

국내 3대 주요 컨테이너항만의 장래 컨테이너선박 교통량 추정

† 김 정 훈*

* 한국해양대학교 해사산업연구소 연구교수

The Estimation of the Future Container Ship Traffic for Three Major Ports in Korea

† Jung-Hoon Kim*

* Research Institute of Maritime Industry, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

요 약 : 컨테이너항만의 물동량이 증가하는 추세에서 장래에 발생될 컨테이너선박의 교통량을 예측한다면 항만의 효율적인 계획과 운영관리를 사전에 수립할 수 있다. 해상교통 관점에서도 컨테이너선박의 입·출항 척수를 장기적으로 추정하고, 이를 근거로 해상교통수요를 원활하게 처리할 수 있는 합리적인 방안을 계획할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 전국항만 기본계획에서 제시된 부산항, 광양항, 인천항의 컨테이너 물동량 예측자료를 토대로 각 항만에 대한 컨테이너선의 장래 입·출항 교통량을 추정하였다. 이를 위해서 컨테이너선박의 척당 물동량 추세를 ARIMA 모형을 통해 예측하고, 계절지수를 산출하였다. 이와 같이 예측된 척당 물동량을 2011년, 2015년, 그리고 2020년의 컨테이너 물동량에 대비시켜 발생예상의 해상교통량을 추정하였다.

핵심용어 : 컨테이너선박 교통량, 컨테이너 물동량, 척당 물동량, ARIMA 모형, 계절지수

Abstract : Effective plan and operation managements can be established in advance if the traffic volume of container ship will be forecasted in the trend for container port's cargo volume to increase. At the viewpoint for marine traffic the number of incoming and outgoing container ship can be presumed in the long run and organized rational plans to deal the demand of marine traffic on the basis. Therefore, the paper estimated the future traffic volume of incoming and outgoing container ship for Busan, Gwangyang, and Incheon port on a forecasting data basis of container volume suggested in the national ports base plan. The trends of volume per ship on container were estimated with ARIMA models and seasonal index was computed. Thus the traffic volume of container ship in the future was estimated computing with volume per ship in 2011, 2015, and 2020 respectively.

Key words : Container ship traffic, Container volume, Volume per ship, ARIMA model, Seasonal index

1. 서 론

동북아시아의 여러 국가들은 물류중심항만을 육성하기 위하여 국가적인 차원에서 항만을 개발하고 있다. 중국은 2005년에 양산항을 개장하여 운영 중에 있으며, 일본은 슈퍼 중추항만 개발정책을 추진 중에 있다. 이에 맞서 해양수산부에서는 동북아 물류중심기지 건설과 국내항만의 경쟁우위 확보 등을 위하여 항만기본계획을 수립하여 각종 사업을 추진하고 있다. 여기에서 국내 전국항만에 대한 2011년, 2015년, 그리고 2020년의 물동량을 예측하여 제시하고 있다(해, 2006).

컨테이너 운송의 경우 선박의 대형화 추세가 지속되고, 복합운송이 발달되고 있다. 1968년 적재능력이 1,100TEU에 불과하던 컨테이너 선박은 2007년 이후 초대형 컨테이너선으로 발전하여 적재능력이 12,500TEU에 이를 것으로 예상되고 있다. 또한 컨테이너화의 진전으로 해운 물류의 문전

서비스화와 선사간 글로벌 제휴체계의 형성이 활성화되고 있다.

국내 주요 컨테이너항만의 항만물동량이 증가하는 추세에서 장래에 발생될 컨테이너선박의 교통량을 예측한다면 항만 시설 등의 효율적인 계획과 운영관리를 사전에 수립할 수 있다. 해상교통 관점에서도 장기적으로 컨테이너선박의 입·출항 척수를 추정하고 이를 근거로 해상교통수요를 원활하게 처리할 수 있는 합리적인 방안을 계획할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 전국항만 기본계획에서 제시된 부산항, 광양항, 인천항의 컨테이너 물동량 예측자료를 근거로 각 항만에 대한 컨테이너선의 입·출항 교통량을 추정하였다. 이를 위해서 컨테이너선의 대형화와 복합운송체계의 발달로 인한 컨테이너선의 척당 물동량의 추세를 시계열 모형을 통해 예측하였다. 이와 같이 예측된 척당 물동량을 2011년, 2015년, 그리고 2020년의 컨테이너 물동량에 대비시켜 발생예상의 해상교통량을 추정하였다.

† 교신저자 : 김정훈(정회원), jf1999@empal.com 051) 410-4255

2. 컨테이너 물동량 및 교통량 현황

2.1 전국 컨테이너 물동량

국내의 컨테이너 물동량은 환적물동량의 증가와 함께 연평균 11%이상의 증가를 보였다. 환적물동량의 경우 1980년대 후반부터 발생하여 1990년에는 72만톤이었으나 2005년에는 11,395만톤으로 약 158배가 증가하였다. 이와 같은 연평균 40.2%의 성장률은 대중국 및 대일본의 컨테이너 환적물동량 증가와 국내의 동북아 물류중심기능 강화로 인한 결과로 보인다.(해양수산부, 2006)

전체적인 컨테이너 물동량의 경우도 1981년부터 2001년까지는 연평균 13.3%로 증가하였으며, 2001년부터 2005년까지는 연평균 11.0%로 증가하였다. 2005년의 국내 컨테이너 물동량은 약 1,522백만TEU이었다. 제2차 전국항만 기본계획 수정계획에서는 2020년에 약 4,741만TEU의 컨테이너 물동량을 전망하여 연평균 8%가량 증가하는 것으로 나타났다. 항만물동량의 기간별 증가율은 점차 둔화되어 2005년부터 2011년까지는 연평균 10.1%, 2011년부터 2015년까지는 연평균 7.1%, 2015년부터 2020년까지는 연평균 5.9%인 것으로 전망되었다.

Table 1 Container volumes estimated on the national ports
(unit: 1,000TEU/year)

구분	2005	2011	2015	2020	연평균증가율(%)		
					'05 ~ '11	'11 ~ '15	'15 ~ '20
수입	4,727	7,696	9,886	12,407	8.5	6.5	4.6
수출	4,684	7,237	9,346	11,754	7.5	6.6	4.7
연안	272	952	1,342	1,906	23.2	9.0	7.3
환적	5,533	11,214	15,090	21,344	12.5	7.7	7.2
합계	15,216	27,099	35,664	47,411	10.1	7.1	5.9

자료: 제2차 전국항만 기본계획 수정계획(2006-2011)

2.2 항별 컨테이너 물동량

국내의 3대 주요 컨테이너항만은 부산항, 광양항, 인천항이다. 이는 해당 항만의 컨테이너 물동량을 기준으로 한 것으로서 2006년에 각각 11,843천TEU, 1,461천TEU, 1,148천TEU의 물동량을 처리하였다.

부산항의 컨테이너부두는 북항, 감천항, 부산신항에서 운영하고 있다. 북항과 감천항은 총 21개 선석을 운영하고 있으며, 부산신항의 경우 2006년 현재 운영 중인 6개 선석을 포함하여 2011년까지 총 27개의 선석을 개발·운영할 예정이다. 이와 같은 항만시설을 통해 2011년 16,093천TEU, 2015년 18,790천TEU, 2020년 22,867천TEU의 물동량을 처리할 것으로 예측되었다. 이는 2006년 대비 각각 약 1.3, 1.6, 1.9배의 물동량이다.

광양항의 컨테이너부두는 2006년 현재 총 12개 선석을 운영하고 있으며, 2011년까지 총 33개의 선석을 개발·운영할 예정이다. 이와 같은 항만시설을 통해 2011년 5,240천TEU, 2015년 8,227천TEU, 2020년 12,004천TEU의 물동량을 처리할 것

으로 예측되었다. 이는 2006년 대비 각각 약 3.0, 4.6, 6.8배의 물동량이다.

현재 인천항에서는 컨테이너를 남항, 내항, 연안항에서 처리하고 있다. 이 중에서 남항은 컨테이너 전용 3개 선석을 운영하고 있으며, 개발 중인 인천신항을 포함하여 2011년까지 총 12개의 선석을 개발·운영할 예정이다. 이와 같은 항만시설을 통해 2011년 3,055천TEU, 2015년 3,871천TEU, 2020년 5,346천TEU의 물동량을 처리할 것으로 예측되었다. 이는 2006년 대비 각각 약 2.2, 2.8, 3.9배의 물동량이다.

Table 2 The present state and estimation of container volumes on the studied ports

(unit: 1,000TEU/year)

연도	항만	부산항	광양항	인천항
2000		6,383	678	611
2001		8,073	887	663
2002		94,533	1,126	770
2003		10,408	1,235	821
2004		11,492	1,349	935
2005		11,843	1,461	1,148
2006		12,039	1,770	1,374
2011		16,093	5,240	3,055
2015		18,790	8,227	3,871
2020		22,867	12,004	5,346

자료: 제2차 전국항만 기본계획 수정계획(2006-2011)

2.3 척당 컨테이너 물동량

부산항, 광양항, 인천항의 입항 또는 출항하는 컨테이너선박 한 척당 물동량은 전체적으로 증가하는 경향을 보였다. 이는 컨테이너선의 대형화와 복합운송 등의 물류 경영관리가 선진화되었기 때문으로 판단되었다. 3개의 항만 중에서 부산항의 척당 물동량이 가장 높은 편이고, 반면 광양항의 경우에는 가장 적은 추세를 보였다.

부산항의 연간 평균 척당 물동량은 2000년에 295TEU이었으나 2006년에는 462TEU로서 연간 평균 약 5.2%로 지속적인 증가를 보였다. 2000년부터 6년간 월별 척당 물동량을 보면 최소 273TEU, 최대 483TEU로 나타났다.

광양항의 연간 평균 척당 물동량은 2000년 143TEU에서 2006년 265TEU로 연간 평균 약 9.3%의 지속적인 증가를 보였다. 2000년부터 6년간 월별 척당 물동량을 보면 최소 130TEU, 최대 280TEU로 나타났다.

인천항의 경우 연간 평균 척당 물동량은 2000년에 339TEU이었으나 2004년에 273TEU으로 낮아졌다가 다시 증가하는 추세를 보였다. 월별 척당 물동량을 보면 같은 기간 동안에 최소 249TEU, 최대 468TEU까지로 나타났다.

이와 같이 입항 또는 출항하는 컨테이너선의 척당 물동량은 향후에도 계속적으로 증가할 것으로 예상된다. 다만 그 증가율은 각 항만별로 항만환경 및 지역별 해운 물류특성 등의

다양한 원인에 의해 다를 것으로 판단되었다.

2.4 컨테이너선박 교통량

부산항, 광양항, 인천항의 입항 또는 출항하는 컨테이너선박의 교통량은 전체적으로 약간 증가하는 경향을 보였다. 그러나 물동량의 증가율에 비해 상대적으로 낮았다. 3개의 항만 중에서 부산항의 교통량이 가장 많았고, 반면 인천항의 경우에는 가장 적었다.

Table 3 Annual average volume per container ship
(unit: TEU/vessel)

연도	항만	부산항	광양항	인천항
2000		295	143	339
2001		354	172	374
2002		387	195	329
2003		394	205	309
2004		440	231	273
2005		456	239	341
2006		462	265	403

자료: SP-IDC(해운항만 물류정보센터)

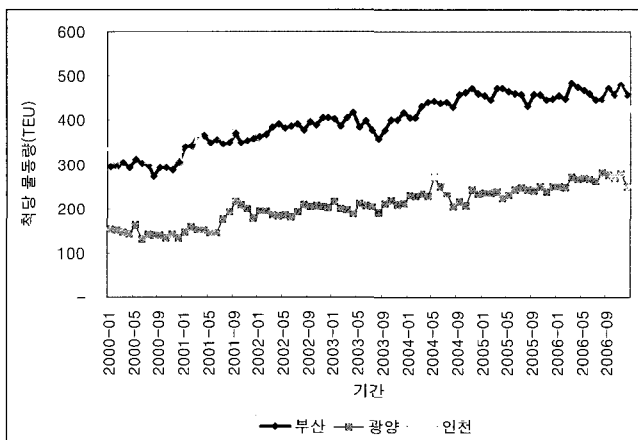


Fig. 1 The present state of volume per container ship

부산항의 입·출항 컨테이너선박 교통량은 2000년에 21,653척에서 2003년 26,430척으로 연간 평균 약 6.8%로 증가하였다. 그러나 2004년에는 교통량이 26,085척으로 오히려 약 1.3% 감소한 이후 2006년까지 약 26,000여척의 담보상태를 보였다.

광양항의 입·출항 컨테이너선박 교통량도 부산항과 유사하게 2000년 4,770척에서 2003년 6,028척으로 연간 평균 약 7.5%로 증가하였다. 그러나 2004년에 교통량이 5,840척으로 3.1% 감소하였다가 이후 증가하여 2006년 현재 6,686척을 나타냈다.

인천항의 경우 컨테이너선박의 입·출항 교통량은 2000년에 1,803척에서 2004년에 3,421척으로 약 1.9배 증가를 보였다.

그러나 2004년 이후로 2006년 현재까지 3,400척 내외의 담보상태를 보였다.

이와 같이 물동량의 지속적인 증가에도 불구하고 2004년 이후의 입항 또는 출항하는 컨테이너선박의 교통량이 담보현상 또는 소폭 증가를 보이는 것은 척당 물동량의 증가로 인한 결과로 판단되었다. 그러나 향후 물동량의 증가는 척당 물동량의 증가율보다 커지기 때문에 컨테이너선박의 교통량은 증가할 것으로 예상되었다.

3. 항만별 컨테이너선박의 교통량 예측

3.1 연구방법

Table 4 The traffic volume of container ship
(unit: vessels)

연도	항만	부산항	광양항	인천항
2000		21,653	4,770	1,803
2001		22,826	5,130	1,775
2002		24,418	5,770	2,341
2003		26,430	6,028	2,672
2004		26,085	5,840	3,421
2005		26,032	6,111	3,352
2006		26,049	6,686	3,418

자료: SP-IDC(해운항만 물류정보센터)

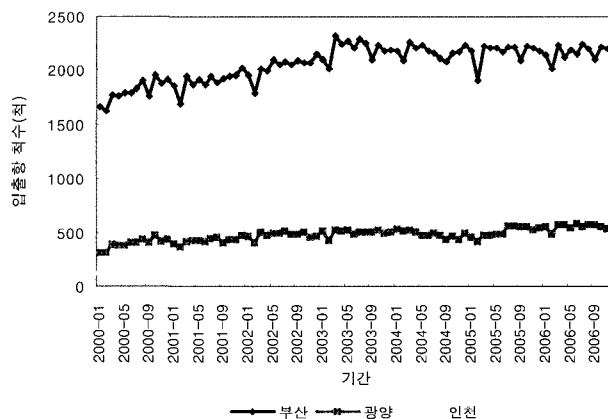


Fig. 2 The present state of the traffic volume of container ship

본 연구에서는 2000년부터 2006년까지의 월별 자료를 토대로 우선 척당 물동량에 대해 시계열 모형을 작성하였다. 이 모형을 바탕으로 해양수산부에서 예측한 장래 물동량에 대비하여 최종적으로 부산항, 광양항, 인천항에 대한 컨테이너선박의 입·출항 교통량을 추정하였다. 시계열 내의 시간에 따른 의존정도를 이용하여 시간이 경과함에 따라 시계열이 전개되는 유형을 체계적으로 분석·예측하는 시간영역에서의 분석법을 사용하였다. 그 중에서 ARIMA모형을 고려하였으며, 특히 계절형 ARIMA모형도 같이 검토하였다. 이를 분석하기 위

해서 통계프로그램인 영문 SPSS 15.0을 사용하였다.

ARIMA모형은 모형의 식별, 모형의 추정, 모형의 진단이라는 3단계 작업을 반복적으로 진행하면서 작성되었다. 모형의 식별단계에서 ARIMA(p, d, q)모형에 대한 자기회귀(AR)의 차수(p), 차분의 차수(d), 이동평균(MA)의 차수(q)를 정하였다. 계절성이 있으면 계절형 ARIMA(p, d, q)(P, D, Q)_s모형으로 확대하여 추가적으로 계절차분의 횟수인 D와 계절시차에서의 자기회귀의 차수(P), 이동평균의 차수(Q)를 고려하였다. 이 때 모형간결의 원칙에 따라 모수의 수가 적은 간단한 모형을 선호하였다(김, 2001).

ARIMA모형의 식별과정을 통해 적절한 모형을 선택하여 최소제곱추정법을 이용하여 모수의 값을 추정하였다. 최소제곱추정법은 오차의 제곱합을 가장 적게 하는 모수의 추정량을 구하는 방법이다. 모형의 식별 및 추정단계를 통해 구한 잠정 모형은 모형진단과정을 걸쳐 타당성을 검토하였다. 진단을 위한 잔차분석에서는 잔차에 대한 상관도표, 부분상관도표를 보면서 Ljung-box검정 결과로 모든 시차에서 그 유의성을 확인하였다(이, 1999).

3.2 척당 물동량의 시계열 모형

1) 부산항

부산항을 입·출항하는 컨테이너선박의 척당 물동량에 대한 시계열 모형은 여러 ARIMA모형의 대안 중에서 각종 통계량을 토대로 최적의 모형이 설정되었다. 최종적으로 설정된 모형의 각종 통계량과 예측결과를 설명하면 다음과 같다.

첫째, 모형의 식별에서 변수변환 여부의 검정, 계절형 여부의 구별, 자료의 정상화과정 그리고 상관도표(ACF), 부분상관도표(PACF)를 통한 차수의 잠정적인 결정 등을 통하여 상수항이 없는 ARIMA(1,1,0)(0,1,1)₁₂모형을 설정할 수 있었다. 모형의 모수에 대한 추정값은 Table 5와 같다.

Table 5 ARIMA model parameters(Busan)

		Estimate	SE	t	Sig.
AR	Lag 1	-0.271	0.121	-2.240	0.028
Difference		1			
Seasonal Difference		1			
MA, Seasonal	Lag 1	0.699	0.171	4.096	0.000

둘째, 모형을 진단한 결과 Ljung-box의 Q통계량이 모든 시차에서 유의수준 0.05보다 높게 나타났다. 표준화된 BIC는 5.305이었다.

이와 같이 계절형 모형으로 구한 2011년, 2015년, 2020년의 각각 컨테이너선박의 부산항 입·출항 교통량은 29,331척, 30,163척, 31,933척으로 나타났다. 이는 2006년의 26,049척 보다 최대 6,000척 정도 증가한 교통량으로서 2006년 대비 약 22.6% 증가한 것이다. 월별로 보면 3월에 가장 많은 교통량이 보였으며, 2월에 가장 낮은 교통량을 나타냈다. 2020년을 기준

할 때 물동량은 1.9배 증가하나 교통량은 0.23배의 증가에 불과한 것은 설정된 시계열 모형이 부산항을 입·출항하는 컨테이너선박의 대형화로 인한 척당 물동량의 추세 영향이 큰 결과로 판단되었다.

2) 광양항

광양항을 입·출항하는 컨테이너선박의 척당 물동량에 대한 시계열 시계열 모형도 부산항의 모형설정 과정과 동일하게 시행착오를 통해 반복적으로 수행하였다. 최종적으로 설정된 모형은 상수항이 없는 ARIMA(1,1,1)(1,1,0)₁₂모형이었다. 이 모형의 모수에 대한 추정값은 Table 7과 같다. 그리고 Ljung-box의 Q통계량이 모든 시차에서 유의수준 0.05보다 높고, 표준화된 BIC는 5.844이었다. Table 7에서 계절 MA모형계수의 유의확률이 0.05보다 크더라도 MA(1)모형이 단순하고 추정된 t의 절대값이 2와 크게 차이가 나지 않으므로 모형에 포함시켰다.

Table 6 The estimation on the container ship traffic(Busan)

연도	월	월별 물동량 (천TEU)	척당 물동량 (TEU)	입·출항 교통량(척)
2011	1	1,326	539	2,461
	2	1,222	533	2,293
	3	1,443	560	2,577
	4	1,403	560	2,506
	5	1,385	552	2,510
	6	1,348	550	2,451
	7	1,348	542	2,488
	8	1,282	531	2,415
	9	1,304	554	2,354
	10	1,348	551	2,447
	11	1,328	559	2,376
	12	1,356	553	2,453
소계		16,093	-	29,331
월 최대		1,443(3월)	560(3, 4월)	2,577(3월)
월 최소		1,222(2월)	531(8월)	2,293(2월)
2015	1	1,549	613	2,527
	2	1,426	608	2,346
	3	1,685	634	2,658
	4	1,638	634	2,584
	5	1,618	626	2,585
	6	1,574	624	2,523
	7	1,574	617	2,552
	8	1,497	605	2,475
	9	1,522	629	2,420
	10	1,574	625	2,519
	11	1,550	633	2,449
	12	1,583	627	2,525
소계		18,790	-	30,163
월 최대		1,685(3월)	634(3, 4월)	2,658(3월)
월 최소		1,426(2월)	605(8월)	2,346(2월)
2020	1	1,885	706	2,670
	2	1,736	701	2,477
	3	2,051	727	2,822
	4	1,993	727	2,742
	5	1,969	720	2,735
	6	1,915	717	2,671
	7	1,915	710	2,698
	8	1,822	699	2,607
	9	1,852	722	2,566

2020	10	1,915	718	2,668
	11	1,887	726	2,600
	12	1,927	720	2,677
2020	1	1,885	706	2,670
	2	1,736	701	2,477
	3	2,051	727	2,822
	4	1,993	727	2,742
	5	1,969	720	2,735
	6	1,915	717	2,671
	7	1,915	710	2,698
	8	1,822	699	2,607
	9	1,852	722	2,566
	10	1,915	718	2,668
	11	1,887	726	2,600
	12	1,927	720	2,677
소계	0	-	0	
월 최대	2,051(3월)	727(3, 4월)	2,822(3월)	
월 최소	1,736(2월)	699(8월)	2,477(2월)	

Table 7 ARIMA model parameters(Gwangyang)

		Estimate	SE	t	Sig.
AR	Lag 1	-0.745	0.367	-2.030	0.046
Difference		1			
MA	Lag 1	-0.619	0.432	-1.433	0.156
AR, Seasonal	Lag 1	-0.411	0.119	-3.468	0.001
Seasonal Difference		1			

이와 같이 계절형 모형으로 구한 2011년, 2015년, 2020년에 대한 각각 컨테이너선박의 광양항 입·출항 교통량은 18,263척, 26,617척, 35,619척으로 나타났다. 2020년의 물동량이 2006년에 비해 6.8배 증가하면서 교통량은 최대 약 2,9000척이나 많아져 5.3배 증가하는 것으로 나타났다. 여기에서 2020년의 부산항에 대한 값과 비교해 보면 광양항의 물동량이 적음에도 불구하고 교통량이 더 큰 것은 척당 물동량이 상대적으로 적은 추세를 보이기 때문이다.

Table 8 The estimation on the container ship traffic (Gwangyang)

연도	월	월별 물동량 (천TEU)	척당 물동량 (TEU)	입·출항 교통량(척)
2011	1	448	276	1,623
	2	390	272	1,434
	3	449	291	1,543
	4	422	283	1,491
	5	437	287	1,523
	6	435	289	1,505
	7	451	287	1,571
	8	451	299	1,508
	9	443	294	1,507
	10	465	293	1,587
	11	423	294	1,439
	12	426	278	1,532
소계		5,240	-	18,263
월 최대		465(10월)	299(8월)	1,623(1월)
월 최소		390(2월)	272(2월)	1,434(2월)
2015	1	702	298	2,356
	2	613	294	2,085

2015	3	705	313	2,252	
	4	663	305	2,174	
	5	686	309	2,220	
	6	683	311	2,196	
	7	709	310	2,287	
	8	709	321	2,209	
	9	695	316	2,199	
	10	731	315	2,321	
	11	663	317	2,091	
	12	668	300	2,227	
	소계		8,227	-	32,601
	월 최대		731(10월)	321(8월)	2,356(1월)
월 최소		613(2월)	294(2월)	2,085(2월)	
2020	1	1,025	326	3,144	
	2	894	322	2,776	
	3	1,029	341	3,018	
	4	967	333	2,904	
	5	1,001	337	2,970	
	6	996	339	2,938	
	7	1,034	337	3,068	
	8	1,034	349	2,963	
	9	1,014	344	2,948	
	10	1,067	343	3,111	
	11	968	345	2,806	
	12	975	328	2,973	
소계		0	-	0	
월 최대		1,067(10월)	349(8월)	3,144(1월)	
월 최소		894(2월)	322(2월)	2,776(2월)	

3) 인천항

인천항의 척당 물동량에 대한 시계열 모형을 동일한 방법으로 수행한 결과 상수항이 없는 ARIMA(1,1,0)(1,0,1)₁₂모형이 설정되었다. Ljung-box의 Q통계량은 모든 시차에서 유의수준 0.05보다 높았으며, 표준화된 BIC는 6.986이었다. 모형의 도수에 대한 추정값은 Table 9와 같다. 광양항의 모형과 유사하게 계절 MA모형계수의 유의확률이 0.05보다 크지만 MA(1)모형이 단순하고 추정된 t의 절댓값이 2와 크게 차이가 나지 않으므로 모형에서 제외시키지 않았다.

이와 같은 계절형 모형으로 구한 2011년, 2015년, 2020년의 각각 컨테이너선박의 인천항 입·출항 교통량은 6,275척, 7,275척, 9,096척으로 나타났다. 이는 2006년 대비 2020년의 물동량은 대략 3.9배 증가하고 교통량은 2.7배가 증가하는 것으로 나타났다. 월별로 보면 10월에 가장 많은 교통량이 보였으며, 2월에는 다른 항만과 마찬가지로 가장 낮은 교통량을 나타냈다.

Table 9 ARIMA model parameters(Incheon)

		Estimate	SE	t	Sig.
AR	Lag 1	-0.427	0.100	-4.284	0.000
Difference		1			
AR, Seasonal	Lag 1	0.997	0.054	18.532	0.000
MA, Seasonal	Lag 1	0.924	0.600	1.539	0.128

3.3 계절지수

계절지수(seasonal indexes)는 계절에 따른 변동을 나타내는 지수로서 계절효과를 측정한다. 본 연구에서 항만 물동량에 대한 계절지수는 모든 연도의 동일한 월에 대한 이동평균 비율의 조정된 평균이다. 이로써 각 연도의 동일한 월에 대한 동일한 지수를 갖게 된다.

항만별 물동량에 계절지수를 수행한 결과 부산항은 3월에 월 평균보다 약 7.6% 이상을 보였으며, 8월에는 약 4.4% 이하로 나타났다. 광양항은 3월과 4월에 월 평균보다 약 3.4% 이상을 보였고, 2월에는 약 11.6% 이하를 나타냈다. 인천항의 경우에는 10월에 월 평균보다 약 13.9% 이상을 보였으며, 2월에는 약 21.8% 이하를 나타내어 상대적으로 물동량의 계절적 편차가 크게 나타났다. 이와 같은 항별 물동량 계절지수를 장래 예측된 연간 물동량에 적용한 물동량은 Table 6, Table 8, Table 11의 월별 물동량과 같다.

Table 10 The seasonal index on volume per port

월	항만	부산항	광양항	인천항
1		0.989	1.025	0.919
2		0.911	0.894	0.782
3		1.076	1.028	1.045
4		1.046	0.967	1.025
5		1.033	1.001	1.029
6		1.005	0.996	0.983
7		1.005	1.034	0.977
8		0.956	1.034	0.994
9		0.972	1.014	1.010
10		1.005	1.066	1.139
11		0.990	0.968	1.063
12		1.011	0.975	1.033

주) Model: Multiplicative
Span equal to the periodicity and all points weighed equally

Table 11 The estimation on the container ship traffic(Incheon)

연도	월	월별 물동량 (천TEU)	적당 물동량 (TEU)	입·출항 교통량(척)
2011	1	234	455	514
	2	199	441	451
	3	266	480	554
	4	261	501	521
	5	262	500	524
	6	250	494	506
	7	249	475	524
	8	253	478	529
	9	257	501	513
	10	290	506	573
	11	271	510	531
	12	263	492	535
소계		3,055	-	6,275
월 최대		290(10월)	510(11월)	573(10월)
월 최소		199(2월)	441(2월)	451(2월)

2015	1	297	501	593
	2	252	487	517
	3	337	525	642
	4	331	546	606
	5	332	545	609
	6	317	539	588
	7	315	520	606
	8	321	524	613
	9	326	546	597
	10	367	551	666
	11	343	555	618
	12	333	537	620
소계		4,937	-	8,362
월 최대		367(10월)	555(11월)	666(10월)
월 최소		252(2월)	487(2월)	517(2월)
2020	1	409	557	734
	2	348	543	641
	3	466	581	802
	4	457	601	760
	5	458	600	763
	6	438	594	737
	7	435	576	755
	8	443	580	764
	9	450	602	748
	10	508	606	838
	11	474	610	777
	12	460	592	777
소계		0	-	0
월 최대		508(10월)	610(11월)	838(10월)
월 최소		348(2월)	543(2월)	641(2월)

4. 결론

본 연구에서는 부산항, 광양항, 인천항의 기존 컨테이너 물동량 예측자료를 근거로 각 항만에 대한 컨테이너선의 입·출항 교통량에 대한 정량적인 분석을 수행하였다.

제2차 전국항만 기본계획 수정계획에서 2020년의 컨테이너 물동량은 항만별 2006년 대비 약 1.9~6.8배 까지 나타났다. 특히 광양항의 경우에 물동량의 증가율이 가장 높았다. 이에 대한 컨테이너선박당 물동량은 2000년부터 2006년까지 부산항 5.2%, 광양항 9.3%로 나타났다. 인천항의 경우에는 적당 물동량이 감소하다가 2005년 이후 증가하는 경향을 보였다. 컨테이너선박 교통량을 보면 전체적으로 증가하는 경향을 보였다. 그러나 부산항과 인천항의 경우에는 2004년 이후로 그 변화가 적었고, 광양항만 전제적으로 지속적인 교통량증가를 보였다. 이와 같이 물동량의 지속적인 증가에도 불구하고 2004년 이후의 입항 또는 출항하는 컨테이너선박의 교통량이 담보현상이나 소폭증가만을 보이는 것은 적당 물동량의 증가로 인한 결과로 판단되었다.

항만별 컨테이너선박의 교통량을 예측하기 위하여 적당 물동량에 대한 시계열 모형을 작성하였다. 최종적으로 세 항만 모두에 대해서 상수항이 없는 계절형 ARIMA모형이 결정되었다. 설정된 모형은 부산항, 광양항, 인천항에 대해 각각 ARIMA(1,1,0)(0,1,1)₁₂, ARIMA(1,1,1)(1,1,0)₁₂, ARIMA(1,1,0)(1,0,1)₁₂이었다. 또한 항만별 계절지수를 통해 월별 물동량을

보면 부산항이나 광양항에 비해 인천항의 물동량 편차가 상대적으로 크게 나타났으며 특히 2월에는 월평균보다 21.8% 이하를 보였다.

구축된 척당 물동량의 시계열 모형을 통해 2011년, 2015년, 2020년 각 항만의 입·출항 교통량은 다음과 같다. 부산항은 각각 29,331척, 30,163척, 31,933척이며, 광양항은 18,263척, 26,617척, 35,619척으로 나타났다. 그리고 인천항은 6,275척, 7,275척, 9,096척으로 나타났다. 이는 예측 물동량에 따른 구축된 시계열 모형의 척당 물동량 추세를 대비한 결과이다.

본 연구는 정량적인 관점에서 분석이 이루어졌으므로 이를 보완하고 설명력을 높이기 위하여 정성적인 분석이 필요하다. 또한 분석에 사용된 장래 물동량예측에 대한 검증과 기존 연구와의 연구방법론에 대한 비교가 필요하다. 향후 연구과제로서는 해상교통공학적 관점에서 등급별 교통구성비에 따른 교통혼잡도가 다르므로 컨테이너선박의 크기별 분포를 추정하여 분석하는 것이 필요하다.

후 기

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

참 고 문 헌

- [1] 구자윤(1997), “협수로의 교통량에 따른 혼잡도 평가에 관하여”, 한국항해학회지, 제21권 제2호, pp. 19~40.
- [2] 구자윤, 여기태(2000), “감만부두 확장구역 개장과 기타 항만개발이 장래 부산 북항에 미치는 해상교통 혼잡도 평가에 관하여”, 한국항만학회지, 제14권 제1호, pp. 27~35.
- [3] 김연형(2001), “시계열 예측”, 형설출판사.
- [4] 여기태, 이홍길, 석상문, 이철영(1998), “부산항 해상교통 혼잡도 평가에 관한 연구”, 한국항만학회지, 제12권 제2호, pp. 1~17.
- [5] 이덕기(1999), “예측방법의 이해”, SPSS아카데미.
- [6] 정동빈, 원태연(2001), “SPSS를 활용한 시계열 자료와 단순화 분석”, SPSS아카데미.
- [7] 해양수산부(2006), “제2차(2006~2011) 전국항만 기본계획 수정계획”, 해양수산부.

원고접수일 : 2007년 4월 3일

원고채택일 : 2007년 6월 25일