

令和 4 年 6 月 20 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K06311

研究課題名(和文) 追熟を有する果実の適期収穫を支援するクラウドシステムの構築

研究課題名(英文) Decision support system for proper harvesting of fruits with ripening

研究代表者

元永 佳孝 (Motonaga, Yoshitaka)

新潟大学・自然科学系・准教授

研究者番号：60334653

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：追熟を有する果実は適期収穫が非常に重要である。本研究では、果実の赤道横断面のヨウ素デンプン反応による染色率を色彩画像処理によって算出し、収穫時期の判断を支援するシステムを構築した。このシステムはネット接続端末から利用できるため、これまで行えなかった生産現場での果実の成熟特性の情報が取得できるようになる。また、収穫時期の違いによる果実の追熟特性を把握するとともに、アミラーゼの発現特性も明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

追熟を有する果実の場合は、収穫の時期は果実の品質に大きく影響を及ぼすため、適期収穫が非常に重要である。生産現場では様々な取り組みが行われているが、それらの情報の取得は困難であった。このシステムが実用化されれば、生産現場での果実の成熟特性の情報取得が行なえ、生産技術の向上と追熟管理、品質管理の向上が図られるとともに、消費者にはより高品質なものを安定して供給可能になる。

研究成果の概要(英文)：The proper time of harvesting is very important for post ripening fruits. In this work, the decision support system for judgement of the harvest time to computing the staining ratio by iodo-starch reaction on the equatorial plane of fruit by using the color image processing. Since this system can be used from an internet-connected terminal, it will be possible to obtain information on the ripening characteristics of fruits at production sites, which was not possible before. In addition, the ripening characteristics of fruits due to the difference in harvest time were grasped, and the expression characteristics of amylase were also clarified.

研究分野：農業情報工学

キーワード：収穫適期判定 色彩画像処理 ヨウ素デンプン反応 果実品質特性

1. 研究開始当初の背景

西洋なしの栽培面積は他の農作物同様に右下がりの減少傾向で、この10年間で17%減少している。その中、'ル レクチエ'は第2位を占め、微増ではあるものの4%増加しており、注目度の高い農作物といえる。新潟県では'ル レクチエ'が主要品種となっており、全国の栽培面積の80%を占めている。そのため、'ル レクチエ'は新潟県のブランド農林水産物として選定され、新潟県青果物フードブランド推進協議会ル レクチエ部会においてブランド化戦略と高品質生産技術の向上にむけた取り組みが進められている。

'ル レクチエ'は主に11月下旬から12月に流通されるため、贈答需要が高く、品質が非常に重要視される。その品質を左右する主要な要因に適期収穫と収穫後の追熟管理が挙げられる。'ル レクチエ'は未熟果で収穫し、その後約40~50日間の追熟を経て出荷される。そのため、追熟管理は重要とされるが、その追熟も適期収穫如何にかかっている。収穫適期より早い収穫では追熟過程で甘みが増す前に、酸味や渋味が強くなる傾向を示し、遅い収穫では、肉質が悪くなるとともに、酸味が低下し、食味と食感が落ちる傾向を示す。そのため、確度の高い収穫適期の判定手法が強く求められている。

現状では、これまでの研究・調査の知見から8月の平均気温積算値と満開後日数と果実赤道部断面のヨウ素デンプン反応から収穫適期中心日を総合的に算出する手法が用いられており、新潟県では設定した収穫適期中心日の前後1週間での県内一斉収穫が行われている。収穫適期中心日を算出する指標のうち、8月の平均気温積算値と満開後日数は近年の気候変動に伴う果実生育特性の変化が問題視されている。また、ヨウ素デンプン反応の手法についても客観性と反応評価の問題がある。本来は、生育地域・環境、圃場・樹体状態を加味して個々に適期を判定して収穫する必要があるが、個々の樹体の状態などの差異を考慮するには、果実のデンプン分解進捗を把握する必要があるため、人的・コスト的資源の問題がある。現状の県内一斉収穫は最低限のレベルの品質向上に向けた取り組みといえる。

生産現場でモバイル端末などを利用して、果実のデンプン分解進捗の把握が行なえ、さらに、それらの情報の集約化が行えれば、圃場毎、樹体毎に最適な時期での収穫が可能となり、生産面・品質管理面での技術向上が図られ、より高品質な果実を安定して消費者に提供することが可能となる。また、樹上での果実の成熟度および収穫後の追熟特性を詳細に把握できれば、追熟生理のメカニズムの解明に貢献できると考えられる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、既往の収穫適期判定手法をICT化することで、スマートフォンなどのハンディ電子デバイスを用いて生産現場で容易に利用できるクラウド対応システムの構築である。果実の収穫適期判定手法はラボレベルで高度な分析機器を用いれば、高い確度で判定は可能であるが、現場での適用は困難である。国際的なICTの進展によりスマートフォンなどは急激に進歩し、その機能は単なる通信端末からカメラなどの計測機器としての機能を十分に有するようになった。このようなデバイスを用いて、ラボレベルでしか行えなかった手法を現場レベルに援用する試みは学術的シーズの社会実装といえる。また、このシステムで取得される情報と果実生育調査および果実内部成分分析の結果との関係性から新たな収穫適期判定手法と果実評価手法の開発も本研究の目的の一つである。これらのことにより、生産現場では収穫・追熟管理の技術の向上を図るとともに、果実の追熟生理に関する新たな知見を見出す。本研究はラボレベルの知見と現場レベルの情報をICTにより統合的に取り扱うことで既往の研究アプローチでは行えなかった情報抽出とその利活用に関する取り組みである。

3. 研究の方法

(1) 実験試料

本研究では実験試料として、新潟県農業総合研究所園芸研究センターで栽培されている西洋なし'ル レクチエ' 2樹体を供試した。樹体 No. 22 は生態生育調査を行う対象樹で、標準木的な位置づけの樹体であり、その台木はマメナシである。樹体 No. 33 はヤマナシ台木の樹体である。マメナシは生理障害などの対策で選定された台木で、現状では優良台木として普及しているが、その対策以前はヤマナシ台木が一般的で現在でも園地によっては存在している。園芸研究センターでは、収穫適期判定と生産年度による果実品質評価のための調査として、これら2樹体での収穫調査および果実品質調査を行っていることから、本研究でも供試樹として用いることにした。

(2) 収穫時期と追熟後の果実品質調査

収穫時期と追熟後の果実品質調査は、平年の収穫適期が10月下旬であることから、9月下旬から11月中旬まで約5日間隔で行うこととした。供試樹の2樹体から10果ずつ採取し、果実重、果皮色を調べた。そのうち、5果は破壊調査で果肉硬度、糖度、pH、ヨードカリ反応につい

て調べた。残りの5果は自然追熟を行い、追熟後に果実重、果皮色、果肉硬度、糖度、pHを調べた。この調査は、2019年度から2021年度の3年間行った。

(3) 色彩画像処理による収穫適期判定システムの開発

色彩画像処理による収穫適期判定システムの開発では、色彩画像処理によるデンプン分解特性の算出アルゴリズムの構築と収穫適期判定システムのプラットフォームの構築を行い、収穫適期判定システムの試作運用を行った。色彩画像処理によるデンプン分解特性の算出アルゴリズムの構築では、成熟過程における果実をヨードカリ反応で染色した画像から染色率を算出する手法を開発する。また、収穫適期判定システムのプラットフォームの構築では、上記アルゴリズムを実装したアプリケーションをインターネット接続されたスマートフォンなどで利用できるシステムとして構築する。

(4) 果実のデンプン分解に寄与するアミラーゼの解析

この解析では、収穫時期と追熟後の果実品質調査で破壊調査した果実を試料として用いた。アミラーゼ活性のザイモグラムは果実を内側と外側に分けた各サンプルのアミラーゼの存在部位について、Native-PAGEにより12.5%のゲルで分離、可溶性デンプン溶液に浸漬した後、ヨウ素-ヨウ化カリウム溶液で染色した。アミラーゼ遺伝子末端のシーケンスはアミラーゼ活性が強く見られた収穫後期内側のサンプルから採取したRNAをSMARTer[®]RACE 5' / 3' Kit (Takara Bio USA) を用いて全長のクローニングを試みた。増幅された遺伝子をクローニングし、QIAGEN[®]Plasmid Mini Kit (QIAGEN) を用いてプラスミドを抽出してシーケンスした。

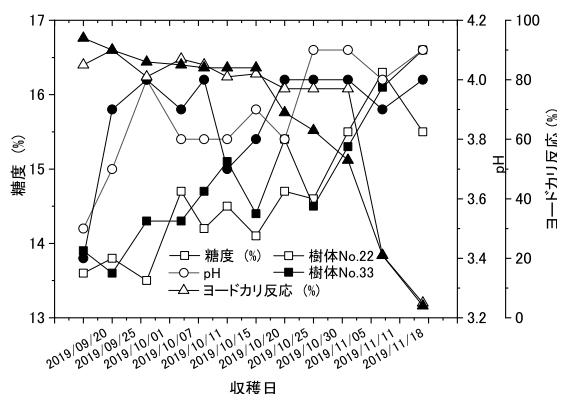


図1 2019年度の収穫時の果実品質調査の結果

4. 研究成果

(1) 収穫時期と追熟後の果実品質特性

2019年度から2021年度の3年間、収穫時期と追熟後の果実品質の調査を行った。図1に2019年度の収穫時の果実品質調査の結果のうち糖度、pH、ヨードカリ反応の結果を示す。果実は成熟に伴い、糖度は増加し、pHは減少する傾向を示した。また、果肉のデンプンの分解により、ヨードカリ反応で染色される面積比率は低下する。この年度では10月1日頃にpHは4.0付近まで上昇し、その後は変動があるものの酸味の強い酸であるリンゴ酸は消失していたことが推測された。糖度の増加と染色率の低下はトレードオフの関係にあるが、糖度は比較的漸増傾向であるのに対して、染色率は後半に急激に減少する傾向であった。追熟後調査の結果を図2に示す。糖度、pH、果肉硬度とも右下がり傾向を示し、早い収穫では品質の劣る果実になることが分かる。なお、早い収穫の方が、糖度が高いのは、可溶性タンニンなどの渋み成分が追熟によって不溶性にならなかったものである。つまり、早い収穫の果実は甘くなく、強い渋みを感じる果実になった。また10月20日以降の果実は追熟調査時点で未熟であったため、他の調査項目の結果も踏まえて、収穫適期日は10月20日であった。

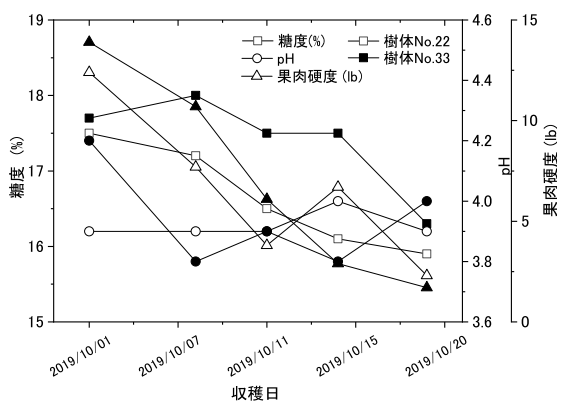


図2 2019年度の追熟後の果実品質調査の結果

このような調査の結果、収穫適期日は2020年度で11月4日、2021年度で11月1日であった。新潟県園芸研究センターでは収穫適期日のための調査を約30年に渡って行っているが、最も早い年度は10月14日で、最も遅い年度は11月4日であることから、2020年度と2021年度は非常に収穫の遅い年度であった。次に、3年間2樹体のヨードカリ反応による染色率の結果を図3に示す。図3からも分かるように、染色率は80%付近から急激に減少する傾向にある。

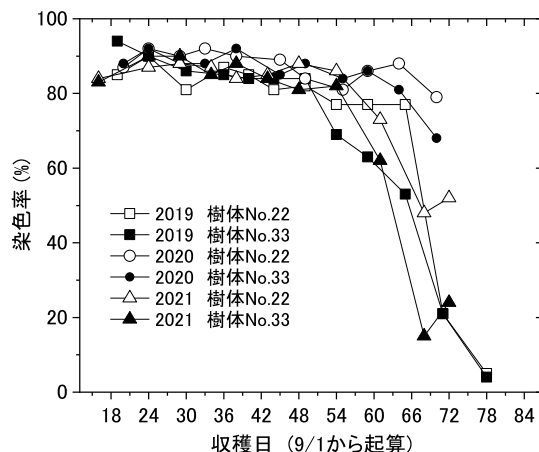


図3 3年間2樹体のヨードカリ反応による染色率の結果

新潟県の果樹指導指針では、収穫適期は約 70%～50%とされているが、2019 年度の収穫適期日での 2 樹体の結果は 82%と 84%であり、2020 年度のそれは 88%と 81%、2021 年度では 73%と 62%で、3 年間で収穫適期の範囲にあるのは、2021 年度だけであった。

(2) 色彩画像処理によるデンプン分解特性の算出アルゴリズム

従来法では、果実の赤道横断面をヨウ素デンプン反応による染色させ、その染色面積比率を目視により、判断していたが、目視による判断では客観性が乏しい、染色具合によっては判断しづらいという問題があった。そこで、色彩画像処理によって分かりやすく算出するアルゴリズムを構築した。この処理は、画像から果実部を抽出する処理と、果実部から染色部を抽出し、染色面積比率を算出する処理に分かれる。

画像から果実部を抽出する処理では、基本的に鮮鋭化で輪郭を強調した後、輪郭抽出を行い、二値化処理で二値画像にする。その後、膨張、収縮、オープニング、シャープニングなどのモフォロジー処理と穴埋め処理を組み合わせることで果実部を抽出する。実際の画像では、照明状態や撮影環境などの変動で単一の連続処理だけでは対応不可能である。そのため、評価関数を作成し、その評価値によって、複数の抽出処理パターンでの処理を行うアルゴリズムを考えた。評価関数では、円形度などの特徴量と面積の組み合わせによって評価値を算出した。これにより、照明状態や撮影環境などの変動があっても、精度良く果実部を抽出することが出来た。しかしながら、最終年度に現場から提供された画像では、果実の背景が果実袋や新聞などのものがあり、このような画像では果実部の抽出がほぼ出来なかった。これは改善点と言えるが、背景なども含めて、全ての画像に完全に対応することは非常に困難なことから、画像の撮影条件はある程度指定した利用条件にすることとした。

果実部から染色面積比率を算出する処理では二値化処理が重要であるが、果実部の輪郭抽出と同様に画一的な一連の処理では多様な画像に対応は不可能である。そのため、閾値算出のアルゴリズムを複数用意することにした。閾値算出のアルゴリズムは多数存在するが、様々なものを試行し、最終的に IJ_IsoData 法、Moments 法、Percentile 法、MaxEntropy 法、RenyiEntropy 法、Yen 法を実装することとした。また、閾値算出のアルゴリズムをその結果からユーザが選択する機能を実装した。果実画像から染色面積比率を算出した結果を図 4 に示す。横軸は目視評価値で、縦軸は産出地である。四角マークは閾値算出アルゴリズムを自動選択したもので、丸マークはユーザが選択したものである。ユーザ選択の結果の方が目視評価値と相関が高いことが分かる。自動で大きく外れている画像を確認したところ、染色が薄いもの、画像自体が非常に暗く、見分けが付きにくいものなどであったことから、ある程度の明るさで比較的良好な画像でない自動では評価が難しいことが分かった。

(3) 収穫適期判定システムのプラットフォーム

果実の赤道横断面のヨウ素デンプン反応による染色面積比率を目安にした収穫適期判定システムは、iPhone などのスマートフォンや、iPad などのタブレットなどの情報端末で利用可能なシステムとして構築する。その手法には、主に Web アプリケーションと、スマートフォン OS 用アプリケーションとして開発する手法がある。両者の大きな違いは、データの演算やグラフ化などの処理を Web サーバで行うか、端末側で行うかの違いであるが、データの格納場所はサーバで共通である。また、両アプリケーションのハイブリッド型もある。ハイブリッド型では、ベースはスマートフォン OS 用アプリケーションとして開発するが、データの処理を Web API を利用して、ブラウザではない端末のアプリケーションが Web サーバに問い合わせを行うというものである。このように収穫適期判定システムの開発には様々な選択肢が存在するが、Web アプリケーションとして構築することとした。Web アプリケーションの開発では、フレームワークとして、Django を用いることにした。Django は Python で実装された Web アプリケーションフレームワークで、オープンソースとして公開されており、動作の高速性、フルスタック・フレームワーク、セキュリティ的に安全な設計、メンテナンスの容易さ、自由に選べるプラットフォーム、学習コストの低さなどの特徴を有している。また、データベース機能も有しており、収穫適期判定システムのプラットフォームの Web アプリケーションフレームワークとしては最適であると考えた。また、今後のシステムの実用化を考えると、開発プロジェクトの管理をインターネット上で容易に行えるようにすべきである。そこで、導入したのが、GitHub である。さらに、クラウド対応を考え、pythonanywhere の導入も行った。GitHub はオープンソースプロジェクトからビジネスユースまで様々な利用に対応した開発プラットフォームで、開発参加者とともにコードのレビュー

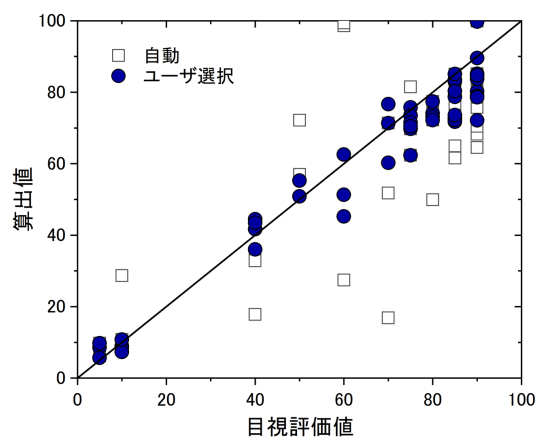


図 4 果実画像から染色面積比率と目視評価

一からプロジェクト管理まで行えるソフトウェア開発環境である。pythonanywhere は Python に基づくオンラインの統合開発環境および Web ホスティングサービスで、GitHub との連携が容易である。この開発環境構築により、ソフトウェア開発を行う PC、サーバ、クラウドサーバ間でのプロジェクト管理が行えるとともに、開発参加者との共同開発を容易にすることができた。

このシステムを利用して、果実の赤道横断面のヨウ素デンプン反応による染色面積比率を算出している様子を図 5 に示す。画像取込、果実抽出、染色率算出のリストがあり、実行を押すと、それぞれの処理が実行される。図 5(a) は、果実抽出を実行した結果が表示されており、果実の輪郭が赤線で表示されている。その後、染色率算出を実行すると、画面が遷移し、閾値算出法を選択して、実行を押すと、染色率が算出される。図 5(b) は、その結果画面である。この画面では、上部に果実部の画像を、下部に染色部の画像を表示しており、未染色部は黒色で塗りつぶしてあり、染色部抽出の結果が視覚的に分かるようになっている。染色面積比率を計算した結果は、上部の実行ボタンの横にピンク色で表示される。



(a) 果実部の抽出 (b) 染色部の抽出

図 5 システムを利用した染色率の算出

(4) 果実のデンプン分解に寄与するアミラーゼの解析

① アミラーゼ活性のザイモグラム

調査開始時から強い活性を持つアミラーゼが検出された。アミラーゼは、初期(図 6 2019 年 9 月 30 日 白矢印)から中心部のサンプルで、後半(図 6 2019 年 11 月 4 日 黒矢印)になるにつれ中心部に加えて外側のサンプルも若干の発現が見られた。果実外側のサンプルは追熟前後に関わらず若干の活性しか見られなかった。

② アミラーゼ遺伝子末端のシーケンス

5'末端のみ SMARTer® RACE 5' / 3' Kit によって増幅が確認され 3 つの PCR 産物がクローニングされた。このシーケンスの結果、得られた遺伝子はいずれも相同性が高く、Blast 検索の結果、全て α アミラーゼ 2 との相同性が高いことが示された。 α アミラーゼ 2 は α アミラーゼ 1 よりも pI が低く、生体内で何らかの役割がある可能性がある。図 7 にシーケンス結果を用いた α アミラーゼ 2 の系統樹を示した。

中国ナシの全ゲノムの解析結果を参考にし、アミラーゼとして推定された遺伝子を用いて、いくつかのグループ分けを行った。この結果を用い、アミラーゼ内部の PCR プライマーを設計した。作成したプライマーから収穫適期の果実の逆転写産物で増幅が確認できたプライマーを選抜した。この選抜されたプライマーを用いて 5' レースを行った。収穫期の目安となる外側のデンプンの消失に関しては、ザイモグラムではほぼ同位置にやや弱い活性を示すバンドが検出された。この α アミラーゼ 2 と相同性が高いアミラーゼが単離されてきたが、果実のデンプンの消失は細胞 pH の変化と関連がある可能性が示唆された。

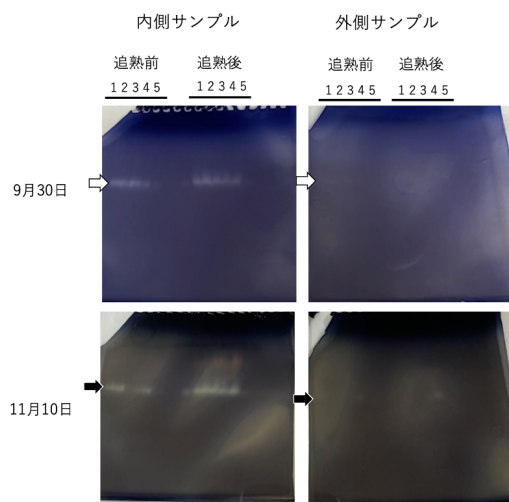


図 6 果実のアミラーゼ活性のザイモグラム

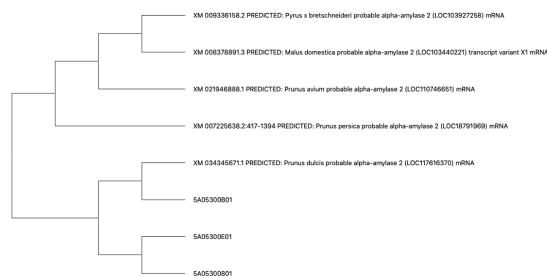


図 7 シーケンス結果を用いた α アミラーゼ 2 の系統樹(果実から単離された遺伝子は 5A から始まる番号で示している)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Panjama Kanokwan, Suzuki Eriko, Otani Masahiro, Nakano Masaru, Ohtake Norikuni, Ohyama Takuji, Bundithya Weenun, Sueyoshi Kuni, Ruamrungsri Soraya	4. 巻 28
2. 論文標題 Isolation and functional analysis of FLOWERING LOCUS T orthologous gene from Vanda hybrid	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology	6. 最初と最後の頁 374 ~ 381
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13562-019-00487-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Hatano Soshi, Fujita Yoichi, Nagumo Yoshifumi, Ohtake Norikuni, Sueyoshi Kuni, Takahashi Yoshihiko, Sato Takashi, Tanabata Sayuri, Higuchi Kyoko, Saito Akihiro, Ohyama Takuji	4. 巻 2019
2. 論文標題 Effect of the Nitrification Inhibitor 3,4-Dimethylpyrazole Phosphate on the Deep Placement of Nitrogen Fertilizers for Soybean Cultivation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Agronomy	6. 最初と最後の頁 1 ~ 11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1155/2019/9724214	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Yamashita Natsumi, Tanabata Sayuri, Ohtake Norikuni, Sueyoshi Kuni, Sato Takashi, Higuchi Kyoko, Saito Akihiro, Ohyama Takuji	4. 巻 10
2. 論文標題 Effects of Different Chemical Forms of Nitrogen on the Quick and Reversible Inhibition of Soybean Nodule Growth and Nitrogen Fixation Activity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2019.00131	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Miura-Ido Mizuho, Iwamoto Yuzuri, Kouya Hiroi, Takahashi Yoshihiko, Hassan Amjad, Ohtake Norikuni, Hori Hidetaka, Ohyama Takuji	4. 巻 2021
2. 論文標題 Method for Rapid Labeling of Waste Sludge from a Food Factory with 15N-Glycine and Evaluation of N Use Using Komatsuna (Brassica rapa Var. perviridis)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Agronomy	6. 最初と最後の頁 1 ~ 11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1155/2021/8865228	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ono Yuki, Fukasawa Masashige, Sueyoshi Kuni, Ohtake Norikuni, Sato Takashi, Tanabata Sayuri, Toyota Ryo, Higuchi Kyoko, Saito Akihiro, Ohyama Takuji	4. 巻 22
2. 論文標題 Application of Nitrate, Ammonium, or Urea Changes the Concentrations of Ureides, Urea, Amino Acids and Other Metabolites in Xylem Sap and in the Organs of Soybean Plants (<i>Glycine max</i> (L.) Merr.)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 4573 ~ 4573
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms22094573	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Miura-Ito Mizuho, Iwamoto Yuzuri, Kouya Hiroi, Takahashi Yoshihiko, Hassan Amjad, Ohtake Norikuni, Hori Hidetaka, Ohyama Takuji	4. 巻 2021
2. 論文標題 Method for Rapid Labeling of Waste Sludge from a Food Factory with 15N-Glycine and Evaluation of N Use Using Komatsuna (<i>Brassica rapa</i> Var. <i>perviridis</i>)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Agronomy	6. 最初と最後の頁 1 ~ 11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1155/2021/8865228	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Ono Yuki, Fukasawa Masashige, Sueyoshi Kuni, Ohtake Norikuni, Sato Takashi, Tanabata Sayuri, Toyota Ryo, Higuchi Kyoko, Saito Akihiro, Ohyama Takuji	4. 巻 22
2. 論文標題 Application of Nitrate, Ammonium, or Urea Changes the Concentrations of Ureides, Urea, Amino Acids and Other Metabolites in Xylem Sap and in the Organs of Soybean Plants (<i>Glycine max</i> (L.) Merr.)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 4573 ~ 4573
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms22094573	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計19件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 10件)

1. 発表者名 吉田和佳菜・吉田実由・大竹憲邦・根津潔・末吉邦・元永佳孝
2. 発表標題 セイヨウナシ'ル レクチエ'果実におけるアミラーゼの活性変化
3. 学会等名 園芸学会北陸支部
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大竹憲邦・吉田実由・吉田和佳菜・根津潔・末吉邦・元永佳孝
2. 発表標題 セイヨウナシ果実におけるアミラーゼ遺伝子について
3. 学会等名 園芸学会北陸支部
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yoshida Wakana, Yoshida Miyu, Motonaga Yoshitaka, Sueyoshi Kuni, Ohtake
2. 発表標題 Investigation of amylase expression and activity in pears depending on fruit harvest time
3. 学会等名 KAAB International Symposium 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 元永佳孝, 大竹憲邦, 根津潔
2. 発表標題 ブドウ 'シャインマスカット' の果色と糖・酸の関係性の解析
3. 学会等名 園芸学会北陸支部
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大竹 憲邦, 西潟 匠, 渡邊健仁, 武田壮史, 末吉邦, 南澤究, 大山卓爾
2. 発表標題 Bradyrhizobium diazoefficiensにおける水素回収の特徴
3. 学会等名 植物微生物研究会 第29回研究交流会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大竹憲邦, 鈴木一輝, 若月洋康, 末吉 邦
2. 発表標題 卵殻資材の土壤施用効果
3. 学会等名 日本土壤肥料学会関東支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大竹憲邦, 武田壮史, 野村萌, 元永佳孝, 末吉邦, 大山卓爾, 長谷川英夫, Anna Lyude
2. 発表標題 ダイズ種子における遊離アミノ酸の解析
3. 学会等名 日本土壤肥料学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Suzuki , N. Ohtake, K. Sueyoshi , and Y. Motonaga
2. 発表標題 FT-IR analysis of ethyl-methane-sulfonate-induced (EMS) soybeans and their amino acids
3. 学会等名 KAAB International Symposium 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M. Nomura, N. Ohtake, R. Tanemura, N. Hamato, K. Suyoshi and Y. Motonaga
2. 発表標題 Investigation of Echigohime fruit quality in different stages of ripeness and during various periods of hatvest
3. 学会等名 KAAB International Symposium 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 K. Inomata, N. Ohtake, K. Sueyoshi , T. Tanaka, H. Shibukawa, N. Shibukawa
2 . 発表標題 Changing of Togoro-ume (<i>Prunus mume</i>) flavor components in different harvesting period
3 . 学会等名 KAAB International Symposium 2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 T. Nishikata, N. Ohtake, K. Watanabe, S. Takeda, K. Sueyoshi1, K. Minamisawa, T. Ohyama
2 . 発表標題 Characterizing hydrogenase activity of <i>Bradyrhizobium diazoefficiens</i> USDA110
3 . 学会等名 KAAB International Symposium 2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 S. Hatori, N. Minato, N. Ohtake, M. Hironaka
2 . 発表標題 Barley yellow dwarf virus alters the host selection behavior of its vector insect on multiple host species
3 . 学会等名 KAAB International Symposium 2020 (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 K. Wakai, M. Nomura, R. Tanemura, K. Sueyoshi, N. Ohtake
2 . 発表標題 Pectinase gene expression in strawberry ' Echigohime '
3 . 学会等名 KAAB International Symposium 2020 (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1. 発表者名 M. Nomura, N. Ohtake
2. 発表標題 Polygalacturonase expression analysis under the different harvest time and Nitrogen conditions in the Fig (Ficus carica L.) fruit
3. 学会等名 KAAB International Symposium 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 H. Imaizumi, T. Togashi, Y. Hoshino, A.i Suyama, K. Nishimura, H. Kim, N. Kano, M.i Kanno, N. Ohtake
2. 発表標題 Synthesizing Magnesium-added Fertilizer by Using Phosphorus Recovered from Sewage Sludge Ash
3. 学会等名 KAAB International Symposium 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 種村竜太, 遠藤昌伸, 佐藤嘉一, 太刀川泰生, 元永佳孝, 大竹憲邦
2. 発表標題 イチゴ“越後姫”果実カラーチャートの開発
3. 学会等名 園芸学会秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉田和佳菜, 大竹憲邦, 根津潔, 末吉邦, 元永佳孝
2. 発表標題 セイヨウナシ'ル レクチエ'果実におけるアミラーゼ遺伝子の推定
3. 学会等名 園芸学会北陸支部
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 早坂葵, 元永佳孝, 若桑咲子, 松本辰也
2. 発表標題 非破壊近赤外光計測によるモモ 'あかつき' の成熟特性
3. 学会等名 園芸学会北陸支部
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. Watanabe, N. Ohtake, A. Nishimaki, S. Takeda, K. Sueyoshi, K. Minamisawa, T. Ohyama
2. 発表標題 Crosstalk of Bradyrhizobium diazoefficiens USDA110 and Bradyrhizobium japonicum USDA6
3. 学会等名 ISFAE 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	大竹 憲邦 (Ohtake Norikuni) (50313507)	新潟大学・自然科学系・教授 (13101)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 協力者	根津 潔 (Nedu Kiyoshi)	新潟県農業総合研究所・園芸研究センター・専門研究員	
研究 協力者	松本 辰也 (Matsumoto Tatsuya)	新潟県農業総合研究所・園芸研究センター・専門研究員	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------