

양파 출하시기 도매가격 예측모형 연구*

남국현^{a**} · 최영찬^b

^a 서울대학교 농업생명과학연구원(서울시 관악구 관악로 599)
^b 서울대학교 농경제사회학부 지역정보전공(서울시 관악구 관악로 599)

A Study on Onion Wholesale Price Forecasting Model

Kuk-Hyun Nam^a · Young-Chan Choe^b

^a Research Institute of Agriculture and Life Science, Seoul National University, Korea
^b Program in Regional Information, Department of Agricultural Economics and Rural Development, Seoul National University, Korea

Abstract

This paper predicts the onion's cultivation areas, yields per unit area, and wholesale prices during ship dates by using wholesale price data from the Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation, the production data from the Statistics Korea, and the weather data from the Korea Meteorological Administration with an ARDL model. By analyzing the data of wholesale price, rural household income and rural total earnings, onion cultivation areas in 2015 are estimated to be 21,035, 17,774 and 20,557(ha). In addition, onion yields per unit area of South Jeolla Province, North Gyeongsang Province, South Gyeongsang Province, Jeju Island, and the whole country in 2015 are estimated to be 5,980, 6,493, 6,543, 6,614, 6,139 (kg/10a) respectively. By using onion production's predictive value found from onion's cultivation areas and yields per unit area in 2015, the onion's wholesale prices in June are estimated to be 780 won, 1,100 won, and 820 won for each model. Predicted monthly price after the onion's ship dates is analyzed to exceed 1,000 won after August.

Key words: cultivation areas, yields, price, forecasting, onion

1. 서 론

농산물 중 수급 및 가격 변동이 가장 큰 품목은 채소류인데, 채소류는 노지에서 재배되기 때문에 기상 변화에 따라 생산량의 변화가 심하고, 계절 변화에 따라 주산지가 전국으로 이동하며, 유사 작목 간 생산 대체 관계가 존재하기 때문에 수급 및 가격 예측이 어렵다. 특히 채소품목 중 양파는 2011년 기준 자급률이 96%로 가장 높고, 곧 수입품의 영향이 낮아서 일반적으로 농산물 수요는 일정하다고 가정할 때, 양파 가격 변동의 원인은 주로 공급측면에서 발생한다고 볼 수 있다. 2012년

양파 가격 상승은 기상악화의 영향을 받아 양파 단수가 5,703kg으로 크게 감소하여, 전체 생산량이 전년에 비해 21.3% 감소하여 발생하였다. 그 이후 2013년 작황호조에 불구하고, 양파 가격 상승 추세가 이어졌고, 농가의 기대심리가 작용하여 2014년에 양파 재배면적은 19.3%나 증가하였고, 이에 기상호조에 따른 단수 증가를 더하여 양파 관측 이래 최고의 생산량을 기록하였고, 그해 양파 가격 폭락으로 이어졌다. 이와 같은 농산물 수급예측은 농가의 의사결정으로 인한 재배면적의 변화, 기상 변화에 따른 생산량 증감 등 공급부문에 예측할 수 없는 변수가 많아 어려운 실정이다. 본 연구는 이러한 수급

주요어: 재배면적, 단수, 가격 예측, 양파

* 본 연구는 농림축산식품부 농생명산업기술개발사업(과제번호: 514002-03)에 의해 지원됨.

** 교신저자(남국현) 전화: 02-880-4747 e-mail: nam7734@hanmail.net

예측의 어려움을 보완하기 위하여 농가의 의사결정을 모형화하여 재배면적을 예측하고, 양파의 생육시기별 기상변화와 지역별 기상특징을 고려하여 단수 추정 정확성을 높이고자 하였다. 그리고 출하시기 양파 생산량 예측치를 이용하여 도매가격을 예측하는 수급 모형을 설계하고자 한다.

양파 수급예측과 관련된 국내 연구로는 농촌경제연구원에서 KASMO(Korean Agricultural Simulation Model)를 이용하여 양파의 재배면적과 단수를 예측하고, 도매가격을 전망하는 관측월보가 있다. KASMO는 45개 품목을 획일적인 방법으로 추정하므로 개별 품목의 특성을 잘 반영하지 못하는 한계점이 있다. 이종웅(1996)은 양파 재배면적을 가격과 소득, 경영비, 대체작물 등의 요인으로 추정하였고, 양파 단수는 강수량과 기온으로 추정하였는데, 모형의 예측력에 관한 설명이 없는 한계점이 있다. 김배성(2005)은 가락시장 도매가격 자료를 이용하여 ARIMA 모형과 GARCH 모형, 인공신경망 모형으로 표본의 예측을 수행하고, RMSPE, MAPE 등의 방법으로 예측력을 검증하였다. 그 결과 양파 가격은 인공신경망보다는 ARIMA와 GARCH 모형의 예측력이 우수한 것으로 분석하였다. 그러나 30% 이상의 오차율을 보여 추가적인 모형 개발의 필요성을 언급하였고, 그것은 수급예측에 있어 중요한 기상요인을 배제한 채 가격의 패턴만을 고려하여 분석한 것이 그와같은 오차율을 가져온 것으로 판단된다. 이외에도 배추와 무의 재배면적과 단수를 추정하고, 가격함수를 추정한 연구가 있었고(박지연 & 박영구, 2013), 이용선, 김종진, & 노수정(2012)은 배추, 양파, 대파, 풋고추 등 4개 품목에 대해 가격의 변동패턴과 변동요인을 분석하였다.

농작물 예측과 관련된 해외 연구로는 인도에서 과거 30년 데이터를 이용하여 ARIMA 모형으로 2020년의 양파 생산량을 예측한 Mishra(2013)의 연구가 있고, Ji(2007)는 중국 푸젠의 쌀 생산량 데이터와 강수량, 일조시간, 평균기온, 풍속, 토질수준 등의 기상자료를 이용하여 다중 회귀모형으로 쌀 생산량을 추정하였다. 그리고 Alvarez(2009)는 아르헨티나 팜파스 지역에서 인공신경망을 이용하여 토질과 기후가 밀 생산량에 미치는 영향을 연구하였다. 그 결과 토양수분 함유량과 강수량 및 방사선이 밀 생산량에 유의미한 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

기존 연구들은 다양한 분석모형을 적용하여 도매가격을 예측하거나 기상요인을 고려하여 생산성을 추정하는 개별적

인 연구에 그치고 있으나, 본 연구에서는 양파 도매시장 자료와 생산 및 소득자료, 그리고 기상자료를 활용하여 경제적인 요인과 기상요인, 수요와 공급 이론을 고려한 종합적인 수급 예측 모형을 설계하고자 한다. 본고는 다음과 같이 구성된다. 제2장은 양파 도매가격과 생산량, 재배면적, 단수의 시계열 추이를 설명하고, 제3장은 분석에 사용된 자료와 분석모형에 대해 논의하고, 제4장은 추정결과를 해석하며, 제5장은 분석결과를 요약한다.

2. 양파 도매가격과 생산량, 재배면적, 단수의 시계열 추이

양파 도매가격은 출하시기인 6월에 최저가격을 형성하고, 그 이후 저장비용을 고려하여 계속 증가하여 이듬해 4월경에 최고가격에 이르고, 5월에 조생종 양파가 출하되면 도매가격이 하락하는 패턴을 보인다. 양파는 기상여건에 따라 생산량의 변동이 크고, 그에 따라 가격변동이 커서 농가의 수익에 직접적인 영향을 미치며, 이러한 농가의 경영성과는 다음해의 재배면적 결정으로 이어진다. 따라서 정확한 수급예측을 위해서는 양파의 작황과 재배면적을 고려한 생산량 예측과 생산량 변동에 따른 도매가격 결정의 메커니즘의 이해가 선행되어야 한다. 본 연구에서는 2015년 3월까지의 도매가격 자료와 생산량 자료, 기상자료를 이용하여 3월 시점에서 2015년 산 양파의 출하시기인 6월의 생산량과 도매가격을 예측하는 모형을 설계하고, 모형의 예측력을 검증해보고자 한다.

우선 2015년 3월 도매가격을 조사해보면, <그림 1>에서 양파 상품 기준 1kg당 660원에 거래된 것을 알 수 있고, 또한 <그림 1>에는 양파의 출하시기인 6월에 최저가격을 형성하고, 이듬해 4월에 최고가격에 이르는 양파 도매가격의 주기적 변동성이 잘 나타나 있다. 2014년 6월 양파 도매가격은 1kg당 498원(상품 기준)에 거래되어, 평년가격¹⁾인 722원에 훨씬 못 미치는 수준으로 극심한 양파 파동을 겪었다. 그와 같은 원인에는 2014년 기상호조로 양파 생산량이 전년보다 23% 정도 증가한 1,590천 톤을 기록하여 양파 생산량 관측 이래 가장 높은 수치를 나타내었고, 이 같은 생산량 증가가 양파 도매시장 가격 하락의 주요한 원인으로 판단된다.

<그림 2>에 연도별 양파 생산량과 6월 도매가격의 추이를

1) 2010년 4월~2015년 3월의 최대, 최소를 뺀 연산 기준 평균임.

나타내었고, <그림 2>를 보면 2008년과 2012년은 전년에 비해 생산량이 각각 14.7%, 21.3% 정도 감소하였고, 그해 6월 도매 가격은 전년에 비해 각각 47%, 32% 정도 증가한 것을 알 수 있고, 2009년과 2014년은 전년에 비해 생산량이 각각 32.6%, 22.9% 정도 증가하였고, 그해 6월 도매가격은 전년에 비해 각각 23.5%, 47.4% 정도 감소하는 결과를 보였다. 따라서 양파 수요가 일정하다고 가정한다면, 연간 양파 생산량과 도매가격은 대체로 역의 관계를 나타낸다고 할 수 있다. 둘 사이의 관계를 이용한 예측모형은 다음 장에서 자세히 다룰 것이다.

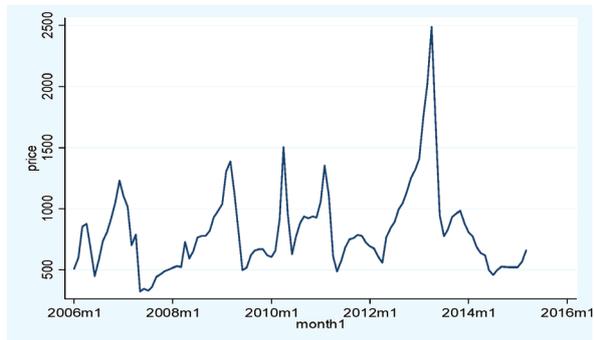
통계청은 1980년부터 매년 양파의 재배면적을 발표하고 있고, 농가의 재배면적 결정은 도매시장 가격과 이에 따른 농가의 수입과 비용을 고려한 생산의사 결정에 의해 이루어진다. 양파의 재배면적은 타작물에 비해 수익성이 높아져 2000년대 중반이후 꾸준히 상승하고 있다. <그림 3>과 <그림 4>에 양파의 재배면적과 전년도 6월 도매가격, 그리고 전년도 양파 10a당 소득 및 총수입을 나타내었다. <그림 3, 4>를 보면, 양파의

재배면적은 전년 6월 도매가격과 10a당 소득 및 총수입과 대체로 양(+)의 관계를 보이고 있음을 알 수 있다. 실제로 재배면적과 전년도 6월 도매가격, 10a당 소득 및 총수입과의 상관계수는 각각 0.77, 0.84, 0.87로 나타나, 위의 관계를 잘 설명해주고 있다. 따라서 농가의 다음기 재배면적 결정에는 출하시기 도매가격이나 10a당 소득 및 총수입이 주요한 영향을 미치는 것을 알 수 있고, 구체적으로 어떤 변수가 가장 예측력이 높은 가는 시계열 모형으로 다음기 재배면적 예측을 수행하고, 예측력을 검증하는 과정이 필요할 것이다.

양파의 생산량은 재배면적과 단위당 수확량(단수)에 의해 결정되는데, 재배면적의 결정이 경제적인 요인에 의해 결정된다면, 양파 단수는 기상요인에 의해 결정된다. 따라서 양파의 생산량을 예측하기 위해서는 앞서 제시한 재배면적의 예측과 함께 기상요인을 고려한 단수를 예측하는 것이 필요하다.

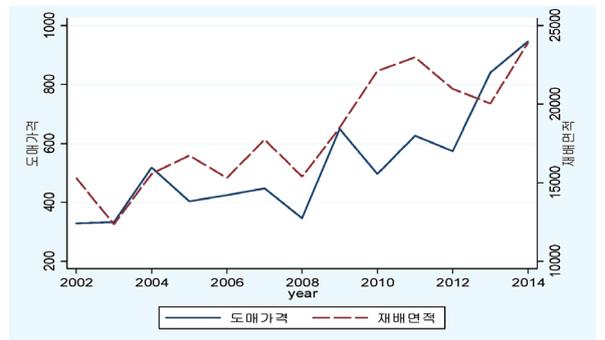
<그림 5>을 보면, 전국 단수는 2002년 6,093kg을 기록하였고, 그 후 비슷한 수준을 유지하다가 2007년에는 6,836kg, 2009

<그림 1> 양파 월별 도매가격(상품1kg)



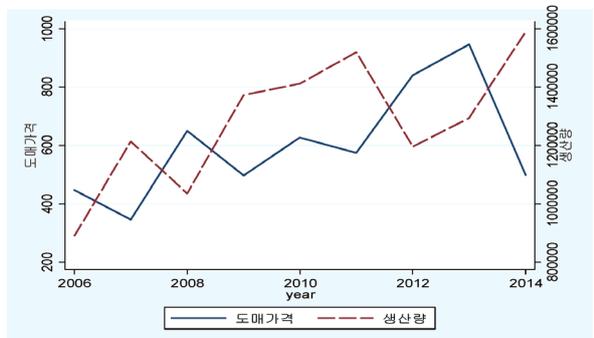
자료: 한국농수산식품유통공사(2014)

<그림 3> 재배면적과 6월 도매가격²⁾



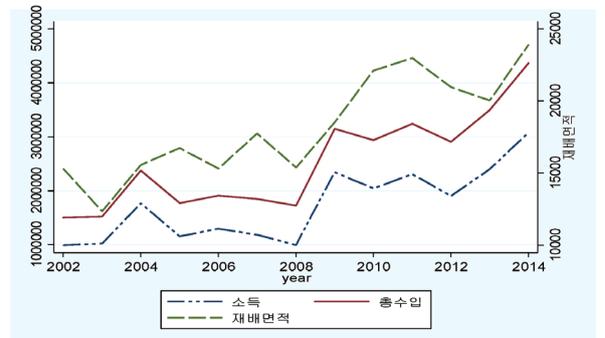
자료: 통계청, 한국농수산식품유통공사(2014)

<그림 2> 양파 생산량과 6월 도매가격



자료: 통계청, 한국농수산식품유통공사(2014)

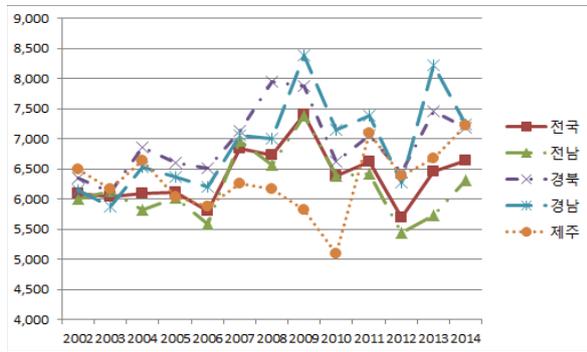
<그림 4> 양파 10a당 소득 및 총수입



자료: 통계청, 한국농수산식품유통공사(2014)

2) <그림 3>과 <그림 4>의 도매가격과 소득, 총수입은 전년도 수치이고, 재배면적은 당해연도 면적을 나타낸다.

〈그림 5〉 전국과 지역별 10a당 양파 생산량(kg)



자료: 통계청(2014).

년에는 7,412kg으로 단수가 급격히 상승하였고, 그 이후 2012년에 5,703kg으로 급격히 하락하다가 다시 상승하는 패턴을 보이고 있다. 이와 같은 양파 단수 변화의 원인에는 정식이후 기상여건과 동절기 냉해 피해, 수확기 일기 상태 등 다양한 기상요인이 작용하는 것으로 알려져 있다. 2002년 이후 전국 단수는 전남 단수와 거의 비슷한 수준을 유지하다가 2011년 이후에는 전국 단수는 전남 단수보다 200~300kg 정도 더 높은 수치를 기록하고 있고, 경북과 경남 단수보다는 평균 500kg 정도 더 낮은 수치를 나타내고 있다. 따라서 전국 단수 예측을 위해서는 지역별 단수 예측이 선행되어야 하고, 선형 회귀분석에 의해 전국 단수와 지역별 단수간의 가중치를 계산하는 것이 가능하다. 우선 전국 단수와 지역별 단수의 상관계수를 <표 1>에 나타내었다. 전국 단수와 지역별 단수의 상관계수는 전남 단수가 0.92로 가장 높아 앞서 그래프에서 제시한 전국 단수와 전남 단수의 비슷한 패턴을 잘 설명하고 있고, 전국 단수와 지역별 단수간의 가중치는 차후 4장의 분석결과에서 자세히 제시할 것이다.

〈표 1〉 전국 단수와 지역별 단수의 상관계수

구분	전남단수	경북단수	경남단수	제주단수
전국단수	0.92	0.83	0.81	0.01

자료: 통계청(2014).

3. 자료 및 분석방법

3.1. 자료

본 연구에서는 양파 출하시기 도매가격을 예측하기 위하

여 한국농수산물유통공사의 도매가격 자료와 통계청의 생산량 자료, 그리고 기상청의 기상자료를 이용하였다. 한국농수산물유통공사에서 운영하는 농산물유통정보(<http://www.kamis.co.kr/>)에서는 매일 전국 도·소매시장에서 유통된 상품(上品) 양파의 단위무게(kg)당 가격에 대한 정보를 제공한다. 또한 통계청은 매년 전국 단위의 양파 생산량, 재배면적, 단위당 생산량, 단위당 농가소득 및 총수입 등을 발표하고 있어 한국농수산물유통공사의 도매가격 정보와 잘 조합하면 가격 예측의 분석에 용이하다.

단수 추정에 사용한 기상자료는 기상청으로부터 국내 양파 주산지로 파악된 4개 지역(신안·무안, 영천, 함천, 제주)의 주요 기상지표들의 관측 값을 수집하여, 양파의 생육시기별로 분석하였다. 국내 양파 주산지인 신안과 무안 지역은 기상청 자료에 포함되어 있지 않아 두 지역의 가까이 위치한 목표의 기상자료를 사용하였다.

본 연구에서는 2015년 양파 출하시기 도매가격을 예측하기 위하여 2007년에서 2015년까지의 도매가격 자료와 2015년 양파 재배면적과 단수를 예측하기 위하여 2002년에서 2014년까지의 년도별 재배면적과 농가소득, 총수입 자료와 2001년 10월에서 2015년 5월까지의 기상자료를 사용하였다. 분석을 위해 사용한 변수들의 기초통계량과 조작적 정의를 <표 2>에 정리하였다.

<표 2>를 보면, 양파 출하시기인 6월의 도매가격을 예측하기 위해 사용한 변수인 6월과 3월의 도매가격, 그리고 생산량 변수의 기초 통계량을 알 수 있다. 본 연구는 3월 시점에서 6월의 도매가격을 예측하는 상황을 가정하고 있어, 가장 최근 정보인 3월 도매가격 변수가 사용된다.

10a당 농가총수입에서 10a당 경영비용을 빼면, 10a당 농가소득이 되는데, 두 변수와 6월 도매가격은 재배면적을 예측하는 설명변수로 사용된다. 생산량 예측치를 구하기 위해서는 재배면적과 전국 단수 예측치가 필요하고, 전국 단수는 지역별 단수를 이용하여 추정할 수 있다. 지역별 단수는 6월에 관측값을 알 수 있어, 3월 시점에서는 예측치를 사용해야하고, 지역별 기상자료를 이용하여 예측할 수 있다.

<표 3>에 지역별 단수 추정에 사용한 지역별 기상요인의 기초통계량을 나타내었다. 전남 단수를 추정하기 위해 신안과 무안에 가까운 목표 기상자료를 이용하였고, 경북, 경남, 제주 단수를 추정하기 위해 각각 영천, 함천, 제주의 기상자료를 이용하였다. 전남 단수는 주로 평균기온 자료를 단수 추정에 사용하였고, 경북지역은 다른 지역보다 겨울기온이 낮아

〈표 2〉 도매가격 자료와 생산 자료의 기초통계량과 변수의 정의

변수명	단위	평균값	표준편차	최소값	최대값
6월 도매가격	원	603	191	346	947
3월 도매가격	원	947	458	522	2023
생산량	천톤	1,280	225	890	1,590
10a당 농가소득	천원	1,723	686	904	3,078
10a당 농가총수입	천원	2,577	849	1,521	4,365
재배면적	ha	18,226	3,534	12,352	23,911
전국단수	kg/10a	6,379	472	5,703	7,412
전남단수	kg/10a	6,216	550	5,441	7,395
경북단수	kg/10a	6,937	577	6,112	7,955
경남단수	kg/10a	6,912	781	5,883	8,386
제주단수	kg/10a	6,304	561	5,091	7,220

자료: 통계청, 한국농수산식품유통공사(2015).

〈표 3〉 기상자료의 기초통계량과 변수의 조작적 정의

변수명	단위	목표	영천	합천	제주
9월 평균기온	도		20.4		
10월 평균기온	도	16.5		14.9	
10월 최고기온 평균	도		21.6		21.7
12월 평균기온	도	3.7			
1월 평균기온	도	1.3		-0.3	
3월 평균기온	도			7.5	
4월 평균기온	도			13.2	
5월 평균기온	도	17.4			18.2
-9도 이하일수	일		14.1		
12월 누적강수량	mm		19.3		
2월 누적강수량	mm				70.2
4월 누적강수량	mm				88.9
1월 평균일조량	시간				2.3
5월 평균일조량	시간			7.1	

자료: 기상청(2015).

-9도 이하일수를 사용하여 냉해피해가 단수에 미치는 영향을 추정하였고, 경북 단수 추정에는 기온과 강수량 변수를 사용하였고, 경남 단수는 기온과 함께 평균 일조량 요인도

고려되었다.

제주도는 강수량이 많은 지역이라 기온과 일조량 변수와 함께 누적 강수량 변수가 주로 단수 추정에 이용되었다. 그리고 본 연구의 지역별 단수 추정에 사용한 기상 변수들은 지역별 단수의 관측값과 예측값의 오차가 가장 낮은 변수들의 조합으로 사용되었고, 이것은 지역별 기상요인의 차이에 따른 양파 생산성의 차이를 반영한 것으로 설명할 수 있다.

3.2. 분석방법

양파 출하시기 도매가격 예측을 위해 시계열 데이터를 이용하여 종속변수의 과거값과 설명변수 x의 현재값과 과거값이 모두 y의 현재값에 영향을 주는 모형을 설정한다. 이는 x와 y 변수의 과거값을 동시에 설명변수로 사용하는 것으로 자기회기시차(ARDL; autoregressive and distributed lags) 모형이라고 부르고, 그 식은 아래와 같다.

$$(1) y_t = \alpha + \gamma y_{t-1} + \beta_0 x_t + \beta_1 x_{t-1} + e_t$$

위 식에서 $\partial E(y_t) / \partial x_{t-1} = \beta_1$ 가 되고, 이것은 x 변수의 t-1기 값이 현재 y에 미치는 효과이며, 따라서 위 식은 x 변수와 y 변수의 동적관계의 추정이 가능하다. 또한 종속변수의 과거값을 설명변수로 사용하기 때문에 오차항의 자기상관 문제가 해결될 가능성이 크다. 본 연구에서는 위의 자기회기시차 모형을 이용하여 양파 재배면적 예측모형과 지역별 단수 예측모형, 그리고 출하시기 도매가격 예측모형을 설계하고자 한다.

우선 다음기의 재배면적 예측을 위해서는 농가의 재배면적 의사결정이 가장 중요하고, 농가에서는 양파 출하시점의 도매가격이나 당해년의 단위당 농가소득, 총수입 등을 고려³⁾ 하여 다음 해의 재배면적을 결정할 것이다. 농가 개개인의 재배면적 의사결정은 전국 단위 재배면적으로 집계되므로 재배면적 예측모형은 출하시점의 도매가격과 재배면적을 설명변수로 사용한 모형과 도매가격 대신 10a당 농가소득이나 총수입을 고려한 세 가지 모형으로 구분하여 과거 2기간⁴⁾ 시차를 고려하여 추정하였고, 그 식은 아래와 같다. 아래의 세 모형은

3) 다른 작물 재배면적과의 대체성이 의사결정에 영향을 줄 수 있지만, 양파의 재배면적은 수익성으로 인해 매년 재배면적이 상승하는 품목이므로 가격과 수입을 중심으로 모형을 구성한다. 또한 본 연구자가 분석한 바로는 양파 자체의 수익성 요인이 강하게 작용하여 다른 작물은 양파의 재배면적에 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다.

4) AIC와 BIC 값이 가장 낮은 시차를 사용함.

로 재배면적을 추정된 후 실제 관찰된 값과 모형에 의해 예측된 값을 비교하여 예측력을 검증할 것이다.

$$(2) \ln A_t = \alpha + \beta_1 \ln P_{t-1} + \beta_2 \ln P_{t-2} + \gamma_1 \ln A_{t-1} + \gamma_2 \ln A_{t-2} + e_t$$

$$(3) \ln A_t = \alpha + \beta_1 \ln I_{t-1} + \beta_2 \ln I_{t-2} + \gamma_1 \ln A_{t-1} + \gamma_2 \ln A_{t-2} + e_t$$

$$(4) \ln A_t = \alpha + \beta_1 \ln T_{t-1} + \beta_2 \ln T_{t-2} + \gamma_1 \ln A_{t-1} + \gamma_2 \ln A_{t-2} + e_t$$

A는 재배면적을 나타내고, P는 6월 도매가격, I는 10a당 소득, T는 10a당 총수입을 나타낸다. 지역별 단수(10a당 생산량)는 양파 생육시기별 기상요인을 고려하였고, 전국 단수는 지역별 단수를 이용한 회귀분석을 통해 지역별 가중치를 추정하였다. 지역별 단수와 전국 단수를 추정된 모형은 다음과 같다.

$$(5) Ya1_t = \alpha + \beta_1 t10_{t-1} + \beta_2 t12_{t-1} + \beta_3 t1_t + \beta_4 t5_t + e_t$$

$$(6) Ya2_t = \alpha + \beta_1 t9_{t-1} + \beta_2 mat10_{t-1} + \beta_3 mt_9_t + \beta_4 r12_{t-1} + e_t$$

$$(7) Ya3_t = \alpha + \beta_1 t10_{t-1} + \beta_2 t1_t + \beta_3 t3_t + \beta_4 t4_t + \beta_5 h5_t + e_t$$

$$(8) Ya4_t = \alpha + \beta_1 mat10_{t-1} + \beta_2 t5_t + \beta_3 h1_t + \beta_4 r2_t + \beta_6 r4_t + e_t$$

$$(9) Ya_t = \alpha + \beta_1 Ya1_t + \beta_2 Ya2_t + \beta_3 Ya3_t + \beta_4 Ya4_t + e_t$$

Ya1, Ya2, Ya3, Ya4, Ya는 각각 전남, 경북, 경남, 제주, 전국 단수를 나타내고, t계수 값은 월 평균기온을 나타낸다. 여기서 mt_9는 -9도 이하일수를 나타내고, mat, h, r은 각각 평균 최고기온, 평균일조량, 누적강수량을 나타낸다.

양파 출하시기인 6월의 도매가격 예측을 위해 생산량을 이용한 자기회기시차(ARDL) 모형을 설정한다. 수요가 일정하다고 가정한다면, 양파 6월 도매가격은 출하시기 생산량에 의해 결정된다는 역 공급함수로 추정이 가능하다. 본 연구에서는 3월 시점의 예측이므로 3월 도매가격이 설명변수로 사용되고, 종속변수의 과거값인 전년 6월 도매가격도 모형에 포함된다. 따라서 양파 6월 출하시기의 도매가격 결정모형은 3월 도매가격, 당해년 생산량, 전년 생산량, 전년 6월 도매가격에 의해 설정되고, 그 식은 아래와 같다.

$$(10) \ln P6_t = \alpha + \beta_1 \ln P3_t + \beta_2 \ln y_t + \beta_3 \ln y_{t-1} + \beta_4 \ln P6_{t-1} + e_t$$

P6는 6월 도매가격, y는 생산량, P3은 3월 도매가격을 나타낸다. 당해년도 생산량은 출하시기 전에 관측이 불가능하므로 추정량을 사용하고, 앞의 (2)식에서 (9)식으로 추정된 재배면적과 단수의 예측치를 사용하여 아래와 같이 생산량 추정량을 구한다.

$$(11) \text{생산량}(\ln \hat{y}) = \ln[\text{재배면적}(\hat{A}) \times \text{단수}(\hat{Y}_a)/100]$$

각 모형에 대한 예측력 검증은 MAPE(Mean Absolute Percent Error) 방법을 사용하여 예측치와 실측치 간에 오차를 비교하였다.

$$(12) MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t^s - Y_t}{Y_t} \right| \times 100, Y_t^s : \text{예측치}, Y_t : \text{실측치}$$

4. 분석 결과

모형별 양파 재배면적 추정결과를 <표 4>에 제시하였다. 양파의 당해년 재배면적은 1기전과 2기전의 6월 도매가격과 재배면적의 함수로 추정하였고, 모형 (2)와 모형 (3)에서는 각각 10a당 소득과 재배면적, 10a당 총수입과 재배면적으로 추정하였다. 자료는 2002년에서 2014년까지 도매가격과 재배면적 및 농가소득 자료를 이용하였다. 분석결과 전년의 6월 도매가격과 10a당 소득 및 총수입은 1% 수준에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 모형 (1)에서는 1기전과 2기전의 재배면적과 상수항이 통계적으로 유의미한 결과를 보여, 모형 (2)와 모형 (3)에 비해 유의미한 설명변수가 많았지만 R²는 두 모형보다 낮은 것으로 추정되었다. 어떤 모형이 예측력이

<표 4> 모형별 양파 재배면적 추정결과

변수	모형(1)	모형(2)	모형(3)
(P, I, T) _{t-1}	0.447*** (0.118)	0.329*** (0.0808)	0.388*** (0.110)
(P, I, T) _{t-2}	0.109 (0.153)	0.168 (0.106)	0.169 (0.144)
A _{t-1}	0.528* (0.250)	0.355 (0.216)	0.313 (0.219)
A _{t-2}	-0.470* (0.235)	-0.290 (0.186)	-0.322 (0.181)
상수항	5.768*** (1.584)	2.057 (1.260)	1.705 (1.228)
관측수	13	13	13
R-squared	0.881	0.915	0.920

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

〈표 5〉 양파 재배면적에 대한 추정방법별 예측력 평가

단위: ha

구분	재배면적	모형 (1)	모형 (2)	모형 (3)
2011	22,976	21,646	22,479	22,159
2012	20,965	20,033	20,727	20,646
2013	20,036	22,013	20,737	20,886
2014	23,911	24,677	23,648	23,851
MAPE		5.83%	1.97%	2.39%
2015		21,035	17,774	20,557

자료: 통계청(2014).

뛰어난지는 모형별 추정치와 관측치 간의 오차를 구하여 비교가 가능하다. <표 5>에 2011에서 2014년까지의 관측치와 모형별 추정치간의 MAPE를 계산하였고, 그 결과 10a당 소득을 이용한 추정치가 실제 재배면적과 오차가 가장 작은 것으로 나타났다. 또한 2014년 6월 도매가격과 10a당 소득 및 총수입 자료를 이용하여 1기 앞 예측을 수행한 결과, 2015년 양파 재배면적은 모형별로 각각 21,035, 17,774, 20,557(ha)로 전망되었다.

본 연구에서는 2015년산 양파의 전국 단수를 예측하기 위하여, 우선 2001년 9월에서 2014년 5월까지의 기상자료를 이용하여 지역별 단수함수를 추정하고, 2014년 9월에서 2015년 5월까지의 기상자료와 지역별 단수함수를 이용하여 2015년산 양파 단수를 예측한 후, 지역별 단수 예측치를 이용하여 선형 회귀모형을 통해 전국 단수를 추정하여 2015년산 양파의 전국 단수 예측치를 전망하고자 한다.

양파는 8월 중순에서 9월 중순에 파종하고, 10월 상순에서 11월 상순에 정식한 후 이듬해 4월에서 6월에 주로 수확하는 작물로 제주를 비롯하여 남부 및 내륙지방까지 적응이 가능하고, 생육기간은 파종 후 약 9개월 정도 소요된다. 생육적온⁵⁾은 발아기에 15도에서 25도, 생육기의 적온은 15도 전후(최고 25도, 최저 4도)이며, 월동기에는 온도가 -9도 이하로 떨어지면 동해피해를 입는 것으로 알려져 있다. 구비대기에는 15도에서 23도가 적당하며, 25도 이상시 생육장애가 발생한다. 이와같은 양파의 생육특성을 고려하여 지역별 단수함수를 추정하였고, 그 결과를 <표 6>에 제시하였다.

전남 단수는 유묘기⁷⁾(10월)과 활착기⁸⁾(12월), 그리고 구비

〈표 6〉 지역별 양파 단수 추정결과

구분	전남	경북	경남	제주
9월 평균기온		481.4*** (132.9)		
10월 평균기온	629.2*** (57.8)		304.3** (92.4)	
10월 최고기온 평균		313.1*** (90.2)		-313.2*** (63.1)
12월 평균기온	165.8*** (29.6)			
1월 평균기온	-245.0*** (36.5)		-487.6*** (82.2)	
-9도 이하일수		-31.8 (17.2)		
3월 평균기온			559.5*** (129.6)	
4월 평균기온			-95.4 (79.6)	
5월 평균기온	160.8* (79.2)			496.4*** (109.0)
1월 평균일조량				226.6*** (53.6)
5월 평균일조량			180.0* (87.2)	
12월 누적강수량		26.5** (8.6)		
2월 누적강수량				-5.9** (2.2)
4월 누적강수량				-5.4*** (1.1)
상수항	-7,288*** (1,825)	-9785.7** (3801.1)	-1975.9 (2042.9)	4499.3 (2493.6)
관측수	13	13	13	13
R-squared	0.962	0.764	0.913	0.940

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

5) 단수추정의 정확도를 높이기 위해 5월까지의 기상자료를 이용함.

6) 농촌진흥청, 양파재배, 2011.

7) 종자가 발아하여 이유기를 지나 본 엽이 2-4엽 정도 출현하는 시기.

8) 정식 후 뿌리가 자리를 잡는 시기로서, 11월에서 12월 중순기간에 해당함.

〈표 7〉 지역별 양파 단수 추정 및 예측력 평가

단위: kg/10a

구분	전남 단수	추정치	경북 단수	추정치	경남 단수	추정치	제주 단수	추정치
2011	6,417	6,413	7,067	7,080	7,382	7,474	7,103	6,924
2012	5,441	5,457	6,433	6,596	6,277	6,363	6,386	6,263
2013	5,730	5,622	7,464	7,251	8,230	8,152	6,681	6,710
2014	6,319	6,318	7,193	7,105	7,237	7,479	7,220	7,130
MAPE	0.56%		1.69%		1.72%		1.53%	
2015	5,980		6,493		6,543		6,614	

자료: 통계청(2014).

대기(5월)의 평균기온이 양(+의 영향을 미치고, 월동기(1월)의 평균기온은 음(-)의 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 전남지역은 겨울 기온이 대체로 높아 냉해(-9도 이하)의 피해는 거의 없는 것으로 판단된다. 경북 단수는 유묘기(9월, 10월)의 기온이 양(+의 영향을 미치고, 겨울기온 -9도 이하 일수는 음(-)의 영향을 주는 것으로 나타났고, 12월의 강수량은 양(+의 효과가 있는 것으로 분석되었다.

유묘기(10월)와 경엽신장기(3월)의 평균기온, 구비대기(5월)의 평균 일조량은 경남 단수에 양(+의 영향을 미치고, 월동기(1월) 평균기온과 4월 평균기온은 음(-)의 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 제주도 단수는 유묘기(10월)의 최고기온 평균이 음(-)의 영향을 미치고, 1월 평균 일조량과 5월 평균기온은 양(+의 효과가 있는 것으로 나타났고, 2월과 4월의 누적 강수량은 음(-)의 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 제주도는 강수량이 많은 지역이어서 다른 지역에 비해 강수량이 양파 단수에 주는 영향이 더 큰 것으로 판단된다.

지역별 단수합수를 추정하여 2011년에서 2014년까지 실제치와 추정치의 오차(MAPE)를 계산한 결과와 2015년 예측치를 <표 7>에 제시하였다. 전남 단수의 예측치는 실제치와 0.5%의 오차를 보였고, 그 이외의 지역은 1.5~1.7% 정도로 단수 추정모형의 예측력이 전남보다 더 낮은 결과를 보였다. 지역별 단수합수와 2015년 기상요인을 이용하여 2015년산 양파의 지역별 단수를 추정한 결과, 전남, 경북, 경남, 제주도 단수는 각각 5,980kg, 6,493kg, 6,543kg, 6,614kg 정도로 전망되었다.

2002년에서 2014년까지의 전국, 전남, 경북, 경남, 제주도 단수 자료를 이용하여 전국 단수합수를 선형 회귀모형으로

〈표 8〉 도별 단수 추정결과

구분	전남	경북	경남	제주	상수항	관측수	R ²
계수값	0.572*** (0.024)	0.140*** (0.032)	0.180*** (0.022)	0.079*** (0.019)	111.5 (180.6)	13	0.99

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

〈표 9〉 연도별 전국 단수 및 예측치

단위: kg/10a

구분	2011	2012	2013	2014	MAPE	2015
전국단수	6,616	5,703	6,458	6,649	0.63%	·
예측치	6,658	5,756	6,440	6,603		6,139

자료: 통계청(2014).

〈표 10〉 2015년산 양파 생산량 추정

단위: ha, kg/10a, 톤

구분	재배면적	단수	생산량
모형 (1)	21,035	6,139	1,291,338
모형 (2)	17,774	6,139	1,091,146
모형 (3)	20,557	6,139	1,261,994

추정하였고, 그 결과는 <표 8>과 같다. 전남 단수의 계수값이 0.57로 가장 높아 전국 단수에 주요한 영향을 주는 것으로 나타났고, 경북과 경남 단수는 전국 단수에 비슷한 영향을 주고, 제주도가 가장 낮게 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 전국 단수합수를 추정하여 2011년에서 2014년까지 전국 단수 실제치와 예측치 간의 MAPE를 계산한 결과와 앞서 시계열모형으로 분석한 2015년 지역별 단수 예측치를 전국 단수합수에 대입하여 2015년 전국 단수 예측치를 계산한 결과를 <표 9>에 제시하였다. 실제치와 추정치의 오차는 0.63% 이내인 것으로 나타났고, 2015년 전국 단수는 6,139kg으로 전망하였고, 2015년산 양파 전국 단수는 2014년에 비해 7.7% 정도 감소한다는 결과를 보였다.

2015년산 양파 생산량은 앞서 모형 (1), (2), (3)으로 추정한 2015년 재배면적과 전국단수 전망치 6,139kg을 곱하고, 단위를 일치하기 위해 100을 나누면 1,291천 톤, 1,091천 톤, 1,261천 톤으로 계산된다. <표 10>에서 구한 생산량 예측치를 이용하여 양파 출하시기인 6월 도매가격을 예측할 수 있다.

<표 11>을 보면, 양파 6월 도매가격은 3월 도매가격과 당해년 생산량과 전기의 생산량, 전년 6월 도매가격으로 추정하였

9) 알이 커지는 시기.

〈표 11〉 양파 월별 도매가격 추정결과

	P6	P7	P8	P9	P10	P11
$P3_t$	0,36** (-0,07)	0,40** (-0,08)	0,37** (-0,10)	0,38** (-0,09)	0,38*** (-0,08)	0,35** (-0,08)
Y_t	-2,04*** (-0,29)	-1,31** (-0,30)	-1,39** (-0,34)	-1,37** (-0,31)	-1,54*** (-0,28)	-1,85*** (-0,28)
Y_{t-1}	1,57*** (-0,16)	1,99*** (-0,17)	1,89*** (-0,25)	1,63*** (-0,23)	1,67*** (-0,21)	1,73*** (-0,21)
$P6_{t-1}$	0,39* (-0,14)	-0,18 (-0,14)				
상수항	8,17 (-3,9)	-4,48 (-4,12)	-2,88 (-4,89)	0,43 (-4,50)	2,25 (-3,96)	6,17 (-3,96)
관측수	8	8	8	8	8	8
R^2	0,98	0,98	0,94	0,93	0,95	0,96

*** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

〈표 12〉 6월, 7월 도매가격 추정 및 예측력 평가

구분	2011	2012	2013	2014	MAPE
6월 도매가격	574	840	947	498	4,2%
추정치	614	874	918	483	
7월 도매가격	680	896	775	456	3,5%
추정치	729	923	782	443	

자료: 한국농수산식품유통공사(2014).

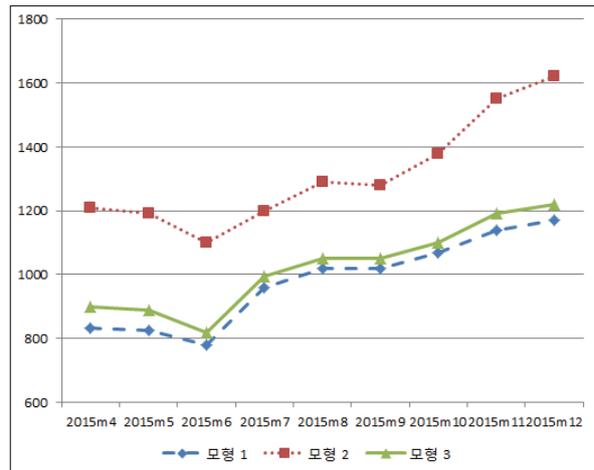
고, 그 결과 출하시기 생산량과 전년 생산량은 6월 도매가격에 각각 음(-)과 양(+의 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 이와 같은 생산량의 음(-)의 효과는 수요가 고정되고, 공급량이 늘어나 공급곡선이 오른쪽으로 이동하여 가격이 하락하는 이론과 같으며, 전년 생산량의 양(+의 효과는 전년 생산량이 증가하여 가격이 하락하였으면, 다음해에는 가격이 상승하는 요인에 영향을 주는 것으로 해석된다. 3월 도매가격과 전년 6월 도매가격은 6월 도매가격에 통계적으로 유의미한 영향을 주는 것으로 분석되었다. 양파 출하시기 이후 도매가격 추이를 분석하기 위해 7월 이후의 도매가격도 자기회귀시차 모형으로 추정하였고, 7월 이후 도매가격은 전년 도매가격이 통계적으로 유의미한 영향을 미치지 않아 생략하고 추정하였다. 6월과 7월의 도매가격 추정결과를 이용하여 2011년에서 2014

〈표 13〉 2015년산 양파 6월, 7월 도매가격 추정

구분	6월 도매가격	7월 도매가격
모형 (1)	780	960
모형 (2)	1,100	1,200
모형 (3)	820	990

단위: 원

〈그림 6〉 양파 생산 추정량 차이에 따른 월별 도매가격 예측



년까지 실제 도매가격과 추정치간의 오차(MAPE)를 계산하여 <표 12>에 나타내었고, 실제치와 예측치 간에 각각 4.2%, 3.5% 정도 오차가 발생하는 것으로 분석되었다.

앞서 양파 6월, 7월 도매시장 가격결정 모형에서 2015년 6월, 7월 도매가격을 추정하기 위해서는 당해년도 생산량 변수가 필요한데, 3월 시점에서는 출하시기 생산량 관측치를 이용할 수 없으므로 본 연구에서는 시계열 모형으로 생산량 예측치를 구하여 설명변수로 사용하였다. <표 10>에서 구한 생산량 예측치를 이용하여 6월 도매가격을 예측한 결과를 보면, 모형별로 각각 780원, 1,100원, 820원 정도로 나타났고, 양파 파동을 겪은 작년의 498원보다 다소 높게 예측된 결과를 보였다.

본 연구에서는 <표 11>의 월별 도매가격 추정결과와 <표 10>에서 구한 생산량 예측치를 이용하여 2015년 4월¹⁰⁾부터 12월까지 양파 월별 도매가격의 예측치를 계산하였고, 그 결과를 <그림 6>에 제시하였다. 월별 도매가격 예측결과 8월 이후부터는 도매가격이 1,000원을 넘어서는 것으로 분석되었다.

본 연구는 3월 시점에 출하시기인 6월 이후의 도매가격을 예측하였고, 현재는 출하시기의 도매가격을 알 수 있는 시점

10) 4월과 5월 도매가격 예측치는 6월 도매가격 추정합수에 각각 전년 4월, 5월 도매가격을 대입하여 계산한 결과임.

〈표 14〉 양파 도매가격의 예측치¹¹⁾와 실제치의 비교

단위: 원

	6월도매가격	7월도매가격	8월도매가격	MAPE
실제치	848	1,150	1,386	-
예측치	1,100	1,200	1,290	
MAPE	22.9%	4.1%	7.4%	11.5%

자료: 한국농수산식품유통공사(2015).

이므로 예측치와 실제치를 비교하여 예측력을 검증하였다. 그 결과 11.5% 정도 오차가 있는 것으로 나타났고, 6월 가격을 제외한 7월, 8월 도매가격과 예측치 간의 오차는 5.8% 정도로 나타났다. 6월 도매가격은 4주차부터 1,000원 넘어섰고, 출하시기인 6월의 가격상승이 반영되는데 3주 정도의 시차가 존재하여 6월의 가격예측 오차가 커진 것으로 판단된다.

5. 결 론

본 연구는 한국농수산식품유통공사의 도매가격 자료와 통계청의 양파 생산자료, 기상청의 기상자료를 이용하여 자기회기시차(ARDL) 모형으로 재배면적과 단수를 예측하고, 양파 출하시기 도매가격을 전망하였다. 분석결과는 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째, 2014년 6월 도매가격과 10a당 소득 및 총수입 자료를 이용하여 1기앞 예측을 수행한 결과, 2015년 양파 재배면적은 모형별로 각각 21,035, 17,774, 20,557(ha)로 전망되었다. 이러한 결과는 2014년 재배면적에 비해 10% 이상 감소한 것인데, 작년 양파 도매가격 급락과 이로 인한 소득감소가 원인으로 작용한 것으로 설명할 수 있다. 둘째, 양파의 생육특성을 고려하여 지역별 단수함수를 추정하였고, 2011년에서 2014년까지 실제치와 추정치의 오차(MAPE)를 계산한 결과, 전남 단수의 예측치는 실제치와 0.5%의 오차를 보였고, 그 이외의 지역은 1.5~1.7% 정도로 단수 추정모형의 예측력이 전남보다 더 낮은 결과를 보였다. 지역별 단수함수와 2015년 기상요인을 이용하여 2015년산 양파의 지역별 단수를 추정한 결과, 전남, 경북, 경남, 제주도 단수는 각각 5,980kg, 6,493kg, 6,543kg, 6,614kg 정도로 전망되었다. 그리고 지역별 단수 예측치를 이용하여 전국 단수함수를 선형 회귀모형으로 추정하였고, 2011년에서 2014년까지 전국 단수 실제치와 예측치 간의

오차(MAPE)를 계산한 결과, 0.63% 이내인 것으로 나타났고, 전국 단수함수에 2015년 지역별 단수 예측치를 대입하여 2015년 전국 단수 예측치를 계산한 결과, 2015년 전국 단수는 6,139kg으로 전망하였고, 2015년산 양파 전국 단수는 2014년에 비해 7.7% 정도 감소한다는 결과를 보였다. 또한 2015년산 양파 생산량은 세 모형으로 예측한 2015년 재배면적과 전국 단수 예측치를 곱하고, 단위를 일치하기 위해 100을 나누면 1,291천 톤, 1,091천 톤, 1,261천 톤으로 계산된다.

셋째, 양파 6월 도매가격은 3월 도매가격과 당해년 생산량, 전기의 생산량, 전년 6월 도매가격으로 추정하였고, 재배면적과 전국 단수를 예측하여 계산한 생산량 예측치를 이용하여 6월 도매가격을 예측한 결과를 보면, 모형별로 각각 780원, 1,100원, 820원 정도로 나타났고, 양파 파동을 겪은 작년의 498원 보다 다소 높게 예측된 결과를 보였다. 그리고 월별 도매가격 추정결과와 생산량 예측치를 이용하여 2015년 4월부터 12월까지 양파 월별 도매가격의 예측치를 계산하였고, 양파 출하시기 이후의 가격 추이를 보면, 8월 이후부터는 도매가격이 1,000원을 넘어서는 것으로 분석되었다. 이후에 양파 도매가격 6월에서 8월의 예측치와 실제치를 비교하여 예측력을 검증한 결과 11.5% 정도 오차가 있는 것으로 나타났다. 김배성(2005)의 연구에서 양파의 생산량을 배제한 채 가격의 패턴만을 고려하여 분석한 결과, 예측값과 관측값의 오차율이 30%를 넘었으나, 본 연구에서는 재배면적과 단수를 고려한 생산량 변수가 포함되어 예측력이 향상되었음을 알 수 있다.

본 연구에서는 수요가 일정하다는 가정하에서 생산량의 변동으로 인한 양파 출하시기(6월, 7월)의 도매가격을 예측하였다. 과거의 양파가격의 급락이나 폭등의 경우 당해년도 생산량 변동에 의해 출하시기 가격이 결정되고, 이후의 가격에도 영향을 주었다. 따라서 과거의 데이터를 통해서 볼 때 출하시기에는 양파의 생산량이 도매가격에 강한 영향을 주는 것을 알 수 있다. 그러나 출하시기 이후에는 저장성이 강한 양파의 재고량과 그에 따른 도매시장 반입량의 증감, 그리고 수요량이 도매가격에 영향을 줄 것이다. 이와 같은 부분을 고려하지 못한 점은 본 연구의 한계라고 할 수 있다.

11) <표 13>의 모형 (2) 예측치를 사용함.

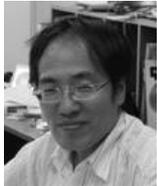
참 고 문 헌

1. 강태훈. (2007). 도매시장 경락가격과 반입량의 상호관계 분석: 배추, 감자, 양파를 중심으로. *농업경제연구*, 48(4), 45-67.
2. 국승용, & 김완배. (2007). 강서 농산물 도매시장의 거래제도별 가격효율성의 실증분석. *농업경제연구*, 48(2), 51-73.
3. 김병률. (2011). *채소 수급 및 유통현황과 개선방향*. 한국식품유통학회 2011 하계학술대회 논문집.
4. 김배성. (2005). 채소가격 예측을 위한 응용기법별 예측력 비교. *농업경제연구*, 46(4), 89-113.
5. 김배성, & 조재환. (2010). *중기선행관측을 위한 농축산물 작형별 수급모형 및 예측평가시스템 개발 연구*. 농촌경제연구원.
6. 김윤진. (2013). 이상기후 현상이 단수 및 변동성에 미치는 영향 : 양파 사례 연구. 서울대학교 석사학위논문.
7. 박기환, 박영구, & 김재한. (2007). *주요 채소류의 월별 수입수요함수 추정*. 한국농촌경제연구원.
8. 박지연, & 박영구. (2013). *배추·무 예측모형 고도화 방안*. 한국농촌경제연구원.
9. 안병일, 김성용, & 김병률. (2002). 양념채소가격의 변동추세와 요인분석. *농업경제연구*, 43(1), 103-121.
10. 오유진, & 김유섭. (2007). 하이브리드 추가예측 모델. *한국정보처리학회*, 14(7), 531-540.
11. 윤병삼, & 양승룡. (2004). 양념채소 가격의 요일효과, 월별효과 및 월중효과에 관한 연구. *농업경제연구*, 45(2), 187-210.
12. 이민수, & 최영찬. (2009). 머신러닝을 활용한 모든의 생산성 예측모델. *농촌지도와 개발*, 16(4), 939-965.
13. 이중용. (1996). 고추·마늘·양파의 생산결정요인 분석. *농촌경제*, 19(3), 27-50.
14. 이용선, 김종진 & 노수정. (2012). *주요 채소 가격의 변동 패턴 및 요인 분석*. 한국농촌경제연구원.
15. 한석호, & 김병률. (2011). 시장개방하의 배추 수급모형과 전망. *농촌경제*, 27(3), 35-53.
16. 한국농수산물유통공사. <http://www.kamis.co.kr>
17. 통계청. <http://www.kostat.go.kr>
18. 기상청. <http://www.kma.go.kr>
19. Alioune, D. (2008). Alternative forecasting techniques for vegetable prices in Senegal. *Revue Sénégalaise des Recherches Agricoles et Agroalimentaires*, 1(3), 5-10.
20. Ji, B., & Wan, J. (2007). Artificial neural networks for rice yield prediction in mountainous regions. *Computers and Electronics in Agriculture*, 145(3), 249-261.
21. Burhan, O., & Handan, A. (2002). Impacts of climate factors on yields for selected crops in the Southern Turkey. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 7, 367-380.
22. Chmielewski, M., & Kohn, W. (2000). Impact of weather on yield components of winter rye over 30 years. *Agricultural and Forest Meteorology*, 10(2), 253-261.
23. Karpoff, J. M. (1987). The relation between price changes and trading volume: A survey. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 22(1), 109-126.
24. Jon, B., & David, B. (1983). Price forecasting and evaluation: An application in agriculture. *Journal of Forecasting*, 2(3), 237-248.
25. Manish, S., & Sanjay, J. (2011). Applicability of ARIMA models in wholesale vegetable market: An investigation. *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 17(2), 1125-1130.
26. Mishra, C., & Sarkar, V. (2013). Instability and forecasting using ARIMA model in area, production and productivity of onion in India. *Journal of Crop and Weed*, 9(2), 96-101.
27. Murat, I., & Stephen, D. (2006). An analysis of the impact of climate change on crop yields and yield variability. *Applied Economics*, 3(8), 835-844.
28. Alvarez, R. (2009). Predicting average regional yield and production of wheat in the Argentine Pampas by an artificial neural network approach. *European Journal of Agronomy*, 30(2), 70-77.

Received 13 November 2015; Revised 02 December 2015; Accepted 12 December 2015



Kukhyun Nam received the BS in Department of economics from Pusan National University in 2005. He received the MS in Department of economics from Pusan National University in 2007. He received the Ph.D in Department of economics from Seoul National University in 2013. He works in Research Institute of Agriculture and Life Science. His current research interests include agricultural information systems, labor economics, and data mining
Address: (08826) Department of Agricultural Economics and Rural Development, College of Agricultural and Life Science, Seoul National University, Kwanak-ro, Kwanak-gu, Seoul, Korea
E-mail) nam7734@hanmail.net
phone) 82-02-880-4747



Youngchan Choe received the MS and Ph.D in Department of Agricultural Economics from Michigan State University in 1989 and 1991, respectively. He is currently a Professor in Seoul National University. His current research interests include agricultural information systems, e-business in the food and agricultural sector, and big data analysis.
Address: (08826) Department of Agricultural Economics and Rural Development, College of Agricultural and Life Science, Seoul National University, Kwanak-ro, Kwanak-gu, Seoul, Korea
E-mail) aggi@snu.ac.kr
phone) 82-02-880-4747