

地域戦略プロジェクト「養殖ブリの輸出を促進するための人工種苗生産技術の高度化及び高品質冷凍流通技術体系の開発」



木村郁夫
鹿児島大学 学長補佐
水産学部教授

第5回ブリ類養殖振興勉強会
平成31年1月30日

「講演内容」

- 1) 日本の水産物輸出課題
- 2) 養殖ブリ輸出の現状と課題
- 3) 冷凍変性抑制研究（ATPの科学）
- 3) 養殖魚高品質流通の取組み

3. 水産物の輸出戦略

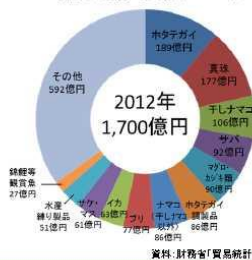
輸出の現状

- 原発事故に伴う諸外国の輸入規制の強化やリーマンショックの影響で近年の輸出額はやや低迷。
- 主な輸出先は、香港、米国、中国、タイ、ベトナム、台湾等。
- 品目別には、ホタテガイ、真珠、干しナマコ等の輸出額が多い。

国別輸出実績(2012年)



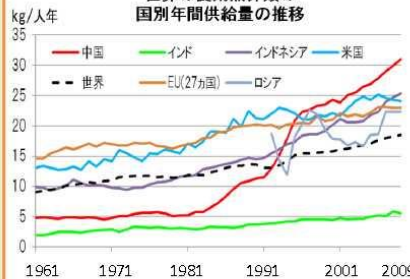
品目別輸出実績(2012年)



分析

- 世界的に水産物に対する需要は増大。特に、中国、EU、米国、インドネシアで高い伸び。
- 日本産水産物の品質に対して、世界から高い評価。
- 輸出先国の衛生管理基準への適合、衛生証明書の添付など、外国政府が求める要件に適切に対応する必要。
- 個々の漁協・事業者が個別に輸出に取り組んでいるため、マーケティング・ブランディングが十分でない、小ロット・季節対応となつてしまい売場が望む供給が難しいなどの課題。

世界の食用魚介類の国別年間供給量の推移



2020年目標と輸出拡大策

○ 輸出額目標: **3,500億円**

国家的マーケティング

- ・輸出相手国への働きかけ(原発事故に伴う輸入規制の緩和・撤廃に向けて、科学的根拠に立った対応を要請する等)
- ・養殖生産物をはじめとする日本の魚のブランディング
- ・生鮮・加工品の組合せ販売・産地間連携の促進による安定供給
- 【重点品目の考え方】
- ① 資源的に余裕があり、輸入国で一定の食習慣があるもの(例: プリ、サバ、サンマ等)
- ② 国際競争力のある水産加工品(例: 第二のカニかま、ファストフィッシュ、真珠等)
- ③ 国際商材(例: ホタテ、サケ、タラ、鰯等)
- 【重点国・地域の考え方】
- ① 新興市場: 所得が拡大しているなど、需要増加が見込まれる国・地域(例: EU、ロシア、東南アジア、アフリカ)
- ② 安定市場: 水産物の消費量が多く、日本産水産物が評価されている高・中所得国・地域(例: 東アジア、米国)

品質管理水準の向上

- ・品質管理体制の確立(対米・対EU向けHACCP取得の促進等)
- ・迅速な衛生証明書発給体制の構築
- ・品質保持(冷凍・解凍・一次加工)技術の向上

きめ細やかな支援

- ・現地ネットワークやノウハウの蓄積を活かした継続的なサポート
- ・重点国・地域への進出に必要な情報の提供や売込手法の提案【ジェトロとの連携強化】

ベストプラクティスの構築

- ・生産者・流通・小売業者等が連携した、水産物輸出のビジネスモデルの構築

2,216億円(2013年)→2,757億円(2015) →→ 2019年(3,500億円)目標

養殖水産物の課題 (鹿児島)

1. 養殖ブリ類の生産量と輸出量の増大

平成 2 6 年度生産量 日本1位

ブリ(養殖) 24,663 ト カンパチ(養殖) 19,336 ト



H 2 6 年輸出額 5 2 億円 → H 3 2 年 1 0 0 億円

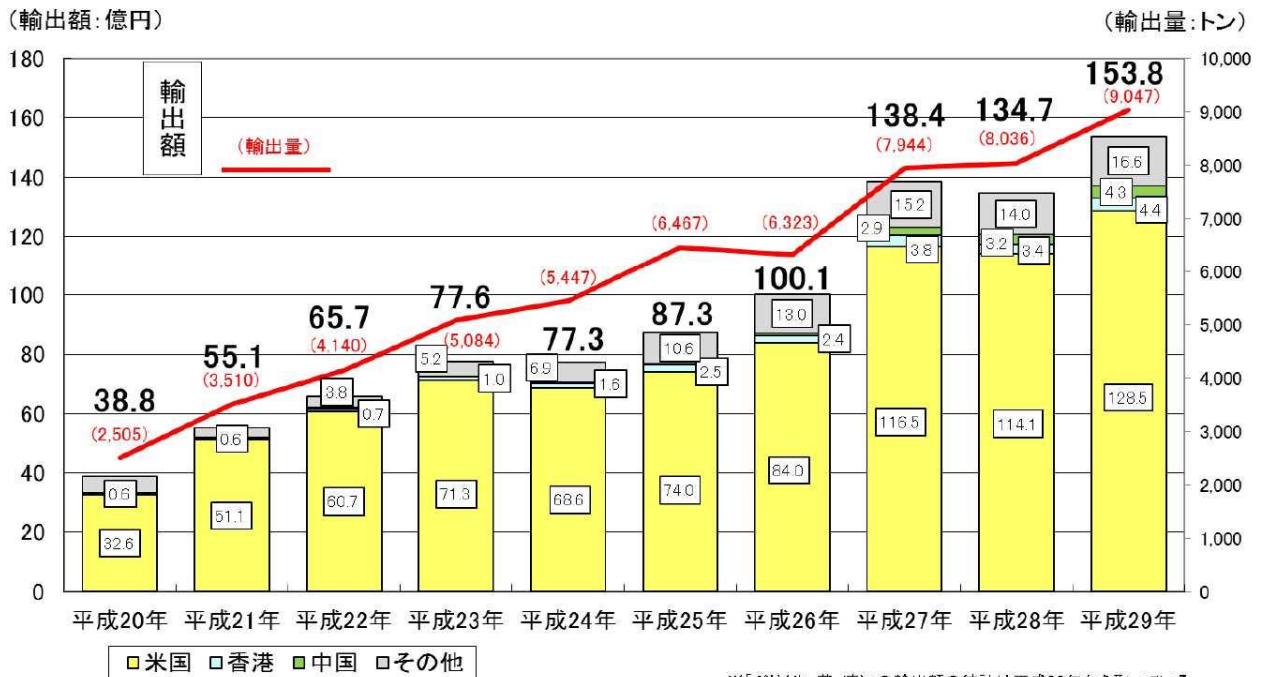
鹿児島県水産物等輸出促進協議会 アクションプラン

統計から見える不思議な輸出状況

ぶりの輸出額・輸出量及び輸出先国の推移

MAFF

- 輸出額は、年々増加傾向で推移。
- 平成29年の輸出額は、米国向けが全体の約8割を占めるほか、香港や中国の需要が高まっている。

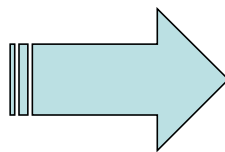


※「ぶり(生・蔵・凍)」の輸出額の統計は平成20年から取っている
資料: 財務省「貿易統計」を基に農林水産省作成

ブリ類フィレ：冷凍保存の課題



冷凍直後



-20°C 1ヶ月後

水産物の冷凍保存中の変色
「水産業界で解決されていない重要な技術課題」

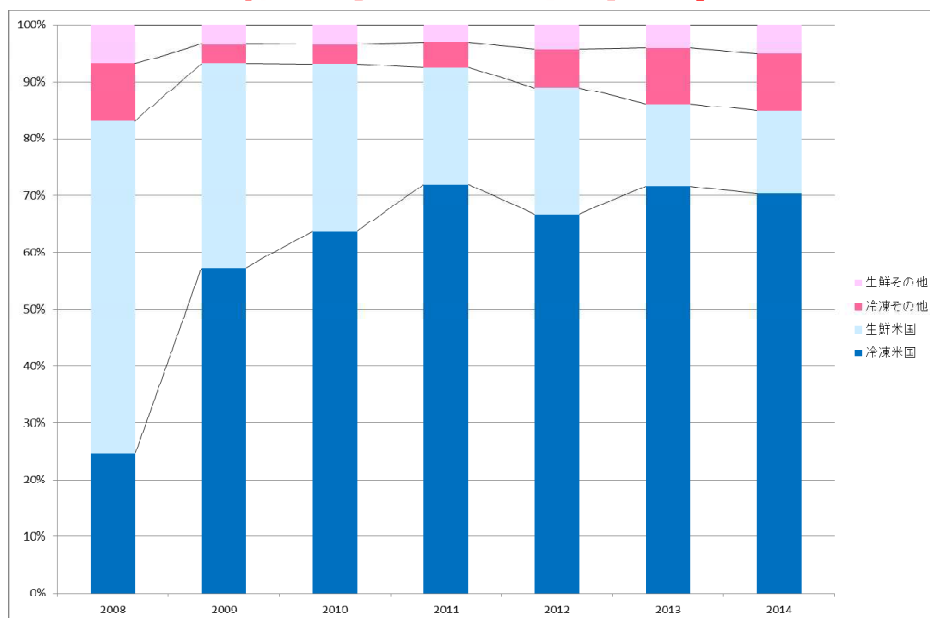
冷凍中の変色問題 現状対応策

①超低温保存

- マグロ類：-60℃のような超低温保存
→超低温設備（冷凍機、冷凍庫、流通）高額
諸外国の冷凍流通インフラは存在せず。
・電気代高額
→一般的な冷凍品流通温度は-20℃

②一酸化炭素（CO）処理

ブリの輸出拡大は冷凍ファイル

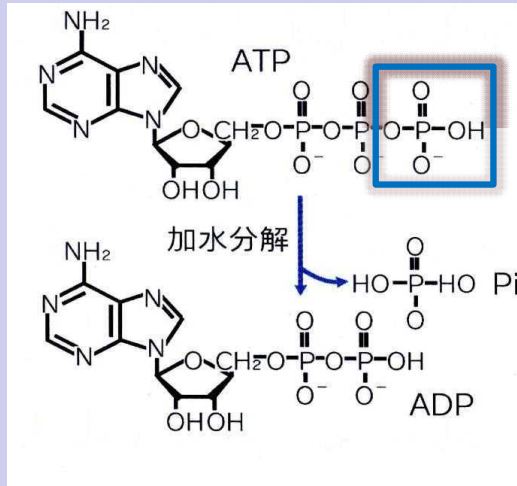


ブリ輸出の特徴：冷凍輸送：血合肉色調保持技術課題が影響。
米国向け順調に増加。（一酸化炭素（CO）処理許可、冷凍輸送可能）

EU、香港、アジア、日本、オーストラリアなど CO処理は禁止。
チルド輸送（空輸）高コスト。→輸出の伸び悩み。流通範囲が狭い。
* CO処理に代わる冷凍品質保持方法→世界の国へ輸出可能（増）。

ATPの構造

アデニンーリボースーPーPーP



$\Delta G = -30.5$
KJ/mol

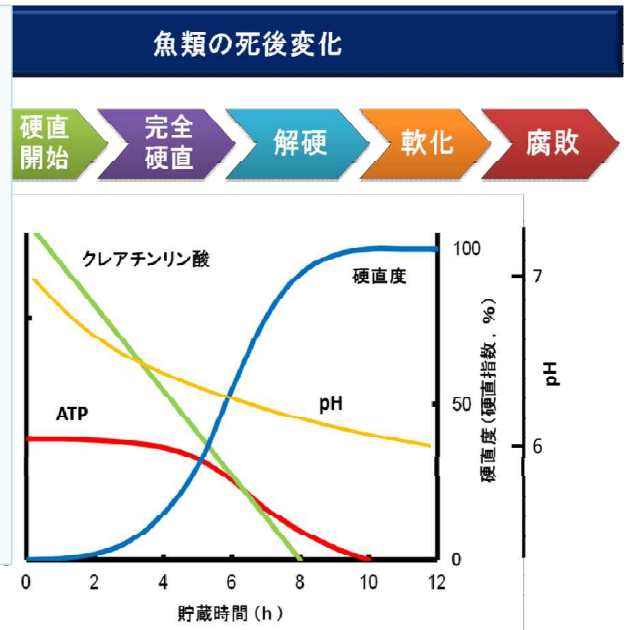
ATPの存在量：筋肉中では5~10 mM

- ATPの機能：
- ①「生体のエネルギー貨幣」
エネルギーを要する生体の素反応に関与
筋収縮・生合成・能動輸送など
 - ②筋肉タンパク質の変性抑制

水産物とATP

ATP機能と水産物

- ①ATP濃度と死後変化
- ②SR Ca-ATPase (ATP濃度と硬直)
- ③Myosin ATPase
- ④Myosinの可溶化
(Asai: Biochem.1963)
- ⑤Myosin ATPaseの熱変性抑制
(吉岡ら：日水誌1986、1991)



冷凍水産物の高品質化要因・課題

①「生食」：凍結処理をすることが必須。

②冷凍食品流通温度（-20℃）で品質が劣化しないこと。

研究目標

★鮮度が良いと冷凍品の品質も良い！

「科学的根拠を明らかにする必要がある」

冷凍品の品質に関する研究でATPに着目した研究は少ない。

★ATPの冷凍変性に及ぼす作用を明らかにする。

ATPのタンパク質変性抑制作用研究

- Mf、筋肉の冷凍変性に対するATPの作用（緒方由美ら）
- SR Ca-ATPaseの変性に対するATPの作用（袁春紅ら）
- ミオグロビン(Mb)の自動酸化に対するATPの作用（井ノ原康太ら）
- Myosin ATPaseの尿素変性に対するATPの作用（緒方由美ら）

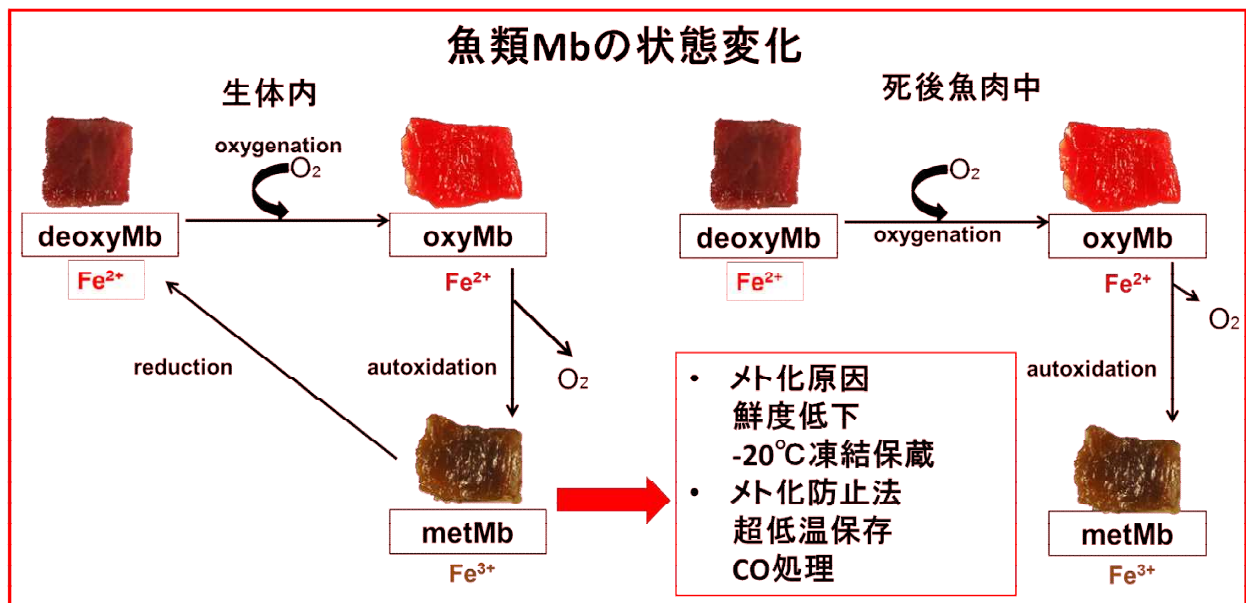
AM抽出率の冷凍変性速度恒数 (K_D)

$$K_D = \frac{\ln C_0 - \ln C_t}{t}$$

C_0 および C_t は凍結期間 (t 日) におけるアクトミオシン抽出率

Myofibrils ATP (mM) / Temperature	$K_D \times 10^4$ (day ⁻¹)						
	Alaska pollack				Croaker		
	-15°C	-20°C	-30°C	-78°C	-15°C	-20°C	-30°C
0	3479	2429	311	123	969	533	140
0.75	2630	1300	154	123	774	419	115
2.25	1288	1146	136	101	531	282	91
3.75	791	472	95	79	406	180	61
7.50	456	299	55	42	57	27	14

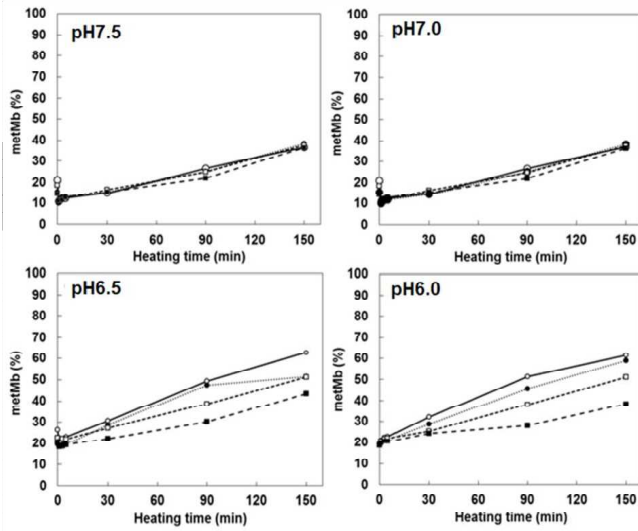
➤ ミオグロビン(Mb)の自動酸化に対するATPの作用 (井ノ原康太ら)



研究目的

- -20°C凍結保存における血合肉褐変抑制方法の開発
⇒ ATPはMbのメト化を抑制する？

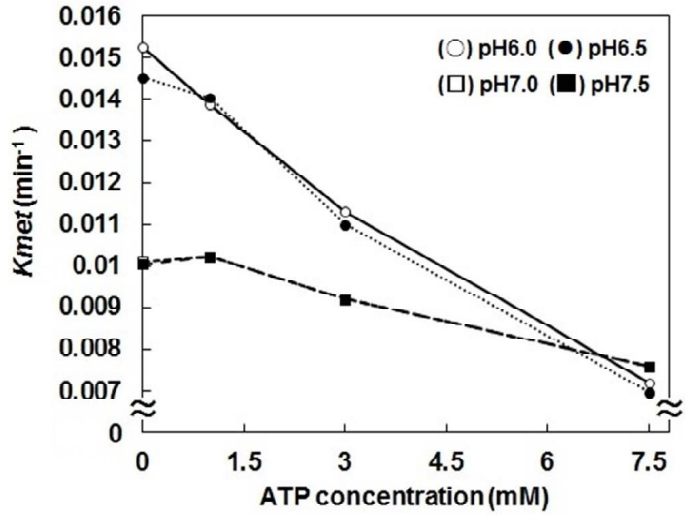
1). メト化に及ぼすATPの影響 (25°C)



ATP濃度
 (○) 0 mM, (●) 1 mM, (□) 3 mM, (■) 7.5 mM.

Mbメト化速度に対するATPの影響

(pH6.0~7.5), 25°C

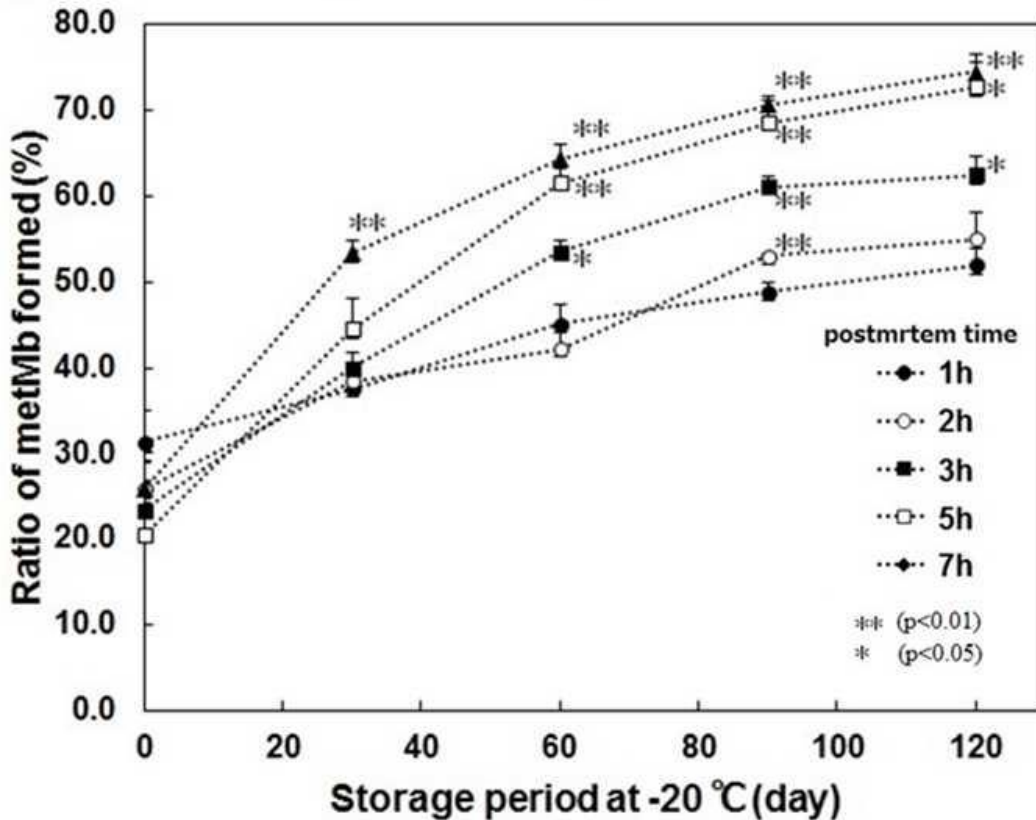


ATPはMbのメト化を抑制

ATPのMb分子に対する作用分析
 測定方法

- ・可視部吸収スペクトル
- ・CDスペクトル
- ・蛍光スペクトル
- ・ Mb分子径と表面電荷の測定

魚肉中のATP濃度と-20°C貯蔵時のカンパチ血合肉Mbメト化率経時変化

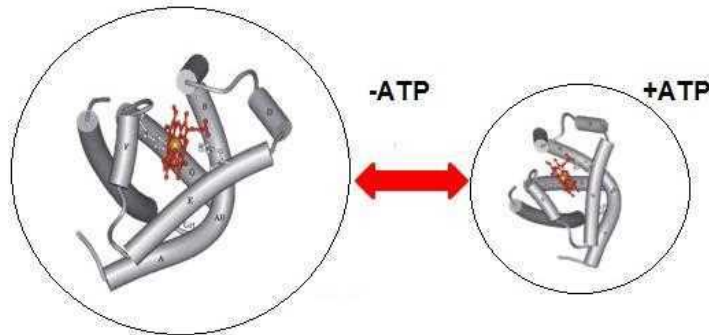


ATP濃度
 低
 ↑
 ↓
 高

pH: 6.8~6.6

ATP存在下におけるMb分子状態

- 可視部吸収スペクトル変化
- CDスペクトル変化
- Mb自家蛍光クエンチング
- MbとATPの化学量論的關係
- 溶液中のMb見かけの分子サイズと表面電荷に影響



Mbのグロビン画分に影響し，ATPが存在するとMbは小さい（硬い）分子状態へ
⇒ヘムポケットへの通路は狭くなる
⇒ATPの存在下でMbの自動酸化速度が低下する（メト化の抑制）

養殖ブリの輸出を促進するための 人工種苗生産技術高度化及び高品質冷凍流通技術体系の開発

養殖ブリ輸出拡大を阻む障壁

- ①原魚である天然稚魚の入手時期が限られるため、通年安定出荷が困難
- ②冷凍保存中に変色（褐変）が生じるため、商品価値が低下する

既往の知見（先行事業の成果）

- ①天然稚魚と異なる時期に人工種苗を導入すれば通年安定出荷が可能
- ②水揚げ時のストレス軽減と加工処理迅速化でATP濃度を維持し褐変抑制が可能

【①通年出荷対策】

- ☆通年採卵・種苗生産技術
（オンデマンド人工種苗供給）の開発
- ☆種苗生産コスト削減技術の開発
- ☆人工種苗安定量産技術の開発
- ☆中間育成技術の開発

【②褐変対策】

- CO処理に代わる褐変抑制技術構築
- ☆電気刺激水揚げ・活きメシステム開発
- ☆全自動高速魚体処理システム開発
- ☆高濃度ATP含有冷凍品の生産条件と品質の検証（一貫生産手法の導入）
- ☆解凍肉の褐変抑制技術開発

養殖ブリの輸出を促進するための 人工種苗生産技術高度化及び 高品質冷凍流通技術体系の開発

研究コンソーシアム名：ブリ養殖生産高度化と輸出促進コンソーシアム
研究代表者：木村郁夫 [国立大学法人 鹿児島大学]

構成員：

- 国立大学法人 鹿児島大学
- 国立研究開発法人 水産研究・教育機構西海区水産研究所
- 国立大学法人 長崎大学
- 鹿児島県水産技術開発センター（企画・栽培養殖部）
- 公益財団法人 かごしま豊かな海づくり協会
- 日本農産工業株式会社 水産技術センター
- 東町漁業協同組合
- 株式会社マルイチ産商
- ニチモウ株式会社
- 東洋水産機械株式会社
- 黒瀬水産株式会社
- グローバル・オーシャン・ワークス株式会社
- 鹿児島県水産技術開発センター（水産食品部）
- 鹿児島県商工労働水産部水産振興課

19

研究計画の具体的な内容－ 1

中課題 1：オンデマンド人工種苗供給体系の構築によるブリ養殖生産の効率化

1-1 通年採卵のための親魚養成マニュアルの作成

- ブリ親魚から年間を通じて採卵する技術開発・実証（6～9月）

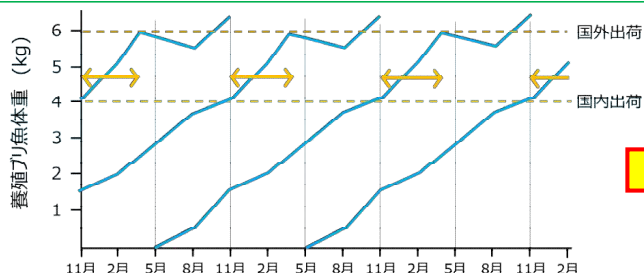
1-2 オンデマンド型ブリ人工種苗安定供給システムの構築

- 種苗生産の安定化・低コスト化技術の開発・実証
- 移転した技術を用いたブリ人工種苗の量産実証

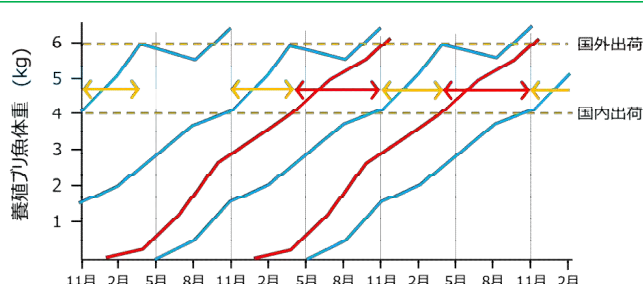
→鹿児島県水産技術開発センター、かごしま豊かな海づくり協会、日本農産工

1-3 人工種苗を用いた養殖実証試験と鹿児島県内への経済波及効果分析

- 人工種苗から育てたブリ養殖実証（協力機関）と海外での評価調査
- 鹿児島県内への経済波及効果分析



天然種苗では通年出荷が困難



人工種苗は端境期を埋めることが可能

- ☆ 天然種苗の「裏作」として養殖できるため、生産量の純増が可能
- ☆ トレーサビリティシステムへの対応や有用家系の導入も可能となる

中課題 2. 諸外国の法規制に対応した高品質冷凍ブリ商品輸出を可能とする
加工流通技術体系の構築

- 2-1 水揚げ時のストレス軽減技術開発
- 2-2 高速魚体処理機開発
- 2-3 高品質冷凍ブリ流通のための一貫品質管理技術の確立と実証
- 2-4 高品質冷凍ブリの海外（北米・アジア・EU）評価と事業化検証
- 2-5 技術普及

基礎研究成果を实用技術へ落とし込む
「条件」

- 産業規模で致死後の魚肉中のATP濃度を高く維持

「装置・技術開発」（共同開発）

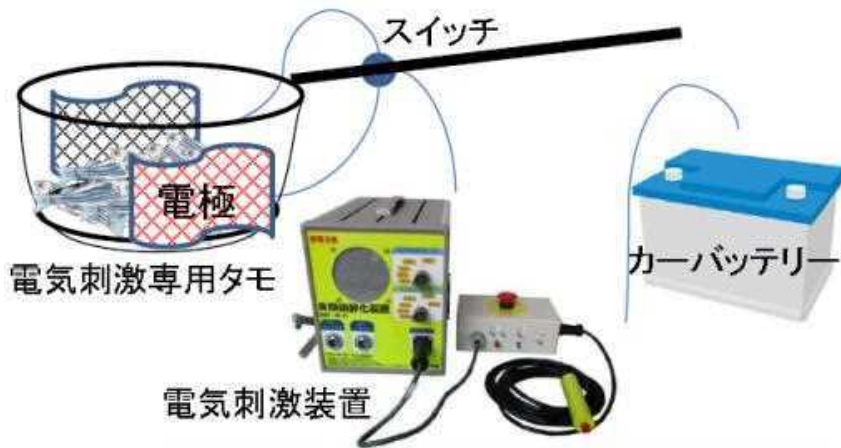
ニチモウ（株）

- 水揚げ時のストレス低減技術

東洋水産機械（株）

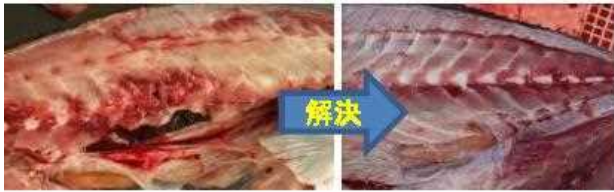
- 高速活きしめ装置開発（1500尾/h）
- 高速ヘッドカット・内臓除去装置開発（1500尾/h）

水揚げ時のストレス軽減技術開発（ニチモウ（株））



特許出願:「鎮静水揚げ方法」特願2015-138129

①水揚げ時電気ショックによる
鎮静化
(約90秒間鎮静化可能)
課題点:背骨の骨折



背骨の骨折

骨折しない
方法を確立

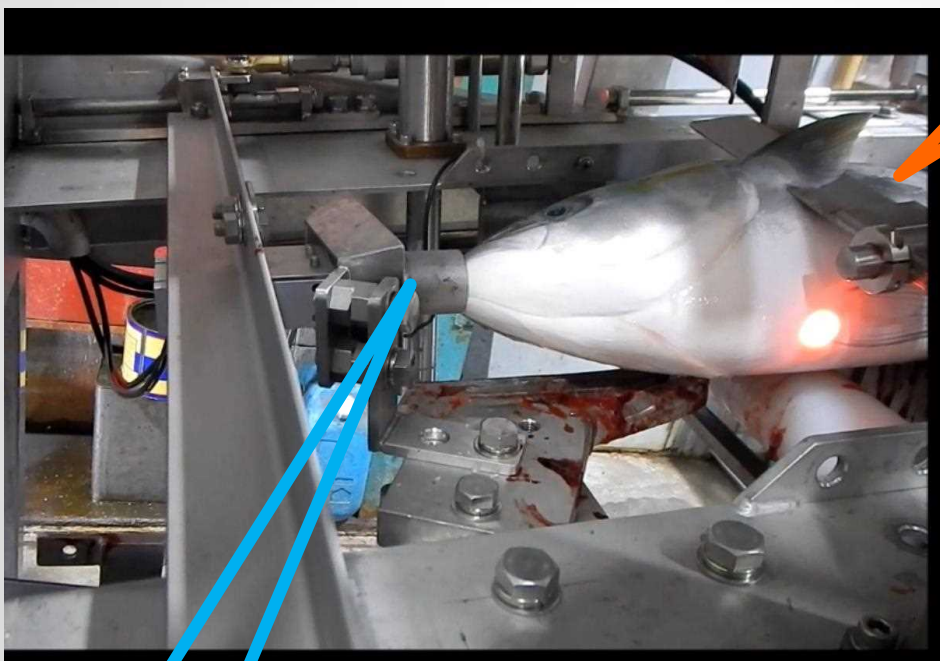


鎮静中のブリ

ヘッドカッターの開発（東洋水産機械（株））

～カット位置決め装置～

胸ビレを基準とした位置決めを行う装置を開発し、ヘッドカッターに組み込んだ。この装置を用いることで魚体サイズによる影響を抑え、最適な位置でヘッドカットを行うことができる。



頭押さえ

ヒレガイド



動画
胸ビレ基準の位置決め装置の
カット実験風景

②高速魚体処理機の開発 (東洋水産機械) (処理能力 1500尾/時)



高速ヘッドカット
内臓除去機
開発



ヘッドカットと
内臓・腎臓除去



ヘッドカット・内臓除去一体型連動機
処理能力 1500尾/時 (省人化 4~7人)

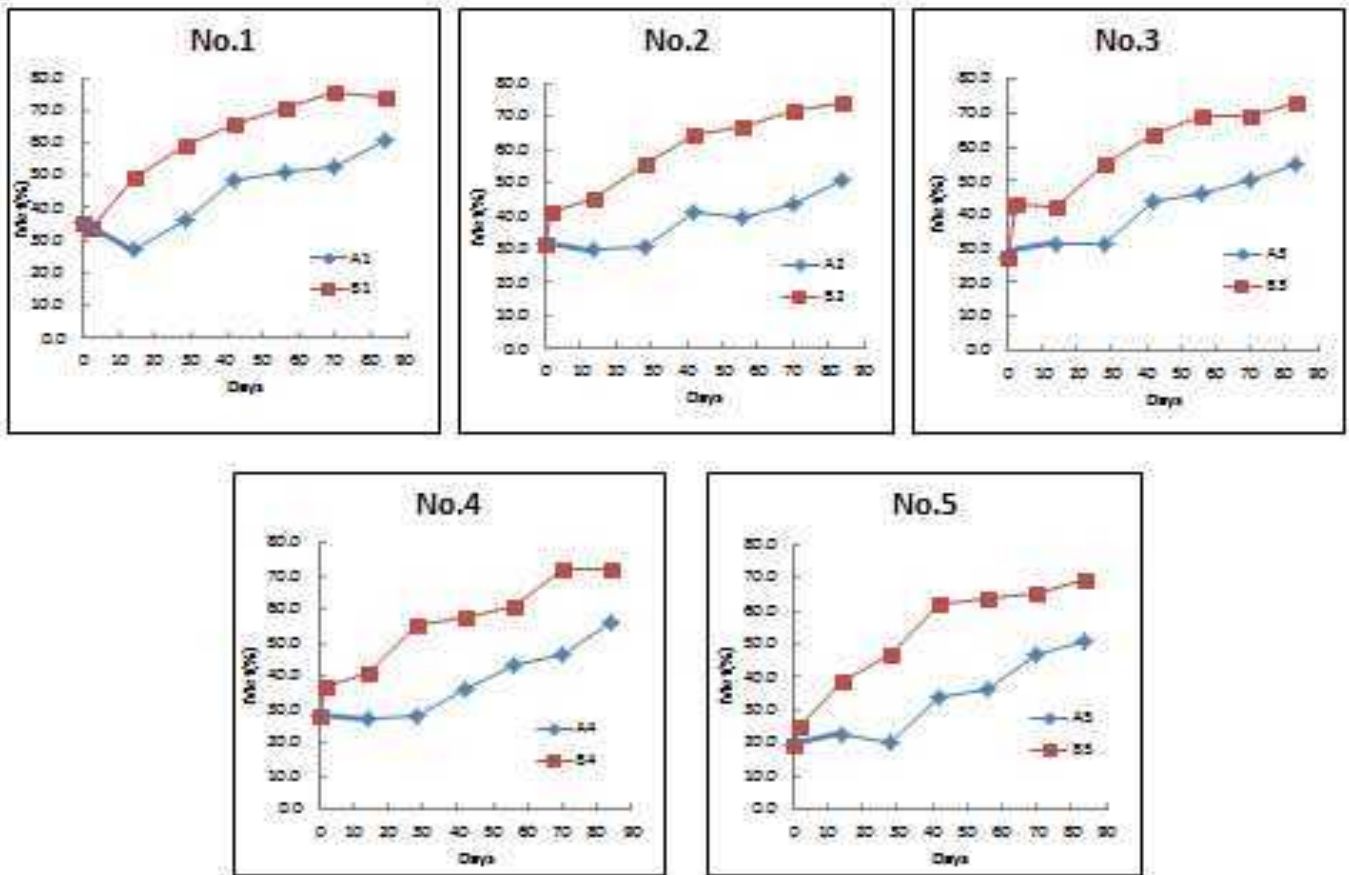
内臓除去機 (処理能力 1500尾/h) 内臓除去機で処理されたブリドレス



省人化効果 4~7人 : 処理速度高速化、
確実な内臓処理が実現

ATPは、タンパク質の変性を抑制する。Mbのメト化を抑制する。

凍結タイミングの異なる冷凍フィレ (A,B)メト化率変化 (-20℃)

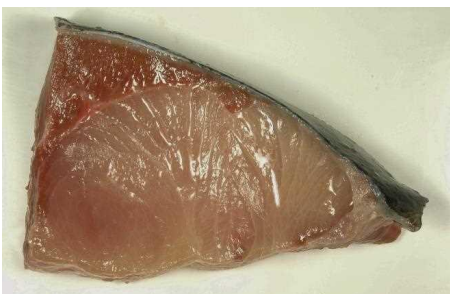


ATP Yellowtail®

この商標を付ける理由

- ①水揚げから一貫管理してATP濃度が高い冷凍品であること証明
- ②解凍を緩慢解凍する必要性があることを示す。

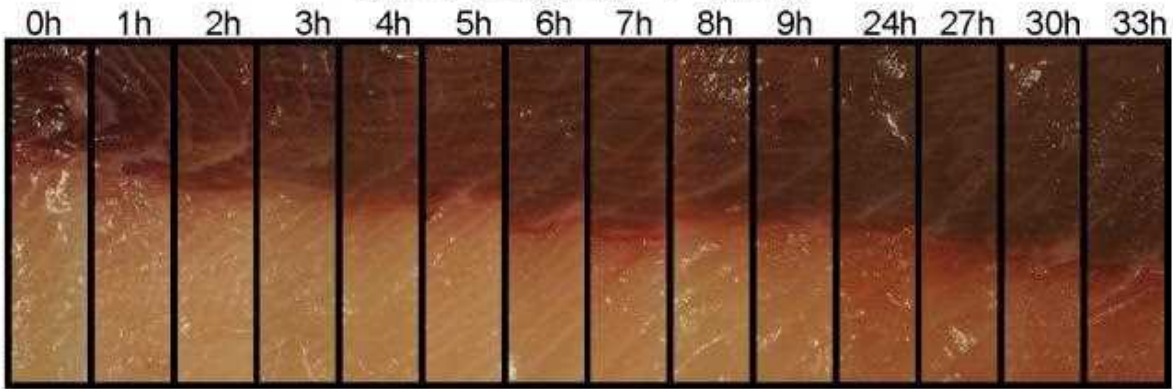
急速解凍：解凍硬直



解凍硬直→大量のドリップ発生・肉質がスカスカ

解凍肉の変色（メト化）抑制技術構築が必要

解凍肉の色調変化（2°C保存）



色調変化は速い

特許申請技術



“ATP yellowtail®”

EUへ冷凍コンテナ輸送後解凍したATPブリ



**（CO処理をしないで高品質冷凍輸送が実現）
世界のどこにでも輸出が可能となり輸出量が拡大する**

謝辞

本成果の一部は、

- ①農研機構「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）」
- ②生研支援センター「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）」
- ③科学研究費22580225

により得られたものである。

最後に

『イメージできないことはマネージできない』

私たちは、イメージできる様な取組みを致します

ご静聴ありがとうございました

kimura@fish.kagoshima-u.ac.jp

