

乗用田植機装着式ブームスプレーヤ(パンクルスプレーヤ)の研究・開発

全農農業技術センター農業機械研究部 **徳 能 愼 八**

はじめに

水田への薬剤散布には、有人ヘリ、背負動力散布機などを利用した畦畔歩行による方法がある。さらに最近では無人ヘリ、大型散布機による農道流し散布などもあるが、それぞれ一長一短がある。

全農農技センター農業機械研究部では、農業研究部と連携して関係農機・農薬メーカーの協力と日本植物防疫協会をはじめ、関係機関の指導によりこれからの水田防除の一技術として、乗用田植機を汎用乗用管理機(Pan Ride Cruiser: パン・ライド・クルーザー、略称パンクルと命名)として利用した、圃場内移動による液剤少量散布方法について研究・開発を行ってきたので、概要について紹介する。

I 開発のねらい

低コスト農業生産、環境・人にやさしい農作業は時代の要請である。全農ではこの要請に答えるため、新しい作業技術の研究・開発を行ってきた。その課題の一つとして、乗用田植機を利用した新しい防除技術の開発がある。

田植機は現在の稲作にはなくてはならない農業機械である。しかし、一方では年間数日しか稼働しないため、機械利用経費アップの一要因ともなっている。このため、田植機の特長を活かし、田植え以外の圃場内作業にも汎用利用でき、環境・人にやさしい防除を目指した乗用田植機装着式ブームスプレーヤ(パンクルスプレーヤ)の研究・開発に着手してきた。

1 乗用田植機本体の改造

そもそも乗用田植機には、トラクタ的な構造と機能があり、用途を広げるには格好の素材といえる。そのため、現在の田植機をそのまま使用することを基本に、必要最小限の改造にとどめることを原則として、次のような項目を検討しながら本体の改造を考えてきた。

① 植付部昇降装置へ作業機を装着する方法

トラクタと作業機のように、農家が必要に応じ簡単に着脱できるよう、植付部の取り外しと防除機の装着方式

は他型式への共通化を含め簡単な構造とする。

② 田植機 PTO (動力取り出し軸) 関係

開発のベース機には、ある程度の最低地上高を確保し、PTO 出力、回転数、寸法がパンクルとしての条件を満たす田植機として、6 条田植機の上位型式を選定した。

③ 圃場内作業を意識した走行部の改良

車輪による稈の巻き込み防止策のため、前輪に分草板などを装備する。

④ 稲株の踏み倒し軽減対策

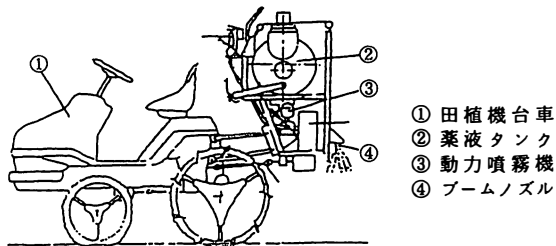
前輪の輪距(左右タイヤ間の寸法)を改造し、前後輪とも同一輪距とした。また、稲株の踏み倒しを軽減するため、車輪も生育中期以降の圃場内走行を意識したラグ形状とした。

⑤ 発電容量、バッテリー容量、エンジン出力

ブームの折りたたみなどの電動化、圃場内移動を意識し、発電容量・エンジン出力がパンクルスプレーヤに適

表-1 パンクルスプレーヤの主要諸元

使用田植機		SI-800 R (K 社)	RR 650 (Y 社)
吐出方式	l	速度連動吐出方式	←…………
薬液タンク容量	l	100	120
ノズル個数	個	18	18
ノズル高さ	mm	葉面上 50~100	←…………
毎分吐出量	l/min	4~ 8	3.6~4.0
10 a 当たり散布量	l/10 a	25~ 50	25
有効散布幅	m	5.4	←…………
ブーム開閉		電動式開閉両腕式	←…………
タンク内攪拌装置		直流モータ	←…………



① 田植機台車
② 薬液タンク
③ 動力噴霧機
④ ブームノズル

図-1 パンクルスプレーヤの概要図

Development of Riding Type Rice Transplanter Mounted Boom Sprayer. By Kenpachi TOKUNO

合する型式を検討していく。

2 装着防除機の検討

低コスト防除の実現と、散布精度を高め施用効果を増大させることを第一の目標とした。そのため、植付幅の3倍程度の散布幅を持ち、移動速度連動調量による均一散布、近接散布による風に強い防除作業、少量散布の実現を基本とした装着型の防除機（液剤、粒剤用）を開発し、液剤散布機パンクルスプレーヤについては、実証試験を進め、ほぼ実用化の段階に達した。

II 主な特徴

1 移動速度連動調量機構の採用

従来の散布方式では散布面積当たり、または対象作物量当たりの散布量が厳密に指定されていなかったり、指定されていても「10 a 当たり 100 l」のように非常に大まかなものであった。

一方、散布機の散布精度は正確な薬剤の繰り出し (l/分) と正確な移動速度 (m/秒) が同時に満たされて初めて達成される。近年、農作業形態に合わせ、無人散布機・大型散布機など、各種防除機が開発されているが、調量機構と移動速度はこれまでの防除機同様、独立しているため、調量開度に見合った散布速度は作業者の勘に頼る面が多い。このため、時には散布量が過大になったり、不足を生じたりすることもあり、コスト面、施用効果面で問題となることもあった。

今後は、防除機の移動速度に連動した調量散布方法により、「10 a 当たり 100 l 散布」の作業から「1 m² 当たり 100 ml 散布」のような、正確な散布作業を追求することが必要に思われる。また、さらに一歩進んで防除対象作物の生育段階に適応し、作物量に応じた散布量の検討も必要になってくる。このように散布精度の向上は防除効果の安定化はもちろん、適性散布量の検討も可能になってくると思われる。

パンクルスプレーヤの開発にあたっては、移動速度に

連動した散布方式を採用するため、田植機植付部 PTO（動力取り出し軸）と、調量装置が連動した機構とした。植付部 PTO は、田植機の移動速度が変動しても一定の株間が確保できるように、移動速度と回転数は連動する機構になっている。この植付部 PTO を利用することにより、単位面積当たり正確な散布が可能となり、これまでの作業者の勘に頼る畦畔歩行散布などに比べ、散布精度はきわめて高い（図-2,3）。

基本的構造は、田植機 PTO でスプレーヤに搭載された動力噴霧機を駆動する仕組みとなっている。従来、動力噴霧機で鉄砲ノズルなどにより水田防除を行う場合には、圧力を 15~25 kg/cm² 程度にし、20~30% 程度の余水状態で使用するのが普通である。パンクルスプレーヤの場合は、圧力 2~3 kg/cm²、余水 0% の状態で使用する構造になっており、その結果 PTO 回転数と噴霧量の正確な連動が可能となった。

また、移動速度連動方式を採用すると、圃場条件により車輪のスリップ率が変化した場合、正確には単位面積当たりの散布量も変動する。このため、圃場条件が極端に変化した場合には動力噴霧機の回転比を切り替える必要がある。これには田植機の株間設定レバーにより、簡単に PTO 回転数を変速することが可能である。

2 作物への近接散布

従来の防除方法では、気象条件、とりわけ風による散布効果への影響が大きく、時間的にも制約される傾向がある。

パンクルスプレーヤによる防除方式は、圃場内乗り入れ散布のため、対象作物への近接散布が可能となり、風などの気象条件に制約されにくい。このため、散布作業時間も従来の防除方式に比べ多く確保でき、ドリフトもきわめて少ない。

一般に防除機の作業可能面積は、「作業能率 (ha/時)

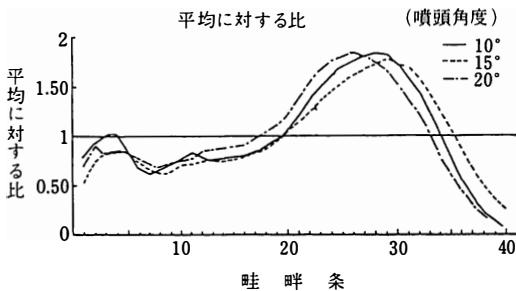


図-2 動力散布機による散布精度

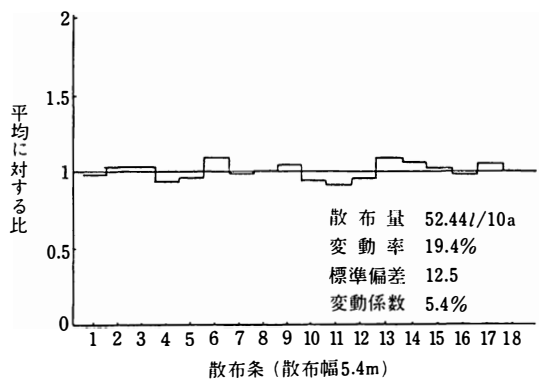


図-3 パンクルスプレーヤの散布精度

×1日の作業時間×作業日数」で表せるが、この方式は1日の作業時間が多くとれるため、作業能率の割合には作業可能面積は大きくなる。

散布幅は乗用6条田植機をベースに研究開発をしてきた経過もあり、6条の3倍の18条(5.4m)をカバーできる構造となっている。将来、防除機装着装置に自動水平制御装置などが採用されれば、さらに1m程度拡大することが可能と思われる。

散布ノズルは1条当たり1個のノズルを有しており、低圧近接散布による散布精度の向上を目指している。

3 少量均一散布の実現

10a当たり散布量は、粒剤においては除草剤の1kg化のように少量化の方向にある。しかし、液剤散布においては、10a当たり散布量が100lのように多量の薬液を必要としている。このため作業性能、水の補給などの面で、また、タンクを大型にしなければならないため、機械の製造コスト面において不利な面が多く、一つの課題となっている。特に、水田内乗り入れ防除を想定した場合には、薬液の補給回数、圃場適応性、機体のバランスなどを考えると、さらに能率は限定されてくる。

このため、今後調量精度の向上、調量域の拡大、均一散布方法の追求などによる少量散布機の開発が必要になってくると思われる。

パンクルスプレーヤは、田植機の植付部を取り外し、ブームスプレーヤを装着した圃場内乗り入れ散布方式ということもあり、積載量が限定されているため、散布量は25l/10aを目標に検討を行ってきた。このため、タンク容量が小さくでき、薬液補給回数も低減できる。現在の試作機では100~120lのタンクを搭載しており、これにより補給なしで40a程度の散布作業が可能になる。

平成5年に、少量散布を目的とした日本植物防疫協会委託試験が全国12か所で実施された。試験の結果、現行薬剤のなかで殺菌剤(紋枯病、いもち病)6剤、殺虫剤(ウンカ、カメムシなど)2剤が薬剤効果・薬害・作物残留試験などで実用可能と考えられ、このほかに現在データとりまとめ中のものが4剤ある。さらに平成6年には、別の10薬剤についても試験を実施する予定であり、使用可能薬剤も早急に整ってくると思われる。

4 端数処理対応

圃場内での端数作業に対応できるよう、ブームは一部が折りたたんだ状態でも散布可能で、噴霧幅が3系統に切り替え可能となっている。このため、重複散布が避けられるとともに、切り替えた散布幅に見合った散布量になる機構を採用しているため、散布精度も全幅散布状態と同じように確保できる。

5 一人乗用快適作業を意識した装備機能

一般に従来の防除作業では、2人以上の組作業を必要とする場合が多く、また、作業内容も圃場内での歩行移動、被曝など悪条件下での作業が間々見受けられる。今後、一人乗用快適安全防除作業の実現は避けられない課題である。このため、一人快適作業を意識して次のような装置を装備している。

- ① 電動シリンダなどの採用によりブームの折りたたみが手元操作できる。
- ② 作物の生育状況や圃場条件にあわせてブーム高さ調整が手元操作できる。
- ③ タンク内かくはんは電動モータを採用しており、手元操作で均一なかくはん状態が可能である。
- ④ 一人で田植機本体とスプレーヤの脱着が容易にできる。

III パンクルスプレーヤの試験結果

平成4年度実施された日本植物防疫協会委託試験、及び全農農業技術センターで実施した試験結果の概要は次のとおりである。

1 散布精度・調量精度試験

農業機械研究部が開発した散布精度自動計測装置により定置状態で清水を供試し、散布精度(散布幅に対する各条散布量の変動係数)と調量精度(散布方向に対する1条当たり散布量の変動計数)の測定を行った。

散布量の測定は、1条当たりの散布面積を3.3m²ごとで1サンプルとし、散布幅に対して18点、進行方向に対して10点の計180点を時系列に測定した。パンクルスプレーヤ25l/10aを目標とした区では、両機とも散布精度・調量精度は6.5%以内であった。また、慣行の鉄砲ノズルを用いた畦畔からの散布区の散布精度は46.5%であった。この結果、パンクルスプレーヤでの散布は散布幅・進行方向に連続的に安定した散布が可能であることを確認した。

2 日本植物防疫協会委託試験結果の概要(表-2)

(1) 散布量

目標散布量25l/10aの場合、実散布量は24.6~27.3l、同じく50l/10aの場合、49.6~60.9lとなり両区ともほぼ目標どおりの散布が可能であった。

(2) 30a当たり作業能率

生育中期の圃場内移動による散布作業では、作業速度が0.37~0.49m/s、スリップ率6.6~19.6%、作業能率は31.9~46.7分/30aとなった。

(3) 稲体への農薬付着量

パンクルスプレーヤ区と対象区を比較すると、稲体へ

表-2 平成4年度日本植物防疫協会委託試験結果の概要

試験区	パンクルスプレーヤ 希釈倍数 500倍		パンクルスプレーヤ 希釈倍数 1000倍	
	25 l/10 a 区		50 l/10 a 区	
供試機械	パンクルスプレーヤ		パンクルスプレーヤ	
散布時走行速度	m/sec		0.37~0.49	
スリップ率	%		6.6~14.2	
実際散布量	l/10 a		24.6~27.9	
30 a 当たり作業能率	min/30 a		31.9~44.7	
ドリフトの有無 (圃場端からの薬痕の有無)	ドリフトが観察されなかった。		ドリフトが観察されなかった。	
人体への被曝量	mg/100 cm ² /a		ND~4.15	
走行直後の稲の踏み倒し株率	%		0.11~2.57	
収穫直前の稲の踏み倒し株率	%		0.04~0.89	

表-3 圃場内移動走行による踏み倒し株の増加割合

圃場内散布回数	1回目	2回目	3回目
作業内容	パンクルG噴頭	パンクル スプレーヤ	パンクル スプレーヤ
作業時間	7/30	8/20	9/11
草丈・茎数	72 cm・25本	95 cm・16本	101 cm・17本
備考	中干し圃場		
踏み倒し株率%	0.70	1.02	1.02

備考：調査面積 1,768 m² 調査株数 36,100 株

の面積当たりの薬液付着量は対象区のほうがまさる結果となったが、薬液付着率でみると、両区とも大きな差はみられなかった。稲体1株での表面積当たり付着量のバラツキは対象区と同等か、または小さな結果となった。

(4) ドリフト

散布時におけるドリフト状況は、4.5 m/sの風速においてもほとんど観察がされなかった。対象区においては比較的大きな粒子(直径0.5 mm以上)の薬液痕が20 m付近まで観察され、35 m付近でも小さな薬液痕が観察された。

(5) 人体被曝量

きわめて少ない量で、問題となる数値ではなかった。

(6) 稲の踏み倒し株率

散布作業終了直後の踏み倒し株率は、0.11~2.57%であった。このときの踏み倒し株率には、倒伏角45度程度の株数が大きく影響した数値となった。しかし、これらの株は収穫直前までに全区において回復がみられ、収穫時の踏み倒し株率は0.04~0.89%となった。

全農試験において実施した踏み倒し調査結果を表-3にしめす。この調査では、6月12日に品種ツキノヒカリを移植した圃場において移植後48日、69日、87日にパンクルにより圃場内移動散布を実施した。その結果、稲の踏み倒し率は0.7%から1.02%となった。

おわりに

圃場内移動による少量散布技術はパンクルスプレーヤのほか、生研機構でも「水田用栽培管理ピークル」として開発が進んでおり、少量散布剤の出現とともに近い将来実用技術として定着していくことが予想される。

全農農業技術センターでも、①能率本位の作業から、作業精度の確立を意図した作業への見直しと新たな作業体系の確立、②安全な農産物の生産、自然と人間にやさしい省力・省資源の可能な機械化の実現、③すべての作業における煩しさからの開放、を基本に、関係部署と連携し研究開発を進めていく予定である。