

# 農産物の高付加価値化を目指して

特集

# AOI FORUM REPORT

VOL.3

2020

【アオイフォーラムレポート】

— 特集 —

## 農産物の高付加価値化を目指して



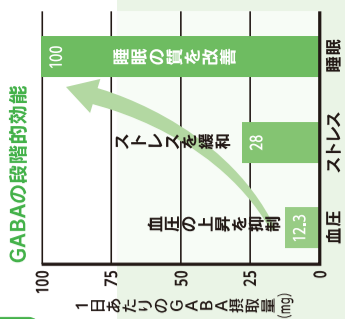
2020 SPRING / THIRD ISSUE / VOL.3

AOI-PARCも今年の夏で丸3年を迎え、少しずつ今までの活動成果が具体化し始めています。特に、農産物の価値を高める研究は、機能性表示食品の登録や高糖度トマトの栽培システムの確立などに結実し、AOIフォーラムの活性化にも弾みをつけています。

### 機能性表示で注目されるGABA

ストレスを緩和し、睡眠の質を上げるとして近年注目を浴びるGABA（ギャバ）。チコレロートや飲料に広く添加され、一般への認知が広がっています。もとは、野菜や穀物に自然に含まれる栄養素です。AOI-PARCでは、農産物の高付加価値化を目指したいという方々のニーズから、野菜に含まれるGABAの分析やGABAを増やす栽培法の確立などを支援しています。ここでは、ケールとハブリカの機能性表示食品への届出に向けた取り組みを紹介します。

GABAとは、γ（ガンマ）-アミノ酪酸（Gamma-aminobutyric acid）というアミノ酸の一種。中枢神経に多く存在する抑制性の神経伝達物質です。植物では発芽玄米、メロン、トマトなどに多く含まれ、人間がGABAを摂取すると、摂取量に応じて右図の作用が確認されています。



### 増田採種場（難田市）

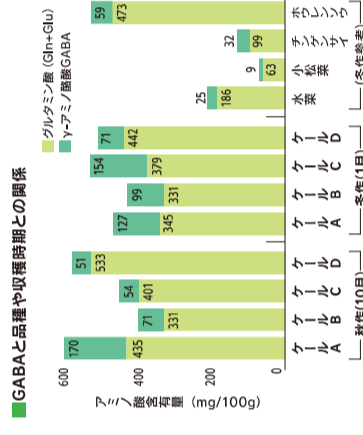
#### 葉物で機能性表示食品に挑戦

増田採種場は、95年の歴史があるアブラナ科野菜専門の種苗会社です。アブラナ科野菜には、キャベツ、ブロッコリー、ケールなどがあります。当社では、青汁の原料となるケールの品種育成を推進し、我が国のケール品種の1号から5号までを登録しています。出願中のものも3品種あり、同一の会社が8品種も所有しているのは世界でも珍しいこととして、ケールと芽キャベツを掛け合わせて当社が開発した「チヴェール®」は、6個で一日に必要なカロテンを摂取できるほど栄養価が高く、大手飲料メーカーの野菜ジュースなどに採用されています。近年は、調味料メーカーとお好み焼きに適したキャベツを共同開発するなど、ユニークな取り組みで注目を浴びています。

ケールは青汁の原料として日本では市民権を得ました。しかし、栄養価は高いものの、舌くって飲みにくいイメージが一般的。そこで同社は、10年の歳月をかけ、栄養価はそのままに、食べやすく扱いやすい「ソフトケール」を開発しました。「ソフトケール」は、大きな葉を下から順に収穫する「葉

#### 研究1 ケールに含まれるGABA含量のヒストグラム

下記は同社のケール4品種について秋、冬の2回栽培し、グルタミン酸とGABAの含有量を比較した表です。まずは、ケールそのものにGABAが多く含まれますが、季節では秋より冬のものにGABAが多い傾向にあることが読み取れます。また、GABAはグルタミン酸から生産されますが、ケールはGABAのもとであるグルタミン酸含有量も高いことが分かります。ここで注目したいのは、品種間差があること、また秋と冬のデータから、全般的に冬の方が多く見られます。つまり季節変動では冬の方がGABAは増えることが推測できます。さらに、4品種すべてで100g中にGABAの含有量が50mgを超えています。他のアブラナ科の野菜、水菜や小松菜、チンゲンサイ、ホウレンソウなどと比較しても、ケールの方が圧倒的に多いことが分かりました。



かき」だけでなく、ホウレンソウなどのように株で収穫でき、かつ苦みが少なく柔らかい。サラダやおひたしとして日本の食卓に上りやすい姿になりました。同社は「マスダケール」というブランドも立ち上げ、市場の開拓を図っています。

ところが、「体によさそう」というイメージはあるものの、なかなか市場に受け入れられません。そこで、ケールに多く含まれるGABAに着目。「機能性表示食品」の届出を目指し、AOI-PARCの門をたたきました。

#### 未知の野菜「ケール」の正体

ケールはキャベツの仲間です。とても力強く栄養価が高い植物で、台風で倒伏しても茎を持ち上げ葉を広げます。古くから世界中で食べられていた野菜で、多くの国の伝統料理に使われているのがその証です。熱い国にも寒い国にもケールの料理があります。アメリカでは、レタスと同じくサラダで食べられています。韓国では肉に巻いたり、ドイツでは煮込み料理に使われたりしています。

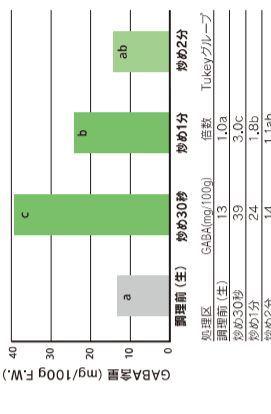
そんなケールですが、実は植物自体の研究データが少なく、生育環境や成分などはよく分かっていません。

#### 研究2 加熱によるGABAの含有量の変化

GABAは、前駆体であるグルタミン酸からグルタミン酸脱炭酸酵素(GAD)により生成されます。ケールには、GABAの原料であるグルタミン酸が多く含まれていること、GADは50℃前後の温度で、かつ酸素が少ない条件で活発に働くことが知られています。

下記グラフは、加熱時間の違いによるGABA含量の推移を示した結果です。ソフトケールGABAの豊富なグルタミン酸が「サツ」と調理した時の加熱によってGABAに変化し、増加したのではないかと考えられます。逆に調理時間が長くなるとGABAが減少していく理由としては、60℃以上の温度によって酵素のGADが失活（機能を失う）したためと考えられます。結論としては、ソフトケールGABAは30秒程度炒め、ラップを掛けて少し時間を置いてから食べるとGABAが多い」ということになりました。

#### 炒め調理の時間と調理1時間後のGABA含量との関係



※中央のガスコンロのフライパンで、サラダ油を使って炒めた場合。区画(n)=3。糖グラブの内側の番号はTukey's%シートの検定で他の処理区と有意差があることを示します。

そこで同社はAOI-PARCを通じ、静岡県農林技術研究所（農技研）にケールの機能性成分の含有量の分析を依頼。また、ケールの生態や栽培方法の調査分析も行ってもらいました。

その中で、例えば普通の植物なら生かれないような酸性の土地でも、ケールは生育できることが分かりました。それは適地が多い、つまり比較的土壌を運ばずに栽培できることを意味します。同社の増田秀美専務は「こうした研究のひとつ一つがケールという植物の新たな世界を切り開いていくのでは」と期待を込めます。

研究では、毎回、土壌分析の結果から施肥や灌水の量を決定していきましました。GABAの測定も定期的にを行い、季節・栽培面積・栽培方法による機能性成分の変動を確認し、届出につなげました。また、これらのデータをもとにした栽培マニュアルの作成を行っています。



#### ソフトケール

増田採種場が開発した「ソフトケールGABA」は、全国で初めて生葉野菜の機能性表示食品として、2018年12月に消費者庁に届出が受理されました。

1袋/100g中に1.2、3mgのGABAを含んでいます。GABAには血圧が高めの方の血圧を下げる機能があることが報告されています。

https://www.masudaseed.com/

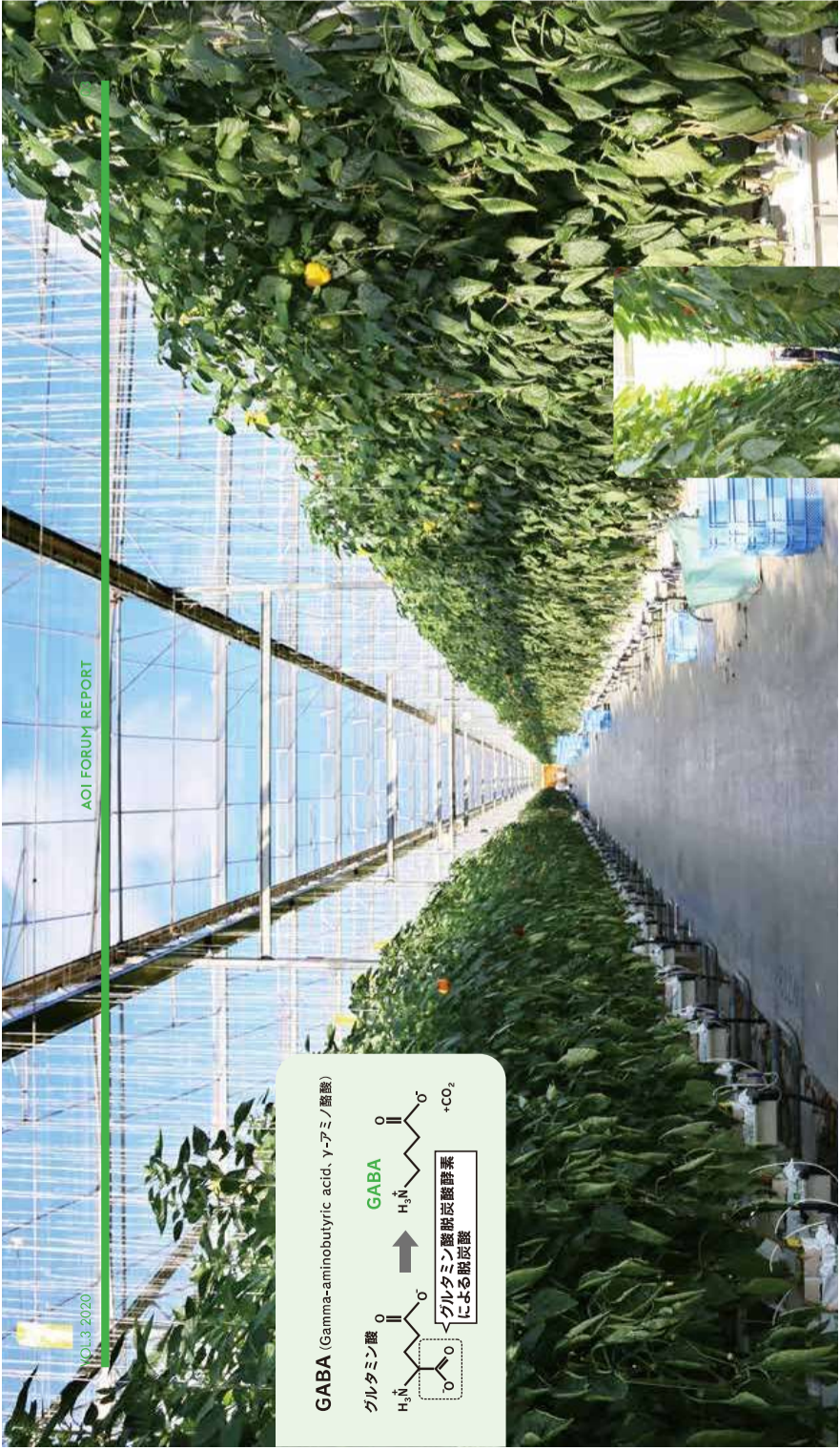
#### 新たな野菜の市場を開拓

増田専務は「『ソフトケールGABA』は全国で初めて、葉物での機能性表示食品として届出が受理されました。あと1か月遅れていたら、全国初ではありませんでした。これも農技研にスピード感をもって対応していただいた結果です」と当時を振り返ります。

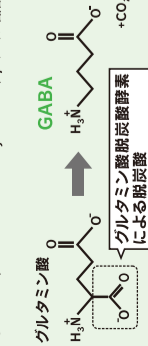
また、「ソフトケールのような新しいカテゴリの野菜を市場に出していく際にはAOI-PARCのような公的な支援が重要」と



言い切ります。というのは、新たな品種を作っても採算が見えないと生産者の方が挑戦しにくいところがあり、民間だけだと前に進まない場合があるからです。「利害だけでなく、地域の発展や健康寿命の視点がなくと広がりにくいです。研究支援だけでなく、こうした部分にもAOI-PARCは大いに期待されています。」



GABA (Gamma-aminobutyric acid, γ-アミノ酪酸)



同社はパプリカを栽培しているハウスは、1.8ha (200m×96m) で、約4.4万株が植えられています。柱の高さは6m。

## SACIWATA (豊田市)

### 農業の知財化ビジネスを構築

SACIWATA (サーク・イワタ) は、富士通とオリックス、増田探種場の3社で設立した合弁会社です。マーケットイン型の高機能作物の開発を通じ、地域ブランドの創造を目指しています。情報通信技術 (ICT) を生かした高度な栽培技術で、ケール、パプリカ、トマト等の栄養価の高い機能性作物の大規模生産に取り組んでいます。

8.2haの敷地に建てられた複数の農場は、国際的に認められたグローバルハルGAP (ギャップ) を取得しています。これは、「Good (適正)」 「Agri-cultural (農業の)」 「Practice (実践)」 の略で、農業において、食品安全、環境保全、労働安全等の持続可能性を確保するための生産工程管理の取組のこと (農水省による) です。毎年更新し、継続的に持続可能性を確保できているかなどをチェックしています。

同社は単に野菜の生産を行うだけでなく、増田探種場など中小種苗メーカーと一緒に研究開発を行っています。敷地内には、太陽光での施設園芸に必要な整備が揃っており、また世に出していない種を種苗会社から持ち込んで、ICTを使い栽培法を確立していきます。

同社の伊藤専務専務は「ケールやパプリカのように市場性の高い野菜や、種苗会社が今開発している付加価値の高いものを中心に、ICTを使って栽培技術を確立しています。農家の顔の中にある知識を形式知化してビジネスにつなげたい」と願望を話します。

将来的には種と栽培技術、資材を含めた種苗ライセンスという形で、知財ビジネスを展開する予定です。また、4月からは労働研修やICTを使った栽培法などのコンサルティングをパプリカや葉物の農業法人に対して始める予定です。

### パプリカの市場拡大と国産化

スーパーの生鮮野菜売り場でひときり賑やかな色彩を放つパプリカ。実は、日本で売られているパプリカの9割が輸入品です。同社は栄養価が高く、色の美しさから近年人気が高まっているパプリカの国内市場の拡大と国産化を推進し

### 高糖度の高付加価値化を目指して

## 高糖度トマト生み出すコントローラーを開発

静岡農林技術研究所 (農技研) は、長年トマトの栽培方法を研究してきました。中でも、優れた食味で高付加価値が期待できる高糖度トマトの栽培研究に全国に先駆けて着手し、静岡県での産地化に寄与しています。

ここでは、現在新たに開発を目指している「高糖度・高機能性トマトの養液栽培システム」の主要な構成要素である灌水コントローラーについて紹介します。

もともと本技術は戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) という国家プロジェクトで開発した技術であり、

AOIフォーラム会員である山本電機の電子制御ノウハウで製品化され、昨年 (2019年) からAOI-PARCの研究用温室で検証を行っています。



製造された高糖度トマト。舌が少し痺れるもの、噛むと甘みと酸味がタテラゲに口いっぱい広がります。

りますし、外出先からスマートフォンでチェックもできるので安心です」と自信をのぞかせます。



「うるおい」力持ち」と開発者の山本電機・本澤政敏設計部長

### トマトの重量をモニタリングし灌水

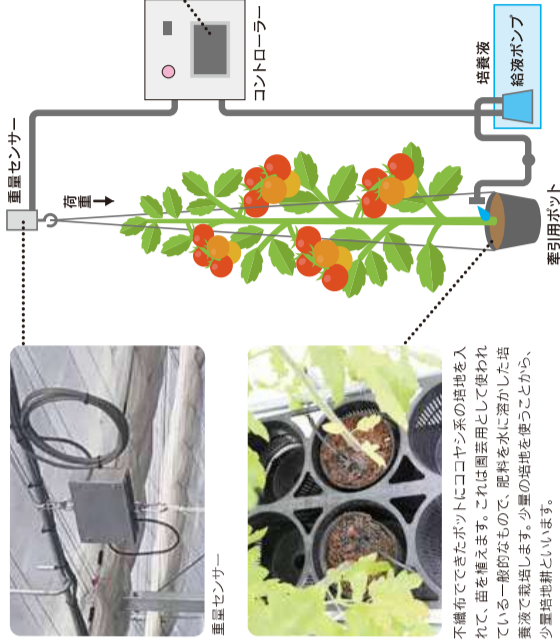
静岡県では古くから品質の高いトマトの栽培が行われてきました。中でも、アメリカトマトに代表される食べで美味しい高糖度トマトの栽培も盛んに行われています。

高糖度に明確な基準はありませんが、一般的に糖度7度以上を高糖度トマトと呼びます。高糖度トマトは、通常200g程度に育つ赤玉品種を、少ない灌水量で管理し果汁を自然に濃縮させることで糖度の大幅な向上を図ります。その代わり、果実の重さは1個70〜80g程度にしかならず、たくさん収穫することはできません。加えて、数ヶ月にも及ぶ灌水管理には高度な熟練技術を要し、生産者は毎日トマトとにらめっこしながら灌水のタイミングや量を判断する悩める日々を送っています。

農技研の太石直記研究統括官は、農家の課題となっていた高糖度トマトの灌水管理を安定化させるため、トマトの葉のおおれや生育の状況に合わせ灌水の量とタイミングを自動的に制御できる仕組みを考案しました。現在特許出願中で、そのノウハウを使って製品化されたのが植物重量モニタリング型給液制御コントローラー「うるおい」力持ち」です。

いま、研究用温室では、この装置を使い、ミディトマトと呼ばれる中玉種を用いて「高糖度・高機能性トマト栽培システム」の開発に挑んでいます。

灌水コントローラーを製品化したのは牧之原市に本社がある山本電機。もともと制御盤の開発が得意で、農業だけでなく医療用機器や通信機器など様々な制御システムを開発している。同社の大澤政敏設計部長は「以前から農技研と試作機を開発を手掛けてきました。当社の技術力を活かして制御アルゴリズムをプログラミング化し、パラメーターを随時変えられるようなシステムにしました」と振り返ります。開発には半年をかけたそう。一足早く導入を決めたトマト農家からは、操作が非常に簡単で、パートさんでも問題なく操作できることが好評とのこと。大澤部長は「この装置は制御記録が残



植物重量モニタリング型給液制御器「うるおい」力持ち」希望小売価格80万円 (税別)。センサー4個がセットになっています。1つのセンサーで1,000㎡をカバーできます。

不備でできたポットにココヤシ系の培地を入れて、苗を植えます。これは園芸用として使われている一般的なもので、肥料を水に溶かした培液で栽培します。少量の培地を使うことから、少量培地耕といえます。

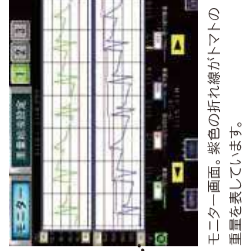
た葉が茂っている一方、灌水量の少ない処理区では草丈の伸びが抑制され、葉が黄色く枯れています。このような比較研究から灌水条件と品質、収穫量との関係を詳細に調べています。

「ほとんどの場合、糖度を上げようと灌水量を減らし過ぎるため3段階前後まで収穫するのが限界と言えます。しかし相対重量を指標に適切な灌水が可能となるこの方法なら、時々刻々変動する気象条件下でも過度な水欠乏を未然に防ぐことができ、年間収穫量の増加が可能となります」と大石さん。今後、灌水管理の最適化を目指して、糖度目標に合わせた灌水プログラムの設定や、気温や湿度等の環境制御との連携制御を進める予定です。

ミディトマトで高糖度の商品はないため、今までは異なる商品カテゴリーとして売出すことが可能と思われていました。さらに、この栽培方法によって機能成分であるγ-アミノ酪酸 (GABA) の含有量も増えることがわかってきました。今後は機能性表示食品の届出も視野に入れて研究を進めていく予定です。「目指すところは、おいしさと機能性を両立させた商品に供給すること、またこれによってトマト経営が拡大できるというのが理想だと思います」。大石研究統括官はすでに次のステップを見据えています。



「灌水は全てこの装置でコントロールされています。毎日種まき状況を確認していますが、害虫はほとんどいません」と大石研究統括官。



草苗のトマトを収穫すると、重量が軽くなるためセンサーが反応し、灌水が止まります。それを防ぐため、収穫の際に人が乗るセンサー一箱を作成。作業終了後、人が板から降りるとセンサーが認識し、灌水がリセットされます。山本電機が開発したオリジナル技術です。



植物重量モニタリング型給液制御器「うるおい」力持ち」希望小売価格80万円 (税別)。センサー4個がセットになっています。1つのセンサーで1,000㎡をカバーできます。

プリンセスパプリカは、まるで宮殿のように広く大きなハウスの中で、品種のように大事に育てられていることから、名付けられました。1個75gあたりGABAが12.3mg含まれます。GABAには血圧が強い方の血圧を下げる機能が報告されており、ビタミンCも多く含まれているため、パッケージには栄養強調表示もしています。

### プリンセスパプリカ

プリンセスパプリカは、まるで宮殿のように広く大きなハウスの中で、品種のように大事に育てられていることから、名付けられました。1個75gあたりGABAが12.3mg含まれます。GABAには血圧が強い方の血圧を下げる機能が報告されており、ビタミンCも多く含まれているため、パッケージには栄養強調表示もしています。



「豊富なお水と日照に育まれた豊田市のパプリカの栽培の通じ」と語る伊藤専務。



プリンセスパプリカの機能性表示届出の裏には220個もの検体の分析作業がありました。写真の分析を一手に引き受けた田中はパプリカの栽培の通じ」と語る伊藤専務。

### 地域とともに農業のサービ産業化を目指す

同社がある豊田市は、農業を軸とした次世代型農業の拠点を「アグリ・フード・ハル」構想」を推進しています。単に野菜を生産・販売するだけでなく、野菜の健康効果をターゲットで示しながら、効果的な調理の仕方、食べるタイミングなど、食べ方の提案などもしています。同社は、料理研究家や管理栄養士の協力を得て、市と協働で市民向けのレシピコンテストや料理教室なども開催しています。伊藤専務は「こうした活動を通じて、農業のサービ産業化も目指しています。我々だけでなく、豊田市民自らが学び実践すること

で、「日本一の健康美都市豊田」を目指したい」と語ります。

### プリンセスパプリカ

プリンセスパプリカは、まるで宮殿のように広く大きなハウスの中で、品種のように大事に育てられていることから、名付けられました。1個75gあたりGABAが12.3mg含まれます。GABAには血圧が強い方の血圧を下げる機能が報告されており、ビタミンCも多く含まれているため、パッケージには栄養強調表示もしています。

### 地域とともに農業のサービ産業化を目指す

同社がある豊田市は、農業を軸とした次世代型農業の拠点を「アグリ・フード・ハル」構想」を推進しています。単に野菜を生産・販売するだけでなく、野菜の健康効果をターゲットで示しながら、効果的な調理の仕方、食べるタイミングなど、食べ方の提案などもしています。同社は、料理研究家や管理栄養士の協力を得て、市と協働で市民向けのレシピコンテストや料理教室なども開催しています。伊藤専務は「こうした活動を通じて、農業のサービ産業化も目指しています。我々だけでなく、豊田市民自らが学び実践すること

で、「日本一の健康美都市豊田」を目指したい」と語ります。