

研究課題名 貝毒被害防止技術に関する研究
小課題名 貝毒についての動向把握
研究期間 2011年～2021年

藤田恒雄・廣瀬 充・富谷 敦・
金子直道

目 的

貝類の毒力についてモニタリングし、貝毒被害防止を図る。

方 法

モニタリングの期間は2021年4月から7月及び2022年2月から3月で、小名浜港西防波堤内側で採取したムラサキイガイを（一財）日本食品検査に送付し、麻痺性及び下痢性貝毒力の検査を依頼した。

また、貝毒モニタリング期間中の貝毒原因プランクトンの動向を知るため、ムラサキイガイ採取時に採取海域の表面海水を採水し、検鏡により原因プランクトンを計数した。

結 果

2021年度のムラサキイガイ貝毒検査結果は表1のとおり。

2021年4月5日に採取した検体から規制値を超える30MU/gの麻痺性貝毒が検出されたことから、4月8日付けで福島県から漁業協同組合等の関係機関に対して、採捕及び出荷自主規制が要請された。

その後、2021年5月10日から6月7日に採取された検体で3回連続で規制値を下回ったことから、6月10日付けで出荷自主規制が解除された。

下痢性貝毒については、調査を実施した全期間を通じて規制値を超える貝毒は検出されなかった。

表1 ムラサキイガイ貝毒検査結果

採取月日	麻痺性貝毒	下痢性貝毒	出荷自主規制
	MU/g可食部	mgOA当量/kg可食部	
4月5日	30	N.D.	4月8日要請
4月19日	9.3	N.D.	
5月10日	2>	N.D.	
5月24日	2.4	N.D.	
6月7日	2.5	N.D.	6月10日解除
6月21日	2>	N.D.	
7月5日	2>	0.02	
7月26日	2>	N.D.	
2月28日	2>	N.D.	
3月14日	2>	N.D.	

原因プランクトンの出現状況について、ムラサキイガイ検体採取海域の小名浜港内（表層水）について観察を行った結果を表2に示す。

Alexandrium 属は、2月15日に600 cells/Lが観察され、その後増減を繰り返し、5月24日に10,650 cells/Lまで増加し、その後減少し7月26日には50 cells/Lとなった。5月下旬の*Alexandrium* 属の密度急上昇に伴う貝毒量の上昇はみられなかった。*Dinophysis* 属は5月24日に325 cells/L、7月5日に最高350 cells/Lを記録したが、7月26日には0 cells/Lとなった。

表2 貝毒プランクトン計数結果(cells/L)

2021年	2月15日	3月1日	3月15日	4月5日	4月19日	5月10日
水温(°C)	12.8	12.0	12.4	14.6	15.3	15.7
<i>Alexandrium</i> 属	600	0	0	200	425	100
<i>Dinophysis</i> 属	9	13	0	25	0	25
	5月24日	6月7日	6月21日	7月5日	7月26日	
水温(°C)	17.6	19.2	18.2	20.7	22.9	
<i>Alexandrium</i> 属	10,650	5,300	100	300	50	
<i>Dinophysis</i> 属	325	50	125	350	0	
2022年	2月28日	3月14日				
水温(°C)	8.8	10.6				
<i>Alexandrium</i> 属	0	0				
<i>Dinophysis</i> 属	0	0				

なお、漁業協同組合等が実施した2021年度のアサリ及びホッキガイの貝毒検査結果及び出荷自主規制状況は表3、4のとおり。アサリ、ホッキガイとも規制値を上回る貝毒は検出されなかった。

表3 アサリ貝毒検査結果

採取月日	麻痹性貝毒	下痢性貝毒	出荷自主規制
	MU/g可食部	mgOA当量/kg可食部	
4月11日	—	N.D.	
5月6日	2>	N.D.	
5月18日	2>	—	
6月1日	2>	N.D.	
6月15日	2>	—	
7月13日	2>	—	
11月22日	2>	N.D.	
3月1日	2.5	N.D.	
3月22日	—	N.D.	

表 4 ホッキガイ貝毒検査結果

採取月日	麻痹性貝毒	下痢性貝毒	出荷自主規制
	MU/g可食部	mgOA当量/kg可食部	
5月17日	2>	N.D.	
6月9日	—	N.D.	
7月8日	—	N.D.	
8月4日	—	N.D.	

結果の発表等 なし

登録データ 21-02-001「貝毒の動向」(03-16-1121)

研究課題名 シラス漁況予測技術の開発
小課題名 シラス漁況予測技術の開発
研究期間 2011年～2021年

金子直道

目 的

機船船びき網漁業の主要対象魚種であるシラス（イワシ類仔魚、主にカタクチイワシ）の漁況に影響する要因を解明し、漁況予測手法を開発する。また、得られた漁況情報を漁業関係者に提供し、機船船びき網漁業の効率的な操業を支援する。

方 法

1 曳網調査

2021年6月から8月までの期間、調査指導船拓水により、相馬、双葉、いわき海域にそれぞれ設定した調査定線（表1）において、中層トロール網（図1）を用いた調査を実施した。曳網時間は網口が開き始めてから10分間とし、船速1.5ktで曳網した。

採集したシラスの尾数を記録するにあたっては、2014年以降、マイワシシラスの混入率が高まっていることから、カタクチイワシシラス（以下、カタクチシラス）とマイワシシラスに選別して記録し、併せて、全長測定を行った。採集したサンプルの数量が多い場合には、サンプル全体の湿重量を記録した後、サンプルの一部を抽出し、湿重量の記録とシラス尾数の計数を行い、抽出率に応じて計数した尾数を引き伸ばし、サンプル全体の尾数を推定した。

2 漁況予測手法の開発

シラス漁は日別の漁況変動が大きいため、日別のCPUE（kg/隻/日）を予測対象とした。2001～2010年の漁獲量と隻数は福島県資源管理支援システムから取得した。2017～2020年の漁獲量と隻数は試験操業日誌のデータを使用した。漁獲量と隻数から日別のCPUE（kg/隻/日）を算出し、1143日分のデータの内、下位3分の1（0～152.6kg/隻/日）を「漁況は悪い」、中位3分の1（152.7～306.3kg/隻/日）を「漁況は普通」、上位3分の1（306.4～1198kg/隻/日）を「漁況は良い」と定義した（表2）。勾配ブースティング決定木（Light GBM）を用いて、表3の説明変数から、漁況区分を予測するモデルの構築を行った。予測に用いる説明変数については、CPUEデータの1日前、7日前、14日前、21日前、28日前、30日目の6パターン設定した上で解析を行った。予測精度の指標は正解率とし、層化5分割交差検証により構築したモデルの精度を評価した。

結 果

1 曳網調査

カタクチシラスの1定点当りの平均採集尾数は、鶴ノ尾埼定線で4～1562尾/定点、請戸定線では6～267尾/定点、小名浜定線では98～1280尾/定点で推移した（表4）。マイワシシラスの1定点当りの平均採集尾数は、鶴ノ尾埼定線で1～6尾/定点、小名浜定線では1～20尾/定点で、請戸定線ではマイワシシラスは採捕されなかった（表4）。

カタクチシラスの全長は4.6～33.4mm、マイワシシラスの全長は8.9～20.8mmであった（表5）。

調査結果について、水産海洋研究センターホームページ、FAXで広報した。

2 漁況予測手法の開発

構築したモデルの精度を層化5分割交差検証により評価した結果、正解率は0.63～0.65であった（表6）。各変数がシラス漁況に作用するまでの時間が不明なため、説明変数を複数設定したが、予測精度はほとんど変わらなかった。予測技術の実用化にあたってはさらに予測精度の向上を図る

必要がある。

表 1 調査定線定点一覧

	定線	沿岸	4海里	8海里	12海里
鵜ノ尾崎	北緯37度48分	東経141度0分	東経141度5分	東経141度10分	東経141度15分
請戸	北緯37度30分	東経141度3分	東経141度8分	東経141度13分	東経141度18分
小名浜	北緯36度55分	東経140度55分	東経141度0分	東経141度5分	東経141度10分

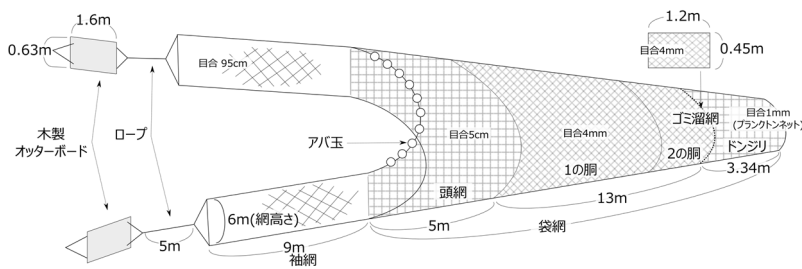


図 1 中層トロール網模式図

表 2 CPUE と区分 (目的変数)

漁況区分	CPUE (kg/隻/日) の範囲	データ数
悪い	0~152.6	381
普通	152.7~306.3	381
良い	306.4~1198	381

表 3 予測モデルの構築に用いた説明変数

説明変数
・小名浜定地水温
・松川浦定地水温
・黒潮流軸までの距離 (8点) 潮岬、大王崎、御前崎、石廊崎、八丈島、 三宅島、野島崎、犬吠崎
・相馬のアメダスデータ (4項目) 平均気温、日照時間、降水量、平均風速

表4 定線定点・魚種別採集尾数

単位：尾

魚種	調査年月日	定線	定点	沿岸	4海里	8海里	12海里	合計	1定点平均
カタクチシラス	2021/6/3	鵜ノ尾埼		4	3	欠測	欠測	7	4
	2021/6/7	請戸		16	4	2	2	24	6
	2021/6/8	小名浜		13	296	69	14	392	98
	2021/7/13	鵜ノ尾埼		91	5,396	593	167	6,247	1,562
	2021/7/15	請戸		631	45	369	21	1,066	267
	2021/7/16	小名浜		32	4,840	180	68	5,120	1,280
	2021/8/27	鵜ノ尾埼		4	16	254	78	352	88
マイワシシラス	2021/6/3	鵜ノ尾埼		0	1	欠測	欠測	1	1
	2021/6/7	請戸		0	0	0	0	0	0
	2021/6/8	小名浜		0	4	0	0	4	1
	2021/7/13	鵜ノ尾埼		0	12	10	0	22	6
	2021/7/15	請戸		0	0	0	0	0	0
	2021/7/16	小名浜		1	80	0	0	81	20
	2021/8/27	鵜ノ尾埼		0	0	0	0	0	0

表5 魚種別全長測定結果

単位：尾

魚種	調査年月日	定線	測定数	全長区分(mm)																										
				不明	0~	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40~					
カタクチシラス	2021/6/3	鵜ノ尾埼	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-
	2021/6/7	請戸	24	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	3	5	1	1	4	6	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2021/6/8	小名浜	196	-	-	-	1	9	33	54	32	22	15	7	7	10	2	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2021/7/13	鵜ノ尾埼	391	-	-	-	2	44	115	97	78	33	11	3	2	5	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2021/7/15	請戸	266	-	-	-	-	14	24	43	78	70	27	7	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2021/7/16	小名浜	300	-	-	-	-	5	33	57	66	59	27	20	20	12	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	2021/8/27	鵜ノ尾埼	198	-	-	-	1	10	19	30	31	23	14	17	26	22	4	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
マイワシシラス	2021/6/3	鵜ノ尾埼	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2021/6/8	小名浜	4	-	-	-	-	-	1	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2021/7/13	鵜ノ尾埼	13	-	-	-	-	-	-	1	3	5	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2021/7/16	小名浜	9	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

表6 層化5分割交差検証の結果

使用した変数	正解率(平均値)
1日前	0.63
7日前	0.65
14日前	0.65
21日前	0.63
28日前	0.64
30日前	0.65

結果の発表等 令和3年度参考成果
 登録データ 21-02-002 「2021シラス調査結果」 (04-39-2021)

研究課題名 コウナゴの持続的利用技術の開発
小課題名 コウナゴの持続的利用技術の開発
研究期間 2011年～2021年

金子直道・廣瀬 充

目 的

沿岸漁業の重要な位置を占めるコウナゴの漁業経営の安定化を推進するため、環境情報や資源状況を把握し、不漁要因を解明するとともに、コウナゴの持続的利用技術を開発する。

方 法

1 コウナゴ不漁要因の解明

(1) カイアシ類密度

本報告ではイカナゴ仔稚魚をコウナゴ、単にイカナゴと記載する場合はコウナゴ及びメロウドを含んだものとする。近年漁獲量が減少している瀬戸内海では、基礎生産力の低下(貧栄養化)及びそれに起因するイカナゴの栄養状態の悪化が不漁の要因とされている(兵庫県 豊かな瀬戸内海再生調査事業成果)。福島県においてはイカナゴの栄養状態について全長、成長率、肥満度、クロロフィル a 濃度(以下、「Chl. a 濃度」)の推移により餌環境として評価しているが、直接的に餌生物の状況については評価していない。そこで、2001～2020年に調査指導船いわき丸及び調査船こたか丸による海洋観測時に実施された改良型ノルパックネット(以下、LNP ネット)調査で採集されたプランクトンサンプル(国研)水産研究・教育機構が保管するサンプルを借用)を用い、プランクトンサンプル中のカイアシ類について計数を実施し、コウナゴの餌環境について評価した。

2001～2020年の期間に、福島県北部の鵜ノ尾埼定線においてLNP ネットで採集されたプランクトン標本を測定に供した。測定に供したサンプルの採集地点は表1のとおり。コウナゴの主要な餌であるカイアシ類を対象とし、仔魚期の餌料環境を把握するため、1～4月のサンプルを対象とした。ホルマリン溶液に保存されたサンプルを100mlのメスシリンダーに入れ、十分にプランクトン等の固形物を沈殿させた上で上澄みをスポイトで取り除き、10～70mlまで濃縮した。濃縮した試料を攪拌した後、1mlを抽出し、計数を実施した。なお、カイアシ類はコペポデイド期以降を対象とし、ステージは区別せずに計数を実施した。計数後、濃縮した容量に応じて計数値を引き伸ばし、サンプル中のカイアシ類の個体数とした。

推定したカイアシ類の個体数を濾水量(m^3)で除し、密度(個体/ m^3)を算出した。

表1 カイアシ類の計数に供したサンプルの採集地点

定線	北緯	東経					
		U1	U2	U3	U4	U5	U7
鵜ノ尾埼	37°50'	141°2'	141°6'	141°12'	141°24'	141°36'	142°00'

(2) イカナゴの被食状況

イカナゴの被食状況を把握する目的で、緊急時環境放射線モニタリング(以下、モニタリング)で測定された魚類サンプル中の胃内容物データについて整理した。

モニタリングは福島県海域全体を対象としているが、福島県においてイカナゴの主要な生息場所に近いと考えられる相双地区で採集されたサンプルのデータを対象とした。モニタリング

で測定された魚種の内、イカナゴを捕食していたサンプル数が多かった上位5魚種（マダラ、ヒラメ、イシガレイ、マガレイ、コモンカスベ）を対象とし、胃内容物の重量組成を年別に整理した。

2 漁期前調査

漁期前にコウナゴの発生状況を把握し、計画的な漁業者の操業を支援するために、コウナゴの採集調査を行った。1月及び2月に用船した漁船により丸稚ネットを約1.5ktで5分間曳網し、コウナゴを採集した。曳網水深は最も灘の定点については表層、その他の定点は10mとした。調査定点は表2のとおり。仔稚魚採集尾数を採集年・採集定線ごとに、平均採集尾数(尾/定点)として集計することで、年推移を整理した。

表2 調査定点(丸稚ネット)

定線	調査日	北緯	東経							
			1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th
新地	1/25,2/25	37°53'	140°57'	140°59.5'	141°2'	141°4.5'	141°7'	141°9.5'	141°12'	141°14.5'
鶺ノ尾崎	2/10	37°48'	141°0'	141°2.5'	141°5'	141°7.5'	141°10'	141°12.5'	141°15'	141°17.5'
請戸	2/1,2/2	37°30'	141°3'	141°5.5'	141°8'	141°10.5'	141°13'	141°15.5'	141°18'	141°20.5'
小名浜	1/23,2/3,2/12	36°55'	140°55'	140°57.5'	141°0'	141°2.5'	141°5'	141°7.5'	141°10'	141°12.5'

結 果

1 コウナゴ不漁要因の解明

(1) カイアシ類密度

鶺ノ尾崎定線の1~4月におけるカイアシ類密度を整理したところ、2008年4月や2016年3月に著しく高い密度がみとめられるものの、コウナゴが不漁となった2019年以前にカイアシ類密度の大幅な減少は認められなかった(図1)。なお、2001年以降に採集されたサンプルについて測定を行ったが、2001~2006年の期間については濾水量のデータが記録されておらず、密度の算出が出来なかった。

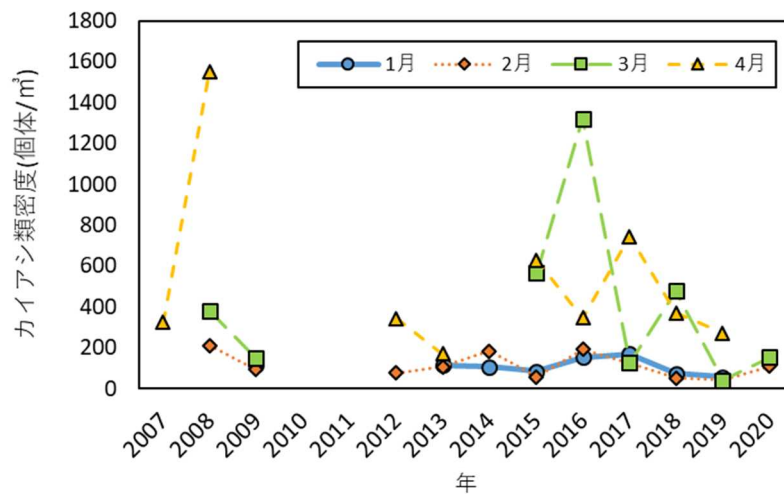


図1 鶺ノ尾崎定線におけるカイアシ類密度の推移

(2) イカナゴの被食状況

イカナゴの被食状況について整理したところ、マダラについては2016年以降、ヒラメ、イシガレイ、マガレイ、コモンカスベの4魚種についても2017年以降、胃内容物重量組成中におけるイカナゴの割合が著しく減少していることが確認された(図2~6)。丸稚ネットや中層トロール網調査においても、不漁となった2019年以前からコウナゴ採集尾数の減少が確認されており、同様の結果となった。

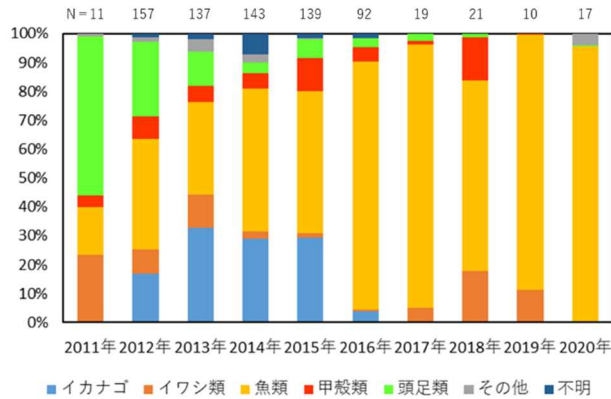


図2 マダラの胃内容物重量組成

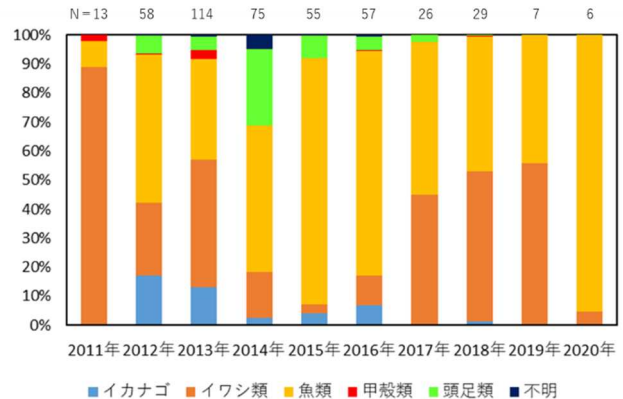


図3 ヒラメの胃内容物重量組成

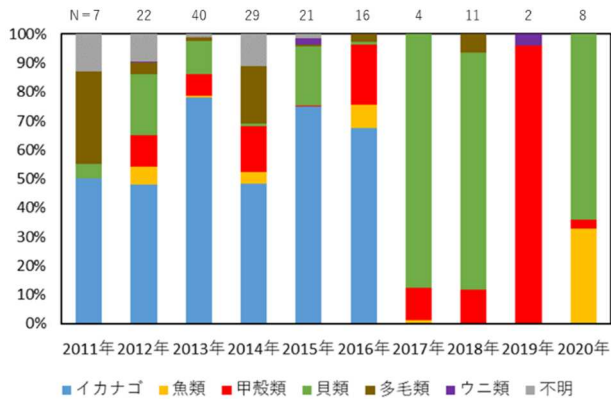


図4 イシガレイの胃内容物重量組成

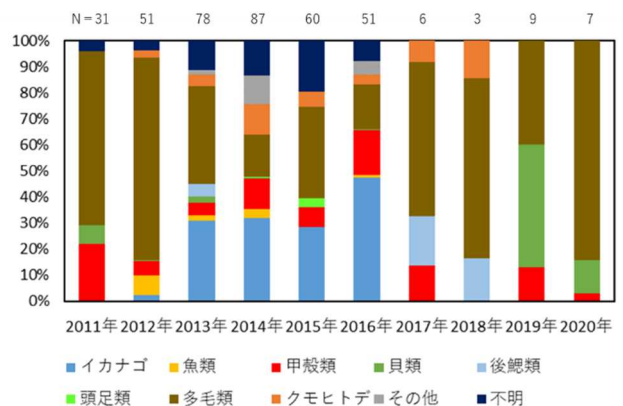


図5 マガレイの胃内容物重量組成

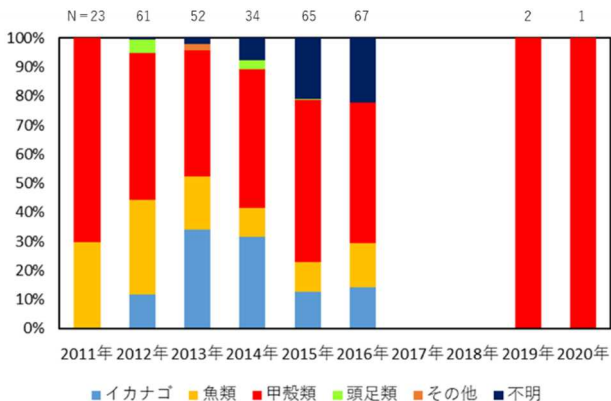


図6 コモンカスベの胃内容物重量組成

2 漁期前調査

2022年における丸稚ネットによる定線ごとのコウナゴの平均採集尾数は、鵜ノ尾埼定線で0.5尾/定点、請戸定線で1尾/定点、小名浜定線で0尾/定点だった。いずれの定線においても昨年度に引き続き、採集尾数は少なかった（図7）。

調査結果について、水産海洋研究センターホームページ、FAXで広報した。

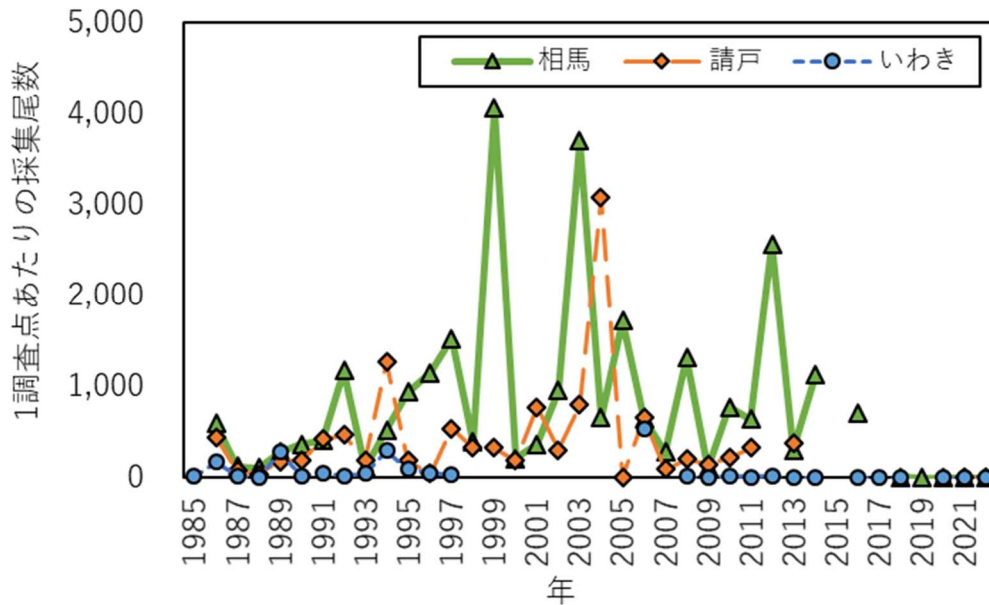


図7 丸稚ネットにおける1定点あたりの仔魚採集尾数推移
(1~2月の平均値)

結果の発表等 なし

登録データ 21-02-003 「イカナゴ調査資料」 (04-38-8421)

研究課題名 漁場環境保全技術に関する研究
 小課題名 アワビ市場調査
 研究期間 2014年～2021年

藤田恒雄・廣瀬 充・富谷 敦・
 金子直道

目 的

アワビ漁業は、東日本大震災以降、操業を自粛してきたが、2014年から規模を縮小した形で試験操業として再開され、2021年からは、本格操業再開に向け、漁獲努力量を次第に増大させる方向で漁業が行われている。本格操業に向け、漁獲努力量が增大する中でアワビ漁獲実態及び資源状況がどのように変化するかを把握する目的で漁獲実態について調査した。

方 法

いわき地区でのアワビ漁獲実態を把握するためにいわき市漁業協同組合沼之内支場魚市場において販売に供されるアワビについて、採鮑組合（＝入札単位）毎に可能な限り全数について、個数が多い場合には一部を無作為抽出して、アワビの殻長、重量を測定するとともに人工種苗か天然貝かについて記録した。さらに、入札の単位毎に単価を記録した。なお、肥満度は、重量(g)を殻長(mm)の3乗で割ったものに100,000を掛けたものとした。

また、福島県海面漁獲高統計から漁獲状況を整理した。

結 果

調査結果を表1に示す。調査は、延べ14回行い、計1,240個体を測定した（重量ベースの抽出率46%）。

表1 沼之内支所魚市場でのアワビ市場調査結果

漁獲地先	天然(個)	人工(個)	不明(個)	計(個)	人工種苗混入率(%)	平均殻長(mm)	平均重量(g)	平均肥満度
久之浜	20	0	41	61	0.0	143	440	14.8
四倉	32	13	58	103	28.9	125	286	14.6
沼ノ内	17	7	24	48	29.2	149	507	15.3
薄磯	37	39	50	126	51.3	146	507	16.1
豊間	37	7	27	71	15.9	135	403	16.3
江名	53	16	61	130	23.2	134	380	16.0
中之作	14	10	20	44	41.7	137	392	15.0
永崎	54	18	40	112	25.0	128	324	15.4
下神白	102	17	107	226	14.3	145	506	16.6
小浜	105	16	84	205	13.2	143	460	15.5
勿来	64	10	40	114	13.5	132	341	15.0
合計	535	153	552	1,240				

震災前からデータがある、いわき地区6地先における漁獲アワビの平均殻長の推移を図1に、同様に震災以降の平均殻長の推移を図2に示す。

震災後に漁獲アワビの大型化が見られていたが、その傾向は2019年、2020年には頭打ちとな

り、当年度には、やや小型化する傾向がみられた。



図1 地先別アワビ平均殻長の推移

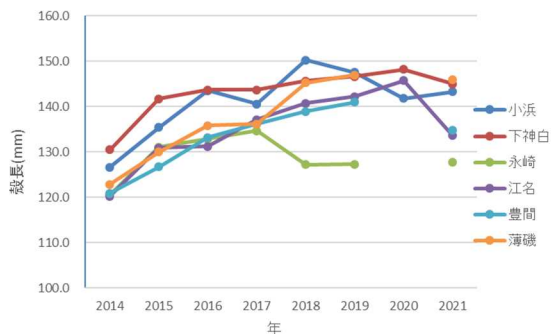


図2 地先別アワビ平均殻長の推移（震災以降）

主な地先における人工種苗混入率の推移を図3に示す。当年度に混入率が最も高かったのは、薄磯で約50%が放流貝だったが、調査日により混入率は10%から80%まで大きくばらついていたことから、同じ薄磯地区であっても漁獲を行う磯の違いで人工種苗混入率に大きな違いがあることがうかがえた。薄磯以外の地先では、混入率は、概ね30%を下回っていた。

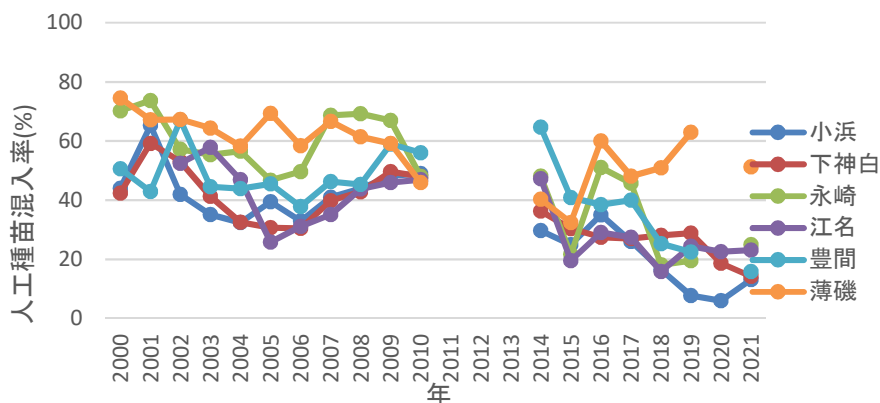


図3 地先別アワビ人工種苗混入率の推移

図4に入札単位毎のアワビ平均体重と単価の関係を示す。プロット点の色は、販売日を示すが、ここでは、凡例（販売日）を省略した。販売日により若干の違いは見られるが、概ね平均体重450gまでは、平均体重に比例して単価の上昇が見られたが、450g以上では単価上昇は頭打ちになっていた。概ね平均体重が400gを超えると単価は2万円/kgを超えていた。

当年度は、漁期を通して高値が続いたが、仲買からの聴き取りによれば大型貝は乾鮑向けのことだった。

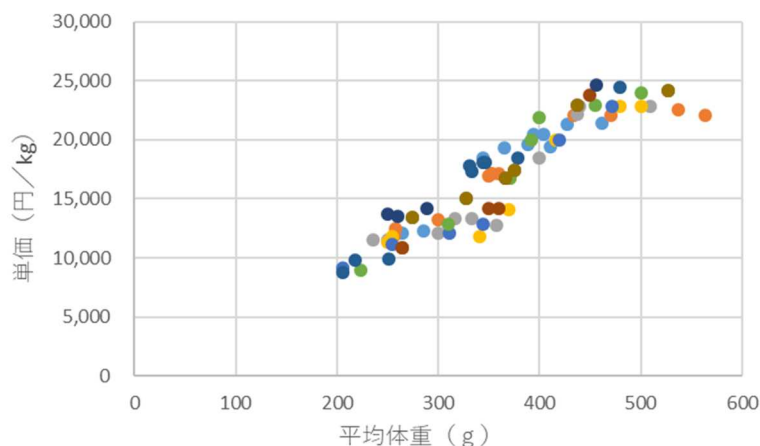


図4 入札単位毎のアワビの平均体重と単価の関係

表 2 に 2021 年のアワビ漁獲統計を整理したものを示す。いわき地区では前年の約 2 倍にあたる 1,133kg の漁獲量となり、単価が前年の 1.6 倍となったことから、漁獲金額は前年から大きく増加し、前年の 3.3 倍にあたる 22,512 千円となった。

相双地区では、漁獲量は前年の 0.8 倍に減少したものの、単価が 1.3 倍に上昇したことから漁獲金額は前年の 1.1 倍にあたる 7,071 千円となった。

県全体では、漁獲量は前年の 1.4 倍にあたる 1,655kg、漁獲金額は前年の 2.2 倍にあたる 29,584 千円、単価は前年の 1.6 倍の 17,876 円/kg となった。

図 5 に震災以降のアワビ漁獲量の推移を、図 6 に漁獲金額の推移を示す。県全体の漁獲量は、前年度より増加したものの、2018 年、2019 年を下回った。一方、単価の上昇により、漁獲金額は震災以降では最高となった。

表 2 2021 年アワビ漁獲統計とりまとめ結果（漁獲量:kg、漁獲金額:円、単価:円/kg）

	いわき			相双			計		
	漁獲量	漁獲金額	単価	漁獲量	漁獲金額	単価	漁獲量	漁獲金額	単価
5月	282.8	5,008,816	17,712	60.9	791,830	13,002	343.7	5,800,646	16,877
6月	330.7	6,517,873	19,709	63.7	755,579	11,862	394.4	7,273,452	18,442
7月	314.5	6,626,604	21,070	257.7	3,630,942	14,090	572.2	10,257,546	17,927
8月	102.5	2,053,590	20,035	140	1,892,854	13,520	242.5	3,946,444	16,274
9月	102.1	2,305,552	22,581	0	0		102.1	2,305,552	22,581
2021年計	1,132.6	22,512,435	19,877	522.3	7,071,205	13,539	1,654.9	29,583,640	17,876
前年	568	6,889,509	12,129	630	6,344,742	10,071	1,198	13,234,251	11,047
対前年比	1.99	3.27	1.64	0.83	1.11	1.34	1.38	2.24	1.62

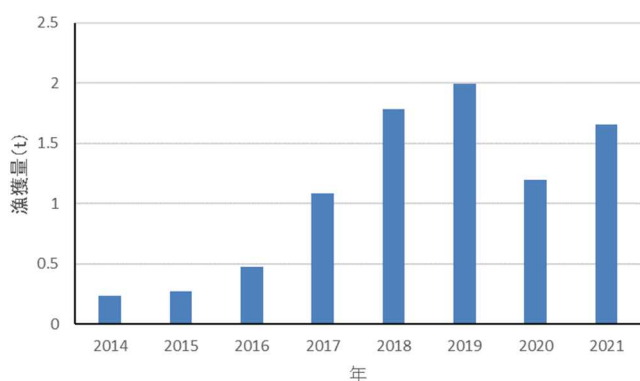


図 5 震災以降のアワビ漁獲量推移 (全県)

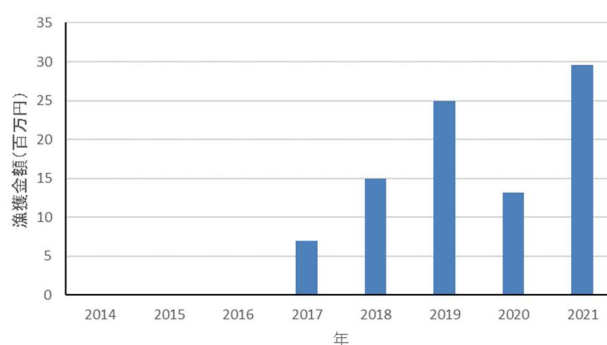


図 6 震災以降のアワビ漁獲金額推移 (全県)

結果の発表等 なし

登録データ 21-02-004「アワビ市場調査」(05-53-1421)

研究課題名 漁場環境保全技術に関する研究
小課題名 ウニの年齢と実の色の関係
研究期間 2021 年

藤田恒雄・富谷 敦・廣瀬 充・
金子直道

目 的

経験的に大型のキタムラサキウニ（以下、ウニ）では、実（生殖腺）の色が悪い傾向があることが知られていたが、その実態は不明だった。ウニ中間骨輪紋による年齢査定が可能となったことから、ウニの年齢と実の色との関係を明らかにする。

方 法

県内の各地先で採取されたウニについて、殻径、重量、生殖腺重量を測定後、実を写真撮影し、中間骨輪紋から読み取った年齢と実の色を照合して年齢と実の色の関係を目視観察した。

また、分光色差計を使い、実のL*値（明度）とa*値（赤色－緑色）、b*値（黄色－青色）を測定し、年齢と各値との関係を解析した。更に、G S I（生殖腺指数：生殖腺重量/重量×100）と実のL*値とa*値、b*値との関係についても解析した。

結 果

年齢と実の色の関係を実入りが充実する3月から7月に目視観察した結果、実の色は、年齢とともに色が悪くなる（黄色に褐色が混じり、暗い色になる）傾向がみられた（図1）。



図1 ウニの年齢と実の色（白枠の数字が年齢）

色差計を使って年齢とL*値（明度）とa*値（赤色－緑色）、b*値（黄色－青色）との関係をみたところ、年齢とL*値及びb*値は、負の相関がみられた（図2）。このことから、加齢とともに実の色が暗くなり、黄色が失せることが示唆され、目視の結果と一致した。

また、G S I とL*値、a*値、b*値の関係をみたところ、G S I とL*値及びb*値は、正の相関がみられた（図3）。このことから、G S Iが高いほど、実の色が明るく、黄色が強くなることが示唆され、これも目視の結果と一致した。

なお、年齢とG S Iには明瞭な関係はみられなかった（図4）。

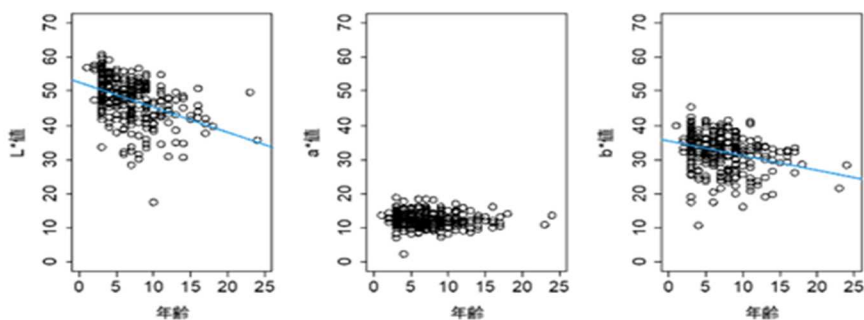


図2 ウニの年齢とL*,a*,b*値との関係

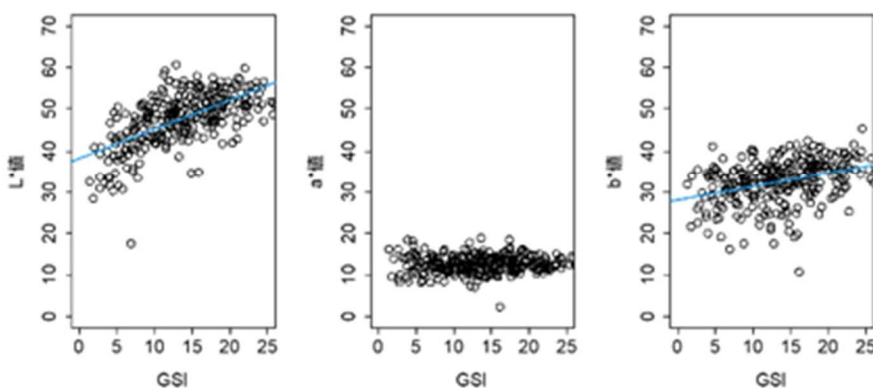


図3 ウニのGSIとL*,a*,b*値との関係

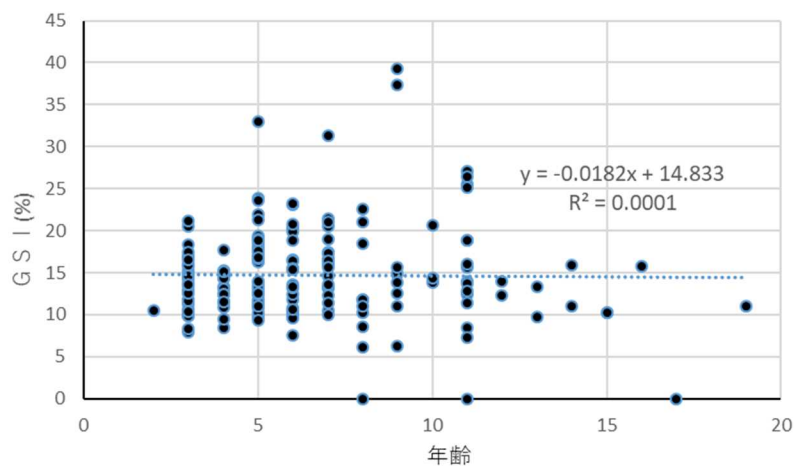


図4 ウニの年齢とG S Iの関係

結果の発表等 令和3年度 普及成果（科学技術情報）「キタムラサキウニの年齢と実（生殖腺）の色の関係」
登録データ 21-02-005 「ウニの年齢と実の色の関係」（05-57-2121）

研究課題名 漁場環境保全技術に関する研究
小課題名 ウニ資源と磯焼け
研究期間 2021 年

藤田恒雄・廣瀬 充・富谷 敦・
金子直道

目 的

当県沿岸ではウニ焼けと呼ばれるキタムラサキウニ（以下、ウニ）が高密度に生息することによる大きな摂餌圧が原因の磯焼けが継続しているといわれ、以前はウニ焼けが広がっていたものの、近年、ウニが見られなくなった漁場があるとの情報が漁業者からあったため、実態調査を行った。

また、以前、磯焼け実態調査を行った永崎地先のカジメダシ磯と小浜地先の地先型増殖場において、以前調査を行った当時と現在のウニ資源や磯焼け状況がどのように変化したかを調査した。

方 法

以前は磯焼けが継続しており、漁業者による磯焼け対策としてウニ駆除作業が行われていたものの、近年、ウニが見られなくなったとの情報があった薄磯地先のシマ磯（7月11日実施）及び薄磯地先の中でもウニが若干見られるウ磯（7月11日実施）、更に震災以前の2003年に磯焼けとウニの分布調査を行った永崎地先のカジメダシ磯（6月9日実施）と2002年に同様の調査を行った小浜地先の地先型増殖場（6月16日実施）において、ウニ分布状況をライントランセクト法により調査し、以前の調査結果と比較した。また、それぞれの磯で海藻繁茂状況を目視で観察するとともに、ウニの一部を持ち帰り、殻径、重量、生殖腺重量を測定し、口器中間骨の輪紋から年齢査定を行い、ウニ資源の年齢構成、成長状況を明らかにした。

結 果

1 薄磯地先（シマ磯及びウ磯）

薄磯地先のシマ磯での潜水観察では、調査員2名のうち1名は、約30分間の潜水観察でウニを1個体も発見できなかったが、ウニの口器付近が欠損し、中身が全くないものの、まだ棘が動いている個体を1個体だけ発見した。これは、状況から何者か（魚類？）に食害されたばかりの個体と推定された。もう1名の調査員は、約30分間の潜水観察で13個体のウニを発見し採取したが、これらは、シマ磯付近のN型礁に固まっていたもので、N型礁以外ではウニを発見できなかった。このため、シマ磯でのライントランセクト法による密度は算出できなかった（ウニ密度0.1個体/m²未満）。

N型礁で採取されたウニの殻径組成を図1に、年齢組成を図2に、年齢と殻径の関係を図3に示す。ウニは、殻径52～76mmの中型から大型のウニで構成され、年齢は、2～8歳で3、4歳の若齢個体中心の構成だった。G S I（生殖腺指数：生殖腺重量/重量×100）は、平均19と実入りが良いとされる20に近い数字だった。シマ磯付近の海藻は、アラメとワカメが比較的濃密に見られ、以前見られた磯焼けは解消していた。また、大型（殻長12cm以上）のアワビが数多く見られた。

以上の結果から、以前ウニ焼けのため、ウニ駆除活動が行われていた薄磯地先のシマ磯では、漁業者からの情報どおり、何らかの原因でウニが減少した結果、磯焼けは解消していた。

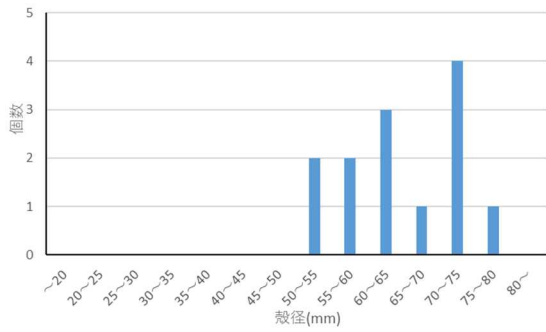


図 1 薄磯シマ磯 (N型礁) でのウニ殻径組成

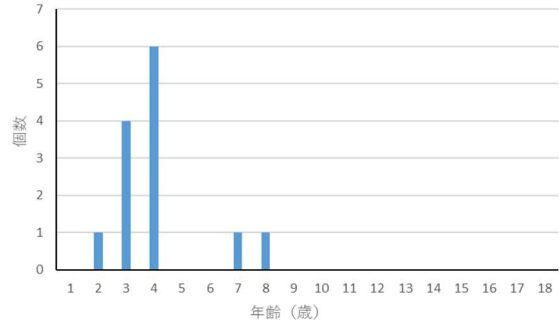


図 2 薄磯シマ磯 (N型礁) でのウニ年齢組成

一方、薄磯地先の中でもウニが若干見られるというウ磯では、灘側と沖側でそれぞれ調査員がライントランセクト法によりウニ密度を調査したが、ウニ密度が極めて低く、しかもウニは特定のくぼみ等に局在していたため、密度を算出するには至らなかった(灘、沖とも 0.1 個体/m²未満)。採取したウニの殻径組成を図 4 に、年齢組成を図 5 に示す。また、年齢と殻径の関係を図 6 に示す。

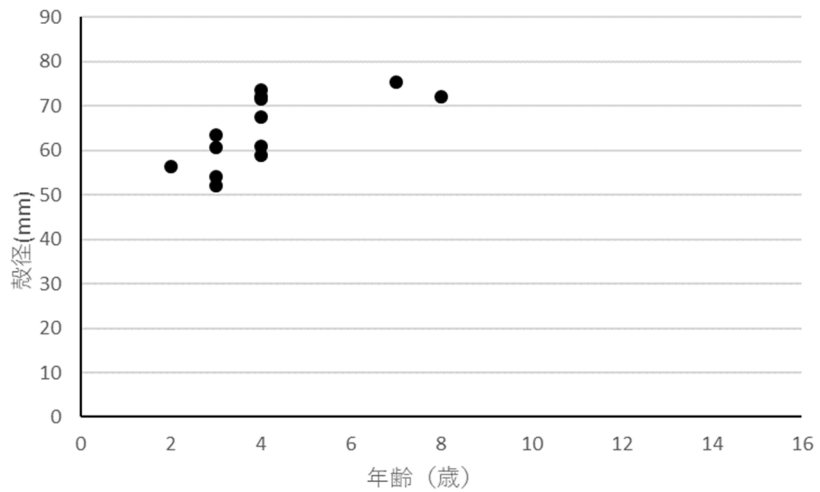


図 3 薄磯シマ磯でのウニの年齢と殻径の関係

殻径組成は、1 歳の小型個体と 2 歳以上の中型から大型個体のモードに分かれた。年齢組成は、灘側では 1 歳と 3 歳の個体が多く、沖側では 3 歳の個体が多かった。1 歳の個体を除く G S I 平均値は、灘側が 26、沖側が 22 と良好だったこと、また、潜水による目視観察の結果でもアラメやワカメの被度が高かったことから餌料環境は良好だと考えられた。また、大型(殻長 12cm 以上)のアワビが数多く見られた。ウ磯でのウニ年齢と殻径の関係をみると、後述する永崎地先カジメダシ磯と小浜地先地先型増殖場での成長状況と比較して成長が極めて良いことが明らかになった。

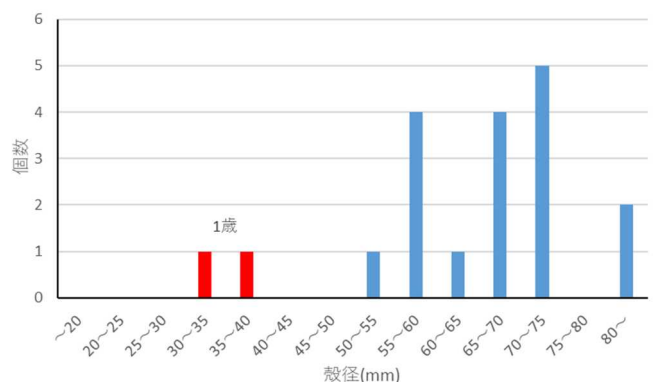
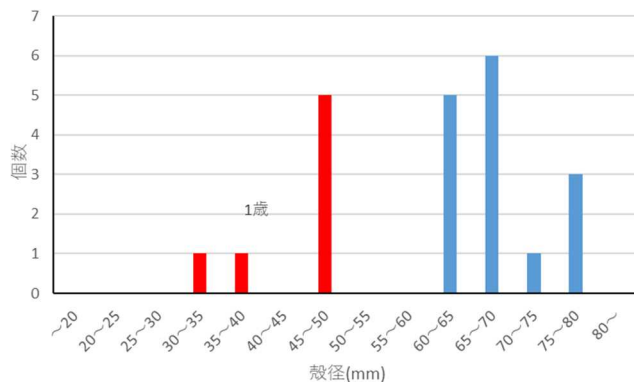


図 4 薄磯ウ磯でのウニ殻径組成 (左:灘側、右:沖側)

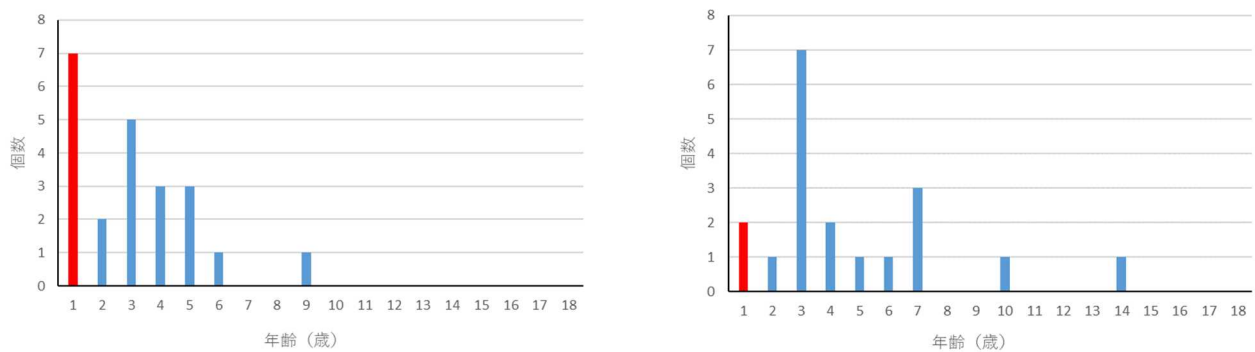


図5 薄磯ウ磯でのウニ年齢構成（左：灘側、右：沖側）

2 永崎地先（カジメダシ磯）

永崎カジメダシ磯での調査結果概要を表1に示す。また、殻径組成、年齢組成をそれぞれ図7、8に示し、年齢と殻径の関係を図9に示す。

永崎地先カジメダシ磯では、灘側のウニの密度は、9.9個/㎡と非常に高く、沖側でも5.3個/㎡と密度が高い傾向が見られた。2003年当時（灘、沖とも概ね11~12個/㎡）と比較すると、灘側での密度は同程度、沖側では約半分だった。GSI平均値は、灘側で9.1、沖側で8.5と低い値で2003年当時（灘側8.4、沖側7.4、6月上旬測定）と大きな差はなく、2003年当時同様に餌料不足が窺えた。また、GSIは沖側より灘側の方が若干高い傾向も2003年当時と一致した。殻径組成は40~45mmにモードがあり、平均殻径は、灘側で45mm、沖側で43mmとやや小型に偏った組成だったが、2003年当時に30%近くを占めていた殻径30mm未満の個体は1個体も採取されなかった。年齢組成は、3歳にモードがあった。2歳は1個体見られたが、薄磯ウ磯で見られた1歳の個体は見られなかった。

年齢と殻径の関係を薄磯ウ磯と比較すると、成長が非常に悪いことが推察された（図10）。

潜水による観察では、灘側でも沖側でもアラメやワカメなどの大型海藻は見られず、2003年当時同様の磯焼け（恐らくウニ焼け）状態だった。また、アワビは、ほとんど見られなかった。

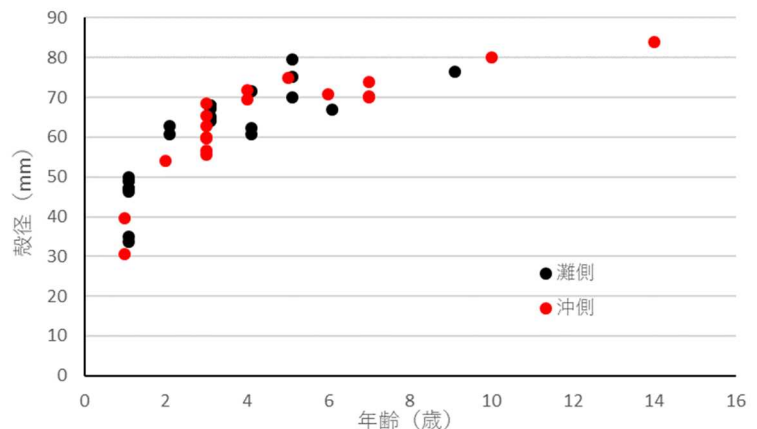


図6 薄磯ウ磯でのウニの年齢と殻径の関係

表1 永崎カジメダシ磯でのウニ測定結果（平均値）

	殻径(mm)	年齢	密度 (個/㎡)	GSI
灘側	45.25	5.8	9.9	9.1
沖側	43.37	5.2	5.3	8.5

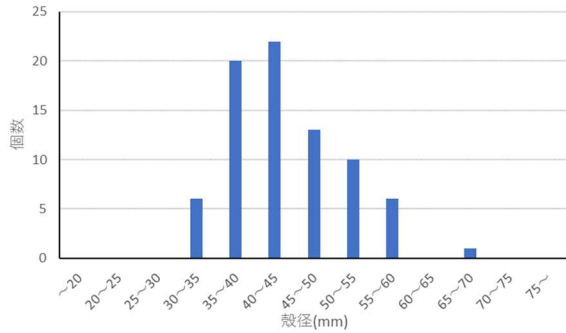


図7 永崎カジメダシ磯でのウニ殻径組成

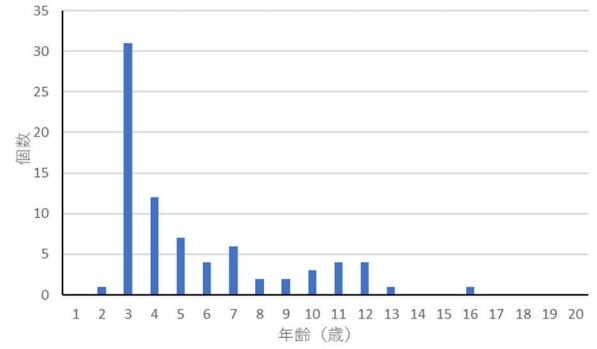


図8 永崎カジメダシ磯でのウニ年齢組成

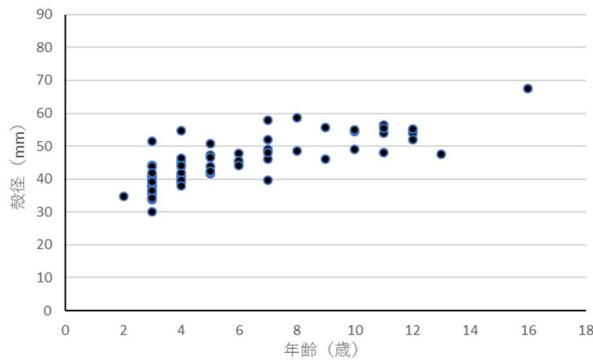


図9 永崎カジメダシ磯でのウニ年齢と殻径の関係

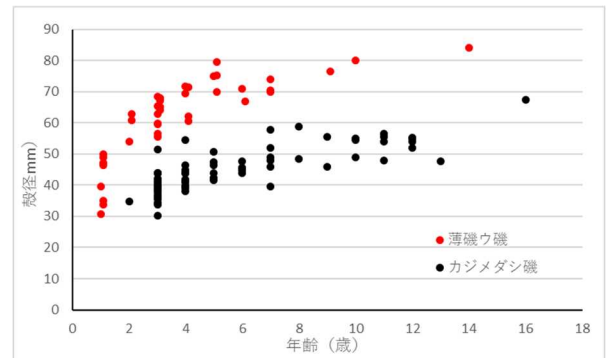


図10 永崎カジメダシ磯と薄磯ウ磯でのウニ年齢と殻径の関係

3 小浜地先型増殖場

小浜地先型増殖場での調査結果概要を表2に示す。ここで、灘側とは、囲礁より灘側、内側とは、囲礁の内側、沖側とは、囲礁より沖側を示す。また、殻径組成、年齢組成をそれぞれ図11、12に示し、年齢と殻径の関係を図13に示す。

小浜地先型増殖場では、どの地点においてもウニ密度は1個体/m²前後と低く、2002年当時(平均2.5~5.5個体/m²)と比較すると密度は低下していた。一方、GSIは、ウニ密度が低いにもかかわらず8~10と低く、2002年当時(平均6.9~15、8月上旬測定)と大きな違いはみられなかった。沖より灘でGSIが高い傾向も2002年当時と一致した。

表2 小浜地先型増殖場でのウニ測定結果(平均値)

	殻径 (mm)	年齢	密度 (個/m ²)	GSI
灘側	55.73	9.4	0.8	10.1
内側	49.84	9.9	0.7	8.5
沖側	48.56	8.5	1.6	8.0

小浜地先型増殖場では、2002年当時と比較してウニ密度は大きく低下していたがGSIは当時と変わらず、磯焼けが継続していた。これは、永崎カジメダシ磯でみられているウニ焼けではないタイプの磯焼けと考えられ、その原因は、過去の調査結果などから、水深が深い(概ね水深4m)ことによる照度不足と捨て石(陸上で採石され、囲い礁内側に投入されたもの)の基質に問題があるものと考えられた。殻径組成は、50~55mmにモードがみられ、永崎カジメダシ磯より大型個体の割合が多かった。年齢組成は1歳から17歳まで幅広い年齢で構成されていた。

年齢と殻径の関係を薄磯ウ磯と比較すると、永崎カジメダシ磯同様に成長は非常に悪いものと推察された(図14)。

潜水による観察では、灘側でも沖側でもアラメやワカメなどの大型海藻は見られず、2002年当

時同様の磯焼け状態だった。また、アワビは、ほとんど見られなかった。なお、当県沿岸では、以前、当歳魚は見られたものの、冬場の低水温で死滅してしまうためか、ほとんど見る事が出来なかったイシダイ成魚の群れが観察された。

4 まとめ

以上、近年、ウニが見られなくなった薄磯、以前、ウニ資源と磯焼けの調査を行った永崎カジメダシ磯及び小浜地先型増殖場での調査結果から、近年、何らかの原因でウニの発生あるいは漁獲加入ないしは漁獲加入後の資源が著しく減少し、それに伴いウニ焼けが解消した漁場がある一方、以前同様に高密度のウニが分布し、深刻なウニ焼けが継続しているものの、以前と比較すると小型個体のウニの減少がみられた地先やウニ密度が大きく減少したにもかかわらず、磯焼けが継続していた漁場もみられた。これらから、何らかの影響でウニ資源に変化が生じてきていることが示唆され、今後、ウニ資源の動向を注視していくとともに、ウニ減少に係る原因究明の調査、更には、ウニがほとんど見られなくなってしまった地区については、種苗放流や他地区からのウニの移植などの対策検討が必要であると考えられた。

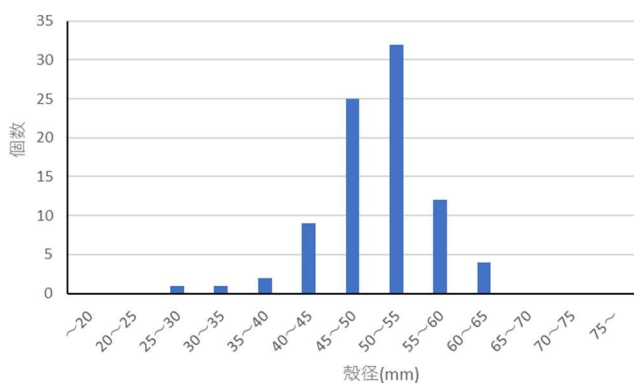


図 11 小浜地先型増殖場でのウニ殻径組成

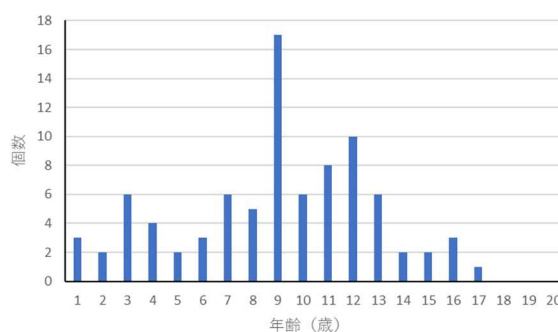


図 12 小浜地先型増殖場でのウニ年齢組成

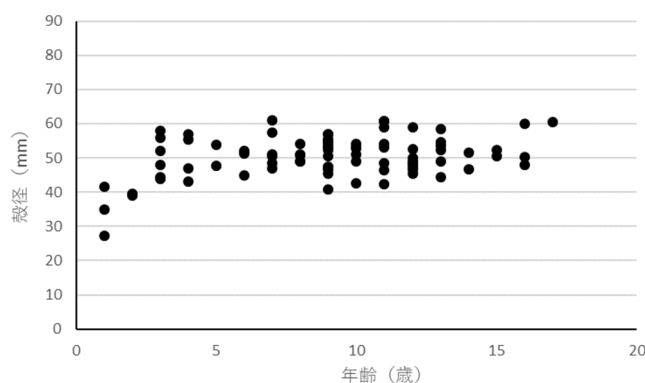


図 13 小浜地先型増殖場でのウニ年齢と殻径の関係

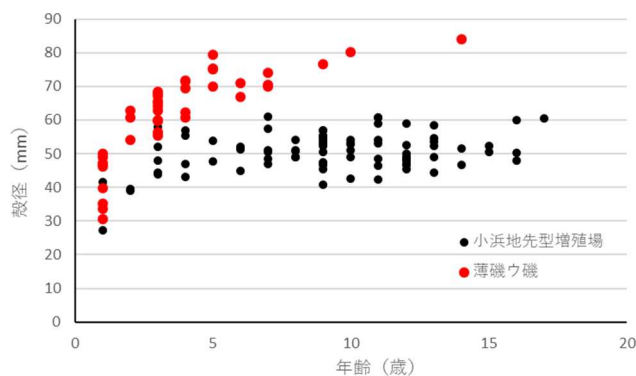


図 14 小浜地先型増殖場と薄磯ウ磯でのウニ年齢と殻径の関係

結果の発表等 なし

登録データ 21-02-006 「ウニ資源と磯焼け」 (04-57-2121)

研究課題名 漁場環境保全技術に関する研究

小課題名 ウニ資源調査

研究期間 2021年

藤田恒雄・廣瀬 充・富谷 敦・
金子直道

目 的

キタムラサキウニ（以下、ウニ）の年齢査定は、従前は生殖板の輪紋数を数えることで行われていたが、その前処理の難しさや時間がかかることなどから、福島県で年齢査定した事例はなく、当県のウニ資源がどのような年齢構成で成り立っているのか分からなかった。近年、県内の一部の地先でウニが減少しているとの情報があり、また、年齢査定に口器中間骨の輪紋が利用できるとの情報から、中間骨輪紋数を利用して年齢査定を行い、漁場毎にウニ資源の年齢構成などを明らかにした。

方 法

県内の各漁場で2021年3月9日から12月15日までに採取したウニ1,383個体について、殻径、重量、生殖腺重量を測定し、中間骨を取り出し、カセットコンロ上のフライパン（400～500℃）で約90秒間焼いた後、上生骨側を耐水サンドペーパー（＃800）で研磨し、中間骨上生骨側の内側に現れる輪紋を年輪として読み取り、漁場別に年齢構成を整理した。

また、年間を通して輪紋を観察することで、輪紋形成時期を特定した。

結 果

輪紋は、秋から冬にかけて年に1本形成された（図1）。そこで、年齢起算日を1月1日として年齢を整理することとした。

測定に供した全ての個体の年齢と殻径の関係を図2に示し、全体の殻径組成とその年齢内訳について図3に示す。20歳を超えるものは5個体（0.36%）で、寿命は概ね20歳と考えられた。なお、最高齢の個体は25歳だった。また、漁獲加入は、概ね3歳で5、6歳までは成長が速いがその後の成長は極めて緩やかだと考えられた。同一年齢の個体でも殻径に大きな違いが見られ、3歳では、30～71mm、5歳で42～80mm、9歳で41～80mmと大きな幅があった。

同時期に比較してG S I（生殖腺指数：生殖腺重量／重量×100）の高かった漁場（2021年6月5日、N磯、G S I 18.8）と低かった漁場（2021年6月12日、A磯、G S I 7.8）において、年齢と殻径の関係を比較したところ（図4）、殻の成長は、G S Iの高い漁場の方が速い傾向がみられたことから、餌料環境の良い漁場ほど成長が速いことが示唆された。また、同じ漁場のウニでも成長の個体差が大きいことが窺えた。このことから、図2で見られた同一年齢でも殻径に大きな幅がある現象は漁場毎の餌料環境の違いと同じ漁場で育っても個体毎に成長が異なるという2つの要因による影響を受けているものと示唆された。

漁場毎の年齢組成を図5に、殻径組成を図6に示す。漁場毎に年齢構成は異なっていた。多くの漁場において、資源は卓越年級によって支えられているものではなく、多年級により構成され、毎年の発生（加入）は概ね安定しているものと考えられた。一方、いくつかの漁場で3歳の個体の割合が高かったが、3歳（2018年級）が卓越年級群であったのかは、今後引き続き調査が必要である。殻径組成では、3歳が卓越していた薄磯では他の漁場より小型のウニの割合が高かった。G S Iが他の漁場より低く、殻径の成長が悪いと想像された永崎と中之作でも他の漁場より小型のウニの割合が高かった。

漁業者から漁場でウニが見えなくなったとの情報があった薄磯地先では、3歳が大きく卓越しており（約90%）、4歳以上の年級群がほとんど見られなかったことから、何らかの原因で4歳以上のウニが減耗した可能性が示唆された。また、これとは別に薄磯地先の磯を潜水調査したところ、漁業者からの情報どおり、ウニをほとんど発見することが出来なかった。

いわき地区の漁場を北部（四倉、久之浜）、中部（沼之内～豊間、）南部（勿来～江名）に分けて年齢組成を作成したところ、中部では、10歳以上の年級群がほぼ欠落していることが分かった（図7）。いわき中部で東日本大震災での津波がいわき市内の他の地区より高かったことから、いわき中部では、他の地区より津波によるウニ資源の減耗が大きかった可能性が示唆された。

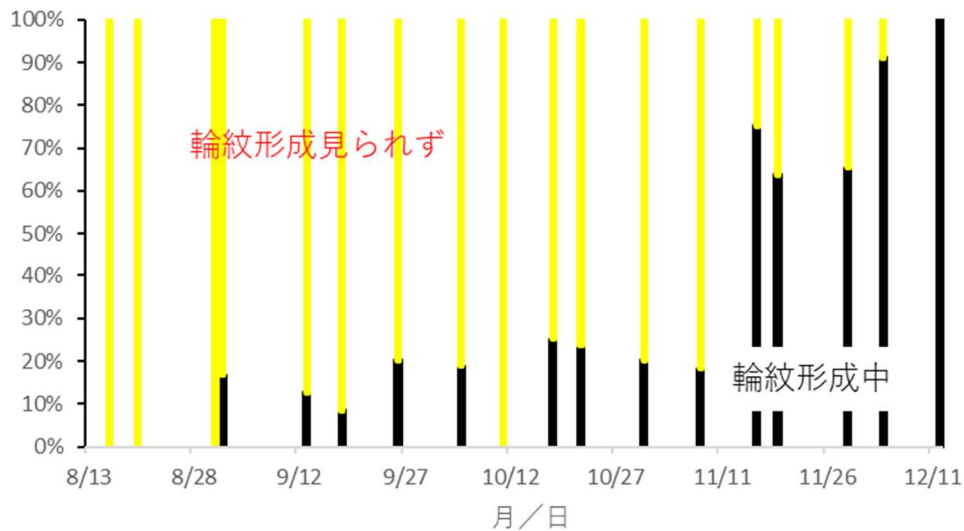


図1 輪紋形成観察結果

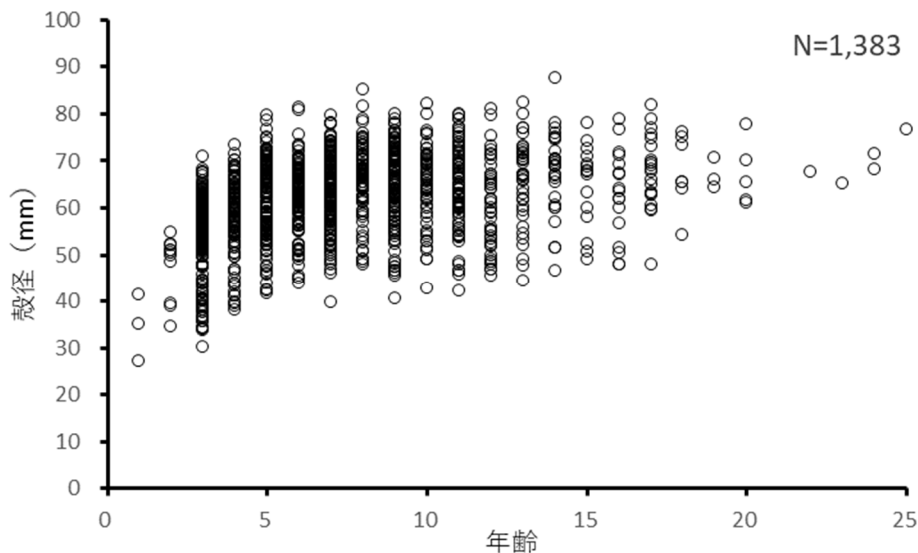


図2 年齢と殻径の関係（全体）

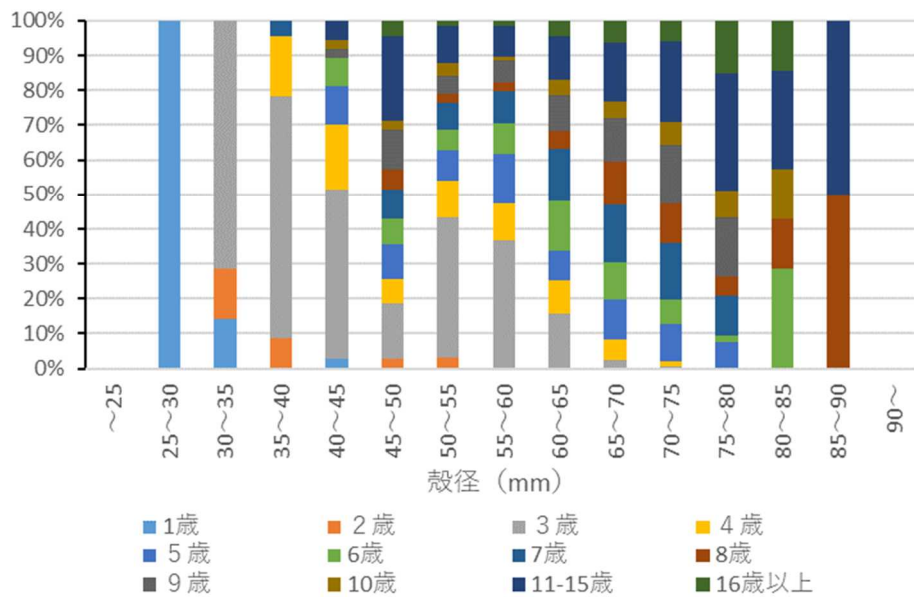
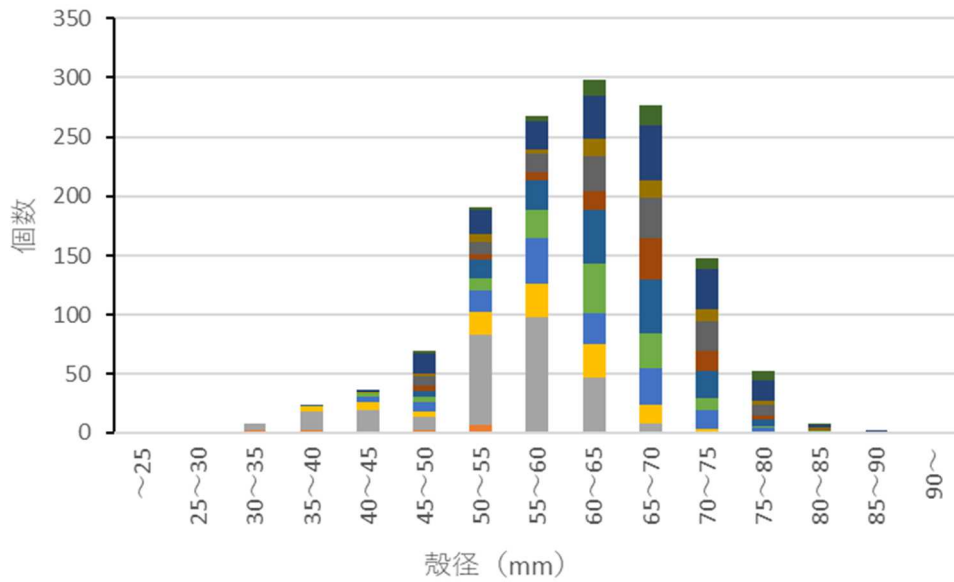


図3 殻径組成と年齢内訳 (全体)

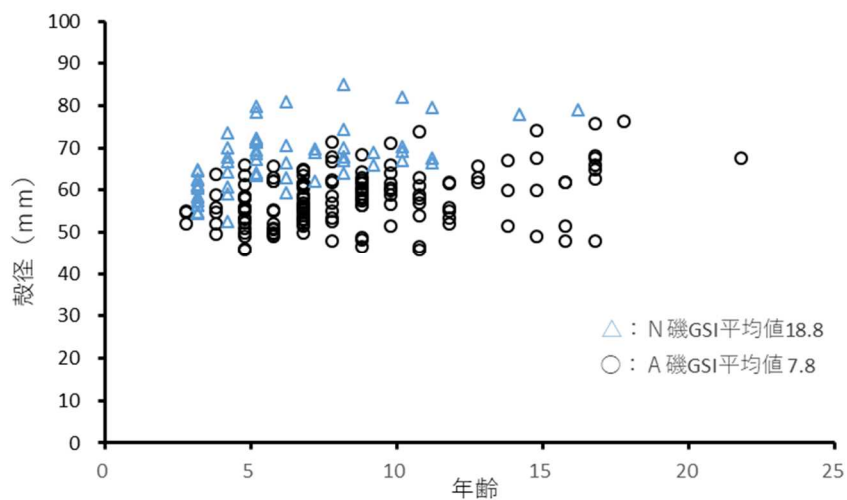


図4 GSIの高い漁場 (N磯) と低い漁場 (A磯) での年齢と殻径の関係

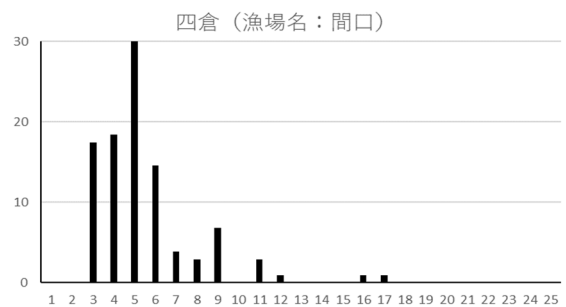
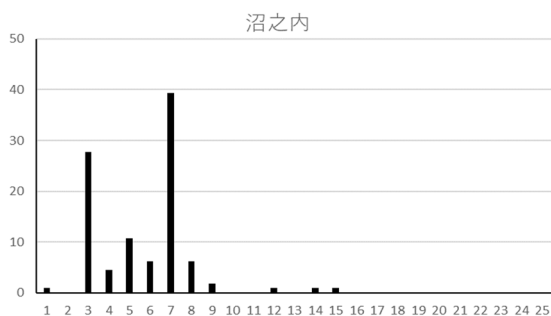
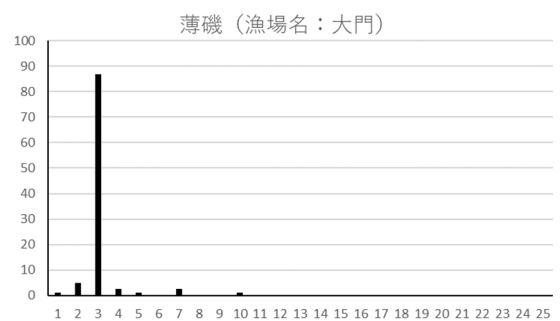
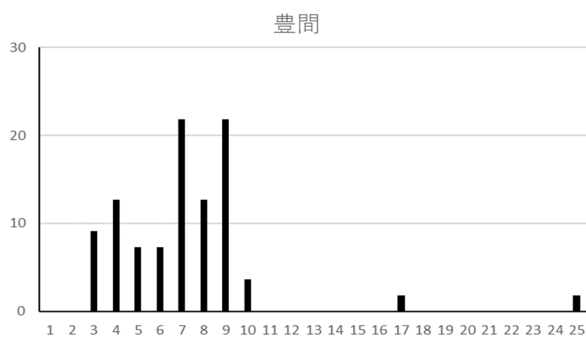
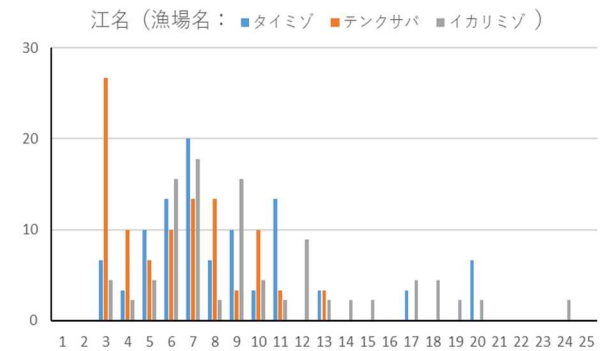
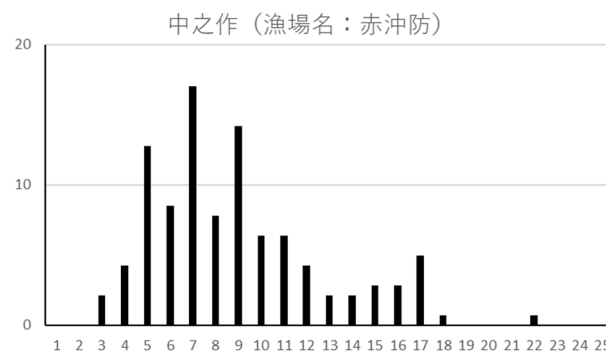
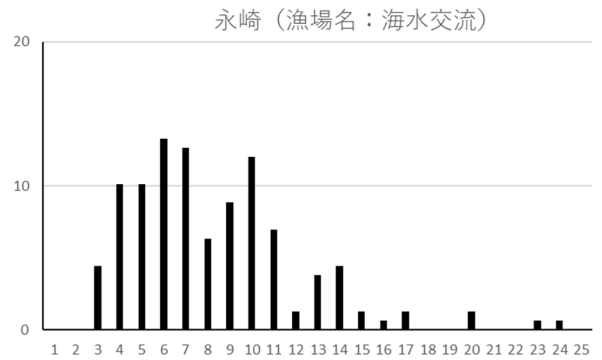
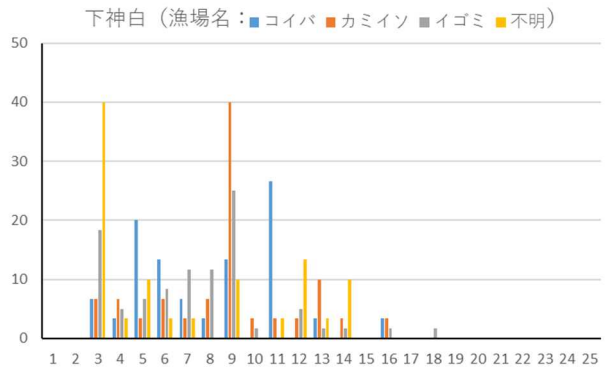
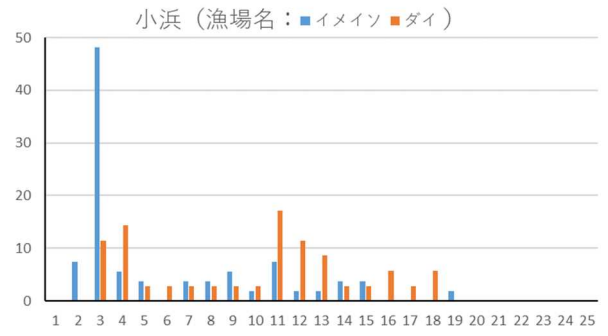
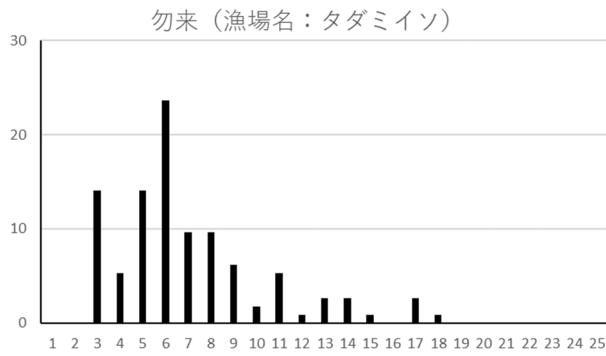


図5-1 漁場別年齢組成、勿来～四倉(横軸:年齢 縦軸:割合:%)

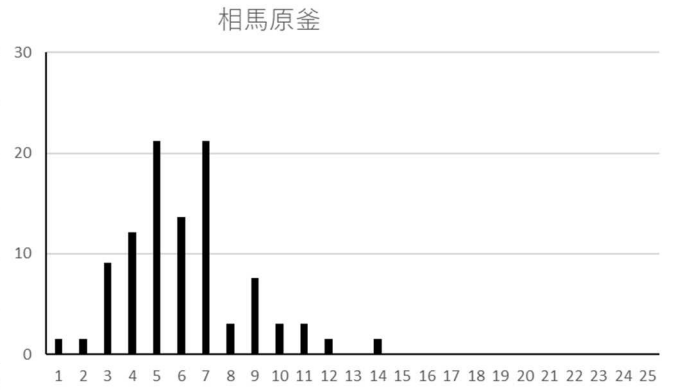
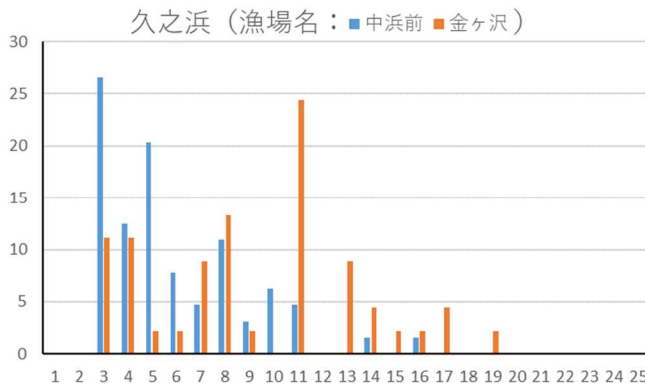


図 5-2 漁場別年齢組成、久之浜、相馬原釜 (横軸：年齢 縦軸：割合：%)

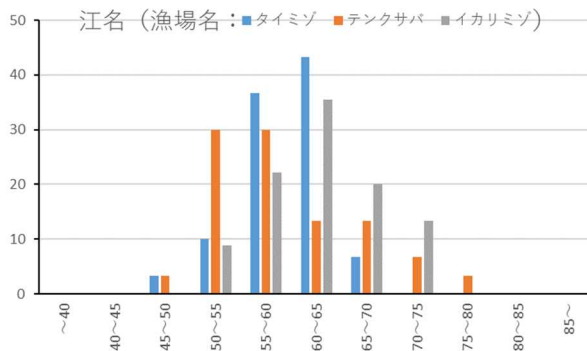
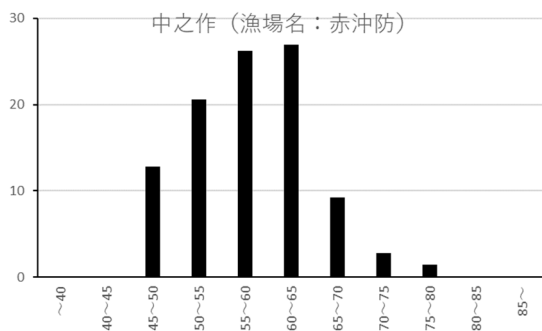
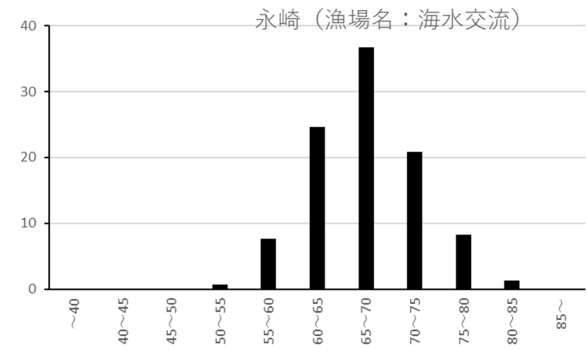
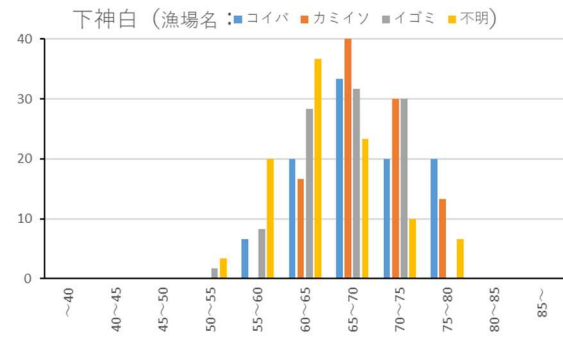
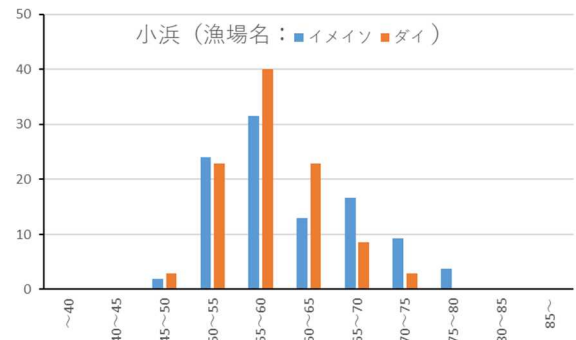
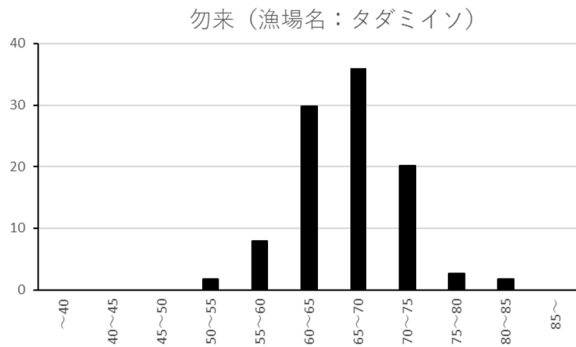


図 6-1 漁場別殻径組成 勿来～江名 (横軸：殻径 mm 縦軸：割合：%)

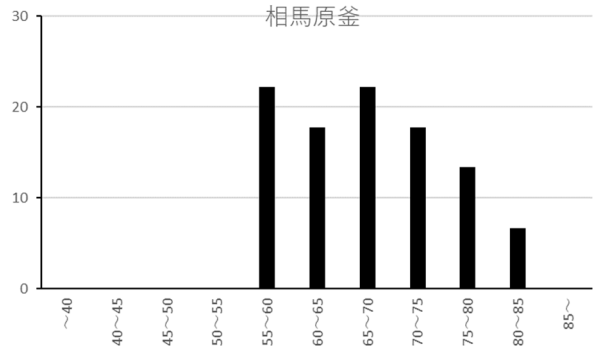
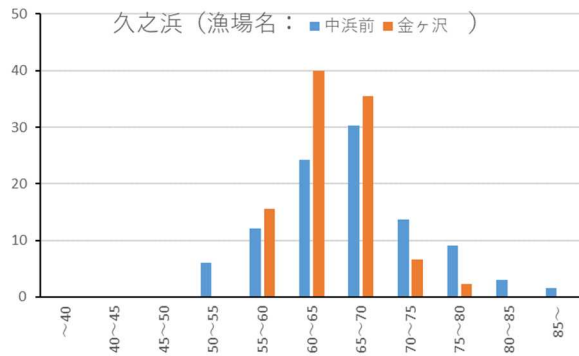
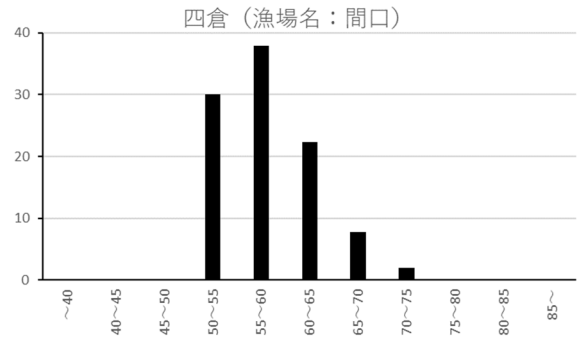
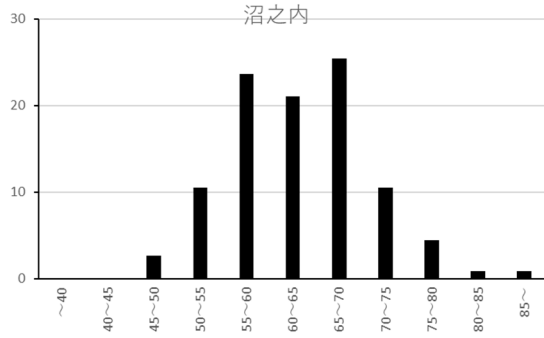
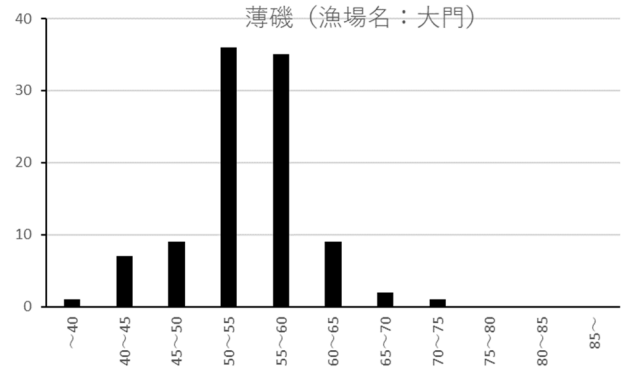
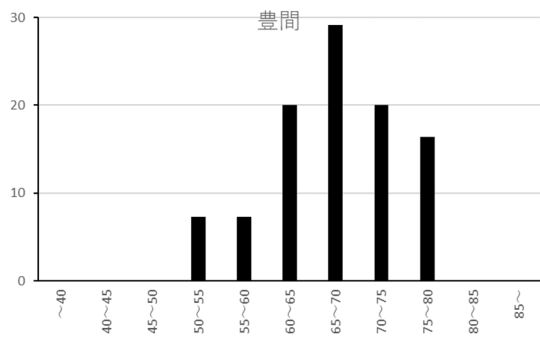


図 6-2 漁場別殻径組成 豊間～相馬原釜 (横軸: 殻径 mm 縦軸: 割合: %)

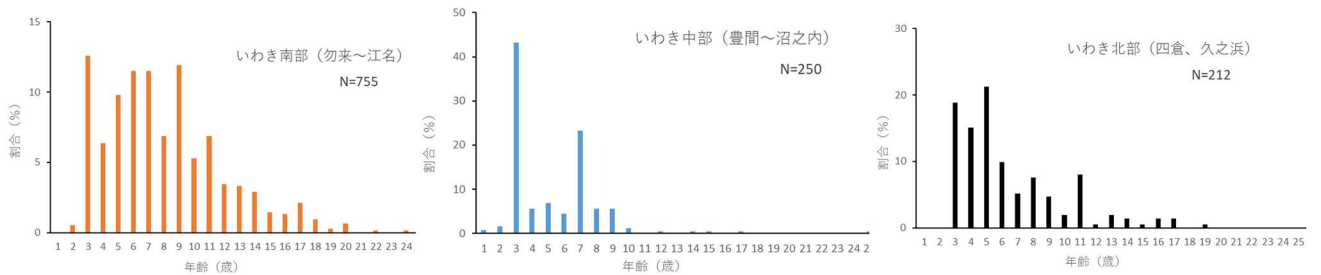


図 7 いわき南部、中部、北部の各地区での年齢組成

結果の発表等 令和 3 年度 普及成果 (科学技術情報) 「ユニロ器中間骨の輪紋を利用した福島県沿岸でのキタムラサキウニ年齢構成の把握」

登録データ 21-02-007 「ユニ資源調査」 (04-57-2121)

研究課題名 漁場環境保全技術に関する研究
 小課題名 サケ回帰状況の把握と次年度回帰の予測
 研究期間 2011年～2021年

藤田恒雄・廣瀬 充・富谷 敦・
 金子直道

目 的

サケ親魚の回帰状況を把握し、その結果を用いて次年度の回帰予測を行い、河川におけるサケ増殖事業を支援する。

方 法

木戸川において、2021年10月上旬から11月下旬にかけて回帰した親魚から採鱗し、同時に尾叉長、体重を測定した。この結果から、回帰親魚の年齢組成、尾叉長、体重、肥満度（体重は、生殖腺を含む内臓込みのものとし肥満度＝体重 kg/（尾叉長 cm）³×10⁶とした）を明らかにした。年齢組成の結果からSibling法により、次年度回帰尾数の予測を行った。

結 果

1 回帰状況の把握

採鱗調査は14回行い、木戸川漁業協同組合が採捕した246尾のうち216尾（抽出率88%）から採鱗し、年齢査定を行った（表1）。この結果を旬別、雌雄別に引き延ばした結果、2歳魚2.6%（6.3尾）3歳魚26.2%（64.3尾）、4歳魚42.0%（103.3尾）、5歳魚28.9%（71.1尾）6歳魚0.4%（1.0尾）と推定された（表2、3）。

なお、メスの採鱗尾数が漁協から報告のあった採捕尾数より4尾多かったため、メスについては、結果を圧縮した。

表1 木戸川サケ年齢査定結果（単位：尾）

採鱗月日	オス							メス						
	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	不明	計	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	不明	計
10月7日				1			1							0
10月11日			1				1							0
10月14日							0				1			1
10月15日		2	1				3			1	1			2
10月20日			1	3			4			1		1		2
10月23日		3	4	1			8			1	4			5
10月25日			1	1		1	3		1	1	1			3
10月27日		3	11	1			15		1	1	3			5
10月29日	1	2	1	4			8			4	2			6
11月1日							0		1	2	2			5
11月8日	2	11	13	12			38		7	14	7		1	29
11月12日	1	5	3	2			11			2	2			4
11月15日		6	9	4			19		2	9	5			16
11月26日	1	7	5				13		3	4	7			14
	5	39	50	29	0	1	124	0	15	40	35	1	1	92

表2 木戸川サケ年齢査定引き伸ばし結果 1 (雌雄別、旬別) 単位: 尾

採鱗月旬	オス						メス					
	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	計	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	計
10月上旬				1.0		1.0						
10月中旬		3.0	4.5	4.5		12.0			1.9	1.9	1.0	4.8
10月下旬	1.3	10.7	22.7	9.3		44.0	1.9	6.8	9.7			18.4
11月上旬	2.5	13.7	16.2	15.0		47.4	7.7	15.5	8.7			31.9
11月中旬	1.2	13.7	15.0	7.5		37.4	1.9	10.6	6.8			19.3
11月下旬	1.2	8.7	6.2			16.2	2.9	3.9	6.8			13.5
計	6.3	49.8	64.6	37.3		158	14.5	38.7	33.8	1.0		88

表3 木戸川サケ年齢査定引き伸ばし結果 2

		2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	計
オス	尾数 (尾)	6.3	49.8	64.6	37.3	0	158
	比率 (%)	4.0	31.5	40.9	23.6	0	100
メス	尾数 (尾)	0	14.5	38.7	33.8	1.0	88
	比率 (%)	0	16.5	44.0	38.5	1.1	100
計	尾数 (尾)	6.3	64.3	103.3	71.1	1.0	246
	比率 (%)	2.6	26.2	42.0	28.9	0.4	100

遡上親魚の尾叉長平均値は雌雄とも遡上時期によってほとんど変わらず、65cm 前後であった (図1)。体重平均値は、遡上時期が遅くなるにつれ低下傾向がみられた (図2)。これに伴い、肥満度も低下した (図3)。この傾向は、オスよりメスの方が顕著だったが、これは、時期が遅くなるに従い、河川内で産卵した個体が混じる割合が高くなることが原因の1つと考えられる。なお、孵化場で採卵したメス個体も採鱗に供したが、この個体については、体重及び肥満度の平均値算出には用いていない。

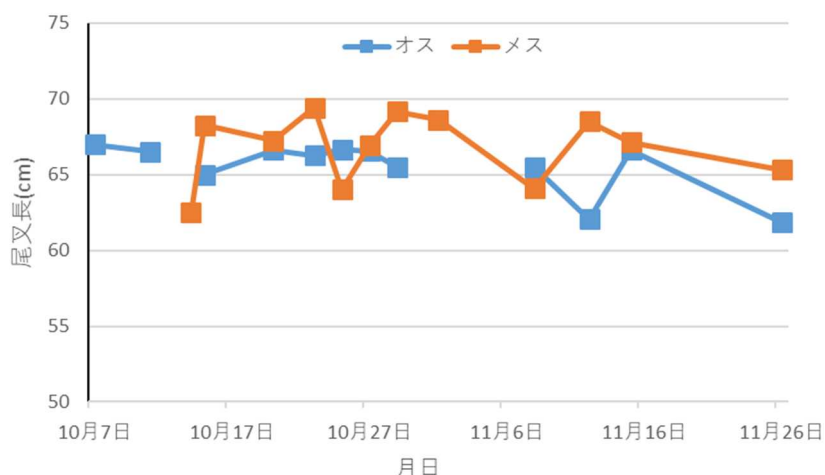


図1 木戸川サケ親魚尾叉長平均値の推移

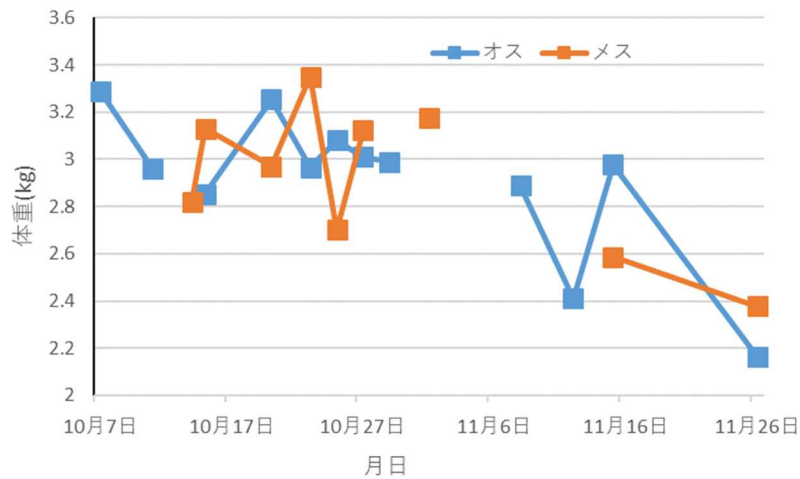


図2 木戸川サケ親魚体重平均値の推移

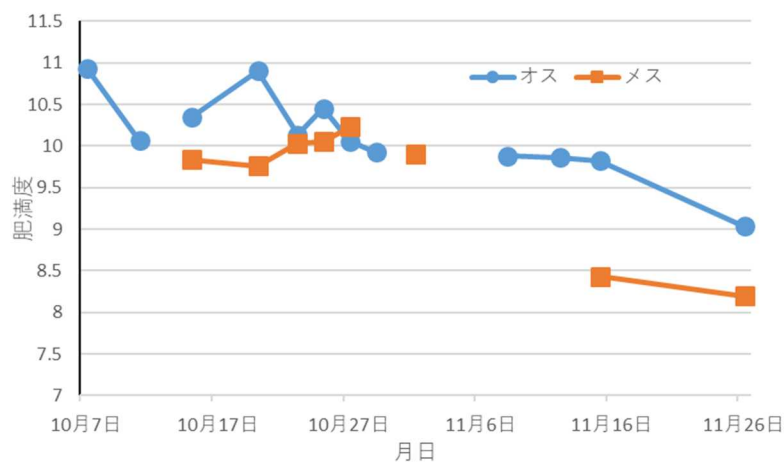


図3 木戸川サケ親魚肥満度平均値の推移

2 次年度の回帰予測

現在、国内外で回帰予測に用いられている一般的な手法である Sibling 法（同一年級群において 3 歳、4 歳、5 歳で回帰する割合が一定であると仮定し、前年度の n 歳の回帰尾数から翌年の $n+1$ 歳の回帰尾数を予測するもの）で木戸川での次年度の 4 歳魚と 5 歳魚の回帰尾数の推定を行った結果（係数は北海道及び岩手県の結果を参考に 3 歳魚に対する翌年の 4 歳魚の数を 6.17 倍、4 歳魚に対する翌年の 5 歳魚の数を 0.88 倍とした）、4 歳魚は 397 尾、5 歳魚は 91 尾、計 488 尾と計算された。3 歳魚については、Sibling 法では予測できないため、この年級群の放流数 103 千尾の総回帰率を震災前 5 年間の平均回帰率（平成 2006 年から 2010 年に回帰した尾数と 4 年前の放流数から算出した単純回帰率）0.58%と仮定し、同一年級群の総回帰尾数のうち 10%が 3 歳魚として回帰するものとして計算し、60 尾とした。この結果、2 歳魚と 6 歳魚以上の魚を除いた回帰尾数は、計 548 尾と予測され、2021 年度よりは増加するものの、4 年連続で極めて低水準の回帰となる予測となった。

木戸川以外の県内全河川でも 2021 年度の回帰が極めて低水準（合計 1,403 尾）だったことから、2022 年度も全県的に極めて低水準の回帰となることが危惧された。

結果の発表等 なし

登録データ 21-02-008「サケ資源調査」(05-29-1121)

研究課題名 多様な漁業種類に対応した操業情報収集・配信システムの構築
小課題名 多獲性魚類の品質情報配信
研究期間 2021年

富谷 敦・廣瀬 充・金子直道・
藤田恒雄

目 的

福島県産水産物の高付加価値化のために、水産用に新たに開発されたハンディタイプの近赤外分光測定装置（以下、近赤外分光装置）を用いて多様な魚種の脂質含量を測定し、漁場、サイズ等の情報と合わせることで、品質情報として広報する技術を実証する。

なお、当課題は農林水産省「農林水産分野の先端技術展開事業のうち現地実証研究委託事業」の助成を受け、国立大学法人東北大学を代表機関とするふくしま型漁業推進研究コンソーシアム（以下、コンソーシアム）として実施した。

方 法

1 近赤外分光装置による測定

2021年11月～2022年2月にまき網漁業で福島県に水揚げされたマサバ、マイワシ、沖合底びき網漁業及び漁業調査指導船いわき丸で採捕されたアカムツ、キチジを供試魚とした。これらの魚種について、近赤外分光装置で脂質含量を非破壊で測定するための検量線を作成するのに必要なデータを収集するために、測定値が飽和する条件を明らかにした。具体的には、魚種ごとに設定した測定部位（図1）で露光時間30～150ミリ秒（以下、msとする）における近赤外線吸収スペクトルを測定した。併せて、近赤外分光装置の吸光度から近赤外スペクトル二次微分値を求め、その特徴を確認した。

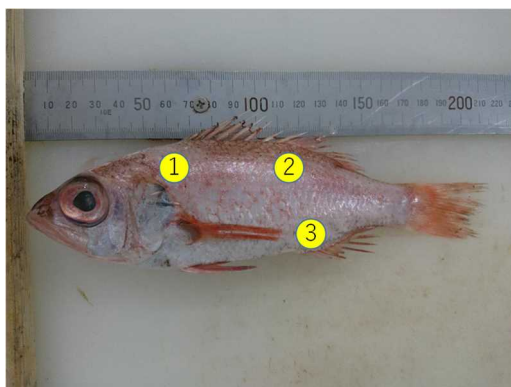


図 1-1 アカムツの測定部位

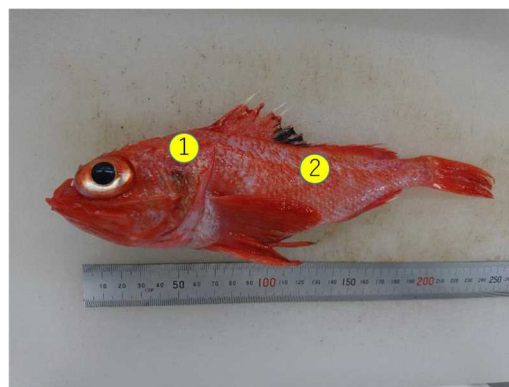


図 1-2 キチジの測定部位

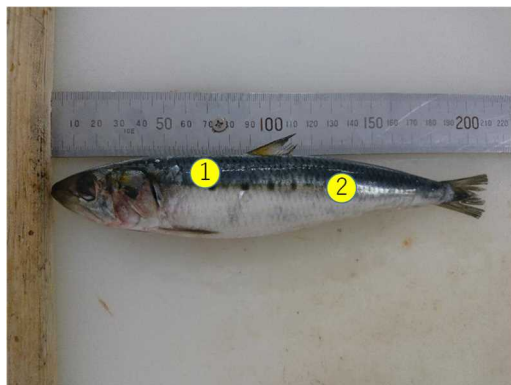


図 1-3 マイワシの測定部位

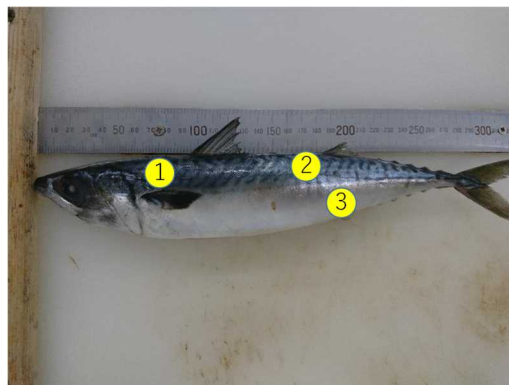


図 1-4 マサバの測定部位

2 脂質含量の測定

当研究センターでは従来ソックスレー抽出法により脂質を抽出していたが、コンソーシアム内で手法を統一するために、クロロホルム・メタノール混液法で脂質を抽出することとした。クロロホルム-メタノール混液抽出法により脂質を抽出し求めた脂質含量の測定にあたり、ソックスレー抽出法により脂質を抽出し求めた脂質含量との関係を確認するために、両法の脂質含量の比較を行った。供試魚は1で近赤外分光装置により近赤外線吸収スペクトルを測定した個体とし、この右半身をフィレーにし、皮を除去した筋肉を測定試料とした。

結 果

1 多様な魚種の近赤外分光装置による測定

供試魚の魚体測定の結果を表1に示し、近赤外分光装置で近赤外スペクトルを測定した時に吸収飽和した露光時間について表2に示す。

アカムツは背側の二箇所と腹側の一箇所を測定し、背側は二箇所とも90msで一部個体が飽和し、120msで全個体が飽和した。腹側は80msで一部個体が飽和し、90msで全個体が飽和した。

キチジは背側の二箇所を測定し、第一背鰭前端下の側線上は120msで一部個体が飽和し、150msで全個体が飽和した。背側の第二背鰭基部下の側線上は90msで一部個体が飽和し、100msで全個体が飽和した。

マイワシは背側の二箇所を測定し、胸鰭上の背肉では120msで一部個体が飽和し、150msで全個体が飽和した。背鰭基部の側線上は100msで一部個体が飽和し、120msで全個体が飽和した。

マサバは背側の二箇所と腹側の一箇所を測定し、背側は何れも測定した150msまで飽和しなかった。腹側では、90msで一部個体が飽和し、120msで全個体が飽和した。

次に、得られた近赤外スペクトルから部位別、露光時間別、積算回数別に吸光度の二次微分値を求めた。図2に部位別と個体別の吸光度二次微分値の例を示す。吸光度の二次微分値は成分の吸収ピークが下向きに現れるとされ、全ての魚種で930nm付近と960nm付近に下向きのピークが確認され、それぞれ脂質と水に由来するものと考えられた。

表1 魚体測定の結果

魚種	学名	採取月	採取尾数	全長、尾叉長 (cm) ※1	体重 (g)	GSI又はKG※2	肥満度※3
アカムツ	<i>Doederleinia berycoides</i>	11月	25	14.4 ~ 30.6	44.5 ~ 435.1	0.12 ~ 3.52	14.14 ~ 29.26
キチジ	<i>Sebastes macrochir</i>	11月、2月	21	9.9 ~ 26.8	10.1 ~ 304.9	0.10 ~ 3.73	18.99 ~ 29.70
マイワシ	<i>Sardinops melanostictus</i>	2月	42	17.0 ~ 23.6	59.7 ~ 201.6	0.79 ~ 5.06	10.33 ~ 17.10
マサバ	<i>Scomber japonicus</i>	11月、12月、1月	66	22.5 ~ 41.0	103.9 ~ 1,058.4	0.06 ~ 2.54	8.97 ~ 17.10

※1 アカムツ、キチジは全長。マイワシ、マサバは尾叉長。

※2 アカムツ、キチジ、マイワシはGSI、マサバはKG。

GSI = 生殖腺重量 (g) ÷ 体重 (g) × 100 (体重は胃内容物重量を除く)

KG = 生殖腺重量 (g) ÷ 体長³ (cm) × 100

※3 肥満度 = 体重 (g) ÷ 全長³ (cm) × 1000

(体重は生殖腺重量及び胃内容物重量を除く)

表 2-1 部位別の吸収飽和した露光時間
(アカムツ)

部位 \ 露光時間	30	50	75	80	90	120	150
①背側 第一背鰭前端下 の側線上	■	■	■	■	■	□	□
②背側 第二背鰭基部下 の側線上	■	■	■	■	■	□	□
③腹側 臀鰭基部	■	■	■	■	■	□	□

■ 全個体で測定値が得られた
 □ 一部個体で測定値が飽和した。
 □ 全個体で測定値が飽和した。

表 2-2 部位別の吸収飽和した露光時間
(キチジ)

部位 \ 露光時間	30	50	70	90	100	120	150
①背側 第一背鰭前端下 の側線上	■	■	■	■	■	□	□
②背側 第二背鰭基部下 の側線上	■	■	■	■	■	□	□

■ 全個体で測定値が得られた
 □ 一部個体で測定値が飽和した。
 □ 全個体で測定値が飽和した。

表 2-3 部位別の吸収飽和した露光時間
(マイワシ)

部位 \ 露光時間	30	50	70	90	100	120	150
①背側 胸鰭上の背肉	■	■	■	■	■	□	□
②背側 背鰭基部の側線 上	■	■	■	■	■	□	□

■ 全個体で測定値が得られた
 □ 一部個体で測定値が飽和した。
 □ 全個体で測定値が飽和した。

表 2-4 部位別の吸収飽和した露光時間
(マサバ)

部位 \ 露光時間	30	50	60	75	90	120	150
①背側 第一背鰭前端の 下	■	■	■	■	■	■	■
②背側 第二背鰭前端の 下	■	■	■	■	■	■	■
③腹側 臀鰭基部	■	■	■	■	■	□	□

■ 全個体で測定値が得られた
 □ 一部個体で測定値が飽和した。
 □ 全個体で測定値が飽和した。

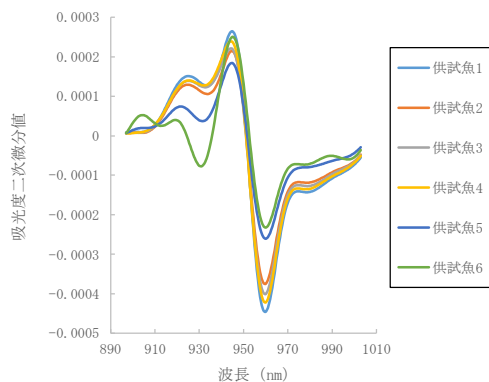


図 2-1-1 アカムツの①背側 第一背鰭前端
下の側線上の個体別吸光度二次微分値の例
(露光時間 70ms、積算回数 10 回、N=6)

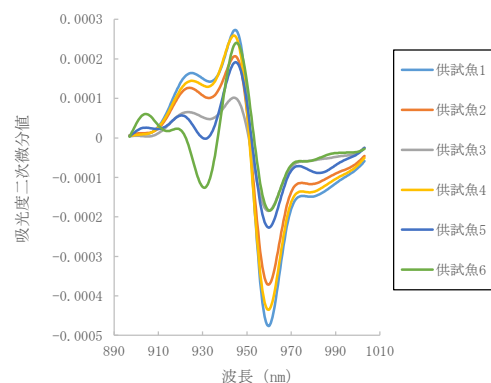


図 2-1-2 アカムツの②背側 第二背鰭基部
下の側線上の個体別吸光度二次微分値の例
(露光時間 70ms、積算回数 10 回、N=6)

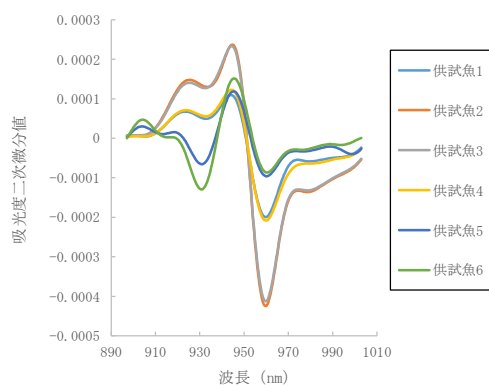


図 2-1-3 アカムツの③腹側 臀鰭基部の個体別吸光度二次微分値の例(露光時間 70ms、積算回数 10 回、N=6)

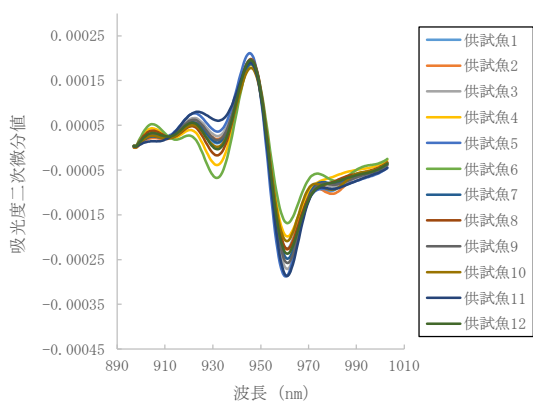


図 2-2-1 キチジの①背側 第一背鰭前端下の側線上の個体別吸光度二次微分値の例(露光時間 60ms、積算回数 10 回、N=12)

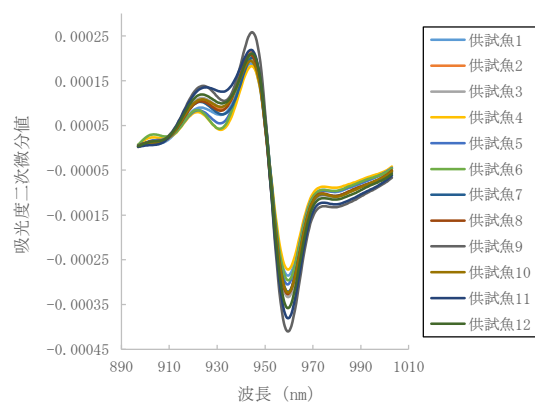


図 2-2-2 キチジの②背側 第二背鰭基部下の側線上の個体別吸光度二次微分値の例(露光時間 60ms、積算回数 10 回、N=12)

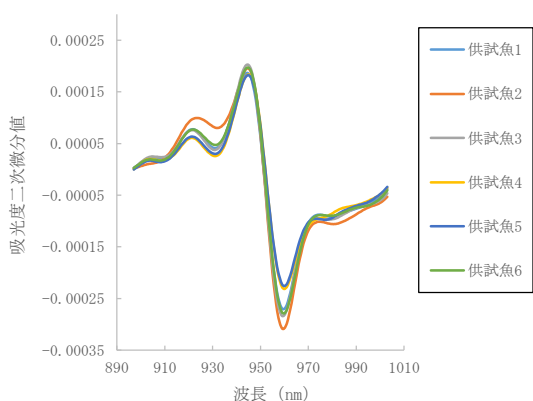


図 2-3-1 マイワシの①背側 胸鰭上の背肉の個体別吸光度二次微分値の例(露光時間 50ms、積算回数 10 回、N=6)

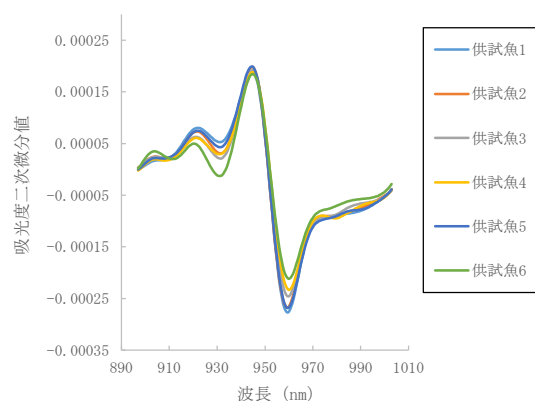


図 2-3-2 マイワシの②背側 背鰭基部の側線上の個体別吸光度二次微分値の例(露光時間 50ms、積算回数 10 回、N=6)

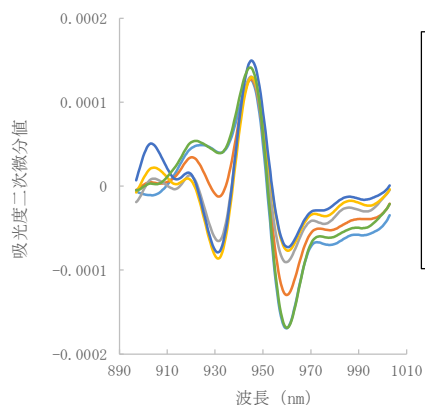


図 2-4-1 マサバの①背側 第一背鰭前端の下の個体別吸光度二次微分値の例（露光時間 70ms、積算回数 10 回、N=6）

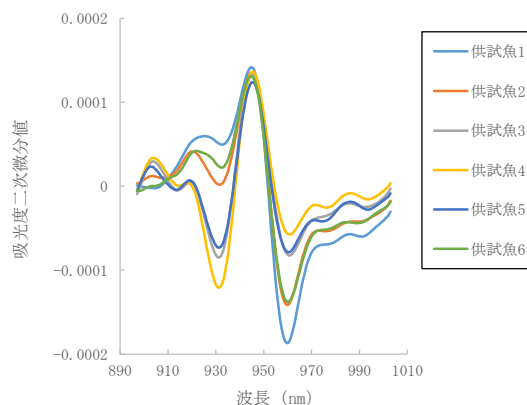


図 2-4-2 マサバの②背側 第二背鰭前端の下の個体別吸光度二次微分値の例（露光時間 70ms、積算回数 10 回、N=6）

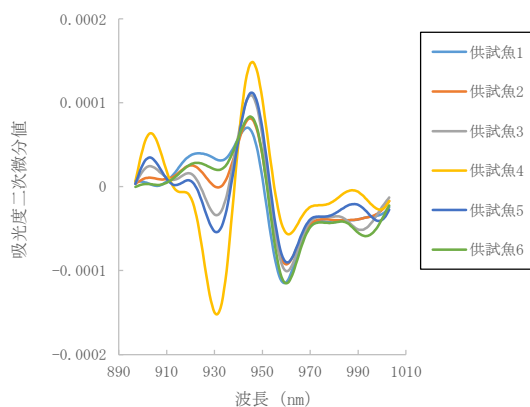


図 2-4-3 マサバの③腹側 臀鰭基部の個体別吸光度二次微分値の例（露光時間 70ms、積算回数 10 回、N=6）

2 化学分析による脂質含量の測定

ソックスレー抽出法とクロロホルム・メタノール混液抽出法により脂質を抽出した脂質含量について、実施した全ての魚種について強い正の相関が確認された ($p < 0.001$) (図 3)。また、供試魚の体重とクロロホルム・メタノール混液抽出法により抽出した脂質含量の関係を検討したところ、全ての魚種について有意な正の相関が確認された ($p < 0.05$) (図 4)。

今後は 1 で測定した吸光度の二次微分値と化学分析の脂質含量により魚種ごとの検量線を作成し、近赤外分光装置を用いた簡易な脂質含量測定技術を開発する。

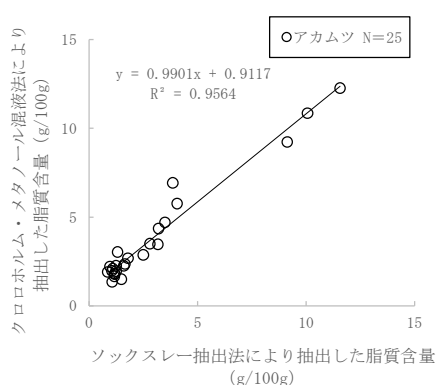


図 3-1 ソックスレー抽出法とクロロホルム・メタノール混液抽出法の脂質含量の関係 (アカムツ N=25)

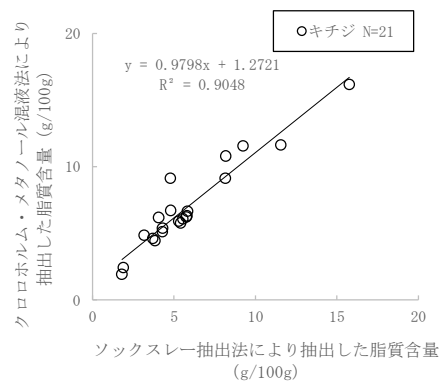


図 3-2 ソックスレー抽出法とクロロホルム・メタノール混液抽出法の脂質含量の関係 (キチジ N=21)

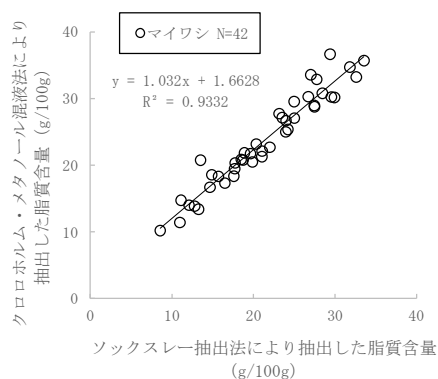


図 3-3 ソックスレー抽出法とクロロホルム・メタノール混液抽出法の脂質含量の関係 (マイワシ N=42)

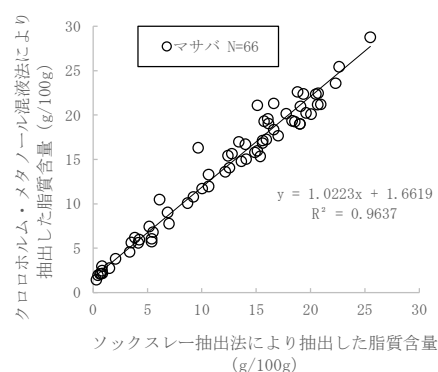


図 3-4 ソックスレー抽出法とクロロホルム・メタノール混液抽出法の脂質含量の関係 (マサバ N=66)

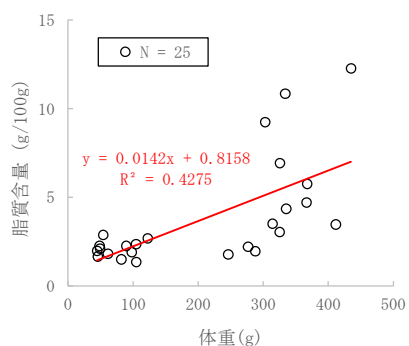


図 4-1 体重と脂質の関係 (アカムツ)

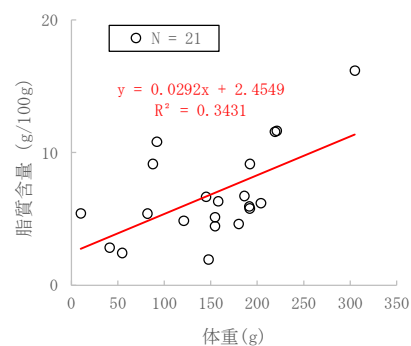


図 4-2 体重と脂質の関係 (キチジ)

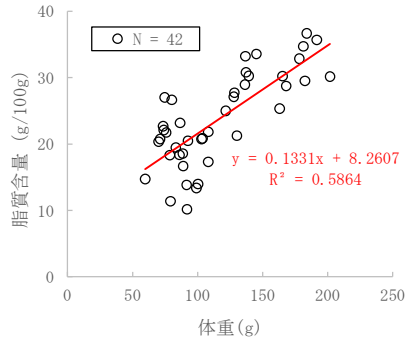


図 4-3 体重と脂質の関係 (マイワシ)

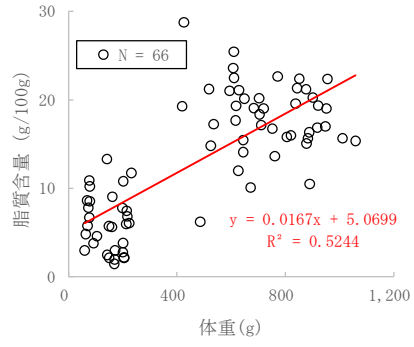


図 4-4 体重と脂質の関係 (マサバ)

結果の発表等 なし
 登録データ 21-02-009 「付加価値向上」 (03-99-2121)

研究課題名 福島県産魚介類の高付加価値化技術の開発
小課題名 福島県産魚介類の高付加価値化技術の開発
研究期間 2021年

富谷 敦・廣瀬 充・金子直道・
藤田恒雄

目 的

福島県に水揚げされた魚介類の各種成分等（味、食感、機能性成分）を調査するとともに、漁獲後の処理方法及び加工方法を提案することで、福島県産水産物の高付加価値化を図る。

方 法

1 ヒラメの歯ごたえに関する客観的指標の分析

いわき市漁業協同組合久之浜地方卸売市場で2021年7月～2022年3月に水揚げされた鮮魚のヒラメ93尾を供試魚とした。全長、体重、生殖腺重量等の測定後に、有眼側背部の普通筋から体軸方向に対して垂直に幅1cmの筋肉を二つ切り出し、これを試料とした。試料はカッターの替え刃で1mm/秒のテーブル速度で切断し、その際に生じた最大荷重をクリープメーター(YAMADEN RE2-33005C)で切断箇所を変えて4回測定し、平均値を1個体当たりの破断強度とした。さらに、各月の供試魚の破断強度の平均を求め、これを各月の破断強度とした。

破断強度の測定後、歯ごたえに関与する成分としてコラーゲン分析を行った。試料は凍結乾燥後にすり鉢で粉末状にし、20%塩酸とβ-メルカプトエタノールを添加し、真空下で145℃、4時間加水分解を行った。これを蒸留水で50mLに調製し、ヒドロキシプロリンの測定試料とした。ヒドロキシプロリンはニンヒドリン法（アミノ酸分析機(株)日立ハイテクサイエンス製LA8080）により測定し、Nishimoto et al. (2005)らのアミノ酸組成からコラーゲン含量を求めた。

2 マアナゴの脂質含量・遊離アミノ酸濃度の季節変化の把握

いわき市漁業協同組合久之浜地方卸売市場及びいわき市漁業協同組合沼之内支所魚市場で2021年4月～2022年3月に水揚げされたマアナゴ211尾を供試魚とした。全長、体重、生殖腺重量等の測定後に、マアナゴの魚体中心部位の筋肉を皮付きで採取し、これを試料とした。遊離アミノ酸濃度はニンヒドリン法（アミノ酸分析機(株)日立ハイテクサイエンス製LA8080）、脂質含量はソックスレー抽出法により測定した。

3 ヤリイカの白濁と塩分の関係

調査指導船いわき丸で2021年5～11月に底びき網調査で採集されたヤリイカ31個体を供試した。外套長、体重等の測定後に、外套膜の表皮を剥皮し幅3cmに調製したものを試料とした。試料は塩分濃度や温度が異なる水中に浸漬して保管し、採取日を1日目として、24時間ごとに黒い板の上に載せて分光色差計(NF555 日本電色工業株式会社製)によりL*値(L*a*b*表色系で明度を示す)を測定した。各試験区の保管温度と塩分濃度は表1に示す。なお、本調査は黒い板の上で試料を測定するため、透明感が残っているとL*値は低く、透明感が消失するとL*値が高くなる。

表1 各試験区における保管温度と塩分濃度

試験区	実施月	個体数	保管温度	塩分濃度
1	6月	6	5℃	3.3%
		6	5℃	1.5%
		6	5℃	0.0%
2	9月	13	3℃	3.3%
		13	10℃	3.3%
3	11月	12	3℃	3.3%
		12	3℃	3.3%
		12	10℃	1.5%
		12	10℃	1.5%

結 果

1 ヒラメの歯ごたえに関する客観的指標の分析

供試魚はオスが24尾で体重615~3,700gであり、メスが69尾で394~7,140gであった(表2)。全長と体重の関係は図1に示す。なお、7、8月のオスの尾数は1尾のため、以下の解析では除外した。

GSIの平均値は、オスについては9月が低く、供試魚が1尾であった7、8月を除くと2月が高く、メスについては1月が低く、3月が高かった(図2)。肥満度の平均値は、オスについては12月が低く、供試魚が1尾であった7、8月を除くと1月が高く、メスについては12月が低く、7月が高かった(図3)。

コラーゲン含量の平均値と破断強度の平均値の推移は、オスについては10月から12月を除くと同様の変動傾向を示し(図4)、メスについては11月から12月を除いて同様の変動傾向を示した(図5)。破断強度の平均値は、オスについては供試魚が1尾であった7、8月を除くと12月が低く、9月が高かった(図4)。メスについては12月と1月が低く、9月が高かった(図5)。コラーゲン含量の平均値は、オスについては供試魚が1尾であった7、8月を除くと3月が低く、2月が高かった(図4)。メスについては3月が低く、9月が高かった(図5)。

破断強度とコラーゲン含量の関係は、オスでは相関が認められなかったが(図6)、メスでは正の相関が確認された($p < 0.05$)(図7)。

表2 ヒラメ精密測定の結果

	尾数	全長 (cm)	体重 (g)	GSI ^{※1}	肥満度 ^{※2}
オス	24	42.1~89.3	615~3,700	0.1~2.3	5.6~12.0
メス	69	38.9~89.7	394~7,140	0.4~2.4	3.9~13.5

※1 GSI = 生殖腺重量 (g) ÷ 体重 (g) × 100 (体重は胃内容物重量を除く)

※2 肥満度 = 体重 (g) ÷ 全長 (cm)³ × 1000 (体重は生殖腺重量及び胃内容物重量を除く)

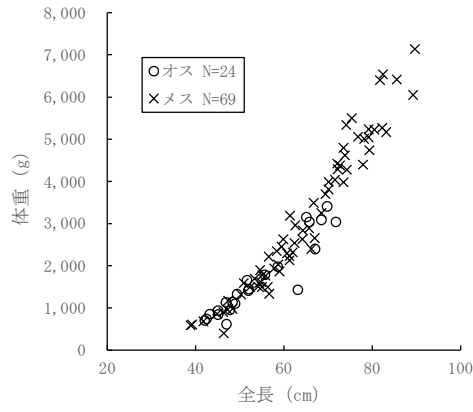


図1 ヒラメの全長と体重

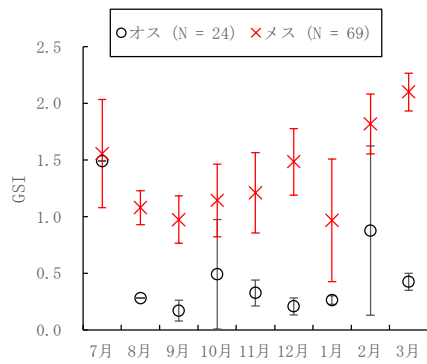


図2 ヒラメのGSIの平均値の推移
(縦棒は標準偏差を示す)

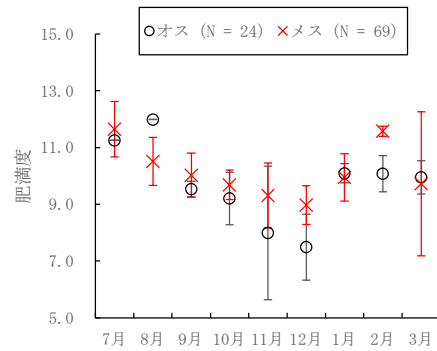


図3 ヒラメの肥満度の平均値の推移
(縦棒は標準偏差を示す)

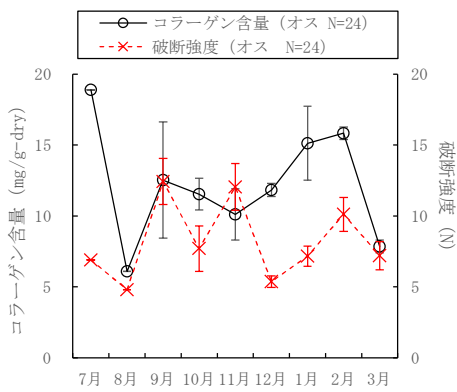


図4 ヒラメ(オス)のコラーゲン含量の
平均値と破断強度の平均値の推移
(縦棒は標準偏差を示す)

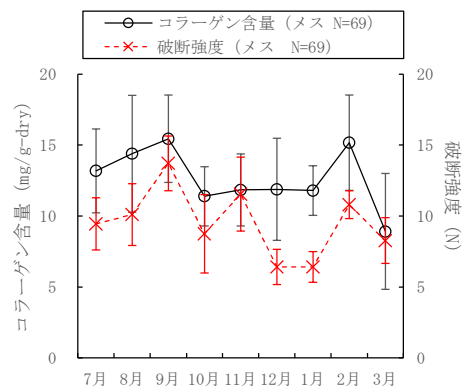


図5 ヒラメ(メス)のコラーゲン含量の
平均値と破断強度の平均値の推移
(縦棒は標準偏差を示す)

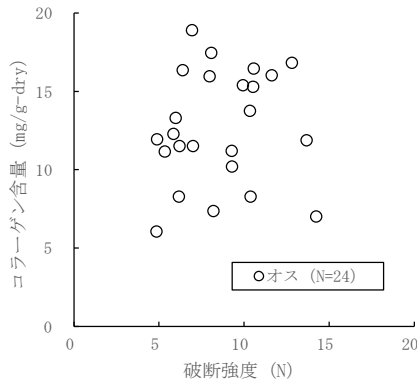


図6 ヒラメ（オス）の破断強度とコラーゲン含量の関係

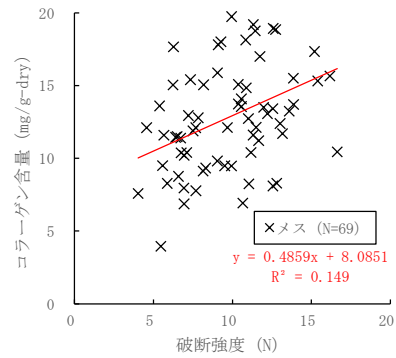


図7 ヒラメ（メス）の破断強度とコラーゲン含量の関係

2 マアナゴの脂質含量・遊離アミノ酸濃度の季節変化の把握

供試魚 211 尾において、全長は 25.0～95.6cm、体重は 24.0～1,541.3g であった（表 3）。全長と体重の関係は図 8 に示す。GSI は 0.06～6.74 であり（表 3）、GSI の平均値は 6 月が低く、8 月が高かった（図 9）。肥満度は 1.03～2.31 であり（表 3）、肥満度の平均値は 9 月が低く、4 月が高かった（図 9）。なお、マアナゴ 211 尾のうち、209 尾がメスで、2 尾は生殖腺が未発達であったため雌雄を判別できなかった。

マアナゴの体重と脂質含量については正の相関が確認され（ $p < 0.001$ ）（図 10）、マアナゴの体重と遊離アミノ酸濃度では相関は確認されなかった（図 12）。なお、全長 25.0cm（体重 24.0g）のマアナゴは試料が微量であったことから脂質含量のみを測定し、遊離アミノ酸濃度の分析は実施できなかった。

マアナゴの全長と脂質含量に正の相関が確認されたことから、体重を 300g 未満、300g 以上 500g 未満、500g 以上の三区に分けて脂質含量の平均値の季節変化を検討したところ、体重 300g 未満の区では、供試魚が無かった 4 月と 8 月を除くと、脂質含量の平均値は 11 月と 1 月が低く、7 月が高かった（図 11）。体重 300g 以上 500g 未満の区では、供試魚が無かった 1 月を除くと、脂質含量の平均値は 3 月が低く、8 月が高かった（図 11）。体重 500g 以上の区では、脂質含量の平均値は 2 月が低く、8 月が高かった（図 11）。

マアナゴの体重と遊離アミノ酸濃度に相関が認められなかったことから、全ての全長に対して遊離アミノ酸濃度の季節変化を検討したところ、11 月が低く、9 月と 3 月が高く、遊離アミノ酸濃度はタウリン（Tau）、ヒスチジン（His）、プロリン（Pro）、リシン（Lys）、グリシン（Gly）が占めていた（図 13）。

表 3 マアナゴの精密測定の結果

尾数	全長 (cm)	体重 (g)	GSI ^{※1}	肥満度 ^{※2}
211	25.0 ～ 95.6	24.0 ～ 1,541.3	0.06 ～ 6.74	1.03 ～ 2.31

※1 GSI = 生殖腺重量 (g) ÷ 体重 (g) × 100 (体重は胃内容物重量を除く)

※2 肥満度 = 体重 (g) ÷ 全長 (cm)³ × 1000 (体重は生殖腺重量及び胃内容物重量を除く)

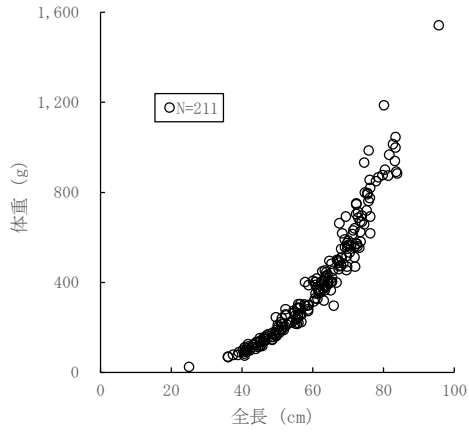


図8 マアナゴの全長と体重

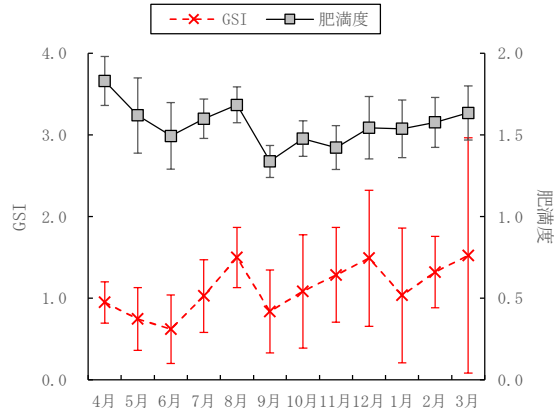


図9 マアナゴの GSI の平均値と肥満度の平均値の推移 (縦棒は標準偏差を示す)

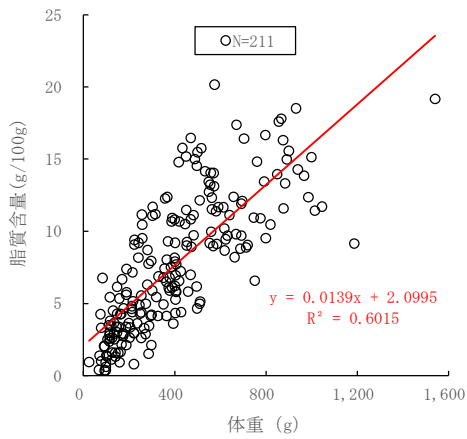


図10 マアナゴの体重と脂質含量の関係

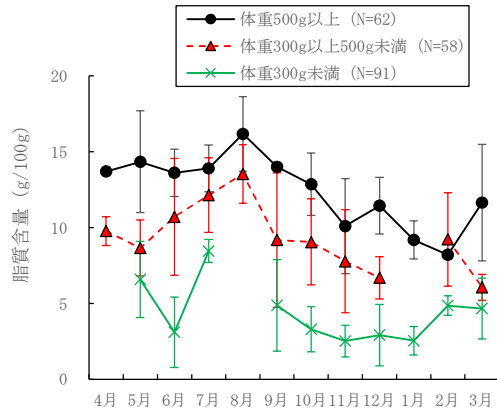


図11 マアナゴの体重別脂質含量の平均値の推移 (縦棒は標準偏差を示す)

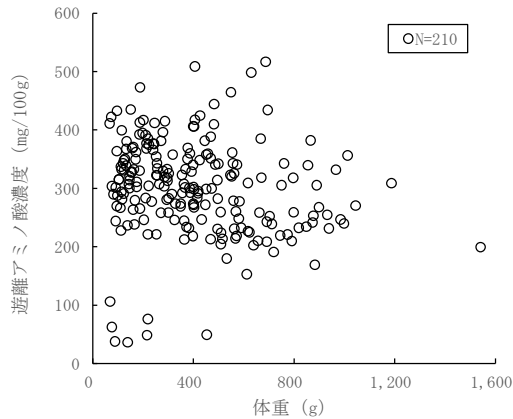


図12 マアナゴの体重と遊離アミノ酸濃度の関係

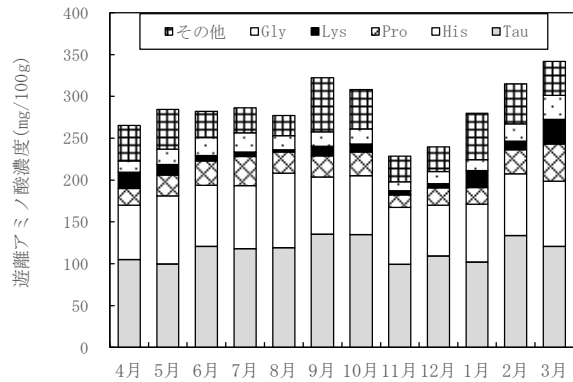


図13 マアナゴの遊離アミノ酸濃度の推移

3 ヤリイカの白濁と塩分の関係調査

(1) 試験区 1

1日目では塩分濃度の違いによる L*値に有意差は確認されなかったが、2日目では塩分濃度 3.3%の L*値が有意に低かった (Tukey-kramer $p < 0.05$) (図 14)。

(2) 試験区 2

1、2日目では水温による L*値に有意差は確認されなかったが、3日目では 3°Cの L*値が有意に低かった (Student t-test $p < 0.05$) (図 15)。

(3) 試験区 3

2、3日目の L*値は保管する水温に関わらず、塩分濃度 3.3%が 1.5%と比べて有意に低かった (Steel-Dwass $p < 0.05$) (図 16)。

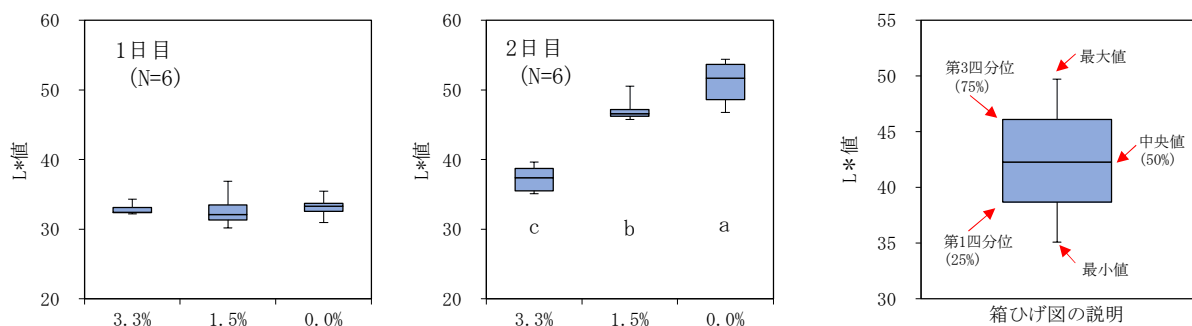


図 14 試験区 1 における L*値
(異なるアルファベットは有意差を示す。Tukey-kramer $p < 0.05$)

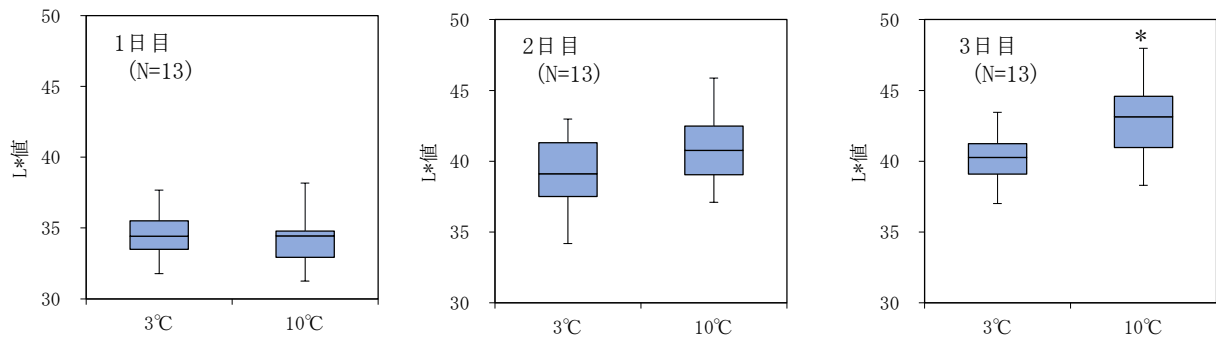


図 15 試験区 2 における L*値
(*は有意差を示す。Student t-test $p < 0.05$)

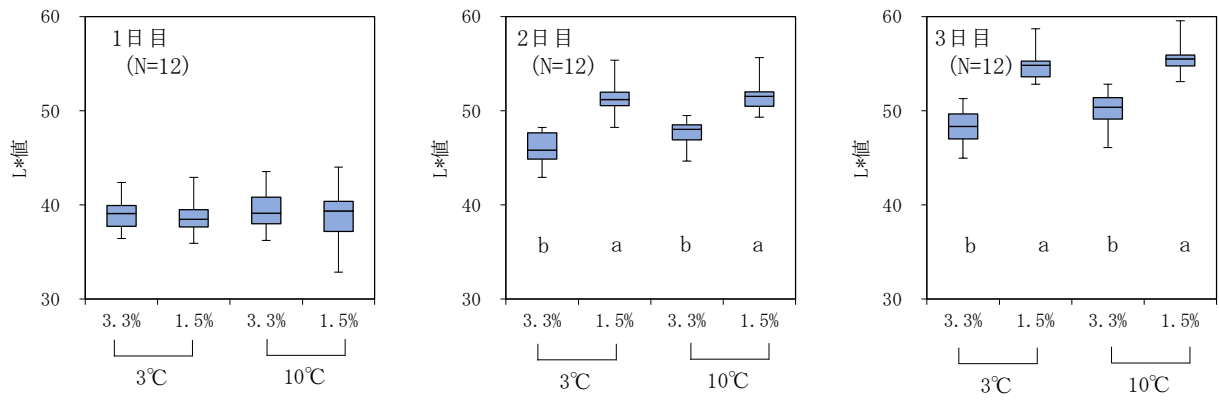


図 16 試験区 3 における L*値

(異なるアルファベットは有意差を示す。Steel-Dwass $p < 0.05$)

結果の発表等 なし

登録データ 21-02-010 「付加価値向上」 (03-99-2121)