

전시 155밀리 포병탄약에 대한 제3국 조달의 계량적 효과분석

(A Quantitative Analysis on the Effect of 155M Artillery
 Ammunition Procurement from Third Party Countries in the
 Wartime)

이 상 진(Sang-Jin Lee)*, 박 상 현(Sang-Hyeon Bak)**

초 록

본 연구는 시뮬레이션을 이용하여 전시 3국으로부터의 탄약조달 효과를 계량적으로 분석하였다. 이를 위해 전시 탄약확보, 조달계획, 통합수송계획 그리고 3국과의 군수협력에 관한 개념에 대해 알아보고 3국 탄약지원 가능성을 살펴보았다. 다음으로 시뮬레이션을 이용하여 전시 미국과 한국의 해상수송과정에 대한 기본모형을 만든 후 미국 및 3국과 한국의 해상수송과정에 대한 비교모형(3국모형)을 만들었다. 마지막으로 모형별로 탄약의 최종수송완료일, 작전단계별 수송량에 대해 비교 분석을 실시한 후 3국 탄약지원량에 대한 민감도 분석을 실시하였다. 연구 결과 3국모형은 기본모형보다 탄약을 약 10% 더 조달할 수 있었다.

ABSTRACT

This study analyzes the quantitative effect of 155M artillery ammunition procurement from third party countries in the wartime using simulation. First, we study the concept of ammunition supply, procurement plan, transportation plan in the wartime and logistics support from third party countries. We then study the ammunition support possibility from third party countries. Secondly, we make a basic model on the sea-lift from Korea to U.S in the wartime using simulation followed by making comparative models on the sea-lift from Korea to U.S and third party countries. Finally, we analyze models on the completion date of ammunition transportation and the ammunition amount of each operation step. We then execute the sensitivity analysis on the ammunition amount from third party countries. In conclusion, ammunition procurement from third party countries more supply 10% than basic model.

Key Words : 시뮬레이션, 포병탄약, 군수협력, 해상수송

논문접수일 : 2010년 12월 27일 심사(수정)일 : 2011년 2월 21일 논문게재확정일 : 2011년 3월 8일

* 국방대학교 국방관리대학원 교수

** 방위사업청 포병사업팀 예산집행담당

1. 서론

우리 군의 탄약 부족과 북한 장사정포의 위협에 관한 MBC 뉴스보도는 우리 군의 탄약지원체제 보완의 필요성과 대화력전을 수행하는 육군 포병이 전쟁 초기에 중요함을 나타내고 있다. 또한 'K-9 자주포의 예비탄약이 3.5일치 밖에 없다'는 보도는 육군의 핵심 무기인 155밀리 자주포 탄약 부족의 심각함을 일깨워 주고 있다.

우리 군은 부족한 탄약을 전시 국내 및 해외에서 조달할 수 있도록 '전시조달계획', '전시통합수송계획' 등의 계획을 수립해 놓았다. 하지만 계획의 실효성을 연구한 결과에 따르면, 계획된 일자에 계획한 양의 조달이 제한되는 것으로 나타났다. 가장 큰 원인은 미국 내 조달원의 탄약의 유무에 대한 불확실성으로 나타났다. 또한 미국 내에서 물자의 청구, 조달원에서 항구로 이동 등 조달원에 대한 불확실성과 선박의 해상이동간 날씨, 선박의 고장, 입항 대기시간 등 해상수송의 불확실성도 조달 제한의 원인으로 나타났다.[12]

우리 군은 전시 부족 물자 대부분을 미국으로부터 조달한다. 이 중 해상수송이 99%를 차지하며, 육군 탄약은 100% 해상수송으로 조달된다.[1] 따라서 미국 조달원의 불확실성과 해상수송의 불확실성을 극복하지 못한다면 전시 부족 물자의 조달 역시 불확실하여 전쟁을 수행함에 있어 큰 제약요소로 작용할 것이다.

이라크전에서 미국은 여러 동맹국 및 우방국으로부터 탄약을 조달하였다.[11] 이것은 미국에도 탄약 보유 및 생산력이 제한된다는 반증이기도 하며, 또한 이러한 미국의 상황은 한 국가에 조달을 의존하는 우리 군과는 다른 모습이다. 즉, 여러 국가로부터 탄약을 비롯한 전쟁물자를 조달하여 위협의 분산을 줄인다고 볼 수 있다. 몇 국가에서 물자조달이 제한되더라도 다른 국가로부터의 조달로 그 위험을 감소시킬 수 있다는 것이다.[2]

미국이 여러 국가로부터 전쟁물자를 조달할 수

있었던 배경에는 '군수협력'이 있다. 미국은 1980년 NATO(North Atlantic Treaty Organization: 북대서양 조약 기구) 상호지원법(NMSA/NATO Mutual Support Act)을 통과시켜 미 국방부가 군수지원, 물자 및 용역을 획득하는데 있어 절차상 간단한 획득 권한을 제공하였다.[4] 우리도 3국과의 군수협력을 추진하고 있으며, 이를 통한 탄약 지원을 위해 노력하고 있다. 하지만 3국으로부터의 탄약지원은 2009년 최초 시도한 것으로 그 계량적 효과와 실효성에 관한 연구가 없는 상태이다. 하지만 우리도 이라크전에서의 미국처럼, 3국과 군수협력을 통해 전쟁을 수행한다면 조달원의 위험을 분산시키고, 좀 더 원활한 군수지원을 할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구의 목적은 전시 조달되는 물자 중 많은 비중을 차지하고 있는 155밀리 포병탄약을 미국뿐 아니라 다른 가능한 국가로부터 조달하는 것이 작전단계별 조달 목표에 어떠한 영향을 미칠 것인가를 분석하는 것이다.

2. 전시조달 관련 개념

2.1 전시탄약

전투예비탄약은 평시 비축목표 60일분을 확보하는 것으로 계획되어 있다. 단계별 확보계획은 1단계 30일분 저수준 탄약을 확보하고, 2단계 45일 부족 탄약 확보, 마지막 3단계는 지속지원을 위해 산업동원, FMS(Foreign Military Sale: 대외군사판매) 등을 통해 확보하는 것으로 되어있다.

전시 탄약소요는 <표 2-1>과 같다.

AA/CSR(Ammunition Allocation / Controlled Supply Rate)은 2006년도 탄약할당 및 통제보급율 기준이고, ROKA는 현 육군의 보유량이다. WRSA는 War Reserve Stocks for Allies의 약자로 동맹국을 위한 전시예비 비축물자이다. 본 연구에서 WRSA는 미국이 한국을 위해 비축한 물

〈표 2-1〉 60일 작전 기준 전시 탄약 소요량

60일 작전소요량	소요대비 보유량			지속일수	
	AA/ CSR	계	ROKA		WRSA
계	100%	35.7%	15.6%	20.1%	100%
포병탄	83.6%	28.6%	11.2%	17.5%	72.3%

(자료원 : K-2008 전시지상탄약소요기준, 육군본부)

자 즉, 탄약을 말한다.

포병탄약이 전체 탄약 소요의 83.6%를 차지하고 있는 반면, 작전 지속일수는 기준일수의 약 72.3% 수준으로 매우 저조한 실정이다. 여기서 72.3%는 포병탄약의 평균 작전 지속일수이고, 기준일수의 10% 미만인 포병탄약도 있다.[10]

예산 측면에서 볼 때 현재 탄약 보유는 총 소요 예산 대비 13% 수준이며, 확보예정량 중 산업동원 및 WRSA로 확보되는 양은 총 소요예산 대비 19%이다. 국내 산업동원으로 확보하는 탄약은 총 소요예산 대비 3% 미만 수준이며, 작전기간의 약 1/3기간 내 생산이 계획되어 있는 탄약량은 총 소요예산 대비 0.2% 수준으로 상당히 미약하다고 볼 수 있다.[7]

이를 종합해 보았을 때 현 보유량과 확보예정량 즉, 산업동원과 WRSA를 합한 탄약은 총 소요 예산 대비 32% 수준이며 나머지 68%는 해외조달에 의존해야 한다는 결론에 이르게 된다. 그러나 해외조달되는 탄약에 대한 선행연구 결과를 보면 작전단계별로 물자가 충분히 조달되지 못함을 알 수 있다. 그리고 작전단계별로 물자가 조달된다 가정해도, 탄약의 경우 CSR을 초과하는 작전이 벌어질 경우가 있을 것으로 예상되는 바(특히 전쟁 초기 대화력전 수행 등) 초기 탄약확보에 집중할 필요가 있다.

2.2 전시조달계획

국방부의 전시조달계획 작성 및 집행지시에는

‘소요군은 조달 불가품목 발생시 이에 신속히 대처할 수 있도록 대체가능 품목 및 대체 조달원을 최대한 발굴 선정하여 이를 방사청(방위사업청) 및 기품원(국방기술품질원)에 제출한다’고 명시되어 있다.[3] 국내조달의 경우 일부 대체가능 품목 및 대체 조달원이 명시되어 있었으나 해외조달의 경우 해외조달량의 99%이상을 차지하는 탄약에 대한 대체 조달원 지정은 되어있지 않았다. 또한 ‘대체 품목 및 대체 조달원은 특정국가에 편중되지 않도록 동종 유사장비를 보유 운영하고 있는 인접 우방국에서도 적극 발굴하여 다변화한다’라고 명시되어 있음에도 불구하고, 우방국에 대한 조달원 확보 및 관련정보가 없었다.

155밀리 탄약의 경우 일부만 국내 산업동원으로 조달되며 상당부분 상업구매하는 것으로 계획되어 있으나, 해당 국가의 탄약조달원에 대한 위치, 탄약생산 능력 등의 정보가 명시되어 있지 않았다. 특히 상업구매의 경우 평시 FMS 구매 실적이 없는 품목으로 가능한 조달원의 판단이 시급하다 하겠다.

대체 조달원을 지정하기 위해서는 먼저 계획상 조달원의 정보를 판단하는 것이 중요하다고 볼 수 있다. 조달원의 정보를 판단한 후 조달계획에 가능한 양만큼 계획하는 것이 바람직하다. 또한 소요를 충족시키지 못한다면 다른 조달원을 확인하고, 조달원의 불확실성을 고려하여(행정소요시간 및 조달원의 생산 능력 등) 대체 조달원을 지정해야 한다.

2.3 전시통합수송계획

전시통합수송계획의 문제점과 해결책을 분석해보면 다음과 같다. 첫째, 육군 군수사에서 계획한 작전 단계별 조달량과 국수사(국군수송사령부)에서 계획한 작전 단계별 수송량이 상이하다. 작전 단계별로 소요될 것으로 예상되는 물자를 육군에서 제시하였으나 2010년 통합수송계획과 일치하

지 않는다. 이는 육군과 국수사간에 계획작성간 협조하여 작전 단계별 물자 조달량을 조절해야 한다. 그리고 작전 단계별 물자 조달량이 결정되면 국수사는 계획된 조달 물자를 목표 기간 내 수송할 수 있도록 계획을 수립해야 한다.

둘째, 해상수송되는 물자의 99% 이상이 컨테이너에 적재되는 탄약임에도 불구하고 계획상 컨테이너선은 44%로 전체 동원 선박의 절반에도 못미치고 있다. 일반화물선에도 컨테이너를 적재할 수는 있으나, 화물선별로 그 양이 일정치 않으며 적재용량에 비해 컨테이너 적재량은 적을 것으로 예상된다. 따라서 컨테이너선 동원을 늘릴 필요가 있다. 문제점을 파악한 국수사는 2011년 통합수송계획 작성시 이를 반영하여 동원선박의 80%를 컨테이너선으로 동원하는 것으로 계획하고 있다.

셋째, 탄약적재항구가 명확히 명시되어 있지 않고, 미국 서부 지역으로만 명시되어 있다. 전시 미국은 병력과 물자를 한국으로 증원하기 위한 계획이 수립되어 있다. 이 때 탄약을 증원하기 위해 탄약을 적재하는 항구가 명시되어 있는데, 우리의 조달 계획과 중복되는 것이 없는지 면밀히 검토해야 한다. 검토 후 우리가 사용가능한 항구를 계획에 명확히 제시할 필요가 있다.

2.4 3국 탄약 조달

2.4.1 3국 군수협력의 필요성

우리 군은 글로벌 안보환경에 능동적으로 대처하고 군사외교·군수교류 협력 확대를 통한 전·평시 안정적 조달원 확보를 위해 3국 군수협력을 추진하고 있다. 그 주요 내용은 다음과 같다. 첫째, 필리핀, 캐나다, 호주 등 3국과 MLSA(Mutual Logistics Support Agreement: 상호군수협정) 체결을 추진하고 있다. 둘째, 불용군수품 해외양도를 추진하였다.(몽골: 통신장비, 필리핀/콜롬비아: 20밀리 탄약 등) 셋째, 다자·양자간 군수교류 확

대로 태평양 지역 고위군수장교 세미나 및 방산·군수 공동위 참석 그리고 군수협력회의 실시(캐나다 작전지원사령관 방한, 중국 총후군부장 방한) 등 다양하게 3국 군수협력을 위해 노력하고 있다.

이처럼 우리 군도 미국 일본도의 군수협력에서 벗어나 3국과의 군수협력 추진으로 블루오션을 개척하고 있다. 여기서 더 나아가 전시 우리 군에 가장 필요한 탄약지원 등 구체적인 군수협력을 추진해야할 필요가 있다.

2.4.2 탄약지원 국가 / 탄약보유량 분석

3국과의 군수협력의 필요성에 따라 현재 우리가 체결하고 있는 군수협력은 어떤 것이 있는지 살펴보고, 어떤 국가와 군수협력을 맺어야 155밀리 탄약을 조달할 수 있는지 분석하였다. 현재 상황에서는 정확한 3국의 탄약 보유량을 알 수 없고, 얼마나 탄약을 지원해 줄 수 있는지 모른다. 따라서 3국의 탄약 보유량과 그 보유량에서 지원 가능한 양을 추정해 보았다.

추정 절차는 다음과 같다. 첫째, 우리나라와 군수협력을 맺고 있는 국가중 155밀리 화포를 보유하고 있는 국가를 선정한다. 둘째, 우리나라 155밀리 탄약의 보유량을 기준으로 선정한 국가의 탄약 보유량을 분석한다. 셋째, 각 국가의 안보상황을 고려하여 지원이 가능한 탄약량을 추정한다.

2.4.2.1 군수협력 체결 국가

<표 2-2>은 현재 체결중인 군수협력 현황이다.[6]

우리가 현재 체결중인 군수협력은 크게 국방부에서 체결한 군수협력과 방사청에서 체결한 방산·군수협력 두 가지로 나누어 볼 수 있다.

탄약조달이 가능한 국가는 현재 우리나라와 군수협력을 체결하고 있고 동종화포(155밀리 화포)를 보유하고 있는 국가중 다량의 화포(200문 이상)를 보유한 국가로 선정하였다. 우리나라의 전

〈표 2-2〉 우리나라 군수협력 체결 현황

구 분	체결국가
군수협력 (8개국)/국방부 군수관리관실	미국, 뉴질랜드, 터키, 태국, 필리핀, 이스라엘, 캐나다, 호주
방산·군수 협력(26개국) /방사청	미국, 영국, 프랑스, 이탈리아, 스페인, 인도네시아, 이스라엘, 말레이시아, 태국, 필리핀, 루마니아, 캐나다, 러시아, 독일, 뉴질랜드, 네덜란드, 터키, 베네수엘라, 호주, 베트남, 방 글라데시, 인도, 파키스탄, 우크라이 나, 콜롬비아, 이집트

(자료원: 국방부 군수관리관실, 방사청 통계연보)

시 소요되는 탄약의 약 67%가 155밀리 탄약으로 가장 많은 비중을 차지하고 있다. 이에 동종화포는 155밀리 화포를 기준으로 하였다.

우리나라는 M114계열의 155밀리 전인포와 M109계열의 155밀리 자주포가 155밀리 화포의 대부분을 차지하고 있다. M114계열과 M109계열의 화포는 미국에서 개발한 화포로, 세계적으로 M114계열과 M109계열의 화포를 사용하는 국가 중 우리나라와 군수협력을 체결한 국가는 약 50여개국에 이르고 있다. 50여개국 중 화포를 200문 이상 보유하고 있는 9개 국가를 확인하였다. 화포를 적게 가진 국가일수록 탄약을 적게 보유하고 있을 것이라는 가정하에 200문 이상의 화포를 보유하고 있는 국가를 선정한 것이다.

〈표 2-3〉은 군수협력을 맺고 있는 국가중 155밀리 동종화포를 200문 이상 보유하고 있는 국가의 현황이다.

〈표 2-3〉 155밀리 동종화포 다량보유 국가

국 가	화포보유량	국 가	화포보유량
독일	760	터키	745
태국	205	인도	410
베트남	300	이스라엘	629
이탈리아	328	파키스탄	492
이집트	384		

(자료원: Military Balance 2010)

2.4.2.2 3국 탄약 보유량 추정

Military Balance 2010에는 각 국가별로 무기의 종류 및 보유하고 있는 대수가 명시되어 있지만 보유하고 있는 탄약의 종류나 탄약의 수는 알려져 있지 않다. 그러나 본 연구에서 3국이 보유하고 있는 탄약의 양이 연구 결과에 결정적인 영향을 끼칠 것으로 판단했다. 따라서 다음과 같은 절차에 의해 3국의 탄약 보유량을 추정하였다.

먼저 우리나라가 보유하고 있는 155밀리 화포 및 탄약 보유량을 기준으로 화포 1문당 탄약 보유량을 계산하였다. 예를 들어 155밀리 화포가 100문이고 탄약 보유량이 10,000톤이라면 1문당 탄약 보유량은 100톤이 되는 것이다. 3국도 우리나라와 동일한 기준으로 탄약을 보유하고 있을 것이라는 가정하에 다음과 같이 3국 탄약 보유량 추정 계산식을 만들었다.

$$\text{3국 탄약보유량} = \text{한국 155밀리 화포 문당 탄약 보유량} \times \text{3국 화포 보유량}$$

위 식에 따라 독일의 탄약 보유량을 예를 들어 계산하면 다음과 같다. 한국 155밀리 화포 문당 탄약 보유량(100톤)에 독일의 화포 보유량(760문)을 곱하면 76,000톤으로 이것이 독일의 탄약 보유 추정량이 되는 것이다. 그러나 우리나라의 탄약 보유량을 일괄되게 적용하는 것은 무리가 있을 것이다. 각 국가별로 안보 및 기타 상황에 따라 탄약 보유 기준은 상이할 것이다. 예를 들어 전쟁의 발발 가능성이 낮은 나라는 그렇지 않은 나라에 비해 탄약을 적게 보유할 것이다. 반대로 이스라엘이나 파키스탄처럼 교전이 자주 일어나는 국가는 탄약을 많이 보유하고 있을 것이다.

위와 같은 가정하에 각 국가별로 국가의 위협의 정도를 적용하여 탄약의 보유량을 추정하기로 하였다. 예를 들어 우리나라가 1의 위협을 갖고 있고 독일이 0.6의 위협을 갖고 있다면 독일의 탄약 보유량은 다음과 같이 계산된다. 한국의 155밀

리 화포 문당 탄약 보유량(100톤)에 독일의 화포 보유량(760문)을 곱한 후 여기에 추가로 상대적 위험지수(0.6)을 곱해주는 것이다. 따라서 독일은 76,000톤의 60%만큼인 45,600톤의 탄약을 보유하고 있는 것으로 추정하는 것이다. 3국 탄약 보유량 추정 계산식에 위와 같은 내용을 추가하여 다음과 같이 계산식을 수정하였다.

$$\text{3국 탄약보유량} = \text{한국 155밀리 화포 문당 탄약 보유량} \times \text{3국 화포 보유량} \times \text{위험지수}$$

여기서 위험지수는 국가별 상황에 따른 위험의 정도를 나타낸다. 그러나 위험의 정도를 임의로 산출하여 적용할 수 없기 때문에, 영국 경제평화 연구소에서 조사한 ‘평화지수’를 위험지수로 적용하였다. 평화지수는 군사비 규모, 전쟁 사상자 등 23개 지표에 대해 1~5점을 매겨 산출되는데, 1점에 가까울수록 평화로운 상태이다.

<표 2-4>는 평화지수와 위험지수를 나타내고 있다. 평화지수는 세계평화지수 연례 보고서에서 발표한 지수이고, 위험지수는 한국을 위험지수 1로 기준하여 각 국가별 평화지수를 상대적으로 나타낸 것이다. 예를 들어, 독일의 평화지수는 1.398이고 한국의 평화지수는 1.713이다. 한국의 위험지수를 1로 놓았으므로, 독일의 위험지수는 $1.398 \div 1.713$ 즉, 0.82가 된다. 이렇게 각 국의 위험지수를 산출하였다.

이제 3국 155밀리 탄약 보유량을 추정하기 위

<표 2-4> 3국의 평화지수와 위험지수

국 가	평화 지수	위험 지수	국 가	평화 지수	위험 지수
한국	1.713	1	이집트	1.784	1.04
독일	1.398	0.82	터키	2.42	1.41
태국	1.664	0.91	인도	2.516	1.47
베트남	1.691	0.99	이스라엘	3.019	1.76
이탈리아	1.701	0.99	파키스탄	3.05	1.78

해서 기준국인 한국의 155밀리 화포 문당 탄약 보유량을 계산하였다. 문당 탄약 보유량은 한국의 155밀리 화포의 문 수를 155밀리 탄약의 전체 무게(톤)로 나눈 값이 된다. 문당 탄약보유량을 구하는 식은 다음과 같다.

$$\text{문당 탄약보유량} = \text{탄약 보유량} \div \text{화포 보유량}$$

<표 2-5>는 탄약 보유량 추정식에 따라 산출한 각 국가의 탄약 보유 추정량이다. 예를 들어 독일의 탄약보유량은 한국 155밀리 화포 문당 보유량(표의 결과는 보안상 100톤으로 가정하여 계산한 결과값임)에 화포 보유량인 760문과 위험지수인 0.82를 곱한 값으로 73,189톤이 된다. 이렇게 3국의 탄약 보유량을 추정하였다.

<표 2-5> 3국의 탄약 보유 추정량

국 가	화포 보유량	위험 지수	탄약 보유량(톤)
독일	760	0.82	62,320
태국	205	0.91	18,655
베트남	300	0.99	29,700
이탈리아	328	0.99	32,472
이집트	384	1.04	39,936
터키	745	1.41	105,045
인도	410	1.47	60,270
이스라엘	829	1.76	145,904
파키스탄	492	1.78	87,576
계			581,878

2.4.2.3 3국 탄약 지원 가능량 추정

위에서 추정한 3국의 탄약 보유량중 전시 우리 군에 100%의 양을 지원해 줄 수 있는지는 미지수이다. 지원 가능량은 우리나라와의 구체적인 군수협력을 통해 문서화할 수 있으나, 현재로서는 탄약지원에 대한 구체적인 군수협력을 체결하지 않았기 때문에 지원량 역시 추정하기 쉽지 않다. 탄약 지원 가능량을 추정하기 위해 우리나라와 외교

관계를 고려해 볼 수 있으나, 계량화된 외교지수가 없기 때문에 다음과 같은 가정사항을 통해 지원 가능량을 추정하였다.

첫째, 각 국가는 안보를 위해 보유탄약 100%를 지원해 주지 않을 것이며 최대 탄약 지원 가능량은 보유량의 50%로 가정한다. 둘째, 평화지수가 높은 국가일수록 자국의 안보를 위해 탄약지원은 제한될 것이다. 이와 같은 가정하에 탄약 지원 가능량 추정식은 아래와 같다.

$$\text{탄약 지원가능량} = (1/\text{평화지수}) \times \text{보유탄약 } 50\%$$

<표 2-6>은 위의 식에 따라 산출한 각 국가의 탄약 지원 가능량이다. 평화지수가 높은 국가 즉, 안보상황이 좋지 않은 국가일수록 지원해 줄 수 있는 탄약량이 저조할 것이다. 9개 국가중 평화지수가 가장 높은 국가는 파키스탄으로 추정된 탄약 보유량의 약 16.5%만을 지원해 줄 것이고, 평화지수가 가장 낮은 독일은 추정된 탄약 보유량의 약 36%를 지원해 줄 것이다.

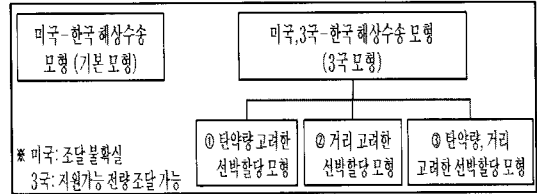
<표 2-6> 3국의 지원가능한 탄약 추정량

국 가	평화지수의 역수	50%탄약량 (톤)	지원가능량 (톤)
독일	1/1.398	31,160	22,289
태국	1/1.664	9,328	5,605
베트남	1/1.691	14,850	8,782
이탈리아	1/1.701	16,236	9,545
이집트	1/1.784	19,968	11,193
터키	1/2.42	52,523	21,704
인도	1/2.516	30,135	11,977
이스라엘	1/3.019	72,952	24,164
파키스탄	1/3.05	43,788	14,357

3. 전시조달 시뮬레이션 모형

본 연구에서는 해상수송과정을 4가지로 구분하

여 연구모형을 설계하였다. <그림 3-1>은 4가지 시뮬레이션 모형을 나타내고 있다. 첫 번째 모형은



<그림 3-1> 시뮬레이션 모형 구분

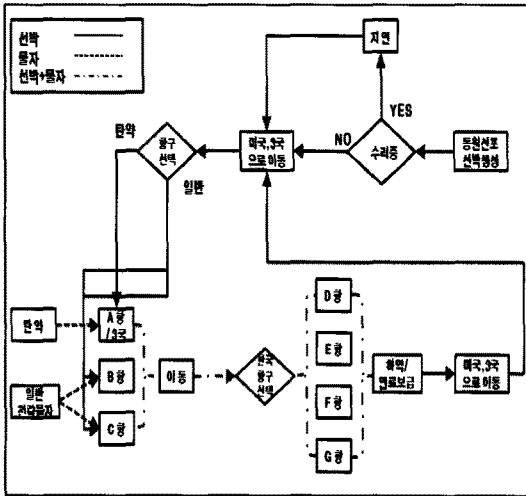
미국으로부터 전쟁물자를 조달하는 미국~한국 간 해상수송 모형(기본 모형)이다. 두 번째 모형은 미국과 3국으로부터 전쟁물자를 조달하는 미국, 3국~한국간 해상수송 모형(3국 모형)이다. 3국 모형은 제한된 선박으로 여러 국가를 향해해야 하므로 우선순위를 통해 선박을 할당해야 한다. 또한 어떤 기준으로 우선순위를 따지는지에 따라 연구 결과가 달라질 것이다. 따라서 선박을 할당하는 방법에 따라 다시 3가지 모형으로 구분하여 실험하였다. 3국 모형 1안은 탄약의 양이 많은 국가로 선박 할당, 2안은 거리가 가까운 국가로 선박 할당, 3안은 탄약과 거리를 고려하여 선박을 할당하는 모형이다. 따라서 본 연구모형은 총 4가지로 구분된다. 4가지 모형은 ARENA 11.0 프로그램을 이용하여 시뮬레이션을 실시했다.[9]

3.1 시뮬레이션 절차 / 비교성과지표

3.1.1 설계모형의 절차

해상수송과정을 묘사하는 설계모형의 절차는 선박의 동원, 미국 및 3국으로의 이동(기본모형은 미국으로만 이동)→물자적재→한국으로 이동→물자하역→미국 및 3국으로 이동하는 단계로 구성된다. <그림 3-2>는 본 연구모형의 절차도를 나타내고 있다.

모형은 다음과 같은 단계별로 이루어져 있다. 첫째, 선박 동원 단계이다. 동원 선박은 평시 이동



〈그림 3-2〉 연구모형 절차도

중인 현 위치(일본해, 태평양, 걸프해 등)에서 동원된다. 동원된 선박은 인근 항구로 이동하여 적재물자를 하역하고, 연료수급을 하는 등 전쟁 물자 적재를 위한 준비를 한다. 둘째, 선박의 이동 단계이다.[5] 이동 준비가 완료된 선박은 미국 및 3국으로 이동하게 된다. 이 때, 컨테이너선과 일반화물선의 일부는 탄약적재를 위해 미국의 A항구 및 3국으로 이동하게 되고, 그 외의 일반화물선은 미국의 B, C항으로 이동하게 된다. 셋째, 물자 적재 후 이동 단계이다. 미국 및 3국에서 조달/수송과정(미국에서 조달은 행정시간을 반영했으나, 3국에서는 반영하지 않았다. 이는 3국에서 지원될 것으로 추정된 탄약의 양이 미국에서 조달될 것으로 계획한 양에 비해 미미하기 때문에, 만약 3국에서의 탄약 생성을 확률분포로 부여할 시 조달효과에 대한 차이가 거의 없을 것으로 판단했기 때문이다).을 거친 탄약 및 일반화물은 각각 A항구 및 3국의 항구에 적재를 위해 야적되며, 동원 선박이 도착하면 물자를 적재하게 된다. 물자를 적재한 선박은 다시 한국항구로 이동하게 되며, 탄약을 적재한 선박은 한국 내 E, F, G항으로, 일반전략물자를 적재한 선박은 D항으로 이동하게 된다. 넷째, 한국항구에서 물자 하역 후 재이동 단

계이다. 한국 내 E, F, G항구에서 물자하역을 마친 선박은 연료수급을 받은 후 다시 미국 및 3국으로 이동하게 된다. 이러한 해상수송 기본 절차에는 부가적으로 이동시 해상상태, 선박의 고장 수리소요 등을 반영하였다.

3.1.2 시뮬레이션 성과지표

기본 모형과 3국 모형의 1, 2, 3안을 비교하기 위한 성과지표는 선행연구를 바탕으로 선정하였다. 전시 전략물자 항공수송 능력을 분석한 연구에서는 물자별(탄약, 일반) 수송종료시간 및 작전 단계별 물자수송량을 성과지표로 하였다. 또한 공항에서의 화물기 대기시간, 한국 공항에서의 대기시간 등을 보조 성과지표로 하였다.[8] 전시 해상수송능력을 분석한 연구에서도 앞의 연구와 마찬가지로 수송종료시간, 작전 단계별 물자수송량, 항구에서의 대기시간 등을 성과지표로 하였다.[12]

본 연구에서는 앞의 두 선행연구의 성과지표와 같이 탄약 최종수송완료일 및 작전 단계별 탄약수송율을 주요 성과지표로 하였다. 항구에서의 대기시간 및 길이 등의 성과지표도 의미가 있겠지만, 3국으로부터의 탄약 조달이 수송율에 미치는 영향을 분석하기 위해서는 최종 수송완료일 및 작전 단계별 수송율이 가장 중요한 성과지표라고 판단했다. 추가로 한국에 탄약이 최초 도착하는 일자와, 3국에 도착하는 선박의 일자 등을 보조 성과지표로 하였다.

3.2 시뮬레이션 모형 구축

시뮬레이션 모형은 미국 및 3국~한국간의 해상수송과정을 묘사할 수 있도록 하였다. 모형은 크게 2가지로 첫 번째 모형은 미국과 한국간의 해상수송과정(기본 모형)이고, 두 번째 모형은 미국 및 3국과 한국간의 해상수송과정(3국 모형)이다.

3.2.1 기본 모형

‘물자 및 선박생성’ 부분에서는 앞서 설계한 모형과 가정사항을 적용하여 동원선박 및 물자를 생성하는 LOGIC을 구성하였다. 물자생성은 '10년 전시통합수송계획상의 내용을 전시 단계별로 분석하여 적용하였고, 생성된 물자는 A,B,C항으로 이동하게 된다. ‘미국 내 항구 적재’ 부분에서는 물자생성 LOGIC에서 생성된 물자와 선박생성 LOGIC에서 생성된 동원선박의 적재톤수별로 적재되는 과정을 나타낸다. 선적이 완료된 선박은 ‘한국↔미국 간 이동’ LOGIC을 통해 각각 한국 항구로 이동하게 된다. 한국으로 이동한 선박은 ‘한국 내 항구’ 부분의 각 항구별 LOGIC을 통해 입항 및 적재과정을 거치고, 물자를 하역한 선박은 다시 ‘미국으로 이동’ LOGIC을 통해 미국 항구로 이동하게 된다.

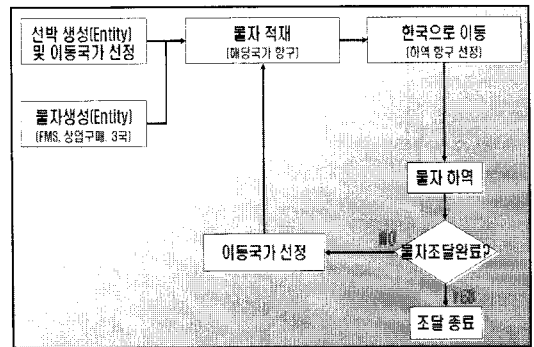
3.2.2 3국 모형

기본 모형과 3국 모형의 차이점은 <표 3-1>에 나타나 있다. 기본 모형은 조달원이 미국뿐이지만, 3국 모형에서는 탄약 조달원에 9개 국가가 추가되었다. 따라서 동원선박도 미국으로만 이동하는 것이 아니라, <그림 3-1>에 나와있는 선박할당 기준에 따라 우선순위를 결정하여 9개 국가로 이동하게 된다. 3국의 탄약은 <표 2-6>에서 분석한 탄약 지원 가능량 만큼 각 국에서 보유하고 있으며, 그 양만큼 지원이 가능하다.

<표 3-1> 기본 모형과 3국 모형의 차이점

구 분	기본 모형	3국 모형
조달원	◦ 탄약: 미국 ◦ 일반물자: 미국	◦ 탄약: 미국+3국 ◦ 일반물자: 미국
이동경로	◦ 미국~한국	◦ 미국~한국+3국 ~한국
선박할당	◦ 미국 3개 항구	◦ 미국 3개 항구 + 3국 항구

다음은 <그림 3-3>을 통해 3국 모형의 절차도를 나타냈다. 최초 동원된 선박은 최초위치에서 미국 및 3국으로 이동하게 된다. 이 때 <그림 3-1>에 나와있는 선박할당 기준에 따라 ‘탄약 우선’, ‘거리 우선’ 및 ‘탄약, 거리 고려’ 3가지 조건을 각각 적용해 보았다. 우선순위에 따라 해당 국가로 이동한 선박은 항구에 집하되어 있는 물자를 적재한 뒤 한국의 항구에 물자를 하역한다. 하역을 완료한 선박은 연료보충 및 정비를 마치고 다시 선박할당 우선순위에 따라 할당된 국가로 이동하게 된다.



<그림 3-3> 3국 모형의 절차도

4. 시뮬레이션 실행 결과

4.1 물자별 최종수송완료 시간

물자별 최종 수송완료시간은 물자가 한국 항구에서 모두 하역된 시간을 나타낸다. <표 4-1>은 모형/물자별 최종 수송완료시간 결과이다. 분석 결과 탄약의 경우 기본 모형과 3국 모형(3국 모형은 선박할당 우선순위 기준별 3가지 모형으로 구분) 모두 목표기간 내에 수송을 완료하지 못했다. 그러나 일반전략물자의 경우 목표기간 내 수송을 완료하는 것으로 나타났다.

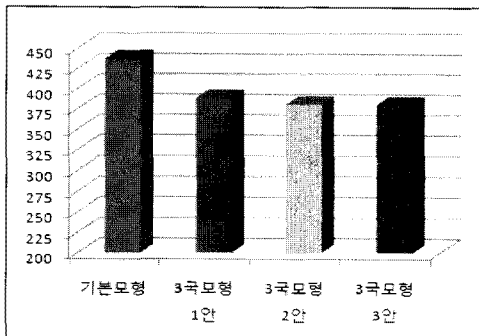
탄약 수송의 경우 목표기간 대비하여 기본 모형에서는 평균 437일, 3국 모형 1안의 경우 388일, 2안의 경우 381일 그리고 3안의 경우 380일

〈표 4-1〉 모형/물자별 최종 수송완료시간

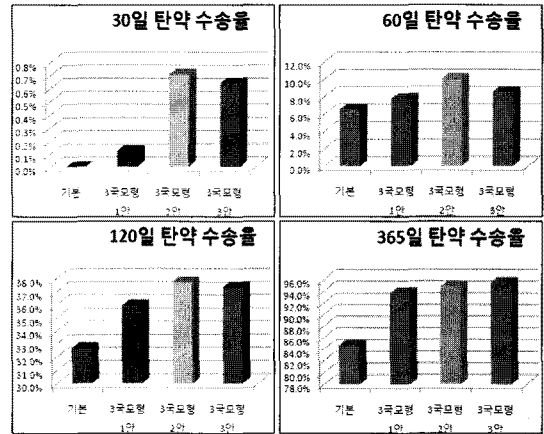
구 분		측 정 결 과(일)			
		평균	95%하한	95%상한	
기본 모형	탄약	437	412	461	
	일반	258	225	290	
3국 모형	1안	탄약	388	378	398
		일반	204	161	247
	2안	탄약	381	371	391
		일반	200	158	243
	3안	탄약	380	371	390
		일반	204	160	248

에 수송을 완료하였다. 일반전략물자 수송의 경우 목표기간 대비하여 기본 모형에서는 평균 258일, 3국 모형 1안의 경우 204일, 2안의 경우 200일 그리고 3안의 경우 204일에 수송을 완료하였다. 일반전략물자 수송량은 전체 물자 수송량의 0.6%이고, 총 목표량 대비 수송 능력 면에서 충분한 것으로 판단되어 목표기간 내 수송이 가능할 것으로 판단된다. 그러나 탄약의 경우 모든 모형에서 목표기간 내 수송을 완료하지 못했다.

〈그림 4-1〉은 모형별 탄약 최종 수송완료일자를 나타내고 있다. 1안은 388일에 탄약이 최종 수송 완료되어 2, 3안과 다소 차이가 있었다. 그러나 2안이 381일이, 3안이 380일로 2, 3안은 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 그래서 작전 단계별 수송을 통해 2, 3안의 차이를 알아보려고 하였다.



〈그림 4-1〉 모형별 탄약 최종 수송완료일



〈그림 4-2〉 모형별/작전 단계별 탄약 수송율

4.2 작전단계별 평균 탄약 수송율

〈그림 4-2〉는 모형별/작전단계별로 탄약 수송량을 나타내고 있다. 중요한 것은 전쟁초기의 탄약 수송율의 향상인데, M+30일까지의 탄약수송율을 보면 기본 모형 0%에 비해 1안은 0.1%로 아주 소량의 탄약이 수송되었고 2안은 0.71%로 일부 탄약의 수송되었다. 3안은 0.64%로 2안보다 약 0.05% 덜 조달되었음을 알 수 있다. M+60일까지의 수송율은 1안이 기본모형보다 약 1.3%, 2안이 약 3.5%, 3안은 약 4.6% 더 조달되었다. 기본 모형보다 3국 모형이 작전 초기 단계에 탄약이 더 조달되기는 하였으나, 그 차이는 미미하다고 볼 수 있다. M+120일까지의 수송율을 보면 기본 모형에 비해 1안이 3.3%, 2안이 5% 더 수송되었다. 그리고 3안은 4.5% 더 수송되었다.

1안은 2안과 3안에 비해 작전단계별 수송율이 저조하다. 2안과 3안을 비교해 보면, M+120일까지는 2안의 수송율이 근소한 차이로 높게 나타났다. 그리고 작전 초반을 지나 초중반, 후반으로 갈수록 비슷한 수송율을 나타내고 있음을 알 수 있다. 결국 작전 초반 탄약 수송율이 높은 2안이 더 나은 모형이라고 볼 수 있겠다.

4.3 미국 및 3국 선박할당 결과

선박할당 기준에 따라 미국 및 3국 항구에 도착하는 시간은 차이가 있었다. <표 4-2>은 국가별로 최초로 선박이 도착한 시간 및 왕복횟수를 나타낸 것이다. 탄약량이 많은 국가로 선박을 우선 할당한 1안에서 가장 빨리 도착한 국가는 베트남으로 10일에, 가장 늦게 도착한 국가는 터키로 116일에 도착하였다. 근거리 국가에 선박을 우선할당했던 2안을 보면 가장 빨리 도착한 국가는 베트남으로 7일에, 가장 늦게 도착한 국가는 이탈리아로 22일에 도착하였다. 반면 거리와 탄약의 양을 동시에 고려하여 선박을 할당했던 3안은 가장 빨리 도착한 국가는 이탈리아로 6일에, 가장 늦게 도착한 국가는 인도로 201일에 도착하였다.

1안은 탄약수송일도 388일로 3개 안 중에서 가장 늦고, 작전 초기 단계 수송일도 가장 저조했다. 2, 3안은 모두 탄약 최종수송일은 381일, 380일로 거의 차이가 없다고 볼 수 있지만, 작전단계별로 봤을 때는 거리를 우선하여 선박을 할당한 2안이 작전 초기 단계에 탄약 수송일이 조금 높았음을 알 수 있다. 3국에 더 많은 탄약이 있다고 가정한다면, 2안을 적용하는 경우 작전 초기 단계 탄약

<표 4-2> 3국 모형 1, 2, 3안 비교

(기준: 일)

국 가	3국 최초 도착일			왕복 횟수			한국 최초도착		
	1안	2안	3안	1안	2안	3안	1안	2안	3안
독일	79	20	37	1	1	1	24	15	24
태국	-	10	92	-	1	1			
베트남	15	7	40	1	1	1			
이탈리아	10	22	8	1	1	1			
이집트	-	20	-	-	1	-			
터키	116	22	108	1	1	1			
인도	26	18	201	1	1	1			
이스라엘	45	21	29	1	1	1			
파키스탄	20	11	20	1	1	1			

수송일이 많이 높아질 것으로 예상된다.

4.4 3국 탄약량 민감도 분석

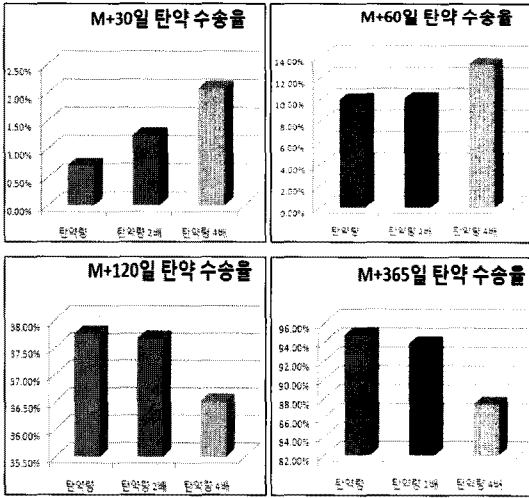
3국 탄약이 증가함에 따라 작전 초기 단계 수송일에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해, 3개 안 중에서 작전 초기 단계 수송일이 가장 높은 2안을 대상으로 민감도 분석을 실시하였다. 분석 결과는 <표 4-3>와 같다.

<표 4-3> 3국 모형 2안 탄약량 민감도 분석

구 분	3국 모형 2안		
	탄약량	탄약량 2배	탄약량 4배
30일	0.71%	1.25%	2.08%
60일	10.04%	10.14%	13.35%
120일	37.75%	37.66%	36.51%
365일	94.72%	93.80%	87.41%

3국의 탄약량 지원 가능량을 2배, 4배로 늘렸을 경우 작전 초기 단계(M+60일 이전)의 탄약 수송일은 높아졌다. 그러나 M+120일 이후의 수송일은 감소하였다. 이는 작전 초기 단계 3국으로의 선박 할당으로 초기 탄약 수송일을 높일 수 있었지만, 결국 미국으로의 선박 할당이 제한되면서 365일 기준으로는 오히려 탄약 수송일이 떨어진 것으로 분석된다. 하지만 작전 초기 단계의 탄약 수송일을 무시할 수 없기 때문에, 이를 위해서 3국으로부터 탄약을 조달하는 동원 선박을 따로 배분할 필요가 있겠다. 즉 선박의 우선순위를 고려할 필요 없이 충분한 선박의 동원이 필요한 것이다. 이는 어디까지나 조달원에 탄약이 충분히 있다는 가정하에 가능한 것임을 인식해야 한다.

<그림 4-3>은 작전 단계별로 수송일의 변화를 나타낸 것으로 M+30일과 M+60일까지의 수송일은 증가하는 모습을 보이지만, 그 이후로 M+120일, M+365일까지의 수송일은 감소하는 것을 볼 수 있다. 이에 따라 추가로 선박을 동원해 미국으



〈그림 4-3〉 3국 모형 2안 작전단계별 민감도 분석

로만 보내는 선박의 수를 파악하기 위해 선박 수의 변화를 주어 시물레이션을 실행해 보았다. 추가되는 동원 선박의 적재용량은 동원되는 선박의 평균 적재용량(약 40,000톤)을 적용하였다. 우선 3국 탄약 지원 가능량이 2배로 증가하는 경우 선박의 수를 증가시키면서 시물레이션을 실시하였다.

실시한 결과는 <표 4-4>와 같다. 탄약 지원 가능량이 2배일 경우 M+120일 이후 M+365일까지, 작전 단계 후반에 지원되는 탄약이 약 20,000여 톤이 적게 수송되었다. 이에 1대를 미국으로 추가 할당할 경우 M+120일까지 동일한 탄약을 수송하면서 M+365일까지의 수송량도 60,000여 톤 증가하였다. 이는 추가 동원된 1대의 선박이 미국으로 할당되면서 모자란 탄약량을 수송했기 때문이다. 따라서 이 경우 평균 적재용량의 선박 1대만 미국

〈표 4-4〉 탄약 지원량 2배일 때 추가 선박할당

구 분	탄약 수송율	탄약(2배) 수송율	탄약(2배), 선박 1대 추가 할당시 수송율
30일	0.71%	1.25%	1.25%
60일	10.04%	10.14%	10.14%
120일	37.75%	37.66%	38.3%
360일	94.72%	93.80%	96.1%

〈표 4-5〉 탄약 지원량 4배일 때 추가 선박할당

구 분	탄약 수송율	탄약(4배) 수송율	탄약(4배), 선박 2대 추가 할당시 수송율
30일	0.71%	2.08%	2.08%
60일	10.04%	13.35%	13.35%
120일	37.75%	36.51%	37.36%
360일	94.72%	87.41%	95.05%

으로 추가 할당하면 작전초기 단계의 탄약 수송율과 작전 후반 단계의 탄약 수송율 모두 증가시킬 수 있다.

다음은 3국 탄약 지원 가능량이 4배로 증가하는 경우 선박의 수를 증가시키면서 시물레이션을 실시하였다. 실시한 결과는 <표 4-5>와 같다. 탄약 지원 가능량이 4배일 경우 M+120일부터 M+365일까지, 작전 단계 후반에 지원되는 탄약이 약 150,000여 톤이 적게 수송되었다. 위와 마찬가지로 미국으로 할당하는 선박을 추가시키면서 탄약 수송율을 확인해 본 결과 2대의 선박을 미국으로 추가 할당하는 경우 작전 단계 후반의 탄약 수송율이 거의 동일하게 되었다. 역시 미국으로 할당된 2대의 선박이 부족한 160,000여 톤의 탄약을 수송했기 때문이다. 40,000톤의 선박 2대가 왕복하면서 추가로 160,000톤의 탄약을 수송했다고 볼 수 있다.

5. 결론

육군은 전시 조달하는 물자중 탄약을 100% 해상수송으로 미국으로부터 조달한다. 그러나 미국 내 조달원의 불확실성과 해상수송과정의 불확실성으로 조달목표기간 내에 모든 물자를 조달하는 것은 제한된다.

우리 군은 군수협력을 통해 3국으로부터의 탄약 조달을 추진하고 있다. 하지만 3국으로부터의 조달 효과에 관한 계량적 연구는 없는 상태이다. 이에 3국으로부터의 탄약 조달이 전시 조달 목표에

어떠한 영향을 미칠 것인지에 대해 연구하였다.

조달원과 해상수송의 불확실성을 고려해 기본적인 해상수송과정 시뮬레이션을 모델링 하고, 3국으로부터의 탄약 조달 모형을 추가 시뮬레이션 모델링 하여 이를 실행하였다. 실행 결과 3국으로부터의 탄약 조달이 기본모형보다 물자를 약 10% 더 수송하는 등 긍정적인 영향을 끼쳤다.

민감도 분석 결과 3국 탄약 지원 가능량이 증가할수록 작전 초기 단계의 탄약 수송율은 높아졌다. 그렇지만 제한된 선박에 우선순위를 부여해 탄약을 조달하다 보니, 작전 초 탄약 수송율은 증가했으나 작전 전 기간 목표 수송율은 오히려 감소했다. 즉, 제한된 선박 조건 하에서는 작전 초 탄약의 수송율과 작전 전 기간의 수송율간에 상충 관계가 있음을 확인할 수 있었다.

전시 적시적절한 물자의 지원은 원활한 전쟁수행과 전쟁에서의 승리를 보장해 줄 수 있을 것이다. 본 연구 결과 목표 수송율을 달성하기 위한 대안은 다음과 같다.

첫째, 3국으로부터의 탄약조달을 적극적으로 추진하는 것이다. 본 연구결과 작전 초기 단계에 3국으로부터 적은 양이지만 탄약을 조달할 수 있었다. 작전 초기 단계에 탄약 조달이 중요함을 볼 때 비록 소량일지라도 3국으로부터의 탄약조달은 중요하다고 볼 수 있다.

둘째, 평시 3국과 구체적인 탄약조달 내용을 문서화하여, 전시 또는 각종 상황 발생시에 최단시간 내에 조달할 수 있는 기틀을 마련해야 한다. 3국으로부터 탄약을 조달한다면 행정시간이 추가 소요될 것으로 예상된다. 따라서 평시 3국과의 긴밀한 협조로 위와 같은 행정시간을 최소화 할 수 있는 군수협정을 체결해야 한다.

셋째, 3국과 미국으로 이동할 수 있는 충분한 선박을 동원해야 한다. 민감도 분석 결과 알 수 있었듯, 3국의 탄약 지원 가능량 증가시 작전 초기 단계의 탄약 수송율은 상승했으나, 전 작전 기간 내 목표 수송율은 감소함을 확인했다. 제한된 동

원선박 내에서 선박할당 우선순위에 의해 국가별로 선박을 할당한다면, 작전 초기 단계 수송율 향상, 전 작전 기간 내 조달 목표 달성 2가지를 모두 달성하는 것은 제한될 것이다.

본 연구의 한계점은 가장 현실적이어야 할 3국의 탄약보유량을 추정하여 가정된 것과 탄약의 호환성 여부를 확인하지 않은 것이다. 향후 이러한 한계점을 극복한 연구를 실시한다면 좀 더 의미있는 연구 결과가 나올 것이다.

참고문헌

- [1] 국군수송사령부, 『'10년 전시통합수송계획』, 서울: 국군수송사령부, 2010.
- [2] 김경태, 오중산, “구매업체로부터 유래되는 공급사슬위험관리,” 『국제경영리뷰』, Vol. 13, No. 3, 2009, pp. 50~51.
- [3] 국방부, “2011년도 국방 전시조달계획 작성 및 집행 지시”, 서울: 국방부, 2010.
- [4] 국방부 군수관리관실, 『한·미 상호군수지원협정 실무참고서』, 서울: 국방부, 2008.
- [5] 권영중, “선박의 속력성능에 관한 연구,” 『한국해양공학회지』, Vol. 17, No. 2, 2003, pp. 67~71.
- [6] 방위사업청, 『방위사업청 통계연보 2010』, 서울: 방위사업청, 2010.
- [7] _____, 『'10년 전시조달계획』, 서울: 방위사업청, 2009.
- [8] 이명우, 이상진, “전시 전략물자 항공수송 능력 분석,” 『한국국방경영분석학회지』, Vol. 32, No. 1, 2006, pp. 36~50.
- [9] 임재민, 유병세, 김홍태, “선박 입·출항 시뮬레이션을 통한 항만 물류시스템의 분석,” 『한국시뮬레이션학회 추계학술대회논문집』, 1998, pp. 21~24
- [10] 육군본부, 『K-2008 전시 지상탄약 소요기준』, 대전: 육군본부, 2007.

[11] 장경룡, “이라크전 참전문제와 캐나다,” 『한국동북아학회논총』, Vol. 28, 2003, p. 157.

[12] 조윤철, 이상진, “한국의 전시 해상수송능력

분석,” 『한국국방경영분석학회지』, Vol. 28, No. 1, 2002, pp. 29~46.

■ 저자소개 ■

박 상 현(E-mail: dbrckaa@naver.com)

- 2003 육군3사관학교(이학사)
2010 국방대학교 국방관리학과(석사)
현재 방위사업청 포병사업팀 예산담당
관심분야 군수관리, 국방조달관리, 시물레이션

이 상 진(E-mail: sjlee@kndu.ac.kr)

- 1981 서울대학교 경영대학 졸업(학사)
1985 University of San Francisco(경영학 석사)
1993 University of Wisconsin-Madison(경영학 박사)
현재 국방대학교 국방관리학과 교수
관심분야 국방개혁과 경영혁신, 획득군수관리, 방위산업, 최적화이론/시물레이션 국방분야 적용