

畑作用の中耕同時除草剤局所散布作業機 (ハイブリッド除草機) の開発

(独)農業・食品産業技術総合研究機構

東北農業研究センター 東北水田輪作研究チーム 天羽弘一

I はじめに

近年、科学肥料や化学合成農薬の使用削減への消費者のニーズや関心が高く、水稻のようにごく普通に特別栽培農産物が生産され、「特別」の意味が薄れてきている状況さえも見られるようになった。

現在農水省が定めている「特別栽培農産物に係わる表示ガイドライン」では、節減対象農薬の使用回数の半減が求められている。しかし、農水省消費・安全局の総合的病虫害・雑草管理(IPM)実践指針によれば、“化学農薬は厳しい評価の上で登録されており、使用基準に従えば人や環境に悪影響はないが、化学農薬は人口化合物の開放系への放出であるから、必要最小限に抑制する取り組みが必要”とされている。また、「食糧・農業・農村基本計画」では“農業生産活動に伴う環境への負荷の低減を図る”ことになっており、有機農業推進法では国や自治体が有機農業を推進することとされている。これらの施策指針に示されるような環境負荷の低減という観点からすれば、特別栽培について、農薬成分の使用回数だけでなく使用量(理想的には各成分ごとに重みを付けた)も考慮されることが望ましいはずである。ただ現状では、実際の使用量把握が実施困難であり、できたとしても実務上の負担を増やすことや、一般的な使用方法では回数と総使用量とがほぼ比例すること、

などから使用回数での規制となっていると思われる。その結果現状では、局所施用や静電散布などの、総使用量低減につながる散布技術の進展は考慮されていないことになる。しかし将来的には、総使用量の低減が要求されるようになる可能性もあると思われ、使用量の削減技術を開発しておくことにも意義があると考ええる。加えて昨今の農業資材高騰の影響から、特に大規模経営では、農薬使用量削減も資材費低減の有効な手段となり得る。

雑草防除に関して除草剤施用を削減しようとする場合、除草剤以外の抑草手段として機械除草など物理的な除草手段の利用がまず挙げられる。様々な畝間・株間の除草機が開発され、市販されているが、機械除草のみでは株間を十分に除草することは難しく、除草剤と同等の抑草効果を得ようとすれば多数回の作業を必要とし、労働時間を多く要する場合が多い。現時点では、大規模の栽培面積に対し機械除草のみで対応することはなかなか困難である。そこで、除草剤を完全に不使用とするのではなく、機械除草と併用することで使用量を削減することが考えられる。例えば、作物条間は機械除草手段により物理的に除草し、株間および作物近傍は散布域を帯状に制限した除草剤施用により化学的に除草する、という方式である。欧米では、爪タイプのカルチペータにバンドスプレーを組み合

わせた中耕同時帯状施用機が市販されている。

同様のコンセプトに基づき、東北農研センターでは、水稻を対象に「ハイブリッド除草技術」を提唱し(西脇ら, 2005), 技術開発を進めてきた。乗用管理機または乗用田植機に、機械除草ロータと除草剤局所散布ノズルを配備した形式である。1回の作業あたりの茎葉処理除草剤の施用量を1/3に削減しても、2回の作業で高い除草効果が得られている(西脇ら, 印刷中)。同じ方式で、水田転換畑などを対象とした畑作用の作業機も開発を行っている(天羽ら, 2008)ので、本稿では主として大豆向けのハイブリッド除草機の開発状況について紹介したい。

Ⅱ 試作した畑作用ハイブリッド除草機について

(1) 基本構成

畑作用ハイブリッド除草機の基本構成として、(a)機械除草部は本州以西の水田転換畑を主な対象として中耕ロータリとし、(b)株間・株元など作物条部分への除草剤散布は、ポンプで加圧された薬液を中耕ロータリに取り付けた散布ノズルから噴霧する、(c)ベースとなる乗用管理機に(a)と(b)および薬液タンクを搭載する、とした。乗用管理機によっては、中耕ロータリ用のPTOと別に、車体エンジンを動力源とするポンプを搭載しているものがある。このような機種ならポンプを別途用意する必要がないが、電動ポンプを搭載するなら乗用管理機の機種を問わない。

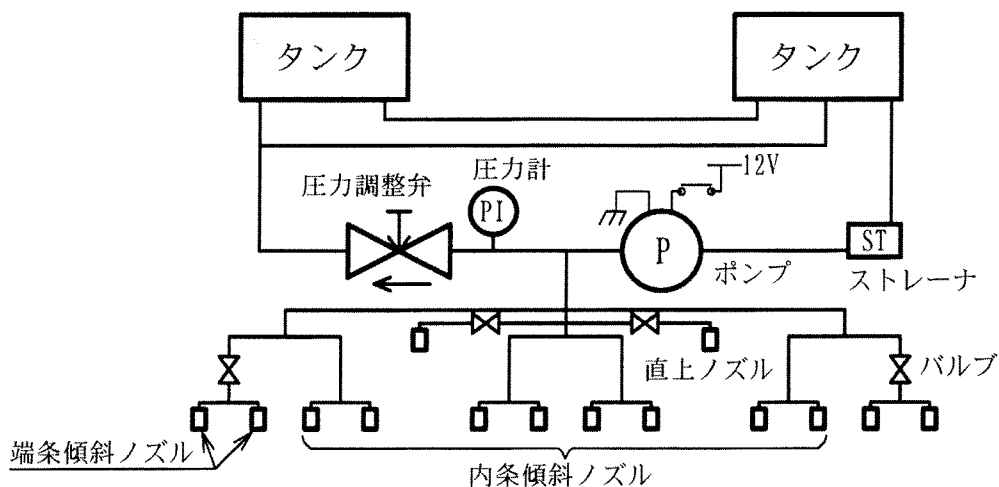


図-1 薬液散布系模式図

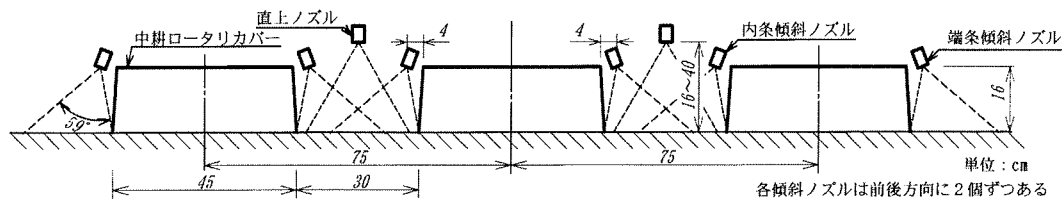


図-2 薬液散布ノズルの配置

また、中耕同時の除草剤局所施用という事から、ポンプは小型・低吐出圧のもので十分である。従って、噴霧には電動ポンプを利用した。

除草剤を散布する作物条部分の幅は、作物条間と中耕ロータリの刃幅によって決まる。条間のおよそ半分が除草剤散布必要領域と想定し、除草剤施用量の半減を目指すこととした。

(2) 薬液散布系

薬液散布系模式図を図-1に示す。作物条に対し斜め上方から噴霧する傾斜ノズルと、作物上方から垂直に噴霧する直上ノズル（中耕ロータに挟まれる作物条のみ）を設けた（図-2）。直上ノズルは、傾斜ノズルの噴霧域より上に伸びた、ある程度大きくなった雑草の上部に薬液を噴霧するためのものである。傾斜ノズルは、ロータリカバーの前部・後部の2カ所に設置した。これは、(a)中耕の飛散土で雑草が被覆される場合があるため、ロータリ前方のノズルによりそのような雑草への薬液付着を確保すること、(b)ロータリカバーの前後から、進行方向に対し斜め前方向と斜め後ろ方向に、異なる角度から噴霧することによって雑草により多く、かつよりムラを少なく薬液を付着させる、というねらい

がある。従って、ノズル総数は内条で5個、端条では4個となるため、それに応じて異なった噴霧量のノズルを使用した。

大豆の条間を75cmとすると、ロータリカバー間距離が30cmであることから、所要薬液散布幅の対全面散布比は0.4となる。しかし、中耕ロータリ1条分の刃幅は33cmで、ロータリカバーの内側であってもロータリ爪が接触しない領域がある。この領域にある雑草に及ぼす物理的効果は飛散土による被覆しかないことから、この領域にも薬液を噴霧し、雑草に付着するようにすることが望ましい。そこで薬液散布幅比率を0.5とし、従って目標散布量は慣行標準の50%減の5L/aに設定した。さらに、作業速度を0.4m/s、条間を75cmと設定し、これらの条件を満たすようにノズルを選択した。噴霧量校正の結果、配管内圧0.14MPaにおいてほぼ所定の噴霧量を得た。開発機の主要諸元を表-1に示す。

Ⅲ 動作および抑草効果試験の方法

(1) 作業性

東北農研センター内の小麦および大豆圃場（腐植質黒ボク土、面積10～50a、条間75cm）

表-1 開発機の主要諸元

ノズル噴霧量 (L/min.)	端条傾斜ノズル (6501)	0.25
(配管内圧 0.14MPa時)	内条傾斜ノズル (650067)	0.18
(スプレーイングシステムズ製)	直上ノズル (同上)	0.18
タンク (2個装備)	容量 (L)	200
ポンプ (SHURflo製、Model2088)	最大吐出量 (L/min.)	13.2
	最大吐出圧 (MPa)	0.3
	定格電圧 (V)	12
	最大電流 (A)	10
乗用管理機 (イセキ農機製、JKA21)	出力(kW)	15.4
中耕ロータリ	作業条数(条)	3
(イセキ農機製、CR-3L)	適応条間(cm)	65～90

において、ハイブリッド除草作業試験を行い、作業性を調査した。除草剤薬液（希釈後）の目標散布量は10L/aを慣行として、その50%の5L/aとした。

(2) 慣行防除法との抑草効果比較

東北農研センター内の大豆圃場（腐植質黒ボク土、条間75cm）において、開発したハイブリッド除草機の抑草効果を慣行の除草体系と比較した。

2種類の播種方式と2種類の除草作業方式とで計4つの試験区を設けた。各区の面積は10～12aであった。

播種方式1：有芯部分耕。作業幅240cmの逆転ロータリ（松山BUR-2408）の耕耘爪を一部除去し、3条分の播種ユニットを連結して播種機を構成した。

播種方式2：チゼル型有芯部分耕。作業幅240cmの深耕チゼル内蔵正転ロータリ（小橋KRL242KWT+LB242G、チゼル先端形状改造）に3条分の播種ユニットを連結して播種機を構成した。

除草作業方式1：ハイブリッド除草。開発機を用いて中耕と同時に除草剤を局所散布した。

除草作業方式2：慣行除草。ハイブリッド除草と同じ機械を用い、除草剤を散布せず中耕のみを行い、その後に（同日）除草剤を作業幅10mのブームスプレーヤを用いて全面散布した。

施用した除草剤は、慣行除草区がベンタゾン液剤15mL/a＋フルアジホップP乳剤10mL/aであり、ハイブリッド除草区はこの50%に設定した。慣行除草区の除草剤薬液（希釈後）の目標散布量は10L/a、ハイブリッド除草区では5L/aとした。つまり、両区で同じ濃度の薬液を用い、ハイブリッド除草区では単位面積あたり半分量を施用した。作業日は7月1日であった。なお、全ての区に共通して播種直後に土壌処理剤（ジメテナミド・リニュロン乳剤、60mL/a）を全面散布した（5月30日）。

耕種概要は、品種：おおすず、播種日：2008年5月27日、元肥：N・P₂O₅・K₂O＝2.6－11－7.9kg/10a、播種同時施肥、である。

各区に3カ所（4.5m²）の調査区を設け、除草作業の3週間後の7月23日に残草の乾燥重量と

表－2 ハイブリッド除草作業結果

作目	品種	作業日	作業速度 (m/s)	圃場作業量 (a/h)	散布圧 (Mpa)	散布液量 (kg/a) (目標値)	施用薬剤1 (ml/a・g/a)	施用薬剤2 (ml/a・g/a)
小麦	ネバリゴシ	08年5月13日	0.40	19.4	0.14	4.9 (5)	ベンタゾン液 7.4	— —
大豆	おおすず	08年7月1日	0.39	25.6	0.14	5.7 (5)	ベンタゾン液 8.5	フルアジホップP乳 5.7
大豆	スズカリ	08年7月9日	—	—	0.14	5.4 (5)	ベンタゾン液 8.1	フルアジホップP乳 5.4
大豆	スズカリ	08年7月16日	0.38	19.4	0.14	5.9 (5)	ベンタゾン液 8.8	— —
大豆	おおすず	08年7月30日	—	25.0	0.14	5.1 (5)	リニュロン水 6.8	— —



図-3 試作機によるハイブリッド除草作業

本数を調査した。

IV 結果および考察

(1) 作業性

開発機による作業のようすを図-3に、作業結果を表-2に示す。ほぼ目標に近い葉液散布量となったが、若干目標値より大きくなった。これは、使用した乗用管理機の変速機構がHSTであり作業速度を再現性良く一定に保つことが難しいこと、中耕により大豆を損傷しないように作業速度はやや遅くなりがちであること、などが原因と推察される。

作業能率は通常の中耕作業と同等であった。従って大豆に関しては、中耕を実施する除草体系であれば、ハイブリッド除草機を用いた除草剤同時散布により除草剤散布作業を削減できるため、除草体系全体の作業能率が向上すると考えられる。

(2) 慣行防除法との抑草効果比較

有芯部分耕播種では、播種時に圃場にある雑草が比較的大きい場合、不耕起部分に雑草が残るため、播種の前に非選択性除草剤の散布またはロータリ浅耕などの処理を必要とすることがある(吉永, 2006)。一方チゼル型有芯部分耕播

種では、不耕起部分がないため残草は少ない。この試験においても有芯部分耕で雑草量が多くなっており、2段階の雑草量レベルに対して除草作業方式による抑草効果を評価したことになる。

播種方式・除草作業方式と残草乾燥重量との関係を図-4に示す。広葉雑草の乾燥重量は有芯部分耕播種で大きくなったが、同じ播種方式で比較すると、広葉・イネ科ともに除草方式の違いによる有意な差はなかった。

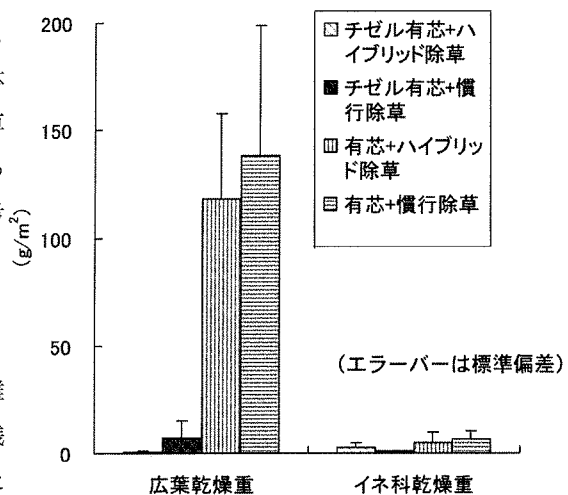
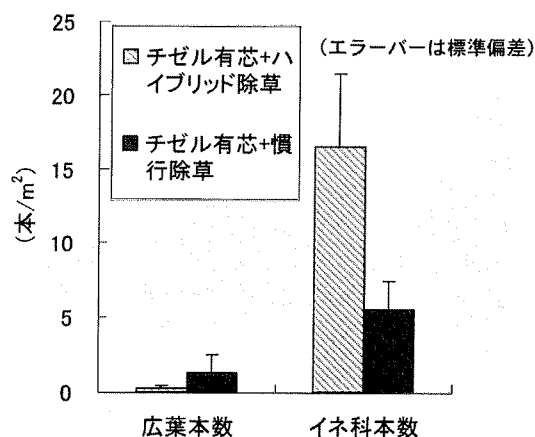


図-4 播種・除草方式の違いと残草重量



図－5 除草方式の違いと残草本数

除草作業方式と残草本数との関係を図－5に示す。有芯部分耕播種区では本数が多すぎて計数不能であったため、チゼル型有芯部分耕播種区のみ示している。イネ科雑草の残草本数についてはハイブリッド除草の方が有意に（危険率5%）多かったが、この残草は小さいものがほとんどであり、除草作業の後に発芽してきたものを含んでいると思われた。また、有意差はないものの広葉雑草の残草本数はハイブリッド除草の方が少なかった。

以上を総合してみると、ハイブリッド除草区と慣行除草区とで抑草効果に差があるとは言えないと考える。ただし、慣行除草区でも中耕と同日に除草剤全面散布を行っており、一定期間後に散布を行った場合の抑草効果の差については、まだ検討の余地を残している。一方で、中耕という低速・小作業幅の作業と同時の除草剤散布であること、およびノズルが大豆群落内の雑草に近い位置にあることから、ハイブリッド除草方式では慣行のブームスプレーや散布以上に良好な雑草への薬液付着を得られる可能性もある。

今回得られた結果のように抑草効果が慣行除草体系と同等とするならば、ハイブリッド除草方式により、労働時間の削減、燃料費の削減、除草剤購入費の削減、等のメリットが得られると考えられる。しかしながら、冒頭述べたように、ハイブリッド除草では除草剤の総使用量を削減するが成分数は減らせないため、現行の特別栽培農産物規格では削減努力がカウントされないことになる。ハイブリッド除草のような農薬使用量削減技術を普及させるには、使用量の削減が考慮されるような規格を設け、生産者にインセンティブを与えることも有効であろう。ただしそれでも問題は残る。ハイブリッド除草作業時に作物体に付着する農薬量は慣行と同等であり、単に「農薬被曝の少ない」農産物を求める消費者にとっては魅力がない。環境負荷を減らしているところに価値を見だし、自分が食する農産物の農薬被曝量は慣行並みでも納得する、という非常に高いレベルの環境意識を持つ消費者でしか、ハイブリッド除草を取り入れた農産物にプレミアムを支払うことはないであろう。従って当面は、生産物の有利販売以外のメリットで十分にペイするように作業機・作業方法の開発改良を進めていく必要がある。

V まとめ

主に大豆を対象に、畝間の機械除草と作物条部分への除草剤局所施用を組み合わせたハイブリッド除草機を試作し、動作試験および抑草効果の調査を行った。作業能率は、中耕ロータリによる通常の中耕作業と同等で、同時に除草剤散布が可能であることから、トータルの作業能率は向上すると思われる。抑草効果は慣行に比べて劣らなかったが、さらにデータの蓄積が必要である。本機の利用により、大豆生産におい

て労働費や資材費を抑制し、かつ除草剤由来の環境負荷を低減することができる可能性がある。今後は、さらに作業能率を上げるために、ディスク型中耕機をベースにした作業機についても検討してみたい。

引用文献

天羽ら, 2008. 畑作用ハイブリッド除草機の開発—大豆用作業機の試作と作業試験—, 農業機械学会東北支部報 55, 11-14.

西脇ら, 2005. 水稻栽培における除草剤施用量を削減できるハイブリッド除草技術, 平成16年度東北農業研究成果情報, 32-33.

西脇ら, 機械除草と除草剤の部分散布を組み合わせたハイブリッド除草機, 農業機械学会誌, 印刷中

農林水産省, 2007. 特別栽培農産物に係わる表示ガイドライン,
http://www.maff.go.jp/j/jas/jas_kikaku/pdf/tokusai_01.pdf

農林水産省, 総合的病害虫・雑草管理 (I P M) 実践指針,

http://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/gaicyu/g_ipm/pdf/byougaityu.pdf

吉永悟志, 2006. 大豆の有芯部分耕栽培, 農業および園芸 81(5), 606-611.

石原の水稲除草剤

- 非SU系 水稲用一発処理除草剤
トビキリ手軽で、トビキリ広がる。
トビキリ効くのは

トビキリ[®] ジャンボ **新発売**

- 水田初期除草剤
抵抗性ホタルイ防除に!

ワンベスト[®] フロアブル

- 水田一発処理除草剤
抵抗性雑草、イボクサにも
ビッグな手応え!

コンボールS[®] 1キロ粒剤

- 水田一発処理除草剤
これぞ王様のフロアブル

キングダム[®] Lフロアブル

- 水田後期除草剤
難防除多年生雑草に

グラスジーン[®] M
ナトリウム液剤/粒剤

- 安心、実績の水田後期除草剤

2,4-D剤/MCP剤

ラベルを必ずよく読んでください!
適用作物、濃度 (希釈倍率)、
使用時期、使用回数を守りましょう
石原は「食の安全」を大切にします



石原産業株式会社
石原バイオサイエンス株式会社

〒102-0071 東京都千代田区富士見2丁目10番30号

ホームページアドレス <http://www.iskweb.co.jp/ibj/>