같이 교과서 활동에는 단일 요소만 고려하여 그래프를 그리는 것이 대부분이다. 두 가지 이상의 여러 변수를 그래프로 표현하는 활동을 교과서를 통해 해본 적이 없다. 또한 그래프로 표현하는 활동에서 주어진 정보가 단순하여 표의 숫자를 보고 아래 그래프를 그릴 칸을 정확히 세어서 그래프를 그리면 된다. 학생들의 필요에 의하여 정보를 조작하거나 변환하는 고민하는 경험은 전혀 일어나지 않는다.

교과서에서 평균에 대해 배울 때, 평균에 대해 설명을 해보는 과정이나 평균의 의미를 정확히 이해하는 과정이 부족하다. 그리고 평균에 대하여 학생들이 정확히 의미를 알기 어려운 활동들로 단순히 평균을 계산하여 값을 구하는 활동에 머물러 있다. 그래서 학생들은 평균에 대하여 정확히 알지 못하고 그래프를 통해 평균값을 구하는 것에 어려움을 보이는 것으로 나타난다.

마지막으로 10번 문항은 비판적인 사고를 요구하는 문제로 현 통계 교육과정에서 비판적인 사고를 요구하지 문제를 경험해 본 적이 없다. 배혜진, 이동환(2016)에 따르면 자료수집에 해당하는 문항은 대체로 단순한 설문 조사의 형태로 제시되고 조사 항목 등이 이미 주어진 경우가 많아 학생들이 스스로 문제를 해결하고 창의적으로 사고하는 기회가 충분히 제공되지 않는다고 문제점을 지적한 바 있다. 이처럼 교과서에서 학생들에게 제시하는 문항 대부분은 주어진 정보에 대해 바르게 이해하였는지 확인하는 문제가 많았고 주어진 정보가 믿을 만한 것인지, 올바른 것인지에 대한 질문은 전혀 없다.

2. 확률과 통계의 성취 수준과 통계적 소양 수준 사이의 관련성

확률과 통계의 성취 수준(A)에 따라 ‘상, 중, 하’로 나누고 통계적 소양의 수준(B)에 따라 ‘상, 중, 하’로 나누어 두 요소 사이의 관련성을 분석하였다. 두 요소의 수준의 차이를 바탕으로 7가지 유형으로 나누어서 <표 8>처럼 정리하였다. A와 B의 수준을 보았을 때, ‘중-상’ 수준이나 ‘하-상’ 수준의 학생은 존재하지 않아 유형에서 제외되었다.

<표 8> 확률과 통계의 성취 기준과 통계적 소양의 수준별 유형

B / A	상	중	하
상	유형1(3명)	유형2(13명)	유형3(9명)
중		유형4(9명)	유형5(2명)
하		유형6(3명)	유형7(6명)

가. 유형1: 확률과 통계의 성취기준과 통계적 소양 모두 ‘상’수준인 학생 답안 분석

유형1에 속하는 3명의 학생 모두 1~5번 문항을 모두 맞췄고 6~10번 문항에서는 개인차가 있다. 유형1에 해당하는 확률과 통계의 성취기준과 통계적 소양 모두 ‘상’ 수준의 학생은 서로 다른 영역에서 강점을 보였지만 전반적으로 통계적 지식에 대해 높은 이해 수준을 가지고 있다.

3명의 학생을 심층 분석한 결과 대부분의 학생들이 어려워하는 9번 문항을 <표 9>처럼 비례적 논증을 통해 문제를 해결하였다. 문제에서 주어진 정보 즉, 명수를 단순히 비교하여 의심 없이 받아들인 것이 아니라 <표 9>처럼 비례적 논증을 통하여 표에서 제시하는 정보를 비판적으로 파악하였다. 비판적 자세가 우수한 편이다. 또한 자신의 생각의 이유를 분명하게 제시하여 의사소통 능력도 높은 수준이다.

<표 9> 유형1에 속하는 한 학생과 문항 9번 관련 면담 내용

T: 어떻게 풀었는지 설명을 해줄 수 있을까?
S: 이거를 비로 하면 90:60인데 약분을 하다보면 결국 3:2로 똑같잖아요. 어떻게 하든 비율 연을 하든 흡연을 하든 3:2로 똑같아요.

또한 그래프 표현에서 두 변수를 처리하는 능력이 있거나 그래프를 해석하여 평균값을 적절하게 구한다. 이미 배운 지식을 활용하여 적절하게 문제를 해결하는 활용 능력과 직관이 우수하다.

유형1에 해당하는 학생 3명은 서로 다른 영역에 강점을 보이기는 하나 전반적인 통계적 소양이 높은 것을 알 수 있다. 비례적 논증으로 문제 해결이 가능하고 아직 교과서에서 다룬 내용이 아니지만 이미 배운 개념을 통하여서 문제를 해결함을 볼 수 있다. 또한 직관적인 사고와 비판적 태도도 우수한 편으로 교육과정에서 요구하지 않지만 통계적 소양에서 중요하게 다루는 요소들을 잘 갖추고 있음을 알 수 있다.

나. 유형2: 성취수준은 ‘상’이지만 통계적 소양의 ‘중’수준 학생 답안 분석

교육과정에 성취수준이 높은 학생들 중 통계적 소양에서 ‘중’ 수준에 머무는 학생은

총 13명이였다. 1~5번 문항에서 6명의 학생들은 모두 맞았고 5명의 학생들은 4문제를 맞았다. 4문제를 맞은 학생들은 1번 문제에서 1명, 4번 문제에서 2명, 5번 문제에서 2명이 오류를 보였다. 대체로 교육과정에서 요구하는 성취기준에 도달한 학생들이라고 볼 수 있다. 반면에 통계적 소양에서는 '중' 수준을 보였다.

유형2에서 속하는 학생들은 통계적 소양에서 '중' 수준을 보였고, 주로 6번, 9번 문항에서 어려움을 느꼈다. 교육과정에서 직접적으로 다뤄본 적이 없는 내용이므로 어려움을 느끼는 것이 당연하다고 볼 수 있다. 하지만 유형1과 비교해보았을 때 통계적 소양이 높은 학생들은 이미 수학적, 통계적 지식을 활용하여 문제를 해결하는 반면 유형2의 학생들은 확장하여 사고하고 이미 가지고 있는 지식을 이용하는 능력이 부족하다. 또한 합리적인 선택을 하는데 필요한 직관이 부족하다. 통계교육을 할 때, 직관과 같은 요소 또한 중요하게 다뤄질 필요가 있다. 즉, 합리적인 선택이나 문맥의 이해, 배운 내용을 확장하고 활용하는 능력이 부족하다.

6번 문항에 대한 <표 10>을 보면 학생들이 통계적인 고려 없이 편하거나 빨리 조사하는 방법이라서 답을 선택하였음을 알 수 있다.

<표 10> 6번 문항에 대한 유형2에 속하는 학생들의 답안

4번 선택. 가장 적당한 수이기 때문
2번 선택. 가장 편한 방법이기 때문에
2번 선택. 사람이 적으니 빨리 조사할 수 있다.
4번 선택. 친하니까 물어보기 편할 듯
2번 선택. 600명 중 1/60에 해당하는 10명은 600명의 의견을 대신할 수 있기 때문에

<표 11>과 같이 9번 문항의 '하' 수준의 답은 통계적이지 않은 양상에 초점을 둔다. 문제에서 주어진 표(명수)를 단순히 비교하여 근거를 댄다.

<표 11> 9번 문항에 대한 유형2에 속하는 학생들의 답안

흡연한 사람이 폐병이 많다.
흡연자의 폐병이 비 흡연자보다 많아서
네. 흡연한 사람들이 비흡연자보다 폐병있는 사람이 많기 때문
네. 비흡연인데 폐병이 있는 사람은 60명, 흡연은 90명일 때 30명이나 차이가 나므로 달라진다.
흡연자가 비흡연자보다 폐병 환자수가 더 많기 때문이다.
네. 왜냐하면 흡연하는 사람들 중에 폐병이 90명이라면 비흡연하는 사람들은 60명이기 때문에

8번 문항은 1명을 제외하고 모두 '중' 수준을 보였다. 다수의 학생들이 평균을 구하는 알고리즘은 알고 있지만 문제에서 제시하는 정보를 이용하여 평균을 구하는 못하였다. 평균과 관련하여 수학적 지식은 있지만 통계적 지식, 즉 그래프에 대한 이해나 평균의 활용면에서 부족한 것으로 드러났다. 앞에 문항별 분석을 통해 보는 바와 같이 평균의 계산을 위주로 다루는 알고리즘 중심의 교과서 구성이 원인이라고 할 수 있다.

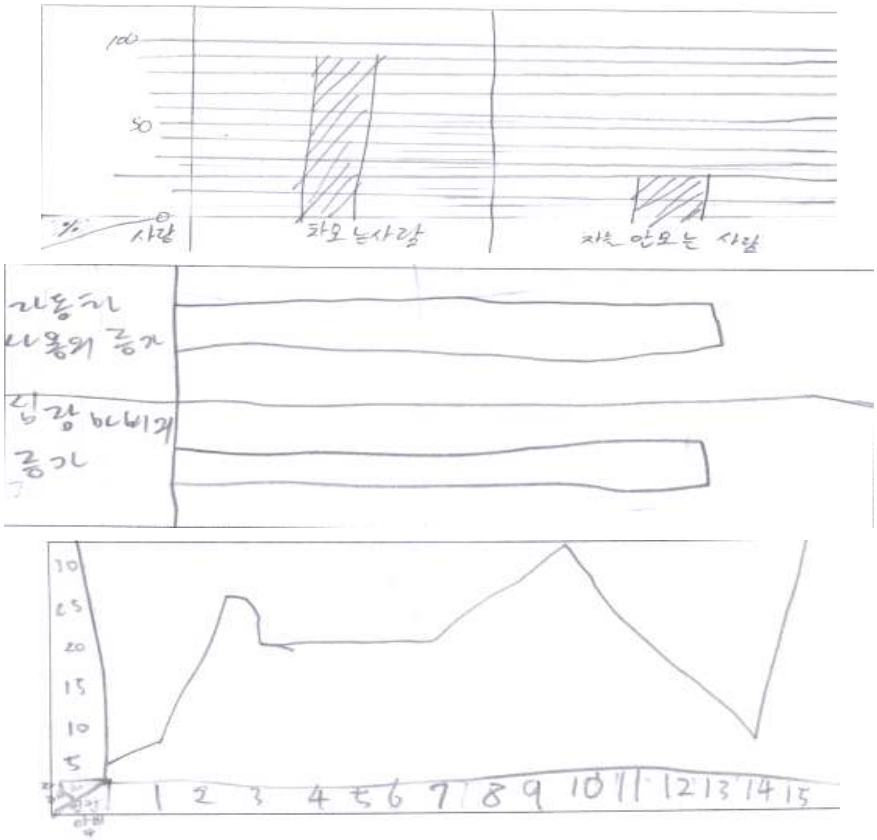
다. 유형3: 성취수준은 '상'이지만 통계적 소양의 '하'수준 학생 답안 분석

통계적 소양에서 '하' 수준에 머무는 학생들은 총 9명으로 6~10번의 모든 문항에 모두 낮은 수준을 보인다. 1명의 학생은 1~5번 문제를 모두 맞았고 8명은 4문제를 맞췄다. 8명 중 1명은 4번 문항 나머지 7명은 5번 문항을 틀렸다. 교육과정에서 제시하는 성취기준은 만족하였으나 통계적 소양은 낮은 수준을 보인다. 답안을 통하여 그 원인을 분석하였다.

<표 12> 6번 문항의 '하'수준의 답안

아무 것도 선택하지 않음
3번 선택. 1번과 5번, 4번은 60명이고 2번은 10명인데 3번은 100명에게 물어보기 때문이다.
3번 선택. 100명 정도 있어야 불우이웃돕기 돈이 좀 많아진다.
3번 선택. 모두 조사해야하기 때문
5번 선택. 하고 싶은 사람은 할 수 있어서

<표 12>와 같이 6번 문항의 '하' 수준의 답은 대표성과 무작위 방법을 모두 무시한다. 답을 선택한 이유 역시 통계적이지 않은 것을 언급한다.



[그림 2] 7번 문항의 '하'수준의 그래프 답안

[그림 2]에서 보는 바와 같이 ‘하’ 수준의 그래프는 동시에 두 변수를 처리하는 능력이 없고 상응하는 증가 표현 또한 부족한 면이 있다. 시간이 지나면서 어떤 값인지 모르는 값이 증가하는 모습을 보이거나 심장마비의 수와 자동차 증가 수를 잘 설정하였으나 상응하는 증가 표현을 나타내지 못한다.

8번 문항도 평균 계산은 할 수 있지만 평균을 설명하거나 그래프의 내용을 해석하여 평균값을 구한 학생은 한명도 없어서 모두 ‘중’ 수준이다.

<표 13> 9번 문항의 ‘하’수준의 답안

아무것도 쓰지 않음.
달라진다. 흡연자가 폐병에 걸린 사람의 수가 더 많아서
네. 흡연을 하면 폐병이 더 많이 생기기 때문이다.
달라진다고 생각한다. 왜냐면 폐병 있음이 비흡연보다 흡연이 훨씬 많이 있기 때문이다.
흡연을 하면 폐병이 많아지기 때문
달라짐. 통계표를 보면 알음.
흡연을 하면 몸에 독성물질이 생기기 때문에 폐병은 흡연에 관련 있음.
네. 흡연을 하면 폐병이 더 많지만 비흡연이 폐병이 더 없다.

9번 문항에 대한 <표 13>과 같은 ‘하’ 수준의 답안을 보면, 비례적 논증 없이 단순히 수의 크기를 비교하거나 상식적인 생각(흡연을 하면 폐에 좋지 않다.)을 근거로 자신의 생각을 표현한다.

<표 14> 10번 문항의 ‘하’수준의 답안

아무것도 쓰지 않음.
비난받을 필요는 없기 때문이다.
확실하지 않은 것 같다. 직접적으로 연결 완전히 이해는 못했다는 것은 확실하지 않은 것을 말하는 것 같다.
그 둘 사이에 직접적 연결을 완전히 이해하지는 못하지만 그 연결이 확실히 존재한다. 이해하지 못하면 연결을 못한다.
소주 많이 마시면 폭력 높음.

<표 14>를 보면 비판적 사고 없이 개인적인 믿음(소주를 많이 마시면 폭력이 높음)이나 비난 받을 필요가 없다는 것과 같은 문제와 무관해 보이는 근거를 말한다.

통계적 소양이 ‘중’ 수준 학생들과 비교하였을 때, 통계적 소양이 ‘하’ 수준인 학생들은 6번, 9번 문항은 물론 7번 문항에서도 어려움을 느꼈다. 9명의 학생들 모두 1번 문항에서 그래프를 그리는 것은 알맞게 표현했지만 7번 문항처럼 동시에 두 변수를 처리하는 능력이 필요한 문제는 해결하지 못하는 것으로 나타났다. 또한 <표Ⅳ-18>에서 보이는 바와 같이 문맥적인 이해나 비판적 사고가 부족하다.

유형 3을 통해 알 수 있듯이 수학과 통계는 다른 부분이 있다. 학교 수학을 잘하기 위해서는 계산을 정확하게 하거나 수리적 분석이나 상세한 기준에 따라 문제를 해결하는 능력이 필요하다. 하지만 통계는 직관이나 비판적 사고, 문맥을 이해하고 활용하는 능력이 필요하다. 우리나라 통계교육에서 이를 간과하고 있는 직관이나 비판적 사고를 교육과정 구성 시 통계영역에서 반영할 필요가 있다.

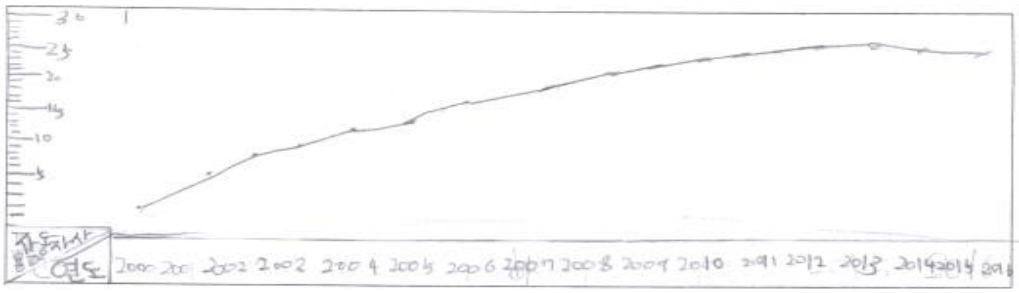
라. 유형4: 성취수준은 '중'이고 통계적 소양의 '중'수준 학생 답안 분석

성취수준과 통계적 소양 모두 '중' 수준의 학생들은 모두 9명이다. 모두 1~5번 문항 중 3개 문항을 맞히다. 대부분 1~3번 문항을 맞추었고 간혹 4번이나 5번 문항을 맞춘 학생도 있다. 하지만 4번이나 5번 문항을 맞췄다고 해서 9번 문항이나 10문항에서 높은 수준을 보이진 않아서 불확실성이나 가능성과 관련된 수준이 높다고 볼 수 없다.

<표 15> 6번 문항의 '하'수준의 답안

6번
-4번 선택. 확률을 1/100로 나누면 4번이 올바르게 나온다.
-4번 선택. 철민이가 친구들 60명에게 물어봤기 때문. 친구여서 물어보면 대답을 더 잘해 줄 수 있기 때문
-3번 선택. 학교에 전교생은 600명이다. 100명 학생 중 무엇이 가장 많이 나오는 것에 알 수 있을 것 같다.
-5번 선택. 설문조사를 하면 물건이 얼마나 살지 더 잘 알 수 있기 때문에

<표 15>를 보면 대표성과 무작위 방법 모두 고려하지 않고 답안을 선택하였다. 또는 '설문조사를 하면 물건이 얼마나 살지 더 잘 알 수 있기 때문'과 같은 통계적이지 않은 양상에 초점을 두고 생각한다.



[그림 3] 7번 문항의 '하'수준 그래프 답안

[그림 3]을 보면 자동차의 사용량과 연도 사이의 상관관계는 나타나지만 심장마비의 수는 표현하지 않고 있다. 여러 요인을 처리하는 능력이 없는 것을 볼 수 있다.

<표 16> 8번 문항의 '하'수준의 답안

파란색 반 아이들은 2명이서 4문제를 3명이서 2문제를 빨간 반도 똑같이 구하면 파란반이 더 잘했다./ 노랑반의 아이들은 15명이서 9문제를 갈색 반은 25명에서 9문제를 비교하면 노랑반이 더 잘했다./분홍반 아이들 44명이어서 36문제를 검은색 반은 44명이서 21문제를 비교하면 분홍색 반이 더 잘했다.

<표 16>에서 보는 바와 같이 전체 학생 수를 구하여 학생이 더 많은 반이 더 잘한 반이라고 선택하거나 학생 수와 맞춘 문제수를 비교하여 더 잘한 반을 고르는데 그마저도 학생 수를 정확하게 세지 못하는 오류를 보였다. 8번 문항을 올바르게 풀기 위해서는 그래프를 보고 자료의 중간을 찾아내거나 평균을 구하여 비교해야 하는데 이러한 생각을 전혀

하지 못하고 있다.

<표 17> 9번 문항의 '하'수준의 답안

-흡연을 하면 간이 썩어요. 안 좋은 물질도 몸 안에 들어오고
-폐병이 흡연자에게 더 많이 나타났기 때문
-숨이 흡연에 따른 폐병이 있으면 들이마시는 것을 흡연에 많이 익숙해져 있어서
-지금 정보에서 흡연자가 더 많아서 폐병 있음은 30명 차이인데 폐병 없음은 20명 차이이다.
-담배에는 폐병을 일으키는 니코틴, 타르 등 중독성 물질이 있어 폐에 매우 좋지 않고 담배엔 독성물질도 있으니 흡연에 따라 폐병이 일어날 확률이 낮아지거나 높아질 수 있다.
-담배가 폐에 손상시키기 때문이다.

<표 17>에서 나타나듯 흡연에 대한 개인적인 생각을 바탕으로 답안을 작성하였다. 문제에서 주어지는 정보를 대부분 무시하고 담배에 나쁜 성분이 폐를 손상시키기 때문에 흡연이 폐병과 관련이 있을 것이라고 단정한다.

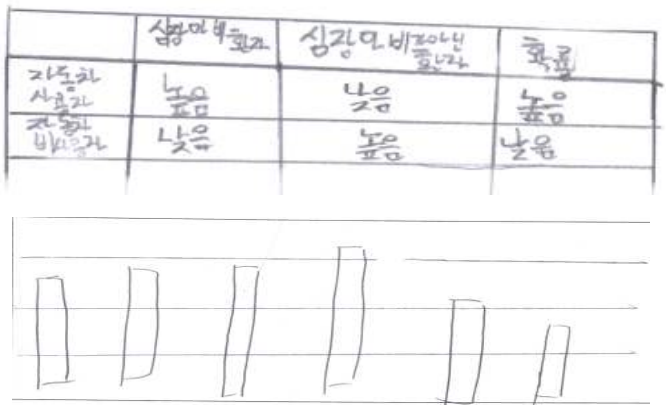
10번 문항의 '하' 수준의 답안은 '이상한 부분 없음.' 이라고 하였다. 문제를 읽고 이상한 점을 발견하지 못하였다. 문맥을 제대로 이해하지 못한 것으로 보인다.

유형4는 성취수준은 '상' 이나 통계적 소양은 '중' 수준을 보인 유형2의 학생들의 답안과 크게 다른 부분이 없다. 유형4도 대부분 교육과정에서 경험해보지 못한 6번, 9번 문항에서 수준이 낮았고 8번 문항 역시 '중' 수준이 많았다.

마. 유형5: 성취수준은 '중'이고 통계적 소양도 '하'수준의 학생 답안 분석

모두 2명의 학생이 해당된다. 두 학생 모두 1~5번 문항 중 3문제를 맞히다. 한 학생은 1~3번 문제를 맞혔고 다른 학생은 2번 ,3번, 5번 문제를 맞히다. 통계적 소양 문항에서는 대부분 '하' 수준을 보인다.

6번 문항에서 '하' 수준의 답안은 3번을 선택하였고 '가장 수가 많아서' 라고 이유를 말한다. 하지만 3번은 1학년 학생들만 조사하여 대표성을 띄지 않는다. 대표적인 것과 무작위성을 고려하지 않아 낮은 수준이다.



[그림 4] 7번 문항의 '하'수준의 그래프 답안

[그림 4]를 보면 여러 요소를 고려하지 않고 둘 사이의 상관관계 또한 나타내지 않는다. 통계적 소양이 같은 ‘하’ 수준 일지라도 성취 기준에서 낮은 수준을 보일수록 그래프의 형식면에서 더 단순하게 표현하는 경향이 있다.

8번 문항은 모두 중 수준이다. 모두 평균을 구하는 알고리즘을 알고 있지만 그래프에서 중간을 찾지 못하기 때문이다.

9번 문항의 ‘하’ 수준의 답안을 보면 ‘달라진다. 흡연자가 비 흡연자보다 폐병 환자가 많기 때문’과 같이 단순하게 표에서 제공하는 숫자를 비교하거나 ‘그렇다. 폐병은 안 좋기 때문’와 같은 개인의 믿음을 이야기 한다.

10번 문항의 ‘하’ 수준의 답안은 ‘맥주를 더 마시는 사람들이 사는 곳이 아니라 지역이라 말해야 한다.’과 같은 문제의 맥락과는 상관이 없는 이야기를 한다. 통계적이지 않고 일관성이 떨어지는 답안으로 ‘하’ 수준이다.

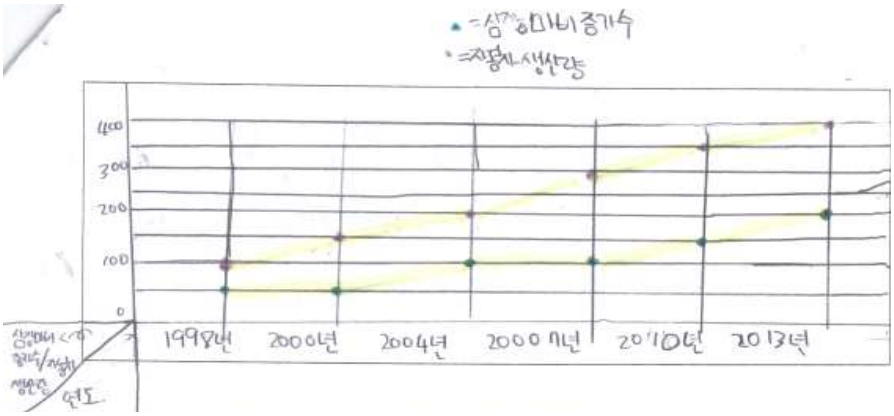
유형5는 성취수준은 ‘상’이나 통계적 소양은 ‘하’ 수준을 보인 유형3의 학생들의 답안과 크게 다른 부분이 없다. 유형5도 대부분 문항에서 낮은 수준을 보였다.

바. 유형6: 성취수준은 ‘하’이고 통계적 소양의 ‘중’수준 학생 답안 분석

확률과 통계 단원의 성취기준은 ‘하’ 수준이지만 통계적 소양은 ‘중’ 수준인 학생은 3명이다. 3명의 학생은 1~5번 문항에서 1~2개를 맞췄고 6~10번 문항에서는 대체로 ‘중’ 수준의 답변을 하였다. 교육과정에서 제시하는 성취기준보다 통계적 소양이 높은 특별한 경우로 학생별로 답안을 분석하였다.

1)학생D

6번 문항에서 1번을 선택하고 이유는 ‘한 학년만 몰아서 하는 것보단 랜덤으로 가능한 1~6학년 모두를 뽑아 더 다양한 학년을 조사할 수 있어서’ 라고 제시하였다. 대표성과 연결된 무작위 방법을 제시하여 ‘상’ 수준이다.



[그림 5] 학생D의 7번 문항에 대한 그래프 답안

[그림 5]에서 보는 바와 같이 그래프를 표현할 때 동시에 두 변수를 처리하는 능력이 있고 상응하는 증가 표현을 적절하게 하였다. 확률과 통계 단원의 성취수준을 파악하기 위한 문항에서도 1, 2번 문항(그래프 관련)만 맞혔다.

8번 문항에서 그래프를 보고 정답수를 세고 정답수가 많은 그래프를 더 잘한 반으로 선택하였다. 앞에 3번 문항에서도 평균을 적절히 구하지 못하였다. 3번 문항에서 총 독서량을 구하는 과정에서 연산 오류가 있었고 전체를 일주일 즉, 7로 나누어야 하는데 5로 나누었다. 평균을 자료 집합의 중간을 어떻게 찾는지 설명하지 못하고 계산도 할 수 없는 수준으로 평균과 관련된 수준은 '하'이다.

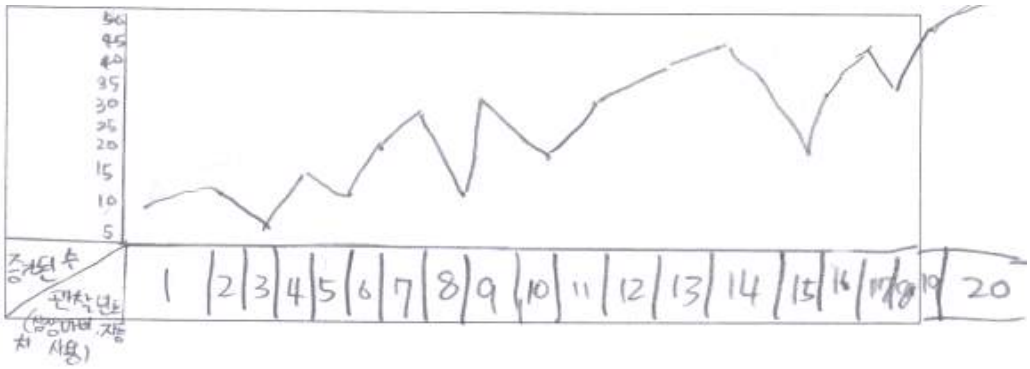
9번 문항에서 '흡연자가 비흡연자보다 폐병있는 것이 더 많아서'라고 서술하였다. 표에서 제시하는 명수를 단순히 세어서 비교하였다. 비판적인 사고가 없고 통계적이지 않은 양상에 초점을 둠으로 '하' 수준이다.

10번 문항에서 '맥주와 소주는 똑같은 술인데 맥주를 즐겨 마시는 문화에서 소주를 즐겨 마시는 다른 지역에 비해 폭력이 더 많이 일어나는 것은 말이 안 된다.'라고 서술하였다. 맥주와 폭력의 관련성에 대한 적절한 근거가 없는 상황에서 둘 사이의 관련성은 인정하였다. 비판적인 사고보다는 지엽적인 것에 관심을 둠으로 '중' 수준이다.

2) 학생E

6번 문항에서 1번을 선택하였고 그 이유는 '추정하는 거니깐 정확하진 않고 추측만 해도 비슷할 것이다.' 1번을 선택한 것은 적절한 답을 고른 것이지만 이유에서 대표성과 무작위 방법에 대해 모두 고려하여 1번을 선택하였다고 보기 어렵다. 그래서 '중' 수준이다.

[그림 6]과 같이 7번 문항에서 두 변수를 적절하게 처리하지 못하였고 두 요소가 관련성이 없다. 또한 두 변수가 상응하는 증가 표현을 해야 하는데 상승세를 보이기는 하지만 관찰 연도에 따라 높고 낮음의 차이가 지나치게 크게 표현하였다. 그러므로 '하' 수준이다.



[그림 6] 학생E의 7번 문항에 대한 그래프 답안

8번 문항에서 더 잘한 반을 선택하는 이유가 그래프가 더욱 진하게 표시된 반을 선택하였다. 평균 계산도 틀렸고 '막대그래프의 색'이라는 통계적이지 않은 것에 초점을 두어 '하' 수준이다.

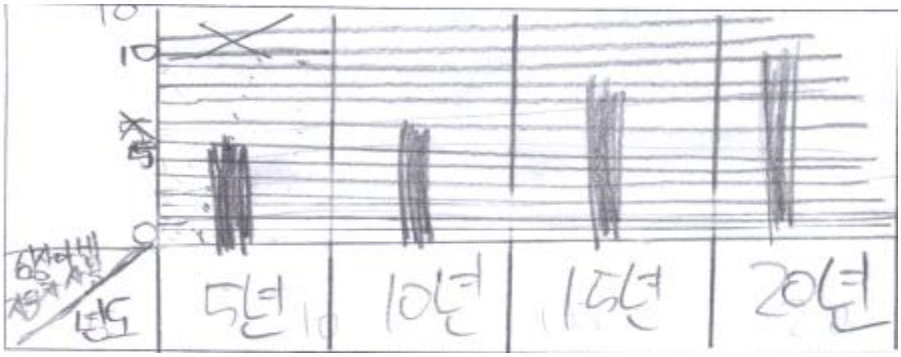
9번 문항에서 흡연에 따라 달라지지 않는다고 답하였다. 이유는 '흡연자랑 비 흡연자랑 폐병이 있는 사람, 없는 사람의 수가 비슷하다. 좀 더 정확한 기사 등을 참고하는 것이 나을 거 같다.'라고 서술하였다. 적절한 선택을 하였지만 애매한 이유를 제시하여 '중' 수준이다.

10번 문항에서 ‘범죄 피해자에 관한 8번째 국제 심포지엄에서 J교수는 연구를 통해 맥주 마시기와 폭력 범죄 사이의 연결을 찾았다고 발표하였다. 맥주를 즐겨 마시는 문화에서 소주를 즐겨 마시는 다른 지역에 비해 더 폭력이 많이 일어난다.’ 는 점이 이상하다고 서술하였다. 비판적 사고를 가지고 맥주 마시기와 폭력 범죄 사이에 대한 의구심을 나타내어 ‘상’ 수준이다.

3) 학생F

6번 문항에서 1번을 선택하였다. 적절한 선택이다. 그 이유는 ‘60명 중에 1~6학년들이 최소 5명씩 있을 가능성이 있기 때문’ 이라고 서술하였다. 대표성에 대해 고려하였지만, 무작위성에 대한 언급은 없다. 그러므로 ‘중’ 수준이다.

[그림 7]과 같이 7번 문항에서 년도와 심장마비, 자동차 사용에 대한 관련성을 표현하였지만 심장마비와 자동차 사용 사이의 관련성 표현이 부족하여 ‘중’ 수준이다. 앞에 1번 문하에서 더욱 단순한 그래프는 적절히 표현하지 못하였다.



[그림 7] 학생F의 7번 문항에 대한 그래프

8번 문항에서 평균을 구하지 않고 그래프를 보고 높은 점수가 많은 쪽이나 낮은 점수가 적은 쪽을 선택하였다. 앞의 평균 문제에서 총합은 196으로 적절하게 계산하였지만 나누는 과정이 생략되어 있고 답을 틀리게 적었다. 그러므로 평균을 계산하지 못하지만 그래프에서 대략적으로 자료 집합의 중간을 찾을 수 있어서 ‘중’ 수준이다.

9번 문항에서 ‘흡연을 하면 폐가 썩기 때문’ 이라고 서술하여 통계적이지 않은 양상에 초점을 두어 ‘하’ 수준이다.

10번 문항에서 ‘(맥주와 폭력범죄 사이의 연결)을 이해하지 못하는데 그 연결이 확실히 존재한다는 것이 이상하다.’ 라고 서술하였다. 대답을 보면 비판적 사고를 하여 수치적 설명이나 불확실성에 대한 표현은 없지만 맥주와 폭력범죄의 관련성에 대한 의심을 가지고 있어서 ‘중’ 수준이다.

유형3에 속하는 학생들은 성취기준이 ‘상’ 수준인 학생들도 어려움을 느낀 6번, 9번, 10번 문항에서 대체로 ‘중’ 수준의 답을 보였다. 그 이유는 확률과 통계와 관련하여 수학적 지식은 부족하지만 언어 및 문맥에 대한 인식을 할 수 있고 정교하진 않지만 그래프가 주는 정보에 대한 이해가 있어 상대적으로 높은 점수가 많은 쪽의 그래프를 선택하였다. 또한 표본추출 문항에서도 애매한 이유를 제시하지만 적절한 선택을 하였다. 즉, 수학적 지식은 부족하지만 직관, 맥락적 지식과 비판적 자세를 가지고 있다고 판단된다.

사. 유형7: 성취수준은 ‘하’이고 통계적 소양도 ‘하’수준의 학생 답안 분석

성취수준과 통계적 소양 모두 ‘하’ 수준의 학생들은 모두 6명이다. 1~5번 문항 중 2개 또는 0개 문제를 맞혔다. 6번 문항에 대하여 적절한 선택을 하여도 터무니없는 이유를 제시하거나 적절한 선택을 못하고 이유를 제시할 때 대표성과 무작위성을 전혀 고려하지 않았다. 7번 문항에서 어떠한 의미도 찾을 수 없는 그래프를 제시하였다. 단순히 자동차를 그리거나 수치도 상응하는 증가 표현이 없다. 또는 20년이 지나고 높아지긴 하지만 무엇이 높아진 것인지 그래프에서 나타나지 않는다.

8번 문항에서 그래프를 보고 정답수가 많은 쪽을 선택하거나 그래프의 음영이 더욱 진한 쪽을 선택한다. 평균에 대하여 고려하지 않고 통계적이지 않은 양상에 초점을 두어 ‘하’ 수준의 답안이다.

9번 문항에서에서도 문제에서 주어지는 정보를 적절히 활용하지 않고 문제의 맥락을 고려하지 않은 답을 이야기하거나 개인의 믿음을 근거로 들어 설명한다. 또는 아예 이유를 제시하지 않았다.

<표 18> 10번 문항의 ‘하’수준의 답안

-마지막 줄에서 2번째입니다. (설명이 없다.)
-폭력과 범죄를 얘기하는데 뜬금없이 맥주 얘기를 해서
-나빠
-맥주와 소주를 먹으면 폭력이 된다.

10번 문항에 대하여 <표 18>과 같이 비판적 사고가 결여되어 있고 문제의 문맥을 전혀 고려하지 않은 일관성 없는 답들을 제시하였다. 논리성과 합리성과는 거리가 멀고 통계적이지 않은 양상에 초점을 두어 답을 하였다. 성취기준이 낮은 학생들은 통계적 소양 문항에서 답변이 더욱 단순하고 논리성이 많이 떨어짐을 알 수 있다.

유형7의 특징은 모든 문항에서 어려움을 보인다. 교육과정의 성취기준을 만족하는 유형3이나 유형5와 비교해봤을 때, 통계적 소양 문항과 관련하여 답안의 수준의 차이는 없다. 하지만 유형7은 교육과정의 성취기준을 보다 높은 유형3과 유형5의 답안보다 논리성이나 형식면에서 더욱 부족함을 알 수 있다.

Ⅳ. 결 론

본 연구에 통계적 소양을 갖는 것은 현대 사회에 이르러 더욱 현실적으로 필요한 것이지만 올바른 통계적 소양을 갖도록 학생들을 지도하는 것은 어려운 문제이다. 여러 연구를 통하여 우리나라 통계교육에 대한 문제점은 언급된 바 있다. 그렇기 때문에 교육과정에 제시된 성취기준을 만족한다면 통계적 소양 역시 갖출 수 있는지를 연구하는데 그 목적이 있다. 본 연구는 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 교육과정에서 제시하는 확률과 통계의 성취기준의 수준과 통계적 소양과의 관련성에 대해 알아보았다.

본 연구를 통해 다음과 같은 결과를 얻을 수 있다. 대다수의 학생들은 통계적 소양이 낮은 수준에 머물러 있는 것을 확인할 수 있었다. 교육과정을 충실히 이행하여 성취기준

을 만족한 학생들조차도 통계적 소양을 묻는 문항에 대해서 저조한 수준을 보인다.

문항별로 통계적 소양이 낮은 원인을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 6번 문항과 9번 문항에 대해서는 답안의 수준이 낮은 이유는 교육과정에서 배우지 않은 문항들이기 때문이다. 표본추출이나 비례적 논증과 같은 통계적 지식이 아직 교육과정에서 다뤄지지 않았다. 또한 통계적 소양에서 중요하게 생각하는 직관이나 문맥적 이해가 우리나라 교육과정에서 나타나지 않는 것도 중요한 요인이다. 이경화, 지은정(2005)의 연구에서 표본조사를 전수조사보다 신뢰하지 않으며 표본의 편의성 측면에 매우 낮은 인식 수준을 나타낸다고 한 결과와 비슷한 결과가 나타났다.

둘째, 7번 문항과 8번 문항에 대해서 낮은 수준을 보이는 원인은 교육과정에서 배운 내용이지만 정확한 용어에 대한 이해나 통계적 지식을 토대로 활용해 본 경험이 부족하기 때문이다. 이는 우리나라 교육과정에서 통계에 대한 접근이 수학적인 지식에 치중되어 있는 것이 원인이다. 예를 들어 평균을 배우는 과정을 보면 '평균에 대한 정확한 이해하였는가, 어느 상황에 사용하는가, 그 값이 주는 의미나 정보는 무엇인가'에 대한 고민보다는 '알고리즘을 알고 문제를 푸는 것을 얼마나 잘 해내는가'에 집중되어 교과서의 활동이 이루어진다. 그래프의 경우 동시에 두 변수를 처리해본 경험이 없었다. 교과서에서는 표에 주어진 값을 그래프로 그리는 활동이 대부분이여서 정보를 조작하는 활동이 심화될 필요가 있다. 이경화 외 4인(2010)의 연구에서 수학 우수아일지라도 자료 생성 맥락을 고려하여 통계적으로 판단하기를 어려워하고, 그래프 해석 능력 또는 그래프에 포함된 정보를 적절히 다루는 능력이 부족함을 지적하였는데 이 연구에서의 결과와 비슷하다.

셋째, 10번 문항에 대하여 낮은 수준을 보이는 원인은 학생들이 비판적인 사고를 요구하는 문제를 경험해 본 적이 없기 때문이다. 학생들이 실생활에서 마주하는 통계 자료를 비판 없이 받아드리는 것이 위험한 일이다. 통계교육을 통하여 실생활에서 필요한 소양을 기르기 위해서는 비판적인 사고를 기를 수 있도록 교육과정에 반영하는 것이 필요하다.

확률과 통계의 성취기준의 수준과 통계적 소양의 수준별로 나누어 유형에 따라 나타나는 특징 중에서 대조적인 양상을 보인 유형3과 유형6을 비교한 결과, 학교 수학을 잘하는 학생들과 통계적 소양이 높은 학생들 사이에 다른 특징이 있음을 알 수 있다. 유형3에 해당되는 학생은 학교수학은 잘하지만 통계적 소양은 낮은 수준을 보인다. 반면에 유형6은 학교수학은 못하지만 통계적 소양에서 비교적 높은 수준을 보인다. 학교 수학을 잘하는 학생들은 수리적 분석을 잘하고 상세한 기준을 따라 계산을 정확하게 하여 답안을 해결한다. 반면 통계적 소양이 높은 학생들은 직관이나 비판적 사고와 같은 요소들이 더욱 발달하였고 이는 통계에서 중요한 요소이다. 즉, 유형3에 해당하는 학생들은 계산을 정확하게 하고 수리적으로 분석하는 능력은 우수하나 통계교육에서 중요한 요소인 직관이나 비판적 사고 면에서 부족함을 알 수 있다. 반면에 유형6에 해당하는 학생들은 수리적 분석이나 알고리즘을 따라 정확하게 계산하는 능력은 부족하지만 직관이나 비판적 사고가 비교적 우수하다. 실효성 있는 통계교육을 위하여서는 교육과정에서 직관이나 비판적 사고와 같은 중요한 요인들을 고려하여 반영할 필요가 있다.

위와 같은 연구를 통해 얻을 수 있는 교수학적 시사점을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 통계적 소양을 높이기 위하여서는 교육과정에서 목표하는 소양들을 잘 기를 수 있도록 교과서 내용을 구성하는 것이 필요하다. 직관, 맥락 이해, 비판적 사고와 같은 통계적 소양의 여러 요소들이 높은 수준으로 다뤄질 수 있도록 교과서 활동과 연결하여 구연하는 노력이 필요하다.

둘째, 용어에 대한 정확한 이해나 활용이 필요하다. 단순히 그래프를 그리고 평균을 계

산하는 것을 훈련을 넘어 학생들에게 용어에 대한 정확한 이해를 할 수 있도록 하며 이해한 용어를 여러 맥락에서 사용을 할 수 있는 기회를 주어서 실생활 상황이나 다양한 측면에서 활용할 수 있도록 하는 것이 필요하다.

셋째, 정의적 측면도 고려하여 통계 수업에서 가르칠 필요가 있다. 10번 문항의 높은 수준의 답안들을 보면 개인의 비판적 관점인 정의적 측면도 통계적 소양을 높이는데 기여하는 것을 알 수 있다. 그러므로 비판적 자세나 태도와 같은 정의적인 측면도 고려하여 통계 수업에서 가르치는 것이 필요하다.

참 고 문 헌

강현영 (2012). 통계적 소양의 교육적 의미 고찰. **한국수학사학회지, 25**(4), 121-137.

교육부 (2015a). **수학과 교육과정**. 서울: (주)천재교육.

교육부 (2015b). **수학 4-1**. 서울: (주)천재교육.

교육부 (2015c). **수학 4-2.** 서울: (주)천재교육.

교육부 (2015d). **수학 5-2.** 서울: (주)천재교육.

교육부 (2015e). **수학 5-2. 교사용 지도서.** 서울: (주)천재교육.

김상룡 (2009). 초등 통계 교육의 문제점 및 그 해결방안. **초등수학교육, 12**(2). 133-143.

김진호 (2016). **빅데이터가 만드는 4차 산업혁명.** 북카라반.

박영희 (2016). 2009 개정 교육과정에 따른 초등 수학 교과서의 통계 영역 내용 분석 연구. **한국초등수학교육학회지, 20**(1). 17-34.

배혜진, 이동환 (2016). 통계적 문제해결 과정 관점에 따른 초등 수학교과서 통계 지도 방식 분석. **한국초등수학교육학회지, 20**(1). 55-69.

우정호 (2007). **학교 수학의 교육적 기초 제 2 증보판.** 서울대학교출판부. 494.

오현선 (2009). **한국과 영국의 초등학교 수학교과서 비교 분석-확률과 통계영역을 중심으로-** . 한국교원대학교 석사학위논문.

이경화 (2016). 통계, 통계교육, 그리고 통계교육연구로의 시간여행. **수학교육, 49**(2), 41-56.

이경화, 유연주, 홍진곤, 박민선, 박미미 (2010). 수학 우수아의 통계적 개념 이해도 조사. **학교수학, 12**(4), 547-561.

이경화, 지은정 (2005). 표본 개념의 교육적 의의와 인식특성 연구. **수학교육학연구, 15**(2), 177-196.

임지애, 강완 (2003). 초등학교 수학 교과서에 나타난 통계 그래프 지도 방법 분석. **한국초등수학교육학회지, 7**(1). 65-86.

Ben-zvi. D., Garfield. J.(Ed.) (2004). *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking*. 이경화, 지은정, 고은성, 강현영, 신보미, 이동환, 이은경, 이정연, 박민선, 박미미 역 (2010). **통계적 사고의 의미와 교육.** 서울: 경문사.

Gal. I. (2002) Adults' statistical literacy: Meanings, components, responsibilities, *International Statistical Review, 70*(1), pp. 1-51.

Watson. J. (2006). *Statistical Literacy at School: Growth and Goals.* 박영희 (역) (2013). **학교에서 어떤 통계를 배워야 하지? 통계적 소양의 성장과 목표.** 서울: 경문사.

<Abstract>

A Study on School Statistics and Statistical Literacy of 6th Graders in the Elementary School

Im, Dami[5]; & Park, Younghee[6]

The purpose of this study is to find the correlation between the level of 6th graders' achievement level in Probability and Statistics education, which were proposed in the curriculum, which targeted the 6th graders in the elementary school, and statistical literacy.

For this, first, questions asking the achievement level in the probability and statistics(Part A), and questions asking the statistical literacy(Part B), were used to study the achievement level of the students. Second, the achievement level in the probability and statistics, and the statistical literacy were measured.

In order to achieve the purpose of this study, questionnaire that consists of 10 questions was invented. The questionnaire was divided into Part 1 and Part 2 under the consideration upon the characteristics of the questions. The results of the questionnaires given to the students were classified into "high, medium, and low" and were separated into 7 categories.

Results of comparing category 3 and category 6, which have shown opposing tendencies, we could find that students who are good at school mathematics and students with high statistical literacy have respective and different characteristics. For actually effective statistical education, consideration upon and reflection of core aspects such as intuition and critical thinking in the curriculum are needed.

Key words: Statistical literacy, Elementary Mathematics, Textbook, Curriculum

논문접수: 2017. 04. 24
논문심사: 2017. 05. 08
게재확정: 2017. 05. 22

5) ekalth11@cbe.go.kr
6) yhpark@cje.ac.kr

<부록 1> 초등 6학년의 확률과 통계 이해도 측정 문제

1. 민수가 거실에서 오전 6시부터 오후 4시까지 2시간 간격으로 온도를 재어 나타낸 표입니다. 그래프로 그려 표현하여 보시오.

시각	오전6시	오전8시	오전10시	낮12시	오후2시	오후4시
온도(℃)	7	10	13	15	17	15

2. 위에 그래프를 보고 오후 6시 거실의 온도는 15℃보다 높을지 낮을지 이유를 들어 설명해 보시오.
3. 기훈이의 일주일 독서량을 나타낸 표입니다. 하루에 평균 몇 쪽을 읽었습니까?

요일	월	화	수	목	금	토	일
독서량(쪽)	20	40	35	23	10	14	54

4. 주머니 속에 흰색 공 2개와 검은색 공 2개가 있습니다. 주머니에서 공 1개를 꺼낼 때 꺼낸 공이 흰색일 가능성을 어떤 수로 나타낼 수 있습니까?

(5-1, 5-2) 상자 A과 상자 B는 다음과 같이 빨강 및 파랑 구슬들로 채워져 있다.

상자A	상자B
빨강 구슬 6	빨강 구슬 60
파랑 구슬 4	파랑 구슬 40

5-1. 각 상자는 구슬들이 섞어져 있다. 파랑 구슬을 뽑고 싶지만 보지 않고 한 구슬을 뽑아야 한다. 어느 상자를 선택할 것인가?
① 상자A
② 상자B
③ 상자는 중요하지 않다.

5-2. 왜 그렇게 생각하는지 설명하여라.

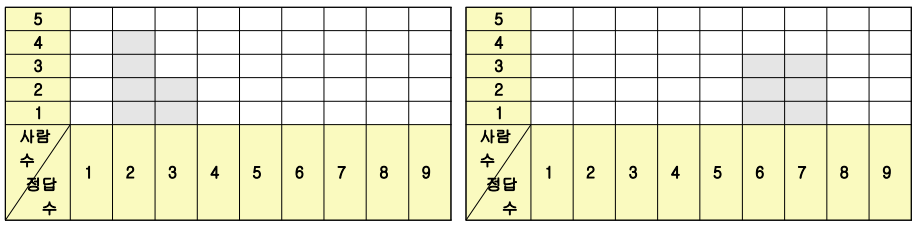
(6-1, 6-2) 한 학급이 불우 이웃을 돕기 위해 돈을 모으려고 한다. 학생들은 헌 옷이나 책 등을 팔아서 돈을 모으기로 한다. 그렇지만 바자회를 해보려고 결정하기 전에 자신의 학교 전체에서 얼마나 많은 학생들이 살 것인지 추정하려고 하였다. 그 학교에서 1학년부터 6학년 까지 각 학년에 100명의 학생이 있어서 모두 600명의 학생이 있다. 학교의 다섯 명의 학생이 조사를 수행하였다.

6-1. 누구의 방법이 가장 좋은지 고르시오.
① 석호는 학교에 있는 600명의 학생 이름을 구해 모자에 그것을 넣고 그 중에 60개를 뽑았다.
② 준수는 토요 축구교실 모임에서 10명에게 물어 보았다.
③ 아영이는 100명의 1학년 학생 모두에게 물었다.
④ 철민이는 그의 친구 60명을 조사하였다.
⑤ 수미는 과자 가게 밖에 노점을 세웠다. 누구나 지나가다가 멈춰서 설문 조사를 채울 수 있다. 60명의 아이가 설문을 하였을 때 수미는 조사를 그만하였다.

6-2. 위에서 그 학생을 선택한 이유가 무엇인지 쓰시오.

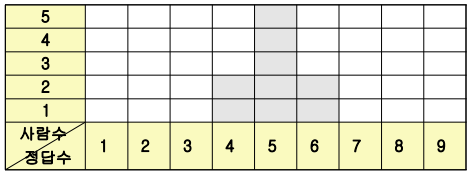
7. 민수는 20년 동안의 연구를 통하여 자동차가 건강에 위험물이라고 확신하였다. 민수는 심장마비의 증가와 자동차 사용의 증가 사이에 거의 완벽한 관련성을 아주 극적으로 보여주는 그래프를 제시하였다. 이를 그래프로 표현하여 보아라.

(8-1, 8-2, 8-3) 아래 그래프를 보고 두 반 중에 더 잘한 한 반을 선택하여 O표 하고 그 이유를 쓰시오.
8-1. 파란색 반 / 빨간색 반 : 그 이유는?

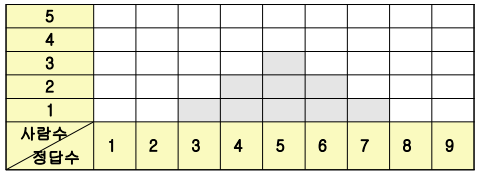


파란색 반 빨간색 반

8-2. 노란색 반 / 갈색 반 : 그 이유는?

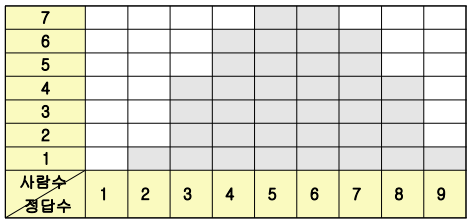


노란색 반

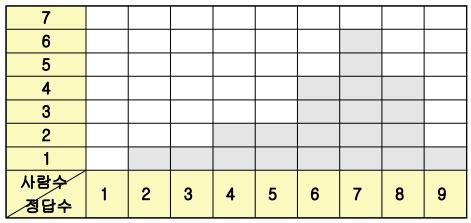


갈색 반

8-3. 분홍색 반/ 검은색 반 : 그 이유는?



분홍색 반



검은색 반

9. 다음 정보는 250명의 흡연과 폐병에 관한 조사 자료이다.

	폐병 있음	폐병 없음	합계
흡연	90	60	150
비흡연	60	40	100
합계	150	100	250

이 정보를 살펴보면, 이 표본에 대하여 폐병이 흡연에 따라 달라진다고 생각되는가? 그렇게 생각한 이유를 설명하여라.

(10-1, 10-2)다음 기사를 읽고 물음에 답하시오.

맥주가 폭력 범죄 비율 때문에 비난을 받는다.

한국의 높은 폭력 범죄사건 및 가정 폭력은 대중들의 엄청난 맥주 소비와 직접적으로 관련이 있다고 범죄 전문가가 어제 말하였다.

범죄 피해자에 관한 8번째 국제 심포지엄에서 J교수는 연구를 통해 맥주 마시기와 폭력 범죄 사이의 연결을 찾았다고 발표하였다.

“여러 지역의 맥주 소비와 폭력 수준 사이에 직접적 상관관계가 있어서, 맥주를 더 많이 마시는 사람들이 사는 곳에서 폭력비율이 더 높은 경향이 있다”고 그는 말했다. “그 둘 사이의 직접적 연결을 완전히 이해하지는 못하지만 그 연결은 확실히 존재한다.”

“청주, 서울 그리고 경기도에서 전형적으로 맥주를 즐겨 마시는 문화에서 소주를 즐겨 마시는 다른 지역에 비해 더 폭력이 많이 일어난다.”

10-1. 이 기사를 읽고 새롭게 알게 된 점은 무엇인가요?

10-2. 기사에서 이상하다고 생각되는 부분이 있다면 설명하여 보시오.