

開発したスポンジベルト式ヤマゴボウ外径選別機の構造と機能

有馬 博・李 玉利

信州大学農学部附属農場

Mechanism and Function of the Developed Spongy Belt Type Burdock Sizer

Hiroshi ARIMA · Yuli LI

ヤマゴボウ（ゴボウアザミ，モリアザミ，*Cirsium dipsacolepis* Matsumura）の根は独特の香り，歯ざわりと色調をもっているため高級漬物用あるいは調理用として栽培されている。長野県南部では，これを7月上旬ころ条播し，10月上旬から12月上旬に収穫してただちに選別し，生鮮野菜として出荷している。

品種は在来種またはそれから系統選抜したものであるが，発芽率が約70%程度であることと，発芽直後に枯死しやすいことから，株間を一定にすることが困難である。そのため収穫した根は直径，長さ，重量とも著しく変異が大きい。このうち最大直径が10mm程度で長さが20cm以上のものの市場性が最も高いため，経済栽培では栽植密度を高めてこのサイズを目標に栽培する。その結果，10a当たりの収穫本数は5～8万本に達し，選別には熟練者が多くの時間を費やしている。そこでこの作業の標準化と省力化のためにスポンジベルトを使用した外径選別機を開発し実験したので，その構造と機能について報告する。

1. ヤマゴボウの直径と重量

1993年11月下旬に長野県伊那市西箕輪の重盛利男氏園で収穫されたヤマゴボウについて最大直径，長さ及び重量を測定した。図-1はその結果である。

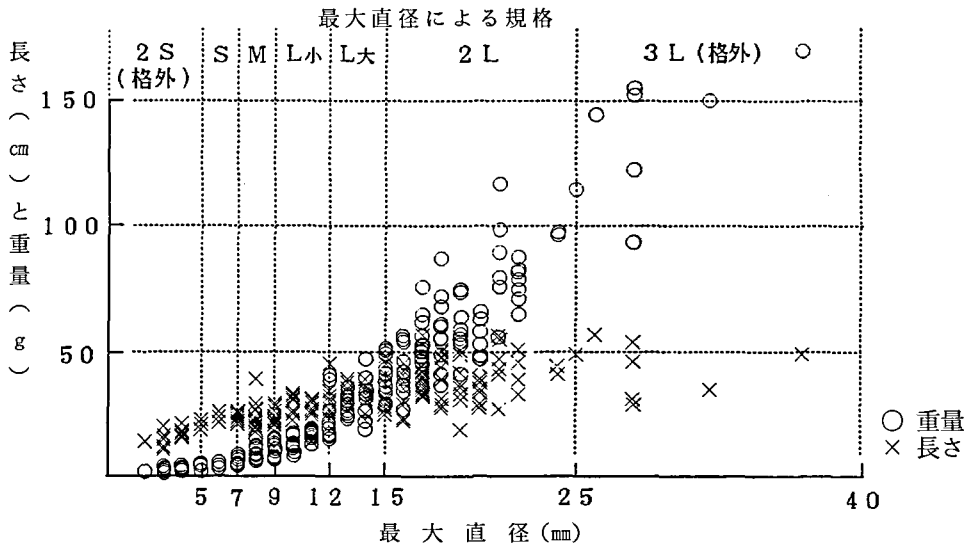


図-1 ヤマゴボウの最大直径，長さ及び重量（選別前）

この測定には任意の230個体を用いた。根部の最大直径（以下直径と呼ぶ）は2~37mm、長さは13~56cm、重量は2~171gにわたっていていずれも変異が大きかった。

出荷に際してはこれらを表-1にしたがって直径について6段階に、さらに病虫害のあるものを除き、また直径が急変しているものはB級として選別しなければならない。なお直径5mm以下のものは2S、25mm以上のものは3Lとし、いずれも例外として別に出荷される。

長さはSと2Sが10cm以上、その他は20cm以上とされているが厳密には規格されていない。本実験で測定した個体は大多数が規定以上の長さをもっていた。なお重量についても規格別の制限はない。

表-1 ヤマゴボウの出荷規格（伊那農協：著者が一部意識）

| 規 格 | 直 径 (cm) | 長 さ | 備 考 |
|----------|----------|--------|--------------|
| 3 L (格外) | 2.5cm以上 | 20cm以上 | |
| 2 L | 1.5~2.5 | " | 茎部は0.5cm残す。 |
| L大 | ≒1.2~1.5 | " | 岐根と主根の先端を切る。 |
| L小 | ≒0.9~1.2 | " | 太さが急変しているものは |
| M | 0.7~0.9 | " | B級とする。 |
| S | 0.5~0.7 | 10cm以上 | 土を良く落とす。 |
| 2 S (格外) | 0.5cm以下 | " | |

以上の規格選別、とりわけ直径の揃いには細心の注意と熟練を要し、出荷のさい最終点検を行えるのは各農園の選別責任者に限られている。

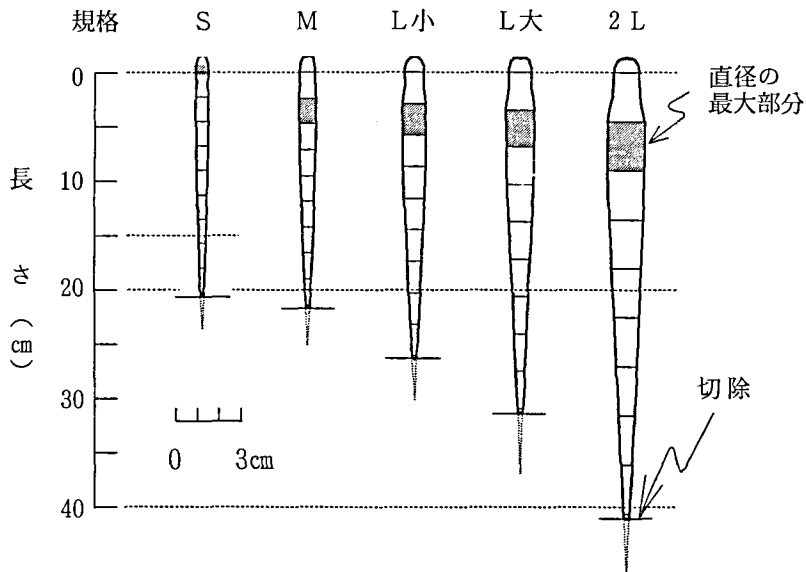


図-2 ヤマゴボウの規格別平均形状（20個体平均、縦横比1:2で作図）

図-2は手選別されたヤマゴボウの階級別の平均形状である。いずれも各級の平均的な大きさのもの20個体ずつについて全長を10等分して各部の直径を計測して作図した。

ヤマゴボウは大多数が直線状に成長していてSを除いておおむね相似形を呈していた。選別

の基準となっている直径の最大部分は根の頂部から下方へ向かって全長の10～20%付近にあった。したがって選別機はこの部分を対象として作動しうるものでなければならないことが知られた。

また図-1の結果から、直径数mmから約40mmまでのものを区分できる機構を要すること、土あるいは岐根による局所的な突起をもつものが含まれていること及び長さが最大約60cmに達するものが含まれていることを考慮して設計しなければならないと考えられた。なお掘り取りには60PS級のトラクタで牽引する振動式掘取機が用いられていて、この刃の作動深度によって収穫されるヤマゴボウの長さが規制されるため極端に長いものはない。

2. 収穫、手選別の方法と選別機の開発目的

実験材料を提供された重盛氏はヤマゴボウを毎年約80a栽培していて作業の熟練度が高い。氏の収穫、選別方法は次のとおりである。選別作業には収穫方法が関係するので、それも併記する。

- 1) 地上部の切除：ハンマーモアを用い地上部を地表で切断すると同時に破碎する。
- 2) 掘取機の駆動：大型トラクタで牽引駆動するサイドドライブ加振式掘取機を用い、これの山並形の刃（作用幅合計 105cm）をクリーブ速度により平畦表面下約40cmを進行させる。刃の通過時には耕土が一時的に約10cm浮き上げられ、再び沈下するがヤマゴボウは容易に引き抜ける状態になる。
- 3) 引き抜き：掘取機の駆動後、それと同じ方向に向かって手でヤマゴボウを引き抜き、土を落としながら頂部を揃えコンテナに収容する。
引き抜きは掘取機の作動直後で土壌が沈着しないうちに行う。掘取機の駆動と引き抜きは降雨時やその直後など土壌水分の多い時には行えない。
- 4) 粗選別：作業舎へ搬入したヤマゴボウの土を落としながら直径別に粗選別する。このさい抽だいしたもの、大きな岐根を生じたもの、折れたもの及び病虫害被害根を仕分けする。同時に茎葉部と主根の先端、岐根などを切除する。細根は手で除去する。
- 5) 仕上げ選別：直径によって厳密に格付けしたあと、方向を揃えて所定のダンボール箱に詰め、ひょう量したのち乾燥防止のため濡れ新聞で覆って封をする。軽度の不良品はB級として格付けする。

以上のうち、5)の直径による格付けには高度な熟練と感が必要で、作業時間も長い。本報の選別機はこの作業を単純化し、初心者でも格付けができるようにするとともに省力化を図ろうとしたものである。

3. 開発した選別機の構造

図-3は開発した選別機である。支持台の上に2本のループ状のスポンジベルトを水平、並列に配置し、これをギヤモータにより低速度で駆動する。スポンジベルトの間隙はヤマゴボウの供給側を狭く、排出側を広くしてあるので、供給側で縦に挟まれたヤマゴボウは排出側へ搬送される間に細いものから、仕分け用といへ10段階に分かれて落下し、大形の格外品はベルトの末端から機体外へ排出される。ベルトの間隙は微調整が可能で、最大120mmまで広げることができる。といの位置と傾斜は調節できる。

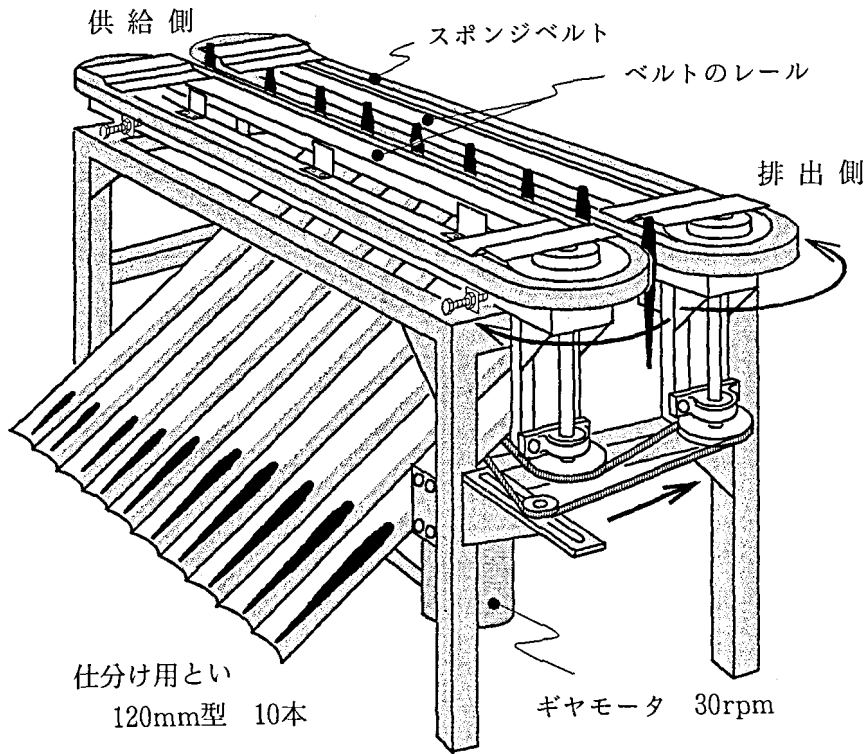


図-3 スポンジベルト式ヤマゴボウ外径選別機

先に記載したとおり、ヤマゴボウには土や岐根によって局部的に突起を形成しているものがある。このようなものは外径が大きいとみなされ、より大型のものに混入する。そこでスポンジベルト1と2の周速度を1:1.2に変え、搬送されるヤマゴボウをその軸まわりに回転させて突起の影響を減少させることとした。これによって土によるヤマゴボウのベルト面への付着も防止できた。なお設計にあたっては、機構を簡略にすること及び特殊な部品を用いないことに留意した。

機械の諸元はつぎのとおりである。

| | | | |
|-------|---------------------|----------------|--------------------|
| 機 体 | | ベルト (スポンジゴム部分) | |
| 全 長 | 2000mm | 断 面 | 縦30mm, 横34mm |
| 全 幅 | 820mm | 有 効 長 さ | 1640mm |
| 全 高 | 880mm | 速 度 | 12.83及び14.25cm/sec |
| 全 重 | 106kg | 標 準 間 隙 | 供給側3mm, 排出側25mm |
| 仕分用とい | 幅120mm, 10本 | 間 隙 調 整 域 | 最小1mm, 最大120mm |
| 原 動 機 | ギヤモータ30rpm, 200W 1台 | | |

図-4 はスポンジベルトとそのたわみ防止用レールの断面である。

使用したスポンジゴムは建築用材の1種(ブリジストンタイヤ製, ジムフレックス 17×30mm

型，黒色）である。直径の変異の大きい多数のヤマゴボウを同一のベルトへ挟むのに適した沈下深さと弾性があり，しかもヒステリシスが少なく，復元したときにも適度の硬度を保っている素材としてこのスポンジゴムを採用し，これを2段重ねに接着して使用した。

この素材は本来の用途からみて特に耐摩耗性に優れているものではないようであるが経時変化は少ない。この選別機ではベルト面を直接摩擦させることはないので十分な耐久性があるものと思われる。

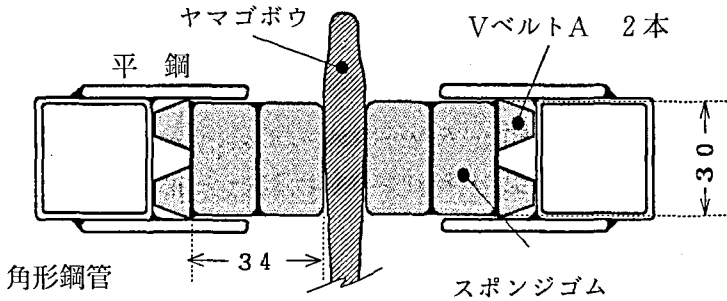


図-4. スポンジベルトとそのたわみ防止レール

この選別機では，VベルトA形を2本ずつ使用し，これにスポンジゴム材を接着してベルト面の縦幅を30mmに広め，さらに角形鋼管と平鋼からなるベルトのレールを設けてプーリ間におけるベルトの捻れを防ぐとともに直線性を保ち，ベルト間隙を正確に規定した。

すなわち，ヤマゴボウの最大直径をもつ部分が根の最上部より10~20%下にあることから，重心より上部もベルトに挟んで落下姿勢を垂直に保つ必要があることと，対象物の直径が小さいためベルトの捻れとたわみを防ぎ，従来のVベルト式果実選果機より高い間隙精度を保つためにベルト幅を広め，さらにレールで直線性を高めた。

図-5 はヤマゴボウを挟むことによって生ずるスポンジベルトの圧縮変形状況である。

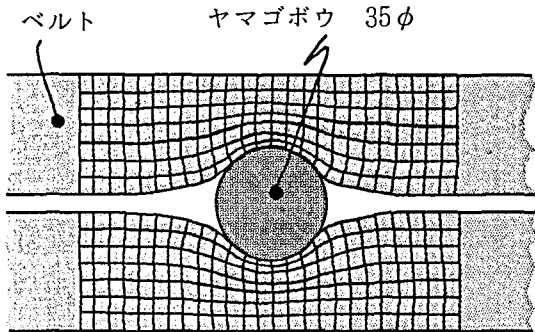


図-5 スポンジベルトの圧縮変形
(方眼は5mm×5mm)

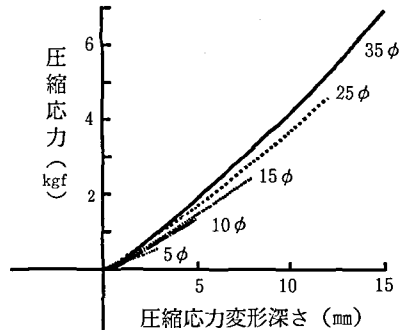


図-6 圧縮応力とスポンジベルトの変形深さ
(深さはベルト片側について)

直径35mmの特別に大きなヤマゴボウを挟んだ場合でも，ベルトの圧縮変形範囲はヤマゴボウの中心から40mm以内であった。したがって選別にあたってはスポンジベルトへ80mm間隔に挟むことが可能で，この選別機のベルト速度の場合，このような大型のものを0.6秒ごとに1本ずつ供給しても隣あった個体の影響を受けずに選別することが可能である。

図-6は選別時にヤマゴボウに加わる圧縮応力とベルト片側の変形深さをヤマゴボウの直径別に測定した結果である。実験には引張圧縮試験機を使用し、圧縮速度は毎秒1mmとした。

ヤマゴボウは供給側で間隙3mmの2本のベルトに挟まれる。したがって直径25mmの大型のものでも、ベルト片側当たり11mmしかスポンジを変形させない。そしてこの場合の圧縮応力は4152gであったが、圧迫による損傷は見られなかった。図-1に示したとおり、大多数のヤマゴボウはこれより細いので圧迫はより少ない。

4. 選別機の性能と実用性に関する考察

表-2はヤマゴボウを機械選別し、とい単位で格付け基準別に集めて計測した結果である。

表-2 ヤマゴボウの機械選別結果と選別基準との適合性

注：括弧内は格付け基準で指定された直径

| 規 格 | S | M | L小 | L大 | 2L | 3L (格外) |
|------------|---------|---------|-------------|-------------|-----------|------------|
| といの番号 | 1~2 | 3 | 4~5 | 6 | 7~10 | 末端 |
| 標 本 数 | 47 | 50 | 41 | 52 | 109 | 31 |
| 選別後 最大の直径 | 7.5 (7) | 9.9 (9) | 13.4 (12) | 16.1 (15) | 26.0 (25) | 35.2 (-) |
| 最小の直径 (mm) | 4.2 (5) | 7.3 (7) | 8.3 (9) | 11.5 (12) | 14.1 (15) | 21.9 (25~) |
| 平均 | 5.98(6) | 8.81(8) | 10.85(10.5) | 14.15(13.5) | 19.26(20) | 28.60(-) |

スポンジベルトの速度を変えて、挟まれたヤマゴボウをその軸まわりに回転させたことにより選別精度はおおむね良好であったが、一部に規格外のものが混入していた。その原因は、スポンジ材を手作業で接着した結果、表面に若干の凹凸を生じていたこと及びベルトへ斜めに挟まれた長いヤマゴボウがベルトから落下するさいに隣の仕分け用といへ混入したことによるもので、いずれも改良により精度を向上させることができると思われた。

この選別機を用いて前述の栽培者重盛園で実験した結果、毎分の供給可能本数はS、Lなど細いもので50~60本、2Lなど太いものあるいはそれが混ざったものでは40~50本であった。重盛氏からは、選別精度は良好で危険もないため実用化可能だと思われるが、手でベルトへ1本ずつ、しかも垂直に近い姿勢で供給する動作を簡略化し、供給速度を高める機構が欲しいとの要望があった。

これについては補助コンベアを併設して、それへ水平あるいは緩傾斜に並べられたヤマゴボウが、搬送中に垂直に姿勢変化したのち選別ベルトへ移行するような機構を設けるのが望ましいと考えられた。スポンジベルトは縦幅を30mmとしたが、これをさらに広めて50~70mmにすればヤマゴボウの長短にかかわらず最大直径部分を挟みやすくなるであろうと考えられた。

手選別の場合、熟練者1日1人当たりの選別箱詰め量は40kg程度と見込まれている。これを本実験の規格別1本当たり平均重量から本数に換算すると次のとおりである。

S : 3.55g/本 11268本 M : 8.83g/本 4530本
L小 : 15.60 /本 2564本 L大 : 30.34g/本 1318本

ただし作業中には病害、奇形、折れ、抽だいなど出荷不能のものも選別するので、実際の取扱本数はさらに多い。

本実験では長時間にわたる選別能率を測定することができなかったが、といへ仕分けされたものを取り出す時間も含めても1人毎分25～30本（毎時1500～1800本）は供給できるので、外径選別動作そのものに関しては手作業の数倍の能率をあげうるものと推測される。

本機はヤマゴボウを当面の選別対象として製作したが、ベルト間隔を広くできるように設計したので、アスパラガス、ニンジンなど円柱形ないしは円錐形の農産物の外径選別も可能だと思われる。

本研究を行うにあたり、伊那市西箕輪 重盛利男氏及び伊那農協西箕輪支所 宮下武生産課係長から実験材料を提供していただき、さらに調査と実験に協力賜った。記して謝意を表する。

5. 参考資料

1. 長野県・長野県農協中央会・長野県経済連(1994), ヤマゴボウ, 野菜栽培指標, 343-345
2. 伊那農協(1994), ヤマゴボウ出荷規格
3. 伊那農協(1994), ヤマゴボウ栽培指導資料