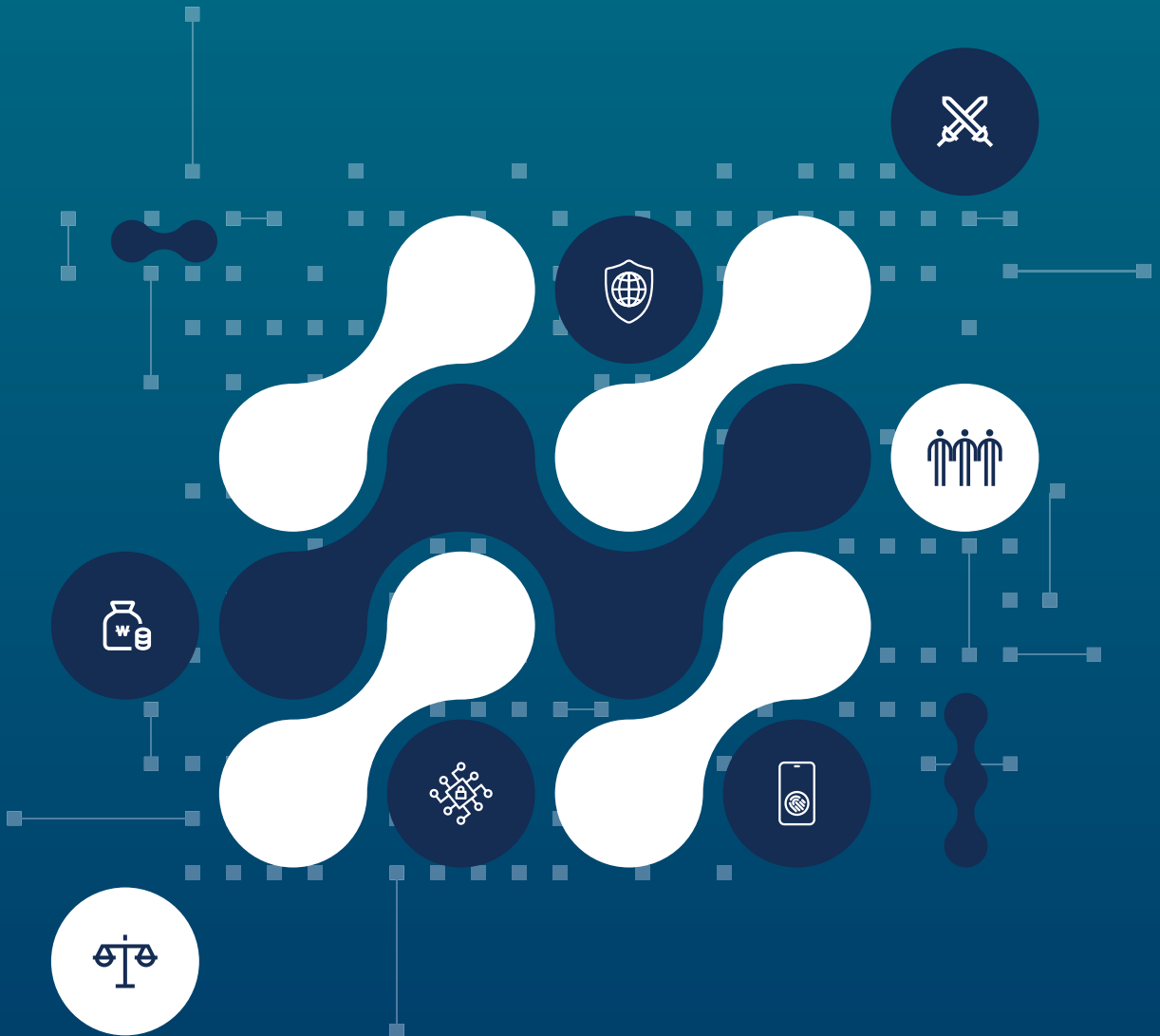


경제안보와 국방관리

1. 과학기술 강군에 부합한 군 인적자원관리
2. 한국방위산업 경쟁력 강화방안: 동맹국과의 MRO 협력을 중심으로
3. 군 공급망 붕괴 대응방안 연구



경제안보와 국방관리

1. 과학기술 강군에 부합한 군 인적자원관리

연구원 : 임현명, 이민수

2. 한국방위산업 경쟁력 강화방안: 동맹국과의 MRO 협력을 중심으로

연구원 : 고동환

3. 군 공급망 붕괴 대응방안 연구

연구원 : 백승령, 문성암, 송승종



발간사

Preface

국가안전보장문제연구소(RINSA)는 국방대학교의 선도적인 연구기관으로서 국제 협력 증진과 효율적인 국방 실현을 목표로 다방면의 연구를 수행하고 있습니다. 2025년의 글로벌 안보 환경은 이전에 경험해보지 못했던 불확실성으로 특징 지을 수 있습니다. 트럼프 대통령은 미국 우선주의에 기반해 동맹국의 방위비 분담과 경제적 이익 공유를 요구하고 있으며, 기술과 경제 주도권을 둘러싼 미국과 중국의 전략적 경쟁은 더욱 격화되고 있습니다. 이 가운데 우리나라는 동맹국인 미국, 인접국가인 중국에 위치한 지정학적 딜레마 속에서 안보 역량을 강화해야 하는 숙제를 안고 있습니다.



국방대학교 국가안전보장문제연구소는 매년 국방부, 합참, 각 군 본부 등의 의견을 수렴하여 국가안보 및 국방정책 수행과 관련하여 필요한 연구 주제를 선정하고, 관련 분야의 전문성을 가진 교내·외 연구자들에게 심층적인 연구를 의뢰해 왔습니다. 복잡한 국제정세 속에서 우리나라의 지속 가능한 생존과 번영을 위해서는 우리의 방위 역량과 판단 능력을 강화하여야 합니다. 이와 같은 목적에서 올해 연구소 산하 국방경영 연구센터에서는 인구 절벽과 병 월급 200만원 시대에 직면한 군의 인적자원 관리 프레임 개선, 군 공급망 붕괴 시나리오 분석을 통한 군수 분야의 회복성 강화, 그리고 앞으로 첨단 강군으로 이행하면서 규모가 확대될 MRO 산업과 연계한 방위 산업의 발전 방안 도출을 주제로 세 건의 기초 연구를 진행하였습니다.

이 연구결과들이 국가안보 및 국방정책 관련 부처와 이 분야를 연구하는 연구자 및 학생들에게 유용한 참고자료로 활용될 수 있기를 기대합니다. 끝으로 제한된 기간에도 불구하고 국가안보를 위한 연구에 열과 성을 다해주신 교내·외 연구자 여러분께 깊은 감사의 말씀을 전합니다.

2025년 12월 31일

국방대학교
국가안전보장문제연구소장
교수 박영준

발 간 사

01

제1장 과학기술 강군에 부합한 군 인적자원관리

11	I. 연구 개요
11	1. 연구 배경
12	2. 연구 목적
12	3. 연구 범위 및 배경
13	II. 미래 국방환경과 병 인적자원관리 현황 분석
13	1. 미래 국방환경 및 국방혁신 분석
24	2. 과학기술강군에 부합한 미래 병사의 청사진
29	3. 병 인적자원관리 실태 및 문제점
41	III. 병 인적자원관리 모형 및 시행 방안
41	1. 병 인적자원관리 관련 주요 이론
50	2. 외국군의 병 인적자원관리 제도
65	3. 미래 병 인적자원관리 모형
69	4. 인적자원관리 요소별 세부 시행 방안
76	IV. 데이터 기반의 병 인적자원관리 발전 방안
76	1. 데이터 기반 인적자원관리 개념 및 사례
85	2. 외국군의 데이터 기반 인적자원관리 체계 분석
93	3. 데이터 기반 병 인적자원관리 프레임워크
101	4. 데이터 기반 병 인적자원관리 구현 로드맵
107	V. 결 론
107	1. 연구 결과 요약
112	2. 연구 시사점 및 연구결과 활용
114	3. 향후 연구방향
116	결 언
118	참고문헌

02

제2장 한국방위산업 경쟁력 강화방안: 동맹국과의 MRO 협력을 중심으로

124	Acknowledge
125	I. 서론
125	가. 국방 MRO의 개념과 전략적 전환
126	나. 한국 방위산업 환경의 변화와 MRO 전략의 필요성
127	다. 연구의 목적과 구성
128	II. 세계 국방 MRO 시장 동향
128	가. 국방 MRO 시장의 구조적 변화
129	나. 지역별 시장 구도 및 특성 분석
131	다. 분야별 세분화와 운영 논리
133	라. 기술혁신과 디지털 전환
136	III. MRO 협력의 도전과제
136	가. 규제 및 표준화
137	나. 비용 상승과 수명주기 관리
138	다. 공급망 단절과 인력 제약
139	라. 사이버보안과 법적·지정학적 제약
141	IV. 국제 협력과 정책 프레임워크
141	가. 국제 MRO 협력의 전략적 필요성
141	나. 협력의 제도적 기반: PPP, 전방정비, 표준화
142	다. 협력 사례와 제도화의 진전
143	라. 법적 거버넌스와 정보통제
144	마. 정책적 시사점

02

제2장 한국방위산업 경쟁력 강화방안: 동맹국과의 MRO 협력을 중심으로

145	V. 우리나라 국방 MRO 기업 식별 및 현황 분석
145	제1절 잠재적 국방 MRO 기업 식별
145	가. 식별 방법
146	나. 국내 MRO 잠재 기업 목록
151	다. 국내 MRO 기업 네트워크 분석
159	라. 국내 MRO 기업 현황 분석
163	제2절 정부 지원의 효과 분석
163	가. 국내 MRO 기업의 정부 지원 수혜 결정요인 분석
170	나. 정부 R&D 지원이 국내 MRO 기업에 미치는 영향 분석
179	VI. 전망과 전략적 시사점
179	가. 지정학적 환경과 글로벌 MRO 수요의 재편
179	나. 한국의 산업 경쟁력과 제도적 전환
180	다. 디지털 친환경 MRO 전환의 새로운 기회
181	라. 전략적 시사점
183	VII. 결 론
186	참고문헌

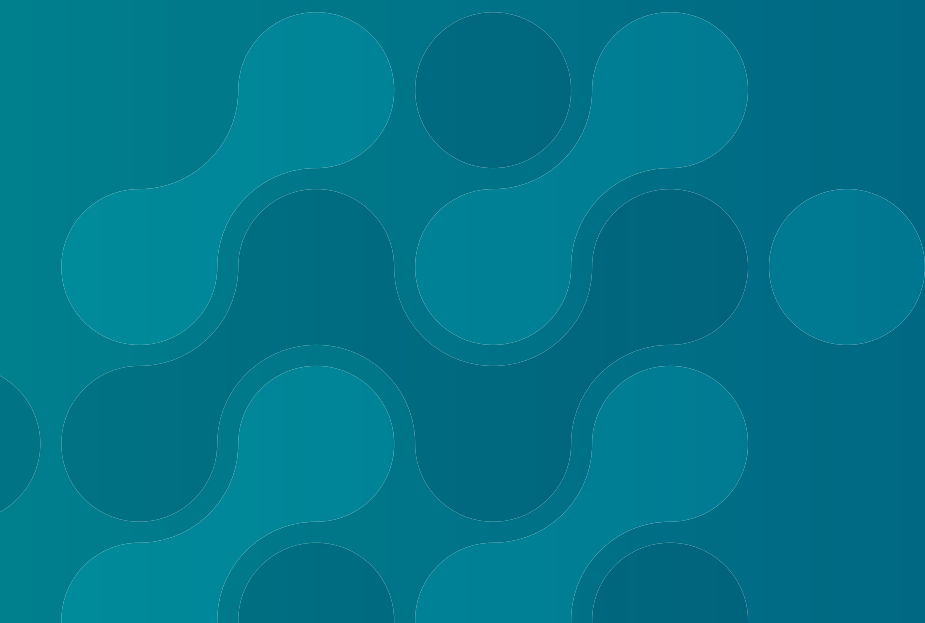
03


제3장 군 공급망 붕괴 대응방안 연구

192	요 약
195	I. 서 론
198	II. 이론적 배경
198	2.1 공급망 붕괴
203	2.2 공급망 붕괴 대응 전략
209	2.3 시뮬레이션 기반 연구
216	III. 시뮬레이션 모형
216	3.1 군 공급망 구조
217	3.2 데이터 분석
221	3.3 연구모형 및 기본가정
225	3.4 성과지표
226	3.5 모델 타당성 평가
231	IV. 결과분석
236	V. 결 론
240	참고문헌

03

경제안보와 국방관리





과학기술 강군에 부합한 군 인적자원관리

책임연구원 : 임현명(육군사관학교 교수)
공동연구원 : 이민수(육군사관학교 교수)

제1장

과학기술 강군에 부합한 군 인적자원관리

I. 연구 개요

1. 연구 배경

최근 병역자원 감소에 따라 병사를 포함한 국방인력 전반의 운용효율성 향상에 대한 요구가 증가하고 있다. 2045년 병역자원(만 20세 남성)은 2025년 23.6만 명에서 2045년 12.7만 명으로, 현재의 절반 수준으로 감소할 것으로 예상된다. 이는 국가안보에 심대한 위협으로 작용할 수 있다. 따라서 병사를 포함한 전(全) 국방인력의 운용효율성을 향상시키고 전략적 가치를 극대화할 수 있는 전략적 인적자원관리(SHRM) 개념의 접근 필요성이 증가하고 있다.

또한, 과학기술강군 시대를 맞이하여 병사의 역할이 미래 개인 전투 플랫폼의 핵심 운용자로 변화하고 있다. 즉, 무인기, 로봇, 웨어러블 기기, AI 기반 전투지휘체계 등 미래의 유무인 복합 개인전투체계의 주 운용자로 병사를 상정하고 있으나 이에 대한 대비는 미흡한 실정이다. 이처럼 병사의 직무요구가 단순 기술 및 근력 중심 역량에서 첨단 기술 및 장비 운용 역량으로 변화함에 따라, 개인 역량과 직무 특성에 맞게 병사를 ‘선발-교육-배치-평가-보상’할 수 있는 인적자원관리 체계가 요구된다.

국방혁신과 연계하여 병사의 복무만족과 전투력 향상을 통합할 수 있는 인적자원관리의 필요성 역시 증가하고 있다. 기존의 경험과 직관에 의존하는 병력 관리 방식은 병 인적자원관리 및 부대관리의 효율성과 안전성 확보에 한계가 있다. 나아가, 병사 개인의 성과를 다차원적이고 체계적으로 관리 및 분석할 수 있는 시스템이 부재하여, 복무만족도 제고와 전투력 향상이 대립하는 현상이 빈번하게 발생한다. 한편, 병 복무 경험을 민간 경력 및 국가 역량으로 연결할 수 있는 ‘경력화 체계’의 부재는 군 복무 동기 약화와 국가 인적자원개발 및 활용의 비효율을 초래하고 있다.

2. 연구 목적

본 연구의 목적은 변화하는 국방환경을 종합적으로 검토하고 병사의 역량-직무 적합성(Person-Job Fit)을 반영한 전략적 인적자원관리 모형을 설계하는 것이다. 또한, 국방혁신과 연계하여 복무만족과 전투력 향상을 병행할 수 있는 데이터 기반 인적자원관리 방안을 제안한다.

3. 연구 범위 및 배경

본 연구는 우선 국방혁신과 병 인적자원관리의 연계성을 분석한다. 또한, 최신 HRM 이론 및 개념에 대한 다차원적 검토를 수행하여 시사점을 도출한다. 이와 함께 외국군 사례를 분석하고 전문가 자문을 수행한다. 이를 바탕으로 병 인적자원관리 모형을 도출하며, 인적자원관리 요소별 시행방안을 제시한다. 마지막으로 데이터 기반 인적자원관리 프레임워크를 제시하는 것을 연구 범위로 한다.



II. 미래 국방환경과 병 인적자원관리 현황 분석

본 장에서는 미래 국방환경 및 현재 추진 중인 국방혁신을 분석하고, 이에 부합한 미래 병사의 임무와 역할, 역량 개념을 제시한다. 다음으로 현재 병 인사관리 및 운용 실태를 분석하여 현재와 미래의 병 인사관리 및 운용의 간극(間隙)을 확인한다. 이를 위해 병사의 소 복무 주기 인사관리의 전략적 연계성 분석 및 취약요소를 도출한다.

1. 미래 국방환경 및 국방혁신 분석

○ 「2025 국방정책 환경 전망」 (한국국방연구원, 2024)

본 보고서는 2025년 대한민국 국방이 마주할 복합적인 도전과 기회를 심층적으로 분석하고, 이에 대응하기 위한 정책적 방향성을 제시하고 있다. 보고서가 제시하는 2025년 국방환경은 지정학적, 기술적, 사회적 위협이 중첩되는 ‘복합 위협’의 시대로 규정된다.

지정학적 측면에서 미래 국방환경의 가장 큰 변수는 미국 신행정부의 등장과 그에 따른 글로벌 질서의 재편이다. ‘미국 우선주의’ 강화는 동맹의 역할과 책임에 근본적인 질문을 던질 것이다. 또한, 미·중 경쟁의 심화, 러시아-북한-중국의 연대 강화에 따라 대한민국은 더욱 복잡한 전략적 선택을 강요받게 될 것이다. 나아가 북한은 러시아와의 군사기술 협력 강화, 파병을 통한 실전 경험 배양을 통해 고도화될 가능성이 높으며, 이는 한미의 억제 전략에 심각한 도전이 될 것이다.

기술적 측면에서 미래 국방환경은 첨단 기술이 전쟁의 승패를 좌우하는 시대로 전환되고 있으며, 이를 위해 「국방혁신 4.0」을 가속화시킬 필요성이 증대된다. 유무인 복합체계는 병력 감축의 대안이자 미래전의 핵심 수단이며, 전 영역의 센서와 타격체계를 연결하는 ‘합동전영역지휘통제(JADC2)’ 체계는 생존과 직결된다.

사회적 측면에서 인구절벽은 국방 인력구조의 근간을 흔드는 가장 큰 도전이다. 가용병력의 급감은 상비군 규모 유지의 어려움, 간부 중심의 인력구조 개편, 예비전력

의 정예화, 그리고 기술집약적 군대로의 전환을 강제한다. 한편, MZ세대의 가치관 변화는 자율과 책임이 조화된 선진 병영문화 구축을 요구하며, 장병 복지와 인권 문제는 전투력 유지의 핵심조건이 될 것이다.

이상의 내용을 포함한 본 보고서의 주요 내용은 아래 표와 같다.

구 분	주요 내용
글로벌 안보정세	<ul style="list-style-type: none"> - 다중분쟁의 확산통제와 종식 노력 지속 - 강대국 경쟁의 글로벌 다변화와 동맹·우방국 네트워크 광역화 - 핵·미사일 군비경쟁에 따른 전략적 불안정성 심화 - 신형안보 분야 주도권 경쟁 격화 (우주, 사이버, AI)
국방인력과 예산	<ul style="list-style-type: none"> - 공급원 다변화 여건에 부응하는 국방인력 운영체계 개선 - 투자·유지의 균형성을 지향하는 국방예산 획득 및 편성 - 예측력 제고의 방위력개선 총 사업비 분석체계 확보
군사력 운용 및 건설	<ul style="list-style-type: none"> - 북핵 불확실성 증대에 따른 대비 개념·능력 보완 - AI·데이터 중심의 국방 디지털화 가속 - 합동차원 쏠영역 지휘통제체계 조기 구축 - 유무인 복합체계의 실효적 활용 기반 형성 - 한국형 전력증강 프로세스 발전의 지속성 제고 - 상비전력 규모 제약 하 예비전력관리체제 재정비
병영문화와 운영	<ul style="list-style-type: none"> - 장병 삶의 질 향상을 도모하는 군인복지 확대 - 자율과 책임이 조화로운 선진 병영문화 조성 - 군의 기후변화 적응전략 구비 - 맞춤형 방산수출 전략의 수립과 추진

〈표 1〉 「2025 국방정책 환경 전망」 주요 내용

○ 「2023-2037 국방과학기술혁신 기본계획」 (국방부, 2023)

본 문서는 국방 목표 달성을 위한 중장기적 국방과학기술 발전 계획으로서, 국방 R&D 방향성을 결정하는 중요한 로드맵이다. 국방부는 “미래 전장을 주도할 과학기술 강군 건설”이라는 비전 아래 5개의 추진전략을 수립하였다. 이는 첫째, 북핵·미사일 위협 및 주변국 대응을 위한 AI·첨단과학기술 기반을 구축하고, 둘째, 첨단 기술 분야에서 국가적 차원의 국방 연구 역량을 확보하는 것을 목표로 한다.

〈그림 1〉 2023-2037 국방과학기술 혁신 비전 및 추진전략

구분	내용
비전	미래전장을 주도할 과학기술 강군(強軍) 건설 ³⁴⁾
목표	<p>① 북핵·미사일 위협 및 주변국 대응을 위한 AI·첨단과학기술 기반 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> • 압도적 한국형 3축체계 능력 확보 및 증강 • 국방 R&D 총괄 조정 기능 확보를 통한 R&D 효율성 강화 <p>② 첨단기술 분야 국가적 차원의 국방연구개발 역량 확보</p> <ul style="list-style-type: none"> • 국방과학기술 국가 순위 및 수준 (21) 9위, 최고선진국 대비 79% → (37) 6위, 최고선진국 대비 90%³⁵⁾ • 국방과학기술 전문 연구인력의 단계적 확대(~'37)
추진 전략	<p>① 현존 위협 및 미래전장 대비 첨단기술 분야 집중 투자</p> <p>② 혁신·개방·융합의 국방과학기술 발전을 위한 제도적 기반 마련</p> <p>③ 국방과학기술 거버넌스 재정립</p> <p>④ 국방과학기술 인력양성 및 인프라 강화</p> <p>⑤ 국방과학기술 민군 협력 강화 및 국제협력 확대</p>

이를 달성하기 위해 국가안보 유지, 미래전장 선도, 그리고 국가과학기술 융합의 관점에서 다음의 10대 국방전략기술 분야와 30개 세부기술을 선정하였다.

전략기술	세부기술	전략기술	세부기술
인공지능	1 지능형 전장인식/판단	첨단소재	16 고성능반도체/전자소재
	2 지능형 통합 지휘결심		17 극한환경 구조소재
	3 스마트 전력지원	사이버·네트워크	18 특수 기능소재
	4 국방 AI 플랫폼		19 초연결 네트워크
유무인 복합	5 유무인 협업	센서·전자기전	20 사이버전 대응
	6 자율 임무수행		21 메타버스 훈련
	7 차세대 워리어 플랫폼		22 차세대 센서
양자	8 양자 암호 통신	추진	23 센서 융합
	9 양자 센서		24 전자기전 대응
우주	10 우주기반 감시정찰	WMD 대응	25 첨단 엔진
	11 초정밀 위성항법		26 극초음속 추진
	12 우주영역 인식	27 수중 추진	28 미사일 방어
	13 우주비행체		29 고위력 정밀타격
에너지	14 지향성 에너지	30 지능형 화생방 방어	
	15 차세대 동력원		

〈표 2〉 「2023-2037 국방과학기술혁신 기본계획」 10대 전략기술 및 30대 세부기술

본 계획은 국방과학기술 혁신의 당위성을 설명하기 위해 미래 국방환경을 다음의 세 가지 차원에서 입체적으로 분석하였다.

구 분	주요 내용
심화되는 지정학적 경쟁과 기술 패권주의	<ul style="list-style-type: none"> - 미·중 간 기술 패권경쟁 심화 - 반도체, 희토류 등 핵심 자원을 전략화하는 ‘기술 패권주의’ - 하이브리드 전쟁 양상의 보편화 - 동맹 및 파트너 국가와의 기술협력 중요성 증대 - 핵심 기술의 높은 대외 의존도는 안보위협으로 작용
고도화·다영역화되는 군사위협	<ul style="list-style-type: none"> - 북한의 위협 고도화 - 다영역 전장으로의 전장 영역 확대
구조적 한계와 내부 도전요인	<ul style="list-style-type: none"> - 저출산 고령화에 따른 병역자원 급감으로 ‘기술’ 중심의 군 구조로의 전환 필요성 증가 - 최고 신진국과의 기술격차 - 무기체계, 전력지원체계, 정보화체계 발전의 분절적 추진

〈표 3〉 「2023-2037 국방과학기술혁신 기본계획」 內 미래 국방환경 요약

○ 「국방혁신 4.0」(국방부, 2023)

「국방혁신 4.0」에 따르면, 우리 군은 현재 군이 직면한 미래 국방환경을 전혀 없는 도전과 기회가 공존하는 중대한 변혁기로 규정하고 있다. 고도화되고 있는 북한의 비대칭 위협과 미·중 패권 경쟁으로 인한 지정학적 불안정성이라는 외부 위협이 심화되는 가운데, ‘인구절벽’이라는 국내의 구조적 취약성이 국방력 유지의 근간을 흔들고 있다. 이러한 복합적 도전은 점진적 개혁 방식으로는 대응이 불가능하며, 국방 패러다임의 근본적인 혁신을 요구한다.

우리 군은 이러한 위기를 극복할 핵심 기회요소로 ‘4차 산업혁명 기반 첨단 과학기술’을 제시한다. 즉, 병력 감축이라는 제약을 기술적 우위로 상쇄하고, 전쟁 패러다임의 변화를 선도함으로써 국내외의 위협에 능동적으로 대응하는 ‘AI 과학기술 강군’으로의 도약이 「국방혁신 4.0」의 핵심 비전이라 할 수 있다.

「국방혁신 4.0」은 ‘AI 과학기술 강군’으로의 도약을 위해 5대 중점과제 및 16개 세부 과제를 아래의 그림과 같이 제시한다.

〈그림 2〉 국방 혁신 4.0 5대 중점과제 및 16개 세부과제



위의 5대 중점과제 중, 인적자원관리와 직접적으로 관련된 과제는 ‘Ⅳ. 군구조 및 교육훈련 혁신’이 해당된다. 각 과제의 관련성을 구체적으로 살펴보면 아래와 같다.

- ⑨ **첨단과학기술 기반 군 구조 발전** : 미래 상비병력 규모를 설정하고, 기술 중심의 부대 구조로 개편하는 과제임. 직무 설계, 소요 인력 산정, 조직 설계 등 HRM의 구조적 측면을 다룸.
- ⑩ **과학화 훈련체계 구축** : 가상모의훈련, 과학화훈련장, 국방교육훈련 관리체계 구축 등을 통해 병사의 역량 개발 및 전투 숙련도 향상을 다루며, 인적자원관리의 교육훈련에 해당함.
- ⑪ **예비전력 능력 확충** : 현역뿐만 아니라 예비군의 부대 구조, 훈련 체계, 동원 시스템을 개선하는 것으로, 국방 인적자원의 범위를 확장하여 관리하는 과제임.
- ⑫ **과학기술 인재 육성** : 첨단 기술을 운용할 전문인력의 획득, 교육, 경력관리 모델 구축, 제도 개선 등을 포괄하는 가장 핵심적인 인적자원관리 관련 과제임.

이 외에도 새로운 전략, 시스템, 기술 도입 관련 과제들은 각 요소의 성공적인 도입 및 운영을 위해 결국 ‘사람’의 역할 변화 및 역량 확보가 필수적이라는 측면에서 인적자원관리와 간접적으로 관련된다.

- ③ **전략사령부 창설 및 발전** : 새로운 조직의 창설은 새로운 직위와 경력 기회를 의미하며, 군 전체의 인력 운용 계획과 배치에 영향을 미치는 조직 개발 및 인력 기획과 관련됨.
- ⑤ **과학기술 기반의 작전개념 발전** : GP/GOP 경계 작전을 ‘무인 경제체계’ 중심으로 전환하는 등 전투 수행방식을 변화시키는 것과 관련됨. 이는 장병의 직무 정의를 근본적으로 바꾸고, 새로운 기술에 맞는 인력 재배치와 교육 수요를 발생시킴.
- ⑥ **유무인 복합전투체계 구축** : 전투 패러다임을 인간 중심에서 ‘인간-기계 협

업'으로 전환시킴. 이는 병사의 역할을 직접적 전투수행자에서 시스템 통제자 및 운용자로 변화시키며, 이에 맞는 새로운 직무 역량 모델과 선발/교육 체계를 요구함.

- ⑦ **우주·사이버 등 신영역 작전수행능력 강화** : 전통적인 군대와 달리 새로운 전문성을 요구하는 새로운 영역의 직무 및 직군을 정립해야 함. 이는 해당 분야 전문가를 어떻게 획득하고, 군 조직 내에서 성장시킬 것인가에 대한 새로운 경력경로 설계 문제를 제기함.
- ⑮ **국방 AI 기반 구축** : 'AI 기반 인재관리시스템 구축'을 명시하고 있음. 새로운 인재관리시스템은 병 생애주기를 고려한 데이터 기반의 과학적 인재관리를 가능하게 할 수 있으며, 이는 모집, 보직 등 HRM 의사결정의 패러다임을 바꿀 잠재력을 가짐.

이처럼 「국방혁신 4.0」은 기술 및 무기체계 혁신을 전면에 내세우고 있으나, 그 성공 여부는 새로운 작전개념과 시스템을 운용할 '사람'의 역량을 어떻게 확보하고 발전시키느냐에 달려있다. 따라서 모든 과제는 직간접적으로 인적자원관리와 깊게 연관되어 있다고 볼 수 있다.

○ 아미타이거(Army TIGER) 4.0과 워리어플랫폼

아미타이거 4.0은 미래 육군 유무인 복합 지상 전투체계이다. 이는 전투원 생존성을 보장하면서 빠르고 치명적인 전투력 발휘를 목표로 한다. 또한, 아미타이거 4.0은 초지능, 초기동, 초연결의 세 가지 요소를 축으로 하며, 각각의 주요 내용은 아래와 같다.

구 분	주요 내용
초지능 (지능화)	<ul style="list-style-type: none"> - AI 기반 초지능 의사결정체계 구축, 지휘관 상황판단 지원 - AI 참모가 최적의 전투수행 방법 제안 - 드론 등이 제공한 정보를 바탕으로 위협 표적을 신속정확하게 식별
초기동 (기동화)	<ul style="list-style-type: none"> - 차륜형 장갑차, 소형 전술차량 등 기동 플랫폼을 운용하여 모든 제대가 빠르게 기동 - 전투원의 생존성과 기동성 대폭 향상
초연결 (네트워크화)	<ul style="list-style-type: none"> - 드론봇 전투체계, 워리어 플랫폼 등 모든 전투체계와 개별 전투원을 초연결 - 기동·감시·타격 수단을 연결하여 전장을 실시간 가시화

워리어플랫폼은 아미타이거 4.0을 구성하는 주요 전투체계 중 하나이다. 이는 개별 전투원의 전투능력 극대화, 생존성 향상, 그리고 다른 유무인 복합 전투체계와의 연결을 목표로 하는 첨단 개인 전투체계이다. 워리어 플랫폼의 주요 구성요소로는 ①사격 명중률 향상을 위한 레이저 표적지시기, 조준경, 확대경 등의 보급, ②생존성 향상을 위한 방탄헬멧, 방탄복, 전투화 등의 개선, ③네트워크 연결을 위한 영상획득장치, 헤드셋을 포함한 통신장비 등이 있다. 워리어 플랫폼의 추진 단계는 아래 그림과 같다.

〈그림 3〉 워리어 플랫폼 추진 단계



○ 「국방혁신 4.0 시대의 국방 인력 및 인사관리 분야 도전과 과제」
(한국국방연구원, 2023)

본 보고서는 기술 중심의 국방 혁신이 단순한 장비 도입을 넘어, 군 인적자원관리 패러다임 전체의 근본적인 전환을 요구하고 있음을 역설한다. 특히, ‘국방혁신 4.0’의 성공이 ‘인간과 기술 간 능력의 조화’에 달려있다고 진단하며, 인구절벽이라는 현실적 위협 속에서 첨단과학기술을 통해 병력을 대체하고 전투 효율을 극대화하는 과정에서 발생하는 인력 및 인사관리 분야의 도전을 선제적으로 해결해야 한다고 주장한다.

미래 첨단과학기술군을 준비하기 위한 4가지 핵심과제와 인적자원관리 측면의 3가지 주요 도전과제는 아래와 같다.

구 분		주요 내용
핵심 과제	군내 직무특성 표준화	기술로 대체할 업무를 식별하고 예측하기 위한 데이터 기반을 마련해야 함
	저속련·정형화 업무의 단계적 대체	단기적으로는 식별된 저속련·정형화 업무부터 과학기술로 대체하고, 기존 병력은 재배치하여 인력운영의 효율성을 높여야 함
	첨단기술군에 부합하는 병과 체계 재설계	장기적으로는 유무인 복합전투체계하에서 인간과 로봇이 최적의 전문성을 발휘할 수 있도록 현재의 병과 체계를 근본적으로 재설계해야 함
	인간 고유의 핵심역량 중심 인사관리 모델	기술이 대체 불가능한 인간 고유 능력을 발굴하고, 이를 기준으로 인력 소요기획부터 획득, 교육, 보직, 보상, 퇴직에 이르는 전 과정을 새롭게 설계해야 함

〈표 4-1〉 「국방혁신 4.0 시대의 국방 인력 및 인사관리 분야 도전과 과제」 내 핵심 과제

구 분		주요 내용
도전 과제	조직 및 인력구조의 근본적 재편	<ul style="list-style-type: none"> • 첨단기술 도입은 인력 감축, 직무 재배치 등 조직과 장비의 대대적인 변화를 요구함 • 저숙련 업무를 로봇으로 대체하는 것을 넘어, 기술을 유지·관리하기 위한 신규 인력 수요가 발생하는 등 업무 성격에 따른 인력의 복합적인 재배치가 필요함 • 이는 기존의 병력구조와 직무체계로는 감당할 수 없는 변화로, 군 전체의 조직 및 인력구조를 ‘제로베이스’에서 재설계해야 함
	고급 기술인력 확보를 위한 ‘인재 전쟁’	<ul style="list-style-type: none"> • 유무인 복합전투체계는 고도의 기술 지식을 갖춘 전문인력을 요구함 • 그러나 이러한 인재에 대한 수요가 민간 부문에서도 폭발적으로 증가하고 있어, 군이 민간과 치열한 ‘인재 확보 경쟁’을 벌여야 함 • “어떻게 더 우수한 인력을 확보하고, 군에 계속 남게 할 것인가”는 미래 군 전투력을 좌우할 인적자원관리의 핵심 도전과제임
	역량 모델 및 교육훈련 체계의 전면적 전환	<ul style="list-style-type: none"> • 미래 전장에서는 새로운 시스템을 효과적으로 활용·유지·관리하는 능력이 중요해질 것임 • 이는 기존 교육·훈련 방식으로는 배양할 수 없는 새로운 역량임 • 기술이 대체할 수 없는 ‘인간 고유의 핵심역량’이 무엇인지 정의하고, 이를 체계적으로 개발 및 평가하는 새로운 역량 모델과 교육훈련 패러다임이 필요함

〈표 4-2〉 「국방혁신 4.0 시대의 국방 인력 및 인사관리 분야 도전과 과제」 內 도전 과제

○ Human Resource Management for Military Organizations: Challenges and Trends (Handbook of Military Sciences, 2024)

본 자료는 현대 군 조직이 직면한 HRM의 복잡성과 미래 방향성을 분석하면서, 첨단 무기체계만큼이나 중요한 것이 그것을 운용할 ‘사람’이며, ‘누구를, 어떻게 확보하고, 동기를 부여하여, 성장시킬 것인가’라는 인적자원관리의 근본적인 질문을 강조한다. 또한, 인구구조의 변화 및 다음 세대의 가치관에 부응하는 혁신적인 인적자원관리 전략을 수립하는 국가만이 미래 국방 경쟁에서 우위를 점할 수 있을 것임을 강조하면서, 아래 도전과제들을 제시한다.

도전과제	핵심 내용	세부 내용
① 인재 확보 전쟁	첨단기술 인재 확보 경쟁	<ul style="list-style-type: none"> • 드론, 사이버, AI 등 고급기술 인재 수요 급증 • 민간 빅테크와 동일 인재풀에서 경쟁 발생
	인력 공급 제약	<ul style="list-style-type: none"> • 저출산 및 고령화로 인력 부족 심화 • 병역제도 변화(모병제)로 지원자 확보 어려움
	HR 브랜드 전략 필요	<ul style="list-style-type: none"> • 군 조직의 매력도 제고 필요 • 노동시장 커뮤니케이션 및 리크루팅 투자 증가
② 동기부여 패러다임 변화	전통적 동기의 약화	<ul style="list-style-type: none"> • 애국심, 급여 중심 동기 ↓
	새로운 가치 부상	<ul style="list-style-type: none"> • 워라밸, 성장기회, 긍정적 문화, 사회적 의미, 협업 선호 ↑ • 여성 인재를 성평등 기회를 중시
	데이터 기반 맞춤형 전략	<ul style="list-style-type: none"> • Workforce Analytics 통해 지원자 분석 • 맞춤형 채용·배치·관리 전략 수립 필요
③ 다양성과 포용성	다양한 인력 확보 필요	<ul style="list-style-type: none"> • 여성, 소수집단 인력 유치 • 지역·문화 이해 및 현지작전 대응 역량 확보
	포용 문화 구축 과제	<ul style="list-style-type: none"> • 단순 채용을 넘어 조직 내 완전 수용 필요 • 리더십 혁신, 제도적 의지 요구 • 차별·괴롭힘 없는 환경 조성 필수
④ 인력 구조 유연화	예비군 활용 강화	<ul style="list-style-type: none"> • 병력 감축 대안으로 예비군의 전략적 가치 증대 • 유사시 신속 전력 확충 가능
	민간군사기업 활용	<ul style="list-style-type: none"> • 물류·경비·훈련뿐 아니라 전투까지 역할 확대 • 통제·인권 등 윤리적 문제 발생 가능성
	HRM 체계 정비 필요	<ul style="list-style-type: none"> • 민간 파트너 포함 HRM 규율과 통제 메커니즘 구축 필수

〈표 5〉 미래 국방 인적자원관리의 주요 도전과제

2. 과학기술강군에 부합한 미래 병사의 청사진

○ 미래 국방환경과 과학기술 강군

미래 국방환경은 미·중 패권경쟁, 북한 위협 고도화 등의 외부 위협과 인구절벽이라는 구조적 한계 등 복합적 위협이 중첩된다. 이러한 도전을 극복하고 미래 전장을 주도하기 위한 해법은 ‘AI 과학기술 강군’으로의 도약이다. 이는 단순히 새로운 무기를 도입하는 것을 넘어 병사 개개인의 임무, 역할, 역량에 대한 근본적인 재정의의 필요로 한다.

○ 미래 병사의 임무 (Mission)

과학기술 강군에 부합한 미래 병사의 핵심 임무는 단순히 개인 전투기술로 적을 격멸하는 것을 넘어선다. 이는 초연결된 유무인 복합전투체계의 핵심 노드(Node)로서, 첨단 기술을 활용해 전장 상황을 주도하고 전투력의 시너지를 극대화하여 임무를 완수하는 것이다. 즉, 육군의 ‘아미타이거 4.0’과 같은 미래 전투체계 속에서 개별 병사는 ‘위리어 플랫폼’이라는 첨단 개인 전투장비를 통해 전장의 모든 자산(드론, 로봇, AI 참모 등)과 연결되어야 한다. 또한, 미래 병사는 합동전영역지휘통제(JADC2) 체계 안에서 상부의 지시를 수동적으로 기다리는 정보의 소비자가 아니라, 실시간 정보를 생성·공유·활용하는 능동적 생산자이자 사용자가 될 것이다. 이를 통해 전투체계 전체의 효율성과 치명성을 극대화하는 것이 과학기술 강군에 부합한 미래 병사의 새로운 임무가 될 것이다.

○ 미래 병사의 역할 (Roles)

전투 패러다임이 ‘인간 중심’에서 ‘인간-기계 협업’으로 전환됨에 따라 미래 병사의 역할은 다음과 같이 변화할 것이다.

전투 플랫폼 운용 및 관리자 : 미래 병사는 과거 근접 교전을 직접 수행하는 전투원의 역할에서 벗어나, 드론, 로봇 등 유무인 복합전투체계를 효과적으로 운용, 통제,

관리하는 역할로 전환될 것이다. 예를 들어, GP/GOP 경계 작전이 ‘무인 경계체계’ 중심으로 전환되면, 병사는 직접 경계 임무를 수행하는 대신 시스템을 감시하고 관리하는 임무를 맡게 될 것이다.

분산된 전장의 핵심 정보 허브 : ‘위리어 플랫폼’을 착용한 병사는 단순한 전투원을 넘어 실시간으로 전장 정보를 수집하고 네트워크에 공유하는 ‘움직이는 센서’이자 ‘정보 허브’의 역할을 수행할 것이다. 또한, 아미타이거 4.0의 ‘초연결 네트워크’를 통해 전장 상황을 실시간으로 가시화하는 데 기여하며, 분산된 환경에서 동료 및 지휘관과 상황 인식을 공유할 것이다.

복합 위협 대응 전문가 : 미래 전장이 우주, 사이버, 전자기전 등 다영역으로 확장됨에 따라 병사는 물리적 위협뿐만 아니라 전자기기 교란, 사이버 공격 등 비물리적 위협에도 대응하고 자신의 첨단 장비를 보호하는 역할을 수행할 것이다.

○ 미래 병사에게 필요한 역량 (Competencies)

첨단 기술 중심의 군 구조에서 미래 병사에게는 기존 전투기술을 넘어 첨단 기술을 활용할 수 있는 역량과 함께 기술이 대체할 수 없는 인간 고유의 핵심역량을 포함한 새로운 역량 모델이 요구된다.

먼저, ‘첨단 기술 역량’이 필요하다. 이는 첫째, ‘디지털 리터러시 및 데이터 활용 능력’으로, 위리어 플랫폼과 지휘통제체계를 통해 유입되는 방대한 데이터를 이해하고 분석하며 의사결정에 활용할 수 있는 능력이다. 둘째, ‘유무인 복합체계 운용 능력’이 요구되며, 이는 드론, 로봇 등 다양한 유무인 장비를 능숙하게 조작하고 인간-기계 협업을 통해 전투 효과를 극대화하는 실질적인 운용 기술이다. 셋째, ‘신영역(우주·사이버) 기본 소양’으로서 자신의 장비와 네트워크를 보호하고 신영역에서 발생하는 위협을 인지할 수 있는 기본적인 사이버 보안 및 전자기전 대응 역량이다.

다음으로, ‘기술이 대체 불가능한 인간 고유의 핵심역량’이 요구된다. 여기에는 첫째, ‘복합적 문제해결 및 비판적 사고 능력’이 포함된다. 이는 AI가 제안하는 정보나 행동 방안을 맹신하지 않고, 불확실하고 복잡한 전장 상황에서 최적의 해결책을 찾아내는 비판적 사고와 문제해결 능력이다. 둘째, ‘상황적응력 및 창의성’은 기술 시스템이 예상치 못하게 작동 불능이 되거나, 적이 예측 불가능한 방식으로 대응할 때 창의적으로 위기를 극복하는 능력이다. 셋째, ‘리더십 및 협업 능력’은 분산된 환경에서 소규모 유무인 복합팀(MUM-T)을 이끌며, 협업을 통해 시너지를 창출하는 능력이다. 마지막으로, ‘윤리적 판단력’은 AI와 자율무기체계 활용이 보편화된 환경에서 긴박한 교전 상황에서도 합법적이고 윤리적인 판단을 내릴 수 있는 능력이다.

※ 미래 인재 역량의 중첩성: 위협과 기회의 양면성

● 미래 병사 역량의 중첩성에 따른 위협

- 과학기술 강군에 부합한 미래 병사의 역량은 군 내부에 국한되지 않고 민간 영역과 중첩되는 특성이 있음.
- 징병제를 채택하고 있는 현 상황에서 이러한 역량 중첩성은 국방력 유지에 큰 문제가 되지 않을 수 있으나, 징모혼합제 또는 모병제로의 전환을 고려할 때, 이러한 역량 중첩성은 군과 민간의 ‘인재 전쟁(War for Talent)’을 유발하여 국방 인력 수급 및 국방력 유지의 핵심요소로 부각 될 수 있음.

* 간부의 경우, 우리 군은 이미 AI, 데이터 분석, 유무인 복합체계 등 주요 분야에서 주요 빅테크 기업을 포함한 민간기업들과 동일한 인재 풀을 두고 경쟁하고 있음.

- 특히, 모병제 전환 시 이러한 경쟁 양상은 채용 시점에서의 경쟁 우위 뿐 아니라 보상 수준, 근무 여건, 조직 문화 전반 등 인재를 유지와 관련된 전 영역에서 우위를 요구하게 될 것임. 즉, 초기 인력 확보뿐만 아니라, 확보된 인력이 군 조직 내에서 유능한 인재로 성장하였을 때 이들이 외부로 유출되지 않도록 하는 것 또한 중대한 도전과제로 작용할 것임.

* 군 복무를 통해 습득한 첨단기술 관련 역량은 민간에서 더 높은 시장 가치를 지닐 수 있으며, 간부를 포함한 우수 인재들이 복무 중에도 민간 이직을 고려하는 경향이 나타날 수 있음.

* 유능한 국방 인재의 유출은 첨단 무기체계 운용·유지 인력의 공백을 초래하고, 전투력 저하로 연결될 수 있는 구조적 위협으로 작용할 것임.

● 군 복무 가치 재정의의 통한 기회 창출

- 한편, 군 복무를 디지털 리터러시, 유무인 시스템 운용, 협업, 문제해결력 등 4차 산업혁명 시대 핵심역량을 조기에 습득할 수 있는 플랫폼으로 전환할 경우, 군과 민간의 역량 중첩성은 군 복무 가치를 재정의할 수 있는 기회로 작용할 수 있음.

- 징병제를 시행 중인 현 상황에서 의무복무 중인 병사들이 군 복무 중에 4차 산업 핵심기술을 조기 경험 및 습득할 수 있는 기회를 갖게 될 경우, 이는 병사들의 성장 욕구를 충족시키고, 복무 의욕을 실질적으로 강화시킬 수 있을 것으로 기대됨.

* 군 복무를 통해 미래 사회가 요구하는 역량을 배운다는 공감대가 형성될 경우, 복무 기피 현상은 오히려 자기계발 기회로 전환될 수 있음.

- 또한 군이 국가 차원의 인재 파이프라인으로 기능함으로써 국방과 국가 경쟁력 강화라는 두 목표를 동시에 달성하는 기반이 될 수 있음.

* 연간 수십만 명의 청년이 군을 경험하는 상황 속에서, 체계적 교육훈련과 전략적 HRM 시스템이 결합된다면 이들은 전역 후 사회 각계의 기술경쟁력을 견인하는 핵심 인재로 전환될 수 있음.

● **국방 인적자원관리의 패러다임 전환**

- 미래 병사의 역량 중첩성은 회피할 수 없는 현실임. 이를 위협으로만 볼 것이 아니라 전략적 기회로 전환하여 적극 활용해야 함.
- 이를 위해 국방 인적자원관리의 기본 패러다임을 ‘소모와 통제’에서 ‘투자과 육성’으로 전환하고, 병 인사관리의 전 주기를 민간 커리어와 연동된 ‘인재 육성 플랫폼’으로 재설계하는 것이 필요함.
- 이러한 전환은 과학기술강군 시대에 국방혁신의 성패를 결정짓는 핵심 요인이 될 것임.
- 한편, 징모혼합제 또는 모병제 도입 시 군과 민간의 역량 중첩성에 따른 인재전쟁을 고려한 인사제도 및 정책이 충분히 마련되어야 할 것임.

3. 병 인적자원관리 실태 및 문제점

○ 병 인적자원관리 관련 문헌 분석

병 인적자원관리 관련 문헌 분석을 위해 한국학술지인용색인(KCI, Korea Citation Index), 학술연구정보서비스(RISS), DBpia, 구글 학술검색(Google Scholar) 등을 포함한 학술지 검색 서비스와 국회도서관, 한국국방연구원, 화랑대연구소의 자료들을 종합적으로 검색하였다. 그 결과, 인적자원관리 측면에서 병사의 인사관리를 종합적으로 다룬 국내 연구는 찾을 수 없었다.

- * 군 복무가치 제고와 연계된 병 인적자원개발 관련 연구, 사고 예방에 초점을 맞춘 관심병사 관리 및 병사 스트레스 관리 관련 연구, 간부에 중점을 둔 장병 인적자원관리 연구 등이 확인되었으나, 병사 인적자원관리에 초점을 맞춘 연구는 확인할 수 없었음.
- * 이에 비해 미국은, 시스템 엔지니어링 관점에서 병사 인사관리 종합모형을 제시한 ‘Design and Development of an Enlisted Force Management.’ (Walker, 1991), 역사적 관점에서 병사 인사관리 제도의 변천을 다룬 ‘Enlisted Personnel Management: A Historical Perspective’ (Kirby & Thie, 1996), 병 인사관리 정책에 대한 기존 연구들을 종합 분석한 ‘Enlisted Management Policies and Practices. A Review of the Literature’ (Kirby & Naftel, 2001) 등을 비롯해 병사의 인사관리 전반에 관한 연구, 각 군별 인사관리 세부 요소에 관한 연구들이 꾸준히 진행되고 있음.

이러한 국내 연구 경향은 국내에서 병사를 군의 전략적 인적자산으로 인식하기보다 통제나 관리 대상으로 바라보고, 사고 예방이나 복무가치 제고와 같은 부분적 영역에 국한하여 접근해 왔음을 보여준다. 또한, 국내 군 인적자원관리 관련 연구의 초점은 주로 장교와 부사관 등 간부 인력에 맞추어져 있다. 이로 인해 병사 인적자원관리에 관한 종합적이고 체계적인 연구 기반이 매우 빈약하여, 선행연구를 바탕으로 병 인적자원관리의 현실태 및 문제점을 논의하는 데 한계가 있다.

○ 병 인적자원관리 관련 언론 보도 분석

빅카인즈(BIGKinds)를 활용해 2000년 이후 병 인적자원관리 관련 언론 보도를 분석한 결과, 아래와 같은 6개 분야의 요소들이 도출되었다.¹⁾

① 병역 제도 및 정책

- 긍정적 내용

2014년 군내 사고 예방을 위해 정신질환 병역 면제 기준을 완화하고, 2024년 하반기부터 입영자 전원을 대상으로 마약 검사를 도입하는 등, 병력의 질적 수준을 확보하고 사회적 신뢰를 높이려는 조치들은 긍정적으로 평가받는다.

* 관련기사(예) : 이데일리(14.12.7) ‘군, 정신질환 치료 1년→6개월... 병역 면제 기준 완화’ (<https://www.edaily.co.kr/News/Read?newsId=01767926606316224>), 서울신문(24.2.1), ‘올 7월부터 입영 대상자 전원 마약검사, 2024년 첫 병역판정검사 시행’ (https://www.seoul.co.kr/news/newsView.php?id=20240201500042&wlog_tag3=naver)

- 부정적 내용 ①

저출산으로 인한 병력자원 부족에 대응하기 위해 국방부가 체질량지수(BMI), 평발, 난시 등 현역 판정 기준을 완화하자, 언론은 이를 ‘쥐어짜기식 징병’이라 비판하였다. 이는 병력 수급이 어려울 때마다 기준을 완화하고, 병역 비리 사건이 터지면 다시 강화하는 ‘고무줄 잣대’ 논란을 재점화시켰다.

* 관련기사(예) : 경향신문(23.12.14), ‘고도비만도 현역 입대한다... 군, BMI 기준 완화 추진’ (<https://www.khan.co.kr/article/202312141642001>)

- 부정적 내용 ②

2040년대 병력 수급 예측 연구용역에서 ‘여성 병력 확대’와 ‘대체복무 폐지’가 검토 과제로 포함된 사실이 2023년 보도되었다. 이는 병력 부족의 근본적 대안이라기보다 젠더 갈등을 유발하는 미봉책이라는 비판을 받았

1) 빅카인즈는 한국언론재단이 운영하는 기사 및 뉴스 원문 검색 서비스로, 주요 방송사 및 신문의 기사에 대한 검색 및 키워드 분석 결과를 제공함. 본 분석을 위해 ‘군’, ‘병’, ‘병사’, ‘사병’, ‘인사관리’, ‘인사제도’, ‘병력관리’, ‘인적자원관리’ 등의 키워드를 조합하여 2000년 1월 1일부터 2025년 9월 30일까지 국내 주요 방송사 및 일간지 기사를 검색한 뒤 관련 기사들을 주제별로 분류하여 연구자에 의한 질적 접근 방식의 분석을 수행함.

다. 비록 국방부가 공식 입장이 아니라고 해명했으나, 인구절벽에 따른 위기론이 대두될 때마다 관련 논의가 반복적으로 등장한다.

* 관련기사(예) : 뉴스1 (23.6.1), 국방부 '대체복무 폐지·여성병력 확대' 등 연구 발주 (<https://www.news1.kr/diplomacy/defense-diplomacy/5064793>)

② 선발·배치·보직

- 부정적 내용 ①

고위공직자나 재벌가 자제들의 병역 면제율이 일반인보다 현저히 높거나, 복무하더라도 비전투부대·비전투특기로 배치되는 비율이 높다는 통계가 국정감사 및 선거 시기에 빈번하게 보도되면서 병역 시스템의 근간인 공정성을 심각하게 훼손한다.

* 관련기사(예) : MBC (16.9.11), 고위공직자 병역 면제 비율 일반인보다 매우 높아 (<https://n.news.naver.com/mnews/article/214/0000670020>)

- 부정적 내용 ②

2016년 국정감사에서 지휘관 재량으로 전투병을 행정병 등 편한 보직으로 무단 변경하는 사례가 드러나며, 배치 및 보직관리 시스템의 허점이 노출되었다.

* 관련기사(예) : 서울신문 (16.10.5), 특별한 사유없이 전투병이 행정병으로 보직 변경... 軍 자체 점검서 적발(<https://www.seoul.co.kr/news/politics/diplomacy/2016/10/05/20161005500010>)

③ 교육훈련 및 역량개발

- 긍정적 내용 ①

'생산적 군 복무'라는 정책 기조 아래, 병사들의 자기개발을 지원하는 제도가 긍정적으로 보도된다. 특히, 사회와의 정보 단절을 해소하고 학습 기회를 제공한 '사이버지식정보방'과 '군 e-러닝 포털', 대학과 연계하여 원격강좌로 학점을 취득하는 '군이러닝', 국가기술자격증 취득을 지원하고 우수 아이디어를 보유한 장병의 창업역량 강화를 위해 '창업경진대회'를 실시하는 등의 사례가 긍정적으로 다뤄진다.

* 관련기사(예) : 한국경제 (25.5.9), 충성! 창업전선 이상무... 군 경험이 혁신 아이디어 도움 (<https://www.hankyung.com/article/2025052945851>)

- 긍정적 내용 ②

국방부가 ‘국방혁신 4.0’의 일환으로 가상현실(VR) 기반의 시뮬레이션 훈련(LVC)을 도입하고 과학화 훈련체계를 구축하겠다는 계획을 발표하자, 이는 미래전에 대비하는 긍정적 변화로 평가되며 비중 있게 보도된다.

* 관련기사(예) : 국방일보 (23.2.28), 4차 산업혁명 기술 적용한 과학화 훈련체계 주도
(https://kookbang.dema.mil.kr/newsWeb/20230302/2/ATCE_CTGR_0010030000/view.do)

- 부정적 내용 ①

현대전 양상과 동떨어진 고정표적 사격, 과도한 작업 동원 등 비효율적이고 실전성 없는 훈련 실태에 대하여 군의 전투력 저하를 우려하는 전문가들의 비판이 꾸준히 지적된다.

* 관련기사(예) : 연합뉴스 (25.8.16), 한국군 훈련 때 입으로 ‘뽕뽕뽕’... 군사력 세계 5위 아니다 (<https://www.yna.co.kr/view/AKR20250815023800546>)

- 부정적 내용 ②

2024년 5월, 규정을 위반한 ‘얼차려’로 훈련병이 사망하자, 이는 군의 전 근대적인 인권 의식과 안전불감증을 압축적으로 보여주는 사건으로 비판 받으며 엄청난 사회적 파장을 일으켰다. 언론은 사건 발생부터 재판 과정까지 지속적으로 추적 보도하며, 이를 단순한 개인의 일탈이 아닌 구조적 문제로 집중 조명한다.

* 관련기사(예) : 강원일보 (24.5.26), 강원 인제 00사단 훈련병 사망... 군기훈련중 쓰러져 (<https://www.newspim.com/news/view/20240526000184>)

④ 성과평가(징계 및 진급)

- 긍정적 내용

2025년 6월 ‘병 인사관리 훈령’ 개정안에서 전역하는 병사의 징계기록을 말소하는 내용과 관련해, 이는 의무복무자의 사회복귀를 돕고 명예를 회복시켜주는 긍정적 조치로 평가된다.

* 관련기사(예) : 연합뉴스(25.4.9), ‘병사 전역시 징계기록 말소... 인사관리 훈령 개정안 행정예고’ (<https://www.yna.co.kr/view/MYH20250409001800038>)

- 부정적 내용

2025년 5월에서 6월 사이, 국방부가 전투력 강화를 명분으로 병 자동진급 개념 폐지를 발표하였다. 이에 진급 누락에 따른 월급 차별, 특정 보직의 불리함, 사기 저하 등을 우려하는 병사 부모들의 반대 청원과 비판 여론이 강하게 일어났다. 이 과정에서 충분한 공론화가 없었다는 점을 지적하며 정책 추진의 절차적 문제점이 부각되자, 국방부는 발표를 번복하고 제도 시행을 재검토하기로 하였다.

* 관련기사(예) : 뉴스1 (25.5.29), 군, 병사 '자동 진급' 없앤다... 병장 하루만 하고 전역할 수도 (<https://www.news1.kr/diplomacy/defense-diplomacy/5798314>)

⑤ 보상·처우·복지·안전

- 긍정적 내용

'병장 봉급 200만 원 시대' 관련 기사는 현 정부의 대표적인 국방 공약으로, 예산안이 발표될 때마다 언론은 이를 병사 처우 개선의 상징적인 성과로 비중 있게 다룬다. 이는 병 봉급 인상이 병역의무에 대한 '정당한 보상'이라는 인식을 확산시키는 데 기여하였으나, 초급간부 처우 개선에 대한 비판 여론도 함께 일어나게 한다.

* 관련기사(예) : 한겨레 (24.8.27), 내년 병장 봉급 200만원 돌파 (https://www.hani.co.kr/arti/economy/economy_general/1155650.html)

- 부정적 내용 ①

COVID-19 격리 기간 중 SNS를 통해 폭로된 격리 장병들의 부실 급식 사진이 언론을 통해 보도되면서 국민적 공분을 유발하였다. 이는 군의 병사 관리 능력에 대한 불신을 초래한 대표적 사건이다.

* 관련기사(예) : 한겨레 (21.4.26), 국방부, 격리장병 '부실급식' 논란에 "긴급 현장점검" (<https://www.hani.co.kr/arti/politics/defense/992630.html>)

- 부정적 내용 ②

군인권센터 등 인권단체에서 군에서 발생하는 구타, 가혹행위, 성폭력 등 병영 내 인권침해 사례를 폭로하거나 관련 사건·사고가 발생할 때마다 언론이 이를 비중 있게 다루며 과거의 유사 사례들을 반복적으로 재조명하였다.

* 관련기사(예) : 한겨레 (21.5.10) 군인권센터 “지난해 성폭력 사건 286건 접수... ‘2차 가해’ 우려 커”(https://www.hani.co.kr/arti/society/society_general/994531.html)

- 부정적 내용 ③

군내 자살 사건의 상당수가 병영 부조리나 복무 부적응과 연관되어 있다는 통계가 발표될 때마다 ‘관심병사’ 관리 시스템의 실효성 문제가 도마 위에 올랐다. 이와 관련하여 입대 전 부실한 심리검사, 부대 내에서의 형식적인 관리, 전역 후 사회 안전망과의 연계 부재 등의 문제점들이 총체적으로 논의되었다. 한편, ‘관심병사’로 지정되는 것 자체가 또 다른 차별·괴롭힘의 원인이 될 수 있다는 점도 함께 제기되었다.

* 관련기사(예) : MBC (14.7.28), ‘A급 관심병사’ 2명 잇따라 자살...군 당국 다시 비상 (https://n.news.naver.com/mnews/article/214/0000399423)

⑥ 데이터·디지털 인사관리

- 긍정적 내용

국방부가 ‘국방혁신 4.0’의 일환으로 추진 중인 AI 기반의 ‘스마트 인재 관리 시스템’을 구축하겠다고 발표하자, 언론은 이를 병력자원 감소 위기에 대응하고 인사관리의 과학화를 꾀하는 미래지향적 대안으로 소개한다. 또한, 국방 분야에서 AI를 활용해 인사 및 자원관리를 개선할 수 있다는 학술 연구 결과가 발표될 때, 언론은 이를 인용하여 정책 전환의 필요성을 뒷받침하였다.

* 관련기사(예) : 국방일보 (25.4.14), 국방부, 인사업무 고도화 위해 ‘스마트 인재관리시스템’ 도입 (https://kookbang.dema.mil.kr/newsWeb/20250415/5/ATCE_CTGR_0010010000/view.do)

- 앞서 살펴본 6개 분야별 내용들을 종합한 결과는 아래와 같다.

분야	현 실태	문제점 및 고려사항
병역 제도 및 정책	<ul style="list-style-type: none"> - 긍정 : 정신질환 병역면제 기준 조정, 입영자 전원 마약검사 도입으로 병력 질적 수준 확보와 신뢰 제고 - 부정① : 현역 판정 기준 완화, '쥐어짜기식 징병' 비판 - 부정② : 여성병력 확대·대체복무 폐지 논의, 반복적 사회 갈등 유발 	<ul style="list-style-type: none"> - 제도적 개선의 안정적 추진과 수용성 확보 필요 - 병력 수급 위기 때마다 기준 변경으로 신뢰 저하 - 병역자원 감소 관련 근본적 대안 부재, 젠더 갈등 심화
선발·배치·보직	<ul style="list-style-type: none"> - 부정① : 고위공직자·재벌가 자녀의 면제율 및 비전투 보직 편중 - 부정② : 전투병의 임의적 행정병 보직 변경 사례 	<ul style="list-style-type: none"> - 공정성 훼손, 병 사기 저하 - 배치 시스템 신뢰 약화, 지휘관 재량 과도
교육 훈련 및 역량 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 긍정① : 사이버지식정보방, e-러닝, 창업경진대회 등 자기개발 지원 - 긍정② : 국방혁신 4.0 기반 LVC/VR 훈련 도입 추진 - 부정① : 고정표적 사격, 과도한 비군사적 작업 동원 등 실전성 부족 - 부정② : 2024년 열차려 사망 사건 등 안전불감증 	<ul style="list-style-type: none"> - 제도적 기반은 있으나 전 병사 대상 보편화 부족 - 첨단 훈련 도입은 일부 부대 중심으로 한정 - 현대전 대비 미흡, 비효율성 고착 - 인권 침해·구조적 안전관리 부재
성과 평가 (징계·진급)	<ul style="list-style-type: none"> - 긍정 : 2025년 징계기록 말소 제도 시행으로 사회복귀·명예 회복 지원 - 부정 : 자동진급제 폐지 논란, 진급 불평 등과 사기 저하 	<ul style="list-style-type: none"> - 병사 권익 보호 제도화 - 충분한 공론화 부족, 정책 신뢰 저하
보상·처우·복지·안전	<ul style="list-style-type: none"> - 긍정 : 병 봉급 200만원 시대 도래, 처우 개선 상징적 성과 - 부정① : 격리 장병 부실 급식 사태 - 부정② : 구타·성폭력 등 인권침해 반복적 발생 - 부정③ : 관심병사 제도 실효성 부족, 낙인효과 	<ul style="list-style-type: none"> - 금전적 보상 강화, 복무 매력 제고 - 기본 관리 능력 부재 및 병영문화 개선 지연에 따른 국민 불신 증폭 - 심리검사·연계체계 부재, 병사 고립 심화
데이터 디지털 인사 관리	<ul style="list-style-type: none"> - 긍정 : 스마트 인재관리 시스템 추진, AI 기반 인사과학화 - 부정 : 데이터 활용 여전히 제한적, 보직 결정에 적성·역량 반영 부족 	<ul style="list-style-type: none"> - 미래지향적 대안 제시, 데이터 기반 의사결정 가능성 - 데이터 관리·활용 체계 미흡, 프라이버시·공정성 우려

〈표 6〉 병 인적자원관리 관련 언론 보도 분석 요약

앞서 살펴본 바와 같이 병사 인사관리와 관련된 대부분의 국내 기사들은 병역판정 기준, 특혜·임의 보직, 훈련 사고, 인권, 급식 및 봉급, 징계 및 진급 규정 갈등 등 특정 사건·논란·정치화 이슈가 주를 이루었다. 또한, 관련 사건이 발생하면 급격히 증가했다가 시간이 지남에 따라 빠르게 소강되는 양상이 되풀이되는 것을 확인할 수 있었다.

이러한 기사들은 언론의 경고 기능을 통해 후진적 병영문화 및 제도를 신속히 개선하는 데 긍정적인 영향을 미쳤다. 그러나 주로 부분적·단기적 처방들이 중심이 되고 있으며, 병사의 인적자원관리 전반에 대한 논의 및 데이터 기반의 객관적 논의는 매우 희소하였으며, 그 또한 일부 전문가 중심의 사변적 논의 수준에서 간헐적으로 이루어지고 있다. 이로 인해 병 인적자원관리에 대한 총체적·근원적·장기적 논의까지 도달하지 못하는 한계가 확인되었다.

○ 병 인적자원관리의 현실태 및 문제점에 대한 전문가 자문

본 연구는 위와 같은 문헌연구 및 언론기사 분석의 한계를 보완하기 위해 국방 및 민간의 인적자원관리 전문가 3명에게 병 인적자원관리의 현실태 및 문제점에 대한 자문을 실시하였다. 자문가의 주요 인적사항은 아래와 같다.

- 전문가 A : 국방 연구기관 HR 전문가 (경영학 박사)
- 전문가 B : 민간 중견기업 HR 담당자 (MBA 수료, 예비역 병장)
- 전문가 C : 글로벌 컨설팅 펌 HR 전문 컨설턴트 (경영학 박사)

① 병 인적자원관리 전반

- **공통** : 한국군의 병 인적자원관리는 획일적·통제 중심의 구조에 머물러 있다. 이는 병사를 단기적 관리 대상이나 소모성 자원으로 바라보는 관점과 직결된다. 즉, 병사를 ‘인적자본(Human Capital)’이 아닌 ‘인적자원(Human Resource)’ 혹은 비용으로 간주하여 장기적 관점에서의 투자와 성장을 지원하는 정책 설계가 부족하다. 더욱이 출산율 저하, 과학기술 발전, MZ세대 가치관 변화와 같은 국방 환경 변화가 가속화되면서 기존

제도와 철학이 급변하는 환경을 따라가지 못하고 있다. 민간 HRM은 이미 ‘개인 성장과 조직성과의 선순환’을 핵심 축으로 삼고 있으나, 군은 이와 달리 병 복무를 일종의 경력 단절로 인식하게 하는 구조적 한계를 안고 있다. 결과적으로 병사의 동기부여 저하는 단순한 복무 불만을 넘어, 군 전력 발휘의 지속가능성을 훼손하는 중대한 문제가 된다.

- **전문가 A** : 복무 기간 단축과 처우 개선에도 불구하고 여전히 통제 중심의 철학이 뿌리 깊게 남아 있음. 국방은 병사를 자산이 아닌 비용으로 간주하는 인식이 강해 HR 정책이 단편적 대응에 머무름.
- **전문가 B** : 복무 기간이 경력 단절로 인식되는 순간 개인의 성장은 정체되고, 조직은 인재를 낭비하는 이중 손실을 경험함. 이는 군 인력관리의 근본적 구조적 문제임.
- **전문가 C** : MZ세대 병사들의 자아실현·성장 욕구와 경직된 관리 구조가 정면으로 충돌하여, 동기부여 저하와 무력감을 야기하는 심리적 요인이 됨.

② 선발·보직·배치

- **공통** : 현행 선발·배치는 군 소요를 우선하는 군 조직 중심 구조이며, 이로 인해 개인의 역량·잠재력·적성 고려는 매우 제한적이다. 입대 전 전공·자격증 등 단편적 데이터에 의존해 보직이 결정되며, 이는 실제 임무 수행과 괴리를 낳는다. 즉, Right Person, Right Place 원칙이 부재하여 역량-직무 불일치가 반복적으로 발생하고, 이는 개인의 동기부여 저하와 조직성과 손실로 이어진다. 한편, 민간에서는 역량 모델링·다면평가도구 등을 활용해 적재적소 배치를 실현하고 있으나, 군에서는 데이터의 단편적 분류 기능에 그치고 있다.
- **전문가 A** : 데이터베이스 상의 특기와 실제 자대 임무 간 괴리가 구조적으로 발생해, 병사의 직무 만족과 몰입을 저해함.
- **전문가 B** : 기업이 신입사원을 무작위 배치하지 않듯, 군도 개인 역량과 직무 적합성을 기반으로 한 정교한 배치 체계가 필요함.
- **전문가 C** : 입대 시점에서 수집되는 정보를 예측 분석으로 발전시키지 못해 개인 잠재력을 고려한 보직 배치가 사실상 불가능.

③ 교육훈련 및 역량 개발

- **공통** : 교육훈련은 표준화된 절차 숙달과 전투 임무 수행에 치중되어 있다. 이로 인해 창의적 문제해결, 비판적 사고, 디지털 리터러시 같은 미래 전장 핵심역량 개발은 부족하다. 또한, 학습 방식이 획일적·집체식 중심이라 개인별 학습 속도와 스타일을 반영하지 못하고 있다. 한편, 민간 기업은 맞춤형 성장 지원에 투자하지만, 군은 여전히 훈련을 단기적 기능 전수에 국한한다. 이렇게 사회 전이성이 낮은 훈련으로 인해 전역 후 활용 가능한 역량이 제한되어, 병 복무가 개인 커리어 단절로 인식된다.
- **전문가 A** : 훈련은 종종 보여주기식으로 흐르고, 자기계발 기회는 군의 역량 강화와 연계되지 않아 개인적 스펙 쌓기에 그침.
- **전문가 B** : 맞춤형 교육 기회가 전무하여 개인 성장과 사회 연계가 차단됨. 복무 기간에 대한 역량 축적 기회로 바꾸는 체계가 필요함.
- **전문가 C** : 글로벌 기업 사례처럼 개인화 학습 경로와 마이크로러닝을 적용해야 병사 학습 효과를 극대화할 수 있음.

④ 성과평가 및 보상

- **공통** : 공식적인 성과평가 체계가 거의 없으며, 평가·보상은 지휘관의 주관적 판단이나 상벌점과 같은 주먹구구식의 체계에 의존한다. 이로 인해 개인의 노력과 성과가 인정되지 않아 동기부여 기제가 붕괴되고, ‘열심히 할수록 손해’라는 인식이 퍼진다. 또한, 차등적 보상 제도가 없어 무사안일주의와 도덕적 해이를 유발하며, 조직 활력이 약화된다. 한편, 민간 HRM은 KPI, 성과지표, 차등 보상 체계로 동기를 강화하지만, 군은 최소 보상 수준만 보장하는 구조이다.
- **전문가 A** : 성실 병사와 불성실 병사 간 차별이 없어, 공정한 평가 부재가 무사안일주의를 조장함.
- **전문가 B** : 주관적 관찰 위주 평가로, 성과 없는 병사가 오히려 유리한 구조가 만들어짐.
- **전문가 C** : 노력과 기여가 보상과 연결되지 않아 탁월한 성과를 내고자 하는 동기가 사라지고, 하향평준화로 귀결됨.

⑤ 사기 및 복지

- **공통** : 최근 생활관 현대화·급식 개선·휴대전화 사용 허용 등 물리적 환경 개선은 진전되었으나, 심리적 안전감·존중 경험·성장 기회는 여전히 부족하다. 수직적·경직된 문화는 병사들이 문제 제기를 꺼리게 만들며, 이는 심리적 불안과 불신을 초래한다. 진정한 사기 진작은 편안함이 아닌 존중·성장·공정 경험에서 비롯된다. 따라서 기업이 직원 경험(Employee Experience)을 중시하듯, 군도 Soldier Experience 관점에서 입대 시부터 전역 및 전역 이후의 전 과정에 대한 경험을 재설계해야 한다.
- **전문가 A** : 복지 정책이 아무리 좋아도, 실행 주체인 간부 리더십이 따라가지 못하면 실효성이 없음.
- **전문가 B** : 사기는 단순 편의 제공이 아닌 존중받고 성장한다는 확신에서 나옴.
- **전문가 C** : Soldier Experience 설계 개념을 도입하여, 군 생활을 긍정적 경험으로 변환해야 함.

⑥ 데이터 기반 인적자원관리

- **공통** : 방대한 데이터가 존재하지만, 이는 행정 기록이나 통제 목적에 그치고 있다. 따라서 People Analytics는 사실상 부재한 실정이다. 데이터는 파편화 및 단절되어 있어 복무 전 과정에서 개인 성장이나 정책 효과를 추적하기 어려우며 전략적 활용도 불가능하다. 결과적으로 여전히 지휘관의 경험과 직관에 의존하는 의사결정이 주류를 이루고 있어, 과학적 HRM으로의 전환은 지체되고 있다. 데이터 분석을 기반으로 선발·배치·훈련·성과를 개선할 기회가 많지만, 그 활용은 극히 제한적이다.
- **전문가 A** : Data-rich, Insight-poor 상태이며, 지휘관 경험에 과도 의존하는 구조임.
- **전문가 B** : 데이터 분석을 통한 예측·사전 개입이 부재하여 큰 기회 손실이 발생함.
- **전문가 C** : 데이터 파편화·연계 단절로 개인 성장 추적과 정책 효과 검증이 불가능함.

앞서 살펴본 인터뷰의 주요 내용을 요약한 내용은 아래와 같다.

영역	주요 내용	군에 미치는 영향
병 인적자원관리 전반	<ul style="list-style-type: none"> - 통제·획일 중심 - 병사를 비용/소모성 자원으로 인식하여 장기 투자 설계 부족 	<ul style="list-style-type: none"> - 동기 저하·이탈 의도 증가 - 조직 학습·지속가능성 약화
선발·보직 ·배치	<ul style="list-style-type: none"> - 조직 중심 배치 - 개인 역량·적성 고려 부족 - Right Person-Right Place 원칙 부재 	<ul style="list-style-type: none"> - 역량-직무 불일치 - 복무몰입 및 만족 저하 불가피 - 전투 효율 저하
교육훈련 ·역량개발	<ul style="list-style-type: none"> - 표준 절차 숙달 위주 - 디지털 기반 훈련 체계 미흡 - 교육훈련의 전이성 낮음 	<ul style="list-style-type: none"> - 미래전장 핵심역량 결핍 - 전역 후 활용성 낮아 경력 단절 인식 강화
성과평가 ·보상	<ul style="list-style-type: none"> - 공식 KPI 및 차등보상 부재 - 지휘관 주관, 기존 관행에 의존 	<ul style="list-style-type: none"> - 노력-보상 괴리 - 무사안일주의, 하향평준화 만연 - 복무 의욕 저하
사기·복지 (경험)	<ul style="list-style-type: none"> - 꾸준한 개선 노력에도 불구하고 수직적·경직된 문화로 인해 심리적 안전·존중·성장 경험 부족 	<ul style="list-style-type: none"> - 군에 대한 불신 증대 - 복무 몰입 저하 - 학습 효과 감소
데이터 기반 인적자원관리	<ul style="list-style-type: none"> - 데이터는 많으나 분석·검증·전략적 활용은 부재 (Data-rich, Insight-poor) 	<ul style="list-style-type: none"> - 정책 효과에 대한 검증 부재 - 선발·배치·훈련 등 군 인적자원 최적화 기회 상실

〈표 7〉 병 인적자원관리의 현실태 및 문제점 관련 전문가 자문 요약

Ⅲ. 병 인적자원관리 모형 및 시행 방안

본 장에서는 과학기술 강군에 부합한 병 인적자원관리 모형 및 시행방안을 도출하기 위하여 인적자원관리 주요 이론 및 사례를 종합 분석함으로써 병 인적자원관리 모형 정립을 위한 이론·실무적 기반 마련하고, 외국군 사례 분석을 통해 병 인사관리 전략 및 제도 비교, 벤치마킹 수행한다. 나아가 위의 내용을 종합하여 국방전략과 일치된 병 인적자원관리 모형을 설계하고 소 주기적 실행 체계 및 세부 시행방안을 제시한다.

1. 병 인적자원관리 관련 주요 이론

○ 개인-직무 적합성 (Person-Job Fit)

개인-직무 적합성이란, 구성원의 성향, 역량, 가치관 등이 해당 직무 요구와 부합하는 정도를 의미한다.²⁾ 개인-직무 적합성이 낮을 경우, 직무성과 및 복무만족도가 모두 저하될 뿐 아니라, 개인 및 조직생산성 저하, 사고 발생률 증가, 이직률 증가 등 개인 및 조직에 부정적인 영향을 미친다.³⁾

병사의 개인-직무 적합성은 개인 전투력 및 복무만족뿐 아니라 부대 전투력 및 사기에 영향을 미치는 결정적인 요소로, 복무기간이 짧은 현 병역제도에서는 초기 선발 및 배치 과정에서의 개인-직무 적합성이 인사관리 체계의 핵심 구성요소로 기능할 수 있다.

○ 조직 공정성 이론 (Organizational Justice Theory)⁴⁾

조직 공정성 이론은 구성원이 조직 내에서 자신이 받는 대우나 의사결정 과정이

2) Edwards, J. R. (1991). *Person-job fit: A conceptual integration, literature review, and methodological critique*. John Wiley & Sons.

3) Kristof-Brown, A. L., Zimmerman, R. D., & Johnson, E. C. (2005). Consequences OF INDIVIDUALS'FIT at work: A meta-analysis OF person-job, person-organization, person-group, and person-supervisor fit. *Personnel Psychology*, 58(2), 281-342.

4) Colquitt, J. A., Conlon, D. E., Wesson, M. J., Porter, C. O., & Ng, K. Y. (2001). Justice at the millennium: a meta-analytic review of 25 years of organizational justice research. *Journal of Applied Psychology*, 86(3), 425-445.

얼마나 공정하다고 인식하는지가 동기, 직무 만족, 조직 신뢰 등에 중요한 영향을 미친다는 이론이다. 공정성은 주로 분배 공정성(보상 및 결과의 공정성), 절차 공정성(의사결정 과정의 공정성), 상호작용 공정성(의사소통 및 대인 관계의 공정성)으로 구분된다.

병사들은 특히 휴가, 보직, 상벌 등 자원의 분배(분배 공정성)와 그 결정 과정(절차 공정성)에 매우 민감하며, 지휘관이나 선임병이 자신을 존중하며 대우하는지(상호작용 공정성)는 부대 신뢰와 사기에 직접적인 영향을 미친다. 향후 데이터 기반 인적자원 관리가 도입될 경우, 객관적 데이터에 근거한 의사결정으로 절차 공정성을 높일 수 있으나, 알고리즘의 편향성 등 새로운 공정성 이슈가 발생할 수 있다. 따라서 병 인사관리 시스템은 모든 과정에서 투명한 기준과 절차를 마련하고, 결정에 대한 충분한 설명을 제공하며, 리더의 공정한 리더십을 함양하는 노력을 병행해야 한다.

○ 사회 학습 이론 (Social Learning Theory)⁵⁾

사회 학습 이론은 개인이 타인의 행동과 그 결과를 관찰하고 모방함으로써 새로운 행동을 학습하고 태도를 형성한다는 이론이다. 특히, 모델의 행동을 관찰하고(관찰학습) 모델이 받는 보상이나 처벌을 대리적으로 경험하면서(대리강화) 자신의 행동 수행 능력에 대한 믿음(자기효능감)을 통해 학습이 이루어진다.

미래 전장에서 병사들은 유무인 복합전투체계와 같은 첨단 장비를 운용하게 되며, 이는 교범 습득을 넘어 숙련된 동료나 리더의 운용 방식을 관찰하고 모방하는 과정에서 효과적으로 학습될 수 있다. 따라서 병 인사관리는 우수한 선임병과 리더를 롤 모델로 적극 활용하고, 가상현실(VR) 등 첨단 기술 기반의 관찰·모방 학습 환경을 체계적으로 제공하여 학습 효과와 자기효능감을 극대화하는 방향으로 설계되어야 한다.

○ 직무특성모형 (Job Characteristics Model)

직무특성모형은 직무의 내재적 특성이 구성원의 동기, 직무성과, 직무만족에 영향을 미치며, 이 과정에서 개인의 성장욕구가 중요한 조절변수로 작용한다는 이론이

5) Bandura, A. (1977). *Social Learning Theory*. Prentice Hall.

다.⁶⁾ 이 때, 핵심직무특성은 기술 다양성, 과업 정체성, 과업 중요성, 자율성, 피드백이 있으며, 개인의 성장욕구가 높을수록 직무특성요소가 개인의 태도, 행동, 성과에 미치는 영향이 강화된다.⁷⁾

기존 병사의 직무는 육군 소총수 기준으로 1~3개 편제화기 및 장비, 근력·민첩성·지구력 중심의 비교적 단순한 과업과 제한된 자율성을 지녔으나, 미래에는 유무인복합의 첨단무기체계, 소부대 단위 자율적 의사결정, 실시간 피드백 기반 전투 수행 등 직무 특성 요소의 범위와 깊이가 확장될 것이다. 병사의 니즈를 고려한 인사관리시스템은 개별 병사의 성장욕구를 자극하여 직무특성 확대가 개인의 태도, 행동, 성과에 미치는 영향을 강화할 수 있을 것으로 기대된다.



○ 자기결정성 이론 (Self-Determination Theory)⁸⁾

자기결정성 이론은 인간이 자율성, 유능감, 관계성이라는 세 가지 기본적 심리 욕구가 충족될 때 내재적 동기가 촉진되고 최적의 성장과 심리적 웰빙을 경험한다는 동기 이론이다. 자율성(Autonomy)은 스스로의 의지에 따라 행동을 선택하고 조절하

6) Hackman, J. R., & Oldham, G. R. (1974). *The job diagnostic survey: An instrument for the diagnosis of jobs and the evaluation of job redesign projects.*

7) Fried, Y., & Ferris, G. R. (1987). The validity of the job characteristics model: A review and meta-analysis. *Personnel Psychology*, 40(2), 287-322.

8) Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78.

려는 욕구, 유능감(Competence)은 과업을 성공적으로 수행하고 역량을 발휘하려는 욕구, 관계성(Relatedness)은 타인과 정서적으로 연결되고 소속감을 느끼려는 욕구를 의미한다.

미래 병사의 역할은 상관의 지시를 수동적으로 이행하는 것을 넘어 분산된 환경에서 자율적 판단을 내리고(자율성), 첨단 유·무인 복합체계를 능숙하게 운용하며(유능감), 네트워크를 통해 팀원 및 기계와 긴밀히 협업하는 것을 포함할 수 있다(관계성). 따라서 병사의 자기결정성 욕구를 충족시키는 인사관리 시스템은 미래 병사의 내재적 동기를 강화하고 전투 효율성을 극대화하는 핵심 기제로 작용할 수 있을 것으로 기대된다.

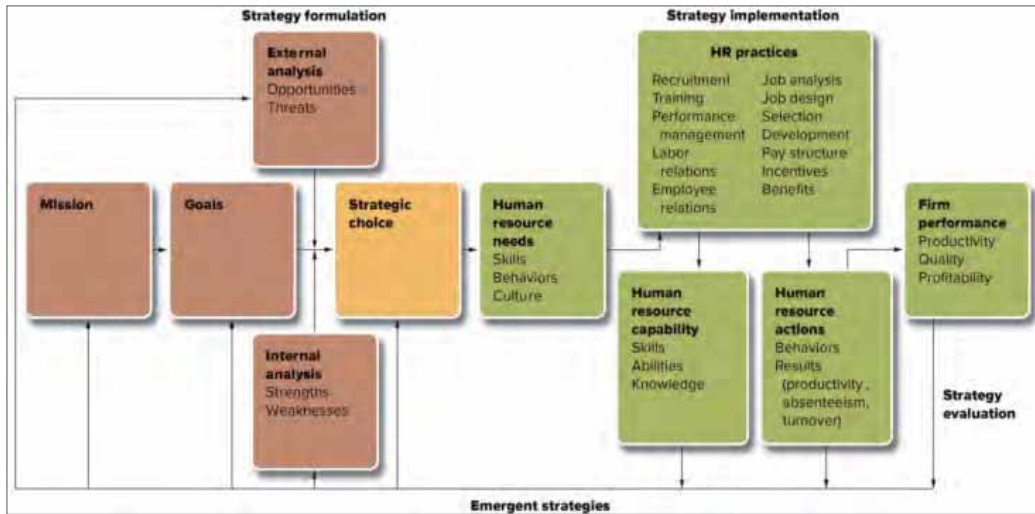
○ 전략적 인적자원관리 (Strategic Human Resource Management)

전략적 인적자원관리는 조직의 전략과 인사관리시스템 간의 정렬(alignment)을 강조하는 접근으로, 인적 자원을 핵심자산으로 활용하여 조직성과를 극대화하는 데 초점을 둔다.⁹⁾ 전략적 인적자원관리가 성공적으로 작동하기 위해서는 장기적·미래지향적 관점과 성과 중심 접근을 기반으로 인사관리의 모든 활동을 전략적 목표와 통합하고 개별 제도들의 상호연계성을 강화할 필요가 있다.¹⁰⁾

병 인적자원관리 제도는 병역자원 급감 속에서 ‘과학기술강군’이라는 우리 군의 전략적 목표를 달성할 수 있어야 한다. 이를 위해 ‘모집·선발-배치-교육-평가-보상-전역’의 병 인사관리 쉼 주기가 전략적 일관성과 통합성을 고려하여 설계되어야 한다.

9) Schuler, R. S. (1992). Strategic human resources management: Linking the people with the strategic needs of the business. *Organizational Dynamics*, 21(1), 18-32.

10) Becker, B. E., & Huselid, M. A. (2006). Strategic human resources management: where do we go from here?. *Journal of Management*, 32(6), 898-925.



○ 고성과 작업시스템 (High-Performance Work Systems)¹¹⁾

고성과 작업시스템은 조직의 성과를 극대화하기 위해 상호 보완적인 인적자원관리 제도들을 시너지 효과가 나도록 통합적으로 묶은 시스템을 의미한다. 이는 개별 제도의 단순한 합이 아니라, 구성원의 역량(Ability), 동기(Motivation), 기회(Opportunity)를 동시에 향상시키는 제도들의 묶음(bundle)을 통해 조직 전체의 인적 자원을 강화하는 것을 목표로 한다.

‘과학기술 강군’이라는 전략 목표 달성은 개별 인사 제도의 개선만으로는 불가능하며, 고성과 작업시스템 관점의 통합적 접근이 필요하다. 즉, 미래 역량을 갖춘 인재를 선발하고(Ability), 자기결정성 이론에 기반하여 동기를 부여하며(Motivation), 분산된 전장에서 자율성을 부여하여 역량을 발휘할(Opportunity) 수 있도록 병 인사관리 쏠 주기가 일관성 및 통합성을 고려하여 설계되어야 한다.

11) Huselid, M. A. (1995). The impact of human resource management practices on turnover, productivity, and corporate financial performance. *Academy of Management Journal*, 38(3), 635-672.

○ 직무요구-자원 모델 (Job Demands-Resources Model)¹²⁾

직무요구-자원 모델은 직무 소진과 직무 열의가 발생하는 과정을 설명하는 이론으로, 모든 직무 특성은 직무 요구와 직무 자원이라는 두 범주로 분류될 수 있다고 본다. 이 이론에서 언급하는 직무 요구(Job Demands)는 지속적인 노력을 요구하여 심리적·신체적 비용을 발생시키는 요인(예: 과도한 업무량, 역할 갈등)이며, 이는 소진을 유발한다. 반면 직무 자원(Job Resources)은 목표 달성을 돕고 개인의 성장과 발전을 촉진하는 요인(예: 자율성, 피드백, 사회적 지원)으로, 직무 열의를 높이고 요구의 부정적 영향을 완충하는 역할을 한다.

미래 전장은 실시간으로 방대한 정보가 유입되고 다영역의 복합 위협에 대응해야 하므로 미래 병사의 인지적·심리적 ‘직무 요구’가 급격히 증가할 것으로 예상할 수 있다. 따라서 이를 상쇄하고 직무 열의를 유지하기 위해서는 첨단 기술에 대한 체계적 교육, AI 기반의 의사결정 지원, 명확한 임무와 권한 부여(자율성), 동료 및 리더의 지원 등 충분한 ‘직무 자원’을 인사관리 차원에서 제공하는 것이 반드시 고려되어야 한다.

12) Bakker, A. B., & Demerouti, E. (2007). The Job Demands-Resources model: State of the art. *Journal of Managerial Psychology*, 22(3), 309-328.

○ 미래 병 인적자원관리 모델 구축을 위한 시사점

앞의 인적자원관리 이론 관련 시사점을 종합하면 아래와 같다.

이론 및 개념	핵심 내용	시 사 점
개인-직무 적합성	개인의 성향·역량·가치가 직무 요구에 부합하는 정도	- 선발·배치 단계에서 개인의 특성과 직무 요구를 정밀하게 매칭하여 병사의 전투력, 복무만족도, 조직성과 제고
조직 공정성 이론	분배·절차·상호작용의 공정성이 조직 신뢰, 동기, 만족 등에 영향	- 휴가·보직·상벌 등 민감한 요소의 공정성 확보 및 데이터 기반 의사결정의 투명성·설명력 확보
사회 학습 이론	관찰, 대리강화, 자기효능감을 통해 행동·태도 학습	- 숙련자 및 리더의 모범적 행동을 관찰·모방할 수 있는 환경(예: VR 기반 훈련, 롤모델 활용) 제공
직무특성모형	직무 특성이 동기·성과·만족에 영향, 성장욕구가 매개	- 유무인 복합무기 운용 등 직무 복잡성 증가 → 병사의 성장욕구 자극 및 직무 설계 고도화 필요
자기결정성 이론	자율성, 유능감, 관계성 충족 시 내재동기 촉진	- 자율적 판단, 유·무인체계 숙련, 팀과의 협업을 중시하는 직무 환경 조성 필요
전략적 인적자원관리	조직전략과 인사제도 정렬, 장기·통합적 인사 접근	- 병 인사관리 수 주기(모집~전역)를 전략 목표(과학기술 강군)와 정합성 있게 설계
고성과 작업시스템	역량·동기·기회를 통합 지원하는 인사제도 묶음	- 선발(Ability), 동기부여(Motivation), 기회부여(Opportunity)를 아우르는 통합적 병 인사 설계
직무요구-자원 모형	직무요구는 소진, 직무자원은 열의 및 완충 효과	- 인지·심리적 부담 증가에 대비하여 교육, 피드백, 사회적 지원 등 자원을 제도적으로 뒷받침

위의 내용을 바탕으로 역량 개발, 동기 부여, 시스템 구축 측면의 시사점을 아래와 같이 제안한다.

① 역량 개발 관련 시사점

첨단 기술 역량과 인간 고유 핵심 역량을 갖춘 병사를 선발 및 개발하는 것이 핵심이다. 이를 위해 역량 기반 선발 및 배치와 실전적 역량 개발 노력이 필요하다.

먼저, **역량 기반 선발 및 배치**가 요구된다. 과학기술강군에 부합한 미래 병사는 기술 집약적 임무 수행능력과 높은 적응력을 요구한다. 이에 따라 초기 선발 및 배치 단계부터

개인의 현재 역량, 기술적 잠재력, 팀워크 등을 포괄하는 다차원적 평가를 통해 개인-직무 적합성을 과학적으로 극대화할 수 있어야 한다.

다음으로, **실전적 역량 개발**이 필요하다. 복잡한 유·무인 복합체계 운용 능력은 관찰과 모방을 통해 가장 효과적으로 학습될 수 있다. 따라서 우수 병사와 간부를 롤모델로 적극 활용하고, 이들의 노하우를 VR/AR 기반의 실전적 훈련 콘텐츠로 도입할 경우, 학습 효과와 자기효능감을 높일 뿐 아니라, 안전하고 반복적인 훈련을 통해 실전성을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

② 동기부여 관련 시사점

짧은 복무기간 내에 병사들이 자발적으로 임무에 몰입하여 최고의 성과를 내도록 내재적 동기를 강화하는 것이 중요하다. 이를 위해 성장 지향적 직무 설계, 핵심 심리 욕구 충족, 신뢰 기반의 공정한 시스템 운영이 필요하다.

먼저, **성장 지향적 직무 설계**가 요구된다. 과학기술강군에 부합한 미래 병사의 직무는 과업의 다양성, 중요성, 자율성, 피드백이 확대된다. 이러한 직무 특성을 활용한 고차원의 직무 설계를 통해 병사 개개인의 성장 욕구를 자극할 수 있어야 한다. 또한, 자신의 역할이 유무인 전투체계의 전투력 시너지 극대화에 기여하는 것임을 명확히 인지시킴으로써 직무 만족도와 임무에 대한 자부심을 동시에 고취시킬 수 있다.

다음으로, **핵심이 되는 심리적 욕구를 고려**해야 한다. 미래 병사의 새로운 역할은 자기결정성 욕구를 충족시킬 최적의 기회가 될 수 있다. 분산된 환경에서 스스로 판단할 수 있도록 자율성을 부여하고, 첨단 장비를 능숙하게 운용하도록 피드백 중심의 체계적 훈련을 제공하며, 인간-기계 간의 유기적 협업이 가능하도록 팀 단위 협업 환경을 제공할 경우, 이는 내재적 동기를 강화하는 가장 직접적인 방법이다.

마지막으로, **신뢰 기반의 공정한 시스템 운영**이 필수적이다. 짧은 복무 기간 동안 조직 내 불공정을 인식할 경우, 이는 신뢰와 사기에 치명적이다. 따라서 보직, 평가, 상벌 등 민감한 인사 관련 결정에 객관적 기준을 적용하고, 그 과정과 결과를 투명하게 소통하여 공정성을 확보해야 한다.

③ 시스템 구축 관련 시사점

병사의 역량과 동기를 제고함과 동시에, 이들이 지속적으로 최고의 성과를 낼 수 있도록 일관성 있는 제도 설계 및 전략적 자원 제공을 지원해야 한다.

첫째, 시너지 창출을 위한 통합적 제도 설계가 필요하다. 개별 인사제도의 단편적 개선만으로는 ‘과학기술강군’이라는 전략 목표 달성에 한계가 있다. 이는 모집-선발-배치-교육-평가-보상-전역에 이르는 인사관리의 전(全) 주기가 하나의 전략적 목표 아래 일관성과 통합성을 갖도록 설계됨으로써, 개별 인사 제도들의 ‘묶음(bundle)’이 서로 시너지를 창출하도록 하는 것을 의미한다.

둘째, 자원 기반의 성과 유지가 요구된다. 미래 전장에서는 방대한 정보 유입과 복합 위협으로 인해 병사의 인지적·심리적 부담이 급격히 증가할 것이다. 이러한 높은 직무 요구를 효과적으로 관리하지 않을 경우, 병사의 소진을 유발하고 전투 효율성을 저하시킬 수 있다. 따라서 이를 상쇄하고 직무 열의를 촉진할 수 있는 ‘직무 자원(Job Resources)’을 제공하는 시스템이 구축되어야 한다. 여기에는 AI 기반 의사결정 지원, 체계적인 기술 교육, 명확한 임무와 권한, 그리고 리더 및 동료의 사회적 지지 등이 포함될 수 있다.

이상의 내용을 종합하면 아래의 표와 같이 요약될 수 있다.

구분	핵심 시사점	주요 내용
역량 개발	역량 기반 선발·배치	기술 역량 + 인간 고유 역량 중시 다차원적 선발 평가 도입
	실전적 역량 개발	우수 병사·간부의 모범 활용 VR/AR 기반 반복 훈련 도입
동기 부여	성장 지향적 직무 설계	과업 다양성·중요성·자율성 강화 유무인 시너지 기여 강조
	핵심 심리 욕구 충족	자율성, 유능감, 관계성 촉진 팀 단위 협업 및 훈련 강화
	공정한 시스템 운영	보직, 평가, 보상 절차의 투명화 짧은 복무 기간 내 신뢰 확보
시스템 구축	통합적 제도 설계	모집~전역까지 HR 제도 일관성 확보 HR 제도 간 시너지 창출
	자원 기반 성과 유지	직무 소진 방지 위한 자원 제공 인지·심리 부담 완충 시스템 도입

2. 외국군의 병 인적자원관리 제도

○ 美 육군의 병 인적자원관리 제도¹³⁾

미 육군의 병 인적자원관리 제도는 1973년 모병제 전환 이후 지속적으로 발전해 왔다. 이 제도는 우수 인재를 ‘획득’하고 군사 전문가로 ‘개발’하며 동기부여를 통해 ‘유지’하는 데 중점을 두고 있다. 미 육군은 인적자원관리를 단순 인사 행정이 아닌 ‘인재 관리(Talent Management)’의 관점에서 접근하고 있으며, 병사의 지식, 기술, 행동을 분석해 최적의 보직에 배치함으로써 전투 효율성을 극대화하고자 한다. 인적자원관리 요소별 분석은 아래와 같다.

① 모집

모집관 중심으로 개인화된 접근이 이루어지며, 모집관은 적성과 목표를 파악하고 200개 이상의 군사직무(MOS, Military Occupational Specialty) 중 적합한 분야를 탐색하도록 돕는 등 입대 전반을 안내하는 역할을 수행한다. 입대 기본 자격은 17~35세 사이의 미국 시민 또는 영주권자로서, 고졸 이상 학력과 신체적 기준 및 도덕적 기준을 충족해야 한다. 이처럼 비교적 엄격한 자격 기준을 가지고 있으나, 면제(Waiver) 제도를 통해 기준 미달자에게도 입대 기회를 부여한다. 또한, 미래 병사 준비 과정(FSPC, Future Soldier Preparatory Course)¹⁴⁾을 통해 체력·학업 보완 기회를 제공하는 등 모병난에 대응하고 있다. 나아가 최근에는 “Be All You Can Be”와 같은 모병 캠페인, 백악관의 군 복무 가치 홍보 메시지 등을 통해 모병률을 높이고자 한다.

13) 美 육군 모병 홈페이지(goarmy.com), 美 육군모병사령부 홈페이지(recruiting.army.mil) 참조

14) Future Soldier Preparatory Course는 입대 기준에 미달하는 지원자들에게 90일간의 학업 및 체력 증진 프로그램을 제공하여 입대 자격을 갖추 기회를 주는 제도로, 잠재적 인력풀을 확대하는 데 핵심적인 역할을 하고 있음.

〈그림 4〉 美 육군 모병사이트 (goarmy.com; recruiting.army.mil)



② 선발

먼저, 군 직업 적성 검사(ASVAB, Armed Services Vocational Aptitude Battery)를 통해 지원자의 학업 능력 및 적성을 평가한다. ASVAB 과목 중 일부의 점수를 바탕으로 산출된 군 자격 시험 (AFQT, Armed Forces Qualification Test) 점수가 입대 자격의 기준으로 활용된다. 또한, 10개의 세부 영역 점수를 조합하여 산출된 계열 점수(Line Scores)가 MOS 부여를 위한 기준이 된다. 마지막으로 정밀 신체 검사, 범죄기록 등 배경 조회를 통해 최종 선발 여부를 결정한다.

③ 배치

적성과 희망, 그리고 군 수요를 반영해 MOS를 부여한다. MOS는 다양한 분야를 포괄하며, 입대 계약 시 자신의 MOS를 선택 및 보장받을 수 있도록 한다. 이는 군 복무를 직업으로 인식하게 함과 동시에 복무 동기를 증진시킨다.

④ 교육·훈련

모든 신병은 초기 입대 훈련(IET, Initial Entry Training)을 받게 된다. IET는 10주간의 기본전투훈련(BCT, Basic Combat Training)과 MOS별로 수 주에서 1년 이상 진행되는 주특기 교육(AIT, Advanced Individual Training)으로 구성된다. 또한, 부사관으로의 경력 개발을 위해 부사관 전문성 개발 시스템(NCOPDS, Non-Commissioned Officer Professional Development System)을 운영하고 있다.



이 시스템은 부사관의 리더십 및 직무능력을 단계별로 개발하기 위해 기초 리더 과정(BLC, Basic Leader Course), 고급 리더 과정(ALC, Advanced Leader Course), 선임 리더 과정(SLC, Senior Leader Course)을 운영한다.

⑤ 평가

객관적 항목으로 구성된 진급 포인트 제도(Promotion Point System)를 활용하여 공정한 경쟁을 유도한다. 또한, 부사관 근무평정 보고서(NCOER, Non-Commissioned Officer Evaluation Report)를 통해 개인 역량을 다각도로 평가한다.

⑥ 보상

보상 체계는 기본급(Basic Pay) 외에 주택보조수당(BAH, Basic Allowance for Housing), 식비보조수당(BAS, Basic Allowance for Subsistence), 그리고 특별수당 및 보너스(Special Pay & Bonuses)로 구성된다. 이 중에서 특별수당 및 보너스는 모병 및 인재유지의 핵심 수단이다. 특정 MOS 선택, 신속 입대, 특수 기술 보유 등에 따라 최대 5만 달러의 입대 보너스가 제공되며, 재입대 시에도 보너스를 제공하여 숙련된 인력의 이탈을 방지한다. 또한, 최근 모병난 심화에 따라 대규모 입대 보너스와 함께 '24년 4.5% 급여 인상을 단행하고, 초급병사에게 10% 추가 인상을 적용하였다.

⑦ 전역

병사들의 성공적인 민간복귀를 지원하는 전역 지원 프로그램(TAP, Transition Assistance Program)을 운영한다. 이는 진로 설계, 이력서 작성, 재정 교육, 보훈 혜택 안내 등을 포괄한다. 이 외에도 전역 후 대학이나 기술학교 진학 시 학비, 주거비, 교재비를 지원하는 교육혜택(Post-9/11 GI Bill)을 제공하여 미래설계를 지원한다. 또한, 기본 연금(Defined Benefit)과 개인 저축 계획(TSP, Thrift Savings Plan)을 결합한 통합 퇴직연금 시스템(BRS, Blended Retirement System)을 통해 단기 복무자에게도 실질적인 연금 혜택을 제공한다.

○ 이스라엘군의 병 인적자원관리 제도¹⁵⁾¹⁶⁾¹⁷⁾

이스라엘군의 인적자원관리 제도는 보편적 징병제를 기반으로, 국가의 핵심 자산인 청년 인재를 체계적으로 ‘식별’하고, 군사 및 기술 전문가로 ‘개발’하여, 국가 안보와 혁신 생태계의 동력으로 ‘활용’하는 데 중점을 두고 있다.

이스라엘군은 인적자원관리를 단순 병력 충원이 아닌 ‘국가적 인재 관리(National Talent Management)’의 관점에서 접근하고 있다. 특히, 징병 대상자 전원의 잠재력을 데이터 기반으로 분석해 최적의 보직에 배치함으로써, 개인의 성장은 물론 국가 전체의 효율성을 극대화하고자 한다. 인적자원관리 요소별 분석은 아래와 같다.

① 모집

보편적 징병제에 따라 만 16.5세 전후 모든 남녀 청소년에게 ‘차브 리숀(Tzav Rishon, 최초 소집)’을 발령한다. 이는 홍보를 통한 선택적 모집이 아닌, 국가 인적자원 전수조사 및 등록 절차에 해당한다. 또한, 모집 과정 자체가 군 복무에 대한 국민적 공감대와 의무감을 형성하는 사회적 통과 의례로 기능한다.

〈그림 5〉 이스라엘 인력관리부대 메이타브 홈페이지
(<https://www.mitgaisim.idf.il/>)



15) 이스라엘군 홈페이지(www.idf.il) 및 이스라엘군 메이타브 홈페이지(www.mitgaisim.idf.il)

16) 김재균·양동우 (2020), 이스라엘 군사제도 분석에 의한 대한민국 국군에의 시사점: 군 인력의 충원 및 양성 중심으로, *국가전략*, 26(3), pp.33-62.

17) 김도희 (2023), 이스라엘 탈피오트 제도와 시사점, *외국입법·정책분석(국회입법조사처)*, 38.

② 선발

과학적이고 다면적인 평가 도구를 활용하여 개인의 잠재력을 심층적으로 진단하고 있다. 인지능력검사인 ‘다파르(Dapar)’와 면접을 통해 산출하는 인성·적응·동기 수준인 ‘카바(Kaba)’ 점수가 핵심 선발 기준이다. 이 데이터는 모든 병사의 군 생활 전반에 걸쳐 활용되는 기초 자료가 되며, 전투병, 기술병, 행정병 등 큰 틀의 진로를 결정하는 데 사용된다. ‘탈피오트(Talpiot)’, ‘8200부대’와 같은 엘리트 기술 부대는 별도의 심층 면접, 합숙 평가 등 훨씬 더 까다롭고 복잡한 추가 선발 절차를 통해 최상위 인재를 선점한다.

③ 배치

선발 단계에서 수집된 방대한 데이터를 기반으로, 군의 소요와 개인의 역량을 최적으로 연결하는 중앙집권적·데이터 기반 배치 시스템을 운영한다. 이스라엘군의 인력관리부대인 ‘메이타브(Meitav)’가 이 과정을 총괄하며, 개인의 희망도 일부 고려되나 국가 안보와 군의 필요에 기반한 전략적 인재 최적화를 최우선 순위로 둔다.

④ 교육·훈련

기초군사훈련(티로nut, Tironut) 이후, 보직에 따라 고도로 전문화된 주특기 교육이 진행된다. 특히 정보부대(8200부대 등)나 기술 리더 양성 과정(탈피오트)의 경우, 수년에 걸쳐 대학의 석·박사 과정에 준하는 세계 최고 수준의 기술·리더십 교육을 제공하며, 이는 단순한 병과 교육을 넘어 국가의 미래 기술 리더를 양성하는 과정으로 관리된다.

⑤ 평가

연공서열이 아닌 성과와 잠재력에 기반한 실시간 평가가 이루어진다. 훈련 성과, 실전 임무 수행 능력, 동료 평가 등이 진급 및 보직 이동에 결정적인 영향을 미친다. 특히 장교 및 부사관 선발 시에는 리더십, 문제 해결 능력, 위기관리 능력에

대한 다면적이고 심층적인 평가가 이루어진다.

⑥ 보상

급여는 최소한의 생활을 지원하는 상징적 수준의 수당에 가깝다. 이스라엘군은 군 복무의 진정한 보상을 비금전적·미래지향적 가치에 두고 있다. 즉, 세계적 수준의 기술 교육 및 실무 경험, 군복무를 통해 얻을 수 있는 강력한 인적 네트워크, 국가 핵심 인재로서의 자부심과 명예가 핵심 보상 체계이다. 이러한 미래 가치는 우수 인재들에게 단기적인 금전적 보상보다 훨씬 강력한 동기를 부여하고 있는 것으로 간주된다.

⑦ 전역

전역은 군 경력의 ‘끝’이 아닌, 군에서 축적한 자산을 사회에서 본격적으로 ‘활용’하는 단계로 인식된다. 별도의 적응 지원 프로그램보다는 군 복무 경력 자체가 최고의 추천서가 된다. 특히 엘리트 기술 부대 복무 경력은 이스라엘 하이테크 산업 및 창업 생태계에서 최고의 인증으로 통용되며, 이는 군과 국가 경제 간의 유기적인 인재 선순환 구조를 형성하고 있다.

○ 독일 연방군의 병 인적자원관리 제도¹⁸⁾

독일 연방군의 병 인적자원관리 제도는 2011년 징병제 유예 이후 구축된 전문 지원병 체제를 근간으로 한다. 다양한 복무 경로를 제공하는 유연한 다중 트랙(multi-track) 시스템을 통해 인력을 ‘획득’하고, 군사 전문성과 민간 학위를 통합하여 인재를 ‘개발’하며, 전역 후 사회 복귀를 강력하게 지원함으로써 복무 동기를 ‘유지’하는 데 중점을 두고 있다.

독일 연방군은 인적자원관리를 ‘제복을 입은 시민(Bürger in Uniform)’이라는 민주적 철학 위에서 접근한다. 이는 군인을 단순한 전투원이 아닌, 시민으로서의 권리와

18) 독일 연방군 온라인 커리어 포털(www.bundeswehrkarriere.de) 및

책임을 다하는 인격체로 존중함을 의미하며, 최근 병력 충원난에 대응하기 위해 스웨덴 모델에 기반한 선택적 복무제 도입을 논의하는 등 변화에 유연하게 대응하고 있다. 인적자원관리 요소별 분석은 아래와 같다.

① 모집

전국적인 직업상담센터 네트워크와 전문화된 온라인 커리어 포털(Bundeswehrkarriere.de)을 중심으로, 군을 매력적인 직업으로 홍보하는 현대적 마케팅 전략을 구사하고 있다. 복무 희망자의 다양한 니즈를 충족시키기 위해 세 가지 복무 트랙을 제공하고 있다.

- ① 자발적 복무(Freiwilliger Wehrdienst, FWD / 7~23개월)
: 군 복무를 체험하고 개인 적성을 탐색하는 단기 인력.
- ② 기간제 군인(Soldat auf Zeit, SaZ / 2~25년)
: 군의 중추를 이루는 숙련 인력.
- ③ 직업군인(Berufssoldat)
: 군의 리더십과 전문성의 근간을 이루는 핵심 장기 복무 인력.

최근에는 심각한 병력 부족 문제에 대응하기 위해, 만 18세 남성에게 병역 의사 및 능력에 대한 설문 작성을 의무화하는 ‘선택적 복무제(Pistorius-Modell, 피스토리우스 모델)’¹⁹⁾ 도입을 추진하며 인재 확보 풀을 넓히고자 하고 있다.

19) 보리스 피스토리우스(Boris Pistorius) 국방장관이 제안한 본 모델은, 자발성과 의무성의 요소를 결합한 하이브리드 형 병역제도로, 만 18세에 병역 의사 및 능력에 대한 설문을 의무화하고, 군 복무에 관심과 의지를 보인 인원들 중 가장 적합한 후보자들을 대상으로 신체검사를 실시하여, 가장 의욕있고, 가장 적합하며, 가장 신체능력이 뛰어난 인원을 선발하려는 제도임. 선발된 인원은 6개월의 기본 복무 이후 본인의 희망에 따라 총 17개월까지 추가로 복무를 연장하여 총 23개월까지 근무할 수 있음할 수 있음.

〈그림 6〉 독일 연방군의 온라인 커리어 포털
(<https://www.bundeswehrkarriere.de/>)



② 선발

지원자의 적성과 희망을 최우선으로 고려하며, 특히 장교 선발 시에는 쾰른의 ‘연방군 리더십 인력 평가센터’에서 며칠간 심층 평가를 진행한다. 평가 과정은 필기시험, 체력 평가뿐만 아니라 집단 토론, 발표, 심리 면접 등을 통해 지적 능력, 리더십 잠재력, 그리고 ‘제복을 입은 시민’으로서의 인성과 가치관을 종합적으로 검증한다.

③ 배치

선발 과정에서 확인된 지원자의 적성, 본인의 희망, 그리고 군의 수요를 종합적으로 고려하여 보직을 결정한다. 이는 지원병 체제에서 복무 만족도와 장기 복무를 높이는 핵심요소로서, 개인 선택과 경력 목표를 최대한 존중하는 방식으로 이루어진다.

④ 교육·훈련

모든 신병은 3개월간 표준화된 기본 군사훈련(Grundausbildung)을 통해 기본적인 군사 기술과 ‘내적 지휘(Innere Führung)’로 대표되는 민주적 군인 정신을 함양한다. 장교 양성 과정의 가장 큰 특징은 뮌헨과 함부르크의 연방군 대학(Universität der Bundeswehr)에서 민간에서도 통용되는 학사 및 석사 학위 과정을 의무적으로 이수하도록 하는 것이다. 이는 장교단에게 높은 수준의 학문적 소양과 분

석적 사고 능력을 부여한다. 사이버·정보 공간 사령부(CIR)를 육·해·공군과 동등한 별도 군 조직으로 창설하고, 연방군 대학 내 관련 학위 과정을 통해 사이버 전문인력을 체계적으로 양성하고 있다.

⑤ 평가

각 복무 트랙의 특성에 맞춰 경력 관리가 이루어지며, 특히 기간제 군인(SaZ)에서 직업군인(Berufssoldat)으로의 전환은 다년간의 복무 성과, 잠재력, 리더십 등을 종합적으로 평가하는 경쟁적인 과정을 통해 이루어진다. 평가는 임무 수행 능력 뿐 아니라, 내적 지휘 철학에 기반한 윤리적 판단력, 책임감, 자발성 등을 중요한 기준으로 삼는다.

⑥ 보상

연방 공무원 보수 규정에 따른 투명하고 안정적인 급여 체계를 갖추고 있으며, 계급과 호봉에 따라 기본급이 결정된다. 기본급 외에 가족수당, 특수업무수당 등의 수당이 지급되며, 특히 독일 전역 철도 무료 이용, 무상 의료, 숙식 제공 등 실질적인 비금전적 혜택이 매우 큰 비중을 차지한다. 자발적 복무(FWD)의 경우, 사회초년생 대비 높은 보상을 받으며, 소득의 상당 부분을 저축하거나 자유롭게 사용할 수 있어 1년간 복무할 경우, 2만 유로(약 3,000만원)에 가까운 종잣돈을 모으는 것도 가능한 것으로 알려져 있다.

⑦ 전역

지원병 제도의 성공을 뒷받침하는 핵심 제도로, 전역 군인을 위한 직업진흥원(Berufsförderungsdienst, BFD)을 운영하고 있다. BFD는 법적으로 보장된 제도로, 기간제 군인(SaZ)이 복무 기간에 비례하여 직업훈련, 자격증 취득, 대학 및 대학원 학위 과정에 필요한 비용을 국가로부터 지원받을 수 있도록 보장한다. 전문 상담, 취업 알선, 구직 활동 비용 지원 등 포괄적인 서비스를 통해 군 복무가 경력 단절이 아

년, 새로운 민간 경력을 준비하는 투자 기간이 되도록 함으로써 우수 인재를 유인하는 결정적인 역할을 하고 있다. 한편, FWD는 단순한 군 복무가 아니라 금전적 부담 없이 사회 경험과 리더십을 쌓고, 향후 진로를 고민할 수 있는 기간으로 인식되고 있다.

○ 북유럽 국가들의 병 인적자원관리 제도²⁰⁾²¹⁾

북유럽 국가들의 인적자원관리 제도는 단일 모델이 아닌, 각국의 전략 목표에 따라 크게 두 가지 유형으로 발전해 왔다. 우수 인재를 정교하게 ‘선별’하여 소수 정예 병력을 구축하거나(스칸디나비아 모델), 잠재적 인력 풀을 최대한 ‘훈련’시켜 방대한 예비군을 양성함으로써(핀란드 모델), 변화하는 안보 환경에 대응하고 있다.

이들 국가는 징병제를 단순 병력 충원을 넘어, 전체 청년 세대의 역량을 파악하고, 동기를 부여하며, 군과 사회에 필요한 인재를 확보하는 ‘국가적 인재 확보 플랫폼’의 관점에서 접근하고 있다. 인적자원관리 요소별 분석은 아래와 같다.

① 모집

모집은 만 18세가 되는 남녀(핀란드는 남성) 청년 전체에게 온라인 ‘징병 설문(mustering questionnaire)’ 제출을 의무화하는 것으로 시작된다. 이는 개인의 건강, 학력, 기술, 복무 동기 등을 파악하는 국가 차원의 인재 데이터베이스 구축 과정으로 간주된다. 모집 목표는 각 모델에 따라 아래와 같이 구분된다.

- ㉠ 스칸디나비아 모델(노르웨이, 스웨덴) : 전체 인구 중 군 복무에 가장 적합하고 동기 부여된 소수(4~17%)를 선발하는 ‘경쟁적 선발’에 가까움. 특히 양성징병제 도입을 통해 전체 인구에서 최고의 인재를 확보하고자 하는 것이 특징임.
- ㉡ 핀란드 모델 : 안보 위협에 대응하기 위해 남성 인구 약 80%를 징집해 대규모 예비군을 양성하는 ‘보편적 훈련’을 목표로 함.

20) 노르웨이 국방부 (<https://www.regjeringen.no/en/dep/fd/id380/>), 스웨덴 국방징병평가원 홈페이지 (<https://www.pliktverket.se/om-myndigheten/in-english>), 핀란드군 홈페이지 (<https://puolustusvoimat.fi/en/conscription>)

21) Szymański, P. (2024). Universal, selective, and lottery-based: conscription in the Nordic and Baltic states.

② 선발

실문 결과를 바탕으로 군 필요 인원의 일정 배수에게만 2차 선발 단계(신체 검사, 적성검사 등)를 통보한다. 이 단계에서는 신체 능력 외에 심리검사와 인지능력 검사를 통해 정신적 안정성과 지적 능력을 종합적으로 평가하며, 특히 스칸디나비아 모델에서는 지원자의 '복무 의지'가 중요 선발 기준으로 작용한다. 이러한 과정은 강제성을 최소화하고, 입대하는 병사들의 사기와 훈련 효율성을 극대화하는 핵심 기제로 작동한다.

③ 배치

보직은 종합적인 평가 결과와 개인의 희망, 그리고 군의 소요를 종합적으로 고려하여 결정한다. 특히, 사이버, IT 등 기술 분야에 재능을 가진 인원을 징병 과정에서 식별하여 관련 직책에 배치하며, 이는 군 전체의 기술적 저변을 넓히는 데 기여한다.

④ 교육·훈련

기초군사훈련 이후, 직무의 전문성과 요구되는 숙련도에 따라 복무 기간과 교육 내용을 유연하게 차등화한다. 핀란드의 경우, 일반 전투병(165일), 전문 기술병(255일), 부사관 및 장교 후보생(347일) 등 임무에 따라 복무 기간을 차등 적용하여 훈련 효과를 최적화한다. 또한, 징집병의 상당수(핀란드는 약 1/3)를 부사관이나 예비역 장교로 양성하여 예비군의 지휘 골격을 형성하며, 군 복무 중 취득한 기술이 민간 자격이나 학점으로 연계되도록 지원한다.

⑤ 평가

군 복무 기간은 개인의 잠재력을 평가하고 직업군인으로서의 경력 경로를 제시하는 기회로 활용된다. 징병제는 군과 개인이 서로의 적합성을 충분히 확인한 후 장기 복무를 결정하는 '선체험 후선택(Try Before You Buy)' 모델로 가능하며, 이는

직업군인 충원을 위한 가장 효과적인 인재 발굴 파이프라인 역할을 한다. 이러한 과정을 통해 노르웨이의 경우, 징집병의 약 25%가 직업군인으로 전환한다.

⑥ 보상

월급이 아닌, 복무 기간에 따라 증액되는 ‘일일 수당(Daily Allowance)’을 지급한다. 스웨덴의 경우, 전역 시 복무 수당 총액에 해당하는 ‘훈련 보너스’를 일시 지급한다. 이러한 금전적 보상 수준은 낮지만, 주거·식사·의료·피복 전액 무료, 휴가 시 교통비 지원 등 광범위한 비금전적 혜택으로 이를 보완한다. 또한, 핀란드는 징집병의 가족에게도 주거비와 생활비를 지원하는 등 국가가 병사의 헌신을 책임진다는 의미의 ‘Total Value Proposition(총체적 가치 제안)’을 제공한다.

⑦ 전역

전역은 복무의 끝이 아니라 국가 방위 체계의 핵심인 예비군으로의 ‘전환’을 의미한다. 즉, 법적으로 정해진 주기에 따라 정기적인 ‘재소집 훈련(refresher training)’에 의무적으로 참여하여 전투 감각과 최신 기술을 유지해야 한다. 이러한 강력한 예비군 시스템은 ‘총력국방(Total Defence)’ 개념의 근간을 이룬다. 또한, 전역 후 대학 입학 시 가산점을 부여하는 등 사회 진출에도 실질적인 혜택을 제공한다.

○ 외국군 병 인적자원관리의 시사점

● 인적자원관리 전반에 대한 시사점

① ‘국가 전략자산 관리’ 관점의 패러다임 전환

현행 병역제도를 단순히 병력을 충원하는 수단이 아닌, 이스라엘과 북유럽처럼 전체 청년 인구의 잠재력을 조기에 식별하고 국가 발전에 기여할 인재를 확보하는 ‘국가적 인재 확보 플랫폼’으로 재설계해야 한다. 이는 병역의무를 ‘소모적 희생’이 아닌 ‘미래를 위한 투자’로 전환하여 군 복무 가치를 제고하는 기반이 될 것이다.

② ‘획일성’ 탈피 및 ‘유연한 다중경로’ 시스템 도입 검토

모든 병사에게 동일한 복무기간 및 경력 경로를 적용하는 획일적 시스템에서 탈피하는 것을 검토할 수 있다. 예를 들어, 독일의 다중 복무 트랙(자발적 복무, 기간제복무, 직업군인)과 북유럽의 직무 전문성에 따른 복무 기간 차등화 모델을 벤치마킹할 수 있다. 이를 통해 일반 전투병, 숙련 기술병, 과학기술 전문병 등 다양한 복무 경로를 제공하고 그에 맞는 복무 기간, 교육, 보상 체계를 설계할 수 있다. 이처럼 개인의 선택을 부분적으로 반영한 다중 복무 트랙 제도는 군 복무에 대한 자율성과 책임의식을 함양을 통해 동기유발 효과를 거둘 수 있다.

③ ‘현재의 보상’과 ‘미래의 가치’를 결합한 총체적 가치 제안

병 봉급 인상과 같은 직접적 보상 강화와 더불어, 군 복무가 개인의 미래 경력에 실질적인 자산이 되도록 ‘미래 가치’에 대한 투자를 확대해야 한다. 즉, 미국 및 독일과 같이 전역 후 학위 취득이나 기술 자격증 획득을 국가가 지원하고, 이스라엘처럼 군 복무 경력이 사회에서 최고의 추천서로 인정받는 문화를 구축하여 군 복무의 총체적 가치를 높일 필요가 있다.

- **인적자원관리 요소별 시사점**

- ① **모집 : ‘과학기술 전문병’ 트랙 확대**

징병검사 단계에서부터 AI, 사이버, 데이터 분석 등 첨단 기술 분야 우수 인재를 식별 및 모집하여 국방 과학기술 발전에 활용하는 ‘과학기술병’ 제도 확대를 검토해야 한다.

- ② **선발 : 데이터 기반의 과학적 선발 체계 고도화**

이스라엘의 ‘다파르’ 및 ‘카바’, 미국의 ‘ASVAB’처럼 모든 징병 대상자의 인지 능력, 직업 적성, 잠재력을 과학적으로 측정하는 평가 도구를 도입해야 한다. 이를 통해 데이터에 기반한 최적의 인력 선발 및 배치 시스템을 구축할 필요가 있다.

- ③ **배치 : ‘적재적소’ 원칙 강화**

과학적으로 측정된 개인의 적성과 잠재력을 군의 소요와 연계해야 한다. 이를 바탕으로 단기 복무 인력의 효율성을 극대화할 뿐 아니라, 개인 경력 개발 및 국가 인적자원관리 최적화를 도모할 수 있어야 한다.

- ④ **교육·훈련 : 복무기간 및 교육과정 차등화**

핀란드 모델처럼 직무의 전문성에 따라 복무 기간을 차등 적용하는 것을 검토할 수 있다. 예를 들어, 일반 전투병은 상대적으로 짧은 복무기간을 적용하고, 과학기술병을 비롯한 전문 특기병은 복무 기간을 연장하여 고도의 전문성을 습득할 충분한 시간을 보장해야 한다.

- ⑤ **평가 : 객관적 성과평가 시스템 구축**

미군의 ‘진급 포인트 제도’처럼 군사 훈련, 교육 성취도 등 객관적 지표에 기반한 평가 시스템을 도입해야 한다. 이를 통해 주관적 평가 요소를 최소화하고 개인의 노력과 성과에 기반한 공정한 경쟁을 유도해야 한다.

⑥ 보상 : 전략적·차등적 보상 체계 도입

획일적인 보상에서 벗어나는 보상 패러다임 전환이 필요하다. 특정 직무에 복무하는 병사에게는 ‘기술 전문성 수당’ 또는 ‘입대 보너스’를 지급하여 민간조직과의 인재 확보 경쟁에서 경쟁력을 높이고, 핵심 인력의 유지를 위해 노력해야 한다.

⑦ 전역 : ‘한국형 BFD’ 도입 및 ‘전략 기술 예비군’ 창설

미국의 Post-9/11 GI Bill 및 독일의 전역자 지원 프로그램을 벤치마킹하여, 전역 군인에게 직업훈련, 학위 취득, 자격증 획득 비용을 국가가 지원하고 취업까지 연계하는 포괄적인 사회 복귀 지원 시스템을 확대할 필요가 있다. 이는 군 복무의 매력도를 높이는 가장 강력한 유인책이 될 것이다.

또한, 핀란드처럼 강력한 예비군 시스템을 구축하되, 특히 과학기술 전문병으로 전역한 인력은 별도의 ‘전략 기술 예비군’으로 편성해야 한다. 이를 통해 정기적인 기술 재교육을 실시하고, 민간에서의 경험을 국방력에 지속적으로 환류시키는 선순환 구조를 만들 필요가 있다.

3. 미래 병 인적자원관리 모형

○ 미래 병 인적자원관리 모형 정립

앞의 요소를 종합적으로 검토하여 미래 국방환경 및 국방전략과의 수직적 정렬(vertical alignment), 병 인적자원관리 및 병 복무 전 주기의 수평적 정렬(horizontal alignment)을 달성할 수 있는 「미래 병 인적자원관리 모형」을 제안한다. 본 모형은 비전, 핵심 목표, 인재상, 핵심역량, 전 주기 인적자원관리 하위요소로 구성된다.

- **비전** : 과학기술 강군의 핵심 전투력을 창출하고, 국가 인재개발 플랫폼으로 기능하는 ‘데이터 기반·공정·고성과 병 인사관리체계’ 구축
- **5대 핵심 목표**
 - ① **전투원 역량 발휘 극대화** : 개인-직무 적합성을 기반으로 한 과학적인 선발, 배치, 역량개발, 팀워크 향상을 통해 개인 및 부대 전투력 극대화
 - ② **인사관리 공정성 제고** : 선발-배치-평가-보상 등 인사관리 전 과정의 투명성 및 설명가능성 보장을 통해 국민 신뢰 획득 및 시스템 정당성 제고
 - ③ **첨단 인재 파이프라인 강화** : 드론, 사이버, 데이터분석 등 과학기술 기반 직무의 전문인력을 체계적으로 양성하여 미래 전장에 필요한 핵심 인재를 안정적으로 확보
 - ④ **성과 기반 보상체계 확립** : 복무환경, 직무난이도, 기술숙련도, 복무성과 등을 반영한 차등적 보상 체계를 정립하고, 민간과 연계된 비금전적 보상을 강화하여 병사의 복무의욕 고취
 - ⑤ **국가 인재개발 플랫폼으로 기여** : 군 복무를 통해 얻은 경험과 전문성이 전역 후 민간에서도 유용하도록 설계하여 병역이 개인 성장과 국가 인적자본 축적에 기여하는 선순환 구조를 구축

- 미래 병사 인재상

“다영역 전장에서 첨단 기술 역량과 인간 고유 역량을 바탕으로
전승(戰勝)을 달성하는 자긍심 강한 전사(戰士)”

- 미래 병사의 핵심 역량

① 첨단 기술 핵심 역량

- ① **디지털 리터러시 및 데이터 활용 능력** : 웨어 플랫폼과 지휘통제 체계를 통해 유입되는 방대한 데이터를 이해·분석하고, 이를 전장 의사결정에 실질적으로 적용하는 능력
- ② **유·무인 복합체계 운용 능력** : 드론, 로봇 등 다양한 유·무인 장비를 능숙하게 조작하며, 인간-기계 협업을 통해 전투 효과를 극대화하는 운용 역량
- ③ **신영역 기본 소양** : 우주, 사이버, 인지(심리) 등 신영역을 이해하고, 사이버 보안과 전자기전 위협을 인지·대응하며, 자신의 장비·네트워크를 보호하는 기초 방호 역량

② 인간 고유 핵심 역량

- ④ **복합적 문제해결 및 비판적 사고 능력** : AI가 제시하는 정보와 판단을 비판적으로 검증하고, 불확실성과 복잡성이 높은 전장에서 최적의 해결책을 도출하는 능력
- ⑤ **상황적응력 및 창의성** : 기술 시스템의 불능, 예측 불가능한 적의 대응 등 비정형 상황에서도 창의적으로 적응하며 위기를 극복하는 능력
- ⑥ **협업 및 윤리적 판단 역량** : 유·무인 복합팀(MUM-T) 환경에서 인간-기계 전투원과의 협력 및 시너지를 창출하고, 자율무기체계가 보편화된 전장에서 합법적이고 윤리적인 판단을 내리는 능력

● 全 주기 인적자원관리 하위요소

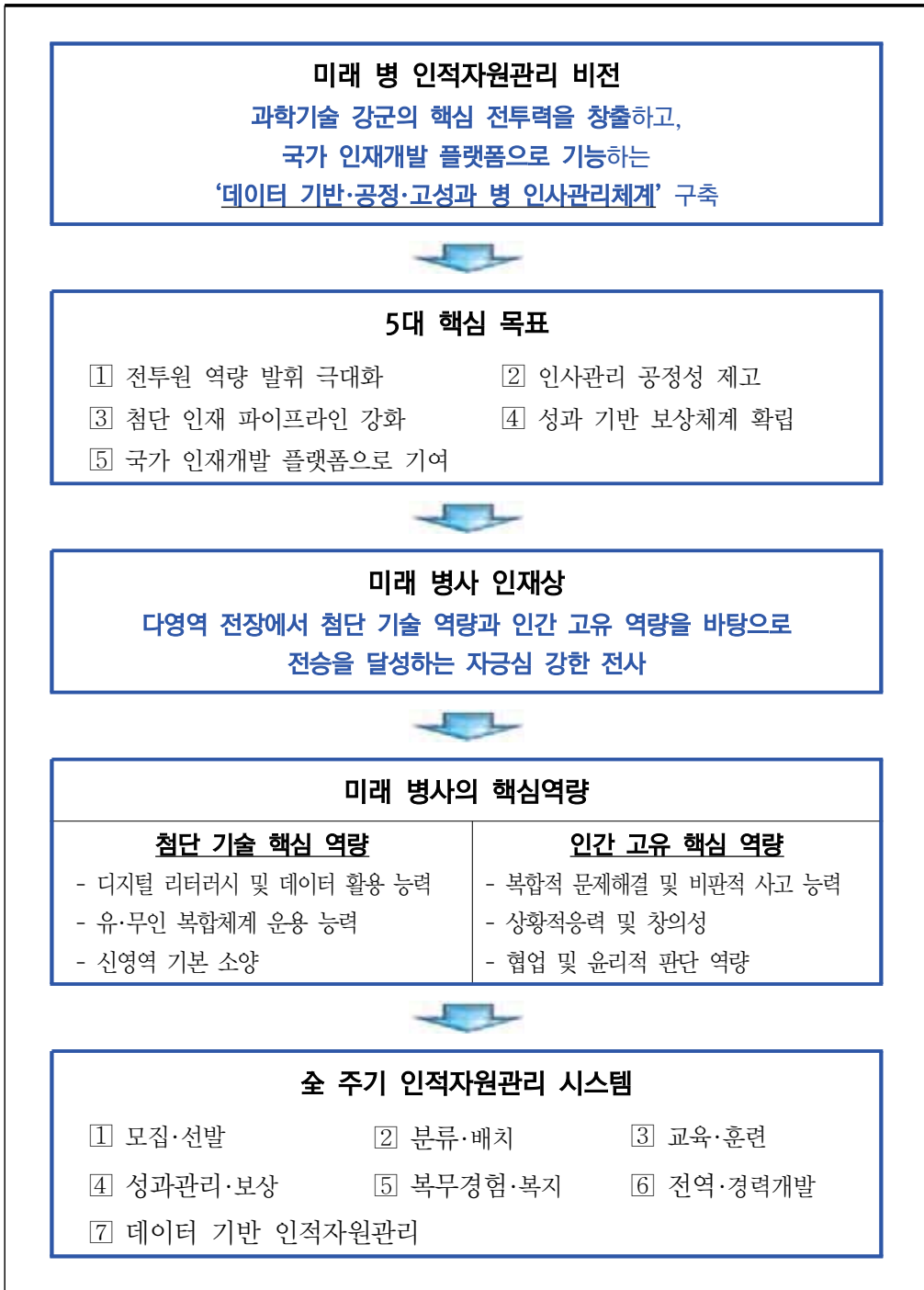
인적자원관리의 모든 하위요소들은 전략적 인적자원관리(SHRM) 관점에서 국방환경 및 국방전략과의 적합성을 달성함과 동시에, 고성능 작업시스템(HPWS)의 관점에서 상호 일관성을 갖추며 시너지를 창출할 수 있도록 설계되어야 한다.

아래는 개별 하위요소의 주요 원칙 또는 내용이다.

- ① **모집·선발** : 개인-직무 적합성 기반의 데이터 중심 선발, 적성·역량·선호를 고려한 주특기 매칭 등
- ② **분류·배치** : 설명가능한 배치 알고리즘 적용, 유·무인 복합팀 중심의 임무 적합 배치 등
- ③ **교육·훈련** : 디지털·데이터 교육 강화, 시뮬레이터·LVC 기반 훈련, 신영역 기초 교육 등
- ④ **성과관리·보상** : 성과·팀워크·공정성을 반영한 다면 평가, 복무환경, 직무난이도·숙련도, 복무성과 기반 차등 보상 등
- ⑤ **병영 경험 및 복지** : 공정성을 체감할 수 있는 제도 운영, 안전·포용 기반의 병영문화 조성 등
- ⑥ **전역·경력개발** : 민간 자격·학위와 연계되는 경력 경로 설계, 국가 인재개발계획과 연계한 환류 체계 구축 등
- ⑦ **데이터 기반 인적자원관리** : 전 주기 HR 데이터 통합·분석 체계 구축, 공정성 모니터링, 제도 및 정책 효과 검증 지원 등

* ①~⑥은 입대부터 전역 이후까지 이어지는 순환주기 요소이고,
⑦은 이 순환주기를 지원하는 데이터 기반 인프라로 기능함.

○ 미래 병 인적자원관리 모형 (종합)



4. 인적자원관리 요소별 세부 시행 방안

① 모집·선발 (Recruitment & Selection)

- **주요 원칙**
 - ① 개인·직무 적합성을 기반으로 한 과학적 선발
 - ② 데이터 중심·다면적 평가에 근거한 공정한 기회 제공
 - ③ 적성·역량·선호를 고려한 맞춤형 특기 매칭
- **세부 시행방안(예)**
 - ① 적성·역량 검사체계 개발 : 미국의 ASVAB와 유사 선발도구를 개발하여 개인의 인지능력·기술역량·성향 점수를 특기 매칭 및 역량 개발에 활용
 - ② AI 기반 특기 추천시스템 도입 : 개인의 적성, 학력, 흥미, 선호지역 등을 종합 분석하여 적합 특기 추천
 - ③ 다양성·포용 선발정책 강화 : 다문화장병 증가 등을 고려하여 지역, 학력, 사회적 배경 등의 편중을 줄이기 위한 선발 비율 가이드라인 적용
- **타 요소와의 연결성 설계**
 - 분류·배치 : 선발단계에서 생성된 적성·역량 데이터는 특기 선정 및 배치 알고리즘의 핵심 데이터로 활용
 - 교육·훈련 : 적성·역량 검사 점수 기반으로 맞춤형 교육과정을 설계하여 학습효율 증대
 - 성과관리·보상 : 선발 단계의 기초역량 대비 성과 향상도를 측정해 공정한 평가·차등 보상에 반영
 - 복무 경험 및 복지 : 포용적 선발정책은 집단 다양성 증대를 유도, 병영 내 갈등 완화 프로그램과 연계
 - 전역·경력개발 : 특기 추천 및 선발 데이터는 전역 시 민간 자격·학위 매칭에 활용되어 경력 연계성 강화
 - 데이터 기반 인적자원관리 : 모집·선발 단계에서 축적된 데이터는 전 주기 HR 데이터 레이크의 출발점이 되어, 이후 모든 관리 과정의 정책효과 검증에 기여

② 분류·배치 (Classification & Placement)

- **주요 원칙**

- ① 설명가능성과 공정성이 보장된 배치
- ② 전투효율성을 극대화하는 특기 및 부대 적합성 확보
- ③ 인간-기계 협업 기반의 팀 단위 최적화

- **세부 시행방안**

- ① XAI(설명가능 AI) 기반 배치 알고리즘 : 선발자료, 교육 성과, 선호도, 부대 요구를 통합하여 투명하게 산출
- ② 유·무인 복합팀 중심 배치 제도화 : MUM-T 팀을 전투 단위로 구성하고, 전문기술병과 일반전투병을 혼합 편성
- ③ 적소 배치 검증시스템 : 초기 3개월 시범 배치를 통한 직무 적합성 평가 후, 필요 시 재배치 프로세스 운영

- **타 요소와의 연결성 설계**

- 모집·선발 : 적성·역량 데이터는 배치 알고리즘의 기본 입력
- 교육·훈련 : 특기 배치 데이터를 토대로 맞춤형 교육·훈련 제공
- 성과관리·보상 : 특기 및 부대 배치 결과를 기준으로 성과·역량 성장도를 평가 및 직무난이도 보상 차등화
- 복무 경험 및 복지 : 투명한 배치 과정과 초기 적소 검증을 통해 공정성 체감과 병사 만족도 제고
- 전역·경력개발 : 특기 배정 이력을 민간 경력 매칭을 위한 자료로 활용 (예: 드론운용병 → 드론 관련 직무 또는 기업 취업)
- 데이터 기반 인적자원관리 : 배치 데이터를 전 주기 데이터 레이크의 핵심 축으로 활용

③ 교육·훈련 (Learning & Development)

- **주요 원칙**
 - ① 디지털·데이터 활용 역량 강화
 - ② 실전적 훈련환경 제공 (LVC, 시뮬레이터)
 - ③ 신영역(사이버·우주·인지) 기본 소양 내재화
- **세부 시행방안**
 - ① 디지털 전장 리터러시 교육과정 신설 : 위리어 플랫폼·C4I 체계 활용 교육을 기본 과정에 포함
 - ② 통합 시뮬레이터·LVC 훈련체계 구축 : 실제 훈련, 시뮬레이터, 모의훈련을 통합 및 연결하여 반복적·몰입형 훈련 운영
 - ③ 신영역 기초 교육 모듈 개발 : 사이버 보안, 전자기 방호, 우주 감시 등을 모든 병사 필수 교육에 포함
- **타 요소와의 연결성 설계**
 - 모집·선발 : 적성·역량 검사 결과를 훈련 커리큘럼 수준별 편성의 기초 자료로 활용
 - 분류·배치 : 특기 배치 데이터를 기반으로 개인별 맞춤형 교육·훈련 제공, 초기 적소 적응도 제고
 - 성과관리·보상 : 교육 성취도와 특기 및 직무 숙련도를 성과지표와 보상 체계에 반영함으로써 “교육-성과-보상” 연계 강화
 - 복무 경험 및 복지 : 몰입성·현실성 높은 교육·훈련은 병사들의 자기효능감을 높여 복무에 대한 자신감 및 만족도 향상에 기여
 - 전역·경력개발 : 교육과정에서 취득한 자격·학점은 민간 재취업 및 경력 브리지로 연결
 - 데이터 기반 인적자원관리 : 훈련 이력과 성취 데이터를 HR 데이터 레이크에 통합하여 교육훈련 성과 분석·정책 개선 자료로 활용

④ 성과관리·보상 (Performance & Rewards)

- **주요 원칙**
 - ① 성과·역량·팀워크를 반영한 다면적 평가
 - ② 직무난이도·숙련도·성과 기반 차등 보상
 - ③ 민간과 연계 가능한 비금전적 보상 강화
- **세부 시행방안**
 - ① 다면 평가제 도입 : 지휘관·동료·자기평가를 종합한 성과 측정 지표 운영 및 피드백 제공
 - ② 직무가치 기반 차등수당 제도 : 직무 난이도, 숙련도, 성과지표 등에 따라 가중치를 부여하고, 차등적 보상(수당) 지급
 - ③ 민군 연계형 비금전 보상체계 : 군 복무 성과를 학점, 자격증, 민간 경력으로 인정할 수 있는 근거 및 시스템 개발
- **타 요소와의 연결성 설계**
 - 모집·선발 : 직무별 차등 보상은 난이도, 숙련도가 높은 직무에 대한 지원동기 강화 및 인재 유입 확대에 기여
 - 분류·배치 : 보상수준을 특기 선정, 부대 배치와 연결함으로써 적소 배치의 유인 강화
 - 교육·훈련 : 훈련 성과를 평가·보상으로 환류함으로써 학습 동기 고취 및 훈련 성과 제고
 - 복무 경험 및 복지 : 투명한 성과관리와 정당한 보상을 통해 공정성 인식 제고, 갈등 예방, 사기 증진
 - 전역·경력개발 : 민군 연계형 보상을 전역 시 커리어 브리지로 활용함으로써 병사 만족도 및 국가 인재개발 효과 동시 달성
 - 데이터 기반 인적자원관리 : 성과·보상 데이터를 장기적으로 분석하여 제도 개선 및 보상 불균형 해소에 활용

5 복무 경험 및 복지 (Soldier Experience & Wellbeing)

• 주요 원칙

- ① 분배·절차·상호작용의 공정성 보장
- ② 안전하고 포용적인 병영문화 정립
- ③ 생활여건·복지 수준의 지속 개선

• 세부 시행방안

- ① 투명한 제도운영 플랫폼 : 휴가, 상벌, 배치 등 의사결정 과정을 공개하고 관련 피드백을 제도화
- ② 포용·다양성 프로그램 강화 : 병영 내 차별 예방 교육, 갈등 중재 시스템 구축
- ③ 스마트 병영 인프라 개선 : 생활공간 IoT 기반 안전관리, 맞춤형 건강 및 심리 지원 서비스 확대

• 타 요소와의 연결성 설계

- 모집·선발 : 선발 단계에서 다양성을 고려한 제도 및 정책을 시행함으로써 병영 내 포용문화 정착의 기반 마련
- 분류·배치 : 공정성·투명성을 확보한 배치를 통해 긍정적 복무 경험 및 만족도 달성의 기반 확보
- 교육·훈련 : 안전하고 건강한 환경을 통해 집중력과 학습효율을 높임으로써 훈련성과 향상
- 성과관리·보상 : 공정한 평가·보상을 통해 병사들의 복무 경험 및 만족도를 높이고 사기를 진작
- 전역·경력개발 : 복무 중 심리적 안정·건강 관리 경험을 통해 전역 후 원만한 사회 적응 유도
- 데이터 기반 인적자원관리 : 생활·안전·문화 관련 데이터를 분석하여 병영 제도 개선, 복지 자원 효율적 배분에 활용

⑥ 전역·경력개발 (Transition & Career Development)

- **주요 원칙**

- ① 군-민간 경력의 연계성 강화
- ② 전역 전 맞춤형 진로 설계 지원
- ③ 국가 인재개발 플랫폼과 연계

- **세부 시행방안**

- ① (가칭)커리어 브리지 프로그램 운영 : 군 경력과 민간 자격·학위를 연계하는 인증체계 구축
- ② 맞춤형 진로상담·멘토링 제도 : 전역 6개월 전부터 개별 상담·경력 설계 제공
- ③ 국가 인재개발 플랫폼 연계 제도 : 전역병 경력 DB를 민간 기업·공공기관과 공유하여 취업·재교육 지원

- **타 요소와의 연결성 설계**

- 모집·선발 : “전역 후 민간 경력 활용 가능”이라는 이점이 병역 지원 동기 강화로 이어짐
- 분류·배치 : 특기 선택 및 배치가 전역 후 직업적 경로에 영향을 미치는 요소로 활용됨
- 교육·훈련 : 디지털·신영역 훈련이 민간 전문직무 역량과 연결되어 전역 후 개인 경쟁력 강화
- 성과관리·보상 : 객관적인 평가·보상 결과는 민간에서 군 복무에 대한 경력 인증의 핵심 지표로 활용 가능
- 복무 경험 및 복지 : 건강·안정된 생활환경은 전역 후 사회적응력 제고에 기여
- 데이터 기반 인적자원관리 : 개인의 군 복무 경력 데이터를 국가 인재관리 또는 인재개발 DB와 연결하여 전역 후 지속 활용 가능

7 데이터 기반 인적자원관리 (Data & People Analytics)

• 주요 원칙

- ① 전 주기 HR 데이터의 통합 관리
- ② 공정성·투명성의 상시 모니터링
- ③ 정책·제도의 효과성 검증

• 세부 시행방안

- ① 전 주기 HR 데이터 레이크 구축 : 모집 - 선발 - 배치 - 훈련 - 성과관리 - 복지 - 전역까지 모든 인사 데이터를 통합 관리
- ② HR 공정성 대시보드 운영 : 성별·지역·학력·특기별 분포, 성과관리 및 보상 결과 등을 실시간 시각화
- ③ 정책 실험 및 효과분석 제도화 : AI 기반 시뮬레이션, 제도 및 정책 도입 시 통제군·실험군 비교 테스트를 통해 도입 전후 성과 검증

• 타 요소와의 연결성 설계

- 모집·선발 : 적성·역량검사, AI 추천시스템 등의 효과를 데이터 분석으로 검증하고, 선발 기준을 지속 개선
- 분류·배치 : XAI 배치 알고리즘의 성과를 데이터화하여 부대 및 특기 적합성을 실증 평가
- 교육·훈련 : 교육·훈련 효과성(디지털 역량 향상, 신영역 소양 확보)을 빅데이터로 측정 및 환류
- 성과관리·보상 : 성과 평가 및 보상 체계가 공정하게 작동하는지 검증, 다면 평가와 보상의 일치성을 모니터링
- 복무 경험 및 복지 : 제도 운영의 공정성, 병영문화 개선 효과를 실시간 모니터링
- 전역·경력개발 : 전역병 데이터가 국가 인재개발 플랫폼과 연계되어 군 복무 경험의 민간 환류를 뒷받침

IV. 데이터 기반의 병 인적자원관리 발전 방안

1. 데이터 기반 인적자원관리 개념 및 사례

○ 데이터 기반 인적자원관리 개념

● 데이터 기반 인적자원관리(Data-driven HR)의 개념

데이터 기반 인적자원관리는 구성원의 행동·성과·역량·경험·심리적 요인에 관한 데이터를 수집 및 분석하여 보다 정확하고 예측력 있는 인사 의사결정을 수행하는 체계를 의미한다.²²⁾ 이는 기존의 경험·직관 중심 인사관리에서 증거 기반 인사관리(Evidence-Based HRM)로 전환하여, 인사관리 전 주기의 정량 및 정성 데이터를 상호 연결 및 통합적으로 활용함으로써 인적자원관리 효율성 및 효과성 극대화를 지향한다.

이러한 데이터 기반 인적자원관리는 단순한 인사 데이터 종합 및 데이터 시각화 수준(예, 부대별 전역지원을 현황)을 넘어선다. 최근 데이터 기반 인사관리는 인사 데이터와 주요 변수의 상관성·인과성 분석(예, 전역지원 원인 분석) 단계로 나아가고 있으며, 나아가 인공지능 및 머신러닝 기반의 예측모형(예, 전역 가능성 예측)으로 발전하고 있다.

● 데이터 기반 인적자원관리 관련 용어 및 차이점²³⁾

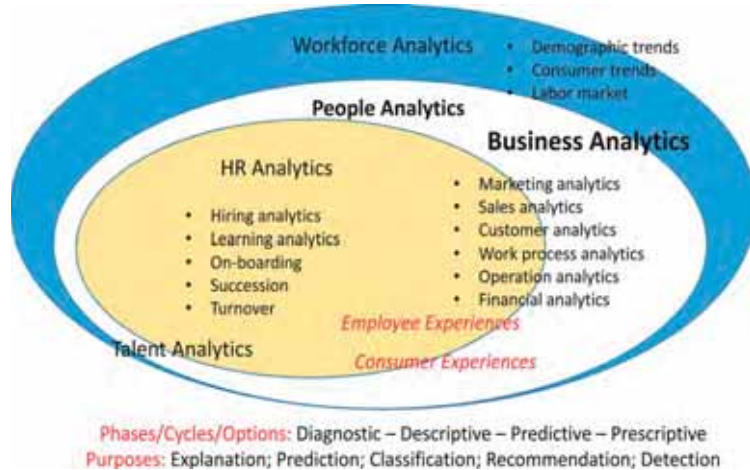
데이터 기반 인적자원관리 관련 용어로 데이터 분석의 중점 및 범위에 따라 HR Analytics, People Analytics, Workforce Analytics 등이 사용된다. 먼저, **HR Analytics**는 인적자원관리 기능과 직접 연결된 데이터 분석을 의미하는 것으로, 채용, 교육훈련, 성과평가, 보상, 이직률 등 전통적 HR 영역의 데이터를 수집·분석하여 HR 의사결정을 지원하는 것에 초점을 맞춘다. 다음으로, **People Analytics**는 HR뿐 아니

22) Marr, B. (2018). *Data-driven HR: How to use analytics and metrics to drive performance*. Kogan Page Publishers.

23) Yoon, S. W. (2021). Explosion of people analytics, machine learning, and human resource technologies: Implications and applications for research. *Human Resource Development Quarterly*, 32(3), 243-250.

라 조직 전체의 사람 관련 데이터를 포괄하는 개념으로, 조직문화, 협업 네트워크, 리더십 효과, 직원 경험 등 HR 기능 외적인 요소까지 포함하여 사람 중심의 조직 의사결정을 지원한다. 마지막으로, **Workforce Analytics**는 “노동력(workforce)”을 단위로 한 데이터 분석으로, 주로 인력계획(Workforce Planning), 인력 수요·공급, 생산성, 비용 효율성 등 매크로 관점에서 노동력 최적화를 다루는 경우가 많다.

구분	HR Analytics	People Analytics	Workforce Analytics
관점	HR 기능 중심 (채용·보상 등)	사람 전체 경험·행동 중심	노동력 규모·구조 중심
범위	HRM 부서 내부 프로세스	HR+비HR (협업, 조직문화 등)	인력 계획 및 운영, 비용·효율성
주요 데이터	HRIS, 성과평가, 이직률	이메일, 협업툴, 설문, SNS, 네트워크 분석	인력 수급 데이터, 근태, 생산성
주요 활용	성과 향상, 이직 예측, 공정한 채용	직원 몰입도, 리더십, 팀 다이내믹스	인력 배치 최적화, 비용 절감, 장기 전략
적용 맥락	HR 부서 운영 효율성 강화	조직 전반의 전략적 의사결정 지원	조직 차원의 인력 전략·정책 설계



● 데이터 기반 인적자원관리의 핵심원칙²⁴⁾

데이터 기반 인적자원관리의 효과적인 실행을 위해서는 아래의 5가지 핵심원칙이 준수되어야 한다.

① 전략적 연계성 (Strategic Alignment)

모든 활동은 경영 전략, 조직의 목표와 분리되지 않고 긴밀히 연계되어야 하며, 조직의 장기적 성장과 경쟁력에 기여하도록 설계되어야 함.

② 객관성 및 공정성 (Objectivity & Fairness)

의사결정 과정에서 주관적 평가나 무의식적 편견을 배제하고, 객관적 데이터와 표준화된 평가 기준을 토대로 운영되어야 함.

③ 예측적 통찰 (Predictive Insight)

단순 현상 분석을 넘어 인재 이탈, 성과 예측, 리더십 개발 등 미래의 위험요인과 기회를 사전에 식별하고 관리하는 것이 중요함.

④ 개인화 및 경험 (Personalization & Employee Experience)

데이터 및 분석 역량을 활용하여 각 구성원의 역량, 희망, 상황에 맞게 복지, 경력개발, 교육 프로그램 등을 맞춤 제공함으로써, 우수인재 유치 및 조직 몰입도를 높여야 함.

⑤ 운영 효율화 및 자동화 (Operational Efficiency & Automation)

반복적·행정적 HR 업무의 자동화를 통해 업무 효율과 속도를 높이고, HR 담당자들은 창의적·전략적 활동에 집중할 수 있도록 해야 함.

○ 데이터 기반 인적자원관리의 구성요소 및 발전단계²⁵⁾²⁶⁾

● 데이터 기반 인적자원관리의 필수 구성요소

데이터 기반 인적자원관리를 실행하기 위해서는 ‘데이터, 기술, 분석 역량’과 더불어 데이터 기반 HR 지원하는 ‘조직 문화’가 유기적으로 결합되어야 한다.

① 데이터 : 인구통계학적 정보, 평가 결과, 교육 이력, 근태 기록과 같은 정형 데

24) Marr, B. (2018). *Data-driven HR: How to use analytics and metrics to drive performance*. Kogan Page.

25) Deloitte (2023). *People Analytics: 10th Global Human Capital Trends*. Deloitte Insights.

26) SHRM. (2020). *Creating a Data-Driven Culture in HR*. SHRM Research.

이터뿐만 아니라, 면담 기록, 동료 피드백, 조직 내 소통 패턴과 같은 비정형 데이터를 포함하는 모든 인적자원 관련 정보가 분석의 원재료가 됨.

- ② **기술** : 인공지능, 머신러닝, 데이터 시각화 등 방대한 데이터를 효율적으로 처리하고 의미 있는 패턴을 발견하기 위한 기술적 도구를 의미함.
- ③ **분석 역량** : 올바른 질문을 바탕으로 데이터를 분석하고, 그것을 정책·전략으로 전환할 수 있는 HR 전문성 및 데이터 분석 전문성이 필요함.
- ④ **조직 문화** : 위의 세 가지 요소와 더불어 조직의 리더십 및 구성원들이 직관보다 데이터를 신뢰하고, 데이터 기반의 실험과 의사결정을 장려하며, 데이터 활용 과정에서 발생할 수 있는 오류를 용인하는 조직 문화가 뒷받침되어야 함.

• 데이터 기반 인적자원관리의 발전단계

데이터 기반 인적자원관리는 초기 기술적 분석에서 진단적, 예측적, 처방적 분석으로 발전하였으며, 최근에는 인지·AI 기반 분석으로 발전 및 확장되고 있다.

단계/명칭	활용 목적	핵심 질문	주요 내용
① 기술적 분석 (Descriptive Analytics)	HR 현황 파악 및 기본 보고	무엇이 일어났는가?	과거 데이터 집계·보고 (이직률, 결근일수, 교육 참여 인원 등)
② 진단적 분석 (Diagnostic Analytics)	원인 규명과 개선 영역 도출	왜 일어났는가?	특정 현상의 원인 분석 (부서별 이직률, 성과 저하 원인 등)
③ 예측적 분석 (Predictive Analytics)	선제적 인재 관리 및 위험 예방	무엇이 일어날 것인가?	머신러닝·통계모형 기반 미래 결과 예측 (이직 위험, 교육 효과 등)
④ 처방적 분석 (Prescriptive Analytics)	데이터 기반 정책 설계 및 전략 실행	무엇을 해야 하는가?	최적의 정책·대안 제시 (보상정책, 인력 배치 등)
⑤ 인지·AI 기반 분석 (Cognitive/AI-driven Analytics)	HR을 전략적 자산으로 전환	어떻게 자율적으로 의사결정을 지원할 것인가?	AI·NLP·GenAI 활용, 실시간·자율적 HR 의사결정 지원 (조직문화 분석, 피드백 자동화 등)

○ 데이터 기반 인적자원관리 국내·외 활용 사례

● 데이터 기반 인적자원관리의 글로벌 시장 규모²⁷⁾

글로벌 시장조사 업체에 따르면, 글로벌 HR Analytics 시장 규모는 2022년 29억 달러에서 2032년 99억 달러로 성장할 것으로 예상된다.



● 데이터 기반 인적자원관리의 글로벌 확산 및 활용 양상²⁸⁾

SHRM.org에서 실시한 설문에 따르면, 글로벌 HR 전문가 94%가 데이터 기반 인적자원관리가 HR의 수준 및 역할을 높이고 있다고 응답하였다. 또한, 인사담당 임원의 71%는 데이터 기반 인적자원관리가 조직 HR 전략의 필수라고 응답하였다.

설문에 응한 기업들이 데이터 기반 인적자원관리를 활용하는 분야로는 직원 유지/이직, 채용/면접/고용, 직원 몰입, 보상/복리후생/충보상, 성과관리 순으로 나타났다. 한편, 최근에는 직원의 인사 데이터뿐 아니라 고객과의 상호작용 데이터를 포함한 다양한 데이터를 AI 등 신기술을 접목해 분석하여 개인 및 조직 성과를 향상시키는 사례가 증가하고 있다.

27) market.us (2024), Market Research Report (<https://market.us/report/hr-analytics-market/>)

28) SHRM.org (2024) The Use of People Analytics in HR: Current State and Best Practices Moving Forward (<https://www.shrm.org/topics-tools/research/the-use-of-people-analytics-in-hr>)

HR 기능	비율	대 표 사 례
직원 유지 및 이직	82%	<ul style="list-style-type: none"> • 이직률이 높은 부서와 낮은 부서 식별 • 직무·연령·근속기간 등 요인으로 퇴사 가능성 높은 직원 예측
채용·면접 및 고용	71%	<ul style="list-style-type: none"> • 텍스트 스크래퍼로 지원서에서 요구 기술·자격 키워드 검색 • 사전 질문에 대한 답변을 점수화·비교하는 컴퓨터 기반 스크리닝 면접
직원 몰입	59%	<ul style="list-style-type: none"> • 전 직원 몰입도 설문으로 몰입 직원 비율 측정 • eNPS(0~10점)로 조직 추천 의향 평가
보상·복리후생 및 총보상	58%	<ul style="list-style-type: none"> • 자사 보상·복지 패키지를 경쟁사와 비교 • 급여(보상) 감사 수행
성과관리	58%	<ul style="list-style-type: none"> • 직원별 고객 서비스 이메일 응답 건수 추적 • 녹음된 고객 통화를 표준 스크립트와 대조·분석

• 국내 민간조직 데이터 기반 인적자원관리 활용 사례 및 양상²⁹⁾

우리나라에서 데이터 기반 인적자원관리가 활용되기 시작한 것은 2008년 SK그룹에서 임원급 리더 역량에 대한 체계적인 분석을 시작한 시점부터라 할 수 있다. SK그룹은 임원급 리더의 성장 지원 및 체계적 육성을 위해 최고경영진의 지시로 2004년부터 리더의 성격, 가치관, 리더십 역량, 성과 평가 결과 등의 데이터를 체계적으로 누적하였고, 2008년부터 이 데이터를 분석하여 시사점을 도출하는 활동을 시작하였다.

2015년 전후를 분기점으로 국내에서 데이터 기반 인적자원관리가 본격 확산되기 시작하였다. 그 양상은 크게 두 가지 방향으로 전개되었다.

① 전담 조직 설치를 통한 제도화 방향

여러 기업이 People Analytics 전담팀을 구성하였으며, 삼성경제연구

29) 김성준 (2020), 피플 어널리틱스(People Analytics), 학계와 실무의 만남, HRD Issue Paper, Vol.18(2020-4), 고려대학교 HRD정책연구소.

소·삼성전자·LG전자·카카오 등이 대표적 사례이다. 조직행동·산업/조직심리·통계를 전공한 석·박사급 인력을 배치하여 내부 인사데이터 분석을 통해 이직·성과·문화 등 핵심 이슈의 정량 인사이트를 도출한 바 있다.

삼성의 경우, 약 20년간 축적된 이력서·자기소개서를 DB화하고, 입사 이후 성과·경력 데이터를 추적하여 학습데이터를 구축하였다. 이를 바탕으로 자기소개서 텍스트 기반 성과 예측모델을 개발하였고, 2015년 말 대졸 공채 자기소개서 평가에 실제 활용하였다.

② 인사 담당자들의 데이터 분석 역량 함양을 위한 교육 실시

SK그룹은 2016년 국내 최초로 인사 담당자 대상 5일 교육 프로그램을 운영하여 데이터 마인드·기초통계·연구방법론·텍스트 분석 등을 교육하였다. 이를 통해 인사 담당자들의 데이터 분석 역량을 향상시켜 People analytics의 적용 및 적극적인 활용을 유도하였다.

이처럼 2010년 중반부터 4차 산업혁명 핵심기술인 인공지능, 빅데이터, 클라우드 등을 HR에도 적용하고자 하는 노력의 일환으로, 데이터 기반 인적자원관리가 SK, 삼성 등 선도적 기업에서 나타나기 시작하였으며, 특히, COVID-19 팬데믹에 따른 비대면 환경으로 인해 인공지능을 활용한 비대면 면접 등 데이터 기반 인적자원관리 철학에 기반한 HR 서비스들이 주요 기업 및 공공기관 등에 본격적으로 확산되기 시작하였다.

* 2022년 기준 국내 500대 기업 중 41.1%가 채용과정에 인공지능을 활용하는 것으로 나타났으며, 이 중 80%가 2020년 이후에 인공지능 채용을 도입한 것으로 확인됨³⁰⁾.

최근에는 신입사원 이직 증가, 생성형 AI 기술 발달에 따른 인력 수요 변화 등과 같은 인사 분야의 급격한 변화 속에서 데이터 기반 인적자원관리를 통해 인사관리의 효율성 및 효과성 향상을 달성할 뿐 아니라 인사

30) 권오성·남재욱·박수민·김유나(2023), 『채용분야 인공지능(AI) 활용실태 및 공정성 확보 방안 연구』, 한국산업인력공단.

관련 변화에 대한 예측 및 대응 필요성이 증가하고 있다³¹⁾.

- **국내 공공분야 데이터 기반 인적자원관리 활용 사례 및 양상³²⁾**

우리나라 공공부문에서 데이터 기반 인적자원관리는 민간 부문에 비해 상대적으로 초기 단계에 머물러 있다. 현재 대한민국 정부는 2000년부터 구축된 전자인사관리시스템 ‘e-사람’을 중심으로 AI, 빅데이터 등 최신기술을 접목한 데이터 분석 가능성을 모색하고 있다³³⁾.

과거 ‘e-사람’ 시스템은 71개 중앙행정기관의 약 45만여 명이 활용하며, 전자적 인사기록 관리 및 단순 신청·승인 업무와 단편적 통계 관리에 치중하는 인사기록시스템에 머물렀다. 그러나 최근에는 AI, 빅데이터 등 최신기술을 접목한 3세대 e-사람 시스템 구축을 검토하고, 데이터 기반의 의사결정을 지원하는 분석 시스템으로의 전환을 추진하고 있다. 현재 공공부문의 데이터 기반 인적자원관리 활용 양상은 다음과 같은 특징을 보인다.

- ① **중앙정부(인사혁신처) 주도의 거시적 현황 분석**

인사혁신처는 ‘e-사람’에 축적된 방대한 인사 데이터를 활용하고 있으나, 이는 빈도분석 등 단편적 인사통계 제공 수준에 머무르고 있다. 즉, 채용, 이직, 승진 현황 등을 거시적으로 파악하는 수준이다. 그러나 최근 “MZ세대 공직 유입” 등 인구구조 변화가 현안으로 대두됨에 따라, 3세대 시스템을 통해 정부의 인력구조 변화를 예측하는 시스템 도입하고 피플 애널리틱스(People Analytics) 활용을 추진하고 있다.

31) 이지은 (2024), 생성형 AI가 촉발한 HR 혁명, HRD Issue Paper, Vol.33, 고려대학교 HRD정책연구소.

32) 인사혁신처 (2024), 「디지털 전환시대 AI, 빅데이터 기반 정부 전자인사관리 시스템 구축 방안 연구」 보고서

33) 인사혁신처 - 전자인사관리 시스템 안내
<https://www.mpm.go.kr/mpm/info/infoEsaram/introEsaram/>

② 기술적·제도적 한계로 인한 제한적 활용

민간 부문과 달리 공공부문은 AI 기술의 즉각적인 도입에 명확한 한계를 가진다. 공공부문은 시험을 통한 대규모 공채를 시행하고 있기 때문에 민간 기업의 다양한 채용 데이터 수집 및 활용을 적용하는 것에 한계가 있다. 또한 현재 ‘e-사람’은 임용·급여·성과·복무관리 중심으로 구축되어 있으며, 채용 및 교육훈련의 경우 e-사람과 별개의 시스템으로 운영되고 있어 데이터 연계에도 어려움이 있다.

이처럼 공공부문은 최근 신입 공무원 이직 증가와 인구구조 변화 등 당면한 위기에 대응하는 과정에서 데이터 기반 인적자원관리의 필요성을 인식하고 있다. 다만, 앞서 언급된 법적·제도적 제약과 더불어, ‘e-사람’ 시스템에서 추출한 데이터를 엑셀로 관리·활용해야 하는 단계에 머물러 있는 기술적 한계, 그리고 과거 관행, 경험, 직관에 의존한 인사·조직 관리 문화가 데이터의 실질적 활용을 저해하는 핵심 한계로 작용하고 있다. 최근에는 이러한 한계를 극복하고 데이터 기반의 과학적이고 공정한 인사 행정을 구현하려는 정책적 필요성이 꾸준히 증가하고 있다.

2. 외국군의 데이터 기반 인적자원관리 체계 분석

○ 미 육군³⁴⁾³⁵⁾³⁶⁾

• 운영 개념

미 육군은 ‘People First’라는 철학 아래 개인의 지식·기술·행동(Knowledge, Skills, and Behaviors)을 정밀하게 파악·관리하여 인사관리를 최적화하는 데이터 기반 인재관리체계를 구축하여 운영 중이다.

• 체계 구성

현재 미 육군의 데이터 기반 인재관리체계는 ASVAB, ATAF, IPPS-A, ATAP이라는 네 개의 하위 시스템이 상호 긴밀히 연결되어 운영되고 있다. 첫째, ASVAB(Armed Services Vocational Aptitude Battery)는 수학·언어·기계·전자 등 9개 영역을 측정하는 다중 적성 검사로서, 대상자의 현재 수준 및 학습 잠재력까지 평가한다. 이는 AFQT(Armed Forces Qualification Test)와 개별 적성에 해당하는 라인 스코어(GT, ST, EL, CO 등)를 산출하여 최초 병과(MOS; Military Occupational Specialty) 배정 및 이후 KSBs 잠재력의 정량 지표로 활용된다. 또한, 표준화된 절차를 통해 개별 구성원의 복무 시작 시점에 ‘최초의 인사 데이터’를 형성한다.

둘째, ATAF(Army Talent Attribute Framework)는 KSBs를 인지·소통·기질·신체 4영역으로 표준화한 프레임워크로, 현재 기준 194개의 KSBs로 구성된다. 이는 개인의 ASVAB 점수, 경력, 자격, 선호 등의 데이터를 통합할 수 있는 기초를 제공하며, 이를 통해 각급 부대의 KSBs 기반 수요와 개인의 KSBs 강점을 매칭할 수 있도록 지원한다.

34) Army Talent official website (<https://talent.army.mil/>)

35) ASVAB official website (<https://www.officialasvab.com/>)

36) IPPS-A official website (<https://ipps-a.army.mil/>)

〈그림 7〉 23년 기준 미 육군의 ATAF 요소 목록37)



셋째, IPPS-A/STP(Integrated Personnel and Pay System-Army/Soldier Talent Profile)는 전군의 인사 및 급여 통합 체계와 개인별 디지털 인재 프로파일(Soldier Talent Profile)이다. 이 시스템은 교육·자격증·언어·성과·경험·준비태세 등 수백 항목을 종단 관리하며, 개인 주도의 셀프 업데이트와 조직의 내용 검증을 기반으로 운영된다.

넷째, ATAP(Army Talent Alignment Process)는 부대의 KSBs 수요와 개인의 STP 및 선호를 투명하고 설명가능하게 매칭하는 배치 시스템이다. 이는 기존의 불투명한 배치에서 데이터에 입각한 수요-공급 매칭 기반 배치로 전환한다.

이러한 시스템들의 관계를 종합하면, ASVAB는 개별 구성원의 기초 적성에 대한 최초의 객관적 데이터 지표를 생성하고, ATAF는 적성·경험·자격을 KSBs의 기반의 공통 언어로 표준화 시킨다. 또한, IPPS-A/STP는 개인의 학습·경험·성과를 종단적으로 축적하며, ATAP는 부대의 KSBs 수요와 개인의 KSBs 수준을 고려해 투명하게 인력을 매칭 및 배치할 수 있

37) Royston, R. P., & Glerum, D. R. (2023). Army Talent Attribute Framework: FY23 Annual Update.

는 틀을 제공한다. 모든 데이터는 ATAF 기반 KSBs와 경력 및 성과로 STP에 갱신된다.

○ 영국군³⁸⁾³⁹⁾⁴⁰⁾

● 운용 개념

영국군은 2021년부터 ‘Future Soldier’와 ‘Defence Data Strategy’를 축으로, 개별 구성원의 역량·자격·경험·가치 등을 정밀하게 파악해 인사관리를 최적화하는 데이터 기반 인재관리체계를 구축하여 운영 중이다.

● 체계 구성

영국군의 데이터 기반 인재관리체계는 BARB/ACT, ATF·LCF, JPA, CASTLE이라는 네 개의 하위 시스템이 중심으로 운영 중이다. 첫째, BARB/ACT(British Army Recruit Battery / Army Cognitive Test)는 인지 영역(추론·문자 확인·수량 판단·공간 회전 등)을 측정하는 컴퓨터 기반 적성검사이다. 이 검사는 GTI(General Trainability Index)를 산출하여 대상자의 초기 직책 적격성과 학습 잠재력을 평가한다. 또한, GTI는 복무 시작 시점의 최초 인사 데이터로 디지털 인사기록에 저장되어 이후 배치·훈련 의사결정의 기준으로 활용된다.

둘째, ATF/LCF(Army Talent Framework / Leader Competency Framework)는 직무·기술·자격을 표준화한 ATF와 리더 요구를 인성·지식·행동 축으로 구조화한 LCF로 구성된 이중 프레임워크이다. 이 프레임워크는 개인의 역량·경험·자격·가치와 조직 수요를 일관성 있게 공통 언어로 매핑하며, 연례평정·진급·리더개발의 기준으로 활용된다.

셋째, JPA(Joint Personnel Administration)는 전군(육·해·공군) 통합

38) UK Ministry of Defence. (2021). Data Strategy for Defence.

(<https://www.gov.uk/government/publications/data-strategy-for-defence>)

39) UK Ministry of Defence. (2021, September 26). Data strategy for Defence.

(<https://www.gov.uk/government/publications/data-strategy-for-defence/data-strategy-for-defence>)

40) techUK. (2021). Data Strategy for Defence - techUK Summary.

(<https://www.techuk.org/resource/data-strategy-for-defence-techuk-summary.html>)

인사·급여·경력 관리 기록 체계로서, 인사기본·급여·경력·평정·역량 데이터를 저장 및 관리한다. 또한, ATF/LCF 및 CASTLE과의 정보 연계를 통해 데이터를 저장, 검증하고 업데이트하는 허브로 기능한다.

마지막으로, CASTLE(Career Management Portal)는 전군의 직책을 공개 및 조회할 수 있도록 하는 배치 및 경력관리 포털이다. 사이트에 공개된 직책에 대하여 개별 구성원들은 자격요건을 확인하고, 개인의 선호 및 자격요건 관련 근거를 제시할 수 있도록 한다. 이를 통해 투명하고 설명가능한 부대 배치를 지원하며, 중앙지시식 배치에서 데이터 기반 수요-공급 매칭으로 전환하는 기반을 제공한다.

이러한 시스템들의 관계를 요약하면, BARB/ACT는 개별 구성원의 기초 적성에 대한 최초의 객관적 데이터를 생성하고, ATF/LCF는 적성·경험·자격을 표준화된 역량 지표로 전환시킨다. JPA는 개인의 학습·경험·성과·평정 데이터를 단일 기록 체계로 종단적으로 축적·검증하며, CASTLE은 조직의 역량 수요와 개인의 역량·선호를 고려해 투명하게 인력을 매칭·배치할 수 있는 틀을 제공한다. 결과적으로 모든 데이터는 ATF·LCF 기반 역량 언어로 정합화되어 JPA에 갱신 및 축적된다.

○ 캐나다군⁴¹⁾

• 운용 개념

캐나다군은 과학적인 역량 기반 인사운영을 달성하기 위해 개인의 자질, 역량, 몰입(commitment)을 파악하고 관리하여, 인사관리를 최적화하는 논리적이고 일관성 있는 데이터 기반 인재관리체계를 운영 중이다. 이 체계는 인력을 유치, 유지 및 개발하여 조직의 현재 및 미래 요구 사항을 충족하는 데 필요한 역량을 확보하는 데 중점을 두고 있다.

41) 캐나다군 인사규정

- 05/22: Chief of Military Personnel Policy Management Framework.
- 01/23: Performance and Competency Evaluation (PACE)
- 04/24: Talent Management and Succession Planing.
- 01/25: Evidence-Based Character Assessments for Promotion and Appoint Purposes.

(<https://www.canada.ca/en/department-national-defence/corporate/policies-standards/canadian-forces-military-personnel-instructions.html>)

● 체계 구성

캐나다군의 데이터 기반 인재관리체계는 CFAT, CAF-CD, Guardian, PaCE라는 네 개의 하위 시스템이 상호 긴밀히 연결되어 있다. 먼저, CFAT(Canadian Forces Aptitude Test)는 언어·공간·문제해결 3개 영역을 측정하는 심리측정 적성검사로서, 단순 합격/불합격이 아닌 병과 적합성 판단에 활용된다. 높은 점수일수록 경력 선택권이 확대되며, 복무 시작 시점의 ‘최초의 인사 데이터’로서 초기 분류·배치의 객관적인 기준을 형성한다.

둘째, CAF-CD (CAF Competency Dictionary)는 리더 개발 프레임워크(LDF)를 통합한 개념적 조직 프레임워크이자 과학기반 역량 사전이다. 이는 다섯 가지 메타역량(전문성, 인지 역량, 사회 역량, 변화 역량, 직업 이데올로기)을 중심으로 구성되며, 계급별 행동지표(BIs)를 통해 역량 수준을 평가한다. LDF는 주니어(DP-1, DP-2), 중급(DP-3), 고급(DP-4), 시니어(DP-5)의 네 단계 개발 기간(DP)에 맞춰 다루어진다. 이 사전은 성과평가, 전문성 개발, 진급 등 인사관리의 공통 기준으로 기능하여 전군 차원의 일관성·공정성을 확보한다.

셋째, Guardian (Personnel System of Record)은 전군 통합 인사 기록·급여·경력 관리 기록 체계로, 계급·직위·병과, 역량·자격·훈련, 체력·의무등급·복지 등 종합 데이터를 관리한다. Guardian은 모든 개별 직위의 요건 정보와 지휘 계통을 포함하고 있다. 또한, PRV(Personnel Readiness Verification) 보고를 통해 구성원의 파병 가능 여부 등 준비태세를 지휘관에게 실시간 제공한다.

마지막으로, PaCE (Performance and Competency Evaluation)는 LDF를 기반으로 한 역량 기반 디지털 성과·역량 평가 시스템이다. 이는 직무기술서(JD), 개인포부프로필(MAP), 피드백노트(FNs), 최종평가보고서(PAR)의 네 가지 주요 구성요소를 통해 연중 지속적인 피드백 및 개발 프로세스를 지원한다. JD는 개별 직무에 대하여 평가 기준이 되는 임무와 책임을 명시하고, MAP는 구성원이 희망하는 경력 목표와 전문성 개발 희망 사항을 상부에 제공한다. FNs는 긍정적 또는 부정적 행동을 포함한 전반적인 성과에 대한 관찰 기록이나 사실을 종합하며, 이를 바탕으로 개인

별 코칭을 위한 피드백 세션이 분기별로 진행된다. PAR은 CAF-CD 행동 지표(BIs)를 기준으로 계급별 역량을 평가하며, 성과 및 진급 잠재력 (potential)을 평가하여 데이터 기반으로 평가-개발-진급의 일관성있는 실행을 지원한다.

CFAT는 개별 구성원의 기초 적성에 대한 최초의 객관적 데이터 지표를 생성하고, CAF-CD는 적성·경험·자격을 LDF 기반의 표준화된 역량 언어로 데이터화 한다. Guardian은 개인의 학습·경험·성과·준비태세 데이터를 단일 기록 체계로 종단 추적·검증하며, PaCE는 조직의 역량 수요와 개인의 역량 수준을 행동지표 기반으로 측정·환류하여 개발·진급 의사결정의 근거를 제공한다. 특히, PaCE는 잠재력에 대해 4가지 등급(Lateral, Emergent, Prepared, Advanced)의 결과를 제공하여 진급 결정 및 개발 기회를 안내한다. 더 나아가 대령급 이상 고위 계급 진급 및 보직에는 심리측정평가(Psychometric Assessments) 및 확인평가(Confirmatory Assessments)와 같은 객관적인 도구를 활용하여 개인의 인성 및 인품을 포함한 잠재력을 종합적으로 평가한다.

○ 외국군의 데이터 기반 인적자원관리 종합 분석

● 국가별 주요 인사관리 시스템

데이터 기반 인적자원관리를 실행하는 3개 국가 모두 최초 적성검사, 표준화된 역량 프레임워크, 통합된 인사관리 시스템, 과학적이고 객관적인 배치 및 평가 체계를 갖추고 있다.

구분	미 육군	영국군	캐나다군
최초 적성검사	ASVAB	BARB/ACT	CFAT
역량 프레임워크	ATAF	ATF/LCF	CAF-CD
인사관리 시스템	IPPS-A/STP	JPA	Guardian
배치/평가	ATAP	CASTLE	PaCE

● 외국군 데이터 기반 인적자원관리의 공통점 및 시사점

앞서 이와 같은 외국군의 데이터 기반 인적자원관리의 공통점과 이에 따른 시사점은 아래와 같다.

첫째, 최초 적성검사를 통한 객관적 지표 확보이다. 이는 입대 단계에서 과학적으로 개발된 적성검사를 통해 개인의 역량 및 잠재력을 포함한 최초의 인사 데이터를 생성하는 것이다. 이를 위해 군 복무 및 직무수행과 관련된 역량들을 객관적으로 측정할 수 있는 과학적 적성검사 체계의 구축이 선행되어야 하며, 개별 특기 및 직무별 적정 역량 점수를 대응시킬 수 있어야 한다.

둘째, 역량 표준화이다. 표준화된 역량 프레임워크를 활용하여 직무 및 리더십에 필요한 자질, 지식, 기술, 행동 등을 체계적으로 인사 데이터로 변환한다. 이를 위해서는 병사가 수행하는 전 직무를 포괄할 수 있는 역량 프레임워크를 개발하고, 개별 직무에 대한 분석을 바탕으로 직무기술서 및 명세서에 필요한 역량 수치가 제공될 수 있어야 한다.

셋째, 통합된 데이터 관리 시스템 운영이다. 전군 통합 인사 데이터 기록 및 관리시스템을 운영하여 인사 관련 데이터가 지속적으로 축적 및 검증되도록 한다. 따라서 분산된 인사데이터를 단일 시스템으로 통합할 수 있는 데이터 표준이 정립되어야 하며, 핵심지표는 실시간 업데이트할 수 있는 체계가 요망된다.

넷째, 디지털 기반 배치 및 평가이다. 수요-공급 기반의 시장형 배치, 행동 지표 기반의 객관적 평가 등을 통해 인사 관련 의사결정의 설명가능성과 공정성을 강화한다. 이를 위해 수요-공급 기반의 시장형 배치에 대한 파일럿 테스트, 데이터 기반 평가체계 시범 적용 등을 통해 디지털 기반 배치 및 평가의 실행 가능성 및 적용 효과를 검토한다.

다섯째, 인사 기록의 연계 및 환류이다. 선발-배치-교육-평가 등의 인사 데이터가 상호 연결되고, 지속적으로 기록 및 유지되며, 인사 관련 의사결정, 제도, 정책 개선에 환류된다. 이를 실현하기 위해 개인 인사데이터에 대한 상시 갱신, 검증, 공개를 점진적으로 확대하고, 공개가능한 인사데이터를 대시보드화(化)하며, 데이터 기반 제도 및 정책 개선을 추진하여

실효성을 검증한다.

구 분	핵심 내용	시사점 / 우선 과제
① 최초 적성검사 통한 객관적 지표 확보	<ul style="list-style-type: none"> • 입대 시 과학적으로 개발된 적성검사 실시 • 최초 인사 데이터 생성 (개인역량·잠재력 포함) 	<ul style="list-style-type: none"> • 과학적 적성검사 체계 선행 구축 (군 복무·직무 관련 역량 객관 측정) • 특기 및 직무별 적정 역량 대응 체계 마련
② 역량 표준화	<ul style="list-style-type: none"> • 표준화된 역량 프레임 워크로 직무·리더십 자질·지식·기술·행동 체계화 	<ul style="list-style-type: none"> • 전 직무 포괄 역량 프레임워크 개발 • 직무기술서(JD) 및 필요 역량 표준 정립
③ 통합된 데이터 관리 시스템 운영	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터 통합 기록·관리 시스템을 활용해 인사데이터 지속 추적·검증 	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터 표준 수립 • 분산 DB 단일 시스템으로 통합 • 핵심지표 실시간 업데이트 체계 구축
④ 디지털 기반 배치 및 평가	<ul style="list-style-type: none"> • 수요-공급 기반 시장형 배치, 행동지표 기반 평가 적용을 통해 설명가능성·공정성 강화 	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터 기반 배치 및 평가 시범 적용을 통한 실행 가능성 및 효과 검증 후 단계적 확산
⑤ 인사 기록의 연계 및 환류	<ul style="list-style-type: none"> • 인사 데이터 상호 연계·지속 기록 • 의사결정·제도·정책 개선 환류 	<ul style="list-style-type: none"> • 상시 갱신·검증·공개한 인사기록 범위 점진적으로 확대 • 인사 대시보드 추진 • 데이터 기반 제도·정책 개선 실시 후 성과 검증

3. 데이터 기반 병 인적자원관리 프레임워크

○ 데이터 기반 병 인적자원관리의 필요성

미래 국방환경의 복합적 위협과 내부의 구조적 한계를 극복하고, ‘AI 과학기술 강군’이라는 국방혁신 목표를 달성하기 위해 데이터 기반 병사 인적자원관리로의 전환은 더 이상 선택이 아닌 필수과제이다. 지금까지의 논의를 종합한 핵심 필요성은 아래와 같다.

① 인구절벽 위기 극복 및 전투력 극대화

인구절벽에 따른 가용병력의 급감이라는 구조적 한계를 극복하기 위해서는 제한된 인적자원을 적재적소에 배치하고 개인의 잠재력이 최대로 발휘될 수 있도록 함으로써 전투 효율을 극대화해야 한다. 데이터 기반의 과학적 관리는 이를 달성하는 핵심 수단이다.

② 인사관리의 공정성 및 투명성 확보

언론 보도와 전문가 자문에서 공통으로 지적된 바와 같이, 자의적이고 불투명한 인사관리는 병사들의 사기를 저하하고 군에 대한 국민적 불신을 야기한다. 데이터에 기반한 투명하고 설명가능한 인사 의사결정은 시스템의 공정성과 신뢰를 회복하는 선결 조건이다.

③ 과학기술 강군에 부합하는 핵심 인재 양성

미래 전장은 유·무인 복합체계를 운용하고 방대한 데이터를 처리하는 첨단 기술 역량을 요구한다. 기존의 획일적 인재개발 및 운영 방식으로는 이러한 역량을 갖춘 인재를 체계적으로 양성할 수 없으며, 역량 중심의 선발·교육·관리가 필수적이다.

④ 병사의 성장 욕구 충족 및 복무 동기 강화

잘파(Z+alpha)세대 병사들의 가치관 변화에 부응하고 ‘경력 단절’이라는 인식을 해소하기 위해서는 군 복무기간 동안 개인의 성장 경험을 제공할 수 있어야 한다. 데이터 기반의 맞춤형 역량 개발 및 경력 관리는 병사들의 내재적 동기를 강화하고 자발적 몰입을 유도할 수 있다.

㉔ 군 복무의 국가적 가치 재정의

군을 국가 차원의 ‘인재 육성 플랫폼’으로 전환하여 군 복무를 통해 습득한 역량이 전역 후 국가경쟁력 강화에 기여하는 선순환 구조를 구축해야 한다. 이는 군의 위상을 높이고 병역의무의 가치를 재정립하는 기회를 제공할 것이다.

○ 데이터 기반 병 인적자원관리 구현을 위한 10대 고려사항

과학기술강군에 부합한 데이터 기반 병 인적자원관리를 구현하기 위해서는 데이터 기반 인적자원관리에 대한 이해를 바탕으로 거시적 수준과 미시적 수준을 아우르는 다초점적인 관점에서 아래의 요소들을 종합적으로 고려해야 한다.

- ① **전략적 정합성** : 모든 인사관리 제도는 ‘과학기술 강군’이라는 국방 전략과 명확히 연계되어야 함.
- ② **개인-직무 적합성 극대화** : 개인 역량, 적성, 잠재력을 과학적으로 분석하여 최적의 직무에 배치하는 것을 최우선 원칙으로 해야 함.
- ③ **역량 표준화 및 데이터화** : 미래 병사에게 필요한 역량을 명확히 정의하고, 이를 측정·관리할 수 있는 표준화된 프레임워크를 구축해야 함.
- ④ **쏠 주기 데이터 통합 관리** : 모집·선발 시부터 전역 후 예비군 기간에 이르기까지 병사의 모든 경험과 성과 데이터를 단일 시스템으로 통합하여 종단적으로 관리해야 함.
- ⑤ **공정성 및 설명가능성** : 배치, 평가, 보상 등 인사 의사결정의 기준·과정·결과를 투명하게 공개하여 이해관계자들의 신뢰를 확보할 수 있어야 함.
- ⑥ **개인의 성장 및 동기부여** : 자기결정성 이론에 기반하여 자율성, 유능감, 관계성 욕구를 충족시키고, 군 복무가 개인의 성장 기회를 제공할 수 있도록 설계되어야 함.
- ⑦ **통합적 시스템 접근** : 개별 제도들은 전체가 일관성을 가진 하나의 묶음

(bundle)으로써 제도 상호간 효과성을 강화하고 시너지를 창출하도록 설계되어야 함.

- ⑧ **유연성 및 개인화** : 획일적인 관리에서 벗어나, 직무 특성과 개인의 필요에 따라 복무 경로, 교육, 보상을 유연하게 적용할 수 있는 맞춤형 인사 제도를 지향해야 함.
- ⑨ **군-사회 경력 연계** : 군 복무를 통해 습득한 역량과 경험이 학점, 자격증, 민간 경력으로 원활히 연결되는 제도적 장치를 마련되어야 함.
- ⑩ **지속적 검증 및 환류** : 모든 인사 정책과 제도의 효과를 데이터로 검증하고, 그 결과를 바탕으로 시스템을 지속적으로 개선하는 환류 체계를 구축해야 함.

○ 과학기술 강군에 부합한 데이터 기반 미래 병사 인적자원관리 종합 모형

본 모형은 병사의 입대 이전-복무-전역 이후 전 주기에 걸쳐 생성되는 모든 데이터를 통합·분석·활용하여, 선발-배치-교육-평가-보상-경험-복지-경력개발을 하나의 연결된 가치사슬(value chain)로 최적화하는 인적자원관리 체계이다. 각 단계는 단독으로 작동하지 않고 표준화된 데이터 프레임워크 및 인터페이스를 통해 상호 연동된다. 또한, 앞 단계의 입력값(선발 지표·배치 변수)이 다음 단계의 출력값(성과·보상·경력)에 적용되며, 다시 다음 단계의 출력값이 앞 단계의 알고리즘과 제도 설계에 환류(feedback) 되도록 설계되어야 한다.

데이터 기반 인적자원관리의 7개 하위요소(모집·선발, 분류·배치, 교육·훈련, 성과관리·보상, 복무경험·복지, 전역·경력개발, 데이터 인프라)는 공유 데이터 모델과 거버넌스를 기반으로 동작한다. 이를 통해 5대 핵심목표를 달성하고, 궁극적으로 “데이터 기반·공정·고성과 병 인사관리체계 구축”이라는 비전 실현에 기여한다. 미래 인재상 및 미래 병사의 핵심역량은 이 전 주기 시스템의 역량 프레임워크 수립에 있어 최상위 준거로 작용한다. 이 프레임워크는 첨단 기술 핵심역량과 인간 고유 핵심역량을 지식, 기술, 행동지표(KSBs)와 숙련수준(Levels)으로 세분화한다. 이렇게 세분화된 지

표는 선발(평가 항목)-배치(역할 요건)-교육(모듈 설계)-평가(성과척도)-보상(차등계수)-경력(자격 매핑)의 기준으로 일관되게 적용되어, 각 단계의 제도 설계·실행·환류에서 동일 언어로 활용된다.

공정성과 고성과 구현을 위해 데이터는 인적자원관리의 품질을 결정하는 핵심 자산으로 취급된다. 이를 위해 전 주기 통합 데이터 레이크와 표준 메타데이터 체계, 품질관리와 접근권한 관리, 그리고 설명가능 인공지능(XAI)과 감사 가능한 결정 로그 등을 갖춘 데이터 기반 인프라가 구축된다. 이 인프라는 각 하위요소의 핵심 프로세스를 지원·자동화하며, 요소 간 상호 피드백 루프(예: 배치→교육 커리큘럼 자동 매핑, 교육 성과→평가·보상 자동 반영, 평가 결과→선발·배치 알고리즘 재학습)를 촉진한다. 이를 통하여 인사관리 시스템의 효율성과 효과성을 지속적으로 고도화한다.

결과적으로 과학기술 강군의 핵심 전투력 창출과 함께, 전역 이후 민간 영역까지 이어지는 국가 인재개발 플랫폼으로 기능할 수 있는 데이터 생태계가 마련된다. 7개 하위요소는 데이터 인프라 위에서 선발-배치-학습-성과-보상-경험-경력의 순환 루프를 형성한다. 이 루프는 개인 차원의 성장곡선과 조직 차원의 전투력 곡선을 동시에 상승시키는 메커니즘으로 작동한다. 각 사이클이 반복될수록 모델의 예측력과 제도의 정합성은 개선되고, 동기·공정성·숙련도는 누적 상승하여 고성과 인적자원관리 시스템이 자가 강화 방식으로 완성된다.

단, 이와 같은 체계는 한 번의 제도 개편을 통해 완성되는 것이 아니라, 데이터-제도-문화가 결합 되어 지속적으로 개선 및 보완되며 각 루프의 결과가 다음 루프의 입력을 정교화 및 고도화될 때 안정적으로 정착될 수 있다.

* 표준 환류 시나리오 (예)

선발 데이터 수집 (적성·역량 프로파일)

→ 맞춤형 특기 부여 및 부대 배치 (XAI 배치 사유서 생성)

→ 개인 맞춤형 교육 실행 (LVC·시뮬레이터 과제)

→ 성과 평가 및 보상 적용 (다면평가+객관지표, 직무가치 연동 수당)

→ 경력개발·예비전력 DB 구축 (자격·학점 매핑, 전략기술 예비군 편성)

→ 선발·배치 기준 고도화에 환류 (모형 재학습·정책 검증 결과 반영)

앞의 설명을 구체화한 요소별 주요 내용 및 수직·수평적 연계성은 아래와 같다.

① 모집 및 선발

- 한국형 군 적성검사 및 AI·빅데이터를 활용해 개인의 역량·적성·잠재력을 과학적으로 측정하고 맞춤형 주특기를 제안
- 입대 초기부터 높은 개인-직무 적합성을 바탕으로 전투력 발휘 시간을 단축하고, 데이터 기반의 특기 부여로 인사관리의 공정성을 제안하며, AI·사이버·드론 등 핵심 기술인재를 조기에 식별하는 역할을 함.
- 특히, 디지털 리터러시, MUM-T 운용 잠재력 등 미래 역량을 측정 가능한 지표로 전환하여 미래 인재상에 부합한 정도를 확인하고 이를 교육훈련, 성과평가, 보상 등에 환류함.

* 적용 예 : 선발 점수 및 프로파일을 배치 알고리즘에 활용, 개인 별 맞춤형 학습을 위한 처방 생성, 복무 후 성과 데이터를 선발모형 재 학습에 환류

② 분류 및 배치

- 설명가능 인공지능(XAI)을 활용해 선발·교육·선호·부대 소요 데이터를 통합 분석하고, 팀 단위(MUM-T)까지 고려한 최적의 보직·부대 배치를 수행함.
- 초기 3개월 적소 검증과 교정 제도를 통해 배치 타당성을 지속 점검하며, 투명한 기준 공개로 절차적 공정성과 전투 효율성을 동시에 제고함.
- 인간-기계 협업을 전제로 역할·권한·피드백 루프를 설계하여 협업·윤리 판단 등 미래 핵심역량이 발휘되도록 지원함.

* 적용 예 : XAI 배치 사유서 자동 생성·공개, 팀 성과로 배치 알고리즘 재학습, 배치-훈련 커리큘럼 자동 매핑

③ 교육 및 훈련

- 디지털·신영역 리터러시와 LVC/시뮬레이터 기반 실전형 훈련을 개인

화 학습 경로로 운영하여 숙련 곡선을 가속화.

- AI·사이버·우주 등 첨단 분야 중심의 모듈화 커리큘럼을 통해 ‘첨단 인재 파이프라인’을 체계적으로 양성하고 민간 학점·자격과 연계함.
- 시나리오·레드팀·관찰학습을 결합해 문제해결·비판적 사고·창의성을 강화하고, 팀 기반 훈련으로 협업 역량을 고도화함.

* 적용 예 : 보직별 역량 격차 분석 → 개인 맞춤 교육훈련 처방, 훈련 성적·이수내역을 성과평가 지표에 자동 반영, 민간 자격 연계 발급

④ 성과관리 및 보상

- 다면평가(지휘관·동료·자기)와 객관지표(훈련·임무·안전)를 결합한 성과관리로 편향을 최소화하고 정기 피드백을 제도화.
- 복무환경, 직무가치(난이도·숙련도·위험도), 개인 및 부대 성과 등을 반영한 차등 보상으로 동기를 강화하며, 학점·자격·프로젝트 인증 등 비금전 보상도 병행함.
- 평가 로직과 결과를 투명하게 공개하여 수용성을 높이고, 우수 인력의 핵심보직 순환·전문 경력경로 설계 근거로 활용함.

* 적용 예 : 성과 대시보드 제공, 기술·임무 난이도 계수와 연동한 수당 자동 산정, 우수자 우선 교육·보직·진로 혜택 부여

⑤ 복무경험 및 복지

- 휴가·상벌·보직 등 인사 운영을 실시간 대시보드로 투명화하고, 차별 예방·갈등 중재 시스템을 제도화하여 심리적 안전과 신뢰를 확보함.
- 스마트 병영 IoT(환경·식단·안전)로 생활 여건을 데이터 기반으로 관리·개선하여 가용 전력과 몰입도를 높임.
- 자기결정성(자율성·유능감·관계성)을 충족하는 프로그램으로 조직문화의 포용성과 공정성을 강화함.

* 적용 예 : 생활지표(수면·온습도·소음) 기반 복무환경 관리, 사건·상벌 처리 이력 익명 관리, 포용 리더십·동료 코칭 운영

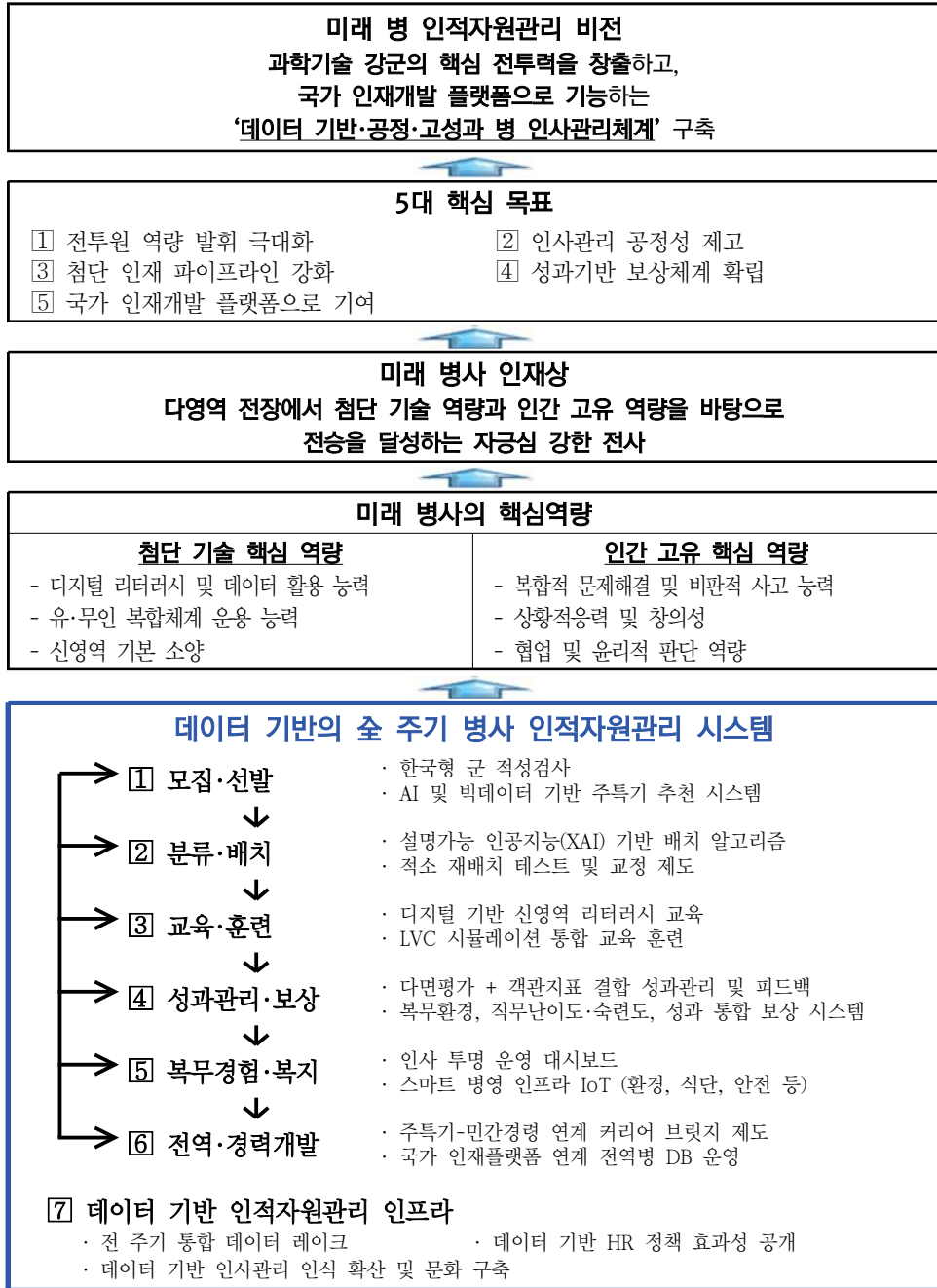
⑥ 전역 및 경력개발

- 주특기 - 민간 경력·자격·학점 연계를 표준화한 ‘커리어 브리지’로 군 경력의 사회 전이성을 극대화시킴.
 - 전역 전 맞춤형 진로 상담·멘토링을 의무화하고, 국가 인재플랫폼과 연계된 전역병 DB로 취·창업을 지원함.
 - 전략기술 예비전력으로 환류하는 경로를 설계하여 군 - 민간 - 예비군의 선순환 인재 생태계를 구축함.
- * 적용 예 : 성과·훈련·자격 포트폴리오 자동 생성, 기업·대학·지자체 매칭 프로그램, 전역 후 기술 재교육·예비군 훈련 패키지 제공

⑦ 데이터 기반 인적자원관리 인프라

- 전 주기 통합 데이터 레이크와 표준 메타데이터·거버넌스를 구축하여 선발 - 배치 - 훈련 - 성과 - 보상 - 경험 - 경력 데이터를 연결함.
 - 성별·지역·학력 등 공정성 지표를 상시 모니터링하고, 정책 도입 전후를 A/B·준실험으로 검증해 결과를 공개함.
 - 지휘관 - 참모(실무자) - 부대원을 아우르는 전 수준에서 데이터 활용 문화 확산을 통해 ‘데이터 기반 HRM’을 정착시킴.
- * 적용 예 : API 기반 HR 데이터 파이프라인, 공정성 경보·정책 효과 대시보드, 주요 의사결정 로그의 감사·설명 가능 기록화

○ 과학기술 강군에 부합한 데이터 기반 미래 병사 인적자원관리 프레임워크 (종합)



4. 데이터 기반 병 인적자원관리 구현 로드맵

○ 로드맵 개요

데이터 기반 병 인적자원관리 구현을 위해 ‘기반구축-발전-고도화’의 3단계 로드맵을 제시한다. 각 단계는 ‘전 주기 인적자원관리 시스템’의 하위요소들이 데이터 기반으로 상호 연동되도록 구성하였으며, 단순한 시스템 도입을 넘어 ‘과학기술강군에 부합한 군 인적자원관리 비전’ 달성에 기여하도록 구성하였다.

구분	1단계 : 기반 구축 (0~18개월)	2단계 : 발전 (19~36개월)	3단계 : 고도화 (37개월 이후 지속)
분석 성숙도	기술적 분석 “무슨 일이 있었는가?”	진단적 분석 “왜 일어났는가?”	예측적/처방적 분석 “무슨 일이 일어날 것이며, 무엇을 해야 하는가?”
주요 목표	데이터 거버넌스 확립, 전투 준비태세 가시성 확보	분석 역량 내재화, 전투력 저하 요인 식별	선제적 인재관리, 미래 국방환경 대응 최적화
전 주기 HRM 연계	①모집·선발, ②분류·배치, ⑦데이터 인프라 중심의 기반 데이터 통합·표준화	③교육·훈련, ④성과·보상, ⑤복무경험 데이터의 연계 분석 및 원인 규명	⑥전역·경력개발을 포함한 전 주기 데이터 기반의 선제적 인력 운용 및 정책 최적화
데이터	<ul style="list-style-type: none"> • 군 표준 데이터모델 • 데이터 품질지표 • 보안등급·가명처리 • 데이터 사전 	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터 계보·카탈로그 • 외부연계(병무청 등) • 메타데이터 품질 관리 	<ul style="list-style-type: none"> • 실시간 데이터(훈련·상황) • 시뮬레이션용 데이터 샌드박스
모델·분석	규칙·통계 기반 기술 분석	진단·설명가능(XAI) 분석	예측·처방 모델 (강건성·공정성 상시 모니터링)
거버넌스	<ul style="list-style-type: none"> • 접근통제 감사로그 • 데이터 보존/폐기 기준 수립 	<ul style="list-style-type: none"> • 모델위험관리 위원회 • 편향성 테스트 • 상시 개인정보 영향평가 	<ul style="list-style-type: none"> • 모델 승인 게이트 • 전군 표준 모델 확산
현업 내재화	HR 대시보드 + 액션리스트	표준운영절차 연동·알림 시범과제 확대	자동화된 의사결정 지원 결과 피드백 루프
인권·윤리	<ul style="list-style-type: none"> • 자동 불이익 금지 원칙 • 이의제기 절차 마련 	<ul style="list-style-type: none"> • 영향평가 및 결과 설명·통지 	<ul style="list-style-type: none"> • 정기 감사 및 비식별 통계 공개

○ 1단계 : 기반 구축 (0~18개월)

- ‘미래 병 인적자원관리 모형’의 ①모집·선발, ②분류·배치 데이터를 중심으로 신뢰할 수 있는 ⑦데이터 인프라를 구축하고, 이를 통해 현황을 명확히 파악하는데 집중함.

- 핵심 활동

① 중간 목표 및 핵심성과지표 구체화

- ‘전투준비태세 향상’이라는 최상위 목표 아래, ‘전투 효율 극대화’, ‘인사관리 공정성 제고’ 등 5대 핵심 목표와 연계된 중간 목표 및 핵심성과지표 (KPI, Key Performance Index)를 구체화함.

예) 상위 목표 : 전투준비태세 향상, 훈련 효율 증대

중간 KPI : 최초 보직 적합도 향상(개인-직무 적합성),

복무 부적응 고위험군 사전 개입률 80% 달성

프로세스 KPI : 데이터 품질 95% 이상 달성,

모델 재학습 주기 준수 등

② 병역 데이터 거버넌스 확립

- 군 표준 데이터모델 수립 : ①모집·선발 단계의 ‘한국형 군 적성검사’ 결과와 ②분류·배치 이력 등 전 주기에 걸친 핵심 정보를 연계하는 ‘병 인사 코어 스키마(Core Schema)’를 정의함.
- 데이터 보안등급 매핑 : 모든 데이터 항목에 보안등급(비밀, 비공개, 일반)을 부여하고, 망 분리 환경에서의 데이터 처리 경로와 가명처리 방식(예 : 개인식별자는 암호화 처리)을 명문화함.
- 접근통제 및 감사 체계 구축 : 역할기반 접근통제(RBAC)⁴²⁾와 속성기반 접근통제(ABAC)⁴³⁾를 결합하여 데이터 접근 권한을 엄격히 관리함. 모든 데이터 조회 및 분석 기록은 변경 불가능한 형태로 저장하여 추적 가능성을 확보함.

42) RBAC (Role-Based Access Control) : 역할 기반 접근통제. 지휘관, 인사담당자 등 사전에 정의된 역할에 따라 데이터 접근 권한을 부여하는 방식임.

43) ABAC (Attribute-Based Access Control) : 속성 기반 접근통제. 역할, 사용자, 위치, 시간 등 다양한 조건(속성)을 조합하여 동적으로 접근을 제어하는 더 정교한 통제방식임.

③ 지휘관용 HR 대시보드 및 액션리스트 구축

- ①모집·선발 데이터와 ②분류·배치 현황을 실시간으로 시각화하고, 데이터 분석 결과에 따라 ‘누가, 언제, 무엇을 해야 하는지’를 명시하는 액션리스트 (Action List)를 통합함.

* 예 : ‘A병사, B분대장, 금주 내 면담 실시’

○ 2단계 : 발전 (19~36개월)

- ③교육·훈련, ④성과·보상, ⑤복무경험 데이터를 연계 분석하여 현상의 근본 원인을 규명하고, 모델의 신뢰성을 검증하며 현업 적용 가능성을 검증하는 단계임.

• 핵심 활동

① 신뢰성 있는 시범과제(Pilot) 설계 및 수행

- 시범과제 설계(예) : ‘첨단 인재 파이프라인 강화’ 목표 달성을 위해 2~3개 시범부대를 대상으로 ③교육·훈련 효과성 분석 시스템을 도입하여 결과를 비교 및 검증한 뒤 유용한 결과를 단계적 확대 적용함.
- 시범 과제 수행 시 윤리 검토(예) : ④성과·보상 모델이 병사에게 미칠 영향을 사전에 검토하고, 자동화된 결정으로 인한 불이익 방지, 개입 기준 등을 명확히 하는 윤리성 검토를 의무화함.

② 모델위험관리(MRM, Model Risk Management) 체계 도입

- 시범과제를 비롯한 모든 분석 및 예측 모델 개발 시 개발 목적, 사용 데이터, 성능, 편향성 수준, 사용 시 주의사항 등을 기록할 수 있는 ‘모델이력 (모델카드)’ 양식을 표준화하고, 개발된 모든 분석 및 예측 모델에 대한 모델카드 작성을 의무화함.
- 시간이 지남에 따라 모델의 성능이 저하되는 현상을 자동으로 탐지하고, 주기적으로 모델을 재학습시키는 관리 체계를 구축함.

③ 야전의 현업 업무흐름과 연계성 강화

- ⑤복무경험 데이터 분석 시스템의 경고(예: 관심병사 위험 신호)가 발생하면, 관련 지휘관에게 단순 알람을 넘어 표준운영절차(SOP)에 따른 과업을 자동 생성하고 담당자를 지정함.

* 예 : ‘관심병사 식별 → 분대장 면담 SOP 자동 실행 → 결과 보고’

○ 3단계 : 고도화 (37개월 이후 지속)

- [6]전역·경력개발까지 포함한 전 주기 데이터를 기반으로 선제적으로 대응하고, 분석-실행-피드백의 순환 고리를 자동화하여 데이터 기반 인사 의사결정을 내재화하는 단계임.
- 핵심 활동
 - ① 결과 피드백 루프(Feedback Loop) 구축
 - 지휘관이 조치한 결과(예: 면담 후 상태 호전, 보직 변경 후 만족도 상승 등)를 다시 시스템에 입력하여, 다음 [1]모집·선발 및 [2]분류·배치 모델 학습에 반영하는 ‘피드백 순환 구조’를 완성함. 이는 모델의 정확도를 지속적으로 향상시키는 핵심 과정임.
 - ② 현장 운용성을 강화를 위한 경량화된 분석 체계 도입
 - 훈련장, 전방 GOP 등 통신이 원활하지 않은 환경에서도 핵심 기능을 사용할 수 있도록 경량화된 분석 체계 및 모델을 개인 단말기나 부대 서버에서 직접 구동하는 방식(예 : 엣지 컴퓨팅 방식)을 도입 및 활용함.
 - ③ 교육 및 자격체계 제도화
 - 지휘관/주임원사 대상 ‘데이터 기반 지휘’ 단기 교육과정을 신설하여 데이터 해석 능력과 오판 방지법을 교육함.
 - 군 내 ‘HR 데이터 분석가’의 직무기술서와 자격 기준을 마련하여 데이터 기반 인적자원관리 체계를 관리할 전문 인력을 체계적으로 양성함.

※ 데이터 기반 인사관리 인식 확산 및 문화 구축

데이터 기반 인적자원관리가 성공적으로 적용되기 위해서는 단순 기술 도입을 넘어 조직 구성원 모두가 데이터의 가치를 이해하고 이를 일상 업무에서 활용하는 인식 및 문화의 전환이 요구된다. 이는 경험과 직관에 의존하던 전통적 방식에서 벗어나, 객관적 증거에 기반한 과학적 의사결정 체계를 조직 전체에 뿌리내리는 과정이라 할 수 있다. 이를 위해 각 단계별로 아래와 같은 문화 구축 전략을 제안한다.

- 1단계 - 기반구축

기반구축 단계는 의사결정의 핵심인 지휘관, 참모, 인사실무자들을 대상으로 데이터 기반 인사관리에 대한 공감대를 형성하고, 변화의 필요성을 명확히 인식시키는 단계이다. 이를 위해 아래의 세 가지 활동을 실행할 수 있다. 첫째, 데이터 기반 인적자원관리가 행정 효율화를 넘어 전투 준비태세 향상, 핵심인재 유지, 사고 예방 등에 어떻게 직접적으로 기여하는지 명확한 논리 및 예측값을 제시한다. 둘째, 지휘관과 참모를 대상으로 데이터 기반 의사결정의 성공 사례를 공유하고, 향후 구축될 시스템(예: HR 대시보드)을 미리 체험하게 하는 워크숍을 개최한다. 셋째, 인사 실무자들이 데이터의 개념을 이해하고, 정확한 데이터를 입력하며, 기본적인 데이터를 해석할 수 있도록 기초 역량 강화 교육을 시행한다.

- 2단계 - 발전

발전 단계는 시스템의 실제 사용자인 중간 관리자, 실무 담당자, 전부 대원들을 대상으로, 초기 시범과제의 성공사례 소개를 통해 데이터의 실용적 가치를 입증하는 단계이다. 또한, 구성원들이 시스템을 자발적으로 사용할 수 있도록 유도하여 성공 경험을 조직 전체로 확산시키는 단계이다. 이를 위해 아래의 세 가지 활동을 실행할 수 있다. 첫째, 시범운영 부대의 성공 사례(예 : 데이터 분석을 통한 관심병사 조기 식별 및 개입 성공)를 구체적인 스토리와 성과 지표로 만들어 카드뉴스, 영상, 내부 소식지 등 다양한 채널을 통해 적극적으로 전파한다. 둘째, 각 부대에서 데이터 활용에 적극적인 우수 사용자를 지정하고, 이들이 동료들에게 시스템 사용법을 안내하며 긍정적 경험을 공유하는 촉진자 역할을 하도록 지원한다. 셋째, 시스템 활용법에 대한 쉽고 명확한 매뉴얼과 동영상 가이드를 제공하고, 사용 중 발생하는 질문이나 개선 제안을 실시간으로 접수하고 피드백하는 소통 창구를 운영한다.

- 3단계 - 고도화

고도화 단계는 조직 전체의 모든 제도 및 프로세스를 데이터 기반 인

적자원관리와 연동시켜 시스템을 고도화하는 단계이다. 이를 통해 데이터 기반 의사결정을 일시적 트렌드가 아니라 조직의 표준운영절차이자 당연한 문화로 정착시킨다. 이를 위해 아래의 세 가지 활동을 제안한다. 첫째, 주요 지휘관 회의 시 데이터 기반의 인력 현황을 보고하고, 관리자의 부하 육성 및 부대 관리 성과를 평가할 때 관련 데이터 활용 능력을 핵심 지표로 포함한다. 둘째, 기존의 보고 및 결재 라인을 데이터 시스템과 연동하여, 실시간 데이터 확인을 통해 의사결정 단계를 단축하고 행정 소요를 줄이는 등 업무 프로세스를 재설계한다. 셋째, 데이터 분석 및 활용 능력을 지휘관 및 인사 직무의 핵심역량으로 규정하고, 관련 교육 이수 여부 및 성과를 경력 관리 전반에 활용한다.

V. 결 론

1. 연구 결과 요약

○ 미래 국방환경과 병 인적자원관리 현황 분석

● 미래 국방환경 및 국방혁신 분석

미래 국방환경은 지정학적(미·중 경쟁, 북한 위협 고도화), 기술적(첨단 기술 중심), 사회적(인구절벽, MZ세대 가치관) 위협이 중첩되는 특징을 가진다. 우리 군은 병력 감축의 대안으로 ‘AI 과학기술 강군’으로의 도약을 목표로 설정하고 있으나, 국방혁신의 성공은 유·무인 복합전투체계 등 첨단 기술을 운용할 ‘사람’의 역량 확보에 달려있으며, 이는 군 인적자원관리 패러다임의 근본적 전환을 요구한다. 또한, 미래 군은 조직 및 인력구조의 개편, 민간과의 고급 기술인력 확보 경쟁, 새로운 역량 모델 개발 및 교육훈련 체계 전환이라는 복합적 도전에 직면할 것으로 예상된다.

● 과학기술강군에 부합한 미래 병사의 청사진

미래 병사는 유·무인 복합전투체계의 ‘핵심 노드’로서, 첨단 기술을 활용해 전투력 시너지를 극대화하는 임무를 수행해야 한다. 이에 따라 단순 전투원에서 ‘전투 플랫폼 운전자’, ‘핵심 정보 허브’, ‘복합 위협 대응 전문가’로 그 역할이 변화된다. 미래 병사에게 필요한 역량은 근력 중심 개인 전투기술 수준을 넘어 첨단 기술 역량(디지털 리터러시, 유·무인 체계 운용)과 기술이 대체 불가능한 인간 고유의 핵심역량(복합적 문제해결, 상황 적응력, 협업 및 윤리적 판단)이 동시에 요구된다. 이러한 미래 병사의 역량은 민간과 중첩되는데, 이는 ‘인재 전쟁’이라는 위협과 ‘국가 인재 육성 플랫폼’이라는 기회를 동시에 제공한다. 따라서 인적자원관리 패러다임을 ‘소모와 통제’에서 ‘투자과 육성’으로 전환할 필요가 있다.

● 병 인적자원관리 실태 및 문제점

국내에는 병사를 전략적 인적자산으로 보고 인적자원관리 전반을 다룬

연구가 매우 빈약하며, 통제 및 관리 대상으로 보는 경향이 강하다. 또한, 언론은 주로 특정 사건·사고 중심으로 군의 단기적·부분적 문제점을 지적하지만, 총체적·장기적 대안 논의로 발전되지 못한다. 현행 병 인적자원관리는 획일적·통제 중심이며, 병사를 소모성 자원으로 인식한다. 이로 인해 개인-직무 부적합, 동기 저하, 미래 역량 개발 부재, 성과-보상 연계 미흡, 데이터의 전략적 활용 부재(Data-rich, Insight-poor) 등의 문제가 나타나고 있다.

○ 병 인적자원관리 모형 및 시행 방안

● 병 인적자원관리 관련 주요 이론

개인-직무 적합성, 조직 공정성, 자기결정성 이론 등 최신 인적자원관리 이론들은 과학적 선발·배치, 공정한 시스템 운영, 내재적 동기부여의 중요성을 강조한다. 또한, 전략적 인적자원관리(SHRM)와 고성능 작업시스템(HWPS) 이론에 따라, 개별 제도를 개선하는 것을 넘어 ‘과학기술 강군’이라는 전략 목표와 연계하여 인사관리 전 주기가 상호 시너지를 내도록 통합적으로 설계해야 한다. 이를 종합할 때, 미래 병 인적자원관리는 역량 개발(역량 기반 선발·배치, 실전적 훈련), 동기 부여(성장 지향적 직무, 심리적 욕구 충족, 공정성), 시스템 구축(통합적 제도, 자원 기반 성과 유지)의 세 가지 축을 중심으로 발전해야 한다.

● 외국군의 병 인적자원관리 제도

미국은 모병제 기반의 ‘인재 관리’ 관점에서 과학적 적성검사(ASVAB)를 활용하고, 금전적·비금전적 보상을 통해 우수 인재를 획득·개발·유지한다. 이스라엘은 징병제를 ‘국가적 인재 관리’ 관점에서 활용하여, 전 장병을 데이터 기반으로 최적 보직에 배치하고, 비금전적·미래 가치(기술 교육, 인적 네트워크)를 핵심 보상으로 제공한다. 또한, 독일 및 북유럽 국가들은 유연한 다중 복무 경로를 제공하고, 군 복무가 개인의 미래 경력에 실질적 자산이 되도록 전역 후 지원을 강화하여 복무 동기를 높인다. 외국군의 사례

를 종합할 때, 현행 병역제도를 ‘국가적 인재 확보 플랫폼’으로 전환하고, 획일적 관리에서 벗어나 유연한 다중 경로를 제공하며, 현재의 보상과 미래의 가치를 결합한 총체적 가치를 제안하는 것을 고려할 필요가 있다.

● **미래 병 인적자원관리 모형 및 요소별 세부시행 방안**

미래 병 인적자원관리는 ‘데이터 기반·공정·고성과 병 인사관리체계’를 구축하여 과학기술 강군의 핵심 전투력을 창출하고 국가 인재개발 플랫폼으로 기능할 수 있어야 한다. 이를 위한 5대 목표로, ①전투원 역량 발휘 극대화, ②인사관리 공정성 제고, ③첨단 인재 파이프라인 강화, ④성과 기반 보상체계 확립, ⑤국가 인재개발 플랫폼 기여를 제안한다. 또한, 미래 병사의 인재상을 ‘다영역 전장에서 첨단 기술역량과 인간 고유 역량을 바탕으로 전승을 달성하는 전사’로 설정하고, 이에 필요한 첨단 기술 역량과 인간 고유 핵심 역량을 정의한다.

위의 요소들을 달성하기 위해 모집·선발부터 전역·경력개발까지 6개 인적자원관리 하위요소들이 데이터 인프라 위에서 상호 연계되고 순환하는 시스템을 구축해야 한다. 인적자원관리 7대 구성요소 및 요소별 핵심 제도는 아래와 같으며, 각 요소는 독립적으로 기능하는 것이 아니라, 앞 단계의 데이터가 다음 단계의 입력값이 되고 다시 그 결과가 이전 단계의 알고리즘 개선에 환류되는 피드백 순환 구조로 설계되어야 한다.

- * ①모집·선발(과학적 적성검사), ②분류·배치(XAI 알고리즘),
 ③교육·훈련(디지털·LVC 훈련), ④성과·보상(다면평가, 차등보상),
 ⑤복무경험·복지(투명성, 스마트병영), ⑥전역·경력개발(경력교량),
 ⑦데이터 인프라(통합 데이터 관리)

○ 데이터 기반의 병 인적자원관리 발전 방안

● 데이터 기반 인적자원관리 개념 및 사례

데이터 기반 인적자원관리란, 경험·직관이 아닌 객관적 데이터에 근거하여 인사 의사결정을 수행하는 개념을 의미한다. 이는 HR 기능 중심(HR Analytics)에서 구성원 경험(People Analytics), 조직의 인력 구조(Workforce Analytics)로 그 영역이 확장된다. 이를 성공적으로 도입하기 위해서는 데이터, 기술, 분석 역량과 함께 데이터를 신뢰하는 조직 문화가 필수적이다. 데이터 기반 인적자원관리의 발전 단계는 ①단순 현황 파악(기술적 분석), ②원인 규명(진단적), ③미래 예측(예측적), ④최적 대안 제시(처방적)로 고도화될 수 있다.

● 외국군의 데이터 기반 인적자원관리체계 분석

데이터 기반 인적자원관리를 적용하고 있는 미 육군, 영국군, 캐나다군은 모두 ①최초 적성검사, ②표준화된 역량 프레임워크, ③통합 인사관리 시스템, ④디지털 기반 배치·평가 체계를 갖추고 있다. 이들은 입대 시점부터 객관적 데이터를 생성하고, 이를 표준화된 역량 언어로 변환하여, 통합 시스템에 축적한 뒤, 전 복무 주기에 걸쳐 일관되게 활용하며 그 결과를 시스템 개선에 환류하고 있다.

● 데이터 기반의 병 인적자원관리 프레임워크

인구절벽 극복, 공정성 확보, 핵심 인재 양성, 복무 동기 강화, 군 복무의 국가적 가치 재정의 등을 종합적으로 달성하려면 데이터 기반 인적자원관리로의 전환이 필수적이다. 이를 위해 전략적 정합성, 개인-직무 적합성, 역량 표준화, 전(全) 주기 데이터 통합, 공정성 및 설명가능성 등을 포함한 10가지 핵심 원칙을 제시한다. 또한, 병사의 전 주기 데이터를 통합·분석하여 인사관리의 7개 하위요소가 하나의 가치사슬로 최적화되고, 데이터-제도-문화가 결합하여 지속적으로 개선되는 자기 강화 순환 루프를 제안한다.

- **데이터 기반 병 인적자원관리 구현 로드맵**

본 연구는 데이터 기반 병 인적자원관리 구현을 위해 아래와 같은 ‘기반 구축 → 발전 → 고도화’의 단계적 접근 방식을 제시한다.

1단계 - 기반 구축 : 데이터 거버넌스 확립 및 표준화, 지휘관용 대시보드 구축 등 현황 파악에 집중

2단계 - 발전 : 시범과제 수행, 모델위험관리 도입 등 원인 규명 및 현업 적용성 검증

3단계 - 고도화 : 피드백 루프 완성, 엣지 컴퓨팅 도입 등 선제적·자동화된 의사결정 내재화

또한 이러한 데이터 기반 인적자원관리가 성공적으로 안착하기 위해서는 ‘인식 전환(1단계) → 채택 유도(2단계) → 조직 내재화(3단계)’의 단계별 인식 확산 및 문화 구축 전략이 병행 추진되어야 할 것이다.

2. 연구 시사점 및 연구결과 활용

○ 연구의 시사점

본 연구는 병사 인적자원관리를 다차원적으로 심층분석하고, 이를 바탕으로 미래 과학기술강군에 부합한 군 인적자원관리 구현을 위해 데이터 기반의 병 인적자원관리 모형을 제시한 최초의 연구이다. 특히, 미래 국방환경 변화 및 국방정책이 요구하는 미래 병사의 역할을 정의하고, 병사를 단순한 관리 대상이 아닌 국가안보의 핵심 자산이자 잠재적 기술 인재로 바라보는 새로운 관점을 제시함으로써 병사 인적자원관리의 전략적 목표를 명확히 하였다.

기존의 단편적이고 분절적인 제도 개선 논의에서 벗어나, ‘모집·선발’부터 ‘전역·경력개발’에 이르는 병 인적자원관리의 전(全) 주기를 하나의 통합된 시스템으로 설계 및 제시하였다. 이는 각 인사관리 기능이 상호 유기적으로 연계되어 시너지를 창출하는 ‘고성과 작업시스템’ 개념을 우리 군에 맞게 구현한 것이다.

또한, 경험과 직관에 의존하던 기존의 관리 방식에서 탈피하여, 객관적인 데이터에 기반한 과학적 인재관리의 청사진을 구체화하였다. 이는 인사관리의 공정성과 투명성을 획기적으로 높여 병사들의 신뢰를 확보하고, 전투력 저하 요인을 사전에 식별 및 예방하는 실질적인 수단을 제공할 수 있다.

나아가 군 복무를 ‘경력 단절’이 아닌 ‘경력 형성’의 기회로 전환하고, 군에서 습득한 역량이 전역 후 국가 발전에 기여하는 ‘국가 인재개발 플랫폼’으로서의 군의 새로운 역할을 제시하였다. 이는 병역의무의 가치를 재정의하고, 병사들의 복무 동기를 근본적으로 강화하는 선순환 구조를 제안했다는 점에서 높은 가치를 지닌다.

○ 연구결과 활용

본 연구결과는 국방 정책 입안자, 각 군 본부 및 야전 지휘관, 인사 실무자들이 미래 병 인적자원관리 시스템을 구축하고 운영하는 데 있어 실질적인 지침서로 활용될 수 있다.

- **정책 수립 및 제도 개선의 기초자료**

국방부 및 각 군 본부에서는 본 연구에서 제시한 ‘미래 병 인적자원관리 모형’을 바탕으로 중장기 국방인력 정책 방향을 설정할 수 있다. 또한, ‘한국형 군 적성검사’ 도입, ‘다면평가 및 차등보상’ 제도 설계, ‘커리어 브릿지’ 프로그램 개발 등 구체적인 제도 개선을 추진하는 데 핵심 기초자료로 활용할 수 있다.

- **데이터 기반 인재관리 시스템 설계 지침**

‘국방 AI 기반 인재관리 시스템’을 구축하는 정보화 및 인사 관련 부서에서는 본 연구의 ‘데이터 기반 인적자원관리 프레임워크’와 ‘3단계 구현 로드맵’을 구체적인 시스템 설계 및 개발 지침(RFP)으로 활용할 수 있다. 특히 데이터 거버넌스, 표준 데이터 모델, 단계별 분석 과제 등은 즉시 적용 가능한 청사진을 제공한다.

- **야전 부대 지휘관 및 참모의 지휘 참고자료**

야전 부대의 지휘관과 참모들은 본 연구를 통해 미래 병사들의 특성과 새로운 역할, 그리고 데이터 기반의 과학적 부대관리 기법에 대한 이해를 높일 수 있다. 특히 ‘지휘관용 HR 대시보드’나 ‘액션리스트’와 같은 개념은 부대 관리의 효율성과 효과성을 높이는 데 직접적인 아이디어를 제공할 것이다.

- **인식 확산 및 공감대 형성을 위한 교육자료**

군의 모든 구성원을 대상으로 ‘데이터 기반 인적자원관리’의 필요성을 공유하고, 조직 문화 변화를 유도하기 위한 교육 및 워크숍 자료로 본 연구 내용을 활용할 수 있다. 이는 기술 도입과 함께 반드시 병행되어야 할 인식 전환을 촉진하는 데 기여할 것이다.

3. 향후 연구방향

○ 병역량 프레임워크의 구체화 및 검증 연구

본 연구는 과학기술강군에 부합한 군 인적자원관리 연구의 틀을 다루고 있으나, 구체적으로 어떤 역량이 과학기술강군에 부합한지에 대한 ‘미래 병사 핵심역량’(첨단 기술 역량, 인간 고유 역량)은 개념적 수준에 머물러 있다. 따라서 이를 실질적인 인사관리 기준으로 활용하기 위한 구체화 및 과학적 검증 연구가 후속되어야 한다. 즉, 각 핵심역량을 관찰하고 측정할 수 있는 구체적인 행동지표(Behavioral Indicators)를 직무별·계급별로 상세하게 개발하는 연구가 필요하다. 이는 외국군의 역량 프레임워크(ATAF, CAF-CD)와 같이 ‘무엇을 해야 하는가’를 명확히 정의하여 평가의 객관성을 담보하는 기반이 될 것이다. 또한, 정의된 역량을 입대 단계에서부터 객관적으로 측정할 수 있는 ‘한국형 군 적성검사’ 도구 개발 연구를 추진해야 한다. 이와 더불어, 개발된 검사 점수가 실제 복무 성과 및 부대 적응도를 예측하는지를 검증하는 타당성 연구를 병행하여 선발·배치 모델의 신뢰도를 확보해야 한다.

○ 데이터 통합 및 상호 연동성 확보 방안 연구

본 연구는 ‘전 주기 데이터 통합’의 필요성을 강조했으나, 실제 구현을 위해서는 기술적·제도적 허들을 극복해야 한다. ‘Data-rich, Insight-poor’ 상태를 극복하기 위한 구체적인 데이터 인프라 설계 연구가 필요하다. 우선, 현재 각 기관 및 체계에 분산된 인사 데이터를 통합하기 위한 표준 데이터 모델(Core Schema)을 설계하는 연구가 요망된다. 병무청의 병역판정검사 데이터부터 각 군의 인사·교육·의무 기록까지 아우르는 데이터 항목, 형식, 연계 방식을 정의하여 데이터의 정합성을 확보할 필요가 있다. 또한, 통합된 데이터의 품질, 보안, 접근 권한을 체계적으로 관리하기 위한 데이터 거버넌스 정책 연구가 선행되어야 한다. 데이터 항목별 보안 등급을 설정하고, 역할기반/속성기반 접근통제(RBAC/ABAC)를 적용하며, 개인정보보호를 위한 가명처리 기술을 군 환경에 최적화하는 방안을 구체적으로 연구해야 한다.

○ 군 내부 지지 확보 및 지휘권 보완 연구

데이터 기반 인사관리가 지휘관의 경험과 직관에 기반한 전통적 지휘권을 약화시킬 수 있다는 우려는 시스템 도입의 가장 큰 내부 저항 요인이 될 수 있다. 따라서 기술과 지휘권이 조화를 이루는 방안에 대한 심층 연구가 필요하다. 데이터 분석 시스템을 지휘관을 대체하는 것이 아닌, 판단을 지원하는 ‘AI 참모’로 기능하도록 설계하는 연구가 필요하다. ‘지휘관용 HR 대시보드’와 ‘액션리스트’가 실제 지휘 결심 과정에서 어떻게 정보를 제공하고 부담을 경감시켜주는지에 대한 사용자 경험(UX) 연구 및 효과성 분석을 통해 시스템의 수용성을 높여야 한다. 또한, 본 연구에서 제안한 단계별 ‘인식 확산 및 문화 구축’ 전략을 구체화하는 연구가 요망된다. 지휘관들을 대상으로 데이터의 군사적 효용성을 입증하는 성공 사례를 발굴·전파하고, 데이터 해석 능력 및 오판 방지법을 포함한 ‘데이터 기반 지휘’ 교육 프로그램을 개발하여 조직적 변화를 유도할 수 있어야 한다.

○ 대국민 공감대 형성 및 외부 지지 확보 방안 연구

‘국가 인재개발 플랫폼’이라는 비전이 성공하기 위해서는 군 외부의 국민적 공감대와 다양한 이해관계자들의 지지가 필수적이다. 군 복무의 가치를 재정의하고 사회적 신뢰를 얻기 위한 전략 연구가 요망된다. 데이터 기반 인적자원관리가 가져올 ‘공정성 제고’와 ‘성장 기회 제공’이라는 긍정적 가치를 국민과 입대 대상자들에게 효과적으로 전달할 수 있는 소통 전략을 연구해야 한다. 군 복무가 더 이상 ‘경력 단절’이 아님을 구체적인 데이터와 사례를 통해 증명하고 공유하는 방안이 포함되어야 할 것이다. 마지막으로, ‘커리어 브릿지’ 제도의 실효성을 높이기 위해, 군 복무 중 습득한 역량과 경험을 민간 기업, 대학, 공공기관이 인정하고 활용할 수 있는 상호 인증 체계 및 정책적 연계 방안에 대한 공동 연구가 필요하다. 이는 군 복무 경험의 사회적 가치를 실질적으로 높여 시스템의 지속가능성을 담보하는 핵심이 될 것이다.

결 언

혹자는 “징병제 국가에서 18개월을 의무 복무하는 병사에게 이토록 정교한 데이터 기반 인적자원관리 시스템을 적용하는 것이 과연 적절한가?”라는 의문을 제기할 수 있다. 그러나 이것은 현재 우리가 직면한 두 가지 중대한 사실을 간과하는 것이다. 첫째, 인구절벽에 따른 병역자원의 급감을 고려할 때 병사 한 명 한 명의 중요성은 과거와 비교할 수 없을 만큼 높아질 것이다. 둘째, 인구가 감소하고 청년 세대가 급감할 가까운 미래에 청년 세대의 18개월은 국가 인적자원 역량을 극대화하는 차원에서 결코 단순 ‘소모’되어도 좋을 짧은 시간이 아니라는 것이다.

오히려 18개월을 ‘짧은 시간’이라고 전제할수록, 본 연구가 제안하는 데이터 기반 인적자원관리 시스템의 필요성은 더욱 절실해진다. 제한된 시간 내에 병사 개개인의 전투력을 최대로 끌어올리기 위해서는 경험과 직관에 의존하는 낡은 방식이 아니라, 입대 즉시 과학적 데이터를 통해 개인-직무 적합성을 식별하고 맞춤형 성장을 지원하는 고효율 시스템이 반드시 요구된다. 18개월이라는 시간적 제약이야말로, ‘소모와 통제’의 낡은 패러다임을 벗어나 ‘투자과 육성’의 새로운 패러다임으로 전환해야 하는 당위성을 역설적으로 증명하는 것이다.

본 연구에서 제안하는 데이터 기반 인적자원관리 모델 구축은 단지 병사 집단에 국한된 것이 아니며, 군 전체 인적자원 혁신의 가장 현실적이고 전략적인 출발점이 될 수 있다. 수십 년간 고착화된 간부 및 군무원의 인사 법규, 복잡한 평가체계, 이에 연동된 기존의 관행 등을 데이터 기반 인적자원관리의 철학과 시스템으로 개편하는 것은 막대한 조직적 저항을 수반할 것이다. 이에 비해 18개월이라는 명확하고 완결된 복무주기를 가진 병사 집단은 데이터 기반 인사관리의 전 과정을 시험하고 검증할 수 있는 최적의 대상이다. 이 병사 모델의 성공적 구축은 향후 모병제 전환의 과학적 기반을 마련할 뿐 아니라, 여기서 축적된 데이터, 검증된 방법론, 데이터 기반 인적자원관리의 효과성에 대한 경험 및 인식의 전환을 통해 군 전체 인적자원관리의 데이터 기반 혁신을 이끌어 낼 수 있는 견고한 교두보가 될 것이다.

현재 우리 군이 직면한 복합적 위기는 오직 ‘과학기술강군’으로의 전환을 통해 극

복할 수 있다. 이러한 전환의 핵심은 개별 전투원의 역량을 극대화할 수 있도록 우리 군의 인적자원관리 시스템을 새롭게 하는 것에 있다. 이제 ‘소모와 통제’의 관행이 아닌 ‘데이터 기반·공정·고성과’ 인사관리체계를 통해 병사 한 명 한 명의 잠재력을 우리 군과 국가의 핵심 자산으로 바꾸어내는 것, 그것이 바로 본 연구가 제안하는 ‘과학기술 강군’으로 향하는 가장 확실한 길이다. 끝.

참고문헌

1. 국내 자료

- 국방부 (2023). 「2023-2037 국방과학기술혁신 기본계획」.
- 국방부 (2023). 「국방혁신 4.0」.
- 권오성·남재욱·박수민·김유나 (2023). 『채용분야 인공지능(AI) 활용실태 및 공정성 확보 방안 연구』. 한국산업인력공단.
- 김도희 (2023). 「이스라엘 탈피오트 제도와 시사점」. 『외국입법·정책분석』, 38. 국회입법조사처.
- 김재균·양동우 (2020). 「이스라엘 군사제도 분석에 의한 대한민국 국군에의 시사점: 군 인력의 충원 및 양성 중심으로」. 『국가전략』, 26(3), 33-62.
- 김성준 (2020). 「피플 어널리틱스(People Analytics), 학계와 실무의 만남」. 『HRD Issue Paper』, Vol.18(2020-4). 고려대학교 HRD정책연구소.
- 이지은 (2024). 「생성형 AI가 촉발한 HR 혁명」. 『HRD Issue Paper』, Vol.33. 고려대학교 HRD정책연구소.
- 인사혁신처 (2024), 「디지털 전환시대 AI, 빅데이터 기반 정부 전자인사관리 시스템 구축 방안 연구」 보고서
- 한국국방연구원 (2024). 「2025 국방정책 환경 전망」.
- 한국국방연구원 (2023). 「국방혁신 4.0 시대의 국방 인력 및 인사관리 분야 도전과 과제」.

2. 해외 자료

- Bakker, A. B., & Demerouti, E. (2007). The Job Demands-Resources model: State of the art. *Journal of Managerial Psychology*, 22(3), 309-328.
- Bandura, A. (1977). *Social Learning Theory*. Prentice Hall.
- Becker, B. E., & Huselid, M. A. (2006). Strategic human resources management: where do we go from here?. *Journal of Management*,

- 32(6), 898-925.
- Colquitt, J. A., Conlon, D. E., Wesson, M. J., Porter, C. O., & Ng, K. Y. (2001). Justice at the millennium: a meta-analytic review of 25 years of organizational justice research. *Journal of Applied Psychology*, 86(3), 425-445.
 - Deloitte (2023). *People Analytics: 10th Global Human Capital Trends*. Deloitte Insights.
 - Edwards, J. R. (1991). *Person-job fit: A conceptual integration, literature review, and methodological critique*. John Wiley & Sons.
 - Fried, Y., & Ferris, G. R. (1987). The validity of the job characteristics model: A review and meta-analysis. *Personnel Psychology*, 40(2), 287-322.
 - Hackman, J. R., & Oldham, G. R. (1974). The job diagnostic survey: An instrument for the diagnosis of jobs and the evaluation of job redesign projects.
 - Handbook of Military Sciences (2024). *Human Resource Management for Military Organizations: Challenges and Trends*.
 - Huselid, M. A. (1995). The impact of human resource management practices on turnover, productivity, and corporate financial performance. *Academy of Management Journal*, 38(3), 635-672.
 - Kirby, S. N., & Naftel, S. (2001). *Enlisted Management Policies and Practices: A Review of the Literature*. Rand Institute.
 - Kirby, S. N., & Thie, H. (1996). *Enlisted Personnel Management: A Historical Perspective*. Rand Institute.
 - Kristof-Brown, A. L., Zimmerman, R. D., & Johnson, E. C. (2005). Consequences OF Individuals' fit at work: A meta-analysis of person-job, person-organization, person-group, and person-supervisor fit. *Personnel Psychology*, 58(2), 281-342.
 - Marr, B. (2018). *Data-driven HR: How to use analytics and metrics to*

drive performance. Kogan Page Publishers.

- Royston, R. P., & Glerum, D. R. (2023). Army Talent Attribute Framework: FY23 Annual Update.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78.
- Schuler, R. S. (1992). Strategic human resources management: Linking the people with the strategic needs of the business. *Organizational Dynamics*, 21(1), 18-32.
- SHRM (2020). Creating a Data-Driven Culture in HR. SHRM Research.
- Szymański, P. (2024). Universal, selective, and lottery-based: conscription in the Nordic and Baltic states.
- Walker, R. W. (1991). Design and Development of an Enlisted Force Management System.
- Yoon, S. W. (2021). Explosion of people analytics, machine learning, and human resource technologies: Implications and applications for research. *Human Resource Development Quarterly*, 32(3), 243-250.

3. 웹사이트

- 독일 연방군 : www.bundeswehrkarriere.de
- 미 육군 : goarmy.com, recruiting.army.mil, talent.army.mil,
www.officialasvab.com, ipps-a.army.mil
- 영국 국방부 :
www.gov.uk/government/publications/data-strategy-for-defence
- 이스라엘군 : www.idf.il, www.mitgaisim.idf.il
- 인사혁신처 - 전자인사관리 시스템 안내
<https://www.mpm.go.kr/mpm/info/infoEsaram/introEsaram/>
- 캐나다군 :
www.canada.ca/en/department-national-defence/corporate/policies-standa


rds/canadian-forces-military-personnel-instructions.html

- 노르웨이 국방부 : www.regjeringen.no/en/dep/fd/id380/
- 스웨덴 국방징병평가원 : www.pliktverket.se/om-myndigheten/in-english
- 핀란드군 : puolustusvoimat.fi/en/conscription
- market.us : market.us/report/hr-analytics-market/
- SHRM.org :
www.shrm.org/topics-tools/research/the-use-of-people-analytics-in-hr
- techUK :
www.techuk.org/resource/data-strategy-for-defence-techuk-summary.html

4. 언론보도자료

- 강원일보 (2024.5.26.). 「강원 인제 00사단 훈련병 사망... 군기훈련중 쓰러져」.
- 경향신문 (2023.12.14.). 「고도비만도 현역 입대한다... 군, BMI 기준 완화 추진」.
- 국방일보 (2023.2.28.). 「4차 산업혁명 기술 적용한 과학화 훈련체계 주도」.
- 국방일보 (2025.4.14.). 「국방부, 인사업무 고도화 위해 ‘스마트 인재관리시스템’ 도입」.
- 뉴스1 (2023.6.1.). 「국방부 ‘대체복무 폐지·여성병력 확대’ 등 연구 발주」.
- 뉴스1 (2025.5.29.). 「군, 병사 ‘자동 진급’ 없앤다... 병장 하루만 하고 전역할 수도」.
- 서울신문 (2016.10.5.). 「특별한 사유없이 전투병이 행정병으로 보직 변경...軍 자체 점검서 적발」.
- 서울신문 (2024.2.1.). 「올 7월부터 입영 대상자 전원 마약검사, 2024년 첫 병역판정검사 시행」.
- 연합뉴스 (2025.4.9.). 「‘병사 전역시 징계기록 말소... 인사관리 훈령 개정안 행정예고」.
- 연합뉴스 (2025.8.16.). 「한국군 훈련 때 입으로 ‘뽕뽕뽕’... 군사력 세계 5위 아니다」.
- 이데일리 (2014.12.7.). 「군, 정신질환 치료 1년→6개월... 병역 면제 기준 완화」.
- 한국경제 (2025.5.9.). 「충성! 창업전선 이상무... 군 경험이 혁신 아이디어 도움」.

- 한겨레 (2021.5.10.). 「군인권센터 “지난해 성폭력 사건 286건 접수... ‘2차 가해’ 우려 커”」.
- 한겨레 (2021.4.26.). 「국방부, 격리장병 ‘부실급식’ 논란에 “긴급 현장점검”」.
- 한겨레 (2024.8.27.). 「내년 병장 봉급 200만원 돌파」.
- MBC (2014.7.28.). 「‘A급 관심병사’ 2명 잇따라 자살...군 당국 다시 비상」.
- MBC (2016.9.11.). 「고위공직자 병역 면제 비율 일반인보다 매우 높아」.



**한국방위산업 경쟁력 강화방안:
동맹국과의 MRO 협력을 중심으로**

책임연구원 : 고동환(국방대학교 교수)

Acknowledge

본 연구는 MRO 관련 데이터를 구축하고 이에 기반한 분석을 통해 정책적 함의를 도출하는 것을 주요 목표로 하였습니다. 연구가 성공적으로 완수되기까지 많은 분의 귀한 도움과 지원이 있었으며, 특히 잠재적인 MRO 기업과 정부 지원 수혜기업을 식별하고 이를 분석 과정에 활용하는 데 실질적인 도움을 주신 두 분 자문위원께 깊이 감사드립니다.

먼저, 과학기술정책연구원 R&D재정사업평가센터의 현보훈 센터장님께 진심으로 감사드립니다. 센터장님의 정부 R&D 지원 효과 분석은 우리나라의 MRO 잠재적 역량과 정부의 역할에 대한 통찰을 제공하였고, 이로 인해 본 보고서의 내용이 더욱 풍부해질 수 있었습니다.

또한, 과학기술정책연구원 R&D재정사업평가센터의 조용희 선임연구원께도 깊은 감사를 표합니다. 잠재적 MRO 기업 식별을 위한 매칭 정보 수집 및 정리 작업을 신속하게 처리해주셨습니다. 선임연구원님의 헌신적인 노력 덕분에 짧은 기간에도 연구가 차질 없이 진행될 수 있었습니다.

두 분의 전문적이고 헌신적인 지원 없이는 본 연구를 성공적으로 마무리하기 어려웠을 것입니다. 다시 한번 두 자문위원께 진심으로 감사드립니다.

제2장

한국방위산업 경쟁력 강화방안: 동맹국과의 MRO 협력을 중심으로

I. 서론

가. 국방 MRO의 개념과 전략적 전환

유지·보수·정비(Maintenance, Repair, and Overhaul, MRO)는 전통적으로 군수지원의 하위 기능으로 여겨지던 영역이다. 그러나 무기체계의 복잡성이 심화하고 수명 주기가 길어짐에 따라, MRO는 단순한 기술·운용 활동을 넘어 전력 지속성, 산업 자립화, 그리고 동맹 거버넌스를 관통하는 전략적 교차점으로 재정의되고 있다. 현대 방위산업 구조에서 MRO 역량은 무기체계의 가용성 및 작전 준비태세를 결정짓는 핵심 동인으로 재평가되고 있다(Oliver Wyman, 2025; Jung et al., 2022).

실제로 미국과 주요 북대서양조약기구(NATO) 회원국은 이미 지속성을 군사전략의 핵심 요소로 제도화하는 추세이다. 일례로 미국 국방부는 National Defense Industrial Strategy (NDIS)와 Regional Sustainment Framework (RSF)를 통해 정비 및 부품 공급 체계를 분산하고, 동맹국의 산업 역량을 활용하는 새로운 협력 모델을 구상하고 있다(Department of Defense, 2024). 이러한 변화는 단순히 비용 절감이나 효율화를 도모하는 것을 넘어, 지속유지 네트워크를 전략적 억제 역량으로 활용하려는 안보 패러다임의 구조적 전환을 함의한다(Slakaityte & Surwillo, 2025).

한국 역시 이러한 전략적 변환의 최전선에 놓여 있다. 이강경 & 김금률 (2023)과 안보경영연구원 (2024)는 MRO를 “미래 전력 운용의 디지털 엔진”으로 규정하고, 인공지능(AI), 디지털 트윈(Digital Twin), 예측정비(Predictive Maintenance) 등 첨단기술을 기반으로 한 한국형 MRO 생태계 구축을 제안한다. 특히 해·공군을 중심으로 확대되고 있는 민간정비 참여 사업은 방위산업 기반을 단순 획득 산업에서 지속유지 산업으로 재편하는 촉매 역할을 하고 있다(김상백 외, 2025).

이러한 맥락에서 MRO는 기술관리의 영역을 넘어 국가 거버넌스의 핵심축으로 확장되고 있다. 이는 법제도, 산업정책, 사이버보안, 노동시장, 국제협력 전반을 아우르는 복합적 정책 과제이므로, MRO의 전략적 의의를 평가하는 작업은 곧 한국의 미래 산업 및 안보정책의 방향성을 규정하는 작업과 직결된다.

나. 한국 방위산업 환경의 변화와 MRO 전략의 필요성

한국 방위산업은 지난 20년간 획득 중심 모델에서 점차 운용 중심 모델로의 구조적 전환을 경험하고 있다. 대규모 무기체계 도입 이후 정비비용이 전체 수명주기비용의 70%에 육박한다는 국내외 연구 결과는(Oliver Wyman, 2025; 안보경영연구원, 2024), MRO 역량의 효율성이 국방 예산의 건전성과 국가 재정 운용의 효율성에 직접 연결되어 있음을 시사한다.

한국은 특히 조선, 중공업, 정밀제조 분야에서 세계 최고 수준의 산업기반을 보유하고 있으며, 이러한 기반을 활용하여 육·해군의 정비 역량을 산업화하고 항공 MRO를 첨단화하는 전략은 국가적 차원으로 부상하였다. 한화오션과 HD현대가 수주한 미 해군 정비계약은 한국의 산업역량이 글로벌 MRO 시장에서 통용될 수 있음을 보여주는 실증적 사례이다(Carroll & Cook, 2025; 양찬 외, 2025). 또한, 한미 방산기술협력 성과 영향요인 분석(전유수 외, 2024)은 기술이전 및 공동인증 체계가 방산 산업 생태계 전반의 혁신을 촉진한다는 점을 통계적으로 입증하고 있다.

그러나 이러한 산업적 성과 이면에는 법적, 제도적 한계가 상존한다. 미국의 국제 무기거래규정(ITAR)과 수출통제 체계는 한국 기업의 정비 데이터 접근과 기술활용을 제약하고 있으며, 복잡한 인증 절차는 국제 공동 정비 사업에서 지속적인 병목현상을 초래하고 있다(양찬 외, 2025). 따라서 한국은 “규범을 수용하는 피동적 참여자”의 지위를 넘어, 국제 규범을 함께 설계하고 공유하는 주체적 행위자로서 MRO 거버넌스 참여 모델을 다시 정의해야 할 시점에 직면해 있다.

다. 연구의 목적과 구성

본 연구의 목적은 국방 분야의 MRO 체계가 단순한 기술적 지원 기능을 넘어, 국가안보, 산업 경쟁력, 그리고 동맹 운용의 지속성을 좌우하는 전략적 거버넌스 영역으로 진화하고 있음을 심층적으로 분석하고, 이에 대응한 한국의 정책적 방향과 산업 전략을 제시하는 데 있다. 특히 최근 미군의 RSF 도입과 같은 국제 정비체계의 재편은 동맹국 간 역할 분담과 인증, 데이터 거버넌스의 상호의존성을 강화하고 있는바, 이러한 변화 속에서 한국이 어떠한 제도적 위치와 산업적 기회를 선점할 수 있는지가 핵심 논의 대상이다.

본 보고서는 국방 MRO의 전략적 의의를 기초로, 글로벌 시장의 구조적 변화와 기술혁신, 그리고 국제 협력의 제도적 전환 과정을 종합적으로 고찰하였다. 연구의 분석 범위는 항공, 해군, 지상체계 등 주요 방위산업 분야의 MRO 생태계를 포괄하며, 이를 통해 한국의 산업적, 정책적 대응전략을 구체화하였다.

연구의 구성은 다음과 같다. 제1장은 국방 MRO의 개념을 정립하고 연구의 필요성을 논하며, 연구의 목적 및 구성의 틀을 제시한다. 제2장은 세계 국방 MRO 산업의 구조와 주요 동향을 분석하고, 산업별 및 지역별 성장 요인과 기술 혁신의 흐름을 검토한다. 제3장은 국제 협력을 저해하는 법적·제도적 장벽 및 운영상의 구조적 문제를 다루어, 방위 MRO 협력의 현실적 한계를 규명한다. 제4장은 디지털 전환과 혁신을 중심으로 한 새로운 MRO 체계의 발전 방향을 제시하고, 국제적 제도 신뢰 구축의 중요성을 논의한다. 제5장은 우리나라 국방 MRO 기업의 현황을 분석하고, 산업 생태계 내 주요 주체들의 역할과 협력 구조를 평가한다. 제6장은 미래 환경 변화에 따른 MRO 산업의 기술적·정책적 기회를 전망하며, 한국의 전략적 위치와 성장 가능성을 제시한다. 마지막으로 제7장은 본 연구의 주요 결과를 종합하여, 한국이 글로벌 MRO 거버넌스에서 실질적 주도권을 확보하기 위한 정책적 제언을 제시한다.

본 연구는 이러한 일련의 분석 과정을 통해 국방 MRO를 단순한 정비산업이 아닌, 지속 가능한 국가안보 및 동맹 역량 강화의 전략 인프라로 규정하고, 이를 뒷받침할 제도·기술·산업의 통합적 정책 방향을 제시하는 것이 목표다.

II. 세계 국방 MRO 시장 동향

가. 국방 MRO 시장의 구조적 변화

세계 국방 MRO 산업은 지난 20여 년 동안 단순한 후방 정비 지원 영역의 기능을 넘어, 국가안보와 산업 경쟁력을 동시에 견인하는 전략적 핵심 분야로 진화하였다. 2000년대 초반까지만 해도 MRO는 개별 군의 보조적 기능으로 인식되어 비용 절감과 운용유지의 효율화에 주안점을 두었으나(Rao et al., 2017), 최근에는 무기체계의 복잡성 증대, 디지털 전환 가속화, 그리고 글로벌 공급망의 취약성 심화로 인해 MRO는 전력의 가용성 및 작전 지속성을 보장하는 국가 전략의 중심축으로 격상되었다(Cook et al., 2025; Oliver Wyman, 2025).

이러한 구조적 변환은 크게 두 가지 핵심 동인에 의해 변화하고 있다. 첫째는, 기술적 전환이다. 예측정비(Predictive Maintenance), 디지털 트윈(Digital Twin), 인공지능 기반 진단체계, 그리고 사이버보안 인증 등 첨단 디지털 기술이 정비산업의 운영모델을 근본적으로 재편하고 있다(Qin et al., 2024; Kabashkin, 2024). 과거의 시간 기반(Time-Based) 정비 방식이 장비 상태 데이터를 실시간으로 분석하여 고장을 사전에 예측하고 조치하는 상태기반 정비(CBM: Condition-Based Maintenance) 체계로 급속히 대체되는 것이 대표적이다. 둘째는, 제도 및 산업의 분권화이다. 비용 효율성과 신속 대응을 확보하기 위해 정비 권한을 민간 기업이나 지역 동맹국과 분담하는 협력 모델이 확산하고 있다. 미국의 RSF (2024)는 이러한 국제적 추세를 제도적으로 명확히 한 사례로 평가된다(Office of the Deputy Assistant Secretary of Defense, 2024).

국내 연구 또한 이러한 구조적 진화에 주목하며 MRO 산업을 산업 생태계적 관점에서 조망한다. 안보경영연구원(2024)의 「국방 MRO 혁신방안」은 MRO 산업을 단순한 유지지원이 아닌, 데이터, 전문인력, 품질인증이 결합한 고부가가치 융합산업으로 정의하고, 이를 방위산업의 네 개의 영역, 획득-생산-운용-정비로 제도화할 것을 제안한다. 이 연구는 MRO가 무기체계의 생애주기 비용 중 가장 큰 비중을 차지한다는 점에서, 정비체계의 혁신이 곧 국방비 구조의 효율적 개혁으로 직결된다는 점을 강조

한다.

세계 시장 구조 측면에서 국방 MRO 산업은 그 본질에서 공공성과 시장성이 공존하는 혼합경제 영역의 특징을 갖는다. 각국 정부는 군수자산의 안정성과 국가안보를 이유로 핵심 정비 권한을 직접 통제하는 동시에, 비용 절감, 기술 확보, 대응 속도 제고를 위해 민간 기업과의 협력을 전략적으로 확대하고 있다(Suorsa & Cannon, 2025). 이러한 이중 구조는 국가 간 협력의 유연성을 증대시키는 긍정적 효과를 낳지만, 동시에 법적 책임의 모호성, 인증표준의 상호 불일치 등 새로운 형태의 거버넌스 문제를 초래한다.

또한, 이창용 외. (2023)이 MRO를 정책 주도적 산업으로 규정했듯이, 정부의 제도 설계가 산업 경쟁력의 성패를 좌우하는 핵심 요인으로 작용한다. 특히, 항공과 함정 분야의 MRO는 고도의 품질 검사 체계와 인증시스템을 수반하므로, 기술적 역량뿐 아니라 품질보증(QA/QC) 및 데이터 관리 표준화 수준이 국가별 경쟁력을 결정하는 변수가 된다. 이러한 현상은 이미 한국 내 항공 MRO 육성 정책(최세림 & 김현학, 2021)에서도 관찰되었듯이, 정비인력 양성, 부품 인증, 소프트웨어 유지 등 무형 자산의 관리 능력이 산업 확장과 국제협력의 핵심으로 지목된다.

결론적으로, 글로벌 MRO 산업의 구조적 진화는 기술적 혁신과 제도적 적응이 상호작용한 결과로 이해될 수 있다. 단순히 정비주기를 최적화하는 수준을 넘어, 데이터, 품질, 법제, 인력이라는 다차원적 요소를 통합 관리함으로써 산업 전반의 효율성과 대외적 대응성을 향상하는 방향으로 발전하고 있다. 이러한 맥락에서, 한국의 MRO 산업이 국제협력 체계 속에서 경쟁우위를 확보하기 위해서는 단순 기술도입을 넘어 제도, 표준, 데이터 거버넌스의 통합적 구조화가 필요하다.

나. 지역별 시장 구도 및 특성 분석

세계 국방 MRO 시장은 북미, 유럽, 그리고 아시아-태평양(APAC) 세 축을 중심으로 구조화되어 있으며, 각 지역은 산업 성숙도, 제도 구조, 기술 역량 측면에서 뚜렷한 이질성을 보인다. 2025년 기준 글로벌 국방 MRO 시장 규모는 약 1,250억 달러로 추산되며, 연평균 성장률(CAGR)은 약 2.5~3.0% 수준으로 완만하지만, 안정적인

상승세를 유지할 것으로 예측된다 (Oliver Wyman, 2025).

이 가운데 북미 지역은 전체 시장의 약 45%를 점유하는 최대 시장이며, 연평균 2.3%의 안정적 성장률을 보인다. 미국은 방위비 지출 규모와 무기체계의 기술적 복잡성 측면에서 타국을 압도하며, F-35와 같은 첨단 항공플랫폼과 해군 함정 유지보수를 포함하는 통합형 생애주기 정비체계를 선도하고 있다. 그러나 최근 들어 숙련 정비인력의 부족, 노후화된 공창(depot), 조선소 인프라, 인증 절차의 중복 등으로 인한 구조적 병목현상이 심화하고 있다(양찬 외, 2025). 이러한 내부적 제약은 전방 분산 정비(Forward Deployed Sustainment)에 대한 수요를 촉진하며, 한국과 같은 역량 있는 동맹국이 보완적 정비거점으로 진입할 수 있는 제도적 여지를 확대하는 주요 배경이다.

유럽 시장은 약 30%의 점유율을 차지하며, 연평균 성장률은 2.1% 내외로 비교적 완만한 성장세를 보인다. 유럽 각국은 자국 중심의 정비 권한 확보 정책을 유지하는 가운데, 북대서양조약기구(NATO) 차원의 다국적 정비 네트워크 구축을 추진하고 있다. 그러나 여전히 국가별 군수 규격, 보안 기준, 인증 절차의 불일치로 인해 운영 효율성이 저하되는 “제도적 분절성”이 문제점으로 지적된다(Droff, 2022; 국방논단, 2024). 이에 따라, 실질적인 공동 정비체계 확대를 위해서는 유럽항공안전청(EASA)과 미국 연방항공국(FAA) 간의 상호인증 모델과 유사한 방산 분야의 상호인증 및 표준화 모델을 도입할 필요성이 강조된다.

이에 반해, 아시아-태평양(APAC) 시장은 전체의 약 20%를 차지하지만, 연평균 3.2~3.5%로 가장 높은 성장률을 기록하며 역동성을 보여준다. 인도, 일본, 한국, 호주 등 주요국들은 방산 자립화 및 지역 안보 역량 강화를 병행하며 군수정비 산업을 국가 전략산업으로 육성하고 있다(Office of the Deputy Assistant Secretary of Defense, 2024). 이 지역은 상대적으로 우수한 인건비 경쟁력과 높은 기술집약도의 조합을 기반으로, 향후 글로벌 분산형 정비체계의 핵심 허브로 부상할 잠재력이 높다. 특히 한국은 항공, 조선, 전자, 기계산업의 통합적 역량을 바탕으로 항공 엔진, 전투기, 해군 함정, 장갑차량 등 주요 장비에 대한 중정비(Depot-Level Maintenance) 능력을 빠르게 확보하며 지역 내 우위를 점하고 있다(안보경영연구원, 2024).

그 외 중동과 아프리카 시장은 전체의 약 4~5% 수준으로 제한적이다. 사우디아라비아와 아랍에미리트(UAE)가 주도하는 국방 산업 현지화 정책이 일부 성과를 보이나, 숙련 인력 부족과 외국 기술 의존 심화가 여전히 성장의 주요 제약요인으로 작용하고 있다. 라틴아메리카 시장은 약 2% 수준으로 가장 작으며, 재정적 변동성과 인프라 부족으로 인해 정비 역량의 내재화가 더디게 진행되고 있다(Cook et al., 2025).

전체적으로 볼 때, 글로벌 국방 MRO 시장은 북미와 유럽이 기술과 표준의 기준을 설정하고, 아시아-태평양 지역이 생산과 정비 역량을 흡수하고 확장하는 이중 구조로 재편되고 있다. MRO는 기술집약적 서비스산업으로 변모하며, 단순 정비기능을 넘어 데이터 관리, 사이버보안, 인증 거버넌스가 핵심 경쟁요소로 부상하고 있다. 이는 각국이 기술력뿐 아니라 국제적 제도 역량을 강화해야 함을 의미하며, 이러한 구조적 변화는 한국을 포함한 신흥 기술 강국들에 새로운 산업진입 및 역할 확대의 기회를 제공하는 것으로 평가된다.

다. 분야별 세분화와 운영 논리

국방 MRO 산업은 단일 시장으로 보기 어려우며, 영역별(항공, 해군, 지상체계)로 분화된 다층적 산업생태계로 구성된다. 각 영역은 기술체계, 품질인증 절차, 운용주기, 전문인력 구조 등에서 서로 다른 운영 논리(Operational Logic)를 갖는다. 이러한 구조적 세분화는 시장 구조, 비용패턴, 그리고 정책적 개입의 방향성을 결정하는 주요 요인이다.

항공 MRO 부문은 전 세계 방위 MRO 산업의 약 60~70%를 점유하는 핵심 영역으로서, 고도의 기술 집약성과 엄격한 인증 중심 구조가 특징이다(Singh, 2024). 항공 분야는 엔진, 항전 장비, 그리고 기체 정비 세 영역으로 구성되며, 특히 엔진 정비가 전체 비용의 절반 이상을 차지할 정도로 고부가가치를 지닌다. 최근 항공 정비는 예측 정비(Predictive Maintenance), 디지털 트윈, CBM 등의 기술로 혁신이 가속화되고 있으며, 미 공군과 북대서양조약기구(NATO) 회원국들은 이를 기반으로 인공 지능 분석 기반의 고장진단 체계를 운영하고 있다(Qin et al., 2024; Kabashkin, 2024).

한국의 항공 MRO 산업 역시 유사한 구조적 진화를 경험하고 있다. 오경원 외(2014)는 항공 MRO 운영 사례를 통해, 항공우주 분야의 품질관리시스템(QMS), 공정 검사, 안전인증 절차가 향후 해군 MRO 체계 발전의 기초모델이 될 수 있음을 제시하였다. 이후 권혁준 & 조환정(2025)는 정비인력의 기술 숙련도 및 시험설비의 확보가 예측정비의 전제조건임을 강조하며, 국내 정비기술의 내재화가 장기적 경쟁력 확보의 핵심임을 실증하였다. 현재 한국은 KF-21, T-50, FA-50 등 자국 항공기의 정비 권한을 점진적으로 확대하고 있으며, 이 과정에서 민간 항공 MRO 인프라와 군 정비체계 간의 상호 보완적인 역할 분담 구조가 정착 단계에 있다(안보경영연구원, 2024).

해군 MRO 부문은 규모 면에서는 항공 분야에 비해 작으나, 운용주기가 길고 정비 복잡도가 높은 산업군으로 분류된다. 함정은 선체(Hull), 기계/전기 시스템, 전투체계의 세 가지 모듈로 구성되며, 이 중 전투체계의 유지 및 성능 개량은 고도의 보안 및 소프트웨어 인증이 필수적으로 요구된다(Rahman et al., 2020). 함정 MRO는 주로 중기 및 장기 정비(Mid-life Refit/Overhaul) 중심으로 운영되며, 계획정비의 주기가 5~10년에 달하는 긴 주기성이 특징이다. 한국의 경우, 한화오션과 HD현대가 주축이 되어 민군 연계형 함정 MRO 체계를 구축하고 있으며, 이는 전통적인 군수창 중심의 폐쇄적 정비 방식에서 산업생태계 기반의 개방형 정비 거버넌스로 전환되는 흐름을 대변한다(양찬 외, 2025).

나아가 전유수 외(2024)의 분석에 따르면, 해군 MRO의 경제적 가치는 단순한 유지비 절감에 국한되지 않고, 조선, 철강, 전자, 정보통신 등 연관 산업 전반에 걸쳐 광범위한 생산 유발효과를 창출한다. 즉, 해군 MRO는 산업적 파급력과 전략적 중요성을 동시에 갖는 복합산업으로, 정책적으로는 단순 군수지원이 아닌 국가 해양산업 전략의 일부로 접근할 필요가 있다.

지상체계 MRO 부문은 전차, 장갑차, 자주포, 지원 차량 등 광범위한 플랫폼으로 구성되며, 항공 및 해군 분야와 달리 정비의 분산성이 높다는 구조적 특성이 있다. 전투차량과 장비는 대부분 야전에서 단기 수리(Field Maintenance) 형태로 운영되며, 복잡한 오버홀(Overhaul)은 정비창 수준에서 수행된다. 특히 전자화 및 무인화가 가

속화되면서, 지상체계 정비는 소프트웨어, 센서, 통신 모듈 관리가 핵심 과제로 부상하고 있다. 안보경영연구원 (2024)는 지상 장비 분야의 정비 효율화는 민간 기업의 기술참여, 부품 국산화, 인력 재교육을 통해 개선될 수 있으며, 이를 위해 통합형 정비 관리 체계(IMMS: Integrated Maintenance Management System) 구축을 제안하였다.

종합적으로, 항공, 해군, 지상체계 MRO는 서로 다른 기술과 운용 논리를 가지지만, 데이터 기반 정비체계의 구축, 품질인증의 국제적 표준화, 그리고 사이버보안의 내재화라는 핵심 운영 원리를 공유하며 수렴하고 있다. 이러한 기술적·제도적 수렴은 분야별 기술경계를 허물고 MRO 산업 전반을 하나의 통합 생태계로 진화시키는 동인으로 작용한다. 향후 디지털 전환이 심화함에 따라, 정비주기, 공정관리, 부품 수급, 인력 배분이 모두 실시간 데이터에 의해 조정되는 지능형 유지관리 체계가 국방 MRO의 새로운 표준이 될 것이다.

라. 기술혁신과 디지털 전환

현대 국방 MRO 산업은 단순한 기술 유지체계를 넘어, 데이터 기반의 지능형 생애주기 관리체계로 진화하고 있다. 이 변화의 중심에는 예측정비, 디지털 트윈, 적층제조(Additive Manufacturing, AM), 그리고 스마트 물류로 대표되는 기술혁신이 자리하고 있다. 이러한 혁신은 단일한 공정 개선이 아니라, 정비 철학과 운영 거버넌스 전반을 바꾸는 근본적인 패러다임 전환으로 평가된다.

첫째, 예측 정비(CBM+)의 확산은 MRO의 시간 개념을 재정의하였다. 과거의 정비가 시간 기반(Time-Based) 혹은 주기 기반으로 수행되었다면, CBM은 실시간 상태 정보를 기반으로 부품의 성능 저하를 사전에 탐지하고 정비 시점을 최적화한다(Qin et al., 2024). 미 국방부의 「DOD Instruction 4151.22」(2020)에 따르면, CBM+는 전 수명주기에서 데이터를 수집하고 분석하여 ‘정비를 필요로 하는 순간’을 예측함으로써 불필요한 부품 교체를 줄이고 가동률을 최대화하는 체계를 의미한다. 한국에서도 항공 엔진과 추진 체계에 CBM 기술이 단계적으로 도입되고 있으며, 권혁준 & 조환정 (2025)는 이러한 체계가 엔진 정비 비용을 약 15~20% 절감시키는 효과가 있음

을 실증적으로 제시하였다. 나아가, CBM은 단순 기술이 아니라 데이터 관리와 인증 체계가 결합된 운영 개념으로서, 장비의 디지털 로그(Digital Logbook)를 실시간으로 업데이트하며 정비 기록의 투명성과 감사 가능성을 높인다.

둘째, 디지털 트윈(Digital Twin)의 적용은 설계, 운용, 정비 간의 단절을 해소하는 핵심 매개체로 부상했다. 이는 실제 무기 체계와 동일한 가상 모델을 생성하고, 센서 데이터로 실시간 상태를 반영하는 기술이다(Kabashkin, 2024). 이를 통해 운용자는 물리적 장비를 분해하지 않고도 결합 위치를 예측하고, 가상의 환경에서 수리 절차를 검증할 수 있다. 덴마크 공군과 미 공군의 F-35 프로그램에서는 이미 디지털 트윈 기반의 정비 시뮬레이션이 표준화되었으며, 이는 정비 소요 시간을 25% 이상 단축한 것으로 보고된다(Department of Defense, 2024). 한국의 경우, 국방기술품질원과 방산 기업이 협력하여 KAI의 T-50, Stryker 장갑차 등 일부 장비에 디지털 트윈을 시범 적용하고 있으며, 이는 향후 국방 CBM 시스템과 연계되어 “가상-현실 통합 정비 체계(Virtual-Physical Integrated Maintenance)”의 토대를 형성하고 있다(박시우 외, 2022; 안보경영연구원, 2024).

셋째, 적층제조(AM)의 활용은 글로벌 공급망 의존도를 줄이는 혁신적 수단으로 부상했다. 전통적인 MRO는 정비부품을 원제작사(OEM)로부터 공급받는 구조이지만, 글로벌 공급망의 불안정성이 심화하면서 현지화된 부품 생산의 중요성이 커졌다. AM 기술은 이러한 제약을 완화하는 대안으로, 3D 프린팅을 활용해 긴급 부품을 현장에서 신속히 제작할 수 있다(Valtonen et al., 2022). 그러나 국방 부문에서의 적용은 품질인증과 데이터 추적성 문제로 인해 제한적이다. 각 부품은 같은 소재, 제조조건, 인증 절차를 거쳐야만 항공과 해군 플랫폼에 탑재될 수 있기 때문이다(Singh, 2024). 한국의 경우, 한화오션과 HD현대가 조선 및 방산 부품의 일부를 적층제조 방식으로 생산하고 있으며, 이러한 시도는 전유수 외(2024)가 제시한 민군 융합형 정비생태계 구축 전략과도 일치한다.

넷째, 스마트 물류와 공급망 가시성 강화는 MRO의 효율성을 결정짓는 핵심 요인으로 부상했다. 정비가 정시에 이루어지려면 부품, 인력, 장비가 정확한 시점에 배치되어야 한다. 이를 위해 미국방부와 NATO는 사물인터넷(IoT) 기반의 실시간 추적,

자율주행 로봇, 그리고 인공지능 기반의 재고관리 시스템을 도입하고 있다(Stanton et al., 2022). 이러한 기술은 단순한 물류 자동화를 넘어, 정비 수요를 사전에 예측하여 정비-조달-운송의 데이터 통합망을 구성한다. 한국에서도 방위사업청 주도로 스마트창고와 예측 물류 시범사업이 추진되고 있으며, 이는 안보경영연구원(2024)에서 제시된 “AI 기반 통합 군수 체계”의 핵심 구성요소로 자리 잡고 있다.

마지막으로, 사이버보안과 데이터 거버넌스가 모든 기술혁신의 기반으로 통합되고 있다. MRO의 디지털화는 곧 사이버 공격 가능성을 높인다. 정비 데이터가 노출되면 장비의 취약점이 직접 드러나기 때문이다. 이에 따라 미국방부는 정비창(DRMS) 인증 시 사이버보안 평가를 의무화하고 있으며(Department of Defense, 2024), 이강경 & 김금률 (2023)은 국방 정보 체계의 보안 내재화(Security by Design)를 강조하고 있다. 향후 국제 MRO 협력은 기술적 상호운용성뿐 아니라, 데이터 권한, 암호화 표준, 접근통제 구조 등 디지털 거버넌스의 조화가 협력의 성패를 좌우할 것이다.

결론적으로, 디지털 전환은 단순히 기술적 업그레이드가 아니라 MRO의 운영철학과 거버넌스 체계 전체를 재구성하는 구조적 혁신이다. 예측정비와 디지털 트윈기술이 정비의 시간을 재편하고, 적층제조와 스마트 물류가 공간적 제약을 완화하며, 사이버보안이 그 신뢰성을 보장한다. 이러한 요소들이 결합하면서, 국방 MRO는 물리적 한계를 넘어선 데이터 중심의 ‘지능형 유지관리 생태계’로 이행하고 있으며, 이 전환의 궁극적 목표는 단순한 비용 절감이 아닌 실시간 가용성 및 작전 지속성 확보에 있다.

Ⅲ. MRO 협력의 도전과제

가. 규제 및 표준화

국방 MRO 산업은 고도의 기술 안정성과 민감한 군사보안 요건을 동시에 충족해야 하는 특수성을 지닌다. 각국은 이러한 특성을 반영하여 엄격한 안전 인증(Safety Certification)과 수출 통제 체계를 운용하고 있으나, 이 제도들은 종종 기술 발전 속도와 국제협력의 수요를 따라가지 못하며 동맹국 간 MRO 협력을 지연시키는 주요 요인으로 작용한다.

특히, 미국의 법적 제약은 해군 MRO 분야에서 두드러진다. 「10 U.S.C. §8680」과 「10 U.S.C. §8679」는 외국 조선소에서 미 해군 함정 유지보수를 원칙적으로 금지하고 있어, 이는 동맹국 조선소의 참여 여지를 제한하는 구조적 병목으로 작용해 왔다(Kwon, 2025; 김덕기, 2025). 이러한 법적 제약은 단순한 국내 규제의 문제를 넘어, 전방 분산정비와 같은 다국적 협력체계 구축의 핵심 걸림돌이 되고 있다.

다만, 최근 이러한 규제적 제약은 점차 완화되는 방향으로 변화하고 있다. 김덕기(2025)는 미국 내 정비시설의 노후화, 숙련 인력 부족, 그리고 함정 유지보수 적체 문제 심화로 인해 제도 변화의 압력이 증가하고 있음을 지적한다. 실제로 미 의회는 「Ensuring Naval Readiness Act」 개정을 통해 한국, 일본, 호주 등 주요 동맹국의 조선소를 공식 MRO 파트너로 인정하는 방안을 검토 중이다. 이는 단순한 비용 절감 차원을 넘어, 장기적인 공급망 안정성과 동맹 상호운용성을 강화하려는 전략적·제도적 대응으로 해석된다(Carroll & Cook, 2025; 양찬 외., 2025).

한편, 민간 항공 부문에서는 이미 국제표준화 모델이 상당한 진전을 보였다. 유럽 항공안전청(EASA)과 美연방항공청(FAA)은 상호인증 체계를 구축하여, 정비 승인 절차를 간소화하고 각국 간 정비 데이터 이동을 합법화함으로써 효율성을 극대화했다(Spreen, 2023). 국방 분야에서도 이와 유사한 모델을 도입하려는 시도가 이루어지고 있으나, 군사보안과 기술 보호 조항 때문에 완전한 민간형 개방은 여전히 어렵다.

이에 따라 양찬 외.(2025)는 군사기밀 보호와 국제협력 증진 간의 균형을 위해 “제한적 상호인증” 제도의 도입을 제안하였다. 이 제도를 통해 동맹국 간 품질보증(QA)

및 기술검증 절차의 상호인정이 가능해져, 실질적인 협력의 문턱을 낮출 수 있을 것이라 분석된다(양찬 외, 2025; 안보경영연구원, 2024).

결론적으로, 국제 MRO 협력을 가로막는 핵심 도전과제는 물리적 인프라나 재정 여력보다는 인증, 표준, 보안 체계의 비대칭성이다. 따라서 향후 MRO 정책은 기술개발뿐 아니라 규제 조율, 표준화된 인증 절차의 국제 상호인정, 그리고 데이터 접근권의 법제화를 핵심축으로 삼아야 한다(Office of the Deputy Assistant Secretary of Defense, 2024; 국방논단, 2024).

나. 비용 상승과 수명주기 관리

첨단 무기체계의 복잡성과 디지털 의존도가 심화하면서, 유지비용은 조달비용보다 더 빠르게 증가하고 있다. Oliver Wyman(2025)은 차세대 전투기, 무인기, 스텔스 함정의 정비비용이 플랫폼 가격보다 훨씬 높은 수준으로 상승하고 있으며, 전체 생애주기 비용(LCC)의 70% 이상이 유지단계에서 발생한다고 지적했다. 이러한 현상은 단순히 부품 단가의 상승 때문이 아니라, 수명주기 관리 과정에서 발생하는 인증, 검사, 데이터 관리의 구조적 중복에 기인한다. 즉, 각 기관이 개별적으로 유지, 검사, 승인을 반복하는 구조적 중복이 비용 상승의 주된 원인으로 작용한다(Miller, 2022; Rahman et al., 2020).

RAND Corporation의 연구는 이러한 비효율을 완화하기 위해 인공지능(AI) 기반 예측 정비, 로봇 프로세스 자동화(RPA), 사이버 무결성 검증 체계 등을 통합한 관리 모델을 제시했다(Clayton et al. 2024). 그러나 안보경영연구원(2024)은 기술적 혁신만으로는 비용 절감이 실현되지 않으며, 정비 데이터를 통합적으로 관리·공유할 수 있는 공공-민간 데이터 플랫폼이 병행되어야 한다고 지적했다. 즉, 예측 모델의 정확도보다 중요한 것은 데이터 접근성, 표준화된 품질 관리(QA), 그리고 실시간 추적 가능성이며, 이러한 거버넌스 구조가 비용 효율을 결정짓는다.

한국의 항공 MRO 부문에서도 유사한 현상이 나타나고 있다. 최세림 & 김현학(2021)은 항공 정비산업의 민간참여 확대가 단순한 일자리 창출 효과를 넘어, 정비효율 향상 및 비용 안정화로 이어질 수 있음을 분석하였다. 그러나 여전히 고급 정비인

력 부족, 인증된 부품공급의 제약, 국외 의존적 기술 구조가 정비지연과 원가상승을 유발하고 있다. 이러한 구조적 한계는 안보경영연구원 (2024)가 지적하듯, 정비 데이터 표준화, 인증 절차 간소화, AI 예측모델 제도화를 통해 해소될 수 있다. 다시 말하면, MRO 비용의 상승은 기술 첨단화의 결과가 아니라 운용체계의 비효율성, 인증 절차의 중복, 정보 비대칭성에서 비롯된다. 따라서 정책의 초점은 단순한 예산증액이 아니라, 수명주기 전 구간에서의 데이터 통합 관리체계 구축, 정비 프로세스 자동화, 그리고 디지털 기반의 성과측정 지표화로 이동해야 한다(Cook et al., 2025; 안보경영연구원, 2024).

다. 공급망 단절과 인력 제약

글로벌 공급망의 불안정은 국방 MRO 생태계의 가장 취약한 연결고리로 지적된다. 팬데믹 이후 반도체, 복합소재, 센서 등 주요 부품의 공급이 불안정해지면서, 주요 무기 체계의 정비 주기가 지연되고 가동률이 하락하였다. Cook et al.(2025)은 이를 단순한 조달 지연이 아닌 정비 생태계의 시스템 위험으로 규정하며, 예비 부품 부족이 현장 정비 역량의 저하로 이어지는 연쇄 병목 현상을 강조하였다.

이러한 상황에서 각국은 공급망 자립도를 높이기 위해 자국 내 정비 허브화 전략을 추진하고 있다. 미국은 「Regional Sustainment Framework (RSF)」를 통해 전방 거점에 부품, 데이터, 인증을 분산 배치하고 있으며(Office of the Deputy Assistant Secretary of Defense, 2024), 국방논단(2024)도 유사한 개념의 국방 정비 통합 거점(IMLO Hub) 구축 필요성을 제기하였다. 이러한 정책은 단순한 물류 효율화가 아니라, 전시 지속성과 전략적 자율성 확보의 수단으로 평가된다.

안보경영연구원(2024)은 공급망 회복 탄력성을 확보하기 위해 민간 기업, 중소 정비업체, 조선·항공 대기업이 참여하는 “산업기반형 정비 클러스터” 구상을 제시하였다. 이는 기존의 군수창 중심 모델을 보완하며, 민군 융합형 정비생태계를 형성하는데 초점을 맞추고 있다. 특히 방산 부품의 국산화율 제고, 예비 부품 적층 제조(AM) 기반의 현지 생산, 실시간 물류 추적 기술은 공급망 취약성을 완화하는 핵심 수단으로 제시된다(Valtonen et al., 2022; 전유수 외, 2024).

한편, 숙련된 정비인력 부족은 또 다른 구조적 병목으로 작용한다. 미국과 일본은 정비인력의 고령화와 기술 세대교체로 인한 정비품질의 저하를 겪고 있으며, 한국 역시 유사한 문제를 안고 있다. 권혁준 & 조환정 (2025)는 전문 정비인력 양성과 인증 체계의 미비가 항공기 엔진 정비의 품질 격차를 심화시키고 있다고 지적하였다. 또한, 최세림 & 김현학(2021)은 숙련기술자 양성에 필요한 훈련 기간과 투자 규모가 크기 때문에, 정부 주도의 산업-학계 연계형 인력 양성 프로그램이 필요함을 강조하였다.

이러한 인력 병목은 공급망 병목과 상호 강화된다. 숙련 인력이 부족하면 적층제조나 예측정비 기술의 현장 적용이 제한되고, 부품공급이 불안정하면 정비인력이 유휴화되는 악순환이 발생한다. 따라서 안보경영연구원(2024)은 인력과 공급망을 통합 관리하는 데이터 기반 예측 시스템 구축을 제안했다. 이는 정비 수요, 부품 소요, 인력 배치 정보를 통합 관리하여 병목 발생 가능성을 사전에 탐지하는 시스템으로, 향후 MRO 운영의 핵심 거버넌스로 자리할 것이다.

결국, 공급망과 인력의 문제는 분리된 과제가 아니라, 상호의존적인 구조적 병목으로 작동한다. 이 두 축을 통합적으로 관리하기 위해서는 단기적 예산지원보다 장기적 예측, 교육, 기술협력 프로그램을 중심으로 한 체계적 산업정책이 필요하다(안보경영연구원, 2024; 국방논단, 2024).

라. 사이버보안과 법적·지정학적 제약

디지털 전환의 확산은 MRO의 효율성을 비약적으로 향상했지만, 동시에 사이버보안과 데이터 신뢰성 문제를 새로운 병목으로 등장시켰다. 예측 정비(CBM), 디지털 트윈, 스마트 물류 등 디지털 기술은 정비효율을 높이지만, 그 핵심 자산인 정비 데이터가 네트워크를 통해 교환되면서 공격 표면(Attack Surface)이 확대된다(Department of Defense, 2024). 이로 인해 각국은 정비창과 군수시설을 대상으로 한 사이버 침투 및 데이터 변조 위협에 직면하고 있으며, 이는 단순한 정보 보안이 아니라 작전 신뢰성의 문제로 이어진다.

미국의 ITAR(International Traffic in Arms Regulations)은 군사 장비 관련 기술

자료의 해외 이전을 제한함으로써, 동맹국 간 공동 정비를 어렵게 만드는 대표적 법적 제약으로 지적된다. 미 법무부(2025)는 이러한 규제가 기술 보호 목적을 달성하는 동시에, 한국 등 동맹국의 참여를 구조적으로 제약하고 있다고 분석하였다.

다만 최근에는 ITAR 체계를 완화하여, 특정 품목에 대한 부분 면제(Partial Waiver) 또는 한시적 기술 접근권(Limited Technical Access)을 부여하는 방식이 논의되고 있다(Kulp et al., 2024; 법무부, 2025). 이러한 변화는 한국이 “신뢰받는 정비 파트너”로 인정받기 위한 제도적 발판으로 평가된다.

한편, 국제 정비 협력의 신뢰성을 확보하기 위해서는 디지털 인증 거버넌스가 필수적이다. NATO와 미 국방부는 블록체인 기반 정비 이력 관리 시스템을 시험적으로 운영 중이며(Ahmad et al., 2020), 한국 역시 이창용 외(2023)와 방위사업청을 중심으로 “디지털 정비 인증 체계” 구축을 추진하고 있다. 이 체계는 부품 교체, 정비 이력, 사이버 검증 데이터를 암호화하여 저장함으로써, 정비 기록의 변조를 방지하고 국제 인증기관 간 상호 검증이 가능하도록 설계된다.

이강경 & 김금률 (2023)은 이러한 체계를 단순 기술도입이 아닌 ‘보안 내재화 (Security by Design)’의 관점에서 접근해야 한다고 강조하였다. 즉, 정비 데이터의 보안은 별도 관리 영역이 아니라 정비과정의 필수 요소로 설계되어야 하며, 이를 위해 데이터 권한 관리, 암호화 표준, 접근통제 구조를 국제수준에 맞게 조정해야 한다. 결국, 디지털 전환 시대의 국제 MRO 협력은 기술 수준이 아니라 신뢰의 문제로 귀결된다. 정비 데이터의 투명한 관리, 법적 접근권의 상호성, 사이버보안 기준의 조화가 확보될 때, 동맹국 간 공동 정비와 기술이전이 실질적으로 작동할 수 있다. 따라서 향후 정책의 핵심은 ‘디지털 신뢰의 제도화’, 즉 보안, 법제, 데이터 관리의 통합적 설계를 통해, 기술협력과 정보보호를 동시에 달성하는 것에 뒤야 한다(법무부, 2025; 안보경영연구원, 2024).

IV. 국제 협력과 정책 프레임워크

가. 국제 MRO 협력의 전략적 필요성

국방 MRO 분야에서 국제 협력은 단순한 산업적 선택을 넘어, 동맹의 작전 지속성과 전력 가용성을 좌우하는 핵심 요인으로 부상하고 있다. Cook et al.(2025)은 미군의 전개력이 확대될수록 정비, 보급, 인증 체계의 유기적 결합이 전력의 실질적 지속성을 결정한다고 강조하였다. 이러한 배경 속에서 미국은 2024년 「Regional Sustainment Framework(RSF)」를 발표하고, 전방 분산정비 개념을 제도화하였다(Office of the Deputy Assistant Secretary of Defense, 2024). RSF는 단순한 공급망 효율화를 넘어, 법적·제도적 거버넌스를 선제적으로 구축함으로써 작전 현장에서 정비와 인증이 즉시 이루어질 수 있도록 설계된 체계다(Carroll & Cook, 2025).

한국의 관점에서 이러한 변화는 새로운 기회이자 도전이다. 국방논단(2024)은 한반도가 미군의 전방배치 거점이자 동북아 연합전력의 핵심 노드임을 지적하며, 한국의 MRO 능력이 단순한 지원 단계를 넘어 동맹 지속전력의 일부로 재편되고 있다고 분석하였다. 또한 김덕기(2025)는 미국 내 조선 및 유지보수 인프라의 한계를 보완하기 위한 대안으로서 한국의 조선·기계산업 기반을 강조하였고, 이를 동맹의 작전 지속성을 강화하는 상호의존적 구조로 해석하였다. 이처럼 국제 MRO 협력은 단순한 산업적 협업이 아니라 신뢰를 기반으로 한 전략적 지속유지 메커니즘으로 진화하고 있다.

나. 협력의 제도적 기반: PPP, 전방정비, 표준화

국제 협력의 제도적 토대는 각국의 산업 구조와 정책 환경에 따라 다르지만, 대체로 공공-민간 협력, 전방 분산정비, 표준화된 인증·데이터 거버넌스로 수렴한다. 공공-민간 파트너십(Public-Private Partnership, PPP)은 국방자산의 운용과 정비를 분리하여 효율을 높이는 제도적 장치로, 특히 성과기반 균수(PBL) 계약을 통해 민간 기업의 전문성과 정부의 안전규제를 결합하고 있다. 한국에서도 안보경영연구원(2024)이 이와 유사한 접근을 제시하며, 민간 MRO 전문기업의 참여 확대와 역할 분담을 제도

화해야 한다고 강조하였다.

전방 분산정비는 RSF의 핵심 개념으로, 정비거점을 작전 지역 인근으로 이동시켜 행정적 지연을 최소화하고, 데이터 접근권과 인증 정보를 실시간으로 공유하는 체계를 의미한다. 일본과 유럽의 사례는 이러한 개념의 실현 가능성을 보여준다. 일본 미쓰비시중공업은 F-35의 동아시아 정비 허브로서 미국 공군의 항공 정비를 지원하고 있으며(CSIS, 2024), 유럽에서는 여러 나토 회원국이 공동 부품관리 체계를 통해 정비와 인증 절차를 통합하였다(Droff, 2022). 한국도 한화오션과 HD현대, KAI를 중심으로 해군·조선·항공 분야에서 전문정비 역량을 고도화하고 있으며, 전유수 외(2024)는 이러한 분업구조가 산업적 부가가치뿐 아니라 작전 효율성 향상에도 이바지한다고 평가하였다.

표준화는 국제협력의 지속성을 결정짓는 핵심 요소다. 미국의 RSF는 인증서 양식, 정비 이력 관리, 데이터 통신 프로토콜을 단일 표준으로 통합한 RSF Standard Data Model(RSDM)을 적용하고 있다. 이창용 외 (2023)은 이를 참고하여 한국형 MRO 체계의 중심축으로 국제표준 기반의 품질보증체계와 디지털 인증서 상호인정제도를 제시하였다. 표준화는 단순한 절차의 통일이 아니라, 다국적 협력에서 신뢰와 투명성을 보장하는 거버넌스의 핵심적 수단으로 작동한다.

다. 협력 사례와 제도화의 진전

국제협력의 구체적 성과는 해군과 항공 분야에서 특히 뚜렷하다. 한화오션과 HD현대는 미 해군의 다목적함(MSC) 정비계약 입찰 자격을 확보하며, 동맹국 조선소가 미 해군 정비 네트워크에 공식 편입된 첫 사례로 평가받는다(양찬 외., 2025). 이러한 진전은 한국이 단순한 하도급을 수행하는 국가가 아니라, 일정 수준의 인증과 품질보증 역량을 갖춘 ‘공인 정비 주체’로 인정받았음을 의미한다. 항공 분야에서는 KAI와 한화에어로스페이스가 F-35 및 F-16 정비인증 체계를 자국형 표준으로 수용하며, 다국적 정비센터 모델의 동아시아형 확립을 추진하고 있다.

오경원 외 (2014)는 항공우주 MRO 산업의 품질관리체계가 해군 MRO 시스템의 품질보증모델로 확장될 수 있다고 분석했으며, 국방논단 (2024)는 이러한 기술적 표

준화가 RSF 체계와 연계될 경우 한국의 MRO 산업이 수출 가능한 전략산업으로 발전할 수 있다고 평가하였다. RSF는 또한 허브-스포크 구조를 통해 한국, 일본, 호주 가 각각 해군, 항공전자, 육상장비 정비 역할을 분담하고, 미국이 상위 인증 체계를 관리하는 연합정비 모델을 구상하고 있다(CSIS, 2025). 이는 동맹국 간 기능적 분업과 상호인증 체계의 제도화를 통해 분산형 지속유지 네트워크를 구축하는 새로운 접근이라 할 수 있다.

라. 법적 거버넌스와 정보통제

국제 협력의 가장 큰 제약은 기술이 아니라 법적 구조의 불일치에서 비롯된다. ITAR과 각국의 비밀보호법은 국가안보를 위한 정당한 장치이지만, 동맹국 간 정비 데이터의 실시간 교환을 어렵게 만들어 실질적인 병목으로 작용한다(법무부, 2025). 이를 완화하기 위한 대안으로 논의되는 것이 상호국방조달협정(RDP-MOU)이며, Kim (2022)는 이 협정이 데이터 교환과 인증 상호인정, 부품 호환성 검증을 제도화할 수 있는 현실적인 방안을 지적했다.

조한철 외 (2024)은 한미 기술협력 연구를 통해 RDP-MOU 체결 시 공급망 협력 및 기술이전이 가속화될 수 있음을 실증적으로 제시하였으며, 이러한 제도적 기반이 구축될 경우 한국의 MRO 기업은 미군과의 공동개발 및 정비인증 과정에서 실질적 주체로 참여할 수 있게 된다. 데이터 거버넌스 측면에서, 미국 국방부는 사전 협의된 데이터 이동 경로, 디지털 인증원장, 역할기반 접근 제어를 핵심 요소로 하는 「National Defense Industrial Strategy(NDIS)」 체계를 운영하고 있으며(Department of Defense, 2024), 안보경영연구원(2024)은 이러한 세 요소를 한국형 MRO 체계의 정책 기반으로 수용할 것을 제안하였다. 방위산업진흥회(2023) 역시 디지털 인증 체계 구축이 향후 국제 협력의 필수조건이라 분석하며, 한국이 이 제도를 조기에 정착시킬 경우 한미동맹 내에서 정비인증기관으로서의 위상을 확보할 수 있다고 평가하였다.

마. 정책적 시사점

국제협력의 성패는 시설투자보다 제도 설계의 순서에 달려 있다. Carroll & Cook(2025)은 “거버넌스를 먼저 설계하고 시설을 뒤따르게 하는 접근”이 성공의 핵심이라고 강조하며, 이를 Governance-First Sequencing이라 명명하였다. 이러한 원칙은 안보경영연구원(2024)이 제시한 단계별 로드맵, 데이터 권한 협상, 상호인증 체계 구축, 물리적 확장과도 맥을 같이 한다.

한국은 엔진, 복합소재, 전자장비 등 인증 범위가 명확한 분야에서 파일럿 협력사업을 추진함으로써 제도적 신뢰를 우선 구축해야 한다. 이후 중장기적으로 RDP-MOU 체결을 통해 기술협력과 데이터 이동을 제도화하고, 이를 기반으로 전문 인력 양성과 표준화 교육체계를 확립할 필요가 있다. 권혁중 & 조환정 (2025)와 최세림 & 김현화 (2021)은 산학협력 기반의 인력양성모델을 제시하며, 이를 한미 간 인증통합의 기반으로 제시하였다.

결국, 국제협력의 본질은 기술경쟁이 아니라 제도적 신뢰 구축에 있다. 한국이 데이터 접근과 인증 체계를 국제수준으로 끌어올리고, 기술·인력·법제의 통합을 달성한다면, 한미동맹은 단순한 병참 협력을 넘어 지속유지 생태계를 공동으로 운영하는 전략적 파트너십으로 발전할 것이다.

V. 우리나라 국방 MRO 기업 식별 및 현황 분석

제1절 잠재적 국방 MRO 기업 식별

가. 식별 방법

국내 MRO 산업 관련 데이터를 구축하고, 이를 기반으로 우리나라 MRO 기업의 경쟁력을 평가하기 위해서는 무엇보다 먼저 국내 MRO 기업 현황에 대한 체계적인 자료 정비가 필요하다. 그러나 현재까지 국내 MRO 기업을 명확하게 정의하고 그 실태를 종합적으로 파악한 자료는 존재하지 않는 것으로 보인다.

특히 MRO 산업을 표준산업분류 체계 내에서 특정 산업코드로 명확히 구분하기가 어렵다. 이로 인해 기존의 산업분류코드를 활용하여 MRO 기업을 직접적으로 식별하는 데에는 한계가 존재한다. 따라서 MRO 산업 연구를 위한 기초 데이터 구축 단계에서 기업의 정의, 분류 체계, 현황 파악을 위한 별도의 기준 마련이 선행되어야 할 것으로 판단된다.

본 연구는 탐색적 차원에서 방위사업체의 공급망을 중심으로 MRO 기업의 식별을 시도하였다. 가장 먼저, 현재 방위사업체로 지정되어 있거나 과거에 지정된 이력이 있는 107개 기업을 분석 대상으로 선정하였다. 다음으로, 방위산업 공급망 관점에서 이들 방위사업체와 실제 매입처 및 매출처 관계를 갖는 기업들을 조사하였다. 기업정보 제공 서비스를 이용하면 각 방위사업체별로 주요 매입처 및 매출처를 확인할 수 있으며, 이를 통해서 방위산업을 영위하고 있는 국내 기업을 보다 광범위하게 수집할 수 있다. 최종적으로, 방위사업체 중심의 공급망을 포착한 후, 해당 공급망 내에서 영위하고 있는 기업들을 잠재적인 국내 방위산업 MRO 기업으로 정의하였다.

이와 같은 방식으로 MRO 기업을 식별할 경우 다음과 같은 의의가 있다. 첫째, “매입처 및 매출처 관계”라는 공급망 자료를 활용함으로써 주관적 판단이 아닌 실제 거래 네트워크에 근거한 식별이 가능하다. 이는 객관적이고 정량적인 기준을 제시한다는 점에서 의미가 있다. 둘째, 단순히 방위사업체 명부에 포함된 기업을 나열하는 수준을 넘어, MRO(유지·보수·운영)의 본질을 공급망 속 “연결과 서비스 제공”으로

보고 실제 거래가 발생하는 기업을 기준으로 함으로써, 산업 내에서의 실질적 역할 수행 여부와 연계성을 반영할 수 있다. 셋째, 방위산업 MRO 기업을 명확히 정의할 선행연구가 드문 상황에서, 본 연구의 접근 방식은 “방위산업 MRO 기업”을 독립적 범주로 인식하는 출발점이자 시범적 연구로서 탐색적 가치를 가진다.

다만 본 식별 방식은 다음과 같은 한계도 지닌다. MRO가 단순한 부품 납품을 넘어 정비, 유지, 운영 지원까지 포괄한다는 점에서, 거래 기반 정의만으로는 정비 역량, 기술 지원, 성능 보증 등 서비스적 성격을 충분히 반영하기 어렵다. 또한 공급망 내 거래 관계만으로는 해당 기업이 실제로 전문적인 MRO 서비스를 수행하는지, 아니면 단순히 부품을 납품하는 역할에 그치는지를 구분하기 어렵다는 제약이 존재한다.

본 연구에서 제시한 “방위사업체 대상 공급망 내 거래 기업을 MRO 기업으로 정의하는 접근”은 탐색적·시범적 차원에서 의미가 있으며, 더 정교한 MRO 기업 정의를 위해서는 후속 연구 등을 통해 보완이 필요하다. 구체적으로, 기업 인터뷰나 사업 범위 분석과 같은 정성적 검증을 병행하고, 정비, 부품공급, 기술 지원 여부 등 서비스 기능에 기반한 기준을 추가로 적용할 필요가 있다. 향후 이러한 보완 과정을 통해 실제 MRO 기업을 보다 정확하게 식별할 수 있을 것으로 기대된다.

나. 국내 MRO 잠재 기업 목록

방위사업체와 연결되는 공급망을 포착하고 잠재적인 MRO 기업을 파악하기 위해, 금융감독원 전자공시시스템(DART)과 기업 신용평가 기관인 (주)나이스디앤비의 기업정보 서비스(NICE Bizline)를 활용하여, 기업의 주요 매입처 및 매출처 등 거래 정보를 수집하였다.

DART는 상장기업을 중심으로 공시 의무가 있는 주요거래처 정보를 확인할 수 있다는 장점이 있으나, 공시 대상이 아닌 비상장기업에 대해서는 정보 접근이 제한적이다. 반면 NICE Bizline은 상장·비상장 여부와 관계없이 광범위한 기업 DB를 기반으로 주요거래처 정보를 제공한다. 특히 NICE Bizline은 신용평가 과정에서 수집·관리되는 거래 네트워크 데이터를 포함하고 있어, 공시자료만으로는 파악하기 어려운 중

소·중견기업의 공급망 관계를 보완적으로 확인할 수 있다는 점에서 활용 가치가 크다.

본 연구에서는 DART를 통한 공식 공시자료와 함께 NICE Bizline의 민간 데이터베이스를 병행 활용함으로써, 거래 네트워크 기반 MRO 기업 식별의 객관성과 포괄성을 동시에 확보하고자 하였다.

위의 기업정보 제공 서비스를 활용하여, 107개 방위사업체의 ‘주요거래처(매입처/매출처)’를 조회하였다.

[그림 5-1] 금융감독원 전자공시시스템(DART)을 통한 거래처 정보 수집 예시

구분	거래처명	종류	종류코드	회계기간	회계기간 종료일
연사	한국전력공사	매입처	매입처	2021년 12월	2021.12.31
	한국전력공사	매입처	매입처	2021년 12월	2021.12.31
	한국전력공사	매입처	매입처	2021년 12월	2021.12.31
	한국전력공사	매입처	매입처	2021년 12월	2021.12.31
	한국전력공사	매입처	매입처	2021년 12월	2021.12.31
	한국전력공사	매입처	매입처	2021년 12월	2021.12.31
합계					71,488 (100%)

※ 계정의 잔액과 및 변동사항은 병선계좌 모던 등의 이유로 기계를 생략합니다.
※ 2021 매출 총액 71,488억(내수 100%)

출처 : <https://dart.fss.or.kr/>

조사 과정에서 2025년을 기준으로 휴·폐업된 방위사업체는 8개, 최근 3년 내 기업 정보가 공시되지 않은 방위사업체는 18개 기업으로 확인되었다.⁴⁴⁾⁴⁵⁾ 이들 26개 기업을 제외한 81개 방위사업체에 대해서 주요 매입처 및 매출처로 공시된 기업정보를 수집하였고, 이를 통해 공급망 내에서 방위사업체와 거래하고 있는 잠재적인 MRO 국내 기업 리스트를 구축하였다.

[그림 5-2] (주)나이스디앤비의 기업 정보서비스(NICE Bizline)를 통한 거래처 정보 수집 예시

기업명	사업자번호	대표자명	거래비율	자산총계	부채총계
한원시스템(주)	813-81-17175	손재일	35.55%	5,219,490	2,786,455
엘아이테크스원(주)	215-86-35051	신익철	21.27%	5,924,352	4,713,670
한화에어로스페이스(주)	609-81-02992	손재일/김동관/마이클클더	3.5%	17,364,759	13,848,181
주식회사 제노코	129-81-78695	유택삼	2.89%	87,290	52,977
주식회사 신보	123-81-29804	유재현	0.44%	56,399	41,993

출처 : <https://www.nicebizline.com/>

최종적으로 잠재적인 MRO 국내 기업은 방위사업체 81개, 매입처 350개(중복 제외), 매출처 222개(중복 제외)로 파악되었으며, 구체적인 현황은 다음 표와 같다.

44) 휴·폐업 8개 기업(폐업연도) : 경안전선(2016년), 도담시스템스(2018년), 두산모트롤(2010년), 미래엠텍(2014년), 성산테크놀로지(2023년), 코리아일레콤(2022년), 한화디펜스(2022년), 한화디펜스(2019년)

45) 최근 3년 내 미공시 기업(18개) : 한화엔진(주), (주)케이조선, 광림, 기아자동차, 대명, 동성전기, 두산, 디에스티, 두산모트롤, 서울엔지니어링, 석문전기(한성S&I), 성동조선해양(HSG성동조선), 은성사, 진영전기, 칸워크홀딩, 한국로스트웍스, 한일단조공업, 화인정밀

〈표 5-1〉 방위사업체(81개)와 주요 매입/매출처 현황

	방위사업체	주요 매입처		주요 매출처	
		최상위 거래처	개수	최상위 거래처	개수
1	HJ중공업	한화시스템(주)	5	에이치엠엠(주)	5
2	LIG넥스원	(주)엘아이지시스템	5	한국항공우주산업주식회사	5
3	LS엠트론	(주)대창엠코	5	한화에어로스페이스 (주)	5
4	S&T모티브	에스엔티에이엠티 주식회사	5	현대모비스(주)	5
5	에스엔티다이내믹스(주)	에스엔티에이엠티 주식회사	5	한화에어로스페이스 (주)	5
6	SG생활안전	한국전력공사	5	현대로템 주식회사	5
7	SG솔루션	주식회사 한빛산업	5	한화에어로스페이스 (주)	5
8	STX엔진	엔알텍주식회사	5	한화오션 (주)	5
9	강남	STX엔진주식회사	5	주식회사 STX	5
10	고려화공	태화피앤엠	5	씨마스터	5
11	극동통신	주식회사 씨앤지 마이크로웨이	5	엘아이지넥스원(주)	5
12	금호타이어	금호석유화학(주)	5	현대위아(주)	5
13	다산기공	천지산업(주)	5	에스제이지세종 주식회사	5
14	다원프릭션	영산종합철강(주)	5	주영테크	5
15	단암시스템즈	(주)테라시스	5	한화에어로스페이스 (주)	5
16	대신금속	주식회사 디에스아이	5	현대트랜시스 주식회사	5
17	대양전기공업	명보	5	에이치디현대중공업 주식회사	5
18	대영에스텍 (구.키프코프롬투)	주식회사 대영엠텍	5	엘아이지넥스원(주)	5
19	대우조선해양 (한화오션)	(주)한화	5	양양수리풍력 주식회사	5
20	대원강업	삼일회계법인	5	-	-
21	대한항공	SK에너지 주식회사	5	(주)진에어	5
22	덕산넵코어스	덕산홀딩스 주식회사	5	엘아이지넥스원(주)	5
23	데크카본	(주)썸백	5	한화에어로스페이스 (주)	3
24	동양정공	삼성정공주식회사	5	한화에어로스페이스 (주)	5
25	동인광학	주식회사 동인광학	5	한화시스템(주)	5
26	두산에너지빌리티	삼호개발(주)	5	삼척블루파워 주식회사	5
27	두원중공업	(주)두원공조	5	주식회사 한화방산	5
28	미래아이앤지	주식회사 포랩	5	현대자동차(주)	5
29	비츠로밀텍	진성정밀	5	(주)비츠로셀	4
30	빅텍	(주)우림기술	5	한화시스템(주)	5



	방위사업체	주요 매입처		주요 매출처	
		최상위 거래처	개수	최상위 거래처	개수
31	삼강엠엔티 (SK오션플랜트)	삼강에스앤씨(주)	5	삼강에스앤씨(주)	5
32	삼양정밀화학	(주)엘지화학	5	한화에어로스페이스 (주)	5
33	삼양컴텍	한국세라믹기술원	5	-	-
34	삼양화학공업	(주)제오홀딩스	5	국방기술품질원	5
35	삼영이엔씨	화성아이티주식회사	5	현대중공업 주식회사	5
36	삼정터빈	(주)에어젠	5	한국항공우주산업주식회사	5
37	삼주기업	에스알코퍼레이션 주식회사	5	현담산업(주)	5
38	성진테크원	주식회사 거양코아	5	(주)대영시스템	5
39	세아항공방산소재	주식회사 세아엠앤에스	5	동아알루미늄(주)	5
40	스페코	주식회사 케이티	2	-	-
41	시공사	퍼팩트산업	5	현대트랜시스 주식회사	5
42	신정개발특장차	타타대우모빌리티 주식회사	5	한화에어로스페이스 (주)	5
43	셋트렉아이	주식회사에스아이디텍션	5	한국천문연구원	5
44	씨앤지	(주)아이스팩	5	현대위어(주)	5
45	아이쓰리시스템	주식회사 케이엠티	5	한화시스템(주)	5
46	아이팩	(주)이엘씨	5	(주)로보티즈	5
47	에이치케이씨	(주)넥스월	5	한화시스템(주)	5
48	연합정밀	주식회사 이엔케이글로벌	5	한화에어로스페이스 (주)	5
49	우경광학	주식회사 우주테크	5	주식회사 조인앤조인	5
50	우리별	주식회사에델테크	5	한화시스템(주)	5
51	유아이헬리콥터	롯데렌탈 (주)	5	-	-
52	유택	(주)태한건설	5	주식회사 셋트렉아이	2
53	이오시스템	아이쓰리시스템 주식회사	5	한화에어로스페이스 (주)	5
54	이화전기공업	주식회사 이노비즈	5	주식회사 파워시스	5
55	인소팩	(주)에프알텍	5	현대로템 주식회사	5
56	지티앤비	주식회사에스티솔루션	5	주식회사 엔에스엠	1
57	캐스	베스컴글로벌(주)	5	한국항공우주산업주식회사	5
58	코리아디펜스인더스트리	한화에어로스페이스 (주)	5	엘아이지넥스원(주)	4
59	코오롱스페이스웍스	주식회사 유니테크	5	한화에어로스페이스 (주)	5
60	크로시스	(주) 코피코	5	(주)에이치제이중공업	5
61	테크플라워	주식회사디에스티	5	주식회사 인투알	5
62	티에스텍	(주)치크리트	5	(주)에이치제이중공업	3
63	퍼스텍	케이원텍	5	엘아이지넥스원(주)	5
64	평화산업	평화기공(주)	5	현대모비스(주)	5

	방위사업체	주요 매입처		주요 매출처	
		최상위 거래처	개수	최상위 거래처	개수
65	풍산	(주)풍산홀딩스	5	한국단자공업(주)	5
66	풍산FNS	주식회사 뮤트로닉스	5	한화에어로스페이스 (주)	5
67	한국특수전지	신영금속(주)	5	(주)에스제이시스템	5
68	한국항공우주산업	한화시스템(주)	5	한국항공우주연구원	5
69	한국화이바 (스페이스프로)	주식회사 엔피엠	5	현대로템 · 주식회사	5
70	한컴라이프케어	지오콘다 주식회사	5	유성산업	5
71	한화	여천NCC(주)	5	한화오션 (주)	5
72	한화시스템	씨제이대한통운(주)	5	한화에어로스페이스 (주)	5
73	한화에어로스페이스	한화시스템(주)	5	한국항공우주산업주식회사	5
74	에이치디현대 인프라코어(주)	에이치디현대 사이트솔루션 주식	5	두산밥캣코리아 주식회사	5
75	현대로템	한화시스템(주)	5	현대제철주식회사	5
76	현대위아	현대트랜시스 주식회사	5	현대모비스(주)	5
77	현대제이콤	셀인 주식회사	5	현대로템 · 주식회사	5
78	에이치디현대중공업(주)	주식회사 포스코	6	-	-
79	현대트랜시스	현대엠시트 주식회사	5	현대글로벌비스 주식회사	5
80	효성중공업	포스코	3	-	-
81	휴니드테크놀로지스	(주)매티스	5	한화시스템(주)	5
합계	81	401 (350)		362 (222)	

주 1) 최상위 거래처는 거래 비중이 높은 기업을 작성함

2) NICE Bizline은 일반적으로 주요 매입처 및 매출처를 5개씩 공시하고 있음. 매입처가 적은 곳은 2~3곳이 공시되었고, 매입처 정보가 없는 경우 DART 자료를 활용하여 보완함. 매출처가 공시되지 않은 방위사업체는 6개 기업임

3) 합계에서 ()은 중복을 제외한 수치임

자료 : 연구진 작성

다. 국내 MRO 기업 네트워크 분석⁴⁶⁾

방위사업체(81개)와 주요 매입/매출처 기업의 거래 현황을 바탕으로 네트워크 분석을 수행하였으며, 공급망 관점에서 국내 MRO 산업의 현황을 분석하였다. 국내 방위사업체 기준의 거래 관계를 네트워크 관점에서 체계적으로 분석하여 산업 내·산업 간

46) 방위사업체 기준의 주요 매입 및 매출처 거래기업 정보, 기업별 표준산업분류, 거래비중 데이터를 활용하였고, ChatGPT 5를 사용하여 네트워크 분석을 수행함

연계구조, 거래 집중도, 그리고 공급망 리스크를 계량적으로 진단하고자 하였다.

방위산업에서 MRO 분야는 단일 기업 단위로 작동되기 어려우며, 다층적 협력망을 기반으로 한 복합산업 생태계이다. 따라서 기업 간 거래 관계를 네트워크로 모델링함으로써, ‘누가 누구와 거래하고 있는가’, ‘어떤 산업군이 중심적 역할을 하는가’, 그리고 ‘거래 집중도가 공급망 안정성에 어떤 영향을 미치는가’를 살펴보는 것이 매우 중요하다. 본 연구에서는 표준산업분류 대분류 체계(C, F, G, H, M 등)를 활용하여 산업군 간 관계망을 분석하였다.

1) 기업 간 네트워크 구축 및 기초 분석

첫 번째 단계에서는 방위사업체 기준의 매출 및 매입 거래관계를 기반으로 기업 단위의 방향성 네트워크(directed weighted network)를 구축하였다. 이를 통해, 개별 기업이 방위산업 MRO 공급망 내에서 어떤 구조적 위치를 차지하고 있는지를 파악하고, 산업 내 거래 구조가 집중형(hierarchical)인지 혹은 분산형(distributed)인지 확인하고자 하였다.

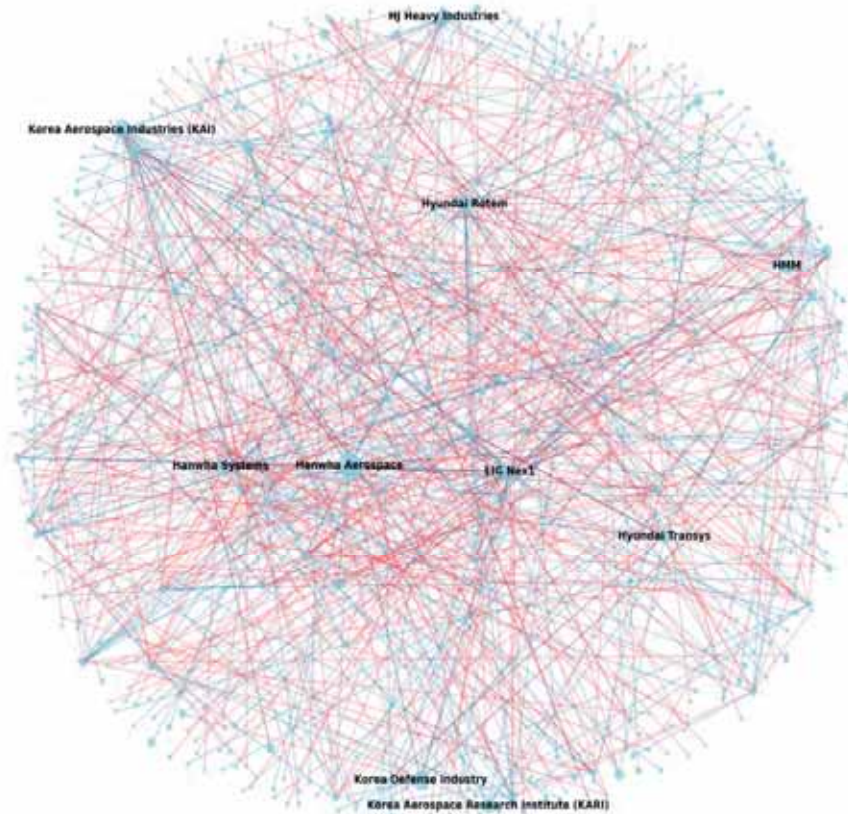
기업별 매출·매입 거래처 데이터를 통합하여 방향성과 가중치를 포함한 네트워크를 구성하였다. 매출 관계는 기준기업 → 거래처, 매입 관계는 거래처 → 기준기업 방향으로 설정하였고, 거래비중(%)을 가중치(weight)로 부여함으로써 단순한 연결 여부뿐 아니라, 거래 강도를 반영하였다. 이후 네트워크 중심성 분석 지표로 In-degree(수신 중심성), Out-degree(공급 중심성), Betweenness(매개 중심성), PageRank(종합 영향력 중심성)를 산출하였다. 이들 지표는 각각 거래 수신 정도, 거래 공급 정도, 중개(bridging) 역할, 네트워크 전체에서의 종합적 영향력을 측정하기 위한 것이다.

분석 결과, 전체 네트워크는 554개의 노드(기업)와 720개의 엣지(거래 관계)로 구성되었으며, 네트워크 밀도는 0.00235로 상당히 희박하게 나타났다. 즉, 대부분 기업이 소수의 거래처와만 연결되어 있으며, 방위산업의 MRO 공급망이 소수의 중심기업에 의해 집중적으로 구성되어 있음을 보여준다. 중심성 분석 결과, 한화에어로스페이스, LIG넥스원, 한국항공우주산업, 한화시스템, 현대로템 등이 모든 중심성 지표에서 상위권에 위치하였다. 이들은 공급망 내에서 거래 집중의 허브(hub)로 작동하고 있으

며, 다수의 중소 협력사가 이들 대기업에 종속된 구조를 형성하고 있다. 또한, 일부 기업(HJ중공업 등)은 매입처이자 매출처로 동시에 등장하여, 공급망 내에서 양방향 기능(bidirectional role)을 수행하는 복합적 노드로 확인되었다.

본 단계의 분석은 단면 자료를 기반으로 수행되었기 때문에 시간에 따른 구조적 변화를 반영하지 못한다는 점에서 한계가 있다. 또한, 거래 비중이 기업 내부 비율로 산정되어 절대적인 거래 규모나 시장점유율 수준에서의 비교 불가하다는 제약이 존재한다. 그럼에도 불구하고, 본 분석은 방위산업체 간 관계의 구조적 불균형을 계량적으로 보여준다는 점에서 의의가 있다.

[그림 5-3] 국내 MRO 기업 간 네트워크 분석



- 주 1) 노드(점) : 개별 기업 (크기는 PageRank 영향력 크기에 비례)
- 2) 엣지(선) : 파란색은 매출 관계, 빨간색은 매입 관계
- 3) 라벨 표시 노드 : 네트워크 영향력이 가장 큰 상위 10개 기업

2) 산업군 네트워크 및 군집 분석

두 번째 단계에서는 기업 단위의 거래망을 산업 대분류 체계로 집약하여 산업군 간 상호연계 구조를 분석하였다. 이는 방위산업이 개별 기업 수준에서의 공급망을 넘어, 산업생태계 전반의 연계성과 기능적 결합을 이해하기 위한 것이다.

이를 위해 기업별 표준산업분류(11차) 코드를 대분류 수준(예: C, F, M, H 등)으로 단순화하였다. 이후 매출·매입 관계를 산업군 간 엣지로 재구성하여 산업 간 가중 네트워크(weighted inter-industry network)를 구축하였다. Greedy Modularity⁴⁷⁾ 알고리즘을 적용하여 커뮤니티를 탐색하였으며, 각 산업군 간의 거래 강도를 엣지 두께로, 군집 간 구분을 색상으로 표현하였다.

분석 결과, 산업군 단위 네트워크는 15개의 산업군과 36개의 거래 관계로 구성되었으며, 네트워크 밀도는 0.171로 나타나 기업 수준의 네트워크보다 약 70배 이상 높은 상호연계성을 보였다. 이는 산업군 수준에서는 상당히 긴밀한 협력관계가 형성되어 있음을 의미한다.

Greedy Modularity 분석 결과, 세 개의 주요 커뮤니티가 도출되었는데, ① 제조(C)-연구개발(M)-정보통신(J) 중심의 기술·개발 연계형 군집, ② 제조(C)-건설(F)-운수(H) 중심의 인프라·생산 연계형 군집, ③ 서비스(G)-연구개발(M)-사업지원(N) 중심의 후방 지원형 군집이다. 이 결과는 방위산업이 단일 산업이 아닌, 제조를 중심으로 연구·정보·물류가 결합한 다층적 융합 구조임을 보여준다.⁴⁸⁾

방위산업 MRO 네트워크 분석에서 나타난 핵심 6대 산업군을 보면, 제조(C)는 공급망의 중심 허브, 연구개발(M)은 기술·연구 연계의 중개자(R&D 허브), 공공행정·국방(O)은 정책·조달의 최종 수요자로 작동하는 것으로 보인다.

47) Greedy Modularity 기반 군집 분석은 네트워크 내의 노드들이 형성하는 군집 구조(community structure)를 탐색하는 대표적인 방법이다. Greedy Modularity 알고리즘은 네트워크의 모듈성(Modularity, Q)을 최대화하기 위해 개별 노드 단위에서 시작하여 모듈성 증가 폭이 가장 큰 커뮤니티 쌍을 순차적으로 병합하는 방법이다. Louvain이나 Leiden과 같은 다단계 전역 최적화 방식에 비해 단순하지만, 설명 가능성과 재현성이 높아 산업 구조나 조직 간 관계 분석에 널리 활용된다. (Clauset, Newman, & Moore, Physical Review E, 2004).

48) 대분류 산업군 표기 : C 제조업, F 건설업, H 운수·창고, J 정보통신, M 전문·과학·기술, G 도·소매, K 금융·보험, N 사업지원, D 전기·가스·증기, E 수도·하수·폐기물, L 부동산, O 공공행정·국방, P 교육, R 예술·스포츠·여가, S 기타 서비스

3) 거래 집중도(HHI) 분석

세 번째 단계에서는 기업별 매출처 및 매입처 거래 비중을 이용하여 Herfindahl-Hirschman Index(HHI)를 산출함으로써, 기업별 거래 집중도 및 의존도를 정량적으로 평가하였다. 이 지표는 공급망 다변화 수준과 거래 위험을 판단하는 핵심 지표로 활용될 수 있으며, 각 기업의 거래처별 비중을 제공한 후 합산하여 HHI를 계산하였다. 매출과 매입을 분리하여 분석하였으며, HHI가 0.25 이상의 경우 고집중(high concentration) 구조로 분류하였다. 이후 상위 10개 기업을 도출하여 집중 구조를 비교하였다.

분석 결과, 매출 집중도가 가장 높은 기업은 지티앤비(1.00), SG솔루션(0.87), 티에스택(0.53)으로 나타났다. 이들은 매출 대부분을 단일 혹은 소수 거래처에 의존하고 있었다. 매입 측면에서는 유텍(0.69), 성진테크윈(0.48), 아이팩(0.29)이 특정 공급처에 대한 의존도가 높은 것으로 나타났다. 전체적으로 방위산업 공급망은 매출·매입 모두 집중도가 높고, 특히 중소 협력업체의 경우 소수 대기업에 대한 종속성이 뚜렷하였다.

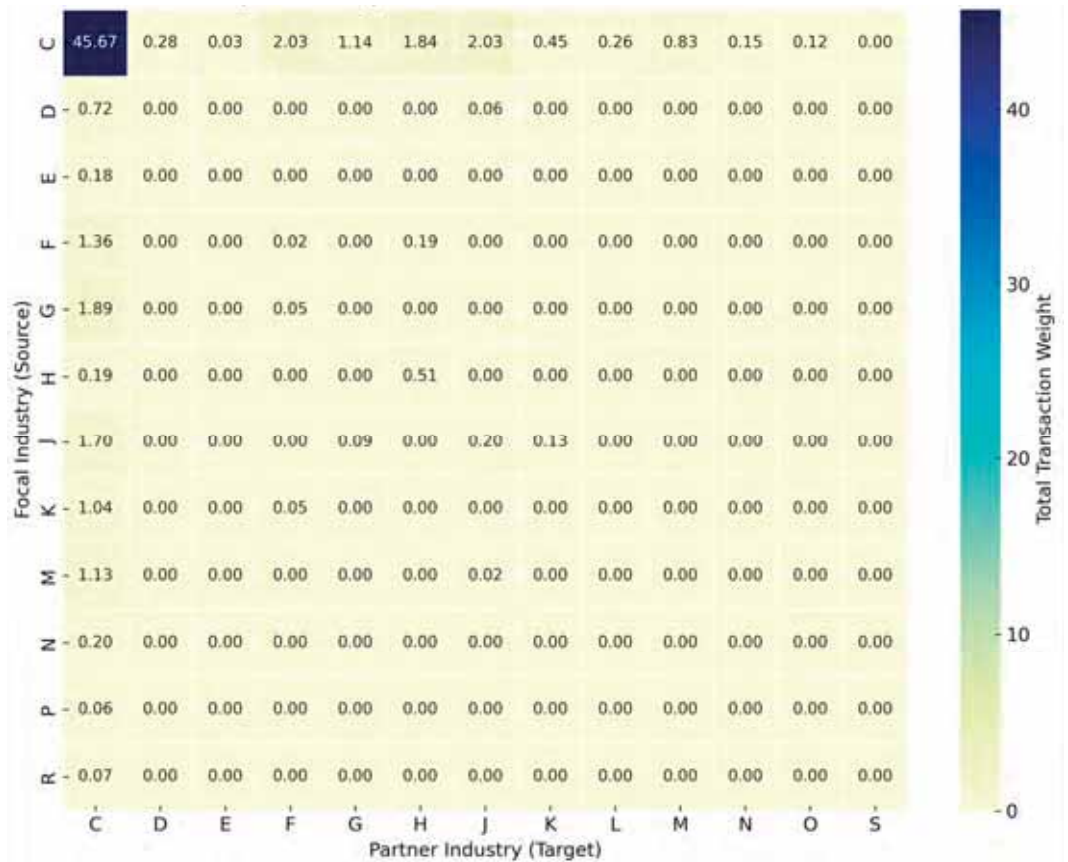
HHI 분석은 거래 비중만을 활용하였기 때문에 거래의 질적 속성(예: 기술 의존성, 납기 리스크 등)을 반영하지 못하는 한계가 있으며, 단기적 계약 집중과 구조적 종속을 구분하기 어렵다는 한계가 있으므로, 활용에 주의가 필요하다.

4) 산업 간 거래 흐름(Heatmap시각화)

방위산업의 가치사슬(Value Chain) 내에서 산업군 간 연계 방향과 강도를 직관적으로 확인하기 위하여, 산업 간 거래의 흐름을 Heatmap을 통해 시각화하였다. 산업군 간 거래비중의 합계를 산업 대분류 간 행렬 형태로 집계하여 Heatmap을 작성하였으며, 거래 강도의 크기를 색상 농도로 표현하였다. Heatmap 결과, 제조업(C) 행의 전체 구간이 진하게 나타나 제조업이 거의 모든 산업군에 공급자 역할을 수행하고 있음을 확인하였다. 또한 C(제조) → M(연구) → H(운수)로 이어지는 3단 연쇄 흐름이 확인되었다. 이는 방위산업이 생산-기술-물류로 이어지는 연속적 가치사슬 구조를 형성하고 있음을 시사한다.

산업 간 흐름의 강도는 시각적으로 유용하나, 시간적 변화나 구조적 인과관계를 직접적으로 반영하지는 못하며, 또한 흐름의 방향이 반드시 기술의존도나 재무적 관계를 의미하지는 않는다는 점을 주의할 필요가 있다.

[그림 5-5] 산업 간 거래 흐름 Heatmap



제조업 분야 내에서 세부 산업 간 거래 구조를 추가적으로 살펴보았다.

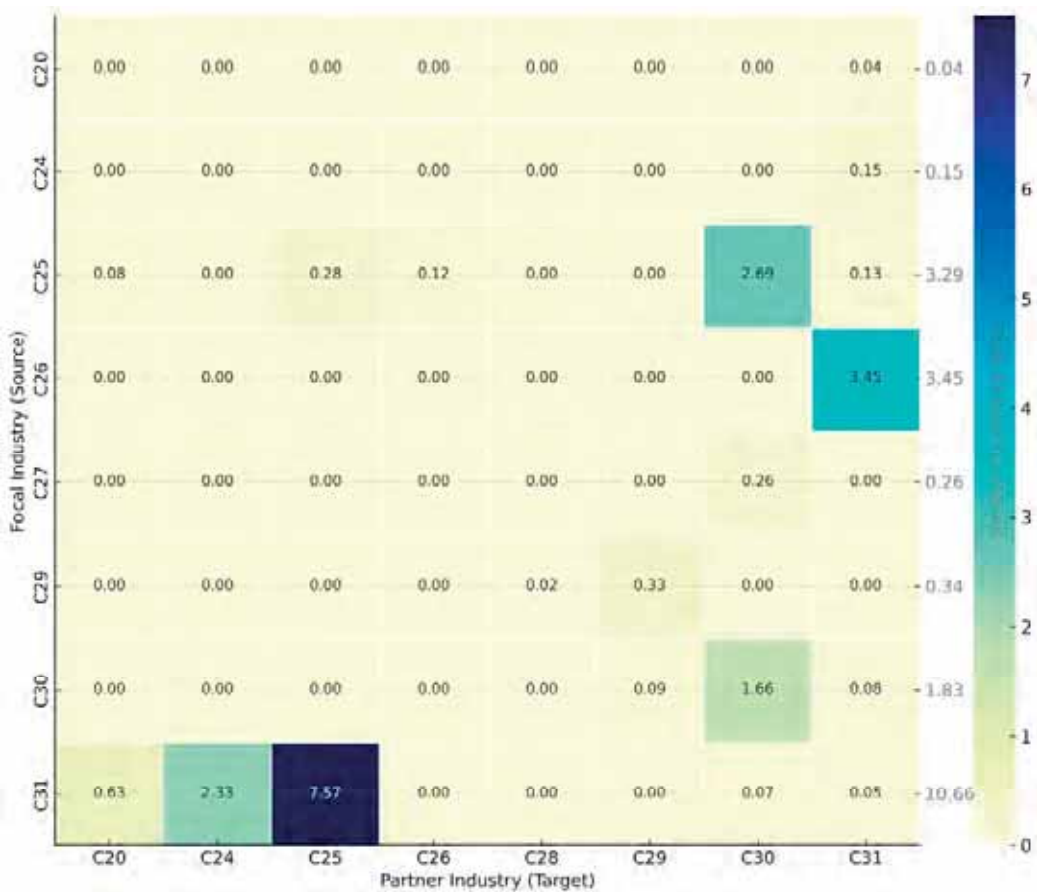
C31(가구·기타제품) 산업이 C25(금속가공제품) 산업과의 거래에서 매우 높은 매출 비중을 가지며 C31 → C25 (7.57) 에서 가장 강한 공급 흐름이 나타났다. 즉, C31이 금속소재·부품 기반으로 제품을 생산하는 하류(Downstream) 수요처임을 알 수 있다.

다음으로, C26(전자부품·통신장비 제조업) → C31(가구·기타제품)으로의 거래비중 합계가 3.45로 높게 나타났다. 전자부품이 다양한 제품(전장품, 제어계통)에 적용되는

부품 공급 구조로 구성되었음을 알 수 있다. 그 다음으로, C25(금속가공제품)이 C30(운송장비)로 거래되는 비중이 2.69로 높게 나타났다.

공급 중심 산업군은 C31(기타제품), C26(전자부품), C25(금속가공)로서 공급 네트워크의 허브(hub) 역할을 수행하며 다수 산업으로 부품·소재를 공급하고 있고, 수요 중심 산업군은 C30(운송장비), C31(기타제품)으로 다수 산업으로부터 부품·소재를 구매하고 있다. 중개 산업군은 C25(금속가공)으로서 상류(금속·소재)와 하류(기계·운송) 산업을 잇는 연결 중개자 역할(bridge)을 수행하는 것으로 관찰된다.

[그림 5-6] 제조업 내에서 거래 흐름 Heatmap



5) 종합 해석 및 시사점

이상의 결과를 종합하면, 국내 방위산업은 ‘제조업 중심의 다층적 연계구조’를 가지면서도 ‘거래 집중도가 높은 종속형 네트워크’의 특징을 동시에 보인다. 제조업이 산업 네트워크의 중심에 위치하여 다수 산업군과 연결되어 있으나, 기업 수준에서는 거래 상대의 수가 제한되어 있고, 거래 규모 또한 특정 대기업으로 집중되어 있다. 이는 방위산업이 산업 간 연계성은 높지만, 기업 간 거래 구조의 다양성(diversity)은 낮은, 즉, 산업은 수평적으로 융합되어 있으나, 기업 간 관계는 수직적으로 종속된 이중 구조(dual structure)로 볼 수 있다. 이러한 구조는 단기적으로 효율성을 제공하지만, 공급망 충격(예: 특정 대기업의 생산 차질, 소재 공급 중단 등) 발생 시 산업 전반으로 위험이 전이될 가능성이 크다.

따라서 향후 MRO 관련 방위산업 정책은 산업 간 연계성 강화와 기업 간 네트워크 다양화를 균형 있게 추구하는 방향으로 설계되어야 하며, 이는 궁극적으로 공급망 회복력(resilience)과 산업 지속가능성을 높이는 핵심 전략이 될 것이다.

라. 국내 MRO 기업 현황 분석

앞에서 확보한 잠재적 국내 MRO 기업을 대상으로, KDX 한국데이터거래소에서 제공하는 기업부설 연구소 보유기업 DB 자료의 기업별 재무 데이터를 결합하여, 기업 현황 분석을 위한 데이터를 구축하였다. 해당 DB는 2015년부터 2023년까지 매출액 등의 재무정보와 종업원 수 정보를 포함하고 있으며, 기업부설 연구소를 보유한 기업에 대한 DB이므로, 기업부설 연구소를 보유하지 않은 기업은 데이터에서 제외되었다.

〈표 2〉는 기업부설 연구소를 보유한 잠재적 MRO 기업 현황을 보여준다. 2023년 기준으로 방위사업체 71개 기업, 매입처 그룹 131개 기업, 매출처 그룹 107개 기업 데이터가 확보되었다. 방위사업체 중 일부는 다른 방위사업체의 매입처 및 매출처이기도 하며, 이러한 중복을 제외하면 총 241개의 MRO 기업으로 구성되어 있다.

〈표 5-3〉 기업부설 연구소를 보유한 잠재적 MRO 기업 현황

(단위: 개)

구분	방위사업체	매입처	매출처	전체 1)
2015	69	130	104	239
2016	69	129	103	238
2017	69	129	105	240
2018	69	134	108	247
2019	70	137	109	250
2020	71	140	111	254
2021	71	136	111	251
2022	71	135	111	250
2023	71	131	107	241
Total	1,506	2,685	2,206	4,995

주) 방위사업체 중 일부는 매입처(24개), 매출처(29개)에 포함되어 있어 합계가 다를 수 있음

국내 MRO 기업 현황 분석 데이터의 기술 통계량을 살펴보면(〈표 3〉), 전체 자료에서는 평균적으로 종업원 수가 1,858명, 매출액은 1조 6,902억원, 자산은 2조 6,092억 원, 부채는 1조 2,979억 원, 연구개발비는 496억 원, 업력은 24년으로 나타났다. 방위사업체 그룹의 통계량을 보면, 전체 평균과 비교할 때 종업원 수, 매출, 자산, 부채 등의 기업 규모가 대체적으로 작은 것으로 확인되며, 업력은 조금 더 많은 것으로 나타났다. 매입처 및 매출처 그룹의 경우에는 전체 평균보다 종업원 수, 매출액, 자산, 부채 등이 크게 나타났다. 특히, 방위사업체, 매입처, 매출처 중에서는 매출처의 기업 규모가 가장 큰 것으로 확인된다.

〈표 5-4〉 국내 MRO 기업 현황 분석 데이터 기술통계량

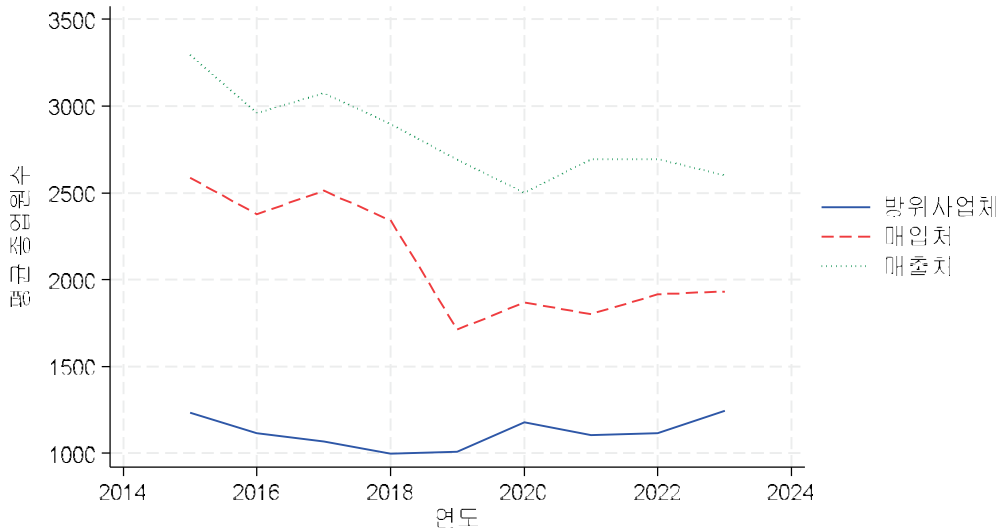
(단위: 명, 억원, 년)

변수	전체		방위사업체		매입처		매출처	
	관측치	평균 (표준편차)	관측치	평균 (표준편차)	관측치	평균 (표준편차)	관측치	평균 (표준편차)
종업원 수	1,785	1,858.2 (6,019.4)	606	1,117.0 (2,120.6)	902	2,068.2 (4,412.0)	855	2,801.0 (7,984.1)
매출액	2,210	16,902.1 (63,934.0)	630	8,419.9 (18,894.2)	1,201	22,466.0 (71,999.0)	969	27,460.3 (86,964.9)
자산	2,210	26,092.6 (106,421.6)	630	12,791.6 (29,035.7)	1,201	32,373.6 (116,514.0)	969	44,616.0 (149,831.1)
부채	2,210	12,979.2 (58,292.0)	630	8,111.3 (20,135.3)	1,201	16,458.0 (69,231.9)	969	22,722.7 (83,721.9)
연구개발비	2,207	496.3 (3,212.9)	629	458.3 (1,405.5)	1,199	401.9 (1,375.4)	966	914.1 (4,716.8)
업력	2,200	24.4 15.2	630	27.5 (15.3)	1,191	24.2 (16.2)	969	26.9 (15.9)

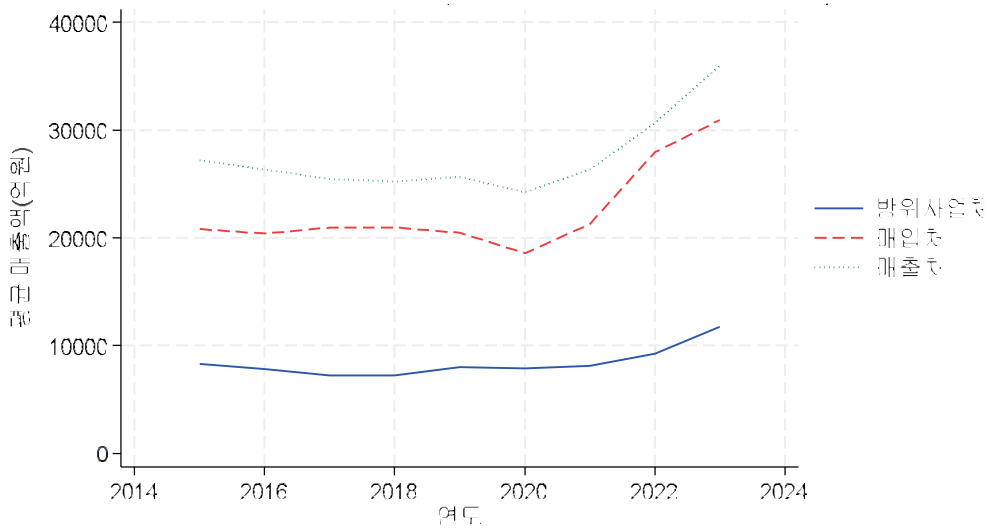
다음 그림은 방위사업체, 매입처, 매출처 기업의 연도별 평균 종업원 수 및 매출액(억 원) 추이를 보여주고 있다. 연도별 평균 종업원 수 추이를 보면, 모든 그룹이 '15년부터 하향 추세를 보였으나 최근에 다소 반등 및 유지하는 형태를 보인다. 매출처 및 매입처와 방위사업체 간의 종업원 수 규모의 차이는 2019년 이후로 일정 수준을 유지하고 있는 것으로 보인다.

연도별 평균 매출액(억 원) 추이의 경우, 모든 그룹이 상승하는 추세를 보이며, 방위사업체 보다 거래 관계를 갖는 매입처 및 매출처의 상승률이 더 높은 것으로 나타났다. 이는 방위산업의 공급망 관점에서 방위사업체 보다 전·후방 기업의 성장세가 더 두드러지고 있음을 보여주고 있다.

[그림 5-7] 연도별 평균 종업원수 추이



[그림 5-8] 연도별 평균 매출액(억원) 추이



제2절 정부 지원의 효과 분석

가. 국내 MRO 기업의 정부 지원 수혜 결정요인 분석

정부는 방위산업의 기술자립도 제고와 국방 연구개발 생태계 강화를 위해 다양한 R&D 지원 사업을 추진해 왔다. 그러나 기업별로 R&D 수혜 여부가 상이하며, 어떤 기업이 정부 R&D를 받게 되는지에 대한 결정요인은 명확히 밝혀지지 않았다. 특히 방위사업체는 기술혁신 활동뿐 아니라 국방조달 구조, 수출 환경, 기업 규모 등 다양한 요인에 의해 영향을 받기 때문에, 정부 R&D 수혜 결정에 작용하는 요인을 실증적으로 분석할 필요가 있다.

본 연구에서는 방위사업체를 중심으로 정부 R&D 지원 수혜 결정요인을 규명하는 것을 목적으로 하며, 국내 MRO 기업의 정부 R&D 수혜 결정요인을 추정하여 어떤 기업특성이 정부 R&D 수혜 여부에 영향을 미치는지를 분석하고자 하였다.

이를 위해, 먼저 기업의 정부 지원 수혜 결정요인을 분석한 연구들을 살펴보았다. 국내 연구들은 기업의 특성, 정책 유형, 지원 방식, 그리고 기업 성장단계 등을 주요 변수로 다루고 있었다.

조가원(2010)은 2008년 한국제조업혁신조사 자료를 활용하여 기업의 다양한 특성이 연구개발 정부 지원 수혜 여부에 미치는 영향을 분석하였다. Probit 회귀모형을 통해 기업의 규모, 수출 여부, 연구소 보유, 혁신인력 등 기업 내부의 혁신 역량이 정부 지원 선정 가능성을 높인다는 점을 실증적으로 확인하였다. 또한, 산업 및 지역 요인까지 분석범위를 확장하여, 화학·자동차 산업과 대경권·부경권 지역의 기업들이 상대적으로 수혜 가능성이 크다는 결과를 제시하였다. 본 연구는 개별 프로그램 단위가 아닌 국가 차원의 지원체계를 종합적으로 검토했다는 점에서 의미가 크며, 사전적 정책목표 달성 여부를 실증적으로 평가한 선도적 연구로 평가된다.

이성호(2017)는 1998년 이후 지속된 중소기업 R&D 지원정책의 효과를 평가하기 위해, NTIS 및 KED 재무정보를 결합한 2만여 건의 정부 R&D 사업 데이터를 분석하였다. 비 수혜기업과 수혜기업의 재무성과를 비교한 결과, 정부 지원 대상 기업들은 평균적으로 더 높은 역량을 보유하고 있었으나, 지원 이후 매출·영업이익·부가가

치 등 주요 성과지표의 향상은 미미하거나 오히려 악화하는 경향을 보였다. 연구는 이중 차분(DID) 및 유전자 매칭 기반 2단계 통합추정(two-step unified) 방법을 통해 인과효과를 엄밀히 추정했으며, 정부 지원이 R&D 투자와 지식재산 창출에는 긍정적 영향을 주지만, 경제적 성과 향상에는 실패했다고 결론지었다. 또한, 정부 지원이 저성장 기업에 과도하게 배분되는 구조적 한계를 지적하며, 예측모형 기반의 성과 중심 선별체계 도입을 제안하였다.

김다은과 임홍래(2022)는 2020년 한국기업혁신조사(KIS) 제조업 데이터를 이용해 기업 혁신에 영향을 미치는 요인을 종합적으로 분석하였다. 연구개발 활동(내부 및 협력형 R&D)이 혁신 촉진의 핵심 요인으로 도출되었으며, 다양한 형태의 협력 역시 혁신 활동을 강화하는 주요 변수로 확인되었다. 반면, 기업의 흡수역량과 정부지원과 규제 요인의 영향력은 상대적으로 미미했다. 이러한 결과는 정부의 직접적 지원보다는 기업의 자율적 혁신유인과 외부 자원 확보 능력 강화가 보다 효과적임을 시사한다. 연구는 기존의 단편적 접근을 넘어 R&D, 협력, 흡수역량을 통합적으로 검토한 점에서 의의가 있다.

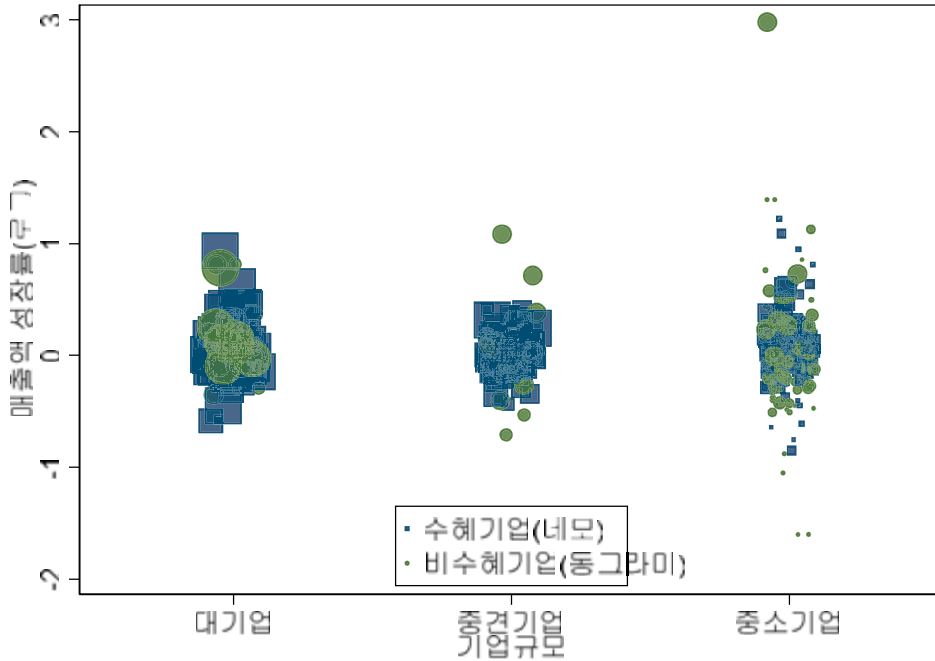
강준모 외 (2018)은 ICT 벤처패널 자료를 이용하여 벤처기업의 정부지원 수혜 결정요인과 지원정책의 성과를 분석하였다. 기업의 경영적 특성과 지원대상 특성을 반영한 패널 Probit 모형 결과, 매출 규모가 작고 R&D와 협력 활동을 활발히 수행하는 기업일수록 정부 지원 수혜 확률이 높았다. 또한, 기업의 신청 결정과 정부의 지원 결정을 구분한 2단계 의사결정모형을 통해, 정부는 수익성과 혁신성을 중시하는 반면 기업은 업종이나 시장다변화 단계에 따라 신청 행동이 달라진다는 점을 밝혔다. DID-성향점수 매칭(PSM-DID)을 활용한 성과분석에서는 정부 지원 수혜기업이 비수혜기업보다 매출 및 자산 증가율이 높게 나타났다. 본 연구는 시간적 패널구조를 활용하고 정부·기업 간 의사결정의 비대칭성을 실증적으로 규명했다는 점에서 학문적 기여가 있다.

〈표 5-5〉 기업의 정부 지원 수혜 결정요인 분석 선행연구

출처	분석대상 / 자료	분석방법	주요 결정요인	주요결과 및 시사점
조가원 (2010)	한국제조업 혁신조사 (2008)	프로빗 회귀분석	기업규모, 수출, 연구소보유, 혁신역량, 산업·지역 변수	대기업·수출기업·혁신역량 보유 기업의 수혜확률 높음. 산업·지역 편중 존재. 국가 차원 지원체계 분석의 선도적 연구.
이성호 (2017)	NTIS+KED DB (2010-14년, 21,265건)	2단계 통합추정, DID, 매칭	기업역량, 재무지표, 벤처인증, 지재권	R&D·지재권은 향상되나 매출·이익 등 경제성과는 악화. 저성장기업에 지원 집중. 예측모형 기반 선별 필요.
김다은·임홍래 (2022)	한국기업혁신조사(KIS, 2020 제조업)	회귀분석	R&D(내부·협력), 전유성, 협력, 흡수역량, 정부지원	협력·R&D가 혁신 촉진 핵심. 흡수역량·정부지원 영향 미미. 기업의 혁신유인 강화 필요.
이주현 외 (2018)	ICT 벤처패널	패널 프로빗, 2단계 의사결정모형, PSM-DID	매출규모, R&D·협력활동, 업종, 시장다변화단계	정부는 수익성·혁신성 중시, 기업은 업종·단계별 차이. 수혜기업의 매출·자산 성장 유의.

국내 MRO 기업의 중에서 정부의 R&D 지원을 받은 기업과 비 수혜기업의 매출액 성장률 분포를 그려서, 해당 기업들의 성장률 분포에서 R&D 수혜기업의 위치를 상대적으로 살펴보았다. [그림 5-9]에서 가로축은 대기업, 중견기업, 중소기업 등 기업 규모를 나타내고, 세로축은 기업의 매출액 성장률 로그값을 의미한다. 네모는 R&D 지원을 받은 MRO 기업을 표현하며, 동그라미는 비 수혜기업을 의미한다. 기업 규모 별로 네모가 많이 겹치는 산업은 R&D 수혜기업이 그만큼 많다는 것을 보여준다. 대기업의 경우 수혜기업과 비 수혜기업 간에 매출액 성장률은 유사한 분포를 보이며, 중견기업과 중소기업의 경우에는 R&D 수혜기업이 비 수혜기업보다 매출액 성장률의 변동성이 낮은 것으로 확인된다.

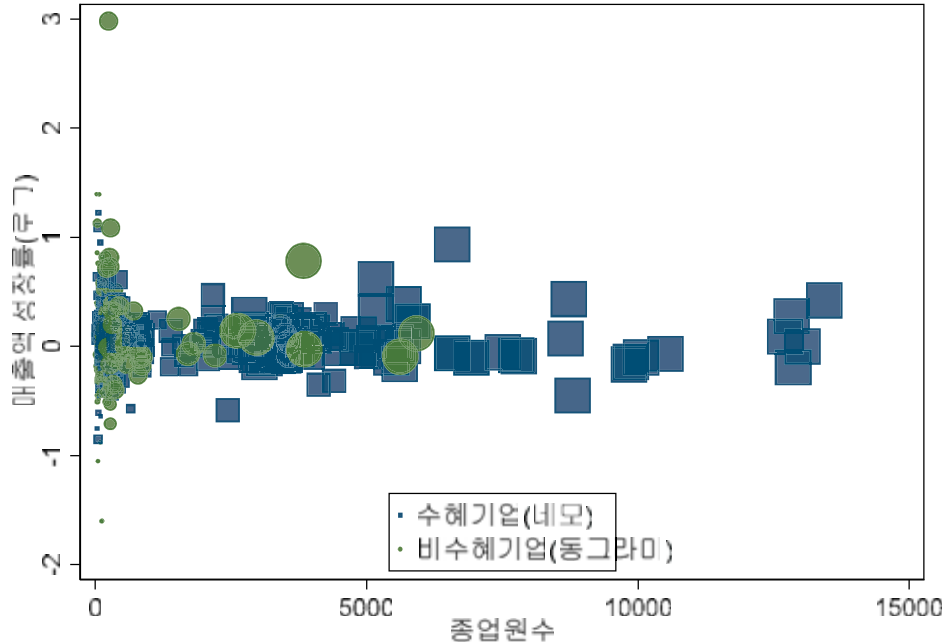
[그림 5-9] MRO 분야 R&D 수혜기업과 비수혜기업의 매출액 성장률(기업규모별)



- 주 1) 네모는 R&D 수혜기업, 동그라미는 비수혜기업을 의미하고, 크기는 매출액 규모에 비례함
- 주 2) 가로축은 대기업, 중견기업, 중소기업을 나타내고, 세로축은 매출액 성장률의 로그값을 의미함

다음 [그림 5-10]는 가로축을 종업원 수로 적용한 결과이다. 매출액 성장률의 변동성은 고용 규모가 작을수록 비 수혜기업에서 더 높게 나타나고 있다. 한편 고용 규모가 일정 범위를 초과하는 영역에서는 규모가 큰 수혜기업만 보이고 있다.

[그림 5-10] MRO 분야 R&D 수혜기업과 비수혜기업의 매출액 성장률(고용규모별)



- 주 1) 네모는 R&D 수혜기업, 동그라미는 비수혜기업을 의미하고, 크기는 매출액 규모에 비례함
 2) 가로축은 대기업, 중견기업, 중소기업을 나타내고, 세로축은 매출액 성장률의 로그값을 의미함

위의 그림으로는 정부 지원 수혜 결정 요인을 판단하기에 한계가 있다. 따라서 계량분석 방법론을 통한 결정 요인 분석을 수행하였다. 국내 MRO 기업의 정부 지원 수혜 결정요인 분석을 위해서는 R&D 과제 현황과 수혜기업에 대한 정보가 필요하다. 국가연구개발 사업에 대해 다양한 정보를 제공하는 국가 R&D 지식정보 포털 서비스인 NTIS(국가과학기술지식정보서비스)⁴⁹⁾를 통해서 관련 정보를 수집할 수 있으며, 방위사업체 MRO 기업을 대상으로 2015년~2023년 기간 동안의 R&D 과제 수혜 현황을 조사하였다. 2023년 기준으로 138개의 R&D 과제가 40개 방위사업체에게 지원된 것으로 확인되었다.

49) 국가과학기술지식정보서비스 홈페이지, <https://www.ntis.go.kr/>

〈표 5-6〉 방위사업체 MRO 기업의 R&D 과제 현황

(단위: 개)

구분	'15년	'16년	'17년	'18년	'19년	'20년	'21년	'22년	'23년
과제 수	103	100	88	87	96	110	119	127	138
수혜기업 수	38	40	40	41	42	41	45	47	40

분석모형으로는 고정효과 로짓 모형(fixed-effects logit model)을 적용하여, 기업별 불변 특성(예: 내재적 역량, 조직문화, 네트워크 등)을 통제하고, 연도별·지역별 터미를 포함하여 시계열적·공간적 편차를 반영하였다. 모형의 식은 다음과 같다.

$$\Pr(RnD수혜여부_{i,t} = 1) = f(\beta_1 X_{i,t-1} + \gamma_t + \delta_i) \quad (1)$$

$RnD수혜여부_{i,t}$ 는 기업 i 의 t 시점 R&D 수혜 여부를 의미하며, $X_{i,t-1}$ 는 $t-1$ 년의 기업 특성을 나타낸다. 구체적으로 종업원 수, 매출, 자산, 부채, 업력, 전년도 R&D 수혜여부를 활용하였다. γ_t 는 연도별 시점 고정효과를 δ_i 는 연도별 기업 고정효과를 통제한다.

정부 지원사업의 수혜 결정 요인을 분석하기 위해서는 분석에 쓰는 설명변수(기업 특성)가 수혜 이전의 값이어야 한다. 예를 들어, 2021년에 R&D 과제를 수혜 받았다면, 수혜 결정은 2020년 이전의 기업의 상태(규모, 재무, 기술력 등)를 기반으로 이뤄졌기 때문이다. 이러한 점을 고려하여 수혜 결정 요인을 분석할 때, 수혜 연도의 직전연도($t-1$) 변수들을 설명변수로 활용하였다.

분석 결과, 방위사업체의 정부 R&D 수혜 결정은 기업의 재무적 안정성과 과거 수혜 경험에 의해 유의하게 영향을 받는 것으로 나타났다. 자산 규모가 클수록 정부 R&D 수혜 확률이 높아졌으며, 부채비율이 높은 기업일수록 수혜 확률이 낮아졌다. 또한, 과거 R&D 수혜 경험이 있는 기업은 이후에도 재수혜 가능성이 높아, 정부 지

원의 지속성(path dependence)이 존재함을 확인할 수 있었다. 반면, 고용규모·매출액·업력 등은 유의한 영향을 보이지 않았다.

이는 방위사업체 MRO 기업에 대한 정부 R&D 지원이 주로 재무적으로 안정된 기업에 집중되는 경향이 있음을 시사하며, 방위산업의 구조적 특성(소수 대기업 중심, 고정된 입지)에 기인한 결과로 해석할 수 있다. 이러한 현상은 신규 진입기업이나 중소기업의 진입장벽으로 작용할 가능성이 있으므로, 신규 참여기업 및 중소기업의 접근성을 높이기 위한 정책적 보완이 필요함을 보여준다.

〈표 5-7〉 국내 MRO 기업의 정부 지원 수혜 결정요인 분석

구분	계수	표준오차	Z값	유의수준	해석
종업원수 (t-1)	0.751	(0.863)	0.87	0.384	-
매출액 (t-1)	-0.271	(0.590)	-0.46	0.646	-
자산 (t-1)	2.808	(1.460)	1.92	0.054	자산 규모 클수록 수혜 확률 ↑
부채 (t-1)	-1.533	(0.775)	-1.98	0.048	부채 많을수록 수혜 확률 ↓
과거 R&D 수혜경험 (t-1)	1.785	(0.334)	5.34	0.000	과거 수혜기업의 재수혜 가능성 ↑
업력	-0.011	(0.095)	-0.11	0.911	-
기업 고정효과	통제				
연도 고정효과	통제				
관측치 수	272		LR chi ² (12)		45.17***

주 1) *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.10.

2) LR chi² (12) = 45.17, Prob > χ^2 = 0.0000로 모형 전체가 통계적으로 유의함

향후 방위산업 내 R&D 지원의 접근성 확대를 위해 신규 참여기업 중심의 제도 설계, 재무구조 기준에서 기술역량 평가 기준의 정교화, R&D 수혜 누적집중 완화 정책(예: 신규참여 가점제) 등의 정책 개선방안을 검토할 필요가 있다.

나. 정부 R&D 지원이 국내 MRO 기업에 미치는 영향 분석

여기서는 방위사업체 기업을 중심으로 정부의 R&D 지원이 MRO 기업의 성장과 고용에 미치는 효과를 분석하고자 한다. 이를 위해, 정부의 R&D 지원이 기업 성과에 미치는 영향에 관해 분석한 기존 연구들을 먼저 살펴보았다.

김기완(2008)은 정부의 R&D 보조금이 기업의 연구개발 활동과 성과에 미치는 영향을 실증적으로 규명하였다. 2003~2005년 기간 동안 R&D 활동을 보고한 기업의 재무자료를 활용하여, 정부·공공 재원의 R&D 자금이 기업 자체 R&D 자금에 비해 가지는 프리미엄(보완 효과) 또는 디스카운트(대체 효과)를 추정하였다. 생산함수 분석과 이중 차분(DID) 모형을 적용한 결과, 전체 표본에서는 유의미한 프리미엄 효과가 관찰되지 않았으나, 중소기업의 경우 정부 보조금이 자체 R&D 자금 대비 약 4.9%의 프리미엄 효과를 보였다. 또한, 정부 보조금은 기업의 자체 연구개발투자를 촉진하는 경향을 보였으나, 노동생산성이나 경상이익률 등 재무성과 개선에는 통계적으로 유의한 영향을 미치지 않았다. 본 연구는 정부 보조금이 R&D 투자 확대에는 이바지하지만, 실질적 기업성과로의 전환에는 한계가 있음을 지적하며, 직접보조금 중심의 지원정책에서 벗어나 기업 자율투자를 유도할 수 있는 간접지원체계의 필요성을 제안하였다.

김선하 외(2023)는 정부 R&D 지원을 받은 중소기업과 비 지원기업을 비교하여, 정부 지원이 기술적, 경제적, 조직적 성과에 미치는 영향을 분석하였다. 지원기업 269개와 비 지원기업 269개를 1:1 매칭하여 사전 속성 차이를 제거한 뒤, 재무지표 및 설문자료를 활용한 비교 분석을 수행하였다. 연구 결과, R&D 사업 참여 이전에는 두 집단 간 유의한 차이가 없었으나, 사업 종료 이후에는 지원기업의 기술성과 및 경영성과가 유의하게 높아졌다. 또한, 조직역량이 기술적·경제적 성과 간의 매개역할을 수행함을 확인하였다. 연구는 정부 R&D 지원이 단순히 재정적 성과에 국한되지 않고, 조직 내 역량 축적과 질적 성장에도 긍정적 파급효과를 가져온다는 점을 강조하였다.

장연희와 조근태(2023)는 국토교통 분야의 중소·중견기업을 대상으로 정부 R&D 지원이 경영성과에 미치는 영향을 분석하고, 특히 사업화 프로그램의 조절 효과를 검

증하였다. 정부 R&D 지원이 논문·특허 등 1차 성과와 시제품·제도개선 등 2차 성과를 거쳐 기업의 경영성으로 이어지는 이중 매개효과 구조를 제시하였고, 실증분석을 통해 정부 지원은 기업 경영성으로 유의한 영향을 미치며, 사업화 프로그램은 1차 및 2차 성과가 성과변수로 작용할 때 그 효과를 증폭시킨다고 주장하였다. 이는 R&D 성과가 사업화 및 제도적 지원을 통해 기업성으로 전환되는 경로의 중요성을 실증적으로 확인한 연구로 평가된다.

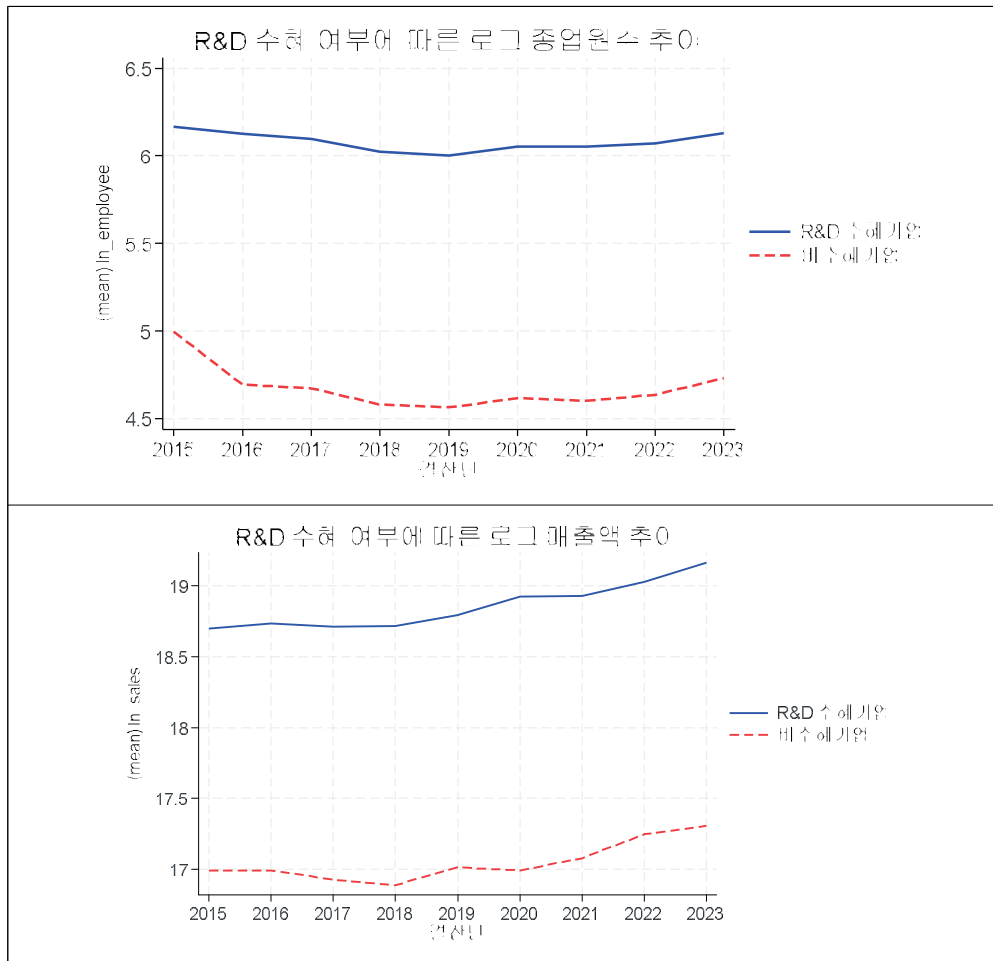
〈표 5-8〉 정부의 R&D 지원이 기업 성과에 미치는 영향

출처	분석대상 / 자료	분석방법	주요 결정요인	주요결과 및 시사점
김기완 (2008)	R&D 활동 보고 기업(2003~05), 한국신용평가 재무자료	생산함수, DID 분석	정부보조금, 자체 R&D 투자, 기업성과(노동생산성, 이익률)	중소기업에서 4.9% 프리미엄 효과. R&D투자 촉진에는 긍정적, 성과지표에는 무의미. 직접보조금 중심 탈피 제안.
김선하 외 (2023.8)	중소기업 269쌍 (지원·비지원 매칭)	설문 + 재무자료 비교, 매칭 분석	정부지원 여부, 조직역량, 기술·경제 성과	사업 참여 후 지원기업의 기술·경제성과 유의하게 향상. 조직역량이 매개효과. 질적 성장 및 역량 강화 기여.
장연희·조근태 (2023)	국토교통 R&D 지원 중소·중견기업	회귀분석, 이중매개분석, 조절효과분석	정부R&D지원, 1차·2차 성과, 사업화 프로그램	정부지원이 경영성으로 유의. 사업화 프로그램이 성과경로의 조절효과. R&D→성과→사업화 경로의 중요성 확인.
이동욱 외 (2012)	정부R&D 투자기업 및 설문자료	혼합로지, 이산선택모형, 매칭분석	기업규모, 매출, R&D집약도, 투자분야	대기업·R&D집약기업에 지원 집중. 신성장분야 보완효과, 녹색분야 대체효과. 중소·제조업 중심 보완효과 강함.

이동욱 외(2012)는 기업의 특성에 따라 정부 연구개발 투자가 민간의 R&D 활동을 보완하는지 또는 대체하는지를 분석하였다. 정부 연구개발 투자 현황 및 성과자료를

수집하여 확률효용이론과 이산선택모형을 적용하였다. 분석 결과, 대기업 혹은 매출 규모가 큰 기업, R&D 집약도가 높은 기업과 벤처기업이 정부 R&D 투자를 많이 받는 경향이 나타났으며, 신성장동력 분야에서는 보완 효과가, 녹색기술 분야에서는 대체 효과가 확인되었다. 또한, 제조업과 중소기업에서 보완 효과가 특히 강하게 나타났다. 연구는 정부 R&D 투자가 특정 기업군에 편중되는 문제를 지적하며, 보완 효과를 극대화할 수 있는 정책 설계와 투자 분야의 정합성 강화가 필요함을 제안하였다.

[그림 5-11] R&D 수혜 여부에 따른 성과변수 추이



위의 그림은 국내 MRO 기업 중에서 R&D 수혜를 받은 기업과 비수혜기업 간의

성과변수의 추세 차이를 보여준다. R&D 수혜기업과 비수혜기업의 2015년부터 2023년까지의 고용과 매출 변화를 비교한 결과, 두 집단 간에 뚜렷한 격차가 확인되었다.

먼저 로그 종업원 수($\ln_employee$) 추이를 살펴보면, R&D 수혜기업은 전반적으로 완만한 U자형 곡선을 그리며 2015년 이후 소폭 감소했다가 2020년 이후 점진적으로 회복하는 양상을 보였다. 반면 비 수혜기업은 동일 기간에 상대적으로 낮은 수준에서 정체되거나 감소하는 흐름을 보였으며, 특히 2016년부터 2019년 사이에는 고용이 지속적으로 축소된 것으로 나타났다. 이후 2021년부터 다소 상승하는 추세를 보여주고 있다. 이는 R&D 수혜기업이 경기 변동기에도 인력을 유지하거나 확대할 수 있는 조직 내부의 흡수역량(absorptive capacity)을 갖추고 있음을 시사한다. 즉, 정부나 공공부문으로부터의 R&D 투자가 단기적인 기술개발뿐 아니라 고용의 안정화 효과로 이어지고 있음을 유추할 수 있다.

다음으로 로그 매출액(\ln_sales)의 변화 추이를 보면, R&D 수혜기업은 기간 전체에 걸쳐 꾸준한 상승세를 보였으며, 특히 2019년 이후에는 상승 폭이 확대되었다. 이는 기술개발 및 혁신 활동이 사업화 단계로 전환되면서 실질적인 매출 증가로 이어진 것으로 해석될 수 있다. 반면 비 수혜기업은 2015년부터 2020년까지 거의 변화가 없었으며, 2021년 이후에야 소폭의 회복세를 보였다. 결과적으로 두 집단 간 매출 격차는 시간이 지날수록 더욱 확대되었으며, 이는 R&D 투자가 기업 성장의 핵심 동인(key driver)으로 작용할 가능성을 보여준다.

요약하면, R&D 수혜기업은 비 수혜기업과 비교해 고용과 매출 양 측면에서 모두 더 높은 수준과 안정적인 성장세를 유지하고 있다. 종합적으로 볼 때, R&D 지원은 기술혁신뿐 아니라 기업의 성장성과 고용 안정성을 동시에 촉진하는 효과를 가지며, 이는 장기적인 산업정책 관점에서 혁신 기반의 양질 일자리 창출 및 산업생태계 강화로 이어질 가능성이 크다. 반면 비 수혜기업의 정체된 흐름은 R&D 역량의 부족과 혁신투자 미흡으로 인해 산업 내 생산성 격차와 구조적 양극화가 심화할 가능성을 보여준다. 다만, 이러한 그림은 다른 산업적, 경제적 요인들이 통제되지 않았으므로 결과 해석에 주의가 필요하며, 다음의 계량분석모형을 통해서 추가로 확인해 볼 필요가 있다.

본 연구에서는 정부 R&D 지원이 국내 MRO 기업에 미치는 영향을 분석하기 위하여 다음과 같은 이원 고정효과모형(Two-Way Fixed Effects Model)을 적용하였다.

$$y_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 D_{i,t} + \beta_2 X_{i,t} + \gamma_t + \delta_i + u_{i,t} \quad (2)$$

위 식에서 i 는 방위사업체 MRO 기업을 의미하고, t 는 관측 연도를 표시한다. 종속변수 y_{it} 는 기업의 성과변수로서 기업 i 의 t 시점 매출액, 종업원 수의 자연로그 값을 의미한다. D_{it} 는 MRO 기업의 정부 R&D 수혜 여부를 나타내는 더미 변수이며, 기업 i 가 t 시점에 R&D 지원을 받았으면 1, 그렇지 않으면 0의 값을 갖는다. 예를 들어, 2020년에 정부의 R&D 지원을 받은 기업은 2020년부터 $D=1$ 의 값을 가지며, 비 수혜기업은 전체 분석 기간에 $D=0$ 의 값을 가진다. γ_t 는 연도별 시점 고정효과로서 관측되지 않은 시간적 변동을 통제하고, δ_i 는 기업의 고정효과로서 관측되지 않은 고정적인 기업 간 차이를 통제한다. X_{it} 는 기업 i 의 t 시점 특성변수로서 업력, 기업 규모, 법인 여부를 포함하고 있다. 위 식에서 우리의 관심이 있는 추정치는 $\hat{\beta}_1$ 으로 정부의 R&D 수혜 여부에 따른 매출액 및 종업원 수의 평균적인 변동을 표현한다.

다음 표는 R&D 지원이 MRO 기업의 고용 규모 및 성장에 미치는 영향을 보여준다. (1)열은 연도 및 기업 고정효과를 통제한 결과이며, (2)열은 여기에 기업의 업력, 중소기업/중견기업 여부, 법인 여부 등의 통제변수를 추가로 포함한 모형의 추정 결과를 제시한다. 분석 결과, 방위사업체로 지정된 MRO 기업의 경우 정부 R&D 수혜 기업과 비 수혜기업 간 고용 규모 및 매출 성장에서 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

〈표 5-9〉 R&D 지원이 MRO 기업의 고용 규모 및 성장에 미치는 영향

		(1)	(2)
A. 로그 종업원 수	R&D 수혜여부	0.025 [0.073]	0.025 [0.073]
	통제 변수	-	Yes
	연도 고정효과	Yes	Yes
	기업 고정효과	Yes	Yes
	관측치	606	606
B. 매출액	AI 바우처 수혜여부	0.032 [0.074]	0.032 [0.074]
	통제 변수	-	Yes
	연도 고정효과	Yes	Yes
	기업 고정효과	Yes	Yes
	관측치	630	630

주: 괄호 안은 표준오차. *** $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.01$.

방위산업의 매출 성장이나 고용 증가는 단기적으로 정부 R&D 지원보다 해외 수주 실적의 영향을 더 크게 받을 수 있다. R&D 투자가 누적되어 기술 역량을 높이는 장기적 기반은 되지만, 단기적인 매출·고용 성장률은 해외 수주 타이밍과 규모에 더 민감할 수 있다. 이러한 점을 고려하면, 실증분석 결과는 R&D 지원이 효과가 없다기보다 방위산업의 매출 성장요인이 R&D보다 수출성장에 더 민감하다는 구조적 특성을 보여주는 것으로 해석할 수 있다. 앞으로 국내 MRO 기업에 대한 정부 R&D 지원 효과를 더 정확히 평가하려면, 중장기적 관점과 수출성과 연계의 흐름을 함께 분석할 필요가 있어 보인다.

다음 표는 R&D 지원이 MRO 기업의 고용 및 매출 성장에 미치는 효과의 시차별 지속성을 분석한 결과이다. R&D 지원을 받은 기업의 종업원 수는 지원 시점 및 그 이후 1~3년간 통계적으로 유의한 증가가 나타나지 않는다. 계수의 크기 또한 매우 작으며, 표준오차 대비 유의하지 않으므로 R&D 수혜가 단기·중기적 고용 확대 효과

를 유발했다고 보기 어려워 보인다.

R&D 수혜기업의 매출액 역시 지원 이후 3년간 통계적으로 유의한 증가를 나타내지 않았다. 3년 후에 계수가 다소 커지는 경향이 있으나 표준오차가 크기 때문에 유의수준을 통과하지 못한 것으로 보인다. 즉, R&D 지원이 단기적으로 매출 성장을 견인하는 효과는 미약하며, 기술개발의 사업화나 매출로의 전환에는 시간적 지연(lag)이 존재할 가능성이 있어 보인다.

〈표 5-10〉 R&D 지원이 MRO 기업의 고용 규모 및 성장에 미치는 효과 발생 기간

		(1)	(2)
A. 로그 종업원 수	R&D 수혜여부 (당해연도)	0.009 [0.072]	0.009 [0.072]
	R&D 수혜여부 (1년 후)	0.040 [0.076]	0.040 [0.076]
	R&D 수혜여부 (2년 후)	0.041 [0.083]	0.041 [0.083]
	R&D 수혜여부 (3년 후)	0.032 [0.093]	0.032 [0.093]
	통제 변수	-	Yes
	연도 고정효과	Yes	Yes
	기업 고정효과	Yes	Yes
	관측치	606	606
B. 매출액	R&D 수혜여부 (당해연도)	0.048 [0.071]	0.048 [0.071]
	R&D 수혜여부 (1년 후)	0.022 [0.085]	0.022 [0.085]
	R&D 수혜여부 (2년 후)	0.030 [0.094]	0.030 [0.094]
	R&D 수혜여부 (3년 후)	0.081 [0.125]	0.081 [0.125]
	통제 변수	-	Yes
	연도 고정효과	Yes	Yes
	기업 고정효과	Yes	Yes
	관측치	630	630

주: 괄호 안은 표준오차. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

MRO 기업의 R&D 지원은 단기적으로 고용이나 매출 성장에 유의한 영향을 미치지 않았으며, 정책 효과가 실질적 성과로 이어지기 위해서는 중장기적 후속지원과 평가체계의 개선이 필요하다. 기술개발→사업화→매출 전환의 구조적 지연에 따라 R&D 투자의 효과가 가시화되기까지 중장기 기간이 소요될 수 있다. 따라서, R&D 후속 사업화, 마케팅, 수출지원 등 후방·전방 연계정책이 병행되어야 경제 성과로 이어질 가능성이 커질 것으로 보인다.

최근 경제학에서 정책의 평균 처치효과(average treatment effect)와 유형별 이질적 효과(heterogeneous treatment effect)를 다루는 경우가 많아지고 있다. “이질적 효과분석”은 평균효과만으로는 보이지 않는 정책의 실제 작동 메커니즘과 불균등한 성과 구조를 밝혀주는 매우 중요한 분석 단계이다. 전통적인 성과분석은 전체 표본에 대한 정책의 평균 영향(ATE)을 추정하는 경우가 많았다. 그러나 현실에서 정책의 효과는 집단별, 특성별, 상황별로 다르게 나타날 수 있으며, 평균효과만 보면 “효과가 없다”고 결론낼 수 있지만, 실제로는 특정 집단에서 강한 긍정 효과, 다른 집단에서는 무효 또는 부정효과가 공존할 수 있다. 이질적 효과분석은 단순히 “효과의 크기”가 아니라, “효과의 구조와 분포를 이해”하는 데 목적이 있다. 평균효과 분석은 “정책의 존재효과(있다/없다)”를 보여주지만, 이질적 효과분석은 “정책의 공정성·효율성·정밀성”을 높이는 핵심 도구다.

본 연구에서도 이러한 점을 고려하여 대기업, 중견기업, 중소기업 등 기업 규모별 특성에 따라 정책 효과가 달라지는 확인하였다. 그 결과는 다음 표와 같다. R&D 지원은 대기업의 성장과 고용에 유의한 긍정 효과를 보이지만 중견·중소기업에는 통계적으로 유의한 영향이 없는 것으로 보인다. MRO 분야에서는 R&D 정책 효과의 규모별 불균형이 존재하며, 향후 중소·중견기업의 흡수역량 제고와 지원 효율화가 핵심 정책 과제로 고려될 수 있다.

〈표 5-11〉 R&D 지원이 MRO 기업규모별로 고용 및 성장에 미치는 효과

		(1)	(2)
A. 로그 종업원 수	R&D 수혜여부 (대기업)	0.579*** [0.036]	0.579*** [0.036]
	R&D 수혜여부 (중견기업)	-0.007 [0.139]	-0.007 [0.139]
	R&D 수혜여부 (중소기업)	-0.050 [0.078]	-0.050 [0.078]
	통제 변수	-	Yes
	연도 고정효과	Yes	Yes
	기업 고정효과	Yes	Yes
	관측치	606	606
B. 매출액	R&D 수혜여부 (대기업)	0.575*** [0.046]	0.575*** [0.046]
	R&D 수혜여부 (중견기업)	-0.033 [0.143]	-0.033 [0.143]
	R&D 수혜여부 (중소기업)	-0.022 [0.072]	-0.022 [0.072]
	통제 변수	-	Yes
	연도 고정효과	Yes	Yes
	기업 고정효과	Yes	Yes
	관측치	630	630

주: 괄호 안은 표준오차. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

VI. 전망과 전략적 시사점

가. 지정학적 환경과 글로벌 MRO 수요의 재편

글로벌 방위산업은 이제 단일국가의 자급체계에 의존하지 않는다. 미·중 전략경쟁, 유럽 안보의 재무장, 그리고 인도·태평양 지역의 연합작전 확대는 MRO를 단순한 유지보수 기능이 아닌 전략적 지속전력(sustainment power)으로 재정의하고 있다. 최근 Cook et al.(2025)은 미군의 전방 전개 태세가 유지되기 위해서는 작전 현장 인근의 분산정비 및 부품 교체 역량이 필수적이라고 분석하였으며, 이는 단순한 물류 문제를 넘어 전력 가용성을 결정하는 전략적 요인으로 자리 잡고 있다.

이러한 변화 속에서 한국의 지정학적 위치는 새로운 산업적 의미가 있다. 한반도는 미 해군 제7함대, 미 공군 5공군, 주한미군의 핵심 보급기지가 교차하는 연합 지속유지 네트워크의 중심에 있으며, 이는 단순한 동맹의 전초기지가 아니라 동아시아 정비 생태계의 잠재적 허브로 기능할 수 있는 조건을 제공한다. 국방논단(2024)은 RSF(Regional Sustainment Framework)가 인도·태평양 전체로 확장될 경우, 한국이 일본 및 호주와 함께 연합정비의 핵심 지역 노드로 자리할 가능성이 크다고 지적하였다. 특히 한국은 세계적 수준의 조선·항공·기계 산업을 보유하고 있음에도 불구하고, 복잡한 인증 절차와 수출통제 규제로 인해 운용 자율성(operational autonomy)에 제약을 받아왔다(양찬 외., 2025). 그러나 RSF의 확장과 미국 내 정비 능력 부족이 결합하면서, 한국은 이러한 구조적 제약을 역전시킬 수 있는 지정학적·산업적 기회를 동시에 맞이하고 있다.

나. 한국의 산업 경쟁력과 제도적 전환

한국의 MRO 역량은 조선·기계·항공산업의 발전과 함께 점진적으로 성장해 왔다. 특히 함정 및 항공 엔진 정비 분야에서 축적된 기술력은 이미 주요 동맹국과 비교 가능한 수준에 도달해 있다(오경원 외, 2014; 한화그룹, 2025). 그럼에도 불구하고 제도적 장벽과 인증 절차의 이원화는 여전히 구조적 병목으로 작용한다. 이를 해결하기 위해 한국은 단기적으로 상호국방조달협정(RDP-MOU) 체결을 추진하고, 중장기적

으로는 한국형 정비인증체계(K-MRO Certification Framework)를 구축하여 국제 상호인정 체계에 편입될 필요가 있다.

Kim (2022)는 RDP-MOU를 통해 한미 간 부품 데이터 교환, 공급자 인증, 기술협력 절차가 표준화될 경우, 한국의 MRO 산업은 단순 하청 단계를 넘어 기술이전과 공동개발 단계로 도약할 수 있다고 평가했다. 조한철 외(2024) 역시 기술·공급망 협력의 매개 효과를 분석하며, 제도적 협정이 체결될 때 방산기술협력의 성과가 2배 이상 확대된다고 밝혔다. 이러한 연구들은 한국이 산업적 역량뿐 아니라 제도적 신뢰를 동맹 구조 속에 내재화해야 함을 시사한다.

한편, 안보경영연구원(2024)은 MRO 산업을 단순한 군수지원 산업이 아니라 산업정책의 연장선 상에 놓인 고부가가치 서비스산업으로 정의하며, 민간 기업의 역할 확대를 통해 방산 수출과 내수 정비의 선순환 구조를 구축해야 한다고 제언했다. 방위산업진흥회(2023) 또한 디지털 인증 체계, 표준화된 품질보증, 데이터 상호인정이 향후 국제 MRO 협력의 필수 기반이 될 것이라고 평가하였다. 결국, 산업적 경쟁력은 기술력보다 제도적 신뢰와 품질인증의 표준화 수준에 의해 결정된다.

다. 디지털 친환경 MRO 전환의 새로운 기회

MRO 산업의 기술적 전환은 이미 산업생태계 전반에 영향을 미치고 있다. AI 기반 예측정비, 디지털 트윈, 적층제조는 전통적인 정비 방식을 데이터 중심의 지속유지 체계로 전환하고 있다. Oliver Wyman(2025)은 전 세계 군수 MRO 시장의 약 60% 이상이 항공 및 엔진 정비 부문에서 발생하며, 이 부문에서의 디지털 전환이 가장 높은 생산성 향상을 유도한다고 분석하였다. 한국에서도 KAI와 한화에어로스페이스를 중심으로 항공플랫폼의 상태기반 정비(CBM)와 예측정비(PM)가 도입되고 있으며, 관련 기술의 군수 응용이 확대되고 있다.

적층제조(AM)는 공급망 단절과 부품 노후화 문제를 해결할 수 있는 새로운 대안으로 부상하고 있다. Valtonen et al.(2022)은 AM이 현장 인근에서의 부품 재생산을 가능하게 함으로써, 부품 수급 지연을 최소화하고 긴급 유지보수의 효율성을 크게 높일 수 있다고 분석했다. 한국 방산 기업 또한 복합소재 부품의 적층제조 기술을 실증

중이며, 이 과정에서 정비 기간 단축과 비용 절감 효과를 입증하고 있다(안보경영연구원, 2024).

이러한 기술적 전환은 사이버보안 및 데이터 관리 역량의 동반 강화를 전제로 한다. Department of Defense(2024)는 지속유지 데이터를 국가 전략 자산으로 분류하며, 데이터 이동과 인증 절차에 대한 상호검증 체계 구축을 강조하였다. 한국 역시 디지털 트윈 기반 정비 데이터를 안전하게 운용하기 위해, 데이터 거버넌스와 사이버보안 인증 체계를 강화할 필요가 있다.

한편, 미래의 MRO는 환경적 지속가능성이라는 새로운 과제를 안고 있다. 최세림 & 김현학(2021)은 항공 MRO 산업이 고용 창출뿐 아니라 친환경 기술도입을 통한 탄소 감축 효과를 가져올 수 있다고 지적했다. AM을 통한 현장 부품 재제조, 정비주기 최적화, 물류 경로 단축은 결과적으로 연료 소모와 탄소배출을 줄이는 동시에 비용 절감 효과를 수반한다. 이러한 접근은 방위산업에서도 점차 중요성을 얻고 있으며, 지속 가능한 군수 운영의 핵심 요소로 자리 잡고 있다.

라. 전략적 시사점

앞으로의 MRO 경쟁은 시설의 규모가 아니라, 데이터·제도·신뢰의 삼중 축에 의해 결정될 것이다. 한국은 이미 세계적 수준의 산업기반을 갖추었지만, 이를 동맹형 정비체계의 중심으로 전환하기 위해서는 산업 경쟁력과 법적 거버넌스의 결합이 필요하다. Carroll & Cook(2025)은 국제 협력의 성공은 ‘시설 우선’이 아니라 ‘거버넌스 우선(Governance First)’ 원칙에 있다고 강조하였다. 한국은 이러한 접근을 바탕으로, 인증과 데이터 관리 능력을 동맹 수준으로 끌어올림으로써 신뢰 기반의 분산정비체계를 구축할 수 있다.

나아가 한국은 인도·태평양 지역 내에서 다자적 MRO 허브로 발전할 수 있는 잠재력을 보유하고 있다. 한·미 협력을 기반으로 일본, 호주 등과의 기술표준 연계를 확대한다면, 한국은 미군의 RSF 네트워크 내에서 핵심적인 유지보수 허브로 자리할 수 있다(국방논단, 2024; CSIS, 2025). 이를 위해서는 민·군·산·학이 연계된 전문인력 양성체계, 국제표준에 부합하는 인증기관, 그리고 RDP-MOU를 통한 제도적 기반이

함께 구축되어야 한다.

결국, MRO는 단순한 유지보수가 아니라 지속 가능한 동맹 운용의 기술적 기반이며, 한국은 산업적 경쟁력과 제도적 신뢰를 결합한 새로운 형태의 ‘전략적 지속유지 국가’로 자리매김할 수 있다. 향후 10년간의 경쟁은 단순한 기술혁신의 문제가 아니라, 데이터를 공유할 수 있는 신뢰의 제도화, 그리고 이를 가능하게 하는 국가 간 협력의 깊이에 의해 결정될 것이다. 한국의 국방 MRO가 이러한 변화를 선도한다면, 이는 단지 동맹의 하위체계가 아닌, 연합 지속유지 거버넌스의 핵심으로서 역할을 공고히 하는 계기가 될 것이다.

VII. 결 론

국방 MRO 산업은 단순한 유지보수의 영역을 넘어, 국가안보와 산업 경쟁력, 그리고 동맹 운영의 지속성을 결정하는 전략적 거버넌스 기술로 진화하고 있다. 본 연구는 글로벌 MRO 시장의 구조적 변화, 디지털 전환, 그리고 국제 협력의 제도화 과정을 분석함으로써, 한국이 이 전환의 흐름 속에서 어떤 역할을 해야 하는지를 모색하였다.

우선, 글로벌 수준에서의 MRO 수요는 지정학적 긴장과 복합안보 환경의 영향 아래 점차 분산형·전방형 체계로 재편되고 있다. 미국이 추진하는 Regional Sustainment Framework(RSF)는 이러한 구조 변화를 제도적으로 구현한 대표적 사례로서, 군수 유지체계를 작전 현장 중심으로 이동시켜 전력의 회복탄력성을 극대화하는 새로운 모델을 제시하고 있다(Cook et al., 2025; Office of the Deputy Assistant Secretary of Defense, 2024). 이 과정에서 한국은 한미동맹의 기술적·산업적 핵심축으로서 중요한 역할을 할 잠재력을 가지고 있다. 한국은 세계 최고 수준의 조선, 기계, 항공산업 기반을 바탕으로 함정·항공기·지상장비 전 분야에 걸친 정비 능력을 확보해 왔으며, 이는 미국과 역할 분담을 통해 전방정비 허브로 발전할 수 있는 토대를 제공한다(양찬 외., 2025; 국방논단, 2024).

그러나 이러한 잠재력을 실질적 경쟁력으로 전환하기 위해서는 제도적 거버넌스와 국제표준화의 내재화가 선행되어야 한다. 미국의 ITAR 규제나 국가보안법적 통제는 정당한 안보적 필요에서 출발하지만, 협력국 간 데이터 및 기술 교류를 제약하는 구조적 장벽으로 작용한다(법무부, 2025). Kim (2022)는 상호국방조달협정(RDP-MOU)이 이러한 제약을 완화하고, 부품 인증·데이터 교환·공급자등록의 일원화를 가능하게 하는 가장 현실적인 수단이라고 지적했다. 나아가 조한철 외(2024)의 연구는 RDP-MOU 체결 시 방산기술협력의 파급효과가 크게 확대된다는 점을 실증적으로 보여주었다. 따라서 한국은 향후 한미 간 RDP-MOU 추진을 통해 법적 불확실성을 해소하고, 동맹형 정비 거버넌스를 제도적으로 내재화할 필요가 있다.

디지털 전환 또한 미래 경쟁력의 결정요인으로 부상하고 있다. 예측정비, 디지털

트윈, 인공지능 기반 진단시스템, 적층제조기술은 단순한 유지보수 절차의 개선을 넘어, 데이터 중심의 지속유지 생태계를 형성하고 있다(Oliver Wyman, 2025; Valtonen et al., 2022). 한국의 기업들은 이미 항공 엔진, 복합소재, 선박용 전자장비 분야에서 이러한 기술을 실증하고 있으며, 이는 정비 효율성과 자립도를 동시에 높이는 성과로 이어지고 있다. 그러나 이와 같은 기술적 진보는 사이버보안과 데이터 신뢰성 확보를 전제로 한다. Department of Defense(2024)는 지속유지 데이터가 전략 자산으로서 관리되어야 함을 강조하였고, 안보경영연구원(2024)은 이에 상응하는 한국형 데이터 인증 체계 구축의 필요성을 제기하였다. 한국이 이러한 디지털 거버넌스 모델을 조기에 정립할 경우, MRO 산업은 단순한 기술산업을 넘어 데이터·신뢰·표준이 결합된 복합안보산업으로 발전할 수 있다.

또한, MRO 산업의 성장 방향은 환경적 지속가능성과의 접점을 피할 수 없다. 최세립 & 김현학(2021)은 항공 MRO 산업이 친환경 기술을 통해 비용과 탄소배출을 동시에 절감할 수 있음을 보여주었고, 이는 향후 국방 분야에서도 중요한 정책 축으로 자리 잡을 가능성이 크다. 부품 재제조, 전자부품 재활용, 운송 최적화는 단순한 환경 보호를 넘어 군수자원의 효율적 배분을 촉진한다. 한국은 이미 조선·항공·에너지 분야에서 친환경 기술을 산업정책의 핵심축으로 추진하고 있으므로, MRO 역시 이러한 친환경 전환 전략과 결합할 때 장기적 경쟁력을 확보할 수 있다.

정책적으로는 거버넌스-우선(Governance First) 접근이 필요하다. Carroll & Cook(2025)은 “시설을 먼저 확충하고 제도를 나중에 설계하는 방식은 실패를 낳는다”고 지적하면서, 국제협력형 정비체계의 성공 요건으로 데이터권, 상호인증, 역할분담의 선제적 제도화를 제시하였다. 이는 안보경영연구원(2024)의 단계별 로드맵과도 일치하며, 한국이 추진해야 할 전략적 방향성과 부합한다. 특히, 한국은 함정·항공·기계 정비의 융합 생태계를 기반으로 한 통합형 MRO 클러스터를 조성하고, 그 안에서 민간 기업과 공공기관이 공동으로 인증·품질·데이터 관리 기능을 수행하는 체계를 구축해야 한다.

결국, MRO 산업의 경쟁력은 기술력, 제도, 신뢰의 삼중결합에서 비롯된다. 한국은 이미 세계 최고 수준의 제조역량과 방산 기술력을 갖추었으며, 이를 제도적 표준화와

디지털 혁신으로 결합할 수 있다면, 인도·태평양 지역의 연합형 정비 허브로 자리매김할 수 있을 것이다. 국방 MRO는 단순한 유지보수의 문제가 아니라, 국가 전략의 지속가능성을 뒷받침하는 핵심 인프라다. 한국이 이 분야에서 산업적 우위와 제도적 신뢰를 동시에 확보할 때, 한미동맹은 전통적 군사동맹을 넘어 공동 지속유지 거버넌스로 진화할 것이며, 이는 향후 10년간 한국이 세계 MRO 생태계의 전략적 중심국으로 부상하는 토대가 될 것이다.

참고문헌

- 강준모 외, 「정부지원을 받은 ICT 벤처기업의 기업특성과 경영성과에 관한 연구: ICT 벤처패널을 활용하여」, 정보통신연구원, 2017
- 국방논단. (2024). 미군의 RSF 전략에 대응하는 국방 MRO 발전방향. 국방논단.
- 권혁준, & 조환정. (2025). 효율적인 군용 항공엔진 유지보수를 위한 검사 및 정비 능력 확보 연구. 한국산학기술학회 논문지, 26(5), 664-673.
- 김기완, 「정부 R&D 보조금의 기업성과에 대한 효과분석」, KDI, 2008
- 김다은·임홍래, 「기업 혁신의 영향요인에 대한 분석: 기업의 특성과 정부의 역할을 중심으로」, 사회과학연구, 제33권 제2호, 2022
- 김덕기. (2025). 트럼프 2.0 시대, 미 해군 함정 MRO와 함정 건조를 위한 한미 협력 방안. 고려대학교 경제기술안보연구원.
- 김만기. (2022). How South Korea Should Weigh the Risks and Benefits of Entering into a Reciprocal Defense Procurement Memorandum of Understanding (RDP MOU) with the United States. The Korean Journal of Defense Analysis, 34(2), 207-230. <https://doi.org/10.22883/kjda.2022.34.2.003>
- 김상백, 유대현, & 김지호. (2025). 해군 MRO 민간참여 활성화 방안과 시사점. Journal of the KNST, 8(1), 13-22.
- 김선하 외, 「정부 R&D 지원이 중소기업의 성과에 미치는 영향: 정부 지원을 받은 기업과 비(非)지원기업의 비교 분석」, 경영학 연구, 제52권 제4호, 2023.8
- 법무부. (2025). 미 해군 함정 MRO(유지·보수·정비) 협력에서 미국 ITAR(국제무기거래 규정)의 수출통제. 법무부.
- 안보경영연구원. (2023). 방위산업 MRO 혁신모델 구축방안 - 방산 해외수출 및 국내 MRO 시너지 창출. 안보경영연구원.
- 안보경영연구원. (2024). 국방 MRO 혁신방안. 안보경영연구원.
- 양찬, 허명령, 신용혁. (2025). 미 해군 조선·유지보수체계의 한계와 한국의 대응전략. 월간국방외교저널, 2025(5), 25-31.
- 오경원, 최현식, 공창덕, 박현록. (2014). 항공 MRO 사례를 통한 해군무기체계 정비 방

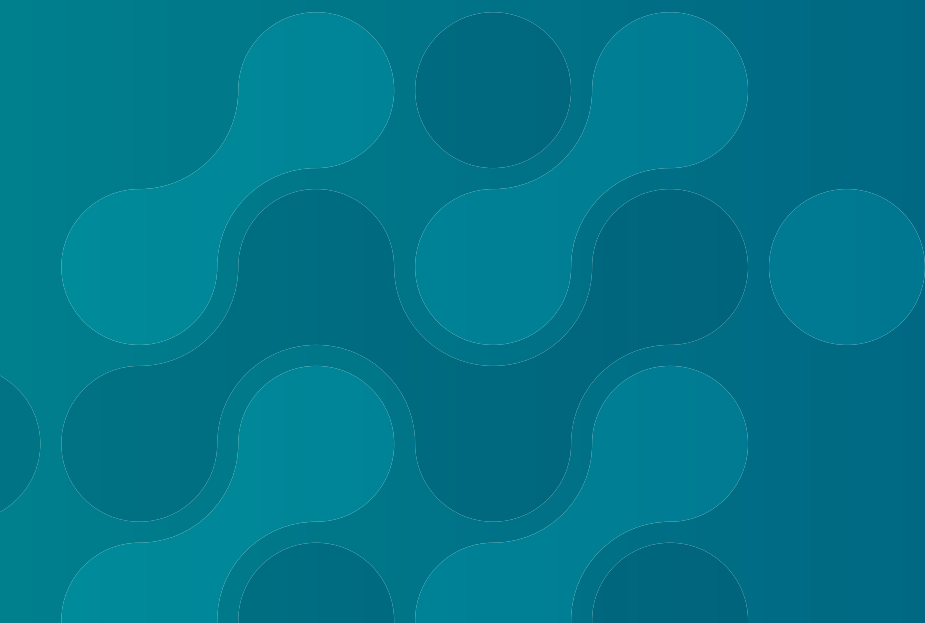
- 안 고찰. *Journal of Aerospace System Engineering*, 8(2), 13-20. <https://doi.org/10.20910/jase.2014.8.2.014>
- 이강경, & 김금률. (2023). 국방혁신 4.0과 연계된 육군의 혁신전략. *국방정책연구*, 142, 65. <https://doi.org/10.22883/jdps.2024.39.4.003>
- 이동욱 외, 「기업의 특성에 따른 정부 R&D 지원 효과 연구」, 2012
- 이성호, 「중소기업 연구개발 지원정책 수혜자 선정모형 연구」, 한국개발연구원, 2017
- 이창용, 김영태, 김철수, 박종훈, 장동훈, 김기정 & 한성재 (2023). 방위산업 MRO 혁신 모델 구축방안: 방산 해외수출 및 국내 MRO 시너지 창출. 방위산업진흥회.
- 장연희·조근태, 「기업경영성과에 대한 정부 R&D지원의 효과: 사업화 프로그램의 조절 효과를 중심으로」, *기술혁신연구*, 제31권 제1호, 2023
- 전유수, 이영규, 이운식. (2024). 함정 MRO 산업의 경제적 파급효과 분석: 산업연관분석을 기반으로. *한국방위산업학회지*, 31(2), 57-71. <https://doi.org/10.52798/KADIS.2024.31.2.6>
- 조가원, 「기업특성이 연구개발 정부지원 수혜에 미치는 영향」, *기술혁신연구*, 제18권 제1호, 2010
- 조한철, 우지환, 강석중. (2024). 한-미 방산기술협력 성과 영향요인에 관한 연구: 기술·공급망 협력 및 RDP-MOU의 매개효과를 중심으로. *한국방위산업학회지*, 31(1), 11-27. <https://doi.org/10.52798/KADIS.2024.31.1.2>
- 최세림, 김현학. (2021). 항공 MRO 육성정책에 따른 고용효과 연구. *한국항공경영학회지*, 19(2), 83-110.
- 한화그룹. (2025). How maintenance, repair, and overhaul is modernizing global defense capabilities. 한화그룹 뉴스룸.

- Ahmad, R. W., Hasan, H. R., Yaqoob, I., Salah, K., Jayaraman, R., & Omar, M. (2020). Blockchain for aerospace and defense: Opportunities and open research challenges. *Computers & Industrial Engineering*, 151, 106982. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106982>
- Carroll, H. H., & Cook, C. (2025). Identifying pathways for U.S. shipbuilding cooperation with Northeast Asian allies. *Acquisition Research Program*.
- Clayton, B., Younossi, O., Denton, S. W., Reininger, H., Yun, A., Adamson, D. M., ... & Ahmadi, M. (2024). The Impact of Digital Engineering on Defense Acquisition and the Supply Chain.
- Cook, C., Szechenyi, N., Carroll, H. H., Aldisert, A., Hendrick, S., & Nater, J. (2025). Enabling forward sustainment. *Center for Strategic and International Studies (CSIS)*.
- CSIS. (2024). Collaborating for resilience: Japanese and U.S. industry cooperation on MRO for USAF systems. *Center for Strategic and International Studies*.
- CSIS. (2025). 2025 CSIS-DAPA Conference: Expanding defense cooperation within the ROK-U.S. alliance. *Center for Strategic and International Studies*.
- Department of Defense. (2024). *National Defense Industrial Strategy: June 2024 interim implementation report*. Washington, DC: U.S. Government.
- Droff, J. (2022). European cooperation in maintaining defence equipment in operational condition: An analytical framework derived from economic geography. *Defense and Security Analysis*, 38(2), 169-189. <https://doi.org/10.1080/14751798.2022.2062886>
- Miller, T. D. (2022). *Capability, capacity, and risk in the sustainment of Air Force weapon systems*. Brookings Institution.
- Office of the Deputy Assistant Secretary of Defense. (2024). *2024 Regional Sustainment Framework*. U.S. Department of Defense.
- Oliver Wyman. (2025). *The military's mounting cost for cutting-edge technology*. Oliver Wyman.

- Qin, Y., Ng, K. K. H., Sun, X., Yao, S., & Wen, X. (2024). Designing a collaborative maintenance planning mechanism between airline and maintenance company using a bilevel model - Considering flexible maintenance schedule and service charges. *Expert Systems with Applications*, 255, 124666. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124666>
- Rahman, A., Kuswoyo, A., Prabowo, A. R., & Suharyo, O. S. (2020). Developing strategy of maintenance, repair and overhaul of warships in support of navy operations readiness. *Journal ASRO*, 11(2), 146. <https://doi.org/10.37875/asro.v11i2.277>
- Singh, S. (2024). MRO: The elephant in the room of air power. *Air Power*, 19(4), 25-44.
- Stanton, M. A., Anderson, J. R., Dickens, J. M., & Champagne, L. (2022). Supply chain resilience: How autonomous rovers empirically provide relief to constrained flight-line maintenance activities. *Journal of Defense Analytics and Logistics*, 6(1), 2-20. <https://doi.org/10.1108/jdal-10-2021-0013>
- Timjerdine, M., Taibi, S., & Moubachir, Y. (2024). Performance PRISM: A comprehensive framework for performance measurement in aircraft maintenance. *International Journal of Aviation Aeronautics and Aerospace*, 11(4). <https://doi.org/10.58940/2374-6793.1928>
- Valtonen, I., Rautio, S., & Salmi, M. (2022). Capability development in hybrid organizations: Enhancing military logistics with additive manufacturing. *Progress in Additive Manufacturing*, 7(5), 1037-1052. <https://doi.org/10.1007/s40964-022-00280-z>

03

경제안보와 국방관리





군 공급망 붕괴 대응방안 연구

책임연구원 : 백승령(국방대학교 교수)

공동연구원 : 문성암(국방대학교 교수)

송승종(국방대학교 박사과정)

요 약

최근의 군사 환경은 미·중 전략 경쟁, 지역 분쟁, 팬데믹, 사이버 위협, 무역 분쟁 등 다양한 리스크에 노출되어 있으며, 이러한 환경 변화는 군수지원 체계 전반에 심대한 영향을 미친다. 특히 글로벌 공급망의 복잡성과 상호의존성이 높아짐에 따라, 공급망의 특정 지점에서 발생한 문제가 전체 체계에 도미노처럼 전이되는 파급효과(ripple effect)의 위험이 증대되고 있다. 그동안 민간 분야에서는 공급망 위험관리(SCRM, supply chain risk management)에 관한 연구가 상당히 발전되어왔으나, 공급망 붕괴관리(SCRD, supply chain disruption management)에 대한 연구는 많지 않다. 그 중에서도 특히 군 공급망을 대상으로 한 붕괴관리 연구는 전무한 실정이다.

공급망 붕괴는 예측이 어렵고 영향 범위가 넓으며 복구 시간이 오래 걸린다는 특징을 가진다. 공급망 붕괴의 원인은 내부적으로는 운영 프로세스 및 의사결정 과정에서 문제가 있으며, 외부적으로는 자연재해, 전쟁, 테러, 정치 불안 등으로 다양하다. 이와 같은 사건은 공급망 내 자원·정보·자금 등의 정상적인 흐름을 방해하여, 작전 수행의 지연이나 실패로 이어질 수 있다. 따라서 군 공급망의 경우, 위험 관리를 넘어 붕괴 상황에 대비하고 신속히 대응·복구하는 능력을 갖추는 것이 중요하다. 본 연구는 이러한 배경에서 군 공급망 붕괴에 대응하기 위한 전략을 비교·분석하고자 하였다.

연구는 공급망 붕괴의 개념과 유형, 그리고 사전 완화 전략과 사후 대응 전략으로 나누는 주요 대응 방법을 이론적으로 정리하였다. 사전 완화 전략에는 재고 리턴턴시 전략과 다중공급 전략이 포함되며, 이는 평시부터 위험 흡수 능력을 내재화하는 방식이다. 재고 리턴턴시 전략은 붕괴 기간 동안 수요를 충족할 만큼의 안전재고를 사전에 확보하는 전략으로, 단기적 충격 완화에 효과적이지만 장기적인 붕괴 상황에서는 재고가 소진된 후 효과가 급감하며, 보관비용 부담이 따른다. 다중공급 전략은 동일 품목을 둘 이상의 공급원으로부터 조달하여, 한 공급선이 끊기더라도 나머지 공급선에서 일정량을 계속 확보하는 방식이다. 이는 장기적 안정성을 높이지만, 공급선 유지와 조달 비용이 증가한다. 사후 대응 전략으로는 공급자 전환 전략이 있으며, 이는

붕괴 발생 시 기존 공급망을 빠르게 다른 공급선으로 전환하는 방법이다. 전환 초기에는 공급 지연이 발생하지만, 장기 붕괴 상황에서는 안정적인 공급 확보가 가능하다.

연구의 방법론은 시뮬레이션을 사용하였다. 시뮬레이션 모형을 구축하기 위해 군 3단계 공급망 구조(군수사령부-군수지원여단-사단)를 대상으로, 실거래 데이터를 분석하여 모형 구축에 활용하였다. 데이터는 군수통합정보체계의 수리부속 9종 청구 실적 데이터를 활용하였으며, 이상치 제거 후 제대별 일일 평균 수요량과 리드타임의 분포를 추정하고, 정규성 검정을 통해 적합도를 검증하였다. 분석 결과, 수요량은 지수분포 또는 정규분포를 따르며, 리드타임은 지수분포 형태로 나타났다. 시뮬레이션 모형은 Vensim과 PySD를 활용하여 설계되었다. 군수사령부 1개, 군수지원여단 3개, 사단 9개로 구성된 네트워크 형태이며, 각 사단은 목표 재고량과 보유 재고량의 차이만큼 상급 제대에 주문하고, 상급 제대는 이를 다시 상위 제대에 청구하는 구조이다. 시나리오에서는 시뮬레이션 100일차에 군수사령부의 공급이 중단되며, 공급 붕괴 기간은 10일부터 140일까지 다양하게 설정하였다. 또한 수요 증가율을 1~10 범위에서 변화시키며 전략별 성과를 비교하였다.

분석 결과, 붕괴 기간이 짧을수록 재고 리턴던시 전략이 가장 효과적이었으며, 30일 이하에서 백오더 발생을 최소화하며 안정적인 공급을 유지할 수 있었다. 그러나 재고 리턴던시 전략은 붕괴 기간이 길어질수록 재고가 소진되어 효과가 급감하는 것으로 나타났다. 30~80일 사이에서는 다중공급 전략의 백오더가 가장 적게 나타났으며, 특히 수요 증가율이 높은상태에서도 비교적 안정적인 공급이 가능했다. 80일 이상에서는 공급자 전환 전략이 가장 유리한 것으로 나타났다. 전환 초기에는 공급 부족으로 백오더가 발생하지만, 일정 기간이 지나면 안정적인 공급 체계를 구축하여 장기적인 복원력이 높게 나타났다. 또한 수요가 급증할수록 재고 리턴던시 전략의 재고 소진이 가속화되어 효과가 급격히 떨어지는 반면, 다중공급과 공급자 전환 전략은 수요 증가율이 높은 상황에서도 비교적 백오더가 적게 생기는 것으로 나타났다. 특히 공급자 전환 전략은 붕괴기간이 긴 경우와 수요 증가율이 높은 상황에서 강점을 보였다.

이러한 연구 결과는 군 공급망 관리 분야에 다음과 같은 시사점을 제시한다. 첫째,

공급망 붕괴 기간에 따른 적절한 대응 전략을 제시했다. 평시 자연적 재해와 전시 우발상황에 따른 공급망 붕괴는 규모와 피해는 지속기간을 짐작하기 어려우나, 파업, 공정 불량과 같은 인적요인에 의한 사건과 보급로 복구, 전환수송 등에 따른 지속기간은 어느 정도 예측할 수 있다. 예를 들어 보급로가 완전히 파괴되어 복구에 장기간이 소요될 경우, 재고를 비축해두는 것보다는 새로운 보급로 또는 다른 수송수단으로 전환하여 안정적인 공급을 확보하는 것이 중요하다. 반대로 붕괴가 단기간에 끝날 것이라 예측된다면 재고를 비축해두는 것이 좋다. 구조적이고 장기적인 붕괴가 아니라면 재고를 추가로 쌓아둬으로써 운영적 대응을 하는 것이 전투부대의 수요를 충족시키는데 적합하다. 둘째, 수요 상황에 따라 대응 전략들의 효과가 다름을 확인했다. 전투의 치열도는 전투물자의 소요에 직접적인 영향을 미친다. 전투물자 수요가 많아지면 수요 요구가 증가하고 따라서 수요 증가추세도 가파르게 될 것이다. 본 연구의 결과를 바탕으로 수요가 급증하는 경우에는 재고가 빠르게 소진되기 때문에 재고를 사전에 확보해서 붕괴 기간의 충격을 견디는 재고 리던던시 전략이 덜 효과적임을 알 수 있다. 다중공급의 경우 공급자로부터 공급받는 분할률에 따라 다르겠지만 본 연구에서 적용한 바와 같이 균등분할을 가정한다면 부족한 공급으로 인해 결국 수요 급증하는 상황에서는 효과가 작은 것으로 나타났다. 반면에 붕괴 이후 공급받는 루트를 전환하는 공급전환 전략의 경우 초기에는 효과가 작으나 붕괴 기간이 장기간인 경우에는 가장 효과적이며 수요 변화와 관계없이 일정한 효과를 갖는 것으로 나타났다.

제3장

군 공급망 붕괴 대응방안 연구

I. 서 론

현대 군 작전환경은 주변국 위협의 고도화와 미·중 간의 전략 경쟁, 무역 분쟁 등 복합적이고 예측 불가능한 위협에 직면하고 있다. 이로 인해 공급망(supply chain)의 연속성과 안정성 확보는 군수지원의 핵심 과제로 부각되고 있다. 또한 글로벌 공급망은 점점 더 복잡하고 상호 연결되어 공급망 붕괴(disruption) 리스크 역시 증가하고 있으며, 공급망 위협 유형은 자연재해, 팬데믹, 사이버 공격, 정치 불안정성 등 다변화되고 있다(Katsaliaki et al., 2022). 2000년 필립스의 반도체 공장 화재로 반도체 공급망이 붕괴되어 고객사인 노키아는 4억 달러의 손실을 입었으며, 2011년 일본에서 발생한 지진과 쓰나미로 인한 공급망 물류 피해는 25조엔 가량 되었다. 2021년 이집트 수에즈 운하에서 컨테이너선 에버그린이 좌초되는 사고로 인해 통행이 중단됨에 따라 하루 평균 4억 달러 가량의 물량 운송이 지연되었으며, 최근 2021년 반도체 공급 부족 사태는 많은 자동차 업체를 위기에 빠뜨렸다. 이처럼 공급망 전체에 치명적인 영향을 미치는 공급망 붕괴 사건은 발생 가능성이 낮더라도 일단 발생 시 막대한 피해를 일으킬 수 있으므로 고전적인 공급망 운영 전략과는 다른 접근이 요구된다.

공급망 충격은 크게 공급과 수요를 조정하는 과정에서 발생하는 위험(risk)과 정상적인 활동을 저해하는 붕괴(disruption)로 나눌 수 있다(Kleindorfer and Saad, 2005). 위험은 수요의 변동성, 긴급주문, 공급 부족, 배송조정, 조달 제약 등 운영적 측면에서 발생하는 사건으로 발생 확률은 높으나 공급망에 미치는 영향은 비교적 작다. 전통적으로 공급망 관리자들은 공급망 위험 관리⁵⁰⁾(SCRM, supply chain risk management)를 통해 위험을 완화하기 위해 노력해왔다. 공급망 위험관리는 잠재적인 위험 사건이 예측 가능하다고 가정하여 위험의 식별과 정량화를 요구하고, 이에

50) 공급망을 붕괴시킬 수 있는 잠재적 위험을 식별, 평가, 정량화 및 모니터링하고, 그 영향을 예방하거나 완화하기 위한 잠재적 조치를 포함하는 과정(RAND, 2024)

대응하기 위한 비용과 대응하지 않은 경우에 발생할 수 있는 피해 비용을 비교함으로써 위험관리에 대한 타당성을 뒷받침한다. 그러나 이러한 접근 방식은 우리가 예측하기 어렵고 정량화 할 수 없는 수많은 위험, 즉 붕괴와 같은 사건에 대해서는 대응하기 어렵다는 단점이 있다. 공급망 붕괴는 인적·자연적 재해와 같이 공급망에 매우 큰 충격을 주지만 발생 빈도는 비교적 낮은 사건을 말한다(Scheibe and Blackhurst, 2018). 이와 같은 공급망 붕괴 사건들은 의사결정자들이 대응하는 속도보다 더 빠르게 전파되어 공급망 전체에 치명적인 영향을 주게 된다. 전통적으로 공급망 관리의 한 연구 분야로서 민간 분야에서 활발하게 발전되어 온 공급망 위험 관리와 달리 공급망 붕괴 관리⁵¹⁾(SCDM, supply chain disruption management)에 관한 연구는 많지 않다. 그러나 군 공급망의 특성상 관리의 실패로 인한 결과가 비용뿐만 아니라 군 작전의 성공여부와 궁극적으로는 국가 안보와 직결되어 있다는 점을 고려할 때 공급망 위험을 관리하는 것은 더욱 중요하다고 할 수 있다. 특히 공급망 전체에 치명적인 영향을 가져오는 공급망 붕괴에 대한 관리는 군수품 중에서도 긴급 수리부속, 연료, 탄약 등과 같이 작전 성공에 핵심적인 역할을 하는 품목에 특히 필요하다.

공급망 붕괴와 관련한 많은 연구는 수리적 모형을 최적화하는 방식으로 수행해왔다. 그러나 다단계 공급망의 복잡한 특성을 반영하고 붕괴의 시간에 따른 변화를 반영하기에는 수리적 모형은 한계가 있다. 또한 공급망 붕괴는 발생 후 일정 기간 지속한 뒤 다시 원래 상태로 복귀하게 되는데 많은 수리적 모형은 이러한 변화를 반영하지 못한다는 단점이 있다(Katsaliaki et., 2022). 공급망 붕괴는 공급망 내의 어느 한 지점에서 발생하여 시간이 지속됨에 따라 그 여파가 다른 지점으로 전파되며 예측 불가능한 파급효과(ripple effect)를 갖는다는 특성을 가진다. 이로 인해 공급망 붕괴를 고려한 연구에서는 시뮬레이션을 활용하는 사례가 늘어나고 있다. 수리모형에 비해 견고함은 낮으나 시뮬레이션을 이용한 모형은 보다 유연하고 다양한 상황에서 공급망의 역동성을 살펴보는데 적합한 도구이다. 그 중에서도 특히 시스템다이내믹스(system dynamics)는 인과관계 루프를 활용하여 변수들 간의 관계를 살펴볼 수 있어

51) 공급망이 붕괴에 대비하고, 대응하며, 신속하고, 효율적이며, 효과적으로 붕괴로부터 회복하여 정상적인 운영으로 복귀하거나 더 바람직한 상태로 이동하는 능력을 향상시키는 사전 예방적, 동시적, 그리고 대응적 전략을 설계하고 구현하는 과정(RAND, 2024)

붕괴 전, 후와 같은 시간의 흐름에 따른 공급망의 변화를 살펴보는 데 적합하다.

이에 본 연구는 군 공급망의 특성을 고려한 공급망 붕괴 대응방안을 연구하고자 한다. 이를 위해 먼저 이론적 배경을 통해 공급망 붕괴와 대응전략, 공급망 붕괴와 관련한 시뮬레이션 기반 연구에 대해 살펴본다. 이어서 3단계로 구성된 군 공급망 구조를 네트워크 형태로 확장하여 공급망 붕괴 시나리오를 구성하고 대응 전략별 효과를 비교 분석한다. 공급망 위험 관리를 위한 전략들은 크게 사전 완화 전략과 사후 대응 전략으로 분류된다. 사전 완화 전략은 주로 재고 확보, 공급처 다변화, 리드타임 단축 등을 포함하며, 붕괴사건 발생 이전에 리스크를 흡수하는 데 초점을 둔다. 반면 사후 대응 전략은 붕괴 발생 후의 복구 및 유연한 재구성을 목표로 한다. 본 연구에서는 사전 완화 전략인 재고 리턴던시 전략과 다중공급 전략, 그리고 사후 대응 전략인 공급자 전환 전략을 비교한다. 공급망 붕괴의 충격은 붕괴 기간에 따라 달라지므로 붕괴 기간에 따른 대응 전략의 효과를 살펴볼 필요가 있다. 따라서 붕괴 기간이 단기인 경우와 장기인 경우를 구분하여 각 대응 전략의 효과에 어떤 차이가 나타나는지를 비교하고, 이를 통해 붕괴 기간을 고려한 최적의 전략을 도출한다. 또한 수요변화 역시 전략의 효과성에 영향을 미칠 수 있다. 특히 군 공급망의 경우, 유사시 보급이 중단되더라도 작전상황에서 따라 수요는 증가할 수 있다. 따라서 수요의 변화 추세가 전략에 미치는 영향을 함께 고려할 필요가 있다. 이에 따라 본 연구의 모델링 분석에서 붕괴 기간과 수요 증가율이 각 대응 전략의 효과성에 미치는 영향을 분석한다.

본 연구는 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 문헌 연구를 바탕으로 하여 공급망 붕괴, 대응전략, 관련 연구들의 방법론적 특징을 살펴본다. 3장에서는 군수부대 청구거래 데이터 분석을 통한 주요 모수를 바탕으로 시스템다이내믹스 모형을 설계하고, 타당성 검증 과정을 거친다. 4장에서는 붕괴 기간과 수요 증가율에 따른 대응 전략의 효과를 비교 분석한다. 마지막 5장에서는 연구 결과를 요약하고 연구의 한계점과 향후 연구 방향을 제시한다.

II. 이론적 배경

2.1 공급망 붕괴

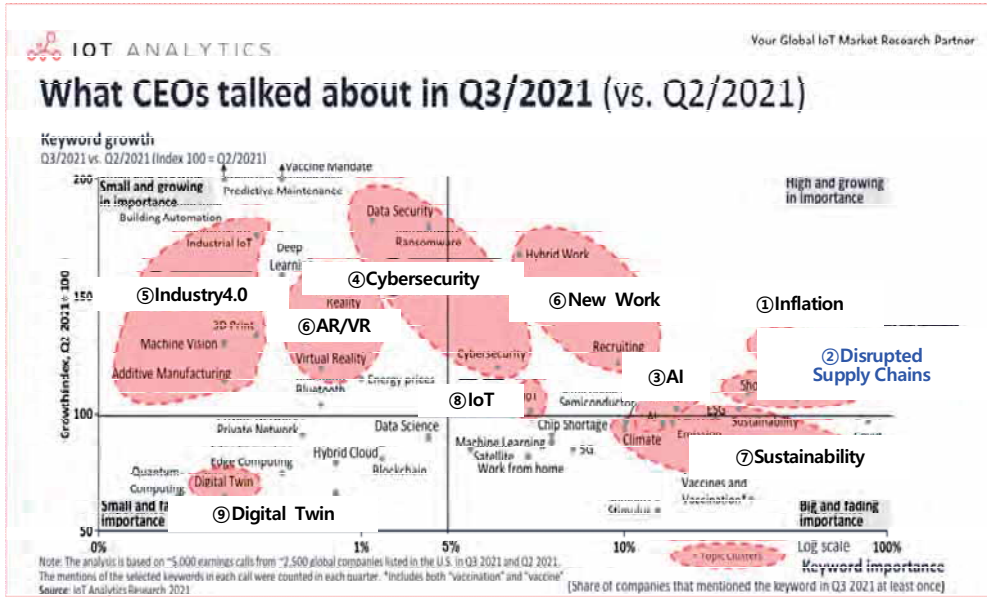
공급망 위험은 공급망 내부 또는 외부에서 발생하여 공급망에 충격을 줄 수 있으므로 관리되어야 한다(Summers, 2018). 이러한 충격은 공급망을 구성하는 일부 또는 전체 운영을 방해하거나 완전히 중단되는 결과를 가져온다. 일반적으로 내부에서 발생하는 충격은 운영 리스크라고 불리우며, 이는 수요변동, 품질문제, 장비문제 등과 같이 공급망 내부에서 발생하는 리스크를 말한다. 반면에 외부로부터 오는 충격은 훨씬 더 크고 광범한 원인에서 발생할 수 있으며 공급망 붕괴와 관련이 높다. 공급망 붕괴는 공급망 내의 자원·정보·자금의 정상적인 흐름을 방해하는 예기치 않은 사건으로 정의되며(Tang, 2006), 이는 공급망 구조나 운영 전반에 부정적인 영향을 미쳐 공급망 참여자에게 직·간접적인 피해를 유발할 수 있다(Kleindorfer and Saad, 2005). 특히 현대의 글로벌 공급망은 복잡성과 상호의존도가 높아, 특정 국가나 기업에서 발생한 문제가 공급망 전체로 급속히 확산될 위험이 있다(Ivanov et al., 2014). 최근 공급망의 특징은 다양한 원인에 의하여 공급망 붕괴의 빈도가 잦아지고 그에 따른 영향이 커지고 있다는 것이다. 지구온난화에 따른 자연재해의 증가, 전염병 확산 및 장기화, 기술 진보에 따른 특허권 분쟁, 테러 및 전쟁, 국가 간의 분쟁 등과 같은 위험 요소는 최근에 더욱 자주 발생하고 있으며 계속해서 공급망을 위협하고 있다. 최근 전면전의 대표적인 사례인 우크라이나-러시아 전쟁은 전쟁 초기 재고 부족으로 인해 작전이 지연된 대표적인 공급망 붕괴 사례이다. <표 1>은 전쟁과 관련한 이해 당사국들의 상황을 요약한 것이다(문성암 등, 2023). 이처럼 공급망에 영향을 받는 조직에 대한 생존의 위협을 가져오는 공급망 붕괴에 대한 빈도는 더욱 커지고 있으나 공급망 붕괴관리에 대한 연구는 제한적이며, 특히 국방 부문에서의 연구는 전무한 실정이다.

〈표 1〉 우크라이나-러시아 전쟁 개요(문성암 등(2023) 연구를 참고하여 작성)

- 러시아 : 재고 고갈, 열악한 군수지원능력으로 인해 초기 수립한 전략을 수행할 수 없어 전략 변경을 강요 받음.
 - 1) 러시아군은 우크라이나를 신속히 점령할 수 있을 것으로 예상하였으나 심각한 재고 고갈로 전략적 목표를 우크라이나 동부지역으로만 국한하여 제한
 - 2) 서방 전문가들은 러시아의 미사일 공격 빈도 감소, 지대공미사일의 대지 타격 임무 수행 등을 근거로 러시아가 심각한 재고부족에 시달린다고 판단
- 우크라이나 : 개전 초부터 서방국에 군수품을 의존하여 전략적 목표 달성이 불투명
- 미국 및 유럽 : 군수품 비축의 중요성 인식
 - 1) 서방 각국이 우크라이나를 지원함에 따라 군수품 비축량 재고 감소로 자국군의 전쟁수행 능력 유지에 대한 우려가 제기되고 있음
 - 2) 현행 생산능력으로 소요량을 충족할 수 없어 생산능력을 확충하고 군수품 비축에 대한 법적 근거를 마련하고 있음

공급망은 공급이 일정한 상태에서 수요가 급증하거나, 반대로 수요는 변하지 않았으나 공급이 부족한 경우 모두 문제가 발생한다. 최근 세계 자동차 산업에서는 코로나 19와 자연재해 등 복합적인 요인에 의해 발생한 차량용 반도체칩 부족으로 완성차 전체 생산라인이 중단되는 현상이 발생된 사례가 있었다. 반도체 생산라인에서 필요한 불화수소도 한일관계의 악화로 무역거래가 제한되어 국내 반도체 업체는 전체 생산라인이 중단되는 위험을 경험했다. 이와같이 공급망은 한 부분에서 위험 요소가 발생하면 네트워크의 다른 구성요소에 순차적으로 영향을 주고 결국 공급망 전체가 붕괴되는 특징이 있으며, 이를 ‘파급효과(ripple Effect)’라고 한다. 파급효과는 공급망 분야에서 저빈도·고영향의 붕괴와 관련한 개념으로 Liberatore et al.(2012)의 연구에서 처음으로 사용되었으며, Ivanov et al.(2014b)의 연구가 최초로 이를 정의하였다. 한편 공급망 붕괴 현상은 기업의 위험관리 전략에서도 핵심 주제가 되고 있다.

〈그림 1〉은 2021년 글로벌 CEO들이 기업경영에 가장 큰 영향을 미치는 요인으로 인플레이션과 더불어 공급망 붕괴를 선정했음을 보여준다(Wegner, 2021).



〈그림 1〉 Key Factors Influencing Business Management Selected by CEOs

공급망 붕괴는 그 발생 원인·영향 범위·단계·빈도 등에 따라 여러 유형으로 분류될 수 있다. Christopher and Peck(2004)은 공급망 붕괴 발생 원인을 조직 내부와 외부로 구분하였다. 내부요소는 운영 프로세스나 의사결정과 관련된 문제를, 외부요소는 경제위기·정치 불안·자연재해 등 조직이 통제하기 어려운 위험 요소를 제시하였다. Tang and Tomlin(2008)은 관련 문헌을 폭넓게 검토하여 공급망 붕괴요인을 다섯 가지로 정리하였으며, Chen et al.(2019)은 공급망 참여 주체별(공급·생산·물류/운송·수요) 관점에서 붕괴요인을 네 가지로 구분하였다. Katsaliaki et al.(2022)은 공급망 붕괴를 ‘대규모 재해(catastrophic events)’, ‘수요 측면(demand-side)’, ‘공급 측면(supply-side)’, ‘물류·운송(logistics-transportation)’, ‘생산·인프라(production-infrastructure)’ 등 네 가지 범주로 나누어 설명하고 있다.

위에서 제시한 공급망 붕괴유형과 관련한 선행연구를 표로 정리하면 <표 2>와 같다.

<표 2> Types of supply chain disruption

Researchers	Categories
Christopher and Peck(2004)	<ul style="list-style-type: none"> • Internal disruption <ul style="list-style-type: none"> - process - control - organizational • External disruption <ul style="list-style-type: none"> - demand - supply - environmental
Tang and Tomlin(2008)	<ul style="list-style-type: none"> • Supply risks • Process risks • Demand risks • Intellectual property risks • Behavioral risks
Chen et al.(2019)	<ul style="list-style-type: none"> • Supply • Production • Logistics / Transportation • Demand
Katsaliaki et al.(2022)	<ul style="list-style-type: none"> • Catastrophic events • Demand-side events • Supply-side events • Logistics-Transportation events • Production-Infrastructural events

이처럼 공급망 붕괴는 다양한 원인과 양상으로 발생하며, 공급망 구조에 따라 그 파급력도 상이하다. 공급망 붕괴는 일반적으로 다음 세 가지 특성을 갖는다. 첫째, 발생 시점의 불확실성이다. 팬데믹, 테러, 기후재난, 지정학적 리스크 등은 예측 가능성이 낮아 선제적 대응이 어렵다. 둘째, 영향 범위의 전이성이다. 공급망 특성상 파급효과로 인해 초기 충격이 공급망 구조를 따라 도미노식 확산을 일으키므로 충격으로 인한 영향은 어느 한곳에 국한되지 않고 전체에 영향을 미치게 된다. 셋째, 복구 시간의 비선형성이다. 복구는 단순히 자원을 투입한다고 빠르게 이루어지는 것이 아니라, 정보 왜곡, 재계약, 물류 병목, 생산 공정 재가동 등 복합 과정을 수반한다. 특히 군은 유사시 수요가 급변하고 리드타임이 예측 불가하게 변화하는 특성이 있어, 공급망 붕괴에 더욱 취약한 구조를 가진다. 이러한 특수성은 군 공급망 전반의 정보 흐름과 의사결정 방식에 대한 전략적 접근이 필요함을 나타낸다.

미국 RAND Corporation(2024)의 보고서에서는 공급망 붕괴 관리의 중요성을 강조하기 위해 공급망 위험관리와 공급망 붕괴관리를 구분하고, 공급망 붕괴 관리가 필요한 분야를 제시하였다. 이를 위해 공급망 위험과 관련한 의사결정 유형을 <그림 2>와 같이 네 가지로 분류하고 각각의 상황에 어떤 관리 기법이 필요한지 나타냈다. 이 그림은 특정 사건에 대한 의사결정자의 지식 수준에 따라 의사결정의 복잡성을 나눈다. 첫째로 확실한 상황에서의 의사결정(decision-making under certainty)에서는 사건의 발생 여부와 결과에 대해 확실한 지식을 가지고 있으므로 공급망 위험 관리나 붕괴 관리가 모두 필요하지 않은 영역이다. 둘째는 리스크 하의 의사결정(decision-making under risk)으로 사건의 발생 확률과 결과에 대해 완전한 확률론적 지식을 가지고 있는 상태이다. 이 경우 사건이 발생할 확률과 그로 인한 결과를 모두 알고 있으므로 공급망 위험관리 대상이다. 셋째는 불확실성 하의 의사결정(decision-making under uncertainty)으로 특정 사건의 발생 확률에 대해 불완전한 확률적 지식과 결과를 알고 있는 상태이다. 이 경우 또한 어느정도 예측이 가능하므로 공급망 위험 관리 영역에 속한다. 마지막으로 무지 하의 의사결정(Decision-making under ignorance)은 사건 발생 확률과 결과에 대한 어떠한 확률론적 지식도 없으며, 사건발생으로 인한 결과가 파괴적인 결과를 초래하는 경우이다. 이 영역은

예측이 불가능한 상황으로 공급망 붕괴 관리 영역에 속한다. 전통적인 공급망 위험관리는 ‘리스크’와 ‘불확실성’이라는 부분적으로 알려진 위협에 대응하는 반면, 공급망 붕괴 관리는 ‘무지’의 영역, 즉 우리가 존재조차 몰랐던 위협에 대처한다는 점에서 구분된다.



〈그림 2〉 의사결정의 4가지 유형

2.2 공급망 붕괴 대응 전략

공급망 붕괴 대응 전략은 시스템이 불확실성과 외부 충격에 직면했을 때, 해당 위험을 회피하거나 흡수하거나 회복하기 위한 조직의 준비도 및 반응 기제를 의미한다. 이러한 전략은 일반적으로 그 시점과 방식에 따라 사전 완화 전략과 사후 대응 전략으로 구분된다. 각 전략은 독립적으로 기능할 수도 있으나 현실에서는 두 전략이 복합적으로 적용되는 경우가 많으며, 전략의 시점과 조합 방식에 따라 효과성에 큰 차이를 보인다(Ivanov et al., 2014; Lücker & Seifert, 2017). 사전 완화 전략은 공급망 붕괴가 발생하기 전에 리스크를 사전에 흡수하거나 완화하기 위한 구조적 조치를 의미하며, 공급망 설계 수준에서 장기적으로 고려되는 경우가 많다. 이는 주로 복원

력(resilience)을 내재화하는 접근으로, 위험을 피하기보다는 흡수할 수 있는 시스템을 미리 구축하는 것이다(Kleindorfer & Saad, 2005). 대표적인 사전 완화 전략에는 재고 리턴턴시 전략과 다중 공급 전략이 있다. 사후 대응 전략은 리스크 발생 이후에 구조적 변화를 통해 대응하는 전략을 말하며, 공급자 전환, 대체 운송 수단 탐색 등이 해당한다. 본 연구에서는 재고 리턴턴시 전략, 다중 공급 전략, 공급자 전환 전략 3가지의 대응 전략을 비교한다.

가. 재고 리턴턴시 전략

재고 리턴턴시 전략은 위험 완화 재고(RMI, Risk Mitigation Inventory)라고 부르기도 한다(Simchi-Levi et al., 2018). 재고 리턴턴시 전략은 가장 일반적인 대응 방식 중 하나로, 수요 또는 공급의 변동성에 대응하기 위해 안전재고(safety stock) 또는 전략적 비축 재고를 설정한다. 이 전략은 운영 속도 저하 없이 충격을 흡수할 수 있다는 장점이 있으나, 보관 비용 증가, 자산 회전율 저하, 제품 노후화 등의 단점도 함께 수반한다. 품목 특성상 수명이 짧은 경우에는 사용하기 어려운 전략이며, 수요 예측이 불가능하거나 붕괴 지속기간이 불확실한 상황에서는 과잉재고와 과소재고의 리스크가 동시에 존재한다. 재고 리턴턴시 전략에 관한 선행연구로는 Snyder & Shen(2011) 연구에서 안전재고를 활용한 리턴턴시 전략이 서비스 수준을 안정적으로 유지하는데 기여함을 보였으나, 리드타임의 변동이 큰 경우에는 효과가 제한적임을 밝혔다. Schmitt et al.(2015)가 다단계 공급망에서 재고 리턴턴시가 붕괴 확산을 완화할 수 있음을 보였으며, 특히 중앙집중형 구조보다 분산형 구조에서 더 효과적임을 시뮬레이션을 통해 입증하였다. Ivanov & Sokolov(2013)는 동적 네트워크 시뮬레이션을 통해 재고 기반 리턴턴시가 공급망의 복원력(resilience)을 높이지만, 붕괴 지속기간이 길어질 경우 추가적인 조치(다중 공급, 재배치 전략 등)와 병행해야 효과가 유지된다고 주장하였다. Simchi-Levi et al.(2018)은 글로벌 공급망에서 불확실성 완화를 위한 정량적 계산식을 제시하였다. 이들은 수요 분포와 리드타임 변동성을 반영해 RMI 규모를 결정하는 접근법을 제안하였다.

재고 리턴턴시와 관련하여 군에서는 보급수준⁵²⁾(supply level)이라는 일수 개념의

재고를 확보함으로써 운영적 수준의 위험에 대비하고 있으나 수요의 급격한 증가나 공급의 중단과 같은 공급망 붕괴 상황을 고려하고 있지는 않다. <표 3>은 문성암 등 (2022) 연구에서 제시한 군 보급수준 정책의 변천과정을 나타낸다.

나. 다중 공급 전략

다중 공급(multiple supply) 전략은 다수의 공급자로부터 동시에 또는 순환적으로 공급받음으로써 공급 리스크를 분산시키는 방식을 말하며, 단일 공급 대신 다중 공급을 함으로써 공급망의 유연성을 높이는 전략이다.

<표 3> 보급수준 정책 변천과정

구분	군수사		군지사(군지여단)			사단급		편성부대
	안전 수준	조달 소요 시간	안전 수준	운영 수준	발주/수송 시간	운영 수준	발주/수송 시간	
1960년	30	45	•	45	•	•	•	•
1980년	30	60 (+15)	•	30 (-15)	30	15 (+15)	15 (+15)	15 (+15)
1986년	30	60	15 (+15)	30	30	15	• (-15)	15
1990년	30	60	15	30	30	15	15 (+15)	15
2000년	30	실 PROLT	15	25 (-5)	25 (-5)	10 (-5)	10 (-5)	15
2008년	30	실 PROLT	15	25	25	15 (+5)	15 (+5)	15
2016년	30	실 PROLT	• (-15)	15 (-10)	15 (-10)	10 (-5)	10 (-5)	15

52) 가장 경제적이면서도 효율적으로 보급운영의 지속성을 보장하기 위한 통제수단의 일환으로 재고로 확보 및 운영되어야 할 물량이 얼마이며, 또한 필요한 물량을 획득하는 기간 동안의 수요량을 총칭하는 용어(육군본부, 2022). 보급수준은 편성부대로부터 군수사령부까지 제대별로 구분되어 있다. 구체적으로는 편성부대는 규정휴대량(PL, Prescribed Load)만을 보급수준으로 가지고, 사단과 군수지원여단은 운영수준(OL, Operation Level), 발주 및 수송시간(OST, Order and Shipping Time)의 두 기지의 보급수준을 가지며 군수사령부는 안전수준(SL, Safety Level)만을 보급수준으로 가지고 있다.

단일 공급(single supply)은 하나의 공급업체로부터 공급을 받는 것을 말하며, 이중 공급(dual supply)은 두 개의 공급원로부터 공급을 받는 것을 말한다. 예를 들어 핵심 부품을 국내와 해외 공급지에서 병행 조달하거나 하위단계에서 상위단계와 차상위 단계 또는 동일한 두 개의 상위단계로부터 공급을 받는 경우가 이에 해당한다. 여러 개의 공급원로부터 공급을 받는 경우는 다중 공급이라고 한다. 기업 또는 군의 전략적 수준의 군수⁵³⁾에서 단일 공급 형태는 공급업체와 구매업체 간의 긴밀한 신뢰 관계를 바탕으로 이루어지며, 구매업체는 하나의 공급업체와만 거래함으로써 규모의 경제 효과로 인한 조달비용의 감소 효과를 누릴 수 있다. 또한 공급업체는 구매업체와의 긴밀한 협력을 바탕으로 연구 개발에 투자하여 더 나은 기술을 확보할 수 있다. 군의 전술적 수준의 군수⁵⁴⁾ 영역에서는 전담지원⁵⁵⁾을 통한 효율적인 지원체계를 갖출 수 있다.

이러한 장점에도 불구하고 단일 공급은 공급망 붕괴에 취약하다. 유일한 공급원이 여러 가지 이유로 인해 공급이 중단되는 경우 구매업체 또는 피지원 부대에 대한 공급은 멈추게 되며, 이는 구매업체의 생산 중단, 판매 손실, 군의 경우 소요부대의 작전 실패로 이어질 수 있다. 단일 공급의 이러한 취약성을 극복하기 위한 방법 중 하나가 이중 공급이다. 두 공급원으로부터 공급을 받음으로써 하나의 공급원으로부터 공급이 끊기는 경우 다른 한 공급원으로부터 계속해서 필요한 공급을 받을 수 있다. 두 공급원은 지원 능력, 리드타임 등의 차이로 공급 비율의 차이가 있을 수 있다. 이에 구매업체 또는 피지원 부대는 두 공급원으로부터 어느 비율로 주문량을 배분할지 조정해야 한다. 또한 두 공급원 모두 동일하게 보급되는 보급품의 공급량과 시기를 일관되게 유지하도록 노력해야 한다. 따라서 이중 공급은 단일 공급에 비해 채널 유지를 위한 비용이 더 많이 소요된다.

공급망 붕괴 상황을 고려하여 이중 공급을 포함한 다중 공급과 단일 공급 간의 의사결정 문제는 공급망의 다른 요인들과 결합하여 수리 모형을 사용한 최적화 문제로

53) 한국군 전략군수는 (1) 전략물자 해외도입과 관련 (2) 국내 군수 산업 기반과 동원 및 비축을 통해 국내로부터 획득하여 군 시설부대(군수사)에 입고될 때로 구분할 수 있다.

54) 군수사 이하의 군수부대와 군수부대 또는 군수부대와 전투부대 간의 보급을 의미한다.

55) 군수부대 간의 특정 보급거래선 유지를 통해 전·평시 일원화된 군수지원을 제공하는 개념을 말한다.

많이 다뤄졌다. Yu et al.(2009)은 공급망의 붕괴 위험이 있는 경우 단일 공급과 다중 공급을 비교하는 연구에서 단일 기간 2단계 공급망에서 가격에 따라 변하는 비정상(nonstationary) 수요를 고려했다. 수리 모형을 사용하여 기대 이익 함수를 최대로 하기 위해 이중 공급이 더 유리한 붕괴 확률(disruption probability)의 범위를 산출했다. Wang et al.(2010)은 공급 리스크를 완화하는 전략으로 공급선을 다중화 하는 전략과 공급업체의 공급 신뢰성을 높이는 전략을 비교하였으며, 특히 공급업체의 공급 신뢰성이 낮거나 생산 능력이 수요에 비해 작은 경우 두 전략을 함께 사용하는 혼합 전략이 효과가 있음을 보였다. 김정연과 서용원(2013)은 하나의 구매기업이 여러 공급업체와 거래하는 2단계 공급망에서 공급업체의 공급 중단에 대비하는 상황을 고려했다. 동일한 공급 중단 확률을 따르는 여러 공급업체를 바탕으로 최적의 공급업체 수와 주문량을 결정하였다. Ivanov(2017b)는 수요의 크기와 재고 수준에 따라 어떤 공급전략이 나은지 비교하는 연구를 하였다. 3단계 공급망 구조에서 이산사건 시뮬레이션 모형을 활용하여 분석한 결과, 비용 최소화를 위해서는 재고 수준이 낮고 수요가 큰 경우 이중 공급이 유리하고 나머지 경우에는 단일 공급이 더 비용 효율적이라는 결론을 내렸다.

다. 공급자 전환 전략

사후 대응 전략 중 하나인 공급자 전환 전략은 기존 공급자가 공급을 중단하거나 문제가 발생했을 때, 다른 공급원으로 신속하게 전환하는 전략이다. 붕괴 사건 발생 후 시스템을 전환하여 피해를 최소화하는 운영 중심의 전술적 대응 방식이다. Tomlin(2006)은 리턴턴시와 다중공급의 혼합 형태인 공급 전환 전략을 적용한 연구를 진행했다. 해당 연구에서 정의한 공급 전환 전략은 평소에는 재고를 확보하지 않고 단일 공급체계를 유지하다가 붕괴가 발생하면 새로운 공급업체로부터 공급을 받고 이후에 공급망이 원상태로 회복되면 다시 기존의 공급자로부터 공급받는 전략을 말한다. 평상시 재고 관리의 부담을 줄이면서 문제가 발생했을 때 새로운 공급자로부터 공급을 받는 유연한 전략이나 실제로 적용하기에 어려운 부분이 많다. 대체 공급원의 생산 능력, 계약비용, 평상시 관리 등 여러 가지 고려해야 할 요소들이 많기 때문이

다(Wang et al., 2016). 붕괴 발생 시 공급 전환지로부터 공급을 받는다고 하더라도 업체가 생산량을 늘리는데 시간이 걸리므로 즉각적인 대처가 어렵지만, 시간이 지속됨에 따라 안정적으로 공급을 받을 수 있는 전략이다(Ebrahim Nejad 등, 2014). 즉 리턴턴시와 같이 즉각적인 효과는 떨어지나 공급망 붕괴 기간이 지속될수록 다중공급 전략과 같은 구조적 대응에 따른 효과를 얻을 수 있다.

〈표 4〉 공급망 붕괴 대응 전략

구분	리턴턴시 전략	다중 공급 전략	공급자 전환 전략
정의	사전에 추가로 재고를 보관하여 공급망 붕괴에 대응하는 전략	둘 이상의 공급원으로부터 동일한 품목의 공급을 받음으로써 한 공급원의 붕괴가 발생하는 경우에도 지속적인 공급을 받을 수 있는 전략	기본적으로는 단일 공급 전략이나 공급망 붕괴가 발생하는 경우 새로운 공급원으로부터 공급을 받는 전략
의사결정 유형	단기적 활용 유리 타 전략과 혼합해서 사용 시 효과적	장기적, 전략적 활용	단기적, 우발적 상황시 활용

한편 공급망 붕괴 대응 전략은 수요의 형태에 따라 달라지며 밀접하게 연관되어 있다(Ivanov, 2017b). 세계적인 물류 기업인 아마존(Amazon)은 주문이 빈번하게 발생하는 품목들은 고객과 가까운 물류센터에 보관하는 반면 주문이 빈번하지 않은 품목들은 중앙 물류센터에 보관 후 주문이 나올 때 조달한다. 패션 업계의 선두주자인 자라(ZARA)의 경우 변동성이 큰 수요를 보이는 품목은 유럽에서 생산하고 안정적인 수요를 보이는 품목은 아시아나 튀르키예에서 생산한다(Ivanov, 2014). 시장 수요의 특성에 따른 공급망 조정은 리스크를 줄일 수 있다(Chopra & Sodhi, 2014). 이처럼 공급망 대응 전략의 효과는 고객의 수요에 따라 달라질 수 있다. 수요가 빠르게 증가하는 시장의 경우 리턴턴시 전략을 통한 안전재고는 더 빠르게 소진될 것이므로 붕괴 기간이 길어짐에 따라 대응 효과는 감소될 것이다. 반면에 다중공급 전략은 수요

가 더 크게 증가하는 상황에서 안정적으로 공급을 할 수 있으므로 구조적인 혜택을 볼 것이다. 공급전환 전략은 붕괴 기간이 증가할수록 다중공급 전략이 갖는 장점을 가질 수 있으므로 수요가 크게 증가하는 상황일수록 대응 효과가 커질 것이다.

2.3 시뮬레이션 기반 연구

시뮬레이션은 현실 세계에서 직접 실험하는 것이 불가능하거나 비용이 많이 드는 경우 널리 사용되는 방법이다. 다양한 상황을 반영한 시나리오를 통해 얻은 방대한 데이터를 바탕으로 주요 변수의 변화에 따른 효과를 정량적으로 비교 분석할 수 있다는 장점이 있다. 이러한 장점으로 인해 최근 공급망 붕괴연구에서 시뮬레이션을 활용한 탐색적 연구가 증가하고 있다(Macdonald et al., 2018). 이는 공급망의 복잡한 구조와 시간의 흐름에 따른 동태성 그리고 다양한 변수를 반영하여 모의실험을 설계 및 실행할 수 있는 시뮬레이션의 특징이 잘 맞아떨어진 결과라 할 수 있다(Li and Zobel, 2020).

공급망 붕괴와 관련한 연구는 리스크 분석, 공급망 성과에 대한 영향, 복원력 평가, 취약성(vulnerability) 분석 분야가 주를 이룬다. 방법론적으로는 그동안 최적화 연구가 가장 활발하게 진행되어 왔으나, 최근에는 시간에 따라 변화하는 붕괴 지속 시간, 복구 조치의 지속 시간, 용량 저하 및 회복을 효과적으로 분석할 수 있는 시뮬레이션 연구가 점차 주목받고 있다. 특히, 시간이 지나면서 시스템의 행동이 변화하는 복잡한 시스템인 경우 해석적인 폐쇄형 분석보다 시뮬레이션이 더욱 강력한 도구가 될 수 있다(Ivanov, 2017). 다음은 공급망 붕괴와 관련한 여러가지 방법론의 특징 및 주요 내용과 본 연구의 방법론인 시스템 다이내믹스 특징을 요약한 내용이다.

가. 최적화 기반 시뮬레이션(Optimization-Based Simulation)

최적화 기반 시뮬레이션은 공급망 붕괴(disruption) 시나리오에서 복구 정책과 구조 재설계를 최적화 문제로 공식화하고, 이를 시뮬레이션과 결합하여 성과를 분석하는 접근법이다. 비선형 확률 프로그래밍, 혼합 정수 계획법, 다목적 확률 최적화 모델 등

다양한 수리 최적화 기법이 활용되며, 복잡한 불확실성 하에서의 의사결정을 지원한다. Benyoucef et al.(2013)은 신뢰성 있는 공급업체가 존재하는 기간과 붕괴 가능성이 있는 기간으로 구분된 2기간(two-period) 공급망 설계 문제를 비선형 확률 프로그래밍으로 모델링하고, 몬테카를로 시뮬레이션과 라그랑주 완화를 결합하여 해결하였다. Lim et al.(2013)은 붕괴 확률을 과소·과대평가할 때 발생하는 비용 트레이드오프를 분석하여, 과소평가가 전체 비용에 훨씬 더 큰 영향을 미친다는 점을 밝혔다. Ivanov et al.(2014a)은 하이브리드 최적화-제어 모델을 활용해 다단계 공급망에서 복수의 붕괴와 복구 정책을 동시에 시뮬레이션하였으며, Schmitt et al.(2015)은 수요·공급 불확실성 하에서 분산형 재고 시스템이 중앙집중형보다 더 높은 성과를 보일 수 있음을 보였다. 이러한 연구들은 최적화 기반 시뮬레이션이 복잡한 공급망 환경에서 구조적·운영상의 복원력 전략을 정량적으로 평가하는 데 유용함을 보여준다.

나. 이산사건 시뮬레이션(Discrete-Event Simulation)

이산 사건 시뮬레이션은 개별 사건 발생 시점에서만 시스템 상태를 변화시키는 방식으로, 처리 능력, 병목현상, 자원 활용률 등을 정량적으로 평가할 수 있다. 공급망 붕괴 분석에서는 특정 사건(공급 중단, 운송 지연 등)이 성과에 미치는 영향과 복구 전략의 효과를 평가하는 데 활용된다. Carvalho et al.(2012)은 포르투갈 자동차 공급망에서 여섯 가지 붕괴 시나리오와 두 가지 복구 전략을 비교 분석하여, 복구 전략의 유무가 리드타임 비율과 총비용에 큰 영향을 미친다는 점을 밝혔다. Schmitt and Singh(2012)은 다단계 공급망에서 ‘복구 기간(weeks of recovery)’ 지표를 활용하여 붕괴 확산을 분석하고, 백업 전략의 효과가 대응 속도에 따라 달라짐을 보여주었다. Lewis et al.(2013)은 항구 폐쇄 시뮬레이션을 통해 장기 폐쇄 시 운영 마진이 최대 10% 감소할 수 있음을 보였으며, Hishamuddin et al.(2015)은 다중 소싱 구조에서 복구 기간과 백오더 수량이 전체 비용에 강한 영향을 미친다고 보고하였다.

다. 에이전트 기반 모델링(Agent-Based Modelling)

에이전트 기반 모델링은 공급망을 독립적인 의사결정 주체(에이전트)들의 집합으로

모델링하고, 개별 행동과 상호작용을 통해 시스템 전체의 동태를 분석한다. 복원력 계획, 사전 대응 전략, 붕괴 전파 경로 분석 등에 효과적이다. Xu et al.(2014)은 3단계 공급망에서 공급업체 용량 붕괴를 AnyLogic 기반 멀티 메서드 시뮬레이션으로 모델링하여, 복구 조치 유무와 사전 복원력 계획의 중요성을 검증하였다. 연구 결과, 공급업체-소매업체 간 연결이 붕괴에 특히 취약함이 확인되었다. Blos et al.(2015)은 에이전트 기반 모델링 프레임워크를 제시하여, 정교한 에이전트 행동 설계가 복잡한 공급망 붕괴 분석에 유용함을 보였다.

라. 네트워크 모형(Graph/Network Models)

네트워크 모형은 공급망을 노드와 링크로 구성된 그래프 구조로 표현하여, 구조적 강건성, 최소 경로, 신뢰성 지표 등을 활용해 붕괴 전파와 성과 영향을 분석한다. Li et al.(2006)은 방향성 비순환 네트워크와 최단 경로 분석을 통해 상류 붕괴가 하류에 미치는 지연 효과를 정량화하였다. Wu et al.(2007)과 Tuncel and Alpan(2010)은 Petri 네트워크를 활용해 다양한 붕괴 유형과 복구 조치의 효과를 분석하였다. Zegordi and Davarzani(2012)는 컬러드 페트리 네트워크로 시각화 기능을 강화하였으며, Lin et al.(2014)은 다중 공급업체 환경에서 최소 경로 기반 신뢰성 평가 알고리즘을 개발하였다. Garvey et al.(2015)은 베이지안 네트워크로 위험 전파를 분석하였고, Kim et al.(2015)은 네트워크 구조가 복원력에 미치는 영향을 실증하였다. Sokolov et al.(2016)은 다단계 분배 네트워크의 파급효과를 정량 측정하였으며, Han & Shin(2016)은 연결 그래프를 활용해 구조적 강건성을 평가하였다. Tang et al.(2016)은 연쇄 붕괴 모델을 개발해 물리 네트워크와 사이버 네트워크의 상호의존성을 분석하였다.

마. 시스템 다이내믹스(System Dynamics)

시스템 다이내믹스는 시스템적 사고(systems thinking)를 모델화하는 도구로서, 1958년 Forrester가 개발한 방법론이다(Forrest, 1961). 시스템 다이내믹스는 시스템

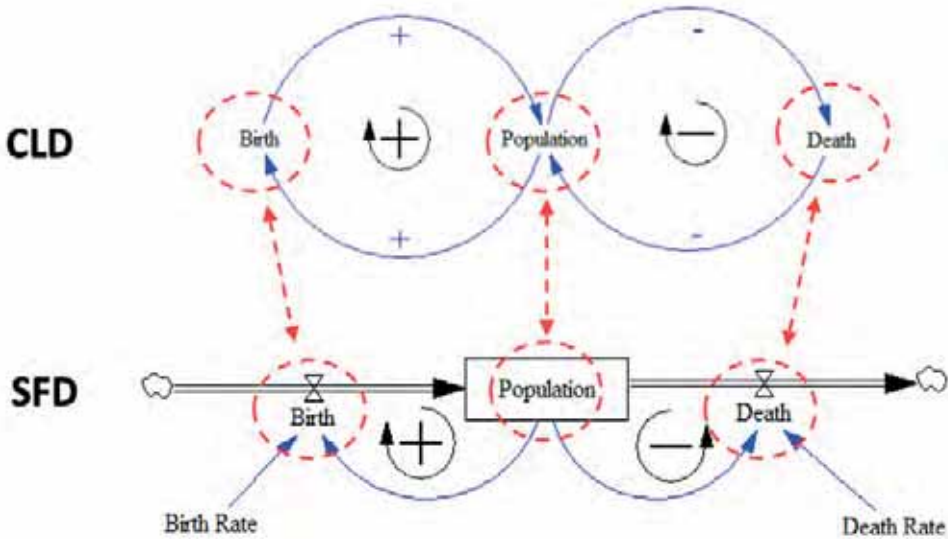
의 동태성(dynamics)의 원인인 시간, 구성요소들 간의 피드백(feedback), 그리고 정보 및 물질 흐름의 시간 지연(time delay)을 모형화하는데 적합한 기법이다. 시스템 다이내믹스 시뮬레이션은 다이어그램(diagram)을 활용하여 모형화한다. 사각형으로 대표되는 저장변수(stock variable)와 파이프로 표현되는 유량변수(flow variable), 화살표로 표현되는 변수들의 상호 영향관계를 활용하여 복잡한 시스템의 동적 행태를 표현한다. 변수 간의 관계로 이루어진 피드백 루프(loop)를 통해 시간의 선후관계에 따른 영향과정을 반영할 수 있다. 여기서 피드백 루프는 시스템의 동적 특성(dynamic characteristics)을 형성하는 주요한 요소이다. 피드백은 시스템의 행태를 계속 확산(diverge)시키며 변하게 하는 양(positive)의 피드백과 시스템을 수렴(converge)시키며 안정화시키는 음(negative)의 피드백으로 구분된다(Sternman, 2000). 양의 피드백은 다른 모든 변수가 상수일 때 시스템의 변화를 기하급수적으로 증가 또는 감소시키며 특별한 경우에 정상 상태(Steady State)를 만들 수도 있다. 반면 음의 피드백은 시스템에 진동을 발생시키거나 어느 한 점으로 수렴시켜 안정화시킨다.

시스템 다이내믹스는 시스템 구성요소 간의 인과관계를 선형(linear)이 아닌 비선형(non-linear)으로 가정한다(Lane, 1997 ; Angerhofer and Angelides, 2000) 그래서 선형계획법(linear programming)처럼 제약 조건 아래에서의 목적 함수의 최적값을 한 번에 찾아 제시하지 않는다. 대신 시스템의 동태를 재현하여 시스템의 동태가 왜 발생하는가를 살피며 시뮬레이션의 조건을 바꾸어 가면서 시행착오의 방법으로 문제 해결에 만족할 만한 대안을 찾는다(곽상만·유재국, 2016). 최적 대안은 정량적인 분석을 통해 산출된다. 시스템 다이내믹스는 수리 모형으로 표현하기 어려운 현실의 복잡한 시스템을 다이어그램 기반의 인과 모형으로 표현하고 수치적인 방법으로 해를 구할 수 있는 방법론이다(문태훈, 1998). 이를 위해 현실의 의사결정규칙을 기반으로 정성적 요인을 정량적으로 표현하여 모형화한다. 이러한 정량적 모형 사용은 시간 흐름에 따른 시스템 구성요소들 간의 정보 및 물자 흐름, 피드백 등의 최적 상태를 수치로 확인 가능하게 한다. 이러한 특징으로 시스템 다이내믹스 시뮬레이션은 재고, 조직 관리 등 다양한 분야의 정책, 전략, 대안들의 효과를 예측하고 최적 안을 산출하는 방법으로 활용되고 있다. 특히 공급망 관리 분야에서 활용도가 높다. 대중적으

로 많이 알려진 연구 사례로 공급망 참여자들의 의사결정이 시스템 전체에 미치는 영향을 설명한 맥주배송게임(beer distribution game)이 있다(Kaminsky and Simchi-Levi,1998 ; Lee et al.,1997 ; Sternman,1989).

시스템 다이내믹스 시뮬레이션 모형 구축은 상호 관련이 있는 구성요소들을 표현하고 구성요소들의 상호작용에 의해서 시스템의 상태가 어떻게 변화하는가를 수학적으로 표현하는 것을 의미한다. 시스템 다이내믹스 시뮬레이션 모형 구축과정은 ① 문제의 정의, ② 정성적 분석, ③ 정량적 분석, ④ 시뮬레이션 수행으로 구분할 수 있다. 시스템 다이내믹스 시뮬레이션 모형 구축과정 중 주요한 과정은 인과지도(CLD, Causal Loop Diagram)와 저장·유량도(SFD, Stock and Flow Diagram)의 작성이다. 먼저 CLD는 정성적인 논리를 표현한 다이어그램이다. 여기서 인과관계는 원인과 결과를 의미하지만 정확한 인과관계가 아니라 정성적인 판단에 근거한 인과관계도 포함한다. CLD는 화살표 중심의 순환도로 문제로 정의된 시스템의 구조를 구체화시키는 역할을 한다.

CLD 작성이 끝나면 이를 바탕으로 컴퓨터 시뮬레이션이 가능한 프로그래밍 언어가 포함된 SFD를 작성한다. CLD에서 SFD로 전환하면서 CLD에서 설명하고자 했던 현상이 나오도록 SFD의 변수에 정량적인 정보를 입력한다. 이 과정에서 CLD에는 표현되지 않은 변수를 추가로 작성해야 하는 경우도 있다. 변수는 특성에 따라 저장변수, 유량변수, 보조변수(auxiliary variable), 상수(constant)로 구분되고, 저장변수는 시간에 따라 누적된 값을 가지며 시간 흐름의 형태를 띤 유량변수에 의해서 유입(inflow) 또는 유출(outflow)의 증감이 발생하게 된다. 아래 <그림 3>은 출생(birth)과 사망(death)에 의해 인구(population)가 변화하는 시스템을 CLD와 SFD로 나타낸 예시이다.



〈그림 3〉 인구변화 시스템의 SFD 작성 예시

SFD 작성이 완료되면 시뮬레이션을 실행한다. 시뮬레이션은 시나리오를 기반으로 SFD를 구성하는 변수값을 변경하며 시행을 반복한다. 또한 최적 모수 및 정책을 산출하기 위한 최적화도 수행한다. 시뮬레이션 모형 검증은 시뮬레이션 결과값을 실제 자료와 비교하거나 민감도 분석(sensitivity analysis)으로 확인한다.

구분	핵심 개념 및 특징	주요 선행연구 및 시사점
최적화 기반 시뮬레이션 (Optimization-Based Simulation)	비선형 확률 프로그래밍, 혼합 정수 계획법, 다목적 확률 최적화 등 활용. 엄격하지만 시간에 따른 동적 분석 등 제약 단점	Benyoucef 등(2013): 2기간 공급망 설계, 몬테카를로+라그랑주 완화 적용. Lim 등(2013): 붕괴 확률 과소·과대평가 시 비용 트레이드 오프 분석. Ivanov 등(2014a): 하이브리드 최적화-제어 모델로 복수 붕괴·복구 정책 시뮬레이션. Schmitt 등(2015): 수요·공급 불확실성 하 분산형 재고 시스템 우위 검증.
이산사건 시뮬레이션 (Discrete-Event Simulation)	개별 사건 발생 시점에서만 시스템 상태가 변화함. 처리 능력, 병목현상, 자원 활용률을 정량 평가. 실제 운영 데이터 기반 시나리오 비교·분석에 적합함.	Carvalho 등(2012): 자동차 공급망 6개 붕괴 시나리오·복구 전략 비교. Schmitt & Singh(2012): '복구 기간' 지표로 붕괴 확산 분석, 대응 속도 중요성 제시. Lewis 등(2013): 항구 폐쇄 장기화 시 운영 마진 최대 10% 감소. Hishamuddin 등(2015): 이중 소싱 구조에서 복구 기간이 비용에 미치는 영향 검증.
에이전트 기반 모델링 (Agent-Based Modelling)	공급망을 독립적 에이전트들의 집합으로 모델링함. 개별 행동과 상호작용을 통해 붕괴 전파, 복원력 전략, 사전 대응 계획 분석에 효과적임.	Xu 등(2014): AnyLogic 활용단계 공급망 용량 붕괴 시뮬레이션, 복원력 효과 검증. Blos 등(2015): 정교한 에이전트 행동 설계의 중요성 제시.
네트워크 모형 (Graph/Network Models)	공급망을 노드·링크로 구성된 그래프 구조로 표현함. 구조적 강건성, 최소 경로, 신뢰성 지표 등으로 붕괴 전파와 성과 영향을 분석함.	Lin 등(2014): 최소 경로 기반 다중 공급망 신뢰성 평가. Garvey 등(2015): 베이지안 네트워크로 위험 전파 분석. Kim 등(2015): 네트워크 구조가 복원력에 미치는 영향 실증. Sokolov 등(2016), Han & Shin(2016): 구조적 강건성과 파급효과 정량화. Tang 등(2016): 연쇄 붕괴 모델로 물리·사이버 네트워크 상호의존성 분석.
시스템 다이내믹스 (System Dynamics)	복잡한 공급망을 순환적 인과 관계로 모델링 하여 시간에 따른 변수 상호작용·피드백을 분석함. 장기 정책 효과 분석과 동적 최적화에 유리함.	Wilson(2007): 다단계 공급망 운송 붕괴 영향 분석, VMI의 완화 효과 제시. Bueno-Solano 등(2014): 국경 통과 붕괴 시뮬레이션, 붕괴 지속 기간이 총비용에 기하급수적 영향.

〈표 5〉 시뮬레이션 방법론 특징

Ⅲ. 시뮬레이션 모형

3.1 군 공급망 구조

육군의 공급망은 생산자(민간업체), 지원부대 그리고, 편성 및 사용부대로 구성된다. 이는 군 공급망이 가지는 다단계 구조의 특성을 잘 보여준다(문성암, 최명수, 2015). 다단계 구조는 각 단계가 일정 수준의 재고를 보유하여 신속하게 수요에 대응할 수 있다는 장점이 있지만, 하위 제대에 대한 적시 지원이 어려워지거나 장비 가용도가 하락하고, 재고 과다가 초래되는 등의 비효율성 문제가 발생할 수 있다. 평시 사용자 대기기간을 단축하기 위해 군은 일부 One-stop 지원체계를 적용하기도 하지만 전·평시 일원화된 군수지원체계를 유지해야 하는 특성상 대부분은 여전히 다단계 공급망 구조를 운영 중이다. 이는 효율적인 재고 관리를 위해 공급망 전반의 재고를 통합적으로 관리하는 일반 기업의 공급망 구조와는 구별되는 군 공급망 구조의 주요한 특징 중 하나이다.

육군의 군수지원체계는 일부 품목을 제외하고는 하위 제대에서 소요 발생 시 재고가 없는 경우 상급제대로 청구하여 받는 구조이다. 구체적으로 살펴보면 사단은 편성부대의 청구를 받아 재고가 있으면 불출지시를 하고 재고 부족분이나 소모량에 대하여 공급자인 군수지원사령부/군수지원여단(이하 군지(여)단)에 청구한다. 군지(여)단은 예하 보급대대와 군수지원대대에 재고가 있다면 불출하고 없는 경우 상위 제대인 군수사에 청구를 하게 되고 군수사는 불출 절차를 수행한다. 군지사의 청구에 대하여 군수사 예하의 보급창에 재고가 없다면 군수사는 방위사업청에 조달 요구를 하게 된다. 이 경우 방위사업청은 업체와 납품 계약을 하고 업체는 군수사에 물자를 입고하게 한다. <그림 4>는 이러한 군 공급망의 구조를 나타낸다. 본 연구에서는 <그림 4>에 나타난 군 공급망 구조 중에서 편성부대에서 군수사에 이르는 지원체계, 즉 소분배 계통을 대상으로 분석한다. 업체에서 방사청을 통해 군수사로 들어오는 대분배 계통은 조달영역에 속하며, 군 보급체계와 다른 속성을 가지므로 본 연구에서 다루지 않는다.



〈그림 4〉 군 공급망 구조

3.2 데이터 분석

본 연구의 데이터는 군수통합정보체계 내의 군수부대 간 실제 청구실적 데이터를 사용하였다. 해당 자료에는 청구 및 지원부대별 종별 보급량과 대기기간이 일자별로 기록되어 있으며, 이 중 본 연구에서는 군수품 종류에서 9종에 해당하는 수리부속 데이터를 사용하였다. 전체 데이터에서 결측치, 이상치 제거 등의 데이터 전처리 후 시물레이션 모형의 모수가 되는 일일 평균 수요량과 각 제대별 리드타임 값을 산출하였다. 군 공급망을 시물레이션 모형으로 나타내기 위해서는 품목에 대한 수요와 리드타임 즉, 물품을 청구한 뒤 실제로 품목이 사용자에게 도착하기까지 걸리는 시간을 모형의 변수로 반영하여야 한다. 이를 위해 품목의 실제 거래 데이터를 바탕으로 일일 수요량과 리드타임에 대한 분석이 필요하다. 따라서 일일 수요량과 연구 모형의

3단계에 해당하는 사단(D1~D9), 군지여단(S1~S3), 군수사(C)의 리드타임에 대한 분포와 평균, 편차, 최대값, 최소값을 추정할 필요가 있다. 분포 추정을 위해 먼저 사분위 범위(IQR, Interquartile Range)를 활용하여 이상치를 제거한 뒤 후보 분포들을 적용하여 모수를 최대우도추정(MLE, Maximum Likelihood Estimation) 방식으로 추정하였으며, 적합도 검증은 Kolmogorov-Smirnov(K-S) 검정을 사용하였다. 또한 분포의 시각적 적합성 확인을 위해 Q-Q(Quality-Quality) 플롯과 히스토그램 및 추정 확률밀도곡선을 통해 분포 형태와 데이터의 적합성을 검증하였다. 이러한 방법을 통해 산출된 값은 시뮬레이션의 주요 모수로 활용된다. 이 때 군수지원 개념 중 전담지원 원칙을 고려하여 제대별 3개의 피지원 부대를 모형에 반영하고 지원부대와 피지원부대 간의 수요와 리드타임 데이터를 바탕으로 모수를 반영한다. 모형에 반영되는 모수는 일일 단위로 변화하므로 일일 평균 수요량 데이터가 필요하다. 따라서 거래 데이터를 통해 피지원 부대가 청구한 청구 실적 데이터가 가지는 분포와 모수를 추정하고 이를 바탕으로 수요를 발생시킨다. 사단 리드타임은 피지원 부대인 사단에서 지원부대인 군지여단으로 보급품을 청구한 날로부터 보급완료일까지 소요된 기간이고, 군지여단 리드타임은 군지여단에서 군수사로 청구한 청구일로부터 보급이 완료된 날까지의 기간이며, 군수사 리드타임은 군수품 조달업체로부터 군수사로 보급품이 들어오는 데 소요되는 기간을 말한다. 제대별 수요 및 리드타임 분포에 대한 데이터 분석 결과는 부록에 첨부하였다.

제대별 일일 평균 수요량과 리드타임의 분석결과를 전반적으로 살펴보면 각각은 지수분포 또는 정규분포를 따르는 것으로 나타났다. 결과를 정리하면 아래 <표 6>과 같으며, 일일 평균 소요량과 리드타임을 구분하여 세부적으로 살펴보면 아래와 같다.

일일 평균 소요량의 경우에는 지수분포 또는 정규분포를 따르는 것으로 나타났는데, 규정에 따라 각 제대는 일정량의 보급수준 재고를 항상 유지해야 하기 때문에 1개의 수요가 발생하더라도 1개를 보충하는 형식으로 운영되어 지수분포 또는 정규분포 형태가 나타난 것으로 이해할 수 있다. 즉, 일일 평균 소요량 분석 결과는 현행 보급수준 운영 형태를 잘 설명하는 것으로 판단하였다.

리드타임의 경우 대부분 지수분포를 따르고 있는 것으로 가정하였고 일부에 대해서

만 정규분포를 따르는 것으로 가정하였다. 그러나 어느 형태의 분포를 따르더라도 최대값으로 꼬리가 긴 형태를 보여주고 있다. 이러한 형태는 각 제대별로 보급수준을 유지하기 때문에 하위제대에서 수요가 발생하더라도 보유하고 있는 재고로 수요를 즉각적으로 충족시킬 수 있는 육군 보급체계의 현 모습과 어떠한 원인으로 재고가 부족할 경우, 이를 다시 조달하여 보급하기까지 많은 시간이 소요되는 모습을 나타내는 것으로 이해할 수 있다. 그리고 특정 구간(품목별로 상이하나 1일부터 10일 이내)에서 밀도가 높은 것은 대부분의 수요가 제대별 보급수준 재고로 충족될 수 있기 때문에 리드타임이 일정한 일수 내로만 소요되는 것으로 이해할 수 있다. 이상을 정리하면 제대별 리드타임 분석 결과는 현행 육군 보급체계 내에서 일정한 사용자 대기기간을 보장하고자 하는 운영 현 실태를 잘 설명하는 것으로 판단하였다. 위 내용을 종합하면 최대우도추정에 의한 분석 결과가 현행 육군 보급체계의 모습을 잘 설명해주는 것으로 이해할 수 있으며, 이에 따라 연구모형에 반영될 모수로서 적절하다고 판단하였다.

〈표 6〉 제대별 일일 평균 수요량 및 리드타임

구분		C-S1	C-S2	C-S3	S1-D1	S1-D2	S1-D3
일일 평균 수요량	평균				4.347	13.050	17.765
	편차				7.145	19.768	17.765
	최소				1.0	1.0	1.0
	최대				35.0	92.0	100.0
	분포				expon	expon	expon
	통계량				0.585	0.369	0.304
리드 타임	평균	12.509	8.744	9.421	11.830	14.508	12.214
	편차	8.214	4.208	5.198	6.072	10.109	7.443
	최소	1.8	1.2	1.3	2.3	2.0	0.7
	최대	45.0	23.2	34.0	33.2	48.1	34.9
	분포	expon	norm	norm	norm	expon	norm
	통계량	0.217	0.123	0.089	0.169	0.133	0.107
구분	S2-D4	S2-D5	S2-D6	S3-D7	S3-D8	S3-D9	

일일 평균 수요량	평균	16.843	26.347	12.76	43.270	21.097	37.263
	편차	19.879	36.021	16.070	50.823	25.854	59.325
	최소	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	최대	92.0	160.0	65.0	240.0	113.0	242.0
	분포	expon	expon	expon	expon	expon	expon
	통계량	0.188	0.258	0.215	0.223	0.243	0.330
리드 타임	평균	9.864	10.603	13.52	16.164	15.395	18.891
	편차	7.279	7.979	8.097	16.356	15.792	20.067
	최소	0.0	0.7	1.5	0.3	0.3	0.3
	최대	35.5	37.3	35.6	74.4	81.5	97.6
	분포	expon	expon	expon	expon	expon	expon
	통계량	0.182	0.119	0.145	0.068	0.113	0.101

데이터 및 시나리오 분석을 위해 본 연구에서는 PySD를 활용하였다. PySD는 Houghton and Siegel(2015)를 통해 시스템 다이내믹스 시뮬레이션 모형에서 데이터 분석방법을 확장시키기 위한 방법으로 처음 제안되었다. 이때 PySD는 Python(python)에서 활용할 수 있는 라이브러리(Library) 형태로 제시되었다. Martin-Martinez et al.(2022)은 PySD의 기능을 확장하여 데이터 분석 뿐만 아니라 모형의 변수값에 사용자 함수 적용, 머신러닝(machine learning) 기법 활용을 가능하게 하였다. 그리고 PySD는 지속적인 업데이트를 통해 성능을 개선하고 있다. PySD는 Vensim 소프트웨어에서 구축된 모형을 Python 환경으로 불러와서(loading) Python 코드(code)로 최적화 모형 구축과 실행, 결과 분석을 수행할 수 있는 기능을 제공한다. Python은 1991년 Guido van Rossum에 의해 개발된 오픈소스 소프트웨어 및 프로그래밍 언어로, 직관적이고 간결한 문법 구조, 넓은 확장성을 특징으로 한다(Van Rossum and Drake, 1995). 이에 최근 프로그래머는 물론이고 비전문가들 사이에서 가장 주목받고 언어로 평가되고 있다. Python을 통한 최적화 모형 구축은 연구 목적에 맞는 자유로운 최적화 모형 구축은 물론, Vensim에서는 제공하지 않는 Python에 구축된 최적화 알고리즘과 통계적 분석 툴(tool), 분석 자동화 등도 가능하게 한다. 이는 시스

템 다이내믹스 시뮬레이션을 활용한 최적화 연구범위의 확장과 연구 수행의 용이성을 향상시킨다는 점에서 중요한 의미를 가진다.

3.3 연구모형 및 기본가정

본 연구는 네트워크 형태의 군 공급망에서 발생하는 붕괴에 따른 대응 전략의 효과를 살펴보기 위해 여러 부대가 포함된 확장된 네트워크 모형을 구축하였다. 연구모형은 군 공급망을 나타내는 군수사령부-군수지원(여)단-사단의 3단계 구조로 구성된다. 이를 위해 Vensim의 서브스크립트(subscript) 기능⁵⁶⁾을 이용하여 군수사령부 1개(C1), 군수지원(여)단 3개(S1~S3), 사단 9개(D1~D9)로 구성하였으며, C1은 S1~S3에, S1~S3는 각각 D1~D9까지 3개씩 연결되어 있다. 이러한 연결방식은 군의 공급망을 나타내기 위해 군 구조를 참고한 결과이다.

주문 흐름은 사단(D)-군지여단(S)-군수사(C)의 방향으로 이루어진다. 각 사단(D)은 전투부대의 수요를 바탕으로 목표재고량과 보유 재고량의 차이만큼을 상위제대에 주문하며, 예측 기간과 리드타임을 고려한 재고 보충 시스템을 따른다. 군지여단(S)은 사단(D)의 주문량과 재고 수준을 기준으로 다시 군수사(C)에 주문을 수행하고, 군수사(C)는 최상위 제대로서 공급업체부터 공급을 받는다.

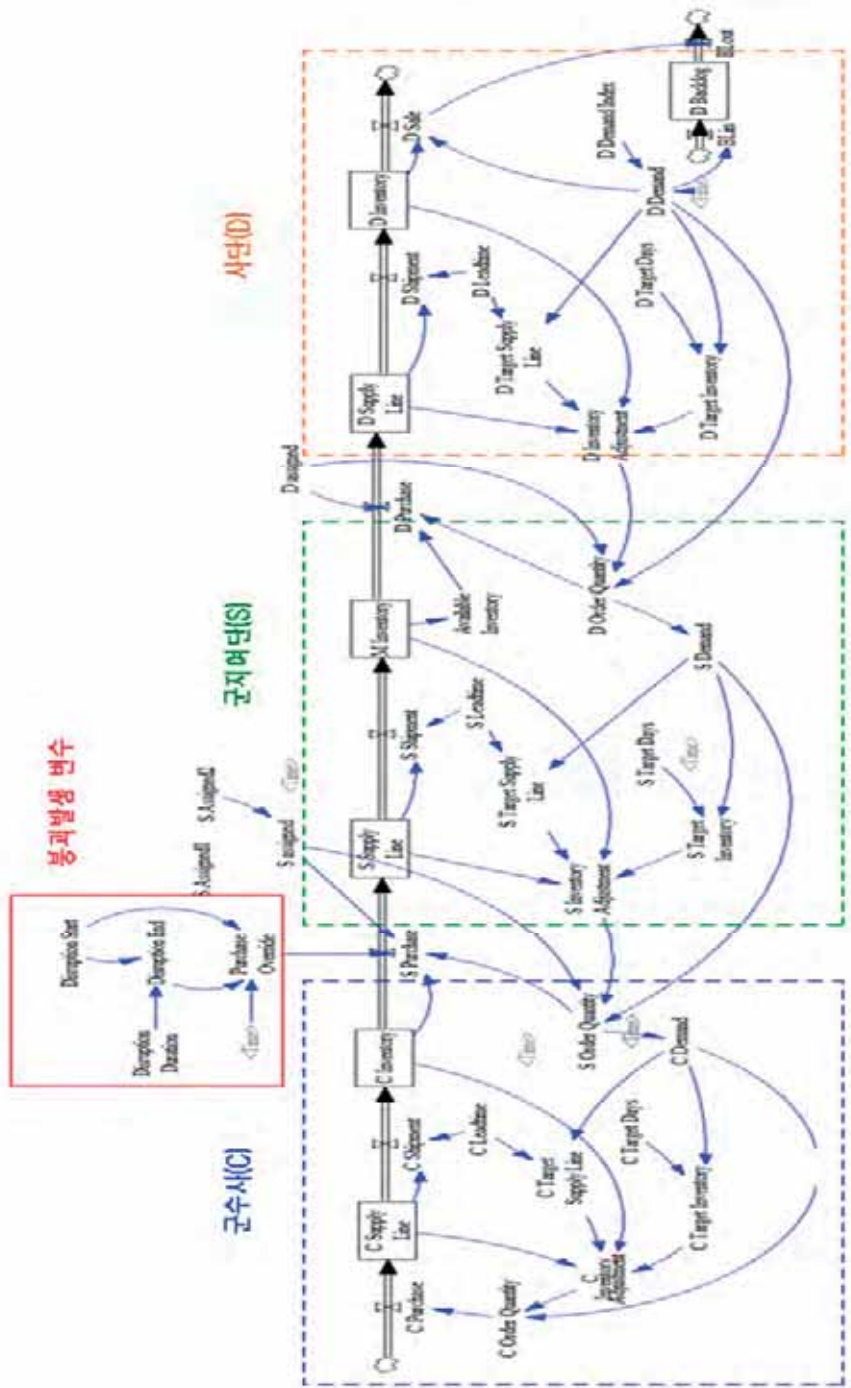
제대별 수요와 리드타임의 분포가 크게 나타나 시뮬레이션 적용 시에는 상대적 비율을 고려한 조정값을 활용하였다. 이는 편차로 인한 과도한 왜곡을 방지하고 모델의 안정성을 확보하기 위함이다. 시뮬레이션 기간은 1일 단위이며, 최초 100일 기간은 warm-up 기간으로 간주하고 그 이후 365일을 관찰 기간을 설정하였다.

공급망 붕괴는 100일에 최상위 제대인 C의 공급이 중단되는 것으로 시작되며, 붕괴 기간 변수(disruption duration)에 따라 10~140일 동안 지속된다. 붕괴 기간 이후에는 다시 기존 시스템에 의해 공급망이 정상으로 복구된다. 공급망 붕괴에 대한 S의 대응 전략은 3가지로 나타난다. 먼저 재고 리던던시(전략1)는 사전에 붕괴 기간 만큼의 재고량을 보유함으로써 붕괴 기간 발생하는 수요에 대응하는 전략이다. 다중공급

56) 다차원 배열 구조를 활용한 변수 정의를 통해 네트워크 구조로 확장하게 해주는 기능으로 복잡한 시스템을 간결하게 모델링 하는데 유용한 기능이다.

(전략2)은 시뮬레이션 시작부터 2개의 상급제대로부터 균등하게 공급을 받는 전략으로 붕괴로 인해 한 곳의 공급이 끊기더라도 다른 한 곳으로부터 절반 정도의 공급을 지연 없이 계속해서 받을 수 있다. 공급전환(전략3)은 붕괴가 발생하게 되어 기존 공급이 중단되면 다른 공급 가능한 제대로 전환하여 공급받는 전략이다. 붕괴가 시작된 이후에 새롭게 공급받는 시스템을 구축해야 하므로 공급전환 이후에 단계적으로 공급받는 양을 늘려가는 형태라는 점에서 공급이 끊기지 않고 계속해서 받는 전략 2와 차이가 있다.

연구모형의 가정사항은 다음과 같다. 첫째, 현재 군수사가 연간유지소요를 산정하는 방식을 준용하여 편성부대의 수요를 바탕으로 군수사에서 연간유지소요를 산정하도록 구축하였다. 다만, 현실의 연간유지소요에는 야전부대와 군수사 보급수준 외 다양한 수요가 반영되지만 연구에서는 상기 두 개 수요만을 고려하였다. 둘째, 시뮬레이션 시간은 시간 단위(Time step)는 일(Day)로 설정하였으며, 모형의 안정화(steady-state)기간 100일과 분석기간 1년을 포함하여 465일로 설정하였다. 셋째, 군수사에서 실제 다음연도의 수요를 예측할 때는 3가지 시계열 예측기법(산술평균, 이동평균, 최소자승법)의 결과를 품목담당관이 비교하여 가장 적절하다고 판단되는 예측값을 선정한다. 다시 말해, 최종적인 수요 예측값 결정은 품목담당관의 경험이 반영된 정성적 요소가 반영된다. 연구모형에서는 이러한 정성적 판단을 묘사하기 제한되기 때문에 이동평균 방법으로 수요 예측하는 것으로 가정하였다. 넷째, 일반적으로 해당부대의 2개년 수요 실적의 평균을 365로 나눠서 평균 일일 소모량을 산출하지만 연구모형에서는 계산의 복잡성을 감소시키기 위해 해당부대의 1개년의 수요 실적으로 평균 일일 소모량을 계산하는 것으로 가정하였다. <표 7>은 위 내용을 정리한 것이다.



〈그림 5〉 시뮬레이션 모형

〈표 7〉 시뮬레이션 모형 구축 요약

구 분	내 용
가정사항	<ul style="list-style-type: none"> • 군 공급망 구조 중 군수사 이하의 소분배 계통만을 고려 • 시뮬레이션 시간은 1일 단위로 설정하였으며, warm-up 기간 100일을 포함하여 총 465일 동안 관찰함 • 수요 예측방법은 이동평균법을 적용 • 야전부대 적용수요는 1개년의 평균으로 산출
제대별 구성	<ul style="list-style-type: none"> • 제대별 수요, 리드타임 데이터를 통해 추정된 분포와 모수를 적용하여 군 공급망 구조를 묘사
모형 논리	<ul style="list-style-type: none"> • 모형의 수요는 편성부대의 일일 평균 소모량으로 발생하고, 발생한 수요는 최초 편성부대의 미납주문량 변수에 반영 • 미납주문량 변수는 편성부대 ~ 군수사 전 제대의 재고수준 표현에 활용되며 각 제대가 보유하고 있는 재고량과 미납주문량을 비교하여 그 중 최소값을 소모함. 이는 미납주문량에 대한 현실을 반영한 것. • 산출된 적용수요를 바탕으로 각 제대별 목표재고량을 산출하고 이를 현 재고량과 비교하여 부족한 양을 차상위 부대에 청구 • 군수사 수요는 편성부대를 취합하여 연간유지소요를 산출하는 현실을 고려하여, 편성부대의 수요와 군수사 안전수준 소모실적을 바탕으로 수요가 발생하도록 구축 • 사단급 부대와 군지여단은 재고별 목적에 따라 운영수준(OL)을 발주 및 수송시간(OST)보다 먼저 사용. • 매 시간 간격(Timestep) 마다 배송되는 재고량은 리틀의 법칙(Little's Law)에 따라 '배송되어야 하는 재고량 / 리드타임' 으로 계산
성과지표	<ul style="list-style-type: none"> • 사단의 누적 백록값(backlog)과 대응효과(effectiveness)를 사용

3.4 성과지표

모의실험을 위해 수요의 증가율(demand index)과 붕괴 기간(disruption duration)을 변화시켜가며 결과를 살폈다. Park(2023)의 연구를 참고하여 수요의 기울기는 1에서 10까지 1 간격으로 설정했다. 붕괴 기간은 10일에서 140일까지 10일 간격으로 설정했다. 나머지 모의실험에 사용한 모수들의 값은 <표 8>에 정리했다. 붕괴가 발생한 이후부터 365일 동안의 대응 전략별 효과를 측정했다. 대응 효과는 D의 백록(D Backlog)으로 측정했는데, 무대응 전략을 기준으로 비교 측정했다. 무대응 전략이란 C가 공급을 멈추는 경우 아무런 대응을 하지 않고 수요를 백록로 남겨두는 것을 말한다. 대응 전략 j의 대응 효과(EF, Effectiveness)는 아래 식과 같다.

$$EF_j = \frac{BL_0 - BL_j}{BL_0}$$

$BL_j(j=0,1,2,3)$ 은 전략 j의 시뮬레이션 종료 시점까지의 백록의 총합이다. EFj 값이 클수록 무대응 전략보다 더 큰 효과를 가지며 값이 작을수록 작은 효과를 가지게 된다.

<표 8> 시뮬레이션에 사용된 파라미터

Parameter	Values
C(군수사)	1
S(군지(여)단)	3
D(사단)	9
Disruption Start	100일
Simulation Time (Observation Period)	465일(365일)
Disruption Duration	10~140일
Demand Index	1~10

3.5 모델 타당성 평가

본 연구에서는 시스템 다이내믹스 모형의 타당성을 검토하기 위해 Barlas(1994, 1996)가 제시한 구조 타당성 평가와 동태 타당성 평가의 기준을 참고하였다. 구조 타당성 평가는 직접 구조 평가(Direct structure test)와 구조 기반 동태 평가(structure-oriented behavior test)로 구분된다. 직접 구조 평가는 현실의 시스템에 대한 지식을 바탕으로 구축된 모형의 타당성을 평가하는 것이다. 이 평가에는 수식(mathematical equation)이나 논리적 관계(logical relationship), 이론적 배경(generalized knowledge in the literature)이 타당성 평가의 근거가 될 수 있으며, 시뮬레이션이 반드시 필요하지는 않다. 다음으로 구조 기반 동태 평가는 특정 동태를 모형에 적용하여 모형의 구조적 타당성을 간접적으로 평가하는 것이다. 이를 위해서 시뮬레이션 수행이 필요하며, 시스템 다이내믹스를 활용한 논문에서 널리 활용되는 극한 조건 평가(extreme condition test), 민감도 분석(sensitivity test) 등의 기법이 이 평가에 포함된다(Barlas, 1996). 이상의 구조 타당성 평가에서 모형이 적절하다고 판단된 다음에 동태 타당성을 평가한다. 만일, 구조 타당성 평가가 적절하지 않다고 판단되면 모형과 모수에 대한 수정이 필요하다.

구조 타당성 평가에서는 연구모형이 실제 군의 공급망 체계를 얼마나 적절히 반영하고 있는지를 판단하는 과정으로, 본 연구에서는 군수사 이하의 전술적 수준의 보급 체계를 구조화하고, 현실에서의 보급수준과 유사하게 목표재고량을 기준으로 청구가 이루어지는 과정을 구현하였다. 이를 통해 연구모형이 실제 육군 보급체계의 핵심 구조를 적절하게 묘사하고 있는 것으로 판단하였다.

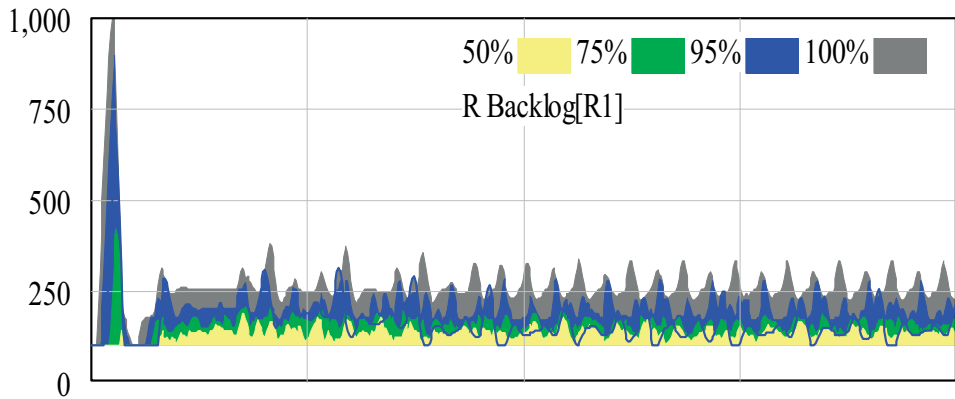
동태 타당성 평가는 현실의 시스템 동태와 모형이 구현하는(reproducing) 동태가 얼마나 정확한지는 측정하는 것이다. 이 평가에서는 패턴에 대한 예측(기간, 빈도, 트렌드, 지연 등)이 특정 사건이나 값(point)에 대한 예측 보다 중요하다. Barlas(1994)는 동태 타당성 평가에서 가장 좋은 방법은 시각적인 방법으로 동태를 확인하는 것이라고 제시한다. 그리고 이러한 방법이 제한될 경우 추세를 비교하고 제거한 다음 평균 또는 분산을 비교하는 방법을 제시하였다.

동태 타당성 평가를 위해 Sterman(2000)이 제시한 모형검증기법 중 민감도 분석

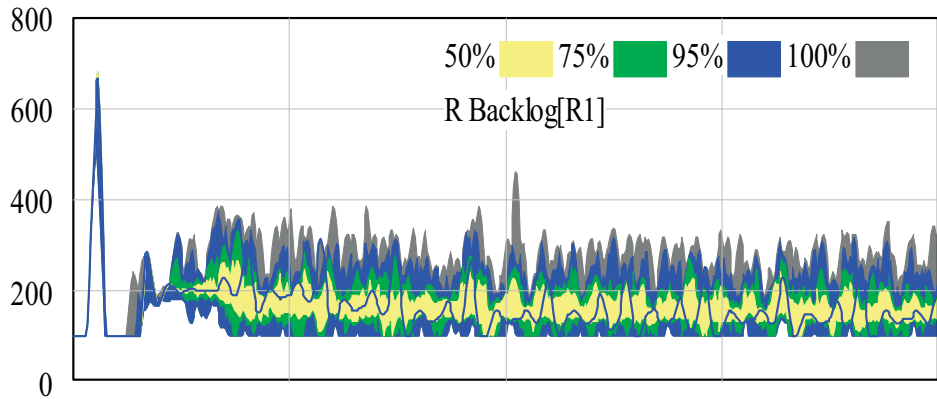
(sensitivity analysis)을 실시한다. 민감도 분석이란 모형의 입력변수나 초기조건 변경에 따른 결과의 변화를 분석하는 방법으로 모델이 얼마나 안정적이고 신뢰할 수 있는지와 중요 변수를 파악하는 데 사용된다. 이를 위해 목표일수(target days)를 1~20까지 입력했을 때 재고량(inventory)의 변화를 살펴본다. <그림 6>은 D1~D9의 결과 중 일부인 D1~D3의 민감도 분석결과를 나타낸다. 재고량이 급격하게 발산하거나 0 이하의 값으로 떨어지지 않고 일정한 범위에서 나타났으며, 이러한 점에서 모형은 민감도 분석을 통해 동태적 타당성을 갖췄다고 볼 수 있다.

다음으로 극한조건 평가를 시행하였다. 이를 위해서 사단의 일일 평균 수요량 변수의 수식을 수정하여 적용하였다. 시뮬레이션 시간으로 200일부터 300일 동안 수요를 0으로 발생시켰다. 200일부터 300일까지 100일 동안 수요가 0이 되기 때문에 해당 기간 동안 사단, 군지여단, 군수사의 재고 그래프가 직선으로 일정하게 유지되는 것을 확인할 수 있다. 수요가 발생하지 않기 때문에 보유하고 있는 재고를 그대로 유지하는 것이다. 극한조건이 끝나는 300일 이후 제대별 재고는 다시 원래의 동태를 보여주는 모습을 확인할 수 있는데 이를 통해서 연구모형은 극한조건이 발생하더라도 강건하게 작동함을 알 수 있다. 이를 바탕으로 극한조건 평가 결과 적절한 것으로 판단할 수 있으며, 연구모형은 구조 타당성을 확보한 것을 알 수 있다(<그림 7>).

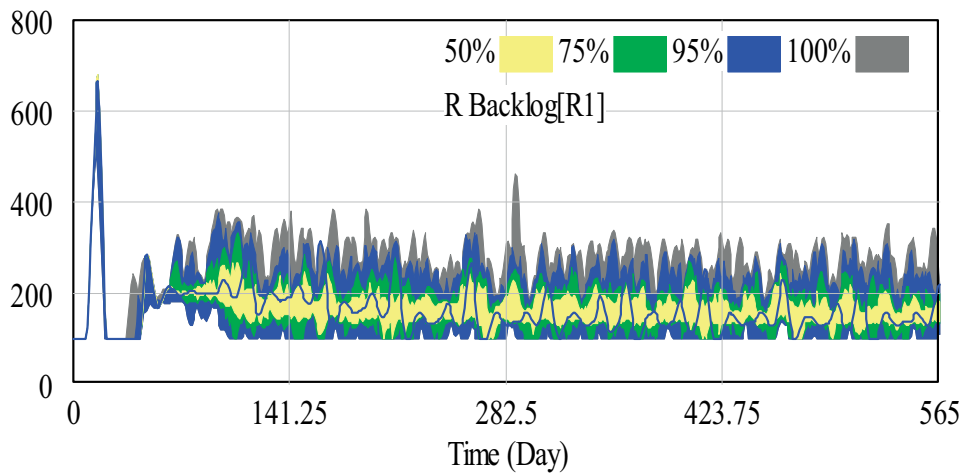
R Backlog[R1]



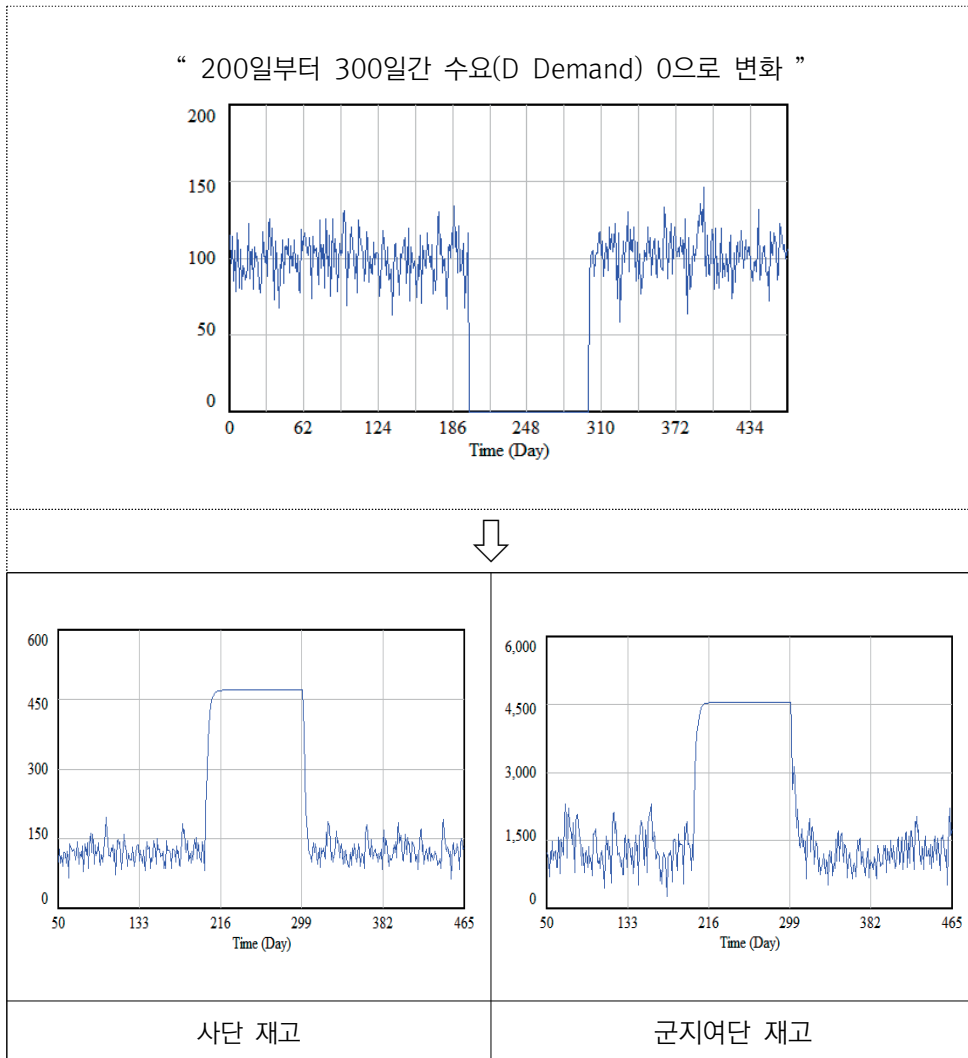
R Backlog[R2]



R Backlog[R3]



〈그림 6〉 민감도 분석결과



〈그림 7〉 극한조건 평가 결과

동태 타당성을 평가하기 위해서 연구모형에 데이터 분석을 바탕으로 추정된 분포를 적용한 후 군지여단(S1) 사단(D1)으로 배송되는 보급품의 수량 데이터와 실제 거래 데이터에서 S1에 해당하는 군지여단이 D1에 해당하는 사단으로 배송한 보급품의 수량을 비교하였다. D1에서 S1으로 청구한 거래실적의 평균은 4.35, 최소값 1, 최대값

52이고(이상치를 제거하지 않은 거래실적의 결과임.) 해당 부대 간의 수요 데이터의 분포는 정규분포에 가까운 형태를 나타내고 있어 연구모형에 위 모수값을 따르는 정규분포 난수로 편성부대 수요를 발생시키도록 하였다. 시뮬레이션 결과, 연구모형 산출하는 군지여단에서 사단급 부대로 배송되는 보급품의 수량 평균은 4.35이고 실 거래실적 데이터에서 군지여단에서 사단급 부대로 배송되는 보급품의 수량 평균은 4.562으로 나타났다. 이러한 데이터의 동질성 여부를 검증하기 위해 카이제곱 검정을 수행하였다. 검정 결과 p-value는 0.4821로 귀무가설을 기각할 수 없는 것으로 나타났다. 이에 따라 시뮬레이션의 산출값과 실제 데이터 간의 동질성이 존재하는 것으로 나타났다. 따라서, 연구모형의 동태 타당성을 확보한 것으로 판단하였으며 구조 타당성과 동태 타당성을 모두 확보하였기 때문에 연구모형은 본 연구에 적절한 것으로 볼 수 있다.

IV. 결과분석

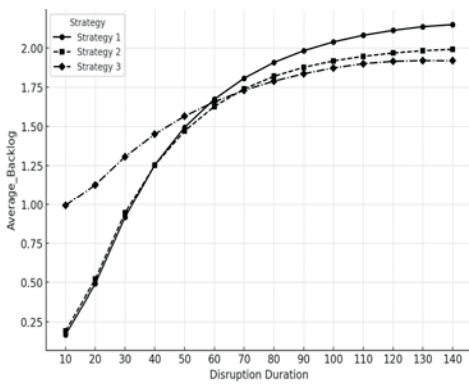
시뮬레이션 실험을 통해 얻은 데이터에 관한 기술 통계량과 상관분석 결과는 <표 9>와 같다. 붕괴 기간은 설정한 바와 같이 최소 10일에서 최대 140일이며, 수요의 증가율은 최소 1에서 최대 10이다. 전략 1(재고 리턴던시)의 효과(EF1)는 [0.234, 0.927]에서 분포하였으며, 평균 0.797였다. 즉 무대응 전략보다 평균적으로 79.7% 정도 나은 효과를 나타내는 것을 확인하였다. 전략2(다중 공급)의 효과(EF2)는 [0.2, 0.95]에서 분포하였으며, 무대응 전략보다 평균적으로 80.6%의 효과가 있었다. 전략 3(공급자 전환)의 효과(EF3)는 [0.062, 0.947]에서 분포하며 평균 0.753으로 나타났다. 전체 붕괴 기간과 수요의 증가율을 고려했을 때 평균적으로 가장 안정적인 전략은 다중 공급 전략으로 나타났다. 붕괴 기간과 전략별 대응 효과는 전략 1, 2, 3 모두와 강한 양의 상관관계를 보였으며, 그중에서도 전략 3이 가장 큰 상관관계를 보였다. 수요의 증가율은 전략 1, 2와는 약한 음의 상관관계를 나타냈으며, 전략 3은 유의하지 않은 상관관계를 나타냈다.

<표 9> 기술 통계량 및 상관분석

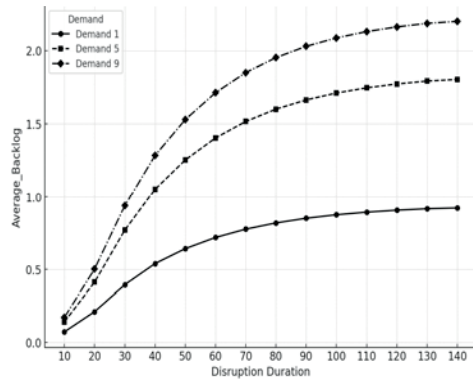
Variables	disruption duration	demand index	EF1	EF2	EF3	Mean	Std	Min	Max
disruption duration	1.0	0.0	0.798**	0.809**	0.849**	75.000	40.456	10.000	140.000
demand index	0.0	1.0	-0.208*	-0.187*	-0.049	5.500	2.883	1.000	10.000
EF1	0.798**	-0.208*	1.0	0.999**	0.969**	0.797	0.157	0.234	0.927
EF2	0.809**	-0.187*	0.999**	1.0	0.978**	0.806	0.171	0.200	0.950
EF3	0.849**	-0.049	0.969**	0.978**	1.0	0.753	0.233	0.062	0.947

<그림 8>은 붕괴 기간에 따른 대응 전략별 효과를 백록(backlog)값으로 나타낸 것이다. 본 연구의 시뮬레이션 실험은 난수 발생에 따른 결과 변동성을 최소화하기 위

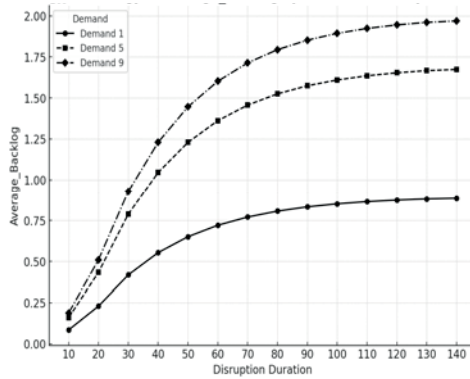
해 각 시나리오를 100회 반복 실행하였으며, 결과는 해당 반복실험의 평균값을 나타내었다. 즉, 그래프의 한 표식은 해당 붕괴 기간에서 100번 반복한 D1~D9 부대의 백록값의 평균을 나타낸다. <그림 8(a)>의 재고 리턴턴시 전략(strategy 1)은 붕괴 기간이 늘어남에 따라 누적 백록값이 증가하는 것으로 나타났다. 붕괴 기간 20일 이하에서는 가장 낮은 백록값을 보였으나 그 이후에는 다중 공급 전략보다 높아지는 것을 볼 수 있다. 이를 통해 재고 리턴턴시가 단기적으로는 효과가 높으나 붕괴 기간이 점차 길어질수록 효과가 감소한다는 선행연구 분석과 일치함을 확인할 수 있다. 다중 공급 전략(strategy 2)의 경우 붕괴 기간이 늘어남에 따라 누적 백록값이 증가하였으나, 20일에서 70일 사이에 가장 안정적인 결과를 보였다. 이는 붕괴 기간이 길어지면 다중 공급의 장기적 효과가 더욱 커지게 됨을 나타낸다. 공급자 전환 전략(strategy 3)은 붕괴 기간이 짧은 경우 다른 전략이 비해 훨씬 큰 백록값을 갖는 것을 볼 수 있다. 그러나 붕괴 기간이 점차 길어질수록 증가량이 점차 완만해서 70일 이후에는 가장 낮은 수준의 백록값을 나타냈다. 이는 붕괴 기간이 짧은 경우에는 새로운 공급원의 대응 효과가 나타나기에 시간이 부족했으나, 붕괴 기간이 충분히 긴 경우 새로운 공급원 대체로 인한 구조적 효과가 나타나는 것으로 해석할 수 있다. <그림 8>의 (b), (c), (d)는 수요 증가추세에 따른 각 대응 전략별 백록값을 나타낸다. 모의실험의 수요증가율은 1~10까지 1단위로 살펴보았으나 그림에서는 기울기가 낮음(1), 중간(5), 높음(9)를 나타내는 3개의 그래프만을 대표적으로 나타내었다. 3가지 대응 전략 모두 수요 증가추세 클수록 백록값이 커지는 것을 알 수 있다. 그러나 증가폭은 재고 리턴턴시 전략(그림 8(b)), 다중 공급 전략(그림 8(c)), 공급자 전환 전략(그림 8(d)) 순으로 크게 나타났으며, 공급자 전환 전략의 경우 수요 증가 추세 간의 차이가 적은 것으로 나타났다.



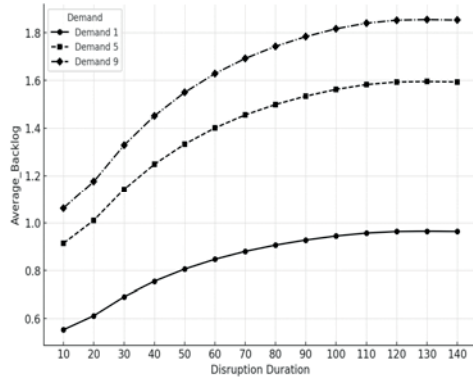
(a) 전체 대응 전략



(b) 재고 리던던시(전략1)



(c) 다중 공급(전략2)

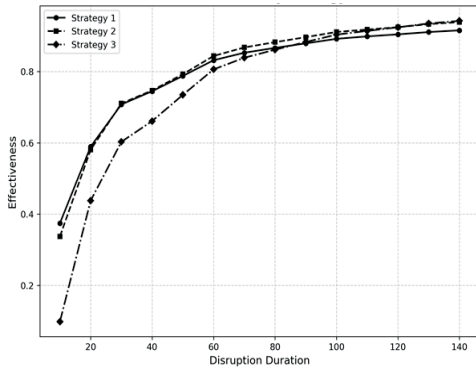


(d) 공급자 전환(전략3)

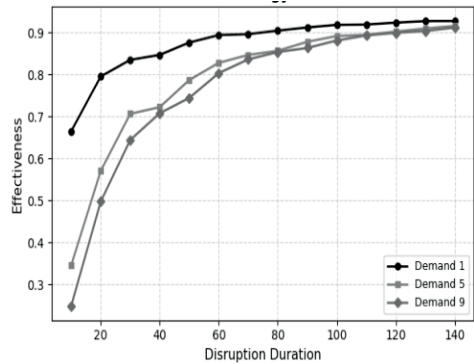
〈그림 8〉 붕괴 기간에 따른 대응 전략별 누적 백록값

붕괴 기간에 따른 대응 전략의 효과를 그래프로 나타낸 것이 〈그림 9〉이다. 〈그림 8〉과 동일하게 그래프의 한 표식은 해당 붕괴 기간의 100번 반복한 D1~D9 부대의 대응 효과의 평균을 나타낸다. 〈그림 9(a)〉에서 나타나듯이 전략 1, 2, 3의 대응 효과는 붕괴 기간이 늘어남에 따라 증가하는 것으로 나타났다. 전략 1의 경우 다른 전략들과 비교했을 때 상대적으로 붕괴 기간이 짧은 경우에는 가장 높은 효과를 보였으나 80일 이후부터는 가장 효과가 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. 전략 2는 평균적으로 가장 안정적인 전략으로 40~110일 사이에 가장 높은 효과를 나타냈으며, 전략 3의 경우 초기에는 효과가 낮다가 붕괴 기간이 길어질수록 점점 높아져 110일 이

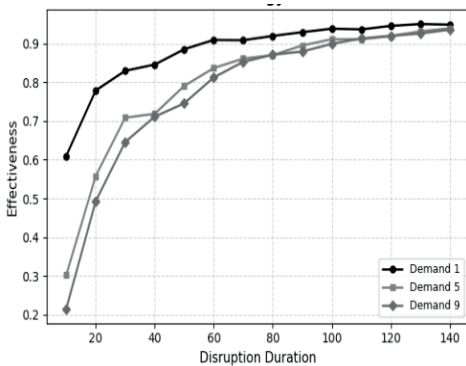
후에는 가장 높은 효과를 나타내었다. <그림 9 (b),(c),(d)>는 수요증가율에 따른 대응 전략별 효과를 나타낸다. 앞선 그림과 마찬가지로 그래프에는 수요증가율이 1, 5, 9 인 경우를 대표적으로 나타냈다. 전략 1(b)의 경우 세 가지 전략 중 수요가 낮은 경우에 가장 큰 효과를 나타냈으며, 수요가 높은 경우에는 효과가 비교적 작게 나타났다. 전략 2(c)의 경우 전략 1(b)과 마찬가지로 수요가 높은 경우에 비해 수요가 낮은 경우에 가장 큰 효과를 나타냈으나 그 차이는 비교적 작았다. 전략 3(d)의 경우는 나머지 두 전략과 달리 수요증가율이 대응 효과에 미치는 영향이 크게 나타나지 않는 것을 알 수 있었다.



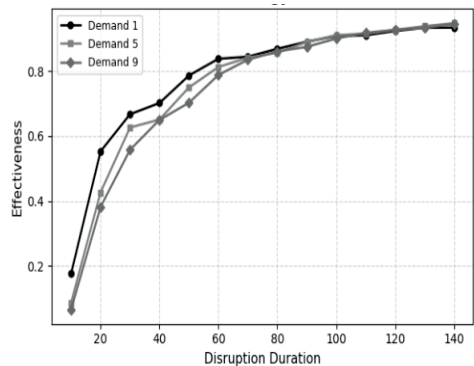
(a) 전략별 대응 효과



(b) 재고 리던던시(전략1)



(c) 다중공급(전략2)



(d) 사후대응(전략3)

<그림 9> 붕괴 기간에 따른 대응 전략의 효과

이는 앞의 <그림 9(c)>에서 확인한 바와 일치한다. 전략 3의 대응 효과를 나타내는 EF3을 보면 붕괴 기간에 대한 회귀계수가 0.0049($p < 0.001$)로 유의했다. 즉 붕괴 기간이 증가할수록 공급전환 전략의 대응 효과는 늘어남을 확인했다. 특히 전략 3은 붕괴 기간의 계수가 가장 크게 나타나 다른 전략에 비해 붕괴 기간이 대응 전략이 가장 크게 미치는 것으로 나타났다. 이는 <그림 9(d)>에서 확인한 바와 일치한다. 수요증가율(demand index)에 대한 EF1과 EF2의 회귀계수는 각각 -0.0114 ($p < 0.05$)와 -0.0111 ($p < 0.05$)로 유의했으며, 이는 수요가 높은 경우에 대응 효과가 작게 나타난 <그림 9 (b),(c)>의 결과가 일치한다. EF3의 수요증가율 계수는 유의하지 않은 것으로 나타났으며, <그림 9 (d)>에서 분석한 내용과 일치한다.

〈표 10〉 회귀분석 결과

Variables	constant	disruption duration	demand index	Adj_R2	F
EF1	0.6270*** (0.0215)	0.0031*** (0.0002)	-0.0114** (0.0045)	0.634	145.91***
EF2	0.6101*** (0.0232)	0.0034*** (0.0002)	-0.0111** (0.0050)	0.651	151.48***
EF3	0.4088*** (0.0297)	0.0049*** (0.0003)	-0.0039 (0.0066)	0.719	178.73***

V. 결 론

도요타의 JIT(just-in-time) 전략은 재고를 최소화함으로써 비용 효율성을 극대화하지만, 공급망 붕괴와 같은 예기치 못한 사건이 발생할 경우 전체 공급망의 성과가 급격히 저하될 수 있다. 우리 군 역시 기동성과 경량화를 중시하는 전력 구조에 맞춰 재고일수를 축소하는 등 군수 효율화를 위한 노력을 지속하고 있다. 이러한 접근은 JIT 전략과 마찬가지로 평시에는 높은 운영 효율을 기대할 수 있으나, 유사시 전투부대에 대한 지속적이고 안정적인 군수지원의 중요성을 고려할 경우 공급망 붕괴를 가정한 대응 전략이 필요하다. 공급이나 운송과 같은 운영 리스크는 발생 빈도는 높지만 보통 단기간에 회복되는 반면 자연재해나 전쟁과 같은 파괴 리스크는 발생 가능성은 낮지만 발생 및 복구에 장기간이 소요된다. 회복 탄력적이고 강건한 공급망을 위해서는 이 두 가지 유형의 리스크에 모두 효과적으로 대응할 수 있어야 하며, 각 리스크 특성에 부합하는 대응 전략의 선택과 실행은 공급망 생존에 핵심 요소라고 할 수 있다. 특히 붕괴 기간은 공급망 전체에 광범위한 영향을 미치므로 이를 고려한 전략 수립이 중요하다. 그러나 아직까지 공급망 리스크 관리에 비해 공급망 붕괴관리에 대한 연구는 부족할뿐더러 군 공급망을 대상으로 한 연구는 전무하다. 따라서 시뮬레이션 기법을 활용하여 붕괴 기간에 따른 대응 전략의 효과성을 분석한 본 연구의 의의가 있다고 할 수 있다.

공급망 붕괴 대응 전략으로는 재고 리턴턴시 전략, 다중공급 전략, 공급전환 전략을 비교하였다. 그 결과 붕괴 기간이 짧은 경우에는 재고 리턴턴시 전략이 가장 효과적이었으나 붕괴 기간이 40일~110일 사이에는 다중공급 전략이 더 효과적으로 나타났으며, 그 이후에는 공급자 전환 전략이 가장 효과적인 것으로 나타났다. 붕괴에 대비하여 최초로 재고를 많이 보유한 전략 1의 경우 붕괴 단기간에 충격에 대응하는 효과는 있으나 추가 공급원이 없으므로 붕괴 기간이 길어질수록 효과가 떨어졌으며, 전략 2의 경우 두 개의 공급자로부터 동일한 양의 공급을 받으므로 최초 붕괴 발생 이후에도 절반 정도의 수요는 안정적으로 받을 수 있으므로 중·장기적으로 효과적이다. 전략 3의 경우 최초로 한 개의 공급자로부터 공급을 받다가 붕괴 발생 이후 공

급이 중단되면 대체 공급자를 찾아 기존 수요를 충당하게 된다. 이 때 공급자 전환에는 시간이 소요되므로 공급을 받게 되는 양은 서서히 증가하여 장기적으로는 효과적인 방법이 된다. 그러나 붕괴의 초기 충격에 대응이 어렵다는 단점이 있으며, 대체 공급자 전환을 위한 사전 노력과 전환에 소요되는 시간 단축 등의 노력이 필요하다. 또한 단기간 붕괴 충격에 효과적인 전략 1과 혼합해서 사용될 경우 그 효과가 더욱 클 것으로 예상된다. 수요증가율에 따른 세 전략의 효과는 재고 리턴턴시와 다중공급 전략의 경우 음의 상관관계를 나타냈으며, 공급전환 전략의 경우 수요증가율과 유의미한 상관관계를 보이지 않았다.

이러한 연구 결과는 군 공급망 관리 분야에 다음과 같은 정책적 시사점을 제시한다. 첫째, 공급망 붕괴 기간에 따른 적절한 대응 전략을 제시했다. 평시 자연적 재해와 전시 우발상황에 따른 공급망 붕괴는 규모와 피해는 지속기간을 짐작하기 어려우나, 파업, 공정 불량과 같은 인적요인에 의한 사건과 보급로 복구, 전환수송 등에 따른 지속기간은 어느 정도 예측할 수 있다. 예를 들어, 보급로가 완전히 파괴되어 복구에 장기간이 소요될 경우, 재고를 비축해두는 것보다는 새로운 보급로 또는 다른 수송수단으로 전환하여 안정적인 공급을 확보하는 것이 중요하다. 반대로 붕괴가 단기간에 끝날 것이라 예측된다면 재고를 비축해두는 것이 좋다. 구조적이고 장기적인 붕괴가 아니라면 재고를 추가로 쌓아둠으로써 운영적 대응을 하는 것이 전투부대의 수요를 충족시키는데 적합하다. 이는 품목 특성과 붕괴 유형에 따라 제대별 재고수준을 다르게 설정할 필요가 있음을 나타낸다. 둘째, 수요 상황에 따라 대응 전략들의 효과가 다름을 확인했다. 전투의 치열도는 전투물자의 소요에 직접적인 영향을 미친다. 전투물자 소요가 많아지면 수요 요구가 증가하고 따라서 수요 증가추세도 가파르게 될 것이다. 본 연구의 결과를 바탕으로 수요가 급증하는 경우에는 재고가 빠르게 소진되기 때문에 재고를 사전에 확보해서 붕괴 기간의 충격을 견디는 재고 리턴턴시 전략이 덜 효과적임을 알 수 있다. 다중공급의 경우 공급자로부터 공급받는 분할률에 따라 다르겠지만 본 연구에서 적용한 바와 같이 균등분할을 가정한다면 부족한 공급으로 인해 결국 수요 급증하는 상황에서는 효과가 작은 것으로 나타났다. 반면에 붕괴 이후 공급받는 루트를 전환하는 공급전환 전략의 경우 초기에는 효과가 작으나

붕괴 기간이 장기간인 경우에는 가장 효과적이며 수요 변화와 관계없이 일정한 효과를 갖는 것으로 나타났다. 셋째, 셋째, 본 연구는 유사시 공급망 붕괴에 대비하기 위한 회복탄력적 공급망 평가지표의 개발 방향을 제시한다. 현재 군수지원체계는 전시와 평시를 구분하지 않고 일원화된 보급수준을 적용하고 있으며, 평시 보급수준 산정을 위한 일일 소요량 개념은 존재하나, 전시의 급격한 작전환경 변화를 반영할 전시 일일 소요량 개념은 명확히 정립되어 있지 않다. 그 결과, 동일한 보급수준을 전·평시에 일괄 적용함으로써 수요의 급격한 증가나 공급의 일시적 중단과 같은 붕괴 상황에 취약한 구조를 지닌다. 본 연구의 분석 결과는 이러한 한계를 보완하기 위해, 공급망 붕괴기간·수요증가율·보급지연 등 동태적 요인을 반영한 관리체계와 회복탄력성 지표의 도입이 필요함을 보여준다. 이를 통해 공급망 관리가 정태적인 일수 중심 관리에서 벗어나, 공급망이 불안정한 유사시에도 전투부대가 일정 수준의 보급을 유지할 수 있는 복원력 기반의 동태적 개념으로 전환될 수 있다.

이러한 실무적 시사점에도 불구하고 본 연구의 한계점과 향후 연구 방향은 다음과 같다. 첫째, 공급망 최상위 부대인 군수사의 붕괴만을 대상으로 했다. 공급망이 마주하는 리스크의 형태는 다양하며(Katsaliaki 등, 2022), 공급망 붕괴는 여러 단계에서 여러 유형이 있다. 붕괴의 형태에 따라서 붕괴의 속성들도 다양하다. 본 연구에서는 공급망 붕괴의 기간만을 살폈으나 그 외에도 파급효과의 범위, 대체 수송수단의 유무, 리드 타임의 변동 등 여러 속성에 따라 효과성의 차이가 있을 수 있다. 본 연구에서는 붕괴상태와 정상 상태라는 양단의 상태만을 가정하였으나 현실적으로는 붕괴를 복구하는 과정에서 생산량이 서서히 증가하는 모습을 보일 수 있다(Li and Zobel, 2020). 향후 다양한 리스크의 속성을 반영한다면 더 많은 시사점을 기대할 수 있을 것이다. 둘째, 공급망 붕괴에 대응하는 전략 중 세 개의 대응 전략만을 제한적으로 살피고 있다. 공급망 붕괴의 유형이 다양한 만큼 대응할 수 있는 전략 또한 다양하다(Dolgui et al., 2018; Tomlin, 2006). 리턴던시를 강화하는 대응 전략에는 재고 리턴던시 전략뿐만 아니라 용량 리턴던시 전략도 있다. 유연성(flexibility)을 강화하는 대응 전략에는 공급전환 전략 외에도 협력 전략(coordination), 지연 전략(postponement) 등 여러 전략이 있다. 이러한 전략을 하나만 사용하기보다는 다양한

조합으로 사용할 수 있다. 그러므로 본 연구에서 살펴본 대응 전략은 수많은 대응 전략 조합 중 일부일 뿐이다. 향후 다양한 대응 전략 조합을 살펴봄으로써 더욱 효과적인 상황별 대응 전략을 구할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 국방부. (2023). 국방군수정책서, 서울.
- 김정연, 서용원. (2013). 공급업체 중단에 대비한 최적의 공급업체의 수 및 주문량 결정, 한국생산관리학회지, 24(4), 469-490.
- 남광식, 문성암. (2022). 시스템다이내믹스 시뮬레이션에서의 동적 최적화에 관한 연구, 한국시스템다이내믹스연구, 23(4), 31-53.
- 문성암. (2022). 시스템 다이내믹스를 활용한 재고 관리, 북큐브네트웍스.
- 육군본부 (2022), “육군규정 415 소요관리규정”, 계룡
- Aldrighetti, R., Battini, D., Ivanov, D., & Zennaro, I. (2021). Costs of resilience and disruptions in supply chain network design models: A review and future research directions. *International Journal of Production Economics*, 235, 108103.
- Barlas, Y. (1994). Model validation in system dynamics. In *Proceedings of the International System Dynamics Conference: System dynamics—Methodological and technical issues* (pp. 2-10).
- Barlas, Y. (1996). Formal aspects of model validity and validation in system dynamics. *System Dynamics Review*, 12(3), 183-210.
- Benyoucef, L., Xie, X., & Tanonkou, G. A. (2013). Supply chain network design with unreliable suppliers: A Lagrangian relaxation-based approach. *International Journal of Production Research*, 51(21), 6435-6454.
- Blos, M. F., Wee, H. M., & Yang, J. (2015). Analysing the external supply chain risk driver competitiveness: A risk mitigation framework and business continuity plan. *Journal of Business Continuity & Emergency Planning*, 9(2), 175-190.
- Bueno-Solano, A., & Cedillo-Campos, M. G. (2014). Dynamic impact on global supply chain performance of disruptions propagation produced by terrorist acts. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation*

- Review, 61, 1-12.
- Bueno-Solano, A., Cedillo-Campos, M. G., & Gonzalez-Feliu, J. (2014). Border effect and transportation disruption: A simulation approach for the US-Mexico border. *Journal of Applied Research and Technology*, 12(2), 222-234.
- Carvalho, H., Barroso, A. P., Machado, V. H., Azevedo, S., & Cruz-Machado, V. (2012). Supply chain redesign for resilience using simulation. *Computers & Industrial Engineering*, 62(1), 329-341.
- Forrester, J. W. (1961). *Industrial dynamics*. MIT Press.
- Garvey, M. D., Carnovale, S., & Yenyurt, S. (2015). An analytical framework for supply network risk propagation: A Bayesian network approach. *European Journal of Operational Research*, 243(2), 618-627.
- Han, S. H., & Shin, H. S. (2016). Structural robustness of supply networks under random failures. *International Journal of Production Research*, 54(1), 180-193.
- Hishamuddin, H., Sarker, R., & Essam, D. (2015). A disruption recovery model for a single stage production-inventory system. *European Journal of Operational Research*, 242(2), 421-428.
- Hishamuddin, H., Sarker, R., & Essam, D. (2015). A simulation model of a three echelon supply chain system with multiple suppliers subject to supply and transportation disruptions. *IFAC-PapersOnLine*, 48(3), 2036-2040.
- Ivanov, D. (2017a). Simulation-based ripple effect modelling in the supply chain. *International Journal of Production Research*, 55(7), 2083-2101.
- Ivanov, D. (2017b). Simulation-based single vs. dual sourcing analysis in the supply chain with consideration of capacity disruptions, big data and demand patterns. *International Journal of Integrated Supply Management*, 11(1), 24-43.
- Ivanov, D. (2018). Revealing interfaces of supply chain resilience and

- sustainability: A simulation study. *International Journal of Production Research*, 56(10), 3507-3523.
- Ivanov, D., & Sokolov, B. (2013). Control and system-theoretic identification of the supply chain dynamics domain for planning, analysis, and adaptation of performance under uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 224(2), 313-323.
- Ivanov, D., Sokolov, B., & Dolgui, A. (2014). The ripple effect in supply chains: Trade-off “efficiency-flexibility-resilience” in disruption management. *International Journal of Production Research*, 52(7), 2154-2172.
- Katsaliaki, K., Galetsi, P., & Kumar, S. (2022). Supply chain disruptions and resilience: A major review and future research agenda. *Annals of Operations Research*, 319(1), 965-1002.
- Kim, J.-Y., & Seo, Y.-W. (2013). Multiple sourcing decision-making considering supply disruption risks in a two-stage supply chain. *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, 39(5), 371-381.
- Kim, Y., Chen, Y. S., & Linderman, K. (2015). Supply network disruption and resilience: A network structural perspective. *Journal of Operations Management*, 33-34, 43-59.
- Kleindorfer, P. R., & Saad, G. H. (2005). Managing disruption risks in supply chains. *Production and Operations Management*, 14(1), 53-68.
- Lee, H. L., & Rhee, K. (2014). Supply chain coordination for a newsvendor problem with information sharing. *International Journal of Production Economics*, 150, 61-71.
- Lewis, I., Irizarry, J., & Molenaar, K. R. (2013). Transportation infrastructure security-risk assessment: A Markov chain approach. *Journal of Infrastructure Systems*, 19(2), 186-195.
- Li, D., Guo, X., & Li, X. (2006). Modeling and simulation of supply chain disruptions using directed acyclic graphs. *International Journal of*

- Production Research, 44(17), 3691-3708.
- Li, Y., & Zobel, C. W. (2020). Exploring supply chain network resilience in the presence of the ripple effect. *International Journal of Production Economics*, 228, 107693.
- Lim, M., Daskin, M. S., Bassamboo, A., & Chopra, S. (2013). Risk pooling and supply chain disruptions. *Management Science*, 56(7), 1196-1212.
- Lin, Y. K., & Yeh, C. T. (2014). Reliability evaluation of a multi-state supply chain network with multiple suppliers. *Reliability Engineering & System Safety*, 132, 59-66.
- Lücker, F., & Seifert, R. W. (2017). Building up resilience in a pharmaceutical supply chain through inventory, dual sourcing and agility capacity. *Omega*, 73, 114-124.
- Macdonald, J. R., Zobel, C. W., Melnyk, S. A., & Griffis, S. E. (2018). Supply chain risk and resilience: Theory building through structured experiments and simulation. *International Journal of Production Research*, 56(12), 4337-4355.
- Park, C. (2023). Effectiveness of response strategies on supply chain failure periods. *Journal of the Korean Production and Operations Management Society*, 34(4), 473-494.
- RAND Corporation. (2024). A research agenda for defense supply chain resilience. RAND Corporation.
- Scheibe, K. P., & Blackhurst, J. (2018). Supply chain disruption propagation: A systemic risk and normal accident theory perspective. *International Journal of Production Research*, 56(1-2), 43-59.
- Schmitt, A. J., & Singh, M. (2012). A quantitative analysis of disruption risk in a multi-echelon supply chain. *International Journal of Production Economics*, 139(1), 22-32.
- Schmitt, A. J., Kumar, S., & Blome, C. (2015). The impact of strategic supply source diversification on performance. *International Journal of Production*

- Research, 53(22), 6757-6774.
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (1998). Designing and managing the supply chain: Concepts, strategies, and case studies. McGraw-Hill.
- Simchi-Levi, D., Schmidt, W., & Wei, Y. (2018). From superstorms to factory fires: Managing unpredictable supply-chain disruptions. *Harvard Business Review*, 96(1), 96-105.
- Snyder, L. V., & Shen, Z. J. M. (2011). *Fundamentals of supply chain theory*. Wiley.
- Sokolov, B., Ivanov, D., & Dolgui, A. (2016). Supply chain ripple effect: Impact of disruption on performance and resilience. *International Journal of Production Research*, 54(1), 1-18.
- Sterman, J. D. (2000). *Business dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world*. McGraw-Hill.
- Tang, C. S. (2006). Perspectives in supply chain risk management. *International Journal of Production Economics*, 103(2), 451-488.
- Tang, C. S., & Tomlin, B. (2008). The power of flexibility for mitigating supply chain risks. *International Journal of Production Economics*, 116(1), 12-27.
- Tang, C. S., Tomlin, B., & Wong, R. (2016). Dynamic cascade model for supply chain disruptions. *Manufacturing & Service Operations Management*, 18(3), 352-367.
- Tuncel, G., & Alpan, G. (2010). Risk assessment and management for supply chain networks: A case study. *Computers in Industry*, 61(3), 242-254.
- Wang, Y., Gilland, W., & Tomlin, B. (2010). Mitigating supply risk: Dual sourcing or process improvement? *Manufacturing & Service Operations Management*, 12(3), 489-510.
- Wilson, M. C. (2007). The impact of transportation disruptions on supply chain performance. *Transportation Research Part E: Logistics and*

Transportation Review, 43(4), 295-320.

Wu, T., Blackhurst, J., & O'Grady, P. (2007). Methodology for supply chain disruption analysis. *International Journal of Production Research*, 45(7), 1665-1682.

Xu, S., Dong, Y., & Evers, P. T. (2014). Managing supply chain disruption risk using the real options approach. *International Journal of Production Economics*, 150, 93-100.

Yu, H., Zeng, A. Z., & Zhao, L. (2009). Single or dual sourcing: Decision-making in the presence of supply chain disruption risks. *Omega*, 37(4), 788-800.

〈부록1: 연구모형 주요 수식〉

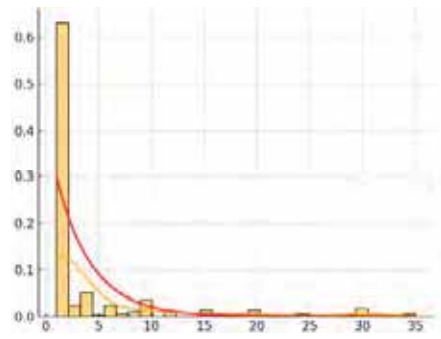
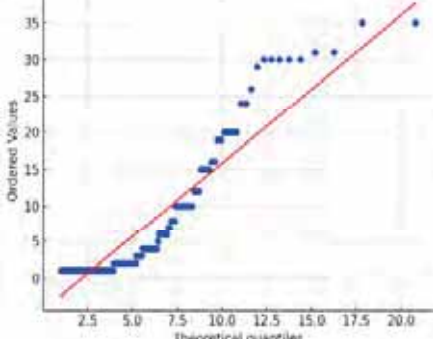
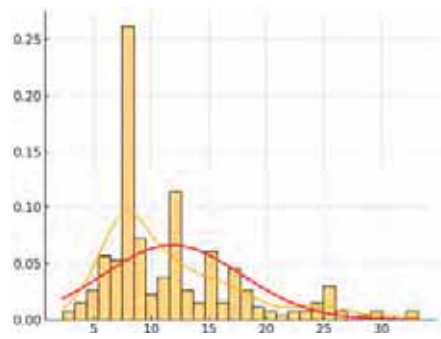
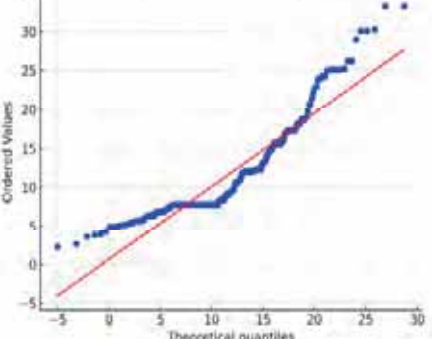
Variables	Equations(Constants)
Available Inventory [unitR, unitM]	SUM(M Inventory[unitM!])
BLin[unitR]	D Demand[unitR]
BLout[unitR]	D Sale[unitR]
D Order Quantity [unitR, unitM]	IF THEN ELSE(D assigned[unitR, unitM] = 1, MAX(0, D Demand[unitR] + D Inventory Adjustment \ [unitR]), 0)
D Purchase [unitR, unitM]	IF THEN ELSE(D assigned[unitR, unitM] = 1, MIN(Available Inventory[unitR, unitM], D Order Quantity \ [unitR, unitM]), 0)
D Sale[unitR]	MIN(D Inventory[unitR], D Demand[unitR])
D Target Inventory[unitR]	D Demand[unitR]*D Target Days[unitR]
C Order Quantity[unitS]	MAX(C Demand[unitS] + C Inventory Adjustment[unitS], 0)
D Target Supply Line[unitR]	D Demand[unitR] * D Leadtime[unitR]
C Target Inventory[unitS]	C Demand[unitS] * C Target Days[unitS]
S Order Quantity [unitM, unitS]	IF THEN ELSE(S assigned[unitM, unitS] = 1, MAX(0, S Demand[unitM] + S Inventory Adjustment \ [unitM]),0)
D Backlog[unitR]	INTEG (SUM(BLout[unitR!])–SUM(BLin[unitR!]), 0)
S Target Supply Line[unitM]	S Demand[unitM] * S Leadtime[unitM]
C Target Supply Line[unitS]	C Demand[unitS]*C Leadtime[unitS]
Disruption Duration	150
Disruption End	Disruption Start + Disruption Duration
Disruption Start	100
Purchase Override[unitM]	IF THEN ELSE(Time >= Disruption Start :AND: Time < Disruption End, 0, 1)
D Demand Index	1

Variables	Equations(Constants)
S assigned [unitM,unitS]	S Assigned2[unitM, unitS]
C Demand [unitS]	SUM(S Order Quantity[unitM!, unitS])
unitR	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9
unitM	M1, M2
unitS	S1
C Inventory Adjustment [unitS]	C Target Supply Line[unitS]-C Supply Line[unitS]+C Target Inventory[unitS]-C Inventory \ [unitS]
C Purchase [unitS]	C Order Quantity[unitS]
C Shipment [unitS]	C Supply Line[unitS] / C Leadtime[unitS]
C Inventory [unitS]	INTEG (C Shipment[unitS]-SUM(S Purchase[unitM!, unitS]), C Target Inventory[unitS])
C Supply Line[unitS]	INTEG (C Purchase[unitS]-C Shipment[unitS], C Target Supply Line[unitS])
S Demand [unitM]	SUM(D Order Quantity[unitR!, unitM])
S Target Inventory [unitM]	S Demand[unitM] * S Target Days[unitM]
S Inventory Adjustment [unitM]	S Target Inventory[unitM] - M Inventory[unitM] + S Target Supply Line[unitM] - SUM(S Supply Line \ [unitM, unitS!])
S Purchase [unitM, unitS]	IF THEN ELSE(S assigned[unitM, unitS] = 1, Purchase Override[unitM]*MIN(C Inventory[unitS], S Order Quantity[unitM, unitS]), 0)
S Shipment [unitM, unitS]	S Supply Line[unitM, unitS] / S Leadtime[unitM]
M Inventory [unitM]	INTEG (SUM(S Shipment[unitM, unitS!]) - SUM(D Purchase[unitR!, unitM]), S Target Inventory[unitM])

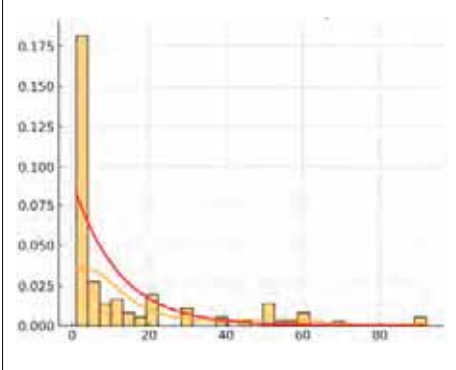
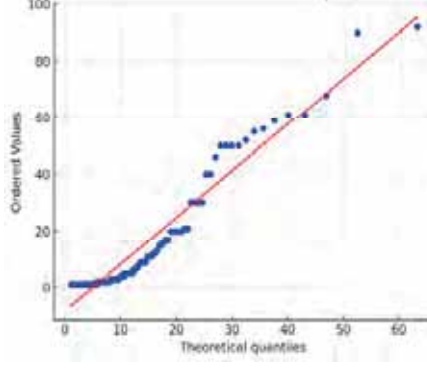
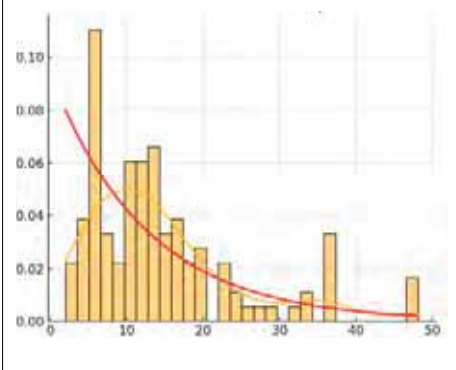
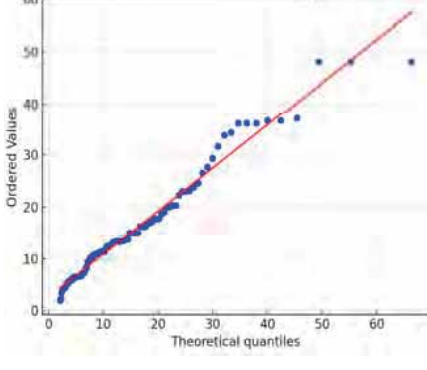
Variables	Equations(Constants)
S Supply Line [unitM, unitS]	INTEG (S Purchase[unitM, unitS] - S Shipment[unitM, unitS], S Target Supply Line[unitM])
D Demand [unitR]	IF THEN ELSE(Time >= 100, 100 + D Demand Index * MAX(0, Time - 100), 100)
D Inventory Adjustment [unitR]	D Target Inventory[unitR] - D Inventory[unitR] + D Target Supply Line[unitR] - SUM(D Supply Line\ [unitR, unitM!])
D Shipment [unitR, unitM]	D Supply Line[unitR, unitM] / D Leadtime[unitR]
D Inventory [unitR]	INTEG (SUM(D Shipment[unitR, unitM!]) - D Sale[unitR], D Target Inventory[unitR])
D Supply Line [unitR, unitM]	INTEG (D Purchase[unitR, unitM] - D Shipment[unitR, unitM], D Target Supply Line[unitR])

〈부록2: 수요 및 리드타임 분석 결과〉

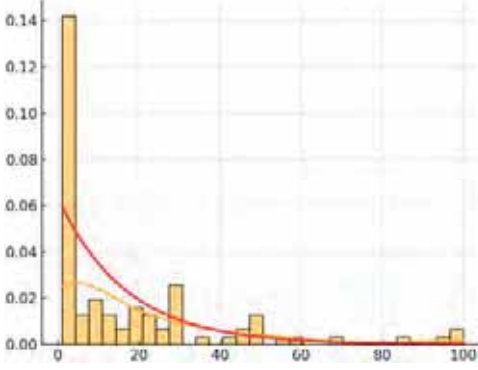
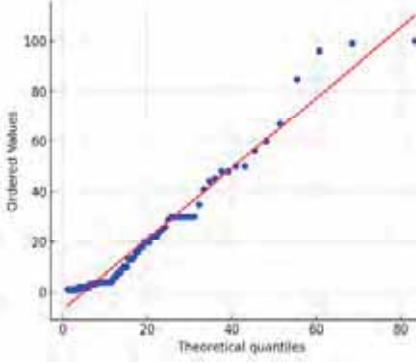
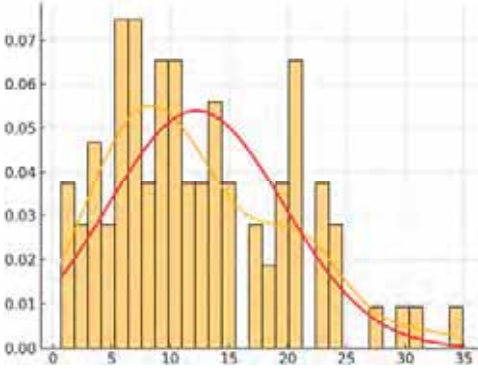
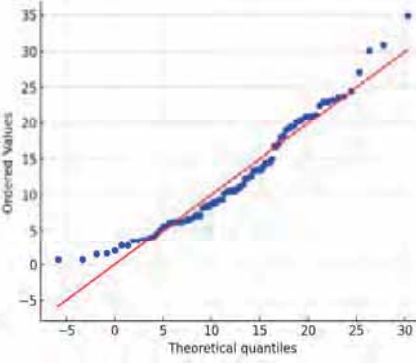
1. S1-D1 일일 평균 수요량 및 리드타임 분석 결과

구분	Histogram	Q-Q Plot
일일 평균 수요량		
	평균	4.347
	편차	7.145
	최소	1.0
	최대	35.0
	분포	exponential
통계량	0.585	
리드 타임		
	평균	11.830
	편차	6.072
	최소	2.3
	최대	33.2
	분포	normal
통계량(KS)	0.169	

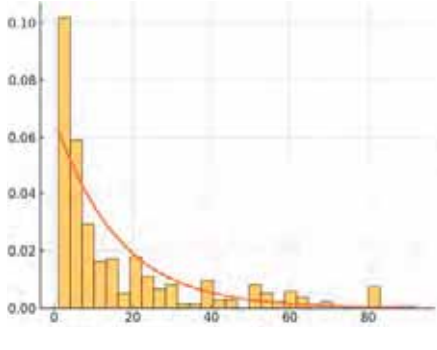
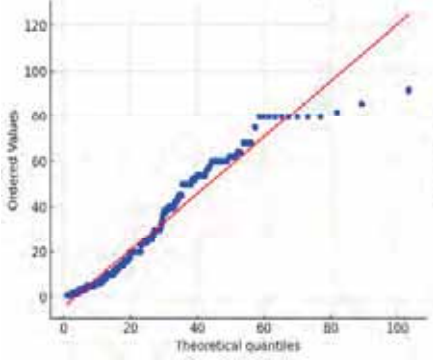
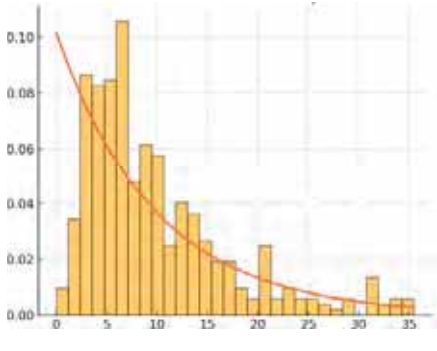
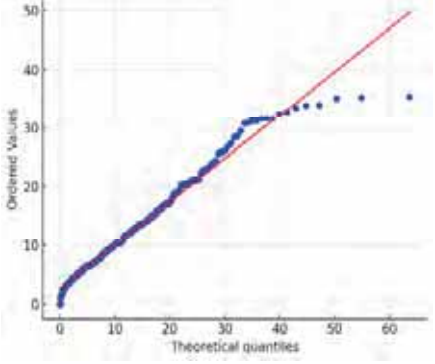
2. S1-D2 일일 평균 수요량 및 리드타임 분석 결과

구분	Histogram	Q-Q Plot
일일 평균 수요량		
	평균	13.050
	편차	19.768
	최소	1.0
	최대	92.0
	분포	exponential
통계량(KS)	0.369	
리드 타임		
	평균	14.508
	편차	10.109
	최소	2.0
	최대	48.1
	분포	exponential
통계량(KS)	0.133	

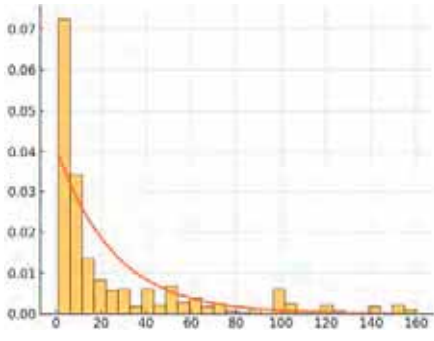
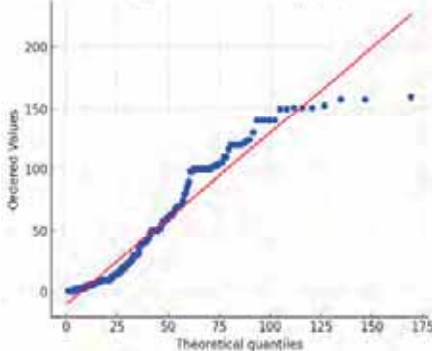
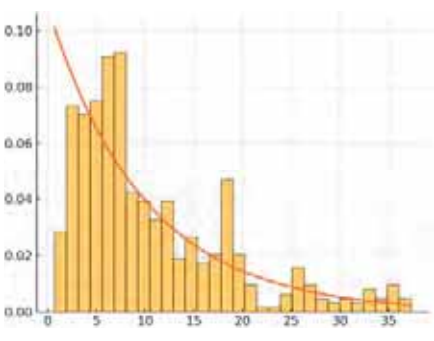
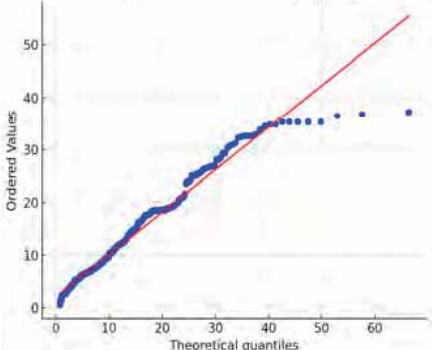
3. S1-D3 일일 평균 수요량 및 리드타임 분석 결과

구분	Histogram	Q-Q Plot
일일 평균 수요량		
	평균	17.765
	편차	17.765
	최소	1.0
	최대	100.0
	분포	exponential
	통계량(KS)	0.304
리드 타임		
	평균	12.214
	편차	7.443
	최소	0.7
	최대	34.9
	분포	normal
	통계량(KS)	0.107

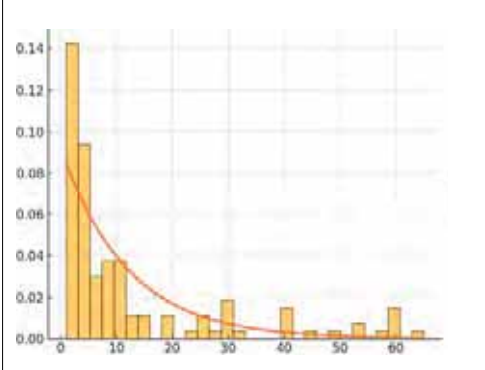
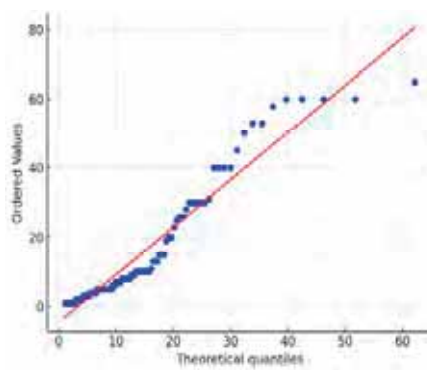
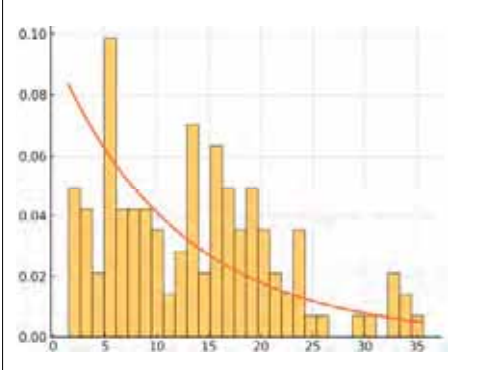
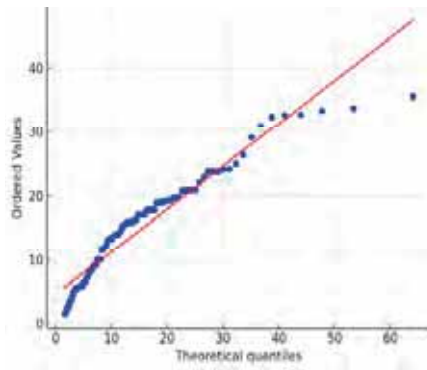
4. S2-D4 일일 평균 수요량 및 리드타임 분석 결과

구분	Histogram	Q-Q Plot
일일 평균 수요량		
	평균	16.843
	편차	19.879
	최소	1.0
	최대	92.0
	분포	exponential
	통계량(KS)	0.188
리드 타임		
	평균	9.864
	편차	7.279
	최소	0.0
	최대	35.5
	분포	exponential
	통계량(KS)	0.182

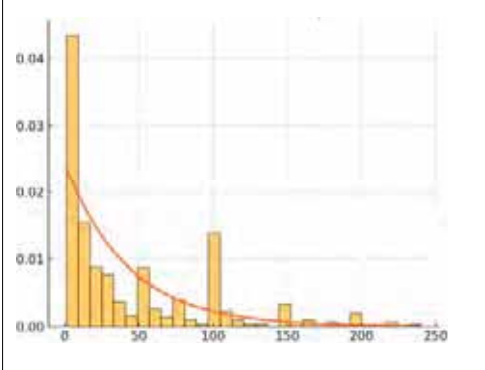
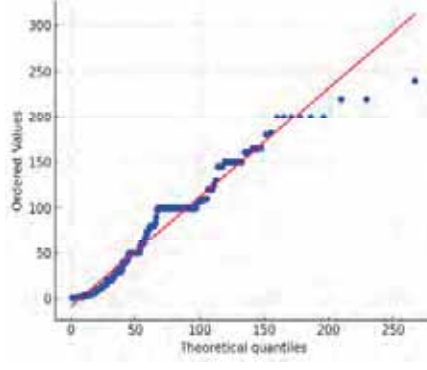
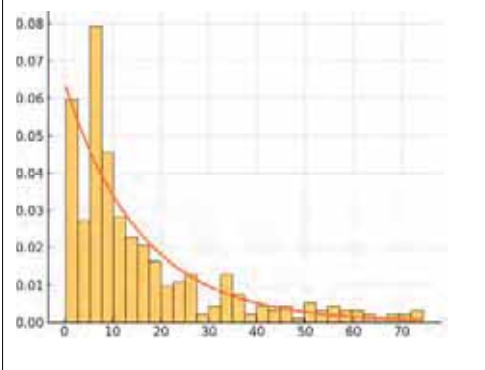
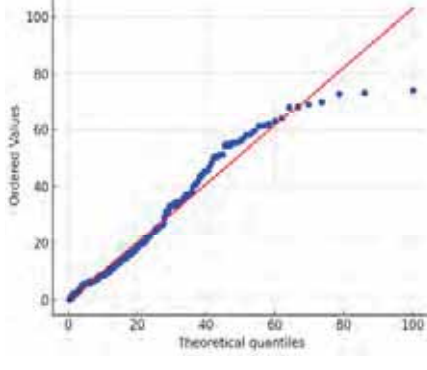
5. S2-D5 일일 평균 수요량 및 리드타임 분석 결과

구분	Histogram	Q-Q Plot
일일 평균 수요량		
	평균	26.347
	편차	36.021
	최소	1.0
	최대	160.0
	분포 통계량(KS)	exponential 0.258
리드 타임		
	평균	10.603
	편차	7.979
	최소	0.7
	최대	37.3
	분포 통계량(KS)	exponential 0.119

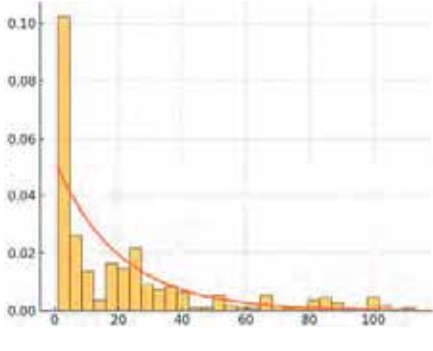
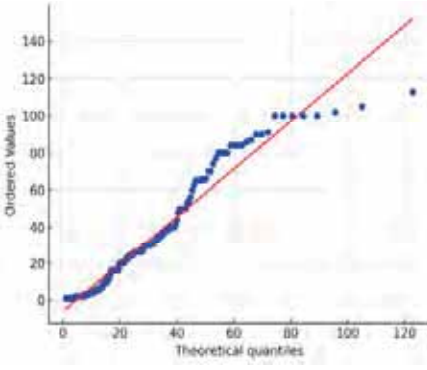
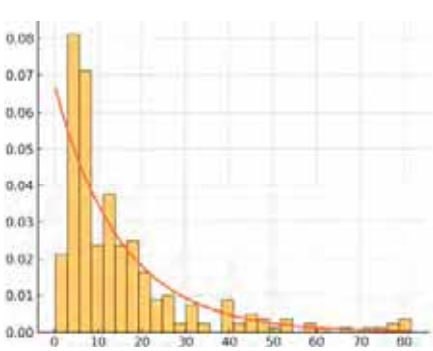
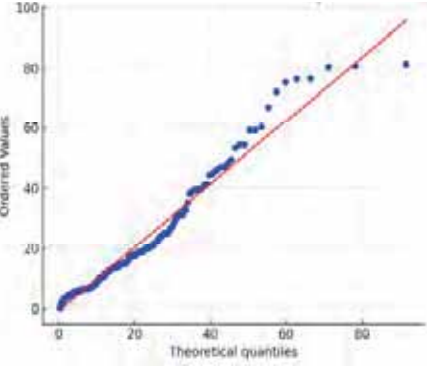
6. S2-D6 일일 평균 수요량 및 리드타임 분석 결과

구분	Histogram	Q-Q Plot
일일 평균 수요량		
	평균	12.76
	편차	16.070
	최소	1.0
	최대	65.0
	분포	exponential
통계량(KS)	0.215	
리드 타임		
	평균	13.52
	편차	8.097
	최소	1.5
	최대	35.6
	분포	exponential
통계량(KS)	0.145	

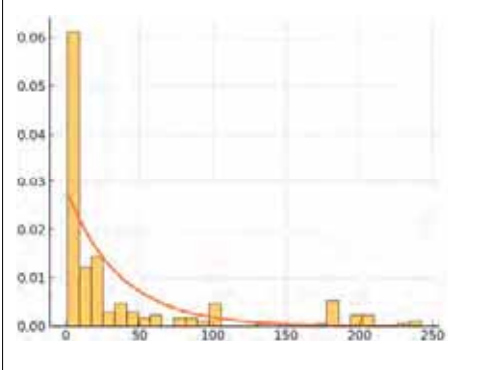
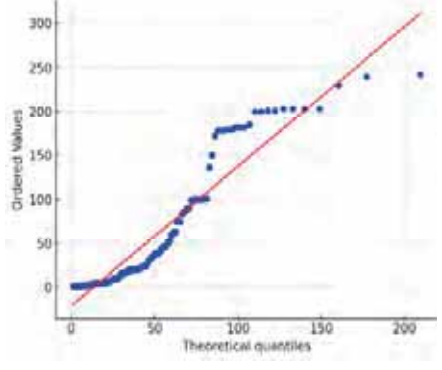
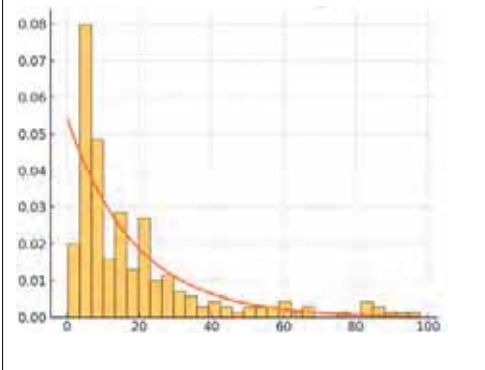
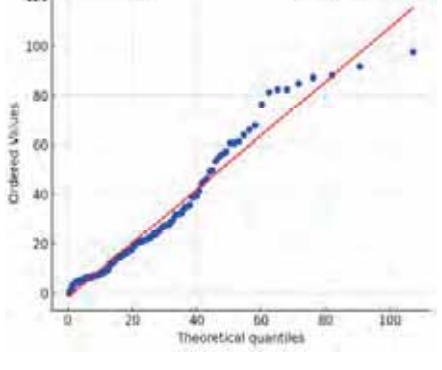
7. S3-D7 일일 평균 수요량 및 리드타임 분석 결과

구분	Histogram	Q-Q Plot
일일 평균 수요량		
	평균	43.270
	편차	50.823
	최소	1.0
	최대	240.0
	분포	exponential
통계량(KS)	0.223	
리드 타임		
	평균	16.164
	편차	16.356
	최소	0.3
	최대	74.4
	분포	exponential
통계량(KS)	0.068	

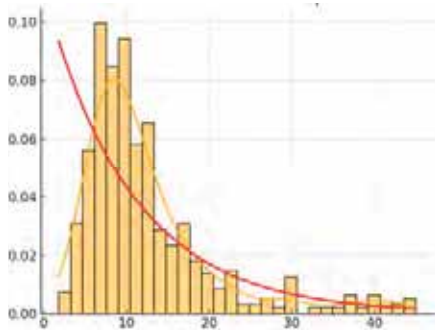
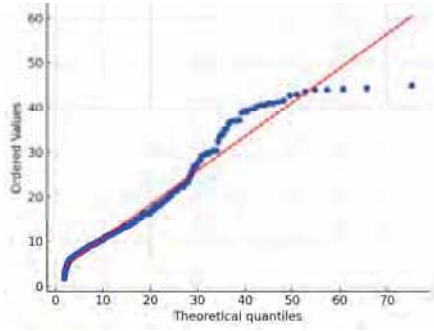
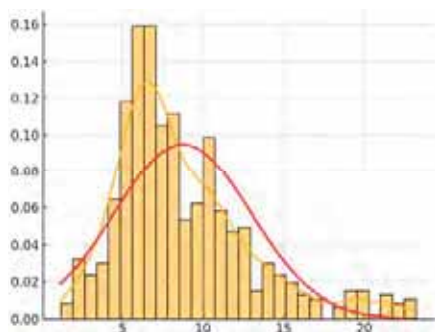
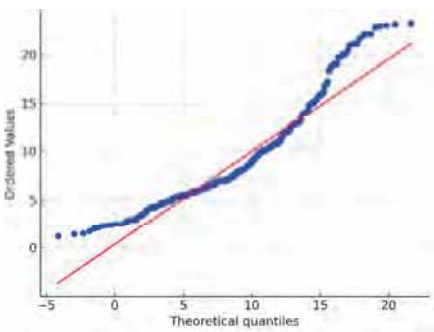
8. S3-D8 일일 평균 수요량 및 리드타임 분석 결과


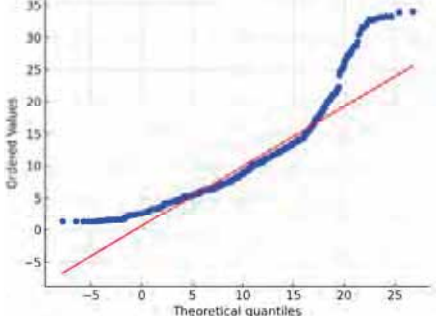
구분	Histogram	Q-Q Plot
일일 평균 수요량		
	평균	21.097
	편차	25.854
	최소	1.0
	최대	113.0
	분포	exponential
통계량(KS)	0.243	
리드 타임		
	평균	15.395
	편차	15.792
	최소	0.3
	최대	81.5
	분포	exponential
통계량(KS)	0.113	

9. S3-D9 일일 평균 수요량 및 리드타임 분석 결과

구분	Histogram	Q-Q Plot
일일 평균 수요량		
	평균	37.263
	편차	59.325
	최소	1.0
	최대	242.0
	분포	exponential
통계량(KS)	0.330	
리드 타임		
	평균	18.891
	편차	20.067
	최소	0.3
	최대	97.6
	분포	exponential
통계량(KS)	0.101	

10. C-S1, S2, S3 일일 평균 수요량 및 리드타임 분석 결과

구분	Histogram	Q-Q Plot
C-S1		
	평균	12.509
	편차	8.214
	최소	1.8
	최대	45.0
	분포	exponential
	통계량(KS)	0.217
C-S2		
	평균	8.744
	편차	4.208
	최소	1.2
	최대	23.2
	분포	normal
	통계량(KS)	0.123

구분	Histogram	Q-Q Plot
C-S3		
	<p>평균</p>	<p>9.421</p>
	<p>편차</p>	<p>5.198</p>
	<p>최소</p>	<p>1.3</p>
	<p>최대</p>	<p>34.0</p>
	<p>분포</p>	<p>normal</p>
<p>통계량(KS)</p>	<p>0.089</p>	

1. 본 연구보고서 내용은 연구진의 개인적인 견해이며 소속기관의 공식적인 견해가 아닙니다.
2. 본 연구보고서는 정책입안시 참고자료로만 활용하고 타기관에 불필요한 자료유출을 삼가주시기 바랍니다.

2025 안보연구시리즈 제5-3호

경제안보와 국방관리

발행일 2025년 12월 31일
발행처 국가안전보장문제연구소
디자인·인쇄 국방출판지원단 M25111056

출판편집·디자인 : 하윤주·김건우



* 이 책자는 저작권법에 의해 무단 전재 및 무단 복제를 금합니다.



**RESEARCH INSTITUTE FOR
NATIONAL SECURITY AFFAIRS
KOREA NATIONAL DEFENSE UNIVERSITY**