

미국의 군사용 무인항공기 진화적 개발 사례 분석: 전술/전략급 고정익 무인항공기 중심으로

김재우* · 심상렬**

《국문초록》

2018년 10월 대한민국 육군은 드론봇(Dronebot) 부대를 창설하였다. 미래 전장(戰場)은 드론과 로봇이 주도할 것으로 예상하고 대비를 시작한 것이다. 그러나 드론/무인항공기 등의 무기체계를 군에서 활용하기 위해서는 복잡하고 장기간 소요되는 국방획득절차를 거쳐야 하며, 이로 인해 최신 과학기술이 반영된 무기체계를 즉각적으로 활용하기 어려운 구조적 문제가 있다.

본 연구는 미국의 군사용 무인항공기 진화적 개발 및 획득 사례 분석을 통해 우리나라의 효율적인 무인항공기 개발 및 획득을 위한 시사점을 도출하는 데 그 목적이 있다. 이에 따라 1990년대 이후 미국이 개발하여 양산 중인 무인항공기 중 무게 150kg 이상의 여단/사단급 무인항공기인 Shadow-200, 중고도 무인항공기인 Predator 및 Reaper, 그리고 고고도 무인항공기 Global Hawk를 중심으로 살펴보았다. 이러한 전술/전략급 고정익 무인항공기는 군에서 요구한 작전운용능력(ROC)을 만족해야 할 뿐만 아니라, 엄격한 감항인증을 받아야 한다.

사례 분석 결과 Predator와 Global Hawk는 신개념기술개발사업(ACTD)으로 진행되었으며, 개발 중인 시제품이 중동 전투에 투입되기도 하였다. 수차례 사고가 있었으나, ACTD 이후 체계개발 또는 초도양산을 진행하는 등 유연한 개발 프로세스를 적용하였다. 초기 목표성능을 낮게 설정하고 운용성 확인을 우선시하였으며, 초도저출양산, 후속 양산 및 후속 성능개량의 진화적 개발을 통해 성능을 향상하였다. 초도 양산단계에

* 광운대 방위사업학과 박사과정 (대한항공, 부장), jaewookim@koreanair.com, orcid 0000-0003-2238-3738

** 광운대 국제통상학부 교수, srshim@kw.ac.kr, orcid 0000-0001-5167-656X

도 불구하고 모든 요구성능을 확정하지 않는 경우도 있었으며, 요구성능을 범위로 제시하는 등의 유연성을 보이기도 하였다.

반면 성능향상을 위해 엔진 교체, 비행체 변경, 통신 변경 등의 대규모 변경도 있었다. 임무장비는 별도로 개발하여 운용성이 확인되면 양산에 적용하였다. 이러한 무인항공기의 개발 및 획득 과정에서 예상하지 못한 사고와 막대한 손실이 발생하고 비용도 증가하였지만, 미국 정부는 군사용 무인항공기의 진화적 개발 정책을 지속해서 추진하였다.

따라서 우리나라도 새로운 첨단기술 기반의 군사용 무인항공기 개발 및 획득에 있어 초기 개발 단계에서는 운용성 위주로 개발을 진행하고, 초도양산, 후속 양산 및 성능개량 단계에서 진화적으로 성능을 개선하여 전투력을 증강하는 것이 필요하다.

주제어 : 무인항공기, 드론, 진화적 개발, 성능개량, 파생형 개발, 웨도우-200, 프레데터, 글로벌호크

I. 연구의 배경 및 목적

“미래 전장(戰場)은 무인드론이 지배한다”, “미래 전투의 핵심전력 드론봇¹⁾”. 2018년 10월 대한민국의 육군이 미래 전장은 드론과 로봇이 주도할 것으로 예상하고 대비하기 위해 드론봇 부대를 창설하면서 자주 언급된 말이다.

우리나라 군에서 드론/무인항공기를 비롯한 무기체계를 획득하기 위해서는 최초 소요제기로부터 소요 결정, 합동군사전략목표기획서(Join Strategic Objective Plan, JSOP) 반영, 사업추진 기본전략 수립, 국방중기계획 반영, 사업 타당성 검토, 예산 반영, 사업 착수(연구개발 또는 구매), 초도양산 등의 수많은 과정을 거쳐야 한다. 소요를 제기한 무기체계를 군에서 활용하기까지 오랜 시간이 필요하므로 최신 과학기술을 활용하기 어려운 구조이며, 최신 과학기술을 반영한 무기체계를 군에서 바로 활용할 수 있는 국가와 비교할 때 상대적인 전투능력의 열세가 우려되는 부분이다.

이와 관련하여 이희각 등(2015)은 『무기체계의 진화적 연구개발 방향』 연구에서 미국 등 주요국의 성능개량 사례를 분석하고, 무기체계의 고성능, 고정밀, 다기능 복합 시스템화와 함께 획득주기 증가, 수명주기 감소 등을 고려하여 소요 결정 시 중장기 성능개량계획을 수립하고 전력화하는 등 진화적 연구개발 및 획득을 위한 제도 개선이 필요하다고 주장하였다. 조남훈 등(2017)의 진화적 획득제도의 조기정착에 관한 연구에 의하면, 미국의 Global Hawk 무인항공기, F/A-18 및 F-22 전투기의 진화적 개발 사례를 간략하게 언급하였다. 그리고 우리나라의 진화적 획득 적용 기준, 소요제기, 시험평가, 비용관리, 사업관리 측면에서 진화적 획득제도 구축방안을 제안하였다. 장윤석 등(2018)의 군의 드론봇 전투체계 발전방향 연구에서 미국과 이스라엘의 무인항공기에 대한 분석과 핵심기술 발전추세에 관한 내용을 다루었다. 또한 육군의 임무와 역할에 적합한 드론봇 전투체계 적용방안 연구, 전투체계 운용개념 정립 및 전투체계 최적화 운용을 위한 요구성능을 제시하였다. 운용개념 구현을 위한 통신 주파수 활용, 상호운용성 확보 및 통합관제체계 구축에 대한 발전 방향도 제시하였다.

이러한 선행연구는 우리나라 무기체계 획득제도의 개선방안, 진화적 획득제도 구축방안 및 무인항공기의 기술적 발전 방향에 초점이 맞춰져 있다. 무기체계별 세부적인 군사적 내용은 보안 사항에 해당하기 때문에 구체적인 사례 분석이나 실증 연구가 아닌 제도 개선 등에 머무를 수밖에 없을 것이다.

이러한 한계점에도 불구하고 본 연구는 첨단 무기체계 개발의 선두 주자인 미국에서 무인항공기의 진화적 개발 및 획득 사례를 최대한 관련 자료를 입수하여 분석함으로써 경직적인 일괄 획득방식을 적용하고 있는 우리나라가 기술의 발전 속도, 전장 환경의 변화 등을 고려하여 무인항공기의 진화적 개발 및 획득방식을 추진할 때 참고해야 할 시사점을 도출하고자 하였다.

이를 위해 1990년대 이후 미국에서 개발하여 양산 중인 무인항공기 중 무게 150kg 이상의 여단/

1) 드론봇 : 대한민국 육군이 드론봇 전투단을 창설하면서 만든 드론과 로봇의 합성어.

사단급 무인항공기인 Shadow-200, 중고도 무인항공기인 Predator 및 Reaper, 그리고 고고도 무인항공기인 Global Hawk를 중심으로 살펴보았다. 스텔스 무인전투기 RQ-170 Sentinel과 RQ-180은 보안 등급이 높아 공개된 자료가 매우 부족하여 제외하였다. 연구 대상을 1990년대 이후 무인항공기로 한정할 것은 미국은 1990년대 이후 무인항공기를 본격적으로 개발하기 시작하였기 때문이다. 또한 군에서 요구한 작전운용능력(ROC)을 만족해야 하고, ‘군용항공기 비행안전성 인증에 관한 법률’에 따라 감항인증(Airworthiness Certification, 堪航認證)²⁾을 받아야 하는 150kg 이상으로 한정하였다.

사례 분석을 위한 자료는 군사보안 문제로 제한적일 수밖에 없지만, 미국 국방성 발간의 무인항공기 로드맵³⁾을 비롯하여 제인스항공연감,⁴⁾ 위키백과, 무인항공기 제작사 홈페이지 및 언론 보도 내용 등 입수 가능한 최대한의 자료를 활용하였다.

II. 군사용 무인항공기 개발 및 운용 현황

무인항공기의 전신은 1849년 오스트리아에서 발명된 Bombing by Balloon⁵⁾으로 열기구에서 떨어뜨리는 방식이었다. 최초의 무인항공기는 1917년에 미국에서 Peter Cooper와 Elmer A. Sperry가 개발한 Sperry Aerial Torpedo⁶⁾이다. 300파운드의 폭탄을 싣고 수평으로 비행할 수 있었다. 1918년 미국 GM사의 Charles Kettering이 Kettering Bug⁷⁾라는 폭격용 무인항공기를 개발하였다. 입력된 항로에 따라 자동으로 비행한 뒤 목표지역에 도달하면 엔진이 꺼지고 낙하하는 방식으로 목표물을 파괴하였다. 그러나 성공률이 낮아서 실전에는 사용되지 못하였다.

2) 일정한 범위의 수리 및 개조 수행으로 항공기의 구조, 강도, 성능에 대하여 항공기가 비행하기에 적합한 안전성과 신뢰성을 갖고 있는지를 검증하고, 필요시 해당 항공기가 기술 지시(TD) 기준에 적합한지의 여부를 판단하는 것을 말한다. 국방기술품질원, 「국방과학기술용어사전」(2011) 참조.

3) US Army, 1996, UAV Annual Report FY 1996.

_____, 1997, _____ 1997.

US DoD, 2000, Unmanned Aerial Vehicles Roadmap 2000-2025.

_____, 2002, _____ 2002-2027.

_____, 2005, _____ 2005-2030.

_____, 2007, Unmanned Systems Roadmap 2007-2032.

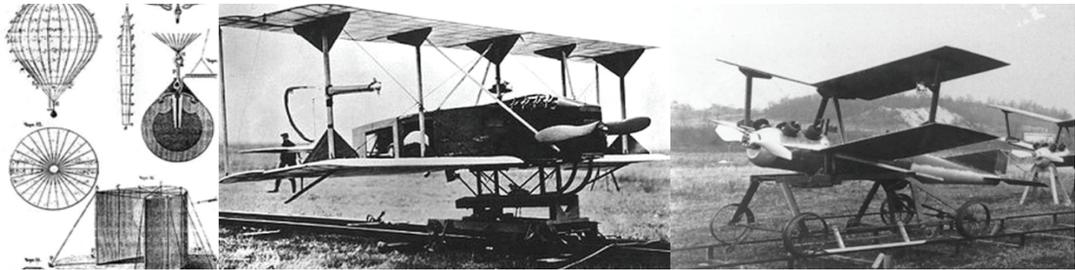
_____, 2017, Unmanned Systems Integrated Roadmap 2017-2042.

4) Martin Streetly & Beatrice Bernardi, 2017, Jane's All the World Aircraft Unmanned 2017~2018, Jane's by IHS Market.

5) Dulcinea Media Inc, <http://www.findingdulcinea.com/news/on-this-day/July-August-08/On-this-Day—Austria-Rains-Balloon-Bombs-on-Venice.html>, 2020.7.12 검색.

6) Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Hewitt-Sperry_Automatic_Airplane#/media/File:Hewitt-Sperry_Automatic_Airplane_1918.jpg, 2020.7.12 검색.

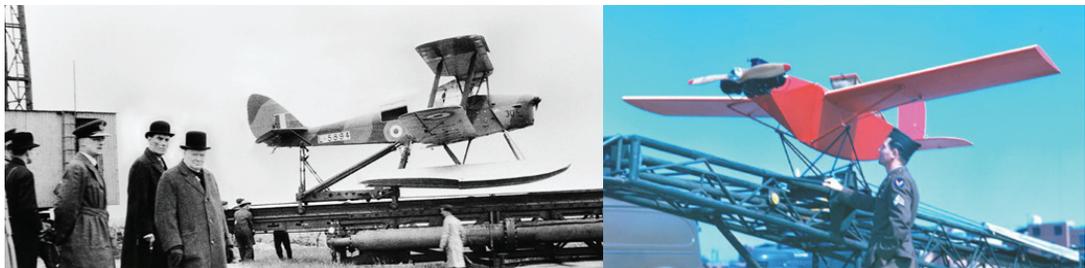
7) _____, https://en.wikipedia.org/wiki/Kettering_Bug, 2020.7.12 검색.



<그림 1> Bombing by Balloon, Sperry Aerial Torpedo, Kettering Bug

자료 : Dulcinea Media Inc, Dulcinea Media Inc, <http://www.findingdulcinea.com/news/on-this-day/July-August-08/On-this-Day--Austria-Rains-Balloon-Bombs-on-Venice.html> 및 Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Hewitt-Sperry_Automatic_Airplane#/media/File:Hewitt-Sperry_Automatic_Airplane_1918.jpg, https://en.wikipedia.org/wiki/Kettering_Bug, 2020.7.12 검색.

1930년대에 들어 영국에서 왕복 재사용이 가능한 대공사격 표적기인 Queen Bee를 개발하여 400기 이상 양산하였다. 미국에서는 Reginald Denny가 Radioplane이라는 무인표적기를 개발하여 1,500대 이상 생산하였다.⁸⁾



<그림 2> Queen Bee, Radioplane

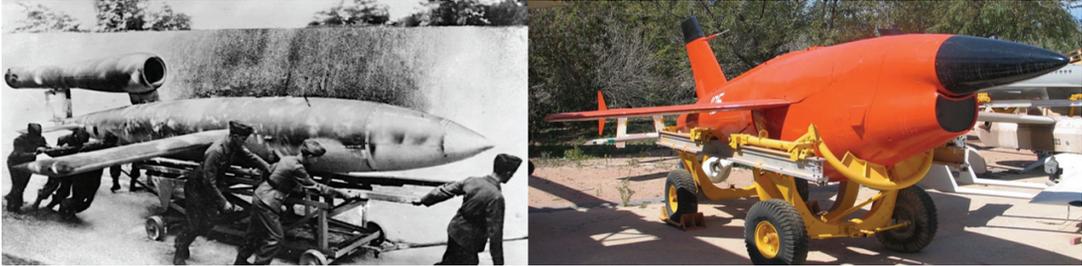
자료 : Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_unmanned_aerial_vehicles, 2020.7.14 검색.

1940년대에 독일에서 순항미사일의 원조 격이며, 2,000파운드의 탄두를 운반할 수 있는 Flying Bomb V-1을 개발하였다.⁹⁾ 베트남전을 거치면서 전투용으로 사용되던 무인항공기는 적진 감시목적으로 이용되었다. 1950~60년대 미국은 Firebee¹⁰⁾를 개발하여 베트남에서 적진 감시목적으로 운용하였다. 이스라엘은 Firebee 12대를 구입하여 기만용 Firebee 1241로 발전시켰다.

8) _____, https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_unmanned_aerial_vehicles, 2020.7.14 검색.

9) _____, https://en.wikipedia.org/wiki/V-1_flying_bomb, 2020.7.14 검색.

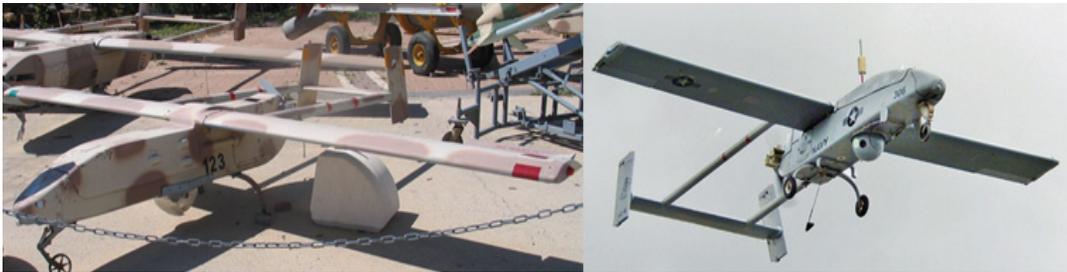
10) _____, https://en.wikipedia.org/wiki/Ryan_Firebee, 2020.7.14 검색.



<그림 3> Flying Bomb V-1, Firebee

자료 : Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/V-1_flying_bomb 및 https://en.wikipedia.org/wiki/Ryan_Firebee, 2020.7.14 검색.

1970~80년대에 무인항공기에 대한 연구가 활발해졌다. 1980년대 이스라엘은 새로운 무인항공기를 개발하였으며, 1980년대 후반에는 미국을 비롯한 각국에서 이스라엘 무인항공기를 도입할 정도로 성공하였다. 1978년 이스라엘 항공사(Israel Aircraft Industries, IAI)는 Scout¹¹⁾이라는 무인항공기를 개발하여 1982년 실전에 투입하였다. 카메라를 통해 실시간 모니터링 데이터를 전송할 수 있었다. 1980년대 말에는 Pioneer¹²⁾라는 저렴하고 가벼운 무인항공기가 만들어졌다.



<그림 4> Scout, Pioneer

자료 : Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/IAI_Scout 및 https://en.wikipedia.org/wiki/AAI_RQ-2_Pioneer, 2020.7.12 검색.

1990~2000년대에는 미국도 무인항공기를 활발하게 개발하였다. 여단 정찰용 무인항공기인 RQ-7 Shadow-200¹³⁾을 개발하였다. RQ-1 중고도 무인항공기인 Predator는 순수정찰용으로 개발되었으나, 추후 대전차 미사일을 탑재하여 공격용으로 사용하였다.¹⁴⁾ 고고도 무인항공기인 RQ-4 Global Hawk¹⁵⁾는 약 19.8km 상공에서 모니터링과 데이터 전송이 가능하다. DarkStar¹⁶⁾는 약

11) _____, https://en.wikipedia.org/wiki/IAI_Scout, 2020.7.12 검색.

12) _____, https://en.wikipedia.org/wiki/AAI_RQ-2_Pioneer, 2020.7.12 검색.

13) _____, https://en.wikipedia.org/wiki/AAI_RQ-7_Shadow, 2020.7.12 검색.

14) _____, https://en.wikipedia.org/wiki/General_Atomics_MQ-1_Predator, 2020.7.12 검색.

15) _____, https://en.wikipedia.org/wiki/Northrop_Grumman_RQ-4_Global_Hawk, 2020.7.12.

13.7km 상공에서 비행하면서 스텔스 기능을 가질 것으로 기대된 무인항공기였으나, 재정적인 문제로 개발이 취소되었다.



<그림 5> Shadow-200, Predator

자료 : Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/AAI_RQ-7_Shadow 및 https://en.wikipedia.org/wiki/General_Atomics_MQ-1_Predator, 2020.7.12 검색.



<그림 6> Global Hawk, Dark Star

자료 : Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Northrop_Grumman_RQ-4_Global_Hawk 및 https://en.wikipedia.org/wiki/Lockheed_Martin_RQ-3_DarkStar, 2020.7.12 검색.

III. 우리나라의 군사용 무인항공기 개발 현황

우리나라 군사용 무인항공기의 효시는 국방과학연구소와 대우중공업(현 한국항공우주산업)¹⁷⁾ 등이 개발한 군단 무인항공기 RQ-101¹⁸⁾이다. 미국 AAI사(社)로부터 기술을 도입하여 1991년 개발에 착수하여 1998년에 개발을 완료할 예정이었지만, 2000년 개발을 완료하고 2002년부터 실전 배치되었다. RQ-101은 활주로에서 외부조종사가 이착륙을 시키는 수동 이착륙 방식을 사용하고 있으

검색.

16) _____, https://en.wikipedia.org/wiki/Lockheed_Martin_RQ-3_DarkStar, 2020.7.12 검색.

17) 1997년 외환위기 발생 이후 정부 주도하에 5대 그룹은 계열사를 서로 교환, 통합하는 빅딜을 추진하였다. 한국항공우주산업(KAI)은 대우중공업, 삼성항공, 현대우주항공 등 항공 3사의 항공기 부문이 통합하면서 출범하였다.

18) 송골매 또는 비조로도 불리며, 영어명은 Night Intruder-300이다.

며, 트럭에 장착된 발사대에서 이륙하고 비상시 낙하산으로 착륙도 가능하다. 고도 4.5km까지 상승할 수 있으며, 6시간 동안 체공할 수 있다. 임무장비로 광학(Electro Optic, EO) 및 적외선(Infra Red, IR) 카메라가 장착되었다. 2009년부터 2011년까지 성능개량사업이 진행되었는데, 임무장비와 지상통제장비 H/W 등이 교체되었다. 이후 2015년까지 성능개량이 경미한 수준에서 3회 정도 진행되었으나, 종합적인 성능개선이 되지는 못하였으며 수출은 여러 가지 사유로 성사되지 못하였다. 개발비 추가예산 배정 한계, 미국, 이스라엘 등 선진국들의 빠른 성능개량 및 새로운 장비의 출시 등으로 인하여 가격 대비 성능 면에서 경쟁력을 확보하기 어려웠기 때문으로 분석된다.¹⁹⁾

사단 정찰용 무인항공기는 2000년부터 2004년까지 대한항공 주도로 개발되었으며, 2020년 현재 양산 중이다. 개발이 일정 기간 지연되어 개발업체와 정부 간에 소송이 있었으나 정부에서 제공하여야 할 자료를 늦게 제공했다는 법원 판결에 따라 개발업체가 승소하였다. 이 사단 정찰용 무인항공기는 주요 장비를 2중화하여 안전성을 높였으며 국내 최초로 무인항공기 감항인증을 받았다. 감항인증을 위하여 엔진 정지시 재시동, 비상시 낙하산 자동 전개를 통한 회수 등 각종 비상 상황에 대한 대책이 포함되어 있다. 모든 장비를 트럭에 탑재하여 필요한 지역으로 이동할 수 있고, 이륙에서부터 착륙까지 전자동으로 임무 수행이 가능하다. 또한, 비행체 2대 동시 비행이 가능하여 24시간 연속임무 수행이 가능하다. 국내 산악지형이 많은 점을 고려하여 발사대에서 비행체를 발사하고, 정밀위치추적기 및 어레스팅후크(Arresting Hook)를 사용하여 단거리 야지에서 정확한 착륙이 가능하다. 고도 0²⁰⁾km까지 상승할 수 있으며 0시간 동안 체공하면서 정찰 임무를 수행할 수 있다.

우리나라 무기체계의 국산화율은 60~70% 정도인데 사단 무인항공기 국산화율은 95%에 이르는 것으로 알려져 있다. 체계개발 후 북의 GPS 재밍 공격에 대한 대책이 필요하게 되어 일부 대책이 양산 중 반영되었으며 추가 성능개량 사업을 추진 중이다. 군단 무인기를 대체할 차기 군단 무인항공기도 국방과학연구소 주관으로 개발되고 있다. 2012년부터 2017년까지 체계개발을 완료할 예정이었으나 개발과정에서 기체 파손 및 일부 성능 미달로 사업이 중단되었다가 2020년 7월 재개되었다. 군단 무인항공기는 고성능 EO/IR 카메라 및 SAR를 장착하고 있다. 지상통제장비와 비행체 간에 직접통신 외에 위성통신 방식도 사용한다. 국방개혁에 따라 넓어진 군단의 작전 영역을 감시정찰 할 수 있을 정도로 성능 목표는 향상되었다.

국방과학연구소 주관으로 미국의 리퍼(Reaper)급의 중고도 무인항공기도 개발하고 있다. 1998년부터 2012년까지 탐색 개발을 완료하여 운용성을 확인한 후 2013년 체계개발에 착수하였다. 2017년까지 체계개발을 완료할 예정이었으나 2020년 현재 체계개발 마무리 단계에 있다. 우리나라의 무인항공기는 모두 일괄획득 방식으로 개발되었으며 요구조건 대비 일부 성능 미비 등의 이유로 개발이 자주 지연되었다. 개발 완료 후 양산단계에서 추가 요구사항이 발생하여 일부는 양산단계에서

19) Unmanned Aircraft Systems Center, http://uavcenter.com/expo2/wizard/frames/server_sub.html?SITE_ID=uavcenter&home_id=uavcenter&menu_seq=23&siteId=uavcenter&tic=1488482432, 2020.7.18. 검색.

20) 수치 '0'는 보안 사항으로 기재하지 못하였다.

적용되었으며 일부는 성능개량으로 진행 예정이다. 군단 무인항공기의 경우 수명주기 동안 성능개량이 이루어졌으나 임무장비 성능 외 주요 성능의 향상은 없었다. 진화적 획득의 개념이 적용되어 있지 않아 타 부분 성능개량에 한계가 있었을 것으로 보인다.

<표 1> 우리나라 무인항공기 제원

구분	RQ-101	RQ-102	차기군단 무인항공기	중고도 무인항공기
크기 (LxWxH, m)	4.8x6.4x1.5	3.7x4.5x0.9	9x17x3	13x25x3
MTOW (kg)	290	150	1,700	0000
Payload (kg)	50	-	-	-
Max Speed (km/h)	185	-	-	-
Range (km)	80 (통신중계 별도)	00 (통신중계 별도)	000	000
Endurance (hr)	6	0	00	00
Service Ceiling (m)	4,500	0000	0000	00000
Power (hp)	52	00	000	0000

자료 : 대한항공 홍보자료, KAI 홍보자료



<그림 7> 사단 무인항공기, 군단 무인항공기

자료 : 대한항공 홍보자료, KAI 홍보자료



<그림 8> 중고도 무인항공기, 차기군단 무인항공기

자료 : 대한항공 홍보자료, KAI 홍보자료

IV. 미국의 군사용 무인항공기 개발 현황

4.1 전술급 Group-3²¹⁾ 무인항공기 개발

4.1.1 Outrider 개발

1996년 5월 미국은 전술급 Group-3 무인항공기로 Alliant Techsystems사의 RQ-6 Outrider를 선정하였다. 신개념기술시범사업(Advanced Concept Technology Demonstration, ACTD)²²⁾으로 추진하였으며 투입비용에 일정한 이윤을 보상해주는 방식으로 예상금액은 미화 5,260만 달러였다. 계약 기간은 1996년 5월부터 1999년까지였으며, 6개월 내 초도 비행을 하는 조건이었다. 사업 기간 중 6세트(세트당 비행체 4대) 저율 생산이 포함되었으며, 양산 예상수량은 62세트였다.

기본 요구성능은 운용반경 200km(해군 기준, 육군은 50km), 체공 시간 3시간, GPS(Global Positioning System)를 활용한 비행과 목표물 좌표 획득, 중유 엔진 사용, 광학(Electro Optic, EO) 및 적외선(Infra Red, IR) 카메라 장착, HMMWVs 전술 차량 2대와 C-130 수송기에 탑재 등이었다. 옵션 요구성능으로 체공 시간 4시간, 자동이착륙, 합성개구레이더(Synthetic Aperture Radar, SAR) 장착, 표준화통신(Common Data Link, CDL) 적용 등이었다. 옵션 요구성능은 종합 운용성능을 좌우하는 탑재장비의 무게와 이와 관련된 비행성능의 차이를 반영한 것으로 볼 수 있다. 그러나 육군과 해군의 요구사항을 하나로 통합하는 것은 쉽지 않은 일이었으며, 1999년 미국의 차기 Group-3 전술급 무인항공기를 AAI사의 Shadow-200으로 선정하면서 동 사업은 종료되었다.

21) 미국 국방성은 무인항공기를 5가지로 구분하였다. DoD Instruction 6055.7(2018.8.31.) 참조.

- Group-1. Has maximum gross takeoff weight of 1-20 pounds, operates normally at less than 1,200 feet above ground level (AGL) and at a speed of less than 100 knots indicated airspeed (KIAS).
 - Group-2. Has maximum gross takeoff weight of 21-55 pounds, operates normally at less than 3,500 feet AGL and at a speed of less than 250 KIAS.
 - Group-3. Has maximum gross takeoff weight less than 1,320 pounds, operates normally at less than 18,000 feet AGL and at a speed of less than 250 KIAS.
 - Group-4. Typically weighs more than 1,320 pounds and normally operates below 18,000 feet mean sea level (MSL) at any speed.
 - Group-5. Typically weighs more than 1,320 pounds and normally operates higher than 18,000 feet MSL at any speed.
- 22) 성숙한 민간 부문의 기술을 활용하여 새로운 개념의 작전운용능력(ROC)을 갖는 무기체계를 단기간에 개발하는 사업을 말한다.



<그림 9> Outrider

자료 : Directory of U.S. Military Rockets and Missiles, <http://www.designation-systems.net/dusrm/app2/q-6.html>, 2020.7.12 검색.

<표 2> Group-3 ACTD Performance Requirements

ACTD Performance Requirements		
Parameter	Basic	Option
Range	200km	
Target Location Error	Best possible using state-of-the-art GPS (NTE 100m)	
On-Station Endurance	3hrs	4hrs
Launch & Recovery	Unprepared surface/large deck amphibious ships	Add automatic TO&L
System Mobility	2 HMMWVs/1 Trailer	
System Deployability	Single C-130 (4 AVs & Ground Equipment)	
Payload	EO/IR	SAR
Integration	EMI shielding/corrosion inhibition	
Data Link	Compliant with JII (200km LOS at sea level)	Common Data Link
Propulsion System	As provided by Contractor	Heavy Fuel Engine
Cost(AV & Sensor)	\$350,000 at 33rd AV; \$300,000 at 100th AV	
NTE: Not to Exceed TO&L: Take-Off and Landing AVs: Air-Vehicles EMI: Electro-Magnetic Interference JII: Joint Integration Interface LOS: Line Of Sight		

자료 : US DoD, UAV Annual Report FY1996, p.17 재구성.

4.1.2 Shadow-200 개발

Group-3 전술급 무인항공기 Shadow-200의 주요 요구사항은 ACTD 요구사항과 유사하였으며, 운용반경 50km, 체공 시간 4시간, 가솔린 엔진 장착, 야지이착륙, EO/IR 카메라 장착 등이었다. 2002년 초기 모델 RQ-7A 2세트를 저율 생산하여 실전에 배치하였다. 초기 모델의 성능은 운용반경 50km, 체공 시간 4~5.5시간이었으며, 이스라엘 IAI사의 POP-200 EO/IR 카메라를 장착하였다. 비행체의 크기는 길이 3.4m, 너비 3.9m이었다. 2003년에 성능개량을 하였으며, 2004년에 성능개량

모델인 RQ-7B 배치를 시작하였다. 운용반경은 125km로 증대하였고, 6시간 비행을 위하여 날개 길이(Wing Span)를 4.3m로 늘렸으며, 날개 내부에 연료탱크를 추가하였다. 임무장비 탑재능력 페이로드(Payload)는 45kg으로 증대하였다.

RQ-7B를 이라크 전쟁에서 사용하는 중 엔진 정지 문제가 발생함에 따라 AR741-1100 엔진을 AR741-1101로 성능개량을 하였다. 연소실 내 점화장치(Spark Plug)를 2개로 늘렸으며, 옥탄(Octan)가 87의 휘발유(MOGAS)를 항공유로 변경하였다. 안전대책으로 비상회수 기능을 추가하였으며, 항전 장비를 성능개량하고 통신중계장비를 탑재하였다.

2006년에도 성능개량이 이루어졌다. 9시간 비행을 위하여 날개 길이를 6.1m로 늘렸으며, 기계식(Carburetor) 엔진을 전자제어식(Electro Fuel Injection, EFI)으로 변경한 AR741-1102 엔진을 장착하였다. EO/IR 카메라는 POP-300으로 성능개량 하면서 전술 차량 인지능력을 3.5km로 확대하였다. 이로 인해 총중량(MTOW)는 204kg이 되었다.

2010년에는 임무장비에 레이저 지시기(Laser Designator, LD)를 장착하였다. 그리고 2015년 RQ-7B V2로 성능개량이 이루어졌다. 비행체에서 촬영하는 영상을 동일 주파수로 지휘소와 운용 부대에서 동시에 볼 수 있도록 개량하였으며, 전술표준화통신장비(Tactical Common Data Link, TCDL)를 장착하고 데이터를 암호화하였다. 임무컴퓨터(Mission Computer, MC)를 장착하고, 각종 소프트웨어를 업그레이드하였다. 타 무인항공기와 상호운용성을 강화하였으며, 2019년까지 기존의 모든 Shadow 무인항공기를 개량하는 계획을 수립하였다.

4.1.3 Shadow-200 파생형 개발

2010년 미 육군은 Shadow-200 무인항공기에 타 임무장비(Munition, Quick MEDS System 등)를 장착하기 위하여 획득기관에 장착할 수 있는 임무장비를 찾아줄 것을 요청하였다. 이때 육군은 General Dynamics사의 81mm(4.5kg) 공중투하 포탄(Air-Drop Guided Mortar)을 염두에 두었으나, 확정하지는 않았다.

2011~2012년 Raytheon사의 Small Tactical Munition과 Lockheed Martin사의 Shadow Hawk Guide Weapon, General Dynamics사의 81mm Air Drop Mortar 등이 시험비행에 성공하였다. 2014년 Textron사는 Thales사의 Fury 정밀무기를 Shadow-200에 장착하는 데 성공하였다. 그러나 애초 장시간 정찰용으로 개발된 무인항공기에 무장을 하면서 체공 시간 등의 성능 저하를 가져오는데 대한 육군의 회의적 반응에 따라 양산은 보류되었다.

2012년 8월 성능을 대폭 향상한 Shadow-M2 Night Warden 시험비행이 성공하였다. 이는 고가인 중고도급 무인항공기를 기존 전술급 무인항공기 장비의 80~85%를 활용한 성능개량 형을 통해 저렴하게 공급하고 운영 유지도 저렴하게 해보겠다는 시도였다. 성능향상을 위하여 블렌디드 윙(Blended Wing) 형상으로 날개 길이를 6.9m로 늘렸으며, 60마력 Lycoming Engine을 장착하였다. 운용반경은 1,100km, 체공 시간은 15시간, 총중량(MTOW)은 54kg 증가하여 330kg이 되었다. 59kg급 임무장비 2

개를 장착할 수 있게 되었다. 합성개구레이더(SAR)를 장착하여 전천후 광역감시가 가능하였으며, 신호 정보수집용 전자전 장비를 장착할 수 있게 되었다. 위성통신을 장착하여 비가시권 비행도 가능하게 되었다. 그러나 해군은 지속해서 수직이착륙 무인항공기를 요구하고 있었다. 이를 위해 유인 헬기 전문회사인 BELL사와 함께 수직이착륙 로터를 추가한 SR/C Shadow를 개발하여 2012년 8월 시험비행을 하였으나, 고정익도 아니고 회전익도 아닌 형상으로 운용성 부족으로 프로그램은 취소되었다.



<그림 10> Shadow-200 v2, Night Warden, SR/C

자료 : Army Technology, <https://www.army-technology.com/projects/shadow200uav/attachment/shadow200uav3/>, Military Factory, https://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.asp?aircraft_id=1819, UAVVISION, <https://www.uavision.com/2012/01/26/aai-offers-vtol-design-for-us-navy-medium-range-maritime-uas/>, 2020.7.12 검색.

<표 3> Shadow-200 제원

구분	RQ-7A	RQ-7B	RQ-7B V2	Shadow-M2
크기 (LxWxH, m)	3.4x3.9x0.9	3.4x4.3x0.9	3.4x6.2x0.9	3.4x7.0x0.9
MTOW (kg)	154	170	212	30
Payload (kg)	25	45	43	59x2
Max Speed (km/h)	228	219	-	153
Range (km)	108.5	125	125	1,100
Endurance (hr)	5.5	7	9	15
Service Ceiling (m)	4,570	4,570	5,486	3,048
Power (hp)	38 (UEL741)	38 (UEL741)	-	60 (Lycoming)

자료 : Wikipedia, Jane's All the World Aircraft Unmanned 2017~2018, 재구성.

4.1.4 전술급 Group-3 무인항공기 개발 시사점

미국은 무인항공기를 민간의 성숙한 기술을 이용하는 ACTD 프로그램으로 개발하였다. Group-3 무인항공기는 육군과 해군의 요구사항을 통합하여 공통 요구사항으로 계획하였으나, 작전반경 및 이착륙 등 운용환경의 차이로 각 군의 요구사항을 충족하기는 어려웠다. ACTD를 진행 중임에도 불구하고 군에서는 새로운 장비를 지속해서 검토하여 공통 요구사항을 충족시킬 수 있는 Shadow-200을 차기 Group-3 전술급 무인기로 선정하였다. 주요 요구사항인 운용시간, SAR 장착, 자동이착륙, 데이터링크 방식, 엔진 등에 대해서 기본 요구사항과 옵션 요구사항으로 구분하였다.

요구성능도 범위로 제시하는 유연함을 보였다. 추가 옵션 요구사항은 운용성능을 좌우하는 탑재 장비와 이와 관련된 비행성능의 차이를 반영한 것으로 볼 수 있다.

진화적 개발(evolutionary acquisition)²³⁾ 전략에 따라 초기 요구조건은 높지 않게 설정하였으며 초기 저율 생산을 한 후 성능개량 과정을 거치며 성능을 지속해서 향상했다. 특히 운용시간 증대 및 임무장비 탑재 중량 증가 등 주요 성능향상에 정점을 두었다. 이라크 전쟁 등에서 실전 운용하면서 사고가 발생하였으나, 비상회수 추가 개발 및 각종 장비의 지속적인 성능개량과 함께 통신보안에도 노력을 기울였다. 특히 기본 플랫폼을 활용하여 포탄 투하 및 응급 용품 운송 등 다양한 용도로 활용하고자 하는 노력이 있었다. 기본 플랫폼을 활용하여 저렴한 Group-4 무인항공기로 활용하고자 하는 연구와 수직이착륙 기능을 추가하는 연구도 이루어졌다.

4.2 전술급 Group-4 무인항공기 개발

4.2.1 정찰용 Predator 개발

우리나라에서는 Predator를 전력회사인 General Atomics사가 개발한 것으로 알려져 있다. 좀 더 알아보면 General Atomic사가 LSI(Leading System Cooperated)사를 인수하였으며, LSI사는 Predator의 전신인 GNAT²⁴⁾를 개발하였다. GNAT의 전신은 16시간 비행하는 Prowler-750²⁵⁾이며, 성능증대, 신뢰성 개선, 정비소요 감소 등을 위하여 지속적인 성능개량을 하고 있었다. GNAT는 Rotax 912엔진(4 Cylinder 89hp)을 사용하여 12시간 비행이 가능하였다. 정보기관인 CIA에서 5대를 구매하여 알바니아(Albania)에서 운용하였지만, 수많은 버그(Bug), 제한된 날씨 등의 문제로 팀이 해체되기도 하였다. 터키는 GNAT-750을 6대, 성능개선 형상인 I-GNAT ER 16대를 도입하였다.



<그림 11> GNAT, Prowler

자료 : Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/General_Atomics_GNAT 및 Unicraft, <http://www.unicraft.biz/on/prowler/prowler.htm>, 2020.7.12 검색.

23) 무기체계 개발 시 기술의 개발 및 확보 시기, 개발 위험도를 고려하여 동일한 개발 단계를 2회 이상 반복 적용하여 최종적으로 개발을 완료하는 전략을 말한다. 국방기술품질원, 「국방과학기술용어사전」(2011) 참조.

24) Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/General_Atomics_GNAT, 2020.7.12 검색.

25) Unicraft, <http://www.unicraft.biz/on/prowler/prowler.htm>, 2020.7.12 검색.

Predator ACTD 프로그램은 미국 공군과 CIA용으로 1994년 1월부터 1996년 6월까지 진행되었으며, 이 기간에 3세트(비행체 12대)가 제작되었다. 최초에는 EO/IR 카메라를 탑재하였으나, 추후 합성개구레이더(SAR)와 2개의 헬파이어(Hellfire) 미사일 장착이 가능하도록 성능개량이 되었다. 위성통신 주파수는 UHF-Band를 사용하였으나, 전송할 데이터양이 많아지면서 Ku-Band로 변경하였다. 그리고 시스템 엔지니어링(System Engineering, SE)을 적용하면서 많은 형상변경이 발생하였다. 시제형상은 RQ-1K였으며, 생산 모델은 RQ-1L이 되었다. 그러나 미국 공군은 이 형상을 RQ-1A로 명명하고, 1997년 저율 생산 계약을 체결하였다. 한편 해군용으로의 성능개량에 관한 타당성 연구가 진행되었다.

1995년 6월~12월 ACTD 시제품을 ‘Come-As-You-Are’ 개념으로 중동의 가자지구(Gaza Strip) 전투에 3대를 투입하였다. 가자지구 전투에서 비행체 2대 손실(1대는 방화, 1대는 엔진 문제)이 있었으나, 운용 과정에서 성능과 안정성은 꾸준히 상승하였다. 더욱 강건한 통신, 무인항공기 지상조종사가 항공교통관제소(Air Traffic Control, ATC)와 음성으로 통신할 수 있는 능력, 군용피아식별장치(Identification For & Friend, IFF) 추가 등이 요구되었다.

1996년 헝가리에서의 전투에도 투입되었는데, 이때 SAR를 장착하고 위성통신에 Ku-Band를 추가하였다. 이 당시의 SAR는 Northrop Grumman사의 전술(Tactical) SAR이었으나, 추후 GA-ASI사의 Lynx SAR로 성능을 개량하였다.

1996년 6월 ACTD가 종료되면서 비행체 5대 구매 계약(미화 2,300만 달러)이 체결되었다. 요구조건 합동검토위원회(Joint Requirements Oversight Council, JROC)에서는 UHF 음성통신, 피아식별장비 장착, 날개 제빙을 포함한 성능개량을 정의하면서 16세트(세트당 비행체 4대) 구매를 제안하였다. 선행 생산된 시스템의 성능개량 비용과 연구개발용 1세트가 포함된 것이다. 이때 기본 요구형상 3개 항목을 정의하였으며, 추가 요구형상에 대한 세부 내용은 추후 정의하기로 하였다.

가자지구 및 헝가리 전투에 투입된 무인항공기는 ACTD에서 만든 것으로 완전한 시스템은 아니었으며 실전에서 운용된 내용을 바탕으로 진화적 획득을 한 것이다. 1997년 기본요구사항은 3개 항목 외에 엔진 성능향상(Rotax 912에서 914로 교체), 야전 운용성 강화를 위한 지상통제장비(Ground Control System, GCS) 분해/조립, 2대의 비행체를 한 대의 지상 통제 장비에서 조종하는 기능, 신뢰성/정비성 향상의 4개 항목이 추가되었다.

1998년 5월 Block 10(RQ-1B) 성능개량에 착수하였으며, 엔진 교체, 날개 제빙 등이 추가되었다. 1999년에는 레이저 지시기가 추가되었다. 기존에는 고정익 무인항공기 이착륙은 지상 통제 장비가 있는 활주로에서만 가능하였다. 지상 통제 장비로부터 멀리 떨어져 있는 무인항공기를 위성통신을 이용하여 이착륙시키기에는 통신 지연이 문제가 되었기 때문이다. 그러나 관련 기술이 발전하면서 2000년에 미국 본토에 있는 지상 통제 장비에서 중동 활주루에 있는 무인항공기를 원격으로 이착륙시키고 조종할 수 있는 능력이 구비되었다.

2001년 1월 통신 중계에 성공하였으며 2002년 L-3 Wescam사의 EO/IR 카메라는 Raytheon사의

Multi-sensor로 성능이 개량되었다. 2002년 8월 미국 해군 소형무인기 Finder Air를 발사하는 데 성공하였다. 2006년 5월 미국 연방항공청(Federal Aviation Authority, FAA) 인증을 획득하였다.

RQ-1 Predator는 총 259대를 획득하였으나 퇴역 및 파손으로 2014년 5월 기준으로 154대만 운영되었다. 2001년 아프가니스탄 전에서 공군은 무인항공기 60대를 획득하였으나 20대 손실이 있었다. 적에 의한 손실은 거의 없었으며 결빙 등 운용환경에 의한 것이 많았다고 한다. 이러한 높은 손실률과 복잡한 운용절차 때문에 위기를 맞았으나 진화적 개발은 지속하여 제빙 기능을 추가하고, 엔진과 항전 장비 성능을 개량하는 방식으로 사업은 지속하였다.

<표 4> Predator 요구형상

Configuration Feature	Baseline	P3I*	Remarks
De-icing system	O		Required for reliable all-weather operation
Onboard UHF voice radio	O		For BLOS communication with ATC
Improved IFF	O		Positive airborne control requirement
Engine upgrade		O	Rotax 914 to replace Rotax 912
Heavy fuel engine		O	Mandatory for a marinized Predator
UAV common auto recovery system		O	Feasibility study to be completed Dec 96
Engine and propeller quieting		O	Exhaust system muffler Variable-pitch prop
Upgraded IR sensor		O	Under study for near term P3I
Moving target identification		O	Under study for near term P3I
Improved GPS		O	Under study for longer term
SATCOM suite replacement		O	Under study for longer term
Upgraded GCS communication suit		O	Under study for longer term
Communication Relay		O	Under study for longer term
Laser designation/range finder		O	Under study for longer term
SIGINT payload		O	Under study for longer term

* Recommended P3I(Pre-Planned Product Improvement) candidates
 BLOS : Beyond Line of Sight SATCOM : SATelite COMmunication
 SIGINT : SIGnals INTelligence

자료 : US DoD, UAV Annual Report FY1996, p.19 재구성.

4.2.2 파생형 Predator 개발

2002년 무장을 장착하여 MQ-1이 되었으며, 2003년 8월 본격양산 계약을 체결하고 2005년 양산 배치되었다. MQ-1에서도 진화적 성능개량을 지속하였다. MQ-1A는 무장할 수 있는 초기 기체로 AGM-114 Hellfire 또는 AIM-92 Stinger 미사일 장착이 가능하였다. MQ-1B에서는 통신장비와 엔진 흡입구 등에 개선이 되었다. MQ-1B Block 10/15에서는 항전 장비, 데이터링크, 다중 스펙트럴

타게팅 시스템(Multi Spectral Targeting System) 등의 성능개량과 함께 날개 길이는 각 0.9m 증가하였으며, 무장 발사시 손상방지를 위해 V-tail이 수정되었으며, 기수(Nose) 부분에 조종용 카메라를 추가로 장착하였다. 구형 MQ-1A가 Block 10/15로 개조되었다. Northrop Grumman사의 Viper Strike PGM과 Raytheon사의 FIM-92 공대공 미사일 장착이 가능해졌다. 이 외에도 신호정보수집 장비(SIGINT)와 통신 중계 장비 및 특수임무장비 장착도 가능하도록 개량되었다. 양산장비의 손실은 MQ-1에서도 지속해서 발생하였다. 2009년 4월 기준 70대의 손실이 있었으며 55대는 장비결함, 운용실수 및 날씨 문제로 손실이 된 것이었다. 11대는 운용 중 사고였으며 적에게 격추된 것은 5대에 불과하였다.



<그림 12> RQ-1, MQ-1 Predator

자료 : Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/General_Atomics_MQ-1_Predator#/media/File:MQ-1_Predator_armed_with_AGM-114_Hellfire_missiles.jpg, 2020.7.12 검색.

MQ-1을 바탕으로 MQ-1C Grey Eagle이 개발되었는데 24시간 체공, 고도 7,620m 운용이 가능하였다. 2004년 7월 시제 개발에 착수하였으며, 2005년 8월 체계개발 사업자로 선정되어 2008년 4월 초도 비행이 이루어졌다. 2011년 신뢰성 향상을 위한 많은 S/W가 수정·보완되었고, 2013년 7월 초도 비행에 성공하였다. 체공 시간은 23시간 증가하였으며, 임무장비탑재능력(Payload)은 50% 증가하였다. EO, IR, SAR 및 GMTI,²⁶⁾ 4개의 헬파이어 미사일 장착이 가능하였다. RQ-7 Shadow와 같이 운용할 수 있는 통합 지상통제장비(One System GCS)도 적용하였다.

파생형으로 수출을 위한 Predator XP를 개발하였다. 이 무인항공기는 35시간 비행이 가능하며, 7,620m까지 상승이 가능하였다. 기존 시스템에 대비하여 가시선 및 위성통신이 가능하였고, 자동이착륙 기능이 추가되었다. 신뢰성 향상을 위한 3중화 비행 제어 컴퓨터를 장착하고, 항전장비를 성능 개량하였으며, 날개 조종면 고장에 대비하기 위하여 조종면을 다중화하였다. EO, IR, SAR, GMTI, MWAS,²⁷⁾ AIS²⁸⁾ 등의 다중임무장비 장착도 가능하였다.

26) GMTI : Ground Moving Target Indicator, 지상이동표적탐지기

27) MWAS : Maritime Wide Area Search, 해상광역감시

28) AIS : Automatic Identification System, 자동선박식별시스템



<그림 13> Grey Eagle, Predator-XP

자료 : Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/General_Atomics_MQ-1C_Gray_Eagle 및 General Atomics, <https://www.ga-asi.com/predator-xp>, 2020.7.12 검색.

4.2.3 Group-4 Predator에서 Group-5 Reaper로 성능개량

GA-ASI사는 Predator를 바탕으로 더 높고 빠르게 날고, 보다 많은 임무장비를 탑재할 수 있으며 민용 또는 군용으로 사용할 수 있는 무인항공기를 1998년부터 2가지 형상으로 자체 개발을 진행하였다. PB-001 형상은 터보프롭엔진을 사용하여 14,630m까지 상승 및 32시간 동안 체공이 가능하였다. PB-002 형상은 터보제트엔진을 사용하여 18,288m까지 상승이 가능하였으며 18시간 동안 체공하는 것을 목표로 하였다.

2001년 10월 미국 공군은 PB-001 형상의 무인항공기 시제 2대를 주문하였으며 GA-ASI사는 2002년 1월 납품을 하였다. 2002년 12월 4대를 정식 주문하였으며 2004년 1월 서아시아에 배치하였다. 2004년 5월, GA-ASI사와 미국 공군은 MQ-9의 양산 사양과 무장화 계약을 체결하였다. 2005년 5월, 초도 납품한 4대에 대한 개조계약을 체결하였다. 2006년 1월 추가 5대 계약을 2007년 5월에는 추가 2대 구매 계약을 체결하였다. 이는 2006년 9월에 MQ-9 Reaper로 명명되었다.

미국 공군은 2007년 MQ-9 Reaper를 이라크-아프가니스탄전에서 운용하였다. 이 무인항공기는 MQ-1 Predator의 기본형상을 바탕으로 동체를 키우고 날개를 15m에서 20m로 늘렸으며, MQ-1과 같은 지상 통제 장비를 사용하였다. MQ-1보다 15배나 많은 무장 탑재와 함께 3배나 빠른 비행이 가능하였다. 최대속도는 410km/h, 임무장비 탑재능력은 1,700kg, 최대고도는 15,000m, 체공 시간은 30시간(최대무장시 23시간)이었다.

2012년 5월 MQ-9 Reaper Block 1-Plus 초도 비행이 성공하였다. 이 형상은 초기 형상과 비교하면 발전용량을 증대시키고, 통신보안을 강화하였으며, 최대이륙중량을 4,800kg에서 5,300kg으로 증대시키면서 무장능력이 확대되었다. 날개에 연료탱크를 추가로 장착하고, 날개 길이를 27m로 늘리면서 체공 시간을 42시간으로 증대시켰다. 이 무인항공기는 MQ-9 Reaper Block C로 명명되었다. 2012년 12월 ADM-160 MALD(Miniature Air Launched Decoy) 지상검증시험을 수행하였으며, 2013년 10월 전자전(Electronic Warfare, EW) 능력을 갖추었다. 2013년에 8시간 만에 C-17 수송기에 탑재하여 전 세계로 운송할 수 있는 능력도 갖추었다.

2015년 미국 과학기술자문위원회는 쉽게 사용할 수 있는 센서(Sensor), 무기 및 위험탐지 대책을 추가하면 상황인식이 좋아지고 보다 위험한 지역에서 운용이 가능할 것이라고 제안하였다. 구체적으로 레이더 경보수신기(Radar Warning Receiver, RWR), 공대공 및 소형공대지 미사일, 유무인 복합 운용, 다수 무인항공기 통제, 자동 이착륙, 정밀항법, GPS 거부지역 비행 등의 기능을 추가하는 것이었다. 지상통제장비를 비디오 게임기와 같은 통제장치와 터치 스크린으로 쉽게 조작하는 것도 제안하였다.

2016년 5월 MQ-9 Block 5 공급 계약이 있었으며, 12월에 안전성 향상 개조계약을 체결하였다. 2016년 Reaper를 이용하여 탄도미사일을 제압하는 시험비행에 성공하였다. 미국 공군이 Predator 대비 성능이 향상된 Reaper를 선호함에 따라 Predator는 2015~2017년 기간 중 퇴역이 결정되었다.

2005년 카트리나(Katrina) 허리케인 재해 때 MQ-9을 투입하려 하였지만, 민간 공역에 진입하기 위해서는 FAA 인증이 필요한데, 인증을 획득하지 못하였기 때문에 투입하지 못하였다. 그 이유는 충돌회피(See and Avoid) 관련 사항 때문으로 알려졌다.

GA-ASI사는 유럽 감항인증 규정에 따른 Predator B를 개발하고 있으며, 미국 FAA와 협조하여 감항인증을 획득할 예정이다. NATO 군사용 고정익 무인항공기 감항인증 기준 STANAG 4671을 적용해야 한다. 이를 위해서는 구조 피로 및 손상허용 적용, 낙뢰보호 적용, 버드스트라이크(Bird Strike) 적용, 강건한 비행제어, 충돌회피(See and Avoid) 적용, 방빙/제빙 능력 구비 등이 필요하다. 윙렛(Winglet)을 추가하여 40시간 체공을 목표로 하고, EO/IR 성능향상, 공중충돌방지장치(Traffic Collision Avoidance System, TCAS) 추가, 자동이착륙 추가, 지상통제장비 완전변경 등의 내용이 포함되었다.

미국 해군은 2006년 공군으로부터 Predator를 빌려서 활용하였다. 해군에서는 49시간 체공, 항공모함에서 운용이 가능하도록 접이식 날개, 강화된 착륙장치, 항모 착륙을 위한 어레스트 훅(Arrest Hook) 등을 요구하였다. 해군은 추후에 고고도 무인항공기인 Global Hawk를 선정하였다. 미국 관세국경보호청(Customs & Border Protection, CBP)에서는 2대의 MQ-9 파생형 Guardian을 운용하였다.

2006년 Ikhana라는 명칭으로 NASA에 2대가 공급되었는데, 산불, 지구과학, 항공연구 등에 활용되었다. 2007년 4월 자동모듈화센서(Autonomous Modular Sensor)를 장착하여, 연기가 심한 지역에서 선명한 영상 사진 획득이 가능하게 되었다.

또한 Predator를 바탕으로 스텔스형 무인항공기인 Predator C Avenger를 개발하고 있다. 그러나 이는 완벽한 스텔스는 아니며, 비행체 형상, 내부 무장 등 일부 스텔스 기능을 포함하는 것이다. 시제기 초도 비행은 2006년 4월 수행하였으며, 2010년 말 두 번째 시제기를 생산하였다. 이때 길이는 13.4m로 증가하였으며, 2016년 7월, FAA 시험용 인증을 받았다.

<표 5> Predator 및 파생형 제원

구분	GNAT750	Predator (RQ-1B)	Predator (MQ-1B)
크기 (LxWxH, m)	5.0x10.7x0.7	8.2x14.8x2.1	8.2x16.7x2.1
MTOW (kg)	517	1,020	1,020
Payload (kg)	-	205	340
Max Speed (km/h)	193	217	222
Endurance (hr)	12	24	24(max 40)
Service Ceiling (m)	7,600	7,600	7,600
Power (hp)	89 (Rotax 912)	115 (Ratax 914)	115 (Ratax 914)
구분	Grey Eagle (MQ-1C)	Predator XP	Reaper (MQ-9)
크기 (LxWxH, m)	8.5x17x2.1	8.0x17x-	3.811X20X
MTOW (kg)	1,633	1,157	4,760
Payload (kg)	-	147	1,700
Max Speed (km/h)	309	-	482
Endurance (hr)	25	35	14
Service Ceiling (m)	8,840	7,600	15,000
Power (hp)	165 (Centurion 1.7)	115 (Rotax 914)	900 (Honeywell TPE331-2)

자료 : Wikipedia, Jane's All the World Aircraft Unmanned 2017~2018 재구성.

4.2.4 전술급 Group-4 무인항공기 개발 시사점

민간에서 개발하고 있는 Group-4 무인항공기를 CIA에서 구매하였지만, 날씨 등의 환경에 제한을 많이 받고 수많은 버그(Bug)로 인하여 사용이 중단되었다. 민간에서 개발하고 있는 제품을 군사적 실용성 평가하여 활용하기 위하여 ACTD 제도를 만들었으며, General Atomics사의 Predator가 최초의 ACTD 프로그램이었다. ACTD 프로그램은 어떻게 진행될지 예측이 어렵고, 사업 초기에 많은 사고와 비용 문제가 발생하였다. 그러나 관련 기관의 적극적인 협조로 여러 단계에 거쳐 진화적 개발을 하면서 명품 무기체계로 거듭날 수 있었으며, Predator ACTD는 성공적이었다고 평가받고 있다.

ACTD 기간 중 중동의 가자지구 전투에 투입할 필요성으로 안정적이지 않은 시제품을 실전에 투입하였다. 제품에 문제가 발생하여 추락하는 사고가 있었지만, 실전에 활용하면서 운용개념의 발전 및 진화적 개발은 지속되었다. 높은 손실률과 비용의 문제는 지속되었으나, 관련 기관의 협조로 지속적인 성능개량이 이루어졌다.

ACTD 종료 후 초도 양산 계약이 이루어졌다. 여기에는 선행 생산된 시스템의 성능개량 및 연구

개발용 1세트가 포함되었다. 양산 계약이 이루어졌지만, 기본형상을 모두 정의하지는 않았다. 기술 발전 추세 및 시스템 종합성능의 연관성 때문이었다.

Block 단위로 성능개량이 이루어졌고, 위성통신의 통신 지연 기술 문제가 극복되면서 원격지에서 의 이착륙이 가능하게 되었으며, 타 임무장비의 개발에 따라 기본 플랫폼에 장착하는 성능개량이 지속되었다. 진화적 개발이 지속되면서 선행 생산된 시스템에 대한 지속적인 개조가 이루어졌다. 일부 구형 시스템은 조기 퇴역하고, 신형 시스템으로 대체되었다. 수출형, 무장용, 전자전용, 공공기관용 등 파생형 개발이 지속해서 이루어졌으며, Group-4 무인항공기를 Group-5 무인항공기로 발전시키는 성능개량도 이루어졌다.

2005년 카트리나 허리케인 재해 때 광역 감시정찰용으로 Reaper를 사용하려 하였지만, 감항인증 문제로 투입하지 못하였다. 무인항공기 감항인증을 완벽하게 갖추지 못한 상태에서 장비를 운용했기 때문이었다.

4.3 전략급 Group-5 무인항공기 개발

4.3.1 Global Hawk 개발

1990년대 미국 공군은 Group-5 무인항공기를 일반적인 항공기 형상의 Global Hawk(RQ-4)와 저피탐(Low Observable) 형상의 Dark Star(RQ-3)를 ACTD로 개발하였다. 1994년 6월 ACTD 제안요청서(RFP)를 발행하였으며, 1995년 1월 Northrop Grumman, Teledyne Ryan Aeronautical, Loral, Orbital Science, Raytheon 등 5개 사가 제안하였다. 이 중 Northrop Grumman사의 Global Hawk와 Teledyne Ryan Aeronautical사의 Dark Star가 선정되었다. Northrop Grumman사의 Global Hawk 운용반경은 540km, 체공 시간은 24시간, 최대고도는 19,812m이었으며, Lockheed Martin사의 Dark Star 운용반경은 960km, 체공 시간은 8시간, 최대고도는 13,716m이었다. 31개월 동안 5대의 시제기를 만드는 것을 목표로 하였다.

Global Hawk의 첫 번째 비행체는 1997년 2월 제작되었으며, 1998년 2월 초도 비행이 이루어졌다. 같은 해 10월에는 SAR를 장착한 비행시험이 있었다. 두 번째 비행체는 1998년 12월 초도 비행이 있었으며, 1999년 5월 통신 문제로 추락하였다. 세 번째 비행체는 1999년 4월 인도되었으며, 12월 활주(Taxing) 속도에 영향을 미치는 S/W 문제로 노즈기어(Nose Gear)가 손상되었다.

9.11 테러 이후인 2001년 9월부터 ACTD 시제기 3대를 아프가니스탄, 이란 전쟁에서 사용하기 시작하였다. 2003년 초까지 1,000시간 정도 임무를 수행하였다. 사막 지역에서 시제기를 활용하다 보니 손실이 있었다. 2001년 12월 조종면 고장으로 비행체 1대가 손실되었으며, 2002년 7월 나머지 1대도 연료공급장치 이상으로 손실되었다. 2003년 2월에서 4월까지 2대가 추가로 공급되었으나, 1대만 임무 수행이 가능하였다.

아프가니스탄 운용시 다섯 차례의 성능개량이 있었다. 통신정보수집장비(COMMunication INTelligence, COMINT) 장착, 통신보안 강화, 목표물 자동 인식 기능 추가가 되었으며, 더욱 향상된 이미지를 확보하는 장비가 장착되었다. Global Hawk는 고고도에서의 정보수집능력은 뛰어났지만, 기술적 고장 또는 유지보수 불량으로 F-16 전투기와 비교하면 고장률이 100배 이상이 되었다.

2001년 5월 체계개발에 진입하면서 6번째와 7번째 비행체를 생산하였다. 이때까지는 YRQ-4A로 불렸으며, ACTD용 5대와 체계개발용 2대가 제작되었으며, 시제 형상의 EO/IR이 장착되었다. 체계개발기간 중 통신장비 성능개량과 함께 피아식별장비(IFF Mode-V), 충돌방지장치(Traffic Collision Avoidance System, TCAS), 비상위치발송장비(Emergency Locator Transmitter, ELT) 등을 장착하는 성능개량이 포함되었다. 체계개발 시제에 대해서 2002년 4월과 2003년 2월에 초도 비행이 이루어졌으며, 2003년 FAA의 인증을 받았다.

초기 형상인 RQ-4A Block 10은 2006년까지 저율 생산으로 총 9대가 생산되었으며, 2011년 모두 퇴역하였다. EO/IR과 제한된 통신정보수집장비가 장착되었다. 당시 해당 가격을 미화 1천만 달러로 예상하였으나 6,900만 달러까지 상승하였다. 63대 생산 계획을 45대로 수정하면서 사업은 지속적으로 진행되었다. 체계개발은 2011년까지 진행되었으며, 임무장비가 개발되면 이를 장착하여 생산과 배치를 하는 나선형(Spiral) 형태의 진화적 개발 형태로 진행되었다.

RQ-4B Block 20은 2002년 4월 계약을 체결하고, 2004년 7월부터 총 6대를 생산하였다. 최대이륙중량(MTOW), 임무장비 탑재능력(Payload), 동체의 크기를 증대하였으며, 체공 시간 증대를 위해 날개 길이를 키우고 임무장비를 장착하는 하드포인트(Hard Point)와 착륙장치를 변경하였다. 향상된 통합 임무장비(Enhanced Integrated Sensor Suit, Group A level SIGINT)를 장착하고, 발전량을 25kVa로 증대시켰다.

Lot 3부터 전자전 지원장비(Electronic Support Measures, ESM)를 적용하였다. Lot 4에서는 Block 30 1대가 포함되어 생산되었다. 2006년 2월~4월 기간 중 미국 남부 경제지역의 마약 루트 단속 시범이 있었으며 약 18,288m 고도에서 저고도 비행기와 고속정 위치를 탐지하여 P-8 대잠초계기에 전송하였다. 2006년 7월 기수부에 IR 카메라를 장착하여 탄도미사일을 추적하였다.

RQ-4B Block 30의 초기 운용능력은 2011년 8월에 선언되었으며, 2대 생산 계획이 수립되었다. 완전한 신호정보수집장비(SIGINT)가 장착되었으며 엔진 흡기구 보안을 통해 상승률을 향상시켰다. RQ-4B Block 40에는 능동전자주사식위상배열(Active Electrically Scanned Array, AESA) 레이더가 장착되었으며 12대 생산 계획이 수립되었다.

2014년에는 해상용 합성개구레이더(Inverse Synthetic Aperture Radar, ISAR)가 장착되고, 2015년에는 기상(Weather) 레이더가 장착되었다. 2017년 U-2에 장착된 UTC Aerospace의 Optical Bar Camera와 SYERS-2(Senior Year Electro optic Reconnaissance System)를 장착하여 시험비행이 이루어졌다.

Global Hawk는 사업 일정, 비용 및 운용유지 등에서 이슈가 되었다. 개발과 생산 지연으로 운용

성 평가 보고서 제출이 2005년 8월에서 2007년 4월로 지연되었다. 2006년 성능향상 및 설계결함 수정 이유로 비용이 25% 증가하여 프로그램 취소 위기를 맞기도 하였다. 2011년 2월 가격문제로 RQ-4 Block 40 구매 수량이 22대에서 11대로 줄었다.

2011년 6월 미국 국방성 운용시험평가 국장은 “RQ-4B가 신뢰성 문제로 운용성이 좋지 않다”라고 언급하였다. 그러나 국방부 장관은 “Global Hawk는 국가 안보에 필수적이고, 더 적은 비용으로 수용 가능한 것은 없다. 유인항공기인 U-2 대비 운용비용이 연간 미화 2억 2천만 달러 저렴하며, U-2는 Global Hawk처럼 동일한 센서를 연속적으로 운용할 수도 없다”라고 언급하였다.

2012년 1월 미국 국방부는 “U-2보다 운용비용이 비싸고 센서 성능이 떨어진다면 Block 30 획득을 중단하겠다”라고 하면서 Global Hawk 사업은 지속되었다. 2010년 당시에 운용유지비를 포함한 시간당 비용은 미화 4억 6백만 달러나 되어 상당한 쟁점이 되었으나 2013년 미화 1억 8,900만 달러까지 하락하였다.

4.3.2 Global Hawk 파생형 개발

독일 공군은 RQ-4B에 EADS사의 신호정보수집장비(SIGINT)를 장착한 Eurohawk를 주문하였으며, 2010년 6월 미국 에드워드(Edwards) 공군기지에서 초도 비행과 시험 비행을 진행하였다. 독일 만칭(Manching) 기지에서 2012년 1분기까지 시험비행을 할 계획이었으나 유럽공역에서 비행을 위해 국제민간항공기구(International Civil Aviation Organization, IACO) 인증을 받는 과정에서 어려움이 발생하였다. 충돌방지시스템이 없어서 ICAO 인증을 받을 수 없었으며 Northrop Grumman이 세부 기술자료를 공유하지 않은 것도 문제 되었다. 인증을 위한 추가 비용이 미화 7억 8천만 달러로 예상됨에 따라 독일 정부는 이러한 인증 문제를 이유로 동 프로그램을 취소하였다.

2005년 미국 해군은 해상 광역감시를 위한 운용개념(CONcept of OPerationS, CONOPS) 검토와 기술검증을 위하여 공군의 Global Hawk Block 10 기체에 해상임무장비를 장착하여 2대를 구매하였다. 2008년 4월 RQ-4N 개발 계약을 미화 11억 6천만 달러에 체결하였으며 2008년 4월 MQ-4C Triton으로 공식 명명되었다. 주요 성능개량 내역은 급강하를 위해 날개를 보강하고, 방빙(Anti-Icing) 및 낙뢰 방지 기능을 추가한 것이었다. 2015년 2월 양산을 위한 장납기 품목에 대한 공급 계약을 추가하였다. 2015년 2월 운용성 평가를 시작하였으며, 2016년 9월 저율 생산 계약을 체결하였다.

2007년 12월 ACTD로 제작된 첫 번째와 6번째 Global Hawk 2대가 공군에서 NASA로 이전되었다. NASA에서는 허리케인 정찰, 남극 정찰 등 지구과학임무로 Global Hawk가 필요하였고, 공군에서는 여러 차례 성능개량으로 구형 무인항공기가 더이상 필요하지 않았기 때문에 이전이 가능하였다. NASA로 이전된 Global Hawk에는 Ku-Band 통신, 낙뢰 센서 및 기상 센서가 장착되었다.



<그림 14> Global Hawk, Triton

자료 : Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Northrop_Grumman_RQ-4_Global_Hawk, 2020.7.14. 검색.

<표 6> Global Hawk 제원

구분	Global Hawk (RQ-4 Block 30/40)	Triton (MQ-4C)
크기 (LxWxH, m)	14.5x39.9x4.7	14.5x39.9x4.7
MTOW (kg)	14,630	14,630
Payload (kg)	-	-
Max Speed (km/h)	629	575
Endurance (hr)	32+	30
Service Ceiling (m)	18,000	17,000
Power (ibf)	7,600 (Rolls Royce F-137 Turbofan)	6,495 - 8,917 (Rolls-Royce AE 3007 turbofan)

자료 : Wikipedia, Jane's All the World Aircraft Unmanned 2017~2018 재구성.

4.3.3 전략급 Group-5 무인항공기 개발 시사점

미국은 Group-5 무인항공기에 대하여 고고도 장기체공형의 Global Hawk와 저피탐 전투형의 Dark Star를 각기 ACTD과제로 개발하여, 군사적 효용성 평가 과정을 거쳐 고고도 장기체공형의 Global Hawk를 선정하였다. ACTD 이후 체계개발에 진입하였으며, 2003년 FAA 인증을 받았다. 양산 단가는 계획대비 6배 상승하였지만, 양산 수량을 일부 조정하면서 사업은 지속되었다. 사업 일정 지연, 사업 및 운용비용 모두 커다란 이슈가 되었으나 유인항공기인 U-2 대비 저렴하다는 논리로 사업은 지속되었다. Block 단위의 성능개량이 이루어지면서 2006년까지 초기 저율 생산된 9대는 2011년 조기 퇴역하였다. 2대는 NASA에 이관하여 임무장비를 변경하여 지구과학 임무에 투입하였다. 9.11 테러 이후 ACTD 시제기를 아프가니스탄전에서 사용하였다. 체계개발을 완료한 제품이 아니었고 사막 환경에서 사용하였기 때문에 다수의 손실이 있었다. 아프가니스탄전에서 운용 중 5번의 중요한 성능개량이 있었으며 손실된 수량은 추가생산으로 보충하였다. 독일은 Global Hawk 플랫폼을 이용하여 Euro Hawk를 개발하였지만 감항인증 관련 기술자료 공개 문제로 사업은 중단되었다.

V. 결론

본 연구는 미국의 군사용 무인항공기 개발 및 획득 사례를 분석하여 우리나라에서 효율적인 무인항공기 개발 및 획득을 위한 시사점을 도출하고자 하였다. 이를 위해 1990년대 이후에 미국에서 개발하여 양산 중인 150kg 이상의 군사용 무인항공기를 대상으로 여단/사단급 전술 무인항공기인 Shadow-200, 중고도 무인항공기인 Predator 및 Reaper, 고고도 무인항공기인 Global Hawk를 중심으로 살펴보았다. 미국의 군사용 무인항공기 개발 및 획득은 다음과 같은 특징을 보인다.

첫째, 미국의 무인항공기는 민간의 성숙한 기술을 활용하는 신개념기술개발사업(ACTD)을 통해 진행되었다. ACTD 진행 중 또는 이후에 초도 저율 생산에 진입하기도 하고, Global Hawk의 경우는 체계개발 단계로 진입을 하는 등 유연한 개발/획득 프로세스를 진행하였음을 알 수 있었다. Group-5 무인항공기의 경우 ACTD 단계에서 저피탐과 장기체공 2가지 형상으로 개발하였으며, 추후 양산제품으로 장기체공을 선택하였다. Group-3 무인항공기의 경우 해군과 육군의 운용환경의 차이로 ACTD 공통 요구조건을 충족하지 못하여 타 무인항공기를 양산제품으로 선정하기도 하였다. ACTD 사업비용은 투입비용에 일정 이윤을 추가하여 보상하는 형태였다. ACTD 과정 중에도 시제형상으로 전장에 투입(Come As You Are)하면서 운용개념 및 시스템 성능 차원에서 발전이 있었다.

둘째, 개발 초기 성능 목표는 낮게 설정하여 운용성을 확인하고, 시제 개발품 및 초도 양산품을 운용하면서 지속적인 진화적 개발/획득을 통해 성능향상을 도모하였다. 초기 개발 시에는 기본요구 성능과 추가 요구성능을 구분하여 제시하였다. 일부 요구성능도 범위로 제시하는 유연함을 보였다. 초도 양산단계임에도 불구하고 요구형상을 100% 확정하지 않았으며 초도 양산은 저율 생산으로 진행하였다. 기술발전 추세 및 시스템 종합성능의 연관성 때문이었다.

셋째, 성능향상을 위해 엔진 교체, 비행체 크기 및 형상 변경, 위성통신 변경, 비상회수 추가, SAR 장착, 공격 임무장비 탑재 등 대규모 설계변경도 있었다. 무인항공기에 적합한 임무장비를 찾기도 하였다. 임무장비를 개발한 후 무인항공기에 장착하여 시험하고, 운용성이 확인되면 양산을 하였다. 2005년 카트리나 허리케인 재해 때 광역 감시정찰용으로 Reaper를 사용하려 하였지만, 감항인증 문제로 투입하지 못하였다. 추후 감항인증을 받았다는 사실에 비추어 볼 때, 초기에는 무인항공기 감항인증이 완벽히 고려되지 않았음을 알 수 있다. 추후 감항인증을 위한 대규모 설계변경이 있었을 것이다.

넷째, LOT 별 생산을 통해 점진적으로 성능/기능의 향상을 도모하였다. 후속 양산시 이전에 양산 운용 중인 시스템에 대한 성능개량도 포함되었다. 이전 제품에 대해서는 조기 퇴역을 시키고, LOT 별 양산계획에 파생형 개발을 포함하여 진행하기도 하였다. Group-3에서 Group-4로, Group-4에서 Group-5로 Group의 경계를 뛰어넘는 성능개량도 추진되었다.

다섯째, 전장의 필요로 인하여 개발 중인 시제품을 전장에 투입하였으며 다수의 손실이 있었다.

그러나 전장에서 운용함으로써 운용개념의 발전 및 성능향상에 도움이 되었다. 양산 운용 중에도 다수의 비행체 손실이 발생했음에도 불구하고 무인항공기 개발 및 획득 사업은 전략적으로 지속되었다.

이와 같은 미국의 무인항공기 개발 및 획득 사례는 우리나라와 큰 차이를 보인다. 우리나라의 무인항공기는 모두 일괄획득 방식으로 개발되었으며 요구조건 대비 일부 미흡한 성능이 문제가 되어 개발 및 양산이 지연되었다. 개발 종료 후 추가 요구사항이 발췌되기도 하였으며, 이 추가요구사항 반영 방식을 결정하는데 많은 시간이 소비되었다. 성능개량 사업에서도 임무장비 성능 외 주요한 성능개선은 없었다. 초등훈련기(KT-1)과 고등훈련기 등은 국외에 수출하였지만, 무인항공기는 수출을 하지 못했다. 우리나라가 무인항공기 개발 및 획득에 있어 미국처럼 진화적 개발 및 획득방식을 채택하였다면, 일부 미흡한 성능으로 인하여 개발 및 전력화 일정이 지연되는 것을 예방할 수 있었을 것이다. 추가 요구사항 적용 방식으로 인해 일정의 지연도 방지할 수 있었고, 추가 성능개량 및 수출도 보다 용이하게 진행되었을 것이다. 따라서 우리나라도 무인항공기 개발 및 획득에 있어 유연한 제도의 도입이 필요하다. 우선으로 ACTD나 신속 시범 획득 사업 등을 통해서 무인항공기의 신속한 획득이 필요하다. 이때에는 군에서 요구한 작전운용능력(ROC)의 100% 충족보다는 운용성 확인에 중점을 두어야 할 것이다. 그리고 이렇게 획득한 시스템을 운용하면서 개선점과 기술발전 에 따른 성능개량 항목을 도출하여 후속 양산사업으로 연계하는 것이 추가로 필요하다.

본 연구는 미국의 주요 전술/전략급 고정익 무인항공기의 진화적 개발 및 획득 과정에 관한 특징을 다양한 자료(미국의 무인항공기로드맵, 제임스항공연감, 위키백과, 무인항공기 제작사 홈페이지 및 언론 보도내용 등)를 토대로 검토하여 우리나라의 군사용 무인항공기에 대한 초기 개발단계에서 요구되는 진화적 개발정책 방향을 제시하였다는 점에서 연구의 의의가 있다고 볼 수 있다. 특히, 우리나라는 무인항공기 자체 개발의 역사가 짧고, 관련 기술의 발전 속도, 전장 환경의 변화 등을 고려할 때 무인항공기 최강국인 미국의 사례 분석을 통한 시사점 도출은 경직적인 획득제도 개선에 기여할 수 있을 것이다.

그러나 보안 등의 문제로 세부 기술적인 내용까지 파악하는 데는 어려움이 있었고, 일부 자료의 경우 확인되지 않거나 각기 다르게 표현하고 있는 부분도 있어 제한적으로 활용할 수밖에 없었다. 따라서 향후 좀 더 구체적이고 신뢰할 만한 자료를 바탕으로 관련 내용을 분석하고, 우리나라 무인항공기의 진화적 개발 및 획득 방안에 관한 지속적인 연구가 필요하다.

참고문헌

국방기술품질원 (2011). 국방과학기술용어사전. https://www.dtaq.re.kr/_custom/dtaq/_common/board/download.jsp?attach_no=175189

이희각, 이영봉, 이상범, 허장욱, 장수만 (2015). 무기체계의 진화적 연구개발 방향. 한국국방발전연구원.

장윤석, 정항래, 최종근, 차도완, 이주애, 최현철, 킨시다산, 류민지, 박제민 (2018). 군의 드론봇 전투 체계 발전방향 연구. 한국항공대학교 산학협력단. http://www.prism.go.kr/homepage/theme/retrieveThemeDetail.do?leftMenuLevel=110&cond_brm_super_id=NB000120061201100032701&research_id=1290000-201800072

조남훈, 박준수, 양영철 (2017). 진화적 획득제도의 조기정착을 위한 세부 적용방안 연구. 한국국방연구원, 연구보고서 무06-2343. <http://www.ndsl.kr/ndsl/search/detail/report/reportSearchResultDetail.do?cn=TRKO201800030912>

Army Technology. <https://www.army-technology.com/projects/shadow200uav/attachment/shadow200uav3/>, 2020.7.12. 검색.

Directory of U.S. Military Rockets and Missiles. <http://www.designation-systems.net/dusrm/app2/q-6.html>, 2020.7.12. 검색.

Dulcinea Media Inc. Dulcinea Media Inc, <http://www.findingdulcinea.com/news/on-this-day/July-August-08/On-this-Day-Austria-Rains-Balloon-Bombs-on-Venice.html>, 2020.7.12. 검색.

General Atomics. <https://www.ga-asi.com/predator-xp>, 2020.7.12. 검색.

Martin Streetly & Beatrice Bernardi (2017). Jane's All the World Aircraft Unmanned 2017~2018. Jane's by IHS Market.

Military Factory. https://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.asp?aircraft_id=1819, 2020.7.12 검색.

Unicraft. <http://www.unicraft.biz/on/prowler/prowler.htm>, 2020.7.12. 검색.

Unmanned Aircraft Systems Center, http://uavcenter.com/expo2/wizard/frames/server_sub.html?SITE_ID=uavcenter&home_id=uavcenter&menu_seq=23&siteId=uavcenter&tic=1488482432, 2020.7.18. 검색.

US Army (1996). UAV Annual Report FY 1996.
 _____ (1997). _____ 1997.

US DoD (2000). Unmanned Aerial Vehicles Roadmap 2000 - 2025.
 _____ (2002) _____ 2002 - 2027.
 _____ (2005) _____ 2005 - 2030.

_____ (2007) Unmanned Systems Roadmap 2007 - 2032.

_____ (2017) Unmanned Systems Integrated Roadmap 2017-2042.

_____ (2018) DoD Instruction 6055.7. Mishap Notification, Investigation, Reporting, and Record Keeping.

Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Hewitt-Sperry_Automatic_Airplane#/media/File:Hewitt-Sperry_Automatic_Airplane_1918.jpg, 2020.7.12 검색.

_____. https://en.wikipedia.org/wiki/AAI_RQ-2_Pioneer, 2020.7.12 검색.

_____. https://en.wikipedia.org/wiki/AAI_RQ-7_Shadow, 2020.7.12 검색.

_____. https://en.wikipedia.org/wiki/General_Atomics_GNAT, 2020.7.12 검색.

_____. https://en.wikipedia.org/wiki/General_Atomics_MQ-1_Predator, 2020.7.12 검색.

_____. https://en.wikipedia.org/wiki/General_Atomics_MQ-1_Predator#/media/File:MQ-1_Predator,_armed_with_AGM-114_Hellfire_missiles.jpg, 2020.7.12 검색.

_____. https://en.wikipedia.org/wiki/General_Atomics_MQ-1C_Gray_Eagle, 2020.7.12 검색.

_____. https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_unmanned_aerial_vehicles, 2020.7.14 검색.

_____. https://en.wikipedia.org/wiki/IAI_Scout, 2020.7.12 검색.

_____. https://en.wikipedia.org/wiki/Kettering_Bug, 2020.7.12 검색.

_____. https://en.wikipedia.org/wiki/Lockheed_Martin_RQ-3_DarkStar, 2020.7.12 검색.

_____. https://en.wikipedia.org/wiki/Northrop_Grumman_RQ-4_Global_Hawk, 2020.7.14. 검색

_____. https://en.wikipedia.org/wiki/Ryan_Firebee, 2020.7.14 검색.

_____. https://en.wikipedia.org/wiki/V-1_flying_bomb, 2020.7.14 검색.

원 고 접 수 일	2020년 7월 29일
원 고 수 정 일	2020년 8월 21일
계 재 확 정 일	2020년 8월 26일

A Case Study on the Evolutionary Development of U.S Unmanned Aerial Vehicles (UAVs): Focusing on Tactical/Strategic Fixed-wing UAVs

Kim Jaewoo* · Shim Sangryul**

(Kwangwoon University)

In October 2018, the Korean Army established a Dronebot unit. The future battleground is expected to be led by drones and robots. However, in order to utilize new weapons systems such as drones and unmanned aerial vehicles (UAVs) in the Korean army, it is necessary to go through complicated and long-term defense acquisition procedures, which make it difficult to adopt and reflect the latest technologies immediately.

The purpose of this study is to derive some implications for the efficient development and acquisition of UAVs in Korea through in-depth case analysis on the evolutionary development and acquisition of U.S. military UAVs. Accordingly, this study focused on the tactical/strategic U.S. fixed-wing UAVs which have been developed and mass-produced since 1990s, weighing more than 150kg. They include Shadow-200 as brigade/division-level UAV, Predator and Reaper as medium altitude UAVs, and Global Hawk as high altitude UAV. These must not only satisfy the required operational capability (ROC), but also receive strict airworthiness certification.

Among them, Predator and Global Hawk were carried out as New Conceptual Technology Development Demonstration (ACTD), and prototypes under development were put into the Middle East battle. Although there were several accidents, flexible development processes such as system development or initial mass production were applied after ACTD. The initial target performance was

 This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

* Kwangwoon University, Defense Acquisition Program, Ph.D. Candidate (Korean Air, Principal Researcher)

** Kwangwoon University, Department of International Trade, Professor

set to be low and operability verification was prioritized, and the performance was improved through the evolutionary development of initial low rate mass production, subsequent mass production, and subsequent performance improvement. Despite the initial mass production phase, all required performance was not confirmed, and the required performance was presented in a range of flexibility.

On the other hand, there have been large-scale changes such as engine replacement, aircraft change and communication systems upgrade to improve performance. Mission equipment was developed separately and applied to mass production when operability was confirmed. In the process of the development and acquisition of these UAVs, unforeseen accidents, huge losses and increased costs happened, but the U.S. government continued to pursue an evolutionary development policy for military drones.

Therefore, in developing and acquiring new high-tech military unmanned aerial vehicles, it is necessary for Korea to develop and acquire them based on operability in the initial development stage, and to enhance its combat capabilities by improving its performance in the stages of initial mass production, follow-up mass production and performance improvement.

Keywords : Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), Drones, Robots, Evolutionary Development, Performance Improvement, Derivative Development, Shadow-200, Predator, Reaper, Global Hawk