

수요의 표준편차 기반 보급수준 설정 효과에 관한 연구

원미란^{1*} · 문성암^{2**} · 최경환²

¹(국군복지단), ²(국방대학교)

A Study on the Effects of Standard Deviation-Based Supply Level Determination

Miran Weon^{1*} · Seongam Moon^{2**} · Kyung-Hwan Choi²

¹(Korea Armed Forces Welfare Agency), ²(Korea National Defense University)

Abstract

This study aims to identify the structural limitations of the military's traditional supply-level determination method—namely, the “Target Days × Mean Demand” approach—under conditions of increasing demand and heightened demand variability, and to validate the feasibility of a variability-oriented supply policy based on the standard deviation of demand (σ) as an alternative. Although the target-days approach offers advantages in terms of computational simplicity and intuitive applicability, it exhibits inherent rigidity in contemporary military logistics systems characterized by rapid environmental change, thereby repeatedly generating excess inventory or stockout-prone items. To address this issue, we propose a System Dynamics (SD) model and compares a baseline model reflecting the traditional supply-level setting method with an alternative model based on demand-standard-deviation-driven supply-level determination. The simulation results indicate that the alternative model, which employs a standard-deviation-based supply policy, effectively suppresses the excessive accumulation of inventory in environments of rising demand, reduces backlog, and demonstrates superior performance in terms of total cost (i.e., overage and underage costs). These findings suggest that military supply systems need to transition from a mean-centered policy framework to an adaptive policy regime that explicitly incorporates demand variability.

Keywords: Supply level, Standard deviation, Variability-based policy, System Dynamics, Inventory management, Lead time, Demand uncertainty

1. 서론

보급수준(Supply Level)은 공급망 관리에서 재고의 과잉과 부족을 조정하여 운영의 안정성을 확보하는 핵심 지표이다. 특히 군수체계에서 보급수준은 작전 지속성과 전투력 유지를 좌우하는 전략적 관리 기준으로 기능한다. 군은 평시와 전시를 포괄하는 불확실한 환경에서 안정적인 보급을 유지해야 하므로, 보급수준 산정은 군수관리 전반의 효율성과 신뢰성을 결정하는 핵심 요소라 할 수 있다(Nahmias, 2017).

전통적으로 군수 보급체계에서는 목표일수에 평균 일소요량을 곱하는 방식으로 보급수준을 산정해 왔다. 이 방식은 계산이 단순하고 제대별 기준 적용이 용이하다는 장점으로 인해 오랫동안 표준적인 관리 방식으로 활용되어 왔다(Chopra & Meindl, 2021). 그러나 최근 군수 및 민간 물류 환경은 작전 형태의 다양화, 신속 대응 작전 증가, 글로벌 공급망 불안정 등으로 인해 수요 증가와 변동성이 동시에 확대되는 특징을 보이고 있다. 이러한 환경 변화는 평균 수요를 기준으로 한 고정적 보급수준 산정 방식의 한계를 점차

논문접수일: 2025. 12. 30

게재확정일: 2026. 02. 05

* 주저자: mrwon4493@naver.com

** 교신저자: mseongam@hotmail.com

드러내고 있다.

목표일수 기반 보급수준 산정 방식은 평균 수요가 안정적인 환경에서는 일정 수준의 효율성을 확보할 수 있으나, 수요 증가 추세나 변동성이 확대되는 환경에서는 구조적인 비효율을 초래할 가능성이 크다. 평균 수요만을 기준으로 보급수준을 설정할 경우, 수요 증가기에 재고가 과도하게 누적되거나 변동성이 큰 품목에서는 결품이 반복적으로 발생할 수 있다. 이러한 문제는 군수 분야에서는 작전 지속성 저하로, 민간 물류에서는 비용 증가와 서비스 수준 저하로 이어질 수 있다.

민간 공급망관리 분야에서는 이러한 한계를 보완하기 위해 수요의 평균뿐 아니라 표준편차를 핵심 변수로 활용해 왔다. 안전재고는 수요 변동성과 목표 서비스 수준을 확률적으로 반영함으로써 과잉재고와 결품 위험을 동시에 관리한다. 반면 군수 보급체계에서는 평균 기반의 목표일수 방식이 여전히 중심을 이루고 있으며, 수요 변동성에 대한 정량적 반영은 제한적으로 이루어지고 있다. 특히 군수 정보체계의 고도화에도 불구하고 변동성 기반 보급정책은 충분히 정착되지 못한 실정이다.

본 연구의 목적은 목표일수를 기준으로 보급수준을 산정하는 기존 정책의 한계를 규명하고, 수요의 표준편차를 핵심 변수로 활용하는 변동성 기반 보급수준 설정 방식의 효과를 검증하는 데 있다. 이를 위해 평균 중심의 기본모형과 표준편차 기반의 대안모형을 동일한 시스템 구조하에서 비교·분석하고 시사점을 도출하고자 한다. 이를 위해 2장에서는 이론적 배경을 살펴보고, 3장에서는 연구방법론을 설명한다. 4장에서는 두 모형의 재고수준과 총비용을 비교하고, 5장에서는 결론 및 향후 연구방향을 살펴본다.

II. 이론적 배경

2.1 재고관리와 보급수준

재고관리(Inventory Management)는 조직이 생산 및 운영 활동을 원활히 수행하기 위해 필요한 자원을 적정 수준으로 유지·통제하는 관리 활동을 의미한다. 재고는 수요와 공급 간의 시간적 불일치, 수요의 불확실성, 공급 리드타임 등으로 인해 필연적으로 발생하며, 재고관리의 성과는 운영 효율성과 비용 구조에 직접적인 영향을 미친다.

재고관리의 핵심 목적은 과잉재고에 따른 보유비용과 재고 부족에 따른 결품비용 간의 균형을 달성하는 데 있다. 이를 위해 재고관리 이론에서는 평균 수요뿐 아니라 수요 변동성, 리드타임, 서비스 수준 등을 고려한 다양한 재고 산정 방식을 제시해 왔다.

〈표 1〉 Q시스템과 P시스템의 안전재고 비교

구 분	Q시스템(연속검토)	P시스템(주기검토)
발주시점	재주문점(ROP)에 도달 시점	일정 검토후기 종료 시점
발주량 결정방식	고정 발주량(Q)	목표재고수준(TIL)까지 보충
안전재고 산정식	$SS_q = z \times \sigma_d \sqrt{L}$	$SS_p = z \times \sigma_d \sqrt{T + L}$
평균 수요 고려	리드타임 동안의 평균 수요	검토후기+리드타임 동안의 평균 수요
특 징	재고 부족 대응 신속, 안전재고 수준 낮음	검토후기 반영 필요, 안전재고 수준 상대적으로 큼

재고는 발생 목적과 기능에 따라 사이클 재고(cycle stock)와 안전재고(safety stock) 등으로 구분된다. 사이클 재고는 정상적인 주문 및 생산 주기에서 발생하는 재고이며, 안전재고는 수요 변동이나 공급 지연과 같은 불확실성을 흡수하기 위한 완충재고이다.

특히 〈표 1〉에서 전통적인 Q와 P 시스템에서 평균 수요를 다루는 것과 달리 안전재고는 수요의 표준편차와 목표 서비스 수준을 기반으로 산정되며(Silver, Pyke, & Peterson, 1998), 이는 재고를 평균이 아닌 확률 분포의 관점에서 관리한다는 점에서 평균 중심 접근과 구분된다.

군수체계에서 보급수준은 부대가 일정 기간 동안 작전을 지속하기 위해 확보해야 할 보급 능력을 의미한다(김영주와 강경식, 2014). 이는 민간의 재고 개념과 유사하지만, 비용 최소화보다 작전 지속성과 공급 안정성을 우선한다는 점에서 차별성을 가지는데, 이것이 군수의 비효율성을 유발하는 요인으로 작용한다.

보급수준(Supply Level, SL)은 군이 전·평시 작전지속능력을 확보하기 위해 필요한 재고량을 일정 기간으로 환산해 관리하는 군 특유의 재고지표이다. 육군 규정에서는 보급수준을 “조달에서 최종 부대까지 도달하는 전체 보급망의 소요기간을 충당하기 위해 확보·운영해야 할 물량”으로 정의한다. 보급수준은 운용재고(OST), 수송재고(PL), 발주수준(OL), 조달소요기간(PROLT) 등으로 구성되며, 이들 요소는 보급품의 발주·조달·수송·소비 전 과정을 포괄한다.

2.2 보급수준 관련 선행연구

보급수준은 운영수준(operating level), 안전수준(safety level), 발주 및 수송기간(OST), 조달소요기간(PROLT) 등으로 구성된 다층적 관리체계로 설명한다(육군본부, 2022). 이러한 일수 기반 표현 방식은 보유 재고가 ‘얼마나 오래 작

전을 지속할 수 있는가'를 시간 기준으로 직관적으로 제시할 수 있다는 점에서 군수관리의 특징을 반영한다(조경수·김영성, 2012; 문성암·김태주, 2024).

문성암 등(2011)은 수요, 리드타임, 청구빈도 등의 실증 자료를 기반으로 군수재고 변동 요인을 분석하고, 품목(item) 단위의 최적 재고수준 산정모형을 제시하였다. 조경수·김영성(2012)은 DELIIS 도입 이후 청구처리기간(ORT-D)과 물류속도가 과거 대비 크게 단축되었음에도 불구하고, 제대별 보급일수 기준이 여전히 과거 기준을 유지하고 있어 재고 과잉과 운용 비효율이 발생한다고 분석하였다. 남광식과 문성암(2022)은 고정된 기준값에 의존하는 정태적 정책이 수요 변동성과 운용환경 변화에 취약하다는 점을 지적하며, 시점별로 정책변수를 조정하는 동적 최적화(dynamic optimization)가 보다 안정적인 성과를 낼 수 있음을 시뮬레이션으로 제시하였다. 이러한 연구는 보급환경의 불확실성이 확대되는 상황에서, 고정 목표일수 산정방식이 갖는 구조적 한계를 보완하기 위해 변동성 기반의 적응형 정책이 필요하다는 점을 시사한다.

임정혁(2025)은 육군의 보급수준이 “제대별·종별” 기준에 고착되어 변화하는 공급망 속도와 품목 특성을 반영하지 못한다고 비판하였다. 그는 임계비율(CR)과 변동계수(CV)를 이용해 품목을 6개 군집으로 분류한 뒤, 각 군집별 대표 품목을 대상으로 PySD 기반 시뮬레이션을 수행하여 전·평시별 최적 보급수준을 도출하였다. 연구 결과, 평시 보급수준은 현행보다 평균 25~30% 낮게 산출되었으며, 전시에는 리드타임보다 수요 증가가 보급수준에 미치는 영향이 더 크다는 사실을 정량적으로 검증하였다.

기존 연구들은 보급수준 산정의 개선 필요성을 제시하였으나, 평균 중심 정책과 변동성 중심 정책을 동일한 시스템 구조 하에서 직접 비교·검증한 연구는 제한적이다. 본 연구는 이러한 한계를 보완하여, 군수에서 흔히 활용하는 평균

중심이 아닌 표준편차 기반 보급수준 설정 방식의 효과를 실증적으로 검증한다는 점에서 차별성을 가진다.

III. 연구방법론

3.1 연구 접근방법

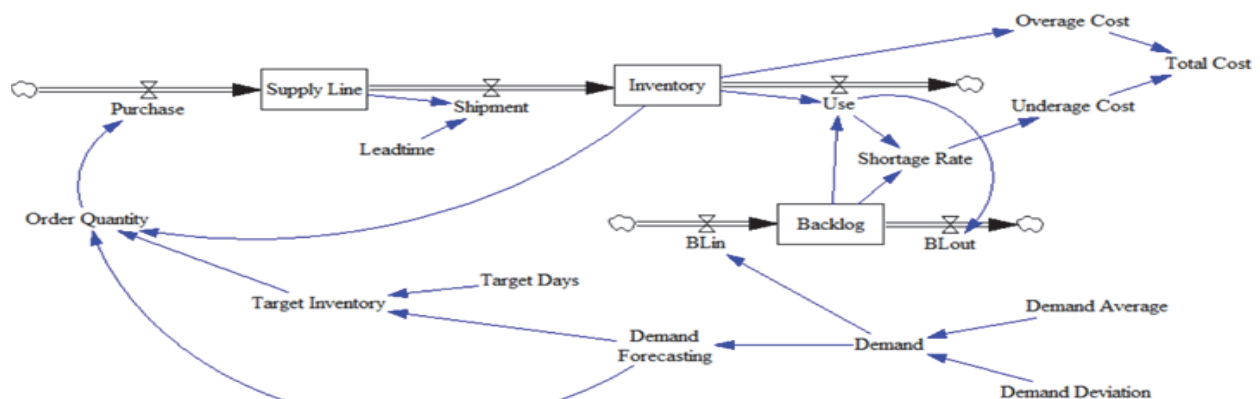
본 연구는 목표일수를 기준으로 보급수준을 산정하는 기존 정책과 수요의 표준편차를 반영한 대안적 보급정책의 성과 차이를 비교·분석하기 위해 시스템 다이내믹스(System Dynamics) 기반의 Vensim DSS 10.4.0을 활용했다. 시스템 다이내믹스는 재고, 수요, 주문, 공급과 같이 시간에 따라 상호작용하는 변수들의 동태적 거동을 분석하는 데 적합한 방법론으로, 재고관리 및 공급망 정책 분석 분야에서 널리 활용되어 왔다(Sterman, 2000).

특히 보급수준 정책은 단기적인 재고 변화뿐 아니라 장기적인 누적 효과와 피드백 구조에 의해 성과가 결정되므로, 정태적 수식이나 단일 시점 비교만으로는 정책 효과를 충분히 설명하기 어렵다. 이에 본 연구는 동일한 시스템 구조하에서 보급수준 산정 기준만을 달리한 두 가지 정책 모형을 설정하고, 시뮬레이션을 통해 정책에 따른 성과 차이를 분석하였다.

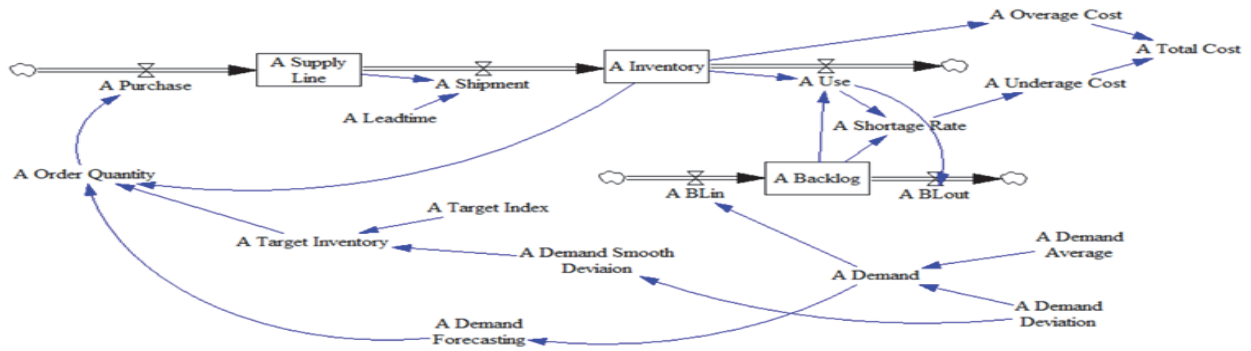
3.2 연구모형의 설계

(1) 기본모형(Base Model)의 구조

기본모형은 군수체계에서 전통적으로 사용되어 온 목표일수 × 평균소요량 방식에 따라 보급수준을 산정하는 구조를 반영한다. 보급수준은 평균 일수요량에 사전에 설정된 목표일수를 곱하여 결정되며, 수요 증가나 변동성 변화에 대해서는 자동적인 조정 메커니즘을 갖지 않는다.



〈그림 1〉 기본모형의 재고관리 시스템



〈그림 2〉 대안모형의 재고관리 시스템

모형은 재고(Inventory), 주문(Order), 공급(Supply), 수요(Demand), 백로그(Backlog)로 구성된 표준적인 재고 흐름 구조를 기반으로 하며, 발주 정책과 공급 지연을 통해 재고 수준이 시간에 따라 조정된다. 이 구조는 평균 수요를 중심으로 재고를 유지하려는 정책의 특성을 반영하며, 수요 변동성 확대 시 재고 누적 또는 부족 현상이 발생할 수 있는 구조적 특성을 가지며, 기본모형의 재고관리 시스템은 〈그림 1〉과 같다.

(2) 대안모형(Alternative Model)의 구조

대안모형은 기본모형과 동일한 재고 흐름 구조를 유지하되, 보급수준 산정 기준을 수요의 표준편차(σ) 기반으로 설정한 모형이다. 즉, 평균 수요가 아닌 수요 변동성을 핵심 정책 변수로 활용하여 보급수준을 결정함으로써, 수요 증가 환경에서도 재고 수준이 과도하게 확대되지 않도록 설계하였다. 대안모형에서 보급수준은 수요의 표준편차에 비례하는 목표지수(K)를 적용하여 산정되며, 이를 통해 수요 변동성 변화에 따라 보급수준이 상대적으로 안정적으로 유지되도록 하였다. 이 방식은 민간 재고관리 이론에서 안전재고를 표준편차 기반으로 산정하는 접근을 군수 보급정책에 적용한 것이며, 대안모형의 재고관리 시스템은 〈그림 2〉와 같다.

(3) 두 모형의 구조적 비교

두 모형은 재고 흐름 구조, 수요 발생 방식, 공급 지연 구

조 등 기본적인 시스템 구성은 동일하게 유지되며, 보급수준을 결정하는 정책 기준만을 달리한다는 점에서 비교 가능성이 확보된다. 이를 통해 모형 간 성과 차이는 정책 기준의 차이에서 기인한 것으로 해석할 수 있다. 모형별 발주정책 및 구조는 〈표 2〉와 같다.

3.3 시뮬레이션 시나리오 설정

본 연구에서는 첨단 기술을 적용한 장비의 수리부속을 대상으로 시스템 관리의 시사점을 도출할 수 있도록 수요가 무작위성으로 점진적으로 증가하는 환경을 가정하여 시뮬레이션 시나리오를 구성하였다. 수요는 시간에 따라 증가하는 평균값과 확률적 변동성을 동시에 가지도록 설정되었으며, 이를 통해 수요 증가와 불확실성이 공존하는 현실적인 보급 환경을 모사하였다.

시뮬레이션 기간은 충분한 정책 거동이 관찰될 수 있도록 설정하였으며, 초기값에 따른 영향을 최소화하기 위해 시스템이 안정화를 이루는 일정 시점 이후의 결과를 중심으로 분석하였다. 또한 각 모형에 대해 다수의 반복 시뮬레이션을 수행하여 결과의 안정성과 신뢰성을 확보하였다.

〈표 2〉 기본모형과 대안모형의 발주정책 및 구조

구 분	기본모형	대안모형
목표재고 산정식	Demand Forecasting×Target Days	Demand Smooth Deviation×Target Index
핵심 파라미터	Target Days = 15	Target Index = 350
발주정책	MAX(0,(target inventory - inventory)+ demand forecasting)	MAX(0,(a target inventory - a inventory) + a demand forecasting)
기타 구조	· 리드타임, 공급선, 비용 구조 동일 · 출고량은 백로그와 재고 중 최소값으로 결정	· 리드타임, 공급선, 비용 구조 동일 · 출고량은 백로그와 재고 중 최소값으로 결정 · 수요 변동성과 연동되어 불확실성 영향을 반영

〈표 3〉 분석절차 및 주요 내용 요약

단계	내 용	목 적
①	두 정책 모형 설계 (기본·대안)	정책구조 비교의 기초 설정
②	동일한 외생변수 적용 (수요, 리드타임 등)	실험조건의 일관성 확보
③	시뮬레이션 수행 (1,000회 반복)	평균 및 변동성 안정화
④	성과지표 산출 (총재고, 비용)	정책 효과 정량화
⑤	결과 비교·해석	효율성과 안정성 분석

3.4 분석절차 및 성과지표

(1) 분석절차

분석은 다음의 절차로 수행되었고, 주요 내용은 〈표 3〉과 같다.

첫째, 기본모형과 대안모형에 대해 동일한 수요 및 공급조건하에서 시뮬레이션을 수행하였다.

둘째, 각 모형별로 재고 수준과 총비용 등 주요 성과지표를 산출하였다.

셋째, 반복 시뮬레이션 결과를 바탕으로 모형 간 평균 차이를 비교하였다.

(2) 통계적 검증 방법

모형 간 성과 차이가 단순한 평균 차이가 아니라 통계적으로 유의미한 차이인지를 확인하기 위해 등분산을 가정하지 않는 Welch의 독립 2표본 t-검정을 적용하였다. 이는 두 모형의 분산이 동일하지 않을 가능성을 고려한 검증 방법으로, 시뮬레이션 결과 비교에 적합한 통계적 기법이다. 검정은 양측 검정을 기준으로 수행하였으며, 유의수준은 일반적으로 사용되는 기준인 5%($p < .05$)를 적용하였다.

IV. 연구결과

4.1 시뮬레이션 개요

본 장에서는 제3장에서 설계한 기본모형과 대안모형을 대상으로 수행한 시뮬레이션 결과를 제시하고, 두 모형 간 성과 차이를 비교·분석한다. 분석은 수요가 점진적으로 증가하고 변동성이 존재하는 환경을 가정하여 수행되었으며, 각 모형에 대해 다수의 반복 시뮬레이션을 통해 결과의 안정성을 확보하였다.

분석 대상 성과 지표는 재고 수준(Inventory), 총비용(Total Cost), 백로그(Backlog)이며, 각 모형의 개별 거동을 먼저 분석한 후 동일 조건 하에서의 비교 분석을 수행하였다. 이러한 비용 구조는 서비스 수준의 안정성을 유지하면서 비용 최소화를 동시에 달성하기 위한 재고관리의 전형적인 지표이다(이지범 등, 2024; Qin et al., 2010). 특히 본 연구는 시계열 변화와 분포 특성을 함께 고려함으로써 정책 기준 차이가 장기적 성과에 미치는 영향을 종합적으로 검토하였다.

4.2 기본모형(Base Model) 분석 결과

기본모형은 목표일수(Target Days)에 평균 일소요량을 곱하여 보급수준을 산정하는 전통적인 군수 보급정책을 반영한 모형이다. 시뮬레이션 결과, 수요가 증가함에 따라 보급수준 역시 평균 수요 증가에 비례하여 확대되는 경향을 보였다.

재고 수준의 시간적 거동을 분석한 결과, 초기에는 비교적 안정적인 흐름을 유지하였으나 시간이 경과함에 따라 재고가 점진적으로 누적되는 특성이 관찰되었다. 이는 목표일수 기준이 수요 증가를 자동으로 조정하지 못하고 평균 수요 변화에 따라 재고 목표를 상향시키는 구조적 특성에 기인한 것으로 해석된다.

시뮬레이션 결과, 기본모형은 재고 수준의 평균뿐 아니라 변동 폭 역시 크게 나타나 재고 과잉 발생 가능성이 높은 구조임을 확인할 수 있다. 이러한 결과는 수요 변동성이 존재하는 환경에서 평균 중심 보급정책이 재고 효율성을 저하시킬 수 있음을 시사한다.

4.3 대안모형(Alternative Model) 분석 결과

대안모형은 수요의 표준편차를 핵심 기준으로 보급수준을 설정한 변동성 기반 보급정책을 반영한 모형이다. 기본모형과 동일한 재고 흐름 구조를 유지하되, 평균 수요가 아닌 수요 변동성을 보급수준 결정의 기준으로 적용하였다. 이 모형은 변동계수를 통해 수요 변동성이 높을 때 재고를 확대하고, 변동성이 완화되면 자동적으로 재고를 축소하도록 설계했다.

시뮬레이션 결과, 수요가 점진적으로 증가하는 환경에서도 재고 수준은 비교적 안정적인 범위 내에서 유지되는 것으로 나타났다. 재고는 일정 수준에서 완만한 변동을 보이며, 기본모형에서 관찰된 장기적 누적 현상은 나타나지 않았다.

이는 보급수준이 평균 수요 증가에 직접적으로 연동되지 않고, 수요 변동성에 의해 조정됨으로써 재고 자동 확대 현

상이 억제된 결과로 해석된다. 또한 반복 시뮬레이션 결과종합할 때 대안모형은 재고 수준의 분산 역시 상대적으로 작아, 재고 안정성 측면에서 우수한 성과를 보였다.

4.4 두 모형 간 비교 분석

(1) 재고 수준 비교

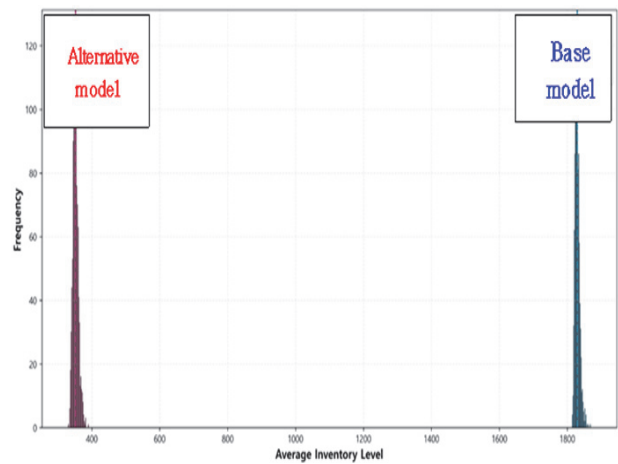
기본모형과 대안모형의 재고 수준을 비교한 결과, 대안모형은 기본모형에 비해 평균 재고 수준이 현저히 낮게 나타났으며, 재고 변동 폭 역시 상대적으로 작았다. 이는 보급수준 산정 기준의 차이가 재고 거동에 구조적으로 다른 영향을 미친 결과로 해석된다.

구체적으로, 목표일수(Target Days)를 기준으로 보급수준을 결정하는 기본모형은 수요의 평균 증가가 곧바로 목표 재고 수준의 상향으로 연결되는 구조를 가진다. 이로 인해 수요가 점진적으로 증가하는 환경에서는 재고가 지속적으로 누적되는 경향을 보이며, 단기적인 수요 변동이 장기적인 재고 증가로 전이되는 특징이 나타난다. 이러한 구조에서는 수요 증가 추세가 완화되거나 일시적인 변동이 발생하더라도, 재고 수준이 즉각적으로 조정되지 않아 과잉재고가 장기간 유지될 가능성이 크다.

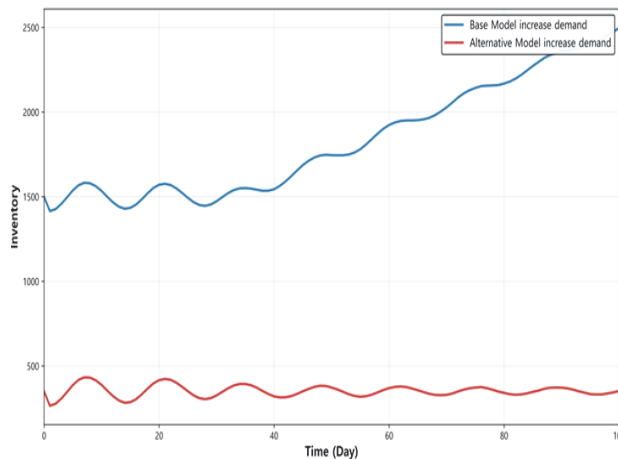
반면, 대안모형은 보급수준을 수요의 표준편차(σ)를 기준으로 설정함으로써 평균 수요의 변화보다는 변동성의 크기에 따라 재고 목표가 조정된다. 이에 따라 수요가 증가하더라도 변동성이 급격히 확대되지 않는 한 재고 수준은 일정 범위 내에서 안정적으로 유지되며, 불확실성의 변화에만 선택적으로 반응하는 구조를 보인다. 이러한 특성은 재고가 수요 추세에 과도하게 연동되는 것을 방지하고, 불필요한 재고 누적을 억제하는 효과로 이어진다.

또한 재고 수준의 분포 특성을 비교해 보면, 기본모형은 평균 재고 수준이 높을 뿐만 아니라 분산 역시 크게 나타나 재고관리의 불확실성이 확대되는 경향을 보였다. 이는 재고 과잉과 부족이 반복적으로 발생할 가능성을 내포하는 구조로 해석될 수 있다. 반면 대안모형은 평균 재고 수준이 낮고 분산 또한 제한적으로 나타나, 재고 수준이 보다 예측 가능하고 안정적인 범위 내에서 관리되는 특성을 보였다.

종합하면, 재고 수준 비교 결과는 목표일수 기반 정책이 평균 중심의 경직된 구조로 인해 수요 증가 환경에서 재고를 과도하게 확대시키는 반면, 표준편차 기반 정책은 수요 변동성만을 선택적으로 반영함으로써 재고 과잉을 구조적으로 억제함을 보여준다. 이는 변동성 기반 보급정책이 재고 효율성과 운영 안정성 측면에서 보다 합리적인 대안이 될 수 있음을 시사한다.



〈그림 3〉 두 모형의 재고수준 분포 비교



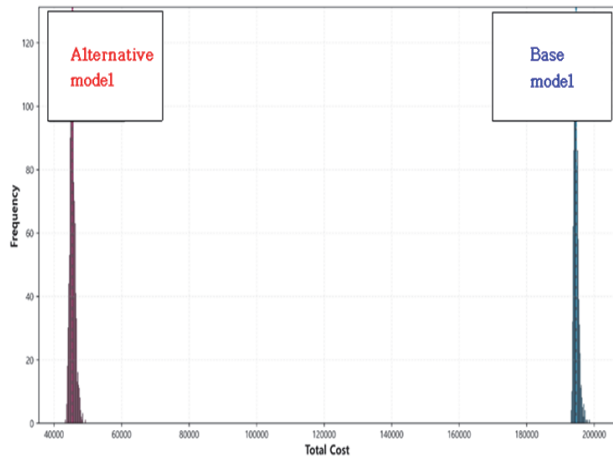
〈그림 4〉 두 모형의 재고수준 시계열 비교

이러한 재고 수준의 차이를 보다 구체적으로 확인하기 위해, 두 모형의 재고수준 분포 특성 비교 및 시계열 변화를 제시한다.

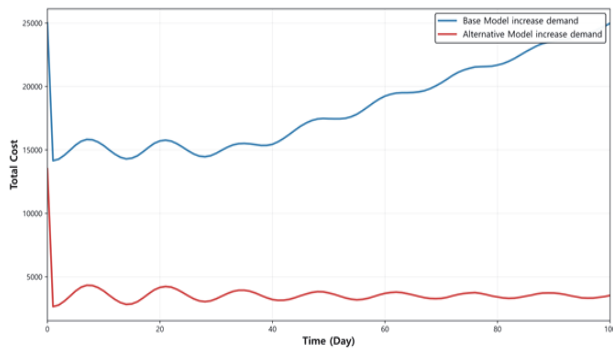
재고 수준의 시계열 비교 결과, 기본모형은 시간이 경과할수록 재고가 누적되는 경향을 보인 반면, 대안모형은 일정 범위 내에서 안정적인 흐름을 유지하였다. 또한 재고 분포 비교 결과에서도 기본모형은 분포의 중심이 높은 값에 위치하고 분산이 큰 반면, 대안모형은 상대적으로 낮은 평균과 좁은 분포를 보였다.

(2) 총비용 비교

총비용 분석 결과에서도 두 모형 간 뚜렷한 차이가 확인되었다. 기본모형은 재고 누적에 따른 보유비용 증가로 인해 총비용이 지속적으로 증가하는 경향을 보였다. 반면 대안모형은 재고 수준을 안정적으로 유지함으로써 보유비용 증가를 억제하였고, 결과적으로 총비용이 기본모형에 비해 낮은 수준을 나타냈다.



〈그림 5〉 두 모형의 총비용 분포 비교



〈그림 6〉 두 모형의 총비용 시계열 비교

〈표 4〉 두 모형의 주요 성과변수 비교 요약

구 분	기본모형	대안모형	개선율
평균재고 수준	1,829	352	↓ 80.7%
평균 백로그	동일	동일	-
시계열 안정성	진폭 확대 · 불안정	저진폭 · 안정	개 선
총비용	194,662	45,481	↓ 76.6%

총비용의 시계열 및 분포 비교 결과는 재고 수준 비교 결과와 유사한 양상을 보였으며, 이는 재고 정책의 차이가 비용 구조에 직접적으로 반영되었음을 의미한다.

이상의 재고 수준과 총비용 비교 결과를 종합하면, 두 모형 간 성과 차이는 개별 지표 차원을 넘어 전반적인 정책 성과의 차이로 나타난다. 이에 본 연구는 주요 성과변수에 대한 평균 수준과 변화 방향을 요약하여 제시하고, 두 모형의 상대적 성과를 종합적으로 비교하고자 한다.

(3) 통계적 유의성 검증 결과

앞선 비교 분석에서 확인된 기본모형과 대안모형 간 성과 차이가 통계적으로 유의미한 차이인지를 검증하기 위해, 본 절에서는 주요 성과변수를 대상으로 통계적 검정을 수행하였다. 이를 위해 각 모형별 1,000회 반복 시뮬레이션 결과를 표본으로 활용하고, 분산의 동일성을 가정하지 않는 Welch의 독립 2표본 t-검정을 적용하였다.

〈표 5〉 두 모형간 성과지표 비교 및 t-검정결과

성과 변수	모형	평균	표준 편차	t(df)	p
평균 재고 수준	기본	1,829	7.08	4,276 (1948)	<.001
	대안	352	8.32		
총 비용	기본	194,662	715.29	4,276 (1948)	<.001
	대안	45,481	839.82		

검정 결과, 평균 재고수준과 총비용 모두에서 대안모형은 기본모형에 비해 통계적으로 유의하게 낮은 값을 보였다 ($p<.001$). 이는 두 모형 간 성과 차이가 우연에 의한 것이 아니라 높은 수준의 통계적 신뢰성을 갖는다는 것을 의미한다. 특히 대안모형은 평균 재고수준과 총비용 모두에서 큰 폭의 감소를 나타내어, 수요의 표준편차를 반영한 변동성 기반 보급정책이 평균 중심의 목표일수 기반 정책에 비해 재고 효율성과 비용 측면에서 구조적으로 우수한 성과를 달성함을 통계적으로 입증한다. 종합하면, 〈표 5〉의 t-검정 결과는 두 모형 간 성과 차이가 단순한 시뮬레이션 변동이나 우연이 아니라, 보급수준 산정 기준의 차이에 기인한 구조적 효과임을 명확히 보여준다.

V. 결론

5.1 연구결과

본 연구는 수요가 증가하고 변동성이 확대되는 환경에서 기존의 목표일수 기반 보급수준 결정 방식이 갖는 구조적 한계를 분석하고, 수요의 표준편차를 반영한 변동성 기반 보급정책의 효과를 실증적으로 검증하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위해 시스템 다이내믹스 접근법을 활용하여, 동일한 재고 흐름 구조하에서 기본모형과 대안모형을 비교·시뮬레이션하였다.

연구 결과, 목표일수×평균소요량에 기반한 기본모형은 수요 증가 추세를 재고 목표에 직접 반영함으로써 재고가 점진적으로 누적되고 총비용이 증가하는 경향을 보였다. 반면,

목표지수(Target Index)×수요 표준편차(σ)를 활용한 대안 모형은 수요의 불확실성을 선택적으로 반영하여 재고 수준을 안정적으로 유지하였으며, 총비용 역시 유의미하게 감소하는 성과를 나타냈다. 이러한 성과 차이는 Welch의 독립 2표본 t-검정을 통해 통계적으로도 유의함이 확인했으며($p<.001$), 변동성 기반 보급정책의 효과가 우연이 아닌 구조적 결과임을 입증하였다. 이러한 결과는 고정된 목표일수 설정이 갖는 정책적 경직성을 보완하기 위해, 수요 환경 변화에 적응 가능한 적응형 보급정책으로의 전환이 필요함을 시사한다. 즉, 보급수준을 평균 중심의 정태적 기준으로 관리하는 방식에서 벗어나, 수요 변동성을 핵심 정책 변수로 활용하는 접근이 재고 효율성과 비용 측면에서 보다 합리적인 대안이 될 수 있음을 실증적으로 보여준다.

5.2 시사점 및 향후 연구 방향

본 연구의 시사점은 군수체계에 국한되지 않는다. 군수 분야에서는 단일 목표일수에 고정된 보급수준 결정 기준을 개선하여, 조달 소요기간과 작전환경 변화에 따른 수요 변동성을 반영할 수 있는 보다 유연한 물자관리 정책의 필요성을 제시한다. 아울러 민간 공급망관리 측면에서도, 평균 수요 중심 재고정책이 갖는 구조적 비효율을 완화하고 안전재고 산정의 핵심 기준을 ‘평균’에서 ‘변동성’으로 전환할 필요성을 시사한다. 이렇게 변동성 중심으로 전환함으로써 적은 재고와 비용으로도 불확실한 환경에 대처 능력을 갖추으로써 군수체계의 효율성을 가속화할 수 있는 기회를 제공한다.

또한, 본 연구는 시스템 다이내믹스를 활용하여 재고정책의 단기적 성과뿐 아니라 장기적 동태 효과와 피드백 구조를 통합적으로 분석하였다는 점에서 방법론적 의의를 가진다. 이는 재고 및 보급정책 평가에 있어 정태적 비교를 넘어, 정책 변화의 시간 지연과 누적 효과를 고려한 분석 틀을 제공한다는 점에서 학술적 기여를 갖는다.

본 연구는 수요 증가 환경에서 보급수준 결정 정책을 시스템 다이내믹스 관점으로 분석하고, 정책 간 성과 차이를 비교하였다는 점에서 의의가 있다. 향후에는 보다 현실에 가깝도록 복합 보급망과 피드백 구조를 추가하고, 공급망 붕괴 등 다양한 불확실성이 추가로 고려되어야 한다.

참고문헌

- 김영주, 강경식.(2014). 수리부속 적정 보급수준 개선에 관한 연구. **대한안전경영과학회지**, 16(3), 369-376.
- 남광식, 문성암.(2022). 시스템 다이내믹스 시뮬레이션에서의 동적 최적화에 관한 연구. **한국시스템다이내믹스연구**, 23(4), 31-53.
- 문성암, 김태주.(2024). 수리부속 적정재고량 산정에서의 목표 설정에 관한 연구. **로지스틱스연구**, 32(5), 33-41.
- 문성암, 박영일, 이영.(2011). 육군 공급사슬에서 이중채널 효과에 관한 연구. **로지스틱스연구**, 19(3), 195-215.
- 문태훈.(2002). 시스템 다이내믹스의 발전과 방법론적 위상. **한국시스템다이내믹스연구**, 3(1), 61-77.
- 육군본부.(2022) **육군 규정 415 소요관리규정**, 충청남도.
- 이지범, 임정혁, 문성암, 최진우.(2024). 전시 육군 공급사슬에서 재고부족비용의 정량적 산출에 관한 연구. **로지스틱스연구**, 32(2), 39-51.
- 임정혁.(2025). **전·평시 최적 보급수준 산정을 위한 시뮬레이션 모형**. 박사학위논문, 국방대학교, 충청남도.

- 조경수, 김영성.(2012). **미래 군단 중심의 군수지원을 위한 세대별 적정보급수준**. 경기도: 한국군사문제연구원.

- Chopra, S., Meindl, P.(2021). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation (7th ed.)*. Boston: Pearson.
- Nahmias, S., Olsen, T. L.(2015). *Production and Operations Analysis (7th ed.)*. Long Grove, IL: Waveland Press.
- Silver, E. A., Pyke, D. F., Peterson, R.(1998). *Inventory Management and Production Planning and Scheduling (3rd ed.)*. New York: John Wiley & Sons.
- Sterman, J. D.(2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. New York: McGraw-Hill.
- Qin, Y., Wang, X., Huang, P.(2010). An Improved Inventory Control Policy Considering Overage and Underage Costs. *European Journal of Operational Research*, 201(2), 557-568.