

여단급 KCTC 훈련 결과 빅데이터를 활용한 대대급 이하 지휘관(자)의 생존분석 - 보병대대 방어작전을 중심으로 -

윤진성¹⁾ · 문호석^{*,2)}

¹⁾ 육군 교육사령부 교육훈련부

²⁾ 국방대학교 국방과학학과

Survival Analysis of Battalion-Level Commanders(leaders) Using Big Data as Results of Brigade-Level KCTC Training - Focused on Infantry Battalion Defensive Operations -

Jinseong Yun¹⁾ · Hoseok Moon^{*,2)}

¹⁾ Directorate of Education and Training, ROK Army Training & Doctrine Command, Korea

²⁾ Department of National Defense Science, Korea National Defense University, Korea

(Received 20 October 2023 / Revised 11 December 2023 / Accepted 15 January 2024)

Abstract

In this study, we conducted a survival analysis on battalion-level commanders(leaders), focusing on infantry battalion defensive operations using the big data of brigade-level KCTC(Korea Combat Training Center) training results.

Unlike previous studies, we utilized the brigade-level KCTC training results data for the first time to conduct a survival analysis, and the research subjects were battalion-level commanders(leaders), which can affect the battle. At this time, the battle results were defined, and through cluster analysis, infantry battalions were divided into excellent, average, and insufficient units, and the difference in the survival rate of the commanders was analyzed through the Kaplan-Meier survival analysis. This provided an opportunity to objectively compare the differences between excellent and insufficient units. Subsequently, factors affecting the survival of commanders were derived using the Cox proportional hazard model, and it was possible to confirm the influencing factors from various angles by also using the survival tree model. Significance and limitations confirmed in the research process were presented as policy suggestions and future research directions.

Key Words : Brigade-Level KCTC Big Data(여단급 KCTC 훈련 빅데이터), Survival Analysis(생존분석), Defensive Operation(방어작전), Infantry Battalion(보병대대), Commanders(Leaders)(지휘관(자))

* Corresponding author, E-mail: hsmoon0329@gmail.com

Copyright © The Korea Institute of Military Science and Technology

1. 서론

우리 군에서 ‘생존(生存)’이란 ‘개인 또는 부대가 이 격된 곳에 고립 또는 차단된 경우에 각종 기술을 활용하여 주어진 환경 속에서 생명을 유지하면서 지속적인 임무를 수행하는 제반 활동’으로 정의되고 있다^[1]. 전쟁의 양상이 점차 정밀 유도무기, AI, 드론 등 최첨단 전쟁으로 발전하고 있지만 결국 전투의 주체는 인간이며, 전쟁을 할 때 생존의 중요성은 줄어들지 않을 것이다. 전투원은 상급부대 작전 목적에 기여하기 위해 개인 전투력을 보존해야 하며, 전투에서 생존함으로써 적 전투력의 분산을 강요할 수도 있다. 또 생명을 유지하며 지속적으로 임무를 수행하는 것은 우군의 사기양양에 유리한 영향을 미칠 것이며, 적군에 포획되지 않음으로써 군사기밀을 유지할 수 있고, 반대로 적에 관한 정보수집은 지속적으로 수행될 것이다.

이와 같이 전투원의 생존은 전쟁에서 중요하며, 부대를 지휘통제하는 부대의 장(長)인 지휘관(자)의 생존은 특히 더 중요할 것이다. 지휘관의 전사(戰死)는 아군 전체에 심리적으로 혼란을 야기할 뿐 아니라 지휘의 공백이 발생하여 부대 통제가 원활히 되지 않아 전투의 패배 가능성을 높일 수 있다^[2]. 교리적인 부분 외에 기존에 진행된 연구에서도 지휘관(자)의 생존이 전투 승리에 중요한 요인임을 분석하였다. 최재영(2017)은 대대급 KCTC 훈련 결과 데이터를 활용하여 회귀분석과 랜덤포레스트 방법으로 전투 승리요인을 연구하였는데, 대대급 이하 부대 전투 결과에 ‘대대장 생존시간 비율’과 ‘중대장의 평균 생존시간 비율’이 공격·방어작전 모두에 영향을 미치고 있음을 확인하였다^[3]. 또, 한정욱 등(2021)은 여단급 KCTC 훈련 결과 데이터를 활용하여 분할 선형 회귀모형 방법을 통해 방어작전 간 보병대대의 전투 승리요인을 연구하였는데, 전투 결과를 표현할 수 있는 다양한 반응변수를 대상으로 회귀분석을 실시한 결과 ‘대대장·중대장·소대장 생존율’이 보병대대의 전투 승리에 영향을 미치는 요인으로 도출되었다^[4]. 마찬가지로 이민호 등(2021)은 여단급 KCTC 훈련 결과 데이터를 공격작전 중심으로 보병대대의 전투 승리요인을 연구하였는데, ‘대대장 생존율’이 전투 결과에 영향을 미치고 있음을 분석하였다^[5]. 이처럼 다양한 계대의 지휘관(자) 생존율이 전투 결과에 중요하다는 것이 과학적인 연구 결과로 도출되어 지휘관(자) 생존의 중요성은 더욱 중요

한 의미를 주고 있다.

본 연구는 여단급 KCTC 훈련 중 보병대대 방어작전을 중심으로 지휘관(자)의 생존분석에 관한 연구이다. 육군의 KCTC(Korea Combat Training Center, 과학화 전투 훈련) 훈련은 2018년에 여단급 규모로 훈련이 확대된 이래로 육군의 드론과 헬기, 실제 공군이 투입하여 기동하는 등 합동작전 분야도 일부 훈련에 반영되어 현재 육군에서 가장 실전처럼 훈련할 수 있는 방법이다^[6]. KCTC 훈련은 마일즈 장비(MILES : Multiple Integrated Laser Engagement System, 다중 통합 레이저 교전 체계)라고 하는 과학화된 장비 체계를 갖추어 실시간으로 훈련 인원과 장비의 상태가 데이터로 축적이 된다^[7]. 실제 전투 경험이 거의 없는 육군에게 실전과 유사한 KCTC 훈련 자체는 중요한 의미를 지니고 있다. 특히 데이터로 축적된 MILES 데이터에 의미를 부여하여 정보화시키고, 훈련 결과를 데이터에 기반하여 분석한 결과는 야전이나 교리 연구 기관에 피드백되어 육군의 전투력 향상에 중요한 영향을 줄 수 있다. 더 나아가 육군뿐만 아니라 과학화 훈련을 통해서 전투력을 향상시키고자 하는 우리 군에 좋은 사례가 될 수 있다.

KCTC 훈련 결과를 활용하여 전투원의 생존분석을 한 연구는 2010년 이후 3건의 연구가 진행되었으며, 모두 대대급 KCTC 훈련 결과에 대한 연구였다. 백창일(2013)은 중대장과 소대장의 생존시간, 전투원의 복무기간, 계절 등이 전투원의 생존시간에 미치는 영향을 t-검정, ANOVA, 회귀분석 등을 사용하여 분석하였고 중대장·소대장의 생존시간과 병 복무기간, 계절이 전투원 생존시간에 영향을 미친다는 것을 확인하였다^[2]. 김재오 등(2015)은 보병대대의 공격작전 결과를 콕스 비례위험(Cox PH) 모형과 다양한 나무모형(Decision Tree)에 적용하여 전술제대 공격작전 간 전투원의 생존성에 관한 분석 및 해석을 하였는데 복무기간과 중대원간 최대 거리, 부대별 임무가 생존확률에 영향을 미치고 있음을 확인하였다^[8]. 김각규 등(2022)은 KCTC 전투원의 생존 데이터를 기반으로 Cox 비례위험모형과 로지스틱 회귀모형을 활용하여 전투원의 생존시간을 예측하고, 생존에 영향을 미치는 요인을 연구하였으며, 이 과정에서 전투원의 몸무게, 키, BMI, 병과가 생존시간에 유의한 영향을 주는 요소로 확인하였다^[7].

이처럼 KCTC 훈련 결과를 활용한 생존분석 연구는 양적으로 부족한 실정이며, 기존 연구의 한계점은 다

음과 같다. 첫째, KCTC 훈련은 2018년부터 여단급으로 확대되어 실시되고 있음에도 불구하고 아직까지 해당 데이터를 활용하여 생존분석을 한 연구는 없었다. 둘째, 기존 연구들은 주로 일반 전투원의 생존에 영향을 미치는 요인을 파악하는 것에 중점을 두고 분석하였으며, 전투에 영향을 줄 수 있는 객체인 지휘관(자)이나 경찰부대, 화력부대 등을 대상으로 분석하지 않았다. 셋째, 기존 연구에서는 전투원의 생존분석을 전투 결과와 연관하여 분석하지 않았다. 즉 전투를 잘한 부대와 그렇지 못한 부대에 따라서 전투원의 생존에 미치는 영향이 달라질 수 있는데 이러한 연관성은 고려하지 않았다. 본 연구는 여단급 KCTC 훈련 결과 보병대대의 방어작전을 중심으로 부대 수준별 지휘관(자) 생존 양상을 확인하고, 지휘관(자)의 생존시간에 영향을 미치는 요인을 분석하고자 한다. 본 논문은 KCTC 훈련이 여단급으로 확대된 이후 훈련데이터를 활용하여 생존분석을 하는 최초의 연구이며, 기존 생존분석 관련 연구에서 다루지 않았던 방법으로 대대장 이하 지휘관(자) 생존 데이터에 대해 군집분석을 활용하여 대대를 우수부대와 미흡부대로 구분하고 지휘관(자) 생존시간에 영향을 미치는 요인을 분석하여 주요 함의를 도출할 것이다.

본 연구의 구성은 2장에서는 KCTC 훈련과 생존분석에 대해서 소개하고, 3장에서 연구 절차와 생성 변수, 전투결과 정의 절차 등 연구방법을, 4장에서 연구 결과를 제시하고, 5장에서 결론을 맺는다.

2. KCTC 훈련 및 생존분석 소개

2.1 KCTC 훈련 소개

육군은 미국의 NTC(National Training Center, 국립훈련센터)를 모델로 하여 2005년부터 KCTC훈련을 보병대대급 규모의 훈련으로 진행하였다. 이후 2012년부터 수년의 준비기간을 거쳐 2018년부터 여단급 규모의 훈련으로 확대하였다⁹⁾. 이 과정에서 기존 모의 체계로만 구성하였던 공군의 CAS(Close Air Support : 근접항공지원)를 공군이 실제로 투입하여 기동하는 ACMI(Air Combat Maneuvering Instrumentation : 공중기동훈련체계)로 발전하는 등 합동작전 분야도 훈련에 일부 반영하였다. 이러한 변화를 통해 KCTC 훈련은 이전보다 실제 전장과 유사한 조건으로 발전하였다.

KCTC 훈련의 장점 중 하나는 훈련 결과가 KCTC 시스템을 통해서 데이터로 축적이 된다는 것이다. KCTC 데이터는 마일즈 장비를 통해 훈련에 참가하는 수 천명의 인원과 장비가 생산하는 빅데이터이며, 영상 및 음성데이터가 포함된 다양한 형태의 데이터이다. KCTC 데이터의 대부분(약 90 %)은 30초 간격마다 객체 위치, 상태정보 등을 저장하는 ‘훈련자정보’이며, 그 외 전투원의 ‘교전 정보’와 ‘모의 정보’ 등이 원천 데이터로서 데이터베이스에 csv, txt 등의 파일 형태로 저장이 된다. 원천데이터의 주요 목록은 Table 1과 같다. TNTP 데이터는 훈련부대의 조직, 장비, 인원 등의 사전정보를 나타내며, TNTE 데이터는 훈련 중 MILES

Table 1. Main list of KCTC raw data^[10]

TNTP 데이터	TNTE 데이터	TNTA 데이터
개인탄약정보	곡사포모의그룹정보	고가치핵심표적정보
개인화기정보	공격헬기지원모의정보	고가치핵심표적탐지정보
장비할당정보	공격지원헬기사격	고가치핵심표적변경정보
관찰요원편성정보	공격헬기지원요청	지휘관인지전투력정보
관찰통제관훈련이력정보	모의정보	지휘관우선정보요구정보
연간주기훈련정보	지뢰지대폭파정보	화력격멸지역운용정보
연간훈련통제일정	실용용곡사포모의정보	첩보수집표적정보
단위훈련객체정보	상급부대포병요청정보	무전기피탈정보
단위훈련정보	승하차정보	화력지원협조수단설치정보
대향군병력정보	셀단위지뢰지대정보	정보수집자산유형정보

장비 또는 관찰통제관에 의해 입력되는 데이터, TNTA 데이터는 훈련 결과를 개략적으로 분석·정리한 데이터를 나타낸다^[10]. 연구에 활용된 KCTC 원천데이터는 약 171개의 데이터테이블로 구성되는데, 데이터 분석을 하기 위한 형태로 가공하기 위해 전처리 과정에 많은 시간과 노력이 필요하였다.

2.2 생존분석 소개

생존분석은 관심있는 사건이 발생할 때까지 걸리는 시간을 반응변수로 하여, 주로 생존시간에 대한 분포 자체에 관심을 가지고 분석하거나 생존시간에 영향을 미치는 설명변수에 관심을 가지고 분석하는 방법이다^[11]. 여기서 생존시간과 생존함수를 산출하기 위해서는 카플란-마이어(K-M, Kaplan-Meier) 추정법을, 생존시간에 대한 설명변수의 효과를 기술하기 위해서 콕스 비례위험 모형이 많이 활용되어 왔다^[12].

생존함수($S(t)$)란 환자가 t 시간을 초과하여 생존할 확률을 말하며, 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다. 여기서 $F(t)$ 는 생애분포함수로서, 관찰대상의 사건이 특정시간 안에 발생할 확률을 나타낸다. 이때 $P(T > t)$ 는 적어도 t 시점까지는 생존할 확률을 말하며, 사건 발생이 t 시점 이후에 일어날 가능성이다.

$$S(t) = 1 - F(t) = P(T > t) \quad (1)$$

K-M 추정법은 이러한 생존함수를 추정하는 방법인데 관찰대상의 전체 관측시간 데이터를 순서대로 정렬한 후에 각 사건의 발생시점의 생존율을 계산하는 방식이다. 즉 시점 t_i 에서 생존함수 $S(t_i)$ 는 t_{i-1} 시점에서는 생존하므로 $S(t_{i-1})$ 와 t_i 시점에서 조건부 생존율의 곱으로 생각할 수 있다. K-M 추정법을 통해 추정되는 생존함수는 식 (2)와 같고, 함수를 그래프로 나타낸 것을 K-M 곡선이라고 한다.

$$S(t_i) = P(T > t | T > t_i) \times P(T > t_i | T > t_{i-1}) \times \dots \times P(T > t_1) \quad (2)$$

콕스 비례위험 모형은 기저 분포에 대한 가정을 하지 않지만, 설명변수에 대해 β 라는 모수를 추정하는 점에서 준모수적 방법으로 불린다^[8]. 이는 반응변수인 생존시간과 설명변수의 관계를 위험함수를 기초로 나타내는데, 기존의 위험함수는 t 시점까지는 생존했다고

가정하고 바로 직후 사망할 확률을 뜻하는 조건부 확률을 말한다. 위험함수를 식으로 나타내면 식 (3)과 같다. 여기서 $f(t)$ 는 특정시간(t)에서의 사건이 발생할 확률이다.

$$h(t) = \lim_{\delta \rightarrow 0} \frac{P(t < T \leq t + \delta | T > t)}{\delta} = \frac{f(t)}{S(t)} \quad (3)$$

콕스 비례위험 모형은 생존시간 T 에 영향을 주는 변수들이 있을 때 위험함수 $h(t)$ 를 식 (4)와 같이 나타내게 되는데, β_i 는 회귀계수로 설명변수 x_i 가 한 단위 증가할 때마다 위험률이 $\exp(\beta_i)$ 만큼 증가함을 의미한다. 이때 i 번째와 j 번째 개체의 위험비가 시간과 무관하게 상수가 됨으로써 비례위험 모형이라 한다^[11].

$$h(t) = h_0(t) \exp(\beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p) \quad (4)$$

식 (5)와 같이 i 번째 개체와 j 번째 개체의 위험비를 나타내면 시간과 무관하게 상수가 됨으로써 비례위험 모형이라 한다^[11].

$$h_i(t)/h_j(t) = \exp(\beta_1(x_{i1} - x_{j1}) + \dots + \beta_p(x_{ip} - x_{jp})) \quad (5)$$

3. 연구 방법

본 연구에서는 보병대대 방어작전 간 부대 수준별 지휘관(자)의 생존 양상을 분석하고, 지휘관(자) 생존에 영향을 미치는 요인을 도출하기 위해 '18~'19년에 실시된 10개 여단의 KCTC 훈련결과 데이터를 분석하였다. 해당 데이터에서 방어작전 간 훈련에 참여한 대대장 이하 지휘관(자)는 총 1,331명이다.

3.1 연구 절차

본 연구의 절차는 Fig. 1과 같다. '18~'19년에 실시된 10개 여단의 훈련결과 원천데이터를 생존분석이 가능한 형태로 데이터 전처리를 하여 지휘관(자) 생존 분석을 위해 필요한 변수들을 생성하고, 대대장 이하 지휘관(자)(대대장, 중대장, 소대장, 분대장)들로만 구성된 생존 데이터를 구축하였다(여기서 '18~'19년 훈련 결과 데이터를 활용한 이유는 이 기간에는 여단 훈련을 공격훈련과 방어훈련으로 구분하여 훈련을 진

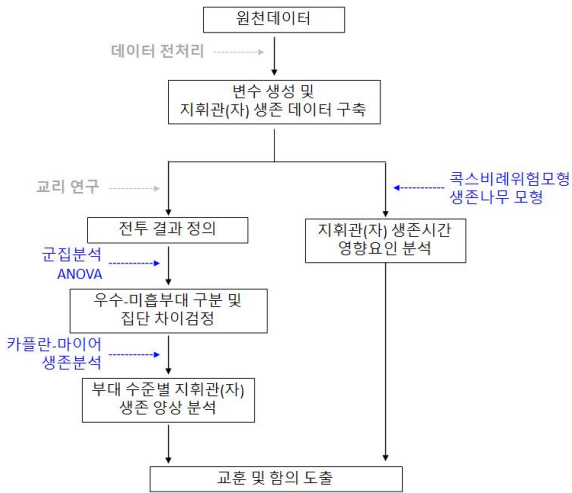


Fig. 1. Research procedures

행하여 훈련 형태별 훈련 결과 분석에 유리하기 때문이다). 다음으로 교리 연구를 통해 보병대대의 전투 결과를 나타낼 수 있는 정량화된 변수를 정의하고, 해당 변수를 기준으로 군집분석을 통해 우수, 미흡부대를 구분하고 집단 차이검정을 실시하여 군집의 차이를 확인하였다. 이후 K-M 생존분석을 통해 우수부대와 미흡부대의 수준별 지휘관(자)의 생존 양상을 분석하였고, 이와 병행하여 생성된 변수를 활용하여 지휘관(자) 생존 시간에 영향을 미치는 요인을 콕스비례위험 모형과 생존나무 모형을 활용하여 분석하였다. 이러한 분석과정들을 통해서 방어작전 간 지휘관(자) 생존과 관련된 교훈과 함의를 도출하였다.

3.2 변수 정의

먼저 지휘관(자) 생존분석을 위한 설명변수 생성을 위해 기존 연구에서 활용되었던 변수들을 참고하였다.

기존 연구에서 활용된 변수를 정리한 표는 Table 2과 같다.

기존 연구에서 활용된 설명변수는 개인의 특징을 나타내는 변수 위주로 선정이 된 것을 확인할 수 있었으며, 본 연구에서는 기존 연구에서 활용된 설명변수를 기초로 하여 지휘관(자) 생존에 영향을 미칠 수 있는 보병대대 방어작전의 특징, 전투결과를 나타내는 변수를 추가로 생성하여 선정하였고, 최종적으로 활용된 변수는 총 15개로 Table 3과 같다.

3.3 전투결과 정의

우수 및 미흡부대를 구분하여 비교 분석하기 위해서는 구분의 기준이 되는 전투 결과를 정의할 필요가 있었다. 먼저 KCTC 훈련의 방어작전과 관련된 기존 연구에서 정의한 전투 결과를 참고하였는데 변수 목록은 Table 4와 같다.

현재 KCTC 훈련에서 전투 결과를 공식적으로 정량화하여 사용하고 있는 변수는 없다. 따라서 기존 연구에서도 Table 4와 같이 다양한 방법을 통해 전투 결과를 정량화된 변수로 정의하고, 해당 변수를 반응변수로 활용하는 것을 확인할 수 있었는데 본 연구에서는 기존 연구에서 활용하였던 반응변수를 참고하되, 육군 교범을 통한 교리적인 부분을 고려하여 반응변수를 정의, 활용하고자 하였다. 교리란 군부대나 그 구성원이 작전을 수행하는데 적용해야 할 공식적으로 승인된 군사행동의 기본 원리와 전술 등을 말하며, 교범은 이렇게 정립된 교리가 수록된 대표적인 교리문헌을 말한다^[13]. 따라서 현재 KCTC 훈련에서 명확히 전투 결과를 정의할 방법이 없는 상황에서 작전을 수행하는데 기본적인 방향이 되는 교리 연구를 통해 정량화된 반응변수를 본 연구에서는 정의하여 사용하였다.

보병대대와 전술 교범에 따르면 대대는 부여된 과

Table 2. The explanatory variables used in previous studies

구분	설명변수
빅데이터 분석을 활용한 지상군 훈련 전투원의 생존시간에 관한 연구(백창일, 2013)	중대장 생존시간, 소대장 생존시간, 복무기간, 계절
전술계대 공격작전 간 전투원 생존성에 관한 연구(김재오 외, 2015)	복무기간, 시력, BMI, 상급부대 사격지원량, 분대원간 평균거리, 중대원간 최대 거리, 부대 임무, 개인화기 종류
Cox 비례위험모형과 로지스틱 회귀모형을 이용한 전투원의 생존분석(김각규 외, 2022)	병과, 계급, 복무기간, 체력, 시력, 키, 몸무게

여단급 KCTC 훈련 결과 빅데이터를 활용한 대대급 이하 지휘관(자)의 생존분석 - 보병대대 방어작전을 중심으로 -

Table 3. Results of variable creation for the survival analysis of commanders(leaders)

변수명	단위	변수명	단위
개인화기 사격량	발	개인화기 전과	명
BMI	kg/m ²	부대 임무	주방어, 예비
연대 수색중대 생존율	생존율(0~1)	대대 정찰소대 생존율	생존율(0~1)
대향군 정찰부대 생존율	생존율(0~1)	연대장 생존율	생존율(0~1)
대대 주임원사 생존율	생존율(0~1)	대대 참모부 생존율	생존율(0~1)
81mm 박격포 사격량	발	81 mm 박격포 전과	발
장애물 설치횟수	회	진지구축 수준	비율(0~1)
상급부대 곡사화기 지원요청 횟수 (상급부대 : 여단급 이상 부대)	발	-	-

Table 4. The battle outcome (response variable) defined in the previous studies

구 분	반응변수
KCTC 훈련 데이터 분석을 통한 대대급 이하 부대의 전투승리 요인 연구(최재영, 2017)	적 최종 전투력, 중심지역 피탈여부
분할 선형 회귀모형을 이용한 여단급 KCTC 방어작전 간 보병대대 전투승리 영향요소 분석(한정욱 외, 2021)	방어력 통합 및 협조 변수, 직사화기 전과, 적 전투력 손실수준
여단급 KCTC 훈련결과 빅데이터를 활용한 보병중대 임무별 방어작전 전투승리요인 분석(윤진성 외, 2023)	총 전과(주방어), 최종전투력(예비대)

업과 가용 능력 등을 고려 시 통상 지역방어의 형태를 적용하여 방어작전을 수행하게 되는데, 지역방어란 방어에 유리한 지형의 상호지원이 가능한 준비된 진지에 주 전투력을 배치하여 장애물과 직접화력 및 간접화력에 의한 사격으로 적의 공격을 저지·격퇴시키는 데 중점을 두고 실시하는 작전 형태를 말한다^{14,16)}. 결국 전투 간 병력, 장애물, 화력을 통합 운용하여 적을 격퇴시키는 것이 방어작전을 성공적으로 수행한 것으로 판단할 수 있을 것이다. 이는 과학화전투훈련단에서 발간한 '19년 KCTC 훈련 교훈집에서 전투력의 통합성이 중요한 교훈으로 도출된 것과 일맥상통하다¹⁵⁾. 따라서 본 연구에서는 전투 결과를 정의하기 위한 변수로 '상급부대 곡사화기 지원요청 횟수, 장애물 설치횟수, 총 전과(개인화기, 곡사화기 전과)'를 모두 고려하여 정의하였고, 이 변수들을 우수부대와 미흡부대를 구분하는 군집분석에 활용하였다.

4. 연구 결과

4.1 군집분석 및 부대 수준별 차이 검정

k-means 군집분석에 사용된 변수는 방어작전의 결과에 중요한 변수인 총 전과, 장애물 설치횟수, 곡사화기 지원요청 횟수 3가지를 사용하였고, 훈련부대 부대 수준을 구분하는 데 적합한 군집의 개수는 Fig. 2의 elbow plot을 이용해서 3개로 판단하였다.

선정된 군집의 개수를 토대로 훈련부대 보병대대를 '우수', '보통', '미흡'으로 구분하였고 그 결과가 Fig. 3과 같다.

30개 부대 중 미흡부대(빨간색)는 14개, 보통부대(파란색)는 11개, 우수부대(초록색)는 5개로 분류되었다. 앞서 정의한 전투결과 변수로 훈련부대를 우수, 보통, 미흡부대로 구분할 때 적을 저지, 격퇴하고 적의 전투력을 약화시키는데 중요하다고 판단되는 총 전과, 상

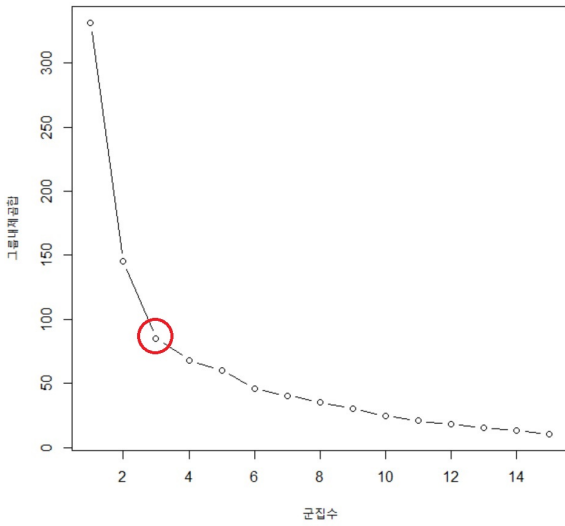


Fig. 2. Elbow plot

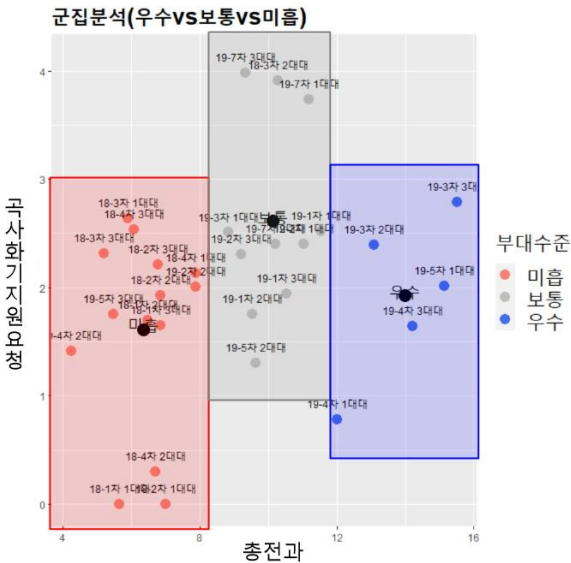


Fig. 3. K-means cluster analysis result

급부대 곡사화기 지원요청 횟수, 장애물 설치횟수 순으로 우선순위를 두고 구분하였다. 이 때 우수부대는 보통부대보다 곡사화기 지원요청 횟수가 적은 경우도 있지만, 곡사화기 지원요청 횟수에 비해 총 전과가 많은 것이 전투력 집중이 더 잘된 것으로 판단하여 우수부대로 구분하였다.

이처럼 군집분석을 통해 분류된 부대들 사이에 어떤 부분에서 차이가 발생하는지 확인하기 위해 변수

별로 ANOVA 집단차이 검정을 실시하였다. ANOVA 결과 총 전과, 곡사화기지원요청 횟수, 개인화기 사격량은 유의수준 0.05 이내에서 통계적으로 유의한 차이가 있었고, 대대참모부 생존율, 81 mm 사격량은 유의수준 0.1 이내에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 이는 부대 수준(우수, 보통, 미흡)에 따라 해당 변수들의 전투 결과가 차이가 있음을 나타낸다.

유의한 변수들에 대하여 부대 수준별 상자그림을 Fig. 4로 나타내어 차이를 살펴보았다. 우수부대가 보통부대나 미흡부대에 비하여 총 전과, 81 mm 사격량, 개인화기 사격량, 대대 참모부 생존율이 높은 것을 확인할 수 있다. 이는 대대 참모부가 오래 살아남아 지휘관과 함께 지휘통제의 주체로서 적극적이고 선제적으로 작전을 이끌어갈 때, 대대는 전투 임무수행을 우수하게 하는 것으로 판단할 수 있다. 곡사화기 지원요청 횟수의 경우 우수부대보다 보통부대가 더 많았던 것으로 나타났는데, 이는 보통부대에 비해 우수부대가 화력 지원요청 횟수는 적지만 관측비고를 더 정확히 하고, 적시 적소에 상급부대 화력을 잘 활용하여 전투력 집중이 더 잘된 것으로 유추해볼 수 있겠다. 이처럼 군집에 따른 차이검정을 실시함으로써 방어작전을 우수하게 수행한 부대와 그렇지 않은 부대가 어떤 차이가 있는지 구체적으로 확인할 수 있었다.

4.2 부대 수준에 따른 지휘관(자) 생존분석

앞서 실시한 군집분석 결과를 기준으로 부대 수준별 지휘관(자)들의 K-M 생존분석을 실시한 결과는 Fig. 5와 같다. 이때 그래프의 시간 단위는 ‘분’을 나타내며, 훈련 종료 시점은 훈련 시작 후 약 3,000분이 된 시점을 나타낸다.

모형은 유의수준 0.1 이내에서 통계적으로 유의미하며 부대 수준별로 지휘관(자)의 생존율의 차이가 있음을 나타내고 있다. 그래프를 통해 미흡부대는 전투 초기부터 종료 시까지 생존율이 가장 낮고, 우수부대와 보통부대는 대체적으로 유사한 그래프 형태를 나타내지만 주방어지역 전투 이후 보통부대가 우수부대에 비해 생존율이 높은 상태로 작전이 종료되는 것을 확인할 수 있다. 이를 통해 작전 초기부터 지휘관(자)의 생존율이 낮은 부대는 결국 방어작전 준비 단계부터 지휘통제가 원활히 되지 않고, 올바른 지도와 확인 및 감독이 이루어지지 않아 부대 성과도 낮은 것으로 유추해볼 수 있겠다. 반면에 우수부대는 주방어지역 전투 이후에 생존율이 급감하여 보통부대에 비해 종료

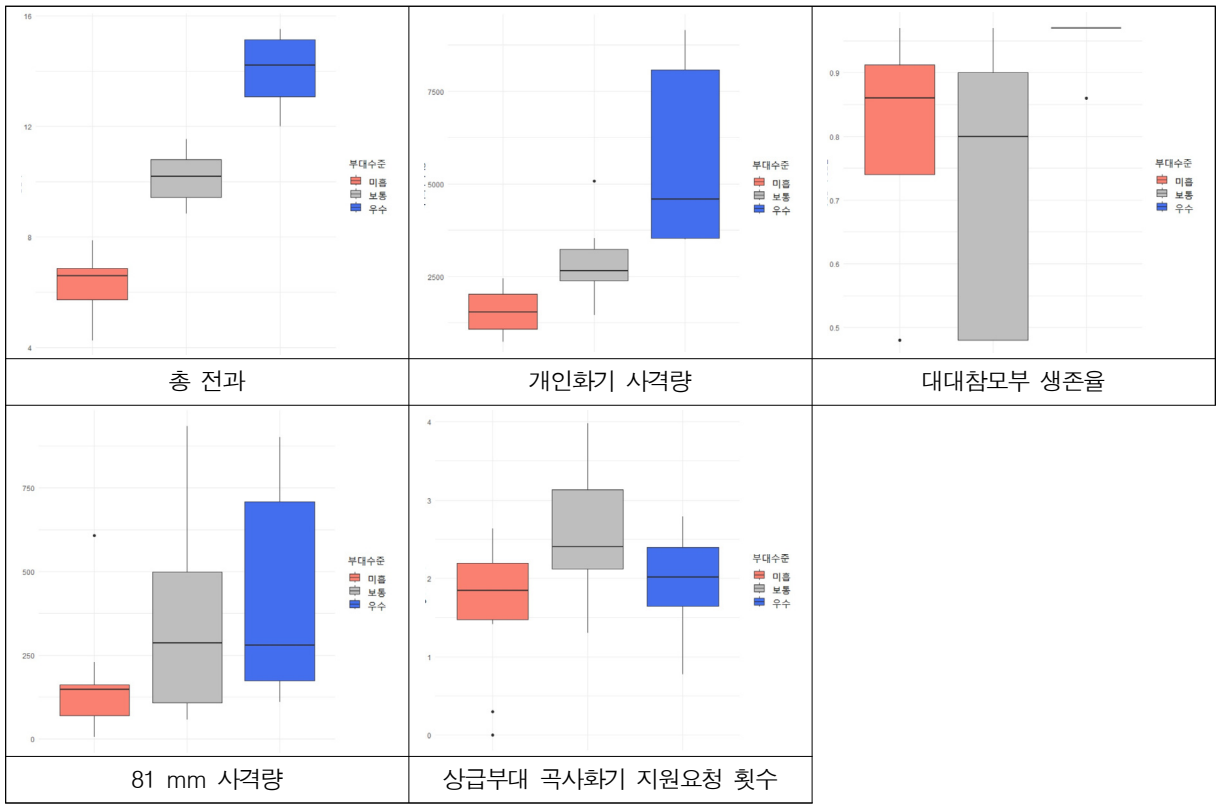


Fig. 4. Box plots by battalion level for statistically significant variables

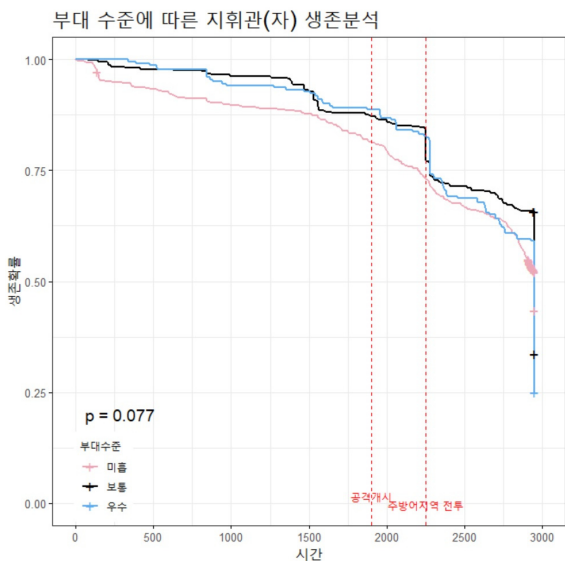


Fig. 5. Results of Kaplan-Meier survival analysis of commanders (leaders) by Battalion level

시점 생존율이 낮은 것으로 나타나지만 우수부대는 평소 훈련이 잘 되어있고, 작전 준비 단계에서 지휘관(자)이 잘 생존하여 작전 준비와 함께 지휘관(자)의 작전 의도를 지속적으로 공유함으로써, 전투가 어느 정도 진행된 후에도 대리 임무 수행 체계가 잘 이루어져 성과도 우수한 것으로도 생각해볼 수 있겠다. 이는 부대수준별 지휘관(자) 생존분석을 통한 연구자의 분석이며, 다른 관점에서 지휘관(자)의 생존분석을 하여 부대 수준별로 지휘관(자)들의 생존 양상이 어떤 차이가 있는 것인지 다양하게 확인해볼 수 있을 것이다.

따라서 부대 수준별로 지휘관(자)들의 생존율이 어떤 부분에서 차이가 있는지 좀 더 자세하게 확인하기 위해 우수, 보통, 미흡부대를 각각 임무별(주방어, 예비대)로 구분하여 생존분석을 하였고, 결과는 Fig. 6, Fig. 7, Fig. 8과 같다.

그래프를 보게 되면 우수부대는 훈련 초기에는 예비대가 주방어부대보다 높은 생존율을 유지하다가 주방어지역 전투가 시작되는 시점에 예비대 지휘관(자)

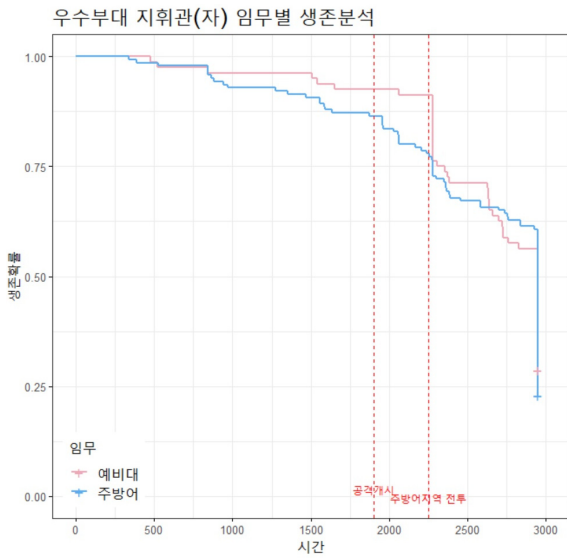


Fig. 6. Results of K-M survival analysis of commanders(leaders) by mission of excellent battalion

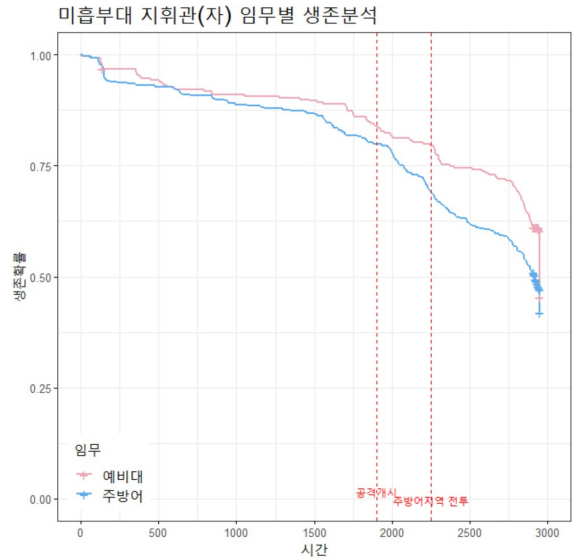


Fig. 8. Results of K-M survival analysis of commanders(leaders) by mission of insufficient battalion

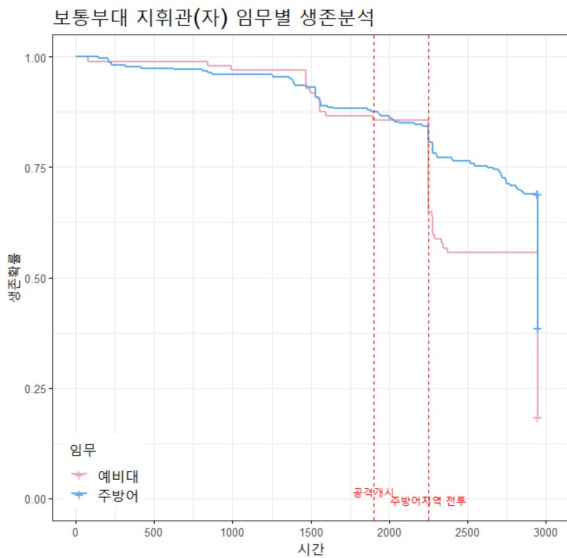


Fig. 7. Results of K-M survival analysis of commanders(leaders) by mission of average battalion

생존율이 급감하는 것을 확인할 수 있는 반면에 미흡부대는 임무에 상관없이 훈련 초기부터 완만한 형태의 곡선으로 지휘관(자) 생존율이 저하되는 것을 알

수 있다. 군사적 교리에 의하면 예비대는 예기치 못한 상황에 대처하거나 차후작전에 사용하기 위해 보유하는 여분의 전투력으로서 공세행동, 증원, 방어중심 보강 등 다양한 과업을 부여받을 수 있다¹⁶⁾. 따라서 위 그래프들을 통해 우수부대의 예비대 지휘관(자)들은 결정적 작전을 위해 전투력을 유지하다가 역습, 증원과 같은 전술적 과업을 부여받아 적극적인 방어작전을 실시하지만, 미흡부대의 예비대 지휘관(자)들은 작전 초기부터 생존율이 저하되어 전술적 과업이 적절히 이루어지지 않았을 것이라 유추해볼 수 있겠다. 보통부대는 우수부대와 유사한 그래프의 형태를 나타내지만 예비대 지휘관(자)들이 주방어지역 전투 전에 생존율이 80 % 수준으로 저하되는 것을 확인할 수 있고, 또 주방어지역 전투에서 예비대의 지휘관(자) 생존율이 우수부대에 비해 더 급격하게 감소하는 것을 확인할 수 있는데 이는 부여받은 전술적 과업을 성공적으로 수행하지 못하였음을 유추해볼 수 있겠다. 전술적 과업이란 ‘전투 시 임무를 완수하기 위해 전투력을 운용하여 수행해야 할 일’을 뜻하는데¹⁶⁾, 결국 전술의 기본 단위부대인 보병대대는 부대에 부여된 전술적 과업을 잘 수행하였을 때 부대의 성과가 달라지는 것을 지휘관(자) 생존 그래프를 통해 분석할 수 있었다.

4.3 지휘관(자) 생존시간 영향 요인 분석

서론에서 언급하였듯이 지휘관(자)의 생존은 교리적으로도 중요한 부분을 차지하고 있지만, 앞서 부대 수준별 생존그래프 비교 분석을 통해 과학적으로도 중요하다는 것을 확인하였다. 그렇다면 지휘관(자) 생존율에 어떤 요인이 영향을 미치고 있을까? 지휘관(자) 생존율의 영향요인을 확인하기 위해 먼저 콕스비례위험모형을 활용하여 분석하였고, stepwise를 적용한 결과는 Table 5와 같다.

모형의 유의확률은 0.05 이하로 통계적으로 유의미하며, Table 5에 포함된 변수들은 모두 유의미한 변수로 도출되었다. 훈련부대 지휘관(자) 콕스비례위험모형 결과에서 위험률을 개인화기 사격량, 대항군 정찰부대 생존율, 연대장 생존율이며, 위험률을 낮추는 변수는 연대 수색중대 생존율, 대대 정찰소대 생존율, 대대 참모부 생존율, 곡사화기 지원요청 횟수로 나타났다. 특히 훈련부대와 대항군부대의 정찰부대 생존율이 각각 긍정, 부정적인 영향을 주는 요인으로 나타났는데, 아군의 정찰부대가 오래 살아남을수록 지속적으로 적의 위치를 공유하여 적을 공격, 대형을 와해시켜 지휘관(자)의 생존율이 높아지고, 적군의 정찰부대가 오래 살아남는다면 아군의 위치가 노출되면서 지휘관(자)이 공격받을 확률도 높아져 생존율이 낮아지는 것으로 해석할 수 있겠다. 실제로 대대 정찰소대 생존율 중위수(0.77)를 기준으로 지휘관(자) 그룹을 분류하여 K-M 생존그래프를 그려본 결과는 Fig. 9와 같으며, 대대 정찰소대가 오래 살아남은 대대일수록 지휘관(자)

들의 생존율 또한 높은 것을 확인할 수 있었다. 대대 참모부 생존율이 높을수록 지휘관(자)의 위험률이 낮아지는 것으로 나타났는데, 대대 참모부가 오래 살아남아 지휘관과 함께 전투수행기능을 운용하여 예하부대를 잘 지휘통제하는 부대의 지휘관(자)의 위험률이 낮아지는 것으로 확인되었다.

지휘관(자)의 개인화기 사격량이 많아질수록 적극적으로 전투에 임했다는 것이며 위험률이 높아지는 것으로 해석할 수 있겠고, 상급부대 곡사화기 지원요청 횟수가 많을수록 적의 공격 대형을 와해시켜 아군 지휘관(자)의 위험률을 낮추는 효과로 나타난 것으로 해석할 수 있겠으나, $\exp(\beta)$ 값(0.9999)을 보아 위험률을 낮추는 효과가 크지는 않다. 연대장 생존율이 높을수록 지휘관(자)의 생존율에 부정적인(위험률이 높아지는) 영향을 끼치는 것을 확인할 수 있는데, 이 부분은 연대장 생존율, 예하 지휘관(자) 생존율, 전투 지휘, 추가 임무 하달 등이 연관이 있는지 추가적으로 확인이 필요한 부분이다.

지휘관(자)의 생존시간 영향요인을 다각도로 확인해보기 위해 생존나무(Survival Tree) 모형을 적용시켜 보았다. 의사결정나무 모형은 의사결정 과정을 도표화하여 관심 대상을 소집단으로 분류해가는 과정을 확인할 수 있으며, 분석과정의 설명이 필요한 경우에 더 유용하게 사용될 수 있는 모형이다. 생존분석 자료의 의사결정 나무모형인 생존나무 모형은 중도절단 자료를 다룬다는 점에서 기존 나무모형과 차이가 있다^[8].

Table 5. Results of the cox proportional hazards model analysis for commanders(leaders)

설명변수	β	$\exp(\beta)$	S.E.	p-value
개인화기 사격량	7.227e-03	1.0073	1.237e-03	5.20e-09 ***
연대수색중대생존율	-1.875	0.1534	0.5661	0.000927 ***
대대정찰소대생존율	-1.432	0.2389	0.2016	1.22e-12 ***
대항군정찰부대생존율	2.912	18.3865	1.061	0.006054 **
연대장 생존율	0.7422	2.1006	0.1479	5.18e-07 ***
대대참모부 생존율	-0.8057	0.4468	0.3306	0.014810 *
곡사화기 지원요청 횟수	-1.129e-04	0.9999	2.673e-05	2.41e-05 ***
n = 1331, number of events = 827, Likelihood Ratio(df) = 126.3(7), p-value = < 2.2e-16				

p-value . : <0.1 * : <0.05 ** : <0.01 *** : <0.001

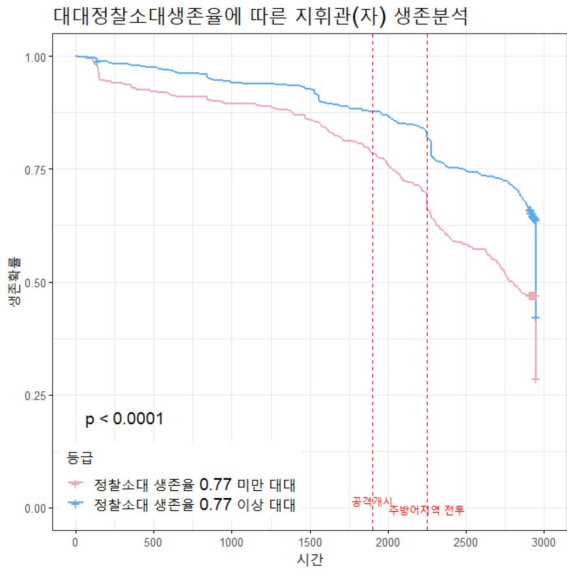


Fig. 9. Results of K-M survival analysis of commanders(leaders) by survival rate of battalion reconnaissance platoon

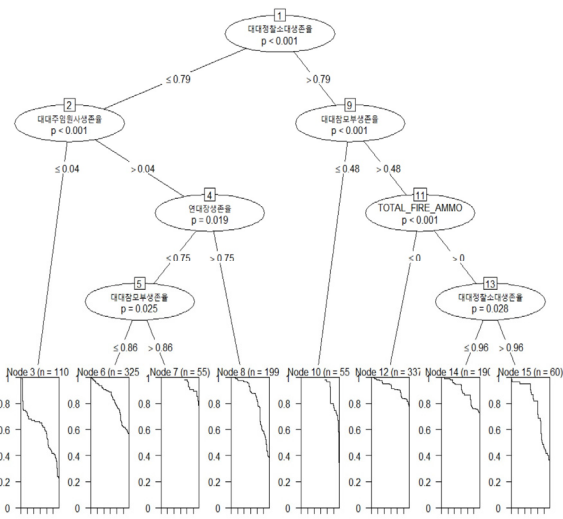


Fig. 10. Survival tree model for commanders(leaders)

분석 결과는 Fig. 10과 같다. 먼저 의사결정나무 모형에서 입력변수 중 최초로 분리되는 변수가 반응변수를 설명하는 데 가장 중요한 변수로 이해할 수 있다^[7]. 따라서 Fig. 10의 생존나무 모형을 보게 되면 지휘관(자)의 생존에 영향을 미치는 변수로 대대 정찰소대 생존율이 가장 중요함을 알 수 있다. 가지를 따

라 분리된 노드를 보게 되면 생존에 영향을 미치는 주요 변수들을 파악할 수 있는데, 훈련부대의 지휘관(자)은 대대 정찰소대 생존율과 대대 주임원사 생존율이 낮은 부대가 가장 생존율이 낮았으며, 반대로 대대 정찰소대 생존율과 대대 참모부 생존율이 높은 부대의, 개인화기 사격량이 없는 지휘관(자)이 생존율이 높은 경향이 있는 것으로 확인하였다. 이처럼 생존나무 모형을 활용하면 변수가 미치는 영향에 대해 설명력이 높을 뿐 아니라, 변수의 중요도를 빠르게 파악할 수 있다는 장점이 있다.

5. 결론

본 연구는 여단급 KCTC 훈련 결과 빅데이터를 활용하여 보병대대의 방어작전을 중심으로 지휘관(자)의 생존분석을 하였고, 연구결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 본 연구를 통해 전투를 잘한 부대와 그렇지 않은 부대는 지휘관(자) 생존율의 차이가 있음을 확인하였다. 전투 초기부터 지휘관(자) 생존율이 낮았던 부대는 최종 전투결과가 좋지 않은 것으로 나타났고, 예비대 지휘관(자) 생존율이 잘 보존돼있던 부대가 시의적절한 전술적 과업 수행을 통해 전투 결과도 우수했던 것으로 확인했다. 둘째, 대대급 이하 지휘관(자) 생존율에 영향을 미치고 있는 다양한 변수들을 확인하였다. 이 중에서도 특히 대대 참모부 생존율, 대대 정찰소대 생존율 등 지휘통제와 정보와 관련된 변수가 큰 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 활발한 첩보 수집과 참모 활동이 지휘관(자)의 생존에 중요한 부분임을 확인할 수 있었다.

본 연구의 의의는 다음과 같다. 첫째, 현재까지 다루지 않았던 여단급 KCTC 훈련 빅데이터 중 2년간 진행된 10개 여단의 훈련 데이터를 모두 활용하여 최초로 생존분석을 시도하여 분석방법을 제시하였다. 둘째, 이전 생존분석에서는 시도하지 않았던 방법으로 교리 연구를 통해 전투 결과를 정의하고 해당 변수를 활용하여 보병대대를 우수, 보통, 미흡부대로 구분하여 부대 수준별 비교 분석을 통해 지휘관(자) 생존이 미치는 영향을 확인하였다. 훈련부대를 수준별로 구분함으로써 미흡부대는 객관적으로 어떤 부분이 우수부대에 비해 부족했는지 평가하고 보완할 수 있는 계기가 될 수 있었다. 셋째, 지휘관(자)을 중심으로 생존분석을 한 연구 사례가 없었는데 본 연구를 통해

지휘통제의 핵심인 지휘관(자)의 생존에 미치는 요인을 확인하고, 전투수행기능에서 어떤 부분을 보완해야 하는지 알 수 있었다.

다만 본 연구를 진행하면서 나타난 연구의 한계점도 분명히 있었다. 첫째, KCTC 훈련의 전투 결과를 정량화하여 표현할 수 있는 변수가 필요하다. 본 연구에서는 기존 연구 분석과 교리문헌 연구를 하여 전투 결과를 정의하긴 했으나 한가지의 방법론에 불과하며, KCTC 훈련 결과 빅데이터를 활용한 양질의 연구를 위해서는 빠른 시일 내에 군사훈련 전문가의 직무지식과 데이터 과학 전문가의 전문지식을 결합하여 전투 결과를 정량화하여 정의하는 연구가 필요하다. 둘째, 본 연구는 대대급 이하 지휘관(자)에 중점을 두고 생존분석을 하였는데 이는 전투에 영향을 미치고 있는 객체들에 대한 부분을 모두 담아내지 못하고 있다. 또한 대대장, 중대장, 소대장, 분대장은 각각 전투에서 하는 역할이 다르기 때문에 함께 분석을 하여 교훈을 도출한다는 것은 한계가 있을 수 있다. 따라서 향후 연구에서는 더 많은 데이터를 활용하여 지휘관(자) 그룹을 나누고 각각의 생존에 영향을 주는 요인이 어떻게 다른지에 대해 분석하고, 경찰부대, 화력부대, 전차부대 등 다른 객체를 중심으로도 생존분석을 한다면 생존에 영향을 미치는 다양한 요인이 도출되어 전투원 생존성 향상에 도움이 될 것이다. 셋째, 본 연구에서는 기존 연구와 다르게 전투 결과를 정의하여 부대 수준을 나누고, 생존 그래프 비교 분석을 통해 연구자가 다양한 함의를 도출하였지만 이는 KCTC 데이터를 활용하여 생존분석을 하는 하나의 방법에 불과하며 더 완성도 있는 연구를 위해서는 훈련 국면별 다양한 정보를 저장할 수 있도록 데이터 구축 시스템이 갖추어져야 할 것이다. 넷째, 다양한 KCTC 훈련 환경, 특징들을 설명변수에 모두 담아내지는 못하였다. 훈련에 참가했던 여단별로 훈련장 설정 환경, 무기체계 수준, 계절 등이 다르지만 본 연구에서는 기본적으로 동일하다는 가정 하에 연구를 진행했는데, 향후 연구에서는 이러한 부분이 반영되어 분석이 진행된다면 더 좋은 연구가 될 것이다.

KCTC 훈련은 현재 육군에서 가장 실전적으로 훈련할 수 있는 체계이며, 국방혁신 4.0 추진의 일환으로 4차 산업혁명 기술을 기반으로 한 과학화 훈련체계 구축을 위해 마일즈 장비 도입을 확대하여 소부대 훈련 시에도 가능하도록 노력을 기울이고 있다. 이처럼 과학화 훈련은 피 흘리지 않고 실제 전장과 같은 환

경에서 훈련을 할 수 있는 체계로서 그 중요성은 지속적으로 증대되고 있으며, 훈련 데이터를 활용하여 다양한 분석을 시도하고 이를 통해 훈련 체계가 보완된다면 군의 전투력 발전에 이바지할 수 있을 것이다.

References

- [1] ROK Army Headquarters, "Survival," Defense Publishing Support Group, Daejeon, pp. 1-2-3-14, 2008.
- [2] C. I. Back, "A Study on Survival Time of Ground Training Combatant Using Big Data Analysis," Korea National Defense University, 2013.
- [3] J. Y. Choi, "A Study on Combat Victory Factors of Unit below Battalion by KCTC Training Data," Korea National Defense University, 2017.
- [4] J. W. Han, M. H. Lee, J. Y. Park, H. S. Moon, "An Analysis for Combat Victory Influence Factors of Infantry Battalion during Brigade-Level KCTC Defensive Operations using Segmented Linear Regression," Korean Journal of Military Art and Science, Vol. 77, No. 2, pp. 464-489, 2021.
- [5] M. H. Lee, J. W. Han, J. Y. Park, H. S. Moon, "A Study on Methodology for Analysis of Battle Victory Factors Using Big Data of Brigade-Level KCTC Training Results:Focusing on Analysis of Infantry Battalion Offensive Operations," The Korean Journal of Security Affairs, Vol. 64, No. 4, pp. 273-294, 2021.
- [6] J. S. Yun, S. E. Jo, H. S. Moon, "Analysis of the Factors of Victory in Defensive Operations by Infantry Company Mission using Big Data as Results of Brigade-Level KCTC Training," Journal of the Military Operations Research Society of Korea, Vol. 49, No. 1, pp. 72-88, 2023.
- [7] G. G. Kim, K. C. Won, H. J. Lee, "A survival analysis of combatants using the Cox proportional hazards model and the logistics regression model," Journal of the Korean Data Analysis Society, Vol. 24, No. 4, pp. 1289-1304, 2022.
- [8] J. O. Kim, H. J. Cho, G. G. Kim, "Analysis of survivability for combatants during offensive operations

- at the tactical level,” The Korean Journal of Applied Statistics, Vol. 28, No. 5, pp. 921-932, 2015.
- [9] J. Y. Park, J. H. Kim, C. D. Kim, T. S. Kim, H. S. Moon, “An Analysis of Indirect fire results of the brigade-level KCTC training,” Korean Journal of Military Art and Science, Vol. 77, No. 1, pp. 460-481, 2021.
- [10] M. H. Lee, “Evaluation Methodology for Combat Readiness of Unit using Brigade-level KCTC Big Data,” Korea National Defense University, 2021.
- [11] J. H. Kim, “Introduction to Survival Analysis with R,” Free Academy, Paju, pp. 2-30, 2016.
- [12] Cox, D. R., and Oakes, D., “Analysis of Survival Data,” Chapman and Hall, London, 1984.
- [13] ROK Army Headquarters, “Military terms,” Defense Publishing Support Group, Daejeon, pp. 23-24, 2018.
- [14] ROK Army Headquarters, “Infantry Battalion,” Defense Publishing Support Group, Daejeon, pp. 6-13-6-26, 2018.
- [15] KCTC, “Lessons from 2019 KCTC,” Defense Publishing Support Group, Daejeon, pp. 5-2-5-79, 2020.
- [16] ROK Army Headquarters, “Tactics,” Defense Publishing Support Group, Daejeon, pp. 4-1-4-34, 2017.
- [17] H. S. Ko et. al., “Artificial Intelligence Explainability,” Park Yeong-sa, Seoul, pp. 25-78, 2021.