

高効率ネギ調製機の開発(1)

誌名	農業食料工学会誌 = Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery and Food Engineers
ISSN	2188224X
著者名	藤岡,修 大森,定夫 紺屋,朋子 本庄,求 松本,弘 木暮,朋晃
発行元	農業食料工学会
巻/号	76巻1号
掲載ページ	p. 78-85
発行年月	2014年1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



高効率ネギ調製機の開発 (第1報)*

— 空気噴射量を節減できる皮むき用ノズルと皮むきと同時に行う太さ判別技術 —

藤岡 修^{*1†}・大森定夫^{*1}・紺屋朋子^{*1}・本庄 求^{*2}・松本 弘^{*3}・木暮朋晃^{*3}

要 旨

空気噴射量を節減し、小型のエアコンプレッサを用いて長ネギの皮むきが行えるネギ皮むき用回転ノズルを開発した。開発したノズルを試作機に搭載して性能試験を行った結果、普及型の慣行皮むき機と比べて皮むき作業能率が約 20% 向上し、かつ空気噴射量は約 1/3 に節減することができた。また、皮むきと同時に太さ選別が行える太さ判別装置を開発した。開発した判別装置を試作機に搭載し、性能試験を行った結果、正解率は 80% 程度と良好な判別精度が得られた。

[キーワード] 長ネギ, 皮むき, 回転ノズル, 太さ判別

Development of Highly Efficient Welsh Onion Peeler with Sizer (Part 1)*

— Development of a Highly Efficient Peeling Nozzle and
Diameter-Based Sorting Device for Welsh Onions —Osamu FUJIOKA^{*1†}, Sadao OMORI^{*1}, Tomoko KONYA^{*1}, Motomu HONJO^{*2},
Hiroshi MATSUMOTO^{*3}, Tomoaki KOGURE^{*3}

Abstract

We have developed a rotary type nozzle to peel welsh onions that has a lower demand for compressed air, thus allowing the use of a smaller air compressor. Performance tests of our prototype peeler mounted with our rotary type nozzle revealed a 20% better, working efficiency than existing peelers, while requiring only 1/3 the volume of compressed air. We have also developed a diameter-based sorting device for welsh onions that can be mounted on our peeler. Performance test showed that it was about 80% accurate.

[Keywords] welsh onion, peeling, rotary type nozzle, class sorting by diameter

I 緒 言

長ネギ(白ネギ)は、国民生活において重要な野菜として指定野菜の一つに定められており、全国各地で栽培されている。作付面積は 23,100 ha, 出荷量は 376 千トンであり、上位 5 道県(千葉県, 埼玉県, 茨城県, 群馬県, 北海道)で全作付面積の約 38%, 全出荷量の約 50% を占めている(農林水産省統計部, 2011)。

これまでに農林水産省の農業機械等緊急開発事業において、自走式収穫機(小橋ら, 2006; 松尾ら, 2006)や全自動調製機(松本ら, 2003; 松本, 2003)が開発されるなど機械化一貫体系がほぼ確立されつつある。しかし、収穫, 調製, 出荷の作業は、投下労働時間 336 時間/10a の約 66% を占めており、これらの作業の省力化が求められている(農林水産省統計部, 2009)。

長ネギの調製作業では、根を切除する根切り作業と、

* 2009 年 9 月農業環境工学関連学会 2009 年合同大会(東京大学), 2010 年 9 月第 69 回農業機械学会年次大会(愛媛大学)にて一部講演
*1 会員, 農研機構生物系特定産業技術研究支援センター(〒331-8537 埼玉県さいたま市北区日進町 1-40-2 TEL 048-654-7000) Bio-oriented Technology Research Advancement Institution, 1-40-2, Nisshin, Kita, Saitama, Saitama 331-8537, Japan
*2 秋田県農業試験場(〒010-1231 秋田県秋田市雄和相川字源八沢 34-1 TEL 018-881-3312) Akita Prefectural Agricultural Experiment Station, 34-1, Genpachizawa, Aikawa, Yuwa, Akita, Akita 010-1231, Japan
*3 株式会社マツモト(〒370-1201 群馬県高崎市倉賀野町東部工業団地 2454-3 TEL 027-347-1921) Matsumoto Co., Ltd., 2454-3, Kuragano, Takasaki, Gunma 370-1201, Japan
† Corresponding author: ofujioka@affrc.go.jp

不要な外葉を剥離する皮むき作業、軟白部の太さに応じた階級選別、外観品質による等級選別が行われる。

皮むき作業は、圧縮空気をネギの表面に当てることで不要な外葉を剥離する。そのため、より高能率に皮むき作業を行うためには、大量の圧縮空気を短時間に供給できる大型のエアコンプレッサが必要となる。例えば、500本/h前後の能率を有する皮むき機では3.7kW、900本/h前後の能率を有する半自動調製機では5.5~7.5kWのエアコンプレッサの利用が推奨されている。エアコンプレッサは一般的に電力を動力源としており、能率向上に伴って電力消費量の増大、つまり電気料金の増加や電気設備への投資増加が懸念される。また、皮むき作業では圧縮空気の噴射に伴う騒音に起因した難聴などの健康障害の発生が危惧されている（笹尾ら, 1990a; 笹尾ら, 1990b)。市販機では吸音材の貼付、遮音装置の設置といった工夫が施されているが、問題の解消には至っていない。

長ネギは個選共販体制をとる産地が多く、それぞれの生産者が太さなどの出荷基準に応じて選別を行っている。太さ選別は皮むき作業者が目視で行うことが多いが、作業従事者の高齢化や雇用労力の導入が進み、選別に不慣れた作業者が増加しつつある。個選共販体制をとる産地では、選別結果のばらつきを小さくするために、目揃い会や抜き取り検査などを行うことで産地評価の維持に努めている。太さや形状による自動選別機も市販されているが、導入コストの問題や作業要員を確保する必要があることから、調製や選別を共同で行う生産法人や集出荷施設での利用が主である。

これらの背景を受け本研究では、使用するエアコンプレッサの小型化によって、生産コスト低減を目指した皮むき用ノズルと、不慣れた雇用作業者でも熟練作業と同様に太さ選別ができ、人に起因する判別精度のばらつき低減を目指した太さ判別装置を開発したので報告する。

II ネギ皮むき用回転ノズル

1. 慣行の皮むき技術

慣行の皮むき機は、作業台または凹型の溝の左右に直管型ノズルを固定し、エアコンプレッサから供給される圧縮空気をネギ表面に吹き付けて、不要な外葉（皮）を剥取っている。ノズルから噴射された圧縮空気は、ネギ表面の狭い部分に集中して当たるため、皮むき作業者はネギの軟白部全体にまんべんなく圧縮空気を当てる目的で、ネギをひねる動作を繰り返しながら皮むきを行う。そこで、作業者がネギをひねる動作を省略して能率を向上させる試みとして、従来の左右一対のノズルに加え、上方にノズルを加えた3方向から圧縮空気を噴射する方式（松本, 2004; 木暮, 2009）が考案された。しかし、ノズル本数を増やすことは、空気噴射量の増大、エアコンプレッサの大型化を招くことが懸念される。

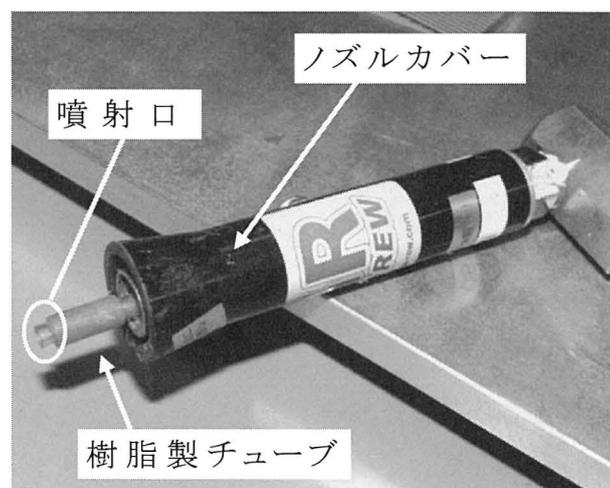


図1 回転ノズル「SGR-90」

Fig. 1 Rotary type nozzle 'SGR-90'

一方、工業分野では、洗浄後の水分除去や切削後のバリ取りのために回転ノズルを使用する例がある。回転ノズルは、ラッパ状に開口したノズルカバーと、圧縮空気を通す樹脂素材でできた柔軟なチューブで構成される（長谷川, 1999; 林, 2009)。ノズル基部に一端を固定し、チューブに圧縮空気を通すと、ノズルカバーの内壁に沿ってチューブが湾曲しながら回転運動を始める。これに伴い、チューブの他端からは圧縮空気が円運動をしながら噴射されるため、圧縮空気が対象物の広い範囲に当てられることが特徴である。また、回転ノズルは、チューブに圧縮空気を流すだけで回転運動が発生し、回転運動に外部動力を必要としないことも大きな特徴である。

2. 回転ノズルと慣行ノズルの比較調査

慣行の皮むきノズルと回転ノズルの噴射特性の違いを把握するために、回転ノズル（(有)ガリユー SGR-90、噴射口径（チューブ内径）：2.5mm、全長：125mm、チューブ材質：ナイロン；図1）と、慣行ノズル（(株)マツモト製皮むき機 EMM のノズル、噴射口径：2.5mm×2頭口、真鍮製；図2）、面圧力分布測定システム（ニッタ（株）I-SCAN、センサ面：84mm×84mm、格子点数：44点×44点；図3）を供して、圧力分布の視覚化を試みた。ノズルの噴射口とセンサシートの距離、圧縮空気の圧力を種々変えて調査した結果、回転ノズルは距離が離れるに従って、同心円状に圧縮空気の当たる範囲が広がる様子が確認された（図4）。

ネギ表面の広い範囲に圧縮空気を当てることができれば、皮むき作業者はネギをひねらずに手前に引抜くだけで皮むき作業が行える。そのため、皮むき作業に要する時間、すなわち圧縮空気の噴射時間が短縮され、空気噴射量を節減できると考えた。そこで、この回転ノズルを長ネギの皮むき作業に適用することを検討した。

3. 回転ノズルの長ネギ皮むき作業への適用

(1) 供試材料および試験方法

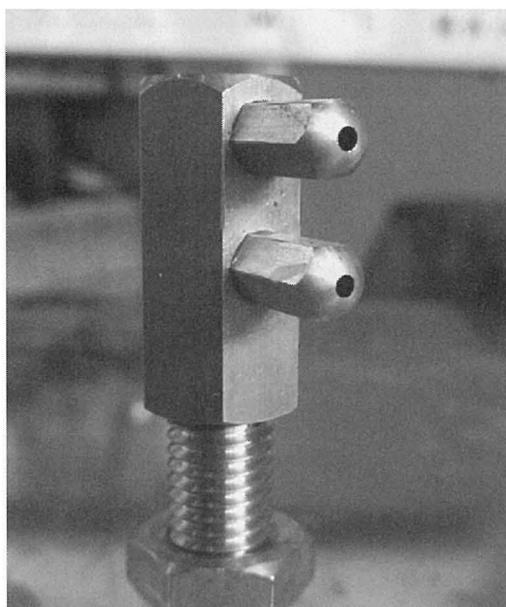


図 2 慣行ノズル

Fig. 2 Common type of peeler nozzle

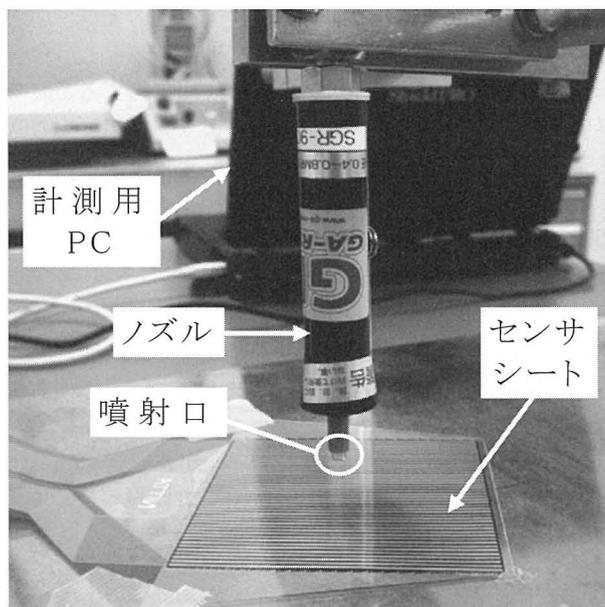
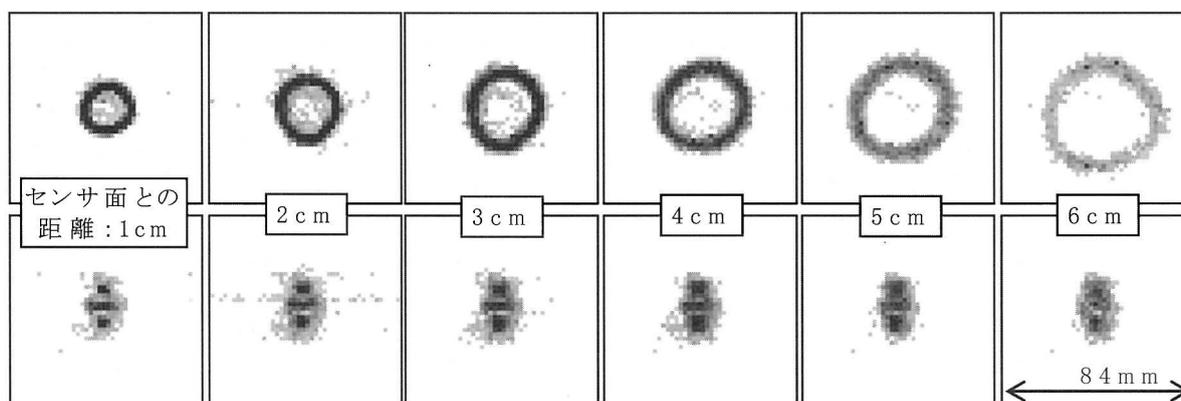


図 3 面圧力測定システム

Fig. 3 Tactile pressure measurement system



上段：回転ノズル(SGR-90)、下段：慣行ノズル(2 頭口)

- 1) 0.001MPa 未満(白)~0.05MPa 以上(黒)を 13 階調に分けて表示。
- 2) データ取得周期 100fps で 3 秒間計測した時のピーク圧力分布を表示。
- 3) 圧縮空気の圧力は 0.5MPa。

図 4 ノズルによる噴射圧力分布の違い

Fig. 4 Difference of pressure distribution due to the type of nozzle

回転ノズルの皮むき作業への適用性を検討するために、左右一対で計 2 本の回転ノズルと、慣行ノズルを皮むき部に各々取付けられる試作 1 号機 (図 5) を製作し、長ネギ 1 本を処理する際に消費する空気噴射量を比較した。皮むきに用いる圧縮空気は、圧力開閉器式の電動エアコンプレッサ ((株) 日立産機システム 2.2P-9.5VD5, 出力: 2.2kW) から供給した。上限圧力に達して圧縮機が停止してから、下限圧力に達して圧縮機が再稼働するまでに排出される空気量はほぼ一定 (5 反復, 20°C, 1 気圧換算で 175.6±1.4L) であったことから、この一定量の

圧縮空気処理できる本数を調査して、1 本当たりの空気噴射量に換算して比較した。

調査には、生研センター附属農場 (埼玉県鴻巣市) で 2008 年 12 月に収穫した品種「吉蔵」を供試した。軟白径と軟白長は、回転ノズル区が 21.1±1.3mm と 33.6±2.9cm, 慣行ノズル区が 21.5±2.3mm と 31.3±2.4cm であった。

(2) 結果および考察

単位空気量当たりの処理本数は、回転ノズルが 3 反復の平均で 9.7 本、慣行ノズルが 4 反復の平均で 5.3 本で

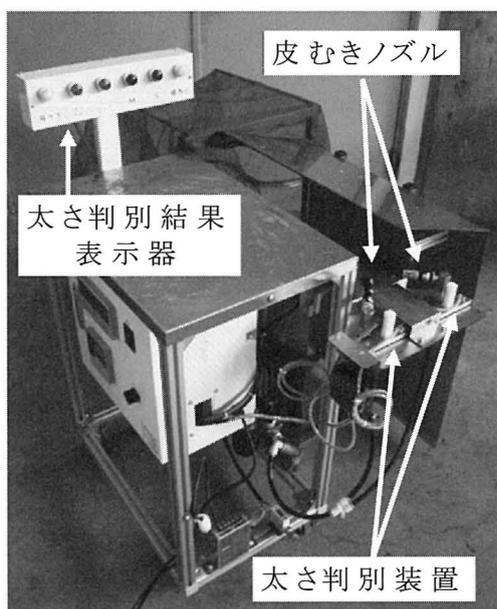


図 5 試作 1 号機の外観

Fig. 5 Appearance of a first prototype peeler

あった。空気噴射量に換算すると、回転ノズルは 18.1L/本、慣行ノズルは 33.1L/本となり、慣行比は 55% とほぼ半減できることを確認した。ネギ表面に圧縮空気が当たる場所は、噴射口の回転運動に伴って刻々と移動するため、定点から見れば周期的に打撃が加わる効果が得られると考えられる(安井ら, 2005)。そのため、少ない空気噴射量でも良好な皮むきができたと考えられた。

4. ネギ皮むき用回転ノズルの試作と性能試験

試作 1 号機に搭載した回転ノズルは、農業分野での利用が想定されておらず、長ネギ表面に付着した土砂や埃の飛散によって、チューブやノズルカバー内壁が摩耗し、劣化することが懸念された。そこで、ノズルカバーをプラスチックからステンレスに、チューブをナイロンからウレタンゴムに変更して耐摩耗性を高めた、ネギ皮むき用回転ノズル(図 6)を製作し、これを左右一対で計 2 本搭載した試作 2 号機を製作した(図 7)。ネギ皮むき用回転ノズルは、チューブの内径を一定にした状態で外周をテーパ状に加工し、ノズル基部側のチューブの肉厚を空気噴射口側と比べて厚くすることで、チューブの捻じれに起因する劣化への耐久性を高めた(松本ら, 2011)。開発したネギ皮むき用回転ノズルの耐久性を評価するために、150 時間の連続運転試験を行った結果、チューブ、ノズルカバーともに摩耗はみられず、実用上問題のない耐久性を有すると考えられた。

また、高能率に皮むき作業を行うためには、圧縮空気の噴射圧力とともに、むいた皮を吹飛ばす風量が必要であることから、チューブ内径を 2.5mm から 3.0mm に拡大した。チューブ内径を拡大すると瞬時流量は増大するが、圧縮空気の噴射時間は短くなり、チューブ内径 2.5

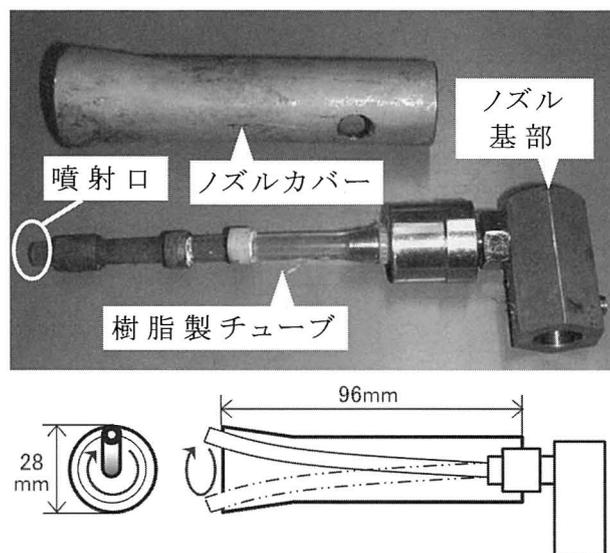


図 6 開発したネギ皮むき用回転ノズル

Fig. 6 Developed new rotary type nozzle for peeling welsh onion



図 7 試作 2 号機の外観

Fig. 7 Appearance of a second prototype peeler

mm の回転ノズルと比較して皮むき作業能率が向上し、かつ空気噴射量の節減効果も維持できると考えた。

(1) 供試材料および試験方法

2009 年 8 月に秋田県能代市農業技術センターにおいて、試作 2 号機を供して性能試験を実施し、皮むき作業能率と空気噴射量、作業員耳元騒音を調査した。対照機として市販機 A, B の 2 機種を供試し、市販機 A ((株)マツモト MZ-1, ノズル噴射口径: 3.7mm × 2 頭口 × 2 本) は高能率型、市販機 B ((株)マツモト EMM, ノズル噴射口径: 2.5mm × 2 頭口 × 2 本) は普及型と位置付け、それ

表 1 皮むき作業能率調査の結果

Table 1 Result of peeling work efficiency test

供試ノズル	作業能率 (本/h)	空気噴射量 (L/本)
ネギ皮むき用回転ノズル (噴射口径 3.0mm)	623 a	9.8 a
慣行ノズル (市販機 A) (噴射口径 3.7mm×2 頭口)	633 a	49.8 b
慣行ノズル (市販機 B) (噴射口径 2.5mm×2 頭口)	521 b	31.3 b

※危険率 5% で異文字間に有意差あり

ぞれ比較を行った。

供試したネギの品種は「夏扇パワー」、作物条件は全長 96.7 ± 5.4 cm, 軟白長 24.0 ± 2.1 cm, 軟白径 20.1 ± 2.2 mm, 葉数 6.3 ± 0.7 枚であった。皮むき作業能率は、試作 2 号機で 50 本を 3 反復、市販機 A, B でそれぞれ 40 本を 2 反復ずつ連続処理した時の作業時間から求めた。また、空気噴射量は、気体流量計 (アズビル (株) MCF025, 計測範囲: 60~3000 L/min (瞬時流量の積算流量換算値, 20°C, 1 気圧換算)) を用いて計測した。なお、圧縮空気の圧力は、試作 2 号機と市販機 A で 0.4 MPa, 市販機 B で 0.43 MPa に設定して皮むき作業を行った。作業員耳元騒音は、騒音計 (リオン (株) NL-22) を用いて、センサヘッドを右側面に取付けたヘルメットを皮むき作業員が被った状態で測定した。皮むき作業時の騒音は圧縮空気の噴射に起因した間欠騒音で、かつ暗騒音との差が 10 dB 以上あったことから、暗騒音の補正は行わず、空気噴射時のピーク値を皮むき作業ごとに記録し、その平均値を比較した ((株)小野測器, 2013)。

(2) 結果および考察

皮むき作業能率は、試作 2 号機は平均 623 本/h, 市販機 A は平均 633 本/h, 市販機 B は平均 521 本/h であった。また、空気噴射量は、試作 2 号機は平均 9.8 L/本, 市販機 A は平均 49.8 L/本, 市販機 B は平均 31.3 L/本であった。

高効率型の市販機 A と比較すると、皮むき作業能率はほぼ同程度であったが、空気噴射量は 1/5 に節減することができた。また、普及型の市販機 B と比較すると、皮むき作業能率は 20% 向上し、空気噴射量は約 1/3 に節減することができた (表 1)。

ネギ皮むき用回転ノズルを用いることで、皮むき時の空気噴射量が節減できる理由を考察するために、各ノズルの流量を単純比較した。流量を Q [m³/s], 流路断面積を A [m²], 流速を V [m/s], 流量係数を C とすると、流量 Q は以下の式 (1) で表せ、また、ベルヌーイの定理より流速 V は式 (2) で表すことができる。

$$Q = C \times A \times V \quad (1)$$

$$V = \sqrt{2 \times P \div \rho} \quad (2)$$

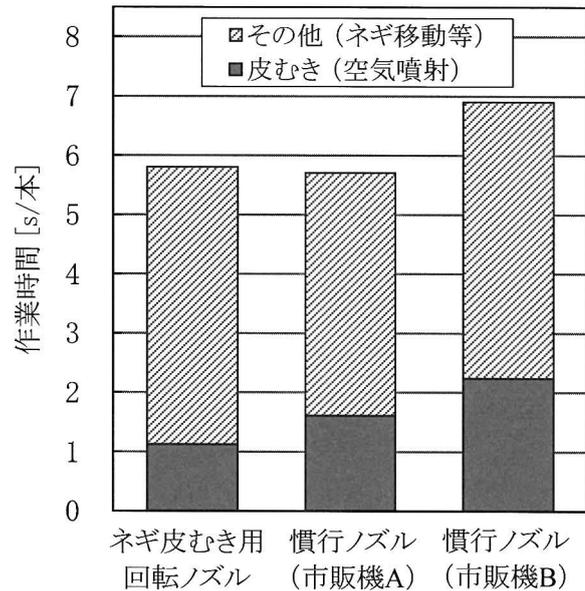


図 8 ノズルの種類による空気噴射時間の違い

Fig. 8 Difference between a injection time according to the type of nozzle

ここで P [Pa] は圧力, ρ [kg/m³] は流体密度を表す。20°C, 1 気圧の空気の密度は 1.20 kg/m³ であることから、流体密度 ρ は 0.40 MPa の時 5.96 kg/m³, 0.43 MPa の時 6.32 kg/m³ となる。式 (2) から空気の流速 V は、0.40 MPa の時 366.3 m/s, 0.43 MPa の時 368.9 m/s と求まる。ノズルの噴射口断面積 (A) は、試作 2 号機が 14.1 mm², 市販機 A が 43.0 mm², 市販機 B が 19.6 mm² であることから、流量係数 C を一定として流量 Q を比較すると、試作 2 号機を 1 とした場合、市販機 A が 3.0, 市販機 B が 1.4 となり、性能試験から得られた結果と合致しない。そこで、皮むき作業ごとの空気噴射時間を調査した結果、試作 2 号機は 1.1 ± 0.4 s, 市販機 A は 1.6 ± 0.6 s, 市販機 B は 2.2 ± 0.7 s であった。それぞれの流量に皮むき作業ごとの空気噴射時間を掛けて求めた空気噴射量を比較すると、試作 2 号機を 1 とした場合、市販機 A が 4.4, 市販機 B が 2.8 となり、性能試験から得られた結果と概ね一致する。このことから、空気噴射量の節減は、噴射口断面積の縮小だけではなく、皮むき時の圧縮空気の噴射時間が短縮されることにも起因することが明らかになった。なお、皮むき以外のネギの移動などにいずれの機種でも 5 秒程度を要したため、皮むき作業全体で見ると大きな能率向上が得られなかったことも判明した (図 8)。

一方、皮むき時の作業員耳元騒音は、試作 2 号機, 市販機 A, B いずれも 100 dB (A) を超えていたことから、ネギ皮むき用回転ノズルを使用時も従来と同様に騒音対策を講じる必要があり、可動式の遮音蓋などを皮むき部に備える必要があると考えられた (図 9)。

これらの結果より、ネギ皮むき用回転ノズルを利用することで、皮むき作業時の空気噴射量を節減できること

が明らかになった。このことから、新規参入時や設備更新時により小型のエアコンプレッサを選択、導入することが可能となり、初期投資の抑制、および電力料金などのランニングコストを低減できると考えられた。

III 皮むきと同時に太さ判別を行う技術

1. 慣行の太さ判別技術

慣行の太さ判別は、皮むき中または皮むき後に作業者が目視により軟白径を推定することで行われる。目視による太さ判別作業は熟練を要し、また、作業者によって

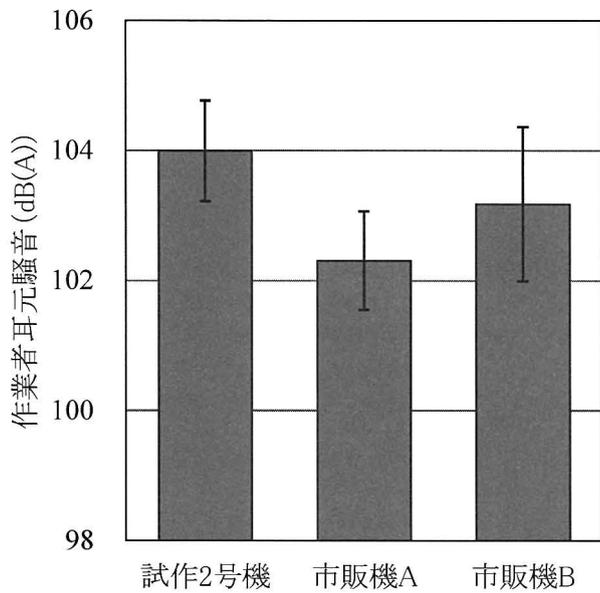


図 9 皮むき作業時の作業者耳元騒音

Fig. 9 Noise around operator on peeling work

判別精度が異なることが危惧される。

専用選別機は、フォーク状の搬送コンベアに長ネギなどの長尺野菜を載せ、一定速度で搬送する途中に透過型光電センサを設け、長尺野菜が光軸を遮光する時間を計測して、太さに換算して選別するものである（今村, 1999）。構造は比較的簡素であるが、作業工程数が増えること、新たに機械を導入する必要があることから、個別農家単位では導入が進んでいない。そこで、別途選別機を導入しなくても済むよう、皮むきと同時に選別を行い、皮むき機に搭載可能な太さ判別装置について検討した。

2. 皮むき機に搭載できる太さ判別装置の検討

皮むき作業は左右一対のノズルの間にネギを置き、前後移動させながら行うため、皮むきノズルと同様に、左右一対の門柱型の太さ判別装置を設けることで、皮むき作業時に軟白径を計測できると考えた。太さ判別装置の付加による価格上昇を抑えるため、階級選別の境界値ごとに光電センサを鉛直方向に配置し、基準面から出荷規格の境界値ごとに平行な光軸を設け、ネギが光軸を何本遮るかによって太さ判別を行う方法を考案した（図 10）。

なお、考案した太さ判別装置の計測部には、半円柱状の突起を設けてある。これは、鉛直方向に配置した光電センサ群の最下部（皮むき部の床面と一致）にネギを接触させた状態で太さを計測しなければ、正確な太さ判別を行うことができないため、この突起上面を原点とし、これにネギを接触させながらネギを引抜くようにしたものである。太さ計測の原点を凸状に突起させたため、作業者は従来の皮むき作業と同様に、ネギを浮かせながら皮むき作業と太さ計測を行うことができる。また、軟白部が曲がったネギでもその形状に合わせてネギを突起上

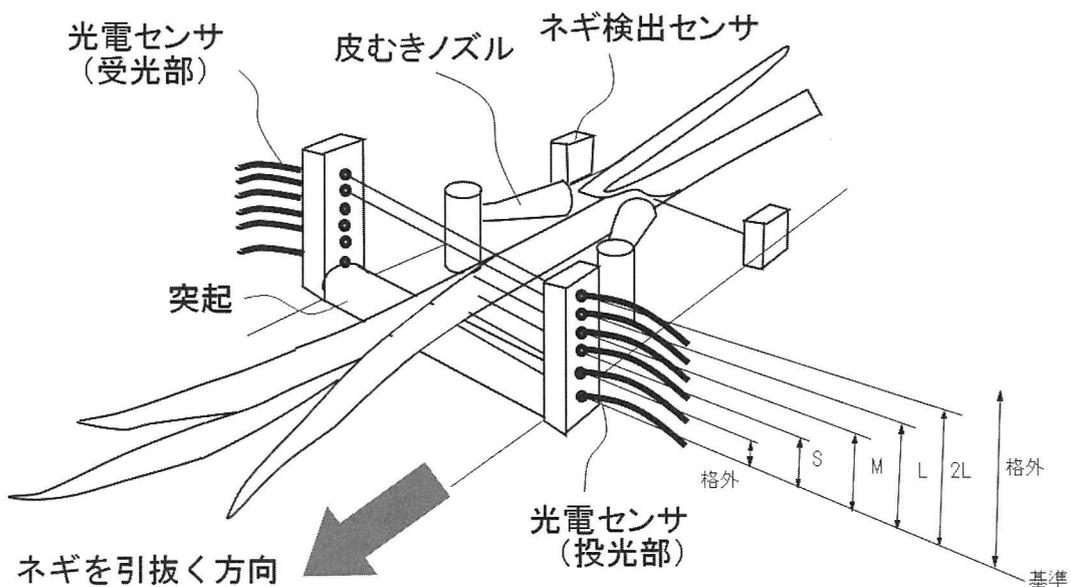


図 10 複数の光電センサによる太さ判別装置

Fig. 10 Class sorting device by fiber sensors

面に沿わせることで、より簡便に太さ判別が行える。

皮むき機はネギの有無を光電センサ(ネギ検出センサ)によって検知することにより、圧縮空気の噴出と停止を制御している。皮むきが終了すると作業者はネギを手前に引抜くため、ネギ検出センサが OFF になり、圧縮空気の噴射が停止される。これをトリガ信号として、皮むきノズルの後方に設置した太さ判別装置が軟白径を計測する構造としたため、盤茎部から約 15 cm 付近の軟白径を計測することができる。

(1) 供試材料および試験方法

門柱型の樹脂ブロックに複数個の光電センサ((株)エーエンス, [センサヘッド] FU-59, 光軸径: 0.7 mm, センサ径: 1.5 mm, [アンプ] FS-V31 (親機), FS-V32 (子機))を階級選別の境界値ごとに固定した太さ判別装置を製作した。階級選別の境界値は秋田県内のネギ産地の出荷基準を参考にして、10 mm, 13 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm とし、それぞれ格外小, S, M, L, 2L, 格外大の 6 階級に選別した。太さ判別結果を階級ごとにランプ表示する判別結果表示器を設け、皮むき作業の終了と同時に作業者へ知らせる構造とした。これを前述の試作 1 号機ならびに 2 号機に載せ、太さ判別精度を調査した。試作 2 号機では、判別結果を音声で作業者へ知らせるスピーカを併設した。皮むきを終えたネギの軟白径(断面の長軸方向、盤茎部から 10 cm 付近の部位)をノギスで計測した値を実測値とし、太さ判別装置の判別結果を実測値と比較して、正解率を求めた。

調査では、1 号機に 2009 年 1 月に生研センター附属農場で収穫した品種「吉蔵」を 74 本、2 号機に 2009 年 8 月に秋田県能代市で収穫した品種「夏扇パワー」を 450 本供試した。供試したネギの軟白径は、「吉蔵」が 17.5 ± 3.8 mm, 「夏扇パワー」が 17.5 ± 1.8 mm であった。

(2) 結果および考察

試作 1 号機の正解率は 85%, 試作 2 号機の正解率は 81% とともに良好な判別精度であったことから、皮むき機に太さ判別装置を搭載して選別する方法は有用であると考えられた(表 2)。なお、正解率が 80% 程度に止まった理由としては、階級選別の境界値付近の太さのネギをノギスで測った実測値を基準として、0.1 mm 単位でその正誤を判定したことが一因に挙げられる。仮に階級選別の境界値付近、例えば境界値の ± 0.5 mm の範囲内にあるネギは、1 号機を用いた調査では供試数の 32%, 2 号機の調査では 19% 存在した。この範囲内の正解率と、範囲外の正解率をそれぞれ求めると、1 号機では 67% と 94%, 2 号機では 61% と 85% となり、境界値付近の太さのネギが正解率の向上を妨げていると考えられた。いずれの場合においても、2L を M と判断するなど階級を飛越えて誤判定するケースはみられなかった。

太さ判別結果を作業者に知らせる機能について、皮むき作業はノズル先端付近を注視して行うため、太さ判別結果の表示器は皮むきノズル周辺に設置することが望ま

表 2 太さ判別装置による判別精度

Table 2 Accuracy of the sorting device

	正解率	階級値					
		格外大	2L	L	M	S	格外小
1号機	85%	1	19	36	9	6	3
	100%	95%	86%	67%	100%	33%	
2号機	81%	0	26	328	7	3	0
	—	67%	85%	37%	50%	—	

※各行の上段の数字は実測値で分類した各階級の本数, 下段の数字は各階級の正解率を示す。

しいと考えられた。また、ランプ表示だけでは瞬時に判別結果を判断することが難しいため、バックライト式のパネルで階級値を表示するなど、視認性を高める工夫が必要と考えられた。スピーカからの音声で判別結果を作業者に知らせる機能は、皮むき終了後に音声を発するため、圧縮空気の噴射音にかき消されることはなく、聞取りは良好に行うことができた。一方、門柱型の樹脂ブロックに階級選別の境界値ごとに複数個の光電センサを固定する方式では、産地ごとに若干異なる境界値に応じて設定を変更することが難しい。取扱性を向上させるためには、任意の境界値に設定変更が可能な方法を検討する必要があると考えられた。

VII 摘 要

長ネギの皮むき時の空気噴射量を節減し、小型のエアコンプレッサを用いて皮むきができるネギ皮むき用回転ノズル、および皮むき機に搭載して皮むき時に太さ判別が行える太さ判別装置について検討を行った結果、以下の知見を得た。

- 1) 圧縮空気の当たる範囲が大きくとれる回転ノズルを長ネギの皮むき作業に適用することを検討した。試作 1 号機に搭載して確認した結果、空気噴射量を慣行ノズルと比べ 55% とほぼ半減できることを確認した。
- 2) ノズル部材の耐摩耗性等を向上させたネギ皮むき用回転ノズルを開発した。これを試作 2 号機に搭載して性能試験を行った結果、高能率型慣行機 A と比較して、皮むき作業能率が約 620 本/h とほぼ同等であり、空気噴射量は 1/5 に節減できた。また、普及型慣行機 B と比較して、皮むき作業能率が 20% 向上し、空気噴射量は約 1/3 に節減できた。
- 3) 光電センサを用いた太さ判別装置を考案し、試作 1 号機、2 号機にそれぞれ搭載して性能試験を行った結果、階級選別の正解率がともに 80% 程度と良好な判別精度が得られた。

謝 辞

本課題は農林水産省の「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」で採択された「寒冷地での夏取りネギ栽培を基幹とした高効率機械化体系の確立」の課題

（秋田県，農研機構中央農業総合研究センター，農研機構生物系特定産業技術研究支援センター）で取組んだものであり，（株）マツモトと共同研究契約を結んで実施したものである。ここに関係各位のご協力に感謝の意を表す。

References

- 長谷川可賀，1999. ピーピーワールド(株). 流体噴出ガン. 特開平 11-123350. 1999-05-11.
- 林 大輔，2009. 大浩研熱(株). 回転波動ノズル. 特許第 4427093 号. 2009-12-18.
- 今村幸稔，1999. (有)今村機械. 野菜類の太さ測定装置および太さ階層別分類選別装置. 特許第 3002644 号. 1999-11-12.
- 小橋健志，佐藤豊典，小田 稔，松尾泰樹，小淵敏之，津賀幸之介，塚本茂善，岡安 泉，2006. 小橋工業(株)，(独)農業・食品産業技術総合研究機構. ねぎ収穫機. 特許第 3868615 号. 2006-10-20.
- 木暮朋見，2009. (株)マツモト. 長葱の皮剥ぎ処理機. 特許第 4283824 号. 2009-03-27.
- 松本 弘，2003. (株)マツモト，(独)農業・生物系特定産業技術研究機構. 長葱の皮むき機. 特許第 3498180 号. 2003-12-05.
- 松本 弘，2004. (株)マツモト. 長葱の皮はぎ機. 特許第 3511262 号. 2004-01-16.
- 松本 弘，木暮朋見，大森定夫，藤岡 修，2011. (株)マツモト，(独)農業・食品産業技術総合研究機構. 長葱の皮剥ぎ処理機. 特開 2011-41551. 2011-03-03.
- 松本 弘，大森定夫，藤岡 修，2003. (株)マツモト，(独)農業・生物系特定産業技術研究機構. 長葱の切断処理装置. 特許第 3502891 号. 2003-12-19.
- 松尾泰樹，小田 稔，竹久淳子，津賀幸之介，塚本茂善，岡安 泉，2006. 小橋工業(株)，(独)農業・食品産業技術総合研究機構. ねぎ収穫機. 特許第 3868616 号. 2006-10-20.
- 農林水産省大臣官房統計部，2009. 平成 19 年産品目別経営統計，農林水産省，東京，96.
- 農林水産省大臣官房統計部，2011. 平成 22 年産野菜生産出荷統計，農林水産省，東京，87.
- (株)小野測器，2013. 騒音計とは（第 3 版）. http://www.onosokki.co.jp/HP-WK/c_support/newreport/noise/souon_index.htm. Accessed Apr.14, 2013.
- 笹尾 彰，米村純一，吉田政雄，1990a. ネギ皮むき機作業の研究（第 3 報）. 農作業研究，25 (3)，222-227.
- 笹尾 彰，米村純一，吉田政雄，1990b. ネギ皮むき機作業の研究（第 4 報）. 農作業研究，25 (3)，228-235.
- 安井 智，操 洋二，松平晏明，小原弘道，2005. 高速回転フレキシブルノズルによる洗浄に関する報告書. http://www.ga-rew.com/pgs_techinfo.shtml. Accessed Aug. 11, 2012.
- （受付：2013 年 1 月 10 日・受理：2013 年 8 月 12 日・質問期限：2014 年 3 月 31 日）