

부대 전투력 향상을 위한 군 교육훈련 일정계획 최적화 모형

박철언, 정창순, 김경섭*
연세대학교 산업공학과

Military Training Schedule Optimization Model for Improving the Combat Power of Troop

Cheol Eon Park, Chang Soon Jeong, Kyung Sup Kim*
Department of Industrial Engineering, Yonsei University

요 약 우리나라 군은 인구절벽 현상으로 인한 병력 부족, 병사들의 의무복무기간 단축, 획일화된 교육훈련에 대한 거부감 등을 이유로 전투력 유지에 어려움을 겪고 있다. 최근 군 내부적으로도 이러한 문제를 인식하여 전투력 유지에 결정적 역할을 하는 군 교육훈련 체계 개선에 대한 논의가 많이 이루어지고 있다. 본 연구에서는 부대 전투력 향상을 위한 군 교육훈련 일정계획 최적화 모형을 제안한다. 이를 위해 부대 전투력에 영향을 미치는 요소인 교육훈련 과제에 대한 망각 및 학습효과, 과제별 개인점수를 정량화하여 모형에 적용한다. 일정계획 기간은 실제 야전부대의 순환식 부대훈련 주기인 4주로 설정하며, 부대 전투력 측정은 4주 후 부대 구성원의 과제별 개인점수 총합에서 낙제가 발생한 총 횟수를 가중차감하여 계산한다. 교육훈련 여건 및 일부 과제의 초기 개인점수로 시나리오를 구성하고 실험을 수행한 결과 부대 전투력이 최소 10%, 최대 77% 상승하였는데, 이는 전역 및 전입하는 인원을 감안할 때 적어도 부대 전투력 유지가 가능할 만큼의 수치에 해당한다. 또한 부대 전투력 상승률 및 과제별 낙제 발생 횟수 결과를 통해 교육훈련 여건의 조성, 특히 전투기술훈련 과제를 충분히 계획하는 것이 부대 전투력에 큰 영향을 미치는 것을 확인하였다. 본 연구모형을 통해 군 교육훈련 관리자가 효과적으로 부대 전투력을 유지 혹은 향상시킬 수 있는 교육훈련 일정을 수립할 수 있을 것으로 기대한다.

Abstract The Korean military is having difficulty maintaining combat power due to the insufficient troop numbers caused by a demographic cliff and the reduction of the mandatory military service period. Recently, discussions on improving the military training system have increased significantly. This paper proposes an optimization model to establish military training schedules to improve combat power. The oblivion and learning effects on training tasks were quantified through a survey and applied to the model. The objective value, combat power, was calculated based on the total task scores of the unit members and the number of task failures after four weeks. The scenarios were configured by the change in educational conditions and initial scores of some tasks. As a result of scenario experiments, combat power has increased by at least 10% and up to 77%, which is sufficient to maintain combat power considering the change in troops. In addition, the planning of combat skill tasks has a significant impact on combat power. Through this research model, it is expected that military training managers will be able to establish a training schedule that maintains or improves the combat power of troops effectively.

Keywords : Military Training System, Combat Power, Schedule Model, Optimization, Scenario Analysis

*Corresponding Author : Kyung Sup Kim(Yonsei Univ.)

email: kyungkim@yonsei.ac.kr

Received September 9, 2020

Accepted October 5, 2020

Revised September 29, 2020

Published October 31, 2020

1. 서론

군대의 존재 목적은 전쟁을 억제하기 위한 전투력 유지이다. 전투력을 유지하기 위해서는 잘 훈련된 군대를 보유하는 것이 필수적이다. 최근 우리 군에서는 인구절벽이라는 시대적 흐름과 병사들의 군 복무 단축으로 인한 훈련시간 부족 등의 이유로 교육훈련 체계 개선에 대한 필요성이 제기되고 있다. 그러나 여전히 우리 군의 교육훈련 체계는 병사들의 개인능력을 고려하지 않고 순환식 부대훈련 주기에 의한 획일화된 교육훈련을 하고 있다. 국군 장병들은 군에 입대하기 전에 선진화된 교육체계를 경험했기 때문에 이러한 군 교육훈련 체계를 접할 경우 훈련에 대한 거부감과 부적응이 있을 수 있다. 따라서 군에서 교육훈련을 관리하는 사람은 인원, 시간, 교보재, 훈련장 등의 훈련자원을 고려하여 효율적인 교육훈련 계획을 수립하여야 하며, “병사들 개개인에게 어떠한 과제의 훈련이 필요하거나 부족한지, 훈련이 언제 이루어져야 하는지”에 대해 끊임없이 연구해야 한다. 이를 위해 선행되어야 하는 것은 훈련이 필요한 병사와 과제, 교육훈련을 계획할 때 필요한 고려요소를 정확히 파악하는 것이다.

군 교육훈련을 통해 숙달하게 되는 병사들의 개인 능력은 부대 전투력과 직결되며, 부대의 임무를 완수하기 위해 개인 능력은 일정 수준 이상 유지되어야 한다. 그러나 정기적으로 실행되지 않는 교육훈련에 의해 배운 것을 쉽게 망각하며[1,2], 매월 전역하는 인원과 전입하는 신병으로 인해 병력이 계속 순환되어 지속적으로 부대의 전투력이 감소하게 되는 현상 때문에 야전부대에서 적정 수준의 전투력을 유지하는 것은 쉽지 않다.

본 연구에서는 부대 전투력에 영향을 주는 교육훈련 과제에 대한 병력의 망각과 학습효과를 정량화하고, 부대의 교육훈련 여건 등의 요인을 고려하여 부대 전투력을 최대화하는 군 교육훈련 일정계획 최적화 모형을 제안한다.

2. 군 교육훈련

2.1 군 교육훈련 과제

본 연구에서는 군 교육훈련의 주체이면서 교육훈련을 가장 직접적으로 실행하는 중대급 부대가 어떻게 교육훈련 일정을 계획해야 하는지에 대해 다루며, 군 조직은 지상군 전투부대, 계급 구조는 병사를 중심으로 연구한다. 현재 지상군 전투부대 병사가 개별적으로 숙달하는 교육훈련 과제는 장병 기본훈련 과제, 전투기술훈련 과제로

구분된다[3,4].

장병 기본훈련 과제는 군인으로서 필요한 기본적인 능력을 배양하는 훈련으로 모든 장병이 병과 또는 특기에 관계없이 실시하는 훈련이다. 장병 기본과제는 총 12개의 과제로 구성되어 있으나, 최근 군에서 12개의 과제는 너무 많다는 지적과 함께 과제에 대한 선택과 집중의 필요성을 논의하고 있고, 실제로 야전부대에서는 대대장급 이상 지휘관이 핵심과제를 선정하여 집중적으로 숙달시키고 있다[3]. 본 연구에서는 현실성을 반영하기 위해 야전부대에서 핵심과제로 다루고 있는 정신전력, 체력단련, 사격술, 화생방, 구급법, 각개전투 등 6개 과제를 교육훈련 일정계획의 대상 과제로 선정한다. 현재 야전부대에서 숙달하고 있는 장병 기본과제는 Table 1과 같다.

Table 1. Soldier basic tasks

Important tasks	General tasks
① Spiritual combat power	⑦ Close-order drill
② Physical training	⑧ Bayonet skill
③ Preliminary rifle instruction	⑨ Obstacle
④ Chemical, biological, nuclear	⑩ Hand grenade
⑤ Knowledge of first aid	⑪ Covering boundary
⑥ Individual combat skill	⑫ Battle position build

전투기술훈련 과제는 전문화된 군사특기에 따라 부여 받은 개인의 임무를 정확하게 수행할 수 있는 능력을 배양하는데 목표를 두고 실시하는 훈련이다. 본 연구는 지상군 전투부대를 대표하는 보병, 포병, 기갑병과의 전투기술훈련 과제를 특성에 따라 3개의 과제(C1, C2, C3)로 분류하여 교육훈련 일정계획 모형에 반영한다. 전투기술훈련의 분류 및 세부과제는 Table 2와 같다.

Table 2. Soldier combat skill tasks

Branch	Detailed tasks		
	Offensive	Defensive	Combat action
Infantry	Observation	Fire direction	Integrated training
Armor	Single panzer	Platoon panzer	Company panzer
Category	C1	C2	C3

2.2 군 교육훈련 일정계획의 한계점

군 교육훈련 과제들의 일정계획 수립과 관련된 규정을 분석한 결과 다음과 같은 두 가지 한계점을 도출할 수 있다. 첫 번째는 효과적인 군 교육훈련 일정계획 수립이 이루어질 정도로 관련 규정이 체계적이고 구체적이지 않다는 점이다. 육군본부의 부대 교육훈련 관리에 관한 규정을 보면, 사·여단급 이상 부대는 중점 훈련과제 선정 등

교육훈련의 큰 방향성을 제시하고, 연·대대급 부대는 훈련과제의 평가기준과 방법을 마련하며, 중대급 부대는 상급부대의 지침을 충족할만한 교육훈련 일정을 수립하고 실행한다. 또한 국방부 교육훈련 훈령의 부대훈련 준칙에 따르면, 책임제 분권화 훈련 차원에서 예비부대 지휘관에게 훈련의 권한과 책임을 위임하고, 위임받은 지휘관은 훈련 성과에 대해 책임을 지는 훈련을 해야 한다.

즉, 실질적인 교육훈련이 이루어지는 중대급 부대의 지휘관에게는 효과적인 일정계획을 구성해야 한다는 책임과 권한이 부여된다. 하지만 교육훈련의 수행횟수, 시기 등에 관한 구체적인 지침이나 지원도구가 없기 때문에, 많은 지휘관들이 일정계획 수립 시 어려움을 겪는 동시에 그것의 효과성 또한 보장되기 힘든 상황이다. 따라서 본 연구에서는 군 교육훈련 일정계획을 효과적으로 수립하기 위한 지원도구로서 우리나라 군의 상황에 적합한 최적화 모형을 제안한다.

두 번째는 교육훈련 성과의 정량적 측정에 한계가 있다는 점이다. 부대훈련 준칙에서는 지휘관들이 교육훈련 일정계획을 수립할 때 취약한 과제를 우선적으로 훈련하도록 권장하고 있지만, 특정 과제에 대한 장병들의 수준을 파악하기 위한 방법이나 기준이 마련되어 있지 않은 것이 현실이다. 이를 위해 본 연구에서는 설문을 통해 망각지수와 학습효과 지수를 과제별로 산출함으로써, 특정 과제의 수준을 기간 및 인원에 따라 산출 가능하도록 한다. 또한 부대 차원의 취약분야를 파악할 수 있는 기준으로써 과제 점수와 과제 낙제를 활용하여 부대 전투력이라는 개념을 정의한다.

2.3 군 교육훈련 일정계획 최적화 관련 연구

Brown[5]은 미 해병대 항공부대의 교육훈련 일정 도출을 위해 일정과 관련된 시간, 병력, 자원, 훈련 등의 요소를 정량화하여 포함한 혼합 정수 계획 최적화 모형을 제안하였고, 이를 통해 항공기 운용요원의 자격 요건을 충족하기 위한 90일간의 훈련 횟수·순서를 결정하였다. Fauskel[6]은 해군, 공군의 지원이 있는 육상 작전 수행 시 임무완수 소요 시간을 최소화하는 병력-과업 (troops-to-task) 일정을 도출하였다. 이를 위해 작전의 합동 여부, 작전에 필요한 자원(무기체계, 병력, 장소) 등의 요소를 수리모형에서 고려하였다. Önal et al.[7]은 군사훈련 시 훈련장의 토지훼손이 불가피한 상황에서 훼손 정도에 따른 복구비용을 최소화하기 위한 교육훈련 및 훈련장 복구 일정을 도출하는 동적 계획 모형을 제안하였다. Michael et al.[8]은 교육훈련 소요시간, 교관,

장소 등의 데이터를 기반으로 시뮬레이션 모형을 구축하고, 교육과목을 시나리오로 구성하여 실험을 수행함으로써 교육훈련 일정을 수립하였다. 이호주[9]는 6주간의 신병교육 일정을 대상으로 하였으며, 이수해야하는 과목, 교관 수, 교관별 배정 가능한 교육인원 등을 고려하여 군사훈련 일정을 계획하는 할당 모형을 개발하였다.

최적화 모형을 통해 군 교육훈련 일정계획을 수립한 기존 연구들 대부분이 외국군을 대상으로 하여 국군의 상황에 직접적으로 적용하기에는 무리가 있다. 국군을 대상으로 한 연구[9] 역시 신병교육으로 연구범위를 한정하고 있어 부대 교육훈련에 특화된 최적화 연구가 필요한 실정이다. 또한 대부분의 연구가 교육훈련의 성과 기반이 아닌 가용자원을 기반으로 한 교육훈련 일정을 도출하고 있기 때문에, 성과 및 취약분야 파악에 한계가 있다. 본 연구에서는 교육훈련의 망각현상과 학습효과를 고려함으로써, 이를 정량화하고자 한다.

3. 연구 모형

3.1 연구수행 방법

본 연구는 수리모형 구축을 통한 중대급 부대의 효율적인 교육훈련 일정계획 수립을 목표로 하며, 연구절차는 다음의 Fig. 1과 같다. 일정계획 수립 시 부대 전투력 수준, 군 교육훈련 과제에 대한 구성원의 망각지수와 학습효과 지수, 부대 교육훈련 여건 등을 고려하였고, 수리모형에 반영하기 위해 모든 고려요소의 값을 정량화한다.

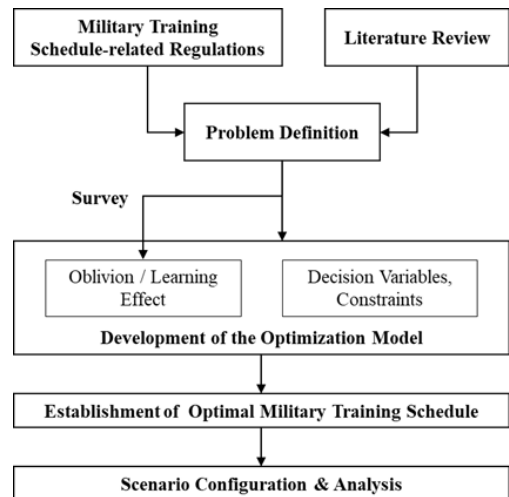


Fig. 1. Research Procedure

교육훈련 계획 주기는 야전부대의 순환식 부대훈련 주기인 4주에 맞춰 계획한다. 이 때 4주 후 부대 구성원이 교육훈련으로 획득하는 과제 개인점수와 낙제점을 받는 횟수를 기반으로 측정되는 부대 전투력의 최대화를 목적으로 한다.

3.2 자료 수집 및 측정

3.2.1 부대 전투력

부대 전투력은 과제 개인점수와 과제 낙제라는 두 가지 요소에 의해 결정된다. 과제별 개인점수는 최소 0점, 최대 100점 사이의 값을 가지며, 교육훈련 일정 마지막 시점에 과제점수가 30점 이하일 경우 해당 과제는 낙제로 판별한다. 즉, 부대 구성원 1명당 최대 9회의 낙제가 발생할 수 있다. 최종적으로 부대 전투력은 부대 구성원의 과제별 개인점수 총합에서 낙제가 발생한 총 횟수를 가중 차감하여 계산한다.

본 연구에서 중대는 분/소대 편제 구분 없이 계급으로 구분하여 병장 15명, 상병 35명, 일병 35명, 이병 15명으로 구성된 상황을 가정한다. 교육훈련 일정계획 수립 시 과제별 초기 개인점수는 실제 중대급 부대 수준을 고려하여 Table 3과 같이 편제상 계급에 따라 점수 범위를 부여하고, 범위 내에서 무작위로 점수를 생성한다.

Table 3. Initial scores for each task and class

Task	Private	Private first class	Corporal	Sergeant
① SCP	0~40	30~60	50~80	60~100
② PT	30~60	30~70	50~80	50~100
③ PRI	20~60	50~80	60~100	70~100
④ CBN	10~50	50~80	60~100	70~100
⑤ First aid	10~50	50~80	60~100	70~100
⑥ ICS	10~40	30~60	50~80	60~90
⑦ C1	0~20	20~50	40~70	50~80
⑧ C2	0~20	20~50	40~70	50~80
⑨ C3	0~20	20~50	40~70	50~80

3.2.2 교육훈련 망각지수와 학습효과 지수

본 연구는 과제별 개인점수가 시간이 지남에 따라 하락(망각)하고, 교육훈련에 의해 상승(학습)하는 것을 가정한다. 과제별 망각지수와 학습효과 지수를 측정하기 위해 미 육군연구소에서 과업별 훈련주기를 산출하기 위한 지원도구로 개발한 UDA (User's Decision Aid) 연구 [1,10]를 참고하였다. 분석 과정에서 미군과 국군의 환경

차이가 존재함을 확인, 미 육군 연구소에서 사용한 데이터를 활용하는 것은 어렵다고 판단하였다. 따라서 본 연구에서는 미 육군이 UDA 개발 시 활용하였던 과제평가 척도를 바탕으로 설문지를 작성하였고, 국군 육군/해병대 중대장 필수직을 수행 중 또는 만료한 장교들을 대상으로 설문한 결과를 국군에 적용, 과제의 망각지수와 학습효과 지수를 측정하였다.

Table 4. Oblivion and learning effect by task

Task	Oblivion per day	Learning effect per session
① SCP	1	10 ~ 20
② PT	0.1	5
③ PRI	0.8	30 ~ 40
④ CBN	0.6	20 ~ 30
⑤ First aid	0.5	25 ~ 35
⑥ ICS	0.3	10 ~ 20
⑦ C1	0.3	15 ~ 25
⑧ C2	0.3	15 ~ 25
⑨ C3	0.3	15 ~ 25

과제별 망각으로 인한 일일 단위 과제점수 하락지수와 1회 교육훈련 학습효과로 인한 과제점수 상승지수는 Table 4와 같다. 학습효과와 경우 수리모형 적용 시 평균값을 적용한다.

3.3 교육훈련 일정계획 수리모형

부대의 교육훈련 관리자의 직감과 상급부대의 지침에 의존하여 교육훈련 일정을 계획했던 기존 방식과 다르게, 본 연구에서는 부대의 전투력을 최대화하기 위해 정량적인 데이터를 활용한 교육훈련 일정계획 최적화 모형을 제시한다. 이를 위한 기호정의와 수리모형은 아래와 같다.

〈인덱스 및 집합〉

i : 중대원 ($i = 1, 2, 3, \dots, 100$)

j : 교육훈련 과제 ($j = 1, 2, 3, \dots, 9$)

k : 기간 ($k \in K_1 \cup K_2 \cup K_3 \cup K_4 = 1, 2, 3, \dots, 28$)

K_1 : 모든 과제 가능, K_2 : 장병 기본과제만 가능,

K_3 : 정신전력 과제만 가능, K_4 : 모든 과제 불가능

〈상수〉

P_{ij} : 중대원 i 의 j 과제에 대한 초기 개인점수

O_j : j 과제의 일일 망각지수

E_j : j 과제의 1회 학습효과 지수

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$: 가중치

〈결정변수〉

- X_{ijk} : i 가 j 과제를 k 일에 시행하면 1, 아니면 0
- Y_{jk} : j 과제가 k 일에 계획되면 1, 아니면 0
- Z_{ij} : 4주 후 i 의 j 과제가 낙제점이면 1, 아니면 0
- C_{ijk} : k 일 종료시점 기준 중대원 i 의 j 과제점수
- da_{ijk}, db_{ijk} : 더미변수

〈목적함수〉

$$Max \alpha_1 \sum_i \sum_j \sum_{k=28} C_{ijk} - \alpha_2 \sum_i \sum_j Z_{ij} - \alpha_3 \sum_i \sum_j \sum_k da_{ijk} \quad (1)$$

〈제약조건〉

$$\sum_j Y_{jk} \leq 2 \quad \forall k \quad (2)$$

$$\sum_j X_{ijk} \leq 1 \quad \forall i, k \quad (3)$$

$$X_{ijk} \leq Y_{jk} \quad \forall i, j, k \quad (4)$$

$$\sum_{j=7}^9 Y_{jk} = 0 \quad \forall k \in K_2 \quad (5)$$

$$\sum_{j=2}^9 Y_{jk} = 0 \quad \forall k \in K_3 \quad (6)$$

$$\sum_j Y_{jk} = 0 \quad \forall k \in K_4 \quad (7)$$

$$C_{ijk} = P_{ij} - O_j + E_j X_{ijk} + da_{ijk} - db_{ijk} \quad \forall i, j, k = 1 \quad (8)$$

$$C_{ijk} = C_{ijk-1} - O_j + E_j X_{ijk} + da_{ijk} - db_{ijk} \quad \forall i, j, k > 1 \quad (9)$$

$$0 \leq C_{ijk} \leq 100 \quad \forall i, j, k \quad (10)$$

$$Z_{ij} > \frac{30 - C_{ijk}}{100} \quad \forall i, j, k = 28 \quad (11)$$

$$da_{ijk}, db_{ijk} \geq 0 \quad \forall i, j, k \quad (12)$$

목적함수 (1)은 4주간의 교육훈련 일정 진행 후 측정된 부대 전투력을 최대화하기 위한 식이다. 이 때 과제점수가 0점 미만인 되지 않도록 하는 더미변수의 값이 불필요하게 발생하는 것을 방지하기 위한 식을 목적함수에 추가하였다. 제약식 (2)는 중대는 하루에 최대 2개의 교육훈련 과제를 계획할 수 있다는 것을, 제약식 (3)~(4)는 모든 인원이 계획된 과제에 한해 하루에 1개의 과제를 숙달한다는 것을 의미한다. 제약식 (5)~(7)은 부대 교육훈련 여건의 상태에 대한 식으로, 각 상태마다 계획 불가

능한 과제를 제한한다. 제약식 (8)~(10)은 망각 및 학습 효과에 따라 다음 기간의 과제점수 값을 갱신하는 동시에, 과제점수의 값이 0보다 작거나 100보다 크지 않도록 제한한다. 제약식 (11)은 마지막 일정 후 과제점수를 바탕으로 과제 낙제 여부를 판별한다.

4. 실험 및 결과

4.1 시나리오 구성

본 연구에서 제시하는 군 교육훈련 일정계획 모형의 실효성을 확인하기 위한 실험을 위해 야전부대에서 일어날 수 있는 상황을 바탕으로 시나리오를 생성하였다. 실험 시나리오는 교육훈련 여건과 부대의 과제별 초기 개인점수를 변수로 상황을 구성하였고, 이와 같은 변수가 교육훈련 일정을 계획하는데 어떤 영향을 주는지에 대해 중점적으로 확인하였다. 실험 시나리오의 구성은 Table 5와 같다.

Table 5. Scenario configurations

Scenario	Educational conditions	Initial scores
S1	Normal	Normal
S2	Good	Normal
S3	Bad	Normal
S4	Normal	Good
S5	Normal	Bad

실험 시나리오 S1, S2, S3의 비교를 통해 교육훈련 여건이 군 교육훈련 일정계획에 미치는 영향을 분석한다. 이를 위해 부대가 처한 교육훈련 여건이 좋음, 보통, 나쁨의 3가지 경우를 생성하였고, 각 시나리오의 모든 군 교육훈련 과제 계획이 가능한 일정(K_1), 장병 기본훈련 과제만 계획이 가능한 일정(K_2), 정신전력 과제만 계획이 가능한 일정(K_3), 모든 군 교육훈련 과제 계획이 불가능한 일정(K_4)의 수를 Table 6과 같이 구성하였다.

Table 6. Educational conditions by scenario

Condition	K_1	K_2	K_3	K_4
Good	5	8	4	11
Normal	3	6	2	17
Bad	1	3	2	22

실험 시나리오 S1, S4, S5의 비교를 통해 부대의 과제별 초기 개인점수가 교육훈련 일정계획에 미치는 영향을 분석한다. 이를 위해 부대 임무완수에 중요한 역할을 하는 전투기술훈련 과제(7~9번)의 초기 개인점수가 우수, 보통, 미흡인 중대급 부대를 각각 생성하였다. 보통의 경우 Table 3 범위 내에서, 우수는 평균값~최대값, 미흡은 최소값~평균값 사이에서 생성하였다.

4.2 실험 결과 및 분석

실험을 위해 IBM ILOG CPLEX 12.7 소프트웨어를 활용하였으며, 목적함수의 가중치는 교육훈련 과제의 낙제 횟수가 부대 전투력에 미치는 영향을 고려하여 α_1 은 1, α_2 는 100으로 설정하였다. α_3 의 경우 값을 작게 설정하면 과제 낙제 횟수가 왜곡될 수 있기 때문에, 사전실험을 통해 1,000으로 설정하였다.

4.2.1 부대 전투력에 대한 분석

Table 7은 시나리오별 부대 구성원의 총 과제점수(TTS), 낙제점 수(FC) 그리고 가중치를 반영한 부대 전투력(CP)을 정리한 결과이다. 교육훈련 여건 변화에 따른 전투력 상승률은 10% ~ 77%, 초기 과제점수 변화에 따른 전투력 상승률은 37% ~ 67%의 분포를 보였다. S3을 제외한 시나리오 모두 교육훈련 계획 주기의 초기 시점 대비 부대 전투력과 낙제 횟수에 큰 폭의 개선이 이루어졌다. 이는 효율적인 교육훈련 일정계획이 이루어진다면, 과제에 대한 망각과 매월 발생하는 전역 및 전입을 감안하여도 전투력 유지가 가능함을 의미한다.

Table 7. Results of Total Task Scores(TTS), Failure Counts(FC) and Combat Power(CP) by scenario

Scenario		TTS	FC	CP
S1	First day	51,456	121	39,356
	Last day	61,522	27	58,422
S2	First day	51,456	121	39,356
	Last day	70,921	10	69,621
S3	First day	51,456	121	39,356
	Last day	52,742	95	43,242
S4	First day	52,218	85	43,718
	Last day	62,434	24	59,834
S5	First day	47,966	156	32,366
	Last day	58,239	39	54,339

교육훈련 여건 관련 시나리오(S1, S2, S3)와 초기 과제점수 관련 시나리오(S1, S4, S5)의 결과를 비교하면, 교육훈련 여건이 부대 전투력의 변화에 상대적으로 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 또한 교육훈련 여건이 나쁜 S3의 낮은 전투력 상승률을 고려할 때, 부대의 교육훈련 일정계획 시 여건 조성이 핵심적인 요소가 될 수 있는 것으로 파악된다.

4.2.2 과제별 낙제점 발생에 대한 분석

시나리오마다 교육훈련의 마지막 일정 후 발생한 낙제 횟수를 과제별로 구분하여 정리한 결과는 Table 8과 같다. 전체적으로 볼 때, 장병 기본훈련 과제인 1~6번에서 27회, 전투기술훈련 과제인 7~9번에서 168회의 낙제가 발생하였다. 이와 같은 결과가 발생한 이유는 첫째, 평균적으로 전투기술훈련의 초기 과제점수가 장병 기본훈련보다 낮다는 점이다. 이는 전투기술훈련 과제의 특성상 전입신병은 실무에서 개인 특기를 부여받기 전에 학습할 수 없기 때문이다. 둘째, 실험을 통해 도출된 일정을 보면 전투기술훈련 과제를 여건이 되는대로 최대한 배치하고 있다. 그럼에도 대부분의 낙제가 전투기술훈련 과제에서 발생하는 것을 볼 때, 장병 기본훈련 대비 교육훈련 여건에 한계가 존재함을 확인할 수 있다.

Table 8. Results of task failure counts by scenario

Task	S1	S2	S3	S4	S5	Total
Task 1	0	0	5	1	1	7
Task 2	0	0	2	0	0	2
Task 3	0	0	0	0	0	0
Task 4	0	0	6	0	0	6
Task 5	0	0	1	0	0	1
Task 6	1	0	10	0	0	11
Task 7	10	2	19	0	12	43
Task 8	6	2	19	9	11	47
Task 9	10	6	33	14	15	78
Total	27	10	95	24	39	-

S3에서 발생한 과제 낙제 횟수는 95회로, 이는 다른 시나리오에 비해 압도적인 수치이다. 뿐만 아니라 장병 기본훈련 과제에 대한 낙제가 다수 발생하였으며, 낙제의 대상이 되는 주 계급이 이병에서 일병까지 확대되는 결과를 보였다. 만약 야전부대에서 계획한 교육훈련 일정의 여건이 S3보다 나쁜 경우라면, 낙제점 발생이 과제별, 계

급별로 연쇄적인 영향을 미치게 되어 부대 전투력 유지에 어려움을 겪을 것으로 예상된다. 따라서 야전부대의 군 교육훈련 관리자는 교육훈련 일정을 계획할 때, 전투 기술훈련 과제의 숙달에 관심을 가져야 하며, 교육훈련 여건이 일정 수준 이상 나빠지지 않도록 주의할 필요가 있다.

4.2.3 계획된 과제 빈도수에 대한 분석

Table 9는 시나리오별로 교육훈련 일정의 과제별 빈도수를 정리한 결과이다. 이 때 과제별 초기 개인점수가 동일한 시나리오인 S1, S2, S3만을 비교대상으로 한다.

Table 9. Frequency of planned task by scenario

Task	S1	S2	S3	Total
Task 1	5	4	3	12
Task 2	1	3	0	4
Task 3	2	3	1	6
Task 4	3	3	2	8
Task 5	1	3	1	5
Task 6	2	4	1	7
Task 7	2	3	1	6
Task 8	2	4	1	7
Task 9	2	3	0	5

교육훈련 여건에 따라 빈도수의 차이는 있지만 계획된 과제 간 비중은 유사한 결과를 보였다. 특히 1, 4번 과제의 비중은 높은 반면, 2, 5번 과제는 낮은 비중으로 일정에 계획되었다. Table 4를 바탕으로 학습효과 지수를 망각지수로 나누어 교육훈련의 효율성을 산출해보면, 1, 4번 과제는 교육훈련의 효율이 낮다는 공통점이 있다. 효율이 낮은 과제가 상대적으로 빈번히 계획된 것은 부대 전투력 측정 시 낙제 발생 횟수를 차감할 때 적용되는 가중치의 크기와 연관이 있다.

본 연구에서는 부대 구성원의 과제별 개인점수 총합과 낙제 발생 횟수의 가중치 값 비율을 1:100으로 가정하였다. 만약 과제 낙제 횟수의 가중치를 작게 설정한다면, 교육훈련의 효율이 낮은 1, 4번 과제의 비중이 상대적으로 감소할 것이라 예측된다. 이러한 가중치는 부대 지휘관의 지휘의도와 동일한 개념으로 해석 가능하다. 따라서 야전부대의 군 교육훈련 관리자는 지휘관의 의도에 따라 과제의 낙제가 부대 전투력에 미치는 영향을 조절하면서 본 연구모형을 융통성 있게 운용할 수 있다.

5. 결론

본 연구는 군 교육훈련 일정계획 최적화 모형 구축을 통해 부대 전투력을 최대화하는 일정 수립을 목적으로 한다. 이를 위해 기존 연구에서 다루지 않았던 군 교육훈련의 특성, 병사들의 학습에 대한 망각, 교육훈련의 학습 효과와 같은 요소들을 모형에 고려한다. 야전부대의 군 교육훈련 관리자가 본 연구모형을 활용한다면 부대의 교육훈련 여건에 적합한 과제일정 및 병사 각각에게 맞춤형 교육훈련 일정을 도출할 수 있다. 뿐만 아니라 수립된 일정을 통한 부대 전투력의 변화가 예측 가능해지며, 지휘관의 의도에 따라 과제의 낙제가 부대 전투력에 미치는 영향을 조절하면서 활용할 수 있다. 이를 통해 인구절벽, 병사 복무기간 단축 등으로 부대 전투력 유지에 어려움을 겪고 있는 야전부대 지휘관들은 효과적으로 병사들의 교육훈련 수준을 유지할 수 있다. 또한 병사들도 본인 능력을 고려한 맞춤형 교육을 받음으로써 군에서 실시하는 교육훈련에 대한 부정적인 인식을 줄이고 교육훈련에 참여하는 목적을 분명히 할 것이라 기대된다.

과제별 망각지수 및 학습효과 지수 측정을 위한 설문조사 수행시 설문대상을 확대하여 보다 일반화된 수치를 산출한다면, 본 연구의 군 교육훈련 일정계획 최적화 모형의 적용 범위를 국군 소 부대로 확장할 수 있을 것으로 예상된다. 그리고 본 연구에서는 중대 구성원을 분/소대 편제 구분 없이 계급으로 구분하였는데, 분/소대 편제 유지 여부가 부대 전투력에 미치는 영향을 고려한다면 보다 현실적인 교육훈련 일정계획을 수립할 수 있을 것이다.

References

- [1] R. A. Wisher, M. A. Sabol, J. A. Ellis, K. Ellis, "Staying Sharp: Retention of Military Knowledge and Skills", Special Report 39, U.S. Army Research Institute, USA, pp. 10-25, Jul. 1999.
- [2] C. Stothard, R. Nicholson, "Skill Acquisition and Retention in Training: DSTO Support to the Army Ammunition Study", Defence Science & Technology Organisation, DSTO Electronics and Surveillance Research Laboratory, Australia, pp. 7-16, Dec. 2001.
- [3] K. R. Han, "A Study on the Experimental Method for Establishing a Repetitive Period of Education and Training for the Proper Level of Education and Training", *KRINS QUARTERLY*, vol. 4, no. 3, pp. 173-222, Nov. 2019.
DOI:<https://doi.org/10.46322/KRINSQ.4.3.6>

[4] K. H. Choi, "Effective Methods to Train Enlisted Soldiers Following Shortened Service Period", *Combat Experiment of the Korea Institute of Strategic Studies*, pp. 287-358, Dec. 2005.

[5] R. P. Brown, "Optimizing Readiness and Equity in Marine Corps Aviation Training Schedules", Master's thesis, Naval Postgraduate School, pp. 5-24, Sep. 1995.

[6] M. F. Fauske, "Optimizing the Troops-to-Tasks Problem in Military Operations Planning", *Military Operations Research*, vol. 20, no. 4, pp. 49-57, 2015. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.02.005>

[7] H. Önal, P. Woodford, S. A. Tweddale, J. D. Westervelt, M. Chen, S. T. Dissanayake, G. Pitois, "A dynamic simulation/optimization model for scheduling restoration of degraded military training lands", *Journal of Environmental Management*, vol. 171, pp. 144-157, Apr. 2016.

[8] M. L. McGinnis, R. G. Phelan Jr, "Scheduling Simulation-Based Training", *Military Operations Research*, vol. 4, no. 1, pp. 35-49, 1999.

[9] H. J. Lee, Y. D. Kim, "Scheduling for Military Training of Serials with Partial Precedence Relationships based on the Assignment Problem", *Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology*, vol. 7, no. 3, pp. 77-83, 2004.

[10] A. M. Rose, M. Y. Czarnolewski, F. E. Gragg, S. H. Austin, P. Ford, "Acquisition and Retention of Soldiering Skills", Technical Report 671, U.S. Army Research Institute, USA, pp. 1-9, 60-89, Feb. 1985.

정 창 순(Chang Soon Jeong)

[정회원]



- 2014년 2월 : 연세대학교 정보산업공학과 (공학사)
- 2016년 2월 : 연세대학교 대학원 정보산업공학과 (공학석사)
- 2016년 3월 ~ 현재 : 연세대학교 대학원 산업공학과 박사과정 재학 중

<관심분야>

최적화, 공급사슬관리, 재난관리

김 경 섭(Kyung Sup Kim)

[정회원]



- 1982년 2월 : 연세대학교 기계공학과 (공학사)
- 1986년 8월 : 네브래스카대학교 대학원 산업공학과 (공학석사)
- 1993년 8월 : 노스캐롤라이나주립대학교 대학원 산업공학과 (공학박사)
- 1995년 3월 ~ 현재 : 연세대학교 산업공학과 교수

<관심분야>

시뮬레이션 모델링, 최적화

박 철 언(Cheol Eon Park)

[준(학생)회원]



- 2011년 2월 : 해군사관학교 기계조선공학과 (공학사)
- 2019년 3월 ~ 현재 : 연세대학교 대학원 산업공학과 석사과정 재학 중

<관심분야>

국방과학, 국방관리