

# 시계열 모형을 이용한 부산 북항의 물동량 예측

김정훈\*

## The Forecast of the Cargo Transportation for the North Port in Busan, using Time Series Models

Jung-Hoon Kim

---

### 목 차

- |                  |                 |
|------------------|-----------------|
| I. 서론            | IV. 물동량 예측      |
| II. 선행연구 검토      | V. 결론 및 향후 연구과제 |
| III. 북항 및 물동량 현황 |                 |

---

Key Words: cargo transportation, time series model, seasonal index

---

### Abstract

In this paper the cargo transportation were forecasted for the North Port in Busan through time series models. The cargo transportation were classified into three large groups; container, oil, general cargo. The seasonal indexes of existing cargo transportation were firstly calculated, and optimum models were chosen among exponential smoothing models and ARIMA models. The monthly cargo transportation were forecasted with applying the seasonal index in annual cargo transportation expected from the models. Thus, the cargo transportation in 2011 and 2015 were forecasted about 22,900 myriad ton and 24,654 myriad ton respectively. It was estimated that container cargo volume would play the role of locomotive in the increase of the future cargo transportation. On the other hand, the oil and general cargo have little influence upon it.

---

▷ 논문접수: 2008.03.03    ▷ 심사완료: 2008.05.14    ▷ 게재확정: 2008.05.29

\* 한국해양대학교 해사산업연구소 연구교수, jf1999@empal.com, 016)9234-8315

## I. 서 론

우리나라는 동북아 물류중심의 국가가 되기 위해 다양한 물류정책을 도입하고 해당 산업을 육성하고 있다. 특히 우리나라의 지정학적인 조건에 의해 해운은 그 주류에 놓여있다. 이로써 정부는 항만의 개발을 촉진하고 운영의 효율성을 높이기 위해 전국 항만에 대한 계획을 10년 단위로 수립·수행하고 있다.<sup>1)</sup> 또한 5년 단위로 그 타당성 여부를 검토하고 있다.<sup>2)</sup>

이와 같은 전국항만의 기본계획을 수립하는 데에 있어서 중요한 부분은 장래 항만물동량을 예측하는 것이다. 추정된 항만물동량을 바탕으로 항만의 개발계획을 수립하고 해당 항만의 장기적이고 종합적인 발전방향을 제시하게 된다. 또한 기존 항만의 시설배치와 건설계획이 세부적으로 구축될 수 있다.

부산항은 북항, 남항, 감천항, 신항, 다대포항으로 구성되어 있다. 우리나라 총 해상수출 화물의 약 40%, 컨테이너 화물의 약 80%가 부산항인 북항, 감천항, 신항에서 분담·처리되고 있다. 제2차 전국항만 기본계획 수정계획(무역항)을 보면 부산항 전체에 대한 항만물동량을 2011년 28,173만RT, 2015년 32,312만RT로 전망하고 있다.<sup>3)</sup> 그러나 이에 따른 시설 개발계획은 각 항별로 구분하여 수립되기 때문에 북항, 감천항, 신항에 대한 각각의 예측물동량을 산출하는 것이 필요하다.

본 연구에서는 부산항 중에서 북항의 장래 물동량을 정량적인 모형을 통해 예측하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위해서 화물의 종류를 그 특성에 따라 크게 세 종류로 나누어 개별적으로 예측을 수행하였다. 컨테이너, 유류, 그리고 이들을 제외한 기타 화물을 일반 화물로 분류하여 각각의 시계열 모형을 구축하였다. 이로써 북항의 2011년과 2015년에 대한 장래 물동량을 예측하였다.

## II. 선행 연구검토

해상운송 물동량에 관한 연구는 과거에서부터 간헐적으로 이루어져왔다. 정량적인 방법론 또는 정성적인 방법론을 통한 물동량 예측이 있었다.

모수원(2001)은 물동량에 대한 중장기 예측의 중요성을 강조하면서 한국의 수출물동량과 수입물동량에 영향을 미치는 변수들을 도입하여 모형을 구성하였다.<sup>4)</sup> 또한 이들 변수들이

1) 항만법 제5조 (항만기본계획의 수립) ①항만의 개발을 촉진하고 항만을 효율적으로 운영하기 위하여 국토해양부장관은 지정항만에 관한 항만기본계획을, 시·도지사는 지방항만에 관한 항만기본계획을 10년 단위로 각각 수립·시행하여야 한다. <개정 2008.2.29>

2) 항만법 제7조 (항만기본계획의 변경 등) ③관리청은 항만기본계획이 수립된 날부터 5년 단위로 그 계획의 타당성을 검토하여야 한다.

3) 해양수산부, "제2차(2006~2011) 전국항만 기본계획 수정계획", 해양수산부, 2006, pp.276.

미치는 영향을 분석하고 예측하였다. 물동량의 증장기 예측은 항만시설의 정비 및 확충에 막대한 투자와 더불어 시설건설에 따른 리드타임(lead time)이 길어 중요하다고 제시하였다. 이러한 특성으로 인하여 물동량 변화에 대한 증장기 예측이 잘못된 경우에는 막대한 사회경제적 손실이 초래될 수 있기 때문이다. 따라서 항만시설에 대한 투자계획 수립은 물동량 변화를 정확히 예측할 수 있는 모형에 입각하여 이루어져야 한다고 주장하였다. 결과적으로 물동량을 임의보행(rw; random walk) 현상으로 보는 rw모형과 구조적 모형(GPH)의 예측력을 비교하여 GPH모형이 상대적으로 편의가 작아 예측의 타당성을 갖는다고 제시하였다. 그러나 실증분석에서는 입력되는 자료의 특성에 따라 최적의 추정모형이 구축되기 때문에 특정 자료를 이용한 통계모형의 상대적 효율성 여부는 일반화될 수 없다.

양항진(2006)은 국제무역이론에서 자주 이용되고 있는 중력모형에 더하여 시계열 분석에서 고려되지 못한 항만입지(주간선항로상의 위치여부), 항만비용(해상운송비용), 지역경제협력(ASEAN, EU, NAFTA) 등을 시계열 자료와 결합하여 부산항 해상물동량의 입출항 패턴을 분석하였다.<sup>5)</sup> 여기에서 물동량에 대한 유효변수 사이의 연관성 분석과 해상운송비용에 따른 수출입물동량의 변화율의 제시는 가치가 있다. 그러나 향후 물동량 예측을 위해서는 제시된 변수들의 정량적인 추정이 먼저 수행되어야 하는 문제점을 가지고 있다.

김창범(2007)은 승법 계절ARIMA 모형을 이용하여 해상물동량을 예측하고 항만물류정책에 필요한 기초자료를 제시하였다.<sup>6)</sup> 물동량의 시계열자료는 시계열이 갖는 특성 중에서도 추세, 계절, 순환, 불규칙변동 중에서도 계절변동이 포함되어 있기 때문에 계절성을 분해할 수 있는 승법 계절ARIMA 모형을 이용하였다. 해상 입하량과 해상 출하량의 두 모형을 구축하여 2012년까지의 부산항 전체 해상운송 물동량을 예측하였다. 이 연구는 부산항의 향후 물동량을 시계열 분석을 이용하여 정량적으로 제시한 점은 가치 있으나 잘못된 입력자료로 인한 오류가 있다. 또한 화물특성을 고려한 미시적 관점에서의 물동량 예측이 없다는 한계를 가지고 있다.

본 연구에서는 시계열 분석의 일종인 ARIMA모형, 평활법을 고려하여 최적 모형을 도출함으로써 부산 북항의 향후 물동량을 예측하였다. 모형구축에 있어서 계절성이나 가법 또는 승법모형 등의 고려는 자료의 통계적 특성을 분석하여 적용하였다. 또한 화물의 특성을 고려하여 크게 3가지 화물로 분류하였다. 여기에서 구축된 모형은 정량적인 예측 물동량을 제시하는 것에 주안점이 있다.

4) 모수원, "항만의 하역능력증대를 위한 수출입물동량의 예측", 『무역학회지』, 제26권 제1호, 2001, pp.275~297.

5) 양항진, "중력모형을 이용한 부산항의 해상물동량 입출항 패턴 분석", 『한국항만경제학회지』, 제22권 제3호, 2006, pp.78.

6) 김창범, "해상운송의 물동량 예측과 항만물류정책-승법 계절ARIMA 모형을 이용하여", 『한국항만경제학회지』, 제23권 제1호, 2007, pp.149~162.

### Ⅲ. 북항 및 물동량 현황

#### 1. 북항의 현황 및 분석자료

부산 북항에서는 컨테이너 전용부두와 일반부두 그리고 기타 박지 및 물양장에서 화물이 처리되고 있다. 북항의 컨테이너 부두는 자성대, 우암, 신감만, 감만, 신선대 등 5개의 부두로 이루어져 있다. 일반 부두의 경우는 1~4부두, 5부두(양곡부두), 7~8부두, 중앙부두, 용호부두 그리고 국제여객부두와 연안여객부두 등으로 구성되어 있다.

본 연구에서는 북항의 장래 물동량을 산출하기 위해서 부산항만공사의 Port-MIS정보를 수집하여 정리하였다. 현재 이 통계정보는 부산항 전체와 감천항, 신항으로 분류되어 화물 및 컨테이너 수송실적의 각 세부항목별로 제공되고 있다. 화물 물동량은 그 특성 상 컨테이너, 유류, 일반화물로 나누어 정리되었다. 그리고 분석에 사용된 북항 물동량은 2001년 1월부터 2007년 12월까지의 7년간 부산항 전체 물동량에서 김천항 및 신항의 물동량을 각각 제외시킨 북항 전체의 월별 물동량이다.

#### 2. 물동량 현황

2001년 이후 7년간 북항에서 처리된 물동량을 컨테이너, 유류, 일반화물로 분류하여 보면 <표 1>과 같다. 물동량 전체의 연도별 추이를 보면 2001년 13,584만톤에서 2007년 21,405만톤으로 지속적인 증가추세를 보였다. 그러나 증가율이 10%대에서 2005년 이후 2~3%대로 낮아졌음을 확인할 수 있었다.

컨테이너화물의 경우에는 2001년 11,822만톤에서 2007년 19,920만톤으로 지속적인 증가를 보였다. 이로써 북항에 대한 물동량이 신항으로 일부 이전함에도 불구하고 증가하고 있음을 알 수 있었다. 그러나 향후 신항의 물류배후시설에 대한 확충과 더불어 공격적인 항만마케팅이 강화된다면 북항의 컨테이너 물량이 상대적으로 보다 크고 빠르게 신항으로 이전할 가능성이 있다.

유류화물은 2001년 806만톤에서 2007년 674만톤으로 감소하였다. 여기에서 유류화물은 컨테이너선이 아닌 유류선으로 운송된 원유, 석유, 석유정제품, 석유가스 및 기타 가스류를 말한다. 2005년 이후부터는 약 5~55만톤 범위에서 유류 물동량이 증감하여 큰 증감추세를 보이지 않았다.

일반화물의 경우에는 2001년 957만톤에서 2007년 811만톤으로 감소하였다. 여기에서 일반화물은 컨테이너선과 유류선을 제외한 기타 모든 선박으로 운송된 화물을 말한다. 2005년 이후부터는 약 25~75만톤 범위에서 일반화물의 물동량이 증감하여 큰 변동을 보이지 않았다.

<표 1> 북항의 처리물동량 현황

(단위: 톤)

연도 \ 화물종류	전체	컨테이너	유류	일반화물
2001	135,842,127( - )	118,215,836( - )	8,060,624( - )	9,565,667( - )
2002	150,338,070(10.7)	134,340,542(13.6)	7,407,652( -8.1)	8,589,876(-10.2)
2003	170,181,075(13.2)	154,147,104(14.7)	6,416,756(-13.4)	9,617,215( 12.0)
2004	195,937,634(15.1)	181,347,520(17.6)	6,357,074( -0.9)	8,233,040(-14.4)
2005	200,093,127( 2.1)	185,043,528( 2.0)	6,558,951( 3.2)	8,490,648( 3.1)
2006	207,512,994( 3.7)	192,635,079( 4.1)	6,015,605( -8.3)	8,862,310( 4.4)
2007	214,045,328( 3.1)	199,202,082( 3.4)	6,735,388( 12.0)	8,107,858( -8.5)

주: 괄호안의 숫자는 각 해당 전년도 대비 증감율(%)을 의미함.  
 자료: 부산항만공사 Port-MIS

## IV. 물동량 예측

북항의 장래 물동량은 먼저 2001년 1월부터 2007년 12월까지의 7년간 기존 물동량의 계절지수를 구한 후에 시계열 모형으로 추정된 각 화물별 해당연도의 물동량에 이를 적용하여 월별로 산출되었다.

### 1. 물동량의 계절지수

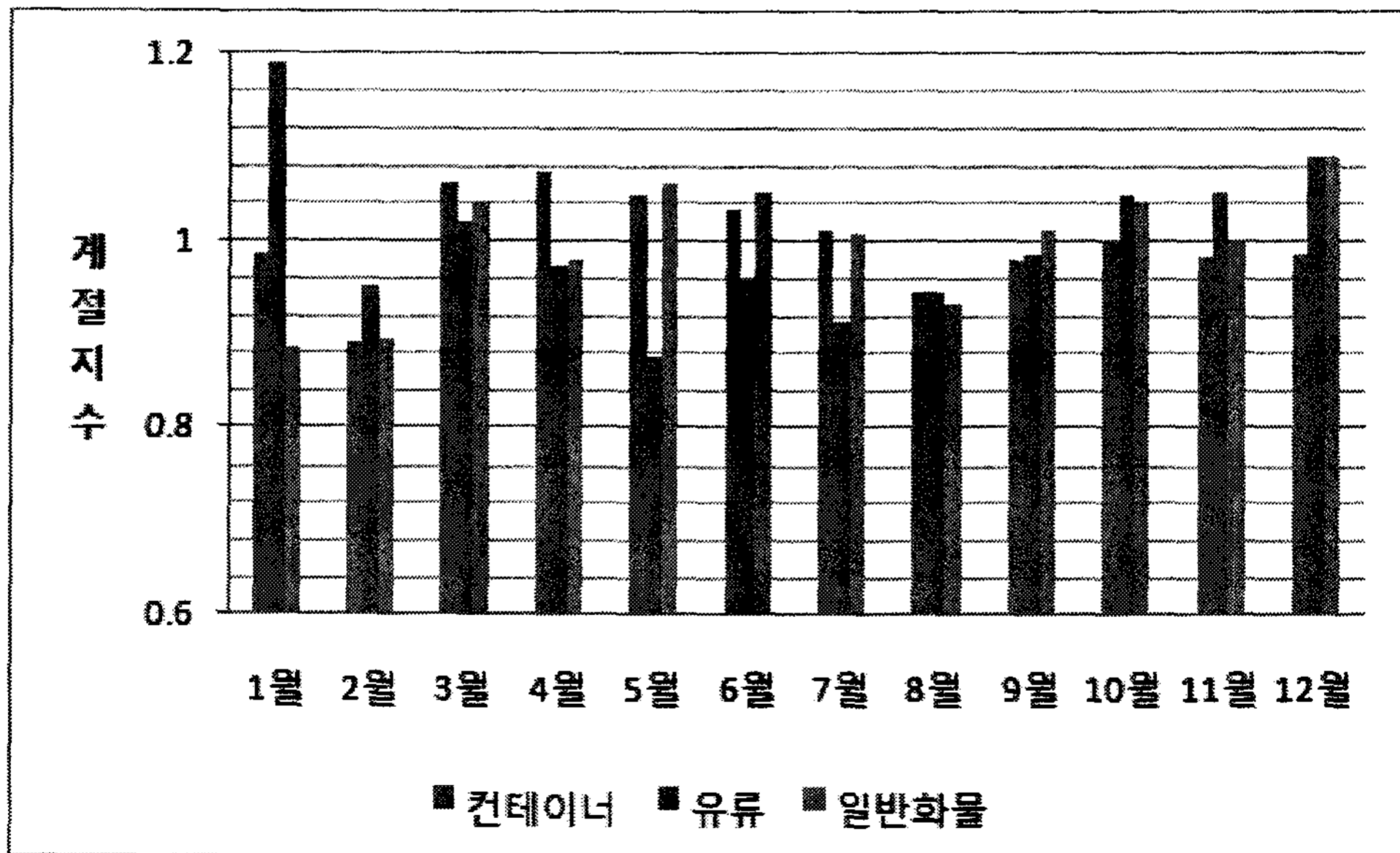
계절별 물동량의 변동에 대한 화물별 계절지수를 산출한 결과는 <표 2>와 <그림 1>과 같다. 여기에서 계절지수는 모든 연도의 동일한 월에 대한 이동평균 비율의 조정된 평균이며, 각 연도의 동일한 월에 대한 동일한 지수를 갖는다. 일반적으로 항만물동량은 계절적인 요인에 의해 그 물동량이 변동하기 때문에 월별 상대적인 물동량 크기를 비교할 수 있다.

화물종류별 물동량에 대해서 계절지수를 산출한 결과를 보면 컨테이너 물동량의 계절지수는 4월에 월 평균보다 약 7.4% 정도 높아 가장 높은 값을 보였다. 반면 2월에는 월 평균보다 약 10.8% 정도 낮아 가장 낮은 계절지수를 나타냈으며, 모든 월편차 중에서 가장 큰 월편차를 나타냈다. 유류 물동량의 계절지수는 1월에 월 평균보다 약 19.0% 정도 높아 가장 높은 값을 보였으며, 모든 월편차 중에서 가장 큰 월편차를 나타냈다. 10월부터 1월, 그리고 3월은 평균보다 높은 계절지수를 나타냈다. 반면 5월에는 월 평균보다 약 12.4% 정도 낮아 가장 낮은 계절지수를 보였다. 일반화물에 대한 계절지수의 경우에는 5월에 월 평균보다 약 6.2% 정도 높아 가장 높은 값을 보였다. 반면 1월에는 월 평균보다 약 11.6% 정도 낮아 가장 낮은 계절지수를 보여, 월편차 중에서 가장 큰 월편차를 나타냈다.

<표 2> 북항 물동량의 계절지수

월	화물종류	컨테이너	유류	일반화물
1		0.985	1.190	0.884
2		0.892	0.952	0.894
3		1.062	1.021	1.042
4		1.074	0.974	0.979
5		1.050	0.876	1.062
6		1.034	0.957	1.053
7		1.010	0.912	1.009
8		0.946	0.945	0.932
9		0.981	0.985	1.011
10		0.998	1.048	1.043
11		0.984	1.052	1.002
12		0.985	1.089	1.088

<그림 2> 북항 물동량의 계절지수



## 2. 물동량의 예측

### (1) 기존 부산항의 품목별 물동량 전망

해양수산부의 제2차 (2006~2011) 전국항만 기본계획 수정계획(무역항)을 보면 부산항의 예상 물동량을 2011년, 2015년, 2020년으로 구분하여 제시하고 있다. 2011년에는 총 물동량이 28,173만RT, 2015년에는 32,312만RT로 전망되었다.<sup>7)</sup>

<표 3> 부산항의 품목별 물동량 전망

(단위: 천RT/년, 천TEU/년)

구 분	2005	2011	2015	2020	비 고
총물동량	217,218	281,729	323,121	385,196	
양 곡	1,378	1,525	1,581	1,605	
시 멘 트	1,599	3,003	3,288	3,631	부산항 물동량
	(-)	(-)	(-)	(1,663)	진해항 전이 물동량
	1,599	3,003	3,288	1,968	
석 탄	2	3	3	4	모래 혼재처리
목 재	1,854	1,217	1,255	1,279	
모 래	337	1,289	1,343	1,398	
철 광 석	150	115	84	88	모래 혼재처리
철 재	6,531	5,607	5,834	6,083	부산항 물동량
	(-)	(3,641)	(3,868)	(4,117)	진해항 전이 물동량
		1,966	1,966	1,966	
고 철	72	35	6	3	잡화 혼재처리
자 동 차	2,650	411	427	504	잡화 혼재처리
잡 화	2,891	10,560	11,925	14,164	부산항 물동량
	(-)	(599)	(1,051)	(1,718)	진해항 전이 물동량
	2,891	9,961	10,874	12,446	
컨테이너 (천TEU)	192,430 (11,843)	253,241 (16,093)	292,918 (18,790)	353,993 (22,867)	
유 류	7,324	8,963	9,376	9,942	
시설소요	209,894	272,766	313,745	375,254	유류제외

자료: 제2차 (2006~2011) 전국항만 기본계획 수정계획(무역항), 해양수산부(현 국토해양부)

## (2) 북항의 물동량 예측

해양수산부의 부산항 물동량은 부산의 북항뿐만 아니라 신항, 감천항 등의 물동량을 포함한 수치이기 때문에 북항만의 물동량을 산출하는 것이 필요하다. 따라서 북항의 물동량을 2001년 1월 ~ 2007년 12월까지의 7년간 월별 자료를 이용하여 별도로 예측하였다.

7) 해양수산부, "제2차(2006~2011) 전국항만 기본계획 수정계획", 해양수산부, 2006, pp.276.

물동량 추정모형을 구축하기 위해 시계열 내의 시간에 따른 의존정도를 이용하여 시간이 경과함에 따라 시계열이 전개되는 유형을 체계적으로 분석·예측하는 일변량 시계열분석을 사용하였다. 본 연구에서는 과거로 갈수록 관측값의 가중값 크기를 지수적으로 줄여서 평균하는 방법인 지수평활모형(exponential smoothing model)과 시계열의 주기적인 변동요인들을 모형화한 ARIMA모형을 고려하였다.

우선 잠정 모형을 구한 후에 지수평활법과 ARIMA의 모형적합 통계량과 추세의 경향을 종합적으로 판단하여 최적모형을 선정하였다. 지수평활법에서는 추세와 계절성에 따라 다양한 모형을 적합 시켰으며, ARIMA모형에서는 모형의 식별, 모형의 추정, 모형의 진단이라는 3단계 작업을 반복적으로 진행하면서 선정하였다. 모형의 식별 및 추정단계를 통해 구해진 잠정모형은 모형진단과정을 걸쳐 타당성이 검토되었다. 진단을 위한 잔차분석에서는 잔차의 자기상관도표(ACF), 부분자기상관도표(PACF)를 참조하면서 Ljung-box검정 결과로 모든 시차에 대해 그 유의성을 확인하였다.<sup>8)</sup>

가) 컨테이너 물동량

북항에서 처리되는 컨테이너 화물의 물동량에 대한 시계열 모형에서는 상수항이 없는 계절형 ARIMA모형이 최적 모형으로 설정되었다. 시행착오를 통해 반복적으로 수행하여 최종적으로 설정된 모형의 각종 통계량과 설정사항을 설명하면 다음과 같다.

첫째, 모형의 식별에서 변수변환 여부의 검정, 계절형 여부의 구별 및 자기상관도표, 부분자기상관도표를 통한 차수의 잠정적인 결정 등을 통하여 상수항이 없는 ARIMA(0,1,1)(1,1,0)<sub>12</sub>모형을 설정할 수 있었다. 모형의 모수에 대한 추정값은 <표 4>와 같다.

둘째, 모형을 진단한 결과 Ljung-box의 Q통계량에 대한 유의확률은 모든 시차에서 유의수준 0.05보다 높았으며, 정규화된 BIC는 27.471이었다.

셋째, 모형을 구축하면서 2006년에 신항이 개장됨으로 인한 물동량 변화를 모형에 자동적으로 반영할 수 있도록 이상값인 수준이동(level shift)을 설정하였다. 이 수준이동(level shift)은 정책적인 변화에서 생성되는 이상값을 반영한다. 적용결과로서 2006년 1월과 4월 자료가 수준이동(level shift)의 이상값으로 모형에 적용되었다.

<표 4> 컨테이너 물동량 모형의 모수

구분		Estimate	SE	t	Sig.
Difference		1			
AR	Lag 1	0.566	0.111	5.101	0.000
AR, Seasonal	Lag 1	-0.368	0.154	-2.392	0.020
Seasonal Difference		1			

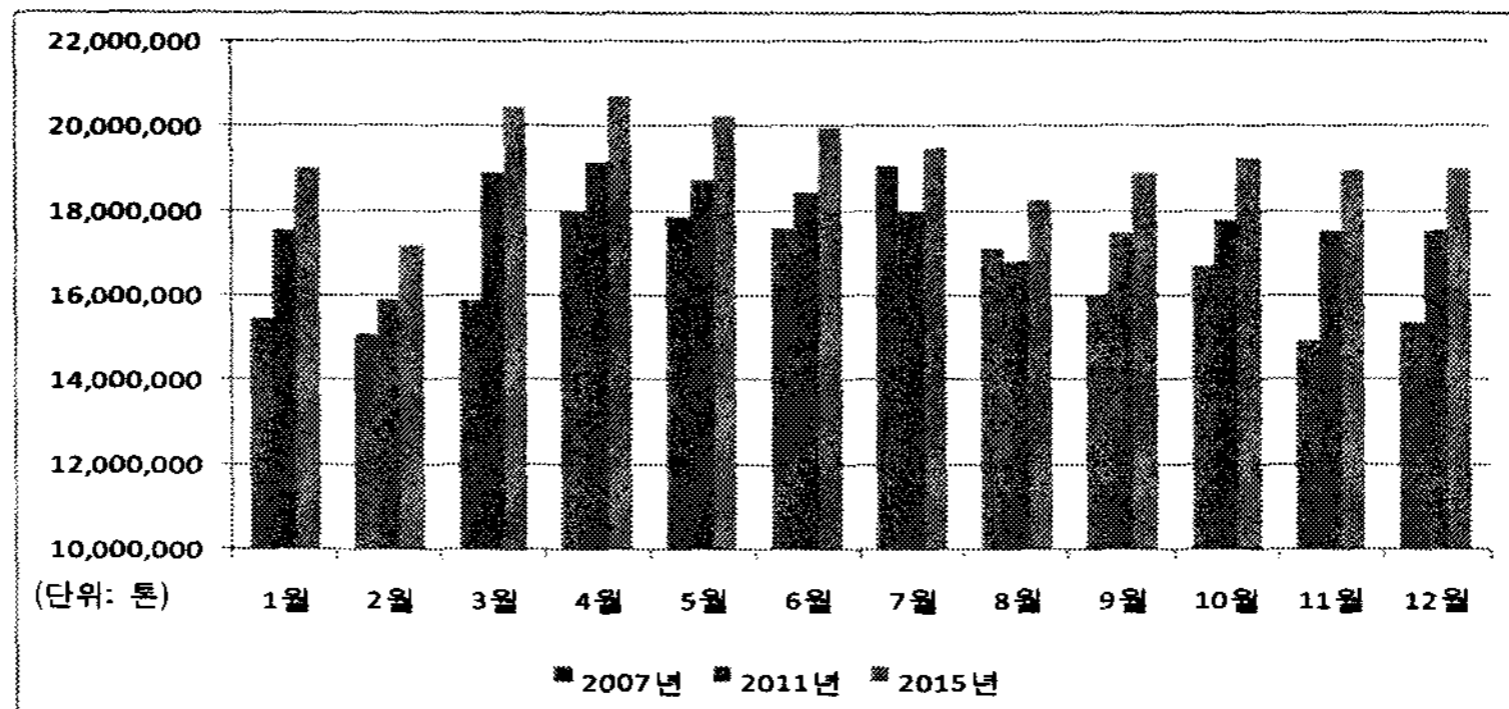
8) 이덕기, "예측방법의 이해", SPSS아카데미, 1999, pp.277~303.



이와 같은 모형으로 구한 2011년과 2015년의 컨테이너 화물에 대한 물동량은 각각 약 21,390만톤, 23,144만톤으로 나타났다. 이는 2007년 대비 2011년과 2015년의 물동량이 각각 약 7.4%, 16.2%로 증가한 것이다.

또한 예측된 2011년과 2015년의 연간 물동량에 <표 2>의 계절지수를 적용하여 <표 5>와 같이 컨테이너화물의 월별 물동량을 산출하였다. 또한 이들 값과 2007년의 월별 물동량의 비교하여 보면 <그림 2>와 같다. 컨테이너의 2011년과 2015년에 대한 월별 예측물동량을 보면 7월에 각각 1,969만톤, 2,114만톤으로 가장 많았다. 반면 2월에는 각각 1,595만톤, 1,740만톤으로 가장 적은 물동량을 나타냈다.

<그림 2> 컨테이너의 2007년 및 예측 월별 물동량 비교도



<표 5> 컨테이너 물동량의 예측값

구분	물동량(톤)	비고	구분	물동량(톤)	비고	
2011년	소계	213,896,957	2007년 대비 약 7.4% 증가	2015년	소계	231,437,922
	1월	17,151,969			1월	18,621,907
	2월	15,949,033			2월	17,404,332
	3월	17,138,322			3월	18,600,113
	4월	19,031,747			4월	20,489,601
	5월	19,053,023			5월	20,513,472
	6월	18,542,696			6월	19,999,117
	7월	19,686,981			7월	21,138,070
	8월	18,237,752			8월	19,697,482
	9월	17,342,562			9월	18,807,063
	10월	18,010,522			10월	19,473,531
	11월	16,773,873			11월	18,246,311
12월	16,978,477	12월	18,446,923			

나) 유류 물동량

북항에서 처리되는 유류 화물의 물동량에 대한 시계열 모형에서는 단순 계절(simple seasonal)모형이 최적 모형으로 설정되었다. 여기에서 예측된 유류 화물은 컨테이너선이 운송하는 유류는 제외되었고 원유 운반선, 석유정제품 운반선, LPG·LNG 운반선으로 운반되는 유류의 물동량을 의미한다. 시행착오를 통해 반복적으로 수행하여 최종적으로 설정된 모형의 각종 통계량과 설정사항을 설명하면 다음과 같다.

첫째, 모형의 식별에서 변수변환 여부의 검정, 계절형 여부의 구별 및 자기상관도표, 부분자기상관도표를 통한 차수의 잠정적인 결정 등을 통하여 단순 계절(simple seasonal)모형을 설정할 수 있었다. 모형의 모수에 대한 추정값은 <표 6>과 같다. 이는 유류의 경우에는 뚜렷한 증감의 추세가 없이 단순히 계절적인 요인에 따라 그 물동량이 변동되는 것이 반영된 결과이다.

둘째, 모형을 진단한 결과 Ljung-box의 Q통계량에 대한 유의확률은 모든 시차에서 유의수준 0.05보다 높았으며, 정규화된 BIC는 21.425이었다.

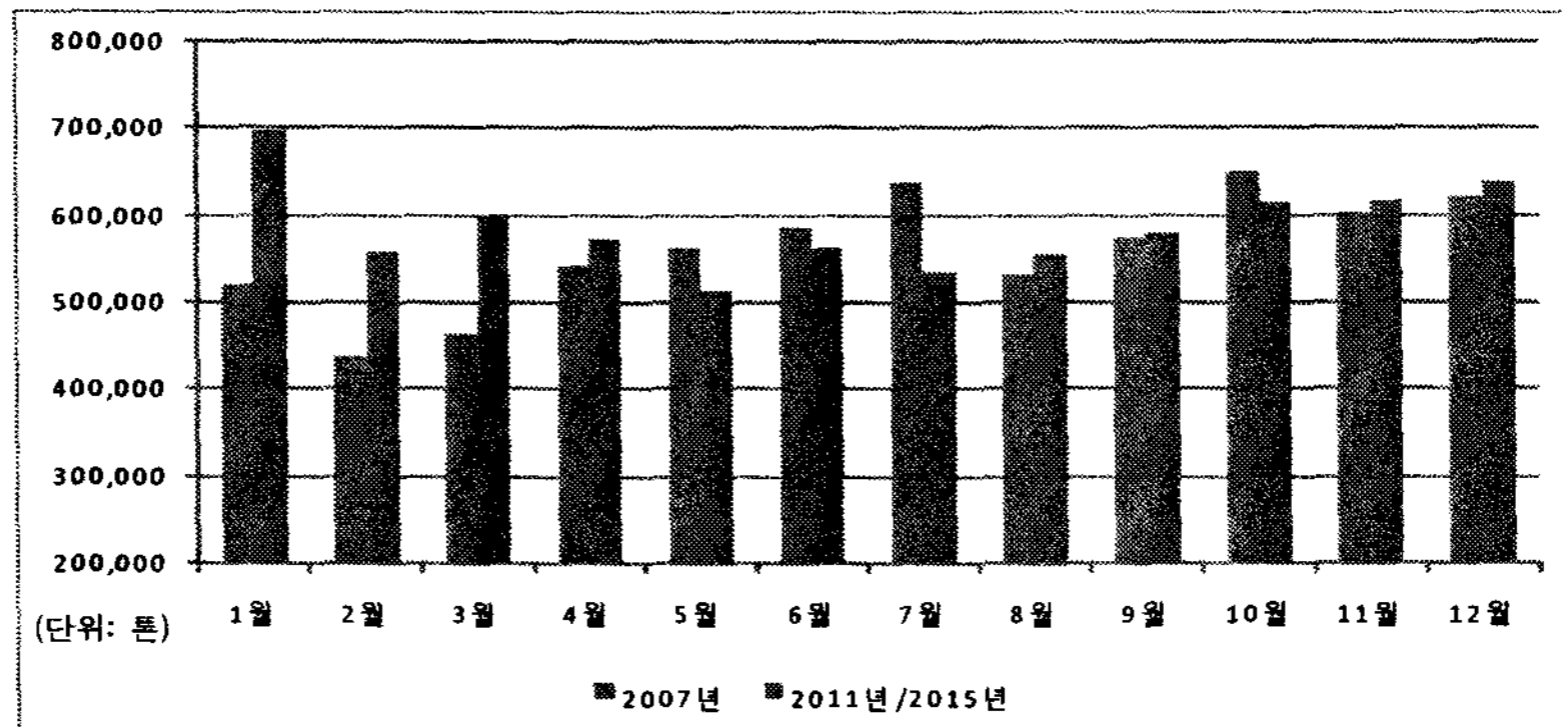
<표 6> 유류 물동량 모형의 모수

구분	Estimate	SE	t	Sig.
Alpha(level)	0.600	0.104	5.755	0.000
Delta(season)	3.794E-5	0.184	0.000	1.000

이와 같은 모형으로 구한 2011년, 2015년 유류 화물에 대한 물동량은 동일하게 약 705만톤으로 예측되었다. 이는 2007년 대비 2011년과 2015년의 유류 예상물동량이 약 4.7% 증가한 것이다. 그러나 741만톤의 2002년 유류 물동량보다는 낮은 것으로 나타났다.

또한 예측된 2011년과 2015년의 연간 물동량에 <표 2>의 계절지수를 적용하여 <표 7>과 같이 유류화물의 월별 물동량을 산출하였다. 또한 이들 값과 2007년의 월별 물동량의 비교하여 보면 <그림 3>과 같다. 유류의 2011년과 2015년에 대한 월별 예측물동량을 보면 1월에 약 70만톤으로 가장 많았다. 반면 5월에는 약 53만톤으로 가장 적은 물동량을 나타냈다.

<그림 3> 유류의 2007년 및 예측 월별 물동량 비교도



<표 7> 유류 물동량의 예측값

구분	물동량(톤)	비고
2011년	7,050,520	2007년 대비 약 4.7% 증가
2015년	696,958	
	570,131	
	595,368	
	567,166	
	526,493	
	573,463	
	547,626	
	552,858	
	572,849	
	613,008	
	607,838	
	626,162	

다) 일반화물 물동량

북항에서 처리되는 일반화물의 물동량에 대한 시계열 모형에서는 상수항이 없는 계절형 ARIMA모형이 최적 모형으로 설정되었다. 시행착오를 통해 반복적으로 수행하여 최종적으로 설정된 모형의 각종 통계량과 설정사항을 설명하면 다음과 같다.

첫째, 모형의 식별에서 변수변환 여부의 검정, 계절형 여부의 구별 및 자기상관도표, 부분자기상관도표를 통한 차수의 잠정적인 결정 등을 통하여 상수항이 없는 ARIMA(0,0,1)(1,0,0)<sub>12</sub>모형을 설정할 수 있었다. 모형의 모수에 대한 추정값은 <표 8>과 같다.

<표 8> 일반화물 물동량 모형의 모수

구분		Estimate	SE	t	Sig.
Constant		7.914E5	1.470E4	53.841	0.000
MA	Lag 1	0.281	0.116	2.427	0.018
AR, Seasonal	Lag 1	0.488	0.145	3.373	0.001

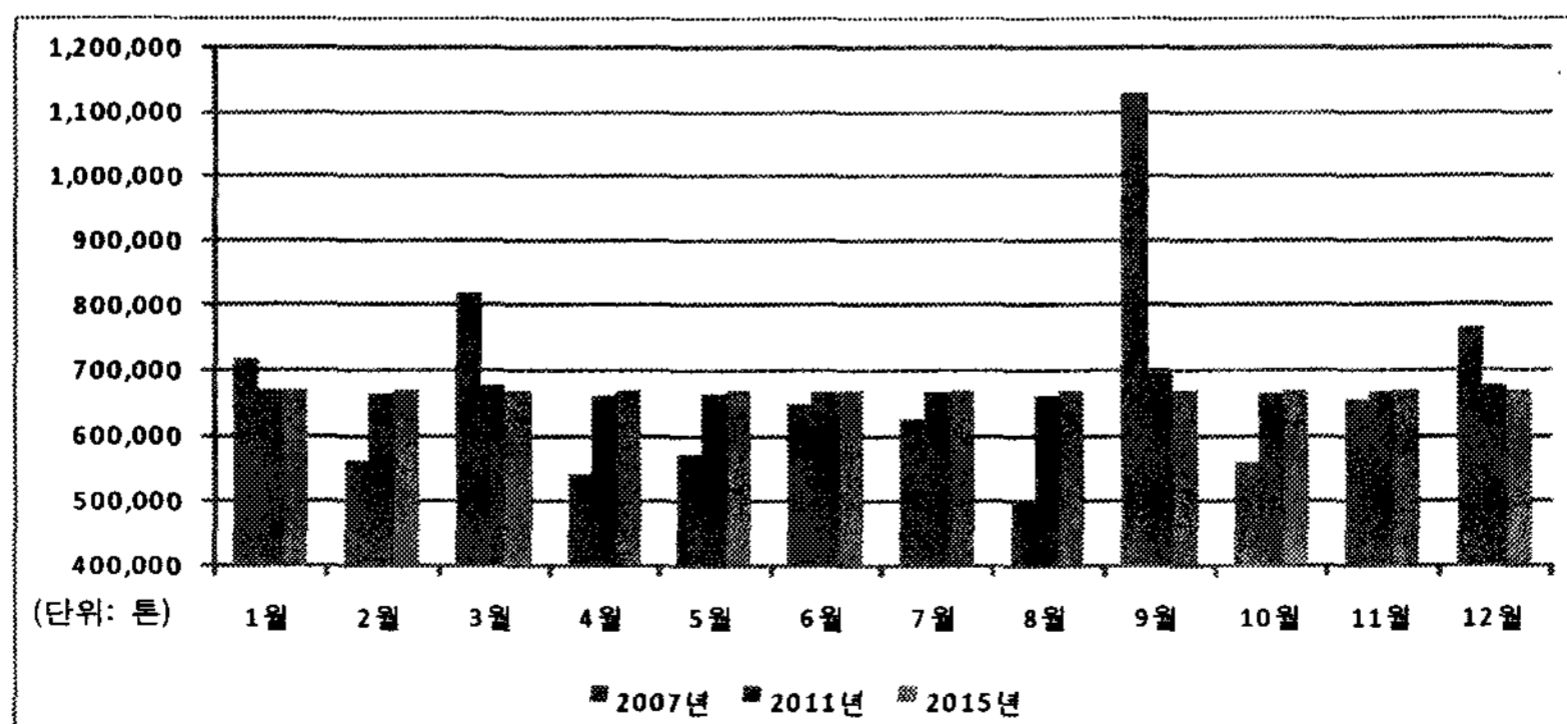
둘째, 모형을 진단한 결과 Ljung-box의 Q통계량에 대한 유의확률은 모든 시차에서 유의 수준 0.05보다 높았으며, 정규화된 BIC는 22.805이었다.

셋째, 모형을 구축하면서 이상값을 모형에 자동적으로 반영할 수 있도록 일시적(transient) 유형 및 수준이동(level shift)을 설정하였다. 일시적(transient) 유형은 0으로의 지수적인 감소영향을 주는 이상값을 보완한다. 수준이동(level shift)은 정책적인 변화에서 생성되는 이상값을 보완한다. 적용결과로서 2002년 3월, 2005년 11월, 2006년 5월 자료에서 일시적 유형의 이상값이 모형에 적용되었다. 또한 2004년 5월 자료에서 수준이동(level shift)의 이상값이 모형에 적용되었다.

이와 같은 모형으로 구한 2011년, 2015년 일반화물에 대한 물동량은 약 805만톤으로 나타났다. 이는 2007년 대비 2011년과 2015년의 물동량이 각각 약 0.74%, 0.75% 감소한 것으로 분석기간 동안에는 2007년의 물동량과 비슷한 수준을 유지할 것으로 예측되었다.

또한 예측된 2011년과 2015년 일반화물의 연간 물동량에 <표 2>의 계절지수를 적용하여 <표 9>와 같이 월별 물동량을 산출하였다. 또한 이들 값과 2007년의 월별 물동량의 비교하여 보면 <그림 4>와 같다. 일반화물의 월별 물동량은 상대적으로 큰 차이를 보이지 않았다. 2011년과 2015년에 대한 월별 예측물동량을 보면 9월에 각각 70만톤, 67만톤으로 가장 많았다. 반면 8월에 약 67만톤으로 가장 적은 물동량을 나타냈다.

<그림 4> 일반화물의 2007년 및 예측 월별 물동량 비교도



<표 9> 일반화물 물동량의 예측값

구분		물동량(톤)	비고	구분		물동량(톤)	비고
2011년	소계	8,048,002	2007년 대비 약 0.74% 감소	2015년	소계	8,047,435	2007년 대비 약 0.75% 감소
	1월	670,956			1월	670,636	
	2월	664,436			2월	670,267	
	3월	679,054			3월	671,095	
	4월	663,315			4월	670,203	
	5월	665,105			5월	670,305	
	6월	669,424			6월	670,549	
	7월	668,102			7월	670,474	
	8월	660,882			8월	670,065	
	9월	696,567			9월	672,087	
	10월	664,395			10월	670,264	
	11월	669,706			11월	670,565	
12월	676,060	12월	670,925				

라) 전체 물동량

향후 2011년과 2015년의 북항에서 처리될 것으로 예측된 컨테이너, 유류, 일반화물의 전체 물동량은 <표 10>과 같이 각각 22,900만톤과 24,654만톤으로 예상되었다. 이는 2007년 대비 각각 약 7.0%, 15.2% 증가한 물동량이다. 이러한 물동량의 증가는 컨테이너화물의 처리물량이 증가할 것으로 예측되는 것이 주요한 원인인 것으로 나타났다. 상대적으로 물동량이 비중이 낮은 유류화물은 증가를 보이다 일정 수준을 유지할 것으로 보였다. 또한 일반화물의 경우는 감소경향이 있으나 2007년과 거의 유사할 것으로 예측되었다. 예측된 북항 전체의 월별 물동량을 보면 4월에 가장 많고, 2월에는 가장 적을 것으로 나타났다.

<표 10> 북항의 전체 예상물동량(톤)

구분	컨테이너	유류	일반화물	계	
2011년	계	213,897,957	7,050,520	8,048,002	228,996,479
	1월	17,151,969	696,958	670,956	18,519,883
	2월	15,949,033	570,131	664,436	17,183,600
	3월	17,138,322	595,368	679,054	18,412,744
	4월	19,031,747	567,166	663,315	20,262,228
	5월	19,053,023	526,493	665,105	20,244,621
	6월	18,542,696	573,463	669,424	19,785,583
	7월	19,686,981	547,626	668,102	20,902,709
	8월	18,237,752	552,858	660,882	19,451,492
	9월	17,342,562	572,849	696,567	18,611,978
	10월	18,010,522	613,008	664,395	19,287,925
	11월	16,773,873	607,838	669,706	18,051,417
12월	16,978,477	626,162	676,060	18,280,699	
2015년	계	231,438,922	7,050,520	8,047,435	246,536,877
	1월	18,621,907	696,958	670,636	19,989,501
	2월	17,404,332	570,131	670,267	18,644,730
	3월	18,600,113	595,368	671,095	19,866,576
	4월	20,489,601	567,166	670,203	21,726,970
	5월	20,513,472	526,493	670,305	21,710,270
	6월	19,999,117	573,463	670,549	21,243,129
	7월	21,138,070	547,626	670,474	22,356,170
	8월	19,697,482	552,858	670,065	20,920,405
	9월	18,807,063	572,849	672,087	20,051,999
	10월	19,473,531	613,008	670,264	20,756,803
	11월	18,246,311	607,838	670,565	19,524,714
12월	18,446,923	626,162	670,925	19,744,010	

### V. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 부산 북항의 장래 물동량을 시계열 모형을 이용하여 정량적으로 예측하였다. 선행연구에서의 부산항 및 화물 전체에 대한 단일 예측의 한계를 극복하기 위하여 부산항을 구성하는 개별항만의 하나인 북항을 대상으로 하였으며 또한 항만물동량을 화물의 특성에 따라 크게 컨테이너, 유류, 일반화물 3가지로 구분하였다. 북항의 물동량 예측은 먼저 기존 물동량의 계절지수를 산정하고, 지수평활모형과 ARIMA모형 중에서 최적모형을 선정하였다. 이러한 모형으로 추정된 각 화물별 해당연도의 물동량에 이를 적용하여

월별로 산출되었다.

구축된 물동량의 시계열 모형을 통해 2011년, 2015년 각 화물종류별 물동량은 다음과 같다. 컨테이너화물에 대해서는 상수항이 없는  $ARIMA(0,1,1) (1,1,0)_{12}$ 모형이 선정되었다. 예측된 컨테이너 물동량은 각각 21,390만톤, 23,144만톤이며, 이는 2007년 대비 2011년과 2015년에 각각 약 7.4%, 16.2%로 증가한 것이다. 유류화물에 대해서는 단순 계절모형이 선정되었다. 유류화물의 물동량은 동일하게 약 705만톤으로 2007년 대비 약 4.7% 증가하는 것으로 나타났으나 2002년의 물동량보다는 낮을 것으로 예측되었다. 그리고 일반화물의 경우에는 상수항이 없는  $ARIMA(0,0,1)(1,0,0)_{12}$ 모형이 선정되었다. 일반화물의 물동량은 약 805만톤으로 2007년 대비 2011년과 2015년에 각각 약 0.74%, 0.75% 감소할 것으로 나타나 2007년의 물동량과 거의 비슷한 수준을 유지할 것으로 예측되었다.

향후 북항에서 처리될 것으로 예측된 컨테이너, 유류, 일반화물의 전체 물동량은 2011년과 2015년에 각각 22,900만톤과 24,654만톤으로 예상되었다. 이는 2007년 대비 각각 약 7.0%, 15.2% 증가한 물동량이다. 이러한 물동량의 증가는 컨테이너화물의 견인차 역할로 인한 결과로 예측되었다. 반면 유류 및 일반화물은 소폭의 증감은 있으나 북항 전체 물동량의 변동에 영향을 미치지 못할 것으로 나타났다. 또한 북항 전체의 장래 월별 물동량을 보면 4월에 가장 많고, 2월에는 가장 적을 것으로 보였다.

이와 같은 북항의 물동량 예측결과는 향후 북항 재개발로 인한 물동량의 변동분에 대한 기초자료로 활용될 수 있다. 또한 예측된 물동량을 처리하기 위해 북항을 통항하는 해상교통량의 산정과 시설소요에 대한 추정에 이용될 수 있다.

본 연구에서는 정량적인 모형을 이용하여 항만물동량을 예측하였으므로 이의 결과를 보완하고 설명력을 높이기 위하여 정성적인 분석이 필요하다. 또한 현재 진행되고 있는 북항의 재개발계획은 확정되지 않아 반영하지 못한 한계가 있다. 향후 연구에서는 북항의 장래 물동량에 따른 해상교통공학적인 관점에서의 교통량에 대한 추정이 수행되어야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

1. 김연형, "시계열 예측", 형설출판사, 2001.
2. 김정훈, "인천항의 장래 교통량 추정 및 조류신호의 정보가치 분석", 『한국항해항만학회지』, 제31권 제6호, 2007, pp. 455~462.
3. 김창범, "해상운송의 물동량 예측과 항만물류정책-승법 계절ARIMA 모형을 이용하여", 『한국항만경제학회지』, 제23권 제1호, 2007, pp. 149~162.
4. 모수원, "항만의 하역능력증대를 위한 수출입물동량의 예측", 『무역학회지』, 제26권 제1호, 2001, pp. 275~297.
5. 모수원·김창범, "해상물동량의 추정과 예측" 『해운물류연구』, 제37호, 한국해운물류학회, 2003.
6. 부산항만공사 Port-MIS 통계자료 <http://www.busanpa.com>, 2008. 2.
7. 양항진, "중력모형을 이용한 부산항의 해상물동량 입출항 패턴 분석", 『한국항만경제학회지』, 제22권 제3호, 2006, pp. 77~94.
8. 이덕기, "예측방법의 이해", SPSS아카데미, 1999.
9. 정동빈, 원태연, "SPSS를 활용한 시계열 자료와 단순화 분석", SPSS아카데미, 2001.
10. 해양수산부, "제2차(2006~2011) 전국항만 기본계획 수정계획", 해양수산부, 2006.

## 후 기

"이 논문은 2006년도 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임" (KRF-2006-353-F00014)



< 요약 >

## 시계열 모형을 이용한 부산 북항의 물동량 예측

김정훈

본 연구에서는 부산 북항의 장래 물동량을 시계열 모형을 이용하여 정량적으로 예측하였다. 항만물동량을 화물의 특성에 따라 크게 컨테이너, 유류, 일반화물 3가지로 구분하였다. 북항의 물동량 예측에서는 먼저 기존 물동량의 계절지수를 산정하고, 지수평활모형과 ARIMA모형 중에서 최적모형을 선정하였다. 이를 통해 추정된 각 화물별 해당연도의 물동량에 계절지수를 적용하여 물동량을 월별로 산출하였다.

2011년과 2015년의 컨테이너 예측 물동량은 각각 21,390만톤, 23,144만톤이며, 이는 2007년 대비 2011년과 2015년에 각각 약 7.4%, 16.2%로 증가한 것이다. 유류화물의 물동량은 동일하게 약 705만톤으로 2007년 대비 약 4.7% 증가하는 것으로 나타났으나 2002년의 물동량보다는 낮을 것으로 예측되었다. 그리고 일반화물의 물동량은 약 805만톤으로 2007년 대비 2011년과 2015년에 각각 약 0.74%, 0.75% 감소할 것으로 나타나 2007년과 거의 비슷한 수준을 유지할 것으로 예측되었다.

향후 북항에서 처리될 것으로 예측된 전체 항만물동량은 2011년과 2015년에 각각 22,900만톤과 24,654만톤으로 예상되었다. 이는 2007년 대비 각각 약 7.0%, 15.2% 증가한 물동량이다. 이러한 물동량의 증가는 컨테이너화물의 견인차 역할로 인한 결과로 예측되었다. 또한 북항 전체의 장래 월별 물동량을 보면 4월에 가장 많고, 2월에는 가장 적을 것으로 나타났다.

□ 주제어: 물동량, 시계열 모형, 계절지수