

적 미사일 위협 고려한 전투기 전력 배치방안 연구

박인균 · 하용훈[†]

A Study on the Deployment Plan of Fighter Aircraft Considering the Threat of Enemy Missiles

Inkyun Park · Yonghoon Ha[†]

ABSTRACT

North Korea has recently developed and deployed missiles with various ranges as asymmetrical forces. Among them, short-range ballistic missiles with improved accuracy are expected to aim at achieving tactical goals by hitting important military facilities in Korea with a small number of missiles. Damage to the air force airfields, one of North Korea's main targets of missiles attack, could limit the operation of air force fighters essential to gaining air superiority. Based on the attack by the short range ballistic missiles, the damage probability of military airfields was simulated. And as the one of the concepts of passive defense, the way to reduce the loss of combat power was studied through the changes of the air force squadrons deployment. As a result, the effective deployment plan could be obtained to reduce the amount of power loss compared to the current deployment.

Key words : Circular Error Probability, Missile threat, Optimization, Mixed Integer Programming

요 약

북한은 비대칭 전력으로 다양한 사거리의 미사일을 개발해 실전 배치했다. 이들 미사일 가운데 단거리 탄도미사일은 정확도를 향상시켜 적은 수의 미사일로 우리 군의 주요시설을 타격해 전술목표를 달성하는 것을 목표로 할 것으로 예상된다. 이는 전시 북한의 주요 공격 대상 중에 하나인 비행장에 대한 중대한 위협으로, 만약 공격을 받을 경우 전시 항공 우위 확보에 필수적인 공군 전투기의 운용을 제한할 수 있다. 이에 따라 위협이 되는 단거리탄도탄을 기반으로 군 비행장별 피해확률을 시뮬레이션하였고, 소극적인 방어에 의한 전력배치 변화를 통해 전투력 손실 감소 방안을 연구하였다. 그 결과 현재 배치에 비해 전력의 손실량을 줄일 수 있는 배치방안을 도출할 수 있었다.

주요어 : 원형공산오차, 미사일 위협, 최적화, 혼합정수계획법

1. 서론

북한은 대륙간 탄도미사일의 사거리 확장에 많은 노력을 기울이고 있고 관련 기술을 발전시키고 있다. 사거리 확장과 더불어 남한에 직접적인 피해를 줄 수 있는 사거리 1,000km미만의 단거리 탄도미사일(SRBM, Short Range

Ballistic Missile)의 정확도도 과거의 SCUD 계열의 미사일보다 상당히 향상된 것으로 평가된다(Elleman, 2019). 북한의 미사일 정확도 향상은 우리 군의 작전수행과 대비태세에 많은 영향을 미칠 것으로 예상된다. 과거 북한의 미사일은 원형공산오차(CEP, Circular Error Probable)가 커 아군의 작전지휘소 전체 면적의 25%를 75% 확률로 파괴하기 위해서는 300기 이상의 미사일이 필요하다는 주장도 있었다(Seo, 2006). 현재 아군 비행장을 위협하는 단거리 탄도미사일의 한 종류인 KN-02의 CEP는 약 100m(Lennox, 2012), 최근에 실험한 KN-23의 경우 소련의 이스칸다르 미사일과 유사한 것으로 평가되고(Lewis, 2019), CEP는 약 30m로 추정된다(Missile Defense Advocacy

Received: 2 September 2020, **Revised:** 20 October 2020,
Accepted: 20 October 2020

[†] **Corresponding Author:** Yonghoon Ha
E-mail: yonghoonha@mnd.go.kr
Korea National Defense University Department of Defense Science

Alliance). 이러한 정확도 향상은 과거에 비해 적은 수의 미사일로 원하는 피해효과를 얻을 수 있기에 전시 초기 우리 군의 주요시설을 타격하여 작전을 지연시킬 수 있는 가능성이 증대되었다는 것을 의미한다.

우리나라의 경우에 북한이 남침을 시도한다면 남한의 군사시설 등 주요시설과 대도시 등을 지대지 미사일로 공격하여 우리의 전쟁 의지와 전쟁 수행능력을 약화시키려 할 것이다. 특히 주요 공격대상에는 군 비행장도 포함 되어 있다. 군 비행장 내 전력의 작전수행 보장은 전쟁 수행에 있어 공중우세를 획득하여 아군의 작전수행을 보장하기 위해 중요하다. 북한은 비행장을 공격하여 항공기에 직접적인 피해를 주거나 활주로 등 작전수행을 지원하기 위한 시설들에 피해를 주어 공중우세 획득을 지연시키려고 할 것이다(Hwang, 2009). 우리는 이러한 위협을 인식하고 적극적인 방어수단인 한국형 미사일방어체계(KAMD, Korea Air and Missile Defense) 확충을 위해 노력하고 있다. 그러나 적 미사일을 요격하는 방안은 100% 요격을 보장할 수는 없다. 최신의 요격체계인 PAC-3의 경우에도 70% 정도 요격 성공률을 가진 것으로 알려져 있다(Choi, 2017). PAC-3 요격체계로도 적 탄도미사일을 모두 방어할 수 없으며 방어적인 입장에서는 적은 수의 미사일로도 큰 피해를 받을 수 있기 때문에 다양한 방법으로 방어체계를 구축할 필요가 있다. 이에 따라 소극적인 방어 개념으로 항공기를 격납고나 리베트먼트에 주 기시켜 외부 위협으로 보호하는 장치를 마련하고 있지만 지속적으로 작전을 수행해야하는 여건에서 작전 인원 및 항공기를 보호할 수 있는 방안은 아니다. 특히 단일 기종을 단일 부대에서 운영하는 경우에 주력 기종을 운영하는 비행장이 작전수행을 하지 못할 만큼의 피해가 발생한다면 공중우세 획득을 위한 작전수행에 큰 지장을 받을 수 있다.

이에 따라 본 연구에서는 비행단의 전력을 대표하는 전투기 전력지수를 근간으로 적 미사일 CEP에 따른 피해확률을 도출하고 이 피해확률을 기준으로 비행단 별 전력지수 손실을 최소화할 수 있는 전력 배치방안을 연구하여 소극적인 방어형태의 하나로서 전투기 전력 배치방안을 제시하고자 한다. 논문의 구성으로 2장에서는 연구 방법 및 범위를 살펴보고, 3장에서는 정확도가 향상된 미사일 위협을 고려한 아군 비행장 피해확률 산정 및 피해확률에 따른 전력 배치방안 모델을 소개한다. 이어서 4장에서는 미사일 공격에 의한 피해를 현재의 대대배치에서의 전력지수 손실량과 본 연구에서 도출한 전력배치방안에 의한 손실량을 비교하고, 마지막 장에서는 결론과

함께 연구의 제한점 및 발전방안에 대해 논의한다. 본 연구내용은 일반적으로 분류되며 자료들은 모두 공개 자료를 근간으로 작성하였다.

2. 연구 방법 및 범위

2.1 연구방법

본 연구에서는 기존 단일 기종의 단일 비행장 배치 상황 하에서 북한의 탄도미사일 공격에 대한 우리 공군의 전투력 손실량과 소극적 방공의 개념을 적용하여 전투기 대대의 배치를 조정한 후 발생하는 전력지수 손실량을 비교하여 전투기 전력의 손실을 감소시킬 수 있는 방안을 찾는다. 이는 전시 초기에 전력 손실을 최소화하여 공중우세 확보를 위한 작전수행에서의 전력 누수현상을 감소시킬 수 있는 방안이 될 수 있다.

전력배치 기준은 1개 대대를 최소단위로 하며 기종별 전력지수를 기반으로 대대의 전력지수를 계산하여 연구에 적용하였다.

적 미사일 위협으로는 SRBM 중에 CEP가 다른 미사일에 비해 정확한 것으로 알려진 KN-02, KN-23를 가정하여 Table 1의 제원을 바탕으로 피해효과를 시뮬레이션 하였다. 현재 우리에게 위협이 되는 SRBM 중 CEP가 정확하지 않은 SCUD-B/C는 대도시 공격 등을 통해 충분히 목표를 달성할 수 있을 것으로 가정하여 본 연구에서는 제외하였고, 우리의 군사시설에는 비교적 정확한 탄도 미사일을 사용하여 공격함으로써 전술목표를 달성할 것으로 가정하였다.

Table 1. Threat missile specification

	KN-02	KN-23
Range	170 km	500 km
CEP	100 m	30 m
Warhead	485 kg	500 kg

2.2 연구 범위

전투기 전력 중 도태 예정 기종과 최근에 도입되고 있는 기종은 제외하여 연구대상을 선정하였다. 전력배치 현황은 인터넷의 오픈소스 기반으로 선정하여 Table 2의 기종으로 작성하였으며, 기종별 전력지수는 Dunnigan이 제시한 전력지수를 적용하였다(Dunnigan, 2003). 이 지수는 공개적으로 획득할 수 있는 유일한 전력지수로서 우리 공군이 보유하고 있는 기종의 전력지수를 적용하기

위해, F-16계열은 제시되어 있는 'F-16'의 전력지수를 F-15K는 'F-15'와 'F-15E'의 전력지수 중 F-15K와 유사한 F-15E 전력지수를 대체 적용하였다. FA-50의 경우에는 최근에 전력화된 기종이어서 전력지수가 나와 있지 않으나 최대이륙 중량, 전투반경, 무장탑재능력을 고려하여 서구권 항공기 중 가장 유사한 Mirage F1의 전력지수를 적용하였다. 이 전력지수는 단일 항공기에 해당하는 사항으로 대대 전력지수는 공중/지상 전력지수의 평균값에 대대 항공기 수(20대)를 적용하여 산출하였다. 대대 항공기 수는 F-15K의 도입량(60대)과 현재 운영 대대수(3개 대대)를 근간으로 1개 대대에 20대로 산정하였다.

Table 2. Power index

	F-15K	F-16	FA-50
Air	24	32	13
Ground	70	40	13
Average	47	36	13
Squadron	940	720	260

전력지수는 공중능력지수와 지상능력지수로 구분하였는데 공중능력지수는 다른 항공기와 싸울 수 있는 능력으로 항공기가 가지고 있는 특징과 탑재되어 있는 장비(레이더, 사격통제 장비 등), 미사일 등의 무장, 그리고 출격을 등을 고려하여 산출한 수치이고, 지상능력지수는 지상공격 능력에 영향을 주는 전자장비와 무장 탑재능력을 고려하여 산출한 수치이다(Dunnigan, 2003).

KN-02 위협 반경에 2개 기지(BASE 1, 2), KN-23 위협 반경에 3개 기지(BASE 3, 4, 5)가 위치한 것으로 가정하였고 전투대대는 15개 대대(F-15K 3개 대대, F-16 계열 9개 대대, FA-50 3개 대대)를 기준으로 산정한 대대 전력지수와 미사일 방어체계 구축을 고려하여 탄도미사일 요격확률 70%를 적용하여 비행장의 피해를 주는 미사일의 수를 산정하였다. 각 기지별로는 항공기 보호시설의 수를 고려하여 기존의 배치 대대 수와 동일한 대대 수를 배치하는 것으로 연구를 진행하였다.

3. 모델 개발

3.1 피해효과 시뮬레이션

3.1.1 미사일 위협분석 및 가정

본 연구에서 비행장에 위협이 되는 단거리 탄도미사일은

KN-02/23로서 Table 1.에서 제시되어 있는 중량의 탄두를 탑재할 수 있다. 이 미사일에 의한 피해반경을 산출하기 위해서 이와 유사한 탄두무게의 범용목적폭탄인 MK-84를 피해범위 산정에 적용하였다.

MK-84의 폭약의 무게는 948lbs(430kg)이고(Yu, 2019), 치명반경은 폭탄의 파편들의 패턴과 범위를 예측하기 어렵지만 알려진 인명살상 치명반경은 약 360m(1181ft)이다(Action on Armed Violence, 2016). 이 치명반경은 파편 에너지 4KJ에 의한 치명반경으로 인명살상뿐만 아니라 파편으로 항공기 표면을 관통하여 손상시킬 수 있는 에너지이다(Payne, 2010). 항공작전을 수행하기 위해서는 작전요원(조종사, 정비사, 무장사 등)과 항공기의 안전이 필수적인 요소이다. 따라서 인원 및 항공기에 직접적인 피해를 받는다면 작전수행에 막대한 영향을 미칠 수 있기 때문에, 제시한 치명반경을 본 연구의 피해확률 시뮬레이션에 적용하였다.

적이 아군 비행단에 공격하는 정확한 미사일 수량을 산정하는 것은 현실적으로 어려움이 있어 다음과 같이 몇몇 공개정보를 기준으로 제시하였다. 고정형 발사대는 한국내 주요시설의 수와 북한의 발사대 수가 유사한 점을 고려하여 36개의 발사대로 추정할 수 있다(Nam, 2004). 그리고 단거리 미사일을 운영하기 위한 TEL(이동식 발사대)의 수량은 100여 기로 추정된다(Kang, 2013). 이에 따라 주요시설 1곳에 대해 1회 공격 가능한 미사일 수량은 고정형 발사대 1개에서 발사 가능한 4발과 이동형 발사대 3대에서 발사 가능한 3발, 총 7발의 미사일이 1곳을 공격할 수 있는 미사일로 가정하였다. 즉, 총 5개 비행단에 총 35발의 미사일이 1회에 피해를 줄 수 있다. 본 연구에서는 북한의 탄도미사일별 사거리 제한으로 BASE 1, 2에는 KN-02 14발, BASE 3, 4, 5에는 KN-23 21발을 발사할 것이라고 가정하였다.

또한 현재 PAC-3가 완벽하게 전력화되지는 않았지만 현재 지속적으로 한국형 미사일 방어체계를 구축하고 있는 상황을 고려하여, 본 연구에서는 PAC-3의 요격 성공률인 70%를 적용하였고(Choi 등, 2017), 이를 반영하여 비행장에 피해를 주는 미사일 수를 산정하였다.

3.1.2 비행장별 피해확률 산출

본 연구에서 가정된 위협이 되는 미사일들은 고체연료를 사용하고 있어 발사후를 탐지하기 어려워 항공기 및 작전인원들이 대피할 시간이 불충분할 것으로 예상된다. 완벽한 방호태세 구축하기 어려운 상황에서 피해를 받게 된다면 비행장 곳곳에서 작전을 위해 활주중인 항

공기 및 임무 수행을 하고 있는 작전인원들이 피해를 받을 수 있다. 또한 노출되어 있는 활주로는 방호할 수 없기 때문에 비행장 전체 면적과 3.1.1에서 제시한 치명반경을 기준으로 비행장별 피해확률을 시뮬레이션하였다.

통상 비행장은 활주로를 기준으로 좌우에 시설들이 배치되어 있고 활주로 수에 따라 비행단의 면적 차이가 발생한다. 따라서 활주로 수에 따라 비행단 면적과 피해확률이 달라지므로 Table 3과 같이 비행장의 길이와 폭을 설정하여 피해확률 시뮬레이션에 적용하였다.

Table 3. Airfield area

Number of runway	length(ft)	width(ft)	비고
1	9400	1640	Base 2, 5
2	9400	3280	Base 1, 3, 4

단발에 의한 지역 표적의 피해확률은 Figure 1과 같이 표적의 면적과 무기에 의한 치명면적을 고려하여 식 (1)~(7)에 의해 산출할 수 있다(Driels, 2013).

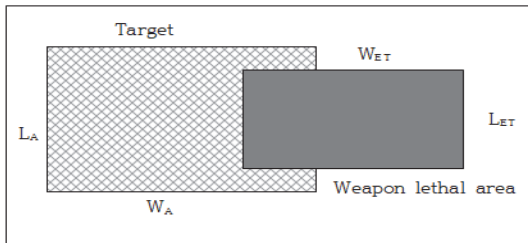


Fig. 1. Target covered by weapon lethal area

여기서, L_A 는 표적 면적의 길이, W_A 는 표적 면적의 폭, L_{ET} 는 유효 치명면적의 길이, W_{ET} 는 유효 치명면적의 폭이고 단발에 의한 피해확률은 식 (1)로 나타낼 수 있다.

$$FD = E(F_C) \times P_{CD} \quad (1)$$

여기서 P_{CD} 는 식 (2)와 같이 치명면적에 의한 피해 확률이며

$$P_{CD} = \frac{L_{ET} \times W_{ET}}{L_{EP} \times W_{EP}} = \frac{A_{ET}}{L_{EP} \times W_{EP}} \quad (2)$$

여기서 $L_{EP} = \max(L_{ET}, L_A)$, $W_{EP} = \max(W_{ET}, W_A)$ 이다.

식 (1)의 $E(F_C)$ 는 예상 피해범위의 확률이며, F_C 는 치명반경에 포함되는 표적의 비율이다. $E(F_C)$ 는 거리 성분의 확률과 좌우로 편향된 성분의 확률의 곱으로 식 (3)으로 나타낼 수 있으며

$$E(F_C) = E(F_R) \times E(F_D) \quad (3)$$

여기서 F_R 는 거리 성분에서 치명반경에 포함되는 표적의 비율이며, F_D 는 좌우로 편향된 성분에서 치명반경에 포함되는 표적의 비율이다.

거리 성분의 $E(F_R)$ 은 DPI(Desired Point of Impact)에서 거리 x 만큼 떨어진 곳에서의 피해 범위의 확률이며 Figure 2로 나타낼 수 있고,

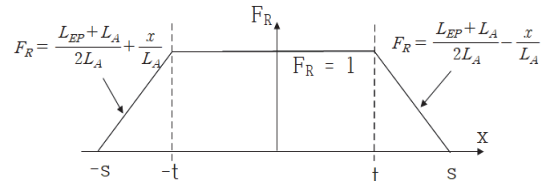


Fig. 2. Fractional coverage function in the range direction

이를 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$E(F_R) = \int_{x=-\infty}^{x=\infty} F_R(x) g(x) dx \quad (4)$$

여기서 $g(x)$ 는 조준 오류(aiming error)에 관한 확률 밀도함수이며, 식 (4)는 식 (5)로 표현할 수 있다.

$$E(F_R) = \{I_1 + I_2 + I_3 + I_4 - I_5\} \quad (5)$$

식 (5)의 각항에 대한 적분을 표준정규분포함수를 사용하여 계산할 수 있다. 여기서

$$\begin{aligned} I_1 &= [\Phi(t) - \Phi(-t)], \\ I_2 &= \frac{L_{EP} + L_A}{2L_A} [\Phi(-t) - \Phi(-s)], \\ I_3 &= \frac{L_{EP} + L_A}{2L_A} [\Phi(s) - \Phi(t)], \\ I_4 - I_5 &= \frac{2\sigma_x}{L_A \sqrt{(2\pi)}} [e^{-a^2} - e^{-b^2}], \\ a &= \frac{s}{\sigma_x \sqrt{2}}, \quad b = \frac{t}{\sigma_x \sqrt{2}} \text{이다.} \end{aligned}$$

이와 동일한 방법으로 $E(F_D)$ 도 식 (6)과 같이 표현된다.

$$E(F_D) = \{I_1 + I_2 + I_3 + I_4 - I_5\} \quad (6)$$

으로 나타낼 수 있고, 식 (5)와 (6)으로 식 (3)의 $E(F_C)$ 를 구할 수 있으며 여러 발의 의한 피해확률은 식 (7)로 구할 수 있다.

$$FD = 1 - (1 - FD)^n \quad (7)$$

이 식을 적용하여 CEP 100m와 30m일 때 활주로 수와 공격받는 미사일 수에 따른 피해확률을 정리하면 Figure 3, 4와 같다. 이는 과거에 비해 정확도가 향상된 KN-02, KN-23이 적은 수의 미사일로 요망하는 피해효과를 입힐 수 있다는 것을 보여주는 결과이기도 하다.

이 결과를 바탕으로 4장에서 미사일 수량에 따른 비행장별 피해확률을 적용하여 전력지수 손실량을 계산한다.

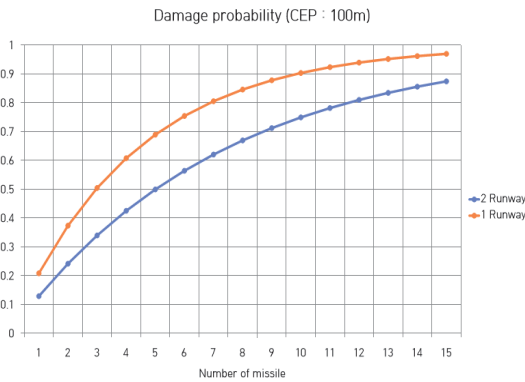


Fig. 3. Damage probability (CEP : 100m)

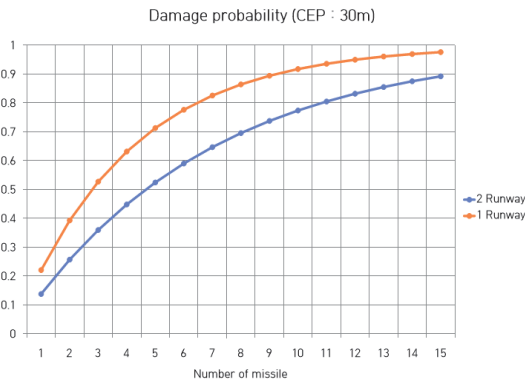


Fig. 4. Damage probability (CEP : 30m)

3.2 전력 배치 모형

3.2.1 문제 정의

본 논문에서 제시하는 모형은 하나의 비행장에 중요 전력이 집중 배치되어 있어 이곳에 집중공격을 받게 되면 작전 수행에 차질이 생기게 된다. 이러한 피해를 방지하기 위하여 비행장별 배치되어 있는 대대의 전력지수 평균값의 편차를 최소화하여 대대를 배치하는 것으로 정의하였다.

3.2.2 모형 구현

배치 모형을 구성하기 위해 집합, 파라미터, 결정변수를 정의하고, 전력지수 평균값의 편차를 최소화하는 아이디어를 수식으로 표현한 뒤 목적함수를 정의한다. 먼저 모형 구성에 필요한 집합과 파라미터는 다음과 같다.

- $B = \{1,2,3,4,5\}$: 비행장의 집합
- $S = \{1,2,3,\dots,15\}$: 대대의 집합
- PW_s : 대대별 전력지수 $\forall s \in S$
- N_b : 비행장 b 에 배치되는 최대 대대수 $\forall b \in B$

Table 2의 전력지수 값을 이용하여 F-15K 대대의 전력지수 $S_{1,2,3}$ 은 940, F-16계열 대대의 전력지수 $S_{4,5,\dots,12}$ 는 720, FA-50 대대의 전력지수 $S_{13,14,15}$ 는 260으로 정의하여 시뮬레이션하였다. 비행장별 배치 대대수는 1, 3번 비행장($N_{1,3}$)에는 4개 대대, 4번 비행장(N_4)에는 3개 대대, 2, 5번 비행장($N_{2,5}$)에는 2개 대대가 배치되는 것으로 가정하였다. 모형을 통해 도출하고자 하는 결정변수는 다음과 같다.

- $x_{sb} = \begin{cases} 1 & \text{대대 } s \text{를 비행장 } b \text{에 배치하는 경우} \\ 0 & \text{기타} \end{cases} \quad \forall s \in S, \forall b \in B$

위 정의를 바탕으로 MIP(Mixed Integer Problem)로 표현된 대대 배치 모형은 다음과 같다.

$$\text{Min } Z = \sum_b Y_b^+ + Y_b^- \quad (8)$$

$$\text{s.t. } \sum_{b \in B} x_{sb} = 1 \quad \forall s \in S \quad (9)$$

$$\sum_{s \in S} x_{sb} \leq N_b \quad \forall b \in B \quad (10)$$

$$\text{Mean} = \left[\sum_{b \in B} \left(\frac{\sum_{s \in S} PW_s \times x_{sb}}{N_b} \right) \right] / 5 \quad (11)$$

$$\frac{\sum_{s \in S} PW_s \times x_{sb}}{N_b} - Mean = Y_b^+ - Y_b^- \quad \forall b \in B \quad (12)$$

$$x_{sb} \in \{0,1\} \quad \forall s \in S, \forall b \in B \quad (13)$$

$$Y_b^+, Y_b^- \geq 0 \quad \forall b \in B \quad (14)$$

식 (8)은 목적함수로서 대대 배치시 각 비행장별 대대의 전투력 평균값의 편차의 합을 최소화하여 배치하기 위한 것이다. 여기서 Y_b^+ 는 평균전력지수 값에 초과되는 양이며 Y_b^- 는 평균전력지수 값에 미달되는 양이다. 식 (9)는 각 대대를 1개의 비행장에 배치되도록 하는 제약식이며, 식(10)은 배치 대대수를 기존의 대대수 이하로 설정하는 제약식이다. 식 (11)은 전 대대 전투력의 평균값이며, 식 (12)는 비행장별 전투력의 편차를 나타낸다.

모델의 실험의 도구는 GAMS(General Algebraic Modeling System) IDE(Integrated Development Environment)를 이용하였으며 Solver는 IBM CPLEX를 사용하여 수정된 배치결과를 도출하였다. 비행단별로 배치된 대대수에 의한 평균 전력지수 편차는 기존 전력 배치에서의 표준편차가 259.19인데 비해 모델의 결과로 나온 전력배치는 37.42로 모형에서 의도한 바를 충족한 것을 확인하였다. 실험을 통해 도출된 재배치 결과를 바탕으로 한 전력손실량과 기존의 배치를 기준으로 한 전력손실량은 4장에서 비교하였다.

4. 전력손실 비교 및 고찰

4.1 기존 배치에서의 전력 손실

기존 배치에서의 전력손실량은 Table 4에 의한 전력배치로 계산하였다. 이 때 전 비행장에 동일한 수의 미사일로 공격받지 않고 주요 전력(F-15K, F-16계열)이 집중배치되어 있는 비행장만 집중공격 받는 것으로 KN-02에 의해 Base 1, KN-23에 의해 Base 3, 4가 공격받는 것으로 Base 3, 4는 비행장별 전력지수 평균값의 비율로 공격받는 미사일 수량을 산정하여 전력손실량을 산출하였다. 이 때 피해를 받는 미사일 수는 요격확률을 적용하여 산출하여 계산한 직접적으로 비행장에 피해를 주는 미사일 수량이다.

이에 따른 전력손실량은 Table 5와 같다. KN-02에 의해 Base 1에서의 손실량은 1225.2이며 KN-23에 의해 Base 3, 4의 손실량은 각각 1036.8, 1264.8이다. 이에 따른 총 전력손실량은 3,526.8이고 전체 전력지수의 약 35%에 해당하는 전력손실이 발생하는 것으로 나타났다.

Table 4. Current squadron deployment

	Base 1	Base 2	Base 3	Base 4	Base 5
F-15	.	.	.	3	.
F-16	4	.	4	.	1
FA-50	.	2	.	.	1

Table 5. Power loss amount(current deployment)

	KN-02		KN-23		
	Base 1	Base 2	Base 3	Base 4	Base 5
Power index	2880	520	2880	2820	980
Average power index	720	260	720 (43.4%)	940 (56.6%)	490
Number of missile impact	4	.	3	4	.
Loss amount	1225.2	.	1036.8	1264.8	

4.2 수정된 배치에서의 전력 손실

전력배치 모형에 의해 도출된 전력배치는 Table 6와 같다. 이 배치결과를 기준으로 각 비행장에 전력지수 평균값의 비율로 미사일 공격받았을 경우 전력손실량은 Table 7과 같으며, 이는 KN-02는 Base 1, 2에, KN-23는 Base 3, 4, 5에 공격하는 것으로 기존 배치에서의 동일한 요격확률을 적용하여 산출하였다. KN-02에 의해 Base 1, 2에서의 손실량은 각각 638.9, 538.4이며 KN-23에 의해 Base 3, 4, 5의 손실량은 각각 679.5, 494.2, 566.4이다. 이에 따른 총 전력손실량은 2,917.4으로 전체 전력지수의 28.9%에 해당하는 전력손실이 발생하는 것으로 나타났다.

Table 6. Modified squadron deployment

	Base 1	Base 2	Base 3	Base 4	Base 5
F-15	1	.	1	1	.
F-16	2	2	2	1	2
FA-50	1	.	1	1	.

Table 7. Power loss amount(modified deployment)

	KN-02		KN-23		
	Base 1	Base 2	Base 3	Base 4	Base 5
Power index	2640	1440	2640	1920	1440
Average power index	660 (47.8%)	720 (52.2%)	660 (32.7%)	640 (31.7%)	720 (35.6%)
Number of missile impact	2	2	2	2	2
Loss amount	638.9	538.4	679.5	494.2	566.4

이는 기존 배치에서의 총 전력손실량인 3,526.8 (35.0%)에 비하여 609.4(6.1%)가 감소하였으며 이를 그래프로 나타내면 Figure 5와 같다.

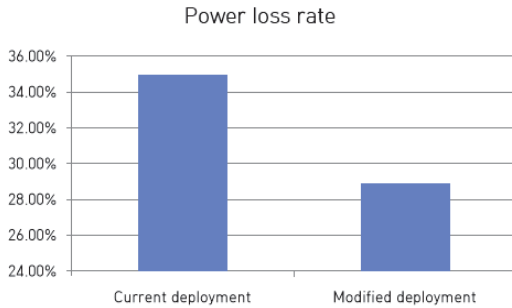


Fig. 5. Power index loss rate

4.3 종합

수정된 배치를 통한 줄어든 전력손실량 전체전력의 6.1%로 이는 항공기대수 기준으로 F-15 약 13대, F-16 약 17대에 해당하는 전력지수로서 전투기 한 대가 수행할 수 있는 전시 임무 및 전투효과를 고려한다면 배치의 조정을 통해 보전한 전력은 우리 군의 제공권 장악을 위한 융통성 있는 전력운용 및 전시 임무 수행 등을 위한 전력운영에 도움이 될 것이다.

제시한 방안은 적의 미사일 능력 향상에 대비한 미사일 방어체계의 부족한 부분을 보완하여 전력의 손실을 감소시킬 수 있는 소극적인 방공의 방법 중 하나의 방안으로 고려될 수 있을 것이다.

5. 결론

본 연구에서는 북한 미사일의 정확도 향상됨에 따라 우리 공군의 비행장에 직접적인 위협이 되는 단거리탄도탄을 기반으로 위협평가하여 군 비행장별 피해확률을 시뮬레이션하였고, 소극적인 방어의 일환으로 전력배치 변화를 통해 전투력 손실 감소 방안을 연구하였다. 그 결과 총 전력지수의 6.1%에 해당하는 전력의 손실이 감소하는 것을 확인할 수 있었다.

북한 미사일의 정확도 향상으로 적은 수량의 미사일로 우리의 주요 군사시설을 타격하여 작전에 영향을 미칠 수 있는 가능성이 증대되었음을 보여주는 결과도 확인할 수 있었다. 특히 공군은 전시에 비행장을 기반으로 하는 작전을 수행하기 때문에 비행기지에 대한 방어능력 확충은 작전수행을 위한 필수적인 조건이다. 이에 따라 탄도

미사일에 대한 요격미사일 전력 확충을 통한 미사일 방어는 물론 여러 관련분야에서 우리의 방어능력을 향상시킬 수 있는 방안에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

본 연구는 보안상의 이유로 현재 우리 공군에서 운용 중인 모든 전투기와 기지에 대해 적용하지 못한 제한점이 있다. 향후 군 내부에서 추가적인 기종들의 파라미터를 산정하여 본 연구 방안을 적용한다면 보다 실질적인 방안이 도출될 수 있을 것으로 예상된다. 비행장 피해효과 시뮬레이션시 비행장 면적을 표적으로 선정하였지만 비행장별 주요시설(비행단 지휘소, 관제시설, 전투대대 등)을 고려하여 피해효과를 산출한다면 비행장별 방호능력 향상을 위한 자료로 활용할 수 있을 것이다. 부가하여 본 연구에서는 전력손실을 줄일 수 있는 배치방안으로 한정하였으나 실질적인 모든 고려사항을 적용하기 위해서는 방호적인 측면 이외에도 작전수행이나 정비관련 요소들을 포함한 추가적인 연구가 진행되어야 할 것이다.

References

1. Michael Elleman, "North Korea's New Short-Range Missiles: A Technical Evaluation," 38north, 2019. <https://www.38north.org/2019/10/melleman100919/>
2. J. J. Seo, "Threat of North Korean missile through error rate simulation," Shindonga.donga.com. Seoul, pp. 158-168, September 2006.
3. Duncan Lennox, "Jane's Weapons : Strategic 2012-13" IHS, UK, pp. 40, 2012.
4. Jeffrey Lewis, "Preliminary Analysis: KN-23 SRBM," James Martin Center for Nonproliferation Studies, 2019. <https://www.nonproliferation.org/preliminary-analysis-kan-23-srbm/>
5. Missile Defense Advocacy Alliance, "Iskander-M (SS-26)," <https://missiledefenseadvocacy.org/missile-threat-and-proliferation/todays-missile-threat/russia/iskander-m-ss-26>
6. I. D. Hwang, "Kim Jong-il Launches Terror," Planet Media, Seoul, pp. 99-110, 2009.
7. H. S. Choi, J. H. Choi, "North Korean Missile Attracting THAAD to the Korean Peninsula," Gyeongdang, Seoul, pp. 270, 2017.
8. James F. Dunnigan, "How to make war, 4th Edition," Quill. US, pp. 172-180, 2003.
9. Yu Yong-won's Military World, "Developers and

- Features of General Bombs of the Mk 80 Series,” 2018. http://bemil.chosun.com/site/data/html_dir/2018/01/19/2018011902036.html
10. Action on Armed Violence, “Explosive weapons with large destructive radius: air-dropped bombs (the Mark 80 series and Paveway attachments),” 2016. <https://aoav.org.uk/2016/large-destructive-radius-air-dropped-bombs-the-mark-80-series-and-paveway-attachments/>
 11. Craig M. Payne, “principles of naval weapon systems,” Naval Institute Press. US, pp. 352, 2010.
 12. J. H. Nam, “There is no unification,” Random House Jungang, Seoul, pp.84, 2004.
 13. T. H. Kang, “Up to 200 North Korean mobile missile launchers...double our army estimate,” Hankyoreh, May 17, 2013 <http://www.hani.co.kr/arti/politics/defense/587911>
 14. Morris R. Driels, “Weaponneering : conventional weapon system effectiveness, 2nd Edition,” American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc. US, pp. 435-452, 2013.



박인균 (ORCID : <https://orcid.org/0000-0003-3506-0663> / skypik80@gmail.com)

2004 공군사관학교 항공우주공학 학사
2019~ 현재 국방대학교 국방과학학과 석사과정

관심분야 : 시뮬레이션, 최적화모델링, 무기체계 획득



하용훈 (ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-2516-9510> / youghoonha@mnd.go.kr)

1994 해군사관학교 해양학 학사
1997 서울대학교 해양학 학사
2000 미국 해군대학원 공학음향학 석사
2009 서울대학교 조선해양공학 박사
2019~ 현재 국방대학교 국방과학학과 교수

관심분야 : 수중 표적탐지 및 추적, 수중음향 및 대잠관련 M&S, 음향신호 분석 및 처리