

인천항의 장래 교통량 추정 및 조류신호의 정보가치 분석

김정훈* · † 국승기** · 김세원***

* 한국해양대학교 해사산업연구소 전임연구원, ** 한국해양대학교 교수, *** 한국해양대학교 교수

Estimation on the Future Traffic Volumes and Analysis on Information Value of Tidal Current Signal in Incheon

† Jung-Hoon Kim* · Seung-Gi Gug** · Se-Won Kim***

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

** Division of Maritime Police Science, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

*** Division of Navigation System Engineering, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

요 약 : 본 논문에서는 인천항의 장래 입·출항 교통량을 추정하고, 인천 조류신호소에서 제공하는 조류정보의 가치를 분석하였다. 전국항만 기본계획에 따르면 인천항의 2020년 물동량은 2005년 대비 약 2배로 증가한다. 이에 따라 해상 교통량도 크게 증가할 것이다. 또한 인천항을 통항하는 선박의 조류영향으로 인한 해양사고를 방지하기 위하여 해양수산부는 조류신호소를 운영하고 있다. 그러나 이의 가치에 대한 분석이 없어 그 효과가 정량적으로 알려진 것이 없다. 따라서 본 연구에서는 인천 조류신호소의 정보에 대한 가치를 조건부 가치측정법(CVM)으로 산출하고, 장래 교통량을 고려한 정보가치를 분석하였다. 이로써 조류정보를 직접 이용하는 교통량을 고려한 연간 정보가치는 2006년부터 2020년까지 대략 1.7~2.8억원이 되는 것으로 추산되었다.

핵심용어 : 조류정보가치, 척당 물동량, ARIMA모형, 지수평활모형, 계절지수, 조건부 가치측정법

Abstract : This paper estimated the future traffic volume incoming and outgoing in Incheon port, and analyzed the value of information serviced by tidal current signal operation center in Incheon. The cargo traffic in 2020 will increase twice as much as in 2005 according to the national ports basis plan. The maritime traffic will increase greatly consequently. Also, MOMAF has operated tidal current signal operation center to prevent marine accidents caused by current influence on vessels navigating through Incheon. However the quantitative effect is not known because there is no analysis about its value. Therefore the value of information serviced by tidal current signal operation center in Incheon was calculated with contingent valuation method(CVM), and the information value was analyzed considering future traffic in this study. Thus, the annual information value was calculated at about 170~280 million won, considered traffic volume using the information of tidal current directly in 2020 since 2006.

Key words : Information value of tidal current, Volume per ship, ARIMA model, Exponential smoothing model, Seasonal index, Contingent valuation method(CVM)

1. 서 론

해양수산부에서는 인천항을 비롯한 주요 무역항에 대한 항만기본계획을 수립하여 다양한 사업을 추진 중에 있다. 이러한 기본계획에서는 각 항만에 대한 2011년, 2015년, 그리고 2020년의 물동량을 전망하여 제시하고 있다. 인천항은 수도권 중추항만으로서 우리나라 최대의 원자재 수입항이며, 산업 지원항의 역할을 담당하고 있다. 제2차 전국항만 기본계획 수정계획에 따르면 인천항의 2020년 물동량은 2005년 대비 약 2배로 증가한다.(해, 2006) 이에 따라 해상 교통량도 증가할 것으로 예상된다.

만일 인천항의 항만물동량이 증가하는 추세에서 장래에 발

생될 선박의 교통량을 예측한다면 해상교통안전시설, 항만시설 등의 계획과 운영관리를 사전에 수립할 수 있다. 해상교통 공학적 측면에서 볼 때도 장기적인 선박의 입·출항 척수를 추정하면 이를 근거로 해상교통수요를 원활하게 처리할 방안을 구체적으로 준비할 수 있다.

인천항 주변해역은 강한 조류로 인해 해양사고가 자주 발생한다. 이에 해양수산부는 조류영향으로 발생하는, 이 해역을 통항하는 선박의 해양사고를 방지하기 위하여 조류신호소를 운영하고 있다. 그러나 이와 같이 인천 조류신호소가 제공하는 정보에 대한 가치분석이 없어 그 효과가 정량적으로 알려진 것이 없다.

따라서 본 연구에서는 전국항만 기본계획에서 제시된 인천

* 대표저자 : 김정훈(정회원), jf1999@empal.com, 051) 410-4835

† 교신저자 : 국승기(중신회원), cooksg@hhu.ac.kr, 051)410-4227

*** 중신회원, swkim@hhu.ac.kr, 051)410-4278

항의 항만물동량에 대한 예측자료를 토대로 인천항의 장래 입·출항 교통량을 추정하였다. 항만물동량을 화물의 특성에 따라 크게 컨테이너, 유류, 일반화물 3가지로 구분하고, 시계열 모형을 통해 구한 해당 선박의 적당 물동량을 대비시켜 장래 교통량을 추정하였다.

또한 인천 조류신호소에서 제공하는 정보의 가치를 분석하였다. 여기에서의 정보가치는 항해자의 심리적 부담 경감효과에 국한하여 조건부 가치추정법(CVM)으로 분석되었다. 그리고 조류신호소의 정보를 직접적으로 사용하는 장래 해당 교통량을 고려하여 정보가치를 산출하였다.

2. 인천항 및 조류신호소 현황

2.1 물동량

인천항은 갑문시설을 중심으로 갑문내의 내항과 갑문 밖의 외항으로 구분되며, 외항은 위치와 기능에 따라 남항, 북항, 연안항으로 세분화된다. 또한 추가적으로 인천신항이 개발되고 있다. 2006년 말 현재 총 83개의 선석을 운영하고 있으며, 2011년까지 컨테이너 9개 선석을 포함한 41개의 선석을 추가적으로 개발할 예정이다. 이와 같은 시설을 통해 처리되었거나 처리될 물동량에 대해서 컨테이너, 유류, 일반화물로 분류하여 보면 Table 1과 같다. 인천항의 전체 물동량은 꾸준히 증가하다가 2004년에 주춤한 이후로 다시 증가하는 것으로 나타났다. 2020년의 물동량은 247,289천RT로 전망되어 2006년 대비 2배가량 증가할 것으로 보인다.

컨테이너의 경우 남항, 내항, 연안항에서 처리되고 있으며 이 중에서 남항은 컨테이너 전용 3개 선석을 운영하고 있다. 또한 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 각각 처리할 것으로 예측되었다. 이는 2006년 대비 각각 약 2.2, 2.7, 3.7배의 물동량이다.

유류의 경우에는 북항, 남항, 인천신항에서 돌핀식 부두를 통해 처리되고 있다. 여기에서 유류는 원유, 석유, 석유정제품, 석유가스 및 기타 가스류를 말한다. 유류 물동량은 2002년에 감소되었으나 2003년 이후 연평균 6.4%의 상승률을 보였다. 전망된 유류 물동량은 2011년 46,866천RT, 2015년 49,879천RT, 2020년 53,302천RT로써 2006년 대비 각각 약 5.0%, 11.7%, 19.4%로 증가하는 것으로 나타났다.

일반화물은 컨테이너, 유류를 제외한 모든 화물을 말하며, 이의 물동량은 2002년 최대 81,043천RT에서 2004년 연안의 모래품목이 19,210천RT 가량 감소하여 60,116천RT를 보인 후 현재까지 담보상태에 있다. 그러나 해양수산부의 물동량 예측 자료에 의하면 2011년 94,608천RT, 2015년 102,768천RT, 그리고 2020년 111,509천RT로 2006년 대비 각각 약 50.8%, 63.8%, 77.7%로 크게 증가하는 것으로 전망되었다.

2.2 물동량의 계절지수

계절별 물동량의 변동을 나타내는 계절지수를 보면 Table 2와 같다. 여기에서 계절지수는 모든 연도의 동일한 월에 대한 이동평균 비율의 조정된 평균이며, 각 연도의 동일한 월에 대한 동일한 지수를 갖는다.

Table 1 The present state and estimation of cargo volume (unit: 1,000RT)

연도	구분	전체	컨테이너	유류	일반화물
2000		120,398	7,570	39,895	72,933
2001		120,685	8,385	37,428	74,872
2002		125,856	10,867	33,946	81,043
2003		127,071	11,850	34,960	80,261
2004		113,654	14,356	39,182	60,116
2005		123,454	18,188	41,754	63,512
2006		129,567	22,167	44,642	62,758
2011		189,215	47,741 (3,055)*	46,866	94,608
2015		212,672	60,025 (3,871)	49,879	102,768
2020		247,289	82,478 (5,346)	53,302	111,509

주 * () 단위: 1,000TEU

자료: 1. SP-IDC(해운항만 물류정보센터)

2. 제2차 전국항만 기본계획 수정계획(2006-2011)

화물종류별 물동량에 대해서 계절지수를 산출한 결과를 보면 컨테이너의 경우 10월에 월 평균보다 약 13.9% 이상을 보였다. 반면 2월에는 월 평균보다 약 21.8% 이하를 보여 모든 월편차 중에서 가장 큰 월편차를 나타냈다. 유류는 겨울인 12월부터 2월까지 월 평균보다 각각 약 14.9%, 21.6%, 19.3% 이상을 보였다. 반면 여름인 6월부터 8월까지는 평균보다 약 15.5~17.9% 이하로 나타나 사계절의 영향이 화물종류 중에서 가장 뚜렷하게 나타나는 것으로 판단되었다. 일반화물의 경우에는 1월에 월 평균보다 약 6.8% 이상을 보였으며, 10월과 11월에는 약 5.3% 이하를 나타내어 상대적으로 다른 화물종류에 비하여 물동량의 계절적 편차가 전체적으로 작게 나타났다.

Table 2 The seasonal index on cargo volume by cargoes

월	종류	컨테이너	유류	일반화물
1		0.919	1.216	1.068
2		0.782	1.193	1.019
3		1.045	1.100	1.013
4		1.025	0.963	1.012
5		1.029	0.931	0.993
6		0.983	0.842	1.035
7		0.977	0.845	0.995
8		0.994	0.821	1.020
9		1.010	0.927	0.975
10		1.139	0.972	0.947
11		1.063	1.042	0.947
12		1.033	1.149	0.976

주) Model : Multiplicative

Span equal to the periodicity and all points weighed equally

2.3 척당 물동량

각 화물종류별 선박의 척당 물동량은 일정수준을 기준으로 간헐적인 경향을 보였으나 전체적으로 증가하였다. 3개의 화물종류 중에서 유류선의 척당 물동량이 가장 높았고, 일반화물선의 경우에는 가장 적은 추세를 보였다.

컨테이너선의 연평균 척당 물동량은 2000년에 339TEU이었으나 2004년에 273TEU으로 낮아졌다가 다시 증가하는 추세를 보였다. 유류선의 경우에는 2000년 6,565RT에서 점차 감소하여 2003년에 5,187RT까지 낮아졌으나, 이후에 연평균 약 5.5%의 증가를 나타냈다. 일반화물선의 연평균 척당 물동량은 2000년 2,071RT에서 2006년 2,134RT로 소폭의 변동과 함께 약간 증가하였다.

이와 같이 입항 또는 출항하는 선박의 척당 물동량은 향후에도 그 증가율은 작지만 계속적으로 증가할 것으로 예상된다.

Table 3 Annual average volume per cargo ship

(unit: TEU/vessel, RT/vessel)

연도 \ 종류	컨테이너	유류	일반화물
2000	4,198(339)*	6,565	2,071
2001	4,726(374)	6,256	1,963
2002	4,639(329)	5,893	2,057
2003	4,431(309)	5,187	2,055
2004	4,195(273)	6,214	2,126
2005	5,397(341)	6,467	2,127
2006	6,501(403)	6,943	2,134

주 * () 단위: TEU
자료: SP-IDC(해운항만 물류정보센터)

2.4 교통량

인천항의 입·출항 교통량은 2000년부터 2003년까지 44,944척에서 50,862척으로 연평균 4.0%의 증가를 보였다. 그러나 2004년에는 일반화물선이 지난해보다 약 10,000척 이상이 적은 28,346척으로 감소되어 총 교통량이 20.5%가 감소한 40,416척이었다. 이후 42,000척 내외를 보이며 교통량이 담보상태를 보였다.

컨테이너선의 교통량은 2002년과 2004년에 약 30%의 큰 증가율을 보였으며, 그 이후 크게 변하지 않았으나 전반적으로 보면 증가하는 양상을 보였다. 이는 인천항에 대한 컨테이너 항만시설의 확충 및 다양한 항로의 개설 그리고 대중국교역의 중심항 역할을 수행한 결과로 보인다.(정, 2006) 유류선의 경우에는 2003년에 최대 교통량을 보였고, 2005년 이후로는 약 6,400척 정도를 유지하는 것으로 나타났다. 일반화물선은 2002년과 2003년에 39,000척 이상의 교통량을 보였으나 2004년에 전년 대비 27.5%나 급격히 감소하여 이후로 약 29,000척 내외

를 나타냈다.

비록 현재의 인천항 교통량은 뚜렷한 증가추세를 보이지 않으나 장래 교통량은 증가할 것으로 예상된다. 이는 장래 물동량이 크게 증가하는 것으로 전망되기 때문이다.

2.5 인천 조류신호소

Table 4 The traffic volume incoming and outgoing

(unit: vessels)

구분 \ 연도	전체 선박	컨테이너선	유류선	일반화물선	여객선*
2000	44,944	1,803	6,088	35,821	1,232
2001	47,691	1,775	5,989	38,479	1,448
2002	49,520	2,341	5,710	39,467	2,002
2003	50,862	2,672	6,740	39,103	2,347
2004	40,416	3,421	6,276	28,346	2,373
2005	42,463	3,352	6,448	29,987	2,676
2006	41,905	3,418	6,400	29,475	2,612

주 * 대부분 국제 여객선(외국선)
자료: SP-IDC(해운항만 물류정보센터)

인천해역은 항로 주변에 많은 섬들이 산재하고 천수역이 많은 지형적 특징으로 인해 좌초 및 전복사고가 자주 발생하는 편이다. 특히 조차가 크고(8m), 최강유속 약 4kn의 강조류로 인해 선체가 압류됨으로써 해양사고가 자주 발생한다. 이와 같은 해양사고를 방지하기 위하여 해양수산부에서는 조류신호소를 2005년에 준공하여 운영하고 있다. 이를 통하여 통항 선박의 항해자에게 조석과 조류에 대한 정보를 실시간 제공함으로써 해양사고를 감소시키는 효과를 기대하고 있다.

조류정보는 해저에 매설되어 있는 조류센서를 통해 관측되어 조류전광판, ARS, 인터넷으로 실시간 제공되고 있다. 그러나 이 중에서 항해자는 대부분 갑문입구와 부도에 설치된 조류전광판의 시각적인 매체를 통한 조류정보를 이용하고 있다. 갑문입구에서는 내항과 복항을 출·입항하는 선박에게 그리고 부도에서는 동수도를 따라 입항하는 선박에게 실시간 조류정보를 제공하고 있다.

3. 장래 교통량 추정

3.1 연구방법

본 연구에서는 우선 척당 물동량에 대한 시계열 모형을 작성하였다. 이러한 모형으로 산출된 척당 물동량을 해양수산부에서 전망한 장래 물동량에 대비하여 최종적으로 인천항에 대한 선박의 입·출항 교통량을 추정하였다. 그러나 여객선은 본 연구에서 제외되었다.

교통량 추정모형을 구축하기 위해 시계열 내의 시간에 따른 의존정도를 이용하여 시간이 경과함에 따라 시계열이 전개되는

유형을 체계적으로 분석·예측하는 일변량 시계열분석을 사용하였다. 본 연구에서는 통계프로그램인 영문 SPSS 15.0을 사용하여 지수평활모형(exponential smoothing model)과 ARIMA모형을 고려하였다.

우선 SPSS에서 제시하는 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.

3.2 장래 적당 물동량

1) 컨테이너선박

인천항을 입·출항하는 컨테이너선의 적당 물동량에 대한 시계열 모형에서는 상수항이 없는 계절형 ARIMA모형이 최적 모형으로 설정되었다. 시행착오를 통해 반복적으로 수행하여 최종적으로 설정된 모형의 각종 통계량과 예측결과를 설명하면 다음과 같다.

첫째, 모형의 식별에서 변수변환 여부의 검정, 계절형 여부의 구별 및 자기상관도표, 부분자기상관도표를 통한 차수의 잠정적인 결정 등을 통하여 상수항이 없는 ARIMA(1,1,0)(1,0,1)₁₂모형을 설정할 수 있었다. 모형의 모수에 대한 추정값은 Table 5와 같다. 계절 MA모형계수의 유의확률이 0.05보다 크지만 MA(1)모형이 단순하고 추정된 t의 절대값이 2와 크게 차이가 나지 않으므로 모형에 포함시켰다.

둘째, 모형을 진단한 결과 Ljung-box의 Q통계량은 모든 시차에서 유의수준 0.05보다 높았으며, 정규화된 BIC는 6.986이었다.

이와 같은 모형으로 구한 2011년, 2015년, 2020년 컨테이너선에 대한 월 평균의 적당 물동량은 각각 486TEU, 531TEU, 587TEU로 나타났다. 이는 2006년 대비 2020년의 적당 물동량이 2.1배 증가한 것이다. 월별로 보면 11월에 가장 많은 적당 물동량을 보였으며, 2월에는 가장 낮은 적당 물동량을 나타냈다.

Table 5 ARIMA model parameters

구분		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

2) 유류선박

유류선의 적당 물동량에 대한 시계열 모형도 컨테이너선의 모형설정 과정과 동일하게 시행착오를 통해 반복적으로 수행하였다. 최종적으로 설정된 모형은 지수평활법의 일종인 단순 계절(simple seasonal) 모형이었다. 이 모형의 모수에 대한 추정값은 Table 6과 같다. 그리고 Ljung-box의 Q통계량이 모든 시차에서 유의수준 0.05보다 높았고, 정규화된 BIC는 13.054이었다.

이와 같은 모형으로 추정된 유류선의 적당 물동량은 추세가 없이 계절적인 변동만 존재하는 값을 보였다. 월 평균 적당 물동량은 6,742RT로 예측되었다. 월별로 보면 12월에 8,002RT로서 가장 많은 적당 물동량을 보였으며, 6월에는 가장 낮은 5,766RT의 적당 물동량을 나타냈다.

3) 일반 화물선박

일반 화물선의 적당 물동량에 대한 시계열 모형도 시행착오를 통해 반복적으로 수행하여 단순 계절(simple seasonal) 모형이 최종으로 설정되었다. 설정된 모형의 모수에 대한 추정값은 Table 6과 같다. 그리고 Ljung-box의 Q통계량이 모든 시차에서 유의수준 0.05보다 높았으며, 정규화된 BIC는 9.789이었다.

이와 같은 모형으로 추정된 유류선의 적당 물동량은 추세가 없이 계절적인 변동만이 존재하는 값을 보였다. 월 평균 적당 물동량은 2,127RT로 예측되었다. 월별로 보면 1월에 2,305RT로서 가장 많은 적당 물동량을 보였으며, 6월에는 가장 낮은 1,985RT의 적당 물동량을 나타냈다.

Table 6 Exponential Smoothing Model Parameters

구분		Estimate	SE	t	Sig.
유류선박	Alpha (Level)	0.400	0.088	4.564	0.000
	Delta (Season)	0.000	0.117	0.001	0.999
일반 화물선박	Alpha (Level)	0.300	0.073	4.109	0.000
	Delta (Season)	0.000	0.114	0.000	1.000

3.3 장래 월별 물동량

인천항을 입출항하는 선박종류별 월별 물동량은 물동량에 대한 계절지수와 장래 예측된 물동량의 월평균을 곱하여 산출하였다. 컨테이너선의 월별 평균 물동량은 2011년 255천TEU, 2015년 323천TEU, 2020년 446천TEU로 증가하는 것으로 나타났다. 월별로 보면 10월에 가장 많은 물동량이 예상되었으며, 반면 2월에는 물동량이 가장 적을 것으로 나타났다.

유류선의 경우 월별 평균 물동량은 2011년 3,906천RT, 2015년 4,157천RT, 그리고 2020년 4,442천TR로 증가하는 것으로 나타났다. 월별로 보면 1월에 가장 많은 물동량이 예상되었으며, 8월에는 물동량이 가장 적을 것으로 나타났다.

일반화물선은 월별 평균 물동량이 2011년, 2015년, 2020년 각각 7,884천RT, 8,564천RT, 9,292천TR로 증가하는 것으로 나타났다. 월별로 보면 유류와 동일한 1월에 가장 많은 물동

량이 예상되었으며, 반면 10월과 11월에는 물동량이 가장 적을 것으로 나타났다.

3.4 장래 입·출항 교통량

인천항을 입·출항하는 장래의 교통량은 다음과 같은 방법으로 추정하였다. 먼저 해양수산부에서 전망한 예측연도의 물동량에 계절지수를 적용하여 월별 물동량을 산출하였다. 이렇게 산출된 물동량을 해당 기간의 적당 물동량으로 나눠 최종적으로 장래 발생 예상되는 월별 교통량을 각각 추정하였다.

화물선을 중심으로 하는 인천항의 입·출항 교통량의 월평균을 보면 2011년, 2015년, 2020년 각각 4,809척, 5,249척, 5,785척으로 증가하는 것으로 나타났다. 또한 연간 전체 교통량은 각각 57,701척, 62,987척, 그리고 69,426척으로 증가할 것으로 예측되었다. 이로써 2020년대에는 인천항의 주항로를 통한 교통량이 연간 70,000척 이상이 될 것으로 판단되었다.

2011년, 2015년, 2020년에 컨테이너선의 인천항 입·출항 교통량은 각각 6,275척, 7,275척, 9,096척으로 나타났다. 2006년 대비 2020년의 컨테이너 물동량이 약 3.9배 증가함으로 인해 2020년의 컨테이너선 교통량은 2.7배 증가할 것으로 예측되었다. 월별로 보면 10월에 가장 많은 교통량이 보였으며, 2월에는 가장 낮은 교통량을 나타냈다.

유류선의 장래 입·출항 교통량은 2011년, 2015년, 2020년에 각각 6,943척, 7,389척, 7,899척으로 나타났다. 이는 2006년 대비 2020년의 유류 물동량이 약 19.34% 증가함에 따라 교통량이 23.4% 증가한 것이다. 월별로 보면 2월에 가장 많은 교통량이 보였으며, 반면에 8월에는 가장 낮은 교통량을 나타냈다.

일반화물선의 경우에는 2011년, 2015년, 2020년에 각각 44,483척, 48,323척, 52,431척으로 나타났다. 2006년 대비 2020년의 물동량이 약 77.7% 증가로 인해 일반화물선의 교통량은 77.9% 증가할 것으로 예측되었다. 월별로 보면 11월에 가장 많은 교통량이 보였으며, 2월에는 가장 낮은 교통량을 나타냈다.

Table 7 The estimation on volume per ship by cargoes (unit: TEU/vessel, RT/vessel)

연도	월	컨테이너선	유류선	일반화물선
2011	1	455	7,947	2,305
	2	441	7,763	2,216
	3	480	7,340	2,148
	4	501	6,391	2,161
	5	500	6,111	2,087
	6	494	5,766	2,190
	7	475	5,913	2,099
	8	478	5,788	2,184
	9	501	6,231	2,069
	10	506	6,595	2,013
	11	510	7,057	1,985
	12	492	8,002	2,072
	월 평균		486	6,742

2015	1	501	7,947	2,305
	2	487	7,763	2,216
	3	525	7,340	2,148
	4	546	6,391	2,161
	5	545	6,111	2,087
	6	539	5,766	2,190
	7	520	5,913	2,099
	8	524	5,788	2,184
	9	546	6,231	2,069
	10	551	6,595	2,013
	11	555	7,057	1,985
	12	537	8,002	2,072
월 평균		531	6,742	2,127
2020	1	557	7,947	2,305
	2	543	7,763	2,216
	3	581	7,340	2,148
	4	601	6,391	2,161
	5	600	6,111	2,087
	6	594	5,766	2,190
	7	576	5,913	2,099
	8	580	5,788	2,184
	9	602	6,231	2,069
	10	606	6,595	2,013
	11	610	7,057	1,985
	12	592	8,002	2,072
월 평균		587	6,742	2,127

Table 8 The estimation on cargo volume per month by cargo ships

(unit: 1,000TEU, 1,000RT)

연도	월	컨테이너선	유류선	일반화물선
2011	1	234	4,749	8,420
	2	199	4,659	8,034
	3	266	4,296	7,986
	4	261	3,760	7,979
	5	262	3,636	7,829
	6	250	3,288	8,160
	7	249	3,300	7,844
	8	253	3,206	8,042
	9	257	3,620	7,687
	10	290	3,796	7,466
	11	271	4,069	7,466
	12	263	4,487	7,695
	월 평균		255	3,906
소계		3,055	46,866	94,608
2015	1	297	5,054	9,146
	2	252	4,958	8,727

2015	3	337	4,572	8,675
	4	331	4,002	8,667
	5	332	3,869	8,504
	6	317	3,500	8,864
	7	315	3,512	8,521
	8	321	3,412	8,735
	9	326	3,853	8,350
	10	367	4,040	8,110
	11	343	4,331	8,110
	12	333	4,776	8,359
	월 평균	323	4,157	8,564
	소계	3,871	49,879	102,768
	2020	1	409	5,401
2		348	5,299	9,469
3		466	4,886	9,413
4		457	4,277	9,404
5		458	4,135	9,227
6		438	3,740	9,618
7		435	3,753	9,246
8		443	3,646	9,478
9		450	4,117	9,060
10		508	4,317	8,800
11		474	4,628	8,800
12		460	5,103	9,070
월 평균		446	4,442	9,292
소계	5,346	53,302	111,509	

2015	1	5,197	593	636	3,968
	2	5,094	517	639	3,938
	3	5,304	642	623	4,039
	4	5,243	606	626	4,011
	5	5,317	609	633	4,075
	6	5,242	588	607	4,047
	7	5,260	606	594	4,060
	8	5,202	613	589	4,000
	9	5,251	597	618	4,036
	10	5,308	666	613	4,029
	11	5,318	618	614	4,086
	12	5,251	620	597	4,034
	월 평균	5,249	606	616	4,027
소계	62,987	7,275	7,389	48,323	
2020	1	5,719	734	680	4,305
	2	5,597	641	683	4,273
	3	5,850	802	666	4,382
	4	5,781	760	669	4,352
	5	5,861	763	677	4,421
	6	5,778	737	649	4,392
	7	5,795	755	635	4,405
	8	5,734	764	630	4,340
	9	5,788	748	661	4,379
	10	5,865	838	655	4,372
	11	5,866	777	656	4,433
	12	5,792	777	638	4,377
	월 평균	5,785	758	658	4,369
소계	69,426	9,096	7,899	52,431	

4. 인천 조류신호소의 정보가치

Table 9 The estimation on traffic volume incoming and outgoing

(unit: vessels)

연도	월	전체	컨테이너선	유류선	일반화물선
2011	1	4,765	514	598	3,653
	2	4,676	451	600	3,625
	3	4,857	554	585	3,718
	4	4,801	521	588	3,692
	5	4,870	524	595	3,751
	6	4,802	506	570	3,726
	7	4,819	524	558	3,737
	8	4,765	529	554	3,682
	9	4,809	513	581	3,715
	10	4,858	573	576	3,709
	11	4,869	531	577	3,761
	12	4,810	535	561	3,714
	월 평균	4,809	523	579	3,707
소계	57,701	6,275	6,943	44,483	

4.1 연구방법

인천 조류신호소가 제공하는 정보의 정량적인 가치를 금액으로 환산하기 위해 조건부 가치추정법을 사용하였다. 조류신호소의 조류정보는 해양사고의 경감효과, 항해자의 심리적 부담경감효과 등 여러 가지가 있을 수 있다. 그러나 본 연구에서의 정보 가치는 항해자의 심리적 부담 경감효과만을 산출하였다.

조건부 가치추정법(CVM)은 1947년 Ciriacy-Wantrup이 처음 제시한 것으로써 공공재의 가치를 경제주체의 지불의사금액에 대한 직접적인 조사를 통해 공공재의 가치를 추론하는 방법이다.(신, 2003) 먼저 설문지를 작성하여 조류정보를 직접적으로 사용하는, 내항과 북항을 통항하는 항해자와 도선사에게 배포하여 회수하였다. 회수된 설문지를 토대로 갑문입구 및 부도에 설치된 조류전광판의 조류정보에 대한 지불의사비용(WTP: willingness to pay)을 구하고, 이를 연간 해당 교통량과 곱하여 인천 조류신호소의 정보가치를 금액으로 산출하였다.

4.2 조류정보 이용의 선박 교통량

인천 조류신호소가 제공하는 정보를 이용하는 선박은

갯문과 부도에 따라 차이가 있다. 갯문입구에서는 내항과 북항을 출·입항하는 선박이 해당하고, 부도에서는 동수도를 따라 입항하는 선박이 조류정보를 활용하고 있다.

Table 10 The users directly for the information of tidal current signal operation center
(unit: vessels/year)

구분	갯문입구			부도
	소계	내항	북항	
2000	11,541	8,497	추산안함	추산안함
2001	11,116	8,121		
2002	12,028	9,173		
2003	14,441	11,071		
2004	14,209	11,071		
2005	15,232	12,008		
2006	14,428	11,228	3,200	19,647
2011	20,972	11,000	9,972	29,428
2015	21,551	11,000	10,551	32,123
2020	22,230	11,000	11,230	35,407

자료 : SP-IDC(해운항만 물류정보센터)

1) 갯문입구

조류정보는 일정 규모 이상의 선박에게 유효한 정보가 되며, 내항의 경우에는 모든 선박에게 유효한 정보가 되는 것으로 판단하였다. 이에 따라 갯문입구에 설치된 조류전광판을 통해 실시간 조류정보를 직접적으로 이용하는 대상은 내항을 통항하는 모든 선박과 북항을 출·입항하는 1,000톤 이상의 선박으로 정하였다.

내항의 교통량 현황을 보면 2000년 8,497척에서 2003년 11,071척으로 증가한 이후 약 11,000여척을 유지하는 것으로 나타났다. 또한 내항은 그 시설의 특성상 신규 시설확충이 불가능하기 때문에 2003년 이후의 입·출항 교통량은 장래에도 계속 유지될 것으로 가정하여 연간 11,000척으로 설정하였다.

북항의 경우에는 2011년까지 총 17선석을 개발하여 원목, 철재, 사료용 부원료 등 산업 원자재화물을 처리할 계획이다. 현재는 인천정유, 대한항공 등의 6개 돌핀에서 유류, LPG 등을 취급하고 있다. 본 연구에서는 북항의 집안능력 등을 고려하여 인천항의 물동량 중에서 유류의 50%와 목재와 철재를 전량 처리하는 것으로 가정하여 이에 필요한 선박 교통량을 산출하였다. 따라서 북항의 장래 입·출항 교통량은 2006년 3,200척, 2011년 9,972척, 2015년 10,551척, 그리고 2020년에는 11,230척으로 산정되었다.

2) 부도 해역

부도해역의 동수도를 통해 입항하는 선박 중에서 조류정보는 일정 규모 이상의 선박에게 유효한 정보가 되는 것으로 판단하였다. 이에 따라 인천 동수도로 입항하는 1,000톤 이상의 선박이 조류정보에 대한 지불의사비용이 있는 것으로 전제하였다.

인천항을 입항하는 전체선박 중에서 1,000톤 이상의 선박에 대한 비율을 보면 2000년 35.0%에서 2006년 55.8%로 증가하고 있다. 본 연구에서는 2000년부터 2006년까지의 1,000톤 이

상 선박비율을 월별 자료에서 최근 자료의 비중을 크게 하는 지수함수적 가중치를 부여한 평균인 51.0%로 산정하였다. 이와 같은 선박비율을 입항선박척수에 곱하여 부도해역의 동수로 입항하는 선박척수를 산출하였다.

4.3 정보가치

갯문 및 부도 조류신호소의 조류정보에 대한 지불의사비용은 얻기 위하여 총 190부의 설문지를 배포하여 58부를 회수했다. 인천 조류신호소의 정보에 대한 지불의사비용의 평균은 갯문입구와 부도에 대해 각각 8,233원, 2,733원이었다. 갯문입구에서의 조류정보에 대해서 부도보다 평균 5,500원 더 높은 지불의사를 보였다. 이를 연간 해당 교통량과 곱하여 그 정보 가치를 금액으로 산출한 결과는 Table 11과 같다. 조류정보를 제공받음으로 인해 항해자의 심리적 부담경감효과에 대한 금액은 2006년에 약 1.7억원이었으며, 2020년에는 약 2.8억원이 되는 것으로 추산되었다.

Table 11 The value of information of tidal current signal operation center in Incheon
(unit: 1,000won)

구분	합 계	갯문입구	부 도
2006	172,481	118,786	53,695
2011	253,089	172,662	80,427
2015	265,221	177,429	87,792
2020	279,787	183,020	96,767

5. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 인천항의 장래 교통량과 조류신호소의 정보 가치를 분석하였다. 제2차 전국항만 기본계획 수정계획에서 제시된 인천항의 항만물동량에 대한 예측자료를 근거로 인천항의 장래 입·출항 교통량을 추정하였다. 항만물동량을 화물의 특성에 따라 크게 컨테이너, 유류, 일반화물 3가지로 구분하였다. 적정한 시계열 모형을 통해 구해진 선박의 척당 물동량을 대비시켜 장래 교통량을 추정하였다.

구축된 척당 물동량의 시계열 모형을 통해 2011년, 2015년, 2020년 각 화물종류별 입·출항 교통량은 다음과 같다. 컨테이너선은 각각 6,275척, 7,275척, 9,096척이며, 유류선은 6,943척, 7,389척, 그리고 7,899척으로 나타났다. 그리고 일반화물선의 경우에는 44,483척, 48,323척, 52,431척으로 나타났다.

인천항의 입·출항 화물선 전체 교통량에 대한 월 평균을 보면 2011년, 2015년, 그리고 2020년에 각각 4,809척, 5,249척, 5,785척으로 증가하는 것으로 나타났다. 또한 연간 전체 교통량은 각각 57,701척, 62,987척, 그리고 69,426척으로 증가할 것으로 예측되었다. 이로써 2020년대에는 인천항의 주항로를 통한 교통량이 연간 70,000척 이상이 될 것으로

판단되었다.

인천 조류신호소에서 제공하는 조류정보가 항해자의 심리적 부담을 경감시키는 효과에 대한 가치를 분석하였다. 조건부 가치추정법(CVM)으로 측정한 조류정보에 대한 지불의사비용의 평균은 갑문입구와 부도에 대해 각각 8,233원, 2,733원으로 나타났다. 조류정보를 직접적으로 이용하는 연간 교통량을 고려한 연간정보가치는 2006년부터 2020년까지 대략 1.7~2.8억원이 되는 것으로 추산되었다.

본 연구에서는 직접적인 화물수송관점에서 해상교통량을 추정하였기 때문에 여객선, 관공선, 어선 등의 비화물선 교통량은 제외되었다. 해상교통공학적 측면에서는 이들을 포함한 향후 교통량 증가에 대해서 종합적인 분석이 필요하다. 또한 조류신호소의 조류정보제공이 해양사고를 감소시키는 효과를 포함하는 조류신호소에 대한 전체적인 정보가치의 효과를 연구할 필요가 있다.

후 기

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

참 고 문 헌

- [1] 구자윤, 김석재, 장은규, 김세원(2004), “인천항 제2연륙교 적정 주경간 폭 결정에 관한 연구”, 한국항해항만학회지, 제28권 제10호, pp. 933~940.
- [2] 김연형(2001), “시계열 예측”, 형설출판사.
- [3] 신영철(2003), “환경자원의 조건부가치 측정”, 한국학술정보.
- [4] 정동빈, 원태연(2001), “SPSS를 활용한 시계열 자료와 단순화 분석”, SPSS아카데미.
- [5] 정태원, 최세경(2006), “인천항 컨테이너 화물 유치방안에 대한 연구”, 한국항해항만학회지, 제30권 제6호, pp. 471~481.
- [6] 해양수산부(2006), “제2차(2006~2011) 전국항만 기본계획 수정계획”, 해양수산부.
- [7] 해운항만정보센터, <http://www.spidc.go.kr>.

원고접수일 : 2007년 4월 6일

원고채택일 : 2007년 8월 22일