

정찰 및 공격 임무 수행 드론의 운용양상에 관한 연구

A Study on Operational Patterns for Drone Reconnaissance and Attack Missions

박종수^{*,1)} . 이건영²⁾

Jong su Park^{*,1)} . Keon Young Yi²⁾

[초 록]

드론의 위협은 군사 분야뿐만 아니라 공항이나 원전 등 국가 중요 시설에 대하여 광범위하게 발생하고 있다. 드론은 종류나 조종 통제방식 등이 매우 다양하여 획일적으로 방어하는 방법과 시스템을 갖추기가 쉽지 않으며, 드론 기술의 발전에 따라 이를 무기로 활용한 전쟁 패러다임도 변화하고 있다.

특히 드론 기술의 발전으로 인해 정찰 및 공격 임무의 효율성과 정확성이 향상되고 있다. 그럼에도 불구하고 군사작전에 대한 정보획득에 어려움으로 인하여 드론의 군사적 운용에 관한 연구사례 확보가 매우 어렵다.

따라서 본 연구에서는 정찰 및 공격 임무 수행 드론의 운용사례 분석을 통하여 각각의 운용양상을 도출하여 정찰과 공격 임무 수행 계획을 효과적으로 수립할 수 있는 기초 자료를 만들고자 한다.

[ABSTRACT]

The threat of drones is widely occurring not only in the military field but also for important national facilities such as airports and nuclear power plants. Drones are very diverse in types and control methods, so it is not easy to have a uniform defense method and system, and with the development of drone technology, the war paradigm using drones as weapons is also changing.

In particular, advances in drone technology are improving the efficiency and accuracy of reconnaissance and attack missions. Nevertheless, it is very difficult to secure research cases on military operation of drones due to difficulties in obtaining information on military operations.

Therefore, in this study, we try to create basic data that can effectively establish a plan for performing reconnaissance and attack missions by deriving each operational aspect through analysis of operation cases of reconnaissance and attack drones.

Key Words : Reconnaissance Mission Drone (정찰 임무 드론), Attack Mission Drone(공격 임무 드론), Drone Operational Case(드론 운용사례), Drone Operational Patterns(드론 운용양상)

1. 서론

드론을 활용하여 국지 분쟁과 전면전 그리고 평시에도 드론 테러가 지속해서 발생하고 있으며, 드론의 무기화에 따라 전쟁의 패러다임이 바뀌고 있다.^[1] 드론의 지능화 · 군집화 등 발

전에 따라 불법행위가 증가하고 물리적 영역을 넘어 사이버 영역까지 위협이 확장되고 있다. 이에 따라 더 향상된 성능을 가진 드론의 침투와 공격이 증가하고 있어 이에 대한 방호가 점점 더 어렵고 복잡해지고 있다.^[2] 실례로 2020년 아제르바이잔-아르메니아 전면전 간 아제르바이잔군은 터키 TB-2 드론과 이스라엘 자폭용 하rup 드론 등을 획득하고, 정밀타격체계와 연계하는 전술을 발전시켜 2020년에 지상 제병 협동 전투 위주로 편성된 아르메니아 군에게 큰 피해를 주었다.^[3] 미국도 '2022 미사일 방어 검토 보고서(MDR, Missile Defense Review)'를 통해 탄도/순항미사일, 극초음속 무기와 함께 UAS(Unmanned Aircraft Systems, 드론 또는 무인 항공기)의 군사적 표현)를 처음으로 새로운 위협 대상으로 명시하였

1) 광운대학교 방위사업학과(Dept. of Defense Business, Kwangwoon University, Korea)

2) 광운대학교 전기공학과 교수(Corresponding Author: Keon Young Yi (Professor, Dept. of Electrical Eng., Kwangwoon University))

* Corresponding author, E-mail: parkjs455@hanmail.net

Copyright © The Korean Institute of Defense Technology

Received : September 06, 2023

Revised :

Accepted : September 22, 2023

다.^[4] 이처럼 드론(UAS)은 단순한 정찰 임무만이 아닌 정밀·자폭 공격 등이 다른 항공 체계와 비교하여 쉬우며, 저렴한 민수용 기체를 군사용으로 개조가 가능하여 위험한 무기체계로 발전하고 있다. 이뿐만 아니라 드론 기술의 발전과 활용 확대에 의해 적대세력의 국가중요시설에 대한 드론 테러 위협이 증가하고 있어 초소형 비행체의 침해 행위 예방, 탐지, 차단 등의 안전대책 마련이 시급한 실정이다.^[5]

국가안보의 위협은 위협의 구체성, 시공간적 근접성, 발생 개연성, 결과의 심각성 등의 강도 요인에 따라 결정될 수 있다.^[6] 최근 새로운 안보 위협인 드론 공격에 대한 안전대책은 드론 탐지/식별/무력화에 초점을 둔 기술적 대응에서 공격 사전 차단의 예방적 조치 관점에 중점을 두어야 할 것이다.^[7]

기존의 연구내용을 살펴보면 정찰용 드론에 관해서는 강화 학습 기반 적대적 위협환경 하에서의 정찰 드론 경로계획 연구^[8], 중대급 작전 지역에서 드론의 수량 변화에 따른 전투효율 연구^[9] 등 시뮬레이션 또는 일정 지역에서의 알고리즘을 통한 효율적인 정찰경로 등에 관한 연구가 주로 이루어졌으며, 공격용 드론에 대해서는 북한 공격 드론의 전투 양상 전망^[10]이나 AI 공격용 드론 개발 방향^[11] 등의 연구 실적이 있으나 정찰 및 공격용 드론에 대해 상호 비교분석을 하여 정립한 연구는 미흡한 실정이었다. 따라서 본 연구에서는 드론이 활용된 여러 자료와 문헌, 각종 매체에서 보도된 전투사례를 조사하여 실제 전투에 활용된 드론의 종류와 성능 등을 비교 분석하여 정찰 및 공격에 필요한 드론의 핵심 성능이 무엇인가를 도출하였다.

이를 위해 본 연구 2장과 3장에서는 조지아전쟁과 드론 전쟁의 서막이라고 할 수 있는 아제르바이잔-아르메니아 전쟁, 현재 진행 중인 우크라이나-러시아 전쟁 등의 전투사례를 통해 드론의 운용양상을 살펴보고, 4장에서 각 임무 수행 간 제원과 특성을 분석한 후 5장 결론 순으로 고찰하고자 한다.

2. 정찰 임무 수행 드론의 운용양상

드론 기술의 발전으로 하드웨어 분야는 많이 발전하고 있지만 효율적인 정찰·공격 임무 수행 방법 등 소프트웨어 분야는 아직 발전이 미흡한 실정이다. 따라서 본 장에서는 국지 분쟁과 전면전 그리고 테러가 발생한 전투사례에서 정찰 임무로 많이 운용했던 드론의 종류와 제원 등을 구체적으로 살펴보고 그 특징을 도출하여 운용양상을 정립하고자 한다.

2.1 전투사례

본 절에서는 조지아전쟁 등 총 다섯 개의 전투사례 간 정찰 임무 수행을 위해 주로 사용되었던 Searcher Mk II 등 8개의 드론에 대한 크기와 운용고도 등 8가지 항목 제원 분석을 통해 그 운용양상을 도출하고자 한다.

2.1.1 조지아전쟁 (2007-2008)

2008년 8월 7일, 러시아가 남오세티야의 분리주의 지역을 곧 합병할 것이라고 확신한 조지아는 분리주의 수도인 츠한발리를 포격한 다음 침공함으로써 파괴적인 5일간의 전쟁이 벌어졌다. 이 전쟁은 상당 부분 드론에 의해 유발되었는데, 전쟁

4개월 전 조지아와 남오세티야와 압하지야의 독립 영토에 대한 정부 간 평화 회담이 정체되자 조지아 정부는 이스라엘에서 구매한 중형 Hermes-450 드론과 Searcher MK II 드론을 사용하여 분쟁 지역 상공에서 정찰하였다.^[12]

HERMES-450 드론^[13]은 전술적 장기 체공 임무를 위해 설계된 이스라엘의 무인 항공기로서, 정찰, 감시, 통신 중계를 주요 임무로 하며, 지상군에 실시간 정보 데이터를 제공하였다. 탑재중량 180kg, 길이 6.1m, 날개폭 10.5m, 최대이륙중량 550kg, 비행 고도 5,500m(18,000피트), 최대속도 176km/h, 순항 속도 130km/h로 17시간 운용할 수 있으며, 비행 가능 거리는 300km이며, 임무 장비로는 전기광학 / 적외선 센서, 합성개구레이더(SAR), 지상 이동 표적표시(GMTI)가 탑재되었고, 원격조종과 자율 비행이 가능하였다.

Searcher Mk II 드론은 길이 5.85m, 날개폭: 8.54m, 높이: 1.25m, 무게 426kg, 화물 중량: 68kg, 비행 고도 6,100m(21,000피트), 최대속도 200km/h, 비행거리 120km, 18시간 비행하며, 탑재 가능 장비는 주야간 광학카메라 또는 SAR 광학카메라(TV + IR : 가시광선 + 적외선) System을 탑재하고 있다.^[14]

조지아군은 러시아의 갈기아 지역에 대한 정찰 및 정보 수집을 목표로 위 두 가지 정찰 드론을 운용하여 러시아의 병력, 군사 기지, 장비 및 이동 등을 모니터링하고 정보를 수집할 수 있었고 군사작전에 필요한 정보를 확보하여 군사작전을 효율적으로 지원하였다.

2.1.2 이스라엘-팔레스타인 분쟁(2000년 이후)

2000년대부터 이스라엘과 팔레스타인 분쟁 지역에서 무인기를 사용하여 적군의 움직임 및 병력 배치를 모니터링하고, 정보 수집 및 타겟팅 용도로 이스라엘 군 또는 팔레스타인 군이 Hermes 450 드론과 Skylark I-LEX 드론, TORR(토르) 드론 등 다양한 모델의 무인기를 운용하였다.

Skylark I-LEX 드론^[15]은 휴대용 전기 추진 소형 무인 항공기로서 길이 2.2m, 날개폭 2.4m, 이륙중량 5.5kg, 비행 고도 4,600m(15,000ft), 3시간 비행할 수 있고, 속도는 37~74km/h, 비행거리 40km, 임무 탑재 장비는 주간 CCD와 FLIR로 구성되어 있고, 작동 중에는 실시간 영상을 휴대용 지상국으로 전송하였다. 소형 및 경량으로 유연한 작전 활용이 가능하며 군사작전 및 경계 감시에 운용된다.

또한 2021년 6월, 15일간의 가자지구 교전 시 이스라엘 정찰 TORR(토르) 드론^[16] 여러 대를 동시에 운용하였다.

이스라엘 방위군은 21년 5월 6일, 이스라엘 남부에서 팔레스타인 무장 정파 하마스가 로켓을 쏘자 정보 수집과 표적 획득, 정밀타격을 하는 임무를 맡은 이스라엘 수색 중대 대원들은 즉시 현장에 투입되어 몇 시간 안에 여러 대의 토르 드론을 군집으로 운용하여 복잡한 도시 건물과 지형 속에 숨어 있는 표적을 수색, 위치 확인, 교전 대상 선정, 전투 손실 평가 등의 임무를 완수했다.

이 드론을 제작한 이스라엘의 엘빗 시스템 사는 "토르는 실시간 데이터링크, 군용 통제 소프트웨어가 설치되어 있어 도시 지역 작전이나 탁 트인 지형에서 작전하는 데 안정맞춤이며 자동 수

직이착륙과 자율 임무 비행을 수행한다"라고 설명했다.^[17]

‘토르’는 중국 DJI사의 mavic pro 드론 정도의 크기로서 접었을 때 높이 83mm, 넓이 83mm, 길이 198mm, 대각선 길이 (프로펠러 제외) 335mm, 로터가 4개, 최대 고도 3,660m 까지 비행한다. 감시 및 정찰 임무를 위해 설계되었으며, 영하 40도에서 영상 65도의 혹독한 기후와 강풍과 폭우, 폭설과 폭풍 등 악기상과 모래와 먼지 환경에서도 임무 수행이 가능하다. 전자광학, 적외선카메라 등 3kg의 임무 장비를 장착하고 75분간의 임무를 수행할 때 작전반경 10km 이내에서 작전할 수 있다. 실시간 탐색 모드와 자율 비행 모드 등 프로그램된 비행 패턴이 탑재되고, 이중 EO/IR 이미지 처리 센서가 장착되어 도시 감시, 지형 매핑 등의 임무를 수행할 수 있다.

2.1.3 미국의 알카에다 드론 정찰(2000년 이후)

미국 중앙정보국(CIA)과 공군은 2000년대 초반부터 아프가니스탄 및 파키스탄 등의 지역에서 MQ-1 Predator 무인기를 운용하여 알카에다의 활동을 정찰하고 분석했다.^[18]

MQ-1 Predator 드론은 지상 통제센터에서 3명(원격 조종사, 센서 운영자, 정보 분석가)이 원격 조종하며, 길이 8.23m, 날개폭 14.8m, 높이 2.1m, 최대이륙중량 1,020kg, 최대속도 135mph, 순항 속도 130km/h~170km/h, 비행거리 1,250km, 비행시간 24시간, 비행 고도 7,600m(25,000피트), 무장은 AGM-114 헬파이어 2기, 4 × 공대공 스팅어 미사일 4기, 6 × AGM - 176 그리핀 공대지 미사일 6기의 3가지 미사일 중에서 2개의 조합이 가능하다. EO/IR 카메라와 SAR(합성 개구레이더) 센서를 통해 지상 목표 감시 및 정보를 수집하고 이를 통해 알카에다의 활동, 기지 위치 등을 파악하고 분석할 수 있었다.

2.1.4 ISIS의 이라크 및 시리아전(2014년 이후)

ISIS는 DJI Phantom 드론을 사용하여 2014년부터 이라크 및 시리아에서 군사용 사진이나 영상을 촬영하고, 이를 통해 병력 배치, 공격 지점 식별 등에 사용하였다.^[19]

DJI Phantom은 무게(배터리와 프로펠러 포함) 1,375g, 대각선 길이(프로펠러 제외) 350mm, 조종기 통신 도달거리는 2013년 출시된 최초 모델은 1km이었다. 속도는 50~72km/h, 최대 고도 6,000m, 비행시간 30분, 작동 온도 범위는 0~40°C 이다. GPS 기반 자율 비행 또는 드론에 탑재된 고해상도 카메라(1,080p 또는 4K)를 통해 태블릿과 휴대전화기 스크린으로 전송되는 비행 제원을 보며 조종하고, 일반적으로 취미용 드론이지만 ISIS의 경우 군사 정찰 임무 시 실시간 사진과 영상 촬영을 하는데 운용하였다.

2.1.5 우크라이나 분쟁(2014년)

2014년 우크라이나 분쟁이 시작된 이래 우크라이나군은 적군의 병력과 장비 이동을 감지하여 위치를 정확하게 확인하고 정밀 타격할 수 있도록 TB-2와 RQ-11B 드론을 사용하여 러시아의 지원을 받는 분리주의자들보다 우위를 점할 수 있었고 이는 분쟁의 강도를 줄이는 데 이바지하였다.^[20]

Bayraktar TB-2 드론은 터키의 중장거리 전술 무인기로,

2014년 8월부터 튀르키예 군에서 운용하고 있고 카타르 등 해외에도 수출되었다. 특히 2020년 아르메니아-아제르바이잔 전쟁에서 아제르바이잔의 승리에 이바지하여 명성이 높아졌다.

길이 6.5미터, 날개폭 12미터, 무게 650kg, 엔진은 1기의 가솔린 터보프롭 엔진, 최대속도 222km/h, 순항 속도 126km/h, 비행시간 27시간, 운용고도 8.5km(27,000ft), 항속거리 300km, 원격조종 및 자율 비행 기능 탑재, 고해상도 카메라, 전자전 시스템, 실시간 영상 전송 및 지상 조종사와의 데이터링크 등 첨단 시스템을 탑재하고 있고, 대당 500만 달러(60억 원)다. 드론의 원격 제어는 20피트 컨테이너형 관제센터에서 지휘관과 조종사를 포함 3명의 인원이 드론 3기를 동시에 운용할 수 있다.

Raven RQ-11B^[21] 드론은 사람이 운반할 수 있는 휴대용 소형 무인기로서 현재 미 육군과 특수부대원들이 2002년 이후부터 실전에서 운용하고 있으며 영국, 호주, 덴마크, 네덜란드 등 전 세계 10여 개국에서 군용으로 운용 중이다. 길이 0.91m, 날개폭 1.37m, 비행시간 60~90분, 4,500m 고도에서 30km/h~100km/h의 비행 속도로 최대 10km까지 비행할 수 있다. 무게가 1.9kg에 불과한 이 무인기는 병사가 손으로 던져서 이륙할 정도로 간편하며, CCD 컬러 비디오카메라와 적외선 야간 투시경 카메라가 탑재되어 주야간 구분 없이 실시간에 가까운 전송용 비디오 화면을 제공하고 정보 수집, 정찰 및 감시 임무를 수행한다. 지상국에서 원격으로 제어하거나 GPS 웨이포인트 내비게이션을 사용하여 자율 비행을 할 수 있다.

2.2 정찰 임무 수행 드론의 운용양상 분석

앞서 소개한 전투사례에서 사용된 드론을 종합하여 정리하면 표 1과 같다. 표에서 자료 분석의 편의를 위하여 드론의 개략적 크기를 기준으로 소형급 드론(TORR, Raven RQ-11B, Skylark I-LEX, DJI Phantom)과 중형급(중소형, 중형, 중대형) 드론(HERMES-450, Searcher Mk II, MQ-1 Predator, Bayraktar TB-2)로 구분하였으며, 이를 비행 고도, 비행 속도, 비행시간과 거리 그리고 임무 장비 등 드론 제원 측면에서 정찰 임무 수행 시 어떤 운용양상을 보이는지 고찰해 보았다.

운용된 비행 고도는 아래 표 1에서 보듯이 소형급은 3.6~6km, 중형급은 5.5~7.6km의 분포를 보여준다. 따라서 드론의 크기에 비례하여 소형급은 저고도에서, 중형급은 비교적 고고도에서 운용된 것으로 나타났다.

비행 속도 관점에서 살펴보면 소형급은 30~100km/h, 중형급은 176~222km/h의 분포를 보임에 따라서 드론의 크기에 비례하여 소형급은 저속으로, 중형급은 비교적 고속으로 운용되었다.

비행시간은 소형급은 0.5~3시간, 중형급은 17~27시간의 분포를 보임에 따라서 드론의 크기에 비례하여 소형급은 단시간, 중형급은 비교적 장시간 동안 운용된 것으로 나타났다.

비행거리는 소형급은 1~40km, 중형급은 120~1,250km의 분포를 보임에 따라서 드론의 크기에 비례하여 소형급은 단거리, 중형급은 비교적 장거리를 비행한 것으로 나타났다.

임무 장비는 소형급은 주로 EO/IR과 주간 카메라를, 중형급

은 합성개구레이더(SAR)가 추가 장착되어 중형급이 소형급보다 강화된 정찰 임무 수행을 위한 장비를 탑재하고 있다.

조종 방식은 정찰 임무 수행을 위해서 지상통제소에서 조종사에 의한 원격조종과 미리 비행코스를 사전에 입력하여 GPS 유도방식으로 자율적으로 비행하는 방식이 다 같이 사용되고 있다.

표 1. 정찰 임무 수행 드론의 비행 제원

Table 1. Flight specifications of drones performing reconnaissance missions

드론 종류	유형	크기(m)	비행고도 (km)	비행시간 (시간)	임무장비
	구분	중량(Kg)	비행속도 (km/h)	비행거리 (km)	조종방식
HERMES-450	고장익	10.5x6.1	55	17	EO/IR SAR 레이더
	중형	550	176	300	원격/자율
Searcher Mk II	고장익	5.85x8.54	6.1	18	EO/IR
	중소형	426	200	120	원격/자율
Skylark I-LEX	고장익	2.2x2.4	46	3	주변비파 FJR
	소형	5.5	37~74	40	원격/자율
TCRR	회전익	0.81x0.67	36	1.25	EO/IR
	중소형	9	65	10	원격/자율
MQ-1 Predator	고장익	8.23x14.8	76	24	EO/IR SAR 레이더
	중대형	1,020	217	1,250	원격/자율
DJI Phantom	회전익	0.35x0.33	6	0.5	주변비파
	소형	2.0	50~72	1	원격/자율
Bayraktar TB-2	고장익	6.5x12	85	27	주변비파
	중대형	650	222	300	원격/자율
Raven RQ-11B	고장익	0.91x1.37	45	1.5	EO/IR
	중소형	1.9	30~100	10	원격/자율

3. 공격 임무 수행 드론의 운용양상

현대 전쟁에서 드론은 전쟁의 보조가 아닌 주 수단이 되어 가고 있으며 특히 공격 임무 드론은 이제 전장에서의 성패를 가능하는 핵심 전투 수단이 되었다. 따라서 본 장에서는 국지 분쟁과 전면전 그리고 테러 발생 전투사례에서 공격 임무로 많이 운용했던 드론의 종류와 제원 등을 구체적으로 살펴보고 그 특징을 도출하여 운용양상을 정립하고자 한다.

3.1 전투사례

본 절에서는 아제르바이잔-아르메니아 전쟁 등 총 다섯 개의 전투사례 간 공격 임무 수행을 위해 주로 사용되었던 Harop 드론 등 8개의 드론에 대한 크기와 운용고도 등 8가지 항목 제원 분석을 통해 그 운용양상을 도출하고자 한다.

3.1.1 아제르바이잔-아르메니아 전쟁(2020. 9. 29 ~ 11. 10) 2016년 분쟁 이후, 아제르바이잔군은 터키(Bayraktar 社)로

부터 정찰 및 공격 드론인 TB-2와 이스라엘로부터 자폭형 드론 하롭(Harop)을 도입했다.

아제르바이잔 군이 적용한 주요 드론 전술은 장거리 정찰 드론(Hermes)을 운용하여 적의 방어체계의 취약점을 식별하고 무인화 된 An-2기를 투입하여 적 방공체계의 위치를 드러내고, 최첨단 드론(TB-2, 하롭 등)과 기존 노후 무기체계(An-2)를 무인화 하여 혼합 운용하는 'High-Low Mix' 개념을 운용하였다. 또한 정밀화력 체계(포병, 미사일 등)로 적 방공체계를 무력화하였고 TB-2(종심 지역)와 하롭(근접 전투 지역)을 투입한 결과 24일 동안 아르메니아군 장비 총 633대를 무력화시키는 전과를 거두었다.^[22]

2020년 9월 29일, 2020년 나고르노카라바흐 충돌에서 아제르바이잔이 TB-2 무인기로 아르메니아 T-72 전차를 공격하였다. 아제르바이잔 드론이 발사한 UMTAS 미사일 한 방으로 아르메니아 T-72 탱크들이 산산조각이 났으며, 아제르바이잔은 고해상도 카메라와 미사일을 사용하여 적 병력의 위치와 기지를 정확히 식별하고 타격하는 등 갈갈리지 지역에서 효과적인 공격을 수행하며 전쟁에서 우위를 점하였다.

TB-2 무장은 최대 150kg의 무장을 외부 걸대에 장착할 수 있으며, 4개의 MAM 미사일(무게 22kg, 사거리 8km, 레이저 유도, Smart Micro Munition)과 2개의 터키가 개발한 대전차 미사일 UMTAS(Uzun Menzilli Tanksavar Sistemi), 70mm 시릿(Cirit) 로켓, BOZOK 레이저 유도 로켓 등 다양한 무기 장착이 가능하다.

Harop(Loitering Munition, 일명 Kamikaze Drone)^[23] 드론은 분리된 고폭탄두를 가지고 있으며, 무인기 자체가 폭탄이며 원격조정에 의해 통제된다. 하롭은 두 가지 모드를 가지는데, 이전의 하피와 같이 안티 레이더 모드와 항공기의 전자 광학 센서와 같은 도움을 받아 원격조정으로 타격하는 방식이 있어서 레이더를 꺼두어도 타격할 수 있다.

길이 2.5m, 날개폭 3m, 중량 120kg, 통신거리: 200km, 최대속도 417km/h, 비행시간 9시간, 항속거리 1,000km, 운용고도 4,600m이며, 무장은 23kg 고폭탄두, 유도방식은 대방사 모드(적 레이더 전파를 탐지해 공격), 광학 유도(EO/IR 카메라, 원격조종방식이다. GPS 기반 자율 비행 및 조종으로 정찰, 식별, 타격까지 다양한 임무 수행이 가능하며, 목표 지역에서 긴 시간 동안 선회하면서 적군을 발견하거나 정확한 타격 기회를 기다리다가 필요한 순간에 목표 지역으로 내려가 목표를 타격하고 파괴할 수 있다. 아제르바이잔은 Harop을 운용하여 아르메니아 군의 탱크, 차량 및 병력 등의 목표를 공격하였고, 긴 비행시간을 가지며, 정밀타격이 가능하여 적군의 장비와 병력을 효과적으로 파괴하고 전투 능력을 상실시키는 전과를 올렸다.

3.1.2 사우디아라비아의 석유 시설 공격 (2019)[24]

2019. 9월 14일 새벽, 예멘 반군은 비행거리 120km인 카세프-2K 단거리 무인기와 작전반경이 1천500~1천700km인 장거리 무인기 삼마드-3, 그리고 최근 개발한 제트엔진 장착 신형 무인기가 사용하여 사우디아라비아 국영 석유 회사 아람코의

핵심 석유 시설을 자신이 직접 공격했다고 주장하였고, 폭탄을 탑재한 삼마드 계열의 무인기 10대가 700~1,000km를 날아온 것으로 추정하고 있다. 예멘의 후티 반군은 자신들의 소행이라고 주장하고 있으나 현지에서는 예멘 반군이 자체 제작한 '삼마드' 계열 드론으로 추정한다. 삼마드는 전후방 날개 길이가 1m 안팎으로 대당 1,000~2,000만 원이면 만들 수 있다. 하지만 미국은 또 다른 의견을 제시하고 있는데, 예멘 후티 반군의 배후로 이란을 지목하면서 이란이 제작한 무인기 아바빌(Ababil)을 개조했을 가능성이 크다는 보고 있다. 아바빌 무인기는 길이 2.88m, 날개폭 3.25m, 최대이륙중량 83kg, 최고속도 370km/h, 순항 속도 250~305km/h, 전투행동반경 120km, 비행 지속시간 1시간 25분~2시간, 최대고도 3,000m, 총중량 80kg, 최대속도 370km/h이다.

3.1.3 ISIS의 이라크 및 시리아전(2014년 이후)

2017년 2월, 이라크 제2의 도시 모술에서 IS 전사들은 현대 시가전에서 새로운 전투 전술을 전개하였는데 DJI Phantom 드론과 다른 기종의 상업용 드론을 무장 개조하여 민간 및 군사 목표물에 폭탄과 수류탄을 투하하였다. 물리적으로는 박격포 공격과 매우 유사하지만 실제로는 매우 정확하게 선택된 목표물을 공격하여 공포를 불러일으켰다. 또한 시가전에 적합한 드론의 또 다른 예에서 IS 무장 세력은 이러한 드론을 사용하여 자살 차량폭탄 테러범을 목표물로 안내하는 등 다양하게 운용하였다.^[25]

3.1.4 미국의 이란 솔레이마니 국방부 장관 드론 공격 (2020년)

2020년 1월, 솔레이마니와 이란 민병대 관계자들은 차량 두 대로 바그다드 공항을 떠나던 중 미군 무인기(MQ-9, Reaper)의 미사일 공격으로 이란 혁명수비대 쿠드스 군 사령관 카셈 솔레이마니와 그의 부하 등 10명이 현장에서 사망하였다.^[26]

MQ-9 Reaper(저승사자) 드론은 Predator B라고도 불리며, 주로 미국 공군을 위해 개발한 원격 제어 또는 자율 비행 작동이 가능한 무인 항공기이다. 이전의 MQ-1 Predator보다 더 크고 무겁고 성능이 뛰어난 항공기이며 같은 지상 시스템으로 제어할 수 있다. 무기 운용을 포함하여 지상통제소(GCS)의 승무원 2명에 의해 장기 체공, 고고도 감시를 위해 설계된 최초의 헌터 킬러 UAV이다. 길이 11m, 날개폭 20m, 최대 이륙 중량 4,760kg, 탑재량 1,700kg, 최대속도 482km/h, 순항 속도 313km/h, 비행거리 1,900km, 비행시간 27시간, 비행 고도 15,420m, 무장은 최대 8개의 AGM-114 Hellfire 공대지 미사일 또는 4개의 Hellfire 미사일과 2개의 GBU-12 Paveway II 레이저 유도 폭탄, GBU-38 합동 직접 공격 탄약(JDAM)을 탑재할 수 있다. 통신장비는 AN/DAS-1 MTS-B 다중 스펙트럼 표적 시스템, AN/APY-8 Lynx II 레이더, Raytheon SeaVue 해양 수색 레이더가 있다.

3.1.5 우크라이나-러시아 전쟁(2022. 2. 24 ~ 현재)

우크라이나가 세계 22위 군사력이지만 세계 2위 강군인 러시아에 선전하는 이유 중 하나는 드론 민간 특수부대와 IT 부

대를 보유했기 때문이다. '공중 정찰'의 의미인 '아에로로즈비드카(Aerorozvidka)'로 불리는 드론 민간 특수부대는 2014년 돈바스 전쟁 이후 우크라이나 특수작전부대와 민간 드론 전문가들 30여 명으로 구성되어 작전을 수행하였다.^[27] 전쟁 시 공격 드론을 운용한 주요 사례는 다음과 같다.

3.1.5.1 우크라이나의 공격 사례

첫째 사례로 TB-2 드론으로 정찰감시와 정밀타격을 병행하여 운용하였다.

2014년 돈바스 전쟁 시 우크라이나군은 은폐 기동하는 러시아군 대대 전술 단을 실시간 추적할 수 없어서 우-러 국경 일대와 친러 분리주의자들이 점령한 지역을 효과적으로 감시하고, 도발 원점 정밀타격을 위해 2019년 터키로부터 공군 12대와 해군 5대의 TB-2를 도입했고, 최초에는 감시 임무만 수행하다가 2020년 아르메니아-아제르바이잔 전쟁 시에 아제르바이잔군의 드론 기동전을 보면서 우크라이나군도 TB-2를 공격 임무에 사용하였다.^[28]

둘째 사례로 러시아 본토 450km 공군기지를 드론으로 공격하였다.

우크라이나 군이 2022년 12월 5일 국경에서 450km 이상 떨어진 러시아 중서부 다길레보와 엔겔스 공군기지를 드론으로 공격했으며, 2022년 2월 러시아의 침공 이후 적진 가장 깊숙한 지역의 드론 공격이었다.^[29] 우크라이나가 사용한 드론은 소련 시절 개발된 'Tu-141'을 개조한 드론으로서 우크라이나 방산 산업의 발전된 역량을 보여준 사례로 보도 되었다.^[30]

TU-141^[31] 드론(무인기)은 일명 "Swift"라고 불리며, 원래는 1970년대 후반 소련에서 개발된 정찰 드론으로, 2014년부터 소련군과 우크라이나 군이 주로 사용했다.

정찰용 TI-141 드론은 발사대 트럭에서 발사되어 비행 중에는 미사일과 유사하게 작동하고, 임무가 끝나면 추락 속도를 늦추는 낙하산으로 착륙하고, 재사용이 가능하다. 길이 14.33m, 날개폭 3.8m, 최대이륙중량 6,215kg, 순항 속도 1,000km/h, 최대속도 1,100km/h, 고도 6,000m, 비행시간 6시간, 비행거리 1,000km이다. PA-4 파노라마 카메라와 전방을 촬영하는 A-86P 카메라, 적외선 또는 전기광학 센서, 이미징 레이더를 포함한 다양한 페이로드를 탑재하는 등 고해상도 카메라 시스템을 장착하고 사전 프로그래밍된 비행계획으로 지정된 비행로를 따라 자율 비행을 한다. 우크라이나는 이를 개조하여 폭발성 탄두를 부착 후 자폭용으로 사용하고 있는 것으로 보도되고 있다.

셋째 사례로 우크라이나의 '홈메이드 드론'으로 러시아 45억 짜리 탱크를 파괴하였다.

2022년 5월, 우크라이나군 드론 특수부대 아에로로즈비드카는 자체 개발한 '홈메이드 드론'으로 폭탄 2발을 떨어뜨려 1대에 350만 달러(45억 원)인 러시아군 탱크 T-90을 파괴했다. 아에로로즈비드카는 해외에서 지원받은 드론 부품과 자금을 이용해 자체 제작한 드론 R18과 대전차 로켓포 개량 탄을 집에서 만드는 모습을 매스컴으로 공개한 바 있다.

R-18 드론^[32]은 옥토크터 드론(8개 프로펠러)으로 40분 비행으로 4km 비행하고, 5kg 폭탄(대전차 로켓포 개량 탄) 무장이 가능하며, 열화상 카메라가 탑재되어 있어 어둠 속에서 목표물을 정확히 찾아내고 목표 지점 외에는 피해를 최소화할 수 있어, 민간인 거주 마을에서도 작전 수행이 가능하다. 한 대가 10만 파운드(1억 5,700만 원)이며 구소련제 대전차 로켓포탄(단가는 500달러(65만 원))을 개량해 목표물에 투하할 수 있어서 매우 저렴한 비용으로 운용할 수 있다.^[33]

3.1.5.2 러시아의 공격 사례

첫째 사례로 자폭 드론 '샤헤드-136'으로 우크라이나 수도를 공격하였다.

2022년 10월, 러시아군이 드론 28대로 우크라이나 수도 키이우를 공격하였는데, 러시아군이 사용한 이란제 자폭 드론 '샤헤드-136' 드론^[34]은 탐지가 어렵고 저공비행하여 100m까지 하강해 목표물을 타격하면서 자폭하여 태평양전쟁 당시 일본군의 자살 공격에 빗대어 '가미카제 드론'으로도 불린다.

길이 3.5m, 날개폭 2.5m, 최대이륙중량 200kg, 최고속도 185km/h, 작전반경 1,800~2,500km, 위성항법과 INS 유도방식이며, 탄두 중량은 36kg, MD -550 피스톤 엔진(프로펠러 구동 비행)을 사용하고, 발사대 이용 동시 5대 이상 발사가 가능하며, 저고도에서 저속으로 비행한다. 비행 때 소리가 크고 눈에 잘 띄기 때문에 격추될 위험성이 크지만, 비교적 크기가 작아 방공시스템에 감지가 어렵고, 여러 대를 날리면 격추하기가 쉽지 않다.^[35]

3.2 공격 임무 수행 드론의 운용양상 분석

비행 고도와 속도 등 드론 제원 측면에서 공격 임무 수행 간 어떤 운용양상을 보이는지 고찰하고자 한다.

앞서 소개한 전투사례에서 사용된 드론을 종합하여 정리하면 표 2와 같다. 표에서 자료 분석의 편의를 위하여 드론의 개략적 크기를 기준으로 소형급(소형, 중소형) 드론(R-18, 아바빌, Harop, TORR, Raven RQ-11B, Skylark I-LEX, DJI Phantom)과 중형급(중형, 중대형) 드론(샤헤드, TU-136, Bayraktar TB-2, MQ-9 Reaper)으로 구분하였으며, 이를 비행 고도, 비행 속도, 비행시간과 거리 그리고 임무 장비 등 드론 제원 측면에서 정찰 임무 수행 시 어떤 운용양상을 보이는지 고찰해 보았다.

운용된 비행 고도는 표 2에서 보듯이 소형급은 2~6km, 중형급은 0.5~15.4km의 분포를 보여준다. 따라서 드론의 크기에 비례하여 소형급은 저고도에서, 중형급은 비교적 고고도에서 운용된 것으로 나타났다.

표 2. 공격 임무 수행 드론의 비행 제원

Table 2. Flight specifications of drones performing attack missions

드론 종류	유형	크기(m)	비행고도(km)	비행시간(시간)	무장
-------	----	-------	----------	----------	----

	구분	중량(Kg)	비행속도(km/h)	비행거리(km)	조종방식
Bayraktar TB-2	고정익	6.5x12	8.5	27	- 미사일 - 로켓
	중대형	650	222	300	원격/자율
Harop (자폭)	고정익	2.5x3	4.6	9	폭발성 탄두
	중소형	120	417	1,000	원격/자율
아바빌 (자폭)	고정익	2.8x3.2	3	1.5~2	폭발물 탑재
	중소형	83	370	120	자율
DJI Phantom	회전익	0.35x0.33	6	0.5	- 슈류탄 - 경량 폭탄
	소형	2.0	50~72	1	원격/자율
MQ-9 Reaper	고정익	11x20	15	27	- 미사일 - 유도탄
	대형	4,760	482	1,900	원격/자율
TU -141 (자폭)	고정익	14.3x3.8	6	6	폭발물 탑재
	중대형	6,215	1,100	1,000	자율
샤헤드 -136 (자폭)	고정익	3.5x2.5	0.15	14	폭발성 탄두
	중형	200	185	1,800~2,500	자율
R-18	회전익	0.65x0.65	2~3	0.7	폭발물 탑재
	중소형	4	50~70	4	원격/자율

자폭형과 비 자폭형 드론을 비교해 보았을 때는 아래 표 3에서 보듯이 자폭형은 0.15~6km, 비 자폭형은 2~15km의 분포를 보임에 따라서 자폭형은 저고도에서, 비 자폭형은 비교적 고고도에서 비행하고 있다.

표 3. 자폭형 / 비 자폭형 드론의 비행 고도

Table 3. Flight altitude of self-destruction type / non-destruction type drone

단위 : km

자폭형	샤헤드	아바빌	Harop	TU -141
	0.15	3	4.6	6
비 자폭형	R-18	DJI Phantom	Bayraktar TB-2	MQ-9 Reaper
	2~3	6	8.5	15.4

비행 속도 관점에서 살펴보면 소형급은 50~417km/h, 중형급은 185~1,100km/h의 분포를 보여준다. 따라서 드론의 크기에 비례하여 소형급은 저속으로, 중형급은 비교적 고속으로 운용된 것으로 나타났다.

자폭형과 비 자폭형 드론을 비교해 보았을 때는 자폭형은 100~417km/h, 비 자폭형은 50~482km/h의 분포를 보임에 따라 자폭형은 고속으로, 비 자폭형은 비교적 저속으로 비행하고 있음을 알 수 있다.

표 4. 자폭형 / 비 자폭형 드론의 비행 속도
Table 4. Flight speed of self-destruction type / non-destruction type drone

단위 : km/h

자폭형	사헤드 -136	아바빌	Harop	TU -141
	185	370	417	1,100
비 자폭형	R-18	DJI Phantom	Bayraktar TB-2	MQ-9 Reaper
	50~70	50~72	222	482

비행시간은 소형급은 0.5~9시간, 중형급은 6~27시간의 분포를 보임에 따라서 드론의 크기에 비례하여 소형급은 단시간, 중형급은 비교적 장시간 비행하고 있다.

자폭형과 비 자폭형 드론을 비교해 보았을 때 자폭형은 1.5~14km, 비 자폭형은 0.5~27km의 분포를 보임에 따라서 자폭형은 단시간에, 이 비 자폭형은 비교적 장시간 비행하고 있다.

표 5. 자폭형 / 비 자폭형 드론의 비행시간
Table 5. Flight time of self-destruction type / non-destruction type drone

단위 : 시간

자폭형	아바빌	TU -141	Harop	사헤드 -136
	1.5~2	6	9	14
비 자폭형	DJI Phantom	R-18	MQ-9 Reaper	Bayraktar TB-2
	0.5	0.7	27	27

비행거리는 소형급은 1~120km, 중형급은 300~2,500km의 분포를 보임에 따라서 드론의 크기에 비례하여 소형급은 단거리로, 중형급은 비교적 장거리를 비행하고 있다.

자폭형과 비 자폭형 드론을 비교해 보았을 때는 자폭형은 120~2,500km, 비 자폭형은 1~1,900km의 분포를 보임에 따라서 자폭형은 장거리를, 비 자폭형은 비교적 단거리를 비행하고 있음을 알 수 있다.

표 6. 자폭형 / 비 자폭형 드론의 비행거리
Table 6. Flight distance of self-destruction type / non-destruction type drone

단위 : km

자폭형	아바빌	Harop	TU -141	사헤드 -136
	120	1,000	1,000	1,800~2,500
비 자폭형	DJI Phantom	R-18	Bayraktar TB-2	MQ-9 Reaper
	1	4	300	1,900

무장은 소형급은 주로 수류탄이나 폭발성 탄두를, 중형급은 미사일과 로켓 등의 중무장을 하고 있다.

자폭형 드론의 무장은 주로 자폭을 위한 폭발성 탄두와 폭발물을 탑재하고 있고, 비 자폭형 드론은 미사일과 로켓으로 무장하여 식별된 적을 조종으로 발사하는 방식으로 수행되고

있다.

표 7. 자폭형 / 비 자폭형 드론의 무장
Table 7. Armament of self-destruction type / non-destruction type drone

자폭형	Harop	아바빌	TU -141	사헤드 -136
	폭발성 탄두	폭발물 탑재	폭발물 탑재	폭발성 탄두
비 자폭형	Bayraktar TB-2	MQ-9 Reaper	DJI Phantom	R-18
	미사일 로켓	미사일 로켓	수류탄 경량 폭탄	폭발물 탑재

공격 임무 수행 드론의 조종 방식은 크기와 큰 관련 없이 원격 제어 및 자율 비행으로 수행됨을 알 수 있다.

하지만 자폭형은 한 기종을 제외하고 모두 자율 비행이었고, 비 자폭형 드론은 모두 원격조종과 자율 비행이었다. 이는 자폭형 특성상 공격 목표의 비행경로를 사전에 입력하여 GPS 유도방식으로 자율적으로 비행하는 방식이 주로 사용된 것으로 보인다.

표 8. 자폭형 / 비 자폭형 드론의 조종 방식
Table 8. Flight control of self-destruction type / non-destruction type drone

자폭형	Harop	TU -141	아바빌	사헤드 -136
	원격 제어 자율 비행	자율 비행	자율 비행	자율 비행
비 자폭형	MQ-9 Reaper	Bayraktar TB-2	DJI Phantom	R-18
	원격조종 자율 비행	원격조종 자율 비행	원격조종 자율 비행	원격조종 자율 비행

4. 드론의 운용양상 분석 결과

앞서 2장과 3장에서는 정찰 및 공격 임무 수행 드론의 전투 사례를 고찰하고 비행 제한 측면에서 운용양상을 분석하였다. 여기서는 제원별로 정찰과 공격 임무 간 소형급과 중형급을 비교하고 공격 드론 중 자폭용과 비 자폭용을 비교설명 한다.

4.1절에서는 정찰 및 공격 임무 수행 드론 비행 제원의 상호 비교분석을, 4.2절에서는 운용 간 특징 측면에서 분석한다.

세부 설명에 앞서 드론의 크기 및 임무에 따라 드론의 주요 제원(비행 고도/비행 속도/비행시간/비행거리)의 변화를 종합적으로 비교 분석하면 그림 1과 같다. 비교의 편의를 위하여 주요 제원의 값은 앞서 분석한 자료의 평균값으로 표시하였으며, 각 제원의 기준 값은 소형 드론을 기준으로 비교평가가 가능하도록 드론 유형별로 구분하여 표시하였다.

그림 1에서 보여주는 바와 같이 소형급 드론은 저고도/저속/

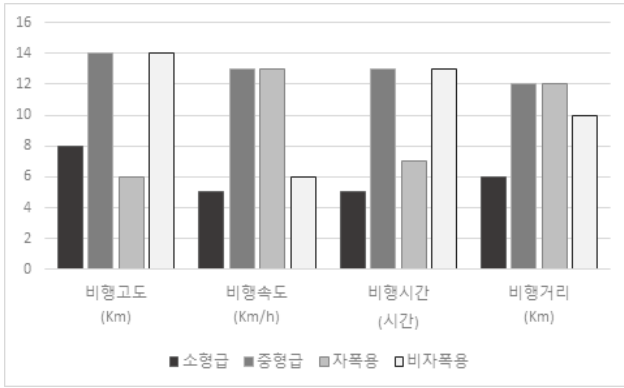


그림 23. 드론의 크기 및 임무에 따른 주요 제원의 변화
 Fig. 1. Changes in primary resources based on the size and mission of drones
 단시간/단거리에 주로 활용되며, 중형급은 고고도/고속/장시간/장거리 임무에 주로 활용됨을 알 수 있다. 또한 특이한 점은 공격 임무 수행 드론 중 자폭용 드론은 비 자폭용 드론에 비해 저고도/고속/단시간/장거리로 비행하는 것으로 나타났다.

4.1 정찰 및 공격 임무 드론 비행 제원의 비교분석

아래 표 9에서 보는 바와 같이 비행 고도/속도/시간/거리는 정찰 임무 드론은 고고도/저속/장시간/단거리로, 공격 임무 드론은 저고도/고속/단시간/장거리로 운용된 것으로 나타났다.

표 9. 정찰 및 공격 임무 드론 제원의 비교
 Table 9. Comparison of drone specifications for reconnaissance and attack missions

구분	정찰 임무 드론	공격 임무 드론	
비행 고도	비교	고고도	
	소형급	3.6~6km	저고도
	중형급	5.5~7.6km	0.5~15.4km
비행 속도	비교	저속	고속
	소형급	30~100km/h	50~417km/h
	중형급	176~222km/h	185~1,100km/h
비행 시간	비교	장시간	단시간
	소형급	0.5~3시간	0.5~9시간
	중형급	17~27시간	6~27시간
비행 거리	비교	단거리	장거리
	소형급	1~40km	1~120km
	중형급	120~1,250km	300~2,500km
조종 방식	소형급	원격조종 자율 비행	원격조종 자율 비행
	중형급	원격조종 자율 비행	원격조종 자율 비행

이는 임무 수행 특성상 정찰 임무 시에는 공격 임무 수행 드론보다 비교적 고고도에서 저속으로 장시간 동안 필요한 정찰 지역만 짧은 거리에서 임무를 수행하지만, 공격 임무 시에는 지정된 목표물 타격을 위해 정찰 임무 드론보다 비교적 저고도로 빠르게 비행하고 단시간 내에 장거리 목표까지도 타격하는 임무를 수행하는 것으로 분석할 수 있다. 조종 방식은 임무 수행의 성격에 따라서 두 임무 모두 원격조종과 자율 비행을 하는 것으로 나타났다.

4.2 운용 특징 측면의 운용양상

드론의 정찰 및 공격 임무 수행 시 운용양상과 두 가지 임무 시 보이는 공통 운용양상에 대해서 고찰하고자 한다.

4.2.1 정찰 임무 수행 운용양상

첫째, 사전 방공 위협 제거 후 침투하였다.

이라크전과 아제르바이잔-아르메니아 전에서 여러 첩보를 통해 확인된 방공 위협에 대해 포병, 공군자산 등을 사용하여 사전에 최대한 제압 후 드론 제대를 운용하였다. 특히 아제르바이잔-아르메니아 전에서 아제르바이잔 군은 보유한 AN-2기를 먼저 아르메니아 지역에 비행하여 방공망이 노출되게 한 후 노출된 방공망을 무력화시키고 정찰 드론을 포함한 드론 본대를 제파식으로 침투시켜 생존을 보장받으며 효율적인 공격을 할 수 있었다.

둘째, 중대형급 드론(무인기)을 중·고고도로 침투하여 장기 체공 정찰하고 적 목표물 획득 시 공중 기습타격을 하였다.

솔레이마니 제거 작전 시 리퍼 드론은 미국 네바다주에서 위성 원격조종으로 이라크 바그다드 공항 상공 최대 15km 고도에서 체공하며 정찰하다가 솔레이마니가 탑승한 두 대의 차량이 바그다드 공항을 떠날 때를 포착하여 드론의 미사일 공격으로 제거하였다.

4.2.2 공격 임무 수행 운용양상

첫째, 목표 인근지역으로 이동 후 근접 공격을 했다.

우크라이나 드론 민간 특수부대가 주로 야간에 이동하는 러시아 부대를 타격하기 위해서 민간 차량이나 4륜 ATV(All Terrain Vehicle)를 이용하여 공격 목표 인근지역으로 이동한 후 주민이나 자체 정찰 드론을 통해 적 위치와 규모를 확인하고, 차량이나 도보로 지상 침투하고 무장/자폭 드론으로 적을 타격하였다.

둘째, 단거리 공격을 하였다.

우크라이나-러시아전에서 보았듯이 우크라이나는 R-18 및 TB-2 드론으로 근접전투 지역에 있는 전차나 장갑차 등을 공격하였고, 미국이 지원한 스위치블레이드와 같은 자폭 공격 드론으로 러시아의 전차 등 주요 장비를 파괴하였다. 우크라이나의 대대적인 드론 공격에 러시아 또한 이란의 샤헤드-136 자폭 드론을 운용하여 우크라이나 전기, 가스, 발전소 등 기반 시설의 70%를 파괴하였다.

셋째, 공군기지 등 적의 전략적 자산을 장거리 공격을 했다. 2022년 러시아군이 2,000km 사거리의 이란제 자폭 드론 샤헤드-136 드론으로 우크라이나 수도를, 우크라이나군 또한 450km 이상 떨어진 러시아 엔겔스 공군기지를 드론으로 장거리 공격하였다. 사우디 유전 공격 시에도 후티 반군이 자체 설계·제작한 3세대 기종의 신형 무인기로 예멘 국경에서 800km

떨어져 있는 아브카이크 유전 단지를 장거리 공격하였는데, 이러한 장거리 기습공격은 적 후방 공군기지·중요시설 등 전략적 목표에 물리적인 피해뿐만 아니라 국민에게 불안과 공포를 가져다주는 심리전에서도 우위를 점할 수 있다.

4.2.3 정찰 및 공격 임무 수행 시 공통 운용양상 첫째, 정찰과 공격을 병행하여 운용하였다.

이라크전과 우크라이나-러시아전에서 보았듯이 헤르메스 드론이 정찰하고 TB-2 드론의 무장을 통해 공격하거나, TB-2 드론 자체 정찰을 통해 적 정보를 획득 후 자체 보유 미사일 또는 다른 자폭 드론이나 포병사격 등으로 타격할 때 실시간으로 운용할 수 있어 적시적인 공격이 가능하였다.

우크라이나는 TB-2 드론을 활용하여 최초에는 감시 임무만 수행했지만 추후 공격 임무까지 수행하였다. TB-2 정찰 및 공격 드론은 접경지역에서 발생하는 국지 전투에서 전술적 우위를 제공하는 'Sensor to Shooter' 기능을 발휘하였고, 병력으로 감당하기 힘든 광범위 지역을 효과적으로 정찰 및 감시하고 유효 표적에 대한 정밀타격을 시행하여 많은 전과를 올렸다. TB-2 드론은 이번 우크라이나-러시아 드론 전쟁에서 정찰과 공격 임무를 모두 수행할 수 있는 가장 효과적으로 사용되고 있는 장비로 평가되고 있다.

둘째, 민간 드론을 개조 및 무장하여 정찰 및 공격 드론으로 운용하였다.

우크라이나의 드론 민간 특수부대는 해외에서 지원받은 드론 부품과 자금으로 민간 드론을 개조하여 자체 제작한 R-18 드론에 자체 개조한 대전차 로켓포 개량 탄으로 무장하여 러시아군 탱크를 파괴하였다. 러시아군 탱크 T-90이 350만 달러(45억 원)지만 R-18 드론은 10만 파운드(1억 5,700만 원)로서 가성비가 뛰어나고 또 정확성도 좋다. 또한 예멘 반군의 사우디 석유 시설 공격 시에도 자체 설계·제작한 3세대 기종으로 수행하였다.

민간에서 상업용으로 이용되는 배터리를 장착한 드론은 비행거리가 몇 km에 불과하지만, 내연기관을 갖춘 드론은 개조를 통해 수백 km 밖에 있는 목표물까지 날아갈 수 있어서 비용도 크게 들지 않을 뿐 아니라 미사일처럼 빠른 속도로 저공 비행하기 때문에 레이더 포착이 어려워 공격자에게는 상당히 효과적인 수단으로 평가할 수 있다.

셋째, 드론을 군집으로 운용했다.

사우디아라비아는 방공망 체계를 갖추기 위해 레이더 장비 개발에 많은 투자를 했지만, 석유 시설 2곳에 드론 10대로 공격받은 것을 다 막아내지 못했다. 러시아의 사헤드-136과 이스라엘의 토르 드론도 군집으로 운용하였다. 소형, 저공, 고속 비행 시 실질적인 탐지가 어렵고, 드론이 레이더에 감지되지 않도록 다른 무인들이 함께 비행하면서 전파교란 장치를 가동한다면 대공미사일 방어시스템도 모두 막아내기가 쉽지 않

을 것이다.

5. 결론

본 연구에서는 실존하는 주요 전투에서 운용된 드론의 사례를 바탕으로 전투에 활용된 드론의 종류와 제원 등을 분석하여 정찰 및 공격 임무 수행에 활용된 드론의 운용양상을 연구하였다.

드론을 활용한 사례를 드론의 제원에 따라 정찰 임무 수행 시 운용양상을 살펴본 결과 정찰과 공격 모두 드론의 크기에 비례하여 소형급은 저고도/저속/단시간/단거리로, 중형급은 고고도/고속/장시간/장거리로 비행하였음을 알 수 있었다. 이중 자폭용 드론은 비 자폭용 드론에 비해 저고도/고속/단시간/장거리로 비행하는 것으로 나타났다.

조종 방식은 전반적으로 원격조종과 자율 비행으로 수행되거나 공격 임무 수행 드론 중 자폭 드론은 미리 목표물의 비행 경로를 사전에 입력하고 GPS 유도방식 등 자율 비행으로 비행하였다.

정찰 임무 수행 드론의 임무 장비는 소형급은 주로 EO/IR과 주간 카메라를, 중형급은 합성개구레이더(SAR)가 추가 장착되어 중형급이 소형급보다 강화된 정찰 임무 수행을 위한 장비를 탑재하고 있었다.

공격 임무 수행 드론의 무장은 소형급은 주로 수류탄이나 폭발성 탄두를, 중형급은 미사일과 로켓 등의 중무장을 하고 있고, 자폭형 드론의 무장은 주로 자폭을 위한 폭발성 탄두와 폭발물을 탑재하고 있고, 비 자폭형 드론은 미사일과 로켓으로 무장하여 식별된 적을 조종으로 발사하는 방식으로 수행되고 있는 것으로 분석되었다.

드론의 정찰 및 공격 임무 운용 측면에서 분석한 결과는 다음과 같다.

정찰 임무 수행 간 운용양상을 종합적으로 분석하면 사전 방공 위협 제거 후 침투하고, 중대형급 드론(무인기)을 중·고고도로 침투하여 장기 체공 정찰하고 적 목표물 획득 시 공중 기습타격하는 운용양상이 나타났다.

공격 임무 수행 간 운용양상의 경우, 목표 인근지역으로 이동 후에 근접 공격을 하고, 단거리 목표와 공군기지 등 적의 전략적 자산을 장거리 공격하는 운용양상을 보였다.

정찰 및 공격 임무 수행 시 공통 운용양상은 정찰과 공격을 병행하여 운용하였고, 민간 드론을 개조 및 무장하여 정찰 및 공격 드론으로 운용하였으며, 드론을 군집으로 운용한 것으로 분석이 되었는데 이를 토대로 하여 미래 전장에서의 정찰 및 공격 임무 수행 간 드론의 운용양상을 제시하면 첫째, 미래에는 "Bayraktar TB-2" 드론처럼 정찰과 공격 임무 수행이 가능한 다기능 무인 항공기(UAV) 수요와 활용이 증가할 것이다. 다만, 이런 드론의 정찰과 공격 임무의 동시 수행 능력 수준은 관련 장비와 기술, 임무의 복잡성 요소로 인해 달라질 수 있어 실제 임무 수행 시 해당 무인기의 장비와 시스템을 조정하는 기술적 발전이 필요할 것이다. 둘째, 민간 드론을 개조 및 무장하여 군사용으로 사용 시 가성비가 좋고, 드론의 제원과 사

용 주파수, 운용방식 등이 알려지지 않아 상대방이 대응하기에 어려움을 줄 수 있게 됨에 따라 드론의 종류가 다양하고 기술이 발전함에 따라 개조 드론이 앞으로도 더 많이 운용될 것으로 전망한다. 셋째, 향후 가장 심각한 드론의 군사적 위협은 AI(인공지능) 드론의 군집 운용일 것인데, 미군은 지난 2016년 FA-18 전폭기 3대로 '페르디스 마이크론 드론' 103대를 투하해 별 때 공격을 구현한 바 있고, 2019년 "美·中, AI가 모는 '별 때 드론' 실전배치, 한국은 무방비"라는 제목으로 기사가 보도된 것처럼 수십 또는 수백 대의 전투형 드론이 침투한다면 방어하기가 매우 어려워질 것으로 전망이 된다.

본 연구는 전면전과 테러·국지 분쟁 등 다양한 전투사태 간 운용된 드론의 제원과 특징을 도출하여 운용양상을 분석함으로써 드론 관련 연구의 분석 대상을 구체화하였다는 점에서 학술적 기여가 높다고 볼 수 있다. 특히, 전투사태에서 실제 운용된 다양한 드론의 제원과 그 특징 분석을 통하여 정찰 및 공격 임무 수행 간 드론의 운용양상을 정립하고 미래 전장에 서의 드론 운용양상을 전망했다는 데 의미와 가치가 있다.

다만, 전투 환경이 산악·야지·도시 지역 등 다양한 지형이 존재하고 우천·안개·강설 등 여러 기후 조건이 다르다. 따라서 후속 연구는 이런 전투 환경의 실제적 여건을 반영한 드론의 일반 제원과 그 특징을 분석할 필요가 있으며, 자율 비행 시스템, 인공지능 기술 등을 접목한 미래 드론의 성능 예측과 대처방안을 지속해서 모색할 필요가 있다. 또한, 다양한 임무 유형(정찰, 공격, 지능 수집 등)과 임무 성격(전술적, 전략적, 대규모 작전 등)에 따라 드론 운용전략이 무엇이 다른지에 대한 조사와 정찰 및 공격용 드론의 최적 운용방안 등에 관한 후속 연구가 활성화되어야 할 것이다.

끝으로 본 연구 결과 도출된 "정찰 및 공격 임무 수행 드론의 운용양상"을 통해 불순분자나 적의 드론 침투 이전에 드론 식별이 가능하다면 그에 대응하기 위한 방어 장비를 선정하거나 주요 시설물의 방호체계를 구축할 때 기초 자료로도 활용될 수 있을 것이다.

References

[1] Young-wook Lee, "A study on the effective use of drones in the military field", Journal of Convergence Security, 20(4), pp. 61-70, 2020.
 [2] Jincheol Choi, et al., "Anti-drones," Korea Institute of Science and Technology Planning and Evaluation, No. 2021-10, p.11, 2120.
 [3] Sang-geun Jo, et al., "Analysis of drone maneuver warfare of the Azerbaijan Army and its implications." Convergence of Culture and Technology, Vol. 8, pp. 253-257, 2022.
 [4] <https://www.yna.co.kr/view/AKR20221030008000071> (Search Date : 2022.11.3)
 [5] Sang-guk Chang, "Measures to Response to Drone

Terror Threats of National Important Facilities Based on Artificial Intelligence.", Humanities Society Vol. 21, No. 13(5). pp. 4091-4104, 2022.
 [6] Young-an Kim, et al. "A study on the establishment of an integrated control system for the dronebot combat system", Kyunghee University Industry-University Cooperation Foundation, 2019.
 [7] Dong-hyuk Lee, et al., "A Study on the Establishment of the Anti-Drone Concept and Establishment of an Effective Response System," Security Research, Vol. 60. pp. 9-32, 2019.
 [8] Yong-Chan Cho, et. al., "Route Planning for Reconnaissance Drones in Hostile Threat Environment Based on Reinforcement Learning", Journal of Next-generation Convergence Technology Association, Vol. 6, No. 4, pp. 624-631, 2022.
 [9] Kyongsoo Kim, et. al., "Study on Combat Efficiency According to Change in Quantity of Small Reconnaissance Drones in the Infantry Company Responsibility Area", Korea Simulation Society, Vol. 31, no. 4, p. 23-31, 2022.
 [10] Kang-Il Seo, et. al. "21 Century of Combat Aspects of North Korean Attack Drones Through the War of the Century", The Journal of the Convergence on Culture Technology (JCCT), Vol. 9, no. 3, pp. 299-304, 2023.
 [11] Jae-myeong You, et. al., "A Study on the Development Direction of AI Attack Drone and Its Implication", Journal of The Korea Association of Defense Industry Studies, Vol. 30, no. 1, 2023.
 [12] https://theworld.org/stories/2012-10-23/how-russia-and-georgias-little-war-started-drone-arms-race?utm_source=pocket_saves. (Search date : 23. 4. 29)
 [13] https://en.wikipedia.org/wiki/Elbit_Hermes_450#Specifications. (Search date : 23. 8. 17)
 Air Force Operations Command, "Unmanned Aerial Vehicle Overview", 2010.
 [14] https://en.wikipedia.org/wiki/IAI_Searcher (Search date : 23. 8. 17)
 [15] <https://elbitsystems.com/products/uas/skylark-i-lex> (Search date : 23. 8. 17)
 [16] <https://krit.re.kr/common/download.do?atchFileId=F20220329093508050&fileSn=0> (Search date : 23. 8. 17)
 [17] Global Economics, "Israel Defense Force search and attack swarm drone 'Thor'", 2021. 6. 19.
 [18] <http://disf.kr/df41/9142> (Search Date : 23. 8. 23)
 [19] https://www.chosun.com/international/international_general/2022/08/03/UAPTVRZWJGUTNEFQDCKB47BNQ/ (Search Date : 23. 8. 23)
 [20] [한국국방기술학회 논문지 제5권 제3호\(2023년 9월\) / 27](https://www.technologyreview.kr/mass-market-</p>
</div>
<div data-bbox=)

- military-drones-have-changed-the-way-wars-are-fought/(Search Date : 23. 8. 23)
- [21] https://en.wikipedia.org/wiki/AeroVironment_RQ-11_Raven (Search Date : 23. 8. 23)
- [22] Sang-geun Cho, et.al., "Azerbaijan Army's Drone Manoeuvre Analysis and Implications, Convergence of Cultural Technology", 8(3), pp.253-257, 2022.
- [23] Ki-Jin Lee, "A Study on the Implementation of Drone Combat System", Defense Technology, January issue, pp. 64-71, 2022.
- [24] <https://www.yna.co.kr/view/AKR20190919040251009> (Search: 23. 8. 17)
- [25] https://www.bbc.com/news/world-middle-east-39099388?utm_source=pocket_saves (Search date: 2023. 4. 29)
- [26] Chun-geun Lee, "Operation to eliminate Soleimani and US global strategy-The weak point of a dictatorship is not military power, but the dictator himself", Monthly Chosun, 2020. 2. 10.
- [27] Yoo Yu-Won's Military World, "Analysis of the Ukraine-Russia War #3. Factors of PMESII that influenced the conduct of the war in Ukraine", 2022. 4. 1.
- [28] Yoo Yu-Won's Military World, "Analysis of the Ukraine-Russia War #7. War preparations of the Ukrainian army from the perspective of Revolution in Military Affairs", 2022. 5. 13.
- [29] The Kyunghyang Shinmun, "Ukrainian drone attacks airbase by entering 450 km from mainland Russia", 2022. 12. 6.
- [30] Politico, Associated Press, "Ukraine Strikes Russian Bases with Modified Drones," December 8, 2022.
- [31] <https://www.aviacionline.com/2022/12/tu-141-strizh-the-improvised-weapon-ukraine-uses-to-attack-russian-bomber-bases/>(Search Date : 23. 8. 17)
- [32] <https://www.joongang.co.kr/article/25056516#home> (Search date: 23. 8. 17)
- [33] Seoul Shinmun, "Russia's 4.5 Billion Tanks Smashed by 650,000 Won Bomb Dropped by Ukraine's 'Homemade Drone'", 2022. 5. 12.
- [34] https://m.blog.naver.com/leaderstudy_as/222904012174 (Search date : 23. 8.17)
- [35] Hankyoreh Newspaper, "Ukraine Became a Military Drone Testing Ground", 2022. 11. 10.