

開発した加工用ニンジン収穫機の構造と機能

有馬 博・濱野光市・細井克敏*・岸 歩*・中村 篤・竹内智子**

信州大学農学部附属農場・*カゴメ株式会社総合研究所・**農業

Structure and Efficiency of Developed Compact Type Harvester for Processing Carrot

Hiroshi ARIMA, Koh-iti HAMANO, Katutoshi HOSOI, Ayumu KISHI,

Atushi NAKAMURA and Tomoko TAKEUCHI

はじめに

加工用ニンジンの調製後の平均根重を200g, 収量を4t/10aとすると, 出荷本数は2万本/10aに達し, 収穫には多くの人手を要する. 調製は生食用より簡単で水洗も不要であるが, 包丁で根の頂部を10mmほど切断して除去しなければならない.

現在, これの収穫作業に多く用いられているのはクローラ自走式根菜掘取機で, 地表下20~25cm付近を潜行する固定刃とピックアップ用の堅固なバーコンベアを備えたものである. この種の掘取機は完成度が高く, サツマイモ, ジャガイモの掘り取りも可能で使用実績も多い. しかし機械費がかさむことや2~4名の組作業が必要であることのほか, オペレータが必要である, 包丁による根の切断速度が機械の作業速度を規制する, 機体に乗っている切断作業者は窮屈な姿勢になる, 充填済みのコンテナは数個しか搭載できない, 掘取専用機で駆動可能日数が少ない, 圃場間の移動には2tトラック又はトレーラを要するなど使用上の制約がある.

本報のニンジン収穫機は市販のクローラ運搬車へ発電機, 減速モータで駆動するバーコンベア, 切断刃(XI払機用チップソー)及び秤量器からなる収穫作業機を乗せただけのものである. この設計にあたっては, 小型単純な機構で小規模栽培者が個人所有機として使用でき, かつ一人作業が可能であることを主な目標にした. このプロトタイプは1996年に製作したが, その後も改良を続け, 所期の成果を得たので報告する.

材料及び方法

1. 加工用ニンジンの栽培

加工用ニンジンの栽培実験は1995年から信州大学農学部附属農場で開始した. 圃場は腐植に富むレキのない火山灰土壌で, これへニンジン専用複合肥料(3要素含有量:8-10-8%)を120kg/10a全面散布し, ロータリで全層施肥した. 堆肥は, その中に未熟物を含んでいると岐根を生ずることがあるため春季には施さず秋季に2t/10aを施用して翌年の栽培に備えた.

使用した品種はカゴメ株式会社総合研究所が育成した, 加工用ニンジンKG1, KG2及びKG3(いずれも仮称)で, 3種ともやや大型の短根種であった.

種子はコーティングしてシードテープに加工したもので, これを6月上旬にテープシダで条間15cm, 株間6cmを基準として播種した. 以後は間引と除草及び薬剤散布を適宜に行った.

2. 加工用ニンジンの物理性測定

加工用ニンジンは出荷時まで収穫せずに圃場に貯蔵しておく。葉は枯死しても出荷には無関係である。そのため実験用に栽培したニンジンは土壌が凍結する直前の11月下旬に収穫し、この前後に、根部の外形、根の寸法及び重量、根の頂部と圃場の土壌表面との高さの差、草刈機による根の頂部の切断、根の引抜抵抗、サブソイラ及び根切機による土壌の膨軟化と引抜抵抗値の減少を測定した。これらの測定は主に1995年に行った。測定項目が多いため、調査法の詳細はそれぞれの測定結果の項へ併記した。

3. 加工用ニンジン収穫機の設計目標、試作機の構造と緒元

1996年には収穫機のプロトタイプを附属農場内で製作し、以後逐次改良した。この設計と製作は加工用ニンジンの物理性の測定結果に基づいて行ったので、開発機の設計目標、構造と緒元は実験結果の項へ記載した。

4. 加工用ニンジン収穫機の作業性能

収穫機の作業性能実験は1996年10月から開始した。以来、現在まで細部の改良を続けてきたが、基本構造は変更することなく経過した。

作業性能は圃場における収穫作業能率と室内における根の頂部の切断能率について調査した。このうち圃場における収穫作業能率は加工用ニンジンで大規模に栽培している茨城県行方郡の2戸の農家で市販の根菜掘取機2機種について、また信州大学農学部附属農場では市販の根菜掘取機1機種と開発機について調査し、両者を比較検討した。これらの調査は長時間にわたる実作業のビデオ録画を解析して数値化した。

実験結果

1. 加工用ニンジンの物理性測定

(1) 加工用ニンジンの外形

図1は供試した加工用ニンジン3種の投影外形図である。これらは11月下旬に標本として各品種とも大型から小型まで数個を選び、頂部と中心線を合わせて作図した。

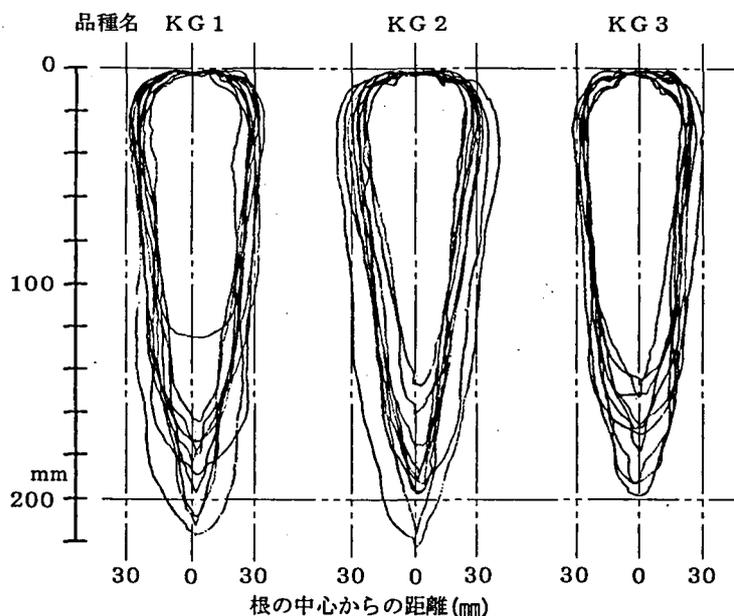


図1 短根ニンジン3種の形状

供試した3品種とも、生食用短根ニンジンに似た円錐形ないし長楕円形で、KG2がやや太く大型、KG3がやや細く小型であったが、おおむね相似形を呈していた。このことから、頂部の先端を位置決めすれば機械で頂部の出荷不能部分を正確に切断できると予想された。

(2) 加工用ニンジン平均寸法

表1は加工用ニンジン根の根部直径、長さ及び重量の測定結果である。標本は1品種につき50本ずつ無作為に抽出した。

表1 加工用ニンジン根部の

(調査数：1品種につき50本、11月24日収穫)

寸法等	品種	KG 1	KG 2	KG 3
直径 最大	(mm)	91	85	68
” 最小	(mm)	20	23	17
” 平均	(mm)	52.6	57.1	46.3
” 標準偏差	(mm)	12.3	11.8	11.5
長さ 最大	(mm)	240	240	247
” 最小	(mm)	90	105	122
” 平均	(mm)	181.6	187.8	186.0
” 標準偏差	(mm)	31.8	30.9	31.5
長さYと直径Xの相関係数		0.3631***	0.6590***	0.6935***
” ” 回帰式		$Y=132.3+0.937X$	$Y=89.2+1.73X$	$Y=98.1+1.90X$
重量 最大	(g)	612	704	498
” 最小	(g)	29	25	22
” 平均	(g)	258	281.9	221.5
” 標準偏差	(g)	123.0	146.0	114.1

加工用ニンジンは、栽培者と購入者との事前契約により栽培される。収穫物は、割れ、直射日光による変色、腐敗、害虫による食害、機械的損傷による泥の食い込みなどの欠陥があるものを除けば大小混みで水洗せずに専用のコンテナで出荷することができる。ただし全個体とも頂部を10cmほど切断しなければならない。

表1のとおり、最も大きな根部は、直径が約90mm、長さが240mm、重量が約700gあることが知られた。また、小さなものはミニキャロットほどの大きさであったが、収穫作業を通じて、直径20mm以下、長さ約100mm以下、または重量30g以下のいずれかに該当する小さなものは圃場で棄却して差し支えないと考えられた。このような小型の根は収穫のための動作、すなわち探索—引抜—把握—選別—頂部切断—コンテナへの収容—運搬を繰り返しても労働生産性が著しく低いためである。

これらから、収穫機の設計にあたっては最大級のニンジンを機体上で処理できるよう各パーツの規模を決定すべきだと考えられた。

(3) 加工用ニンジン根の頂部と圃場の土壌表面の高さの差

前述したように、加工用ニンジンは出荷前に頂部を10mmほど切断して出荷しなければならない。こ

の作業は包丁を用いた手作業で長時間を費やして行われている。

ニンジン根は根部を地下に貫入させながら生長する。青首大根のように地上へ伸長することはほとんどない。そのため根部の先端は概ね均一の高さで地表面あるいはその付近に位置している。そこで収穫前に先だてハンマーモアなどの草刈機で葉を切除するさい、頂部を同時に切断できないかと考え頂部と圃場の土壌表面の高さを測定した。表2はその結果である。

表2 頂部と圃場の土壌表面の高さ

(調査数：1品種につき50本，11月23日調査)

品種		KG 1	KG 2	KG 3
頂部先端と	最高	20	25	29
圃場面の高さ	最低	-23	-21	-13
の差 (mm)	平均	-8.0	-5.7	0.53
	標準偏差	7.4	7.9	7.6

実験圃場は標高755mにあつて、11月の降霜時には土壌表面がわずかに凍結し、日中に融解する。また霜柱が地表面を押し上げ始める。このこともあつて調査日には頂部の先端が土壌表面より下に位置した個体が多かつた。

(4) 加工用ニンジン頂部の草刈機による切断

表2から、抜き取り前の加工用ニンジンの頂部を草刈機で正確に切断することは困難であろうと思われたが、手作業による切断が収穫作業の能率を低下させていることから草刈機による立毛中の切断を試みた。

使用した機種は次の4種である。

- 1) 自走型ハンマーモア (共栄社, HM-91, 刈幅90cm)
- 2) ナイロンロープ刈払機 (クボタ, ME-20)
- 3) チップソー付き刈払機 (" , ")
- 4) 手引きレシプロモア (共立エコー, 刈幅40cm)

表3は切断実験の結果である。

表3 草刈機4種による加工用ニンジン頂部の切断

(品種：KG 2, 1機種につき80本, 11月30日調査)

草刈機		ハンマー モア	ナイロンロー プ刈払機	チップソー 刈払機	手引きレシ プロモア
頂部の 切断長さ (mm)	最大	42	40	37	72
	最小	-10	0	-20	5
	平均	16.7	22.9	14.1	37.7
	標準偏差	13.1	7.6	10.9	13.8

注：切断長さのうち、プラスの数値は頂部を切り取った長さを、マイナスは頂部より上を刃が通過し、葉柄が数値の長さで残っていたことを示す。

供試した草刈機4機種とも頂部を長く切りすぎたし、標準偏差値が示すように切断長さの変動も大きかった。そのうえ切り口は包丁ほど平滑でなく、この部分に泥が付着したのも多かった。この状況は現在の出荷基準では容認できる状態ではなかった。この原因は、調査時の11月末には凍上で地表面に凹凸を生じていたこと、圃場面が平坦でなく、草刈機自体に上下動があったことによる。

ただし、播種時に十分に整地を行い、播種直後には大型の鎮圧ローラーを走行させるなど、事前の管理に注意し、降霜前に草刈機を駆動させれば、切断精度を上げうる可能性がある。

4機種うちではハンマーモーアは未経験者でも駆動でき、切断物がチップとなってその後の作業の支障にならない特長があり、高能率で最も操作しやすかった。この機種ではエンジンの切断面へ波板状に凹凸を生じて土も付着するが、刃の数を増してゲージホイルの代わりに櫓を用いるなどの改良を加えれば、莖葉の刈取・廃棄と同時に頂部の切断ができる可能性があるため、実用化を検討してみる余地がある。

(5) 加工用エンジンの引抜抵抗値

供試品種の短根エンジンは、長根種に較べて比較的容易に掘り取りができる。著者らが想定していた収穫機は掘り取りを自動で行うものではなく、手作業でエンジンを圃場から取り出し、機体上へ載せて、頂部を機械で切り、コンテナへ落下させるものであった。

そこで供試した3品種について、エンジン各個体の根長と引抜抵抗値及び最大直径と引抜抵抗値の関係を測定した。これらの測定には2.6mmφ、長さ10cmの針をエンジンの頂部へ水平に1~2本刺し、これを手持バネ秤へ麻紐でつないで、およそ1kgf/secずつ引張応力を増加させながら垂直に引き上げて行った。

図2及び図3は測定結果である。

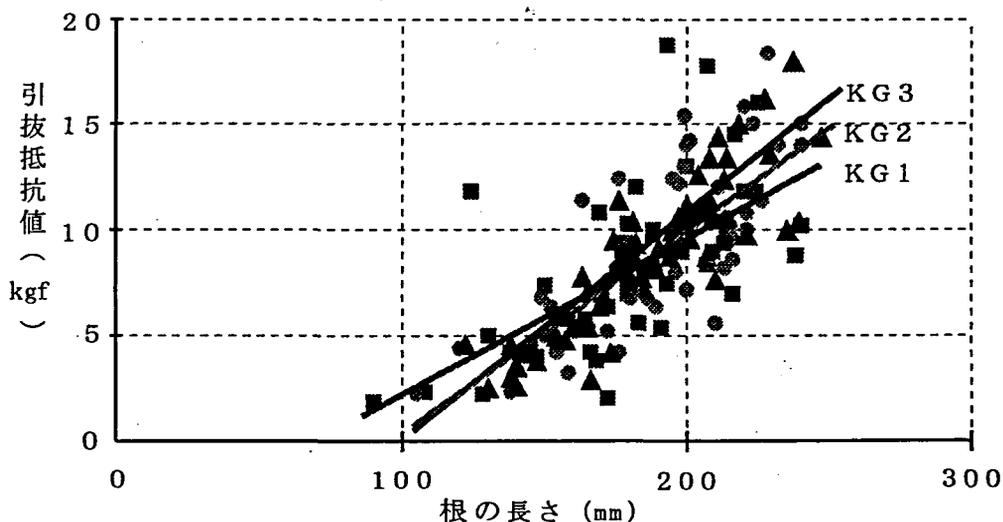


図2 加工用エンジンの長さ と 引抜抵抗値

■ KG 1

● KG 2

▲ KG 3

$r=0.621$

$r=0.768$

$r=0.871$

$Y=-4.82+0.073X$

$Y=-9.44+0.098X$

$Y=-11.1+0.107X$

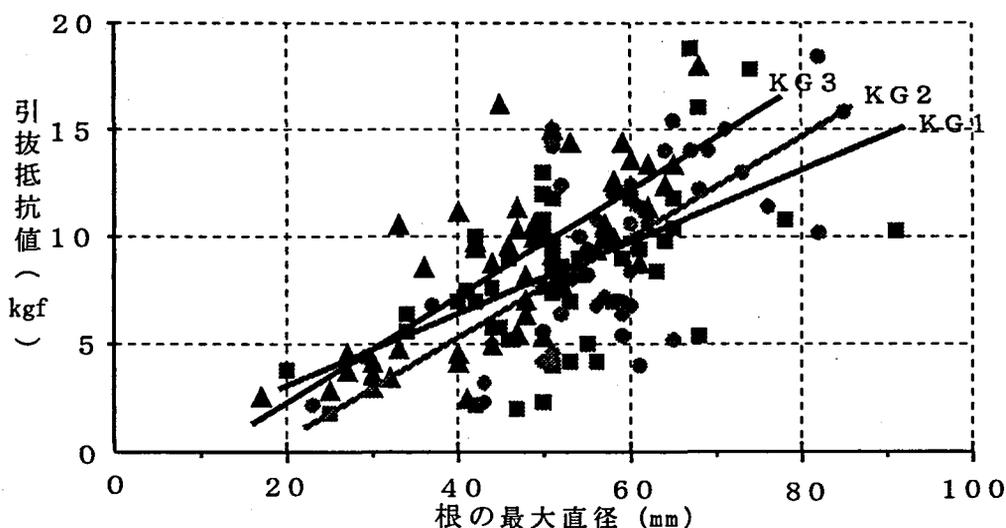


図3 加工用エンジンの最大直径と引抜抵抗値

■ KG1	● KG2	▲ KG3
$r=0.540$	$r=0.680$	$r=0.742$
$Y=-0.17+0.164X$	$Y=-4.00+0.228X$	$Y=-2.73+0.249X$

加工用エンジンの引抜抵抗値の大きさは品種によって若干差があったものの、根の長さや最大直径のいずれのにも有意な正相関があった。実験圃場は比較的膨軟な火山灰土壌であり、また、供試した3品種はいずれも短根種で引き抜きやすい条件下にあった。しかし、大きなエンジンでは15~20kgf(約150~200N)の引抜力を要した。このことから事前に土壌の膨軟化のための操作を要することが明らかになった。

(6) サブソイラによる土壌の膨軟化と引抜抵抗値

加工用エンジン引抜の前処理用機械として、サブソイラ、固定刃型根切機及び振動式根切機がある。本実験ではこれら3機種のうち最も普及率が高いサブソイラを用いて引抜抵抗値の変化を測定した。使用したサブソイラは幅75mm、長さ300mm、面の傾斜がビームに対して120度のチゼル1個を備えたものであった。これを地表面下30cm及び50cmで通過させ、ビームの通過位置から進行方向へ直角の水平距離別に加工用エンジンKG2の引抜抵抗値を前項と同じ方法で測定した。

図4はその結果である。

サブソイラの通過によって加工用エンジンの引抜抵抗値は明らかに低下した。その程度はチゼルの通過深さとビームからの距離によって異なり、深さ30cmではチゼルから200mm以内が、また深さ50cmでは300mm以内の引抜抵抗値が顕著に低下した。

この結果、サブソイラを1回通過させると、チゼル両側に作られる手抜き可能な範囲は、深さ30cmでは幅が約50cm、深さ50cmでは60cmとなり、この幅に合わせたうね幅で播種を行えば手による引抜収穫が可能であることが知られた。2連のサブソイラを使用すれば抜き取りが可能な範囲がさらに広まるであろう。

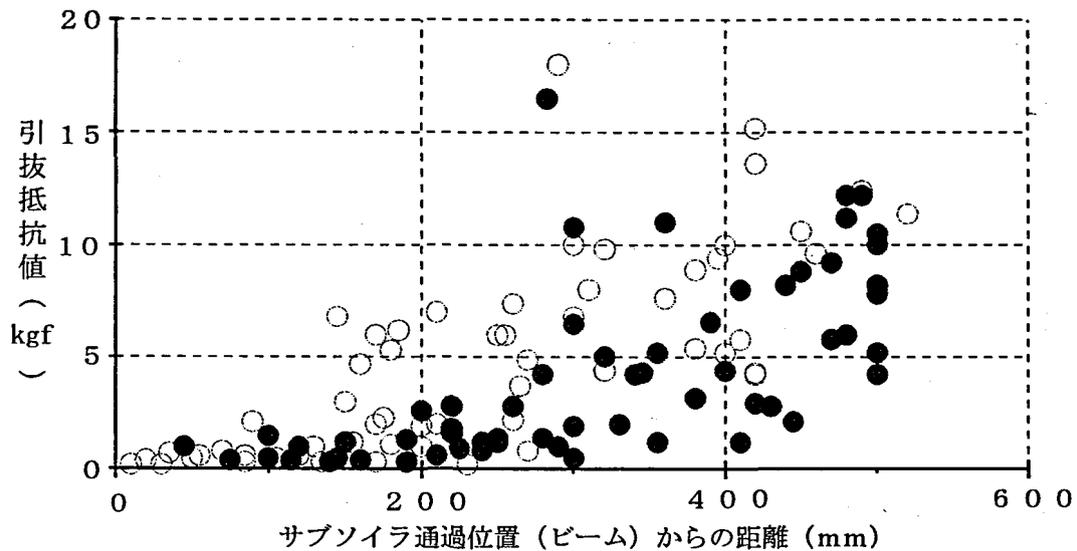


図4 サブソイラ通過位置からの距離と加工用エンジンの引抜抵抗値

○深さ30cm ●深さ50cm 品種:KG2

(7) 根切機による土壌の膨軟化と引抜抵抗値

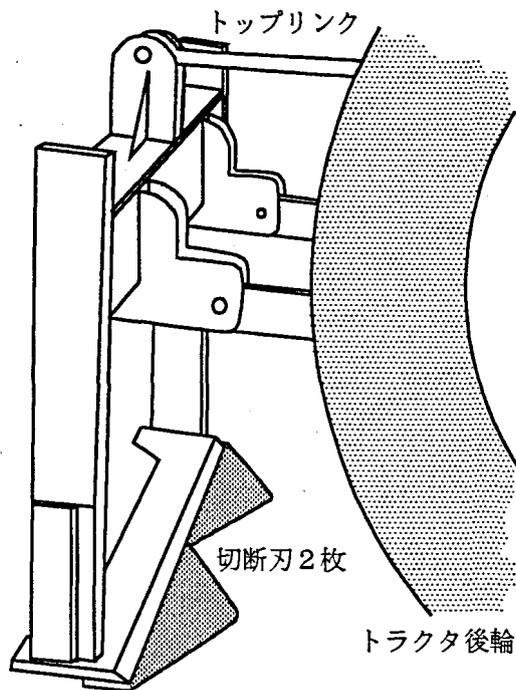


図5 供試した根切機 (作用幅 110cm)

図5の樹木苗圃用根切機を供試した。これは幅550mmの三角形の大型固定刃を2枚備えていて、刃は一定の潜行深さを安定して進行する。ただし深さ30cmまで潜行させるためには1.5~2mの助走を要する。また牽引用のトラクタは約22kw (30ps) 以上の規模でなければならない。刃の振動装置はないが土壌を膨軟化しうる作用幅は110cmで1ビームのサブソイラを用いた場合の約2倍である。実験ではビームへ潜行深さを示すマークを付けておき、刃を深さ30cm、前進速度15cm/secで通過させた。

土壌膨軟化処理の幅をさらに拡大するため、図5の樹木苗圃用根切機を供試した。

これは幅550mmの三角形の大型固定刃を2枚備えていて、刃は一定の潜行深さを安定して進行する。ただし深さ30cmまで潜行させるためには1.5~2mの助走を要する。また牽引用のトラクタは約22kw (30ps) 以上の規模でなければならない。刃の振動装置はないが土壌を膨軟化しうる作用幅は110cmで1ビームのサブソイラを用いた場合の約2倍である。

実験ではビームへ潜行深さを示すマークを付けておき、刃を深さ30cm、前進速度15cm/secで通過させた。

図6はこの根切機を用いたときの加工用エンジンの引抜抵抗値の変化である。

加工用エンジンの引抜抵抗値は、この根切機の使用によって顕著に低下した。すなわち、未処理株では平均9.6kgfであり、20kgfを越える株もあったが、根切機を通過させると平均1.8kgfに低下し、4kgf/株以上の株はなくなって、総て片手で引拔が可能になった。

以上から、加工用エンジンの収穫に際しては、サブソイラ又は根切機を使用すれば手作業で容易に引き抜きができ、実用上支障なく作業ができることが知られた。

当地方の農家では、ヤマゴボウの収穫に振動式根切機を使用して良好な結果を得ていることから、加工用エンジンにこれを使えばさらに引拔が容易になるものと推察された。

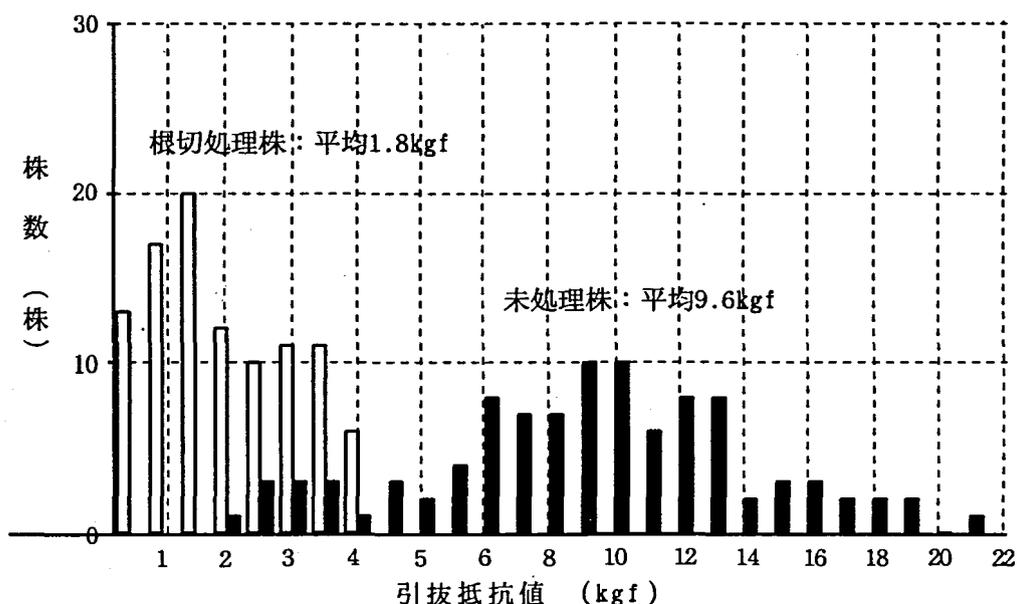


図5 樹木苗圃用根切機による加工用エンジンの引抜抵抗値の減少

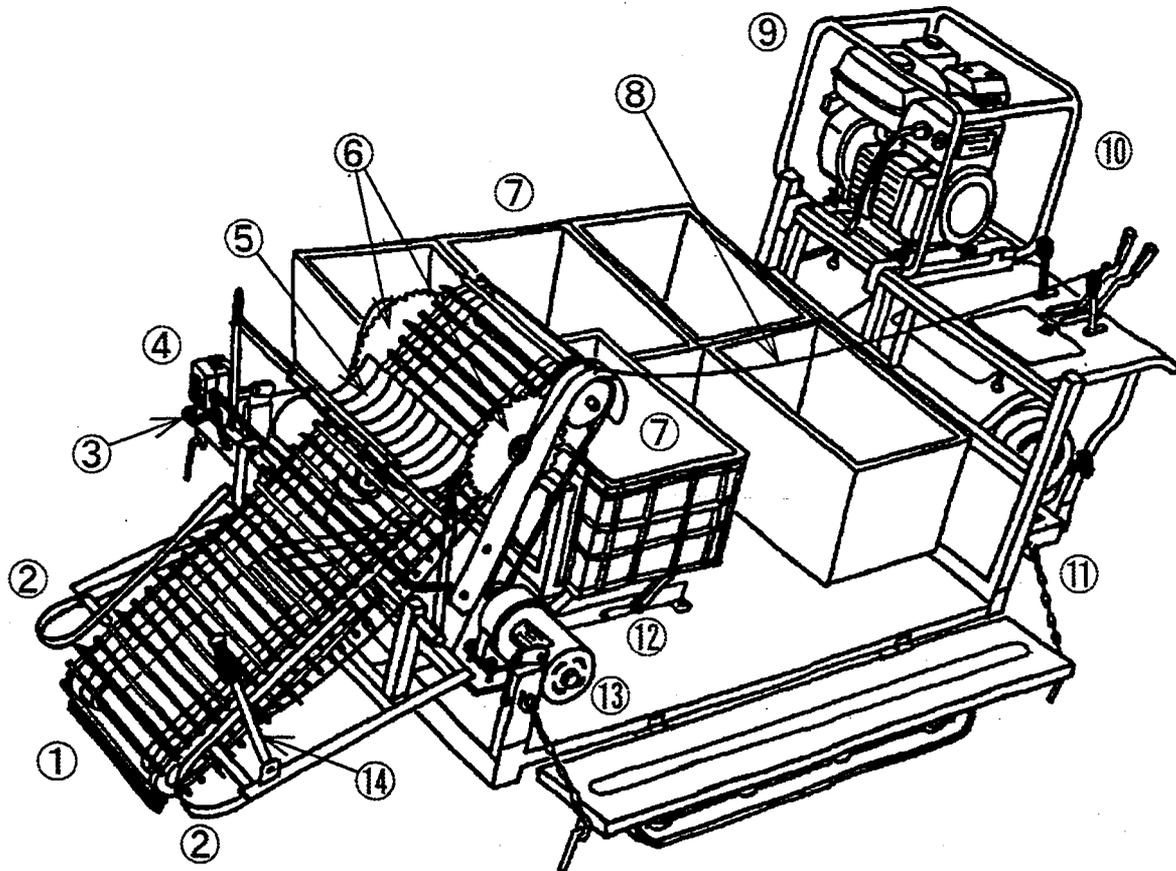
2. 加工用エンジン収穫機的设计目標

先に記載したように、本報の加工用エンジン収穫機は小型単純な機構で小規模栽培者が個人所有機として使用でき、かつ一人作業が可能であることを主たる開発目標にした。これに前記1の加工用エンジンの物理性測定で得られた結果を考慮して、次の設計目標をたてた。

- (1) 機体上への加工用エンジンのピックアップは、土壤膨軟化のあと手作業で行うこととして機体を単純かつ小型化する。
- (2) 機体操作は加工用エンジンの掘取作業者が行うことでオペレータを不要にし、かつ一人作業を可能にする。安全で操作が容易なことも必須条件である。
- (3) 自走台車として大量生産して市販されているボックス型荷台付きのゴムクローラ運搬車を採用する。この運搬車は圃場での直進性に優れ、かつ低速走行が可能であること。
- (4) 運搬車は全く改造せず、収穫機は運搬車のアタッチメントとして収穫期間だけ一時的に搭載する。これによって運搬車の通年利用を可能にする。
- (5) 収穫機部は、機体へ載せられた加工用エンジンを搬送しながら頂部を切断したあと、プラスチックコンテナへ良好な状態で充填し、所定重量に達したらブザー音を発すること。
- (6) 空コンテナと充填済みコンテナを運搬車の荷台ボックス上へ多数積載できるようにし、持ち上げ回数と運搬労働を軽減する。

3. 開発した加工用エンジン収穫機の構造と使用法

図6に開発した加工用エンジン収穫機（SK-96型）と各部の概要を、また表4にはその主要諸元を示した。台車としてゴムクローラ運搬車（サンワ(株)，MB-9型，最大積載量450kg）を使用した。



- | | |
|--------------------------------------|--|
| ① 棧付バーコンベア
(先端の地上高300mm) | ⑨ 発電器 (定格出力 単相1.5kw) |
| ② エンジンの位置決め用平鉄 | ⑩ クローラ運搬車 (積載量450kg,
充填済コンテナ14箱搭載可能,
エンジン 4.4kw/2000rpm) |
| ③ 駆動スイッチ切断用安全装置 | ⑪ 自動秤量装置
(4節回転機構式、ブザー付き) |
| ④ ボタン型電源スイッチ | ⑫ 減速モータ (単相100V用2台)
(コンベア用: 0.24kw, 60rpm)
(カッター用: 0.24kw, 180rpm) |
| ⑤ エンジン押さえ用ゴム板 | ⑬ 走行クラッチ操作用レバー |
| ⑥ 根、茎葉用切断用円盤刃
(チップソー、255φ×36P、2枚) | |
| ⑦ コンテナ (20kg 入り) | |
| ⑧ 走行クラッチ操作用索 | |

図6 開発した加工用エンジン収穫機（SK-96型）（安全カバーを外した状態）

表4 開発した加工用エンジン収穫機の主要諸元（図6の付記以外の事項）

作業時の寸法	走行時寸法	機体重量	バーコンベア	切断刃(刈払機用)
全長 2700mm	全長 2195mm	全備重量 365kg	寸法1180L×345Wmm	回転数 370rpm
全幅 1445mm	全幅 1020mm	うち発電機 40kg	搬送速度 9.0cm/sec	周速度 4.90m/sec
全高 1350mm	全高 1010mm	収穫機部 82kg	棧の速度 1.1sec/本	通過刃数 222p/sec

開発した図6の加工用エンジン収穫機は市販のゴムクローラ運搬車へ1.5kwの発電機⑨と、減速モータ⑫で駆動し、先端部が地上300mmにあるバーコンベア①、エンジン頂部の切断用円盤刃（刈払機用チップソー鋸刃）⑥、及び秤量器⑪からなる作業機をアタッチメントとして載せただけのもので、可

能な限り単純・小型に設計した。

作業時には予めハンマーモアで加工用エンジンの葉を5～10cm残して高めに切断する。これは株の位置の視認と手による引き抜きを容易にするためである。続いてトラクタに装着したサブソイラ又は根切機を深さ25～30cmで通過させ、根圏を膨軟にして引抜抵抗を低下させる。

次に作業者がバーコンベアの前に立ち、手元のレバー⑭で前方又は後方へ運搬車を移動させ、走行を停止させる。作業者はバーコンベア先端付近のエンジンを手で引き抜き、バーコンベアの右又は左側の所定位置へ置く。この際、エンジンの頂部を位置決め用平鉄②に接するように置くと、エンジンは根の肩部を円盤刃⑥で一定寸法で切断されながら斜め上部へ搬送されてコンテナ⑦へ落下し、自動秤量装置⑫で計量される。エンジンをバーコンベアへ乗せるときは、コンベアの右側と左側へ約半数ずつ交互に載せ、コンテナへ均等に詰め込まれるようにする。

コンベア付近のエンジンを抜き終わったら走行クラッチ操作レバー⑭を引き、再度、台車を50～60cm移動して停止させ、次の位置のエンジンをピックアップする。計量されたコンテナは台車上へ集積したまま収穫しながら移動を続け、道路際などでトラックへ直接積み替える。

バーコンベアの棧は水平方向の長さが345mmあり、これが毎秒1.1本の速度で通過する。加工用エンジンの長さは20cm以下のものが多く、しかも先端ほど細くなっているため、1本の棧の上へ左向きに1本、右向きに1本、合計2本を載せることができる。加工用エンジンの物理性調査のさい、作業員1名当たりの引き抜き速度を測定したところ、1.7～2.7sec/本であった。

このこと及びバーコンベアへ正確に位置決めして載せることができるよう、棧の通過速度を上記のように遅く設定した。

②のエンジンの位置決め用平鉄は、片持梁として固定してJの字型に曲げ、これとバーコンベアの間を手を挟まれても②が撓んで負傷しないよう配慮した。

③はバーコンベアの上へ水平に渡した鉄丸棒で、手などがこれに触れるとボタン型スイッチが切られ、バーコンベアを直ちに停止させるための安全装置である。

⑥はエンジンの頂部を切断する円盤刃で、鋸刃は222p/sec通過し、切断面を平滑にする。

⑤は切断刃に到達したエンジンを押さえるための短冊形のゴム板で、これによってエンジンは切断中も揺れ動かず、切断面が平らになる。

⑫は秤量装置で、手持型バネ秤で吊り上げた秤の台を4節回転機構で上下させる。これによってエンジンがコンテナ内へ偏って充填されても正確に秤量できる。

収穫作業機部の駆動に発電機とモータ2台を用いたのは、駆動と停止を小型のスイッチで簡便確実に実行してクラッチが不要であり、安装置も取り付け可能であることと、動力伝達が容易であること及びエンジン頂部の切断機として電灯線により室内で使用できるようにしたためである。

4. 開発機の作業能率

表5は市販の掘取機（松山(株)製ポテカルゴ及びクボタ農機製）と開発した加工用エンジン収穫機の収穫能率比較である。

市販機については茨城県行方郡の加工用エンジン大規模栽培農家で、また開発機については信州大学農学部農場でそれぞれの収穫作業実況をビデオ撮影して作業能率を調査した。

加工用エンジンの平均収穫本数（本/分/人）は自走式バーコンベア型根菜掘取機の15.5本に対して開発機は27.5本で、この比率は100対177であった。自走式バーコンベア型根菜掘取機では、オペレータが機体の操縦を担当していて、エンジンそのものの収穫処理作業を行う時間が短いことと、

掘取速度を搭乗している切断作業者の作業速度に合わせるため機体を低速で駆動させること、及び後述のコンテナ操作に手数がかかることが、作業員1名平均の処理本数を規制していた。

表5 根菜掘取機と開発機（SK-96型）の収穫能率比較

機種名	実験場所	作業員の性別と人数	収穫本数 (本/分/人)	左の 平均	同左 比率
自走式パー コンベア型 根菜掘取機	M社製	茨城県行方郡農家A 男1, 女2	12.7	15.5	100
	K社製	農家B 男2, 女2	17.2		
	M社製	信州大農農場 学生女1, 職員男2	16.6		
開発機（SK-96型） （土壌膨軟化処理後）	信州大農農場	学生女1	22.1	27.5	177
	〃	職員A, 男1	28.0		
	〃	職員B, 男1	32.5		

開発機の収穫実験は経験のない学生と職員を主な被験者として行ったが、専任のオペレータを置かず、1名の作業員が手による引抜作業の間に機体を移動させるための走行クラッチ操作レバー④を数秒間操作するだけであったため、収穫本数が多くなった。ただし、開発機では事前にサブソイラや根切機による膨軟化作業を要することを考慮しなければならない。しかし計量を自動的に済ますことができ、機体上でコンテナの運搬ができる利点があった。

これに対して自走式パーコンベア型根菜掘取機では、別に計量のための時間を要することと、空コンテナの供給と充填済みコンテナの取り下ろしを頻繁に行わなければならない、さらに収穫後は圃場内へ分散している充填済みコンテナを圃場から搬出しなければならない欠点があった。

5. 開発機の加工用エンジン頂部の切断能率

自走式パーコンベア型根菜掘取機では、頂部を切断しないまま加工用エンジンをコンテナへ収容して持ち帰り、収納舎などで包丁により切り落とすことがある。

開発機はAC100Vの家庭用電灯線で駆動できるため、卓上型の頂部切断用機械としても使用が可能である。そこで卓上へ開発機の作業部を置き、頂部の切断速度を包丁と比較した。作業実験はいずれもコンテナからエンジンを取り出して切断し、再びコンテナへ収容する方法で行った。

表6はその結果で、信州大学農学部附属農場の他、前記の茨城県行方郡の農家Bにおける測定結果も含めてある。

表6 開発機と手作業（包丁）による加工用エンジン頂部の切断速度
(コンテナから取り出して切り、再びコンテナへ収容する場合)

区分	実験場所	作業員の性別と人数	切断本数 (本/分/人)	左の 平均	同左 比率
手作業（包丁）	茨城県行方郡農家B	女1	21.0	20.3	100
〃（〃）	信州大農農場	学生女3名の平均	19.5		
開発機	信州大農農場	学生男3名の平均	33.2	32.7	161
（SK-96型）	〃	学生女3名の平均	32.1		

包丁で頂部を切断するときニンジンが大型の場合には、これを保持している左手が不安定で、不安感を伴う。そこで、コンテナの縁や作業台へニンジンを押つけてから包丁を押し当てる。

こうしたことから、包丁ではニンジン1本の切断に約3秒を要した。しかし開発機の場合は両手で交互にニンジンを取り出し、バーコンベアの棧上へ位置決めをして置くだけであり、1本当たり2秒弱で切断でき、包丁の約1.6倍の作業速度が得られた。実験を行った学生からは、包丁より安心感が持てるとの報告があつて。

以上の結果、開発機は室内で頂部の切断機として使用しても実用性が高いと思われた。

総 括

開発した加工用ニンジン収穫機の特徴及び欠点を総括すれば以下のとおりである。

- ①自走用台車として使用した運搬車は、本来の機能を保つため全く改造してない。
- ②収穫機部と発電機は小型で着脱が容易である。収穫機部は8mmφのボルト2本で運搬車へ固定したが、発電機は運搬車のフレームへフックで懸架した。
- ③オペレータは不要で一人作業ができるため、組み作業と異なり作業時間に制約されない。
- ④安全で操作が容易である。自走速度は20cm/secと低速であり、バーコンベア付近での負傷の懸念もない。
- ⑤荷台の空きスペースへ予め空コンテナを搭載してから作業を開始でき、収穫しながら20kg入りコンテナを2段重ねで合計14個運搬し、そのままトラックへ積載することができる。
- ⑥ニンジンの頂部の機械切断ができる。
- ⑦作業中にコンテナの自動秤量ができる。
- ⑧茎葉が特に多くなければ、事前にハンマーモア等で切断しなくても収穫できる。
- ⑨室内では家庭用の電源で卓上型切断・秤量器として使える。
- ⑩台車ごと軽トラックで路上運搬ができる。

加工用トマトでは、手収穫した果実をコンテナへ入れ、それを搬出し、計量してトラックへ3段重ねで積み込み、集荷場で荷降ろしするまでに約8回の持ち上げ動作が必要である。例えば、果実を8t/10a出荷するための延べ持ち上げ重量は約64t/10aに達する。

加工用ニンジンについては詳細な調査を行ってないが、同様な比率の延べ持ち上げ重量に達していると思われる。

開発した加工用ニンジン収穫機では毎分の収穫本数が増加するだけでなく、上記の⑤、⑥及び⑦によって、延べ持ち上げ重量を大幅に削減できると思われる。このことも開発機の大きな利点であると言えよう。

以上に対して本機の欠点は次のとおりである。

- ①前作業としてトラクタに装着したサブソイラ又は根切機で土壌を膨軟化する必要がある。そのためトラクタは20kw以上の出力を要する。
- ②前屈みの姿勢により、手作業でニンジンを1本ずつ引き抜き、バーコンベアへ載せなければならない。このさい品質の検査ができるものの、長時間にわたって前屈姿勢を継続しなければならないことはこの開発機の最大の欠点である。

開発機はこれらの欠点をもっているものの、当初の設計目標を達成でき、個人装備用の加工用ニンジン収穫機として、実用性があると思われる。

参考資料

1. 有馬 博・細井克敏・山岡浩一：加工トマト収穫機の開発研究（第1報）SK-92型機の構造と機能について・農作業研究 28別1, 14~15, (1993)
2. 有馬 博・細井克敏・山岡浩一：加工トマト収穫機の開発研究（第2報）SK-92型機の作業性能について・農作業研究28別1, 14~15, (1993)
3. 有馬 博・細井克敏・岸 歩：開発した加工用ニンジン収穫機の構造と機能, 農作業研究32別1, 13-14, (1997)
4. 島田実幸：ニンジン収穫機の適応性, 北海道立農試集報 30, 103-112, (1974)
5. 茨城県農業総合センター営農技術研究室：ニンジン収穫機の利用技術と機械化作業体系, 茨城県農業総合センター農業研究所情報No166, 13-14, (1998)