

소형 무인헬기를 이용한 항공방제기술 (I)

- 현황 및 경제성 분석 -

구영모 이채식 석태수 신시균 강태경 김승희 최태영

Aerial Application using a Small RF Controlled Helicopter (I)

- Status and Cost Analysis -

Y. M. Koo C. S. Lee T. S. Soek S. K. Shin T. G. Kang S. H. Kim T. Y. Choi

Abstract

Present chemical application system using a power sprayer has been a labor intensive, ineffective and shirking task in farming. Therefore, a small RF controlled (unmanned) helicopter was suggested to replace the conventional spray system. The aerial application using the unmanned helicopter has been already utilized in Japan, where total area applied up to 704,000 ha in 2005.

In this article, the status and cost analysis on the unmanned agricultural helicopter were studied. The aerial application using the agricultural helicopter helps precise and timely spraying and reduces labor intensity and pollution. The field capacity of the helicopter was found to be 60-70 ha a day. The break even point was estimated near the operating area of 750 ha annum. The development of an agricultural helicopter was necessary for taking advantages of both technique and economy.

Keywords : Unmanned helicopter, Aerial application, UAV, Field capacity, Cost analysis

1. 서 론

우리나라의 농업기술은 꾸준히 발전되어 왔으나 세부영역에서 아직도 선진국에 비하여 경쟁력을 갖지 못하고 있어 농산물 개방시대에 대응할 수 있는 기술력과 경쟁력의 확보가 급선무로 지적되고 있다. 벼를 주축으로 한 畜作에 있어 기계화(동력화)가 많이 진전되었으나, 농촌인력의 구조가 고령화됨에 따라 기계화의 중요성이 더욱 강조되고 있으며 특히 농작업에 큰 비중을 차지하는 방제작업에 있어 생력화의 연구개발이 절실히 요구되고 있는 실정이다.

한국의 현재 방제체계를 중심으로 개선되어야 할 점들은 다음과 같다. ① 동력분무기를 이용한 노동집약적인 방제작업은

생산비의 절감이 어렵다. ② 고압용 노즐에서 발생된 미세입자의 飛散으로 인한 손실은 물론 근접 작업자의 중독사고가 우려된다. ③ 불균일한 塗布로 인하여 방제효과의 감소를 초래한다. 최근 통계에 의하면 농가에서는 생산노동력의 5-15% 이상을 방제작업에 할애하고 있는 실정이며 작목에 따라서 연간 10회 이상의 작업으로 큰 부담이 되고 있다(RDA, 2004). 이러한 과도한 노동력투하와 더불어 방제작업의 기피현상 등이 심화됨에 따라 생력화된 새로운 방제작업 체계의 도입이 절실히 필요할 때이다. 따라서, 소형무인헬기를 이용한 항공방제작업 체계가 대안이 될 수 있으며, 효율적이며 안정된 생산과 농업종사자의 작업환경을 개선하고, 생력화함으로써 품질 및 가격에서 경쟁력을 가질 수 있을 것으로 생각된다.

This study was supported by a fund of National Institute of Agricultural Engineering. This article was submitted for publication in March 2006, reviewed and approved by the editorial board of KSAM in April 2006. The authors are Y. M. Koo, KSAM member, Professor, T. S. Seok, KSAM member, Assistant and S. K. Shin, Intern Researcher, Dept. of Bio-industrial Machinery Engineering, Kyungpook National University, Daegu, Korea, C. S. Lee, KSAM member, T. G. Kang, KSAM member, and S. H. Lee, KSAM member, National Institute of Agricultural Engineering, Suwon, Korea, T. Y. Choi, President, Moo Sung Aviation, Pyung-taek, Korea. The corresponding author is Y. M. Koo, Professor, Dept. of Bio-industrial Machinery Engineering, Kyungpook National University, Daegu, Korea; E-mail : <ymkoo@knu.ac.kr>

선진농업국가에서는 이미 항공방제를 농업에 일반적으로 이용하고 있고 우리나라에서도 일부 서해안 간척지와 평야지대에서 有人의 방법으로 시행하고 있다. 항공방제는 인력방제에 비하여 상당히 경제적인 것으로 평가된다. 그러나 이러한 實機를 이용한 항공방제는 소규모 면적에는 적용이 곤란하고 편류(높은 비행고도 5-8 m)에 의한 약해 등이 우려된다. 또한 항공기 수자가 적어(3개회사 13대 회전익) 적기방제가 곤란하며 장애물 및 헬리포트의 설치 등 제한적 요소가 많다.

따라서 본 연구는 유상하중 20 kg급 소형무인헬기를 개발하여 항공농업기술에 적용하기 위한 제1보로서 소형무인 헬기를 이용한 항공방제기술의 현황을 파악하고 경제성 분석을 목적으로 하였다.

2. 무인항공기(UAV) 산업 현황

UAV(Unmanned Aerial Vehicle)의 분류는 고도(Altitude), 체공시간(Endurance), 이륙중량(Take-off load) 등의 기준으로 분류되며, 관심 개발목표 무인헬리콥터는 총중량 50-100 kg, 고도 150 m 이내의 소형경량(Light UAV), 회전익 수직 이착륙기인 VTOL(Vertical Take-Off Landing) UAV, 시계 반경 300 m 이내 VR(Visible Range) 영역 UAV로 분류할 수 있다(김중욱 등, 1999).

세계의 Light VTOL-UAV 생산회사는 14개국 35 이상 제작사에서 46개 이상의 모델이 생산되고 있다. 국내의 무인항공기 개발은 주로 한국항공우주연구소에서 UAV 사업으로 이루어지고 있으나 임무반경과 비행고도에 따라 분류했을 때 농용에서 사용되는 분류에 드는 연구는 미비하였다 (Lee and Lee, 2000). 고도는 3-10 m 이내, 작업 반경은 100-200 m 이내로 제한되는 농용헬기는 1990년부터 대우중공업 우주항공 연구소에서 ARCH-20/50을 개발할 목적으로 러시아(Komov)와 공동 개발을 1997년까지 행하였고(Daewoo H.I.Ltd, 1997) 시행 도중 중단된 바 있다. 월성산업(전북 고창, 윤여홍)은 일본제 부품을 구입하여 조립을 시도하였으나 주요부품의 개발 및 구입불가로 중단하였다.

민수분야에 UAV가 가장 확산된 사례는 일본에서 VTOL-UAV를 농업용으로 활용하고 있는 것을 들 수 있고, 대표적인 것이 아마하의 Rmax로서 언론, 영화 및 공중감시까지 적용범위를 넓혀가고 있다. VTOL-UAV의 제작사는 일본의 Fuji, Kawada, Kuboda, Yamaha 및 Yanmar 등이 있고, 미국, 캐나다, 독일, 프랑스, 스웨덴, 오스트리아에서도 개발 생산 중에 있다. 항공기 제작 및 항법기술은 여러 측면에서 특히 국방의 관점에서 각 나라가 관심을 보이는 만큼 그 기술의 공개를 꺼려하므로 제작 및 운용기술을 독자적으로 개발해야 할 것으로 생각된다. 표 1에 일본에서 제작되어 실용이나 연

Table 1 Developed unmanned helicopters (VTOL-UAV) in Japan

Company (model)	Total length (mm)	Width (mm)	Height (mm)	Dead weight (kg)	Rotor dia. (mm)	Pay load (kg)	Power (PS)	Flight time (min)	Running crafts (No)
Yamaha Rmax-II	3650	720	1080	58	3115	30	21	60	1281
Ujimiya Heraclies	1700	600	800	24.2	1960	10	5.0	30	-
Yanmar YH300	2960	700	1150	58	3380	30	21	45	377
TSK GS-62	1840	640	910	-	2040	-	-	-	-
Kuboda KG-200	2970	650	1070	54	3250	25	19	30	4
Kobe KG-65	1830	-	650	16	2200	11	4.0	-	-
Mineya Aero-focus62	2300	420	700	13	2010	10	5	-	-
Mugen MC-275	3785	700	1130	59	3240	-	22	40	7
Fuji RPH2	4400	1300	1800	330	4800	-	83.5	-	18
Kawada Robo Copter300	7370	1990	-	794	8180	-	168	-	-

Source : (월간 라디오 컨트롤, 1999; Sekiguchi, 2004)

구용으로 운용되고 있는 VTOL-UAV를 소개하였고, 우리의 주된 관심대상은 아마하發動機(주)의 Rmax 기종이다. 이는 21PS의 출력을 발휘하는 수평대향 수냉식 2-사이클엔진을 탑재하였으며, 주로터 반경이 3115 mm이며, 자중은 58 kg로서 유상하중은 30 kg 정도이다.

3. 항공방제 현황

고정익 및 회전익 항공기를 이용한 병해충잡초 방제 및 시비 등 유인항공 농작업은 일반적으로 널리 이용되고 있는 기술로서, 연간 적용면적은 미국에서 120,000 천ha(한국 100,500 ha, 2005)에 이르고 있다(Aerial Application Handbook). 미국의 예를 보면 수도작, 목화 및 전작의 많은 면적의 방제를 항공방제에 의존하고 있는 실정이다. 이는 노동력의 수급, 滯期요구와 노동부담정도에 의존하는 농작업에 효과적으로 사용될 수 있는 기술이기 때문이다. 우리나라에는 미국의 경우와 같이 대규모 농업구조는 아니나 농업 노동력의 고령화 및 공동화 현상을 경험하고 있으며 노동강도가 큰 수도작의 방제작업 및 적기성에 있어서 소규모 항공방제 기술의 도입이 절실히다.

일본의 경우 벼 재배면적은 점차 감소하여 약 170만ha에 이르고 있는데, 유인헬기가 담당하는 살포 면적은 감소하나 무인헬기의 살포 面積은 증가 추세에 있다(그림 1). 2003년을 기점으로 무인헬기를 이용한 살포면적이 유인헬기의 살포면적을 능가하게 되었다. 2005년도 총 벼의 재배면적 171만ha 중 무인헬기를 이용한 살포 면적은 70.4만ha(실면적 35만ha)에 이르고 있어 實面積대비 20.5%에 이르고 있다. 아마하의 통계에 따르면 수도작이 307,000 ha로서 대부분의

면적을 차지하고 그 외에 콩, 맥류, 비농경지, 과수, 전작 등으로 이루어져 있다(Sekiguchi, 2004)(표 2).

일본에서는 무인 항공방제기술이 이미 실용화되어 아마하 등에서 생산된 1,900대(2005년 기준)가 보급되어 있고, 아마하는 2004년 183대와 2005년 161대의 신규 및 대체 기종을 판매하고 있다. 그리고 항공방제, 시비 및 과종작업에 이용하고 있을 뿐 아니라 언론, 영화, 재난 및 공중생육감시까지 적용범위를 넓혀가고 있다(Horio, 2004; Minetomo, 2004). 우리나라도 2003년 (주)무성항공이 일본 아마하발동기(주)의 Rmax 농업용 무인헬기를 도입하고 방제사업에 참여하여 살충 및 살균제를 살포하거나, 벼 특성화 사업지역에서는 키토산 등을 살포하고 있다. 지자체나 영농법인이 2005년 현재 15대의 기체를 보유하게 되었으며, 경기도와 충남, 전남 일대의 살포 실적이 연면적으로 6,761 ha에 달하고 있다(무성항공, 2005).

대형 유인헬기는 고가이고 대상작업 면적이 넓은 지역의 공동 방제에만 이용이 가능하므로 이미 지적한 바와 같이 무인으로 작업이 가능한 소형 헬기의 개발이 절실한 실정이며 특히 항법시스템은 국가간 기술적으로 폐쇄성이 강한 분야로 독자개발이 필요하다. 선진 항공방제의 기술을 개선하여, 우리의 실정에 맞도록 소형화, 무인화 하여 적용되어야 한다(Koo and Womac, 2000).

4. 경제성 분석

가. 항공방제기의 운용

표 3에 살포방법에 따른 포장능률 및 위탁비용을 보였다. 지상작업 동력분무기는 작업인원에 비하여 1일 살포능력이 저하되며, 유인헬기는 대단위 작업으로 단위면적당 비용은 절감되나 지방자치단체의 대규모 정책적 방제에 이용되어 특

Table 2 Expansion of aerial applied area to various crops in Japan using the unmanned helicopter, Yamaha Rmax (1,000 ha)

Year	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Rice	244	308	352	410	476	503
Barley	7	10	15	28	32	32
Bean	15	24	28	28	30	29
Upland crop	0.4	0.6	0.3	0.5	0.5	0.6
Fruits	0.1	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02
Non crop field	1.0	1.5	2.1	3.0	3.5	4.2
Yamaha total	268	343	396	469	542	568
Total in Japan	338	398	452	563	663	704

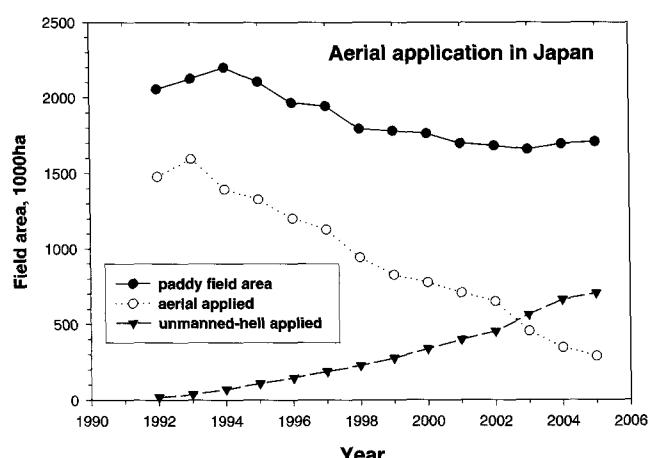


Fig. 1 Trends of total applied areas using aerial application and unmanned helicopter in Japan, and the total paddy field area as well.

정지역의 적기방제가 어려운 실정이다. 무인헬기는 실기에 비하여 비용이 높지만 적기방제, 소규모 정밀방제, 환경과 소음 대책이 비교적 양호하며 또한 안전하여 선호하는 추세이다. 실기의 살포높이는 5-8 m에 이르러 편류의 가능성이 크나 무인헬기의 살포 높이는 3-4 m를 초과하지 않으므로 비산의 가능성은 1/3이상으로 크게 줄일 수 있으며, ULV방제 방법으로 약제의 소요량도 줄일 수 있다. 따라서 환경오염 및 목표지역 외에 도달하는 편류(drift)의 양을 줄이는 정밀방제를 할 수 있다. 적용작물은 25종(수도, 과수, 콩, 양파, 무, 맥류 등)에 이르고, 106종의 ULV(ultra low volume) 항공방제용 등록약제가 있어서 실적용이 가능하다.

무인헬기 1회 비행(flight batch)의 15-20분의 작업시간 동안 2-3 ha의 포장능률을 보이므로 소규모 지역의 방제작업을 효율적으로 수행할 수 있으며, 능숙한 보조자와의 작업에서 시간당 3회 비행이 가능하므로 시간당 6-10 ha(50-80 ha/일)의 유효포장능률을 보인다. 소형 무인헬기의 기술적 최소 면적은 0.1 ha정도이나, 주문 살포면적과 살포장소의 밀집도에 따라서 일일 최대 80 ha까지 작업이 가능할 것으로 생각된다. 표 4에 소형 무인헬기의 운용 및 특징에 대하여 세부적으로

소개하였다. 2-3명이 한 팀을 이루어 작업을 하게 되며 농약은 1:10의 고농도로 희석하여 80L의 혼합액을 10 ha에 살포할 수 있다. 이는 약제량으로는 3-8L/10 ha의 살포율로서 관행적인 방법보다 1/2-1/5의 수준이다(무성항공, 2005).

작물 생산에 필수적인 방제 작업은 작업자의 농약중독 및 노동시간 부담을 기증시켜 농민의 건강을 위협하고 있으며 작업자의 육체적, 정신적 부담으로 이어지고 있는데, 무인헬기를 이용한 방제작업의 장점 중 하나는 작업자의 노동강도를 현저히 줄일 수 있다는 점이다. 또한 좁은 농로에서 비행준비 및 이륙이 가능하며, 고도가 낮고 살포량이 적어서 정밀방제가 가능하다. 그러나 안전을 위하여 조종자의 교육은 중요한데 반드시 소정의 자격과정을 거쳐야 하며 일본에는 자격을 갖춘 약 만 명에 달하는 조종자가 있다.

나. 비용 및 경영분석

상기한 기술적 운용에서 소형 무인헬기를 이용한 살포기술은 기존의 여러 방제살포 방법의 문제점으로부터 탈피하여 생력적인 정밀농업의 가능성을 보여주고 있다. 무인헬기 항공살포기술은 적은 2-3명의 인원이 운용하면서도 약 70 ha의

Table 3 The effective field capacity and consignment charge for various sprayers

Spraying methods	No. of crews	Field capacity ha/day	Operating hour/day	Charge in Japan ₩/ha	Domestic charge ₩/ha
Power sprayer	2-3	3-4	8	12,000	105,000
Long range sprayer	4-6	30-35	8	12,000	33,000
Aerial application	10-15	150-200	4	8,000	25,000
Unmanned helicopter	2-3	50-80	8	10,000-15,000	60,000-75,000

Source : Business data of Yamaha and Moosung Aviation (2003-2005)

Table 4 Operating condition and characteristic of the aerial application using a unmanned helicopter, based on the Yamaha Rmax

Crews	For normal operation : needs 3 men (operator 1, chemical handler 1, safety guard 1) Minimum No. of operators : 2 men (operator 1, safety guard 1)
Field capacity	2-3 ha/ flight batch, Operating hours 8 hours, 70 ha/ day
Spray speed, altitude, swath	20-25 km/hr, 3-5 m, 7.5 m
Spray capacity	10 ha/hr (spraying 54 min, refuel / loading 6 min)
Spray rate, nozzle flow rate	24 L/batch, 80 L/10 ha (mix rate 1:10), 480 L/ day 1.3 L/min with 4 nozzles
Chemical rate	Fungicide 3 L/10 ha (빔), Insecticide 8 L/10 ha (명타자)
Maximum range	350 m (depend on visibility)
Wind condition	below 5 m/sec
Characteristics	<ul style="list-style-type: none"> · should complete operator training course before operation · possible to take off from narrow farm roads · transport using a cargo pickup truck · possible to spray near residents and other farms

일간 유효포장률을 보이고 있으므로 경제적으로 상당한 이득이 창출될 수 있으리라 생각되어 경영분석을 통한 비용과 매출, 이에 따른 이익을 계산하고 손익 분기점을 도출하였다. 또한 관행적인 이동식 고압분무기와 비용비교를 통하여 단위면적당 운용비용의 분기점을 찾고자 하였다.

표 5에 방제용 농업 무인헬기를 대표한 야마하의 Rmax 기종과 관행적인 방제기 중 이동식 고압분무기 파루의 ACS-70을 비교하여 비용 및 이익 등 경영분석을 하였다. 이 두 기종의 적정 운용면적은 상당히 차이가 나므로 관행 방제기는 15대를 기준으로 운용면적 1,000 ha에 대하여 비교하였다.

야마하의 Rmax 기종의 수입가는 1억8천만원으로, 관행 방제기 대당 구입가 3백만원에 15대 운용함을 기준으로 4천5백만원과 비교하였다. 중부지방의 년간 방제가능일수는 57일로서 방제 적정일수를 30일로 잡고 운용일수로 기준하였다. 무인헬기의 고정비는 감가상각비를 포함하여 보험료, 연간정비

(preventive maintenance), 5년 주기의 분해검사(overhaul) 등 비교적 높은 비용을 보였고 본 분석에서 금융비용은 포함하지 않았다. 변동비용으로는 인건비, 연료비, 윤활유 및 지원경비와 매출의 10%에 해당하는 관리비를 책정하여 잡비와 통괄책정 하였다. 관행 방법은 인건비의 지출이 비용의 대부분을 차지함을 알 수 있다.

1,000 ha 기준 무인헬기방제 매출은 평당 20-30원으로 연간 6천~7천5백만원에 이르며, 비용은 4천5백만원으로 이익이 14,700천원으로 예상된다. 그럼 2는 무인헬기 방제기의 경영분석으로 연간 약 750 ha를 운용하면 손익분기점에 이르게 되고 연간 30일×60~70 ha/일=2,000 ha운용에서 약 6천만원의 이익이 예상된다. 그럼 3은 단위면적당 비용을 무인헬기와 관행방제기에 대하여 비교하였는데 약 750 ha에서 분기점이 나타나 이후 무인헬기를 이용한 방제가 유리하게 되었다. 일간 8시간 이상, 연간 30일 이상 운용할 경우 3,000 ha 까지도

Table 5 Cost analyses and their comparison of aerial application using the unmanned helicopter and manual application using power sprayer, based on the operating area of 1,000 ha annum

Costs	Aerial application using Yamaha Rmax	Conventional spraying using Paru ACS-70
Purchase price ($\text{₩}1,000$)	180,000	3,000
Capability (ha/day)	70-80 ha/day	2-3 ha/day
No. of machines for 1,000ha	1	15*
Utilization hours annum	15 days×8 hrs×1 machine=120 hrs	30 days×8 hrs×15 machines=3600 hrs
Fixed cost annum ($\text{₩}1,000$)	Depreciation	18,000
	Insurance	7,500
	Preventive maintenance	3,000
	Overhaul every 5yrs	4,000
Variable cost annum ($\text{₩}1,000$)	Labor	4,500
	Fuel	1,100
	Lubrication	300
	Support	900
	Management	6,000
Total cost annum ($\text{₩}1,000$)	45,300	61,000
Sale ($\text{₩}1,000$) [unit cost]	60,000-75,000 [20 ₩/pyung]	105,000 [105,000 ₩/ha]
Profit ($\text{₩}1,000$)	14,700	44,000
Annual total cost/ha ($\text{₩}/\text{ha}$)	45,300	61,000

* Number of operating machines, corresponding equivalent working area.

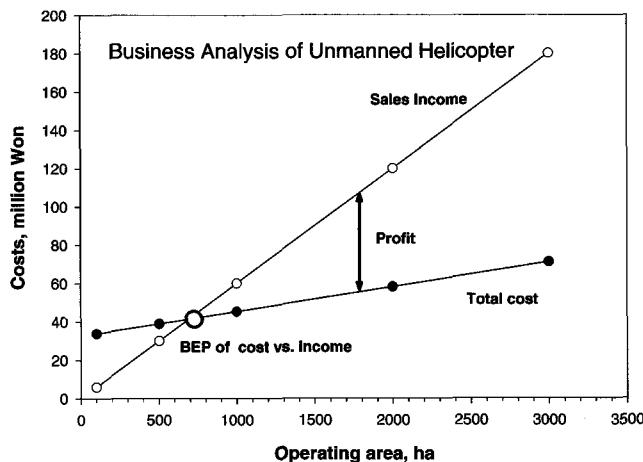


Fig. 2 Break even point of the aerial application using the unmanned helicopter.

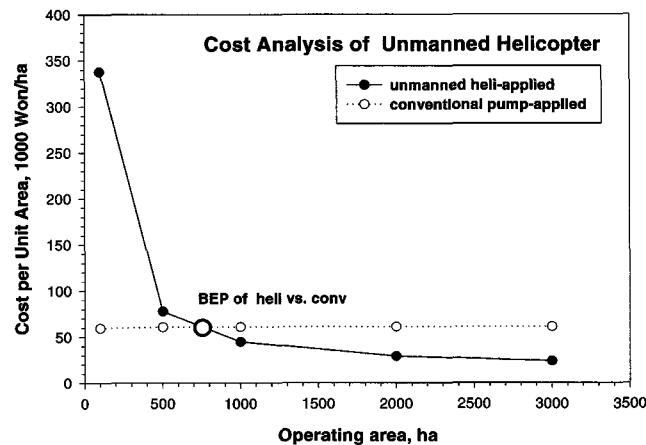


Fig. 3 Comparison of the aerial application using an unmanned helicopter.

작업이 가능하며, 비수기의 경우 촬영 및 광고, 레저용으로 활용이 가능하여 경영적인 측면에서 유리할 것으로 생각된다. 그러나 현재 무성(주)에 의하여 수입되어 판매되고 있는 무인 헬기가 가격이 비싸서 감가상각비의 부담이 크다. 따라서 독점적인 수입체계에 대하여 경쟁력 있는 헬기의 개발은 시급한 문제이다.

5. 안전성 고찰과 대책

무인헬기는 ‘無人’이므로 규정된 안전거리(15 m) 밖에서는 인명사고가 없으며 단지 헬기 비행체의 재산상 피해만 있을 뿐이다. 최근 보고된 사고의 경우는 부주의, 조작 미숙, 사전 미확인, 유도자 미숙 등 50여건(야마하)이 보고되었으며 인명 피해는 없었고, 여기서 ‘사고’의 정의는 모든 비정상적 ‘하드 랜딩’의 경우를 포함하였다. 접촉 대상물은 전선, 가옥, 전주

등이 가장 많았다. 무인비행기에는 GPS안전 장치 등이 추가되어 있어 예기치 못한 실수나 상황에 대처할 수 있도록 설계하였다(Sato, 2004).

일본에는 무인헬기를 안전하게 운용하기 위하여 농업항공 협회(JAAA)를 사단법인으로 설립하고 농림부의 무인헬기 이용기술지도지침을 근거로 제작사와 함께 무인 항공 안전 추진 협의회를 운영하고 있다. 협회는 산업용 무인헬기 운영요령을 확립하여 살포장치, 조정자 기술기준 및 무인헬기용 농약기준을 마련하고 제작사는 제조기술과 정비사제도를 운영하면서 조정자 교습학교를 협회로부터 위탁받아 운영하고 있다. 조정자격증은 협회에서 발행하고 조정/운영자는 안전운행연수회에 참가하여 운용요령 및 규칙을 인지하도록 되어있다. 이러한 안전운용체계가 협력하여 사고율을 감소시키고 있으며 안전추진협의회가 문제를 해결하는 협의체로 역할을 하고 있다.

6. 요약 및 결론

현 방제작업의 노동집약적, 비효율적 및 작업 기피성 등을 고려할 때 소형무인헬기를 이용한 방제체계를 수립하여 효율적이며 안정된 생산과 농업종사자의 작업환경을 개선하고 생활화함으로써 품질 및 가격에서 경쟁력을 갖도록 해야 한다. 따라서 본 연구는 유상하중 20 kg급 소형무인헬기의 개발에 앞서 무인 항공방제기술의 현황을 파악하고 기술적 운용의 타당성 및 경제성 분석을 하였고 그 결과는 다음과 같다:

- ① 무인헬기를 이용한 방제작업은 작업자의 노동강도를 현저히 줄일 수 있고 적기방제, 소규모 정밀방제, 환경과 소음 대책이 타 방법에 비하여 양호하므로 항공방제기술의 확대보급이 필요하다.
- ② 일본의 경우 무인헬기를 이용한 방제 연면적은 70만ha에 이르고 점차 증가하고 있다.
- ③ 소형헬기의 포장능률은 일간 60-70 ha로 소규모 지역에서 효율적으로 수행할 수 있다.
- ④ 수입기종을 기준으로 연간 약 750 ha의 운용면적에서 경영이익 및 단위면적당 비용의 분기점을 보였다.
- ⑤ 농업항공협회 등 안전운용체계를 확립하여 소형헬기의 안전한 운용을 추구해야한다.
- ⑥ 기술 및 경제적인 이득을 위하여 독자적 무인헬기의 개발이 시급하다.

일본에서 농업용 무인헬기가 1,900대 이상 보급된 여건과 매년 150-200정도의 수요를 감안할 때, 우리나라에서 개발된 무인헬기가 실용화되는 연도에 연간 50대를 예상하며 꾸준히 100여대 정도의 연간 수요가 있을 것으로 생각된다. 본 논문의 후속논문은 유상하중 20 kg급 소형무인헬기를 독자적으로 개발하여 항공농업기술에 적용하기 위한 연구가 될 것이다.

참고문헌

1. 김중우, 황찬정, 구삼옥, 염찬홍, 최동환. 1999. 무인항공기 기술 및 시장동향조사. 한국우주학회 추계학술 발표대회 184-187.
2. 월간 라디오 컨트롤 1999. 4권 3-7호, 전파기술정보사.
3. Aerial Application Handbook, Kansas State University, Kansas, USA.
4. Daewoo H.I. LTD. 1997. Development activities of multi-purpose unmanned helicopter at Daewoo. Journal of the Korean Society for Aeronautical and Space Science. 25(4): 162-169. (In Korean).
5. Horio, M. 2004. Crop growth measuring device mounted on an unmanned helicopter. Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery 66(2):13-16. (In Japanese).
6. Koo, Y.M. and A.R. Womac. 2000. Development of a ground speed monitoring system for aerial application. Journal of the Korean Society for Agricultural Machinery. 25(3):233-240. (In Korean).
7. Lee, K.T. and K.H. Lee. 2000. UAV-Current and Future. Journal of the Korean Society for Aeronautical and Space Science. 28(6):142-163. (In Korean).
8. Minetomo, H. 2004. Disaster monitoring based on an unmanned helicopter. Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery 66(2):13-16. (In Japanese).
9. Moo Sung Aviation. 2005. Personal communication.
10. RDA (Rural Development Administration). 2004. Farm household labor hours by crops.
11. Sato, A. 2004. Autonomous control system of an unmanned helicopter. Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery 66(2):17-20. (In Japanese).
12. Sekiguchi, Y. 2004. The present situation of unmanned helicopter in agriculture. Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery 66(2):8-12. (In Japanese).