

日本の「農と食」最前線

－ 英語で読む「研究成果こぼれ話」－

Success stories from research on food and agriculture, forestry and fisheries supported
by the BRAIN



(Bio-oriented Technology Research Advancement Institution)

はじめに

生物系特定産業技術研究支援センター（神奈川県川崎市）は、国立研究開発法人として、農林漁業・食品産業の技術発展を目的とする公的研究機関、民間企業、大学等の研究を支援している国内唯一の公的機関です。

当センターでは、これまでも研究成果の公開を行って参りましたが、内容は一般の方には少し難しいものとなっていました。そこで、一般の方々にも農林漁業・食品産業技術研究に関心を持っていただきたいと考え、当センターが支援を行った研究の中から社会実装がなされた事例を選定し、できるだけ専門用語を使わず、1話あたり5分から10分程度の読み物風にして、令和2年3月からホームページに公開してきました。ご覧頂けると農林漁業・食品産業分野で近年どのような研究が行われていてどのように社会に還元されているのかがご理解いただけるものと考えております。

今般、これまでに公開してきました事例を、英語に翻訳いたしました。日本語だけでなく英語でも読んでいただけるようになり、海外の研究者への成果紹介とともに最新の科学研究を英語教材としてもご利用いただけるようになりました。

なお、本冊子は、当センターのホームページでもご覧いただけます。また、資料をダウンロードいただくことも可能です。本冊子がさまざまところで活用されましたら幸甚です。

令和3年3月

生研支援センター所長

Preface

Bio-oriented Technology Research Advancement Institution (BRAIN), located in Kawasaki City, Kanagawa Prefecture, is the only public institution in Japan that funds researches on technological development in agriculture, forestry, fisheries and food industries by public research institutes, private companies, universities, and other organizations.

We have been publishing results of researches that we funded, but the contents of those publications are a little difficult for most ordinary people to understand. To attract further public attention to researches on technological development in agriculture, forestry, fisheries and food industries, we started to select research results that are put to practical use, and to post them on our web site as episodes so that you can read each of them in 5 to 10 minutes.

The episodes on the web site will help you to understand what kinds of researches have been done on agriculture, forestry, fisheries and food industries in recent years, and how results of those researches are utilized in society.

This time, we have prepared the English version of the episodes that we posted on the web site from March to December 2020, and put them together into a booklet to introduce overseas researchers to successful results of the researches we funded. You can read the episodes of the latest scientific researches in English and also use them as an English teaching material.

This booklet can also be viewed on our website and be downloaded. We would appreciate if this booklet could be used in various situations.

March 2021

Director-General, Bio-oriented Technology Research Advancement Institution

はじめに	2
------	---

<目次>

成果事例こぼれ話

1 陸上養殖のバナメイエビ誕生	6
Episode 1 Debut of land-aquacultured whiteleg shrimp	
2 遠隔操作のリモコン草刈り機	10
Episode 2 Remote-controllable grass mower	
3 害獣を自動捕獲するロボットホカクン	14
Episode 3 "HOKAKUN," an auto-trap for harmful-animals	
4 陸上養殖のサクラマスブランド品へ	18
Episode 4 Aiming to register land-aquacultured cherry salmon as a brand product	
5 記憶の精度を高めるプラズマローゲン	22
Episode 5 Plasmalogen has the potential of enhancing memory accuracy	
6 子供にも安心の「豆乳クリーム」誕生	26
Episode 6 Debut of child-safe "Soy-milk cream"	
7 ナス由来の成分で血圧や気分の改善効果	30
Episode 7 An eggplant-derived component exhibits blood pressure improvement and mood amelioration effects	
8 AIかん水施肥システムで農作業の省力化	34
Episode 8 Labor-Saving of Agricultural Workload Using the AI-Driven Watering/Manuring System	
9 米を食べて育つ「みやぎサーモン」	38
Episode 9 "Salmons from Miyagi" raised with rice-mixed feed	
10 ゲノム編集で健康によいトマトが誕生	42
Episode 10 Healthy tomatoes created by genome-editing techniques	
11 性フェロモンでガを退治	46
Episode 11 Getting Rid of Moths with a Sex Pheromone Agent	
12 ロボットでサンマかば焼きを缶詰に	50
Episode 12 Robots make canned saury kabayaki	
13 雑海藻でウニやナマコを飼育	54
Episode 13 Raising sea urchins and sea cucumbers with unutilized seaweeds	
14 オリーブ果実（マスリン酸）でロコモ改善	58
Episode 14 Improvement of Locomotive Syndrome (musculoskeletal deterioration) by Olive Fruits (maslinic acid)	
15 低リジン飼料で霜降り豚肉の誕生	62
Episode 15 Successful development of marbled pork with low-lysine feed	

16 藻類からバイオ燃料や化粧品成分生産	66
Episode 16 producing biofuels and cosmetic ingredients from algae	
17 焼酎をおいしくする高アミロース米	70
Episode 17 High-amylose rice improves the taste of shochu (Japanese spirits)	
18 マルドリ方式で高収益のブランドみかん	74
Episode 18 Brand oranges with high earnings by the MD system with year-round plastic mulching	

《こぼれ話 1》 陸上養殖のバナメイエビ誕生

生研支援センター成果事例

2020年3月2日号

2021年1月7日更新



【白姫(しらひめ)えびの誕生】

冷凍エビといえば、輸入品を連想しがちですが、実は、いまでは家庭でなじみのあるバナメイエビも国内の陸上施設で安定して養殖できるようになってきました。

バナメイエビの稚エビから成エビまでの屋内陸上養殖の事業化試験を進めているのは日本水産株式会社です。ハワイから親エビを輸入し、大分県佐伯市の施設で採卵・ふ化させて稚エビを作り、そのあと鹿児島県南九州市の施設へ移し、出荷サイズの約 20 g まで育てています。現在、通販サイトでも販売しています。

【環境にもエビにもやさしいバイオフィロック法】

陸上養殖でカギを握るのが閉鎖式バイオフィロック法という方式です。池の中で微生物の集合体（バイオフィロック）を浮遊させながら、水質を浄化させ、エビを飼育する方式です。屋内の陸上養殖のため、外界からの病気の侵入を防ぐことができ、水の入れ替えをできるだけ少なくして飼育できるメリットがあります。バナメイエビ（写真左下、日本水産株式会社提供）は水中を泳ぐ習性があり、池や水槽の水中を立体的にフルに効率よく使うことができます。海外でのエビの養殖は、海岸や河口近くのマングローブ林を伐採して養殖池をつくるなど環境への影響が大きい一面もありますが、海水を活用した陸上養殖なら、環境への負荷も少なく、画期的な持続可能な生産システムといえます。



水中を泳ぐバナメイエビ



居酒屋「ミライザカ」のメニュー



[Debut of “Shirahime (white princess)” shrimp]

When frozen shrimp is mentioned, one tends to think of imported products. Whiteleg shrimp, a popular shrimp for Japanese consumers, is now being stably raised at a land-based aquaculture facility.

Nippon Suisan Kaisha, Ltd. has been promoting the commercialization of the technology for raising the juvenile whiteleg shrimp to market size at an indoor land-based aquaculture facility. The SPF broodstock imported from Hawaii are used. Shrimp eggs are harvested and hatched at the facility in Saiki, Oita. Hatched juvenile shrimp are transferred to the facility in Minami-Kyushu in Kagoshima and raised to the harvest size of about 20 g. At present, the product is available on the online retail site.

[Environment- and shrimp-friendly Biofloc technology]

The biofloc farming technology is key for achieving a successful closed land-based aquaculture facility. This technique is characterized in that a floating microorganisms (biofloc) purifies the water quality in a tank to raise the shrimp. At the indoor land-based aquaculture facility, this technique provides an advantage. It can prevent infiltration of various pathogen from outside into the tank and achieves the minimum necessary water supply for cultivating shrimp. Whiteleg shrimp (Lower left photo supplied by Nippon Suisan Kaisha, Ltd.) has a habit of swimming in water; accordingly, they can swim and efficiently utilize the capacity of the tank. In some other countries, mangrove forests in the vicinity of a coast or a river’s mouth are cut down to dig a pond for aquaculture which could cause a significant impact on the environment. However, the biofloc technology that makes good use of seawater at a land-based aquaculture facility is a breakthrough sustainable production system with less burden on the environment.



Whiteleg shrimp swimming in the water



One of the dishes served at Izakaya (Japanese pub) “Miraizaka”

【鮮度が高く、高品質】

鹿児島県の施設で水揚げされたバナメイエビは、「白姫えび」というブランド名がつけられ、高鮮度の状態で店や食卓に届けられます。鮮度がよいだけでなく、甘みもあり、刺身や寿司のネタにもなります。ワタミ株式会社が展開する居酒屋「ミライザカ」のメニュー（写真右上）で販売されたこともあります。

いまは主に東南アジアからの冷凍輸入品が出回っていますが、将来的には鮮度の高い国産ものが広く普及することも夢ではないようです。

バナメイエビの国産化を目指す陸上養殖研究は、生研支援センターの研究資金を活用して行われました。

「こぼれ話」シリーズの URL は

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<事業名> 革新的技術創造促進事業（事業化促進）

<事業期間> 平成 27 年度～平成 29 年度

<課題名> 高鮮度国産エビ生産のための効率的無換水養殖技術の実証研究

<研究実施機関> 日本水産株式会社

[Excellent freshness and quality]

Whiteleg shrimp harvested from the land-based aquaculture facility in Kagoshima are branded as “Shirahime Ebi” and transported with high freshness and quality to shops and homes to be served on dining tables. Whiteleg shrimp with high freshness and sweet taste are good for sashimi (sliced raw fish) and sushi. “Shirahime Ebi” had been served at several restaurant chain like one of the dishes (upper right photo) at Izakaya “Miraizaka” owned by Watami Co., Ltd. At present, frozen whiteleg shrimp products imported mainly from Southeast Asian countries dominate the market. However, in the near future, the spread of Japanese whiteleg shrimp with high freshness in the domestic market is no longer a dream.

This study on land-based aquaculture of whiteleg shrimp aiming at domestic production was funded by Bio-oriented Technology Research Advancement Institution.

For more information on the “Episode Series,” please visit the URL:

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<p><Project name> The special project on advanced research and development for next-generation technology (commercialization promotion)</p> <p><Project period> FY 2015 to 2017</p> <p><Title> Demonstration research on an efficient aquaculture technology with no requirement for water replenishment, thus aiming to produce high-freshness Japanese white-leg shrimp</p> <p><Project research institute> Nippon Suisan Kaisha, Ltd.</p>
--

《こぼれ話 2》 遠隔操作のリモコン草刈り機

生研支援センター成果事例

2020年3月16日号



【草刈り重労働を軽減】

たかが草刈りと侮ってはいけません。農地周辺での草刈りは、害虫被害の抑制や農道確保のために欠かせません。

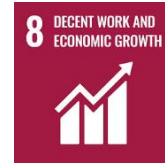
ところが、現在、仕事として自営農業に従事している基幹的農業従事者約140万人のうち、65歳以上の高齢者が98%も占めます（2019年の数値・農水省の農業構造動態調査）。高齢者にとって、草刈り作業は思いのほか重労働です。日本の農業が元気よく活気づくためにも、安全で効率のよい草刈り方法が求められています。

そういう中、岡山県里庄町の「三陽機器株式会社」が開発した「リモコン草刈り機」（写真左下・三陽機器株式会社提供）が大活躍しています。

現在、よく使われている草刈り機は、刈払機といって、長いアームの先端に設置された回転刃で草を手動で刈り取る方式です。しかし、振動や音が激しく、作動中に体がぶるぶる振動して、作業への負担がとても大きい問題があります。しかも人が作業しにくい急斜面の畦や法面では、体のバランスを崩して滑ったり、転倒したりして、回転刃で足を切る危険性が常に伴います。

【安全で効率がよく、操作は簡単】

リモコン操作なら、そういう心配はありません。200m離れたところからでも遠隔操作でき、身体に危険はありません。しかも最大40度の急傾斜地でも草刈りが可能です。さらに前後に自由に走行できるため、可動範囲も広く、作業者が動きにくい水田の畦や河川の土手、人が入りづらい空間、道路わきの長い法面でも容易に草刈りができます。草を刈る作業スピードは速く、場所にもよりますが、約300平方メートルの斜面を30分程度で刈り取れます。

**[Reducing the heavy workload of mowing]**

Please do not make light of mowing. Mowing the areas in the vicinity of agricultural fields are necessary for controlling the damage by insect pests and securing farm roads.

At present, the elderly persons aged >65 account for 98% of 1.4 million core persons mainly engaged in farming (independent farmers) (Source: Statistics Department, Minister's Secretariat, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries 2019). Mowing is a heavier workload for elderly persons than you anticipate. To revitalize the Japanese agricultural industry, a safe and efficient mowing method is required.

In this situation, the “Remote-controllable mower” developed by Sanyo Kiki Co., Ltd. (Satosho-cho, Okayama) (Lower left photo; supplied by Sanyo Kiki) is a big success.

A commonly used mower is a bush cutter, by which the user mows grass manually using rotary teeth attached to the tip of a long arm. However, this type of mower has a severe problem that a heavy burden is placed on the user because the user’s body vibrates during mowing because of thumping vibration and noisy sound. Moreover, the bush cutter always carries a risk that the user may injure the leg when slipping or falling because they lose their balance on a steep gradient or slope difficult to operate.

[Safe, efficient, and easy to operate]

A remote-controlled operation may eliminate this concern. The remote-controlled mower may be remotely operated even at the place 200 m away from the mowing site, thus eliminating the requirement for concern about such a risk. Moreover, the user may mow the grass on the steep gradient at the max inclination of 40 degrees using the remote mower. Furthermore, using this mower capable of moving freely forward and backward, the user may mow grass easily even on a ridge between fields and river bank where it is difficult to move, in a space difficult for the user to enter, and a long slope at a roadside. The mower capable of mowing grass at high speed requires only about 30 min to mow the grass on a slope of about 300 m² depending on the sites.



急傾斜地で作業するリモコン草刈り機



リモコン操作を体験している農業者

農地以外でも、作業者が入りにくい太陽光発電パネルの下にも潜って草を刈ることができ、重宝されています。つまり、「作業者に安全」「作業効率が高い」「操作が簡単」という3つの特色をもっています。

【学会主催のセミナーで実演】

実演の出番も多い。2019年8月には広島県東広島市で「草刈り作業のスマート化から中山間地域農業の将来を考える」と題して開かれたオープンセミナー（主催は中山間水田スマート農業活用実証コンソーシアム）で実演しました。2020年1月15日には神奈川県川崎市のJAセレサ主催の「農業機械の安全講習会」でも実演し、農業者が実際に操作しました（写真右）。「こんな便利な草刈り機があるのは初めて知りました。とても魅力的です」と好評でした。

リモコン草刈り機は生研支援センターの研究資金を活用して開発され、2018年4月から販売が始まりました。草刈り機の重量は200kg（全長126cm、幅117cm、高さ68cm）で価格は152万9550円（メーカーの希望小売価格・税込）です。現在50台以上が北海道、宮城、長野、三重、岡山、鳥取、広島、徳島、福岡など全国で活躍しています。

「こぼれ話」シリーズのURLは

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<p><事業名>革新的技術創造促進事業（事業化促進） <研究課題名>自律走行式小型エンジン草刈機の商品化 <研究期間>平成26年度～平成28年度 <研究実施機関>三陽機器株式会社（岡山県里庄町）</p>



Remote-controlled mower working on a steep gradient



Farmers attempting to remotely operate the mower

The mower is very useful because it is capable of mowing the grass in the area under a solar panel difficult for the user to enter, in addition to agricultural fields. In short, it provides three features; “safe for the operator,” “high work efficiency,” and “easy to operate.”

[Demonstration in the seminar held by the academic society]

The demonstration of the mower has been conducted many times. The mower was demonstrated at an opening seminar entitled “Thinking about the future of agriculture in mountainous regions from the view of a smart operation of mowing” in August 2019 (sponsored by the Consortium for the Demonstration of Smart Farming in Mid-hills and Mountainous Paddy Fields). The demonstration was held at the “Agricultural machinery safety training class” by JA Ceresa on January 15, 2020, in Kawasaki, Kanagawa. Farmers tried to operate the mower (image on the right). The participants said, “we first encountered such a useful mower! It’s very attractive.” As is obvious, the mower garnered good reviews.

The remote-controlled mower was developed using research funds granted by the Bio-oriented Technology Research Advancement Institution and placed on the market in April 2018. The mower has a weight of 200 kg (total length, 126 cm; width, 117 cm; height, 68 cm), and the price is 1,529,550 yen (suggested retail price, tax-included). More than 50 mowers are actively used in prefectures throughout Japan, including Hokkaido, Miyagi, Nagano, Mie, Okayama, Tottori, Hiroshima, Tokushima, and Fukuoka.

For more information on “Episode Series,” please visit the URL:

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<Project name> The special scheme project on advanced research and development for next-generation technology (commercialization promotion)

<Title> Commercialization of an autonomous moving mower using a small-sized engine

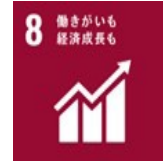
<Project period> FY 2014 to 2016

<Project research institute> Sanyo Kiki Co., Ltd. (Satosho-cho, Okayama)

《こぼれ話3》 害獣を自動捕獲するロボットホカクン

生研支援センター成果事例

2020年4月1日号



【捕獲労力を大きく削減】

農業生産者の高齢化で害獣対策の担い手が少なくなっている中、シカやイノシシ、サルなどが農作物を食い荒らす食害が全国で深刻な状況になっています。その助っ人として、狙った害獣を自動的に檻に閉じ込める機能をもった自動遠隔捕獲装置「ロボットまるみえホカクン」が登場しました。

三重県伊勢市の株式会社アイエスイーと兵庫県立大学自然・環境科学研究所、鳥羽商船高等専門学校などが共同で研究開発した ICT（情報通信技術、Information and Communication Technology の略）と IoT（モノのインターネット、Internet of Things の略）技術を用いた捕獲システムです。

※IoT＝電化製品や車、カメラ、医療機器、檻などのモノがインターネットに接続され、相互に情報をやりとりすることを意味します。

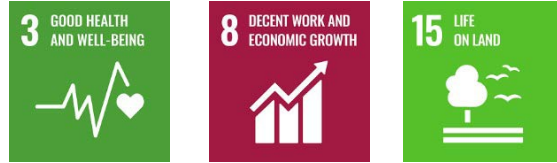
【寝ている間に害獣を自動捕獲】

山に設置された檻の周囲には、獣の動きを監視する赤外線カメラや獣の侵入を知らせる感知センサーなど複数のセンサーが取り付けられ、檻内外の害獣の有無を判別して、檻の扉が自動的に閉まるというすぐれたシステムです。

以前は、スマートフォンで画像を見ながら、手動で扉を閉める遠隔操作タイプ（「クラウドまるみえホカクン」）でしたが、それがさらに進化して、寝ている間にも狙った害獣を捕獲できるという機能が加わりました。



写真1 檻に入るシカ 写真2 スマートフォンで遠隔操作
(写真はいずれも株式会社アイエスイー提供)



[Largely reduced workload for harmful animal trapping]

The number of people in charge of animal control is dwindling with the aging of agricultural producers. The damage to the agricultural products by deer, wild boars, and monkeys is becoming more serious nationwide. A new remote-controlled auto-trapping equipment for harmful animals, "Robot HOKAKUN with a full view" capable of locking a target animal in a cage automatically, debuted as a dependable partner.

This robot is a harmful-animal trapping system taking advantage of the ICT (Information and Communication Technology) and IoT (Internet of Things) technology developed in joint research by ISE Company Limited (Ise, Mie), Institute of Natural and Environmental Sciences, the University of Hyogo, National Institute of Technology, Toba College, and others.

*IoT: The communications among things such as electric appliances, vehicles, cameras, medical devices, and cages through connection to the Internet.

[Automatically traps harmful animals while the user is sleeping]

This system is an excellent trap, which has the capability of automatically capturing animals. In particular, it is equipped with multiple sensors, including an infrared camera that monitors the animals' movement and sensors that alarm animals' entrance. The system determines the presence and absence of harmful animals and closes the cage door to capture animals.

The previous model was the "HOKAKUN in full view on Cloud." The remote-controlled type required the user to determine to close the cage door while watching the image on the smartphone. The new model has a more advanced function that captures the target harmful animals without the user's decision (even when sleeping).



Image 1: A deer entering the cage

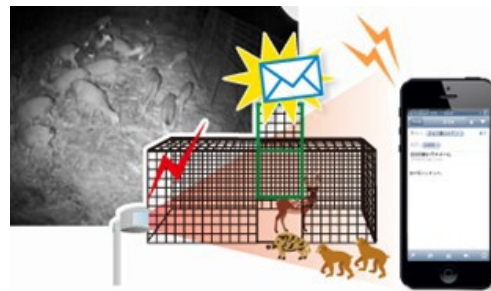


Image 2: Scene of remote-control on a smartphone
(Both images were supplied by ISE Company Limited)

動画はクラウド上に保管されるため、複数の人が情報を共有でき、地域全体で多数の檻を管理することもできます。遠隔監視と自動捕獲機能を併せ持つことで目的外の動物を捕獲するミスを防ぐことができ、捕獲にかかわる労力も大きく削減することが可能になります。

【20 万円でバージョンアップ】

収穫期の稲や野菜・果樹が食い荒らされる農作物被害は、2018 年度は 158 億円（農水省調べ）もありました。害獣による食害は、営農意欲の減退や荒廃農地の増加、森林の下層植生の消失による土壌流出など日本の農林業に深刻な影響をもたらします。「クラウドまるみえホカクン」は三重、和歌山、北海道、兵庫、大分など全国の 270 カ所以上で導入されています。2019 年夏に販売された「ロボットまるみえホカクン」（価格は 100 万円程度）も、北海道、山形、栃木、三重、奈良、兵庫などにある約 30 の自治体で導入されています。すでに従来型の「クラウドまるみえホカクン」を使っている場合は約 20 万円の追加費用で自動化できます。

「こぼれ話」シリーズの URL は

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<p><事業名> 革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）</p> <p><事業期間> 平成 28 年度～平成 30 年度</p> <p><課題名> ICT を用いた総合的技術による農と林が連動した持続的獣害対策体系の確立</p> <p><研究実施機関> 兵庫県立大学</p>
--

Since all the movies are stored on the Internet cloud, multiple users can share the information. It is possible to monitor multiple cages by the whole local area. With the function combining remote-monitoring and auto-trapping, the new system can avoid mistakes that non-target animals are captured and largely save the workload for animal capture.

[Version up only by 200,000 yen]

The damage to agricultural products, such as rice, vegetables, and fruits by harmful animals in the harvest season, was 15.8 billion yen in 2018 (source: Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan). The damage by harmful animals may lead to considerable problems, including the demotivation to continue farming, an increase in the devastated agricultural field, and sediment outflows because of a loss in understory vegetation in the agricultural and forestry industries in Japan. The “HOKAKUN in full view on Cloud” system has been introduced in 270 or more local areas in multiple prefectures such as Mie, Wakayama, Hokkaido, Hyogo, and Oita. “Robot HOKAKUN with a full view” (price: about one million yen) put in the market in summer 2019 has been introduced in about 30 municipal governments in Hokkaido, Yamagata, Tochigi, Mie, Nara, and Hyogo. The users, who have been using “HOKAKUN in full view on Cloud,” may update the existing system to automated type at the additional cost of only about 200,000 yen.

For more information on “Episode Series,” please visit the URL:

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<Project name> The special scheme project on advanced research and development for next-generation technology (Regional strategy project)

<Project period> FY 2016 to 2018

<Title> Establishment of a sustainable system for preventing damage by harmful animals using an integrated technology with ICT in collaboration between agricultural and forestry industries

<Project research The University of Hyogo institute>

《こぼれ話4》 陸上養殖のサクラマスブランド品へ

生研支援センター成果事例

2020年4月15日号



【日本最高級の陸上養殖ブランド魚】

陸上養殖施設で飼育された山形県の県魚「サクラマス」を日本最高級のブランドサーモンに育てて、海外にも輸出したい—そんな夢を担ったサクラマスの陸上養殖が山形県遊佐町（ゆざまち）で行われています。山形県の新しい地場産業の誕生への期待も高まっています。

【ゼロエミッションを目指し、海水を循環・ろ過】

日本海に面した遊佐町吹浦に巨大なテント型の陸上養殖試験施設（約450平方メートル）があります（写真1）。その中に円形の大型水槽（容量は5t。直径約2.5m、深さ約1m）が2基あり、まばゆい銀白色に輝くサクラマスが元気よく泳いでいます。

マルハニチロ株式会社、山形県農林水産部、株式会社キッツ、水産研究・教育機構など産官学7機関が取り組むサクラマスの陸上養殖試験です。

2基の水槽には、卵からふ化して1年半たったサクラマス約180尾（体長40～50cm、体重1.4kg前後）が勢いよく遊泳しています。5月にも2kgサイズで水揚げされる予定です。

飼育試験は2017年9月から始まりました。施設内には飼育用海水を再利用するために濾過槽、紫外線殺菌装置、サクラマスを飼育するための水槽などが設置され、飼育用海水を循環させるパイプが縦横に張り巡らされています。閉鎖循環式陸上養殖と呼ばれ、水温や溶存酸素量などはセンサーを用いて自動管理され、スマートフォンなどを用いてどこからでも飼育水槽をモニタリングできます。餌はサケ科魚類専用の配合飼料を用いていますが、地場ブランドの特色作りのため、山形特産の酒かすやサクラランボを混ぜて与えることも考えています。無駄な餌が発生しないよう自動給餌器で一定の間隔で与えられ、廃棄物の発生を極力抑えたゼロエミッション型の閉鎖循環式陸上養殖施設を目指しています。



写真1 出荷サイズのサクラマス



写真2 シンガポールの高級日本料理店で試供されたサクラマス料理

（写真1、2ともマルハニチロ株式会社提供）



[Japan's best-quality land-aquacultured brand fish]

Cherry salmon is the Yamagata prefecture's official fish and land-aquacultured In Yuza-machi, Yamagata. The farmers dream about growing the cherry salmon as Japan's best-quality brand salmon and exporting it overseas. Expectations are growing up for the advent of a new local industry in Yamagata.

[Circulation and filtration of seawater aiming zero-emission]

A huge tent-type land aquaculture facility (about 450 m²) is situated in Fukura, Yuza-machi, facing the Sea of Japan (Image 1). There are two round-shaped aquariums (a capacity of 5 tons, a diameter of 2.5 m and a depth of 1 m) in the tent, where silvery white-colored cherry salmons are lively swimming.

It is an industry-government-academia joint research project team of the land-aquaculture of cherry salmons comprising seven institutes, including Maruha Nichiro Corporation, Yamagata Prefecture Agriculture, Forestry and Fisheries Department, KITZ Corporation, and Japan Fisheries Research and Education Agency.

In these two aquariums, 180 juveniles (a body length of 40-50 cm, a bodyweight of about 1.4 kg) one and a half years after hatching are vividly swimming. Adult cherry salmons are scheduled to be raised to the size of 2 kg and harvested in May.

An experimental raising was initiated in September 2017. A filter tank for recycling the seawater for aquaculture, a UV sterilizer, and aquariums for raising cherry salmons are installed with pipes running horizontally and vertically to circulate the seawater in the facility. This technology is called a closed circulation land-aquaculture system. The system automatically controls the water temperature and dissolved oxygen by sensors and enables the user to monitor from anywhere using a smartphone. Mixed feed specific to salmonid is given to the cherry salmons. However, to characterize the local brand's feature, mixing the feed with sake lees and cherries from Yamagata is planned. The feed is automatically and periodically given to the fishes so as not to waste. We aim to the goal of a zero-emission closed circulation land-aquaculture facility.



Image 1: Cherry salmon raised to the right size for the harvest



Image 2: Sample cherry salmon dish served at a high-class Japanese restaurant in Singapore

(Images 1,2 are supplied by Maruha Nichiro Corporation)

【シンガポールへ空輸】

これまでに水揚げされたサクラマス（写真1）は国内外で試食会が行われています。刺身、素焼き、煮つけなど幅広く料理でき、天然ものに引けを取らない評価を得ています。2019年5月に水揚げされたサクラマスは、シンガポールの高級料理店へ空輸で運ばれ、日本、イタリア、フランスの各料理店（写真2）で試食されました。味はよい評価でしたが、「もう少し大きな魚体がほしい」「価格が高い」などの課題も浮かびました。

今後、輸出競争力をもったサクラマス養殖にしていくには、安価で高性能な飼育設備の開発や電気代の削減とともに、高い飼育密度でできるだけ大きな魚体を育てることが必要など、さらなる経済的な採算向上が求められています。

【持続可能な養殖業を示すASC 認証】

このサクラマスは、水産エコラベルのひとつで環境によい養殖を意味する「ASC 認証」を今年3月に取得しました。陸上養殖のサケマス類では日本初の認証となります。

ASC（水産養殖管理協議会）は「世界自然保護基金」（WWF）と「オランダ持続可能貿易推進団体」（IDH）が2010年に設立した国際的な非営利組織で、事業者からの申請に応じて、環境や資源を守りながら、持続可能な養殖漁業を営んでいるかどうかを審査・認証しています。「環境にやさしい養殖魚」と認められると、事業者は別途ライセンス契約締結後にエコラベル（写真3）を商品に貼ることができます。



写真3 ASC 認証ラベル

【夢は遊佐の特産品】

サクラマスは昔から山形県庄内地方の春祭りのごちそうとして親しまれていますが、最近漁獲が減り、春祭りでも食べる機会が減っているそうです。養殖試験施設のある遊佐町は「陸上養殖が軌道に乗って、輸出もできるようになれば、町の新たな特産品になる」と新しい地場産業の誕生に大きな期待を寄せています。

【サクラマスとヤマメの関係】

サケ目サケ科。太平洋北西部に分布。成長して海へ下り、オホーツク海などを回遊し、1年後に産卵のため、生まれた川へもどる習性をもちます。海へ下らずに一生河川に残るものをヤマメといいます。

「こぼれ話」シリーズの URL は

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<事業名> 「知」の集積と活用場による革新的技術創造促進事業
(うち「知」の集積と活用場による研究開発モデル事業)

<事業期間> 平成28年度～令和2年度

<課題名> 革新的技術を集約した次世代型閉鎖循環式陸上養殖生産システムの開発と日本固有種サクラマス類の最高級ブランドの創出

<研究代表機関> マルハニチロ株式会社

[Air-transported to Singapore]

The raised cherry salmons (Image 1) have been served at tasting events in Japan and foreign countries. Cherry salmons raised in this facility have been served as various types of dishes such as sashimi (slices of raw fish), unsalted roasted dish, and dish boiled with soy sauce. They have yielded a high evaluation comparable to natural fish. In May 2019, harvested cherry salmons were air-transported to high-class Japanese, Italian, and French restaurants in Singapore and served at tasting events held there (Image 2). In general, favorable comments like “having a good taste” were obtained; however, there were comments such as “larger-size fishes are preferable” and “too expensive.”

In future, further improvement in profitability would be required to foster the aquaculture of cherry salmons as competitive in export. For example, we are required to develop a high-performance farming facility at a low cost, save electricity expenses, and raise as large-sized fish as possible at a high farming density.

[ASC Certification for our sustainable aquaculture businesses]

This March, the land-aquacultured cherry salmons received the “ASC Certification,” one of the Eco Labels on Seafood, given to the environmentally friendly cultivation. It was the first certification for the land-aquacultured salmonid in Japan.

ASC (Aquaculture Stewardship Council) is an international non-profit organization formed by the “World Wildlife Fund” (WWF) and the “Sustainable Trade Initiative” (IDH) in 2010. It examines whether aquaculture businesses operate aquaculture sustainably while preserving the global environment and saving resources and give ASC Certification to companies that meet these requirements. Once the fishes were certificated as “environmentally-friendly aquacultured fish,” the businesses are allowed to attach an ecolabel (Image 3) to their products after the conclusion of the license contract separately.



Image 3: ASC Certification label

[Dreaming of special local product in Yuza]

Cherry salmons have been commonly consumed as a cheer at spring festivals in the Shonai district, Yamagata. However, recently, the catch has declined, and there are fewer opportunities to eat them even at spring festivals. The town office and residents in Yuza, where the aquaculture facility is situated, are placing high expectations on the establishment of a new local industry with a hope that if the land-aquaculture business gets on track, and the raised fish could be exported, it can be a unique specialty of Yuza.

[Cherry salmon and masu trout]

Cherry salmons belong to the family, Salmonidae of the order, salmoniformes. It distributes in the North-West part of the Pacific Ocean. They have a habit of going down into the sea, once grown to adults, swimming around the Sea of Okhotsk and other oceans, and returning to the river where they were born one year after spawning. Whereas fishes that do not go down into seas and stay in rivers throughout life are called masu trout.

For more information on “Episode Series,” please visit the URL:

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<Project name> Innovative technology creation promotion project through the field of “knowledge” integration and innovation. (Project of R&D model through the field of “knowledge” integration and innovation)

<Project period> FY 2016 to 2020

<Title> Development of a next-generation closed circulation land-aquaculture production system using an integrated innovative technique and the creation of Japan’s highest-class brand cherry salmon species endemic to Japan

<Leading research Maruha Nichiro Corporation institute>

《こぼれ話 5》 記憶の精度を高めるプラズマローゲン

生研支援センター成果事例

2020年5月15日号



【機能性表示食品】

認知症の高齢者は2012年には462万人でしたが、2025年にはさらに200万人余りが増え、675万人になると予測されています（厚生労働省の「日本における認知症の高齢者人口の将来推計に関する研究」）。こうした中、高齢者の認知機能の改善を目指して、さまざまなサプリメントが出ていますが、鶏のムネ肉から抽出したプラズマローゲンという機能性成分が注目されています。プラズマローゲンを含むサプリメントのいくつかは「機能性表示食品」になっています。

※「機能性表示食品」は、事業者の責任で商品パッケージに科学的根拠に基づく機能性を表示できる食品です。この制度は2015年4月に始まり、事業者は事前に安全性や機能性の根拠に関する情報を消費者庁へ届け出る必要があります。

【ヒトの試験で言語記憶力の維持】

鶏のムネ肉由来のプラズマローゲンを機能性成分とするサプリメントを開発したのは丸大食品株式会社（大阪府高槻市）です。このサプリメント（写真1、2）は「言葉を記憶して思い出す『言語記憶力』を維持する」というヘルスクレーム（健康強調表示）を持つ機能性表示食品として消費者庁に受理されました。



写真1 プラズマローゲンの素材「エキス」



写真2 プラズマローゲンの素材「粉末（中央）」
製品には錠剤、顆粒、カプセルなどがある

（写真はいずれも丸大食品株式会社提供）

[Episode 5] Plasmalogen has the potential of enhancing memory accuracy

Outcome Example of Bio-oriented Technology
Research Advancement Institution

Issued on May 15, 2020



[Foods with Function Claims]

The population of elderly persons with dementia in Japan is expected to be 6.75 million in 2025 (an increase of two million) from 4.62 million in 2012 (Research on the future estimated population of the elderly persons with dementia in Japan” commissioned by Ministry of Health, Labour and Welfare) . Against this background, aiming to improve the cognitive function of elderly persons, various supplement products have been already on the market. Plasmalogen, a functional component extracted from the chicken breast meats, is attracting attention. Certain supplement products containing plasmalogen were notified as the “Foods with Function Claims.”

* “Foods with Function Claims” are foods for which the manufacturers can attach the labeling of functionality based on the scientific evidence under the manufacturers’ responsibility. The operation of this system started in April 2015. Under this system, the manufacturers have to submit the information on the evidence of their products’ safety and functionality to the Consumer Affairs Agency in advance.

[A study in human subjects demonstrated that plasmalogen has the function that maintains language memory]

Marudai Food Co., Ltd. (Takatsuki, Osaka) developed material products (Photos 1 and 2), which contains plasmalogen derived from chicken breast meats as a functional component. The Consumer Affairs Agency accepted this supplement product using essence form material as “Foods with Function Claims” based on the evidence of its “Health Claim” concerning “maintenance of language memory that is an ability to memorize words and remembering them.”



Image 1: “Essence form,” the material for plasmalogen



Image 2: “Powder form,” the material for plasmalogen (in the middle). Product for plasmalogen has the forms of tablet, granule, and capsule.

(All photos supplied by Marudai Food Co., Ltd.)

プラズマローゲンは主に細胞膜の成分として知られるリン脂質の一種です。心臓や骨格筋のほか脳内にも多く含まれています。加齢とともに減るといわれ、アルツハイマー病患者の脳では他のリン脂質と比べて、プラズマローゲンが減少していることが知られていません。

マウスの実験でプラズマローゲンの摂取によって学習記憶行動が向上したことから、丸大食品株式会社では健常者74人（50歳～79歳）を対象としたプラズマローゲンの摂取による認知機能改善効果を調査する試験を行いました。

12週間の摂取後、言語記憶力や視覚記憶力、反応時間などを調べる認知機能検査を行ったところ、60歳以上のグループの1mgの摂取群ではプラズマローゲン非摂取群に比べて、言葉を記憶して思い出す言語記憶力が有意に高い結果となりました。これらの試験結果は学術誌「薬理と治療」（2019年5月20日発行47巻5号）に掲載されました。

まだヒトでの試験研究事例が少ないという課題はありますが、中高年の方がプラズマローゲンを摂取すれば、物忘れの悪化が軽くなることを示唆するものです。

【消費者庁のホームページでも開示】

丸大食品株式会社のプラズマローゲンの原料は、産卵期間終了後の肉質が硬く精肉への利用が限定的な親鶏のムネ肉です。こうした親鶏は年間数億羽も発生しているといわれており、この事例はその有効活用にもなっています。

プラズマローゲンをはじめとする機能性表示食品に関する詳しい研究データは消費者庁のホームページで開示されています。もっと詳しく知りたい方は消費者庁の機能性表示食品制度届出データベースをご覧ください。丸大食品株式会社の機能性表示食品の届出番号は「E648」です。

- 消費者庁機能性表示食品の届出情報検索

<https://www.fld.caa.go.jp/caaks/cssc01/>

「こぼれ話」シリーズの URL は

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<事業名> 民間実用化研究促進事業

<事業期間> 平成19年度～平成21年度

<課題名> 親鶏由来の機能性リン脂質群の分離とその含有食品の製造

<研究実施機関> 丸大食品株式会社

Plasmalogen is a type of phospholipid known for being the main component of cell membranes. Plasmalogen is contained in the heart and skeletal muscle, and the brain in large amounts. Plasmalogen is said to decrease with age and is known to have reduced in the brains of patients with Alzheimer's disease compared with other types of phospholipids.

A mice experiment showed that the intake of plasmalogen improved the learning/memory behavior. Based on the results, Marudai Food Co., Ltd. conducted a study in 74 healthy subjects (aged 50 to 79) to confirm the effects of plasmalogen intake on cognitive function improvement.

A cognitive function test was conducted to examine language memory, visual memory, and reaction time 12 weeks after intake. The result showed that language memory, ability to memorize and remember the words, was significantly higher in the 1 mg of plasmalogen intake subgroup of a group of subjects aged 60 and over than that in the subgroup with no intake. These results of studies were published in the "Japanese Pharmacology & Therapeutics," an academic journal (Vol. 47, No. 5, issued on May 20, 2019).

Although there is an issue that only a few studies have been conducted in human subjects, these studies suggest that if the middle-aged and elderly persons take plasmalogen, the progress of their forgetfulness may get slower.

[Published on the homepage of the Consumer Affairs Agency]

Marudai Food's plasmalogen materials are derived from the breast meats of chicken with the egg-laying time of life passed, which is firm, and the use for dressed meat is limited. It is said that hundreds of millions of adult chickens are produced every year. From the abovementioned aspect, this case effectively uses these chickens.

The in-detail data on "Foods with Function Claims," including plasmalogen, are available on the Consumer Affairs Agency's homepage. For more information, please browse the registration database of the "Foods with Function Claims" of the Consumer Affairs Agency. The registration No. of Marudai Food Co., Ltd.'s "Food with Function Claims" is "E648".

- To search the registered information on the "Foods with Function Claims" of the Consumer Affairs Agency: <https://www.fld.caa.go.jp/caaks/cssc01/>

For more information on the "Episode Series," please visit the URL:
<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<p><Project name> Promotion of practical applications of private sector R&D</p> <p><Project period> FY 2007 to 2009</p> <p><Title> Isolation of functional phospholipids from adult chickens and manufacturing foods containing thereof</p> <p><Project research Marudai Food Co.,Ltd. institute></p>

《こぼれ話 6》 子供にも安心の「豆乳クリーム」誕生

生研支援センター成果事例

2020年6月1日号



【甘さひかえめのクリーム】

液体の豆乳から取り出した植物性クリーム（写真1）が誕生しました。生乳由来のクリームにはない、なめらかな食感とひかえめな甘さが楽しめます。家庭でケーキやパンなどの材料としても活用できます

【安心して使える食材】

風味のよい豆乳クリームを開発したのは太子食品工業株式会社（青森県三戸町）と東北大学。乳製品でアレルギーが生じる子供や大人にも安心して使える豆乳を原料にした植物性クリームです。このほか、なめらかな食感が楽しめるため、ディップクリームの材料に使ってヘルシーな豆乳スイーツ（写真2）を作ったり、生地に練りこんでパンを作ることができるなど幅広い用途が見込まれています。



写真1 豆乳クリーム



写真2 豆乳クリームで作れるディップクリーム
～クッキーを添えて～

（写真1、2とも太子食品工業株式会社提供）

バナナレーズン味
ディップクリームの材料
豆乳クリーム 100 g
バナナ 1/2 本
レーズン 10 g
レモン果汁 小さじ 1/2

豆乳クリームという呼び名の商品はほかにもありますが、「増粘多糖類や植物油脂などを添加せずに、とろっとしたクリームを作ったのは初めてです。その意味でこの豆乳クリームは今までにない食材です」（太子食品工業株式会社の話）。

[Episode 6] Debut of child-safe “Soy-milk cream”

Outcome Example of Bio-oriented Technology
Research Advancement Institution

Issued on June 1, 2020



[Lightly sweetened cream]

A vegetable cream product extracted from liquid soy milk (Photo 1) debuted! It has a smooth texture and slight sweetness, unlike existing cream products derived from raw milk. This product can be used as an ingredient for cakes, bread, and others.

[Reliable and secure food ingredient]

Taishi Food Inc. (Sannohe-machi, Aomori), and Tohoku University have developed this good-tasting soy-milk cream product. It is a vegetable cream product produced from soy milk that is safe for children and adults who are allergic to dairy products. Moreover, it is expected to be used in a wide range of applications: making healthy soy-milk soup (Photo 2) and using it as an ingredient for dip cream to add smooth texture and baking bread with soy cream mixed in the dough.



Banana-raisin taste
Recipe for the dipping cream
Soy-milk cream
100 g
Banana
1/2
Raisins
10 g
Lemon juice
a half teaspoon

Image 1: Soy-milk cream

Image 2: Dip cream made of soy-milk cream

-- With a cookie served with the dipping cream --

(Both Images 1 and 2 were supplied by Taishi Food Inc.)

There are several other products in the soy-milk cream market. However, this rich and thick cream product has been developed for the first time without using thickening polysaccharide, vegetable fat or oil. In that sense, this soy-milk cream product is a novel food ingredient” (according to Taishi Food Inc.).

【画期的な製造法】

液体状の豆乳を工業用遠心分離機にかけて、クリームを取り出しますが、東北大学の藤井智幸教授と太子食品工業株式会社の研究者は、豆乳から脂質を含んだクリーム状の凝集物を沈降させ、それを風味を落とさずに安定的に取り出す分離・回収技術を確立しました。

これまで大豆由来のクリームを作る方法としては、豆腐をミキサーで細かくつぶす方法が主でしたが、それだと豆腐に使われている凝固剤のにがりの味が残り、純粋な豆乳の味を出すことが難しかったようです。「この製造法だと純粋な豆乳の風味をつくり出すことができます」（藤井智幸・東北大学教授の話）。

つまり、大豆本来の風味豊かな食材がスイーツや菓子、パンなどに活用できるようになったわけです。商品はネットで販売されています。価格は1袋（500g）1000円（税込）です。

「こぼれ話」シリーズの URL は

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<事業名> 革新的技術創造促進事業（事業化促進）

<事業期間> 平成 27 年度～平成 28 年度

<課題名> 豆乳を原料とした植物性クリームの社会実装

<研究実施機関> 太子食品工業株式会社

[Breakthrough manufacturing method]

Generally, the cream is extracted from liquid soy-milk using an industrial centrifuge. Dr. Tomoyuki Fujii, professor at Tohoku University, and the researchers at Taishi Food Inc. established a technique that spins down creamy sediments containing fat and oil from soy milk and separates the sediments stably without losing flavor.

Conventionally, cream derived from soybeans has been primarily manufactured by grinding tofu (soybean curd) in a mixer. With this method, it is challenging to bring out the natural flavor of pure soy milk because of the remaining taste of a coagulant, bittern, for tofu. “Our manufacturing method enables the pure flavor of tofu to be brought out” (according to Tomoyuki Fujii, professor at Tohoku University).

In short, this food ingredient, rich in the natural flavor of soybean, has become available for sweets, baked sweets, and bread. This product is available online. The price of this product is 1,000 yen (tax included)/pack (500 g).

For more information on the “Episode Series,” please visit the URL:

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

**<Project name> The special project on advanced research and development for
next-generation technology (commercialization promotion)**

<Project period> FY 2015 to 2016

<Title> The realization of a vegetable cream product composed of soy milk

**<Project research Taishi Food Inc.
institute>**

《こぼれ話 7》 ナス由来の成分で血圧や気分の改善効果

生研支援センター成果事例

2020年 6月 15日号



【世界初の研究成果】

ナスに多く含まれるコリンエステルが神経系の働きを調節して、血圧の改善や気分をよくする効果を発揮することがヒトの試験で分かりました。世界初の研究成果です。ナスやその加工食品、サプリメントを通じて国民の健康度を上げるだけでなく、ナス生産者の所得向上につながることも大きな期待が寄せられています。

【ナスには他の野菜の1000倍以上のコリンエステル】

ナス由来成分の研究開発を進めているのは中村浩蔵・信州大学農学部准教授を中心として、北海道情報大学、高知県農業技術センター、農研機構野菜花き研究部門、株式会社 ADEKA、株式会社サラダコスモ、倉澤農園などが参画する「ナス高機能化コンソーシアム」（共同研究事業体）です。

ソバの新芽を乳酸発酵させた食品の降圧作用を研究していた中村氏は2016年、その有効成分であるコリンエステルがソバよりもナスに豊富に含まれていることを発見しました。その含有量は他の野菜に比べて1000倍以上も多い（図1）という大発見でした。以来、中村氏は入手が容易で価格が安く、コリンエステルが豊富なナス（写真1）に着目して、その健康効果の実証やナスの加工食品やサプリメントの開発、ナス栽培産地の活性化などを目指した研究を進めています。これまでにナスの乾燥粉末を活用したマカロンやクッキー、パンを試作するなどナス関連産業の創出にも挑んでいます。

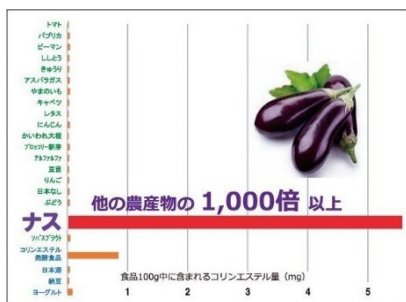


図1 食品素材中のコリンエステル



写真1 コリンエステルが豊富なため、機能性表示食品として届け出がなされた「高知なす」

(図1、写真1とも株式会社ウエルナス提供)

【ヒトの試験で有効性を確認】

コリンエステルの健康効果を確認するため、ヒトを対象とする信頼性の高い臨床試験（プラセボ対照ランダム化二重盲検並行群間比較試験）も行われました。2018年7～11月、血圧が高めで心理的なストレスを感じている35～65歳未満の男女100人をランダムに2群に分け、一方にはナスの搾汁粉末を詰めたカプセル（1日あたり2.3mgのコリンエステル量）、もう一方にはナスの搾汁粉末を含まない偽のカプセル（プラセ

ポ) をそれぞれ12週間摂取してもらい、血圧と気分の変化に差が生じるかを調べました。その結果、コリンエステル摂取群はプラセボ群に比べて、血圧が有意に改善することが分かりました。

また、心理状態アンケートの結果、コリンエステル摂取群は抑うつや怒りの度合いが下がり、友好気分や活気・活力が有意に改善されることも分かりました。研究成果は2019年11月、国際的学術誌「Nutrients」に掲載されました。

【生鮮ナスが機能性表示食品へ】

ナスに含まれるコリンエステルの量は品種によって異なりますが、高知県で栽培されている冬春ナスでJA高知県が扱う「高知なす」（土佐鷹、慎太郎、はやぶさ、竜馬の4品種）には特に豊富に含まれていることが分かっています。1日2本の「高知なす」を食べれば、有効量（1日あたり2.3mg）をほぼ確実に摂取することができます。

今年2月、JA高知県は事業者の責任で科学的根拠に基づき機能性を表示できる機能性表示食品の取得を目指し、所管の消費者庁にその届け出を行いました。愛知県の漬物メーカーの三井食品工業株式会社が開発した「ひとくち茄子漬」も機能性表示食品として消費者庁に届け出を終え、受理を待つ段階です。

信州大学発のベンチャーである株式会社ウエルナスも昨年11月、機能性表示食品としてのサプリメント「ウエルナスサプリ」の届け出を行いました。それとは別にコリンエステルを多く含む通常のサプリメントはすでに今年3月から発売されています。

【高知県のナス農業を活性化】

高知県は日本一のナス産地です。ナス高機能化コンソーシアムでは、採光や加温などでコリンエステルの含有量をさらに高める「高知なす」の栽培法も確立しており、今後は高知全域に広まっていきそうです。現在、家庭でのナスの消費量は低迷していますが、健康によい機能性野菜ナスの消費が増えることで、高知県のナス農業が大きく飛躍することも期待されています。また、ナスは加工用途が少なく、全国で毎年約9万トンもの規格外ナスが廃棄されています（株式会社ウエルナスの試算推定）。この大量の規格外ナスを機能性食品用の加工原料として有効利用すれば、SDGs（持続可能な開発目標）の目標である廃棄ロスの低減に大きく貢献できるだけでなく、生産者の新規収入源にもなります。

【コリンエステルとは】

コリンエステルはコリンと有機酸がエステル結合した化合物群。体内の神経伝達物質として知られるアセチルコリンはその代表的な化合物です。ナスにはアセチルコリンが含まれており、機能性関与成分はナス由来のコリンエステル（アセチルコリン）となります。これは胃や腸など消化器官を介して自律神経に作用し、ストレス性の交感神経活動を抑制して、血圧や気分を改善することが明らかとなっています。

「こぼれ話」シリーズのURLは

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<事業名> 革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト）

<事業期間> 平成29年度～令和元年度

<課題名> 新規機能性成分によるナス高付加価値化のための機能性表示食品開発

<研究代表機関> 信州大学

administered to the subjects in one group; however, a capsule containing no extract powder (placebo) was administered to those in another group to confirm whether any differences were observed in blood pressure level and mood. The result showed that blood pressure levels were significantly improved in the subjects of the treated group compared to those of the subjects in the placebo group.

Moreover, a questionnaire survey of psychological state clarified that the depression state and frustration level were alleviated and friendly mood, vitality, and energy levels were significantly improved in the subjects of the treated group. The result of the study was published in an international academic journal “Nutrients” issued in November 2019.

[Fresh eggplant was designated as “Foods with Functional Claims”]

The content of choline ester in eggplant depends on the eggplant varieties. It has been known that among a lot of varieties, “Eggplants from Kochi” treated by JA Kochi, which are cultivated from winter to spring in Kochi (four varieties, Tosataka, Shintaro, Hayabusa, and Ryouma) contain choline ester in large amounts. An uptake of two “Eggplants from Kochi” per day allows us to surely ingest an effective amount of choline ester (2.3 mg per day).

In February 2020, JA Kochi submitted an application for receiving a notification number as “Foods with Functional Claims” to the Consumer Affairs Agency such that it may be allowed to indicate the functionality of the product based on scientific evidence on the responsibility of the business operator. As for “Hitokuchi Nasu zuke” developed by MITSUI SHOKUHIN KOGYO CO., LTD., a pickles maker in Aichi, an application was sent to the Consumer Affairs Agency for receiving a notification number as “Foods with Functional Claims” and is now being waited.

Wellnas. Co., Ltd., a venture business formed by Shinshu University Wellnas. Co., Ltd. notified as “Foods with Functional Claims” under the name “Wellnas supplement” in November 2019. Moreover, a standard supplement product rich in choline ester was placed on the market in March 2020.

[Revitalization of eggplant cultivation in Kochi]

Kochi is the No.1 place of producing eggplants in Japan. The “Eggplant high functionality consortium” established the method for cultivating “Eggplants from Kochi,” also rich in choline ester by lighting and heating and is expected to spread over the whole Kochi region. At present, the consumption of eggplant by households has been stagnant. However, It is expected that if the consumption of healthy and functional eggplant increases, the eggplant cultivation agriculture would make a big leap in Kochi.

However, processed eggplants have fewer applications and about 90,000 tons of non-standard eggplants are disposed of every year throughout Japan (estimated by Wellnas, Co., Ltd.) Assuming that a lot of non-standard eggplants are effectively used as the material for processing to produce “Foods with Functional Claims,” this idea would not only contribute greatly to a reduction in waste loss, a goal of Sustainable Development Goals (SDGs), but also create a new source of income for farmers.

[What is choline ester?]

Choline ester is a group of compounds of ester-bonded choline and an organic acid. Acetylcholine, known as a neurotransmitter in the body, is a typical one of these compounds. Eggplants contain acetylcholine. The component involved in functionality is eggplant-derived choline ester (acetylcholine). It has been revealed that acetylcholine acts on the autonomic nerves through the digestive organs, such as the stomach and intestines, to inhibit the stress-induced sympathetic nerve activity, thus improving the blood pressure level and mood.

For more information on “Episode Series,” please visit the URL:

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<Project name>	The special scheme project on advanced research and development for next-generation technology (Institution’s corporate enhancement project)
<Project period>	FY 2017 to 2019
<Title>	Development of “Foods with Function Claims” to add higher value to eggplants focusing on a new functional component
<Leading research institute>	Shinshu University

《こぼれ話 8》 AI かん水施肥システムで農作業の省力化

生研支援センター成果事例

2020年6月22日号



【省力化、高収量、高品質の施設園芸】

生産者にとっての大きな悩みは、栽培ほ場まで足を運び、作物の生育具合や土壌の水分量、天候の影響などを確認しながら、いつ、どのタイミングでどの程度の水や肥料を与ればよいかを適切に判断することの難しさです。これまで勘と経験に頼ってきたかん水と施肥の作業に AI（人工知能）を活用することで、省力化、高収量、高品質の三拍子そろった先進的な施設園芸を実現させる事例が出てきています。

トマトやイチゴなどを栽培する生産者の中には「毎日1時間以上かかっていた水やりがほぼなくなり、品質管理や収量アップに専念できるようになった」と水やりと施肥の労働作業が9割も減ったという劇的な例も出てきています。

【最新AIで最適なかん水と施肥】

「ゼロアグリ」と呼ばれるこの新しい技術を開発したのは「株式会社ルートレック・ネットワークス」（神奈川県川崎市・佐々木伸一代表取締役社長）です。2018年、同社は第4回日本ベンチャー大賞（経済産業省主催）で「農業ベンチャー賞（農林水産大臣賞）」を受賞しています。

「ゼロアグリ」（写真1）は土壌センサーによって土壌の肥料成分の指標となる EC（電気伝導度）値を計測し、そこに日射予報のデータを加え、最新 AI 技術によって、最適な量のかん水と施肥を実現するシステムです。



写真1: ゼロアグリ

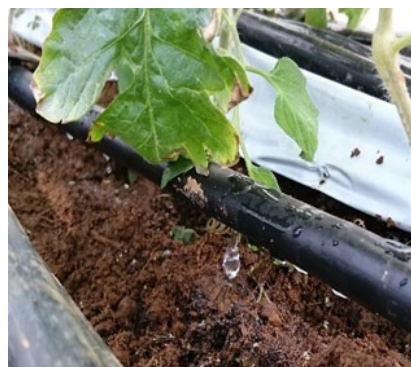


写真2: 点滴チューブ

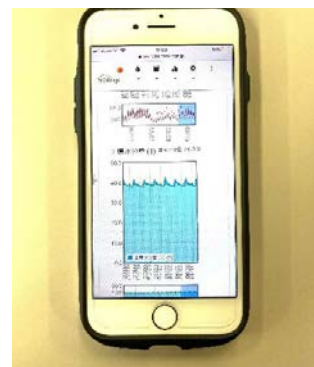


写真3: 管理画面

(写真はルートレック・ネットワークスの HP から)

生産者はハウス内を巡回して作物の生育具合を確認し、水やりを行う作業に相当量の時間と労力を費やします。しかし、「ゼロアグリ」を使えば、点滴チューブ（写真2）から、

[Episode 8] Labor-Saving of Agricultural Workload Using the AI-Driven Watering/Manuring System

Outcome Example of Bio-oriented Technology
Research Advancement Institution

Issued on June 22, 2020



[Labor-saving, high yield, and high-quality protected horticulture]

The primary concern for agricultural producers is the difficulty of adequately determining when and how much water and fertilizer should be applied while visiting the cultivation sites and verifying the growth states of farm products, the water content in the field soil, and the influence of weather. In certain cases, advanced protected horticulture meeting three requirements (labor-saving, high yield, and high quality) have been achieved by taking advantage of artificial intelligence (AI) in watering and manuring works, which have relied on intuition and experience in the past.

Some tomato and strawberry producers have expressed their joy, “We can now engage more in quality management and yield improvement because I don’t have to do watering that used to take more than one hour every day.” About 90% of their watering and manuring works decreased in that dramatic case.

[Ideal watering and manuring by most advanced AI]

This innovative technology, called “ZeRo.Agri,” was developed by Routrek Networks, Inc. (Kawasaki, Kanagawa. CEO, Shin’ichi SASAKI). Routrek Networks, Inc. won the Agricultural Venture Award (Minister of Agriculture, Forestry and Fisheries Award), the 4th Japan Venture Awards 2018 (sponsored by Ministry of Economy, Trade and Industry).

The “ZeRo.Agri” system (Image 1) enables the agricultural producers to determine the most appropriate amount of water and fertilizer based on the electrical conductivity (EC) values, an indicator of the fertilizer content in the field soil, read on a soil sensor, in combination with solar irradiance forecast data, making full use of the most advanced AI technology.



Image 1: ZeRo.Agri system



Image 2: Dripping tube

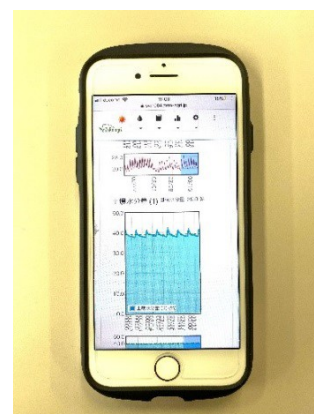


Image 3: Control panel display

(Source: Home Page of Routrek Networks, Inc.)

作物が必要とする培養液（水と肥料）の最適な量が適切な時間に自動供給されるため、作業の省力化と節水が可能となります。この少量多かん水（ほぼ1時間ごとに少量ずつかん水）は作物にストレスをかけないため、高い品質と収量の向上も期待されます。

【スマートフォンによる遠隔操作】

生産者は「ゼロアグリ」によって得られたデータをパソコンやスマートフォン（写真3）で確認できる利点があります。ほ場に行かなくても、管理画面からほ場のデータをモニタリングでき、培養液の濃度や施肥時間の設定も遠隔で操作できます。これにより、これまでかん水と施肥にかかっていた時間が節約され、作物の栽培管理や収穫に集中でき、規模拡大も可能になります。これらの技術は、農業経験の少ない若い新規就農者の農業参入を後押しする援軍にもなります。

【40都道府県200か所以上で導入】

「ゼロアグリ」はすでに福島、熊本、広島、群馬、栃木など40都道府県、200か所を超えるほ場で導入されています。対象となる作物はトマト、キュウリといった果菜類を中心に、最近イチゴでの活用が増えており、実績を伸ばしています。このほか、ピーマンやナス、メロン、花きなどの栽培にも応用され、施設栽培の生産者の力強いパートナーとなっています。

【導入生産者からの喜びの声】

「ゼロアグリ」を導入した生産者からは、「作業時間の削減で規模拡大ができた」「作業効率が上がり、休日の管理なども任せられ、病気が出にくくなってきた」「かん水と施肥にかける時間が削減でき、収穫など他の作業に集中できるようになった」などの声が届いています。作業労働時間の大幅な削減、水と肥料の50%近い節約、3割程度の増収という事例も珍しくありません。

また、このシステムを障がい者の雇用にも結びつけ、農福連携に活用する先進的な取り組みを行う生産者も出てきています。

「こぼれ話」シリーズの URL は

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<p><事業名> 革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト）</p> <p><事業期間> 平成29年度～令和元年度</p> <p><課題名> パイプハウスで高収益を実現するICT利用型養液土耕制御システム汎用化とその実証</p> <p><研究代表機関> 株式会社ルートレック・ネットワークス（ICT養液土耕コンソーシアム）</p>

The producers consume a large amount of time and workload in walking around the greenhouses fields to check the crop growth and applying water. However, because “ZeRo.Agri” can automatically supply the most appropriate amount of nutrient solution (water and fertilizer) required by farm products timely from the dripping tubes (Photo 2), labor- and water-saving become feasible. This frequent watering in small amounts (a small amount of watering almost every hour) is expected to achieve high quality and improve the yield because of no stress imposed on the products.

[Remote control using a smart phone]

The producers have the advantage of verifying the data obtained from “ZeRo.Agri” on a PC or a smartphone (Photo 3). With no need to go to their fields, producers can remotely monitor data on the fields and control the concentration of the nutrient solution and the setting of the manuring timing. Owing to this system, the producers can save the time required for watering and manuring and focus on the cultivation management and yield of farm products, leading to the feasibility of expansion in the scale of farming. This technology can support younger persons who hope to enter the agricultural industry but have less experience in this field.

[Two hundreds or more agricultural fields in 40 prefectures have introduced “ZeRo.Agri.”]

“ZeRo.Agri” has already been used at 200 or more agricultural fields in 40 prefectures, including Fukushima, Kumamoto, Hiroshima, Gunma, and Tochigi. The farm products applicable to this system include fruits and vegetables such as tomato and cucumber. Recently, it has been spreading into strawberry cultivation, thus achieving high yield. Moreover, “ZeRo.Agri” has been applied to the cultivation of bell pepper, eggplant, cantaloupe, and flowers and become a dependable partner in protected horticulture.

[Joyful comments from the producers who introduced “ZeRo.Agri”]

The producers who introduced "ZeRo.Agri" have given their positive comments: "I could expand in size owing to the saved working time"; "Since work efficiency has improved, we can have the "ZeRo.Agri" to manage holiday operation. The farm products are now less prone to disease"; "With the reduced time required for watering and manuring, we are now able to concentrate on other works, such as harvesting." It is not uncommon for the producers introduced “ZeRo.Agri” that the work time has been considerably reduced, water and fertilizer were saved by almost 50%, and their incomes have increased by about 30%.

Moreover, some producers introduced this system to promote the employment of persons with disabilities, which is an innovative challenge in agriculture-welfare collaboration.

For more information on “Episode Series”, please visit the URL:

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<Project name> The Special Scheme Project on advanced research and development for next-generation technology (institution’s corporate enhancement project)

<Project period> FY 2017 to 2019

<Title> Generalization and demonstration of ICT-based fertigation control system, which achieves high incomes using pipe houses

<Leading research Routrek Networks, Inc. (ICT-based fertigation consortium)

《こぼれ話 9》 米を食べて育つ「みやぎサーモン」

生研支援センター成果事例

2020年7月15日号



【純国産ブランドを目指す】

日本の主食の米を食べて育つギンザケがいるのをご存じでしょうか。宮城県内で養殖されるギンザケの多くが宮城県産の米を混ぜた飼料を食べて大きくなっています。生産者たちは海外への輸出も視野に、宮城発の純国産ブランドサーモンの確立を目指しています。

【宮城産養殖が国内の8割以上を占める】

宮城県は1970年代に日本で初めてギンザケの養殖に成功したギンザケ養殖発祥の地です。宮城県の太平洋岸は深く切り立ったリアス式海岸に恵まれ、サケの養殖に適しています。太平洋岸に面した南三陸町、女川町、石巻市の海域が主な養殖場で、宮城県内のギンザケ養殖は国内シェアの8割以上を占めます。ギンザケは日本の河川には遡上しません。国内での養殖は11月～7月に限られ、6～7月が出荷の最盛期となります。



(「みやぎ銀ざけ振興協議会」提供)

宮城県は地の利に恵まれていますが、世界的に見るとサケを養殖するチリやノルウェーなどの産地との競争が激しくなっています。飼料の主原料を輸入に頼るため、飼料価格が不安定になるのが課題のひとつです。最近では国内でもご当地サーモンを養殖する動きが出てきており、他産地との差別化をはかり、独自色を出す必要性がますます高くなっています。そうした中で生まれたのが、宮城県産の米を食べさせる試みです。

【宮城県産米は安定した供給が可能】

養殖生産者や流通業者などは2013年に「みやぎ銀ざけ振興協議会」をつくり、品質向上やブランド化に取り組んできました。その大きな挑戦が宮城県産の米を飼料に使うことでした。一般にギンザケの養殖に使われる配合飼料のおよそ半分はイワシなどの魚粉で、残りは小麦粉や大豆などの穀類、糠類、油脂類です。残念ながら、その飼料原料の約9割は輸入です。輸入に頼れば、為替変動などで価格が不安定になり、養殖経営を圧迫する要因にもなります。

そこで考え出されたのが国産の米を使った飼料です。佐藤實・東北大学農学研究科教授や宮城県水産技術総合センター、国立研究開発法人水産研究・教育機構が中心となって、2016年から南三陸町などの養殖場で米を混ぜた飼料でギンザケを育てる実験を始めました。



[Aiming at raising purely domestic brand salmons]

Do you know coho salmon raised by giving rice, the staple food in Japan, as feed? Most coho salmons aquacultured in Miyagi are raised by the feed mixed with rice from Miyagi. Salmon farmers aim to establish purely domestic brand salmons from Miyagi considering overseas export.

[The production of salmons in Miyagi accounts for 80% or more of domestic production]

Miyagi is the place where coho salmons were first successfully aquacultured in the 1970s in Japan. The Pacific coast of Miyagi is formed by the buff ria coast, which is suitable for the aquaculture of salmons. Central culture farms include sea areas along Minami-sanriku-cho, Onagawa-cho, and Ishinomaki-shi facing the Pacific coast. The share of salmons from Miyagi accounts for 80% or more of the domestic share. Coho salmons do not migrate upstream into Japanese rivers. The aquaculture season is limited to the period from November to July, and the peak of shipping is from June to July.



Image 1: Silvery color of coho salmon
(Supplied by Miyagi Coho Salmon Promotion Association)

Miyagi is blessed with a geographical advantage but engages in fierce competition with the places where salmons are aquacultured in foreign countries such as Chile and Norway. In Japan, the primary raw material for feed depends mostly on imports, raising the problem of unstable feed cost. This is one of the issues to be solved. Recently, there is a growing trend toward the aquaculture of salmons in other areas in Japan. The need is increasingly growing for differentiation from other aquaculture places to create originality. Against this background, the idea of giving rice to salmons as feed has been planned out.

[Rice from Miyagi may be supplied stably]

Salmon farmers and distributors formed “Miyagi Coho Salmon Promotion Association” in 2013 and engaged in quality improvement and branding. Their big challenge is to use rice from Miyagi as feed. Generally, about half of formula feed for salmon aquaculture is a fish meal made of sardine and others, and the other half is the mixture composed of crops such as wheat, soybeans, and oils and fats. Unfortunately, about 90% of the raw material for the feed depends on imports. Dependence on imports may lead to unstable costs due to exchange fluctuation, causing a squeeze on management.

To address this problem, an idea that rice from Miyagi is used for feed was planned out. Under the leadership of Professor Minoru Sato at Graduate School of Agricultural Science, Faculty of Agriculture, Tohoku University, Miyagi Prefecture Fisheries technology Institute, and Japan Fisheries Research and Education Agency, an experiment in which rice-mixed feed is given to coho salmons was started in salmon farms, including Minami-sanriku-cho in 2016.

The feed with rice cultivar and composition varied was experimentally given to coho salmons. The result demonstrated that the juveniles, which had feed composed of fish meal with the same composition rate as existing one and rice at the rate of 20%-25% rather than wheat, were raised to adult fish with the same quality as that of the adult fish having an existing feed. No difference in taste, texture, and

米の種類や配合割合を変えて飼育した結果、魚粉は現行のまま、小麦粉の代わりに米を 20～25%混ぜても、ギンザケは従来の飼料と同様に成長し、身の味だけでなく、食べたときの舌触り、におい、見た目も差がないことが分かりました。どれだけの飼料を与えれば、1kg の身になるかを表す増肉係数も 1.2～1.4 と従来の飼料とほぼ同じです。

こうした試行錯誤の末、2018 年に宮城県産飼料米を 30%配合した養魚用飼料（写真 2）が誕生しました。現在、宮城県内にギンザケ養殖を営む経営体は約 60 ありますが、そのうち南三陸町などの 16 経営体が飼料米を使って飼育しています。米を食べて育つギンザケの今年の生産量（予定）は約 3400 トンで宮城県産の約 3 割を占めています。



（「みやぎ銀ざけ振興協議会」提供）

【地理的表示(GI)認証の取得】

米を食べて育つギンザケも含め、宮城県の養殖ギンザケは、2017 年に「みやぎサーモン」として、宮城県産の農林水産物としては初めて、国から地理的表示 (GI) 保護制度の認証を取得しました。GI 保護制度は産地の特性と結びついた社会・経済・文化的な評価が高い産品の名称を知的財産として保護する制度です。

みやぎサーモンは、ギンザケ本来のおいしさを保つための鮮度保持処理を行った高品質・高鮮度が特徴です。身にツヤと張りがあり、刺身にぴったりの鮮度が自慢です。輸入サーモンに比べて、比較的脂が少なく、甘みのあるヘルシーな食材でもあります。

宮城県内の山でとれたクリの木チップで燻した「みやぎサーモン SMOKE」や「押し寿司」など、より付加価値の高いサーモンを目指し、宮城県内の水産関連会社によるオール宮城プロジェクトも進んでいます。今年 1 月には米国カリフォルニア州の日本食イベントにも参加し、大好評でした。

【海外への展開】

ギンザケ生産・加工業者は高品質のみやぎサーモンを海外へ展開することを考えています。ただ、ギンザケを含めた水産物は、鮮度低下が早く、品質を保つための冷凍輸送が欠かせません。そこで威力を発揮するのが、東北大学などが開発した「スマート解凍」技術です。電子レンジに似た電磁波を利用する解凍法で、冷凍品を迅速・均一に、ドリップレスで、変色やにおいの発生を抑え、どこでも解凍して食べられるようになりました。

「こぼれ話」シリーズの URL は

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<事業名> 革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）

<事業期間> 平成 28 年度～令和元年度

<課題名> 米中心飼料による純国産ギンザケ養殖技術開発と凍結・解凍技術の革新による輸出の拡大

<研究代表機関> 東北大学大学院農学研究科

appearance was observed between coho salmons with different feeds given. The conversion coefficient, which indicates how much feed is required to raise 1 kg fish, is at the same level as the existing feed, 1.2 to 1.4.

After this trial and error, feed mixed with 30% rice from Miyagi for aquaculture was first developed in 2018 (Image 2). At present, about 60 management bodies that operate aquaculture coho salmons exist in Miyagi. Sixteen in Minami-sanriku-cho and other places, among sixty management bodies, use rice-mixed feed for raising juveniles. The estimated production of coho salmons with rice-mixed feed given is ~3,400 tons, accounting for ~30% of the total production in Miyagi.



Image 2: Feed mixed with rice from Miyagi

(Supplied by Miyagi Coho Salmon Promotion Association)

[Acquired Certification of Geographic Indication (GI)]

Coho salmons aquacultured in Miyagi, including those raised with rice-mixed feed, were registered under the name “Salmons from Miyagi” as Protected Geographical Indication (GI) in Japan in 2017. This feature was first achieved in the agricultural and fishery products from Miyagi. The Protected GI System is intended to protect the names of the local products, which reflect the features of the places of production and are highly rated.

High-quality and high-freshness salmons from Miyagi are characterized in that they undergo the freshness keeping process to keep the excellent taste specific to coho salmons. Sliced salmons from Miyagi are glossy and firm, making them precisely suitable for sashimi (sliced raw fish), in which we take pride. Salmons from Miyagi, which are less oily and sweeter than imported salmons, are healthy foods.

Aiming to develop value-added salmon products, “Salmon from Miyagi SMOKE” smoked with chips of chestnut trees collected in the mountains of Miyagi, and “Oshizushi” were created by the fishery companies in Miyagi. They are engaged in All-Miyagi Project. In January 2020, they participated in the Japanese Food Event held in California, U.S.A., and received good reviews.

[Expansion into overseas markets]

Coho salmon farmers and processing companies aim to expand high-quality salmons from Miyagi into the overseas markets. However, marine products, including coho salmons, are easy to deteriorate and should be transported in a frozen state. The “Smart thawing technique” developed by Tohoku University and other institutes effectively address this problem. It is a thawing technique using electromagnetic waves similar to those of a microwave oven. Frozen products are easy to thaw rapidly and uniformly without drips, discoloration, and unpleasant odors. It enables consumers to rapidly thaw and take frozen products anywhere.

For more information on “Episode Series,” please visit the URL:

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<Project name> The special scheme project on advanced research and development for next-generation technology (Regional Strategy Project)

<Project period> FY 2016 to 2019

<Title> Development of a technique for aquaculturing purely domestic coho salmons primarily with rice-mixed feed and the expansion of salmon products from Miyagi into overseas markets through developing an innovative freezing-thawing technique.

<Leading research institute> Graduate School of Agricultural Science, Faculty of Agriculture, Tohoku University

《こぼれ話 10》 ゲノム編集で健康によいトマトが誕生

生研支援センター成果事例

2020年8月3日号



【高血圧の予防効果が期待できる高 GABA トマト】

狙った DNA 配列を意図したとおりに書き換えることができる「ゲノム編集技術」を用いて、ストレス緩和や血圧の上昇を抑える成分として知られる γ (ガンマ)-アミノ酪酸 (GABA) を多く含むトマトが誕生しました。1日2個のミニトマトをおかずに添えるだけで高血圧を予防する期待がもてる新しいトマトです。

【ゲノム編集技術とクリスパーキャス 9】

ゲノム編集技術とは、生物がもっているゲノム (遺伝情報) のうち、特定の DNA を狙って切断し、それが修復される過程で遺伝子の働きに変化を起こす技術です。その中でも最も実用性が高く、ノーベル賞の候補と注目されているのが「クリスパー・キャス 9」といわれる技術です。これは書き換えたい DNA 配列を探し出す役割を担うガイド RNA と、DNA を切断するハサミ酵素 (キャス 9) がセットで働くしくみです。

【世界的な規模で健康増進に貢献】

クリスパーキャス 9 の技術を活用して、GABA が豊富に含まれる「高 GABA トマト」(写真 1) の開発に成功したのは筑波大学の江面浩 (えづらひろし) 教授らです。もともとトマトには GABA が含まれていますが、その量を 4~5 倍に増やしたのが高 GABA トマトです。

GABA は、GABA 生合成酵素 (GAD) の働きでグルタミン酸から作られますが、その酵素の働きをゲノム編集技術で活性化させて、通常の 4~5 倍の量の GABA をつくり出すことに成功しました。

通常のトマトでも水不足などのストレスを与えると GABA は増えますが、逆に収量が減ってしまいます。

このゲノム編集トマトは収量を低下させずに GABA を増やすことができます。

また、GABA が増えることによって、他の栄養成分が減っているかどうか調べられていますが、ほかの栄養成分は従来のトマトと差はありません。



写真 1: 高 GABA トマト (実験系統)
(筑波大学提供)



[High Gamma-Amino Butyric Acid (GABA) tomatoes expected to prevent hypertension]

Using the “genome editing techniques,” which enables the target DNA sequence to be intentionally altered, tomatoes rich in Gamma-Amino Butyric Acid (GABA), known to be component to relieve stress and suppress the elevation of blood pressure, were developed. It is expected to prevent hypertension by taking only two newly created tomatoes added to a dish every day.

[Genome editing techniques and CRISPR/Cas9]

Genome editing techniques cut the target DNA sequence of the genome (genetic information) of an organism and alter the gene action during the DNA-repairing process. Among the genome editing techniques, “CRISPR/Cas9” is the most practical and attracts attention as a candidate for the Nobel Prize.

[Global contribution to health promotion]

Dr. Hiroshi Ezura, Professor at the University of Tsukuba, succeeded in developing “high GABA tomatoes” (Image 1) rich in GABA, thus making complete use of CRISPR/Cas9. Tomatoes initially contain GABA. The high GABA tomato has a GABA content 4 to 5 times higher than that of standard tomatoes.

GABA is produced from glutamic acid under the intervention of GABA biosynthetic enzyme (glutamic acid decarboxylase, GAD). GABA content 4 to 5 times higher than that of standard tomatoes was successfully produced by activating the action of the enzyme.

For standard tomatoes, for example, GABA content increases when stress is given by a shortage in water, but decreases the yield.

However, tomatoes produced by this genome editing technique can increase the GABA content without decrease in yield.

A study examining whether an increase in GABA might reduce other nutritional components demonstrated no difference between new and old varieties of tomatoes.

Tomatoes are eaten all over the world. Assume that the cultivation of high GABA tomatoes produced in



Image 1: High GABA tomatoes
(laboratory strain)
(Supplied by the University of Tsukuba)

トマトは世界中で栽培されているため、日本で生まれた高 GABA 品種が世界へ普及して栽培されれば、世界中の人が高 GABA トマトを食べることができるようになります。世界保健機関 (WHO) によると、世界には高血圧症に苦しむ人たちが 10 億人以上いるといわれています。日本発の国産ゲノム編集技術が世界の人々の健康向上に貢献する可能性も十分に考えられます。

【従来の品種改良と変わらず審査は不要】

高 GABA トマトは、狙った DNA の部分を切っただけで外部から遺伝子を挿入していません。外来の遺伝子が残存していないことも確かめられています。このように外来遺伝子を組み入れていないゲノム編集食品は、外来遺伝子を組み込んだ遺伝子組み換え食品とは異なり、従来の育種と比べて遺伝子の変化に差がないため、審査は不要です。農林水産省と厚生労働省への事前相談と届け出を経て、市場に登場することになりますが、2020 年度中の試験販売を目指しています。

【 γ -アミノ酪酸(GABA)】

4 つの炭素骨格からなるアミノ酸の一種。脊椎動物の中樞神経系では主に海馬、小脳、脊髄などに存在します。動物では抑制性の神経伝達物質として働き、ストレス緩和や血圧上昇を抑える機能性成分として知られています。血圧の低下作用やリラックス効果は海外も含め、人を用いた複数の試験で確かめられています。食品ではトマトのほか、ジャガイモ、温州みかん、玄米、ケール、キムチなどにも含まれています。

「こぼれ話」シリーズの URL は

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<事業名> 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)

「次世代農林水産創造技術」

<事業期間> 平成 26 年度～平成 30 年度

<課題名> ゲノム編集技術等を用いた農水産物の画期的育種改良

<研究実施機関> 筑波大学

Japan spread into the world. In that case, people all over the world can eat this variety of healthy tomatoes. According to the World Health Organization (WHO), one billion people are globally suffering from hypertension. It is expected that the genome editing technology developed in Japan may contribute to people's health promotion around the world.

[No examination is required in the case of conventional breeding]

When high GABA tomatoes are produced, only the target DNA sequence is cut away without a foreign gene. It was confirmed that no foreign gene remained in tomatoes. Accordingly, examination for genetically engineered foods without foreign genes inserted is not necessary. They are different from genetically engineered foods with foreign genes inserted because there is no difference in genes compared with conventional breeding. GABA tomatoes will be on the market after consulting and submitting the application to the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries and the Ministry of Health, Labour and Welfare. Moreover, GABA tomatoes are planned to conduct test-marketing within 2021.

[γ -aminobutyric acid (GABA)]

GABA is a type of amino acid composed of four carbon skeletons. GABA is primarily found in the hippocampus, cerebellum, and spinal cord in the vertebrate central nervous system. GABA is a functional component that acts as an inhibitory neurotransmitter that relieves stress and inhibits the elevation of blood pressure in animals. Its hypotensive action and relaxing effects were confirmed in multiple studies on human subjects in Japan and foreign countries. In addition to tomato, GABA is contained in foods including potato, Satsuma mandarin (Citrus unshu), unpolished rice, kale, and kimchi (Korean pickles).

For more information on "Episode Series," please visit the URL:

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

**<Project name> Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program (SIP)
"Next-generation agricultural, forestry, and fisheries innovative technology"**

<Project period> FY 2014 to 2018

<Title> Epoch-making breeding improvement using genome-editing and other techniques

**<Project research University of Tsukuba
institute>**

《こぼれ話 11》 性フェロモンでガを退治

生研支援センター成果事例

2020年8月17日号



【性フェロモンで防除】

みなさんは「性フェロモン」という言葉を聞いたことがあるでしょうか。一般に昆虫などでメスが交尾目的でオスを誘引するために放出する化学物質を性フェロモンと呼びます。この性フェロモンを合成して、果樹園に放ち、オスとメスの交信、交尾を妨げることで害虫のガを減らす試みがあります。福島県のリンゴ園などで性フェロモンによる防除が大きな成果を収めています。

【木にチューブを巻き付けて、ガを減らす】

リンゴ園やナシ園で幹や枝に寄生する害虫にヒメボクトウ（写真1、徳島県立農林水産総合技術支援センター提供）がいます。ガの一種です。その幼虫（写真2、中牟田潔氏提供）は幹や枝の中に入って木の内部を食べます。木の中で2～3年間も過ごすと、リンゴの木は衰弱し、枯死することもあります。

その対策として、果樹農家は被害樹を切ったり、樹に薬剤を注入する方法などで対処してきましたが、より負担の軽い方法として、合成性フェロモン剤が登場しました。農家は果樹園の幹や枝に合成性フェロモンを封入したチューブ状のディスペンサー（写真3、福島県農業総合センター果樹研究所提供）を巻き付ける（10アール当たり100～150本）だけです。設置後、合成性フェロモンはじわじわと空気中に広がり、果樹園を覆います。オスは、メスの分泌する性フェロモンをめぐらして飛んでいき、交尾をしようとしませんが、合成性フェロモンが充満していると、メスがどこにいるか分からなくなり、本物のメスと交尾できなくなります。

その結果、繁殖・産卵率が下がって、次世代以降のガの数が徐々に減っていくという仕組みです。



写真1：ヒメボクトウの成虫

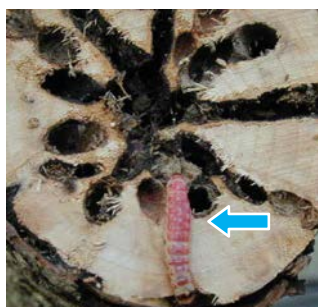


写真2：赤い虫(矢印)が幼虫



写真3：チューブ状ディスペンサー

殺虫剤だと効果は1～2週間しか持続せず、適期の散布を逃すこともあります。性フェロモン剤は効果が約3カ月間持続するため、そういう心配がなくなります。この他、①取り付けが簡単 ②もともと自然界で虫が出している物質なので人や家畜への毒性は極めて低い



[Control of moths with a sex pheromone agent]

Have you ever heard of the word “sex pheromone”? In general, chemical substances released from female insects to attract male insects for mating are called sex pheromones. An attempt has been made to reduce the number of harmful moths by synthesizing the sex pheromone and spraying it around the farms to prevent the male and female moths from communicating and mating. Apple farms in Fukushima have achieved excellent results in controlling moths with a sex pheromone agent.

[Reduces the number of moths with tubes wound around trees]

An insect pest called *Cossus insularis* bores into the trunks and branched of apple and pear trees in farms (Photo 1 by Tokushima Prefectural Agriculture, Forestry, and Fisheries Technology Support Center). *Cossus insularis* is one of the moth species. The larva of *Cossus insularis* (Photo 2 by Mr. Kiyoshi Nakamuta) invades into the tree trunk and branch and eats ligneous tissues. Certain apple trees, where the larva grows for 2-3 years, have gradually weakened and might progress into death.

To address this issue, fruit farms have made considerable efforts in taking measures, such as cutting down the affected trees and injecting pesticides. Against this ground, a more labor-saving synthesized sex pheromone agent has been developed. The farmers may control moths only by winding tubular dispensers around the trunks and branches of the trees in the fruit farms (Photo 3 by Fruit Tree Research Center, Fukushima Agricultural Technology Center). (100 to 150 tubes per 1,000 square meters).

After installing the dispensers, synthetic sex pheromone slowly spreads into the air and throughout the fruit farm. The male moth flies to aim the smell of sex pheromone released by the female moth for mating. However, the male moth may not locate the female moth in the air filled with the synthetic sex pheromone, failing to mate with the living female moth. This is why the reproductive rate and egg-laying rate of moths decrease, leading to gradually reduced offspring.



Image 1: Adult of *Cossus insularis*

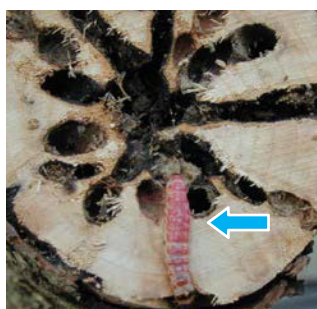


Image 2: A red worm (indicated by an arrow) is a larva.



Image 3: Tubular dispenser

The effect of an insecticide is retained only for 1 to 2 weeks; accordingly, the farmers may miss spraying it at an appropriate time in some cases. However, the effect of the sex pheromone agent is retained for a few months, eliminating the concern about the failure to spray. This agent is characterized in that: 1) it is easy to install; 2) it has very low toxicity to the human body and livestock because it is a substance released by

③リンゴやナシなどの作物に残留する心配がない④殺虫剤の使用を減らすことができ、天敵などの有用生物を保全できる、などの特色があります。

【福島県で大きな成果】

2011年～13年、千葉大学や福島県農業総合センター果樹研究所などが共同研究で福島県内のリンゴ園で実証したところ、合成性フェロモン剤を設置して3年後、全体に占める被害樹木の割合は当初の約3割から約1割に減りました。同様の研究成果は徳島県のナシ園の試験でも認められました。

こうした研究成果を背景に2015年、共同研究に携わっていた信越化学工業株式会社が「ボクトウコン-H」という名称で農薬登録を行い、実用化の道を歩み始めました。現在、福島県ではこの「ボクトウコン-H」の設置によって、被害がほとんど見られなくなりました。福島県は早期防除に成功した優良事例ともいえます。

この研究成果は、農林水産省が進める「イノベーション創出強化研究推進事業」の普及優良事例に選ばれ、2019年7月、農林水産省で記者説明会が行われました。

この説明会で発表した中牟田潔・千葉大学グランドフェローは以下のように述べています。「ガの幼虫がリンゴやナシの枝幹に入り込むと、従来の殺虫剤散布では幼虫に立ち向かえませんが、交信かく乱で交尾を阻害し、次世代密度を減らす「ボクトウコン-H」は、速効性はありませんが、数年間にわたり広域で使用すれば、より優れた被害低減効果を示すことがわかっています」。

【ヒメボクトウ】

チョウ目ボクトウガ科に属するガ。灰褐色の羽をもち、成虫の体長は3～4cm。もともとは森林害虫とされていましたが、2001年、徳島県のナシ園で初めて幼虫による被害が報告され、以後、秋田（日本ナシとリンゴ）、福島（リンゴと日本ナシ）、宮城（日本ナシ）、千葉（日本ナシ）、佐賀（日本ナシ）など被害は東北地方を中心に広がっています。

「こぼれ話」シリーズの URL は

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<事業名> 農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業（実用技術開発ステージ）

<事業期間> 平成23年度～平成25年度

<課題名> リンゴ、ナシ産地を蝕む「ヒメボクトウ」に対する複合的交信かく乱防除技術の開発

<研究実施機関> 千葉大学、福島県農業総合センター果樹研究所、信越化学工業など

the moths in nature; 3) it eliminates the concern about the residual agent in products, such as apples and pears; and 4) capable of reducing the frequency of insecticide application, resulting in the conservation of beneficial organisms such as natural enemies.

[Great achievement in Fukushima]

Between 2011 and 2013, Chiba University, Fruit Tree Research Center (Fukushima Agricultural Technology Center), and others conducted a joint research project in apple farms in Fukushima. The ratio of the damaged trees to the total trees reduced to about 10% from 30% three years after the synthetic pheromone agent was applied. Similar results were obtained at the pear farms in Tokushima Prefecture.

With the background of these research outcomes, one of the joint research members, Shin-Etsu Chemical Co., Ltd. submitted an application for the registration as “a control agent” and the agent was accredited under the product name of “Bokutoukon®-H” in 2015 when a path for practical use was opened up. At present, damage by moths is no longer seen because of the installment of “Bokutoukon®-H” in Fukushima. The measure for preventing fruit tree damage from moths in Fukushima is an excellent successful case of early control of moths.

These research results won the award of Popularized Good Practice of “the Special Scheme Project on Advanced Research and Development for Next-Generation Technology” sponsored by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan (MAFF). In July 2019, a press briefing was held at MAFF.

Dr. Kiyoshi Nakamuta, a Grand Fellow at Chiba University, made the following speech. “Once larvae of moths have invaded into the trunk and branch of apple or pear trees, they cannot be controlled even by spraying any of existing insecticides. “Bokutoukon®-H” reduces the density of next-generation by disrupting the communication between male and female moths. It prevents them from mating and is not a fast-acting agent. However, it was demonstrated that when the agent is used over a wide area for several years, it will exhibit an excellent effect in reducing damage by moths.”

[*Cossus insularis*]

Cossus insularis belongs to the family Cossidae, the order Lepidoptera. It has gray-brown wings, and the body length of an adult is 3 to 4 cm. Previously, *Cossus insularis* had been designated as a forest pest insect. In 2001, damage by *Cossus insularis* in the pear farms in was first reported in Tokushima. Since then, the damage has been spread into several prefectures, including Akita, Fukushima (apple and Japanese pear), Miyagi, Chiba, and Saga (Japanese pear), centering on Tohoku District.

For more information on “Episode Series,” please visit the URL:

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<Project name> The special scheme project on advanced research and development for next-generation technology (Practical Technology Development Stage)

<Project period> FY 2011 to 2013

<Title> Development of complex technology for controlling “*Cossus insularis*,” which affects the places of apple and pear production, by disturbing the male-female communication

<Project research Chiba University, Fruit Tree Research Center(Fukushima Agricultural institute> Technology Center), and Shin-Etsu Chemical Co., Ltd., and others

《こぼれ話 12》 ロボットでサンマかば焼きを缶詰に

生研支援センター成果事例

2020年9月1日号



【岩手大学がロボット開発】

イワシやサンマなどの魚を加工して缶詰などにする水産加工場では恒常的に担い手が不足し、働く人の高齢化が進んでいます。岩手大学工学部の三好扶（みよし・たすく）教授らの研究チームは人工知能（AI）を活用し、サンマの切り身の大きさを認識して、定められた量を缶に詰める「定量充填作業用ロボット」を開発しました。近く実証試験が始まります。今後、ロボット化が水産加工業全体に広まれば、大幅な生産性向上が期待され、震災後に落ち込んだ水産加工業の発展にも大きく貢献できます。

【切り身に接触せず、釣り上げて缶へ充填】

サンマのかば焼き缶詰を生産する加工場の工程は、身を切って、焼いて、一定の重量の切り身を見栄え良く缶に詰める作業に大きく分けられます。身を切って焼く工程は専用の機械が用いられてきましたが、全工程の約3割を占める最後の「缶への定量充填作業」は機械化が難しく、人手に頼る人海戦術が続いています（写真1）。

働く人が立ったままの姿勢で魚の切り身をその大きさに応じてバランスよく巧みに選別して缶に詰める作業は長年の経験と熟練を必要とします。しかし、その作業が重労働でもあることから、新規担い手が不足し、高齢化が進んでいるのが実情です。このため、この定量充填作業をどう機械化するかが大きな課題となっています。



写真1：人手による充填作業
(岩手大学提供)

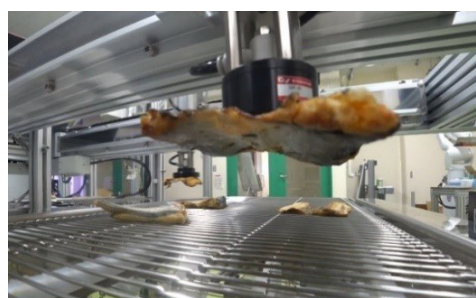


写真2：切り身をつかむロボットハンド
(岩手大学提供)

その打開策として、三好氏は定量充填作業をロボット化することに着目し、2015年から、熟練作業者のノウハウを人工知能に学習させ、缶詰製造工程の全自動化に取り組んできました。

サンマかば焼きの缶詰充填作業は、ベルトコンベヤーで流れてくる焼いたサンマの尾部と腹部を1枚ずつ選んで缶に詰めていきますが、その際、まず最初に尾部の皮面を上向きにして缶の底に置き、次いで腹部の皮面を下向きにして重ねていくことが必要になります。缶に



[Iwate University developed work robots]

In marine product processing plants, where fishes, such as sardine and saury, are processed into canned products, there is a constant worker shortage, and the workers' aging progresses. A research team led by Dr. Tasuku Miyoshi, professor at Faculty of Science and Engineering, Graduate School of Science and Engineering, Iwate University, developed a "robot for quantitative filling work" capable of recognizing the sizes of sliced saury and filling a given amount of slices in cans using artificial intelligence (AI). A demonstration experiment will begin soon. Spreading of the robots' utilization over the marine product processing industry is expected to contribute to a big improvement in productivity. Consequently, the revitalization of the marine product processing industry depressed after the Great East Japan Earthquake can be expected.

[Picking up slices directly and filling in cans with no contact]

The process of producing canned saury kabayaki involves the main steps of cutting saury into slices, roasting the slices, and filling a given volume of the slices in cans with a good appearance. In the step of cutting fish into slices and roasting the slices, dedicated machines have been used. However, the last step of performing "quantitative filling work," occupying about 30% of the entire process, is difficult to mechanize. It thus still depends heavily on manpower (human-wave-tactics) (Image 1).

Experience and skills achieved over the years are required for workers in a standing position to work efficiently on selecting out the slices appropriately and skillfully to pack the same volume of content and filling them in cans. Thus, there is a shortage of new manpower because of hard work, and the aging of workers is becoming an issue. Therefore, how to mechanize this quantitative filling work has been a big issue to be solved.



Image 1: Filling work by manpower
(Supplied by Iwate University)



Image 2: Robot hand picking up a slice
(Supplied by Iwate University)

To solve the issue, Dr. Miyoshi et al. focused on a robot for quantitative filling work. They have had an AI robot learn the skilled workers' know-how since 2015 and have been developing a full automation of the canned product manufacturing process.

In the step of filling kabayaki saury slices in cans, one of the tail parts and trunk parts of roasted saury slices on a belt conveyor are picked up to fill in cans. When filling the slices in a can, the workers require to put the skin side of the tail part upward at the can's bottom and lay a trunk part with the skin side down onto the tail part. The net content filled in a can is specified as about 80 g. They planned out an idea to let a robot

詰める量は約80gと定められています。こうした一見簡単なようで複雑な選別充填作業をロボットにやらせてもらうというわけです。

その方法として、三好氏は、ベルトコンベヤーで流れるサンマの切り身の大きさや重さ、位置を人工知能で瞬時に識別し、選別することでロボット化を進めてきました。このロボットはサンマの尾を反転させて、皮面を上向きにする高度な作業もこなします。さらに、サンマの切り身に触ることなく、空気の力を利用して、身をさっとつりあげて所定の缶に収める「非接触型ハンド」（写真2）を使っているのも特徴です。

【年間数千万円のコスト削減も可能】

ロボットハンドが焼かれた切り身をさっとつりあげて、すっと運び、缶に素早く充填するのに要する時間はわずか8秒です。この処理スピードは、ほぼ人間と同じくらいです。現状では1日あたり10万個の缶詰をつくるのに12人で約8時間かかっていますが、この作業がロボットシステムの導入で楽々とできるようになるのです。

12人分の人間に相当するロボットの導入費用は5000万円近くかかりますが、一工場ですら年間、数千万円分の人件費が節約できることも期待できます。

【今年中にも実証試験】

このロボットシステムは、イワシやサバなど他の魚の缶詰作業にも応用できます。さらにはコンビニエンスストアの弁当作りやレトルト食品の食材の充填にも応用できます。

このロボットシステムが実際にどの程度の成果を発揮するかの実証試験が、今年中に缶詰や冷凍食品などを製造販売する津田商店（岩手県釜石市）と連携して行われます。三好氏は「生産性を高めるロボットシステムが導入されれば、イワシやサバなど栄養豊かな多獲性魚類の缶詰がより安価に供給され、国民の健康向上にも貢献できます。工場での生産性の向上は、作業従事者がより付加価値の高い分野にシフトすることを可能にし、地域産業や食品製造業の活性化にもつながります」と将来の波及効果に期待しています。

※AIロボットがサンマの切り身に接触せず、巧みに身を釣り上げて缶に収める驚異の様子はYouTubeで公開されています。以下です。

【IwateMiyoshiLab】

缶詰製造工程の定量充填作業用ロボットシステム2号機動作風景(ハンド部)

https://www.youtube.com/watch?v=PEN_JCjtqcl

缶詰製造工程の定量充填作業用ロボットシステム2号機動作風景(全体)

<https://www.youtube.com/watch?v=sEFpXWIZaik>

「こぼれ話」シリーズのURLは

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<事業名> イノベーション創出強化研究推進事業
<事業期間> 平成28年度～平成30年度
<課題名> 多獲性魚類加工のためのロボットシステムの開発
<研究代表機関> 岩手大学

perform simple but complicated filling work.

To achieve this idea, Dr. Miyoshi et al. have been engaged in developing a robot capable of quickly recognizing the sizes, weights, and positions of the saury slices on a belt conveyor and appropriately picking them up. This robot is capable of skillfully reversing the tail of the saury to put the skin side upward. The robot is characterized in that it has a “non-contact hand” (Photo 2) capable of rapidly picking up a saury slice by means of air suction power with no contact and putting it into the can.

[Annual cost may be cut down by tens of millions of yen]

The time required for the robot hand to rapidly pick up the roasted slice, smoothly transport it, and swiftly filling it in a can is only 8 s. The robot’s processing speed is at the same level as that of human workers. At present, it takes about 8 h for 12 workers to manufacture 100,000 canned products per day. When the robot system is introduced, the robot will perform this work more smoothly.

The cost required for introducing the robot with labor equivalent to labor of 12 workers is estimated to be about 50 million yen; however, it is expected that labor costs of tens of millions of yen may be saved per year.

[A demonstration experiment will begin within a year!]

This robot system may be applicable to the manufacturing of canned products of other fishes, including sardine and mackerel. It is applicable to making packed lunches at convenient stores and filling ingredients in retort pouches.

A demonstration experiment will be performed to verify the fruitful results achieved by the robot system within a year in cooperation with Tsuda Shouten, a manufacturer and seller of canned products and frozen food products (Kamaishi, Iwate). Dr. Miyoshi says, “Introduction of a robot system that can improve the productivity may lead to the supply of canned products of nutrient-rich and good-catch fishes, including sardine and mackerel at lower costs, and contribute to the improvement of people’s health. Moreover, an improvement of the productivity in plants enables workers to shift to higher value-added workplaces, leading to the revitalization of local industries and food manufacturers” in hopes of the future spreading effect.

※The scenes in which the AI robot picks up saury slices and fills them in cans skillfully with no touch can be watched on YouTube. Links:

[Iwate Miyoshi Lab]

A scene in which the “robot system 2 for quantitative filling work” working in the canned product manufacturing process (hand part)

https://www.youtube.com/watch?v=PEN_JCjtqcl

A scene in which the “robot system 2 for quantitative filling work” working in the canned product manufacturing process (whole picture)

<https://www.youtube.com/watch?v=sEFpXWIZaik>

For more information on “Episode Series,” please visit the URL:

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<Project name> The special scheme project on advanced research and development for next-generation technology

<Project period> FY 2016 to 2018

<Title> Development of the robot system for processing good-catch fishes

<Leading research Iwate University institute>

《こぼれ話 13》 雑海藻でウニやナマコを飼育

生研支援センター成果事例

2020年9月15日号



【雑海藻をウニやナマコのえさに活用】

北海道の東部沿岸海域にあるコンブ漁場では、利用価値の低いスジメ、アイヌワカメ、ウガノモクなどの雑海藻(写真1)がたくさん生育しています。これらの雑海藻は商品価値の高いコンブ類の生育を阻害するため、漁業者はその対処法に頭を痛めています。その一方、各地の海で海藻類が育たない「磯焼け」現象(写真2)が広がり、海ではやせたウニ(写真3)が増える問題が起きています。さらにウニを育てる施設ではえさとなる海藻類が足りず、ナマコの種苗を育てる施設では専用のえさが未開発という課題を抱えています。こうした三重苦の打開に挑んだ水産研究・教育機構、北海道立総合研究機構、北海道、北海道栽培漁業振興公社の4機関は雑海藻を加工し、ナマコの種苗やウニのえさとして活用する技術を開発しました。



写真1: 利用価値の低いスジメ
(北海道立総合研究機構提供)



写真2: 海藻類が育たない磯焼け
(北海道立総合研究機構提供)



写真3: 身の少ないやせたウニ
(水産研究・教育機構提供)

【湯通しスジメとハクサイの併用で味良好のウニ誕生】

雑海藻のスジメをえさに用いる場合、どのように加工すれば、ウニが順調に成長し、食味がよくなるのでしょうか。同水産技術研究所・亜寒帯浅海域グループの鶴沼辰哉・主幹研究員らは、生、塩蔵、冷凍、乾燥、湯通し、湯通し冷凍、湯通し乾燥の7種類のスジメをエゾバフンウニに4週間与えてみました。湯通しは沸騰した海水に30秒浸すやり方です。すると、湯通ししなかった4種類のスジメに比べて、湯通ししてから保存した3種類のスジメのほうが、大きくてきれいな身ができることが分かりました。

しかし、ウニは生でない海藻を食べると味が苦くなる性質があり、湯通しスジメを与えたウニにも苦味が生じました。



写真4:
身入りのよい大きく、きれいなウニ
(北海道立総合研究機構提供)



[Unutilized seaweeds are used as feeds for sea urchins and sea cucumbers]

In the kelp harvesting spot on the east coast of Hokkaido, various seaweeds that are not utilized and have no commercial value, such as *Costaria costata*, *Alaria praelonga* and *Cystoseira hakodatensis* (Image 1) grow thickly. The fishermen suffer from these seaweeds and have been seeking solutions because they prevent kelp from growing. On the other hand, the “rocky-shore denudation” phenomenon has spread into the seas of various regions, where it is difficult for seaweeds to grow (Image 2). In such regions where seaweeds scarcely grow, sea urchins with thin gonads are increasing in number, which is also a problem, because only the gonads are the edible sections (Image 3). Furthermore, the sea urchins hatcheries and farms struggle with a shortage of seaweeds to feed sea urchins. Also the sea cucumber hatcheries have a problem that special feed for juvenile sea cucumbers has still not been developed. Against this background, a project team comprising four organizations, Japan Fisheries Research and Education Agency, Hokkaido Research Organization, Hokkaido Government Office, and Hokkaido Aquaculture Promotion Corporation, developed methods to process the unutilized seaweeds as feeds for sea urchins and sea cucumbers.



Image 1: *Costaria costata* with no commercial value
(Supplied by Hokkaido Research Organization)



Image 2: “Rocky-shore denudation” phenomenon that disables seaweeds to grow
(Supplied by Hokkaido Research Organization)



Image 3: A sea urchin with thin gonads
(Supplied by Japan Fisheries Research and Education Agency)

[Debut of good-taste sea urchins fed with a combination of blanched *Costaria costata* and Chinese cabbage]

When *Costaria*, a seaweed, is used for feed, how should it be processed to grow sea urchins that are healthy and tasteful? Dr. Tatsuya Unuma, a senior researcher of the subarctic marine environment group in Japan Fisheries Research and Education Agency, and his colleagues gave seven types of fresh or processed *C. costata* to short-spined sea urchins for four weeks. The seven types were; fresh, salted, frozen, dried, blanched, blanched & frozen, and blanched & dried. In the blanching step, *C. costata* was immersed in boiling seawater for 30 s. The result showed that the sea urchins fed with three types of blanched *C. costata* had larger and better gonads than those fed with the other four types of non-blanched *C. costata* including fresh one.



Image 4:
Sea urchin with large gonads and good appearance
(Supplied by Hokkaido Research Organization)

However, the gonads taste of sea urchins usually becomes bitter when they are raised on preserved (not alive) seaweeds. Actually, the sea urchins fed with blanched *C. costata* tasted bitter.

To address this issue, blanched & dried *C. costata* was given to Northern sea urchins for six weeks, followed

そこで今度はキタムラサキウニを対象に湯通し乾燥スジメを6週間与え、そのあとに生のハクサイを3週間与えたところ、苦みが消え、見た目の色もよく、身も大きく、甘みのあるウニ(写真4)ができることが分かりました。

【幼ナマコは粉末化した雑海藻と珪藻土ですくすく成長】

一方、ナマコについては、乾燥させて粉末化した雑海藻のアイヌワカメ、スジメ、ウミトラノオ、アナアオサを幼ナマコ(写真5)に4週間与えたところ、一般的に使われている輸入品の海藻粉末に比べて、成長が良いことが分かりました。ナマコには歯がなく、消化管には大量の泥や砂が見られます。その特質を考え、さらにスジメの粉末に珪藻土を20~90%の割合で混ぜて、幼ナマコに4週間与えたところ、珪藻土の混合割合が高いほどナマコの成長率が高いことも分かりました。

こうした研究成果が実り、幼ナマコの飼料として、2019年9月に「ナマコの主食」(写真6)、2020年6月には幼ナマコよりもさらに小さな稚ナマコ向けに「ナマコの離乳食」が市場に登場しました。魚の加工品を手掛ける地元の株式会社ワイエスフーズ(北海道森町)が製造・販売しています。海水で溶くだけで使用できる使いやすい飼料です。



写真5: 海藻粉末を食べる幼ナマコ
(水産研究・教育機構提供)



写真6: 幼ナマコの飼料
(水産研究・教育機構提供)

【効率的な収集体制の構築が今後の課題】

雑海藻がウニやナマコのよいえさになることは立証できましたが、雑海藻を効率的に集めて、漁場から、飼料を製造する工場へ運ぶ体制が出来上がっていないことが課題として残っています。すでに飼料として販売されている「ナマコの主食」と「ナマコの離乳食」は、漁場ではなく、水産加工場で廃棄された海藻を原料にしているため、ある程度は資源の有効活用になっていますが、雑海藻をさらに有効利用する効率的な仕組みを構築することがこの研究課題の最終的な目標です。

一方、本州でも、アナアオサやウミトラノオなど雑海藻の有効利用は進んでいないため、この研究成果は北海道以外でも生かされることが期待されています。

「こぼれ話」シリーズの URL は

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<事業名> イノベーション創出強化研究推進事業

(旧農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業(実用技術開発ステージ))

<事業期間> 平成27年度~平成29年度

<課題名> 道東海域の雑海藻を原料とした水産無脊椎動物用飼料の開発と利用

<研究実施機関> 水産研究・教育機構水産技術研究所(旧北海道区水産研究所)など

by fresh Chinese cabbage for three weeks. These sea urchins had larger and better gonads. They were no longer bitter; they even tasted sweet. (Image 4).

[Fast growth of juvenile sea cucumbers fed with powdered seaweeds and diatomite]

To develop feeds for sea cucumbers, unutilized seaweeds (*Alaria praelonga*, *C. costata*, *Sargassum thunbergii*, and *Ulva pertusa*) were powdered after drying, and given to juvenile sea cucumbers (Image 5) for four weeks. They grew better than those fed with commonly used imported seaweed powder. Sea cucumbers have no teeth and often accumulate a large amount of mud and sand in the digestive tract. Considering the above feature, diatomite was added to the powdered *C. costata* at the rates ranging from 20% to 90%, and the mixture was given to juvenile sea cucumbers for four weeks. The result showed that the higher the composition rate of diatomite, the faster the juveniles grew.



Image 5: Juvenile sea cucumbers eating seaweed powder
(Supplied by Japan Fisheries Research and Education Agency)

Finally, their efforts in carrying out this research bore fruit. In September 2019, “Namako no Shushoku (Staple Food for Sea Cucumbers)” as the feed for juvenile sea cucumbers (Image 6), and in June 2020, “Namako no Rinyuushoku (Baby Food for Sea Cucumbers)” as the feed for juvenile sea cucumbers just after settlement were placed on the market. YS FOODS, a local company (Mori-machi, Hokkaido), which operates a fish processing business, produces and sells these products. Both feeds are easy to use because the users simply add some seawater to the feed just before feeding.



Image 6: Feed for juvenile sea cucumbers
(Supplied by Japan Fisheries Research and Education Agency)

[Future challenge is to establish an effective harvesting system]

It has been demonstrated that the unutilized seaweeds can be processed as good feeds for sea urchins and sea cucumbers. However, issues of efficient harvesting of unutilized seaweeds and transporting them from the fishing grounds to the factory where feeds are manufactured, remain unsolved. “Namako no Shushoku” and “Namako no Rinyuushoku” on the market are, to some extent, successful examples of the effective use of resources, because the seaweeds disposed of at seafood-products factories are used as their material. However, the ultimate goal of the present research project is to establish an efficient system to use all kinds of seaweeds more effectively, including the unutilized seaweeds harvested at fishing grounds.

On the main island of Japan, various seaweeds, such as *Sargassum thunbergii* and *Ulva pertusa*, have hardly been utilized. Therefore, the results of the present research are expected to be put into practice in other regions as well as in Hokkaido.

For more information on “Episode Series,” please visit the URL:

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<Project name> The special scheme project on advanced research and development for next-generation technology
(Former agriculture, forestry, fisheries and food industry scientific technology research advancement institution (practical technology development stage))

<Project period> FY 2015 to 2017

<Title> Development and use of feeds for marine invertebrates using unutilized seaweeds as materials in the east coast of Hokkaido

<Project research Regional Fisheries Research Laboratory, Japan Fisheries Research and institutes> Education Agency (Former Hokkaido Regional Fisheries Research Laboratory, etc.)

《こぼれ話 14》 オリーブ果実（マスリン酸）でロコモ改善

生研支援センター成果事例

2020年10月1日号



【骨格筋の維持で機能性表示食品に】

超高齢社会の到来で膝や腕など運動器の障害によって、高齢者が「要介護」となるロコモティブシンドローム（運動器症候群、略してロコモ）が大きな問題となっています。関節の痛みや筋肉の衰えなどは運動器症候群につながっていきませんが、兵庫県立大学や日本製粉株式会社の研究によって、オリーブ果実に含まれるマスリン酸が軽～中強度の運動と併用することで膝の関節の痛みを和らげ、骨格筋量を増やす効果を示すことが分かりました。マスリン酸を含むサプリメントは、科学的根拠を基に一定の健康効果を表示できる「機能性表示食品」として消費者庁に受理されています。

【膝の痛みの改善と筋肉量の増加】

高齢者が身体の運動機能（移動機能）を正常に維持するためには、関節が痛みなくスムーズに動き、適切な骨格筋量を維持することが必要です。また、高齢になると膝の痛みなどの症状が起きやすくなりますが、その症状を誘発する炎症をどう抑えるかも重要なポイントになります。永井成美・兵庫県立大学環境人間学部教授らは、動物の関節組織で高い炎症抑制効果が報告されているオリーブ果実に含まれるマスリン酸（写真1）に着目し、身体運動機能の改善の効果について研究しました。

兵庫県内の65歳以上の36人を無作為に2群に分け、一方の17人に60mgのマスリン酸を含むゼリー、もう一方の19人には見た目は同じでマスリン酸を含まないゼリーを、それぞれ同じラミネートチューブに入れて提供し、12週間、毎日摂取してもらいました。両群とも週に1度、健康づくり教室に来てもらい、ストレッチや筋力を鍛える中強度の運動（レジスタンス運動）を90分間やってもらい、自宅でも軽～中強度の運動をやってもらうという条件をつけました。

その結果、マスリン酸を摂取していなかった群では痛みのスコアが低下せず、骨格筋量も変化しなかったのに対し、マスリン酸の摂取群は膝の痛みのスコアが10%近く低下し、両腕や体幹の骨格筋量が数%増えることが分かりました。また、歩行速度や足の筋力では両群に差は見られませんでした。また、利き手の握力は摂取群でのみ統計的に意味のある増加が認められました。



[Episode 14] Improvement of Locomotive Syndrome (musculoskeletal deterioration) by Olive Fruits (maslinic acid)

**Outcome Example of Bio-oriented Technology
Research Advancement Institution**

Issued on October 1, 2020



[Accepted as “Foods with Functional Claims” for its effectiveness in maintaining skeletal muscle]

With the advent of a super-aging society, locomotive syndrome (“Locomo” for short) has become a major issue for the elderly who require nursing care because of disorders of their motor organs such as knees and arms. The pain in the joint and muscle weakness will lead to the Locomo. Research from the University of Hyogo and NIPPON corporation revealed that maslinic acid in olive fruits may improve the joint’s pain and promote an increase in skeletal muscle mass along with light to moderate exercise. Supplement products containing maslinic acid were accepted by the Consumer Affairs Agency as “Foods with Functional Claims.” The manufacturers of these supplements are allowed to indicate a level of health benefits based on the acquired scientific evidence after obtaining their notification number.

[Pain in the knee joint improved and muscle mass increased]

For elderly persons to maintain the normal physical motor (locomotive) function, they are required to move the joints smoothly with no pain and maintain an adequate level of skeletal muscle mass. Moreover, because elderly persons tend to develop symptoms such as pain in the joint, it is an essential point of how to control inflammation that may induce this symptom. Dr. Nagai, a professor at the School of Human Science and Environment, the University of Hyogo and colleagues focused on the high inflammation suppressive effect of maslinic acid in animal joint tissues, which was already reported and conducted research of the impact of maslinic acid contained in olive fruits (Image 1) on the improvement of physical motor function.

Thirty-six elderly persons aged 65 and over living in Hyogo prefecture were randomly allocated to two groups. The jelly packed in a laminate tube containing 60 mg of maslinic acid was given to one group’s 17 participants. The jelly packed in the same type of laminate tube with no maslinic acid with the same appearance as that with maslinic acid was given to 19 of another group. The participants were asked to ingest the jelly every day for 12 weeks. Both groups were asked to visit a health promotion class once a week to do moderate to intense exercises, such as stretch and muscle training (resistance exercise), for 90 min and light to moderate exercise at home.

As a result, the knee pain score did not decrease with no change in skeletal muscle mass in the group with no maslinic acid. However, the pain decreased by about 10% with a several % increases in skeletal muscle mass of the trunk and arms in the group with maslinic acid. Moreover, although no difference in walking speed and muscle length in the feet was observed between the groups, there was a statistically significant increase in dominant handgrip strength in the group with maslinic acid.



Image1:
Commercially available Masline Jelly

永井教授は「高齢者の骨格筋量を増加させるには一般的には高強度の運動を高頻度で行う必要がありますが、軽～中強度の運動でも、マスリン酸の摂取と併用すれば、筋肉量が増加し、身体運動機能を維持・改善し、介護を予防し得る有効な策になることが示唆されました」と研究成果の意義を話しています。

【オリーブの搾りかすからエキスを抽出】

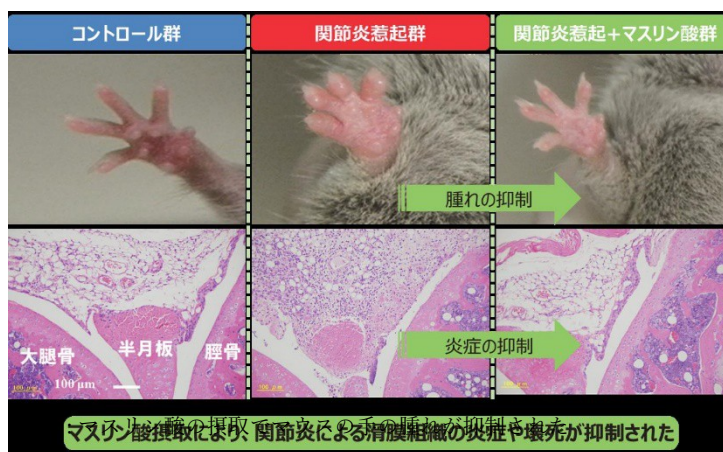
日本のオリーブ油の9割以上は瀬戸内海にある小豆島（香川県）で生産され、その製造過程で発生する搾りかすにはマスリン酸が最大で0.4%程度含まれています。日本製粉株式会社はこのマスリン酸の抽出製造方

法を開発し、マスリン酸を10%含むオリーブ果実マスリン酸の製造に成功しました。

このオリーブ果実エキスを、関節炎を人為的に引き起こしたマウスに摂取させたところ、エキスを与えないマウス（コントロール群）に比べて、マウスの前足の腫れが抑制されるなど、関節炎を予防する効果が見られました（図1）。この実験はヒト

の抗関節炎作用を裏付けるデータにもなります。

オリーブ果実の搾りかすからの商品開発や一連の研究は地域農業の活性化に貢献するだけでなく、超高齢社会における運動器症候群（ロコモ）の予防、ひいては健康寿命の延伸にも貢献することが期待されています。



【マスリン酸とは】

マスリン酸は一般の人にはなじみのない物質ですが、動植物で作られる脂溶性成分のひとつで、トリテルペンと呼ばれる天然物質です。微生物などから果実を守る働きをします。抗炎症作用、抗酸化作用などさまざまな機能が報告されています。

「こぼれ話」シリーズの URL は

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<事業名> 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)

「次世代農林水産創造技術」

<事業期間> 平成 26 年度～平成 30 年度

<課題名> 運動・身体機能維持を促す次世代機能性食品の創製

<研究実施機関> 兵庫県立大学、日本製粉株式会社など

Dr. Nagai explained the significance of their research results as follows: “For elderly persons to increase the skeletal muscle mass, it is usually required that they do intense exercise at a high frequency. However, if they take maslinic acid in combination with light to moderate exercise, their muscle mass would increase, resulting in the maintenance or improvement of physical motor function. Thus, it is suggested that intake of maslinic acid in combination with exercise may provide an effective measure for preventing the condition of need for long-term care.”

[Extract from olive pomace]

More than 90% or more of Japan’s olive oil is produced in Shodoshima (Kagawa prefecture) in the Seto Inland Sea. The pomace generated during the production process contains up to 0.4% of maslinic acid. NIPPN corporation developed a method of extracting and purifying maslinic acid and successfully produced olive fruit maslinic acid product containing 10% of maslinic acid.

When administering the olive fruit extract to arthritis model mice, mice with artificially induced arthritis, the arthritis preventive effects, such as relieving swelling of the forefeet of the mice, was observed in the group with the extract, but not in the group with no extract (control group) (Fig. 1). The results obtained from this experiment support the anti-arthritis effect of the extract on humans.

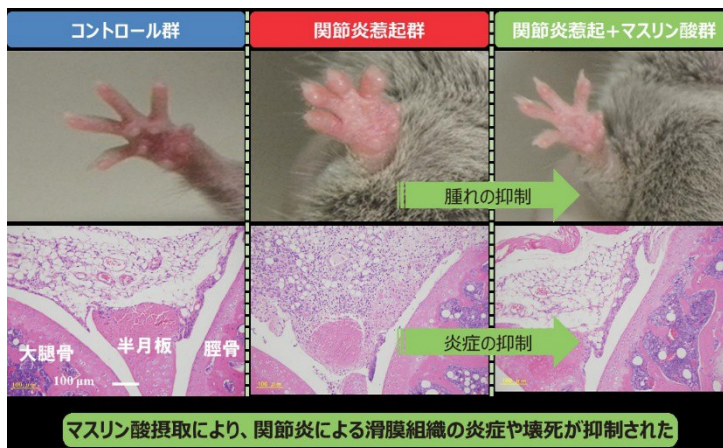


Fig. 1: Intake of maslinic acid relieved the swelling of the mouse hand. (Presented by NIPPN corporation)

It is expected that the development of new products using olive fruit pomace and a series of research on the health benefits of maslinic acid contribute not only to the revitalization of the local agricultural industry but also to the prevention of Locomo in the super-aging society and the extension of healthy life expectancy.

[What is maslinic acid?]

Though it is unfamiliar to the general public, maslinic acid is a natural substance called triterpene. It is one of the oil components generated in animals and plants. Maslinic acid protects fruits from microorganisms. It has been reported that maslinic acid has a wide variety of biological effects such as anti-inflammatory and anti-oxidant effects.

For more information on “Episode Series”, please visit the URL:

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

**<Project name> Strategic Innovation Creative Program (SIP)
 “Next-generation agricultural and fishery innovative technology”**

<Project period> FY 2014 to 2018

<Title> Creation of a new next-generation functional food product promoting the maintenance of motor and physical functions

<Project research The University of Hyogo, NIPPN corporation, and others institutes>

《こぼれ話 15》 低リジン飼料で霜降り豚肉の誕生

生研支援センター成果事例

2020年 10月 15日号



【豚で霜降り肉誕生】

霜降り肉といえば、多くの人は「松坂牛」や「但馬牛」などの黒毛和牛を連想するでしょうが、えさに含まれるアミノ酸の組成を変える技術によって、豚でもジューシーで柔らかい「霜降り肉」が誕生しています。この技術は、養豚生産者の収入増につながるだけでなく、日本産の豚肉を高級霜降り豚肉として海外に輸出することにも貢献できそうです。

【アミノ酸のリジンを減らして脂肪を増やす】

霜降り豚肉など高品質の食肉と飼料成分に関する研究開発を行っているのは、高橋伸一郎・東京大学大学院農学生命科学研究科教授や勝俣昌也・麻布大学獣医学部教授らを中心とする研究グループ。動物が成長するためには、各種アミノ酸から成るタンパク質の豊富な飼料が欠かせませんが、アミノ酸の一種のリジンの割合を減らした飼料を豚に与えると筋肉に脂肪が多く蓄積することを発見しました。

さらに最近の研究から、特定のアミノ酸を減らすと筋肉や肝臓など脂肪が蓄積する部位が変わることが分かってきました。

高橋氏らは成長期の豚にリジンを減らした飼料を与える試験を行いました。11頭の豚を2群に分け、リジンの割合が0・4%の低リジン飼料と



写真1: 低リジン飼料を与えた豚肉のロース



写真2: 通常の飼料を与えた豚肉のロース

0・65%の飼料（対照群）を2カ月

間、それぞれの群に与えて、霜降りの割合に差が生じるかを調べました。その結果、低リジン飼料で育った豚肉のロース（写真1）の脂肪含量は平均6・7%と対照群（写真2）の3・5%の約2倍もありました。肉眼で見てもすぐにわかるほどの差です。飼料中のリジンの濃度が少ないほど脂肪交雑が増える用量依存的な関係も分かりました。

【育種交配で生まれた豚に応用】

一方、この実験とは別に、岐阜県畜産研究所と旧農業生物資源研究所（現・農研機構）は2009年、育種交配によって、通常の豚よりも脂肪交雑が多い種豚「ポーノブラウン」（デュロック種）を開発しました。「ポーノ」はイタリア語で「おいしい」の意味です。しかし、このポーノブラウンを交配させてつくった豚（3元交雑種のポーノポーク）では肥育するときにポーノブラウンほど脂肪交雑が多くならないという課題がありました。



[Marbled pork successfully developed]

Most people would associate Japanese Black Beef, such as “Matsusaka beef” or “Tajima beef,” as typical marbled meat. However, taking advantage of a technique enabling a change to amino acid composition contained in the feed, juicy and soft “marbled meat” was successfully created. This technique can increase the incomes of pig farmers and promote the export of Japanese pork under the brand name “High-Quality Marbled Pork.”

[With less lysine, fat is increased]

Under the leadership of Dr. Shin’ichiro Takahashi, professor at Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, and Dr. Masaya Katsumata, professor at School of Veterinary Medicine, Azabu University, a research group is engaged in R&D of the relationship between high-quality meat such as marbled pork and feed ingredients. A feed rich in protein composed of various amino acids is indispensable for animals to grow. The group reported that a large volume of fat might be accumulated in the muscle of pigs fed with less lysine, a type of amino acid.

Furthermore, a recent study by the research group has demonstrated that if the proportion of certain amino acids in the feed given to pigs is reduced, fat distribution changes such that more fat is accumulated in the muscles and the liver.

Dr. Takahashi et al. conducted a study in which feed with less lysine was given to growing pigs. Eleven pigs were divided into two groups, and low-lysine (0.4%) feed was given to the pigs in one group. Another group (control) was given the standard feed



Image 1: Pork loin from a pig with low-lysine feed given



Image 2: Pork loin from a pig with standard feed given

containing 0.65% lysine for two months to examine whether any difference in marbling rate would be made between the two groups. The result showed that the average fat content of 6.7% in pork loin was reported from pigs with low-lysine feed (Image 1), equivalent to two times that (3.5%) in pork loin from the pigs in the control group (Image 2). This difference is easily noticeable at first sight. The content-dependent relationship that the less the lysine concentration is, the higher the marbling level is, was revealed.

[Applicable to cross-bred pigs]

Moreover, in another study, the Gifu Prefectural livestock research institute and the former National Institute of Agrobiological Sciences (current National Agriculture and Food Research Organization, NARO) jointly developed the pig species “Buono Brown” (Duroc pig) with a higher marbling level than standard pig by cross-breeding in 2009. The Italian word “buono” means “delicious.” However, there was a challenging issue in the pigs generated by cross-breeding the Buono Brown species (three-way crossed Buono pork); namely, the marbling level was not so high as that of Buono Brown species.

そこで、育種と飼料の双方の研究者が研究成果を出し合う形で協力し、アミノ酸の調節で脂肪交雑が増える研究成果をポーノポークに活用することになりました。その結果、リジンの含量を調整した専用飼料を与えることによって、霜降り割合の高いポーノポーク（写真3）が開発されました。肉のうま味と脂の甘味が絶妙に感じられるブランド豚の誕生です。

【霜降り具合を数値で評価】

飼料と肉質の実証試験にも参加してきた「中濃ミート事業協同組合」（岐阜県関市）が現在、ポーノポークの食肉処理から販売までを一手に引き受けています。食肉処理場ではロース部位のカット面を1頭ずつ観察し、霜降り具合の5段階評価スコアで上位「2」以上をポーノポークと認めて出荷しています。豚肉の霜降り具合を数値で評価するのは全国でも珍しいケースです。

日本一のブランド豚を目指し、すでに地域名を冠したブランド豚がデビューしています。瑞浪市内に農場をもつ「カタノピッグファーム」が生産している「瑞浪（みずなみ）ポーノポーク」のほか、「山県（やまがた）ポーノポーク」や「揖斐川（いびがわ）ポーノポーク」です。

岐阜県内で生産・出荷される豚の1割程度をポーノポークが占めます（2020年10月時点）。主に専門の精肉店や小規模なスーパーで販売され、大型スーパーでは販売されていません。瑞浪市内にはハム工房も誕生し、家庭でもちょっとぜいたくな豚肉料理（写真4）が楽しめるようになりました。



写真3：霜降りの多いポーノポーク
（中濃ミート事業協同組合提供）



写真4：ポーノポークを使った焼肉料理
（中濃ミート事業協同組合提供）

【将来は他の家畜にも応用可能】

アミノ酸の量を調節する飼料技術は、鶏や魚の養殖業にも応用可能です。鶏に低タンパク飼料を与えると、とろけるような柔らかいレバーができ、魚に与えれば、脂の乗った高級ブランド魚が誕生することも期待されています。将来的には岐阜発の高級霜降りブランド豚が海外に輸出される計画も進んでいます。

「こぼれ話」シリーズの URL は

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<事業名> イノベーション創出強化研究推進事業

<事業期間> 平成 22年度～平成 26年度

<課題名> アミノ酸シグナルを利用した高品質食資源の開発技術の確立

<研究実施機関> 東京大学大学院農学生命科学研究科

The researchers specialized in both breeding and feed areas discussed their research to address this issue in cooperation with each other. Consequently, they decided to use the finding that the marbling level improves by adjusting the amino acid composition rate to the Buono Brown pork. They gave special feed with lysin content adjusted to pigs, resulting in the successful development of Buono pork with a higher rate of marbling (Image 3). The brand pork, which provides the consumers with the exquisite feeling of delicious taste and sweetness, made its debut.

[Numerical evaluation of marbling level]

At present, the “Chuno Meat Business Cooperative Association” (Sekai, Gifu), which has participated in the demonstration experiment of the feed and meat quality, now handles all aspects of Buono pork, from slaughtering to sales. In the meat processing plants, the marbling rate is observed in the cut sections of every pig’s pork loin part. Then, the meat is ranked on the 5-grade evaluation system. Only the pork loin ranked “2” or higher is shipped under the brand name “Buono Pork.” It is quite rare throughout Japan that the marbling rate of pork is numerically ranked.

Aiming at No. 1 brand pork in Japan, brand pork made their debut under the name of the place of production. This includes the “Mizunami Buono Pork” from “Katano Pig Farm” in Mizunami, the “Yamagata Buono Pork”, and the “Ibigawa Buono Pork.”

Buono pork products occupy up to ~10% of total pork products produced and shipped in Gifu (as of October 2020). Buono pork products are mainly sold in butcher shops and small-sized supermarkets, and not in large-scale supermarkets. In Mizunami, a ham workshop has opened, and the consumers may enjoy a little luxury of pork dish at home (Image 4).

[Applicable to other species of livestock in the future]

The technology of adjusting the amino acid content is applicable to the chicken and fish farming businesses. It is expected that giving low-protein feed to chicken will create the chicken liver with melt-in-the-mouth quality and giving to fish may raise high-grade brand-name fish with high-fat content. There is a plan to export overseas high-quality marbling brand pork from Gifu in the future.



Image 3: Buono Brown pork rich in marbling (Supplied by Chuno Meat Business Cooperative Association)



Image 4: Dish of roasted Buono Brown (Supplied by Chuno Meat Business Cooperative Association)

For more information on “Episode Series,” please visit the URL:

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<Project name> The special scheme project on advanced research and development for next-generation technology

<Project period> FY 2010 to 2014

<Title> Establishment of technology for developing high-quality food resources using amino acid signals

<Project research Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo institute>

《こぼれ話 16》 藻類からバイオ燃料や化粧品成分生産

生研支援センター成果事例

2020年 11月 2日号



【化石燃料を救う救世主の可能性】

海や池など水の中で生きる小さな藻類が石油に似た成分の油（オイル）をつくっているのを知っていますか。藻類のひとつの「ボトリオコッカス」を大量に培養し、航空機や車の燃料、化粧品や栄養補助サプリメント、プラスチックなどの原料に活用する研究開発が進んでいます。すでに藻類から抽出されたオイルを使った化粧品が誕生し、販売されています。いずれ藻類が化石燃料の枯渇を救う救世主になる可能性も秘めています。

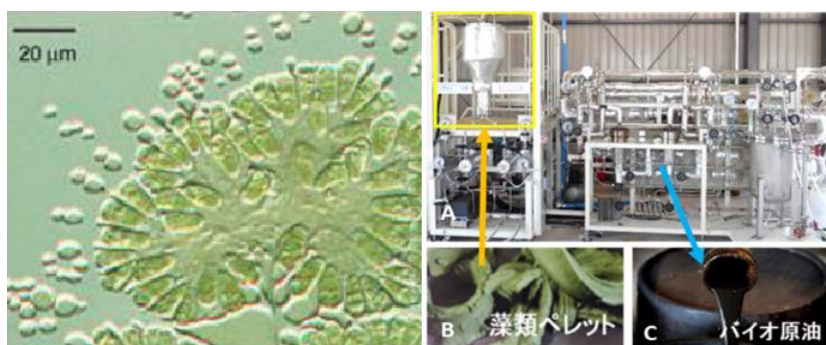
【4～5 日で周年収穫できるボトリオコッカス】

藻類は太陽光を利用して光合成を行い、オイルを蓄積する能力をもっています。その藻類を大量培養し、石油代替燃料の原料化を目指す研究を行っているのは渡邊信・筑波大学特命教授（藻類バイオマス・エネルギーシステム開発研究センター長）です。

このような藻類は一般的に細胞の中にオイルを作って蓄積しますが、渡邊教授が沖縄で発見したボトリオコッカスという藻類は、細胞の外側にオイル（写真1）の約9割を蓄積する特徴をもっています。大きさは100分の1mm程度です。

ボトリオコッカスなどの藻類からバイオ燃料をつくる工程は「培養」「濃縮・収穫」「オイル抽出」「燃料への変換」の4つのプロセスに分かれます。

渡邊教授はボトリオコッカスから細胞を壊さずに生かしたまま、炭化水素を抽出することに成功しました。



作るボトリオコッカス

(B)を高温高圧下で反応させてできたバイオ原油(C)

(写真1、2は渡邊教授提供)

ボトリオコッカスの細胞は

炭化水素抽出後も生きているため、光合成を行い、4日で再び同量の炭化水素を蓄積します。このため、4～5日ごとに炭化水素オイルを連続的に抽出していくことができます。

仮に1haの休耕農地に水深20cmの培養プールを設置して、細胞を壊さずに周年培養できたとすれば、年間90t以上の炭化水素オイルがとれる計算になります。ボトリオコッカスが増殖する期間は暖かい時期に限定されますが、それでも通常の藻類のオイル生産量の最高値とされる45t程度は期待できます。

一方、自然界に生育する多様な藻類（雑藻）を原油に直接変換する「水熱液化」といわれる画



[A potential of algae as a savior for fossil fuels]

Do you know that minute algae inhabiting waters, such as seas and ponds, generate oil, of which components are similar to those of petroleum? The research and development where a mass of “Botryococcus,” one algae species, is cultured and used as fuels for airplanes and vehicles and raw materials for cosmetics, supplements, and plastic products. The cosmetics containing oil extracted from algae have already developed and placed on the market. In future, algae have the potential to solve the problem of depletion of fossil fuels as a savior.

[Botryococcus can be harvested year-round in 4 to 5 days]

Algae can perform photosynthesis using sunlight and accumulating produced oil. A study mass-culturing the algae and aiming at converting the cultured algae into the raw material for an alternative fuel to petroleum is conducted by specially appointed professor Makoto Watanabe at the University of Tsukuba (Director of the Algae Biomass and Energy System R&D Center).

These species of algae generally produce oil in their cells and temporarily accumulate the produced oil within the cells. The species of Botryococcus discovered by professor Watanabe in Okinawa has a characteristic that it accumulates 90% of produced oil outside the cells (Image 1). Botryococcus is minute in size, about 1/100 mm.

The process to produce biofuels from algae, such as Botryococcus, involves four steps. “Culturing,” “concentrating/harvesting,” “extracting oil,” and “converting into fuels.”

Professor Watanabe succeeded in extracting hydrocarbon from living Botryococcus without destroying cells.

Botryococcus cells may survive to perform photosynthesis and accumulate a similar amount of carbohydrates even after extracting hydrocarbon every four days. Accordingly, hydrocarbon oil may be continuously extracted every 4 to 5 days.

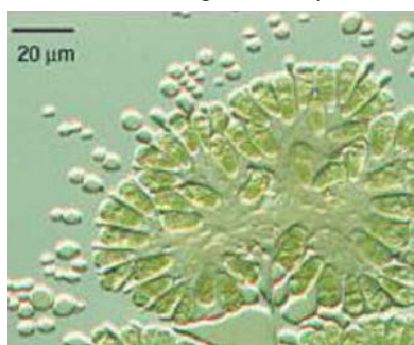


Image 1:
Botryococcus forming minute oil particles outside the cells

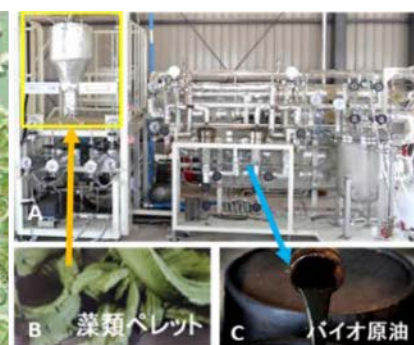


Image 2:
Bio crude oil (C) produced by reacting algae pellets (B) under the high-temperature and high-pressure conditions in a hydrothermal liquefaction device (A)

(Images 1, 2: by professor Watanabe)

Assuming that a culture pool with 20 cm in water depth is installed in a 1 ha fallow soil to culture Botryococcus without destroying cells and maintained for a year, 90 tons or more hydrocarbon oil might be extracted per year. Botryococcus proliferates during the warm season only; however, about 45 tons of yield, which is the highest standard algal oil production, can be expected.

Moreover, an innovative technique called “hydrothermal liquefaction,” by which a wide variety of algal species inhabiting the natural world are directly converted into crude oil, was developed (Image 2). With the “hydrothermal liquefaction” technique, a mixture of various algae is cultured in unprocessed sewage. The concentrated mixture is processed under high-temperature, and high-pressure conditions convert into crude oil.

期的な技術も開発（写真2）されました。その製造法は、処理前の下水の中で雑藻を混合培養し、濃縮した雑藻を高温・高圧下で処理することで原油に変換します。

この技術は4つの特徴をもっています。①下水を使って、周年の藻類生産が可能になる②藻類向けの肥料を購入する費用が節約でき、同時に下水処理費用も削減できる③オイルを抽出することなく、直接、藻類を原油化できる④培養プールは水深1.5m以上に設定することが可能なため、1haの面積で年間約1000tの原油生産が見込め、石油と同程度のコストにできる可能性がある。

渡邊教授は「低いコストで大量に効率よく培養できるかどうか最大の課題です。下水処理水をうまく活用できれば、将来的には1Lあたり50円台のオイルも夢ではない」と語っています。

【藻エキス配合のハンドクリーム誕生】

一方、筑波大学と共同研究を行う大手自動車部品メーカーのデンソー（愛知県刈谷市）は、ボトリオコッカスがつくる炭化水素オイルを化粧品成分に応用し、藻エキス配合のハンドクリーム「moina（モイーナ）」（写真3、デンソー提供）を開発、2014年から販売しています。ボトリオコッカスから取り出した炭化水素オイルの成分は深海ザメの肝油に似ていて、保湿性に優れていることから、自社施設での培養に挑み、成功しました。1kgのボトリオコッカスから約300gのオイルがとれるそうです。製品開発の特命を受けた女性プロジェクトチームが女性の声を聴きながら容器のデザインにも工夫をこらし、人気のハンドクリームを開発しました。主にネットで販売されています。

【藻類とバイオ燃料】

藻類は約4万種類が知られていますが、実際はもっと多いと言われています。ワカメやコンブも藻類ですが、大半は微細な藻類です。トウモロコシや大豆、菜種など植物からもバイオ燃料ができますが、1haあたりの生産量で見ると、藻類が数十倍～数百倍も多いのが特徴です。藻類は、人が食べる食料と競合しないことや休耕地を有効利用して大量に培養できる点が大きな強みだと言われています。



写真3. ハンドクリーム「モイーナ」

「こぼれ話」シリーズのURLは

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<事業名> イノベーション強化推進研究事業

（旧農林水産業・食品産業科学研究推進事業（発展融合ステージ））

<事業期間> 平成25年度～平成26年度

<課題名> 耕作放棄地を活用した大規模スケールでの藻類バイオマス有効利用技術の確立

<研究実施機関> 筑波大学（茨城県つくば市）、デンソー（愛知県刈谷市）など

This technique provides four characteristics described below. 1) Algae may be cultured using sewage the whole year. 2) Both the cost of fertilizers for algae and the cost of sewage disposal may be saved simultaneously. 3) With no oil extraction, algae may be directly converted into crude oil. 4) The culture pool with 1.5 m or more in water depth may be installed. Thus, 1,000 tons of annual crude oil production can be expected in a 1 ha area at almost the same cost as petroleum.

Professor Watanabe says, “It is the most important issue to be solved whether a mass of algae may be efficiently cultured at a low cost. Effectively using processed sewage, it will be no longer a dream to produce oil at the cost of 50-yen level per liter shortly.”

[Advent of algal extract combination hand cream]

Against this background, DENSO, a leading auto parts maker (Kariya, Aichi), developed algal extract combination hand cream “moina” (Image 3 supplied by DENSO) using hydrocarbon oil produced by Botryococcus as a cosmetic ingredient, which is a fruit of the joint research with University of Tsukuba and put it on the market in 2014. The ingredients of hydrocarbon extracted from Botryococcus is similar to those of shark liver oil. Focusing on this advantage, they challenged the culture of Botryococcus in their facility, and their efforts bore fruit. About 300 g of oil can be produced from 1 kg of Botryococcus. On a mission to develop a hand cream using the algal oil, the project team comprising women members elaborated the hand cream container based on women’s suggestions, resulting in the successful production of the highly rated hand cream. This hand cream product is available via the Internet.

[Algae and biofuels]

About 40,000 species of algae have been known. However, far more species may inhabit the natural world. Algae include large-sized species such as Wakame seaweed and tangle seaweed while most algae are minute organisms. Biofuels may be produced from vegetables, including corn, soybeans, and rapeseed. However, in terms of yield per ha, algal material for oil has an advantage that its yield is equivalent to several tens to hundreds of times that with vegetables. Algae have considerable advantages because they are almost not consumed by humans as edible food and that they may be cultivated in large amounts effectively using fallow soils.



Image 3: Highly-rated hand cream “moina”

For more information on “Episode Series,” please visit the URL:
<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

**<Project name> Research Program on Development of Innovative Technology
 (The former Agricultural / Food Industry Scientific Research Promotion program
 (Advancement / assimilation stage)**

<Project period> FY 2013 to 2014

**<Title> Establishment of a technique of effectively utilizing algal biomass on a large scale
 taking advantage of fallow soils**

**<Project research University of Tsukuba (Tsukuba, Ibaraki), DENSO (Kariya, Aichi), and other
 institutes> institutes**

《こぼれ話 17》 焼酎をおいしくする高アミロース米

生研支援センター成果事例

2020年11月16日号



【香気豊かな焼酎をつくる米麴】

米の成分が焼酎の発酵や味に影響することは意外に知られていません。宮崎県と鹿児島県で焼酎醸造に適する麴用米品種が生まれました。デンプン成分のひとつであるアミロースが多く含まれる高アミロース米品種の「み系 358」（宮崎県）と「たからまさり」（鹿児島県）です。これらの品種を多肥栽培して米のタンパク質を高めることで良質な米麴ができ、焼酎の香り、風味も豊かになることが分かりました。これらの米を使った地場ブランド焼酎が普及すれば、酒造メーカー、稲作農家の双方にメリットが生まれ、地域の活性化だけでなく、焼酎需要の掘り起こしや輸出促進にもつながりそうです。

【良質の米麴は原料米の選定がカギ】

焼酎の代表的な原料には、米、麦、ソバなどの穀類やサツマイモがあります。これらの原料を発酵させるときに必要なのが麴で、米麴や麦麴があります。

米麴では、水分に浸した米を蒸したあと、冷やし、種麴をふりかけて、温度と湿度が管理された「麴室（こうじむろ）」で寝かせます。そのあと、米麴に水と焼酎酵母を混ぜて酵母を増やし、さらにサツマイモなどの原料を加えて一定期間発酵させます。こうしてできた「もろみ」を蒸留することでアルコール度数の高い焼酎ができあがります。

米麴作りでは、どんな成分の米を使うかで焼酎の品質が変わるだけでなく、仕込みの作業性も変わってきます。粘り気のある一般的な炊飯用の米を麴用米に使用すると、米がべたつき、麴菌が米粒の一つひとつに万遍なく生育できなかったり、米を蒸すときに水分を過剰に与えて麴作りを失敗したりするケースがあります。こうしたことから、焼酎用の麴米に適した米の開発を求める酒造メーカーからの声が以前から強くありました。

こうした期待に応えて登場したのが「高アミロース米」（写真1）です。粘り気が少なく、さらっとした食感を持ち、カレーライスなどの用途に向く米です。

この高アミロース米を用いると米の一粒ひと粒に麴菌が十分に生育でき、デンプンやタンパク質を分解して、うまみ成分などを作り出す酵素活性の高い良質の焼酎用米麴ができます。

米麴に使う米の量は意外に多く、芋焼酎の醸造で芋を1万t使う場合、米はその5分の1の2千tも必要です。焼酎の需要が増えれば、それに伴って麴用米の栽培面積が拡大し、米を作る農



べたつかない「たからまさり」（向かって左）。
右は食用米の「ヒノヒカリ」。

鹿児島県提供



[Rice malt brewing mellow and fragrant shochu]

Unexpectedly, it is unknown that the rice components affect the fermentation and taste of shochu (Japanese spirits). The rice varieties for malt suitable for brewing shochu were created in Miyazaki and Kagoshima. They are “Mi-line 358” (Miyazaki) and “Takara masari” (Kagoshima), both of which are high amylose rice varieties containing a large amount of amylose, one of the starch components. We cultivated these varieties using a lot of manure to increase the protein content in rice, successfully producing high-quality malted rice. Because of the high-quality rice malt, shochu rich in flavor and fragrance could be brewed. The spread of local brand shochu products using these rice species may benefit both the brewers and rice farmers. It is expected that the region will be revitalized and the potential demand for shochu will be boosted, and the export of shochu will be promoted.

[The choice of raw material rice is the key to obtaining high-quality rice malt]

Typical raw materials of shochu include rice, barley, buckwheat, and sweet potato. Malt is necessary to ferment these raw materials and include various types of crop malts, rice malt and barley malt, for example.

Rice malt is produced by following the procedure involving the steps of immersing rice in water; steaming the rice; cooling the steamed rice; sprinkling the seed malt over the cooled rice; fermenting in “Kojimuro (room for producing malted rice).” Then, water and shochu yeast are added to the rice malt to increase yeast; raw materials such as sweet potato are further added; the mixture is fermented for a given period. “Moromi (unrefined shochu)” produced in this manner is distilled to produce shochu with high alcohol concentration.

The components of the raw material rice used in producing shochu malt determine the quality of brewed shochu and the workability in the shochu brewing process. The use of general sticky rice for cooking to produce malted rice prevents the malt mold from growing uniformly on every rice grain because of its sticky property. Moreover, adding excessive water in rice when steamed may lead to failure in producing shochu malt in certain cases. Against this background, brewers have eagerly requested the development of rice varieties suitable for shochu malt.

In response to this request, “high-amylose rice” was developed (Image 1). This variety of rice with less sticky and smooth food texture is suitable for curry and rice. High-amylose rice enables the malt mold to grow on every grain of rice and decompose starch and proteins. Accordingly, high-quality shochu malt with high enzyme activity is produced, thus generating tasty components.



Image 1:
Non-sticky “Takara masari” (on your left side)
On your right side, “Hi-no-Hikari” for cooking.
Supplied by Kagoshima Administrative Office

An unexpectedly large amount of rice is used for shochu malt. When 200,000 tons of sweet potato is used for brewing imo-shochu (a spirit distilled from sweet potatoes), 40,000 tons of rice, equivalent to 1/5 of sweet potato, is necessary. An increase in demand for shochu leads to the enlargement of the area for cultivating rice for shochu malt, resulting in an increase in the incomes of farmers.

家の所得も増えることにつながります。

【宮崎の「み系 358」】

「み系 358」は、焼酎麴用米としての利用、多収性、いもち病抵抗性を目的に宮崎県総合農業試験場が育成した品種で、2018年に品種登録されました。宮崎県や酒造メーカーによる評価試験では、芋の風味や甘みがうまく醸し出され、高い評価が得られました。さらに高密度育苗技術で10aあたりの収益も増えることも分かりました。家畜の糞尿を活用した堆肥を肥料とすることで多収が期待できるなど稲作農家の所得向上にもつながる研究結果も出ています。

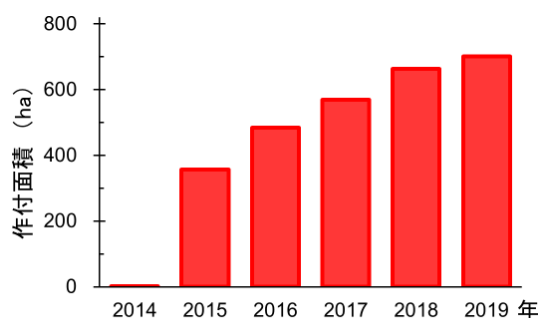


図1 「み系358」作付面積の推移

2019年度の作付面積（図1）は701haまで拡大しましたが、まだ酒造メーカーの需要を満たすほどの量には届かず、さらなる栽培面積の拡大が求められています。

【鹿児島県の「たからまさり」】

高アミロース米品種として注目されている「たからまさり」は、焼酎麴用を主目的に鹿児島県農業開発総合センターで育成された品種です。2018年7月に品種登録の出願が公表され、2020年から本格的な種子供給が始まり、普及はこれからです。

「たからまさり」は穂数が少ない特性のため、株間を狭める密植栽培と多肥栽培を組み合わせることで多収になります。鹿児島県工業技術センターが行った官能評価試験では、米のタンパク質を高めることで麴の酵素活性が高くなり、フルーティな風味が増すことが分かりました。また、出穂前後に追肥する実肥（みごえ）が焼酎麴用米の生産に有効なことも分かり、今後、焼酎麴用米に適した施肥法の普及が期待されています。

【南九州は日本一の焼酎どころ】

日本酒造組合中央会の調べによると、焼酎の出荷量（2019年7月～2020年6月）は宮崎県が6年連続で日本一となっています。2位は鹿児島県、3位は大分県です。全国の焼酎の出荷量は年間40万klで減少傾向にあります。「み系358」や「たからまさり」のような焼酎麴用米品種を使った本格焼酎やブランド焼酎の認知度をもっと上げるなど、需要回復への取り組みが期待されています。

「こぼれ話」シリーズの URL は

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<事業名> 革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）

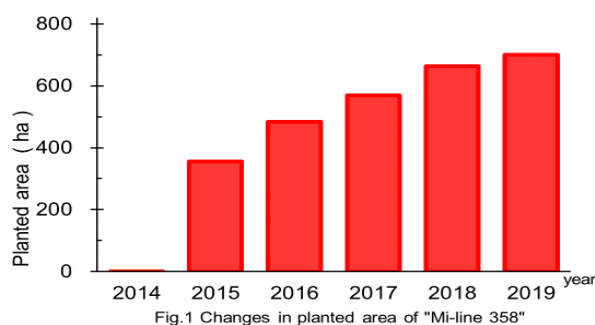
<事業期間> 平成28年度～平成30年度

<課題名> 南九州地域に適した焼酎麴用米専用品種の普及及び省力・低コスト栽培技術の確立

<研究実施機関> 宮崎県総合農業試験場、鹿児島県工業技術センター、鹿児島県農業開発総合センターほか

["Mi-line 358" from Miyazaki]

"Mi-line 358" with high yield and blast resistance is intended to be used for shochu malt is a variety of rice grown at the Miyazaki Agricultural Experiment Station and this variety was registered in 2018. In the evaluation tests conducted by Miyazaki Administrative Office and brewers, this variety got a high estimation because the taste and sweetness of sweet potato were brought out. It was clarified that the earnings / 10a might be increased by a high-density raising seeding technology. The findings, which may lead to improve the incomes of rice farmers were produced; for example, high yield is expected using livestock dung compost as manure.



The total area of cultivation of this variety (Fig.1) was enlarged to 701 ha in 2019. However, the yield of this variety has not yet met the demand from brewers; accordingly, further enlargement of the area of cultivation is required.

["Takara masari" from Kagoshima]

"Takara masari," which attracts attention as a high-amylose rice variety, was bred at the Kagoshima Prefectural Institute for Agricultural Development primarily intended to be used for shochu malt. An application for variety registration was disclosed in July 2018 and a full-scale supply of seed was started in 2020. It is expected that the breeding of this variety will be spread in the future.

To achieve a high yield of "Takara masari" with fewer number ears, a combination of the high-density cultivation technique, by which the interrow is narrowed, and the heavy-manuring cultivation technique is required. The evaluation tests conducted by Kagoshima Prefectural Institute of Industrial Technology demonstrated that an increase in protein content in rice might improve the enzyme activity of malt, thus enhancing its fruity flavor. Moreover, it has been known that topdressing before and after ear emergence is effective in producing rice for shochu malt and it is expected that the fertilizing technique suitable for rice for shochu malt will be spread in the near future.

[South Kyushu is the No. 1 place of producing shochu]

According to a survey by JAPAN SAKE AND SHOCHU MAKERS ASSOCIATION, the shochu shipment (July 2019 to June 2020) from Miyazaki was ranked No.1 in Japan continuously over six years. Kagoshima was ranked No. 2 and Oita was No.3. The nationwide annual shochu shipment, 400,000 kL, has been decreasing. Note that additional efforts to recover the demand for shochu are required; for example, by improving the level of familiarity of "Honkaku (authentic) shochu" and "branded shochu" using rice species for shochu malt such as "Mi-line 358" and "Takara masari."

For more information on "Episode Series," please visit URL:

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<Project name> The special scheme project on advanced research and development for next-generation technology (Local strategy project)

<Project period> FY 2016 to 2018

<Title> Spreading of the rice varieties exclusively used for shochu malt adaptable to the South Kyushu Region and establishment of labor-saving and low-cost cultivation techniques

<Research institutes> The Miyazaki Agricultural Experiment Station, Kagoshima Prefectural Institute of Industrial Technology, the Kagoshima Prefectural Institute for Agricultural Development, and others

《こぼれ話 18》 マルドリ方式で高収益のブランドみかん

生研支援センター成果事例

2020年12月1日号



全国にみかんをはじめカンキツ類の産地はたくさんありますが、どうしたら味の良いブランド品を築くことができるのでしょうか。そんな夢をかなえる方法の一つとして、「マルドリ方式」（周年マルチ点滴かん水同時施肥法）と言われる画期的な生産技術体系があります。生産者の高齢化やカンキツ園地の減少が進む中、高品質で収益性の高いカンキツの安定的な生産を実現させたいという研究者たちの熱意が実った成果です。栽培管理の省力化技術でもあり、若い世代がカンキツ経営に参入するきっかけにもなりそうです。

【高い糖度と適度な酸味のカンキツが実現】

マルドリ方式は、みかんの園地をシートで覆う「マルチ被覆」（写真1）と液体肥料を少しずつ点滴のように土壤にしみこませて与える点滴かん水（ドリップ）を組み合わせ合わせた技術です。かん水や施肥作業の煩雑さや乾燥による樹体の衰弱を解決する方法として、農研機構西日本農業研究センターが開発しました。

園地の地面を透湿性に優れ、太陽光を反射するシートで覆い、その中にホースのような長い点滴チューブを配置し、きめこまかく水分と養分を供給して樹体を管理するのが特徴です。水源がない場合は貯水タンクのほか、井戸や溜めた雨水、沢の水をポンプでくみ上げて水源にできます。電源が確保しにくいところでは太陽光発電を用いることも可能です。

タイマー付き電磁弁、フィルター、液肥混入器の設置で水や液体肥料を精密にタイミングよく与えることができるほか、土壤

の水分を測る簡易土壤水分計なども活用すれば、適切なかん水量の調節が可能になり、糖度が高く、適度に酸味もある品質の高いカンキツができます。根元付近はシートで覆われ、除草作業も軽減できます。



写真1
園地をシートで覆ったマルドリ方式のみかん畑
（農研機構西日本農業研究センター提供）

マルドリ方式を苗木の定植に合わせて導入すれば、早期多収も可能になります。主なメリットとして①糖度の高い高品質のみかん②収量の安定化③低コストの実現④農業所得の改善⑤集団での導入で産地のブラ

[Episode 18] Brand oranges with high earnings by the MD system with year-round plastic mulching

**Outcome Example of Bio-oriented Technology
Research Advancement Institution**

Issued on December 1, 2020



There are many areas in which citrus fruits, including mandarin oranges, are produced throughout the country. Now, what should the orange commercial farms do to create tasteful brand products? One of the methods enabling them to realize their dream is an innovative production technology system called “drip irrigation and liquid fertigation system with year-round plastic mulching (we call Marudori system, MD system). Against the background of farmers’ aging and increasingly reduced citrus farms, it is the result of the researchers' enthusiasm to achieve stable production of high-quality, highly profitable citrus fruits. MD system is a labor-saving technology for cultivation management, and may enable for the younger generations to enter the citrus business.

[Citrus fruits with high sugar content and appropriate sour taste achieved]

The MD system is a technology combining the “mulching” (Image 1) technique, by which orange fields are covered with plastic sheets, and the “drip irrigation” technique, by which a liquid fertilizer drips in small amounts to penetrate into the soil. The MD system was developed as a solution for the problem of weakened tree trunks because of complicated irrigation and fertigation works and dry weather by The Western Region Agricultural Research Center, National Agriculture and Food Research Organization (NARO).

This system is characterized in that the farmers can easily take care of the tree trunks by covering the farm grounds with high moisture-permeable and sunlight-reflecting sheets. A long dripping tubing like a hose runs to carefully supply water and nutrients. If there is no particular water source, water in a storage tank, water in a well, pooled rainwater, or a mountain stream might be pumped up to use as alternative water sources. If a power source is difficult to obtain, solar power might be used.

By installing a timer-operated solenoid valve, a filtering device, and a fertilizer mixer, water and liquid fertilizer can be timely and precisely supplied to the trees. Moreover, by utilizing a simple soil moisture meter to measure the soil’s water content, the irrigation amount could be

adequately controlled, thus achieving the production of high-quality citrus fruits with high sugar content and appropriate sour taste. Covering the areas around the roots reduces the workload in weeding.



Image1: MD system-based orange field covered with sheets
(Supplied by The Western Region Agricultural Research Center, (NARO))

The introduction of the MD system in the seedling planting season may achieve early and high yield. Main expected advantages include 1) production of high-quality oranges with high sugar content; 2) stabilization of the yield; 3) production at low costs; 4) improvement of the agriculture income; and 5) realization of the local-brand by introducing the system of a farmer group. In future, it is expected that a profitable and attractive citrus business will be spread over younger generations.

ンド化の実現、などが見込めます。今後、若い世代の間で収益の高い魅力的なカンキツ経営の広がりが期待できそうです。

【イノベーションネットアワード2020で優秀賞受賞】

各県の農業試験場および生産者団体との連携によって、栽培管理マニュアルの作成や講習会を通じた技術移転も進み、これまでに三重県、愛媛県、山口県、福岡県、長崎県、和歌山県、広島県、香川県など19府県で導入されています。

最近、技術導入コストの削減や地域全体のブランド化を目指し、複数の生産者グループが共同で施設や水などを利用管理する「団地型マルドリ方式」も開発され、普及しつつあります。

こうしたマルドリ方式の実用化に向けた一連の活動が高く評価され、2020年9月、西日本農業研究センターは、地域産業振興で優れた取り組みを表彰する第9回地域産業支援プログラム表彰事業（イノベーションネットアワード2020・主催「全国イノベーション推進機関ネットワーク」）で優秀賞を受賞しました。

【マルドリ方式の講師派遣もあります】

生研支援センターは革新的農業の推進を支援するため、農協や自治体などが行う技術講習会への研究者等の派遣にかかる旅費等を支援しています。2020年2月には、農研機構の専門家2人を講師に大分県津久見市でマルドリ方式を学ぶ講習会（写真2）が行われました。

生研支援センターに講師を依頼できるのは地方公共団体、協同組合、農業法人、公益・一般法人、民間企業など法人格を有する方が対象です。講師を派遣するための旅費・日当は生研支援センターが負担いたします。講師派遣をご希望の方はぜひ当センター企画課にご連絡ください。



写真2 大分県津久見市のみかん園で行われたマルドリ方式の講習会

- 派遣事業の詳細はこちらを参照してください

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/index.html>

- 「こぼれ話」シリーズの URL は

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<事業名> 攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業（うち産学の英知を結集した革新的な技術体系の確立）ほか

<事業期間> 平成26年度～平成27年度ほか

<課題名> マルドリ方式・ICTなどを活用した省力的な高品質カンキツ生産技術体系とその実現のための園地整備技術の実証

<研究代表機関> 農研機構近畿中国四国農業研究センター（現西日本農業研究センター）

[Won the award of excellence, Innovation Net Award 2020]

In cooperation with agricultural experimental stations and producers in each prefecture, the cultivation management manual was prepared, and technology transfer progressed. This system has been introduced in the orange farming businesses in 19 prefectures, including Mie, Ehime, Yamaguchi, Fukuoka, Nagasaki, Wakayama, Hiroshima, and Kagawa.

Recently, the “Group use MD system” has been developed and now spreading. In this system, multiple producer groups jointly use and manage the facilities and water, aiming to reduce the technology-introducing costs and build local brand products.

A series of activities toward the goal of putting the MD system into practical use has been highly regarded. In September 2020, in recognition of their achievements, the Western Region Agricultural Research Center, NARO, won the award of excellence at “Innovation Initiative Network Japan” held by Innovation Net Award 2020, 9th Local Industry Support Program Award Project.

[An instructor of the MD system may be sent on request.]

Bio-oriented Technology Research Advancement Institution supports the promotion of innovative agricultural R&D in the form of the issuance of travel expenses incurring when

researchers participate in technical training courses held by agricultural cooperatives or local governments. In February 2020, two experts at NARO delivered their lecture on the MD system in Tsukumi, Oita (Photo 2).

We accept requests for the dispatch of lecturers to Bio-oriented Technology Research Advancement Institution from local governments, cooperatives, agricultural corporations, public-interest/general corporations, and private companies qualified for juridical personality. Bio-oriented Technology Research Advancement Institution will cover the travel expenses and daily allowances of the lecturers. Please feel free to contact the Planning Dept, Bio-oriented Technology Research Advancement Institution, if you would like us to dispatch a lecturer.



Image2: Scene of the MD system technical training course at an orange farm in Tsukumi, Oita.
MD system class

For more information on the dispatching program, please visit:

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/index.html>

For more information on “Episode Series,” please visit the URL:

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/index.html>

<Project name> To realize proactive agricultural and fishery industries, the special scheme project on advanced research and development for next-generation technology (Establishment of industry-academia intelligence-integrated innovative technology system)

<Project period> FY 2014 to 2015

<Title> Development of a labor-saving and high-quality citrus production technology system using the MD system and ICT, and the demonstration of farmland improvement technology for realizing the system

<Leading research institute> The Kinki and Shikoku Agricultural Research Center, NARO (currently institute) The Western Region Agricultural Research Center, NARO)

日本の「農と食」最前線

— 英語で読む「研究成果こぼれ話」 —

Success stories from research on food and agriculture, forestry and fisheries supported
by the BRAIN

<表紙の写真>

ゲノム編集技術で生まれたガンマ-アミノ酪酸（ギャバ）を多く含むトマトです。「こぼれ話10」に登場します。

<cover photo>

High Gamma-Amino Butyric Acid (GABA) tomatoes created by genome editing techniques.

It appears in Episode 10.

令和3年3月発行

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター
(Bio-oriented Technology Research Advancement Institution = BRAIN)

〒210-0005 神奈川県川崎市川崎区東田町8 パレール三井ビルディング

新技術開発部企画課 TEL: 044・276・8610(代表)

FAX: 044・276・9143

本書より転載・複製する場合には（国研）生物系特定産業技術研究支援センターの許可を得てください。

※「生研支援センター」は、生物系特定産業技術研究支援センターのコミュニケーションネーム（通称）です。



生研支援センター (BRA I N)