

에이전트 기반 모의를 이용한 방위충분성 기동전단 전력판단 연구 (A Study on War Potential Judgement of Defense Sufficiency Task Group Using Agent-Based Modeling and Simulation)

김영진, 이재영
국방대학교 운영분석과
07popcon@hanmail.net, iylee@kndu.ac.kr

초록

본 연구는 에이전트 기반 모의(ABMS: Agent Based Modeling and Simulation)을 이용하여 미래 주변국과의 불확실한 분쟁상황을 모의하고, 상황의 이해(Understanding)와 결과를 예측하여 주변국에 대한 방위충분성(Defense Sufficiency)이 고려된 기동전단의 전력수준을 판단하고 발전방향을 제시하는데 있다.

모의에 앞서 기존문헌과 관련자료, 연구사례를 통하여 ABMS의 이해를 증진하였으며, 방위충분성의 개념을 통하여 연구의 당위성을 제고하였고, 한국과 주변국의 해군력 현황을 살펴 보았다. 그리고 한국 기동전대와 주변국 전력의 분쟁상황을 ABS 모델 MANA(Map Aware Non-uniform Automata)로 모의하였다.

연구결과로 방위충분성 기동전단의 전력수준은 최소한 광개토-III급 4척과 충무공이순신급 16~20척으로 구성된 20~24척으로 되어야 한다.

한국해군의 발전방향은 현재의 전력증강 계획과 더불어 광개토-III급 1척을 추가 계획하여야 하며, 차기 호위함의 전력을 10~14척 규모로 추진해야 할 것이다. 또한 차기 호위함의 전투체계 능력은 충무공이순신급 이상의 수준으로 개발하여 기동전단 전력으로 활용하는 것이 타당할 것이다.

Abstract

In this paper, We judge War Potential of Defense Sufficiency Task Group Using Agent-Based Modeling and Simulation(ABMS) and indicate the Republic of Korea Navy's future.

We use ABMS model, Map Aware Non-uniform Automata(MANA), to be obtained the results.

To overcome future threat of Japan and China in a sea around the Korean Peninsula, War Potential of Defense Sufficiency Task Group are to be at least 4KDX-III and 20~24KDX-II.

Therefore, Republic of Korea Navy have to increase the war potential scales, 11~15 battleship with future including build-up plan of present war potential and improve The battleship' performance not less than that of KDX-II

key words : 에이전트 기반모의(Agent Based Modeling and Simulation), 방위충분성(Defense Sufficiency)

1. 서론

1.1. 연구 목적 및 배경

본 연구는 에이전트 기반 모의모델(ABMS: Agent Based Modeling and Simulation)을 이용하여 주변국 해상전력과 기동전대(1) 전력과의 분쟁을 모의하며, 기동전대의 방위충분성 전력수준을 판단하고 발전방

향을 제시하는데 있다.

1990년대 후반부터 해군은 함정건조와 최신무기체계 도입 등 미래전 반영과 다양해군 건설을 위한 끊임없는 노력을 하고 있다. 반면 현재 전발단에서 운용중인 분석용 모델은 대부분 1980~1990년대 초반에 미국에서 도입되어 다차원화 되는 전장과 전투양상을 반영하는데 제약이 따른다. 또한 대부대/전구급 위게임 연습, 전술훈련 장비 이외의 해군이 보유하고 있는 모의기반획득(SBA)이 가능한 검증수단 없으며, 2007~2011년에 확보예정 모델인 기뢰전 훈련모델 등 9종에는 검증 및 분석 모델이 없다. 이에 따라 앞으로는 전력소요를 제기할 경우에 과학적인 절차 및 방법론에 입각한 검증이 없이는 해군전력소요의 반영이 곤란할 것으로 예상되므로, 새로운 개념을 적용한 무기체계의 효과분석 모델의 필요성이 증대되고 있는 실정이다.

최근 해군은 이와 같은 필요성을 인식하고 해군 전투발전단에서 단계적으로 방위력개선과 관련된 신규 무기체계의 획득 소요요청에 필요한 과학적 검증에서부터 신 개념의 미래전 수행을 위한 미래작전요구능력(FOC)의 검증 영역까지 발전되고 확장된 해군 전투실험 체계를 구축하기 위하여 노력하고 있다.

기동전단의 전력수준을 판단하는데 ABMS를 이용하게 된 이유는 ABMS로 특정 전투체계의 임무성과 척도를 분석하고, 무기체계가 창출하는 효과를 예측할 수 있기 때문이다. 그리고 ABMS의 목적은 불확실하고 불규칙적인 상황의 이해(Understanding)와 통찰(Insight)을 얻는 것이므로, 특정 전투체계를 전쟁상황에 적용하여 얻어지는 결과를 예측하는데 유용하기 때문이다.[1]

주변국에 대하여 방위충분성 개념을 고려하게 된 이유는 해군력 건설을 위한 당위성을 갖기 위해서이다. 방위충분성 전력은 합동군사전략목표기획서(JSOP : Joint Strategic Objective Plan)에서 한국군이 지향해야 할 최종적인 군사력 수준으로 제시되고 있다. 그러므로 한국해군의 미래 해상 주 전투부대인 기동전단의 전력수준은 방위충분성 개념이 고려되어야 한다.

방위충분성 개념은 지상군차원에서 대두되어 아직까지 해군차원의 모의를 통하여 전력수준이 제시된 사례는 없었다. 그동안 해군력 수준에 관한 기존의 연구는 억제개념을 통해 제시되어 왔다. 물론, 억제가 최우선적인 군사전략 목표이나 억제개념은 상대방의 의지에 따라 달라지는 것으로, 억제에 실패한 군사력이 국가방위를 위해 충분하다고 할 수 없다. 즉, 억제전력을 갖추었다 할 지라도 상대방이 이를 감당하고 극복할 수 있다면, 억제개념으로 건설된 군사

1) 기동전대는 한국해군이 미래 해상 잠재적 위협으로부터 국가이익을 보호하기 위해 작전을 수행할 수 있는 기동전단의 전투부대 단위이다.

력은 상대의 위협으로부터 국익을 보호할 수 없다. 따라서 군사력은 억제라는 평시의 개념보다 전시의 사용 목적을 달성할 수 있는 개념으로 건설되어야 하며, 오히려 이러한 군사력이 억제를 가져올 수 있는 것이다. 그러므로 해군력은 전시 사용 목적적인 해양통제²⁾를 달성할 수 있도록 건설되어야 한다.[2]

1.2. 연구방법 및 범위

연구의 목적을 달성하기 위하여 제2장에서는 기존 문헌과 관련자료, 연구사례를 통하여 ABMS의 이해를 증진하였으며, 제 3장에서는 방위충분성에 대한 이론적인 고찰을 통하여 위협과 능력에 대비한 전력 수준의 고려요소를 판단하였다. 제4장에서는 한국과 주변국의 해군력을 파악하였으며, 제5장에서는 에이전트 기반 모델 MANA(Map Aware Non-uniform Automata)³⁾를 이용하여 한국의 기동전대와 주변국의 해상전력과의 분쟁을 모의하고, 기동전대의 방위충분성 전력수준을 판단하였다. 제6장에서는 기동전대의 방위충분성을 가지기 위한 해군의 발전방향을 제시하였고, 연구의 끝을 맺었다.

전력건설은 전략을 우선 도출하고 이를 수행할 수 있는 전력을 건설하는 절차⁴⁾에 따라 제시되어야 한다.[3] 그러나 한국군의 최종 군사력 수준으로 방위충분성 전력이라는 규모가 제시되었으므로 전략을 결정하는 과정은 연구범위에서 제외하였다.

방위충분성 전력은 군사교리, 부대구조 및 전력형태 등의 다양한 범주를 포함하고 있지만, 연구목적상 모의의 참가전력은 해전을 수행하는 기동전대의 전력수준으로 한정하였다. 주변국의 위협은 해양분쟁 가능성이 존재하는 중국과 일본으로 제한하였다.

그리고 방위충분성 전력수준은 주변국 해상전력의 대함유도탄 손실율이 95%이상으로 나타나는 수준으로 판단하였으며, 잠수함과 대잠 초계기의 전력수준은 필요시 편성⁵⁾되는 개념으로 구체적으로 제시하지 않았다.

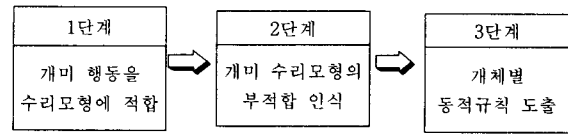
2. 에이전트 기반 모의와 방위충분성의 이해

2.1. 에이전트 기반 모의

2.1.1. 에이전트 기반 모의의 배경

기존의 많은 위게임 모델은 부대 전투력이 교전하여 생긴 결과를 제공함으로써 전장상황을 예측 또는 실감하도록 만들어져 사용되고 있다. 그러나 모의가 실제 세계를 얼마나 정확하게 모의하느냐 하는 것이 모의 모델의 신뢰도를 보여주는 척도이므로 현대전으로부터 미래전에 전장에서 결정적인 요소인 C4ISR분야를 모의하지 못한다면 모의모델로서 활용성이 매우 부족하다고 할 것이다. 그렇다면 “불규칙

성을 갖고 있는 현실의 문제를 해결하기 위한 모의 모델은 없는 것일까?” 라는 문제에 대한 답을 찾기 위한 노력에서 ABMS에 대한 연구가 시작되었다.



<그림 2-1> ABMS의 구상과정 3단계

<그림 2-1>와 같이 사실 ABMS는 새로운 개념이라기보다는 오래전부터 다양한 분야에 폭넓게 사용되어져 왔던 개미 모델(Ant Model)에서 개미의 동적 규칙을 도출하는 노력에서 비롯되었다. 개미 모델은 에이전트라 불리는 실세계의 개미들이 목적지를 향해 나아가는 동안 각 경로에 페로몬(Pheromone)을 분비하고, 이후에 지나가는 에이전트들은 그 경로에 쌓여 있는 페로몬 정보를 이용해 다중경로를 선택하는 원리를 휴리스틱 탐색에 적용시킨 기법이다. 그리고 개미 모델은 시스템을 구성하는 개미들의 다양한 특성을 분석하여 그들의 관계를 변수들의 관계로 함수화함으로써 해결방안을 구하는 방정식 기반 모의모델(EBMS:Equation-Based Model and Simulation)이다.[4]

그러나 방정식 기반 모의는 문제의 영역이 넓고 탐색공간이 불규칙한 문제에서의 전역 최적해 탐색에는 한계가 있고, 시스템 전체에 대한 방정식을 구하는 것은 불가능하여 대체로 근사해(Approximation)를 사용한다.[5] 또한 방정식 기반 모의는 개체별 행위에 대한 모형화(Modeling)에 매우 부적합하다. 각 개체의 기본적인 관계나 개체의 태도(Attention)를 모형화해야 될 경우에 적절하지 못하다. 특히 그 개체가 복잡하고 동적인 대상일 경우에는 더욱 모형화가 어려운 것이다. 이것은 EBS가 관찰되는 사실(Observable)의 특성에 관심을 두고 측정 가능한 도구(Measure)를 이용하여 이를 정의하려고 하기 때문이다.

따라서 각 개체 자신의 행동영역(Active Regions)에 기초하여 개체가 하는 일(Do things)을 정의하고 [6], 각 개미들의 동적 규칙을 도출하기 위한 노력에서 에이전트 기반 모형화(Modeling)를 구상하게 되었다.

이러한 배경하에 미국에서는 에이전트 기반의 모의 모델을 개발하는 노력을 해왔다. 미 해군 분석지원센터(CNA Cooperation : Center for Naval Analysis)의 지원을 받아 미 해병 전투발전사령부는 최초 1단계로 ISSAC이라는 소규모 규칙(Micro-Rules)을 포함하는 작은 모델(Toy-Model)로 출발하였다.

이후 점차 대규모 행위를 모의하게 되면서 1997년 EINSTEIN이라는 모델을 개발하였는데 이는 사용자가 쉽게 복잡한 전투행위를 실험할 수 있는 연구실 수준으로 2001도에는 지휘통제(C2) 및 의사결정에 주안을 두고 발전시키게 되었다.

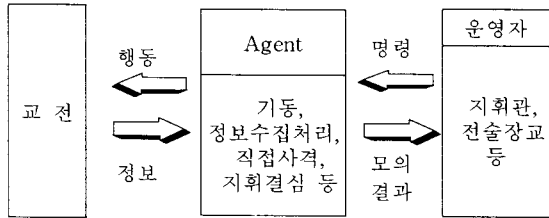
한편 현재 사용되고 있는 에이전트 모의 모델로는 미 해대원에서는 Pythagoras, MANA 등을 사용하고 있으며, 호주 국방대학교에서는 CROCADILE, WISDOM 등을 개발하여 활용하고 있다.[7]

2.1.2. 에이전트 기반 모의의 개념

에이전트 기반 모의는 자율성, 통신능력, 협동능력, 적응적인 행동, 신뢰성, 추론능력, 그리고 기동성의

- 2) 해양통제를 확보하는 방법은 함대결전, 해상봉쇄, 현존 함대가 있고, 이를 행사하는 방법으로 군사력 투사, 적 침공에 대한 방어, 해상교통로 보호 및 공격이 있다.
- 3) 뉴질랜드 국방기술원개발, 1999.
- 4) 전력기획 절차는 전략이 결정되면 전력과 도출된 적 위협의 유효성내에서 주어진 전략을 수행하기 위한 능력을 평가하여, 평가에 의해 식별된 부족한 전력소요를 식별한 후, 대안적인 전력을 선택하는 것이다.
- 5) 집단의 공동목표를 달성하기 위하여 필요한 인원, 물자, 시설, 예산 등을 유기적으로 결합하고 조화시키는 과정, 즉 목적 달성을 위하여 소정의 편제를 취하는 것이다.

속성이 있는 특정 개체들(Individual), 즉 Agent의 행동들(Behaviors)을 명시적(Explicitly)으로 모델링하여 모의하는 모델로써 각 Agent들은 한정된 범위내에서 자율적으로 행동하며, 다른 Agent들과 상호작용(Interaction)이 발생하는 Rule-Based & Stochastic M&S이다. 따라서 <그림 2-2>와 같이 ABMS는 운영자가 모델내의 Agent에게 작전명령을 하면, Agent는 자율적으로 판단하여 교전을 수행하고, 정보를 수집한 후 모의결과를 운영자에게 알려주는 절차가 이루어진다.



<그림 2-2> ABMS의 개념도[8]

에이전트 기반모델의 가장 큰 장점은 개체들과의 관계에서 발생하는 의외의 현상(Emergent Phenomenon)을 명확하고 유연하게 규정할 수 있다는 점이다. 특히 개별적인 행위는 비선형적인 IF-THEN 법칙이나 비선형 조합에 의해 나타낼 수 있다고 볼 때 휴먼시스템에서 매우 효과적인 방법이다.[9]

에이전트 기반 모델의 활용 분야로는 다음과 같다. 첫째, 개체간의 복잡하고, 비선형적이고 비연속적인 상호작용이 존재하는 경우, 둘째, 불확실성이 높고, 창발현상(Emergent Behaviors)이 발생하는 경우, 셋째, 사회적 네트워크와 같은 공간적인(Spatial) 이슈가 분석대상인 경우, 넷째, 모집단의 구성원이 이질적인(Heterogeneous) 경우, 마지막으로 개체가 학습(Learning)과 적응(Adaptive) 행동을 하는 경우에 가능하다.[10]

2.1.3. 에이전트 기반 모의 모델 MANA의 특성

2.1.3.1. Agent의 특성

본 연구에 사용한 에이전트 기반 모의 모델 MANA에서 Agent는 지도인식(Map Aware), 비 일률적(Non-uniform), 자동자(Automata)의 특성을 가지고 있다.[11]

Agent의 지도인식은 상황을 인식한다는 의미이며, Agent는 자신의 활동영역내의 지형 뿐만 아니라 적·아를 인식하여 행동한다.

비 일률적 특성의 의미는 Agent가 개별적인 파라미터와 능력을 가지고 행동한다. 즉, Agent들은 같은 방식으로 행동하거나 이동하지 않는다..

자동자(Automata)는 디지털 컴퓨터의 수학적 모델로 입력장치, 출력장치, 저장장치, 제어장치를 가지고 있는 자동기계장치를 의미하며,[12] 이것은 Agent들이 각자의 상황인식 및 성향에 따라 독립적으로 행동하게 한다.

2.1.3.2. 파라미터

Agent의 파라미터로는 조직구성, 지형, 접근성향, 무기, 탐지 및 식별, 의사결정, 이동 등이 있으며, 사전에 입력된 파라미터 값에 의하여 행동을 하고 결과를 모델 사용자에게 알려준다. Agent의 파라미터를 살펴보면 다음과 같다.

조직구성은 Squad와 Agent로 구분된다. Squad를 육군의 대대, 해군의 전대, 공군의 편대로 정의한다면, Agent는 대대에하의 중대, 전대에하의 단위함정, 편대에하의 전투기라 할 수 있다. Agent를 Squad와 Agent로 구분하는 것은 단순한 조직구성을 위한 것이며, Squad와 Agent의 특성은 동일하다. 그리고 조직구성은 모델 사용자의 목적과 용도에 따라 다르게 정의할 수 있다.

지형은 육지의 경사도, 은폐물, 해상 및 공중의 안개, 비 등의 모의지형 특성에 따라 Squad와 Agent의 이동, 탐지, 손실의 효과 차이가 있으며, 최대 1000×1000격자까지 묘사가 된다.

접근성향은 표준화된 특성가중치(Personality Weights)값으로 표현되며, 값의 범위는 -100 ~ 100이다. 함정을 Agent로 정의할 경우 적 항공기, 적 함정, 아군함정의 가중치를 100, 50, -50으로 설정한다면, 함정은 우선적으로 적 항공기 방향으로 근접하게 된다.

Squad와 Agent는 4가지 무기체계(을)를 보유할 수 있으며, 각 무기체계는 거리대별 명중확률, 우선순위별 무장할당, 사격 우선순위, 무기 보유량 등을 입력할 수 있다.

탐지 및 식별은 접촉(Detection) 거리, 거리대별 식별(Classification) 확률로 입력 할 수 있으며, 상대방에 대한 은폐(Concealment)는 0~100 %의 범위로 설정할 수 있다. 또한 Squad와 Agent는 자체적으로 탐지 및 식별을 하는 방법과 다른 Squad와 Agent의 정보를 이용하는 방법으로 상황인식(Situation Awareness)를 하고, 사전에 입력된 Rules 또는 확률값에 의하여 의사결정을 한 후 행동한다.

의사결정은 49가지 상황에 대하여 If-Then 법칙이 적용되어 ‘탄약을 소모하였을 경우 00지역으로 이동하라’, ‘연료가 60% 미만이면 재 급유하라’, ‘적 세력 중 위협순위 3에 해당되는 적을 식별하면 공격하라’, ‘가장 근접한 목표물부터 공격하라’등의 다양한 상황에 따라 적용할 수 있다. Squad와 Agent의 행동도 상황에 따라 특성가중치, 무기체계설정, 이동모의 등을 다르게 결정할 수 있다.

이동모의는 셀 단위로 이동하는데 먼저 셀(격자)에서 다음시간(Time Step)에 위치할 셀을 선택하고, 적의 존재 및 이동불가(속도값=0)인 셀을 고려한다. 그리고 Agent의 적·아 접근성향값에 따라 다음단계에서의 이동 셀 위치를 결정하며, 이동 가능셀에 대한 벌점(Penalty)를 모두 계산하여 최선의 셀을 선택한 다음 이동하게 된다. 이동경로는 출발 및 목표 지점 외 중간경유지를 지정할 수 있어, 시나리오에 따라 자유자재로 기동이 묘사된다.

이동특성은 이동속도의 제한, 임의 지정 및 장애물 회피율 등 시나리오의 특성에 따라 조정할 수 있다.

2.1.3.3. 분석절차

MANA 모델 분석절차는 <표 2-1>와 같이 개념설정, 데이터 작성, 모델 운용, 주요출력자료 선택, 결과분석의 순서로 진행되며, 각 실행시 마다 결과값이 Excel로 저장된다.

6) Agent가 보유할 수 있는 무기체계는 MANA 3.2 Version에서는 4가지, MANA 4.0 Version에서는 6가지를 보유할 수 있다.

<표 2-1> MANA 모델 분석 절차

분석절차	내용
개념 설정	<ul style="list-style-type: none"> 분석목적, 효과척도, 참여전력, 개략적인 전력운용개념 전장, 모의 요구 주요기능, 피아장비목록
데이터 작성	<ul style="list-style-type: none"> MANA 변환 파라미터 계산, 지도작성(지형특성지도, 고도지도) <ul style="list-style-type: none"> 분석목적에 맞도록 지형규모 및 격자크기 선택 격자크기를 기준으로 단위 변환 (km/hour→격자수/TimeStep) 장비특성자료 변환/입력(무기, 센스, 통신) 모의개체(Squad, Agent)작성 모의개체 운용시나리오 입력(기지, 목적지, Waypoint) 모의개체 행동규칙 입력(Agent 특성, 상황인식) 이동, 가시선 모의 알고리즘 선택
모델 운용	<ul style="list-style-type: none"> 변화요인 설정, 실험설계, 반복수 결정
주요 출력 자료	<ul style="list-style-type: none"> Step by Step 데이터 <ul style="list-style-type: none"> 각 Step에서의 손실, 적 조우/탐지, 상황인식 데이터 저장 손실발생 위치 데이터 Agent 상태변화 데이터 적 탐지 정보 데이터 Agent 위치 기록 데이터 시간 스텝별 적 탐지 데이터 시간스텝별 통신 기록 최초 적 부대 탐지시간(다중 반복실행시만 가능)
결과 분석	<ul style="list-style-type: none"> 개체별 무기체계 성능값 변화에 따른 전투결과 지형특성 차이에 따른 효과(MOE) 변화 모의 개체 행동규칙변화(Personality)에 따른 효과 <ul style="list-style-type: none"> 무기체계 성능변화와 그에 따른 운영개념변화를 동시에 고려 다수의 결과로부터 Data Farming 기법을 이용하여 분석자가 간과한 유용한 현상 발견 절대적인 값으로 단일 방안의 선택이 아니라 확률적으로 가능성이 높은 결과를 도출/제시

2.1.3.4. 기존 분석모델과 차이점

현재 해군의 분석모델은 전구급 수준의 모델인 ITEM, GCAM, JICM과 성분작전 분석 모델인 기뢰전, 수상전, 대공전, 대함전 모델, 그리고 자원소요 분석모델에는 인원, 장비, 탄약 소요모델 등이 있다. 이러한 분석모델 중 상세도, 성분작전 모의, 분석시간을 고려하면 ITME 모델이 MANA 모델과 비교대상이라 할 수 있다. 따라서 먼저 ITEM 모델의 장·단점과 특징을 살펴보고 MANA 모델과 차이점을 언급하겠다.

ITEM 모델의 장점은 함정 또는 항공기 한단위에서 수척의 전투단까지 운영할 수 있으며, 3군 통합작전을 동시에 모의할 수 있다. 또한 단시간 전구급 수준의 교전결과를 얻을 수 있어 합동작전과 연계된 작전 계획을 분석, 평가하기에 적합하다. 반면 단점으로는 작전에 영향을 주는 지형, 계절 효과의 모의가 미흡하고 해상전의 경우 근접 전투모의가 빈약하다. 또한 손실 계산기 기대 손실표를 사용하기 때문에 작전형태별 혹은 전력 구성별로 다양한 민감도 분석이 곤란하다.

MANA 모델과 비교하기 위한 ITEM 모델의 특징을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 개체의 탐지 및 적아 식별기능이 없으며, 무기체계의 명중확률은 사정거리에서 고정확률값으로 입력된다. 둘째, 각 개체별 통신 및 전파 기능이 없어 C4I 묘사가 제한된다. 셋째, 개체의 의사결정 기능이 없다. 넷째, 목표물에 대한 우선순위 판별 기능이 없다.

반면 MANA 모델은 첫째, Agent가 거리대별 확률값에 따라 탐지 및 적아를 판별하고, 목표물에 대한 우선순위에 따라 무장을 할당하고 교전한다. 둘째,

Agent는 상황을 인식하여 의사결정을 하고, 회피 또는 근접하는 행동을 한다. 셋째, Agent는 인식한 상황을 다른 Agent에게 전파하여 공유하는 기능도 보유하고 있다. 넷째, 척도분석은 사상자율, 탄약소모율, 유류소모율, 손상률, 은폐율에 대하여 분석이 가능하다.

2.1.3.5. 에이전트 기반 모의 적용사례

국내에서 ABMS를 실제 군사부분에 적용하여 활용한 사례는 없으며, 주로 방법론 위주로 연구가 진행되고 있고, 개발된 ABMS 모델은 없는 실정이다.

국외에서는 Metron사에서 개발한 NSS(Naval Simulation System), 뉴질랜드 국방연구원(DTA : Defence Technology Agency)에서 개발한 MANA, 기타 Pythagoras, NetLogo 등의 모델을 이용하여 활발히 연구가 진행되고 있다.

황석상은 란체스터 모형논리인 자승법칙과 혼합법칙을 EINSTEIN 모형과의 동일조건 비교분석에서 유사한 결과를 도출하였으며, 전형적인 상륙돌격 작전, 상륙이후의 시가지 작전, 상륙기습 작전 모형을 구축하여 다양한 형태의 모의 가능성을 제시하였다. 그러나 EINSTEIN 모형은 ABMS의 초기모형으로 함정, 항공기의 묘사가 제한되며, 전장크기 및 적에 대한 유형별 식별이 제한되는 등 개선사항이 많다.[13]

고원은 ABMS의 적용가능성을 판단하기 위하여 육군 미래보병대대의 공격시나리오를 MANA 모델로 시험 적용하였다. 적용결과로 첫째, 전장지역을 모의하는 과정에서 전장환경 특성 및 기동 기준이 되는 그리드 최대수가 1000개로 전투지역 모의시 정확한 위치, 무기체계 사거리 및 탐지 특성데이터에 입력에서 손실이 발생하였으나 지상작전의 경우에는 대대급 이하의 좁은 규모의 전장모의는 적용가능한 것으로 판단하였다. 둘째, 에이전트간의 Interaction과 통신 Network을 이용한 물리적, 사회적, 인지적 정보의 Link가 가능하며, 일반 데이터 작성 및 운용방법 용이하였다. 또한 실험계획법에 의한 다양한 요인에서의 반복실행이 가능하여 에이전트의 적절한 대응으로 급격한 변화가 없는 시나리오에서는 타당한 반응이 나타났다. 셋째, Squad/Agent의 기동 및 행동에 대한 데이터의 작성 기준과 구축의 어려웠으며, 그리드 수 제한, 셀 단위 이동모의, 지도의 낮은 해상도 등으로 정교한 시나리오의 모의나 분석에는 제한이 따랐다. 따라서 MANA는 확률적 모델이므로 반복시 일정한 값으로 수렴되지 않으므로 사용의 목적을 다양한 결과로부터 어떠한 양상을 판단하는 것이 타당하다는 결론을 도출하였다.[10]

Sulewski는 MANA를 이용하여 미래 전투체계(FCS:Future Combat Systems)에서 육군 대대의 도시 작전시 UAV의 성능, 규모, 운용전술에 따른 효과를 검토하였다. 분석목적은 미 FCS에서의 적정 UAV 대수 및 능력을 측정하는 것이었고, 효과척도(MOE)는 2시간 전투에서의 적 고차치표적(SA-16, BMP-3, 82 미리포, T72)의 손실비와 아비탐승 병력의 손실비를 이용하였다. 분석결과는 소대, 중대 및 대대의 UAV 보유대수와 UAV 능력에 따른 시가전에서 필요한 UAV의 적정 대수, 공격작전에서 전투력을 80%, 90%, 95% 유지하는데 필요한 UAV 전력, UAV가 없는 경우 FCS의 임무 달성여부, 공격 UAV의 장착무기 선택(Hellfire, APKWS 2.75 인치 로켓)에 대하여 산출하였다.[14]

적용사례를 종합하면 MANA 모델을 이용하여 개별 무기체계의 적정 성능값, 무기체계의 성능값의 변화

에 따른 전투결과분석과 효과적도(MOE) 분석, 그리고 무기체계의 적정소요판단 등이 가능할 것으로 판단한다.

2.2. 방위충분성의 이해

2.2.1. 방위충분성 배경 및 개념

방위충분성은 냉전시대 동·서독 분단 상태에서 서독 학계를 중심으로 형성된 개념이다. 이 용어는 방어적 충분성, 방어적 방위 및 합리적 충분성 등의 용어와 동일한 개념으로 사용되고 있다.[15] 방위충분성 개념은 1980년대 유럽에서 소련을 중심으로 한 바르샤바 조약기구의 위협에 대해 동등하거나 유사한 능력으로 대응하려는 북대서양조약기구의 군사태세를 비판하는 과정에서 대두되기 시작하였다.

한국에서 방위충분성 개념이 연구되기 시작한 것은 1990년대 초반부터이다. 당시의 방위충분성 개념은 방어에는 충분하지만 공격은 할 수 없도록 재래식 전력을 재조정하여 군사력의 대치상황을 통해 안정을 달성하는 것으로 인식되었다. 국방부에서 발간한 「주요 국방정책 용어」 책자에 의하면 방위충분성 전력은 “적의 침략행위와 일방적인 이익 강요를 저지할 수 있으면서도, 적이 위협으로 인식하지 않을 만한 수준의 방위적 군사력”으로 명시하고 있다. 또한 「참여정부의 국방정책」에서는 방위충분성을 미래의 불특정 위협에 대비하기 위해 적의 침략행위를 거부할 수 있는 최소 수준으로 명시되고 있다.[16] 이러한 의미를 종합해보면, 방위충분성 전력은 미래적 군사적 위협을 방어 및 거부하여 국가이익을 보호할 수 있는 최소 수준의 군사력을 의미하는 것으로 이해할 수 있다. 여기서 최소 전력수준이란 단순히 ‘비용(국방재원) 차원에서의 최소 수준’을 의미하는 것이 아니라 적의 침략을 격퇴할 수 있는 ‘능력 차원에서의 최소 수준’을 의미하는 것이다.

한국의 군사력 수준은 주변국에 비해 현재 양적·질적인 측면에서 모두 열세한 상태이며, 국방비도 주변국의 약 1/3~1/4 수준이라는 현실로 고려할 때, 향후에도 주변국과 동일하거나 대등한 규모의 군사력을 가질 수 없다.[17] 그렇다고 한국은 주변국의 전력증강을 그대로 좌시하거나 국가이익을 보호하기에 부족한 전력건설을 추진할 수 없다. 따라서 한국은 주변국이 계획하고 있는 미래의 군사력으로부터 효과적으로 국가이익을 보호할 수 있는 전력 확보가 필요하며, 이러한 전력수준이 방위충분성 전력이며, 현재 상황에서 주변국의 군사력 증강에 대비할 수 있는 가장 유용한 전력건설 개념이라 할 수 있다.

따라서 해전 수행차원에서 주변국 위협의 양상과 능력을 고려하면 방위충분성을 다음과 같이 이해할 수 있다. 해전에서 위협은 수중, 수상 및 공중에서 발생하며, 상대방의 능력은 이러한 위협을 발휘할 수 있는 플랫폼을 얼마나 보유하고 있는가를 의미한다. 따라서 해상에서의 방위충분성 전력은 상대방의 플랫폼에서 나타나는 수중, 수상 및 공중의 입체적 위협으로부터 충분한 방어능력을 갖추는 것이다.

2.2.2. 방위충분성 전력수준의 고려요소

해상에서는 어떠한 무기도 수중과 공중을 통해 이

동될 수밖에 없기 때문에 해전에서 상대방의 위협에 대응하기 위한 전력수준은 수중과 공중의 위협을 효과적으로 방어할 수 있는 능력을 보유하는 것이라고 할 수 있다. 따라서 해상에서 방위충분성 능력을 갖기 위한 전력수준의 고려요소는 다음과 같다.[18]

첫째, 항공기, 유도탄 등 대공위협을 조기에 탐지·추적하여 경보할 수 있는 자산이 전투부대에 포함되어야 한다. 조기경보 자산은 다양한 정보자산을 통해 이루어질 수 있으나, 현장에서 실시간으로 원거리에서 탐지하여 우군전력에 전파할 수 있는 전력이 구비되어야 한다. 이를 위해 현재 최고의 대공 방어능력을 갖추고 있는 이지스함이 전투부대에 반드시 포함되어야 한다.

둘째, 조기 탐지한 대공위협을 원거리에서 제거할 수 있도록 중·장거리 대공유도탄을 보유한 함정 전투부대에 포함되어야 한다. 또한, 전투부대를 구성하는 함정은 중·장거리에서 요격의 실패에 대비하여 다중방어체계를 구축할 수 있도록 하드웨어와 소프트웨어를 포함한 근접방어체계를 반드시 장착해야 한다.

셋째, 전투부대의 수는 최소한 상대방이 보유하고 있는 전투부대의 수와 동일하게 구성되어야 한다.8) 만약 상대방이 4개의 전투부대를 갖고 있고 이를 4개의 해역에서 동시에 운용한다면, 이보다 적은 수의 전투부대를 보유한 아측은 어떻게 대응할 수 있는가? 결국 일부 해역에서는 전투부대를 전개시키지 못함으로써 국익을 포기해야 하는 상황에 직면할 것이다. 그러므로 전투부대의 전력수준은 상대방과 동등하지 않더라도 방위충분성을 구비한 전투부대가 상대국의 전투부대와 동일한 해역에 존재한다면, 상대국은 자국 이익을 일방적으로 강요할 수 없게 된다. 그리고 제3국이 3개 이하의 전투부대를 갖는다고 할지라도, 아측의 4개 전투부대를 3개 이하의 전투부대에 대응할 수 있도록 재편성하여 운용함으로써 동등성 있게 대처할 수 있다.

3. 한국과 주변국의 해군력 현황

주변국의 한반도에 대한 위협도 분석결과를 보면 일본, 중국, 미국, 러시아 순으로 나타나고 있다.[19] 특히, 주변국중 한국과 해양을 둘러싸고 분쟁의 씨앗이 남아있는 일본과 중국은 자국의 영토보호 차원을 벗어나 점차 영향력을 타국에 행사할 수 있는 수준으로 해군전력을 증강시키고 있다. 주변국의 해군전력 증강으로 인해 한국은 주변국으로부터 관할해역에 대한 간섭은 물론, 유사시 해상시위 및 봉쇄될 가능성이 높아지게 되었으며, 이로 인해 미래 한국의 주 위협은 바다에서 시작될 것이다. 그러므로 한국해군은 해상의 위협으로부터 국가이익을 보호해 줄 수 있는 수준의 전력 건설을 추구해야 하는 것이다.

3.1. 한국의 해군력 현황

그동안 한국군은 한·미 상호방위조약 체결에 따라 북한의 대규모 지상위협에 대응하기 위해 지상군 위주의 전력을 건설해 왔다. 그리고 경제적으로 많은 재원이 요구되는 해군의 주요 전력은 미국을 크게 의존함으로써 한국해군은 그동안 북한의 비정규전 세력의 침투를 방어할 수 있는 중·소형함 전력 위

7) 대안적 방위, 방어적 방위, 상호방위우월성, 반작용적(반응적) 방위, 합리적 충분성, 수준적 공격무능력 등과 같은 용어들도 방위충분성 개념에 해당된다고 볼 수 있다.

8) 그동안 한국해군은 작전, 훈련, 수리라는 3적제 개념과 동·서·남해라는 3개 해역에서 작전 수행을 위해 동일한 함정을 3의 배수로 적용하는 사례가 많다. 그러나 이러한 개념은 주변국의 위협을 고려하지 않은 단순한 논리일 수밖에 없다고 생각한다.

주로 건설되어왔다.

한국해군은 1990년대 중반부터 실질적인 전력증강을 추진하기 시작하여 광개토급의 한국형 구축함 등 수상함 160여척, 잠수함 10여척, 항공기 60여대를 보유하고 있다. 그러나 대부분의 수상함이 현대 해전에서 가장 위협적인 대공위협으로부터 생존성을 보장할 수 없는 등의 문제점⁹⁾을 내포하고 있어 주변국의 해상위협을 효과적으로 극복할 수 없는 실정이다.[28]

<표 4-1> 한국해군 기동전대 전력의 주요 무장[20]

구 분	충무공이순신급	광개토-III급
공격용 무기	대함유도탄 8기	대함유도탄 16기
방어용 무기	SM-2	32셀 (대지/대잠용 48셀 별도)
	RAM	1기(21연장)
	기타	골키퍼1문, 전자전 장비
대잠 헬기	2대(LYNX)	2대(LYNX)

한국해군은 현재 전력증강 계획에 따라 미래 잠재적인 위협으로부터 해양에서 국가이익을 보호하기 위한 기동전대 창설을 추진하고 있다. 기동전대는 현재 확보가 예정되어 있는 독도급 2척, 이지스 체계를 장착한 광개토-III급 3척 그리고 이미 확보하였거나 건조중에 있는 충무공이순신급 6척을 주축으로 3개의 기동전대를 구성하며, 각 기동전대는 광개토-III급 1척, 충무공이순신급 2척 및 필요시 독도급 1척을 포함하여 총 4척으로 구성될 예정이다.[21] 기동전대의 주요 무장은 <표 4-1>과 같이 탑재될 예정이며, 필요시 잠수함과 대잠초계기 등을 추가적으로 편성하여 입체작전을 수행할 수 있는 개념으로 운용될 것이다.

3.2. 주변국의 해군력 현황

3.2.1. 일본

일본은 주변해역 및 관심해역에 군사력을 전개할 수 있는 충분한 능력을 보유하고 있지만, 국내법에 의해 능력의 전개와 범위가 제한을 받고 있다. 그러나 이러한 제한은 일본의 의지에 따라 언제든지 변경 가능하며, 실제 북한의 핵 실험 및 자위대의 해외 파병과 관련하여 헌법 조항 개정 추진 등 많은 변화들이 일어나고 있다.

해상자위대는 <표 4-2>에서처럼 수상함 총 53척과 잠수함 16척, 해상항공기 196대 수준을 유지하고 있다. 그러나 2005년도 이후 일본의 자위대는 국익이 상충되는 지역에 군사력을 투사할 수 있도록 전력을 확보하고 있으며, 이에 따라 해상자위대는 재래식 무기를 질적으로 향상시키고 있다.

<표 4-2> 일본해군의 주요 전력현황[22]

구 분	1995년 방위대강	현보유	2005년이후
수상함	호위대군	4개	4개(8개대)
	지방대	7개대	7개대
	호위함	약 50척	53척
잠수함	부대편성	6개대	7개대
	잠수함	16척	16척
항공기	부대편성	-	13개대
	항공기	170대	196대

일본이 보유하고 있는 호위대군 전력을 세부적으로 살펴보면 <표 4-3>와 같이 구성되어 있다. 이러한 전력 중에서 일부 함정은 향후 성능이 개량되거나 새로운 함정으로 대체될 예정이며, 이를 통해 호위대군은 질적인 차원에서 지속적으로 증강될 계획이다. 그럼에도 불구하고 1개 호위대군 전력이 보유하고 있는 대함유도탄의 수량은 총 56기로 변함이 없다.

<표 4-3> 호위대군의 대함유도탄 보유수

구 분	구 성 전 력	대함유도탄 보유량
제1 호위대군	DDF: 시라네(0) DDG: 기리시마(8/이지스), 하타카제(8) DD: 무라사메(8), 하루사메(8), 이카즈치(8), 다카나미(8), 오나미(8)	56기
제2 호위대군	DDF: 쿠라마(0) DDG: 콩고우(8/이지스), 사와카제(8) DD: 유우다찌(8), 마키나미(8), 사와기리(8), 키리사메(8), 아리아케(8)	56기
제3 호위대군	DDF: 하루나(0) DDG: 묘우코우(8/이지스), 시마카제(8) DD: 하마유키(8), 아마기리(8), 유우기리(8), 하마기리(8), 세토기리(8)	56기
제4 호위대군	DDF: 히에이(0) DDG: 효우카이(8/이지스), 아사카제(8) DD: 이나즈마(8), 사미다레(8), 아케보노(8), 아사기리(8), 우미기리(8)	56기

3.2.2. 중국

중국해군은 해양안보 환경의 변화에 대비하여 3단계 전략개념을 발전시키고 있다.¹⁰⁾ 1단계(1985~2000년)는 기존 해군의 작전범위를 점진적으로 확대시켜 남사군도 분쟁에 대비하고 해상교통로를 보호하는 것이며, 2단계(2001~2020년)는 항모전단을 건조하여 운영하는 것이고, 3단계(2021~2050)는 대양해군으로 원양함대를 운용하여 세계의 주요 항로를 보호하는 것이다.[23][24] 이러한 중국해군의 증강 계획은 동중국해와 남중국해의 해저자원에 대한 경제적 가치와 도서 영유권 분쟁 등으로 인해 강력히 추진될 수밖에 없다.

중국해군은 현재 약 660여척의 함정을 보유하고 있으나, 대부분 함정이 700톤 미만으로 연안작전만 가능한 실정이다. 중·대형 함정은 <표 4-4>와 같이 구축함 및 호위함 73척, 핵추진 전략잠수함을 포함한 잠수함 69척 등으로 제한되며, 이러한 전력은 전체 함정의 약 22%를 차지하고 있다.

9) 첫째, 수상, 수중 및 공중전력에 있어서 균형된 전력을 갖추지 못하고 있다. 둘째, 대부분의 전투함이 대공 유도탄을 보유하지 않아 현대 해전에서의 주요 위협에 노출되어 있다. 셋째, 일부 전투함정은 원해작전을 보유하고 있으나, 군수지원함의 능력이 크게 부족함에 따라 장기작전 능력에서 제약을 받고 있다. 넷째, 조기경보, 광역초계 및 전술항공능력이 부족하다.

10) 중국의 국가주석이었던 강택민은 1997년 9월 제5차 중국 공산당 대회와 1999년 1월 군 대표자에 대한 연설에서 '00~'29년간 아시아에서의 군사강국 달성과 '30~'49년간 미국과 대등한 군사강국 달성이라는 군사력 건설 목표를 제시하였다.

<표 4-4> 중국해군의 주요 전력현황[25]

구분		1995년	2005년
수상함	구축함(DDG)	18척	26척
	프리깃함(FFG)	37척	47척
잠수함		50척 (SSBN 1)	69척 (SSBN1, 핵추진 5)
항공기	전술기	875대	700대
	대잠 항공기	78대 (초계기 20, 헬기 58)	52대 (초계기 9, 헬기 43)

이러한 연안위주의 중국해군은 단계별 전략개념에 따라 네 가지의 기본방향을 설정하여 전력건설을 추진하고 있다. 첫째, 근해의 다양한 상황에 대응하여 작전을 수행할 수 있는 수상함 및 해군 항공전력을 확보하고 둘째, 전략적 억제역할을 수행하기 위해 전략미사일을 탑재한 핵추진 잠수함 및 구형 재래식 잠수함을 현대화하며 셋째, 해군작전과 근해방어 지원시설 재구축 및 군수지원체계를 현대화하고 넷째, 오가사와라제도-마리아나제도-팔라우로 이어지는 제2도련(鳥鍊) 해역에서 작전을 수행할 수 있도록 항모를 포함한 함정을 확보하는 것이다.[26]

중국해군의 해상 전투부대는 구체적인 규모가 나타나지 않고 있다. 그러나 원해작전 수행을 위한 내과성과 무장체계 등을 고려 시, 3천톤급 이상 함정으로 전투부대를 구성할 것으로 예측할 수 있으며, 이에 따라 함정은 <표 4-5>에서 보는 바와 같이 총 28척이다.

<표 4-5> 중국해군의 대함유도탄 보유수[23]

구분		대함유도탄	척수	계
구축함 (26척)	소브레메니급(8천톤급)	8기	3척	24기
	루양 I급(7천톤급)	16기	2척	32기
	루양 II급(7천톤급)	8기	2척	16기
	루다급(3천톤급)	6기	12척	72기
	루다 II급(3천톤급)	16기	4척	64기
	루하이급(6천톤급)	16기	1척	16기
호위함 (47척)	루후급(4,600톤급)	16기	2척	32기
	장후 I/V급(1,400급)	4기	27척	108기
	장후 II급(1,500급)	2기	1척	2기
	장후 III/IV급(1,900급)	8기	3척	24기
	장카이급(3,500톤급)	8기	2척	16기
	장웨이 I급(2천2백)	6기	4척	24기
	장웨이 II급(2천2백)	6기	10척	60기
계			73척	490기

이 전력은 미국의 항모강습단과 일본의 호위대군 전력규모가 7~8척의 수상함으로 구성됨을 고려할 때, 항후 확보할 항공모함과 함께 구축함이 중심이 되는 7척 규모의 4개 전투부대 구성이 가능할 것으로 예측된다.

4. 에이전트 기반 모의를 이용한 방위충분성 기동전단 전력수준 판단

에이전트 기반 모의모델로는 MANA를 이용하였으

며, 절차는 시나리오 준비, 데이터 입력 및 조정, 모의결과 그리고 기동전단의 방위충분성 전력수준을 판단하는 순서로 진행하였다.

첫째, 시나리오 준비단계에서는 모의의 목적, 참여 전력, 개략적인 전력운용개념, 전장환경, 모의 요구 주요기능, 참여전력의 장비목록을 설정하였다.

둘째, 데이터 입력 및 조정단계에서는 지도작성(지형특성지도, 고도지도), 지형규모 및 격자크기 선택, 단위 변환(km/hour→격자수/TimeStep), 모의개체(Squad, Agent)작성, 모의개체 운용시나리오 입력(최초위치, 목적지, Waypoint 등), 장비특성자료 변환/입력(무기, 센스, 통신), 모의개체 행동규칙 입력(Agent 특성, 상황인식), 이동, 가시선 모의 알고리즘 선택에 대한 데이터를 작성하여 입력하고 모의 목적에 따라 입력 데이터를 조정하였다.

셋째, 모의는 기동전대의 원거리 대공 탐지능력, 대공유도탄 능력, 동시 대함유도탄 대응 수 그리고 주변국 함정의 대함유도탄 수를 고려하여 실행하였으며, 주변국의 해상초계기, 전투기, 잠수함의 대함유도탄은 제외하였다. 모의결과는 기동전대의 전력증가에 따른 주변국 해상전력의 대함유도탄 손실률로 나타내었다.

넷째, 모의 결과와 주변국의 해상초계기, 전투기, 잠수함을 이용한 입체작전 수행능력을 고려하여 해군 기동전단의 방위충분성 전력수준을 판단하였다.

4.1. 시나리오 준비

시나리오 준비단계에서는 모의의 목적, 참여전력, 개략적인 전력운용개념, 전장환경, 모의에서 요구되는 주요기능, 참여전력의 장비목록 및 재원을 설정하였다.

4.1.1. 모의의 목적

일본의 1개 호위대군 전력과 한국의 1개 기동전대 전력, 중국의 1개 해상전투부대와 한국의 1개 기동전대 전력의 분쟁상황에서 한국 기동전대의 방위충분성 전력수준을 판단함에 있다.

4.1.2. 참여전력

한국의 1개 기동전대의 최소 전력수준은 이지스 체계를 보유한 광개토-III급 1척, 충무공 이순신급 1척이며, 기동전대의 SM-2 유도탄 보유량은 광개토-III급 80기, 충무공 이순신급 32기이다.

일본의 1개 호위대군의 전력은 DDH 1척, 이지스 체계를 보유한 DDG 1척, 이지스 체계를 미 보유한 DDG 1척, DD 5척의 총 8척으로 구성되어 있다. 1개 호위대군의 대함유도탄 보유량은 DDG 각 8기, DD 각 8기로 총 56기이다.

중국의 1개 해상전투부대는 함정 7척으로 구성되며, 대함유도탄 보유량은 총 68기이다.

4.1.3. 개략적인 전력운용개념

일본 호위대군과 중국 해상전투부대는 각 세력별 보유중인 대함유도탄을 연속발사하여 한국 기동전대를 공격하고 한국 기동전대는 보유한 SM-2 유도탄으로 일본과 중국의 대함유도탄을 방어한다.

4.1.4. 전장환경

기상은 양호하며, 대함유도탄과 SM2의 최대사거리인 150km를 적용할 수 있는 200km×200km의 전장환경으로 구성한다.

4.1.5. 모의에서 요구되는 주요기능

모의에서 요구되는 기능은 유도탄의 명중확률, 탐색레이다의 접촉 정확성, 추적레이다의 추적 정확성, 동시 대응 유도탄 수, 정보전파기능에 대하여 묘사가

요구된다.

4.1.6. 참여전력의 장비목록과 제원

4.1.6.1. 한국 기동전대

4.1.6.1.1. 광개토-III급

<표 5-1> 광개토-III급 거리대별 탐지 및 식별 확률

거리(km)	식별확률
0 - 46	0.99
47 - 92	0.95
93 - 185	0.85
186 - 277	0.70
278 - 370	0.50
371-472	0.35
473이상	0.25

탐지 및 식별 장비(SPY-1D(V) 레이더, 전자전장비)의 최대 탐지거리는 256nm(473km)이며, <표 5-1>와 같이 거리대별 식별확률은 46km(0.99), 92km(0.95), 185km(0.85), 277km(0.70), 370km(0.50), 472km(0.35)이다.[27]

SM2의 보유수는 80기이며, 최대 사거리는 150km, 속도는 마하 3(3720 km/hour), 112km의 거리대에서 단발 명중확률(Pk)은 0.7,[27] 연발 명중확률은 0.911)이다. 추적레이더의 동시 유도탄 대응수는 15기/100초이다.

4.1.6.1.2. 충무공 이순신급

탐지 및 식별 장비(탐색레이더, 전자전 장비)의 최대 탐지거리는 233km이며, <표 5-2>와 같이 거리대별 식별확률은 23km(0.99), 46km(0.95), 92km(0.85), 138km(0.70), 150km(0.50)으로 광개토-III급의 50%로 임의 설정한다.

<표 5-2> 충무공 이순신급 거리대별 탐지 및 식별 확률

거리(km)	식별확률
0 - 23	0.99
24 - 46	0.95
47 - 92	0.85
93 - 138	0.70
139 - 150	0.50
151이상	0.25

SM2의 보유수는 32기이며, 사거리는 110km, 속도는 마하 3(3720 km/hour), 74km의 거리대에서 단발 명중확률(Pk)은 0.7, 2발 명중확률은 0.91이다. 추적레이더의 최대 추적거리는 150km이며, 동시 유도탄 대응 수는 2기/100초이다.

4.1.6.2. 일본 호위대군

DDG와 DD의 탐지거리 및 식별확률은 광개토-III급과 충무공이순신급과 동일하게 적용한다. 대함유도탄의 속도는 마하 0.9(1101km/hour)이며, 모의 목적상 사거리는 150km, 명중확률은 0.9로 임의설정한다.

4.1.6.3. 중국 해상전투부대

해상전투부대 전력의 탐지거리 및 식별확률은 Aegis 보유함이 없으므로 충무공이순신급과 동일하게 적용한다. 대함유도탄의 속도는 마하 0.9(1101km/hour)이며, 모의 목적상 사거리는 150km,

$$11)1-(1-Pk)(1-Pk) = 1-(1-0.7)(1-0.7) = 0.91$$

명중확률은 0.9로 임의설정한다.

4.2. 데이터 입력 및 조정

데이터 입력 및 조정단계에서는 지도작성(지형특성 지도, 고도, 지형규모 및 격자크기), 단위 변환(km/hour→격자수/TimeStep), 모의개체(Squad, Agent) 구성, 모의개체 운용시나리오 입력(최초위치, 이격 및 근접거리), 장비특성자료 변환/입력(무기, 센스, 통신), 모의개체 행동규칙 입력(Agent 특성, 상황인식)에 대한 데이터를 작성하여 입력하였다. 이동 및 가시선 모의 알고리즘은 모의의 지형특성이 해면고도를 기준으로 하였으므로 기본값을 그대로 사용하였다.

4.2.1. 지도작성

지형은 해상이므로 입력하지 않았으며, 고도는 2cells로 입력하였다. 지형 규모(Map Scale)는 200km×200km의 전장 환경에서 1km = 1cell을 기준으로 설정하여 200cells×200cells을 입력하였다.

4.2.2. 단위 변환

대함유도탄의 속도는 1101 km/hour = 18.35 km/minute = 0.305 km/second = 31 cell/100step 으로 입력하였다. 전력의 기동속도는 30nm/hour을 기준으로 하였으며, 변환하여 55.5 km/hour = 0.925 km/minute = 0.015 km/second = 2 cell/100step로 입력하였다.

4.2.3. 모의개체(Squad, Agent) 구성

초기 기동전대의 전력은 1광개토Squad, 1충무공 Squad로 구성하였다.

초기 일본 호위대군의 전력은 1DDG Squad, 6DD Squad, 1DDG대함유도탄Squad, 6DD대함유도탄 Squad로 구성하였고, 각 대함유도탄Squad는 8기의 대함유도탄을 보유하므로 Agent의 수를 각각 8로 입력하였다.

초기 중국해상전투부대는 7DDSquad, 7DD대함유도탄Squad로 구성하였고, 6DD대함유도탄Squad는 각 10기의 대함유도탄을 보유하는 것으로 설정하여 Agent의 수를 각각 10으로 입력하였고, 1DD대함유도탄Squad는 6기의 대함유도탄을 보유하는 것으로 설정하여 Agent의 수를 8로 입력하였다.

4.2.4. 모의개체 운용시나리오 입력

한국기동전대와 일본호위대군의 최초 이격거리는 160cell로 설정하고, 최대 근접 거리는 20cell로 제한하였다.

4.2.5. 장비특성자료 변환/입력

4.2.5.1. 한국 기동전대

4.2.5.1.1. 광개토Squad

광개토Squad의 탐지거리 및 식별확률은 <표 5-1>의 km를 cell로 변환하여 입력하였다. SM2의 보유수는 80기, 112cell의 거리에서 단발 명중확률(Pk)은 0.7, 연발 명중확률은 0.91, 동시 유도탄 대응 수는 15기/100step으로 입력하였다.

4.2.5.1.2. 충무공Squad

충무공Squad의 탐지거리 및 식별확률은 <표 5-2>의 km를 cell로 변환하여 입력하였다. SM2의 보유수는 32기, 74cell의 거리에서 단발 명중확률(Pk)은 0.7, 연발 명중확률은 0.91, 동시 유도탄 대응 수는 2기/100step이다.

4.2.5.2. 일본 호위대군

4.2.5.2.1. DDG 및 대함 유도탄 Squad

탐지거리, 식별확률, 추적레이더의 입력값은 광개토

Squad와 동일하게 입력하였고, 대함유도탄Squad의 Agent는 8개, 사거리는 150cell, 단발 명중확률은 0.9로 입력하였다.

4.2.5.2.2. DD 및 대함 유도탄 Squad

탐지거리, 식별확률, 추적레이다의 입력값은 총무공 Squad와 동일하게 입력하였다. 대함유도탄Squad의 Agent는 8개이며, 사거리는 150cell, 단발 명중확률은 0.9로 입력하였다.

4.2.5.3. 중국 해상전투부대

DD 및 대함 유도탄 Squad의 탐지거리, 식별확률, 추적레이다의 입력값은 총무공Squad와 동일하게 입력하였다. 대함유도탄Squad의 총 Agent는 68개이며, 사거리는 150cell, 단발 명중확률은 0.9로 입력하였다.

4.2.6. 모의개체 행동규칙 입력

4.2.6.1. 한국 기동전대

일본의 대함유도탄 Agent에 대한 가중치는 100, 일본 DDGSquad에 대한 가중치는 70, DDSquad에 대한 가중치는 50, 이동경로에 대한 가중치는 0로 입력하였다. 식별된 접촉물에 대한 정보는 서로 공유하고, 보유한 SM2의 수량이 모두 소모될 경우 일본 호위대군의 대함유도탄 사정권을 이탈하도록 입력하였다.

중국의 대함유도탄 Agent에 대한 가중치는 100, DDSquad에 대한 가중치는 50, 이동경로에 대한 가중치는 0로 입력하였다. 식별된 접촉물에 대한 정보는 서로 공유하고, 보유한 SM2의 수량이 모두 소모될 경우 일본 호위대군의 대함유도탄 사정권을 이탈하도록 입력하였다.

4.2.6.2. 일본 호위대군 및 중국 해상전투부대

대함유도탄Agent의 한국 광개토Squad와 총무공 Squad에 대한 가중치는 각각 100과 50으로 입력하였고, DDG/DDSquad는 대함유도탄을 발사후 광개토 Squad와 총무공Squad의 대함유도탄 사정권을 이탈하도록 설정하였다. 그리고 식별된 접촉물에 대한 정보는 서로 공유하도록 하였다.

4.3. 모의 결과

일본과 분쟁모의는 SM2 명중확률(0.7, 0.91) 2회, 총무공이순신급 척수 증가 3회, 매 실행시 반복수 30회를 하였으며, 중국과 분쟁모의는 SM2 명중확률(0.7, 0.91) 2회, 총무공이순신급 척수 증가 5회, 매 실행시 반복수 30회를 실행하였다. 일본과 분쟁 모의 2×3×30 = 180회, 중국과 분쟁모의 2×5×30 = 300회로, 총 반복횟수는 480회를 실행하였다.

4.3.1. 일본 호위대군 대비 전력수준

일본 1개 호위대군이 보유한 56기의 대함유도탄으로 한국해군 기동전대를 공격한 모의 결과는 다음과 같다.

<표 5-3>과 같이 호위대군의 대함유도탄 공격에 대하여 광개토-Ⅲ급 1척, 총무공이순신급 3척의 기동전대 전력이 SM2를 단발(명중확률 0.7)로 발사하는 경우에 호위대군의 대함유도탄 손실은 53.6±1.607기로 95.7%의 손실율을 보였다. 또한 일본의 대함유도탄을 방어한 후 SM2를 98기 보유하였다.

<표 5-3> 한국 기동전대의 SM2를 단발(명중확률 0.7)로 발사하는 경우

한국 기동전대 전력		기동전대 피해률	표준 편차	일본 대함유도탄 손실율	표준 편차
광개토-Ⅲ급	총무공 이순신급				
1척	1척	0.733	0.082	46.500	1.537
1척	2척	0.600	0.091	48.700	1.373
1척	3척	0.300	0.153	53.600	1.607

한국 기동전대 전력		잔여 SM2 보유량		
광개토-Ⅲ급	총무공 이순신급	광개토-Ⅲ급	총무공 이순신급	합
1척	1척	19	26	45
1척	2척	21	53	74
1척	3척	17	81	98

또한 <표 5-4>와 같이 호위대군의 대함유도탄 공격에 대하여 광개토-Ⅲ급 1척, 총무공이순신급 4척의 기동전대 전력이 SM2를 연발(명중확률 0.91)로 발사하는 경우에 호위대군의 대함유도탄 손실은 55.4±0.4기로 98.9%의 손실율을 보였다. 또한 일본의 대함유도탄을 방어한 후 SM2를 86기 보유하였다.

<표 5-4> 한국 기동전대의 SM2를 연발(명중확률 0.91)로 발사하는 경우

한국 기동전대 전력		기동전대 피해척수	표준 편차	일본 대함유도탄 손실량	표준 편차
광개토-Ⅲ급	총무공 이순신급				
1척	1척	1	0	40.5	1.078
1척	2척	1	0	45.4	1.013
1척	3척	0.6	0.1633	51.8	1.519
1척	4척	0.2	0.1333	55.4	0.4

한국 기동전대 전력		잔여 SM2 보유량		
광개토-Ⅲ급	총무공 이순신급	광개토-Ⅲ급	총무공 이순신급	합
1척	1척	0	23	23
1척	2척	0	43	43
1척	3척	0	62	62
1척	4척	0	86	86

4.3.2. 중국해군의 해상전투부대 대비 전력수준

중국 1개 해상전투부대가 보유한 68기의 대함유도탄으로 한국해군 기동전대를 공격한 모의 결과는 다음과 같다.

<표 5-5>와 같이 중국해상전투부대의 대함유도탄 공격에 대하여 광개토-Ⅲ급 1척, 총무공이순신급 4척의 기동전대 전력이 SM2를 단발(명중확률 0.7)로 발사하는 경우에 중국 대함유도탄의 손실은 64.567±1.386기로 95%의 손실율을 보였다. 또한 중국의 대함유도탄을 방어한 후 SM2를 119기 보유하였다.

<표 5-5> 한국 기동전대의 SM2를 단발(명중확률 0.7)로 발사하는 경우

한국 기동전대 전력		기동전대 피해척수	표준 편차	중국 대함유도탄 손실량	표준 편차
광개토-Ⅲ급	총무공이순신급				
1척	1척	1	0	46.500	1.537
1척	2척	0.833	0.069	55.533	1.554
1척	3척	0.633	0.089	59.733	1.540
1척	4척	0.333	0.088	64.567	1.386

한국 기동전대 전력		잔여 SM2 보유량		
광개토-Ⅲ급	총무공이순신급	광개토-Ⅲ급	총무공이순신급	합
1척	1척	19	26	45
1척	2척	14	52	66
1척	3척	16	77	93
1척	4척	16	103	119

또한 <표 5-6>와 같이 중국해상전투부대의 대함유도탄 공격에 대하여 광개토-Ⅲ급 1척, 총무공이순신급 5척의 기동전대 전력이 SM2를 연발(명중확률 0.91)로 발사하는 경우에 중국 대함유도탄의 손실은 65.5 ± 0.908 기로 96.3%의 손실율을 보였다. 또한 중국의 대함유도탄을 방어한 후 SM2를 99기 보유하였다.

<표 5-6> 한국 기동전대의 SM2를 연발(명중확률 0.91)로 발사하는 경우

한국 기동전대 전력		기동전대 피해척수	표준 편차	중국 대함유도탄 손실량	표준 편차
광개토-Ⅲ급	총무공이순신급				
1척	1척	1	0	40.500	1.078
1척	2척	1	0	44.900	1.032
1척	3척	1	0	51.133	0.831
1척	4척	0.833	0.069	59.000	1.042
1척	5척	0.467	0.093	65.500	0.908

한국 기동전대 전력		잔여 SM2 보유량		
광개토-Ⅲ급	총무공이순신급	광개토-Ⅲ급	총무공이순신급	합
1척	1척	0	29	29
1척	2척	0	43	43
1척	3척	0	63	63
1척	4척	0	80	80
1척	5척	0	99	99

4.4. 기동전대의 방위충분성 전력수준 판단

한국해군이 호위대군의 위협에 대응할 수 있는 방위충분성 전력수준은 모의결과, 일본 호위대군의 입체작전수행능력, 중국이 확보할 것으로 예상되는 항공모함의 탑재항공기 및 핵추진 잠수함을 고려해야 한다.

한국기동전대와 주변국 해상전력의 분쟁상황 모의 결과에서 주변국 함정의 대함유도탄만을 고려할 경우, 일본대비 기동전대 전력수준은 광개토-Ⅲ급 1척, 총무공이순신급 3~4척이며, 중국대비 광개토-Ⅲ급 1척, 총무공이순신급 4~5척임을 확인하였다.

일본의 1개 호위대군은 2~3대의 해상초계기와 1~2척의 잠수함이 같이 작전을 수행할 수 있을 것으로 예상되며, 해상초계기와 잠수함이 보유할 수 있는 대함유도탄 수량은 36~66기로 판단된다. 이러한 수량은 광개토-Ⅲ급 1척, 총무공이순신급 3~4척으로 구성된 한국 기동전대가 호위대군의 대함유도탄을 방어한 후 보유한 SM2 86~98기로 충분히 방어할 것이다.

중국의 해상전투부대는 중국이 확보할 것으로 예상되는 항공모함의 탑재항공기 54대 및 핵추진 잠수함과 입체작전을 수행것으로 예상되며, 항공모함 탑재항공기와 잠수함이 보유할 수 있는 대함유도탄 수량은 78기로 판단된다. 이러한 수량 또한 광개토-Ⅲ급 1척, 총무공이순신급 4~5척으로 구성된 한국 기동전대가 중국해상전투부대의 대함유도탄을 방어한 후 보유한 SM2 99~119기로 충분히 방어할 것이다.

따라서 주변국이 4개의 전투부대로 구성될 수 있음을 고려하면 방위충분성 기동전대의 전력수준은 최소한 광개토-Ⅲ급 4척과 총무공이순신급 16~20척으로 구성된 20~24척이 되며, 이러한 전력은 일본 호위함대 전력대비 약 63~75%, 중국의 원해작전이 가능한 3,000톤급 이상의 전력대비 약 71~86%의 수준이다.

5. 결론

방위충분성 개념은 적의 침략행위를 거부할 수 있는 최소 걱정수준을 의미한다. 이 개념의 논리적 기반은 군사력의 균형 혹은 동등성을 달성하는 안보논리를 배경하고, 상대방의 공격에 대한 보복 위협을 통한 억제보다는 공격측의 방어측 영토점령을 불허하는 것을 원칙으로 한다. 또한 전쟁을 이기는 것이 아니라 전쟁의 교착상태를 조성하여 방어 군사력이 공격 군사력을 소모시킴으로써 점차적으로 공격을 중단시키는 것을 의미한다.

방위충분성 전력은 해양전략 차원에서 해양통제를 달성할 수 있는 전력을 의미하며, 이는 해양통제 방법중 현존함대에 가장 부합되는 개념으로 이해할 수 있다. 현존함대는 해상에서 우세한 적의 일방적인 해양통제를 거부하며, 언제라도 반격할 수 있는 전략적 수준의 방어태세를 견지하는 전력이다. 즉, 적의 공격으로부터 효과적으로 전력을 보존함으로써 궁극적으로 적국의 우세한 함대가 일방적으로 해양통제를 할 수 없도록 하는 것이다. 결국 현존함대는 상대방의 공격을 효과적으로 소모시켜 해상에서 대치상태를 이룰 수 있다는 차원에서 방위충분성 전력이 될 수 있으며, 한국해군이 주변국에 대해 채택할 수 있는 해양전략 방법이 현존함대라는 점을 고려할 때, 한국해군의 기동전대 전력수준이 지향할 수 있는 개념인 것이다.

해전에서 공격양상은 항공기, 유도탄 및 잠수함에서 발사되는 원거리 공격무기에 의해 이루어진다. 이는 미래 해전이 함정간 근접 교전이 아니며, 위협방향은 공중과 수중에서 이루어진다는 것을 의미한다. 따라서 방위충분성 전력으로서 기동전대는 대공전과 대잠전을 효과적으로 수행할 수 있는 전력으로 갖추어져야 한다.

본 연구를 통해 한국 기동전단은 주변국이 보유하고 있는 전투부대 수를 고려하여 4개의 기동전대로 구성함으로써, 전체 규모는 최소한 4척의 광개토-Ⅲ급과 16~20척의 총무공이순신급을 보유한 20~24척 규모가 되어야 한다.

따라서 방위충분성을 고려한 한국해군의 발전방향

은 현재의 전력증강 계획과 더불어 광개토-III급 1척을 추가 계획하여야 하며, 차기호위함의 전력을 10~14척 규모로 추진해야 할 것이다. 또한 차기호위함의 전투체계 능력은 중무공이순급 이상의 수준으로 개발하여 기동전단 전력으로 활용하는 것이 타당할 것이다.

앞으로는 전력소요를 제기할 경우에 과학적인 절차 및 방법론에 입각한 검증이 없이는 전력소요의 반영이 곤란할 것이다. 따라서 본 연구는 ABMS를 통하여 미래의 전쟁양상을 모의하고, 방위충분성의 개념에 입각하여 지향해야 할 미래 한국해군 기동전단의 전력수준을 판단하고 제시함으로써 미래 해군건설을 위한 전력소요의 당위성을 주장하는데 기여할 것이다.

참고문헌

[1] Robert Kewley & Larry Larimer, "An Agent-Based Modeling Approach to Quantifying the Value Battlefield Information", 2003, pp.10~20

[2] 박호섭, 「해양전략의 이론과 실제」 (대전: 해군대학, 2004), p. 20.

[3] 김중태, "미래 한국 해군력 발전방향," 해군대학 졸업논문, 2001, pp. 12 ~ 14.

[4] Rolf Pfeifer and Christian Scheier, 「Understanding Intelligence」, MIT Press, 1999.

[5] 이동후, "에이전트 기반 지휘통제 모의방법론", 2007, pp.13.

[6] H. Van Dyke Parunak, "A Model of Emotions for Situated Agents", AAMAS'06, 2006, Hokkaido, Japan, pp.993~995.

[7] Ang Yang et al., "Network Cetric Multi-Agent Systems : Novel Architecture", ALAR Technical Report Series, Australia, The Artificial Life and Adaptive Robotics Laboratory, 2005

[8] H. Van Dyke Parunak, "Agent-Based Modeling vs. Equation-Based Modeling". Preceedings of Multi Agent-Based Systems and Agent-Based Simulation(MABS'98), LNAI 1534, pp.10-25, 1998.

[9] Eric Bonabeau, "Agent-Based Modeling : Methods and technique for simulating human systems:, Adaptive Agents, Intelligence, and Emergent Human Organization: Capturing Complexity through Agent-Based Modeling", 2002, PNAS vol.99/suppl.3, pp.7280-7287.

[10] 고원, "전투실험용 ABMS 개발 방안", 육군본부 전투발전 세미나, 한국국방연구원, 2006.

[11] Raffetto Mark, "Unmanned Aerial Vehicle Contributions to Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance Missions for Expeditionary Operations", Naval Postgraduate School, September 2004, pp.9.

[12] 박재균외 2, 「Discrete Mathmetics」, 2001, pp345

[13] 황석상, "EINSTEin 모형의 상륙전 적용에 관한 연

구", 국방대학교 석사논문, 2002.

[14] Sulewski, "An Exploration of UAV in the Army's Future Combat Systems Family of Systems", MORs, 2005.

[15] 전성훈, "방어적 충분성에 관한 이론적 고찰," 한국국제정치학회 연례학술회의 발표논문, 1993, p. 3.

[16] 국방부, 「참여정부의 국방정책」 (서울: 국방부, 2003), p. 60.

[17] 국방부, 「2004년 국방백서(부록)」 (서울: 국방부, 2004) p. 27.

[18] 이정호, "기동전대의 방위충분성 전력수준", 해군대학, 2006.

[19] 김광복 외 5명, 「통일한국의 주변국 위협도 분석」 (서울: 해군본부, 1992), p. 7.

[20] 국방대학원, 「2000년대 한반도 주변 안보환경 변화와 해군정책」 (서울: 국대원, 1989), pp. 211 ~ 216.

[21] 박창권, "미래 해군 기동전단 전력체계 및 운용개념의 발전방향," 제8회 전투발전세미나 발표자료, 2006.

[22] 세종연구소, 「2005년 이후의 일본 방위정책: 신방위대강과 중기방의 분석 및 자료」 (서울: 세종연구소, 2005), p. 18.

[23] 황병무, "중국 인민해방군의 현대화와 원양해군 지향," 「군사논단」 (1995년 가을호), p. 239.

[24] 조강래, "중국의 해양전략 고찰," 해군대학 졸업논문, 2000, pp. 38 ~ 39.

[25] 「동아시아 해양전략환경변화와 대응방안」 (제9회 국제해양력 심포지움, 2005), Naval Power in East Asian Navies, 1985~2005, p. 42

[26] 김덕기, "중국의 해군력 증강과 한반도 안보" 이홍균 편, 「중국의 해양전략과 동아시아 안보」 (서울: 해양전략연구소, 2003), p. 337.

[27] Sharif H. Calfee, "Autonomous Agent-Based Simulation of an AEGIS Cruiser Combat Information Center Performing Battle Group Air-Defense Commander Operations", Naval Postgraduate School, March 2003, pp.99~105.