

한국의 전시 해상수송능력 분석 (An Analysis on the Wartime Sealift Operation Capability of Korea)

조 윤 철, 이 상 진 *

Abstract

This study focuses primarily on the construction of the wartime sealift operation model from US to Korea. There are some uncertainties in the process of sealift operation such as the procurement rate of materiel in US, the distribution of KFS on four initial position locations at the start of the activation, and the number of ports and berths in the SPOEs and SPODs. The sealift capability, based on the allocation of sealift assets such as the number of vessels, berths, and ports, is evaluated through simulation. The simulation is executed with a baseline wartime scenario and then the results are analyzed through a sensitivity analysis. The military planner may use of this model as a standard for establishing effective and concrete sealift operation plan in the near future.

* 국방대학교 관리대학원

1. 서 론

“해상수송능력은 전구내에 있는 육군과 공군이 지속적인 작전을 수행하는데 있어서 필수적인 요소이다. 선박은 전쟁에서 승리를 보장하기 위해 전투부대가 필요로 하는 것을 지원함에 있어 해상 위에 놓여진 철교 역할을 한다.”(미 해군 전략계획지침 2000에서 인용)

과거 제1·2차 세계대전을 돌이켜볼 때 연합군이 승리할 수 있었던 여러 가지 이유가 있었지만 그 토대가 된 것은 전시 해상수송능력에 있어서 연합국이 월등히 우월했기 때문이다. 또한 최근 걸프전에서도 미군이 해상교통로 확보로 지속적인 군수지원을 가능케 하고 단시간에 많은 전쟁물자를 전구내로 신속히 수송 지원함으로써 전쟁을 승리로 이끄는 전기를 마련할 수 있었다. 걸프전 7개월 동안 미 수송사령부는 인원 504,000명, 화물 370만 톤 및 유류 610만 톤을 수송하였다. 이와 같은 수송 규모는 2개의 육군군단, 2개의 해병원정군, 28개의 전술항공비행대대를 전개시키고 이들에게 필요한 전력을 지원해 주는 것과 같은 수준이었다. 항공기는 수송할 수 있는 물자의 부피와 무게에 있어 한계가 있지만 신속하게 수송이 가능하기 때문에 주로 인원 및 긴급한 물자만을 수송하였으며, 선박은 속도 면에서는 항공기보다 느리지만 막대한 전쟁물자를 수송하기에는 항공기보다 더 효과적이었기 때문에 대부분의 화물은 해상을 통하여 수송되었다. 인원을 제외한 물자의 수송량을 비교하면 약 90%의 전쟁물자가 해상을 통하여 수송되었다.[6]

최근 미국은 해외 주둔 병력을 포함한 전체적인

미군 전력을 감축하는 대신 전 세계 어느 장소에 분쟁이 일어난다 하더라도 최단시간에 증원군과 장비 및 물자를 신속히 전개시킬 수 있는 수송자원의 확보와 현대화에 주력하고 있다.[7] 한국군은 북한에 의한 우발상황 발생 시 지속적인 전쟁수행을 위해 미군의 군수지원물자에 의존하여 왔으나 의존에 따른 작전의 제한을 극복하기 위해 전시 해외도입물자에 대한 독자적인 전시수송계획을 수립 중에 있다.

실효성이 있는 전시 해상수송계획의 수립을 위해서는 전시 해상수송능력에 대한 평가가 먼저 이루어져야 한다. 그러나 아직 전시 해외도입물자에 대한 조달계획, 동원선박 지정이나 조달물자를 미국의 어느 항구로부터 한국의 어느 항구로 수송할 것인가 또한 이들 항구에서 부두의 사용은 어떻게 할 것인가 등 전시 해상수송에 대한 계획이 미흡한 상태이다. 따라서 현재와 같은 상황에서 전쟁이 발발한다면 우리의 독자적인 전쟁물자 수송은 어려울 수밖에 없을 것이다. 그래서 시뮬레이션을 이용하여 전시 해외도입물자에 대한 우리의 해상수송능력을 평가하고 우리의 능력을 제한하는 요소는 어떠한 것들이 있는지를 식별할 필요가 있다. 그리고 식별된 요소에 따라 자원을 최적배분 할 수 있는 방향으로 전시 해상수송계획 수립의 필요성이 강하게 제기되고 있다.[1]

이 연구의 목적은 첫째, 전시 통합수송계획을 수립하는데 있어서 다양한 상황에서 전시 해상수송능력을 제한할 수 있는 불확실한 요소들을 식별하고 가용한 해상자원을 가장 효율적으로 배분할 수 있는 해상수송모델을 구축하고자 한다. 둘째, 분석모델의 시뮬레이션을 통해 조달물자의 항만 도착시기, 동원 지정 선박의 수, 항구 수와 각 항구에서의 부두의

수, 물자 및 선박할당계획 등을 평가함으로써 효율적인 전시 해상수송계획을 수립토록 하는 것이다. 즉, 수송 계획된 물량을 어떻게 조달해서 미국의 어느 항구에서 집하하여 선적하고 종류별로 몇 척의 선박을 이용하여 한국의 어느 항구에 어떻게 분산 하역할 것인가를 평가하여 이를 차후 통합수송계획에 반영할 수 있을 것이다.

2. 전시 해상수송작전

2.1. 미국의 전시 해상수송능력

걸프전 당시 미국이 보유한 수송자산만으로는 걸프만까지 적기에 많은 물량을 수송하기란 어려운 일이었으므로 미국은 타국적 선박을 임대 할 수밖에 없었다. 미 해상수송사령부(MSC)는 걸프전 기간 중 32척의 미국적 선박을 사용하고 나머지는 34개국으로부터 177척의 선박을 임대하여 부족분을 해소하고자 하였다. 기간 중 민간선박을 이용한 수송물자는 <표 2-1>에서 보는 바와 같다.[6]

<표 2-1> 민간선박에 의한 수송량

구분	총계	미국적선박	타국적선박
건 화물	3,048,532 (100%)	2,402,217 (78.8%)	646,315 (21.20%)
단위 화물	2,431,869 (100%)	1,785,554 (73.4%)	646,315 (26.6%)

사막의 방패/폭풍작전기간 동안에 전체 수송된 군수물자 중 항공기를 이용한 물자는 15% 미만이며 대부분이 선박을 이용하였다. 전체 해상수송물량의 85%를 민간선박이 담당하였으며, 약 24%를 타국적

선박이 수송하였다. 그 만큼 전략적 전개를 위해 선박은 필수적인 요소라 할 수 있으나 미국의 해운업계의 쇠퇴에 따른 선박의 감소는 외국적 선박에 대한 의존도를 심화시켰다.

미군의 한반도 전시 작전계획은 북한의 우발상황에 대비하여 단계별 작전계획으로 이루어질 것이다. 미군은 전쟁 초기에 일본 혹은 한반도 주변 우방에 주둔하고 있는 전력으로 반격을 개시할 것이며 이러한 반격을 지원하기 위해 모든 가용한 항공수송자산을 이용할 것이다. 그러나 삼면이 바다로 둘러싸인 한반도의 지리적 특성을 감안할 때 전쟁기간 동안 군수보급과 지원을 위한 주요 수단은 해상수송이 될 것이다. 게다가, 해상수송은 대규모 우발 작전에서 요구되는 엄청난 장비와 군수품을 수송할 수 있는 가장 효율적인 수단으로 간주되고 있다.[5]

한반도에 전쟁이 발발하여 전시동원령이 선포되면 한·미간 체결된 KFS 프로그램에 따라 일부 한국적 선박들은 미 해상수송사령부의 작전통제하에 놓이게 되며 미수송사는 이들 선박에 대해서 작전 전 기간 동안에 모든 계획과 이동에 대해 독자적으로 조정과 통제를 하게 된다. 이 선박들은 미국적 선박들과 함께 미 국내(CONUS)와 국외(OCOUS) 항구로부터 기 계획된 물자를 한국의 지정된 항구로 수송하게 된다. 한국적 선박이 수송하게 될 물량은 과거 걸프전에서 외국적 선박이 담당했던 양과 유사한 양을 수송하게 될 것이다.

미 수송사령부는 과거 걸프전의 경험을 토대로 전시 전략적 전개에 대한 노하우를 축적하고 있으며, 이러한 능력은 한반도에서의 전쟁상황에도 적용될 것이다. 사실 미국은 한반도 전시 전략적 수송을 위한 구체적인 계획을 이미 수립한 것으로 알려지고

있다. 미 수송사령부는 이미 전시동원선박에 대한 자료, 전쟁물자에 대한 전시조달능력에 대한 판단 및 전시사용부두에 대한 할당 등과 같은 수송자원에 대한 식별이 되어있다. 이를 기반으로 시차별로 지정된 장소로부터 한국까지 어떠한 선박을 이용하여 어떤 물자를 얼마만큼 수송할 것인가에 대한 미 수송사의 시차별 전개자료(TPFDD)가 작성되어 있다. 이들 시차별 전개자료에 포함된 일부 자료형태는 다음 <표 2-2>와 같다.[5]

<표 2-2> 한반도 우발시 미 수송사의 시차별 전개 자료(TPFDD) 예

Ship No	Ship Type	Trip No	SPOE	SPOD	Load STON	Ship capacity (STON)	Ship speed (kts)
33	2	3	A	1	4,000	8,000	14.8
27	1	2	C	3	3,600	12000	15.4
43	3	1	E	2	2,700	13,000	14.6
21	2	1	D	3	12,160	50,000	20.2
~	~	~	~	~	~	~	~

2.2. 한국의 전시 해상수송능력 분석

한반도에 전쟁이 발발한다면 한국군과 미군의 수송소요에 따라 육상, 해상, 항공의 세 부분으로 수송이 진행되며, 전시수송을 지원하는 미군의 전시수송체계와 비슷한 형태로 수송이 이루어 질 것으로 예상된다. 현재 한국의 평시 해외도입물자에 대한 조달은 조달본부 책임하에 이루어지며 전시 해외도입물자의 조달과 수송은 국군수송사령부 책임하에 수행되도록 되어있다. 효율적인 전시 해상수송계획 수립을 위해 해결되어야 하는 문제는 첫째 조달 대상 국가에서의 전시 해외도입물자의 조달에 관한 것이

다. 둘째 조달된 해외도입물자 수송을 위한 전시동원선박 지정에 관한 것과 물자를 선적하고 하역할 부두의 사용계획에 관한 것 등 구체적인 동원·수송 계획이다.

2.2.1. 전시 해외도입물자의 조달

전시 해외조달물자에 대한 수송은 국군수송사령부 책임하에 수행하게 되는데, 전시 해외도입물자 중 한국 측 수송책임물자는 FMS 및 상업구매물자이며 미국 측 수송책임이 있는 물자는 동맹국 예비비축물자(WRSA), 전시긴요품목(CRDL) 및 미중원군 병력 및 물자이다. 따라서 한국 측에 책임이 있는 물자인 FMS와 상업구매물자 조달상의 현실태와 문제점에 대해서 살펴보자.

첫째, 해외수송 주관부대가 평시는 조달본부, 전시는 국군 수송사로 이원화되어 평시 해외수송업무를 취급하지 아니하는 국군 수송사에서 전시 원활한 임무 수행이 곤란할 것으로 예상된다. 따라서 평시 조달본부 기능인 해외 수송업무를 국군 수송사로 이관할 필요성이 제기되어 그 기능을 이관토록 방침을 결정한 바 있다. 그러나 단순히 업무의 이관만으로 모든 것이 해결되는 것은 아니다. 해외도입물자에 대한 전·평시 업무를 소화해내기 위해서는 먼저 업무에 적합한 조직을 정비해야 하며, 업무의 이관에 따른 과도기적 시점에서 생기는 업무공백현상을 감안해야 할 것이다. 결국 이러한 일련의 과정을 다 거치고 난 후에 완전한 시스템이 구축되면 장시간이 소요된다는 것을 또한 고려해야 할 것이다.

둘째, 관련 부대 및 업체간 전시업무 처리 절차가 정립되어 있지 아니하여 특히 초기단계에서 업무 혼선이 초래될 것으로 판단된다. 전시 적시적이고 체

계적인 수송업무 수행을 위해 관련기관, 부대 및 업체별 전시동원령 이후 물품의 계약, 업체의 선정, 항구 야적장까지 물자의 조달방법, 시차별 조달물량 등 임무·기능을 명확하게 설정하고 상황별 업무수행 절차 및 수단을 구체화할 필요가 있다

셋째, 미국지역 수송업체의 창고 수용능력 부족으로 화물 처리가 지연될 것으로 판단된다. 현 업체의 일일 컨테이너 처리 능력은 40개이나, 전시 1일 평균 요구능력은 74개이며 화물이 일시 집중될 경우에는 정상적인 업무수행이 곤란할 것으로 예상된다. 따라서, 수송업체는 전시에 창고 및 인원을 추가 확보토록 하는 의무조항을 평시 수송계약서에 반영하고, 상황에 따라 필요한 만큼 수송업체를 추가 유치하여 운용토록 해야 한다. 결과적으로 전시물자조달에 대한 명확한 업무의 식별이 되어있지 않아 전시에 우리가 수송 계획한 물자에 대해서 구체적으로 얼마만큼의 양이 얼마의 기간 내에 수송가능 하도록 야적장까지 조달, 집하될 것인지 장담할 수 없는 상황이다.

2.2.2. 동원선박지정과 부두사용

미국에서 조달된 물자를 한국까지 적기에 수송하기 위해서는 고속으로 많은 양을 효율적으로 수송할 수 있는 전시동원선박의 확보가 중요하다고 할 수 있다. 그러나 한국해운산업의 경쟁력약화와 침체로 전시동원선박에 대한 지정에 있어서 어려움을 겪고 있는 실정이다.[2]

물자를 선적하고 하역하게 될 항구는 전시에 미국에서는 2곳을 한국에서는 4곳을 고려하고 있다. 그러나 미군의 경우 탄약과 같은 폭발물은 미 동부와 서부에 각 1곳씩 총 2곳에서 적재하도록 되어 있

나 한국의 계획은 이것과 상이한 면이 있으며 또한 미국에서 조달된 물자를 선적하기 위해 각 항구별 사용 가능한 부두에 대해 미군과 사전 업무협조가 되어 있지 못하다. 한국의 물자하역 항만에서도 상황은 마찬가지이다. 전시에는 한국군 군수물자를 제외하고도 미 증원군 물자나 상당량의 민·관 물자도 해외로부터 수송되기 때문에 한국군 군수물자 하역만을 위해 독점적으로 부두를 할당할 수 없으며, 실제로 공동 사용해야만 할 것이다. 그러나 여기에 대한 계획이 미비한 상태이며 단지, 군수물자에 대한 동원우선순위에 의해 사용하는데 문제가 없을 것으로 낙관하고 있는 실정이다. 그러나 미 증원군 물자를 제외하고 군수물자 대 관·민수물자의 양을 비교한다면 1:240으로 관·민수 물자가 월등히 많으므로 그 물량을 효율적으로 소화하고 군작전에도 지장을 초래하지 않으려면 사전에 정부차원에서 여기에 대한 방안을 제시해야 할 것이다. 그러기 위해서는 미군의 증원군 전력의 시차별 전개계획에 대한 자료확보가 이루어져야 할 것이다.

과거 걸프전에서 수행되었던 사막의 방패작전 그리고 현재 KFS 프로그램을 이용한 미군의 전략적 전개 계획과 마찬가지로 한국군의 경우도 전쟁물자의 대부분이 해상을 통해서 수송될 것이며 작전절차 또한 미군과 유사할 것이다. 다만, 시차별 전개계획에 따라 물자를 조달하는 방법, 물자를 선적 또는 하역 하는 장소 및 선박과 같은 수송자원에 있어서 다를 것이다. 특히 미국은 자국의 물자를 자국이나 자국에 준하는 장소로부터 물자를 계획대로 조달할 수 있지만 한국군은 미국으로부터 물자를 조달해야 하므로 예상하지 못하는 상당한 변수에 의해 작전에 많은 제한을 받을 수 있다.

3. 해상수송 모델

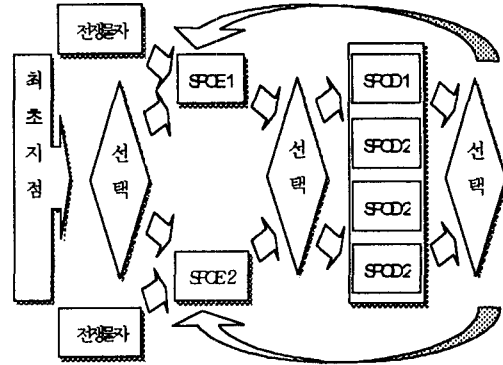
3.1. 가정사항

이 연구는 전쟁물자 해상수송과 항구에서의 적·하역 작전을 모델링 하는데 중점을 두었다. 이 연구에서 전시 해상수송능력은 목표한 시간까지 계획한 전쟁물자를 미국의 지정된 항구로부터 한국의 지정된 항구까지 수송하는 것으로 정의하였다. 전시 해상수송과 항구의 적·하역 작전을 모델링하고 시뮬레이션하면서 다음 사항은 고려하지 않았다. (1) 선박으로부터 일단 하역된 물자가 부두야적장에서 자연처리 됨으로써 발생하는 혼잡도 (2) 적 또는 게릴라에 의한 항구와 수송중인 선박의 공격에 의한 장애요인 (3) 태풍과 같은 자연적인 기상현상에 의한 선박 이동의 지연 등은 고려하지 않았다.

3.2. 해상수송모델 수립

해상수송모델은 크게 3부분으로 구분할 수 있다. 첫째, 미국에서 해외도입물자를 조달하는 물자조달 부분 둘째, 미국에서 조달된 물자가 미국의 지정된 항구로부터 한국의 지정된 항구까지 수송되는 해상수송부분 셋째, 미국과 한국의 지정된 항구에서 물자를 적·하역하는 부분이다.

<그림 3-1>은 세 부분을 종합하여 모델의 전체적인 흐름을 보여주는 Flow Chart이다. 여기서 전체 흐름을 (1) 미국에서 전쟁물자 조달 (2) 동원령 발령시 최초지점에서 미국의 항구까지 이동 (3) 미국에서 물자의 선적 (4) 한국에서 물자의 하역 (5) 물자선적을 위해 미국으로 재이동하는 5단계로 나누어 단계적으로 어떠한 논리에 의하여 모델을 구축하였는가에 대해서 설명하였다.



<그림 3-1> 해상수송모델 Flow Chart

3.2.1. 단계1 : 미국에서 전쟁물자 조달

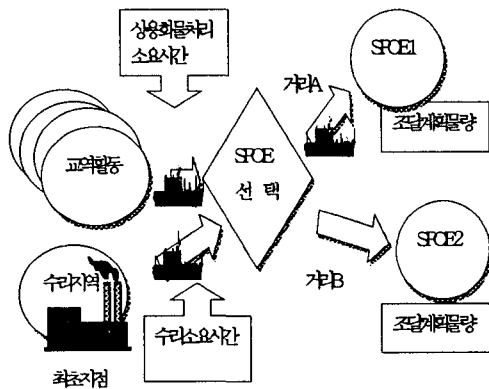
이 모델에서는 동원령이 선포되면 미국에서 조달된 물자가 각기 2곳으로 나누어져 집하되도록 되어 있다. 물론 상황에 따라서 3곳, 4곳으로 물자가 분산 집하되도록 할 수 있는데 이것은 전적으로 전시계획에 의존한다고 할 수 있다. 전시동원령이 발령되면 전시물자조달계획에 따라 미국의 물자저장 창고 또는 공장으로부터 물자를 기차나 트럭으로 목표 항구까지 수송해야 한다. 그러나 물자조달논리에서는 전쟁물자가 미국 전역의 DEPOT로부터 이동하는 부분은 모델링하지 않았으며, 단지 계획한 양의 물자가 어떠한 시간간격을 갖고 M+ 며칠부터 항구야적장에 도착하는가를 구현하였다. 단계1에서의 확률변수는 미측 항구에 물자가 도착하는 도착시간간격과 매번 도착시의 물자의 양으로 설정하였다.

3.2.2. 단계2 : 동원령 발령시 최초지점에서

미국의 항구까지 이동

<그림 3-2> 논리도에서 보듯이 동원선박들은 평시에 전 세계에 걸쳐 교역활동 중에 있다가 동원령

이 선포되면 상용활동을 중단하고 상용물자를 적재하고 있을 경우에는 신속히 하역이 가능한 가까운 항구로 이동하여 상용물자를 하역하고, 물자를 적재하고 있지 않다면 바로 미국의 지정된 장소로 이동하게 된다.



<그림 3-2> 최초지점에서 미국까지 이동

본 모델에서 사용된 동원선박의 최초지점은 교역활동 중인 4곳과 수리를 위해 1곳을 포함해서 5곳이다.

시뮬레이션이 시작되기 전 전시동원선박들은 어떤 확률에 의하여 교역활동 지역에 산재해 있으며, 선박들 중 일부는 수리 중에 있을 수 있다. 전시 동원령이 선포되면 상용화물의 적재유무에 따라서 상용화물 처리소요시간 또는 수리소요시간 만큼 지연된 후 SPOE 선택을 위한 논리를 거쳐 SPOE로 이동하기 시작한다. SPOE를 선택하는 규칙은 다음과 같다. (1) 각 SPOE 야적장에 물자 종류별로 조달 계획된 물량을 확인한다. (2) 최초지점에서 각 SPOE까지 거리차를 비교한다. (3) 두 SPOE 야적장에 조달 계획된 물량에 거리차의 비율만큼 곱하여 얻은 값들을 서로 비교하여 더 큰 값을 가진 SPOE를 선택한다.

단계 2에서 확률변수는 (1) 동원령발동시 동원선박이 어디에 위치해 있는지는 최초 위치지점, (2) 동원령발동시 선박이 수리중에 있는 경우에 수리소요시간, (3) 최초 위치지점에서 필요할 수 있는 상용화물 처리시간, (4) 선박의 이동시 운하 통과가 필요한 경우 운하통과시간이다.

3.2.3. 단계3 : 미국에서 물자의 선적

SPOE에 도착하는 선박들은 부두 야적장에 적재할 물자가 있는 경우는 곧 바로 부두에 접안하여 선적을 시작하지만 그렇지 않은 경우에는 외항에서 대기하게 된다. 경우에 따라서는 많은 선박들이 외항에 도착하게 되는데 나중에 도착한 선박이 먼저 접안하여 선적작업을 시작하는 경우를 배제하기 위해 모든 선박이 각 SPOE에 도착할 때 도착하는 순서에 따라 도착시간에 대한 속성값을 갖게 된다. 따라서 도착시간이 더 빠른 선박이 해당물자가 야적장에 도착하였을 경우에 먼저 접안하게 되는 것이다. 특히, 여기에서 중요한 논리는 전쟁 기간 중 전쟁물자를 수송하는 동원선박 외에도 다른 많은 선박들이 제한된 부두를 사용해야 하기 때문에 선적할 해당물자가 부두에 없음에도 불구하고 부두에서 대기함으로써 발생할 수 있는 대기행렬로 인한 비효율성을 없애기 위해 해당물자가 부두에 있을 때만 접안하는 논리를 적용하였다.

선박들이 선적하는 양은 부두에 접안 시 야적장에 해당물자의 야적량에 따라 달라진다. 만약 선박의 적재하중 이상이 야적되어 있다면 적재하중 만큼 선적하고 선박의 적재하중 이하가 야적되어 있다면, 야적된 모든 물자를 전부 적재한다. 단, 선박적재하중의 최소적재량 미만인 경우에는 최소적재량까지

해당물자가 야적될 때까지 외항에서 기다리게 된다. 여기서 최소적재량은 시간적, 경제적 효율성을 고려하여 결정되어야 할 값이다. 즉 전시라는 특수한 상황을 고려한다면 가능한 소량이라도 빠른 시간 내에 전장에 지원될 수 있도록 수송되어야 하지만 경제적인 측면을 고려한다면 더 많은 양을 선적해야 할 것이다. 따라서 시간적, 경제적 측면에서 목표에 부합하는 가장 효율적인 최소적재량을 산출하여야 할 것이다. 그러나, 아직 미국에서의 구체적인 조달계획이 수립되지 않았기 때문에 최소적재량에 대한 큰 의미가 없을 것으로 판단하여 최소적재량에 대한 수치에 대해서는 분석하지 않았다. 다만 KFS 프로그램을 이용한 미군의 전략적 전개에 대한 기존의 연구자료에서 산화물선(Breakbulk)은 선박 적재하중의 27%, 컨테이너선은 25%, 자동차운반선(RO/RO)은 32%를 평균적으로 수송한다는 결과[5]를 참고하여 임의로 최소적재량은 선박적재하중의 20%로 적용하였다.

단계 3에서 항구에서의 선박별 적재작업소요시간은 확률분포가 아니다. 선박별 적재소요시간은 선박이 적재할 수 있는 물자의 톤수를 각 부두별 시간당 선박적재율로 나눈 결정적 값이다. 선박 출입항 소요시간도 적하역 시간과는 별도로 결정적인 값으로 가정하였다.

3.2.4. 단계4 : 한국에서 물자의 하역

미국에서 물자를 선적한 선박들은 가능한 최단시간에 한국까지 물자를 수송하기 위하여 이동하기 시작한다. SPOE에서 물자를 적재하여 한국에 도착한 선박들은 물자를 하역하기 전에 선적된 물자를 하역할 부두를 선택하게 된다. 본 모델에서 사용된 물자는 모두 세 종류로 나누어져 있으며, 그 물자들을

취급하는 부두 즉, 선적, 하역하는 부두가 사전에 정되어 있다. 한국에 도착한 선박이 하역항구를 선택하는 기준은 기본적으로 적재중인 물자에 따라 결정된다. 장비와 일반물자를 적재한 선박은 SPOD-1에서 물자를 하역하게 되며, 탄약을 적재한 선박은 SPOD-2, 3, 4에서 하역하게 된다. 또 탄약을 적재한 선박은 SPOD-2, 3, 4 각 항구에서 물자하역을 위해 대기하고 있는 선박의 수와 SPOD-2, 3, 4에서 하하도록 기 계획된 물량에 따라 결정된다. 즉, 먼저 각 SPOD-2, 3, 4에서 하역된 물량이 최초 계획된 물량을 초과했는지 여부를 확인한 다음 초과하지 않은 경우에는 대기 선박의 수에 따라 결정되고 초과된 경우에는 초과된 SPOD를 제외한 나머지 SPOD에서 대기하는 선박의 수에 따라 결정되며, 기 계획된 모든 물량이 수송될 때까지 반복하게 된다. 이러한 논리적 적용은 한 곳에 기준치 이상의 폭발물이 집중되는 것을 방지하고 가용한 항구를 효율적으로 사용하기 위한 것이다.

단계 4에서 한국 항구에서의 선박별 작업소요시간은 단계 3과 같이 결정된다. 하역소요시간은 선박적재물자의 톤수를 시간당 하역율로 나눈 값이다.

3.2.5. 단계5 : 한국과 미국간의 해상이동

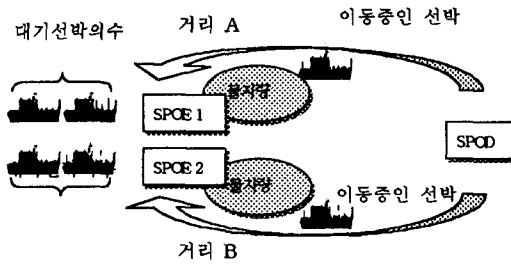
이 시뮬레이션은 계획된 모든 물자가 미국에서 한국까지 수송완료 되는 시점에 종료된다. 따라서, SPOD에서 물자를 하역한 선박은 다시 SPOE로 이동하는데 여기서 다시 SPOE를 선택하는 규칙은 다음과 같다.

첫째, 각 SPOE에 조달된 물자별 잔량을 비교한다.

둘째, 물자를 선적하기 위해서 각 SPOE 외항에서 대기하고 있는 선박의 수를 확인한다.

셋째, 물자를 선적하기 위해서 각 SPOE로 이동 중인 선박의 수를 확인한다.

넷째, 각 SPOE까지의 거리비율을 고려한다.



<그림 3-3> 한국에서 물자하역 후 재이동

<그림 3-3>에서 보듯이 네 가지 SPOE 선택기준 사항을 고려한 후 더 많은 물량이 남아 있는 쪽으로 선박은 이동한다. 선박의 이동에서 운하를 통과하는 경우는 운하통과시간은 확률변수로 고려하였다. 해상에서 선박이 이동하는 속력은 태풍과 같은 자연적인 영향은 고려하지 않았으며, 단지 해상상태의 변화가 약간 있는 것으로만 고려하였다. 과거 사막의 방패/폭풍작전에서 33kts의 고속수송선이 미 동부에서 수에즈운하를 통과하여 페르시아 걸프만까지 전개하는데 해상상태의 영향, 운하통과 시간, 기타 장애요소의 영향으로 평균이동속력은 최대속력의 70%인 23kts에 불과하였다.[5] 그러나 이 모델에서 동원 선박의 속력은 20kts 미만이기 때문에 외력의 영향에 의한 속력의 감소는 걸프전의 고속수송선 보다는 적을 것으로 예상된다. 따라서 이 모델에서 해상상태에 따른 영향을 고려하여 모든 동원선박은 선박종류별 최대속력의 80%의 이동속력을 갖는 것으로 모델링 하였다.

3.3. 모델 입력자료

3.3.1. 전시 동원선박지정

전시 해외도입물자 수송을 위한 동원선박 지정을 위하여 건교부, 해양수산부와 함께 협의 중에 있어 정확한 선박의 구성 및 제원은 알 수 없지만 한국이 KFS 프로그램에 따라 미국측에 제공한 한국적 선박의 구성 및 제원과 유사할 것으로 추정할 수 있다. 미국측에 제공한 선박중 Oil Tanker를 제외한 선박의 구성 및 제원은 <표 3-1>에서 보는 바와 같다.[5]

<표 3-1> KFS 프로그램 선박 제원

동원선박	선박수	평균적재하중 (Ton)	평균속력 (kts)
컨테이너	00	4200	18.4
Ro/Ro	00	19238	18.7
산화물선	00	4200	12.6

전체 선박종류별 평균적재하중은 RO/RO가 가장 크고, 속력도 가장 빠르다. 표에 기재된 값은 미측에 제공된 KFS프로그램 선박에 대한 제원의 평균 값들이다. 컨테이너선과 산화물선은 적재하중이 상대적으로 작으며, 산화물선은 속력이 다른 선박에 비해서 느리다. 본 모델에서 한국측이 동원지정할 선박은 최소한 미국측에 제공된 선박의 제원과 같을 것이라고 가정하였다.

3.3.2. 전시 해외도입물자

미국으로부터 한국까지 수송할 전시 해외도입물자 중 한국측에 수송책임이 있는 물자는 앞에서 기술한 것처럼 FMS와 상업구매 물자이다. 그러나, 한국측의 요구에 따라 미국측에 수송책임이 있는 CRDL을 한국측이 수송하는 것으로 가정할 경우 한국군이 수

송할 물자는 총 000만 톤이며, 물자별 구성은 탄약, 일반물자, 장비로 구분할 수 있다. 구매방법에 의한 물자 구성비율을 보면 FMS, 상업구매 그리고 CRDL 순으로 FMS 구매물자가 가장 많으며, 물자 종류별 구성비율로 보면 탄약이 가장 많으며 전체 수송물량의 반 이상을 차지하고 있다. 소요부대의 요구에 맞추어 각 물자별로 목표 수송완료일을 <표 3-2>와 같이 3단계로 계획하고 있다고 가정하였다. 표에서 CRDL물자의 수송목표시한은 별도로 표시하지 않았지만 이 물자는 개전 초 가장 신속한 수송을 요하는 물자이기 때문에 일단 CRDL물자는 M+00일 이내에 수송완료를 목표로 하고 있다. 장비와 일반 물자는 전반적으로 개전 초 1단계에 많이 집중되어 있다.

<표 3-2> 물자별 수송완료 목표

구분	1단계	2단계	3단계
탄약	17.5%	23.8%	58.7%
장비	95.6%	-	4.4%
일반	72.9%	2.9%	24.2%

3.3.3. 최초지점

전시동원선박으로 지정된 선박들은 평시에 전 세계 113개항 또는 그 이동경로 상에 위치해 있을 것이다. 미군은 한국측으로부터 한반도 전시를 대비하여 미 중원군 병력과 물자를 수송할 수 있도록 한국적 선박을 제공받았으며, 매년 3회 정도 이들 선박에 대한 위치확인 훈련을 실시해 왔다. 그 결과 확률적으로 한국적 선박이 주로 어느 지역에 어떻게 분포하고 있다는 <표 3-3>과 같은 자료를 수집, 분석할 수 있었다. <표 3-3>에서 산화물선은 최초

동원령 발령시 페르시아 걸프만 지역과 미 동부 지역에는 위치하지 않으며 나머지 다른 두 선박은 4개의 지역에 분산 위치한다는 사실을 알 수 있다.

<표 3-3> 동원선박의 최초위치

구분	컨테이너	RO/RO	산화물선
태평양	23	25	52
부산	21	30	48
걸프만	27	20	N/A
미동부연안	19	25	N/A

현재 한국군은 전시동원선박의 최초위치에 대한 자료는 없으나 KFS프로그램 선박에 대한 기존의 연구자료를 활용하여도 문제가 없을 것으로 판단된다. 따라서 <표 3-3>의 최초위치에 대한 자료를 해상 수송모델에 사용하였다. 동원선박들은 평시 위 지역에 산재해 있다가 전시동원령이 발령되면 상용물자의 적재유무에 따라 신속히 하역 가능한 항구로 이동하여 상용물자를 처리한 후 미국으로 이동한다. 이때 상용물자를 처리하는데 소요되는 시간은 일양분포(Uniform Distribution)로 최소 0일에서부터 최대 11일 까지 걸린다. 또한, 전시동원령 발령시 총동원 선박 중 2%는 중국 상하이에서 수리 중에 있을 것이며, 이들 선박이 수리완료 되는데 소요되는 시간은 일양분포로 최소 1일에서부터 최대 15일 까지 걸린다. 수리선박에 관한 자료는 한진해운이 보유하고 있는 선박에 대한 관련자료조사를 통해서 수집한 것이다. 최초 시뮬레이션이 시작되면 2%의 선박은 중국 상하이로부터 수리를 완료하고 임무를 수행하기 위해서 미국으로 이동하게 될 것이다.

3.3.4. 항만자원

이 연구에서는 전쟁물자 수송을 위해 미국에 2개, 한국에 4개의 항구를 고려하고 있으나, 각 항구별로 가용할 부두의 수는 아직 구체적인 계획이 없다. 그래서 가용한 부두의 수에 대해서는 임의로 가정하였다. 각 항구별 가용한 부두의 수와 취급물자 그리고 능력은 <표 3-4>에서 보는 바와 같다.

SPOE-1에는 5개, SPOE-2에는 4개, SPOD에는 각 2개의 부두가 할당되어 있다. 그리고 미국에서 조달된 물자는 각 SPOE에 집하되는데 SPOE-2에는 탄약이 집하되지 않는다. 미국으로부터 수송된 장비

<표 3-4> 가용부두 및 부두능력

구 분	가용부두	취급물자	능력	
미국	SPOE-1	5	Type-1,2,3	9,000
	SPOE-2	4	Type-2,3	9,000
한국	SPOD-1	2	Type-2,3	9,000
	SPOD-2	2	Type-1	3,600
	SPOD-3	2	Type-1	9,000
	SPOD-4	2	Type-1	3,600

와 일반물자는 SPOD-1으로, 탄약은 SPOD-2, 3, 4에서 하역된다. SPOE에 있는 모든 부두의 일일 물자 선적능력은 9,000톤이며, SPOD-1, 3와 SPOD-2, 4는 일일하역능력이 각 9,000톤과 3,600톤이다. 이것은 대부분의 전쟁물자가 컨테이너화 된다는 가정 하에서 컨테이너시설을 갖춘 부두는 시간당 15TEU 컨테이너를 25개 작업할 수 있고, 일반부두시설로 이동식 크레인을 가지고 있는 부두는 시간당 15TEU 컨테이너를 10개 작업할 수 있다는 인터뷰자료에 근

거를 두고 적·하역 작업시 단 1개의 크레인만 작업이 가능한 것으로 가정하였다.

3.3.5. 출입항사항

출입항 소요시간은 미국과 한국 모든 항구에서 선박의 종류나 현재 적재용량에 상관없이 결정적인 값으로 2시간으로 가정하였다. 그리고 최초지점 페르시안 걸프에서 선박이 미 서부로 이동시 수에즈 운하를, 물자를 적·하역후 미 동부와 한국으로 이동시 파나마 운하를 통과해야 한다. 여기서 두 운하를 통과하는데 소요되는 시간은 일양분포에 의해 최소 12시간에서 최대 16시간이 소요된다

3.3.6. 물자조달 시나리오

한국은 아직 전시 도입물자의 해외조달에 대한 구체적인 계획을 수립하지 못했으나 계획에 의한 작전의 수행은 과거 걸프전에서 미군이 했던 것과 아주 유사할 것이라 판단된다. 그래서 조달 시나리오는 개략적인 임무계획과 기타 참고도서에서 관련자료를 획득하여 군사기밀에 위배되지 않는 범위 내에서 작성하였다.

고려할 수 있는 한 시나리오는 M+5일부터 일정한 시간 간격으로 일정량의 물자가 미국항구로 조달되는 물자조달이 결정적인 경우이다. 일정량이 일정한 시간 간격대로 도착한다는 것은 너무 낙관적인 물자조달 시나리오로 생각할 수 있다. 그래서 다른 시나리오에서는 물자도착이 M+5일부터 각각 평균 X일 인 음의 지수분포로 도착하며, 도착물량은 삼각분포 (Triangula Distribution)에 따라 도착한다고 가정할 수 있다. 이 경우 물자도착 시간간격과 물자량에 대한 각각의 확률분포에 따라 수많은 시나리오가 발생

할 수 있으나 이 연구에서는 한 가지 확률적인 물자 조달 시나리오에 대해서만 고려한다. <표 3-5>는 이 연구에서 고려하고 있는 각 항구에서의 물자도착량에 대한 확률분포이다. 한번 SPOE-1 항구에 탄약이 도착하는 경우, 평균 8,071톤이 도착하며 최대량은 9,000톤, 최소량은 2,000톤이 도착하는 삼각분포를 따른다. 각 항구에서의 도착시간 간격은 평균 2일인 음의 지수분포로 가정하였다.

<표 3-5> 물자조달량 시나리오

물자유형	SPOE-1	SPOE-2
탄약	Tria(2000,8071,9000)	N/A
장비	Tria(2000,8071,9000)	Tria(2000,8071,9000)
일반물자	Tria(2000,8071,9000)	Tria(2000,8071,9000)

4. 컴퓨터 시뮬레이션의 실행과 결과

4.1. 시뮬레이션 실행

전시 해상수송모델은 전시 해외도입무자 수송을 위한 프로세스를 논리적인 절차에 의해 설계하고 이것을 Arena 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 코딩하였다. Arena는 동적 애니메이션이 가능하도록 설계되어 있으며 특수목적 시뮬레이션 언어인 SIMAN의 모듈들을 구성부품으로 사용한다.(Arena의 특성 및 자세한 내용은 [4]를 참조하고 Arena 시뮬레이션 프로그램은 [3]을 참조하라)

모델에서는 최초 동원선박의 위치, 상용화물의 처리소요시간, 수리소요시간, 미국에서 물자의 조달, 운하통과시간 등이 확률분포를 이루고 있다. 시뮬레

이션을 단 1회 실시할 경우 시뮬레이션의 무작위성이 비정상적인 결과를 제공할 우려가 있다. 이러한 위험성을 배제하기 위해서 40번의 시뮬레이션을 반복 실시 하였다. 10번부터 30번을 반복 실시하였을 때까지는 결과에 대한 편차가 다소 컸으나 40번 이후부터는 허용할 수 있는 오차범위 내로 인정할 수 있으므로 40번을 실시하였다.

시뮬레이션을 통해 다음 6개의 성과지수를 중심으로 전시해상수송의 자원의 배분을 분석할 것이다

- 평균 물자수송완료시간
- 물자별 평균수송완료시간
- 선박종류별 평균수송량
- 선박종류별 평균수송횟수
- 각 항구에서 대기하는 선박의 평균대기 시간
- 목표대비 시차별/물자종류별 물자수송 완료시간과 비율

4.2. 시뮬레이션 결과

시뮬레이션의 기본적인 물자조달 시나리오는 M+5일부터 음의 지수분포에 의한 평균 2일 간격으로 항구에 조달 물량이 도착하며 물자의 양은 <표 3-5>와 같이 삼각확률분포를 따른다고 설정하였다. 이는 전시 해외도입물자에 대한 조달체계가 명확히 수립되어 있지 않아 시차별로 확보 가능한 물자에 대한 정확한 추정이 불투명한 현 실태를 반영하기 위한 것이다. 따라서 실험한 물자조달 시나리오에서는 물자의 조달이 확률분포에 의해 이루어지므로 365일 이내에 조달이 완료 안될 수 있다.

시뮬레이션 결과 <표 4-1>에서 본 바와 같이 선박종류별 평균종료시간은 컨테이너선이 462일, Ro/Ro선 522일, 산화물선 487일로 모든 선박이 목표한

365일 내에 물자를 수송하지 못하였다. 컨테이너선이 가장 빨랐지만 40번의 시뮬레이션 동안 단 한 번도 365일 이전에 수송완료하지 못하였다. 컨테이너 선의 경우 가장 빨리 수송한 경우가 388일이었으며 최대 518일이 소요되었다. 컨테이너선으로 해당 물자를 수송 완료하는데 95% 신뢰구간에서 신뢰하한은 452일, 신뢰상한은 473일이었다.

<표 4-1> 선박별 수송종료시간(95% 신뢰구간)

구 분	평균	신뢰하한	신뢰상한	최소값	최대값
컨테이너	462	452	473	388	518
Ro/Ro	522	514	530	483	581
산화물선	487	480	494	430	522
전 체	525	518	532	488	581

컨테이너선, Ro/Ro, 산화물선의 평균수송량은 <표 4-2>에서 보는 바와 같이 각각 약 3,800톤, 16,000톤, 2,700톤으로 Ro/Ro의 평균수송량이 가장 많다.

<표 4-2> 시뮬레이션 후 평균수송량 및 수송횟수

구 분	컨테이너	Ro/Ro	산화물선	평균
평균 수송량	3,808	16,133	2,717	7,553
평균 수송회수	8.7	8.95	6.63	8.09
평균 적재율	90.67%	83.86%	64.69%	79.74%

평균적재율은 전체적으로 약 80%에 달하고 있으며 전체 작전기간동안 1척당 수송횟수는 컨테이너선이 8.7회, Ro/Ro가 8.95회, 산화물선이 6.63회의 미국 왕복을 하게 된다.

<표 4-3> 시차별 물자수송량

구 분		1단계	2단계	3단계
탄약	목표량	17.5%	41.3%	100%
	수송량	8.63%	21.38%	74.22%
장비	목표량	95.6%	-	100%
	수송량	2.84%	-	65.28%
일반 물자	목표량	72.9%	75.8%	100%
	수송량	1.6%	14.5%	73.7%

탄약을 제외한 장비와 일반물자의 CRDL은 목표한 M+00일 이내에 수송되지 못하였으며, 3단계까지 탄약은 74.22%, 장비는 65.28% 그리고 일반물자는 73.7%를 수송할 수 있었다. 시차별 3단계에서 모든 물자가 전반적으로 목표한 시점까지 수송되지 못하고 있음을 볼 수 있다.

<표 4-4> SPOE에서 선박의 대기시간(95%신뢰구간)

구 분		평균	신뢰하한	신뢰상한	최소값	최대값
SPOE-1	컨테이너	30.1	27.9	32.3	17.7	44
	Ro/Ro	23	206	254	1.19	486
	산화물선	2.47	2.27	2.67	1.69	4.56
SPOE-2	컨테이너	0	0	0	0	0
	Ro/Ro	1.89	1.25	2.53	1.25	10.2
	산화물선	2.97	2.64	3.3	1.48	7.02

<표 4-4>는 SPOE에서 선박이 대기하는 시간을 나타내는데 컨테이너선의 평균대기시간은 30.1 일이며 다른 선박들은 2-3일로 컨테이너 선의 대기시간이 다른 선박에 비해서 최소한 10배 이상이다.

컨테이너선은 40번의 시뮬레이션 중에서 어느 경우 최대 44일까지 적재를 위해 외항에서 대기하게 된다. 이 분석을 통해 유추할 수 있는 결론은 컨테이너 선에 선적할 물자가 항구에 충분히 야적되지 못하고 있거나 혹은 컨테이너선의 선적항구가 1군데로는 부족하다는 것이다. 컨테이너선에 선적할 물자를 여러 항구에 분산하여 선적하거나 한 항구가 지정된다 하더라도 빠른 시간내에 충분히 야적할 수 있다면 컨테이너선의 대기시간을 줄이고 이용률을 증가시키며 궁극적으로 컨테이너선이 담당하는 물자의 단계별 평균수송량을 증가시킬 수 있을 것이다.

5. 민감도분석

5.1. 고려요소와 결과

민감도분석을 실시하는데 6가지 성과지표에 영향을 미칠 수 있는 영향요소가 많이 있다. 이 연구에서는 자원확보에 있어 가장 문제가 되는 동원선박지정과 관련한 요소를 중심으로 민감도분석을 실시하였다. 동원선박의 지정과 관련이 있는 3개의 모수(Parameter)는 대표적으로 선박의 수, 선박의 속력 그리고 선박의 적재하중이다. 이들의 고려요소의 변화에 따른 해상수송능력의 영향을 분석하였다.

예를 들어 컨테이너선의 수를 1척, 2척 그리고 3척 추가 동원함으로써 탄약을 수송하는 컨테이너선의 평균 물자수송완료시간이 어떻게 달라지는가를 분석하였다. 그러나 이때 한 모수를 변화시킬 때 동시에 다른 모수들도 변화되는 것이 아니라 다른 모수들은 처음 그대로 고정시킨 상태에서 각 모수별로 민감도분석을 실시하였다. 여기서는 물자조달이 확

률적인 경우의 시나리오에 대해서 6가지의 성과지수를 중심으로 3개의 모수를 가지고 민감도분석을 실시하였다.

<표 5-1> 민감도분석 결과

구분	최초종료	선박의수		속력		적재하중	
		증가	단축일	증가	단축일	증가	단축일
컨테이너	462	1척	-5	2kts	-4	1.5배	-5
		2척	-8	4kts	-9	2배	-4
		3척	-7	6kts	-14	2.5배	-12
		4척	-8	-	-	-	-
Ro / Ro	522	1척	-32	2kts	-23	1.5배	-21
		2척	-33	4kts	-26	2배	-29
		3척	-40	6kts	-31	2.5배	-22
		4척	-31	-	-	-	-
산화물선	487	1척	-3	2kts	-24	1.5배	-13
		2척	-16	4kts	-21	2배	-9
		3척	-12	6kts	-26	2.5배	-5
		4척	-13	-	-	3배	-6

민감도분석 결과는 <표 5-1>에서 보는 바와 같다. 선박의 수를 증가시킴에 따라 Ro/Ro만이 종료시간이 30일 이상 줄어들게 되고, 컨테이너선과 산화물선은 선박의 수 조정에 따른 효과를 기대하기에는 다소 미흡해 보인다. 그리고 선박의 속력의 증가에 따라서는 Ro/Ro와 산화물선이 각각 20일 이상으로 종료시간을 단축되어 효과적이었으며, 적재하중의 증가에 대해서는 Ro/Ro만이 종료시간을 크게 단축하였다.

5.2. 물자조달을 고려한 민감도 분석

이제 물자조달 시나리오에 따른 민감도분석을 실

시하자. 고려할 수 있는 미국에서의 물자조달 시나리오는 M+5일부터 일정한 시간 간격으로 일정량의 물자가 미국항구로 조달되는 결정적인 경우이다. 물자조달률이 2일의 일정한 간격으로 일정량이 도착한다는 결정적인 경우의 시나리오와 앞서 고려한 확률적인 경우의 시나리오를 비교하겠다.

먼저 각 시나리오별로 미국에서 계획된 물자의 조달완료시간을 비교하였다. <표 5-2>에서 보는 것처럼 조달률이 결정적인 시나리오에서는 모든 물자가 적기에 한국까지 충분히 수송 가능하도록 조달과 항구집하가 365일 이내에 완료되었다.

<표 5-2> 미국에서 물자조달 능력 비교

구 분	SPOE-1			SPOE-2	
	탄약	장비	물자	장비	물자
결정적경우	347일	347일	341일	333일	319일
확률적경우	442일	437일	429일	430일	406일

그러나 물자조달이 확률적인 시나리오에서는 한

국까지 수송완료목표 시간인 365일을 초과하여 물자가 조달 완료된 것을 볼 수 있다. 따라서 조달률이 확률적인 경우의 시나리오에서는 조달에 있어 365일 이내에 목표를 달성하기는 어렵다. 조달률이 확률적인 시나리오에서 평균종료시간과 선박의 대기시간이 길어진 이유는 바로 조달과 항구집하의 불규칙성 때문이다.

<표 5-3>은 조달률이 결정적인 경우와 확률적인 경우 두 개 시나리오에 대한 시뮬레이션 결과를 6가지의 성과지수를 중심으로 종합정리 한 것이다. 평균 물자수송완료시간, 물자별 평균수송완료시간, 선박종류별 평균수송횟수 그리고 SPOE에서 선박별 평균 대기시간을 물자조달이 결정적인 경우와 확률적인 경우로 비교하였다. 확률적인 물자조달 시나리오에서는 컨테이너선의 평균종료시간이 결정적인 시나리오인 경우보다 99일 더 길어졌으며, 전체적인 평균종료시간도 24일이나 더 길어졌다. 아마도 이러한 모든 원인은 물자의 조달능력의 불규칙성에 따른 결과일 것으로 예상된다. 반면 선박종류별 평균수송량과 3단계까지 물자별 수송량은 물자조달이 확률적인

<표 5-3> 물자조달 시나리오별 지표에 의한 분석

구 분	결정적인 경우			확률적인 경우		
	컨테이너	Ro / Ro	산화물선	컨테이너	Ro / Ro	산화물선
평균물자수송완료시간	501 일			525 일		
물자별 평균수송완료시간	363일	501일	406일	462일	522일	487일
선박종류별 평균수송량	99.3%	88.9%	82.7%	90.7%	83.9%	64.7%
선박종류별 평균수송횟수	8.19	8.44	5.19	8.7	8.95	6.63
M+365일까지 물자별 수송량	100%	66.2%	84.7%	74.2%	65.3%	73.7%
SPOE에서 선박별 평균대기 시간	3.84일	1.76일	2.01일	30.1일	2.10일	2.72일

시나리오로 바뀌면서 점차로 줄어드는 것을 볼 수 있다. 물자조달이 확실적인 경우는 물자조달이 결정적인 경우에 비해 결과가 크게 달라지게 된다. CRDL 물자 중 탄약, 장비와 일반물자는 M+00일까지 수송물량이 크게 줄어들게 된다. 특히 탄약의 경우 물자를 결정으로 조달하는 시나리오에서 3단계까지 목표한 물량 100%가 수송되었으나 확실적인 물자조달 시나리오에서는 74.2%로 크게 줄어들었다. 미국의 항구(SPOE)에서 선박의 평균대기시간도 전체적으로 조달률이 결정적인 시나리오에 비해 늘어났으며, 특히 컨테이너선의 경우 평균 3.84일에서 30.1일로 거의 8배 가까이 늘어났다.

물자조달이 결정적인 시나리오에서는 미국에서의 조달은 문제가 없으나 선박의 수송능력 부족으로 시차별 목표 시점인 1, 2, 3단계 각 시차별로 목표한 물량을 수송 완료할 수 없었다. 그러나 현실적으로 가용한 수송자원을 추가 동원한다면 각 시차별로 목표한 물량을 충분히 수송할 수 있다. 그러나 물자조달이 확실적인 시나리오에서는 미국에서 물자의 조달지연으로 시차별로 목표한 물자를 적기에 수송하기란 불가능하였다. 이것은 전시 해상수송물량 000만 톤을 수송할 선박의 수송능력이 부족하기 때문만은 아니다. 가장 큰 이유는 미국에서 물자의 조달능력 때문이다. 따라서 물자조달이 확실적인 시나리오로 전개된다면 아무리 많은 해상수송자원을 추가 동원한다 할 지라도 목표의 달성은 불가능할 것이다.

그러므로 이 경우 전시 해상수송능력을 제한하는 가장 큰 제한요소는 미국에서 물자의 조달능력과 항구까지의 집하능력이라고 할 수 있다.

6. 결 론

한반도 우발상황시 전쟁의 지속적인 수행을 목적으로 필요한 물자를 적시, 적소에 원활히 지원하기 위해서는 전시 해외도입물자를 미리 평시에 구매, 확보하여 창고에 저장하여 두면 될 것이다. 또한 전쟁물자의 신속한 수송을 위해서는 수송능력이 뛰어난 선박을 충분히 동원하고 부두시설을 충분히 확충하여 항만에서의 혼잡을 없애면 될 것이다. 그러나 전쟁이 언제 발발할지도 모르는 불확실한 상황에서 전시에 필요한 물자를 미리 구매 확보하여 저장한다는 것은 한국의 경제적인 능력과 현실 여건을 고려할 때 불가능한 사항이며, 실행 가능하다고 할지라도 비효율적인 것이다. 따라서 현재 한국군의 전시해상수송능력을 평가해 보고 미래의 변화에 원활히 대처 할 수 있는 능력을 갖춘 경제적 규모의 해상수송능력을 확보하는 것이 대단히 중요하다고 할 수 있다.

한국군은 전시 대부분의 전쟁물자를 미국으로부터 수송할 계획을 갖고 있다. 그러나 평시에 해외도입물자에 대한 업무절차만이 수립되어 있을 뿐 전시 업무절차에 대해서는 정립되어 있지 않은 상태이다. 즉, 전시에 관련기관, 부대, 업체별로 어떠한 임무를 수행하며, 상황별로 물자를 어떻게 조달할 것인가에 대한 절차가 정립되어 있지 못하다. 그래서 전시에 목표한 물자에 대해서 시차별로 얼마만큼 조달이 가능할 것인가에 대한 조달판단이 현실적으로 어려운 실정이다. 따라서 현재 가용할 것으로 판단되는 해상수송자산에 관한 자료를 수집하고 조달능력에 따라 여러 물자조달시나리오를 작

성하여 시뮬레이션을 실시하였다. 시뮬레이션 결과 전시 해외도입물자를 미국으로부터 한국까지 동원하는 해상수송능력을 제한하는 가장 큰 제한요소는 미국에서 전쟁물자의 조달능력이었다. 즉, 전쟁물자의 조달능력 판단이 불가능한 상태에서 전시 해상수송자원의 적정수준을 판단하여 전시 해상수송계획을 수립한다는 것은 계획의 실효성 측면에서 문제가 될 수밖에 없다. 따라서 효율적인 전시 해상수송계획을 수립하기 위해서는 가장 먼저 미국에서 시차별 물자의 조달능력판단이 먼저 이루어져야 할 것이다. 그러기 위해서는 관련부대, 업체간 업무 및 절차를 명확히 식별하여 임무를 할당해야 할 것이다.

시뮬레이션 결과 전시동원선박의 지정시 다음 세 가지 사항을 고려해야 할 것이다. 첫째, 시뮬레이션 결과 컨테이너선은 적재하중, Ro/Ro는 선박의 수, 산화물선은 선박의 속력과 적재하중 때문에 시차별 수송 목표량을 수송하는데 시간의 지연이 있었다. 따라서 차후 전시동원선박 지정시 위 사항을 고려하여 선박을 지정해야 할 것이다. 둘째, 장비와 일반물자의 경우 개전 초 대부분의 물자가 수송되어야 하는 반면 실제 수송된 양은 목표에 크게 미달하였다. 하지만, 현실적으로 목표량 수송을 위해 필요한 만큼 Ro/Ro와 산화물선을 추가 동원하는 것은 가능한 선박의 수가 부족하며, 또한 군수물자 말고도 훨씬 더 많은 민·관물자를 고려할 때 군수물자 수송을 위해서 선박들을 더 동원지정 할 수 없는 형편이다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해 개전 초 집중된 장비와 일반물자의 목표량 수송을 위해 필요한 선박을 집중 동원하여 수송을 하고 난 다음 다시 민·관물자를 집중적으로 수송할 수

있도록 계획단계에서부터 효과적 선박 동원계획을 수립한다면 효율적으로 물자를 수송할 수 있을 것이다. 셋째, 컨테이너선의 미국 항구내 대기시간이 상당하다는 것을 알 수 있다. 이 문제를 해소하기 위해서는 컨테이너선에 선적할 물자의 적재항구는 분산하는 방안을 고려하고 물자를 항구에 빠른 시간내에 집하한다면 컨테이너선의 이용율을 높이고 시차별로 물자별 수송달성율도 증가시킬 수 있을 것이다.

이 연구는 미국에서 전시 해외도입물자에 대한 조달계획과 전시동원선박에 대한 지정이 되어 있지 않았기 때문에 물자조달 부분은 시나리오로 가정하고, 전시동원선박 지정은 민감도분석을 한 것이 제한점이 될 수 있다. 그러나 기존의 선행연구 자료를 분석하고 한국 해운업계의 실태를 파악함으로써 전시에 동원 가능한 선박의 능력을 판단하고자 하였다. 그래서 100% 신뢰할 수 있는 결과를 도출하기는 불가능하였지만 전시 해상수송능력의 분석에 대한 모델을 제시하고 이에 따라 평가의 기반을 마련했다는 측면에서 의의가 있다 할 수 있다.

이 모델에서는 동원선박의 최초위치, 동원령 발령시 수리중인 선박 등 여러 가치를 확률적인 요소로 고려하였다. 그러나 수송 중 동원선박의 고장, 적이나 게릴라 공격에 의한 장애, 부두 야적장에서 물자의 처리능력, 항구의 혼잡도와 같은 부분을 고려하지 못했다. 향후 이러한 부분들이 확률변수로 추가 고려된다면 보다 더 실효성이 있는 모델이 될 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1]. 김춘병, 전시 해상수송자원의 효율적 통합운영 방안, 「제1회 민·관·군 통합수송발전 세미나」, 국군수송사령부, 2001.
- [2]. 이창, 전시 해상수송능력 향상을 위한 국적선대 확보방안, 「제1회 민·관·군 통합수송발전 세미나」, 국군수송사령부, 2001.
- [3]. 조윤철, 「시뮬레이션을 이용한 전시선박동원과 물자수송에 관한 연구」, 국방대학교 석사학위논문, 2001.12.
- [4]. Kelton, W. David, Randall P. Sadowski, Debora A. Sadowski, 「Simulation with Arena」, McGraw-Hill, 1999.
- [5]. Mahoney, J. Peter, 「Analysis of port congestion upon sealift operations using simulation」, US Naval Postgraduate School, 2000.
- [6]. Matthews, K. James and Holt J. Cora, 「So many, so much, so far, so fast」, Joint History Office of the Chairman of the Chiefs of Staff and Research Center of United States Transportation Command, 1996.
- [7]. O Neill, E. June, 「Moving U.S. Forces: Options for strategic mobility」, Congressional Budget Office, the Congress of the United States, 1997.