

한국과 미국(North Carolina주)의 확률과 통계 교육 내용 비교

한진규 (목원대학교)

서종진 (목원대학교)

한국과 미국(North Carolina주)의 확률과 통계 교육 내용을 고찰한 결과 한국과 미국(North Carolina주)은 내용적인 면에서 많은 차이를 보였다. 한국의 경우, 9-가 단계와 10-가 단계, 선택과목 중 수학 I, 실용수학, 이산수학 과목에 제시되어 있는 확률과 통계 영역은 심화선택과목인 확률과 통계 과목의 내용을 축소하여 재구성한 내용을 제시하고 있다. 미국(North Carolina주)은 한국과는 달리, Introductory Mathematics, Algebra(I, II), Technical Mathematics(1, 2) Advanced Mathematics, Advanced Placement Calculus, Discrete Mathematics, Integrated Mathematics(1, 2, 3), Geometry 과목에서 확률과 통계 영역은 각 과목과 연관성 있는 내용으로 구성되어 있다. 한국의 심화 선택과목인 확률과 통계 과목과 미국(North Carolina주)의 AP통계(Advanced Placement Statistics)를 비교한 결과, 전체적으로, 자료의 정리, 확률변수와 확률분포 영역에서 한국과 미국(North Carolina주)은 거의 유사성을 보이고 있지만, 통계적 추론에서는 미국(North Carolina주)이 한국에 비하여 강화되어 있음을 알 수 있다.

I. 서론

통계학은 일상생활에서 접하는 일기예보, 여론조사, 어린 아동과 노인의 생존 가능성, 암 환자로 진단 받은 후 사망할 때까지의 생존시간, 사고가 발생해서 보험처리가 만료 될 때까지 소요되는 시간, 제조된 전구의 수명, 유해물질의 위험도 분석, 제품의 품질 개선, 보험, 우주발사에서 시스템 안전도 검사, 석유탐사시 매장 성분과 매장량의 추측, 해저 광맥의 탐사, 지구환경과피의 구체적 원인 분석 등 일일이 열거할 수 없을 정도로 많은 분야에서 널리 이용되고, 그 이용도도 계속 증가추세에 있다. 이와 같이 통계 분야는 정보화 시대에서 매우 중요한 위치를 차지하고 역할을 함에 따라 학문적으로 뿐만 아니라 학교 수학에서도 점차적으로 강조되고 있다. 이에 통계학의 기본적인 중요 개념들을 학생들이 이해하고 통계적으로 추정하는 방법을 학습하는 것은 매우 중요하다 할 수 있다.

통계와 확률 교육은 학교수학 교육과정에서 불확실한 사회현상이나 대량의 정보처리를 요구하는 정보화 시대인 현 시점에서 실제로 자료의 수집과 요약을 통하여 자료분석 방법을 배우고, 관심 있는 자연의 여러 현상을 인식하고 추론하는 능력을 기르는 데 중요한 부분을 담당하고 있지만(이석훈·김응한, 2000), 확률 개념에 대한 학생들의 이해가 쉽지 않으므로 확률 및 확률분포 개념을 통한 통계 단원을 지도한다는 것은 쉬운 일은 아니다. 지금까지 우리나라 초등학교와 중학교에서는 전통적인 기술 통계적 입장에서 자료를 정리하는 방법적인 면을 주로 다루어 왔으며, 고등학교 수학에서는 통계적 추론에서 자료를 산출하기 위한 표본 추출이나 확률분포 이론과 형식적인 통계적 추론에

대한 지도가 이루어져 왔다.

이에 본고에서는 한국과 미국(North Carolina주)의 확률과 통계 교육 내용을 비교 고찰하고, 한국 학교 수학에서의 확률과 통계 교육 내용의 개선 방안을 찾아보고자 하였다.

II. 확률과 통계 교육

통계학은 불확실한 현상을 대상으로 자료를 수집·정리하고 불확실한 현상에 대한 모형을 설정하여 추론하거나 예측하는 것으로 관찰과 실험의 결과들을 토대로 한 귀납적 사고를 근간으로 하고 있다.

오늘날의 정보와 기술공학시대에서는, 어떻게 정보가 처리되며 어떻게 유용한 지식으로 전이되는가에 대한 이해가 강조될 필요가 있다. 예상과 의사결정을 위한 자료의 사회적 수요가 확장되기 때문에, 학생들이 자료분석에 사용되는 개념과 과정을 이해하는 것은 중요하다. 만약, 학생들을 비평적이고 정보화된 결정을 할 수 있는 지적인 사람으로 키운다고 한다면 통계적 지식은 필수적이다(NCTM, 1989). 이러한 필요성에 발맞추어, 학교수학에서의 확률과 통계학습은 실험과 토론 수업 위주의 교수·학습이 이루어져야 할 것이다. 확률과 통계 영역을 이해하기 위해서, 학생들은 수학 교육을 통하여 자료를 분석하고, 통계와 확률에 대한 문제를 제기하고, 그 문제를 해결하기 위하여 자료를 수집하고, 조직하고, 추론하고, 표현할 수 있어야 한다. NCTM(1998)에서는 자료를 수집하고 그 자료를 분석하는데 있어서 탐색적 자료분석의 다양한 방법으로 자료를 해석할 수 있어야 하고, 우연과 확률의 기본 개념을 이해하고 적용할 수 있어야 하며, 자료에 근거한 추론, 예측, 논의를 발전시키고 평가할 수 있어야함을 강조하고 있다. 자료를 수집하고 표현하고, 표현하고, 처리하는 활동은 현대사회에서 중요한 것이다. 자연과학이나, 사회과학에서, 데이터는 또한 요약되고, 분석되고, 변형되는데 이러한 활동에는 시뮬레이션, 표본추출, 적합 곡선 찾기, 가설 검증, 추론 등이 있다. 사회에 대한 자각도를 높이고, 취업기회를 늘리기 위해서, 학생들은 문제를 해결할 때나 일상생활에서 부딪히는 많은 통계적 주장들을 평가하는 데 이들 기법을 적용하는 것을 배워야 한다. 통계적 아이디어를 잘 활용하기 위해서 학생들은 자료를 수학적 대상으로 볼 수 있는 안목을 키우고, 자료를 분석하고 표현하는 과정에서 더 나은 통찰을 얻기 위해서 주어진 정보에 기초해서 결정을 내리고 예상하는 것이 필요하다. 학교에서 배우는 상당수의 내용이 사전에 결정되어 있고, 규칙에 제한을 받기 때문에 불확실성을 어느 정도 가질 수 있음을 배우는 것이 중요하다. 학생들은 확률적 상황에 대한 많은 잘못된 개념과 빈약한 직관을 가지고 있다. 이러한 잘못된 개념을 해결할 수 있도록 의식적 수준으로 가져오기 위해서는, 학생들은 다음에는 어떤 일이 생기며, 실험 결과가 의미하는 것이 무엇인가에 대해 추측하도록 요구되어야 한다. 실험이나 상황분석 전에 자신의 생각을 명료화한다면, 실험 후에 생기는 예기치 않은 결과는 학생들로 하여금 자신의 기본적 가정에 대해 다시 생각할 수 있게 하는 효과를 가지게 될 것이다. 통계와 확률에 대한 확고한 기초를 다짐으로써 학생들은 삶 전체를 통하여 유용한 사고 도구와 사고 방법을 제공받을 수 있는 것이다(NCTM, 1989).

위에서 학교수학에서 확률과 통계영역에 대한 필요성과 목적, 학생들이 갖추어야 할 사항들을 제시하였다. 확률과 통계영역의 중요성에 발맞추어 학교 교육의 변화가 필요할 것이다. 확률과 통계 교육의 문제점이 무엇이고, 통계학에 대한 인식과 교수·학습방법, 교육내용 등의 변화가 있어야 할 것이고, 확률과 통계과목에서의 교육 내용을 수정·보완할 필요성을 재고해 보아야 할 것이다.

III. 한국과 미국(North Carolina)의 확률과 통계 교육

· 한국과 미국(North Carolina주)의 확률과 통계 교육 내용 비교

한국과 미국(North Carolina주)의 9학년에서 12학년까지 확률과 통계 교육 내용을 다음과 같은 기준으로 비교하였다.

1) 한국은 9-가 단계와 10-가 단계, 선택과목 중 수학 I, 실용수학, 이산수학 과목에 확률, 통계 내용이 제시되어 있고, 심화선택과목으로 확률과 통계 과목이 있다. 미국(North Carolina주)은 Introductory Mathematics, Algebra(I, II), Technical Mathematics(1, 2) Advanced Mathematics, Advanced Placement Calculus, Discrete Mathematics, Integrated Mathematics(1, 2, 3), Geometry 과목에 확률과 통계 내용이 제시되어 있으며, AP통계(Advanced Placement Statistics)가 한 과목으로 제시되어 있다.

2) 한국과 미국(North Carolina주)의 확률과 통계 교육 내용을 비교하기 위하여 한국의 9-가, 10-나, 수학 I, 실용수학, 이산수학 과목에 제시되어 있는 확률, 통계 내용과 미국의 Introductory Mathematics, Algebra(I, II), Technical Mathematics(1,2) Advanced Mathematics, Advanced Placement Calculus, Discrete Mathematics, Integrated Mathematics(1,2,3), Geometry 과목에 제시되어 있는 확률, 통계 내용을 비교하였다.

3) 미국(North Carolina주)의 AP통계(Advanced Placement Statistics)와 한국의 심화 선택과목인 확률과 통계 과목을 비교하였다. North Carolina주의 AP통계(Advanced Placement Statistics)와 한국의 심화 선택과목인 확률과 통계 과목이 교육과정상 약간의 차이를 보이고 있으나 North Carolina주나 한국 모두 학생들의 진로와 적성에 맞는 전공을 선택할 수 있는 기회의 제공하기 위한 측면에서 볼 때, 두 교육과정 내용을 비교한다는 것은 의미 있다고 할 수 있다.

1. 한국의 심화 선택과목인 확률과 통계 과목과 미국(North Carolina주)의 AP통계(Advanced Placement Statistics)의 비교

한국의 심화 선택과목인 확률과 통계 과목과 미국 North Carolina주의 AP통계(Advanced Placement Statistics)를 비교(<표1-1>)하면 다음과 같다.

<표1-1> 한국과 미국(North Carolina주)의 확률과 통계 내용 비교

영역	내 용		한국	N.C.주	
확률	자료의 정리	도수분포표	○	○	
		상대도수	○	○	
		분산, 표본오차	○	○	
		임의 추출	○	○	
		쌍별 비교 설계		○	
	확률변수와 확률분포	정규분포	덧셈, 곱셈 법칙	○	○
			줄기와 잎 그림	○	○
			순열, 조합	○	
		조건부 확률	○	○	
		이산확률변수와 확률분포	○	○	
		이항분포, 평균, 표준편차	○	○	
		기하분포		○	
		정규분포의 성질	○	○	
	표준정규분포	○	○		
	중심극한 정리		○		
확률통계	신뢰구간(추정)	표본조사, 표본 평균, 표본 비율, 표본오차	○	○	
		단일모비율, 단일 모평균 (Z 이용)	○	○	
		단일모평균(t-분포 이용)		○	
		두 모집단의 평균의 차 (t 이용)		○	
		두 모집단의 비율의 차 (Z 이용)		○	
		서로 독립인 두 모집단의 평균의 차 (Z 이용)		○	
		서로 독립인 두 모집단의 평균의 차 (t 이용)		○	
	최소제곱 회귀직선의 기울기 (t 이용)		○		
	유의성검정	귀무/대립가설: 유의확률(p-value):단측/양측 검정		○	
		단일 모비율, 모평균에 대한 검정 (Z와 t 이용)		○	
		대응표본으로부터 두 모평균의 차에 대한 검정 (Z와 t 이용)		○	
		최소제곱 회귀곡선의 기울기에 대한 검정(t 이용)		○	
		적합도 검정, 동질성 검정, 독립성 검정(카이제곱 이용)		○	

* N.C.: North Carolina주

전체적인 맥락에서 볼 때, 자료의 정리, 확률변수와 확률분포 영역에서 한국과 미국(North Carolina주)은 거의 유사성을 보이고 있지만, 통계적 추론에서 많은 차이를 보이고 있다.

영역별로 살펴보면, 자료의 정리, 확률변수와 확률분포 영역에서 순열과 조합은 한국만 제시되어 있고, 쌍별 비교와 기하분포, 중심극한 정리는 미국(North Carolina주)만 제시되어 있다. 이 영역에서 특이할만한 사항은, 한국과는 달리 미국(North Carolina주)은 중심극한 정리의 중요성을 학생들에게 가르치고 있다는 것이다. 신뢰구간 추정에서, 한국은 단일 모비율, 모평균에 대한 구간 추정을 학습하도록 수학 교육과정이 제시되어 있지만, 미국(North Carolina주)은 두 모집단에 대한 평균차, 비율의 차, 서로 독립인 두 모집단의 평균의 차, 최소제곱 회귀직선을 학습하도록 제시되어 있다. 특히, 한국과는 달리 미국(North Carolina주)은 유의성 검정을 학생들이 학습하도록 제시하여 통계적 추론 부분을 강조하고 있다.

위 <표1-1>에서 한국의 심화 선택과목인 확률과 통계 과목과 미국 North Carolina주의 AP통계(Advanced Placement Statistics)에서 많은 차이점을 보이고 있는 내용은 두 집단에 대한 비교 분석과 통계적 추론 영역으로, 한국의 확률과 통계 과목의 내용적 변화를 시사하고 있다.

2. 한국의 9-가, 10-나, 수학 I, 실용수학, 이산수학 과목에 제시되어 있는 확률, 통계 내용과 미국의 Introductory Mathematics, Algebra(I, II), Technical Mathematics(1, 2) Advanced Mathematics, Advanced Placement Calculus, Discrete Mathematics, Integrated Mathematics(1, 2, 3), Geometry 과목에 제시되어 있는 확률과 통계 내용

<표1-2> 한국의 9-12학년까지 확률과 통계 내용

내용 과목	상 관 도 (표)	상 관 관 계	산 포 도	표 준 편 차	평 균	분 산	기 대 값	이 항 분 포	정 규 분 포	경 우 의 수	순 열	조 합	모 평 균	모 표 준 편 차	모 평 균 의 추 정
9-가	○	○													
10가			○	○											
수학 I										○	○	○	○	○	○
이산수학											○	○			
실용수학					○	○	○	○	○						

내용		과목	IC	A I	A II	G	TC 1	TC 2	A M	D C	A P C	IM 1	IM 2	IM 3
자료 집합에 대한 최량 적합 곡선의 모델	선형	방정식			○			○						○
		모델							○			○		
	지수	방정식			○			○						○
		모델							○					
	이차	방정식			○			○						○
		모델							○					
	다항식								○					
	대수								○					
로지스틱								○						
자료와 관련한 불변수, 계수의 해석, 근본원리 해석					○		○							
적합도와 관련된 예측(예보) 방정식					○		○							
문제해결을 위해 지수방정식 $f(x) = a(1+r)^x$ 사용					○		○						○	
회귀적 관계를 사용한 성장과 부식(decay)모델 $f(x) = a(1+r)^x$								○						
주기적 현상을 모델화 하기 위하여 삼각함수 사용								○						
회귀관계를 사용한 성장과 부식(decay) 모델화								○						
문제해결을 위한 수열과 급수 (유한급수, 무한급수, 무한급수의 극한, 급수의 수렴, 발산)								○						

* IC : Introductory Mathematics, A I : Algebra I, A II : Algebra II, G : Geometry
 TC1: Technical Mathematics1, TC2 : Technical Mathematics2
 AM: Advanced Mathematics, APC : Advanced Placement Calculus,
 DC: Discrete Mathematics, IM1 : Integrated Mathematics1,
 IM2 : Integrated Mathematics2, IM3 : Integrated Mathematics3

<표1-2>에서 보는 바와 같이, 한국의 경우, 9-가 단계와 10-가 단계, 선택과목 중 수학 I, 실용수학, 이산수학 과목에 제시되어 있는 확률과 통계 영역은 심화선택과목인 확률과 통계 과목의 내용을

축소하여 재구성한 내용을 제시하고 있을 알 수 있다.

미국(North Carolina주)의 확률과 통계 교육 내용을 살펴보면 <표1-3>과 같다.

IC 과목은 기초과목으로 확률과 통계영역에서 주로 기본적인 내용인 상자그림, 산점도, 민감도, 독립사건과 종속의 확률, 그리고 평균, 중앙값, 최빈값을 다루고 있다. AI I 과목은 자료와 관련하여 기율기와 절편 구하기, 자료를 해석하고 표현하는데 행렬을 사용하고, 선형과 비선형자료에 대한 인식과 확인을 할 수 있는 내용을 포함하고 있으며, 적합도 검정에서 모델화, 예측모델 사용에 대한 내용이 제시되어 있다. TC1 과목에서는 순열, 조합, 평균, 표준편차, 중심성향(평균, 중앙값, 최빈값), 분산과 표준 편차, 자료를 해석하고 표현하는데 행렬을 사용을 다루고 있다. DC 과목은 순열, 조합, 이항정리, 평균을 다루고 있으며, IM2 과목은 순열과 조합, 평균을, APC 과목은 자료의 그래프나 테이블에서 극한값을 추정하고, 변화율과 근사값을 구하는 내용을 다루고 있다. AII, TC2, AM, IM1, IM3 과목은 자료집합에 대한 최량곡선에 관한 내용과 검정 부분까지 다루고 있다.

확률을 수반하는 문제해결을 위해 길이, 면적, 체적을 사용하는 과목은 G, TC2, IM1 과목이고, 자료를 정리하고 해석하고 표현하는데 있어서 행렬을 사용하는 과목은 AI, AII, TC1, TC2, IM1 과목이다. 적합도 검정에서 AI, AM, IM1 과목에서는 모델을 구하는 내용이 제시되어 있고, AII, TC2, IM3 과목에서는 방정식을 구하는 내용이 제시되어 있다. AI, AM, IM1 과목에서는 예측 모델의 사용에 관한 내용이 제시되어 있고, AII, IM3 과목에서는 예측 방정식을 구하는 내용이 제시되어 있다. AII, TC2, IM3 과목은 자료 집합에 대한 최량 적합 곡선(선형, 지수, 이차)방정식을 구하는 내용이 제시되어 있고, IM1은 선형 방정식을 구하는 내용이 제시되어 있다. APC 과목에서는 자료 집합에 대한 최량 적합 곡선(선형, 지수, 이차, 다항식, 대수, 로지스틱)에 대한 모델을 찾는 내용이 제시되어 있다.

위에서 살펴 본바와 같이, 한국의 경우, 9-가 단계와 10-가 단계, 선택과목 중 수학 I, 실용수학, 이산수학 과목에 제시되어 있는 확률과 통계 영역은 심화선택과목인 확률과 통계 과목의 내용을 축소하여 재구성한 내용을 제시하고 있지만, 미국(North Carolina주)은 한국과는 달리 Introductory Mathematics, Algebra(I, II), Technical Mathematics(1, 2) Advanced Mathematics, Advanced Placement Calculus, Discrete Mathematics, Integrated Mathematics(1, 2, 3), Geometry 과목에서 각 과목과 연관성 있는 확률과 통계 내용으로 구성되어 있다는 것이다.

IV. 결론 및 제언

한국과 미국(North Carolina주)의 확률과 통계 교육 내용을 고찰한 결과는 다음과 같다.

첫째, 한국의 경우, 9-가 단계와 10-가 단계, 선택과목 중 수학 I, 실용수학, 이산수학 과목에 제시되어 있는 확률과 통계 영역은 심화선택과목인 확률과 통계 과목의 내용을 축소하여 재구성한 내용을 제시하고 있다.

둘째, 한국과는 달리 미국(North Carolina주)은 Introductory Mathematics, Algebra(I, II), Technical Mathematics(1, 2) Advanced Mathematics, Advanced Placement Calculus, Discrete Mathematics, Integrated Mathematics(1, 2, 3), Geometry 과목에서의 확률과 통계 영역은 각 과목과 연관성 있는 내용으로 구성되어 있다.

셋째, 한국의 심화 선택과목인 확률과 통계 과목과 미국(North Carolina주)의 AP통계(Advanced Placement Statistics)를 비교한 결과, 자료의 정리, 확률변수와 확률분포 영역에서 한국과 미국(North Carolina주)은 거의 유사성을 보이고 있지만, 통계적 추론에서 많은 차이를 보이고 있다. 신뢰구간 추정에서, 한국은 단일 모비율, 모평균에 대한 구간 추정을 학습하도록 수학 교육과정이 제시되어 있지만, 미국(North Carolina주)은 두 모집단에 대한 평균차, 비율의 차, 서로 독립인 두 모집단의 평균의 차, 최소제곱 회귀직선을 학습하도록 제시되어 있다. 특히, 한국과는 달리 미국(North Carolina주)은 중심극한 정리의 유의성 검정을 학생들이 학습하도록 제시하여 통계적 추론 부분을 강조하고 있다.

한국의 확률과 통계 교육 과정 개정 방안을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 심화 선택과목인 확률과 통계 교과목을 대학 진학자와 취업자로 분류하여 교육 과정을 진술하거나, 통계적 추정 부분을 강화해야 할 필요성이 있을 것이다.

둘째, 학생들의 수준을 고려하여 각 지역, 학교, 학생들 상황에 알맞은 다양한 교과서가 개발되어야 할 것이다.

셋째, 제7차 교육과정에서 일반계 고등학교의 교과 편성·운영지침에 의하면 심화 선택과목은 학생의 진로, 적성과 소질을 계발하는 데 도움되는 과목(교육부, 1997)으로 기술하고 있는 것과 같이, 학생들이 대학에 진학하여 전공할 분야에 유용하게 활용할 수 있는 수학 심화 선택과목(수학 I, 수학 II, 미분과 적분, 확률과 통계, 이산수학)을 선택하여 학습함으로써 자신의 진로와 적성에 맞는 전공을 선택할 수 있는 기회가 주어지고, 고등학교 수학과 대학 수학의 연계성을 강화할 수 있을 것이다. 고등학교 수학과 대학 수학의 연계성 강화를 위하여 수학 I에서 확률영역과 통계영역 중 통계영역을 삭제하고 행렬영역이나 다른 영역을 강화시키고, 통계영역을 강화하기 위하여 심화 선택 과목인 확률과 통계과목의 단위 수를 4단위에서 6단위로 상향조정하여 통계적 추정을 강화함으로써 사회과학, 자연계열, 이공계열에 진학할 학생들에게 기회를 제공할 필요성이 있을 것이다.

넷째, 학생들이 실험을 계획하고 실제로 자료 수집하고, 통계 소프트웨어를 활용하여 자료를 처리하고 통계적 추정을 할 수 있도록 교육시스템의 변화와 더불어 교사 연수를 통하여 확률과 통계 과목에 대한 교수법을 가르치고, 학교 수학 교육에서 확률과 통계 과목의 중요성과 이해도를 높여야 할 것이다. 또한, 실질적으로 통계소프트웨어 사용을 평가할 수 있는 틀을 만들고 평가에 직접 활용하여야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 교육부 (1997). 수학과 교육과정, 교육부고시 제 1997-15호 [별책8], 대한교과서 주식회사.
- 이석훈·김응한 (2000). 통계와 확률 지도론, 경문사: 서울
- NCTM (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*, Reston, VA: NCTM
- NCTM (1998). *Principles and Standards for School Mathematics: Discussion Draft*, Reston, VA: NCTM
- North Carolina of Board of Education (1999). <http://www.ncpublicschools.org>.