



Received: 2022/07/27  
Revised: 2022/08/05  
Accepted: 2022/09/02  
Published: 2022/09/30

**\*Corresponding Author:**

**Yonghoon Ha**

Tel: +82-41-831-5385

E-mail: yonghoonha@korea.kr

# 무인수상정의 전투효과도 분석

## Analysis of the Combat Effectiveness of the Unmanned Surface Vehicle

박선준<sup>1</sup>, 민승식<sup>2</sup>, 하용훈<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>해군소령/국방대학교 국방과학학과 무기체계전공 석사과정

<sup>2</sup>해군소령/해군사관학교 물리학과 교수

<sup>3</sup>국방대학교 국방과학학과 부교수

Sunjun Park<sup>1</sup>, Seungsik Min<sup>2</sup>, Yonghoon Ha<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>LCDR, ROK Navy/Graduate, Department. of Defense Science, Korea National Defense University

<sup>2</sup>LCDR, ROK Navy/Professor, Dept. of Physics, Republic of Korea Navy Academy

<sup>3</sup>Associate Professor, Dept. of Defense Science, Korea National Defense University

### 1. 서론

2014년 11월 미국 워싱턴에서 개최된 레이건 국방안보포럼에서 미 국방장관 헤이글(Chuck Hagel)은 21세기 미국의 군사적 지배를 지속 하고 발전시키기 위한 새로운 계획을 발표하면서 제3차 상쇄 전략(The Third Offset Strategy)을 언급하였다[1]. 제3차 상쇄 전략이란 중국, 러시아 등 잠재적 도전국가들에 대해서 확실한 군사적 우위를 확보하겠다는 전략으로서 빠른 속도로 미국을 추격하고 있는 중국에 대한 첨단 재래식 전력에서 우위를 유지하고자 하는 동기가 크다[2].

해당 전략에서 경쟁국가에 대한 군사력 우위를 유지하기 위해 군사기술 우위를 중요하게 여기면서 주로 언급되는 것이 무인무기체계이다. 우리 해군 역시 해군 창설 100주년이 되는 2045년을 목표로 ‘해군비전 2045’를 제시하고, 이를 달성하기 위해 ‘SMART(strong maritime forces accomplished with revolutionary technology) Navy’라는 개념을 제시하였는데, 이 개념에서도 유·무인 복합 운용체계, 무인화 등 무인무기체계가 중요하게 언급되고 있다[3]. 이미 무인정찰기, 무인표적정은 일선에서 운영되고 있으며, 연안 감시정찰 무인수상정(해검)은 개발이 완료되어 실전 배치를 앞두고 있다. 이처럼 무인무기체계에 대한 관심과 개발은 지속되어 왔으며, 과학기술의 발전, 인명중시사상, 출산율 감소에 따른 병력수급 불안정 등 여러 요인에 의해 무인무기체계는 지금보다 더 발전되고 국방력에서 차지하는 비중이 증가할 것이다[4].

### Abstract

한반도 주변 해역은 남·북한 해상분계선, 독도, 이어도 등 무력충돌 가능성이 높은 해역으로서 대한민국 해군력의 중요성은 날로 커져가고 있다. 한정된 자원을 가지고 주변 군사강대국들과 해군력 군비경쟁이 쉽지 않은 가운데 현대 전쟁에서 적은 비용으로 큰 효과를 발휘하고 있는 무인무기체계는 우리 해군력 건설의 중요한 전력으로 부상하였다. 따라서 본 연구에서는 확률형 전투모델을 통해 세 가지 국지전 시나리오에서 공격형 무인수상정이 북한, 중국, 일본 주요 수상함을 상대로 모의교전을 실시하여 무인수상정의 전투효과도를 분석하였다. 시뮬레이션 결과, 유도로켓으로 무장한 다수의 무인수상정은 노후화된 북한 해군뿐만 아니라 중국, 일본의 최신 구축함을 효과적으로 공격할 수 있음을 입증하였다. 이를 통해 향후 주변국 해군력에 대응하기 위한 우리 해군력 건설에 있어서 무인무기체계의 중요성과 필요성을 확인할 수 있을 것이다.

The importance of the ROK's naval power is growing because of the high possibility of armed conflict in the waters surrounding the Korean Peninsula, such as the NLL, Dokdo, and Ieodo. With limited resources, however, it is not easy to compete with neighboring military powers for naval power, so the unmanned weapon system, which is effective at low cost in modern warfare, has emerged as an important force in the construction of our naval power. Therefore, this study analyzed the combat effectiveness of an unmanned surface vehicle by conducting simulated engagements against major surface ships of North Korea, China, and Japan in three local warfare scenarios through a stochastic combat model. Simulation results demonstrated that a number of unmanned surface vehicles armed with guided rockets could effectively attack not only the aging North Korean navy, but also the latest destroyers of China and Japan. It will be possible to confirm the importance and necessity of the unmanned weapon system in terms of the construction of our naval power to respond to the naval power of neighboring countries in the future.

### Keywords

무인수상정(Unmanned Surface Vehicle), 무인무기체계(Unmanned Weapons System), 전투효과도(Combat Effectiveness), 한반도 해상 무력충돌(A Naval Clash On the Korean Peninsula), 대함전(Anti Surface Warfare)

2012년 미 해군대학원에서 미 알레이버크급 이지스함을 8대의 자폭 무인항공기로 공격, 약 4대의 무인항공기가 자폭공격에 성공하는 시뮬레이션이 공개되어 다수 무인기에 의한 공격 효용성이 입증된 바 있으며[5], 2020년에 발생한 아르메니아-아제르바이잔 전쟁 및 현재 진행 중인 러시아-우크라이나 전쟁에서는 무인기의 활약이 전장에 미치는 영향을 직접 확인할 수 있었다.

이처럼 무인무기체계에 대한 중요성이 증가하고 있는 가운데 본 연구의 목적은 향후 우리 해군이 운용하게 될 무인무기체계 중 무인수상정에 대하여 북한을 비롯한 주변국 주요 함정의 무기체계와 모의교전을 통해 전투효과도를 분석하는 데 있다. 이를 위해 모의교전 시 북한 주요 경비정과 일본/중국의 이지스급 구축함의 무기체계를 적용하고, 우리군 무인수상정은 LIG 넥스원에서 개발 중인 해검-3 플랫폼에 해군에서 운용 중인 신형고속정의 유도 로켓(이하 유도로켓)을 무장하여 적용하였다. 해검-3의 플랫폼에 유도로켓 장착 가능 여부는 알려진 바 없으나, 해당 무장은 현재 해군에서 운용 중인 점, 해검-3에 유도 로켓 발사대가 장착된 점 등을 고려하여 충분히 적용 가능할 것으로 판단하였다.

## 2. 관련 연구

무기체계의 전투효과도를 산출하기 위한 방법으로는 COBRA(commercial brawler), EADSIM(extended air defense simulation), 란체스터 모델 등 다양한 M&S 방법이 존재한다[6].

Eom[7]의 연구에서는 육군의 드론봇 전투체계의 전투효과도를 분석하기 위해 국방 M&S를 활용하여 지상 드론봇 전투체계가 군인의 전투효과보다 1.67~3.05배 우수하므로 지상 드론봇 1단위의 추가는 병력의 0.57~0.77 단위의 절약효과를 발휘할 수 있으며, 공중 드론봇 전투체계는 란체스터 방정식을 활용하여 피아 대등한 전투력 균형 상태에서 공중 드론봇 전투체계 투입 시 전투시간 및 아군 피해 감소 효과를 증명하였다.

Kwon et al.[8]의 연구에서는 개인휴대 전투드론에 대해 AHP 기법(analytic hierarchy process, 다수의 대안에 대하여 다수의 평가 기준과 다수 주체에 의한 의사결정을 위해 설계된 기법[8])을 활용하여 대대급 이하 전투 부대에 근무한 경험이 있는 영관/위관급 장교 102명에 대해 설문조사를 실시, 개인휴대 전투드론을 보유한 부대가 보유하지 않은 부대보다 2.73배 전투기여도가 높

으며, 전장감시 및 표적 획득 기능이 가장 중요한 것으로 분석하였다.

Kim[9]의 연구에서는 AWAM(army weapon effectiveness analysis model, 지상무기효과분석모델) 기법을 활용하여 육군 대대급 이하에서 운용하는 정찰용 무인기에 대해 전투효과도를 분석하였는데, 4 km × 2.5 km 지역에 적 1개 대대 배치 규모에서의 대대급에 필요한 UAV 운용수량 2대, 비행고도 1,000 m를 제시하고, 이를 운용하기 위한 각종 장비 및 물자, 운용병력 등을 분석하였다.

Min et al.[10]은 무인체계의 전투효과를 측정하기 위해 Eom과 동일하게 란체스터 방정식을 활용하였는데 무인전투기간 교전 결과를 예측하여 교전에서 승리하기 위한 전투손실률 및 요구되는 전력수를 추산함으로써 무기체계의 성능도 중요하지만 수량이 전투에 미치는 영향을 파악하여 저비용·저성능의 단순화된 다수의 무인기가 얼마만큼의 효과를 가질 수 있는지 입증하였다. 다수 무인수상정 위협에 대한 호위함용 유도로켓의 전투효과도 분석에서는 다수의 무인수상정에서 발사된 유도로켓이 한 국해군 주력 전투함인 FFG급 호위함에겐 얼마만큼의 위협이 되는지와 이에 대한 방어력 증가를 위한 추가 무장 도입 및 효과를 분석하였다. 현 제원의 FFG와 무장이 추가된 FFG, 신형고속정과 단대를 이루어 각각 다수 무인수상정과 교전하고 각 무장의 제원에 따라 확률형 전투모델(순차적 전투모델)로 전투효과도를 분석하였으며, 그 결과 기존의 무기체계로는 다수의 무인수상정에서 발사된 유도로켓 방어에 어려움이 존재하고 이를 방어하기 위해 100 mm 유도로켓을 FFG에 장착하여 다수의 무인수상정이 무장을 발사하기 전에 제압함으로써 호위함용 유도로켓의 전투효과도가 상승함을 입증하였다[11].

해당 연구에서 사용한 방법론과 주요 이론을 본 연구에 적용하여 우리나라가 운용할 수 있는 다수의 무인수상정 및 무장을 통해 북한을 포함한 주변국 주요 함정과 모의교전을 실시, 그 효과도를 분석하였다.

## 3. 무인수상정 전투 모의

### 3.1 가정사항

본 연구에서 다루고 있는 모든 무기체계의 제원은 공개정보를 기반으로 하며 무인수상정의 전투 모의 대상 플랫폼과 무장은 현재 우리나라에서 개발 중인 해검 계열의 플랫폼과 해군 신형고속정에서 운용 중인 130 mm 유도

로켓 비용을 적용하였다.

해점은 길이 15 m, 폭 4 m, 만재배수량 12 t의 제원에 유도로켓 및 기관총을 무장할 수 있는 것으로 알려져 있으며, 130 mm 유도로켓 비용 탑재 가능 여부는 알려진 바 없다. 다만 해군에서 북한의 공기부양정 및 경비정에 대한 공격을 위해 비용을 운영하는 점을 고려하여 향후 무인수상정 무장으로서 충분히 적용 가능할 것으로 판단하였다. 이번 연구는 유도로켓의 최대 사정거리에서 모든 유도로켓을 발사하는 것을 가정함으로써 기관총은 고려하지 않는다.

북한의 함정은 대다수가 노후화된 소형의 경비정(PC, SO-1급 초계정 등)으로 사격통제시스템이 갖추어지지 않은 85 mm 함포를 탑재하고 있다. 비사격통제시스템의 특성상 수동사격을 실시함에 따라 명중률이 매우 낮을 것으로 판단되나 알려진 명중률 자료가 없어 5% 단위로 5% - 20% 명중률을 각각 가정하였으며, 유도로켓을 요격할 수 있는 방공체계는 장착되어 있지 않아 모의교전 시 USV에서 발사된 유도로켓은 유도로켓 고유의 명중률에 따라 명중하도록 설정하였다.

일본/중국 함정은 최근 건조되어 독도/이어도 근해에서 해상 무력충돌 시 대치할 것으로 예상되는 주력 구축함(일본: 마야/아타고급, 중국: 055형)을 상정하였다. 두 함정은 최신 기술이 집약된 각 국가의 주력 함정으로서 주포 1문과 장거리 대함/대공 미사일 및 근접방어무기체계를 탑재하였다. 다만 이번 연구에서 독도/이어도 근해에서 대치 중 우발적 충돌에 대한 시나리오를 전개하는 점, 15 m 내외의 고속 기동 소형 USV인 점, 근거리에서 유도로켓이 발사되는 점을 고려하여 장거리 대함미사일과 장거리 대공미사일 사용은 배제하였다. 또한 모든 함정의 함포 탄약 수량은 정확히 알려지지 않았으나 교전 단계상 함포사격 시 5발 사격을 가정함으로써 총 적재량은 의미가 없어 생략하였다. 각 함정별 자세한 무장 제원은 Table 1에 나타냈다.

일본과 중국 함정 무장의 명중률은 우리나라 구축함 무장과 유사한 성능을 가지고 있을 것으로 판단되나, 정확한 명중률은 군사 정보로 정확히 알 수 없어 공식적으로 알려진 제조사 측의 정보 및 Jane's 연감, Ha & Lee[12] 등을 참고하여 지정하였다. 다만 일본 구축함의 무기체계는 미국의 무기체계를 그대로 사용하여 실전 경험과 지속적인 실험 및 개량을 통해 공산진영의 중국 구축함보다는 다소 높은 명중률을 가질 것으로 가정하여 명중률을 선정하였다.

Table 1. Armament specifications for each battle ship[12]

Nation	Ship	Weapon	No. of Load	Range
S. Korea	USV	Guided-rocket	2 - 8	20 km
N. Korea	SO-1	85 mm gun	○○○	15 km
		127 mm gun	○○○	24 km
Japan	MAYA/ ATAGO	RAM	21	12 km
		CIWS (Phalanx)	1,500	1.5 km
		130 mm gun	○○○	29 km
China	TYPE 005	HHQ-10 (SAM)	24	9 km
		CIWS (H/PJ-11)	1,500	1.5 km

함포의 경우 발사율 및 USV 접근 속도, 교전거리 등을 고려하여 발사탄수를 5발로 지정하였으며, RAM은 연구 목적 상 계산의 단순화를 위해 20발로 가정하였다. 중·일 구축함의 CIWS는 1번 교전 시 약 300발 소모(1set), 최대 5번까지 교전이 가능한 것으로 가정하였다. USV의 유도로켓 역시 정확하게 알려진 명중률은 없으나, 고속으로 기동하는 북한 소형 함정을 타격하기 위해 개발된 유도로켓으로서 명중률은 양호할 것으로 예상되어 80%를 적용하였다.

본 연구는 우리나라에서 개발한 USV 및 유도로켓을 가지고 북한 경비정 및 주변국 주요 함정과 모의교전을 수행함으로써 어느 정도의 전투효과도를 달성하는지에 대한 연구이다. 각 무장에 대한 정확한 명중률이 적용된다면 보다 나은 결과물을 얻을 수 있겠지만 군사보안으로 인해 정확한 제원 제시에 현실적 어려움이 존재하였다. 따라서 예상되는 명중률을 기준으로 명중률 변화에 따른 결괏값의 변화를 확인하여 무기체계의 효과성을 확인하였다.

3.2 모의 시나리오

해상전은 원거리에서부터 근거리까지 다수·다종의 무기체계가 동원되어 무기체계의 사정거리, 센서의 탐지 정확도 등에 따라 동시 교전보다는 순차적인 교전이 일어날 가능성이 높다. 통상 수상전의 경우 가장 원거리에서 타격할 수 있는 대함유도탄으로 공격을 실시하고, 그 이후에는 함포, 근거리 무기체계를 통한 거리대별 공격 양상을 보이므로 본 연구에서 가정하는 수상전 시나리오에서는 순차적 전투모형을 적용하였다.

또한 해상전은 어느 전투와 마찬가지로 선제공격이 가

지는 중요성이 매우 크며, 단 한 발의 유효타격은 레이더와 같은 각종 센서와 첨단 장비로 무장된 현대 수상함에 치명적인 손실을 가할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 적에게 먼저 선제공격을 받은 후 생존한 무인무기체계가 탑재하고 있는 유도로켓으로 반격하는 시나리오를 상정하였으며, 주변국과 해상전이 발생하게 된다면 가장 가능성이 높은 NLL(north limit line, 북방한계선) 해상(북한), 독도 해상(일본), 이어도 해상(중국)에서 아래와 같이 세 가지 시나리오로 연구를 진행하였다.

(1) 시나리오 I: USV vs 북한 경비정

- ① NLL 근해 북 경비정 NLL 월선
- ② USV, 북 경비정 전방 1km 이내에서 차단기동
- ③ 북 경비정, 함포 이용 USV 기습 선제공격  
(북 경비정 → USV)
- ④ 생존 USV, 유도로켓 이용 북 경비정 공격,  
유도로켓 명중률에 따른 명중  
(USV → 북 경비정)

(2) 시나리오 II: USV vs 일본 구축함

- ① 독도 영해선 기준 한-일 구축함 대치 상황
- ② 일 구축함, 영해선 월선에 따른 한 USV 차단 기동
- ③ 일 구축함, 함포 최대 사정거리(24 km)에서 USV 선제 공격(일 구축함 → USV)
- ④ 생존 USV, 유도로켓 최대 사정거리(20 km)에서 유도로켓 전량 발사 후 퇴각  
(USV → 일 구축함)
- ⑤ 일 구축함, RAM 이용 유도로켓 1차 요격  
(일 구축함 → 유도로켓)
- ⑥ 일 구축함, Phalanx 이용 유도로켓 2차 요격  
(일 구축함 → 유도로켓)
- ⑦ 생존 유도로켓, 명중률에 따른 명중  
(유도로켓 → 일 구축함)

(3) 시나리오 III: USV vs 중국 구축함

- ① 이어도 영해선 기준 한-중 구축함 대치 상황
- ② 중 구축함, 영해선 월선에 따른 한 USV 차단 기동
- ③ 중 구축함, 함포 최대 사정거리(29 km)에서 USV 선제 공격(중 구축함 → USV)
- ④ 생존 USV, 유도로켓 최대 사정거리(20 km)에서 유도로켓 전량 발사 후 퇴각(USV → 중 구축함)
- ⑤ 중 구축함, HHQ-10 이용 유도로켓 1차 요격  
(중 구축함 → 유도로켓)

- ⑥ 중 구축함, CIWS 이용 유도로켓 2차 요격  
(중 구축함 → 유도로켓)
- ⑦ 생존 유도로켓, 명중률에 따른 명중  
(유도로켓 → 중 구축함)

### 3.3 시나리오별 적용 이론

각종 무기체계들은 교전 시 명중 확률을 높이고자 발사 수량을 늘려서 운용하는 경우가 많다. 특히 바다에서 사용되는 함포는 명중률이 낮기 때문에 많은 수량의 발사체를 통해 명중효과를 얻고자 하는 경향이 매우 강하다. 유도탄을 요격하기 위한 방어유도탄의 경우에도 공격해오는 대함미사일에 대하여 단 한발이라도 요격에 실패하면 함정이 침몰할 수 있는 매우 위험한 상황이 전개될 수 있기 때문에 제한된 미사일 수량의 범위 내에서 수발을 중복운용하고 있다.

이를 확률적으로 계산할 경우 공격무기의 명중확률을  $p$ 라고 한다면 명중실패 확률은  $1 - p$ 가 되고, 두 발을 발사해서 한발도 명중되지 않는 확률은  $(1 - p)^2$ , 한발이라도 명중할 확률은  $1 - (1 - p)^2$ 으로 표현할 수 있다. 즉,  $p$ 의 명중률을 가진 함포를  $n$ 발 발사했을 경우 한 발이라도 명중할 확률은  $1 - (1 - p)^n$ 으로 나타낼 수 있으며, 대함유도탄을 요격하기 위한 대공전 시에도 동일하게 표현할 수 있다. 예를 들어 북한의 SO-1급 경비정 85 mm 함포 명중률이 0.05라고 가정하면 1발을 발사하였을 때 명중확률은 0.05이지만 5발을 발사해서 단 한발이라도 명중할 확률은  $1 - (1 - 0.05)^5 = 0.226$ , 약 0.221로 명중률이 향상된다. Table 2는 시나리오 I~III에서 사용되는 각 무장의 명중률과 발사수량을 적용한 해당 무장의 그룹 명중확률을 나타내었다.

**Table 2.** Accuracy rate according to the number of units by each weapon

Weapon	Number of Units	Accuracy rate of a group
85 mm gun	5	0.226
127 mm gun	5	0.672
RAM	2	0.96
Phalanx	1 set	0.8
130 mm gun	5	0.556
HHQ-10	2	0.91
CIWS	1 set	0.7

앞서 서술하였듯이 본 연구에서는 상이한 각 무장의 사거리 및 시나리오를 고려하여 순차적 전투모델을 통한 확률적 분석을 통해 무인수상정의 전투효과도를 분석한다.

3.3.1 시나리오 I 적용

북한 경비정의 함포 명중률을  $p$ , 발사수량을  $n$ , USV의 척수를  $m$ 이라고 하면 최초 교전이 시작되는 ③단계에서 USV가  $m_1$ 척 명중할 확률( $P_{m,m_1}$ )은 다음과 같다.

$$P_{m,m_1} = \binom{m}{m_1} p^{m_1} (1-p)^{m-m_1} \tag{1}$$

③단계에서  $m_1$ 척 명중되고 생존하는 USV가  $k$ 척이라고 할 때  $k$ 척 생존 확률( $Q_{m,k}$ )은  $m - m_1 = k$ 인 모든 확률을 더한 값이다.

$$Q_{m,k} = \sum_{m-m_1=k} P_{m,m_1} \tag{2}$$

현 단계에서 북 경비정 함포 공격을 받고 생존할 USV의 잔여척수 기댓값( $E_{remainedUSV}$ )은 다음과 같다.

$$E_{remainedUSV} = \sum_{k=0}^m k Q_{m,k} \tag{3}$$

USV가 탑재한 유도로켓의 수량이  $x$ 발이라고 한다면 USV가 발사할 수 있는 유도로켓의 최대 기대발수( $E_{launchedrockets}$ )는 다음과 같다.

$$E_{launchedrockets} = x \sum_{k=0}^m k Q_{m,k} \tag{4}$$

최종적으로 생존한 USV가 유도로켓으로 북 경비정 공격 시, 명중 기대발수( $E_{hitrockets}$ )는 식 (4)에 유도로켓 명중률  $p_{rockets}$ 을 곱한 값이다.

$$E_{hitrockets} = p_{rockets} x \sum_{k=0}^m k Q_{m,k} \tag{5}$$

3.3.2 시나리오 II, III 적용

중·일 구축함의 함포 명중률을  $p$ , 발사수량을  $n$ , USV의 척수를  $m$ 이라고 하면 최초 교전이 시작되는 ③단계

에서 USV가  $m_1$ 척 명중할 확률과 생존 USV 및 유도로켓 발사수량에 대한 기댓값은 3.3.1절의 식 (1) - 식 (4)와 동일하다. 시나리오 II, III에서는 북한 경비정과 달리 중·일 구축함에 대공방어를 위한 방어유도탄 및 CIWS가 장착되어 발사된 유도로켓을 요격하는 단계(⑤, ⑥)가 추가된다. 발사된 유도로켓  $n$ 발을 요격하는 ⑤, ⑥단계에서 요격확률을 각각  $p_2, p_3$ 이라고 할 때 각각  $n_2, n_3$ 발 요격할 확률( $P_{n,n_2,n_3}$ )은 다음과 같다.

$$P_{n,n_2,n_3} = \left[ \binom{n}{n_2} p_2^{n_2} (1-p_2)^{n-n_2} \right] \times \left[ \binom{n-n_2}{n_3} p_3^{n_3} (1-p_3)^{n-n_2-n_3} \right] \tag{6}$$

⑤, ⑥단계에서 요격되지 않고 생존한 유도로켓이  $l$ 발일 확률( $R_{n,l}$ )은  $n - n_2 - n_3 = l$ 인 모든 확률을 더한 값이다.

$$R_{n,l} = \sum_{n-n_2-n_3} P_{n,n_2,n_3} \tag{7}$$

USV에  $x$ 발을 탑재하고 명중률이  $p_{rocket}$ 일 경우 최종적으로 중·일 구축함에 유도로켓이 명중되는 기댓값( $E_{hitrockets}$ )은 다음과 같다.

$$E_{hitrockets} = p_{rockets} \sum_{k=0}^m Q_{m,k} \sum_{l=0}^{xk} l R_{xk,l} \tag{8}$$

4. 전투효과도 분석 결과

4.1 시나리오 I(USV vs 북한 경비정)

사격통제시스템이 갖추어져 있지 않은 대다수의 북한 경비정은 함포 명중률이 매우 낮을 뿐만 아니라, 해상상태 및 사수의 능력에 따라 들쭉날쭉한 명중률이 예상된다. 따라서 5%, 10%, 15%, 20%의 명중률을 가정하여 USV 접근 척수별 생존율을 계산하였는데, Fig. 1에서 볼 수 있듯이 북한 경비정 함포명중률 5% 및 10%의 경우 USV 2척이 접근 시 선제공격을 받아도 1척 이상 생존할 수 있으나 명중률이 15% 및 20%의 경우에는 3척 이상 접근해야 1척 이상의 생존을 기대할 수 있다. 이는 향후 USV로 NLL 근해 경비 시 북한 경비정과 대치가 예상되는 상황에서 합리적인 USV 대응 척수를 선정하는데 이론적 근거가 될 수 있다. 예를 들어 대치 중인 북한 경비

정이 사격통제시스템을 장착하여 함포 명중률이 15% 이상으로 예상될 경우 대응해야 하는 USV의 척수는 3척 이상이 되어야 할 것이다.

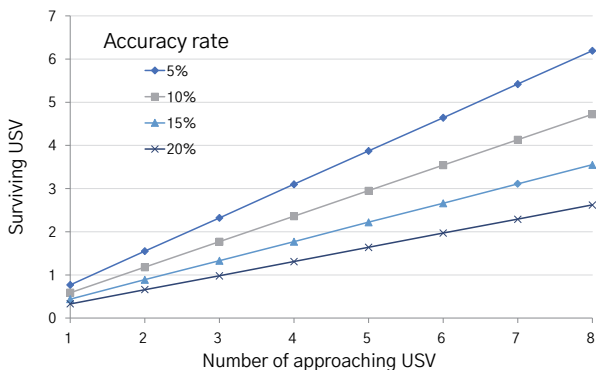
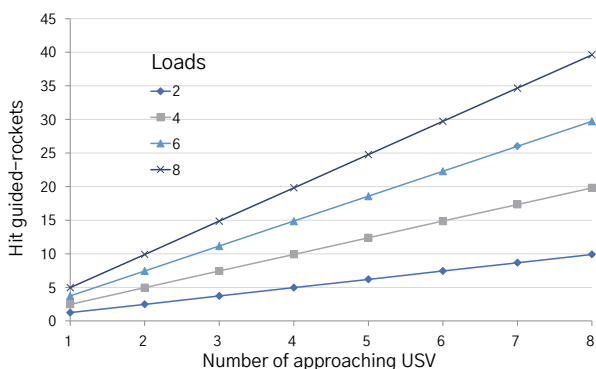
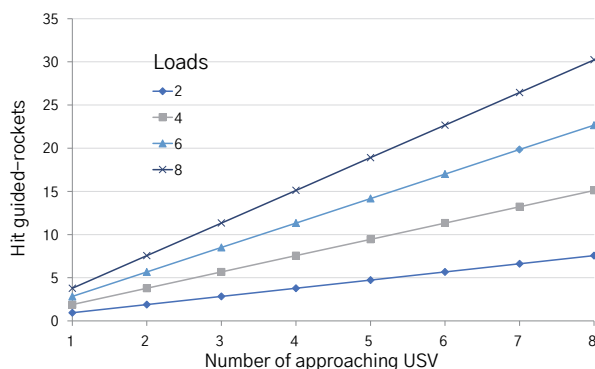


Fig. 1. Survival expectations based on accuracy rate & number of USV

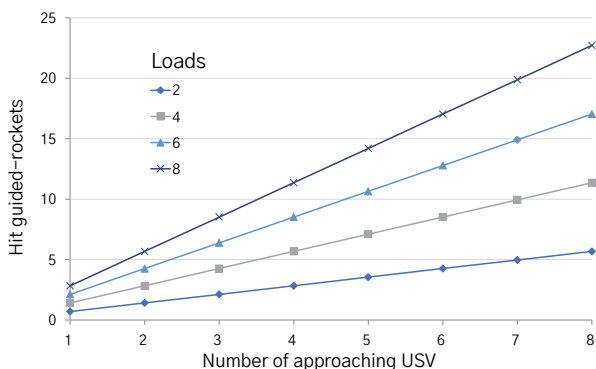
③단계에서 북한 경비정 함포의 선제공격으로부터 생존한 USV가 명중률 80%의 유도로켓을 2~8발까지 탑재하여 발사할 경우 북한 경비정에 최대 명중시킬 수 있는 수량은 Fig. 2와 같다.



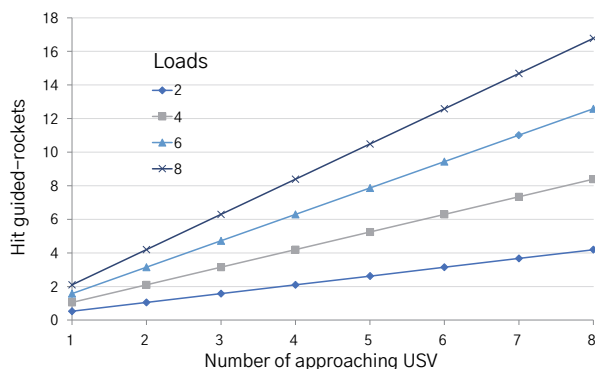
(a) Accuracy rate: 5%



(b) Accuracy rate: 10%



(c) Accuracy rate: 15%



(d) Accuracy rate: 20%

Fig. 2. Maximum number of hit guided-rockets based on accuracy rate & number of USV

Fig. 2에서 북한 경비정 함포 명중률에 따라 생존한 USV가 유도로켓 탑재량에 따라 최대 40발까지 명중 가능할 것으로 분석되었다. 특히, 북한 경비정 함포 명중률 별로 최소 1척 이상의 생존 기댓값을 나타내는 접근척수 2~4척의 유도로켓 명중발수를 보면 1.89발에서 8.39발까지 명중 가능할 것으로 예상된다. 이는 NLL 근해 USV를 활용한 경비임무 계획 수립 시 적 도발에 따른 교전이 발생할 경우 아측의 교전규칙 내 비례성 원칙에 맞는 명중탄수를 위해 탑재해야 하는 유도로켓 수량에 대한 근거가 될 수 있다. 예를 들어 함포 명중률 5%의 북한 경비정을 상대로 2척의 USV에 의한 NLL 경비임무 계획 수립 시, 교전 간 유도로켓 2발 이상의 명중을 위해서 각 USV 별 최소 2발 이상의 유도로켓을 탑재해야 한다.

#### 4.2 시나리오 II (USV vs 일본 구축함)

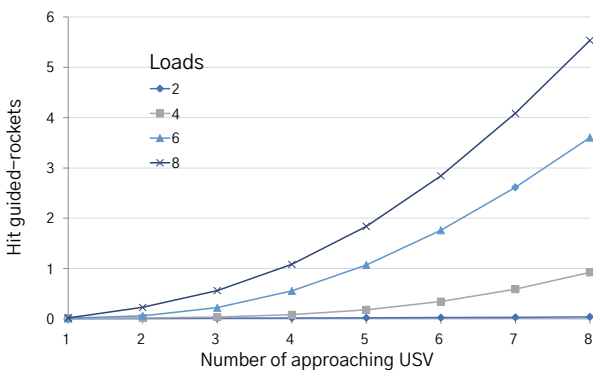
시나리오 II에서는 시나리오 I과 마찬가지로 USV가 함포에 의한 선제공격을 받은 후 생존한 USV가 탑재한 유도로켓으로 적함을 공격하는 동일한 과정을 거친다. 하지만 일본 구축함은 RAM 및 Phalanx에 의한 대공방어

가 가능하므로 최종적으로 명중하는 유도로켓 수량은 매우 적을 것으로 예상하였다. 다만 대공무장의 수량 제한에 따라 일정 수량 이상의 유도로켓에 대해서는 대공방어가 제한될 것이다. ③단계에서 일본 구축함 함포에 의한 생존 USV의 기댓값은 시나리오 I Fig. 1의 함포 명중률 20%와 동일하다. ⑤, ⑥단계에서 대공방어를 통과한 유도로켓의 기댓값은 Table 3와 같다.

Table 3에서 볼 수 있듯이 USV 유도로켓이 16발 이상 발사될 경우 1발 이상의 유도로켓이 일본 구축함의 방공망을 통과할 수 있는 것으로 확인하였다. 이는 일본 구축함의 대공 무기체계인 RAM 및 Phalanx의 탑재량에서 기인하는 것으로 20발을 탑재한 RAM은 유도로켓 1발당 2발의 RAM을 방어에 할당함에 따라 유도로켓 10발까지 대응 가능하고, Phalanx는 1,500발의 탑재량 중 유도로켓 1발당 300발을 발사함에 따라 유도로켓 5발까지 대응하여 총 15발의 유도로켓 방어가 가능하기 때문이다. 따라서 1발이라도 일본 구축함의 방공망을 통과하기 위

**Table 3.** Number of guided-rockets passed through the air defense (Scenario II)

Number of surviving USV	Number of loads			
	2	4	6	8
1	0.016	0.032	0.048	0.064
2	0.032	0.064	0.48	<b>2.4</b>
3	0.048	0.480	<b>4.4</b>	<b>4.4</b>
4	0.064	<b>2.4</b>	<b>10.4</b>	<b>18.4</b>
5	0.080	<b>6.4</b>	<b>16.4</b>	<b>21.4</b>
6	0.480	<b>10.4</b>	<b>21.4</b>	<b>34.4</b>
7	0.932	<b>14.4</b>	<b>28.4</b>	<b>42.4</b>
8	<b>2.4</b>	<b>18.4</b>	<b>34.4</b>	<b>50.4</b>



**Fig. 3.** Number of hit guided-rockets after passing through the air defense (Scenario II)

한 최소한의 유도로켓의 숫자는 16발 이상이 되어야 할 것이다.

Fig. 3는 2~8발의 유도로켓을 탑재한 USV가 ③단계에서 생존하고, ④단계에서 탑재한 모든 유도로켓을 발사, ⑤, ⑥단계의 대공방어를 통과한 후 ⑦단계의 유도로켓 명중률에 의해 최종적으로 일본 구축함에 명중하는 기댓값을 나타내었다. 유도로켓 8발을 탑재한 4척의 USV로 공격하거나, 6발을 탑재한 5척의 USV로 공격하면 최소한 1발 이상의 명중을 기대할 수 있다. 이는 향후 고가치 함정을 상대로 한 다수의 무인수상정을 운영할 때 상대방의 대공방어 능력에 따른 최적 무장탑재량 및 무인수상정 규모를 산정함에 있어 이론적 근거가 될 수 있다.

### 4.3 시나리오 III(USV vs 중국 구축함)

각 교전 순서 및 방법은 시나리오 II와 동일하다. 다만 무기체계의 차이에서 기인한 함포 및 방어무장의 명중률 하향, ⑤단계 대공무장(HHQ-10) 탑재량의 상향이 USV 생존 기댓값 및 유도로켓 최종 공격 성공 기댓값에 영향을 주었다. ③단계에서 중국 구축함 함포 공격에 의한 USV 생존 기댓값은 Fig. 1 명중률 15%와 동일하다. 3척 이상 USV 접근 시 1척 이상의 USV 생존을 기대할 수 있으며, 시나리오 II ③단계에서 일본 구축함 함포 공격에 1척 이상의 USV 생존을 기대하기 위해 4척 이상 접근해야 했던 것과 비교하면 5%의 명중률 차이에서 비롯된 USV 생존 기댓값의 차이를 확인할 수 있었다. 이는 상대의 함포 명중률에 따라 접근 USV 척수를 판단하는 근거가 될 수 있다. ⑤, ⑥단계에서 중국 구축함의 대공방어를 통과한 유도로켓의 기댓값은 Table 4와 같다.

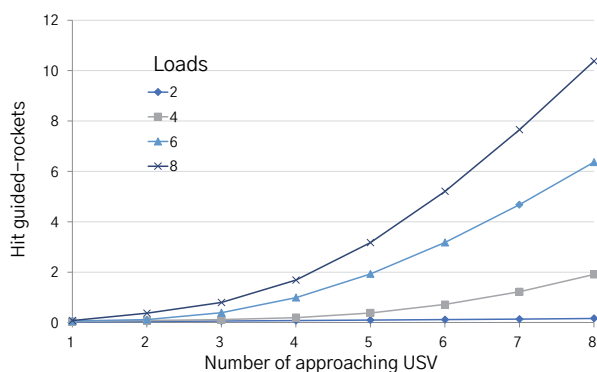
Table 4에서는 시나리오 II에 비해 방어무장(HHQ-10, CIWS)의 명중률이 10% 감소했고, ⑤단계에서 일본 구축함의 RAM 대비 중국 구축함의 대공무장(HHQ-10)의 탑재량 증가(+4발)에 따라 공격해오는 유도로켓 2발을 더 대응할 수 있어 방공망을 통과하는 유도로켓 수량에서 Table 3와 차이가 발생하였다. 하지만 중국 구축함 역시 유도로켓에 대한 대응 가능 무장의 수(HHQ-10: 12발, CIWS: 5발 / 총 17발)를 초과한 범위에서는 급격하게 유도로켓 생존율이 증가하는 것을 볼 수 있다. 이는 방공무기체계의 명중률이 다소 떨어지더라도 복수의 방공 유도탄 운용 및 탑재량으로 부족한 명중률을 극복 가능함을 확인 할 수 있었고, 이러한 방공무기체계를 돌파하기 위한 성공적인 유도로켓의 공격을 위해서는 결국 방공무기

체계의 탑재량을 넘어서는 다수의 유도로켓 공격이 해결 방안임을 알 수 있다.

Fig. 4에서는 시나리오 II와 동일하게 USV 접근 척수 및 유도로켓 탑재량을 각각 달리하여 교전, 중국 구축함 방공망을 통과한 유도로켓의 명중률(80%)에 의거 최종 명중 기댓값을 나타내었다. 주목할 만한 점은 최소 한 발의 유도로켓을 명중시키기 위한 USV 접근 척수 및 유도로켓 탑재량은 동일하지만(6발 탑재 5척 접근 또는 8발 탑재, 4척 접근) 유도로켓 탑재량과 USV 접근 척수가 증가함에 따라 Fig. 3의 일본 구축함에 명중하는 유도로켓 기댓값보다 55% - 87% 증가하는 수치를 보였다. 이는 최초 함포 교전에서 USV 생존 확률이 반영된 것으로 함포 명중률은 5%밖에 차이가 나지 않았지만(일본 구축함: 20%, 중국 구축함: 15%) 최종 유도로켓 명중 기댓값은 최대 약 87%까지 증가됨을 알 수 있다, 이 결과를 통해 선제공격을 받은 USV 생존율이 최종 공격에 미치는 영향을 확인할 수 있었다.

**Table 4.** Number of guided-rockets passed through the air defense (Scenario III)

Number of surviving USV	Number of loads			
	2	4	6	8
1	0.054	0.108	0.162	0.216
2	0.108	0.216	0.324	<b>1.806</b>
3	0.162	0.324	<b>3.58</b>	<b>3.58</b>
4	0.216	<b>1.806</b>	<b>9.58</b>	<b>17.58</b>
5	0.270	<b>5.58</b>	<b>15.58</b>	<b>25.58</b>
6	0.324	<b>9.58</b>	<b>21.58</b>	<b>33.58</b>
7	0.939	<b>13.58</b>	<b>27.58</b>	<b>41.58</b>
8	<b>1.806</b>	<b>17.58</b>	<b>33.58</b>	<b>49.58</b>



**Fig. 4.** Number of hit guided-rockets after passing through the air defense (Scenario III)

### 5. 결론

우리나라에서 개발 중인 USV 플랫폼에 현재 해군에서 운용 중인 130 mm 유도로켓 비룡을 가상으로 탑재하고 한반도 주변 해상에서 발생할 수 있는 무력충돌을 세 가지 시나리오로 구분하여 무인수상정 전투효과도를 분석하였다. 각 무장의 명중률, USV 접근척수 및 탑재 유도로켓의 수량 등 구체적인 수치를 변화시켜 적용함으로써 USV의 생존율, 유도로켓의 명중 가능성 등을 확인할 수 있었다. 사격통제시스템을 갖추지 않은 북한 경비정을 상대로는 2척, 사격통제시스템을 갖추어 명중률이 향상될 경우에는 4척 이상의 USV를 통해 북한 경비정을 효과적으로 대응할 수 있을 것이며, 중일 구축함을 상대로는 유도로켓 6발 이상 탑재한 5척 이상의 USV가 상대에게 타격을 줄 수 있음을 확인하였다. 또한 유사한 성능의 방공망을 가진 함정 공격에 있어서 최초 USV 생존율이 공격 결과에 미치는 영향도 확인할 수 있었다.

이번 연구에서는 단순히 USV를 활용한 공격의 결과를 분석하였지만, 이번 연구를 바탕으로 최초 USV 생존율 향상을 위한 전자전, 유도로켓 명중률 향상을 위한 대함 미사일 복합 공격 등의 전술적 발전을 통해 무인수상정의 전투효과도 향상을 기대할 수 있을 것이다. 주변국 주요 함정에 대하여 유도로켓으로 무장한 다수 무인수상정 전투효과도를 확인함으로써 무인수상정 및 관련 무장개발과 전술활용도를 고민해야 할 것이다.

### 참고문헌

[1] Peter Dombrowski , “America’s Third Offset Strategy: New Military Technologies and Implications for the Asia Pacific,” RSIS(S. Rajaratnam School of International Studies), 2015, pp. 4.

[2] Park, Junhyuk , “America’s Third Offset Strategy: Trends, Potential Impacts on Korean Peninsula and Application Methods,” A National Strategy Journal, Vol. 23, No. 2, 2017, pp. 35-62.

[3] Park, Dongseon, SMART Navy based on advanced technology of the 4th Industrial Revolution, Bulletin of the Society of Naval Architects of Korea, 57(1), 2020, pp. 7-10.

[4] Lee, Jongkwan, Han, Changhee, Future Warfare and Military Artificial Intelligence Systems, The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences, Vol.44, No.04, 2019, pp. 782-790.

[5] Team Crane, UAV Swarm Attack: Protection System Alternatives for Destroyers, Naval Postgraduate School,



Capstone Project Report, 2012, pp. 33-43.

[6] Jeon, Jehwan, Jee, Cheolkyu, Han, Namsoo, The Air-to-Air Combat Analysis Using COBRA model, Journal of Aerospace System Engineering Spring Conference, 2007, pp. 428-431.

[7] Eom, Hongseob, A Study on the Combat Effectiveness of Dronebot Combat System Using Lanchester's Law, KRIS(Korea Research Institute for Strategy) Strategy Research, Vol.28, No.1, 2021, pp 165-190.

[8] Kwon, Ojeong, Song, Yihwa, Kim, Jingu, Cho, Namsuk, A Study on Combat Effectiveness of Personal Combat Drone Using Analytic Hierarchy Process Method, Journal of the Military Operations Research Society of Korea, Vol.47, No.2, 2021, pp.36-49.

[9] Kim, Doyub, A Study on the Operational Effectiveness and Improvement of Battalion-Level UAV Using AWAM, Konkuk Graduate School, Seoul, Korea, 2010.

[10] Min, Seungsik, Oh, Kyungwon, Analysis of Physical Combat Power for Unmanned Combat Aerial Vehicle, Aerospace System Engineering, Vol.11, No.6, 2017, pp.50-55.

[11] MIN. Seungsik, Oh, Kyungwon, Ryu, Jaekwan, Analysis of the Combat Effectiveness of FFG with Guided-Rocket on the Threats of Multiple USV, Aerospace System Engineering, Vol.14 No.5, 2020, pp.58-65.

[12] Ha, Yonghoon, Lee, Moongul, A Study on the Operational Concept and Specification of Weapon System in Neighboring Countries, Korea National Defense University, Chungcheongnam-do, Korea, 2019.