

## 水産業分野

(成果情報名) ソデイカの黄変の発生状況							
(要約) ソデイカの黄変は、外套膜の内側で顕著であり、その発生には漁期や加齢よりも体サイズが関係する。							
(担当機関) 水産海洋技術センター 海洋資源・養殖班					連絡先	098-852-4530	
部会	水産業	専門	利用加工	対象	ソデイカ	分類	基礎研究

### [背景・ねらい]

ソデイカは、本県の海面漁業を支える極めて重要な資源である。本種は漁獲後すぐに解体され、主に外套膜が水揚げされるが、その中には外套膜表面が黄変した個体（黄変個体）が散見される。黄変は、見た目の悪さからトリミングがなされるため、歩留まりの低下を引き起こす一因となっているが、黄変の発生条件は不明である。そこで、ソデイカ外套膜の黄変の発生状況と関係する要因を調査した。

### [成果の内容・特徴]

1. 外套膜から皮膜を除去し、外套膜のサイズに応じて、筋肉片を 20、15、または 10cm 四方に切り出した。切り出した筋肉片の四隅と中央の計 5 点の明度 ( $L^*$ ) と色度 ( $b^*$ ) を色彩色差計により測定し、その平均値を解析に使用した。
2. 切り出した筋肉片に UV ライトを照射し、外套膜の外側および内側に寄生する線虫をそれぞれ計数し、 $1\text{ cm}^2$ あたりの線虫密度を算出した。
3. 黄変が外套膜の内側と外側のどちらで起こるかを検証するため、対応ありの  $t$  検定により、 $L^*$  (白色度) と  $b^*$  (黄色度) を外套膜の内外で比較した。
4. 目的変数を  $b^*$ 、説明変数を線虫密度、外套長、日齢、漁獲月、性別、漁獲海域 (先島近海、大東島近)、保存方法 (冷凍、冷蔵) とし、ランダムフォレストに基づく Boruta アルゴリズムにより、黄変に関係する要因を検証した。
5. 外套膜の内側と外側で色を比較した結果、内側の  $b^*$  (黄色度) が外側に比べ有意に高かった (図 1 a)。一方、 $L^*$  (白色度) は、外側が内側よりも有意に高かった (図 1 b)。これらの結果から、黄変は外套膜の外側よりも内側で顕著に発生していることが示唆された。
6. 外套膜内側の黄色度は、経月に伴い、高くなる傾向が認められた (図 2)。
7. Boruta による解析の結果、外套膜内側の黄色度に関係する要因は、外套長と性別が選択された (図 3)。外套長と黄色度の関係をみると、外套長約 700 mm 以上から黄色度が高くなると推定された (図 4)。

### [成果の活用面・留意点]

1. 本調査結果は、これまで一般的に言われてきた黄変個体が漁期の後半や大型個体ほど多いことを支持する結果となった。しかし、Boruta による解析では、漁獲月、日齢が黄色度に関係する要因として選択されなかった。黄変の発生は、漁期や加齢よりも、漁期後半の体サイズの大型化に起因すると考えられる。
2. Boruta による解析では、黄変に関係する要因として性別が選択されたが、雌雄で最大外套長が異なる (雄がより大型化する) ことに起因すると考えられる。

### [残された問題点]

魚類では、身の変色に寄生虫が関与している事例があるが、ソデイカの黄変では寄生虫との関係はみられない。黄変の直接的な原因やメカニズムについては、今後の解明が求められる。

[具体的データ]

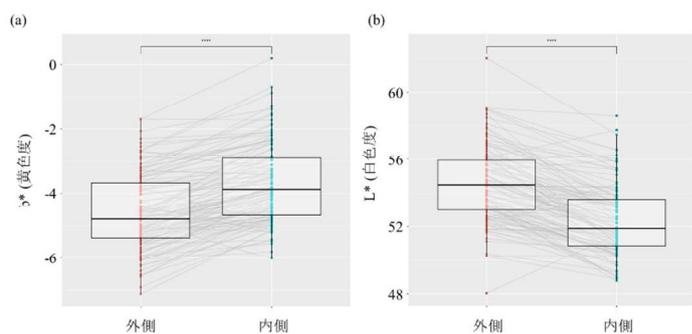


図 1. 外套膜内外の色味の比較。(a)黄色度  $b^*$ 、(b)白色度  $L^*$

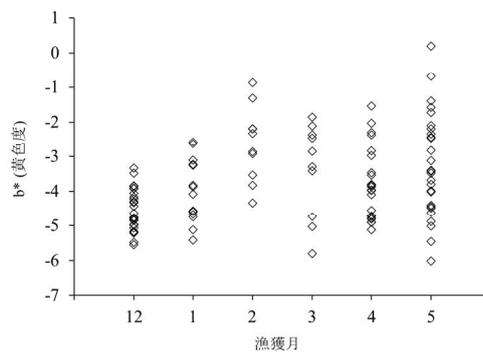


図 2. 黄色度  $b^*$  と漁獲月の関係

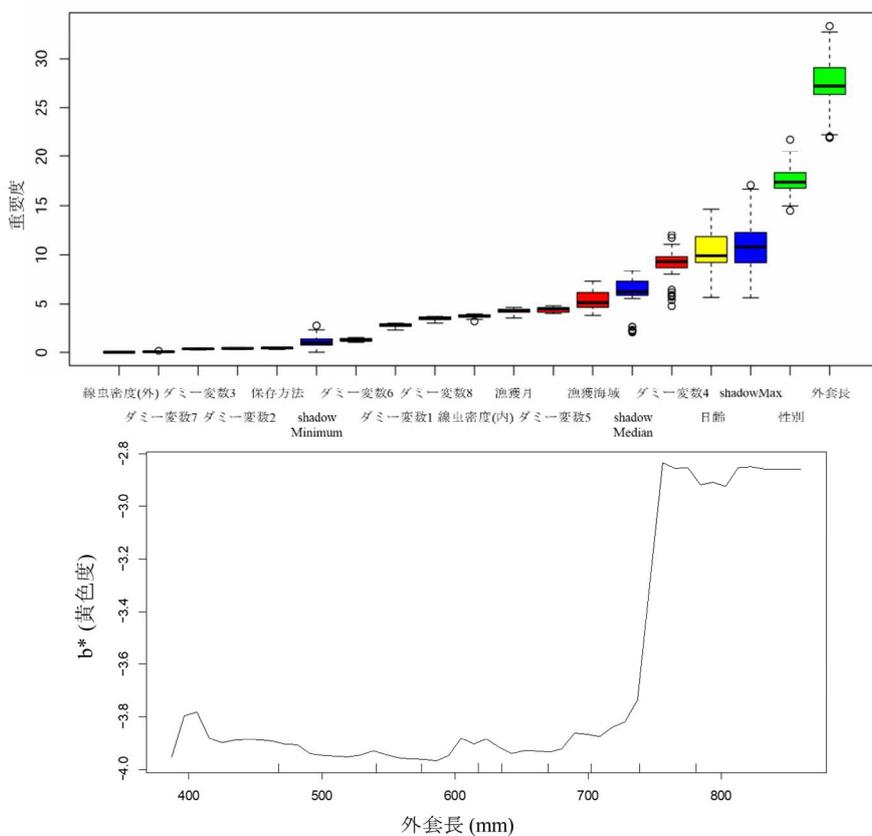


図 3. Boruta による各説明変数の相対重要度の分布。緑: 重要、赤: 重要でない、黄色: 判定保留の変数、青: Boruta が生成したダミー変数を示す (shadow 変数)。ダミー変数 1-8 は、説明変数を基に作成した目的変数に対して意味のない変数。

図 4. 外套長が黄色度に与える影響を示した部分従属プロット

[研究情報]

課題 ID : 2019 水 006

研究課題名 : 水産資源調査・評価推進委託事業

予算区分 : 受託

研究期間 (事業全体の期間) : 2023~2024 年度 (2019 年度~)

研究担当者 : 北朋紘

発表論文等 : なし

(成果情報名) PAV 発生後の養殖場周辺環境における PAV 原因ウイルスの発生状況について							
(要約) <u>クルマエビ急性ウイルス血症 (PAV)</u> が継続的に発生している養殖場では、周辺の環境生物をベクターとして飼育水を介した PAV 原因ウイルス (PRDV) の循環が示唆される。							
(担当機関) 水産海洋技術センター本所 海洋資源・養殖班					連絡先	098-852-4531	
部会	水産業	専門	水族病理	対象	クルマエビ	分類	基礎研究

[背景・ねらい]

クルマエビ急性ウイルス血症 (PAV) は、国内外で多発しており、クルマエビ養殖における重要な問題となっている疾病である。沖縄県においても、過去に PAV の発生により被害を被った事例がある。宮古島の特定の A 養殖場においては、2016 年度から 2021 年度まで連続して PAV が発生し、大量斃死により甚大な被害を受け、その後、生産を休止せざるを得ない状況となっている。A 養殖場では、消毒方法の改善、PAV ウイルスフリー種苗の導入、使用池の削減など様々な防除対策を講じてきたが、疾病発生は防げなかったことから、養殖事業者から発生源の特定及び PAV 原因ウイルス (PRDV) の顕在状況を調査し、その結果に基づく効果的な防除対策の提案が求められている。

そこで、本研究では、PRDV の発生源及び顕在状況に応じた防除対策を検討するため、A 養殖場及びその周辺域において、環境生物と環境水を採取し、DNA 分析により PRDV の顕在状況を 2022 年度から 2024 年度にかけて調査した。併せて、宮古島の他養殖場及び県内離島・沖縄本島養殖場の環境水についても調査を実施した。

[成果の内容・特徴]

1. A 養殖場周辺の環境生物 19 種が微量ながらも PRDV を保有している (表 1、表 2、図 1)。
2. A 養殖場内外の環境水に PRDV が通年微量ながらも存在している (表 3、図 2)。
3. A 養殖場以外の宮古島の他養殖場及び過去に PAV が発生した他の養殖場では、環境水から PRDV は検出されていない (表 3)。
4. A 養殖場内外で大小様々な生物種がウイルスに感染しており、クルマエビと環境生物との捕食-被食関係や環境水を介して、ウイルスが循環している可能性がある。

[成果の活用面・留意点]

1. 本成果は、PRDV の広い宿主範囲を反映しており、今後他の養殖場でも PAV が発生した場合の対策を検討する上で有用な情報となる。
2. A 養殖場の養殖池には漏水箇所が複数あることが確認されており、これにより、池干しや消毒等の防除対策の効果が低減され、ウイルスの循環につながっている可能性がある。
3. 2022 年の環境生物からは、PRDV が検出されていないが、感度の低いネステッド PCR 法で検査したことによると考えられる。PRDV を調査する際は、より高感度なリアルタイム PCR で検査する必要がある。
4. 今後は過密飼育を避ける等の予防措置や耐病性種苗の導入等が必要と考えられる。

[残された問題点]

1. 調査期間中、A 養殖場周辺の環境生物並びに A 養殖場内外の環境水に微量の PRDV が継続的に検出されている。このことから、今後、A 養殖場においてクルマエビの養殖を再開した場合、PRDV の再感染が生じる可能性がある。

[具体的データ]

表1 A 養殖場周辺環境生物の Nested PCR 法による PRDV 保有状況調査結果 (2022 年度)

採集場所	生物種	検査数	陽性数
養殖池、排水路	イワガニ	52	0
養殖池	ヨコエビ	34	0
養殖池	ガザミ	18	0
養殖池	スジエビモドキ	13	0
排水路	ゴカイ	7	0
養殖池	ミナミベニツケモドキ	2	0
合計		126	0

表3 A 養殖場内外と県内離島・沖縄本島養殖場のリアルタイム PCR 法による環境水の PRDV 保有状況調査結果 (2023-2024 年度)。

採集場所	水種類	検査数	環境DNA調査		検出率 (%)	Cq値
			検出	不検出		
養殖池	海水	287	47	240	16.4	36.00-42.74
養殖場外	海水	33	5	28	15.15	37.21-41.41
ため池	淡水	24	3	21	12.5	40.09-44.47
県内離島養殖池	海水	9	0	9	0	-
沖縄本島養殖池	海水	7	0	7	0.0	-
合計		360	55	305	15.3	

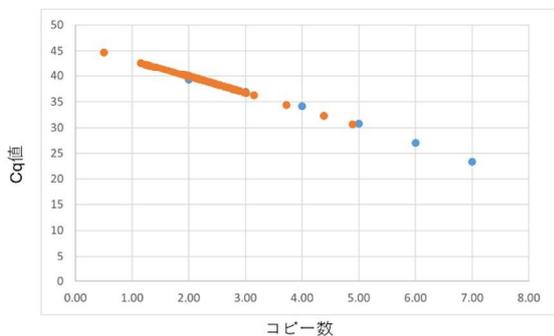


図1 リアルタイム PCR 法による環境生物で陽性になった検体の Cq 値 (2023-2024 年)。  
 ※橙: 検体、青: 標準試料。コピー数は  $10^x$  を示す。  
 ※Cq 値は検出までに要するサイクル数を示しており、値が大きいかほど試料中のウイルス量が少ないことを意味する。

表2 A 養殖場周辺環境生物のリアルタイム PCR 法による PRDV 保有状況調査結果 (2023-2024 年度)

採集場所	生物種	検査数	陽性数	陽性率	Cq値
養殖池	イワガニ	118	30	25.4	30.66-42.29
養殖池	ミナミベニツケモドキ	58	18	31.0	37.09-41.31
養殖池	ガザミ	26	7	26.9	39.44-44.76
養殖池	ジャンメマガザミ	2	1	50.0	40.71
養殖池	カゲロウ	2	1	50.0	38.16
養殖池	ゴカイ	7	2	28.6	32.29-37.36
養殖池	タイワンガザミ	8	2	25.0	39.67-41.35
養殖池	インギンチャクエビ	1	1	100.0	37.43
養殖池	ヌマエビ	1	1	100.0	37.23
養殖池	イッカクガニ	1	0	0.0	-
排水路	アメフラシ	1	0	0.0	-
排水路	ヨコエビ	22	10	45.5	37.74-42.67
排水路	コツブムシ	4	1	25.0	36.26
養殖池+排水路	スジエビモドキ	53	18	34.0	37.57-42.04
養殖池+排水路	テナガエビ	17	2	11.8	37.57-42.42
養殖池+排水路	巻貝	15	1	6.7	37.33
養殖池+排水路	ヨコエビ	25	7	28.0	36.81-41.77
養殖池+ため池	ゲンゴロウ	6	2	33.3	38.20-38.90
中間池	ボラ	1	1	100.0	41.36
養殖池+中間池	スジエビ	24	5	20.8	39.44-41.33
養殖池+中間池	ミナミベニツケ	6	3	50.0	40.04-42.17
場外	ミドリガイ	2	0	0.0	-
合計		400	113	28.3	

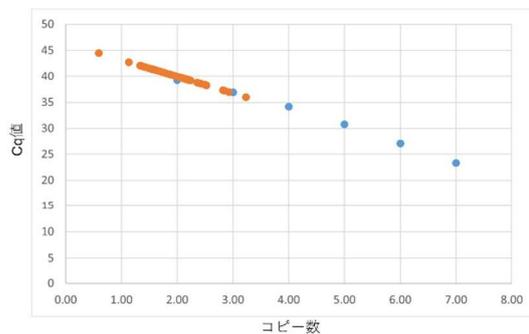


図2 リアルタイム PCR 法による環境水で陽性になった検体の Cq 値 (2022-2024 年)。  
 ※橙: 検体、青: 標準試料。コピー数は  $10^x$  を示す。  
 ※Cq 値は検出までに要するサイクル数を示しており、値が大きいかほど試料中のウイルス量が少ないことを意味する。

[研究情報]

課題 ID : 2022 水 007

研究課題名 : 宮古島における PAV 発生源調査事業

予算区分 : 県単

研究期間 (事業全体の期間) : 2022~2024 年度

研究担当者 : 玉城正国、安里聖貴

発表論文等 : 沖縄県水産海洋技術センター事業報告 (予定)

## 水産業分野

(成果情報名) トサカノリ陸上養殖における収容密度について							
(要約) 容量 30L 陸上水槽にて、水温約 21℃に調整した海洋深層水と表層水の混合海水を用い、紅藻類のトサカノリの藻体収容密度について比較試験を実施したところ、0.67% (6.67g/L) から 1.00% (10g/L) の範囲が高い平均収量を示す。							
(担当機関) 海洋深層水研究所					連絡先	098-896-8655	
部会	水産業	専門	養殖	対象	紅藻類	分類	基礎研究

### [背景・ねらい]

トサカノリ（ミリン科）は海藻サラダや刺身のツマとして食用利用されており、需要の高い海藻だが、天然資源に依存しているため生産量が限られ、国内需要を満たせていない。これまで国内で実施されてきた陸上養殖試験は実用化に至っていないが、当研究所で利用可能な海洋深層水を用いることで、陸上養殖の可能性が示されている。そこで本研究では、トサカノリ陸上養殖技術開発の一環として、陸上養殖水槽における効率的な藻体収容密度を調べるための試験を実施する。

### [成果の内容・特徴]

1. 当研究所屋内施設（透過性の天井屋根）にて、2024年4月9日から5月7日と、5月7日から6月18日に2回の試験を実施し、計8試験区とした（表1）。それぞれ容量30Lの円形水槽を用い、深層水と表層水を混合して水温を約21℃に維持した（図1、表1）。各試験区1水槽とし、各試験区の藻体密度を0.07%から1.67%の範囲で設定したうえで、一週間ごとに日間生長率を算出した。なお、測定後は、元の設定藻体密度に戻した。
2. 無施肥条件下で栄養塩枯渇を防ぐため、先行研究に従い深層水を高換水率（平均23~29回転/日）に設定し、表層水を適宜混合して約21℃に水温調整した混合海水で培養した際の平均日間生長率は、1.94~14.45%の値で推移する（表1）。
3. 藻体収容密度に対する日間生長率には有意な負の相関関係が認められ（図2）、各試験の平均収量結果を考慮すると、0.67及び1.00%の藻体収容密度で収量が最も高く効率的である（表1）。
4. 湿重量ベースの日間生長率は海面での約9%が国内で報告されている最大の値であることから、今回のような10%超の値は良好な生長率であると考えられる。なお、自然下において夏季の高水温期は藻体が消失するとされており、低水温の深層水活用が不可欠である。

### [成果の活用面・留意点]

1. 水温を21℃程度に維持するための深層水と表層水の混合率は、時期（表層水の水温）により異なる。
2. 本試験に用いた藻体の最適栄養塩濃度は未測定のため、藻体密度増大による栄養塩要求量の上昇が生長率の減少に影響した可能性は排除されず、今後のデータ収集が必要である。また、密度増加による受光量の減少や水槽内の流速の減少なども、生長率の減少に影響していることが考えられる。

### [残された問題点]

今回示された10%超の高い日間生長率を促す条件については、密度以外にも藻体活力や栄養塩条件など未解明な点が多く、引き続き深層水の活用方法や至適条件の解明が望まれる。

## [具体的データ]

表 1. 各試験区の平均日間生長率、平均収量および平均水温

試験 1	期間：2024年4月9～5月7日 (4週)				試験 2	期間：2024年5月7日～6月11日 (5週)			
	密度 (藻体湿重量)	日間生長率 平均±SD(%)	平均収量 (g/週)	平均水温 (°C)		密度 (藻体湿重量)	日間生長率 平均±SD(%)	平均収量 (g/週)	平均水温 (°C)
試験区1-1	0.08% (25 g)	14.45±1.40	39.5	21.2	試験区2-1	0.67% (200 g)	7.50±1.81	<b>123.0</b>	21.3
試験区1-2	0.17% (50 g)	12.04±1.04	61.0	21.3	試験区2-2	1.00% (300 g)	5.36±1.98	<b>124.7</b>	21.1
試験区1-3	0.33% (100g)	10.63±1.34	103.5	21.3	試験区2-3	1.33% (400g)	3.82±1.61	112.7	21.3
試験区1-4	0.67% (200g)	8.34±0.90	<b>151.0</b>	21.7	試験区2-4	1.67% (500g)	1.94±3.97	27.0	21.7

太字：高収量



図 1. 30L 円形水槽で試験中のトサカノリ

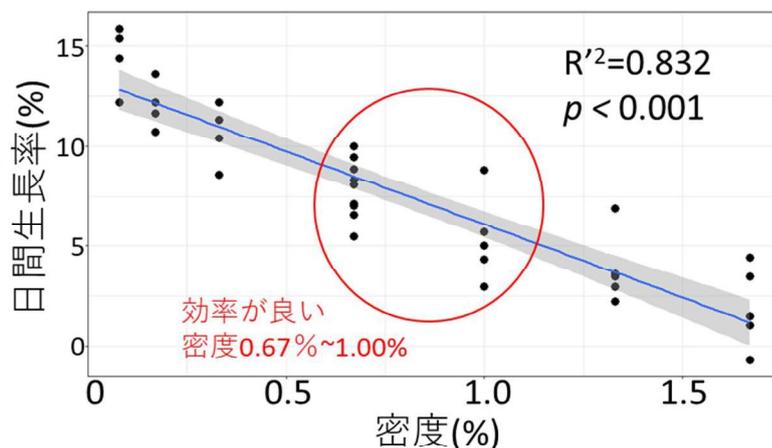


図 2. 藻体収容密度と日間生長率の関係

## [研究情報]

課題 ID：2022 深 002

研究課題名： トサカノリ類の海面・陸上養殖技術開発

予算区分： 県単（海洋深層水研究費）

研究期間（事業全体の期間）： 2022～2024 年度

研究担当者： 賀数大吾

発表論文等： 沖縄県海洋深層水研究所研究業務報告（掲載予定）