

Malmquist모형을 이용한 중국 랴오닝성 농업생산효율성 분석

박세영¹, 김려령¹, 사원택¹, 이종인^{2*}

¹중국 연변대학교 경제관리학원, ²강원대학교 농업자원경제학과

Analysis of Agricultural Production Efficiency in Liaoning Province, China Using the Malmquist Model

Shi-Yong Piao¹, Li-Ling Jin¹, Yuan-Ze Shi¹, Jong-In Lee^{2*}

¹College of Economics and Management, Yanbian University, China

²Department of Agricultural & Resource Economics, Kangwon National University

요약 중국 일부 지역의 농업생산은 여전히 '소농경제'의 영향을 받고 있으며 '소농경제'의 본질에서 벗어나지 못했기 때문에 농업 생산효율이 낮은 편이다. 농업생산 효율의 향상은 농업 발전에 아주 중요한 역할을 한다. 농업생산 효율의 수준은 지역 농업의 발전 수준을 직접 반영하므로 농업생산 효율의 향상은 지속 가능한 농업 발전을 실현하는 관건이다. 랴오닝성은 중국의 주요 식량 생산기지이며, 농업 발전에서 큰 잠재력을 가지고 있다. 본 연구에서는 중국 랴오닝성의 농업생산 효율성에 대하여 분석하였다. 이를 위하여 2011년부터 2020년까지의 중국통계연감의 데이터를 이용하여, Malmquist 모형을 통해 랴오닝성 14개 도시의 농업 생산성 변화를 분석하여 농업생산 효율성을 평가하였다. 연구 결과 10년 간 MPI는 전반적으로 비교적 낮은 수준에 머물러 있으며, 평균 기술 효율성 지수와 평균기술변화지수가 역 발전 추세가 있고 규모 효율과 기술효율이 비교적 낮다. 그리고 농업 생산효율의 연간 증가의 주요 원인은 기술발전임을 확인하였다. 랴오닝성은 농업 기술 투입을 증대하고 정부의 지원을 강화하며 농업생산에 대한 적극성을 높여야 한다. 연구 결과를 바탕으로, 랴오닝성 농업생산 효율성의 향상을 위한 조치와 이에 대한 제안을 제시하였다.

Abstract Agricultural production in some parts of China is still affected by the 'small farmer economy', and agricultural production efficiency is low because it remains rooted in the essence of the 'small farmer economy'. Improved agricultural production efficiency plays a central role in agricultural development. Agricultural production efficiency levels directly reflect the level of development of local agriculture, and thus, improvements in agricultural production efficiency are key to realizing sustainable agricultural development. Liaoning is a major food production base in China and has great potential for agricultural development. In this study, we analyze the efficiency of agricultural production in Liaoning Province. To this end, agricultural productivity changes in 14 cities in Liaoning Province were evaluated using the Malmquist model and data from the Chinese Statistical Yearbook from 2011 to 2020. The results showed that overall MPI has remained at a relatively low level for 10 years. Average technology efficiency and change indices revealed a reverse development trend and relatively low scale and technology efficiencies. In addition, the study confirms that technological development was the leading cause of an annual increase in agricultural production efficiency. Liaoning should increase the input of agricultural technology, strengthen government support, and increase its active involvement in agricultural production. Measures and suggestions for improving agricultural production efficiency in Liaoning Province were presented based on the results obtained.

Keywords : Agricultural, Production, Efficiency, Dea-malmquist Index, Liaoning Province

*Corresponding Author : Jong-In Lee(Kangwon National Univ.)

email: leejongin@kangwon.ac.kr

Received February 19, 2024

Revised March 25, 2024

Accepted May 3, 2024

Published May 31, 2024

1. 서론

중국은 농업 대국이며 농업은 경제 발전에서 중요한 위치를 차지하고 있다. 중국 경제의 급속한 발전과 함께 농업도 끊임없이 발전해 왔다. 2021년 일차 산업의 부가 가치는 전년 대비 7.1% 증가한 8조 3086억 위안을 기록 하며, 국내총생 산(GDP: Gross Domestic Product)의 7.26%를 차지하였다. 중국경제일보의 보도에 의하면 2021년 농업 총생산액은 46,671.1억 위안, 임업 총생산 액은 3,841.3억 위안, 축산업 총생산액은 28,329.0억 위안, 어업 총생산액은 9,129.6 억 위안이다. 2021년은 '14차 5개년 계획'의 시작인 해로서 중국은 코로나 19 전염병과 국제 경제의 복잡한 상황과 악영향을 극복하고 경제가 전반적으로 회복하였다. 농업은 계속해서 고품질의 안정적인 발전을 유지하고 있다.

중공업으로 잘 알려진 라오닝성은 제11차 5개년 계획 기간 현대 농업건설 분야에서 뚜렷한 성과를 보였다. 라 오닝성은 중국의 주요 식량 생산기지이며, 여기서 농업 발전은 경제 발전에 있어서 핵심적인 역할을 하고 있다.

하지만 산업화와 도시화의 진전에 따라, 현재의 농업 은 다양한 문제들을 여전히 안고 있다. 우선 농산물의 분 업이 명확하지 않다. 농업 재배 분야에서 라오닝성은 주 로 쌀과 옥수수를 재배하는데, 농작물 재배의 지역 분업 이 명확하지 않고 저부가가치 농산물의 비중이 크고 고품 질, 고효율 농산물이 부족하다. 또한, 대부분 지역에서 전통적인 농업 발전 모델을 따르며, 농업에 대한 고정 자 산 투자가 부족한 실정이다[1]. 그래서 생산량이 비교적 낮고 규모 효율도 낮은 편이라고 평가되고 있다. 그리고 인력자원이 비교적 부족하며 농업 생산 기술 수준이 낮 은 편이다. 또한, 농업 기반시설이 취약하고 농업 종사자 들의 과학 및 문화 수준이 보편적으로 낮은 편이다[1]. 이러한 문제들은 라오닝성의 농업 발전을 제약하고 있으 며, 농업의 총요소 생산효율이 높지 않다는 것을 집중적 으로 보여주고 있다. 따라서 라오닝성 농업의 생산효율 제고를 위한 연구가 가장 필요한 실정이다.

농업 생산효율에 관한 연구를 살펴보면 구체적인 농업 작물의 생산효율을 연구 방향으로 하는 것과 전체적인 농업 생산효율을 연구 방향으로 하는 것을 볼 수 있다. Kim et al.는 DEA-Malmquist 생산성 지수를 이용하여 블루베리 재배 농가의 생산성을 분석한 결과 TCI (기술 변화)가 많이 감소한 것이 주된 MPI 감소 원인을 알게 되었다[2]. Kim et al.는 DEA와 Malmquist지수를 이 용하여 대한민국 도별 논벼에서 발생할 수 있는 비효율

성과 도별 생산성의 차이를 분석한 결과 8개 도에서 매 년 순수기술 효율성이 기술 효율성보다 높게 나타나, 규 모의 차이가 비효율의 원인을 밝혔다[3]. 중국의 농업생 산효율에 관한 연구를 살펴보면, Zhu는 DEA-Malmquist 생산성 지수를 이용하여 중국 강소성 농업 생산효율에 대해 연구한 결과, 기술효율의 제고는 생산효율을 제고 시킴에 있어서 주도적 역할을 하고 있다는 것을 밝혔다 [4]. Chen은 DEA 모형을 사용하여 2020년 허난성 농업 생산효율을 분석하고 Malmquist 지수를 사용하여 단계 적 및 지역적 2차원에서 2013 ~2020년 허난성 농업 생 산효율을 분석하였다[5].

농업 생산효율 전반을 대상으로 한 선행연구를 살펴보 면 대다수 DEA모형이나 Malmquist 지수를 이용하여 분석하였다. 따라서 본 연구에서는 라오닝성의 농업 생 산효율성을 제고시키기 위해, 라오닝성 농업 생산효율성 에 관하여 분석하고자 한다. 분석한 결과를 통하여 비효 율적인 원인을 살펴보고, 개선 방안을 제시하고자 한다.

2. 본론

2.1 이론적 배경 및 라오닝성 농업 현황

2.1.1 이론적 배경

효율의 개념은 연구 분야가 부동함에 따라 다른 특징 을 가지고 있다. 기업경영 분야에서는 효율이 특정된 시 간 내에 업무를 완수하는 능력을 의미하며, 경제학 분야 에서 Paul Samuelson은 효율은 자원의 제한된 범위에서 산출의 최대화를 실현하는 것이라고 했다. 즉, 효율이 란 투입되는 시간과 자원을 최대한 줄이면서 최대의 노 동 성과를 얻는 것을 말한다.

기존 효율에 관한 이론에 근거하여 학자들은 농업 생 산효율에 대하여 명확한 정의를 제기하였다. 농업 생산 효율은 한 지역의 농업경제운행상황을 가늠하는 중요한 지표이다. 주로 농업 생산과정 중의 각종 요소분배능력, 자원사용효율, 총요소생산성에 대하여 종합적 평가를 한 다. 농업 생산효율은 기술 생산효율과 자원배치생산효율 에 의해 결정된다[6].

현재 중국 대부분 지역의 농업생산은 여전히 '소농경 제'가 존재하고 있으며 '소농경제'의 본질에서 벗어나지 못했기 때문에 농업 생산효율이 낮은 편이다.' 소농경제 '의 문제를 근본적으로 해결하기 위해서는 농업의 규모 화, 기계화, 그리고 현대적인 경영 방식을 도입하며, 농 업 생산 요소의 이용률을 향상해야 한다[7]. 그리고 농업

생산효율의 향상은 농민소득을 증대하고 농업의 고품질 발전을 추진하는 관건이다[8]. 따라서 농업을 발전시키에 있어서 농업 생산효율을 높이는 것이 가장 중요하다.

2.1.2 라오닝성 농업 현황

라오닝성은 유라시아대륙 동안에 있으며 온대 대륙성 계절풍기후이고 강수량은 450~1,150 mm다. 토지의 총면적이 14.75만 km²인데 그 중 농업용지가 4.32만 km²이고 경지면적은 338만 ha이다. 임업 용지는 5.62만 km²이고 삼림 복개율은 31.3%이며 목축업 용지는 0.39만km²이다.

다음 Table 1 은 2011년부터 2020년까지 라오닝성 농업의 일부 현황이다. 2020년까지 농업총생산액은 4,556.30억 위안에 달하였으며 계속 증가되는 추세이다. 농산물 총파종면적은 4,287.9만 ha이고 식량 총생산량은 2,338.5만 에 달했다. 라오닝성의 총인구는 약 4,056 만 8,000명이며, 농업 노동력은 2019년부터 1,000만 명을 넘어 2020년에 1,146.9만 명에 달했다. 농업용 비료와 수리시설 이용량은 2020년까지 각각 137.5만t 와 776개로 나타났다.

그러나 장쑤성처럼 농업이 발달한 성에 비해 라오닝성의 농업 발전 수준은 여전히 많이 부족하고 농업 기계 사용 측면에서 여전히 간단한 농업 보조 기계이며 농업 발전 환경에서 라오닝성은 당분간 큰 변화를 보이지 않았 습니다[9]. 디지털 농업의 보급과 광범위한 응용으로 라오닝성은 농업 분야에서 큰 잠재력과 발전 공간을 가지고 있습니다.

2.2 연구모형 및 변수설정

2.2.1 연구모형

Table 1. Agricultural status of Liaoning provinc(RMB)

Year	agricultural employment (w)	fertilizer (wt)	area (kha)	reservoir (EA)	production (B)	Grain production (wt)
2011	663.6	144.5	4,356.1	906	1,213.17	2,192.5
2012	660.0	146.8	4,361.3	889	1,621.34	2,502.1
2013	652.0	151.8	4,260.0	911	1,723.24	2,407.3
2014	655.8	151.5	4,273.4	833	4,643.07	1,980.3
2015	659.7	152.1	4,298.3	803	4,828.27	2,091.9
2016	675.2	148.3	4,209.7	798	4,237.51	2,246.9
2017	684.3	145.5	4,171.5	781	3,846.10	2,330.8
2018	685.5	145.0	4,207.2	795	4,049.40	2,192.8
2019	1,184.6	145.0	4,217.2	768	4,365.20	2,430.1
2020	1,146.9	137.5	4,287.9	776	4,556.30	2,338.5

본 연구에서는 라오닝성의 농업에 관한 효율성 및 생산성 변화에 주목하여 DEA와 Malmquist 생산성 지수를 활용하여 분석을 시도하였다. Malmquist 생산성 지수는 최초로 Malmquist(1953)에 의해 제안되었다. 그 후에 Caves(1982)는 거리함수의 도입을 통해 생산효율을 계량화하는 새로운 방법을 제공하였습니다. 더불어, Fare(1994)와 그의 동료들은 이를 비 계수적 선형 계획법과 DEA의 이론과 결합하여 현대적인 Malmquist 생산성 지수를 구축하였다. 현재 이 방법론은 금융, 공업, 의료 등 다양한 분야에서 능률 추정의 핵심 도구로 활용되며, 이를 기반으로 한 국제 비교 연구도 활발히 진행되고 있다.

Malmquist (MPI) 생산성 지수는 DEA에 기반한 효율성 측정 방법으로, 최근에는 동태적인 효율성 평가 방법으로 널리 인정받고 있다. 전통적인 DEA 모델은 특정 시점 내에서 결정단위의 생산효율만 측정할 수 있으며, 시간의 흐름에 따른 투입 및 산출의 증감을 직접 파악하기 어려운 것이다. 반면, Malmquist 생산성 지수는 서로 다른 시간대나 지역의 결정단위 간의 생산효율성과 기술진보를 동시에 평가할 수 있는 장점을 지니며, 기존 시점에 비해 변화된 생산성을 정량적으로 표현할 수 있다. 이 지수는 DEA와 거리함수의 조합으로 구성되어 있어, 거리함수를 통해 생산성 변화를 정확하게 반영한다. 본 연구에서의 생산성 분석은 투입요소 감소를 위한 것이 목적이므로, 투입지향모형으로 선택하였다. Malmquist 생산성 지수는 t기에서 t+1기로의 효율 변화를 분석할 수 있다. 생산성 변화를 나타내는 투입지향 MPI는 Eq. (1) 다음과 같다.

$$M_n^{t,t+1} = \left[\frac{D_n^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_n^t(x^t, y^t)} \times \frac{D_n^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_n^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \quad (1)$$

Malmquist 생산성 지수는 기술 효율성 변화지수 (TECI)과 기술변화지수 (TCI)로 나누며 또한 기술효율 (TECI)은 순수효율성 변화지수 (PECI)과 규모의 효율성 변화 지수(SECI)로 나눌 수 있다.

이로 다음 Eq. (2)과 같은 관계식이 형성된다.

$$TFP = TECI * TCI$$

$$M_n^{t,t+1} = \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_n^t(x^t, y^t)} \times \left[\frac{D_n^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \frac{D_n^t(x^t, y^t)}{D_n^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \quad (2)$$

그리고 기술 효율성 변화지수(TECI)는 순수기술 효율성 변화지수(PECI)와 규모 효율성 변화지수(SECI)로 나눌 수 있다. 따라서 다음 식 Eq. (3)에서는 순수기술 효율성 변화지수(PECI), 규모 효율성 변화지수(SECI), 기술변화지수(TCI)로 나누어 추정한다.

$$TECI = Peci * SECI * TCI$$

$$M_n^{t,t+1} = \frac{K_n^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{K_n^t(x^t, y^t)} \times \left[\frac{K_n^t(x^t, y^t)}{D_n^t(x^t, y^t)} \frac{D_n^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_n^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right] \times \left[\frac{D_n^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_n^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \frac{D_n^t(x^t, y^t)}{D_n^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \quad (3)$$

2.2.2 변수설정

본 연구에서는 랴오닝성 농업의 효율성과 생산성 변화를 연구하기 위해 DEA - Malmquist 생산성 지수를 활용하였다.

본 연구는 기존 연구들의 변수를 참고하였다. 투입변수 산출물에 영향을 미치는 주요항목 Table 2 중 농업노동력자원, 농업용 비료(순수) 사용량, 농작물 총파종 면적, 농업용 기계 총동력을 사용했으며, 산출변수로는 농업 총생산량을 주로 사용하였다. 선행연구를 검토한 결과, 중요하게 여겨진 4개의 변수를 투입변수로 선택하였다. 본 연구에서는 농업 노동력자원, 농업용 비료(순수) 사용량, 농작물 총파종면적, 수리시설(저수지수량)을 투입변수로 설정하고 농업 총생산량과 식량 총생산량을 산출변수로 설정하였다. 특히, 농업생산의 효율성을 제고하기 위해 저수지 수량을 투입변수로 추가하였다. 농작물의 성장 과정에서 물은 생산 품질을 보장하는 중요한 기초이다. 각 지역은 저수지 건설을 통해 과학적으로 물

을 분배하고 농업 경작지에 적용하여 작물의 성장을 보장하고 농업 발전을 촉진한다. 조사에 따르면 농촌 경작지에서 충분한 관개를 하지 않은 경작지의 연간 작물 수확량은 충분한 관개를 한 경작지보다 현저히 낮다는 결과를 보여준다. 또한, 저수지 건설은 농지 주변의 기후를 개선하고 농업생산에 필요한 물의 양을 늘리며 작물의 성장 요구를 충족시킨다. 따라서, 저수지 건설의 중요성은 농업생산에서 강조될 수 있다.

Table 2. A study on the efficiency analysis of agriculture

Researcher	Input factor	Output factor
Qiang-Li (2020)	Fertilizer, Crop sowing area, Fiscal expenditure, Power of machinery	Gross agricultural product, Rural disposable income
Shi-Ying Li (2022)	Agricultural employment, Application amount of chemical fertilizers, power of machinery, Crop sowing area.	Gross agricultural product
Xin-xin Li (2022)	power of machinery, Crop sowing area, Agricultural irrigated area	Gross agricultural product

랴오닝성 14개 도시(심양시, 대련시, 안산시, 푸순시, 본계시, 단둥시, 금주시, 영구시, 푸신시, 랴오양시, 판금시, 철령시, 차오양시, 후루도우시)의 농업 투입산출요소 데이터를 이용하여 농업, 임업, 축산업, 어업의 총생산량과 식량 총생산량을 산출변수로 선정하였고 농업 노동력 자원, 농업용 비료(순수) 사용량, 농작물 총파종면적, 수리시설(저수지수량) 4가지 농업의 지속 가능한 발전과 관련된 변수를 투입변수 Table 3로 선정하였다.

Table 3. Agricultural production efficiency index of Liaoning Province

Factor	Variable name
Input factor	Agricultural employment
	Application amount of chemical fertilizers, Crop sowing area, Water conservancy facilities(reservoir)
Output factor	Gross agricultural product, Gross food product

DEA 모형은 투입변수와 산출변수의 선택에 따라 전체 효율성 측정 결과가 달라질 수 있습니다. 특히, 변수의 수가 늘어나면 효율적으로 평가되는 DMU의 수가 증가하기 때문에 정확한 판별이 어려워진다[10]. 이에 따라, DMU의 수가 투입변수와 산출변수를 곱한 값의 2배 이상이어야 한다고 제안되었다[11]. 평가결과를 합리적으로 판별하기 위해서는 기준 집합의 요소 수(DMU)와 투입변수와 산출변수의 적절한 수량 관계를 유지해야 한다. 본 연구에서는 2개의 산출변수와 4개의 투입변수가 있으며, 표본 크기는 14이고 투입산출변수의 2배 이상의 곱으로 DEA 평가결과가 강한 판별성을 가지고 있다고 볼 수 있다.

2.2.3 데이터

본 연구에서는 랴오닝성 내 14개 도시(심양시, 대련시, 안산시, 푸순시, 본계시, 단둥시, 금주시, 영구시, 푸신시, 랴오양시, 판금시, 철령시, 차오양시, 후루도우시)를 연구 대상으로 선정하였다. 본 연구에서 활용된 데이터는 2011년부터 2020년까지의 랴오닝성 통계연감에서 수집된 것이다.

2.3 분석결과

2.3.1 시별의 Malmquist 생산성 분석결과

다음의 표는 각 시별로 Malmquist 생산성 지수를 기반으로 한 분석 결과를 제시한다. DEA에서 효율성 점수가 1인 경우, 해당 결정단위는 상대적으로 효율적으로 판단되며, 1보다 낮은 점수는 상대적인 비효율성을 나타냈다.

2011년 대비 2012년의 MPI 분석 결과 Table 4 보면 랴오양시를 제외한 모든 도시에서 농업 생산효율이 향상된 것을 확인할 수 있다. 특히 심양시에서는 가장 두드러진 향상을 보였다. 추가로, 안산시, 푸순시, 단둥시, 등 도시는 기술 효율성 변화지수와 기술변화지수가 향상되었다.

2017년과 2018년의 MPI 분석 결과 Table 5에 따르면, 심양시, 안산시, 푸순시, 본계시, 영구시, 랴오양시 및 철령시에서 농업 생산효율의 감소가 확인되었다. 이 중에서 랴오양시는 가장 큰 하락률을 기록하였다. 대련시, 단둥시, 금주시, 푸신시, 판금시, 차오양시 및 후루도우시에서는 농업 생산효율이 상승한 것으로 분석되었다. 특히, 철령시의 경우 기술 효율성 변화지수와 기술변화지수가 동시에 감소하였는데, 이러한 결과는 해당 지역에서의 기술 퇴보를 나타낼 수 있음을 의미 한다.

Table 4. Variation and decomposition of agricultural Malmquist index in Liaoning during 2011-2012

Keyword	TECI	TCI	PECI	SECI	MPI
ShenYang	1.000	1.300	1.000	1.000	1.300
DaLian	1.000	1.216	1.000	1.000	1.216
AnShan	1.059	1.111	0.938	1.129	1.176
FuShun	1.085	1.155	1.050	1.033	1.253
BenXi	1.000	1.188	1.000	1.000	1.188
DanDong	1.033	1.123	0.952	1.085	1.161
JinZhou	0.967	1.116	0.965	1.003	1.079
YingKou	1.022	1.126	1.015	1.007	1.151
FuXin	1.000	1.134	1.000	1.000	1.134
LiaoYang	1.000	0.799	1.000	1.000	0.799
PanJin	1.000	1.110	1.000	1.000	1.110
TieLing	1.000	1.095	1.000	1.000	1.095
ChaoYang	1.000	1.128	1.000	1.000	1.128
HuLuDao	1.177	1.049	1.200	0.981	1.235
Average	1.023	1.112	1.007	1.016	1.138

Notes : TECI: Technical efficiency change index;
 TCI: Technological change index;
 Peci: Pure technical efficiency change index;
 SECI: Scale efficiency change index;
 MPI: Malmquist Productivity Index.

Table 5. Variation and decomposition of agricultural Malmquist index in Liaoning during 2017-2018

Keyword	TECI	TCI	PECI	SECI	MPI
ShenYang	0.930	1.055	1.000	0.930	0.981
DaLian	1.000	1.007	1.000	1.000	1.007
AnShan	0.888	1.030	0.878	1.012	0.915
FuShun	0.943	1.015	0.946	0.996	0.957
BenXi	1.000	0.999	1.000	1.000	0.999
DanDong	1.006	1.045	1.037	0.970	1.051
JinZhou	0.962	1.095	1.009	0.954	1.054
YingKou	0.986	1.003	0.971	1.016	0.989
FuXin	1.055	0.984	1.095	0.963	1.038
LiaoYang	1.000	0.711	1.000	1.000	0.711
PanJin	1.000	1.067	1.000	1.000	1.067
TieLing	0.946	0.887	1.000	0.946	0.839
ChaoYang	1.000	1.025	1.000	1.000	1.025
HuLuDao	0.990	1.079	0.989	1.001	1.067
Average	0.978	0.995	0.994	0.984	0.973

Notes : TECI: Technical efficiency change index;
 TCI: Technological change index;
 Peci: Pure technical efficiency change index;
 SECI: Scale efficiency change index;
 MPI: Malmquist Productivity Index.

2.3.2 Malmquist 평균 생산성 분석 결과

본 연구에서는 MPI를 활용하여 2011년부터 2020년까지의 10년간 랴오닝성 14개 도시의 농업 생산성 변화를 분석하였다. Table 6 분석 결과, 총요소 생산변화지수의 기하

평균은 1.071로, 이는 해당기간 동안 랴오닝성 내 14개 도시의 평균 농업 생산효율이 약 7.1% 상승하였음을 의미한다. 그러나 2018년과 2019년의 총요소 생산변화지수는 1을 초과하지 않았으며, 특히 2019년에는 최저 수준에 이르렀다. 또한, 분석 결과에 따르면 랴오닝성의 기술변화지수의 연평균 성장률은 8.4%로 나타났다. 이러한 결과는 농업기술이 랴오닝성의 농업 생산성 향상의 주요 요인 중 하나라는 것을 확인시켜 준다. 이에 따라 랴오닝성은 농업 기술의 향상 및 혁신을 위한 지속적인 노력이 필요함을 시사한다.

랴오닝성 응급관리청에 의하면 2019년 랴오닝성의 자연재해는 주로 홍수, 우박이며 가뭄, 태풍, 생물재해도 부동한 정도로 일어났습니다. 1년 동안 다양한 자연재해로 인해 총 2,276,900명이 영향을 받았고 6명이 사망하였으며 169,000명이 긴급 이송 및 재정착되었다. 농작물 피해 면적은 44만 헥타르, 355채의 가옥 붕괴, 3503채의 심각한 손상, 21,420채의 일반 손상, 53억 위안의 직접적인 경제적 손실을 받았다. 이러한 배경하에서, 2019년의 총요소 생산변화지수는 최저 수준을 기록하였다. 후루다오시를 예로 들면, 초기 봄 파종 기간(4월부터 5월까지)에 단계적 가뭄이 발생하여 봄 파종 진행이 느려지고, 초기 파종 토지에는 물이 필요한 중요한 시기인 7월에 가뭄 기간 동안 수분 불량 현상이 존재하며, 9호 태풍 '리치마'로 인한 비바람으로 인해 거의 백만 묘의 농작물 피해가 발생하였다. 본 연구는 해당 지수의 하락 원인으로 2019년의 기상재해의 심각한 영향을 주요 요인으로 고려하였다. 그러나 이후 2020년에는 전 성의 총요소 생산변화지수가 회복 추세를 보이며 랴오닝성의 농업 생산성이 다시 상승하는 모습을 확인할 수 있었다.

Table 6. Variation and decomposition of agricultural Malmquist index in Liaoning during 2011-2020

Year	TECI	TCI	PECI	SECI	MPI
T1(11-12)	1.023	1.112	1.007	1.016	1.138
T2(12-13)	0.983	1.030	0.996	0.988	1.013
T3(13-14)	0.931	1.689	0.942	0.987	1.572
T4(14-15)	0.967	1.118	0.988	0.978	1.081
T5(15-16)	1.027	0.999	0.999	1.028	1.026
T6(16-17)	1.027	0.990	1.032	0.996	1.017
T7(17-18)	0.978	0.995	0.994	0.984	0.973
T8(18-19)	1.044	0.872	1.015	1.028	0.910
T9(19-20)	0.921	1.112	0.995	0.926	1.024
Average	0.988	1.084	0.996	0.992	1.071

Notes : TECI: Technical efficiency change index;
 TCI: Technological change index;
 Peci: Pure technical efficiency change index;
 SECI: Scale efficiency change index;
 MPI: Malmquist Productivity Index.

랴오닝성 각 도시에 대한 MPI 순위 Table 7 분석 결과, 푸순시, 대련시, 그리고 본계시 및 영구시가 각각 제1위, 제2위, 그리고 병렬 제3위를 차지하였다. 이들 도시의 총요소 생산변화지수는 다른 도시들에 비해 상대적으로 높은 값을 보였다.

2011년에서 2020년까지의 10년간 평균 기술효율변화지수는 0.988로 나타났으며, 이는 해당 기간 동안 기술 효율성에 소폭의 하강이 있음을 시사한다. 더불어, 평균 기술변화지수와 평균 규모 효율성 변화지수는 각각 1.084와 0.992로 계산되었다. 이러한 결과는 14개 도시들이 농업기술과 생산 규모 발전에 있어서 아직 충분한 진전을 이루지 못했음을 나타냈다.

14개 도시의 평균 기술변화 효율이 8.4%로 나타난 것은 농업 기술 진보의 관점에서 일정한 성장률을 기록하고 있음을 의미한다. 이와 함께, 평균 총요소 생산효율의 7.1%는 이러한 도시들의 총요소 생산효율성 향상이 과학기술의 발전에 크게 의존하고 있음을 반영한다.

Table 7. Mean value of Variation and decomposition of agricultural Malmquist index in during 14 cities of Liaoning during 2011-2020

Regions	TECI	TCI	PECI	SECI	MPI	Sequence
Shenyang	0.963	1.094	1.000	0.963	1.053	9
Dalian	1.000	1.103	1.000	1.000	1.103	2
Anshan	0.972	1.102	0.959	1.013	1.071	8
Fushun	0.995	1.116	0.986	1.008	1.110	1
Benxi	1.000	1.099	1.000	1.000	1.099	3
Dandong	1.014	1.081	1.013	1.001	1.097	4
Jinzhou	0.961	1.092	0.998	0.963	1.049	10
Yingkou	0.996	1.103	0.999	0.997	1.099	3
Fuxin	0.975	1.016	0.991	0.984	0.991	12
Liaoyang	1.000	1.078	1.000	1.000	1.078	6
Panjin	1.000	1.091	1.000	1.000	1.091	5
Tieling	0.987	1.029	1.000	0.987	1.015	11
Chaoyang	0.973	1.106	1.000	0.973	1.076	7
Huludao	1.000	1.070	1.001	0.998	1.070	9
Average	0.988	1.084	0.996	0.992	1.071	

Notes : TECI: Technical efficiency change index;
 TCI: Technological change index;
 Peci: Pure technical efficiency change index;
 SECI: Scale efficiency change index;
 MPI: Malmquist Productivity Index.

3. 결론

본 연구에서는 중국 랴오닝성 농업 생산효율의 제고 방안을 모색하기 위하여 랴오닝성 내 14개 도시의 농업

생산성 변화를 2011년부터 2020년까지 분석하였다. MPI를 활용한 결과, 랴오닝성의 전반적인 농업 생산효율은 변동적인 상승세를 보였지만 여전히 개선의 여지가 많고 지역적 차이 특성이 분명합니다. 도시 수준에서 푸순시, 대련시, 본계시 및 영구시가 상대적으로 높은 농업 생산성을 보였으며, 예로 들면 대련시는 중국 료동반도의 남단에 위치하여 있고 온대 반습윤 대륙성 계절풍기후에 속하며 지리적 위치가 상대적 우월하다. 그러나 농업생산효율이 상대적 많이 낮은 금주시, 푸신시 및 기타 도시는 동북 및 중부에 위치하며 기후적 지리적 우세를 갖추지 못했다. 랴오닝성 14개 도시 사이의 농업생산 효율 수준의 차이가 생기는 원인은 지리적 위치의 차이에 있다. 또한, 대련 등 생산효율이 높은 도시는 농업을 위주로 발전하였지만 푸신 등 도시는 공업을 위주로 발전해 왔다는 차이점도 농업 생산효율의 수준에 영향을 주고 있다는 것을 알 수 있다. 그리고 이러한 성장률에도 불구하고, 14개 도시 전체의 기술 효율성과 규모 효율성은 아직 만족스러운 수준에 이르지 못하였다. 특히 2019년 기상재해의 영향으로 일시적인 생산 효율성이 하락하였으나, 2020년에는 다시 회복의 기미를 보였다. 랴오닝성의 농업 생산성 향상은 과학기술의 진보에 큰 의존도를 보이며, 지속적인 기술 투자와 혁신이 필요하다. 따라서 다음과 같은 시사점을 제기한다.

첫째, 효율성의 증진을 위해 규모에 기인한 비효율성 문제를 타개해야 한다. 특히, 랴오닝성 농업의 발전 동향과 연계하여, 경영 주체의 생산 규모를 고려하여 규모 경영 요구를 만족시키는 기술 모델의 연구 및 개발이 필요하다. 이러한 접근을 통해 규모 수익의 감소를 예방하고 생산 기술의 지속적 확장을 추구함으로써 농업의 경영 효율성을 향상시킬 수 있다.

둘째, 생산 효율성의 증진을 위해 농업 기계화를 적극 추진해야 한다. 즉 농업용 기계에 대한 개선이 필요하다. 농업 기계화 기술 확장 메커니즘을 개선하고 농업 기계화 기술 혁신을 가속화하며 농업 기계화 기술발전을 촉진하고 농업 기술과 농업용 기계의 긴밀한 통합을 실현해야 합니다. 재배 방식, 번식 모델 등을 기계화와 결합하여 개선해야 한다. 곡물 건조 센터, 농업 기계 및 농업통합시범기지 등을 건설하고 정보화의 수단을 이용하여 농업생산 효율성을 향상시킨다.

셋째, 정부의 지원 및 정책적 배려가 필수적이다. 정부에서는 농민들이 관련 기계의 사용과 구매를 늘리도록 장려함과 동시에 농업과학기술 인재에 대한 지원정책의 홍보 및 시행을 강화하여 랴오닝성이 현재 직면한 문제

를 해결하여 농업생산에 더 나은 서비스를 제공해야 한다. 또한, 정부에서는 농민들에게 기술 지원 및 교육 제공을 통해 과학적 재배 방법을 확산하고, 농업 자원 이용 시스템을 최적화하여 화학 비료와 농약, 그리고 관계 시스템의 효율을 향상시키는 방안을 모색해야 한다.

넷째, 농업 생태 환경의 보호 및 개선이 중요하다. 농업 생태 환경 보호는 농업생산의 효율성과 지속 가능성에 긍정적인 영향을 미친다. 농업 환경 보호를 통해 토양 비옥도를 향상시키고 토양 침식과 황폐화를 줄이며 작물의 수확량과 품질을 증가시킬 수 있고 농업 환경 보호는 살충제와 비료의 사용을 줄이고 생산 비용을 절감하며 농민의 경제적 소득을 증가시킬 수 있습니다. 농업 환경 보호는 농업생산의 효율성과 지속 가능성을 향상시키는 중요한 방법입니다. 랴오닝성 농업의 지속 가능한 발전을 위해 농업 생태 환경의 보호 및 개선에 대한 지속적인 주의와 투자가 필요하다. 특히, 랴오닝성의 절수관계 프로젝트와의 연계를 통해 절수 농업의 발전을 적극 추진하여야 한다.

References

- [1] N. Huang, "Liaoning agricultural development present situation and the obstacles"[J]. *Journal of new agriculture*, No.9, pp.88-89, 2019. DOI: <https://doi.org/CNKI:SUN:XNYZ.0.2019-09-069>
- [2] W. B. Kim, J. B. Um, "Analysis on Productivity and Efficiency of Blueberry Farming", *Journal of the Korean Society of Organic Agriculture*, Vol.30, No.4, pp.499-516, 2022.
- [3] S. C. Kim, J. Y. Shim, L. Yang, "Analysis of the Efficiency of Rice Crops by Provincial Government and Years in Korea Using DEA and Malmquist", *Journal of the Korea Academia-Industrial*, Vol. 24, No. 2, pp. 258-266, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2023.24.2.258>
- [4] S. Y. Zhu, "Analysis of the agricultural sustainable production efficiency in Jiangsu Province based on the DEA-Malmquist index model", [J]. *Market Weekly*, Vol.35, No.11, pp.35-38, 2022.
- [5] Y. H. Zhou, Y. R. Wang, D. He, "Analysis of agricultural production efficiency measurement in three northeastern provinces based on ultra-efficiency DEA model and Malmquist index" [J]. *Northern Horticulture*, No.3, pp.145-151, 2022.
- [6] M. Mao, "Study on the synergistic effect of agricultural production efficiency and agricultural economic growth"[J]. *Agricultural machinery use and maintenance*, No.7, pp.101-104, 2023.

- [7] J. J. Gao, Q. H. Shi, "Exploration of the change of China's agricultural production mode — Based on the perspective of micro-peasant household factor input" [J]. *Managed World*, Vol.37, Dec. 2021.
DOI: <https://doi.org/CNKI:SUN:GLSJ.0.2021-12-009>
- [8] X. L. Xia, Z. Chen, H. L. Zhang, et al. "High-quality agricultural development: digital empowerment and implementation path" [J]. *Chinese Rural Economy*, No.12, pp.2-15, 2019.
DOI: <https://doi.org/CNKI:SUN:ZNJ.0.2019-12-001>.
- [9] C. Rong, S. H. Zhang, S. Liu, et al. "Comparative analysis of Agricultural Modernization Development in Jiangsu Province and Liaoning Province" [J]. *Southern Agricultural Machinery*, Vol.53, No.1, pp.22-24, 2022
- [10] T. H. Kim, S. T. Seo, Y. C. Yoo, "An Analysis of Technical Efficiency of Hanaro-Mart in Chungbuk Province and Implications for the Scale Expansion" *Research ON Korean COOPERATIVES*, Vol.29, No.1, pp.39-57.
DOI: <https://doi.org/10.35412/kics.2011.29.1.003>
- [11] A. Boussofina, R. G. Dyson, and E. Thanassoulis, "Applied Data Envelopment Analysis," *European Journal of Operations Research*, Vol.52, pp.1-15, 1991.
DOI: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(91\)90331-O](https://doi.org/10.1016/0377-2217(91)90331-O)

Shi-Yong Piao

[Regular member]



- Jun. 2018 : Kangwon Univ., Dept. of Agricultural and Resource Economics, MS
- Aug. 2021 : Kangwon Univ., Dept. of Agricultural and Resource Economics, PhD

• Sept. 2021 : Yanbian Univ., Agricultural and Forestry Economics and Management, Assistant Professor

〈Research Interests〉

Livestock Economy, Food Economy

Li-Ling Jin

[Regular member]



- Sept. 2020 ~ current : Yanbian Univ., Agricultural and Forestry Economics and Management, Graduate student

〈Research Interests〉

Livestock Economy, Food Economy

Yuan-Ze Shi

[Regular member]



- Sept. 2020 ~ current : Yanbian Univ., Agricultural and Forestry Economics and Management, Graduate student

〈Research Interests〉

Livestock Economy, Food Economy

Jong-In Lee

[Life member]



- Feb. 1987 : Kangwon Univ., Animal Science, BSC(Agr)
- Feb. 1993 : Kangwon Univ., Livestock Management, MM
- Aug. 1997 : Missouri Univ., Agricultural Economics, MSAE

• Dec. 2000 : Oklahoma Univ., Agricultural Economics, PhD

• Feb. 2006 ~ current : Kangwon Univ., Dept. of Agricultural and Resource Economics, Professor

〈Research Interests〉

Livestock Management, Livestock Economy, Food Consumption