

임산물 산지종합유통센터의 효율성 및 영향요인 분석*

이현근**

Contents

1. 서론	49
2. 임산물 시장 효율성 분석의 이론적 배경	51
3. 분석 자료	56
4. 분석 결과	58
5. 요약 및 시사점	64

Keywords

자료포락분석(DEA), 부트스트랩, 절단회귀모형, 임산물 산지종합유통센터, 효율성

Abstract

우리나라 임산물 시장이 침체하는 가운데 FTA에 따른 시장 개방이 가속화되면서 임업 분야의 경쟁력 제고와 임가 소득 안정을 위한 과제가 매우 중요해지는 시점이다. 이에 정부에서는 임산물 산지종합유통센터 사업을 지원하고 있으며, 그에 따른 성과평가가 필요하다. 이 논문에서는 임산물 산지종합유통센터 사업을 지원받은 42개 경영체와 그 중 31개 생산자단체 및 법인을 대상으로 Simar & Wilson(2007)의 알고리즘 2에 따른 부트스트랩 방법을 이용하여 편향이 수정된 효율성을 추정하고, 그 효율성 값을 이용한 절단회귀분석 모형을 부트스트랩 방법으로 분석했다. 효율성 추정 결과, 전체 표본과 생산자단체 및 법인 모두 Simar & Wilson(2007)의 알고리즘 2에 따른 효율성 값이 일반적인 DEA보다 낮은 것으로 분석되었다. 비효율성의 원인은 전체 표본과 생산자단체 및 법인 모두 규모 측면보다는 순수기술 측면에서 비효율성 때문으로 분석되었다. 전체 표본을 대상으로 임산물 산지종합유통센터의 효율성에 영향을 미치는 요인을 분석한 결과, 조직 형태, 센터 유형, 출자금, 버섯류, 산나물류, 수도권과 호남권 변수가 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 생산자단체 및 법인을 대상으로 효율성에 영향을 미치는 요인을 분석한 결과, 출자금 변수와 산나물류 변수는 통계적으로 유의하지 않고, 강원권 변수는 통계적으로 유의한 것이 전체 표본 분석 결과와 다른 점으로 나타났다.

* 이 연구는 한국농촌경제연구원에서 수행한 'FTA 국내보완대책 농업인지원 성과분석(2023)'의 일환으로 설문 조사한 자료를 바탕으로 한국농업경제학회, 한국농식품정책학회와 한국축산경영학회가 공동 주최한 2023년 동계학술대회에 발표한 논문을 수정 보완한 것임. 본 논문에 유익한 논평을 해 주신 익명의 심사자들에게 감사드립니다.

** 한국농촌경제연구원 전문연구원, e-mail: hkleee@krei.re.kr

An Analysis of Forest Product Processing Centers' Efficiency and its Determinants*

Hyun-Keun Lee**

Keywords

DEA, Bootstrap, Truncated Regression Model, Forest Product Processing Center, Efficiency

Abstract

As the market opening under the FTA accelerates amid the stagnation of the forestry market in Korea, the task of enhancing competitiveness in the forestry sector and stabilizing the income of families becomes very important. Accordingly, the government is supporting the forest product processing center project, and performance evaluation is required accordingly. In this paper, 42 executives and 31 producer organizations and corporations that received support for the forest product processing center project were separated to estimate the bias corrected efficiency using the bootstrap method according to Simar and Wilson(2007)'s algorithm 2, and the truncated regression analysis model using the efficiency value was analyzed using the bootstrap method. As a result of efficiency estimation, it was analyzed that the efficiency value according to Simar and Wilson(2007)'s algorithm 2 was lower than that of the general DEA in both the entire sample and producer group and corporation. In terms of the causes of inefficiency, it was analyzed that inefficiency occurred in terms of pure technology rather than scale. As a result of analyzing the factors affecting the efficiency of the forest product processing center for all samples, it was found that the organizational form, center type, investment, mushrooms, wild vegetables, metropolitan area and Honam area variables were significant. As a result of analysis of producer organizations and corporations, it was found that the investment and wild vegetables variables were not statistically significant, and the variables in the Gangwon region were statistically significant, which was different from the results of the overall sample analysis.

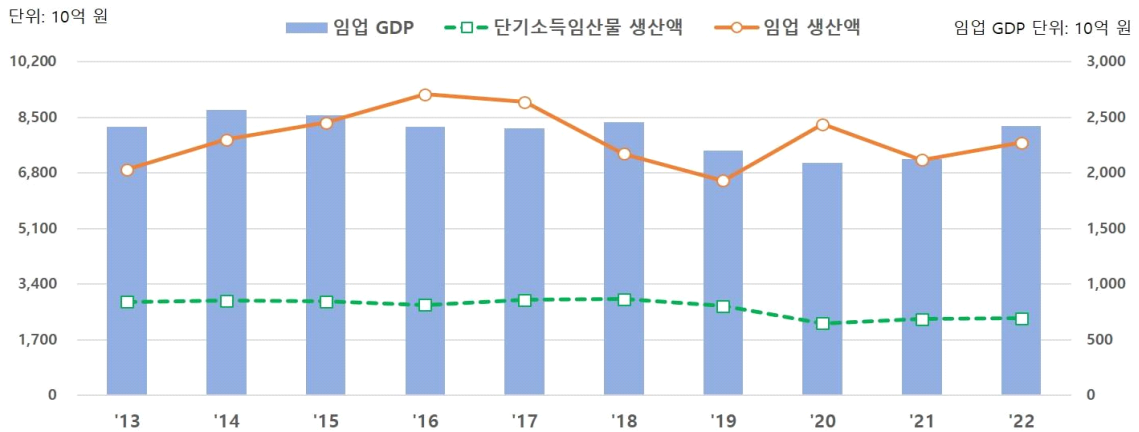
* This paper was written based on survey data as part of the "FTA Domestic Complementary Measures Farmer Support Performance Analysis (2023)" conducted by the Korea Rural Economic Institute. In addition, this paper is a revised and supplemented paper presented at the 2023 Winter Conference jointly hosted by the Korean Agricultural Economics Association, the Korean Association of Agricultural and Food Policy, and the Korean Association of Livestock Management. I would like to thank the anonymous reviewers for their helpful comments on this paper.

** Korea Rural Economic Institute, Research Associate, e-mail: hkleee@krei.re.kr

1. 서론

우리나라 임산물 시장은 최근 2년 동안 회복세를 보였지만, 전반적으로 침체기를 벗어나지 못하고 있다. 한국은행의 경제활동별 GDP 자료에 따르면, 임업 분야 GDP(월계열, 명목 기준)는 2013년 2조 4,176억 원에서 2020년 2조 886억 원으로 감소했다가 2022년 2조 4,204억 원으로 2013년 수준을 회복한 것으로 나타났다. 산림청 임산물 생산조사의 임산물 생산액 자료에 따르면, 우리나라 임산물 시장이 더 심각한 상황임을 알 수 있다. 먼저 임산물 부류별 생산액은 2022년 기준으로 순임목(2.9조 원, 36.9%), 단기소득임산물(2.4조 원, 30.5%)과 토석(1.9조 원, 24.8%)이 대부분을 차지한다. 임목의 성장을 평가한 금액인 순임목 생산액은 시장에서 거래되는 가치가 아니어서 임산물 시장은 단기소득임산물이 주도한다고 볼 수 있다(민경택 외, 2015). 우리나라 임산물 전체 생산액이 2017년 8조 9,652억 원에서 2022년 7조 7,258억 원으로 연평균 2.9% 감소한 가운데, 가장 큰 비중을 차지하는 단기소득임산물 생산액은 같은 기간 2조 9,136억 원에서 2조 3,582억 원으로 연평균 4.1% 감소한 것으로 나타났다.

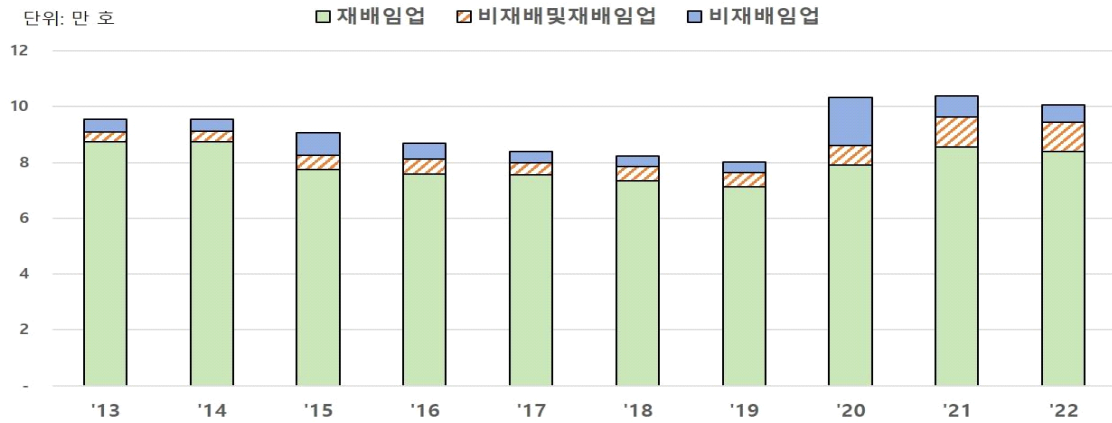
그림 1. 우리나라 임업 GDP 및 생산액 추이



자료: 통계청<<https://kosis.kr>>; 산림청 산림임업통계플랫폼<<https://kfss.forest.go.kr>>.

우리나라 임가 수는 2013년 9만 5,373호에서 2019년 8만 46호로 감소 추세를 보이다가 2020년에 경기도를 중심으로 타 작물 대비 재배 용이성과 임산물 가격 상승 기대감 등으로 인해 10만 3,416호까지 증가했다. 임가 수는 2020년 이후 다시 감소해 2022년에 10만 618호로 감소했다. 임가 수를 임업 경영 형태로 나누어 보면, 재배임업 임가 수는 전체 임가의 83.3%(2022년 기준)를 차지하고, 비재배임업을 겸하는 임가 수를 포함하면 93.8%에 달한다(<그림 2> 참고). 따라서 우리나라 임업은 단기소득임산물 재배 임가가 큰 비중을 차지한다고 볼 수 있으며, 임가 소득 증진을 위해서 단기소득임산물 생산 기반 구축과 임산물 유통구조 개선이 매우 중요한 과제라고 할 수 있다(민경택 외, 2015).

그림 2. 우리나라 임가 경영 형태별 임가 수 추이



자료: 산림청 산림임업통계플랫폼(<https://kfss.forest.go.kr>).

산림청에서는 유통구조 개선과 임업인 소득증대를 위해 청정임산물이용증진 사업을 추진하고 있다. 1) 청정임산물이용증진 사업 예산은 연도별로 증감을 보이지만, 2018년 602억 원에서 2023년 178억 원으로 최근 5년 동안 전반적으로 감소 추세를 보인다. 청정임산물이용증진 사업은 임산물 가공산업 육성, 임산물 유통구조 개선, 임산물 6차 산업화, 임산물 소비 촉진 및 정보관리의 네 가지 분야로 구성되는데, 유통구조 개선 분야의 예산(74억 6천만 원)이 전체의 41.9%(2023년 기준)로 가장 큰 비중을 차지한다. 유통구조개선 분야의 세부 사업에서는 유통기반조성사업의 예산이 45.6억 원으로 가장 많고, 임산물 산지종합유통센터 사업 예산은 20억 원으로 두 번째 큰 비중을 차지하고 있다.

이 논문에서 초점을 맞추고자 하는 임산물 산지종합유통센터 사업은 단기소득임산물의 수집·저장·가공 등 유통 체계의 현대화와 규모화를 지원하여 유통 효율성을 제고하고, 더 나아가 임가 소득을 높이기 위해 추진되고 있다. 임산물 산지종합유통센터 사업의 지원 내용은 시설물 건축(필수), 가공 장비, 선별·포장 장비, 유통 장비, 위생·판매시설과 ICT 융복합 SW 지원이 있다. 지원 자격은 총 출자금이 일반 유통센터는 1억 원 이상, 거점 유통센터는 3억 원 이상이어야 하며, 법인 설립 후 운영 실적은 각각 1년과 3년 이상, 조합원 수는 각각 5인과 30인 이상이어야 한다. 임산물 산지종합유통센터의 경우 업체당 적게는 5억 원, 많게는 10억 원(소비자 거점 유통센터의 경우 20억 원)의 국비 예산이 일시에 투입되기 때문에 사업 신청 및 선정 등 사업추진을 신중히 할 필요가 있으며, 체계적이고 지속적인 사후관리 및 평가도 필요하다(민경택 외, 2015).

임산물 산지종합유통센터의 유통 효율성과 임가 소득을 높이기 위해서 적절한 규모의 투입을 통해 최대한의 성과를 도출하거나, 반대로 적정 규모의 성과를 도출하기 위해 최소한의 규모를 투입할 필요

1) 2004년에 기존 단기임산물생산기반조성, 임산물이용가공, 임산물유통지원 사업의 용자금을 산림소득종합자금으로 통합하여 사업구조를 단순화했고, 2010년부터는 예산과목구조 개편에 따라 임업유통가공 구조개선, 산림작물생산기반조성, 전통산지약용소득원화 세부 사업을 청정임산물이용증진으로 통·폐합했음. 2021년에는 예산과목구조 개편으로 청정임산물이용증진과 임산물 생산기반조성 사업으로 분리하여 추진하고 있음(산림청, 2023).

가 있다. 이러한 투입과 산출이 적절하게 이루어지지 않는다면, 임산물 유통 효율성과 임가 소득 증대를 기대하기 어렵기 때문이다. 그뿐만 아니라 효율성이 비교적 높지 못한 경영체의 경우 효율성 개선을 적극적으로 도모해야 한다. 이를 위해서 임산물 산지종합유통센터의 효율성에 영향을 미치는 요인 분석을 통해서 효율성 개선 방안을 마련하는 것이 필요하다.

따라서 이 논문에서는 청정임산물이용증진 사업 평가 차원에서 임산물 산지종합유통센터 사업을 지원받은 업체를 대상으로 편향이 제거된 부트스트랩 효율성을 추정하고, 그 효율성에 미치는 요인도 부트스트랩 방법을 이용해 분석하고자 한다. 본 연구의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 임산물 산지종합유통센터의 효율성을 분석하기 위한 이론적 배경과 분석 방법, 제3장에서는 효율성 분석을 위한 자료에 관해 설명하고자 한다. 제4장에서는 효율성 및 효율성에 영향을 미치는 요인 분석 결과를 제시하고, 제5장에서는 요약 및 시사점을 제시하고자 한다.

2. 임산물 시장 효율성 분석의 이론적 배경

2.1. 임산물 시장 효율성 분석 선행연구

우리나라 임산물 시장과 관련된 다양한 연구가 수행되었지만, 이 논문에서는 효율성 분석 관련 연구를 중심으로 살펴보고자 한다. 먼저 수실류와 버섯 재배 임가를 대상으로 경영 효율성을 분석한 황제필·김의경(2020), 원현규 외(2016), 이성연 외(2014)와 원현규 외(2013)의 연구가 있다.

황제필·김의경(2020)은 밤, 대추, 호두, 뽕은감을 재배하는 임가의 임산물생산비조사 원시자료를 이용해 투입 측면에서의 효율성을 분석했다. 또한, 효율성 중간값을 이용해 상위그룹과 하위그룹을 나누어 효율성에 영향을 미치는 요인을 파악했다. 주요 결과를 보면, 밤 재배 임가의 경우 전착제와 특수자가노동비, 대추 재배 임가는 복합비료, 기타 무기질비료, 살균제, 살충제, 전착제, 자작지, 특수자가노동비와 노동비, 호두 재배 임가는 조성비, 퇴구비, 살균제, 살충제, 특수자가노동비 및 자가노동비, 뽕은감 재배 임가는 퇴구비, 자작비와 특수자가노동비가 효율성에 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 원현규 외(2016)는 밤 재배 임가를 대상으로 조사한 임산물생산비 자료(2008~2014년)를 이용해 연도별 기술효율성을 산출 측면의 BCC(Banker et al., 1984) 모형을 이용해 분석했다. 또한, 스피어먼(Spearman) 상관분석을 통해 연도별 기술효율성 증감 원인을 분석했다. 밤 생산의 기술효율성은 2010년까지는 효율적인 상태를 유지하다가 2011년부터 비효율적인 상태를 보였으나, 2013년부터 다시 상승하는 추세를 보였다. 연도별 기술효율성 증감에는 시장 가격이 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 이성연 외(2014)는 20개 표고버섯 재배 임가를 대상으로 한 설문조사 자료를 이용해 효율성을 분석하고, 다시 주업과 겸업임가로 나누어 효율성을 분석했다. 주요 연구 결과에서 전체적인 효율성은 규

모 요인에 의해서 비효율성이 나타나는 것으로 분석되었다. 경영 형태별로 보면, 겸업임가가 주업 임가보다 효율성이 낮은 가운데, 주업 임가는 순수기술 효율성에서 비효율성이 있고, 겸업임가는 규모 효율성에서 비효율성이 존재하는 것으로 나타났다. 원현규 외(2013)는 충남지역 20개 밤 재배 임가를 대상으로 한 설문조사 자료를 이용해 효율성을 분석했다. 충남지역 밤 재배 임가의 효율성은 비효율적인 상태에 있으며, 순수기술 효율성보다는 규모 효율성 측면에서 비효율성이 존재하는 것으로 분석되었다.

다음으로 임산물 재배 임가가 아닌 물적 존재에 가까운 법인 및 조합 경영체, 특정 사업을 대상으로 효율성을 분석한 김중기·장동현(2022), 우희성 외(2012), 장우환·이상호(2011) 등의 연구가 있다.

김중기·장동현(2022)은 전북지역 13개 산림조합을 대상으로 투입 측면에서의 경영 효율성을 분석했다. 1개 조합은 규모의 수익체감(Decreasing Return to Scale: DRS), 7개 조합은 규모의 수익증가(Increasing Return to Scale: IRS)로 분석되어 운영상 또는 규모 효율성을 높이는 것이 필요한 것으로 나타났다. 우희성 외(2012)는 총 52개 숲가꾸기 사업 대상지의 효율성을 투입 측면에서 분석했다. 분석 결과, 43개 지역은 규모의 수익체감(DRS), 2개 지역은 규모의 수익체증(IRS)을 보여 일정 한계 도달 시 오히려 비효율성이 높아지는 사업 특성을 보여주었다. 장우환·이상호(2011)는 48개 산림사업법인을 대상으로 효율성을 분석했다. 전체적인 효율성은 매우 비효율적인 상태이며, 순수기술적 측면보다는 규모 측면에서의 비효율성이 높은 것으로 분석되었다. 규모의 경제성은 44개 법인이 규모의 수익증가(IRS)인 것으로 분석되어, 사업 규모 확대가 필요한 것으로 나타났다.

지금까지의 선행연구를 살펴보면 대부분 연구가 자료포락분석(Data Envelopment Analysis: DEA) 분석을 통해 전체적인 효율성 및 집단 간 효율성 차이를 분석하고, 효율성 개선방안을 제시했다. 효율성에 영향을 미치는 요인 분석의 경우 t -검정이나 상관관계 분석을 시도했다. 한편 DEA 모형은 경영 실수나 행운 등의 불확실성을 모두 비효율성으로 간주하고, 분석 결과를 통계적으로 추론할 수 없을 뿐만 아니라 분석 자료의 확률적 변동성을 고려할 수 없다는 한계가 있다(이상호, 2021). 따라서 이 논문은 부트스트랩 방법을 활용해 편향이 제거된 임산물 산지종합유통센터의 효율성을 분석하는 동시에 그 효율성에 영향을 미치는 요인도 부트스트랩 방법을 이용해 통계적으로 분석하는 것이 선행연구와의 차별점이라고 할 수 있다.

2.2. 분석 방법

우선 효율성을 분석하는 방법은 일반적으로 모수적인 방법인 확률경계분석법(Stochastic Frontier Analysis: SFA)과 비모수적 방법인 DEA로 구분된다. SFA는 함수 형태에 대한 가정이 필요하고 표본 크기가 커야 한다는 특징이 있다(김원빈·엄지범, 2022). 반면, DEA는 함수 형태를 가정하지 않고 투입 물과 산출물을 동시에 다룰 수 있으며, DEA의 목적이 효율성 개선 정보를 얻기 위한 성과평가에 대한 것이라면 표본크기는 크게 중요하지 않다는 특징이 있다(고길곤, 2017).

이 논문에서는 비모수적 방법인 DEA 분석을 기본으로 시행하고자 한다. DEA 모형은 Charnes et al.(1978)이 제안한 CCR(Charnes et al., 1978) 모형과 Banker et al.(1984)이 제안한 BCC 모형으로 구분된다. 자유가처분성과 불록성은 두 모형 모두 공통으로 가정하는 것이며, CCR 모형은 규모에 대한 수확불변(Constant Return to Scale: CRS), BCC 모형은 규모에 대한 수확가변(Variable Return to Scale: VRS)을 가정한다. 또한 DEA 모형은 효율성 분석의 초점이 무엇인지에 따라 투입 지향과 산출 지향으로 구분된다.²⁾ 이 논문에서는 FTA 국내보완대책에 따른 상당한 사업비가 임산물 산지종합유통센터 사업에 투자되기 때문에 주어진 자원을 활용해서 최대 산출을 도출하는 것이 중요하다고 판단했다. 임산물 산지종합유통센터 경영체가 예산만 확보하고 경영의 효율성을 기하지 않는다면 재정지원의 효율성이 낮아질 수밖에 없고, 임가 소득 증대도 기대하기 어렵기 때문이다.

산출 지향 CCR 포락 모형은 다음과 같다. j 는 의사결정단위(Decision Making Unit: DMU), i 는 투입요소, r 은 산출요소, k 는 효율성을 계산하려는 특정 k 번째 DMU, λ_j 는 j 번째 DMU의 가중치, s_i^- 와 s_r^+ 는 각각 투입변수와 산출변수의 여유분(slack), θ 는 DMU의 비효율성을 나타낸다. 이때, θ 는 일반적으로 1보다 큰 값으로 나타나는데, 실제 분석 결과에서는 0과 1 사이의 일반적인 효율성 값으로 제시하기 위해 역수를 취했다. $\sum_{j=1}^n x_{ji}\lambda_j$ 와 $\sum_{j=1}^n y_{jr}\lambda_j$ 는 각각 투입과 산출변수의 선형 결합을 나타낸다. 그리고 제약조건에서 첫 번째 제약조건은 효율 경계 위에서 투입 요소 여유분의 합이 투입 수준과 같게 하는 것이고, 두 번째 제약조건은 최대 산출 수준과 효율 경계와의 차이에서 산출 요소의 여유분의 합이 0이 되도록 하는 것이다. 즉, 두 제약조건 모두 의사결정단위가 투입이나 산출 요소의 여유분 값이 0보다 큰 약효율적인 효율 경계에 있을 때 여유분 값이 0이 되는 강효율적인 상태가 되도록 하는 역할을 한다.

$$Max \theta + \epsilon \sum_{i=1}^m s_i^- + \epsilon \sum_{r=1}^s s_r^+ \tag{1}$$

$$s.t. \sum_{j=1}^n x_{ji}\lambda_j + s_i^- = x_{ki} \quad (\text{단, } i = 1, 2, \dots, m)$$

$$y_{kr}\theta - \sum_{j=1}^n y_{jr}\lambda_j + s_r^+ = 0 \quad (\text{단, } r = 1, 2, \dots, s)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad (\text{단, } j = 1, 2, \dots, n)$$

$$s_i^- \geq 0 \quad (\text{단, } i = 1, 2, \dots, m)$$

$$s_r^+ \geq 0 \quad (\text{단, } r = 1, 2, \dots, s)$$

²⁾ 투입 지향은 목표 산출량이 주어져 있을 때 효율성을 달성하기 위해 투입 요소를 조절할 수 있다고 가정하는 것이며, 산출 지향은 투입의 크기가 주어져 있을 때 산출을 조정하여 효율성을 달성하는 것을 의미함(고길곤, 2017).

산출 지향 BCC 포락 모형은 다음과 같이 CCR 포락 모형에서 λ 값들의 합이 1이라는 제약조건을 추가하여 구축할 수 있다. 이때, $\sum_{j=1}^n \lambda_j$ 가 1보다 크면 규모에 대한 수익감소(DRS)를 나타내고, 1보다 작으면 규모에 대한 수익증가(IRS)를 의미한다(고길곤, 2017).

$$\text{Max } \theta_k + \epsilon \sum_{i=1}^m s_i^- + \epsilon \sum_{r=1}^s s_r^+ \quad (2)$$

$$\text{s.t. } x_{ki} - \sum_{j=1}^n x_{ji} \lambda_j - s_i^- = 0 \quad (\text{단, } i = 1, 2, \dots, m)$$

$$y_{kr} \theta_k - \sum_{j=1}^n y_{jr} \lambda_j + s_r^+ = 0 \quad (\text{단, } r = 1, 2, \dots, s)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad (\text{단, } j = 1, 2, \dots, n)$$

$$s_i^- \geq 0 \quad (\text{단, } i = 1, 2, \dots, m)$$

$$s_r^+ \geq 0 \quad (\text{단, } r = 1, 2, \dots, s)$$

Badunenko & Tauchmann(2019)은 DMU의 효율성 크기 그 자체보다 효율성에 미치는 요인이 무엇인지를 분석하는 것이 더 중요하다고 주장했다. 효율성에 영향을 미치는 요인을 통계적으로 분석하는 것을 2단계 접근법(two-stage approach)이라고 할 수 있다. DEA를 통해 분석된 효율성 값은 0과 1 사이의 값을 갖기 때문에 통상최소제곱법(Ordinary Least Square: OLS)에 기반한 회귀분석 대신 로지스틱 분석이나 토빗 회귀분석이 이용된다(고길곤, 2017).

2단계 접근법의 활용성과 직관성에도 불구하고 Simar & Wilson은 두 가지 점을 비판하고 있다. 첫째는 자료 형성 과정에서 명확한 이론이 존재하지 않는다는 점이고, 두 번째는 2단계 접근법에서 추구하는 일반적인 추론에서 효율성 점수가 같은 표본에서 계산된다는 점을 무시한다는 것이다.³⁾ 이에 Simar & Wilson은 이 두 한계점을 동시에 고려한 모형을 구축했다(Simar & Wilson, 2007).

Simar & Wilson(2007)의 자료 형성 과정에 관한 핵심 아이디어는 다음 식 (3)과 같다. N개의 DMU에 대해 투입물 벡터 x_i , 산출물 벡터 y_i 와 DMU의 효율성에 영향을 미치는 요인 벡터인 z_i 가 있다고 할 때, 효율성 θ_i 는 z_i 에 선형적으로 의존한다고 볼 수 있다.⁴⁾

3) Simar & Wilson은 토빗 모형(tobit model)과 절단회귀모형(truncated regression model) 추정치의 표준 오차가 잘못 추정된 것일 수 있음을 지적함(Simar & Wilson, 2019).

4) 이때, θ_i 는 1에서부터 무한대까지 이르는 Farrell(1957)의 산출 지향 비효율성(inefficiency)을 의미함.

$$\theta_i = z_i\beta + \epsilon_i \tag{3}$$

단, ϵ_i 는 평균이 0이고 분산이 σ^2 인 독립적이고 좌측 절단($1 - z_i\beta$)된 정규 분포를 가지는 오차항임. 2단계 접근법의 단점은 θ_i 가 관측 불가능하다는 것이며, DEA 분석을 통해 추정된 효율성 점수 $\hat{\theta}_i$ 은 θ_i 가 아닐 수 있다는 것이다. 즉, $\hat{\theta}_i$ 는 실제 생산 가능 곡선까지의 거리가 아니라 추정된 생산 가능 곡선까지의 거리를 의미한다. 따라서 $\hat{\theta}_i$ 는 편향된(biased) 값이라고 할 수 있다. Simar & Wilson은 오차항 ϵ_i 가 DMU 간에는 통계적으로 독립적이라고 할지라도 z_i 에 관해서는 그렇지 않을 수 있다는 점과 위 식 (3)에서 θ_i 가 0의 확률로 1의 값을 가짐에도 불구하고 대부분의 DEA 분석에서 $\hat{\theta}_i$ 은 1의 값을 가진다는 한계를 지적하고 있다(Simar & Wilson, 2007).

Simar & Wilson(2007)은 위 문제를 해결하기 위해 첫 번째로 가상적 오차가 $1 - z_i\hat{\beta}$ 로 좌측 절단된 정규 분포에서 비독립적으로 도출되는 모수적 부트스트랩 과정을 통해 $\hat{\beta}$ 에 관한 표준 오차와 신뢰구간을 추정하는 방법을 제안했다. 두 번째는 효율성 값이 1인 DMU를 회귀분석에서 제외하는 알고리즘 1과 편향 수정(bias corrected)된 DEA 효율성 점수인 $\hat{\theta}_i^{bc}$ 가 종속변수로 사용되는 알고리즘 2를 제안했다. 알고리즘 1은 N보다 적은 M개의 효율성 점수가 절단회귀모형(truncated regression model)의 종속변수로 사용되고, 이때 추정된 $\hat{\beta}$ 와 표준 오차 σ 가 부트스트랩 과정에 포함된다. 알고리즘 2는 1보다 큰 값을 가지는 모든 효율성 점수 $\hat{\theta}_i^{bc}$ 가 절단회귀분석과 부트스트랩에 사용된다.⁵⁾

Simar & Wilson(2007)이 제안한 알고리즘 1과 알고리즘 2의 구체적인 분석 과정은 다음 <표 1>과 같다. 우선 알고리즘 1은 효율성을 외부적으로 추정하고, 효율성 값이 1이 아닌 DMU를 이용해 가상적 효율성을 추정한 다음 절단회귀모형 분석을 B회 반복하는 방법이다. 알고리즘 2는 내부적으로 계산된 모든 효율성 값을 이용해 가상적 효율성을 추정하되, 가상적 DMU를 참조 셋으로 설정하는 과정을 B회 반복한다. 그다음 편향이 수정된 효율성(bias corrected efficiency) 값을 이용해 절단회귀모형을 분석하는 과정을 B회 반복하는 방법이다. 이 논문에서는 지면의 한계와 연산 측면에서 다른 편향 수정 모형보다 단순하고 모수적인 방법이라고 할 수 있는 알고리즘 2를 이용한 분석 결과만 제시했다.

표 1. Simar & Wilson(2007)의 효율성 요인 분석 알고리즘

알고리즘 1	알고리즘 2
1. DEA를 이용해 N개 DMU의 $\hat{\theta}_i$ 을 계산 2. 절단회귀모형에서 $\hat{\theta}_i$ 가 1보다 큰 M개 DMU를 사용하여 $\hat{\beta}$ 와 $\hat{\sigma}$ 을 추정 3. 부트스트랩(3.1.~3.3.의 과정을 B회 반복) 3.1. M개 DMU의 가상적 오차항 $\tilde{\epsilon}_i$ 를 절단 분포를 통해 추정	1. DEA를 이용해 N개 DMU의 $\hat{\theta}_i$ 을 계산 2. 절단회귀모형에서 $\hat{\theta}_i$ 가 1보다 큰 M개 DMU를 사용하여 $\hat{\beta}$ 와 $\hat{\sigma}$ 을 추정 3. 부트스트랩(3.1.~3.4.의 과정을 B_1 회 반복) 3.1. N개 DMU의 가상적 오차항 $\tilde{\epsilon}_i$ 를 절단 분포를 통해 추정

⁵⁾ 알고리즘 2는 연산 측면에서 다른 편향 수정 모형보다 단순하고 모수적인 방법이라고 할 수 있음.

(계속)

알고리즘 1	알고리즘 2
3.2. M개의 가상적 효율성 $\tilde{\theta}_i$ 를 계산 3.3. $\tilde{\theta}_i$ 의 최대우도값, 부트스트랩 추정치 $\hat{\beta}^b$ 와 $\hat{\sigma}^b$ 를 얻기 위해 절단회귀모형 분석 4. $\hat{\beta}^b$ 와 $\hat{\sigma}^b$ 의 부트스트랩 분포를 통해 $\hat{\beta}$ 와 $\hat{\sigma}$ 의 신뢰구간과 표준 오차를 계산	3.2. N개의 가상적 효율성 $\tilde{\theta}_i$ 를 계산 3.3. 가상적 DMU 생성($\tilde{x}_i = x_i, \tilde{y}_i = (\hat{\theta}_i / \tilde{\theta}_i) y_i$) 3.4. $\hat{\theta}_i^b$ 를 추정하기 위해 N개 가상적 DMU를 최초 DMU의 참조 셋(reference set)으로 설정 4. N개 DMU의 편향이 제거된 효율성 $\hat{\theta}_i^b [\hat{\theta}_i - (\frac{1}{B_1} \sum_{b=1}^{B_1} \hat{\theta}_i^b - \hat{\theta}_i)]$ 를 계산 5. $\hat{\beta}$ 와 $\hat{\sigma}$ 을 최대우도법으로 추정하기 위해 절단 회귀 모형 분석 6. 부트스트랩(6.1.~6.3.의 과정을 B_2 회 반복) 6.1. N개 DMU의 가상적 오차항 $\tilde{\epsilon}_i$ 를 절단 분포를 통해 추정 6.2. N개의 가상적 효율성 $\tilde{\theta}_i$ 를 계산 6.3. $\tilde{\theta}_i$ 의 최대우도값, 부트스트랩 추정치 $\hat{\beta}^b$ 와 $\hat{\sigma}^b$ 를 얻기 위해 절단회귀모형 분석 7. 부트스트랩 분포를 통해서 $\hat{\beta}$ 의 신뢰구간과 $\hat{\sigma}$ 을 계산

자료: Badunenko & Tauchmann(2019).

3. 분석 자료

3.1. 분석 자료 개요

이 논문에서는 임산물 산지종합유통센터의 효율성과 효율성에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위해 2006년부터 2022년까지 사업지원을 받은 경험이 있고, 2023년에도 운영되고 있는 82개 임산물 산지 종합유통센터를 대상으로 설문 조사한 자료를 이용했다. 설문조사에서는 총 63개 업체가 응답하여 76.8%의 응답률을 보였으며, 효율성과 효율성에 영향을 미치는 요인 분석을 위해 각 문항에 성실하게 응답한 42개 응답 자료를 활용했다.

이 논문에서 활용한 42개 임산물 산지종합유통센터 경영체의 일반 현황을 보면 다음과 같다. 경영체 유형은 생산자단체 및 법인의 비중이 73.8%, 산림조합의 비중은 26.2%로 나타났다. 산지종합유통센터 유형은 거점 산지종합유통센터 비중이 61.9%, 일반 산지종합유통센터의 비중이 38.1%로 조사되었다. 6) 취급 원료 품목의 경우, 수실류 비중이 38.1%로 가장 컸으며, 그다음으로 버섯류 28.6%, 약용작물 21.4% 순으로 나타났다. 권역은 호남권의 비중이 38.1%로 가장 많았고, 그다음은 경남권(16.7%), 충청권(14.3%)과 경북권(11.9%) 순으로 나타났다.

6) 일반 유통센터는 단순 가공을 하는 산지종합유통센터를 의미하며, 사업비는 1억~5억 원을 지원받을 수 있음. 반면, 거점 유통센터는 복합가공을 하면서 연간 200일 이상 가동해야 하는 산지종합유통센터를 의미하며, 사업비는 5억~10억 원을 지원받을 수 있음.

3.2. 분석 대상 자료와 분석 변수

임산물 산지종합유통센터의 효율성을 분석하기 위한 투입 및 산출 변수는 선행연구 등에 기반하여 설정했다. 투입 변수는 시설 총면적, 인력 수(정규 및 계약직 포함)와 매출원가를 사용했고, 산출 변수로는 매출액, 영업이익과 가동일을 사용했다.⁷⁾ 투입 변수로 시설 총면적, 인력 수와 매출원가를 사용한 이유는 임산물 산지종합유통센터 사업의 의무 사항은 시설물 건축이며, 유통센터를 가동하기 위해서는 인력과 임산물 원재료 등이 필요하기 때문이다. 산출 변수로 매출액, 영업이익과 가동일을 선택한 이유는 매출액을 본 사업의 목적인 유통 체계의 현대화와 규모화 등의 외형적, 실질적 경영 성과로 간주할 수 있기 때문이다(장우환·이상호, 2011). 한편, 임산물 산지종합유통센터의 효율성에 영향을 미치는 요인 변수로 권역, 품목군, 경영체 형태, 센터 유형과 출자금 변수를 사용했다.

표 2. 임업 부문 효율성 분석 최근 선행연구의 투입 및 산출변수 현황

구분	분석 내용	투입 변수	산출 변수
우희성 외(2012)	숯가꾸기 사업의 효율성 분석	재료비, 노무비, 경비	작업량, 제거분수, 사업면적
김중기·장동현(2022)	전북지역 산림조합의 효율성 분석	조합원 수, 임직원 수, 총자산	신용사업수익, 일반사업수익, 당기순이익
원현규 외(2016)	밤 생산의 효율성 분석	조성비, 비료비, 고용노동비, 관리비	생산량
원현규 외(2013)	충남지역 밤 재배 임가의 효율성 분석	재배면적, 관리비, 수확비, 재료비, 간접비	조수입
황재필·김의경(2020)	유실수 생산 임가의 효율성 분석	조성비, 비료비, 농약비, 재배면적, 노동투입비	조수입
장우환·이상호(2011)	산림사업법인의 효율성 분석	임원 수, 직원 수, 자산액	매출액, 순이익
이성연 외(2014)	표고 재배 임가의 효율성 분석	신규접종비, 재배비, 수확판매비, 조성비, 재료비	연간생산량

자료: 저자 정리.

이 논문에서는 42개 경영체의 2022년 실적을 바탕으로 효율성과 효율성에 영향을 미치는 요인을 분석했으며, 다음 <표 3>은 투입·산출 및 요인 변수들의 기초통계량을 나타낸다. 평균 매출액은 19억 8천만 원이지만 최소 6천만 원에서 최대 100억 원에 이를 정도로 표준편차가 매우 큰 것으로 나타났다. 반면, 평균 영업이익은 1억 7천만 원이었으며, 경영체별로 편차는 그리 크지 않은 것으로 나타났다. 평균 가동일은 234일, 사업비 총액 평균은 9억 4천만 원, 시설 면적은 평균 1,007.7㎡, 인력 수는 평균 7.5명, 매출원가는 평균 11억 2천만 원, 평균 출자금은 17억 1천만 원으로 조사되었다.

한편 이 논문에서는 산림조합과 생산자단체 및 법인의 경영 특성이나 경영 목표가 다를 수 있다는 점을 고려했다. 즉 앞서 살펴본 것처럼 산림조합의 표본 수 비율이 26.2%로 적고, 실제 분석에서도 추정치가 수렴되지 못하기 때문에 생산자단체 및 법인에 대해서만 효율성과 효율성에 영향을 미치는 요인

⁷⁾ 고길곤(2017)은 투입 및 산출 변수를 선정하는 일반적인 규칙이 존재하지 않는다고 주장하면서도 이론적 접근, 통계적 접근, 사후적 접근의 3단계를 통해 DEA 분석을 위한 변수를 신중하게 선정할 것을 제안함.

을 분석했다. 생산자단체 및 법인의 분석 변수별 기초통계량은 일부 변수를 제외하면 전체 표본보다 전반적으로 낮은 값을 보인다. 평균 매출액과 영업이익은 전체보다 적은 16억 8천만 원과 1억 6천만 원이고, 가동일은 전체보다 5.3일 적은 228.8일로 나타났다. 사업비 총액과 매출원가는 전체보다 적은 9억 원과 9억 7천만 원이었고, 시설 면적(1,030.7㎡)과 직원 수(7.5명)는 전체와 비슷하거나 많다.

표 3. 임산물 산지종합유통센터 분석 변수별 기초통계량

구분	전체 표본			생산자단체 및 법인			
	관측치	평균	표준 편차	관측치	평균	표준 편차	
산출	매출액(억 원)	42	19.811	21.649	31	16.771	20.245
	영업이익(억 원)	42	1.653	2.207	31	1.583	2.445
	가동일(일)	42	234.143	81.072	31	228.839	81.946
투입	사업비 총액(억 원)	42	9.351	4.136	31	9.012	4.427
	시설 면적(㎡)	42	1,007.729	1,044.052	31	1,030.762	1,196.021
	직원 수(명)	42	7.476	5.057	31	7.484	5.026
	매출원가(억 원)	42	11.166	15.266	31	9.709	14.227
요인	경영체 유형(1: 산림조합, 2: 단체·법인)	42	1.738	0.445	31	2	0
	권역(1: 충북/충남/대전/세종, 2: 서울/경기/인천, 3: 강원, 4: 전북/전남/광주/제주, 5: 대구/경북, 6: 부산/울산/경남)	42	3.738	1.594	31	3.452	1.67
	품목군(1: 수실류, 2: 약용작물, 3: 버섯류, 4: 산나물류, 5: 기타)	42	2.214	1.22	31	2.097	1.165
	센터 유형(1: 일반, 2: 거점)	42	1.619	0.492	31	1.581	0.502
	출자금(천만 원)	42	171.494	260.577	31	58.475	79.045

자료: 저자 정리.

4. 분석 결과

4.1. 전체 표본 대상 효율성 분석 결과

전체 표본을 대상으로 한 일반적인 DEA 모형과 Simar & Wilson(2007)의 알고리즘 2를 이용한 분석 결과는 다음 <표 4>와 같다. 먼저 DEA 분석에 따르면 임산물 산지종합유통센터의 기술효율성은 0.608, 순수기술효율성은 0.775로 추정되어 전반적으로 낮은 수준의 효율성을 보인다. 규모효율성은 0.775로 추정되어 전체적으로 순수기술과 규모 측면 모두에서 비효율이 발생한다고 볼 수 있다. 한편, 규모의 수익증가 상태인 경영체가 17개(40.8%)로 가장 많았고, 규모의 수익감소 상태인 경영체는 12개(28.6%)로 나타나 각각 투입·산출물 수준의 변화가 필요한 것으로 나타났다.

다음으로 Simar & Wilson(2007)의 알고리즘 2에 따라 편향이 제거된 효율성 값을 추정하기 위해 2,000번의 반복 추정을 시행한 부트스트랩 DEA 효율성 분석 결과는 다음과 같다. 임산물 산지종합유

통센터의 기술효율성은 0.472, 순수기술효율성은 0.676으로 추정되었는데, 선행연구와 같이 부트스트랩 효율성은 일반적인 DEA 효율성보다 낮은 수준을 나타낸다. 기술효율성을 순수기술효율성으로 나눈 규모효율성은 0.693으로 추정되어, 규모 측면보다는 순수기술 측면에서 비효율이 발생한다고 볼 수 있다. 한편 규모의 수익증가 상태인 경영체는 23개(54.8%)이고, 규모의 수익감소 상태인 경영체는 19개(45.2%)로 나타났는데, DEA 모형보다 규모의 수익 상태가 더욱 명확히 드러남을 알 수 있다.

표 4. 전체 표본 대상 효율성 분석 결과

구분		관측치	평균	표준 편차	최소	최대
DEA	기술효율성(CRS)	42	0.608	0.277	0.125	1
	순수기술효율성(VRS)	42	0.775	0.241	0.214	1
	규모효율성(SCALE)	42	0.775	0.207	0.361	1
Simar & Wilson(2007) 알고리즘2	기술효율성(CRS)	42	0.472	0.205	0.085	0.782
	순수기술효율성(VRS)	42	0.676	0.198	0.175	0.903
	규모효율성(SCALE)	42	0.693	0.196	0.306	0.964

자료: 저자 정리.

일반적인 DEA와 Simar & Wilson(2007)의 알고리즘 2에 따른 임산물 산지종합유통센터의 효율성 분포는 다음 <표 5>와 같다.⁸⁾ 먼저 일반적인 DEA를 이용한 분석 결과에서 효율성 값이 1인 경영체는 기술효율성에서는 10개(23.8%), 순수기술효율성에서는 15개(35.7%), 규모효율성에서는 13개(31.0%)로 나타났다. 반면 효율성 값이 0.7 미만인 비효율적인 경영체는 기술효율성에서 29개(69.0%), 순수기술효율성에서 15개(35.7%), 규모효율성에서 18개(42.9%)로 나타나 대부분의 경영체가 비효율 상태에 있음을 알 수 있다.

표 5. 전체 표본 대상 효율성 분포

단위: 개, %

구분	기술효율성(CRS)			순수기술효율성(VRS)			규모효율성(SCALE)			
	평균	빈도	비율	평균	빈도	비율	평균	빈도	비율	
DEA	1	1	10	23.8	1	15	35.7	1	13	31.0
	0.9 ~ 1 미만 (준 효율적)	0.97	1	2.4	0.94	3	7.1	0.95	4	9.5
	0.7 ~ 0.9 미만 (약 비효율적)	0.82	2	4.8	0.79	9	21.4	0.8	7	16.7
	0.7 미만(비효율적)	0.45	29	69.0	0.51	15	35.7	0.57	18	42.9
	소계	0.608	42	100.0	0.775	42	100.0	0.775	42	100.0

⁸⁾ Ray & Bhadra(1993)은 효율성 범위를 1은 효율적, 0.9 이상 1.0 미만, 0.7 이상 0.9 미만 그리고 0.7 미만의 4개 그룹으로 분류했으며(김중기·장동현, 2022), 이 논문에서도 해당 분류 기준에 따라 효율성 분포를 설명함.

(계속)

구분	기술효율성(CRS)			순수기술효율성(VRS)			규모효율성(SCALE)			
	평균	빈도	비율	평균	빈도	비율	평균	빈도	비율	
Simar & Wilson(2007) 알고리즘2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
	0.9 ~ 1 미만 (준 효율적)	-	-	-	0.9	1	2.4	0.93	8	19.0
	0.7 ~ 0.9 미만 (약 비효율적)	0.75	10	23.8	0.82	21	50.0	0.81	14	33.3
	0.7 미만(비효율적)	0.38	32	76.2	0.51	20	47.6	0.51	20	47.6
	소계	0.472	42	100.0	0.676	42	100.0	0.693	42	100.0

자료: 저자 정리.

Simar & Wilson(2007)의 알고리즘 2를 이용한 효율성 분포는 다음과 같다(〈표 5〉참고). 부트스트랩 특성상 효율성 값이 1인 경영체는 나타나지 않았고 대부분 비효율적인 상태로 나타났다. 기술효율성에서 약 비효율적인 경영체와 비효율적인 경영체는 각각 10개(23.8%)와 32개(76.2%)로 나타났다. 순수기술효율성에서는 약 비효율적인 경영체와 비효율적인 경영체가 각각 21개(50.0%)와 20개(47.6%)로 나타나 기술효율성보다는 높은 수준을 보였다. 규모효율성 측면에서는 준효율적인 경영체가 8개(19.0%)가 있고, 약 비효율적인 경영체와 비효율적인 경영체는 각각 14개(33.3%)와 20개(47.6%)로 순수기술효율성보다 높은 수준의 효율성 분포를 보였다.

4.2. 생산자단체 및 법인 대상 효율성 분석 결과

생산자단체 및 법인을 대상으로 효율성을 분석한 결과는 다음 〈표 6〉과 같다. 일반적인 DEA 모형에서의 기술효율성은 0.655, 순수기술효율성은 0.802, 규모효율성은 0.811로 분석되었다. 전체 표본을 대상으로 분석한 결과와는 달리 규모보다는 순수기술 측면에서의 비효율성이 좀 더 명확하게 나타난다. 다음으로 Simar & Wilson(2007)의 알고리즘 2를 이용한 분석 결과는 전체 표본 분석 결과와 같이 DEA 모형의 효율성보다 낮은 값을 보여주고 있다. 기술효율성은 0.521, 순수기술효율성은 0.691, 규모효율성은 0.752로 분석되었고, 순수기술 측면의 비효율성이 더욱 두드러지는 것을 알 수 있다.

한편 DEA 모형에서 규모의 수익증가 상태인 경영체는 11개(35.5%), 규모의 수익감소 상태인 경영체는 9개(29.0%)로 나타났으며, Simar & Wilson(2007)의 알고리즘 2에 따른 분석 결과에서는 각각 18개(58.1%)와 13개(41.9%)로 분석되었다.

표 6. 생산자단체 및 법인 대상 효율성 분석 결과

구 분		관측치	평균	표준 편차	최소	최대
DEA	기술효율성(CRS)	31	0.655	0.255	0.125	1
	순수기술효율성(VRS)	31	0.802	0.235	0.226	1
	규모효율성(SCALE)	31	0.811	0.18	0.49	1
Simar & Wilson(2007) 알고리즘2	기술효율성(CRS)	31	0.521	0.2	0.083	0.827
	순수기술효율성(VRS)	31	0.691	0.199	0.179	0.918
	규모효율성(SCALE)	31	0.752	0.181	0.418	0.994

자료: 저자 정리.

일반적인 DEA와 Simar & Wilson(2007)의 알고리즘 2에 따른 생산자단체 및 법인의 효율성 분포는 다음 <표 7>과 같다. 먼저 일반적인 DEA를 이용한 분석 결과에서 효율성 값이 1인 경영체는 기술효율성에서는 8개(25.8%), 순수기술효율성에서는 12개(38.7%), 규모효율성에서는 11개(35.5%)로 나타났다. 반면 효율성 값이 0.7 미만인 비효율적인 경영체는 기술효율성에서 20개(64.5%), 순수기술효율성에서 9개(29.0%), 규모효율성에서 11개(35.5%)로 나타나 대부분의 경영체가 비효율 상태에 있음을 알 수 있다.

Simar & Wilson(2007)의 알고리즘 2에 따른 분석 결과는 효율성 분포가 더욱 명확해지는데, 효율성이 1인 경영체는 모든 효율성에서 없는 것으로 분석되었다. 효율성 값이 0.7 미만인 비효율적인 경영체는 기술효율성에서는 23개(74.2%), 순수기술효율성에서는 13개(41.9%), 규모효율성에서는 13개(41.9%)로 비효율적인 경영체의 비중이 더 커진 것을 알 수 있다.

표 7. 생산자단체 및 법인 대상 효율성 분포

단위: 개, %

구 분		기술효율성(CRS)			순수기술효율성(VRS)			규모효율성(SCALE)		
		평균	빈도	비율	평균	빈도	비율	평균	빈도	비율
DEA	1	1	8	25.8	1	12	38.7	1	11	35.5
	0.9 ~ 1 미만 (준 효율적)	-	-	0.0	0.95	4	12.9	0.94	2	6.5
	0.7 ~ 0.9 미만 (약 비효율적)	0.79	3	9.7	0.78	6	19.4	0.8	7	22.6
	0.7 미만(비효율적)	0.5	20	64.5	0.49	9	29.0	0.61	11	35.5
	소계	0.655	31	100.0	0.802	31	100.0	0.811	31	100.0
Simar & Wilson(2007) 알고리즘2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.9 ~ 1 미만 (준 효율적)	-	-	-	0.91	2	6.5	0.96	8	25.8
	0.7 ~ 0.9 미만 (약 비효율적)	0.78	8	25.8	0.82	16	51.6	0.83	10	32.3
	0.7 미만(비효율적)	0.43	23	74.2	0.5	13	41.9	0.56	13	41.9
	소계	0.521	31	100.0	0.691	31	100.0	0.752	31	100.0

자료: 저자 정리.

4.3. 효율성에 영향을 미치는 요인 분석 결과

임산물 산지종합유통센터 전체 표본과 생산자단체 및 법인의 효율성에 영향을 미치는 요인과 그 한계효과를 분석한 결과는 다음 <표 8>과 같다. 절단회귀모형 분석에 적용된 산출 방향 효율성 값은 1에서부터 무한대의 값으로 나타나기 때문에 계수 값의 부호와 효율성의 관계를 역으로 판단해야 한다. 즉 계수 값의 부호가 양수(+)이면 효율성에 부정적인 영향을 미쳐 비효율성이 증가하는 것을 의미하고, 반대로 음수(-)인 경우에는 비효율성이 감소해 효율성에 긍정적인 영향을 미친다고 해석한다. 이 논문에서는 앞서 설명했듯이 편향이 제거된 효율성 값을 이용하는 알고리즘 2를 이용하되, 규모에 대한 수익가변(VRS)을 가정한 모형의 분석 결과를 중심으로 설명하고자 한다.⁹⁾

우선 전체 표본을 대상으로 효율성에 영향을 미치는 요인을 분석한 결과는 다음과 같다. 조직 형태 변수는 양(+)의 계수값으로 1% 유의수준에서 통계적으로 유의한 것으로 분석되었는데, 생산자단체 및 법인이 산림조합보다 효율성이 낮은 것을 의미한다. 산림조합의 경우 사업추진 능력, 자금과 인력 측면에서 생산자단체 및 법인보다 나은 여건을 가지기 때문에 효율성이 상대적으로 높은 것으로 추측된다.

센터 유형 변수도 양(+)의 계수값으로 1% 유의수준에서 유의한 것으로 분석되었는데, 거점 유통센터보다 일반 유통센터의 효율성이 높다는 것을 의미한다. 거점 유통센터의 경우 복합가공 또는 판매기능까지 포함할 수 있는 유통센터로, 국고보조를 최소 5억 원에서 최대 20억 원까지 지원받을 수 있다. 그러나 대규모 사업비 투자에도 불구하고 실질적인 복합가공 및 판매기능의 한계 등으로 만족할 만한 성과를 나타내는 경영체가 많지 않아서 효율성이 상대적으로 낮은 것으로 보인다.

출자금 변수는 양(+)의 계수값으로 1% 유의수준에서 통계적으로 유의하게 나타났다. 즉 출자금이 많다고 할지라도 효율성에는 오히려 부정적인 영향을 미치는 것으로 볼 수 있다.

품목군에서는 버섯류, 산나물류와 기타 부류 변수가 1~5% 유의수준에서 통계적으로 유의하게 나타났으며, 해당 품목을 주로 취급하는 경영체의 효율성이 수실류를 주로 취급하는 경영체보다 높은 것으로 나타났다. 권역 변수에서는 수도권과 호남권 변수가 1~5% 유의수준에서 통계적으로 유의하게 분석되었다. 즉 수도권과 호남권에 소재한 산지종합유통센터의 효율성이 충청권에 소재한 산지종합유통센터의 효율성보다 높다는 것을 의미한다. 이는 충청권역에서 약용작물을 주로 취급하는 산지종합유통센터의 효율성(0.17)이 다른 지역보다 매우 낮기 때문으로 보인다.

한편 임산물 산지종합유통센터의 효율성에 영향을 미치는 요인별 한계효과는 다음과 같다. 다른 조건이 일정하다면 조직 형태가 산림조합에서 생산자단체 및 법인으로 변할 때 비효율성은 평균적으로 1.307만큼 증가, 센터 유형이 일반에서 거점으로 변할 때 비효율성은 평균적으로 0.611만큼 증가, 출자금이 1천만 원 증가할 때 비효율성은 평균적으로 0.002만큼 증가하는 것으로 볼 수 있다. 품목군에

⁹⁾ DEA 분석을 위한 규모의 수익에 관한 가설검정 결과, 전체적인 기술이 CRS(vs. VRS)라는 귀무가설에 대한 p-value가 전체 표본과 생산자단체 및 법인으로 한정된 표본 모두 0.0000으로 분석되어 규모에 대한 수익가변(VRS)을 통한 분석이 적절하다고 볼 수 있음.

서는 수실류에서 버섯류와 산나물류로 변할 때 효율성이 각각 1.673과 1.61만큼 증가하고, 권역에서는 충청권에서 수도권과 호남권으로 변할 때 효율성이 각각 1.167과 1.248만큼 증가하는 것으로 볼 수 있다.

다음으로 전체 표본이 아닌 생산자단체 및 법인만을 대상으로 효율성에 영향을 미치는 요인을 분석한 결과는 다음과 같다. 우선 센터 유형 변수는 양(+)의 계수값으로 1% 유의수준에서 통계적으로 유의한 것으로 분석되었고, 출자금 변수는 유의하지 않은 것으로 나타났다. 즉 거점 산지종합유통센터의 비효율성이 일반 산지종합유통센터보다 높다고 볼 수 있다.

품목군 변수에서는 버섯류 변수가 음(-)의 값으로 1% 유의수준에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 즉 수실류를 주로 취급하는 생산자단체 및 법인의 효율성이 버섯류 품목을 주로 취급하는 생산자단체 및 법인의 효율성보다 낮은 것으로 볼 수 있다. 권역에서는 강원권의 경우 충청권보다 효율성이 낮고, 수도권과 호남권은 충청권보다 효율성이 높은 것으로 분석되었다. 강원권의 경우 수실류 품목의 효율성이 충청권보다 낮고, 수도권과 호남권의 경우 각각 버섯류와 약용작물을 취급하는 경영체의 효율성이 충청권보다 높기 때문으로 보인다.

표 8. 임산물 산지종합유통센터의 효율성에 영향을 미치는 요인과 한계효과 분석 결과

구 분	전체 표본		생산자단체 및 법인		
	Coef.(VRS 가정)	한계효과	Coef.(VRS 가정)	한계효과	
조직 형태(생산자단체 및 법인) (base: 산림조합)	16.35*** (5.018)	1.307*** (0.398)	- -	- -	
센터 유형(거점) (base: 일반)	7.642*** (2.493)	0.611*** (0.213)	9.412*** (2.791)	1.107*** (0.429)	
출자금	0.0277*** (0.00724)	0.00221*** (0.000709)	0.0145 (0.0108)	0.00171 (0.00121)	
품목군 (base: 수실류)	약용작물	-2.112 (1.986)	-0.351 (0.316)	-2.683 (1.668)	-0.459 (0.322)
	버섯류	-28.77*** (7.816)	-1.673*** (0.482)	-12.15*** (3.641)	-0.935*** (0.339)
	산나물류	-23.70** (10.84)	-1.610*** (0.514)	-13.12 (8.799)	-0.950*** (0.360)
	기타	8.371** (4.139)	2.844 (2.150)	5.941 (3.801)	2.147 (1.976)
권역 (base: 충청권)	수도권	-10.37** (5.167)	-1.167** (0.465)	-10.87** (4.764)	-1.736*** (0.559)
	강원권	3.941 (3.009)	1.105 (0.951)	4.848* (2.819)	2.075 (1.378)
	호남권	-12.49*** (3.819)	-1.248*** (0.466)	-10.20*** (3.698)	-1.704*** (0.547)
	대구/경북	9.120 (5.896)	3.346 (2.882)	- -	- -
	부산/울산/경남	-2.324 (2.190)	-0.427 (0.427)	-3.282 (2.175)	-0.901 (0.590)

(계속)

구분	전체 표본		생산자단체 및 법인	
	Coef.(VRS 가정)	한계효과	Coef.(VRS 가정)	한계효과
sigma	2.666*** (0.500)	- -	1.904*** (0.383)	- -
Constant	-46.29*** (13.66)	- -	-13.50*** (4.640)	- -
Observations	42 Prob> chi2(12)=0.0283	- -	31 Prob> chi2(10)=0.0913	- -

주 1) 계수값과 한계효과 아래 괄호 안의 값은 표준 오차(standard error)를 나타냄.

2) *, **, ***은 각각 10%, 5%와 1% 유의수준에서 유의함을 나타냄.

자료: 저자 정리.

생산자단체 및 법인을 대상으로 임산물 산지종합유통센터의 효율성에 영향을 미치는 요인별 한계효과를 분석한 결과는 다음과 같다. 다른 조건이 일정하다면 센터 유형이 일반에서 거점으로 변할 때 비효율성은 평균적으로 1.107만큼 증가하는 것으로 볼 수 있다. 품목군에서는 수실류에서 버섯류와 산나물류로 변할 때 효율성이 각각 0.935와 0.95만큼 증가하고, 권역에서는 충청권에서 수도권과 호남권으로 변할 때 효율성이 각각 1.736과 1.704만큼 증가하는 것으로 볼 수 있다.

5. 요약 및 시사점

우리나라 임업 분야 GDP, 임산물 생산액, 임가 수 등이 감소하는 추세를 보이는 가운데, FTA 체결 건수와 체결국 확대에 따른 시장 개방 가속화로 임업 분야의 경쟁력 제고와 임가 소득 안정을 위한 과제가 매우 중요해지는 시점이다. 이런 가운데 정부에서는 FTA 국내보완대책으로 청정임산물이용증진 사업을 추진하고 있으며, 그중 핵심 사업은 임산물 산지종합유통센터 사업이라고 할 수 있다. 임산물 산지종합유통센터 사업의 목적은 임산물 유통의 현대화와 규모화를 도모하고, 임가의 소득을 높이는 것이다. 이에 임산물 산지종합유통센터의 성과평가 측면에서 효율성을 분석하는 것이 필요하며, 향후 사업추진 방향 설정 및 개선방안 마련을 위해 효율성에 영향을 미치는 요인을 파악하는 것이 중요하다.

이에 이 논문에서는 임산물 산지종합유통센터 사업을 지원받은 경영체를 대상으로 Simar & Wilson(2007)의 알고리즘 2에 따른 부트스트랩 방법을 이용하여 편향이 제거된 효율성을 추정하고, 이 효율성 값과 부트스트랩 방법을 이용한 절단회귀분석 모형을 통해 효율성에 영향을 미치는 요인을 분석했다. 또한 효율성과 효율성에 영향을 미치는 요인 분석은 설문조사에 성실히 응답한 전체 42개 경영체와 경영체별 표본 수와 특성을 고려하여 31개 생산자단체 및 법인을 대상으로 나누어 분석했으며, 주요 분석 결과는 다음과 같다.

첫째, 전체 표본을 대상으로 분석한 결과, Simar & Wilson(2007)의 알고리즘 2를 이용한 효율성이

일반적인 DEA 효율성보다 낮게 추정되었다. 부트스트랩 방법에 의한 기술효율성은 0.472, 순수기술 효율성은 0.676, 규모효율성은 0.693으로 나타나, 규모 측면보다 순수기술 측면에서의 비효율성이 존재하는 것으로 분석되었다.

둘째, 생산자단체 및 법인을 대상으로 분석한 결과에서도 Simar & Wilson(2007)의 알고리즘 2를 이용한 효율성이 일반적인 DEA 효율성보다 낮게 추정되었다. 부트스트랩 방법에 의한 기술효율성은 0.521, 순수기술효율성은 0.691, 규모효율성은 0.752으로 분석되었으며, 규모 측면보다 순수기술 측면에서의 비효율성이 존재하는 것을 알 수 있다.

셋째, 전체 표본을 대상으로 임산물 산지종합유통센터의 효율성에 영향을 미치는 요인을 분석한 결과, 조직 형태, 센터 유형, 출자금, 품목군의 버섯류, 산나물류와 기타 부류, 권역의 수도권과 호남권 변수가 통계적으로 유의한 것으로 분석되었다. 즉 산림조합의 효율성이 생산자단체 및 법인보다 높고, 일반 산지종합유통센터의 효율성이 거점 산지종합유통센터보다 높고, 출자금은 많을수록 효율성이 낮아지는 것으로 나타났다. 품목군에서는 버섯류와 산나물류 품목을 주로 취급하는 경영체의 효율성이 수실류를 주로 취급하는 경영체보다 높고, 권역에서는 수도권과 호남권의 효율성이 충청권보다 높은 것으로 분석되었다.

넷째, 생산자단체 및 법인을 대상으로 효율성에 영향을 미치는 요인을 분석한 결과는 전체 표본을 대상으로 분석한 결과와 유사하였다. 다만 일부 차이점은 전체 표본에서 통계적으로 유의미하게 분석된 출자금 변수와 품목군의 산나물류 변수가 생산자단체 및 법인의 효율성에 유의미한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다는 점이다. 생산자단체 및 법인의 경우 조직 규모와 상관 없이 일반적으로 최소 규모의 출자금을 출자하기 때문에, 효율성에는 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다. 또한 전체 표본에서 통계적으로 유의하지 않던 권역의 강원권 변수가 생산자단체 및 법인을 대상으로 분석한 결과에서는 통계적으로 유의한 것으로 분석되었다. 강원권의 경우 수실류 품목의 효율성이 충청권보다 낮기 때문으로 보인다.

이상의 분석 결과를 고려할 때 제안할 수 있는 정책적 시사점은 다음과 같다. 첫째, 임산물 산지종합유통센터의 비효율성은 규모 측면보다는 순수기술적 측면의 비효율성에 의한 것이기 때문에 순수기술적 효율성을 높이는 방안이 필요하다. 즉 투입 요소와 양이 같다면 산출량을 더 늘릴 수 있도록 생산성 향상 전략을 마련하는 것이 중요하고, 생산성 저해 요인이 없는지를 상시 점검하는 것이 필요하다. 실제로 규모의 수익 상태별 경영체 수를 보더라도 규모의 수익증가 상태에 있는 경영체가 더 많은 것으로 나타났다. 따라서 규모의 수익증가 상태인 경영체를 대상으로 마케팅 교육 및 경영 컨설팅 등을 제공하는 것이 필요해 보인다.

둘째, 정부의 임산물 산지종합유통센터 사업추진 측면에서는 개별 생산자단체 및 법인보다 산림조합을 중심으로 임산물 산지종합유통센터의 구조조정이 필요하다고 판단된다. 일반적으로 산림조합의 경우 생산 및 물류 등의 인프라뿐만 아니라 해당 경영체 구성원의 경영 또는 마케팅 역량 등이 생산자단체

및 법인보다 비교적 우월한 상태에 있어서 높은 효율성을 달성할 가능성이 크기 때문이다. 이를 반대로 생각하면 생산자단체 및 법인 중심의 산지종합유통센터를 유지할 필요성이 있다면, 해당 경영체의 경영 및 마케팅 역량을 높일 수 있는 교육·컨설팅 등의 대책도 필요해 보인다.

셋째, 산지종합유통센터 유형 측면에서는 거점 산지종합유통센터의 효율성을 높이는 방안이 필요하다. 거점 산지종합유통센터 특성상 소비자가 바로 소비할 수 있는 형태의 상품을 개발하고 직접 판매할 가능성이 크지만, 이를 제대로 활용하지 못하거나 성과를 달성하지 못하는 것으로 보이기 때문이다.

넷째, 수실류의 경우 주산지인 충청권의 순수기술효율성은 높지만 강원권은 매우 낮고, 약용작물의 경우 호남권의 순수기술효율성은 높지만 충청권은 매우 낮아 지역별 차이를 보인다. 따라서 품목군과 지역 간 생산기술 공유와 확산 등 지역별 평균적인 효율성 향상을 위한 대책이 필요하다고 판단된다. 이를 반대로 생각하면 효율성이 낮은 지역과 품목의 경우 효율성이 높은 지역으로 유통 일원화, 통합 가공 및 상품 생산 등 주산지별 특화를 통해 효율성을 높이는 대책도 필요할 것이다.

이 논문은 효율성 분석에 있어서 일반적인 DEA 방법과 함께 Simar & Wilson(2007)에 따른 부트스트랩 DEA를 이용해서 효율성을 추정했고, 효율성 추정과 동시에 효율성에 영향을 미치는 요인을 절단 회귀모형과 부트스트랩 방법을 이용해 분석했다. 이상의 분석 결과들은 정부가 FTA 국내보완대책으로 추진하는 임산물 산지종합유통센터의 효율성을 높이는 정책을 마련하는 데 기초자료로 활용할 수 있을 것이며, 더 나아가 임업 경쟁력 제고 및 임가 소득 증가에도 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

임산물 산지종합유통센터 사업지원에 따른 성과는 다양한 측면에서 살펴볼 수 있으나, 이 논문에서는 효율성 관점에서만 성과를 평가했다는 점을 고려할 필요가 있다. 또한 이 논문은 투입 및 산출 변수를 어떻게 구성하느냐에 따라 효율성 추정 결과가 달라질 수밖에 없다는 기존 연구와 같은 한계점을 가진다. 임산물 산지종합유통센터의 효율성 분석 방법 자체에 대해서도 확률적변경분석(SFA)과 같은 모수적인 추정을 시도해 볼 수 있으나, 이는 향후 연구과제로 남겨두기로 한다.



이 저작물은 크리에이티브 커먼즈 저작자표시-비영리-변경금지 4.0 국제 라이선스에 따라 이용하실 수 있습니다.

This work is licensed under CC BY-NC-ND 4.0.

참고문헌

- 고길곤. (2017). *효율성 분석 이론(자료포락분석과 확률변경분석)*. 문우사.
- 김원빈, 엄지범. (2022). 블루베리 농가의 경영 효율성 및 생산성 분석. *한국유기농업학회지*, 30(4), 499-516.
<https://dx.doi.org/10.11625/KJOA.2022.30.4.499>
- 김중기, 장동현. (2022). 전북지역 산림조합의 경영효율성 분석. *산림경제연구*, 29(1), 1-8.
<https://dx.doi.org/10.31541/KJFE.29.1.1>
- 민경택, 김명은, 김나리, 김동영. (2015). 산림소득 지원 사업 사후관리 평가. 한국농촌경제연구원.
- 산림청. (2023). 2023년도 예산 및 기금운용계획 사업설명자료(II-1).
- 우희성, 우중춘, 원현규. (2012). DEA(Data Envelopment Analysis)기법을 이용한 숲가꾸기 사업의 경영 효율성 분석. *한국산림과학회지(구 한국임학회지)*, 101(4), 729-736. UCI: I410-ECN-0102-2013-520-002526309
- 원현규, 전주현, 김철우, 전현선, 손영모, 이욱. (2016). 임업생산비통계를 이용한 연도별 밤 생산량의 기술효율성 평가. *한국산림과학회지(구 한국임학회지)*, 105(2), 247-252. <https://dx.doi.org/10.14578/jkfs.2016.105.2.247>
- 원현규, 전주현, 유병일, 이성연, 이정민, 지동현. (2013). 충남지역 밤나무 재배 임가의 경영 효율성 분석. *한국산림과학회지(구 한국임학회지)*, 102(3), 390-397. UCI: I410-ECN-0102-2014-500-001979291
- 이상호. (2021). 농업·농촌 기반 사회적기업의 부트스트래핑 효율성 분석. *한국유기농업학회지*, 29(1), 41-50. UCI: I410-ECN-0102-2022-500-000358508
- 이성연, 전주현, 원현규, 이정민. (2014). DEA 모형을 이용한 주엽과 검엽 표고재배 임가의 경영효율성 비교 분석. *한국산림과학회지(구 한국임학회지)*, 103(4), 639-645. <https://dx.doi.org/10.14578/jkfs.2014.103.4.639>
- 장우환, 이상호. (2011). DEA모형을 이용한 산림사업법인의 경영효율성 분석. *한국협동조합연구*, 29(3), 143-161. UCI: I410-ECN-0102-2012-320-002976665
- 황제필, 김의경. (2020). DEA분석을 이용한 유실수 생산 임가의 경영효율성 분석. *산림경제연구*, 27(1), 1-10. UCI:I410-ECN-0102-2021-500-001154442
- Badunenko, O. & Tauchmann, H. (2019). Simar and Wilson two-stage efficiency analysis for Stata. *The Stata Journal*, 19(4), 950-988. <https://doi.org/10.1177/1536867X19893640>
- Banker, R. D. Charnes, A. & Cooper, W. W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Efficiency in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9), 1078-1092.
<https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- Charnes, A. Cooper, W. W. & Rhodes, E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operation Research*, 2(6), 429-444.
[https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8).
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253-290. <https://doi.org/10.2307/2343100>
- Ray, S. C. & Bhadra, D. (1993). Nonparametric Tests of Cost Minimizing Behavior: A Study of Indian Farms. *American Journal of Agricultural Economics*, 75(4), 990-999. <https://doi.org/10.2307/1243986>
- Simar, L. & Wilson, P. W. (2007). Estimation and inference in two-stage semi-parametric models of production processes. *Journal of Econometrics*, 136, 31-64.
<https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2005.07.009>.
- 통계청. <<https://kosis.kr>>. 검색일: 2023. 11. 20.
- 산림청 산림임업통계플랫폼. <<https://kfss.forest.go.kr>>. 검색일: 2023. 11. 20.