JFMSE, 30(4), pp. 1471~1483, 2018.
수산해양교육연구, 제30권 제4호, 통권94호, 2018.
www.ksfme.or.kr
https://doi.org/10.13000/JFMSE.2018.08.30.4.1471

계절성을 고려한 가공유형별 오징어 소매가격 예측모형 비교 분석

한다정 · 박철형†
(부경대학교)

Comparative Analysis on the Forecasting Power of Squid Retail Price Forecasting Models by Processing Types Considering Seasonality

Da-Jeong HAN · Cheol-Hyung PARK†
(Pukyong National University)

Abstract

The purpose of this study is to forecast squid retail prices considering both seasonality in supply and different effects of seasonality on squid retail prices by processing types, and to find out which model is most appropriate for each processing type. We used ARIMA, SARIMA, and Holt-Winters Exponential Smoothing method to forecast squid retail prices in three different types of processing (Fresh, Frozen, and Dried). The results of MDM test show that the most accurate models for forecasting squid retail price are depending on each processing types. The results of analysis can be divided into two parts: Seasonal characteristics by processing types and forecasting power of models. First, it shows that fresh squid retail price has a circannual seasonality. Second, it shows that frozen squid retail price has a seasonality which is contrary to those of fresh squid retail prices. Third, although the seasonal price variation of dried squid turns out to be minimal, it was still found that the overall seasonal price variation of dried squid follows the pattern of price fluctuations in fresh squid. With regard to the forecasting power of the models, the results of analysis can be summarized as follows. First, the adequacy of models does not always come up with the most powerful forecasting power. Second, we found that the price volatility of squid, caused by uncertainty of supply and seasonal factors, is reduced by going through freezing or drying processing of squids, and the forecasting errors of models also decrease accordingly.

Key words : Price forecast of Squid, ARIMA, SARIMA, Holt-Winters exponential smoothing, MDM(Modified-Diebold and Mariano) test, Seasonality

Ⅰ. 서 론

오징어는 신선, 냉동, 건조 등 다양한 가공형태로 소비되고 있으며, 해마다 증가하는 우리나라 수산물 소비에서도 상당한 부분을 차지하고 있다. 그러나 최근 국내 오징어 어획량이 급감하면서 '금징어'라는 별명을 가지게 될 정도로 오징어 가격이 치솟고 있다. 이에 따라 최근의 오징어 가격의 변동성이 확대되는 추세를 반영하여 오징어 가격을 예측하는 모형에 대한 연구의 필요성이 제기된다.

수산업은 다른 일반적 산업과 구분되는 생산의

† Corresponding author : 051-629-5310, chpark@pknu.ac.kr
※ 이 논문은 부경대학교 자율창의학술연구비(2017년)에 의하여 연구되었음.

불확실성, 수산물의 강부패성, 수산자원 및 어장의 공유재산적 성격 등의 특징이 있으며, 이들 특징은 수산물 공급의 불확실성을 초래하여 가격 불안정을 야기한다. 다시 말해 경제학적으로 재화나 서비스의 가격은 수요와 공급에 의하여 결정되는 것이 일반적이나, 수산물 가격의 경우 수요보다 공급의 변동에 좌우되는 바가 더 크다고 볼 수 있다. 또한 이러한 변동은 일정한 패턴을 가지고 있는데, '제철생선'이라는 단어로도 설명되듯 특정 수산물이 가장 많이 생산되고 신선도가 높은 기간이 해마다 반복되므로 수산물의 공급, 수요, 가격 등에 계절성이 존재한다는 것을 예측할 수 있다.[1] 이러한 계절성은 수산물의 가격에 영향을 미치는 요소 중 규칙적 변동 요소에 해당하므로 수산물 가격시계열의 계절성을 명확하게 설명할수록 시계열자료에 대한 분석이 정확해지며, 나아가 가격예측력을 높일 수 있을 것이라 판단된다.

그러나 최근 저장·가공기술의 발달에 따라 냉동가공 또는 기타 가공형태의 수산가공품이 생산되면서, 계절성이 가격시계열에 미치는 영향이 가공유형별로 상이할 것으로 판단된다. 신선/냉장 수산물의 경우 그 고유의 특성상 저장성이 낮아 공급의 불확실성이 가격 변동성을 확대시키나, 가공된 수산물의 경우 수산업 고유 특징 중 생산의 불확실성이나 수산물의 강부패성이 일부 소실되어 저장성이 확보되므로 정부비축을 통해 시장의 공급량에 따라 출하를 조절할 수 있기 때문이다. 따라서 본 연구는 수산물의 고유특성 중 하나인 계절성을 수산물 가격예측에 고려하되, 계절성이 가격에 영향을 주는 바가 가공유형별로 달리 나타나는 점을 감안하여 기존 연구에서 사용된 일반적 예측모형과 계절성을 고려한 예측모형 등 여러 모형을 추정하여, 가공유형별로 적합한 가격예측모형 검정하는 것을 목적으로 한다.

본 연구와 관련된 선행연구들을 간략히 검토해 보면, 수산물 가격예측에 관한 연구로 Ock et al.(2007), Nam et al.(2012)은 ARIMA모형, VAR모형, SARIMA모형, 다중회귀모형 등을 이용하여 수산물 가격예측모형에 대한 분석을 수행하였다. 이외에도 Kim, Nam-Ho(2016), Kim&Nam(2016), Nam&Jeong(2017)은 ARMA모형과 더불어 GARCH모형, VAR모형 등을 이용하여 가격예측 및 예측력을 평가하였으며 나아가 DM(Diebold and Mariano) 또는 MDM(Modified-DM)검정을 통하여 모형간 예측력의 차이를 통계적으로 검정하였다. Ko, Bong-Hyun(2009)은 계량경제학 연구에 있어 많이 다루어져왔던 가격변동성, 계절성 및 요일효과를 상대적으로 연구가 미흡한 수산물에 적용하여 수산물 가격에 대한 연구의 범위를 확장하였다. 계절성을 고려한 예측 모형에 관한 연구는 Choi, Jong-San(2016), Korea Energy Economics Institute(2013) 등 농·축산업, 항공, 관광, 에너지 등에서 활발히 진행되고 있다. 이상 선행연구 검토 결과, 자연·환경에 의존적인 수산업이 계절성에 영향을 받는 바가 여러 연구에서 입증되었음에도 불구하고, 계절성을 고려한 가격예측 연구는 미흡한 실정임을 확인할 수 있었다.

Ⅱ. 분석 모형

일반적으로 계절성이란 일정한 주기를 두고 반복되는 경제적 변동을 의미한다. 시계열 자료는 계절적, 주기적, 추세적, 불규칙적 요소의 네 가지를 내포하고 있으며, 불규칙적 요소를 제외한 나머지 세 요소는 규칙적 요소로 분류할 수 있다. 여기서 규칙적 요소는 예측이 가능한 요소이므로 이들 요소를 활용하여 시계열을 설명하고 예측할 수 있다.

본 연구는 수산물 소매가격예측에 있어 계절성이 가격에 미치는 영향이 가공유형별로 달리 시

1) 박유정(2018)은 최근 7년간 국내 주요 수산물에 대한 수요가 계절별로 상이한 것을 실증적으로 분석하여 유의적인 결과를 도출하였으며 고봉현(2009)은 양식어류 생산의 계절성이 가격에 미치는 영향을 실증적으로 분석하였음.

현된다는 것을 전제하므로, 계절성을 고려하지 않은 일반 ARIMA모형과 계절성을 고려한 SARIMA모형, Holt-Winters 지수평활법을 분석에 활용하였다. 먼저 국내 주요 소비 수산물 중 오징어가 다양한 가공유형으로 소비되는 점을 감안하여, 분석대상은 신선 물오징어, 냉동 오징어, 마른 오징어로 한정한다. 연구의 표본은 모형 추정을 위한 내표본(in-sample)과 사후적 예측을 위한 외표본(out-of-sample)으로 구분한다. 다음으로 내표본을 이용하여 상기한 모형과 지수평활법을 통해 모형추정 및 가격예측 후, 예측력 평가 및 MDM검정을 수행한다. 마지막으로 분석 결과에 따라 가공유형별 가격예측모형의 적합성을 검토한다. ARIMA모형과 SARIMA모형의 경우, 이상의 선행연구들에서 충분히 다루어졌으므로 본 연구에서는 이들 모형에 대한 방법론 제시를 생략하기로 한다.

1. Holt-Winters 지수평활법
(Holt-Winters Exponential Smoothing method)

본 연구에서 활용할 Holt-Winters 지수평활법은 삼중지수평활(Triple Exponential Smoothing)이라고도 불리며, 시계열에 추세와 계절성이 존재할 경우 사용하는 방법이다.

Holt-Winters 지수평활법은 시간의 흐름에 따른 분산의 변화에 따라 가법 계절 모형과 승법 계절 모형으로 나눌 수 있다. 가법적 계절요소의 경우 시계열이 전체시계열 수준과 관계없이 꾸준한 계절변동을 보이며, 승법적 계절요소의 경우 계절변동의 크기가 다양하고 전체적 시계열 수준에 의존하는 경향을 띈다. 전체적 시계열과 계절적 요소의 교호작용이 고려되는 승법 계절 모형이 보다 현실적인 모형으로 판단되므로 본 연구에서는 승법 계절 모형을 이용하여 분석을 수행하였다. 승법 계절 모형에 따른 예측치는 아래와 같은 과정에 따라 계산되며 k는 예측선행기간을 의미하고 T는 모형추정에 사용되는 내표본의 마지막으로, 본 분석에서는 2016년 12월 자료를 의미하며, s는 계절적 주기이다(본 연구에서는 분석자료가 월별자료임을 감안하여 주기를 12개월로 설정하였다).

$$\hat{y}_{t+k} = (a(T) + b(T)k) \cdot c_{T+k-s} \quad \cdots\cdots (1)$$

$$a(t) = \alpha \frac{y_t}{c_t(t-s)} + (1-\alpha)(a(t-1) + b(t-1)) \quad \cdots\cdots (2)$$

$$b(t) = \beta(a(t) - a(t-1)) + (1-\beta)b(t-1) \quad \cdots\cdots (3)$$

$$c_t(t) = \gamma \frac{y_t}{a(t)} + (1-\gamma)c_t(t-s) \quad \cdots\cdots (4)$$

여기서 a, b, c는 각각 절편, 추세, 승법 계절요소를 의미하며 α, β, γ는 최소자승법에 의하여 추정되는, 추정치를 완만히 만들어주는 요소이다.

2. MDM 검정 (Modified-Dibold and Mariano test)

DM검정(Diebold and Mariano Test)은 두 모형 간의 예측력 비교할 때 예측오차에 대한 손실함수를 이용하여 예측력이 우수한 모형을 통계적으로 검정하는 방법이다. 사전적으로 예측력 평가의 기준으로써 주로 활용되는 평균제곱오차(MSE)와 평균절대오차(MAE)를 기준으로 예측력이 우수한 모형을 선정하였다.

h기 선행 예측을 했을 경우, 이로 발생하는 각 모형의 예측오차는 다음과 같이 정의되며, 각 모형의 예측오차에 대한 손실함수는 $g(e_{1t})$, $g(e_{2t})$로 나타난다.

$$(e_{1t}, e_{2t}); t = 1, \cdots, n \quad \cdots\cdots (5)$$

$$H_0 : E[g(e_{1t}) - g(e_{2t})] = 0 \quad \cdots\cdots (6)$$

$$d_t = g(e_{1t}) - g(e_{2t}); t = 1, \cdots, n \quad \cdots\cdots (7)$$

$$\bar{d} = n^{-1} \sum_{t=1}^{n} d_t \quad \cdots\cdots (8)$$

d_t는 모형 간 손실함수의 차이를 나타내며, 아래의 $\bar{d}$는 모형 간 손실함수 차이의 표본 평균을

나타낸다.

모형 간 손실함수 차이의 분산 $V(\bar{d})$는 점근적으로 다음과 같이 나타난다.

$$V(\bar{d}) \approx n^{-1}[\gamma_0 + 2\sum_{k=1}^{h-1}\gamma_k] \quad \cdots\cdots (9)$$

$$\hat{\gamma_k} = n^{-1}\sum_{t=k+1}^{n}(d_t - \bar{d})(d_{t-k} - \bar{d}) \quad \cdots\cdots (10)$$

$$S_1 = [\hat{V}(\bar{d})]^{-\frac{1}{2}}\bar{d} \quad \cdots\cdots (11)$$

γ_k는 모형 간 손실함수의 차이 d_t의 k번째 자기공분산이고, 상기된 바와 같이 식 (10)에 따라 추정된다. 추정된 $\hat{V}(\bar{d})$를 이용하여 DM검정 통계량(S_1)을 추정할 수 있다.

본 연구에서 이용한 자료는 가공유형별 오징어의 월별소매가격자료이며, 표본외예측 자료의 수가 2017년 1월부터 2017년 12월까지 총 12개로, 표본의 크기가 충분히 크지 않다. 이 문제를 해결하기 위해서 아래의 식을 통하여 MDM 검정 통계량(S_1^*)을 추정할 수 있다.

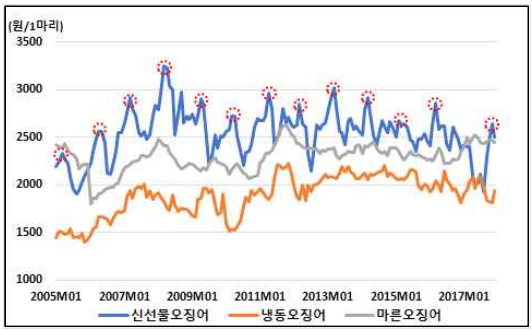
$$S_1^* = [\frac{n+1-2h+n^{-1}h(h-1)}{n}]^{\frac{1}{2}}S_1 \quad \cdots\cdots (12)$$

MDM 검정 통계량은 (n-1)의 자유도를 가지는 t-분포를 따른다(Harvey et al., 1997).

Ⅲ. 실증 분석

1. 분석 자료

본 연구에서는 농수산식품유통공사에서 제공받은 2005년 1월부터 2017년 12월까지 신선물오징어, 냉동오징어, 마른오징어의 월별소매가격 자료를 분석에 이용하였으며, 상품등급과 단위는 각각 중품, 1마리 당 가격으로 통일하였다. 또한 물가변동분을 제거하기 위하여 각각 2015년 오징어 소비자 물가지수와 마른오징어 소비자 물가지수를 이용해 2015년의 가치로 환산하였으며, 2017년 1월부터 2017년 12월까지의 자료는 사후적예측 및 예측력 평가를 위한 외표본(out-of-sample)으로 이용하였다.



[Fig. 1] Changes of Fresh Squid, Frozen Squid, Dried Squid Retail Price

[Fig. 1]은 신선물오징어·냉동오징어·마른오징어의 전체 표본에 대한 실질 소매가격 변화추이를 나타낸다. 그래프 상 1년 주기로 붉게 표시된 동그라미는 각 연도 3월의 신선물오징어 실질가격을 나타낸다. 이를 통하여 신선물오징어 소매가격이 매년 2~4월에 해당연도 최고가격을 기록하고 매년 7월~8월 해당연도 최저가격을 기록하는 것을 그래프 상으로 관측할 수 있다. 이는 우리나라 오징어 공급 구조와 연관 지어 설명할 수 있다.

우리나라 오징어 공급원은 크게 연근해어업, 원양어업, 수입으로 구성되어 있으며, 이들 공급량의 합을 국내 공급량의 100%라고 보았을 때 최근 3년간 각 공급원별 공급 비중은 연근해 58%, 원양 34%, 수입 8%로 나타나고 있다. 국내 오징어의 주요 공급원인 연근해어업은 9월부터 익년 2월까지 오징어를 생산 및 공급하고 있으며, 원양산 오징어 중 특히 포크랜드 오징어는 3월부터 8월까지 생산 및 공급되며 6월부터 8월까지 주로 국내에 공급된다(Jang et al., 2002). 따라서 연근해산 오징어 공급이 끝난 직후 3월경 한 해 가장 높은 가격을 기록하고, 6월부터 8월까지는 가격이 비교적 저렴한 원양산 오징어가 공급되면서 가장 낮은 가격을 기록한다고 해석할 수

있다. 이와 같이 신선/냉장상태의 오징어가격은 매년 비슷한 시기에 가격의 등락이 반복되는 계절성을 지니고 있으며, [Fig. 1]에서 나타나듯 냉동 또는 건조 가공을 거친 냉동오징어와 마른오징어 가격의 경우 상대적으로 그래프만을 통해서는 12개월 주기의 계절성 존재여부를 확정적으로 판단하기가 용이하지 않다.

<Table 1> Unit Root Test Result

TEST		Fresh Squid	Frozen Squid	Dried Squid
ADF	t-stat.	***-4.561463	*-2.658902	-2.516186
	Prob.	0.0002	0.0838	0.1138
PP	t-stat.	***-3.762953	*-2.578760	*-2.652629
	Prob.	0.0041	0.0998	0.0.0850

Note: the ADF, PP test- Null hypothesis(H_0) is that unit root exists and the KPSS test- Null hypothesis(H_0) is that the time-series is stationary.
*, **, *** indicates rejection of H_0 at the 10%, 5%, 1% significance level.

다음으로 시계열의 안정성을 검정하기 위하여 ADF(Agumented Dickey-Fuller) 검정과 PP(Phillips-Perron) 검정을 수행하였다. PP 검정 수행결과 신선물오징어, 냉동오징어, 마른오징어 월별소매가격 시계열에 대하여 각각 5%, 10%, 10% 유의수준에서 단위근이 존재하지 않는 것으로 확인되어 모든 시계열이 안정적임을 확인할 수 있었다. 그러나 마른오징어의 경우 ADF검정 결과 10% 유의수준에서도 여전히 단위근이 존재하여 PP 검정결과와 상반된 결과가 도출되었다. ADF 검정의 경우 오차항의 자기상관 문제만을 해결한 데에 반해 PP 검정은 오차항의 자기상관과 이분산 문제 모두를 해결한 보다 강력한 검정방법이다(Kim & Nam, 2015). 이와 같은 관점에서 PP검정을 보다 넓은 범위에서 적용 가능한 방법으로 보고, PP검정 결과에 따라 본 연구에서 고려한 모든 시계열이 안정적이라고 판단하였다. 따라서 신선물오징어 월별소매가격, 냉동오징어 월별소매가격, 마른오징어 월별소매가격을 실질화한 수준변수 그대로 분석에 활용하였다.

먼저 내표본을 이용하여 각 가공유형별로 ARIMA모형, SARIMA모형, 총 2개씩 6개 모형을 추정한 후, Holt-Winters 지수평활법을 이용하여 각 가공유형별 오징어 소매가격을 분석하였다.

2. 모형별 추정결과

가. ARIMA모형 추정결과[2)]

ARIMA모형은 분석방법에서 제시한 BJ방법론에 의하여 추정하였다. 신선물오징어 소매가격 ARIMA모형 추정 결과, <Table 2>에서 확인할 수 있듯이 상수항을 포함한 모든 계수가 유의적이며 이전에 추정한 AR모형 또는 MA모형과 비교하였을 때 모형의 설명력(R^2)이 뛰어난 것으로 나타났다.[3)] 추정된 모형에 따르면 금월의 가격이 1, 2, 10, 13개월 이전의 가격에 영향을 받는 것으로 나타났다. 우리나라 신선물오징어 가격을 선도하는 연근해산 오징어는 산지위판장을 경유하여 경매방식을 통해 가격이 결정되므로, 시세 변동성이 크기 때문에 수개월 이전의 과거 가격에 영향을 받지 않는다고 생각할 수 있다. 그러나 [Fig. 1]에서 확인하였듯 신선물오징어 가격은 오징어 생산의 계절성에 영향을 받기 때문에 본 모형에서 고려된 AR(10) AR(13)의 경우, 계절성의 영향으로 고려된 시차가 길어진 것으로 판단된다. 냉동오징어와 마른오징어의 소매가격 역시 신선물오징어 소매가격의 ARIMA모형과 동일한 방식으로 추정하였으며, 추정결과는 각각 <Table 3>, <Table 4>와 같이 나타났다. 냉동오징어의 경우 시차 1, 64를 고려한 AR모형이 가장 적합한 것으로 나타났으며, 마른오징어의 경우 AR(1)과 MA(13)을 고려한 모형이 적합도가 높은 것으로

2) 본 연구에서는 안정적 시계열을 활용하여 모형을 추정하였으므로 ARMA모형이 옳은 표기이나, 이후 추정된 SARIMA모형과 명칭의 통일성을 제고하고 보다 일반적 명칭을 사용하기 위하여 ARIMA로 표기하였음을 밝힌다.

3) 또한 본 논문에는 게재하지 않았으나 신선물오징어 소매가격 자료를 이용하여 추정된 ARIMA[(1,2,10,13),0,1]모형은 모형선정의 기준이 되는 정보요인이 이전에 추정된 모형에 비하여 AIC, SC, HQ 모든 기준에서 가장 낮은 값으로 확인되었다.

확인되었다. 냉동오징어의 경우 고려된 시차가 신선물오징어나 마른오징어에 비하여 긴 것으로 확인되어, 이들과 서로 다른 주기의 계절성을 가질 가능성이 있는 것으로 판단된다.

<Table 2> ARIMA[(1,2,10,13),0,1] Model Results using Fresh Squid Retail Price

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Stat	Prob.
C	***2582.444	28.05282	92.05651	0.0000
AR(1)	***1.572273	0.063092	24.92050	0.0000
AR(2)	***-0.616602	0.052030	-11.85100	0.0000
AR(10)	**0.166568	0.069321	2.402860	0.0176
AR(13)	*-0.179881	0.104970	-1.713650	0.0888
MA(1)	***-0.855475	0.048912	-17.49021	0.0000
R^2 (adj.R^2)	0.750343 (0.74128)	F-stat (Prob.)	82.95162 (0.0000)	

Note: *, **, *** indicates the coefficient is significant at the 10%, 5%, 1% significance level.

<Table 3> ARIMA[(1,64),0,0] Model Results using Frozen Squid Retail Price

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Stat	Prob.
C	***1850.185	54.45445	33.97674	0.0000
AR(1)	***0.930256	0.007022	132.4851	0.0000
AR(64)	***-0.080293	0.002806	-28.61567	0.0000
R^2 (adj.R^2)	0.87085 (0.875341)	F-stat (Prob.)	503.0659 (0.0000)	

Note: *, **, *** indicates the coefficient is significant at the 10%, 5%, 1% significance level.

<Table 4> ARIMA[1,0,(13)] Model Results using Dried Squid Retail Price

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Stat	Prob.
C	***2286.110	48.11135	47.51706	0.0000
AR(1)	***0.934047	0.030757	30.36830	0.0000
MA(13)	***-0.247144	0.087653	-2.819586	0.0055
R^2 (adj.R^2)	0.868346 (0.866479)	F-stat (Prob.)	464.9961 (0.0000)	

Note: *, **, *** indicates the coefficient is significant at the 10%, 5%, 1% significance level.

나. SARIMA모형 추정결과

계절성을 고려한 SARIMA모형의 경우, 분석자료가 월별자료임을 감안하여 추정된 ARIMA모형에서 주기를 12개월로 설정한 SAR 또는 SMA 중 최소 하나 이상을 고려하여 추정하였으며, 부적합한 변수는 부적합 변수 검정(Redundant Variable test)를 통하여 제외한 후 낮은 정보요인 값을 기준으로 최적 모형을 추정하였다.

냉동오징어 소매가격의 SARIMA모형의 경우 SAR항이 유의적이지 않았으나, 적합도가 높은 ARIMA모형이 꼭 높은 예측력을 보장하는 것은 아니며[4] 본 연구의 목적이 모형별 예측력 비교인 것을 감안하여 대안적인 모형에 포함하여 분석을 진행하였다.

먼저 신선물오징어 소매가격 SARIMA모형의 추정결과를 살펴보면, 비계절적 시차의 경우 일반 ARIMA모형에서 고려된 시차(1,2,10,13)에서 크게 벗어나지 않는 AR(2), AR(13)과 MA(1)을 포함한 것으로 추정되었다. 또한 12개월의 주기를 갖는 계절적 시차, SAR(12) 역시 유의적인 것으로 나타났다. 신선물오징어의 ARIMA모형과 SARIMA모형의 추정결과를 비교하였을 때, SARIMA의 모형 설명력이 ARIMA모형에 비하여 높은 것으로 확인되었다.[5] 냉동오징어 SARIMA모형의 경우 계절적 시차를 고려한 SAR항이 유의적이지 않았다. 냉동오징어의 일반 ARIMA모형에서 고려된 시차(1, 64)가 타 가공유형에서 고려된 시차에 비하여 긴 점을 감안하여 60개월을 주기로 하는 계절적 시차 SAR항 또는 SMA항을 포함하여 추정하였다. 이 경우 모형과 개별계수 모

4) 모형의 적합성과 예측력의 차이는 전자가 일반적으로 내표본 내에서 추정되고 평가되는 반면 후자는 외표본, 즉 새로운 자료를 얼마나 정확히 예측하느냐에 따라 평가된다. 따라서 적합도가 높은 모형과 외표본에 대한 높은 예측력은 가분적 문제로 간주할 수 있다.

5) 보다 보수적 관점을 가진 정보요인, SC 값을 비교해보면 ARIMA[(1,2,10,13),0,1]모형은 12.76546, SARIMA[(2,13),0,1](1,0,0)12모형은 12.61291로 확인되어 계절적 시차를 고려한 모형이 신선물오징어의 소매가격을 설명하기에 비교적 적합도가 높은 것으로 판단된다.

두 유의적이었으나 LM검정 결과 모형의 잔차에 자기상관이 존재하여, 모형을 예측에 활용할 수 없었다. 또한 타 가공유형과 예측력 비교 시에 동일한 계절적 시차를 고려할 경우 비교 기준이 보다 명확할 것이라 판단하였다. 따라서 냉동오징어의 SARIMA모형은 AR(1), AR(64), SAR(12)를 포함하여 추정하였다. 마른오징어 SARIMA모형의 경우 AR(1), MA(13)과 SAR(12)이 포함된 모형으로 추정되었다.

<Table 5> SARIMA[(2,13),0,1](1,0,0)12 Model Results using Fresh Squid Retail Price

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Stat	Prob.
C	***2448.284	208.2882	11.75431	0.0000
AR(2)	***0.630738	0.083924	7.515565	0.0000
AR(13)	***0.203084	0.067388	3.01367	0.0031
SAR(12)	***0.551653	0.077274	7.138951	0.0000
MA(1)	***0.855786	0.058863	14.53863	0.0000
R^2	0.750343	F-stat	82.95162	
(adj.R^2)	(0.74128)	(Prob.)	(0.0000)	

Note: *, **, *** indicates the coefficient is significant at the 10%, 5%, 1% significance level.

<Table 6> SARIMA[(1,64),0,0](1,0,0)12 Model Results using Frozen Squid Retail Price

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Stat	Prob.
C	***1849.566	56.16771	32.92934	0.0000
AR(1)	***0.928609	0.007504	123.7470	0.0000
AR(64)	***-0.081775	0.003236	-25.26797	0.0000
SAR(12)	0.054869	0.090100	0.608981	0.5435
R^2	0.877396	F-stat	333.9610	
(adj.R^2)	(0.874768)	(Prob.)	(0.0000)	

Note: *, **, *** indicates the coefficient is significant at the 10%, 5%, 1% significance level.

ARIMA모형 추정을 위한 BJ방법론의 마지막 단계로 모형의 잔차가 백색잡음인지 확인하여야 한다. 따라서 앞서 추정한 모든 ARIMA모형과 SARIMA모형의 잔차에 자기상관과 이분산이 존재하는지 확인하기 위하여 BG-LM(Breusch-Godfrey Serial Correlation LM)검정과 White 검정을 수행하였다. 검정 결과, 추정된 제반 모형의 잔차항이 구형분포(spherical distribution)의 조건을 충족시키는 것으로 확인되었다.

<Table 7> SARIMA[1,0,(13)](1,0,0)12 Model Results using Dried Squid Retail Price

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Stat	Prob.
C	***2280.142	46.84642	48.67271	0.0000
AR(1)	***0.941120	0.029536	31.86399	0.0000
SAR(12)	**-0.225923	0.086719	-2.605218	0.0102
MA(13)	**-0.184736	0.087724	-2.105884	0.0370
R^2	0.871420	F-stat	316.2715	
(adj.R^2)	(0.868664)	(Prob.)	(0.0000)	

Note: *, **, *** indicates the coefficient is significant at the 10%, 5%, 1% significance level.

<Table 8> Autocorrelation and Heteroskedasticity test Result of Estimated Models

Processing type	Fresh	Frozen	Dried
Model	ARIMA		
BG-LM test	3.796842	3.981979	2.970392
(P-value)	(0.1498)	(0.1366)	(0.2265)
White test	9.592799	0.245019	0.810012
(P-value)	(0.1429)	(0.9700)	(0.8471)
Model	SARIMA		
BG-LM test	0.904430	4.210637	2.848380
(P-value)	(0.6362)	(0.1218)	(0.2407)
White test	4.825733	0.688710	1.182658
(P-value)	(0.4375)	(0.9527)	(0.8809)

Note: The null-hypothesis(H_0) of BG-LM test is that there is no autocorrelation and H_0 of Heteroskedasticity test-White is that variance of error is homoskedasticity.

다. Holt-Winters 지수평활법 추정결과

본 연구에서는 분산이 시간의 흐름에 따라 변동하는 것이 현실에 보다 부합한다고 판단하여 승법을 이용하여 Holt-Winters 지수평활법 분석을 진행하였다. 지수평활법은 시계열의 안정성 여부와는 관계없이 추정할 수 있으므로 실질화한 각 가공유형별 오징어 월별소매가격의 원자료를 그대로 이용하였다. 최소자승법에 의하여 추정된

파라미터 α, β, γ는 각각 시간이 지남에 따라 변화하는 평균, 추세, 계절요소를 의미한다. 또한 Seasonals는 분석기간 중 매월 평균에 비하여 얼마나 변동하였는가를 나타내고 예측에 활용된 γ를 시현한 것이다. 신선물오징어 소매가격의 Holt-Winters 지수평활법 추정 결과를 살펴보면, α, β, γ가 각각 0.74, 0.00, 0.00으로 도출되었다. β와 γ가 0의 값을 지니는 것은 추세와 계절요소가 존재하지 않는 것이 아니라, 다음과 같은 수식 (13)에 따라 분석기간 동안 자료의 추세와 계절요소가 일정하게 유지되는 것을 의미한다.[6)]

<Table 9> Estimated Results of Holt-Winters Exponential Smoothing using Fresh Squid Retail Price

Parameters	Alpha	0.7400
	Beta	0.0000
	Gamma	0.0000
Sum of Squared Residuals		1648349
Root Mean Squared Error		106.9900
End of Period Levels		
Mean		2425.365
Trend		3.207861
Seasonals	2016M01	1.004935
	2016M02	1.042742
	2016M03	1.091587
	2016M04	1.072798
	2016M05	1.032540
	2016M06	0.968770
	2016M07	0.911922
	2016M08	0.936545
	2016M09	0.981419
	2016M10	0.964442
	2016M11	0.997989
	2016M12	0.994311

$$\begin{aligned} &\beta = 0\,,\ \gamma = 0 \\ &b(t) = 0 \bullet (a(t) - a(t-1)) + (1-0)b(t-1) \\ &b(t) = b(t-1) \\ &c_t(t) = 0 \bullet \frac{y_t}{a(t)} + (1-0)c_t(t-s) \\ &c_t(t) = c_t(t-s) \end{aligned} \quad \cdots\cdots\cdots (13)$$

계절요소 γ를 월별로 살펴보면 그래프를 통하여 육안으로 확인한 자료 분석 결과와 동일하게, 매 2~4월동안 평균가격보다 4.27~9.16% 증가하며, 매 7~8월에 평균가격보다 6.35~8.81% 감소한다는 것을 확인할 수 있다.

<Table 10> Estimated Results of Holt-Winters Exponential Smoothing using Frozen Squid Retail Price

Parameters	Alpha	0.8600
	Beta	0.0000
	Gamma	0.0000
Sum of Squared Residuals		709727.3
Root Mean Squared Error		70.20443
End of Period Levels		
Mean		1832.281
Trend		3.801439
Seasonals	2016M01	0.980188
	2016M02	0.979687
	2016M03	0.988127
	2016M04	0.987143
	2016M05	0.992359
	2016M06	1.031575
	2016M07	1.021411
	2016M08	1.024809
	2016M09	1.000817
	2016M10	1.003758
	2016M11	0.993641
	2016M12	0.996486

냉동오징어 소매가격의 경우 신선물오징어와 동일하게 추세와 계절요소는 모두 시간의 흐름과 상관없이 동일한 수준으로 유지되고 있으나, 평균은 지속적으로 변화하고 있다. 냉동오징어 소매가격은 매 1월~4월 평균가격보다 1.19~2.03% 감소하고 매 6월~8월마다 평균가격에 비하여 2.14~3.16% 증가하는 것으로 나타나, 신선물오징

6) 냉동오징어와 마른오징어 소매가격의 Holt-Winters 지수평활법 분석 결과 역시 β, γ가 0으로 도출되었다. 따라서 <Table 9>, <Table 10>의 β, γ 추정결과 역시 수식 (13)이 동일하게 적용된다.

어 소매가격의 계절성과는 반대의 양상을 띠고 있다. 이는 신선물오징어 가격이 상승할 때, 가격 안정화를 도모하기 위하여 정부가 사전에 비축해 둔 냉동오징어를 시장에 공급하기 때문인 것으로 판단된다. 또한 냉동 가공을 거친 냉동오징어의 가격은 계절변동성 또한 신선물오징어 가격에 비하여 작은 것으로 나타났다.

마른오징어 소매가격의 가격변화율의 경우 신선물오징어 소매가격과 마찬가지로 평균은 시간이 흐름에 따라 증가하나, 추세와 계절요소는 변화가 없는 것으로 나타났다.

<Table 11> Estimated Results of Holt-Winters Exponential Smoothing using Dried Squid Retail Price

Parameters	Alpha	1.0000
	Beta	0.0000
	Gamma	0.0000
Sum of Squared Residuals		428431.6
Root Mean Squared Error		54.54557
End of Period Levels		
Mean		2320.841
Trend		-0.205836
Seasonals	2016M01	1.000759
	2016M02	0.997398
	2016M03	0.999642
	2016M04	1.003503
	2016M05	1.003166
	2016M06	0.995765
	2016M07	0.997913
	2016M08	0.997894
	2016M09	0.995807
	2016M10	0.994098
	2016M11	1.004394
	2016M12	1.009659

마른오징어 소매가격은 매 2~3월, 6~10월에 평균가격에 비하여 감소하고, 매 4~5월, 11~1월에 평균가격에 비해 증가하는 것으로 나타났으며, 특히 10월에는 0.59% 감소하고 12월에는 0.97% 증가하는 것으로 분석되었다. 계절변동성이 타 가공유형 오징어 소매가격의 계절변동성에 비하여 미미하나 보편적으로 알려진 사실에 부합하는, 신선물오징어 가격과 비슷한 양상을 띠고 있다. 그러나 11월~12월 신선물오징어와 냉동오징어 가격이 평균가격에 비하여 소폭 감소하는 데에 반해 마른오징어 가격은 약 0.44~0.97% 증가하여 1년 중 가장 큰 증가폭을 보인다. 즉 전체적으로는 신선물오징어 가격과 비슷한 양상을 띠나 특정 달(11~12월)에는 미미하지만, 타 가공유형과 구분되는 독립적인 양태를 가지는 것으로 확인되었다.

3. 예측력 평가결과

각 가공유형별로 선정한 모형을 바탕으로 2017년 1월부터 2017년 12월의 가격 예측을 실시한 후, 모형별 예측치와 실측치(외표본)를 비교하여 예측오차 MSE와 MAE를 기준으로 예측력을 평가하였다. 평가기준에 근거하여 각 가공유형별 예측력이 높은 두 개의 모형을 MDM검정의 기준모형으로 선정하였다.

<Table 11>을 살펴보면 신선물오징어 소매가격 예측모형으로는 계절성을 고려한 Holt-Winters가 MSE와 MAE 모든 기준에서 예측오차가 가장 작은 것으로 확인되었으며, 뒤이어 ARIMA모형의 예측력이 높은 것으로 나타났다. 따라서 신선물오징어 소매가격 예측모형의 MDM검정 기준모형은 각 Holt-Winters와 ARIMA모형 순으로 선정되었다.

이어 냉동오징어 소매가격 예측모형의 예측력 평가 결과를 살펴보면 냉동오징어 가격의 SARIMA모형 추정 시 SAR(12)항이 유의적이지 않았음에도 불구하고 SARIMA모형의 예측력이 가장 뛰어난 것으로 나타났으며, 뒤이어 ARIMA모형의 예측력이 좋은 것으로 나타났다. 신선물오징어 예측모형은 첫 번째 기준모형과 두 번째 기준 모형간 예측오차에 명확한 차이를 관찰할 수 있었으나, 냉동오징어의 경우 가장 예측력이 우수한 두 모형 간 예측오차의 차이가 크지 않은 것으로 확인되었으며 두 번째 기준모형과 가장 예측력이 낮은 모형간 예측력의 차이에는 가시적 차이가 존재하는 것으로 나타났다.

마른 오징어의 경우 ARIMA, SARIMA, Holt-Winters 순으로 예측력이 높게 나타나, 계절성을 고려하지 않은 모형이 가장 예측력이 우수한 것으로 나타났다.

<Table 12> Forecasting Evaluation among Squid Retail Price Forecasting Models by Processing type

Type	Standard	MSE	MAE
Fresh Squid	ARIMA	77,938	232
	SARIMA	91,725	261
	Holt-Winters	**20,258**	**119**
Type	Standard	MSE	MAE
Frozen Squid	ARIMA	8,829	84
	SARIMA	**8,522**	**82**
	Holt-Winters	19,510	122
Type	Standard	MSE	MAE
Dried Squid	**ARIMA**	**2,945**	**44**
	SARIMA	2,988	46
	Holt-Winters	21,610	143

여기서 예측력 평가 시 각 가공유형별 예측오차의 평균수준에 주목할 필요가 있다. 신선물오징어 예측모형들의 예측오차 평균을 살펴보면, 이들이 타 가공유형에 비하여 현저히 높은 수준인 것에 반해 마른오징어의 예측오차 평균은 가장 낮은 수준을 보이고 있다. 이는 신선물오징어는 가격변동성이 크기 때문에 정확한 모형추정이 어렵고, 냉동/건조 가공을 거친 오징어는 가격변동성이 작아 모형추정을 통한 예측이 보다 용이하기 때문인 것으로 생각된다. 이를 통하여 수산업의 고유특성인 공급의 불확실성과 계절성이 가격변동성에 영향을 미치는 바가 가공을 통하여 감소되고, 나아가 추정된 모형의 정확성과 예측력에도 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있었다.

4. MDM 검정결과

MSE와 MAE기준에서 예측력이 가장 우수한 모형을 선정하였으나, 이 예측력의 차이가 통계적으로 유의한가를 검정하기 위하여 MDM검정을 실시하였다. MDM 검정은 기준 모형을 포함한 2개 모형의 예측력을 비교하는 것으로, <Table 13>에 제시된 검정 결과는 기준 모형과 개별 모형간의 예측력 차이를 검정한 것이다. 제시된 표에 나타난 1st Reference Model과 2nd Reference Model은 앞서 예측력 평가에서 가장 예측력이 우수했던 두 모형을 의미한다.

<Table 13> MDM test Results of Squid Retail Price Forecasting Models by Processing Type

Processing Type	**Fresh**	
1st Reference Model	Holt-Winters	
Standard	MSE	MAE
ARIMA	***3.3599	***-4.3913
SARIMA	***-3.7894	***-4.9634
2nd Reference Model	ARIMA	
Standard	MSE	MAE
SARIMA	-1.4926	*-2.0452
Processing Type	**Frozen**	
1st Reference Model	SARIMA	
Standard	MSE	MAE
ARIMA	-1.3676	-1.2098
Holt-Winters	*-2.1211	*-2.0502
2nd Reference Model	ARIMA	
Standard	MSE	MAE
Holt-Winters	-1.4926	*-2.0452
Processing Type	**Dried**	
1st Reference model	ARIMA	
Standard	MSE	MAE
SARIMA	-0.1574	-0.5923
Holt-Winters	***-8.3107	***-10.1254
2nd Reference model	SARIMA	
Standard	MSE	MAE
Holt-Winters	***-8.3087	***-10.4383

Note: The null-hypothesis(H_0) of MDM test is that the two forecasts have the same accuracy.
*, **, *** indicates rejection of H_0 at the 10%, 5%, 1% significance.

신선물오징어 소매가격의 첫 번째 기준모형인 Holt-Winters와 타 모형간 예측력 차이의 검정결과를 살펴보면 MSE와 MAE 모든 기준에서 Holt-Winters와 ARIMA모형, Holt-Winters와 SARIMA모형간 예측력의 차이가 존재하지 않는다는 귀무가설을 모두 기각하였다. 이어 두 번째

기준모형으로 선정된 ARIMA모형과 SARIMA모형간 예측력의 차이를 검정한 결과, MSE기준에서 귀무가설을 채택하여 예측력에 차이가 없는 것으로 확인되었으나 MAE기준에서 SARIMA와 ARIMA모형간 예측력의 차이가 10% 유의수준에서 유의적으로 존재하였다. 다시 말해 ARIMA모형, SARIMA모형, Holt-Winters모형을 이용하여 신선물오징어 소매가격을 예측할 때, Holt-Winters 모형이 유의적으로 우수한 예측력을 지니는 것으로 검정되었으며 ARIMA모형과 SARIMA모형의 경우 두 모형간 예측력의 차이가 크게 유의적이지 않은 것으로 확인되었다.

냉동오징어 소매가격의 첫 번째 기준모형인 SARIMA는 MSE와 MAE 모든 기준에서 ARIMA와의 예측력 차이가 없는 것으로 검정되었으나 Holt-Winters와는 10%유의수준에서 예측력에 차이가 존재하는 것으로 나타났다. 두 번째 기준모형 ARIMA는 MSE기준에서는 Holt-Winters와 예측력에 차이가 없는 것으로 검정되었으나 MAE기준에서는 Holt-Winters와 예측력 차이가 10%유의수준에서 존재하는 것으로 확인되었다. 냉동오징어 소매가격 예측모형간 예측력 차이를 검정한 결과 SARIMA와 ARIMA가 Holt-Winters에 비하여 10% 유의수준에서 예측력이 우수한 것으로 검정되었으나, 귀무가설의 기각정도가 타 가공유형의 검정결과에 비하여 미미한 수준인 것으로 나타났다.

마른오징어의 경우 계절성을 고려하지 않은 ARIMA모형의 예측력이 가장 높은 것으로 나타나, 먼저 ARIMA모형과 기타 모형과의 예측력 차이를 검정하였다. 검정 결과 ARIMA와 SARIMA는 앞서 검정된 타 가공유형의 검정결과와 동일하게 두 모형간 예측력의 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 ARIMA와 Holt-Winters, SARIMA와 Holt-Winters간에는 예측력의 차이가 1% 유의수준에서 존재하는 것으로 나타났다.

MDM 검정 결과를 요약하자면, 우선 전체적으로 ARIMA와 SARIMA간의 예측력에는 큰 차이가 존재하지 않는 것으로 검정되었으며, Holt-Winters는 변동성이 큰 신선물오징어의 가격을 예측했을 경우에 가장 예측력이 우수한 것으로 확인되었다. 이어 냉동오징어 가격을 예측하는 경우 세 모형 모두에 예측력의 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 마지막으로 마른오징어 가격을 예측하는 경우 계절성을 고려하지 않은 ARIMA의 예측력이 Holt-Winters에 비하여 유의적으로 나은 것이 확인되었다.

Ⅳ. 결 론

본 연구는 2005년 1월부터 2017년 12월까지의 신선물오징어, 냉동오징어, 마른오징어의 월별소매가격을 대상으로 가격에 계절성이 존재하는가를 그래프 상에서 확인하고, 전체 표본에 대하여 2005년 1월부터 2016년 12월까지를 내표본으로, 2017년 1월부터 2017년 12월까지를 외표본으로 분류하였다. 내표본을 이용하여 각 가공유형별로 계절성을 고려하지 않은 ARIMA모형, 계절성을 고려한 SARIMA모형을 추정하고 절편·추세·계절성을 모두 고려한 Holt-Winters 지수평활법을 이용하여, 2017년 1월부터 2017년 12월까지의 가격을 예측하였다. 각 모형별 예측치와 실측치를 MSE와 MAE기준으로 비교하여 예측력을 평가하고 예측력이 가장 뛰어난 모형을 기준모형으로 설정하였으며, MDM검정을 통하여 기준모형과 타 모형간 예측력의 차이가 통계적으로 유의한가를 검정하였다.

분석을 통하여 도출된 결과는 가공유형별 분석결과와 모형의 예측력, 두 가지로 분류할 수 있다. 먼저 가공유형별 분석 결과는 다음과 같이 정리할 수 있다.

첫째, 신선물오징어 소매가격은 대략적으로 12개월 주기의 계절성을 갖는다. 자료분석 시 그래프를 통하여 우리나라 오징어 공급구조로 인해 신선물오징어 소매가격이 매년 2~4월에 높은 가격을 기록하고 매년 7~8월 하락하는 것을 관측하

였으며 이에 근거하여 본 연구에서 고려하는 계절성은 12개월 주기로 설정하였다. 신선물오징어 소매가격을 이용하여 ARIMA와 SARIMA모형을 추정 시 고려된 시차가 10, 13 등으로 계절성의 영향을 짐작할 수 있었다. Holt-Winters 지수평활법 분석 결과, 분석 기간 동안 신선물오징어 소매가격이 매 2~4월 평균보다 약 4~9% 증가하고 매 7~8월 약 6~9% 감소하는 것으로 확인되었다.

둘째, 냉동오징어 소매가격은 신선물오징어 소매가격과 반대의 계절성을 가지며, 타 가공유형과 서로 다른 주기의 계절성을 가질 가능성이 있는 것으로 판단된다. 신선물오징어와 마른오징어 가격의 ARIMA 또는 SARIMA모형 추정 시 고려된 시차가 10, 13 등 대부분이 12에 가까웠던 반면, 냉동오징어의 경우 ARIMA와 SARIMA모형 추정 시 1과 64시차가 고려되었다. 또한 SARIMA 모형 추정 시 12개월을 계절적 주기로 설정한 SAR(12)항이 유의적이지 않았다. Holt-Winters 지수평활법 분석 결과, 냉동오징어 소매가격은 매년 1~4월 평균보다 약 1~2% 감소하고 매 6~8월 약 2~3% 증가하여 계절변동성은 신선물오징어에 비하여 작은 것으로 확인되었다. 또한 신선물오징어 소매가격의 계절성과 반대의 양상을 띠는 것으로 확인되었는데, 이는 정부비축을 통한 출하조절 때문인 것으로 판단된다.

셋째, 마른오징어의 경우 Holt-Winters 지수평활법 분석 결과 계절변동폭이 1% 미만으로 나타났다. 계절변동성이 매우 미미하나 전체적으로는 신선물오징어의 가격 등락 패턴을 따르는 것으로 확인되었다. 타 가공유형의 경우 11~12월에 평균보다 가격이 감소하나, 마른오징어 소매가격의 경우 매년 11~12월 평균보다 약 0.4~1% 증가하는 것으로 나타났다.

다음으로 모형의 예측력과 관련하여 분석 결과를 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 모형의 적합성과 예측력이 항상 비례하는 것은 아니다. 냉동오징어 소매가격의 SARIMA 추정 시 SAR항이 유의적이지 않았으나, 냉동오징어 소매가격 예측모형의 예측력 평가 결과 SARIMA모형이 가장 예측력이 높은 것으로 나타났다.

둘째, 수산물은 가공을 거치면서 공급 불확실성과 계절성으로 인한 가격변동성이 감소되며, 이는 예측모형의 예측오차를 감소시키는 것으로 확인되었다. 가공을 거치지 않은 신선물오징어의 경우 예측모형을 통하여 예측 시, 모든 모형의 예측오차가 타 가공유형에 비해 현저히 높은 수준으로 나타났다. 그러나 냉동가공을 거친 냉동오징어 예측모형의 예측오차 평균은 신선물오징어보다 작은 것으로 나타났으며, 건조가공을 거친 마른오징어의 경우 예측모형의 예측오차 평균 수준이 신선물오징어, 냉동오징어보다 낮은 것으로 확인되었다. 또한 Holt-Winters의 예측오차는 모든 가공유형에서 MSE 기준 약 20,000에 머무르는데, 신선물오징어 예측모형의 경우 ARIMA와 SARIMA의 예측오차가 매우 커서(MSE 기준 약 7~90,000), Holt-Winters의 예측력이 가장 우수한 것으로 평가되었다.

본 연구는 타 연구 분야에서는 활발히 진행 중이나 수산물 가격 예측에 관한 연구 분야에서는 비교적 미흡한, 계절성의 영향과 이를 고려한 가격예측을 실시하고 통계적으로 검정하였다. 또한 계절성이 수산물 가격예측에 미치는 영향을 가공유형별로 분류하여 분석하였다. 특히 수산물 가격예측에서는 수행된 적 없는 Holt-Winters 지수평활법을 이용하여 가격예측을 수행하였으므로 수산물 가격예측에 관한 연구의 폭을 확장하였다는 점에서 의의가 있다. 그러나 분석대상이 오징어로 한정되어 있으므로 분석대상을 달리하여 연구해 볼 필요성이 있는 것으로 생각된다. 또한 본 연구에서 다루어진 신선물오징어 소매가격 예측모형 중 가장 예측력이 우수한 Holt-Winters 지수평활법이 단일계절성을 고려한 것이므로, 향후 연구에서는 다중계절성을 고려할 수 있는 BATS 모형 등을 이용하여 가격 예측을 실시해볼 필요가 있다고 판단된다.

References

Box, G. E. P. and David, A. Pierce.,(1970). Distribution of Residual Autocorrelations in Autoregressive-Integrated Moving Average Time Series Models, Journal of the American Statistical Association, 65(332), 1509~1526.

Choi, Jong-San.(2016). Evaluation of Estimation and Forecast Accuracy on Retail Meat Prices by Seasonal Time-Series Models, Korean journal of food marketing economics, 33(1), 1~31.

Gujarati, Damodar N.(2016). Econometrics By Example , 2nd ed., Sigmapress.

Harvey, David · Leybourne, Stephen. and Newbold, Paul.(1997). Testing the equality of prediction mean squared errors, International Journal of Forecasting, 13, 281~291.

Jang, Young-.Soo · Kim, Ki-.Soo. and Kim, Chang-.Wan.(2002). A Study on the Squid Market in Korea, Korean journal of food marketing economics, 19(2), 45~69.

Kalekar, Prajakta S. and Kanwal Rekhi. 2004. Time series Forecasting using Holt-Winters Exponential Smoothing. Retrieved from https://labs.omniti.com/people/jesus/papers/holtwinters.pdf on March 12.

Kim, Cheol-Hyun. and Nam, Jong-Oh.,(2015). A Causality Analysis of the Hairtail Price by Distribution Channel Using a Vector Autoregressive Model, The Journal of Fisheries Business Administration, 46(1), 93~107.

Kim, Nam-Ho.(2016). Volatility Analysis and DM Test among Forecasting Models of the Oyster Retail Price, Master's Thesis, Pukyong National University, Busan, South Korea.

Kim, Tae-Hyun. and Nam, Jong-Oh.,(2016). A Comparative Analysis on the Forecasting Power among Frozen Mackerel Retail Price Determination Models Using DM test, Journal of Korean island, 28(3), 59~81.

Ko, Bong-Hyun.(2009). Price Volatility, Seasonality and Day-of-the Week Effect for Aquacultural Fishes in Korean Fishery Markets, The Journal of Fisheries Business Administration, 40(2), 49~70.

Korea Agro-Fisheries and Food Trade Corporation KAMIS. 2018. Price Statistics of Fisheries product. Retrieved from https://www.kamis.or.kr/ on Feb 22.

Korea Energy Economics Institute.(2013.06). Forecasting Domestic Short-term Electric Load using Multiple Seasonality Exponential Smoothing method.

Nahm, Joon-.Woo · Lee, Hahn-.Shik. and Huh, In.(2016). Econometrics , 4th ed., Hongmoonsa.

Nam, Jong-.Oh · Nho, Seung-.Guk. and Park, Eun-.Young.(2012). A Study on Forecasting Oyster Price with Time Series Analysis, Ocean policy research, 27(1), 65~94.

Nam, Jong-Oh. and Jeong, Min-Ju.,(2017). Comparison on Forecasting Power and Monthly Producer Price Forecast of Jeju Olive Flounder, Ocean policy research, 32(2), 1~22.

Nam, Jong-Oh. and Sim, Seong-Hyun.,(2014). A Leading-price Analysis of Wando Abalone Producer Prices by Shell Size Using VAR Model, Korea Ocean Research and Development Institute, 42(2), 69~83.

Nam, Jong-Oh. and Sim, Seong-Hyun.,(2015). Tests for Asymmetry and Structure Changes in Retail Price Volatility of Fresh Common Squid in the Republic of Korea, Korea Ocean Research and Development Institute, 37(4), 357~368.

Ock, Young-.Soo · Kim, Sang-.Tae. and Ko, Bong-.Hyun.(2007). A Study on the Price Fluctuation and Forecasting of Aquacultural Flatfish in Korea, The Journal of Fisheries Business Administration, 38(2), 41~62.

Park, Yoo-Jeong.(2018). The Demand Analysis of Major Domestic Fishery Product using Almost Ideal Demand System, Master's Thesis, Pukyong National University, Busan, South Korea.

Statistics Korea KOSIS. 2018. Consumer Price survey. Retrieved from. http://kosis.kr/ on Feb 22.

- Received : 06 July, 2018
- Revised : 20 July, 2018
- Accepted : 30 July, 2018