

現地実証展示圃成績（平成23年度）

担当機関名	石川県南加賀農林総合事務所
実施期間	平成22年度～23年度（継続）
大課題名	高品質・高付加価値農産物の生産・供給技術の確立
課題名	冬季積雪下における「にんじん堀取り機」の利用について
目的	<p>冬季のにんじんは糖度が高く食味が良いことから評価が高いが、冬季の風雪に晒されたにんじんは茎葉が落葉するため「茎葉を挟み抜きあげて収穫する収穫機」が使用できず、人力による堀取り作業では産地拡大が困難であるため、茎葉がなくても堀取りが可能な収穫作業機を検討する。</p> <p>平成22年度に実証した「けん引振動タイプの堀上げ機」は土壌条件や天候の影響を受けにくく作業能率は高かった。また、20cm程度の積雪条件下でも作業が可能で冬期間の稼働日数も長くなり、作付面積拡大による収益性向上効果も高かった。残された課題として、機械による堀上げ後のにんじんを拾い集める作業についても機械化軽労化が求められた。</p> <p>平成23年度は「けん引式コンベアタイプの堀上げ機」と「自走式拾い上げ機」の組み合わせによる「堀取り」と「拾い上げ」の機械化を実証し、収穫作業の機械化一貫体系を確立することで冬季積雪地域におけるにんじんの出荷期間の拡大を実現する。</p>
担当者名	松本 淳、金曾正秋
圃場の所在地	石川県小松市松崎町
組織名、農家名	J A小松市人参部会 部会長 小前田正博
組織の概要 農家の経営概況	<p>1. 産地概要 面積：12ha、生産者数：19戸、出荷量280t</p> <p>2. 経営概要 露地野菜 秋冬にんじん120a（うち越冬作型10a）、さつまいも50a、春だいこん20a、加工用だいこん20a 施設野菜 千石豆（ふじまめ）20a、トマト20a 水稻 12ha 水稻作業受託 5ha</p>
平成22年度 1. 実証場所 石川県小松市松崎町 2. 実証方法	<p>冬期積雪下において茎葉が落葉した「にんじん」の堀上げに振動堀取り機を利用し、その有用性を評価する。</p>

(1) 供試機械名

ニプロ振動堀取り機

(トラクター ヤンマーEF330)

(2) 試験条件

ア. 圃場条件 土性：砂土、排水：良

イ. 栽培概要

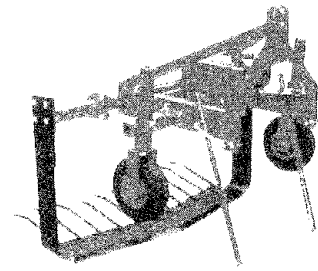
作物名：にんじん

品種名：向陽2号、グランプリ、ひとみ五寸

播種方法：トラクター牽引式播種機（トラクター ヤンマーEF330）

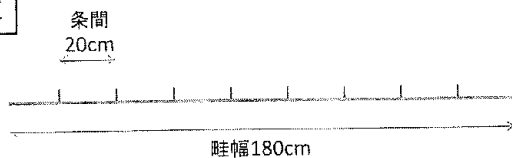
うね幅180cm平うね、株間8cm、1粒播種

慣行区：条間20cm×8条、試験区：条間20cm×4条×2

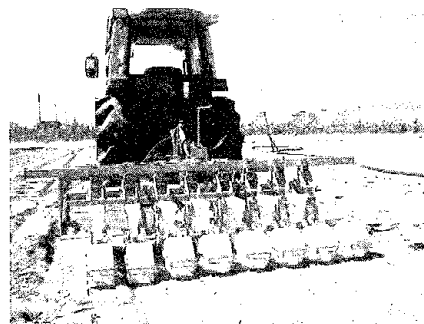
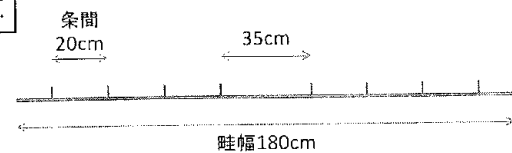


本体部VDU-00、掘取部U1100

慣行区



試験区



アグリテクノ矢崎TPH-80C

施肥：基肥 (kg/10a) N=20 : P₂O₅=15 : K₂O=12

追肥 (kg/10a) N= 2 : P₂O₅= 2 : K₂O= 2

合計 (kg/10a) N=22 : P₂O₅=17 : K₂O=14

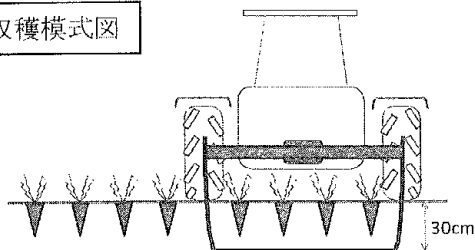
かん水：スプリンクラー散水

除草：除草剤クレマート乳剤 200cc/10a

播種期：平成22年8月8日、8月13日、8月20日

収穫期：平成22年11月11日、12月1日、平成23年1月12日（実証試験）

収穫模式図



(1) 収穫機械の作業能率

栽培するにんじん品種の可食根長は最長で25cm程度であるため、作業深は30cmとして作業速度やPTO回転数の最適条件を検討した。

PTO回転数を上げ振動を強めるほどにんじんが地表に飛び出たが、根部の向きや位置が乱れたため、逆に、その後の人力による抜き取り作業性が低下した。

実証圃場は砂土であるため抵抗が少なく、作業速度は1 km/h～2 km/hまで問題なく作業が可能であった。主変速1速・副変速2速・PTO1速・エンジン回転数1,500～2,000 rpmが好適条件であった。

実証機械はけん引式作業機であり車体長相当の枕地の確保が必要となるため、作業方向は後進進入での前進作業の1方向とした。このため転回や後進の時間が多くなり実作業率は42%であったが、圃場作業量は1時間あたり6.93 aと高い能力であった(表1)。

にんじんの収穫作業では茎葉の切除と収穫コンテナへの収納作業も過大であるため、それらを含めた収穫能率は慣行と比べて1.6倍程度であったが、振動掘取機は地面が凍結している早朝からも作業が可能となるため、1日あたりの収穫本数は5,940本と慣行の約2倍が見込めることとなった(表2)。なお、後進での進入の際にはトラクターのタイヤでにんじんを踏みつけることもあったが、にんじん根部への損傷は見られず収穫ロスや傷による等級の格落ちは発生しなかった。

(2) 収量および品質

本年は猛暑のため出芽および初期生育が悪く総じて収量が少なかったが、播種期が遅いほど作柄は回復した。本試験では1月期のにんじんの引き抜き抵抗はおおよそ2～5 kgであり、品種によって異なった(表3)。また、茎葉の強さに品種差があり「ひとみ五寸」は茎葉が脱落しており抜き取りが困難であったが、振動掘取機の利用によって掘上げが極めて容易となった。

品質面では収穫時期が遅いほど糖度が高まる傾向が見られたが、11月は糖度の変動が大きかった(図2)。また、成熟日数が長いほど根重が大きくなるが、根重の大きい方が糖度も高い傾向がみられた(図3)。

一般的な品種の「向陽2号」に比べて「グランプリ」はやや晩生であり、12月は根重が小さく糖度も高くなかったが1月では根重が大きくなり糖度も高まった。また、高糖度品種とされる「ひとみ五寸」の糖度は9%以上と高く、にんじん臭が少ないと感じられた。

糖組成はスクロースが最も多く、グルコースやフルクトースの3～6倍であり、スクロースがにんじん根部に蓄積する糖の大半を占めており、糖度と同様に収穫時期が遅いほど多くなった。グルコースやフルクトースは品種による差は見られるが収穫期による変動はスクロースに比べて小さく、いずれの時期もほぼ一定量が含まれていた。

このように1月に収穫するにんじんはスクロース含量が高く甘いことから差別化商品として有利販売が期待できる。

4. 主要成果の具体的データ

表1 実証機械の作業能率

作業機名	作業幅 (m)	作業速度 (km/hr)	実作業率 (%)	圃場作業量 (a/hr)	実作業時間 (hr/day)	理論作業 可能面積 (a/day)
振動掘取機	1.1	1.5	42	6.93	8	55.4

注)平成23年1月11日、うね長50m圃場、1方向作業、積雪5cm

表2 収穫作業能率の比較

	収穫本数 (本/hr)	実作業時間 (hr/day)	1日あたり 収穫本数
振動掘取機	990	6 (8:00～14:00)	5,940
慣行(手掘り)	770	4 (10:00～14:00)	3,080

注1)補助作業員を含む3名あたり

注2)茎葉切除作業を含む

表3 収穫調査

収穫日数 (日)	品種名	葉長 (cm)	葉重 (g)	可食長 (cm)	根径 (mm)	根重 (g)	根重 (CV%)	換算収量 (kg/10a)	引抜抵抗 (kg)
11月 95	向陽2号	50	41	16	44	151	53	2,003	—
	グランプリ	58	61	17	42	127	41	1,687	—
12月 100	向陽2号	55	35	16	47	183	47	3,481	—
	グランプリ	58	26	16	43	161	50	2,578	—
1月 145	向陽2号	—	150	17	50	214	51	3,852	2.8
	グランプリ	—	180	17	52	224	60	3,801	4.8
	ひとみ五寸	—	80	19	51	218	43	3,488	測定不可

※引抜抵抗: 茎葉を保持して垂直に引き抜いた時の抵抗値をバネ秤で測定

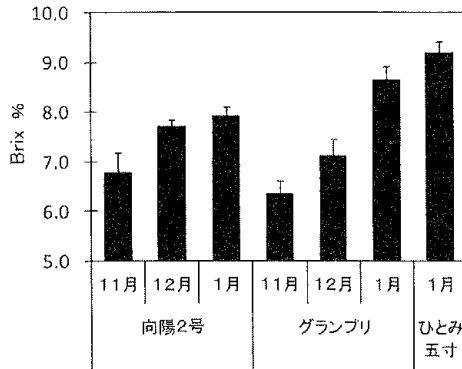


図1 収穫期と品種の違いがにんじんの糖度に及ぼす影響

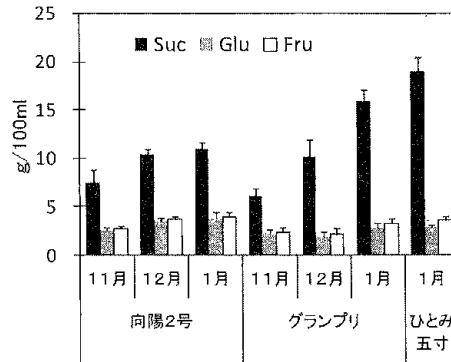


図2 収穫期と品種の違いがにんじんの糖含量に及ぼす影響

表4 収穫作業にかかる経費(10aあたり)

項目	実証機械区	慣行区	自走収穫機
減価償却費	63,600	—	312,443
修繕費	22,260	—	109,355
労働費	82,727	106,226	10,800
合計	168,587	106,226	432,598

注1) 減価償却費は法定耐用年数7年定額法、修繕費は取得価格の5%とした

注2) 労働費は家族労働1,000円/時、雇用労働800円/時とした

注3) 自走収穫機は抜き取りと茎葉処理をおこなう機械で無積雪期の参考として記載した

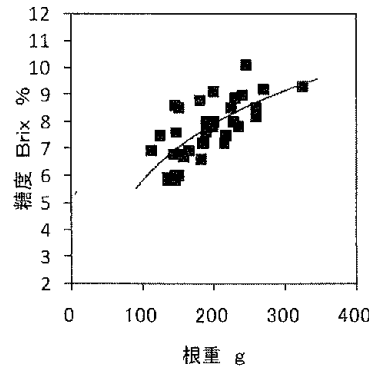


図3 にんじんの根重と糖度の関係

表5 実証機械の導入経費からみた必要な拡大面積

収量 (kg/10a)	販売単価 (円/kg)	粗収益 (円/10a)	変動費 (円/10a)	実証機械区の 増加経費(表4)	必要な拡大 面積(a)
3,800	101	383,800	89,348	62,362	2.1

注) 販売単価は1月の市場価格の5カ年のうち、最高年最低年を除いた平均価格

表6 実証機械導入による拡大可能面積と収益性

	1日あたり 収穫本数(表2)	出荷日数	可能面積 (a)	収益
振動堀取機	5,940	20	63	1,778,738
慣行(手堀り)	3,080		32	954,644

注) 出荷日数は1月の開市日

5. 経営評価

収穫作業に要する経費を比較した結果、抜き取り、茎葉切除、搬出までを含めた10aあたりの経費は168,587円となり、慣行と比べ62,361円の増加となった(表4)。

増加する経費に見合うために必要な面積を市場価格から試算すると2.1aとなり、実証機械の1日あたりの収穫本数から算出された1月期の作業可能面積は63aに増加した(表5, 6)。

これらの結果から、実証機械を導入して規模拡大することで1,778,738円の収益が見込め、慣行栽培と比べて824,094円の増加となった。

6. 考察

実証した振動堀取り機の作業速度は高く堀上げ能率は高かった。また、積雪深20cmの条件下で雪が凍結している早い時間帯での作業が可能であることが確認できたことから1日の収穫作業時間の大幅な拡大が実現した。

そのほか、堀取り機が走行したトラクタータイヤ跡が踏み締められることで圃場内に軽トラックの進入が可能となり、収穫物搬出のための運搬作業労力も軽減された。

1月期のにんじんは年内収穫に比べて糖含量が高まり、品種によって違いも見られた。特に糖度が高く品質の良い品種は茎葉が弱いために抜き取り作業が困難であったが、実証機械によって堀上げ作業が容易となり出荷量の拡大が実現できるとともに、差別化商品として高単価での販売による収益向上が期待できる。

7. 問題点と次年度の計画

地上部へにんじん根が適度に露出するようにフォーク形状の工夫などによる浮き上げ量の調整が出来ること望ましいが、実証機械に大きな問題点は無いので本結果を基に普及を図りたい。

残された課題として、機械による堀上げ作業後のにんじんを拾い集める作業が人力であり、機械化軽労化が望まれるため、次年度は機械による堀取りと拾い上げ作業について検討する。

8. 参考写真



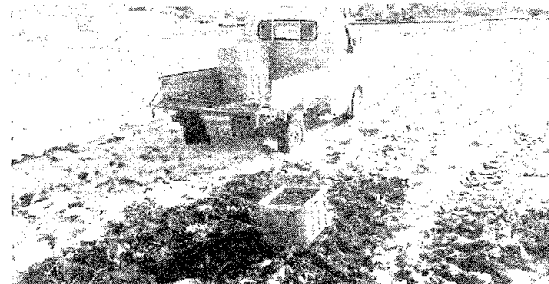
冬期積雪下のにんじん



振動堀上げ機の堀上げ状況



堀取り機のフォーク部の形状



軽トラックによる圃場からの搬出

平成23年度

1. 実証場所 石川県小松市松崎町
2. 実証方法 冬期積雪下において茎葉が落葉した「にんじん」の収穫作業において「けん引式コンベアタイプの堀上げ機」と「自走式拾い上げ機」の組み合わせによる「堀取り」と「拾い上げ」の機械化体系を実証する。

(1) 供試機械名

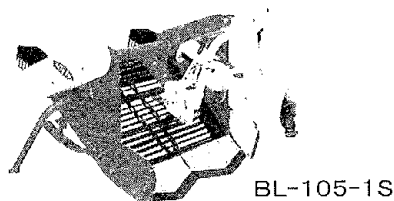
- ①コンベア式堀取り機

ニプロ BL-105-1S

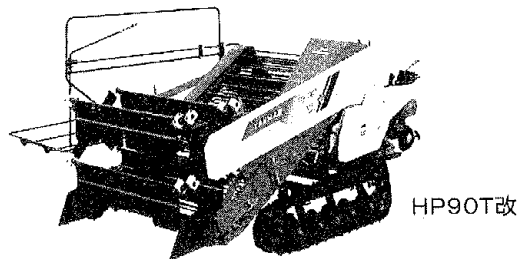
(トラクター ヤンマーEG330)

- ②自走式拾い上げ機

ヤンマー HP90T改



BL-105-1S



HP90T改

(2) 試験条件

ア. 圃場条件 土性：砂土、排水：良

イ. 栽培概要

- ①作物名：にんじん ②品種名：向陽2号 ③播種方法：トラクター牽引式播種機
- ④栽植密度：うね幅90cm平うね、条間20cm×4条、株間8cm1粒播種
植栽方法は前年度試験と同様
- ⑤施肥量：基肥 (kg/10a) N=20 : P₂O₅=15 : K₂O=12
追肥 (kg/10a) N= 2 : P₂O₅= 2 : K₂O= 2
合計 (kg/10a) N=22 : P₂O₅=17 : K₂O=14
- ⑥かん水：スプリンクラー散水 ⑦除草：播種時除草剤グレマート乳剤 200cc/10a
- ⑧播種期：平成23年8月17日 ⑨収穫期：平成24年1月17日 (実証試験)

3. 実証結果

(1) 堀取り機械の作業能率

堀取り機の堀取り深度は最大で20cm程度のため深度不足が心配されたが、にんじんの損傷は認められなかった。にんじん細根がコンベアに絡まり土落ちが悪く、堀上げたにんじんが埋没した。

(写真1, 2)

実証圃場は砂土であるため抵抗が少なく、エンジン回転数1,500~2,000rpm、PTO回転数1,000、作業速度は1km~1.6km/h程度の範囲で問題なく作業が可能であった。

実証機械はけん引式作業機であり車体長相当の枕地の確保が必要となるため、作業方向は後進進入での前進作業の1方向とした。このため枕地の堀取りや転回、後進の時間が多く、実作業率はおおよそ40%であったが、圃場作業量は1時間あたり6.7aと高い能力であった(表1)。

(2) 拾い上げ機の作業能率

埋没したにんじんを拾い上げることとなったが掻き込み作業の精度は高かった。(写真3, 4)

作業速度は最大で2.52km/hまで可能であったが、コンベアでの土落としが悪くなり補助作業者の負担が過大となったため、作業速度は2km/hまでが適正であった。

往復作業によって実作業率はおおよそ60%で圃場作業量は1時間あたり9.5aと能力は高かった(表1)。

4. 主要成果の具体的データ

表1 実証機械の作業能率

作業機械	作業幅 (m)	作業速度 (km/hr)	理論作業量 (a/hr)	作業方向	圃場作業 効率(%)	圃場作業量 (a/hr)	実作業時間 (hr/day)	理論作業 可能面積 (a/day)
堀取り機	1.05	1.6	16.8	1方向	40	6.7	4	26.9
拾い上げ機	0.79	2.0	15.8	往復	60	9.5	4	37.9
振動堀取り機	1.1	1.5	16.5	1方向	42	6.9	8	55.4

注)平成24年1月17日、うね長30m圃場、積雪無し晴天。振動堀取り機は平成23年のデータ

表2 収穫作業能率の比較

作業機械	収穫本数 (本/hr)	実作業時間 (hr/day)	1日あたり 収穫本数
堀取り機+拾い上げ機	1,443	6 (8:00~14:00)	8,658
振動堀取機	990	6 (8:00~14:00)	5,940
慣行(手堀り)	770	4 (10:00~14:00)	3,080

注1)補助作業員を含む3名あたり

注2)拾い上げと茎葉切除作業を含む

表3 収穫作業にかかる経費(10aあたり)

項目	堀取り機+拾い上げ機	振動堀取り機※	手堀り※	自走収穫機※
減価償却費	242,550	63,600	—	312,443
修繕費	84,893	22,260	—	109,355
労働費	56,727	82,727	106,226	10,800
合計	384,170	168,587	106,226	432,598

※振動堀取り機、手堀りはH22に実施。自走収穫機は無積雪期の参考値

注1)減価償却費は法定耐用年数7年定額法、修繕費は取得価格の5%とした

注2)労働費は家族労働1,000円/時、雇用労働800円/時とした

表4 実証機械の導入経費からみた必要な拡大面積

実証区	収量 (kg/10a)	販売単価 (円/kg)	粗収益 (円/10a)	変動費 (円/10a)	機械化による増 加経費(表3より)	必要な拡 大面積(a)
堀取り機+拾い上げ機	3,800	101	383,800	89,348	277,944	9.4
振動堀取り機※					62,362	2.1

※振動堀取り機はH22に実施

注)販売単価は1月の市場価格の5カ年のうち、最高年最低年を除いた平均価格

表5 実証機械導入による拡大可能面積と収益性

試験区	1日あたり 収穫本数(表2)	出荷日数	可能面積 (a)	収益
堀取り機+拾い上げ機	8,658		91	2,621,181
振動堀取機	5,940	20	63	1,778,738
慣行(手堀り)	3,080		32	954,644

注)出荷日数は1月の開市日

5. 経営評価

茎葉の切除と収穫コンテナへの収納、トラックへの積み込みまでを実作業で調査した結果、1日あたりの収穫本数は8,658本で、慣行の手作業と比べて2.8倍、昨年実証した振動堀取機と比べても1.5倍程度であった。(表2)。

収穫作業に要する経費を比較すると抜き取り、茎葉切除、コンテナ収納、搬出までを含めた経費は384,170円となり、慣行の手堀りと比べて277,944円の増加し、振動堀取り機と比較すると215,583円多く、自走収穫機と比べると48,428円少なかった。(表3)

増加する経費に見合うために必要な面積を試算すると9.4aとなり、実証機械の1日あたりの収穫本数から算出された1月期の作業可能面積は91aに増加した(表4, 5)。

これらの結果から、実証機械を導入して1月期の出荷量を拡大することで2,621,182円の収益が見込め、慣行栽培と比べ1,666,538円の増加となった。

6. 考察

コンベア式掘取り機と自走式拾い上げ機の組み合わせ作業による作業は能率が高く、慣行の手堀り作業に比べて3倍程度の90aまで規模拡大が見込まれた。また、拾い上げ機によって収穫物をコンテナへ収納するまでの作業負荷が大幅に軽減することも高く評価できる。

今後の課題として、土落ちが悪いと作業速度の低下と補助作業員の負担が増加するため、掘取り機と拾い上げ機ともにコンベア部での土落ち性能の向上が必要であり、その対策として、作業速度とコンベア速度の検討や先金部や掻き込み部の振動機能の追加などが考えられる。

本展示圃では積雪状態での実証はできなかったため、けん引抵抗が比較的大きいコンベア式掘取り機の稼動条件や自走式の拾い上げ機の掻き込み能力などに関して異なる土壌条件下でのさらなる検討が必要である。

7. 問題点と次年度の計画

コンベア部分の土落ち性能の向上

8. 参考写真



写真1 コンベア式掘取り機

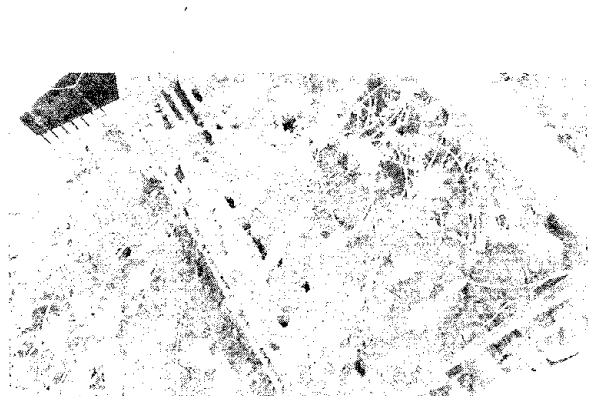


写真2 コンベアの土落ちと埋没状況

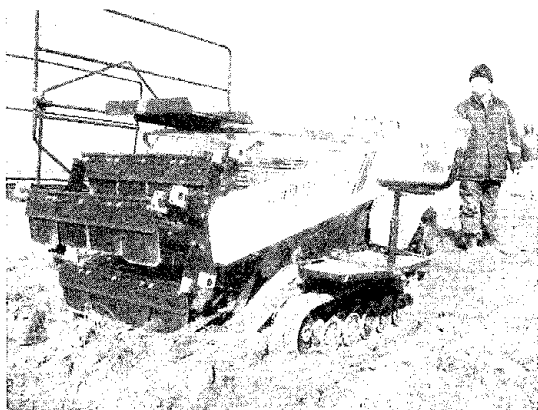


写真3 拾い上げ機



写真4 拾い上げ機の掻き込み部