

令和元年度 成績概要書

課題コード（研究区分）： 6101-628281（公募型研究）

1. 研究課題名と成果の要点

- 1) 研究成果名：定置式除土積込機を用いたてんさい輸送体系の能率と経済性
(研究課題名：土壌病害蔓延防止のための効果的・効率的なてんさい輸送体系の確立)
- 2) キーワード：てんさい、除土積込機、遊離土砂、輸送能率、輸送費
- 3) 成果の要約：専用堆積場と定置式除土積込機を組合せることで、てんさい輸送時の混入土砂量を9割削減でき、遊離土砂の返還を廃止できる。本輸送体系では日輸送量は低下し1t当たり輸送費は増加するが、集荷単位の大型化や20t輸送車の利用によってオペレータ数を削減しつつ、現状に近い輸送費を見込める。

2. 研究機関名

- 1) 担当機関・部・グループ・担当者名：十勝農試・研究部・生産システムG・主査 平石 学
- 2) 共同研究機関（協力機関）：ホクレンてん菜事業本部原料課、北海道地域農業研究所

3. 研究期間：平成28～令和1年度（2016～2019年度）

4. 研究概要

1) 研究の背景

ヨーロッパでは原料てんさいの搬出と同時に除土をおこなう除土積込機を活用し、圃場外に持ち出される土砂量を削減し、かつ遊離土砂返還を要さない輸送体系が採用されている。近年、新たな土壌病害虫が発生したことや原料輸送におけるオペレータ確保がより困難となっていることを背景として、こうした新たなてんさい輸送体系が注目されている。

2) 研究の目的

トラクタで牽引移動の可能な定置式除土積込機（TR9）の除土能力等を明らかにした上で、除土積込機と専用堆積場とを活用した新たなてんさい輸送体系の原料輸送能率と経済性を明らかにする。

5. 研究内容

1) 定置式除土積込機の除土能力

- ・ねらい：除土積込機の除土能力、作業能率等を明らかにする。
- ・試験項目等：(1) 除土積込機と専用堆積場とを組み合わせた土砂分離能力
(2) 原料処理能率、原料破損率、燃料消費量

2) 除土積込機と堆積場を組み合わせた新輸送体系の能率と経済性

- ・ねらい：除土積込機と堆積場を組み合わせた新輸送体系の輸送能率と輸送コストを明らかにする。
- ・試験項目等：(1) 輸送能率調査：原料堆積・積込・輸送方法ごとの積込、輸送、荷下、遊離土砂処理時間
(2) 体系別の原料輸送能率及び輸送費試算：試算条件 ①現状の輸送セットへの除土積込機の導入（オペレータ(OP)数維持）、②①へのOP数増員、③①への20t輸送車導入（OP総数削減）、④1カ所当たり堆積量100tから200tに拡大し①を運用、⑤堆積量200tに拡大し③を運用

6. 成果概要

- 1) 定置式除土積込機TR9は78kWのディーゼルエンジンの動力でてんさいの除土・積込を行う（表1）。本機はショベルローダで機体ホッパに投入した原料を、2組のクリーニングローダで付着土砂を分離し、機体横エレベータから輸送車に原料を積込む。牽引移動には88kW以上のトラクタを要する。
- 2) 除土積込機は原料処理能力167t/hr、原料破損率0.31%、燃料消費量0.24L/tであった。本機の利用により、10tタイプ輸送車1台に混入する土砂量を787kg（混入率5.1%）から54kg（0.4%）まで93%削減できた（表2）。削減された土砂は製糖工場内で処理できる量であるため、本機と専用堆積場とを組み合わせると遊離土砂の返還を不要とでき、圃場が良好な条件であれば圃場堆積原料にも適用できる。
- 3) 除土積込機は同一の堆積条件ではショベルローダよりも積込作業時間を要するものの、専用堆積場と組み合わせることで積込作業時間を現状よりも短縮できる上、土砂処理が不要となるため原料輸送のサイクルタイムを節減でき、製糖工場から25km地点では8%短縮した（表3）。サイクルタイムは短縮するが、本機のOPを捻出できるほど節減されない。また、本機は堆積場の移動に際し洗浄を要するため、堆積場間の移動回数が多いほど輸送能率は低下する。本機の効率的な利用には、20t輸送車利用による輸送セットのOP数の削減や、堆積場の堆積量の増大による堆積場間移動の削減が肝要である。
- 4) 製糖工場から25kmの堆積場からの1日当たり原料輸送量は現状の輸送体系で645tであるのに対し、10t輸送車のもと除土積込機を導入（①）すると日量470tへの低下が見込まれ、本機の導入に際したOPの増員（②）や20t輸送車の利用（③）によって日量530～540tが見込まれた。除土積込機を効率的に利用するには除土積込機の移動を減らすことが肝要であり、堆積量を200tとできれば10t輸送車（④）のもとで日量580t、20t輸送車（⑤）のもとで日量600tが達成でき、かつOP当たり輸送量も向上した。
- 5) 原料てんさい1t当たり輸送費を試算すると現行1,085円に対し、10t輸送車のもと除土積込機を導入（①②）すると1,591～1,685円へと増加した。除土積込機利用時に堆積量200tとできれば10t輸送車（④）のもとで1,338円、20t輸送車（⑤）のもとで1,138円が見込まれた。20t輸送車や堆積量の増大によって輸送費の増加を抑制でき、専用堆積場による計画遅延回避効果を考慮に入れると現状に近い輸送コストの達成が期待できた。

< 具体的なデータ >

表 1 定置式除土積込機の諸元

型式			thyregod TR 9
機体寸法	全長	(mm)	10,750
	全幅 (移動時)	(mm)	3,000
	全高 (移動時)	(mm)	3,900
	重量	(kg)	7,200
原料ホッパ	容量	(m3)	10
	長さ	(mm)	3,800
	幅	(mm)	3,100
	原料受入側の下縁高さ	(mm)	2,500
除土機構	第1除土テーブル	ゴムローラ6本, 鉄ローラ3本	
	第2除土テーブル	鉄ローラ6本	
	除土テーブル下の地上高	(mm)	1,700
積込コンベア	幅	(mm)	900
	排出高さ (最大)	(mm)	5,500
	到達距離 (最大)	(mm)	7,900
	排出能力 (最大)	(t/h)	300
走行部	車軸形式	1軸2輪	
	タイヤサイズ	650/65R30.5	
エンジン	形式	4サイクル4気筒 ディーゼルエンジン	
	出力	(kW/hp)	78/105
	使用燃料	ディーゼル軽油	
	燃料タンク容量	(リットル)	500

表 2 定置式除土積込機と専用堆積場を組み合わせたてんさい原料の付着土砂分離能力

		除土積込機			< 参考 > ショベルローダ
		平均	圃場 堆積原料	専用堆積場 堆積原料	
原料処理量 (①)	(kg)	14,590	14,780	14,400	14,685
原料破損量 (②)	(kg)	46	41	50	—
原料損傷率 (②/①)	(%)	0.31%	0.28%	0.35%	—
混入土砂量 (③)	(kg)	54	47	60	787
土砂混入率 (③/(①+③))	(%)	0.37%	0.32%	0.41%	5.08%
1hr当たり 繰出量	(t/hr)	167	167	167	231
1台当たり 積込時間	(/台)	5:39	5:26	5:51	4:04

注1) 10tタイプ輸送車(供試した輸送車の最大積載量15t)への積込作業のバッチ処理。各3反復の平均値。
2) 原料投入回数は、除土積込機5.2回/台。ショベルローダ5.3回/台。
3) 原料破損量:機体下部の分離土砂に混入した破損原料重量
4) 1hr当たり繰出量:ショベルローダにおける繰出量は、同一条件下での1hr当たり積込量である。

表 3 専用堆積場、除土積込機、20t タイプ輸送車が原料輸送サイクルタイムにもたらす影響 (25km 地点)

原料堆積	積込方法	輸送方法	計	積込作業	直接作業	間接作業	往路移動	製糖工場内	うち移動、荷下ろし	うち遊離土砂積み込み	復路移動	うち移動	うち遊離土砂処理時間
圃場	ショベルローダ	10t	1:11:56 (100)	0:05:37	0:04:27	0:01:10	0:28:38	0:07:26	0:04:54	0:02:32	0:30:15	0:27:34	0:02:41
専用堆積場	ショベルローダ	10t	1:10:55 (99)	0:04:36	0:04:27	0:00:09	0:28:38	0:07:26	0:04:54	0:02:32	0:30:15	0:27:34	0:02:41
専用堆積場	除土積込機	10t	1:06:06 (92)	0:05:00	0:04:51	0:00:09	0:28:38	0:04:54	0:04:54	—	0:27:34	0:27:34	—
専用堆積場	除土積込機	20t	1:15:41 (105)	0:10:00	0:09:42	0:00:18	0:31:20	0:05:07	0:05:07	—	0:29:14	0:29:14	—
	(10t当たり)		0:37:50 (53)	0:05:00	0:04:51	0:00:09	0:15:40	0:02:33	0:02:33	—	0:14:37	0:14:37	—

注) 10tタイプ輸送車は最大積載量10～12t、20tタイプ輸送車は同20～25tの調査値に基づく試算値

表 4 専用堆積場と除土積込機、20t タイプ輸送車、堆積量増大が原料輸送能率と輸送費にもたらす影響

		現 状 (OP11人)	①除土積込機導入 輸 送 車 削 減 (OP11人)	②除土積込機導入 OP 増 員 輸 送 車 維 持 (OP12人)	③除土積込機導入 20t 輸 送 車 利 用 (OP7人)	④除土積込機導入 輸 送 車 削 減 堆 積 量 増 大 (OP11人)	⑤除土積込機導入 20t 輸 送 車 利 用 堆 積 量 増 大 (OP7人)
試算条件	原料堆積	圃場	専用堆積場	専用堆積場	専用堆積場	専用堆積場	専用堆積場
	積込作業	100t/カ所	100t/カ所	100t/カ所	100t/カ所	200t/カ所	200t/カ所
	輸送車	ショベルローダ	除土積込機	除土積込機	除土積込機	除土積込機	除土積込機
		10tタイプ	10tタイプ	10tタイプ	20tタイプ	10tタイプ	20tタイプ
	輸送セットOP数	×10台	×9台	×10台	×5台	×9台	×5台
	輸送セットOP数	11人	11人	12人	7人	11人	7人
	1日当たりの輸送セット輸送量	645t	470t	530t	540t	580t	600t
	期間輸送可能量	2.9万t	2.1万t	2.4万t	2.4万t	2.6万t	2.7万t
	1t当たり輸送コスト(円/t)	1,085	1,685	1,591	1,281	1,338	1,138
	オペレータ賃金	1,085	1,404	1,358	1,056	1,138	950
	除土積込機 運営費	—	123	111	109	103	100
	(うちトラクタ借上料)	—	(106)	(94)	(93)	(86)	(83)
	除土積込機 管理費	—	87	77	75	70	68
	除土積込機 導入費	—	236	210	206	192	185
	集荷計画遅延回避効果	—	△ 165	△ 165	△ 165	△ 165	△ 165

注) 集荷計画遅延回避効果: 専用堆積場によって輸送計画の遅延が回避されることによる輸送費削減効果。平成26年行政参考事項より。

7. 成果の活用策

1) 成果の活用面と留意点

- ・遊離土砂を返還させない輸送体系の構築を目的として、地域内で除土積込機の導入、利用を計画する際に活用する。
- ・本研究は農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業(うち地域戦略プロジェクト)」の支援を受けて実施した。

2) 残された問題とその対応 なし

8. 研究成果の発表等 なし