

富山県農林水産総合技術センター
水産研究所研究報告
第6号

Bulletin of the Fisheries Research Institute,
Toyama Prefectural Agricultural, Forestry and Fisheries Research Center

富山県農林水産総合技術センター
水産研究所

Fisheries Research Institute,
Toyama Prefectural Agricultural, Forestry and Fisheries Research Center

富山県農林水産総合技術センター
水産研究所研究報告

第 6 号

目 次

2013年から2022年の10年間の漁獲量データから見た富山県沿岸における主要魚種の盛漁期
.....前田経雄..... 1

令和6年能登半島地震による富山県の水産業への影響（記録）
.....辻本 良・小善圭一・村木誠一・大場隆史・福西悠一・藤島陽平・三箇真弘
小塚 晃・前田経雄・南條暢聡・飯田直樹・中島一步・町 敬介・川口航平
竹澤野葉・野原 葉・角 侑星・杉本裕一・田中孝義・浦邊清治・村井彰伍
福澤 隆・地崎真史.....17

富山湾に面する漁港内におけるサクラマス飼育試験（資料）
.....田子泰彦・野村幸司・加藤 繭・川口航平・宮本康博・遠藤 修・村下哲也
河合 要.....34

他の学術雑誌等への投稿.....50

水産研究所研究報告目録.....51

**Bulletin of the Fisheries Research Institute,
Toyama Prefectural Agricultural, Forestry and Fisheries
Research Center**

No.6

Contents

Peak fishing season of major target species in coastal fisheries of Toyama Prefecture based on monthly catch data from 2013 to 2022.MAEDA Tsuneo.....	1
Impacts on the fisheries of Toyama Prefecture by the 2024 Noto Peninsula Earthquake: a recordTSUJIMOTO Ryo, SHOZEN Keiichi, MURAKI Seiichi, OBA Takashi, FUKUNISHI Yuichi, FUJISHIMA Yohei, SANGA Masahiro, KOZUKA Akira, MAEDA Tsuneo, NANJO Nobuaki, IIDA Naoki, NAKAJIMA Kazuto, MACHI Keisuke, KAWAGUCHI Kohei, TAKEZAWA Nonoha, TAKEZAWA Nonoha, NOHARA Yo, KADO Yusei, SUGIMOTO Hirokazu, TANAKA Takayoshi, URABE Seiji, MURAI Shogo, FUKUZAWA Takashi and CHIZAKI Masashi.....	17
Examination of aquaculture of masu salmon in the fishing port facing Toyama Bay (Notes).TAGO Yasuhiko, NOMURA Koji, KATO Mayu, KAWAGUCHI Kohei, MIYAMOTO Yasuhiro, ENDO Osamu, MURASHITA Tetsuya and KAWAI Kaname	34
Contributions to the other journals (list)	50
Past research papers of the Fisheries Research Institute (list)	51

2013年から2022年の10年間の漁獲量データから見た 富山県沿岸における主要魚種の盛漁期

前田 経雄^{*1}

(2024年11月19日受理)

Peak fishing season of major target species in coastal fisheries of Toyama Prefecture based on monthly catch data from 2013 to 2022

MAEDA Tsuneo

The peak fishing season of major target species (42 species and categories of Fish and Cephalopods) were investigated based on monthly catch data from fisheries markets in Toyama Prefecture over a 10-year period from 2013 to 2022. The peak fishing season for each species can be divided into one of three patterns, which are a short (2 - 4 months) peak fishing season (29 species), and a long (5 - 7 months) continuous season and a discontinuous season (5 and 8 species), respectively. The total number of target species by month with a peak fishing season was relatively high (12 or 13 species) in winter (January - March), and slightly decreased to 9 to 11 species from spring to early summer (April - July), and was only 5 species in August (summer), which was the lowest in the year. The number of target species in the peak fishing season increased to 10 and 19 in September and October (summer), respectively, and further increased to 22 and 23 in autumn (November and December), respectively, with December being the month with the highest number of species in the year. The peak fishing season for the total catch in Toyama Prefecture (including species other than the 42 species covered in this paper) was February - May and November - December (maximum in March).

Key words: peak fishing season, Toyama Prefecture

^{*1} 富山県農林水産部水産漁港課 (Fisheries and Fishing Port Division, Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, Toyama Prefecture, Toyama, Toyama 930-0004, Japan)

富山湾は水深 1250m にも達する急深な海底地形が特徴で、水深 300m よりも深い部分には年間を通じて水温 1～2°C の日本海固有水（深層水）が存在し、その上には温暖な対馬暖流が、そして、岸近くの表層には河川水の影響で塩分の低くなった沿岸表層水が存在する（今村ら 1985, 内山 2005）。このような環境に対応して、富山湾には、イワシ類、マグロ、ブリなどの暖水性表層魚類、タチウオ、マダイ、ヒラメなどの暖水性底層魚類、サケ、サクラマスなどの冷水性表層魚類、ハタハタ、マダラなどの冷水性底層魚類、ゲンゲなどの深海性魚類が生息する（萩原 1991）。富山湾における魚種数についてはこれまで 306～524 種とされてきたが（萩原 1991, 魚津 2012）、日本海における魚類相と出現種の地理的分布を明らかにした河野ら（2014）によると富山県では 613 種に及ぶことが示されている。こうした多種多様な魚類に加え、ホタルイカやスルメイカなどのイカ類（頭足類）を漁獲するため、富山湾では定置網漁業や小型底びき網漁業、刺網漁業などが営まれている（内山 2012）。これらの中で富山県沿岸における漁業の中心は定置網漁業であり、その漁獲量は本県沿岸漁業の 8 割以上を占め、さらに定置網漁業の漁獲量の約 8 割は対馬暖流に生息する暖水性魚介類となっている（内山 2005, 魚津 2012）。

富山県下の産地市場に水揚げされる魚介類の漁獲量については、すべての魚種を含めた合計漁獲量をはじめ、主要魚種ごとに毎年の漁獲量が富山県水産研究所により毎年 1 月発行の富山湾漁況・海況概報において示され、過去 10 年間の値と比較がなされている（https://taffrc.pref.toyama.jp/nsgc/suisan/blog/kenkyuseika_cate/kenkyu_jyouhou_syun/, 2024 年 11 月 17 日）。一方で、毎月の漁獲量については、富山湾漁況・海況概報（https://taffrc.pref.toyama.jp/nsgc/suisan/blog/kenkyuseika_cate/kenkyu_jyouhou_gaihou/, 2024 年 11 月 17 日）にその時々々に漁獲量の多かった魚種の実績値が示されているが、魚種ごとに、1 年の中でいつの時期に漁獲量が多いか、すなわち盛漁期について整理されたものは少ない。富山県水産試験場（1998）は、1988～1997 年の 10 年間の漁獲量をもとに主要魚種 30 種について、また、富山県水産試験場（2005）は、1994～2003 年の 10 年間の漁獲量をもとに主要な 37 種について、漁期や盛漁期を示している。しかしながら、これら以降において、主要魚種の漁期や盛漁期について整理して取りまとめたものはない。各魚種の漁期や盛漁期に関する情報は、本県での資源管理やブランド化の推進など、水産業の振興を図るための各種施策を進めるうえで必要不可欠な情報である。また、富山湾では水温が長期的に上昇傾向を示している中において、近年、富山県沿岸における全体の漁獲量が不安定となっており、ホタルイカについては水温環境が漁期の早期化に影響している可能性が指摘されている（瀬戸ら 2020）。これまでにも富山湾では、ブリやスルメイカ、ホタルイカ、アオリイカなどの主要魚種の漁況と海洋環境の関係について調査研究が進められてきた（林 2003, 小塚ら 2020, 南條ら 2020）。日本海を広く回遊する魚種（ブリ、スルメイカ、ホタルイカ）では海洋環境の変化により、長期的に富山湾の漁況が変化していくことが懸念されている（小塚ら 2020）。したがって、富山湾で漁獲される様々な魚種について、漁期や盛漁期を明らかにしておくことは、今後想定される気候変動に伴う漁獲への影響評価を行ううえで、必要な基礎資料を提供するものと考えられる。以上のことから、富山県沿岸で漁獲される多くの魚種の盛漁期について、近年の状況を把握しておく必要がある。そこで、本報告では、富山県沿岸の定置網や刺網で漁獲される魚類やイカ類について、2013 年から 2022 年の 10 年間の漁獲量を集計し、この 10 年における平均値から盛漁期を把握した。

材料と方法

本報告では、富山湾沿岸で漁獲される魚類やイカ類の盛漁期を把握することを目的としたことから、定置網や刺網といった沿岸に設置される受動的漁具により主に漁獲される主要魚種を対象として選定した。具体的には、富山県水産研究所が発行する富山湾漁況・海況概報において、年間漁獲量（1月から12月の漁況（まとめ））が示されている魚種（<https://taffrc.pref.toyama.jp/nsgc/suisan/blog/research/> 富山湾漁況・海況概報第10号（令和5年12月および令 /, 2024年11月17日）のうち、2013年から2022年の10年間の年平均漁獲量が10トン以上である主要な30種（銘柄・分類群）（マイワシ、サバ、シイラ、ツ바이ソ・フクラギ（ブリ当歳魚）、スルメイカ、ソウダガツオ、アジ、ホタルイカ、カマス、ブリ、サワラ、カワハギ類（カワハギおよびウマヅラハギ）、ウルメイワシ、アオリイカ、メジ・シビコ（主にクロマグロ幼魚）、カタクチイワシ、フグ類、ヒラマサ、マダイ、ガンド（ブリ1歳魚）、メジナ、ヒラメ、スズキ、クロダイ、ヤリイカ、タチウオ、メダイ、マダラ、サケ、ソデイカ）、上記に加えて回遊性および沿岸性の魚類およびイカ類の12種（銘柄・分類群）（トビウオ、キジハタ、バショウカジキ、カジキ類（バショウカジキ以外の種）、イシダイ、カンパチ、ウスバハギ、ヤガラ、カツオ、マトウダイ、コウイカ、アカムツ）を対象とした（表1）。なお、本県における主要魚種であっても、底びき網といった能動的な漁具を用いて主に漁獲するシラエビ、ホッコクアカエビ、ズワイガニ、ニギス、漁獲努力量の季節変動が大きいかごなわ漁業の対象であるベニズワイ、バイ類（バイ貝）については、漁獲量の変動のみで正確な盛漁期を把握するのは難しいと判断して、調査対象から除外した。県下の各市場における、これらの42魚種（一部に銘柄・分類群の呼称が含まれ、魚類以外にイカ類も含まれるが、ここでは「魚種」と呼称する）の漁獲量データを、「富山県水産情報システム」（<http://www.fish.pref.toyama.jp/>, 2024年4月18日）から収集した。なお、これら42魚種の水産情報システムにおける詳細な魚種銘柄は表1のとおりである。これらデータは、各漁業協同組合から富山県水産研究所へ提供され、魚種別漁獲量を集計したものであり、2013年から2022年の10年間の月別漁獲量データを用い、1月から12月の月別に10年間の平均漁獲量を魚種ごとに算出した。「盛漁期」は、過去の報告（富山県水産試験場 2005）において漁獲量が12ヶ月平均を上回る月と定義されている例があるが、月別漁獲量が必ずしも正規分布を示さない可能性があることから、本報告では「盛漁期」を以下の方法により定義した。魚種別に12ヶ月間の合計漁獲量（年間漁獲量）に占める各月の漁獲量の割合を算出し、割合の高かった月から順に足し合わせて累積値を求め、累積値が70%を超えるまでに含まれる月を盛漁期として取り扱った。一般に、1年の中でも漁獲時期がごく短期間となる魚種では、漁獲があった月の漁獲量の割合が高い値となり、少ない月数で累積値が70%を超える（盛漁期が短くなる）が、漁獲が長期間に及ぶ魚種では、1月あたりの漁獲量の占める割合はいずれも小さい値となり、累積値が70%を超えるまでに足し合わせる月数が多くなる（盛漁期が長くなる）。

本報告では、上記のように漁獲量が一定割合に含まれる月を盛漁期としたが、各月を季節ごとのまとまりに区分して整理した。季節を区分する方法は、富山湾の水温・塩分の季節変化を参考にして行った。富山県沿岸での漁獲量の8割以上を占める定置網漁業（魚津 2012）は、主に水深100m以浅で営まれること（瀬戸ら 2020）や、河川から富山湾に流入した塩分が極端に低い

表1 本報告で対象とした魚種の名称

魚種	魚種銘柄 (水産情報システムでの選択肢)	学名
ヤリイカ	ヤリイカ	<i>Loligo (Heterololigo) bleekeri</i>
スルメイカ	沿岸スルメイカ	<i>Todarodes pacificus</i>
マイワシ	大羽、中羽、小羽、マイワシ (銘柄不明)	<i>Sardinops melanostictus</i>
ホタルイカ	ホタルイカ	<i>Watasenia scintillans</i>
ウルメイワシ	ウルメイワシ	<i>Etrumeus micropus</i>
フグ類	ゴマフグ	<i>Takifugu stictonotus</i>
	シロサバフグ	<i>Lagocephalus spadiceus</i>
	トラフグ	<i>Takifugu rubripes</i>
	フグ類	
トビウオ	トビウオ	*1
キジハタ	キジハタ	<i>Epinephelus akaara</i>
カジキ類	シロカワカジキ	<i>Istiompax indica</i>
	クロカワカジキ	<i>Makaira nigricans</i>
	マカジキ	<i>Kajikia audax</i>
	カジキ (銘柄不明)	
バショウカジキ	バショウカジキ	<i>Istiophorus platypterus</i>
カマス	アカカマス	<i>Sphyræna pinguis</i>
シイラ	シイラ	<i>Coryphaena hippurus</i>
ツパイソ・フクラギ (ブリ当歳魚)	ツパイソ、フクラギ	<i>Seriola quinqueradiata</i>
カンパチ	カンパチ	<i>Seriola dumerili</i>
ウスバハギ	ウスバハギ	<i>Aluterus monoceros</i>
サケ	サケ雌、サケ雄、サケ (銘柄不明)	<i>Oncorhynchus keta</i>
アオリイカ	アオリイカ	<i>Sepioteuthis lessoniana</i>
ソデイカ	ソデイカ	<i>Thysanoteuthis rhombus</i>
メジナ	メジナ	<i>Girella punctata</i>
ヒラマサ	ヒラマサ	<i>Seriola aureovittata</i>
ヤガラ	ヤガラ	*2
カツオ	カツオ	<i>Katsuwonus pelamis</i>
ソウダガツオ	マルソウダ	<i>Auxis rochei rochei</i>
	ヒラソウダ	<i>Auxis thazard thazard</i>
	ソウダカツオ (銘柄不明)	
ブリ	ブリ	<i>Seriola quinqueradiata</i>
カワハギ類	ウマヅラハギ	<i>Thamnaconus modestus</i>
	カワハギ	<i>Stephanolepis cirrifer</i>
	カワハギ類	
マトウダイ	マトウダイ	<i>Zeus faber</i>
メダイ	メダイ	<i>Hyperoglyphe japonica</i>
メジ・シビコ (主にクロマグロ幼魚)	メジ・シビコ	<i>Thunnus orientalis</i>
スズキ	スズキ	<i>Lateolabrax japonicus</i>
マダラ	マダラ	<i>Gadus macrocephalus</i>
ヒラメ	ヒラメ	<i>Paralichthys olivaceus</i>
カタクチイワシ	カタクチイワシ	<i>Engraulis japonica</i>
サバ	大サバ、中サバ、小サバ、サバ (銘柄不明)	*3
アジ	大アジ、中アジ、小アジ、豆アジ、アジ (銘柄不明)	*4
コウイカ	コウイカ	<i>Sepia (Platysepia) esculenta</i>
マダイ	マダイ	<i>Pagrus major</i>
サワラ	サワラ	<i>Scomberomorus niphonius</i>
ガンド (ブリ1歳魚)	ガンド、ハマチ	<i>Seriola quinqueradiata</i>
タチウオ	タチウオ	<i>Trichiurus japonicus</i>
クロダイ	クロダイ	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>
アカムツ	アカムツ	<i>Doederleinia berycoides</i>
イシダイ	イシダイ	<i>Oplegnathus fasciatus</i>

魚類の学名は本村 (2020) に、頭足類の学名は窪寺 (2000) に従った。

*1 本県で漁獲されるトビウオは、ツクシトビウオ *Cheliopogon heterurus doederleini* (地方名: カクトビ) とホソトビウオ *Cypselurus hiraii* (地方名: マルトビ) が主体とされている (野沢 1991a, 藤田 1998)。

*2 本県では、アカヤガラ *Fistularia petimba* が漁獲される (藤田 1998, 伊串 2014a)。

*3 マサバ *Scomber japonicus* とゴマサバ *Scomber australasicus* が含まれ、本県ではほとんどがマサバで、ゴマサバは少ないとされている (今村 1991, 内山 1998b, 伊串 2014b)。

*4 本県で主に漁獲されるアジは、マアジ *Trachurus japonicus* とされている (野沢 1991b, 内山 1998b)。

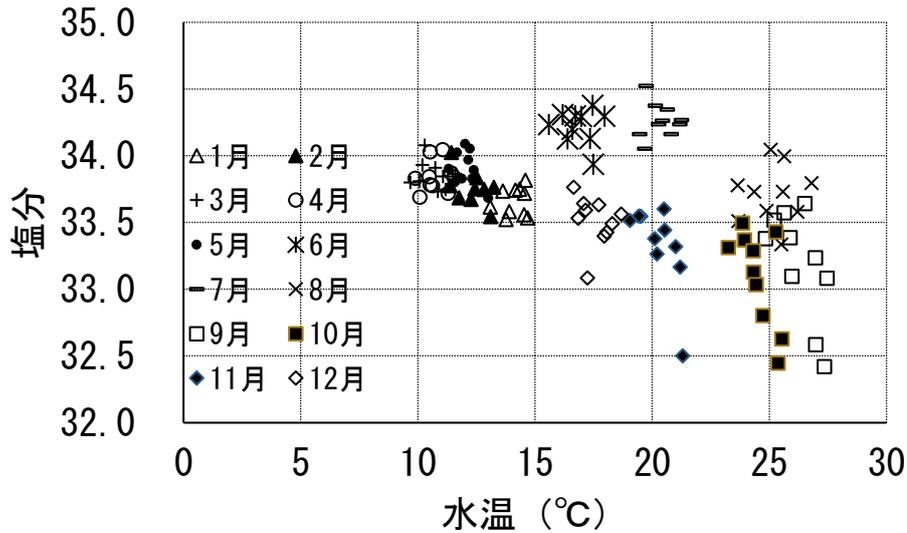


図1 富山湾の17定点における水深20m層水温および塩分の2013年から2022年における毎月の平均値

「河川系水」は表層から水深10mまで影響を及ぼすこと（内山 1998a）から、本報告では水深20m層の水温と塩分を使用した。富山湾で実施された海洋観測（阿部 2023）で得られた水温・塩分データのうち、2013年1月から2022年12月までの17定点（定点1～25）の水深20m層データから月別の平均値を年毎に算出し、水温と塩分の関係を散布図に示した（図1）。月別のそれぞれの値の推移に着目すると、1月から3月にかけて、水温は徐々に低下する一方、塩分は僅かに増加した（1月：水温13.1～14.7℃、塩分33.5～33.8、2月：水温11.4～13.2℃、塩分33.5～34.0、3月：水温9.7～11.6℃、塩分33.7～34.1）。4月と5月には、水温は13℃以下で1年の中でも低い時期であったが、少し上昇し、塩分はほとんど変化が見られなかった（4月：水温9.9～11.5℃、塩分33.7～34.0、5月：水温11.3～13.0℃、塩分33.7～34.1）。6月と7月には水温および塩分が大きく増加し、中でも塩分は年間で最も高い値を示した（6月：水温15.6～18.0℃、塩分33.9～34.4、7月：水温19.5～21.3℃、塩分34.1～34.5）。8月から10月にかけては、水温が23℃以上と高く、9月は1年間で最も水温が高かった。一方、塩分は8月から9月にかけて大きく低下し、10月においても低い値であった（8月：水温23.7～26.8℃、塩分33.3～34.0、9月：水温24.8～27.5℃、塩分32.4～33.6、10月：水温23.3～25.5℃、塩分32.4～33.5）。11月と12月には、水温が大きく低下する一方、塩分は上昇し、12月には概ね33.5前後となった（11月：水温19.1～21.3℃、塩分32.5～33.6、12月：水温16.7～18.7℃、塩分33.1～33.8）。富山湾の水深100m以浅における水温の季節的変動には気温が、塩分の季節的変動には対馬暖流の源となる東シナ海での季節的変動が関係することが指摘されている（内山 1998a）。以上のような富山湾における水温・塩分の季節的な特徴から、本報告では、1月から3月を冬、4月および5月を春、6月および7月を初夏、8月から10月を夏、11月および12月を秋として季節を区分した。

結果

各魚種の2013年から2022年の10年間における月別の平均漁獲量を図2（1）～（42）に、そ

の年間漁獲量に占める割合(%)を表2に示した。盛漁期は、最も短い魚種では2ヶ月、最も長い魚種では7ヶ月であったことから、盛漁期が2ヶ月から4ヶ月と短期間であった魚種と5ヶ月から7ヶ月と長期間であった魚種に分けて以下のとおり整理した。

盛漁期が短期間となった魚種では、ヤリイカとスルメイカは1月から3月の冬に盛漁期となり、いずれも年間漁獲量に占める月別漁獲量の割合が最大となった月(以下、最大)は2月であった。マイワシの盛漁期は2月から4月(最大は3月)、ホタルイカでは3月から4月(最大は4月)、ウルメイワシでは1月から3月および5月(最大は5月)となり、これら3種では冬から春が盛漁期であった。フグ類では5月と6月および10月と11月が盛漁期となり(最大は5月)、季節的には春から初夏ならびに夏から秋と幅広かった。トビウオは6月から7月の初夏のみが盛漁期(最大は6月)となる唯一の魚種であった。キジハタは7月から10月の初夏から夏が盛漁期(最大は10月)となった。カジキ類の盛漁期は8月から10月(最大は9月)、バショウカジキのそれは9月と10月(最大は10月)と、これら両種では夏のみが盛漁期であった。カマスとシイラの盛漁期は9月から11月(最大はいずれも10月)、ツバイソ・フクラギ(ブリ当歳魚)では9月から12月が盛漁期(最大は10月)、カンパチ、ウスバハギ、サケおよびアオリイカでは盛漁期が10月と11月(最大はカンパチとウスバハギで10月、サケとアオリイカで11月)、ソデイカとメジナで盛漁期が10月から12月(最大は11月)であり、これら9種では盛漁期が夏から秋となった。ヒラマサ、ヤガラ、カツオ、ソウダガツオの盛漁期は11月と12月(最大は、ヒラマサで11月、ヤガラ、カツオ、ソウダガツオで12月)で、盛漁期は秋であった。ブリでは盛漁期は11月から1月(最大は1月)、カワハギ類では盛漁期が12月から2月(最大は1月)、マトウダイとメダイでは盛漁期が12月から3月(最大はマトウダイで1月、メダイで2月)と、秋から冬が盛漁期となった。メジ・シビコ(主にクロマグロ幼魚)では盛漁期が12月から2月および4月(最大は1月)、スズキでは盛漁期が12月と1月および4月と5月(最大は12月)であり、秋、冬、春が盛漁期であった。

盛漁期が5ヶ月以上の長期間となった魚種は、次のとおりであった。マダラでは1月から3月および11月と12月(最大は2月)が盛漁期となり、秋から冬の連続した期間であった。ヒラメでは1月から5月および12月(最大は1月)、すなわち秋から春の連続した6ヶ月間が盛漁期となった。カタクチイワシでは盛漁期が1月、2月、4月、5月、7月および12月(最大は12月)、サバでは同様に2月から4月、6月および12月(最大は3月)、アジでは2月、3月、5月から7月および12月(最大は6月)が盛漁期であり、これら3種では夏以外の冬、春、初夏、秋の季節において盛漁期は不連続となった。コウイカでは盛漁期が3月、4月および10月から12月(最大は3月)、同様にマダイでは4月から7月および12月(最大は5月)、サワラでは5月から7月および10月から12月(最大は12月)、ガンド(ブリ1歳魚)では5月、6月および9月から11月(最大は5月)、タチウオでは6月、7月および10月から12月(最大は10月)となり、これらの魚種では盛漁期が2つの期間に分かれ、コウイカでは冬から春と夏から秋、マダイでは春から初夏と秋、サワラとガンド(ブリ1歳魚)では春から初夏と夏から秋、タチウオでは初夏と夏から秋が盛漁期となった。クロダイの盛漁期は4月から9月(最大は5月)、アカムツでは同様に5月から11月(最大は8月)、イシダイでは8月から12月(最大は12月)で、盛漁期が5ヶ月以上連続し、クロダイでは春から夏、アカムツでは春から秋、イシダイでは夏から秋が盛漁期であった。

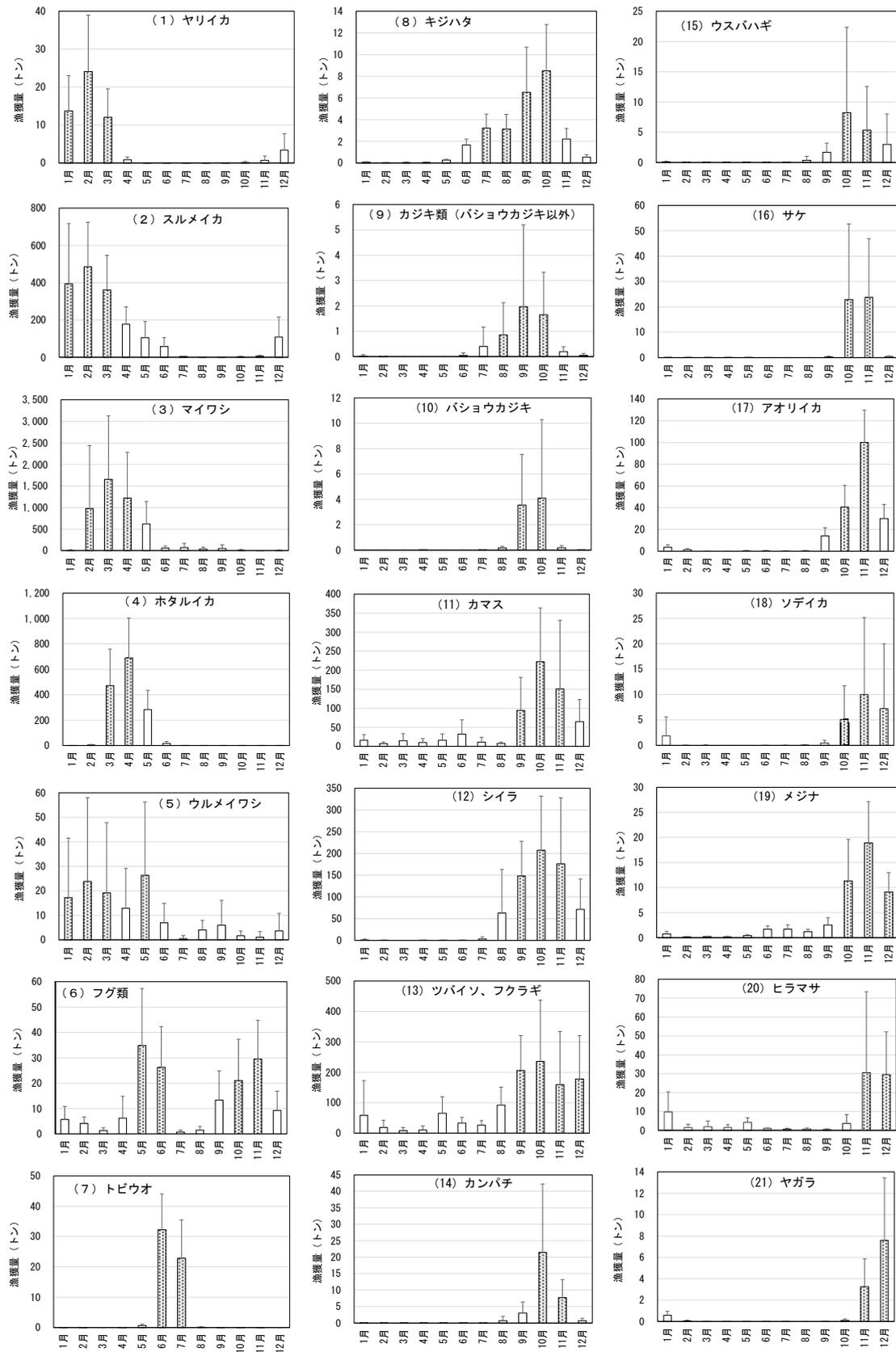


図 2-(1)~(21) 富山県沿岸における 2013 年から 2022 年 (10 年間) の各魚種の月別漁獲量 (平均値 + 標準偏差) 棒グラフに色を付けた月は盛漁期であることを示す。

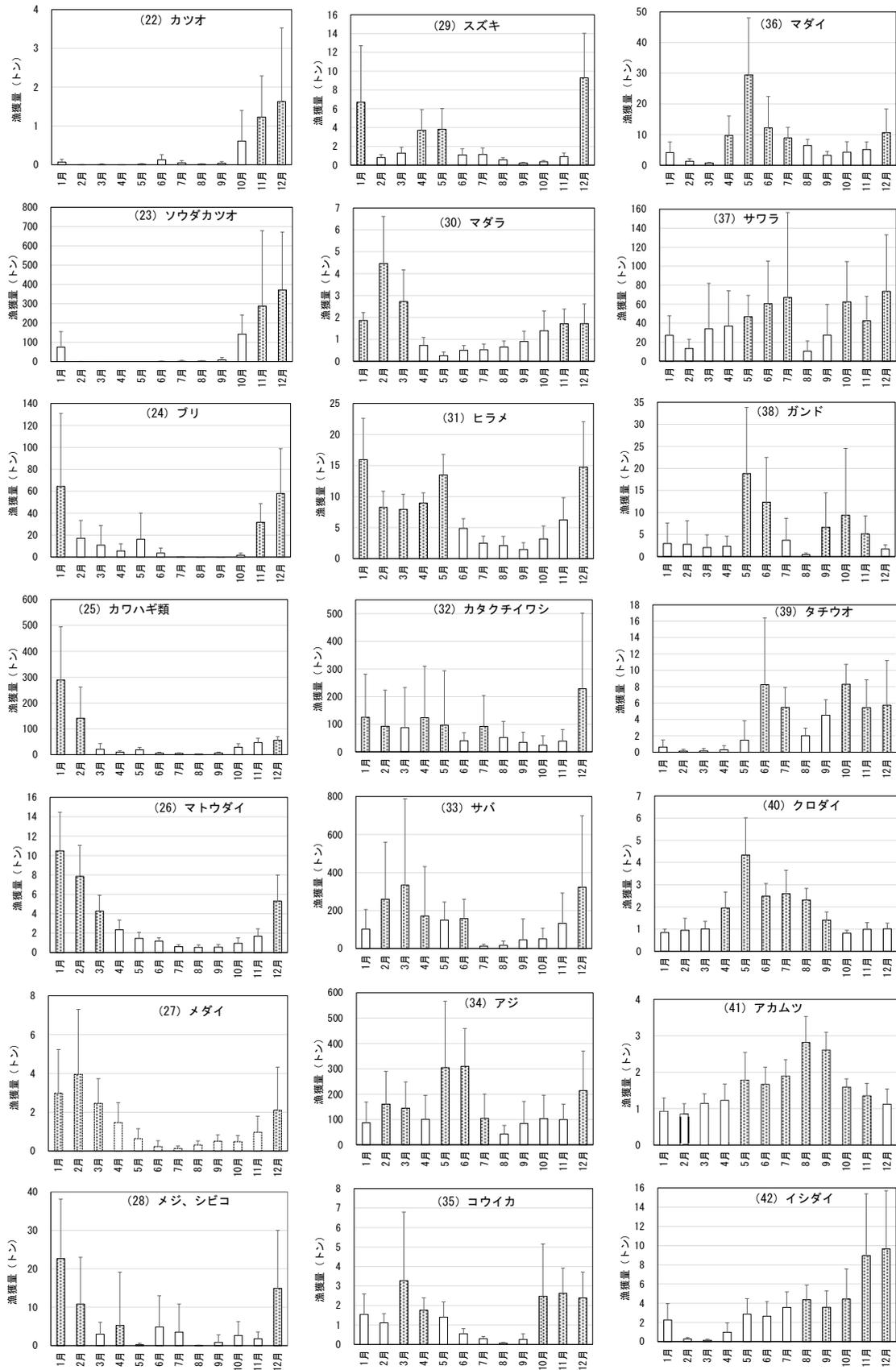


図 2-(22)~(42) (続き)

表2 富山県沿岸における主要魚種の盛漁期
(網掛けが盛漁期，枠囲みが漁獲量の割合が最大であった月を示す)

魚種	各月漁獲量の年間漁獲量*に占める割合 (%)												年間 漁獲量*
	冬			春		初夏		夏			秋		
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
(1) ヤリイカ	25.0	43.8	21.9	1.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.2	6.1	55
(2) スルメイカ	23.1	28.4	21.2	10.4	6.1	3.4	0.3	0.0	0.0	0.2	0.4	6.4	1,704
(3) マイワシ	0.2	20.8	35.1	25.9	13.1	1.2	1.5	0.8	1.1	0.2	0.0	0.1	4,711
(4) ホタルイカ	0.0	0.3	32.2	47.1	19.3	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,467
(5) ウルメイワシ	14.0	19.3	15.6	10.4	21.3	5.6	0.4	3.3	4.9	1.3	0.9	3.0	123
(6) フグ類	3.7	2.7	0.9	4.0	22.6	17.1	0.5	0.9	8.7	13.7	19.2	6.0	154
(7) トビウオ	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	57.7	40.9	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	56
(8) キジハタ	0.3	0.1	0.2	0.3	1.1	6.3	12.3	11.9	24.8	32.3	8.4	2.1	26
(9) カジキ類 (バショウカジキ以外)	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.9	7.7	16.5	37.8	31.8	3.7	0.9	5
(10) バショウカジキ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	2.2	44.2	51.0	2.4	0.0	8
(11) カマス	2.5	1.1	2.3	1.6	2.5	5.0	1.7	1.2	14.6	34.3	23.3	10.0	649
(12) シイラ	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	9.4	22.1	30.9	26.3	10.7	671
(13) ツバイツ・フクラギ (ブリ当歳魚)	5.4	1.7	0.8	0.9	6.0	3.1	2.4	8.4	18.8	21.6	14.6	16.3	1,093
(14) カンパチ	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	2.2	8.9	63.6	22.7	2.1	34
(15) ウスバハギ	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	1.9	8.9	44.0	28.5	15.9	19
(16) サケ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	48.4	50.2	0.8	47
(17) アオリイカ	1.8	0.7	0.0	0.0	0.2	0.2	0.1	0.2	7.3	21.3	52.5	15.7	191
(18) ソデイカ	7.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.7	20.7	40.6	29.3	25
(19) メジナ	1.5	0.3	0.4	0.3	0.8	3.4	3.5	2.4	5.2	23.5	39.4	19.0	48
(20) ヒラマサ	11.5	1.7	2.2	1.7	5.0	1.1	0.8	0.9	0.6	4.3	35.6	34.5	86
(21) ヤガラ	5.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.9	28.1	65.3	12
(22) カツオ	1.9	0.1	0.2	0.0	0.4	3.4	1.2	0.4	1.0	16.1	32.5	43.0	4
(23) ソウダガツオ	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	1.0	16.0	32.2	41.7	892
(24) ブリ	30.8	8.2	5.2	2.7	7.8	1.7	0.1	0.0	0.0	0.7	15.1	27.7	209
(25) カワハギ類 (カワハギ・ウマヅラハギ)	45.6	22.3	3.4	1.7	3.1	1.0	0.8	0.4	1.0	4.6	7.4	8.8	634
(26) マトウダイ	28.2	21.1	11.5	6.3	3.9	3.1	1.6	1.5	1.5	2.6	4.5	14.2	37
(27) メダイ	18.3	24.3	15.2	9.1	4.0	1.4	0.8	1.9	3.1	3.0	6.0	12.9	16
(28) メジ・シビコ (主にクロマグロ幼魚)	32.2	15.3	4.3	7.5	0.3	6.9	5.0	0.1	1.2	3.7	2.5	21.2	70
(29) スズキ	22.5	2.7	4.3	12.4	12.8	3.6	3.8	1.9	0.7	1.2	3.0	31.1	30
(30) マダラ	10.7	25.6	15.6	4.2	1.4	2.9	3.0	3.7	5.2	8.0	9.8	9.9	17
(31) ヒラメ	17.8	9.2	8.9	10.0	15.0	5.4	2.8	2.3	1.6	3.5	7.0	16.4	90
(32) カタクチイワシ	12.1	9.0	8.5	11.9	9.3	3.9	8.9	5.0	3.3	2.3	3.8	22.1	1,036
(33) サバ	5.8	14.8	19.0	9.8	8.5	9.0	0.7	1.0	2.6	2.9	7.6	18.3	1,758
(34) アジ	5.0	9.1	8.3	5.8	17.4	17.6	6.0	2.4	4.8	5.9	5.7	12.2	1,756
(35) コウイカ	8.7	6.3	18.5	9.9	7.9	3.1	1.7	0.4	1.5	14.0	14.8	13.4	18
(36) マダイ	4.3	1.4	0.8	10.1	30.6	12.7	9.3	6.7	3.4	4.4	5.3	11.1	96
(37) サワラ	5.4	2.7	6.8	7.4	9.3	12.1	13.3	2.1	5.5	12.4	8.5	14.6	502
(38) ガンド (ブリ1歳魚)	4.3	4.1	3.0	3.5	27.6	18.0	5.4	0.7	9.7	13.7	7.5	2.5	68
(39) タチウオ	1.5	0.3	0.4	0.7	3.5	19.4	12.9	4.7	10.7	19.6	12.8	13.5	42
(40) クロダイ	4.1	4.6	4.9	9.4	21.0	12.0	12.5	11.2	6.7	3.9	4.8	4.9	21
(41) アカムツ	4.9	4.5	6.0	6.4	9.4	8.8	10.0	14.8	13.7	8.4	7.1	5.9	19
(42) イシダイ	5.2	0.6	0.3	2.2	6.5	6.0	8.2	10.0	8.2	10.2	20.5	22.1	44
県全体漁獲量	7.4	11.8	16.5	13.9	10.0	5.0	3.0	2.6	4.7	7.1	7.7	10.3	20,436
魚種数合計	12	13	12	10	11	10	9	5	10	19	22	23	

*年間漁獲量は2013年から2022年の10年間の平均値

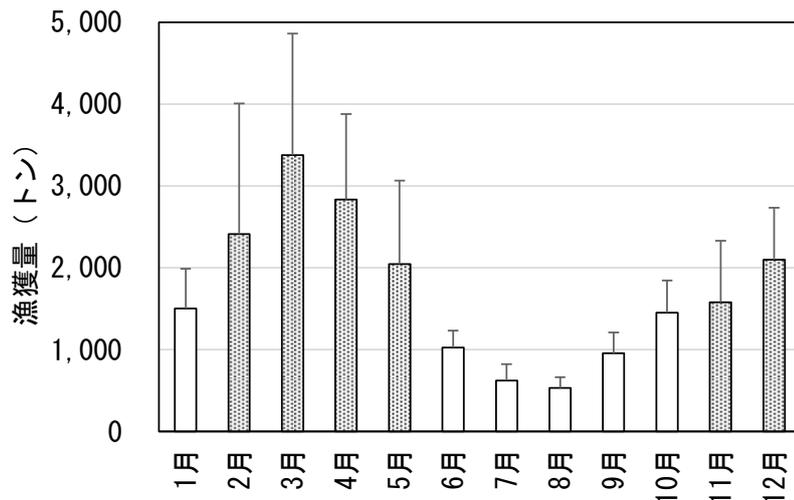


図3 富山県全体における2013年から2022年(10年間)の月別漁獲量(平均値+標準偏差)棒グラフに色を付けた月は盛漁期であることを示す。

富山県における漁獲全体の盛漁期を把握するため、本報告で対象とした42魚種以外の魚種も含めた全魚種の漁獲量について、同様の方法で盛漁期を求めると、2月から5月および11月、12月となり(最大は3月)、冬から春ならびに秋が盛漁期となった(図3, 表2)。

考察

本報告では、富山湾における盛漁期は主に3つのパターンにまとめられ、①盛漁期が4ヶ月以下の短期間となる魚種、②盛漁期が5ヶ月以上の長期間で連続する魚種、③盛漁期が5ヶ月以上の長期間で不連続となる魚種が認められた。①盛漁期が短期間の魚種は、ヤリイカ、スルメイカ、マイワシ、ホタルイカ、ウルメイワシ、フグ類、トビウオ、キジハタ、カジキ類(バショウカジキを除く)、バショウカジキ、カマス、シイラ、ツバイソ・フクラギ(ブリ当歳魚)、カンパチ、ウスバハギ、サケ、アオリイカ、ソデイカ、メジナ、ヒラマサ、ヤガラ、カツオ、ソウダカツオ、ブリ、カワハギ類、マトウダイ、メダイ、メジ・シビコ(主にクロマグロ幼魚)、スズキであった(表2)。これらは魚種毎にある特定の時期に短期的に漁獲されていたが、年間の漁獲量(平年値)が4000トンを超えるマイワシから、10トンを下回るカジキ類、バショウカジキ、カツオまで、漁獲量の規模は様々であった。なお、フグ類の盛漁期が5、6月と10、11月と不連続となっていた点については、5月と6月にはゴマフグが、10月と11月にはシロサバフグが主に漁獲され(林 1991)、盛漁期の異なる2魚種が含まれていたためと考えられる。また、カワハギ類については、林(1991)によるとウマヅラハギは12～3月に漁獲されるのに対し、カワハギは秋期に漁獲され、ウマヅラハギに比べると漁獲量が少ないことから、本報告で得られた盛漁期については、主にウマヅラハギの状況を示していると考えられる。メジ・シビコ(主にクロマグロ幼魚)については、2015年から我が国において漁獲量の厳格な数量規制がスタートしており、本県でも漁獲量の季節変化に影響を及ぼしている可能性がある。②盛漁期が5ヶ月以上の長期間で連続する魚種には、マダラ、ヒラメ、クロダイ、アカムツ、イシダイがあった。これらは、年間の漁獲量(平年値)が最も多

いヒラメでも 90 トンであり、盛漁期は長期となったが、いずれも年間漁獲量が数十トンと、漁獲量が比較的少ない魚種であった。③盛漁期が 5 ヶ月以上の長期間で不連続となる魚種は、カタクチイワシ、サバ、アジ、コウイカ、マダイ、サワラ、ガンド（ブリ 1 歳魚）、タチウオであった。このうち、カタクチイワシ、サバ、アジでは年間の漁獲量（平年値）が 1000 トン以上、サワラでは 500 トン以上あり、盛漁期が長期に及び、なおかつ漁獲量も多い魚種が含まれていた。

月ごとに盛漁期となる魚種数の合計を求めると（表 2）、冬の 1～3 月は 12～13 魚種と比較的多く、春から初夏の 4～7 月には 9～11 魚種とやや減少し、夏には 8 月に盛漁期となったのは 5 魚種と 1 年間で最も少なかった。9 月と 10 月に盛漁期となった魚種は、それぞれ 10 魚種および 19 魚種と増加し、秋には 11 月と 12 月にそれぞれ 22 魚種、23 魚種とさらに盛漁期を迎える魚種数が増加し、12 月が 1 年間で最も多かった。県全体の漁獲量としての盛漁期は、2 月から 5 月と 11 月および 12 月であり（表 2）、中でも年間漁獲量に占める割合が高かった上位 3 ヶ月は 2 月から 4 月であった。2 月から 4 月には盛漁期となる魚種数は秋（11 月および 12 月）と比較すると少なかったが、全体の漁獲量ベースでは最盛期となっていた。一方、秋の 11 月および 12 月には盛漁期となる魚種数が 22 魚種および 23 魚種と 1 年で最も多かったが、両月とも県全体漁獲量の年間漁獲量に占める割合は約 10% 以下であり、盛漁期ではあったものの、量的にはやや少ないものであった。この要因として、冬から春にかけてはスルメイカ、マイワシ、ホタルイカ、カタクチイワシ、サバ、アジといった年間の漁獲量が 1000 トンを超える多獲性の魚種が盛漁期を迎える一方、秋には盛漁期を迎える魚種が多いものの、年間漁獲量が数十トンレベルにとどまる魚種が多く、全体の漁獲量も多くないためと考えられる（表 2）。表層回遊性の暖海性種は、暖流の卓越する夏季には日本海を北上するが、水温の低下に伴い接岸南下移動することが知られている（長沼 2000）。夏の終わり（10 月）から秋（11 月および 12 月）に盛漁期を迎える魚種が多いのは、水温の低下（図 1）に伴い接岸して南下する魚種が多く、富山湾の地形的効果もあり、定置網で多く漁獲されることによるものと推定される。このことに関連しては、分類上同じブリ属に含まれるブリ、ヒラマサ、カンパチの近縁 3 種の富山湾における盛漁期が、カンパチ（10 月、11 月）、ヒラマサ（11 月、12 月）、ブリ（11 月～1 月）の順に遅くなっている（表 2）。これらの種の分布域は、カンパチが最も南寄り（南日本）で、次いでヒラマサ（東北地方以南）、ブリが最も北寄り（琉球列島を除く日本各地）となっており（落合・田中 1986, 瀬能 2000）、水温低下に伴い、順次、南方への回遊するタイミングが富山湾での盛漁期の違いとして表れている可能性があり興味深い。

緒言でも述べたように、富山県沿岸における漁業の中心は定置網漁業で、その漁獲量は本県沿岸漁業の 8 割以上を占めており（魚津 2012）、本報告の対象魚種についても大部分の魚種が定置網により漁獲されている。富山県では、本報告の調査対象期間である 2013 年から 2022 年においては、2013 年 9 月 1 日および 2018 年 9 月 1 日にそれぞれ 5 年間を存続期間とする定置漁業権が 79 件免許されている。免許の内容に規定されている漁業の時期については、周年（1 月 1 日から 12 月 31 日）のものが 34 件（漁場）、季節的に一部の期間に限られるものが 45 件（漁場）存在し、期間が限定される漁場のうち 19 漁場がほたるいか定置、26 漁場がほたるいか以外の定置（例えば、ぶり定置）漁業である（<https://www.pref.toyama.jp/documents/361/01168186.pdf>, https://www.pref.toyama.jp/documents/266/00639139_1.pdf, 2024 年 9 月 15 日）。周年操業が可能な漁場を除き、漁業の時期が季節的に限定された漁場について、月別に操業可能な漁場数を図 4 に示

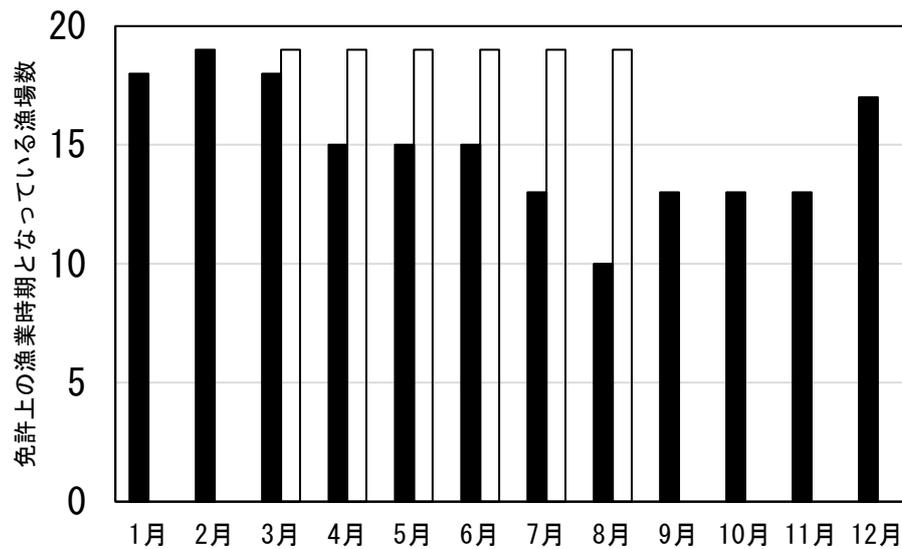


図4 富山県において月ごとに操業可能な定置漁業権の漁場数（ただし、操業時期が周年の漁場を除き、季節的に期間が限られている漁場のみを示す）
白棒はほたるいか定置、黒棒はほたるいか定置以外の定置漁業の漁場数を示す。

した。ほたるいか定置ではすべての漁場で3月から8月が漁業の時期（操業可能な時期）となっているのに対し、それ以外の漁業では、月毎に異なっており、冬の1～3月では18～19漁場と多く、春の4～5月および初夏の6月には15漁場、7月には13漁場、夏の8月には最も少ない10漁場へと減少した。その後、9～10月および秋の11月には13漁場、12月には17漁場と増加した。このように操業可能な定置漁業の漁場数は、富山県全体の漁獲量の季節変化（2～5月および11～12月が盛漁期で、8月は1年の中で漁獲量が最も少ない：表2）と概ね対応していた。今後、実際に操業していた定置網の漁場数を季節的に把握したうえで、漁獲量の季節変化に及ぼす影響についてさらに検討する必要があるが、本県における漁業権の免許制度上の漁業の時期は、全体として、漁獲の実態と一定程度対応したものとなっていると考えられる。

富山県における盛漁期をまとめたこれまでの知見として、以下の2つが挙げられる。富山県水産試験場（1998）では、1988～1997年の10年間の漁獲量をもとに主要魚種30種について漁獲盛期（春夏秋冬）を示しているが、その定義方法等については記載がなく、どのようにして盛漁期が求められたか詳細は不明である。一方、富山県水産試験場（2005）は、1994～2003年の10年間の漁獲量をもとに主要な37種について、盛漁期（漁獲量が12ヶ月平均を上回る月）、漁獲量が最大の月を示している。本報告と盛漁期の定義が異なるため、漁獲量が最大の月について、1994～2003年（富山県水産試験場2005）と2013～2022年（本報告）との比較を行った。本報告で盛漁期が冬から初夏にかけての魚種では、それぞれの年代で漁獲量が最大であった月は、ブリでは12月と1月、カワハギ類では1月と1月、メジ・シビコ（主にクロマグロ幼魚）では12月と1月、ヒラメでは12月と1月、ヤリイカ、スルメイカ、メダイでは、いずれも2月と2月、マイワシでは1月と3月、サバでは5月と3月、ホタルイカでは4月と4月、ウルメイワシでは4月と5月、マダイでは12月と5月、ガンド（ブリ1歳魚）では12月と5月、クロダイでは5月と5月、アジでは5月と6月であった。盛漁期が夏から秋にかけての魚種では、カマス10月と

10月、シイラ9月と10月、ツバイソ・フクラギ（ブリ当歳魚）とタチウオではいずれも10月と10月、サケ、アオリイカ、ソデイカ、メジナ、ヒラマサではいずれも11月と11月であった。また、スズキでは12月と12月、カタクチイワシでは3月と12月、サワラでは10月と12月であった。以上のように27魚種中、漁獲量が最大の月が同じか1ヶ月変化した魚種が21魚種であり、2ヶ月以上変化した魚種は、マイワシ、サバ、マダイ、ガンド（ブリ1歳魚）、カタクチイワシおよびサワラの6魚種であり、大部分の魚種では大きな違いは見られなかった。マイワシの年間平均漁獲量をこの2つの期間で比較すると、1994～2003年には891トン、2013～2022年には4711トン、同様にサバでは746トンから1758トン、サワラでは81トンから502トンと増加し、カタクチイワシでは1737トンから1036トンと減少しており、漁獲量の大幅な増減に伴い漁獲が最も多い月も変化したと考えられる。一方、マダイとガンド（ブリ1歳魚）についても、それぞれの期間の年間平均漁獲量が、前者で119トンから96トン、および後方で38トンから68トンと増減していたが、漁獲量の年代による変化が影響を及ぼしたかについては、更なる詳細な検討が必要である。

本報告では盛漁期を定める方法として、各月漁獲量の年間漁獲量に占める割合の大きい月から順にその割合を足し合わせ、その累計が70%を超えるまでの月とした。この妥当性を検証するために、盛漁期を60%および80%を超える月までとした場合の、それぞれの割合区分に含まれる月数を互いに比較した（表3）。まず、本報で採用した70%を超える月までとした場合、盛漁期の合計月数は42魚種×12月で求められる504月のうち156月となった。各月の年間漁獲量に対する漁獲割合が20%以上の区分ではすべての月が盛漁期と見なされた。15.0～19.9%区分では29月

表3 富山県沿岸の主要魚種42種の盛漁期となる月の漁獲量割合の度数分布

月別漁獲量が年間漁獲量に占める割合の区分 (%)	盛漁期となる月が含まれる漁獲量割合の累計を60～80%とした場合の度数分布 (月数)			盛漁期以外も含めたすべての月の漁獲量割合の度数分布 (月数)
	60%	70%	80%	
0.0～4.9	0	0	2	274
5.0～9.9	13	27	53	89
10.0～14.9	34	39	45	46
15.0～19.9	21	24	29	29
20.0～24.9	19	23	23	23
25.0～29.9	10	11	11	11
30.0～34.9	12	12	12	12
35.0～39.9	4	4	4	4
40.0～44.9	7	7	7	7
45.0～49.9	3	3	3	3
50.0～54.9	3	3	3	3
55.0～59.9	1	1	1	1
60.0～64.9	1	1	1	1
65.0～69.9	1	1	1	1
70.0～	0	0	0	0
合計	129	156	195	504*

*42魚種×12月

中 24 月, 10.0 ~ 14.9% 区分では 46 月中 39 月が盛漁期となり多くが盛漁期に該当した。一方, 5.0 ~ 9.9% 区分では盛漁期となった月は 89 月中 27 月にとどまり, 0.0 ~ 4.9% 区分では盛漁期と見なされた月はなかった。次に, 累計が 60% を超えるまでに縮小した場合, 盛漁期は 129 月となり, 70% の場合よりも 27 月減少した。20.0 ~ 24.9% 区分や 25.0 ~ 29.9% 区分と比較的割合の大きな区分でも, それぞれ 23 月中 19 月および 11 月中 10 月と盛漁期とならない月が認められた。最後に, 累計が 80% を超えるまでに拡大した場合, 盛漁期は 195 月となり, 70% とした場合の 156 月よりも 39 月増加した。15.0% 以上の区分では全てが盛漁期と判断され, 10.0 ~ 14.9% 区分でも 46 月中 45 月で, ほとんどの月が盛漁期と見なされた。また, 5.0 ~ 9.9% の割合の小さな区分でも 89 月中 53 月と半数以上が盛漁期に該当した。本報告では, 盛漁期となる月を便宜的に漁獲割合の累計が 70% を超えるまでに含まれる月と定めた。盛漁期とは文字通り盛んに漁獲される時期と捉えるならば, 漁獲量の割合がある程度多い月をほぼすべて包含しつつ, 漁獲量の割合が少ない月を必要以上に含めない累計 70% としたことで, 目的に沿ったものになっていると考えられる。

要旨

富山県沿岸において漁獲される主要魚種 (42 魚種) について, 2013 年から 2022 年の 10 年間の県内市場における月別漁獲量データをもとに盛漁期を調べた。各魚種の盛漁期は次の 3 つのパターンに分けられ, ①盛漁期が 2 ~ 4 ヶ月の短期間となる魚種 (29 魚種), ②盛漁期が 5 ~ 7 ヶ月で連続した長期間となる魚種 (5 魚種), ③盛漁期が 5 ~ 7 ヶ月の長期間で不連続となる魚種 (8 魚種) が認められた。月ごとに盛漁期となる魚種数の合計を求めると, 冬の 1 ~ 3 月は 12 もしくは 13 魚種と比較的多く, 春から初夏の 4 ~ 7 月には 9 ~ 11 魚種とやや減少し, 夏の 8 月には 5 魚種と 1 年間で最も少なかった。9 月と 10 月に盛漁期となった魚種はそれぞれ 10 魚種および 19 魚種と増加し, 秋には 11 月に 22 魚種とさらに増加し, 12 月には 23 魚種と 1 年間で最も多かった。富山県全体の漁獲量 (本報告で対象とした 42 魚種以外の魚種も含む) について盛漁期を求めると, 2 月から 5 月および 11 月, 12 月となり (最大は 3 月), 冬から春ならびに秋が盛漁期となった。

謝辞

本報告を取りまとめることを勧めて下さった富山県農林水産総合技術センター水産研究所前所長田子泰彦博士に感謝申し上げます。また, 本報告を作成するにあたり, ご助言をいただいた同研究所の辻本良所長をはじめ, 海洋資源課の方々へ深謝する。本報告で使用した富山県水産情報システムによる漁獲量データの収集, 維持管理に, また, 富山湾の水温・塩分データを収集にご尽力いただいたすべての方々へ感謝する。なお, 本報告に用いたデータの一部は, 水産庁の水産資源調査・評価推進委託事業等により取得したものである。

文献

阿部隼也 2023. 1.1 資源管理型漁業推進調査 1.1.1 漁海況情報の提供 1.1.1.1 沿岸定線海

- 洋観測. pp.11-12, 令和3年度富山県農林水産総合技術センター水産研究所年報, 富山県農林水産総合技術センター水産研究所.
- 藤田大介 1998. 書きそびれた魚たち p.94, 富山湾の魚たちは今, 桂書房, 富山.
- 萩原祥信 1991. 4. 富山湾の海産魚 p.12, とやまの魚, 富山県水産試験場, 滑川.
- 林 清志 1991. 86. ウマヅラハギ~90. シロサバフグ pp.50-51, とやまの魚, 富山県水産試験場, 滑川.
- 林 清志 2003. 富山湾におけるアオリイカの漁獲実態. 富山県水産試験場研究報告, **14**: 11-28.
- 伊串祐紀 2014a. アカヤガラ p.62, 富山のさかな, 魚津水族館, 魚津.
- 伊串祐紀 2014b. マサバ, ゴマサバ p.118, 富山のさかな, 魚津水族館, 魚津.
- 今村 明 1991. 57A ゴマサバ, 57B マサバ p.38, とやまの魚, 富山県水産試験場, 滑川.
- 今村 明・石森繁樹・川崎賢一 1985. 富山湾II物理 pp.990-1000, 日本全国沿岸海洋誌 (日本海洋学会沿岸海洋研究部会編). 東海大学出版会, 東京.
- 河野光久・三宅博哉・星野 昇・伊藤欣吾・山中智之・甲本亮太・中鉢孝明・安澤 弥・池田 怜・大慶則之・木下仁徳・児玉晃治・手賀太郎・山崎 淳・森 俊郎・長濱達章・大谷徹也・山田英明・村山達朗・安藤朗彦・甲斐修也・土井啓行・杉山秀樹・飯田新二・船木信一 2014. 日本海産魚類目録. 山口県水産研究センター研究報告, **11**: 1-30.
- 窪寺恒己 2000. 頭足綱 pp.1049-1089, 日本近海産貝類図鑑 (奥谷喬司編著). 東海大学出版会, 東京.
- 小塚 晃・北川慎介・南條暢聡・辻本 良 2020. 富山湾におけるブリ, スルメイカ, ホタルイカの漁況と日本海の海洋環境との関係. 沿岸海洋研究, **58**: 81-86.
- 本村浩之 2020. 日本産魚類全種目録 これまでに記録された日本産魚類全種の現在の標準和名と学名. 鹿児島大学総合研究博物館, 鹿児島. 560pp.
- 長沼光亮 2000. 生物の生息環境としての日本海. 日本海区水産研究所研究報告, **50**: 1-42.
- 南條暢聡・船越裕紀・寺門弘悦 2020. 富山県で漁獲されるマルソウダの生物学的特徴と日本海沿岸海域における漁獲傾向. 水産海洋研究, **84**: 1-10.
- 野沢理哉 1991a. トビウオ類 p.18, とやまの魚, 富山県水産試験場, 滑川.
- 野沢理哉 1991b. 27. マアジ p.25, とやまの魚, 富山県水産試験場, 滑川.
- 落合 明・田中 克 1986. 魚類学 (下) 恒星社厚生閣, 東京. 1140pp.
- 瀬能 宏 2000. アジ科 pp.791-808, 日本産魚類検索 全種の同定 第二版 (中坊徹次編). 東海大学出版会, 東京.
- 瀬戸陽一・大場隆史・小塚 晃 2020. 富山県の定置漁業における主要魚種の漁獲動向. ていち, **138**: 38-48.
- 富山県水産試験場 1998. 資料編 主要魚種の漁獲量と主な水揚げ市場 p.97, 富山湾の魚たちは今, 桂書房, 富山.
- 富山県水産試験場 2005. 漁獲カレンダー pp.16-21, 富山湾を科学する (富山県水産試験場編著), 北日本新聞社, 富山.
- 内山 勇 1998a. 富山湾の海況 pp.5-7, 富山湾の魚たちは今, 桂書房, 富山.

- 内山 勇 1998b. アジ・サバ・イワシ類 pp.16-18, 富山湾の魚たちは今, 桂書房, 富山.
- 内山 勇 2005. 富山湾の構造 pp.22-23, 富山湾を科学する(富山県水産試験場編著), 北日本新聞社, 富山.
- 内山 勇 2012. 富山県での定置網漁業以外の漁業 pp.158-159, 富山湾読本(藤井昭二, 米原 寛, 布村 昇監修). 北日本新聞社, 富山.
- 魚津悟司 2012. 富山湾には何種類の魚がいるのだろうか? pp.118-121, 富山湾読本(藤井昭二・米原 寛・布村 昇監修). 北日本新聞社, 富山.

令和6年能登半島地震による富山県の水産業への影響（記録）

辻本 良^{*1}・小善圭一^{*1}・村木誠一^{*1}・大場隆史^{*1}・福西悠一^{*1}・藤島陽平^{*1}
三箇真弘^{*1}・小塚 晃^{*2}・前田経雄^{*3}・南條暢聡^{*3}・飯田直樹^{*3}・中島一步^{*3}
町 敬介^{*3}・川口航平^{*3*4}・竹澤野葉^{*3}・野原 葉^{*3}・角 侑星^{*3}・杉本裕一^{*3*5}
田中孝義^{*3}・浦邊清治^{*3}・村井彰伍^{*3}・福澤 隆^{*3}・地崎真史^{*3}
(2025年1月17日受理)

Impacts on the fisheries of Toyama Prefecture by the 2024 Noto Peninsula Earthquake: a record

TSUJIMOTO Ryo, SHOZEN Keiichi, MURAKI Seiichi, OBA Takashi, FUKUNISHI Yuichi,
FUJISHIMA Yohei, SANGA Masahiro, KOZUKA Akira, MAEDA Tsuneo, NANJO Nobuaki,
IIDA Naoki, NAKAJIMA Kazuto, MACHI Keisuke, KAWAGUCHI Kohei, TAKEZAWA Nonoha,
NOHARA Yo, KADO Yusei, SUGIMOTO Hirokazu, TANAKA Takayoshi, URABE Seiji,
MURAI Shogo, FUKUZAWA Takashi and CHIZAKI Masashi

The Noto Peninsula Earthquake occurred on January 1, 2024, and a seismic intensity of 5 or more was observed in Toyama Prefecture. Several submarine landslides occurred on the seafloor in Toyama Bay and tsunamis with maximum wave height of 79 cm were observed at Toyama tide station. Sixty-six structures such as quays, seawalls, and apron subsidence in 10 fishing ports were confirmed to have been damaged. Sixty-two facilities of the fisheries cooperatives such as fish markets, ice-making equipment, oil tanks were damaged by the land subsidence and tsunamis. In addition, eight fishing boats had capsized or were damaged, and 100 sets of fishing gear such as set nets, pot traps and gillnets were damaged or had disappeared. After the Noto Peninsula Earthquake, there was no clear decrease in the annual total catch in the set net fisheries, due to a large catch of firefly squid in the spring, 2024. On the other hand, the occurrence of submarine landslides led to a significant decrease in the catch of red snow crab

*1 富山県農林水産総合技術センター水産研究所 (Fisheries Research Institute, Toyama Prefectural Agricultural Forestry and Fisheries Research Center, 364, Takatsuka, Namerikawa, Toyama 936-8536, Japan)

*2 公益財団法人環日本海環境協力センター (Northwest Pacific Region Environmental Cooperation Center, 5-5, Ushijimashin-machi, Toyama, Toyama 930-0856, Japan)

*3 富山県農林水産部水産漁港課 (Fisheries and Fishing Ports Division, Toyama Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Department, 5-13, Sakurabashi-dori, Toyama, Toyama 930-0004, Japan)

*4 現所属 富山県農林水産総合技術センター企画管理部 (Department of Research Planning & Management, Toyama Prefectural Agricultural Forestry and Fisheries Research Center, 1124-1, Yoshioka, Toyama, Toyama 939-8153, Japan)

*5 現所属 富山県土木部高岡土木センター (Takaoka Public Works Center, Toyama Prefectural Public Works Department, 211, Akasofu, Takaoka, Toyama 933-0806, Japan)

Chionoecetes japonicus and glass shrimp *Pasiphaea japonica*, for which the fishing grounds are formed in the deep-sea and submarine canyons, respectively.

キーワード：能登半島地震，漁港，共同利用施設，漁具，海底地すべり

1. はじめに

2024年1月1日16時10分頃に、石川県能登半島においてマグニチュード7.6、最大震度7の地震が発生した。富山県では、最大震度5強を観測し、富山検潮所（富山市）では波高79 cmの津波が観測された（富山地方気象台 2024）。その後の現地調査によって、射水市海竜新町で1.5 m（遡上高）、朝日町宮崎漁港で1.4 m（浸水高）の津波が推定された（地震調査研究推進本部 2024）。富山湾の海底では、複数箇所「海底地すべり」も発生した（海上保安庁 2024a, 2024b, 2024c, Minami et al. 2024）。本県では、地震による強い揺れ、津波および海底地すべりにより、漁港、共同利用施設、漁船、漁具および漁場などに様々な被害が生じた。本報では、能登半島地震によって生じた富山県での水産業への影響について、発災から1年後までの状況とをとりまとめたので報告する。

2. 海底地すべり

2024年1月15日～17日に、海上保安庁の測量船「昭洋」により富山湾の海底地形調査が実施され、富山市沖の海底谷の斜面が一部崩壊したことが確認された（海上保安庁 2024a, Minami et al. 2024）。また、2024年2月27日～28日に、同庁の測量船「天洋」によって、前回調査よりも沿岸域を重点的に調査したところ、富山市沖の海底谷の斜面（水深30～370 m）が南北約3.5 km、東西約1 kmにわたって崩れ、最大40 m程度深くなっていることが明らかになった（海上保安庁 2024b, Minami et al. 2024）。

2024年7月26日～8月20日には、新湊漁業協同組合が水産庁の令和6年能登半島地震漁場等機能回復対策事業を活用し、民間測量会社に委託して庄川・小矢部川河口沖の海底地形調査を実施した。また、2024年10月31日～11月2日には、海上保安庁の測量船「海洋」によって庄川・小矢部川河口沖周辺海域の調査が実施された。これらの測量結果を統合し、2010年に北陸地方整備局伏木富山港湾事務所が取得した海底地形データとの比較により、庄川・小矢部川河口沖においても、海底谷の斜面（水深約15～350 m）が南北約3 km、東西0.5 kmにわたって崩れ、最大10 m程度深くなっていた（海上保安庁 2024c）。

海洋研究開発機構や東京大学等の研究チームは、学術調査船「白鳳丸」を用い、能登半島地震の発生源やその周辺の海底断層を調査するため、富山湾近海を含む能登半島周辺海域の海洋環境や海洋生態系に関する調査航海を1月16日～1月26日、2月19日～3月1日および3月4日～3月16日の3回にわたり実施した（海洋研究開発機構 2024a, 2024b, 2024c）。その後、海底地震計の回収航海が実施され、海底地形のデータ解析も進められている。今後、富山湾沿岸から深

海に至る詳細な海底地形の変化に関する情報が公表されることが期待される。

能登半島地震を引き金とした海底地すべりは富山湾の複数箇所で同時的に発生し、定置網を海底に固定する土嚢やアンカーの流失、かごなわ・刺網漁具の流失、深海や海底谷漁場での漁獲量の低迷を引き起こした要因と考えられる。

3. 漁港

富山県には、県管理漁港 5 港と市町管理漁港 11 港の合計 16 漁港がある（富山県 2004）。漁港は、漁業根拠地となる水域および陸域並びに施設の総合体であり、漁船の停泊、けい留、出漁準備、休憩、漁獲物の陸揚げを行うための漁業生産の重要な基盤となっている。能登半島地震により、16 漁港のうち県管理漁港 2 港と市管理漁港 8 港において、合計 66 件の被害が確認された（表 1）。

表 1 能登半島地震による富山県での漁港の被害状況

漁港名	漁港の種類	漁港管理者	被害施設数	主な被害状況
女良	1 種	氷見市	5	物揚場傾倒、エプロン舗装沈下、臨港道路段差など
大境	1 種	氷見市	1	物揚場エプロン舗装沈下
宇波	1 種	氷見市	3	物揚場傾倒、エプロン舗装沈下など
藪田	1 種	氷見市	6	物揚場エプロン舗装沈下など
阿尾	1 種	氷見市	1	物揚場エプロン舗装沈下
氷見	3 種	富山県	19	物揚場・護岸傾倒、エプロン舗装沈下、臨港道路段差など
新湊	3 種	富山県	15	物揚場傾倒、エプロン舗装沈下、船揚場沈下、臨港道路段差など
四方	1 種	富山市	3	岸壁エプロン舗装沈下など
水橋	2 種	富山市	12	物揚場・護岸傾倒、エプロン舗装沈下、船揚場損傷など
高月	1 種	滑川市	0	—
滑川	2 種	富山県	0	—
経田	2 種	魚津市	1	岸壁エプロン舗装沈下
石田	1 種	黒部市	0	—
黒部	2 種	富山県	0	—
入善	1 種	入善町	0	—
宮崎	1 種	富山県	0	—
合計			66	



図1 能登半島地震による富山県での漁港の被害状況。(a) 岸壁エプロンの沈下(新湊漁港東地区)、(b) 液状化による臨港道路の噴砂(新湊漁港東地区)、(c) 物揚場の傾倒・沈下(新湊漁港西地区)、(d) 物揚場の傾倒・沈下(氷見漁港)。

特に石川県能登半島に近い県管理の氷見漁港や新湊漁港、氷見市管理漁港において被害が大きく、液状化に伴うエプロン舗装の沈下やひび割れ、臨港道路の段差の発生および護岸や物揚場の傾倒が多くみられた(図1)。

県管理漁港では、発災直後から各土木センター・事務所により、臨港道路や岸壁等に生じた段差の擦り付けなどの応急工事が行われた。復旧に時間を要する漁港施設については、公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法(以下、負担法という)に基づいた手続きが進められ、被災箇所の測量や調査設計を踏まえ、国による災害査定が2024年3月から開始され、8月末までに完了した。財政面においては、本格的な復旧に向けて当面必要な予算を令和5年度1月補正予算専決処分により、漁港災害復旧費14億5200万円(負担法の対象施設の災害復旧事業)、県単独漁港災害復旧費2億9500万円(負担法の対象とならない施設の災害復旧事業)を措置し、災害査定の結果等を踏まえて令和6年度9月補正予算により、漁港災害復旧費1億7500万円、県単独漁港災害復旧費1億8300万円を追加措置した。災害査定後、順次復旧工事を発注し、漁業活動等と調整を図りながら復旧工事が進められている。一方で、県内における災害復旧工事の本格化に伴い、技術者や下請け工事業者の確保が困難なこと等を理由に入札が不調となる工事が散見され、今後の復旧復興に向けた進捗への影響が懸念される。

4. 共同利用施設

富山県内の漁業協同組合（以下、漁協という）が所有する共同利用施設の被害箇所を表2（2024年11月25日時点）に示す。海面漁協の共同利用施設では、県漁連が所有する新湊給油所と氷見給油所でタンクの傾倒や防油堤の損壊などの被害が確認された。県内10沿海漁協のうち4漁協において共同利用施設に損壊が認められ、荷捌き所や製氷施設、漁具倉庫などの被害が多かった（図2）。また、業種別漁協では、陸上で養殖を営む堀岡養殖漁協において施設が損壊した。内水面漁協では、富山漁協と庄川沿岸漁業協同組合連合会の増殖施設に被害が生じた。水産加工業協同組合等では、氷見水産加工業協同組合と新湊水産物商業連合協同組合の施設に被害があった。自治体では、富山県栽培漁業センターの送水管が破損し、入善町が所有する海洋深層水の取水施設や射水市が所有する新湊漁港公衆トイレにも被害が生じた。

表2 能登半島地震による富山県での共同利用施設の被害箇所

	機関名	被害施設数	主な被害箇所
	富山県漁業協同組合連合会	7	新湊給油所など5件、氷見給油所
	氷見漁協	14	漁協本所、市場、荷捌き所、製氷施設、船揚場、作業保管施設など
	新湊漁協	8	漁具倉庫、上架施設、女性部食堂、網干場など
海面	とやまし漁協	6	荷捌き所（四方）、製氷貯氷庫（四方）、荷捌き所（岩瀬）、荷捌き所（水橋）、上架施設（水橋）など
	魚津漁協	5	荷捌き施設（本所）、加工処理施設、荷捌き施設（経田）など
	堀岡養殖漁協	7	排水処理槽、高架濾過棟など
	庄川沿岸漁業協同組合連合会	2	庄川養魚場の水車、パネル
内水面	富山漁協	3	神通川アユ・マス増殖場におけるアユ飼育池の排水管
	氷見水産加工組合	4	製氷施設、冷凍冷蔵施設など
加工流通	新湊水産物商業連合協同組合	2	共同集配施設など
	富山県栽培漁業センター	1	送水管
自治体	入善町	2	海洋深層水取水管（既存配管と整備中の新設配管）
	射水市	1	新湊漁港公衆トイレ
	合計	62	



図2 能登半島地震による富山県での共同利用施設の被害状況。(a) 荷捌き所基礎の陥没(とやま市漁協水橋支所), (b) 液状化で傾倒した女性部食堂(新湊漁協), (c) 荷捌き所の段差(氷見漁協), (d) 傾倒した陸上養殖場の排水樹(堀岡養殖漁協)。

共同利用施設の復旧は、以下の3通りの補助事業により実施されている。1つ目は、農林水産業施設災害復旧事業費国庫補助の暫定措置に関する法律(以下、暫定法という)に基づく災害復旧事業である。暫定法の対象となる共同利用施設は同法施行令第1条に記載されており、農林水産物倉庫や共同作業場、産地市場施設等であり(水産庁防災漁村課水産施設災害対策室 2023)、1箇所40万円以上の工事に対して、一般災害の場合、国庫補助率は2/10である。激甚災害に対処するための特別の財政措置等に関する法律(以下、激甚災害法という)第2条に基づき激甚災害に指定された場合には国庫補助率が最大5/10(40万円までは3/10、40万円を越える部分は5/10)に、同法第6条により被害激甚市町村と告示された場合には最大9/10(40万円までは4/10、40万円を越える部分は9/10)にかさ上げされる。なお、施設によっては、残存耐用年数、再取得費、復旧費等により補助対象にならないことや、補助率が低下する場合がある。2つ目は、令和6年度能登半島地震水産業共同利用施設緊急復旧整備事業(被災施設整備対策事業)(以下、水産業共同利用施設緊急復旧整備事業)に基づくもので、令和6年能登半島地震の影響により大きな被害を受け、その機能の一部または全部が不全となった共同利用施設である。この補助率は水産業強化支援事業の補助率に準じているが、被災施設の撤去費に関する補助要件が追加されるなど被災地域における水産業の速やかな復旧を図る内容となっている。これら2つの補助事業において、本県では国庫補助対象経費の2/10を上限(水産業共同利用施設緊急復旧整備事業については、市町村との協調支援)に追加で支援することとした。3つ目は、令和6年能登半島地震による災害のため甚大

な被害を受けた地域において、中小企業等が行う施設復旧等に要する経費の一部を国（経済産業省中小企業庁）と県が補助する「富山県なりわい支援再建補助金」である。本県では3億円を上限に中小企業は3/4以内、中堅企業は1/2以内の補助が受けられる。中小企業等のなかに漁協も含まれたことから、一部の共同利用施設については、この補助金を活用した。

5. 漁船・漁具

漁船 漁船では、沈没3隻および破損5隻が確認された（表3）。いずれの漁船も5トン未満の小型3級漁船であった。漁港岸壁に係留していた漁船では転覆・沈没したケースがみられた。岸壁や橋にぶつかり、舷や船橋が破損した漁船もあった。被害のあった漁船はすべて漁船保険に加入していた。

富山県沿岸では、地震発生後の2～3分後に津波が観測された。能登半島地震の震源から伝播した津波の場合、到着に20分を要すると算出されていることから、津波の波源は富山湾奥部で発生した海底地すべりと推定されている（Yanagisawa et al. 2024）。漁業者からは、漁港の水位がみるみるうちに低下し、漁港内で茶色く濁った海水が渦を巻いていたとの証言があった。海底地すべりによって引き起こされた津波の第一波は引き波で、海水面が低下した。太平洋側では津波による漁船の転覆や破損から免れるため漁船を沖出しする場面があるが、富山県沿岸では沖出しする時間的余裕はまったくないと推定される。また、漁港岸壁に漁船に係留する際に横付けする場合に、係留索が短すぎると引き波で船が横転する危険性がある。

漁具 富山県では、能登半島地震による漁具の被害について、沿岸漁協に聞き取り調査した。その結果、100件の被害が報告され（表3）、県では被害想定額を5億4000万円と算出した。漁具の復旧に向け、国（水産庁）は、共同利用漁船等復旧支援対策事業により補助することとし、1月26日付で「令和6年能登半島地震被災者のための共同利用漁船等復旧支援対策事業等補助金交付等要綱」を発出した。これを受けて県では、2月補正予算専決処分により、新たに漁船・漁具を再取得に要する経費を補助するため、2月6日付で、漁船・漁具復旧支援事業として4億500万円（国1億8000万円、県2億2500万円）を措置した。補助率は3/4（国1/3、県5/12）とし、沿岸

表3 能登半島地震による富山県での漁船・漁具の被害状況

項目	被害 件数	主な被害状況 (カッコ内は漁協名)
小型漁船	8	沈没3隻（氷見、泊） 破損5隻（新湊、入善、朝日町）
定置網	45	定置網破損または流失（氷見、新湊、とやま市、魚津、入善）
その他漁具	55	かごなわ・刺網の流失、小型底びき網の破損など（氷見、新湊、とやま市、滑川、魚津、くろべ、入善、泊、朝日町）
合計	108	

市町では補助率 1/10～1/6 の上乘せがなされた。この制度では、新たな漁具を漁協が購入し、漁協から漁業経営体にリースする形をとっており、定置網のアンカー等の部分的な漁具の購入や予算成立前に着手していた事業も対象とするなど柔軟な運用が図られた。また、漁具の購入には多額の資金が必要となることから、漁協の資金繰りを支援するため利子補給と保証料補助する漁業近代化資金の融資枠を 10 億 8000 万円から 16 億 2000 万円（5 億 4000 万円の増額）に拡充した。このほか、県は能登半島震災により被害を受けた漁具の処分を支援する市町に対して、処分に要する経費の最大 1/3（3 分の 1 に相当する額以内の額で、かつ市町が補助する経費の 2 分の 1 に相当する額以内の額）を補助するため、令和 6 年 9 月補正で予算措置した。

6. 富山県の漁業

定置漁業 富山県の漁獲量のうち 8 割以上が定置網で漁獲されることから、本県の主要な漁業種である。本県沿岸には、定置漁業権に基づき大型定置網が 76 ケ統が免許されているほか、共同漁業権に基づく小型定置網が 21 ケ統ある。これらのうち大型定置網では 41 ケ統、小型定置網では 4 ケ統に能登半島地震による被害が確認された。定置網の被害は、高岡市から入善町の沿岸にかけて複数の地先で発生した（図 3）。なかでも、海底谷に近い漁場や急峻な斜面に面した漁場の定置

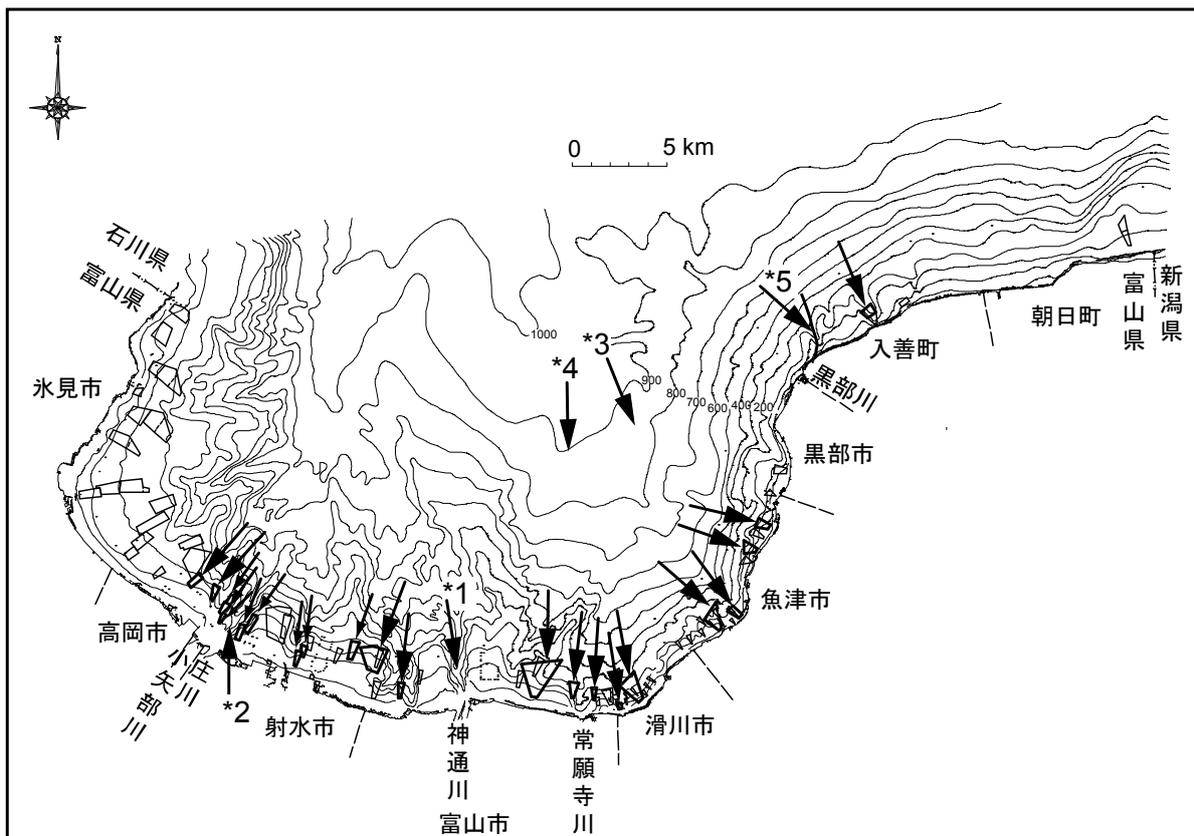


図 3 2024 年能登半島地震後に富山湾において比較的大きな被害にあった大型定置網の設置場所。台形の枠内が定置漁業権で、このなかに定置網が敷設される。矢印で示した箇所定置網が破損した。なお、海上保安庁（2024a, 2024b, 2024c, Minami et al. 2024）によって明らかにされた海底地すべり^{*1*2}、新湊漁協所属漁業者が所有した GPS 波高計付きかにかご漁具の流失位置^{*3}、当所が曳航式深海中カメラで把握した海底地すべり（図 7 参照）^{*4}、および入善海洋深層水取水管の破断位置^{*5}も記載した。

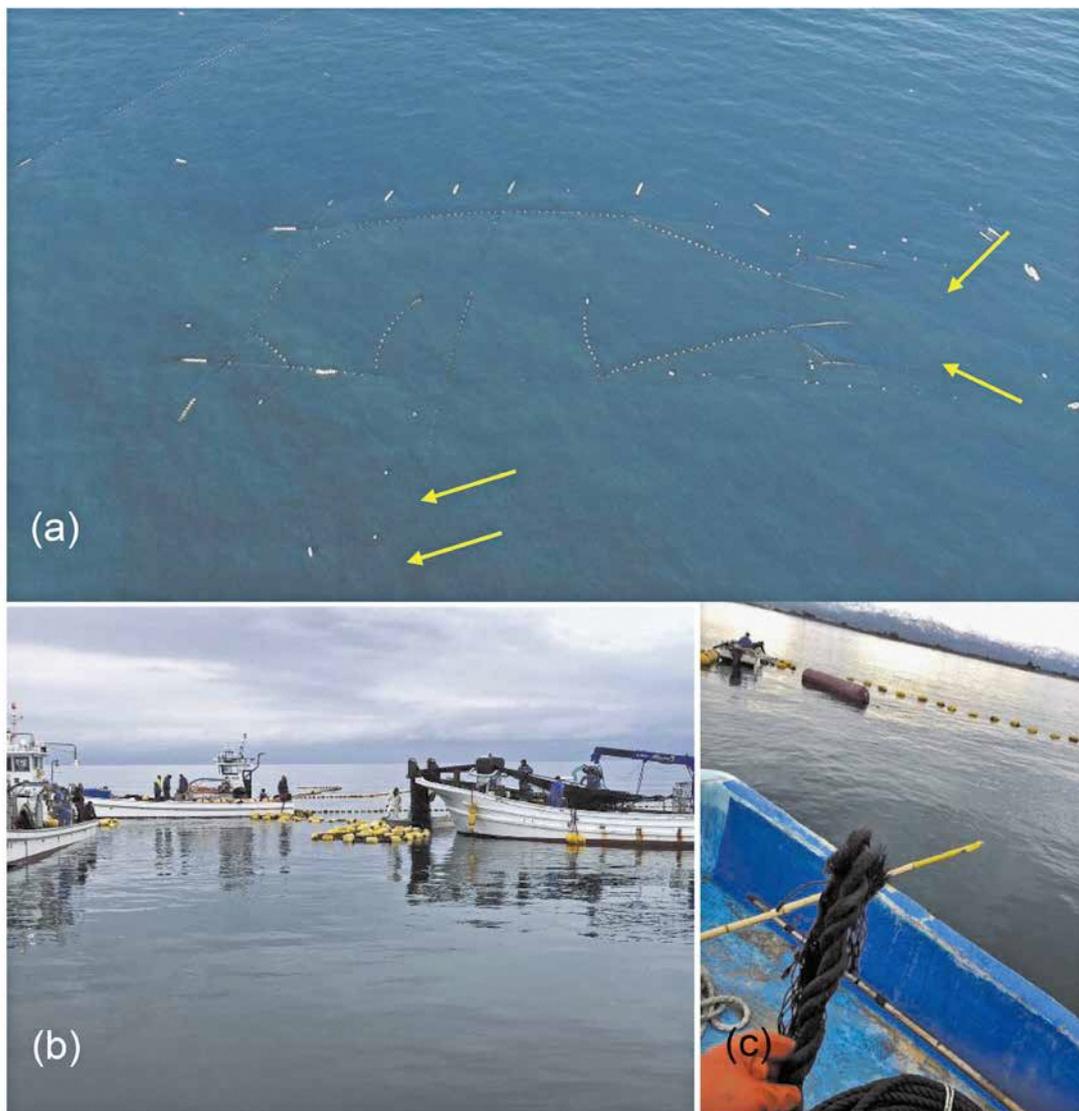


図4 2024年能登半島地震後に富山湾において海底地すべりの被害にあった大型定置網。(a)身網と垣網が沈んでしまっている。(b)絡まった定置網。(c)切れたアンカーロープ。

網で大きな被害が認められた。定置網の破網やロープの破断、絡まりがみられたが、垣網や身網を固定する土嚢やアンカーが海底地すべりに伴い深海側に沈み込み、それらを水中に引き込んだことが大きな被害をもたらした要因であった(図4)。定置網を新たに設置し直す経費として、最大で約7000万円を要した漁業経営体もあった。被害が大きかった大型定置網(免許番号「漁場名」)は、入善町沖の定第5号「旧和合」、魚津市沖の定第9号「藤吉」、定第11号「高峰」、定第13号「沖住吉」および定第19号「沖の網」、滑川市沖の定第30号「大恵比須」と定第33号「土用」、富山市水橋沖の定第38号「恵比須沖網」と定第39号「天念坊」、富山市岩瀬沖の定第40号「深曳」、富山市四方沖の定第44号「大垣」と定第47号「大門秋」、射水市沖の定第48号「甲部台沖」、定第51号「伊喜礼二番」、定第52号「酒樽」、定第55号「黒山」および定第56号「三俵目」、高岡市沖の定第57号「大中瀬」、定第58号「中瀬四番」、定第59号「中瀬五番」、定第60号「瀬中」および定第61号「刈又」であった。なお、定置漁業権の免許一覧表と漁場連絡図は、富山海区漁業調整委員会・富山県農林水産部水産漁港課(2024a, 2024b)を参照されたい。

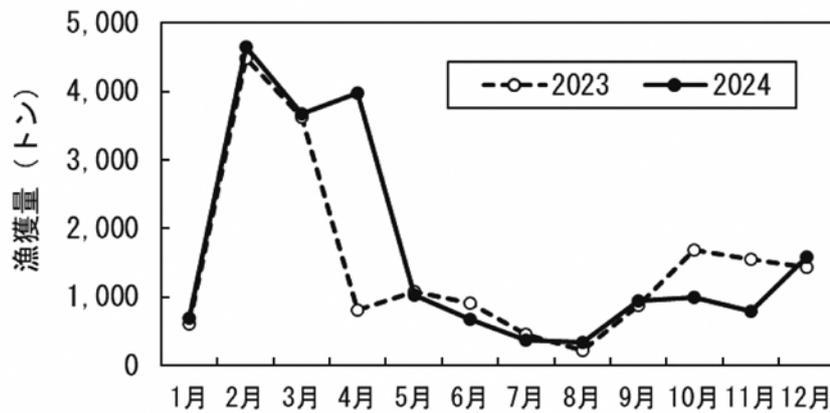


図5 富山県における定置網漁獲量の月別推移

2024年1月～12月の定置漁業による全魚種の漁獲量は19732トンで、昨年(2023年)の17721トンより増加(対前年比111%)した(図5)。1月～3月期は昨年と同レベルの漁獲量であったが、注目すべきは4月漁獲量が2023年の808トンから2024年の3978トンまで3170トンもの増加がみられたことである。豊漁をもたらした種はホタルイカ *Watasenia scintillans* であった。ホタルイカは冬季に沖合を回遊し中深層に生息する(林 1995)ため、能登半島地震が発生した時点では、地震や津波によるホタルイカ資源への影響は小さかったと考えられる。その後、ホタルイカは産卵のために富山湾沿岸に來遊し、2024年2月25日～26日に実施した富山湾奥部での中層トロール調査での採集個体数は平年に比べて中位水準であった。また、1月～2月中旬における定置網によるホタルイカ漁獲量が高位水準であったことから、今漁期は平年を上回る漁況となる見通しを立てた(富山県農林水産総合技術センター水産研究所 2024)。共同利用漁船等復旧支援対策事業を活用し、漁協や漁業者の弛まぬ復旧作業により被災した多くの定置網が修復され、3月1日からのホタルイカ漁期に間に合った。最終的に2024年漁期のホタルイカ漁獲量は4088トンとなり、統計のある1953年以降で最高を記録した。このように、定置漁業では能登半島地震に起因する海底地すべりの影響によって漁具に甚大な被害が生じたが、多くは回遊魚を漁獲していることから漁獲量への影響は小さかったといえる。

べにずわいがにかごなわ漁業 本漁業は、富山湾の水深800m以深で、かにかご漁具を用いてベニズワイガニ *Chionoecetes japonicus* を漁獲対象に操業している。本県ではべにずわいがにかごなわ漁業が知事許可漁業となっており、2024年時点で、新湊漁協3隻、滑川漁協2隻、魚津漁協3隻およびくろべ漁協1隻、合計9隻のかにかご漁船が操業していた。これらの漁船で使用していたかにかご漁具の多くが、海底地すべりのため流失した。国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所港湾空港技術研究所は、かにかご漁具の浮きにGPS波高計内蔵型ブイ(SOFAR社製、Spotter)を取り付けて30分間隔で波浪を観測していた。しかし、16時7分31秒に、黒部市生地鼻灯台より西に約7kmの海上からデータを送られたのを最後に通信が途絶えた(図3中の*3)。本来であれば16時37分に次のデータが送信されるはずであったが通信が途絶えたことから、16時7分から16時37分の間海底地すべりが発生し、ブイがかにかご漁具とともに海中に引き込まれたと考えられる。

2024年1月～12月における県全体のべにずわいがにかご漁獲量は230トンで、昨年(2023年)の288トンの

79.9%に減少した（図6）。特に、新湊漁協のベニズワイガニ漁獲量は26.4トンで、昨年の54.8トンの48.2%となり被害が大きかった。かにかご漁具が流失して出漁できなかったことに加え、水深800 m以深の深海漁場でも海底地すべりやそれに伴う混濁流の影響によりベニズワイガニ資源に影響を及ぼしている可能性が高い。

富山県水産研究所は、2024年2月2日～8日に、漁業調査船「立山丸」による小目合かにかご漁具を用いた捕獲調査を実施した。富山湾中央部宇出津沖の水深1191 mの地点では1かごあたり平均5.55個体のベニズワイガニが捕獲され、過去の平均値31.2個体/（かご）と比較して約6分の1に減少していた。湾奥部の魚津沖水深821 mの地点では6.1個体/（かご）で捕獲され、震災前の漁業者による漁獲個体数である6～7個体/（かご）の範囲内であった。魚津市沖水深800～900 mにおいて、曳航式深海中カメラを用いて海底の状況を調査した際、撮影開始地点（37°

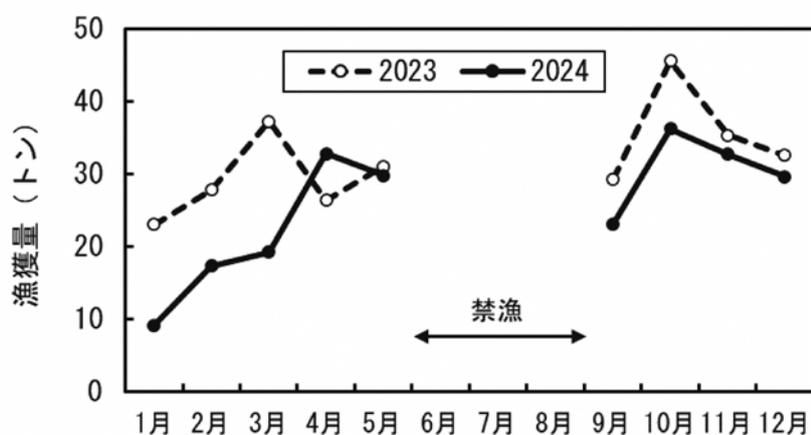


図6 富山県におけるベニズワイガニ漁獲量の月別推移



図7 富山湾の魚津沖水深800～900 mで確認された海底地すべりの痕跡。2本のロープには10 cm間隔で目印を付けている。

52.841' N, 137°17.230' E) から終了地点 (37°51.996' N, 137°16.136' E) の約 2.2 km の間に 4 箇所の海底地すべりの痕跡を確認した (図 3 中の *3)。それらの海底地すべりによって生じた段差は、目測で約 0.3 ~ 2 m と推定された (図 7)。漁場によってベニズワイガニの捕獲個体数や海底地すべりによる海底環境への変化が異なるが、海底地すべりやそれに伴う混濁流の影響の差がベニズワイガニの生息密度に反映されていると推定される。2007 年 3 月 25 日に発生した能登半島地震 (M 6.9) の時も、富山湾では地震発生後 5 分後に津波が発生してボートの転覆が起きており、富山湾の西部海域で海底地すべりが津波を引き起こしたと考えられている (Abe et al. 2008)。新湊漁協のかにかご漁業者によると、2007 年能登半島地震の後にも、令和 6 年 (2024 年) 能登半島地震の時と同様にベニズワイガニの漁獲が悪くなったとの証言があった。富山湾では近辺で比較的大きい地震が発生すると、海底地すべりが繰り返し起きている可能性がある。ベニズワイガニは、甲幅 9 cm を超える漁獲サイズまで成長するのに 8.7 ~ 10.2 年を要するため (前田・内山 2024)、資源が減少した海域では回復に長期間を要することが見込まれる。

ばいかごなわ漁業 本漁業は、富山湾の深海に生息するツバイ *Buccinum tsubai*、カガバイ *B. bayani*、オオエチュウバイ *B. tenuissimum* およびチヂミエゾボラ *Neptunea constricta* を対象とし、本県ではこれら 4 種をバイ類と称して漁獲されている。漁期は周年で水深 400 m 以深での操業が認められているが、11 月、12 月、1 月は水深 500 m 以深の海域に制限されている。べにずわいがにかごなわ漁業と同様に、ばいかごなわ漁具の流失被害も大きかった。2024 年 1 月 ~ 12 月におけるバイ類の漁獲量は 51.2 トンで、昨年 66.5 トンの 77.0% であった。

小型機船底びき網漁業 本漁業では、主に水深 300 ~ 400 m においてズワイガニ *Chionoecetes opilio* やホッコクアカエビ *Pandalus eous* などを対象に操業している。震災後には、底びき網の破網が相次いで発生した。震災以前は引っ掛かりもなく曳網できたところでも、海底地すべりにより海底地形が変化したため網が海底に引っかかるようになった。また、網に泥がよく付着するようになったとの証言が多く聞かれた。震災前の操業では破網はほとんど起きなかったが、2024 年 1 月には、新湊漁協所属の小型底びき網漁船 8 隻で 31 回もの破網が確認された。2024 年 1 月 ~ 3 月 (3 月 21 日 ~ 11 月 5 日は禁漁) の県全体のズワイガニ漁獲量は 10.5 トンで昨年 11.5 トンの 91.3% で漁獲量に及ぼす被害は小さかった。1 月には漁獲量の低迷がみられたが、2 月 ~ 3 月には例年並みに回復した。3 月 21 日 ~ 11 月 5 日の禁漁期間が明け、2024 年 11 月 ~ 12 月のズワイガニ漁獲量は 14.5 トンで、昨年同期 16.6 トンの 87.3% であった。2024 年 1 月 ~ 12 月のホッコクアカエビ漁獲量は 58.9 トンで、昨年 75.8 トンの 77.7% であった。

しろえび漁業 神通川や庄川・小矢部川の海底谷は主要なシラエビ *Pasiphaea japonica* の漁場となっている (Nanjo and Katayama 2014)。先述したとおり、それぞれの海域で大規模な海底地すべりが確認された (海上保安庁 2024b, 2024c, Minami et al. 2024)。両海域では、それぞれ新湊漁協所属 8 隻ととやま市漁協所属 6 隻が操業している。4 月 1 日に解禁されたシラエビ漁獲量の出足が悪く、海底谷での海底地すべりの影響が疑われた。水揚げの激減を受け、新湊漁協では 4 月 20 日 ~ 5 月 9 日までの 20 日間を休漁した。2024 年 4 月 ~ 11 月 (12 月 ~ 翌 3 月は禁漁) のシラエビ漁獲量は、新湊漁協およびとやま市漁協でそれぞれ 41.1 トンと 152 トンで、それぞれ昨年同期の 151 トンと 400 トンと比較すると、対前年比で 27.2% と 38.0% であった (図 8)。2024 年における県全体のシラエビ漁獲量は 193 トンで、富山県水産情報システムで集計のある 1985 年以

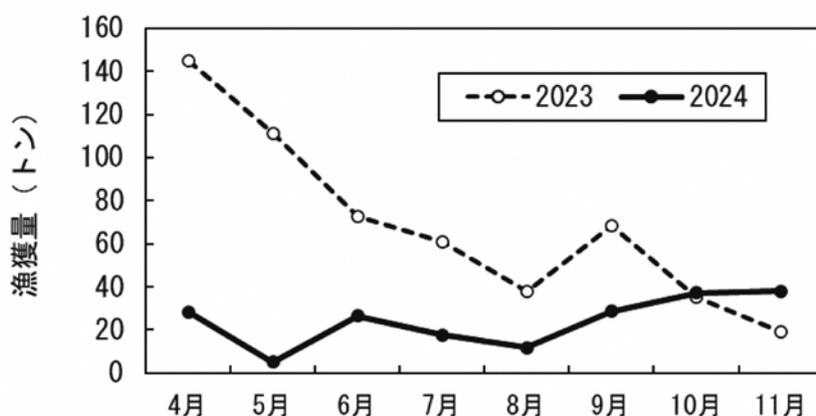


図8 富山県におけるシラエビ漁獲量の月別推移

降で最低となった。

シラエビは浮遊性で水深 150 ~ 400 m に分布する (Omori, 1976) ことから、底生生物のように海底地すべりの影響を直接的に受けないと考えられる。しかし、当所の漁業調査船「立山丸」と沿岸漁業調査船「はやつき」によって、プランクトンネットを用いたシラエビ幼生の生息密度調査を実施したところ、両海域ともに生息密度の低下が確認された。海底地すべりによって海底谷の斜面が崩落し、海水中の濁りの発生に伴い溶存酸素濃度が低下し、濁りや低酸素を避けて漁獲サイズの成体シラエビが海底谷に形成されている漁場から逃避・減耗した可能性が考えられる。シラエビの寿命は 2.5 ~ 3 年と推定されていることから (Omori, 1976)、シラエビ資源には長期的な影響が懸念される。

7. 養殖・増殖施設

海面養殖 富山県沿岸での海面養殖を営む経営体は少なく、魚類ではギンザケ *Oncorhynchus kisutch* とサクラマス *O. masou*, 海藻類ではワカメ *Undaria pinnatifida*, マコンブ *Saccharina japonica* およびガゴメコンブ *Kjellmaniella crassifolia* が小規模で養殖されている。富山県沿岸には津波が襲来したが、魚類および海藻類の養殖筏に対して被害は認められなかった。

陸上養殖 堀岡養殖漁協は、サクラマスを養殖する陸上施設を有しており、震災により施設内の 7 箇所に被害が生じた (表 2)。地盤の液状化による地面の陥没、排水処理槽の傾倒、高架濾過棟や排水路の破損が確認された。電気料金の高騰や稚魚の入手不足のため、2024 年 1 月には陸上施設を用いた魚類養殖を中断しており、魚類養殖生産には影響がなかった。堀岡養殖漁協は、飼育海水を隣接する近畿大学水産研究所富山実験場から分水しており、近畿大学の取水施設と分水配管の損傷により海水が汲み上げられず、送水もできなくなった。なお、近畿大学水産研究所富山実験場では水槽の破損によりサクラマス 660 尾が斃死した。

入善海洋深層水施設 入善町の海洋深層水の 2 つの取水施設が、今回の震災により被災した。2 本の取水管によって、それぞれ水深 384 m および 363 m から深層水を汲み上げていた。1 月 28 日 ~ 29 日に実施した町の調査によると、鉄線鍍装硬質ポリエチレン管が、海底地すべりにより前者で

は水深100 m、後者では水深220 mで破断していた。2000年度～2001年度に水産庁の補助を受けて整備した前者の取水管は、サクラマス養殖や漁獲物・カキの畜養に使用していた。他方の取水管は、2020年～2024年度に町が内閣府のデジタル田園都市国家構想交付金を活用して整備中であった。町は、2024年4月26日～30日に、2022年度に敷設した取水管の水深220 mの破断箇所を切断する応急措置を実施した。その結果、4月30日には海水を汲み上げることが可能となった。2026年度までに、パックご飯工場の増設やサーモン陸上養殖施設が建設される計画であるため、2025年度末までに、隣接した場所に2本の取水管を敷設し直すこととしている。復旧に際し、水産庁の補助施設では、同庁の水産業共同利用施設緊急復旧整備事業が活用される。内閣府の補助施設については、改めて同事業の活用計画を策定し、新たに取水施設を設置する。

富山県栽培漁業センター 当施設は石川県の県境に近い氷見市姿地区にあり、震源地にもっとも近い県有施設である。当センターは、富山湾に放流するクロダイ *Acanthopagrus schlegelii* の種苗生産と教育・産業観光に対応するため、2022年に改修整備を開始し、2023年4月にリニューアルオープンした。ところが、能登半島地震により、飼育海水の給水配管の破裂および展示室の壁や天井の破損などが生じた。飼育海水が使用できなくなったため、1月2日～12日には、クロダイ親魚70尾、クロダイ種苗2000尾、ヒラメ *Paralichthys olivaceus* 種苗数百尾を滑川市にある水産研究所に、アワビ *Haliotis discus* 13000個を滑川栽培漁業センターに避難させた。配管の復旧工事は1月5日にとりかかり4月12日に完成し、2024年度の種苗生産は例年どおり進められた。展示室等の復旧と安全確認も4月中に完了し、一般者への施設の開放は4月30日から再開された。

富山県水産研究所 当研究所では地震による施設への大きな影響はなかったが、一部の送水管に破損がみられた。アカムツ *Doederleinia berycoides* の栽培漁業にかかる種苗生産技術と生態解明のために飼育していた飼育魚の一部で斃死が認められた。飼育中のアカムツ8000尾のうち、2～6歳魚、体長15～25 cmの700尾が地震による揺れや停電の影響でパニック状態となって斃死した。

内水面漁協 庄川沿岸漁業協同組合連合会の庄川養魚場では、水車1基が破損した。また、富山漁協の神通川アユ・マス増殖場において、アユ *Plecoglossus altivelis* 飼育池の排水管に損傷が認められ、13飼育池のうち2池が使用できなくなった。また、神通川アユ増殖場では、放流のためのサケ *Oncorhynchus keta* 稚魚約1万尾を飼育していたが、給水管の脱落により斃死した。

8. 漁場機能回復

今回の震災では、被災した家屋や漁具などが漂流して海洋ごみが発生し、富山湾内の漁場環境の悪化による操業への支障が懸念されている。このため、国（水産庁）において、2024年1月26日に、石川県、富山県および新潟県を対象として「令和6年能登半島地震漁場等機能回復対策事業(国予算9億146万円、補助率国費10/10)」が創設された。このうち、本県分として1億2000万円が予算措置された。

2月14日には、この事業を活用した漁場復旧の実施主体として、県漁連と沿海9漁協等が参画する「富山県漁場等機能回復対策協議会」が設立された。事務局を県漁連に置き、海洋環境の調査、漂流・漂着ゴミ、堆積物の処理および藻場の再生等を実施できる体制が整えられた。

富山県漁場等機能回復対策協議会からの調査依頼を受け、富山県水産研究所では緊急的に富

山湾の底質調査を実施した。海底地すべりにより海底環境が大きく変化した可能性があったため、2024年5月に富山湾の水深6～600mに74定点を配置して調査した。当所では、2001年から5年ごとに富山湾漁場環境総合調査（水質・底質・藻場）を実施している（富山県水産試験場2002, 2007, 富山県農林水産総合技術センター水産研究所 2013, 2018, 2023）。これらの結果を比較することで、今回の地震による底質の変化を捉えることができた。その結果、海底堆積物の有機汚濁指標である硫化物に水産用水基準を上回る定点が複数確認され、その定点数も過去の調査よりも増加した。海底地すべりによって古い地層が海底表面に露出したため、低酸素下で蓄積された硫化物が表在化した結果と考えられる。水深400mの定点では、従来の泥層の堆積物上に砂層が新たに積もった痕跡も確認され、浅海域の堆積物が深海域に移動したことが確認された。

9. まとめ

富山県は、2024年3月27日に「令和6年能登半島地震に係る富山県復旧・復興ロードマップ（中間とりまとめ）」を公表した（富山県 2024）。被災した漁業者等の漁船・漁具については2024年度中に、漁港と共同利用施設等については2026年度中に復旧を完了する目標を掲げている。

能登半島地震により、陸上では漁港や共同利用施設の損壊が起こり、海中では海底地すべりによって海底地形が変化した。海底地すべりは、定置網の破損、ベニズワイガニやシラエビ等の記録的な不漁をもたらし、富山湾の漁業に甚大なる被害を与えた。海底地すべりにより、海底や海底谷に生息する水産生物資源や富山湾の海底環境に長期的な影響が及ぼされることが想定される。資源の回復や海洋環境をモニタリングし、適切な資源管理を進めていく必要がある。

要 約

2024年1月1日に能登半島地震が発生し、富山県では最大震度5強を観測した。富山市の検潮所では波高79cmの津波が観測され、富山湾の海底では「海底地すべり」が発生した。県内では、県営と市営の10漁港で岸壁や護岸の傾倒、エプロンの沈下など66件に被害が認められた。漁協等が所有する共同利用施設では、荷さばき所、製氷施設の破損や地盤沈下など62施設に被害が確認された。漁船の転覆・破損が8隻、定置網やかごなわ、刺網等の漁具の破損や流出が100件確認された。能登半島地震後に、定置漁業ではホタルイカの大豊漁もあって漁獲量への影響は小さかった。一方、海底地すべりの発生によって、富山湾の深海や海底谷が漁場となっているベニズワイガニやシラエビでは漁獲量の減少が顕著であった。

謝 辞

本稿を取りまとめるにあたり、県内の漁業者と漁協職員の方々にご協力をいただいた。農林水産省および水産庁の方々には、復興支援にかかる的確なアドバイスとご支援をいただいた。海上保安庁の南宏樹火山調査官には、海底地形に関する情報提供をいただいた。かにかご漁具による波浪観測には、国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所港湾空港技術研究所の田村仁主任

研究員にご協力をいただいた。富山県農林水産総合技術センター水産研究所の漁業調査船「立山丸」と沿岸漁業調査船「はやつき」の船員には、緊急的な調査航海に対応いただいた。復旧・復興にあたって、国や全国の自治体、団体から応援をいただいた。ここに記して感謝の意を表します。

文 献

- Abe, I., K. Goto, F. Imamura and K. Shimizu 2008: Numerical simulation of the tsunami generated by the 2007 Noto Hanto Earthquake and implications for unusual tidal surges observed in Toyama Bay. *Earth, Planets and Space*, **60**: 133-138. <https://doi.org/10.1186/BF03352774>
- 林 清志 1995：富山湾産ホタルイカの資源生物学的研究。富山県水産試験場研究報告, **7**：1-128.
- 地震調査研究推進本部 2024：令和6年能登半島地震の評価。 https://www.static.jishin.go.jp/resource/monthly/2024/20240101_noto_3.pdf
- 海上保安庁 2024a：富山湾の海底で斜面崩壊の痕跡を確認。 <https://www.kaiho.mlit.go.jp/info/kouhou/r6/k240124/k240124.pdf>
- 海上保安庁 2024b：富山湾の海底で斜面崩壊の痕跡を確認（第2報）。 https://www.kaiho.mlit.go.jp/info/kouhou/r6/k240311_2/k240311_2.pdf
- 海上保安庁 2024c：富山湾の海底で斜面崩壊の痕跡を確認（第3報）～高岡市伏木沖の海底でも斜面崩壊～。 https://www.kaiho.mlit.go.jp/info/kouhou/r6/k241202_1/k241202_1.pdf
- 海洋研究開発機構 2024a：令和6年能登半島地震に伴う学術研究船「白鳳丸」緊急調査航海（第一次）の実施について https://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20240112/
- 海洋研究開発機構 2024b：令和6年能登半島地震に伴う学術研究船「白鳳丸」緊急調査航海（第二次）の実施について https://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20240216/
- 海洋研究開発機構 2024c：令和6年能登半島地震に伴う学術研究船「白鳳丸」緊急調査航海（第三次）の実施について - 共同利用研究航海：地震発生域の海洋地球科学総合調査 - 。 https://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20240301/
- 前田経雄・内山 勇 2024：海洋深層水を使用した飼育下におけるベニズワイガニの脱皮成長量と脱皮間隔。 *日本水産学会誌*, **90**：242-253. <https://doi.org/10.2331/suisan.23-00047>
- Minami, H., K. Umino, R. Tateishi, N. Kawamura and N. Seo 2024: Detecting submarine landslides caused by the 2024 Noto Peninsula Earthquake through repeat bathymetric surveys in Toyama Bay, Japan. *Landslides*, **22**: 449-458. <https://doi.org/10.1007/s10346-024-02434-2>
- Nanjo, N. and S. Katayama 2014: Distribution of *Pasiphaea japonica* larvae in submarine canyons and adjacent continental slope areas in Toyama Bay, Sea of Japan. *Journal of Marine Systems*, **137**: 28-34. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2014.03.010>
- Omori, M. 1976: The glass shrimp, *Pasiphaea japonica* sp. nov. (Caridea, Pasiphaeidae), a sibling species of *Pasiphaea sivado*, with notes on its biology and fishery in Toyama Bay, Japan. *Bulletin of the National Science Museum Series A (Zoology)*, **2**: 249-266.
- 水産庁防災漁村課水産施設災害対策室 2023：水産関係公共土木施設等災害復旧マニュアル（災

害発生から査定まで). https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_zigyo/saigai/attach/pdf/index-20.pdf

富山海区漁業調整委員会・富山県農林水産部水産漁港課 2024a：富山県における定置，区画及び共同漁業権一覧. <https://www.pref.toyama.jp/documents/7062/menkyoichiran.pdf>

富山海区漁業調整委員会・富山県農林水産部水産漁港課 2024b：漁場連絡図 <https://www.pref.toyama.jp/documents/7062/renrakuzu.pdf>

富山県 2004：富山の漁港 2003. 57pp.

富山県 2024：令和6年能登半島地震に係る富山県復旧・復興ロードマップ（中間とりまとめ）. <https://www.pref.toyama.jp/documents/39833/240327roadmap.pdf>

富山県農林水産総合技術センター水産研究所 2013. 富山湾の漁場環境（2011）－水質・底質・藻場－. 平成23年度富山湾漁場環境総合調査報告書，飯田直樹・瀬戸陽一・若林 洋編，富山，178pp.

富山県農林水産総合技術センター水産研究所 2018. 富山湾の漁場環境（2016）－水質・底質・藻場－. 平成28年度富山湾漁場環境総合調査報告書，浦邊清治・加藤 繭編，富山，203pp.

富山県農林水産総合技術センター水産研究所 2023. 富山湾の漁場環境（2021）－水質・底質・藻場－. 令和3年度富山湾漁場環境総合調査報告書，藤島陽平・松村 航編，富山，228pp.

富山県水産試験場 2002. 富山湾の漁場環境（2001）－水質・底質・藻場－. 富山湾漁場環境総合調査報告書，藤田大介・小善圭一編，富山，174pp.

富山県水産試験場 2007. 富山湾の漁場環境（2006）－水質・底質・藻場・餌料環境－. 平成18年度富山湾漁場環境総合調査報告書，辻本 良・浦邊清治・小谷口正樹編，富山，204pp.

富山地方気象台 2024：富山県の地震概況「令和6年（2024年）1月」. https://www.jma-net.go.jp/toyama/_topics/pdf_jisin/jisin_01.pdf

富山県農林水産総合技術センター水産研究所 2024：ホタルイカ漁況の見通しおよび情報提供. 令和5年度富山県農林水産総合技術センター水産研究所年報，p. 19-21.

Yanagisawa, H., I. Abe and T. Baba 2024：What was the source of the nonseismic tsunami that occurred in Toyama Bay during the 2024 Noto Peninsula earthquake. *Scientific Reports*, **14**: 18245. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-69097-w>

富山湾に面する漁港内におけるサクラマスの飼育試験（資料）

田子泰彦^{*1*2}・野村幸司^{*1}・加藤 繭^{*1*3}・川口航平^{*4*5}・宮本康博^{*6}
遠藤 修^{*6}・村下哲也^{*6}・河合 要^{*7}
(2025年2月4日受理)

Examination of aquaculture of masu salmon in the fishing port facing Toyama Bay (Notes)

TAGO Yasuhiko, NOMURA Koji, KATO Mayu, KAWAGUCHI Kohei, MIYAMOTO Yasuhiro,
ENDO Osamu, MURASHITA Tetsuya and KAWAI Kaname

Aquaculture of masu salmon, *Oncorhynchus masou masou*, in the sea was examined in the Shinminato fishing port facing Toyama Bay. The number of 3,166 juveniles (Average body weight was 172 g) was reared at an aquaculture cage in the port at first in December in 2017, and the number of 2,800 adults (Body weights were mostly in the range of 1.0 to 1.3 kg) was harvested finally from April to May in 2018.

Key words: Masu salmon; Aquaculture; Aquaculture cage; Fishing port; Toyama Bay

-
- *1 富山県農林水産総合技術センター水産研究所 (Fisheries Research Institute, Toyama Prefectural Agricultural Forestry and Fisheries Research Center, 364, Takatsuka, Namerikawa, Toyama 936-8536, Japan)
- *2 現所属 庄川沿岸漁業協同組合連合会庄川養魚場 (Shougawa Hatchery, 2909, Hirokami, Imizu, Toyama 939-0256, Japan)
- *3 現所属 富山県水産漁港課 (Fisheries and Fishing Ports Division, Toyama Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Department, 5-13, Sakurabashi-dori, Toyama, Toyama 930-0004, Japan)
- *4 富山県農林水産総合技術センター食品研究所 (Food Research Institute, Toyama Prefectural Agricultural Forestry and Fisheries Research Center, 360, Yoshioka, Toyama, Toyama 939-8153, Japan)
- *5 現所属 富山県農林水産総合技術センター企画管理部 (Department of Research Planning & Management, Toyama Prefectural Agricultural Forestry and Fisheries Research Center, 1124-1, Yoshioka, Toyama, Toyama 939-8153, Japan)
- *6 射水市産業経済部 (Industry and Economy Department, Imizu City, 703, Kojima, Imizu, Toyama 939-0292, Japan)
- *7 ユーロフィンアーステクノ株式会社 (Eurofins Earth Techno Co. Ltd, 8-17, Hibari, Imizu, Toyama 939-0351, Japan)

富山湾（図1）は日本海でも有数の深い水深を有するため、300m以深の深海には日本海固有冷水（深層水）が存在する。また、その上層には対馬暖流が流れ、沿岸近くには北アルプスを起源とする山々から発した河川から淡水が流れ込む。このため、多種多様な水産上の重要種が生息または来遊し、定置網漁業を主体に多くの漁獲量を維持してきた。しかし、近年は漁獲量の減少傾向が続き、2017年には過去38年（平均23,532トン）では最も低い12,667トンの漁獲量に留まったことから、沿岸漁業関係者の間では、先行きに不安感を抱く人が増えてきている。この要因もあってか、漁業関係者の中には富山湾において魚類の海面養殖を望む声が聞かれるようになった。

一方、射水市内に所在し、富山湾に面する堀岡養殖漁業協同組合（以下、堀岡漁協）はヒラメ *Paralichthys olivaceus*、トラフグ *Takifugu rubripes* を主な魚種として養殖業を営んできたが、近年、販売量が減少し、経営状況が厳しくなっていた。このため、堀岡漁協は、射水市の指導を受けて、全国的に知名度が高い富山名産「マス鮭」の原材料であるサクラマス *Oncorhynchus masou masou* の養殖を実施することによって、経営の改善を図ろうとした。大門漁業協同組合（以下、大門漁協）の増殖施設での2年成熟タイプのサクラマスの人工孵化事業の成功を受けて、射水市は「いみずサクラマス市場化推進協議会（以下、協議会）」を設立し、サクラマスの淡水期の飼育は大門漁協、海水期の飼育は堀岡漁協で行うことにより、市内にある増養殖施設でサクラマスの生活史を完結する養殖計画を立案した。そして、これにより生産されたサクラマスを「いみずサクラマス」と命名し、市場に販売する計画を進めた（田子 2017a,b,c）。

しかし、堀岡漁協では表層海水（水深10m）と中層海水（水深100m）を取水しているため、夏季の水温が18°Cを超えることから、冷水性であるサクラマスの夏を超えての飼育ができないこと、および取水量が少ないため、その生産尾数には限界があることが明らかになった。このため、新たな養殖手段として、富山湾での海面養殖への展開が期待されるようになった。

2020年の日本のさけますの輸入量は250,762トンもあり、（農林水産省 HP https://www.maff.go.jp/j/heya/kodomo_sodan/0607/03.html, 2024年2月29日閲覧）、国産のサクラマスが消費される潜在的な余地はまだまだ大きいものと推測される。近年、北海道から九州にかけての多くの場所で、海中でのサーモン養殖が盛んに行われるようになった。しかし、海面養殖されるサケ科魚種は、ニジマス *Oncorhynchus mykiss* またはギンザケ *Oncorhynchus kisutch* がほとんどで、サクラマスでは鳥取県弓ヶ浜や兵庫県淡路島など一部で行われているに過ぎない（今井 2020）。

本研究は、富山湾での魚類養殖の振興を図る目的で、サクラマスの飼育管理に関しては協議会が、飼育魚の魚体測定、食味試験および環境調査に関しては富山県農林水産総合技術センター水産研究所（以下、富山水研）が、食品科学的分析は同食品研究所が行うことで、射水市の新湊漁港（図1）において、サクラマスの海中飼育試験を試みたので、その概要を報告する。

材料と方法

親魚の飼育方法 サクラマスの飼育試験は、2017年11月28日から2018年5月31日において、富山湾に面する富山県射水市地先の新湊漁港の港内（図1）で行った。飼育に用いた生簀は水面にフロートで浮いている鉄製の枠の一辺が12mの正方形で、中央部には給餌用の棧橋が設置されていた（図2）。網の深さは漁港内の水深に合わせて、5～6mとした。生簀の設置場所は新湊漁港の



図1 富山湾と新湊漁港の位置図（左上）

図2 新湊漁港内の生簀（西側から東側を望む：右上，南側から北側を望む：右下）



ほぼ中央で、漁船の航行の安全性を考慮して、北側に位置する防波堤にできるだけ近づけた。なお、同防波堤はコンクリートブロックを積み重ねてできたものであり、生簀周辺には漁港の入り口だけでなく、北側の防波堤からも海水が浸透していた（図2）。

飼育試験に用いたサクラマス未成魚は、射水市二口にある大門漁協の増殖場および射水市の「射水サクラマスセンター」で、2016年10月25日に採卵し、その後、孵化した稚魚を、2017年11月10日まで同所で飼育した個体で、2017年11月10日にトラック輸送により堀岡漁協の陸上飼育池に移した。同池では1日をかけて海水に馴致させ、生簀への収容日まで海水で飼育した。

漁港内の生簀に2017年11月28日に1,500尾および12月2日に1,666尾の計3,166尾のサクラマス未成魚（平均尾叉長25cm, 平均体重172g）を収容した。サクラマス未成魚への給餌は午前6～7時および午後2～3時に行い、1日に魚体重の2%の配合飼料（ペレット）を、手撒きにより与えた。土日および休日は給餌を行わなかった。給餌の際に、死亡魚を計数の上、取り上げた。2018年4月9日より「マス鮭」用の原料とするために、週に4回、毎回数十尾の取り上げを開始し、同年5月31日まで飼育した。

魚体測定 サクラマス未成魚の成長を調べるために、原則として月に1回、飼育中のサクラマス9～31尾をタモ網で取り上げ、氷冷して富山水研に持ち帰り、尾叉長、体重、体高および生殖腺重量を測定した。

食品科学的分析 海面飼育したサクラマスの食品としての価値を明らかにするために、海面飼育された個体（以下、海上飼育魚）および堀岡漁協において海面飼育個体と同期間陸上飼育された個体（以下、陸上飼育魚）を、それぞれ2018年3月25日と5月31日に取り上げ、富山県農林水産

総合技術センター食品研究所に運び、肉色と脂質の分析を行った。肉色は、三枚におろした半身の筋肉部分について、簡易型分光色差計（日本電色工業社製 NF333）を用いてL*（明度）、a*（+赤方向、-緑方向）およびb*（+黄方向、-青方向）を測定した。脂質は、三枚におろした半身から皮を除去し、フードカッターで均質化後、ソックスレー抽出法により粗脂肪量を測定した。なお、「生食用さけます」の脂質含量を日本食品分析表から調べた。

また、両者の生および冷凍保存した個体の官能評価を2018年3月29日には富山第一ホテル（富山市）で、同年5月21日には射水市役所で行った。2018年3月29日に実施した官能評価では、試料を陸上飼育生（陸生区）、陸上飼育冷凍（陸冷凍区）、海上飼育冷凍（海冷凍区）の3試験区とし、強さを指標として評点法にて実施した。

検査項目は「色、香り、歯ごたえ、脂の乗り、うま味、総合（嗜好）」、評価は7段階（非常に強い、3点；強い、2点；やや強い、1点；どちらともいえない、0点；やや弱い、-1点；弱い、-2点；非常に弱い、-3点）で、36名をパネルとした。

2018年5月21日に実施した官能評価では、試料を陸上飼育生（陸生区）、陸上飼育冷凍（陸冷凍区）、海上飼育生（海生区）、海上飼育冷凍（海冷凍区）の4試験区とし、2点嗜好試験法（食品の官能評価・鑑別演習 1999）にて、30名をパネルとした。試料はいずれの試験とも筋肉部分を刺身状にスライスしたものをを用いた。

環境調査 海中飼育試験を実施する前後での生簀周辺の水質および底質の環境を把握するために、2017年10月11日、2018年3月8日および5月28日に、富山水研の栽培漁業調査船「はやつき」（19トン）を用いて水質調査および底質調査を行った。水質調査は、生簀周辺の1地点において表層および底層を採水し、分析に供した。採水は、表層はバケツにより、底層はバンドーン型採水器

表1 水質調査地点

調査月	緯度(N)		経度(E)		水深(m)
2017年10月	36°	47.05′	137°	05.57′	6.7
2018年3月	36°	47.04′	137°	05.56′	6.7
2018年5月	36°	47.05′	137°	05.56′	7.0

表2 水質の分析項目と分析方法

分析項目	方法
水色	フォーレル・ウーレ水色計によった。
透明度	セッキ板によった。
水温	棒状水銀温度計によった。
塩分	サリノメーター601MK-Ⅲ（YEO-CAL製）によった。
水素イオン濃度（pH）	JIS K 0120 12.1
浮遊物質（SS）	昭和46年環境庁告示第59号付表9
化学的酸素要求量（COD _{Mn} ）	JIS K 0120 17
溶存酸素量（DO）	JIS K 0120 32.1
全窒素	JIS K 0120 45.4
全リン	JIS K 0120 46.3.1

により海底直上約1mにおいて行った。採水地点の位置を表1に、分析項目と方法を表2に示した。採水した地点においては水質多項目分析計CTD (RINKO-Profiler ASTD102 JFEアドバンテック社)により、水温、塩分、溶存酸素(DO)、濁度およびクロロフィル蛍光強度について海底直上(約35cm上)まで鉛直測定を行った(図3)。

底質調査は、生簀周辺の1地点においてスミス・マッキンタイヤー型採泥器(採取面積1/20m²)により採泥を行い(図4)、底質について分析した。採泥地点の位置を表3に、分析項目と方法を表4に示した。



図3 CTDによる水質測定



図4 採泥器による採泥作業

表3 底質調査地点

調査月	緯度(N)		経度(E)		水深(m)
2017年10月	36°	47.04′	137°	05.58′	6.3
2018年3月	36°	47.04′	137°	05.56′	6.7
2018年5月	36°	47.04′	137°	05.56′	6.8

表4 底質の分析項目と方法

分析項目	方法
泥温	棒状水銀温度計によった。
泥色	標準土色帖(農林水産省農林水産技術会議事務局監修)によった。
水素イオン濃度(pH)	底質調査方法Ⅱ.4.4
強熱減量	底質調査方法Ⅱ.4.2
硫化物	底質調査方法Ⅱ.4.6
過マンガン酸カリウムによる酸素消費量(COD _{sed})	底質調査方法Ⅱ.4.7
全窒素	底質調査方法Ⅱ.4.8.1.2
全リン	底質調査方法Ⅱ.4.9.1

生簀で飼育中の水温を把握するために、2018年1月6日には1時間間隔で水温を記録できるロガー（ONSET社製 Tidbit V2）を生簀網の水面付近に設置した。

結 果

水質および底質の環境 表層および底層の水質分析の結果をそれぞれ表5, 6に示した。表層の水質は、サクラマス飼育試験の開始前に行った2017年10月の結果と比較し、飼育試験期間中に行った2018年3月および飼育試験期間末に行った2018年5月の結果は、pH, SS, COD_{Mn}, 全窒素, 全リンの値について顕著な変化はみられなかった。また、DOの値について試験開始前の2017年10月に比較し、飼育試験期間中の2018年3月および2018年5月調査の結果には低下がみられなかった。表層のpH, DOおよびCODの値は、公共用水域の水質汚濁に係る環境基準（海域）（以下「環境基準」と示す。）A類型の基準値（pH：7.8以上8.3以下，DO：7.5mg/L以上，COD_{Mn}：2mg/L以下）の範囲にあり，全窒素および全リンは概ね環境基準II類型の基準値（全窒素：0.3mg/L以下，全リン：0.03mg/L以下）の範囲にあった。なお，水質調査地点の水色および透明度は，いずれの調査においても6および6mで，海底がほぼ見える状況であった。

底層の水質は，飼育試験開始前の2017年10月の結果と比較し，飼育試験期間中の2018年3月および飼育試験期間末の2018年5月の結果は，pH, SS, COD, 全窒素, 全リンの値について顕著な変化はみられなかった。また，DOの値について2017年10月の結果に比較し，2018年3月および2018年5月の結果には低下はみられなかった。底層のpH, DOおよびCOD_{Mn}の値は，環境基準B類型の基準値（pH：7.8以上8.3以下，DO：5mg/L以上，COD_{Mn}：3mg/L以下）の範囲にあり，全窒素および全リンは概ね環境基準I類型の基準値（全窒素：0.2mg/L以下，全リン：0.02mg/L以下）の範囲にあった。

水質鉛直測定結果を図5に示した。水温は，2017年10月には23.8～24.3℃に，2018年3月には7.5～10.4℃，2018年5月には16.6～18.0℃にあった。塩分は，2017年10月には30.70～

表5 水質の測定結果（表層）

調査月	水温 ℃	塩分	pH	SS mg/L	DO mg/L	COD _{Mn} mg/L	全窒素 mg/L	全リン mg/L
2017年10月	24.1	30.71	8.2	2	7.6	2.0	0.17	0.015
2018年3月	7.9	16.32	8.1	3	10.8	1.3	0.32	0.026
2018年5月	18.3	23.77	8.1	3	8.1	1.5	0.26	0.022

表6 水質の測定結果（底層）

調査月	水温 ℃	塩分	pH	SS mg/L	DO mg/L	COD _{Mn} mg/L	全窒素 mg/L	全リン mg/L
2017年10月	23.7	33.17	8.2	3	7.0	2.1	0.14	0.014
2018年3月	10.6	33.39	8.1	3	9.4	1.7	0.17	0.022
2018年5月	16.6	33.65	8.1	3	8.0	1.4	0.13	0.014

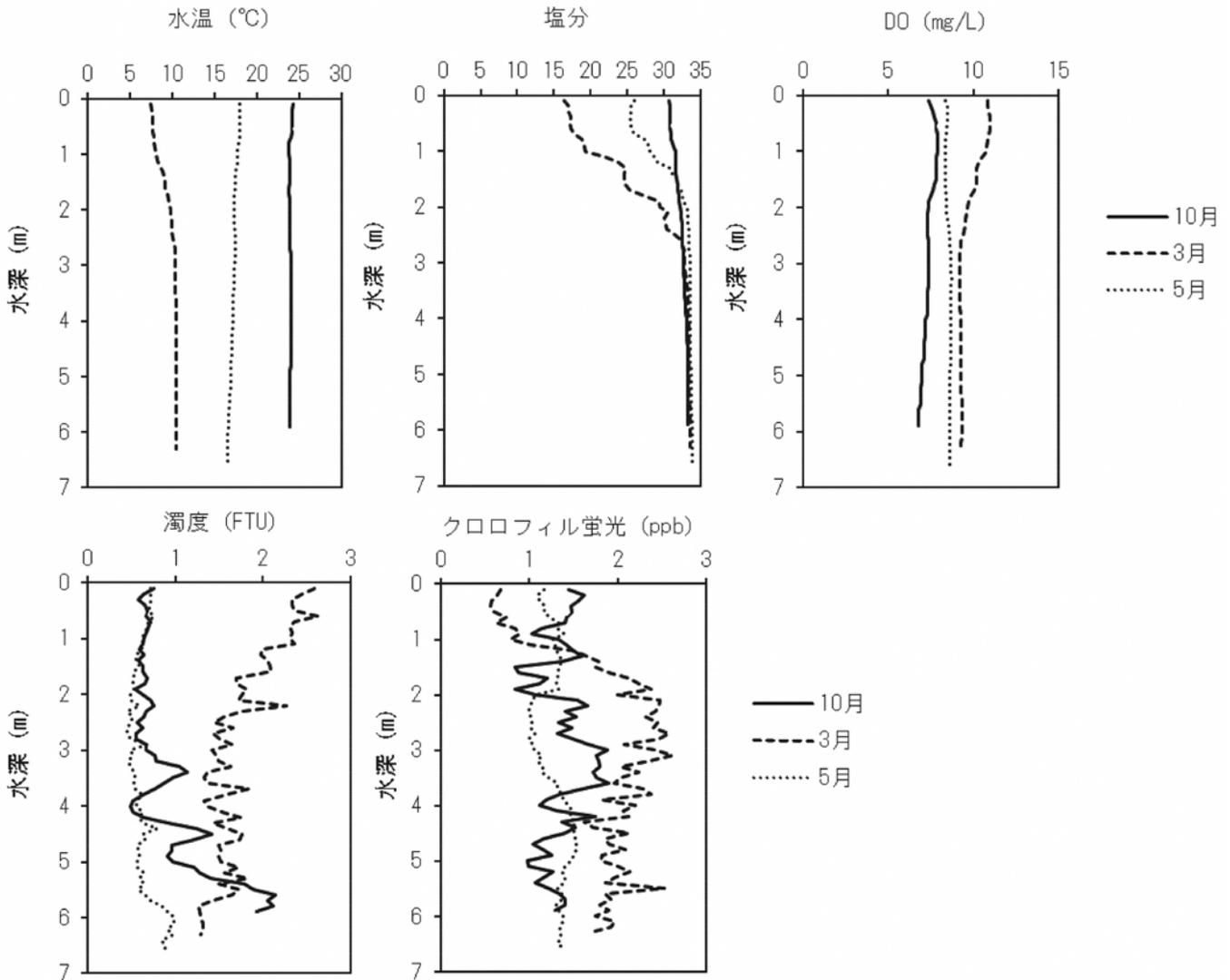


図5 鉛直方向の水質測定結果

33.30, 2018年3月には16.42～33.61, 2018年5月には25.39～33.82にあり, 3m以浅は汽水の状態にあった。DOは6.8～11.0mg/Lに, 濁度は2017年10月では0.45～2.62FTUに, クロロフィル蛍光強度は0.56～2.61ppbにあった。

底質分析の結果を表7に示した。底質は, 飼育試験前の2017年10月の結果と比較し, 飼育試験期間中の2018年3月調査および飼育試験期間末の2018年5月調査の結果は, pH, 強熱減量, 硫化物, COD_{sed} , 全窒素および全リンの値について顕著な変化はみられなかった。また, 硫化物および COD_{sed} の値は, いずれの調査においても水産用水基準の基準値 (硫化物: 0.2mg/g・dry 以下, COD_{sed} : 20mg/g・dry 以下) を下回った。

生簀の水温変化を図6に示した。2018年1月6日～5月31日においては, 水温は, 多くの期間で10～15°Cに分布した。最低水温は, 3月7日6時の5.7°C, 最高水温は5月27日17時の19.3°Cであった。

表7 底質の測定結果

調査月	泥温 °C	泥色	pH	強熱減量 %	硫化物 mg/g	COD _{ced} mg/g	全窒素 mg/g	全リン mg/g
2017年10月	24.0	暗オリーブ	7.7	4.8	0.05	7.6	0.76	0.52
2018年3月	10.5	オリーブ黒	8.0	4.3	0.01	7.5	0.64	0.57
2018年5月	17.6	オリーブ黒	7.7	4.5	<0.01	7.2	0.63	0.55

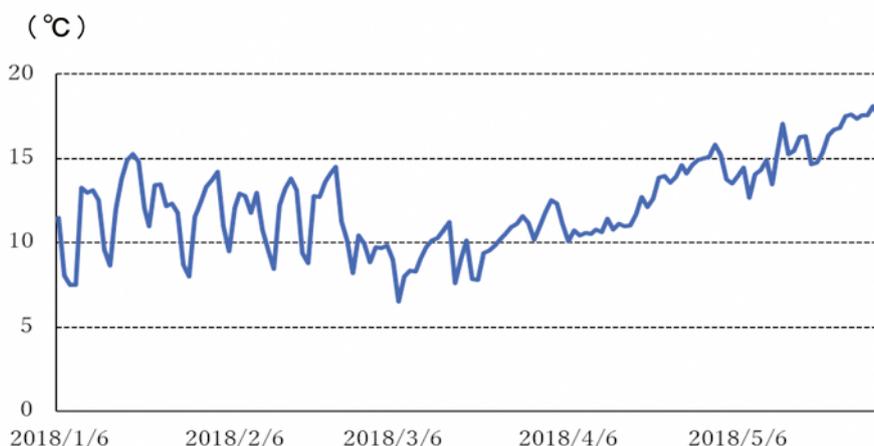


図6 データロガーで測定した生け簀上部の水温変化

サクラマスの収穫率，体サイズ，成熟度および性比 海面生簀に2017年11月28日と12月2日に合わせて3,166尾収容したサクラマスは，2018年4月9日以降，1kgを超えた個体から，週に3日ほど，1日に20～30尾の試験収穫を行い，同年5月31日には飼育を終え，生簀にいたすべての個体を収穫した（図7）。4～5月に1kgを超えたサクラマスは2,800尾であった。

本海面飼育試験において，本研究によるサンプリングや試験収穫を除いた死亡魚は307尾で，飼育開始から終了までのサクラマス飼育個体の収穫率は88.7% ($[3,166-307]/3,166 \times 100$)，4～5月の1kgを超える個体の収穫率は88.4% ($2,800/3,166 \times 100$)であった。なお，本生簀での最大収容密度は $3.3\text{kg}/\text{m}^3$ ($1\text{kg} \times [3,166-307]\text{尾} / [12\text{m} \times 12\text{m} \times 6\text{m}]$)であった。



図7 生簀で飼育したサクラマス親魚の収穫

海面生簀で飼育したサクラマスの子叉長，体高，体重および GSI を表 8 に，経月変化を図 8 に示した。飼育開始時の体重は 172g，子叉長は 25cm で，その後，両者ともに増加傾向となり，4 月測定時には体重は 1,000g を超え，子叉長は 40cm を超えた。5 月 31 日の海中飼育終了時には，体重が 1,261g，子叉長 44cm に達した。飼育終了時に陸上飼育魚についても魚体測定を行ったところ，体重は 1,168g，子叉長は 42cm であり，海中飼育魚と陸上飼育魚との間に有意差は見られなかった（t - 検定，各 $p > 0.05$ ）。

体重に占める生殖腺重量指数（GSI）は，海中飼育開始から 4 月までは 0.2 から 0.4 の間で推移していたが，海中飼育終了時は 1.8 に上昇した。各月にサンプリングした個体のうち最大 10 尾について，生殖腺の形態による雌雄の判別を行ったところ，全体の測定尾数に占める雌の割合は 47%，雄の割合は 53% であり，雌雄比はほぼ 1 対 1 であった。

表 8 海面飼育したサクラマスの子叉長，体高，体重および GSI

採取日	子叉長 (cm)	体高 (cm)	体重 (g)	GSI	測定尾数
2017年11月29日	25.0±2.0	5.1±0.5	171.7±42.6	0.4±0.4	20
2017年12月4日	24.5±2.4	5.5±0.7	205.9±65.5	0.3±0.4	19
2018年2月26日	34.4±2.3	9.2±0.7	651.7±145.5	0.2±0.3	13
2018年3月27日	38.2±2.7	8.9±0.7	735.6±140.3	0.4±0.3	9
2018年4月17日	42.1±2.4	10.4±0.6	1051.0±166.0	0.3±0.2	20
2018年5月31日	43.7±3.6	10.7±1.0	1261.4±265.1	1.8±1.8	31

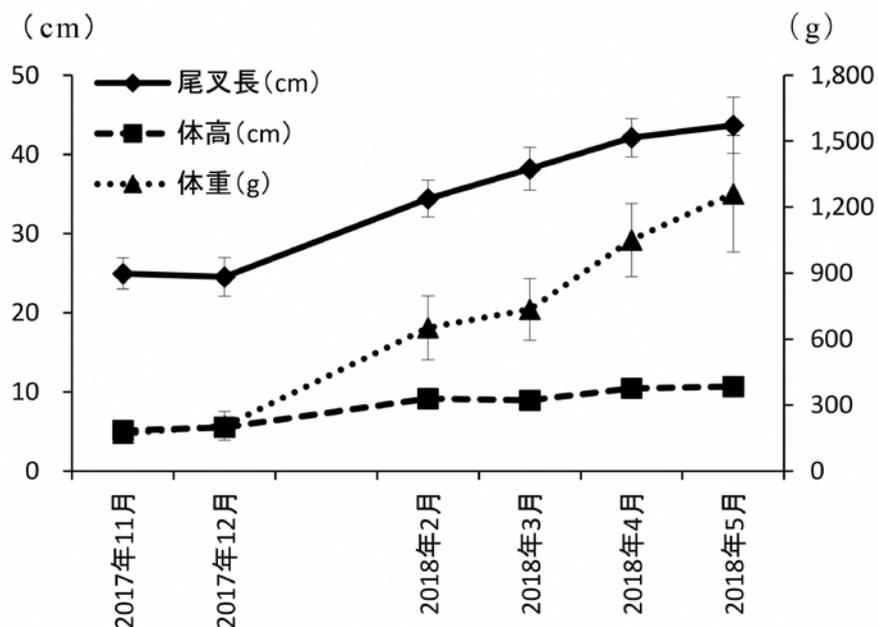


図 8 海面飼育したサクラマスの子叉長，体高および体重の変化

食品学的分析および官能検査 海上飼育魚の肉色は、明るさ（白さ）の指標となる L^* が3月から5月にかけて低下し、5月が3月に対して有意に低い値であった（ t -検定, $p < 0.01$ ）。また、赤みの指標となる a^* は3月から5月にかけて上昇し、5月が3月に対して有意に高い値であった（同, $p < 0.01$ ）。陸上飼育魚についても同様の傾向であった。同じ月の海上飼育魚と陸上飼育魚の間に有意差は見られなかった（表9）。

脂質含量は、海上飼育魚、陸上飼育魚ともに概ね 10 ~ 15g/100g の範囲であり、他の生食用養殖さけ・ます類（表10）と比較しても、ほぼ同等の脂質含量であった。海上飼育魚と陸上飼育魚の間に有意差は見られず（ t -検定, $p > 0.05$ ）、採取時期による差も見られなかった（ t -検定, $p > 0.05$ ）。

表9 海面飼育したサクラマスの身色および脂質含量

試験区	採取日	L^*	a^*	b^*	粗脂肪(g/100g)	分析尾数
海上	3月27日	43.1±3.1	7.4±0.9	14.6±1.5	13.6±2.5	5
	5月31日	29.0±4.3	11.0±2.2	13.0±3.8	10.5±4.5	5
陸上	3月27日	51.9±2.6	5.6±0.4	14.9±1.5	15.3±0.3	2
	5月31日	35.6±4.0	11.1±2.0	14.5±2.8	13.1±2.3	5

表10 生食用さけます類の脂質含量（日本食品標準成分表）

魚種名	脂質含量(g/100g)
からふとます	6.6
ぎんざけ(養殖)	12.8
さくらます	7.7
しろさけ	4.1
たいせいようさけ(養殖)	16.1
べにざけ	4.5
ますのすけ	12.5
にじます(海面養殖)	10.8

2018年3月29日に実施した官能検査では（図9）、評点法による分析の結果、脂の乗りについて全ての試験区間で有意差（二元配置による分散分析法（吉川 1965）、陸生 0.03, 陸冷凍 -0.21, 海冷凍 0.56; 図10）が見られた。他の項目では有意差が見られず、いずれの試験区とも同様の評価を示す傾向が見られた。香りと歯ごたえについては、全ての試験区で低い傾向が見られ、総合評価では全ての試験区で高い傾向が見られた。

2018年5月21日に実施した官能検査は、海生区と海冷凍区（試験1）、陸生区と陸冷凍区（試験2）それぞれについて2点比較法による試験を行った（図9, 表10）。試験1については、色、歯ごたえ、うま味、総合評価について海生区が有意に高い評価であった。一方、試験2についてはいずれの試

験区でも有意差が見られなかった。4 試験区全ての中から最も良いものを選択する質問を行ったところ（試験3）、色、香り、歯ごたえ、うま味および総合評価について海生区を選択した者が最も多かった。試験3の結果について、海（海生区+海冷凍区）と陸（陸生区+陸冷凍区）および生（海生区+陸生区）と冷凍（海冷凍区+陸冷凍区）について、それぞれ2点比較法により検定を行ったところ、色の濃さ、歯ごたえ、うま味および総合評価について、海が陸よりも有意に高く、色の濃さ、歯ごたえおよび総合評価について生が冷凍よりも有意に高かった（表11）。



図9 官能検査の実施状況（左：富山第一ホテル、右：射水市役所）

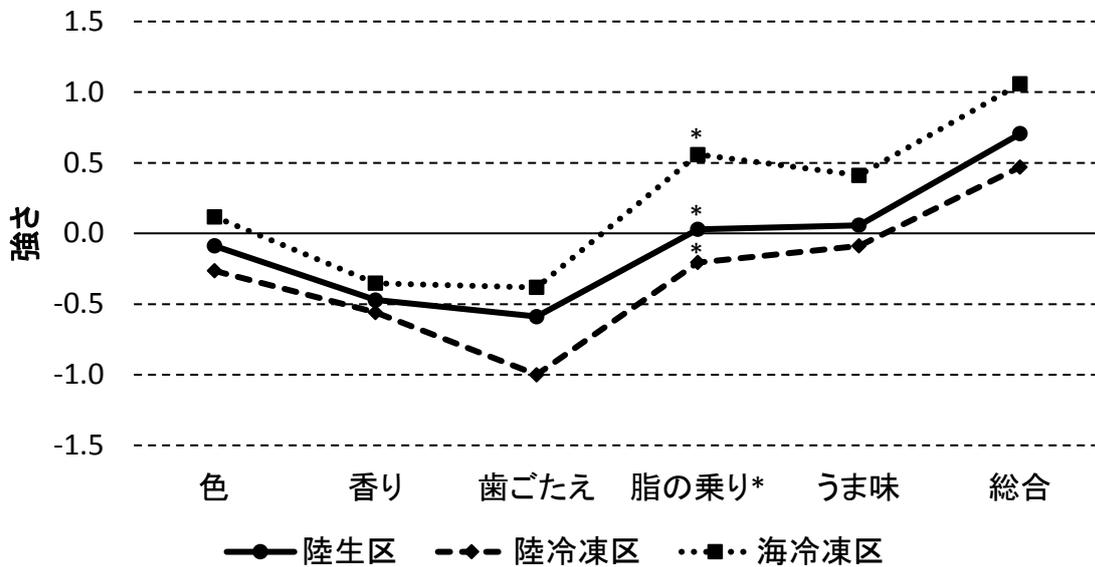


図10 海面飼育したサクラマスの肉質の官能検査結果（2018年3月）

表 11 海面飼育したサクラマスの肉質の官能検査結果 (2018 年 5 月)

	試験区	色の濃さ	香りの強さ	臭みの強さ	歯ごたえ	脂の乗り	甘味	うま味	総合評価
試験1	海生区	20*	15	9	27*	11	14	19**	19**
	海冷凍区	3	8	8	2	13	10	7	7
	判定困難	7	7	12	1	6	6	4	4
試験2	陸生区	13	8	6	16	7	11	11	10
	陸冷凍区	7	11	10	7	13	11	9	8
	判定困難	10	11	14	7	10	8	10	12
試験3	海生区	9	4	3	11	2	3	5	19
	海冷凍区	1	3	2	1	5	3	3	4
	陸生区	1	1	1	1	1	2	0	0
	陸冷凍区	1	2	3	0	2	1	1	3
	未回答	18	19	19	17	20	20	20	2
	海(海生区+海冷凍区)	10**	7	5	12*	7	6	8**	23*
	陸(陸生区+陸冷凍区)	2	3	4	1	3	3	1	3
生(海生区+陸生区)	10**	5	4	12*	3	5	5	19**	
冷凍(海冷凍区+陸冷凍区)	2	5	5	1	7	4	4	7	

* $p < 0.01$ ** $p < 0.05$

考 察

水質および底質の環境 データロガーを用いた生簀付近の水温範囲は、2018年1月6日～5月31日の期間は5.7～19.3°Cにあった。また、富山水研による漁場環境調査では、2017年12月4日の庄川前の水温が12.0°C、定置漁場環境調査では、2017年12月14日の庄川前の水温が9.0°Cであったことから(加藤 2018)、サクラマス飼育期間中の生簀の水温は6～20°Cにあったと想定され、これはサクラマスの飼育には適した水温(Brett 1952, 真山 1992)であったと考えられる。

表層の水質では、サクラマス飼育試験の開始前、飼育試験期間および飼育試験期間末に分析した値を比較すると、pH, SS, COD_{Mn}, 全窒素, 全リンの値について顕著な変化はみられず、DOの値についても、試験開始前に比較し、飼育試験期間中および飼育試験期間末の値には低下がみられなかった。また、表層のpH, DO, COD, 全窒素および全リンは概ね環境基準を満たしていた(表5)。

底層の水質では、飼育試験開始前、飼育試験期間中および飼育試験期間末の分析値を比較すると、pH, SS, COD, 全窒素, 全リンの値について顕著な変化はみられず、DOの値についても、試験開始前に比較し、飼育試験期間中および飼育試験期間末の値には低下がみられなかった。底層のpH, DO, COD_{Mn}, 全窒素および全リンは概ね環境基準を満たしていた(表6)。

全窒素および全リンの値は、2018年3月および2018年5月では底層と比較し表層が高かった。2018年3月および2018年5月の表層塩分は、底層と比較して低く30未満であり(表5, 6)、また、鉛直観測においても2018年3月および2018年5月では2mより浅い水深で30未満の塩分が観測された(表5, 図6)。これらのことから表層付近において調査地点周辺に位置する河川水の影響を受けた可能性が示唆され、全窒素および全リンの値が底層に比較し高くなったと推測される。

底質では、サクラマス飼育試験の開始前、飼育試験期間および飼育試験期間末に分析した値を比較すると、pH, 強熱減量, 硫化物, COD_{sed}, 全窒素および全リンの値について顕著な変化はみられ

ず、硫化物および COD_{sed} の値は、いずれの調査においても水産用水基準の基準値を下回った。

以上のことを考え合わせると、サクラマス飼育試験期間の前後を通じて表層と底層の水質および底質は、環境基準および水産用水基準の化学的指標は各基準値の範囲にあり、網生簀を用いた漁港内におけるサクラマスの飼育は、周囲の水質および底質環境に、ほとんど影響を及ぼさなかったものと考えられる。

サクラマスの魚体の大きさと肉質 海上飼育魚は、約半年間の飼育期間中、月1回の魚体測定毎に成長する傾向を示し、尾叉長では約1.7倍(13.7cm増加の43.7cm)、体重では約7.3倍(1,090g増加の1,246g)に成長した。一方で、筋肉中の脂質含量は3月から5月にかけては増加する傾向は見られず、むしろ減少傾向にあった。GSIが4月まで低く、5月に上昇したことから、5月以降は産卵に向けて筋肉中の脂質含量が減少していく可能性が示唆される。身色は、3月から5月にかけて赤みが増加し、明るさ(白さ)が減少する傾向が見られた。これは、2018年2月11日から使用した飼料(サーモンEP6号,8号,10号:日清丸紅社および日本海:フィード・ワン社)にアスタキサンチンが含まれていたため、これを毎日摂食することにより、筋肉にアスタキサンチンの赤色が沈着し、サクラマスらしい赤さが増加したと考えられる(伊藤 1993)。

堀岡漁協が同時期に同漁協で陸上飼育したサクラマス(1~2kg)を2018年4月に新湊漁協の魚市場において競りにかけたところ、2,000~3,000円/kgの値が付いた。本海面飼育のサクラマスも堀岡漁協が陸上飼育したサクラマスと尾叉長と体重に有意な差が見られなかったことから、もし、海面飼育のサクラマスも同様に競りにかければ、同等な値がついたものと推測される。本試験で飼育したサクラマスは1~2kgで、神通川などで漁獲されるサクラマスの2~4kg(田子2002)に比べ魚体が小さく、「マス鮭」の原料には適していないように思える。それでも、協議会の努力と技術により、いみずサクラマスを使用した「マス鮭」が作成されているので(図11)、本試験で飼育したサクラマスのうち、2kgサイズの個体は「マス鮭」の原料としても十分に使用できるものと考えられる。



図11 「いみずサクラマス」を用いて作成された「マスの鮭」

味覚の官能検査 3月における官能検査では、海面飼育したサクラマスの肉色について、いずれの試験区とも良くも悪くもない評価となっており、この時点では標準的な生食用サケマス類の身色であったと推測され、5月には標準を上回る身色になったものと考えられる。脂の乗りやうま味につ

いても、3月時点では標準的なものと同様の傾向であったと推測され、3月以降は出荷に適した品質であったと判断できる。

5月に実施した官能検査では、海面飼育したサクラマスの生個体と冷凍を解凍した個体の比較および海面飼育個体と陸上池飼育（堀岡漁協）個体について比較を行った。生個体と冷凍個体については、海面飼育では「色の濃さ」、「歯ごたえ」、「うま味」について生個体が冷凍個体よりも有意に高い評価であり、総合評価でも有意に高い評価であった。陸上飼育についても同様に生の評価が高い傾向は見られたが、有意差は見られなかった。このことから、本試験で飼育したサクラマスは冷凍個体よりも生個体の評価が高いと考えられる。

4つある試験区の中で最も良いものを選択する質問においては、試験1で有意差が見られた全ての項目について、海面飼育の生個体が最も高い評価であった。このように、陸上飼育よりも海上飼育の評価が高い傾向があり、冷凍よりも生鮮の評価が高いことから、海上飼育魚を生で利用することで、付加価値を最も高めることができると考えられる。

海面飼育の利点 陸上飼育では、飼育池の造成、上屋の整備、飼育水を確保するための設備、飼育水維持のための電気代、飼育池の掃除などの人件費などに多額の資金を要する。加えて、飼育水量には制限があり、飼育尾数も限られてくる。一方、海面飼育では、生簀の購入には多少の資金が必要であるものの、陸上の飼育池の整備に比べれば、極めて安価である。漁港内に設置可能であれば、波浪等で破壊される心配がほとんどないので、生簀を支えるアンカーなどの設備も軽量、少量で済む。加えて、飼育水量はほぼ無制限で、日々の清掃も不必要である。給餌においても、定置網漁業者などに、市場への往来の際に依頼すれば、陸上飼育よりも安価に抑えることができる。また、サクラマスの飼育による周囲の環境へ影響はほとんど認められなかったことに加え、サクラマスの場合は約半年の飼育期間なので、さらに影響は少なくなるものと推測される。生簀においても、飼育期間外となる半年間は陸上で保管できるので、漁網のいたみなどが減り、メンテナンスも十分にできる。このように、飼育水の確保と経費においては、海面飼育は陸上飼育に比べ、かなりのメリットを有していると思われる。

また、海面で定置網により漁獲されたサクラマスや河川で投網や釣りなどで漁獲されたサクラマスには、アニサキスや広節裂頭条虫などが寄生している可能性があるため生食はできず、刺身や握りにするには、一旦、 -30°C 以下で3日間ほどの凍結が必要となる。しかし、堀岡漁協の施設のように陸上飼育した場合や本試験のように、漁港内で配合飼料を与えて飼育した場合には、それら寄生虫が存在する可能性がほとんどないため（竹澤 2019）、生食が可能となる。天然水域で漁獲される2~3kgサイズのサクラマスに比べて魚体は小さいが、生の刺身として食することができる。また、身色も天然物に勝るとも劣らないくらい赤く、綺麗であることから、1kgサイズであってもその潜在的な需要は高いものと推測される。さらに、同じ1kgサイズでも陸上飼育のそれに比べ、「色の濃さ」、「歯ごたえ」、「うま味」などで評価が上回ったことから（表11）、陸上池での飼育よりも、海面で飼育した方が、飼育環境が良好になり、食べ味も良くなる可能性が示唆される。

養殖事業への展開 本試験において、新湊漁港内でサクラマスの飼育を実施した「いみずサクラマス市場化推進協議会」は、それまで海面養殖に携わったことはなく、また、サクラマスに給餌を行ったのは、魚の飼育の経験がない定置網漁業に従事する漁業者たちであった。それでも、11月末に3,166尾のサクラマス未成魚を海面生簀に収容して飼育し、翌年の4~5月において、1kgを超え

るサイズのサクラマス²を2,800尾収穫し、収穫率は88.4%と高い数値であった。

同漁港内の水域は防波堤や消波ブロックで守られているため、波浪の高い冬季においても静穏な環境にあること、今回の試験での最大生息密度は $3.3\text{kg}/\text{m}^3$ であり、サクラマス親魚は $10\text{kg}/\text{m}^3$ は飼育できるとされていることから(河村2008)、同生簀ではこの2~3倍の密度での飼育が可能と推測されること、本試験に用いた規模の生簀は同漁港内に数個の設置が可能であること、サクラマスの飼育に従事する漁業者たちは回を重ねるごとにその飼育技術が向上することなどを考慮すると、同漁港の水域には数万尾のサクラマスを安定的に生産する能力があると考えられる。また、同漁港に接して存在する新湊市場では、昼も競りが行われており、同漁港内で飼育したサクラマスを計画的に出荷することが可能であり、漁協の収入や観光の面においても大きく貢献できる可能性がある。

水産庁は漁港内の水域(泊地)においても、魚類の畜養や養殖のために活用できるという方針を示しており(水産庁2021)、実際、隣県の石川県志賀町の富来漁港では、西海サーモンとしてニジマスの海面飼育が行われている(志賀町HP https://www.town.shika.lg.jp/kankou/pHoto/special_product/special_product_shikamachi_serect_umi.html 2024年2月16日閲覧)。今後、漁獲量のさらなる減少など、さらに厳しい局面に本県の海面漁業が直面した場合、漁港内におけるサクラマスの養殖事業は、それを打開してくれる大きな糸口になる可能性を秘めている。

謝 辞

本研究におけるサクラマスの飼育に当たっては、堀岡養殖漁業協同組合、新湊漁業協同組合および大門漁業協同組合各位のご協力を頂いた。飼育生簀周辺の採水と採泥には富山県農林水産総合技術センター水産研究所の栽培漁業調査船「はやつき」(当時)職員の協力を頂いた。本研究の多くは「生産性革命に資する地方創生拠点整備事業(総務省)」によった。ここに心を込めて感謝の意を表する。

文 献

- Brett, J. R. 1952. Temperature tolerance in young Pacific salmon, genus *Oncorhynchus*. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **9**, 265-323.
- 今井 智 2020. 閉鎖循環システムを用いた新しいサーモン養殖用種苗の生産方法. 国立研究開発法人水産研究・教育機構, 第17回成果発表会要旨.
- 伊藤良仁 1993. 海洋生物のカロテノイド代謝と生物活性. 水産学シリーズ94. 恒星社厚生閣, 東京, pp.69-79.
- 加藤 繭 2018. 平成29年度漁場環境保全推進事業調査報告書, 富山県農林水産総合技術センター水産研究所, 1-44.
- 河村 博 2008. 海中飼育 サクラマス. 湖沼と河川環境の基盤情報整備事業報告書「豊かな自然環境を次世代に引継ぐために サクラマス, ビワマス, 地方種」, 日本水産資源保護協会, 東京, pp. 306-315.

- 真山 紘 1992. サクラマス *Oncorhynchus masou* (Brevoort) の淡水域の生活および資源培養に関する研究. 北海道さけ・ますふ化場研報, **46**, 1-156.
- 水産庁 2021 「漁港施設の有効活用ガイドブック」, 水産庁 HP.
- 食品の官能評価・鑑別演習 1999. 公益社団法人 日本フードスペシャリスト協会 編, 建帛社, 東京, pp.12-16.
- 田子泰彦 2002. サクラマス生息域である神通川へのサツキマスの出現. 水産増殖, **50**, 137-142.
- 田子泰彦 2017a. 射水サクラマスの誕生. 「内水面漁業の未来は明るいか」アクアネット, 2017年9月号, 80-81.
- 田子泰彦 2017b. 歩き出した射水サクラマス. 「内水面漁業の未来は明るいか」アクアネット, 2017年10月号, 82-83.
- 田子泰彦 2017c. 止まらないサーモン養殖の流れ. 「内水面漁業の未来は明るいか」アクアネット, 2017年11月号, 80-81.
- 竹澤野葉 2019. 魚病対策. 平成30年度富山県農林水産総合技術センター水産研究所年報, 122-123.
- 吉川誠次 1965. 「食品の官能検査法」光琳書院, 東京, pp. 105-112.

他の学術雑誌等への投稿

著者名	論文名・報告書名等
Yoshizaki, G., R. Fujihara, S. Namura, <u>K. Kanzaka</u> , K. Kamiya, M. Terasawa, S. Shimamori, N. Moriya, M. Miwa and M. Hayashi	Gametes of semelparous salmon are repeatedly produced by surrogate rainbow trout. <i>Science Advances</i> , 10 . (2024)
Hara (Takiya), J., <u>T. Oba</u> , K. Yoshino and S. Goshima	Shell use by megalopae of the hermit crab <i>Pagurus fiholi</i> . <i>Plankton and Benthos Research</i> , 19 (2), 77-83.(2024)
<u>大場隆史</u> ・ <u>小塚 晃</u> ・鷲北英司・松平良介	定置網漁業における数量管理と選択漁獲技術 5. 富山県の定置網漁業におけるクロマグロ漁獲抑制対策の実証事例. <i>月刊海洋</i> , 56 (9), 626-631. (2024)
Fukunishi, Y.	Effects of rearing temperature on growth and survival of blackthroat seaperch <i>Doederleinia berycoides</i> (Hilgendorf, 1879), post-flexion larvae and juveniles (Short communication). <i>Asian Fisheries Science</i> , 37 (3), 174-180. (2024)
前田経雄・内山 勇	海洋深層水を使用した飼育下におけるベニズワイガニの脱皮成長量と脱皮間隔. <i>日本水産学会誌</i> , 90 (3), 242-253. (2024)
<u>大場隆史</u> ・ <u>小塚 晃</u> ・鷲北英司・松平良介	日本水産学会漁業懇話会 5. 富山県の定置網漁業におけるクロマグロ漁獲抑制対策の実証事例. <i>日本水産学会誌</i> , 90 (5), 492-493. (2024)
原田恭行・ <u>瀬戸陽一</u> ・ <u>勘坂弘治</u> ・ <u>三箇真弘</u>	富山湾におけるウマヅラハギの血合筋割合の雌雄差 (短報). <i>日本水産学会誌</i> , 91 (1), 41-43. (2025)
辻本 良	能登半島地震による水産業への影響－富山県の水産業への影響と現状把握. <i>水産海洋</i> , 89 (1), 52-53. (2025)
三箇真弘	能登半島地震による水産業への影響－富山県によるベニズワイガニ調査速報. <i>水産海洋</i> , 89 (1), 56-57. (2025)
飯田直樹・ <u>福西悠一</u> ・町 敬介・新田 誠	異なる光周期と水温で飼育したアカムツ仔魚の成長と生残 (短報). <i>日本水産学会誌</i> , 91 (3), 229-231. (2025)

水産研究所（旧水産試験場）研究報告目録

著 者 名	論 文 名
富山県水産試験場研究報告 第1号 (1989)	
林 清志	ホタルイカの産卵行動と卵発生及び卵の発生速度：1-14
宮崎統五	富山県内でサケ科魚類から分離されたオキソリン酸耐性 <i>Aeromonas salmonicida</i> ：15-20
奈倉 昇・長田 宏	富山湾における深層水の水温、塩分等の鉛直分布：21-32
藤田大介・泉 治夫	富山県沿岸産海藻目録：33-49
土井捷三郎	富山湾の試験かご漁獲物からみたエビ類の分布水深について：51-63
土井捷三郎	富山湾で採集されたコエビ類6種の相対成長について：65-76
富山県水産試験場研究報告 第2号 (1990)	
林 清志	富山湾に出現する魚卵及び仔稚魚の季節変化と鉛直分布：1-17
宮崎統五・大津 順	全雌サクラマスのメチルテストステロン投与による機能的性転換雄作出について：19-25
土井捷三郎	富山湾内におけるシラエビの分布：27-31
土井捷三郎	富山湾の小型底びき網漁船で投棄されている小型ズワイガニ及びホッコクアカエビについて：33-39
藤田大介・岡田英男・坂田完三	サザエ稚貝の天然餌料としての漁港防波堤側面に生息する紅藻数種の重要性（英文）：41-51
フレデリック・I・辻	深海性ホタルイカにおける生物発光の生化学（英文）：53-58
藤田大介	富山県氷見沖の洋上設置型深層水利用実験装置「豊洋」に出現した汚損生物（短報）：59-62
富山県水産試験場研究報告 第3号 (1992)	
藤田大介・岩瀬洋一郎・坂田完三	サンゴモ類も海産腹足類に対する摂餌刺激物質を含有している（英文）：1-6
大津 順	13°Cから18°Cの水槽に移したときの3倍体サクラマスのRNA/DNA比の変化：7-14
若林 洋	富山湾に來遊するサクラマス：15-24
富山県水産試験場研究報告 第4号 (1993)	
大津 順	3倍体サクラマスのリンパ球および好中球の大きさと流動パラフィン投与による循環血中の細胞数の変化：1-9
内山 勇	富山湾及び周辺海域の平均的流動パターン：11-30
若林信一	富山湾のクロダイ幼魚における <i>Alella macrotrachelus</i> の寄生状況：31-39
田子泰彦	庄川に放流したサクラマス降海幼魚の大きさと降海時期：41-52
土井捷三郎	富山県におけるマシジミの分布（短報）：53-56
川崎賢一・大泉 徹・林 清志	富山湾産ホタルイカの肝臓脂質（短報）：57-59
浜田征雄・藤田大介	富山県朝日町宮崎の岩礁地帯における有用貝類の垂直分布（短報）：61-65
富山県水産試験場研究報告 第5号 (1994)	
原田恭行・林 清志	富山湾及びその周辺海域におけるスルメイカ幼体の分布：1-12
田子泰彦	富山県庄川における降海期サクラマスの食性：13-20
林 清志	異なる塩分条件下で飼育した時のホタルイカの生残り：21-23
渡辺孝之	富山湾産キジハタの池中産卵（短報）：27-33
富山県水産試験場研究報告 第6号 (1995)	
藤田大介・湯口能生夫	富山県朝日町宮崎沿岸の海藻：1-15
林 清志	ホタルイカの定置網への入網時間と産卵時間：17-23
田子泰彦	発電用水路に迷入した魚類：25-35
富山県水産試験場研究報告 第7号 (1995)	
林 清志	富山湾産ホタルイカの資源生物学的研究：1-128
富山県水産試験場研究報告 第8号 (1996)	
原田恭行	1992年冬に富山湾周辺海域へ來遊したスルメイカの移動：1-9
藤田大介	黒部生地沿岸の海藻、サザエ及びキタムラサキウニ：11-20
藤田大介	エゾイシゴロモの培養藻体に生じた異常突出物（英文）：21-24
藤田大介・岡本勇次・真山茂樹	魚津市沿岸の礫地帯の堆積砂で見つかった珪藻の1種（短報）：25-29

著者名	論文名
富山県水産試験場研究報告 第9号 (1997)	
藤田大介	富山県における最近のマダイ漁獲量の傾向と変動パターン：1-18
藤田大介・堀田和夫	最近の富山県ハタハタ漁獲量の減少：19-34
若林信一	養殖イワナに寄生したカイアシ類 <i>Salmincola carpionis</i> ：35-40
若林信一	吸虫類 <i>Liliatrema skrjabini</i> のメタセルカリアが多数寄生したクロソイの一例 (短報)：41-44
林 清志	ホタルイカのふ化に及ぼす塩分の影響 (短報)：45-48
新井章吾・藤田大介・寺脇利信	富山県蛇が島におけるヒジキの生育状況 (短報)：49-52
富山県水産試験場研究報告 第10号 (1998)	
内山 勇	富山湾の深度300mにおける水温変動：1-12
田子泰彦・辻本 良	神通川下流域における海水の侵入：13-20
辻本 良・田子泰彦	耳石バーコード標識のサクラマスへの適用：21-26
藤田大介・堀田和夫	最近の富山県マダラ漁獲量について：27-40
藤田大介・角 祐二・堀田和夫	富山湾におけるマダイの蓄養放流：41-52
藤田大介・瀬戸陽一	富山湾のヤツデヒトデについて (予報)：53-64
若林信一	富山湾産クロダイにおける <i>Alella macrotrachelus</i> の寄生状況 (短報)：65-68
富山県水産試験場研究報告 第11号 (1999)	
反町 稔・堀田和夫・大津 順	ハタハタに発生した非定型 <i>Aeromonas salmonicida</i> 感染症：1-8
内山 勇	富山湾産スケトウダラの胃内容物組成：9-18
辻本 良・武野泰之	富山湾におけるベニズワイの標識放流結果：19-30
藤田大介	富山県におけるヒラメ漁獲量の推移と最近の動向：31-45
藤田大介・堀田和夫	富山湾東部で放流されたヒラメの再捕と移動：47-60
渡辺孝夫・小善圭一	富山湾で見つかった多毛類 <i>Peresiella clymenoides</i> について (英文)：61-66
藤田大介・高山茂樹	富山県魚津市地先における海藻ウミヒルモとコアマモの生育記録 (短報)：67-70
富山県水産試験場研究報告 第12号 (2000)	
角 祐二	眼球破壊による当歳トヤマエビの標識方法について：1-4
堀田和夫	コチの種苗生産に関する研究：5-12
藤田大介・瀬戸陽一	富山県魚津市地先の放流アワビに関するノート：13-18
藤田大介・瀬戸陽一	日本沿岸におけるヤツデヒトデの分布：19-32
鈴木秀和・南雲 保・藤田大介	富山湾深層水で自然繁茂する付着珪藻：33-42
藤田大介	富山湾深層水中に繁茂する付着珪藻を用いて育成した一口アワビ：43-46
富山県水産試験場研究報告 第13号 (2001)	
藤田大介	富山県沿岸産海藻目録 (2001年改訂版)：1-18
渡辺 健・小善圭一・堀田和夫	海洋深層水を利用したヒラメ稚魚の耳石バーコード標識について：19-26
角 祐二・野沢理哉・二階堂英城・吉田一範	眼球破壊を標識とした当歳トヤマエビの再捕：27-32
小善圭一・梅田 到・藤田大介	海洋深層水で連続培養した浮遊珪藻 <i>Chaetoceros ceratosporum</i> によるアカウニ幼生の飼育：33-38
富山県水産試験場研究報告 第14号 (2003)	
岡本勇次・林 清志	2月および3月の標識放流結果からみた富山湾におけるスルメイカの移動：1-10
林 清志	富山湾におけるアオリイカの漁獲実態：11-28
田子泰彦	1992～1996年に庄川へ標識放流した湖産アユの遡上範囲、生残、成長および再捕率：29-42
藤田大介・新井章吾・村瀬昇・田中次郎・渡辺孝夫・小善圭一・松村 航・長谷川和清・千村貴子・佐々木美貴・松井香里	水見市蛇が島周辺のガラモ場の垂直分布、生産構造および葉上動物相：43-60

著者名	論文名
田子泰彦・松本吉則	アユ網漁で混獲されたサクラマス幼魚の飼育池での生残率（短報）：61-64
富山県水産試験場研究報告 第15号（2004）	
田子泰彦	降海期サクラマス幼魚によるサケ稚魚の捕食試験：1-10
村木誠一・田子泰彦	富山県の河川で採捕されたアユにおける冷水病原菌検出頻度の季節変化：1-18
渡辺 健・堀田和夫	海洋深層水（低水温）を利用したクロダイ稚魚の耳石バーコード標識：19-26
富山県水産試験場研究報告 第16号（2005）	
井野慎吾	1996～2003年に富山湾で漁獲されたブリ成魚の年齢構成：1-16
田子泰彦・横越 淳	神通川中下流周辺における河川形状の長期的な変化：17-30
前田経雄・若林信一	水槽内において急激な水温の上昇と低下を経験したツバイの生残率：31-39
富山県水産試験場研究報告 第17号（2006）	
前田経雄・土井捷三郎	日本海におけるオオエッチュウバイ <i>Buccinum tenuissimum</i> の成熟サイズ：1-9
田子泰彦・村木誠一・大津 順	冷水病菌を保菌していたアユ放流種苗を異なる水温で継続飼育した場合の生残率：11-17
辻本 良・小善圭一・林 清志・渡辺孝夫・今尾和正	富山湾の底質環境とマクロベントスの分布：19-36
渡辺孝之・吉田一範	トヤマエビ再抱卵個体から得られた幼生数（短報）：37-40
富山県水産試験場研究報告 第18号（2007）	
浦邊清治・横越 淳・鴨野裕紀・増田育司	耳石横断薄層切片を用いて解析した富山湾産ヒラメの年齢と成長：1-11
野村幸司・前田経雄	エチゼンクラゲ <i>Nemopilema nomurai</i> の海水中における分解過程の観察：13-18
松村 航・藤田大介	海洋深層水で培養したマコンブと付着珪藻を餌料として活用したエゾアワビ養殖に関する研究（短報）：19-23
富山県水産試験場研究報告 第19号（2008）	
浦邊清治	富山湾産イワガキの産卵期：1-8
内山 勇	富山県水産試験場が測定している定地水温の評価：9-17
田子泰彦	神通川におけるサケ稚魚の降海終期と大きさ：19-28
富山県農林水産総合技術センター水産研究所研究報告 第1号（2009）	
内山 勇	写真画像によるベニズワイ漁獲物のサイズ測定方法：1-6
辻本 良	富山湾沿岸域の表層水における塩分と栄養塩濃度の分布：7-22
田子泰彦・渡辺孝之	異なる塩分で飼育したアユ仔魚の初期の生残率と大きさ：23-31
田子泰彦・粕谷貴史・安井慶亨	増殖場における日中のアユ仔魚の分布水深-アユ仔魚は河口海域で日中に底に沈降するか-：33-41
富山県農林水産総合技術センター水産研究所研究報告 第2号（2014）	
寺脇利信・松村 航・若林信一・田子泰彦	神通川河川敷を利用した素堀飼育池に繁茂する水草コカナダモの現存量：1-5
田子泰彦	河川への遡上期における人工的に飼育したアユの淡水と海水の選好性：7-13
前田経雄・内山 勇	夏季調査により推定された富山湾における若齢ベニズワイの脱皮時期：15-27
富山県農林水産総合技術センター水産研究所研究報告 第3号（2018）	
飯田直樹・浦邊清治・横越 淳・鴨野裕紀・渡辺 健・藤浪祐一郎	富山県沿岸におけるヒラメ種苗の放流効果：1-16
町 敬介・福西悠一	キジハタ人工種苗における形態異常率の推移および椎体異常が成長に及ぼす影響：17-28
飯田直樹・浦邊清治	富山県魚津市地先における放流したエゾアワビの成長（短報）：29-34
富山県農林水産総合技術センター水産研究所研究報告 第4号（2022）	
辻本 良・加藤 繭・小善圭一・飯田直樹・小塚 晃・北川慎介・井口直樹	富山湾奥部の神通川河口海域における表層クロロフィルa濃度の推移：1-15
浦邊清治	富山湾に面する射水市地先におけるクロモ <i>Papenfussiella kuromo</i> の全長と単子嚢形成の経月変化：17-23
野村幸司・武野泰之	淘汰・検卵期間を含めたサクラマス発眼卵への耳石温度標識の施標：25-33

著者名	論文名
北川慎介・南條暢聡	庄川・小矢部川沖の海底谷におけるシラエビ幼生の分布：35-42
高木秀一・田子泰彦	アンケート調査結果からみた庄川のサクラマス漁業の実態：43-58
富山県農林水産総合技術センター水産研究所研究報告 第5号 (2024)	
前田経雄	富山湾の深海における底生性魚類による若齢ベニズワイガニの捕食：1-14
北川慎介・南條暢聡・ 小塚 晃・中村好和	2016年2～3月に富山湾で漁獲されたスルメイカの発生時期：15-24
辻本 良・飯田直樹・ 加藤 繭・小善圭一・ 藤島陽平・松村 航・ 渡辺 淳	2007年～2020年の富山湾沿岸における底質とマクロベントス群集の時空間的変動：25-44

*研究報告の本文は以下のHPに掲載

https://taffrc.pref.toyama.jp/nsgc/suisan/kenkyuhokoku_list/

水産研究所研究発表会

過去の発表課題と要旨を以下のHPに掲載

https://taffrc.pref.toyama.jp/nsgc/suisan/blog/kankoubutu_cate/kankoubutu_yousi/

刊行委員（研究報告担当）
小善圭一・瀬戸陽一

英文校閲
Dr. Chris Norman

Editors
SHOZEN Keiichi and SETO Yoichi

English Reviewer
Dr. Chris Norman (Japan Scientific Texts)

富山県農林水産総合技術センター
水産研究所研究報告第6号

令和7年6月30日 発行

Published in June 30, 2025

発行所
〒939-8153 富山市吉岡 1124-1
富山県農林水産総合技術センター
TEL : (076) 429-2111
FAX : (076) 429-2701

Publishing office
Toyama Prefectural Agricultural, Forestry and
Fisheries Research Center
1124-1, Yoshioka, Toyama, 939-8153, Japan
TEL : +81-76-429-2111
FAX : +81-76-429-2701

発行者
串田 泰彦

Publisher
KUSHITA Yasuhiro

編集所
〒936-8536 富山県滑川市高塚 364
富山県農林水産総合技術センター
水産研究所
TEL : (076) 475-0036
FAX : (076) 475-8116

Editorial office
Fisheries Research Institute,
Toyama Prefectural Agricultural, Forestry and
Fisheries Research Center
364, Takatsuka, Namerikawa, Toyama, 936-8536, Japan
TEL : +81-76-475-0036
FAX : +81-76-475-8116

編集責任者
辻本 良

Editor-in-Chief
Tsujimoto Ryo