

## 농업부문 에너지 소비량 조사를 위한 표본설계

김연중<sup>1</sup>, 김배성<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>한국농촌경제연구원 농림산업정책연구본부

<sup>2</sup>제주대학교 산업응용경제학과 · 친환경농업연구소 · 아열대농업생명과학연구소

### A Review on the Sampling Design for Energy Consumption Survey in Agricultural Sector

Yean-Jung Kim<sup>1</sup>, Bae-Sung Kim<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Korea Rural Economic Institute

<sup>2</sup>Dept. of Applied Economics in Jeju National University, Sustainable Agriculture Research Institute,  
Research Institute for Subtropical Agriculture and Animal Biotechnology

**요약** 농업부문의 에너지 관련 정책의 합리적인 수립을 위해서 농업부문의 에너지 수급을 예측하고, 농가 에너지 소비현황을 파악해야 한다. 특히 에너지원별 및 작물별 소비량을 파악하는 것이 중요하다. 또한 최근 기후 온난화에 대응하여 세계는 온실가스를 의무적으로 감축하고자 하며, 우리나라도 2020년 까지 온실가스 배출 전망치의 30%를 감축하기로 하고, 관련 법을 제정하였다. 국가 온실가스 감축목표 달성을 위해 농림어업부문은 5.2%의 감축목표를 설정하였다. 농업부문 온실가스 배출은 에너지 소비와 관련되어 있어 감축목표 이행을 위한 합리적인 정책 수립을 위해서 작물별 및 에너지원별 온실가스 배출량 수준을 파악하는 것이 필요하다. 이 연구는 농업부문 탄소배출량 및 에너지 소비량 수준을 파악하기 위해 기반이 되는 표본설계에 중점을 두고, 조사 및 추정 오차를 줄이고, 신뢰도를 높일 수 있는 설계 방안을 제안하고 있다. 농업부문 에너지 소비실태 조사를 위한 모집단을 농업총조사 자료를 기준으로 설정하였고, 왜도(Skewness)가 높은 품목과 전국적으로 재배가 분산된 품목들에 대해서는 주산지를 대상으로 표본 추출틀을 설정하는 등 통계적으로 유의한 범위에서 규모를 절사하였다. 표본의 수는 품목별 각 층의 경계를 결정한 이후 95% 신뢰수준을 활용하여 네이만 할당방식에 의해 설정되었다. 또한 이 연구는 품목별로 추출된 표본을 이용하여 도출된 추정결과와 모수를 비교·검정하고, 오차를 관리하는 방법을 제안하고 있다.

**Abstract** It is necessary to determine the current and future energy consumption by farm households for the rational specification of energy related policy in the Korean agricultural sector. Especially, It is important to identify the consumption by source of energy and by the crops. On the other hand, the world has tried to reduce the production of greenhouse gases and, in line with this, the Korean government established related legislations to contribute to this reduction (30% reduction in emissions by 2020). The reduction target of the agricultural sector is specified as 5.2% of the national total. This study focuses on sampling design to determine the energy consumption and emission of greenhouse gases, and suggests several alternatives to improve the confidence level and to make a dent survey and estimation errors. The population for the energy consumption survey of the agricultural sector was derived from agricultural census data. In the case of commodities with high skewness, we cut the sample range to within the statistical significant range. The number of samples in each class is specified using the Neyman allocation method and 95% significance level. The estimation results are compared with the population to verify the statistical significance and several management methods of sampling errors are suggested.

**Keywords** : agricultural sector, confidence level, energy consumption, greenhouse, sampling design, survey and estimation errors,

본 논문은 농촌진흥청 연구과제 『농업분야 에너지소비량 및 이산화탄소 배출량 조사 연구(2/3년차)』(PJ0124102017)의 지원에 의해 이루어진 것임.

\*Corresponding Author: Bae-Sung Kim(Jeju National University)

Tel: +82-64-754-3353 email: bbakim@jejunu.ac.kr

Received August 24, 2017

Revised September 14, 2017

Accepted September 15, 2017

Published September 30, 2017

## 1. 서론

농림수산부문 에너지 총 소비량은 약 348만 5천toe로 (2013년 기준) 연평균 약 5%씩 증가하고 있고, 우리나라 총 에너지 소비량 2억 34만 7천toe의 약 1.7%를 차지하고 있다(우리나라 총 에너지 소비량은 연평균 8%씩 증가).

농림수산부문 에너지 소비의 꾸준한 증가로 에너지 공급원도 석탄류(연탄, 무연탄, 유연탄, 유연탄, 석탄코크스 등), 석유류(휘발유, 등유, 경유, 중유, 납사, 부생정제가스, 프로판, 부탄 등), 도시가스, 전력 등 다양하고 최근 지열에너지, 바이오연료 등 신재생에너지까지 확대되고 있다. 이 연구는 농업부문 에너지 소비량 조사를 위한 표본설계를 처음 시도한 것으로 의의가 있다.

특히 농업부문에서 에너지 소비는 에너지 주요 수요 농가(시설농가 등) 및 농촌지역의 소득과 삶의 질에 직결되는 요인으로 중장기적인 공급 및 가격 안정성이 확보되어야 한다. 그럼에도 불구하고 세계 지역간 정세불안, 중국·인도 등 신흥시장 중심의 급격한 에너지 수요확대 등 최근 다양한 직간접적인 요인에 의해 에너지 수급 및 가격의 불안정성이 가중되고 있다.

농업부문의 에너지 수급을 파악·예측하고, 이를 기반으로 합리적인 정책 및 연구를 수행하기 위해서는 농가 단위 에너지 소비량을 정확하게 파악할 필요가 있다. 특히 작물별(축종별) 및 에너지원별 농가 에너지 소비량을 파악할 필요가 있다.

또한 최근 기후 온난화에 대응하여 세계는 온실가스를 의무적으로 감축하고자 하며, 우리나라도 2020년 까지 온실가스 배출 전망치의 30%를 감축하기로 하고 (2009년 11월), 관련 법(녹색성장기본법 시행령 제25조)을 제정하였다. 국가 온실가스 감축목표 달성을 위해 농림어업부문은 5.2%의 감축목표를 설정하였다.

농업부문 온실가스 배출량은 작물(축종)의 생산 및 에너지 소비와 연관되어 있어, 농업부문 온실가스 배출량 감축 의무를 합리적으로 수행하기 위해서는 작물별(축종별) 및 에너지원별 온실가스 배출량 수준을 파악할 필요가 있다.

따라서 이 연구는 상호 연관성이 높은 농업부문 에너지 소비량 및 이산화탄소 배출량 수준을 파악하기 위해 필수적으로 요구되는 표본설계에 초점을 두고, 조사·추정치의 오차를 줄이고, 신뢰도를 향상 시킬 수 있는 방안을 제안하고자 한다.

## 2. 모집단 정의 및 표본추출틀 설정

농업부문 에너지 소비실태 조사를 위한 모집단은 2010년 농업총조사 자료를 기준으로 하였다. 다만, 본 연구의 목적인 에너지 소비량과 연관이 큰 시설, 노지를 주요 구분 기준으로 삼았으며, 통상적으로 연단위로 조사가 됨을 감안하여 봄, 고랭지, 가을, 월동 등 작형별로는 구분하지 않았다[4, 5].

본 연구에 사용된 원자료(raw data)가 2010년 농업총조사 자료로 한국농촌경제연구원, 농림축산식품부, 통계청 등의 국가 기관에서 발표한 최신 자료를 보조자료로 이용하였다.

모집단의 정의가 확정되면, 다음엔 표본추출틀을 설정해야 한다. 최종 표본들은 이 표본추출틀로 부터 추출되게 된다. 표본의 추출틀은 모집단의 특성을 그대로 반영하는 것이 바람직하나, 표본조사를 위한 표본의 접근 가능성 등 다양한 이유로 일치하기가 쉽지 않다. 2010년 등 과거 농업총조사 자료를 분석한 결과를 기반으로, 왜도(skewness)가 높은 품목들에 대해서, 전국적으로 재배가 분산된 품목들은 주산지만을 대상으로 표본 추출틀을 설정하는 등 통계적으로 유의한 범위에서 규모를 절사하였다[1, 3, 6].

Table 1. Summary of the Population

Grain	Rice	Soybean
Vegetable	Chinese Cabbage	Patato
	Radish	Onion
	Pepper	Garlic
	Carrot	Green Onion
	Cabbage	Mushroom
Fruit	Apple	Graph
	Pear	Citrus
	Peach	Sweet Persimmon
Garden Fruit	Cucumber	Pumpkin
	WaterMelon	Oriental Melon
	Strawberry	Tomato
Livestock	Korean Cattle	Broiler
	Milk Cow	Layer Chicken
	Pig	Duck

### 2.1 규모에 대한 절사

2010 농업총조사 결과를 분석해 볼 때, 우선 농가수를 기준으로 보면, 많은 품목 또는 축종에서 영농 규모가 적은 소규모 농가가 많은 것으로 나타났다. 이러한 소규모 농가가 총생산에서 차지하는 비중은 매우 미미한 것으로 나타났다. 따라서 모집단 내의 경작면적이나 사육

두수 규모순으로 나열한 후 전체 비중이 적은 경우 통계적으로 유의수준 범위 내에서 절사하였다. 평균적으로 전체 면적, 사육두수를 기준으로 95%를 중심으로 절사하였으며, 광역시도의 규모가 전체 대비 1%미만인 경우도 절사하였다[4, 5].

예로 콩의 경우 재배농가의 모집단 크기는  $N=444,643$  농가이며 평균 재배 면적은 59,059.8ha이다. 백분위수에서 보는 바와 같이 1사분위는 0.033ha에 불과하다. 즉 최소 재배면적인 0.0003ha부터 최대 재배면적인 66ha까지 하위 25% 농가가 0.033ha 이하를 재배한다는 것을 의미한다(0.033ha를 재배하는 농가가 가장 많은(최빈치) 76,177가구로, 전체 가구의 17.1%를 차지). 한편 면적을 같이 고려해보면, 0.033ha미만이 가구수 기준 23.6%이지만, 전체 면적기준으로 7.1%에 지나지 않는다. 모집단에 대한 추정을 위해 소규모 재배 농가를 제외하더라도 큰 무리가 없을 것으로 사료된다. 이와 같은 개념으로 누적한 결과 0.0033ha 미만 절사시 조사모집단의 규모는 목표 모집단의 92.8%에 해당하는 반면 조사모집단의 농가 수는 339,491로 105,152농가가 감소된다.

이러한 방법으로 표본의 크기를 합리적으로 줄이면 서, 소농들에서 빈번히 나타나는 무응답 등에 의한 비표본 오차를 감소시킬 수 있을 것이다.

이외의 다른 품목들에 대한 검토는 2010년 등 농업총조사 자료를 기반으로 하였다. 농가수의 감소와 농가인구의 고령화로 인해 이들 농가들의 평균 면적이 점차적으로 증가하고 있으며, 일반 제조업 시장처럼 양극화가 이루어지고 있다. 즉 재배면적(또는 사육두수) 규모가 적은 경우 폐업을 하거나, 작목을 전환하는 반면, 그 규모가 큰 농가는 기업화되어 대형화되어 가고 있다.

**2.2 비주산지에 대한 절사**

표본설계에 선행해서 기존 한국농촌경제연구원의 농업관측 품목별표본농가 표본설계를 참고하여 조사제외 지역을 결정하였다. 그 현황은 다음과 같다.

이는 조사비용과 모수 추정에서의 효율성을 고려할 때 필요한 절차로 주산지 이외의 지역에서 경작하거나 사육하는 규모가 작은 농가가 있더라도, 전체에서 차지하는 비중이 소규모일 때이를 모집단에서 제외한다는 원칙과도 부합한다.

**Table 2. Sample Cutting of Non-chief Producing Districts (Grain)**

Region	Rice	Soybean
Seoul	○	○
Pusan	○	○
Daegu	○	○
Incheon	○	○
Kwangju	○	○
Daejeon	○	○
Ulsan	○	○
Gyeonggi	-	-
Gangwon	-	-
Chungbuk	-	-
Chungnam	-	-
Jeonbuk	-	-
Jeonnam	-	-
Gyeongbuk	-	-
Gyeongnam	-	-
Jeju	○	○

**3. 품목별 층 결정**

농축산부문의 에너지 사용량의 총계 추정이 이 연구의 목적이며, 이는 재배면적 또는 사육두수와 밀접한 관계가 있기 때문에 이 변수를 층화 변수로 이용하였다. 각 층의 규모는 품목별로 4개에서 7개로 결정하였다. 이는 농촌경제연구원의 농업관측 품목별 표본농가의 표본설계를 참고로 하였다. 각 층의 규모는 신뢰수준과 표본의 수를 고려하여 결정하였다. 층 경계는  $CUM\sqrt{f(y)}$ 의 방법을 이용하였다.

각 층의 경계는 다음과 같은 수식을 이용하여 설정하였다.

$$L_1 = \frac{\sum_{i=1}^k \sqrt{f_i}}{L} \quad L_2 = \frac{2\sum_{i=1}^k \sqrt{f_i}}{L} \quad (\text{식 1})$$

$$L_{L-1} = \frac{(L-1)\sum_{i=1}^k \sqrt{f_i}}{L}$$

(식 1)에서  $L$ 은 층의 수,  $L_1$ 은 첫 번째 층과 두 번째 층의 경계점이다. 한육우의 층 경계를 구하기 위해 규모가 3두(마리) 미만의 농가를 절사하였고, 한육우 3마리 이상의 농가 수는 120,666농가이며, 총 마리수는 2,688,860마리이다.

한육우 규모(마리수)가 3~7마리를 사육하는 농가 수

는 50,012농가이며, 총 사육규모(두수)는 228,203마리이다. 각 규모별 농가수의 누적 제공근은 3,239.217이다. 이를 7개의 층으로 구분하면 다음과 같다. 한옥우 사육규모(마리수)의 계층간 경계구간이 제공근이 있는 곳에서 정확하지 않는 것은 각 계급의 두수를 모집단 수치를 모두 반영하여 계산하지 않고 구간의 합을 이용하여 도출하였기 때문이다.

Table 3. Division of Class

Class	Freq.	Root	Cumulative Root
1	$f_1$	$\sqrt{f_1}$	$\sqrt{f_1}$
2	$f_2$	$\sqrt{f_2}$	$\sqrt{f_1} + \sqrt{f_2}$
3	$f_3$	$\sqrt{f_3}$	$\sqrt{f_1} + \sqrt{f_2} + \sqrt{f_3}$
4	$f_4$	$\sqrt{f_4}$	$\sqrt{f_1} + \sqrt{f_2} + \sqrt{f_3} + \sqrt{f_4}$
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮
k	$f_k$	$\sqrt{f_k}$	$\sqrt{f_1} + \sqrt{f_2} + \dots + \sqrt{f_k}$
			$\sum_{i=1}^k \sqrt{f_i}$

층 1의 경계는 다음과 같다.

$$L_1 = \frac{\sum_{i=1}^k \sqrt{f_i}}{7} = \frac{3,239.217}{7} = 462.745$$

$$L_2 = \frac{2 \sum_{i=1}^k \sqrt{f_i}}{7} = 2 * \frac{3,239.217}{7} = 925.745$$

층 2의 경계는 아래와 같다.

$$L_6 = \frac{6 \sum_{i=1}^k \sqrt{f_i}}{7} = 6 * \frac{3,239.217}{7} = 2,776.471$$

층 1의 경계점은 농가수의 누적제공근 418.064와 493.708 사이에 있음을 알 수 있다. 따라서 층 1과 층 2의 경계는 462.745가 더 가까운 493.708(7마리)로 정했다. 층 2와 층 3의 경계점은 925.745로 누적제공근 901.731과 963.956의 사이에 존재하는데, 925.745에서 좀 더 가까운 901.731을 경계로 하여, 2층의 급간은 8~14마리로 정했다. 이와 같은 방법으로 나머지 층의 경계선도 결정하였다.

### 4. 네이만의 최적할당

품목 또는 축종별로 층의 경계를 결정한 후, 통상적으로 사용되는 95% 신뢰수준과 허용오차(±0.05)를 활용하여 품목별 층 표본수를 네이만 할당방식에 따라 정했다.

네이만 할당법을 이용하여  $W_h$ 에  $\frac{N_h S_h}{\sum_{h=1}^L N_h S_h}$ 을 대입하

면 네이만 할당에 의한 표본크기 결정식은 다음과 같다.[1, 3, 6]

$$n = \frac{(\sum_{h=1}^L N_h S_h)^2}{N^2 D + \sum_{h=1}^L N_h S_h^2} \tag{식 2}$$

(식 2)에서  $n$ 은 층 표본의 크기,  $n_h$ 는  $h$ 층의 표본 크기,  $N_h$ 는  $h$ 층의 부모집단 크기,  $W_h$ 는  $h$ 층의 가중치,  $S_h$ 는  $h$ 층의 모표준편차,  $N$ 은 모집단의 크기이다. 표본의 결정식에 의해 경기 지역 한옥우 사육농가의 표본수를 구하면 다음과 같다. 이에 따라 113개의 표본수를 결정한다.

$$n = \frac{85035.126^2}{290048^2 \times 0.00065077 + 9443639.987}$$

품목별로 층 표본의 수가 결정되었으므로 층별로 표본 수를 할당해야 한다. 관심변수가 면적 혹은 사육두수로 한 가지이므로 층별 크기가 다를 뿐 아니라 층별 분산이 서로 다른 품목들에 대해서는 네이만의 최적할당방법이 표본의 변동계수를 줄이는 가장 효율적인 방법이다.

네이만 층별 최적할당 식을 이용하면 층별 표본크기인  $n_h$ 는 다음과 같다.

$$n_h = n \times \frac{W_h S_h}{\sum_{h=1}^L W_h S_h} = n \times \frac{N_h S_h}{\sum_{h=1}^L N_h S_h} \tag{식 3}$$

(식 3)에서  $n_h$ 는  $h$ 층의 표본 크기,  $n$ 은 층 표본의 크기,  $W_h$ 는  $h$ 층의 가중치,  $S_h$ 는  $h$ 층의 모표준편차,  $N_h$ 는  $h$ 층의 부모집단 크기이다. 각 층별로 계산식을 적용하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 n1 &= 113 * \frac{2360.340}{85035.126} = 3 \text{개의 표본농가} \\
 n2 &= 113 * \frac{2734.807}{85035.126} = 4 \text{개의 표본농가} \\
 n3 &= 113 * \frac{6182.797}{85035.126} = 8 \text{개의 표본농가} \\
 n4 &= 113 * \frac{10984.470}{85035.126} = 15 \text{개의 표본농가} \\
 n5 &= 113 * \frac{8965.076}{85035.126} = 12 \text{개의 표본농가} \\
 n6 &= 113 * \frac{11315.069}{85035.126} = 15 \text{개의 표본농가} \\
 n7 &= 113 * \frac{42492.568}{85035.126} = 56 \text{개의 표본농가}
 \end{aligned}$$

한육우 표본농가에 대해 계산한 결과는 Table 4와 같다.

**Table 4.** Optimal Sample Assignment of Korean cattle Farms(Gyeonggi)

Class	Total Heals	$S_h^2$	$N_h S_h$	Sample
1	8,374	3,216.631	2,360.340	3
2	15,719	5,002.787	2,734.807	4
3	32,488	23,509.829	6,182.797	8
4	57,405	81,251.563	10,984.470	15
5	56,001	99,841.721	8,965.076	12
6	61,695	247,641.775	11,315.069	15
7	58,366	8,983,175.680	42,492.568	56
Sum	2,900,48	9,443,639.987	85,035.126	113

## 5. 품목별 추정

본 표본 설계는 품종 및 축종별로 에너지 소비량 총계를 파악하는 것이 주된 목표이다. 표본 설계를 바탕으로 총계 추정을 위한 추정량과 이에 대한 분산 추정량, 상대 표준오차 등을 알아보려고 한다. 이는 표본 설계가 원활하게 이루어져서 향후 표본 수집시 이용이 가능한지에 대한 검증이 된다.

### 5.1 특정 품목의 총계 및 평균 추정

품목/축종에 대한 총 재배면적 또는 사육두수를  $\widehat{\tau}_{\text{품목}}$  이라하고 평균 재배면적 또는 사육두수를  $\overline{y}_{\text{품목}}$  이라하면

총계 추정식은 다음과 같다.

$$\widehat{\tau}_{\text{품목}} = N_{\text{품목}} \overline{y}_{\text{품목}}$$

각 품목/축종의 평균 재배면적 또는 사육두수에 해당 하는 총 농가수를 곱하면 해당 품목/축종의 총계를 추정 할 수 있다. 품목의 평균은 다음과 같은 식을 이용하여 도출하였다.

$$\overline{y}_{\text{품목}} = \sum_{h=1}^L W_{\text{지역}} \overline{y}_{\text{지역}} = \sum_{h=1}^L \frac{N_{\text{지역}}}{N_{\text{품목}}} \overline{y}_{\text{지역}} \quad (\text{식 } 4)$$

(식 4)에서  $W_{\text{지역}}$ 는 특정 품목의 각 지역별 가중치를 나타내고,  $N_{\text{지역}}$ 은 특정 품목의 각 지역별 부모집단 크기이다.  $\overline{y}_{\text{지역}}$ 은 특정 품목의 각 지역별 표본평균이며  $L$ 은 특정 품목의 총 지역 수,  $h$ 는 층을 나타낸다. 이제 추정치에 대한 분산을 알아보자. 추정치에 대한 분산은 다음과 같다.

$$var(\widehat{\tau}_{\text{품목}}) = N_{\text{품목}}^2 var(\overline{y}_{\text{품목}}) \quad (\text{식 } 5)$$

특정지역의 계층 평균과 지역의 표본평균 차의 제곱을 이용하여 추정치에 대한 분산이 도출된다. 따라서 자료의 분포에 대한 분석을 용이하게 하기 위해 분산의 제곱근인 표준오차를 이용하고, 추정치의 정도를 알아보기 위해 변동계수(coefficient of variance)를 이용한다. 이에 대해서 다음 식은 참조한다.

$$\begin{aligned}
 var(\overline{y}_{\text{품목}}) &= \sum_{\text{지역}=1}^L W_{\text{품목, 지역}}^2 \frac{s_{\text{품목, 지역}}^2}{n_{\text{품목, 지역}}} \left( \frac{N_{\text{품목, 지역}} - n_{\text{품목, 지역}}}{N_{\text{품목, 지역}}} \right) \\
 s_{\text{품목, 지역}}^2 &= \sum_{\text{지역}=1}^L \frac{1}{n_{\text{지역}} - 1} \sum_{h=1}^n (y_{\text{지역}h} - \overline{y}_{\text{지역}})^2 \\
 cv_{\text{품목}} &= \frac{\sqrt{var(\overline{y}_{\text{품목}})}}{\overline{y}_{\text{품목}}}
 \end{aligned}$$

### 5.2 품목의 지역 총계 및 평균 추정

본 연구에서 표본 추출을 위해 주로 사용한 한육우를 이용하여 농업총조사의 결과와 추정결과를 비교해 보고자 한다. 지역내 사육두수를 추정하기 위해 경기지역의 사육두수를 예로 추정해보면 다음과 같다. 경기지역의

총 한육우 농가 중에서 3두 미만을 제외한 부모집단 수는 7,861농가이다. 이들이 사육하고 있는 총 사육두수는 290,048두이고 호당 평균 사육두수는 36.9두이다.

경기지역의 표본을 층별로 살펴보면, 1층은 3농가, 2층은 4농가, 3층은 8농가, 4층은 15농가, 5층은 12농가, 15층은 8농가, 마지막으로 7층은 56농가이다. 임의로 표본 농가를 추출하여 사육두수를 조사한 후 경기지역의 총 사육두수가 몇 두인지 추정할 수 있다. 추정한 결과는 Table 5와 같다.

**Table 5.** Estimation of Korean Cattle (Gyeonggi)

Class	Total Heads	Avg. Heads (per farm)	Sample	Avg. Heads per sample
1	8,374	4.8	3	6
2	15,719	10.5	4	12
3	32,488	20.0	8	21
4	57,405	38.7	15	38.3
5	56,001	69.6	12	71.8
6	61,695	119.3	15	122.1
7	58,366	290.4	56	288.2

표본추출된 경기지역의 층별 평균 사육두수를 실제 농가수를 적용하는 방식으로 총 사육두수를 추정하면 298,206마리이다. 이는 실제 자료에서의 총 사육두수인 290,048마리의 2.81% 증가된 수치이다. 이를 토대로 구한 변동계수 역시 0.84으로 크지 않은 것으로 나타났다. 경기지역 사육두수 추정방법과 동일한 방법으로 다른 지역의 사육두수를 도출하여 각 지역의 합을 이용하여 전국 사육두수를 추정한다.

결론적으로 한육우 총사육두수 추정은 신뢰수준 95%, 허용오차 5%의 유의성을 가지고 있다고 할 수 있다.

## 6. 시사점 및 오차관리

이 연구는 우리나라 농업부문 에너지 소비량 및 온실가스 배출량을 합리적으로 조사하기 위해 조사범위를 정의하고, 조사방법을 제시하고 있다. 이를 위해 먼저 작물별, 축종별 조사 대상을 정의하고, 각 모집단 분석을 통해 합리적인 표본 설계 방안을 제안하였다. 즉 효율적인 조사를 위한 절차방법, 왜도를 줄이기 위한 할당법 등 다양한 접근방법이 이용되었다.

이 연구에서 제안된 방법들이 한계가 있을 수 있으나 현재 자료의 환경 및 조사 환경을 고려할 때 대안적인 방법이 될 수 있으며, 무엇보다 농업부문 에너지 관련 조사를 위해 처음 시도하고, 제안한 것으로 의의가 있다.

한편 표본설계 및 조사 이후 표본 관리와 관련하여, 전체를 대표할 수 있는 수치를 생산하기 위해 표본에 대한 설계가 잘 이루어졌다 하더라도, 정확한 수치를 응답 받을 수 있도록 선정된 표본을 관리하는 것도 중요하다. 표본 관리는 표본 조사를 통해 발생될 수 있는 오차관리와 표본 조사과정의 무응답 관리 및 유지 관리 등이 포함될 수 있다.

표본 조사에서 발생될 수 있는 오차는 표본 선정 및 조사에서 발생할 수 있는 표본오차와 무응답오차, 자료 기록 및 처리과정에서 발생하는 오차 등 비표본오차로 구분될 수 있다. 표본조사 과정에서 과학적이고, 합리적인 표본의 설정 및 조사를 통해 표본오차를 줄이도록 해야하며, 무응답에 대한 철저한 대응 및 관리를 통해 비표본오차를 줄이는 방안을 강구하여야 한다.

## References

- [1] Jae-Kwang Kim, *The Theory of Sample Survey*, JAYOU ACADEMY, 2008
- [2] Jung-Ho Kim, Bae-Sung Kim, Sung-Hwan Song, Chanf-Hwan Choi, *A Study on the Sample Design of For Agricultural Outlook Business by Commodities*, KREI Research Repor(D276), Korea Rural Economic Institute, 2009. 10.
- [3] Keun-Sik Han, *Sample Size determination based on Cut off Method*, Journal of Hansin, Hansin University, Vol. 12, pp. 591-600, 1995.
- [4] Korea Energy Economic Institute, *Energy Consumption Survey*, 2011, 2015.
- [5] Statistics Korea, *Agriculture, forestry & fishery census report :inland water fishery*, 2010, 2015.
- [6] Yeon-Jung Kim, Hyun-Tae Park, Chang-Yong Kang, Ki-Hwan Park, Dae-Heum Gwon, Hye-Sung Han, Woong-Yeon, *Prospect of Production and Utilization of Energy in the Rural Sector and Strategies for Introducing Clean Energy Farming System*, KREI Research Repor(R635), Korea Rural Economic Institute, 2011.

---

**김 연 중(Yean-Jung Kim)**

[정회원]



- 1995년 2월 : 전북대학교 대학원 농업경제학과 박사
- 2004년 9월 ~ 현재 : 한국농촌경제연구원 선임연구위원

<관심분야>

원예작물 생산·수급, 자원경제학, 식물공장, 신재생에너지

---

**김 배 성(Bae-Sung Kim)**

[종신회원]



- 1999년 6월 : 고려대학교 대학원 경제학박사
- 1999년 7월 ~ 2003년 1월 : 한국생명공학연구원, Post-Doc. 연구원, 선임기술원
- 2003년 2월 ~ 2012년 2월 : 한국농촌경제연구원 연구위원
- 2012년 3월 ~ 현재 : 제주대 산업응용경제학과 교수

<관심분야>

생산경제학, 응용계량경제학, 농산물 수급예측, 농업부문 에너지, GMO 안전성 정책