



식량 및 에너지 자급률에 따른 국가 유형화 분석

한기욱 · 안동환* · 김관수*†

한국해양수산개발원, *서울대학교 농경제사회학부

A Classification of Country Types with respect to Food and Energy Self-Sufficiency Rates by Using Cluster Analysis

Kiuk Han, Donghwan An*, and Kwansoo Kim*†

Korea Maritime Institute, Busan 49111, Korea

*Department of Agricultural Economics and Rural Development, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

ABSTRACT: The objective of this study is to classify and to investigate transition paths of 115 countries in the world with respect to food and energy self-sufficiency rates as well as their growth patterns. This study focuses on food and energy self-sufficiency rates and major economic variables (e.g., consumer price index, education) of the selected countries. Cluster analysis is used to classify country types and transition paths of food and energy self-sufficiency rates. We identify the following 5 groups: “High energy self-sufficiency countries”, “High economic fluctuation countries”, “Low productivity countries”, “High productivity countries with low food and energy self-sufficiency”, and “High productivity countries with high food self-sufficiency”. It was concluded that the type 2 group (= high economic fluctuation) contained most of the high food self-sufficiency countries from 1971 to 1990. However, the characteristics of the type 2 group changed into high energy self-sufficiency countries from 1991 to 2011. Also, the results identify that the food security is getting worse compared to the energy security.

Key words: food and energy security, factor analysis, cluster analysis, transition path

서 론

1973년과 1979년 아랍석유수출국기구(OAPEC)와 석유수출국기구(OPEC)의 원유생산 제한에 따른 원유가격 인상으로 세계 각국은 경제적 혼란을 경험하였다. 석유 자원 의존도가 높은 국가들은 인플레이션과 불황을 경험하게 되었고 이 때문에 석유 자원에 대한 중요성이 더욱 부각되었다. 한편, 2008년의 세계곡물 위기에는 밀, 옥수수, 콩 재배 지역의 이상 기후로 공급 차질이 발생하고, 이로 인하여 곡물 가격이 급등하였다. 이러한 국제 곡물가격의 상승은 에너지 가격의 동반 상승과 함께 나타났으며, 이는 바이오에너지의 생산 원료로 곡물자원이 사용될 수 있는 기술의 개발과 연계되어 있기 때문인 것으로 생각된다(Lee et al., 2003). 결과적으로 이러한 세계곡물

위기는 우리나라와 같은 곡물 수입국에게 식량 및 에너지에 대한 위기관리의 중요성을 부각시켰다(Park and Lee, 2008). 상대적으로 식량 및 에너지 자원이 부족한 우리나라의 경우, 식량의 약 70% 이상을 수입에 의존하고 있으며, 원유의 100%를 수입에 의존하기 때문에 식량 및 석유의 가격변동으로 인한 위험에 노출된 정도가 심하다.

식량안보의 이러한 중요성을 반영하여 Ahn and Han (2012)에서는 식량안보의 정의에 대한 학술적인 논의를 제시하였고, 거시적/양적 차원의 식량안보 정의로 농업 생산성을 반영하는 식량자급률을 언급하였다. 또한 Han et al. (2012)에서는 115개국의 식량 및 에너지 자급률을 중심으로 각 국가의 식량 및 에너지 안보 수준에 따른 국가유형 분석을 시도하였다. 분석결과, 식량 및 에너지 자급률을 중심으로 국가유형을 구분하여 발전 유형을 제시하였으며 전체 국가의 식량안보와 에너지안보 간의 상호연관성 분석을 통해 음의 상관관계가 존재함을 보였다. 그러나 국가유형의 구분에 있어서 자급률을 사용하였기 때문에 개별 국가의 특성이 반영되지 않았고 전체국가를 분석

†Corresponding author
(Phone) +82-2-880-4727
(E-mail) kimk@snu.ac.kr

<Received Apr. 2, 2015/Revised Oct. 6, 2015/Accepted Nov. 11, 2015>

대상으로 설정하여 상호연관성 분석을 시도하였기 때문에 개별국가의 유형별 특성이 반영되지 못한 한계가 지적될 수 있다. 이러한 제한점을 반영하기 위하여 Kim *et al.* (2014)에서는 식량과 에너지안보의 “참조국가 그룹별” 상호연관성과 이행경로 분석을 시도하였다. 위 연구에서는 국가별 특성을 제어하기 위해 참조국가 그룹별(OECD, HDI 상/하위, 체제전환국, OPEC)로 분석하여 평균 분석에 의존한 선행연구와 대비하여 차별성 있는 분석결과를 제시하였다. 특히, 참조국가 그룹별 식량자급률과 에너지자급률 간의 상호연관성 분석을 통해 식량 및 에너지 자급률의 상호연관성 분석결과가 유형별로 다르게 나타날 수 있음을 보였다. 하지만 Kim *et al.* (2014)의 연구에서도 참조국가 그룹 내의 개별 국가별 특성은 제어되지 않고 동일한 것으로 가정된 점은 연구의 한계점으로 지적될 수 있다.

본 논문에서는 선행연구에서 고려되지 못한 이러한 연구의 한계를 반영하기 위하여 기 설정된 참조국가 그룹을 활용하지 않고 통계적 기법을 활용하여 식량 및 에너지 자급률을 중심으로 국가유형화를 시도하고, 이에 기초한 유형별 이행경로를 분석한다. 유형화 방법으로는 개인 또는 여러 개체를 유사한 속성을 지닌 대상들끼리 그룹화하는 탐색적 다변량 분석기법인 군집분석을 이용하였다. 유형화를 위한 국가 특성변수에는 식량 및 에너지 자급률을 나타낼 수 있는 변수뿐만 아니라 국가 경제력을 나타내는 변수, 교육수준을 나타내는 변수, 물가변동 수준을 나타내는 변수 등을 포함하였다.

논문의 구성은 다음과 같다. 제 II장에서는 분석모형과 분석에 이용된 자료에 대해 알아보고, 제 III장에서는 식량 및 에너지 자급률에 따른 변화양상 및 군집분석에 따른 유형화 결과를 비교 분석한다. 마지막으로 제 IV장에서는 결론 및 시사점을 제시한다.

분석방법 및 자료

분석방법

본 연구에서는 분석에 포함된 전체 국가의 식량안보와 에너지안보 수준이 시간이 흐름에 따라 어떻게 변화하였는지를 살펴보기 위해 비모수적 커널밀도함수 추정을 통해 식량자급률과 에너지 자급률 분포의 변화를 살펴보았다. 확률분포 또는 확률밀도함수를 비모수적인 접근법으로 나타내는 방법으로 히스토그램과 비모수적 커널분포함수가 많이 사용된다. 히스토그램을 이용하여 추정되는 확률밀도함수는 이산적(discrete) 추정치라는 단점을 가지고 있지만, 비모수적 커널함수는 함수형태를 가정하지 않고서도 연속적인 확률밀도함수 추정이 가능하다는 장점을 지니고 있다. 따라서 본 연구에서는 비모수적 커널분포함수 추정법을 이용하여 식량자급률과 에너지자급률의 시기별 분포 변화를 분석하였다. 확률변수의 벡터 X 가 특값 x 를 가질 확률밀도함수는 식(1)과 같다. 여기서 N 은 관

측치 수이고, h 는 대역너비(bandwidth)이고, K 는 커널가중 함수이다.

$$f(x) = \frac{1}{Nh} \sum_{i=1}^N K\left(\frac{x-X_i}{h}\right) \quad (1)$$

또한, Kim *et al.* (2014), Han *et al.* (2012) 등의 선행연구들에서 주로 이용한 사회적 통념에 따른 국가 유형화(예: 참조국가 그룹, 대륙별) 대신 개별국가의 특성을 담기 위해 다변량 자료 분류를 위한 통계적 유형화 방법인 요인분석과 군집분석을 시행하였다. 요인분석이란 알지 못하는 특성을 규명하기 위하여 문항이나 변인들 간의 상호관계를 분석하여 상관이 높은 문항이나 변인들을 묶어서 몇 개의 요인으로 규명하고 그 요인의 의미를 부여하는 통계방법이다.

$$\begin{aligned} X - \mu &= \lambda F + \varepsilon \\ \text{Var}(X_i) &= \sigma_{ii} = [\lambda_{i1}^2 + \lambda_{i2}^2 + \dots + \lambda_{im}^2] + \Phi_i = h_i^2 + \Phi_i \quad (2) \\ \text{Cov}(X_i, X_j) &= \Phi_{ij} = \Phi_{ji} = \lambda_{i1}\lambda_{j1} + \lambda_{i2}\lambda_{j2} + \dots \\ &\quad + \lambda_{im}\lambda_{jm}, \quad i \neq j \end{aligned}$$

여기서 $F_{m \times 1}$ 은 공통인자, $\varepsilon_{p \times 1}$ 은 특수인자 벡터이며 $\lambda_{p \times m}$ 은 인자적재 행렬을 의미한다. h_i^2 는 X_i 의 공통분산, Φ_i 는 특수분산, 그리고 λ_{ij} 는 X_i 와 F_j 의 상관계수이다.

다음은 이렇게 규명된 요인을 중심으로 군집분석이 이루어진다. 군집분석이란 각 대상의 유사성을 측정하여 유사성이 높은 대상 집단을 분류하고, 군집에 속한 객체들의 유사성과 서로 다른 군집에 속한 객체 간의 상이성을 규명하는 통계 기법이다.

$$E = \sum_{i=1}^K \sum_{p \in C_i} (p - m_i)^2 \quad (3)$$

E 는 데이터베이스에서 모든 객체들의 제곱오차를 합한 것이며 p 는 주어진 객체를 뜻하는 공간의 점, C 는 개별군집, m_i 는 C_i 의 평균을 의미한다. 분석절차는 군집의 평균이나 중심값으로 객체들에서 K 를 임의로 추출하고 남겨진 객체들은 객체와 군집 평균에 기초하여 가장 가까운, 유사한 군집에 할당이 된다. 다음으로 각 군집 내에서 새로운 평균을 구하게 되고 위의 과정을 임계값에 기준함수가 수렴할 때까지 반복한다.

분석자료

본 연구는 국가 유형별 세계 식량 및 에너지 안보수준의 변화를 알아보기 위해 분석기간을 자료접근이 가능한 1971-2011년으로 설정하였으며, 분석에 이용된 자료는 World Bank와 FAO에서 발표된 것으로 개별 국가의 경제력 및 교육수준, 물가변동수준, 식량 및 에너지 자급률, 1인당 식량 및 에너지 생산량을 포함한다. 또한, 개별 국가의 특성을 최대한 반영하기 위해 식량 및 에너지 자급률 자료 확보가 가능한 115개국 중 변수에 결측치가 있는 국가는 제외한 60개국을 분석대상으로

하였으며, 분석기간을 2개 구간(1971-1990, 1991-2011)으로 나누어 분석을 시행하였다. 분석구간은 급격한 유가 변동이 있었던 걸프 전쟁 기간(1990년 8월 2일-1991년 2월 28일)을 기준으로 설정되었다. 걸프전쟁이 에너지 안보 위기라는 경제적 상황과 군사적 개입이라는 정치적 행위와의 관계를 표출하였고, 따라서 중장기적인 석유 수급변화 및 개별 국가의 에너지 관련 정책 변화를 유도했을 것으로 판단된다. 본 논문에서의 이러한 구조적 변화를 반영하기 위하여 분석기간을 구분하였다.

분석을 위한 변수로는 연도별 생산량 및 공급량(소비량)을 이용하여 구한 자급률과 함께 국가별 규모를 제어하기 위하여 국가별 1인당 식량 및 에너지 생산량 자료도 포함하였다. 그 외 개별 국가의 특성을 반영하기 위해 국가별 생산력 정도를 나타낼 수 있는 변수인 학교등록률, 1인당 GDP, 농촌인구비율 등을 이용하였고, 물가변동수준^{가)}을 통해 각 국가의 경제 변화수준을 반영하고자 하였다.

Table 1은 분석에 이용된 기초통계량을 나타낸다. 두 기간 사이에 식량자급률과 에너지자급률은 소폭 하락한 것으로 나타났다. 1인당 식량 및 에너지 생산량은 증가한 것으로 분석되었다. 또한, 경제력과 교육수준을 나타내는 1인당 GDP, 중학교 등록률과 중등 교육연수는 증가하였으나, 경제성장률은 다소 낮아진 것으로 나타났다. 한편, 국가경제의 변동성을 반영하기 위한 요인으로 포함된 물가지수는 감소한 것으로 나타나 물가수준이 안정화되어 온 것으로 나타났다.

Table 1. Statistics for cluster analysis.

| Variables | Unit | Mean | | Standard Deviation | |
|-------------------------------|-----------|-------------|-------------|--------------------|-------------|
| | | (1971-1990) | (1991-2011) | (1971-1990) | (1991-2011) |
| Food self-sufficiency rates | % | 90.10 | 86.00 | 39.83 | 56.40 |
| Energy self-sufficiency rates | % | 126.88 | 118.50 | 157.53 | 142.10 |
| Cereal self-sufficiency rates | % | 83.90 | 78.63 | 46.75 | 62.40 |
| Consumer Price Index | % | 15.15 | 11.04 | 11.17 | 11.39 |
| GDP deflator | % | 14.74 | 10.43 | 11.25 | 10.66 |
| GDP per capita (nominal) | US\$ | 3448.70 | 15181.44 | 4160.83 | 19353.04 |
| GDP per capita (constant) | US\$ | 5643.07 | 13549.35 | 6873.09 | 16354.91 |
| GDP growth | % | 3.77 | 3.57 | 1.90 | 1.66 |
| School Enrollment | % | 52.51 | 74.70 | 27.24 | 29.02 |
| Years of Secondary schooling | year | 1.48 | 2.36 | 1.01 | 1.16 |
| Rural population rate | % | 0.51 | 0.40 | 0.21 | 0.20 |
| Cereal production per capita | ton | 0.286 | 0.349 | 0.343 | 0.349 |
| Food production per capita | ton | 0.371 | 0.422 | 0.409 | 0.422 |
| Energy production per capita | 1000(toe) | 0.002 | 0.006 | 0.003 | 0.006 |

Source: FAO STAT, World Bank

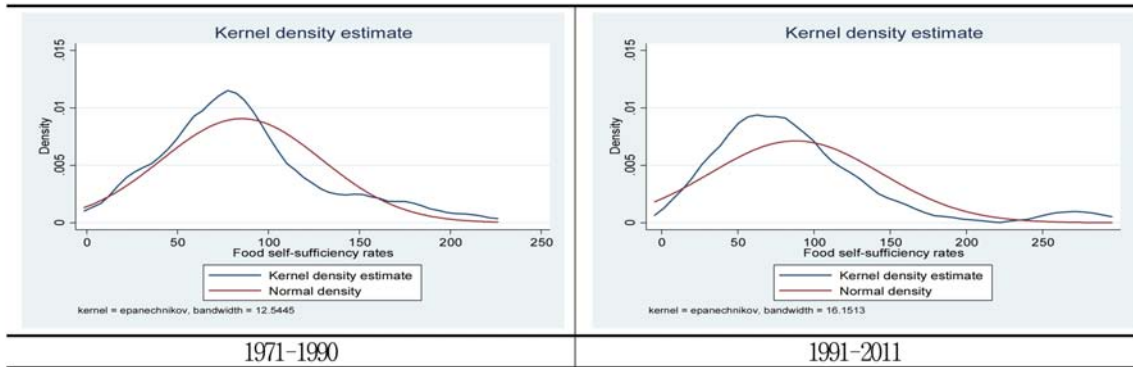
가)본 연구의 연구목적은 유형별 식량 및 에너지 안보 수준의 변화를 알아보는 것이므로 국가별 편차가 큰 물가변동수준은 40%를 최대값으로 설정하였다.

분석결과

식량 및 에너지 자급률의 분포와 변화

Fig. 1은 두 기간의 식량자급률을 비모수적으로 추정한 커널 분포함수와 정규분포함수를 비교한 것이다. 두 기간 모두 식량자급률이 오른쪽으로 긴 꼬리 분포를 가지고 있어 양의 왜도를 가지고 있는 것으로 분석되었으며, 1971-1990년도보다 1991-2011년도의 왜도가 더 큰 것으로 나타났다. 분포의 봉우리가 얼마나 뾰족한지 또는 분포의 꼬리가 얼마나 두꺼운지를 나타내는 첨도는 3 이상으로 두 기간 모두 봉우리가 정규분포보다 뾰족하였으며 왜도와 마찬가지로 1971-1990년도보다 1991-2011년도의 값이 더 큰 것으로 나타났다. 따라서 두 기간 사이에 평균 식량자급률이 감소하였을 뿐만 아니라 국가별 자급률 편차가 커졌음을 알 수 있다.

Fig. 2는 두 기간에 걸친 에너지자급률의 커널분포함수를 보여주고 있다. 에너지자급률은 식량자급률과 마찬가지로 오른쪽으로 긴 꼬리 분포를 가지고 있으며 식량자급률보다 왜도가 더 크게 나타나 오른쪽으로 더 긴 꼬리 분포를 가지고 있는 것으로 분석되었다. 이는 핵심 에너지원인 석유 생산이 몇몇 산유국에 집중되어 있고, 대부분 국가는 석유 수입에 의존하고 있어 에너지자급률의 국가별 편차가 크기 때문인 것으로 생각된다. 에너지자급률의 첨도 또한 식량자급률의 첨도에 비해 더 큰 것을 볼 수 있는데, 왜도의 경우와 유사한 이유로



Source: FAO STAT, World Bank

Fig. 1. Empirical distribution of food self-sufficiency rates.

Table 2. Basic statistics of food self-sufficiency rates.

| Year | Mean | Median | Standard Deviation | Skewness | Kurtosis | Sample Size |
|-----------|------|--------|--------------------|----------|----------|-------------|
| 1971-1990 | 90.1 | 84.4 | 39.8 | 0.56 | 3.22 | 60 |
| 1991-2011 | 86.0 | 74.4 | 56.4 | 1.75 | 6.57 | 60 |
| Average | 88.1 | 79.4 | 48.1 | 1.16 | 4.90 | 60 |

*weighted average (weight = total food supply)

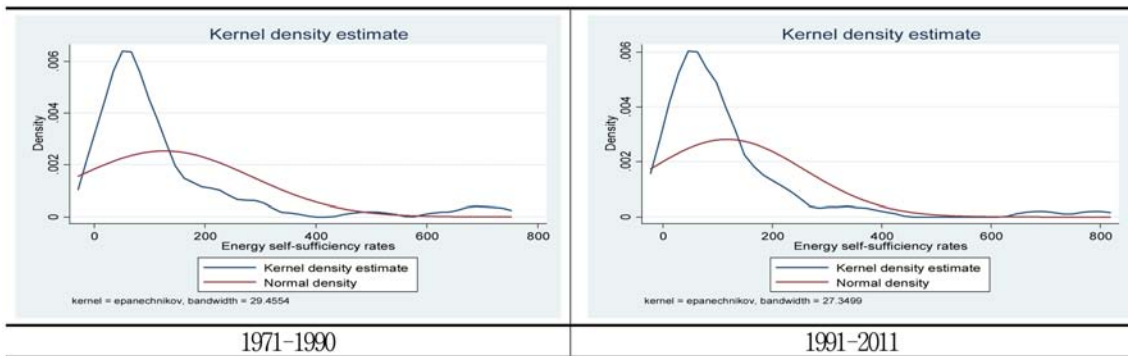
설명될 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 에너지 자급률 역시 식량자급률과 마찬가지로 자급률이 감소하였을 뿐만 아니라 국가별 자급률 편차가 커졌음을 알 수 있다.

요인분석 결과

요인은 주축인자법(principal axis factoring)으로 추출하였고 요인의 수는 고유벡터의 크기가 변하는 비율을 의미하는 고유값(eigenvalue) 1을 기준으로 정하였다. Table 4는 1971-1990년도와 1991-2011년도를 기준으로 배리맥스 회전한 요인 값을 크기순으로 정리한 표이다. 분석 결과, 전체 요인은 총 4가지로 선정되었고, 요인 1은 5개, 요인 2는 4개, 요인 3은 3개, 요인 4는 2개의 변수와 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났다.

기간별로 보면 요인 값의 미세한 차이는 있지만 동일 변수들로 요인이 추출되었다.

먼저 첫 번째 요인은 교육 및 경제력과 관련된 변수, 도시화 정도를 나타내는 변수가 포함되어 있으며, 개별 국가의 생산력 수준을 의미하는 것으로 해석될 수 있다. 두 번째 요인은 곡물 자급률과 식량 자급률, 1인당 곡물 생산량과 식량 생산량이 포함되어 가중치가 반영된 식량 자급률을 의미한다고 볼 수 있다. 다음으로 세 번째 요인은 물가수준 및 경제 성장률과 관련된 변수들로서 국가경제의 변동성을 나타내고, 네 번째 요인은 에너지 자급률과 1인당 에너지 생산량이 포함되어 가중치가 반영된 에너지 자급률을 의미하는 것으로 볼 수 있다.



Source: FAO STAT, World Bank

Fig. 2. Empirical distribution of energy self-sufficiency rates.

Table 3. Basic statistics of energy self-sufficiency rates.

| Year | Mean | Median | Standard Deviation | Skewness | Kurtosis | Sample Size |
|-----------|-------|--------|--------------------|----------|----------|-------------|
| 1971-1990 | 126.9 | 80.8 | 157.5 | 2.57 | 9.31 | 60 |
| 1991-2011 | 118.5 | 81.0 | 142.1 | 3.02 | 13.48 | 60 |
| Average | 122.7 | 80.9 | 149.8 | 2.80 | 11.40 | 60 |

*weighted average (weight = total energy consumption)

Table 4. Results of factor analysis.

| Variables | Factors (1971-1990) | | | | Factors (1991-2011) | | | |
|-------------------------------|---------------------|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Productivity | | | | | | | | |
| School Enrollment | .936 | .080 | .028 | -.056 | .877 | .104 | -.194 | -.029 |
| GDP per capita(constant) | .919 | .239 | -.108 | .084 | .834 | .197 | -.289 | .293 |
| Years of Secondary schooling | .907 | .103 | -.009 | -.064 | .873 | .011 | -.230 | -.011 |
| GDP per capita(nominal) | .891 | .298 | -.163 | .149 | .816 | .167 | -.288 | .305 |
| Rural population rate | -.782 | -.176 | -.294 | -.056 | -.783 | -.163 | -.140 | -.040 |
| Food self-sufficiency rates | | | | | | | | |
| Cereal self-sufficiency rates | .059 | .901 | .030 | -.157 | -.060 | .938 | .051 | -.062 |
| Food self-sufficiency rates | .101 | .889 | .135 | -.056 | .030 | .916 | .142 | .006 |
| Cereal production per capita | .498 | .775 | -.054 | .028 | .415 | .790 | -.179 | -.019 |
| Food production per capita | .581 | .741 | -.032 | .068 | .520 | .742 | -.177 | .116 |
| Economic fluctuations | | | | | | | | |
| Consumer Price Index | -.059 | -.059 | .962 | -.066 | -.230 | .038 | .920 | -.002 |
| GDP deflator | -.102 | -.032 | .959 | -.108 | -.199 | -.012 | .915 | .022 |
| GDP growth | -.168 | -.254 | -.487 | -.129 | -.150 | -.188 | -.136 | -.193 |
| Energy self-sufficiency rates | | | | | | | | |
| Energy self-sufficiency rates | -.201 | -.158 | .002 | .908 | -.068 | -.070 | .091 | .925 |
| Energy production per capita | .283 | .016 | -.056 | .902 | -.150 | -.188 | -.136 | -.193 |

Table 5. Results of cluster analysis.

| Year | Factor | Cluster Type | | | | |
|-------------------|-------------------------------|--------------|---------|---------|----------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1971 - 1990 | Productivity | .09937 | -.26391 | -.78508 | .90140 | 1.34344 |
| | Food self-sufficiency rates | -.60358 | .43429 | .03869 | -1.20425 | 1.15795 |
| | Economic fluctuations | .00566 | 2.21996 | -.42222 | -.09128 | -.32610 |
| | Energy self-sufficiency rates | 2.67868 | -.24569 | -.23735 | -.67521 | -.11916 |
| 1991 - 2011 | Productivity | .49794 | -.15464 | -.99108 | .87353 | .61086 |
| | Food self-sufficiency rates | -.47098 | -.27977 | -.07161 | -.52406 | 2.23606 |
| | Economic fluctuations | -.46044 | 1.43409 | -.61635 | -.39838 | -.03928 |
| | Energy self-sufficiency rates | 4.52944 | .17533 | -.10099 | -.52530 | -.01991 |

군집분석 결과

본 연구에서는 계산 속도가 빠르고 대량의 자료에서 군집을 발견하는데 상당히 효과적으로 알려진 k-평균 군집분석(k-means cluster analysis)⁴⁾ 방법을 이용하였다. 군집의 수는 실험을 통해 5개로 결정되었으며, 기간별 최종 군집의 결과는

Table 5에 나타나있다. 우선, 1971-1990년도 군집분석 결과를 보면, 군집 1은 식량자급률은 낮고 에너지자급률이 매우 높은 유형으로 에너지 보유자원이 많은 국가 유형이다. 군집 2는 경

⁴⁾MacQueen, J. B. (1967)

제변동률이 높은 유형으로 에너지자급률보다 식량자급률이 높은 유형이며, 군집 3은 생산력이 낮은 국가들의 유형으로 저개발 국가들이 많이 모여 있다. 다음으로 군집 4는 생산력은 높으나 식량자급률과 에너지자급률이 모두 매우 낮은 유형으로서 우리나라와 같이 식량 또는 에너지 안보 제고가 중요한 중진국 및 선진국의 유형이라고 할 수 있다. 마지막으로 군집 5는 생산력과 식량자급률이 매우 높은 반면 에너지자급률은 상대적으로 낮은 국가들의 유형으로 볼 수 있다. 다음으로 1991-2011년도 최종군집을 살펴보면, 1971-1990년도 최종군집의 결과와 약간의 차이가 있지만 전반적으로 유사한 결과를 보여준다. 하지만 경제 변동률이 높은 유형인 군집 2는 1971-1990년도에는 식량자급률이 높은 국가들이 많이 포함되어 있었으나 1991-2011년도에는 식량자급률이 높은 국가보다 에너

지자급률이 높은 국가들이 많이 포함되어 있다는 차이가 있다. 이전에 비해 에너지 자원의 활용도가 높아짐에 따라 산유국들의 1인당 GDP가 급격히 상승하여 물가가 상승한 측면과 석유와 천연가스를 차지하기 위한 에너지 확보 경쟁이 심화되는 가운데 산유국들의 정치적 불안정성이 이와 같은 결과를 야기한 것으로 볼 수 있다.

최종 군집분석 결과에 따른 국가 유형화 결과는 Table 6과 같다. 먼저 군집 1은 에너지 자급률이 매우 높은 유형으로, 1971-1990년도에는 가봉(식량자급률 43.88, 에너지자급률 722.45), 노르웨이(식량자급률 160.07, 에너지자급률 270.25)와 같이 에너지자급률이 높은 6개국 포함되어 있었으나, 1991-2011년도에는 알제리와 이란 등 4개국 포함되어 있었으나 다른 유형으로 분류됨에 따라 가봉과 노르웨이 등 2개국이

Table 6. Country classification by cluster analysis.

| 1971-1990 | | 1991-2011 | |
|-----------------------------|---|--|--|
| Cluster 1 (6 countries) | Algeria Gabon Iran Norway | Trinidad Tobago Venezuela | Cluster 1 (2 countries) Gabon Norway |
| Cluster 2 (7 countries) | Argentina Democratic republic of the Congo Ghana Mexico | Peru Turkey Uruguay | Cluster 2 (14 countries) Algeria Colombia Democratic republic of the Congo Ecuador Ghana Iran Jamaica Mexico Nigeria Peru Sudan Turkey Venezuela Zimbabwe |
| Cluster 3 (27 countries) | Cameroon Colombia Costa rica Côte d'Ivoire Ecuador Egypt El Savador Honduras India Indonesia Kenya Malaysia Morocco | Nepal Nigeria Pakistan Panama Paraguay Philippines Sudan Senegal Sri Lanka Syrian Thailand Togo Tunisia Zimbabwe | Cluster 3 (19 countries) Cameroon Côte d'Ivoire Egypt El Savador Honduras India Indonesia Kenya Morocco Nepal Pakistan Philippines Senegal Sri Lanka Syrian Thailand Togo Tunisia Trinidad tobago |
| Cluster 4 (10 countries) | Dominican Republic Israel Italy Jamaica Japan | Jordan Netherlands Portugal South Korea Spain | Cluster 4 (18 countries) Austria Costa rica Dominican Republic Finland Greece Ireland Israel Italy Japan Jordan Malaysia Netherlands New Zealand Panama Portugal South Korea Spain Sweden |
| Cluster 5 (10 countries) | Austria Canada Denmark Finland France | Greece Ireland New Zealand Sweden U.S.A | Cluster 5 (7 countries) Argentina Canada Denmark France Paraguay U.S.A Uruguay |

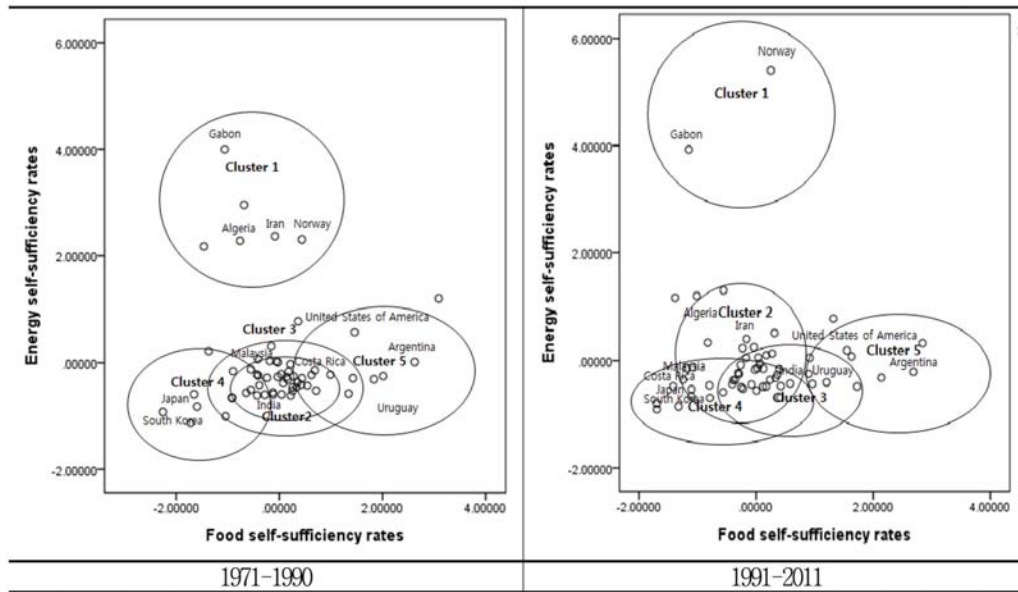


Fig. 3. Scatter plot of countries by cluster.

1번 유형을 구성하고 있다. 2번 유형은 경제변동률이 높은 유형으로 1971-1990년도에는 아르헨티나(식량자급률 194.42, 에너지자급률 93.30), 우루과이(식량자급률 145.57, 에너지자급률 35.63)와 같이 식량자급률이 높은 국가들이 많이 구성되어 있으나, 1991-2011년도에는 알제리(식량자급률 31.41, 에너지자급률 384.35), 이란(식량자급률 73.12, 에너지자급률 200.01)과 같이 에너지자급률이 높은 국가들로 구성되어 있다. 즉, 2번 유형은 1971-1990년의 경우 국가경제 변동성과 식량자급률이 높은 유형이었으나, 1991-2011년도에는 국가경제 변동성과 에너지자급률이 높은 유형으로 변화되었다고 볼 수 있다. 3번 유형은 생산력이 낮은 국가들의 유형으로 1971-1990년도에는 27개국이 포함되어 있었지만, 1991-2011년도에는 19개국으로 상대적으로 많은 변화가 있었다. 이는 코스타리카(식량자급률 72.17, 에너지자급률 54.49), 말레이시아(식량자급률 57.00, 에너지자급률 162.77)와 같은 국가들이 1991-2011년도에 들어서 경제성장으로 1인당 GDP 등 경제규모는 커진 반면, 식량자급률은 낮아져 4번 유형으로 이동해 갔기 때문이다.

4번 유형은 생산력은 높지만 식량 및 에너지자급률이 낮은 유형으로, 1971-1990년도에는 우리나라와 일본을 포함한 10개국이 포함되었으나 1991-2011년도에는 18개국으로 8개국이 추가되었다. 이러한 변화는 앞서 언급했던 것처럼 경제성장으로 경제규모는 커졌으나 식량 또는 에너지자급률이 낮아진 국가들이 3번 유형에서 4번 유형으로 이동해 왔고, 5번 유형에 있던 그리스(식량자급률 98.94, 에너지자급률 39.96), 아일랜드(식량자급률 103.69, 에너지자급률 27.39), 핀란드(식량자급률 108.49, 에너지자급률 47.63)가 식량 또는 에너지자급률이 하락하면서 4번 유형으로 이동해온 결과이다. 5번 유형은 생산

력 및 식량자급률이 높은 국가들로 1971-1990년도에 10개국이었으나 1991-2011년도에는 7개국으로 감소하였다. 이는 그리스, 아일랜드, 스웨덴, 뉴질랜드, 오스트리아가 4번 유형으로 이동해 갔고 국가경제 변동성이 높은 2번 유형에 포함되어 있던 아르헨티나와 우루과이가 물가수준 변동이 완화됨에 따라 5번 유형으로 이동한 결과이다.

Fig. 3은 식량자급률과 에너지자급률을 중심으로 나타낸 군집별 산점도이다. 에너지자급률이 높은 군집 1은 그림의 위쪽에 분포되어 있고 식량자급률이 높은 군집 5는 그림의 우측에 분포되어 있다. 경제변동률이 높은 군집 2와 선진화 및 생산력이 낮은 군집 3은 인자득점 0을 기준으로 고루 분포되어 있고 선진화 및 생산력 수준은 높으나 식량 및 에너지자급률이 낮은 군집 4는 인자득점 0을 기준으로 좌측 아래에 분포되어 있다. 기간별로 산점도 기본 분포는 유사하나 에너지자급률이 높은 군집 1의 경우 국가 구성 수가 줄었고 에너지자급률 인자점수가 많이 증가하였다. 이는 1971-1990년도 군집 1에 있던 노르웨이와 가봉의 에너지자급률 및 1인당 에너지 생산량이 같은 군집에 있던 국가들에 비해 상대적으로 증가되었기 때문이다. 국가경제 변동성이 높은 군집 2는 1971-1990년도 산점도에 비해 분포가 좌상향으로 이동하였는데, 이는 1971-1990년도의 경우 경제 변동률이 높았던 국가 가운데 식량자급률이 높은 국가들이 많이 포함되었던 반면, 1991-2011년도에는 에너지자급률이 높은 국가들이 많이 포함되어 있기 때문이다. 이와 달리 군집 3과 군집 4, 그리고 군집 5의 상대적인 위치는 변화가 없는 것으로 나타났다.

시간이 흐름에 따라 군집의 국가 구성의 변화가 있었고 자급률 수준 또한 달라졌는데 군집 2의 변화가 가장 큰 것으로

나타났다. 1971-1990년도의 군집 2는 식량자급률 120.7%, 에너지자급률 88.5%로 식량자급률이 높은 국가가 많이 구성되었으나, 1991-2011년도의 군집 2는 식량자급률 76.1%, 에너지자급률 175.3%로 에너지자급률이 높은 국가들이 많이 구성되어 있다. 이와 같은 결과는 에너지 자원의 활용이 점차 많아짐에 따라 산유국의 경제성장이 빠르게 이루어졌고 경제성장 과정에서 일어난 과도기적 현상으로 해석될 수 있다.

이러한 분석결과를 종합해보면, 시간이 흐름에 따라 에너지 자원의 중요성이 커져가고 있으며 국가별 식량 안보수준의 변화는 에너지 안보수준의 변화에 비해 부정적인 방향으로 흘러가고 있다고 볼 수 있다. 또한, 주목해야 할 점은 식량 및 에너지 안보수준을 고려해야 할 국가의 수뿐만 아니라 생산력 수준이 낮은 국가들의 식량 및 에너지 안보수준이 낮아지고 있다는 것이다. 특히, 유형 3의 케냐(식량자급률 74.65), 니팔(식량자급률 96.73)과 유형 2의 짐바브웨(식량자급률 84.7)의 경우, 1971-1990년도에는 식량자급률이 100% 이상으로 나타났으나 1991-2011년도에는 100% 미만으로 감소하였다. 이와 같이 생산력 수준이 낮은 상황에서 식량자급률 또한 떨어진다면 국가의 식량안보 측면에서 부정적이라고 볼 수 있다. 에너지 안보 역시 자급수준을 기준으로 한 국가 구성의 변화는 크지 않지만 전체적인 자급률 수준이 하락하고 있으며 자원이 특정 국가에 밀집되어 있는 특성상 불평등도 심화문제에 대한 고려가 필요하다.

결론 및 시사점

본 논문에서는 유형별 식량안보 및 에너지안보 수준의 변화를 알아보기 위하여 분석 기간을 2개 구간(1971-1990, 1991-2011년)으로 나누어 개별국가의 특성을 반영한 요인분석과 군집분석을 이용하여 통계적 유형화를 시도하였다. 자료 접근이 가능한 60개국을 대상으로 전체국가의 자급률 변화 정도를 분석한 결과, 전 기간(1971-2011년) 동안 60개국의 식량자급률은 90.1%에서 86.0%로, 에너지자급률은 126.9%에서 118.5%로 감소한 것으로 나타났다. 또한 식량자급률과 에너지자급률의 왜도 및 첨도는 모두 증가하였으며, 식량자급률보다 에너지자급률 분포가 상대적으로 정규분포와의 차이가 더 큰 것으로 나타났다. 이러한 결과는 특정 국가 그룹에 식량 및 에너지 자원이 집중되어 있어 국가 간 자원이 비효율적으로 분배되고 있다는 것을 의미한다.

다음으로 국가의 특성을 고려하여 요인분석과 군집분석을 통해 국가별 유형화를 시도하였다. 개별 국가의 특성을 살리기 위해, 국가의 생산력 수준을 나타내는 변수와 경제변동률을 나타내는 변수, 그리고 식량 및 에너지 안보수준을 나타낼 수 있는 변수를 이용하여 분석 기간별로 두 차례 군집분석을 시행하였으며, 군집분석결과를 활용하여 추세 분석을 시도하

였다. 주요한 분석결과로는 에너지자급률이 높은 군집 1의 경우, 노르웨이와 가봉이 높은 에너지 안보 수준을 유지하고 있는 것으로 나타났으나, 나머지 국가들은 그 정도가 점차 감소되고 있는 것으로 나타났다. 경제변동률이 높은 군집 2의 경우, 1971-1990년 분석기간 동안에는 식량자급률이 높은 국가들이 많이 포함되어 있었으나 1991-2011년 분석기간 동안에는 에너지자급률이 높은 국가들이 많이 포함된 것으로 나타났다. 생산력 수준이 낮은 군집 3의 경우, 군집에 포함된 국가의 갯수와는 별개로 자급률이 하락한 국가가 많이 포함되어 식량 및 에너지 안보 문제가 심화되고 있는 것으로 나타났다. 우리나라가 속해 있는 군집 4의 경우, 식량 및 에너지자급률이 가장 낮은 유형으로 군집 3에 있던 국가 중 경제력은 상승하였으나 식량 또는 에너지자급률이 하락함에 따라 군집 4로 이동해 온 경우와 군집 5에 있던 국가 중 식량 및 에너지자급률이 하락함에 따라 군집 4로 이동해 온 경우가 있어 포함된 국가의 개수가 증가한 것으로 분석되었다.

위의 분석결과는 다음과 같은 국제 식량 및 에너지자급률 변화의 방향성을 보여준다. 첫째, 시간이 흐름에 따라 식량 자원보다 에너지 자원의 활용이 많아져 경제 변동률이 높은 군집에는 에너지 자급률이 높은 국가들이 다수 포함되어 있으며, 둘째, 국가별 식량 안보수준은 에너지 안보수준에 비해 상대적으로 보다 부정적인 방향으로 이행되고 있으며, 셋째, 생산력 수준이 낮은 국가들의 식량자급률은 하락하는 방향으로 이행되고 있는 것으로 나타났다. 이러한 분석 결과는 식량자급률 하락에 따른 식량 자원 분포의 비대칭성 문제와 아울러 식량 자원의 생산에 있어서의 불균등도 심화 문제를 야기시킬 수 있다는 측면에서 우리나라 식량 및 에너지 안보 정책에도 시사하는 바가 크다. 우리나라의 식량안보 수준은 사료용을 포함한 곡물자급률 기준으로 1980년 약 56%에서 2014년 24.0%로 급격히 악화되었으며, 에너지안보 또한 자급률 3% 수준에 머물러 있는 현실이다. 이러한 점에서 전 세계적으로 가시화되고 있는 식량 자원의 불균등 추세를 고려해 볼 때, 해외농업개발 및 국가곡물조달 시스템의 확보 등을 통한 곡물 자주율²⁾과 바이오에너지 생산을 통한 에너지자급률의 제고 노력이 정책적 차원에서 강조될 필요가 있다.

본 연구의 분석결과는 요인점수를 이용하여 분석함에 따라 절대적인 기준이 아닌 상대적인 기준으로 국가 특성을 반영한 것으로 이해될 수 있다. 따라서 절대적인 기준을 통한 비교와 그에 기초한 시사점 도출이 이루어질 수 없다는 한계가 지적될 수 있다. 또한, 자료미비로 인하여 많은 국가가 분석에서 제외되었는데, 후속연구에서는 풍부한 자료의 확보를 통하여 보다 많은 국가가 포함된 분석이 요구된다.

²⁾곡물자주율이란 국내생산 곡물 및 해외에서 생산·유통한 곡물을 포함해 곡물 자급 정도를 나타내는 개념을 의미함.

적 요

1. 두 차례의 오일쇼크(1973년, 1979년)와 세계곡물위기(2008년)는 상대적으로 천연자원이 풍부하지 못한 국가들에게 위협이 되었다. 우리나라의 경우, 식량의 약 70% 이상을 수입에 의존하고 원유의 100%를 수입에 의존하기 때문에 식량 및 석유의 가격변동으로 인한 위협에 노출된 정도가 심하였다.

2. 하지만, 위협정도는 국가 간의 부존자원, 이를 대체할 수 있는 기술력 수준, 경제변동률 등에 따라 다르게 분석되었다.

3. 본 논문의 연구목적은 이러한 개별 국가가 처한 위협 정도를 알아보기 위해, 2개 구간(1971-1990년, 1991-2011년)으로 나누어 국가 유형화를 시도함. 유형화를 위해 요인분석, 군집분석을 실시하였으며 아래와 같은 몇 가지 시사점을 도출하였다.

4. 본 논문에서는 (1) 시간이 흐름에 따라 식량 자원보다 에너지 자원의 활용이 많아져 경제변동률이 높은 유형에는 에너지 자급률이 높은 국가들이 다수 포함되어 있음을 알 수 있고, (2) 국가별 식량 안보수준의 변화는 에너지 안보수준의 변화에 비해 부정적인 방향으로 흘러가고 있다는 것을 알 수 있으며, (3) 생산력 수준이 낮은 국가들의 식량자급률은 하락하는 방향으로 이행되고 있는 것으로 나타났다. 이러한 분석결과는 식량자급률 하락에 따른 식량 자원 분포의 비대칭성 문제와 아울러 식량 자원 생산에 있어서의 불균등도 심화 문제를 야기시킬 수 있다는 측면에서 시사하는 바가 크다.

감사의 글

이 논문은 2014년도 정부재원(교육과학기술부 사회과학연구비지원사업비)으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음(2014S1A3A2044459).

REFERENCES

- Ahn, B. and D. Han. 2012.** "Review of Various Viewpoints on Food Security and Policy Implications", *Korean Journal of Agricultural Management and Policy*, Vol. 39(4): 815-840.
- FAO, FAO STAT**, <http://faostat3.fao.org>.
- Han, D., B. Ahn and M. Park. 2012.** "Classification of country types according to food and energy securities: Focusing on food and energy self-sufficiency rates", *Korean Journal of Agricultural Economics*, Vol. 53(4): 89-109.
- MacQueen, J.B. 1967.** "Some methods for classification and Analysis of Multivariate Observations", *Proceedings of 5-th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, Vol. 1(5): 281-296. 1967.
- Kim, K., D. An and Y. Kim. 2014.** "An Empirical Analysis on Correlation and Transition Path of Food and Energy Self-Sufficiency by Reference Group", *Korean Journal of Agricultural Economics*, Vol. 55(2): 23-49.
- Lee, J., M. Koh, W. Park, J. Ahn. 2003.** "Energy Production Using Biomass in the EU", *Korean J. Intl. Agri.* Vol. 15(3): 172-178.
- Park, P., S. Lee. 2008.** "A Cause for Agflation and Contgermeasures against Food Crisis", *Korean J. Intl. Agri.* Vol. 20(4): 278-285.
- World Bank.** World development indicators, <http://data.worldbank.org/indicator>.