

経口摂取により暑熱耐性能を誘導しうる 微細藻類

広島大学 両生類研究センター
准教授 井川 武

2025年10月23日

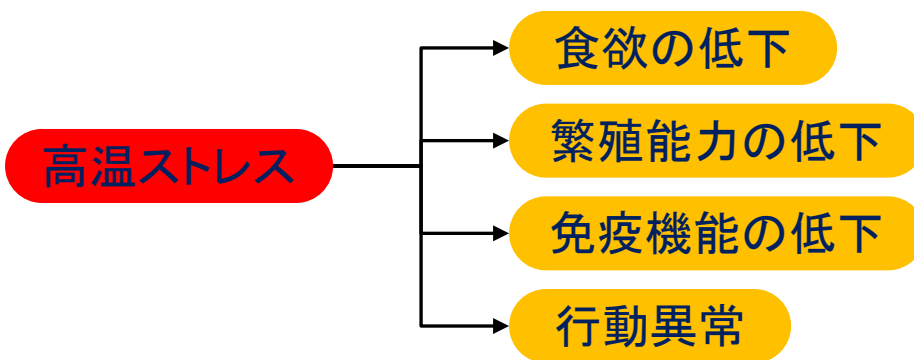
本技術の概要

- 地球温暖化によって畜産物、水産物、ペットなどへの高温ストレスが高まり、生産リスク、健康リスクが上昇。
- 温泉という極限環境に生息する両生類「温泉ガエル」の餌資源としての藍藻（シアノバクテリア）の発見。
- オタマジャクシの高温下での生存率の上昇、鳥類（ニワトリ）での高温ストレスの低減効果を確認。

地球温暖化と食料生産リスク

- ・ 過去10万年(最後の間氷期以降)最も急速な全球的温暖化が進行中

■ 動物への温度ストレスの影響



■ 畜産業・漁業における問題点

- ◆ 生産性の低下
- ◆ 生産コストの増大
- ◆ インフラコストの増大

➡ 生産コストの増大

■ ペット・アニマルウェルフェアにおける問題点

➡ 健康リスクの上昇
寿命の低下

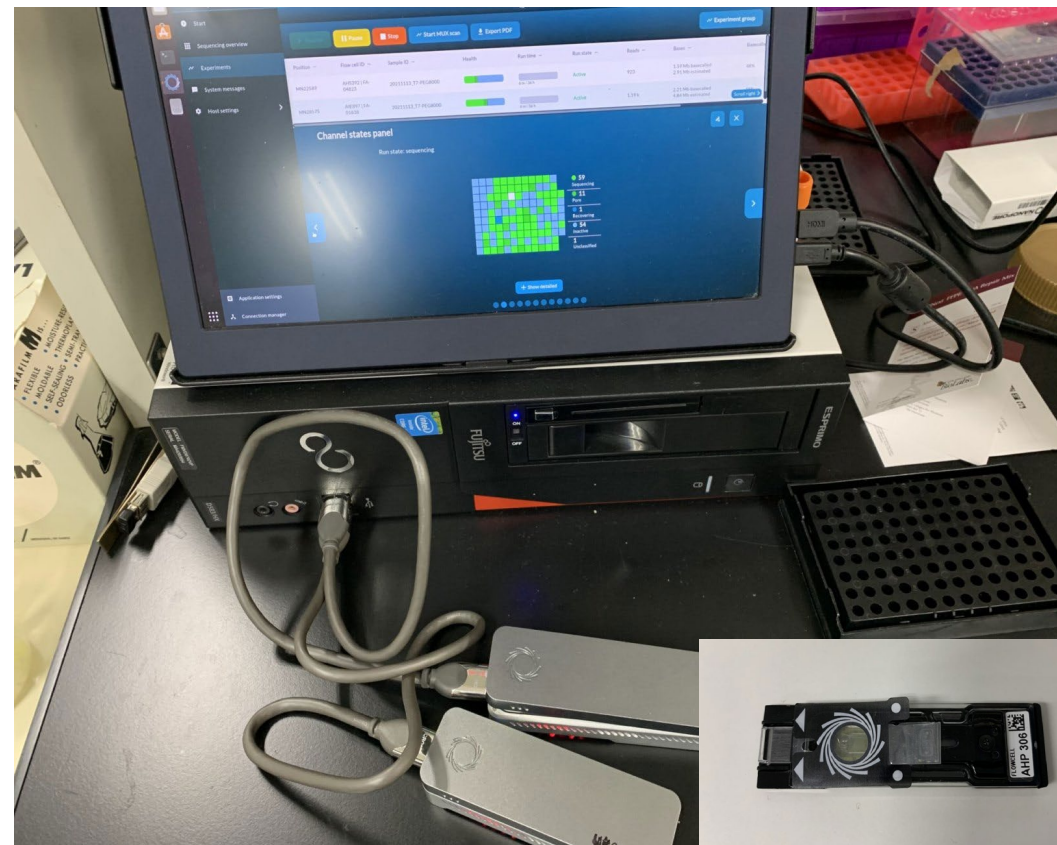
「温泉ガエル」と餌資源としてのシアノバクテリアの発見

- 琉球列島に広範に分布する「リュウキュウカジカガエル」と本州、九州、四国などに生息する「カジカガエル」の、**温泉に生息する集団を発見し、藍藻(シアノバクテリア)を食していることを見出した。**

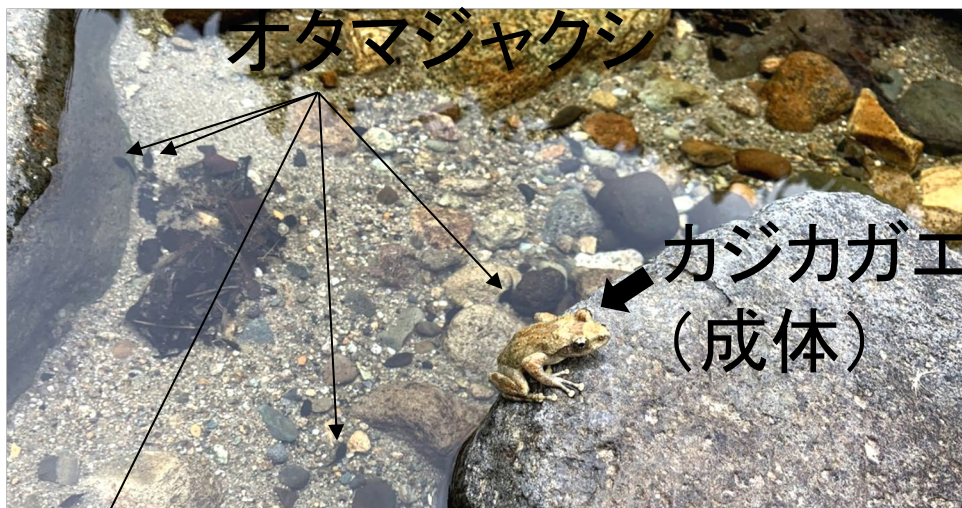


MinIONを使ったDNA解読

- Oxford Nanopore Technologies社のシーケンサー（DNA解読装置）MinIONを使ってPCR産物・ゲノムDNAを解読。



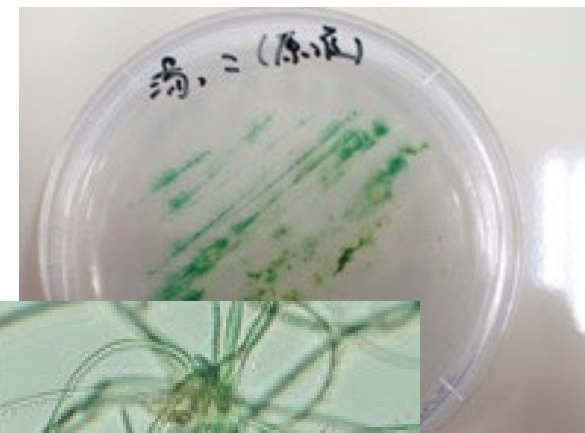
温泉藻(秋田県湯沢市・川原の湯っこ)の単離培養



スクリーニング(実験室)

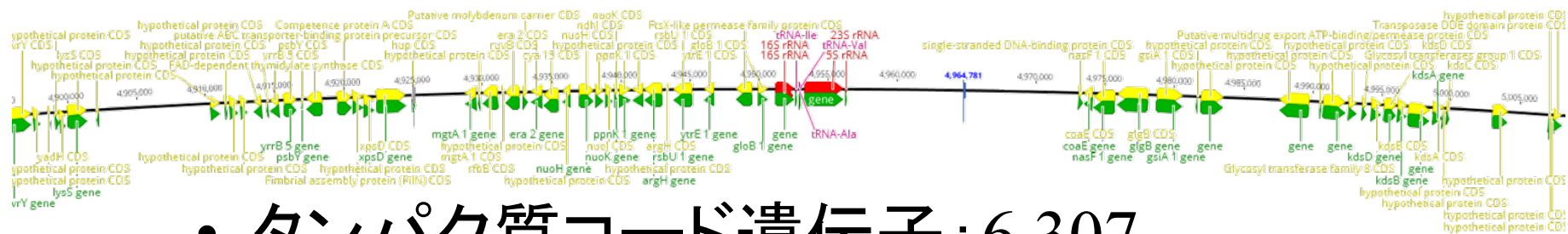


摂餌藻類の単離培養と解析



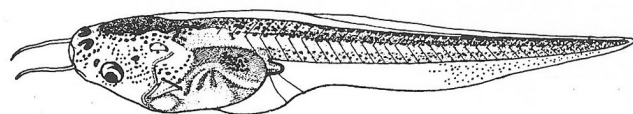
40～60℃で良好な増殖能





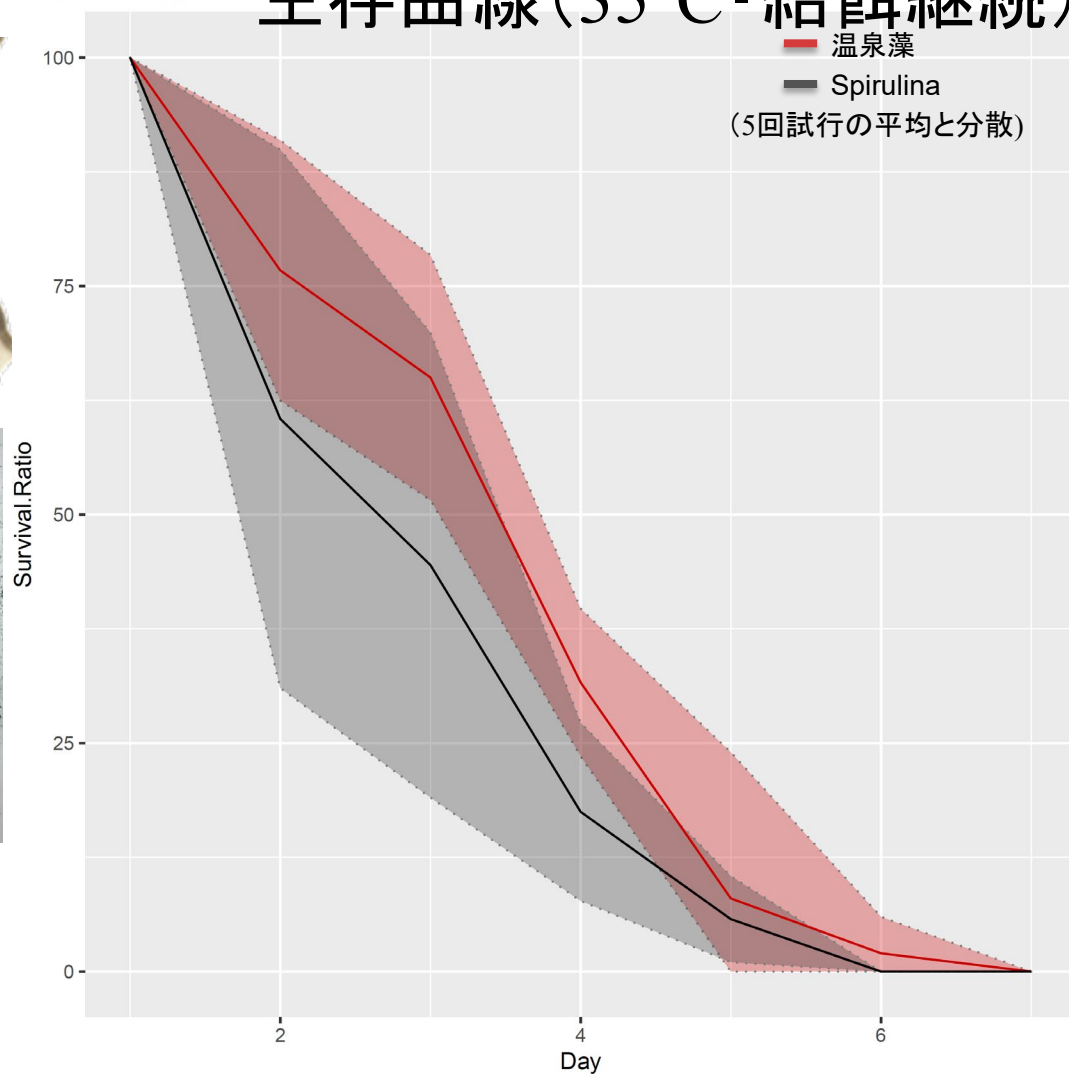
- タンパク質コード遺伝子: 6,307
- 他の同類のシアノバクテリアに比べて、
- 窒素化合物代謝に関連した遺伝子
 - 遷移金属イオン結合遺伝子
- が多くコードされている。

ネッタイツメガエル幼生の摂餌試験と高温下生存率

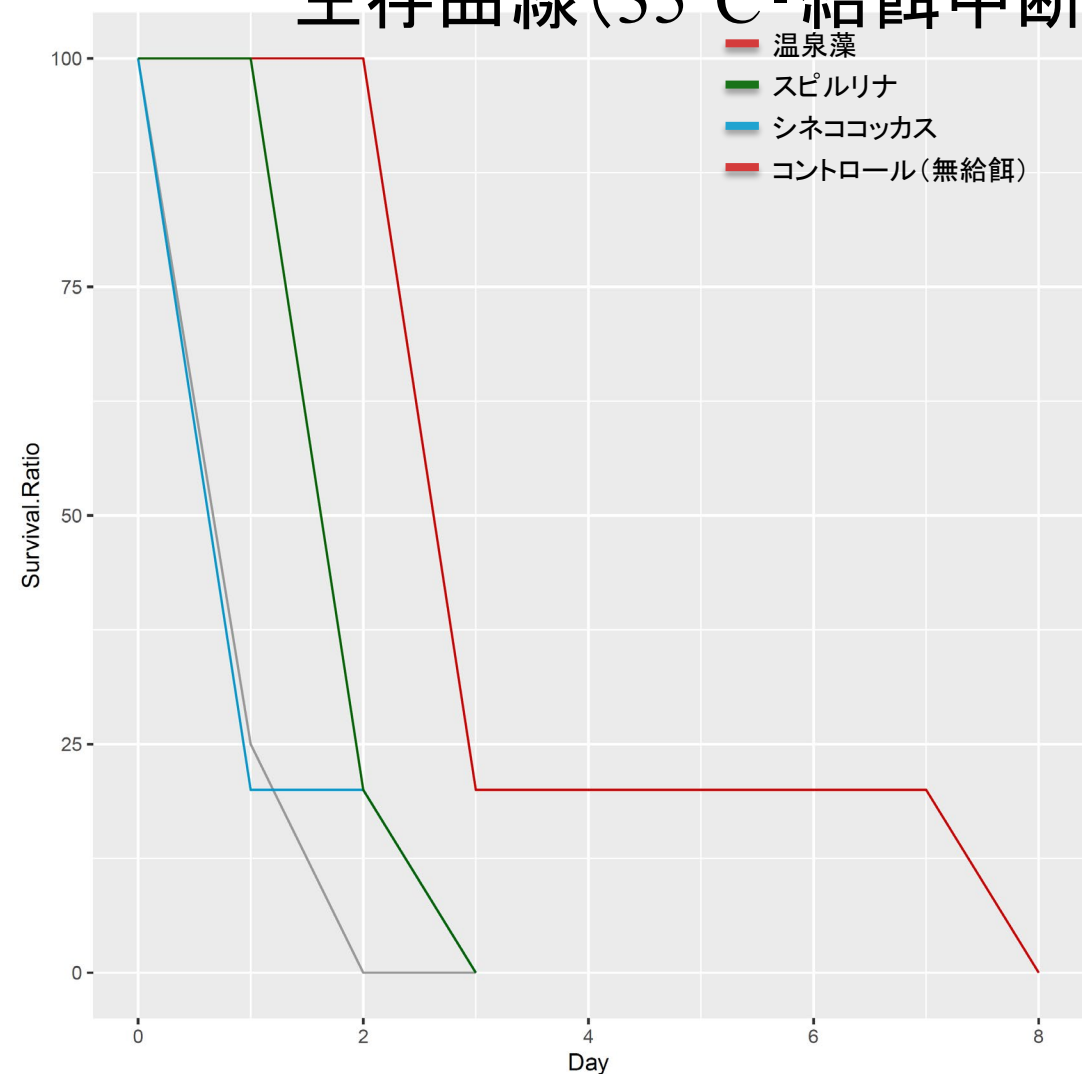


精製した温泉藻
(フリーズドライ品)

生存曲線(35°C・給餌継続)



生存曲線(35°C・給餌中断)



ニワトリに対する飼料添加と暑熱ストレスへの影響

- 供試動物：産卵鶏（Julia Lite）雄ヒナ、12L12D
- 試験区：2×3の完全要因配置
 - 2種類の環境温度（室温or暑熱）
 - × 3種類の試験飼料（微細藻類粉末を飼料に対して乾物あたり0, 1, 2%添加）
- 供試羽数：各区5羽（ $5 \times 2 \times 3 =$ 合計30羽）
- 温度管理：D0で30℃、その後D4まで2日間ごとに1℃低下させる
 - 暑熱区：D5より、9:00から2時間かけて38℃まで加温し、17:00から2時間かけて29℃まで減温（サイクリック）
 - 通常温度区：D5より27℃

試験スケジュール

| D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 |
|-------------|----|------|----|----|--------------|----|----|----|----|
| ハッチ 雌雄鑑別 | 単飼 | 飼料馴致 | | | 通常温度区 暑熱区 | | | | 終了 |



産卵鶏雄ヒナの羽数、摂食量と藻類粉末重量（70 g）から計算した最長の試験期間を設定

測定項目

体重、日増体量、摂食量、飼養要求率、直腸温。

D7に暑熱区の個体を動画撮影し、3分間あたりのパンティング（口を開け、喉または背中を小刻みに動かす呼吸をパンティングと定義）時間を計測。

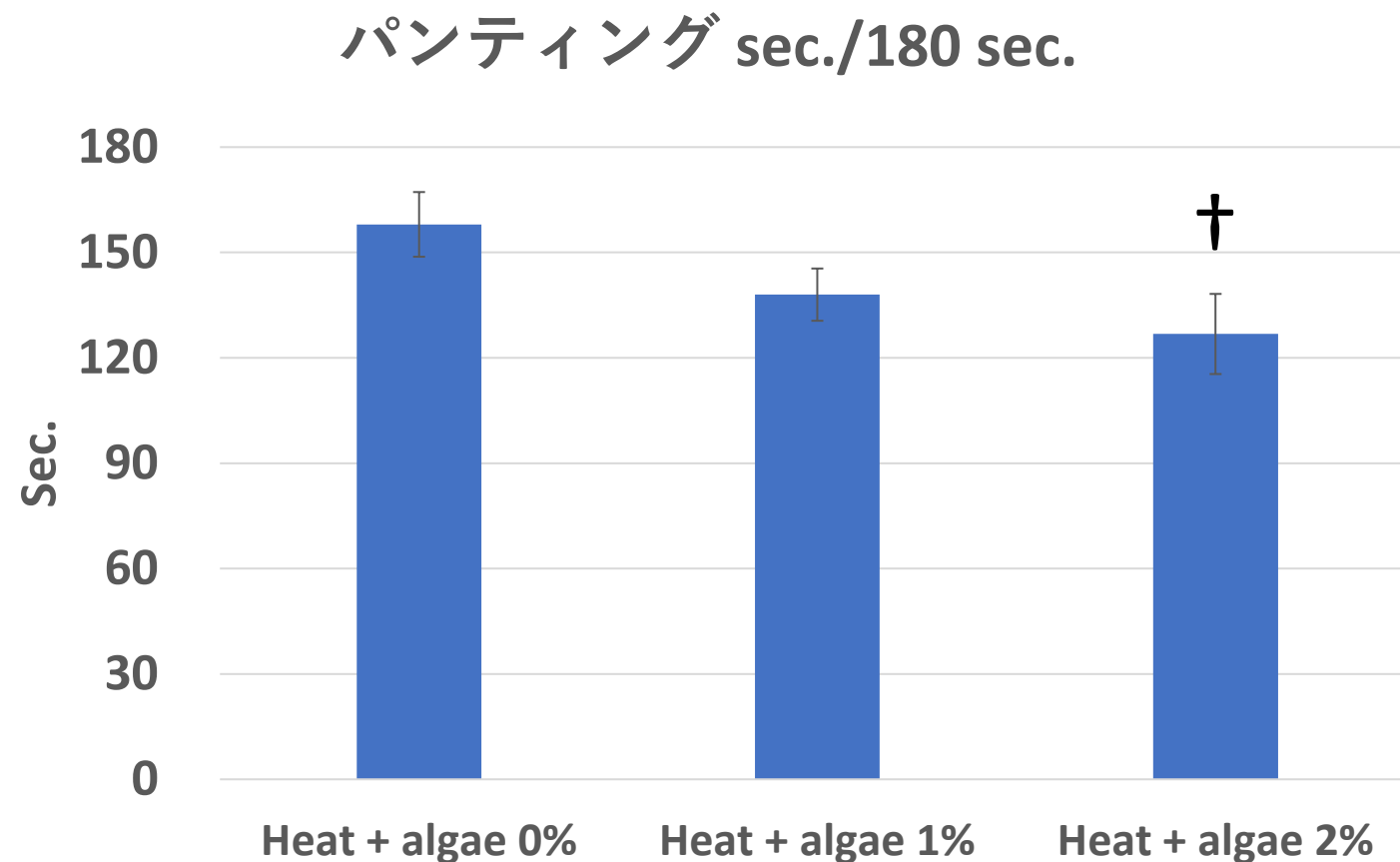


結果①

| | 通常温度区 | | | 暑熱区 | | | P | | | |
|----------|--------------------|----------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------|---------|--------|---------|
| | 0%添加 | 1%添加 | 2%添加 | 0%添加 | 1%添加 | 2%添加 | 藻類添加 | 環境温度 | 添加×温度 | 添加×温度×日 |
| 体重 (g) | 61.07 | 63.17 | 61.76 | 61.68 | 60.21 | 63.11 | 0.7462 | 0.7788 | 0.2958 | 0.5045 |
| 日増体量 (g) | 5.70 | 6.22 | 5.59 | 5.50 | 5.59 | 6.16 | 0.7579 | 0.8167 | 0.4248 | 0.0495 |
| 摂食量 (g) | 11.82 | 12.49 | 12.30 | 10.09 | 10.39 | 11.06 | 0.2218 | <0.0001 | 0.6090 | 0.1741 |
| 飼料要求率 | 2.17 | 2.09 | 2.32 | 1.92 | 1.96 | 1.87 | 0.8881 | 0.0296 | 0.5648 | 0.2651 |
| 直腸温 (°C) | 41.48 ^b | 41.65 ^{bde} | 41.74 ^{de} | 42.04 ^{ac} | 42.14 ^a | 41.78 ^{cd} | 0.0488 | <0.0001 | 0.0001 | 0.3926 |

- 直腸温に藻類飼料添加の影響が認められた。
- 直腸温に藻類飼料添加と環境温度との交互作用が認められた。
- (統計的有意差はないものの) 増体量、摂食量も改善。

結果②



- † : 0%添加区と比較して $P < 0.1$
- 藻類添加によりパンテイング時間が短くなる傾向

藻類を飼料・飼料添加物として用いるメリット

- 藍藻自体が高温環境下でも自律的に増殖可能であり、温暖化が進行する将来の気候条件下でも安定した生産が可能。
- 既存飼料にわずか1～2%の配合で顕著な効果を発揮することから、コスト効率が極めて高く、導入障壁が低い。
- 培養から製品化までのプロセスが低エネルギーかつカーボンニュートラルで完結するため、環境負荷の低減と持続可能性の両立が可能。

想定される用途

- ペットフード
- 家畜用、水産魚種飼育飼料
などへの添加物としての利用。
- 今後の試験結果次第では、健康食品などへの応用も考えられる。

実用化に向けての課題

- 大量培養法の確立
[➡日本微細藻類技術協会(IMAT)との共同研究]
- 魚種などの水生生物での試験
- 有効成分の同定
- 生産物・食品としての品質の検証

社会実装への道筋

| 時期 | 課題 | 社会実装への取り組み |
|-----|--|------------------|
| 現在 | <ul style="list-style-type: none">・大量培養法の確立・成分分析・魚類での試験 | 顧客ヒアリング・ファンドへの応募 |
| 1年後 | <ul style="list-style-type: none">・有効成分のアッセイ試験・砂漠地帯などでの大量培養の検証開始（海外との共同研究の開始） | 企業・海外有力大学との共同研究 |
| 3年後 | <ul style="list-style-type: none">・生産物の食品・製品としての品質の検証開始 | スタートアップ設立など |

企業への期待

- 飼料製品の開発技術を持つ、企業との共同研究を希望。
- 有効性成分によっては、製薬、健康・医療関連企業との共同研究も希望。

企業への貢献、PRポイント

- 本技術は温泉ガエルの高温耐性付与という生態学研究に由来する新技術であり、他にはないユニークな付加価値が存在する。
- 生態学的視点からの基礎研究と同時に科学的裏付けがより一層蓄積される。
- カーボンニュートラルな生産過程、高温下での培養が可能であり、地球環境問題へのポジティブな影響をアピール可能。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 飲食品組成物、暑熱耐性の向上方法および飼育動物の飼育法
- 出願番号 : 特願2024-143335
- 出願人 : 広島大学
- 発明者 : 井川武、廣田隆一、河上眞一、三本木至宏

お問い合わせ先

広島大学

産学連携部 産学連携部門

T E L 082-424-4302

e-mail techrd@hiroshima-u.ac.jp