

## Forecasting Total Marine Production through Multiple Time Series Model

Yong-Jun Cho<sup>1)</sup>

### Abstract

Marine production forecasting in fisheries is a crucial factor for managing and maintaining fishery resources. Thus this paper aims to generate a forecasting model of total marine production. The most generally method of time series model is to generate the most optimal single forecasting model. But the method could induce a different forecasting results when it does not properly infer a model. To overcome the defect, I am trying to propose a single forecasting through multiple time series model. In other word, by comparing and integrating the output resulted from ARIMA and VAR model (which are typical method in a forecasting methodology), I tried to draw a forecasting. It is expected to produce more stable and delicate forecasting prospect than a single model. Through this, I generated 3 models on a yearly and monthly data basis and then here I present a forecasting from 2006 to 2010 through comparing and integrating 3 models. In conclusion, marine production is expected to show a decreasing tendency for the coming years.

**Keywords** : ARIMA, VAR, 다중 시계열 모형, 수산물 생산량 예측모형

### 1. 서론

우리나라에서 수산업은 지역적/역사적/정치적/지리적 특성을 고려하였을 때 매우 중요한 요소이고 경쟁력이다. 최근 어업자원은 어로기술의 발달과 무분별한 치어의 남획, 그리고 과도한 어획노력으로 인하여 고갈되고 있으며, 대규모 개발 및 오염물질 유입 등으로 자원생물의 서식환경은 점차 황폐화되고 있다.

이러한 수산업의 어려움을 극복하기 위한 방법은 자원관리와 수산물 생산량(어획 및 양식)조절이라고 할 수 있다. 자원관리를 통해 안정적 생산량을 조절할 수 있고, 생산량의 조절을 통해 자원관리를 할 수 있는 상호보완적 관계를 지니고 있다. 따라

---

1) 서울 송파구 오금로 62 수협 수산경제연구원, 수석연구원  
E-mail : cyj66@chol.com

서 생산량 예측은 자원을 관리하고 유지하는데 있어서 중점이 되는 역할을 한다 (Markridakis et al., 1983). 하지만 예측은 자연적 요소, 사회적 요소, 경제적 요소, 정책적 요소, 환경적 요소, 세계적 정세 등 측정이 불가능한 다양한 요인과 이러한 요인들의 여러 결합에 의해 복잡한 영향을 받게 될 뿐만 아니라 이러한 요소들에서 발생되는 개입요인에 의해 많은 영향을 받기 때문에 매우 어려운 분야이다. 수산물은 특히 그 구조상 더하며, 수산물 생산관련 제반 데이터도 다른 분야에 비해 낙후되어 있는 실정이다.

본 연구는 이러한 수산업 예측 모형의 필요성과 수산관련 데이터의 제약을 고려하여 전체 수산물 생산량에 대한 예측 모형을 도출함을 목적으로 한다. 그동안 시계열 예측에 있어서 일반적 방법은 분석을 위한 모형을 설정하고 이를 통해 최적의 단일 예측모형을 도출하여 예측하는 방법이다. 하지만 단일 예측모형으로 모형식별의 오류가 발생할 경우, 예측결과가 달라지는 결과를 야기할 수 있다. 본 연구에서는 이를 보완하고자 다중모형을 통한 단일 예측 방법을 제시하고자한다. 즉, 시계열 예측방법 중 대표적 방법인 벡터자기회귀(ARIMA: Auto-Regressive Integrated Moving Average)모형과 벡터자기회귀(VAR: vector autoregressive)모형을 통해 각각 모형을 도출하고 산출된 모형의 결과를 종합하여 예측을 전망하는 방법이다.

ARIMA모형은 Box-Jenkins(1976)에 의해 제시된 모형으로 시계열 외의 다른 자료가 없이도 분석이 가능하기 때문에 관련 요인에 대한 충분한 정보가 결여된 조건에서도 예측을 수행할 수 있는 장점을 지니고 있다. 특히 단기간의 예측에는 효과적인 방법으로 응용되어 왔다(유신재, 장창익 1993).

VAR모형은 각 영향요인들 간의 연관성 및 영향도를 파악하여 예측을 수행할 수 있는 모형이다. 즉, 여러 요인간의 동태적인 관계와 종속변수에 주어진 충격을 나타내는데 적합한 시계열모형이라 할 수 있다.

세부적 연구방법으로 먼저 수산물 전체 생산량 데이터는 1970년 이후부터 2004년까지의 연도별 데이터와 1990년 1월부터 2005년 7월까지의 월별데이터로 구분할 수 있다. 따라서 연도별 데이터에는 일반적 ARIMA모형과 월별 데이터에는 계절형 ARIMA(Seasonal ARIMA: SARIMA)모형을 통해 각각의 모형을 산출하도록 연구하였다. VAR모형의 경우에는 영향요인에 대한 자료가 연도별 데이터이기 때문에 연도별 자료만을 사용하여 모형을 산출하도록 한다. 이렇게 산출된 각각의 모형을 종합하여 예측전망을 수행하는 방법을 제시하고자 한다. 즉, 단일 목표변수에 대하여 ARIMA, SARIMA, VAR 등의 각기 다른 모형을 적합하여 결과를 도출하고, 이를 종합하여 향후 예측전망을 하는 것이다. 이러한 다중모형 단일 예측전망은 기존의 단일 모형을 통해 예측하는 방법에 비해 보다 안정적이고 정교한 예측전망을 할 수 있을 것으로 예상된다.

## 2. 수산물 예측관련 주요연구 리뷰

수산물 예측관련 주요연구는 수급과 공급, 개별 어종에 대한 어획량에 대한 연구가 주를 이룬다. 이에 대한 대표적 연구를 살펴보면 다음과 같다. 홍현표 등(2004)은 수산부문에 대한 전체적 총량모형의 구축을 통해 수산부문의 전망을 시도하였다. 수산부문의 총량지표모형을 개발하여 류별 수급모형, 어가경제모형, 수산업 총량지표모형

등을 개별방정식과 항등식을 이용하여 모형을 개발하였다. 개별방정식의 모형은 OLS와 2SLS를 혼용하여 사용하였다. 또한 각 모형을 통합하는 구조방정식 체계의 설정으로 각 부문간 연결관계를 도출하는 성과를 이룩하였다.

박영철, 히야마 요시아끼(2002)는 일본의 창끝뚜기어업의 20년간 자료를 이용하여 시계열자료의 자기상관에 대한 연구를 하였다. 이를 통해 자기상관이 있는 자료에 대한 회귀모형의 적용이 어려움을 제시하였다.

박영쾌, 옥영수(1987)는 수요 및 공급에 대한 회귀함수를 이용한 추정을 연구하였다. 명태, 오징어, 갈치, 참조기에 대한 어획함수를 추정하였다. 자기상관을 피하기 위하여 일반화 최소자승법을 이용하였다. 또한 홍성걸 등(1997)은 수산물의 장기수급전망을 위하여 수요함수를 통한 회귀분석방법을 이용하여 수산물의 소비량을 추정하였다. 박성쾌, 정명생(1994)은 수산물의 소비습관의 변화에 따른 수요변화를 예측하기 위하여 13개 품목에 대하여 수요함수모형을 추정하였다. 이를 위하여 OLS방법을 사용할 경우 발생하는 다중공선성의 문제를 완화하기 위하여 리지(Ridge)추정방법을 이용하여 각 함수에서의 계수를 추정하였다. 하지만, 이러한 선형적 방법의 경우 단조증가, 또는 단조감소로 추정하게 되어 단기적 또는 중기적 예측에 적합하지 않는 경우가 많다. 따라서 시계열 데이터에 대한 추정은 ARIMA 등의 시계열 분석방법이 더 적합할 것으로 예상된다.

따라서 수산물의 시계열적 변동의 특성을 반영한 연구는 다음과 같다. 박해훈, 윤갑동(1996)은 어획량 자료 이외에 다른 자료가 없더라도 변동 상태 및 예측을 할 수 있는 ARIMA(Auto-Regressive Integrated Moving Average)기법을 이용하여 명태어업의 어획량 분석과 예측을 시도하였다. 월별자료를 사용하여 계절형 ARIMA 모형을 적합하였고, AIC(Akaike(1976) Information Criterion)을 통해 모형을 식별하였다. 24년간의 월별 자료를 사용하여 산출된 모형을 통해 향후 24개월간의 명태 어획량을 예측하는 시도를 하였다. 유신재, 장창익(1993)은 마찬가지로 ARIMA모형을 이용하여 한국 근해산 갈치에 대한 어획량을 예측하였다. 1970년부터 1988년까지의 월별 어획량 자료를 통해 향후 24개월간의 어획량을 예측하는 시도를 하였다.

또한 수산물의 이용가능한 모든 정보를 포함시켜 상호 시계열적 연관성을 반영하여 모형을 산출하는 시계열 분석방법인 VAR(Vector Autoregressive)모형을 이용한 모형 개발의 시도가 있었다. 박철형, 이광남(1997)은 이러한 VAR모형을 이용하여 연근해산 수산물의 어종별 연관 예측모형 개발을 제시하였다. 이를 통해 장기적 생산량 예측을 시도하였다. 이광남(1999)은 근해어업의 상호 영향을 반영하고자 하는 시도를 하였다.

### 3. 분석방법

#### 3.1 최적 ARIMA모형 산출방법

일반적 ARIMA모형 산출방법은 디키-풀러(Dickey-Fuller, DF 1979)가 제안한 단위근검정을 통해  $ARIMA(p, d, q)$ 의  $d$ 를 선정하고 ACF(autocorrelation function)와 PACF(partial autocorrelation function)를 통해 모형의 구조를 파악하는 방법이다. 하지만 이러한 방식의 모형 선정은 모형이 뚜렷이 나타나지 않은 경우, 분석자의 주관적 판단이 큰 영향을 미치기 때문에 본 연구에서는 이를 보완하기 위한 방식을 고려

하였다.  $p, d, q$ 의 범위를 설정하고 각 범위안의 수치조합을 모두 적용하여 도출된 결과지수를 통해 최적의 모형을 식별할 수 있도록 시뮬레이션 프로그램을 개발하였다. 즉,  $ARIMA(0,0,0)$ 부터  $ARIMA(2,2,2)$ 의 27개 조합에 대한 모든 결과를 산출하도록 looping 시뮬레이션 프로그램을 개발하였다. 최적 모형을 구분하는 기준으로 사용할 수 있는 방법이 AIC(Akaike(1976) information criterion)과 SBC(Schwarz(1978) Bayesian criterion), 그리고 MSE(Mean Square Error)이다. 따라서 looping 시뮬레이션을 통해 MSE의 값을 최소로 하며 상대적으로 SBC와 AIC를 최소로 하는  $p, d, q$  조합을 5개미만으로 선정하였다. MSE를 최소화 시키는  $p, d, q$ 를 먼저 기준으로 선정한 이유는 MSE를 최소화한다는 것이 실제데이터와 예측데이터의 차이를 최소화하는 값이기 때문이다. 하지만, 실제 최소화하는  $p, d, q$ 를 선정하였다 하더라도 이것이 과대적합(over-fitting)일 수 있기 때문에 단순히 MSE의 기준만으로 최적 모형을 도출해 낼 수 없다. 따라서 SBC와 AIC값을 최소화하는 조합도 고려하여 모형을 선정하였다. 선정된 5개미만의 모형을 바탕으로 2005년 이후의 값을 예측하고, 잔차검정을 통해 각 잔차의 분포가  $N(0, \sigma_e^2)$ 를 따르는지에 대한 검정과  $\sigma_e^2$ 이 가장 최소인 모형을 최적모형으로 선정하여 제시하도록 하였다.

### 3.2 최적 SARIMA모형 산출방법

위의 방식과 거의 동일하나 SARIMA모형은 계절차분을 먼저 하게 되기 때문에 단위근 검정의 의미가 없다. 또한 계절차분과 동시에 단위근이 존재하는지에 대한 검정도 매우 어렵다. 따라서 SARIMA모형의 경우에는 단위근 검정을 생략하였다. 또한 SARIMA의 경우 추정할 모수가 6개( $(p, d, q)(P, Q, D)_{(s)}$ )로 위의 ARIMA에 비해 더 더욱 모형을 파악하기 어렵다. 따라서  $ARIMA(2,1,2)(2,1,2)_{(s)}$ 까지의 324개 조합(5184번의 실험결과)에 대한 모든 결과를 산출하도록 looping 프로그램을 개발하여 위의 방식을 통해 최적 SARIMA모형을 도출하였다.

### 3.3 VAR를 통한 최적 모형도출 프로세스

다변량 예측 기법인 VAR를 통해 최적의 예측 모형 산출 방식은 먼저 그랜저(Granger, 1963, 1969) 인과성 검정을 통해 목적변수(내생변수, 종속변수)와 유의한 인과관계가 존재하는 변수를 선택하여 필터링을 한 후, 다시 공적분 검정을 통하여 공적분 관계가 성립하지 않는 변수에 대하여 독립변수로 선정하여 모형을 도출하였다. 이는 전체수산물 생산량 및 수요에 미치는 영향에 대하여 최대한 많은 독립변수를 도출하여, 이론적 개념이 아닌 실제적/계량적 영향관계에 따라 VAR모형을 도출하고자 하였다. 기존에 영향요인 몇 개를 선정하여 반영할 경우, 실제 그 영향요인(외생변수, 독립변수)에 의하여 예측을 설명하는 데는 한계가 있기 때문에 이러한 방식을 통해 가능한 모든 영향 요인을 고려하여 유의한 변수를 반영하도록 하였다.<sup>2)</sup> 1차적으로 영

2) 이러한 방식의 경제예측은 시카고연방은행(CFNAI)의 경기예측 방식에서 사용되고 있는 방식이다. 물론 시카고연방은행의 방식은 가능한 모든 변수를 주성분분석을 통해 활용하고 있으나, 본 연구에서는 이를 응용하여 예측 변수 선정 방식에 활용하였다.(서정대 외 3인 2005).

향요인으로 판단되는 가용한 독립변수는 수산물 톤당 가격(천원), 수산물 국내소비량(천M/T), 수산물 수출물량(M/T), 톤당 수출가격(\$), 수산물 수입량(M/T), 톤당 수입가격(\$), 총어선척수, 총어선 톤수, 총어선마력수(H.P), 수산가공품 생산량(M/T), 전체 어업인구, 전체 어업가구(명), 어가인구(명), 어업종사가구원(명), 전업어업인구, 어업가구(명), 어업종사가구원(명). 어가경제지표(천원), 어가소득(천원), 어업소득(천원), 어업경영비(천원), 어업외소득(천원), 어가 가처분소득(천원), 어가경제잉여(천원), 어가부채(구통계)(천원), 어가자산(천원), 연근해어업(정치망포함) 1년평균출어회수, 1년평균조업일수, 1년평균출어일수, 수협면세유공급 수량(DM), 드럼당 가격(원/1DM), 영어자금공급액(억원), 영어자금공급액/소요액(%)이다. 이변수를 사용해 그랜저 인과성 검정과 공적분 검정을 통해 최종 독립변수를 선정하였다.

### 3.4 분석도구 및 자료변환

이와 같은 최적모형을 산출하기 위한 분석도구는 SAS v.8.02를 사용하였다. SAS를 통해 ARIMA모형과 SARIMA모형의 계수와 결과치를 산출하였으며, looping 시뮬레이션 프로그램은 SAS IML과 Macro, ETS를 사용하였다.

VAR모형과 그랜저 인과성 검정, 요한센 공적분 검정은 e-Views v.4.01을 사용하였다.

변수변환은 계량경제분야에서 가장 일반적으로 사용되는 자연로그(ln)변환을 통해 모형을 적합하였다.

## 4. 분석 결과

### 4.1 ARIMA모형에 의한 도출결과

#### 4.1.1 단위근 검정결과

연도별 자료에 의한 단별량 전체 수산물 생산량의 DF 검정(Dickey-Fuller 1979)을 실시하였다. 다음의 <표 1>은 차분하지 않은 상태의 DF검정 결과이다. 2행 맨끝 열의 DF-Test P\_Value를 살펴보면 ' $H_0$  : 단위근이 존재한다.'를 유의수준  $\alpha=0.05$ 에서 기각하지 못함으로 단위근이 존재함을 알 수 있다.

<표 1> ln(전체생산량) DF검정 결과

Variable	Type	Rho	Prob<Rho	Tau	Prob<Tau	DF-Test P_Value
ln(전체 생산량)	Zero Mean	0.0515	0.6877	1.00	0.9123	0.1903
	Single Mean	-7.8730	0.1932	-4.81	0.0005	
	Trend	-5.8555	0.7281	-3.58	0.0476	

다음의 <표 2>는 1차 차분한 상태의 DF검정 결과이다. 이 결과는  $H_0$  를 기각하여 단위근이 존재하지 않음을 알 수 있다. 즉, 수준변수는 단위근이 있는 불안정 시계열이나 1차 차분한 변수는 단위근이 존재하지 않는 안정적인 시계열임을 보여준다.

<표 2> 1차 차분한 ln(전체생산량) DF검정 결과

Variable	Type	Rho	Prob<Rho	Tau	Prob<Tau	DF-Test P_Value
ln(전체 생산량)	Zero Mean	0.4582	0.7863	3.89	0.9999	0.0186
	Single Mean	-1.3859	0.8402	-3.88	0.0053	
	Trend	-1.6228	0.9743	-1.08	0.9178	

#### 4.1.2 최종 모형 선정

단위근 검정과 ACF, PACF 검정, 그리고 looping 시뮬레이션 프로그램을 통해 도출된 전체 수산물 생산량에 대해 산출된 최적 ARIMA모형은  $ARIMA(1, 1, 1)$ 을 따르는 것으로 산출되었다. 이에 대한 산출된 모형의 계수값은 <표 3>과 같고 모형의 모형식별 기분인 MSE, AIC, SBC는 <표 4>와 같다.

<표 3> 모형의 계수 추정값

Conditional Least Squares Estimation					
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx. Pr >  t	Lag
MU	0.1142	0.0563	2.03	0.0490	0
MA1,1	0.7716	0.1667	4.63	<.0001	1
AR1,1	1.0000	0.0555	18.02	<.0001	1

<표 4> 모형식별 기준

Constant Estimate	5.69E-09
Variance Estimate	0.0078
MSE	0.0882
AIC	-65.8052
SBC	-61.2262

이를 통해 산출된 시계열 모형의 식은 다음과 같다.

$$(1 - \phi_1 B)(1 - B)(Z_t - C) = (1 - \theta_1 B)a_t \rightarrow$$

$$(1 - B)(1 - B)(Z_t - 0.1142) = (1 - 0.7716B)a_t,$$

이 식을 다시 풀면,

$$Z_t = 2Z_{t-1} - Z_{t-2} + a_t - 0.772a_{t-1} \text{ 이다.}$$

## 4.2 SARIMA모형에 의한 도출결과

### 4.2.1 최종 모형 선정

월별 자료는 계절성을 나타내고 있으므로 단위근 검정의 수행 없이 looping 시뮬레이션 프로그램을 통해 결과를 도출하도록 하였다. 도출된 전체 수산물 생산량에 대해 산출된 최적 SARIMA모형은  $ARIMA(1,0,1)(0,1,1)_{(12)}$ 를 따르는 것으로 산출되었다. 이에 대한 산출된 모형의 계수값은 <표 4> ~ <표 7>과 같다. 상수항은 유의수준  $\alpha = 0.05$ 하에서 유의하지 못한 것으로 나타나 절편을 가지지 않는 것을 알 수 있다.

<표 3> 모형의 계수 추정값

Conditional Least Squares Estimation					
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx. Pr >  t	Lag
MU	-0.0156	0.0104	-1.5	0.1365	0
MA1,1	0.3857	0.1620	2.38	0.0183	1
MA2,1	0.5864	0.0644	9.11	<.0001	12
AR1,1	0.7200	0.1258	5.72	<.0001	1

<표 4> 모형식별 기준

Constant Estimate	-0.0044
Variance Estimate	0.0195
MSE	0.1395
AIC	-188.9170
SBC	-176.2580

이를 통해 산출된 시계열 모형의 식은 다음과 같다.

$$(1 - \phi_1 B)(1 - B^{12})(Z_t) = (1 - \theta_1 B)(1 - \Xi_1 B^{12})a_t \rightarrow$$

$$(1 - 0.7200B)(1 - B^{12})(Z_t) = (1 - 0.3857B)(1 - 0.5864B^{12})a_t,$$

$$Z_t = \ln(\text{전체 수산물 생산량}), E(Z_t) = 0,$$

$$a_t = \text{백색잡음}, a_t \sim N(0, \sigma_a^2),$$

$$B = \text{후향연산자}, B^k Z_t = Z_{t-k}$$

## 4.3 VAR형에 의한 도출결과

### 4.3.1 독립변수에 대한 그랜저 인과성 검정 결과요약

다음 <표 5>는 전체 수산물 생산량에 영향을 줄 것이라고 예상되는 변수에 대한

그랜저(Granger 1963, 1969) 인과성 검정 결과이다. 이를 통해 인과성이 있다고 나타난 변수에 대하여 VAR모형의 상호영향변수로 선택하여 1차적으로 모형에 적용하도록 하였다. 선택된 변수는 차후 요한센 공적분 검정을 통해 최종 VAR모형의 상호영향변수로 선정하여 모형을 산출하도록 하였다. 그랜저 인과성 검정의 귀무가설  $H_0$ 은 'A가 B에 인과적 영향을 주지 않는다.'이고, 유의수준  $\alpha = 0.10$ 하에서  $H_0$ 를 기각하는 유의한 변수를 선택하였다. 선택된 변수는 수산물 수입량(M/T), 총어선 합계 마력수(H.P), 전체어업 가구원수, 전업어업 종사가구원수, 어가소득, 어업경영비, 어가부채, 면세유 공급수량으로 총 8개의 변수가 1차적 고려변수로 선정되었다.

<표 5> 그랜저 인과성 검정 결과

변수명	유의 여부	F-통계량	유의 확률	변수명	유의 여부	F-통계량	유의 확률
수산물 톤당 가격		1.3934	0.2468	어업소득	제외	6.0468	0.0227
수출물량		2.4739	0.1259	어업경영비	○	4.3387	0.0503
톤당 수출가격		0.1074	0.7455	어업외소득		3.0500	0.0954
수입량	○	4.1316	0.0630	가처분소득	제외	4.5776	0.0443
톤당 수입가격		0.1047	0.7514	어가경제잉여		3.5454	0.0736
총어선 척수		0.2812	0.5997	어가부채(구 통계)	○	4.3415	0.0496
총어선 톤수		0.0023	0.9624	어가자산(천원)		3.2966	0.0837
총어선 마력수	○	2.2933	0.0901	1년평균출어회수		0.5074	0.4826
수산가공품 생산량		0.0344	0.8542	1년평균조업일수		0.1660	0.6877
어업가구	○	2.7596	0.0975	1년평균출어일수		0.2326	0.6348
어가인구		1.6614	0.2076	면세유공급수량	○	2.7141	0.0996
어업종사가구원		1.5542	0.2225	드럼당가격		0.0016	0.9681
전업어업가구		1.2475	0.2732	영어자금공급액		2.2283	0.1456
전업어업종사가구원	○	4.3440	0.0495	공급액/소요액%		0.0182	0.8936
어가소득	○	4.5455	0.0450				



### 4.3.2 선택된 변수에 대한 요한센 공적분 검정 결과요약

<표 6> 요한센 공적분 검정 결과

	Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	5 % Critical Value	1 % Critical Value	선택여부
수입량	None	0.21729	3.67719	15.41	20.04	○
	At most 1	0.00016	0.00235	3.76	6.65	
합계마력수	None **	0.48490	22.24479	15.41	20.04	×
	At most 1	0.01063	0.35279	3.76	6.65	
어업가구	None *	0.38489	15.85173	15.41	20.04	×
	At most 1	0.02507	0.78708	3.76	6.65	
어업종사가구원	None **	0.56896	21.08788	15.41	20.04	×
	At most 1	0.11040	2.57371	3.76	6.65	
어가소득	None	0.26257	7.77927	15.41	20.04	○
	At most 1	0.03309	0.77396	3.76	6.65	
어업경영비	None	0.37067	10.39272	15.41	20.04	○
	At most 1	0.00926	0.20470	3.76	6.65	
어가부채(구통계)	None **	0.62291	22.44413	15.41	20.04	×
	At most 1	0.00057	0.01308	3.76	6.65	
면세유공급수량	None **	0.67291	36.97720	15.41	20.04	×
	At most 1	0.00299	0.09872	3.76	6.65	

위의 <표 6>은 그랜저 인과성 검정을 통해 선정된 변수에 대한 요한센(Johansen 1988) 공적분 검정 결과이다. 공적분 검정의 가설은 귀무가설  $H_0$ 가 공적분이 존재하지 않는 것을 의미하고  $\alpha = 0.05$ 하에 검정을 하였다. 여기서 공적분이 존재하지 않았을 때, VAR모형에 적용이 가능하며,  $H_0$ 가 기각되어 공적분이 존재한다면, VAR모형으로 결과를 산출할 수 없다. VECM(Vector Error Correction Model)을 이용하여야 한다. 따라서 본 연구에서  $H_0$ 를 기각하지 못하는 변수를 사용하여 VAR모형에 최종 적합 시키는 변수를 선정하였다. 선택된 변수는 수입량, 어가소득, 어업경영비의 변수가 최종적으로 선정되었다.

### 4.3.3 VAR모형 도출

그랜저 인과성 검정과 요한센 공적분 검정을 통해 변수를 축약 선정하였다. 선정된 변수를 VAR모형에 적합하여 도출된 최적모형은 VAR(1)모형을 따르는 것으로 나타

났다. 이에 대한 산출된 모형의 추정결과는 다음 <표 7>과 같다.  $Z_t$ 는  $\ln(\text{전체 수산물 생산량})$ ,  $V5$ 는  $\ln(\text{수입량})$ ,  $V16$ 은  $\ln(\text{어가소득})$ ,  $V18$ 은  $\ln(\text{어업경영비})$ 이다.

<표 7> VAR(1) 모형의 추정결과

	Zt	V5	V16	V18
Zt(-1)	0.497486	-2.74191	-0.47709	-0.50829
	(0.28052)	(0.69067)	(0.36065)	(0.52683)
	[ 1.77341]	[-3.96991]	[-1.32285]	[-0.96481]
V5(-1)	-0.0661	-0.14601	-0.10451	0.113477
	(0.1148)	(0.28266)	(0.1476)	(0.2156)
	[-0.57575]	[-0.51655]	[-0.70808]	[ 0.52632]
V16(-1)	0.107474	-0.17283	0.801304	0.321285
	(0.16283)	(0.40089)	(0.20934)	(0.30579)
	[ 0.66005]	[-0.43110]	[ 3.82784]	[ 1.05067]
V18(-1)	-0.24642	1.720145	0.115047	0.236095
	(0.33827)	(0.83285)	(0.43489)	(0.63528)
	[-0.72848]	[ 2.06538]	[ 0.26454]	[ 0.37164]
C	9.477781	42.49723	9.465896	9.8013
	(4.65791)	(11.4681)	(5.98838)	(8.74766)
	[ 2.03477]	[ 3.70568]	[ 1.58071]	[ 1.12045]
R-squared	0.772865	0.934534	0.947404	0.852742
Adj. R-squared	0.682011	0.908347	0.926366	0.793839
Sum sq. resids	0.045016	0.272877	0.074404	0.158769
S.E. equation	0.067094	0.16519	0.086258	0.126003
F-statistic	8.506684	35.68754	45.03257	14.47702
Determinant Residual Covariance				1.82E-09
Log Likelihood (d.f. adjusted)				65.81331
Akaike Information Criteria				-6.10844
Schwarz Criteria				-5.16437

Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

이를 통해 산출된 시계열 모형의 식은 다음과 같다.

$$Z_t = 9.4778 + 0.4975Z_{t-1} - 0.0661V5_{t-1} + 0.1075V16_{t-1} - 0.2464V18_{t-1} + a_t$$

$$Z_t = \ln(\text{전체 수산물 생산량}), E(Z_t) = 0,$$

$$a_t = \text{백색잡음}, a_t \sim N(0, \sigma_a^2),$$

$$V5 = \ln(\text{수입량}), V16 = \ln(\text{어가소득}), V18 = \ln(\text{어업경영비})$$

## 5. 예측전망

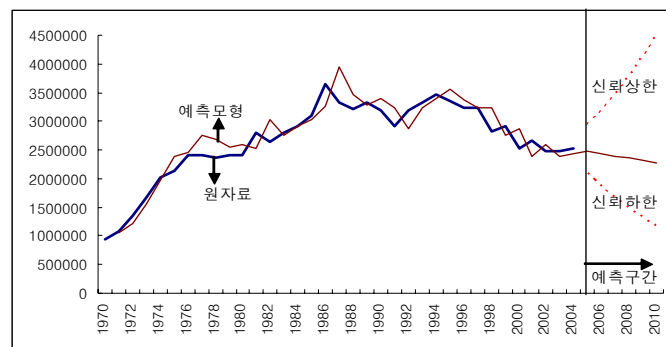
예측은 과거의 데이터로부터 과거의 데이터에 잘적합(good-fitting)하는 모형을 산출하여 이를 통해 미래를 예측하는 것을 말한다. 따라서 산출된 모형이 과거데이터에 아무리 잘 적합하였다 하더라도 이것이 미래에도 잘 적합 하는 모형일 수는 없다. 미래의 예측은 전혀 알 수 없는 개입요소와 제반 요소와의 매우 복잡한 연관관계를 가지고 있기 때문이다. 따라서 예측모형은 이러한 불가항력적인 개입요소를 오차로 가정하였을 때의 예측 대표치를 제시하도록 한다. 따라서 미래의 예측은 예측의 수치보다는 추세에 중점을 두었다.

이러한 시계열모형의 제약으로 인해 본 연구에서는 장기적 예측전망을 제시하지 않도록 하였다. 따라서 본 연구에서의 예측전망은 2005년부터 2010년까지 예측으로 한정하였으며, 예측대표치와 더불어 예측의 95%신뢰구간을 그래프로 제시하여 예측 하한과 예측 상한 사이에서의 예측대표치를 제시하도록 하였다. 따라서 예측전망은 향후의 추세성에 중점을 두고 언급하도록 한다.

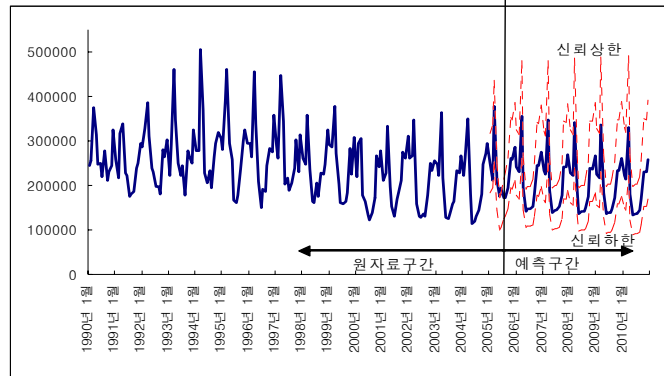
ARIMA, SARIMA, VAR모형 모두 단기적 예측에 적합한 모형이나, 이 중에서도 SARIMA가 가장 단기적 예측에 적합하고 이에 비해 ARIMA와 VAR모형이 상대적으로 중장기적 예측전망에 적합하다고 할 수 있다.

예측의 추세는 증감(增感)으로 표시한다. 이때 증감의 정도를 표시하게 되는데, 이는 2005~2010까지의 예측치에 대한 매년 증감률을 산출하여 이의 평균을 통해 그 정도를 표시한다. 이에 대한 정도의 표현은 0.83% 미만의 경우 '미약'으로 0.83%~1.89%미만은 '다소'로 1.89%~5%미만은 '표현 없음' 그리고 5%이상은 '상당히'로 하였다.

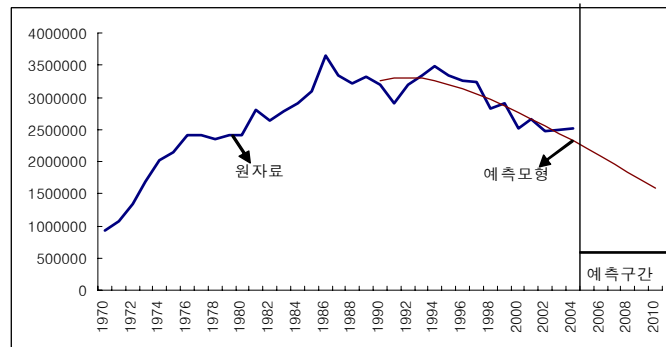
아래의 <그림 1>에서 <그림 3>은 각각의 예측모형을 통해 산출된 예측전망에 대한 그래프이다. ARIMA모형을 통한 예측전망은 다소의 감소추세를 보일 것으로 예측되었고 SARIMA모형을 통한 예측전망은 미약한 감소추세를 보일 것으로 예측되었다. VAR모형을 통한 예측전망은 감소추세를 보일 것으로 예측되나, 다른 모형에 비해 그 기울기가 심화되는 측면이 있다. 이를 토대로 종합적 전체 수산물 생산량에 대한 예측 전망은 다소의 감소추세를 보일 것으로 예상된다.



<그림 1> ARIMA모형을 통한 전체 수산물 생산량 예측



<그림 2> SARIMA모형을 통한 전체 수산물 생산량 예측



<그림 3> VAR모형을 통한 전체 수산물 생산량 예측

## 6. 결론 및 추후 연구과제

본 연구는 수산업 예측 모형의 필요성에 의하여 전체 수산물 생산량에 대한 계량적 예측 모형을 도출함을 목적으로 하였다. 이를 위하여 사용된 방법이 다중모형을 통한 단일 예측방법이다. 이는 시계열 예측 방법에 따라 예측결과가 달라지는 단점을 보완하고 보다 안정적 예측전망을 위하여 서로 각기 다른 모형을 통해 나온 결과를 종합하는 방식이다. 세부적 연구방법으로 먼저 수산물 전체 생산량 데이터는 1970년 이후 2004년까지의 연도별 데이터와 1990년 1월부터 2005년 7월까지의 월별데이터로 구분할 수 있다. 따라서 연도별 데이터에는 일반적 ARIMA모형과 월별 데이터에는 계절형 ARIMA(SARIMA)모형을 통해 모형을 각각의 모형을 산출하였다. VAR모형의 경우에는 영향요인에 대한 자료가 연도별 데이터이기 때문에 연도별 자료만을 사용하여 모형을 산출하였다. 이렇게 산출된 각각의 모형을 종합하여 예측전망을 수행하는 방법을 제시하였다. 즉, 단일 목표변수에 대하여 ARIMA, SARIMA, VAR 등의 각기 다른 모형을 적합하여 결과를 도출하고, 이를 종합하여 향후 예측전망을 하는 다중모형

단일 예측전망은 기존의 단일 모형을 통해 예측하는 방법에 비해 보다 안정적이고 정교한 예측전망을 할 수 있을 것으로 예상된다. 또한 ARIMA, SARIMA, VAR모형 모두 단기적 예측에 적합한 모형이나, 이 중에서도 SARIMA가 가장 단기적 예측에 적합하고 이에 비해 ARIMA와 VAR모형이 상대적으로 중장기적 예측전망에 적합하다고 할 수 있어 상호 보완적 예측전망이 가능하다는 장점도 지니고 있다.

ARIMA모형과 SARIMA모형은 looping 시뮬레이션 프로그램을 개발하여 최적의 모형을 산출할 수 있도록 하였으며, VAR모형은 그랜저 인과검정과 요한센 공적분 검정을 통하여 영향요인을 추출하고 이를 통해 모형을 도출하였다. 또한 looping 시뮬레이션 프로그램의 개발로 인해 기존의 ARIMA모형식별방법의 어려움을 해소하고, 향후, 손쉽게 최적 모형을 산출할 수 있을 것으로 예상된다.

이를 통해 2006부터 2010년까지의 예측전망을 수행하였으며, 결과적으로 전체 수산물 생산량은 종합적 측면에서 다소의 감소추세를 보일 것으로 전망되었다.

본 연구의 향후과제는 첫째, 수산물 생산량은 자원량, 총허용어획량(TAC), 수산정책 등에 직접적 영향을 받게 된다. 따라서 향후에는 이러한 이론적 영향요인과의 관계를 통해 예측결과를 산출하는 구조 VAR(SVAR)모형 등을 통해 이를 보완하는 연구가 필요할 것으로 생각된다. 둘째, 산출된 모형은 향후에도 지속적으로 보완 발전이 필요하며, 시간의 흐름을 고려하여 절절한 시기에 새로운 모형의 개발이 필요하다. 향후 이러한 과제를 보완하여 정교하고 수산부문의 포괄적 모형개발을 연구의 과제로 남긴다.

### 참고문헌

1. 박성쾌, 옥영수 (1987), 주요 수산물의 수요 공급 및 가격구조에 관한 연구, 한국농촌경제연구원, 연구보고 138.
2. 박성쾌, 정명생 (1994), 수산물의 소비패턴 변화와 수요 전망, 한국농촌경제연구원, 정책연구보고서.
3. 박영철, 히야마 요시아끼 (2002), 수산 관련 시계열 자료를 이용한 통계학적 분석에서의 자기상관에 대한 고찰, 한국수산학회지 35(3), pp. 216-222.
4. 박철형, 이광남 (1997), 우리나라 연근해산 수산물의 생산량 예측에 관한 조사 연구, 수협 수산경제연구원, 연구보고 97-1.
5. 박해훈, 윤갑동 (1996), 시계열분석을 이용한 한국 명태어업의 어획량 예측, 어업기술연구, v.32, n.3, pp. 235-240.
6. 유신재, 장창익 (1993), 시계열 분석에 의한 어획량 예측, 한국수산학회지 26(4), pp. 363-368.
7. 이광남 (1999), VAR모형을 이용한 연근해어업의 상호 영향 분석, 부경대학교 박사학위논문.
8. 홍성걸, 주문배, 백기창 (1997), 수산물 장기수급전망에 관한 연구, 한국해양수산개발원, 정책자료 172.
9. 홍현표, 한광석, 성진우, 이헌동 (2004), 수산부문 전망을 위한 총량모형의 구축, 한국해양수산개발원, 기본연구 2004-02.
10. Box, G. E. P. and Jenkins, G. M. (1976), *Time Seires Analysis* :

- Forecasting and Control revised ed., Holden-Day, San Francisco.
11. Dickey, D. A. and Fuller, W. A. (1979), Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root, *Journal of the American Statistical Association* 74, pp.427-431.
  12. Granger, C. W. J. (1963), Economic Process Involving Feedback, *Information and Control*, Vol. 6, pp. 28-48.
  13. Granger, C. W. J. (1969), Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods”, *Econometrica*, Vol. 37, pp. 424-438.
  14. Johansen, S. (1988), Statistical Analysis of Cointegration Vectors, *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 12, pp. 232-254.
  15. Markridakis, S., Wheelwright, S. and McGee, V. (1983), *Forecasting: method and applications*. John Wilry & Sons, NY. p. 926.

[ 2005년 12월 접수, 2006년 2월 채택 ]