논문접수 2025.03.30 | ISSN 1738-6144 | Journal of The Korea Association of Defense Industry Studies Vol. 32, No. 1(2025)
논문확정 2025.05.04 | http://journal.kadis.or.kr/ | 한국방위산업학회지 제32권 제1호 | https://doi.org/10.52798/KADIS.2025.32.1.6

해상기반 KMPR 전력발전 방향 : 합동화력함을 중심으로

A Study on Force Development of "Maritime-based Maneuvering 3K"

배학영*, 이진호**
Hackyoung Bae*, Jinho Lee**

ABSTRACT

This study emphasizes the importance of maritime-based punitive deterrence capabilities (KMPR) in addressing the growing nuclear and missile threats posed by North Korea. It highlights the critical role of integrated conventional and nuclear Integrated forces(CNI), with a particular focus on the strategic value of the Joint Firepower Ship as a key asset in implementing maritime-based deterrence.

The Joint Firepower Ship, with its stealth and survivability, is assessed as a pivotal capability capable of surviving initial strikes and delivering large-scale precision attacks. Its role in deterring North Korea's early aggression and nuclear use intentions is crucial for maintaining security on the Korean Peninsula. The research underscores the necessity of maritime-based strategic assets, particularly the Joint Firepower Ship, in enhancing the punitive deterrence framework and ensuring robust defense against North Korean threats.

초 록

북한의 핵·미사일 고도화로 인한 한반도 안보 위협 속에서 해상기반 대량응징보복(KMPR) 능력의 중요성을 강조한다. 특히, 북한의 전술적·전략적 도발을 억제하고 응징하기 위해 재래식과 핵 통합 전력을 기반으로 한 해상기반 억제력이 필수적임을 논의하며, 이러한 전력을 구현하기 위한 구체적인 방안으로 합동화력함의 중요성을 제시한다.

합동화력함은 은밀성과 생존성을 바탕으로 초기 타격에서 생존해 대규모 정밀타격을 수행할 수 있는 전력으로, 북한의 전쟁 초기 공세와 핵 사용 의지를 억제하는 데 결정적인 역할을 할 것으로 평가된다. 연구는 북한의 핵 위협 억제를 위해 해상기반 전력 중심의 전략적 자산이 필수적임을 강조하며, 특히 합동화력함이 응징적 억제 능력의 핵심 전력으로서 기여할 수 있는 방안을 제시한다.

Key Words : Korean 3K(한국형 3축체계), Maritime-based maneuvering 3K(해양기반 3축체계), Kill-chain(킬체인), 한국형미사일방어체계(KAMD), 대량응징보복(KMPR), JCDS(합동전투발전체계), Joint Firepower Ship(합동화력함)

* 배학영, 국방대학교 군사전략학과 교수
** 이진호, 홍익대학교 글로벌경영학과 교수(교신저자 E-mail: jinholee@hongik.ac.kr)

Ⅰ. 서 론

1.1. 연구배경 및 필요성

최근 북한의 핵무기 고도화와 러시아와의 군사적 협력 강화, 그리고 우크라이나 전쟁에서 러시아의 핵 사용 위협에서 얻은 교훈들은 핵무기 위협의 심각성을 한층 부각시키고 있다. 이러한 상황에서 단순히 북한의 핵 사용시 요격을 하는 거부적 북핵대응 위주의 능력만으로는 한계에 봉착하고 있다.

북한은 최근 헌법에 핵무력 정책을 명시하며 핵무기 발전을 지속적으로 고도화하고 있다.[1] 또한, 러시아와의 군사 협력을 통해 핵·미사일 기술을 전수받을 가능성이 제기되면서 북한의 군사적 위협은 더욱 커지고 있다. 한편, 우크라이나 전쟁에서 러시아는 전술핵무기 사용 가능성을 언급하며 핵 위협을 고조시켰다.

이러한 사례는 핵무기 사용에 대한 국제적 경각심을 높이고 있으며, 북한이 유사한 전략을 채택할 가능성에 대한 우려를 증대시키고 있다. 이러한 복합적인 위협 요소들은 기존의 대북 핵 대응 전략의 재검토와 보완을 요구하고 있다. 북한의 핵 능력 증강과 러시아와의 협력, 그리고 국제적 핵 사용 위협 사례를 종합적으로 고려하여, 보다 포괄적이고 효과적인 대응 방안을 마련해야 할 시점이다.

1.2. 선행연구 검토

대량응징보복에 관한 연구는 크게 두 가지로 나타난다. 첫째, 3축체계라는 큰 개념 아래 응징보복이 어떠한 역할을 하는가에 관한 연구이다.

차경재(2018)[2]은 북한의 핵·미사일 위협에 대응하기 위해 3축 체계의 전반적 개념을 제시하며, 특히 킬 체인(Kill Chain), 한국형 미사일 방어체계(KAMD), 대량응징보복(KMPR) 등 각각의 체계에 필요한 ISR(정보·감시·정찰), C4I(지휘·통제·통신·컴퓨터), PGM(정밀유도무기) 역량의 부족을 진단하고 보완 방안을 논의하였다. 또한, 북한 핵·미사일 위협 대응을 위해 ISR 자산 확보, 종말단계 상층방어, 사이버 킬 체인 구축, 전략사령부 창설 등 전력 강화를 제안하고, 이에 따른 군사력 건설 우선순위를 제시하였다.

그러나 이 논문은 3축 체계 전반을 다루기보다는 KMPR을 중심으로 간단한 개념 제시에 머물렀으며, 3축 체계의 통합적 분석보다는 개별 체계에 대한 국한된 논의로 제한된다. 이를 보완하기 위해 3축 체계의 전체적 연계성과 통합적 군사전략을 보다 KMPR에 집중된 심층적으로 탐구하는 후속 연구가 필요하다.

둘째, 대량응징보복에 관련된 연구이다. 그러나 이론적인 연구이거나 육군과 공군에 관련된 전력연구는 있으나 해상기반 KMPR 전력에 관련된 연구는 부재하다.

권혁철(2017)[3]도 북한의 최종상태 핵 위협에 대비한 한국군의 군사대비태세를 진단하고, 3축 체계와 한미 맞춤형 억제전략의 취약성을 분석하여 대응 방안을 제시하였다. 특히, 최소한의 핵개발 인프라 구축, 단계별 미 핵우산 전력 배치, 선제타격 실행력 향상 등의 대안을 제안하였으나, 정책적 제언이 구체적 실행 계획으로 이어지지 못하고 방안 나열에 그쳤다는 한계가 있다.

구본윤, 마월(2024)[4]은 북한의 핵·미사일 위협에 대응하기 위해 억제 개념과 메커니즘을 이론적으로 논의하고, 북한의 특성을 고려한 맞춤형 억제논리를 개발하여 KMPR을 핵심으로 한 확장억제와의 연계 필요성을 제안하였다. 그러나 대량응징보복의 중요성을 강조하면서도 구체적인 실행 방안이나 필요한 전력에 대한 제안이 부족하다는 한계가 있다.

정수, 조관행, 홍성표(2017)[5]는 KMPR 수행의 핵심 전력으로 공군력을 중심으로 정보·감시·정찰(ISR) 능력과 정밀유도무기(PGMs)를 활용한 타격 능력을 고찰하고, 정책적 함의를 제시한다. 특히 ISR 능력의 획기적 향상과 스텔스 전력의 활용이 대량응징보복의 효과적 수행에 필수적임

1) 장상국·최기일, "SWOT 분석을 통한 북핵미사일 위협에 대한 대응 전략", 『한국방위산업학회지』, 2022.

2) 차경재, "북한 핵·미사일 위협에 대비한 한국형 3축 체계 연구", 충남대학교 박사학위 논문, 2018.

3) 권혁철, "북한의 최종상태 핵 위협 평가와 한국의 군사대비태세 보완", 『한국군사』, 2017.

4) 구본윤·마월, "북한 핵억제전략 메커니즘 연구:핵 억제의 보편성과 특수성 관점에서" 『국가전략』, 2024.

5) 정수, 조관행, 홍성표, "대량응징보복(KMPR)에서 공군력의 역할에 관한 연구: ISR과 PGMs을 중심으로", 『국가전략』, 제23권 제3호.

을 강조하고 있다. 다만, 이 논문은 공군 전력에 국한되어 논의되었으며, 해군과 지상군 전력을 포함한 통합적 관점이 부족하다는 한계가 있다.

Ⅱ. 억제이론과 보복 핵응징 3축전력

2.1. 억제이론과 대북 억제

억제이론은 안보의 핵심 개념으로, 특정 국가나 집단에 대해 공격을 억제하기 위한 전략적 수단으로 자리잡고 있다. 특히 한국은 북한과 같은 직접적인 위협에 대해 억제력을 강화할 필요성이 강조되고 있다. 억제는 상대방이 특정 행동, 대북에 대해서는 핵무기 사용을 못하도록 하는 강제의 과정으로, 이를 위해서는 억제자의 의지가 확고하게 전달되어야 한다. 이러한 관점에서 북한의 핵 위협에 대한 응징적 억제의 필요성이 두드러진다.

우선, 억제의 보편성과 특수성을 살펴보면, 억제는 상대방의 인식 변화에 크게 의존한다.[6] 즉, 억제자는 피억제자에게 자신의 행동을 억제할 수 있는 신뢰성 있는 보복 능력을 보여줘야 한다. 자신의 행동이 감당할 수 없는 보복으로 되돌아 온다는 것을 확실히 인식 시켜 주어야 하는 것이다. 이러한 전략은 1960년대 미소 간의 핵균형에서의 상호확증파괴(MAD)를 통해 성공적으로 이뤄졌으며, 이는 핵전쟁의 가능성을 줄이고 전략적 안정성을 증대시켰다. 우리의 경우 'KMPR'이 이에 해당한다.

반면에 거부적 억제는 상대의 행동이 실패할 것이라는 믿음을 심어주어 공격을 억제하는 방식으로, 이는 전쟁 상황에서 피해를 최소화하는 방향으로 운영된다. 우리의 경우 'Kill Chain'과 'KAMD' 같은 대응체계가 이에 해당한다.

두 원리는 핵사용을 억제하는 데 상반된 메시지를 전달한다. 응징적 억제는 핵무기 사용 시 보복하겠다는 의사를 전하며, 거부적 억제는 피해를 최소화하려는 목적을 가진다. 개념상 응징적 억제는 사용 자체를 막는 것이지만, 거부적 억제는 상대방이 핵을 사용한 것을 전제하는 것이다. 거부적 억제의 기제는 완벽한 방어가 불가능하며, 핵무기의 절대적 효과를 감안할 때 사용하는 입장에서는 1발로도 전략적 목표를 달성할 수 있기 때문에 사용의 억제가 쉽지 않다. 실제로 KAMD가 90%의 방어율을 달성하더라도, 여전히 10%의 가능성으로부터 방어할 수 없어 이로 인한 억제달성에 의문이 제기되는 것이다.

또한, 현재의 억제 환경은 제2차 핵시대[7]에 접어들어 그 복잡성이 증가하고 있다. 이 시기는 독립적인 핵 의사결정 주체의 등장으로 인해 전 세계적인 안보 환경이 변화하였고, 이에 따라 새로운 핵보유국들은 과거의 슈퍼파워 간의 균형과는 다른 복합적인 위협을 만들어내고 있다.

결론적으로, 북한의 핵 위협에 대응하기 위해서는 응징적 억제의 중요성을 더욱 강조해야 하며, 이를 통해 핵 사용의 비용이 감당할 수 없음을 분명히 하여 북한이 핵무기를 사용하는 것을 재고하도록 유도해야 한다. 따라서 우리 전력건설 방향은 응징적 억제를 통해 북한과의 억제 균형을 유지하는 데 중점을 두어야 한다.

2.2. 2차 핵시대 대북 억제전략[8]

북한을 억제하기 위한 전략을 논의함에 있어, 북한이 어떤 요소에 의해 억제되는지, 한반도에 최적화된 억제 논리의 형성방식, 그리고 이러한 억제 논리를 효과적으로 구현할 수 있는 최적의 전력을 탐색하고자 한다. 북한의 전략적 목표에서 최고 지도자의 정치적 생존이 최우선시된다는 점을 고려할 때, 응징적 억제는 북한의 억제 논리에서 가장 적합한 접근 방식이라고 하겠다. 이를 위해, 한국의 독자적인 억제 개념인 대량응징보복(KMPR)을 핵심으로 삼아 미국의 확장억제를 전략적으로 연계할 필요성이 있다.

억제의 목표는 북한 최고 지도자의 지지기반 제거로 설정된다. 이를 실현하기 위한 방법으로는 최고 지도자의 정치적 생명을 겨냥한 응징적 억제가 강조된다. 여기서 응징의 주된 대상은 기간시설이나 일반 국민이 아닌 최고 지도

6) 박휘락, "핵억제이론에 입각한 한국의 대북 핵억제태세 평가와 핵억제전략 모색", 『한국국제정치학회』, 2013; 박휘락. "북한핵에 대한 한국 억제전략의 분석", 『국제정치논총』, 2015.

7) 김보미, "2차 핵시대미국의비확산 정책: 파키스탄·이란·북한을 중심으로", 『INSS Research Report』, 2019.

8) 폴 브래큰, 역) 이시은, 『제2차 핵 시대 : 전략과 위험, 그리고 새로운 무기 외교』, 아산정책연구원, 2014.

자 및 그의 정치적 생명의 근원에 대해 초점을 맞추어야 한다.

특히, 미국의 확장억제는 북한이 전술핵을 사용할 경우 보장이 어렵고, 전략핵을 사용한다고 하더라도 사용위치(공해 등) 및 미국의 국내 정치상황·리더십의 성향 등에 의해 담보하기가 어렵다. 이를 보완하기 위해 재래전력에 의한 대량응징보복 능력이 필수적이다.

재래식 및 핵 전력에서 열세에 처한 김정은은 전술핵무기 사용의 위협이나 제한적인 사용을 통해 확전 결의를 과시하고 있으며, 이를 통해 재래전력의 열세를 극복하려는 시도를 하고 있다. 북한의 핵 확전 개념은 전술핵 사용을 통해 미국의 확장억제 운영에 대한 모호성을 높이고, 동시에 핵 확전 의지를 효과적으로 드러낼 것이다. 또한, 한국의 첨단 전력(예: K-2 전차, 이지스 전투함, F-35 전투기, 그리고 미군의 증원 전력 등)에 의한 군사적 열세를 극복하기 위해 북한은 핵무기를 주요 군사 시설 및 지원 시설에 집중적으로 사용할 가능성이 있다.

이러한 북한의 미국 확장억제 모호성을 높이는 다양한 핵전술을 통해 발생할 수 있는 전략적 공백을 보완할 수 있는 자체적인 응징력, 즉 최고 지도자의 정치적 생명을 겨냥한 대량응징보복 전력의 구축 및 보강이 절실히 요구된다.

2.3 부족 전력 보완과 해상기반 KMPR 전력의 구상

해상기반 KMPR 전력은 대부분의 핵보유국이 잠수함발사탄도미사일(SLBM)을 중심으로 구축하고 있다. 그러나 SLBM의 효과적인 운용을 위해서는 대형 잠수함과 이를 지원할 수 있는 원자력 추진체계가 필수적이다. 원자력 추진잠수함은 SLBM의 대량 적재와 광범위한 작전 지역에서의 장시간 잠항을 가능하게 하며, 이러한 이유로 미국, 러시아, 중국 등 P5 국가들은 모두 원자력 추진잠수함을 통해 SLBM을 운용하고 있다.

한국의 경우, 원자력 추진잠수함의 필요성은 장기적으로 인정되지만, 현재의 기술적·정책적 여건으로 인해 도입과 운용이 제한적이다. 따라서 이러한 제한을 극복하고 KMPR의 한 축을 담당할 대안적인 해상기반 전력으로 합동화력함의 도입을 고려해야 한다. 이는 대량의 재래식 응징보복을 수행할 수 있는 전력으로, 고위력 탄도탄과 자폭무인기를 복합 운용하여 다양한 KMPR 능력을 구현하는 것을 목표로 한다.

합동화력함은 고위력 탄도탄 적재와 운용을 중심으로 설계되며, 상부 갑판은 자폭 무인기를 활용한 정밀 타격이 가능하도록 개조될 것이다. 이러한 설계는 한 플랫폼에서 다양한 KMPR 전력을 통합 운용하게 하며, 자함방어 능력을 최소화하는 대신 기동함대와 함께 운용하는 개념을 기반으로 한다. 이를 통해 합동화력함은 해상기반 KMPR 전력의 핵심적 역할을 수행할 수 있다.

합동화력함에 탑재된 고위력 탄도탄은 두 가지 주요 용도로 활용된다. 첫째, 관통력을 이용한 지휘부 습격이다. 고위력 탄도탄은 약 10톤의 탄두 중량과 마하 10에 달하는 속도로 인해 큰 운동에너지를 생성하며, 지하 벙커에 있는 적의 지휘부를 파괴하는 데 사용될 수 있다. 예컨대, 2024년 9월 27일, 이스라엘군(IDF)이 무장 정파 헤즈볼라의 지도자를 겨냥하여 베이루트 교외의 헤즈볼라 지휘 본부를 폭격한 사례는 고위력 탄도탄의 효과를 보여준다. 이 공격은 약 80톤의 폭탄을 사용하여 지하 18m 깊이의 벙커를 초토화했다. 이러한 사례는 북한의 지휘부를 겨냥한 고위력 탄도탄의 효과적 활용 가능성을 시사한다.

둘째, 폭발력을 이용한 핵시설 무력화이다. 북한은 9개의 핵무기 운용 시설을 보유하고 있으며, 한국은 이 지역을 BMOA(Ballistic Missile Operation Area)로 지정하여 관리하고 있다. 고위력 탄도탄의 폭발력을 이용해 넓게 분포한 이러한 핵시설을 타격함으로써 북한의 핵능력을 무력화하고, 정권 생존의 핵심 기반을 제거하는 것이 가능하다. 이러한 활용은 핵시설의 파괴뿐만 아니라 KMPR 전력의 신뢰성을 높이는 데 기여할 것이다.

해상기반 KMPR 전력으로서 합동화력함은 현재 한국이 직면한 전략적·운용적 제약을 극복하기 위한 현실적 대안으로 부상하고 있다. 이 플랫폼은 재래식 응징보복 능력의 강화를 통해 KMPR 전력의 효과성을 높이며, 다양한 위협에 대응할 수 있는 유연성을 제공한다. 합동화력함의 도입은 한반도의 안보 환경에서 전략적 억제력을 강화하는 중요한 수단이 될 것이다.

Ⅲ. 한국의 합동화력함

3.1. “한국형 아스날쉽”의 연혁 능력

한국형 합동화력함의 개발은 2011년부터 본격적으로 검토되기 시작하였다. 초기 단계에서는 해군본부 전력분석시험평가단(전평단)이 합동화력함 건조 가능성을 분석하며, 약 4,500톤급 선박에 함대함유도탄 8기, 전술함대지유도탄 28기, 차기 다련장 6문 등을 탑재하는 구상이 논의되었다. 이후 소요 요청서와 개념설계가 단계적으로 제출되고 승인되며, 2023년에는 대우조선해양이 우선협상대상자로 선정되어 장기계획에 따라 추진되고 있다.

- 2011. 6~8월: 해군 전평단에서 합동화력함 건조 가능성 검토.
- 2011. 11월: 해군이 합동화력함 소요 요청서를 합동참모본부에 제출.
- 2018. 3월: 제323차 합동참모회의에서 합동화력함의 장기 신규 소요 결정.
- 2023. 4~12월: 해군 전평단이 합동화력함 개념설계를 진행하며 대우조선해양을 우선협상대상자로 선정.

3.2. 군사적 기능과 기여

합동화력함은 군사적으로 기존의 다양한 탄도미사일 투발능력을 보완함과 동시에 탄도미사일을 운용할 수 있는 기존의 해양플랫폼과도 차별화된 군사적 기능을 보유하고 있다.

첫째, 탄도미사일 투발 능력의 한계 보완이다. 현재 한국 육군 미사일사령부는 ATACMS, 현무-2 시리즈, 현무-4 및 5와 같은 다양한 미사일을 운용하고 있으나, 지상기반 발사 기지와 이동식 발사대의 수량은 북한의 분산된 이동식 발사대를 효율적으로 타격하기에 제한적이다. 합동화력함은 이러한 투발 능력의 부족을 해소하고, 다양한 전술 상황에서 다량의 미사일을 효과적으로 운용할 수 있는 대안적 역할을 수행한다.

둘째, 기존 해양기반 플랫폼과의 비교시 효과적이다. 합동화력함은 기존의 도산 안창호급 잠수함이나 이지스 구축함과는 차별화된 역할을 수행한다.

도산 안창호급 잠수함은 6기의 SLBM을 운용할 수 있으나 긴급 표적 처리에는 부적합하며, 생존성에 초점을 맞춘 보복 공격 플랫폼으로 설계되었다. 세종대왕급 구축함: 48셀의 VLS만 함대지 순항미사일 운용에 할당되어 있으며, 순항미사일 특성상 속도가 느려 긴급 타격에 한계가 있다. 합동화력함은 이러한 기존 플랫폼의 한계를 보완하며, 대량의 탄도미사일을 신속히 투발할 수 있는 새로운 전력을 제공한다.

한국형 합동화력함은 약 100셀 내외 규모의 수직발사체계(VLS)를 갖추어 대량의 탄도미사일을 운용한다. 이는 기존 7천 톤급 천왕봉급 상륙함을 기반으로 제작되며, 효율적인 스텔스 설계와 빠른 배치를 통해 실질적인 전력 강화를 목표로 한다.

탄도미사일은 콜드런치 방식으로 발사되어 함정에 가해지는 열 및 압력으로 인한 손상을 최소화할 필요가 있다. 탄도미사일은 대규모 열 폭풍을 통해 적의 지하시설과 이동식 발사대를 동시에 타격할 수 있다.

이러한 합동화력함은 비용 대비 효과 면에서 지상 기반 발사대 대비 가격 경쟁력이 높으며, 항구에서 신속한 재장전이 가능하여 지속적인 작전이 가능하다.

3.2. 단점 및 한계에 대한 논의

이러한 해상 KMPR전력으로 합동화력함은 다양한 장점에도 불구하고 그에 못지않게 다양한 제한사항들이 제기되고 있다.

첫째, 대함 미사일의 발전으로 인한 생존성 문제이다. 합동화력함은 고가치 함정으로 분류되며, 이에 따라 적의 주요 타격 목표로 설정될 가능성이 높다. 특히, 현대 대함 미사일의 기술적 발전은 합동화력함의 생존성을 심각하게 위협하고 있다. 중국의 지상발사 순항미사일(CJ-10, DF-10)은 사거리 1,500km 이상을 지원하며, 고도화된 내비게이션 장비와 지형 대조 시스템을 탑재하여 높은 정밀성을 보장한다(CEP 약 10m). 또한, SS-N-22 및 SS-N-27과 같은 대함 미사일은 항공모함과 같은 고가치 표적을 타격하기 위해 설계되었다. 이러한 상황에서 합동화력함은 자체방어 능력이 제한적이기 때문에 생존성 확보를 위해 추가적인 호위 전력이 필요하다.

이러한 문제는 북한의 경우 대함 미사일의 성능이 현저

히 떨어진다. 또한 상선위장, 인근 섬 근처에 위장 엄폐 등이 가능하여 자체 생존성이 지상고정 표적에 비해 오히려 높은 편임.

둘째, 제한된 호위 전력의 문제이다. 합동화력함은 항모전단과 유사하게 자체 방호능력의 미비로 구축함 및 잠수함으로 구성된 호위 전력이 필수적이다. 그러나 현재 한국의 해군 전력은 이러한 호위 전력을 충분히 지원하기에는 제한적이다. 북한은 대함 미사일 역량이 비교적 낮지만, 신포급 잠수함과 같은 신형 수중전력을 통해 합동화력함을 위협할 가능성이 있다. 따라서 추가적인 호위 전력 확보와 함께 기동함대를 포함한 통합 작전 체계가 요구된다.

이를 해결하기 위해 2025년 창설되는 기동함대사의 전력을 통해 호위전력을 구성하면 추가적인 호위전력 구성없이 합동화력함을 운용할 수 있다.

셋째, 대안적 타격 수단의 발전이다. 공대지, 잠대지, 지대지 유도무기와 같은 대안적 타격 수단의 지속적인 발전은 해상기반 함대지 전력의 상대적 필요성을 재평가하게 한다. 예를 들어, F-35A와 같은 플랫폼에서 운용 가능한 GPS 유도폭탄, 장거리 공대지 유도탄, 그리고 극초음속 유도무기 등은 북한 핵심표적에 대한 정밀타격이 가능하다. 이러한 대안 무기의 발전은 해상기반 전력의 전략적 가치를 약화시킬 수 있다.

〈표 1〉 3축 전력으로 전력화되었거나 예정인 전력

전력		현보유	전력화 예정 (2030년 내외)
구분	전력명		
플랫폼	F-35A	40대	20대
	KF-X	-	-
	전자전기/정전탄	-	4대/100여발
	구축함(KDX-III B-II, KDDX)	-	3/6척
	잠수함(KSS-III)	1척	8척
	합동화력함	-	3척
	대형공격드론	-	4세트
타격자산	복합유도탄	-	320발
	장거리공대지유도탄	270여발	285발
	GBU-24/26	1000여발	1500여발
	전자기펄스탄	-	
	현무, 해성 등	900여발	
	지하시설파괴폭탄	150발	
	KTSSM/KTSSM-II	-	

〈표 2〉 함대지, 지대지, 공대지 유도무기 대안무장

구분		운용플랫폼
함대지	함대지 탄도유도탄	• KDX-III B-II, KDDX
	전술함대지 유도탄	• FFX에 탑재
	잠대지 유도탄/ 잠대지 탄도탄	• 장보고-I/II/III
지대지	지대지유도무기 (KTSSM-II)	• 지작사 화력여단 예하 3개 대대
공대지	GPS유도폭탄	• F-15K, KF-16, F-35
	장거리공대지 유도탄	• F-15K, KF-16, F-35
	복합유도폭탄	• F-35A, KF-16, F-35
	중거리공대지 유도탄-II	• FA-50, F-35
	레이저유도 폭탄-II	• KF-X, F-35
	극초음속공 대지유도탄	• KF-X, F-35

이러한 대안전력은 대부분 공중 및 지상 기반의 고정표적으로 북한의 초전에 무력화될 확률이 높고, 이에 보완전력으로 해상기반 전력이 필요하다.

넷째, 높은 건조 비용과 무장 집중에 따른 비용 문제이다. 합동화력함은 척당 건조 비용이 낮은 편이지만, 이를 운용을 위한 고가의 무장 비용은 상당하다. 예를 들어, 현무-2A/B 미사일은 발당 약 20억 원, 현무-4와 같은 최신 탄도미사일은 100억 원으로 추정된다. 100발을 장착할 경우 미사일 비용만으로 2,000억 원 이상 소요될 수 있으며, 이를 함정의 3직운용개념(작전/대기/수리)에 따라 최소 3척 이상의 함정이 필요하다. 이는 국방 예산에서 상당한 부담으로 작용할 가능성이 있다.

위에서 제안한 천왕봉급 상륙함은 만재 배수량 약 7천톤급이다. 이 함정은 전방 갑판에 대량의 수직발사기를 탑재할 수 있어 탄도미사일과 같은 고위력 무기를 운용할 수 있는 기존 플랫폼으로 적합하다. 현재 천왕봉급 상륙함은 4척이 운용되고 있으며, 건조 비용은 약 8,715억 원으로 척당 약 2,200억 원이다. 발사대와 같은 추가 설비 비용을 포함하면 1척당 총 3,000억 원이며, 4척을 기준으로 전체 비용은 약 1조 2천억 원으로, 이는 이지스 구축함 1척의 비용과 비슷하다.

건조 자체 비용은 비교적 낮은 편에 속하지만, 무장 비용이 상당히 높은 것은 사실이다. 예를 들어, 현무-2A/B 미사일은 발당 약 20억 원, 현무-2C는 약 30억 원, 현무-4는 약 40억 원, 그리고 최신형인 현무-5는 약 100억 원으로 추정된다. 현무-2A/B 미사일 100발을 배치할 경우 무장 비용만 약 2,000억 원에 달하며, 임무 교대로 2척을 무장할 경우 총 비용은 약 4,000억 원에 이른다. 그러나 탄도미사일은 육상기반으로 KMPR 전력으로 운용할 것이어서 이를 추가비용으로 보기 힘들다.

다섯째, 함의 방어체계와 생존성 확보 문제이다. 합동화력함은 대공 미사일, 수중 소나 등 복잡한 방어체계를 갖추는 것이 기술적, 경제적으로 어려울 수 있다. 이는 함정의 크기를 증가시키고 건조비용을 상승시키는 요인이 된다. 또한, 북한과 중국의 잠수함 및 드론 역량이 발전함에 따라 합동화력함의 생존성은 더욱 도전에 직면하게 된다.

북한은 해상 표적에 대한 공격 능력이 상대적으로 열악하며, 대함 미사일과 전폭기 전력이 거의 부재한 상태이다. 그러나 북한의 잠수함 전력은 여전히 위협적이다. 특히, 최근 신포급 신형 잠수함 시리즈가 공개되면서 이 전력은 더욱 주목받고 있다. 합동화력함이 전력화될 경우, 북한은 이 함정을 주요 목표로 설정하고 잠수함 역량을 총동원할 가능성이 높으며, 이는 제거 1순위 목표가 될 것으로 예상된다.

추가적으로, 러시아-우크라이나 전쟁 이후 러시아가 북한에 전폭기를 제공할 가능성도 배제할 수 없으므로 이에 대한 대비가 필요하다. 또한, 서해에서 작전을 수행할 경우 중국의 개입 가능성도 중요한 변수로 작용한다. 중국은 최첨단 정찰 드론(WZ-8)을 운용하며, 이 드론은 H6-M 폭격기에 탑재되어 이륙한 후 로켓 부스터 방식으로 추진된다. 마하 6의 속도와 500km 이상의 고도로 비행이 가능하므로 요격이 어렵다. 이러한 드론은 바다의 표적 정보를 중국군에 제공할 수 있어, 한국의 해상전력 운용에 전략적 위협이 될 수 있다.

이러한 문제는 위에서 언급한 기동함대의 호위전력으로 방어가 가능하며, 기초적인 최종단계 방어체계(CIWS 및 TACM 등)로 자함의 생존성을 높일 수 있다.

합동화력함은 기존의 지상 및 공중기반 전력을 보완하는 중요한 전략적 자산이 될 수 있지만, 생존성 문제, 호위 전력의 부족, 대안적 타격 수단의 발전, 높은 무장 비용 등의 한계가 존재한다. 하지만 이러한 단점들은 기 건설된 전력과 다양한 보완 수단을 통해 극복할 수 있다. 추가해 합동화력함의 효과적인 운용을 위해 이러한 단점들을 극복할 수 있는 포괄적 전략과 기술적 보완책이 마련되어야 한다.

Ⅳ. 합동화력함의 효과성 입증 (정량적 분석)

이 단락은 위에서 기술한 정성적이고 이론적인 합동화력함의 필요성에 더해 정량적인 분석을 통해 합동화력함의 북핵대응의 효과성에 대해 입증하고자 한다.

4.1. 기본가정

본 연구는 2030년 중반을 기준으로 합동화력함의 전력화를 상정하며, 한국군의 단독 작전을 중심으로 분석을 진행하였다. 이를 위해 주요 무기체계의 전력화 시점과 가정들을 다음과 같이 설정하였다.

먼저, 주요 무기체계 전력화 시점은 현재 진행되고 있는 사업을 바탕으로 설정하였으며 아래와 같다. 첫째, F-35 전투기는 2028년까지 2차 사업을 통해 20대가 추가 도입되어 총 60대가 전력화될 예정이다[9]. 둘째, KF-21 전투기는 최초 양산 물량 240대 중 2024년 20대를 시작으로 추가 전력이 순차적으로 확보될 계획이다[10]. 셋째, 한국형 장거리 공대지 미사일은 2028년 체계개발이 완료되며, 북한의 핵심 벙커를 타격할 수 있는 정밀 유도 미사일로 활용될 것이다[11]. 넷째, 전술지대지유도무기-II는 2027년 12월까지 체계 개발이 완료되어 대화력전에 투입될 예정이다[12].

9) 연합뉴스, “방사청, F-35A 20대 추가 구매계약, 2027년부터 전력화”, 2023.12.27.

10) 경향신문, “KAI, 방사청과 KF-21 최초 양산 계약 체결, 2026년 말 납품 계획”, 2024. 6.25.

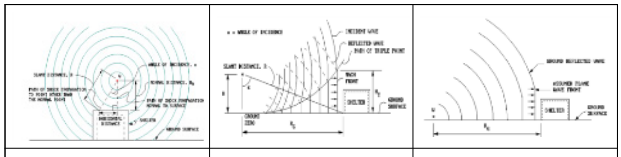
11) 한국경제, “베일 벗은 ‘독침 무기’ 초음속 공대지 미사일, FA-50 수출에 도움?”, 2024.10.28.

12) YTN, “방사청 북 갱도 파괴 전술 지대지유도무기 2027년까지 개발”, 2023. 9.18.

다음으로, 작전 환경과 전력 운용 가정은 다음과 같다. 본 연구는 한국군의 단독 작전을 전제로 하여 Kill-chain과 KMPR 체계가 운영되는 상황을 가정하였다. 전쟁 초기 단계에서는 미국 전력이 전개되지 않았으며, Multi-domain Task Order(MTO)를 고려하지 않았다. Kill-chain은 전쟁 발발 이전의 전력을 총동원하여 적의 핵 및 미사일 전력을 무력화하는 체계로 정의하였다. KMPR은 북한의 핵 사용을 가정하여 대응하는 응징보복 작전을 수행하며, 핵으로 인한 손실 없이 전력을 활용하는 시나리오를 상정하였다.

마지막으로, 합동화력함에 탑재될 탄도미사일에 대한 가정은 합동화력함에는 현무-V 탄도미사일이 탑재되는 것으로 가정하였다. 현무-V는 육군 미사일사령부에서 운용 중인 현무 계열 탄도미사일을 개조 없이 그대로 탑재하며, 이에 대한 보도 자료를 바탕으로 탄두 중량 6~9톤 범위를 설정하였다[13]. 탄두 중량의 범위를 기반으로 합동화력함의 효과성을 정량적으로 분석할 예정이다.

탄두 중량에 따른 폭파 효과는 폭파 위치에 따라 자유공중폭파(Free-air burst), 공중폭파(Air burst), 지면폭파(Surface burst)로 구분된다. 자유공중폭파는 충격파가 균일하게 확산되며, 공중폭파는 지면에 영향을 미친다. 지면폭파는 지면과 상호작용하여 충격파가 더욱 집중적으로 발생한다.



자유공중폭파 Free-air burst	**공중폭파 Air burst**	지면폭파 Surface burs

〈그림 1〉 폭파위치에 따른 충격파 형태

폭파 형태와 하중 계산은 Kingery-Bulmash 방정식[14] 및 Swisdak의 단순화된 공식[15]을 활용하여 분석한다.

$$Z = R / W^{\frac{1}{3}}$$

* Z : 환산거리(Scaled distance), R: 폭발지점까지의 거리
W: 폭약의 TNT 환산량

본 연구는 UN Safer Guard의 국제 탄약 기술 지침(IATG)[16]을 기반으로 충격파 하중을 다음과 같이 가정하였다. 그중 중대한 구조적 손상이 가는 압력이 미치는 거리까지 탄도탄이 무력화시킬 수 있는 것으로 가정하였다.

- 유리창 손상: 약 1.03~1.52 kPa
- 경미한 건물 손상: 3.45~7.60 kPa
- 중대한 구조적 손상: 12.41 kPa 이상

탄두는 일반적 탄도탄의 탄두에 사용되어 HMX((High Melting Explosive)를 고려하였고, 중대한 구조적 손상을 야기하는 13 kPa의 압력이 미치는 거리를 무력화 거리로 산정하였다. 이를 바탕으로 TAURUS급과 현무-V급 탄두의 중량에 따른 무력화 넓이는 〈표 3〉과 같다. 또한 플랫폼별 미사일의 종류와 발사수는 현재 공개된 자료를 바탕으로 〈표 4〉와 같이 설정하였다.

〈표 3〉 TAURUS급과 현무-V급 탄두의 무력화 넓이

탄두중량 (Kg)	500kg (TAURUS급)	현무-V급	
		6,000kg	9,000kg
무력화 거리 (반경)	약 90m	약 200m	약 230m
무력화 넓이 (㎢)	0.025㎢	0.126㎢	0.17㎢

〈표 4〉 한번에 발사할 수 있는 미사일의 탄수 계산

미사일 종류	보유플랫폼수	플랫폼당 발사수	총발사수
TAURUS	F-35 60대[17]	2	120
현무-V	미사일발사대 60기[18]	1	60
현무-V	함동화력함 3척[19]	80	240

13) 문화일보, "현무-5 위력은? 100여m 지하 관통, 헤즈볼라 벙커버스터 5배 이상", 2024.10. 1.

14) Kingery, C. N. and Bulmash, G., Airblast parameters from TNT spherical air bursts and hemispherical surface bursts, ARBRL-TR-02555, April 1984.

15) Swisdak, M. M., Simplified Kingery airblast calculations. Arlington: Naval Surface Warfere Center, 1994.

16) UN Safe Guard, *INTERNATIONAL AMMUNITION TECHNICAL GUIDELINES : Formulae for ammunition management, IATG 01.80* , IATG 01.80:2021[E] © UNODA, 2021.

17) 2028년까지 추가 20대분 인도시 가정

18) 국방부, 『국방백서 2022』, p. 334, 2022.

19) 함정의 3직제 개념을 적용하여 3척 가정

북한의 핵무기 운용 시설로 관리되고 있는 B-MOA 지역은 9곳(삭간몰, 갈골, 금천리, 양덕, 중흥리, 상남리, 신오리, 용림, 영저리)으로 가정하며, 각 도시별로 무력화해야 하는 곳은 50㎢(강원도 속초시 정도의 크기)로 통일하여 가정한다. 따라서 B-MOA 9곳 전체 면적은 450㎢이다.

위의 가정들은 2030년 중반의 합동화력함 전력화를 중심으로 미래전력 구상을 체계적으로 분석하기 위한 기준으로 설정되었다. 이러한 가정은 합동화력함의 전술적, 전략적 효과를 정량적으로 평가하는 데 중요한 토대를 제공할 것이다.

4.2. 반사실적 분석법에 의한 효과 분석

합동화력함의 대량응징보복(KMPR) 작전에서의 효과성을 정량적으로 측정하기[20] 위해 반사실적 분석법(Counterfactual Analysis)을 활용하였다. 반사실적 분석법은 현실에서 발생한 사건이나 결과를 분석하는 데 있어, '만약 다른 조건이나 상황이었더라면 어떤 결과가 나왔을까?'를 가정하며 대안을 탐구하는 방법론이다[21]. 이를 통해 합동화력함이 존재할 경우와 존재하지 않을 경우의 KMPR 수행 효과를 비교 분석하여 사용했을 때의 효과가 더욱 높다는 것을 증명하는 것이다.

합동화력함이 없는 경우, F-35 전투기와 미사일사령부의 탄도미사일 전력을 활용하여 대량응징보복 작전을 수행할 때와, 합동화력함이 추가된 전력으로 동일 작전을 수행할 경우의 북한이 받는 타격 효과를 비교하였다. 특히, 첫 번째 공격에서의 대량응징보복 능력과 북한이 인식하는 효과성을 중심으로 분석을 진행하였다.

첫 번째 시나리오는 북한의 핵공격 전 Kill-chain 개념에 따라 선제적으로 북한의 핵능력을 무력화하는 경우를 상정한다. 두 번째 시나리오는 북한이 핵공격을 감행한 후, 이를 응징하고 북한의 핵능력을 완전히 무력화하기 위해 대량응징보복을 수행하는 경우를 상정한다.

사용 수단은 F-35 전투기, 미사일사령부 탄도미사일 전력, 합동화력함의 세 가지 주요 플랫폼이 분석 대상이다. 각 플랫폼은 단독 또는 조합하여 운용되는 상황에서 효과성을 비교하였다.

효과 측정 방법으로 첫 번째 효과 측정은 북한의 핵공격 징후를 탐지한 이후, 한 번의 공격으로 북한의 핵능력을 얼마만큼 무력화할 수 있는가이다. 두 번째 효과 측정은 북한이 핵공격을 감행한 이후, 얼마나 적은 차수의 공격으로 북한의 핵능력(지도부, 핵시설 등)을 완전히 무력화할 수 있는가이다.

실험 내용은 F-35와 미사일사령부의 전력이 발사 가능한 화력, 여기에 합동화력함이 추가되었을 때 1회 발사가 가능한 화력량을 비교한다. 각 플랫폼에서 다회(N회) 발사가 가능한 화력량도 비교하여 전력의 지속 가능성과 효용성을 분석한다.

효과 분석의 주요 가정은 다음과 같다.

- 명중률: 대지 타격 수단별 명중률은 0.85~0.95로 설정하며, 0.05 단위로 변경하여 다양한 시나리오를 분석한다.
- 무력화 범위: 대지 타격 수단별로 무력화 범위는 0.025~0.17㎢로 설정한다.
- 총 발사 수: 대지 타격 수단별 총 발사 수는 60~240기로 가정한다.
- 중첩 가정: 표적 간 중첩은 없는 것으로 가정하여 계산한다. 예를 들어, 합동화력함의 명중률이 90%, 무력화 범위가 0.126㎢, 총 발사 수가 240기인 경우 다음과 같이 계산된다.
- 한 발 발사시 : 0.90*0.126 = 0.1134 ㎢ 무력화
- 산술적으로, 240기 모두 발사시 27.216 ㎢ (= 0.1134 ㎢ × 240) 무력화

본 실험 설계는 합동화력함의 유무에 따라 대량응징보복 작전의 효과성을 비교하고, 다양한 플랫폼이 조합될 경우의 효율성을 분석하기 위한 체계적 접근을 제공한다. 이를 통해 합동화력함이 KMPR 작전에서 수행할 수 있는 전략적 가치를 명확히 평가할 수 있을 것으로 기대된다.

4.3. 초기 공격시 무력화 비교(북한의 핵공격 전/후)

주요 타격 수단인 F-35, 미사일사령부의 탄도미사일, 합동화력함의 명중률, 무력화 범위, 총 발사 수를 〈표 5〉과 같이 설정하였다.

20) 김기환·이상복, "절충교역의 정량적 성과관리 방법론에 관한 연구", 2022.

21) Mahoney, J. and Barrenchea, R., The logic of counterfactual analysis in case-study explanation, British Journal of Socioogy, 70(1):306-338, 2019.

〈표 5〉 각 플랫폼 별 대수 및 운용화력의 무력화 넓이

구분	명중률	무력화 넓이	총 발사수
F-35 (60대)	0.85-0.95 * 0.05 단위로 변경 적용	0.025	120
미사일사 (60기)		0.126, 0.17 * 현무 V급 적용	60
합동화력함 (3척)			240

F-35의 경우 무력화 범위 0.025㎢, 총 발사 수 120기이고, 미사일사령부(현무 V급)은 무력화 범위 0.126, 0.17㎢, 총 발사 수 60기, 합동화력함(3척)은 무력화 범위 0.126, 0.17㎢, 총 발사 수 240기이다.

북한 핵공격 전후 시나리오별 계산은 다음과 같다. 첫째 시나리오에서는 북한이 핵공격을 감행하기 전, 한국의 육상 및 해상 전력이 모두 가용한 상태를 가정하였다.

두 번째 시나리오는 북한이 핵공격을 감행한 후, 한국의 육상 전력이 50%, 해상 전력이 30% 감소된 상태를 가정하였다.

북한 핵 공격 전에 초기 공격 시 가용한 모든 미사일을 모두 발사한다고 가정할 때, 총 무력화 정도는 명중률 × 무력화 넓이 × 총 발사수로 계산하며, 다음과 같다.

계산 결과, 명중률 및 무력화 범위에 따라 F-35, 미사일사령부, 합동화력함의 무력화 결과는 〈표 6〉과 같다.

〈표 6〉 95% 명중률 가정 무력화 결과

구분	명중률	무력화 넓이	총 발사수	무력화 결과
F-35	0.95	0.025	120	2.85
미사일사	0.95	0.17	60	9.69
합동화력함	0.95	0.17	240	38.76

〈표 7〉의 계산결과는 북한이 핵공격을 감행하여 한국의 육상 전력의 50%, 해상전력의 30% 능력이 감소한 것을 적용한 것이다.

- 계산식 = 명중률 × 무력화 넓이 × 총 발사수(북한의 공격으로 무력화율 적용)

〈표 7〉 95% 명중률 가정 무력화 결과

구분	명중률	무력화 넓이	총 발사수	무력화 결과
F-35	0.95	0.025	60	1.425
미사일사	0.95	0.17	30	4.845
합동화력함	0.95	0.17	160	25.84

위의 사고실험에서 산출된 계산 결과에 따르면, 최상의 조건(명중률 95%, 무력화 범위 0.17㎢) 하에서 합동화력함의 존재 여부는 대량응징보복 작전의 효과에 결정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

우선, 북한이 핵공격을 감행하기 전에 합동화력함이 포함된 경우와 포함되지 않은 경우를 비교하면, 합동화력함이 있을 경우 총 무력화 가능한 면적은 51.3㎢(=2.85+9.69+38.76)로, 합동화력함이 없는 경우의 12.54㎢(=2.85+9.69)에 비해 약 4배의 효과를 보였다. 북한이 핵공격을 감행하여 한국의 대응 전력이 감소한 이후에도, 합동화력함의 존재 여부는 무력화 범위에 현저한 차이를 보였다. 이 경우, 합동화력함이 있을 때 총 무력화 가능한 면적은 45.03㎢였으나, 없을 경우 6.27㎢로 크게 감소하였다.

명중률이 변화하더라도, 모든 조건에서 합동화력함의 보유는 전체 무력화 면적에 절대적인 영향을 미쳤다. 이는 합동화력함이 단독으로 투사할 수 있는 총 발사 수의 압도적인 차이에 기인한다.

다만, 모든 타격 수단을 총동원하더라도 북한 핵시설의 전체 면적으로 추정되는 약 450㎢를 완전히 무력화하기에는 제한적임이 확인되었다. 그러나 북한이 핵공격을 선제적으로 감행했을 경우, 생존성이 높은 합동화력함의 효과성은 더욱 부각되며, 이러한 특성은 KMPR 작전의 성공 가능성을 높이는 핵심 요소로 작용할 것이다.

이와 같은 분석은 합동화력함이 북한의 핵능력을 신속하고 효과적으로 무력화하기 위한 전략적 자산으로써 필수적임을 보여준다.

4.4. 완전무력화를 위한 N차공격 비교

여기서는 단순히 1회 공격의 효과를 측정하는 것이 아니라, 북한의 핵시설과 지휘부를 완전히 무력화하는 데 필요한 공격 차수와 소요 시간을 정량적으로 분석하고자 한다. 이를 통해 대량응징보복(KMPR) 작전의 효과를 보다 실질적으로 평가하고자 한다.

실험 설계는 다음과 같다.

- 시기 설정 : 북한이 핵공격을 감행한 상황을 가정하며, 이 상황에서 한국이 북한의 핵시설 및 주요 표적에 응징보복을 수행하는 시나리오를 상정한다.

- 사용 수단 : 주요 타격 수단으로 F-35 전투기, 미사일사령부의 탄도미사일, 그리고 합동화력함을 포함한다. 이들 전력의 조합을 통해 북한의 주요 표적을 무력화하는 효율성을 평가한다.
- 효과 측정 방법 : KMPR 작전의 효과는 다음 두 가지로 정의된다. 첫째, 북한의 주요 표적(지도부, 핵시설)을 완전히 무력화하는 데 필요한 총 공격 차수. 둘째, 이러한 목표를 달성하는 데 소요되는 시간이다.

실험 내용은 각각의 KMPR 전력이 북한의 주요 표적을 무력화하기 위해 얼마나 많은 공격 차수가 필요하며, 이를 달성하기까지의 소요 시간을 비교 분석한다. 이를 위해 다음의 변수를 정의하였다.

- 전체 무력화해야 할 표적 면적을 R=450㎢로 설정한다.
- 타격 수단별 최초 보유 수를 A로 정의한다.
- 1기당 평균 무력화 면적을 r로 설정한다.

〈표 8〉 플랫폼 및 지원시설의 생존율 계산

타격수단		생존율 변화	비 고
F-35	플랫폼	• 매 차수 공격 이후 10%씩 감소	전투기는 피폭시 회복 제한
	지원 시설	• 1차 공격 이후 30% 감소 • 3차 공격 단위로 30%씩 회복	적 공격으로 활주로 및 관제시설 피폭 예상되나 시간이 지나면서 복구됨
미사일사	플랫폼	• 매 차수 공격 이후 10%씩 감소	TEL의 피폭시 회복 제한
	지원 시설	• 매 차수 공격 이후 10%씩 감소 * 공군기지에 비해 은밀성 고려 • 3차 공격 단위로 30%씩 회복	적 공격으로 TEL 운용 도로 및 지휘통제시설 피폭이 예상되나 시간이 지나면서 복구됨
합동 화력함	플랫폼	• 생존율 변화없이 100%로 유지	유도탄 적재 소요시간 고려 타 타격수단 2회 공격시 1회 공격
	지원 시설	• 1차 공격 이후 30% 감소 * 항만 및 지휘통제 시설 공격 • 3차 공격 단위로 30%씩 회복	적 공격으로 지원시설 피폭 예상 시간이 지나면서 복구됨.

- 각 차수에서 타격 수단의 생존율을 s로 정의하며, 생존율은 매 공격 차수마다 감소한다고 가정한다. 타격수단별 생존율은 매 차수별 변화하며, 생존율은 플랫폼 생존율과 지원시설 생존율을 고려하여 타격수단 생존율 = 플랫폼 생존율 × 지원시설 생존율로 계산 (i차 공격 시 생존율 s_i(타격수단) = s_i(플랫폼) × s_i(지원시설))
- N차 공격 시 잔존량 계산은 아래의 표를 따른다.

〈표 9〉 N차 공격 시 잔존량 계산

공격 차수	공격 시 무력화 넓이	공격 후 잔존 무력화해야 할 넓이
1차	rAs_1	$R - rAs_1$
2차	rAs_1	$R - rAs_1 - rAs_2$
3차	rAs_3	$R - rAs_1 - rAs_2 - rAs_3$
⋮	⋮	⋮
N차	rAs_N	$R - rA(s_1 + s_2 + \cdots + s_N) = R - rA\sum_{i=1}^{N} s_i$

변수 변화에 따른 대안별 효과도 분석결과이다. 변수의 변화를 통해 각 대안별 대량응징보복(KMPR) 작전의 효과를 정량적으로 평가하였다. 이를 위해 공격 차수, 무력화해야 할 전체 면적, 타격 수단의 보유 수 및 생존율, 그리고 1기당 무력화 넓이와 같은 주요 변수를 설정하여 분석을 진행하였다.

주요 변수 설정은 다음과 같다.

- 공격 차수 (상수) : 북한의 핵무기 운용 지점은 북한 전역에 분산되어 있으므로, 단 1회 공격으로 모든 핵능력을 무력화하는 것은 불가능하다. 따라서 북한의 핵 관련 시설을 완전히 무력화하기 위해 다수의 공격 차수가 필요하다.
- 전체 무력화해야 할 면적 R (상수) : 무력화해야 할 전체 면적은 450㎢로 설정하였다. 이는 북한의 핵 관련 시설 및 운용 지점을 포괄한 면적으로 가정된다.
- 타격 수단의 최초 보유 수 A(상수) : 각 타격 수단별 최초 보유 수는 다음과 같이 설정되었다. F-35 120기, 미사일사령부 이동식발사대 60기, 합동화력함 보유 탄도탄 240기이다.
- 잔존 능력 (생존율) s(변수) : 생존율은 타격 수단의 플랫폼 자체 생존율과 운영/지원시설 생존율을 종합한 값으로, 공격 차수와 타격 수단별로 달라진다. 이는 반복 공격 시 점진적으로 감소하는 것으로 가정하였다.
- 1기당 평균 무력화 넓이 r(변수) : 평균 무력화 넓이는 각 타격 수단의 성능을 반영한 값으로, 명중률 90%를 고려하여 다음과 같이 설정하였다. F-35 0.023㎢, 미사

일사 및 합동화력함 0.113㎢이다.

- 공격 차수와 생존율 변화에 따른 잔존 면적 계산 : 북한의 핵 관련 시설을 완전히 무력화하는 데 필요한 공격 차수와 생존율의 변화를 고려하여, 각 차수에서 무력화되지 않은 잔존 면적을 계산하였다.
- 공격 차수 N회에서의 무력화 넓이는 다음과 같이 계산된다: $r \times A \times s$

분석 결과, 공격 차수와 생존율의 변화를 통해 합동화력함을 포함한 각 타격 수단의 효과도를 정량적으로 평가할 수 있었다. 특히, 합동화력함은 타 타격수단 대비 현저히 많은 미사일 보유와 넓은 1기당 무력화 범위를 통해, 공격 차수가 증가함에 따라 다른 대안보다 효과적으로 잔존 면적을 줄이는 것으로 나타났다.

본 분석은 북한 핵능력을 완전히 무력화하는 데 필요한 시간과 자원을 평가하는 데 기여하며, 각 타격 수단의 전략적 가치를 비교하는 데 중요한 기초 데이터를 제공한다.

유도탄 적재로 인해 공격횟수가 타 타격수단 대비 절반인 점을 고려하더라도 합동화력함의 공격효과가 현저히 높음을 발견하였다. 10차 공격 후 잔존넓이는 합동화력함 346.94㎢ 〈 미사일사 400.30㎢ 〈 F-35 440.56㎢ 순으로 나타났다. 이는 합동화력함이 타 수단대비 유도탄 보유수량이 월등히 많고 함정특성상 생존성이 높은 것에서 비롯된 것으로 판단된다.

V. 결론 및 추가적 대안

북한이 핵미사일을 직접 사용해서 전쟁을 수행하는 것은 상당히 제한된다는 것이 우크라니아-러시아 전쟁에서 증명이 되었다. 만약, 사용한다고 하더라도 제한적으로 재래식무기를 보완하는 정도의 사용이 될 것이다. 북한의 전략은 핵 위협 하 재래전을 수행할 가능성이 높다. 이러한 한반도 미래전에서 북한의 핵능력과 재래전에서 이길 수 있는 대지화력이 매우 중요하다.

그러나 지금처럼 지상기반 고정형 대지타격능력은 북한의 다양한 핵능력에 대해 무력화하거나 대량응징보복을 하기에 부족할 뿐 아니라 대부분이 지상기반 고정표적으로 북한의 공격에 매우 취약하다. 이러한 부족능력과 생존성을 동시에 해결할 수 있는 해상기동형 대지타격능력의 보완이 필요하다.[22]

그러나 합동화력함은 80여 발이나 되는 고위력 탄도탄을 하나의 함정에 탑재하게 되면 적의 고가치 표적이 되어 무력화의 우선순위가 높아질 수 있다. 물론, 섬 근처에 은폐, 상선 위장, 기동함대의 호위로 생존성을 높일 수도 있지만, 이는 한계가 있고, 추가적인 자원이 투입되므로 그 효용성에 의문이 들 수 있다. 그러므로 화력을 한 플랫폼에 물리적으로 집중하는 것보다는 물리적 분산과 네트워크를 통한 화력의 운용적 집중개념의 도입이 필요하다.

이러한 대안을 여러 가정아래 사고실험으로 입증하였는데 한계점도 있다.

첫째, 2030년 중반 전력화 기준으로 하였다. 실제 사업지연 가능성(예: 개발 지연, 예산 확보 실패, 제도적 변수 등)을 고려하지 않았다.

둘째, 한국군의 단독작전 가정이다. 한미연합작전이라는 현실을 배제함으로써, 작전 환경의 국제적 요소(미군 개입, 연합 ISR 체계, 확장억제 운용 등)를 반영하지 못하였다.

셋째, 무기체계의 전력화 시점에 대한 확정적 가정이다. 무기체계의 전력화 일정은 정책적, 기술적 변수에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어 KF-21의 생산 차질이나 현무 계열의 개발 실패 가능성은 분석 결과에 큰 영향을 미칠 수 있다.

넷째, KMPR 및 Kill-chain 운용 전제이다. KMPR과 Kill-chain이 전면적, 완전하게 운용될 수 있다는 가정은 과도한 낙관에 기반하고 있다. 북한의 선제 핵사용이나 EMP 공격 등으로 지휘통제망(C4I)이 무력화될 경우 해당 체계가 작동하지 않을 가능성 있다.

다섯째, 현무-V 탄도미사일의 함정 탑재 가정이다. 현무-V의 KVLS-2 탑재는 아직 기술적 검증이 되지 않았으며, 대형 탄두의 함정 탑재는 발사관 개조, 안정화 기술, 공간 확보 등 현실적 제약이 큼. 탑재 개수(80발/척) 또한 기술적 타당성 부족하다.

여섯째, B-MOA 지역의 전장가정이다. B-MOA 9개 지역을 속초시 수준(50㎢)으로 균일하게 간주한 것은 실제 지형, 시설밀도, 지하화 수준 등을 반영하지 못하는 단순화된 가정이다.

22) 배학영, ""해양기반 기동형 3축체계" 전력발전 방향", 『한국방위산업학회지』, 2023.

일곱째, 전탄 정밀 타격 및 100% 작전 가동 전제이다. 모든 탄도탄이 의도한 범위 내에서 정확히 폭파하고, 명중한다는 가정은 현장의 환경 변수, 방공망 대응, 운용상 실수 등을 무시한 과도한 단순화하였다.

여덟째, 지속 전투성 유지 전제이다. 합동화력함이 전술상 우선 제거 표적이라는 점과 해상전 특성(피격 위험, 은닉 어려움 등)을 감안하지 않고 생존성을 100% 전제로 설정한 점은 분석 왜곡 가능성 존재이다.

이러한 가정사항으로 인한 제한사항 고려한 분석으로 추가적인 대안을 제시하고자 한다.

분산형 운용은 합동화력함처럼 한 척의 함정에 다량의 대지탄도탄을 탑재하는 것이 아니라 분산된 구축함(KDDX-S급 등) 이상의 함정에 고위력 대지 탄도탄을 분산·탑재하여 집중형 운용으로 인한 위험을 감소시키고, 자체방어 능력이 부족한 단점을 보완하는 것이다.

그래서 해상기반 대지타격능력을 보유함과 동시에 위의 문제를 해결하기 위해 화력을 줄여서 분산된 플랫폼에 탑재하는 방안을 생각해 봐야 한다.

이러한 개념은 현재 미 해군은 지속적 주장하고 발전시키고 있는 분산된 해양작전의 개념을 차용한 것이다. 이러한 개념을 미 해군의 문서에 지속적으로 등장한다. 최근 발표된 미 해군의 "Navigation Plan"의 해군의 "a distributed battlefield"(분산된 전장)을 벤치 마킹한 것이다.

〈표 10〉 미 해군의 전략문서상 분산된 해양능력의 개념

2017 Distributed Lethality	2018 Distributed Maritime Operations (DMO)	2020 Distributed Naval Operations	2024 Effectors Distributed across the Battlespace

예를 들어, 현재 5,000여 톤으로 추정되는 KDDX-S의 톤수를 상향해 10-20기 정도의 대지타격 탄도탄을 탑재하면 합동화력함의 건조 없이도 물리적으로 분산된 함정에서 네트워크를 이용한 화력 운용의 집중을 통해 합동화력함과 동일한 효과를 낼 수 있다.

집중형 운용과 분산형 운용의 장단점을 고려하여 기동형 해상기반 대지타격능력의 소요를 제기하는 것은 추가적인 검토가 필요하다. 만약, 현재 장기신규 소요가 결정된 합동화력함의 개념을 분산형 해상기동 화력개념으로 전환하고, 소요를 수정하게 된다면 어떻게 할 것인가에 대한 대안적 분석을 하면 아래의 표와 같다.

2가지 안을 통해 대안을 제시해 보고자 한다. 첫째, 위에서 제시한 분산형 개념을 적용하는 것이다. 현재의 합동화력함의 소요를 삭제하고, 탑재가 예정되었던 탄도탄을 현재전력(KDX-III B-II, KSS-III B-I 등) 및 미래전력(KDDX, KDDX-S, KSS-Ⅳ 등)에 포함하는 것이다. 현재 개념설계 등이 진행 중이어서 개념을 변경하여 소요제기가 가능하다.

둘째, 현재의 합동화력함의 소요를 수정하는 것이다. 자함방어에 대한 취약성을 극복하기 위해 무인기 대응체계, 스텔스, 상선위장 기능 등을 추가로 하여 생존성을 극대화하는 것이다.

〈표 11〉 소요최적화에 따른 현 소요 대안

구분	현재(~을) *장기신규 기준	수정방향(~으로)	
		1안(삭제)	2안(수정)
톤수	• 5,000톤 급	• 삭제후 추후 플랫폼에 해상기반 분산 대지타격 강화 • 합동화력함 탑재용 함대지유도탄(3척240발) 중 약 100여발을 미래 전투함정(KDDX, KDDX-S, KSS-Ⅳ)에 분산 적재·운용	• 11,000 ± 10%
대지전	• 00형 함대지 유도탄 80발 이상		• CM/BM 혼용 • 자폭 무인기 운용
자함 방어	• 대함방어유도탄, CIWS • 소나, TACM, 경어뢰		• 좌동 • 추가로 무인기 대응체계, 스텔스, 상선위장 기능 등
소요량	• 전력화 : 장기 • 소요량 : 3척		• 전력화 : '30년대 말 • 소요량 : 1척

* 출처 : 저자 작성

해상기반 기동형 KMPR전력은 북한의 핵 및 미사일 위협에 대응하기 위한 중요한 전략적 자산으로 자리잡고 있다. 생존성, 타격력, 비용 대비 효율성을 고려했을 때, 한반도의 안보 상황에서 중요한 역할을 할 것이다. 다만, 기술적 개선과 운용상의 문제를 해결하기 위한 지속적인 연구와 투자가 필요하다.

참고문헌

1) 권혁철, “북한의 최종상태 핵 위협 평가와 한국의 군사대비태세 보완”, 『한국군사』, 2017.
2) 구본윤, 마월. “북한 핵억제전략 메커니즘 연구: 핵 억제의 보편성과 특수성 관점에서”. 『국가전략』, 2024.
3) 국가R&D 통합공고, “광해역 수중감시 및 심해 음향환경 분석기술”, 방위사업청, 2022.3.24.
4) 김기환·이상복, “절충교역의 정량적 성과관리 방법론에 관한 연구”, 2022.
5) 김보미. “2차 핵시대 미국의 비확산 정책: 파키스탄·이란·북한을 중심으로”. 『INSS Research Report』, 2019.
6) 박휘락. “핵억제이론에 입각한 한국의 대북 핵억제태세 평가와 핵억제전략 모색”. 『한국국제정치학회』, 2013; 박휘락. “북한핵에 대한 한국 억제전략의 분석”. 『국제정치논총』, 2015.
7) 배학영, ““해양기반 기동형 3축체계” 전력발전 방향”, 『한국방위산업학회지』, 2023.
8) 연합뉴스. “방사청, F-35A 20대 추가 구매계약, 2027년부터 전력화”. 2023. 12. 27.
9) 장상국·최기일, “SWOT 분석을 통한 북핵미사일 위협에 대한 대응 전략”, 『한국방위산업학회지』, 2022.
10) 정수, 조관행, 홍성표. “대량응징보복(KMPR)에서 공군력의 역할에 관한 연구: ISR과 PGMs을 중심으로”. 『국가전략』, 제23권 제3호.
11) 차경재. “북한 핵·미사일 위협에 대비한 한국형 3축 체계 연구”. 『충남대학교 박사학위 논문』, 2018.
12) 폴 브래큰, 이시은 역. 『제2차 핵 시대: 전략과 위험, 그리고 새로운 무기 외교』, 아산정책연구원, 2014.
13) 『경향신문』. “KAI, 방사청과 KF-21 최초 양산 계약 체결, 2026년 말 납품 계획”. 2024. 6. 25.
14) 『한국경제』. “베일 벗은 ‘독침 무기’ 초음속 공대지 미사일, FA-50 수출에 도움?”. 2024. 10. 28.
15) YTN. “방사청 북 갱도 파괴 전술 지대지유도무기 2027년까지 개발”. 2023. 9. 18.
16) 『문화일보』. “현무-5 위력은? 100여m 지하 관통, 헤즈볼라 벙커버스터 5배 이상”. 2024. 10. 1.
17) Kingery, C. N. and Bulmash, G. Airblast parameters from TNT spherical air bursts and hemispherical surface bursts. ARBRL-TR-02555, April 1984.
18) Mahoney, J. and Barrenchea, R. “The logic of counterfactual analysis in case-study explanation”. British Journal of Sociology, 70(1), pp. 306-338, 2019.
19) Swisdak, M. M. Simplified Kingery airblast calculations. Arlington: Naval Surface Warfare Center, 1994.
20) Unified Facilities Criteria. Structures to Resist the Effects of Accidental Explosions. UFC 3-340-02, U.S. Department of Defense, Washington D.C., 2014.
21) UN Safe Guard. INTERNATIONAL AMMUNITION TECHNICAL GUIDELINES: Formulae for ammunition management. IATG 01.80, IATG 01.80:2021[E], UNODA, 2021.
22) 국방부. 『국방백서 2022』, p. 334, 2022.