

サトイモー工程収穫機の開発と分離性能

誌名	近畿中国四国農業研究 = Kinki Chugoku Shikoku agricultural research
ISSN	13476238
著者名	河野,靖 小田切,元 岩部,孝章 森,洋三 山本,英男
発行元	近畿中国四国農業研究協議会
巻/号	15号
掲載ページ	p. 9-12
発行年月	2009年9月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



サトイモ一工程収穫機の開発と分離性能

河野 靖・小田切 元*・岩部 孝章*・森 洋三**・山本 英男**

愛媛県農林水産研究所 799-2405 松山市上難波甲311

*井関農機(株) 791-2193 伊予郡砥部町八倉1番地

**文明農機(株) 899-2513 日置市伊集院町麦生田681-8

Development and Separation Performance of One Process Harvest Machine for Taro

Yasushi KOHNO, Hajime ODAGIRI*, Takaaki IWABU*, Yozo MORI** and Hideo YAMAMOTO**

Ehime Research Institute of Agriculture, Forestry and Fisheries, Matsuyama, Ehime, 799-2405

*ISEKI & Co., Ltd., Tobe, Ehime, 791-2193

**BUNMEI NOKI Co., Ltd., Hioki, Kagoshima, 899-2513

愛媛県の宇摩地域は古くからサトイモの栽培が盛んで、全国でも屈指の産地となっている⁵⁾が、その収穫作業はほとんどを手作業に依存している。特に、掘り上げた芋株を両手で持ち上げ、器具等に親芋基部付近を打ち付け、親芋から子芋を分離する作業は重労働となっている。

そこで、作業の省力化を図るために河野らはトラクタ直装式の移動式サトイモ用芋分離機の開発を行った²⁾。本機は親芋を打ち抜くことにより分離を行うもので、芋載せ台、コンテナ搭載枠を設けている。本機を利用することで、分離作業の省力化、作業姿勢の改善は図れるものの、掘り上げた芋株を芋載せ台へ載せるのは人力であるため、生産現場からはこの作業の改善に対する要望が強かった。

そこで、掘取り、芋株の分割、芋と土の分別、コンテナへの取容が一工程で行える収穫機を試作し、その性能を確認した。

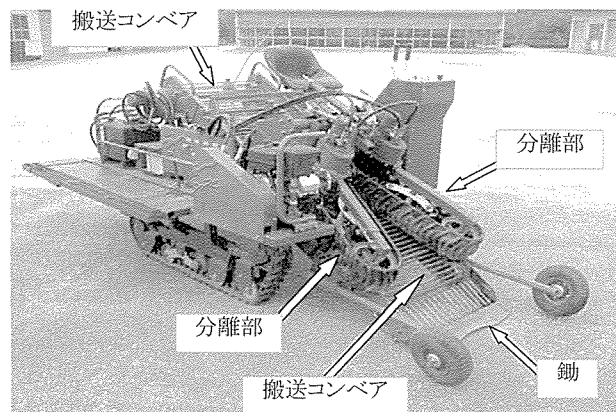
処理するのに5秒程度要する。このため、今回の試作機には本方式は採用することはできなかった。また、鹿児島農試が開発した一工程収穫機は、土中分離方式であり^{1, 3, 4)}、本地域には適応性がなかったことから、この土中分離方式も断念した。そこで、これまでの知見から、掘取った後に、横方向から圧力を加え、芋株を分離する方式を採用した。

試作した一工程収穫機は鋤と搬送コンベアにより芋株を掘取り、収穫機後方上部へ搬送していく。搬送途中に、「分離部」と呼んでいるハの字状に配置したクローラで横方向から圧力を加え、芋株を分離する。分離部は芋株の大きさに合わせて間隔が調節できる機構としており、大まかに人が間隔を調整した後、スプリングにより圧力を加えるようにしてある。その後、搬送コンベアに振動を与え、芋と土を分別しながらさらに後方へと搬送していく。搬送コンベアの後方には「揺動選別部」と呼んでいる選別部を備えており、さらに芋と土の分別を行う。

1 材料および方法

1) 一工程収穫機の開発

一工程収穫機の目標作業性能は10a当たりの作業時間を4時間以内とするため、作業速度を0.06m/s程度とする必要がある。サトイモは株間40cmで植え付けているため、この速度で作業を行うと1株を1秒以内に処理する必要がある。しかし、これまで開発を行ってきた「親芋打ち抜き方式」は、分離精度は高いものの1株を



第1図 試作機の外観

第1表 試作機の主要諸元

機体寸法	全長	(mm)	3,490
	全幅	(mm)	1,790
	全高	(mm)	1,470
全質量		(kg)	985
エンジン出力	3kw(4ps, 移動用), 4.5kw(6ps, 作業用)		
走行装置	方式	クローラ	
	トレッド	(mm)	1,100
掘り取り幅		(mm)	650
変速段数	前進4, 後進2		
必要作業人員		(人)	2~3

揺動選別部の後方には収容用のコンテナを搭載できるようにしてある(第1図)。

主要諸元は第1表に示すとおりで、全質量は1t未満、全長は3.5mとコンパクトにすることができた。

収穫作業は機械の操作および分離補助作業を行う操作者1名と後方で分離した芋をコンテナへ収容し、コンテナの交換を行う補助者1名の計2名で行う。

2) 分離部の分離性能

(1) 芋株の向きによる分離性能

掘り上げた芋株が分離部を通過する際に、掘り上げたそのままの向きで供給される場合と、コンベア上で回転して上下逆転して供給される場合があるためこの違いによる分離性能について調査した。

2007年11月15日に当研究所内水田転換畑で普通栽培したサトイモ品種「愛媛農試V2号」を供試し、地上部を刈り取った後、人力で掘り上げ、試作機のコンベア部に供給し、分離性能を測定した。コンベアへの供給は掘り上げた向きで供給する「上向き」と上下を逆転して供給する「下向き」とし、各々について5株を供試した。分離精度は子芋あるいは孫芋単体に分離できた「単体」、子芋と孫芋がつながった状態になった「2連結」、「3連結」、「4連結以上」および親芋から分離できなかった「未分離」に分類し、それぞれの芋の個数を測定し、1株あたりの総芋個数に対する割合で示した。損傷程度は宇摩地方で使われている出荷基準に合わせ、商品価値のない「傷大」、商品価値がやや落ちる「傷小」、商品

としては問題ないが表面にこすれた傷が見られる「肌ズレ」および分離作業とは関係のない掘り取り時の傷である「掘傷」に分類して、それぞれの個数を測定し、1株あたりの総芋個数に対する割合で示した。

(2) 分離部クローラの速度の違いによる分離性能

分離精度を向上させることを目指して、分離部の左右のクローラ速度を変え、芋株にねじれ力を加える試みを行った。左右のクローラ速度を変える「異速度」と「同速度」とする場合において、分離性能に違いがあるか測定した。分離部クローラは作業部用エンジンから油圧ポンプを介し、クローラに取り付けた油圧モータにより駆動している。「同速度」では左右のクローラは油圧モータを直列につなぎ速度を182.8mm/sとした。「異速度」では左右の油圧モータの間にフローコントロールバルブを取り付け、試作機の前方から見て右側のクローラ速度を98.7mm/s、左側を182.8mm/sとした。いずれの場合も、クローラ上部の間隔は70mmとした。

2008年11月4日に当研究所内水田転換畑で普通栽培したサトイモ品種「愛媛農試V2号」を供試し、各々5株について、人力で掘り上げた芋株を搬送コンベアに上向きに供給し分離性能を測定した。芋株の分離性能は芋株の向きによる分離性能と同様にした。

(3) 現地圃場での収穫試験

愛媛県四国中央市の現地圃場において、地域の標準的な栽培を行っている圃場で収穫試験を行った。2007年11月14日に2か所(現地1, 現地2)、2008年10月10日に1か所(現地3)で試験を行った。現地1と現地3は収穫時までポリマルチが残されており、現地2は収穫時にはマルチは除かれ畝を雑草が覆っている圃場であった。試験は連続した収穫作業の途中で、1株ずつ分離部を通過した後に分離された芋と親芋から分離されていない芋をすべて取り出し、5株について芋の分離性能を芋株の向きによる分離性能と同様に測定した。

2 結 果

1) 芋株の向きによる分離性能

分離精度は、「下向き」では「2連結」、「3連結」、

第2表 株の供給向きと分離精度および損傷程度¹⁾

株の向き	分離精度 (%)					独立性の 検定 ²⁾	損傷程度 (%)					独立性の 検定 ²⁾	総芋個数 ³⁾ (個)
	単体	2連結	3連結	4連結以上	未分離		傷なし	肌ズレ	傷小	傷大	掘傷		
上向き	19.8	5.4	2.7	7.2	64.9	**	66.4	20.9	9.1	3.6	0.0	*	30
下向き	15.4	16.1	12.1	23.5	32.9		85.5	10.3	3.4	0.7	0.0		29

1) 1株あたりの総芋個数に対する割合。

2) 独立性の検定により、**は1%レベルで、*は5%レベルで有意差あり。

3) 1株あたりの総芋個数。

第3表 分離部の速度と分離精度および損傷程度¹⁾

分離部の速度	分離精度 (%)					独立性の検定 ²⁾	損傷程度 (%)					独立性の検定 ²⁾	総芋個数 ³⁾ (個)
	単体	2連結	3連結	4連結以上	未分離		傷なし	肌ズレ	傷小	傷大	掘傷		
同速度	31.6	7.9	7.9	17.1	35.5	*	76.0	9.3	12.0	2.7	0.0	ns	15
異速度	23.2	9.8	18.3	6.1	42.7		58.5	13.4	23.2	4.9	0.0		16

- 1) 1株当たりの総芋個数に対する割合。
- 2) 独立性の検定により、*は5%レベルで有意差あり、nsは有意差なし。
- 3) 1株当たりの総芋個数。

第4表 現地圃場での分離精度および損傷程度¹⁾

試験場所	年	収穫日	マルチの有無	分離精度 (%)					独立性の検定 ²⁾	損傷程度 (%)					独立性の検定 ²⁾	総芋個数 ³⁾ (個)
				単体	2連結	3連結	4連結以上	未分離		傷なし	肌ズレ	傷小	傷大	掘傷		
現地1	2007	11/14	有	13.0	16.7	13.9	17.6	38.9		86.5	8.7	2.9	1.9	0.0		22
現地2		11/14	無	5.1	10.1	0.0	11.1	73.7	**	89.1	9.9	1.0	0.0	0.0	**	20
現地3	2008	10/10	有	16.2	7.2	8.1	10.8	57.7		70.9	18.8	9.4	0.9	0.0		22

- 1) 1株当たりの総芋個数に対する割合。
- 2) 独立性の検定により、**は1%レベルで有意差あり。
- 3) 1株当たりの総芋個数。

「4連結以上」の割合が大きくなったが、未分離の割合は32.9%と小さくなり、「上向き」より親芋から分離される芋が多くなった。

損傷程度は、「傷なし」となるものが「下向き」で85.5%と、「上向き」の66.4%より大きくなった。また、「肌ズレ」では「上向き」が大きくなった。

2) 分離部クローラの速度の違いによる分離性能

分離精度は、「3連結」では「異速度」が大きく、「4連結以上」では「同速度」が大きくなった。「単体」、「2連結」、「未分離」では分離部クローラの速度の違いによる差は見られなかった。

損傷程度は独立性の検定の結果、両者に有意な差は認められず、違いはなかった。

3) 現地圃場での収穫試験

分離精度は、「現地1」では「未分離」が38.9%と小さく、「2連結」、「3連結」の割合が大きくなった。「現地2」では「未分離」が73.7%と大きくなった。「現地3」では、「未分離」の割合がやや大きいが、「現地1」と似た傾向となった。

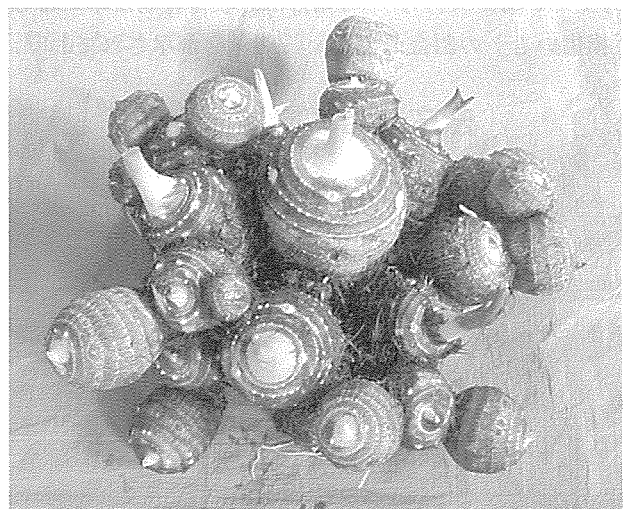
損傷程度は、「現地3」では「肌ズレ」、「傷小」の割合が大きくなり、「傷なし」が小さくなった。「現地1」、「現地2」には差は見られなかった。

3 考 察

分離部へ供給される芋株は「上向き」よりも「下向き」で分離精度がよくなった。これは、搬送用コンベアに芋株が下方に滑り落ちるのを防ぐための高さ35mmの棧を設けてあるため、コンベア底部と分離部クローラ最下部に70mm程度の間隔があるためである。このことにより、芋株を「上向き」に供給すると分離部コンベアの中心は、

芋株の中央より上方を圧縮することになる。子芋の着生部位が芋株の下方となっている株では十分な圧力を加えることができない。一方、「下向き」で芋株を供給すると、分離クローラ中心部分を芋の着生部位が通過するため、十分な圧力を加えることになり分離精度が高くなったと考えられる。

実際の収穫作業では、芋株をある程度持ち上げることで芋株の中央付近に圧力を加えることが可能である。このためには、掘取り鋤を畝の下方に押し入れ芋株の下と掘り上げることでこの状態を確保することが可能である。掘取った芋株は第2図に示すように、親芋の周りに子芋が着生し、その先に孫芋が着生する。このため、芋株を掘り上げた後に横方向から圧力を加える本試作機では、芋株の周りに土をつけた状態で挟み込むことにより、株周辺にある孫芋の損傷を防ぐことが可能となる。やや深く芋株を掘り上げ芋株と土を一緒に搬送コンベア



第2図 子・孫芋の着生状況

に供給することは、分離精度の向上と損傷程度の低下両方に有効である。

分離精度の向上を目指して分離部クローラの左右の速度を変える試験を行った。「3連結」、「4連結以上」は「同速度」、「異速度」で異なったが、収穫機による芋の分離は親芋からはずれ、子・孫芋がいくつかつながった塊に分離することを狙いとしており、「3連結」、「4連結以上」の割合が異なることに意味はない。また、「未分離」となる芋の割合は「同速度」がやや小さくなっている。このことから、芋株の横方向から圧力を加えることにより分離を行う場合、左右の分離部クローラの速度を変えることにより芋株にねじれ力を加える必要はないと考えられる。

圃場で収穫作業を行う場合、分離性能には圃場条件が大きく関与するが、収穫直前までマルチが敷かれ雑草がない条件であれば、「未分離」は38.9～57.7%と比較的低く良好な作業が行えた。しかし、「現地2」のように収穫時にマルチが除去されており、畝を雑草が覆うような状態の場合には、掘り取った芋株が雑草と雑草の根が抱えている土でマット状になったものと一緒に搬送コンベアに供給され、十分な分離が行えなかった。さらに、マット状になった雑草と土は揺動選別部まで送り込まれ、芋と土の分別が十分に行えなかった。雑草が畝を覆った場合と同様、芋株と多量の土を同時に揺動選別部まで送り込んでしまうような条件となった場合にも、十分な分離・分別性能を発揮できないことが考えられる。これまでの経験からは土壤水分が高い場合にはこの傾向がみられるが、土壤の種類と水分が分離性能に及ぼす影響について今後検討が必要である。

また、「現地3」は「傷なし」が「現地1」、「現地2」よりも小さくなっている。これは、収穫が10月10日と他の試験より1か月早くなっていることが原因であると考えている。大村ら⁴⁾の報告にも収穫時期が早いほど「損傷いも」の割合が高くなるデータが示されており、

サトイモは収穫時期が早いほど皮剥けをはじめとする損傷を受けやすい。本試作機の製品化にあたっては傷の発生を抑えるよう配慮する必要がある。

以上により、試作したサトイモ工程収穫機の実験機は、親芋打ち抜き方式に比較して分離精度は低いが、芋株を人力で移動させることができなく連続して作業できることが確認できた。また、掘取り、芋株の分割、芋と土の分別、コンテナへの収容を一工程で行うことができた。

4 摘 要

掘り取り、芋株の分割、芋と土の分別、コンテナへの収容が一工程で行える収穫機を試作した。試作機は鋤と搬送用コンベアで芋株を掘り取り、ハの字状に配置したクローラにより分離を行い、その後土と芋に分別する。分離部は親芋打ち抜き方式に比較して分離精度は低いが、芋株を人力により移動させる必要がなく、連続して作業ができた。収穫作業では芋株の下の土とともに掘り上げることで、分離性能を向上させ損傷程度を軽減することが可能ではないかと考えられた。

引用文献

- 1) 花牟禮理文・飛松義博・森浩一郎：九農研，64，145，2002.
- 2) 河野 靖・石田伊佐男・岩部孝章・河内博文：近中四農研，11，34-40，2007.
- 3) 森浩一郎・溜池雄志・吉富 浩：九農研，62，147，2000.
- 4) 大村幸次・飛松義博・花牟禮理文・森浩一郎：九農研，67，123，2005.
- 5) 篠原 潔：都道府県別地方野菜大全「愛媛県」，265-266，農山漁村文化協会，東京，2003.