

水稲病虫害防除法を中心にした機械化新技術の経営評価

松本 功*・宮本 誠*・米谷 正*

要 約

水稲病虫害防除作業において、新たに技術開発され実用化が進みはじめた産業用無人ヘリコプタ、水田管理トラクタ、及び水田ビークル等利用の経済性を検討した。

- 1 年間延べ作業可能面積は、産業用無人ヘリコプタが172ha、水田管理トラクタ107ha、水田ビークル64ha、動力噴霧機39ha、背負式動力散布機27haと試算された。
- 2 作業可能最大面積における散布経費は、産業用無人ヘリコプタが約26千円/ha、水田管理トラクタ25千円/ha、水田ビークル28千円/ha、動力噴霧機41千円/ha、動力散布機35千円/haとなり、農家が個人で普通に多く用いている動力散布機は割高であった。規模の小さい経営などは、個人で機械を所有するよりは産業用無人ヘリコプタによる委託散布が経済的であった。
- 3 産業用無人ヘリコプタ防除は、オペレータの確保と散布面積の確保が課題であった。また水田管理トラクタと水田ビークルについては、より良い運転操作が必要であった。

Labor Reduction and Cost Analysis with Pest Control Machines of the Different Types in Rice Field.

Isao MATSUMOTO, Makoto MIYAMOTO, Tadashi YONETANI

Summary

Comparison was made of the labor reduction and the parameters of cost under the conditions of measured value. The results were as following.

- (1) The maximum capacity area to operation was 172 ha by aerial application with the remote control helicopter, and with a tractor-mount power boom-sprayer 107 ha, with a management vehicle 64 ha, with a portable power sprayer 39 ha, and a knapsack power duster 27 ha.
- (2) The cost was 26 thousand yen per ha with remote control helicopter, and 25 thousand yen with a tractor. Both costs were lower than a knapsack power duster, and then an aerial application with a remote control helicopter by contract was to a small-scale farm's benefit.
- (3) With a remote control helicopter, there was the problem of stabilized procurement of operators and adequate area to work. The tractor and management vehicle required you essential for better operation.

キーワード：水稲，病虫害防除，コスト低減，機械化，作業性，無人ヘリ，評価

緒 言

水稲生産において、追肥、除草、病虫害防除などの中間管理作業は依然として小型機械を用いた圃場ないし畦畔を歩いての人力作業に多く依存している。これらの作業は適期の適切な管理が必要であり、増収、増益につながる重要な作業特性を併せ備えているが、他方、肉体作

業による労働負担が大きいことや、1人で作業することが困難であるといった点が、今日の農家の農業労働力の不足や高齢化、婦女子化の進展という事態の中で、適期作業を難しくしている。したがって、これからの更なる省力、軽作業化が要請されている。ことに大区画圃場整備が次第に進展してきている中で本問題は一層先鋭化しつつある。

そうした中で、中間管理用の汎用作業機や産業用無人ヘリコプタ（以下RCヘリと呼ぶ）また省力的資材（肥

1997年8月29日受理

*中央農業技術センター

効調節型肥料, 長期持続型箱施用肥料, 同農薬等) などの開発が進みつつあり, その普及をめぐる経済性の評価が主要な課題になっている。そこで本研究ではそのための基礎的データを得ることを目的に, これら中間管理作業のうち病害虫防除作業について, それぞれの機械化新技術の特徴と作業性の調査, 及びコスト分析などを中心に経営的評価を行ったのでその内容を報告する。

調査の方法

1 調査分析の対象にした新技術と作業方式

- ①RCヘリ
- ②水田管理トラクタ(15mブームスプレーヤ装備, 条間走行)
- ③水田ビークル(7.5mブームスプレーヤ, 本体田植機仕様)
- ④動力噴霧機(可搬式)
- ⑤動力散布機(背負式)

2 作業方式別機械の性能, 能率測定と作業性調査

(1) 作業機の性能及び能率調査

加西市及び小野市の現地圃場の7~8月における防除作業を調査した。RCヘリは1日間の作業を, その他作業機は1筆単位にストップウォッチを用いて計測を行った。圃場区画は概ね面積30~50aの圃場整備田であった。

(2) 機械による作業性の調査

同様に観察とオペレータに対する聞き取りによって作業機の特徴と操作性の違いを調査した。

3 機械作業方式別作業可能面積及びコスト試算

(1) 作業可能面積のとらえ方と計算式

作業可能面積の算出式は次の通りである。

$$\text{作業可能面積} = 1 \text{ 日の作業負担面積} \times \text{作業期間} \times \text{作業可能日数率}$$

圃場作業量は現地での実測値を用いた。1日当たりの作業可能時間は実態を考慮し, 動力散布機が3時間, 動力噴霧機は7時間, それ以外は8時間とした。すなわち動力散布機は飛散しにくいDL粉剤を使用しても早朝および日没前後の1~2時間に制約され, 動力噴霧機は圃場内の歩行やホースを引っぱる作業など過酷な重労働が多いためである。RCヘリの操作は緊張による疲労が大きく, 1日5時間以内と定められおり¹⁾, 複数のオペレータが交代しながら作業するものとした。実作業率については, RCヘリは延べ4日間の現地調査から求め, その他作業機は1筆単位のため実作業率基準表⁴⁾に従った。作業回数は県南部(加西市)での基本防除の7月6半旬と8月4半旬の2回とした。作業日数は1回当たり7日, 延べ14日間とした。作業の可否を左右する気象条件は風速と降雨である。一般に, 粉剤は風に弱く, 液剤散布はそれより強く, RCヘリは風速5m/s以下となっている。RCヘリのオペレータによると強風による飛行中止はこの時期になかったことから, 降雨を中心とした機械作業の可能日数とした。梅雨明けである7月下旬以降は晴天率が高く, 8月の作業可能日数率は77%⁴⁾を適用した。

表1 防除作業可能面積

作業方式名	圃場作業量 (ha/時)	作業時間 (時/日)	実作業率 (%)	1日の作業 負担面積 (ha/日)	作業可能 面積 (ha)	備 考	
						組作業人員 (人)	実作業量 (時/ha)
①RCヘリ	4.00	8	50	16.00	172	3	0.50
②水田管理トラクタ	2.00	8	62	9.92	107	1	0.81
③水田ビークル	1.20	8	62	5.95	64	1	1.34
④動力噴霧機(可搬式)	0.79	7	66	3.65	39	4	1.92
⑤動力散布機(背負式)	1.20	3	69	2.48	27	2	1.21

注1) 実作業率は移動準備小休止などを除いて実際に機械が圃場内で作業をしている時間の比率。

2) 1日の作業可能面積=圃場作業量×作業時間×実作業率。 3) 作業期間は14日, 作業可能日数率は77%。

4) 作業可能面積=1日の作業可能面積×作業期間×作業可能日数率。

5) 実作業量=1日当たり作業時間÷1日の作業負担面積。

(2) 機械作業方式別コストの試算分析

防除経費の算出式は次の通りである。

$$\text{単位当たり防除経費} = \text{単位当たり変動費 } C_v + \frac{\text{固定費 } C_f}{\text{稼働面積 } S}$$

コスト試算の前提条件は次のように設定した。経営条件として、稼働面積は作業可能面積まで確保できる経営

体ないし集団とし、必要労力は臨時雇用の調達が可能で、圃場は連担化を前提とした。価格条件については、農薬費は前述のとおり本田防除2回分の小売価格で積算した。薬剤は作業機によって異なるので、それぞれ同じ効果が得られる組み合わせで散布するものとした。燃料費は実作業量(表1)に毎時消費量と単価を乗じ、潤滑油を合

表2 防除作業機の固定費等内訳

作業方式名	型式等	価格 (円)	耐用年数 (年)	負担率 (%)	固 定 費 (円/台)			合 計
					減価償却費	修理費等	資本利子	
①RCヘリ	R-50	6,366,450	5	100	1,145,961	641,072	254,658	2,041,691
②水田管理トラクタ ブームスプレーヤ	GT5	3,600,000	8	58	234,900	146,160	83,520	819,830
	15m	1,450,000	5	100	261,000	36,250	58,000	
③水田ビークル ブームスプレーヤ	PAV6	2,841,000	5	40	204,552	79,548	45,456	611,306
	7.5m	1,150,000	5	100	207,000	28,750	46,000	
④動力噴霧機	可搬式8PS	1,190,000	5	100	214,200	47,600	47,600	309,400
⑤動力散布機	背負式	102,000	5	50	9,180	2,040	2,040	13,260

注1) 負担率：水田管理トラクタは溝切り8日，施肥6日，防除11日の作業時間配分とした。

水田ビークルは田植8日，溝切り8日，防除11日の作業時間配分とした。

2) 残存率は10%，資本利子は4%とした。

3) 水田管理トラクタと水田ビークルの修理費は7%，ブームスプレーヤは2.5%，

RCヘリは修理費288,200+保険料352,872円，その他は4%。

表3 防除作業の変動費

(円/ha)

作業方式名	農薬費	燃料費	労働費	合計
①RCヘリ	11,480	415	2,840	14,735
②水田管理トラクタ	15,743	412	1,533	17,688
③水田ビークル	15,743	441	2,537	18,720
④動力噴霧機	18,891	494	14,538	33,923
⑤動力散布機	30,067	279	4,581	34,927

注1) 変動費は、防除作業1回当たり金額。

2) 燃料消費量：RCヘリ5ℓ/h(混合ガソリン，@166)

水田管理トラクタ4.6ℓ/h(軽油，@85)

水田ビークル2.3ℓ/h(ガソリン，@110)

動力噴霧機1.8ℓ/h(ガソリン，@110)

動力散布機1.6ℓ/h(混合ガソリン，@144)

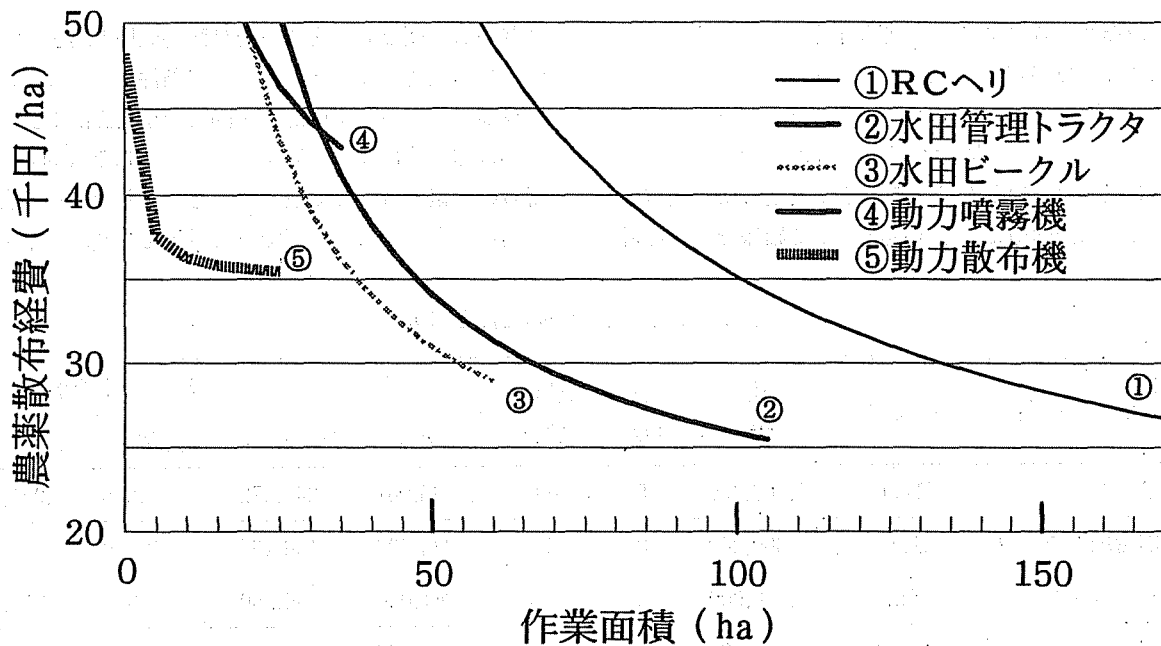


図1 作業面積と薬剤散布費用

む費用とした。労働費は実作業量に組作業人数(表1)と労賃(1,893円/時)を乗じて見積もった。なお、RCヘリのオペレータ賃金は、特殊技能でもあり高めに設定されるべきかもしれないが、同一単価とした。RCヘリの現地での組作業要員は地元の案内者1名とオペレータ3名であったが、試算では3名とした。

機械取得原価は標準小売価格とし、複合作業機では防除作業の利用時間の比率を乗じて費用を按分した。なお、機械器具の耐用年数、償却費、資本利子見積額は農林水産省の米生産費調査、また修理費は年間固定比率表⁴⁾に準じた。

結 果

1 作業可能面積の把握

作業可能面積の算出にあたり、それぞれの圃場作業量を、次のように決定した。RCヘリは小休止、小移動込みで概ね0.4~0.5時間/haの作業であった。散布作業の時間比率(実作業率)は38.2~59.7%であったので、実作業率を平均的な50%、実作業量0.5時/haとし、RCヘリのみ逆算して圃場作業量を4ha/時と定めた。なお、棚田や住居周辺の水田比率が高まると、能率はやや低下する。水田管理トラクタの圃場作業量は調査では1.4~2.7ha/時であったことから、平均値の2.0ha/時とした。水田ビークルも同様に0.8~1.5ha/時であり、平均値の1.2ha/時とした。これら水田乗り入れ防除方式は変形田ではブームの伸縮操作とコース取りで作業性がかなり低下する場合があった(圃場作業効率は52.9%から

31.3%に低下した)。

試算によると防除可能な延べ面積は、RCヘリは約172ha、水田管理トラクタ約107ha、水田ビークル約64ha、動力噴霧機約39ha、動力散布機約27haと推定された(表1)。自動車で運搬できるRCヘリは、作型の異なる地域での作業受託を行うことができるので、散布可能期間を仮に14日から20日に広げると、この作業可能面積は178haから258haに拡大すると試算される。

2 規模別防除コストの試算分析

1台当たりの固定費は、動力散布機が一番安い13,260円、RCヘリが最も高く2,041,691円となった(表2)。

変動費は、RCヘリが一番安い14,735円/ha、動力散布機が最も高い34,927円/haとなった。このうち、農薬費はRCヘリが1ha当たり11,480円と最も安く、ついで水田管理トラクタ、水田ビークル、動力噴霧機、動力散布機の順となる(表3)。

それぞれの作業方式における作業規模別の散布経費は図1の曲線となる。作業規模別にみると作業面積が40haくらいまでは、動力散布機が最も安価に実施でき、その費用は35千円/haより下がらない。作業規模40haくらいからは水田ビークル、そして80haくらいから水田管理トラクタの有利性がそれぞれ高まる。散布経費が30千円/ha以下になるのは双方とも60ha前後あたりからである。散布経費が最低となり得るのは水田管理トラクタで、107haの稼働で25千円/haとなる。RCヘリは170haの稼働で約26千円/haまで経費が下がる。さらに、除草剤散布や種子の直播が複合作業として実用化され

ば薬剤散布作業の固定費負担率が下がり、本試算以上に低コストで薬剤散布が可能となろう。なおRCヘリを作業委託（散布作業料金20千円/ha）すれば、規模にかかわらず一定額のha当たり31,250円の散布経費となり、動力散布機よりも低額で、分業による「委託効果」¹⁾が発揮される。また動力噴霧機は20~40ha規模でも動力散布機と水田ビークルの防除経費を上回り相対的に経済性が低く、採用されにくい方式と推測された。

3 技術の特徴と作業性の評価

一般に農家の間で使われている動力散布機は、慣行の2名による作業方式である。多口ホース噴頭を用いても短辺が40mを超える大区画圃場では、作業員1名は圃場内を歩行する必要がある。また共同利用の形で導入されている畦畔噴口を用いた動力噴霧機の散布作業は、散布むら解消と株元への到達度を高めるために薬液量は120ℓ/10a前後（生育量により80~150ℓ/10a）の多量散布が推奨され、このため作業効率が低い。薬剤コストが安く作業時間帯の制限が緩く、より多くの面積をこなせることから、営農組織を中心に普及をみたが、酷暑条件での長時間作業であり、次第に作業員の確保が難しくなっている。このような現行普及方式に対して新しい作業方式はそれぞれ次のような特徴を有していた。

- (1) RCヘリによる防除作業は、1フライトに約8~10ℓの薬剤を積載し、最大面積1haが処理できる（Y社R-50）など、高濃度液剤を極めて高能率に散布することができる。なお、粒剤散布装置を用いれば、粒剤（イモチ剤）、直播種子の散布も可能である。大面積をこなすためには、計画的日程によるスケジュール散布が中心となるが、悪天候が続けば適期作業が遅れる恐れがある。
- (2) 水田管理トラクタによる防除作業の特徴は、水稲の植わっている本田に乗用して、防除作業ほか諸作業（溝切り、追肥散布）もこなす。本機がトラクタであるため、機体バランスが良く積載量（300ℓ）が大きい。機体後方に散布幅15m（30m幅区画で1往復）のブームスプレーヤを装備し、葉先すれすれの散布も可能で、かなりの強風でも作業は可能である。25ℓ/10aの液剤（パンライドクルーザ用高濃度薬剤）散布により、薬液1回補給当たり1ha散布を可能としている。
- (3) 水田ビークルによる防除作業の特徴は、散布幅が7.5m（30m幅圃場では2往復）と狭く、積載量は140ℓである。本体が田植機で最低地上部高がやや低いために生育後半の防除作業がやや困難になる恐れがある。エアアシスト機構を装備し、株元へ液剤を吹きつける仕様である。軽トラックに積んでの移動ができないので、限られた地域内での作業が中心となる。オペレータは小型特

殊運転免許と、慣れれば操縦できる簡便性と機械に座ったままの楽な作業が評価される。

考 察

作業圃場の団地化により、圃場作業量や実作業量の向上と負担面積の拡大を図ることが、いずれの方式にも求められる。コスト試算にも示されるように、経費割合の大きい機械費用低減のための面積確保と作業時間にも留意して防除作業方式を選択することが重要である。

県下ではRCヘリ防除は作業受委託方式で行われることが一般的であり、農薬費込みで1ha当たり31,250円の散布金額では、中小規模の農家においては自らの労賃を除外しても、RCヘリ委託が最も安価に散布できる。

RCヘリ所有の組織側にたてば、面積121.9haが経済下限面積となる。この適正操業度以上では、コスト回収と高い労働報酬をオペレータに還元できる。オペレータ賃金を仮に2倍（時給3,786円）に高めるとき、この面積は146.8haに上昇する。オペレータにとって稲作防除のみではごく短期間であり、支払報酬総額も課題となる。

散布作業経費をRCヘリと同じく20,000円/haとすれば、経済下限面積は水田管理トラクタは41.0ha、水田ビークルは同30.6haとなるので、集落営農組織での所有が可能であろう。これらの機械の走行スピードは0.6~1.0m/秒で歩くのと同じくらいである。ターンや薬剤補給などの時間も必要なので、慣行の動力散布機に比べて労働時間は極端に短縮できないことが読みとれる。現地で問題とされることの多い稲の踏み倒し株率は約1~2%（30a圃場の場合）で、減収量は皆無かあってもわずかであるとの報告が多い^{2) 5)}。稲株の踏み倒し等に対して、現在では54%の人が気になるとしており⁶⁾、農家の感覚を変えることが本作業方法の普及には必要である。何よりも水田ビークル等は1人作業の可能なことが評価できる。

多大の労力と苦痛を要する病虫害防除作業は過酷な作業³⁾であり、それぞれの地域的拡がりの中で、また各々の経営組織において、適切な病虫害防除法を検討し選択することが肝要である。

引用文献

- (1) 梅本雅（1997）：水田作経営の構造と管理（日本経済評論社）31-32
- (2) 北倉芳忠（1996）：大区画重粘土水田における乾田直播作業体系（福井農試特別報告）27-29
- (3) 前重道雅（1996）：稲作の技術革新と経営戦略（養賢堂）124-134

- (4) 向井三男(1984):農業機械導入利用と安全管理(農業技術研修会)38-73
- (5) 全国農業システム化研究会資料(1996):実証調査報告書(全国農業システム化研究会)2-447
- (6) 全農調査資料(1997):農業機械レポートNo.453(全農)18-25
- (7) 農林水産航空協会資料(1997):産業用無人ヘリコプタによる病虫害防除の手引き(農林水産航空協会)16-19