

시스템 다이내믹스를 이용한 인천항 배후단지가 인천항 컨테이너 물동량에 미치는 영향 분석

김영국* · 전준우** · † 여기태

*,** 인천대학교 동북아물류대학원, † 인천대학교 동북아물류대학원 교수

An Influence Analysis of Port Hinterlands on Container Cargo Volumes of Incheon Port Using System Dynamics

Young-Kuk Kim* · Jun-Woo Jeon** · † Gi-Tae Yeo

*,**,† Graduate school of Logistics, Incheon University, Incheon 406-772, Korea

요 약 : 본 연구는 시스템 다이내믹스법을 이용하여 인천항 배후단지가 인천항 컨테이너 물동량에 미치는 영향을 분석하는 것을 연구의 목적으로 하였다. 시뮬레이션을 위해 사용된 변수는 환율(달러), 경상수지, 자본수지, 일본 교역량, 중국 교역량, 수출 단가지수, 수입 단가지수, 인천항 교역액 등의 거시 경제지표이며, 추가로 인천 항만배후 단지가 인천항 물동량에 어떠한 영향을 주는지를 검증하기 위하여 현 인천항만 배후단지 입주기업의 매출액, 컨테이너물동량, 임대료, 종업원 수를 이용하여 민감도 분석을 시행하였다. 예측된 결과값의 정확도를 측정하기 위해 절대평균오차비율(MAPE) 검증을 실시하였으며, 10% 이내의 결과값을 얻어 매우 정확한 예측으로 판정되었다. 민감도 분석결과, 항만 배후단지 입주기업의 물동량이 인천항 컨테이너 물동량 증가에 가장 많이 기여하는 것으로 나타났으며, 임대료가 높을수록 물동량이 줄어드는 것으로 분석되었다.

핵심용어 : 인천항, 항만배후단지, 물동량, 시스템 다이내믹스, 민감도 분석, 인과관계

Abstract : This study is aimed to obtain the influence of port hinterlands on container cargo volumes of Incheon port using System Dynamics(SD). Also, macro economic index such as exchange rates(US dollar), balance of current account, capital balance, Japan trade, China trade, export unit value index, import unit value index, total turnover of Incheon port were used as the factors that influence container cargo volumes of Incheon port. Moreover micro index regarding port hinterlands' operating companies such as total sales, rental fee, number of employees were introduced in the simulation model. In order to measure accuracy of the simulation, this study implemented MAPE analysis. And after the implementation, the simulation was decided as a much more accurate model because MAPE value was calculated to be within 10%. This study respectively examined factors using the sensitivity analysis. As a result, in terms of the effects on cargo volume in Incheon Port, the factor named 'cargo volumes of port hinterlands' operating companies' is most significant. And increasing the rental fee of hinterland was resulted in decreasing the cargo volumes of Incheon port.

Key word : incheon port, port hinterland, cargo volumes, system dynamics, sensitivity analysis, causal relationship

1. 서 론

자유무역 협정(Free Trade Agreement), 포괄적 경제동반자 협정(Comprehensive Economic Partnership Agreement) 등으로 인한 세계화와 생산의 국제 분업, 판매유통의 세계화로 물류 경쟁력이 핵심 경쟁요소로 주목받고 있다. 특히, 전 세계 교역의 중요한 역할을 하는 항만과 항만 배후단지의 중요성은 점차 커지고 있다(Lee et al., 2013). 역할이 확대되고 있는 항만 배후단지는 유통, 보관, 정보, 하역 등의 기본적인

물류기능뿐만 아니라 생산, 국제교류, 도시 기능 등을 수행하는 장소로 개발되고 있다. 또한, 항만의 경쟁이 치열해지면서 항만 배후단지 개발은 국제물류의 경쟁력 확보와 항만의 경쟁력 강화를 위한 핵심요소로 급부상하고 있다(Jung et al., 2011).

이러한 이유로 유럽, 아시아 등 항만 물동량 유치 경쟁이 심화되고 있는 지역은 항만 배후단지 개발이 경쟁적 추진되고 있으며, 우리나라도 이러한 추세 대응과 물류 허브 구축을 위해 배후단지를 개발하고 있다(Park, 2011). 인천항의 경

† Corresponding author : 종신회원, ktyeo@incheon.ac.kr 032)835-8196

* 정회원, somangyi@hanmail.net 010)3911-1572

** 정회원, jwjeon0329@gmail.com 010)8918-0175

우 수도권의 관문 항이며 대중국 교역의 중심 항만으로서 충분한 배후지와 양호한 시장 연계성이 높아 항만물류의 중심지로서 역할과 가능성이 증대되고 있다(Ahn et al., 2010). 이에 따라 인천항만공사는 정부의 「제2차 항만 배후단지개발 종합계획」에 따라 기존 아암물류1단지, 북항 배후단지 조성 에 이어 목표연도인 2020까지 총 6,113m²를 배후단지로 조성 할 예정이다(Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, 2012). 하지만 이러한 항만배후지의 조성이 항만 물 동량변화에 어떠한 변화를 주었는지에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 요인 간 인과관계를 고려하 여 문제를 해결하는 시스템 다이내믹스 기법을 이용하여 인 천항 배후단지가 인천항 물동량에 미치는 영향을 분석하고자 한다.

본 연구는 제1장 서론, 제2장 시스템 다이내믹스와 항만 배후단지의 이론적 고찰, 제3장 시스템 다이내믹스의 기본적 인 설명과 시뮬레이션 결과 및 민감도 분석, 제4장 민감도 분 석을 토대로 결론 및 시사점을 제시하고자 한다.

2. 시스템 다이내믹스에 관한 고찰

2.1 시스템 다이내믹스에 대한 이론적 고찰

시스템 다이내믹스는 복잡한 사회문제와 관련된 문제들을 정량적이고 정성적인 시스템을 활용하여 분석하는 방법으로 기존 선행연구를 살펴보면 다음과 같다.

Chol et al.(2010)는 공간정보산업의 평가예측을 위해 시스 템 다이내믹스를 이용하여 평가모델을 만들었다. 시뮬레이션 결과, 단기적으로는 안정적인 성장세를 보였지만 장기적으로 는 그 성장세가 감소하여 국가차원의 지원과 민간차원의 시 장개편이 필요하다고 언급했다. Jung et al.(2011)는 시스템 다이내믹스를 이용하여 한국, 중국, 일본의 환적물동량 예측 모델을 구축하였다. Stock-Flow 다이어그램에 사용된 변수 는 항만의 수용 능력, 경제규모, 잠재적인 환경 등 거시경제 지표와 미시경제 지표가 사용되었다. 물동량 예측결과, 한국 은 중국 일본보다 환적물동량이 감소할 것으로 나타났다. 이 는 우리나라와 일본의 환적물동량이 중국으로 전이가 예측되 기 때문이라고 설명하고 있다. Park et al.(2012)는 인천항 양 곡 화물 물동량 예측을 위해 시스템 다이내믹스를 활용하였 다. 인구, 환율, GDP 등의 변수를 활용하여 모델을 구축했으 며, 분석결과, 인천항의 양곡 물동량은 점차 감소하는 것으로 나타났다. Lee et al.(2014)는 선원인력 수급예측과 활성화를 위해 시스템 다이내믹스를 활용하였다. Stock-Flow 다이어 그램에 사용된 변수는 선원 수, 취업, 이직, 임금 등을 사용하 였으며, 시뮬레이션 결과 선원인력은 계속 감소하는 것으로 분석되었다. 선원 확보를 위한 방안을 제시하기 위한 시나리 오 분석결과, 임금인상과 복지사업 금액을 증대할 경우, 선원 수가 증가하는 것으로 분석되었다. 또한, Oh et al.(2009)는

경주시에 방사성 폐기물처분장이 건립될 경우. 그 파급효과 와 영향에 대해 분석하였으며, Park et al.(2009)는 철새를 대 상으로 조류인플루엔자(AI)의 전파모델을 제시하였다.

2.2 항만 배후단지 대한 이론적 고찰

항만 배후단지는 시대에 흐름에 따라 역할이 변화되어왔 다. 과거 항만 배후단지는 화물이 화주에게 인도되기 전까지 의 단순 보관 장소로 인식되어왔지만, 현재 항만 배후단지는 화물의 보관뿐만 아니라 부가가치를 창출하는 중요한 장소로 인식이 전환되었다. 항만 배후단지의 중요성이 점점 커지면 서 이에 대한 연구도 많이 진행되고 있는데, Choi et al.(2005)는 우리나라가 동북아 물류의 허브로 발전하기 위해 서는 항만 배후단지의 개발과 활용이 이루어져야 한다고 강 조했다. 특히, 항만 배후단지를 단순 보관과 환적이 아닌 부 가가치를 창출할 수 있는 환적기능 중심으로 전환하여 항만 경쟁력을 갖추는 것이 필요하다고 주장하였다. 이를 통해 다 국적 기업 유치 및 배후단지 내 유통기지를 구축하여 산업연 관 효과와 고용증대를 기대할 수 있다고 주장했다. Park(2011)은 로테르담, 싱가포르항과 같이 부가 가치 창출 이 가능한 항만으로 발전하기 위해서는 우리나라도 항만 배 후단지를 장기적으로 개발하고 핵심 사업을 유치해야 한다고 주장하며, DEA 방법론을 이용하여 우리나라의 효율적인 항 만물류 배후단지를 제시했다. Lee et al.(2013)는 AHP 기법 을 이용하여 항만 배후단지 경쟁력 강화방안을 비교했다. 분 석결과, 우리나라의 각 항만 배후단지의 경쟁력 강화요인은 비슷했으며, 임대료, 항만 배후단지 물동량, 물류네트워크, 세 금감면, 조세혜택, 제한없는 FTZ, FFZ 지정 등이 항만 배후 단지 경쟁력 강화요인으로 분석되었다. Ha et al.(2009)는 영 일항 배후단지의 산업특성, 교역구조, 물동량 창출, 발전 잠 재력 등을 분석하여 항만 배후단지의 발전방향을 제시했다. 발전방향으로는 물동량 창출이 가능한 산업유치, 224만 7,000 m² 항만 배후단지의 활용방안 계획이 필요하다고 제시했으 며, 특히, 항만과 항만 배후단지를 연계할 수 있고, 물류비 절 감 효과가 있는 항만물류 클러스터 조성이 필요하다고 주장 했다. 또한, Jung et al.(2011)은 부산신항 배후단지 활성화를 위해 항만 배후단지 인프라시설의 조속한 완공, 항만배후단 지 정책추진의 단일화, 다국적 제조기업 유치를 통한 물동량 창출, 유치화물 다양화, FTZ(Free Trade Zone) 인센티브 강 화 및 세계지원 다각화, FTA를 활용한 전략 및 사후관리 시 스템 확보, FTA와 FEZ(Free Economic Zone)의 네트워크 강화, 지속적인 마케팅 활동을 통해 물류기업 유치를 제시했 다. 항만 배후단지와 관련된 기존연구들은 항만 배후단지의 경쟁력 향상, 활성화 방안 등의 연구가 주를 이루고 있다. 하 지만 항만 배후단지가 실질적으로 항만 물동량에 어떠한 영 향을 미치는지에 관한 연구는 부족하다. 이러한 측면에서 본 연구에서는 항만 배후단지 변수를 포함한 인천항 컨테이너 물동량 예측모델을 만들고, 배후단지 변수의 변화가 인천항

컨테이너 물동량에 어떠한 영향을 미치는지 분석하는 것을 연구 목적으로 하였다.

3. 실증분석

3.1 시스템 다이내믹스(System Dynamics)

1956년 Jay W. Forrester에 의해 처음 소개된 시스템 다이내믹스는 정량적이고 정성적인 시스템을 활용하여 복잡한 사회문제와 관련된 문제들을 정량적으로 분석하는 방법이다(Kwak, 2005). 시스템 다이내믹스는 특정 문제와 관련된 변수 값의 증감과 시간의 흐름에 따른 변화를 분석하여 문제를 해결하는 데 적용되고 있다(Forrester, 1961; 1969).

Sterman(2000)은 시스템 다이내믹스의 모델링 과정을 다음의 5단계로 설명하였다. ‘문제의 개념화’ 단계에서는 문제 인식과 목표를 세우고 ‘동적 관계 설정’ 단계에서는 시스템 관련 변수들을 선정하고 변수 간의 동적 관계를 설정한다. 이후 ‘시물레이션 모델구성’ 단계에서는 위의 단계를 바탕으로 Stock-Flow 다이어그램을 구축하고, ‘시험 및 검증’ 단계를 통해 Stock-Flow 다이어그램의 타당성을 검증한다. 마지막으로 문제를 해결하는 방안을 제시하는 ‘정책설정 및 평가’를 수행한다.

시스템 다이내믹스는 크게 인과지도와 Stock-Flow 다이어그램으로 구분된다. 인과지도(Causal Loop Diagram)는 시물레이션 전에 수행되는 과정으로서 강화 루프(Reinforcing Loop)와 균형 루프(Balancing Loop)로 구성된다(Oh et al., 2009). Stock-Flow 다이어그램은 특정 문제에 관련된 변수 간의 원인과 영향의 관계로 구성되며 변수는 크게 Level 변수와 Rate 변수로 구성된다. Level 변수는 시간의 흐름에 따라 변화되는 시물레이션 값이 저장되는 변수를 뜻하며, Rate 변수는 특정 변수들의 영향을 받아 변화하며 Level 변수에 영향을 주는 변수를 뜻한다. 이처럼 시간의 흐름에 따라 변하는 문제를 분석하는 시스템 다이내믹스 기본 정의는 다음과 같다.

$$Stock_t = Stock_{t-dt} + dt \times (Inflow_{t-dt} - Outflow_{t-dt}) \quad \text{식(1)}$$

3.2 인과지도

본 연구의 목적인 인천항 배후단지가 인천항 컨테이너 물동량에 미치는 영향을 분석하기 위하여 환율(달러), 경상수지, 자본수지, 일본 교역량, 중국 교역량, 수출 단가지수, 수입 단가지수, 인천항 교역액, 인구를 변수로 선정했다. 선정된 변수는 Ministry of Oceans and Fisheries.(2004), Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs.(2009),

Jeon(2007)의 연구에서 물동량 예측 시 사용한 변수를 참고하여 선정하였다. 또한, 배후단지 변수는 배후단지 물동량, 매출액, 종업원 수, 임대료를 선정했다. 선정된 변수는 Lee et al.(2013)의 연구에서 제시한 항만 배후단지 경쟁력 강화 방안 변수들을 참고하였다. 이에 따른 인과지도는 Fig. 1과 같다.

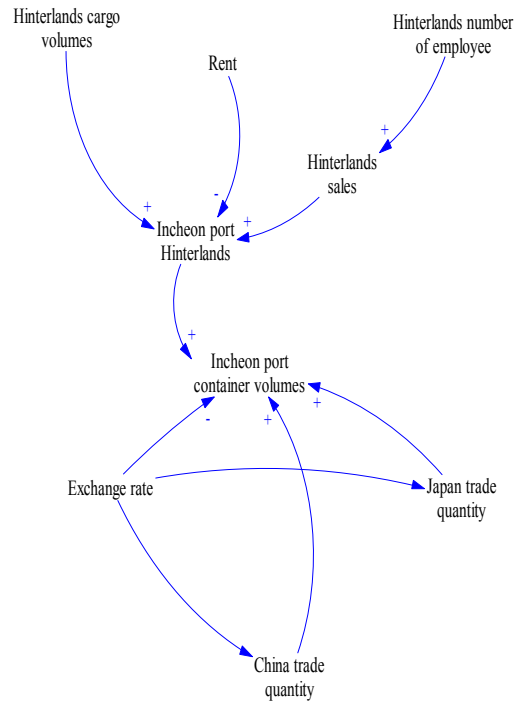


Fig. 1 Causal loop diagram for container volumes in Incheon port

인천항 컨테이너 물동량에 영향을 주는 요인은 환율, 중국 교역량, 일본 교역량, 수출단가지수, 수입단가 지수 등 거시 경제 지표 등이다. 중국 교역량, 일본교역량은 인천항 컨테이너 물동량을 증가시키는 강화 루프 관계를 가지고 있으며, 환율은 인천항 컨테이너 물동량을 감소시키는 균형루프 관계를 가지게 된다. 인천항 배후단지의 경우, 인천항 배후단지 물동량과 매출액이 인천항 배후단지 영향을 증가시키는 강화 루프 관계를 나타내며, 임대료는 인천항 배후단지 영향을 감소시키는 균형 루프 관계를 나타내게 된다.

3.3 Stock-Flow 다이어그램

인천항 배후단지가 인천항 물동량에 미치는 영향을 분석하기 위해 인천항 배후단지 변수인 물동량, 매출액, 임대료, 종업원 수와 거시경제지표인 환율, 중국, 교역량, 일본 교역

시스템 다이내믹스를 이용한 인천항 배후단지가 인천항 컨테이너 물동량에 미치는 영향 분석

량 등을 활용하여 물동량을 예측하고, 배후단지 변수들을 중심으로 시나리오 분석을 수행하여 인천항 컨테이너 물동량 변화를 분석하고자 한다. 이를 위해 구축된 Stock-Flow 다이어그램은 Fig.2, Fig.3과 같다.

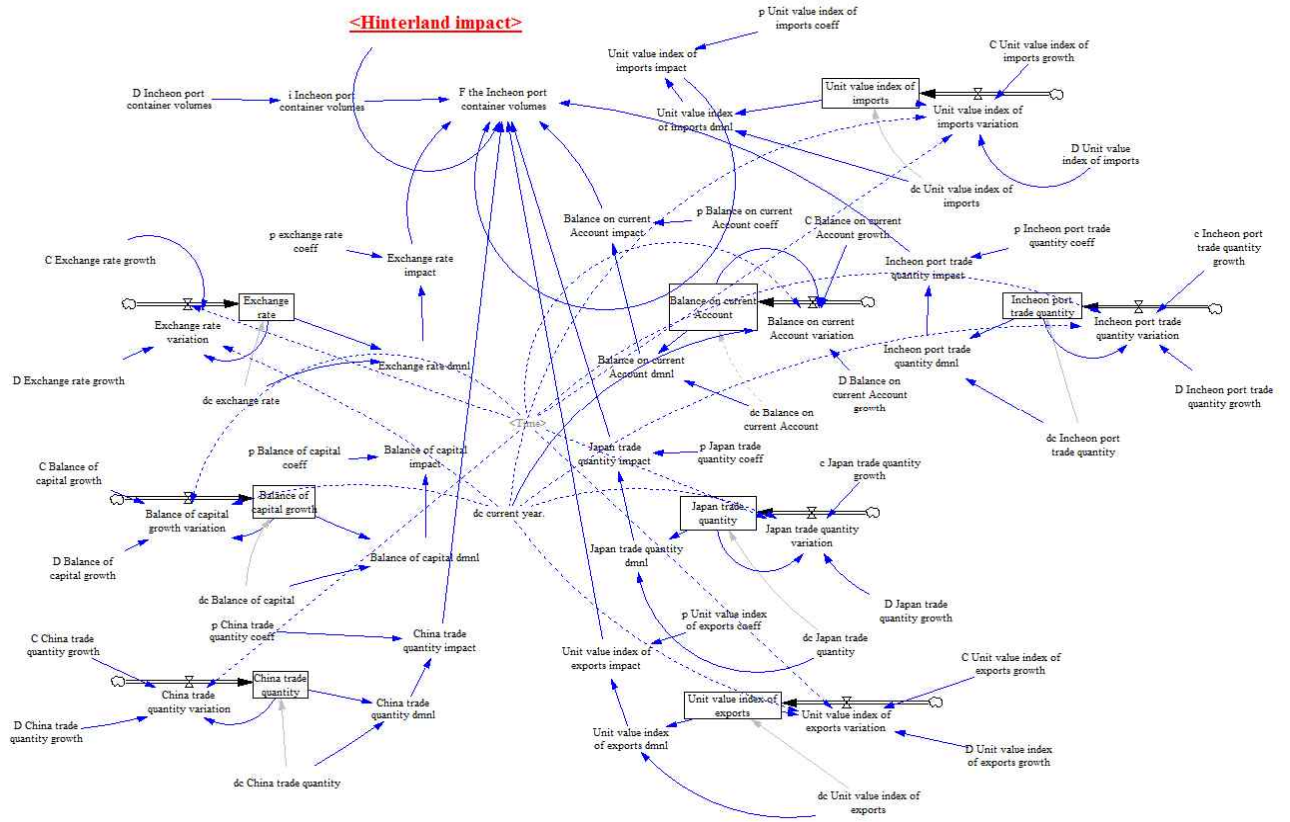


Fig. 2 Stock-flow diagram for impact analysis of Incheon port hinterland(1)

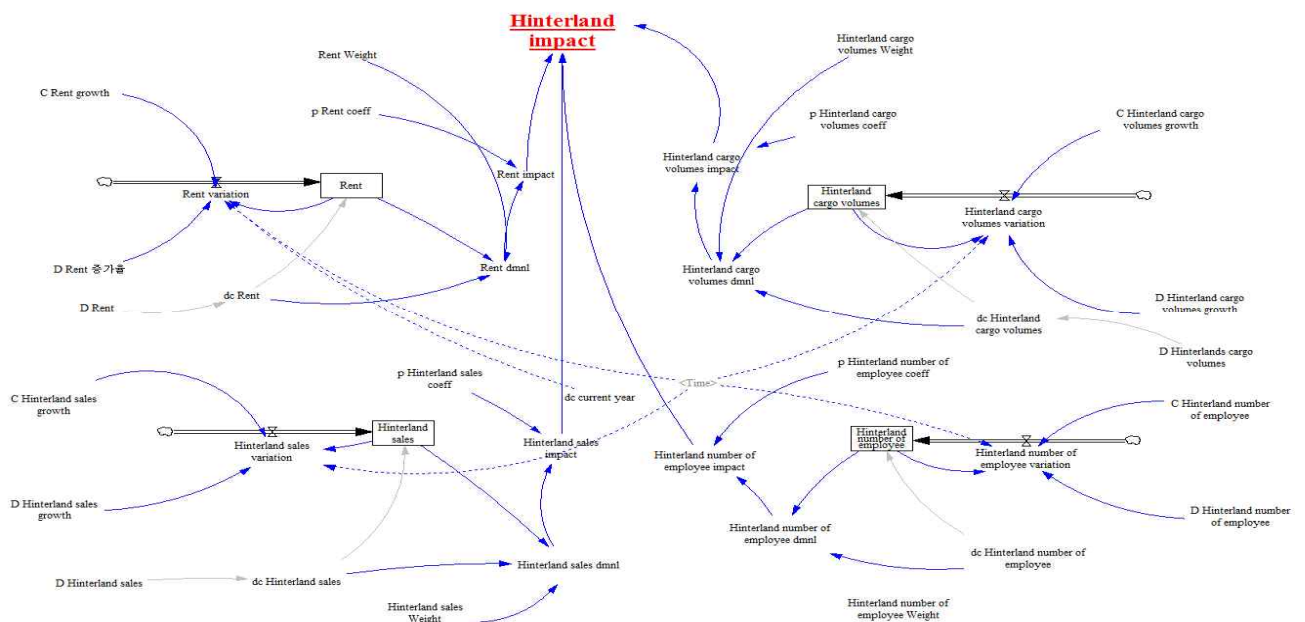


Fig. 3 Stock-flow diagram for impact analysis of Incheon port hinterland(2)

시뮬레이션 기간은 2002년부터 2020년까지 설정하였으며 2002년부터 2013년의 실제 데이터를 사용하였다.

Table 1 Data of factors used in simulation

Year	Exchange rate (won)	Balance on current Account (million dollars)	Balance of capital] (million dollars)
2002	1,247	7,542	-1,087
2001	1,193	15,584	-1,398
2003	1,140	32,312	-1,753
2004	1,023	18,607	-2,340
2005	953	14,083	-3,126
2006	930	21,770	-2,388
2007	1,105	3,198	109
2009	1,281	32,791	290
2010	1,159	29,394	-218
2011	1,108	26,068	-25
2012	1,125	48,082	543
2013	1,095	70,706	-411
Year	Japan trade quantity (TON MIT)	Incheon port container volumes (TEU)	China trade quantity (TON MIT)
2002	36,909,829	769,791	36,909,829
2003	36,182,006	821,071	36,182,006
2004	38,505,097	934,954	38,505,097
2005	37,525,640	1,148,666	37,525,640
2006	39,633,337	1,377,050	39,633,337
2007	39,469,386	1,663,800	39,469,386
2008	37,416,798	1,703,362	37,416,798
2009	35,380,112	1,578,003	35,380,112
2010	39,644,379	1,902,733	39,644,379
2011	42,882,799	1,997,779	42,882,799
2012	45,452,312	1,981,855	45,452,312
2013		2,160,797	
Year	Unit value index of exports (2005=100)	Incheon port trade quantity (thousand dollars)	Unit value index of imports (2005=100)
2002	90	20,204,031	75
2003	92	24,631,839	81
2004	99	32,877,237	91
2005	100	42,341,447	100
2006	101	52,847,336	108
2007	104	65,834,103	114
2008	108	77,113,925	138
2009	91	63,688,826	105
2010	101	86,671,343	118
2011	110	102,611,884	139
2012	107		137
2013			
Year	Rent (million)	Hinterlands cargo volumes	Hinterlands sales

	won)	(TEU)	(hundred million won)
2009	3,674	368,048	296
2010	5,253	344,536	440
2011	5,543	347,176	459
2012	5,265	377,369	416
2013	7,037		424
Year	Hinterlands number of employee (명)		
2009	523		
2010	592		
2011	1,041		
2012	2,305		
2013	1,097		

Source : SP-IDC, Incheon Port Authority

또한, 배후단지 변수에 가중치를 반영하여 Stock-flow 다이어그램을 구축하였다. 사용된 가중치는 Lee et al.(2013)의 ‘우리나라 항만 배후단지 경쟁력 강화방안 연구’를 참고했다.

Table 2 Weight used in simulation

Factor	weight
Rent	0.095
Sales	0.1
Cargo volume of hinterland	0.159
Number of employee	0.038

3.4 모델결과 및 검증

선정된 변수의 영향 정도를 인천항 컨테이너 물동량의 초기값과 계산함으로써 얻은 시뮬레이션 결과는 Fig.4와 Table 3과 같다.

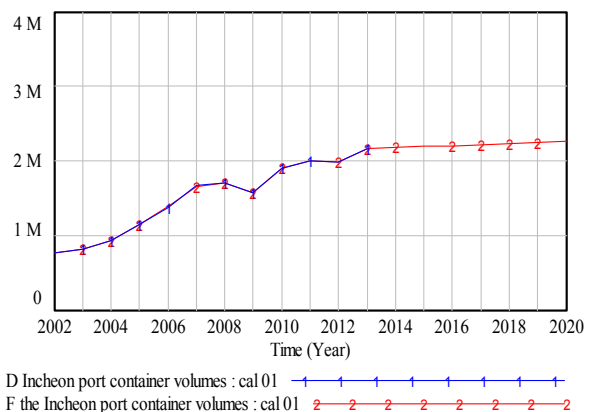


Fig. 4 Real and simulation values of Incheon port's container volumes

Table 3 Forecasted container volumes of Incheon port (Unit: TEU)

2008	1,703,594	2015	2,189,783
2009	1,578,063	2016	2,204,467
2010	1,902,882	2017	2,219,250
2011	1,997,590	2018	2,234,131
2012	1,981,999	2019	2,249,113
2013	2,160,707	2020	2,264,196
2014	2,175,197		

Table 3에서 나타난 바와 같이 인천항 컨테이너 물동량은 2020년까지 소폭 상승할 것으로 분석되었다. 시뮬레이션 결과로 나타난 예측치와 인천항 컨테이너 물동량의 실제 데이터를 2002년부터 2013년까지 비교하면 Table 4와 같다. Fig.4에서 나타나듯이 시뮬레이션 모델과 실제 데이터는 유사한 상승세를 보이는 것을 알 수 있다.

Table 4 Accuracy verification (Unit : TEU)

Year	Data	Simulated Data
2002	769,791	769,791
2003	821,071	822,044
2004	934,954	936,615
2005	1,148,670	1,150,702
2006	1,377,050	1,382,786
2007	1,663,800	1,657,974
2008	1,703,360	1,703,594
2009	1,578,000	1,578,063
2010	1,902,730	1,902,882
2011	1,997,780	1,997,590
2012	1,981,860	1,981,999
2013	2,160,800	2,160,707

또한, Stock-flow 다이어그램의 정확도를 검증하기 위하여 신뢰도가 높고 예측 오차의 비교가 명확한 절대 평균오차 비율(MAPE : Mean Absolute Percentage Error)을 적용하였다(Lewis, 1982).

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| \times 100 \quad \text{식(2)}$$

- 0% ≤ MAPE < 10% 매우 정확한 예측
- 10% ≤ MAPE < 20% 비교적 정확한 예측
- 20% ≤ MAPE < 50% 매우 합리적인 예측
- 50% < MAPE 부정확한 예측

검증결과, MAPE값은 0.0011%로 나타났으며 값이 0% ≤ MAPE < 10%에 속하므로 매우 높은 정확도를 갖는 시뮬레이션 모델로 평가된다.

3.5 민감도 분석

항만 배후단지 변수가 인천항 물동량에 미치는 영향을 분석하기 위해 거시경제지표를 제외한, 배후단지 물동량, 매출액, 임대료, 종업원 수에 대하여 ±10% 범위의 변화를 주어 민감도 분석을 시행했다. 각 변수의 증감에 따라 변화하는 인천항 물동량은 아래 그림 Fig.5- Fig.9와 같다.

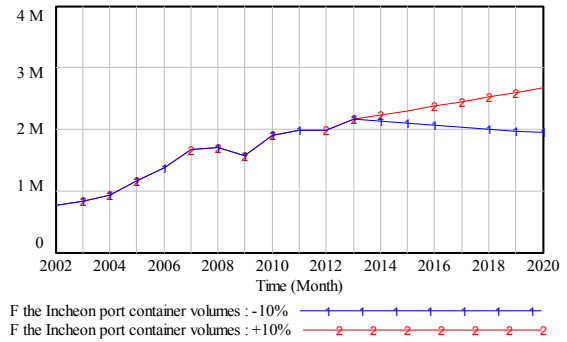


Fig. 5 Sensitivity analysis using cargo volume of hinterland factor

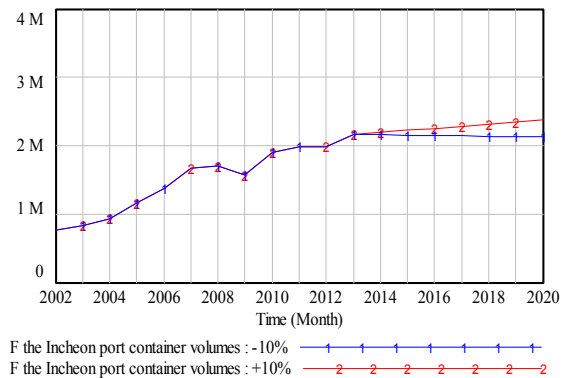


Fig. 6 Sensitivity analysis using sales factor

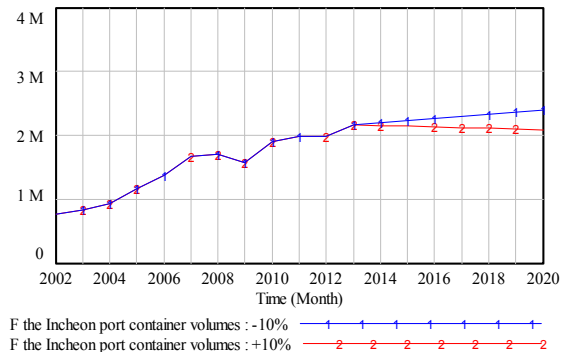


Fig. 7 Sensitivity analysis using rent factor

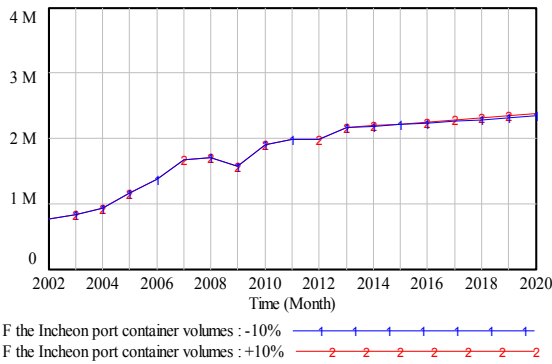


Fig. 8 Sensitivity analysis using number of employee factor

민감도 분석결과, 인천항 물동량에 가장 큰 영향을 주는 시나리오는 항만 배후단지 물동량이 10% 증가했을 때로 나타났다. 다음으로 항만 배후단지 입주 기업들의 매출액이 10% 증가했을 경우로 분석되었다. 이를 통해 인천 신항 항만 배후단지 조기 조성 및 글로벌 제조기업 유치 전략이 필요한 것을 알 수 있다. 또한, 임대료가 10% 감소했을 때 인천항 물동량이 증가하는 것으로 분석되어 임대료가 입주기업의 경영 및 영업에 있어 부담으로 작용하는 것으로 나타났다.

4. 연구결과 및 시사점

생산의 국제분업과 판매유통의 세계화로 글로벌 기업들은 항만 배후단지가 잘 발달한 항만을 주축으로 글로벌 SCM 체계를 갖추고 있으며, 특히 항만 배후단지 개발은 항만의 경쟁력 강화를 위한 핵심요소로 급부상하고 있다. 인천항은 지역배후지 및 시장 연계성이 높아 항만물류의 중심지로서 역할과 가능성이 증대되고 있으며, 이에 따라 인천항만공사는 아암물류1단지, 북항 배후단지 조성 외 목표연도인 2020까지 총 6,113m²를 배후단지로 조성할 예정이다. 이러한 측면에서 본 연구는 시스템 다이내믹스 기법을 이용하여 인천항의 배후단지가 인천항 물동량에 미치는 영향을 분석하였다.

시뮬레이션을 위해 사용된 변수는 환율(달러), 경상수지, 자본수지, 일본 교역량, 중국 교역량, 수출 단가지수, 수입 단가지수, 인천항 교역액 등의 거시 경제지표이며, 추가로 인천항만배후 단지가 인천항 물동량에 어떠한 영향을 주는지를 검증하기 위하여 현 인천항만 배후단지 입주기업의 매출액, 컨테이너물동량, 임대료, 종업원 수를 이용하여 민감도 분석을 시행하였다. 민감도 분석결과 항만 배후단지 물동량이 인천항 물동량 증가에 가장 많이 기여하는 것으로 나타났으며, 임대료가 높을수록 물동량이 줄어드는 것으로 분석되었다. 민감도 분석결과 본 연구는 다음과 같은 시사점을 가진다.

먼저 배후단지 물동량이 인천항 물동량 증가에 기여하는

분석결과의 시사점은 다음과 같다. 2013년 항만 배후단지 컨테이너 물동량은 377천 TEU로 전체 컨테이너 물동량의 2,161천TEU 17.4%를 차지하고 있다. 2014년도 컨테이너 물동량은 전년보다 8.7% 증가한 2,350천TEU를 처리하였다. 이는 최근 북항항만배후단지 조성에 따른 물류기업 본격 입주와 함께 아암물류1단지 활성화가 진전됨에 따라 인천항 컨테이너물동량도 증가하고 있는 것으로 분석된다. 특히 항만 배후단지에서 처리되는 화물은 거의 100% 컨테이너로 적재되므로 항만 배후단지의 활성화가 컨테이너물동량에 직접적인 영향을 미칠 수밖에 없다. 항만 배후단지 입주 기업들의 매출액 시나리오 분석결과의 시사점은 다음과 같다. 기업의 경영성과는 매출액으로 측정되고, 매출액 증감에 따라 항만 배후단지의 활성화 여부도 판단할 수 있다. 2013년도 아암물류 1단지 입주기업 매출액은 전년대비(416억) 2% 증가한 424억원이었다. 이는 입주기업의 적극적인 화물유치노력 등에 기인한 것으로 분석된다. 위의 민감도 분석을 통해 항만 배후단지의 조기 조성 및 글로벌 제조기업 유치 전략이 필요한 것을 알 수 있다. 또한, 임대료가 10% 감소했을 때 인천항 물동량이 증가하는 것으로 분석되어 임대료가 입주기업의 경영 및 영업에 있어 부담으로 작용하는 것으로 나타났다. 인천항 임대료 수준은 전국 항만 중 가장 높은 수준을 유지하고 있다. 그 이유는 수도권에 인접하여 임대료 산정에 기준이 되는 공시지가 수준이 가장 높다. 더욱이 항만 배후단지 조성에 필요한 재정에 대하여 정부재정비율이 타 항만에 비하여 가장 낮은 수준이어서 임대료가 상대적으로 높을 수밖에 없는 구조적인 문제점을 안고 있다. 종업원의 시나리오 분석결과는 인천항 물동량에는 영향이 거의 없는 것으로 분석되었다. 이는 물류기기 자동화, 시스템 고도화됨에 따라 물류프로세스 대부분이 기계에 의해서 처리되어 단순작업을 제외하면 종업원의 증감이 물류기업 생산성 향상에 미치는 영향이 크지 않은 것으로 해석된다.

본 연구는 배후단지 요인들이 인천항 물동량에 실질적으로 어떠한 영향을 미치는지 분석했다는 점에서 의의가 있지만, 배후단지의 네트워크, 물류비, 배후도시 규모 등의 변수를 고려하지 못한 한계점이 있다. 또한, 실제 데이터를 가져온 타당한 인과적인 선행연구가 부족하므로, 향후 연구에서는 이를 보완할 필요가 있다.

References

[1] Ahn, W. C., Jung, T. W., and Lee, J. H.(2010), "An Task on Promoting Port Industry of a High Value-Added in Incheon Port", Korea.
 [2] Choi, K. Y., Cho, W. W., and Kim, K. L.(2010), "Evaluation of Spatial Information Industry Using System Dynamics", Journal of Korean Society of Surveying Geodesy Photogrammetry and Cartography,

- Vol, 28, No. 5, pp. 515- 522.
- [3] Chol, G. S., Kim, H. I., and Ahn, S. B.(2005), “A Practical Study on the Development Strategy and Effects of the Port-Hinterland in Korea”, *Journal of Korean Port Economic Association*, Vol 21, No, 2, pp. 147-172.
- [4] Ha, Y. S., Cho, H. S.(2009), “Inducement of Firms in Container Port Hinterland: A Case of Pohang-Youngil Port”, *Journal of The Korean Association of Shipping and Logistics*, Vol. 25, No. 1, pp. 123-143.
- [5] Jeung, H. J., Choi, H. B.(2011), “A Study of the Activation Plan for the Hinterland of Busan New Port”, *Journal of Korean Port Economic Association*, Vol, 27, No, 3, pp. 289-309.
- [6] Jung, H. J., and Yeo, G. T.(2011), “An Analysis on the Container Terminal Operation by Considering the Key Factors for Fluctuating Container Traffic Volume”, *Journal of Korean Port Economic Association*, Vol. 27, No. 1, pp. 95-109.
- [7] Kwak, S. M.(2005), “Study of system dynamics theory applied to military”, *Korea Research Institute for Strategic*, pp. 2-368.
- [8] Lee, H. Y., Jeon, J. W., and Yeo, G. T.(2014), “Forecasting and suggesting strategies for smooth marine seafarers’ supply and demand using System Dynamics method” *Journal of The Korean Association of Shipping and Logistics*, Vol, 30, No. 3, pp. 759-783.
- [9] Lee, S. W., YI, H. M., and Song, J. M.(2013), “A Study on Improving Competitiveness of Port Logistics Parks in South Korea”, *Journal of The Korean Association of Shipping and Logistics*, Vol. 29, No, 79, pp. 803-825.
- [10] Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2009), Report of port cargo volume forecasting by item / Calculation of TOC terminal stevedoring capability by ship type.
- [11] Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2012), A study on port hinterland development master plan and assignment.
- [12] Ministry of Oceans and Fisheries.(2004), Port volume forecasting in the whole country.
- [13] Oh, Y. M., Jung, K. H.(2009), “ Relation between High Level Radioactive Waste Repository Site and Policy Acceptance of Local Residents”, *Korean System Dynamics Research*, Vol. 10, No. 2, pp. 29-52.
- [14] Oh, Y. M., Jung, C. H.(2008), “A Long Term Effect Prediction of Radioactive Waste Repository Facility in Gyeongju”, *Korean System Dynamics Research*, Vol. 9, No. 2, pp. 105-128.
- [15] Park, H. M.(2011), “The Efficiency of the Port Hinterlands of Gwangyang and Busan”, *Journal of Korean Port Economic Association*, Vol. 27, No. 1, pp. 13-30.
- [16] Park, S. L., Jung, H. J., and Yeo, G. T.(2012), “Forecasting the Grain Volumes in Incheon Port Using System Dynamics”, *Korean Institute of Navigation and Port Research*, Vol. 36, No. 6, pp. 521-526.
- [17] Park, Y. M., Won, D. G., and Choi, S. M.(2008), “Modeling the Dynamics of Wildbird’s Avian Influenza Using the System Dynamics”. *Journal of The Korea Contents Association* Vol. 7, No. 1, pp. 1130-1135.
- [18] Lewis, C. D.(1982), *Industrial and Business Forecasting Methods: A practical guide to exponential smoothing and curve fitting*, Butterworth Scientific.
- [19] Serman, J. D.(2000), *Business Dynamics*, Boston: Irwin Mcgraw-Hill.
- [20] Forrester, J.W.(1969), *Urban Dynamics*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- [21] Forrester, J. W.(1961), *Industrial Dynamics*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Received 31 October 2014

Revised 29 December 2014

Accepted 29 December 2014