

무인항공기 개발의 경제성과 기술 발전 추세 (Economic Feasibility and Technology Trends for UAV Development)

김성배*

Abstract

The UAV(Unmanned Aerial Vehicle) offers numerous benefits to the military. The benefits it can provide are to perform an operation without loss of life and economic life cycle cost. This clearly showed us the benefits of using UAVs in the operation, especially in politically hostile and sensitive areas. While the American military first used UAVs, it is Israel that has used them best in real situations. In this paper, it is summarized the types and the OPCONs (Operational Concept) of UAVs and the values. Looking at the technology trends, and it is showed the benefits of UAV in the economic side feasibility, to emphasis on the future values of the UAVs as a newly emerging weapon systems.

* 한국국방연구원

1. 서론

미래의 전쟁양상은 지금과는 전혀 다른 모습이 될 것이다. 최근 9.11 테러 이후 아프카니스탄에서 보여준 미국과 알 카에다 조직과의 전쟁은 거대 국가인 미국이 일개 사조직의 단체와의 전쟁이었다는 측면에서 새로운 변화였다. 이 전쟁에서 미국은 아프카니스탄의 산악지역에 숨이 있던 알 카에다 조직을 첨단 무인항공기와 위성을 이용하여 실시간적으로 감시하며 전쟁을 수행한 것이 또 다른 변화였다. 이 전쟁을 수행하는 동안 미국은 무인정찰기를 통하여 24시간 내내 적을 감시하면서 정확한 폭격을 실시하는 모습이 언론을 통하여 매일 매일 보도되었다. 이 전쟁으로 인하여 세계의 군사전문가들과 항공무기체계 전문가들에게 무인항공기에 대한 관심을 고조시키기에 충분하였다.

본 연구에서는 세계의 관심이 증가되고 있는 무인항공기가 우리의 미래 무기체계 연구개발의 대상이 되기에 충분한지를 검증하고자 하였다. 이를 위하여 무인항공기의 운영개념과 운영사례들을 살펴보고, 기술의 발전 추세를 살펴보았다. 또한 미래의 무기체계로서 현재의 유인항공기와 경제적인 관점에서 개발비, 획득비 및 운영유지비 차원에서 어떠한 정도의 차이가 있는지를 분석하고자 하였다. 그러나 불행하게도 우리의 여건은 자료가 충분하지 못하였다. 그 이유는 우리의 기술 개발 경험이 부족하고 충분한 자료를 보유하지 못한 단점과 일부 보유한 자료들은 보안상 공개가 불가능하였기 때문이다. 이러한 이유로 자료의 수집과 분석은 문헌조사를 중심으로 이루어졌다. 따라서 해외 자료를 중심으로 수집된 자료를 중심으로 자료를 수집하고

분석하여 개발의 경제성을 분석하였다.

2. 무인항공기의 개념

무인항공기(UAV; Unmanned Air Vehicles)는 1980년대 말부터 미국 국방부에서 다음과 같이 정의하였다. UAV는 회수 여부나 조종방식을 떠나 모든 무인항공기를 통칭한다 [1]. 이전에 사용되었던 무인항공기에 대한 영어 명칭인 RPV(Remotely Piloted Vehicle)는 통신링크를 통하여 원격 조종되고 회수 가능하나 자율적으로 비행이 불가능한 무인항공기를 말한다. 그러나 초기의 개념을 정의하던 시기와는 달리 현재는 거의 모든 무인항공기 체계가 자율 비행이 가능하므로 UAV로 정의되고 있다. 따라서 무인항공기 체계란 조종사가 직접 탑승하지 않고 원거리에서 무선으로 원격조종하거나, 사전에 입력된 프로그램에 따라 자율 비행 조종이 가능한 무기체계(지상장비 포함)를 통칭하여 정의하고 있다 [3].

무인 항공기는 사용되는 목적에 따라 3가지로 나누어 볼 수 있다. 즉, 각종 무기의 시험 및 훈련을 위한 시험표적용(Target Drone), 정찰용(Surveillance), 공격용 및 기만용(Attack·Decoy)으로 구분된다. 첫째, 시험표적용이다. 대공포 및 지대공 유도탄의 시험평가에서 표적으로 사용되는 무인항공기로 여러 종류의 표적용 무인 항공기가 이 범주에 해당된다. 둘째는 정찰용이다. 육상, 해상, 공중에서 적의 상황을 감시하거나 정찰을 위한 목적으로 개발된 무인항공기로 다양한 무인 정보

수집용 정찰 무기체계가 존재한다. 아래의 <표1>에서는 미국의 무인항공기 개발 사업 중 정찰용 무인항공기의 개발 사업을 추진하면서 임무 우선순위를 선정한 사례를 보여주고 있다 [5]. 이를 통하여 무인항공기는 현재 까지 군사적인 목적의 정찰용으로 가장 광범위하게 사용되고 있음을 알 수 있다.

셋째는 공격용 및 기만용이다. 공격용 무인항공기는 적 방공망 체계를 무력화시키기 위하여 개발된 무인항공기 체계가 대부분이다. 공격용 및 기만용 무인 항공기는 전자전 및 순항유도탄의 기술이 복합적으로 결합되어 개발된 무기체계이다 [2].

<표 1> 미국 정찰용 무인항공기의 임무별 우선 순위

UAV type 임무(mission)	Tactical	Predator	Global Hawk	Dark Star
정찰(Reconnaissance, Surveillance) - 성능개량형 주·야간 전천후 감시 (All Weather Surveillance) - 성능 개량형 표적 위치식별 기능 (Target Identification) - 전장 피해 평가 (Damage Assessment)	1	1	1	1
신호 정보 (SIGINT)	6	2	2	3
지뢰·기뢰 대응 (Mine Sweep)	2	6	12	10
표적 지시 (Target Designation)	3	3	9	2
전장관리 (Battle Management)	4	8	7	6
통신·자료 중계 (Communication Relay)	10	9	3	11
화학적·생물학적 정찰(NBC)	5	10	11	9
대위장·은폐·기만(Decoy,	7	4	6	4
전자전투(Electronic Countermeasure)	8	7	4	8
전투 SAR (Search & Rescue)	9	5	10	5
정보전투(Battle Order of Information)	11	11	5	7
전자 지도 제작(Digital Map)	-	12	8	12
	현재의 감지기를 성능 개량하여 경제적이고, 신속한 성능개량에 중점		감지기의 "Plug & Play" 기능에 중점	DarkStar의 은밀성 기능에 부합되는 탑재체 탑재

* 숫자는 임무 수행의 우선 순위를 표시함.

(Source: DARO, UAV Annual Report FY 1997, 1988)

무인항공기를 구성하는 체계는 운영하는 목적에 따라 약간씩 다를 수 있으나 일반적으로 무인항공기 비행체, 전자광학 탑재장비, 자료 송수신 장비, 임무계획 및 통제 장비, 발사 및 회수 장비 등으로 구성되어 있다.

비행체는 임무장비의 운반체로서 추진계통과 자동비행 유도조종을 위한 항공전자장비를 기본으로 탑재하고 있으며 일반적으로 기체, 추진계통, 항공전자 장비, 데이터 링크 및 처리 장비 등으로 구성되어 있다 [3]. 기체는 장비를 탑재하기 위한 본체(Platform)에 불과하나 기체의 비행 고도를 높이기 위해 비행조종 통제기술, 추진체계, 기체구조에 대한 첨단기술이 필요하다. 탑재 장비는 수행하는 임무에 따라 다양한 탑재장비가 존재한다. 즉, 전자광학(EO; Electro Optical), 칼라 및 흑백 TV, 적외선(FLIR; Forward Looking Infrared) 및 SAR(Synthetic Aperture Radar)와 같은 영상을 수집하기 위한 영상정보(IMINT: Imagery Intelligence) 탑재장비, 통신 감청을 위한 통신정보(COMINT: Communication Intelligence)를 수집하기 위한 탑재 장비, 전자 방사체의 정보를 수집하기 위한 전자정보(ELINT: Electronic Intelligence) 수집 탑재 장비, 통신 및 전자 정보의 방향과 위치 정보를 탐지하기 위한 탑재장비, 통신중계를 위한 탑재장비 등이 존재한다. 자료 송수신 장비는 항공기 탑재 송수신기(Air Data Terminal)와 지상 송수신기, 안테나, 원격 영상수신기로 구성되어 있으며 비행체와 지상장비 사이의 통신을 가능케 한다. 임무계획 및 통제 장비(Mission

Planning & Control)는 무인항공기 체계의 중심점으로 비행체 및 임무장비의 지령 및 통제(C2: Command, Control)를 맡으며, 임무장비로 획득한 정보를 처리하고 외부체계로의 전파를 위한 접속점 역할을 하는 분야이다. 대부분의 무인항공기는 일반 유인항공기와 마찬가지로 활주로에서 이륙하게 되나 소형 또는 항공기 탑재형의 무인항공기는 별도의 발사체를 사용하기도 한다. 또한 임무를 마친 후 복귀하는 경우에도 활주로를 사용하게되나 활주로가 없는 경우에 파라포일을 이용하거나 회수용 그물을 이용하여 무인항공기를 회수하게 된다.

3. 주요 국가의 정찰용 무인항공기 운용 사례

3.1. 이스라엘의 운영사례

이스라엘은 무인항공기를 실전에서 가장 잘 활용하고 있는 나라이다. 이스라엘은 과거 수차례의 전쟁을 통하여 무인항공기를 운용한 경험을 보유하고 있다. 따라서 무인항공기의 운영은 이스라엘 군의 운용 사례를 살펴보는 것이 도움이 될 것으로 본다.

첫째, 1973년 Yom Kippur 전쟁의 사례이다. 이스라엘은 처음으로 Yom Kippur 전쟁에서 무인항공기를 투입하게되었다. 이 전쟁은 이스라엘이 양보다는 질에 의해 전쟁을 수행한 성과를 보여준 전투였으며 확실한 정보를 획득하여 정확한 타격을 하는 것의 중요성을 느끼게 한 전쟁이었다. 이 전투에서는 정찰용 무인항공기를 보유하지 않은 상태였으므로 정

찰용 무인항공기는 사용되지 않았다 [4].

두 번째 사례는 레바논 전투(갈릴리 평화 작전)이다. 1982년 시리아와 이스라엘 사이에 벌어진 레바논 분쟁에서 무인항공기의 사용은 전술적인 영역에서 무인항공기가 어떻게 그리고 왜 적용되는가에 대한 분명한 사례들을 보여주는 전투였다. 레바논 전투의 성과는 무인항공기가 이스라엘 공군 작전사령관에게 계속적으로 적진의 영상정보, 전자전 정보, 항공기에 장착된 레이저 유도 폭탄 공격시 목표물에 대한 레이저 조사, 정밀하게 공격할 수 있는 위협인 대공포의 위치 정보 제공, 적의 통신 전파 교란, 실 시간적으로 폭격피해 평가 정보를 제공하는 역할을 하는 것이 얼마나 중요한가를 보여 주었다. 무인항공기는 이 작전에서 작전의 효과를 극대화시키는 중요한 역할을 하였고, 전술 전장에서 “미래 무인항공기 시대가 될 것”을 알리는 계기가 되었다. 이 전투에서 무인항공기는 전투 상황, 적의 이동 정보 수집을 통하여 다양한 정보를 지휘관에게 제공하였다. 이 레바논 전투를 통하여 미국을 비롯한 많은 서방 국가들은 무인항공기에 새롭게 관심을 갖게되기 시작하였다 [4].

세 번째의 운용 사례는 이스라엘 안보 작전(1983-1990)이다. 이스라엘 안보작전은 팔레스틴 게릴라를 대상으로 게릴라 군들의 소탕을 위하여 전술용 무인항공기가 사용되었다. 정찰, 감시, 추적, 파괴평가 임무를 수행하기 위한 목적으로 Pioneer가 사용되었으나 주·야간 추적의 필요성을 느끼게 되어 주야간 추적이 동시에 가능한 탑재 장비의 필요성을 느끼

게 되었다. 주·야간, 전천후 24시간 이상 제공하면서 게릴라 적의 활동을 감시하여 정찰용 무인항공기의 가치를 발휘하였으나 이번에는 실시간 추적의 필요성을 다시 느끼게 되었다. 따라서 다시 개발된 것이 이동표적 식별(MTI; Moving Target Identification) 기능을 보유한 Searcher II 이다 [4].

네 번째의 운용 사례는 코소보 사례(1999)이다. 코소보 사례는 무인항공기의 경연장을 방불케 할 정도로 다양한 기종이 배치되어 운용되었으며 향후 무인항공기의 발전이 어떠한 방향으로 전개되어야 하는가를 보여준 사례이다. 코소보 전투는 이스라엘의 Hunter가 미군을 통하여 배치되었었다. 코소보 사태는 무인항공기의 “감지된 정보- 공격 수단 연계” 과정이 실 시간적으로 신속히 진행되어야 한다는 교훈과 무인항공기의 운영 고도를 높이고 속도를 증대시켜 생존성을 높이는 문제가 과제로 대두되었다 [4].

3.2. 미국의 무인항공기 운영사례

미국이 무인항공기를 전술적 목적으로 이용한 가장 큰 이유는 위험한 지역에서도 조종사의 손실을 걱정하지 않고 작전을 수행할 수 있다는 장점이 있었기 때문이다. 이들 국가가 실제로 무인항공기를 어떠한 목적으로 운영하였는지에 대한 사례를 간략히 살펴보면 아래와 같다 [7].

첫째, 월남전의 사례를 들 수 있다. 전술 무인항공기는 1960년대 후반과 1970년대 초반에 중국과 월남의 상공에서 비행함으로써 무인항

공기들의 가치를 드러내게 되었다. 미국의 전략공군사령부(SAC)는 중국내의 군대 이동상황과 군사 시설에 대한 양질의 사진을 얻는데 무인항공기들을 사용하였다. 이것은 정치적으로 민감한 지역의 상공에서 첨단 무인항공기들을 사용하는 장점을 분명하게 보여준 것이다. 이때 만일 목표 국가의 상공에서 무인항공기가 추락하게 되면 미국은 무인항공기 체계의 기계적인 결함이나 항법장치의 결함이라고 주장할 수 있었다. 월남전 당시에 소련이 북베트남에 제공한 통합 방공망 체계로 인하여 미국인 전쟁 포로의 90%가 잡히게 되었다. 조종사의 위험이 증가함에 따라 미국 국방성은 중무장된 북베트남의 목표물 상공에서 유인정찰기들을 대체할 고도의 비밀 무인항공기 사업을 적극 추진하게 되었다. 암호명 "BUFFALO HUNTER"로 명명된 이 사업은 10% 이하의 손실률로 3,000회 이상 적진 상공을 비행하였다. 무인항공기의 속도와 작은 크기가 사전 공격 정찰, 폭탄 피해 평가, 의심이 가는 미래 목표물에 대한 사진촬영을 성공적으로 수행할 수 있도록 극히 위험한 적 방공망을 뚫고 비행할 수 있게 되었다 [7].

둘째는 걸프전 사례를 들 수 있다. 걸프전(Desert Storm)에서 미 육군은 AH-64 공격헬기를 위한 통로 정찰을 위하여 무인항공기를 사용하였다. 공격 헬기 조종사들은 무인항공기의 영상 정보를 이용하여 공격임무 비행 직전에 목표물의 위치, 방공망의 위치, 지형의 조건들을 익혀두기 위하여 사용하였다. 무인항공기는 "확인-결정-공격-평가"의 과정을 아주

신속히 진행할 수 있도록 지휘관에게 많은 정보를 제공하였으며 이러한 과정은 연합군이 보유한 전투력으로 적을 결정적으로 제압하게 하는 수단이 되도록 하였다. 통합정보와 공중 공격 지역과 합동작전지역에서 작전이 이루어지는 동안 기동전력들은 작전이 수행될 때까지 집결지, 후방의 군수지원 지역에서 위치하였다가 적의 격퇴 이후에, 공격 전력들은 전력의 재구성을 위해 후방 군수지원 지역으로 이동하였다. 무인항공기는 침투로의 정찰, 적의 감시유지, 전투 피해평가 수행, 다음 작전을 위한 중심 깊은 지역의 정찰 등을 수행하였다. 걸프전에서 무인항공기의 사용은 근접 전투지역에서 무인항공기가 중요한 역할을 수행할 수 있음을 보여 주었다. 또한 미래의 확대된 전장에서 다양한 작전과 임무를 수행할 수 있는 능력을 갖춘 무기체계로서 확인이 되었다. [7]

셋째는 보스니아 사례(1995)를 들 수 있다. 보스니아 내전에서 미국은 감시 무인항공기를 파견하였다. 정찰, 감시, 파괴 피해 평가 임무를 수행하기 위한 목적으로 Predator를 개발 후 최초로 실전에 배치하여 시험해본 사례이다. 주·야간, 전천후 24시간 이상 체공하면서 적 게릴라의 활동을 감시하여 무인항공기의 가치를 느끼게 한 사례이다 [7].

넷째는 이스라엘과 마찬가지로 코소보 사례(1999)이다. 코소보 전투에서는 미국을 비롯한 NATO 군에서 약 20~30대의 정찰용 무인항공기가 운영되었다 [8]. 미국의 Predator, 이스라엘의 Hunter, 프랑스의 Crecerelle, 독일 및 프랑스의 CL-289s등 여러 기종이 배치되어

운용되었다. 코소보 사태에서 격추된 무인항공기는 미국의 Predator 1대, 이스라엘의 Hunter 4대, 독일 및 프랑스의 CL-289s 4대를 포함하여 최소한 9대 이상의 무인항공기가 대공포 및 지대공 유도탄에 의하여 격추됨으로써 향후 무인항공기의 발전 방향을 새롭게 정립해야 할 필요성을 제시하였다. 코소보 사태는 무인항공기의 “ 감지된 정보- 공격 수단 연계”의 과정이 실 시간적으로 신속히 진행되어야 한다는 교훈과 무인항공기의 운영 고도를 높이고 속도를 증대시켜 생존성을 높이는 문제를 앞으로의 과제로 남겨두게 되었다 [8].

마지막 사례는 2001년 9.11 테러의 배후로 지목되어 미국이 알 카에다 조직을 상대로 한 아프카니스탄 전투이다. 이전 전투에서 미국은 아프카니스탄의 험준한 산악지형과 산악지형의 동굴에 은신하고 있던 알 카에다 조직의 공격에 무인항공기를 배치하여 매우 큰 성과를 얻은 것으로 알려지고 있다. 특히 알 카에다 조직의 활동을 24시간 계속 감사하기 위한 수단으로 체공형 무인항공기 Predator와 개발을 위해 시험 중에 있던 Global Hawk를 배치하여 실제 전투에서의 운용능력을 확인한 것으로 보도되었다. 특히 이 전투에서 지금까지의 정찰용 무인항공기의 취약점인 자체 생존 능력을 보완하는 조치로 Predator에 Hellfire 유도탄을 장착하여 시험한 것으로 알려지고 있어 현재까지의 취약점을 보완하는 실험을 한 계기가 되었다.

4. 무인항공기의 기술 발전 추세

세계적으로 무인항공기와 관련된 기술개발은 크게 증가하고 있는 추세이다. 하지만 세계적인 안보 환경은 순항유도탄 및 정찰용 무인항공기 체계와 관련된 기술의 확산을 규제하고 블록화 시키는 추세이다. 따라서, 국방연구개발의 독자적인 생존 기반을 마련하는 차원에서 우리도 관련된 기술을 확보하는 것이 필요하다. 특히, 중·고 고도급 무인항공기 개발 관련 기술은 유도탄 기술 통제 체제(MTCR: Missile Technology Control Regime)에서 기술 이전 및 수출을 규제하고 있다 [9]. 따라서 우리가 개발하고 싶고 군에서 소요를 제기하더라도 우리의 자체적인 기술개발이 없이는 해외구매 역시 매우 제한적인 구매만이 가능한 무기체계 분야이다. 무인항공기는 순항유도탄과 항공기의 중간에 위치하는 기술이며, 무인항공기 기술이 곧바로 순항유도탄의 개발에 전용될 수 있어 때문에 MTCR에서 순항유도탄의 기술과 동일하게 취급한다. 특히, 순항유도탄의 경우 탑재체 중량이 500Kg 이상인 경우, 사정거리(작전반경)가 300km를 초과하는 경우에는 무기체계의 시스템뿐만 아니라 관련 기술의 국가 간의 이전 및 거래를 규제하고 있다 [9]. 따라서 무인항공기의 경우 탑재체 중량보다는 작전반경에 따른 규제에 해당되는 분야의 기술에서 수출허가를 받기가 어려울 것으로 보인다. 우리는 이제부터 선진국과 같이 무인항공기 개발을 적극적으로 추진할 필요가 있다.

무인항공기는 최근 자동화 기술에 힘입어 발전을 거듭하고 있다. 무인항공기 관련 기술

의 발전은 향후 전장의 상황을 우리가 예측하기 어려운 상황으로까지 바꾸어 놓을 것이다. 여기에서는 무인항공기와 관련된 기술 발전 추세만을 간략하게 언급한다 [2, 3].

첫째, 다양한 무인항공기의 공통화 추세이다. 정찰용 체계를 기준으로 할 때 무인항공기 체계의 특성상, 전체 획득비에서 15% 정도를 차지하는 비행체는 운영 요구 성능에 따라 다른 기종으로 개발하고 있다 [3].

둘째, 무인항공기 기체의 대형 고성능화 추세이다. 선진국에서 개발중인 일부 대형의 정찰용 무인항공기 체계는 유인기 보완 개념에서 벗어나 유인기를 대체하자는 개념으로 발전하고 있다. 이러한 발전추세를 볼 수 있는 것은 100Kg이내의 임무장비를 탑재하는 전술 무인항공기에서 1톤에 가까운 고성능 감지기를 탑재할 수 있는 정찰용 무인항공기로 개발 추세가 옮겨가고 있는 경향으로 미루어 알 수 있다. 현재 미국이 개발중인 Global hawk 무인항공기 체계는 U-2를 능가하는 비행성능에 탑재중량은 2배에 가깝지만 획득비 및 운영유지비는 20~30% 수준으로 예상하고 있어, 무인항공기가 유인항공기를 점차 대체해 나아갈 것을 예상하기란 어렵지 않다 [3].

셋째, 탑재 장비 및 기체의 소형 단순화 추세이다. 앞서의 대형 고성능화 추세가 유인항공기의 임무를 대체하기 위한 것임에 비해, 소형 단순화는 현재 유인항공기를 보완하여 전술 정보 획득을 위주로 운영중인 전술 무인항공기 체계를 소형화하고, 운영의 편의를 추구하는 것이다. 앞으로 관련 기술의 발달에 따

라 소형 단순화는 점차 가속화될 것으로 예상된다.

넷째, 무인항공기 운용 체계의 자동화 추세이다. 무인항공기 체계를 구성하는 주요한 요소인 지상의 운영요원에 대한 업무를 경감하고자 하는 것이 자동화 추세의 큰 목적이다. 특히 자동화가 시급히 요구되는 분야는 무인항공기의 이·착륙분야이다. 현재 활주로에서 이·착륙하는 대부분의 무인항공기 체계에서는 이·착륙시 조종을 위한 외부조종사가 필요하다. 그러나 외부조종사 양성은 대부분 조종사의 경험을 가지고 있는 유인항공기 조종사를 활용하거나, 유인항공기 조종사에 버금가는 교육 훈련을 통하여 별도로 양성하고 있다. 따라서, 조종사 훈련비의 절감과 유지 비행의 절감을 통하여 무인항공기의 비용을 절감하기 위해서는 완전한 자동비행체계가 요구된다. 따라서, 미래의 무인항공기 체계에서는 자동 이·착륙장치의 개발이 절대적으로 필요하며 이러한 핵심기술에 대한 연구가 매우 활발하게 시도되고 있다. 따라서, 가까운 장래에는 대부분의 무인항공기가 간단한 조작으로 이·착륙을 하게 될 것으로 전망된다.

다섯째, 무인항공기 운용을 위한 임무장비의 다양화 추세이다. 미국의 Outrider, 이스라엘의 Searcher 등 현재 주류를 이루고 있는 전술 정찰용 무인항공기 체계는 비행체 중량이 200-300kg급으로 동영상 정보를 제공하기 위한 TV 또는 FLIR를 탑재하고 있으나, 구름이나 강우 등 기상여건에 따라 정찰능력이 제한되므로 이를 극복하기 위한 50 kg 내외의

소형 레이더 영상장치 개발이 진행되고 있다. 또한 무인항공기에 탑재 가능한 경량의 전자전 장비도 개발중이어서 곧 실용화될 예정이다. 이렇게 되면 임무에 따라 다양한 임무장비를 쉽게 바꿔 가며 운영하게 될 것이다. 이러한 경향은 대형의 무인항공기에서도 마찬가지로 일 것으로 예상되며, 소형에 비해 더욱 광범위한 임무를 수행하게 될 것으로 예상된다 [3].

마지막으로 무인전투기(UCAV; Unmanned Combat Air Vehicle) 개발이다. 공중전, 움직임은 지상목표물 공격, 탄도탄과 순항미사일 방어 등의 임무를 수행하며 인명 손실 없이 작전 수행에 크게 기여할 것으로 예상된다. 이 무인전투기 개발은 2002년 5월에 첫 시제기가 시험 비행을 시작하였다. 이를 통하여 무인전투기가 단지 꿈이 아닌 현실이 되어 가고 있다. 이 무인전투기는 현재 첨단기술 시현기(ATD: Advanced Technical Demonstrator) 개발 사업이지만 군의 소요가 구체적으로 검토되어 지고 소요가 제기되면 유인전투기의 임무를 대신하는 무인전투기로 체계 개발을 통하여 등장하게 될 것이다. 미국의 Boeing 항공사 Phantom Work에서와 미국의 Lockheed Martin 항공사의 Skunk 팀이 개발의 경쟁을 벌이고 있다 [6].

지금까지 무인항공기 관련 기술 개발의 발전추세를 살펴본 바와 같이 무인항공기는 현재보다는 미래에 더욱 중요한 역할을 수행하게 될 것으로 예상되는 무기체계이다. 기술의 발전에 따라 무인항공기의 운영 범위도 크게 확대되어 현재의 유인전투기가 수행하는 임무

까지도 가까운 미래에 무인전투기가 역할을 대신할 가능성이 커지고 있다. 따라서 무인항공기는 미래 중요성을 감안하여 볼 때 핵심 국방연구 개발의 대상이 되는 분야라고 할 수 있겠다.

5. 무인항공기 개발의 경제성

무인항공기가 아무리 미래의 핵심무기체제로 등장되고 있다고 하더라도 개발을 위해서는 무인항공기의 경제성이 검증되지 않으면 안 된다. 무인항공기는 유인항공기에 비하여 경제적인 획득비와 운영유지비 때문에 다른 지역에서도 활발하게 개발되고 있다. 특히 유럽 및 이스라엘을 중심으로 무인항공기의 개발이 가장 활발하게 진행되고 있다. 따라서 무인항공기의 경제성을 획득순기 비용 전반적으로 보다 심층적인 검토가 필요하다고 본다.

무인항공기의 이러한 경제적인 특성은 경제 규모가 작은 국가들로 하여금 더 큰 관심을 불러일으키게 하고 있다. 즉, 무인항공기가 비용 대 효과적인 측면에서 월등하게 우수하다는 확신이 있기 때문이다. 따라서 경제성 분석의 주요 요소가 되는 개발비용, 획득비용, 운영유지비용을 중심으로 수집된 자료를 근거로 아래와 같이 정리될 수 있다.

첫째는 개발비용의 경제성 여부이다. 개발비용은 무인항공기 개발이 유인항공기 개발에 비하여 크게 높지 않은 것으로 밝혀졌다. 일반적으로 생각할 때 오히려 조종사의 탑승을 고려하지 않기 때문에 무인항공기의 개발비용은

<표 2> 유인항공기와 무인항공기의 개발비용 비교

Mission/Aircraft		Program Start	First Flight	Interval	Type of Program/ Program Sponsor	Cost to First Flight (\$FY00)
Reconnais- -sance	U-2	Dec 54	Aug 55	8 mos	SAP*/CIA	\$243M
	RQ-4/ Global Hawk	Oct 94	Feb 98	41	ACTD/DARPA	\$205M
Attack/ Strike	F-16	Feb 72	Jan 74	23	DAB*/USAF	\$103M
	X-45/ UCAV	Apr 98	Mar 01	35	ATD/DARPA	\$102M
Reconnais- sance, Penetrating	SR-71	Aug 59	Apr 62	32	SAP/CIA	\$915M
	D-21	Mar 63	Feb 65	23	SAP/USAF	\$174M
Stealth	XST/ Have Blue (F-117)	Apr 76	Dec 77	20	SAP/USAF	\$103M
	RQ-3/ DarkStar	Jun 94	Mar 96	21	ACTD/DARPA	\$134M

(Source: DoD, Unmanned aerial vehicle (UAV) development road map 2001-2025, Office of the secretary of defense, April, 2001.에서 인용)

유인항공기 개발비용에 비하여 비용이 감소할 것으로 예상하였다. 하지만 최근 미국 국방부가 발표한 자료와 이에 제시한 개발 사업비용 자료들에 의하면 비슷한 것으로 나타났다. 아래의 <표2> 자료에서 보여주고 있는 바와 같이 유인항공기와 무인항공기의 개발 사업을 시제기 초도 비행까지를 정리하여 사용된 예산을 중심으로 비교해 본 결과 개발비용의 측면에서 볼 때 사업 초기부터 초도 비행단계까지 소요된 비용은 큰 차이가 없는 것으로 분

석되었다 [6].

아래의 <표 2>에서 제시한 자료들은 미국의 국방성이 현재까지 개발사업을 추진한 자료를 근거로 분석한 자료이므로 자료의 신뢰성이 클 것으로 추정된다. 따라서, 우리의 예상과는 달리 유인항공기의 개발과 무인항공기의 개발은 처음 시제개발의 비용에서 큰 차이가 없다고 할 수 있겠다 [6].

둘째는 조달비용의 경제성 분석이다. 조달비용을 분석하기 위한 자료들은 미국의 국방

성 보고자료들에 나타난 자료들을 통하여 분석하였다. 미국의 자료들을 중심으로 무인전투기를 개발한다면 두 가지의 방식이 존재한다고 볼 수 있다. 하나는 현재의 F-16을 조종석을 없애고 무인전투기로 개조하는 방식이며 하나는 전면적으로 개발한 항공기의 생산이 될 것이다. 따라서 이러한 방식을 비교해 보면 조달 비용의 차이를 알 수 있을 것으로 가정하였다.

<표 3>에서는 F-16과 F-16을 무인화시킨 항공기 및 현재 개발이 진행되고 있는 무인전투기(UCAV)의 조달 비용을 분석하여 비교한 것이다¹⁾. 여기에서 F-16의 무인화 사업이란 현재의 조종석을 제거하고 무인항공기로 개조하면 대당 2천5백만불에 제작이 가능하다는 미국 국방성의 기술적인 판단에 근거하고 있다. 무인 전투기는 현재 개발 사업의 생산 목표가격 1천 만불이므로 이를 근거로 비교하고 있다. <표 3>에서는 F-16이 대당 3천 만불이므로 6대를 조달하면 1억 8천만불이나 F-16을 무인화하여 6대를 조달하고 여기에 지상 장비까지 조달하면 1억 7천5백만불로 약간 저렴하며, 무인전투기를 동일한 대수인 6대를 조달하면 8천만불로 약 1억불 이상 절감이 가능한 것으로 분석하고 있다

따라서 앞에서 세운 가정에 의하면 유인항

공기와 무인항공기의 조달비용을 분석해 본 결과 동일한 공격 목표를 공격하기 위한 항공기의 조달 비용의 측면에서 볼 때 항공기의 개발 후 생산하는 경우의 조달비용이 2배 이상 경제적인 것으로 추정될 수 있다 [6].

<표 3>: 유인항공기와 무인항공기의 조달비용비교

No. Aircraft	F-16 Cost	Demanned Cost+GCS	Potential Savings	UCAV Cost+GCS	Potential Savings
1	\$30M	\$50M	-\$20M	\$30M	+ \$0
2	\$60	\$75	-\$15	\$40	+ \$20
3	\$90	\$100	-\$10	\$50	+ \$40
4	\$120	\$125	-\$ 5	\$60	+ \$60
5	\$150	\$150	0	\$70	+ \$80
6	\$180	\$175	+\$ 5	\$80	+\$100

(Source: DoD, Unmanned aerial vehicle (UAV) development road map 20001-2025, Office of the secretary of defense, April, 2001.의 자료에서 재정리)

셋째는 운영유지 비용의 경제성 분석이다. 미국의 국방성 분석자료에 의하면 유인항공기의 운영유지 비용은 무인항공기가 절대적으로 우세한 것으로 분석하고 있다. F-16의 비행시간이 약 8,000시간을 비행한다고 할 때 실제로 군사 작전을 지원하는 시간은 5 퍼센트인 400

주1) 미국 국방성의 UAV ROAD MAP 2001-2025에 의하면 항공기의 조달 비용은 항공기 무게에 의하여 개략적으로 비교가 될 수 있는데 파운드당 1500불 정도가 되는 것으로 알려져 있다. F-16은 약 19000 파운드로 조달비용이 약 3천만불이며, 조종석을 제거하게 되면 조종석에 사용되는 계기의 제거로 약 3천 파운드의 제거가 가능하며 약 5백 만불이 절감될 것으로 보고 있다. 또한 UCAV는 7500 파운드로 생산 가격이 이 기준에 의하면 1천1백 20 만불이지만 기술의 발전을 고려하여 목표 가격을 약 1천 만불로 예상하고 있다.

시간에 불과한 것으로 분석하고 있다. 나머지 95 퍼센트가 훈련을 위한 비행을 하고 있는 것이다. 이에 비하여 무인 전투기는 실제 수명 시간이 5,000시간 정도로 설계되고 있으며 실제 전투작전을 위한 비행시간은 50 퍼센트가 될 것으로 예상하고 있다. 실제 훈련을 수행하는 경우는 많지 않고 시뮬레이션을 통한 훈련이 유인항공기에 비하여 용이한 것으로 판단하고 있다. 따라서 무인 전투기의 운영유지 비용은 유인 전투기에 비하여 약 12 배 저렴한 것으로 분석하고 있다. 또한 현재 비 전투 상황에서 항공기 손실은 70 퍼센트 정도가 인간의 실수로 인하여 일어나는 것으로 분석되고 있다. 따라서 무인항공기와 같이 완전한 자동 비행 조종 장치를 채택하고 있는 경우 손실을 크게 줄여줄 것으로 보여 무인항공기의 운영유지 비용이 더 유리할 것으로 추정하고 있다²⁾.

마지막으로 경제성 분석의 종합적인 결과인 비용 대 성능 효과의 측면이다. 아래의 <표 4>에서 보면 목표 공격을 위한 폭탄 운반량을 기준으로 할 때 무인항공기에 해당하는 순항 유도탄이 가장 효과적인 운반 수단임을 알 수 있다. 이러한 경제성의 측면에서 우월하다는 이유로 인하여 경제규모가 적은 국가들 사이에 무인항공기의 기술은 매우 크게 환영을 받고 있다. 특히, 국방과학기술의 첨단화와 단일 무기체계의 고가화로 실제적인 국방비의 감소

가 일어나는 국가들에게 무인항공기 및 순항 유도탄 기술은 매우 매력적인 군사과학 기술 분야로 각광을 받고 있다. 유인항공기와 탄도 유도탄, 순항유도탄(공격용 무인항공기)의 특징적 사항에 대하여 <표 4>에서 개략적으로 비교한 내용을 보여주고 있는 바와 같이 유인항공기에 비하여 톤당 폭탄의 운반비용을 볼 때, 순항유도탄이 가장 저렴한 것으로 나타나 있다 [10]. 즉, 무인항공기의 톤당 폭탄운반 성능이 가정 우수한 것으로 나타나고 있다.

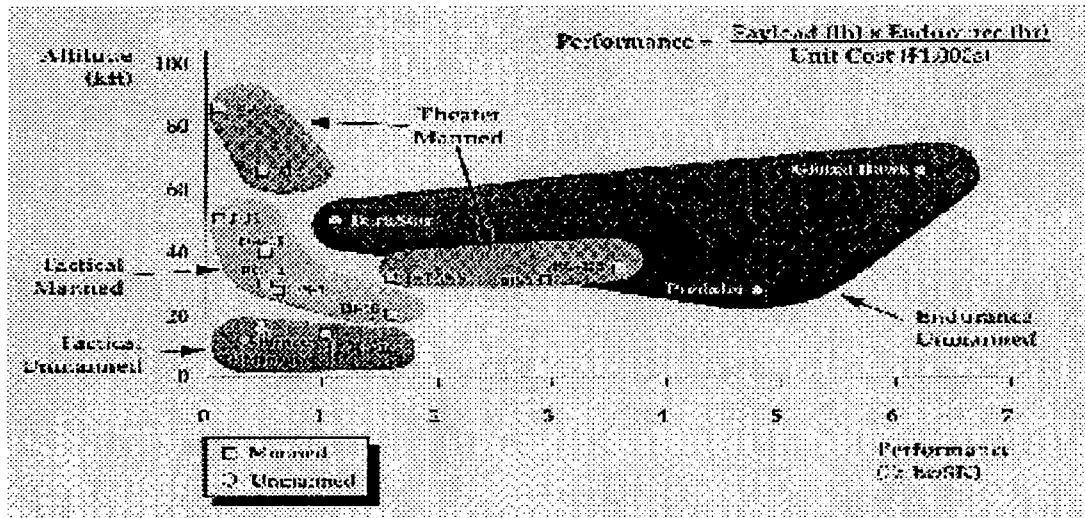
<표 4> 유인항공기와 탄도/순항유도탄 비교

구 분	유인 항공기	탄도 유도탄	순항 유도탄
발사전 생존성	1.0	1.0	1.0
신뢰성	0.95	0.80	0.80
침투 성공 확률	0.95	1.0	1.0
무장 탑재 능력	3톤	0.8톤	0.5톤
1회 출격시 평균 탑재 톤수	2.7톤	0.8톤	0.4톤
대당 비용	4,000만불	100만불	50만불
1회 출격시 손실률	0.05	1.0	1.0
톤당 운반비용	74만불	124만불	125만불

(Source: Christopher Bolkcom & John Pike, *Attack Aircraft Proliferation: Issues for Concern*, 1999, www.fas.org/spp/aircraft/part05.)

또한 <그림1>에서는 항공기의 고도별 성능 지수를 항공기별로 표시하고 있다. 여기에서 성능지수란 단위 비용에 따른 성능으로 탑재

주2) 미국 국방성의 UAV ROAD MAP 2001-2025에 의하면 현재까지 발생한 265건의 F-16 손실 사고 중 단지 4대만이 전투상황에서 손실이 발생한 것으로 분석하였다. 이러한 분석을 근거로 할 때 유인항공기는 98 퍼센트가 조종사 훈련시 사고임을 볼 수 있다. 따라서, 앞으로 UAV를 운영하게 되면 유인항공기 조종사와 UAV의 연합 작전을 위한 훈련을 통하여 유인항공기 조종사의 손실을 줄일 수 있을 것으로 기대하고 있다.



<그림 1> 무인항공기와 유인항공기의 단위 비용 대비 성능 비교

(Source: Christopher Bolkcom & John Pike, *Attack Aircraft Proliferation: Issues for Concern*, 1999, <http://www.fas.org/spp/aircraft/part05>.)

능력*체공시간의 형태로 나타낸다. 이 기준에 의하면 동일한 고도를 감시하거나 작전하는 시간과 탑재량으로 단위 비용별로 비교해 볼 수 있는데 유인항공기에 비하여 무인항공기의 성능이 월등하게 우수한 것으로 나타나고 있다. 즉 운영의 측면에서 볼 때 무인항공기가 유인항공기에 비하여 약 5배 가량 우수한 것으로 나타나고 있음을 볼 수 있다 [9]. 따라서, 비록 개발비용은 유사하다고 할지라도 조달의 비용과 운영유지의 측면에서는 무인항공기의 개발 및 운영이 경제성이 우수한 대안이 될 것이라고 볼 수 있다. 또한 기술의 발전 추세도 장기적으로 무기체계가 무인화 되는 가는 추세로 가고 있음을 앞에서 보았다.

무인항공기의 경제성을 분석해 보면 기존의 유인항공기에 비하여 경제성 측면에서 매우

유리한 것을 볼 수 있다. 하지만 무인항공기가 유인항공기의 역할을 모두 대체할 수 있는 것은 아닐 것이다. 미래의 전력은 유인항공기와 무인항공기의 전력을 적절하게 조합하여 운영하는 지혜가 필요하게 될 것이다.

6. 결 론

본 연구에서는 점차 관심이 증대되고 있는 무인항공기 분야의 무기체계를 운영사례와 기술 발전 추세 및 경제성을 중심으로 살펴보았다. 무인항공기의 기술 발전 추세를 볼 때 현재와 같은 속도로 계속 기술이 발전된다면 무인항공기는 가까운 미래에 핵심무기체계로 등

장될 것으로 예상된다. 해외 자료를 중심으로 획득한 자료들을 통하여 운영개념, 기술 발전 추세, 경제성을 중심으로 분석해 본 결과 다음과 같은 결론에 이르게 되었다. 첫째, 무인항공기의 운영개념은 현재 정찰 감시의 자산으로 운영되는 개념에서 미래는 전투기로까지 운영의 영역이 확대될 것으로 예상되었다. 둘째, 기술의 발전 추세를 볼 때 현재 보다는 미래에 더욱 중요한 무기체계로 등장될 것으로 예상되며 자동화 기술 등의 발전으로 운영의 개념 및 관련 비용 또한 크게 개선이 될 것으로 예상되었다. 셋째, 무인항공기의 개발비용은 유인항공기 개발과 유사한 비용이 소요된다고 할지라도 획득비와 운영유지비는 무인항공기를 개발하여 운영하는 것이 크게 유리한 것으로 예상되었다. 따라서 본 연구의 결과 우리 군에서도 미래의 전쟁에 보다 효과적으로 대비한다는 차원에서 이제는 무인전투기 등 무인항공기의 개발을 서두를 때라고 판단된다. 하지만 보다 자세한 분석은 우리의 여건에 맞는 개념연구와 진행된 후 보다 심도 있게 분석이 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

[1] 김성배, 손영환, 이주형, 무인항공기 시대의

도래와 개발 전략, KIDA, 2000.

- [2] 김성배, 손영환, 이주형, 무인항공기 개발 타당성 분석 및 획득 전략 연구, KIDA, 1999.
- [3] 김종성, 미국의 정찰용 무인항공기 개발 계획과 발전 전망, 1992, 국방과학연구소.
- [4] 김성배, 이스라엘 출장보고서, 한국국방연구원, 1999
- [5] DARO, UAV Annual Report FY 1997, 1988
- [6] DoD, Unmanned aerial vehicle (UAV) development road map 20001-2025, Office of the secretary of defense, April, 2001.
- [7] Ronald L. McGonigle, Unmanned Aerial Vehicles(UAVs) on the Future Tactical Battlefield- Are UAVs an Essential Joint Force Multiplier?, School of Advanced Military Studies United States Army Command and General Staff College, 1993.
- [8] The Military Balance 2000~2001, Oxford.
- [9] "The aim of the MTCR is to restrict the proliferation of missiles, unmanned air vehicles, and related technology for those systems capable of carrying a 500 kilogram payloads at least 300 kilometers, as well as systems intended for the delivery of weapons of mass destruction (WMD)" (Source: <http://www.fas.org/control/mtrc/>,1999.10.14)
- [10] Christopher Bolkcom & John Pike, *Attack Aircraft Proliferation: Issues for Concern*, 1999, www.fas.org/spp/aircraft