

## SD기법에 의한 한·중·일 환적물동량 변화량 추정에 관한 연구\*

여기태\*\* · 정현재\*\*\*

### An Estimation of the Change in Transshipment Traffic in Northeast Asia using the System Dynamics

Gitae Yeo · Hyunjae Jung

**Abstract :** Transshipment traffic has significant meanings because it gives positive effects on increasing the container handling volumes in seaports, and revitalizes the regional and national development. Korean container port's transshipment traffic volumes, however, will slowly decrease due to the direct ships' calling into Chinese ports, which recently has a huge development plan. There are a lot of stress on forecasting the transshipment traffic volumes because the Korean container port development plans are designed based on this container traffic which consists of import and export traffic, and transshipment traffic. The transshipment traffic volumes are assumed to occupy 40% of total container traffic volumes. Despite of the importance of forecasting the transshipment traffic, a little studies are suggested using the concepts of the port competitiveness. In this respect, this study aims to estimate the Port Competitiveness Index and Transshipment traffic Volumes using the System Dynamics methodology. As a result, transshipment traffic volumes are predicted as: 20 million TEUs in Korea under the 4% annual increasing rates, 90 million TEUs in China under the 6% annual increasing rates, and 2.5 million TEUs in Japan under the 1% annual increasing rates respectively. The suggested results can be used to enhance the container port competitiveness and produce more transshipment traffic volumes.

**Key Words :** System Dynamics, Transshipment, Northeast Asia, Simulation

---

▷ 논문접수: 2011.10.31   ▷ 심사완료: 2011.12.23   ▷ 게재확정: 2011.12.29.

\* 이 논문은 2011년도 인천대학교 자체연구비 지원에 의하여 연구되었음.

\*\* 인천대학교 동북아물류대학원 교수, ktyeo@incheon.ac.kr, 032)835-8196, 대표집필

\*\*\* 인천대학교 동북아물류대학원 박사과정, guswo5776@nate.com, 010)9663-1043, 공동저자

## I. 서론

해운·항만 분야에서의 환적은 하나의 선박에서 다른 선박으로 화물을 옮겨 싣는 것이라 정의할 수 있다. 일반적으로 환적은 선박이 대형화됨에 따라 수심제한이 발생하는 항만에서의 원활한 서비스 제공을 위하여 생겨났다. 이와 같은 환적이 발전함에 따라 화주는 운송비용 절감 및 시간의 단축, 서비스 범위의 확대 및 질적 향상이라는 효과를 얻을 수 있었다. 그리고 항만 운영자 및 지역적 측면에서도 환적화물을 유치하는 것은 다양한 효과를 기대할 수 있는데 첫째, 환적화물은 국가 및 지역에서 발생하는 자체화물의 변화와는 독립적인 영향을 받기 때문에 항만의 경쟁력에 따라 환적화물의 규모가 확대될 수 있으며 둘째, 환적화물이 증대함에 따라 고부가가치 산업이 활성화되어 항만 관련 산업이 발전할 수 있으며, 이는 결과적으로 국가 및 지역 경제의 활성화에도 도움을 줄 수 있다. 결과적으로 환적화물을 유치하는 것은 항만 물동량을 증대시키는 효과가 있으며, 항만간의 연결성으로 인해 추가적인 물동량 창출이 가능하다. 따라서 환적화물 유치를 위한 국가 및 지역간에 치열한 경쟁이 벌어지고 있다.

우리나라의 경우 1983년 부산항에서 처음으로 환적화물이 발생하였고 다음으로 광양항과 인천항에서 차례대로 환적화물을 처리하기 시작하였다. 그 결과 현재 우리나라에서 처리하는 약 630만TEU 정도의 환적화물 중 부산항의 경우 약 570만TEU 정도를 환적화물로 처리하고 있으며, 광양항은 25만TEU, 인천항은 약 2만TEU를 환적화물로 처리하고 있다. 하지만 지난 세계 경제위기로 인해 전체적인 항만 물동량이 감소함에 따라 환적물동량 또한 감소하는 추세를 보이고 있다. 그리고 지리적인 인접성으로 인해 중국과의 경쟁상황에 처해있는 우리나라의 경우 최근 중국의 경제성장과 항만 개발의 증가는 우리나라 항만들에게 큰 위협으로 다가오고 있다. 특히 중국과 일본으로부터 환적 수입과 환적 수출 형태를 이루고 있는 우리나라로서는 중국의 항만 개발이 진행됨에 따라 대형선박들이 중국으로 직 기항하는 추세가 증가하고 있어 환적 물동량은 더욱 감소할 것이라 예측되고 있다. 우리나라의 경우 항만 물동량 예측을 통해 항만 개발 계획이 수립되고 있으며, 일반적으로 환적화물이 전체화물의 40%를 차지할 것이라는 전제하에 개발을 추진하고 있으므로 환적화물 변화량을 예측하는 것이 주요한 관심사로 떠오르고 있다. 하지만 기존의 연구들은 대부분 과거 실측치를 토대로 향후 예측치를 제시하거나 환적화물 유치를 위한 경쟁력 방안에 관한 연구들이 대부분이었다. 하지만 본 연구에서는 SD기법을 이용하여 한·중·일을 대상으로 각 국가별 항만 경쟁력을 분석하고 이를 기반으로 동태적인 관점에서 환적화물 예측 모델을 개발하여 한·중·일의 환적 물동량을 예측하고자 한다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. II장은 한·중·일의 주요항만들에 대한 컨테이너 처

리실적과 시설 과부족 전망치를 분석하고, III장에서는 기존 연구들의 고찰을 통해 본 연구의 차별성을 제시한다. IV장에서는 본 연구 분석을 위해 SD기법의 개념 정립과 인과지도 작성, SD모델을 개발하고 시뮬레이션 분석을 통해 한·중·일의 경쟁력 지수 변화와 환적 물동량의 변화를 예측한다. 마지막으로 V장에서는 이상의 분석결과를 토대로 결론과 시사점을 제시한다.

## II. 주요 항만현황 및 환적 현황

### 1. 한국의 주요항만 현황

항만법상 항만은 지정항만과 지방항만으로 구분되며, 지정항만은 무역항과 연안항으로 구분하는데 우리나라는 무역항 30개와 연안항 22개로 총 52개의 항만이 있다(조성제, 2006). 우리나라의 주요 수출입 품목은 철강제품, 플라스틱, 석유 및 석탄 등으로 구성되며, 주요 수출입 국가는 미국, 중국, 홍콩, 싱가포르 등으로 이루어져 있다.

<표 1> 한국 주요항만의 컨테이너 처리물동량 현황

(단위 : 천TEU)

항만	인천	부산	광양	울산
2001	663	8,072	887	258
2002	769	9,453	1,125	276
2003	821	10,407	1,235	318
2004	934	11,491	1,348	302
2005	1,148	11,843	1,460	316
2006	1,377	12,038	1,770	336
2007	1,663	13,216	1,736	380
2008	1,703	13,452	1,822	400
2009	1,578	11,980	1,830	319
2010	1,902	14,194	2,087	335
연평균 증가율	11.4%	5%	9.4%	2.6%

자료 : 해운항만물류정보시스템(<http://spidc.go.kr>)

우리나라의 주요 컨테이너 취급항만으로는 부산항, 광양항, 인천항, 울산항이 있으며 컨테이너 처리실적은 매년 2~11% 증가하는 추세에 있다.

인천항은 인천항만공사에 의해 운영 및 관리되고 있으며, 우리나라 산업의 전략적 거점항으로서 배후에 대규모 국가공업단지를 보유하고 있다. 현재 인천항은 갑문을 중심으

로 내항과 외항으로 구분되며, 외항은 다시 남항과 북항 그리고 현재 개발 진행 중인 신항으로 구분된다. 인천항은 주로 벌크화물을 취급하는 항만으로 모래, 원유, 석유가스 및 기타 가스류, 방직용 섬유와 같은 수출입 화물을 취급하고 있다. 그리고 북중국과의 지리적 인접성으로 인해 중국과 홍콩에서 수출입되는 화물을 주로 처리하고 있으며, 컨테이너 화물 처리실적은 연평균 11% 정도 증가하는 추세를 보이고 있다. 향후 인천 신항 완공 후에는 컨테이너 처리실적이 급속도로 증가할 것이라 판단되며, 중국의 경제성장에 따라 중국으로의 환적 물동량 또한 급증할 것이라 예상된다.

부산항은 동북아시아의 주 간선항로상에 위치하여 국제적인 연계성이 가능하다는 강점을 가지고 있다. 국내 전체 컨테이너 물동량의 약 80%를 처리하고 있는 우리나라 최대 컨테이너 항만이며, 2004년 최초로 항만공사제를 도입하여 현재 부산항만공사에 의해 관리, 운영되고 있다(임일규 외 2명, 2010). 부산항의 주요 수출입화물은 방직용 섬유와 화학제품, 플라스틱 및 고무 등을 취급하고 있으며, 중국, 미국, 싱가포르 등의 국가와 주로 수출입 거래를 취하고 있다. 부산항은 현재 항만 시설부족과 노후화와 같은 문제점이 지적되고 있지만 부산 신항이 개발되고 있어 추후 컨테이너 물동량은 지속적으로 증가할 것이라 예상된다.

광양항은 최저 16m이상의 수심을 유지하여 1만 TEU급 이상 초대형 선박이 입출항 가능하다는 장점을 지니고 있고 현재 24개의 컨테이너 선석을 보유하고 있으며, 약 885만 TEU 정도의 컨테이너 처리능력을 보유하고 있다. 광양항의 주요 수출입 품목으로는 유류, 철광석, 화학제품 등이 있으며, 미국, 홍콩, 중국에서 수출입되는 화물을 주로 취급하고 있다. 현재 광양항은 배후단지에 광양제철소와 국내 최대의 석유화학단지가 조성되어 있어 화물창출형 중심항만으로 성장할 것이라 판단된다.

<표 2> 한국 항만의 시설 과부족 전망치

(단위 : 천TEU)

구분	2001	2002	2003	2004	2005	2010	연평균
항만공급	17,640	19,660	20,035	21,380	22,380	31,490	6.7%
항만수요	9,990	11,270	12,230	13,280	14,340	20,550	8.3%
시설확보율	176.6%	174.4%	168.8%	161.0%	156.1%	153.3%	
과부족	7,650	8,390	7,805	8,100	8,040	10,945	

자료 : 길광수 외 6명, '환적화물의 이동경로 조사분석 및 마케팅 전략 수립연구', 한국해양수산개발원, 2005

현재 우리나라 항만들은 지속적인 개발이 이루어지고 있어 시설부족으로 인한 체선현상은 점차 줄어들 것이라 예상된다. 그리고 정부에서 현대식 항만과 친수항만으로의 개

발을 주요 추진과제로 진행하고 있어 항만 이용자들에게 제공하는 서비스가 질적으로 우수해 질것으로 판단되며, 이는 수출입 화물의 증가에 주요 변수로 작용할 것이라 판단된다.

## 2. 중국의 주요항만 현황

중국은 농업, 제조업, 서비스업, 무역 및 투자 등 경제 제반분야에서 내수, 내자, 자국 기술 중심의 경제 개혁을 추진하고 있으며, 이에 따라 중국경제가 양적인 발전으로부터 질적인 발전단계로 진입하고 있다. 현재 중국의 외환보유고는 일본을 추월하여 세계 1위이며 GDP, 무역, FDI등의 지표 등에 있어서도 세계 순위가 계속 상승하고 있다. 중국의 주요 수출입 품목은 자동차, 전기 및 기타 기계류, 통신 데이터 처리 장비 등으로 구성되어 있으며, 주요 수출입 국가는 미국, 홍콩, 일본, 한국 등으로 이루어져 있다.

<표 3> 중국 주요항만의 컨테이너 처리물동량 현황

(단위 : 천TEU)

항만	광저우	닝보	다롄	상하이	선전	엔타이	톈진	칭다오
2001	1,730	1,210	-	6,340	5,076	-	2,010	2,640
2002	2,180	1,860	1,352	8,610	7,613	-	2,410	3,410
2003	2,761	2,750	1,670	11,283	10,610	-	3,015	4,239
2004	3,304	4,005	2,211	14,557	13,660	290	3,814	5,139
2005	4,685	5,208	2,665	18,084	16,197	819	4,801	6,307
2006	6,600	7,068	3,212	21,710	18,489	1,779	5,950	7,702
2007	9,260	9,430	3,813	26,152	21,099	2,214	7,103	9,462
2008	11,001	11,226	4,502	27,980	21,413	1,182	8,500	10,320
2009	11,187	10,503	4,576	25,002	18,250	1,401	8,704	10,260
2010	12,519	13,144	5,242	29,069	22,509	1,541	10,080	12,010
연평균 증가율	26.2%	31%	19%	18.7%	17.3%	37%	20%	18.4%

자료 : 해운항만물류정보시스템(<http://spidc.go.kr>)

상하이항은 중국의 지속적인 경제성장을 바탕으로 중부중국의 관문항으로 성장하였으며 현재 중국의 주요 컨테이너 처리항만으로 자리매김 하고 있다. 2009년 기준 상하이항은 약 2500만TEU를 처리하였으며, 연평균 18%의 성장을 보이고 있다. 항만 이용자에게 제공하는 질적 서비스의 증가로 우리나라에 기항하던 선박들이 점차 상하이항으로 기항하는 경향이 늘고 있어 향후 한국 항만들과 지속적인 경쟁구도를 형성할 것으로 보인다.

칭다오항은 산둥반도 교주만에 위치해 있으며, 산둥성 최대 상업항이자 균형이다(한철환, 2005). 현재 칭다오항의 컨테이너 처리실적인 연평균 18.4%로 증가하고 있으며,

수심이 약 17m로 초대형 선박의 기항이 가능한 항만이다. 현재 항만의 개발 및 확장을 위해 세계적인 해운항만기업들과 협력을 추진하고 있으며, 칭다오경제기술개발구내에 위치하고 있어 효율적인 물류활동 지원이 가능하다.

선전항은 주장삼각주 지역에 위치해 있어 광동성의 핵심항만으로 성장하고 있으며, 홍콩의 항만기업인 허치슨이 전문 운영업체로 참여하여 운영하고 있으며, 홍콩과의 경쟁적 보완관계를 통하여 급속도로 성장하고 있는 항만이다. 선전항은 선전지역내의 각종 보세구와 연계하여 고부가가치 물류활동을 지원하고 있으며, 항만 이용자인 선사들의 터미널 운영 참여로 물동량 확보에 유리한 이점을 가지고 있다.

닝보항은 양쯔강 지역에 속해 있으며, 항저우 만의 남쪽에 위치한 항만으로 컨테이너 외에 석탄, 철광석, 화학제품 등을 취급하는 항만이다. 닝보항은 토사의 영향을 받지 않아 수심이 약 18m 유지할 수 있으며, 상하이항과 겹치는 배후권역을 가지고 있어 상하이항의 잠재적인 경쟁항만으로 부상하고 있다. 현재 닝보항은 환적항만으로서의 입지를 강화하기 위해 항만 개발에 주력하고 있다.

<표 4> 중국 항만의 시설 과부족 전망치

(단위 : 천TEU)

구분	2001	2002	2003	2004	2005	2010	연평균
항만공급	46,610	49,588	53,486	59,613	64,169	79,740	5.7%
항만수요	44,940	52,020	56,770	61,320	66,030	89,390	7.9%
시설확보율	103.7%	95.3%	94.2%	97.2%	97.2%	85.8%	
과부족	1,670	-2,432	-3,302	-1,707	-1,861	-12,686	

자료 : 길광수 외 6명, '환적화물의 이동경로 조사분석 및 마케팅 전략 수립연구', 한국해양수산개발원, 2005

현재 중국은 정부의 항만운영 개발과 항만 투자시장 개방으로 인해 외국자본을 활발히 유치하고 있으며, 대규모 항만의 개발정책과 외자유치 절차의 간소화 및 투자로 인해 항만의 개발이 활발히 진행되고 있다. 이러한 항만의 개발은 전체적인 항만 물동량 뿐만 아니라 환적화물의 유치에 긍정적인 영향을 미쳐 주변국 항만과의 경쟁에서 우위를 점한 주요 원인이 되었다.

### 3. 일본의 주요항만 현황

일본은 세출증가, 감세 등으로 인한 세수위축과 세계 경제위기로 국부가 감소한 실정이며, 특히 최근 일본 대지진으로 인해 경기침체가 지속화되고 있다. 일본의 경우 해운

SD기법에 의한 한·중·일 환적물동량 변화량 추정에 관한 연구

산업의 국제경쟁력을 강화하는 것이 무역입국으로서의 중요한 과제라는 인식하여 다양한 금융 및 세제 정책을 강구하고 있으며, 톤세제도 도입을 통해 해운산업의 성장과 발전을 도모하고 있다. 그리고 자유민주주의와 시장경제라는 이념을 공유하고 있는 우리나라와 우호협력관계 유지 및 발전을 주요 정책기조로 하여 교류 협력의 확대 및 심화 노력을 지속하고 있다. 일본에서 수출입되는 주요 품목으로는 전기, 자동차, 기계 및 장비류, 연료 등이 있으며, 중국, 미국, 한국, 대만을 주요 수출입국가로 삼고 있다.

<표 5> 일본 주요항만의 컨테이너 처리물동량 현황

(단위 : 천TEU)

	고베	나고야	도쿄	요코하마	하카타
2001	2,039	-	2,899	2,317	-
2002	1,802	-	2,536	2,304	-
2003	1,747	-	2,712	2,364	-
2004	2,045	1,920	3,313	2,504	567
2005	2,176	2,303	3,358	2,717	611
2006	2,262	2,491	3,819	2,873	744
2007	2,412	2,751	3,969	3,199	785
2008	2,472	2,896	4,123	3,428	827
2009	2,556	2,816	4,155	3,481	824
2010	2,530	2,548	4,203	3,281	887
연평균 증가율	2.8%	7.9%	4.6%	5.2%	7.7%

자료 : 해운항만물류정보시스템(<http://spidc.go.kr>)

일본의 도쿄항은 일본 최대 도시인 도쿄를 배후지역으로 동경만과 더불어 광역 도쿄 지역의 관문항 역할을 하고 있으며, 항만 간 역할분담과 협력관계를 구축하고 친수공간을 동경권 주민에게 제공함으로써 물류기능뿐만 아니라 생활공간으로서의 기능을 수행하고 있다. 그리고 2003년 일본 내 시장입지형 슈퍼중추항만으로 선정됨에 따라 항만 활성화를 위한 제반 지원조치를 통한 경쟁력 강화에 주력하고 있으며, 일본 내 최대 컨테이너 항만으로 자리잡고 있다.

요코하마항은 요코하마부두공사가 컨테이너터미널의 개발 및 임대를 담당하고 있으며 상업 및 공업항으로 역할을 수행함에 따라 도쿄항과 더불어 시장입지형 슈퍼중추항만으로 평가되고 있다. 그리고 항만 재개발을 통해 대대적인 항만 친수공간을 확보하고 있으며, 2009년 기준 요코하마항은 약 350만TEU를 처리함으로써 연평균 5.2%의 성장을 보이고 있다. 고베항은 자연조건이 뛰어난 천혜의 항구로서 우리나라와의 교역거점으로 번성하여 왔으며, 일본 열도의 중심에 위치하며, 서일본의 각 항과 긴밀히 연결되어 있다. 고베항의 경우 크루즈선의 기항이나 친수공간의 정비에 적극적으로 노력하고

있으며, 육해공의 광역 교통거점을 형성하고 있다.

나고야항은 일본 중부의 중심도에 위치한 일본의 대표적인 무역항의 하나이다. 나고야항의 경우 도요타자동차를 비롯한 제조업의 발달로 자체 물동량 확보가 가능하며 주요 수출입화물은 자동차, 자동차부품, 고무제품 등으로 구성되어 있다. 나고야항은 도쿄, 요코하마와 더불어 일본의 3대 슈퍼중추항만으로 선정되어 발전이 더욱 가속화 될 전망이다.

<표 6> 일본 항만의 시설 과부족 전망치

(단위 : 천TEU)

구분	2001	2002	2003	2004	2005	2010	연평균
항만공급	17,110	17,888	19,088	19,788	22,994	25,994	4.8%
항만수요	13,290	13,140	13,760	14,620	15,310	19,240	4.2%
시설확보율	128.7%	136.1%	138.7%	135.3%	150.2%	135.1%	
과부족	3,820	4,748	5,328	5,168	7,684	6,754	

자료 : 길광수 외 6명, '환적화물의 이동경로 조사분석 및 마케팅 전략 수립연구', 한국해양수산개발원, 2005

일본의 경우 슈퍼중추항만으로의 개발을 위해 지속적인 항만 개발을 진행하고 있으나 일본의 경제 침체와 최근에 일어난 대지진과 같은 환경 변화로 인해 물동량의 감소추세가 지속되고 있어 시설의 여유가 점차 증가할 것이라 판단된다. 이는 항만 과잉 개발이라는 문제점을 야기 시킬 수 있어 일본 내에서의 정책적 변화가 필요한 시점이라 생각된다.

#### 4. 환적물동량 처리현황

일반적으로 환적은 환적수입과 환적수출로 나누어진다. 환적수입이란 중국과 일본의 항만들로부터 우리나라에 수입되어 환적 처리된 후 유럽 및 미주로 수출되는 환적 형태를 말하며, 환적수출은 유럽 및 미주에서 들어온 화물이 우리나라 항만에서 환적 처리된 후 중국과 일본의 항만들로 수출되는 형태를 말한다. 우리나라의 경우 환적수입 물동량이 환적수출 물동량보다 다소 높게 나타나고 있으며, 중국과 일본을 비교했을 경우 중국에서 환적수입 되는 물동량이 일본보다 높은 비중을 차지하고 있다. 이는 중국에 생산거점이 늘어남에 따른 결과로 판단된다.



<표 7> 국가별 / 환적수출입별 처리실적

(단위 : TEU, %)

년도	2008	비중	2009	비중	2010	비중	연평균 증감율
한국의 환적수입	2,855,314	100	2,697,562	100	3,137,165	100	4.8%
중국에서의 수입	1,187,096	41.5	1,290,406	47.8	1,329,517	42.3	5.8%
일본에서의 수입	402,440	14	404,741	15	462,573	14.7	7.2%
한국의 환적수출	2,853,584	100	2,644,186	100	3,079,996	100	3.8%
중국으로의 수출	506,706	17.7	531,478	20	529,098	17.1	2.1%
일본으로의 수출	634,305	22.2	532,380	20	604,385	19.6	-2.3%

자료 : 해운항만물류정보시스템(<http://spidc.go.kr>)

위의 <표 7>에서 나타난 바와 같이 우리나라에서 환적수입 된 전체 물동량 중 중국이 약 42%의 비중을 차지하고 있으며 연평균 5.8%의 성장세를 보이고 있다. 그리고 일본의 경우 약 15%의 비중을 차지하고 연평균 7.2%의 성장세를 나타내고 있지만, 최근 일본경제의 침체와 대지진으로 인한 부정적인 효과로 인해 그 증가세가 점차 둔화될 것이라 판단된다. 그리고 우리나라의 환적수출 물동량은 2010년 기준으로 약 300만 TEU를 처리하고 있으며 그 중 중국과 일본이 약 20%의 비중을 차지하고 있다. 중국의 경우 연평균 약 2%의 성장세를 보이고 있지만 중국 항만의 지속적인 개발로 인해 중국으로의 직기향하는 선사가 늘어나게 되면 환적 물동량이 점차 감소할 것이라 예측된다. 그리고 일본의 환적수출 물동량은 감소추세를 보이고 있어 현재 일본의 경제침체와 대지진으로 인한 피해가 향후 우리나라와의 수출입 및 환적 물동량의 변화에 어떠한 영향을 미칠지 관심을 모으고 있다.

### Ⅲ. 이론적 고찰

#### 1. 환적항만 경쟁력 및 환적화물 유치전략에 관한 이론적 고찰

환적화물은 항만의 고부가가치를 창출하고 항만의 수익을 증가시키는 주요 화물로서 각 국가 및 항만별로 환적화물을 유치하기 위한 전략을 제시하고 있으며, 환적화물 유치 및 항만의 경쟁력을 확보하기 위한 연구들이 지속적으로 진행되어왔다. Lim.T.C.(2004)는 환적항만 선정에 있어 항만 서비스 속성의 중요성을 언급하였으며, 항만 공급자와 이용자의 견해적 차이 조율을 통해 실질적인 환적항만으로의 발전할 수 있음을 주장하였다.

Baird.A.J.(2006)의 연구에서는 환적을 통한 화물처리의 이점에 대해 주장하였으며, 환적항만의 결정요인으로 항로의 인접성과 피더션 처리비용을 주요 요인으로 선정하였다. 박병인 외 2명(2008)은 북중국항만이 첨단 항만으로 개발됨에 따라 우리나라의 주요 환적 항만인 부산항과 광양항의 환적 물동량이 점차적으로 감소하고 있다는 것을 문제점으로 지적하였으며, 환적항만으로의 경쟁력을 확보하기 위한 선사와 터미널 운영사의 경쟁력 요인을 가중치를 통해 도출하였다. 그 결과 선사들은 비용과 항만입지, 접근성 등을 주요 요인으로 선정하였다. 김운수(2009)는 우리나라의 환적화물이 북중국 항만으로의 이전 가능성에 대해 실증적으로 분석하였으며, 환적화물 이전 요인으로 운송시간과 운송비용을 선정하였다. 실제 환적 수입과 환적 수출측면에서 환적화물이 북중국에서 환적 될 경우와 부산항에서 환적 될 경우 운송시간 및 비용 측면에서 부산항에서 환적할 경우 더 유리하다는 실증 분석결과가 나왔다. 따라서 북중국 항만으로의 환적 가능성은 아직 미약하지만 앞으로 급변하는 대내외적 환경을 주시하여 환적화물 이동 패턴의 끊임없는 모니터링이 필요하고, 북중국항만과의 확실한 차별화를 위해 고도화된 서비스 개발 및 제공과 네트워크 형성, 보안과 그린포트 정책 선점 등 경쟁우위 서비스를 제공해야 한다고 주장하였다. 안우철 외 2명(2010)은 인천신항의 완공 후 환적 항만으로서의 성장 가능성을 살펴보기 위해 환적 항만 결정요인을 해상환적비용, 항만비용, 항만서비스로 선정하였으며, 인천신항이 환적 거점항만으로 발전하기 위해서는 첨단 자동화 항만으로 건설하고 프로세스의 효율성을 높여 항만서비스의 신속성을 높여야 하며, 해상환적비용을 타 항만 대비 저렴한 수준으로 유지하여야 한다고 주장하였다. 양창호 외 1명(2010)의 연구에서는 초대형 컨테이너선의 투입에 따라 환적화물의 증가를 예상하였으며, 타 항만과의 경쟁에서 우위를 점하기 위해서는 현실화된 투자와 네트워크 구축이 필요하다고 주장하였다. 임일규 외 2명(2010)은 환적화물을 유치하는데 경쟁이 되는 중국항만의 개발과 물류환경 변화추이를 분석하고 실제 환적화물을 운송하는 외국선사의 사례분석을 통해 환적항 선정요인을 개발하였다. 그 결과 환적비용의 저렴성 여부 및 정부의 지원정책, 통관의 간소화 등이 주요 선정요인으로 도출되었으며, 부산항 및 광양항이 환적화물을 유치하기 위해서는 법인세 및 지방세 감면과 같은 실질적인 세제혜택과 환적인센티브체제의 구축이 시급하다고 주장하였다. 이기용 외 2명(2011)의 연구에서는 환적화물을 유치하는 이유는 항만을 중심항만으로 육성하여 항만 네트워크상 결절점의 역할을 공고히 하기 위함이라 설명하였으며, 환적항만의 주요 경쟁력 요인으로서 항만의 배후규모, 시설 및 효율, 물류관리 정보화 등을 선정하였다.

지금까지 살펴본바와 같이 환적화물을 유치하기 위해서는 항만별 비용 및 서비스 시간, 정부의 지원정책이 가장 큰 경쟁력 요인으로 작용하고 있는 것으로 정의할 수 있다. 하지만 기존의 연구들은 경쟁력 요인에 대한 가중치를 기반으로 중요성을 입증하고

있을 뿐 시간의 변화에 따라 환적화물 취급에 있어서 한·중·일의 경쟁력 지수가 어떻게 변화할 것인가에 대한 연구는 미진한 상태이다. 따라서 본 연구에서는 각 국별 환적화물 유치를 위한 경쟁력 지수의 변화추이를 분석하고 이러한 경쟁력 지수의 변화가 환적화물의 증감에 얼마만큼의 영향을 미치는지에 대해 정량적인 기법을 통해 분석하였다.

## 2. 환적물동량 예측에 관한 이론적 고찰

항만물류의 시설확장은 물동량 예측에 근거하여 시행되고 있기 때문에 물동량 예측은 개별항만의 입장에서는 항만발전에 큰 영향력을 미치는 중요한 과제이다. 따라서 다양한 국내·외 환경을 고려하여 예측을 수행하여야 하며, 예측모형에 따라 상이한 결과가 나타날 수 있는 불확실성이 상존하고 있다(김종길, 2011). 특히 환적화물의 경우 앞서 설명한 바와 같이 고부가가치를 육성하기 위한 주요 화물로서 정확한 환적화물 예측을 통한 전략 수립이 필요하다. 따라서 환적화물의 예측에 대한 국내외 많은 연구들이 진행되어 왔다. 이호춘(2005)은 부산항과 광양항을 통해 수출입되는 환적 컨테이너들의 기종점 분석을 통해 국내 항만을 경유하는 환적화물의 특성을 파악하고 각 항만들의 역할에 대해 언급하였다. 분석결과 부산항과 광양항의 경우 중국발 미국행 화물의 비중이 가장 높게 나타났다. 이러한 결과는 부산항과 광양항이 중국과 미국을 연결하는 중간 기착지로서 역할을 충실히 하고 있으며, 특히 광양항의 경우 중국에서 들어와 중국으로 나가는 화물들에 대한 피더 중심항으로서의 역할을 함께 수행하고 있다고 설명하였다. 정봉민(2005)은 6가지 환적의 일반적인 유형에 대해 설명하였으며 우리나라의 경우 분산/피더형으로 환적 되던 방식에서 항로교차형 환적이 지속적으로 증가함에 따라 환적화물이 지속적으로 증가할 것이라 설명하였다. 이를 증명하기 위해 GDP를 설명변수로 채택하여 회귀분석을 실시하였는데, 분석결과 2002년 환적화물 처리비율이 27.5%에서 2020년 24.3%로 약간의 하향조정 될 것으로 예상하였지만 이러한 감소추세는 부산항의 시설부족으로 인한 서비스 수준의 악화를 큰 원인으로 지적하였으며, 광양항의 경우 시설은 충분하지만 물동량이 아직 규모의 경제에 도달하지 못하여 생긴 결과라 설명하였다. 따라서 우리나라 항만의 시설수급 문제가 해소되면 환적물동량도 다시 증가할 것이라 설명하였다. 한철환(2005)의 연구에서는 북중국 항만들의 지속적인 외자 유치를 통한 항만의 개발을 우리나라 환적화물 처리량 증가목표에 큰 위협으로 설명하였으며 북중국 항만들의 발전에 따른 국내 항만의 환적화물을 추정함으로써 향후 국내 항만의 대응전략이 필요하다고 설명하였다. 북중국 항만의 물동량을 예측하기 위해 수출입규모, GDP변수, 추세변수를 주요 변수로 사용하였으며, 회귀분석을 제시하

였다. 그 결과 선사들의 우리나라 기항항만수가 감소할 것으로 예측되었으며, 환적물동량 또한 2010년 15만TEU에 그칠 것이라 예상하였다. 따라서 우리나라 항만들이 환적화물을 지속적으로 유지하기 위해서는 자체 물동량 창출능력을 극대화하는 것이 최우선 과제라고 설명하였다. 전찬영(2007)은 환적물동량을 예측하기 위해 사용되는 가변적 특성들이 예측의 타당성 및 신뢰도를 저하시키는 것으로 인지하고 과거 연구모형을 토대로 예측모형을 논리적이고 이론적으로 보완한 모델의 필요성을 언급하였으며, 한·중·일의 GDP와 시설공급량의 과거 실측치와 미래 예측치를 이용하여 환적물동량을 예측 모형을 제시하였다.

즉 환적화물 예측에 관한 기존의 연구들은 항만물동량에 영향을 주는 설명변수들을 사용하여 변수들과 물동량간의 영향관계를 규명하고 이를 통해 설명변수들의 예측치를 기준으로 향후 환적물동량의 증감을 예측하였다. 그리고 과거 실측치를 기반으로 미래 환적물동량을 예측하는 단편적인 모델을 제시하는 연구가 대부분이었다. 하지만 본 연구에서는 물동량에 영향을 주는 내·외생변수들의 조합을 통해 SD(System Dynamics)를 이용하여 환적물동량의 변화를 동태적인 관점에서 분석한다.

## IV. 실증분석

본 연구의 수행을 위해 연구방법론으로서 시스템 다이내믹스(System Dynamics)를 사용하였다. 시스템 다이내믹스는 1960년대 MIT의 Jay Forrester 교수에 의해 개발된 분석기법으로 동태적이고 순환적인 인과관계의 시각으로 현상을 이해하고 이러한 이해에 기초한 컴퓨터 모델을 구축하여 복잡한 인과관계로 구성된 현상이 어떻게 동태적으로 변해 나가는지를 실험해 보는 방법론이다(김동환, 2001; 문태훈, 2002). 일반적으로 시스템 다이내믹스 기법에 의한 시뮬레이션 모형의 정립과정은 문제의 파악, 인과관계도 작성, 시스템 흐름도 작성, 모형적립, 모형의 행태분석, 모형의 타당성 평가, 정책분석 및 의사결정으로 이루어진다(김영표, 2007). 본 연구에서는 과거 중국이나 일본의 항만에 기항하지 못함으로 인해 발생한 우리나라 환적화물이 최근 북중국 항만의 개발로 인해 직 기항 서비스가 증가하면서 우리나라 환적화물이 점차적으로 둔화되고 있는 상황을 문제점으로 상정하였다.

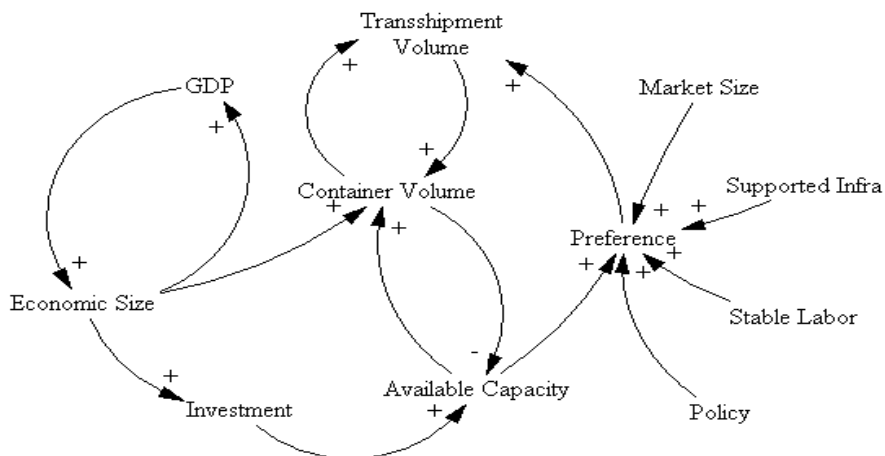
### 1. 인과지도(Causal Loop Diagram) 작성

인과지도(Causal Loop Diagram : CLD)는 시뮬레이션 모델을 개발하기 전 시스템을

구성하는 주요 구성요소들 간의 구조적인 특성을 파악하는 단계로서 연구자의 관찰과 경험적 지식에 기초하여 시스템을 이루고 있는 구성요소들 간의 인과관계를 분석하는데 목적이 있다(김동환, 2000). 시스템을 분석할 때 먼저 그 시스템의 각 구성요소들의 인과지도를 작성할 수 있다면 모형작성이 한결 쉽다(김종길 외 4명, 2011). 인과지도는 구성요소들 간의 인과관계를 단순히 +, - 부호와 화살표를 이용하여 표시할 수 있는데 어떤 변수가 다른 변수의 영향에 양의 효과를 미치면(+), 음의 효과를 미치면(-)로 나타낸다.

본 연구의 인과지도는 <그림 1>과 같다.

<그림 1> 인과지도



이기웅 외 2명(2011)과 전찬영(2007)은 환적화물 유치를 위한 주요 변수로서 항만 비용 및 시설을 제시하였으며, 이러한 변수에 의해 환적화물량이 변화 될 수 있다고 설명하였다. 일반적으로 GDP가 증가함에 따라 국가의 경제규모가 성장하게 되므로 본 인과지도에서 정(+ )의 영향을 받는 것으로 표기하였다. 그리고 경제규모의 성장은 항만 투자에 정(+ )의 영향을 미치며 항만 투자가 증가하면 시설 가용성이 증가한다. 시설가용성이 증가하면 체선효과가 줄어들기 때문에 물동량에 정(+ )의 효과를 미친다고 설명하였으며, 컨테이너 물동량의 증가는 환적 물동량에 정(+ )의 영향을 미치는 것으로 표기하였다.

Oum et al.(2004)은 기업들이 환적물류거점을 선택할 때 고려하는 주요 선택요인들을 도출하였으며, 각 선택요인별로 한·중·일의 선호도를 산정하였다. 그 결과 주요

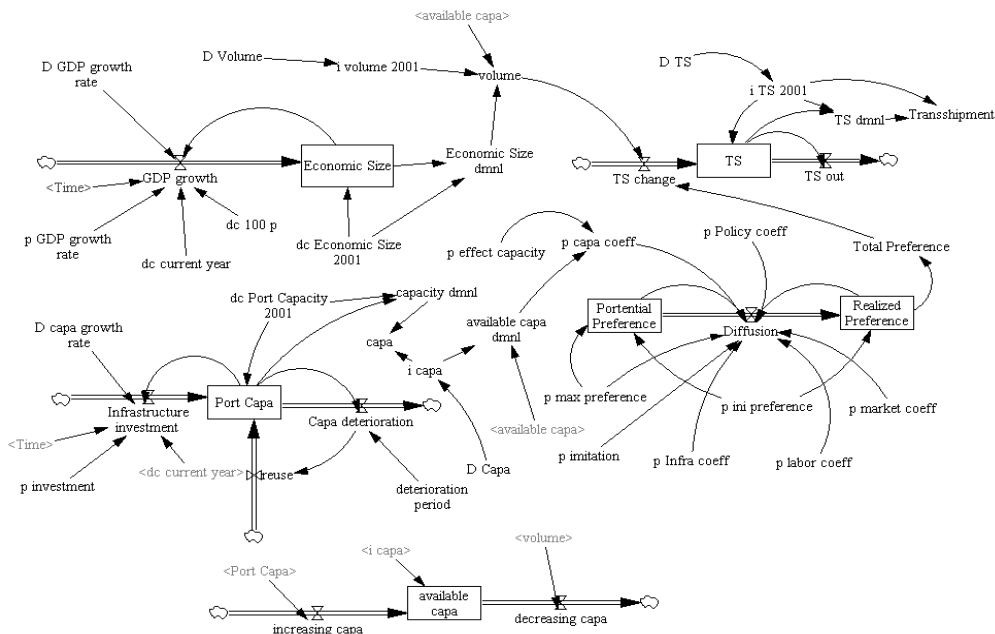
선택요인으로 시장규모 및 접근성, 정치적 안정성, 지원 인프라, 노동력을 주요 선택요인으로 선정하였다. 따라서 본 연구에서도 환적항만의 경쟁력 요인으로 위의 4가지 요인을 주요 외생변수로 선정하였으며, 이러한 외생변수의 가중치가 증가할수록 환적항만의 경쟁력 또한 증가하며, 결과적으로 환적물동량 증가에 정(+)의 영향을 미친다고 판단하였다.

## 2. 시뮬레이션 모델 개발 및 결과

### 1) 시뮬레이션 모델 개발

본 연구의 시뮬레이션 기간은 2001년부터 2030년까지 약 30년으로 설정하였으며, 2001년부터 2009년까지의 각 국별 실제 GDP성장률과 컨테이너 화물 처리량을 적용하였다. 또한 각 국별 시설확충 측면에서는 길광수 외 6명(2005)이 제시한 시설확보 전망치를 토대로 연평균 시설확보율을 적용하여 개발하였다. 본 연구에서 개발한 세부모델은 <그림 2>와 같다.

<그림 2> 시뮬레이션 모델



SD기법에 의한 한·중·일 환적물동량 변화량 추정에 관한 연구

본 연구에서 제시한 외생변수인 시장규모 및 접근성, 정치적 안정성, 지원인프라, 노동력에 대한 한·중·일 각각의 선호도는 아래 <표 8>과 같다.

<표 8> 각 국별 / 외생변수별 선호도

외생변수	중국	일본	한국
시장규모 및 접근성	0.350	0.328	0.322
정치적 안정성	0.312	0.356	0.332
지원인프라	0.330	0.322	0.348
노동력	0.347	0.317	0.336

자료 : 김광수 외 6명, '환적화물의 이동경로 조사분석 및 마케팅 전략 수립연구', 한국해양수산개발원, 2005

시장규모 및 접근성 측면에서는 중국(0.350)이 다른 국가에 비해 상대적으로 높게 나타났으며, 정치적 안정성의 경우 일본(0.356)이 상대적으로 높게 나타났다. 그리고 지원인프라의 경우 우리나라(0.348)가 상대적으로 높게 나타났으며 노동력의 경우 중국(0.347)이 타 국가에 비해 상대적으로 높은 가중치를 획득하였다.

그리고 본 연구에서 제시된 모델의 주요 변수들의 관계식을 설명하면 다음과 같다.

GDP의 증가율의 경우 각 국가별 실제 경제규모 데이터를 중심으로 초기 데이터를 입력하였으며, GDP증가율 변수는 2010년을 기준으로 과거 실제 증가율과 연평균 증가율을 대입하였다. 그 결과 GDP증가율에 대한 관계식은 아래 식(1)과 같다.

$$\text{Economic Size}[xCountry]*IF \text{ THEN ELSE}(\text{Time}<dc \text{ current year, D GDP growth rate}[xCountry]/dc \text{ 100 p, p GDP growth rate}[xCountry]) \quad \text{식(1)}$$

시설증가율도 GDP증가율과 마찬가지로 2001년 각 국가별 시설보유량을 초기 데이터로 입력하였으며, 2010년을 기준으로 시설증가율은 실제데이터를, 이후로는 연평균 시설 증가율을 대입하였다. 그에 따른 관계식은 아래 식(2)와 같다.

$$\text{Port Capa}[xCountry]*IF \text{ THEN ELSE}(\text{Time}<dc \text{ current year, D capa growth rate}[xCountry], p \text{ investment}[xCountry]) \quad \text{식(2)}$$

외생변수별 선호도는 Bass의 확산모형을 사용하였으며, 그에 따른 관계식은 아래 식(3)과 같다.

$$\text{Portential Preference}[xCountry]*\text{Realized Preference}[xCountry]/p \text{ max} \\ \text{preference}[xCountry]*p \text{ imitation}[xCountry]*p \text{ capa coeff}[xCountry]*(p \text{ Infra}$$

$$\text{coeff}[xCountry]*p \text{ labor} \text{ coeff}[xCountry]*p \text{ market} \text{ coeff}[xCountry]*p \text{ Policy} \text{ coeff}[xCountry] \tag{3}$$

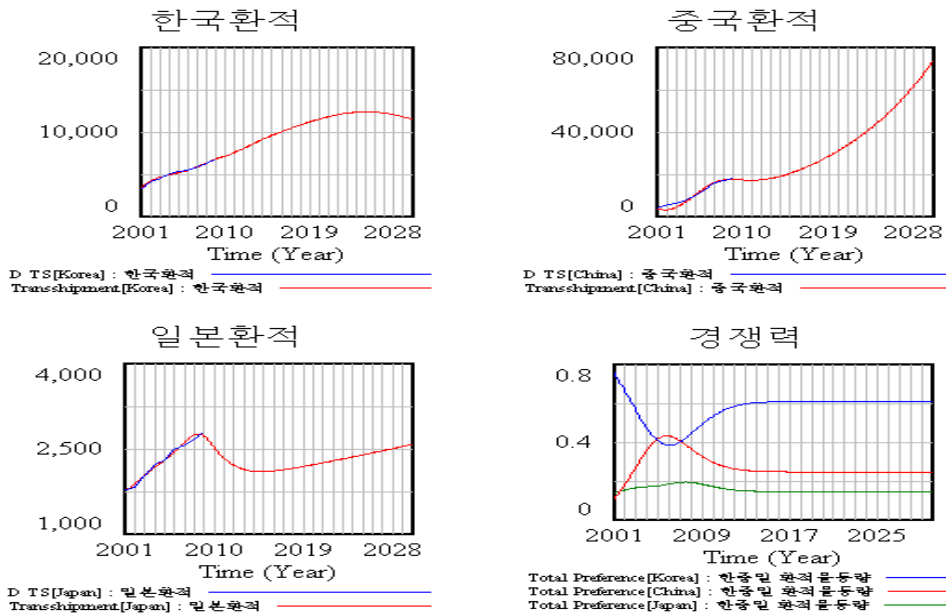
마지막으로 환적물동량 변화에 관한 변수는 경제규모 변화에 따른 컨테이너 물동량을 기반으로 하였으며, 위의 식(3)에서 설명한 외생변수들의 선호도와의 관계로 식(4)와 같이 설명하였다.

$$\text{volume}[xCountry]*\text{Total Preference}[xCountry] \tag{4}$$

## 2) 분석결과

본 모델의 시뮬레이션 분석결과는 위의 <그림 3>과 같다. 먼저 본 모델의 시뮬레이션 시작점인 2001년부터 2009년까지의 컨테이너 처리물동량 중 환적물동량의 처리 비중을 토대로 환적물동량 데이터를 구성하였으며, 경쟁력지수와와의 관련성을 토대로 최적화 작업을 수행하였다.

<그림 3> 각 국별 환적물동량 및 경쟁력 분석결과



그 결과 한국 및 중국의 환적화물 물동량은 지속적으로 성장하는 추세를 보일 것이



SD기법에 의한 한·중·일 환적물동량 변화량 추정에 관한 연구

라 예측되었다. 이는 한국과 중국의 경쟁력지수의 증감에 따른 결과이다. 일본의 경우 2010년까지는 지속적으로 증가하는 추세를 보이지만, 그 이후부터는 일정수준을 유지하거나 감소하는 것으로 예측되었다. 일본의 경쟁력지수 또한 대폭적인 증감의 추세는 없는 것으로 설명할 수 있다. 종합적으로 이러한 결과는 중국의 경제성장과 항만이 지속적으로 발전함에 따라 환적화물 또한 지속적으로 증가할 것이라 판단된다. 따라서 우리나라는 중국으로 이전하는 환적화물의 유치를 위해 지속적인 경쟁력 확보가 중요하다고 판단된다. 이러한 환적 물동량 추이의 변화를 정량적인 수치로 나타내면 다음 <표 9>과 같다.

<표 9> 한·중·일 환적물동량 전망치

(단위 : 천 TEU)

	2010	2015	2020	2025	2030	연평균 증가율
한국	6,335	9,622	12,613	13,993	21,184	4.02%
중국	20,472	24,543	37,181	44,196	88,309	6.61%
일본	2,531	2,100	2,222	2,289	2,580	1.03%

시물레이션 분석결과 한국의 경우 2010년에는 약 630만TEU를 처리할 것이며 2030년에는 약 2,000만TEU를 처리할 것이라 예상되었다. 즉 한국의 환적화물 처리량은 연평균 4.02%의 증가세를 보일 것이라 판단된다. 이와 같은 예측결과는 2015년에 970만TEU, 2020년에 1,300만TEU가 처리될 것이라 예측된 기존의 예측결과를 잘 수용하고 있다(국토해양부, 2010). 중국의 경우 2010년에는 약 2,000만TEU를 처리할 것이며, 2030년에는 약 9,000만TEU의 환적화물을 처리할 것이라 예상되었다. 즉 6.6%의 연평균증가율을 보일 것이라 판단되며, 한국과 비교해서 그 증가세가 더욱 가파를 것이라 예상된다. 일본의 경우 2010년에는 약 250만TEU를 처리할 것이라 예측되었으며 연평균 약 1%의 성장세를 보여 환적화물 처리량은 큰 변화가 없을 것이라 판단된다. 이러한 결과는 2001년부터 2009년까지 각국의 실제 환적화물 처리 실추치를 기준으로 본 연구의 시물레이션 모델에서 최적화 분석을 통해 제시한 향후 처리량을 예측한 결과이다.

## V. 결론 및 시사점

중국의 경제성장과 지속적인 항만 개발이 진행됨에 따라 우리나라에서 처리되던 항만 물동량이 점차 중국 항만으로 이전될 가능성이 대두되고 있다. 특히 항만의 고부가

가치 산업을 육성시키고 항만의 수익을 증가시키는 환적화물의 이전은 우리나라 항만 산업에 상당히 부정적인 영향을 초래할 것이라 예상하고 있다. 따라서 본 연구에서는 SD기법을 이용하여 우리나라를 비롯한 동북아시아 지역의 향후 환적화물 처리량을 예측하고, 각 지역별 경쟁력을 분석하는 모델을 제시하며, 이를 토대로 항만시설 소요 및 개발 규모를 산정하는 기초자료를 제공하는 것이 그 목적이다.

시물레이션 분석결과 한국의 경우 2030년에는 환적화물이 약 2,000만TEU를 처리할 것이라 예측 되었으며, 중국의 경우 2030년에는 약 9,000만TEU, 일본의 경우 약 250만 TEU의 환적화물을 처리할 것이라 예측되었다. 즉 한국과 중국의 경우 연평균 4%, 6%의 성장세를 보여 환적화물 처리량은 지속적으로 증가할 것으로 예상되지만 일본은 연평균 1%대의 증가세를 보여 일정수준으로 유지될 것으로 분석되었다. 그리고 각 국가별 경쟁력 지수는 한국이 중국에 비해 다소 높게 나타났다.

본 연구는 한·중·일의 환적화물 처리량 및 각 국가의 환적화물 유치를 위한 경쟁력 지수를 정량적으로 파악할 수 있는 모델을 구축하였다는데 의의가 있으며, 본 연구에서 제시된 모델을 통하여 환적화물 유치 및 경쟁력 확보, 항만 개발의 필요성에 대한 기초자료로 사용될 수 있다고 판단된다. 본 연구의 한계점으로는 본 연구대상이 한·중·일로 한정되어 있어 실제 각 국가에서 처리한 환적화물 데이터를 통해 분석하는 것이 효율적이나 이에 해당하는 실질적인 데이터를 확보하는데 어려움이 있어 중국과 일본의 전체 컨테이너 처리량 중 환적화물 처리량의 비중을 사용하여 시물레이션 모델에 반영하였다. 또한, 각 국가별 항만 비용과 관련된 데이터는 영업비밀에 해당하여 정확한 정보확보가 어려웠다. 따라서 향후 연구에서는 중국과 일본의 실제 환적화물 처리량 및 각 국가별 항만 비용을 반영하고, 추가적인 외생변수를 사용한 보완 및 확장 연구가 필요하다고 판단된다.

## 참고문헌

- 길광수, 최중희, 황진희, 심기섭, 김운수, 박일란, “환적화물의 이동경로 조사분석 및 마케팅 전략 수립연구”, 『한국해양수산물개발원』, 2005.
- 김동환, “김대중 대통령의 시스템 사고”, 『집문당』, 2000.
- 김동환, “정책 평론과 시스템 다이내믹스”, 『한국 시스템다이내믹스 학회』, 제2집 제2호, 2001, 5-23.
- 김영표, “시스템 다이내믹스 기법 : 미래예측에서 정책효과 측정까지”, 『국토연구원』, 제312호, 2007, 117-127.
- 김운수, “수도권 수출입 화물의 중국항만 환적 가능성 연구”, 『해양물류연구』, 2009, 52-75.
- 김현지, “외국인직접투자가 환적물동량에 미치는 효과 분석”, 『한국해양비즈니스학회』, 제16호, 2010, 55-78.
- 문태훈, “시스템다이내믹스의 발전과 방법론적 위상”, 『한국 시스템다이내믹스 학회』, 제3집 제1호, 2002, 1-16.
- 박병인, 성숙경, “컨테이너항만의 환적항 결정요인 분석”, 『한국항만경제학회』, 제24집 제1호, 2008, 41-60.
- 박영태, 김영민, “우리나라 환적컨테이너화물 유치전략에 관한 연구”, 『한국물류학회』, 제31집 제1호, 2003, 95-121.
- 백인흠, “ISM & AHP를 이용한 환적항만 선정”, 『한국해운물류학회』, 제53집, 2007, 43-64.
- 안우철, 여기태, 양창호, “인천신항의 환적경쟁력 분석에 관한 연구”, 『한국항만경제학회』, 제26집 제1호, 2010, 20-42.
- 양창호, 여기태, “초대형 컨테이너선의 운항 확대에 따른 인천항의 북중국 환적거점항으로서 발전전략 연구”, 『한국유통경영학회』, 제13집 제1호, 2010, 91-106.
- 임일규, 김명재, 안기명, “중국항만과 경쟁력분석을 통한 부산항 환적화물 유치전략 연구”, 『한국항만경제학회』, 제26집 제3호, 2010, 175-197.
- 이기웅, 이문규, 방효식, “부산항 환적화물 유치를 위한 항만경쟁력 분석에 관한 실증연구”, 『통상정보연구』, 제13집 제1호, 2011, 97-120.
- 이호춘, “부산항·광양항의 환적컨테이너 수송 현황 분석”, 『월간 해양수산 통권』, 제248호, 2005, 37-57.
- 전찬영, “우리나라 환적물동량 예측에 관한 소고”, 『월간 해양수산 통권』, 제272호, 2007, 6-28.
- 정봉민, “동북아시아의 환적구조 및 환적수요 변화에 대한 고찰”, 『월간 해양수산 통권』, 제247호, 2005, 40-56.
- 조성제, “우리나라 해운항만 운송의 변천과정 및 전략과제”, 『한국창업정보학회』, 제9집 제1호, 2006, 161-183.
- 한철환, “북중국 환적화물 추정에 관한 실증연구”, 『한국해운물류학회』, 제44집, 2005, 41-61.

- Baird, A. J., "Optimising the Container Transshipment Hub Location in Northern Europe", *Journal of Transportation Geography*, Vol. 14, 2006, 195-214.
- Kim, J. K., Pak, J. Y., Wang, Y., Park, S. I., Yeo, G. T., "A Study on Forecasting Container Volume of Port using SD and ARIMA", *Journal of Navigation and Port Research*, Vol. 35, No. 4, 2011, 343-349.
- Lirn, T. C., Thanopoulou, H. A., Beresford, A. K. C., "An Application of AHP on Transshipment Port Selection: A Global Perspective", *Maritime Economics & Logistics*, Vol. 6, No. 1, 2004, 70-91.
- Oum, T. H., Park, J. H., "Multinational firms' location preference for regional distribution centers", *Transportation Research Part E*, Vol. 40, 2004, 101-121.
- 국토해양부 항만물동량 예측 공청회, 2010
- 국가물류정보센터(<http://www.nlic.go.kr/>)
- 한국무역협회(<http://www.kita.net/>)
- 해운항만물류정보시스템(<http://spidc.go.kr>)

## 국문 요약

# SD기법에 의한 한·중·일 환적물동량 변화량 추정에 관한 연구

여기태 · 정현재

해운·항만 분야에서의 환적화물은 항만 물동량의 증가와 고부가가치 산업의 활성화를 통해 국가 및 지역 경제발전에 긍정적인 영향을 미치는 중요한 화물이다. 하지만 최근 중국의 경제성장 및 지속적인 항만 개발로 인해 중국으로 직기향하는 대형선박이 증가함에 따라 우리나라의 환적 물동량은 점차 감소할 것 이라는 예측결과가 제시되고 있다. 우리나라의 경우 항만 물동량 예측을 통해 항만 개발 계획이 수립되고 있으며, 일반적으로 환적화물이 전체화물의 40%를 차지할 것이라는 전제하에 개발을 추진하기 때문에 환적물동량 예측은 중요한 과제이다. 하지만 기존의 연구들은 항만 경쟁력의 변화를 고려하지 않고 과거 실적치를 통하여 환적화물을 예측한 연구들이 대부분이다. 이러한 측면에서 본 연구에서는 SD기법을 통해 동태적인 관점에서 항만 경쟁력 지수 및 환적 물동량 변화치를 예측하는 것을 목적으로 하였다. 본 연구 수행 결과 2030년에는 한국의 경우 약 2천만TEU의 환적화물이 처리될 것으로 예측 되었으며, 중국의 경우 약 9,000만TEU, 일본의 경우 약 250만TEU의 환적화물이 처리될 것으로 전망되었다. 즉 한국과 중국의 경우 연평균 4%, 6%의 성장세를 보여 환적화물 처리량은 지속적으로 증가할 것으로 예상되지만, 일본은 연평균 1%대의 증가세를 보여 일정수준으로 유지될 것으로 분석되었다. 본 연구의 결과는 컨테이너 항만의 환적화물 유치 및 경쟁력 확보를 위한 기초자료로 사용될 수 있다.

**핵심 주제어 :** 시스템 다이내믹스, 환적물동량, 동북아시아, 시뮬레이션