きび生産法人によるきび圃場への豚排せつ物処理汚泥散布作業方式の検討 —沖縄本島南部地域を対象として—

相原 貴之（農研機構 九州沖縄農業研究センター）

Method for Spraying Pig Waste-derived Sludge on Sugarcane Fields

Takayuki Aibara (National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region, NARO)

Spraying pig waste-derived sludge on sugarcane fields is beneficial to sugarcane farmers and pig farmers. In the southern part of the Okinawa Island, the sludge is loaded on a tank truck and sprayed across the fields with a hose, which is connected to an engine pump. However, due to the hard work involved and the low efficiency level, it is not a very popular technique. It has become clear that the

following method may be successful: i) setting up four hoses with many small holes on the sugarcane fields, ii) mounting two engine pumps on a 10t tank truck, iii) spraying the sludge through all four hoses (connected to the two engine pumps) at once. In order to use the hoses efficiently, they are not permanently set but moved to other fields as needed.

1. はじめに

さとうきび（以下、きび）は製糖原料となる多年生作物で、日本では主に種子島以南の鹿児島県、沖縄県で栽培されている。作型は、春植え：1～3月植付け、翌1～3月収穫、夏植え：8～10月植付け、翌々年1～3月収穫、株出し：収穫後土壌中の腋芽を育て翌1～3月収穫の3種類がある。沖縄県では、農家戸数の約7割、耕地面積の約5割を占める重要な作物である。沖縄本島南部地域についてはここ数年、収穫面積は1,700ha弱、収穫量は110kt、10a当たり単収6.5t程度で推移しているが、高齢化による担い手不足、地力低下、かんがい設備の立ち後れ等から今後の単収低下が懸念されている。他方、同地域では85千頭の豚が飼育され、洗浄水を含み1,280t/日、469kt/年の排せつ物が発生していると推計される。平成16年11月の「家畜排せつ物法に基づく管理基準」本格施行を機に、養豚農家においても排せつ物処理施設の導入が進んでいる。しかし、最終工程で発生する汚泥の除去や処理が課題となる。

このような状況の下、適正な処理工程を経た豚排せつ物処理汚泥（以下、汚泥）のきび圃場への散布は、きび農家にとっては増収や肥料費の低減、養豚農家にとっては汚泥除去・処理費用の低減等、双方

にメリットがあると考えられ一部で実施されているが、普及には至っていない。そこで本研究では、きび生産法人、養豚農家への聞き取り調査、汚泥散布作業のタイムスタディーおよび既存資料の分析等に基づき、普及を妨げている、きび生産法人側の要因を挙げるとともに、きび生産法人による汚泥散布作業の定着可能性を検討する。散布方式はすでに実施されているホース利用を採り上げた¹⁾。当地域では地下ダムの水を利用できるエリアもあるが、受益エリア外の地区を対象とした。なお、本研究は、農研機構九州沖縄農業研究センター所長を主査とする地域農業確立総合研究「沖縄本島南部地域における園芸・畑作・畜産広域連携システムの確立」（平成15～19年度）の中で実施された。

2. 現行散布方式の概要

(1) 対象地域の概要

沖縄本島南部地域では、販売農家の経営耕地面積別構成1ha未満層が86.9%と大多数を占め、耕地面積規模は極めて零細である。販売目的のきびを中心とした工芸農作物の面積割合は56%、野菜類32%等となっている（「2000年世界農林業センサス」）。畜産では、肉用牛5.2千頭、乳用牛3.9千頭、

豚 85 千頭が飼養されている（沖縄県農林水産部畜産課「平成 17 年 12 月末家畜・家きん等の飼養状況調査結果」）。また、都市化が進行し養豚をはじめ畜産経営にとっては厳しい環境になりつつある地域でもある。この中で対象とした地区は、きびの収穫面積 128 ha（1 戸平均 33 a と零細）、豚の飼養頭数 4 千頭である。地下ダムの受益地域からはずれていることもあり、2 つのきび生産法人が地区内 1 軒、隣接地区 1 軒の排せつ物処理施設から汚泥を汲み出し、自身が管理するきび圃場へ散布している。

(2) A 養豚農家の排せつ物処理工程

調査対象の排せつ物処理施設のばっ気槽は 5 槽で構成され合計容積は 150 m³ である。母豚 300 頭、子豚・肥育豚 1,200 頭の排せつ物処理を行っている。処理工程はおおむね図 2 の通りである。1 日 20 時間ばっ気運転し、残り 4 時間で上澄みと沈殿物＝汚泥に分け、上澄みは放流、沈殿物は沈殿物槽へ流し込む。沈殿物といっても実際は固形分を含む水で

あり、きび生産法人はこれを利用している。投入から放流までのばっ気日数は 10 日、電気代が 9 万円/月程度かかっている。なお、隣接地区の排せつ物処理施設の工程も基本的に同じである。

(3) B 生産法人の散布作業

B 生産法人の経営面積は、3.5 ha（すべて借地）で、作型は春植え 5%、夏植え 10%、株出し 85% の割合である。散布のための装備は、バキュームカー（積載量 3.7 t、実際にはタンクローリーとして使用、所有は A 養豚農家）、エンジンポンプ（出力 3.5 PS、吐出量 300 L/min）、散布用のホース（19 mm 径/25 mm 径・50 m 長）、軽トラック等である。

一連の散布作業にかかる時間はおよそ表 1 の通りである。汚泥は A 養豚農家排せつ物処理施設の沈殿物槽に取り付けた電動ポンプでバキュームカーに積み込む。バキュームカーにマウントしたエンジンポンプを介し、1 人または 2 人で 50 m 長のホースによる手撒き散布を行う。2 人作業のときは、1 人はホース取り回し等の補助を行う。新植時は覆土をはがさないよう 19 mm 径ホースを使うため、25 mm 径ホースを使う株周りへの散布より時間がかかる。圃場当たり年 3 回の散布を希望している。

(4) C 生産法人の散布作業

C 生産法人は 9ha（95%が借地）の圃場できびを栽培している。作型は春植え・夏植え合わせて 30%、株出し 70% の割合である。散布のための装備は、タンクローリー（積載量 9.7 t、所有は飼料会社）、エンジンポンプ（出力 3.7 PS クラス・吐出量不明 2 台、出力 8 PS・吐出量 500 L/min）、散布用のホース（25 mm 径・50 m 長）、軽トラック等である。汚泥は隣接地区排せつ物処理施設の沈殿物槽に

図 1. 沖縄本島南部地域

出所：沖縄県立図書館 web サイトの素材を基に修正

注：南部地域は平成大合併前の市町村名

図 2. A 養豚農家排せつ物処理工程

出所：聞き取り調査に基づいて作成

表 1. B 法人の豚尿処理水散布作業にかかる時間

作業	(時:分)	
	新植	株
積み込み準備	0:02	0:02
積み込み	0:12	0:12
積み込み後片付け	0:01	0:01
散布準備	0:01	0:07
散布	1:10	0:40
合計	1:26	1:02

注：上記のほか、排せつ物処理施設と散布圃場の移動時間、

1 日の最初と最後は全体の準備と後片付けが必要になる。

取り付けした電動ポンプでタンクローリーに積み込む。積み込み時間は約 16 分である。タンクローリーにマウントしたエンジンポンプを介し、1 人で 50 m 長のホースによる手撒き散布を行う。新植時も 25 mm 径ホースを用いるが、覆土を壊さないよう吐出量を調整している。圃場当たり 3 回の散布を希望している。

3. 普及を阻害している要因と対策

(1) きび生産法人側の阻害要因

散布するきび生産法人側の要因として、まず、ホース散布の作業強度が強すぎたことを挙げることができる。このため、B 生産法人ではホースの軽量化に取り組んできた。開始当時は 25 mm 径のビニールホースを使っていた。このホース 50 m に汚泥を満たすと約 55kg になる。その後、25 mm サクションホース（同約 40kg）、新植用には 19 mm 径ビニールホース（同約 29kg）を採用し、さらなる軽量化のため、1 本 10 m 長の 25 mm 径サクションホースの両端を加工してジョイント式とした。これらにより労働強度はかなり軽減されたといえる。次に、散布作業に時間がかかり量を撒けないことを挙げることができる。このため、両法人とも、エンジンポンプの採用、タンクローリー等へのエンジンポンプのマウント等を進めてきているが、必ずしも十分なレベルには達していないと思われる。

(2) 常設ホースによる散布

散布能率を上げ 1 日の散布量を増やすためには、

図 3. 常設ホースによる散布方式のイメージ

タンクローリー 1 台当たりの吐出時間を短くすること、ホース引き回し時間を短縮すること、準備・後片付けの時間を短くすること等が要件になる。本稿ではこの対策として、汚泥の省力的な散布を目標に沖縄県農業研究センターが開発した常設ホースによる散布方式を採り上げる。

この方式では、小穴を開けたホースをきび圃場に常設し、タンクローリー 1 台から 4 本同時に吐出する。図 3 はそのイメージ図である。50 mm 径のフラットホースに 4 mm 径の小穴を 1 m 間隔で穿孔しておく。これを必要本数準備し、きび圃場に 4 畝毎に設置していく。ホースは 2 本をジョイントしエンジンポンプに接続する。タンクローリーはエンジンポンプ 2 台をマウントしているので、同時に 4 本のホースから汚泥を散布できる。

きび畑への汚泥散布は 10 a 当たり 1 回 10 t を目安に行われている。従って、間口 20 m、奥行 50 m、16 畝（畝幅 125 cm）の 10 a 圃場を想定すると、10 t クラスのタンクローリーで 1 回の散布が完了し（約 10 分、表 2）、大変効率がよい。なお、ホース撤去用に動力巻取り機も開発されている。

50 m 長のホース 4 本を製作するのに必要な費用を表 3 に示す（穿孔は自己作業とする）。ホースの耐用年数を 5 年とすると、1 年当たりの負担は 7,681 円となる。C 生産法人によれば、汚泥散布により化学肥料投入量が半減したとのことなので、慣行の年間施肥量 200 kg/10a、単価 1,228 円/20 kg²⁾ を考慮すると、節約額は 7,368 円となる。従って、単収が変

表 2. 常設ホースによる豚尿処理水散布作業時間

(時：分)	
作業	時間
積み込み（準備後片付け含む）	0:16
散布準備	0:04
散布	0:10
散布後片付け	0:05
合計	0:35
50 m ホース片付け（1 本）	0:02

出所：タイムスタディーおよび沖縄県農業研究センターデータによる。

注：1) 沈殿槽一圃場の移動時間、1 日の最初と最後は全体の準備と後片付けが必要になる。

2) 散布準備と後片付け時間は、慣れればもう少し短くなると考えられる。

表 3. 50 m 長ホース 4 本製作に必要な費用

品名	規格	数量	単価	金額
ダイキャストカプリング 50 メス (パッキン付)	個	4	882	3,528
DV 2" T (チーズ)	個	2	70	140
DV 2" VS (ソケットオス)	個	6	77	462
PC カムカプラー 50M/M A タイプ	個	6	800	4,800
PC カムカプラー 50M/M C タイプ	個	4	1,520	6,080
PC タケノコ 50M/M	個	4	389	1,556
ホースバンド 40~65	個	12	220	2,640
サニーホース 2" × 100	巻	2	9,600	19,200
合計				38,406

出所：沖縄県農業研究センター作物班のデータを一部修正

注：単価は沖縄県の販売店での購入価格

わからないと仮定しても、5 年以上使用できれば肥料費を賄えると試算できる。

4. 考察

常設ホース方式は効率的な散布作業を実現する優れた方式であるが、以下 3 点の課題がある。第 1 に、管理作業によってホースを一時移動させなければならない時期があること、第 2 に、新植時は汚泥によって崩された土が芽の上に被さって発芽率を低下させる恐れがあること、第 3 に、圃場毎に必要な本数のホースを準備しなければならずコスト高となることである。慣行栽培では、新植時、平均培土時、高培土時³⁾に施肥を行う。化学肥料代替効果を得るため汚泥もこの時期に散布されている。株横に設置されているホースは培土作業の妨げになるため、一時移動が必要になる。

そこで、常設ホース方式の改良と新植時の手撒きを組み合わせ、以下の汚泥散布作業方式を提案する。装備は 10 t クラスタンクローリーにエンジンポンプ 2 台をマウントし、2 人による組作業をベースとする。また、タンクローリー等への実積載率は 90% と見なす⁴⁾。この条件の下、新植時は 19 mm ホース 2 本による手撒きとする。B 生産法人のバキュームカーの実積載量は 3.3 t となり、タイムスタディー結果から 9 t の汚泥散布時間は 1 時間 35 分程度と試算される。これに積み込み時間、移動時間、段取り時間等が加算されるので、1 日 8 時間作業で 4 回 36 t (圃場 36 a) が妥当な散布量と考えられる。次に、ホースは常設ではなく移動式とする。つまり、散布

が終わったホースは順次巻き取り、1 人が軽トラックで後に散布が予定されている圃場へ移動・設置する。これによって必要なホースの本数はかなり少なくなり、より少ないコストでの導入が可能になる。もう 1 人は散布終了後、次の積み込みに向かう。表 2 のデータから、1 日 8 時間作業で 11 回 99 t (圃場 99 a) 程度を散布できると考えられる。

5. おわりに

本稿では、きび農家と養豚農家双方にメリットがある汚泥のきび圃場への散布作業方式について検討した。その結果、エンジンポンプ 2 台をマウントした 10 t クラスタンクローリーを利用し、2 人による組作業で、新植時は手撒き、それ以外は小穴を穿孔したホースを圃場間で移動させながら散布するという方式に普及可能性があることが明らかになった。もちろん、進入路が狭い圃場への散布のためには、小さいクラスのタンクローリーも必要になるであろう。

今後の展開として、豚 1 頭 1 日当たり発生量を 15 L、ばっ気日数を 3 日⁵⁾とし、汚泥だけでなく上澄みもすべて利用できるようになれば、前節の 99 t は 2,200 頭規模の排せつ物処理施設に相当する。対象地区および隣接地区の養豚農家の経営規模は 1,000 ～ 2,700 頭程度なので、沈殿物槽からの汲み出し間隔を 3 ～ 7 日とすることで対応できる。

汚泥散布の普及に残された課題として、モデルの精緻化、効果のさらなる定量化、散布時期の分散化を挙げることができる。モデルの精緻化には、散布サービスを提供する法人および散布を委託する個人

のきび農家から見た経済性評価をはじめ圃場間の散布順の最適ルート決定等も含まれる。効果のさらなる定量化や時期の分散化には、春植え・夏植え（1 年目）だけでなく株出し（2 年目以降）も通した試験データの収集や散布適期の検討が含まれる。これらの時期以外にも散布できれば豚尿のいっそうの有効活用が可能になる。これら課題には、経営経済面だけでなく栽培や環境の側面からも対処しなければならず、複数分野の共同研究が必要である。

- 注 1) 例えば、スプリンクラーは固形物が混合した汚泥では目詰まりする恐れがある、自然流下は適度な傾斜を持つ圃場に限られる、等の問題により、普及可能性が低いあるいは限定されるため。
- 2) 法人および販売店での聞き取り調査による。施肥量は圃場条件によってばらつきがあるので、平均的な値、単価は肥料価格高騰（平成 20 年 7 月に約 56% 上昇）以前の水準である。
- 3) きびは畝間の溝（低いところ）に新植し、根量増加と倒伏防止のため、生長に応じて両側の土を溝に落として平らにする平均培土、さらに株元周りを

を周囲より高くする高培土を行う。

- 4) タンクを完全に空にした上で、完全に水平になるよう停車させて積み込まない限り、実積載率 100% は不可能である。90% はきび生産法人の見込み値である。
- 5) 当該地域農業確立総合研究の成果として、散布を前提としたばっ気処理化は、臭気低減や肥料成分濃度の変化等から、 $1\text{ m}^3 \cdot 1\text{ 時間}$ 当たり $1 \sim 5\text{ m}^3$ の空気送風量で処理期間 3 日程度が適当であることが明らかにされている。

参考文献

- [1] 沖縄県農林水産部『さとうきび栽培指針』、沖縄県農林水産部、2006。
- [2] 農研機構九州沖縄農業研究センター南西諸島農業研究チーム『南西諸島農業研究チーム資料—沖縄本島南部地域における園芸・畑作・畜産広域連携システムの中間整理—』、農研機構九州沖縄農業研究センター南西諸島農業研究チーム、2007。