

# 励起蛍光マトリクスを用いたアボカド(Persea Americana)の脂質量予測

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	斎藤,嘉人 美和,佑香 倉本,誠 小長谷,圭志 山本,敦洋 橋口,慎太郎 鈴木,哲仁 近藤,直
発行元	農業食料工学会
巻/号	83巻4号
掲載ページ	p. 300-302
発行年月	2021年7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



励起蛍光マトリクスを用いたアボカド (*Persea americana*) の脂質量予測

斎藤嘉人\*<sup>1</sup>・美和佑香\*<sup>2</sup>・倉本 誠\*<sup>3</sup>・小長谷圭志\*<sup>4</sup>・山本敦洋\*<sup>5</sup>・  
橋口慎太郎\*<sup>5</sup>・鈴木哲仁\*<sup>6</sup>・近藤 直\*<sup>6†</sup>

Prediction of Oil Content in Avocado (*Persea americana*)  
Using Fluorescence Excitation Emission Matrix

Yoshito SAITO\*<sup>1</sup>, Yuuka MIWA\*<sup>2</sup>, Makoto KURAMOTO\*<sup>3</sup>, Keiji KONAGAYA\*<sup>4</sup>, Atsuhiko YAMAMOTO\*<sup>5</sup>,  
Shintaro HASHIGUCHI\*<sup>5</sup>, Tetsuhito SUZUKI\*<sup>6</sup>, Naoshi KONDO\*<sup>6†</sup>

[キーワード] アボカド, 脂質量, 励起蛍光マトリクス, クチクラ, ワックス  
[Keywords]: avocado, oil content, excitation emission matrix, cuticle, wax

## I 背景

アボカドの品質は一般的な果実における糖度や酸度と異なり、脂質量やその組成とされる。従来の脂質抽出法に代わる簡便な計測技術として近赤外分光法が挙げられるが、透過光は果実内部の構造に影響を受けるため、果皮付近の測定から脂質量を推測できれば、再現性の向上が期待できる。ここで、果実表面の測定手法として、蛍光反応がアボカドの硬さ予測に有用であると報告されている (Kokawa et al., 2020)。そこで本研究では、アボカド内部の脂質量と果皮の関係性に着目し、果皮の蛍光測定による内部脂質量の予測を行った。

## II 試料及び実験方法

## 1. 試料

愛媛県松山市平田町の農園 (海拔約 40 m, 緯度 33.88°, 経度 132.75°) の 2 本の樹木 (樹齢約 11 年) から収穫した品種ペーコンを供試した。2020 年 9 月 17 日, 10 月 21

日, 11 月 9 日, 12 月 15 日にそれぞれ 11 試料を収穫した。

## 2. 果肉の脂質量および果皮のワックス量・クチクラ量

一様に粉砕した凍結乾燥後の果肉粉末 0.2 g に 3 mL のメタノール・クロロホルム混液 (2:1 v/v) を加え, 40 °C で 30 分間抽出後, 遠心分離 (6000 rpm, 5 分間) で上澄みを取り出す工程を 2 回繰り返した。得られた上澄液に蒸留水 1.6 mL を加え 3 層分離を行い, クロロホルム層を風乾後, 計量した。

また, 蛍光測定部位である果皮と果肉の脂質量との関連性を調べるため, 果皮のクチクラ量, およびクチクラ表面のワックス量を測定した。クチクラは 9 月から 12 月に収穫した計 24 試料を対象に, アボカド表面 (7 cm<sup>2</sup>) をクエン酸緩衝液 (50 mM, pH 4.0), アジ化ナトリウム 1 mM + ベクチナーゼ 4% (w/v), セルラーゼ 0.4% (w/v) の混合液に 35 °C で 5 日間浸漬後剥離し, 計量した。ワックスは 9 月から 11 月に収穫した計 15 試料を対象に, 60 °C のクロロホルム 200 mL にアボカドを丸ごと 20 秒間沈下させ抽出し, ロータリーエバポレータで乾固させ重

\*1 会員, 京都大学大学院農学研究科, 日本学術振興会特別研究員 DC2 (〒606-8502 京都府京都市左京区北白川追分町), Graduate School of Agriculture, Kyoto University, Kitashirakawa-Oiwakecho, Sakyo-ku, Kyoto City, Kyoto 606-8502, Japan, JSPS Research Fellow (DC2)

\*2 京都大学大学院農学研究科 (〒606-8502 京都府京都市左京区北白川追分町), Graduate School of Agriculture, Kyoto University, Kitashirakawa-Oiwakecho, Sakyo-ku, Kyoto City, Kyoto 606-8502, Japan, 現在: ダイキン工業株式会社

\*3 愛媛大学学術支援センター (〒790-8577 愛媛県松山市文京町 2 番 5 号), Advanced Research Support Center, Ehime University, 2-5, Bunkyo-cho, Matsuyama City, Ehime 790-8577, Japan

\*4 会員, 愛媛大学社会共創学部 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町 3 番), Faculty of Collaborative Regional Innovation, Ehime University, 3, Bunkyo-cho, Matsuyama City, Ehime 790-8577, Japan

\*5 愛媛県松山市農業指導センター (〒791-0242 愛媛県松山市北梅本町甲 1314), Agricultural Guidance Center in Matsuyama City, 1314, Kitaumemotomachi Kou, Matsuyama City, Ehime 791-0242, Japan

\*6 会員, 京都大学大学院農学研究科 (〒606-8502 京都府京都市左京区北白川追分町), Graduate School of Agriculture, Kyoto University, Kitashirakawa-Oiwakecho, Sakyo-ku, Kyoto City, Kyoto 606-8502, Japan

† Corresponding author: kondo.naoshi.6 w@kyoto-u.ac.jp

量を計測した。果実の表面積（長径・短径を計測し楕円体近似により算出）から、単位面積当たりの重量に換算した。

### 3. 励起蛍光マトリクス (EEM)

励起波長、蛍光波長、蛍光強度の3次元データからなる励起蛍光マトリクス (EEM) を各試料の北面と南面で計測した。各4回の収穫からそれぞれ6試料ずつ供試し、分光蛍光光度計 (FP-8300, 日本分光) を用い果皮を計測した。励起波長は300~450nm, 蛍光波長320~600nm, バンド幅は励起、蛍光ともに5nmとし、蛍光強度は励起波長350nmにおける水のラマン散乱強度で規格化した。

### III 結果及び考察

脂質量に対するワックス・クチクラの重量の関係を図1に示す。脂質量が増加するほどワックス重量は増加、クチクラ重量は減少し、先行研究と同様の傾向が得られた (Espinosa-Velázquez et al., 2016)。

アボカド果皮のEEMの例を図2に示す。縦軸は励起波長、横軸は蛍光波長、等高線は蛍光強度を表し、単位はラマンユニット (R.U.) である。励起波長340nm, 蛍光波長420nmで顕著なピーク (以下、ピークA) が見られた。ピークAは、クロロホルムでワックスを除いたクチクラにおいてもほぼ変化しなかったことから、クチクラに存在するフェノール化合物等の物質に由来すると考えられる (Konagaya et al., 2020)。

また、EEMを入力として部分最小二乗回帰 (潜在変数6, 5分割交差検証) による脂質量予測を行った結果を図3に示す。決定係数は0.70となり、第一潜在変数のローディング (図3中挿入図) において、ピークAは全体的に強い負の値を示した。この理由として、果実の脂

質量の増加に伴った単純なクチクラ量の減少が考えられる。

以上の結果から、アボカド果皮の蛍光を用いて脂質量を評価できる可能性が示された。今後はワックスやクチクラの単離等を行い、蛍光の由来を詳細に特定する必要

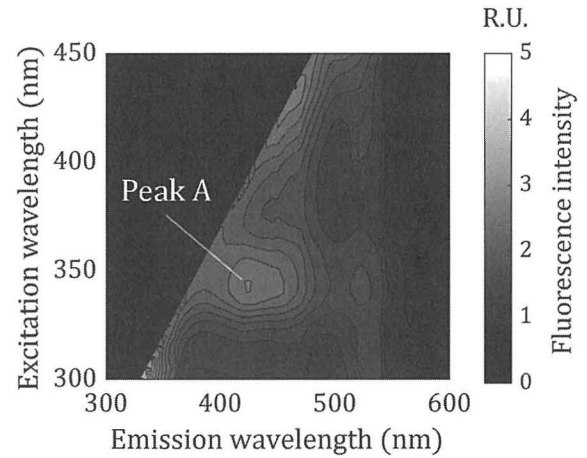


図2 アボカド表皮の励起蛍光マトリクスの例。  
Fig. 2 An example of the excitation emission matrix of avocado skin.

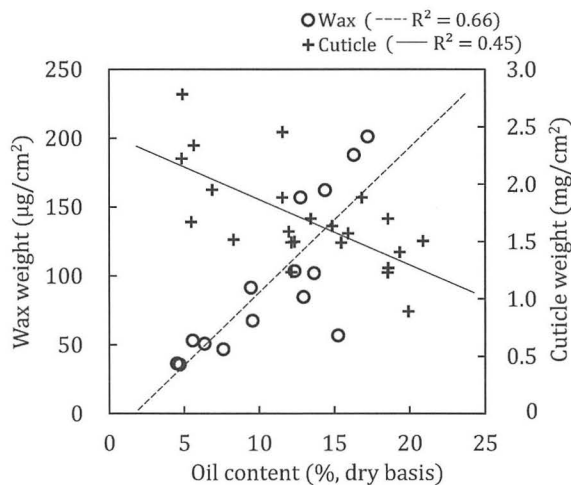


図1 アボカドの脂質量に対するワックス量およびクチクラ重量 (1cm<sup>2</sup>あたり) の関係。  
Fig. 1 Relationship of wax and cuticle weights (per square centimeter) to oil content in avocado.

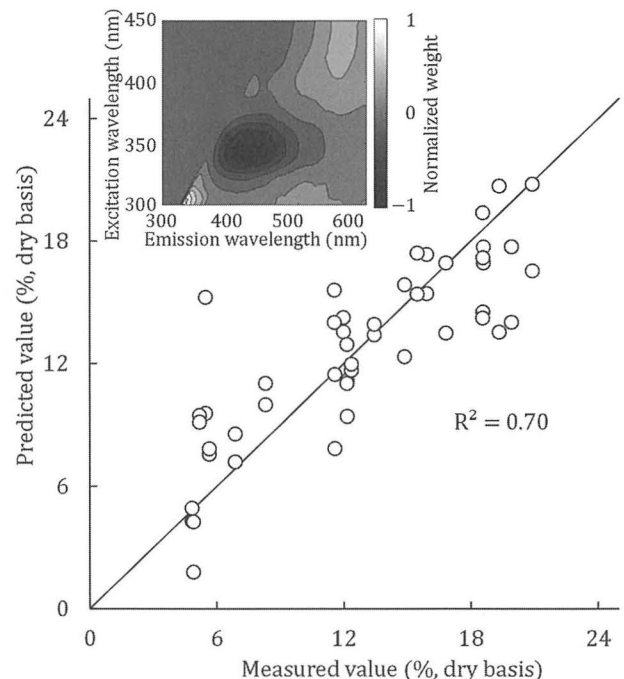


図3 部分最小二乗回帰 (PLSR) から得られたアボカド脂質量の予測値と実測値のプロット。挿入図は PLSR における第一潜在変数のローディング。  
Fig. 3 The plots between predicted and measured values of oil content in the avocado obtained from the partial least square regression (PLSR). The inset is loadings in the first latent variable of the PLSR.

がある。

### 謝 辞

研究の実施にあたり、愛媛大学社会共創学部福垣内暁准教授、および愛媛県産業技術研究所に協力いただいた。英文校閲は京都大学大学院農学研究科 Garry John Piller 准教授に協力いただいた。

### References

Espinosa-Velázquez, R., Dorantes-Alvarez, L., Gutiérrez-López, G. F., García-Armenta, E., Sánchez-Segura, L., Perea-Flores, M. J., Ceballos-Reyes, G.M., Ortiz Moreno, A., 2016. Morpho-

structural description of unripe and ripe avocado pericarp (*Persea americana* Mill var. *drymifolia*) descripción. Revista Mexicana de Ingeniería Química, 15 (2), 469-480.

Kokawa, M., Hashimoto, A., Li, X., Tsuta, M., Kitamura, Y., 2020. Estimation of 'Hass' avocado (*Persea americana* Mill.) ripeness by fluorescence fingerprint measurement. Food Analytical Methods, 13, 892-901.

Konagaya, K., Al Riza, D.F., Ogawa, Y., Kohno, Y., Kuramoto, M., Takahashi, N., Suzuki, T., Kondo, N., 2020. Autofluorescence changes of tomato surface tissues during overripening. Photochemical & Photobiological Sciences, 19 (7), 879-884.

(受付：2021年3月18日・受理：2021年4月15日・  
質問期限：2021年9月30日)