

研究報文

簡易手引除草剤散布機の開発

佐合隆一

茨城大学農学部附属フィールドサイエンス教育研究センター

Development of Pulling Sprayer for Herbicides

Ryuichi SAGO

Field Science Center, College of Agriculture, Ibaraki University

1. 緒言

除草剤の普及に伴い、雑草防除作業は著しく省力化され、水稲作での中耕除草の作業時間は10aあたり1.8時間(農林水産省統計部2005)とされ、昭和35年の26.7時間に比べ大幅に省力化されている。これは除草剤散布作業に対応した様々な除草剤の創製とともに製剤や散布法の改良が大きく貢献している。一方、みかん園やりんご園の中耕除草作業は10aあたり14.8時間から6.4時間(農林水産省統計部2005)を費やしており、樹園地や農耕地周辺の雑草管理は、いまだに重労働で、省力化の困難な作業となっている。

除草剤散布機には人力用と動力用があり、人力用には肩掛式噴霧器、背負式噴霧器、背負自動噴霧器などがある(日本農作業学会編1999)。動力式には小型エンジンやバッテリーで駆動する噴霧器があり、除草作業には通常背負って作業する。また、動力噴霧機を原動機と架台にセットして、ホース巻取り機を装着した可搬動力噴霧機があり、殺虫・殺菌剤の散布に多く使用されているが、除草剤散布の使用例は限られている。可搬動力噴霧機は2人作業が必要であり、大規模で均一な作業が可能な地形での使用に適しているが、傾斜地や農耕地周辺のような地形には利用が困難である。

また、除草作業には除草剤散布に加え、刈払い

機などの機械的防除が依然として行われている。樹園地や農耕地周辺の除草作業機としては、人力によって移動するエンジン付刈払機や牽引式・自走式の刈払機があるが、人力の肩掛式または背負式の刈払い機が毎年90万台から100万台出荷されており、最も一般的に使用されているものと思われる(農業機械年鑑2006)。これらの機械は、農作業者に対する安全性や騒音などの環境に対する問題点も指摘されている。

これらのことから、除草剤散布作業上の課題を解決するために、噴霧機を背負いではなく、手引にしてその車輪の回転をポンプに直結させて噴霧する簡便な散布機の除草剤少量散布作業への適応性を検討した。

2. 試作機の概要

G社製Wheel Pump Sprayersをベースに除草剤専用少量散布機として試作した。Wheel Pump Sprayersは液体用の噴霧機で、加圧ポンプは接地輪駆動され、本体およびタンクに充填した薬液の質量が車輪にかかることでスムーズに動作するしくみとなっている。噴頭部に吐出のON/OFFレバーがあり、レバーを閉じて車輪をおよそ約24mの行程を回転させるだけで、加圧室において噴霧に必要な圧力に達することができ、薬液室は加圧されない仕組みとされている。車輪の前後どの方向に回転させてもポンプの加圧室に蓄圧される。また、過剰な加圧とならないようにリリースバルブも装着されている。さらに、薬剤投入口の口径が大きく、投入しやすい特徴がある。試作機は、本機の噴頭とホース部分を改良し、除草剤散布用のノズルとレバーを本体下端から30

平成18年12月15日受付

平成19年8月4日受理

Corresponding author

佐合隆一 Ryuichi SAGO

〒300-0331 茨城県稲敷郡阿見町阿見4668-1

4668-1, Ami, Ami ma-chi, Inashiki, Ibaraki, 300-0331

E-mail : sago@mx.ibaraki.ac.jp



写真 1 散布機の外観



写真 2 ノズルの外観

cm 上部の位置に直付けして、散布時に噴頭を手で操作する必要がないように改良した。さらに、歩行速度と吐出量が既存除草剤の散布に適するようにフォームスプレイノズルを装着し、散布水量に合致するようにノズル口径を選択した。試作機の主要諸元は表 1 に示すとおりである。

3. 試験方法

1) ポンプの吐出性能を明らかにするために、既存のノズルを装着した場合とノズルを装着しない場合での吐出量を調査した。調査時にはタンク内に水を 10 l から 15 l を入れた条件で、吐出量を走行時間 (分) と吐き出し液量 (l) から算出した。本機は車輪の回転によりポンプを作動させること

表 1 主要諸元

全 長	120 cm (収納時 64.5 cm)
全 幅	37.5 cm×45.0 cm
全 重	4.20 kg
タンク	ポリエチレン製
容量	16L
口径	80 mm
ポンプ	Double action ピストン ポンプ relief バルブ付
ホース	12 mm 径耐圧ホース
ノズル	ISO 規格対応 (PF1/4) タッチノズル ULV (ドリフトレス)
車輪外径	19.5 cm
排液ノズル	有

から、噴頭の開閉レバーを閉じて、あらかじめ噴頭が加圧されている条件 (噴管圧 0.15 MPa) と加圧されていない条件 (噴管圧 0 MPa) を設け、通常の歩行作業速度である、2.2~4.0 km/h の範囲内で一定速度で走行して、ポンプの吐出量を測定した。噴管圧はホース先端に圧力計をつけて測定した。

2) 車輪の回転とポンプが連動していることから、ポンプから噴管へ加圧されている条件と加圧ゼロから徐々に蓄圧される条件で、車輪への負荷がどのように変化するかを明らかにするために、噴管の蓄圧条件下および無加圧条件下での車輪スリップ率を調査した。すなわち、アスファルト舗装面で噴頭の開閉レバーを開放して噴管圧が 0 MPa の条件下および噴頭の開閉レバーを閉じ噴管圧が 0.1 MPa に達した条件下で、車輪の実走行距離 (約 10 m) からスリップ率を測定した。調査時にはタンク内に水を 10 l から 15 l を入れた。

3) 噴管圧が散布に適する圧に達するまでの時間を明らかにするため、歩行速度を 1.2 から 4.8 km/h の範囲内の一定速度で歩行し、噴管圧が 0.1 から 0.15 MPa に達するまでの時間 (s) を測定した。

4) 除草剤専用ノズル装着条件下での散布性能を明らかにするため、散布歩行速度を 1.4 km/h から 5.0 km/h の範囲内で、一定速度で約 20 m 歩行して散布量を測定した。

4. 試験結果

ポンプの吐出量 (y) と散布歩行速度 (x) との関係を図 1 に示した。既存のノズル装着状態でのポンプ加圧後、すなわち噴管圧 0.15 MPa 条件下で

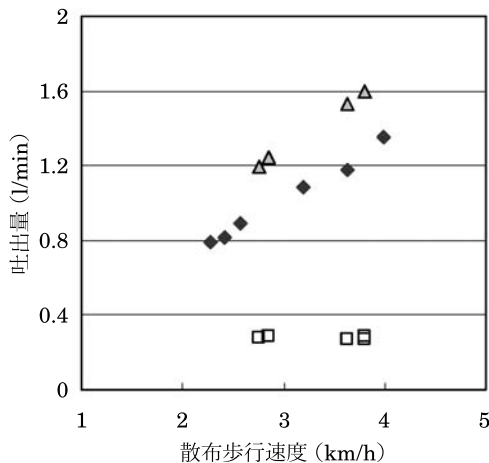


図 1 ポンプの最大吐出量と既存ノズル装着時の吐出量
 ◆噴管圧 0 MPa □既存ノズル
 ▲噴管圧 0.15 MPa

の吐出量は $y = -0.006x + 0.301$ で近似され、散布歩行速度 3 km/h での吐出量は 0.28 l/min であった。ノズルを装着しない状態でポンプ加圧後、すなわち噴管圧が 0.15 MPa 条件下での吐出量は、 $y = 0.383x + 0.142$ で近似され、散布歩行速度 3 km/h での吐出量は 1.29 l/min であった。同様にノズルを装着しない状態でポンプ無加圧（噴管圧 0 MPa）条件での吐出量は $y = 0.316x + 0.0638$ で近似され、散布歩行速度 3 km/h での吐出量は 1.01 l/min であった。すなわち、既存ノズル装着状況では、吐出量がほぼ一定となるようにノズルが選定され、それ以上に加圧された場合にはリリーフバルブで調整されていること、ポンプの性能としては、3 km/h の散布歩行速度で 1.01 l/min (0 MPa) から 1.29 l/min (0.15 MPa) の吐出量があることが明らかとなった。

また、噴管内の圧がかからない時は散布歩行速度が速くなるとスリップ率が高くなる傾向がみられたが、噴管内の圧力が一定になるとスリップ率はほぼ一定の 1% 程度となった。また、いずれの条件でもスリップ率は 1% 以下であり、車輪の表面に水平方向の溝がつけられており、スリップしにくいことが明らかとなった（図 2）。

次に、除草剤の場合には散布水量が農薬登録上規定されており、面積あたりの散布水量が重要となる。そこで、噴管圧が散布に適する 0.1 MPa から 0.15 MPa に達するまでの時間を調査した（図 3）。

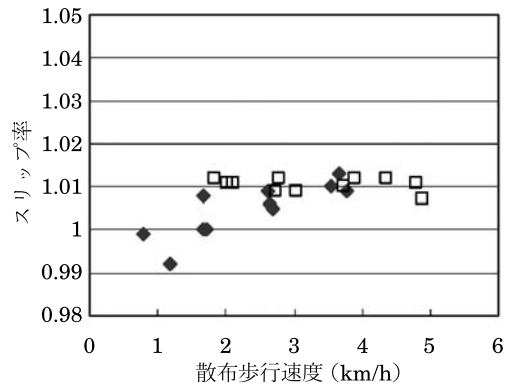


図 2 噴管圧の有無によるスリップ率への影響
 ◆噴管圧 0 MPa 時 □同 0.1 MPa 時

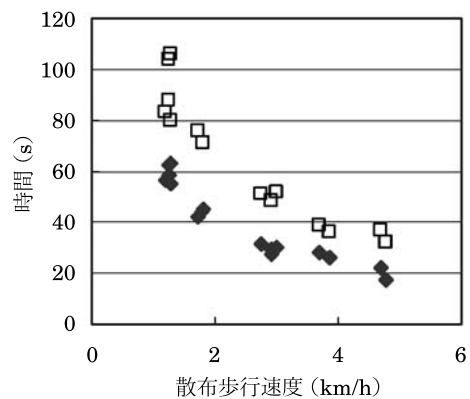


図 3 噴管圧が 0.1 および 0.15 MPa に達するまでの時間と歩行速度との関係
 ◆0.1 MPa □0.15 MPa

その結果、1.2 km/h の散布歩行速度では 0.1 MPa に達するのに必要な時間は約 60 秒、0.15 MPa に達するのに必要な時間は約 90 秒であった。4.8 km/h の散布歩行速度では 0.1 MPa に達するのに必要な時間は 20 秒であり、0.15 MPa に達するのに必要な時間は 34 秒であった。すなわち、散布歩行速度が 3.0 km/h の場合は約 24 m で 0.1 MPa、41 m で 0.15 MPa に達することが明らかとなった。

さらに、既存の散布機に装着されているノズルは、細霧状で噴霧する殺虫・殺菌剤散布に適しているが、除草剤の場合には細霧粒子の粒径がより大きい必要があり適していない。そこで、低圧条件で少量散布に適したフォームスプレイノズル（タッチノズル）を試作機に装着して、散布歩行速度 (x) と吐出量 (y) を測定した（図 4）。その結

果, $y=0.245 \ln(x)+0.2567$ の曲線に近似した. すなわち, 散布歩行速度が 1.4 km/h の場合は吐出量が 0.34 l/min であり, 散布歩行速度が 5 km/h の場合は吐出量が 0.65 l/min であった. 同様の測定値を散布時間 (x) と散布量 (y) との関係で見ると $y=103.32 \ln(x)-117.64$ の曲線で近似できた (図 5).

これらの関係式から散布歩行速度 2 km/h, 3

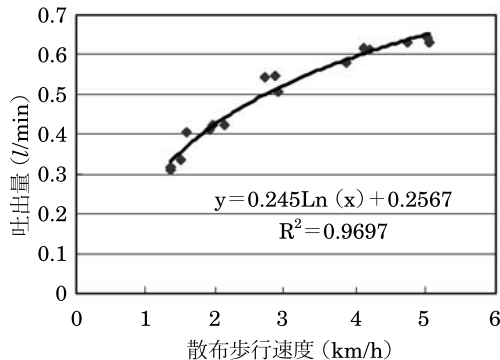


図 4 タッチノズル装着条件での散布速度と吐出量の関係

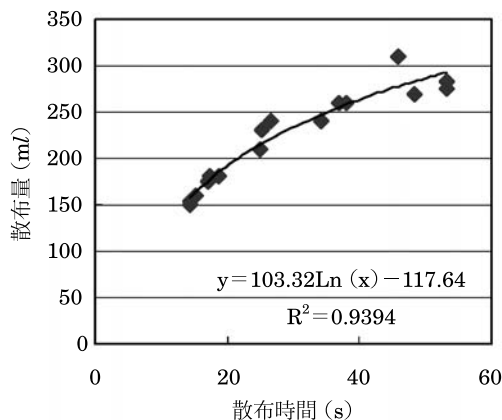


図 5 タッチノズル装着時の散布時間と吐出量との関係

km/h, 4 km/h における散布性能を求めた (表 2). 散布有効幅は散布作業者が手引きする際の本機の傾斜角度および雑草の草丈によって変動するが, 身長 168 cm の作業で, 雑草の草丈約 15 cm の場合の実測値である 50 cm を用いて計算した. 散布歩行速度 2 km/h で, 除草剤の少水量散布である 10a あたり 25 l 散布が約 1 時間で実現できることが示された.

5. 考察

現状の除草剤散布機による作業は, 本体重量の 7~8 kg に加え, 除草剤散布液 20 l 前後を加えた約 30 kg 前後の重量を背負って, 足場の悪い農道や圃場周辺で行うために, 労働負荷の軽減が求められている. また, 除草剤登録上の標準的散布水量は 10a あたり 100 l となっており, 散布液の運搬にも労力がかかる上に, 除草剤散布に適する低圧の噴霧圧で散布した場合には, 散布時間がかかりすぎるなどの問題がある. 現在, グリホサート系除草剤では従来の 10a あたり 100 l 散布から 25 l の少水量散布が登録されているが, 25 l 散布は少水量散布ノズルを使用しても, 慣れないと均一散布が困難である. そのため, 農薬メーカーが中心となってさまざまな専用機の開発がされてきたが普及せず, 既存噴霧機に専用ノズルをつける方式が最も普及していると考えられる. したがって, 25 l 散布は一般的な散布水量としては, 認識されていないのが現状である. 試作機は 16 l のタンク容量があり, 10a の約 3 分の 2 の規定薬量を投入するだけで, 通常の歩行速度で 25 l 散布が可能となり, 極めて簡便な散布機である. これまで, 除草剤による雑草管理の普及が低かった理由として, 1) 簡便な除草剤散布機がないこと, 2) 除草剤散布作業にかかわる面倒さ (薬剤ごとに異なる希釈濃度, 容器のあと始末, 散布機の洗浄) や 3) 除草剤飛散による作物や家畜に対する安全性への不安, 4) 散布作業に対する薬液の飛散・吸入によ

表 2 散布性能

散布歩行速度 (km/h)	1 分あたり 吐出量 (l/min)	1 分あたり 散布面積 (m ² /min)	10a あたり 散布量 (l)	10a あたり 散布時間 (min)
2	0.42	16.7	25.1	59.8
3	0.54	25.0	21.6	40.0
4	0.60	33.3	18.0	30.0

る危険性、5) 薬液の原液や希釈液が、手や衣類に付着することなどが考えられる。これらの諸問題にもほぼ解決できる散布機である。

また、除草作業には除草剤散布に加え、刈払機などの機械的防除が依然として行われている。樹園地や農耕地周辺の除草作業機としては、人力によって移動するエンジン付刈払機や牽引式・自走式の刈払機がある。エンジン付き刈払い機による除草作業は、作業中の事故例も多く、農作業の中でも危険な作業の一つとして取り上げられている。本試作機は、1) 動力にエンジンを使わないことから、環境負荷、エネルギー消費の低減となること、2) 背負わずに手引することにより、回転する車輪の動力をポンプに伝達して散布するため、散布作業者の労働負担の軽減化につながる。しかも3) 作業速度と吐出量を除草効果に影響ないように連動させて、25 l/10a 散布を実現し、4) 使用後は洗浄のみでメンテナンス不要などの特徴がある。また、厳密な比較は行っていないが、刈払い機の単位面積あたり作業時間が7.7a/日から11a/日(日本農作業学会編1999b)や2.8a/hから3.4a/h(日本農業学会農作業データ集)との報告例があり、刈払い機よりも本試作機の作業時間が短いことは明らかである。また、散布有効幅は、ノズルの取り付け位置によって変化することから、今後雑草の草丈や使用目的によりノズル位置を可動できる方式へ試作機を改良する方が、より使用しやすくなるものと考えられる。

こうしたことから、試作機は果樹園・非農耕地・管理が比較的雑な畑作分野での利用が可能であり、少水量散布法の理解が深まれば、今後本試作機をモデルとした機種種の普及拡大への可能性があるものと考えられる。

6. 摘要

樹園地や農耕地周辺の雑草管理には、刈払い機などの機械的防除や除草剤の普及により、著しく省力化されたが、水田の雑草管理に比べると依然として重労働な作業となっている。すなわち、除草剤開発に伴う簡便な散布機がないことが、労働軽減化を妨げる要因と考えられる。そこで、噴霧機を背負いではなく、手引にしてその車輪の回転をポンプに直結させて噴霧する簡便なG社製Wheel Pump Sprayersをベースに除草剤専用少水量散布機を開発した。本機は、1) 動力にエンジ

ンを使わず、2) 散布作業者の軽労働化のために、薬液タンクを背負わずに手引にし、その重力と車輪の回転力をポンプの動力として散布する、3) 作業速度と吐出量を除草効果に影響ないように連動させ、25 l/10a 散布を実現し、4) 散布作業者は進行方向の先頭(噴霧口の前)に立つため、薬液の飛散による危険性が少ない、5) 単位面積あたり作業時間が短い、などの特徴がある。こうしたことから、果樹園・非農耕地・管理が比較的雑な畑作分野での利用が可能であり、散布機の新しいモデルとして普及拡大の可能性のあるものと考えられる。

キーワード

除草剤散布機、少水量散布、雑草防除

引用文献

- 日本農作業学会編(1999a): 防除機の種類(農作業学)農林統計協会, 東京, pp.284-287.
- 日本農作業学会編(1999b): 機械的雑草防除(農作業学)農林統計協会, 東京, pp.295.
- 農業機械年鑑編(2006): 農機工業の現状(農業機械年鑑)新農林社, 東京, pp.74-78.
- 農林水産省統計部(2005): 平成15年度米及び麦類の生産費. 農業経営統計調査報告 284-290.
- 農林水産省統計部(2005): 平成15年度野菜・果樹品目別統計 果樹. 農林水産省統計情報総合データベース.

Summary

Herbicides, bush cutters and other tools are used for weed management in orchards and border areas on arable land. However, weed management involves heavy labor and thus it is necessary to develop a labor-saving sprayer for the efficient use of herbicides. So, a pulling herbicide sprayer was developed based on the wheel pump sprayer.

This sprayer has no engine, but operates the pump by rotation of a wheel. A nozzle has been built in a form spray nozzle for low volume (25 L per 10a) and for coarser spray. The application rate of herbicides is linked with the application speed, so if operator walks at a speed of 2Kmp per hour, the sprayer will work at a vol-

ume of 25L per 10a exactly. A built-in pressure relief valve prevents the sprayer from developing excessive pressure. Herbicides do not drift towards the operator since the operator moves ahead of the sprayer in the direction of the application.

This sprayer has a highly prospective value as a new model, low-volume herbicide sprayer.

Key Words

pulling herbicide sprayer, low volume sprayer, weed management