

소형 무인헬기를 이용한 항공방제기술 (I)¹⁾

- 현황 및 타당성 고찰 -

Aerial Application using a Small RF Controlled Helicopter (I) - Status and Feasibility -

구영모*	이채식**	신시균*	강태경**
정회원	정회원		정회원
Y. M. Koo	C. S. Lee	S. K. Shin	T. K. Kang

1. 서론

우리나라의 농업기술은 꾸준히 발전되어 왔으나 세부영역에서 아직도 선진국에 비하여 경쟁력을 갖지 못하고 있어 농산물 개방시대에 대응할 수 있는 기술력과 경쟁력의 확보가 급선무로 지적되고 있다. 수도작을 주축으로 한 답작에 있어 기계화(동력화)가 많이 진전되었으나 생력화가 요구되고 있고, 전작 또한 기계화, 자동화 및 생력화를 통하여 충분히 경쟁력을 갖출 수 있을 것으로 생각된다. 농촌인력의 구조가 고령화됨에 따라 기계화의 중요성이 점차 증가되어가고 있으며 특히 농작업에 큰 비중을 차지하는 방제작업에 있어 생력화의 연구개발이 요구되고 있는 실정이다.

한국의 전답농업에 있어서 현재 방제체계를 중심으로 개선되어야 할 점들을 나열하면 다음과 같다 (구영모 1996). ① 소형 동력분무기를 이용한 노동집약적인 방제작업은 생산비의 절감이 어렵다. ② 휴대형 혹은 가반형 동력분무기에 단두형 노즐을 사용하므로 불균일한 投與量과 塗布로 인하여 방제효과의 감소를 초래한다. ③ 고압용 노즐 (spray gun)의 사용으로 미세입자의 飛散으로 인한 손실은 물론 작업자의 호흡기를 통한 흡입이 우려된다. ④ 분무입자에 近接한 작업방법과 보호장비의 미비로 중독사고를 일으킬 수 있다.

최근 통계에 의하면 농가에서는 생산노동력의 20% 이상을 방제작업에 할애하고 있는 실정이며 작목에 따라서 연간 10회 이상의 작업으로 큰 부담이 되고 있다. 특히 수도 답작지 및 경사 전작지는 기계의 접근이 곤란하여 방제 작업이 원활히 이루어지지 않고 있는 실정이다. 이러한 과도한 노동력투하와 더불어 방제작업의 기피현상 등이 심화됨에 따라 생력화된 새로운 방제작업 체계의 정립이 절실히 필요할 때이다. 이러한 배경하에서, 고급농산물의 효율적 생산을 위한 소형무인헬기를 이용한 항공방제체계를 개발하여 효율적이며 안정된 생산과 농업종사자의 작업환경을 개선하고 생력화함으로써 품질 및 가격에서 경쟁력을 갖도록 해야 할 것으로 생각된다.

1) 본 연구는 농업기계화연구소 경상과제로 수행되었음.

* 경북대학교 생물산업기계공학과

** 농업기계화연구소

선진농업국가에서는 이미 항공방제를 농업에 일반적으로 이용하고 있고 우리나라에서도 일부 서해안 간척지와 평야지대에서 有人의 방법으로 시행하고 있다. 최근 항공방제 연면적은 115,291ha (2001)에 이르며 인력방제에 비하여 4배이상 경제적인 것으로 평가된다 (농약연보, 2001). 그러나 이러한 實機를 이용한 항공방제는 정책적 공동바에가 주목적 이어서 소규모 면적에는 적용이 곤란하고 지형 및 편류 (높은 비행고도 5-8m) 에 의한 약해 등이 우려된다. 또한 항공기 숫자가 적어 (3개회사 13대 회전익) 적기방제가 곤란하며 장애물 및 헬리포트의 설치 등 제한적 요소가 많다.

따라서 본 연구는 유상하중 20kg급 소형무인헬기를 개발하여 항공농업기술에 적용하기 위한 기초단계로서 무인 헬기를 이용한 항공방제기술의 현황 및 타당성 고찰에 목적을 두었다.

2. 무인항공기 (UAV) 산업 현황

UAV (unmanned aerial vehicle)의 분류는 고도(altitude), 체공시간(endurance), 이륙중량(take-off load) 등의 기준으로 분류되며, 무인항공방제에 이용될 수 있는 무인항공기는 총중량 50-100kg, 고도 150m 이내의 소형경량 (Light UAV), 회전익 수직이착륙기인 VTOL(vertical take-off landing), 시계반경 300m 이내 VR (visible range) 영역 UAV로 분류할 수 있다 (김중욱 외 1999, 안존 2000).

세계의 Light VTOL-UAV 생산회사는 14개국 35 이상 제작사에서 46개이상의 모델이 생산되고 있다. 국내의 무인항공기 개발은 주로 한국항공우주연구소에서 UAV 사업으로 이루어지고 있으나 임무반경과 비행고도에 따라 분류했을 때 농업에서 사용되는 분류에 드는 연구는 미미하였다 (이경태 외, 2000). 고도는 3-10m 이내, 반경은 100-200m 이내로 제한되는 농업헬기는 1990년부터 대우중공업 우주항공연구소에서 ARCH-20/50을 개발할 목적으로 러시아(Komov)와 공동 개발을 1997년까지 행하였고 (대우중공업, 1997) 시행 중 중단된 바 있다. 월성산업 (윤여홍, 전북 고창)은 일본제 부품을 구입하여 조립을 시도하였으나 주요부품의 개발 및 구입불가로 중단하였다.

민수분야에 적용된 사례로는 일본에서 VTOL-UAV를 농업용으로 활용하고 있는 것을 들 수 있고 대표적인 것이 Yamaha의 RMAX로서 언론, 영화 및 공중감시까지 적용범위를 넓혀가고 있다. VTOL-UAV의 제작사는 일본의 Fuji, Kawada, Kuboda, Yamaha, Yanmar사 등이 있고 미국의 Bell Helicopter Textron, Sikorsky Aircraft, 캐나다의 Bombardier Service, 독일의 Dornier 등이 있고 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 기술이 독자적으로 개발이 되어 할 것으로 생각된다.

본인은 선진 항공방제의 기술을 경험하고 개발하면서 (Y.M.Koo et al., 1994) (구영모 등, 2000) 항공방제 기술을 우리의 실정에 맞도록 소형화되고 무인화하여 적용될 수 있

우리라 생각되었다. 일본에서는 무인 항공방제기술이 이미 실용화되어 Yamaha, Yanmar, TSK, Kubota, Kobe, Fuji, Kawada 등에서 생산된 1,687대 (2002년 현재)가 운용되고 있으며 연면적 440,491 ha의 항공방제, 시비 및 파종작업에 이용하고 있고 공중감시까지 적용범위를 넓혀가고 있다 (표 1). 소형헬기의 실제 작업능률은 30-50 ha/day로 소규모 지역의 방제작업을 효율적으로 수행할 수 있다. 적용작물은 25종(수도, 과수, 콩, 양파, 무, 맥류 등)에 이르고, 106종의 ULV (ultra low volume) 항공방제용 등록약제가 시판되고 있어서 실적용에 문제가 없다.

표 1) 일본의 소형 무인헬기 (Light VTOL UAV)의 생산동향

제작사	모델	유상하중 kg (L)	로터지름 (mm)	기체보유수 (대)
Yamaha	R50/MAX	30(24)	3115	1281
Yanmar	YH300	30(24)	3380	377
Kubota	KG200	25(16)	3250	4
Mugen	MC275	30	3180	7
Fuji	RPH2	100(60)	8180	18
Daewoo	ARCH-50	60	4800	-

3. 항공방제기술의 타당성 고찰

3.1 현황

고정의 및 회전익 항공기를 이용한 병해충잡초 방제 및 시비 등 비행체를 이용한 유인항공농작업은 일반적으로 널리 이용되고 있는 기술로서 운용되고 있는 전세계의 항공기 수는 약 24,000 대로서 보유대수의 대부분을 러시아(10,000대)와 미국(8,000대)이 차지하고 있다. 연간 적용면적은 미국에서 120,000 천ha (한국 115,291 ha/년)에 이르고 있다. 연간 작업시간은 대당 300 시간에 이르고 연간 2백만 시간에 이를 정도이다 (Aerial Application Handbook, 2000)

미국의 예를 보면 수도작, 목화 및 전작의 많은 면적의 방제를 항공방제에 의존하고 있는 실정인데, 이는 노동력의 수급, 適期요구와 노동부담정도에 의존하는 농작업에 효과적으로 사용될 수 있는 기술이기 때문이다. 미국의 경우와 같이 대규모 생산구조는 아니나 우리나라는 농업 노동력의 고령화 및 공동화 현상을 경험하고 있으며 노동강도가 큰 수도작의 방제작업 및 적기성에 있어서 항공방제 기술의 도입이 절실하다.

일본의 무인헬기를 이용한 방제현황은 2002년에 440,491 ha에 이르러 전년도비 114%로 증가하는 추세이며, Yamaha 사의 통계에 따르면 수도작이 307,000 ha로서 대부분의 면적을 차지하고 그 외에 콩, 맥류, 비농경지, 과수, 전작 등으로 이루어져 있다. 그림 1에 의하면 수도작 전체 식부면적은 점차 감소하고 따라서 유인헬기가 담당하는 살포면적도 감소하고 있어 2000년도 총 식부면적 176만ha 중 연면적 77만 ha (실면적 40만 ha)에 이르고 있으며, 무인헬기를 이용한 방제 연면적은 34만 ha (실면적 17만 ha)로 절반에 이르고 있고 점차 증가하고 있다.

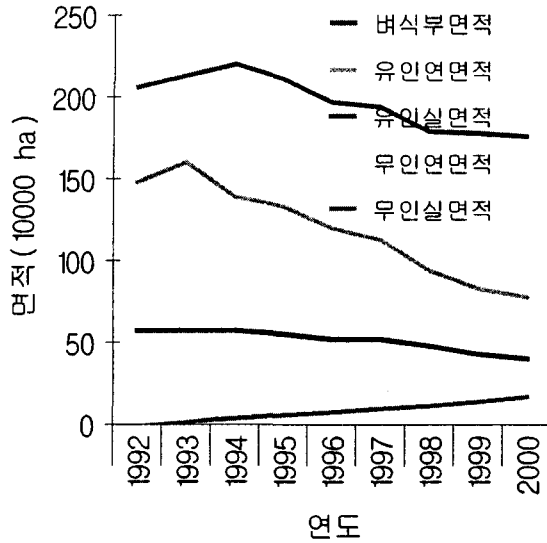


그림 1) 일본의 유인 및 무인 항공방제 추이

3.2 타당성

표 2는 일본의 방제방법에 따른 작업능률 및 비용을 나타내며 지상작업 동력분무기는 작업인원에 비하여 1일 살포능력이 저하된다. 유인헬기는 대단위 작업으로 단위면적당 비용은 절감되나 지방자치단체의 대규모 정책적 공동방제에 이용되어 특정지역의 적기방제가 어려운 실정이다. 무인헬기는 실기에 비하여 비용이 높지만 적기방제, 소규모 정밀방제, 환경과 소음 대책이 비교적 안전하여 선호하는 추세이다. 실기의 살포높이는 5-8m에 이르러 편류의 가능성이 크나 무인헬기의 살포 높이는 3m를 초과하지 않으므로 비산의 가능성은 1/3이상으로 크게 줄일 수 있다. 따라서 환경오염 및 목표지역외에 도달하는 농약의 양을 줄이는 정밀방제의 역할을 할 수 있다.

표 2) 방제방법에 따른 작업능률 및 비용 (2002, 일본)

방제방법	작업인원	1일살포면적 ha/day	1일작업시간 hr/day	방제위탁비용 ¥/ha	국내방제비용 ₩/ha
동력분무기	5-7	2-3	8	12,000	105,000
동력살분기	1-2	3-4	8	12,000	-
대형동력살포기	3-4	30-35	8	12,000	-
대형동력분무기	5-7	15-20	8	12,000	-
유인회전익(액제)	10-15	150-200	4	8,000	25,000
무인헬기(액제)	3-5	30-40	8	10,000-15,000	-
무인헬기(입제)	3-5	30-50	8	10,000-15,000	-

또한 무인헬기를 이용한 방제작업의 장점 중 작업자의 노동강도를 현저히 줄일 수 있다는 점이다. 표 3)에 따르면 작업중 무인헬기 작업자는 정상의 1.25-1.5배의 심장박동수를 보였고 동력분무기 작업은 1.59-1.78 배의 박동수를 기록하였다. 50a에 대한 총 작업시간은 무인헬기가 62.7분, 동력분무기를 이용하여 509.4분을 기록하여 작업중 총 누적박동수는 10배에 이르렀다.

표 3) 동력방제기 및 무인헬기의 노동강도 비교 (2002, 일본)

방제방법	작업내용	작업시간 (분)	심장박동수 (회/분)	누적수	보행거리 (m)
무인헬기	준비	11.5	97.5	1,121	26
	조정	11.5	93.4	1,275	38
	유도	12.2	87.3	1,063	36
	기타	27.5	105.1	2,895	60
	합계	62.7		6,354	160
동력분무기	준비	126.7	111.6	14,141	827
	방제	337.5	120.4	40,644	2015
	기타	45.2	124.3	5,624	357
	합계	509.4		60,409	3199

주) 여름철 경사지 작업으로 50a의 면적을 무인헬기로 2명이 작업하였고, 동력분무기 2대로 3명이 작업한 작업조건을 심장박동수로 비교하였으며 정상 박동수는 약 70회/분이다.

3.3 안전성

일본에는 무인헬기를 안전하게 운용하기 위하여 농업항공협회(JAAA)를 사단법인으로 설립하고 농림부의 무인헬기 이용기술지도지침을 근거로 제작사와 함께 무인 항공 안전추진협의회를 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.

무인헬기는 '無人'이므로 규정된 안전거리 (15m) 밖에서는 인명사고가 없으며 단지 헬기 비행체의 재산상 피해만 있을 뿐이다. 최근 보고된 사고의 경우 (2002년)는 부주의, 조작 미숙, 사전 미확인, 유도자 미숙 등 50여건 (Yamaha사)이 보고되었으며 인명피해는 없었고, 여기서 '사고'의 정의는 모든 비정상적 '하드랜딩'의 경우를 포함하였다. 접촉 대상물은 전선, 가옥, 전주 등이 가장 많았다.

4. 요약

현 방제작업의 노동집약적, 비효율적, 작업기피성 등을 고려할 때, 농산물의 경제적 생산을 위한 소형무인 항공방제기술을 개발하여 효율적이며 안정된 생산과 농업종사자의 작업환경을 개선하고 생력화함으로써 품질 및 가격에서 경쟁력을 갖출 수 있다. 연구에서 고찰한 내용을 요약하면 다음과 같다.

- ① 노동강도가 큰 수도작의 방제작업 및 적기성에 있어서 항공방제기술의 도입이 절실하다.
- ② 소형헬기의 작업능률은 30-50 ha/day로 소규모 지역에서 효율적으로 수행할 수 있다.
- ③ ULV (ultra low volume) 항공방제용 등록약제의 실적용이 가능하다.
- ④ 일본의 경우 무인헬기를 이용한 방제 연면적은 44만 ha에 이르고 점차 증가하고 있다.
- ⑤ 적기방제, 소규모 정밀방제, 환경과 소음 대책이 타 방법에 비하여 양호하다.
- ⑥ 무인헬기를 이용한 방제작업은 작업자의 노동강도를 현저히 줄일 수 있다.
- ⑦ 농업항공협회 등 안전운용체계를 확립하여 소형헬기의 안전한 운용을 추구해야한다.

현재 일부 방제 및 파종에 사용되는 유인헬기가 외국으로부터 도입되어 일부 사용되고 있으나 상기의 이유로 무인으로 작업이 가능한 소형 헬기의 개발이 절실한 실정이며 특히 항법시스템은 국가간 기술적으로 폐쇄성이 강한 분야로 독자개발이 필요하다. 소형 무인 헬기의 농업이외의 적용 분야는 많으며 상업용 촬영, 군경용 감시 및 레저용 등으로 그 경제/산업적 파급 효과는 크다 하겠다.

5. 참고문헌

- 구영모, 1996. 직주입 총유량 자동제어방식 분관방제기의 개발. 한국 농업기계 학회지. 21(2): 155-166
- 구영모; A.R. Womac. 2000. 항공방제용 지면속도 감시장치의 개발. 한국 농업기계 학회지. 25(3): 233-240.
- 김중옥 외. 1999. 무인항공기 기술 및 시장동향조사. 학술회의 발표대회 184-187.
- 농약연보. 2001. 농약공업협회, 연도별 항공방제 실적
- 대우중공업. 1997. 대우중공업 다목적 무인헬기 개발사업. 한국항공우주 공학학회지. 25(4) 162-169
- 이경태; 이기학. 2000. UAV초론 및 국내 UAV 연구개발 방향. 한국항공우주 공학학회지. 28(6) 142-163
- 안준. 2000. 초소형 항공기 (MAV)의 개발현황 및 전망. 한국항공우주 공학학회지. 28(7) 145-154.
- Aerial Application Handbook. 2000. Kansas State University, Kansas, USA
- Koo, Y.M.; A.R. Womac and J.A. Eppstein. 1994. Laser altimetry for low-flying agricultural aircraft. Transactions of the ASAE. 37(2): 395-400.