

법(法)과 통계학: 교육, 응용 및 연구

허명희¹

¹고려대학교 통계학과

(2010년 2월 접수, 2010년 3월 채택)

요약

사법 개혁의 일환으로 2009년 3월에 법학전문대학원(law school) 체제가 출발하여 향후 우리사회의 법적 풍토는 다양화·전문화·국제화의 방향으로 전환될 것으로 보인다. 이런 시류에 맞추어 《법(法)과 통계학》의 교과 교육, 통계적 방법론의 법 분야 응용, 관련 토픽에 대한 통계학 연구에 대한 시론과 예를 제시하고자 한다.

주요어: 법학전문대학원, 통계적 증거, DNA 데이터베이스.

1. 서론

기존의 사법시험과 사법연수원 체계로는 세계화 시대에 부응하는 법조인을 양성할 수 없다는 비판이 있어 이에 대한 개혁으로 1995년 김영삼 정부 시절 세계화추진위원회에 의해 법학전문대학원 체제가 처음 거론되었고 12년 만인 2007년에 관련 법안이 통과되어 제도적 토대가 잡힌 법학전문대학원은 국제화 다원화 시대에 맞는 전문화된 법조 인력을 양성하여 법률 서비스의 질을 향상시키는 데 그 설립취지가 있다 (위키백과 2009/06/15). 전국에서 25개 대학교가 총 정원 2,000명의 법학전문대학원을 인가 받아 2009년 3월부터 교육 프로그램을 시작하였다.

이와 같은 체제 개편에 따라 다양한 학문분야의 인력들에 새로운 기회가 생겼으므로 통계학 분야에서도 법(法)과의 연계에 대해 학문적으로 고찰하고 필요한 대응을 적시에 할 필요가 있는 취지에서, 필자는 2009년 1학기에 고려대학교 통계학과 학부 전공선택 과목으로 개설된 《법(法)과 통계학》을 강의하게 되었다 (3학점). 이 교과는 고려대학교 정경대학의 법학예비(pre-law) 프로그램인 PEL(politics, economics and law) 연계과정 교과목으로 리스트되어 있기도 하다. 또한 고려대학교 법학전문대학원에 서도 동일 명의 교과목을 강의하였다 (2학점).

본고에서 필자는 《법(法)과 통계학》의 교육 내용을 소개하고 (2절) 사회적 응용의 차원에서 재판 사례에 대한 통계적 관점에서의 검토 예들을 제시하며 (3절) 아울러 법 분야 토픽에 대한 통계학 연구의 두 예를 제시하고자 한다 (4절). 이 글이 발화점이 되어, 통계학계가 통계학 학부 졸업생들의 법학전문대학원 진학을 도와 향후 전문화된 법조 인력의 일부가 되도록 하고 재판 사례에 통계적 방법론을 적용하여 유익한 해결 방안을 제시하며 통계학자들이 법적·법학적 문제를 연구하여 중요한 학술적 기여를 하게 되길 바란다.

본 연구는 고려대학교 연구년 기간(2009년 9월-2010년 8월) 중 수행되었음.

¹(136-701) 서울시 성북구 안암동 5가 1, 고려대학교 정경대학 통계학과, 교수. E-mail: stat420@korea.ac.kr

표 2.1. *Statistics for Lawyers* 제 2판(SfL)의 차례

1장	기술통계 (Descriptive Statistics)
2장	경우의 수 (How to Count)
3장	확률 (Elements of Probability)
4장	확률분포 (Some Probability Distributions)
5장	2개 비율에 대한 통계적 추론 (Statistical Inference for Two Proportions)
6장	여러 비율의 비교 (Comparing Multiple Proportions)
7장	평균의 비교 (Comparing Means)
8장	여러 증거의 결합 (Combining Evidence Across Independent Strata)
9장	표본추출 (Sampling Issues)
10장	역학적 방법 (Epidemiology)
11장	생존분석 (Survival Analysis)
12장	비모수적 방법 (Nonparametric Methods)
13장	회귀분석 1 (Regression Models)
14장	회귀분석 2 (More Complex Regression Models)

2. 교육

통계학의 정의는 각인각색으로 다양하지만 필자는 통계학을 복잡성 세계의 기술과 이해를 위한 정량적 언어 및 방법론으로 보고자 한다. 때문에, 통계학이 복잡다기한 법적 분쟁에서 사회구성원이 납득할 수 있는 합리적 해결을 도출해내는 효과적인 도구가 된다. 그런 상황은 고용 및 성 차별(employment or gender discrimination), 책임과 피해(liability and damages), 상표권 침해(trademark dilution), 범죄 감식(forensic identification) 등 다양하다. 원고와 피고의 주장이 팽팽하게 맞서는 법적 분쟁에서 직접적 증거의 제시가 불가능한 경우 통계적 증거(statistical evidence)를 수용하는 것이 법체계적인 추세이다. 《법(法)과 통계학》의 과목 개요는 “법적 분쟁(legal disputes)에 활용되는 조사, 실험 및 관측 자료의 제시, 분석 방법 및 함축된 법적 해석 등을 다루는 데” 있고 이 교과를 통해 “법적 분쟁에서의 통계적·계량적 논리를 이해하고 활용 한다”는 데 교육목표가 있다.

2.1. 교과 모형과 교재

《법(法)과 통계학》의 교과 모형은 미국 콜럼비아 대학 법학전문대학원(Columbia Law School)의 Statistics for Lawyers(Michael O. Finkelstein 교수)에서 따왔는데 이 교과는 Anthropology and Law, Law and Social Sciences, Law and Economics 등과 더불어 사회과학 선택으로 개설되고 있다. 교재는 Finkelstein과 Levin (2001)의 *Statistics for Lawyers* 제 2판(이하 SfL로 약칭)으로 하였다. SfL의 장 구성은 표 2.1과 같이 일반적인 통계적 방법 교재들과 유사하지만 각 방법별로 적용 재판 사례 또는 법학 연구 사례를 제시하고 자료분석 결과에 법적 맥락의 의미를 부여하고 있으므로 통계학도들로서는 친숙하게 접근할 수 있다. 또한 문제풀이가 부록에 있어 법 분야 응용에 있어 어떤 측면이 고려되는지를 알 수 있게 되어 있다. 다만, 이 책이 영문으로 쓰여 있고 법 분야 논의에 쓰이는 영어는 상당히 수준이 높아서 제대로 공부하고자 하는 경우 학생들의 부담이 결코 만만하지 않다. 이런 문제를 완화하기 위하여 필자가 각 장을 국문 4-5쪽 정도로 요약하여 학생들이 쉽게 공부할 수 있도록 하였다.

SfL에 비교하여, 대안적 선택으로 고려할 수 있는 다음 2-3권 교재들은 다음과 같은 특색이 있다.

- P. Good (2001). *Applying Statistics in the Courtroom: A New Approach for Attorneys and Expert Witnesses*. 저자는 통계학 박사이고 법 분야 응용 통계전문가이다. 주요 통계적 방법을 설명하고 법적 적용 사례를 기술하고 있으나 대학 강의용 교재로서 준비된 책은 아니다.

- H. Zeisel and D. Kaye (1997). *Prove It with Figures: Empirical Methods in Law and Litigation*. 제 1저자는 Chicago Law School의 교수이고 제 2저자는 Arizona 주립대학 법과대학 교수이다. 통계적 사고 능력과 법학적 소양을 모두 갖춘 법률가 또는 통계전문가를 위한 책으로 난도가 다소 높다.
- D. Lucy (2005). *Introduction to Statistics for Forensic Scientists*. 전반부에는 초급 통계학을 법과학(forensic science)의 방법으로 다루었고 후반부에는 형사 재판에 적용된 통계적 문제를 심도 있게 다루었다. 이 책은 형사 재판에 특화되어 있고 초반부와 후반부의 난이도 차이가 크다.

SfL을 완전하게 학습하기 위해서는 기초통계학 수준의 교과와 통계적 방법 수준의 교과 등 2개 정도의 통계학 교과의 선수가 필수적이다. 이에 따라 학부 《법(法)과 통계학》에서는 허명희 (1999)의 <사회과학을 위한 통계적 방법> 정도의 이해를 요구하였다. 그러나 법학전문대학원 《법(法)과 통계학》에서는 방침을 달리하여 통계학 2개 교과의 선수 없이 교과를 수강하도록 하였는데 실제 수강생 대부분이 학부에서 통계학 교과를 전혀 이수한 바 없었다. 이에 따라 법학전문대학원 교과는 통계적 사고(statistical thinking)의 배양과 통계적 방법이 활용된 재판 사례의 이해 및 토의에 주력하였다. 수강 학생 평가는 시험 50% (= 25% * 2회), 과제 40% (= 10% * 4회), 발표 및 참여 10%로 하였다.

미국의 몇 군데 법학전문대학원(law school)에서도 통계학 관련 교과를 개설하고 있는 것을 볼 수 있는데, 예컨대 하버드 대학 법학전문대학원은 “Fundamentals of Statistical Analysis (1학점)”을 개설하여 데이터 수집, 조사 설계와 분석, 자료 기술과 시각화, 가설검증, 상관과 다중회귀 등을 강의한다. 스탠포드 대학 법학전문대학원은 “Statistical Inference in Law (3학점)”, “Statistical Inference and Empirical Research (3학점)”, “Bayesian Statistics and Econometrics (3학점)” 등의 통계학 교과를 개설하고 있다.

2.2. 사례 학습

교재에서 국한되지 않는 열린 학습으로써 적극적인 학습동기를 진작하고자, 다음 4개의 재판 사례를 인터넷과 관련 전문문헌에서 발굴하여 수업에서 다루었다.

- O. J. Simpson 사례: O. J. Simpson (1947- , 미국인)은 남가주 대학 및 NFL 미식축구 스타 플레이어였으며 스포츠에서 은퇴한 후에는 영화배우로도 활동한 바 있는 저명한 인물이었다. 1994년 6월 12일 캘리포니아 주 LA 근교 Brentwood 지역에서 그의 전 처 Nicole Brown과 그녀의 남자친구 Ronald Goldman이 살해된 바, O.J. Simpson이 살인 혐의로 기소되어 재판을 받았다. Johnnie Cochran, F. Lee Bailey, Robert Shapiro 등이 이끈 피고 측 변호인단 “Dream Team”은 Simpson에 불리한 DNA 증거를 LA 경찰의 부당·부실한 처치로 몰아 부치고 Simpson 재판을 인종갈등으로 이슈화하였다. 범죄 현장인 Brown의 콘도와 Simpson의 집에서 피에 젖은 장갑이 한 짝씩 발견되었는데 경찰의 DNA 검사 결과 장갑에 묻은 피는 Simpson, Brown, Goldman의 것이었다. 그러나 피고 팀은 이 장갑들이 LA 경찰의 Mark Fuhrman 형사가 날조한 것이고 그가 두 장소에 가져다 놓은 것이라고 주장하였다. Johnnie Cochran 변호사는 Mark Fuhrman 형사를 Adolf Hitler와 비교하였다. 1995년 10월 흑인 9명, 히스패닉 1명, 백인 2명으로 구성된 배심원단은 O.J. Simpson에 대해 무죄 의견을 냈다 (Wikipedia “O.J. Simpson murder case”, 2009/04/01)
- Sally Clark 사례: Sally Clark (1964-2007, 영국인)는 1998년 그녀의 두 아들을 살해한 혐의로 체포되었고 1999년 유죄판결을 받았다. 2000년 항소하였지만 패소하였다. 그러나 2003년 재항소심에서 무죄가 인정되어 출소하였다. 이미 3년 넘게 복역한 다음이었다. 사건의 개요는 다음과 같다. Sally Clark의 첫 아들인 Christopher는 생후 11주에 갑자기 사망하였다 (1996년 12월). 산후 우울증이 있었지만 이를 극복하였고 둘째 아들 Harry를 낳았다. 그러나 Harry가 생후 8주에 갑자기 죽었다

(1998년 1월). 1998년 2월, Sally Clark와 그녀의 남편 Steve Clark가 두 아들을 살해한 혐의로 기소되었다. 검찰 측 전문가 증인으로 세워진 Roy Meadow경은 Sally Clark의 두 아기가 급작스레 죽을 확률은 73,000,000분의 1이며 따라서 Sally Clark가 충분히 의심 받을 만하다는 취지의 증언을 하였다. 배심원들을 10:2 표결로 Sally Clark를 유죄로 보았고 그녀는 종신형을 언도받았다 (1999년 11월). 2001년 10월 영국 통계학회(Royal Statistical Society)는 Roy Meadow의 확률이 통계적 근거를 결여한 것이라고 비판하였다. 2003년의 재항소심에서 Sally Clark는 무죄로 풀려났다 (Wikipedia “Sally Clark”, 2009/04/01).

- Minnesota v. Tobacco Company: 이 사례는 1994년 미국 미네소타 주와 의료보험사(Blue Cross, Blue Shield)가 Philip Morris 등의 담배 회사를 제소한 사건에 대한 것이다. 제소 이유는 피고가 1) 정직하지 않게 행동했고, 2) 공모하여 덜 위험한 담배의 개발을 하지 않았으며, 3) 흡연의 위해성을 정확하게 공중에 알리지 않았음 등이다. 3년에 걸쳐 소송을 준비한 원고 측 변호인단은 1) 흡연이 각종 질병을 유발하여 원고로 하여금 SAEs(smoking-attributable expenditures)를 부담하게 하여, 2) 이로 인한 피해가 17.7억 달러에 달한다고 주장하였다. 이런 주장은 2억 8천만 건에 달하는 의료청구서 자료와 전국 및 주 대상 조사 자료에 대한 통계적, 계량 경제적 분석의 결과에 근거한 것이었다. 4개월여 재판이 진행되던 중 판결을 앞둔 시점에서 피고가 원고에 65억 달러를 지불하고 즉시 미네소타 주에서 담배 광고와 거래를 일부 제한한다는 조건으로 양 측이 합의하여 사건이 종료되었다. Zeger 등 (2000)의 글은 원고 측 입장에서 통계 전문가가 한 일을 기술한 것으로, SAEs 피해액의 산출 근거로 사용된 자료가 소개되었고 피해액의 통계적 추정 방법이 기술되어 있으며 사망 편익(death benefit)과 불가분 피해(indivisible damages)라는 2개의 법적 개념이 논의되었다.
- Shonubi Case: Izenman (2000)의 글과 Gastwirth 등 (2000)의 글은 나이지리아에서 미국으로 마약을 밀반입한 미국인 Shonubi에 대한 재판을 비판적으로 검토하고 있다. Charles O. Shonubi는 1991년 12월 헤로인 밀반입 현장범인으로 뉴욕 J.F. 케네디 국제공항에서 체포되었는데 당시 그는 총 427.4그램의 헤로인을 담은 103개의 콘돔을 삼킨 상태였다. 그에 대한 수사 결과 나이지리아-미국 여행을 총 여덟 차례 하였음이 밝혀졌는데 나이지리아는 마약 생산지로 잘 알려져 있었다. Shonubi의 나이지리아 여행의 목적은 마약 운반이었음이 분명하였다. 문제는 그가 운반한 마약의 총량 산출에 있었다. 마지막 회에 427.4그램이었으므로 총 8회에 걸친 여행에서 매번 그 만큼을 운반하였다고 치면 총량은 $3,419.2 (= 427.4 * 8)$ 그램이 된다. 연방 형량 가이드라인(Federal Sentencing Guideline)에 의하면 3,000그램 이상인 경우 BOL(Base Offence Level) 34에 해당하였다. 이에 따라 1992년 10월 미연방 지방법원은 Shonubi에 151개월의 징역형을 선고하였다. 그러나 Shonubi는 그에게 적용된 헤로인 3,419.2그램은 단순 추측에 불과하므로 부당하다고 상소하였다. 이에 대해 항소심 재판부는 그의 주장에 일리가 있음을 인정하였고 결국 그에게는 최종 반입량인 427.4그램만 적용되어 형량은 징역 97개월로 줄었다. Gastwirth 등 (2000)은 이와 같은 판결을 통계적 접근 자체의 부정으로 보았다.

재판 사례의 정확한 독해(reading comprehension), 요약글 쓰기(writing summaries)와 구두 발표(oral presentation)는 《법(法)과 통계학》에서 매우 중요한 한 부분일 뿐만 아니라 단편적인 수학 문제 풀이에 치우친 대다수의 통계학 학부 전공생들에게 읽기-쓰기-말하기의 범대학 학습목표를 일깨우는 좋은 계기가 된다.

3. 응용

통계전문가가 원고 측 및 피고 측에 참여하여 정량적 증거를 확보·제시함으로써 법적 분쟁의 해결에 기여하는 것이 법 분야에의 ‘통계적 응용’이라 할 것이다. 이를 위한 사전 준비로서 재판 사례를 통계적 관



그림 3.1. 도미노 설탕과 도미노 피자

점에서 검토하고 보다 합당한 통계적 접근과 결과를 법조계에 보일 필요가 있는데, 예컨대 다음은 그런 보기들이다.

3.1. 도미노 설탕 대 도미노 피자

Amstar 사가 Domino's Pizza 사를 제조한 Amstar Corp. v. Domino's Pizza, Inc. 재판(1975-1980)의 개요는 다음과 같다. 오랜 전통의 “도미노 설탕”이라는 등록상표를 가지고 있는 Amstar 사는 도미노 피자를 판매하는 Domino's Pizza 사를 상표권 침해로 이유로 제조하였다. “도미노”라는 이름이 소비자들에게 혼동을 초래한다는 것이다. 그림 3.1을 보라.

그 근거로 원고는 미국 동부의 10개 도시에서 도미노 피자의 상표를 인지해낸 525명을 조사한 자료를 제시하였다. 응답자들은 한 가구의 식품품 구입을 책임지는 여성 주부들로서 낮 시간에 면대면 방법으로 조사되었다. 조사 결과, 1) 44%의 응답자들은 도미노 피자 사가 다른 제품도 생산하고 있는 것으로 알고 있었고, 2) 그 그룹에서 72%의 응답자들은 도미노 피자 사가 설탕을 만들고 있는 것으로 알고 있었다. 이에 반박하는 논리로서, 피고는 도미노 피자의 주 고객이 35세 이하의 젊은 층이고 독신 남성이며 매장의 75%가 대학 캠퍼스 타운 또는 군 기지 부근이므로 도미노 설탕과 도미노 피자의 구매층은 실제로 거의 겹치지 않는다고 주장하였다. 1심 재판에서는 원고가 승소하였으나 항소 법원은 피고의 주장을 받아들여 도미노 피자 사가 암스타 사의 상표권을 침해하지 않는다고 판단하였다. 항소심 재판관은 1심 재판관이 도미노 피자가 상표명의 혼동을 초래함으로써 도미노 설탕의 상표권을 침해하였다고 본 것은 명확한 오류라고 지적하였다 (Finkelstein과 Levin, 2001. pp. 268-269).

새 상표 B(= Domino's Pizza)가 기존 상표 A(= Domino Sugar)와 유사하여 소비자 시장에 혼동을 초래하고 있는가를 판단하기 위하여 필자는 다음 통계적 절차를 제안한다.

- 15세 이상 소비자 전체를 모집단으로 하여 대표성 있는 표본을 취한다.
- 개별 응답자에 상표 A에 대한 인지도(또는 구매경험)를 질문한다. 이에 대한 응답에 따라 총표본이 A 와 A^c 로 나뉜다.
- 응답자에 상표 B에 대한 인지도(또는 구매경험)를 질문한다. 이에 대한 응답에 따라 총표본이 B 와 B^c 로 나뉜다.
- 조사자료에서 다음 두 확률과 그 차이를 추정한다.
 - 1) $P(B|A)$: 이것은 상표 A의 인지자 중에서 상표 B의 인지자 비율이다.
 - 2) $P(B|A^c)$: 이것은 상표 A의 비인지자 중에서 상표 B의 인지자 비율이다.

$P(B|A) = P(B|A^c)$ 라면 A와 B가 독립적임을 뜻한다. $P(B|A) > P(B|A^c)$ 라면 B가 A의 덕을 보고 있음을 뜻한다. 따라서 다음 가설 검증이 요구된다.

$$H_0 : P(B|A) = P(B|A^c) \quad \text{vs.} \quad H_1 : P(B|A) > P(B|A^c).$$

원고는 나름의 조사를 통하여 $P(A|B)$ 를 추정해내었다. 그런데 베이즈 정리에 의하여

$$P(B|A) = \frac{P(A|B)P(B)}{P(A|B)P(B) + P(A|B^c)P(B^c)}$$

이므로, $P(B|A)$ 를 산출해내기 위해서는 추가로 $P(B)$ 와 $P(A|B^c)$ 를 알아야 한다. 즉, 도미노 피자를 인지해낸 525명을 조사하는데 그치지 말고, 도미노 피자를 인지해내지 못한 사람들이 몇 명이었는지 그리고 그들이 도미노 설당을 인지해내는지 조사하여야 한다. 그러나 원고는 그렇게 하지 못했다. 한편, 피고가 제시한 것은 Domino's Pizza 고객들이 35세 이하의 젊은 독신 남성이 대부분이라는 것으로 모집단을 적절하게 대표하지 못하였을 뿐만 아니라 그들이 상표 A에 대하여 어느 정도 인지하고 있는가에 대하여 어떤 정보도 제시하지 못하였다.

따라서 원고가 제시한 조사에 의한 증거가 적합하지 못하므로 1심의 원고 승소 판결을 항소심이 뒤집은 것은 타당한 조치로 생각된다. 조사에 의한 증거가 법정에서 받아들여지기 위해서는 1) 조사대상, 2) 조사방법, 3) 조사문항, 4) 표본추출, 5) 자료분석 등 조사의 전 과정에 하자가 없어야 한다. 그러나 원고인 Amstar 사는 조사대상을 도미노 피자 상표를 인지하고 있는 가정주부들에 한정시킴으로써 첫 단추를 잘못 꿴는 오류를 범하였다.

3.2. Shonubi 사례

2.2소절에서 소개된 Shonubi 사례는 통계적 방법 자체가 배척되곤 하는 법정의 보수성을 잘 보여준다. 차츰 이런 경향이 누그러지고 있지만 향후에는 그런 일이 재발하는 것을 막으려면 기존 판례를 냉철하게 비판할 필요가 있다.

Shonubi는 징역 151개월을 선고받은 1심 판결 후 그에게 적용된 헤로인 3,419.2그램은 단순 추측에 불과하므로 부당하다고 항소하였다. 이에 대해 항소심 재판부는 그의 주장에 일리가 있음을 인정하여 사건을 하급심에 환송 조치하였다. 담당판사인 Weinstein은 Tillers 교수와 Schum 교수의 자문을 구하였고, 통계적 이슈에 대하여 검찰은 Boyum 박사의 지원을 받았으며 피고는 Finkelstein 교수의 도움을 받았다.

Dr. Boyum은 2개의 자료를 제시하였다. 하나는 DEA(마약단속국, Drug Enforcement Administration)에서 나온 것으로 124명의 나이지리아 Balloon Swallower (Shonubi와 같이 콘돔을 삼켜 밀반입하는 마약 운반자) 건에 대해 일자, 콘돔의 수, 헤로인의 총중량(gross weight)과 순중량(net weight), 헤로인의 순도(purity) 등이 기록된 자료이다. 다른 하나는 관세청(The Customs Service)에서 나온 것으로 JFK 공항에서 체포된 117명의 나이지리아 Balloon Swallower에 대하여 일자, 생일, 성, 헤로인 총중량 등이 기록된 자료이다.

Dr. Boyum은 Customs Service 자료가 더 신뢰적이라고 판단하고 Shonubi의 과거 7회에 걸쳐 운반한 마약 총량을 추측하기 위하여 시뮬레이션 기법을 사용하였다. 즉, 그는 117개의 총중량 값을 하나씩 카드에 적은 다음 항아리에 넣어 잘 섞고 총 7장의 카드를 복원추출(sampling with replacement)하는 방식을 100,000번 독립적으로 반복하여 Shonubi의 과거 7회에 걸친 헤로인 밀반입 총량을 추측하였다. 그 결과 하위 1% 분위수가 2,092.2그램이었으므로 Dr. Boyum은 Shonubi가 2,519.6그램(= 2,092.2 + 427.4) 이상을 운반하였음이 99% 확실하다고 주장하였다.

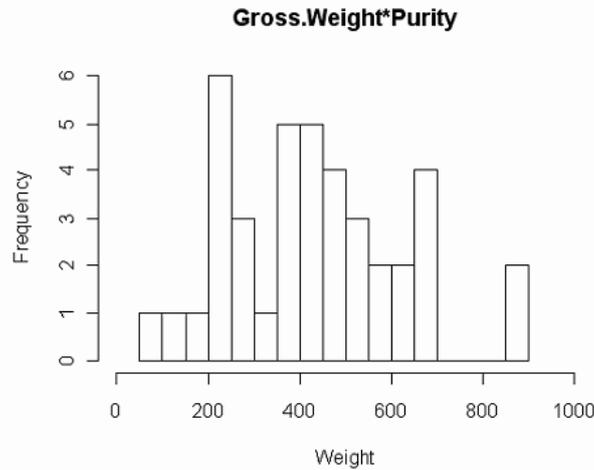


그림 3.2. DEA 전체 자료의 분포

피고 측의 Finkelstein 교수는 Dr. Boyum의 분석에 대하여 다음 2가지 허점이 있다는 반론을 폈다. 1) “Trip Effect”가 고려되지 않았다. “Trip Effect”란 Balloon Swallower가 점차 양을 늘려가는 현상인데 Dr. Boyum의 분석에는 반영되어 있지 않다. 2) Customs Service의 117개 자료값은 피고인 Shonubi가 아닌 타인으로부터 얻어진 것이므로 “구체적 증거(specific evidence)”를 요구한 항소심의 판결 취지에 맞지 않는다.

판사 자문교수 2명은 학습곡선(learning curve)을 고려한다고 하더라도 Shonubi가 과거 7차례에 걸쳐 반입한 헤로인의 총량이 1,479그램에서 2,827그램 사이로 추정된다는 의견을 제시하였다. 이에 따라 Weinstein 판사는 Shonubi가 8차례에 걸쳐 1,000그램에서 3,000그램 사이의 헤로인을 반입한 것으로 추정하고 2단계 높은 BOL 등급을 적용하여 원심과 동일한 형량인 징역 151개월을 선고 하였다.

Shonubi는 재항소 하였고 상급심 재판부는 어떤 식이든 Boyum 자료를 활용한 결과는 구체적 증거를 요구한 상급심의 취지에 부합하지 않는 것으로 판단하였다. 이에 따라 최종 반입량인 427.4그램에 BOL 등급 2단계 조정을 적용하여 형량은 징역 97개월로 줄어든 것이었다.

Gastwirth 등 (2000)은 법원의 결정에 매우 비판적이다. 그들은 세부적 자료 분석을 통하여 얻은 다수의 결과들이 특정 가정에 따라 유의하게 다르지 않으므로 Shonubi의 과거 반입량에 대한 추론은 충분히 타당하고 보았다.

“Trip Effect”가 극단적으로 나타나는 상황을 배제하는 경우, 다음과 같이 Shonubi의 총 반입량 추계가 1,000 그램보다 크다는 것을 보일 수 있다.

- 그림 3.2는 전체 117 사례의 Net.Weight(= Gross.Wt * Purity) 분포이다.
- Shonubi의 학습효과를 고려하여 총 117사례에서 Net.Weight가 427.4 이하인 자료만 남긴 다음 이 중에서 7개 값을 복원 추출하여 Bootstrap Total(9,999회 반복)을 산출한다. 즉 Shonubi의 과거 7차례 총 반입량을 시뮬레이션하여 그림 3.3의 표본추출분포를 얻었다.
- 그림 3.3의 Bootstrap Totals 분포에서 하위 1% 분위수는 1,674.8그램이다.
- 따라서 Shonubi의 총 반입량을 2,102.2그램(= 1,674.8+427.4) 이상으로 볼 수 있다 (신뢰수준 99%).

그러므로 Shonubi에 대하여 확정 증거인 427.4그램만 인정한 법원의 결정은 잘못이었다.

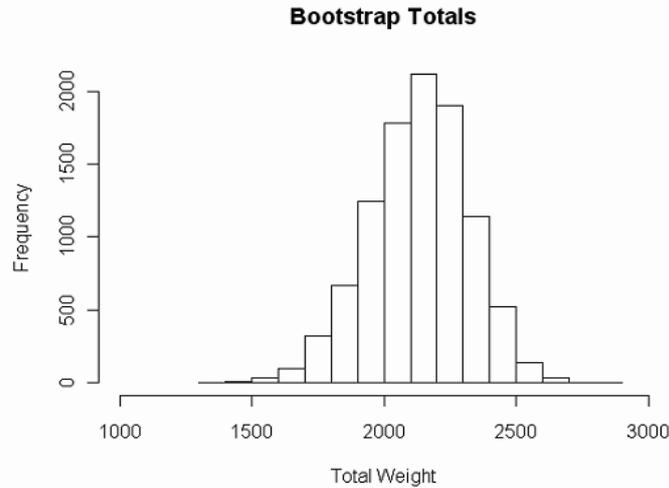


그림 3.3. 과거 7회 총 반입량의 몬테칼로 분포

4. 연구

법적 문제와 관련하여 통계학적 기초 연구의 필요성이 증대하고 있다. 이 장에서는 2개 사례를 보기로 한다. 첫째 사례는 DNA 데이터베이스에서 현장에 남은 범인의 DNA 특성과 일치하는 유전자 프로파일을 탐지한 경우에서 이에 대한 형사적 증거를 따지는 확률문제로서 1999년 이래 *Biometrics*에서 크게 이슈화된 토픽이다. 둘째 사례로는 국내의 것으로 성범죄에 대한 형량 표준화를 연구한 노성호 등(1999)을 요약하였다.

4.1. DNA 데이터베이스를 활용한 범인 식별과 관련된 확률 문제

지난 20여년에 걸친 유전학의 급격한 DNA 증거는 각종 법적 분쟁에서 중요한 논거로 활용되기 시작하였다. 특히 형사 재판에서 DNA 증거의 명확성은 유죄성을 결정짓는 결정적인 요소처럼 보이지만 아직은 활용 경험이 충분하지 않다. 여기에서는 데이터베이스 검색으로 탐지된 DNA 증거의 가치에 관한 최근의 확률적 쟁점들을 검토하고자 한다.

형사 재판에서의 DNA 증거. 범죄 현장에서 채집되는 DNA 증거는 비정보성 염기서열인 STR(short tandem repeat) 특성으로 구성된다. 미국 연방수사국 FBI는 13좌(locus)의 개인 STR 정보를 수집하고 관리하는데 우리나라도 이에 준하는 방법을 채택하고 있다. 유전적으로 무관한 2명의 DNA 정보가 우연히 일치할 확률은 매우 작기 때문에 강력한 법적 증거가 될 수도 있지만 점검해야 할 몇 개 사항이 있다. 다음 사례를 보자.

1999년 미국 버지니아에서 한 여학생이 강간을 당한 사건(정연보, 2008, p.217). 범인은 여학생의 얼굴을 베개로 가리고 강간하였다. 이어서 피해자에게 샤워를 하도록 해서 나름대로 증거를 없앴고 맥주를 꺼내 마셨다. 그러나 경찰 범죄감식 팀은 침대 시트에 남은 미세한 정액 흔적과 맥주 캔에서 범인의 DNA를 추출하였고 FBI가 그해 운영하기 시작한 DNA 데이터베이스 CODIS(Combined DNA Index System)에서 일치하는 DNA 프로파일을 찾아냈다. 전과가 있는 몬타렛 데이비스가 기소되었다.

범죄와 관련된 혐의로 지목을 받은 용의자가 검거되어 DNA 검사를 받고 이를 범죄현장에서 채집된 DNA 증거와 대조하는 경우를 범죄학 문헌에서는 상당한 이유(probable cause)가 있는 경우라고 한다 (Balding과 Donnelly, 1995). 반면 앞의 사례는 국가가 관리하고 있는 DNA 데이터베이스를 검색하여 범죄현장에서 채집된 DNA 증거와 일일이 대조하는 다중비교로써 용의자를 찾은 경우이다. 미국 FBI의 범죄수사용 DNA 데이터베이스 CODIS는 6백만 명 이상에 대한 유전자 정보를 담고 있다고 한다. 미국 인구 3억 명의 20%가 넘는다.

형사재판에서 DNA 증거의 활용은 짧은 역사에도 불구하고 상당히 많은 연구결과가 나왔다. 국외에서는 NRC (1996)와 Evett과 Weir (1998)가 대표적 전문서이며 Aitken과 Taroi (2004)와 같은 범죄학 교과서에서도 심도 있게 다루어지고 있다. 국내에서는 정연보 (2001)가 주도하여 소개서를 펴냈고 이재원과 황적준 (2001)이 형사재판에서 DNA 정보의 통계적 활용 방법을, 이승환 (2001)이 범죄수사를 위한 DNA 정보 데이터베이스의 구축과 활용에 대하여 연구하였다. 이외에 한국형사정책연구원 연구보고서로서 이상용 (2002)과 황만성과 이승덕 (2006)이 있다.

상당한 이유가 있는 경우. 범죄 현장에서 DNA 증거 C 가 채집되었다고 하자. 범죄의 용의자로 a 가 지목되었고 그의 DNA를 검사하여 C 와 일치하는 E_a 를 얻었으며 이로써 a 가 기소되었다. 이런 ‘상당한 이유’가 있는 경우에서, 형사 재판의 가설 H_p (plaintiff’s claim)와 가설 H_d (defendant’s claim)는 다음과 같다.

$$H_p : a \text{가 범죄 현장에 } C \text{를 남겼다,}$$

$$H_d : a \text{가 아닌 사람이 범죄 현장에 } C \text{를 남겼다.}$$

피의자 a 가 법적으로 유죄인가는 사후 오즈(posterior odds)

$$\frac{P(H_p|E_a; C)}{P(H_d|E_a; C)} \tag{4.1}$$

의 평가에 달려있다. 베이즈 정리에 의하여 식 (4.1)은 사전 오즈(prior odds)와 가능도 비(likelihood ratio)의 곱

$$\frac{P(H_p; C)}{P(H_d; C)} \cdot \frac{P(E_a|H_p; C)}{P(E_a|H_d; C)} \tag{4.2}$$

로 표현된다. 증거의 가치(value of the evidence)는 식 (4.2)의 우측 항, 즉 가능도 비

$$V = \frac{P(E_a|H_p; C)}{P(E_a|H_d; C)}$$

로 정의된다. V 의 분자 $P(E_a|H_p; C)$ 는 범죄현장의 DNA 증거 C 와 피의자 a 의 DNA 검사 E_a 에 오류가 있었을 가능성을 배제한다면 논리적으로 1이다. 반면, V 의 분모 $P(E_a|H_d; C)$ 는 a 가 속한 인구집단의 유전자형 분포에 의하여 결정된다. 인구집단에서 DNA 증거 C 와 일치하는 DNA 프로파일을 갖는 사람들의 비율을 θ 라고 할 때 통계적 추정 오차를 배제하는 경우, 기존 문헌에서는 증거의 가치를

$$V = \frac{1}{\theta}$$

로 본다 (Aitken과 Taroi, 2004, p.416).

데이터베이스 검색의 경우. 범죄 현장에서 DNA 증거 C 가 채집되었고 크기 N 의 인구집단에서 C 와 일치하는 DNA 프로파일을 소지한 사람들의 비율 θ 가 매우 작은 것으로 파악되었다고 하자. 그러나, 크

기 n 의 특정 DNA 데이터베이스에서 현장증거 C 와 일치하는 유일한 신원 a 를 찾아낼 수 있었다. 즉, a 의 DNA 프로파일만 C 와 일치하고 데이터베이스 내 나머지 구성원의 DNA 프로파일은 모두 일치하지 않았다. 이런 DNA 증거를 E_{db} 로 표기하자. 이를 근거로 검사가 a 를 범죄 피의자로 범정에 세웠다. 이런 경우, V 의 분모 $P(E_{db}|H_d; C)$ 를 산출하는 데 있어서는 2개의 상반된 해가 있다.

NRC (1996)의 입장: Stockmarr (1999)의 지지를 받은 이론으로서 대강은 다음과 같다 (세부적 기술은 다소 다르다). H_p 와 H_d 를 다음과 같이 놓는다.

\tilde{H}_p : 데이터베이스 내 불특정 1인 a^* 가 범죄 현장에 C 를 남겼다,

\tilde{H}_d : 데이터베이스 내 어느 누구도 범죄 현장에 C 를 남기지 않았다.

그리고 DNA 데이터베이스를 검색하여 확보된 증거 E_{db} (특정인 a 의 DNA 프로파일이 C 와 일치하였고 나머지 $n-1$ 명의 DNA 프로파일은 C 와 일치하지 않았다)도

\tilde{E}_{db} : 데이터베이스 내 1인 이상 불특정인의 DNA 프로파일이 C 와 일치하였다

로 치환한다. 이런 세팅 하에서는, V 의 분자는 1이고 V 의 분모는

$$P(\tilde{E}_{db}|\tilde{H}_d; C) = 1 - (1 - \theta)^n (\simeq n\theta)$$

이다. 왜냐하면 데이터베이스에서 C 와 일치하는 DNA 프로파일이 하나 이상 발견될 확률은 $1 - (1 - \theta)^n$ 인데, θ 가 아주 작고 n 이 크지 않은 경우 $n\theta$ 로 근사될 수 있기 때문이다. 따라서 증거의 가치를

$$\tilde{V} = \frac{1}{1 - (1 - \theta)^n} \left(\simeq \frac{1}{n\theta} \right)$$

로 본다. \tilde{V} 는 n 이 커짐에 따라 감소한다. 따라서 n 이 클수록 데이터베이스 검색으로 세워진 피의자 a 는 범정에서 덜 불리한 입장이 된다. 임의의 n 명 중 최소 1명이 C 와 일치하는 DNA 프로파일을 가질 확률은 n 이 커짐에 따라 증가하기 때문이다.

대안적 입장: Stockmarr의 1999년 Biometrics 논문에 대해 격렬한 논쟁이 있었다 (Evetts와 Weir, 1998; Evetts 등, 2000; Devlin, 2000). 비판론자들의 주장은 대체로 Balding과 Donnelly (1995)의 이론에 근거한다. 대강은 다음과 같다 (세부적 기술은 각기 다소 다르다). 증거 E_{db} 를 DNA 데이터베이스를 검색한 결과 특정인 a 의 DNA 프로파일이 C 와 일치하였고 나머지 $n-1$ 명의 DNA 프로파일은 C 와 일치하지 않았던 것으로 해석한다. 그리고 다음 2개 주장을 고려한다.

H_p : 데이터베이스 내 특정인 a 가 범죄 현장에 C 를 남겼다,

H_d : 데이터베이스 내 어느 누구도 범죄 현장에 C 를 남기지 않았다.

이런 세팅 하에서는, V 의 분자와 분모는 각각

$$P(E_{db}|H_p; C) = 1 \cdot (1 - \theta)^{n-1}, \quad P(E_{db}|H_d; C) = \theta \cdot (1 - \theta)^{n-1}$$

이다. 따라서 증거의 가치를

$$V = \frac{1}{\theta} \tag{4.3}$$

로 간주한다. 이렇게 보면 V 는 n 과 무관하다. 실제적으로, 단순한 DNA 데이터베이스 검색을 통하여 한 사람이 지목되었더라도 그 사람(= a)의 알리바이를 조사하여 의심의 소지가 있는 경우에 제소하므로 상당한 이유(probable cause)가 있는 경우와 다르지 않다고 보는 것이다.

표 4.1. 성폭력범죄자 실행여부에 대한 로지스틱 회귀모형 (노성호 등, 1999)

		회귀계수
행위자:	누범	2.65
범행:	공범	1.02
	간음	0.81
	상해정도	0.03
피해자:	피해자 유책성	-0.92
	합의서 제출	-2.33
법적 처리:	구속	1.78
죄명:	강제추행상해치상	0.00
	강간	2.47
	강간상해치상	1.30
	강도강간	3.62
	특수강도강간	3.78
	특수강간	1.66
	친족관계강간	3.24
	13세미만강간	2.77
	강간등상해치상	2.69
상수:		-2.64

언뜻 보면, 두 이론이 양립할 수 없어 보인다. 그러나 Stockmarr (1999)와 이에 대한 토론들을 살펴보면 설정된 가설과 제시된 증거가 다소 다르다. 뿐만 아니라 사전 오즈로서

$$\frac{P(\tilde{H}_p; C)}{P(\tilde{H}_d; C)} = \frac{n}{N - n}, \quad \frac{P(H_p; C)}{P(H_d; C)} = \frac{1}{N - n}$$

을 고려하는 것이 합당하므로 사후 오즈로 판단하자면 두 해는 사실상 같다고 볼 수 있다. 이 점은 Stockmarr (1999)도 지적한 바 있다.

정리하면, 데이터베이스 검색에 대한 1999년부터 야기된 Biometrics 논란은 대립하는 두 학설이 가설 설정에서부터 다르므로 가능도 비(likelihood ratio)에서 차이가 나는 것은 당연한 결과로 볼 수 있다. 다만, 일반적으로 재판은 특정 인물을 피고로 하므로 법적 관점에서는 NRC (1996)의 가설보다는 대안적 입장에서 상정되는 가설이 더 적절할 것이다.

4.2. 형량 표준화 연구

형사재판에서 피고가 유죄로 판정되는 경우 법관은 재량에 의하여 일정한 범위 내에서 가중하거나 감경하여 양형을 정하게 된다. 이 때 법관은 자의적이 아니라 합당한 근거에 의하여 공정하게 형량을 결정해야 한다. 이를 지원하기 위한 기초 연구로서 일정 기간에 걸친 형사재판의 판결 자료를 계량적 모형에 의하여 분석하여 법관에 참고용으로 제시할 필요가 있다. 여기서 소개할 예는 노성호 등 (1999)의 성폭력범죄의 양형분석 연구이다. 그들은 1994년부터 1998년까지 제1심에서 성폭력범죄를 다룬 786건의 재판 기록 자료를 분석하였다. 이 중에서 약 절반정도가 실행을 선고 받았으며 나머지는 집행유예 선고를 받았는데 이를 결정하는 변인들을 밝혀내고자 실행 여부를 종속변수로 하는 로지스틱 회귀모형을 도출해냈다. 표 4.1이 적합된 모형을 보여준다.

적합모형에서 누범 여부, 공범 여부, 간음 여부, 상해정도, 피해자 유책성 여부, 합의서 제출여부, 구속여부 등 7개 양형인자 가운데 연속척도인 상해정도를 제외하면 가장 큰 영향을 갖는 요인은 누범

표 4.2. 성폭력범죄자 선고형량에 대한 회귀모형 (노성호 등, 1999)

		회귀계수
행위자:	연령	0.75
	누범	5.16
	자백	-9.54
범행:	경합범	5.99
	범행횟수	4.71
	피해자수	6.50
	흉기사용	9.30
	간음	11.29
	상해정도	0.30
	정신적 피해	4.88
	금전적 피해액	0.03
피해자:	연령	-0.22
	학생	7.16
	친분여부	-6.03
	합의서제출	-10.16
법적 처리:	구속여부	16.18
죄명:	기타	0.00
	강간	-13.69
	강도강간	21.95
	특수강도강간	24.88
상수		-5.00

여부(2.65)였고 그 다음이 합의서 제출(-2.33)이었다. 모형의 예측력은 False Positive가 13%, False Negative가 20%였다 (즉, 실제 집행유예를 받은 367명 가운데 13%인 49명에 대하여는 실형이 예측되었고 실제 실형을 받은 364명 가운데 20%인 74명이 집행유예로 예측되었다). 대체로 납득할 수 있는 결과이지만 모형에서 설명요인으로 모형에 포함된 구속여부는 그 자체가 범죄 요인으로부터 영향을 받으므로 독립변인으로서 부적절하지 않았나 싶다.

연구자들은 실형 사례에서 선고형량에 대한 선형회귀모형을 적합하여 표 4.2를 얻었다. 죄명을 제외한 16개 설명요인 가운데 연속형 척도를 갖는 상해정도, 금전적 피해액, 연령 등을 제외하면 구속여부(16.18), 간음(11.29), 합의서 제출(-10.16), 자백(-9.54) 등이 큰 영향력을 나타냈는데 여기서도 구속여부가 설명변인으로서 타당하였는가는 논란의 소지가 있다. 모형의 설명력(결정계수, R-square)은 65%였다.

통계전문 연구자가 양형 표준화 연구에 참여한다면, 로지스틱 회귀와 선형회귀모형에 국한된 모형을 상대적으로 유연한 비모수적 회귀의 형태로 도출하고 분위수 회귀(quantile regression)로써 법관의 판단을 최대한 돕는 의사결정지원 시스템을 만들 수 있을 것이다. 성범죄 외 양형분석 연구로는 교통범죄에 대한 김두섭과 기광도 (1996)의 연구가 있다.

5. 결론

통계학의 법 분야 응용은 구미에선 오랜 역사가 있지만 우리나라에서는 일천하다. 그러나 법학전문대학원이 졸업생을 배출하는 3년여 후부터는 다양한 영역에서 법 전문가가 활동하게 될 것이다. 따라서 통계학과 학부 졸업생들에게 법학전문대학원 진학을 적극 권고하고 법학전문대학원에 통계학 관련 교과를

설치하고 운영한다면 향후 법 분야에서 통계학의 활발한 응용을 기대할 수 있을 것이다. 또한 국내의 재판 사례에 대하여 통계적 측면에서의 모범적 검토가 다수 만들어져야 법적 분쟁의 과정에 통계전문가의 참여 기회가 생길 것이다. 국내에서 법과 통계학의 연계적 연구는 그 수가 아직까지 미미한 형편이다. 이 분야의 국제적 전문학술지로 *Jurimetrics: The Journal of Law, Science and Technology* (American Bar Association과 Arizona State University 공동발간)와 *Law, Probability and Risk* (Oxford Journals 발간) 등이 있다.

참고문헌

- 김두섭, 기광도 (1996). <교통범죄양형에 관한 실태분석>, 한국형사정책연구원 연구보고서.
- 노성호, 김성연, 이동원, 김지선 (1999). <성폭력범죄의 양형실태에 관한 연구>, 한국형사정책연구원 연구보고서.
- 이상용(2002). <유전자 정보의 보호와 이용통제에 관한 연구>, 형사정책연구원 연구총서.
- 이승환 (2001). DNA 프로필 데이터베이스, <유전자 감식> (DNA 프로필 연구회 편), 11장, 아이디진, 서울.
- 이재원, 황적준 (2001). 유전자 감식 - 형사소송에서의 개인식별검사, <유전자 감식> (DNA 프로필 연구회 편), 9장, 아이디진, 서울.
- 정연보 (2001). DNA와 유전. <유전자 감식> (DNA 프로필 연구회 편), 1장. 아이디진, 서울.
- 정연보 (2008). <DNA의 진실>, 김영사, 서울.
- 허명희 (1999). <사회과학을 위한 통계적 방법>. 자유아카데미, 서울.
- 황만성, 이승덕 (2006). <형사절차상 유전자정보의 관리 및 활용 방안>, 형사정책연구원 연구총서.
- Aitken, C. and Taroï, F. (2004). *Statistics and the Evaluation of Evidence for Forensic Scientists*, Second Edition. Wiley, England.
- Balding, D. J. and Donnelly, P. (1995). Inference in forensic identification, *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, **158**, 21-53.
- Devlin, B. (2000). The evidentiary value of a DNA database search, *Biometrics*, **56**, 1276.
- Evet, I. W., Foreman, L. A. and Weir, B. S. (2000). Letter to the editor of *Biometrics*, *Biometrics*, **56**, 1274-1275.
- Evet, I. W. and Weir, B. S. (1998). *Interpreting DNA Evidence*, Sunderland, Massachusetts, Sinaur.
- Finkelstein, M. O. and Levin, B. (2001). *Statistics for Lawyers* (Second Edition), Springer, New York.
- Gastwirth, J. L., Freidlin, B. and Miao, W. (2000). The Shonubi case as an example of the legal system's failure to appreciate statistical evidence, In *Statistical Science in the Courtroom* (Edited by J. Gastwirth), Springer-Verlag, New York, 405-413.
- Good, P. (2001). *Applying Statistics in the Courtroom: A New Approach for Attorneys and Expert Witnesses*, Chapman and Hall/CRC, Boca Raton.
- Izenman, A. J. (2000). Introduction to Two Views on the Shonubi Case, In *Statistical Science in the Courtroom* (Edited by J. Gastwirth), Springer-Verlag, New York, 393-403.
- Lucy, D. (2005). *Introduction to Statistics for Forensic Scientists*, Wiley, Chester.
- NRC, National Research Council (1996). *The Evaluation of Forensic DNA Evidence*, National Academic Press, Washington DC.
- Stockmarr, A. (1999). Likelihood ratios for evaluating DNA evidence when the suspect is found through a database search, *Biometrics*, **55**, 671-677.
- Zeger, S. L., Wyant, T., Miller, L. S. and Samet, J. (2000). Statistical testimony on damages in Minnesota v. Tobacco Company, In *Statistical Science in the Courtroom* (Edited by J. Gastwirth), Springer-Verlag, New York.
- Zeisel, H. and Kaye, D. (1997). *Prove It with Figures: Empirical Methods in Law and Litigation*, Springer, New York.

Law and Statistics: Education, Applications and Research

Myung-Hoe Huh¹

¹Department of Statistics, Korea University

(Received February 2010; accepted March 2010)

Abstract

As an effort to reform legal system of Korea, the law school system is introduced in March 2009. Thus the law culture of Korea is expected to change drastically for diversification, specialization and globalization. With such social trend as background, the author writes on the pre-law and law school courses "Law and Statistics" which were offered at Korea University. Also, he reviews two legal cases and summarizes two research results: DNA database controversies and a sentence standardization model.

Keywords: Law school, statistical evidence, DNA database.

This paper was written during the author's research year, from September 2009 to August 2010.

¹Professor, Department of Statistics, Korea University, Anam-Dong 5, Sungbuk-Gu, Seoul 136-701, Korea.

E-mail: stat420@korea.ac.kr