

주관적 모의실험을 기반으로 한 국내 포도농가의 소득 분포 추정

구승모^{1*}

Estimation of Income Distribution for Domestic Grape-producing Farms Based on the Subjective Simulation Process

Seungmo Koo^{1*}

ABSTRACT

Decision-makings or the related policies regarding domestic grape production heavily depends upon the known market price data and official statistics periodically announced by government, at national level. However, usual adaption of the 'simple means' from these data may bring seriously biased decision-makings when the original data are biased, especially when the data are not convinced to be normal distributions to decision makers. In this regards, this study employs Monte Carlo simulation technique to overcome the limitations, based on the decision makers' subjective assumptions on the known data, and, tries to come up with flexible range of business information regarding grape-producing farm income. The approach used in this study also provides possibility that it may be useful when adapting subjective assumptions from various statistical distributions.

Key words: Grape Production, Farm Income, Monte Carlo Simulation, Decision-making, Subjective Assumption

1. 서론

국내 포도생산 및 경영에 관련된 의사결정(decision making)은 기본적으로 농가의 생산요소 보유형태, 생산가능 품종, 기술 수준, 가격 및 유통 측면을 포함하는 시장정보 등에 기인하게 된다. 특히 포도가격 및 생산요소비용에 대한 정보는 생산자의 생산규모결정 및 신규 생산의 개시(사업 활동의 진입) 등의 의사결정과정에서 매우 중요한 정보로 작용한다. 이를테면 새로 포도농사를 계획하는 생산자나 생산을 장려하려는 정책입안자는, 시장이나 정부 통계로부터의 가격자료를 활용하여 장래의 사업성을 타진하게 된다. 특히 전국 단위 또는 광역적 차원에서의 포도생산 관련 의사결정은 가격이나 소득 등의 정보를 주요 통계로부터 많이 의존하게 된다.

그런데 포도생산자 또는 관련 정책입안자가 주로 의존하는 수요정보나 가격정보, 생산비정보는 과거정보(최근 혹은 전년도의 도매시장 경락가격 등) 또는 일정시점에 있어서의 조사자료이다(농촌진흥청의 「농축산물소득자료집」 생산비정보 등). 이들 정보로부터 일반적으로 이용할 수 있는 의사결정정보로서의 통계값은 대개 조사된 표본농가 또는 시장정보로부터의 산술평균(arithmetic mean)의 형태로 제

공된다.

이들 자료의 평균값이 바람직한 정보로 이용되기 위해서는 조사 자료의 정규성(normality)이 기본적으로 가정되어야 하나, 실제로 시장의 정보는 다분히 정규적이지 않으면서 편향된(biased) 분포를 가질 확률이 크며, 이 때 표본의 단순평균은 의사결정을 위한 바람직한 기대치(expected value)로서 활용되기 어렵다고 볼 수 있다. 더구나, 소득을 구성하고 있는 각 요소들(가격, 종묘비, 비료비, 농약비, 제재료비 등의 가변비용항목과 토지이용비용 등의 고정비용)에 대한 표본의 분포가 정규적이지 않을 가능성이 크므로, 이에 대한 의사결정자의 판단 또한 주관적으로 결정될 수 있는 여지가 많아지게 된다.

본 연구에서는 의사결정자의 입장에서 자신이 고려하고 있는 어떠한 항목의 분포(예를 들어 가격이나 생산비의 분포)에 대해 주관적인 판단을 할 수 있다는 현실적인 가정하에, 개별 포도 농가가 달성 가능한 소득의 수준을 모의실험(simulation)을 통해 추정한다. 동시에 그러한 소득수준을 달성할 수 있는 확률을 추정함으로써 의사결정 단계에 있어서 '단순 평균'을 적용하는 일반적 사례의 편향적인 경직성을 극복하고자 한다. 실질적인 분석 단계에서는, 특정 포도 품종들에 대한 가격과 생산비 등에 대한 광역적 단위의 알려진 정보를 이용하여, 시장참가자 주관적으로 가정할 수 있는 현실적 차원에서의 통계분포(statistical distribution)를 설정한 후, 이러한 상황 하에서 달성될 수 있는 소득을 몬테칼로 시뮬레이션(Monte Carlo Simulation) 기법을 활용하여 추정한다. 즉, 이 연구에서는 의사결정자의 입장에서 전제할 수 있는 소득을 구성하는 여러 항목

¹ 충남대학교 농업생명과학대학 농업경제학과(Dept. of Agricultural Economics, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea)

* Corresponding author: 구승모

Tel.: +82-42-821-6749 Fax: +82-42-822-7977

E-mail: koosm@cnu.ac.kr

2010년 5월 24일 투고

2010년 6월 18일 심사완료

2010년 9월 17일 게재확정

(가격이나 각종 생산비)의 범위 및 분포를 가정한 후, 이를 기반으로 일어날 수 있는 산출물(소득)의 범위를 미리 예측해 봄으로써 보다 신속성있는 의사결정 정보를 얻는 과정에 주안점을 둔다. 이러한 과정을 통해 얻어지는 연구 결과는 포도유통 관련 정책입안자나 업계가 국내산 포도의 최근 유통구조를 이해하는 데에 부분적으로 기여할 수 있다. 동시에 포도 생산자 입장에서도 사업 규모의 확장이나 축소, 상대적 경쟁력 진단, 진입 타당성을 판단하는 데에 유용한 정보로 작용할 수 있다.

즉, 본 연구의 목적은 몬테칼로 시뮬레이션 분석에 기초한 위험분석(Risk Analysis)을 활용하여 특정작목의 소득 구간별 달성가능확률을 계산하여, 해당 작목의 생산자와 정책입안자로 하여금 소득정보에 관한 보다 진일묘한 유통 정보를 제공함에 있다. 나아가 국산 포도소득을 구성하고 있는 다양한 항목(수량, 가격, 각 요소비용)에 대해 요인분석(Factor Analysis)을 시도하여 소득에 미치는 인자의 기여도를 분석한다. 본 연구의 방법론은 경영학 분야의 일부 내지는 산업공학 계열의 학계에서 활발히 소개되고 있으나, 농가 경영분야에 적용한 연구는 활발히 이루어지고 있지 않은 실정이다. 본 연구의 방법론과 밀접한 관련이 있는 가장 최근의 연구는 금융시장의 수량자료를 활용하여 환율예측에 적용한 신동백(2007)의 연구를 들 수 있다. 그리고 경제학 분야에서는 주로 투자사업에 연관된 불확실성을 감안한 연구사례를 꼽을 수 있는데, 국내외 관련 연구를 살펴보면 구승모와 김재홍(2004), 윤원철 등(2003), 장성용과 장용태(1998), 서선덕과 권기진(1998), Randal 등(1999), Motta 등(2000), Herbold(2000)의 연구를 들 수 있으며, 특히 서선덕 외(1998)의 연구에서는 공사비와 교통시설물을 대상으로 한 몇몇의 외국사례를 소개하고 있다. 농가경영분야에서는 김철호와 김재호(2004)가 충남지역의 토마토와 딸기에 대한 수익성 분포를 추정하였으나, 적용된 가격 자료 및 표본의 수의 한계로 인하여 적용된 통계분포의 현실성이 미흡한 측면이 있으며, 결과의 활용도 면에서도 요인 분석 측면에서 미흡한 측면이 있다. 특히 본 연구는 대형시장 가격 정보를 근거로 국산 포도 생산 및 유통과 관련하여, 차기 년도의 관련 의사결정 정보를 제공한다는 차원에서 선행연구와 차별된다고 볼 수 있다.

이와 같은 연구의 목적을 달성하기 위하여, 제2절에서는 우선 몬테칼로 시뮬레이션 기법의 개념 및 적용절차를 간략히 소개한다. 제3절에서는 분석 대상 포도종의 가격 및 생산비 항목에 대해 현실적으로 가능한 통계 분포를 설정하고, 이러한 가정에 대한 특성에 대해 살펴본다. 제4절에서는 분석결과를 제시하고 이에 대한 해석을 통해 포도생산농가의 수익성 분포에 대한 유연성있는 결과를 제시한다. 마지막으로 제6절에서는 분석결과로부터의 시사점과 향후 적용 가능성에 대하여 토의한다.

II. 몬테칼로 시뮬레이션의 기본 개념

시뮬레이션은 컴퓨터를 사용하여 현실시스템을 있는 그대로 설정하고 시스템의 운영상황을 실험적으로 여러 번 실행함으로써, 적절한 의사결정을 수립할 수 있도록 해주는 경영과학의 한 기법이다(박구현 등, 2002). 몬테칼로 시뮬레이션은 하나 혹은 여러 개의 특정한 확률분포를 근거로 하여 무작위 변수를 산출해내는 방법이다. 즉, 특정 확률분포로부터 임의의 숫자를 산출하는 표본추출과정을 통하여 특정사건이 발생할 확률들의 근사치를 구하는 것이라 할 수 있다. 따라서 기본적인 개념은 도박장에서 임의적인 숫자의 추출을 위해 사용하는 주사위, 룰렛, 슬롯머신의 결과산출과정과 유사하다.

본 연구에서 적용되는 몬테칼로 시뮬레이션은 확률변수를 생성하여 모형을 구성하고 있는 공식이나 법칙에 따라 이를 변형시킴으로써 관측 자료를 획득하는 실험이다. 이러한 과정에서는 확률적으로 독립적이고 동일한 분포를 갖는 일련의 관찰 자료를 획득하기 위한 시뮬레이션 실험이 많은 횟수가 반복된다. 이렇게 획득된 자료는 변형된 확률변수(즉, 시뮬레이션의 결과치)의 특성을 연구하는 데 사용된다. 의사결정자가 몬테칼로 시뮬레이션을 사용하는 목적은 관심을 갖고 있는 변수값의 분포(예를 들어 이 연구에서는 가격이나 생산비 항목의 통계적 분포)가 어떠한지, 그리고 특정조건 하에서 발생확률이 어떠한 지를 확인하는 것이다. 이와 같이 몬테칼로 시뮬레이션에 의해 획득된 정보는 수리적 분석으로는 일반적으로 획득할 수 없는 여러 의사결정에 관련된 위험(risk)을 평가하는 데 도움을 준다(김선민, 2002).

서선덕과 권기진(1998)는 특정 토목사업비 추정에 있어서의 몬테칼로 시뮬레이션의 구체적 단계를 소개하고 있으며, 이를 본 연구의 목적에 부합하도록 개선하면 다음과 같다. 다음에 열거된 단계 중 의사결정자가 특별히 주의를 기울여야 하는 단계는 정확한 자료의 수집과 이를 취합한 후 적절한 확률분포를 정의하는 것이다. 확률분포는 특정 항목의 자료의 수가 통계학적으로 충분한 수인 경우($n \geq 30$), 정규성의 검증을 비롯하여 분포의 형태를 객관적으로 판별하고 이에 따른 모수(parameter)를 추정해야 한다. 자료의 수가 부족할 때에는 이산적 형태의 확률분포형태로 정의하거나, 때로는 삼각(triangular)분포, 또는 일양(uniform)분포 등의 주관적인 판단에 기초하는 연속확률분포형태의 정의가 필요하다.

- 단계1: 경제성 지표(본 연구에서는 ‘소득’)를 구성하는 항목(가격, 비용)에 대한 경험적 또는 기술적 수량자료를 획득하여 이에 해당하는 적절한 확률분포를 선정
- 단계2: 각 분포로부터 난수(random number) 생성

- 단계3: 이 난수에 각 항목의 물량을 곱함
- 단계4: 전 단계에서 구해진 항목을 이용하여 경제성 지표(소득) 계산
- 단계5: 이 과정을 N번 반복
- 단계6: N번의 추정과정을 누적빈도로 표시

난수의 생성단계에서는, 과거 특수한 프로그래밍을 이용하여 난수를 발생시키고 이를 단계3에서 각 항목의 물량을 따로 곱하여 확률적 항목의 수치를 추출한다. 이후 단계4와 5를 N번만큼 반복1)시킴으로서 시뮬레이션의 결과를 산출한다. 앞서 언급하였듯이 이러한 과정은 개인용 컴퓨터가 발달하기 이전에는 대용량컴퓨터나 특수한 프로그래밍에 의존하였으나, 최근에는 마이크로소프트 엑셀과 같은 스프레드시트(spreadsheet) 프로그램이 이 기본적인 난수생성기능을 내장하고 있고, 대부분의 수량적 자료가 이러한 프로그램에 관리되기 때문에, 엑셀에 부가될 수 있는 (add-on) 시뮬레이션 소프트웨어인 @Risk (Palisade, 2008), Crystall ball, ARENA²) 등을 사용하면 단계2부터의 반복적인 과정을 해결할 수 있다.

III. 포도의 가격 및 생산비 분포 설정

본 연구에서는 캠벨얼리종의 2009년 7월과 9월의 서울 가락도매시장 경락가격을 기초로 하여 농가 수취가격의 분포를 설정하는데 활용하였다. 7월과 9월을 선택한 이유는 시설 포도의 경우 7월에, 그리고 노지포도의 경우에는 9월에는 출하가 집중되는 시기이므로, 국산 포도의 주력품종을 재배형태에 따른 주 출하시기별로 구분하여 분석하기 위함이다. 한편 과거의 일일 경락가격은 최저가격, 최고가격, 평균가격의 형태로 제공되고 있다. 생산비 자료는 농촌진흥청에서 제공하고 있는 2008년도 농축산물소득자료집을 활용하였다. 농축산물소득자료집에서는 광역 행정단위별 노지포도 및 시설포도의 단위당 생산비 및 수량이 수록되어 있다. 생산비에는 무기질비료비, 유기질비료비, 농약비, 광열동력비, 수리비, 제재료비, 소농구비, 대농구상각비, 영농시설상각비, 수선비, 조성비, 기타요금 등을 포함하는 중간재비와 여기에 임차료와 위탁영농비 및 고용노력

1) 시뮬레이션의 결과, 추정값의 신뢰구간이 ±0.1의 정확성을 가지면 통상적으로 충분하다고 보고, 표본의 추출횟수는 통상 500번 또는 1,000번 이상이면 충분하다고 알려져 있다. 반복추출의 수가 증가할수록 시뮬레이션의 결과가 중심극한정리에 의해 정규분포를 따르게 되며 이 때 유의도 α 수준에서 요구되는 반복횟수(N)는 표준정규분포의 Z값과 신뢰구간 절반에 해당하는 범위 E, 그리고 표준편차 s에 의해서 다음과 같이 정의된다.

$$N = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \cdot s^2}{E^2}$$

2) 국내외 사례연구 중 장성용과 장용태(1998)는 ARENA를 이용하였으며, 신동백(2007), 구승모와 김재홍(2004), 서선덕과 권기진(1998), Motta 등(2000)은 @Risk를 사용하였고, Randal 등(1999)은 Crystalball을 사용하였다.

비를 포함하는 경영비로 구분된다. 본 연구에서 농가의 소득은 총소득(수량×가격)에서 경영비를 뺀 금액을 의미한다.

1. 포도 가격의 통계분포 설정

본 분석에서 채택한 가격자료는 서울 가락동 농수산물시장의 캠벨얼리종 상등급 가격이다. 가락동시장을 선택한 이유는 포도뿐만 아니라 다른 거의 모든 농산물 시장의 규모면에서 국내 최대이기 때문이므로 전국의 농산물가격을 주도하고 있기 때문이다. 일일 경락가격은 매매당일의 최저가, 최고가, 평균가격으로 이루어져 있다. 따라서 생산자의 입장에서 포도의 가격분포를 주관적으로 가정함에 있어, 현실적으로 용이한 일별 관측치는 최소치, 평균, 최고치로 판단되며, 이를 토대로 정확한 일일 가격분포를 설정하는 작업이 필요하다³⁾. 본 연구에서는 기간별 최소치의 평균(예를 들어 캠벨 상등급의 7월 한 달 동안의 일일 최저치의 평균), 기간별 평균치의 평균(예를 들어 캠벨 상등급의 7월 한 달 동안의 일일 평균치의 평균), 기간별 최고치(예를 들어 캠벨 상등급의 7월 한 달 동안의 일일 최고치의 평균) 세 값을 활용한 삼각분포(Triangular Distribution)⁴⁾의 적용이 가능하다고 판단하였다. 삼각분포를 가정하는데 있어서는 최소치(minimum)와 가장 가능성있는 값(most likely), 최대치(maximum)가 필요하다. 본 연구에서는 기간별 평균치를 가장 가능성있는 값으로 간주하여 삼각분포를 가정하였다. 다음 Fig. 1에서는 이러한 삼각분포를 가정했을 때의 확률분포의 형태를 보여주고 있다. 그림의 세로축은 발생빈도의 확률을 나타내고 있으므로 가장 가능성이 높은 값으로 정의한 구간의 발생확률이 상대적으로 크며, 그 형태가 삼각형의 형태를 보이고 있다.

3) 원자료의 입수가 가능하고 통계적으로 유의할 만한 관측치가 존재한다면, 분포의 특성에 따라 정규분포, 삼각분포, 감마분포, 파레토 분포 등 통계학적으로 입증된 50여가지의 분포가 가정될 수 있다. 또한 의사결정자(예를 들어 생산자)의 예측에 따른 분포의 가정이 가능한데, 가장 보편적인 분포로서 삼각분포(triangular distribution)를 꼽을 수 있다. 예를 들어 단위당 포도가격에 대한 생산자의 예측이 “최저 1,000원에서 최고 3,000원이며, 나는 2,500원이 될 확률이 가장 클 것으로 예상된다.”라는 의견만으로도 분포의 가정이 가능하므로, 흔히 계량적인 경영컨설팅 분야에서 많이 적용되고 있다.

4) 삼각분포의 평균과 분산은 다음과 같이 각각 정의된다.

$$\text{Mean} := \frac{\min + m.\text{likely} + \max}{3},$$

$$\text{Variance} = \frac{\min^2 + m.\text{likely}^2 + \max^2 - (\max)(m.\text{likely})}{18}$$

또한, 삼각분포의 확률밀도함수(probability density function)은 다음과 같이 정의된다.

$$f(x) = \frac{2(x - \min)}{(m.\text{likely} - \min)(\max - \min)} \quad \text{for } \min \leq x \leq m.\text{likely}$$

$$f(x) = \frac{2(\max - x)}{(\max - m.\text{likely})(\max - \min)} \quad \text{for } m.\text{likely} \leq x \leq \max$$

Table 1. Major statistical parameters for the Campbell Early's June and September price(per 5kg).

모수 (parameter)	월별 통계량	
	7월	9월
mean	27,546	16,105
minimum	24,962	12,450
maximum	30,769	18,200
variance	1,456,092	1,682,324

Table 2. Example of discrete distribution.

항목(y)	확률(p(y))	통계적 특성
1,000	0.4	1. 모든 y에 대하여 $0 \leq p(y) \leq 1$ 이다. 2. 0이 아닌 확률을 가지는 모든 y에 대한 p(y)의 합은 1이다.
2,000	0.3	
3,000	0.2	
4,000	0.1	

다. 따라서 소득분석 시뮬레이션 단계에서는, 생산량이나 생산비 항목 중에서 재배면적의 비율이 가장 큰 지역의 항목의 관측치가 추출될 확률이 가장 크게 되며, 반대로 재배면적의 비율이 가장 낮은 지역의 관측치가 추출될 확률은 가장 작게 된다. 즉 특정 항목에 대한 특정 지역의 수치가 추출될 확률은 그 지역의 재배면적의 비율의 크기에 비례하게 된다.

IV. 분석 결과

분석단계에서는 생산농가의 10a당 소득분포를 추정하였으며, 여기서의 소득이란 총소득에서 중간재비와 임차료, 위탁영농비 및 고용노력비를 포함하는 경영비를 제외한 금액을 의미한다. 시뮬레이션 실험횟수는 5,000회를 설정하였다. 시뮬레이션에 입력된 입력항목(가격, 수량, 생산비 구성항목(15개 항목)은 제3절에서 가정된 바와 같이 삼각분포 및 이산분포가 설정되었다. 포도의 출하시기상 7월 가격(상등급 기준)을 이용한 분석결과는 시설포도의 사례이며, 9월 가격(상등급 기준)을 이용한 분석결과는 노지포도에 해당된다.

전국단위 9월 노지포도 및 7월 시설포도 재배 농가를 대상으로 몬테칼로 시뮬레이션을 이용한 표본추출과정을 통해 계산된 소득의 기초통계량이 Table 3에 요약되어 있다. 9월 노지포도 소득의 경우에는 5,000번의 시뮬레이션 결과, 평균 4,919,413원, 최소 2,678,660원 및 최대 6,429,620원의 범위(range)를 보였으며, 평균의 신뢰구간은 신뢰수준 95%에서 $\pm 21,378$ 원으로 나타났다. 동시에 7월 시설포도 소득의 경우에는 5,000번의 시뮬레이션 결과, 평균 5,998,949원, 최소 4,602,848원 및 최대 8,783,324원의 범위를 보였으며, 평균의 신뢰구간은 신뢰수준 95%에서 $\pm 15,962$ 원으로 나타났다.

한편 소득지표를 구성하는 항목들이 확률적으로 주어졌기 때문에 소득지표 또한 확률적 분포를 가지는데 이를 그림으로 표현하면 Fig. 2와 같다. 각 그림의 가로축은 소득 지표의 수준을 나타내며 세로축은 각 수준에 대응한 상대적 발생확률을 나타내고 있다. Fig. 2에서 나타나는 바와 같이 5,000번의 시뮬레이션 결과치(소득)들이 연속적인 확

$$f(\chi) = p_i \quad \text{for } \chi = x_i,$$

$$f(\chi) = 0 \quad \text{for } \chi \notin \{x_i\}$$

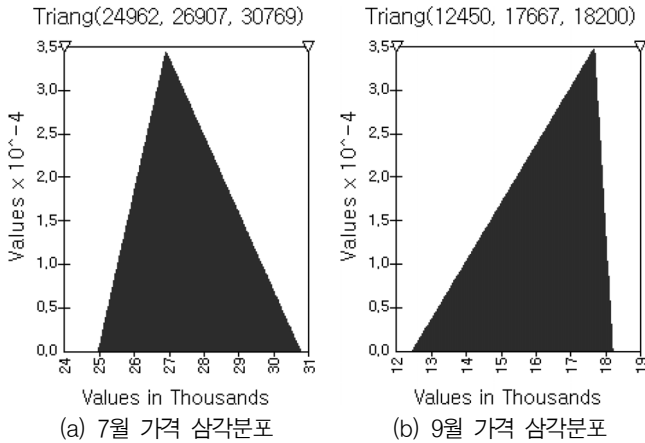


Fig. 1. Patterns of triangular distribution.

2. 포도의 수량 및 생산비의 통계분포 설정

포도의 수량 및 생산비 정보는 농촌진흥청에서 매년 공표하는 농축산물 소득자료집을 활용하였다. 농가의 생산비는 무기질비료비, 유기질비료비, 농약비, 광열동력비, 수리비, 제재료비, 소농구비, 대농구상각비, 영농시설상각비, 수선비, 조성비, 기타요금 등을 포함하는 중간재비와 여기에 임차료와 위탁영농비 및 고용노력비를 포함하는 경영비로 구성된다. 이러한 생산비를 구성하는 여러 항목은 노지포도나 시설포도, 또는 광역적 차원에서의 지역 편차가 존재하며, 이로 인하여 광역조사의 단순평균을 적용한 포도농가의 소득 또한 편향된 의사결정 정보로 국한된다. 이러한 점을 극복하기 위하여 생산비의 각 항목에 대하여 지역별 재배면적비율(통계청, 2009)을 감안한 통계분포를 정의하는 것이 합리적이다.

본 연구에서는 농축산물 소득자료집에서 제공되는 자료의 형태가 광역단위에 국한되므로, 연속적인(continuous) 통계분포의 가정에 무리가 따른다는 판단 아래, 지역별 재배면적을 감안한 이산분포(discrete function)⁵⁾를 가정하였

5) 이산분포의 평균과 분산은 다음과 같이 각각 정의된다.

$$\text{Mean} := \sum_{i=1}^N x_i p_i, \quad \text{Variance} = \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2 p_i \quad (\text{단, } p_i \text{는 관측치 } x_i \text{가}$$

나타날 확률을 의미함)

또한 이산분포의 확률밀도함수(probability density function)는 다음과 같이 정의된다.

Table 3. Major statistical parameters for the income simulation results per 10a, at national level.

항목	주요 통계량	
	9월 노지포도	7월 시설포도
시뮬레이션 표본추출 횟수 (N)	5,000	5,000
평균 (mean, 원)	4,919,413	5,998,949
최소값 (minimum, 원)	2,678,660	4,602,848
최대값 (maximum, 원)	6,429,620	8,783,324
표준편차 (std. dev.)	771,260	575,858
대칭도 (skewness)	-0.198	0.424
신뢰수준 95%에서의 신뢰구간 ⁶⁾ (confidence interval)	4,919,413±21,378	5,998,949±15,962

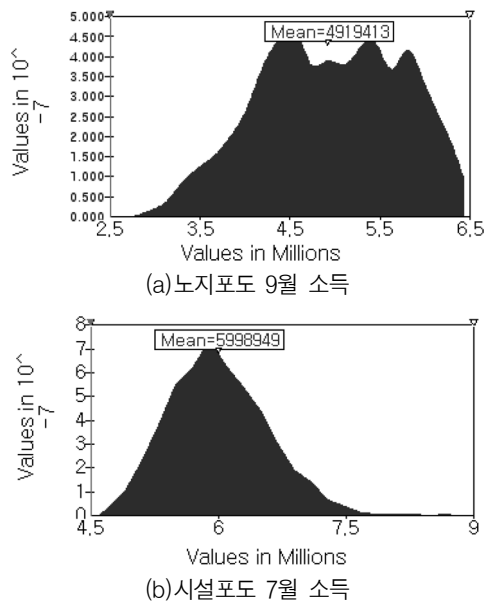


Fig. 2. Distributions for the income simulation results per 10a, at national level.

를분포로 나타나므로, 일정 구간의 소득 구간에 대한 누적 확률(cumulative distribution)이 계산될 수 있다.

이렇듯 결과치에 대한 특정구간과 누적확률과의 관계는 본 연구에서 소개하고 있는 대개의 시뮬레이션 소프트웨어가 내장하고 있는 주요 계산 기능을 활용함으로써 의사결정 단계에 있어서 적용이 가능할 뿐더러, 기초통계량에만 근거하는 것보다 훨씬 강력하고 유연성 있는 의사결정 수단으로 사용될 수 있다. 그 사례를 Table 4에서 제시하고 있다. 예를 들어 9월 노지포도의 경우에 분포의 최소

6) 시뮬레이션에 의해 획득된 결과치의 변동은 표준오차(standard error of the mean)로 나타낼 수 있고 이는 평균의 표본분포에 대한 표준편차이다. 즉 N번 시행에 의해 획득된 시뮬레이션 결과값의 표준오차는 $\frac{s}{\sqrt{n}}$ 이고 여기서 s는 표본표준편차이다. 중심극한 정리에 의해 표본의 수가 충분히 크고 상호 독립적이라면 표본평균은 유사정규분포에 근접하게 되고 이에 따른 신뢰구간은 다음과 같이 정의된다.

$$\hat{X} - Z_{\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{N}} \leq X \leq \hat{X} + Z_{\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{N}}$$

Table 4. Cumulative intervals for the specified target income.

누적확률 구간	소득 (백만원/10a)	
	9월 노지포도	7월 시설포도
0 ~ 10%	3,872,383	5,287,647
0 ~ 20%	4,222,812	5,497,743
0 ~ 30%	4,457,139	5,665,785
0 ~ 40%	4,672,728	5,821,781
0 ~ 50%	4,942,980	5,954,590
0 ~ 60%	5,194,481	6,108,187
0 ~ 70%	5,430,682	6,282,921
0 ~ 80%	5,686,289	6,466,905
0 ~ 90%	5,937,462	6,761,257

치인 2,678,660원과 3,872,383원 간의 누적확률이 10%로 계산된다. 다시 말해, 시뮬레이션의 결과, 분포의 최소치인 2,678,660원과 3,872,383원 사이의 소득수준을 달성할 수 있는 기대확률이 10%임을 의미한다. 같은 방식으로 누적확률 50%의 경우 달성이 가능한 소득수준은 4,942,980원으로 나타나고 있는데 이는 Table 3에서 계산된 분포의 평균에 근접하며, 그 이유는 분포가 비교적 대칭적이기 때문이다.

7월 시설포도의 사례에도 동일한 방식의 해석을 적용한다면, 소득분포의 최소치로부터 6,761,257원까지의 누적(기대)확률은 90%로 계산된다. 본 연구에서는 편의상 분포의 최소치로부터의 누적확률만을 10%단위로 계산하여 제시하였지만 현실적으로는 다양한 측면에서 해석될 수 있다. 예를 들어 소득수준이 5,287,647원부터 6,761,257원까지의 누적(기대)확률은 80%가 되며(90%-10%), 5,665,785원부터 6,108,187원 사이의 누적(기대)확률은 30%(60%-30%)가 된다.

V. 요약 및 결론

포도 및 생산요소의 비용규모는 생산자의 생산규모결정 및 신규 생산의 개시 등의 의사결정과정에서 매우 중요한 정보로 작용한다. 이를테면 새로 포도농사를 계획하는 생산

자나 생산을 장려하려는 정책입안자는, 시장 및 정부 통계로부터의 가격자료를 활용하여 장래의 사업성을 타진하게 된다. 특히 전국 단위 또는 광역적 차원에서의 포도생산 관련 의사결정은 가격이나 소득 등의 정보를 주요 통계로부터 많이 의존하게 된다. 그런데 포도생산자 또는 관련 정책입안자가 주로 의존하는 수요정보나 가격정보, 생산비 정보는 과거정보 또는 일정보에 있어서의 조사자료이다. 이들 자료의 평균값이 바람직한 정보로 이용되기 위해서는 조사 자료의 정규성이 기본적으로 가정되어야 하나, 실제로 시장의 정보는 대부분 정규적이지 않으면서 편향된 분포를 가질 확률이 크며, 이 때 표본의 단순평균은 바람직한 기대치로서 활용되기 어렵다고 볼 수 있다. 더구나, 소득을 구성하고 있는 각 요소들에 대한 표본의 분포가 정규적이지 않으며, 이에 대한 의사결정자의 판단 또한 주관적으로 결정될 수 있는 여지가 많게 된다.

본 연구에서는 생산자의 입장에서 자신이 고려하고 있는 어떠한 항목의 분포에 대해 주관적인 판단을 할 수 있다는 현실적인 가정 하에, 자신이 달성 가능한 소득의 수준을 모의실험을 통해 추정해 보고, 동시에 그러한 소득수준을 달성할 수 있는 확률을 추정함으로써, 의사결정 단계에 있어서 '단순 평균'을 적용하는 일반적 사례의 편향적인 경직성을 극복하고자 하였다.

이 연구에서는 의사결정자의 입장에서 전체할 수 있는 소득을 구성하는 여러 항목(가격이나 각종 생산비)의 범위 및 분포를 가정한 후, 이를 기반으로 일어날 수 있는 산출물(소득)의 범위를 미리 예측해 봄으로써 보다 신축성있는 의사결정 정보를 얻는 과정에 주안점을 둔다. 이러한 과정을 통해 얻어지는 연구결과는 포도유통 관련 정책입안자나 업계가 국내산 포도의 최근 유통구조를 이해하는 데에 부분적으로 기여할 수 있다. 동시에 포도 생산자 입장에서 사업 규모의 확장이나 축소, 상대적 경쟁력 진단, 진입 타당성을 판단하는 데에 유용한 정보로 작용할 수 있다.

실질적인 분석 단계에서는, 특정 포도 품종들에 대한 가격과 생산비 등에 대한 광역적 단위의 알려진 정보를 이용하여, 시장참가자 가정할 수 있는 현실적 차원에서의 통계분포를 가정한 후, 이러한 상황 하에서 달성될 수 있는 단위면적당 생산농가의 소득을 몬테카를로 시뮬레이션 기법을 활용하여 추정하였다. 품종은 캠벨얼리종이며, 2009년 7월과 9월의 서울 가락도매시장 경락가격을 기초로 하여 농가 수취가격의 분포를 정의하는데 활용하였고, 생산비 및 수량 자료는 농촌진흥청에서 제공하고 있는 2008년도 농축산물소득자료집을 활용하였다.

분석단계에서는 생산농가의 10a당 소득의 분포를 추정하였으며, 시뮬레이션 실험횟수는 5,000회를 설정하였다. 시뮬레이션에 입력된 입력항목(가격, 수량, 생산비 구성항목(15개 항목)은 제3절에서 가정된 바와 같이 삼각분포 및 이산분포가 가정되었다. 포도의 출하시기상 7월 가격(상등

급)을 이용한 분석결과는 시설포도의 사례이며, 9월 가격(상등급)을 이용한 분석결과는 노지포도에 해당된다. 분석결과, 9월 노지포도 소득의 경우에는 5,000번의 시뮬레이션 결과, 평균 4,919,413원, 최소 2,678,660원 및 최대 6,429,620원의 범위를 보였으며, 시설포도 소득의 경우에는 평균 5,998,949원, 최소 4,602,848원 및 최대 8,783,324원의 범위를 보였다.

이와 같은 분석결과는 생산농가를 포함하는 국내산 포도 유통 관련 주체들로 하여금, 달성 가능한 소득의 범위를 구체적으로 파악하는 데 활용될 수 있다. 또한 본 연구에서는 결과치에 대한 특정구간과 누적확률과의 관계도 소개하였는데, 이는 기초통계량에만 근거하는 의사결정보다 훨씬 강력하고 구체성 있는 의사결정 수단으로 사용될 수 있다. 본 연구에서 제시된 접근 방법은 소득을 구성하고 있는 항목에 대한 통계분포가 주어진 자료의 구체성이나 입수가능성, 분석목적, 의사결정자의 주관적 판단에 따라 얼마든지 신축적으로 적용하여 활용할 수 있다는 데에 가장 큰 의의가 있다고 할 수 있다. 본 연구가 지니고 있는 또 다른 의의는, 분석단계에서 활용된 모의실험 접근방법이 향후 농산물 유통이나 가격예측, 정책결정 등 다양한 분야에 있어서도 보다 실용적으로 활용될 수 있는 대안적 기법임을 시사한다는 데에 있다.

이 논문은 농림수산물식품부 농림기술개발사업 지원으로 포도연구사업단의 연구비에 의해 연구되었음.

참고문헌

1. 구승모, 김재홍. 2004. 불확실성을 고려한 농업투자사업의 타당성분석 -몬테카를로 시뮬레이션기법의 적용사례- 농업경영정책연구 31:(1): 18-36.
2. 김선민. 2002. 경영시뮬레이션. 한경사.
3. 김철호, 김재호. 2004. 몬테카를로 시뮬레이션을 이용한 채소농가의 기대수익추정. 식품유통연구. 21(3): 163-182.
4. 농촌진흥청. 2008. 농축산물 소득자료집.
5. 박구현, 송한식, 원중연. 2002. 경영과학. 교보문고.
6. 서선덕, 권기진. 1998. Monte Carlo 시뮬레이션을 사용한 도로 투자비 추정 합리화 방안. 한국시뮬레이션학회. '98춘계학술대회 논문집.
7. 송인섭. 2001. 통계학의 기초, 학지사.
8. 신동백. 2007. 몬테카를로 시뮬레이션방법을 이용한 환율 예측분석. 산업경제연구, 20(5): 2075-2093.
9. 윤원철, 손양훈, 김수덕. 2003. 실물옵션을 활용한 발전소 건설 타당성 분석. 자원·환경경제연구 12(2): 217-244.
10. 장성용, 장용태. 1998. 수도권 신항만 건설 타당성 분석을 위한 시뮬레이션 모형 개발. 한국시뮬레이션학회 '98 춘계학술대회 논문집.

11. 통계청. 2009. 국가통계포털, 농림어업통계, <http://www.kosis.kr/>.
12. Barry, P.J. 1984. Risk Management in Agriculture. Iowa State University Press.
13. Herbold, K.D., 2000. Using Monte Carlo simulation for pavement cost analysis, Public Road Magazine.
14. Motta, R., G. Caloba, L. Almeida, A. Moreira, M. Nogueira, L. Cardoso, L. Berlink, 2000. Investment and risk analysis applied to the petroleum industry, Society of Petroleum Engineers, Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition, Australia.
15. Randal B., P.E. Lorence, R.V. Wendling. 1999. Basic techniques for analyzing and presentation of cost risk analysis, the Association for the Advancement of Cost Engineering. International Annual Conference, Denver.