

경기농업 FOCUS

2015

01

무인항공기, 쌀 농업을 찍운다

— 무인항공기의 농업적 이용현황 및 경제성 —

정구현 | 이진홍 | 전명희 | 박인태



Global Inspiration

경기도농업기술원 | 작물연구과

무인항공기, 쌀 농업을 띄운다

— 무인항공기의 농업적 이용현황 및 경제성 —

정구현 | 이진홍 | 전명희 | 박인태

목 차

I. 무인항공기의 개념 및 분류	3
II. 국내 농업용 무인헬기 보급 및 이용현황	5
III. 경제성 분석	9
IV. 결론 및 제언	11



Global Inspiration

경기도농업기술원 | 작물연구과

농업경영연구결과 및 당면현안과제분석 중 정책, 지도, 연구 자료로 활용할 수 있는 것을 간략히 정리하여, 신속하게 활용할 수 있도록 '경기농업 Focus'를 발간배포하고 있습니다.

요 약

소형무인헬기의 농업적 이용이 꾸준히 확대되고 있음.

- * 농업용 무인헬기는 '06년 15대에서 '10년 97대, '14년 232대로 꾸준히 증가하고 있으며, 방제 면적도 '06년 9,140ha에서 '10년 43,460ha, '14년 174,567ha로 증가하여 전체 벼 재배면적 933,615ha의 18.7%를 차지함.
- * 지역별로는 전남이 76대, 충남, 전북이 각각 40대, 36대를 차지하였으며, 소유주체는 회원농협이 166대 72%를 차지하였고 영농조합법인 19%, 기업 단체 8%, 기관 1%의 순이었음.
- * 경기도는 24대가 보급되었으며, '13년 14대에서 '14년 24대로 급격히 증가하였고 그중 단위농협에서 12대를 운용하고 있음.

소형무인헬기를 이용한 항공방제는 경제적 타당성이 있는 것으로 분석됨.

- * 무인헬기 방제에 소요되는 연간 총비용은 52,524천원, ha당 환산비용은 75,034원으로 분석되었음. 한편 광역방제기 방제의 연간 총비용은 39,227천원으로 이를 ha당 비용으로 계산하면 56,037원임.
- * 무인헬기 방제의 주요 투입비용은 감가상각비와 보험료였으며, 보험료를 현재의 1/3로 낮추면 광역방제기와 비슷한 60,748원/ha의 비용을 보임.
- * 손익분기 규모는 무인항공방제 561ha, 광역방제 386ha임.
※ '14년 보급된 무인헬기의 대당 방제면적은 753ha였음.

농업인구의 감소와 고령화, 현 관행 방제작업의 노동집약적, 비효율적인 면을 고려할 때 소형무인헬기 등을 이용한 집단방제는 지속적으로 증가할 것임.

- * 무인헬기를 이용한 방제작업은 작업자의 노동강도를 완화하고 소규모 정밀방제, 환경과 소음대책이 타 방제 방법에 비해 양호하여 정책적으로 확대할 유인이 충분함.
- * 넓은 평야지역의 집단방제에는 조작이 간편한 광역방제기 운용이 효율적일 수 있으나 구획이 소규모이고 친환경재배와 일반재배가 혼재되고 주거지역과 밀접한 재배지역 등 방제조건이 열악한 지역에서는 무인헬기를 이용한 방제가 효율적임.

무인헬기의 농업적 활용을 확대하기 위해서는 다음과 같은 사항에 대한 검토와 개선이 요구됨.

- * 도입 및 운영비용 절감 : 도입 및 운영비용 절감을 위해 보다 가격이 저렴한 무인헬기의 개발 및 도입을 추진하고, 운용중의 사고를 줄여 보험료를 낮출 필요가 있음.
- * 무인헬기용 농약 시험 촉진 및 품목 등록 확대 : 무인헬기용 농약은 살균제 37종, 살충제 29종, 제초제 18종 등 모두 89종임. 생장조절제, 4중 복비 등 다양한 품목의 농약 등록이 요구됨.
- * 다양한 활용방법 개발 : 무인헬기의 활용이 주로 수도작 병해충 방제에 치우쳐 있어 손익분기면적을 확보하지 못하는 경우도 있을 수 있음. 과수, 채소 등 타 작목에 대한 방제 기술 개발과 종자 파종, 비료시용 등을 통해 적정 작업면적 확보가 요구됨.
- * 효율적인 방제체계 구축 및 헬기운용 정보 공유 : 작업 효율성과 방제효과의 극대화를 위해 지역단위 방제체계를 구축하는 한편, 헬기의 보유 및 운영정보를 공유하여 이용효율을 높이는 방안이 필요함.

I. 무인항공기의 개념 및 분류

무인항공기의 개념

- 무인항공기(Unmanned Aerial Vehicles: UAV) : 조종사가 탑승하지 않고 원격으로 통제되는 항공기
 - 기내에 탑재된 센서 및 컴퓨터를 이용하여 지정된 경로를 따라 비행하면서 임무를 수행하는 항공기를 지칭
 - UAS(Unmanned Aircraft System), RPV(Remotely Piloted Vehicle)로 불리기도 함.
- ※ UAS(Unmanned Aircraft System) : 무인항공기는 그 자체만으로는 임무를 제대로 수행할 수 없고 지상 통제장비, 통신장비 등과 같이 작동하게 되므로 이를 통칭하는 명칭
- Drone(드론) : RPV, UAV 등 사람이 탑승하지 않은 비행체
- 당초 군사적 목적으로 개발되어 1차세계대전 중 대공포 사격 연습용 표적물이나 비행 폭탄으로 사용되었으나 오늘날에는 농업방제용 헬리콥터, 무인촬영 등과 같이 민간용으로 그 영역이 넓어지고 있음.
- 국내 항공법령에 의하면 무인항공기는 총 이륙중량 150kg이상 자율 또는 원격조종 항공기, 이보다 작고 12kg이상인 비행체는 무인비행체라 함.

무인항공기의 종류

- 고정익 무인항공기
 - 추력발생장치와 양력발생장치가 분리되어 전진방향으로 기속을 얻으면 고정된 날개에서 양력을 발생하여 비행을 하게 되는데, 그 구조가 단순하고 고속, 고효율 비행이 가능

- MAV (MICRO AERIAL VEHICLE)라고 불리는 초소형 무인항공기부터 GLOBAL HAWK나 HELIOS, 수십미터의 날개폭을 갖는 대형항공기까지 그 크기에 있어 매우 큰 차이가 있음

● 회전익 무인항공기

- 비행효율, 속도, 항속거리 등에 있어서 고정익보다 불리하나 수직 이착륙 및 정점체공이 요구될 경우 가장 적절한 항공기 형태
- 회전익 항공기는 고정익기에 비해 기본적으로 불안정하고, 정지비행을 자동으로 하려면 기체의 속도 및 위치를 정확히 측정해야 하므로 고정익기보다 고가, 정밀한 항법 센서가 요구됨.
- 헬리콥터 형태의 회전익 무인기에는 유인기와 마찬가지로 메인-테일 로터를 가진 형태, 동축반전식, INTERMESH 방식 등이 있음
- 회전익 무인기 중에는 DUCTED FAN 방식도 있는데, 로터가 덕트 안에 위치하여 회전하면서 TIP VORTEX 손실이 줄어 추력 및 로터 효율이 증가하며 로터가 외부 환경에서 보호되고, 시가지와 같은 지역에서의 운용이 가능
- 회전익 무인기에는 여러 개(특히 4개)의 로터를 대칭으로 배치한 MULTI-ROTOR 방식의 무인기가 있으며, 이 중 4개의 로터로 구성된 QUADROTOR가 가장 널리 사용됨.
- 헬리콥터의 가장 큰 단점 중 하나는 최고속도가 일반적으로 200노트 미만으로 고정익기에 비해 매우 느리다는 점

이용분야

- 광고, 산불 및 산림감시, 화물수송, 어군탐지, 기상탐지, 빙하 및 강설량 측정, 통신중계, 지도제작, 보트경주 등의 스포츠 이벤트 촬영, 환경감시 및 연구수행, 밀수감시, 해상 교통감시, 농업용(파종, 비료살포, 방제 등)

- ✓ 세계 최대 온라인 유통업체인 아마존은 색다른 모집공고를 게시

“드론(무인항공기) 택배기사를 모집합니다.”

- ✓ DHL은 '14년 9월 세계 최초로 실제 소포를 드론을 통해 배송

- ✓ 한국전력은 무인기를 이용하여 송전탑 점검

Ⅱ. 국내 농업용 무인헬기 보급 및 이용현황

농업용 무인헬기 제원 및 작업능력

- 고정익 및 회전익 항공기를 이용한 병해충 방제 및 시비 등 유인항공 농작업은 일반적으로 널리 이용되고 있으며 최근 들어서는 무인헬기를 이용한 농작업이 증가추세에 있음.
- 국내에서는 무성항공 등 3개 업체에서 농업용 무인헬기를 수입 또는 자체 제작하여 시판중에 있으며 무성항공에서 수입 판매하는 R-MAX 기종이 가장 많이 보급되어 있음.

—3사에서 판매하는 무인헬기의 자체중량은 63~83kg으로 1인이 조작가능하며 약제 적재량은 16~20L, 1회 비행시간은 1시간~1시간 20분임.

※ 국내법상으로 농업용 무인헬기는 무인비행체(150kg 미만)로 분류됨.

(표 1) 기종별 주요 제원

구 분		R-MAX (무성항공)	REMO-H (성우엔지니어링)	X-COPTER (원신스카이텍)
성 능	자체중량	64kg	63kg	83kg
	최대이륙중량	94kg	120kg	120kg
	약제적재량	16 L	20(최대30)L	20L
	최대속도	90km/h	60km/h 이상	120km/h
	실용 작업거리	200m	500m	500m
	1회 비행시간	1시간	1시간	1시간 20분
	조종모드, 주파수	Mode II / 72MH	Mode I / 2.4GH	Mode I
기 체	주날개 직경	3.12m	3.2m	3.3m
	전장	3.63m	3.57m	3.65m
	전폭	0.72m	0.75m	0.75m
	전고	1.08m	1.03m	1.18m
엔 진	종류(수냉식)	2사이클 수평대향	4사이클 로타리식	4사이클 로타리식
	배기량	246cc	294cc	294cc
	최대출력	21마력	40마력	40마력
	시동방식	기체시동	원격시동식	원격시동식
	휘발유 소모량	7L / h	10 L / h	8 L / h
판매가격(천원)		187,000	150,000	—

자료 : (사)한국농업무인헬기협회

● 농업용무인헬기 작업능력

- 국내에 가장 많이 보급된 R-MAX 기종을 중심으로 살펴보면 무인헬기 1회 비행의 15분 동안 2ha의 작업능률을 보여 약제 교환시간을 포함하여 시간당 6~7ha 방제가 가능(50ha/일)하며 농약은 1 : 10정도의 고농도로 희석하여 ha당 8L의 혼합액을 살포함.
- 살포작업을 위해서는 조종사, 부조종사와 현지 살포지역을 잘 아는 작업관리자 등 2~3인이 필요함.
- 무인헬기는 유인기에 비하면 비용은 높지만 적기방제, 소규모 정밀방제, 환경과 소음 대책이 비교적 양호하며 또한 안전성이 뛰어남.
- 무인작업으로 작업자의 농약중독을 회피하고 노동부담을 경감할 수 있고 고도가 낮고 살포량이 적어서 농약량 절감과 정밀방제가 가능

(표 2) 무인헬기 작업능력(R-MAX)

1일작업능력	50ha	비고
1회 살포능력 / 소요시간	2ha/15분	
1시간당 살포능력	6~7ha	약제 교환시간 포함
살포 폭	7.5m/3.7m	비행중 변경 가능
표준 살포 고도	3~4m	표준 살포 속도
표준 살포 속도	15~20km	500m
약제 적재량	16L	8L×2개
ha당 살포량	8L	
1회 급유량/비행시간	7리터/60분	적재하지 않을 경우
전장실용작업거리/전파도달거리	100~150m/500m	
작업 필요인원	2~3명	조종사, 부조종사, 작업관리자
내구연한	1,000시간	
판매가격	187백만원	

(표 3) 방제기기별 작업특성 비교

구분	ha당 살포량	희석배수	1일 작업량	비산거리	작업종사자
동력살포기	많다(1,000~1,500L)	1,000~1,500배	낮다(4~5ha)	적다	중간(2~3명)
무인헬기	적다(8~10L)	8~14배	높다(40~60ha)	적다	중간(2~3명)
유인헬기	적다(8~10L)	원액~60배	매우높다(100~400ha)	많다	많다(3~4명)
광역방제기	많다(1,000~1,500L)	1,000~1,500배	중간(10~20ha)	많다	많다(5~6명)

출처 : 일본 농림수산항공협회

농업용 무인헬기 보급 및 이용현황

- 국내에는 무성항공(주), 성우엔지니어링(주), 원신스카이텍(주) 3개사에서 수입 또는 제작 판매하고 있으며 '14년까지 총 237대가 보급되어 그 중 5대가 내구년한 경과로 말소되고 232대가 운영중임.
- 년도별로는 '06년 15대에서 '10년 97대, '14년 232대로 꾸준히 증가함.
- 방제 면적도 '06년 9,140ha에서 '10년 43,460ha, '14년 174,567ha로 증가하였으며 이는 전체 벼 재배면적 933,615ha의 18.7%임.
- 지역별로는 전남이 76대, 충남, 전북이 각각 40대, 36대를 차지하였으며, 소유주체는 회원 농협이 166대 72%를 차지하였고 영농조합법인 19%, 기업 단체 8%, 기관 1%의 순이었음.
- 경기도는 24대가 보급되어 있는데 '13년 14대에서 '14년 24대로 급격히 증가하였으며 그중 단위농협에서 12대를 운용하고 있음.
- 일본에서는 무인항공방제기술이 널리 활용되어 2,458대(2012년)의 무인헬기가 보급되어 1,007천ha의 면적에 방제를 실시하였음.
- ※ 농업용 무인헬기는 국내 항공법상 초경량비행장치 중 무인동력비행장치(자체중량이 150kg이하인 무인비행기 또는 무인회전익비행장치)로 분류되며 비행을 위해서는 조종사 자격을 획득하고 비행시마다 비행계획 승인을 받아야 함.
- ※ 현재까지 농업용무인헬기의 주 활용용도는 벼 병해충 방제이며 최근들어 법씨파종, IRG파종 등 종자파종과 비료 살포 등도 일부 시도되고 있음.

(표 4) 년도별 농업무인헬기 보유현황

구 분	2006년	2008년	2010년	2012년	2013년	2014년
경기	5	9	11	14	14	24
강원	0	0	1	2	3	3
충북	2	4	14	15	14	14
충남	3	18	22	31	38	40(2)
전북	0	10	22	31	33	36(3)
전남	4	8	22	39	55	76
경북	0	0	2	7	9	11
경남	1	1	3	10	14	24
제주	0	0	0	2	4	4
헬기대수	15대	50대	97대	151대	183대	232(5)
방제면적(ha)	9,140	11,600	43,460	85,000	134,324	174,567
조종자격자(명)	50	65	177	318	410	-

자료 : (사)한국농업무인헬기협회

(표 5) 국내 지역별 소유주체별 농업무인헬기 보급대수 (임시 자료)

2014. 12. 31. 현재

구 분	회원농협	영농법인	기관	기업	합계	방제면적(ha)	비고
경 기	12	2	—	10	24	15,281	
강 원	3	—	—	—	3	1,138	
충 북	7	1	—	6	14	3,473	
충 남	36(1)	3	1(1)	—	40(2)	26,488	
전 북	31(3)	5	—	—	36(3)	25,492	
전 남	51	24	1	—	76	60,384	
경 북	9	2	—	—	11	10,883	
경 남	15	6	1	2	24	25,428	
제 주	2	2	—	—	4	6,000	
계	166(4)	45	3(1)	18	※ 232(5)	174,567	()말소
백분율(%)	72	19	1	8	100	—	
업체별	무성항공 194, 성우엔지니어링 40, 원신스카이텍 3						

자료 : (사)한국농업무인헬기협회 ('14년 임시자료_미확정자료)

(표 6) 일본의 농업무인헬기 보유현황

구 분	2004년	2006년	2008년	2010년	2012년
헬기대수(대)	2,005	2,194	2,381	2,380	2,458
방제면적(천ha)	663	800	906	963	1,007
조종자수(명)	10,719	12,005	13,065	14,020	14,967

자료 : (사)한국농업무인헬기협회

(표 7) 농업무인헬기용 농약의 (한·일) 등록품목수 비교

구 분	한 국			일 본		
	2014.4	2010.3	증감	2012.4	2007.1	증감
살균제	37	17	+20	55	50	+5
살충제	29	9	+20	41	39	+2
살균·살충제	5		+5	33	7	+26
제초제	18	1	+17	41	39	+2
생조제	—	—	—	5	5	—
계(품목)	89	27	+62	175	140	+35

자료 : (사)한국농업무인헬기협회

Ⅲ. 경제성 분석

- 농업용 무인헬기를 이용한 병해충 방제는 농촌 노동력의 부족을 해소하고 앞서 살펴본 타 방제기기의 단점을 탈피하여 생력적인 정밀농업의 가능성을 보여줌.

– 일반 관행방제기에 비해 시간당 방제면적이 넓으며 유인항공기와 광역방제기에 비해 정밀한 방제능력을 보유하고 소규모 지역 방제작업에 우위를 가짐. 특히 주거지역에 인접하고 친환경 농업 지역과 일반 재배지역이 혼재하고 다양한 작물이 재배되는 지역에서의 선택적 방제에 유리하여 경제성을 확보하면 빠르게 보급이 확산될 수 있음.

- 국내에 가장 많이 보급된 무성항공(주)의 R-MAX 기종과 비교기기로는 광역 방제기(HSU2500Ⅵ)를 대상으로 경제성을 분석함.

※ 광역방제기의 경제성은 남양주농업기술센터의 '14년 공동방제 현황과 판매업체의 제시자료를 근거로 분석함.

– 우성항공의 R-MAX기종의 구입가격은 1억8천7백만원, 광역방제기 HSU2500Ⅵ는 1억4천60만원이었으며, 중부지방의 연간 방제가능일수 57일중에서 방제 적정일수를 20일로 잡고 연간 방제면적 700ha를 기준으로 분석함.

– 무인헬기 방제에 소요되는 연간 총비용은 52,524천원, ha당 환산비용은 75,034원으로 분석되었음. 한편 광역방제기 방제의 연간 총비용은 39,227천원으로 이를 ha당 비용으로 계산하면 56,037원임.

– 무인헬기 방제의 주요 투입비용은 감가상각비와 보험료였으며 특히 헬기 운용시 조종자 실수에 의한 사고가 많아 보험료가 높은 것이 광역방제기에 비해 높은 방제비용 원인으로 분석됨. 보험료를 현재의 1/3로 낮추면 광역방제기와 비슷한 60,748원/ha의 비용을 보임.

– ha당 용역방제비용 90,000원과 대비하여 무인항공방제와 광역방제기의 손익분기규모를 시산하면 무인항공방제기 561ha, 광역방제기 386ha임.

(표 8) 무인항공방제와 광역방제의 비용 분석

구 분		무인항공방제기 (R-MAX)	광역방제기 (HSU2500 VI)
구입가격(천원)		187,000	140,600
시간당 방제능력(ha)		6~7	9
년간운영시간(시간)		100	—
년간작업면적(ha)		700	700
년간 고정 비용(천원)	감가상각비	16,830	15,818
	자본이자	5,610	4,218
	보험료	15,000	800
	수리비	5,000	8,436
	소계	42,440	29,272
년간 변동 비용(천원)	연료비	1,084	838
	인건비	9,000	8,000
	소계	10,084	9,955
년간 총비용(천원)		52,524	39,227
ha당 비용 (원)	ha당 총고정비용	60,629	41,816
	ha당 총변동비용	14,405	14,221
	ha당 총비용	75,034	56,037
ha당 농작업(방제) 수입(원)		90,000	90,000
손익분기규모(ha)		561	386

※ 방제기기의 운송을 위해서는 운송용 트럭이 필요하나 본 연구에서는 분석의 편의를 위해 트럭 운영비용을 생략하였고, 관리인건비 등 변동비용의 일부도 생략하였음.

※ 무인항공방제기의 수명은 1,000시간으로 연간 100시간, 내구년한 10년을 기준으로 고정비용을 분석함.

Ⅵ. 결론 및 제언

- 농업인구의 감소와 고령화, 현 관행 방제작업의 노동집약적, 비효율적인 면을 고려할 때 소형무인헬기와 광역방제기를 이용한 집단방제는 지속적으로 증가할 것으로 예상됨.
- 특히 무인헬기를 이용한 방제작업은 작업자의 노동강도를 현저히 줄일 수 있고 소규모 정밀 방제, 환경과 소음대책이 타 방제 방법에 비해 양호하여 정책적으로 확대할 유인이 충분함.
- 넓은 평야지역의 집단방제에는 조작이 간편한 광역방제기 운용이 효율적일 수 있으나 구획이 소규모이고 친환경재배와 일반재배가 혼재되고 주거지역과 밀접한 재배지역 등 방제조건이 열악한 지역에서는 무인 헬기를 이용한 방제가 효율적임.
- 무인소형헬기(R-MAX) 기종을 기준으로 연간 약 560ha의 방제면적에서 손익분기점을 보였음.
- 무인헬기를 이용한 항공방제를 보다 효율적으로 확대하기 위해서는 다음과 같은 사항에 대한 검토와 개선이 요구됨.
- 경제성 분석결과 감가상각비와 보험료가 무인헬기 운영비용의 큰 부분을 차지하고 있었음. 비용절감을 위해 보다 가격이 싼 헬기의 개발 및 도입을 추진하고, 보험료를 낮출 필요가 있음.
- (사)한국농업무인헬기협회에 따르면 '13년 협회등록헬기 183대의 대형사고(인사사고, 자산 600만원 이상 및 농약잔류로 농산물 유통금지 처분) 건수는 73건으로 사고율이 40%로 매우높아 연간 대당 보험료가 1,500만원임. 안전관리지침을 강화하고, 조정/운영자의 숙련도를 향상시키고 무인헬기의 안전관련 기술을 개발하고 성능을 강화시켜 보험료율을 낮추거나 정부의 정책적 지원을 시행할 필요가 있음.
- 농업무인헬기용 농약은 살균제 37종, 살충제 29종, 제초제 18종 등 모두 89종임. 생장조절제, 4종 복비 등 다양한 품목의 농약과 비료의 살포 및 효과시험을 실시하고 등록품목의 다양화가 요구됨.
- 농업용 무인헬기의 활용이 주로 수도작 병해충 방제에 치우쳐 있어 지역에 따라서는 손익분기면적을 확보하지 못하는 경우도 있을 수 있음. 과수, 채소 등 타 작목에 대한 방제확대와 종자 파종, 비료시용 등 다양한 이용방법을 개발하여 적정 작업면적을 확보하는 노력이 필요함.
- 작업효율과 방제효과 극대화를 위해 지역단위 방제체계를 구축하고 무인 헬기의 보유 및 운영정보를 공유하여 이용효율을 높이는 방안이 필요함.

【참고문헌】

- 구영모 외 6인, 2006. 소형 무인헬기를 이용한 항공방제기술(1). 바이오시스템공학31(2):95~101.
- 남양주농업기술센터, 2014, 2014년 병해충 예찰 및 방제사업 운영 결과
- (사)한국농업무인헬기협회, 2014, 농업무인헬기를 이용한 병해충방제 실무지침
- <http://veganclaire.blog.me/220271421117>
- <http://www.ms-aviation.com>

무인항공기, 쌀 농업을 띄운다



무인항공기, 쌀 농업을 띄운다

무인항공기의 농업적 이용현황 및 경제성

발간등록번호 : 71-6410563-000051-01

발 행 | 경기도농업기술원장 임재욱

감 수 | 연구개발부장 김희동

편 집 | 작물연구과장 박인태

집 필 | 정구현, 이진홍, 전명희, 박인태

발행처 | 445-784 경기도 화성시 병점중앙로 283-33번지

경기도농업기술원 작물연구과 농업예측분석팀

(전화 031-229-5787, 팩스 031-229-5962)

「경기농업 FOCUS」는 경기도농업기술원 홈페이지(nongup.gg.go.kr)
정보자료에서 제공됩니다.

첨단농업 과학농업
농업의 미래를 열어가는 U-경기농업기술



Global Inspiration

경기도농업기술원 | 작물연구과

경기도 화성시 병점중앙로 283-33

Tel_031-229-5787 Fax_031-229-5962

<http://nongup.gg.go.kr>