

てん菜出荷時の返還土砂を廃止した 土壌病害虫蔓延防止のための輸送技術体系

試験研究計画名：土壌病害蔓延防止のための効果的・効率的なてん菜輸送体系の確立
 地域戦略名：土壌病害蔓延防止のための効果的・効率的なてん菜輸送体系の確立
 研究代表機関名：ホクレン農業協同組合連合会

地域の競争力強化に向けた技術体系開発のねらい：

てん菜の圃場からの搬出・工場への搬入に際し発生する遊離土砂は、現状ではてん菜を受け入れる製糖工場にて除土し、出荷した農家圃場に返還する方式をとっています。また、ジャガイモシロセンチュウが確認された圃場で栽培されたてん菜については、出荷日を指定し、輸送車両や工場施設の洗浄を実施していますが、土壌病害虫を含んだ土砂は輸送車両に積載された状態で、最大 100km 以上の広範囲を高頻度に移動することがあり、土壌病害虫の蔓延リスクをはらんでいます。最近ではバレイショのジャガイモシロセンチュウや小麦のなまぐさ黒穂病の発生拡大など、さまざまな土壌病害虫の問題が発生しています。特にジャガイモシロセンチュウについては、発生したバレイショ圃場だけではなく他の輪作作物を含めた発生地域全体での対策が必要とされています。

これら土壌病害虫蔓延防止対策において、人為的に行える対策として、対象病害虫の発生歴のある圃場の土を移動させないことが基本となります。てん菜の出荷・輸送時には多量の遊離土砂が発生するため、これまでは上記に示したように出荷した農家圃場に遊離土砂を返還するという対策を実行してきましたが、土壌病害虫蔓延リスクが低くないこと、人手不足の中で運搬作業の効率化が必要なことが課題となっています。そこで欧州製除土積込機を活用し、てん菜出荷・輸送時における返還土砂の廃止に向けた遊離土砂の抑制技術の確立を目指し、新たなてん菜輸送体系の提案に向けた現地実証試験を実施しました（図 1）。

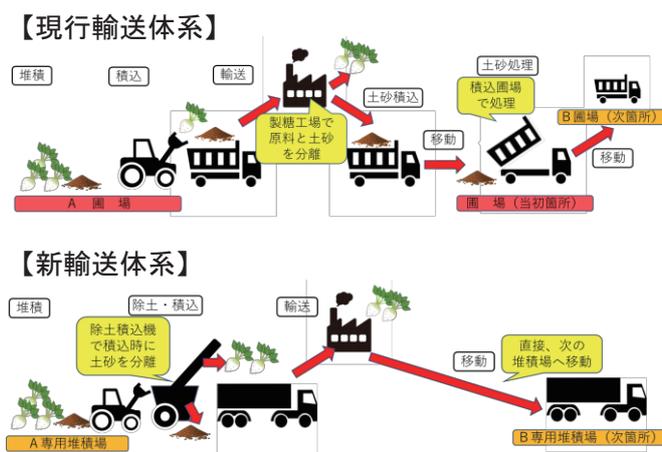


図 1 現行輸送体系と新輸送体系の比較



写真 1 除土積込機運用の構成と稼働状況

技術体系の紹介：

1. 除土積込機の除土性能

(1) 除土積込機の概要：牽引式欧州製除土積込機「THYREGOD TR9」

原料の除土、搬出の動力は本機のエンジン動力を用います。牽引には自重3t以上のトラクタ（120馬力以上、6気筒）が必要です。除土・積込作業は、ショベルローダでホッパに投入された原料を、機体後部のクリーニングローラで除土し、機体横のエレベータによって輸送車に積込むという流れで実施します。原料から分離された土砂は機体下部に堆積されます（写真1）。

(2) 除土積込機の除土能力

除土積込機を利用することで、原料積込時に輸送車に混入する遊離土砂量を9割削減できました。輸送車に混入する土砂量は、原料重量の0.4%まで抑制することができます（表1）。残る土砂は実証地域の製糖工場では工程内で処理が可能なレベルの量となりましたので、除土積込機とストックポイント（SP：主に火山灰と火山礫を用い地盤整備したものであり、畑の一面や遊休地などに整備した専用堆積場）を組み合わせることで遊離土砂の返還を廃止でき、圃場堆積においても、好天により堆積場所が乾燥状態であり、原料積込時に原料と共に積み込まれる土砂量が少ないなど、良好な条件であれば遊離土砂の返還を廃止することが可能となります。

なお、本機の積込能力は167t/hrであり、現状のショベルローダの231tより若干劣ります。

表1 てん菜原料の土砂分離能力

	除土積込機			<参考>
	平均	圃場堆積原料	専用堆積場堆積原料	ショベルローダ
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

2. 除土積込機を活用した新輸送体系の確立

(1) 除土積込機とストックポイントの組み合わせ効果

除土積込機の導入により遊離土砂の移動が抑止されることが実証できました。

輸送面では、積込時の直接作業時間は増加しますが、ストックポイントの利用によって降雨時の堆積場所の軟弱化による積込作業時間の増加が解消でき、かつ土砂処理が不要となることから、原料輸送のサイクルタイムを節減でき、製糖工場から25km地点ではサイクルタイムが8%短縮しました。

しかし、除土積込機を利用するには新たにオペレータが1名必要となりますが、1名分の労働時間をカバーできるほどには輸送能率は向上しません。また、除土積込機は堆積場を移動する際に清掃が必要となるため、堆積場間の移動回数が多いほど輸送効率は低下します。このことから、除土

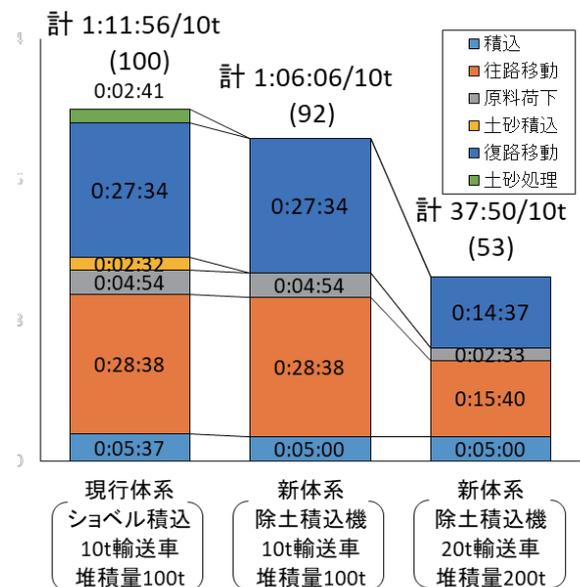


図2 新輸送体系のサイクルタイム

積込機の能率を発揮するためには、1箇所の原料堆積量を増やすことや20t 輸送車の利用が有効な手法となります（図2）。

(2) 新輸送体系の輸送能率

製糖工場から25km地点での原料輸送について、オペレータ数、輸送車両数、堆積場規模の影響を組み込んだ原料輸送量を試算したところ、現行の輸送体系（ア）では日量645tが輸送できるのに対し、現行の輸送セットに除土積込機を組み込むだけでは輸送量は日量470～530t（イ、ウ）まで低下することが見込まれました。また20t輸送車を用いつつ除土積込機を利用しても、輸送量は日量540t（エ）に留まりました。一方、堆積場を大型化（オ）することで日量580tに、更に輸送車両を大型化（カ）することで日量600tを達成でき、さらに車両台数とオペレータの削減が可能となります（表2）。除土積込機の利用に当たっては、従事するオペレータ数の増加や車両洗浄時間の増加が伴うことから、導入に際しては1箇所の堆積場への原料堆積量を増やすことや輸送車両の大型化によって輸送効率を高めることが重要です。

表2 除土積込機の利用方法ごとの原料輸送能率

	ア) 現状 (OP11人)	イ) 除土積込機導入 輸送車削減 (OP11人)	ウ) 除土積込機導入 OP増員 輸送車維持 (OP12人)	エ) 除土積込機導入 20t輸送車利用 (OP7人)	オ) 除土積込機導入 輸送車削減 堆積量増大 (OP11人)	カ) 除土積込機導入 20t輸送車利用 堆積量増大 (OP7人)
原料堆積	圃場 100t/カ所	専用堆積場 100t/カ所	専用堆積場 100t/カ所	専用堆積場 100t/カ所	専用堆積場 200t/カ所	専用堆積場 200t/カ所
積込作業	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
輸送車	10tタイプ ×10台	10tタイプ ×9台	10tタイプ ×10台	20tタイプ ×5台	10tタイプ ×9台	20tタイプ ×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
オペレータ1人 当たり輸送量	59t/人	43t/人	44t/人	77t/人	53t/人	86t/人

技術体系の経済性は：

実証地域における原料輸送コスト（作業従事者の労賃、作業機借上料、除土・積込機の導入費、管理費）を試算したところ、現状の輸送コスト（ア）は1,085円/tであるのに対し、10t輸送車のもと除土積込機を導入すると1,591～1,685円（イ・ウ）に増加することが見込まれました。また20t輸送車を用いつつ除土積込機を利用すると1,281円（エ）に抑制できることが見込まれます。さらに、1箇所

表3 除土積込機の利用方法ごとの原料輸送コスト

	ア) 現状 (OP11人)	イ) 除土積込機導入 輸送車削減 (OP11人)	ウ) 除土積込機導入 OP増員 輸送車維持 (OP12人)	エ) 除土積込機導入 20t輸送車利用 (OP7人)	オ) 除土積込機導入 輸送車削減 堆積量増大 (OP11人)	カ) 除土積込機導入 20t輸送車利用 堆積量増大 (OP7人)
原料堆積	圃場 100t/カ所	専用堆積場 100t/カ所	専用堆積場 100t/カ所	専用堆積場 100t/カ所	専用堆積場 200t/カ所	専用堆積場 200t/カ所
積込作業	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
輸送車	10tタイプ ×10台	10tタイプ ×9台	10tタイプ ×10台	20tタイプ ×5台	10tタイプ ×9台	20tタイプ ×5台
輸送セットOP数	11人	11人	12人	7人	11人	7人
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

の原料堆積量を 200t に増やすことができれば、輸送コストは 10t 輸送車（オ）のもとで 1,338 円、さらに 20t 輸送車（カ）を利用できれば 1,138 円まで抑制できます（表 3）。

以上のとおり、新輸送体系の導入によって、てん菜原料の除土は徹底できますが、輸送コストは増加します。本技術をコストの増加を抑制しつつ導入するには、ストックポイントの拡大と 20t タイプの輸送車利用が有効な手法となります。

こんな経営、こんな地域におすすめ：

新輸送体系は輸送能率の低下をもたらすことから、土壌病害虫発生への懸念がない地域では導入効果は小さくなりますが、ジャガイモシロシストセンチュウが深刻化している地域においては導入を検討する意義があると判断しました。

技術導入にあたっての留意点：

- (1) 除土積込機とトラクタを一直線で配置する場合、19m × 4.7m のスペースが必要となります。車両へ積み込む際に、除土積込機と車両の間を 8m 程度開ける必要があり、直線配置の場合の長さが 19m であることから、除土積込機とトラクタを「くの字」に配置することで、車両との距離を確保し易くなります。150t のてん菜を堆積する場合、19m × 41m で 800 m² の堆積場が必要です。
- (2) 除土積込機を稼働させて除土作業を行うと、機体下部に土砂が堆積されるため、原料約 100t ごとに機体の移動が必要です。
※遊離土砂が通常より多くなることが想定される場合、移動回数が増加する可能性があります。
- (3) 除土積込機を稼働させ除土作業を行うと、本体に土砂が付着することから、堆積場間を移動するには機体の清掃を検討願います。1 回当たりの清掃時間は、高圧洗浄機またはエアーコンプレッサを使用した場合、1 人作業概ね 30 分で全体の清掃が可能です。
- (4) 除土積込機の稼働は、厳冬期を除く 11 月末頃までとしています。

研究担当機関名：ホクレン農業協同組合連合会、(地独) 北海道立総合研究機構、(一社) 北海道地域農業研究所

お問い合わせは：ホクレン農業協同組合連合会 てん菜事業本部てん菜生産部原料課
電話 011-232-6140 E-mail genriyou@hokuren.jp

執筆分担（ホクレン農業協同組合連合会 てん菜事業本部てん菜生産部原料課：堂本弘之、伊藤千明）