석사학위 논문

인구급감 및 기술발전을 반영한 탄약부대 경계지원체계 발전방안

-과학화경계시스템 도입을 중심으로-

2025년

한성대학교 국방과학대학원

안 보 정 책 학 과

안 보 정 책 전 공

성 낙 언

석사학위 논문
지도교수 이강수

인구급감 및 기술발전을 반영한 탄약부대 경계지원체계 발전방안

-과학화경계시스템 도입을 중심으로-

A Study on Development Method for Security Supporting System of Ammunition Unit Reflecting Population Decline and Technological Advancement

2024년 12월 일

한성대학교 국방과학대학원

안 보 정 책 학 과

안 보 정 책 전 공

성 낙 언

석사학위 논문
지도교수 이강수

인구급감 및 기술발전을 반영한 탄약부대 경계지원체계 발전방안

-과학화경계시스템 도입을 중심으로-

A Study on the Development Method for Security Supporting System of Ammunition Unit Reflecting Population Decline and Technological Advancement

위 논문을 안보정책학 석사학위 논문으로 제출함

2024년 12월 일

한성대학교 국방과학대학원

안 보 정 책 학 과

안 보 정 책 전 공

성 낙 언

성낙언의 안보정책학 석사학위 논문을 인준함

2024년 12월 일

심사위원장 박 동 순 (인)

심 사 위 원 김 유 석 (인)

심 사 위 원 이 강 수 (인)

국 문 초 록

인구 급감 및 기술발전을 반영한 탄약부대 경계지원체계 발전방안 -과학화경계시스템 도입을 중심으로-

한성대학교 국방과학대학원
안보정책학과
안보정책전공
성 낙 언

대한민국은 북한의 위협에 맞서 휴전선이나 해안 경계선을 중심으로 적의 침투에 대비하는 방어개념의 경계를 수행하여 왔다. 그러나 최근에는 적의 침투는 다양한 방식으로 변화하고 있으며, 2030년대 중반에 도래할 것으로 예상되는 제 2차 인구절벽은 경계선에 병력을 배치하는 경계를 수행하는 것이 쉽지 않을 것으로 예상된다.

인력 부족의 문제를 극복하기 위해 인력 중심으로 이루어지던 경계작전을 기술과 인력이 혼합된 경계작전으로 발전하고 있다. 이를 위해 첨단과학기술이 적용된 미래 GP/GOP 경계작전 개념 및 체계 발전방안, 유·무인 복합체계 기반의 경계작전 방안 등을 활용할 것으로 판단된다.

탄약부대의 경계는 상당 부분 과학화 경계방식이나 민간인력을 활용하는 방안으로 전환될 것이다. 이를 위한 과학화 경계시스템의 소요와 인력소요는 어느정도 될 것인가를 판단하고 합리적이고 효과적인 경계방안

을 마련해야 할 것이다.

따라서 본 연구의 목적은 인력의 감소와 작전방식의 변화, 기술 발전 등에 따라 탄약저장시설에 대한 과학화 경계시스템의 발전방안을 제시하는데 있다. 탄약부대는 경계전면이 넓어 경계인력이 많이 소요된다. 또한 북한의 위협이 소규모 침투 뿐만 아니라 드론 침투, 사이버전, GPS교란 등의 방식으로 변화하고 있다. 과거 불특정 거수자의 침투를 막는 인력 중심의 경계방식에서 과학화 경계방식을 도입하여 거수자의 침투를 조기에 식별하고 이를 거부하며, 침투 시 탄약시설로 이르는 접근로에서 이를 차단하는 방식으로 경계작전의 변화를 가져와야 한다. 이러한 경계작전으로 변화하기 위해 과학화 경계시스템을 어떻게 도입할 것이며 이를 위한 어떠한 제도적 환경을 마련해야 할 것인가를 연구하고 제시하고자 하였다.

본 연구는 단순히 탄약부대의 경계를 장비로 대체하는 것이 아니라 기술발전과 북한의 침투전술 변화, 군 병력의 감소라는 복합적인 원인을 어떠한 방식으로 해결할 것인가를 논하고자 하였다. 현재 우리 군의 인력 및 기술발전 현황과 유사 연구사례를 분석였으며, 적 위협분석과 현존 및 미래 기술발전, 군의 경계지침 등을 분석하였다. 그리고 국방부가 검토하고 있는 민간아웃소싱과 현재와 미래 전력화 장비에 대해 분석하였으며, 이를 위해 병행되어야 할 제도적 구비 조건을 함께 검토하였다.

탄약부대 경계수준을 어느정도의 수준으로 할 것인지, 인력을 대체할 수 있는 첨단장비와 기술을 어떠한 것이 있으며, 어떠한 방식으로 운용할 것인지에 대해 연구하고 방법과 소요를 제시하였다. 또한, 제도적으로 보장해 주어야 할 것에 대해 개략적인 소요를 제시하였다. 인구감소가 가시화되기 시작하는 2035년까지 어떠한 단계화를 거쳐 2040년까지 새로운 방식의 경계작전이 정착되도록 할 것인지를 단계별 조치사항과 달성 목표를 제시하였다. 향후 병력의 기술전환을 비용편익 차원에서 심층분석하고 소요 비용을 이에 기반하여 판단하는 연구를 진행할 필요가 있을 것이다.

【주요어】 인구급감, 기술발전, 탄약부대, 과학화경계시스템, 민간아웃소싱

목 차

제 1 장 서 론 ····· 1

제 1 절 연구의 배경 및 목적 ····· 1
1) 연구의 배경 ····· 1
2) 연구의 목적 ····· 2
제 2 절 연구의 범위 및 방법 ····· 3
1) 연구의 범위 ····· 3
2) 연구의 방법 ····· 4

제 2 장 이론적 고찰 ····· 6

제 1 절 적 위협 변화 ····· 6
1) 북한의 전략변화 ····· 7
2) 북한의 침투 전술 변화 ····· 8
제 2 절 인구급감과 군 경계작전 병력 확보의 어려움 ····· 13
제 3 절 경계작전의 변화와 과학화 경계시스템 활용 필요성 ····· 18
1) 경계작전의 개념 변화와 과학화 경계시스템의 구성 ····· 18
2) GOP 과학화 경계시스템 ····· 22
3) 해·강안 경계시스템 ····· 24

제 3 장 탄약보관시설 유형별 경계시스템 ····· 26

제 1 절 유형별 경계 실태 ····· 26
1) 군단(군수지원여단) 예하 탄약부대 ····· 28
2) 군수지원사령부 예하 탄약부대 ····· 28
3) 탄약사령부 예하 탄약부대 ····· 29
제 2 절 현행 경계 시스템의 문제점 ····· 30
제 3 절 과학화 경계시스템 도입소요 ····· 30

제 4 장 탄약부대 과학화 경계시스템 발전방안 ····· 32

제 1 절 과학화 경계시스템 도입방향 ····· 32

제 2 절 경계 요소별 경계시스템 발전방안 ····· 37

1) 민간 인력과 병력이 통합된 경계방법 ····· 37

2) 다중 복합 센서를 활용한 감지 및 탐지방법 강구 ····· 41

3) 드론과 CCTV를 활용한 경계시스템 ····· 45

4) 탄약저장시설 교통로 확보를 통한 로봇경계체계 도입 ····· 53

5) 탐지수단의 통제 및 정보통합을 위한 지휘통제실 운영 ····· 57

제 3 절 제도적 보완 사항 ····· 61

1) 경계지침 보완 : 민간인력 활용 시 책임 한계 ····· 61

2) 예산의 확보 및 배정 ····· 62

제 5 장 결 론 ····· 64

참 고 문 헌 ····· 66

ABSTRACT ····· 70

표 목 차

[표 2-1] 현행 경계시스템 기본구성 ····· 20
[표 3-1] 군단(군수지원여단) 예하 탄약부대 현황 ····· 28
[표 3-2] 군수지원사령부 예하 탄약부대 현황 ····· 29
[표 3-3] 탄약사령부 예하 탄약부대 현황 ····· 29

그 림 목 차

[그림 1-1] 연구체계도 ····· 6
[그림 2-1] 러시아의 우크라이나 사회기반시설 공격 ····· 8
[그림 2-2] 북한군의 후방지역 위협요소와 효과 ····· 10
[그림 2-3] 북한의 무인기의 역량 분석 ····· 13
[그림 2-4] 현재 및 미래 병력 운영수준 분석 ····· 15
[그림 2-5] 국방부의 병력소요 최적화방안 구상도 ····· 17
[그림 2-6] 해·강안 복합감시시스템 구성 ····· 25
[그림 4-1] 로봇감시시스템 도입 ····· 36
[그림 4-2] 경계근무의 민간 경비와 군 임무 구분 ····· 40
[그림 4-3] 지휘통제실 구성도의 예 ····· 60

제 1 장 서론

제 1 절 연구의 배경 및 목적

1) 연구의 배경

2023년 10월 7일에 발생한 하마스의 이스라엘 침공의 사례는 첨단기술 기반 방어체계도 인간의 경계태세가 소홀할 경우 얼마든지 무너질 수 있다는 교훈을 우리에게 보여주었다.[1] 그러나 각 국의 국방과학기술 발전을 볼 때 과학기술을 기반으로 하는 경계 체계를 구비하는 것은 선택의 문제가 아니라 시간의 문제로 보여진다. 대한민국은 오랫동안 북한의 위협에 맞서 휴전선이나 해안 경계선을 중심으로 적의 침투에 대비하는 선형 방어 개념의 경계를 수행하여 왔다. 그러나 최근 드론의 침투 사례에서 볼 수 있듯이 적의 침투는 다양한 방식으로 변화하고 있으며, 2030년대 중반에 도래할 것으로 예상되는 제2차 인구절벽은 경계선에 병력을 배치하여 소위 '물샐틈없는 경계'를 수행하는 것을 쉽지 않게 만들 것으로 예상된다. 특히 전투부대의 자체 경계 인력도 부족하여 초소 수를 줄이거나 CCTV 등을 이용하여 사각지역을 최소화하는 방식의 경계가 오래전부터 시행되고 있다는 점을 고려하면 충분한 병력을 보유하지 못하여 인근 전투부대로부터 경계를 제공받고 있는 군수부대의 경계 지원 환경은 앞으로 더 악화될 것으로 예상된다.

2023년 말 평균 47.5만 명 수준의 군 인력은 앞으로도 지속될 것으로

1) 2014년 하마스가 땅굴을 이용해 이스라엘을 공격해 오자 고안된 것으로 이스라엘은 지난 2021년 가자 지구를 따라 지하 콘크리트 장벽을 포함한 40마일(약 64km) 길이의 바리케이드인 '스마트 장벽'을 완성했다. 이 장벽에는 농부들만 도보로 접근이 허용되었고 방벽은 감시탑과 모래 장벽을 추가로 설치하여 적의 접근을 쉽게 식별하면서 돌파가 쉽지 않도록 만든 것이 특징이다.

예상되며, 전방부대와 예비사단의 총량적 인력 충원율 밀도는 각각 90%, 65% 내에서 운영될 것으로 예상된다. 특히 비전투부대의 인력수준은 40%를 밑돌 것으로 예상된다. 이는 대다수의 군수지원부대가 자체적인 경계 상태를 유지하지 못함은 물론, 이전에 임무를 수행하던 전투부대도 충분한 경계를 제공하지 못한다는 것을 의미한다. 두 번째, 경계작전은 인력 부족을 극복하는 대안이자 기술 발전을 접목하는 방법으로 발전을 모색하고 있다. 2024년 7월 신원식 당시 국방부장관이 주관한 GP/GOP 경계작전 혁신 대토론회에서는 이러한 현실을 반영하였다. 당시 토의에서는 인력을 중심으로 이루어지던 경계작전은 더 이상 지속이 어렵고, 앞으로는 기술과 인력이 혼합된 경계작전으로 갈 수밖에 없다는 것이 결론으로 도출되었으며, 이를 위해 첨단과학기술이 적용된 미래 GP/GOP 경계작전 개념 및 체계 발전방안, 유·무인 복합체계 기반의 경계작전 방안 등이 집중 논의되었다.[2)]

2030년대 중반 우리 군은 50만 명 규모의 군을 운용하지 못할 가능성이 높다. 그러나 북한의 위협에 맞서 '방위충분성'을 보장해야 한다는 절대적 명제 속에서 대다수 인력은 전투부대에 집중될 것이며, 군수부대의 경계는 상당 부분 과학화 경계방식이나 민간인력을 활용하는 방안으로 전환될 것이 예상된다. 이러한 근거에 기초할 때 군수부대를 운용하는 기능부대는 상급부대의 처분만을 기다릴 것이 아니라 어떠한 방식으로 경계작전을 시행할 것이며, 이를 위한 과학화 경계작전 소요와 인력소요는 어느 정도 될 것인가를 판단하고 합리적이고 효과적인 경계 방안을 마련해야 할 것이다.

2) 연구의 목적

인력의 감소와 작전방식의 변화, 기술의 발전 등에 따라 부대구조도 인력을 최소화하는 방향으로 발전하고 있고 장비를 운영하는 부대도 장비를

2) 국방부 보도기사(https://blog.naver.com/mnd9090/223524106867). 2024. 7. 24.

집결시켜 운영하는 방식으로 인력의 관리소요를 최소화하고 있다. 그러나 군수부대 중 탄약저장 시설부대는 탄약 피격으로 인한 피해를 감소시키기 위해 상당히 넓은 지역에 보관시설을 분산하여 보관하고 있는 관계로 경계 전면이 넓고 경계 인력도 많이 소요될 수밖에 없는 한계점이 있다. 또한 북한의 위협도 이제는 소규모 침투를 통해 대한민국의 질서를 교란하고 안전을 위협하는 1970년대식 침투 전술이 아니라 국지전과 핵 위협을 결합한 분쟁이나 드론 침투, 사이버전, GPS 교란 등의 방식으로 변화하고 있다는 점을 고려할 필요가 있다.

본 연구는 이러한 환경에 기반하여 탄약부대의 경계를 과거 불특정 거수자의 침투를 막는 인력 중심의 경계 방식에서 과학화 경계 방식을 도입하고자 한다. 거수자의 침투를 조기에 식별하고 이를 거부하며, 침투 시 탄약시설에 이르는 접근로에서 이를 차단하는 방식으로 경계작전의 변화를 가져와야 할 것이라는 인식하에 경계작전을 인력 중심에서 인력과 기술이 결합된 방식으로 변화시키기 위해 어떠한 과학화 방어체계를 도입할 것이며 이를 위해 어떠한 제도적 환경을 마련해야 할 것인가를 연구하고 제시하였다. 본 연구는 국방부와 합참의 지침과 과학화 경계 발전 개념에 기초하며, 우리 군이 현재 운용 중인 세 가지 유형의 탄약부대 경계 방식을 근거로 하였다. 연구에 근거로 판단한 세 가지 유형의 탄약보관시설은 보안 목적상 각 제원과 부대 수 등을 익명으로 처리하였으며, 부대 수도 일부 조정하였다.

제 2 절 연구의 범위 및 방법

1) 연구의 범위

본 연구는 군수부대가 운영 중인 대규모 탄약저장시설에 대한 경계작전을 인력 중심에서 인력과 과학화 경계 방식이 결합된 방식으로 전환하기 위한 연구이다.

본 연구의 대상은 전투부대가 보유하고 있는 소규모 탄약, 포병부대의 탄약 등은 고려하지 않았으며, 우리 군이 운영하는 세 가지 유형의 탄약저장 시설만을 대상으로 하였다. 공간적 범위는 판례상 제한보호구역으로 설정할 수 있는 최외곽 경계선으로부터 경계 지역 내부에 대한 제반 경계를 대상으로 하였다.[3)]

기간 면에서 연구는 인구절벽 도래 시점, 경계 기술과 장비 등의 발전, 변화에 필요한 예산의 중기계획 반영 등을 고려하여 2040년까지의 변화를 고려하였다.

주제 면에서 현행 경계 인력의 운영 현황을 분석하고, 이를 대체할 장비의 특징과 운영 방식, 이를 위해 병행되어야 할 환경요인 즉, 경계 내측 도로의 평탄화 작업, 드론의 편제 반영 등의 구조적 문제와 경계 지침의 변화 등에 관한 제도적 부분 등을 함께 고려하고자 하였다. 또한, 경계에 반영할 각종 장비는 현재 군이 개발 또는 도입을 결정하거나 전력화가 진행되고 있는 장비를 대상으로 하였다. 인력의 경우 현재와 같은 인력 감소가 2040년대까지 진행되고 있으나 비상시가 아닌 경우 병 복무 기간을 늘리는 것은 생산인구의 상대적 감소, 사회적 공감대 형성의 어려움 때문에 추가적인 병력 확보는 원천적으로 어렵다고 판단하여 대안적 조치로 군이 검토하고 있는 민간아웃소싱의 시행 함께 고려하였다.

2) 연구의 방법

본 연구는 아래 [그림 1-1] 연구체계도에 작성한 분석틀과 같이, 문제인식으로부터 결과를 도출하는 연역적 연구 방식을 통해 발전방안을 도출하였다.

---

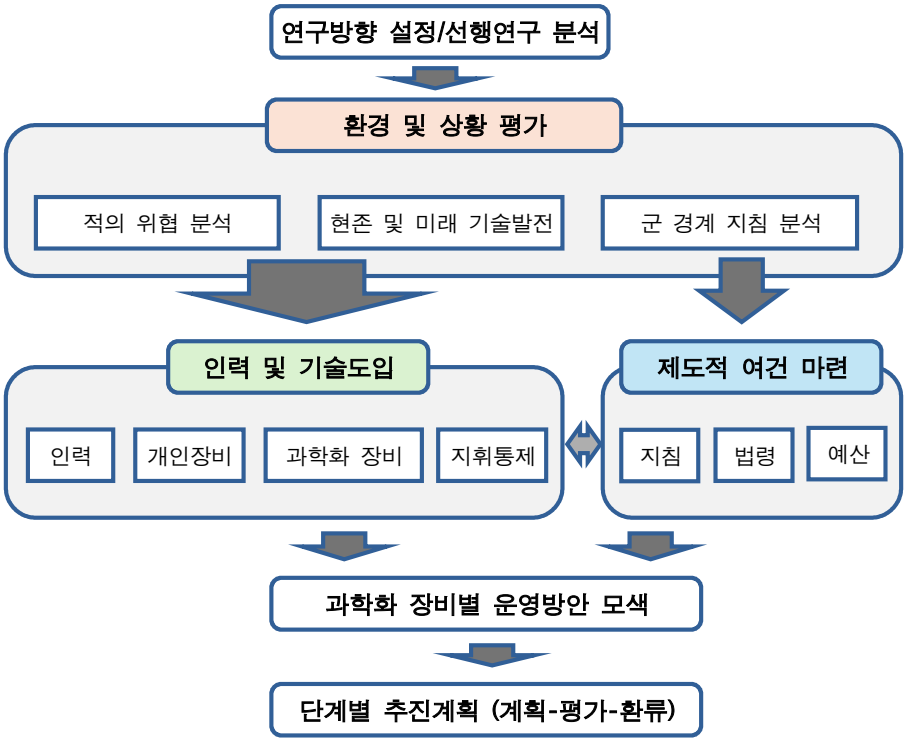
3) 제한보호구역은 서울고등법원 2017. 3. 10 선고 206누 30967 판례에 따라 폭발물 관련 시설 등의 최외곽 경계선으로부터 1km 범위 이내의 지역을 의미한다.

먼저, 연구의 첫 단계로 현재 우리 군의 인력 및 기술발전 현황과 유사 연구사례를 분석하였다. 특히 군의 구조와 연구개발 기술의 전력화에 최소 10년 이상이 걸린다는 점을 고려하여 인력은 인구절벽이 도래하는 시점으로부터 2040년까지 국방부의 인력정책을 분석하였으며, 기술발전도 국방과학연구소와 기술품질원의 연구개발 내용 중 2030년 중반까지 진행되는 전력화 계획을 함께 연구 분석하였다.

그리고 환경 및 상황 평가는 적 위협분석과 현존 및 미래 기술발전, 군의 경계 지침 등을 주요 분석대상으로 하였다. 특히, 경계작전의 변화 요인은 적의 침투 전술과 이에 따른 합참의 경계작전 지침이 중요하기 때문에 이를 고려하여 경계작전의 소요와 변화방향, 제도적 병립조건 등을 분석하였다.

연구는 크게 인력 및 기술적 요인과 제도적 구비요인을 구분하여 분석하였다. 이를 위해 국방부가 검토하고 있는 민간아웃소싱과 현재와 미래 전력화 장비에 대해 분석하였으며, 이를 위해 병행되어야 할 제도적 구비조건을 함께 검토하였다. 이러한 현상과 어떠한 과학화 장비를 어떠한 방식으로 운영할 것인지에 대한 부분에 중점을 두고 연구를 하였으며, 제도적 부분은 지침 및 법령의 개정소요, 예산 편성 필요성 등을 고려하였다. 추진은 중기계획 반영 소요시간 등을 고려하여 단계화 추진방안을 검토하였으며 평가 환류에 대한 부분도 고려하였다.

[그림1-1] 연구체계도



제 2 장 이론적 고찰

제 1 절 적 위협 변화

경계작전의 시작은 적에 대한 분석으로부터 시작한다. 현재 경계작전과 관련한 북한의 위협은 특수부대를 이용한 휴전선과 해·강안 침투로부터 드론을 통한 공중 침투 및 정보획득, 사이버전을 통한 정보 탈취 등 다양한 방법으로 변화하고 있다. 따라서 경계작전의 변화 모색을 위해 현재 북

한 위협의 특성과 변화 상황을 정리해 보면 다음과 같다.

1) 북한의 전략변화

북한은 6·25전쟁 이후 40여 만 건의 정전협정 위반과 32,000여 건의 대남 침투 및 국지도발을 해왔으며 대남 혁명 전술 등 지속적인 도발로 남한 내 사회 혼란을 조성하고 남남갈등을 시도해 왔다. 탈냉전 이후 북한은 체제를 유지하기 위하여 화전양면전술을 구사해 오는 것과 동시에 비대칭전력인 핵미사일 개발 등을 통해 정치적·군사적 도발을 하는 한편, 드론을 통해 대한민국의 주요시설을 탐지하는 활동을 하고 있다. 특히 대한민국은 주요 도시를 중심으로 생활 및 생산시설이 집중되어 이러한 타격자산의 위협은 우리에게 상당한 부담이 되고 있다. 따라서 이러한 국가중요시설에 대한 제대로 된 방호가 되지 않으면 사회적 혼란을 야기하고 국민 생활에 불편을 초래할 뿐 아니라 경제적인 손실이 있을 것이라 판단된다.

휴전 이후부터 1980년대까지 북한은 휴전선 일대 침투를 통해 대한민국을 불안하게 만드는 전술을 구사하였으나 현재는 무장세력 침투 전술을 포기한 것으로 보인다. 특히 최근 휴전선 일대 지뢰작업, 방벽 설치 등을 고려할 때 이러한 소규모 침투와 같은 전술은 더 이상 시행하지 않을 것으로 판단된다. 그러나 2022년도 서울지역을 촬영하고 돌아간 무인기 사례에서 볼 수 있듯이 지속적으로 우리의 경계실태를 확인하는 전략을 시행하고, 전면전이 시행되기 전에는 침투부대를 운용하여 대한민국의 전시전환이 원활하게 진행되는 것을 방해할 뿐만 아니라 전면전 수행능력을 저하시키는 활동을 시도할 것으로 판단된다. 사전에 침투되는 부대들은 국가 중요 시설에 대한 타격을 목표로 할 것으로 예상된다. 국가 중요 시설은 전면전 수행 시 전쟁의 지속 지원을 위한 상당한 역할을 수행하고 있는데 과거 전쟁이 군사력에만 의존한 사항이었다면, 현재는 국가의 전체적인 역량이 얼마나 통합되어 능력을 발휘하느냐가 주요하기 때문에 시

설에 대한 방호 성패는 전쟁의 승패를 좌우한다고 보아도 무방할 것이다.

러시아-우크라이나 전을 보면 2023년 3월 전쟁 초기 러시아는 공항, 정유시설, 항만, 전력망 등의 민간 인프라와 정부시설에 대한 미사일, 자폭 드론 공격을 집중하였다. 공·항만 등의 공격은 우크라이나의 수·출입을 봉쇄하여 경제적인 압박을 주기 위함과 전쟁물자의 지원을 차단하기 위한 시도였다고 평가되고 있는데, 이러한 공격들이 실제로 많은 효과를 거둔 것으로 평가하고 있다. 북한도 이러한 목적으로 전후방의 동시 전장화를 통한 전술을 발전시켜 왔다. 따라서 전쟁 초기 대한민국의 국가 중요시설에 대한 공격을 위해 지·해·공의 다양한 수단을 활용하고, 특수전 부대를 침투시켜 국가 핵심 시설 등을 공격할 것으로 예상되며, 정상적인 전시 전환이 어렵게 동원, 군수시설에 대한 공격을 유도할 것으로 예상된다.

[그림2-1] 러시아의 우크라이나 사회기반시설 공격

출처 : 김기원. 『국가중요시설 방호 진단 연구』. PP. 11

2) 북한의 침투 전술 변화

합참의 경계작전 교리 변천과정을 살펴보면 군은 1963년부터 1996년까지 「작전요무령」을 통해 경계작전의 교리와 지침을 발전시켜 왔으며

1999년부터 현재까지 「지상작전」 등으로 용어를 변경하였다. 이는 1978년도까지 경계의 목적이 전투력 보존, 부대 안전 및 행동의 자유 도모, 부대의 비밀 유지에서 1982년 이후 부대의 전투력 보존을 통한 안전 및 행동의 자유보장, 전장의 불확실성 최소화로 작전의 목적에 변화가 있었기 때문이다(합참 내부보고, 2023). 경계부대의 운용 방법도 변화가 있었는데 작전요무령에서 명시된 작전개념은 적의 지상 침투를 감시하고 관측을 방해하며, 공중공격에 대한 경계(이후 경고로 변화) 등에 중점을 두었다면 현재는 전방위적 수단에 대한 방호로 변화하고 있으며, 각종 경계수단을 통합한 정확한 조기경보 제공, 대응시간 및 기동공간 제공, 지속적 감시 및 정찰, 드론 등 새로운 무기체계에 대한 방호 등을 작전 중점으로 명시하고 있다.[4)]

과거 북한은 소규모 침투부대, 잠수정 등을 통해 무장세력이나 간첩 등을 침투시키고 우리 군도 이러한 침투가 국민에게 미치는 영향 등을 고려하여 전 국토를 물샐틈없게 경계하는 방식의 작전을 실시하여 왔다. 그러나 경제적 격차가 커지고 대한민국의 군사력과 대한민국 국민의 안보의식이 확고해짐에 따라 이러한 침투와 교란 행위는 더 이상 효과를 발휘하지 못하게 되었다. 이에 따라 북한은 드론, 사이버 공격 등을 통한 인지전[5)] 등에 주력할 것으로 예상된다. 아래 [그림 2-2]에서 보는 바와 같이 북한의 침투 전술은 북한 내 침투 자산의 부족과 함께 우리 군의 대비태세 강화와 탐지기술의 발전 등으로 인해 더 이상 효과를 발휘하기가 어려운 상황이다. 따라서 평시 핵심 시설이 아닌 탄약저장시설에 대한 침투나 타격은 북한군 또는 동조 세력의 도발 또한 이루어질 가능성이 거의 없는 것으로 판단된다.

---

4) 경계작전과 관련된 교범인 「전술」(2017), 「전투보장작전」 (2022)를 분석해보면 경계작전의 변화를 기술변화와 연계하여 판단하고 있는 것으로 나타난다.

5) 적국 개인, 대중, 지휘부의 인식과 생각하는 방식에 영향을 끼쳐 적이 아군에 유리한 의사결정과 행동을 하게끔 적의 '인지(Cognition)'과정을 공격하는 전쟁의 한 형태이다.
송태은. "현대전쟁의 사이버 인지전과 뇌과학의 무기화". 뉴스. 2024. 09. 14. 기사.
(https://ifs.or.kr/bbs/board.php?bo_table=News&wr_id=54432)

[그림2-2] 북한군의 후방지역 위협요소와 효과

적 위협 (효과)	증가한 마찰요소 (우리군, 환경)
지상 (약화)	• 과학화 경계시스템, 경계력 보강 • 도시화 및 도로, 주민신고 등 사회안전망 • 중요시설 대형화, 견고화 등 * 제한된 무장, 폭약으로 피해 제한
해상 (약화)	• 원거리 감시 레이다 성능 대폭 향상 • 타격수단(스파이크, AH-64, FA-50 등) • 민간 어선 활동 활발, 어망 등
공중 (부분적)	• AN-2기 등 공중침투자산 부족, 노후 • 공중 감시 레이다 향상(피스 아이 등)
미사일 (부분적)	• INS 특성에 따른 높은 CEP(오차) * 국제제재, ICBM 위주 개발 등으로 확보 제한 • 미사일 방어시스템

출처 : 김기원. 『국가중요시설 방호 진단 연구』. PP. 97

이러한 논리를 뒷받침 하기위해 북한군의 침투전술과 이에 대한 우리의 대응 개념을 살펴보면 지상침투는 GOP의 강화된 과학화경계시스템, 접경지대로부터 밀도 있게 발달된 민간요소 및 사회 안전망 등에 의해 후방의 중요 시설에 접근이 매우 어려워졌다. 해상침투수단인 공기부양정, 반잠수정 또는 잠수정은 해안 인근지역 특수전부대를 접안시키기 위해 접근하게 되면 고성능의 해안감시 R/D, 다양한 민간요소(민간어선, 양식장, 해안접안시설, 관광시설, 해안도로 등), 사회안전망 등에 의해 조기에 기도가 노출되고 식별 되었을 경우, AH-64 공격헬기, FA-50 공격기, 스파이크 미사일 등 유도미사일에 의해 조기에 격멸된다. 대부분의 공중 침투수단인 AN-2기도 감시능력이 증가된 피스아이 공중조기경보기 및 R/D에 대부분 식별되어 공중에서 격멸될 위기에 직면해 있다. 게다가 장거리 미사일은 정밀도가 낮아 국가 중요시설의 취약요소를 직격할 수 없으며 직격한다고 하여도 시설규모의 대형화, 자체 안전의식의 강화, 자연재해에 대한 대비 등으로 견고화된 시설물에 큰 효과를 거둘 수 없으며 그 공격기회(수량)마저도 제한된다.

따라서 북한은 소규모 침투 전술보다는 전면전 수행의 전단계로서의 작전여건 조성을 위해 전후방 동시타격 방안을 강구할 것으로 판단된다.

특히, 세계 주요 분쟁들로부터 교훈을 도출하여 응용해 왔던 북한은 드론 등을 활용한 국가 중요 시설의 공격방안을 발전시켜 나올 것이다. 앞서 언급한 것과 같이 북한의 국가 중요 시설에 대한 기존의 특수전 부대, 미사일 위협 등이 대한민국의 전력 증강에 의해 대부분이 상쇄되고 효과가 감소한 것으로 판단된다. 북한은 러시아, 중국, 이란 등으로부터 지원을 받고 있다. 러시아는 냉전시대부터 항공우주산업을 발전시켜 왔고 미국과의 경쟁이 가능한 항공기 개발능력을 축적해왔다. 이러한 가운데 러시아가 장거리 순항 미사일을 개량한 장거리 정찰무인기인 TU-141을 북한이 자폭드론으로 도입한 정황이 식별되었다. 순항미사일과 정찰무인기, 자폭드론의 경계를 명확히 할 수 없으나 장거리 무인공격이 가능한 것은 틀림없다. 즉, 장거리 정밀타격이 가능한 무기체계를 획득한 것이다. 중국은 매우 적극적인 드론 기술개발을 추진하고 있고 실제로 상용드론을 대중화시킨 DJI 社는 중국기업이다. 상용드론은 물론 군사용 드론 또한 미국의 전략무인기와 견줄 수 있는 기체로부터 다양한 정찰 감시, 공격 무인기 등을 활발히 개발 중이다. 중국은 10여 개 국가에 수출하고 있으며 이 중 한 모델의 장비가 북한의 비행장에 계류되어 있는 것이 식별되었는데, 이는 길이 8.5m, 날개 너비 28m, 무게 1.3t, 무장 최대 345kg, 미사일 4발 탑재, 최고속도 시속 235km로 최장 40시간 이상의 체공 시간을 보이는 치명적인 무기이다.[6] 해당 무기 이외의 무인기도 지원했을 가능성이 있으며 유사 시 추가 지원할 것으로 보인다. 이란은 러시아-중국-북한과의 밀착된 관계를 더욱 강화하고 있는데 러시아의 우크라이나 침공에 상당수의 자살폭탄 드론을 러시아에 지원한 것으로 분석된다. 비교적 소형, 저속기인 데다가 피스톤 엔진을 사용하는 등 저렴한 편에 속하면서 작전반경은 2,000km 넘고 정밀유도가 가능한 특징이 있다. 러시아는 이를 이란으로부터 다량을 지원받아 우크라이나의 수도 키이우 등 도시, 사회기반시

6) 박희준(2020), "[G-Military]중국의 가공할 드론 전력. CH-4, CH-7, GJ-2 등 10여 개국에 수출", 글로벌이코노믹 2020. 1. 11.

설 등을 공격한 것으로 추정되고 있다. 이러한 이란의 드론이 여러 정황상 직접 북한에 지원되었거나 관련 기술이 전해졌을 가능성이 매우 높은 것으로 다수의 전문가들은 예측하고 있다. 또한 이와 관련하여 북한을 자극하는 많은 현상들이 있다.

북한은 기술적 제한에도 불구하고 러시아 및 중국으로부터 무인기를 도입하거나 모방 생산하여 오래전부터 이를 전력화하였다. 게다가 소형엔진을 탑재한 무인기에 단순한 항법장치와 상용 카메라를 부착한 낮은 수준의 무인기를 이용한 영공침범, 정찰감시 등의 도발을 시행하기도 하였다. 최근에는 미국의 글로벌 호크 무인기를 그대로 복제한 것과 같이 공격용 무인기를 개발하였다고 주장하며 공개하기도 하였다. 이보다 앞선 지난 3월에는 이러한 공중에서의 무인기뿐만 아니라 해상에서 운용이 가능한 핵 무인잠수정 “해일”을 공개하는 등 해상 및 해안에서의 공격작전이 가능함을 과시하였다. 이러한 점을 종합해 보면 북한은 종래의 대한민국 내 국가 중요 시설에 대한 타격을 위한 특수전부대, 미사일 등을 대신하여 드론을 활용한 공격방책을 채택할 가능성이 매우 높아진 것으로 볼 수 있다.

드론의 위협은 크게 항속거리에 해당하는 작전반경, 지속적인 통신 지령에 의한 공격 능력, 능동성, 비행로 변침을 하는 등의 기동성, 대상물에 대한 피해를 가할 수 있는 속도 즉 충격력, 수송할 수 있는 폭장량에 의한 폭발력, 그리고 아군의 감시능력을 회피할 수 있는 피탐 정도 등을 볼 때 아래 [그림 2-3]와 같이 분류할 수 있다.

제트엔진으로 강한 추진력을 얻어 장거리 비행이 가능한 고정익기 드론은 항속거리가 길고 변침이 가능하며 속도도 드론 중에는 상대적으로 빠르며 폭장량이 수 백kg에 달하여 남한 후방종심지역의 견고한 시설에 대해 기존의 순항미사일과 유사하게 운용할 것으로 보인다. 내연기관과 프롭에 의해 추진력을 얻어 장거리 비행은 가능하나 속도가 느리고 폭장

량은 수십 kg으로 한정된 드론은 후방종심지역에 노출된 시설에 대해 기존의 전술공군과 유사하게 공격할 것이다. 2022년 말 영공침범에 사용되었던 소형 고정익기 등은 속도와 폭장량이 적어 지금과 같이 인지전, 기만작전 등에 운용할 것이다. 상용드론을 활용하여 대상 시설물 인근에서 고첩 등이 사회혼란 조성 목적으로 테러 등을 자행할 것으로 보인다. FPV 드론은 장거리 통신모듈을 활용하는 등 원거리에서 특정시설에 대한 고도의 의도된 정밀공격에 활용될 것으로 예상된다.

[그림 2-3] 북한의 무인기의 역량 분석

구 분	작전반경 (항속거리)	능동성 (통신)	기동성 (방향)	충격력 (속도)	폭발력 (폭장량)	피탐 (아군)	목표 (표적)	비고
고정익 (제트)	◎	~	△	◎	◎	○	후방종심지역 견고한 시설	순항미사일과 유사
고정익中 (프롭)	○	○	○	○	○	○	후방종심지역 비교적 견고한	전술공군과 유사
고정익小 (프롭)	△	▽		~	~	~	~	인지전, 기만 등
가변익 (멀티콥터)	▽	◎	◎	▽	△	△	근거리 시설주변, 노드	테러
가변익 FPV	▽	◎	◎	~	~	~	근거리 핵심시설내부	특수작전
해상	◎	○	○	△	○	○	견고한 해상 노출시설	특수작전

출처 : 김기원. 『국가중요시설 방호 진단 연구』. PP. 17

제 2 절 인구급감과 군 경계작전 병력 확보의 어려움

한국은 저출산 문제로 인구의 급격한 감소와 고령화를 동시에 겪고 있다. 김성진(2021) 논문에 따르면 2020년 약 5천 2백만 명의 인구는 2050년 약 4천 7백만 명으로 줄어들 것으로 예측된다. 이에 따른 인구감소는 징병제를 포함한 병력제도 전반에 직접적인 영향을 미칠 것으로 판단한다. 통계청(2019)에 따르면 우리나라는 현재 1차 인구절벽(2020~2025년)을 겪고 있으며 동기간 현역 징집대상 20세 남성인구는 약 33만 수준에서 23만까지 줄어들 것으로 보고되었다. 더 심각한 것은 2차 인구절벽(2035~2045년)의 시기이다. 징집대상 인구가 약 15만 명 수준까지

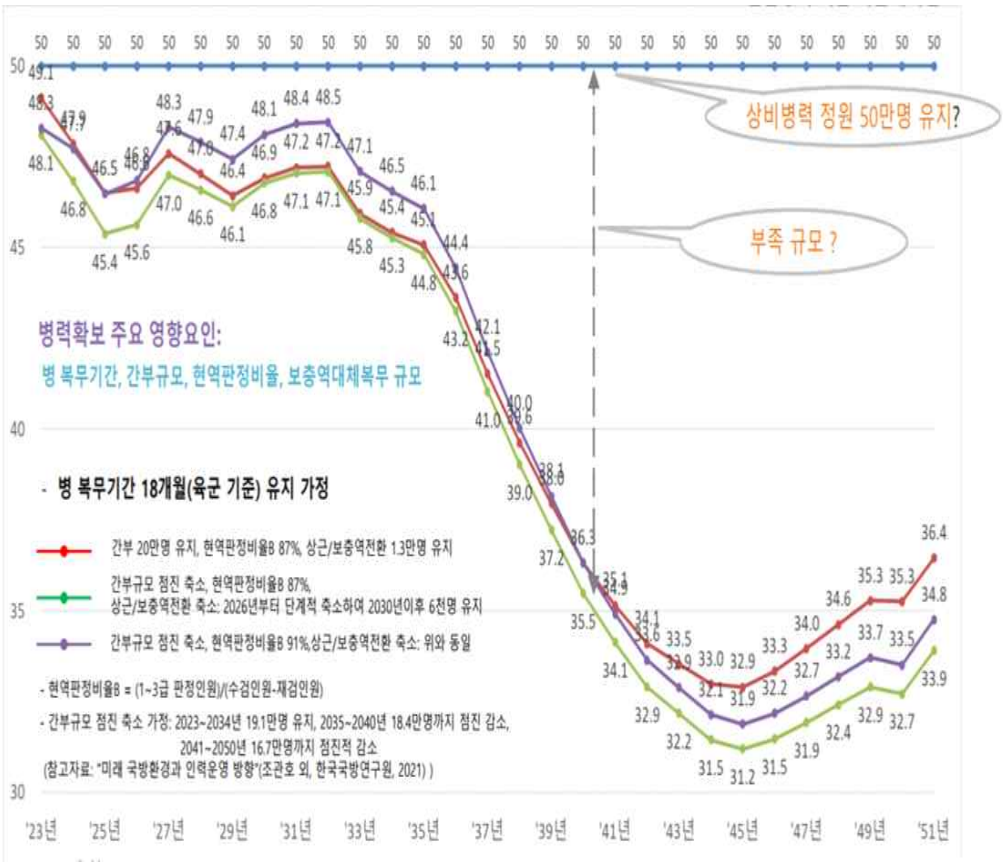
감소될 것으로 예측되기 때문이다. 더 엄격한 기준으로 본다면 약 10~11만 명 수준으로 심각한 상황으로 판단된다. 현재와 같은 인구 감소 상황에 큰 변화가 없고 복무기간 또한 18개월의 상황이 지속된다면 현재시스템 상의 인원인 현역병 30만, 간부 20만의 병력구조 유지는 불가능한 일이라 보고되고 있다.

급격한 인구감소에 따라 병역자원의 부족은 미래 한국군이 직면할 중대한 위협이며, 가장 우선적으로 극복해야 하는 과제이다. 이에 따라 「국방혁신 4.0」은 인구감소로 인한 병력자원의 부족을 첨단과학기술을 통한 AI기반의 드론, 로봇을 활용한 전투인원에 대한 손실을 최소화할 수 있는 유·무인 복합 전투체계 도입을 통해 전투의 효율성을 높이는 동시에 인력 부족에 대비하고 있다. 무인 기술과 유인 전투원이 함께 전투를 수행함으로써 적은 인원과 비용으로 전투 효과를 극대화 할 수 있는 유·무인 복합 전투체계는 '과학기술이 인간을 대체할 수 있다.'는 인식이 전제가 된다. 과학기술은 인간을 대체할 것이고 미래 전장에서는 기술과 인간의 영역이 분리될 것이다. 과학기술과 인간의 영역이 적절한 조합과 결합이 이루어져야 될 것으로 판단된다. 「국방혁신 4.0」을 통한 유·무인 복합전투체계가 성공적으로 구축되기 위해서는 로봇을 활용하여 잘 할 수 있는 일 또는 인간이 할 수 없거나 해서는 안 되는 일은 과학기술이 대신하고 인간은 인간의 능력을 발휘하는 일에 집중해야 한다. 특히 이러한 변화에 걸리는 시간과 예산 등에 대한 고려도 가능하다. 이는 이상적인 것과 실제 가능한 것에는 상당한 차이가 있기 때문이다.

한국국방연구원 발표에 의하면 최근 3년 간 한국군의 연평균 인력 수준은 소요 인력 50만 명의 95% 수준인 47.5만 명 수준을 유지하고 있는 것으로 나타나고 있다. 위 수준은 전방부대 및 예비사단 95~70% 등 차등 보충을 고려한 수준을 고려한 것으로 완편을 고려한다면 상당히 낮은 수준이다. 합참이 2021년 병력 부족을 고려하여 작성한 PLAN B에 따르면 가능한 군 병력은 37.5만 명이며 전투병력을 제외한 제반 인력은 군무

원과 민간 인력 등으로 충원할 수밖에 없는 상황인 것으로 나타나고 있다.[7] 따라서 후방지역 비전투부대나 군수시설에 대한 경계작전은 더 압박을 받을 수밖에 없는 상황이다.

[그림 2-4] 현재 및 미래 병력 운영수준 분석[8]



중기계획에 반영된 유형별 인력감축 우선순위는 전투근무지원-전투지원 부대 순으로 현재도 상당한 수준의 비율이 더욱 높아질 것으로 예상된

7) 2023년 "저출산고령사회 인구 포럼"에서 한국국방연구원(KIDA)의 조관호(2023)가 발표한 자료를 보면 현재 우리 군의 상비병력 운영수준은 평균 47만 명 수준으로 50만 명의 필수소요도 충족하지 못하고 있는 것으로 분석되고 있다.

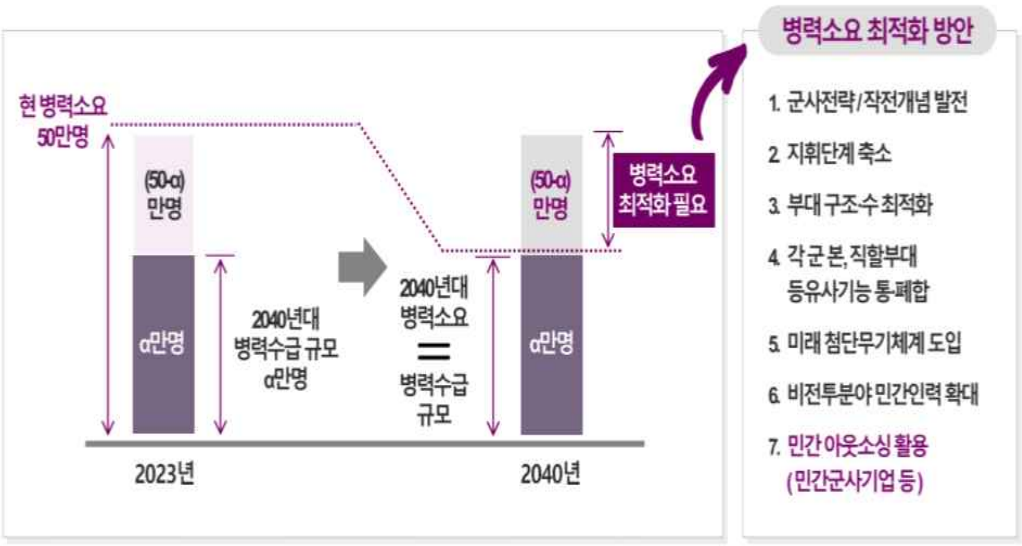
8) 서울신문인구포럼이 개최한 2023 '저출산고령사회 인구포럼'에서 한국국방연구원 조관호는 D-MAPS를 이용한 시뮬레이션 결과를 발표하였다("병역자원 감소시대의 국방정책 방향; 국방인력운영체계 변화와 전력 첨단화". 서울신문인구포럼. 2023. 6. 13).

다.[9] 그러나 전투 부대의 경우도 병력 부족의 영향이 상당한 영향을 받고 있어 경계 지원은 전투부대 교육훈련과 대비태세, 건제 유지에 상당한 문제점을 발생시키고 있다. 경계 인력과 탄약부대 자체 인력도 10여 년 전에 비해 상당히 감소하여 현재의 방어 상태는 낮은 수준으로 유지할 수밖에 없는 실정이다. 국방부는 병역자원 부족의 문제점을 극복하기 위해 군 구조 개편을 포함하여 다양한 해결 방안을 모색하고 있다.

국방부의 병력소요 최적화 방안은 [그림 2-5] 군사전략 및 작전개념의 발전, 지휘단계 축소, 부대 구조·수 최적화, 각 군의 유사기능 통·폐합, 미래 첨단무기체계 도입, 비전투분야 민간이력 확대, 민간 아웃소싱 활용(민간 군사기업 등)이다. 국방부의 아웃소싱 정책은 예산의 증가를 최소화하는 범위 내에서 진행되고 있으나 향후 민간아웃소싱이 인력 충당의 대안 중 하나라는 인식이 공유되고 있다. 경계 효율성과 예산의 적정 증가를 함께 고려하는 사항이다. 국방부 군수분야 아웃소싱 정책은 현재 PBL과 군무원 전환 중심으로 추진되고 있으나 향후 명확한 소요가 제기되는 사항에 대해서는 전향적 수용이 불가피할 것으로 판단된다. 아웃소싱 기조는 중소기업 이상의 기업과 계약방식을 활용하는 것과 제대군인 일정수의 채용으로 비용단가를 낮추는 한편의 업무의 안정성을 꾀하는 방안으로 진행되고 있다. 군 업무의 민간아웃소싱은 '국방개혁에 관한 법률'에 근거하여 군무원의 증가와 군 책임운영기관 활성화 등에 초점이 맞추어져 있었으나 현재 민간기업의 역량을 활용하는 방안을 검토하고 있으며 향후 보다 구체적인 분야와 방안이 도출될 것으로 예상된다.

9) 이빨 대 꼬리 비율(T3R, Tooth-To-Tail-Ratio)로 불리는 전투부대와 지원부대 비율은 각 전투 병사("이빨")를 공급하고 지원("꼬리")하는 데 필요한 군인의 양을 의미하는 것으로 우리 군의 비율은 미군의 30~45%에 비해 지나치게 높은 50~60%로 나타나 전투시 임무수행에 상당한 어려움이 예상되고 있다(박민섭. "우리의 이빨은 얼마나 투꺼울까?: 전투부대 비율 변화와 함의". 「국방논단」. 2023, p.5-6.).

[그림 2-5] 국방부의 병력소요 최적화방안 구상도[10)]



탄약고 경계 민간아웃소싱의 기본조건은 전·평시 안정적인 임무를 대행하고 과도한 비용의 상승을 지양하는 조건에서 시작되어야 한다. 적 위협은 적 부대 침투 또는 드론을 통한 파괴 활동까지 고려할 수 있다. 그러나 현재의 위협은 외부인력 침투에 의한 영내 진입, 일부 특정 탄약탈취 상황 발생, 북한 무인기 등이 실질적 위협이다. 현존하는 수준의 경계태세를 유지하는데 초점을 갖춰 민간아웃소싱 소요와 방법을 강구할 필요가 있다. GOP 경계수준의 ROC 요구 시 기술 수준, 소요 예산 등을 고려할 때 사업추진을 불가할 것이다. 장기체류 무선 드론, 취약지역 경계 센서, 재밍건 등 우선 구비 후 광학장비 경계시스템 등의 도입이 필요하다. 인력과 능동형 CCTV, 일부 시설 센서, 드론 등을 통한 경계를 단기적인 차원으로 목표를 설정하고, 단기 대책과 더불어 다족형 견마로봇, 사각지대 광학장비 구축 등을 통한 감시체계를 구축하며 기동로 공사와 차륜형 견마로봇 등 유무인 복합체계 등의 목표설정이 필요할 것으로 보인다. 장기적 차원의 경계목표와 실질적으로 구현 가능한 경계목표를 정하고 이에 따른 아웃소싱을 추진해야 할 것이다.

10) 주광섭. "병력부족을 보완할 수 있는 방안 제안". 「국방혁신을 위한 민간군사기업 활용방안 세미나」. (국회 국방위원회, 2023). p.60.

제 3 절 경계작전의 변화와 과학화 경계시스템 활용 필요성

한국군의 경계작전은 휴전선과 해·강안을 중심으로 북한의 침투를 막는데 중점을 두고 경계작전의 교리와 체계가 발전되어 왔다. 그러나 기술발달과 침투전술의 변화, 우리 국민의 우월적 대북 인식으로 인한 침투부대 활동의 어려움 등을 고려할 때 이제는 이러한 선형 경계를 중심으로 적의 침투에 대비하고 침투 시 흔적을 식별하는 방식의 경계작전은 변화가 필요하며, 합참은 이러한 변화를 반영하여 경계작전을 발전시켜 나가고 있다. 특히, 단순히 지상이나 해안으로 침투하는 적을 감시하는 것을 넘어 작전지역으로 침투하거나 침투가 예상되는 적을 사전에 감시하고 다양한 탐지 수단을 통해 적을 침투 초기단계부터 추적, 식별하며, 격추·포획할 수 있는 과학화 탐지 수단과 경보체계가 발전되고 있는 상황이다(임영일 외, 2017). 넓은 작전지역 대비 적은 병력이 임무수행중인 2작전사령부의 경우에는 감시 장비의 원격운용뿐만 아니라 드론과 지상로봇의 활용을 통한 현 과학화경계시스템을 더 보강의 필요성이 제시되고 있다. 탄약부대의 경계도 이러한 흐름에 따라 부족한 병력을 활용한 경계시스템에서 과학화 경계시스템을 반영한 새로운 경계시스템 구축이 필요한 시기가 되었다.

1) 경계작전의 개념변화와 과학화 경계시스템의 구성

경계는 적의 기습과 같이 예기치 못한 침입을 막기 위해 주변을 살피며 지키는 활동을 의미한다. 대한민국은 6·25전쟁 이후 휴전선을 두고 북한과 휴전상태이다. 내륙과 해안선을 따라 경계부대가 배치되어 있고 경계부대는 적으로부터 침투 시도에 대비하고 침투 흔적을 찾으려는 다양한 작전 활동들을 하고 있다. 이런 군 경계작전은 단순히 작전지역을 감시하는 것을 넘어서 우리 작전지역 안으로 접근하는 것을 사전에 감지하고 침투하는 적을 격추·포획할 수 있는 탐지레이더·재밍·포획 등의 거부대책을

도입하여 운용해야 할 시점이 도달하였다는 견해(임영일 외, 2017)는 일견 타당한 것으로 보인다.

경계시스템은 예로부터 인간 사회의 보안 요구와 관련이 있다. 인간이 수렵 생활에서 농경시대로 변화되면서 한 곳에 정착하게 됨에 따라 외부 환경과 적으로부터 방어목적을 위해 자연장애물을 이용한 경계와 방어하는 능력이 진화하였다. 과거의 경계는 성벽, 해자, 강·산을 포함한 지리적 환경 등의 물리적 구조물을 이용한 경계가 주였다면, 현재는 다양한 과학기술을 활용한 경계 기술이 개발되었다. 이후 CCTV를 이용한 영상과 다양한 센서를 이용한 새로운 감지기술이 개발되어 사용되고 있다. 경계시스템은 기술의 발전과 디지털화로 인해 더욱 다양한 기술이 적용되고 있다. 공공과 민간의 경우 대표적으로 인천공항, 원자력발전소, 포스코 제철소 등에서 외부로부터 무단침입을 방지하기 위해 지능화된 경계시스템을 운용하고 있다(김성태 외, 2023).

전방지역은 북한군의 전면전, 국지도발, 침투의 가능성이 있으며 평시적의 침투, 월북 등의 위협이 상존하고 있고 후방지역은 적 침투 및 테러 등 불특정 다수에 의한 다양한 위협이 상존하고 있다. 북한군의 특수전 부대에 의한 군사 중요 시설 타격, 불법체류자 및 사회 불만 세력들의 중요 시설 내 총기, 탄약 탈취를 통한 사회혼란 야기, 민간인 주둔지 침입 등이 발생하고 있다. 이러한 사고를 예방하기 위해 전방, 군사 중요 시설, 해·강안부대는 과학화 경계시스템을 설치하여 운용하고 있다. 경계임무는 주·야간 원거리에서부터 침투하는 적을 철책 전방에서 감시·식별 및 차단·격멸하는 것을 목표로 한다. 기존에는 병력이 직접 주·야간 보초를 서면서 철책 감시를 수행하였다. 그러나 GOP 경계작전의 작전개념 변화, 병력감소 및 경계 병력의 피로도 누적으로 인한 경계력 저하 등의 문제가 부각되면서 병력 위주 경계시스템의 획기적 전환 필요성이 대두되었다.

우리 군은 2004년~2005년도 연이은 철책 월경사건과 국방개혁에 따

른 병력감축을 계기로 병력 위주 경계작전의 한계를 극복하기 위해 과학화 경계시스템을 도입하여 운용 중이다(김성태 외, 2023). 과학화 경계시스템은 사람이 수행하던 경계임무를 대체하는 시스템으로 이를 위해 2006년도부터 2009년도까지 시범사업 진행 후 2013년도부터 전군으로 확대하여 과학화 경계시스템을 도입 운영하기 시작했다. 과학화 경계시스템은 기본적으로 감시시스템, 감지시스템, 통제시스템으로 구성되며 중요도에 따라 구성요소가 달라질 수 있다.

〈표2-1〉 현행 경계시스템 기본구성[11)]

기본구성	설명
감지시스템	각종 센서를 이용하여 침입상황을 감지하여 경보를 발령하는 시스템
감시시스템	다양한 영상 정보를 이용하여 침입상황을 감시하는 시스템(CCTV 등)
통제시스템	감지시스템에서 발령된 경보를 바탕으로 감시시스템과 연동하여 현장 상황을 파악하고 통합적으로 분석/대응/지령(경보발령)하는 상황실의 통합시스템

출처 : 김성태, 정양구. 『과학화경계시스템 운영 발전 방향』. 2023, PP. 2

감시시스템은 중거리 및 근거리 카메라로 부대 외곽울타리와 예상 침투지역을 감시하고 상황실에서 감시카메라가 포착한 미상의 물체의 움직임을 식별, 이를 추적 및 감시하는 경계시스템이다. 감지시스템은 감지센서를 설치하여 적의 접근, 월책 등을 감지하는 경계시스템이다. 통제시스템은 감시, 감지체계와 연동하여 운용하며 감시 및 감지시스템으로부터 제공된 정보를 비디오 월 또는 대형 모니터 및 운영 PC를 이용하여 실시간 모니터링하고 관련 부대에 전파하는 시스템으로, 장비(시스템)를 이용하여 비인가자에 대한 침입상황을 경계지역 외곽에 설치된 감지기에서 침입을 감지하여 그 정보를 경보 형태로 제공하고, 해당 경보를 통해 상황을 적절하게 대응할 수 있도록 하는데 목적을 둔다.

11) 김성태 외. "과학화경계시스템 운영 발전 방향". 「국방논단」. KIDA. 2023, pp.2.

감시시스템은 일반적으로 울타리 면에 각종 센서 등을 부착하여 동작하는 접촉에 대한 울타리 면을 감시하는 것을 방식으로 운용된다. 초기 감지시스템은 센서 케이블을 이용한 선 감지 방식이 대부분이었으나 기술의 발전으로 현재는 다양한 종류(센서 등)의 감지시스템이 개발되고 있다(김성태 외, 2023). 감지시스템은 센서가 작동하는 형태별로 선감지 방식, 면감지 방식, 공간감지 방식으로 분류한다.

일반적으로 선감지 방식은 울타리 면에 1~2개의 선 형태 센서 케이블을 설치하여 울타리 면을 감지한다. 선 형태의 센서 케이블이 설치되어 있지 않은 나머지 공간을 감지하기 위해 모든 선 감지 방식의 경우 진동감지방식을 기본으로 한다. 진동을 감지하는 특성으로 실제 비 인가자의 침입상황이 아닌 외부의 자연적 환경 또는 동물의 접촉을 통한 오경보가 자주 발생한다. 선 감지 방식은 설치가 간단하고 용이하며 설치 및 운용하는 비용이 저렴하여 널리 사용하고 있으나 오경보가 많다는 단점이 있다.

면 감지 방식은 울타리면 전체를 감지센서로 덮은 형태이다. 울타리면 내에 빈틈이 없기 때문에 진동을 감지하지 않는다. 대표적인 면 감지 방식은 장력 시스템과 광망시스템이 있다. 장력시스템은 울타리면 전체에 장력을 감지하여 누군가 침입을 시도할 경우 경보를 발생하는 형태이다. 초기에는 한 개의 센서를 수십 개의 장력 선으로 연결하였으나 산악지역에서 수십 개의 장력 선이 뒤틀리는 문제점이 발생하였다. 최근에는 장력 선에 각각의 센서를 부착하여 장력을 최소화하는 형태의 시스템이 개발되어 군 주요시설에 운용되고 있다. 광망시스템은 광케이블로 그물을 만들어 울타리 전면을 덮은 형태로 현재 GOP에서 운용되고 있다. 선 감지방식에 비해 비용이 많이 들지만 진동을 감지하지 않기 때문에 오경보가 적다는 장점이 있다.

공간감지 방식은 공간을 감지하여 무선센서를 이용하는 방식이다. 공간

을 감지하는 마이크로웨이브 센서와 선 형태의 적외선센서를 통합하여 설치한다. 최근에는 복합센서나 오경보를 줄이며 비용을 절감하기 위해 무선센서와 케이블센서를 혼합해서 사용하는 복합 센서들이 사용되고 있다. 이러한 능력에도 불구하고 무선방식은 유선보다 환경의 영향을 더 많이 받아 감지시스템에서 가장 중요한 오경보를 극복하는 데에는 한계점이 있는 것으로 보고되고 있다.

감시시스템은 다양한 영상정보를 활용하여 비인가자에 대한 침입을 감시하는 시스템(CCTV 등)이다. 설치된 CCTV 및 열화상 카메라 등 광학기기를 이용하여 현장과 이격되어 있는 지휘통제실에서 실시간의 영상을 보고 상황을 판단할 수 있도록 하는 시스템이다. 기본적으로 카메라 환각 내에서 공간을 감시하는 개념으로 운용된다. CCTV는 감지시스템과 같이 연동하여 활용되며 감지시스템이 동작하면 센서의 신호를 받아 동작한다. 최근에는 연구를 통한 AI 기능이 탑재된 지능형 영상감시시스템이 발전하고 있다. AI 영상감시시술은 영상처리기술로 이를 적용한 CCTV 시스템을 지능형 또는 AI CCTV라도 칭한다.

통제시스템은 감지시스템에서 온 경보를 바탕으로 감시시스템(CCTV 등)과 연동하여 현장 상황을 파악하고 현장 상황에 대한 분석, 대응, 경보 발령을 하는 통합시스템이다. 감지 및 감시시스템으로부터 들어온 데이터를 활용하여 상황 발생 시 실시간 현장의 상황을 파악하고 조치할 수 있도록 하는 시스템이다. 필요 시 경고방송 과 경계등 등과 연동하여 경계시스템의 모든 시스템을 하나로 통합 운영할 수 있도록 해야 한다. 모든 시스템에서 오는 정보를 바탕으로 상황분석, 대응조치, 지령 등을 할 수 있도록 한다.

2) GOP 과학화 경계시스템

GOP 과학화 경계시스템은 감시·감지·통제시스템으로 구성되어 있다.

감시시스템은 카메라를 활용하여 주간 그리고 야간에 감시를 실시하고 감지시스템과 연동하여 울타리를 통과하거나 월책을 시도하는 인원에 대한 감지, 경보를 발생한다. 통제시스템은 상황실로 감시 또는 감지 시스템에서 수신한 영상을 감시하거나 경보점수 및 조치하는 시스템이다.

GOP 과학화 경계시스템을 구축을 위하여 비인가자로부터 주요시설의 장비 등의 접근을 분석하여 상황 전파체계를 구축하였으나 높은 탐지 오류와 흑서기 및 흑한기시 장비 오류 고장이 발생하는 개선이 필요하다. 이로 인해 인공지능을 활용한 경계 작전체계 혁신 중이다. 기대효과로는 인공지능 등 첨단기술·장비를 활용하여 경계작전의 질을 향상시키며 감시병력을 절약하는데 목표를 두고 있다. 안개 등 악기상 및 계절별 작전환경 변화를 극복하고 오경보률을 최소화하여야 한다. 절약된 병력으로 교육훈련과 전투준비 등 여건을 보장하고 GOP 운용의 효율성을 제고한다.

감시장비시스템은 CCTV, AI 객체 인식이 가능한 중·근거리 카메라, AI TOD, 향후 다족 보행 로봇을 활용한 감시시스템이 있으며, 탐지시스템은 GSR, 근거리감시레이더, 수풀투과레이더가 추가가 되었으며, 향후 AI 융합 기동형 통합 경계시스템을 도입할 예정이다.

타격시스템은 KR-4·6, 박격포, 현궁, 원격운용 통제탄 등이 있으며, 향후 자폭드론(소형, 초소형), 대 드론타격체계, RCWS, 소총사격 무인항공기를 도입할 예정이다. 감시·탐지·타격장비를 AI 통합 관제 플랫폼에서 통제하며, 감지시스템은 철조망 감지센서(광망)을 활용하고 있다. 향후에는 무인지상감시센서를 활용할 계획을 가지고 있다. 차단으로는 철책(판망형)을 활용 중이며, 향후에는 미래형 철팩으로 6m이상의 차단과 센서, 카메라를 함께 설치하여 차단역할을 할 계획이다. 2023년 6월 육군에서는 시범운영개념(안)을 수립하였다. 국방혁신 4.0 육군 추진계획 별지#4 「AI기반 유무인 복합경계작전체계 구축 추진계획」에 GOP 대대 현행 경계작전에 영향이 없도록 별도의 FEBA대대 주둔지에 상황실 구축하여 전

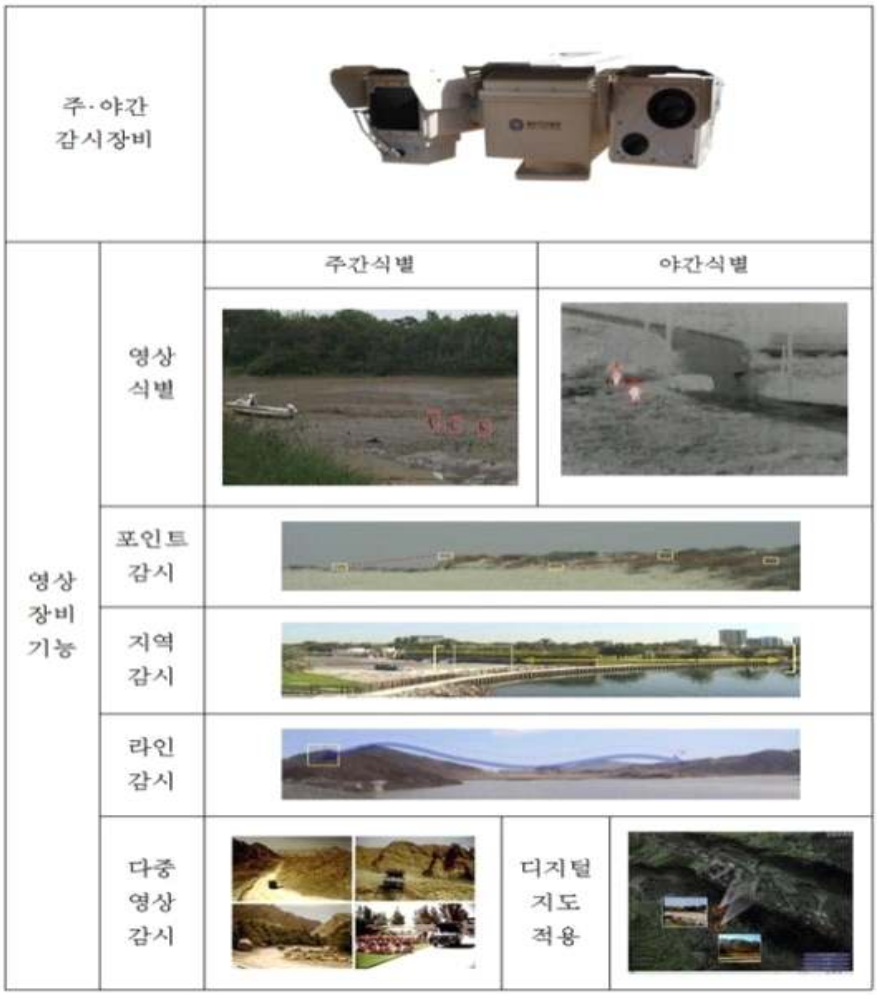
방 감시 영상을 전송받아 인공지능 하 감시를 할 수 있도록 계획하였다. 2023년 10월 시범중대가 지정되었으며, 주요시설 및 시스템 구축을 2024년 4월에 완성하였다. 경계작전센터를 신축하고 광케이블, 인공지능 통제 시스템 등 기반 체계를 구축하였다. 시험 운영에 임무는 인공지능을 활용하여 객체 인식 여부를 관제하여 학습용 데이터를 수집하는 임무이다. 인공지능 경계(감시) 시스템의 강점은 오경보 및 오류 감소로 신뢰도를 증가한다. 기존 화면상의 모든 움직임에 대한 경보가 있었지만 사람에 대해서만 경보하고 사람 외 동물, 벌레, 수풀 등에는 미경보한다. 카메라의 흔들림과 빛 번짐 시에도 경보가 있었지만 데이터 학습을 통해 수준을 향상하고 오경보를 최소화하기 위해 노력하고 있다. 또한, 오경보 처리에 많은 시간이 소요가 있었으나 인공지능이 자동적으로 개체를 확인하고 인식 후 사람이 확인하는 실 경보 위주의 처리를 하는 방식으로 전환하면서 시간과 병력이 절약됨과 동시에 피로도가 감소한 것으로 나타났다.

3) 해·강안 경계시스템

과학화 장비를 이용한 해·강안 경계는 복합감시체계를 이용한다. 복합감시체계란 적의 예상 침투로 상에 감시장비와 R/D, TOD(열상감시장비) 등 감시장비를 통합 운용할 수 있는 복합 감시체계를 의미한다(국방과 기술, 2015, p.432). 다양한 감시장비를 통해 해안선 일대의 경계활동을 한다. 감시장비를 운용하는 해안소초 상황실에서는 감시 장비를 원격운용이 가능하고, 카메라 등을 통해 전송되는 영상을 실시간으로 감시 및 녹화하며 탐지된 신호와 영상정보는 상황실로 전파하여 감시현장을 가시화하는 시스템이다. 이런 해안 복합감시체계의 개선을 위해 정부에서는 AI 융합 프로젝트의 과제를 공모하였으며, 그 일환으로 AI 융합 해안경비시스템 구축을 위한 연구 개발이 진행되고 있다. 전·평시 해안 지형에서의 정상적인 경계 임무에는 경계지역이 넓고 해안으로 침투하는 경우를 감지하고 차단하는 것이 가장 중요하다. 드론이 이러한 해안 경계에 인력이 수행할 수 있는 한계를 극복할 수 있으며 보다 정확하게 넓은 범위의 경계지원이

가능하다. 또한 Pop-Up형 화상시스템은 인간이 놓칠 수 있는 적의 움직임을 적시적으로 띄워주고 경계음을 통해 경고함으로서 효율적인 식별이 가능하도록 한다. 특히, 다중영상감시, 디지털 지도 적용, 파노라마식 감시화면 구성 등을 통해 경계의 효율성을 보장한다.

[그림2-6] 해강안 복합감시시스템 구성[12)]



* 출처 : 김정욱. "軍, 2014년까지 해안정밀감시체계 구축". 보고기사 발췌

12) 김정욱. "軍, 2014년까지 해안정밀감시체계 구축". 뉴스1. 2013. 09. 18. 보도기사. (https://n.news.naver.com/mnews/article/421/0000466957)

제 3 장 탄약보관시설 유형별 경계시스템

제 1 절 유형별 경계실태

육군에서 탄약지원업무를 수행하는 부대는 군수사령부 예하의 탄약지원사령부와 탄약지원사령부 예하 탄약창, 각 군단 군수지원여단 예하 탄약대대와 1군수지원사령부 군수지원단 예하 탄약대대, 사·여단 군수지원대대의 탄약소대로 구분할 수 있다. 각 제대별 역할 및 편성에 의해 탄약을 지원한다. 탄약지원사령부는 예하 탄약창들을 통제하여 탄약에 대한 저장 및 관리를 하고 전군에 대한 탄약을 지원하며, 탄약대대에서는 보유 중인 탄약과 추가적으로 탄약창으로부터 보급 및 적송 받은 탄약을 대상으로 저장하고 관리하며, 소요가 있는 부대로 탄약을 지원하는 업무를 한다. 사단과 여단의 군수지원 탄약소대는 탄약대대로부터 탄약을 보급받아 사·여단의 군수지원대대 탄약소대는 탄약대대로부터 탄약을 보급받아 사·여단의 소요부대로 탄약을 지원하는 방법으로 탄약부대를 구분할 수 있다.

탄약부대에서는 피지원부대가 필요로 하는 탄종과 수량을 안전하게 저장하고 유지하는 역할을 하여 유사시 적시 지원이 가능하도록 하여야 한다. 적시 적절한 탄약지원을 위해서는 탄약지원 간에 주둔지 방호 임무가 중요한 역할을 한다.

탄약부대장은 주둔지 내부에서 활동하고 있는 탄약부대와 경계부대의 경계 책임지역을 할당하고 경계병 및 초소 운용 등 경계와 관련된 제반사항을 통제하고 부대를 보호해야 한다. 지역책임부대와의 협조를 통해 적의 위협을 분석하고 취약점을 고려하여 전투력과 가용자산을 활용하여 배치하고 운용하는 등 전반적인 주둔지 방호계획을 수립하고 관리 감독해야 한다. 또한 적절한 방호대책을 강구하여야 생존성을 보장함으로써 피지원부대에 적시적이고 지속적인 탄약지원이 가능하다.

대부분의 탄약부대들은 넓은 지역을 관리하고 있으며 적에게 노출될 가능성 또한 크다. 탄약지원이 지속지원의 큰 부분을 차지하고 있어 주요 공격 목표로 선정되기 쉽다. 그렇기 때문에 생존성에 취약하며 적 항공기, 미사일, 포병화력 등 적 공격에 대하여 인원 및 장비, 탄약 등에 대한 방호는 필수적이다.

탄약부대는 주둔지와 탄약 저장하는 지역을 보장하기 위해 3지대 방호개념에 의해 방호[13]를 하고 있다. 핵심시설 외곽에서부터 제 1지대(경계지대), 제 2지대(주방어지대), 제 3지대(핵심방어지대)로 구분하여 주둔지 경계를 실시하고 있다. 각 종 감시장비와 병력, 화력, 장애물 등 가용수단을 하여 주둔지 방호를 실시한다.

3지대 방호란 주둔지 및 중요시설을 적의 감시 및 관측, 침투 및 공격으로부터 보호하기 위하여 핵심시설 외곽에서부터 1지대, 2지대, 3지대로 구분하여 경계하는 것이다. 1지대(경계지대)는 부대 및 탄약저장시설의 울타리 전방에서 적이 접근하기 전에 발견하여 경고 및 저지할 수 있는 지대이다. 적이 이동할 수 있는 예상 접근로 상에 위치하여 진지를 편성하여 운용한다. 2지대(주방어지대)는 탄약부대 내부 및 핵심시설로 침투하는 적을 결정적으로 거부하기 위한 지대이다. 부대 및 중요시설의 울타리를 연하여 편성하며 외부에서 내부로 들어오려는 적을 저지 격멸하는데 목적이 있다. 핵심시설은 부대 및 중요시설의 주 기능에 결정적인 영향을 미치는 시설로 3지대(핵심방어지대)는 주 방어지대의 종심을 보강하고 침투한 적을 최종적으로 격멸하는 지대이다.

---

13) 방호(Protection) : 이동 중이거나 정지한 부대의 전방, 측방, 후방에서 적의 지상관측, 직접사격, 기습공격으로부터 본대를 보호하기 위해 조기경고를 실시함으로써 작전반응시간과 기동공간확보를 목적으로 하는 경계방법, 결론적으로 적의 지상 및 공중공격으로부터 시설, 장비, 인원을 보호함으로써 작전지속능력을 보장하는 활동(야전교범 31-36 경계.)

1) 군단(군수지원여단) 예하 탄약부대

군수지원여단의 경계인력은 일반적으로 전투부대의 지원을 받으며 최소한의 수준으로 감소 편성하여 운영한다. 중대(－) 또는 소대(＋) 규모로 전투부대에서 인력 지원을 받아 경계작전 임무를 수행한다. 평균적으로 2~3개월 단위로 교대를 진행하고 있다. 탄약대대 인원들의 경계는 부대의 위병소와 소구경탄을 관리하는 특별관리 탄약고를 중심적으로 운영하고 있으며, 탄약작전으로 인해 경계작전임무는 극히 제한적이다. 경계 지원부대에서 대부분의 경계를 지원하고 있으며, 과학화 장비는 CCTV 중심으로 운영하고 있다. 새로운 과학화 경계시스템은 도입 추진 중이다. 새로운 과학화 경계시스템으로는 광학경계시스템과 장기체공 EO / IR 드론 등의 도입을 추진 중이다. 따라서 개인화기 외에 별도의 특별한 장비는 운영되고 있지 않으며 드론에 대한 방어는 인근지역의 방공망에 의존하고 있는 상황이다.

〈표3-1〉 군단(군수지원여단) 예하 탄약부대 현황

유형	유형#1	유형#2	유형#3	유형#4
경계 인력 수준	중대(-) 규모	소대(+)규모	소대(-)규모	소대(+)규모

2) 군수지원사령부 예하 탄약부대

군수지원사령부 예하의 탄약부대의 경계는 중대 규모의 자체적인 경비중대가 편성되어 있으며 추가적으로 인접 전투부대에서 경계지원을 받고 있다. 규모는 부대에 따라 약 90여명에서 140여명 정도 경계 작전 임무수행을 하고 있다. 능동형 CCTV 중심으로 운영 중이며 부대에 따라 비인가 드론을 이용하여 주기적인 탐색을 실시하고 있다. 경계 효율성과 병력 절

감을 위해 새로운 과학화 경계체계 도입을 추진 중이다. 편제된 개인화기 이외에는 장비를 미 운영하고 있으며, 인근지역의 방공망에 의존하여 자체 대드론 능력은 극히 제한적이다.

〈표3-2〉 군수지원사령부 예하 탄약부대 현황

유형	유형#1	유형#2	유형#3
경계 부대	자체 경비중대로 2개소를 나눠서 경계	자체 경비중대 1개소 + 인접사단 경계지원 2개소	자체 경비중대 1개소 + 인접사단 경계지원 1개소대(50여명) 1개소
경계 인력 수준	000 여명	000 여명	000 여명

3) 탄약사령부 예하 탄약부대

탄약부대별 경계 중대(1개 중대형, 2개 중대형, 4개 중대형)가 편성되어 경계작전을 임무 수행한다. CCTV 중심의 운영을 하고 있으며 새로운 과학화 경계시스템을 도입추진중이다. 개인화기 외 특별한 장비운영은 없으며, 인근지역의 방공망에 의존하여 자체적인 대 드론 능력은 극히 제한적이다.

〈표3-3〉 탄약사령부 예하 탄약부대 현황

탄약창	계	A	B	C	D	E	F	G	H	I
경계부대	18개 중대	1개 중대	4개 중대	2개 중대	2개 중대	2개 중대	2개 중대	2개 중대	1개 중대	2개 중대
경계 인력 (수준)	0,000 명	000 명	000 명	000명					000 명	000 명

제 2 절 현행 경계 시스템의 문제점

군수지원 여단과 군수지원단의 탄약부대는 인근 전투부대의 인력을 지원받아 경계작전 임무를 수행 중이다. 평균적으로 2개월 단위로 교대되고 있어 탄약부대의 경계지원의 안정성이 저하되고 있는 실정이다. 또한 경계지원부대의 인력 부족에 더해 부족한 인력을 각 부대에서 차출하는 경우 건제 단위의 운영 곤란으로 건제 유지를 통한 명령 및 생활화 체계가 상당한 영향을 받고 있다. 또한 탄약부대의 경계작전을 위해 2개월 또는 3개월 단위로 경계작전 임무를 수행할 경우 훈련을 할 시간을 염출할 수 없어 전투력 유지에도 상당한 제한사항이 발생하고 있다.

탄약부대의 경계의 문제점은 GOP와 같은 광통신망 기반의 과학화 경계시스템이 마련되어 있지 않으며, 인력과 능동형 CCTV 중심의 경계작전 시스템을 운용하고 있다는 점이다.

경계용 드론은 부대마다 차이가 있으나 평균 1일 1회 운용하나 현재 편제에 반영되어 있지 않고 있으며 인력과 장비운영에 어려움이 많다. 또한 체공 시간이 짧고 해상도 등이 낮아 감시 및 추격 작전에 제한적으로 운용되는 문제점이 있다. 적 드론에 대한 자체적인 방어 수단은 구비되어 있지 않으며 지역 방공망을 활용하는 관계로 드론 공격이 있을 경우 상당히 취약한 문제점을 가지고 있다.

제 3 절 과학화 경계시스템 도입 소요

탄약고 경계의 주 위협요인인 외부로부터 인력이 침투를 통한 탄약을 탈취하거나 손상뿐만 아니라 드론 공격에 의한 손상, 전시임무로의 전환에 영향을 미치는 위협요인 변화가 예상되는 속에서 경계작전에 대한 합참 차원의 지침의 변화가 필요하다. 또한 인력 중심의 경계작전 한계를 극

복하고 변화하는 적 위협에 대비하기 위해서는 첨단 경계시스템(과학화 경계시스템, 드론, 경계용 로봇, 기동 순찰방안 등)의 구축이 반드시 필요하다. 현재 이러한 변화에 가장 큰 제한사항은 예산이다. 그러나 현재 발생할 수 있는 비용의 상승보다 비용 편익을 고려한 정책 접근이 필요하다. 시스템 도입에는 시스템 유지를 위한 유지보수 비용을 함께 분석하여 판단할 필요가 있으며, 시범사업과 함께 비용 대비 효과성에 대한 평가를 거쳐 보다 합리적이고 효율적인 체계 도입이 필요하다.

인력 부족으로 인해 민간 아웃소싱 방안을 판단하였을 시, 소요되는 물리적, 제도적, 법적 조치 사항과 예산 소요 등이 판단되어야 한다. 또한 작전 상황 발생 시 군부대 지휘관과 민간 업체와의 상하 지휘관계와 세부적인 임무와 역할들이 구분되어야 할 것이다. 적용할 수 있는 법령 및 훈련에 대한 근거를 개정하는 소요가 있을 수 있고 민간 업체의 전·평시 경계임무에 대한 한계점 또한 분석이 되어야 한다. 탄약고 경계를 위한 개인의 장비 소지와 지휘통제체계 등이 필요하다.

탄약을 관리하고 있는 부대의 경계와 민간아웃소싱에 대한 부분은 외국의 사례분석을 통해 필요한 사항은 벤치마킹 할 필요가 있다. 주요 국가의 주둔지 및 탄약고 경계 작전의 차이점은 각 국가의 탄약고 시설에 대한의 외부의 위협, 주변 환경, 통합방위상태, 발전하는 과학기술, 예산 등에 따라 다양한 방법과 수준으로 탄약시설에 대한 시설 방호를 하고 있다.

탄약고 경계근무는 적·거수자, 드론 등의 침투와 탐지 거부활동을 한다. 이 모든 작전 활동을 위해서는 중앙 컨트롤 타워인 지휘통제시설이 필요하다. 구성요소는 CCTV 연동체계, 경계용 드론, 과학화 장비, 기타 지휘통제실 설치 공간 및 기본 스크린 등의 시설이 필요하다.

과학화 경계시스템 운용에 부합하는 감시-결심-대응 체계를 구축하여야 한다. 기존의 경계작전에서는 병력에 의한 감시가 주된 활동으로 울타

리 순찰, 작전지역내 예상 침투에 대한 확인 등이 주된 임무였다면 과학화 경계시스템에서는 인원에 의한 감시에서 장비에 의한 감시로 전환되어야 한다.

과학화경계시스템 운용할 수 있는 매뉴얼이 필요하다. 군은 규정과 지침에 의해 운용되며 경계작전과 다르지 않다. 매뉴얼은 관련 법령에서부터 각 군 규정과 각 부대 지휘관의 지침에 이르기까지 다양하다. 경계작전의 수행방법, 수행을 위한 장비, 장비의 도입, 장비의 사후관리, 인원의 운용과 관련된 전반적인 사항에 대하여 각 단위에 부합하는 규정과 각 부대 지휘관의 지침이 있어야 경계작전 임무수행이 가능하다(김태현 외, 2021).

제 4 장 탄약부대 과학화 경계시스템 발전방안

제 1 절 과학화 경계시스템 도입방향

감시시스템은 24시간 무중단 운영함에 따라 고장이 다수 발생하고 중거리 카메라는 노후화 되어 해상도 저하 및 열상카메라 고장이 빈번이 발생하고 있다. 이와 관련하여 열상 감시장비를 포함하여 성능개량을 추진할 필요가 있다. 최근기술은 지능형 영상 분석이 가능한 CCTV들이 국내에서 많이 출시되고 있다. 국내 기업들은 인공지능 기반의 영상 보안 솔루션을 적용한 지능형 CCTV를 개발하여 서비스하고 있으며 카메라 자체에서 지능형 분석이 가능한 엣지형 스마트 카메라에 대한 연구도 추진하고 있다(윤웅직 외, 2023). 이러한 장비들을 활용하여 기존의 오탐지, 오경보에 대한 문제점을 감소시킴으로써 경계작전의 효율성을 높일 수 있을 것으로 기대된다. 다중 복합 센서를 이용한 과학화경계시스템의 감시시스템은 카메라를 이용하여 책임 구역 등을 실시간 감시하고 침입 등의 상황이

발생 시 해당 지역의 영상을 실시간으로 전송하여 운용자가 신속하게 대응할 수 있도록 도와준다. 현재 운용되고 있는 대부분의 감시시스템은 영상의 변화를 인식하는 기술로써 이동하는 물체에 대한 자동탐지 기능을 카메라 등의 장비의 소프트웨어 개발하여 운용하고 있다. 단순한 영상변화를 인식하는 정도의 기술로 그림자 등의 주변 환경요인에 따른 신뢰도가 낮아지는 단점이 있다고 보고되고 있다(문승진 외, 2019). 따라서 주변 환경요인에 대한 탐지 신뢰도를 유지하는 지능형 영상분석 기술이 요구된다.

감지시스템은 책임 경계구역으로 침입을 시도하는 인원에 대한 조기발견, 경보 할 수 있는 장비이다. 경계시스템에 라이다 센서를 이용한 사전 감지시스템을 도입하여 관공서 등에 설치 운용함으로써 오경보가 감소하고, 3D 관제를 통해 정확하고 신속한 위치 공유가 가능한 감지시스템으로 발전하는 추세이다. 현재 군에서 운용중인 GOP 과학화 경계시스템은 광망시스템을 이용하여 인원의 침투를 감지하고 있다. 기존 시스템의 단점을 보완하기 위하여 충격 및 전파 감응시스템을 기본 감지시스템으로 적용하고 마이크로웨이브 및 적외선 복합 감지시스템을 이용하여 공간감지 능력을 보완하고 있다. 또한 근거리 접근을 사전에 감지할 수 있는 레이다 시스템을 추가하여 울타리로 접근하는 물체부터 식별하여 울타리 접촉하는 행위가 발생할 시 운용자에게 상황을 빠르게 전파되도록 설계되었다. 국방·군사시설기준 시설보안설비 설계 기준에서 울타리 침임 감지시스템은 외각 울타리(불록 담장, 펜스 등)로 침입을 시도하는 비인가자를 조기에 발견하고 경보 할 수 있는 장치로 정의 하였고 이를 바탕으로 과학화 경계시스템의 감지시스템의 역할에 대한 정의하였다(문승진 외, 2019).

통제시스템(모니터링시스템)은 상황실에 설치하여 감지 및 감시시스템의 연동과 장비들로 부터 획득된 데이터를 전송, 처리, 저장, 관리하는 등의 역할을 수행한다. 상황 발생 시, 실시간으로 상황 발생 지역의 상황을

도시하고 경보를 전파하고 효과적으로 조치할 수 있도록 한다. 이를 위해서는 감시시스템과 감지시스템의 정보의 통합과 연동이 중요하다. 이러한 통제시스템은 객체 탐지/추적, 객체 식별/분석 등이 가능한 AI 기반 지능형 경계시스템을 구축하여 불필요한 경보를 최소화하고 타 감시체계와 연동하는 방향으로 발전되고 있다.

AI는 데이터를 축적하고, 축적된 데이터를 분석하며, 딥러닝 하는 등 관련된 AI기술이 지속적으로 발전하고 있다. 이러한 발전은 산업 전반에 적용되고 있다. 딥러닝 된 인공지능은 대규모의 데이터를 기반으로 자동 학습하고 복잡한 문제 해결을 위해 사용되는 인공지능이다. 현재 군에서는 AI 기반 경계시스템을 구축하기 위해 학습데이터를 수집하고 적용하여 운용할 예정이다.

오늘날의 과학기술은 놀라울 정도로 발전하였다. 이러한 과학기술의 발전은 군 조직에도 많은 변화가 있다. 무인 무기체계에 대한 연구개발은 국방과학기술 발전에 중요해지고 있고 연구의 필요성이 극대화 되고 있다. 보다 자율적이고 정교한 무인 무기체계를 만들어 내는 것에 대한 경쟁은 치열할 것으로 예상된다.

미래 전장 환경에서 특히 각광받는 분야는 바로 드론 전술이다. 현재 개발된 드론의 기술력은 탑재된 카메라 등의 감시장비를 활용하여 정확하게 관측이 가능하다. 관측된 영상을 실시간 전송하여 지휘통제실에서 적시 적절한 판단을 내릴 수 있으며, 판단을 바탕으로 군집드론의 정밀타격이 가능하다. 또한, 상대적으로 적은 비용으로 고가치 표적을 타격할 수 있어 광범위한 표적에 대하여 동시타격이 가능하다. 이를 활용하여, GOP와 비무장지대 일대는 감시자산 등을 활용하고, 병력이 직접 투입하여 비무장지대를 수색 및 매복이 가능하다. 하지만 미확인된 지뢰 지대 등의 장애물로 인해 실제 병력의 수색 및 매복지역은 제한적이다. 이런 문제점은 드론 정찰을 통해 극복이 가능하다. 병력이 실제 투입하지 못하는 지역에

대해 드론을 통한 탐지가 가능하며 필요시에는 드론을 활용하여 즉각적이고 적절한 대응을 할 수 있다. 후방지역 작전 간에도 드론을 활용하여 다양한 전술을 유용하게 활용 할 수 있다. 북한군은 전쟁 발발 시, 수많은 특수전 부대를 아군 후방에 침투하여 우리 군의 주요시설에 대한 정찰 및 타격하고 주요 인원에 대한 사살, 테러 등의 임무를 수행하게 될 것이다. 이러한 북한 침투부대는 소규모로 은밀하게 수행되기에 병력이 직접 투입해서 찾아내는 것은 어렵다. 과거 대침투 작전의 사례를 보더라도 수많은 시간과 인력이 필요하고 노력이 필요하다는 것을 알 수 있다. 이러한 상황에서 다수의 군집 드론을 운용하면 적에게 작전활동의 제약을 느끼게 하고 위축되게 만들 수 있다. 또한 드론의 향상된 감시 정찰 능력을 바탕으로 신속하게 적을 탐지할 수 있다. 탄약부대에서도 드론을 활용한 감시가 필요하며 드론과 더불어 로봇 감시체계의 도입이 필요하다.

한국군의 해외 파병 PKO 부대를 비롯하여 각 국은 로봇체계를 경계작전에 많이 활용하고 있다. 대표적인 것이 아래 [그림4-1] 에서 보는 바와 같이 a) 대 드론 탐지체계, b) 대 드론, c) 차륜형 견마로봇, d) 차륜형이다. 그러나 현재의 탄약고 지형과 각종 로봇의 기술 수준 및 가용 예산 등을 고려하였을 때 중·장기적인 차원의 도입계획을 수립하고 시행할 필요가 있다. 주 접근로의 센서 기반 경계시설, 드론 등을 구비할 필요가 있다. 미군과 같은 분쟁지역 경계수준 장비는 예산 상승, 타 시설 경계수준, 국내 기술수준 도로망 등을 고려 시 순차적인 구비와 활용이 필요할 것으로 판단된다. 그러나 대부분의 탄약저장시설이 적의 포병공격 등을 고려하여 고지를 연한 지형에 시설이 위치하고 있고 내·외부의 순찰로가 확보되지 않은 관계로 견마로봇 등의 사용이 제한될 수 있다. 따라서 장비 도입을 검토하는 동시에 지역 내 무인장비가 이동을 할 수 있도록 순찰로 건설이나 다족형 로봇의 운용을 함께 고려해야 할 것이다.

[그림4-1] 로봇감시시스템 도입

장비의 운용과 함께 고려해야 할 것이 각 장비가 수집한 정보를 실시간 확인하고 대응할 수 있도록 하는 지휘통제실의 구비이다. 현재 군은 능동형 CCTV 운용을 위해 지휘통제실 내 화상시스템을 구비하고 있으나 각종 센서, CCTV, 드론 및 경계로봇, 인력 활동을 통합 감시 및 통제할 수 있는 수준으로 지휘통제실 기능의 보강이 필요하다.

이러한 문제는 단순히 기술적인 문제를 떠나 보안과도 직결되는 문제가 있다. 만약 군이 이를 운영하는 것이 아니라 민간인력의 지원을 받는 경우 출입제한 지역에 민간인을 운영하는 것이 적절한가에 대한 논란이 있을 수 있기 때문이다. 따라서 군무원 직렬을 보강하고 이를 군에 도입하여 운영하는 방식을 함께 검토할 필요가 있다.

지휘통제실은 현재 행정안전부 시설과 지자체 등에서 공공시설 이용자의 안전을 위해 많이 사용하는 시각지능 딥뷰 기능을 구비한 상황실 구조로 구성되어야 할 것이다. 설치 및 운용되는 자산이 모두 디스플레이 될 수 있고 센싱될 수 있는 지휘통제 시설의 설치가 필요하다.

제 2 절 경계 요소별 경계시스템 발전방안

1) 민간 인력과 병력이 통합된 경계방법

한국은 급격한 출생률 저하로 인해 사회 전반에 어려움이 발생하고 있으며, 군도 이러한 영향으로 현존 부대를 재편하거나 인력을 감소 운용해야 하는 어려움에 직면하였다. 특히, 2034년 제 2차 인구절벽에 대비하여 육군이 추진하고 있는 인력조정계획은 정상적 임무 수행에 어려움을 겪고 있는 군수부대 운영에 상당한 타격을 줄 가능성이 있다. 병력 부족에 대비하여 군사전략과 작전개념의 변화, 부대구조 수 최적화, 첨단기술 군으로의 변화 등의 다양한 방법이 있으나 국가의 총체적 안보 역량을 활용하는 민간아웃소싱도 하나의 방법이다.

탄약고 경계에 관련된 민간 아웃소싱 외국의 사례를 분석하고 경계를 제공해주는 기업에 대한 비용편익 판단 등을 통해 국방부 및 국회의 법·제도·예산 지원이 필요하다. 군 임무의 민간 아웃소싱을 위한 국방부 법안 마련, 군사시설보호법령의 개정소요가 있을 것이며, 비용 편익에 기초한 추가 예산 소요가 있을 것이다. 탄약부대의 경계지원 민간 아웃소싱과 관련된 법령은 국방개혁법내의 일부조항(제 13조, 14조)을 준용할 수 있으나 명확한 법령이 아직 마련되어 있지 않아 정책 결정과 지침 등을 통해 우선시해야 할 것이다. 탄약 저장시설이 국가보안 목표 '가, 나'급 시설에 준한다는 점을 고려하여 탄약고 경계지원 민간인력 운용 규정은 국가보안 목표 '가', '나'급에 준하는 법령과 지침 등을 준용할 필요가 있다.

탄약부대의 경계를 민간 아웃소싱하여 민간 인력과 병력이 통합된 경계방법에 대해 다음과 같이 작성하였다. 탄약부대는 각 부대별로 경계지역(경계 울타리 : 5~30, 면적 : 부대별 약 50~360만 평)의 크기를 고려하여 경계병력 뿐만 아니라 과학화 경계시스템 구축을 운용을 함께 고려해야 한다. 경계 위협 요인으로는 외부로부터 침투하는 인력으로 인한 탄약의 탈취 및 손상, 드론으로부터의 공격에 의한 손상, 기타요인 중 탄약의 안전한 보관 및 전시 임무 전환에 영향을 미칠 수 있다. 경계를 위한 개인의 장비 소지와 군과 민간 업체와의 지휘관계와 한계, 군 시설의 민간인력 경계에 필요한 법적 근거 유무와 보완방향, 지휘통제 체계구축 등 선행되어야 할 사항들이 많다.

중요시설 경계 작전은 적 또는 불손분자의 침투나 파괴행위를 3지대 방호개념을 적용하여 사전 탐지·식별하여 경계현장에서 차단 및 격멸하는데 있다. 지상 및 공중위협에 대비하여 과학화된 탐지 및 타격장비를 운용하고 무인 비행장치는 탐지, 소프트 킬 무기(재밍, 스푸핑)를 활용하여 제거한다는 것을 기본 개념으로 하고 있다. 적 타격에 의해 치명적 타격이 예상되는 시설의 경우 통상적 3지대 방호개념을 탈피하여 1·2지대는 기동순찰, 울타리를 중심으로 하는 경보·감시체계로 대체하여 인력을 운용하고 3지대는 핵심 노드를 중심으로 방호 전력을 배치·운용하는 것을 원칙으로 한다. 특히 인력은 위병소 출입 통제 및 기동타격 임무에 집중 운용한다.

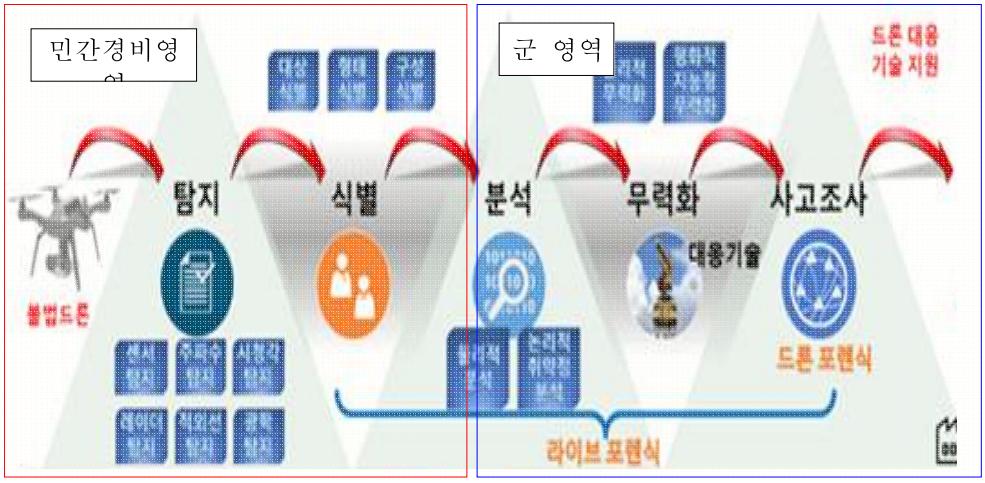
주요 국가의 주둔지 및 탄약고 경계작전은 다음과 같다. 미국의 분쟁지역의 시설경계는 주둔지 울타리로부터 시작되는 것이 아니라 수동 및 원격 조정되는 지상 및 공중 IED(Improvised Explosive Device)공격과 사이버 공격 등을 고려하여 계획한다. 주요기지의 경우 위성을 통한 시설 방어체계를 가동하고 경계 임무수행 민간아웃소싱의 경우에는 위병소 출입자 관리 및 울타리 경계, 관제·순찰, 시설 정비 등의 임무를 부여한다. 영국군의 경우 미군의 경계지역 방호 개념과 유사하나 위성을 사용하는 것은 식별되지 않는다. 드론과 탐지장비 고도화를 통해 IED의 공격을 방호

한다. 민간아웃소싱의 경우 미군과 같이 총기를 휴대하며, 정문 출입자 감시부터 순찰 및 초동조치 수준의 임무를 부여한다. 한국은 일부 해외파병 부대의 경우 IED 방호체계를 갖추고 있으나 군 인력과 드론 자산을 주로 활용하고 있으며, 국내의 경우 거수자의 영내 침투 거부, 드론 등 북한의 탐지 자산 식별 및 보고 등에 초점이 맞춰 있다. 현재 군부대 경계에 대한 민간 아웃소싱의 사례는 없다. 각 국은 시설에 대한 위협적인 환경, 지역 통합방위상태, 과학기술의 발전, 예산 등을 고려하여 다양한 방법·수준의 시설 방호체계를 구축하고 있다.

탄약 저장시설에 대한 북한의 군사적인 위협은 정찰 및 탐지 중심으로 이루어질 것이며 자폭 드론·미사일 등의 공격은 전쟁 발발이전에는 이루어지지 않을 것이며, 타격자산의 배분 우선순위가 낮을 것이다. 민간에 의해 이루어지는 탈취 및 손상 등은 제한적일 것이며, 방화를 제외한 탄약의 탈취 등의 위해행위는 소구경탄약에 국한 될 것이다. 합동 경계작전 지침에 근거 할 때 민간기업에 의한 경계는 정문 출입자 관리, 1·2지대를 연한 기동순찰과 다양한 경보·감시 체계 등을 통해 적 또는 불순분자의 침입을 방지하는 임무를 수행하게 될 것이다.

인력의 인력과 군경계의 역할은 다음 [그림4-2]과 같다. 민간 경비인력이 탄약고 외곽에 대한 거부적 경계와 이상 상황(침투 흔적 등)을 실시간으로 확인하고 상황 발생 시에는 군부대에 보고하고 수색하는 임무를 수행한다. 군에서는 발생한 상황에 대한 분석과 무력화를 실시하고 사고조사 등을 한다. 또한 민간경비인력들은 거수자 등이 영내 진입 시에는 물리적 거부 및 초동 진압조치를 시행하며, 드론 및 거수자에 의한 지역탐지 활동 인지 즉시 군부대로 보고한다. 거수자 등에 의한 경계시설 파손 방지 및 진입 시 초동 진압, 경찰 인계 등의 조치를 하며 드론 등 시설 탐지 활동으로 판단되는 제반 위협을 식별하고 군부대의 조치가 가능한 경계를 실시한다. 또한 각 종 감시 장비와 인력 운영을 관리 및 통제 할 수 있는 지휘통제실을 운영하는 인력의 역할이 있다.

[그림4-2] 경계근무의 민간 경비와 군 임무 구분



이러한 임무수행을 위해서 민간 경비인력들이 구비되어야 할 장비는 다음과 같다. 개인은 일반 경비 수준의 장구류(가스총, 3단봉, 결박도구 등)를 휴대하고 특수상황을 고려하여 1차 진압장치(테이저건 등)를 비치한다. 주한 미군과 원자력 발전소가 경계 인력에 실탄과 총기를 사용할 수 있도록 한 것과 달리 국내 대부분 경비업체는 「총포, 도검, 화약류 등의 안전관리 관한 법률」에 따라 비 살상 장비만 사용이 가능하다. 순찰을 위한 차량이 필요하며, 군부대 설치 감시 장비 외, 감시 공백을 메울 수 있는 보조 수단으로 운영된다.

군과 민간기업과의 지휘관계는 계약 조건의 근거가 된다. 민간기업과 군의 지휘 및 명령관계는 계약 관계에 기반한다. 현재 인천공항, 남동발전소 등의 민간기업 경계의 경우 탐지 및 식별, 초동조치는 민간 경비업체가 실시하며 군 또는 경찰인력 도착 시 신병 또는 사건 현장을 인계하고 있다. 군의 경계 책임은 지휘관에 있다는 점을 고려 시 민간 경계의 임무는 다양한 경계수단을 통해 적 또는 불순분자의 접근을 방지·거부하기 위한 탐지 및 식별, 초동조치에 초점을 맞출 필요가 있다.

경계 인력은 경계지역의 크기·지형(사각지대, 순찰 용이성 등)과 기술 기반의 경계수단의 가용성에 따라 달라진다. 경계는 일반적으로 출입자 감시, 순찰 등의 활동과 상황실 모니터링으로 구분되며, 활동 유형에 관계없이 3교대 방식의 근무를 편성 시행한다. 탄약 부대의 규모에 따라 크게 2가지 유형으로 판단하였다. 첫 번째로는 미군기지와 남동발전소 등의 경계방식을 활용한 27명~30명 규모의 인원이다. 위병소 근무를 통해 부대로 출입하는 인원에 대한 통제와 10개 이내의 경계초소와 순찰 중심의 활동을 한다. 경계 인력은 7명 1개조이며, 상황실 근무인력은 2명 1개조로 편성하여 3교대 근무를 한다. 군에서 설치된 능동형 CCTV와 정기 순찰을 통해 경계 임무를 수행한다. 위협정보 접수 시에는 초소 경계방식을 혼용하여 임무 수행한다. 두 번째로는 인천공항과 원자력 발전소 등의 경계방식을 활용하여 180명~4,000명 규모의 경계작전이다. 위병소와 20여 개의 경계초소를 운용하고 순찰을 병행한다. 드론 등의 보조 수단을 통해 경계력을 보강한다. 경계인력의 구분은 총괄반장이 1명이 있으며, 3~5개 지역 7명 단위의 근무와 상황실 인력 3명 일개조로 편성하여 3교대 근무를 편성한다. 운영지원인력 3~6명이 정비, 장비운용요원 등으로 편성된다.

군 경계 임무의 민간아웃소싱 조건의 충족 방안이다. 국방부 법안을 마련, 군사시설 보호 법령 개정소요 판단, 비용편익에 기초한 추가 예산 소요 판단, 국민 지지를 받기 위한 커뮤니케이션 전략이 필요하다. 군 경계 임무의 민간 아웃소싱계획을 구체화 하여 시범사업을 추진하여야 하며, 시범사업에 대한 결과 평가 등을 통해 문제점을 보완하고 이에 따라 2차 시범사업을 시행하는 방식으로 민간아웃소싱을 군의 특성에 맞게 조정하고 확대해 나가야 할 것이다.

2) 다중 복합 센서를 활용한 감지 및 탐지방법 강구

감지시스템은 중요시설 경계구역 범위내로 비인가자 또는 침입자가 불

법침입을 시도하는 경우 보호 대상 시설물 보호를 목적으로 조기 발견, 경보, 침입 위치 확인을 할 수 있는 감지시스템으로 다양한 센서와 감시 시스템과 연동을 이용한 시스템이다.

현재 군에서 운용중인 GOP 과학화 경계시스템은 광망시스템으로 광망 컨트롤러 및 광통신 변환기, 그리고 광섬유를 망사형태로 기존 펜스에 고정시키고, 광망 끝 컨트롤러에서 광파를 보내고 다른 끝을 통해 다시 컨트롤러로 입사되면 출력 측 빛의 양과 입력 측 빛의 양의 변화를 감지하여 광케이블의 절단과 휨을 감지하는 원리이다. 광망시스템은 비와 바람의 영향으로 인한 잘못된 경보가 거의 없다는 장점이 있으나 광망제작 설치에 많은 시간과 비용이 든다는 단점이 있다(서울신문, 2020).

광망센서를 활용한 감지센서는 도입 후 야생동물 및 기상의 영향을 받아 오작동이 다발하는 등의 문제점이 도출되었다. 광망 센서의 오류는 2016년부터 2020년 동안 최전방의 GOP 철책 과학화 경계시스템은 광망센서의 오작동에 따른 오경보로 인한 현장 출동이 1만 2,190건 중 강풍 등 기상이변이 4,100여회(34%), 광망신호센서 오작동이 3,290회(27%), 동물에 의한 오감지가 2,300여회(19%) 발생되어 현장 출동이 없었던 경보 포함 평균 4분 30초마다 출동상황이 발행하는 문제가 노출되었다(이성호, 2023).

기존 시스템에 대한 단점을 보완하고 군의 요구충족사항을 위해 충격 및 전파를 활용한 감응시스템을 기본 감지시스템으로 적용하고 마이크로웨이브 및 적외선 복합 감지시스템을 이용하여 공간감지에 대한 능력을 보완할 필요가 있다. 또한 근거리 접근을 감지할 수 있는 레이더 시스템을 추가하여 울타리로 접근하는 물체를 식별하여 울타리 접촉 및 비정상적 행위 발생 시 빠르게 상황 전파 할 수 있도록 설계하여 운용하여야 한다.

감지시스템의 적용 가능한 센서는 PIR, AIR, MW, 영상, 전기장, 장력,

광섬유, 지진파, 음향 센서 등으로 종류가 다양하다. PIR 센서는 감지 영역 내에 있는 침입자에게서 발산하는 파장의 원적외선을 감지하는 센서로 투광부는 없고 수광부만 존재하여 수동형 센서라고 한다. AIR은 투광부와 수광부가 함께 존재하며, 투광부에서 파장의 근적외선이 발사되어 수광부로 입사하여 침입자가 통과 시 순간적으로 수광부의 신호가 끊기게 되면서 침입을 감지하는 센서이다. 마이크로웨이브(Microwave, MR) 센서는 침입자가 투광부와 수광부 사이의 마이크로웨이브가 있는 영역으로 침입하게 되면 마이크로웨이브 특성의 변화로부터 침입을 감지하는 센서이며, 정전기 센서는 울타리에 정전기 감지 강선을 설치하여 침입자가 강선에 근접하거나 접촉하게 되면 강선의 정전기가 미세하게 변화하는 것을 이용하여 침입자를 감지하는 센서이다. 진동 센서는 침입자가 펜스를 흔들거나 월책, 절단 할 때 발생하는 진동을 감지하는 센서이다. 지진파 센서는 펜스 진입부의 지하에 매립하여, 그 앞을 지날 때 발생하는 진동 패턴으로부터 침입을 감지하는 센서 이다. 그리고 자력식 센서는 땅 아래 매설하여 설치하는 방법은 동일하지만 외부 발생하는 자기장의 변화로부터 침입을 감지하는 센서이다.

감지시스템에 주로 사용되는 센서는 장력(절단·매달림 등의 물리력), 전자기(자성체 유도기전력 발생), 적외선(송수신 관선 변화량 감지)센서 등이 있다. 이 중 앞서 제시되었던 야생동물 및 기상 등의 외부환경에 무관하게 강자성체에 대해 반응하는 특성을 활용한 자기센서가 가장 적합하다고 판단된다. 자기 센서는 접촉·절단만을 감지할 수 있는 특성을 보완하여 적의 예상 접근로와 감시 취약지역 내의 일정 범위를 보완하여 적용할 수 있다. 자기 센서의 기본 원리는 전류가 흐르는 도체 주변에는 자기장이 형성되고 자기장이 형성된 공간에 자성체가 존재할 때 자기장이 변화한다는 것이다. 이러한 자기 센서의 경계 감지시스템에 적용하여 경계보완에 더해 자동화·무인화·네트워크화가 예상되는 미래 경계분야에서는 다양한 작전형태에 적용이 가능할 것이다.

또한 앞서 언급하였던 다중복합 센서를 이용하여 탄약부대의 경계시스템의 탐지 시스템에 적용 방법은 다음과 같다. 진동형 센서와 마이크로웨이브 및 적외선을 활용한 복합 센서는 고장 및 절단되었을 시 해당 구간만 감지 할 수 없으며, 해당 구역에 대한 센서 장비 교체만 하면 정상적으로 감지가 가능하여 센서 고장으로 인한 경계 공백을 최소화 할 수 있다. 또한 각각의 센서 상태를 통제시스템으로 전송하여 상태 모니터링과 함께 신속한 장애 예방과 대응 등이 가능하다.

추가적으로 레이더 센서를 활용하여 스캐닝 빔이 없는 다중 빔 기술을 통해 경계 책임지역에 대한 지속적인 감지와 실시간으로 목표물을 추적이 가능하다. 울타리로 접근하는 적을 인지하고 이동방향 등을 실시간 확인할 수 있다. 레이더 센서는 울타리로 접근하는 인원 및 물체에 대해 사전에 경보 할 수 있도록 울타리에 레이더 센서를 설치하여 활용한다. 감지거리를 설정하고 철조망에서 감지거리만큼 떨어진 지점에서 거수자를 확인한다. 레이더 센서는 울타리를 직접 침투하는 비인가자를 탐지하는 목적이 아닌 일정한 거리 범위로 접근 시 사전에 경고하고 위험 상황을 미리 알려주기 위한 사전 감지로 운용되는 장비이다.

탄약부대의 표준 울타리의 상단에는 Y지지대를 이용한 윤형 철조망과 가시 철선이 설치한다. 마이크로웨이브 센서는 철조망의 Y지대에 철조망 방향과 평행하게 설치되어 비 인가자가 사다리 등과 같은 구조물을 이용하여 월책을 하는 경우를 감지할 수 있도록 대비한다. 마이크로웨이브와 PIR의 복합 센서를 설치하여 철조망 전방 1m 이내 접근 시, PIR이 먼저 감지하게 되고 센서가 설치된 높이에 물체의 움직임은 마이크로웨이브 센서로 감지되면 해당 감지된 정보를 통제시스템으로 전송한다. 해당 정보를 통해 통제시스템이 경보를 발령하게 된다. 울타리 상단과 하단 전체를 감지하여 비 인가자의 울타리 통과를 감지할 수 있도록 해야 한다.

기존 과학화 경계시스템의 오경보 및 오탐지율을 줄이고 침투 상황을

실시간으로 확인하여 효과적으로 차단할 수 있는 다중 복합 센서를 활용하여 탄약부대의 경계시스템을 도입하여야 한다. 레이더 센서를 통해 적을 사전에 탐지하고 진동형 센서를 통해 울타리의 접촉을 탐지할 수 있어야 한다. 마이크로웨이브 및 PIR 복합센서를 활용하여 울타리 전체에 대한 감지가 가능할 것으로 판단된다. 이는 경계작전에서 신속하게 상황 대처 및 전파가 가능하고 영상 개선 기능을 적용하여 열악한 기상상황 조건 속에서도 감시 및 상황인지가 가능하도록 해야 한다. 현재 운영 중인 과학화경계시스템은 적은 비용으로 설치 및 유지보수가 가능하고 장비 고장으로 인한 경계 작전의 공백을 최소화 할 수 있도록 하여야 한다.

3) 드론과 CCTV를 활용한 경계시스템

과학화경계시스템을 운영하면서 가장 빈번하게 발생하는 고장으로 철책의 감지센서의 절단과 CCTV 고장이 있다. 두 가지의 문제를 해결하기 위해 드론과 지상로봇을 활용하여 기능 고장을 해소하는 시간까지 임무를 대처 할 수 있도록 경계작전에 운용한다. 철책 절단 시에 해당 구간에 지상형 경계로봇이 위치하여 근처를 경계하여 감시공백을 대신할 수 있으며, CCTV의 기능고장이 확인되면 해당 CCTV가 있는 부분에 드론이 위치하여 감지 및 감시를 한다. 드론과 지상 경계로봇은 임무를 대체하는 뿐만 아니라 사각지대에 대한 감시 목적으로도 활용 가능하다. 다음은 탄약고 경계에 적용하는 드론을 활용과 CCTV의 기술발전으로 탄약고 경계에 적용하는 방안에 대해 작성하였다.

가) 드론을 활용한 경계시스템

국립국어원에서는 드론을 '조종사가 탑승하지 않고 무선전파 유도에 의해 비행 및 조정이 가능한 비행기나 헬리콥터 모양의 무인항공기'로 정의하고 있다. 최근에는 드론이 상업용 혹은 취미용 분야에서 대중적인 인기를 만들면서 민간 목적으로 보편화 되고 있지만 처음에는 군사용 목적으

로 개발되었으며 현재에는 일반인들에게 무인기나 무인 항공기 전체를 뜻하는 것으로 통용되는 실정이다. 드론은 운용 주체에 따라서 군용 드론과 상용드론으로 구분할 수 있으며, 군용 드론은 정찰용, 전자전용, 기만용, 공격용, 통신 중계용 등의 목적에 따라 분류할 수 있다. 드론을 군사용, 특히 경계목적으로 활용하고 있는 국외 사례는 아래와 같다.

영국군의 해안경비(HM Coast guard)는 해안경비를 목적으로 드론을 활용하고 있다. 해안선을 따라 순찰을 진행하고 있으며, 10시간 동안 최대 5.5Km의 상공을 순찰하면서 최대 200Km 범위 내에서 일어나는 일들을 감지하고 각 종 정보를 지상에 있는 해안 경비 요원에게 전달하고 있다. 이 드론을 통한 순찰은 악천후나 밤에도 실시간으로 경계까지 가능한 장점을 가지고 있다. 미군은 2차 세계대전과 월남전을 계기로 조종사 손실 방지와 구출을 위한 특수부대 투입 등의 목적으로 UAV를 연구개발 시작하였다. 현재는 육군, 해군, 공군과 해병대에 걸쳐 전략 및 작전에 드론을 운용하여 전력화 하고 있으며, 최근에는 실효성이 입증되면서 개인 병사가 휴대하는 소형 드론까지 운용하는 추세이다. 미군의 드론은 주로 정찰용으로 체공시간이 25분에서 5시간 30분까지 매우 폭넓게 활용되고 있다. 특히 중대급에서 운용하고 있는 초소형 무인기(Black Hornet)나 대대급에서 운용하는 저고도 소형무인기(RQ-11 raven)는 정찰을 위한 목적으로 운영고도가 200m 이내이고 작전방경이 최대 16Km 까지 되고 있어 경계와 같은 정찰 임무에 적합하다. 이스라엘은 세계수준의 항공전자 기술력을 가지고 있다. 이러한 항공기술을 바탕으로 드론분야의 세계 최고의 기술력을 갖추고 있다. 국영사인 IAI社 와 Elbit社를 중심으로 미국을 비롯한 전 세계 42개국 이상에 1,000여대 이상 수출을 통해 미국과 대등한 영향력을 행사하고 있다(윤상윤, 2018). 중대급과 대대급에 정찰용 드론을 운용하고 있으며, 운용 고도가 300m 정도이고, 운용시간도 30분에서 3시간으로 정찰용에 적합한 드론으로 볼 수 있다. 외국 사례를 바탕으로 우리나라도 2020년부터 드론을 경계에 배치하기 위해 4차 산업의 최첨단 기술이 장착된 제품을 도입하고 있다. 이처럼 우리 군은 경계를 강화하기 위

해 드론을 도입하는 등의 다양한 노력들을 하고 있다.

드론은 생존성, 운용성, 안정성 측면에서 활용가치가 높고, 비용 대비 효과도 높아 경계에 다양한 임무를 수행 할 수 있다. 드론은 R/D에 잘 잡히지 않고 군사용 무인항공기에 비해 유지비용 등이 적게 든다. 최악의 경우 격추되더라도 경제적인 부담이 적으며, 인명손실도 없다. 무인항공기는 1.2Km 이상의 넓은 활주로가 필요하지만 드론은 어디서나 운용이 가능하고 단기간의 조종훈련을 통해 운용요원이 임무수행이 가능하다. 동절기, 혹서기 등 기후조건이 열악한 상황에도 드론을 이용하여 경계지역 범위까지 경계가 가능하고 실시간 모니터링과 영상저장을 통한 사후분석이 가능하기 때문에 악 조건 상황에서 경계 인력의 대체 활용이 가능하다. 또한 경계를 운용하는 인력을 최소화하는 반면 다양화해서 경계 수준을 향상시킬 수 있다. 적과의 교전은 최소화하면서 드론을 통한 감시로 적의 동선과 동향을 살필 수 있는 장점이 있다. 이렇듯 군사용 드론은 전투원들을 대체하여 시간 및 노력과 비용 절감, 위험의 회피, 정찰, 공격, 표적 및 기타 임무를 완벽하게 수행할 수 있는 장점이 있다. 또한 근대적 군사혁신의 동력이 될 수 있으며, 유인 전투체계 중심에서 무인전투체계 중심의 '하이테크 전력'으로 전환하는데 필요한 군사적 가치를 지니고 있다.

전·평시 정상적인 경계 임무에는 넓은 경계지역 침투하는 경우를 감지하고 차단하는 것이 중요하다. 드론은 이러한 인력이 수행할 수 없는 한계를 극복할 수 있으며 보다 정확하게 넓은 범위 경계지원이 가능하다. 위와 같은 드론을 활용한 경계운용 특징을 고려한 드론의 성능 제원을 제시하면 다음과 같다. 첫째, 이동속도이다. 드론 기술의 발전으로 이동속도는 빨라지고 있으나 경계용 드론(정찰용)의 경우 특성상 영상화질에 영향이 없을 정도의 운항 속도 확보가 중요하다. 둘째는 운용시간이다. 현재 민간분야의 드론은 30분 이상의 비행이 가능한 기술 수준이다. 하지만 경계작전의 드론은 정교한 영상장치와 이를 상황실로 정보를 보내는 특징들이 있어 상용드론에 비해 무거울 것으로 판단된다. 전원은 가급적 배터리형

이나 엔진형보다는 이 두 가지 특징을 갖추고 있는 하이브리드 형이 적합하다. 하이브리드 형은 기체구조의 복잡성 등이 단점이 있지만 최근 대한항공에서 경계에 적합한 하이브리드 드론을 개발하여 납품한 사례가 있다. 기존 배터리 타입의 드론은 30분 이내의 운영시간을 2시간 확대하여 운용이 가능하게 개발하였다. 또한 경계 임무 중 엔진의 이상 발생으로 인해 경계 실패를 대비하여 배터리만으로도 비행할 수 있도록 동력원을 이중화하여 경계 임무수행에 신뢰도를 향상 시켰다. 이 드론의 제원은 보면, 비행 고도를 500m로 높이고, 최대 비행 속도는 시속 72Km, 운용온도는 -20～45℃ 사이의 범위에서도 정상 작동할 수 있도록 성능을 개선시켜 경계를 위해 필요한 외부 환경적, 운용적인 요인을 충족시켰다. 셋째, 영상장치의 성능이다. 경계용 드론은 촬영 화면을 관제센터에서 모니터링하고 그 화면을 확대하여 적의 침투나 이상 물체를 감지하는 체계로 경계 작전에 대한 임무수행을 한다. 따라서 드론이 촬영하여 전송하는 영상물의 화질은 경계 작전 임무에 중요한 사항이다. 1m 물체를 식별할 수 있는 수준의 화질이 요구되며, 동영상에서 초당 몇 장의 프레임(화면)이 지나가는지를 나타내는 FPS도 중요한데 이 수치가 높을수록 슬로우 영상 분석이 용이하기 때문에 영상장치의 스펙 또한 중요하다.

실제 경계 작전에 드론을 활용하더라도 기존의 병력을 완전하게 대체하기에는 아직 드론 운용시스템 등의 기술 수준을 고려해 볼 때 한계가 있을 것으로 판단된다. 드론을 통해 정찰 임무를 수행하더라도 정찰 정보에 대한 처리 과정에 대한 신뢰도가 낮아 관제센터에서 모니터링 하는 요원이 영상을 보고 경계에 필요한 조치를 취하는 형태로 운용해야 한다. 또한, 영상에 대한 화질이나 해상도, 모니터링 요원의 역량에 따라 결과가 상이할 수 있다는 취약점을 고려해 볼 때 다양한 조건과 환경에서의 시범운용을 통해 이러한 취약점과 한계점을 보완할 필요가 있다.

나) 지능형 경계감시시스템(CCTV)

CCTV(Closed Circuit Television : 폐쇄회로 텔레비전)는 특정한 장소에 설치되어 장비를 통해 주변에서 일어나는 상황이나 행동 등을 감시하기 위해 설계된 감시공학 기계로 장비를 통해 영상을 촬영하여 획득한 영상정보를 폐쇄망으로 수신자에게 전송하고 저장하는 시스템으로 방범용, 교통관제용으로 많이 활용되고 있으며 공공기관과 산업체 위주로 활용되다가 최근에는 가정과 개인까지 점차 사용범위가 넓어지는 추세이다(윤용직 외, 2023). 행정안전부의 「공공기관 CCTV 관리 가이드라인」에서는 CCTV를 '정지 또는 이동하는 사물의 순간적 영상 및 이에 따르는 음성·음향 등을 특정인이 수신할 수 있는 장치'라고 정의하고 있다.

CCTV시스템의 기본구조는 피사체를 촬영한 전기신호를 변환하는 활성장치, 이 전기 신호를 원격으로 전송하는 전송장치, 전송된 영상을 재생·표시하는 표시장치 등으로 구성되어 있으며, 최근에는 여러 개의 카메라의 조정·통제하고 영상의 기록·재생·해석 등을 담당하는 정보처리장치인 제어장치가 추가되고 있다. 최근에는 움직임을 자동으로 감지하고 영상추적 장치를 통해 영상을 보내며, 도로상 통행하는 자동차를 실시간 촬영하는 고정 형 카메라가 설치되어 있다. 다채널의 입력 영상으로부터 여러 물체를 동시에 확인할 수 있고 의심가는 물체를 추적 우선순위를 판단하여 회전형 카메라를 통해 추적할 수 있는 '지능형 영상 보안 시스템'을 갖추고 있다.

지능형 영상보안기술은 인공지능 기법을 활용하여 영상에 대한 정보를 분석하고 자동으로 이상 행위를 탐지하는 영상보안기술이다. 지능형 영상보안기술은 "배경영역분리 단계 - 객체식별 단계 - 객체추적 단계 - 이벤트 탐지 단계"로 구분된다. 배경영역분리 단계에서는 입력된 영상에서 가우시안 모델 등을 사용하여 전경 및 배경을 구분해 객체를 탐지한다. 객체식별단계에는 전경 영역으로 판단한 객체 중 탐지된 물체가 사람 또는 사

물인지를 구분한다. 객체 추적단계는 칼만 필터 등의 다양한 알고리즘을 통해 연속적인 영상 속에서 식별된 객체의 이동경로를 찾는 과정이다. 이벤트 탐지 단계는 탐지된 정보를 메타데이터 형태로 기타 다른 보안관리 서버로 전송한다.

CCTV감시 방식은 중요한 감시지점들을 순차적으로 선회하여 감시하는 방식이다. 이때 중요한 감시지점을 'Pin-Point'라고 한다. 적이 침투할 것으로 판단되는 예상침투로와 중요한 지형지물, 추가적으로 감시가 필요한 지점들로 선정한다. 전체 Pin-Point 들에 대한 CCTV의 감시는 '감시 투어링(Touring)'이라고 한다. 감시 투어링 구성을 위해 CCTV별 Pin-Point 할당에 구역을 구분하여 매칭을 한다. 통상 왼쪽에 있는 Pin-Point에서 오른쪽에 있는 Pin-Point, 원거리에 있는 Pin-Point에서 근거리에 있는 Pin-Point순으로 정한다. 계절, 기상, 지형의 변화에 따라 Pin-Point는 수시로 바뀔 수가 있다. Pin-Point가 바뀌게 되면 해당 CCTV의 감시 투어링 순서도 바뀌게 된다. 잦은 Pin-Point 변경과 CCTV 감시 투어링 순서 수정은 과학화 경계시스템을 운용하는 운용자에게 상당한 피로감을 줄 수 있으며, 이는 경계근무의 영향을 미치게 된다. 또한 경험에 기반하여 CCTV 감시 투어링 순서를 결정하는 기존의 방법은 최적의 감시 투어링 구성을 보장해 주지 않는다.

경계작전 수행 방식은 사람 중심에서 사람과 장비를 통합 운용하는 방식으로 변화하였다. 과학화 경계시스템에 대한 이해 및 효율적인 운영 여부가 경계작전의 성패를 가늠하게 하는 중요한 요인들로 작용한다. 하지만 과학화 경계시스템을 운영하는 현장에서는 수치화 및 객관화된 정량적인 방법 보다는 개념적이거나 경험에서 비롯된 요소들을 중심으로 하는 술적인 방법들을 통해 경계작전을 수행하고 있다. 이러한 방식은 경계작전을 총괄하는 지휘관, 경계시스템을 조작하는 운영요원들이 누구냐에 따라 경계작전의 효과성 및 효율성이 달라지게 된다. 따라서 CCTV의 효율적인 운영을 바탕으로 경계작전의 효과를 극대화 할 수 있는 최적화 경계

시스템을 구축할 필요가 있다.

기존의 CCTV는 지속적인 감시로 인한 집중력 저하와 피로도 향상으로 인해 사람의 특이한 행위와 사물의 움직임을 놓치는 상황이 발생하였다. 여러 대의 카메라를 적은 인원이 관리하고 감시하는 것은 제한사항이 발생한다. 이를 해결하기 위한 방안으로 지능형 CCTV가 주목받고 있다.[14] 지능형 CCTV에는 영상분석을 위한 다양한 인공지능 기술이 활용된다. 그 중 대표적으로는 배경 모델링 기술, 객체 검출 및 추적 기술, 객체/이벤트 인식 기술, 검색기술이 있다(윤웅직 외, 2023). 국내 기업들은 인공지능을 활용한 영상보안 솔루션을 적용한 지능형 CCTV를 개발 중이며, 최근에는 카메라 자체에서 지능형 분석이 가능한 엣지형 스마트 카메라에 대한 연구를 지속 추진 중이다.

현재 운용 중인 CCTV는 영상 속에서 객체를 발견하면 경보를 울리는 수준의 영상처리 기술을 활용하고 있다. 기상의 영향이 있으면 사람과 동물을 분별할 수 없다. 딥러닝 기술 등의 인공지능 기술은 소프트웨어를 적용되기 때문에 기존 설치되어 있던 CCTV 카메라를 그대로 활용할 수 있어 CCTV 카메라를 추가 설치해야 하는 예산은 필요 없다. 경계 감시시스템은 카메라로 볼 수 있는 사각지대를 최소화하기 위해 여러 대의 CCTV 카메라를 중첩하여 설치한다. 중첩하여 설치하다보니 같은 구역을 여러 대의 CCTV카메라가 보는 상황이 발생한다. 같은 객체라도 여러 대의 CCTV 카메라 영상으로부터 경보가 뜨게 되어 운용인원은 같은 객체인지 추가적인 식별작업이 필요하다. 복수의 카메라 영상 내 객체의 위치 병합 기술을 활용하여 객체를 식별하고 중복된 객체를 제거할 수 있다. 이 기술은 각각의 CCTV영상에서 같은 객체를 식별한 후 평면 지도상에 위치를 투사된다. 위치 병합 기술은 울타리 밖의 거동 수상인원을 식별하는데 적용할 수 있으며 철책 근처를 순찰하는 정확한 인원과 위치파악 등에도 활용할 수 있다.

14) 한국정보보호산업협회. (2022.10.28.) 지능형 CCTV소개. 정보보호산업진흥포털 (ksecurity.or.kr)

탄약부대 경계를 위한 딥러닝(DCNN) 기반의 엣지형 영상분석장치에 대한 적용방안이다. DCNN(Deep Convolutional Neural Network)기반으로 객체를 검출하고 객체 추적 결과를 근거로 지정된 이벤트를 검출한다. 배회하거나 다중경계선 통과(양방향 감지 : 침입과 도주 동시에 감지), 방향성 이동, 진입, 경계선 통과(방향 감지 : 일방통행 위반 등) 등 이상을 감지한다. 주요 이벤트에 대한 월 1회 실제 데이터 분석 및 피드백을 추진한다. 해당 장비는 CCTV 4대당 엣지형 영상분석장치 1대를 연결하여 운영하고 장비 납품 간에는 화면감시와 연동하는 이벤트 발생 시 경보등 또는 경보음 기능을 추가하여 신속하게 인지될 수 있도록 한다. 감시용 모니터와 감시영상에 대한 저장 디스크 용량 또한 10TB 정도로 개선되어야 할 것이다. 부대 정보과와 담당 방첩대를 포함하여 보안성 검토 후 장비가 운용될 것이다. 운용 간에는 CCTV상 특이사항 감지 시 화면 팝업창에 게시되고 경보등 및 경고음을 작동하는 사항을 확인하여야 하며, 현 과학화 경계시스템의 이벤트 데이터를 분석한다. 딥러닝 기반의 엣지형 영상분석장치의 이벤트에 대한 분석을 한다. 이러한 엣지형 분석장치를 사용 시, 현재 과학화경계시스템에 오감지율을 감소하여 작전능력을 향상 시킬 것으로 판단되며 설치된CCTV의 지능형 경계(객체 인식, 검출 등) 기능을 보완해 줄 것이다. 부대 침입 등 긴급 상황에 대한 조기 관제 및 신속한 대응이 가능해 지고 방향성 이동, 진입 등 이벤트 발생 시, 경고 및 영상감시 인원 주의 환기가 가능해 진다. 감지 데이터 자동화 분석기능으로 관리가 용이하고 데이터의 신뢰성이 향상된다. 또한 분석된 데이터를 통해 경계작전의 취약한 부분을 판단할 수 있게 된다. 지속적인 피드백을 통해 경계실태를 정확히 분석하여 탄약부대의 완전한 AI 경계체계를 구축할 것이다.

지능형 IP 영상장치는 원거리 휴먼인식, 분산카메라 연동 휴먼추적 및 휴먼인식 기반 보안 감시를 할 수 있는 기술을 적용한 영상 장치를 의미하며, CCTV, 다채널 영상저장 장치, 고해상도 압축 기술 등을 포함한다.

지능형 IP 영상장치는 영상을 수집하는 카메라와 영상을 저장하고 저장한 영상을 관제하는 영상저장 장치 및 관제 솔루션, 영상장치를 사람의 개입을 최소화하여 자동 운용할 수 있게 하기 위한 지능형 영상 인식S/W 등으로 분류한다(원치남, 2020). 영상수집을 통한 영상은 표준 압축 알고리즘으로 압축하여 네트워크를 통해 전송 후 저장하여 시·공간별 저장된 영상에 대한 검색 기능을 제공한다. 영상에 대한 관제는 실시간으로 수집되고 기 저장된 영상으로부터 상황 발생 여부를 모니터링 할 수 있도록 영상정보를 제공해 준다. 지능형 영상처리는 사람을 대신해 상황을 인식하고 효율적인 대응을 가능하게 한다. 입·출입관련으로 활용되던 근거리 휴먼인식 기술이 CCTV 환경에서 얼굴인식을 가능하게 하는 원거리 휴먼인식 기술과 다중 카메라를 연동을 통해 이동하는 거수자에 대한 추적을 실시간으로 가능하게 한다.

4) 탄약저장시설 교통로 확보를 통한 로봇경계체계 도입

로봇기술의 급속한 발달로 인해 무인체계의 능력과 무인체계가 전장에서 수행할 수 있는 임무와 범위가 확장 되었다. 이로 인해 무인 로봇 시장은 매우 빠르게 성장되고 있다. 군사용 무인로봇은 2차 세계대전부터 실험적으로 활용하였을 만큼 역사적으로 오래 되었으며, 현재 UAV, UGV, USM[15] 등 다양한 종류의 군용 무인로봇이 개발되어 운용되고 있다. 인공지능과 로봇기술의 발전으로 인해 무인로봇의 능력과 임무영역이 급속도록 확대되었으며, 활발히 연구되고 있다. 자율화가 이루어지고 대규모로 운용되는 군사용 무인로봇은 미래전이 양상을 바꾸는 핵심적인 무기체계가 될 것이다.

프랑스의 KNDS(Kantor Defense System)[16] 로보틱스는 미 특수부대

15) Unmanned Aerial Vehicle(무인기), Unmanned Ground Vehicle(지상무인로봇), Unmanned Maritime System(해양 무인체계)

16) KNDS사는 프랑스의 Nexter Systems와 독일의 Krauss-Maffei Wegmann(KMW)의 합작회사로, 양국의 방위산업 협력을 기반으로 운영된다.

의 10대의 'NERVA-LG' 무인지상차량(UGV, Unmanned Ground Vehicle)을 공급하는 것을 체결했다. 'NERVA-LG'은 가볍고 견고하여 다목적 플랫폼으로, 4대의 카메라와 마이크로 구성되어 있어 개활지에서는 1,000m, 시가지에서는 300m 거리까지의 정보 수집을 지원한다. 조종자가 로봇을 수동으로 조종하지 않고도 중요한 임무에 집중할 수 있게 한다. 최근 전쟁에서는 새로운 양상을 볼 수 있다. 로봇 병사들을 실전으로 투입하여 각종 폭발물 제거, 감시 및 정찰임무를 수행한다. 전쟁의 양상이 변화되듯 로봇사업에 대한 투자가 선진국을 중심으로 이루어져 있고 우리나라도 국가 주도의 집중투자가 이루어지고 있다. 특히 국방 분야에 그 효과를 파급시킬 수 있을 것이다. 경계 분야에서 로봇의 소요가 증가하고 있다. 병력위주의 경계시스템에서 과학기술이 접목한 고감도 센서와 원격감시 체계로 대체할 예정이며, 감시 및 정찰분야에 이러한 로봇 소요가 늘고 있다.

실제 국외에서는 감시정찰 분야와 전투분야에 있어 다양한 로봇을 개발하고 있으며, 시험평가를 마치고 실제 전투지역에서 활용되고 있다. 미국의 Packbot은 2001년도부터 아프간 및 이라크전 등에서 활용된 바 있으며, 이 로봇은 24Kg의 중량으로 휴대가 가능하며 작전에 필요한 장소에서 활용할 수 있도록 개발되었다. 감시카메라를 장착하고 있어 감시정찰 임무에 주로 사용된다. Avantguard는 이스라엘의 장비이다. 유/무인 지상차량을 개발하였고 그 위에 7.62mm 기관총을 장착하였다. 감시 경계가 주 임무이고 2005년부터 실전 배치되어 활용되고 있다. 그 외에도 레이더 장비가 장착된 MDARS-E, 수륙양육이 가능한 TAGS 등이 있으며, 이 로봇들은 시설을 감시하고 침입을 탐지, 수색 등의 임무를 수행하도록 개발되었다. 또한 MDARS-E는 150m 거리에서 침입자를 탐지할 수 있으며, 자물쇠가 파손되거나 철조망이 파괴된 것을 찾아 낼 수도 있다. 이 로봇의 차량에는 장애물을 회피 할 수 있는 360도 센서도 탑재되어 있어서 자유롭게 이동할 수 있다.

무인무기체계가 효율적으로 운용되기 위해서는 네트워크 수단을 통해 다수의 무인무기체계가 유기적인 협업으로 임무를 수행함과 동시에 각각의 플랫폼에 대한 높은 자율화 수준이 요구된다. 자율화 수준은 무인체계가 인간에 의해 수동적으로 작동되는 수준부터 스스로 임무를 판단하고 행동하는 완전자율화 수준까지를 단계적으로 구분한 것으로 무인체계에 적용하기 위한 자율화 수준으로 대표적으로 미 육군의 무인지상차량 자율 수준이 있으며 여기서는 자율화 수준을 총 10단계 구분하고 있다.

우리 육군은 군사용 로봇의 개발을 계획하여 정찰용 휴대로봇을 보병부대 및 대 테러 부대에 배치하고 다목적 '견마로봇'을 개발하여 지뢰탐색, 제거, 정찰, 경계 및 순찰용으로 배치할 예정이다. 지상 무인 로봇은 육군에서 도입 및 개발 중인 대표적인 무인무기체계 중 하나로, 육군에서는 초견로봇[17] 보급사업을 통해 병사를 대신해 경계근무에 투입할 수 있는 소형 무인 로봇을 개발하여 2015년 말부터 전방 GOP 부대에서 배치 및 운용 중이다. 그러나 현재 운용중인 소형무인로봇은 아직까지 임무 받아 스스로 임무수행 할 수 있는 자율화 수준까지는 도달하지 못하였고 운용인원이 수동으로 조정하는 초기단계이다. 또한 탄약부대 특성상 험지에 있어 이동 간에도 제한사항이 많다.

국내외에서 경계 및 감시분야임무수행을 위해 개발된 로봇은 크게 고정용과 이동용 로봇으로 구분할 수 있다. 고정용 경계 로봇은 인간에 의해 수행되어지는 경계임무의 문제점들을 극복해주는데 매우 좋은 시스템이다. 그러나 고정용 경계로봇은 일부지역의 사각지대가 발생하기 마련이다. 여기서의 사각지대는 고정용 경계로봇이 설치되어 감시 및 경계를 하는 지역에 있는 건물, 바위, 나무 등의 자연요소에 의한 사격지대와 경계형 로봇의 구동 범위 한계로 오는 사각지대를 의미한다. 이러한 고정용 경계

17) 초견로봇 보급사업은 산업통상자원부가 주관하는 범부터 로봇시험사업에서 전투실험을 통해 소형 감시정찰 로봇의 소요를 창출 및 실용화 개발하기 위한 사업이다. 13년 5월부터 14년 4월까지 1차년도, 14년 5월부터 15년 4월까지 2차년도 사업을 수행하여 시제품을 개발하였으며, 15년말부터 전방 GOP 부대에 배치하여 경계작전에 투입하고 있다.

로봇의 사각지대 보완하고 경계 시스템 강화를 위해 이동을 하는 이동형 경계 로봇이 필요하다. 즉, 이동이 가능하도록 UGV(Unmaned Ground Vehicle)에 고정식 경계로봇을 장착한 이동형 경계 로봇이 필요하다. 고정형 경계로봇이 갖는 사각 지대에 대한 경계 및 수색을 확장하기 위해서는 고정형과 다르게 험한 비포장 도로, 산악 등에 작동해야 한다.

철책 및 방벽으로 이루어져 있는 곳에는 고정형 로봇의 개발이 넓은 지역과 비교적 험로가 적은 지역에서는 이동형 로봇의 개발에 주력하고 있다. 고정용 시설물에서는 고정형 경계 및 감시로봇을 주로 운용하고, 이동형 경계 및 감시 로봇은 고정형 로봇의 사격지역을 순찰하는 개념으로 운용한다. 고정형 경계 및 감시로봇은 무게와 전원에 크게 영향을 받지 않으므로 고감도 센서를 활용하여 오경보율을 줄여야 한다. 원격통제센터에서 경고 방송, 사격 등의 원격운용이 가능하도록 해야 한다. 이동형 로봇은 소형화 되고 다양한 주·야간 감시센서를 장착하고 무작위 경로 주행 또는 정해진 경로를 순찰하여 운용한다. 필요시에는 소형 UAV을 장착하여 경계지역 밖으로 도주하는 적을 추적하여 정보를 신속대응 병력에 제공하여 적을 제압할 수 있어야 한다.

고정형 로봇을 적 침입로에 배치하고 이동형 경계로봇은 순찰 및 초기 대응용으로 운용을 한다. 경계 및 감시를 위한 시스템 구성요소는 고정형 경계 및 감시로봇, 이동형 경계 및 감시로봇(시설물/철책 순찰), 원격통제센터, 센서노드(철책 전방에 센서 영역 구성), 신속대응 병력이 있다. 울타리 주변의 센서 영역에 적이 침입을 하면 센서 노드에 의해 감지되거나 또는 고정형 경계 및 감시로봇에 의해 탐지가 되고 적 탐지 영상을 원격통제 체계로 전송함과 동시에 고정형 경계 및 감시로봇은 계속 침입자를 추적감시 한다. 초기 대응을 위해서 원격통제체계에서는 근접거리에 순찰중이 로봇에게 적 탐지지역으로 이동명령을 하고 순찰 로봇은 침입지역으로 이동하여 대응병력이 전개 전까지 침입자를 대응한다. 침입자가 철책 밖으로 도주 시에는 이동형 경계 및 감시로봇에 장착된 소형 UAV로 침입

자를 추적하고 철책 안으로 접근 시에는 원격 운용에 의한 무기를 사용하여 대응한다. 실체 침입차단을 위해 병력이 침입지역으로 출동하고 해당 병력들이 침입자를 차단 및 타격하는 시스템이다.

이동형 경계로봇을 탄약부대의 경계작전에 적용하기 위해서는 여러 가지 사항 들이 선행되어야 한다. 탄약부대 시설은 대부분 폭발을 방지하기 위해 산악지형 또는 비포장 지역, 험한 도로가 대부분으로 이루어져 있다. 탄약부대에서 이동형 경계 로봇을 활용하기 위해서는 우선적으로 교통로가 확보되어야 될 것이다. 또한 자율성과 신뢰성을 요구하는 경계작전을 위해 지속적으로 연구 발전되어야 할 것이다. 이동형 경계로봇이 탄약부대 경계에 도입이 되면 기존에 병력에 의해 수행하던 수색 정찰 및 경계작전에 투입하여 원격에서 운용자의 조종을 받아 감시정찰 및 경계임무를 수행하게 될 것이다. 이동 간에는 주행카메라를 활용하여 주위환경과 장애물 등을 판별할 수 있는 조치가 필요할 것이다. 이동형 경계로봇은 전기모터를 통해 이동을 하며 주행카메라 및 탐지 장치를 탑재하여야 한다. 탐지장치는 지형지물 및 수풀의 영향을 일부 극복하고 감시 임무를 수행할 수 있어야 한다. 배터리의 능력 향상도 임무 수행하는데 큰 도움이 될 것으로 판단된다. 또한 무인 로봇 운용의 효율성을 극대화하기 위해서 자율화 수준을 향상 시키는 것이 필수적이다. 다족보행 로봇을 활용하여 탄약부대를 경계하기 위해서는 이동감시지역의 출발점과 복귀지점을 결정하여 로봇이 최적의 경로로 순찰하고 경계작전에 임무수행 할 수 있도록 해야 한다. 이렇게 경계로봇이 자율적으로 할 수 있게 된다면 그만큼 운용자의 노력이 감소하게 된다. 이렇듯 아직까지는 자율화 수준, 신뢰성, 배터리 등 제약사항이 있어 충분한 임무수행이 제한되지만 지속적인 연구를 통해 발전하여 경계용 로봇의 임무의 범위가 점차 확대 될 것으로 예상된다.

5) 탐지수단의 통제 및 정보통합을 위한 지휘통제실 운영

통제시스템은 경계구역 내에서 접근 및 침입하는 비인가자와 침입자에

대하여 근·원거리 카메라를 이용하여 영상정보와 다양한 센서로 센싱한 데이터 정보를 획득한 감시 및 감지 시스템과 연동하여 감시·감지 장비들을 조정, 통제하고, 획득된 데이터를 전송, 저장, 처리, 관리하는 핵심적인 역할을 수행한다. 각 종 이벤트에 의한 발생한 상황을 실시간으로 해당 상황을 도시하여 음향적, 시각적 정보를 전파하고 현장상황을 파악과 동시에 작전병력을 출동, 대응, 통제하여 상황에 따라 효과적으로 처리할 수 있도록 구성하여 운용한다.

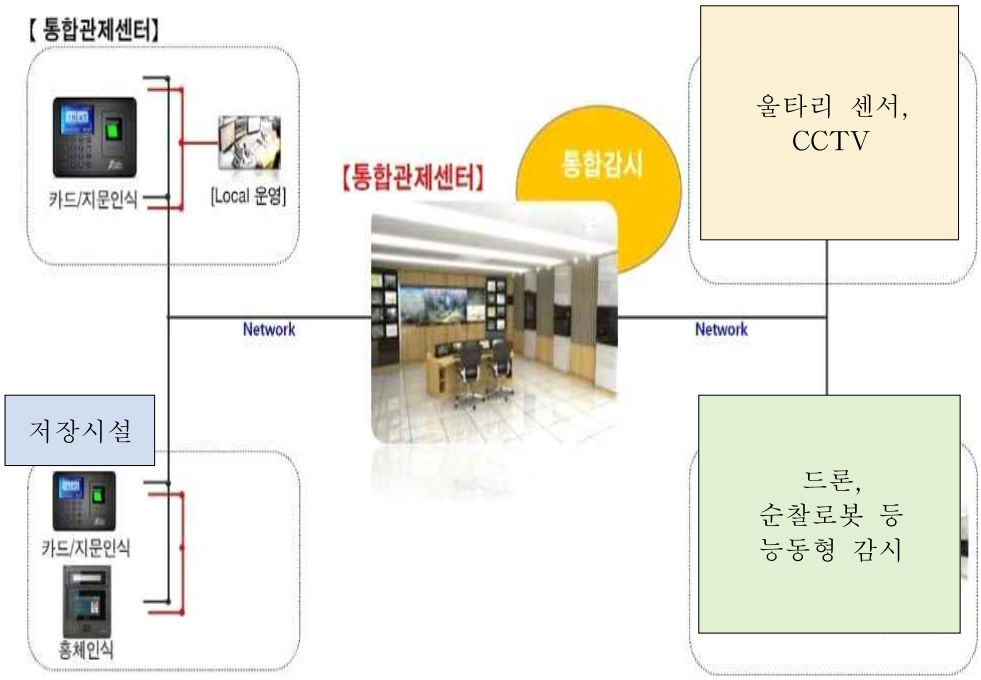
통제시스템은 감시·감지시스템의 작동상태를 확인하고, 자동운용 및 수동운용이 가능하며, 이상 발생 시에는 경보벨로 청각적 알람 및 경광등, 팝업, 지도화면 등을 통해 운용자에게 알리며 영상분석 서버에서는 비인가자와 침입자에 대한 침투, 배회, 유기, 폭발 등의 위험성 판단 요소에 대해 영상분석을 제공한다. 메인 서버에서는 감시시스템과 감지시스템을 통해 획득된 탐지 정보(영상, 로그 기록, 센싱 정보 등) 등 다양한 데이터를 자동으로 수신 및 서버에 저장하고 검색/재생 기능을 제공하며 영상표출장치(비디오 월)에서는 분할, 전체, 교차, 순차적 영상전시가 가능하여 다양한 영상 감시가 가능하다. 또한 상황조치가 가능하도록 영상감시 장비의 활용성이 높아지면서 과거와는 다른 상황실의 임무환경이 구성되고 있다. 2019년 12월 27일에 보도된 국방일보(2019.12.27)에 의하면, “육군 OO레이더 기지는 상황실에 대한 대대적인 최적화 공사를 통해 열상감시장비(TOD), 고성능 CCTV 등의 영상감시가 가능하도록 대형 LED 모니터로 구성된 비디오 월(Video Wall)을 설치하고 영상감시병을 1선에 위치하고 2선에는 상황병, 3선에는 상황간부가 위치하여 상황실 모든 인원이 동시에 영상을 모니터링 할 수 있게 영상감시 시스템 중심의 상황실 환경이 변화하고 있다.” 라고 보도되기도 하였다.

이를 구성하기 위한 기반시설로는 24시간 365일 동작하는 감지, 감시, 통제 시스템 간 네트워크와 선로 구성 및 전력/전원 공급, 낙뢰에 대한 보호장치 등 전원공급 시스템이 경계시스템의 안정적 운용을 위한 기반시설

이 필요하다. 네트워크는 감시, 감지, 통제시스템을 이용하는 경계시스템이 특정 네트워크 장비 또는 선로에 고장 발생 시에도 전체 시스템에 장애가 최소화 될 수 있도록 하며, 추후 확장을 고려하여 링 구조의 이중화 구조로 구성되며 전원 공급 시스템은 정전 시에도 전체 시스템의 정상적인 동작을 위해 1차적 UPS를 운용하고, 2차적으로 ATS장치를 통한 발전기 운용을 통하여 안정적인 전원을 공급하여 무중단 운용이 가능하도록 하고 있다. 그 외에 낙뢰에 대하여 감시, 감지, 통제 시스템에 대한 방지를 위하여 누전차단기 서지 보호기, 피뢰침, 접지설비 등을 적용하여 기상환경에 영향을 최소화 하도록 운용 및 관리하여야 한다.

탄약부대의 과학화 경계시스템을 위해서는 그림[4-2]와 같이 센서, CCTV, 드론 및 경계로봇, 인력 활동을 통합 감시 및 통제할 수 있는 지휘통제실은 필수적이다. 탄약부대 경계에 대한 민간 아웃소싱시에는 현재 군이 운용하고 있는 지휘통제실은 민간의 접근이 제한되는 구역으로 지정되어 있기 때문에 별도의 지휘통제실을 구성하여 군이 설치한 경계수단을 통합하여야 할 것이다. 통합의 방법은 민간이 운영하고 있는 바와 같이 위병소 등 보안규칙에 저촉을 받는 위치에 지휘통제실을 설치하고 군 지휘통제실의 화면을 CCTV로 촬영하여 실시간에 위병소 등 민간 지휘통제실로 전송하는 방식이 적절할 것으로 판단되며 궁극적으로는 민간지휘통제실로 기능을 통합하고 이를 군에 알리는 방식으로 변화해야 할 것으로 판단된다. 그러나 이러한 부분이 군무원과 같은 국방인력으로 대체할 수도 있는데. 이러할 경우 지휘통제실 구성은 특별한 문제가 발생하지 않을 것이다.

[그림4-3] 지휘통제실 구성도의 예



기능 면에서 지휘통제실에서는 시각기능 딥뷰(Deep View)기능을 구비한 상황실 구조로 구성되어야 할 것이며, 경계에 대한 부분에 민간아웃소싱을 하였을 때 군과 어느 정도 수준의 정보와 시설을 공유할 것인지 정리할 필요가 있다. 경계계약 조건 등에 따라 군 시설 경계의 범위(탄약고, 위병소, 참모부 시설 등)가 정리될 필요가 있으며, 군 지휘통제실과 상시 연락이 가능한 상태가 되어야 한다. 또한 최근 화면 공유 기술이 발달하여 통제실 정보를 별도의 장소, 사무실 컴퓨터로 공유 될 수 있다는 점을 고려하여 체계를 구축해야 한다. 설치 및 운용되는 자산이 모두 디스플레이 될 수 있고 센싱 될 수 있는 지휘통제 시설 설치가 필요하다. 군부대 상황실과 물리적·행정적 연계가 될 수 있는 체계 또한 구비되어야 한다.

제 3 절 제도적 보완사항

1) 경계 지침 보완 : 민간인력 활용 시 책임 한계

탄약부대의 경계병력에 대한 민간전환을 위해서는 관련 법령 및 훈련 개정소요는 다음과 같다. 군 부대인 탄약부대의 경계가 국가보안 목표 '가'급과 동일하게 간주되어 민간 업체를 활용할 수 있는지를 판단하여야 한다. 현재 가부를 판단할 수 있는 근거 법령은 없으며 유사 시설분류기준 고려 시 '가', '나'급 관련 법령의 준용이 가능할 것이다.

상황 발생 시 민간 업체에서 총기를 휴대할 수 있는지, 또는 다른 무기체계 (테이저건, 고무청탄 등) 사용이 가능한지 법적 판단을 제시가 필요하다. 현재 경비업법 제 2조 제4호에 '무기'는 권총과 소총을 의미하고 경비업법 제 14조 제 4항 등에 의할 시에는 고무탄총 및 테이저건 사용이 가능할 것이다.

경계 작전의 실패 시, 작전 책임에 대한 한계성과 민간 업체의 법적 한계이다. 경계업무에 대한 계약 조건에 명시(발주 시 입찰 조건 포함)하여 계약할 필요가 있다. 경계 작전 실패의 정의가 우선되어야 한다. 합동 경계작전 교범에는 작전지침 등에 근거할 때는 경계 작전의 최종적 책임은 해당 부대 지휘관에 있다. 따라서 이에 대한 내용을 구분 및 보완해야 한다.

관련 법령 없을 시 신규 개정 소요와 방법이다. 군내 법령은 두 가지로 판단된다. 1방안은 국방개혁법 개정하는 사항으로 현재 국방부가 고려하고 있는 방안이다. 2방안은 신규법령을 제정하는 방안으로 현재 국회에서 검토하고 있는 방안이다. 대외 법령 중 관련 법령은 통합 방위법(법률 제 2026호, 2024.1.16.)과 시행령(대통령령 제 32977호, 2023.5.2.)이다. 그러나 군의 민간아웃소싱을 허용 또는 금지하는 내용이 없어 사전 법령의

해석과 함께 개정 소요를 염출할 필요성이 있다.

군 경계 업무에 대한 민간 아웃소싱 시 세 가지 방식을 통해 도입을 할 수 있다. 군 책임 운영기관, 경계 전문 민간기업, 개별 인력 고용방식이다. 경계업법 시행령(대통령령 제 33464호. 2023.5.25.)에 근거할 때 기업은 몇 가지의 조건을 충족해야 한다.

충족조건과 부대 부담, 업무의 안정성 등을 고려 시 개별고용에는 적절하지 않다고 판단되며 군 책임운영기관 설립과 민간기업 역량 활용이 필요하다. 경계 임무의 아웃소싱은 공공성이 높은 기업·기관 활용방식을 전제로 연구가 필요할 것으로 판단된다.

또한, 정책의 지지가 필요하다. 시민군제도가 사회적으로 공인된 미국과 달리 한국의 국방 분야의 민간 아웃소싱은 국민의 이해가 다소 낮은 상황이다. 사업추진과 함께 커뮤니케이션 전략을 수립하여 병행함으로써 사업추진의 동력을 마련할 필요가 있다.

군 고유 업무의 민간아웃소싱을 제한하거나 인정하는 법령은 명시된 것이 없다. 국방 분야의 민간아웃소싱은 주로 군수지원, 행정 효율화 등에 초점이 맞춰져 있고 예비군 교육 등 일부 교육훈련 업무도 군무원 등 내부자원을 활용에 머물고 있어 군 고유 경계 아웃소싱은 군 내부의 방침 또는 훈련 등 개선하는 것이 선행 되어야 할 과제이다.

2) 예산의 확보 및 배정

저렴한 노동력을 사용하는 현재의 경계를 아웃소싱 할 경우 비용의 증가가 당연히 예상된다. 따라서 2030년대 기준 비용 편익과 인력형황을 고려하여 접근을 할 필요가 있다. 단순 노동력의 대체는 비용 대 효과면에서 합리성이 낮다. 따라서 군이 전담할 경우 비용을 지불해야 할 기술과 인프

라 도입을 함께 하여 비용편익을 낮출 필요가 있다. 인력 비용은 직접고용 방식과 간접고용방식, 수행임무와 사용 장구류 등에 따라 개인당 100~150만원의 차이가 발생한다. 단순 순찰 및 예방, 도심지 시설 경계의 경우 최대 300만원 이내에 운영 연간 계약과 장기계약(정년제) 등에 따라 비용을 차등 적용해야 한다.[18]

「국방중기계획 2024-2048」에는 민간아웃소싱 관련 예산 항목이 별도로 반영되어 있지 않다. 국방부 민간아웃소싱 필요성 인식에도 불구하고 예산 증가 없는 업무체계 개선에 정책의 초점이 맞춰져 있어 현재의 예산 소요 보다 비용 편익에 기초한 설득이 필요하다. 국회에서 충분한 필요성을 인증하였다는 점을 고려하여, 소요 예산의 정확한 산출과 함께 총 예산 증가분을 낮출 수 있는 방안 마련이 필요하다. 병이 수행하는 임무를 민간 전환 시, 초기비용과 운용비용의 증가는 불가피하나 인력과 시설, 기술의 결합 상으로 아웃소싱 시 비용편익은 '1'에 가까운 것으로 나타난다. 경계와 위병소 관리 등을 결합하는 경우 비용 편익을 일부 높일 수 있다. 특히 제대군인을 일정 수준 고용하는 것을 조건으로 하여 재교육 비용 절약과 함께 임무 안정성 제고가 필요하다.

실례로 주한 미군의 경비를 대신하고 있는 주한미군노무단(KSC)의 경우 시준 노임단가와 간접비 등을 고려할 때 개인당 460만원/월 수준으로 2024년 기준 장병을 운용할 때의 소요 비용보다 25% 정도 더 소요되는 것으로 나타나고 있다. 그러나 현재 군이 고려하고 있는 상황은 2030년대 중반의 인력 상황이다. 따라서 현재 비용이 아닌 비용 편익에 기초한 예산 소요를 도출하는 것이 필요하다.

---

18) 2023년도 국회예산결산보고서에 따르면 병 봉급은 '22년까지 '17년 최저임금의 50% 수준 달성을 목표로 처우개선을 하였으며, '23년은 병장 기준 월 100만 원으로 전년 대비 47% 인상된 것을 나타나 병장은 100만원, 상병은 80만원을 수령한다. 2023년 이후 병 전역시 보조금 형태로 지급되는 예산은 개인당 1,200만원으로 이를 계산하면 병 1인에게 지급되는 인건비는 월 평균 180만원 수준으로 평가되며 이는 점차 증가할 것으로 예상된다. 장병 운영에 들어가는 피복비와 일용품비도 인건비로 산정되는데 연 800만원 정도가 배정된다. 간부의 경우 2023년도 초급간부의 계급별 평균 월 보수는 하사 275만원, 중사 417만원, 소위 280만원, 중위 302만원으로 나타나고 있다.

제 5 장 결론

최근의 러시아-우크라이나 전쟁과 이스라엘과 이란의 전쟁을 살펴보면 이전 상당한 군사력을 가진 것으로 평가되는 국가가 기술기반 군에 압도되는 현상을 볼 수 있다. 세계 2위의 군사력을 가진 러시아를 상대하여 세계 22위의 군사력을 가진 우크라이나가 선전을 하고 있는 배경에는 미국과 유럽연합(EU)의 지원뿐만 아니라 인공지능 소프트웨어 업체인 판란티어와 자율드론 제조업체 안두릴, 스타링크 등의 새로운 기술과 전략이 접목된 결과이다. 우리 군은 현재 이러한 국제사회의 정치적·전략적 변화와 기술변화를 받아들여 군을 혁신하기 위해 노력하고 있다. 본 연구는 단순히 탄약저장시설의 경계를 장비로 대체하는 것이 아니라 기술발전과 북한의 침투전술 변화, 군 병력의 감소라는 복합적 원인을 어떠한 방식으로 해결할 것인가를 논하고자 하였다. 특히, 현재의 인력 감소 현상은 단편적이거나 단기적 상황이 아니라 향후 20년 이상 우리 사회 전반에 영향을 미칠 장기적 위협요인이다. 따라서 이러한 인력 감소에 따른 병력 부족은 군 운영 가장 큰 영향을 미치는 상수적 요소가 될 것이다. 다행스러운 것은 이러한 상황 속에서 우리 국가의 기술 수준이 매우 높고, 이러한 기술 수준이 군의 무기체계에 투영되고 있다는 점이다. 또한 우방국과의 교류 상황도 양호한 편으로 양질의 외국 기술을 적시 활용할 수 있다는 점도 유리한 상황이다. 탄약저장시설에 대한 경계방식 변화는 우선 탄약저장시설에 대한 북한의 위협이 이제는 무장병력이나 불순세력의 침투를 통한 타격보다 드론 등을 통한 정보 수집과 타격 방식으로 변화할 것이라는 가정에 기반한다. 또한, 이에 대한 우리의 대응방식은 병력의 순찰을 통한 방호보다 핵심시설에 대한 강력한 통제와 광정면 경계시설에 대한 과학화 경계를 기반으로 이루어질 것이라는 전술 변화에 기반한다.

현재 한국군 탄약저장시설은 경계 우선순위와 국방비의 한계 등으로 인해 GOP나 해·강안이 채택하고 있는 과학화 경계체계를 도입하는데 어

려움이 있고, 인력 중심의 경계작전 방식을 고수하고 있으나 인력의 감소의 속도가 빠른 관계로 머지않은 시간에 많은 부분이 기술 중심의 경계작전으로 전환이 불가피할 것으로 예상된다. 따라서 지금부터 북한의 가능성 높은 공격수단과 방식에 어떻게 대응할 것이며, 병력에 의존하였던 경계방식을 어떻게, 어떠한 방식으로 변화시킬 것이며 이를 위해 제도적으로 보장 및 발전시킬 것은 무엇인가를 찾는 노력을 집중하는 지혜가 필요하다.

본 연구에서는 우선, 합참의 발표와 각종 연구내용을 바탕으로 경계작전의 변화를 조망하고 “탄약저장시설에 적용할 수 있는 경계수준은 어느 정도의 수준으로 할 것인지?”, “인력을 대체할 수 있는 첨단장비와 기술은 어떠한 것이 있으며 세부적으로 어디에, 어떠한 방식으로 운용할 것인지?”에 대해 연구하고 방법과 소요를 제시하였다. 또한 이러한 제도의 변화는 합참의 경계작전 지침 변화, 소요 예산의 확충 등을 필요로 하기 때문에 제도적으로 보장해 주어야 할 것에 대해 개략적인 소요를 제기하였다. 마지막으로 이러한 연구가 단순히 개념 제시에 그치지 않도록 이러한 변화를 인구감소가 가시화되기 시작하는 2035년까지 어떻게 단계화 과정을 거쳐 2040년까지 새로운 방식의 경계작전이 정착되도록 할 것인지를 고민하고 이에 대한 단계별 조치사항과 달성 목표를 제시하였다.

본 연구는 현재 진행 또는 검토되고 있는 탄약저장시설의 경계를 어떻게 기술기반 경계로 바꿀 것인가를 제시하였다는 점에서 함의를 가질 수 있다. 그러나 미래 안보 및 전술 변화의 예측과 예산 소요에 대한 연구가 부족하다는 점이 한계로 판단된다. 따라서 향후 연구는 병력의 기술전환을 비용편익 차원에서 심층 분석하고 소요 비용을 이에 기반하여 판단하는 연구를 진행할 필요가 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. 국내문헌

강인웅, 김용철. (2017). 드론과 지상로봇을 활용한 과학화 경계 시스템 개선방안 연구.『한국통신학회 추계학술대회 논문집』, 505-506.

강주형. (2014). 『지능형 영상 감시시스템을 위한 침입, 도주, 배회행위 검출』. 한밭대학교 대학원. 석사학위논문.

국방개혁실. (2022). 『국방 인공지능(AI) 추진전략 2.0.』. 서울: 국방개혁실

국방과학플러스. (2023). 『무인지상차량을 위한 강우/강설 한계점의 장애물 탐지성능 분석』. 대전: 국방과학연구소

국방과학플러스. (2023). 『감시정찰용 표적 탐지/인식을 위한 인공지능 기술』.대전: 국방과학연구소

국방부. (2024). 「GP/GOP 경계작전 혁신 대토론회」 개최. 보도기사: 국방부.

군사기지 및 군사시설 보호구역 등 관리 훈령. [국방부훈령 제1237호, 2010. 3. 29, 일부개정].

김기원, 박상혁, 손인근, 이국, 최현호. (2023).『국가중요시설 방호 진단 연구』. 대경대학교 산학협력단 보고서.

김동민, 신우영. 위진우. (2023). 국방혁신 4.0 시대의 국방 인력 및 인사관리 분야 도전과 과제,『국방논단』, 1931(23-6), 1-10.

김성진. (2021). 국방 분야의 민간화 의미와 정책설계 논리.『국방논단』, 1874(21-42), 1-12.

김성태, 정양구. (2023). 과학화경계시스템 운영 발전 방향.『국방논단』, 1968(23-43), 1-12.

김세진. (2017). 『레이더 센서와 비전 센서를 활용한 다중 센서 융합기반 움직임 검지에 관한 연구』. 인하대학교 대학원. 석사학위논문.

김정욱. (2013). 軍, 2014년까지 해안정밀감시체계 구축. 보도기사: 뉴스1.

김종회. (2021). 소형 무인항공기, 기회와 위협.『국방논단』, 제1834호(21-2), 1-18.

김태호. (2023).『GOP과학화경계시스템의 운영성과 영향을 미치는 요인에 관한연구』. 숭실대학교 대학원. 박사학위논문.

김희중. (2012). 『방범용 CCTV 군부대 도입방안』. 용인대학교 대학원. 석사학위논문.

문승진, 조원준. (2019). 다중 복합센서를 이용한 과학화 경계시스템 설계 및 테스터베드를 통한 성능 고찰. 『한국통신학회논문지』, 44(1), 148-157.

박민섭. (2023). 우리의 이빨은 얼마나 두꺼울까?: 전투부대 비율 변화와 함의 -외국군 육군 사례를 비교를 중심으로. 『국방논단』, 1926(23-1), 1-12.

박희준. (2020). [G-Military]중국의 가공할 드론 전력. CH-4, CH-7, GJ-2 등 10여 개국에 수출. 보도기사: 글로벌이코노믹.

서동철, 이우찬, 황춘식. (2021). 군 경계 및 감시로봇 운용개념 연구. 『한국군사과학기술학회지』, 11(1), 5-14.

서영희, 송지은, 고현호. (2023). 과학기술강군 건설을 위한 국방지능정보화 발전방향. 『국방논단』, 1961(23-36), 1-12.

송태은. (2024). 현대전쟁의 사이버 인지전과 뇌과학의 무기화. 보도기사: ifs POST.

신의수, 김태현, 차지은, 한재경. (2021). 한국 차세대경계시스템의 효율적인 방안 연구. 『한국군사학논집』, 77(2), 334-362.

양혜령, 이현무. (2024). 국방 과학화경계시스템의 한계점 및 개선방안. 『국방논단』, 1990(24-17), 1-8.

윤상윤. (2018). 『4차 산업혁명 기술 기반 첨단무기체계 시험평가 발전방안 연구(드론 및 로봇 사례적용)』. 안보경영연구원 보고서.

윤웅직, 차명환. (2023). 영상기반의 지능형 경계감시시스템 동

향과 기술 적용 방안. 『국방논단』, 1935(23-10), 1-12.

이성호. (2023). 『객체의 궤적 AI기반 객체 탐지율 개선 기법 연구』. 목원대학교 대학원. 박사학위논문.

이성훈. (2021). 『국내외적 변화에 대응하는 4차 산업혁명 기술기반 군 경계시스템 개선에 관한 연구』. 건국대학교 정보통신대학원. 석사학위논문.

이영욱. (2022). 4차 산업시대 드론의 군사 분야 적용 관한 연구. 『융합보안논문지』, 22(4), 75-84.

이현지. (2023). 국방혁신 4.0 추진을 위한 국방과학기술 전문인력 제도 발전방향과 과제. 『국방논단』, 1930(23-5), 1-12.

원치남. (2020). 『지능형 영상보안기술의 군 활용방안에 관한 연구』. 건국대학교 정보통신대학원. 석사학위논문.

장진혁, 문희진, 이중정. (2010). 통합경계시스템의 이용의도에 미치는 영향 요인 분석. 『한국정보시스템학회』, 19(4), 183-206.

정광열. (2024). 『공항 드론 테러 대응을 위한 과학화 경계 시스템의 제시에 관한 연구』. 한양대학교 공학대학원. 석사학위논문.

정상진. (2009). 『H-PSC 및 객체 인식기법을 활용한 지능형 영상무인감시시스템』. 동방대학원대학교 문화정보학과. 박사학위논문.

조관호, 권현진. (2020). 장기 인구구조 변화를 고려한 인력 기획 이슈. 『국방논단』, 1832(20-49), 1-12.

조윤환. (2022). 『과학화 감시장비 감시순서 결정을 위한 최적화 모델연구』. 국방대학교 국방관리대학원. 석사학위논문.

천승호, 김경수. (2023). 드론의 미래, 군집드론 전술의 발전, 『국방과 기술』, 527

최원홍. (2016). 『자기센서의 감지시스템 적용에 관한 연구 : GOP경계시스템을 중심으로』. 국방대학교 국방관리대학원. 석사학위논문.

한국정보보호산업협회. (2022). 지능형 CCTV소개. 매체: 정보보호산업진흥포털(ksecurity.or.kr).

한경훈. (2021). 『드론을 활용한 해안경계 발전방안에 관한 연

구』. 수원대학교 일반대학원. 석사학위논문.

황기상. (2008). 『가상 시뮬레이션 기반 모바일 경계로봇의 설계』. 충남대학교 대학원. 석사학위논문.

황덕현. (2019). 『지상무인로봇(UGV)의 경로계획 최적화 연구』. 국방대학교. 석사학위논문.

ABSTRACT

A Study on the Development Method for Security Supporting System of Ammunition Unit Reflecting Population Decline and Technological Advancement

Seong, Nakeon

Major in National Security Policy

Dept. of National Security Policy

The Graduate School of National Defense Science

Hansung University

South Korea has been carrying out a defensive concept of border defense against enemy infiltration centered on the Military Demarcation Line or coastal border to counter North Korea's threat. However, enemy has recently changed in various ways, and the second population decline expected to arrive in the mid-2030s is expected to make it difficult to carry out border defense by deploying troop.

In order to overcome the problem of manpower shortage, border operations centered on manpower are evolving into border operations that combine technology and manpower. To this end, it is expected that future GP/GOP border operation concepts and system development plans that apply advanced science and technology, border

operation plans based on manned and unmanned complex systems, etc. will be utilized.

The border of ammunition units will largely shift to scientific border methods or plans that utilize civilian personnel. It is necessary to determine the level of scientific border system requirements and manpower requirements for this and prepare reasonable and effective border measures.

Therefore, the purpose of this study is to present a development plan for a scientific border system for ammunition storage facilities in accordance with the decrease in manpower, changes in operation methods, and technological advancements. The ammunition unit has a wide security area, requiring a lot of security personnel. In addition, North Korea's threats are changing from small-scale infiltration to drone infiltration, cyber warfare, and GPS jamming. In the past, the security method centered on personnel to prevent the infiltration of unspecified people should be changed to a scientific security method to identify and reject the infiltration of people early, and block the access route to the ammunition facility when it infiltrates. In order to change to such security operations, this study presented how to introduce a scientific security system and what kind of institutional environment should be established for this.

This study did not simply replace the security of the ammunition unit with equipment, but discussed how to resolve the complex causes of technological development, changes in North Korea's tactics, and the decrease in military personnel. This study analyzed the current status of our military's personnel and technological development and similar research cases, and analyzed enemy threat analysis, current and future technological development, and military security guidelines. And, This study analyzed the civilian outsourcing that the Ministry of National Defense is reviewing and the current and future power equipment, and reviewed the institutional conditions that should be prepared in parallel with it.

It studied the level of the ammunition unit, what advanced equipment and technology can replace the personnel, and how to operate them, and presented the methods and requirements. In addition, This study presented a outline of the requirements that should be guaranteed institutionally. This study presented the step-by-step measures and achievement goals for how to establish a new type of operation by 2040 through what stages will be completed by 2035, when the population decline begins. It is necessary to

conduct research that deeply analyzes the technological status of future troop from a cost-benefit perspective and makes judgments based on the required costs.

【Key words】 Population Decline, Technological Advancement, Ammunition Unit, Scientific boundary system, private outsourcing