Network Now VOL.33
石川県立大学 | 産学官ネットワークナウ
2024.8.28 発行

特集

石川の食文化に深みと広がりを

フィンガーライムの栽培方法確立へ

株式会社サビー(SU-BEE.CO.,LTD.)
MANAGER
藤原 信輔 氏

附属農場(生産科学科連携)
准教授
高居 恵愛

CONTENTS

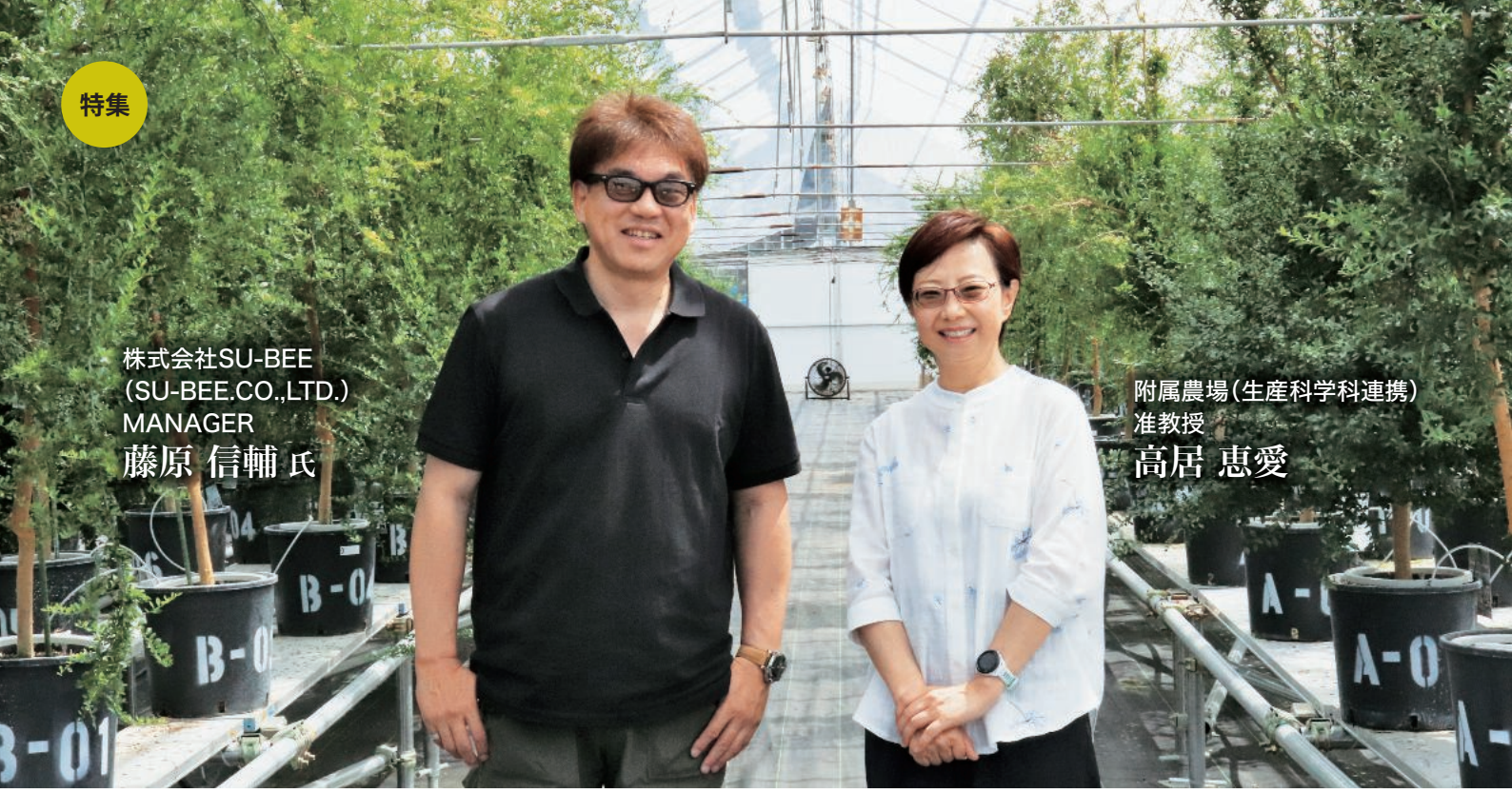
4 | 研究紹介
動物行動学から行動操作製品へ:害虫防除製品と昆虫保全技術の開発
生産科学科・応用昆虫学研究室　准教授　弘中 満太郎

植物色素ベタレインの可能性
生産科学科・花卉園芸学研究室　講師　今村 智弘

6 | CLOSE-UP
ウシの胚移植技術とヒツジの周年繁殖技術の開発 付加価値の高い家畜の効率的な生産を可能に
生産科学科・動物繁殖学研究室　教授　橋谷田 豊

7 | 能登半島地震復興支援のための研究プロジェクトがスタート

8 | 出展報告
保有特許紹介



石川の食文化に深みと広がりを フィンガーライムの栽培方法確立へ

オーストラリア原産の柑橘類「フィンガーライム」の日本での栽培方法を確立しようと、植物に関する企画や飲食店経営などを展開する株式会社SU-BEE(金沢市)と石川県立大学が2年ほど前から共同研究に取り組んでいます。フィンガーライムは丸い粒々食感の果肉が特徴で、爽やかな酸味と共に料理に華やかさを演出してくれることから、近年、飲食業界が注目しています。研究に取り組む株式会社SU-BEEの藤原信輔氏と同大学附属農場(生産科学科連携)の高居恵愛准教授が、共同研究の現状や今後の抱負を話し合いました。

「花は咲くけど実が落ちる…」栽培方法が曖昧な現実

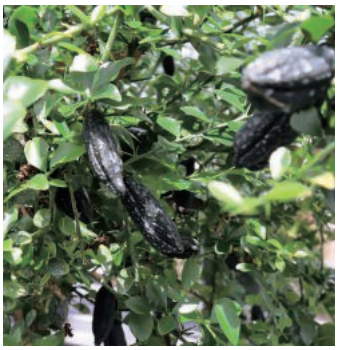
高居准教授●最初に私の研究室を訪ねてくださったのは、2年ほど前でしたね。

藤原氏●はい。当社はもともと、水耕栽培でマイクログリーンという小さな葉物を主に栽培していました。フィンガーライムは6年ほど前に初めての果樹事業としてスタートしました。栽培を始めると、花が咲いて実はなるのですが、収穫できる大きさになる前に米粒ほどの大きさでほとんど落ちてしまって。国内に数人いる生産者の方に尋ねても、個人によって栽培方法がバラバラで、一度きちんと研究して栽培方法を確立したいと思い、先生にご相談しました。

高居准教授●フィンガーライムの名前は知っていたのですが、実際に見たのは初めてで、興味深く研究させていただいています。試しに大学では「クリムゾンタイド」と「イエローリモネット」の2品種の苗木をいただき、2本を果樹園に地植えし、6本ずつを温室のポット栽培で試しています。

藤原氏●液体肥料の使用バランスや水やりのペースなど、さまざまな条件を試しながら観察を続けていただいていますが、フィンガーライムは個体差が激しいので品種によって成長過程が多種多様ですよね。

高居准教授●はい。品種によって開花の時期やパターンが驚くほど異なりました。課題の落果については、柑橘類はもともと「生理落果」が激しい樹種で、収穫できる年が交互に訪れる「隔年結果」の性質も強い。大学の温室で



白山市内にある株式会社SU-BEEのハウスで栽培されているフィンガーライム

フィンガーライムは粒々の果肉から「森のキャビア」とも言われる。果汁はほぼなく、果肉の色合いは赤や黄色、ピンクなど、品種によってさまざま（提供:SU-BEE.CO.,LTD.）

寿司や魚介類にマッチするフィンガーライム。見た目も華やか（提供:SU-BEE.CO.,LTD.）

加工品としても楽しめるよう商品化にも期待が高まる。写真はシロップ（提供:SU-BEE.CO.,LTD.）

も、昨年たくさん実った樹は花はたくさん咲きますが、その後実が大きくなりませんでした。樹そのものの生理現象であるため、根本的に解決する技術は今のところありません。同じ隔年結果の温州みかんは、収穫用の畑と休ませる畑を交互に入れ替え、毎年の収穫量を安定させる方法で解決しています。

藤原氏●肥料をやったかどうかは、生育に結構大きな違いが出たんですよね。当社のハウスでも、毎日時間を決めて施肥をしていました。機械のトラブルで肥料をやれない時期が続いた時には、葉も茂らず、力なくぐったりした樹になり、肥料の重要性を感じました。

高居准教授●一般的に果樹栽培は、樹の栄養成長が旺盛になると、果実が少なくかつ大きくならないため窒素肥料は少なめにというのが通説です。ただ、今回の研究はポット栽培での実践が一つのポイントでもあります。少ない肥料を長時間溜め込むことができないポット栽培は、肥料をコンスタントに加える必要があるのだと思います。あとは気温との関係性です。ある品種では3月に花が咲いた時、すべて落花して実が成りませんでした。寒さのせいかと推察しましたが、初夏にも花がたくさん咲いたのに実がなりません。気温は関係しているのかどうか、今後も観察や研究を進めていきます。

台木栽培にもチャレンジ
種からの栽培も見据えて

藤原氏●フィンガーライムを接ぎ木する台木のカラタチの栽培研究にも取り組んでいただいていますが、状況はいかがでしょうか。苗から取った枝を挿し木で育てていただいたり、種から発芽させたり、カラタチの苗木作りも行っていただいています。

高居准教授●カラタチは種まきから成木になるまでの生育期間が10年ほどと非常に長いので、いろいろと試しながら最小限の手間で効率良く栽培できる方法を探っていきたいですね。

藤原氏●カラタチの栽培が実現すれば、台木としてフィンガーライムの生産者に提供できたり、接ぎ木用の苗を手掛けることもできると考えています。

高居准教授●フィンガーライムの栽培方法の確立や生産体制を整えるためにも、スムーズな台木栽培と接ぎ木技術は重要な要素だと私も思います。

北陸の海の幸を引き立て、
加工品としても幅広く味わえる

藤原氏●フィンガーライムは、白身魚や貝類などの美味しさを引き立てる期待の食材ですが、日本国内での普及はまだこれからです。北陸は海の幸が豊かで、そんな地元の食材とのマッチングを考えた時に、フィンガーライムがぴったりだと思いました。フィンガーライムで北陸の食材を彩っていきたいと考えています。

高居准教授●食材そのものだけでなく、加工品への展開も考えていらっしゃるんですよね。

藤原氏●瓶詰やシロップなど、長期保存が可能な加工品を考えています。石川県の補助金なども活用させていただきながら、栽培方法の確立と同時進行で取り組んでいます。フィンガーライムを生食で提供できれば最適ですが、12月頃から翌年の初夏までは収穫ができません。輸入品でまかなうことも可能ですが、国産と同水準で品質を保持できるかが難しいと思っています。

高居准教授●この共同研究は、私の果樹園芸の授業でも話題にさせていただいており、学生にとっても興味深いと思っています。最後に、大学に期待することを教えてください。

藤原氏●以前、高居先生が示してくださったデータによると、地球温暖化により、2060年には石川県も柑橘類の栽培適地になるそうですね。北陸での柑橘類の果樹栽培のノウハウを今から研究することには、大きな意義があると思います。まずはフィンガーライムの栽培方法を確立し、食文化に深みと広がりをもたせていく一助になればうれしいです。お忙しい中、研究をしていただき本当に感謝しています。

動物行動学から行動操作製品へ：害虫防除製品と昆虫保全技術の開発

生産科学科・
応用昆虫学研究室
准教授
弘中 満太郎

昆虫の行動操作という考え方

昆虫たちと上手に付き合いたい。時として私たちは、小さな隣人である昆虫に悩まされることがあります。そうした害虫たちを制御する方法として、これまで殺虫剤を基盤とした化学的な制御が多用されてきました。しかし現代は、合成化学物質を利用しない、より生態的親和性の高いアプローチが強く求められています。行動操作（behavioral manipulation）は、情報受容や情報処理、運動出力を人為的に改変したり妨害したりする技術を用いて、昆虫の一般的な習性を操作するものです。近年は世界的な昆虫の激減が明らかにされつつあり、生物多様性の保全の観点から、昆虫の保護が必要とされる場合もあります。行動操作はそのような目的にも合致した方法を提供します。

移動、摂食あるいは交尾といった基本的な行動を操作するために、光、フェロモン、音、振動、構造といった自然あるいは人工の刺激が使用されます。どのような昆虫の、どのような行動を操作する際に、どういった刺激が有効なのかを明らかにすること、その刺激を利用して対象の昆虫を意のままに操ることが、私たち昆虫を材料とした動物行動学研究者の目指していることの一つです。以下に近年、本研究室が企業と共同で取り組んだ2つの開発研究についてご紹介します。

光情報受容を操作した高誘虫技術

昆虫がなぜ光に集まるのか、という謎はいまだ十分に明らかにされていませんが、極めて多くの昆虫が、光に対して誘引されたり、忌避したりします。それゆえ、光は、昆虫の行動操作において大変重要な刺激です。光捕虫器（ライトトラップ）は、屋内の昆虫をクリーンな形で捕獲する害虫防除製品で、まだまだ多くの改良の余地があります。例えば、夜行性の飛翔性昆虫が光に集まる現象が、コントラストが急激に変化する境界部（エッジ）に誘引されるものだと明らかにすることで、エッジを強調した高い誘虫性能をもつ光捕虫器を作ることができました（写真1）。

写真１　エッジ式光捕虫器

運動出力を操作した低誘虫技術

昆虫は、餌や交尾相手、生活場所といった資源に対して様々な好みを種ごとに持っており、その好みを選ぶことができないように運動出力を操作することで、任意の場所から昆虫を遠ざけることができます。例えば、昆虫と近縁なクモ類は、光に誘引された昆虫を捕食するために防犯灯の近傍に造網し、その結果として防犯灯が汚れてしまうという問題を起こします。クモ類が造網しにくい防犯灯を開発したいというご要望を受けて、クモ類が登攀（とうはん）しにくい表面荒さを有し、加えて好みの造網空間が存在していない防犯灯を、企業の研究者の方々と作り出しました（写真2）。

写真2　クモ類への造網抑制機能をもつ防犯灯

植物色素ベタレインの可能性

生産科学科・
花卉園芸学研究室
講師
今村 智弘

幅広い利用が期待されている

植物は、様々な色彩の花を咲かせます。植物の花では、主にカロテノイド、アントシアニン（フラボノイド）、ベタレインの３種類の植物色素が生産されています。アントシアニンやカロテノイドは、大部分の植物で生産されている一方で、ベタレインは、サボテンやテーブルビート、ブーゲンビリア（写真１）などのナデシコ目植物のみで生産されています。ベタレインは、鮮やかな色彩を示し、赤色から紫色のベタシアニンと、黄色から橙色のベタキサンチンの２種類のグループに大別されます。また、ベタレイン色素の特徴として、他の色素と比べ、高い水溶性と抗酸化活性を保持しています。その特性から、植物では、環境ストレスや生物ストレスに対する耐性を担う物質や花粉媒介生物の目印として機能することが知られています。近年、ヒトに対する生理活性が明らかにされており、抗炎症活性、抗がん活性、抗菌活性などを持つことにより健康サプリメントなどの利用が期待されています。

生合成遺伝子の単離に成功

ベタレインは、他の色素に比べ研究が遅れており、初期生合成経路は2012年と比較的最近にその全容が明らかにされています。さらにベタレインは、さまざまな修飾により多様な種類のベタレイン分子種が存在していますが、これらの分子種の生合成に関わる遺伝子の大部分は不明なままです。そのような状況の中、私たちの研究室では、ベタレインを合成する遺伝子の探索を行っており、これまでにベタレインの１つであるアマランチンを合成する遺伝子の単離に成功しています。ベタレインの生合成遺伝子の単離に成功すると、人為的なベタレイン生産系を構築することが可能になります。私たちは、タバコ培養細胞にベタレイン生合成遺伝子を導入したベタレイン生産系統（写真２）を作出し、人為的なベタレイン大量生産に成功しています。さらに、私たちは大量に生産したベタレインを用いて、新たな生理活性の探索を行っており、これまでにヒト免疫不全ウイルスのプロテアーゼの働きを阻害する活性、アルツハイマー病の原因の１つと考えられているアミロイドβの凝集を阻害する活性を新たに見出しています。このように、私たちの研究室では、ベタレインについて遺伝子の単離から生産系の構築、生理活性評価と一連の研究を行っております。この研究により、近い将来、ベタレインが着色料としての利用ではく、生理活性を利用した健康サプリメントなどの産業利用が期待できます。

写真1　ベタレイン生産植物　左：テーブルビート、右：ブーゲンビリア

写真2　タバコ培養細胞を用いた人為的なベタレイン生産系(今村ら、2019を改変)

ウシの胚移植技術とヒツジの周年繁殖技術の開発 付加価値の高い家畜の効率的な生産を可能に

生産科学科・動物繁殖学研究室
教授 橋谷田 豊
（はしやだ ゆたか）

Profile

新潟市出身。農林水産省、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構主任研究員、独立行政法人家畜改良センター技術専門役を経て、2018年（平成30）4月から現職。専門は家畜繁殖学。家畜改良センター表彰最優秀賞等受賞、日本繁殖生物学会賞・技術賞受賞。

Q：どのような研究をされているのですか。

A：主な研究テーマは、ウシの胚移植技術並びにヒツジの周年繁殖と、それらに関連する技術の開発です。まず、ウシの胚移植技術では乳牛から和牛を生産する酪肉連携を可能にします。胚移植の鍵となるのが優秀な卵子です。体外受精では雌ウシの卵巣から採取した卵子を使用しますが、これまでは牛肉では良質な肉質の系統かどうかは屠殺してみなければ分かりませんでした。しかし現在は超音波画像による診断でも、ある程度肉質が判断できるようになり、生きている雌ウシから卵子を吸引する方法もあります。採取した卵子をインキュベーターの中で受精させ、借り腹となる受胚牛に移植します。研究では肉牛の肉質や乳牛の乳量などに優れた移植用の胚の生産性を高め、安定的に確保するための体外受精技術の開発に取り組んでいます。

また、ヒツジは秋から冬にかけて繁殖シーズンを迎えますが、農家にとっては一定期間に特定の管理が集中し、大きな負担となっています。そこで一年を通して繁殖ができれば、その負担を分散させられる上に、本来であれば決まった時期にしか販売できなかった新鮮なラム肉を安定的に消費者に届けることができます。ヒツジのような季節繁殖性をコントロールするには、人為的に目隠しをさせたり、舎内の窓を暗幕カーテンで覆うなどしてヒツジが受ける日の光の量を調節し発情期をずらす古典的な方法があります。一方、当研究室では特定のホルモンを投与してダイレクトに卵胞を刺激し、発情を促すといった方法による季節外繁殖がほぼ実用化のレベルに達しています。

Q：今後の抱負をお聞かせください。

A：農家の担い手不足や経営の安定化、食の安全に対する意識の高まりに対して、家畜の育種改良の効率化や付加価値の高い家畜生産は、産業の振興や食糧問題の解決等さまざまな局面で不可欠な要素です。石川県でも家畜と畜産農家は減少傾向にあり、先の能登半島地震により離農の加速も心配されています。そこで効率良くウシやヒツジを繁殖させられれば、農家さんの生活基盤の早期安定にもつながります。また、現状の能登牛は県内産だけでは肥育素牛が不足していることもあり、ほかのブランド牛の御多分に漏れず、他県で生まれた子ウシを能登で肥育しているケースが多いのが実情です。でも「本当は能登生まれ能登育ちの能登牛をつくりたい」という農家さんの声を聞きます。私もそれは大賛成です。能登生まれにこだわった能登牛はブランド自体の強みにもなりますので、これまでの研究で蓄積した技術で力になれたらと思います。

研究の様子

Project

能登半島地震復興支援のための研究プロジェクトがスタート

写真１　能登半島地震により大きく亀裂の入った水田被害

2024年1月1日、能登半島は、珠洲市北方を震源とするM7.6の大地震により甚大な被害が発生しました。とくに輪島市・珠洲市など奥能登地域では最大震度７に達する強烈な振動と液状化、そして地すべりなどによって多くの家屋が倒壊し、道路や電気・水道など基盤インフラが寸断されました。石川県立大学では、地震によって甚大な被害を受けた能登半島の基盤産業である農業関連分野について、地域の復旧・復興を支援するための研究プロジェクトを4月からスタートさせました。

農地・農業用施設の復旧復興プロジェクトでは農地・農業用施設被害データや衛星写真データなどをAI技術と組み合わせることにより、現地へのアクセスが困難な地域における農地・農業用施設の被害状況を効率的に把握する方法を開発します（写真１）。また山地で多くの地すべりや崩壊が発生し、道路や家屋に大きな被害を与えています。そこで地すべり・崩壊等の土砂災害の実態把握を行い、土砂災害の類型化を行って、地域ごとにその発生メカニズムを明らかにします（写真２）。農業生産者連携・農村コミュニティ復興支援に関しては、奥能登地域の集落に入り、被災家屋からの家財搬出などのボランティア活動を行いながらコミュニティ再建に関する課題の聞き取りを行い、発災からこれまでの状況や今後必要な支援、そして潜在的な地域課題について考えて行きます（写真３）。畜産生産者連携支援プロジェクトでは、大きな被害を受けた畜産農家の被災状況を調査し、今後の畜産復興を進めてゆく上での方向性を探ります。能登の数々の酒蔵、魚醤油いしる（いしり）、「なれずし」など、能登の素晴らしい発酵文化を守るため、各製造業者で発酵を支えてきた酵母や乳酸菌などの微生物を現地から分離して種菌として保存を行っていきます。その他、マイクロ水力発電と農産物や食品残渣を利用したメタン発酵など田園資源の活用による能登復興支援、また、避難者の健康支援や創造的復興のための自然環境調査、サツマイモ栽培の実証的試験なども行う予定です。

各プロジェクトは各学科と生物資源工学研究所の教員３～4名によって組織され、大学院生・学生などを含めて調査チームを結成し、被災地域で調査を行います。その結果は、8月に中間報告、そして来年３月に本報告会を開催する予定です。これらの研究プロジェクトの窓口は、産学官連携学術交流センターが担当します。

写真2　能登半島地震により里山地帯で発生した地すべりと土石流の調査

写真３　被災した地域でのボランティア活動と聞き取り調査

出展報告

ビジネス創造フェアいしかわ2024にサツマイモのハチミツを出展

2024年5月15～17日　石川県産業展示館2号館

生物資源工学研究所の大谷基泰准教授が、しずく工房（野々市市）と共同で事業化を進めているサツマイモの花から採取したハチミツを、ビジネス創造フェアいしかわ2024に出展しました。出展には同じく生物資源工学研究所の中谷内修講師と共同で行いました。初日には馳浩石川県知事がブースを訪れました。また、東京にある石川県のアンテナショップ「八重洲いしかわテラス」への出品もご提案いただきました。サツマイモの花のハチミツは全国的にも珍しく、野々市ブランドに認定されています。今年からは大学の近くにある石川県立明和特別支援学校の生徒のみなさんとも協力してこのハチミツを使った商品の開発に取り組む計画が進んでおり、今後、石川県のブランド食品に成長することも期待されています。

ビジネス創造フェアいしかわ2024に出展の様子

保有特許紹介

特許第7204092号　2023年1月5日　■発明者：小柳 喬

「野菜ペーストの製造方法およびそのための菌株」

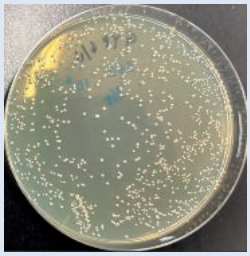
野菜ペーストは、それ自体を食品として、ならびに凍結乾燥カレーの材料としてなど非常に広範な用途を有する。また、野菜ペーストは使用される野菜に依存して、性質、特徴、および用途が異なり得る。中でもニンジンを主原料とする野菜ペーストは、βカロテンおよび食物繊維などが豊富であるために栄養価が高く、また鮮やかな色を呈するという点において優れている。しかし、ニンジンには特有のえぐみやにおいがあることから、これらを抑えることもニンジンペーストの製造および改善にとっては重要である。

香りや味が良好なニンジンペーストを製造する手段としては、①油脂とともに加熱してテルペン類の量を低減する方法、②酵素処理をする方法および、③微生物による発酵を利用する方法があげられる。①油脂とともに加熱する方法では、加熱に必要な熱エネルギーが必要であること、および油脂の添加が必要であることから、エネルギーおよび費用の面で欠点を有する、②酵素処理法により使用される酵素は、比較的効果であることから、費用面での欠点を有する、③微生物による発酵は、他の方法よりも低廉で実行できる可能性があるものの、ニンジンのみを栄養素として発酵できる微生物が知られていないため更なる添加物が必要となるという問題点がある。

本発明は、野菜ペースト、特にニンジンペーストの製造・改善を簡便かつ安価に行うための微生物的手法を提供する。またそのような微生物的手法に使用するための微生物を提供する。

本発明の発明者らは、新規の乳酸桿菌株であるSB3株を用い、野菜を原料とした発酵ペーストを製造する方法を提供する。このSB3株は、あじのなれずし（石川県・能登半島産）から分離された。

本発明の効果


SB３株のコロニーの写真

本発明は、新規のラクトバチルスカゼイ（*Lactobacillus paracasei*）SB3株を提供する。本発明はまた、本発明が提供する新規の菌株を用いる野菜を原料とした発酵ペースト（特にニンジンを原料とした発酵ペースト）の製造および/または改善方法を提供する。

産業上の利用可能性

発酵ニンジンペースト

野菜ペースト（特にニンジンペースト）の製造ないし改善を行う優れた方法を提供する。

お問い合わせ先　石川県公立大学法人 石川県立大学 Ishikawa Prefectural University　産学官連携学術交流センター

〒921-8836 石川県野々市市末松1-308
TEL 076-227-7566　FAX 076-227-7410
E-mail：sangakukan@ishikawa-pu.ac.jp
URL：https://www.ishikawa-pu.ac.jp/