

産業用無人ヘリコプターによる薬剤散布の現状と問題点

長谷川 邦一
社団法人農林水産航空協会

I ま え が き

産業用無人ヘリコプター（以下「無人ヘリ」）が水稻の病害虫の防除機として平成3年（1991）実用化し、そのユニークさが話題となり、若い農業後継者の遊び心を刺激したことも手伝って大きな関心呼んだ。

無人ヘリの操作は、地上農作業機と異なり特別な感覚を必要とすることから、農業生産者が操作技術を習得することはかなり難しいのではないかと考えられたが、操作技術の教習に熟練した関係者の努力によって最近では農業後継者はもとより農業団体の職員なども比較的容易に操作技術を習得できるようになった。

無人ヘリが実用化してしままだ日が浅く、利用技術の開発も漸く軌道に乗ったかにみえてはいるが、その完熟には解決しなければならない問題点も多い。実用化し3年日が経過した現況を紹介する。

II 無人ヘリと農林水産航空協会の役割

農水省は、無人ヘリを実用化させるにあたり平成3年4月農蚕園芸局長名の「無人ヘリコプター利用技術指導指針」（以下「指針」）を通達した。

指針は無人ヘリを総重量100kg未満の遠隔誘導式小型回転翼機と定義し、農薬散布等を安全かつ効果的に実施するために必要な諸事項を具体的に定めている。農薬散布等に際しての危被害防止対策の徹底、散布飛行の諸元、散布資材の剤型及び標準散布量、農薬は無人ヘリ散布用として登録を取得しなければならないこと、利用できる技術、操作要員（以下「オペレーター」）および機種等の要件のほか実施主体は組合、個人を問わず実施記録を整備することなどである。

また、無人ヘリの開発機関である農林水産航空協会（以下「農水協」）の役割を定め、オペレーターの養成研修体制の整備と実施、機体及び散布装置等の性能の確保、利用技術の開発と改善、情報の提供などを実施するよう指示している。平成4年度（1992）予算から農水協の役割を円滑に実施するために「農業用無人ヘリコプター実用化促進事業費補助金」が計上された。

農水協は指針に基づいて機体・散布装置については、安全性の維持や作業効果の確保を図るための検査基準、検査項目と検査方法のほか、点検、整備検査の方法を定め、その性能、構造や耐久性を確保している。これらのチェックをクリアした機体、散布装置にはそれぞれ性能確認票、定期点検済票を貼付することとしている。

オペレーターの養成研修については、無人ヘリを100ml往復以上飛行させ、指定した散布資材を1haについて13分±3分以内でほぼ均一に散布できることを操作技術の基準とした実習、及び病害虫防除技術、農薬の適正使用等の知識を習得する座学を行うこととし、これら養成研修施設を設置する場合の要件、教習内容、指導員の資格要件などを定め、養成研修が節度をもって円滑に行えるようにしている。通常、研修は実習60時間、座学10時間が必要である。

III 無人ヘリの普及状況

現在、性能確認されている機体はR-50型、KG-135II型の2型式。散布装置は液剤散布装置と粒剤散布装置で、液剤散布装置はノズル式とアトマイザー式がある。

ノズル式では、最近散布方法を多様化するため滴下方式あるいはノズルチップを変更することによって吐出量を倍増できるよう仕様の一部が変更されているものもある。ノズル式はR-50型、アトマイザー式はKG-135II型の専用である。両機種の動力源の相違によって互換性がない。

機体及び散布装置の主な仕様は表-1、2のとおりである。

一方、オペレーターの養成研修組織も逐次整備され、現在、全国ほとんどの道県に55の養成研修施設が設置されている。県農業大学校や経済連のなかに設置されている施設もあり、農業後継者や農業団体職員などの受講も次第に容易になってきている。これらの施設で研修終了のライセンスを取得した者は1,650名（うち農業関係56%）に達している。

機体及びオペレーターのライセンス取得者の都道府県別の状況は図-1、2のとおりである。

無人ヘリが実用化した1991年の水稻病害虫防除の実施延面積は約6,160haであったが、1992年には約18,470ha、1993年は約38,000haと着実に増加してい

表-1 機体の仕様

機体諸元/機種	ヤマハ R-50	KG-135II	備考
機体寸法	全長	2,555 mm	3,000 mm
	全長 (最大)	3,580 mm	3,825 mm
	全高	1,000 mm	1,160 mm
	メインローター径	3,070 mm	3,250 mm
機体重量	自重	44 kg	58 kg
	最大搭載量	20 kg	20 kg
その他	燃料 (飛行)	4 l (30分)	4 l (30分)
製造会社	ヤマハ発動機	こうべ技研機	

表-2 散布装置の仕様

項目/型式		液剤少量装置		粒剤装置	
		L12A型	HSLV-8型	LO9F型	HSG-1型
装置	散布型式	ノズル式	アトマイザー式	インペラ式	インペラ式
	自重	6.0 kg	6.5 kg	7.0 kg	3.5 kg
	薬剤タンク容量	15.0 リットル	10.0 リットル	10.0 kg	10.0 kg
	吐き出し量	1.2~1.4 l/分	1.0~1.5 l/分	2.0~11.0 kg/分	最大 8.0 kg/分
				資材により異なる	資材により異なる
製造会社		ヤマハ発動機	こうべ技研	ヤマハ発動機	こうべ技研

る。北海道、宮城県、栃木県では一事業主体（農協あるいは防除組合）で延実施面積が約1,500 ha~3,000 haに及ぶ無人ヘリ防除組織を確立した市町村もみられ、今後無人ヘリの特徴を生かした防除組織の確立が期待されている。

IV 無人ヘリによる薬剤散布の特徴と基準

農水協は無人ヘリが完成した平成元年（1989）以降、その実用化に向けて飛行諸元、防除効果、環境への影響、作業能率などについて一連の試験研究を行ってきた。

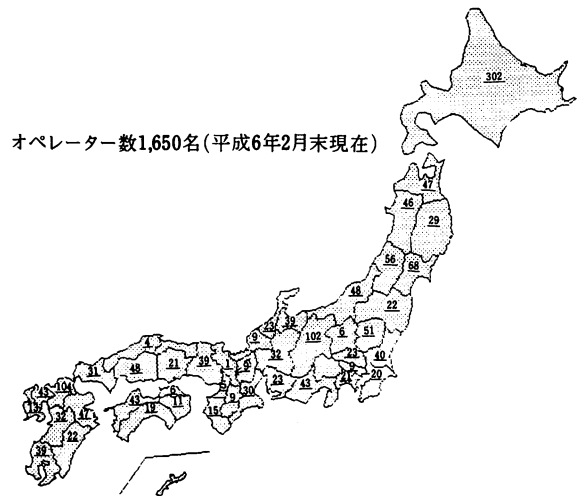
無人ヘリ薬剤散布の特徴は、少量の薬剤をハイスピードで広面積にほぼ均一に散布できることのほか、地上作業機の導入の難しい湿田や傾斜地などに利用できることである。

無人ヘリのダウンウォッシュは、ローターの直径と同じ程度下方で最も発達し、その下方でまわりの空気と混合して次第に減衰していく。ノズルから噴射された薬剤は、このダウンウォッシュに乗って下方に吹きおろされ、まわりの空気と混合する際に拡散しながら落下しほ



導入数307機(平成6年2月末現在)

図-1 産業用無人ヘリコプター都道府県別導入状況



オペレーター数1,650名(平成6年2月末現在)

図-2 オペレーター都道府県別状況

ぼ一定の幅に均一に付着する。また粒剤などの場合には、薬剤などを落下させる際にインペラによってあらかじめ一定の幅に拡散させ自重とダウンウォッシュによって均一に落下させる。これらの場合、均一な落下分散、付着にはノズルなどの配列、飛行速度、高度、薬剤などの粒径、風向、風速などが関与する。

このような関連を数多くの実験結果に基づいて最も安全かつ効果的な諸元として利用分野別に取りまとめたものが指針の「空中散布等の基準」(表-3)である。

引続き新しい利用分野の開発が進められているが、その一つにみかんの病害虫防除の散布飛行諸元が検討されている。

表-3 散布飛行の基準

適用作物	作業名	散布方法	標準散布薬量		飛行速度 (km/hr)	飛行高度 (m)	飛行間隔 (m)	風速 (m/秒)	適用機種	散布装置の 方式	備考
			l/ha	kg/ha							
水 稲	病虫害 防除	液剤少量 散布	8	—	10~20	3~4	5	3	KG-135II	アトマイザー	
									R-50	ノズル	
		粒剤散布	—	10~15	10~20	3~4	5	3	R-50	インペラ	
	は種	散ばん	—	90~200 (30~100)	10~20	3~4	5	3	R-50	インペラ	湿粉衣種 もみを散 はんする 場合に限 る() 内は種も み重量
小 麦	病虫害 防除	液剤少量 散布	8	—	10~20	3~4	5	3	KG-135II	アトマイザー	
									R-50	ノズル	
大 豆	病虫害 防除	液剤少量 散布	8	—	10~20	3~4	5	3	KG-135II	アトマイザー	
									R-50	ノズル	
れんこん	病虫害 防除	粒剤散布	—	40~60	10~20	3~4	5	3	R-50	インペラ	

注：飛行高度は、作物上の高さ。

早くから無人ヘリを利用した傾斜地のみかん園の病虫害防除試験が実施されている。みかん樹は水稲と薬剤の付着状態が異なるため防除効果をあげるため散布液量を変えた試験が行われ薬量と防除効果との関係が一部で認められていた。平成5年度(1993)には、薬液が比較的容易に付着する樹冠頂部や樹冠外周部、付着性の劣る樹冠中心部、内部、下部のいずれの場合でも10a当たりの散布薬量が同一の場合には、飛行間隔を狭くすることが飛行速度、飛行高度及び重ね散布回数より付着性の条件として優れるという結果が得られた。特に付着性の劣る樹冠中心部、内部、下部において10a当たりの散布量の多い区が必ずしも付着性が良好であるとはいえず、この場合にも飛行間隔の狭さが他の散布条件(飛行速度、飛行高度及び重ね散布回数)より付着性条件が優先される傾向があった。

これらのことから、無人ヘリによるみかん病虫害防除の散布飛行諸元について10a当たり散布薬量が4~5l

(水稲病虫害防除の薬量の約5倍)の条件では、飛行速度10m、飛行高度2~4m、飛行間隔2.5m(水稲病虫害防除の1/2)、重ね回数1回が良好な付着性を示した。実用的には、飛行速度5~10m、飛行高度2~4m、飛行間隔2.5~5m、重ね回数1~2回の範囲が適当と考えられている。今後、有効な薬剤の検索を行い、農薬の登録を待って実用化できるものと期待されている。

みかん病虫害防除技術のほか利用分野を拡大するための試験が果樹では、りんご、柿の病虫害防除試験、畑作物ではばれいしょ、はくさい、大根、キャベツ、レタスの病虫害防除試験などが農水協が中心となって行われている。

ここ1~2年、無人ヘリの特性に関心が高まり機体及びオペレーターの普及も進んだことから、多くの道県農業試験場でも無人ヘリの利用分野拡大のための試験が積極的に行われているので今後急速に利用分野が拡大するものと期待される。

V 無人ヘリ用農薬

無人ヘリ用農薬は、農薬取締法に基づいて「無人ヘリ用農薬」として登録されたものを使用しなければならない。農水協は登録申請に必要な効果、薬害、作物残留、環境への影響試験などを行っている。

無人ヘリ用農薬の剤型は、液剤と粒剤の二種類である。近年、ヘリ散布用液剤は溶剤を極力使用しないこと、懸濁性の劣化、あるいは飛散の抑圧など現場からの改善要望にこたえてフロアブル剤への転換が進んでいる。

現地混用を行う場合には、混合毒性についての確認がなされていることは当然であるが、ノズルの目づまりについての試験結果のあるものを使用することが大切である。現場で思わぬトラブルの原因となることがある。

粒剤は飛行基準で散布したときに散布幅5mを確保できる粒径、比重そして硬度でなければならない。粒剤は飛散性が小さいので散布間隔を基準幅以上に広げて散布すると散布もれを生じ安定した防除効果があがらない場合が多い。また、エンペラによって粉化しない硬度の製剤でなければならない。粒剤散布の際には事前に散布装置の開度を調節して基準幅が確保できるか、吐出量が適正であるかの二点を確かめることが必要である。

現在、「無人ヘリ用農薬」として登録されている農薬の種類は、水稻病虫害防除用農薬を中心に34種類あり、そのなかには大豆の害虫、れんこんのアブラムシを対象とした農薬、水稻の湛水直播用の過酸化カルシウムなども含まれている。これからも「無人ヘリ用農薬」として登録されるものが増えるものと期待されている。

VI 無人ヘリによる共同防除組織の事例

無人ヘリの実用化が契機となって共同防除組織や受託防除組織の整備が図られている市町村が増えている。これらの市町村の平成5年度の実施状況の一部を紹介する。

北海道木子内町では、JA 木子内に事務局を置き、各地区代表者で構成し防除日程、薬剤、予算などの基本計画を決定する「無人ヘリコプター防除協議会」とオペレーター17名で構成する作業の実行機関である「オペレーター協議会」を組織し、JA 木子内管内の水田作付面積380haの防除を無人ヘリ4機で延1,470ha実施した。散布料金は10a当たり800円を予定し、収支のバランスが採れるとしている。

宮城県仙台市農協管内では、仙台市農協に事務局を置く「仙台市農協農作物病虫害協議会」が有人ヘリコプタ

ーによる共同防除組織を引き継いで無人ヘリによる共同防除を実施した。機体は仙台市農協4機、県内農業者及び農業者以外の所有機それぞれ4機、県外の農業者6機、農業者以外2機の計20機編成によって水稻作付面積2,600haについて延防除面積5,200haを実施した。散布料金は10a当たり1,030円でおおよそ収支のバランスが採れるとしている。

栃木県那須町では、無人ヘリによる共同防除の実施組織を新たに設立した。JA 那須に事務局を置く「那須町病虫害防除及び条件整備推進協議会」である。またその実行機関として「運営委員会」を置き、散布の受託面積の取りまとめと事業の実行を担当した。機体は地元中堅農家の中から養成されたオペレーターが運航する6機、主として県内のオペレーターが運航する6機の計12機によって実施した。水稻作付面積830haについて延1,650haの防除を実施した。散布料金は10a当たり協議会所有機による場合の879円と応援機による場合の1,200円を平均した1,050円であった。協議会所有機による場合の879円では、散布の直接費（運航費＋修理費）に見合う程度で機体の償却費を賄うことができないが、今後受託面積の増加によって稼働率を向上させることを期待している。

広島県向原町では、町とJA 向原と共同出資による財団法人・農業公社を設立し、公社が水田作業の一貫請負を行うこととして大型機械の整備を行った(1988)。請負作業のうち防除については従来動噴で行ってきたが平成3年以降逐次無人ヘリによる防除に切り替えている。機体は1機でオペレーターは公社職員の4名が担当している。受託面積61haについて延139haの防除を実施した。散布経費は10a当たり2,200円と前述の事例中最も高い。この地区の立地条件は水田の区画が極めて小さく、また飛び地が多いため移動に時間を要し1日当たりの散布面積は平均4.5haに止まっている。しかし、従来の動噴による作業能率との比較では5倍であるという。公社では「要望のたかい病虫害防除作業の実施を通じて全体の受託面積の拡大を図れる意義が大きい。」と無人ヘリ防除を位置づけている。

以上4地区の事例でわかるように無人ヘリによる共同防除を実施するには、それにふさわしい体制をまず整備することが大きな課題である。仙台地区を除く中山間の3地区では共同防除はすでに過去のものであり、体制整備のための話し合いや、実施に先立っての1筆ごとの面積調査、集落別の農家説明などの作業実施に至る間の担当者の苦労は非常なものであったという。

1日当たりの作業面積は平均で27haから5ha未満

までと地区による差は非常に大きい。これは無人ヘリの稼働条件の違いによるもので、立地条件、耕地の整備条件、水稻の作付け状況などによって作業効率が大きく異なるためである。このため、散布料金も地区による差が大きい。しかしながら、無人ヘリ防除はそれぞれの地区に適応した形をとりながら既に地元の栽培技術体系のなかに組み込まれ、散布料金の高低にかかわらず地元農家の好感を得て受け入れられている。これは地形的あるいは社会的環境から有人ヘリによる散布が困難であり、一方では地上防除機による共同防除が難しいという現地状況の打開策として無人ヘリが導入されているからと考えられている。

なお、県及び県農業団体は積極的な支援を行っている。県は無人ヘリの水稲防除における技術的な位置づけと実施上の安全を図るため指導要領を制定し（宮城・広島県）、その適応性を検討するための事業を行う（宮城県）ほか、各県とも機体の導入には制度的融資措置を講じている。

県農業団体は機体の保有（広島県）および長期リースを行って導入の促進を図っており（北海道）、さらに各県の団体はオペレーターの養成費を助成するなどしてこの事業の基盤づくりに大きな役割を果たしている。

また、県植物防疫協会は無人ヘリの技術開発や適用農薬の拡大のための試験を行っている。

Ⅶ 今後の課題

無人ヘリは“空飛ぶ農作業機”というユニークさが関係者の関心を集めているが、21世紀の農業に寄与するためには、なお多くの課題を抱えている。いずれにしても無人ヘリによる諸作業が採算のとれるものでなければならない。

そのためにはまず、無人ヘリの特性を生かして利用分野を多面的に開発すること。第二にはオペレーターの養成と資質の向上を図ることである。生産者や農業団体職員などが受講し易い環境をつくることが大切である。そして第三には、安全かつ簡易に操作できるハード面の改良、改善である。特に共同防除の事例でも紹介したように広面積に多数の機体が投入される場合には誘導無線の徹底した周波数管理が必要であり、このための専用電波の早急な取得が望まれる。また最近RC-50型用の高度維持装置が開発され操縦性が著しく良化されたようにハード面での進歩が散布装置を含めて期待されている。

引用文献

- 1) 農林水産航空協会(1993): 農林水産航空技術合理化試験成績書, 135 pp.
- 2) ———(1993): 産業用無人ヘリコプター新分野開発試験成績書, 129 pp.

(32 ページより続く)

野口雅美氏（検査第一部技術調査課）は検査第二部化学課へ
高橋伸英氏（採用）は検査第一部企画調整課へ
市川 豊氏（採用）は検査第一部農業環境検査課へ
笹沼伸一郎氏（採用）は検査第二部生物課へ
佐藤京子氏（採用）は農薬検査所検査第二部農薬残留検査課兼植物防疫課へ
小林正子氏（採用）は横浜植防業務部国際第一課兼植物防疫課へ
北村恭朗氏（検査第一部農薬環境検査課水質検査係長）は種苗管理センター栽培試験部特殊検定課技術調査係長に
佐々木千潮氏（検査第一部企画調整課）は横浜植防東京支所へ
扇田哲男氏（検査第二部農薬残留検査課）は横浜植防東京支所鹿島出張所へ
植物防疫所（4月1日付）
鈿持秀禧氏（横浜・業務部国内課長）は神戸・大阪支所長に
藤 松男氏（横浜・東京支所次長）は横浜・業務部国際第三課長に
秦 二郎氏（横浜・塩釜支所長）は横浜・業務部国内課長に
川上房男氏（神戸・業務部国際第三課長）は横浜・調査研究部調査課長に
加藤利行氏（横浜・調査研究部調査課長）は横浜・調査

研究部害虫課長に
小西池英身氏（神戸・業務部国際第一課防疫管理官）は名古屋・国内課長に
松下慶三郎氏（名古屋・国内課長）は神戸・業務部国際第二課長に
小原傳一氏（門司・国内課防疫管理官）は神戸・業務部国際第三課長に
伊藤久也氏（横浜・成田支所業務第一課長）は横浜・塩釜支所長に
清水憲治氏（神戸・業務部国際第二課長）は門司・福岡支所長に
鈴木光男氏（横浜・業務部国際第三課長）は横浜・成田支所長に
前島 勇氏（農薬検査所検査第二部農薬残留検査課長）は横浜・東京支所次長に
潮新一郎氏（横浜・成田支所業務第三課長）は横浜・成田支所業務第一課長に
釣谷信雄氏（横浜・東京支所千葉出張所防疫管理官）は横浜・成田支所業務第一課長に
西平良雄氏（那覇・石垣出張所長）は那覇・調整指導官に
小野 仁氏（横浜・調査研究部害虫課長）は農薬検査所農薬審査官に
廣尾剛一氏（門司・福岡支所長）は退職

(48 ページへ続く)