

高品質てん菜作り研修会

2023年1月23日

てん菜新技術の作業効率と経済性

－移植・収穫・輸送－

農研機構 北海道農業研究センター

寒地畑作研究領域 スマート畑作グループ

藤 田 直 聡

NARO

移植および収穫作業に関する てん菜の新技術開発・利用

北海道の畑作経営が規模拡大が進むにつれて…

作付面積

増加 = 小麦…省力化が進んでいる
伸び悩み = テンサイ、バレイショ
…省力化が進んでいない
多人数の組作業が必要
テンサイ = 2000年以降、作付総面積が減少
労働力不足が上記の理由の一つ



小麦の過作 輪作体系の崩れ



収量減、病虫害の発生
による所得減が懸念

これを受けて…

農研機構…革新的技術開発・緊急展開事業（経営体強化プロ）にて、糖業、
機械メーカー、農業協同組合等とコンソーシアムを設立

テンサイ新技術として

短紙筒狭畦移植機と自走式多畦収穫機

を開発した。

短紙筒狭畦移植機とは



以下の機能を備えたトラクタ直装型全自動移植機

- 1) ロボットアームによる苗分離
- 2) 狭畦移植フレームによる狭畦・6畦化への対応
- 3) 高速振分機構
- 4) トラクタのタイヤ跡に対応した土寄せ装置

115psクラスのトラクタで作業が可能。

サイズ＝全長2.97m、全幅4.77m（作業時）、全高1.85m、重量2.7t。

適応紙筒（ペーパーポット）はビート用短紙筒（口径=19mm、長さ=10cm）
条間は50cm、6畦用。

通常のペーパーポット…口径=19mm、長さ=13cm

自走式多畦収穫機とは



ドイツから輸入したテンサイ大型収穫機を日本仕様に改良したもの（移植テンサイに合わせている）。

- ・サイズ＝全長13.53m、全幅3.30m、全高3.98m、重量28.2 t。
- ・タンクの容量30m³（約21 t）、条間50cm、6畦用。

ヘッダの部分については、スカルパをテンサイの高さを調整しながら、根を倒さずに切断した茎葉部を作業機外へ排出するフィラーホイールに改造している。その他、茎葉を切断するトッパ、テンサイをタンクに送り込むデフォリエータ、リフタからなる。

短紙筒狭畦栽培におけるテンサイ収量

表 1－1 育苗期間の異なる短紙筒狭畦栽培のテンサイ収量

	1根重 (kg)	根重 (t/10a)	根中 糖分 (%)	糖量 (t/10a)	従来比 (%)
育苗7週未満(n=7)					
短紙筒狭畦	1.05	8.77	16.1	1.42	114%
従来栽培	1.08	7.90	15.7	1.24	
t検定	ns	**	*	**	
育苗7週以上(n=5)					
短紙筒狭畦	0.70	6.71	16.1	1.09	94%
従来栽培	0.92	7.02	16.3	1.15	
t検定	*	ns	ns	ns	

- 注 1) 従来栽培は長さ13cmの紙筒を用いた、条間60cm～66cmの慣行栽培。
- 2) 表中の「*」、「**」はt検定においてそれぞれ危険確率5%以下、1%以下で有意差が認められることを示す。
- 3) 供試品種は「カーベ2k314」とし、2017年から2019年の試験結果を集計。
- 4) 従来比は糖量についての値。
- 5) 直播栽培は従来知見の「狭畦で7%多収」と同等の結果を確認。

短紙筒狭畦栽培

糖量…育苗期間が7週間未満(5月14日以前に定植)＝従来栽培を14%上回る。

育苗期間が7週間以上＝従来栽培を6%下回る。

根重および根中糖分

…育苗期間が7週間未満＝短紙筒狭畦＞従来栽培

育苗期間が7週間以上＝短紙筒狭畦＜従来栽培

育苗期間＝7週間を超過しないようにすることが重要

短紙筒狭畦移植機の作業性

表 1 - 2 2018年の短紙筒狭畦移植機の作業性

項目	単位	割合	
定植面積	a	1838	
全作業時間	h	63.4	
準備・休憩・圃場間移動等	h	12.3	19%
実作業時間	h	51.1	81%
実作業の内訳		作業時間	割合
定植	h	21.8	43%
苗の補給	h	8.8	17%
うち補給	h	6.1	
うち移動	h	2.7	
巡回	h	2.2	4%
圃場内移動	h	1.2	2%
停止	h	17.1	34%
作業幅	m	3	
作業速度	km/h	2.82	
理論作業量	a/h	84.5	
圃場作業量	a/h	36.0	

1日当たり可能な作業量=4ha

実作業時間=9.33h/日

作業速度=2.82km/h

作業幅=3m

圃場作業効率=51%

**1年間に1台当たり
約60haの定植が可能**

- 注 1) 2018年4月22日午後から5月1日午前の作業を集計。
 2) この間3日間は降雨のため作業を中止、1日を整備等にあてており実質5.5日間の作業である。
 3) トラクタから後方の作業機を5秒間隔で撮影した。
 4) 作業機の上下や画像の作業および背景の推移等から作業内容や停止を分類。
 5) 調査には枕地の作業を含む。

自走式多畦収穫機の作業性

表 1－3 2018年の自走式多畦収穫機の作業性

項目	平均	最低 (小)	最高 (大)
A：1筆の圃場面積(ha)	5.18	2.90	10.36
B：1筆当たりの全作業時間(h)	9.04	4.03	18.95
C：実作業時間(h)	7.53	3.38	15.65
C/B 実作業率 (%)	83%	77%	88%
平均収穫速度 (km/h)	4.39	3.33	5.06
理論作業量 (ha/h)	1.32	1.00	1.52
圃場作業効率 (%)	52%	48%	57%
A/C 圃場作業量 (ha/h)	0.69	0.49	0.86

- 注 1) Terra Dos T4-30 (HOLMER) による10月17日から10月24日の収穫作業を5秒間隔で記録。
 2) 圃場内の作業内容を収穫、旋回、排出、圃場内移動、停止に分類して圃場ごとに記録。
 3) 実作業に含めない作業時間として、作業開始前の準備作業(収穫作業前の機械の調整作業を含む)、休憩時間、圃場間移動時間、移動前の清掃時間を記録。
 4) 作業速度は一筆の作業面積を収穫時間×作業幅で除して算出。
 5) 理論作業量は作業速度と作業幅(3m)から算出。

1日当たり可能な作業量＝6.3ha
 (1時間当たり作業量＝0.69ha (0.49～0.86ha))
実作業時間＝7.53h/日
 (実作業率＝83%)
作業速度＝4.4km/h
圃場作業効率＝52%

1日に6.3haの作業が可能



約23日間で140haの収穫可能

試算における対象生産者の概要

経営試算の対象とした生産者＝S法人（オホーツク管内津別町）

表 1－4 S法人の経営概要

項目	単位	数値	備考
設立	年	2001	
構成員	人	6	うち1人は非常勤
雇用	人	4～5	70代が1名，60代が3名，50代が1名 てん菜移植，バレイショ播種，選別， たまねぎ収穫を担当。 いずれもT町在住。
作付面積	小麦	41.66	うち4.3haは種子用
	秋小麦	9.73	
	春小麦	20.00	2018年度は移植9ha，直播18ha，2019 年度よりすべて直播
	てん菜	6.73	
	移植	20.60	加工業者と契約
	直播	1.50	
	バレイショ	17.40	JAと契約，2019年度より廃止予定
	加工用	0.66	
	食用	118.28	
合計			
年間の売上高	千円	132,000	概算

資料：聞き取り調査による。

注：上記の数値は2017年度の値。

- ・ 経営体強化プロで開発した
テンサイ新技術の実証生産者
- ・ オホーツク管内T町に立地
- ・ 2001年に3戸の畑作農家で
発足した有限会社
- ・ 現在は構成員6名
（うち、1名は非常勤）
臨時雇用4～5名
経営耕地面積は120ha程度
- ・ 畑作物3品（小麦、テンサイ、
バレイショ）と野菜2品目
（タマネギ、ニンジン）を
作付けていたが、ニンジンは
2018年以降廃止。

生産費試算結果

表 1－5 従来技術と新技術のてんさい生産費の比較（試算値）

	単位	移植栽培		直播栽培		H28 生産費 調査報告 (15ha以上)
		従来	新技術	従来	新技術	
種苗費		2,181	2,879	3,435	4,534	3,108
肥料費		19,618	19,572	19,146	19,146	24,847
農業薬剤費（購入）		14,265	14,265	13,160	13,160	13,409
光熱動力費		2,481	2,481	2,252	2,252	2,848
その他の諸材料費		8,536	9,210	0	0	5,271
土地改良及び水利費		0	0	0	0	81
賃借料及び料金		0	25,700	0	15,700	3,473
物件税及び公課諸負担	円/10a	1,126	1,126	1,111	1,111	1,888
建物費		6,184	3,605	2,731	1,363	2,671
自動車費		1,005	314	983	291	1,914
農機具費		29,859	10,021	23,415	10,598	16,953
生産管理費		0	0	0	0	408
労働費（構成員）		15,419	12,937	4,046	3,230	18,088
労働費（雇用）		1,925	0	1,375	0	1,878
10a当たり合計	円/10a	102,599	102,110	71,653	71,386	96,837
10a収量	t/10a	6,000	6,840	5,100	5,457	5,462
1kg当たり	円/kg	17.10	14.93	14.05	13.08	17.73

- 注 1) てんさいを30ha生産する法人の調査に基づく試算である。
 2) 「その他の諸材料費」にはペーパーポット代が含まれる。
 3) 固定費に含まれる農機具等の取得価額は「2018/2019農業機械・施設便覧」を用い、その他は主に聞き取り調査にもとづく。
 4) 新技術の作業料金は定植作業10千円/10a、収穫作業14千円/10aとした。
 5) 賃借料は収穫物搬送トラックのリース料が含まれる。

- 1) H28年のてんさい生産費調査報告と比較すると、肥料費、その他の諸材料費、固定費である建物費、自動車費、農機具費を除けば、従来の移植栽培とほぼ同等の値を示していた。
- 2) 固定費については、すべて新品の利用を前提とし、取得価額に希望小売価格を用いていると同時に、それぞれの農機具、自動車の車庫費を計上しているため、生産費調査報告より高い値となる。
- 3) 10aあたりの生産費は、移植栽培、直播栽培ともに、概ね同等であった。
- 4) 生産物当たりの生産費は、新技術により多収化することを前提とすると、新技術が従来技術を移植栽培で13%、直播栽培で7%下回る。

所得試算の前提条件

表 1－6 経営計画モデル試算の前提条件

	単位	数値	備考
経営耕地面積	ha	117.62	S法人のニンジンを除く総面積
増加率	%	10	
作業面積の 上限	従来のてん菜移植機	ha	62.0
	従来のてん菜収穫機	ha	41.0
	新技術のてん菜移植機	ha	なし
	新技術のてん菜収穫機	ha	なし
	バレイショ播種機	ha	62.0
	バレイショ収穫機	ha	30.0
	たまねぎ	ha	17.4
後作を秋小麦とするバレイショの作付 面積の上限	ha	20.8	後作を秋小麦とするバレイショ収穫作業期間を 8/20～9/25の35日間、うち7日間を作業不能日数 とし、作業日数(28日)×1日当たり作業時間の 上限(11時間)×作業機の実作業率(75%)÷作 業効率(11.11時間/ha)で算出した。
作付割合の 上限	小麦(秋小麦, 春小麦)	%	50.0
	てん菜	%	40.0
	バレイショ	%	40.0
てん菜の直播栽培の割合		%	10.0
		%	30.0
狭畦栽培に よる収量増	移植栽培	%	14
	直播栽培	%	7
作業者	構成員(最大)	人	5
	雇用(最大)	人	5
1日当たり作業時間 の上限	構成員	時間	11
		時間	9.5
		時間	8
	雇用	時間	9
		時間	8
雇用労働力賃金	円/ 時間	1,800	聞き取り調査による。
委託費	移植と収穫	円	24,000
	収穫のみ	/10a	14,000

1. 所得試算は線形計画法を用いて行った。
2. 狭畦栽培の移植栽培の収量増加率は2017年から2019年に津別町で行った、7回の栽培試験(育苗期間7週未満)の糖分収量(新技術1.42t、従来技術1.24t)を基にした。
3. 直播栽培の収量増加率は有田(2003)、有田ら(1999)を基にした。
4. なお、1日当たり作業時間の上限の備考欄に示している「4月下旬～5月中旬」および「8月下旬～9月下旬」は、作業競争が激しく、労働力不足が生じやすい時期である。

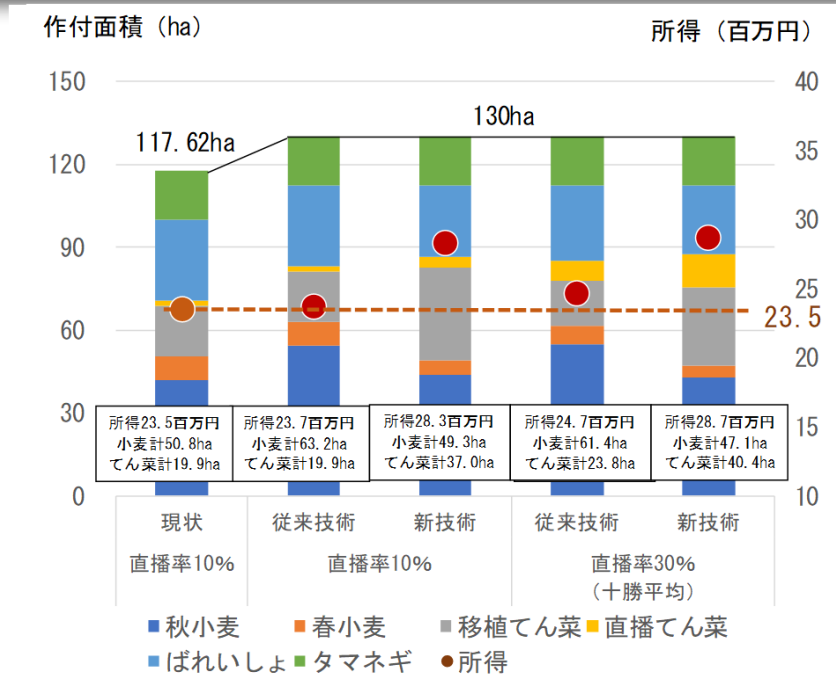


図 1－2 経営耕地面積が10%増加した場合のテンサイ技術利用別に見た所得及び各作目の面積の比較

経営耕地面積が10%増加し、かつ労働力構成に変化がない場合

1. 直播率10%、従来技術利用…所得は現状とほぼ同等
2. 直播率30%、従来技術利用…現状よりやや上回る程度となる
3. 新技術利用 …直播栽培の割合に関係なく、所得は現状を上回る
4. 作付構成 …従来技術利用＝小麦偏重
新技術導入 ＝比較的バランスのとれた構成

経営耕地面積が10%増加、構成員0.5人減の場合

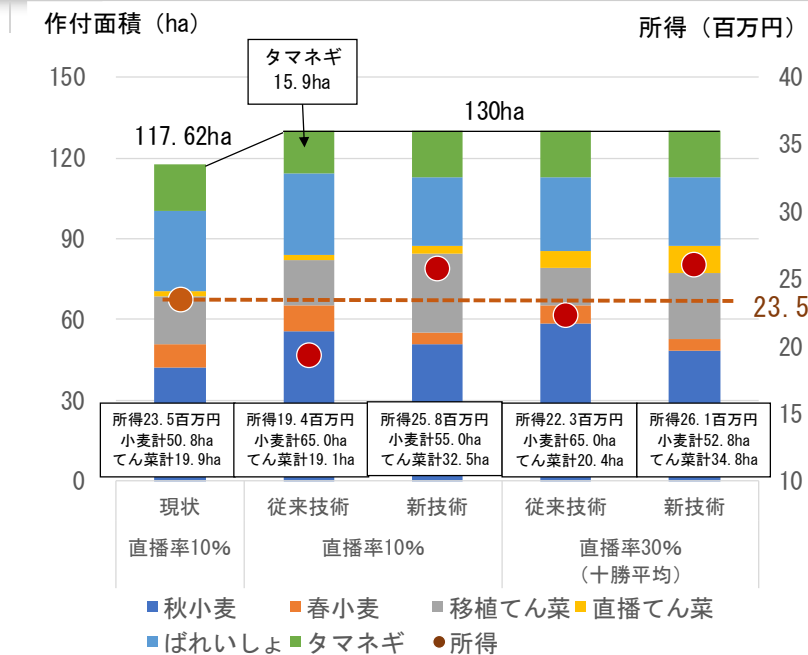


図 1－3 経営耕地面積10%増，構成員0.5人減の場合のテンサイ技術利用別に見た所得及び各作目の面積の比較（試算値）

経営耕地面積が10%増，構成員0.5人減の場合

- 従来技術を利用…利益係数の高いタマネギの作付面積が減少する
所得＝直播率10%で現状を大きく下回る。
直播率30%ならばやや下回る程度である。
作成構成＝いっそう小麦偏重。
- 新技術を利用 …所得＝現状よりは高い。作付構成＝小麦偏重の緩和。

1. テンサイ新技術である短紙筒狭畦移植機と自走式多畦収穫機を、作業受委託組織を通じて利用した場合、従来技術の利用に比べて、所得は高くなり、作付もバランスのよい構成が期待できる。
2. 今後予測される経営耕地面積の増加や、労働力が減少する条件においても、この新技術を利用すれば、所得が現状を上回ると期待できる。

なぜならば…

従来技術利用の場合の問題点

4月下旬から5月上旬にかけての作業競合



作業受委託組織を通して新技術を利用することによって、大幅に緩和されるため

てん菜の移動式除土積込機

(生産者→糖業への輸送手段)

てん菜の製糖業者への出荷＝付着する土砂の除土が必要

- ・ 現状（日本）＝生産者の圃場で行わない。
運搬先の製糖業者のパイラーで行われている。
除土された土砂は生産者の圃場へ返還している。
- 問題点
＝多量の土砂の移動を伴う
→輸送効率の低下
土壌病害およびセンチュウ等の害虫の伝播
- さらに
＝輸送を行うトラック、オペレータが不足

欧米のように、土砂を生産者の圃場で落とし、移動を抑えることを検討する必要がある。

圃場で土砂を落とせる移動式除土積込機が、
北海道の生産現場で使えるのか？

移動式除土積込機の概要

表 2 - 1 移動式除土積込機の概要

項目	事項	備考
製品名	ミニマウス ドイツ・ブレッドマイスター社製	
重量	5.3 t	
寸法（道路交通時）	全長8.2m、全幅2.3m、全高3.2m	
動力	牽引式（トラクター利用）	
使 商品名	ニューホランドT7-270	
用 機体寸法	全長5.51m、全幅2.71m、全高3.22m	
ト 機体重量	8.8 t	
ラ 出力	定格260ps、最低160ps	
ク 揚力	5.5 t	
タ フロントウェイト	1.6 t	
作業者数	2～3名（監視役1～2名必要）	
車速	0.2～0.4km/h	
PTO回転数	360rpm	石が上がってきたときは 560rpmにして飛ばす。
処理能力	150～200 t /h	ドイツ・ブレッドマイス ター社のパンフレットに よる。
トラック1台に積み込 む所要時間	10分（30 t トラック）	
燃料消費量	2.0リットル／トラック1台	
取得価額	2,700万円	

2017年と2018
年に、十勝地
域で数カ所稼
働試験を行っ
た程度である。
現在、利用し
ている生産者
はいない

移動式除土積込機



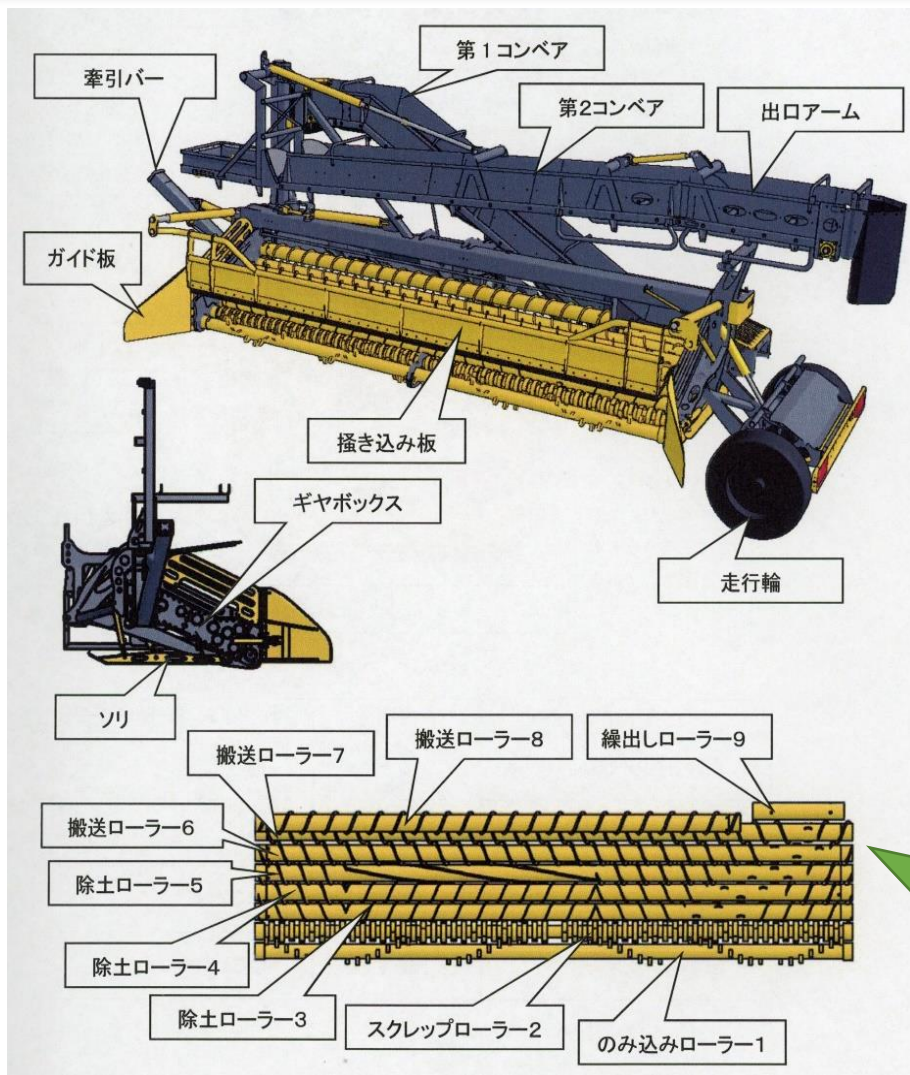
作業時



道路移動時

写真 2 - 1 移動式除土積込機（ミニマウス；ブレッドマイスター社）

移動式除土積込機の仕組み



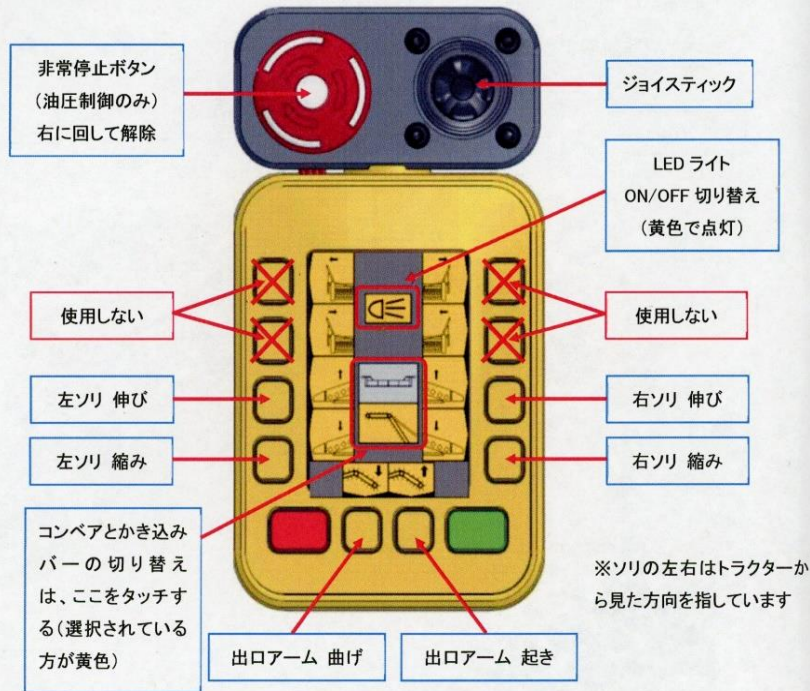
掻き込み板、ガイド板、走行輪、
第1コンベア、第2コンベア、出
口アーム、ギアボックスからなる。

のみ込みローラー＝てん菜を飲み込む
スクレップローラー＝土砂をはがす
除土ローラー＝土砂を機械外へ落とす
搬送ローラー→繰り出しローラー
＝てん菜をコンベアへ送り出す。
第1コンベア→第2コンベア→出口アーム
＝トラックの荷台へ落とす

掻き込み板（幅5.3m）の下
のみ込みローラー1本
スクレップローラー1本
除土ローラー3本
搬送ローラー3本
繰り出しローラー1本

図 2 - 1 移動式除土積込機の構成

移動式除土積込機のコントローラー



ジョイスティック操作

コンベア操作モード	方向	かき込みバー操作モード
反時計回りに旋回	↑	伸びる
時計回りに旋回	↓	縮む
起こす	←	起こす
倒す	→	倒す

図 2-2 移動式除土積込機のコントローラー

制御できるもの

- ① 第2コンベア旋回
- ② 第2コンベア起伏
- ③ 出口アーム折り曲げ
- ④ 掻き込みバー起伏
- ⑤ 掻き込みバー伸縮
- ⑥ ソリ伸縮
- ⑦ ライト
- ⑧ 非常停止

その他

- ① コンベアと掻き込みバーは、ジョイスティックで操作可能だが、切り替えが必要。
- ② コントローラーの操作により、トラック荷台に落下するてん菜の落下位置を調節することで、てん菜を均等に積み込むことができる。



写真 2-2 慣行のてん菜積込方法

ショベルローダで直接、トラックに積み込む
圃場の土はあまり落ちない



写真 2－3 製糖工場における原料てん菜の受入作業

移動式除土積込機による積込と洗浄



写真 2－4 移動式除土積込機による積込と洗浄作業

移動式除土積込機で、圃場の土を落としながら
トラックに積み込む

堆積場の堆積状況（面積等）



Kファーム



T農場

表3 試験圃場におけるてん菜の堆積状況と面積等の試算

		Kファーム	T農場
試験圃場	寸法	足幅5.0m 高さ1.7m 長さ75.0m	足幅4.0m 高さ1.6m 長さ102m
	面積	384m ²	414.4m ²
	体積	323.9m ³	329.8m ³
	角度	34.2°	38.7°
足幅を13mの台形にした場合	寸法	足幅13.0m 天場7m 高さ2.0m 長さ19.2m	足幅13.0m 天場7m 高さ2.0m 長さ19.5m
	面積	249.6m ²	253.5m ²
自走式多畦収穫機 （ホッパー30m ³ ）の 排出作業の移動距離	足幅	8.2m	10.4m
	4～5m		
	足幅 13m	1.5m	1.5m

写真2-5 てん菜の堆積状況

堆積場の面積＝慣行の積込＜移動式除土積込機利用

自走式多畦収穫機の排出作業の移動距離＝慣行の積込＜移動式除土積込機利用

足幅を5mにしなければならない＝堆積場の面積大、収穫機の移動距離長となる

移動式除土積込機の方が、作業の難易度が高い

作業時間の計測結果

表 2－4 移動式除土積込機における積込、洗浄に要する移動距離と作業時間の計測結果

	単位	Kファーム		T農場	
		慣行区	試験区	慣行区	試験区
移動距離	m	4.2	4.2	5.9	4.4
積込 作業	分：秒	3:45	9:53	5:18	14:54
		3:44	9:54	5:16	14:58
		3:49	19:05	6:54	8:38
		3:52	18:52	6:53	8:38
		4:00	17:31	7:47	7:32
		4:00		7:55	
		3:49	10:06	9:33	8:18
		3:48		9:20	
		3:47	12:33	8:45	9:50
		3:48		8:46	
		3:50	13:59	7:39	10:42
停止回数	回	0	1	0	1
洗浄作業	時：分：秒	1:50:40			



写真 2－6 除土積込作業と洗浄機

移動距離＝ 4 m程度

積込作業時間＝慣行区＜試験区

(試験区は、土砂を落としながら積み込むので、作業時間が長くなる)
T農場の作業時間がKファームより長い理由＝収穫日前日の天候による
… T農場＝収穫日の前日、前々日に降雨あり

トラックを堆積場から離れた位置に設置

洗浄作業＝ 2 時間程度を要する



写真 2-7 移動式除土積込機における監視作業

てん菜積込作業の作業人数について

慣行区＝2名：トラックオペレータ1名、ショベルローダオペレータ1名

試験区＝3名：トラックオペレータ1名、ショベルローダオペレータ1名
監視作業員1名

監視作業が必要＝この作業機は、バックしながら作業するものである
トラックの四隅に隙がなくなるように積み込む必要あり

とはいえ、監視作業の安全性に疑問！

てん菜に付着している土砂の重量計測（圃場）



写真 2－8 土砂重量の計測

表 2－5 移動式除土積込機における除土量の計測結果
（10 t トラック 1 台当たり）

単位：kg

	Kファーム	T農場
試験－1	－	834.4
試験－2	434.6	884.4
試験－3	87.3	1,011.4
試験－4	－	－
試験－5	454.8	－
平均	444.7 (325.6)	910.1

注 1：圃場試験の結果による。
 2：各農場、サンプルを3つずつとした。
 3：括弧内の数値は「試験－3」の値を含んでいる。
 4：T農場では、収穫日の前日と前々日に降雨あり。

- ・ Kファーム＝平均444.7kg
- ・ T農場＝平均910.1kg
- ・ T農場では、最大1,011kg土砂が落ちた。
- ・ T農場では、収穫日の前日と前々日に降雨があったため、土砂量がKファームの2倍以上になっている。
- ・ T農場について、圃場水分が多いことから、収穫作業時の除土効率が悪く、てん菜と一緒に土砂が堆積パイラーに入ったと推察される。

てん菜に付着している土砂の重量計測（製糖工場）

表 2－6 Kファームにおける移動式除土積込機の有無別に見たてん菜土砂混入量の比較（10 tトラック 1 台当たり）

区分		除土後の 輸送量	土砂 混入量	土砂混 入割合	除土機処 理時間	個体付着 土砂率	てん菜 重量 (推定値)
単位		kg	kg	%	分:秒	%	kg
慣 行 区	慣行－1	11,000	820	7.5	1:12	2.7	
	慣行－2	11,000	1,020	9.3	1:13		
	慣行－3	10,160	760	7.5	1:06	2.7	
	慣行－4	9,940	1,160	11.7	1:08		
	慣行－5	10,440	1,160	11.1	1:05	2.5	
	平均	10,508	984	9.4	1:08	2.6	10,235
試 験 区	試験－1	10,756	合計 1,020		1:13	4.0	
	試験－2	11,236			1:08		
	試験－3	10,396		1.9	1:05	1.8	
	試験－4	10,156			1:04		
	試験－5	10,916			1:06	1.4	
	平均	10,692	204	1.9	1:07	2.4	10,435

1. 土砂混入量…慣行区＝984kg
試験区＝204kg
差は784kg
2. 土砂混入率…慣行区＝9.4%
試験区＝1.9%
3. 製糖工場の除土機（パイラー）による処理時間と除土機通過後におけるてん菜の付着土の割合…慣行区＝試験区
4. 上記の試験結果より、付着土を除いたてん菜の重量は、トラック1台当たり平均で慣行区10.2 t、試験区10.4 t と推定できる。

※. 土砂混入量が、圃場調査結果より多い理由＝ショベルローダによる積み込みの際、てん菜の切断防止のため、圃場土砂を多めに掬っていることによる。

移動式除土積込機を用いた方（試験区）が、土砂が少ない分だけ、より多くてん菜を運搬できる

てん菜に付着している土砂の重量計測（製糖工場）

表 2-7 T農場における移動式除土積込機の有無別に見たてん菜土砂混入量の比較（10tトラック1台当たり）

区分		除土後の 輸送量	土砂 混入量	土砂混 入割合	除土機処 理時間	個体付着 土砂率	てん菜 重量 (推定値)
単位		kg	kg	%	分:秒	%	kg
慣行区	慣行-1	10,280	1,040	10.1	1:11	1.9	
	慣行-2	10,160	2,880	28.3	1:06	2.8	
	慣行-3	10,000	1,460	14.6	1:03		
	慣行-4	10,480	1,340	12.8	1:08		
	慣行-5	11,020	920	8.3	1:10	1.6	
	平均	10,388	1,528	14.8	1:07	2.1	10,170
試験区	試験-1	10,892			1:15	1.9	
	試験-2	12,092	合計		1:17		
	試験-3	10,472	1,140	2.1	1:05	2.2	
	試験-4	10,172			1:06		
	試験-5	10,752			1:07	2.2	
	平均	10,876	228	2.1	1:10	2.1	10,648

当農場では、収穫日の前日と前々日に降雨あり

1. 土砂混入量…慣行区=1,528kg
試験区=228kg
差は1,300kg
2. 土砂混入率…慣行区=14.8%
試験区=2.1%
3. 製糖工場の除土機（パイラー）による処理時間と除土機通過後におけるてん菜の付着土の割合…慣行区=試験区
4. 上記の試験結果より、付着土を除いたてん菜の重量は、トラック1台当たり平均で慣行区10.2t、試験区10.6tと推定できる。

収穫前の悪天候→慣行区の土砂混入量=T農場（1.5t）>Kファーム（1.0t）
試験区の土砂混入量…Kファーム=T農場（ともに200kg程度）
→雨のために多量に付着した土砂も、圃場でしっかり落とせている
当作業機=収穫前が悪天候の方が、効果が大きいか？

移動式積込機の稼働費用は どうなるのか？

移動式除土積込機の稼働費用

表 2－8 除土作業における稼働費用
試算の前提条件

	慣行区	試験区
作業人数	オペレータ 1 名	オペレータ 1 名 監視役1名
使用する作業機	ショベルローダ	移動式除土積込機
トラック1台当たり積込 作業時間	収穫前日降雨なし＝230秒 収穫前日降雨あり＝459秒	収穫前日降雨なし＝839秒 収穫前日降雨あり＝642秒
積込作業1回当たり洗浄 作業時間	0.9時間	2時間
燃料消費量	10リットル／時	12リットル／時
作業機の 取得価額	ショベルローダ＝15,851千円 移動式除土積込機＝27,000千円	
耐用年数	7年	
修理費	取得価額の5%	
資本利子	取得価額の1%	
租税公課	取得価額の0.75%	
保険料	取得価額の0.25%	
車庫費	取得価額の3.5%	
労賃単価	1,700円/時	
てん菜10a当たり収量	6.8～6.9 t	
作業機1台でてん菜積込量 (面積換算)	100～400ha	
生産者1戸当たりてん菜 作付面積	10ha	
ト 積載量	10 t	
ラ 往復の上限	6往復	
ッ 1日当たり		
ク 使用料 (運転手含む)	50千円	

- 注 1：トラック1台当たり積込回数と洗浄時間、10a当たり収量は、調査結果に基づいた。
- 2：ショベルローダの洗浄時間については、全長がトラクター＋移動式除土積込機の45%であったので、移動式除土積込機の洗浄時間に45%を乗じた。
- 3：燃料消費量については、ショベルローダは北海道農業生産技術体系より引用し、移動式除土積込機は、パンフレットに掲載された値2.0リットル/10分に6を乗じた（1時間当たりに換算）。
- 4：生産者1戸当たりてん菜作付面積は、工芸作物生産費調査結果より引用した。
- 5：ショベルローダの取得価額については、「2018/2019農業機械・施設便覧」より引用。
- 6：労賃単価については、農林水産省統計部「工芸作物生産費調査（てん菜）」に掲載されている家族労働費を家族労働時間で除した値を用いた。

表 2－9 除土作業における試験圃場面積当たり
稼働費用試算結果（収穫日前日降雨なし）

単位	補助なし		1/2補助	
	慣行区	試験区	慣行区	試験区
てん菜積込量（面積換算）	400.0		400.0	
1日1台当たりてん菜輸送量	63.0	64.2	63.0	64.2
付着土を除いた量（洗浄済）	61.2	62.4	61.2	62.4
労働費（合計）	88.5	557.7	88.5	557.7
積込・運搬	73.2	523.7	73.2	523.7
洗浄	15.3	34.0	15.3	34.0
燃料費	46.0	201.4	46.0	201.4
固定費	982	1,673	982	837
輸送費	5,637	5,527	5,637	5,527
稼働費用合計	6,754	7,959	6,754	7,123

- ・ Kファームのデータをもとに試算した
- ・ 1日1台当たりてん菜輸送量は、「慣行区＜試験区」
- ・ 輸送費は、「慣行区＞試験区」
- ・ 労働費、固定費等、輸送費以外は、「慣行区＜試験区」
- ・ 稼働費用を合計すると、「慣行区＜試験区」となる
- ・ 移動式除土積込機取得時に1/2補助がある場合、慣行区と試験区の差は縮まり、双方はほぼ等しいと見ることができる。

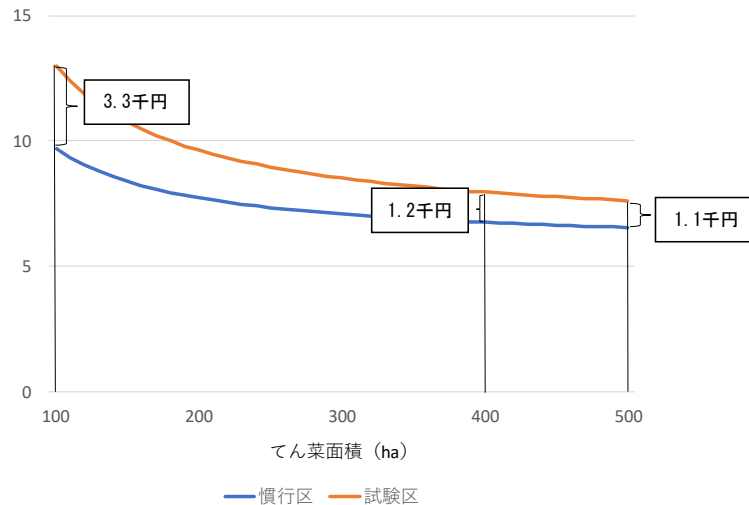
表 2－10 除土作業における試験圃場面積当たり
稼働費用試算結果（収穫日前日降雨あり）

	単位	補助なし		1/2補助	
		慣行区	試験区	慣行区	試験区
てん菜積込量（面積換算）	ha	400.0		400.0	
1日1台当たりてん菜輸送量	t/日	62.4	65.4	62.4	65.4
付着土を除いた量（洗浄済）		61.2	63.6	61.2	63.6
労働費	円/10a	160.2	421.2	160.2	421.2
積込・運搬		144.9	387.2	144.9	387.2
洗浄		15.3	34.0	15.3	34.0
燃料費		91.8	154.1	91.8	154.1
固定費		982	1,673	982	837
輸送費		5,556	5,345	5,556	5,345
稼働費用合計	円/10a	6,790	7,593	6,790	6,757

- ・ T農場のデータをもとに試算した
- ・ 1日1台当たりてん菜輸送量＝慣行区と試験区に1 t以上の差あり
- ・ 積込・運搬の労働費が、「収穫日前日降雨なし」より縮まっている
慣行区＝土砂が多い分、積込作業時間が長い
試験区＝試験2日目…オペレータが作業に慣れ、作業時間が縮まった。
- ・ 稼働費用を合計すると、「慣行区<試験区」となる
- ・ 移動式除土積込機取得時に1/2補助がある場合、慣行区と試験区の稼働費用はほぼ等しくなった。

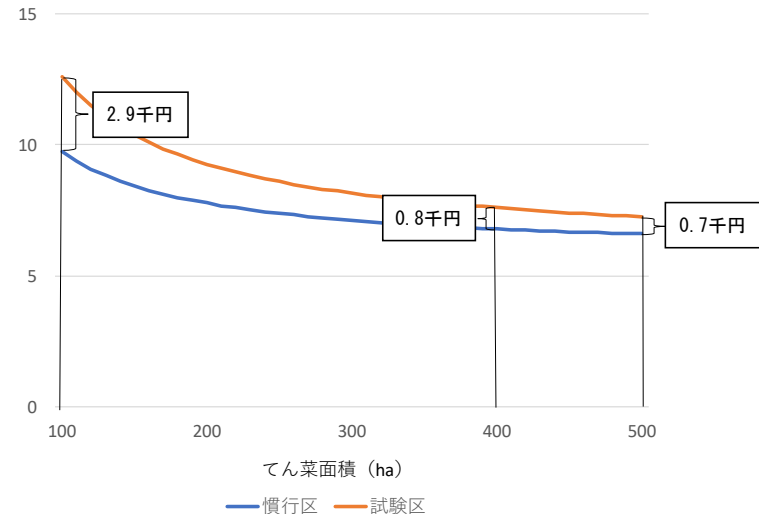
移動式除土積込機の稼働費用（補助なし）

稼働費用（千円/10a）



収穫日前日降雨なし

稼働費用（千円/10a）

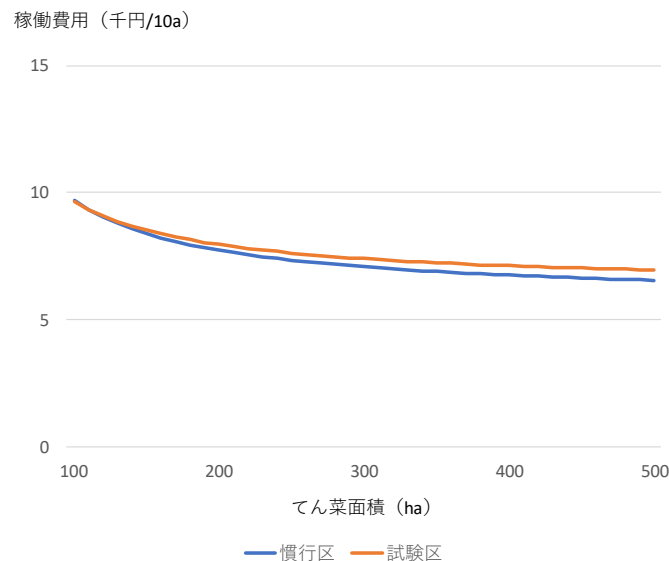


収穫日前日降雨あり

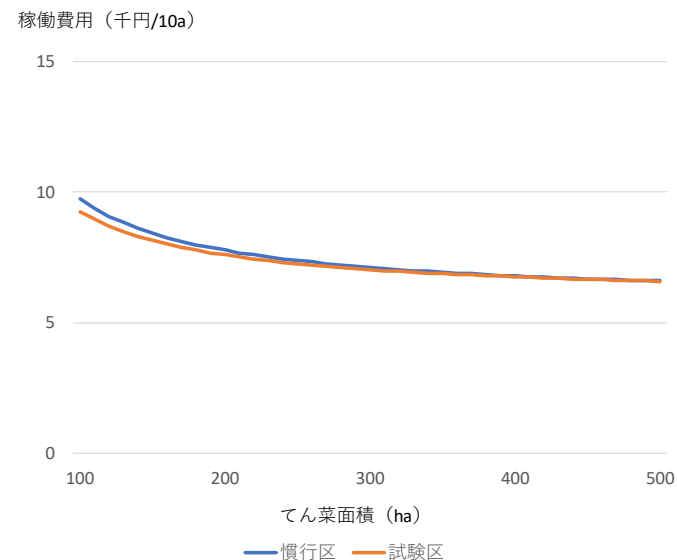
図2-4 作付面積別に見た移動式除土積込機の稼働費用の試算結果（補助なし）

- ・ 収穫日前日降雨の有無にかかわらず、「慣行区<試験区」であるが、稼働面積（＝てん菜面積）が大きいほど、双方の差は縮まる。
- ・ とはいえ、経営におけるてん菜面積上限においても、稼働費用は「慣行区<試験区」
- ・ すなわち、稼働費用から見ると、補助なしでは導入は有利とはいえない。

移動式除土積込機の稼働費用（1／2補助）



収穫日前日降雨なし



収穫日前日降雨あり

図2－5 作付面積別に見た移動式除土積込機の稼働費用の試算結果（1/2補助）

- ・ 移動式除土積込機取得の際、1/2補助をつけると、固定費が圧縮されるので、慣行区と試験区がほぼ等しくなる→生産現場での導入の可能性（有利性）が高まる
- ・ すなわち、当作業機の導入には、「土を移動させない」重要性について、生産現場のみならず、国、地方公共団体等、行政の理解も必要。

< 移動式除土積込機の作業調査で明らかになった事項 >

- 1) 移動式除土積込機を用いれば、土砂が400～900kg程度落ちるので、**トラック1台当たりてん菜輸送量が多くなる**。特に、収穫日前日が雨であれば、この効果は大きい。
- 2) 作業幅が5mと狭いため、**堆積場が通常より広くなる**。同時に、**設置場所が限定される**（道路から3m程度離れた場所でなければならない）。よって、収穫機からの排出作業が、慣行より厳しくなる。
- 3) 作業時間および作業者数は、移動式除土積込機を利用した方が多い。しかも、監視役の配置は安全とは言えない。
- 4) 移動式除土積込機の稼働費用は、従来のショベルローダ利用より高い。ただし、取得の際、1/2補助を受けることができれば、稼働費用は従来の積込方法とほぼ同じとなり、普及が期待できる。

現時点における移動式除土積込機について、普及を図るためには、生産者、関係機関、地方公共団体、国等が**「土の移動による病害虫の伝播」**に対して、危機感を持ち、重要性を理解することが不可欠。

- 1) てん菜の圃場における除土作業…今後は重要となるであろう。
バレイショのシロシストセンチュウ等、病害虫の蔓延が懸念される
→生産者現場では深刻な問題
→こうした除土機を用いて、土の移動を抑える必要あり
- 2) 移動式除土積込機の普及への課題（作業幅、作業者増、作業時間の長さ等）が明確になった→これを解決する作業機（自走式除土積込機）が欧米で用いられている
- 3) 欧米の自走式除土積込機を、北海道に普及させる上において課題あり
 - ① 自走式圃場除土積み込み機的能力把握、「車両法」上の課題の解決
 - ② 効率的輸送のルール（順番ほか）確立、運用・ソフト面の課題解決
 - ③ 物理的障害要因（圃場と道路の落差、明渠・電柱・電線の存在、てん菜堆積場所に面した道路整備、ストックポイントの増設ほか）の解決、「道路交通法」上の課題の解決
 - ④ 生産者の理解と協力、地域で産業をまわす意識の醸成
 - ⑤ 搬入先製糖所で除土される土砂の取り扱い
 - ⑥ 取引条件ほか

てん菜の圃場での除土作業の普及には、インフラストラクチャーの整備や制度上の問題の解決が不可欠

- 現行 =1畦ハーベスター⇒専用土場堆積⇒ショベル積込⇒製糖工場⇒土戻し
 津別:800haのため、貯蔵時は2セット
- 将来構想=6畦テラドス⇒畑土場堆積⇒自走式除土積込機⇒製糖工場
- 土づくりの徹底
 =収穫から製糖工場搬出まで営農支援センター(MR)の対応が可能(生産者出役)

自走式除土機導入のメリット

- ①生産者=土壌を持ち出さない事による病虫害拡散防止
- ②輸送業者=正味輸送増による効率化と収益増
- ③製糖工場=工場搬入土砂減による土砂処理費の削減





写真 2－10 自走式除土積込機の作業風景

自走式除土積込機の作業風景



写真 2－11 自走式除土積込機の走行風景

インフラストラクチャーの整備 制度上の問題の解決

- 当事者（生産者、糖業等）や関係機関のみならず、国、地方公共団体等も含めて検討する必要あり。
- 地域におけるてん菜糖産業の存続、北海道畑作の存続（土壌の病虫害蔓延の被害は、てん菜だけではない）を、どのように考えていくかにかかっている。



1. 有田敬俊・梶山 努・手塚光明（1999）：てんさい直播栽培における狭畦幅(50cm)の増収効果と栽植株数，北海道立農業試験場集報（77），23-26.
2. 有田敬俊（2003）：テンサイ直播狭畦栽培の収量性とその要因，テンサイ研究会報45；14-19.
3. 藤田直聡・辻博之・有岡敏也（2020）：「稼働費用の比較から見たてん菜新技術の導入に必要な作業面積—ロボット6畦狭畦用短紙筒移植機および高効率大型6畦狭畦収穫機を対象に一」，農研機構研究報告（3），9-17.
4. 藤田直聡・辻博之・有岡敏也（2021）：「てん菜における新たな移植および収穫技術の利用の有無別に見た大規模畑作経営の作付面積と所得の比較—労働力減少および経営耕地面積の増加による影響—」農研機構研究報告（6），53-65.

5. 藤田直聡（2021）：「移動式除土積込機によるてん菜輸送の作業効率の調査と経済性の算定」農畜産業振興機構『砂糖類・でん粉情報2021. 8』， 46-56.
6. 白井康裕・山田洋文・梶山努（2016）：「テンサイの作付維持・拡大に向けた課題ーテンサイの作付けに関するアンケートの分析ー」， フロンティア農業経済研究， 第19巻第2号， pp69-77.

終

ご清聴ありがとうございました。