

# NetLogo를 활용한 작전환경과 팀 구성이 지뢰제거작전에 미치는 영향에 관한 연구

## Investigation of the Effects of Mine Clearance Operation Depending on Environment and Team Composition using NetLogo

박재형<sup>1)</sup> · 윤봉규<sup>2)</sup>

Jaehyung Park · Bongkyoo Yoon

### ABSTRACT

The army is conducting mine clearance operations in various front and rear areas, and this will continue to be a crucial operation in the future. However, there is a limitation in that these operations are primarily prepared and executed based on the experiential factors of the commander. In order to secure the scientific logic and rationale of the operations, we utilized an agent-based model to analyze the impact of factors such as the mine emplacement rate, the density of trees, and the composition of personnel on the operation time. Additionally, to enhance the reality of the model, we applied terrain information to NetLogo, enabling simulation that reflects the terrain information of the planned operational area. The validation of the simulation model was conducted by comparing the values obtained through equation-based analytical models with the simulation results. As a result, the optimal were personnel and team composition options for each operational environment could be calculated, and differences in operation time based on safety distances were identified.

Keywords : ABM, Markov chain, NetLogo, Mine clearance operation, GIS

---

논문접수일 : 2024년 4월 6일, 심사일 : 2024년 6월 3일, 게재확정일 : 2024년 6월 9일

1) 육군 5군단 5공병여단 131대대 정보작전과장

2) 국방대학교 관리대학원장 · 군사운영분석전공 교수 / 교신저자

## 1. 서론

우리나라에는 전국적으로 수만개의 지뢰가 매설되어 있는 것으로 추정된다[1]. 정확한 계산이 아닌 추정을 하는 이유는 과거부터 매설한 지뢰의 양과 이후 제거한 양이 완전히 기록되지 않았기 때문이다. 심지어 우리의 생활권인 대도시 주변 산악지형에도 잔존하고 있어 등산객 등 민간인의 피해가 발생하는 경우도 있다.

육군은 매년 전후방 각지에서 수십 건의 지뢰제거작전을 실시하고 있으며 앞으로도 지뢰제거작전은 지속적으로 수행될 중요한 작전이다. 하지만 지뢰제거작전은 작전인원의 규모나 팀 구성방안을 판단할 때 주로 지휘관의 과거 작전경험에 의존하여 주관적으로 판단하는 경우가 많았다.

본 연구에서는 NetLogo Simulation 모형을 활용하여 의사결정의 과학적 근거를 확보하기 위해 지뢰매설비율, 수목의 우거짐과 인원 구성이 작전소요시간에 미치는 영향을 분석하였다.

지뢰제거작전은 땅 속에 묻혀있는 지뢰를 탐색한 뒤 제거하는 절차를 가진 공병작전이라는 점에서 탐색이론 및 공병작전 연구와 맥락을 같이하고 있다. 탐색이론은 Koopman[14]의 연구에 뿌리를 두고 있다. Koopman은 표적과 탐색자의 기하학적 요인을 분석하고 탐색 패턴별 확률분포에 대한 이론 등을 제시하였다[15][16][17]. 이를 기반으로 박영만·신성철[2], 신성철[3], 최민우·조남석[4], 백민승·윤봉규[5]등 탐색이론과 관련된 다양한 국내외 연구가 있지만 대부분 탐색이론을 통한 적 세력의 식별방법에 초점을 맞추어 탐색 이후 수목 / 지뢰를 제거하는 추가 작전이 중요한 지뢰제거작전 분석에 활용하기는 한계가 있다.

한편, 공병작전과 관련된 연구는 장영초·이문걸[6], 박세환·이문걸[7], 박종복·안남수[8]가 있지만 공병작전 중 포병진지구축에 관

한 내용이며 전장의 다양한 환경변화와 작전방식을 반영한 분석방안을 제시하지 못했다.

본 연구에서는 탐색과 이후 작전절차를 모두 고려하면서도 전장의 다양한 환경과 작전방식을 고려하여 지뢰제거작전 분석이 가능한 모형을 구축했다.

이를 위해 2장에서는 지뢰제거작전의 절차를 설명하고 지뢰제거작전 분석을 위한 시뮬레이션 모형을 구현하였으며, 흡수 마코프체인을 활용한 방정식 기반 모형의 결과와 비교하여 시뮬레이션 모형을 검증했다. 3장에서는 검증된 시뮬레이션 모형을 활용하여 작전환경과 작전인원이 작전소요시간에 미치는 영향과 안전거리별 작전소요시간 등을 분석하여 향후 지뢰제거작전 수립에 활용할 수 있는 환경에 따른 고려사항과 팀 구성 방식에 대한 시사점을 제시했다.

## 2. 지뢰제거작전 분석모형

### 2.1 지뢰제거작전 절차

지뢰제거작전은 장비에 의한 지뢰제거와 인력에 의한 지뢰제거로 나뉜다. 인력에 의한 지뢰제거는 전·평시 상황에서 좁은지역, 또는 지뢰제거 장비가 투입될 수 없는 지역에 매설된 지뢰를 제거하기 위해 실시된다. 장비에 의한 지뢰제거에 비해 오랜 시간이 소요된다는 단점이 있으나 대부분의 지형에서 작전이 가능하다는 장점이 있다. 본 연구에서는 인력에 의한 지뢰제거작전의 모형을 구축하고 분석하였다.

인력에 의한 지뢰제거작전은 탐지병, 수목제거병, 탐침병이 임무수행하며 1차 탐지 → 수목제거 → 2차 탐지 → 탐침(지뢰제거) 절차로 진행된다[9][10].

1차 탐지는 탐지병이 수풀이 우거진 지역에 대해 수목제거병의 작업공간을 탐지하는 것이다.

1차 탐지 이후 수목제거병은 탐지가 완료된 구역으로 이동하여 수목을 제거한다. 수목이 우거질 경우 탐지병의 전진이 어렵고 낙엽 등의 부엽토가 퇴적되어 있을 경우 지면 아래까지 충분한 탐지가 제한되어 지뢰가 매설되어 있어도 지나칠 수 있기 때문이다.

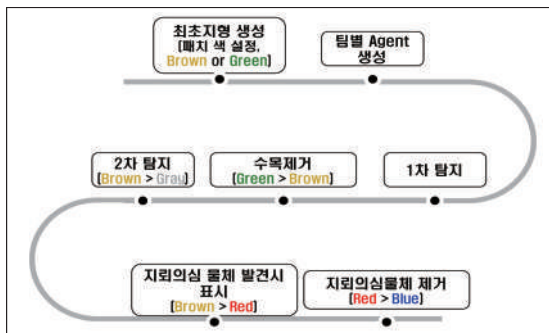
2차 탐지는 수목제거 이후 정밀탐지 하는 과정이다. 지뢰의심물체가 탐지되면 구역을 정확히 표시한 후 계속 진행한다. 탐침병은 다른 팀과 안전거리가 확보되면 지뢰의심물체가 있는 곳으로 이동하여 탐침을 실시한다. 탐침결과 지뢰가 아닌 일반적인 금속 재질의 물체라면 휴대낭에 회수하고 지뢰일 경우 상황에 따라 안전거리를 추가 확보하는 등의 안전조치 후 제거한다.

## 2.2 NetLogo 모델링

본 연구에서는 NetLogo를 활용하여 지뢰제거 작전간 작전환경 및 인원 구성이 작전에 어떤 영향을 미치는지 알아본다. NetLogo는 “낮은 진입장벽, 그러나 천장은 없게”를 슬로건으로 한 ABM의 대표적인 언어이다[11].

앞서 살펴본 지뢰제거작전 절차를 NetLogo 모형에 적용하기 위한 순서도는 <그림 2-1>과 같다.

위 순서도를 기반으로 모형을 구축하면 지형별 패치 색을 설정하고 Agent를 생성하는



<그림 2-1> 지뢰제거작전 순서도

‘setup’ 절차와 Agent 들이 주어진 임무를 수행하는 ‘go’ 절차로 구성된다. 지뢰제거작전 모형의 Pseudo Code는 <그림 2-2>과 같다.

```

setup
1 ask patches ; 최초 패치색 설정
2 set pcolor brown
3 if pcolor brown and random-float 1.0 <
   tree-probability then
   change pcolor green
   ; 수목비율에 따라 초록색으로 변경
4 create n detectors, m tree-removals and
   x excavators
go
1 ask detectors ; 탐지병 행동설정
2 if pcolor of patch-here = brown then
3 if random-float 1.0 < mine-probability
   then
   change pcolor red and add
   patch-here to mine-location
4 if pcolor of patch-here = green then
   add patch-here to tree-location and
   move back
5 ask tree-removals ; 수목제거병 행동설정
6 if tree-location = 0 then
   follow the detector
7 if tree-location != 0 then
8 move to tree-location and arrival at
   tree-location then
   remove the tree
9 ask excavators ; 탐침병 행동설정
10 if mine-location = 0 then
   follow the tree-removals
11 if mine-location != 0 then
12 move to mine-location and arrival at
   mine-location then
   check the safe-distance and
   remove the mine
end
    
```

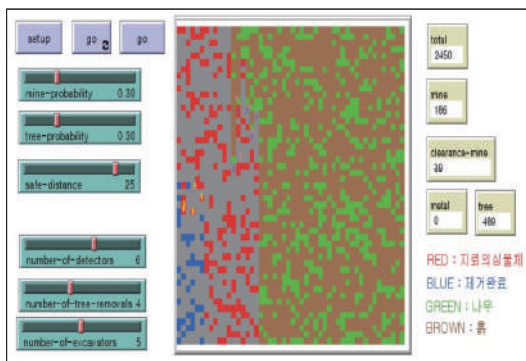
<그림 2-2> 지뢰제거작전 Pseudo code

<그림 2-2>의 setup 절차는 수목이 없는 흙을 나타내도록 패치의 색을 갈색으로 설정한 뒤, tree-probability의 확률로 갈색의 패치를 수목을 나타내는 초록색으로 바꾸는 것이다. 이후 탐지병은 detectors, 수목제거병은 tree-removals, 탐침병은 excavators로 생성하였다. 'go' 절차는 각 Agent가 주어진 임무를 수행하는 과정이다. 먼저 탐지병은 갈색 패치(흙)에 도착하면 mine-probability의 확률로 지뢰의심 물체를 탐지하고 패치 색을 빨간색으로 바꾼다. 그 뒤 패치 위치를 mine-location에 저장한다. 나무에 도착하면 tree-location에 패치 위치를 저장하고 뒤로 물러선다.

수목제거병은 tree-location에 저장된 나무가 없으면 탐지병을 따라다니고 저장된 나무가 있다면 그 나무로 이동하여 나무를 제거한다.

탐침병은 mine-location에 저장된 지뢰의심 물체가 없으면 수목제거병을 따라다니며 저장된 지뢰의심물체가 있다면 그 의심물체로 이동하여 안전거리를 확보한 후 제거한다.

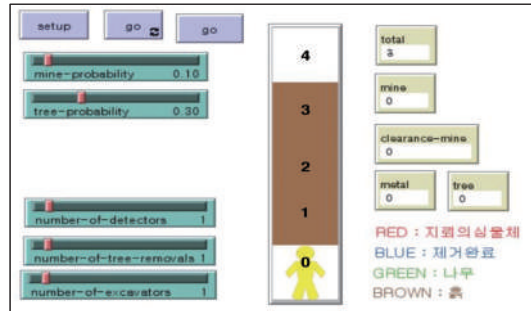
지금까지 설명한 절차를 반영한 지뢰제거작전 NetLogo 모형의 사용자 인터페이스 화면은 <그림 2-3>과 같다.



<그림 2-3> 지뢰제거작전 NetLogo 모형

### 2.3 방정식 기반 분석적 모형을 활용한 모델 검증

본 연구에서는 방정식 기반 분석적 모형인 마코비안 모델을 통해 산출한 값과 <그림 2-4>과 같이 5칸으로 구성된 지뢰제거작전 검증모형을 통해 산출한 값을 비교하여 모형을 검증한다. 마코비안 모델 중 흡수 마코프 체인은 지뢰제거작전과 같이 여러 절차로 이뤄진 활동들의 소요시간을 측정하는데 유용한 분석적(Analytic) 모형이다.



<그림 2-4> 지뢰제거작전 검증모형

흡수 마코프체인의 전이확률은 식 (1)과 같이 구성된다.

$$P = \begin{bmatrix} QR & \\ 0 & I \end{bmatrix} \quad (1)$$

$[ \cdot ]$ 를 행렬  $i$ 행  $j$ 열 원소라고 정의하면  $[Q]_{ij}$ 는 일시상태  $i$ 에서  $j$ 로 전이할 확률을 나타내고  $[R]_{ij}$ 는 일시상태  $i$ 에서  $j$ 로 흡수될 확률을 나타낸다.  $[E]_{ij}$ 를 상태  $i$ 에서 시작하여 흡수 될 때까지  $j$ 를 방문한 횟수로 정의하면  $[Q^n]_{ij}$ 는  $n$ 번만에  $j$ 를 방문할 확률이며 방문 할 때마다 횟수 1회가 누적되므로  $[E]_{ij}$ 는 식 (2)로 간단히 할 수 있다[12].

$$E = Q + Q^2 + \dots + Q^\infty = (I - Q)^{-1} \quad (2)$$

정리하면  $(I-Q)^{-1}$ 의 첫 행을 모두 합하면 작전완료까지 평균 소요시간을 산출할 수 있다.

각 상태는 3차원 순서쌍이며 차례로 탐지병, 수목제거병, 탐침병의 위치와 상태를 나타낸다. 각 상태를 표시할 때 A는 작업 중 B는 작업완료를 나타내며 A 다음에 오는 숫자는 잔여 작업시간을 의미한다. 예를 들어 (1B 2A3 0)은 탐지병은 작업이 완료된 1번에서 대기, 수목제거병은 2번에서 작업중이며 잔여 작업시간은 3, 탐침병은 0번에서 대기 중인 상태이다.

<그림 2-5>는 검증모형에서 Agent가 셀 0에서 시작하여 셀 4에 도착하여 종료되기까지 방문할 수 있는 상태를 나타낸 전이 다이어그램이다. 이를 전이확률행렬로 표현하면 75\*75 크기의 행렬이 생성된다. 전이확률행렬의  $(I-Q)^{-1}$  구한 뒤, 행렬 첫 행의 값을 더하면 모든 Agent들이 0번에서 시작, 4번에 도착하여 종료되기 전까지 각 상태를 방문한 시간(빈도)의 합을 구할 수 있다.  $(I-Q)^{-1}$ 의 첫번째 행의 합은 17.8446이다. 검증모형을 NetLogo Behavior space를 활용하여 1,000번 시뮬레이션

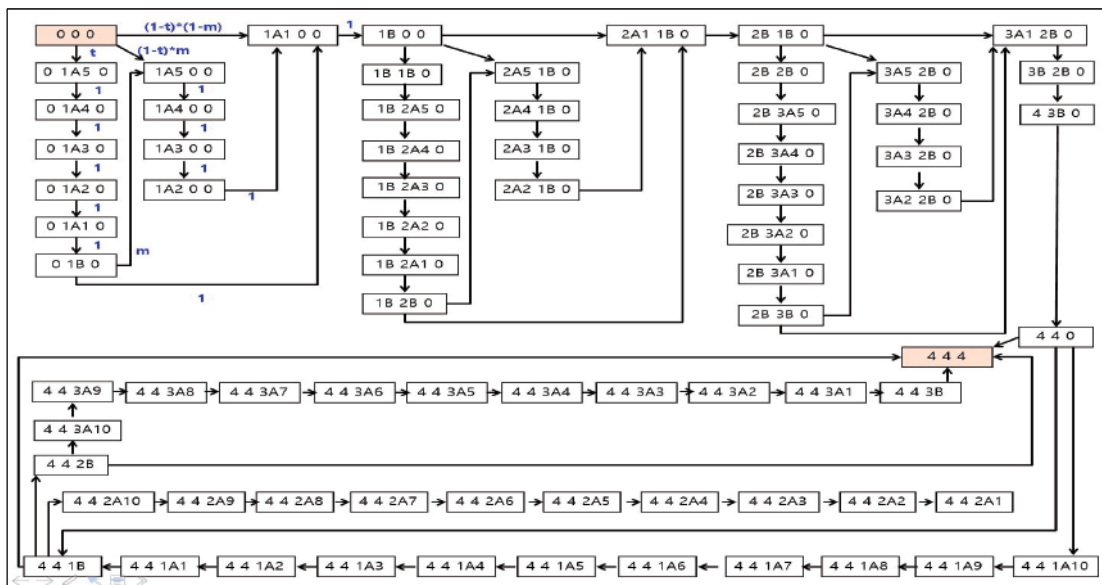
한 결과, 시뮬레이션 평균 소요 tick수는 17.8128임을 확인하였다.

위와 같이 방정식 기반 분석적 모형을 통해 산출한 값과 NetLogo의 시뮬레이션 결과 값이 동일하여 두 모형은 내적 타당성을 가진 검증된 모형임을 확인하였다[13].

### 3. 결과분석

#### 3.1 작전환경과 팀 구성이 작전 소요시간에 미치는 영향

앞서 구축한 모형으로 작전환경과 팀 구성에 따른 작전소요시간을 분석해보았다. 지뢰제거작전은 필요한 인원보다 많은 인원이 작전에 투입될 경우 유휴병력이 발생한다. 유휴병력 발생을 최소화 하는 적정 작전인원을 판단하기 위해 적정 작전인원을 인원투입별 작전시간 감소율이 10% 미만이 되는 인원수로 설정하였다.

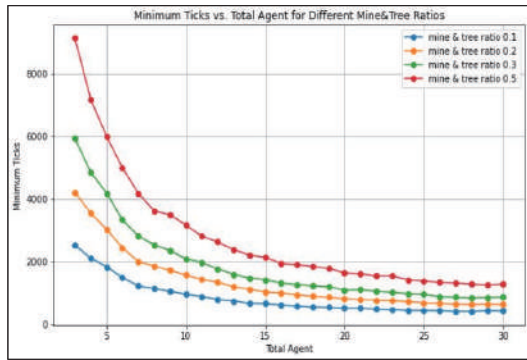


<그림 2-5> 전이 다이어그램

<표 3-1> 팀 구성 경우의 수

총 인원	단위 : 명				29				30
	3	4	1	1	10	10	9	10	
탐지병	1	2	1	1	10	10	9	10	
수목제거병	1	1	2	1	10	9	10	10	
탐침병	1	1	1	2	9	10	10	10	

작전인원은 <표 3-1>과 같이 각 팀당 1명 ~ 10명, 총 인원 3 ~ 30명의 모든 경우의 수에 대하여 실험하였으며 지뢰매설비율과 수목의 비율을 변경해가며 시뮬레이션을 실시하였다. 그 결과는 <그림 3-1>과 같이 나타났다.



<그림 3-1> 작전환경 및 작전인원별 소요시간 비교

<그림 3-1>의 X축은 총 인원수, Y축은 tick 수이며 지뢰매설 및 수목의 비율은 0.1, 0.2, 0.3, 0.5로 파랑색부터 빨강색 선이다. 시뮬레이션 결과 인원수가 증가할수록 그래프의 기울기의 변화량이 낮아지는 것을 확인할 수 있다.

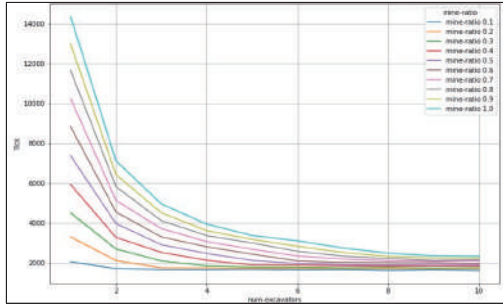
아래 <표 3-2>는 작전환경 및 인원수 별 작전시간의 감소율을 나타낸 것이다. 15명 이후부터는 인원이 추가되었을 때 작전시간 감소율이 10% 미만의 값을 보였다. 이를 통해 적정 작전인원은 15명이며 그 이후부터는 추가 인원 투입의 효과가 미비한 것을 정확한 수치로 확인하였다.

<표 3-2> 작전인원 및 작전환경별 작전시간 감소율

인원 (명)	지뢰매설 & 수목 비율			
	0.5	0.3	0.2	0.1
3	-			
4	21	18	16	16
5	17	14	15	13
6	17	20	19	18
7	16	16	18	18
8	13	10	7	6
9	4	7	8	8
10	9	11	8	9
11	11	6	9	8
12	6	10	6	11
13	9	10	11	6
14	7	7	6	11
15	4	4	9	0
16	9	7	3	8
31	2	4	6	5
32	3	3	5	5
33	3	3	3	2
34	8	9	6	6
35	1	-1	3	-1
36	4	4	2	6
37	-1	4	2	2
38	8	4	4	7
39	3	2	5	-1
40	3	8	3	3
41	1	2	3	4
42	3	2	2	1
43	2	-2	-2	-6
44	-2	-1	1	2

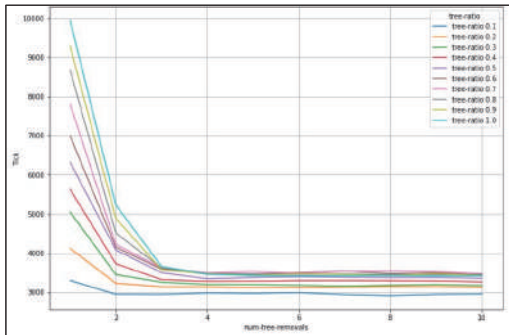
작전시간 감소율

이번에는 지뢰매설비율에 따라 탐침병의 수가 작전에 미치는 영향을 분석하기 위해 탐지병 6명, 수목제거병 4명으로 고정하고 탐침병의 수를 1 ~ 10명으로 조절해가며 시뮬레이션을 진행하였으며 결과는 <그림 3-2>와 같다.



<그림 3-2> 탐침병의 수 및 지뢰매설비율별 작전소요시간

<그림 3-2>에서 X축은 탐침병의 수 이고 Y축은 소요 tick수이다. 그래프 분석 결과 탐침병의 수가 증가할수록 그래프의 기울기 변화량이 낮아지는 것으로 보아 팀 구성간 탐침병이 8명 이상일 경우 작전소요시간에 미치는 영향이 미비하다는 것을 확인하였다.

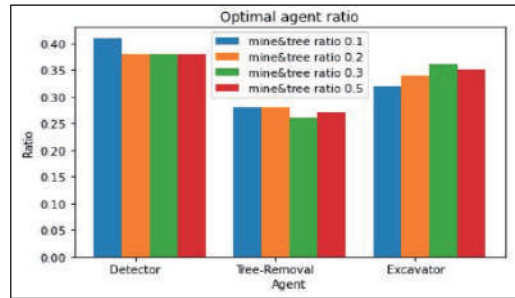


<그림 3-3> 수목제거병의 수 및 수목비율별 작전소요시간

동일하게 수목의 우거짐에 따라 수목제거병의 수가 작전에 미치는 영향을 분석하기 위해 탐침병 6명, 탐침병 5명으로 고정하며 수목제거병의 수를 1~10명으로 조절해가며 시뮬레이션을 진행하였다. 결과는 <그림 3-3>과 같이 작전면적의 절반이 수목으로 뒤덮여 있어도 수목제거병이 4명 이상일 경우 작전소요시간은 유의미하게 줄어들지 않는다는 것을 확인하였다.

그렇다면 작전소요시간 단축에 가장 큰 요소가 무엇인지 확인해 보기 위해 작전시간이 가

장 적게 소요되는 최적의 팀 구성을 분석해 보았으며 결과는 <그림 3-4>와 같다. X축은 팀 종류이며 Y축은 전체 작전인원 중 해당 팀 인원수의 비율이다. 분석결과 최적의 팀 구성 시 탐침병이 차지하는 비율이 가장 높았으며 이어서 탐침병, 수목제거병순의 비율을 보여주었다. 이는 작전환경이 달라져도 유사한 비율을 나타냈다.



<그림 3-4> 최적의 팀 구성 비율

### 3.2 작전방식에 따른 작전소요 시간 분석

이번 절에서는 작전방식에 따른 작전소요시간을 분석한다. 먼저 작전면적별 작전 팀 운용방식(통합, 분할)에 따른 작전소요시간을 분석하였다. 편의상 패치 1개의 가로, 세로 길이를 1m로 가정하였으며 30회씩 시뮬레이션을 진행하였다. 먼저 작전면적이 넓은 경우 작전팀 운용방식 별 작전소요시간 분석결과는 <표 3-3>과 같다.

<표 3-3> 넓은 면적에서 작전팀 운용방식 별 작전소요시간 분석

작전면적	작전소요시간(tick)		감소율
	30명*1팀	10명*3팀	
2601 m <sup>2</sup>	2,272	1,874	17.5%

30명으로 구성된 1개 팀으로 작전을 진행하는 것 보다 작전면적 및 작전 팀을 3분할하여 10명씩 3팀으로 작전한 것이 17.5%의 작전소요시간 감소율을 나타냈다.

<표 3-4> 좁은 면적에서 작전팀 운용방식 별 작전소요시간 분석

작전면적	작전소요시간(tick)		감소율
	15명*1팀	5명*3팀	
867m <sup>2</sup>	1,284	1,203	6%

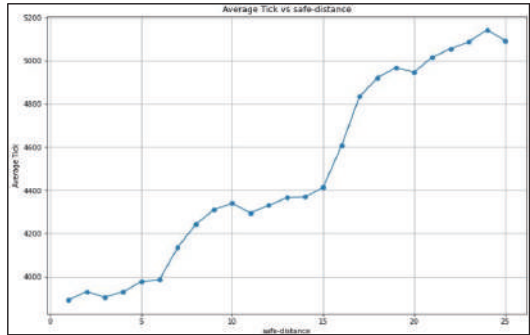
이번에는 비교적 좁은 면적에서 실험을 진행하였다. 1절에서 살펴보았듯이 일정 작전인원수부터는 인원이 추가되어도 작전소요시간에 미치는 영향이 미비하기에 정확한 분석을 위해 총 작전인원을 30명이 아닌 15명으로 축소하여 분석해 보았다. 그 결과 <표 3-4>와 같이 비교적 좁은 면적에서도 동일하게 작전면적 및 작전 팀을 3분할하여 운용하였을 때 작전소요시간이 6% 감소하였으나, 넓은 면적에 비해 작전 팀 분할의 효과가 적은 것을 확인하였다.

결과를 정리하면 주어진 작전면적이 광범위할 경우 많은 인원을 1팀으로 구성하여 작전하는 것 보다 면적과 팀을 분할하여 운용하는 것이 효과적이다.

추가적으로 작전인원간 안전거리가 작전에 미치는 영향을 알아보기 위해 탐침병의 안전거리를 0 ~ 25칸으로 변경해가며 시뮬레이션을 진행하였다. 탐침병 주변 안전거리 이내에 다른 팀원이 있으면 행동을 중지하도록 설정하고 작전소요시간을 비교하였으며 결과는 <그림 3-5>와 같다.

X축은 안전거리이며 Y축은 소요 tick수(시간)이다. 시뮬레이션 결과 안전거리 없이 작전하는 것과 최소한의 안전거리(5m)를 유지하면서 하는 것은 작전소요시간에는 큰 차이가 없으며 그 외 작전소요시간의 차이가 없는 구간

이 있다는 것을 확인하였다.



<그림 3-5> 안전거리별 작전소요시간

#### 4. 결론 및 향후연구

본 연구에서는 NetLogo를 활용해 작전환경과 팀 구성이 지뢰제거작전에 미치는 영향에 대해 분석하였다. 그 결과 다음과 같은 사항을 확인하고 의미를 도출하였다.

첫째, 작전환경별 유희병력이 최소화되는 적정 작전인원을 판단할 수 있었으며, 탐지병이 작전소요시간 단축의 가장 큰 요소라는 것을 확인하였다. 지뢰제거작전간 주어진 시간과 인원이 제한적이라면 부대 탐지기를 통합하여 탐지병을 가능한 많이 편성하는 것이 가장 효과적일 것이다.

둘째, 작전면적이 광범위하다면 작전면적 및 작전 팀을 분할하여 운용하는 것이 효과적임을 확인하였다. 또한 안전거리 없이 작전하는 것과 일정수준의 안전거리를 유지하며 작전하는 것은 작전소요시간에 차이가 없다는 것을 확인하였다. 안전거리가 없는 것과 단 5m라도 이격하는 것은 지뢰가 폭발 했을 때 인명손상 결과에 상당한 차이가 있기 때문에 최소한의 안전거리 이격은 필수이다.

향후 본 연구의 NetLogo 모형을 바탕으로 지형정보를 지뢰제거작전 모형에 반영하여 실

제 작전 예정지역에 대한 분석을 실시한다면 지휘관이 활용 가능한 정보를 제공할 수 있을 것이다. 본 연구를 초석으로 지뢰제거작전을 안전하고 효율적으로 발전시킬 과감하고 창의적인 방안이 나오길 기대한다.

## 참 고 문 헌

- [1] 이현기, 마정목. (2023). “초해상화 기반 CNN을 이용한 GPR 영상에서의 지뢰분류.” 한국산학기술학회, 24(3), 91-97.
- [2] 박영만, 신성철. (2009). “수중 표적 탐색 기술 분석용 시뮬레이션 시스템 설계 및 개발.” 한국정보통신학회, 13(12), 2753-2758.
- [3] 신성철. (2011). “HMS를 이용한 수중표적 탐색효과에 관한 연구.” 한국해양정보통신학회 추계학술대회, 708 - 711.
- [4] 최민우, 조남석. (2019). “정찰 드론의 탐색 경로에 대한 시뮬레이션 연구.” 한국시뮬레이션학회, 28(1), 23-39.
- [5] 백민승, 윤봉규. (2020). “행위자 기반 모델을 활용한 이동 표적 탐색 방안연구.” 한국경영과학회, 37(1), 33-46.
- [6] 장영초, 이문걸. (2016). "효과적인 포병진지 구축작전을 위한 공병장비 최적배정 연구." 국내석사학위논문, 국방대학교.
- [7] 박세환, 이문걸. (2017). "휴리스틱 기법을 이용한 포병진지 구축작전시 공병장비 최적배정." 한국산업경영시스템학회, 40(1), 11-21.
- [8] 박종복, 안남수. (2020). “공병 장비의 최적 할당을 위한 수리모형 및 휴리스틱 알고리즘.” 한국산학기술학회, 21(4), 138-144.
- [9] 육군본부. (2017). 야전교범 참고-3-34지뢰. 대전: 국군인쇄창.
- [10] 육군본부. (2019). 교육참고 8-3-10 지뢰제거작전. 대전: 국군인쇄창.
- [11] Uri Wilensky, William Rand. (2017). ABM 개론 : Netlogo를 활용한 자연, 사회, 공학 복잡계 모델링. 윤봉규, 이원재 역. 충청남도: 국방대학교 국가안전보장문제연구소.
- [12] 김성우, 윤봉규. (2014). “흡수 마코프체인을 활용한 함정 근접무기체계 효과성 분석.” 한국군사과학기술학회지, 17(6), 733-743.

- [13] 윤봉규. (2023). “의사결정 단계와 시간 지연을 고려한 이산시간 전투모형 연구.” 한국국방경영분석학회지, 49(2), 40-59.
- [14] Koopman, B.O.(1946). “Search and screening.” OEG Rep.
- [15] Koopman, B.O.(1956a). “The theory of search. I. Kinematic bases.” Operations Research, 4(3), 324-346.
- [16] Koopman, B.O.(1956b). “The theory of search. II. Target detection.” Operations Research, 4(5), 503-531.
- [17] Koopman, B.O.(1957). “The theory of search: III. The optimum distribution of searching effort.” Operations Research, 5(5), 613-626.

## 저자 소개



**박재형 (E-mail: daechangenius@gmail.com)**

2013 단국대학교 경제학 학사

2023 국방대학교 군사운영분석전공 석사

현재 육군 5군단 5공병여단 131대대 정보작전과장

관심분야 : 국방 M&S, ABM



**윤봉규 (E-mail: bkyoon@gmail.com)**

1996 연세대학교 경영학 학사

1998 KAIST 산업공학 석사

2002 KAIST 산업공학 박사

국방대학교 운영분석전공 교수

현재 국방대학교 국방관리대학원장/

군사운영분석전공 교수

관심분야 : Agent Based Modeling,

Stochastic Models in Military

O.R, Biz. Performance

Optimization & Innovation.