Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 23, No. 9 pp. 500-505, 2022

https://doi.org/10.5762/KAIS.2022.23.9.500
ISSN 1975-4701 / eISSN 2288-4688

제주지역 월동무 중장기 수급전망 및 적정 재배면적 추정

문태완[1], 안경아[2], 김배성[1*]
[1]제주대학교 산업응용경제학과·친환경농업연구소·아열대농업생명과학연구소, [2]제주연구원 미래산업관광연구부

A Review on the Reasonable Cultivated Area and Mid & Long-term Outlook on the Supply-Demand of Winter Radish in Jeju Region

Tae Wan Moon[1], Kyeong Ah Ahn[2], Bae Sung Kim[1*]
[1]Department of Applied Economics & SARI, Jeju National University
[1]Research Institute for Subtropical Agriculture and Animal Biotechnology
[2]Division of Future Industry and Tourism Research

요 약 이 연구는 제주지역 월동무의 재배면적이 지속해서 증가하고, 가격이 하락하고 있는 상황에서 중장기 수급을 전망하고, 적정 재배면적을 산출하기 위해 수행되었다. 먼저 연구는 제주지역 월동무 중장기 수급을 전망하기 위해 수급전망모형을 구축하였다. 월동무 수급전망모형은 부분균형(partial equilibrium) 동태축차 시뮬레이션(dynamic recursive simulation)모형으로 개발되었다. 월동무 수급전망치 도출에 앞서 모형의 예측력은 RMSPE, MAPE, Thiel의 불균등지수 등을 기준으로 검토되었다. 예측력 검토결과, 재배면적, 생산량, 소비량 전망치가 2.12-2.26%(RMSPE 기준)의 오차율을 보여 양호한 예측력을 보이는 것으로 나타났고, 월동무 도매시장 경락가격 예측치는 16.4%의 비교적 양호한 예측력을 보이는 것으로 검토되었다. 구축된 수급전망모형을 기반으로 월동무 경영비 및 생산비를 회수할 수 있는 수준의 재배면적을 시뮬레이션 분석을 통해 산출하였다. 시뮬레이션 분석결과, 감축대상 재배면적은 476.6ha(경영비 기준)에서 2076.6ha(생산비 기준)에 이르는 것으로 검토되었다. 이 연구의 결과는 한국농촌경제연구원 농업관측본부의 월동무 적정 재배면적 정보와 비교할 때 상당한 연관성을 갖는 것으로 판단된다. 연구의 결과는 제주 월동무 적정 재배면적 산정 등 생산부분 관련 정책에 유용한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

Abstract This study was carried out to find reasonable cultivated area levels and mid-term and long-term outlooks on the supply-versus-demand for winter radish in the Jeju region. For this purpose, we specified supply-demand models of partial equilibrium and dynamic recursive simulation structures. The stability of the supply-demand models was reviewed using RMSPE, MAPE, and Thiel's inequality coefficient. The prediction values for cultivated area, production quantity, consumption quantity, and wholesale price were evaluated and found to have favorable results. We tried simulation analysis to find the reasonable cultivated area needed to recover production costs and agricultural business management costs. The simulation results show the cultivated area of winter radish should be reduced by 476.6 to 2,076.6ha. It is expected that this study can be used as basic data for policy making on the production side, such as finding the reasonable cultivated area for winter radish in the Jeju region.

Keywords : Winter Radish, Supply-demand Model, Cultivated Area, Simulation Model, Jeju Region

*Corresponding Author : Bae Sung Kim(Jeju National Univ.)
email: bbskim@jejunu.ac.kr
Received July 18, 2022 Revised August 22, 2022
Accepted September 2, 2022 Published September 30, 2022

1. 서론

2020년 월동무(Winter Radish) 가격이 전년 대비 19.6%, 평년 대비 38.8% 수준으로 큰 폭 하락하였다. 2018년 이후 지속적인 가격 하락에도 불구하고 월동무 재배면적은 증가하여 매년 시장격리 조치가 반복되고 있어 재배면적 감축 등 관련 수급대책의 필요성이 강조되고 있다.

이 연구는 제주지역 월동무의 재배면적이 지속해서 증가하고, 가격이 하락하고 있는 상황에서 중장기 수급을 전망하고, 이를 기반으로 적정 재배면적을 산출하기 위해 수행되었다. 연구는 월동무 수급전망을 위해 부분균형(partial equilibrium) 및 동태 축차적 시뮬레이션(dynamic recursive simulation) 구조의 수급전망모형을 구축하였다. 또한 수급전망모형을 이용한 시뮬레이션 분석을 통해 월동무 도매가격이 경영비 또는 생산비 기준 원가가 지지될 수 있는 월동무 재배면적 수준을 추정하였다[1,6].

이 연구는 그 동안 월동무 중장기 수급을 전망하고, 이를 토대로 적정수준의 재배면적을 제시한 연구가 미흡하였다는 점에서 다른 연구들과 차별성을 갖는다.

2. 제주 월동무 생산동향

2015~2020 연도별 월동무 생산량 및 가격은 Table 1에 나타내었다. 자료는 통계청의 2015~2019년 농작물 생산조사, 한국농촌경제연구원 농업관측본부의 2020년 12월 엽근채소 정보, 농식품지식정보서비스 정보 등을 활용하여 작성하였다. 표에서 가격은 33개 공영도매시장에서 거래된 제주산 무 거래액을 거래량으로 나누어 산출하였다. 여기서 평년이란 2015~2019년 동안 최대값과 최소값을 제외한 평균값을 의미한다. 2015년 월동무 재배면적은 5,710ha에서 2018년 7,746ha까지 증가한 이후 최근 다소 감소하였다[1,6].

Table 1. 2015~2020 Yearly winter radish production and price

	Cultivated Land (ha)	Yield (ton/ha)	product (ton)	Price (won/kg)
2015	5,710	67.1	369,698	660
2016	5,378	52.3	263,976	648
2017	6,441	46.1	291,710	585
2018	7,746	51.3	390,504	316
2019	6,073	65.4	390,373	419
2020	5,990	63.0	361,000	337
average year	5,964	54.6	353,195	550

월동무 생산량 또한 2015년 369,698톤에서 2018년 390,504톤으로 증가한 이후 다소 감소하여 2020년 361,000톤에 이르고 있다. 월동무 가격(원/kg)은 2015년 660원에서 2020년 337원까지 하락하였다[1,6].

3. 제주 월동무 중장기 수급전망

3.1 월동무 수급전망모형 구축

월동무 적정 재배면적을 추정하기에 앞서 월동무 수급모형을 구축하고, 이를 토대로 2030년까지 월동무 수급을 전망하였다.

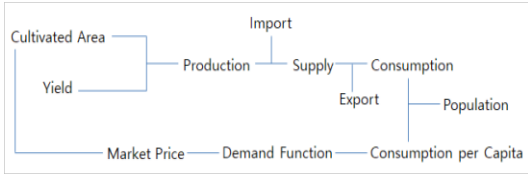

Fig. 1. Supply-Demand Structure of Jeju Winter Radish

월동무 수급전망 및 정책 시뮬레이션을 위해 월동무 개별품목에 대한 부분균형 및 동태 축차적 시뮬레이션 구조로 모형을 구축하였고, 월동무 시장에서 국내산과 수입산은 서로 차별되지 않는 동질적인 상품으로 가정하였다. 재배면적과 단수함수 추정 결과를 활용하여 생산량 도출하고 생산량에 수입량을 더하여 시장 공급량을 도출하고 공급량에서 수출을 제하여 소비량을 도출하였다. 수요함수는 역수요 함수로 월동무 소비량과 국민가처분소득의 함수로 설정하였다[1-4,6,7].

3.2 월동무 주요 방정식 추정결과

월동무 수급모형 구축을 위해 필요한 월동무 재배면적, 무말랭이 수입수요, 월동무 가격함수(수요함수), 경상재(비료, 농약, 농자재 등) 가격, 국민처분가능소득, GDP디플레이터 함수들을 추정하였다. 축차형태의 연립방정식으로 구성된 수급모형의 각 개별방정식들은 개별방정식 추정기법을 이용하여 추정되었고, 자기상관(serial correlation) 문제가 야기되는 경우 자기시차 내생변수를 도입하여 치유하였다[3,5,6,8].

□ 재배면적(ha)

LOG(ACR) = 0.4048 + 0.9076*LOG(ACR(-1))
(0.7961) (15.5961)
+ 0.2782*LOG(NWP_WINF(-1)/GDPDEF(-1))
(1.7938)
- 0.5150*LOG(CURTP/GDPDEF) -
0.2716*SANJI18
(-1.5556) (-1.0795)
R^2: 0.9474, D-W: 1.9045, Sample: 1999-2020

여기서 ACR은 월동무 재배면적, NWP_WINF은 월동무 도매시장 경락가격(가락시장 중품기준), GDPDEF는 GDP디플레이터, CURTP은 경상재가격(비료, 농약, 농자재 등), SANJI18은 2018년 산지폐기 더미변수를 의미한다[2,3,6].

□ 무말랭이 수입수요(MT)

LOG(IMQ_MAL) = -9.7741 -
1.1662*LOG(IMP_MAL/GDPDEF)
(-0.9591) (-1.9225)
+ 0.4437*LOG(NWP_WINF(-1)/GDPDEF(-1))
(2.3469)
+ 0.7728*DUM_IMQMAL +
1.5124*LOG(PDINC/GDPDEF)
(3.1632) (1.6535)
R^2: 0.5535, D-W: 1.7677, Sample: 2001-2020

여기서 IMQ_MAL은 무말랭이 수입량, IMP_MAL은 무말랭이 수입단가, DUM_IMQMAL은 수입수요함수내 도입된 더미변수, PDINC은 1인당 국민처분가능소득을 의미한다[2,3,6].

□ 가격함수(원/kg)

LOG(NWP_WINF/GDPDEF) = -13.1171 -
0.3977*LOG(PERD)
(-2.9133) (-4.0011)
+1.2487*LOG(PDINC/GDPDEF)
(3.3216)
- 0.4796*DUM_NWPF2
(-4.9293)
- 0.4944*AR(1)
(-2.6837)
R^2: 0.6656, D-W: 2.0830, Sample: 1999-2020

여기서 PERD는 월동무 1인당 소비량, DUM_NWPF2는 가격함수내 도입된 더미변수, AR(1)은 1차 자기시차변수를 의미한다[2,3,6].

□ 경상재(비료, 농약, 농자재 등) 가격함수

LOG(CURTP) = -5.7156 + 1.2587*LOG(GDPDEF)
(-2.5019) (2.5759)
+ 0.6309*LOG(EXCH) - 0.0059*DM_CURTP
(2.7646) (-0.1120)
+ 0.7807*AR(1)
(8.9208)
R^2: 0.9385, D-W: 1.7670, Sample: 1989-2020

여기서 EXCH는 환율(대비원달러), DM_CURTP은 경상재가격함수내 도입된 더미변수를 의미한다.

□ 국민처분가능소득

LOG(NDINC/GDPDEF) = -1.8271 +
0.9427*LOG(GDP/GDPDEF)
(-33.1145) (197.0340)
R^2: 0.9992, D-W: 0.5481, Sample: 1988-2020

여기서 NDINC는 국민처분가능소득, GDP는 국내총생산을 의미한다.

□ GDP디플레이터

LOG(GDPDEF) = - 2.8439 + 0.3089*LOG(CPI)
(-2.1104) (1.5884)
+ 0.086*LOG(EXCH) + 0.326*LOG(RGDP) +
0.365*AR(1)
(2.3247) (2.5227) (1.4307)
R^2: 0.9943, D-W: 1.4875, Sample: 2000-2020

여기서 GDPDEF은 GDP디플레이터, CPI는 소비자물가지수, RGDP은 실질 GDP를 의미한다[2,3,6].

Fig. 2에서 보는 바와 같이 주요 변수 해의 추적력은 전반적으로 양호한 추적력을 보이는 것으로 검토되었다.

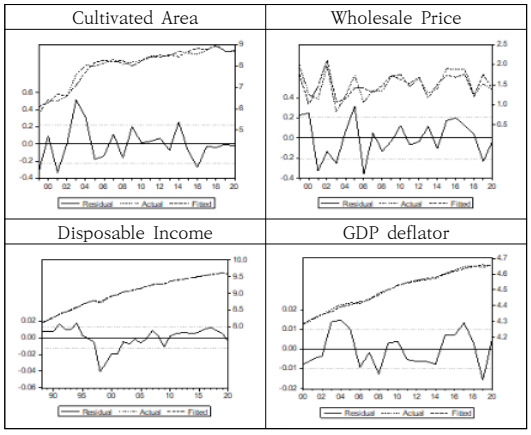

Fig. 2. Review on the Tracking Power of Main Variables

3.3 월동무 수급모형 예측력 검토 및 전망

월동무 중장기 수급전망에 앞서 구축된 모형의 예측력을 RMSPE(root mean squared error), MAPE(mean absolute error), Theil의 불균등지수(Theil's inequlaity coefficient)를 기준으로 검토하였다. RMSPE기준으로 살펴보면, 재배면적, 생산량, 소비량 예측력은 2.12~2.26%로 매우 양호한 것으로 나타났고, 도매시장 경락가격은 변동성이 높은 채소작물 가격임에도 불구하고, 16.4%의 비교적 양호한 예측력을 보이는 것으로 검토되었다[2,3,6].

Table 2. Review of Model Stability (2018~2020)

	Cultivated Area	Production	Consumption	Price
RMSPE	2.26	2.26	2.12	16.40
MAPE	1.96	1.97	1.84	12.08
Theil's U	0.01	0.01	0.01	0.09

Table 3. 2021~2030 Winter radish Supply-Demand Outlook

year	Cultivated Land (ha)	Average annual rate of change (%)	product (ton)	Import quantity (ton)	consumption amount (ton)	Price (won/kg)
2020	5,990	1.9	361,000	29,223	384,113	381
2021	5,853	-2.3	354,990	27,719	379,385	394
2022	5,757	-1.6	349,149	28,226	374,051	408
2025	5,693	-0.4	345,245	29,944	371,866	449
2030	6,049	1.2	366,833	32,899	396,409	515

이와 같은 수급모형에 대한 예측력 검토결과를 토대로 선정된 최종모형을 이용하여 중장기 수급전망(2021~2030)을 시행한 결과가 Table 3에 제시되었다.

2021년 재배면적은 5,853ha로 전년 대비 2.3% 감소할 것으로 전망되었고 재배면적 감소로 인해 월동무 가격이 394원/kg으로 형성되어 전년 대비 3.5% 상승하나, 경영비 기준 원가 402원/kg, 생산비 기준 원가 452원/kg보다 각각 2.0%, 12.8% 낮게 형성될 것으로 전망되었다. 2021년 이후에도 재배면적은 감소하고 도매시장 경락가격은 소폭 오르는 반면, 경영비 또는 생산비 기준 원가에는 미치지 못하는 것으로 나타났다[2-6].

4. 제주 월동무 적정 재배면적 추정

이 연구는 월동무 적정 재배면적 수준을 도매시장 경락가격이 생산원가 이상으로 지지되는 수준의 재배면적으로 정의하였다[2,6].

Table 4. Criteria for setting the production cost of winter radish

assortment	detail	
operating expenses(A)	interim expenses+hire+Consignment farming expenses+employment labor cost	Rural Development Administration, 2017-2019, regional agricultural income data, Jeju winter radish 3-year average
production cost(B)	operating expenses(A)+own labor cost+capital service cost	Results of investigation on winter radish production and distribution costs
distribution cost(C)	washing cost+logistics cost+listing fee(7%)	Results of investigation on winter radish production and distribution costs

월동무 생산원가는 경영비 기준 및 생산비 기준 원가로 구분하여 설정하여 분석하였다. 경영비 기준원가는 경영비+유통비, 생산비 기준원가는 생산비+유통비로 정의하였다. 생산비 기준 원가는 경영비에 자가노동비와 자본용역비를 부가하여 산출하였다. 2020년 기준으로 경영비 기준 생산원가는 402원/kg, 생산비 기준 원가는 452원/kg으로 설정하였다[6-9].

경영비 기준 생산원가를 지지할 수 있는 생산량은 334,346톤, 재배면적은 5,513ha로 추정되었다. 이는 2020년 재배면적을 기준으로 할 때 약 8% 수준인 476.6ha를 감축하여야 하는 수준이다.

Table 5. Resonable cultivated area and area required for reduction of winter radish produced in 2021

	production cost (won/kg)	Resonable cultivated area(ha)	yield (ton)	Reduction required area(ha)	natural reduction (ha)	policy target (ha)
management expense	402	5,513	334,346	476.6	136.6	340
production cost	452	3,913	237,311	2,076.6	136.6	1,940

가격하락으로 인한 추세적인 감축이 약 136.6ha에 이를 것으로 추정되어, 정책적으로 약 340ha의 추가적인 감축유도가 필요할 것으로 사료된다. 농가의 자가노력비와 자본용역비를 보장받을 수 있는 생산비 기준 원가를 지지하기 위한 생산량은 237,311톤, 재배면적은 3,913ha 수준으로 추정되었다. 이는 2020년 재배면적을 기준으로 할 때 약 34.7% 수준인 2,077ha를 감축하여야 하는 수준이다. 가격하락으로 인한 추세적인 감축이 약 136.6ha에 이를 것으로 추정되어, 정책적으로 약 1,940ha의 추가적인 감축이 필요한 것으로 분석되었다[3,6].

Table 6. Results of analysis of contribution to volatility in winter radish production (Unit: %)

	cultivation area effect	yield effect	Cultivation area and yield interaction effect	production volatility
Volatility Contribution	57.8	43.0	-0.8	100.0

위 표는 월동무 생산량 변동에 재배면적과 단수가 각각 얼마나 기여하는 지를 계측한 결과이다. 월동무 생산량 변동성에 대한 재배면적 및 단수 변동성의 기여도를 파악하기 위해서 변동성 분해 방법을 활용하였다. 월동무 생산량 변동성 기여도 분석 결과, 재배면적 효과 57.8%, 단수효과 43.0%로 계측되었다. 이와 같은 계측결과는 앞서 추정한 생산원가 수준 회복을 위한 재배면적 감축 정책을 시행할 경우, 태풍, 한파 등 기상여건 변화에 따른 단수 변동 상황을 동시에 고려하여 정책적 감축면적을 신축적으로 산정할 필요가 있음을 시사한다[6].

5. 요약 및 결론

이 연구에서 우리는 월동무 수급 전망에 기초한 시뮬레이션 분석을 통해 생산원가 수준 회복을 위해 감축이 필요한 재배면적 수준을 추정을 하였다. 연구는 우선 월동무 중장기 수급전망을 위해 부분균형 및 동태 축차적인 시뮬레이션 모형을 구축하고, 2030년까지 중장기 전망을 수행하였다. 수급모형의 예측력 검토는RMSPE, MAPE, Theil의 불균등지수를 기준으로 수행하여 재배면적, 생산량, 소비량, 도매시장 경락가격 등이 전반적으로 양호한 수준의 예측력을 보이고 있음을 확인하였다. 이와 같이 구축된 수급모형을 이용한 시뮬레이션 분석을 통해 생산원가 회복을 위한 감축해야할 재배면적을 추정하였다[4,6].

2020년 기준으로 경영비 및 생산비 기준 생산원가 회복을 위해 각각 340~1,940ha 수준의 정책적 감축이 필요한 것으로 분석되었다. 또한 월동무 생산량 변동성 기여도를 계측한 결과, 재배면적 변동성이 57.8%, 단수 변동성이 43.0% 기여하는 것으로 나타나, 재배면적 감축정책 시행 시 태풍, 한파 등 기상여건 변화에 따른 단수 상황을 고려하여 신축적으로 재배면적 감축정책을 시행할 필요가 있는 것으로 분석되었다[6].

이 연구는 생산원가 수준 이하로 시장가격이 하락하고 있는 긴박한 상황에서 가격수준 회복을 위해 공급부분 중 재배면적 감축에 초점을 두고 분석하였다. 이 연구의 결과는 한국농촌경제연구원 농업관측본부의 월동무 적정 재배면적 정보와 비교할 때 상당한 연관성을 갖는 것으로 판단된다. 본 연구의 결과는 제주 월동무 적정 재배면적 산정 등 생산부분 관련 정책에 유용한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 또한 월동무 관련 가용한 경제통계자료를 이용하여 체계적으로 수급모형을 구축하고, 중장기 수급을 전망한 것을 향후 이 분야 수급연구의 학술적인 토대가 될 것으로 기대된다. 그러나 월동무 가격수준의 회복은 수요진작 통해서도 달성될 수 있음으로 특히 미국, 베트남, 러시아 등을 대상으로 한 수출확대 가능성도 심도있게 분석할 필요가 있는 것으로 사료된다[6-9]. 그리고 연구진이 연구과정에서 확인한 작형별 가격을 고려한 월동무 조기경보 가격예측모형의 유용성은 학계에서 조속히 검토해야할 추가적인 연구의 주제로 사료된다.

References

[1] B. S. Kim, S. B. Ko, T. W. Moon, M. S. Kim, An Analysis of the Current Situation of Citrus Processing, Storage, and Distribution, Korea Rural Economic Institute, 2016.

[2] B. S. Kim, S. B. Ko, T. R. Kim, J. S. Yang, A Study on the Stabilization of Citrus Supply and Demand and the Development Measures, Korea Rural Economic Institute, 2017.

[3] B. S. Kim, "Measurement of Maximum Social Welfare Effects of Fruit Observation", *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol. 15 No. 11. pp. 6,646-6,651, 2014.
DOI: https://doi.org/10.5762/KAIS.2014.15.11.6646

[4] B. S. Kim, B. H. Ko, "A Study on the Development of Supply-Demand Outlook Model for Jeju Winter Radish", *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol. 15 No. 3, pp. 1,471-1,477, 2014.
DOI: https://doi.org/10.5762/KAIS.2014.15.3.1471

[5] B. R. Kim, S. H. Chae, J. W. Kang, Y. D. Kwon, T. M. Seok, C. W. Jo, M. S. Lee, S. J. Kang, M. Y. Kang, J. M. Woo, Measures to Enhance the Competitiveness of Agricultural Industry of Each Region in Response to the FTA, Korea Rural Economic Institute, 2013.

[6] K. A, Ahn, B. H. Ko, T. H. Ko, B. S. Kim, B. H. Song, An Estimation of Reasonable Cultivated Area and Management Plans of Winter Radish in Jeju, Jeju Research Institute, 2019.

[7] S. B. Ko, B. S. Kim, "A Study on the Model Specification for Supply-Demand Forecast of Hallabong Tangor in Korea", *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol. 13 No. 11, pp. 5,163-5,168, 2012.
DOI: https://doi.org/10.5762/KAIS.2012.13.11.5163

[8] S. B. Ko, B. S. Kim, "An Analysis on Impact of Jeju Field Citrus Industry by FTA between Korea and China", *Journal of the Korea Academia-Technology Society*, Vol. 15 No. 2, pp. 838-844, 2014.
DOI: https://doi.org/10.5762/KAIS.2014.15.2.838

[9] Y. H. Ha, K. S. Kim, "Decomposition of Supply Variability into Yield Effects and Cultivation Area Effects Using a Coefficient of Variation Approach", *Korean Journal of Agricultural Economics*, Vol. 57, No. 3, pp. 37-53, 2016. 9.
UCI: G704-000586.2016.57.3.004

문 태 완(Tae Wan Moon) [정회원]

- 2018년 2월 : 제주대학교 일반대학원 석사
- 2018년 3월 ~ 현재 : 제주대학교 일반대학원 농업경제학과 박사과정

〈관심분야〉
농업경제학, 생산경제학, 농산물 수급분석

안 경 아(Kyeong Ah Ahn) [정회원]

- 2016년 2월 : 서울대학교 대학원 경제학 박사
- 2016년 4월 ~ 현재 : 제주연구원 미래산업관광연구부 책임연구원

〈관심분야〉
농업경제학, 정보경영, 계약이론, 농가행동, 머신러닝

김 배 성(Bae Sung Kim) [종신회원]

- 1996년 6월 : 고려대학교 대학원 경제학 박사
- 1999년 7월 ~ 2003년 1월 : 한국생명공학연구원, Post-Doc. 연구원, 선임기술원
- 2003년 2월 ~ 2012년 2월 : 한국농촌경제연구원 연구위원
- 2012년 3월 ~ 현재 : 제주대학교 산업응용경제학과 교수

〈관심분야〉
생산경제학, 농산물가격론, 농산물 수급분석, 농업에너지