

## 자항 기뢰와 초공동 어뢰의 융복합 무기체계 연구

이 은 수\* 신 진\*\*

- I. 서 론
- II. 자항 기뢰, 초공동 어뢰 관련 선행 연구
- III. 무기체계 분석 기준
- IV. 자항 기뢰와 초공동 어뢰의 결합
  1. 현 수중 킬체인인 한계와 대안
  2. 자항 기뢰와 초공동 어뢰의 결합 효과
  3. 현 대응무기와 신 대응무기 비교 분석
- V. 자항 기뢰와 초공동 어뢰 활용 수중 킬체인 시나리오
- VI. 결 론

### ◀ 국문 초록 ▶

본 논문은 북한의 SLBM 탑재 신형 잠수함과 핵 무인 수중 공격정 '해일'에 효과적으로 대응하기 위해 자항 기뢰와 초공동 어뢰를 결합한 융복합 무기체계를 제안하고, 그 효과성을 분석하였다. 자항 기뢰와 초공동 어뢰의 융복합 무기체계는 자항 기뢰의 은밀 매복 및 탐지 능력과 초공동 어뢰의 초고속 주행 능력을 결합하여, 각 무기체계의 장점을 극대화하고 단점을 상호 보완한다. 이 무기체계의 효과성을 분석하기 위해 국방전력 발전업무훈령의 소요제기서 작성 기준을 참고하여 수중 유도무기의 작전 운용에 요구되는 성능에 적합하게 분석 기준을 선정하고, 기존 무기체계 대비 효과성을 수중 방어 지속성, 전투력 운용 융통성, 생존성, 지휘/통제, 운영 비용 효율성, 기상 영향 요인 등 6가지 측면에서 분석하였다. 또한, 시나리오 구상을 통해 이 무기체계의 실용성을 입증하였다. 자항 기뢰와 초공동 어뢰의 융복합 무기체계가 현실화 된다면 미래의 수중환경에서 한국의 안보에 매우 중요한 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다.

**주제어** : 핵 무인 수중 공격정 해일, 북한 SLBM 탑재 신형 잠수함, 자항 기뢰, 초공동 어뢰, 융복합 무기 체계

\* 주저자, 충남대학교 군사학과 박사과정, 합동군사대학교 합동고급정규과정

\*\* 교신저자, 충남대학교 정치외교학과 교수, e-mail: jinshin@cnu.ac.kr

## I. 서론

북한의 핵무장으로 한국의 안보는 치명적인 위협을 당하고 있다. 특히 북한이 주장하는 SLBM(잠수함 발사 탄도 미사일, Submarine-Launched Ballistic Missile) 탑재 신형 잠수함<sup>1)</sup>과 ‘해일’과 같은 형태의 핵 무인 수중 공격정<sup>2)</sup> 등 수중 전략무기는 탐지와 요격이 어렵기 때문에 급박한 현존 위협요인이라 할 수 있다. 만약, 이를 운용하는 핵심 수단을 방어할 수 있다면, 핵무기 위협요인 중의 중요한 위협을 극복할 수 있을 것이다.

NK News에 의하면, 북한은 지난 2023년 4월 4일부터 7일까지 사흘간 ‘해일-2’라는 이름의 핵 무인 수중 공격정을 시험 발사했다. 북한은 해일-2가 가진항을 출발해 약 71시간에 걸쳐 8자형 경로를 따라 총 1,000km의 거리를 정확하게 이동했다고 밝혔다. 북한은 이번 시험발사가 수중 전략무기 ‘해일’의 신뢰성과 치명성을 충분히 검증했음을 강조했다.<sup>3)</sup> New York Times에 따르면, 2023년 4월 시험 발사된 ‘해일’은 원거리를 이동하여 수중 핵 폭발을 통해 한국의 주요 항구를 공격하고, 대규모 방사능 쓰나미를 촉발해 항구를 포함한 모든 정박 함정을 일거에 파괴하는 목적으로 사용될 수 있다고 경고하였다.<sup>4)</sup> 그러므로 ‘해일’과 같이 점적 해역의 감시망을 피해 공해상 수중으로 우회하여 은밀하게 접근하는 형태의 무기체계를 탐지하고 요격할 수 있는 능력의 보완이 필요하다.

따라서 본 연구의 목적은 북한이 공개한 ‘해일’과 같은 핵 무인 수중 공격정을 포함하여 북한의 잠수함 등을 출항 시 즉각 추적하여 파괴할 수 있는 자항 기뢰(Self-propelled Mobile Mine)<sup>5)</sup>에 초공동 어뢰(Supercavitating Rocket Torpedo)를 결합한 형태의 융복합 무기체계를 제안하고 효과성을 분석하는 것이다. 자항 기뢰의 순항 능력을 활용하여 적진의 근처에 잠입하여 대기하고 초공동 어뢰의 초고속 추

1) CONRAD WATERS, *WORLD NAVAL REVIEW 2018* (Seaforth: Seaforth Publishing, 2017), p.40.

2) 구현모, “북 핵 어뢰 위협에... 해군, 미 핵추진잠수함과 제주서 연합훈련,” 『세계일보』, 2023.7.30. [https://n.news.naver.com/article/022/0003839461?cde=news\\_my/](https://n.news.naver.com/article/022/0003839461?cde=news_my/) (검색일: 2023.7.31.).

3) Colin Zwirko, “North Korea reveals Haeil-2 undersea ‘nuclear attack drone’ test for first time,” 『NK News』, April 8, 2023, <https://www.nknews.org/2023/04/north-korea-reveals-haeil-2-undersea-nuclear-attack-drone-test-for-first-time/> (검색일: 2023.5.8.).

4) 김지현, “군, ‘초대형 무인잠수정’ 핵심기술 연구... 北 ‘핵어뢰’에 대응,” 『연합뉴스』, 2023.3.28., <https://n.ews.naver.com/mnews/article/001/0013841076?rc=N&ntype> (검색일: 2023.5.8.).

5) 해군 교범 상 자항기뢰(自航氣雷, SLMM: Submarine Launched Mobile Mine)는 잠수함에서 발사되면 자체 추진기를 이용하여 해당 지점까지 향해 후 자동 부설되는 기뢰로 정의되어 있다. 하지만, 본 연구에서의 자항 기뢰는 잠수함에서 발사하는 것만으로 한정하지 않으므로 자체 항해가 가능한 기뢰라는 의미의 Self-propelled Mobile Mine으로 명시하였다. 해군본부·해병대사령부, 『해군·해병대 군사용어사전』(계룡: 국군인쇄창, 2017), p.266.

진 능력을 결합한 복합 무기체계를 제안하고, 이를 이용하여 북한의 수중 위협을 조기 탐지 및 즉각 요격하는 것이다. 소형화된 초공동 어뢰를 자항 기뢰 내부에 탑재하여 표적을 탐지함과 동시에 즉각적인 요격을 수행할 수 있는 무기체계를 연구하는 것이 독창적인 아이디어의 핵심이다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서 자항 기뢰와 초공동 어뢰 관련 선행 연구를 수행하고, 3장에서는 무기체계 분석을 위한 기준을 설정한다. 4장에서는 현 수중 킬체인인 한계와 대안을 연구하고, 자항 기뢰와 초공동 어뢰의 결합 효과를 연구하며, 현 대응무기 대비 신 대응무기의 효과성을 비교 분석한다. 5장에서는 자항 기뢰와 초공동 어뢰를 활용한 수중 킬체인 시나리오를 구상하고, 6장에서 연구 결과를 종합한다.

## II. 자항 기뢰, 초공동 어뢰 관련 선행 연구

자항 기뢰와 초공동 어뢰 등 수중 무기체계에 관한 연구는 국내·외로 다양하게 이루어지고 있다. 특히, 중국의 해양 팽창<sup>6)</sup>, 러시아의 우크라이나 침공<sup>7)</sup>, 북한의 핵 투발 수단 고도화는 수중무기 분야의 연구에 기폭장치가 되고 있다. 하지만 수중 무기체계와 관련한 연구는 지상 무기체계에 비해서 매우 까다로운 편이다. 수중환경에서의 무기체계 운용은 우주와 비견될 정도로 매우 복잡하고, 다양한 요소들을 함께 고려할 수 있어야 효과적으로 운용될 수 있기 때문이다. 관련하여 Leona ALLESLEV는 나토 대잠전 : 능력 재구축, 미래를 위한 준비(NATO ANTI-SUBMARINE WARFARE : REBUILDING CAPABILITY, PREPARING FOR THE FUTURE)라는 특별 보고서에서 수중 무기체계 운용에 대해 아래와 같이 기술하였다. 수중환경에서 배경 소음은 10년마다 거의 두 배로 커지고 있고, 지구 온난화의 영향으로 바다의 수온도 따뜻해지고 있어 수중에서 잠수함을 탐지하는 것은 날이 갈수록 어려워지고 있다. 이에 더해 잠수함은 진보된 선체 설계, 소음 제거 및 음향 재밍 시스템을 사용하는 추세라 이를 음향 기술로 탐지하기는 더욱 어려워지고 있다. 따라서 자기 기술과 양자 기술 등 비음향 감지 영역이 증가하는 추세이고, 특히 중국이 이 분야에 매우 과감한 투자를 하고 있다. 또한, 해양 무인 시스템을 기반으로 한 새로운 비전이 형성되고 있으

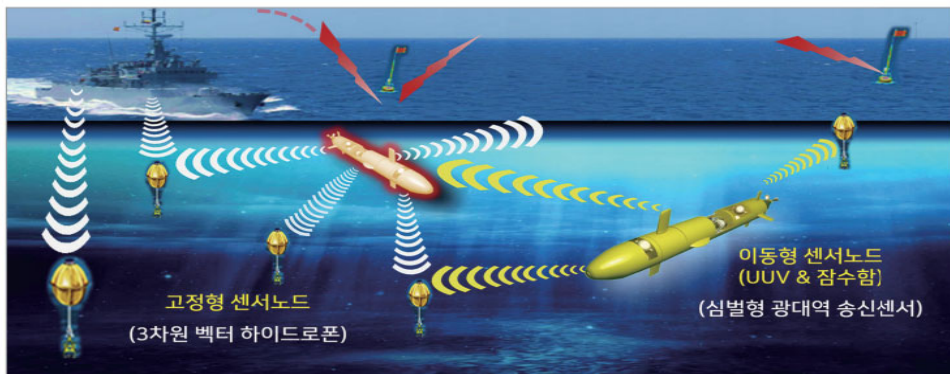
6) 성혜미, “인도네시아 어부, 중국산 추정 ‘수중 드론’ 발견… 세 번째,” 『연합뉴스』, 2021.1.4. <https://www.yna.co.kr/view/AKR20210104082100104> (검색일: 2023.7.31.).

7) 신유리, “‘러시아 잡는 샤크’ 우크라 자체 개발 해상 드론 첫 공개,” 『연합뉴스』, 2023.7.30. <https://www.yna.co.kr/view/AKR20230730050900009> (검색일: 2023.7.30.).

며, 무엇보다 해양 무인 시스템과 기존의 전통적인 유인 플랫폼의 통합은 대잠전 임무에 대한 보다 큰 잠재력이 있음을 강조하였다.<sup>8)</sup>

노태현, 최홍수는 대잠전 소나 체계용 벡터 하이드로폰 기술 동향이라는 논문에서 현재 대잠전 감시 시스템의 성능 저하 문제를 해결하기 위한 수중 센서 네트워크 기반 감시체계를 소개하였다. 아래 [그림 1]과 같이 단일 감지 센서가 아닌 유인 플랫폼과 무인 체계 등 다양한 감지 센서를 복합 활용하는 것이다. ‘수중 센서 네트워크 기반 감시체계 기술’은 국방전략기술로 선정되어 활발하게 연구 및 개발되고 있다.<sup>9)</sup>

[그림 1] 수중 센서 네트워크 기반 감시체계 개념도



## 1. 자항 기뢰

자항 기뢰는 자체 추진기를 이용하여 해당 지점까지 향해 후 자동 부설되는 기뢰로, 잠수함이나 수상함이 접근할 수 없는 해역이나 은밀하게 원격으로 기뢰를 부설하기 위해 운용한다.<sup>10)</sup> 최초로 개발된 자항 기뢰는 미국에서 개발한 MK 67 SLMM(Submarine Launched Mobile Mine)이다. 1950~60년대 미국 잠수함이 목표 해역에서 활동하다 적이 이미 설치한 방어 기뢰로 인해 미국 잠수함에 피해가 발생하자 이에 대응하는 방안으로 잠수함이 원거리에서도 안전하게 기뢰 부설이 가능토록 하는 목적으로 개발된 무기체계이다. 초기 설계 당시 자항 기뢰는 기존에 미해군이 보유하고 있던 어뢰였던 MK 37이나 NT-37 어뢰 내부에 기뢰를 탑재한 형

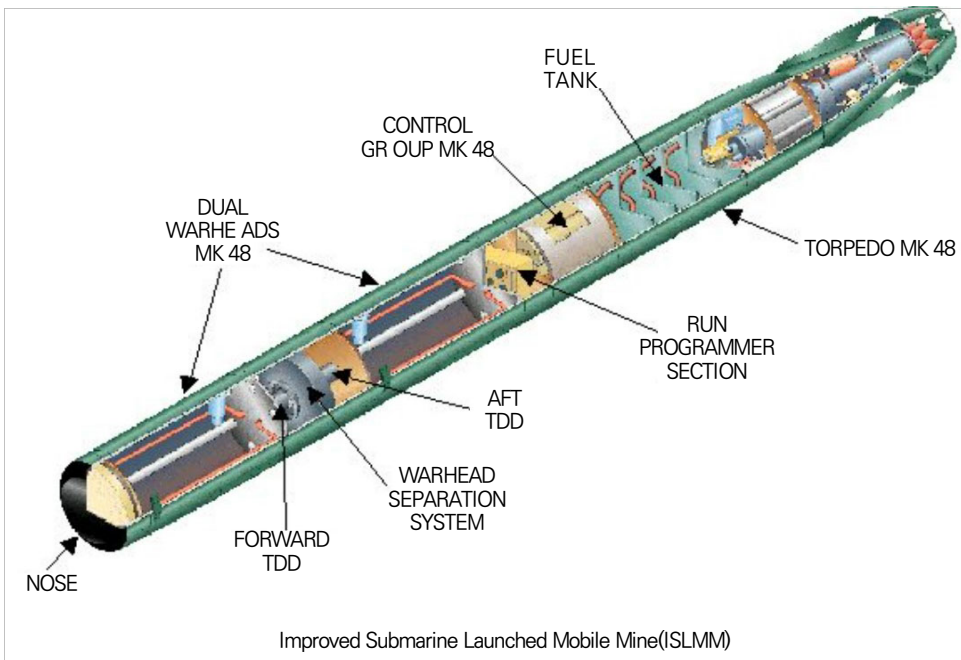
8) Leona ALLESLEV, "NATO ANTI-SUBMARINE WARFARE : REBUILDING CAPABILITY, PREPARING FOR THE FUTURE," SCIENCE AND TECHNOLOGY COMMITTEE, 150 STC 19 E rev. 1 fin, 13 Oct 2019, pp.16-18.

9) 노태현 외, "대잠전 소나 체계용 벡터 하이드로폰 기술 동향," 『국방과 기술』, 제523호, 한국방위산업진흥회, 2022, pp.92-101.

10) 해군본부·해병대사령부, 『해군·해병대 군사용어사전』, p.266.

태로 제작되었고, 어뢰가 부설 목표 해역까지 도달하면 기뢰가 어뢰에서 분리되어 부설되고 기뢰가 활성화되는 방식이었다. MK 37 어뢰를 사용한 자항 기뢰는 잠수함이 부설 목표 해역과 약 8.5마일 이격된 곳에서 기뢰 부설이 가능하게 해 주었고, 당시 최대 운용 수심은 600ft였다. MK 37 Mod 2 어뢰와 150kg 고폭탄 MK 13 기뢰를 기반으로 한 MK 67 SLMM은 1983년에 최초 도입되었다. 이 자항 기뢰는 로스앤젤레스급 잠수함에 설치된 어뢰관에 탑재할 수 있는 형태로 제작되었고, 1993년에 검증이 완료되었다. 이후 더 원거리에서 정확하게 기뢰를 부설할 수 있는 형태로 연구되고 있으며, 최근에는 개량형 자항 기뢰(I-SLMM, Improved Submarine Launched Mobile Mine) 형태로 대체를 추진하고 있다. 미국에서 새롭게 개발하고 있는 개량형 자항 기뢰는 MK 48 중어뢰를 기반으로 할 것으로 예측되며, 예상되는 형상은 아래 [그림 2]와 같다.<sup>11)</sup>

[그림 2] ISLMM 형상 및 구조<sup>12)</sup>

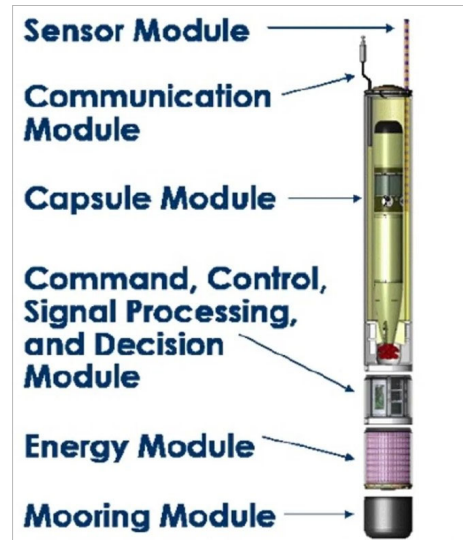


11) Commander David Ewing RN, *IHS Jane's Weapons : Naval 2017-2018* (FSC certified paper Printed and bound in the UK by Hobbs the Printers, 2017), pp.542-543.

12) NavWeaps, "Improved Submarine Launched Mobile Mine." [http://www.navweaps.com/Weapons/WAMUS\\_ISLMM\\_picture.jpg/](http://www.navweaps.com/Weapons/WAMUS_ISLMM_picture.jpg/) (검색일: 2023.7.13.).

최근 미국에서는 자항 기뢰와 유사한 무기체계를 크기와 용도에 따라 무인수중정(UUV, Unmanned Underwater Vehicle)으로 분류하고 있다.<sup>13)</sup> Popular Mechanics의 Kyle Mizokami에 의하면, 미 해군은 남중국해에서 수중 위협에 대응하는 새로운 전략의 일환으로 Hammerhead라는 캡슐화된 어뢰가 탑재된 형태의 신형 기뢰를 개발하고 있다. Hammerhead는 [그림 3]에서 볼 수 있듯이 여러 가지 모듈로 구성되어 있으며, 각각의 모듈은 특정 기능을 담당한다. 모듈은 센서, 통신, 캡슐(어뢰 포함), 지휘통제 및 신호 분석, 에너지, 계류 등으로 구성된다. 특히, 냉전 기간동안 미 해군이 운용했던 MK46 CAPTOR(enCAPsulated Torpedo)와는 달리 통신 모듈을 통한 원격 제어가 가능한 형태로 구성되어 있다. 기뢰의 설치는 초대형 무인 수중 드론(uncrewed underwater vehicles, XLUUV)인 Boeing Orca를 통해 이루어진다. 이 수중 드론은 특정 위치에 기뢰를 설치하는 역할을 담당하고, 기뢰는 그 자리에서 설치되어 잠수함의 음향 신호를 탐색하고 식별하는 역할을 한다. 탐지된 수중 물체가 적 잠수함으로 식별되면, 기뢰는 내장된 MK. 54 경어뢰를 방출하여 잠수함을 추적하고 파괴한다.<sup>14)</sup> 러시아에서도 자항 기뢰를 잠수함에서 발사되는 형태 뿐만 아니라, 자체적으로 움직이고 임무를 수행할 수 있는 고성능 수중 드론 혹은 자폭형 무인 수중 로봇의 형태로 분류하는 추세이다.<sup>15)</sup>

[그림 3] Hammerhead 형상 및 구조



13) Megan Eckstein, "What's ahead for Navy unmaned underwater vehicle programs?," 『DefenseNews』, 2022.11.30. <https://www.defensenews.com/naval/2022/11/29/whats-ahead-for-navy-unmanned-underwater-vehicle-programs/> (검색일: 2023.6.3.).

14) Kyle Mizokami, "Ambush! The Navy's New Hammerhead Mine is a Submarine Killer," 『Popular Mechanics』, 2020.10.30. <https://www.yahoo.com/now/ambush-navy-hammerhead-mine-sub-125200402.html> (검색일: 2023.6.3.).

15) Подготовила Анна Юдина, "Гид по самым секретным подводным роботам России," 『Информационное агентство ТАСС』, 2018.5.16. <https://tass.ru/armiya-i-opk/5402375> (검색일: 2023.6.3.).

## 2. 초공동 어뢰

초공동 어뢰는 초공동 현상을 이용하여 수중에서 혁신적인 속도로 빠르게 이동할 수 있는 어뢰이다. 초공동 현상이란 압력을 낮추어 발생된 공동(Cavitation)이 수중 운동체 전체를 감싸는 현상으로, 수중에서 공기 중을 주행하는 것과 유사한 상태를 구현하는 것이다.<sup>16)</sup> 초공동 기술은 물로 인한 마찰 저항을 극소화하여 수중 운동체의 초고속 주행이 가능하게 한다. 가장 대표적인 초공동 어뢰로는 러시아의 ‘Shkval’이 있다. Shkval은 러시아어로 “돌풍”이라는 뜻으로, 1977년에 처음 개발되었다. 개발 당시 Shkval의 속도는 약 200kts(370 km/h)로, 당시는 물론 현존하는 일반 어뢰보다 수 배 이상 빠르게 움직일 수 있다<sup>17)</sup>. 하지만 빠른 속도로 인해 본체에 열이 발생할 수 있으며, 이로 인해 전자기 감지가 어렵다는 단점이 있다. 또한 기존 어뢰 대비 소음이 크며, 직진성을 유지하는 데 어려움이 있어, 정밀한 목표물 타격에는 다소 한계가 있었다.

[그림 4] Shkval의 개념도<sup>18)</sup>



Alexander Vershinin에 의하면, 러시아는 2016년 초 Shkval의 업그레이드 버전인 “Khishchnik”의 개발을 발표하였다. 이는 러시아어로 “포식자”라는 뜻으로 Shkval보다 더 빠르고 정확하며, 초기에 개발된 초공동 어뢰의 단점을 극복하면서 더 깊은 수심에서도 효과적으로 작동한다고 소개하였다.<sup>19)</sup> 기존 Shkval의 치명적인

16) 고동춘 외, “초공동 기술현황 및 무기체계 적용 방안,” 『Journal of the KNST』, Vol.1, 한국해군과학기술학회, 2019, p.9.

17) 독고육, “수중무기 어뢰, 인간어뢰도 있다!,” 『방위사업청 공식블로그』, 2019.8.2. <https://blog.naver.com/dapapr/221603528568> (검색일: 2023.6.3.).

18) 이종주, “고속 수중운동체 주변에 형성된 환기초공동 형상 예측에 관한 연구,” 부산대학교 대학원 박사학위 논문, 2022, p.4.

단점은 사거리가 약 13km에 불과했고, 어뢰에 별도의 탐색 장치가 없었다는 점이다. 또한, 매우 큰 소음을 발생시키기 때문에 일단 발사가 되면 발사 플랫폼의 발사 위치가 노출되었고, 짧은 사거리 때문에 주요 목표물을 공격하기 위해선 발사 플랫폼이 위협 구역으로 직접 진입해야 했다. 이는 잠수함이 발사 플랫폼으로 운용될 경우, 잠수함 운용의 핵심인 은밀성을 유지하는 데 심각한 문제가 야기될 수 있었고 잠수함의 생존성을 감소시키는 치명적인 결과를 초래했다.<sup>20)</sup> 아직 Khishchnik에 대한 구체적인 세부 제원과 기능은 공개되지 않았으나, 전술한 Shkval의 단점들이 상당 부분 극복된 것으로 예측된다. 특히, 기존보다 더 빠른 속도로 이동하며, 소음 감소, 인공지능, 유도 및 제어 시스템 등 새로운 기능이 추가 되었을 것으로 예측된다.<sup>21)</sup>

국방전략기술 수준조사서에 의하면, 독일은 1991년부터 다양한 성능시험을 진행했고 'Barracuda'라는 초공동 수중운동체를 개발했다. 미국은 실험실 수준에서 다수의 연구가 진행되고 있으며, Underwater Express라는 초공동화 고속 잠수함을 연구 중에 있다. 또한 Northrop Grumman에서 소형 어뢰에 장착되는 수중추진 기술을 개발하였다. 현재 국내 국방분야에서는 국방과학연구소 중심으로 초공동화 수중운동체 및 해수유입 로켓 추진기술이 개발되고 있다. 관련하여 국내 기술은 국방과제로 해수흡입형 로켓 추진기술 연구, 수압보상모터 제작/검증 기술개발, 초공동화 수중운동체 직진 안정화기술 등 3개의 과제가 선정되어 국방과학연구소와 한화오션에서 기술을 개발하고 있으며, 2025년까지 사업이 진행될 예정이다.<sup>22)</sup>

### III. 무기체계 분석 기준

북한의 SLBM 탑재 신형 잠수함과 핵 무인 수중 공격정 '해일'과 유사한 형태의 수중 위협에 대응하는 현 무기와 자항 기뢰와 초공동 어뢰를 융복합한 신 무기를 비교 분석할 수 있는 기준을 아래 <표 1>과 같이 제시하였다.

19) Alexander Vershinin, "Russia designing new 'aircraft carrier killer' torpedo to boost naval power," 『Russia Beyond』, 2016.10.26. [https://www.rbth.com/defence/2016/10/26/russia-designing-new-aircraft-carrier-killer-torpedo-to-boost-naval-power\\_642411](https://www.rbth.com/defence/2016/10/26/russia-designing-new-aircraft-carrier-killer-torpedo-to-boost-naval-power_642411) (검색일: 2023.6.3.).

20) ARMSCOM, "Russia Developing Khishchnik High-Speed Missile," 『ARMSCOM』, 2017.1.13. [https://www.armscom.net/news/russia\\_developing\\_khishchnik\\_high\\_speed\\_missile](https://www.armscom.net/news/russia_developing_khishchnik_high_speed_missile) (검색일: 2023.6.19.).

21) Commander David Ewing RN, *IHS Jane's Weapons: Naval 2017-2018*, pp.427-429.

22) 국방과학기술진흥연구소, 『국방전략기술 수준조사』(진주: 국방과학기술진흥연구소, 2023), pp.393-394.



〈표 1〉 무기체계 분석 기준

구 분	내 용
수중 방어 지속성	충분한 시간 동안 방어 효과를 발생시키는 특성
전투력 운용 융통성	다양한 전투 상황과 임무에 적응할 수 있는 특성
생존성	적의 물리적/비물리적 공격과 환경 변화를 견뎌내는 특성
지휘/통제	무기체계를 효과적으로 운영하고 통제할 수 있는 특성
운영 비용 효율성	무기체계를 구축하고 유지하기 위한 비용 대비 효과 특성
기상 영향 요인	무기체계가 기상 조건에 적응하는 특성

\* 출처: 국방전력발전업무훈령의 소요제기서 작성 기준<sup>23)</sup> 참조 필자가 재구성  
 기준은 국방전력발전업무훈령의 소요제기서 작성 기준을 참고<sup>24)</sup>하여 작성하였으며, 세부 항목은 수중 방어 지속성과 전투력 운용 융통성, 생존성, 지휘/통제, 운영 비용 효율성, 기상 영향 요인 등 6가지이다.

## 1. 수중 방어 지속성

지속성은 해군력의 대표적인 특성 중 하나이다.<sup>25)</sup> 수중 작전 수행에 있어 지속성은 매우 중요하다. 북한의 SLBM 탑재 신형 잠수함과 핵 무인 수중 공격정 해일과 같은 위협에 대응하기 위해서는 북한이 보유한 무기체계의 지속성을 넘어서는 수중 방어 지속성이 필수적이기 때문이다. 한국은 북한의 도발에 대응하는 입장에서 무기체계 운용을 고려해야 하므로 기본적으로 북한은 공격자(攻擊者)의 입장이고 한국은 방어자(防禦者)의 입장이다. 북한이 언제 공격을 단행할지 정확하게 특정할 수 없는 상황에서 이에 대비해야 하는 한국은 더 오랜 시간 동안 방어 태세를 유지할 수 있어야 한다. 이러한 지속성은 해군이 해양우세 확보, 항로 보호, 해상 차단, 그리고 전략적 보복과 같은 핵심 임무를 수행하는 데 있어 필수적인 요소로 볼 수 있다.<sup>26)</sup> 특히, 이

- 23) 국방전력발전업무훈령 제 17조는 소요제기서 작성 방법을 구체적으로 기술하고 있다. 소요제기서는 미래 전장 환경 무기체계 발전추세 등을 고려하여 작성하되, 과학적 분석 및 검증에 위해 필요한 경우 분석업무를 수행할 수 있다. 소요제기서의 필요성에는 적 위협 및 대응 방안과 요구되는 성능 대비 현재 성능의 부족 수준·보완 필요성을 포함하게 되어 있으며, 편성 및 운영개념에는 작전단계·위협양상별 대응 개념·전술 교리 등을 고려해야 한다. 작전 운용에 요구되는 성능에는 치명성, 기동성, 생존성, 상호운용성, 정밀성, 감시성, 은밀성 등을 고려하여 무기체계의 운영개념을 충족시킬 수 있도록 해야한다고 명시되어 있다.
- 24) 국방전력발전업무훈령은 방위사업법 시행을 위하여 필요한 사항과 무기체계의 소요, 획득, 운영유지를 포함하는 전력중강과 관련된 업무의 기본절차를 규정하고 지침을 제공하는 문서이다. 군사작전에 직접 운용되거나 전투력 발휘에 직접 영향을 미치는 장비와 물자는 무기체제로 구분되며, 무기체계의 상징적인 의미 또는 임무 구분을 위한 명칭은 통상 명칭으로 구분한다. 연구에서 제안하는 융복합 무기체계는 화력무기체계에 해당한다. 법제처, 『국방전력발전업무훈령』(국가법령정보센터, 2022) [https://www.law.go.kr/행정규칙/국방전력발전업무훈령/\(2749.20221230\)](https://www.law.go.kr/행정규칙/국방전력발전업무훈령/(2749.20221230)) (검색일: 2023.7.23.).
- 25) 해군력의 특성은 기동성, 융통성, 지속성, 현시성, 투사성 등 5가지이다. 이 중 지속성은 임무가 장기간 지속될 경우 작전 임무를 오랜 기간 수행할 수 있는 특성을 의미한다. 해군본부, 『해군기본교리』(계룡: 국군인쇄창, 2017), p.21.
- 26) 해군본부, 『기뢰전』(계룡: 국군인쇄창, 2018), pp.1-5.

러한 지속성을 실현하기 위해서는 수중 방어 지속성의 핵심 구성 요소인 에너지 공급, 센서 성능, 그리고 물리적 내구성에 대한 체계적인 설계가 필요하다. 이는 북한의 신형 수중 무기체계 위협에 대한 효과적인 대응을 가능하게 하고, 더 나은 방어 체계를 구축하는 데 도움을 줄 수 있다.

## 2. 전투력 운용 융통성

지속성과 마찬가지로, 융통성도 해군력의 대표적인 특성 중 하나이다.<sup>27)</sup> 전투력 운용 융통성은 무기체계가 다양한 전투 상황과 임무에 유연하게 대응할 수 있는 특성을 의미한다. 이는 무기체계가 어느 정도의 적응력과 유연성을 가졌는지에 중점을 둔다. 즉, 무기체계는 다양한 환경 조건과 대응 시나리오에 활용될 수 있어야 하며, 이를 통해 전반적인 해상 전투 운영의 효과성을 높일 수 있다. 전투력 운용 융통성에는 다양한 임무 수행 능력과 유지 관리 및 보수의 효율성을 고려해야 한다. 다양한 임무 수행 능력은 무기체계가 여러 가지 임무와 전투 상황에 대응할 수 있도록 한다. 예를 들어, 함정은 수중 정찰, 공격, 방어 등 다양한 임무를 수행할 수 있어야 한다.<sup>28)</sup> 따라서 함정은 다양한 임무에 적용될 수 있는 능력이 요구된다. 또한 유지 관리 및 보수의 효율성은 무기체계의 가동 시간과 수명에 큰 영향을 미친다. 무기체계의 가동 시간은 전투력 운용 융통성을 결정짓는 핵심 요소이며, 이는 무기체계의 유지 관리 및 보수의 효율성에 크게 의존한다. 유지 관리 및 보수의 효율성이 높을수록 무기체계의 가동 시간은 증가하고, 이는 전투력 운용 융통성을 향상시킨다. 따라서, 전투력 운용 융통성을 고려하는 것은 북한 수중 위협 대응에 적합한 무기체계 획득에 있어 중요한 요소이다.

## 3. 생존성

생존성은 무기체계가 적의 물리적 또는 비물리적 공격과 변화하는 환경 조건을 견딜 수 있는 특성을 의미한다. 특히 공격 기뢰는 적이 관할하는 해역에서 운용되므

27) 융통성은 여러 가지 임무를 동시에 수행할 수 있으며, 새롭게 부여되는 임무에 신속히 돌입할 수 있는 특성을 말한다. 해군본부, 『해군기본교리』(제용: 국군인쇄창, 2017), p.21.

28) 함정에 기본적으로 적용되는 세부 내용은 다음과 같다. ① 대응의 융통성(고도로 준비된 함정들은 항상 인원배치 및 준비를 완료한 상태이며, 대기태세에서 전투태세에 이르기까지 우발상황에 신속하게 대처할 수 있다. ② 역할의 적응성(초계함 이상의 단위 함정들은 다차원적(수상, 수중, 공중 등)인 방어 및 공격능력을 보유하고 있으므로 다양한 작전환경에서 임무를 수행할 수 있다. ③ 합동 및 다국적 속성(해군은 전통적으로 육·공군과 협조하여 합동작전을 실시하여 왔다. 또한 평시부터 연합 및 다국적 훈련을 통한 작전능력을 배양함으로써 유사시 우방국들과 작전수행이 가능하다. 위의 책, p.21.

로, 은밀하게 부설된다고 하더라도 적이 이를 탐색하고 제거할 수 없도록 해야 생존성을 확보할 수 있다.<sup>29)</sup> 생존성을 높이는 요소에는 내구성, 가용성, 유지 보수성, 그리고 회복력이 포함된다. 내구성은 무기체계가 물리적 손상이나 기능 장애 없이 일정 수준의 적의 공격을 견디는 능력을 의미한다. 가용성은 무기체계가 주어진 시간 동안 임무 수행에 필요한 기능을 제공할 수 있는 능력을 의미한다. 이는 무기체계의 기능적 신뢰성, 연속 가동 시간, 그리고 고장 발생시 복구 시간 등에 의해 결정된다. 유지 보수성은 무기체계가 손상이나 고장 후 복구되는 데 필요한 시간과 자원을 최소화하는 능력을 의미한다. 이는 부품 교체의 용이성, 자체적인 오류 진단 능력을 포함한다. 높은 유지 보수성을 가진 무기체계는 잠재적인 고장이나 손상을 신속하고 효과적으로 처리하여, 가용성을 높이고 임무 수행 능력을 유지할 수 있다. 회복력은 무기체계가 고장, 손상, 또는 기능적 장애 후 원래의 상태 또는 운용 능력을 복구하는 능력을 의미한다. 높은 회복력을 가진 무기체계는 임무 수행 중 발생할 수 있는 여러 위협에 대해 빠르고 효과적으로 대응하여, 임무 성공에 필요한 운용 능력을 유지하거나 회복할 수 있다.

#### 4. 지휘/통제

지휘/통제는 무기체계를 효과적으로 운영하고 통제할 수 있는 특성을 의미한다. 이는 전투의 성공적인 수행에 있어 핵심적인 역할을 한다. 해상에서의 지휘관은 바다라는 독특한 환경에 있기 때문에 잠정적인 결정을 항상 마음에 두고, 결심이 필요한 상황이라 판단한다면 지체없이 최종 결정을 빠르게 내릴 수 있다.<sup>30)</sup> 수집된 정보를 바탕으로 적절한 시기에 결심을 하지 않으면 기회가 사라질 수 있기 때문이다. 지휘/통제를 원활히 수행할 수 있도록 체계적으로 고안된 무기체계는 다양한 전투 상황에서의 상급 부대의 지휘 의도에 맞게 효과적으로 임무를 수행하며, 빠르게 변화하는 상황에 유연하게 대응할 수 있게 한다. 효과적인 지휘/통제를 위해서는 현장 전력과 지휘 통제소간 신뢰성 있는 통신체계 구축과 명확한 지휘관계 설정이 무엇보다 중요하다.

#### 5. 운영 비용 효율성

운영 비용 효율성은 무기체계를 구축하고 유지하기 위한 비용 대비 효과 특성을 의미한다. 비용 효율성은 직접적인 경제적 측면을 나타내는 것이지만, 이것은 또한

29) Ian Speller, *UNDERSTANDING NAVAL WARFARE* (New York: Routledge, 2014), p.129.

30) ADM James Stavridis USN(RET.), *COMMAND AT SEA* (Naval Institute Press 291 Wood Road Annapolis, 2022), p.329.

장기적인 무기체계 운영의 지속 가능성을 반영한다. 유지 관리 비용 측면에서 보면, 이는 무기체계의 운영 중에 발생하는 모든 비용을 포함한다. 이런 비용들이 낮을수록, 무기체계의 비용 효율성은 높아진다. 또한, 특정 무기체계가 다양한 임무나 환경에 대응할 수 있을 경우 그 무기체계의 운영 비용 효율성은 향상된다.

## 6. 기상 영향 요인

기상 영향 요인은 무기체계가 기상 조건에 적응하는 특성을 의미한다. 이는 무기체계의 성능과 운용 가능성에 깊은 영향을 미치는 중요한 요소이다. 북한의 SLBM 탑재잠수함이나 해일과 같은 고도의 수중 위협에 대응하는 무기체계를 획득하는 것은 이러한 기상 영향 요인을 철저히 이해하고 고려하는 것이 필요하다. 무엇보다 해양 기상 조건은 무기체계의 센서 및 통신 성능에 크게 영향을 미친다. 예를 들어, 서해와 같이 시계가 탁하고 강한 조류가 발생하는 지역에서는 표적 위치 산출과 추적 능력에 장애를 초래할 수 있다. 기상 조건은 무기체계의 내구성과 생존성에도 직접적인 영향을 미친다. 이는 무기체계의 성능과 생존성, 그리고 전반적인 작전 지속성을 결정하는 요인으로서, 무기체계의 설계, 개발, 그리고 획득 단계에서 철저히 고려되어야 한다.

# IV. 자항 기뢰와 초공동 어뢰의 결합

## 1. 現 수중 킬체인인 한계와 대안

### 1.1. 現 수중 킬체인인 한계

현재 북한의 신형 SLBM 탑재 잠수함을 잠수함 기지에서 출항할 때부터 추적, 감시, 격침하는 전략인 수중 킬체인은 [그림 4]에서 확인할 수 있듯이 대형 유인 함정과 항공기를 중심으로 구성되어 있다. 이에 따라 새롭게 도입되고 있는 함정은 진보된 선체 고정형 소나와 대잠 로켓어뢰(ASROC, Anti-Submarine ROcket) 등 최신 고급 무장을 장착하고 있다<sup>31)</sup>. 또한, 기존 해상초계기에 비해 작전 지속능력과 탐지/분석 능력이 진화된 신형 해상초계기인 P-8 포세이돈 등 첨단 항공 대잠 전력도 도입되고 있다<sup>32)</sup>. 해상에서의 효과적인 임무 수행을 위해서는 함정과 항공기의 존재는

31) 이종윤, “장거리 대잠어뢰 탑재... 첫 3600t급 호위함 ‘충남함’ 진수, 내년 해군 인도” 『파이낸셜뉴스』, 2023.4.10., <https://www.fnnews.com/news/202304101051290880/> (검색일: 2023.5.31.).

필수적이며, 무인체계가 이를 완전히 대체하는 것은 제한이 있다. 따라서 이에 대한 성능 개선도 중요하다. 하지만 대형 유인 함정과 항공기를 중심으로 이뤄지는 현재 수중 킬체인과 같은 대잠전의 수행 방식<sup>33)</sup>은 몇 가지 문제점이 존재한다.

[그림 5] 북한 SLBM 대응 한·미 연합 3단계 '수중 킬체인' 구조<sup>34)</sup>



반종빈 기자 20180824 yonhap\_graphics@트위터)

첫째, 수상함은 대잠전 수행에 충분한 무장과 탐지 장비를 갖추고 있으나, 이를 대 잠 위협이 존재하는 접적 해역으로 직접 투입하여 활용하는 것은 다소 제한이 있다는 점이다. 수상함은 본질적으로 잠수함을 상대하는 데 있어 잠수함의 은밀성을 극복하기 힘들고, 특히 잠수함의 치명적인 어뢰 공격으로부터 한시도 자유로울 수 없다. 따라서 대잠전에 수상함이 실전 투입되었을 때 수상함이 피격당할 위험을 고려하면 수

32) Daehan Lee, "South Korea's First P-8A Breaks Cover" 『Naval News』, 23 Feb 2022, <https://www.navalnews.com/naval-news/2022/02/south-koreas-first-p-8a-mpa-breaks-cover/> (검색일: 2023.5.31.).

33) 해군 교범 상 대잠작전은 전투함 단독 또는 전투함과 잠수함의 협동, 전투함과 대잠항공기의 협동으로 수행한다. 해군본부, 『해군기본교리』, p.59.

34) 반종빈, "〈그래픽 북 잠수함 타격 '수중 킬체인' 개요〉" 『연합뉴스』, 2016.8.24. <https://www.yna.co.kr/view/GYH20160824001600044/> (검색일: 2023.8.10.).

상함은 더욱 신중하고, 방어적인 형태로 운용된다. 수상함은 그 자체로 매우 중요하고 값비싼 전력이며, 첨단 복합 무기체제로 무장되어 대잠전뿐만 아니라 대지작전, 방공작전, 상륙작전 등 다양한 작전을 함께 수행할 수 있기 때문이다. 대잠전에 투입된 수상함이 적 어뢰나 기뢰에 의해 피해를 입어 정상적인 운용이 불가하게 된다면 대잠전 뿐만 아니라 수상전투단의 전반적인 작전 수행에 막대한 손실이 발생하게 된다. 또한 수상함은 대잠전이 진행되는 기간 작전 수행 전반에 걸쳐 고도의 경계 태세를 갖춘 긴장된 상태를 장시간 유지해야 하는데, 이는 함의 운영 측면에서 상당한 어려움이 있다.

둘째, 항공기는 악기상에서의 운용 제한과 체공시간의 한계가 있다. 일부 최첨단 해상초계기는 상대적으로 장시간의 체공이 가능하지만, 항공기는 본질적으로 해상에서 장시간 운용될 수 없다. 이미 발견한 잠수함의 식별을 위해 항공기가 현장에 신속하게 투입되어 이를 입증하는 것은 매우 효과적일 수 있으나, 항공기를 잠수함 탐색에 활용하기 위해서는 임무 해역당 가용 항공기의 대수를 획기적으로 증강 배치해야만 한다. 하지만 이는 제한적인 국방예산 여건과 해군의 항공 인력 규모를 고려 시 현실성이 부족하다. 탐지가 된 이후에 항공기를 활용하는 것은 실제 대잠전 수행의 전체 시간을 두고 보았을 때 매우 작은 부분에 지나지 않는다. 대잠전은 잠수함의 탐지를 위한 탐색 그 자체가 실질적인 작전 수행 시간 대부분을 차지하기 때문이다.

이런 문제점들은 특히 북한의 SLBM 탑재 신형 잠수함과 핵 무인 수중 공격정 ‘해일’과 같은 적의 고도화된 수중 위협에 대한 대응 시 더욱 부각 된다. 수중으로 은밀하게 침투하는 적은 이러한 아군의 약점을 간파하여 대잠 탐지 능력이 저하되는 악기상을 적극 이용할 것이다. 수중에서는 사실상 수면 밖의 기상 상황이 작전 수행에 크게 의미가 없기 때문이다. 천안함 피격사건의 사례를 보면 북한 잠수함은 전날 해상 날씨가 매우 좋지 않은 상황<sup>35)</sup>에서 해상에서의 이동을 감행하였고, 공격 지점에서 대기하다가 은밀하게 공격을 수행하였다. 따라서 현재 수행되는 형태의 전통적인 대잠전 방식은 무기체계의 고도화에 따라 일부 개선의 여지는 있으나, 본질적인 문제를 해결할 수 없으므로 효과적으로 대잠전을 수행하는데 상당한 제한이 있다.

## 1.2. 대안 전략: 자함 기뢰와 초공동 어뢰의 복합 활용

본 연구에서는 이러한 한계를 극복하기 위한 대안적 전략 중 하나로 자함 기뢰와 초공동 어뢰를 복합 활용한 무기체계를 제안하고 이를 이용한 수중 킬체인 전략을 구

35) 연합뉴스, “최원일 전 천안함 함장, 피격 전날 향해 사진 공개” 『연합뉴스』, 2021.5.27. <https://www.yna.co.kr/view/PYH20210527129500013/> (검색일: 2023.6.5.).

상한다. 자항 기뢰의 장점이자 특징적인 기능은 적이 관할하는 해역에 은밀하게 깊숙이 침투할 수 있다는 점이고, 초공동 어뢰는 적이 회피할 수 없는 매우 빠른 속도로 요격을 할 수 있다는 점이다. 따라서 이 두 무기체계의 장점을 결합하여 복합 무기체계의 형태로 제작하면 높은 탐색 및 공격 정확도를 동시에 갖게 될 것으로 예측된다. 앞서 현 수중 킬체인 수행체계의 한계로 분석했던 ① 수상함의 생존성 보장 문제, ② 항공기의 지속성 제한 문제 또한 극복할 수 있다. 이 전략은 소형화된 초공동 어뢰를 탑재한 자항 기뢰를 적 잠수함 또는 장거리 이동 수중 드론의 운용이 예상되는 접적 해역에 은밀하게 배치하고, 장기간 매복시켜 이를 감시하다가 적 잠수함 또는 장거리 이동 수중 드론 탐지 시 자항 기뢰에서 초공동 어뢰를 발사시켜 이를 탐지 현장에서 즉각 요격하는 것이다. 이는 외해에서 적 잠수함을 찾아다니는 기존의 대잠전 패러다임을 완전히 벗어나서 적 잠수함에 대한 핵심 구역의 밀도 높은 감시 및 실시간 요격 능력 확보를 통해 덮을 놓고 적 잠수함과 무인 수중 드론을 사용하지 못하도록 하는 형태의 봉쇄작전 중 근접봉쇄<sup>36)</sup> 성격의 대잠작전이라 할 수 있다. 아래 <표 2>는 앞서 논의한 내용을 바탕으로 필자가 정리한 자항 기뢰와 초공동 어뢰의 SWOT 분석이다.

<표 2> 자항 기뢰와 초공동 어뢰의 SWOT 분석 표

구 분	자항 기뢰	초공동 어뢰
Strengths (강점)	장기간 매복 능력 다양한 탐지 센서 한국 해군의 높은 수준의 기술력 및 운용 능력	압도적인 수중 속도 초공동 현상 핵심기술 연구
Weaknesses (약점)	장시간 부설 시 매물 가능성 배터리 효율성 음향 탐지 센서의 한계 기뢰 설치 관련 법적 논의	발사 시 안정성 유지 필요 정밀 유도 문제 높은 소음
Opportunities (기회)	계류형 부설 등 다양한 방법 고려 수중 매복 및 탐지능력 한국 해군의 기술 개발 및 운용전략 발전	고도의 센서 기술과 추적 알고리즘 발전으로 인한 추적 및 공격 능력 향상
Threat (위협)	적 잠수함 및 수중 드론의 기술 발전으로 인한 탐지 능력 저하 적 소해 전력의 발전으로 인한 피탐 가능성 증대 에너지 효율성과 내구성 유지를 위한 기술적 도전 북한 수중 위협의 지속적인 진화	적 잠수함 및 수중 드론의 기술 발전으로 인한 탐지 능력 저하 북한 수중 위협의 지속적인 진화

\* 출처 : 본문 내용을 정리하여 필자가 작성

36) 봉쇄작전은 전쟁의 범위를 제한하고, 적 해군의 활동을 차단, 고립, 약화시킴으로써 해양통제권을 확보, 행사하는 작전이다. 봉쇄작전에는 근접봉쇄, 장거리봉쇄, 외해봉쇄가 있는데, 근접봉쇄는 적의 전투세력을 항내에 가두어 진출입을 못하게 하는 것이고, 장거리 봉쇄는 적 항구뿐만 아니라 해안을 봉쇄하는 것이며, 외해봉쇄는 적이 항구를 출항하여 임무를 수행하기 직전에 격멸하는 것을 말한다. 해군본부, 『해군기본교리』, p.62.

## 2. 자항 기뢰와 초공동 어뢰의 결합 효과

2장에서 살펴보았듯이 자항 기뢰는 보통 천해의 해저에 은밀하게 설치되며, 선박이나 잠수함이 탐지되면 자동으로 폭발하도록 설계된다. 일반적으로 특정 지역을 봉쇄하거나 통제하기 위해 사용되며, 전통적인 기뢰와 마찬가지로 적의 기동을 제한하고 아군이 원하는 방향으로 적을 유도하는 데 사용될 수 있다. 자항 기뢰가 전통적인 기뢰에 비해 가지는 장점은 자체 추진체계를 갖추고 있으므로 기뢰를 원하는 위치에 배치하기 위해 부설을 담당하는 플랫폼의 생존성을 증대할 수 있고, 부설가능 해역의 확장<sup>37)</sup>을 기대할 수 있다는 점이다. 따라서 자항 기뢰는 전통적인 기뢰보다 매우 효과적으로 운용될 수 있다. 이는 기뢰 부설에 필요한 시간과 비용을 획기적으로 단축하고, 부설에 동원되는 수단 운용의 융통성 확보는 물론 생존성을 보장할 수 있음을 의미한다. 하지만 자항 기뢰가 적의 해역에 은밀하게 설치된다고 하더라도 기뢰 자체의 폭발력으로 표적이 되는 함정에 치명적인 피해를 입히기 위해서는 표적이 기뢰에 상당히 가까이 근접해야만 한다. 표적의 신호가 기뢰에 포착되었다고 하더라도 바로 기폭되기 보다는 표적이 기뢰에 가장 가깝게 도달했을 때 기폭 되어야만 유효한 물리적 피해를 입힐 수 있기 때문이다.<sup>38)</sup> 이는 기뢰의 부설 수량과도 연관이 있는데, 전통적인 방식의 해저 기뢰로 특정 항구를 봉쇄하거나 항로를 차단하기 위해서는 매우 촘촘한 간격으로 기뢰를 부설해야 하므로 많은 수량의 기뢰 부설이 동시에 필요하다는 것을 의미한다.

초공동 어뢰는 기존 어뢰 속도 대비 수 배 이상의 획기적인 속도를 낼 수 있는 초고속 주행이 가능한 어뢰이다. 초공동 어뢰는 매우 빠른 속도로 이동하기 때문에 표적이 회피할 수 있는 여유를 주지 않는다는 매우 큰 장점이 있다. 하지만, 초공동 현상을 이용하기 때문에 기존 어뢰에 비해 사거리가 짧고 높은 소음이 발생한다는 점과 표적으로의 유도가 다소 어렵다는 점이 단점이다. 특히 높은 소음은 초공동 어뢰를 발사하는 플랫폼을 노출시킨다는 점에서 치명적인 단점으로 존재한다.

만약 자항기뢰에 탑재되는 초공동 어뢰가 초소형의 수중 탄환 형태로 탑재된다면 초공동 현상의 발생이 더 용이한 측면도 있다. 특히, 초공동 어뢰는 자항 기뢰가 감지한 범위 내에서만 유효하게 작동되도록 어뢰 내부에 불필요하게 많은 추진 연료를

37) 공격 기뢰의 부설에는 잠수함을 주로 활용하는데, 잠수함 선체 크기와 형상을 고려시 복잡한 해저 지형 특성을 가진 해역이나 얕은 수심의 한계로 인해 잠수함의 항해가 제한되는 곳은 공격 기뢰를 부설하는 것이 불가능하였으나, 자항 기뢰는 기존 잠수함의 직접 접근이 제한되는 적진 깊숙한 해역까지 부설이 가능하다.

38) 기뢰가 표적에 치명적인 피해를 주는 데 필요한 거리는 기뢰의 종류, 폭발물의 양, 표적의 크기와 구조, 해수의 성질에 따라 달라질 수 있다. 일반적으로 기뢰는 목표물에서 수십 미터 이내의 거리에서 폭발해야 표적에 물리적인 피해를 줄 수 있다.



적재하지 않아도 되므로, 어뢰의 크기를 작게 유지할 수 있다. 발사된 초공동 어뢰는 목표물을 완전히 파괴하는 것이 아니라, 목표물의 추진 시스템이 손상되어 이동을 멈추거나 정상적인 수중 기동을 하지 못하게 만드는 것이 목표이다. 따라서 어뢰 내에 불필요하게 많은 폭약이 적재될 필요가 없다. 자항 기뢰에 탑재된 초공동 어뢰는 사실상 유도 기능이 일부 포함된 수중에서 운용 가능한 대구경 총알과 같은 형태이다.<sup>39)</sup>

초공동 어뢰의 속도는 매우 빠르기 때문에 '해일'과 같은 형태의 소형 표적이나 고속 수중체에 신속한 접근이 가능하다. 초공동 어뢰의 소음은 자항 기뢰의 위치를 노출시키지만, 그것은 크게 중요하지 않다. 설정에 따라서 어뢰가 발사된 이후 자항 기뢰는 별도의 회피 없이 접촉 정보와 어뢰 발사 정보를 원격 통제소에 전파하고 자체 무력화 기능을 활성화할 수도 있다. 해당 위치에 아군 잠수함이 위치하고 있다고 적에게 오판을 줄 수도 있다. 그럴 경우, 적에게 존재하지 않는 잠수함 탐색을 위한 불필요한 노력을 강요하게 된다. 물론, 이러한 시스템을 실현하기 위해서는 다양한 기술적 과제를 극복해야 한다. 예를 들어 기뢰와 초공동 어뢰의 결합, 초공동 어뢰 발사 시의 기뢰의 안정성, 수중 통신 능력, 장기간 은밀 잠복이 가능한 배터리 능력 등이 필요하다.

하지만 두 첨단 무기체계의 결합이 구현된다면 더욱 정밀하고 신속한 공격을 가능하게 하며, 적의 회피를 원천적으로 거부할 수 있을 것이다. 또한, 이 시스템은 해상 전투단의 대잠 방어 능력을 강화하고, 동시에 적의 수중 위협을 효과적으로 제거하는 데에도 매우 중요한 역할을 할 것으로 기대된다. 아래 <표 3>은 전술한 자항 기뢰와 초공동 어뢰의 결합시 기능과 주요 성능, 제한점을 정리한 것이다.

<표 3> 자항 기뢰와 초공동 어뢰의 기능, 성능 및 제한점

구 분	자항 기뢰	초공동 어뢰
핵심 기능	잠수함 및 수중 드론 탐지	잠수함 및 수중 드론 추적 및 공격
핵심 성능	적 해역 깊숙한 곳까지 은밀한 설치	수중 초고속 요격
제한점	작은 폭발 반경	짧은 사거리, 높은 소음으로 인한 발사위치 노출
단점 극복방안	자체 폭발이 아닌 초공동 어뢰 이용으로 피해 반경 대폭 확대 (수 미터 → 수 킬로미터)	기뢰에 탑재 되어 표적과 근접 거리에서 발사되므로 짧은 사거리 내에 표적 도달 가능 발사위치 노출 무방

39) 국가연구개발사업의 일환으로 국내 업체에서 보유하고 있는 관련 발명 특허는 발사체 직경에 맞는 자연 초공동을 발생하는 발사체에 관한 것이다. 이는 탄환이 공기 중에서 발사되어 수중으로 입사 시 초공동현상을 발생시키는 것으로 수중에서 발사하는 것은 아니나, 초공동 어뢰의 설계에 참고가 될 수 있다. 특허정보검색서비스(www.kipris.or.kr), “발사체 직경에 맞는 자연 슈퍼케비테이션을 발생하는 발사체” (검색일: 2023.8.8.).

구 분	자항 기뢰	초공동 어뢰
핵심 요구사항	높은 탐지능력, 에너지 효율성, 장기간 매복 능력	고속 기동 능력, 정밀 유도 능력
주요 기술	소나, 자기 탐지 시스템, 에너지 효율 시스템, 내구성	고도의 센서 기술, 추적 알고리즘, 폭발력
도전 과제	에너지 효율성과 탐지 능력 사이의 균형, 기뢰의 안전성과 내구성 유지	수중 초고속 유지, 정밀한 타격 능력 보장
예상 효과	적 잠수함 및 수중 드론의 선제적 탐지, 장기간 해양 감시	적 잠수함 및 수중 드론을 탐지와 동시에 즉각 추적 및 파괴

\* 출처 : 본문 내용을 정리하여 필자가 작성

### 3. 현 대응무기와 신 대응무기 비교 분석

본 연구에서 제안한 자항 기뢰와 초공동 어뢰를 결합한 융복합 무기체계의 특징을 3장에서 전술한 무기체계 분석 기준을 이용해서 현 대응무기와 신 대응무기 간 비교 분석을 수행한 결과 아래 <표 4>와 같이 신 대응무기가 수중 방어 지속성과 생존성, 운영 비용 효율성 측면에서 효과성이 있음을 입증하였다.<sup>40)</sup>

<표 4> 현 대응무기와 신 대응무기 효과 비교 분석 결과

구 분	현 대응무기				신 대응무기 자항 기뢰와 초공동 어뢰 복합 활용
	수상함	잠수함	초계기	헬기	
수중 방어 지속성	5	6	4	3	10
전투력 운용 융통성	8	6	7	9	7
생존성	5	7	4	3	10
지휘 / 통제	10	7	8	8	5
운영 비용 효율성	5	4	6	6	10
기상 영향 요인	7	10	3	2	8
종합 점수	40	40	32	31	50
순위	2	2	4	5	1

\* 출처 : 해군, 국방과학연구소, 방산업체 등 대잠 무기체계를 운용하고 연구/제작하는 전문가 그룹에 대한 대면 인터뷰 결과를 바탕으로 연구자가 직접 작성

40) 자항 기뢰와 초공동 어뢰의 융복합 무기체계는 북한 SLBM 탑재 신형 잠수함과 핵 무인 수중 공격정 해일과 같은 형태의 수중 위협 대응에 특화된 무인 무기체계이다. 비교 분석 대상이 되는 수상함, 잠수함, 항공기, 헬기 등 유인 플랫폼은 탑재된 홍상어, 백상어, 청상어 등 수중 유도무기를 활용한 수중 위협 대응 뿐만 아니라 상륙작전, 방공작전 등 다양한 임무 수행이 가능하고, 작전 수행은 특정 무기체계만을 활용하는 것이 아니라, 작전 단계간 각 무기체계를 복합 활용한다는 점에서 단위 무기체계의 효과도를 직접 비교 분석하는 것은 다소 무리가 있다. 따라서 본 연구에서의 분석 결과는 북한 SLBM 탑재 신형 잠수함과 핵 무인 수중 공격정 해일과 같은 형태의 수중 위협에 대응하기 위한 각 무기체계의 특성 분야에 한정하여 효과를 비교 분석한 것으로, 분석 내용에 한계가 있음을 밝힌다.

신 무기체계는 무인 복합 무기체계로, 신뢰성 있게 제작되고 원하는 위치에 배치된다면 현재 수상함, 잠수함, 대잠항공기 등 유인 플랫폼이 수행하는 역할을 대신할 수 있다. 따라서 수상함, 잠수함, 해상초계기, 대잠 헬기 등 대표적인 유인 플랫폼과 특징적인 기능을 비교 분석하였다. 분석 기준별 최고점은 10점, 최저점은 0점으로 하였다.

수중 방어 지속성 측면에서는 신 대응무기는 일단 설치가 되면 배터리 수명에 따라 그 효과가 지속되며, 특정 해역을 지속적으로 감시하고 방어할 수 있다.<sup>41)</sup> 한편, 수상함과 잠수함은 주기적인 연료 수급과 숙련된 다수의 승조원을 필요로 하며, 이들의 지속적인 업무 수행을 위한 군수 지원이 필요하다. 특히, 잠수함은 수중에 은밀하게 위치하여 잠복하며 지속적인 감시와 공격이 가능하다. 하지만, 원자력 추진 잠수함이 아닌 이상 정기적으로 해수면 위로 올라와서 공기 충전을 위해 스노클 항해를 해야 하는 단점이 있다. 해상초계기와 헬기는 초계 비행시간과 항공 기상 조건, 그리고 제한된 항공 인력에 따라 지속적인 운용이 일부 제한될 수 있다.

전투력 운용 융통성을 고려하기 위해서는 각 체계의 이동 능력, 임무 변경 능력, 그리고 다양한 임무를 처리할 수 있는 능력을 함께 고려해야 한다. 자항 기뢰와 초공동 어뢰 복합 활용은 한 번 설치되면 그 이후에는 이동할 수 없으며, 고정된 위치에 서만 작동할 수 있다. 따라서 융통성 측면에서는 낮은 점수를 부여해야 한다. 하지만, 이 복합 무기체계에 제한적인 통제 기능<sup>42)</sup>을 부여한다면 융통성을 일부 향상시킬 수 있다. 수상함과 잠수함은 물 위를 자유롭게 이동할 수 있으며, 다양한 임무를 수행할 수 있다. 특히 탑재하는 수중 유도무기 기술의 발전으로 작전반경이 지속적으로 확대되는 측면이 있다.<sup>43)</sup> 잠수함은 천해나 어망, 어초 등 수중 장애물이 있는 경우 행동에 제약이 될 수 있으며, 인근 작전 요소와 원활한 통신이 제한되므로 임무 변경에 다소 애로가 있다. 해상초계기는 고도와 위치를 신속하게 이동하여 임무 수행이 유연하나, 연료와 기상 조건 등에 의해 제한될 수 있다. 헬기는 수상함에 탑재되어 수상함이 가진 장점을 함께 활용할 수 있으므로 융통성 측면에서는 가장 활용도가 높다.

생존성은 각 플랫폼이 적의 공격에 얼마나 잘 견디고, 공격 후에도 작전을 지속적

41) 2차 전지 기술분야에 있어 세계 최고선진국은 한국으로, 삼성SDI, LG화학, SK 등 대기업 중심으로 많은 투자와 연구개발이 진행되고 있으며, 리튬이온 2차전지 관련 기술 및 생산 제조 기술 등 세계적으로 선도하고 있다. 국내 국방분야는 무인전력에 사용될 수 있는 2차 전지를 개발 중이다. 중국은 정부의 관련분야에 대한 과감한 지원 정책으로 급부상하고 있으며 향후 시장 장악력을 높일 것으로 예측되고 있다. 국방과학기술진흥연구소, 『국방전략기술 수준조사』, p.222.

42) 본 연구에서 구상하는 제한적인 통제 기능은 수시로 기뢰의 기능을 통제하는 것이 아니라, 기뢰를 원하는 위치에 설치한 이후 장기간 휴면상태에 있다가 필요시 활성화 가능토록 하는 기능을 의미한다.

43) 국방기술진흥연구소, 『첨단과학기술이 선도하는 미래 무기 예측』, 2022년 1월 진주: 국방기술진흥연구소, p.86.

으로 수행할 수 있는지를 판단하는 중요한 요소이다. 자항 기뢰와 초공동 어뢰의 복합 활용은 높은 수중 은폐 능력과 낮은 피탐지 능력으로 인해 높은 생존성을 가지고 있다. 이 복합 무기체계는 대형 유인 플랫폼에 비해 크기가 작고 수중에 은폐하고 있으므로 적의 센서에 쉽게 탐지되지 않는다. 따라서 적이 이 체계를 직접 발견하기 전까지는 적의 공격 대상이 되지 않을 가능성이 매우 높다. 수상함은 외형, 특정 주파수의 소음, 전자파, 열 등의 다양한 형태로 위치 정보가 적에게 노출될 수 있으며, 이러한 특징은 적 센서에 비교적 쉽게 탐지될 수 있다. 따라서 수상함은 적의 공격에 다소 취약할 수 있다. 또한, 동시에 많은 양의 무기와 장비를 운반하고 있어, 그 자체로 높은 공격 우선순위의 대상이 될 수 있다. 하지만, 수상함은 자체적인 방어 능력을 갖추고 있다. 일반적으로 수상함은 레이더, 소나, 전자전 장비 등을 통해 적의 위협을 사전에 감지할 수 있으며, 공격이 이루어질 경우 어뢰방어체계(Torpedo Defence System), 해상미사일방어체계(Sea-based Missile Defence System), 기타 근접 무기 시스템(Close-in weapon system) 등을 이용해 적의 공격을 효과적으로 방어할 수 있는 기능도 탑재되어 있다. 따라서, 수상함의 생존성은 그 자체의 방호 능력과 크기, 특징 등이 상호작용하는 결과로 나타난다. 전체적으로는 수상함의 생존성이 높게 평가될 수 있지만, 비교적 쉽게 탐지되고 공격의 대상이 될 수 있는 데 대한 취약성도 고려해야 한다. 잠수함은 수중에서 운용되기 때문에, 일반적으로 수면 밖의 다른 플랫폼보다 더 낮은 피탐 확률을 가진다. 또한 잠수함의 경우, 수심 변화를 통해 위험 구역을 은밀하고 신속하게 이탈할 수 있는 능력이 있기 때문에 생존성이 수상함에 비해서 높다. 북한의 대잠 탐지 능력이 상대적으로 낮다는 점도 고려할 수 있는 요소 중 하나이다. 하지만 잠수함이 그 위치를 노출하게 되면 생존성은 급격히 낮아질 수 있다. 해상초계기와 대잠헬기는 적의 대공무기에 쉽게 노출되어 있고, 공중우세가 확보되지 않은 지역에서의 항공기 운용은 상대적으로 생존성을 보장하기 어렵다.

지휘/통제 분야는 지휘관의 입장에서 운용하는 플랫폼이 얼마나 지휘 및 통제가 유리한지, 혹은 얼마나 자율적으로 작동할 수 있는지를 기준으로 분석할 수 있다. 자항 기뢰와 초공동 어뢰 복합 활용의 경우, 한 번 배치되고 활성화된 후에는 통제가 필요하지 않은 장점이 있다. 이러한 시스템은 초기 설정과 조정 후에는 자동으로 작동하므로, 이후에는 지휘 및 통제의 필요성이 크게 줄어든다. 하지만, 초기 배치 및 설정과 관련된 지휘 및 통제는 결함에 다소 복잡성을 수반할 수 있다.<sup>44)</sup> 수상함은 전통적으로 지휘 및 통제가 가장 용이한 플랫폼이다. 이는 수상함이 다른 플랫폼에 비해 상대적으로

44) 기뢰의 설치는 효과적인 작전 수행을 위한 단순 금지 구역처럼 단순하지 않다. ① 기뢰를 어느정도 크기의 구역에 어떤 속도로 부설할 수 있는지를 고려해야 하고, ② 우군의 작전에 영향을 최소화 할 수 있는 구역으로 선정되어야 하며, ③ 적의 소해능력을 고려하여 구역을 선정해야 한다. Daniel H. Wagner, *NAVAL OPERATIONS ANALYSIS* (Maryland: U.S. Naval Institute, Annapolis, 1999), pp.238-239.

강력한 통신 시스템을 갖추고 있기 때문이다. 잠수함은 수중에서 작전하기 때문에 실시간으로 지휘/통제가 어려운 것은 사실이나, 잠수함의 위치와 상태를 상급 지휘부대에서 중앙집권적으로 통제할 수 있다. 해상초계기와 대잠헬기는 항공기 통제소 인근에서 활동할 경우 실시간 통신이 가능하나, 그 외곽으로 기동할 경우 통신이 불가하다. 또한, 기상 조건이나 기계적 문제 등으로 인해 지휘/통제가 어려워질 수 있다.

운영 비용 효율성을 평가하기 위해서는 초기 설치 비용, 유지 보수 비용, 운영 비용 등 다양한 요소를 고려해야 한다. 자항 기뢰와 초공동 어뢰의 복합 활용은 자동화된 무인 무기체계라 할 수 있다. 따라서 초기 설치 비용이 다소 발생하나, 한 번 설치되면 추가적인 운영 비용이 거의 발생하지 않는다. 또한 비교적 단순한 구조로 되어 있어 유지 보수 비용 또한 다른 유인 플랫폼에 비하면 더 경제적이다. 수상함과 잠수함은 숙련된 승조원을 위한 지속적인 교육훈련과 성능 유지에 필수적인 군수 지원, 연료 수급 등의 소요가 지속해서 발생한다. 수상함에 비해 잠수함이 운영 측면에서 더 복잡하고 특수한 기술이 요구되므로 추가적인 비용이 발생할 수 있다. 해상초계기와 대잠헬기도 초기 구매 비용과 유지 보수 등을 고려 시 운영 비용 효율성이 높진 않으나, 플랫폼 운용에 필요한 인력이 함정에 비해 다소 적으므로 운영 비용을 상대적으로 줄일 수 있다.

기상 영향 요인은 각 무기체계가 악화된 기상 조건에서 얼마나 잘 작동하는지를 측정한다. 자항 기뢰와 초공동 어뢰 복합 활용은 수중에서 작동하기 때문에 대부분의 기상 조건에 크게 영향을 받지 않는다. 그러나 해저에서 은폐하고 있는 자항 기뢰는 오랜 시간 해수에 노출되어 있고, 시간의 누적으로 인한 해저 퇴적물이 쌓이면서 자항 기뢰에서 초공동 어뢰를 발사하기 위한 최상의 상태를 유지하는 데 방해 요소가 될 수 있다. 수상함은 악화된 기상 조건, 특히 강풍이나 거센 파도는 수상함의 기동에 큰 제한요소로 작용하고, 각종 센서와 통신 시스템에 영향을 미칠 수 있다. 그러나 대형 수상함은 이러한 악조건에서도 제 성능을 발휘할 수 있게 설계되어 있다. 잠수함은 수중에서 작동하고, 기상 조건에 따라 수중에서 자유롭게 이동할 수 있기 때문에 대부분의 기상 조건에 영향을 거의 받지 않는다. 해상초계기와 대잠헬기는 우선, 강설 등 항공 기상 불량시 운용이 불가하여 악기상 영향을 가장 많이 받는 무기체계이며 특히, 수상함에 탑재되는 대잠 헬기는 파고가 높을 경우나 강풍이 발생해도 함상 이·착함 자체가 불가능하다.

## V. 자항 기뢰와 초공동 어뢰 활용 수중 킬체인 시나리오

본 장에서는 자항 기뢰와 초공동 어뢰를 활용한 복합 무기체계가 도입되었을 경우 이를 수중 킬체인 수행 간 어떻게 활용될 수 있는지를 세부적인 시나리오 형태로 구상한다. 시나리오 구상을 통해 얻을 수 있는 효과는 작전 현장에서 실질적으로 활용될 수 있도록 설계에 필요한 추가 기능 또는 필수 기능을 세부적으로 모색할 수 있다는 점이다. 시나리오는 북한이 SLBM과 해일 등 수중 무기체계의 시험 발사를 집중하는 동해를 기준으로 하고, 자항 기뢰와 초공동 어뢰를 활용한 복합 무기체계를 활용하여 북한 잠수함 기지인 마양도 인근 해역을 신속하게 봉쇄하는 것을 목적으로 한다.

### 1. 은밀한 이동 : 동해 해역에서 마양도 인근으로의 이동을 가정

[그림 7] 한반도 연안 해류도<sup>45)</sup>



동해는 [그림 7]과 같이 복잡한 해류 특성을 가지고 있다. 이는 자항 기뢰를 은밀하게 이동시키는 데 있어 매우 도전적인 환경을 제공한다. 하지만, 최신의 자항 기뢰는 이러한 도전을 극복할 수 있는 고도의 기술을 갖추고 있다. 자항 기뢰의 외형, 재

45) 국립해양조사원(www.khoa.go.kr), “변하는 동해 해류, 독도를 감싸다” (검색일: 2023.6.1.).

질, 동력 시스템 설계 등은 모두 피탐을 최소화하는 데 초점을 맞춘다. 이를 통해 기뢰는 적의 탐지 시스템을 회피하여 마양도 인근 해역 깊숙한 곳까지 은밀하게 이동할 수 있다. 또한 자항 기뢰는 발사 플랫폼에서 발사된 뒤 별도의 전력이나 유류 공급 없이 자체 배터리만으로 장거리 이동이 가능하다. 고용량의 배터리와 항해 시스템을 통해 기뢰는 복잡한 해류와 수중 지형을 효과적으로 극복하며 목표 지점까지 이동할 수 있다.<sup>46)</sup> 이 밖에도 기뢰는 부설 정확도 향상을 위해 기 지정된 위치를 경유(Way-Point)하여 이동하도록 설정될 수 있다.

## 2. 장기간 매복

자항 기뢰가 목표 지점에 도착한 후에는 휴면상태로 전환하며 필요시 작동되어 해저에서 장기간 매복을 실행한다. 기뢰는 위치를 유지하면서 적의 움직임을 24시간 감시한다. 이를 위해 기뢰는 고도의 에너지 효율성을 가진다. 기뢰의 모든 시스템은 최소한의 에너지를 소비하면서 필요 최소한의 감시 성능을 유지하는 데 초점을 맞춘다. 위치 유지를 위해 내부에 장착된 갈고리 등을 이용해서 물리적인 고정을 시도할 수도 있다. 또한, 해저에 설치된 기뢰는 수개월 혹은 수년 동안 환경 변화, 기후 변화, 수중 생물의 활동 등을 견딜 수 있다.

## 3. 수중 위협의 감지

장기간 매복을 수행하던 초공동 어뢰 탑재 기뢰에서 적 수중위협 신호가 감지된다. 이 과정에서는 기뢰에 탑재된 첨단 센서 기술이 중요한 역할을 한다. 음향 및 자기 센서가 포함되며, 이 센서들이 복합적으로 작동하여 수중 위협을 감시한다.<sup>47)</sup> 수중 위협이 감지되면, 이 정보는 주변의 다른 기뢰와 즉시 공유되고, 원거리 통신 기능을 가진 기뢰는 위성 통신을 이용하여 현장에서 이격되어 있는 육상의 지휘통제 시설 혹은 해상의 지휘통제소에 해당 사실을 즉각 전파한다. 기뢰와 정보를 공유하는 것은 기뢰 상호 간 중복 확인을 통해 감지된 위협의 위치를 정확하게 파악할 수 있고, 동일 표적에 대한 동시 공격이 이루어지는 상황을 방지한다. 기뢰의 역할은 ‘수중 위협의 감지’와 ‘정확한 위치 산출’ 그리고 ‘신속한 정보 전달’이 핵심이다. 따라서, 기

46) 자항 기뢰의 수중 항진속도를 저속으로 조절할 경우 같은 배터리를 갖고도 상대적으로 더 원거리를 이동할 수 있다. 주변 해역 해류를 이용하여 목표 해역까지 효과적인 이동로를 설정하는 방법도 구상할 수 있다.

47) 기술적인 세부 데이터는 보안상의 문제로 직접 제시하는 것이 제한되므로 본 논문에서는 개념적인 내용을 서술하기로 한다. 음향 센서의 경우 능동 소자는 음향을 발생시키기 위하여 전력 소모가 크지만 수동 소자의 경우 센서 소모 전력이 거의 없고 증폭기의 전력 소모 정도가 발생한다. 따라서 표적이 멀리 있을 때 음향신호가 포착 되면 자력계에 전력을 인가하는 방식이 효과적이다.

되는 각 기능에 맞추어 센서노드, 통신노드, 통제노드 등 모듈식으로 설계될 수 있다.

#### 4. 수중 위협의 제거

수중 위협이 확인되면, 원격 지휘통제소의 자동으로 즉각 위협을 제거하는 단계로 넘어간다. 이 과정에서 기뢰는 고정된 상태에서, 표적 방향으로 초공동 어뢰를 효율적으로 발사할 수 있도록 자세를 조정한다. 초공동 어뢰를 운용함으로써 최소화된 치명적인 파괴력으로 적 잠수함이나 무인 수중 공격정의 운용 능력을 상실시킬 수 있다. 어뢰가 목표에 정확히 명중하여 표적의 기동 능력을 상실시키면, 그 결과는 분석되고 주변의 다른 자함 기뢰와 공유된다. 이 정보는 재공격이 필요한 경우 다른 기뢰에 전달되며, 추가 공격이 필요하지 않은 경우에는 자함 기뢰는 원래의 감시 임무로 되돌아간다. 자함 기뢰와 초공동 어뢰의 복합 활용은 은밀하게 작동하면서도 적에게 치명적인 공격을 효과적이고, 이를 반복적으로 수행한다. 아래 <표 5>는 제안한 시나리오를 대잠전 수행 기본 절차 의거 정리한 것이다.

<표 5> 자함 기뢰와 초공동 어뢰를 활용한 수중 길체인 시나리오

단 계	역 할	세 부 사 항
설 치	자함 기뢰	수중 위협이 주로 활동하는 적진 깊숙한 곳 설치
탐 지		수중 물체 탐지 및 식별, 목표물 확증
발 사		탐지된 수중 표적 방향으로 초공동 어뢰 발사
추 적	초공동 어뢰	수중 항진 중 초공동 효과 발생, 초고속 추적/접근
공 격		공격 대상의 행동 패턴 고려 지속 접근/요격

\* 출처 : 필자 직접 작성

## VI. 결 론

본 연구는 자함 기뢰와 초공동 어뢰의 결합을 통한 새로운 융복합 무기체계를 제안하고 그 효과를 분석하였다. 북한이 공개한 핵 무인 수중 공격정 ‘해일’이라는 신무기를 대응하는 데 있어 기존의 수중 길체인 전략과 무기체계에 대한 한계점을 극복하기 위한 수단(무기체계)과 방법(작전 수행)을 구상하였다. 기존의 대잠전 무기체계인 함정과 항공기 등 유인 무기체계는 진화하고 있는 새로운 형태의 수중 위협에 효과적으로 대응하는 것에 일부 제한이 있다. 이러한 한계를 극복하기 위해, 이 연구는 자함 기뢰와 초공동 어뢰를 융합한 형태의 새로운 무인 무기체계를 제안하였고, 이를 통해



새로운 수중 위협에 신속 정확한 대응이 가능한 수중 킬체인 전략을 구상하였다.

본 연구에서의 주요 제안은 자함 기뢰 내부에 초공동 어뢰를 탑재하는 방식을 통해, 자함 기뢰의 탐지 능력과 초공동 어뢰의 빠른 추적 및 공격 능력을 결합하는 것이다. 이 결합은 각 무기체계의 장점을 극대화하고 단점을 상호 보완하는 효과를 가진다. 따라서 본 연구에서 제안한 융복합 무기체계가 현실화 된다면 기존의 수중 킬체인 수행 능력을 향상 시키고, 북한 수중 위협을 보다 효과적으로 제거하는 데 중요한 역할을 할 것으로 기대된다. 특히, 연구에서 제안한 무기체계의 효과도 분석을 위해 국방전력발전업무훈령의 무기체계 획득 기준을 일부 변용하여 수중 방어 지속성, 전투력 운용 융통성, 생존성, 지휘/통제, 운영 비용 효율성, 기상 영향 요인 등 6가지를 기준으로 분석을 수행하였다. 분석 결과 기존 대응 무기와 비교했을 때 연구에서 제안하는 융복합 무기체계는 높은 효율성을 보이는 것으로 평가되었다. 특히, 수중 방어 지속성과 생존성, 운영 비용 효율성에서 높은 효율을 보이는 것으로 분석되었다.

또한, 본 연구는 동해상에서 마양도 인근 이동을 가정한 대잠전 시나리오를 구상하였다. 은밀한 이동, 장기간 매복, 수중 위협의 감지, 수중 위협의 제거 등의 단계를 설정하고 세부 분석을 수행하였다. 이 시나리오를 통해 본 연구에서 제안한 융복합 무기체계가 실제 상황에서 어떻게 활용될 수 있는지를 실질적으로 보여주었다. 미래의 대잠전 환경은 기술의 혁신과 함께 기존의 방식을 넘어서, 더욱 체계적이고 공격적인 대응이 가능해질 것이다. 이러한 점에서 본 연구는 해상 전투의 새로운 패러다임을 제시하며, 더욱 발전된 대잠전 전략으로의 전환을 가능하게 한다.

본 연구는 독창적인 연구 주제이나, 몇 가지 한계점이 존재한다. 첫째, 제안한 융복합 무기체계를 현실화하기 위해서는 매우 많은 도전과제가 존재하며, 기술적으로 더 세부적인 분석을 하지 못한 부분은 연구의 한계점이다. 특히, 초공동 어뢰의 유도를 포함한 여러 가지 특징적인 기능이 기술적으로 실제 구현 가능한지를 알아보는 것은 매우 복잡하고 어려운 다른 문제이다. 저속의 수중 대형표적의 경우 제어가 어려운 초공동 어뢰보다 능동 추적 기뢰 형태의 CAPTOR와 같은 복합 무기체계가 더 효율적일 수도 있다. 하지만 북한 뿐만 아니라 주변국의 수중 무기체계 관련 기술이 빠른 속도로 진화하고 있고, 이에 따라 미래 수중 고속 표적에도 효과적으로 대응할 수 있도록 준비가 필요하다고 판단했기에 본 연구를 수행하게 되었다. 또한, 이러한 압도적인 첨단 무기를 보유하게 된다면 적이 수중 환경을 통한 도발 자체를 고려하지 못하도록 억제하는 효과도 상당히 발생할 수 있을 것으로 생각한다.

둘째, 기뢰라는 전략무기의 특성상, 현재와 같이 남북 간 긴장된 군사 상황에서 기뢰를 활용하여 적 군사 항구를 근접 봉쇄하는 것은 자칫 전쟁을 유발할 수 있는 발미

를 제공할 수 있다. 따라서, 본 연구에서 제안한 무기체계는 SLBM 탑재 잠수함과 핵무인 수중 공격정에 대해서 은밀하고 지속적인 감시, 추적, 식별 능력 향상에 중점을 두어야 한다. 기뢰에 통신 기능과 원격 지휘통제소의 통제 기능을 부여함으로써, 공격은 적의 명백한 도발 징후가 있는 경우에만 신중하게 시행할 필요가 있다. 감시, 추적, 식별이 신뢰성 있게 이뤄진다면, 공격은 이미 보유한 무기체계로도 원거리에서 신뢰성 있는 공격이 가능하다. 중요한 것은 북한 수중 위협에 대해 적절한 공격의 시점과 장소를 우리가 정하고, 이를 통해 수중 작전환경에서 주도권을 확보하는 것이다. 이러한 접근은 기뢰와 관련한 국제법과 규정을 준수하고, 국제사회에 부정적인 영향을 미치지 않으면서도 안보 목표를 달성하는 것이 중요하다는 것을 강조한다.

이와 같은 연구의 한계점을 극복하고 무기체계 구현을 위해 필요한 도전적 항목은 다음과 같다. 첫째, 기술적 통합의 복잡성 극복이다. 자항기뢰와 초공동 어뢰의 융복합은 센서 시스템의 최적화, 추진 체계와 에너지 관리, 무게 배분 및 설계 등 복잡한 문제를 야기할 수 있으며, 이를 극복하기 위해서는 상당한 혁신이 요구된다. 물론 어려운 점이 많이 있겠지만, 필자는 성공이 보장되지 않는 도전적인 시도에서 진정한 가치가 발견될 수 있다고 생각한다. 둘째, 신뢰성 및 안정성의 확보이다. 무기체계가 일정 수준 구현되었다 하더라도, 극한의 해양 환경에서 안정적으로 작동할 수 있도록 광범위한 시험 및 검증 과정이 필수적이다. 셋째, 통신 및 제어 시스템의 발전이다. 적의 통신 방해 및 사이버 공격에 대한 방어 능력을 갖추고, 신호 감지 및 응답 시간을 최소화하는 고도의 통신 및 제어 시스템 개발이 중요하다. 이러한 도전적 항목들은 여기서 필자가 제안한 복합 무기체계뿐만 아니라 다른 융복합 수중 무기체계의 효과적인 구현 및 운용을 위해서도 중점적으로 고려되어야 할 사항들이다.

이 연구는 북한의 수중 위협을 방어해야 하는 운용자의 관점에서 효과적인 무기체계가 무엇일지를 고민하고 이를 창의적으로 제안한 데 의의가 있다. 또한 북한 핵·미사일 위협으로부터 국민의 생명과 재산을 보호하는 데 크게 기여할 수 있고, 북한뿐만 아니라 주변국과 연결된 열린 해양에서도 활용할 수 있는 수중 무기체계이므로, 유사시 힘에 의한 현상 변경을 시도하는 주변국 위협에도 효과적으로 대응할 수 있다. 이제 수중 위협은 해군만의 문제가 아닌 국가 차원의 위협으로 인지되어야 한다. 과거에는 잠수함에서 발사된 어뢰가 함정을 노렸다면, 미래에는 잠수함이 서울시, 부산항과 같은 전략적 표적을 노리게 될 것이기 때문이다. 이러한 상황은 북한의 수중 위협뿐만 아니라 한반도를 둘러싼 3면의 바다를 고려할 때, 주변국에 의한 수중 위협도 간과해서는 안 된다는 것을 의미한다. 본 연구는 한국의 안보와 관련하여 매우 중요한 의미가 있는 주제이므로 이에 관한 후속 연구가 활발히 진행되었으면 한다.

## 참 고 문 헌

### 1. 저서

- 국방기술진흥연구소, 『국방전략기술 수준조사』, 진주: 국방기술진흥연구소, 2023. 5.
- 국방기술진흥연구소, 『첨단과학기술이 선도하는 미래 무기 예측』, 진주: 국방기술진흥연구소, 2022. 1.
- 해군본부, 『기뢰전』, 계룡: 국군인쇄창, 2018.
- 해군본부, 『해군기본교리』, 계룡: 국군인쇄창, 2017.
- 해군본부·해병대사령부, 『해군·해병대 군사용어사전』, 계룡: 국군인쇄창, 2017.
- ADM James, Stavridis USN(RET.), *COMMAND AT SEA*, Annapolis: U.S. Naval Institute, 2022.
- Commander David, Ewing RN and Commander Malcolm Fuller RN, *IHS Jane's Weapons: Naval 2017-2018*, FSC certified paper Printed and bound in the UK by Hobbs the Printers, 2018.
- Conrad, Waters, *WORLD NAVAL REVIEW 2018*, Seaforth: Seaforth Publishing, 2017.
- Daniel H. Wagner, *NAVAL OPERATIONS ANALYSIS*, Annapolis: U.S. Naval Institute, 1999.
- Ian, Speller, *UNDERSTANDING NAVAL WARFARE*, New York: Routledge, 2014.

### 2. 논문

- 고동춘, 양기주, 김영훈, “초공동 기술현황 및 무기체계 적용 방안,” 『Journal of the KNST』, Vol.1, Nov, 한국해군과학기술학회, 2019.
- 노태현, 최홍수, “대잠전 소나 체계용 벡터 하이드로폰 기술 동향,” 『국방과 기술』, 제523호, 한국방위산업진흥회, 2022.
- 이종주, “고속 수중운동체 주변에 형성된 환기초공동 형상 예측에 관한 연구,” 부산대학교 대학원 박사학위 논문, 2022.
- Leona ALLESLEV, “NATO ANTI-SUBMARINE WARFARE: REBUILDING CAPABILITY, PREPARING FOR THE FUTURE,” 『SCIENCE AND TECHNOLOGY COMMITTEE』, 150 STC 19 E rev. 1 fin, 13 Oct 2019.

### 3. 기타 자료

- 구현모, “북 핵 어뢰 위협에... 해군, 미 핵추진잠수함과 제주서 연합훈련,” 『세계일보』, 2023. 7. 30.
- 국립해양조사원(www.khoa.go.kr), “변하는 동해 해류, 독도를 감싸다“ (검색일: 2023.6.1.).
- 김지현, “군, ‘초대형 무인잠수정’ 핵심기술 연구... 北 ‘핵어뢰’에 대응,” 『연합뉴스』,

2023.3.28.

- 독고욱, “수중무기 어뢰, 인간어뢰도 있다?!” 『방위사업청 공식블로그』, 2019. 8. 2., <https://blog.naver.com/dapapr/221603528568>(검색일: 2023.6.3.).
- 반종빈, “〈그래픽 북 잠수함 타격 ‘수중 킬체인’ 개요, 『연합뉴스』, 2016. 8. 24.
- 법제처([www.law.go.kr](http://www.law.go.kr)), “국방전력발전업무훈령” (검색일: 2023.7.23.).
- 성혜미, “인도네시아 어부, 중국산 추정 ‘수중 드론’ 발견… 세 번째, 『연합뉴스』, 2021. 1. 4.
- 신유리, “‘러시아 잡는 샤크’ 우크라 자체 개발 해상 드론 첫 공개, 『연합뉴스』, 2023. 7. 30.
- 연합뉴스, “최원일 전 천안함 함장, 피격 전날 향해 사진 공개, 『연합뉴스』, 2021. 5. 27.
- 이종윤, “장거리 대잠어뢰 탑재... 첫 3600t급 호위함 ‘충남함’ 진수, 내년 해군 인도, 『파이낸셜뉴스』, 2023. 4. 10.
- 특허정보검색서비스([www.kipris.or.kr](http://www.kipris.or.kr)), “발사체 직경에 맞는 자연 슈퍼캐비테이션을 발생 하는 발사체, ” (검색일: 2023.8.8.).
- Alexander Vershinin, “Russia designing new ‘aircraft carrier killer’ torpedo to boost naval power, ” 『Russia Beyond』, Oct 26, 2016.
- ARMSCOM, “Russia Developing Khishchnik High-Speed Missile, ” 『ARMSCOM, ART OF DEFENSE INFORMATION』, Jan 13, 2017.
- Colin Zwirko, “North Korea reveals Haeil-2 undersea ‘nuclear attack drone’ test for first time, ” 『NK News』, April 8, 2023.
- Daehan Lee, “South Korea’s First P-8A Breaks Cover, ” 『Naval News』, 23 Feb 2022.
- David Hambling, “With Hammerhead Mine, U.S. Navy Plots New Style Of Warfare To Tip Balance In South China Sea. ” 『Forbes』, 2020. 10. 22.
- Kyle Mizokami, “Ambush! The Navy’s New Hammerhead Mine is a Submarine Killer, ” 『Popular Mechanics』, Oct 23, 2020.
- Megan Eckstein, “What’s ahead for Navy unmanned underwater vehicle programs?, ” 『DefenseNews』, Nov 30, 2022.
- NavWeaps([www.navweaps.com](http://www.navweaps.com)), “Improved Submarine Launched Mobile Mine” (검색일: 2023.7.13.).
- Подготовила Анна Юдина, “Гид по самым секретным подводным роботам России, ” 『Информационное агентство ТАСС』, 2018. 5.16.

Abstract

**A study on Convergence Weapon Systems of Self propelled  
Mobile Mines and Supercavitating Rocket Torpedoes**

**Lee, Eunsu**

(Chungnam National University)

**Shin, Jin**

(Chungnam National University)

This study proposes a new convergence weapon system that combines the covert placement and detection abilities of a self-propelled mobile mine with the rapid tracking and attack abilities of supercavitating rocket torpedoes. This innovative system has been designed to counter North Korea's new underwater weapon, 'Haeil'. The concept behind this convergence weapon system is to maximize the strengths and minimize the weaknesses of each weapon type. Self-propelled mobile mines, typically placed discreetly on the seabed or in the water, are designed to explode when a vessel or submarine passes near them. They are generally used to defend or control specific areas, like traditional sea mines, and can effectively limit enemy movement and guide them in a desired direction. The advantage that self-propelled mines have over traditional sea mines is their ability to move independently, ensuring the survivability of the platform responsible for placing the sea mines. This allows the mines to be discreetly placed even deeper into enemy lines, significantly reducing the time and cost of mine placement while ensuring the safety of the deployed platforms. However, to cause substantial damage to a target, the mine needs to detonate when the target is very close - typically within a few yards. This makes the timing of the explosion crucial. On the other hand, supercavitating rocket torpedoes are capable of traveling at groundbreaking speeds, many times faster than conventional torpedoes. This rapid movement leaves little room for the target to evade, a significant advantage. However, this comes with notable drawbacks - short range, high noise levels, and guidance issues. The high noise levels and short range is a serious disadvantage that can expose the platform that launched the torpedo.

This research proposes the use of a convergence weapon system that leverages the strengths of both weapons while compensating for their weaknesses.

This strategy can overcome the limitations of traditional underwater kill-chains, offering swift and precise responses. By adapting the weapon acquisition criteria from the Defense force development Service Order, the effectiveness of the proposed system was independently analyzed and proven in terms of underwater defense sustainability, survivability, and cost-efficiency.

Furthermore, the utility of this system was demonstrated through simulated scenarios, revealing its potential to play a critical role in future underwater kill-chain scenarios. However, realizing this system presents significant technical challenges and requires further research.

**Key words :** North Korea's 'Haeil' underwater weapon, North Korea's SLBM(Submarine Launched Ballistic Missile), Self-propelled Mobile Mine, Supercavitating Rocket Torpedo, Underwater kill-chain strategy