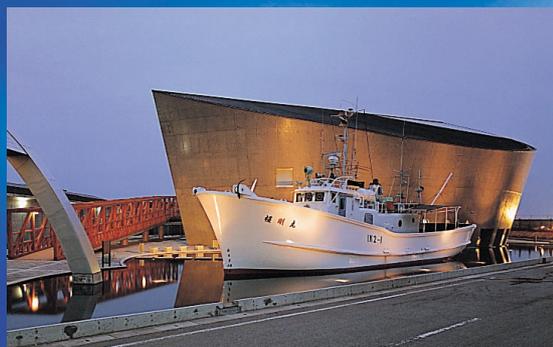


石川県水産総合センター研究報告 第2号



石川県水産総合センター
〒927-0435 石川県鳳至郡能都町宇出津新港 3-7

Ishikawa Prefecture Fisheries Research Center
Ushitsu-shinko, Noto, Fugeshi, Ishikawa 927-0435, Japan

石川県水産総合センター研究報告

第2号

2000年2月

目次

報 文

- 我が国におけるサヨリ漁業の実態 辻 俊宏, 貞方 勉 1 - 11
- 長期絶食時のサクラマス¹の体重, 尾叉長, 体成分および肝臓酵素活性の変化
..... 四方崇文, 高門光太郎, 四登 淳, 柴田 敏 13 - 18
- 人工礁に放流したマナマコ種苗の減耗 (英文) 田中正隆 19 - 29
- イカかまぼこのゲル物性に及ぼす魚体サイズ, 製造時添加物および加熱条件の影響
..... 高本修作 31 - 36
- 能登半島沿岸で漁獲されるブリ成魚の成熟度 (短報) 辻 俊宏 37 - 39

資 料

- 能都町漁協市場で見られる魚類 河本幸治 41 - 48
- 本号掲載報文要旨 49 - 50
- 石川県水産試験場研究報告・石川県増殖試験場研究報告
石川県水産総合センター研究報告 総目次 51 - 57

我が国におけるサヨリ漁業の実態

辻 俊宏, 貞方 勉
(1999年4月23日受付)

Present Status of the Halfbeak Fisheries in Japan*¹

Toshihiro Tsuji*² and Tsutomu Sadakata*³

Japanese halfbeak *Hyporhamphus sajori* is important species for inshore fisheries and is widely distributed throughout coastal waters in Japan. However, there are no comprehensive reports on the status of halfbeak fisheries in Japan. In order to investigate the status, the author sent a questionnaire to 46 prefectural fisheries experimental institutions, and received replies from all institutions. The halfbeak fisheries were operated in the 33 out of the 46 areas investigated. The halfbeak fisheries were operated using boat seines, set net, gill net, angling, and dip net. In these fisheries, two-boat seine was most widely operated in the 29 areas out of all, and treated as the governor licensed fisheries. The most fisheries were operated in coastal water except for a few which are operated in brackish water. The catch of halfbeak in Japan was estimated at 1,129~1,406 tons/year in amount. The main fishing grounds of halfbeak were the following 4 areas: Nihonkai-chubu, Joban-Hitachi, Tokai, and Setouchi area. The fish were mainly caught in spring and winter. However, the peak month of catch was slightly different among areas, because the operating period of halfbeak fishery was depend on prefectural fishery management system and was also influenced by economical factors. With exception of those, the following knowledge was also obtained in the present research: fishing gears, market price, destination, local name, study on Japanese halfbeak and Japanese brackish halfbeak *Hyporhamphus intermedius*.

Key words: halfbeak, fishery, catch of fish

サヨリ *Hyporhamphus sajori* は日本の沿岸域のほか、樺太、台湾および朝鮮半島にまで分布しており、¹⁾ 日本各地で漁獲される重要資源と思われる。しかし、本種は国の漁業生産統計年報で区分されていないのをはじめ、漁獲量統計の整備が遅れているのが現状である。市村ら²⁾ は、本州太平洋側と瀬戸内海におけるサヨリの漁獲実態をまとめているが、全国的にまとめられた報告はない。本報では、全国の都道府県立水産試験研究機関を対象にサヨリの漁獲実態に関するアンケート調査を実施し、我が国におけるサヨリの漁法、漁期、漁場、漁獲量等を明らか

にしたので、その結果を報告する。

資料および方法

海面を有する都道府県立の46水産試験研究機関(以下、水試とする。Appendix table 1)に対し、Fig. 1に示すアンケート用紙を1998年10月に送付し、同年12月までに全機関より回答を得て、その結果を解析した。なお、ここでは取りまとめの単位を各水試の管轄海域とし、これを海区と定義した。海区名はFig. 2に示す通りである。

*¹ 能登半島近海におけるサヨリ資源回復技術に関する研究－II (Studies on the Stock Recovery of Halfbeak in the Waters off Noto Peninsula – II)

*² 石川県水産総合センター海洋資源部 (〒927-0435 石川県鳳至郡能都町宇津新港 3-7)

*³ 石川県農林水産部水産課 (〒920-8580 石川県金沢市広坂 2-1-1)

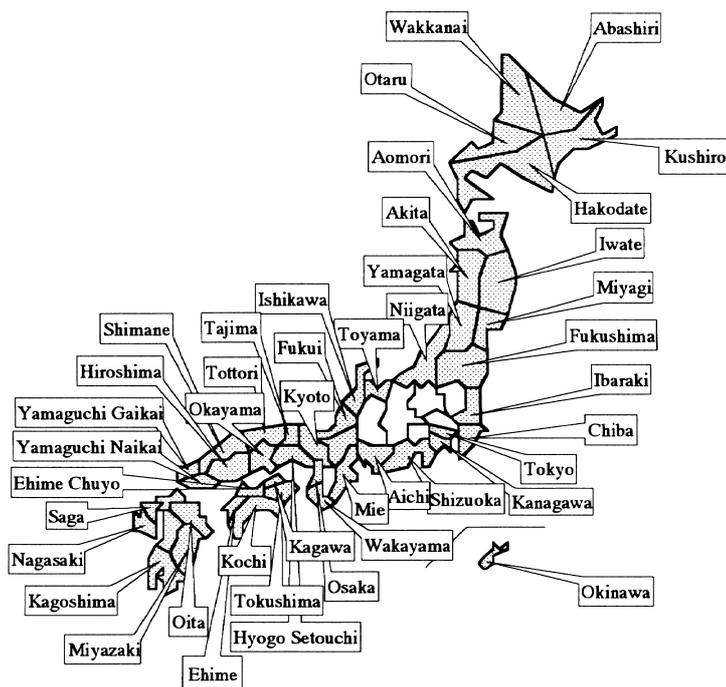


Fig. 2. Locality and name of the investigated areas.

サヨリを漁獲する漁法が成立している 33 海区のうち 29 海区が「さより 2 そうびき網」を主な漁法としていた。また、刺網(青森), 1 そうびき網(岡山), 1 そうびき網と押網(大分), 小型まき網(熊本)を主な漁法とする海区もあった(Fig. 3)。主な漁法にあげられたのはいずれも知事許可漁業で, 全国的には 6,000 隻以上が数えられた。船型は全て総トン数 10 トン未満, その多くは 5 トン未満であった。その他, 従とする漁法に定置網, 刺網, 釣り, すくい網が挙げられた。

近年の漁獲量 設問 2, 3 により, 近年(1995~1997 年)のサヨリ漁獲量を推定した。サヨリが農林水産統計の地方種として集計されているのは, 富山, 石川, 福井, 愛知, 岡山, 広島, 愛媛, 愛媛中予, 大分の 9 海区であった。ただし, 愛媛と愛媛中予は愛媛県として一括集計されている。このうち, 富山, 石川, 福井は 1995 年からの集計である。神奈川県では地方種として指定されていないが, 「ひき回し船びき網によるその他の魚類のおよそ 9 割以上がサヨリ。」との回答から, 漁業種別魚種別漁獲量の「ひき回し船びき網」による「その他の魚類」をサヨリの漁獲量とみなした。以上の 10 海区は農林統計に分類した。網走, 山形, 宮城, 福島, 茨城, 千葉, 新潟, 静岡, 京都, 但馬, 兵庫瀬戸内, 鳥取の 12 海区は水試統計

に分類した。三重, 島根, 山口外海, 山口内海, 徳島の 5 海区は一部の漁協からの集計で, 一部集計に分類した。青森, 香川, 福岡, 熊本, 鹿児島島の 5 海区は推定漁獲量が回答されたので, 水試推定に分類した。「サヨリがほとんどとれない」または「漁獲対象でない」とした小樽, 函館, 釧路, 稚内, 秋田, 岩手, 東京, 大阪, 高知, 沖縄の 10 海区は漁獲量をゼロとした。その他推定できなかった 4 海区のうち, 長崎はトビウオ漁業の混獲, 宮崎, 和歌山および佐賀は「量的には非常に少ない」との回答であった。この 4 海区の漁獲量は少ないものと判断されるのでゼロとした。以上によって算出した海区別の推定漁獲量を Table 1 と Fig. 4 に示した。漁獲量が最も多かったのは石川の 146 t であった。次いで, 千葉の 122~157 t, 広島の 123 t であった。漁獲量の多い海域は, 新潟から京都の本州日本海側中部, 福島から千葉の常磐・房総, 神奈川から愛知の東海, および兵庫から広島, 愛媛の瀬戸内海の 4 つに集約された。このほか, 漁獲量の比較的多い海区が網走, 青森, 鹿児島に飛び地的に存在した。各海区の合計は 1,129~1,406 t となった。

漁獲量の年・月変化 設問 3 により, 漁獲量が 10 年以上にわたって集計されていたのは 8 海区であった。1966 年以降の漁獲量の経年変化を海区別に Fig. 5 に示した。こ

我が国におけるサヨリ漁業の実態

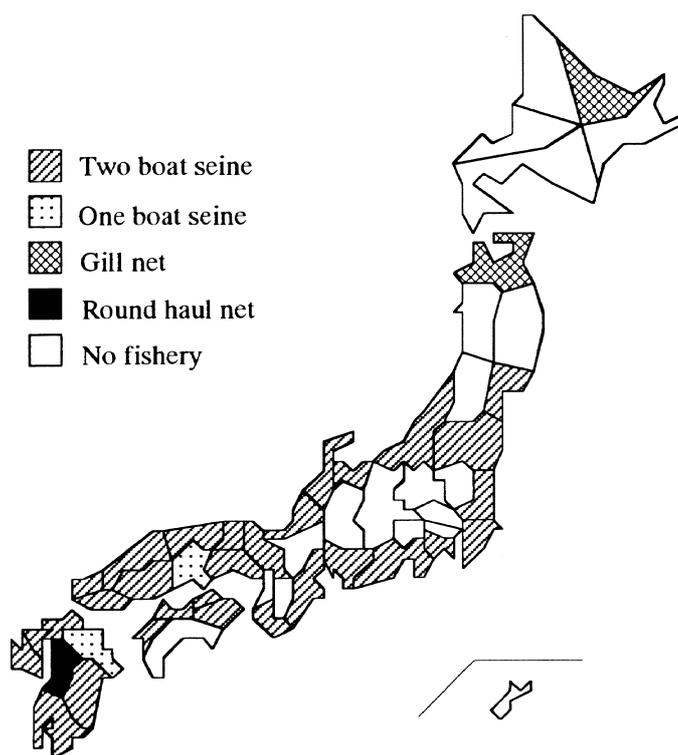


Fig. 3. Main fishing gear for halfbeak fisheries in 46 areas.

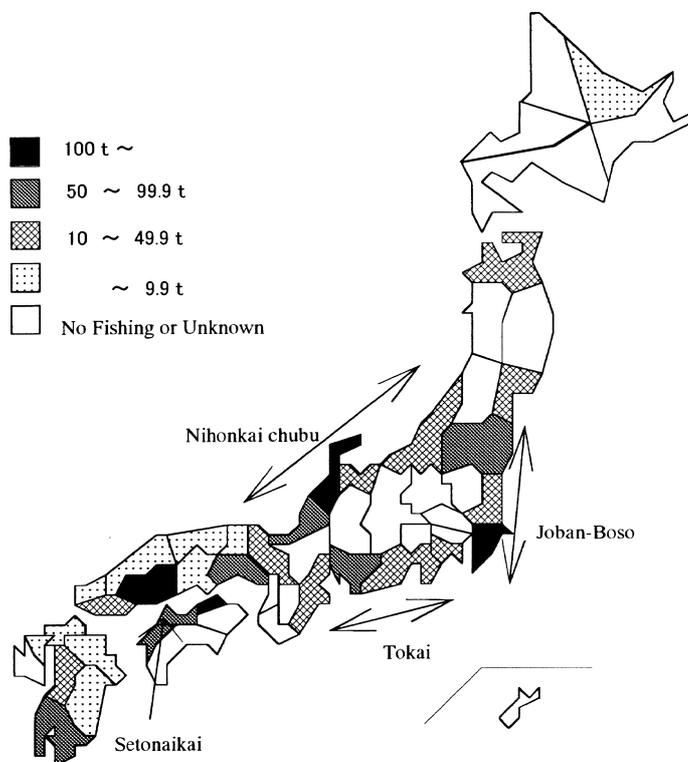


Fig. 4. Annual catch of halfbeak in 46 areas.

Annual catch is average of estimated catch in Table 1.

我が国におけるサヨリ漁業の実態

Table 1. Estimated catch of halfbeak in Japan

Area Name	Source* ¹	Source data of the catch (t)				Recovery rate		Estimated catch (t)* ³		
		1995	1996	1997	Av.	Min.	Max.	Min.	Max.	Av.
Otaru	None									
Hakodate	None									
Kushiro	None									
Abashiri	Inst.			4.4	4.4	0.7	0.9	4.9	6.3	5.6
Wakkanai	None									
Aomori	Reply							10.0	15.0	12.5
Iwate	None									
Miyagi	Inst.	11.5	13.7	8.7	11.3	0.7	0.9	12.6	16.1	14.3
Akita	None									
Yamagata	Inst.	0.008	0.000	0.003	0.004	0.7	0.9	0.004	0.005	0.005
Fukushima	Inst.	41.8	10.6	75.8	42.7	0.7	0.9	47.5	61.0	54.3
Ibaraki	Inst.	19.0	36.0		27.5	0.7	0.9	30.6	39.3	34.9
Chiba	Inst.	127.5	52.8	150.1	110.1	0.7	0.9	122.4	157.3	139.9
Tokyo	None									
Kanagawa	SAFF	77.0	16.0	8.0	33.7	1.0	1.0	33.7	33.7	33.7
Nigata	Inst.	28.6	36.8		32.7	0.7	0.9	36.3	46.7	41.5
Toyama	SAFF	33.0	31.0	33.0	32.3	1.0	1.0	32.3	32.3	32.3
Ishikawa	SAFF	174.0	121.0	143.0	146.0	1.0	1.0	146.0	146.0	146.0
Fukui	SAFF	49.0	49.0	135.0	77.7	1.0	1.0	77.7	77.7	77.7
Shizuoka	Inst.	23.4	9.2	12.0	14.9	0.7	0.9	16.5	21.2	18.9
Aichi	SAFF	110.0	71.0	63.0	81.3	1.0	1.0	81.3	81.3	81.3
Mie	Part	14.2	2.0		8.1	0.2	0.5	16.2	40.5	28.4
Kyoto	Inst.	11.8	16.0	25.1	17.6	0.7	0.9	19.6	25.2	22.4
Osaka	None									
Hyogo Setouchi	Inst.	42.5			42.5	0.7	0.9	47.2	60.7	54.0
Tajima	Inst.	4.5	11.7	7.0	7.7	0.7	0.9	8.6	11.0	9.8
Wakayama	Unknown									
Tottori	Inst.	8.9	7.0	8.4	8.1	0.7	0.9	9.0	11.6	10.3
Shimane	Part			0.3	0.3	0.2	0.5	0.6	1.5	1.1
Okayama	SAFF	7.0	7.0	11.0	8.3	1.0	1.0	8.3	8.3	8.3
Hiroshima	SAFF	116.0	139.0	115.0	123.3	1.0	1.0	123.3	123.3	123.3
Yamaguchi Gaikai	Part			4.8	4.8	0.2	0.5	9.6	24.0	16.8
Yamaguchi Uchiumi	Part	0.0	0.0	3.5	1.2	0.2	0.5	2.4	5.9	4.1
Tokushima	Part	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	0.0	0.0	0.0
Kagawa	Reply							54.0	152.0	103.0
Ehime	SAFF	125.0	64.0	64.0	84.3	1.0	1.0	84.3	84.3	84.3
Ehime Chuyo	* ²									
Kochi	None									
Fukuoka	Reply							1.0	10.0	5.5
Saga	Unknown									
Nagasaki	Unknown									
Kumamoto	Reply							10.0	10.0	10.0
Oita	SAFF	1.0	6.0		3.5	1.0	1.0	3.5	3.5	3.5
Miyazaki	Unknown									
Kagoshima	Reply							80.0	100.0	90.0
Okinawa	None									
TOTAL								1,129.4	1,406.0	1,267.7

*¹ None: Halfbeak fisheries were not operated. Inst.: Collected by prefectural fisheries experimental institution.
SAFF: Prefectural Statistical Yearbook of Agriculture Forestry and Fisheries.
Reply: Estimated catch on reply to the questionnaires.

*² Combined data of Ehime and Ehime Chuyo.

*³ Estimated catch = Av. of source data / Recovery rate.

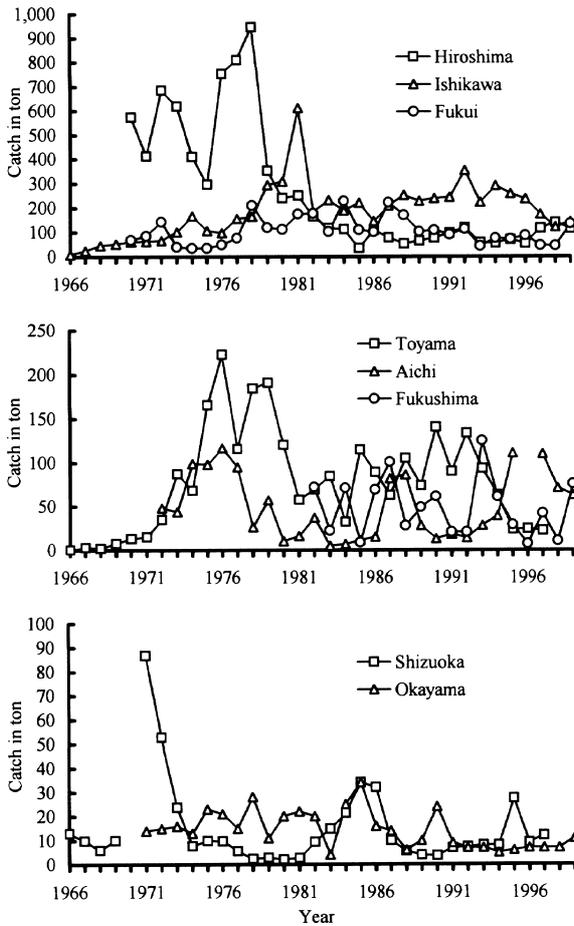


Fig. 5. Annual changes in catch of halfbeak in 9 areas.

ここで、福島、富山、福井、静岡は水試統計、石川、愛知、岡山、広島は農林水産統計である。なお、石川でサヨリが地方種として指定されたのは1995年以降であるため、船びき網漁業による漁獲量で代表させた。³⁾ これらのうち、広島は1970年代に300 t以上の高い水準で増減傾向を示し、1976年に過去最高の946 tに達した。その後は急激に減少し、100 t前後で推移している。石川は1979年に過去最高の612 tを記録したのち急減し、その後は120~360 tで推移している。福井は1976、1982、1985年にそれぞれ200 tを超えた他は、100 t前後の漁獲量である。富山は1976年に223 tを記録したのち急減し、1980年以降は20~120 tで推移している。愛知は1974年に117 tを記録したのち急減し、1980、1981年には10 t以下にまで落ち込んだ。しかし、1990年代に28~110 tに回復している。福島は1980年以降、7~125 tで推移している。静岡は1971年に過去最高の87 tを記録したのち急減し、1990年代は4~27 tで推移している。各海区の経年的な漁獲量は、著

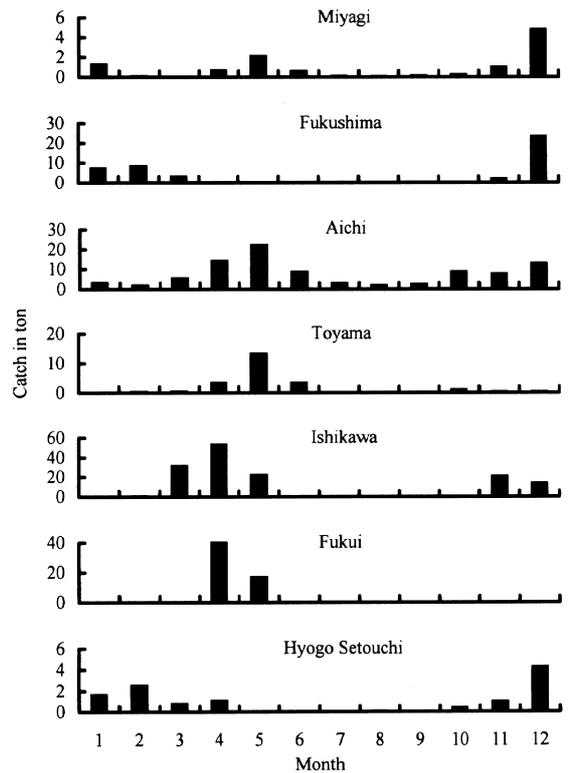


Fig. 6. Monthly changes in catch of halfbeak in 7 areas.

しい増減に特徴があり、長期的には1970年代に大きく増加して、その後に減少を示したところが多い。また短期的には1年毎の増減が多く、海区に認められた。

農林統計および水試統計のうち、月別漁獲量が得られたのは7海区であった。それらの月別漁獲量(1995~1997年平均)をFig. 6に示した。漁獲量のピークは、春季(4~5月)あるいは冬季(11~12月)にみられる場合が多かった。このうち、宮城、愛知、石川、兵庫瀬戸内は、春季と冬季の両方、富山、福井は春季のみ、福島は冬季のみにそれぞれ漁獲量のピークが見られた。

漁期 設問6では、37海区から回答があり、その結果をFig. 7に示した。このうち、27海区が知事許可の内容による漁期規制であった。全国的には、冬季または春季、あるいは両季にまたがった漁期が多く見られた。一方、広島、山口内海、愛媛、愛媛中予の瀬戸内海、宮崎、佐賀は秋季であった。また、夏季を漁期に含めていたのは、周年の兵庫瀬戸内、5~9月の網走、春~秋の大分、福岡の4海区のみであった。ただし、兵庫瀬戸内の夏季の漁獲量はほとんどなかった。他の3海区の漁獲量は不明である。

漁場 設問7では、36海区から回答があった。漁場が

我が国におけるサヨリ漁業の実態

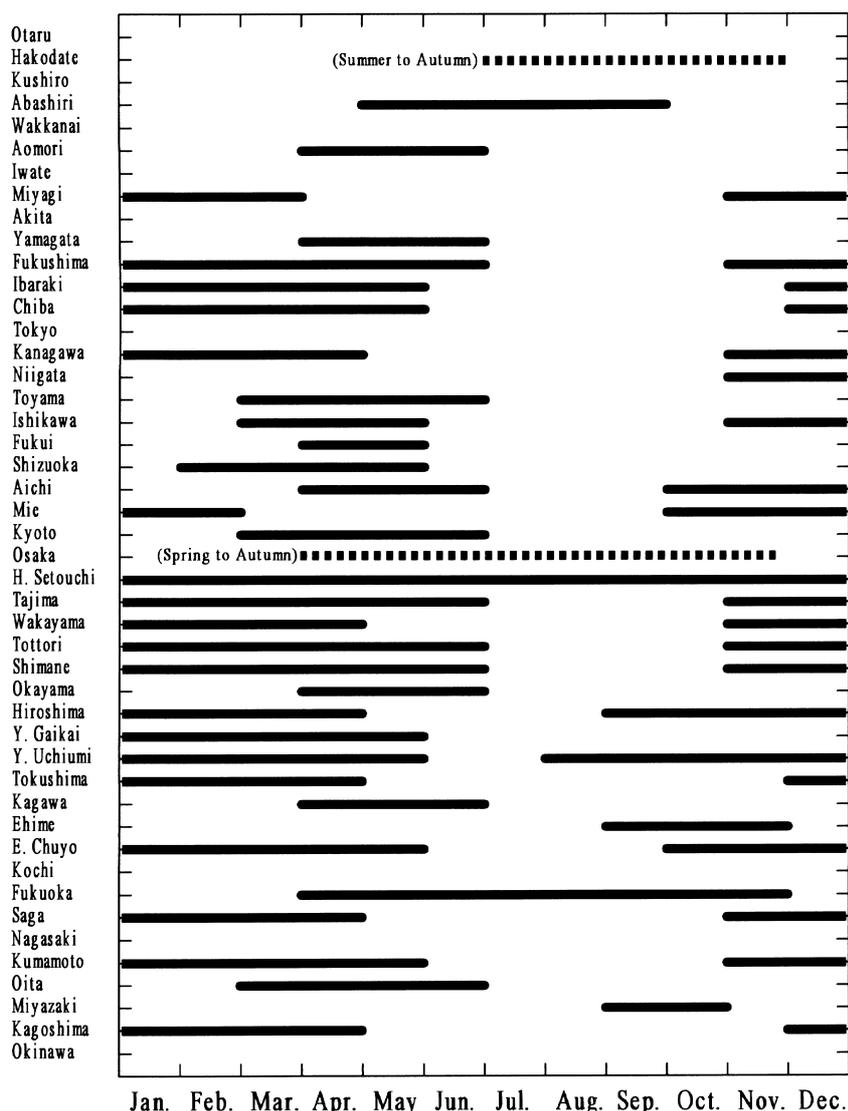


Fig. 7. Fishing season of halfbeak in 46 areas.

「①ほぼ全域の沿岸域」と回答したのは 20 海区、「②特定の沿岸域」と回答したのは 14 海区であった。「③汽水域」と回答があったのは、網走(サロマ湖)、青森(高瀬川)、静岡(浜名湖)の 3 海区であった。静岡のように、特定の沿岸域と浜名湖の両方に漁場が形成されるところもあった。浜名湖では、2 そう船びき網、ふくろ網、刺網等による漁獲量が年間 2~8 t あった。

価格と出荷先 設問 8 では、27 海区から回答があった。単価は、全国的にみて平均 1,000~3,000 円/kg であった。サイズ別には、大型で 3,000~6,000 円/kg、小型で 100~1,000 円/kg であった。

設問 9 では、23 海区から回答があった。多くの海区が

複数の出荷先を有していた。このうち、青森、福島、茨城、神奈川、石川、但馬、鳥取、山口内海、徳島、香川、愛媛、熊本、鹿児島 の 13 海区では、大都市を出荷先にしていて、大都市への出荷は大型サイズが多いようであった。残りの 23 海区は不明もしくは無回答であった。

地方名 設問 10 では、41 海区から回答があり、14 海区で地方名を有していた (Table 2)。ただ、和歌山を除いた 13 海区では「さよりの方が一般的」というものであった。和歌山も「地方名が主であるが、さよりでも通じる」とあり、「さより」で通じない海区はなかった。また、石川の能登地域で「すず」または「むすず」、徳島、和歌山、兵庫瀬戸内でも「すず」と呼ばれて、離れた海区で同じ

Table 2. Local name of Japanese halfbeak

Area	Local name	
Fukushima	かんぬき	<i>Kannuki</i>
Kanagawa	かんぬき	<i>Kannuki</i>
Ishikawa	すず, むすず	<i>Suzu, Musuzu</i>
Shizuoka	より	<i>Yori</i>
Hyogo Setouchi	すず	<i>Suzu</i>
Hyogo Tajima	よろず	<i>Yorozu</i>
Wakayama	すず, せいぼう やまきり	<i>Suzu, Seibou Yamakiri</i>
Tottori	すくび, よろず	<i>Sukubi, Yorozu</i>
Shimane	さいる, すくび	<i>Sairu, Sukubi</i>
Tokushima	すず	<i>Suzu</i>
Kagawa	さいら	<i>Saira</i>
Ehime Chuyo	さいれん	<i>Sairen</i>
Kagoshima	さよい	<i>Sayoi</i>

地方名が使われている場合があった。他の小樽, 稚内, 岩手, 東京, 沖縄の 5 海区は漁獲がほとんどないことから, 当然のことながら回答がなかった。

クルマサヨリ 設問 11 では, 青森(十三湖・前潟), 秋田(八郎潟), 茨城(澗沼), 神奈川(相模川), 島根(中海), 岡山(旭川・高梁川・吉井川), 佐賀(有明海)からそれぞれ生息を確認する回答が得られた。他の 39 海区は不明もしくは未確認であった。

調査研究および文献 設問 12 により, 過去にサヨリに関する試験研究が実施されたのは 9 機関であった。近年では, 京都府立海洋センターによる稚仔魚の食性に関する研究,⁴⁾ 日本海側 3 水試(新潟県・富山県・福井県)による資源利用に関する研究のほか, 石川県水産総合センター, 香川県水産試験場での調査・研究の取り組みがあるに過ぎなかった。

考 察

アンケート調査により, サヨリは我が国で沖縄県を除く広い海域に分布することが確かめられた。これは, これまでの知見¹⁾をほぼ裏付けるものである。ただ, 北海道で漁獲対象になっているのは網走海区のみであり, 本州で漁獲対象になっているのは青森県を除くと太平洋側で宮城県以南, 日本海側で新潟県以南である。北海道と青森県の漁場は, いずれも汽水域となっていることが注目されるが, 漁獲量は僅かである。これらの事実をみると, 我が国周辺における本種の主な分布域は, 本州中部以南と四国および九州ということになる。また, これらの海域のなかでも石川, 千葉, 香川, 広島のように 100 t を超える海区から, 高知, 長崎, 佐賀, 宮崎のようにほ

とんど漁獲されない海区まであり, 分布密度は地域によって濃淡がある。すなわち, 主要な産地が北陸, 常磐・房総, 東海, 瀬戸内海の周辺海域に点在している。これらのことから, サヨリは大きな回遊をしない地域性の強い種であることが窺える。

漁獲量の経年変化をみると, 増減に幾つかの特徴がみられた。1 年毎の増減には, 石川県の漁獲量でも示唆されたように,³⁾ 本種の産卵周期と水温環境が影響していると考えられる。一方, 近年の本種を漁獲する漁法は, 2 そう船びき網が全国的に普及していることが本調査で示された。この漁法は, 1965 年頃に和歌山県と徳島県で始められたとされており,²⁾ 短期間で全国に普及したことから, 非常に能率の高い漁法であったことが窺える。一部の海域での 1970 年代の漁獲量の急増とその後の急減には本漁法の普及時期との一致が見られ, 本漁法による漁獲圧力の影響が大きかったものと推察される。

漁期では, 制度的あるいは経済的要因を除くと, 本種の主な分布域ではほとんど周年にわたって漁獲されるようである。すなわち, 沿岸近くに周年分布していると言える。ただ, 夏季の漁獲量は全国的に少ない傾向が窺える。これは, 本種の産卵期が春季にあり,⁵⁻¹⁰⁾ 寿命が 2 歳¹⁾と考えられていることから繁殖後に死亡して資源量が少なくなること, および繁殖後の個体はやせ細って商品価値が低いことなどが影響していると考えられる。一方, 全国的には冬季から春季あるいは秋季を漁期とするところが多く, これらの海域では春季に生まれた当歳魚を多く漁獲していると考えられる。小型魚と大型魚の価格差は調査の結果からも明らかで, 資源利用のうえからも問題を提起している。

今回の調査で, 近年の我が国におけるサヨリ漁獲量は 1,129~1,406 t と推定され, 本種が沿岸域の重要資源であることが改めて示された。ところが 1970 年代には, 広島県だけでも 1 千トン近くを記録しており, 一時期に比べてかなり低い漁獲量水準ということになる。

以上のことから, サヨリは本州中部以南と四国および九州の沿岸域に周年分布するローカル群で, ところによっては生涯の一部あるいは全部を汽水淡で過ごすという他魚種にはあまりみられない特性が見出せる。ただし, これらの特性が何に由来して, 現在の我が国における分布域と分布量を規定しているのかなど, 生態に関して未知のことが極めて多い。今回の調査で, 同属のクルマサヨリが本州の河川, 湖沼, 潟および九州の有明海に分布することが確認され, 進化史のうえで興味深いところである。サヨリの漁獲量は, 1970 年代に 2 そう船びき網漁

業の全国的な普及で急速に伸びた反面、その後急激な減少を招いた。しかも、資源の利用は石川県に見られるように当歳魚に偏っている³⁾と考えられ、近年、我が国のサヨリ漁業が抱える共通の課題とみることができよう。今後、遅れている本種の生態解明を早急に進め、地域に叶った資源の利用方策を見出すことの重要性が、アンケート調査の結果から一層明らかである。

謝 辞

本報をとりまとめるにあたって、アンケート調査に協力していただいた各都道府県水産試験研究機関の方々に深く感謝します。また、有益な助言をいただいた金沢工業大学環境システム工学科敷田麻実助教授、石川県水産総合センター四方崇文博士には謝意を表す。

文 献

- 1) 落合明, 田中克: 新版魚類学(下), 恒星社厚生閣, 東京, 1986, pp. 597-599.
- 2) 市村勇二, 苅部信二, 堀義彦, 河崎正: サヨリ漁業試験結果について. 昭和 42 年度茨城水試試験報告, 49-65 (1968).
- 3) 貞方勉, 辻俊宏, 四方崇文: 石川県の船びき網漁業によるサヨリ漁獲量の解析. 石川県水産総合センター研究報告, 1, 1-7 (1998).
- 4) 和田洋蔵, 桑原昭彦: 京都府久美浜湾およびその周辺海域におけるサヨリ稚仔魚の食性. 京都府海洋センター研究報告, 17, 59-65 (1994).
- 5) 内田恵太郎: サヨリの生活史. 日本学会会報, 6, 557-580 (1930).
- 6) 国行一行, 小出高弘: さよりの *Hemiramphus sajori* (Temminck et Schlegel) の生態学的研究. 内海区水産研究所研究報告, 18, 1-9 (1962).
- 7) 千田哲資: 瀬戸内海におけるサヨリの産卵 I. 流れ藻などに対する産卵. 日本生態学会誌, 16, 165-169 (1966).
- 8) 福島県水産試験場: 福島県におけるサヨリ漁業について. 福水試調査資料, 68, 1-12 (1968).
- 9) 吉沢良輔: 新潟県におけるサヨリの産卵期と卵・稚仔の分布. 日本海ブロック試験研究集録, 33, 1-8 (1996).
- 10) 傍島直樹, 船田秀之助: 若狭湾西部海域におけるサヨリの漁業生物学的研究, I 産卵生態. 京都府海洋センター研究報告, 11, 51-60 (1988).

Appendix table 1. Results of questionnaire about halfbeak fisheries

Name of Institution in Japanese	Name of Institution in English	Area Name	Q1	Q2	Q3	Catch in ton (year)	Q4	Size of boat (ton)	Fig. of fishing gear	Q5	Number of license
北海道立中央水産試験場	Hokkaido Central Fish. Exp. Stn	Otaru	①		①						
北海道立函館水産試験場	Hokkaido hakodate Fish. Exp. Stn	Hakodate	①		①		⑥				
北海道立釧路水産試験場	Hokkaido Kushiro Fish. Exp. Stn	Kushiro	①		①						
北海道立網走水産試験場	Hokkaido Abashiri Fish. Exp. Stn	Abashiri	③		③	4.4 (1997)	④⑤			①	
北海道立稚内水産試験場	Hokkaido Wakkanai Fish. Exp. Stn	Wakkanai	①		①						
青森県水産試験場	Aomori Pref. Fish. Exp. Stn	Aomori	④		②	10~15	④①	~5		③	230
岩手県水産技術センター	Iwate Pref. Fish. Tech. Center	Iwate	①		①						
宮城県水産研究開発センター	Miyagi Pref. Fish. Res. and Development Center	Miyagi	④		③	8.7 (1997)	①④②⑥			③	
秋田県水産振興センター	Akita Pref. Inst. for Fish. and Fish. Management	Akita	②		①					①	
山形県水産試験場	Yamagata Pref. Fish. Exp. Stn	Yamagata	②		③	0.003 (1997)	⑥			①	
福島県水産試験場	Fukushima Pref. Fish. Exp. Stn	Fukushima	④		③	76 (1997)	①	3~7	received	③	316
茨城県水産試験場	Ibaraki Pref. Fish. Exp. Stn	Ibaraki	④		③	36 (1996)	①	4.9	received	③	460
千葉県水産試験場	Chiba Pref. Fish. Exp. Stn	Chiba	④		②	150 (1997)	①②	~10		③	824
東京都水産試験場	The Tokyo Metropolitan Fish. Exp. Stn	Tokyo	①								
神奈川県水産総合研究所	Kanagawa Pref. Fish. Res. Inst.	Kanagawa	④		②	8 (1997)	①	3~7		③	141
新潟県水産海洋研究所	Nigata Pref. Fish. and Marine Res. Inst.	Nigata	④	②	②	20~30	①	2~3		③	68
富山県水産試験場	Toyama Pref. Fish. Res. Inst.	Toyama	④	①	③	33 (1997)	①⑥	8~9	received	③	150
石川県水産総合センター	Ishikawa Pref. Fish. Res. Center	Ishikawa	④	①	③	146 (1997)	①⑥	2~4	received	③	568
福井県水産試験場	Fukui Pref. Fish. Exp. Stn	Fukui	④	①	③	135 (1997)	①⑥	~10		③	290
静岡県水産試験場(浜名湖分場)	Hamanako Buranchi. Shizuoka Pref. Fish. Exp. Stn.	Shizuoka	④		③	12 (1997)	①⑥⑦	8~10		③	228
愛知県水産試験場	Aichi Fish. Res. Inst.	Aichi	④	①	③	63 (1997)	①⑤④⑥⑦	3~5	received	③	329
三重県水産技術センター	Fish. Res. Inst. of Mie	Mie	④		①		①⑦	3~10		③	202
京都府立海洋センター	The Kyoto Inst. of Oceanic and Fish. Science	Kyoto	④		②	42 (1997)	①⑥	~5	received	③	16
大阪府水産試験場	Osaka Pref. Fish. Exp. Stn	Osaka	①		①		④①	~10		③	3
兵庫県立水産試験場	The Hyogo Prefectural Fish. Exp. Stn	Hyogo Setouchi	④		②	43 (1995)	①	4~9		③	343
兵庫県但馬水産事務所試験研究室	Res. Lab., Tajima Regional Fish. Office	Tajima	④		③	7 (1997)	①	~10	received	③	16
和歌山県水産試験場	Wakayama Pref. Fish. Exp. Stn	Wakayama	④		①		①④⑤			③	
鳥取県水産試験場	Tottori Pref. Fish. Exp. Stn	Tottori	④		③	8 (1997)	①	~5		③	
島根県水産試験場	Shimane Pref. Fish. Exp. Stn	Shimane	④		③	0.3	①⑥	~10		③	222
岡山県水産試験場	Fish. Exp. Stn. Okayama Pref.	Okayama	④	①	③	11	②⑥④			③	
広島県水産試験場	Hiroshima Fish. Exp. Stn	Hiroshima	④	①	③	115	①④	~5		③	266
山口県外海水産試験場	Yamaguchi Pref. Gaikai Fish. Exp. Stn	Yamaguchi Gaikai	④		③	4.8 (1998)	①④	~3	received	③	76
山口県内海水産試験場	Yamaguchi Pref. Naikai Fish. Exp. Stn	Yamaguchi Uchiumi	④		③	3.5 (1997)	①④	~5		③	204
徳島県水産試験場	Tokushima Pref. Fish. Exp. Stn	Tokushima	④				①	2~3	received	③	56
香川県水産試験場	Kagawa Pref. Fish. Exp. Stn	Kagawa	④		③	89 (1996)	①④	4~5	received	③	40
愛媛県水産試験場	The Ehime Pref. Fish. Exp. Stn	Ehime	④	①	③	64 (1997)	①④	~5		③	144
愛媛県中予水産試験場	Ehime chuyo Fish. Exp. Stn	Ehime Chuyo	④	①	③	*1	①④	4~5		③	400
高知県水産試験場	Kochi Pref. Fish. Exp. Stn	Kochi	①		①					①	
福岡県水産海洋技術センター	Fukuoka Fish. and Marine Tech. Res. Center	Fukuoka	④		②	1~10	①	1~5	received	③	
佐賀県立海水産振興センター	Saga Pref. Genkai Fish. Res. and Development Center	Saga	④		①		①	~5	received	③	98
長崎県総合水産試験場	Nagasaki Pref. Inst. of Fish.	Nagasaki	③		①		①	1~10		③	
熊本県水産研究センター	Kumamoto Pref. Fish. Res. Center	Kumamoto	④		②	10	⑦	~5	received	③	10
大分県海洋水産研究センター	Oita Inst. of Marine and Fish. Science	Oita	④		①	6 (1996)	②⑦③	~5	received	③	239
宮崎県水産試験場	Miyazaki Pref. Fish. Exp. Stn	Miyazaki	④		①		①			③	
鹿児島県水産試験場	Kagoshima Fish. Exp. Stn	Kagoshima	④		②	80~100	①④	2~4	received	③	87
沖縄県水産試験場	Okinawa Pref. Fish. Exp. Stn	Okinawa	①								

*1 Combined data of Ehime and Ehime Chuyo.

Appendix table 1. — continued

Name of Institution in Japanese	Q6	Fishing season	Q7	Brackish water ground	Q8 (yen/kg)	Q9	Q10	Local Name	Q11	Habitat	Q12	Year
北海道立中央水産試験場												
北海道立函館水産試験場		Summer to Autumn	②			①	①		①		①	
北海道立釧路水産試験場						①	①		①		①	
北海道立網走水産試験場	③	May to Sep.	③	L. Saroma	2,400	①	①		①		①	
北海道立稚内水産試験場												
青森県水産試験場	③	Apr. to Jun.	③	Takase R.	2,500	④⑤	①		③	L. Jusan, L. Mae	②	1967
岩手県水産技術センター	②	Nov. to Mar.	①		1,300	①	①		①		①	
宮城県水産研究開発センター												
秋田県水産振興センター												
山形県水産試験場	③	Apr. to Jun.	①		1,000	①	①		③	L. Hachiro	①	
福島県水産試験場	②	Nov. to Jun.	①		800	④⑤	①		①		①	
茨城県水産試験場	②	Dec. to May.	①		120~7,700	⑤	①		③	L. Hinuma	①	1967, 1969
千葉県水産試験場	③	Dec. to May.	①		1,300	①	①		②		①	
東京都水産試験場												
神奈川県水産総合研究所	②	Nov. to Apr.	①		2,000	⑤	②	Kannuki	③	Sagami R.	①	1994, 1996
新潟県水産海洋研究所	③	Nov. to Dec.	②		1,000~5,000	③④	①		①		②	1994, 1996
富山県水産試験場	②	Mar. to Jun.	①			①	①		①		③	
石川県水産総合センター	②	Mar. to May, Nov. to Dec.	①		100~6,000	④⑤	②	Suzu, Musuzu	①		②	1994, 1996
福井県水産試験場	②	Apr. to May	①			⑤	①		①		②	
静岡県水産試験場浜名湖分場	②	Feb. to May.	②③	L. Hamana	3,600	①	②	Yori	①		①	
愛知県水産試験場	②	Apr. to Jun., Oct. to Dec.	①		1,200	①	②	Saira	①		①	
三重県水産技術センター	②	Oct. to Feb.	②			①	①		①		①	
京都府立海洋センター	②	Mar. to Jun.	②		100~8,000	③	①		①		②	1987, 1993
大阪府水産試験場	③	Spring to autumn	①			①	①		①		①	
兵庫県立水産試験場	②	all season	②		2,000	②③	②	Suzu	①		①	
兵庫県但馬水産事務所試験研究室	②	Nov. to Jun.	②			⑤	②	Yorozu	①		①	
和歌山県水産試験場	②	Nov. to Apr.	①		1,800~6,000	①	③	Suzu, Seiho, Yamakiri	①		①	
鳥取県水産試験場	②	Nov. to Jun.	①		2,400	④⑤	②	Sukubi, Yorozu	①		①	
島根県水産試験場	②	Nov. to Jun.	①		3,200	②	②	Sairu, Sukubi	③	L. Nakaumi	①	
岡山県水産試験場	②	Apr. to Jun.	①			③	①		③	Asahi R., Takayo R.	②	1964
広島県水産試験場	②	Sep. to Apr.	①		300~6,000	④	①		①			
山口県外海水産試験場	③	Jan. to May.	②		1,500	③④	①		①		①	
山口県内海水産試験場	②	Oct. to May.	①		600	④⑤	①		①		①	
徳島県水産試験場	②	Dec. to Apr.	②		400~2,000	②③⑤	②	Suzu	①		①	
香川県水産試験場	②	Apr. to Jun.	②		500~5,000	④⑤	②	Saira	①		③	
愛媛県水産試験場	③	Sep. to Nov.	②		200~4,000	④⑤	①		①		①	
愛媛県中予水産試験場	③	Oct. to May.	①		1,500~2,500	③④	②	Sairen	①		①	
高知県水産試験場							①		①		①	
福岡県水産海洋技術センター	②	Apr. to Nov.	②			①	①		③	Ariake Sea	①	
佐賀県玄海水産振興センター	②	Nov. to Apr.	①		700~1,000	④	①		①		①	
長崎県総合水産試験場						①	①		①		①	
熊本県水産研究センター	②	Nov. to May.	①		500~1,500	②③④⑤	①		①		①	
大分県海洋水産研究センター	②	Mar. to Jun.	①			①	①		①		①	
宮崎県水産試験場	③	Sep. to Oct.	②			②	①		①		①	
鹿児島県水産試験場	②	Dec. to Apr.	②		400~1,200	⑤	②	Sayoi	①		①	
沖縄県水産試験場												

長期絶食時のサクラマス¹の体重, 尾叉長, 体成分 および肝臓酵素活性の変化

四方崇文, 高門光太郎, 四登 淳, 柴田 敏

(1999年4月19日受付)

Changes in Body Weight, Fork Length, Body Composition, and Hepatic Enzyme Activities in Masu Salmon *Oncorhynchus masou* during Long-term Starvation

Takafumi Shikata,*¹ Kohtarō Takakado,*² Jun Shinobori,*² and Satoshi Shibata*³

This study was conducted to investigate the changes in body weight, fork length, body composition, and several hepatic enzyme activities in masu salmon *Oncorhynchus masou* during long-term starvation. The fish starved for 60 days lost 29 % of initial body weight, while their fork length remained unchanged. The condition factor decreased rapidly during starvation period. Many fish could survive without food for 173 days, indicating their great hunger tolerance. The contents of fat and protein in the whole body showed a tendency to decrease during starvation period. The activities of hepatic glucose-6-phosphate dehydrogenase and 6-phosphogluconate dehydrogenase markedly decreased during starvation period of 60 days, while the activities of alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase, and fructose-1,6-diphosphatase remained unchanged or increased slightly. These results suggest that fatty acid synthesis in the liver of masu salmon was markedly depressed and amino acid degradation and gluconeogenesis were maintained or slightly enhanced during long-term starvation.

Key words: masu salmon, starvation, body weight, body composition, hepatic enzyme, hunger tolerance

サクラマスは日本海周辺に分布する重要な水産資源であり, その漁期がシロザケと競合せず, 市場価値も高いことから, わが国ではその資源増大にむけた孵化放流事業が積極的に進められている。本種は, 孵化後 1 年以上を河川で過ごしたのちスマルト化して降海するため, シロザケよりも河川生活期が長く, 河川環境の影響を受けやすい。このため, サクラマスの放流技術として, 河川収容量の制約や釣りによる減耗の影響を受けにくい 1+スマルト放流や 0+秋放流が試みられている。河川水温の低下に伴い摂餌や代謝活性が低下する冬期前にサクラマスを放流する秋放流は, 飼育期間が短く, 河川の餌環境の制約が比較的少ない。従って, 秋放流は, 翌春まで長期

飼育するスマルト放流に比べてコスト, 施設および飼育の面で負担が少なく, 回帰率の低さを考慮しても経済性の高い放流方法であると考えられている。^{1, 2)} しかし一方で, 越冬期のサクラマスの減耗が指摘されており, 減耗に影響する要因として魚体サイズ, 蓄積脂質含量, 河川水温や棲息環境が考えられている。^{3, 4)}

石川県では 1995 年以降の毎年 9 月に加賀地域の動橋川でサクラマスの秋放流を行っている。動橋川の再捕調査では,^{5, 6)} 放流後 2 ヶ月程経過すると再捕尾数が急減し, 目視調査でもほとんど魚影が見られなくなるが, これが放流魚の分散によるのか, 減耗によるのかは明らかにされていない。野村ら⁴⁾ は, 河川生活期(北海道尻別川)の

*¹ 石川県水産総合センター海洋資源部 (〒927-0435 石川県鳳至郡能都町宇津新港 3-7)

*² 石川県水産総合センター内水面水産センター (〒922-0134 石川県江沼郡山中町荒谷町口 100)

*³ 石川県水産総合センター生産部美川事業所 (〒929-0217 石川県石川郡美川町字湊町チ 188-4)

サクラマスの体脂質は冬期に減少することを明らかにし、蓄積脂質の少ない幼魚は、低水温で代謝が抑制されている冬期には生存可能でも、水温が上昇して代謝が活発になる春期には、蓄積エネルギーの不足からへい死に至る可能性があることを指摘している。北海道の河川とは異なり、冬期の動橋川では水温は低くても5℃程度で、放流魚が主に分布すると思われる流域では7℃前後^{5,6)}と高い。従って、冬期でもサクラマスの代謝や活動は活発であり、餌が不足した場合には魚体の消耗が著しいと推測される。しかし、前述のように動橋川では冬期に放流魚を多数再捕するのが困難であるため、河川調査のみで放流魚の減耗や消耗(栄養状態)を評価するのが難しい。そこで本研究では、石川県水産総合センターで生産したサクラマスの絶食耐性と絶食時における体重や肥満度の変化を飼育実験から明らかにし、それらの結果に基づいて動橋川放流魚の減耗や消耗の可能性について考察した。さらに、サクラマスの肝臓酵素活性に及ぼす絶食の影響を明らかにし、栄養状態を推定するための指標として肝臓酵素活性が利用できるか検討した。

材料および方法

1997年9月19日にサクラマス400尾を石川県水産総合センター美川事業所から同内水面水産センターに移送し、屋外のコンクリート水槽で市販の配合飼料を約5%の給餌率で与えて9月25日まで予備飼育した。1997年9月26日に150尾の体重と尾叉長を測定し、個体識別のための番号付きリボンタグを装着し、1000 lのパンライト水槽に収容して絶食飼育を開始した。本試験では、絶食60日目までの個体について肝臓酵素活性の変化を追跡したが、残りの個体については、へい死状況を観察するために1998年3月17日まで(172日間)絶食飼育を続けた。

絶食開始後0, 10, 20, 31, 40, 50および60日目に10個体を取り上げて標識番号を確認し、体重、尾叉長および肝臓重量を測定し、肝臓は酵素分析用サンプルとして-80℃で凍結保存した。体重と尾叉長については、絶食前と取り上げ時との差を求め、その減少率を算出した。また、絶食開始後0, 31および98日目にそれぞれ取り上げた4尾の全魚体(プールサンプル)について一般化学成分を定法により測定した。

肝臓はサンプリング日毎に雌雄別にプールして酵素分析に供した。すなわち、肝臓を9倍量の冷水とともにホモジナイズし、4500 rpm, 4℃で10分間遠心分離して得られた上清液を粗酵素液として、Table 1の酵素活性を既

Table 1. Hepatic enzymes assayed in the present study

Enzyme name	Abbreviation	EC No.
Glucose-6-phosphate dehydrogenase	G6PDH	1.1.1.49
Phosphogluconate dehydrogenase	PGDH	1.1.1.44
Alanine aminotransferase	Ala-AT	2.6.1.2
Aspartate aminotransferase	Asp-AT	2.6.1.1
Fructose-1,6-diphosphatase	FDPase	3.1.3.11
Phosphofructokinase	PFK	2.7.1.11

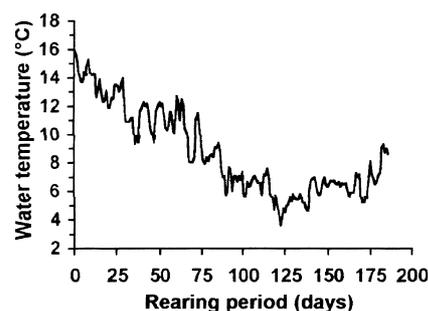


Fig. 1. Changes in water temperature during the experimental period.

報の方法⁷⁻⁹⁾で測定した。いずれの酵素についても、25℃で1分間に1 μmolの基質または補酵素を変化させる活性を1 unitと定義し、units / liver / 100 g body weightまたはunits / g proteinとして酵素活性を表示した。酵素液のタンパク質含量はFolin-Lowry法¹⁰⁾で測定した。

絶食飼育期間中の水温の推移をFig. 1に示した。試験開始時に16℃であった水温は徐々に低下し、飼育60日目には10.1℃となった。水温はその後も低下し、翌年1月26日(122日目)の3.6℃を最低に上昇し始め、飼育終了時の3月17日には5.6℃となった。

結果

試験開始時のサクラマスの尾叉長、体重および肥満度の組成をFig. 2に示した。供試魚の平均尾叉長は12.4 cm、平均体重は23.2 gであった。肥満度(1000×体重(g)/尾叉長³(cm))は9.4~14.0の範囲にあり、多くの個体の肥満度は10.5以上で、肥満度が10.5未満の個体は150尾中わずか9尾であった。これらのサクラマス¹を絶食させた結果(Fig. 3)、尾叉長はほとんど変化しなかったが、体重は急減し、絶食30日目には絶食前の83%、絶食60日目には71%にまで低下した。肥満度は雌雄ともに絶食により

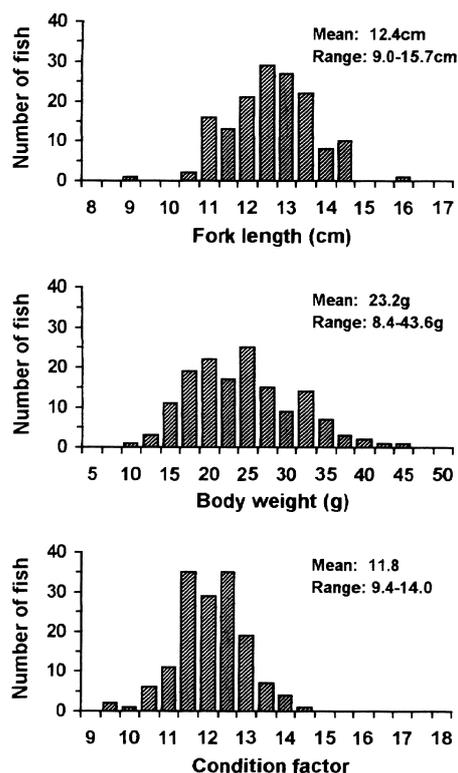


Fig. 2. Compositions of the fork length, body weight, and condition factor of masu salmon at the start of the experiment.

低下し、絶食 20 日目以降に取り上げた個体の 98% は肥満度が 10.5 未満であった。また、肥満度は雄よりも雌で終始低かった。比肝臓重量は、開始時には雄で 1.55%、雌で 1.18% と雌雄で異なっていたが、絶食 10 日目には雌雄ともに約 0.96% に低下し、絶食 30 日目に一時的に上昇したものの、40 日目以降は雌雄ともに 0.83% 前後で推移した。

全魚体の一般化学成分の分析結果を Table 2 に示した。粗タンパク質および粗脂肪含量は試験開始時にはそれぞれ 17.1% および 4.3% であったが、31 日目には 15.6% および 1.8%、98 日目には 16.2% および 1.6% に低下し、特に粗脂肪の減少が顕著であった。

本試験では、絶食 5 日目、161 日目および 171 日目にそれぞれ 1 尾 (計 3 尾) のへい死魚がみられたが、その他の個体に外見上の異常は認められなかった。絶食期間中、共食いは観察されなかった。絶食飼育終了時 (172 日目) まで生存した個体のリボンタグは全て脱落していたため、体重と尾叉長の個体別の減少率は算出できなかった。しかし、飼育開始時と終了時の平均値で比較すると、尾叉

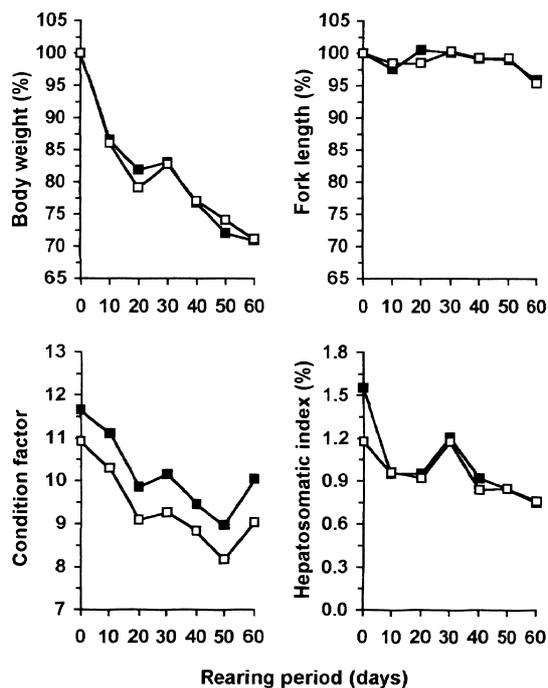


Fig. 3. Changes in the body weight, fork length, condition factor, and hepatosomatic index of the male (■) and female (□) fish during starvation.

Table 2. Proximate composition of whole body (%)

Rearing period:	Initial	31 days	98 days
Moisture	74.8	79.4	78.8
Crude protein	17.1	15.6	16.2
Crude fat	4.3	1.8	1.6
Crude ash	2.7	2.8	2.9

長は変化せず、体重は飼育開始時の 63% に低下していた。なお、今回の試験には秋放流用に飼育していたサクラマスのうち大型個体を用いたが、絶食 60 日目までに取り上げた 70 個体のうち 37 尾が雄であり、このうち 25 個体が成熟雄であった。

本試験では絶食期間中に体重、肝臓重量および肝臓可溶性タンパク質含量のいずれもが変化した。このような条件下で肝臓酵素活性から代謝を考察する場合には、様々な活性表示法を用いて検討する必要がある。そこで、比活性 (タンパク質 1 g あたりの活性) の推移を Fig. 4 に、単位体重あたりの活性の推移を Fig. 5 に示した。まず比活性についてみると、リボゲニック酵素の G6PDH と PGDH の活性は絶食期間中に低下し、60 日目には開始時の約半分程度にまで低下した。これに対し、アミノ酸分解酵素

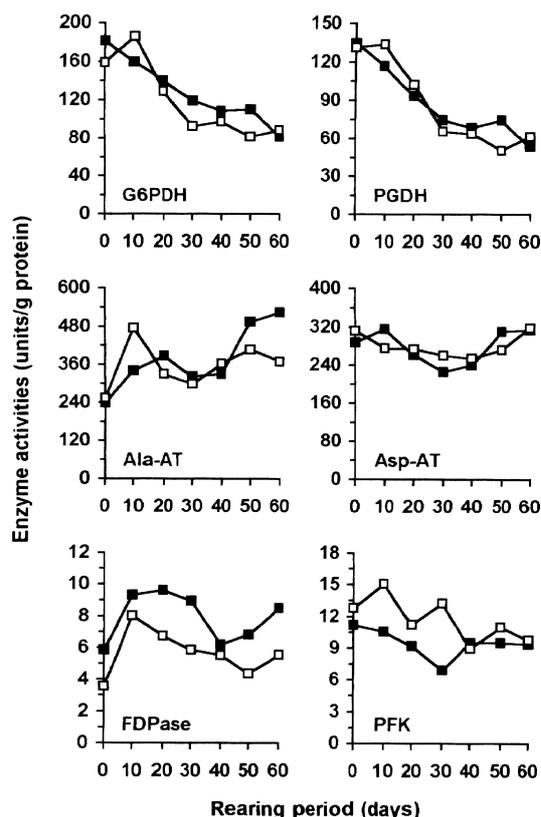


Fig. 4. Changes in the activities of hepatic G6PDH, PGDH, Ala-AT, Asp-AT, FDPase, and PFK of the male (■) and female (□) fish during starvation. The enzyme activities were expressed as units / g protein. One unit was defined as μmol of substrate or coenzyme converted per min at 25 °C.

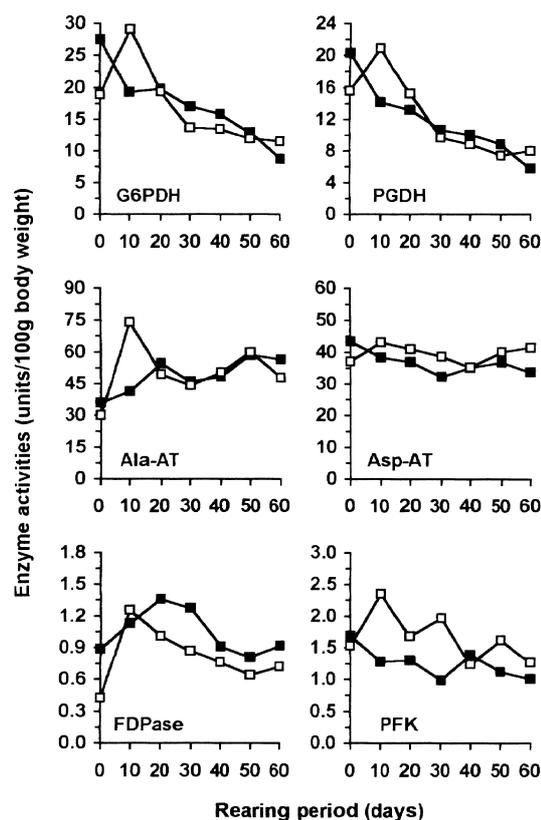


Fig. 5. Changes in the activities of hepatic G6PDH, PGDH, Ala-AT, Asp-AT, FDPase, and PFK of the male (■) and female (□) fish during starvation. The enzyme activities were expressed as units / liver / 100g body weight.

の Asp-AT 活性は終始ほぼ一定で、Ala-AT 活性は期間中むしろ上昇する傾向にあった。糖新生系酵素の FDPase 活性は絶食 10~20 日目まで上昇した後、40~50 日目まで低下し、その後再び上昇するというように複雑に変動したが、絶食期間中は比較的高い活性を維持した。一方、解糖系酵素の PFK 活性は期間中複雑に変動し、明らかな傾向は認められなかった。リポゲニック酵素とアミノ酸分解酵素の活性に明らかな雌雄差は認められなかったが、FDPase 活性は雄で高く、逆に PFK 活性は雌で高い傾向がみられた。本試験では、体重、肝臓重量および肝臓可溶性タンパク質含量の変化がさほど顕著でなかったため、比活性に類似した推移が単位体重あたりの活性にも認められた (Fig. 5)。

考 察

サクラマス¹⁾を 172 日間にわたって絶食飼育したところ、体重は開始時の 63% に減少したが、確認されたへい死魚はわずか 3 尾であり、サクラマス¹⁾の絶食耐性は高いことが明らかになった。本研究では秋放流のために飼育していたサクラマス¹⁾のうち平均体重 23.2 g の大型個体を用いて試験したが、動橋川には体重 10 g 前後のサクラマス¹⁾が多く放流されており、^{5, 6)} それら小型個体の絶食耐性については明らかでない。松村ら¹¹⁾ は、体重 7.5 g のサクラマス¹⁾を約 6°C の水温下で 3 ヶ月間絶食飼育し、その生残率は 95% と高かったことを報告しており、小型個体でも絶食耐性は比較的高いと考えられる。しかし、サクラマス¹⁾では小型個体ほど体脂質が少なく、⁴⁾ 一般に魚類では小型個体ほど単位体重当たりの代謝量が大きいので、¹²⁾ 絶食条件下ではおそらく小型個体ほど消耗しやすい。し

かも、秋放流が行われる9月下旬の動橋川の水温は15°C以上と高く、^{5,6)} 河川には水流があるため、水槽内の環境と違って自然の河川環境下ではサクラマスの消費はより激しいと推測される。従って、魚体の消費や河川水温を考慮すれば、動橋川で秋放流を行う場合には体脂質含量の多い大型のサクラマスを遅い時期に放流したほうが有利であると考えられる。ただし、サクラマス放流魚を生産する際にあまり成長を促進させると、残留型である成熟雄の出現率が高まり、結果的に放流魚の河川残留率を高めてしまうので注意が必要である。

北海道尻別川ではサクラマスの肥満度は摂餌の活発な7月に最も高く、その後越冬期にかけて低下することが明らかにされており、肥満度は自然環境下の栄養状態を反映すると考えられている。³⁾ 本実験でサクラマスを絶食させたところ、肥満度は急激に低下し、20日間以上絶食した個体の多くで肥満度が10.5未満となった。このように絶食環境下では肥満度が低下することから、放流後のサクラマスの栄養状態を推定するための指標として肥満度が利用できるかもしれない。そこで、1996年に動橋川に放流されたサクラマスの再捕結果を調べたところ、再捕総数は少ないものの、再捕魚の中には肥満度が10.5を超える個体が多かった。⁶⁾ 従って、肥満度から判断するにすぎず、動橋川でサクラマスの餌料生物が著しく不足しているとは考えにくい。ただし、魚体サイズや棲息環境による体型の変化、¹⁾ 放流時点での肥満度の差異、運動量なども放流後の肥満度に影響すると考えられるので、常に肥満度が栄養状態を正確に反映するとは言いえない面もある。従って、自然環境下でのサクラマスの栄養状態を判定するには、肥満度とそれ以外の数種の指標を組み合わせるべきであり、その指標として後述の肝臓酵素活性が有効かもしれない。

本実験では絶食60日目までのサクラマスについて、脂肪酸合成、アミノ酸分解、糖新生および解糖に関する6種類の肝臓酵素の活性を測定した。絶食期間中、脂肪酸合成に関与するG6PDHとPGDHの活性は急激に低下し、アミノ酸分解酵素のAsp-ATとAla-ATの活性はほぼ一定かやや上昇する傾向にあり、FDPaseは終始高い活性を維持した。また、魚体分析の結果から、絶食期間中には体脂質と体タンパク質が減少することが明らかになった。これらの結果から、絶食中のサクラマスは、肝臓の脂肪酸合成を強く抑制する一方、アミノ酸分解と糖新生を高く維持し、魚体の脂質やタンパク質をエネルギー源として生存していたと推察される。これと類似の代謝応答は酵素活性やトレーサーを用いた代謝研究によって他魚種

でも観察されており、¹³⁻²⁰⁾ 絶食時のエネルギー源として体脂質と体タンパク質(アミノ酸)が重要であると考えられている。¹³⁾

リポゲニック酵素のG6PDHとPGDHはペントースリン酸経路の酵素であり、両酵素は脂肪酸やステロイドの生成に必要なNADPHを生産する役割を持ち、さらにペントースリン酸経路では核酸の必須成分であるD-リボースが生成される。従って、G6PDHとPGDHの活性変動は成長(栄養状態)と深く関連していると考えられる。実際、ニジマス¹⁹⁾ やコイ²⁰⁾ では、摂餌量が少なく成長が劣る(栄養状態の悪い)個体ほどG6PDHとPGDHの活性が低いことが明らかにされている。前述のように、絶食に対してサクラマスの肝臓酵素活性は様々に変化したが、それらの中ではG6PDHとPGDHの活性低下が顕著かつ明瞭であり、サクラマスの栄養状態を最も鋭敏に表していると考えられる。従って、河川環境下でのサクラマスの栄養状態を推定するための指標として肝臓酵素を用いる場合には、G6PDHとPGDHが有望である。ただし、両酵素活性は水温や餌料組成の影響を受けるし、^{21, 22)} 季節的にも変動すること^{23, 24)} が他魚種で報告されており、今後さらに検討する必要がある。

謝 辞

本研究のとりまとめにあたり、有益な御助言と御校閲を頂いた高知大学農学部示野貞夫教授、ならびに水産庁さけ・ます資源管理センター調査課大熊一正氏に深く感謝します。

文 献

- 1) 真山 紘: 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・ますふ化場研究報告, 46, 1-156 (1992).
- 2) 藤原 真, 隼野寛史, 大森 始, 杉若圭一: 増幌川に秋放流された池産サクラマスのスモルト生産率と初期分散. 魚と水, 35, 151-164 (1998).
- 3) 真山 紘: 越冬時サクラマス幼魚の生活と河川環境. 魚と卵, 164, 33-40 (1995).
- 4) 野村哲一, 真山 紘, 大熊一正: サクラマス (*Oncorhynchus masou*) の生理学的研究—II. 淡水生活期における脂質含量の変化. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 42, 49-58 (1988).
- 5) 石川県: 平成7年度さけ・ます資源管理・効率化推

- 進事業調査報告書. 1996, pp. 59-71.
- 6) 石川県: 平成 8 年度さけ・ます資源管理・効率化推進事業調査報告書. 1997, pp. 51-95.
 - 7) 示野貞夫: 魚類の炭水化物代謝に関する研究. 高知大学水産実験所研究報告, 2, 1-107 (1974).
 - 8) 示野貞夫, 四方崇文, 岩永俊介: プリ肝臓における解糖中間体およびヌクレオチド含量の動態ならびに phosphofructokinase 活性への関与. 水産増殖, 41, 535-539 (1993).
 - 9) A. Karman: A note on the spectrophotometric assay of glutamic oxalo-acetic transaminase in human blood serum. *J. Clin. Invest.*, 34, 131-133 (1955).
 - 10) O. H. Lowry, N. J. Rosebrough, A. L. Farr, and R. J. Randall: Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193, 265-275 (1951).
 - 11) 松村幸三郎, 八重樫博文, 稲垣和典, 奈良和俊: 北海道東部産サクラマス幼魚における冬季間の給餌抑制がスモルト化に与える影響. 魚と卵, 164, 41-47 (1995).
 - 12) 板沢靖男: 呼吸, 「魚類生理学」(板沢康男 羽生功編), 恒星社厚生閣, 東京, 1991, pp. 1-34.
 - 13) S. Shimeno, D. Kheyyali, and M. Takeda: Metabolic adaptation to prolonged starvation in carp. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 56, 35-41 (1990).
 - 14) R. Bastrop, R. Spangenberg, and K. Jurss: Biochemical adaptation of juvenile carp (*Cyprinus carpio* L.) to food deprivation. *Comp. Biochem. Physiol.*, 98A, 143-149 (1991).
 - 15) A. Larsson and K. Lewander: Metabolic effects of starvation in the eel, *Anguilla anguilla* L. *Comp. Biochem. Physiol.*, 44A, 367-374 (1973).
 - 16) H. Lin, D. R. Romsos, P. I. Tack, and G. A. Leveille: Effects of fasting and feeding various diets on hepatic lipogenic enzyme activities in coho salmon (*Oncorhynchus kisutch* (Walbaum)). *J. Nutr.*, 107, 1477-1483 (1977).
 - 17) H. Lin, D. R. Romsos, P. I. Tack, and G. A. Leveille: Influence of diet on *in vitro* and *in vivo* rates of fatty acid synthesis in coho salmon (*Oncorhynchus kisutch* (Walbaum)). *J. Nutr.*, 107, 1677-1682 (1977).
 - 18) T. Shikata and S. Shimeno: Effects of feed restriction and starvation on fatty acid synthesis and oxidation of glucose and alanine in carp hepatopancreas. *Fisheries Sci.*, 63, 301-303 (1997).
 - 19) R. L. Walzem, T. Storebakken, S. S. O. Hung, and R. J. Hansen: Relationship between growth and selected liver enzyme activities of individual rainbow trout. *J. Nutr.*, 121, 1090-1098 (1991).
 - 20) T. Shikata, D. Kheyyali, and S. Shimeno: Effect of feeding rates on hepatopancreatic enzymes and body composition in common carp. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 59, 835-839 (1993).
 - 21) T. Shikata, S. Iwanaga, and S. Shimeno: Metabolic response to acclimation temperature in carp. *Fisheries Sci.*, 61, 512-516 (1995).
 - 22) S. Shimeno, D. Kheyyali, and T. Shikata: Metabolic response to dietary lipid to protein ratios in common carp. *Fisheries Sci.*, 61, 977-980 (1995).
 - 23) 示野貞夫, 四方崇文, 細川秀毅: ハマチ肝臓の糖代謝酵素活性および脂質含量の季節変化. 水産増殖, 40, 201-206 (1992).
 - 24) 示野貞夫, 四方崇文: 屋外飼育コイの糖代謝酵素活性および脂質含量の季節変化. 日水誌, 59, 653-659 (1993).

Diminution of Sea Cucumber *Stichopus japonicus* Juveniles Released on Artificial Reefs

Masataka Tanaka*

(Received July 1, 1999)

In order to elucidate the cause of diminution of sea cucumber *Stichopus japonicus* juveniles released on artificial reefs, some experiments were performed at a breeding laboratory and a sea area with the six-months old juveniles classified into three classes as to size.

While the juveniles were picked up and carried to the release point, the handling hardly influenced their survival, regardless of body size. After the release of the juveniles into the sea, however, the small-sized juveniles (body length < 10 mm) inclined to die.

The juveniles were released on two artificial reefs that were covered or uncovered with a net fence in the sea, and the juveniles on the reefs decreased exponentially in number. The most principal cause of diminution of the juveniles released on both reefs was estimated to be mortality of the juveniles, especially small-sized individuals. The spontaneous migration of the juveniles during the long-term period, together with washout by tide, were related to the high degree of diminution of the juveniles on the uncovered reef.

Key words: sea cucumber, release, artificial reef, juvenile size, diminution, mortality, washout, migration

Sea cucumber *Stichopus japonicus* is one of the useful coastal fishery resources in various places including Ishikawa Prefecture.¹⁾ As the catch of sea cucumber has recently tended to decrease, the release of artificially produced seeds have been carried out to increase the resources.²⁾ Many studies on the production techniques of sea cucumber juveniles were conducted,³⁻¹⁸⁾ which enabled us to produce a great deal of seed. However, little information has been reported on state of the juveniles after the release, such as growth, survival and behavior.^{3-14, 19)}

The follow-up survey of the juveniles after the release is difficult, because the appropriate tag or a mark is not found yet. Yanagisawa *et al.*²⁰⁾ reported on the marking of sea cucumber juveniles by branding their epidermis with a hot Nichrome wire. According to the report, most of the marked juveniles could be distinguished three months later, but it seemed to be difficult to discern their

marks four months later; this experiment was carried out in a laboratory but not in the sea. Fluorescent marking by dyeing the ossicle of the juveniles with tetracycline might be useful, which was distinguished half an year later.^{11, 12)} However, these marking are time-consuming, and it is also difficult to discern the mark after the catch.

The phenomena that a fair number of sea cucumber juveniles were not found in a short period after the release have been observed in some follow-up investigations.³⁻¹²⁾ We also observed the gradual diminution of the juveniles within a few days after the release on an artificial reef in the sea. Some reports indicated that the predation by sea star *Asterina pectinifera* led to the rapid disappearance of the juveniles.^{3, 4, 6-10, 12, 21)} On the other hand, Hamano *et al.*¹⁹⁾ suggested that the principal causes of the rapid disappearance were the oversight by the survey divers and the migration of the juveniles rather than the mortality by predators.

* 石川県水産総合センター技術開発部 (〒927-0435 石川県鳳至郡能都町字宇出津新港 3-7)

In the course of our investigation, we observed that the epidermis of juveniles released on the reef (especially of small-sized individuals: < 7 mm body length) were dissolving.^{10, 11)} Those juveniles had little ability to adhere to substances because their tube feet were damaged. Therefore, a high mortality of the juveniles caused by dissolution of their epidermis and injury to their tube feet was assumed to be one of the causes of rapid diminution. Generally, when sea cucumber juveniles are transferred from nursery aquaria to the release point by truck, the juveniles are shaken. During the process, the juveniles might be damaged by handling. In order to ascertain whether a high mortality of the juveniles was produced by the handling before the release or the environmental factors after the release, a few experiments were performed at a breeding laboratory and in the sea, considering the body size of juveniles. Furthermore, to examine the main cause of the diminution, the follow-up investigation of the juveniles was carried out after the release on two artificial reefs that were covered or uncovered with a net fence.

Materials and Methods

Sea Cucumber Juveniles

Sea cucumber juveniles were raised in some aquaria at Ishikawa Prefectural Fisheries Research Center for about six months after artificial spawning from May 13 to June 2, 1997. The juveniles were picked up with a soft brush from the surface of polycarbonate corrugated plates (size: 30 × 40 cm, 1 set: 20 plates) used for attaching substance and from the wall and bottom of two different types of aquaria (1,000 l polycarbonate tank and 5,000 l FRP tank) from November 12 to 14. They were classified into three classes as to body size through two sieves (opening: 2 and 4 mm in diameter). One hundred juveniles were sampled from each class, and the body length was measured under anesthesia using 0.5 % menthol solution.²²⁾ The others were held in 180 l aquaria under flowing sea water with aeration until experiments.

Experimental Methods

The juveniles were divided into 3 groups of 50

juvenile for each class, and they were put into each 1 l beaker with sea water fixed on the shaker (Yamatokagaku Co. Ltd., IK41). The beakers were shaken in the following 3 periods: continual shaking of 60 min (60 min × 1); intermittent shaking of 40 min at intervals of 20 min (20 min × 2); intermittent shaking of 30 min at intervals of 10 min (10 min × 3). Thereafter each group was transferred into 180 l aquarium separately. After 15 days of raising period, the survivors were counted, and the mortality of each group was statistically compared with those of control group that were not under shaking.²³⁾

The juveniles that were held in 180 l aquaria for 3 days were picked up on November 18. Part of them were divided into 5 groups of 100 juvenile for each class and restored to the aquaria (Room group). They were picked up after 1, 3, 9, 16, and 24 days of raising, successively. The rest of them were held in 80 l polyethylene barrel containing sea water with aeration, and were carried to the seaside in Nanao North Bay at the middle of Noto Peninsula where it was about 40 kilometers from the fisheries research center for about 1 hour's driving (Fig.1). Part of them were divided into 5 groups of 100 juvenile for each class, and were put in baskets containing fist-sized stones that were provided from a quarry (Sea group). Each basket was enclosed with 18-

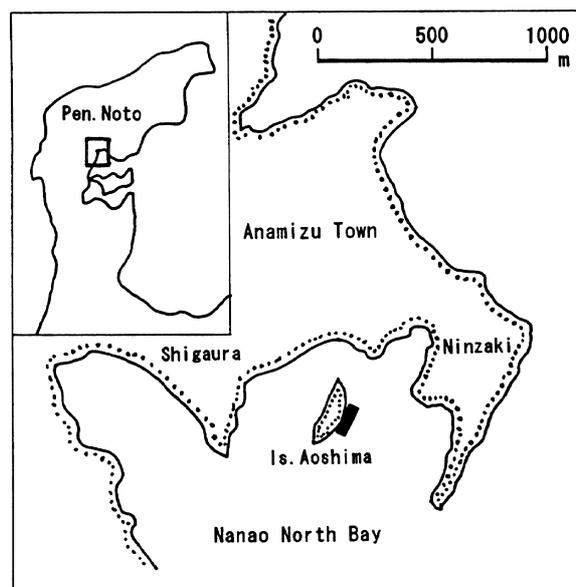


Fig. 1. Map showing the locality of Aoshima Island in Nanao North Bay. Solid line indicates the experimental site.

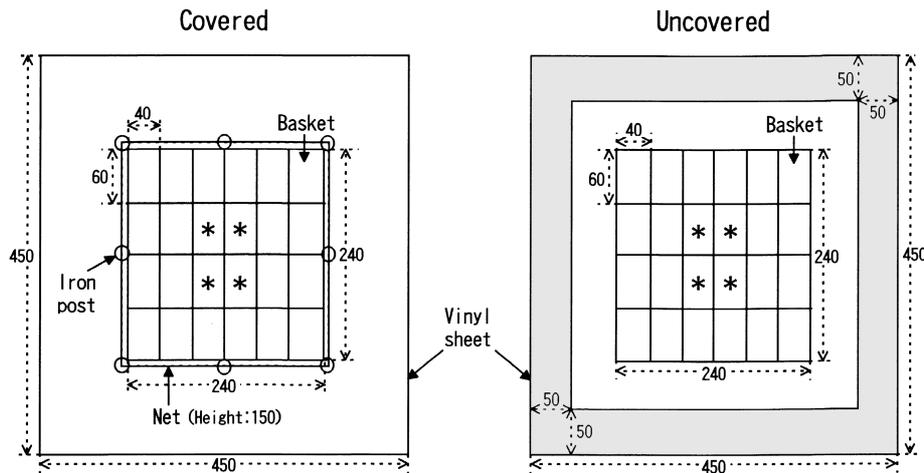


Fig. 2. Size of covered and uncovered artificial reefs used for the follow-up survey of released sea cucumber juveniles.

Asterisk in both reefs shows the release points. Figure is given in centimeter.

mesh polyethylene net (*ca.* 1.2 mm mesh) and placed into the sea, and the survival number was checked 1, 3, 9, 16, and 24 days after. Another part of them were carried back to the breeding laboratory and divided into 5 groups of 100 juvenile for each class (Carry group). They were held in the aquaria again and picked up after the same raising periods as Room group. The data of the survival on each group were statistically compared regarding each class.²³⁾

Two artificial reefs were built to conduct a follow-up survey on the survival of sea cucumber juveniles in the sea in Anamizu Bay on October 23, 1997 (Fig.1). Twenty four baskets (60 × 40 × 20 cm) containing above-mentioned stones were arranged in 4 files and 6 ranks upon vinyl plastic seats (450 × 450 cm) at a depth of 1 meter or less (Fig.2). One of them was enclosed with a net fence (150 cm high, *ca.* 1 mm mesh) bound to 8 iron props with rope (Covered reef). The other was opened, and a number of stones were piled up 50 cm wide outside the reef (Uncovered reef). The juveniles carried to the seaside as mentioned above on November 18 were divided into 2 groups of 2,400 juvenile consisting of 800 juvenile each for 3 size classes (large, middle, and small). They were transferred to the reefs and released softly upon 4 baskets in the middle of each reef with a net. Half of the baskets in each reef were lifted up alternately on a working raft 1, 3, 9, 16, 24, and 50 days later. The juveniles stuck on stones in each

basket and on the bottom of reefs after removing of the baskets were gathered into buckets separately. Surface of the vinyl plastic seats was checked by diving with a mask and a snorkel so as not to overlook the juveniles. They were transferred to a workplace by the seaside and anesthetized with 0.5 % menthol solution to measure their body length for each basket. The baskets were returned to the original positions, and the juveniles were released again on the same baskets as they had existed. The outside stones of the uncovered reef were also checked whether the juveniles moved out from the reef. Since the observation after 9 days, the juveniles stuck on the outside stones were also picked up and their body length were measured in the same manner as mentioned above. Based on the results of the follow-up survey, the survival process and the cause of the diminution of juveniles were estimated.

Results

Body Length of Sea Cucumber Juveniles

The compositions of body length of sea cucumber juveniles used in this study were shown in Fig.3. The average body length of large, middle, and small classes, was 32.9 mm, 14.4 mm, and 6.9 mm, respectively. The large, middle, and small classes consisted of individuals with the body length of 10 mm and upward, 5 to 25 mm, and 15 mm or less, respectively. The mode was 25 to 30

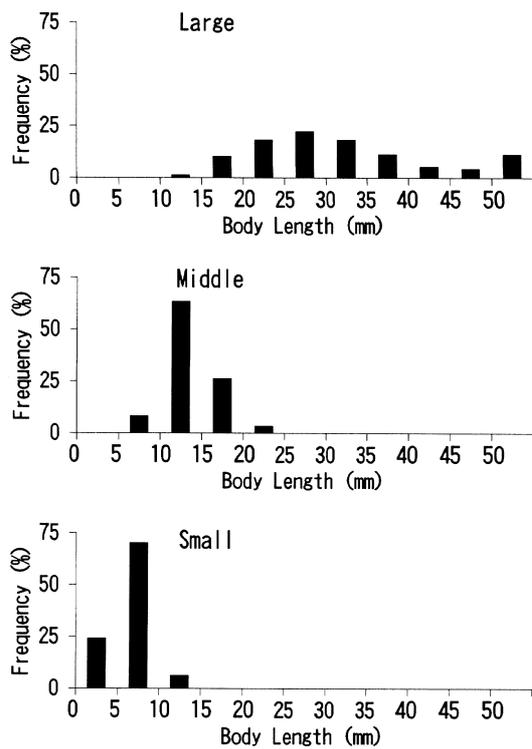


Fig. 3. Body length composition of three groups of sea cucumber juveniles.

mm in large class, 10 to 15 mm in middle class, and 5 to 10 mm in small class.

Influence of Shaking and Handling on Mortality

The survival numbers of three classes under each shaking conditions were compared with those of control that were not under shaking (Fig.4). The survival number decreased in small group under 60 min × 1 shaking, and the significant difference against control was indicated at 1 % level. The other groups showed high survival rates, and the significant differences against control were not indicated.

Figure 5 shows the changes of survival number classified into the body size and handling way for 16 days from the beginning of the experiment. The results of the statistic analysis were also shown in Table 1.

In large class, all the juveniles survived regardless of the handling ways. In middle class, though the significant differences were indicated between sea group and carry group, and between sea group and room group on day 1, the survival rate was generally high. In small

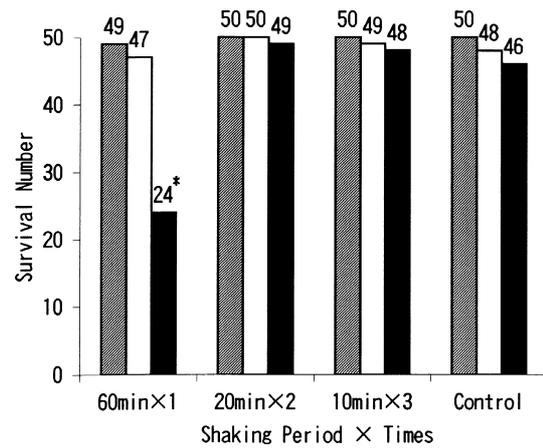


Fig. 4. Survival number of sea cucumber juveniles which received each shaking operation. The number was counted after 15 days. □: large, ▨: middle, ■: small.

* Significant difference between survival in small group of 60 min × 1 and those of control is shown ($p < 0.01$).

class, the number of survival on sea group was less than those on carry group or room group during the experimental period of 16 days.

In sea group, the number of survival on small class was less than those on large class and middle class for 16 days. There were significant differences indicated between small class and large class, and between small class and middle class on all observation days. In carry group, the number of survival on small class was less than those on large class and middle class on day 3, 9, and 16, and the significant differences were indicated between small class and large class at the same days. In room group, the number of survival on small class were significantly less than those on large class and middle class on day 16.

Follow-up Survey of Juveniles Released on Artificial Reefs

Figure 6 shows the number and average body length of the juveniles found in each position of the baskets and outside stones of two artificial reefs. Though most of the juveniles were found in the center of the reefs on day 1, they were found in all positions within a few days. Thereafter, more juveniles became observed in the direction of the island with the elapse of day in the covered reef. Total numbers of the juveniles found in the

Diminution of released sea cucumber juveniles

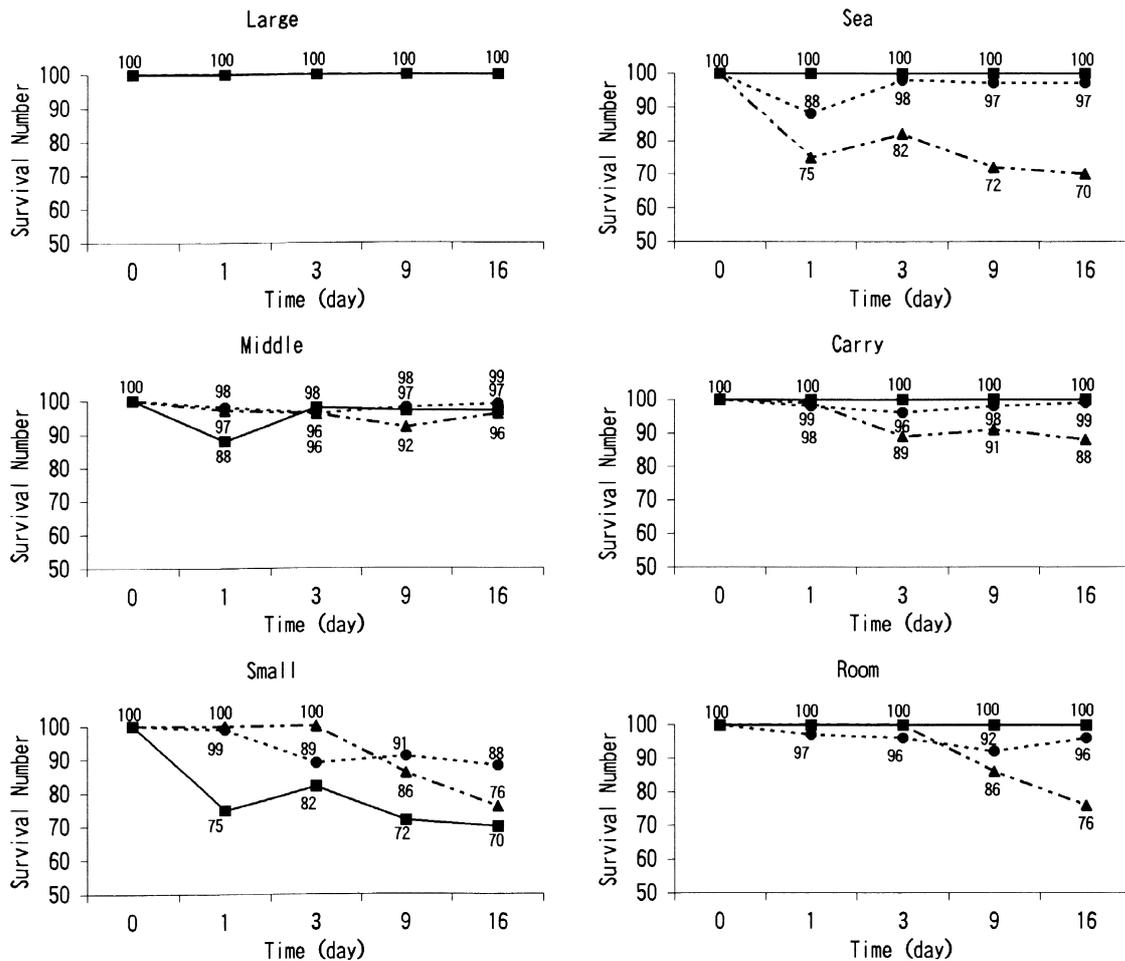


Fig. 5. Changes in survival number of sea cucumber juveniles with different classes of body size (left figure), and with different ways of handling (right figure). ■: sea, ●: carry, ▲: room (left figure), ■: large, ●: middle, ▲: small (right figure).

covered reef were more than those in the uncovered reef on all observation days, and the numbers decreased as the day progressed in both reefs. The average body length of the juveniles found in the covered reef was high compared with that in the uncovered reef on all observation days. The average body length of the juveniles on the outside stones was higher than that in the inside baskets in the uncovered reef since the observation after 9 days.

Figure 7 shows the changes in the body length composition of the juveniles during the survey. The ratio of the individuals with the body length of 5 mm or less and that of 10 mm or less on the release day was 8.0 % and 34.0 %, respectively. The ratio of the individuals with the body length of 10 mm or less, which almost

consisted of small class (Fig.3), showed a tendency to decrease as the day progressed in both reefs. On the other hand, the ratio of the individuals with the body length of 15 mm or more, which consisted of middle and large classes (Fig.3), had an increasing tendency as the day progressed in both reefs.

The estimated survival number on each observation day on both reefs were plotted on Fig.8. Data in this figure were shown as the value which doubled actual counted numbers on day 1, 3, 9, and 14 in the uncovered reef and on all observation days in the covered reef, and as the value which multiplied actual counted numbers by 4 on day 24 and 50 in the uncovered reef, because the buckets in which juveniles were put from the uncovered reef were swept away by a high wave in the midst of the

observation on day 14. The diminution processes of the released juveniles on both reefs were approximated by exponential function with high correlations.

Table 2 shows the estimated survival and diminished which were revised by the exponential function curve on two reefs. During 50 days after the release, the survival number was estimated to decrease to *ca.* 1/4 in the covered reef and to *ca.* 1/10 in the uncovered reef.

Discussion

The phenomena that a fair number of sea cucumber juveniles were not found in a short time after the release have been observed in some follow-up investigations.³⁻¹²⁾ We observed some juveniles, especially small ones, whose epidermis was dissolving and tube feet were injured after release in the course of our previous survey.¹⁰⁻¹¹⁾ Therefore, we supposed that a high mortality of small-sized juveniles resulting from a decline in their vitality mainly caused the diminution. Moreover, it seemed that the juveniles were healthy during the breeding period and were damaged after the release. Thus we considered that the handling of the juveniles before the release was related to high mortality.

We examined the extent of mortality resulting from the damage of their tube feet by shaking the beaker keeping juveniles at the laboratory, assuming that the vibration in transit to a releasing point led to lowering of their ability to adhere. The survival numbers of small class under 60 min × 1 shaking were significantly less than those of control. However, a number of *Harpacticoida*, order of copepod, bred in the aquarium in the latter of the examination. This copepod is informed to be harmful to sea cucumber, because the copepod attaches to the epidermis of sea cucumber and bites the surface.²⁴⁾ Therefore, the above-mentioned decrease is possibly due to the breeding of the copepod but not to the damage of their tube feet under vibration. The vibration in transit presumably did not influence the subsequent survival of the juveniles.

As a result, the decline of vitality of juveniles after release was probably caused by the environmental influence of the sea irrespective of handling before

Table 1. Significant differences test between two data of the survival on each elapsed day in each class of body size of the juvenile (A) and in each group of handling of the juvenile (B)

		Time Elapsed (day)			
		1	3	9	16
Class	Relation (A)				
Large	S-C	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
	S-R	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
	C-R	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Middle	S-C	*	N.S.	N.S.	N.S.
	S-R	*	N.S.	N.S.	N.S.
	C-R	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Small	S-C	**	N.S.	**	**
	S-R	**	**	*	N.S.
	C-R	N.S.	**	N.S.	*
Group	Relation (B)				
Sea	L-M	**	N.S.	N.S.	N.S.
	L-Sm	**	**	**	**
	M-Sm	*	**	**	**
Carry	L-M	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
	L-Sm	N.S.	**	**	**
	M-Sm	N.S.	N.S.	N.S.	**
Room	L-M	N.S.	N.S.	*	N.S.
	L-Sm	N.S.	N.S.	**	**
	M-Sm	N.S.	N.S.	N.S.	**

S: sea, C: carry, R: room, L: large, M: middle, Sm: small.

* Significant at $p < 0.05$.

** Significant at $p < 0.01$.

N.S.: not significant ($p > 0.05$).

release. Using the juveniles which were picked up from rearing aquaria and transported by a truck, we compared the survival of the juveniles in the sea with that in the aquaria in consideration of body size. The large- and middle-sized juveniles survived in the sea during the experimental period of 16 days, while the survival number of the small-sized juveniles decreased to 70 % after 16 days. The mortality of the juveniles which were restored to the aquaria after the pickup or were carried back from release point to the breeding laboratory was lower than that of the juveniles put in the sea. Accordingly, it seemed that the pickup from breeding aquaria and the truck conveyance with vibration did not influence survival of the juveniles after the release, regardless of body size. For small-sized juveniles, however, some factors to drive them to death would be in the natural environment after the release.

Diminution of released sea cucumber juveniles

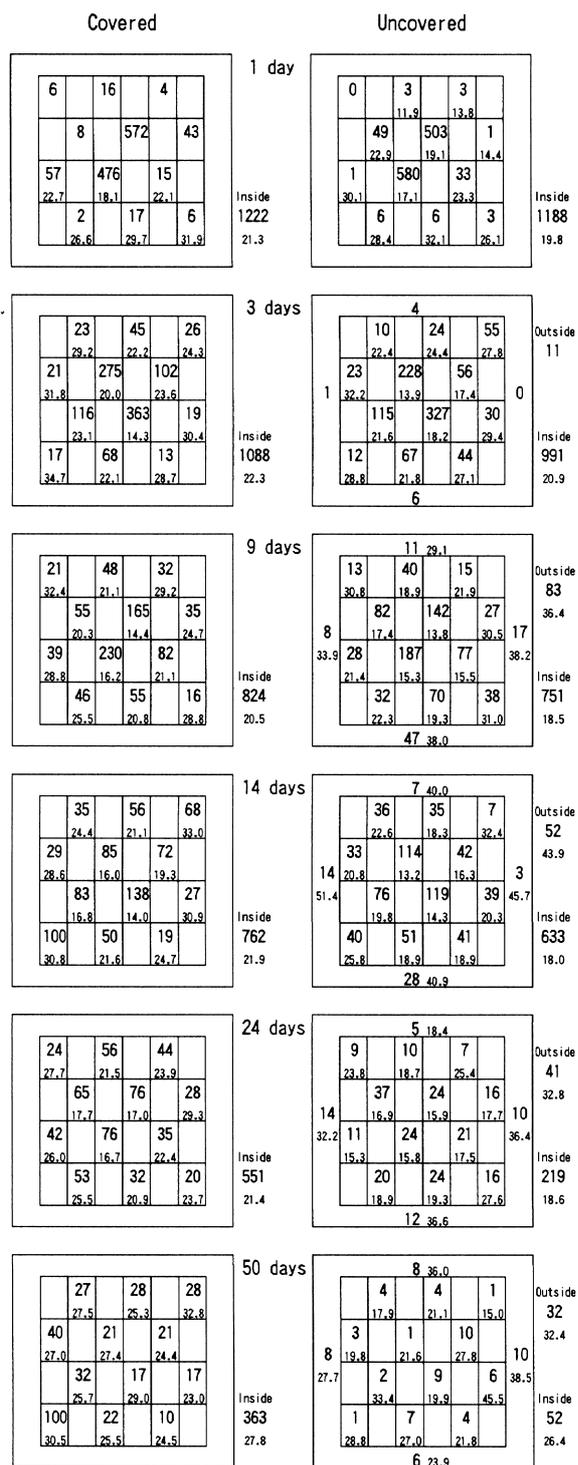


Fig. 6. Distribution of sea cucumber juveniles after release on the covered and uncovered reefs. Large figure indicates the number of juveniles found in each basket or outside. Small figure indicates the average body length (mm) in each basket or outside. Large and small figures outside the frames indicate total number and total average body length (mm), respectively.

Through the practical follow-up survey after release in the artificial reefs, the diminution of the juveniles found after the release was shown to be mainly due to the death of juveniles. Approximately 100 % of the juveniles were found in the covered and uncovered reefs in the 1 day after the release. Therefore, oversight of the juveniles by survey divers¹⁹⁾ was negligible under the present experimental conditions. Nevertheless, the number of the juveniles found after release decreased rapidly in the covered reef. The diminution was presumed to be due to a high mortality of the small-sized juveniles on the basis of the results that the small-sized juveniles tended to die in the sea. According to the histogram on the body length of juveniles found out in both reefs, the rate of the juveniles with the body length of less than 10 mm decreased gradually after the release in both reefs. It is reasonable to consider that the disappearance of small-sized juveniles was the major cause of decrease of total numbers in the reefs. The difference between the number of juveniles found in the covered reef and that in the uncovered reef indicates the existence of the juveniles which were washed out by tide or migrated outside spontaneously in the uncovered reef. In the present study, (1) average body length of the juveniles in the uncovered reef was higher in the outside stones than in the inside of the reef, (2) average body length of juveniles was higher in the covered reef than in the uncovered reef, and (3) the average body length was higher in the exterior baskets than in the central baskets. Those results suggest that larger juveniles tended to migrate outside the reefs. On the other hand, the juveniles washed out with tide were thought to be mostly composed of small-sized individuals, because the small-sized individuals had a low ability to adhere on substances.

Hatanaka *et al.*²¹⁾ suggested that predation of the juveniles by sea star *Asterina pectinifera* was one of the causes of rapid disappearance. Some sea stars captured inside of the uncovered reef were fixed in 10 % formalin and carried to our laboratory on this follow-up survey. However, sea cucumber and their ossicle were not found in their stomachs (data not shown). This finding indicates that the predation by sea star might be one of the causes of diminution during long-term period, but

Diminution of released sea cucumber juveniles

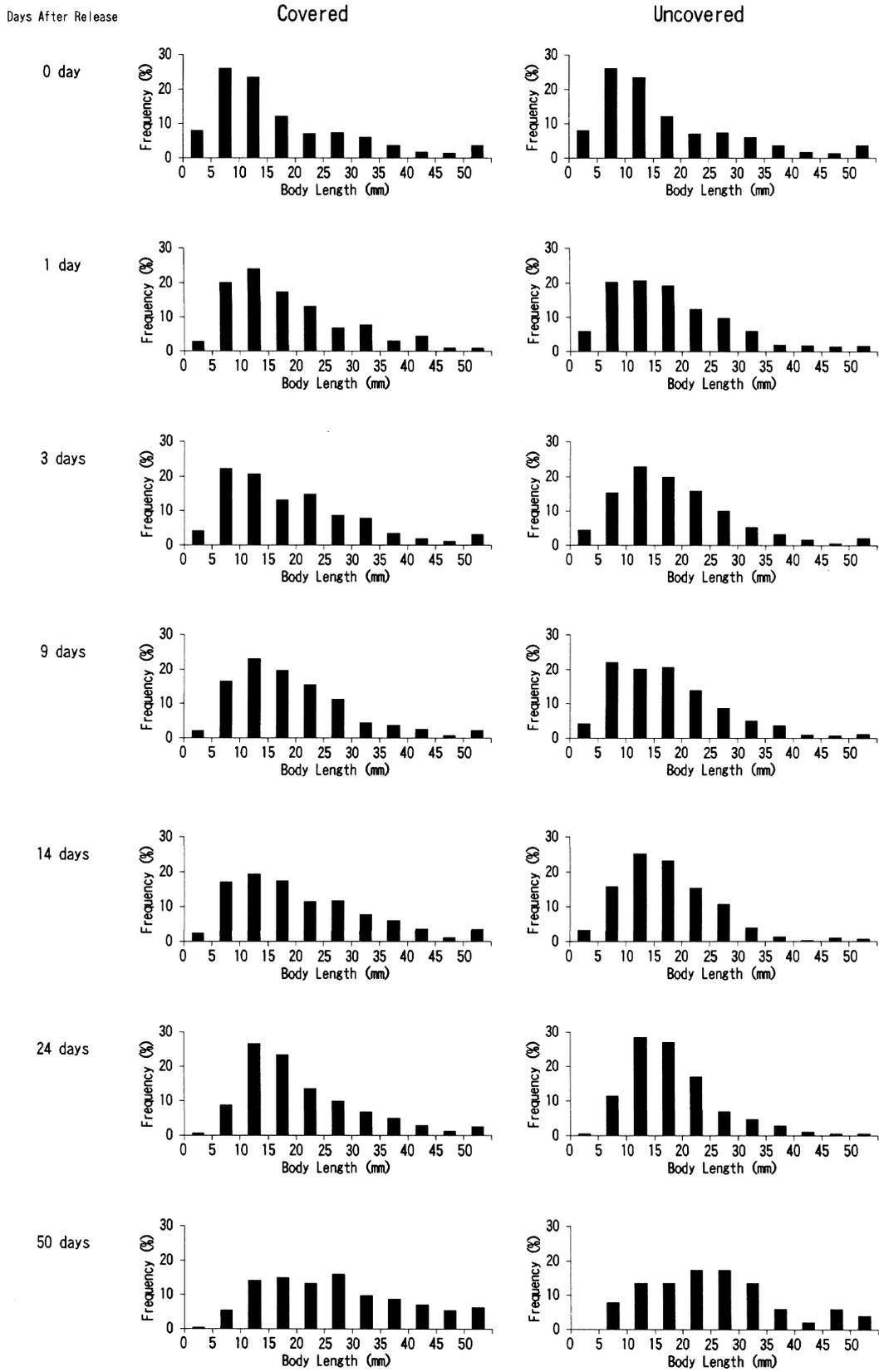


Fig. 7. Histogram of body length after the release on covered and uncovered reefs.

Table 2. Changes in estimated survival and diminished numbers in the covered and uncovered reefs

Time (day)	Covered Reef			Uncovered Reef				
	Survival	Diminished		Survival	Diminished			
		Total	Mortality		Total	Mortality	Migration	Washout
0	2400	0	0	2400	0	0	0	0
1	2338	62	62	2288	112	62	0	49
3	2218	182	182	2081	319	180	11	129
9	1894	506	506	1564	836	483	94	259
14	1661	739	739	1233	1167	676	146	346
24	1277	1123	1123	766	1634	961	187	486
50	644	1756	1756	222	2178	1340	219	619

The numbers are revised by the exponential function curve in Fig.8. The number of mortality in the uncovered reef is aggregate of the calculated value by the following expression: $A/B \times C$ (A: the number of mortality obtained from the previous observation in the covered reef, B: the number of estimated survival of the previous observation in the covered reef, C: the number of estimated survival of the previous observation in the uncovered reef). The number of spontaneous migration in the uncovered reef is aggregate of the actual counted number on the outside stones of the reef. The rest of diminished number except mortality and migration in the uncovered reef is conjectured to be the number of washout.

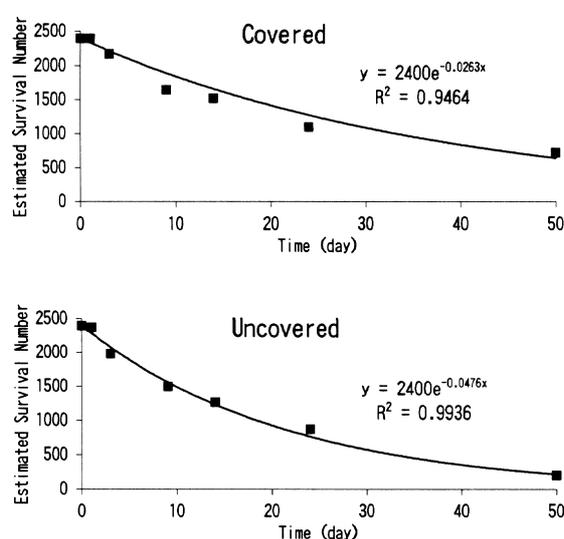


Fig. 8. Changes in estimated number on the covered and uncovered reefs. Curved lines on both reefs show exponential approximate curves.

not a major cause of diminution.

According to the results of this survey, the high mortality of small juveniles (less than 10 mm in body length) which had a low vitality in the sea and the washout of the small juveniles by tide were highly associated with the diminution of the sea cucumber juveniles in the early period after the release. In order to increase the survival rate, it is necessary to release large juveniles whose body length is more than 15 mm because comparatively large juveniles hardly die in the early period after the release. At present, however, it is

technically difficult to produce a number of large juveniles in a short-term, because about half a year is needed for the juveniles to reach the average body length of more than 15 mm, and the variety in size of juveniles is remarkable.¹²⁾ Incidentally, in this study, the juveniles were repeatedly picked up from the reef, anesthetized, and returned to the reef after measurements. Moreover, though the place where the juveniles were released was seemed to be appropriate as Hamano *et al.*^{25, 26)} pointed out that the tidal zone was suitable area for the juveniles, the net of the covered reef was gradually changed to be muddy. Namely, the conditions of the juveniles and the reefs in the latter period were considered to be quite different from those in the initial stage. The effects of some artificial factors on the results of this survey were presumably unavoidable, nonetheless the mortality of the juveniles was notable. We need to investigate internal factors such as physiological properties besides external factors in the sea to elucidate the causes of mortality of the juveniles after release.

Acknowledgments

The author is grateful to the staff of Technological Development Division, Ishikawa Prefecture Fisheries Research Center for their assistance and valuable advice on this study. This work was supported in part by a grant from the Fisheries Agency as "Project on technological development concerning mass production and release of

regionally principal products".

References

- 1) Y. Arakawa: A handbook on the Japanese sea cucumber - Its biology, propagation and utilization, Midorishobo, Tokyo, 1990, 118 pp.
- 2) Fisheries Agency and Japan Sea-Farming Association: Records of seeding production, acquisition, and release on farming fisheries, 1998
- 3) Aichi, Oita, Fukui, and Yamaguchi Prefecture: Report on the project of technological development on the propagation of sea cucumber, 1989.
- 4) Aichi, Oita, Fukui, and Yamaguchi Prefecture: Report on the project of technological development on the propagation of sea cucumber, 1990.
- 5) Aichi, Oita, Fukui, and Yamaguchi Prefecture: Report on the project of technological development on the propagation of sea cucumber, 1991.
- 6) Aichi, Oita, Fukui, and Yamaguchi Prefecture: Report on the project of technological development on the propagation of sea cucumber, 1992.
- 7) Aichi, Oita, Fukui, and Yamaguchi Prefecture: Report on the project of technological development on the propagation of sea cucumber, 1993.
- 8) Oita, Fukui, and Yamaguchi Prefecture, and National Fisheries University: Report on the project of technological development on the mass production and the release of sea cucumber, 1994.
- 9) Ishikawa, Oita, Fukui, and Yamaguchi Prefecture: Report on the project of technological development on the mass production and the release of sea cucumber, 1995.
- 10) Oita, Yamaguchi, Fukui, and Ishikawa Prefecture: Report on the project of technological development on the mass production and the release of sea cucumber, 1996.
- 11) Yamaguchi, Fukui, Ishikawa, and Oita Prefecture: Report on the project of technological development on the mass production and the release of sea cucumber, 1997.
- 12) Ishikawa, Oita, Fukui, and Yamaguchi Prefecture: Generalized report on the project of technological development on the mass production and the release of sea cucumber, 1998.
- 13) S. Ito: Studies on the technological development of the mass production for sea cucumber juvenile, *Stichopus japonicus*. *Bulletin of Saga Prefectural Sea Farming Center*, 4, 1-87 (1995).
- 14) S. Ito: Mass production of sea cucumber juvenile, *Stichopus japonicus*, in "Manual for Seeds Production at Saga Prefectural Sea Farming Center", Saga Prefectural Sea Farming Center, Saga, 1996, pp. 69-109.
- 15) S. Yanagihashi: Seeding production of sea cucumber. *Aquabiology*, 38, 190-191 (1985).
- 16) S. Ito, I. Kawahara, and K. Hirayama: Studies on the technological development of mass production of juvenile sea cucumber *Stichopus japonicus*. *Saibaigiken*, 22, 83-91 (1994).
- 17) H. Hatanaka: New methods of labor-saving and planned rearing for seedling production of the sea cucumber *Stichopus japonicus*. *Saibaigiken*, 25, 7-10 (1996).
- 18) H. Hatanaka: Laboratory experiments on amount of feeding of the juvenile sea cucumber *Stichopus japonicus*. *Saibaigiken*, 25, 11-14 (1996).
- 19) T. Hamano, M. Kondo, Y. Ohhashi, T. Tateishi, H. Fujimura, and T. Sueyoshi: The whereabouts of edible sea cucumber *Stichopus japonicus* juveniles released in the wild. *Suisanzoshoku*, 44, 249-254 (1996).
- 20) T. Yanagisawa, S. Yanagihashi, and K. Kawasaki: Way of marking to sea cucumber *Stichopus japonicus* juveniles by branding epidermis with Nichrome wire. *The Aquiculture*, 32, 15-19 (1984).
- 21) H. Hatanaka, H. Uwaoku, and T. Yasuda: Experimental studies on the predation of juvenile sea cucumber, *Stichopus japonicus* by sea star, *Asterina pectinifera*. *Suisanzoshoku*, 42, 563-566 (1994).
- 22) H. Hatanaka, and K. Tanimura: Application of menthol as an anesthetizer for body size measuring of sea-cucumber juveniles. *Suisanzoshoku*, 42, 221-225 (1994).
- 23) K. Kan: Test and estimation on discrete distribution, in "Handbook on Applied Statistics", Yokendo, Tokyo, 1995, pp. 59-67.

- 24) M. Kobayashi and M. Ishida: Some experiments concerned with the causes of the decrease of sea cucumber *Stichopus japonicus* juveniles. *Saibai-giken*, 13, 41-48 (1984).
- 25) T. Hamano, M. Amio, and K. Hayashi: Population dynamics of *Stichopus japonicus* Selenka (Holothuroidea, Echinodermata) in an intertidal zone and on the adjacent subtidal bottom with artificial reefs for *Sargassum*. *Suisanzoshoku*, 37, 179-186 (1989).
- 26) M. Amio, T. Hamano, K. Hayashi, S. Yoshioka, H. Matsuura, and T. Iwamoto: An attempt to detect habitats preferred by *Stichopus japonicus* Selenka (Holothuroidea, Echinodermata) using the presence of other organisms as indicators. *Suisanzoshoku*, 37, 197-202 (1989).

イカかまぼこのゲル物性に及ぼす魚体サイズ、製造時添加物 および加熱条件の影響

高本修作

(1999年6月22日受付)

Effects of Body Size, Additives for Processing, and Heating Method on Gel Properties of Kamaboko from Squid *Todarodes pacificus**1

Shuusaku Takamoto*2

The effects of body size, additives (frozen surimi from walleye pollack, water, NaCl, starch, and egg white), and heating method on the gelation of squid paste (*Todarodes pacificus*) was investigated. The breaking strength and breaking strain of kamaboko gel from squid increased with an increase in the body size of squid. The addition of 0.5~2.5 % NaCl to the squid paste did not show a reinforcement effect of ashi (elasticity) of the kamaboko gel. When 25% walleye pollack surimi was mixed to the squid paste, the reinforcement effect of ashi of the kamaboko gel by two-step heating was hardly observed. However, when 75% walleye pollack surimi was mixed, the reinforcement effect was observed and the breaking strength and breaking strain markedly increased. In various concentrations of starch and egg white, negative correlations were found between breaking strength and moisture content with a high correlation coefficient.

These results indicate that the body size of squid and moisture content are important factors for the gelation of squid paste.

Key words: *Todarodes pacificus*, Kamaboko gel, gel properties

スケトウダラ肉糊を坐らせるとゲル強度が増加し、同時に肉糊中のミオシン重鎖(HC)の多量化反応が起こる。¹⁾しかし、イカ肉糊の場合、同様に坐らせてもゲル強度は増加せず足は形成されない。²⁾これは、イカ肉に内在する活性の高いプロテアーゼと無脊椎動物に多く含まれるパラミオシンが深く関与するとされている。³⁾また、イカ肉のミオシンは3%のNaClで不安定となり変性が進行するが、ソルビトールに対しては安定化するとの報告⁴⁾があり、添加物はゲル形成に大きな影響を及ぼすと考えられる。

本報では、イカ肉のねり製品化に向けて、原料であるイカの大きさやかまぼこ製造時に加えられる添加物、さ

らには加熱条件に注目し、これらがゲル物性にどのような影響を及ぼすか検討することにした。

実験方法

試料 スルメイカ *Todarodes pacificus* は石川県小木漁協より購入した冷凍ものを、スケトウダラ冷凍すり身はSA級を試料として用いた。

かまぼこゲルの調製 スルメイカ胴部より普通筋を採取し、チョッパーを通して細切した。これに自然解凍し細切したスケトウダラ冷凍すり身を所定量添加し、糖類、重合リン酸塩濃度が一定になるように調製した。続いて、

*1 本研究は、水産庁補助事業“水産加工新原料開発事業”の一部として行ったものである。

*2 石川県水産総合センター技術開発部 (〒927-0435 石川県鳳至郡能都町宇出津新港 3-7)

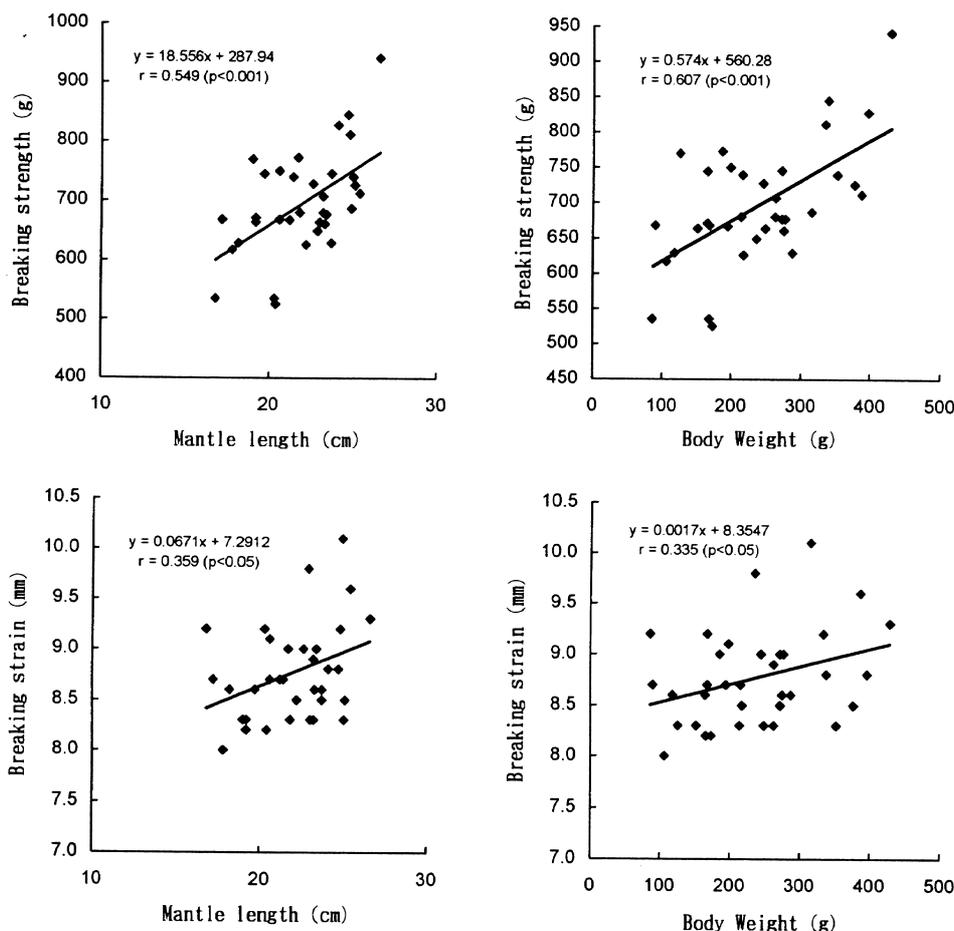


Fig. 1. Effect of mantle length and body weight on breaking strength and breaking strain of the kamaboko gel from squid.

所定量の水分、塩分および配合剤(でん粉、卵白)を加え、4℃で播潰した。この肉糊を円筒形ステンレス容器(高さ2.5 cm、直径3 cm)に詰め、円筒上下をステンレス板で両側から押さえクリップで留めた。これを90℃、30分の一段加熱、あるいは所定温度で所定時間加熱(この加熱処理を予備加熱と呼ぶ)した後、90℃、30分加熱する二段加熱を行った。

かまぼこのゲル物性の測定 調製したかまぼこゲルについて、レオメーター(サン化学株式会社製)を使用して直径5 mmの球型プランジャーで破断強度(g)と破断凹み(mm)を測定した。

結果および考察

かまぼこのゲル物性に及ぼす外套背長および魚体重の影響 外套背長および魚体重の異なるイカを試料とし、スケトウダラ冷凍すり身、水分、塩分および配合剤は添

加せず一段加熱によりかまぼこゲルを調製した。このゲルの物性と外套背長と魚体重の関係を Fig.1 に示した。これによると、破断強度および破断凹みは外套背長および魚体重の増加に伴って増加した。特に破断強度は外套背長および魚体重との関係において高い相関を示し、相関係数はそれぞれ0.55 ($p < 0.001$), 0.61 ($p < 0.001$)であった。

この結果は、イカの大きさによって、ゲル物性に影響を及ぼす物質、つまりパラミオシンの量やプロテアーゼの活性が異なることを示唆しているのかもしれない。前報⁵⁾で、大きさや雌雄の異なるイカを原料とすると呈味成分が少なからず変化することを明らかにしており、イカの大きさはかまぼこを調製する上で重要な要素であると考えられる。

かまぼこのゲル物性に及ぼす塩濃度の影響 外套背長約23 cmのイカを試料とし所定量の食塩を添加した後、一段加熱により調製したかまぼこゲルについてゲル物性を測定した結果を Fig.2 に示した。これによると、ゲル物

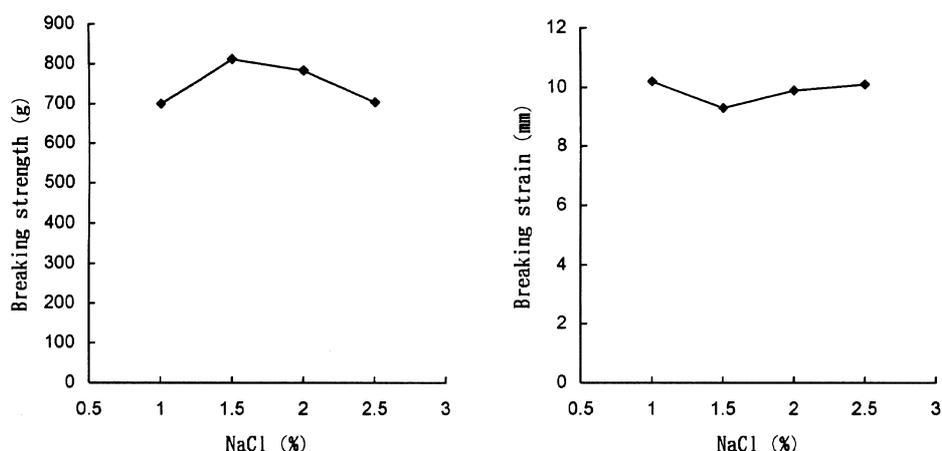


Fig. 2. Effect of the amount of added NaCl on breaking strength and breaking strain of the kamaboko gel from squid.

性は食塩濃度にほとんど影響されず、2.5%の食塩を添加してもゲル物性の変化はみられなかった。

スケトウダラを原料として足の強いかまぼこを作るためには食塩添加量は2%以上必要で、これ以下ではミオシンHCが溶解せず良いかまぼこはできないとされている。⁶⁾しかしながら、前述のように、イカのみオシンHCは塩感受性が大きく、約3%のNaClでは不安定で変性が進行する。従って、イカ肉の場合、食塩濃度を増加してもミオシンHCが塩により変性し、ゲル物性は向上しないのではないかと考えられる。

かまぼこのゲル物性に及ぼす冷凍すり身添加量および予備加熱条件の影響 外套背長約23cmのイカを試料とし、所定量のスケトウダラ冷凍すり身、水分および食塩を添加した後、一段加熱および二段加熱により調製したかまぼこゲルについて、ゲル物性を測定した結果をFig.3に示した。これによると、一段加熱の場合、ゲル物性に及ぼす冷凍すり身添加量の影響は少なく、冷凍すり身を75%添加してもゲル物性の急激な上昇はみられなかった。しかしながら、二段加熱の場合、冷凍すり身を75%添加すると破断強度、破断凹みともに急激に増加した。

次に、外套背長約23cmのイカを試料とし、イカ肉に対して25%スケトウダラ冷凍すり身、71%水分(終濃度)および2.5%食塩(終濃度)を添加した後、二段加熱により調製したかまぼこゲルについて、ゲル物性を測定した結果をFig.4に示した。これによると、予備加熱温度が0および10℃の場合、破断強度および破断凹みに変化はみられなかった。一方、予備加熱温度が20および30℃の場合、破断凹みに変化はみられなかったが、破断強度は予備加

熱時間の経過とともに急激に減少した。

スケトウダラ肉糊を二段加熱すると急激にゲル強度が増加し、強い足が形成されることが知られている。⁷⁾しかしながら、イカ肉糊を二段加熱しても予備加熱中にミオシンHCが酵素により分解し、強い足は形成されない。⁸⁾本研究では、冷凍すり身25%の場合、予備加熱条件を変えても二段加熱の効果はみられず、二段加熱の効果が見られたのは冷凍すり身を75%以上添加したときであった。従って、冷凍すり身を25%添加しても無添加時と同様、ミオシンHCが酵素による分解等の影響を受け、ゲル物性は向上しないことが明らかになった。

かまぼこのゲル物性に及ぼすでん粉・卵白添加量の影響 外套背長約23cmのイカを試料とし、イカ肉に対して25%冷凍すり身、所定量の水分および2.5%食塩(終濃度)を添加した後、一段加熱により調製したかまぼこゲルについて、ゲル物性を測定した結果をFig.5, Fig.6に示した。でん粉を5, 10, 15および20%添加した場合、水分量と破断強度との間に強い相関関係がみられた。また、水分70%付近での破断強度はでん粉10%添加で最も高く、でん粉20%添加で最も低い値を示した。卵白を5, 10および15%添加した場合、水分量と破断強度との間に強い相関がみられた。また、水分70%付近での破断強度は卵白5%添加で最も高く、卵白15%添加で最も低い値を示した。一方、破断凹みと水分との関係は、でん粉20%添加で正の相関、卵白5%添加で一定の値を示し、卵白15%添加で負の相関がみられた。

このように、破断強度はでん粉及び卵白の増加に伴い増加しなかったが、水分量の減少に伴い増加した。この

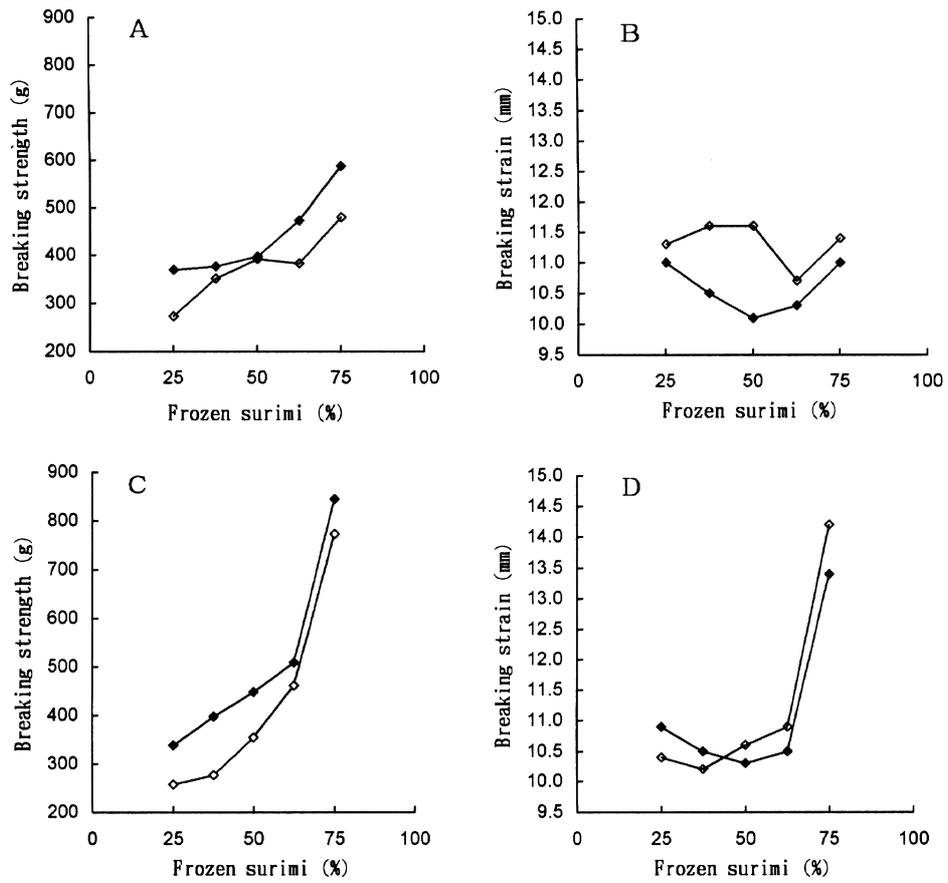


Fig. 3. Effect of frozen surimi content on breaking strength and breaking strain of the kamaboko gel from squid. A, B: the salt-ground meat was heated at 90 °C for 30 minutes. C, D: the salt-ground meat was preheated at 30 °C for 2 hours, followed by heating at 90 °C for 30 minutes. ◆ moisture 72% ◇ moisture 74%.

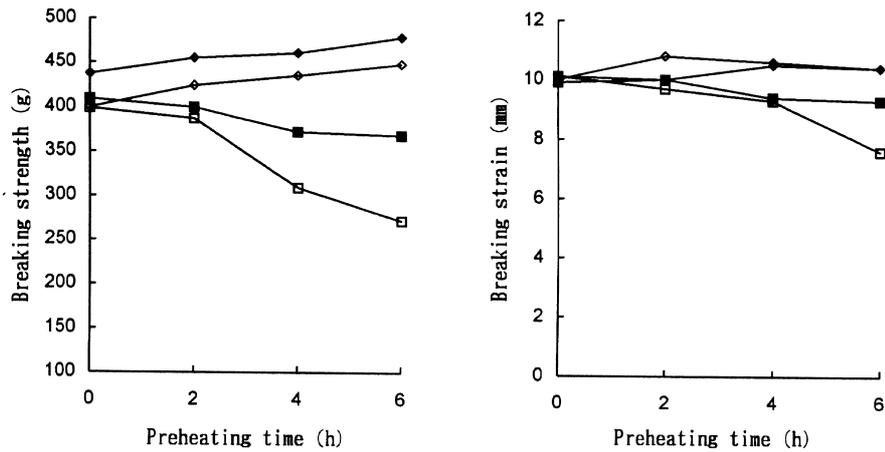


Fig. 4. Effect of preheating temperature and preheating time on breaking strength and breaking strain of the kamaboko gel from squid. ◆ 0 °C, ◇ 10 °C, ■ 20 °C, □ 30 °C.

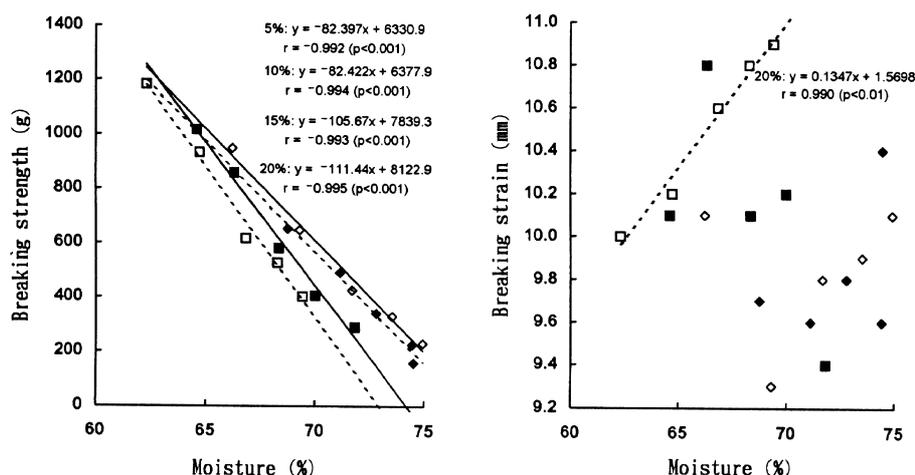


Fig. 5. Effect of moisture content on breaking strength and breaking strain of the kamaboko gel containing starch.
 ◆(···) 5% starch, ◇(—) 10% starch, ■(···) 15% starch, □(—) 20% starch.

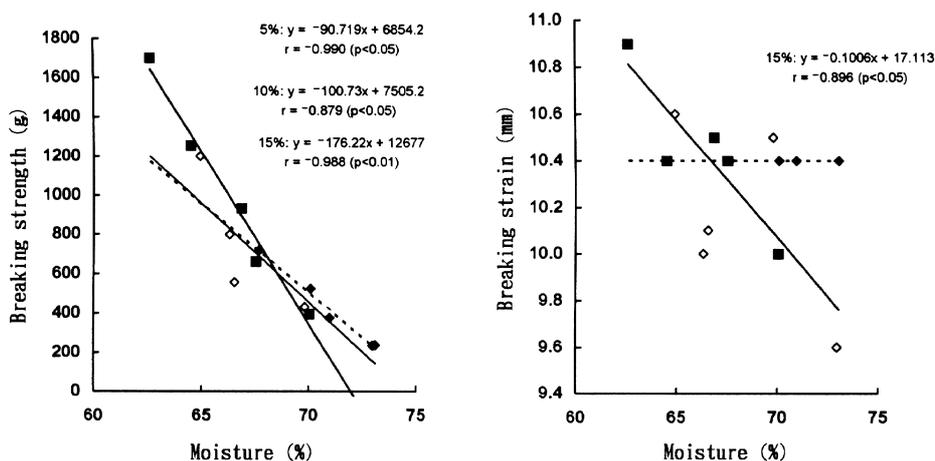


Fig. 6. Effect of moisture content on breaking strength and breaking strain of the kamaboko gel containing egg white.
 ◆(···) 5% egg white, ◇(—) 10% egg white, ■(···) 15% egg white.

結果は、配合剤添加による破断強度の増加が、配合剤自体のゲル化によるものでなく、配合剤添加に伴う水分量の減少によるものであることを示唆している。多くのかまぼこにはでん粉、植物性タンパク質、卵白等が添加されているが、⁹⁾ これは配合剤自体にゲル化による弾力補強効果があるからである。¹⁰⁾ しかしながら、本研究で、配合剤自体がゲル化せず弾力補強効果がみられなかったのは、配合剤に対してもプロテアーゼが作用していたからかもしれない。

以上の結果から、イカの大きさや水分量はイカ肉糊のゲル化の重要な要因であることが分かった。

文献

- 1) 沼倉忠弘, 溝口竜, 木村郁夫, 豊田恭平, 藤田孝夫, 関伸夫, 新井健一: 加熱により変質したスケトウダラすり身の坐りゲル形成能とミオシン重鎖の交差結合能. 日水誌, 55, 1083-1090 (1989).
- 2) 右田正男: イカ肉の特性. 日水誌, 18, 116-126 (1953).
- 3) 土屋隆英, 江原司: 水産無脊椎動物肉のゲル形成能. 水産ねり製品技術研究会誌, 6, 242-257 (1991).
- 4) 今野久仁彦: イカ筋肉タンパク質の変性. 水産ねり製品技術研究会誌, 4, 146-155 (1992).

イカかまぼこのゲル物性

- 5) 高本修作: スルメイカの大きさ, 雌雄, 成熟度, 漁期, 漁場によるエキス成分の違い. 石川県水産総合センター研究報告, 1, 37-41 (1998).
- 6) 牧之段保夫, 中川孝之, 安藤正史, 松野智: 坐りによる減塩かまぼこの足の補強とかまぼこ組織の電子顕微鏡観察. 日水誌, 62, 654-658 (1996).
- 7) 岡田稔: ねり製品の足とその増強. 「魚肉ねり製品」(岡田稔他編), 恒星社厚生閣, 東京, 1981, pp.189-212.
- 8) 石川哲, 田村亘, 福田裕: イカ肉のかまぼこについて. 水産ねり製品技術研究会誌, 8, 345-348 (1989).
- 9) 山下民治, 関伸夫: スケトウダラかまぼこゲルの物性に及ぼす鶏卵成分の影響. 日水誌, 61, 580-587 (1995).
- 10) 高橋礼治: でん粉. 「魚肉ねり製品」(岡田稔他編), 恒星社厚生閣, 東京, 1981, pp.100-118.

短 報

能登半島沿岸で漁獲されるブリ成魚の成熟度

辻 俊宏

(1999年6月10日受付)

The Maturity of Adult Yellowtail in the Coastal Waters around Noto Peninsula

Toshihiro Tsuji*

The fork length, body weight, and gonad weight of adult yellowtail *Seriola quinqueradiata* caught in the coastal waters around Noto Peninsula in 1996 and 1997 were measured. The gonad index of the fish caught from November to December was less than 1, and they were much lower than those of the fish caught from May to June. Moreover, the gonad index showed a tendency to increase from May to June, and several fish caught in June were visually spent individuals. Those results seem to indicate that yellowtail spawn in the sea near the Noto Peninsula in summer.

Key words: yellowtail, gonad index, spawning, maturity

ブリ *Seriola quinqueradiata* は重要な漁獲対象資源であり、能登半島沿岸では主に定置網とまき網により漁獲されている。同海域における本種の成魚の漁獲時期は主に冬期(11~12月)であるが、1990年以降に春期(4~6月)の漁獲量が急激に増加している(Fig. 1)。そこで、冬期および春期に漁獲される成魚の生殖腺重量を調べ、能登半島近海でのブリの産卵の可能性について検討した。

試料として、1996年5~6月に能都町漁協魚市場に水揚げされたブリ20尾と1997年5~6月に同市場および輪島市漁協魚市場に水揚げされたブリ23尾を購入し、尾叉長(FL)、体重(BW)、生殖腺重量(GW)を測定した。さらに、1996年11~12月と1997年5~6月に能都町漁協魚市場の買受人である鮮魚小売店に、購入ブリ計55尾の尾叉長測定と生殖腺の取り分けを依頼し、生殖腺は研究室に持ち帰って重量を測定した。なお、試料としたブリはすべて能登半島沿岸に敷設された定置網(Fig. 2)により漁獲されたものである。ここで、生殖腺指数(GI)を(GW(g)/FL

(cm)³ × 10⁴により求めた。

以上によって得られた雌雄別の測定結果を月毎に整理してTable 1に、GIの変化をFig. 3に示した。これから、冬期(11~12月)における雌のGIはほとんど1以下で、期間中の変化は見られなかった。春期(5~6月)における雌のGIの月平均値は、1996年の5月が0.98、6月が2.83、1997年の5月が2.28、6月が4.00といずれも6月の方が

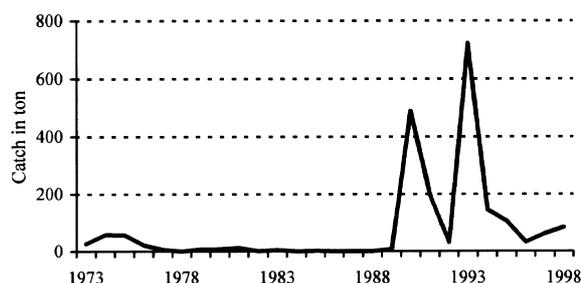


Fig. 1. Annual changes in catch of adult yellowtail caught around Noto Peninsula in spring.

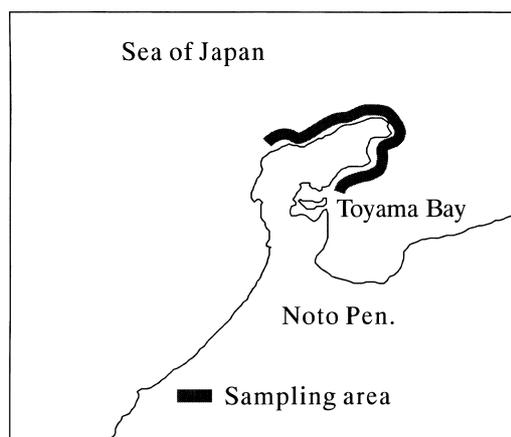


Fig. 2. Sampling areas for yellowtail.

* 石川県水産総合センター海洋資源部 (〒927-0435 石川県鳳至郡能都町字宇出津新港 3-7)

Table 1. Results of the biological measurements of yellowtail

Date	Sex	No. of specimens	Range of FL (cm)	Range of BW (kg)	Average of GW (range) (g)	Average of GI (range)
May, 1996	Male	3	72 ~ 78	5.2 ~ 7.0	39.6 (16.7 ~ 60.4)	0.94 (0.44 ~ 1.27)
	Female	3	72 ~ 74	5.1 ~ 5.3	37.7 (35.5 ~ 39.1)	0.98 (0.94 ~ 1.01)
Jun., 1996	Male	8	69 ~ 76	4.7 ~ 6.2	104.7 (15.5 ~ 208.1)	2.68 (0.42 ~ 5.77)
	Female	6	69 ~ 73	5.1 ~ 6.1	105.7 (41.4 ~ 195.7)	2.83 (1.11 ~ 5.24)
Nov., 1996	Female	8	73 ~ 88	5.7 ~ 10.0	37.8 (24.4 ~ 48.3)	0.71 (0.56 ~ 1.04)
Dec., 1996	Female	18	75 ~ 78	5.0 ~ 7.0	22.6 (10.5 ~ 38.6)	0.52 (0.24 ~ 0.88)
May, 1997	Male	16	72 ~ 92	5.2 ~ 8.9	144.0 (38.1 ~ 379.1)	3.20 (0.51 ~ 7.40)
	Female	14	69 ~ 79	4.6 ~ 8.2	94.9 (45.1 ~ 177.9)	2.28 (1.11 ~ 3.94)
Jun., 1997	Male	14	67 ~ 82	5.0 ~ 7.9	150.6 (2.8 ~ 306.8)	3.40 (0.08 ~ 6.77)
	Female	8	67 ~ 85	4.5 ~ 9.5	166.8 (60.6 ~ 259.7)	4.00 (1.00 ~ 6.33)

FL: fork length, BW: body weight, GW: gonad weight, GI: gonad index ($BW/FL^3 \times 10^4$).

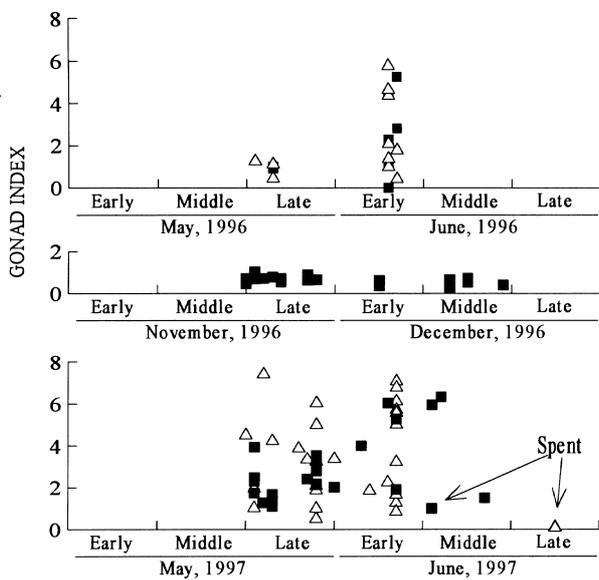


Fig. 3. Changes in the gonad index of yellowtail.

△:Male, ■:Female

高く、その差は1996年で1.85、1997年で1.72であった。6月には両年ともGI 5以上の個体が出現し、それらの個体の卵巣は濃黄色からだいたい色で外部から皮膜を通して卵粒が認められた。一方、雄のGIの月平均値は、1996年の5月が0.94、6月が2.68、1997年の5月が3.20、6月が3.40と、雌の場合と同様に6月の方が高い傾向が見られた。ただし、1997年6月10日に水揚げされた雌1尾(FL 85 cm, BW 9.5 kg)と1997年6月24日に水揚げされた雄2尾(FL 74 cm, BW 6.2kg; FL 72 cm, BW 5.8 kg)は、GIが1以下で外見から放卵・放精後の個体と考えられた。これらの結果、能登半島沿岸で5~6月に漁獲されるブリ成魚の卵巣は11~12月に比べて明らかに大きく発達していった。さらに、5~6月にGIが次第に高くなる傾向が

認められ、6月中・下旬には産卵後と思われる個体も出現した。これは、能登半島近海でブリが産卵している可能性を示唆するものである。そこで次に、産卵の時期と海域について検討を加えてみる。今回測定したブリのGIは、全て8以下で、これは三谷¹⁾が熊野灘で示した成熟中期のGIと同レベルであった。しかし、GIが高い個体では、皮膜を通して卵粒が認められるなど、外見上は成熟後期と思われる個体も出現した。すなわち、三谷¹⁾の結果よりもかなり低いGIで成熟していると考えられた。成熟中期・後期の個体はおおよそ1~2ヶ月で産卵することから、¹⁾能登半島近海での産卵時期を水揚げ日から推算すると7月~8月上旬になる。この時期の表面水温は23~26℃で、産卵最適水温とされる19~20℃より高いものの、好適水温の範囲にある。¹⁾ただ、成魚は7月に入ると能登半島沿岸の定置網ではほとんど漁獲されず、沖合で操業するまき網により7、8月に漁獲される。これらのことから、産卵海域は比較的沖合にあると考えられる。

今回、能登半島沿岸で春期に漁獲されるブリに、産卵群が見出された。これは、三谷¹⁾や加藤・渡辺²⁾の示した日本海西部海域から北上する索餌回遊群とは明らかに異なる。内山³⁾は、1990年以降の日本海中北部海域におけるブリ大型魚の好漁の原因を、年間最低水温期の上昇により分布回遊域および越冬海域が変化したためと推察している。能登半島近海に出現した産卵群は、春期における成魚の分布および産卵海域の変化を示すと考えられる。能登半島近海において成魚が越冬することがいくつか報告されている。⁴⁻⁵⁾この越冬群は、近年の暖冬の影響で南下せずに春期の漁獲量の急増に結びつき、能登半島近海で産卵群が出現したと推察される。今後、産卵直前の成魚や卵および稚仔魚の情報を得て、能登半島近海での本種の産卵を裏付ける必要がある。

謝辞 本報をとりまとめるにあたり、サンプルの収集および測定に協力していただいた石川県能都町上野鮮魚店に感謝します。また、有益な助言をいただいた石川県水産課貞方勉課長補佐、石川県水産総合センター海洋資源部四方崇文博士、並びに第37回ブリ予報技術連絡会議の出席者の方々に謝意を表す。

文 献

- 1) 三谷文夫: ブリの漁業生物学的研究. 近畿大学農学部紀要, 1, 81-300 (1960).
- 2) 加藤史彦, 渡辺和彦: 日本海におけるブリ資源の利用実態とその改善. 漁業資源研究会議報, 24, 99-17 (1985).
- 3) 内山勇: 日本海のブリ資源. 水産海洋研究, 61, 310-312 (1996).
- 4) 沢田郁次, 石津峻, 田中暉, 吉川明夫: ブリ資源評価報告(I). ていち, 26-27, 101-153 (1960).
- 5) 永田俊一: 日本海におけるブリ標識放流結果について. 日本海区水産研究所研究報告, 7, 43-55 (1959).

資 料

能都町漁協市場で見られる魚類

河本幸治*

(1999年10月31日受付)

石川県能都町地区に分布する魚類(円口類を含む)については、町中(1980)が「能都町史」に海水魚・淡水魚合わせて281種を記載しているが、筆者が1988年4月から1989年3月および1997年4月から1999年10月にかけての4年間、主に能都町漁協市場で新たに48種(表1)を確

認したので、それらを追加(下線)して一覧表とした(表2)。

なお、分類、和名、学名および記載順は「原色魚類大図鑑(北隆館;1987)」により、同図鑑に記載のないものについては、「魚類検索(東海大学出版会;1993)」によった。

表1 能都町市場で新たに確認された魚類

目	科	種	漁獲年月日	漁法	目	科	種	漁獲年月日	漁法
カライワシ	カライワシ	カライワシ	99/11/10	定置網	スズキ	アジ	マルアジ	97/6/6	定置網
	イセゴイ	イセゴイ	95/10/16	定置網			オアカムロ	97/10/9	定置網
ウナギ	ウミヘビ	ミナミホタテウミヘビ	98/11/14	定置網			ツムブリ	98/10/20	定置網
	アナゴ	ギンアナゴ	97/7/9	定置網			オニアジ	88/10/20	定置網
サケ	サケ	ギンザケ	97/10/7	定置網			イケカツオ	99/8/25	定置網
		マスノスケ	98/5/3	定置網			オキアジ	97/10/2	定置網
ワニトカゲギス	ヨコエソ	キュウリエソ	99/3/18	底びき網		シマガツオ	シマガツオ(エチオピア)	98/5/27	定置網
タラ	サイウオ	トヤマサイウオ	98/11/19	底びき網			ツルギエチオピア	99/2/11	定置網
アシロ	アシロ	シオイタチウオ	97/5/28	底びき網		ハチビキ	ハチビキ(チビキ)	99/3/12	定置網
アカマンボウ	フリソデウオ	サケガシラ	89/2/12	定置網		マツダイ	マツダイ	97/7/24	定置網
	リュウグウノツカイ	リュウグウノツカイ	88/12/20	定置網		タイ	キチヌ	98/9/29	定置網
キンメダイ	イトウダイ	エビスダイ	97/7/3	定置網		イスズミ	トイスズミ	97/6/16	定置網
トゲウオ	クダヤガラ	クダヤガラ	98/6/30	定置網			カゴカキダイ	97/12/3	定置網
ヨウジウオ	ヤガラ	アオヤガラ	98/10/28	定置網		スダレダイ	ツバメウオ	97/7/11	定置網
カサゴ	フサカサゴ	ヤナギメバル	99/3/18	底びき網		カワビシヤ	テングダイ	98/1/23	定置網
		シマソイ	99/4/7	定置網		ツバメコノシロ	ツバメコノシロ	99/10/28	定置網
	イボオコゼ	アブオコゼ	99/3/11	底びき網		ゲンゲ	サラサガジ	97/9/9	底びき網
カジカ	カジカ	バドクロオキカジカ	98/5/26	底びき網		オオカミウオ	オオカミウオ	97/10/17	定置網
		オキヒメカジカ	98/5/26	底びき網		ハゼ	ミズハゼ	99/5/10	定置網
		マツカジカ	97/9/10	底びき網		サバ	ハガツオ	99/6/30	定置網
	トクビレ	ヒゲナガヤギウオ	98/6/16	底びき網		エボシダイ	ハナビラウオ	99/2/5	定置網
	ダンゴウオ	コンペイトウ	98/10/16	底びき網	カレイ	ダルマガレイ	ヤリガレイ	99/3/11	底びき網
スズキ	スズキ	アオハタ	97/10/2	定置網	フグ	フグ	ホシフグ	99/1/7	定置網
							シマフグ	97/11/13	定置網
							ヨリトフグ	99/2/10	定置網

* 石川県水産総合センター海洋資源部 (〒927-0435 石川県鳳至郡能都町宇出津新港 3-7)

能都町漁協市場で見られる魚類

表2 能都町市場に水揚げされた魚類-(1)

綱	目	科	種	属名	種名	命名者		
軟骨魚	ネコザメ	ネコザメ	ネコザメ	<i>Heterodontus</i>	<i>japonicus</i>	(Duméril)		
		ネズミザメ	ネズミザメ	ニタリ	<i>Alopias</i>	<i>pelagicus</i>	Nakamura	
	ツノザメ	トラザメ	ホホジロザメ	ホホジロザメ	<i>Carchardon</i>	<i>carcharias</i>	(Linnaeus)	
			アオザメ	アオザメ	<i>Isurus</i>	<i>oxyrinchus</i>	Rafinesque	
			ネズミザメ	ネズミザメ	<i>Lamna</i>	<i>ditropis</i>	Hubbs et Follett	
			ナヌカザメ	ナヌカザメ	<i>Cephaloscyllium</i>	<i>umbratile</i>	Jordan et Fowler	
			トラザメ	トラザメ	<i>Scyliorhinus</i>	<i>torazame</i>	(Tanaka)	
		メジロザメ	メジロザメ	<i>Carcharhinus</i>	<i>plumbeus</i>	(Nardo)		
		ツノザメ	メジロザメ	ホシザメ	ホシザメ	<i>Mustelus</i>	<i>manazo</i>	Bleeker
				ヨシキリザメ	ヨシキリザメ	<i>Prionace</i>	<i>glauca</i>	(Linnaeus)
				シロシユモクザメ	シロシユモクザメ	<i>Sphyrna</i>	<i>zygaena</i>	(Linnaeus)
				アブラツノザメ	アブラツノザメ	<i>Squalus</i>	<i>acanthias</i>	Linnaeus
	ツノザメ			ツノザメ	<i>Squalus</i>	<i>fernandinus</i>	Molina	
	エイ	ガンギエイ	カスザメ	カスザメ	<i>Squatina</i>	<i>japonica</i>	Bleeker	
			コロザメ	コロザメ	<i>Squatina</i>	<i>nebulosa</i>	Regan	
			ソコガンギエイ	ソコガンギエイ	<i>Bathyraja</i>	<i>bergi</i>	Dolganov	
			ドブカスベ	ドブカスベ	<i>Bathyraja</i>	<i>smirnovi</i>	(Soldatov et Pavlenko)	
		アカエイ	ガンギエイ	コモンカスベ	コモンカスベ	<i>Rjia</i>	<i>kenojei</i>	Müller et Henle
				ガンギエイ	ガンギエイ	<i>Raja</i>	<i>kawangtungensis</i>	Chu
				アカエイ	アカエイ	<i>Dasyatis</i>	<i>akajei</i>	(Müller et Henle)
				ヒラタエイ	ヒラタエイ	<i>Urolophus</i>	<i>aurantiacus</i>	Müller et Henle
	エイ	トビエイ	トビエイ	トビエイ	<i>Myliobatis</i>	<i>tobjei</i>	Bleeker	
			イトマキエイ	イトマキエイ	<i>Mobula</i>	<i>japonica</i>	(Müller et Henle)	
	硬骨魚	カライワシ	カライワシ	カライワシ	<i>Elops</i>	<i>hawaiiensis</i>	Regan	
			イセゴイ	イセゴイ	<i>Megalops</i>	<i>cyprinoides</i>	(Broussonet)	
		ウナギ	ウナギ	ウナギ	ウナギ	<i>Anguilla</i>	<i>japonica</i>	Temminck et Schlegel
ウミヘビ				ダイナンウミヘビ	<i>Ophisurus</i>	<i>macrorhynchus</i>	Bleeker	
ウミヘビ				ミナミホタテウミヘビ	<i>Pisodonophis</i>	<i>cancrivorus</i>	(Richardson)	
アナゴ				マアナゴ	<i>Conger</i>	<i>myriaster</i>	(Brevoort)	
アナゴ				ギンアナゴ	<i>Gnathophis nystromi</i>	<i>nystromi</i>	(Jordan et Snyder)	
ニシン		ニシン	ハモ	ハモ	<i>Muraenesox</i>	<i>cinereus</i>	(Forsskål)	
			ウルメイワシ	ウルメイワシ	<i>Etrumeus</i>	<i>microps</i>	T. et S.	
			コノシロ	コノシロ	<i>Konosirus</i>	<i>punctatus</i>	(Temminck et Schlegel)	
			マイワシ	マイワシ	<i>Sardinops</i>	<i>melanosticta</i>	(Temminck et Schlegel)	
コイ		カタクチイワシ	カタクチイワシ	カタクチイワシ	<i>Engraulis</i>	<i>japonica</i>	(Houttuyn)	
			ヤリタナゴ	ヤリタナゴ	<i>Acheilognathus</i>	<i>lanceolatus</i>	(Temminck et Schlegel)	
			ギンブナ	ギンブナ	<i>Carassius auratus</i>	<i>langsdorfii</i>	Temminck et Schlegel	
			コイ	コイ	<i>Cyprinus</i>	<i>carpio</i>	Linnaeus	
			タナゴ	タナゴ	<i>Paracheilognathus</i>	<i>moriokae</i>	(Jordan et Thompson)	
			アブラハヤ	アブラハヤ	<i>Phoxinus lagowskii</i>	<i>steindachneri</i>	(Sauvage)	
		コイ	コイ	タカハヤ	タカハヤ	<i>Phoxinus oxycephalus</i>	<i>jouyi</i>	(Jordan et Snyder)
				ウグイ	ウグイ	<i>Tribolodon</i>	<i>hakonensis</i>	(Günther)
				オイカワ	オイカワ	<i>Zacco</i>	<i>platypus</i>	(Temminck et Schlegel)
				カワムツ	カワムツ	<i>Zacco</i>	<i>temmincki</i>	(Temminck et Schlegel)
				ドジョウ	ドジョウ	<i>Misgurnus</i>	<i>anguillicaudatus</i>	(Cantor)
				ナマズ	ナマズ	<i>Silurus</i>	<i>asotus</i>	Linnaeus
サケ		サケ	カラフトマス	カラフトマス	<i>Oncorhynchus</i>	<i>gorbuscha</i>	(Walbaum)	
			シロザケ	シロザケ	<i>Oncorhynchus</i>	<i>keta</i>	(Walbaum)	
			ギンザケ	ギンザケ	<i>Oncorhynchus</i>	<i>kisutch</i>	(Walbaum)	
	サクラマス		サクラマス	<i>Oncorhynchus masou</i>	<i>masou</i>	Brevoort		
	ヤマメ		ヤマメ	<i>Oncorhynchus masou</i>	<i>masou</i>	Brevoort		
	マスノスケ		マスノスケ	<i>Oncorhynchus</i>	<i>tshawytscha</i>	(Walbaum)		

能都町漁協市場で見られる魚類

表2 能都町市場に水揚げされた魚類-(2)

綱	目	科	種	属名	種名	命名者				
硬骨魚	サケ	ニギス	ニギス	<i>Glossanodon</i>	<i>semifasciatus</i>	(Kishinouye)				
			キュウリウオ	ワカサギ	<i>Hypomesus</i>	<i>nipponensis</i>	McAllister			
			アユ	アユ	<i>Plecoglossus</i>	<i>altivelis</i>	Temminck et Schlegel			
			シラウオ	シラウオ	<i>Salangichtys</i>	<i>microdon</i>	Bleeker			
			ワニトカゲギス	ヨコエソ	<u>キュウリエソ</u>	<i>Maurolicus</i>	<i>muelleri</i>	(Gmelin)		
			ヒメ	ヒメ	ヒメ	<i>Aulopus</i>	<i>japonicus</i>	Günther		
				エソ	マエソ	<i>Saurida</i>	<i>undosquamis</i>	(Richrdson)		
			タラ	チゴダラ	イソアイナメ	<i>Lotella</i>	<i>phycis</i>	(Temminck et Schlegel)		
				サイウオ	<u>トヤマサイウオ</u>	<i>Bregmaceros</i>	<i>nectabanus</i>	Whitley		
				タラ	マダラ	<i>Gadus</i>	<i>macrocephalus</i>	Tilesius		
					スケトウダラ	<i>Theragra</i>	<i>chalcogramma</i>	(Pallas)		
			アシロ	アシロ	<u>シオイタチウオ</u>	<i>Neobythites</i>	<i>sivicola</i>	(Jordan et Snyder)		
			アンコウ	アンコウ	キアンコウ	<i>Lophius</i>	<i>litulon</i>	(Jordan)		
				イザリウオ	ハナオコゼ	<i>Histrio</i>	<i>histrio</i>	(Linnaeus)		
			メダカ	トビウオ	ツクシトビウオ	<i>Cypselurus heterurus</i>	<i>doederleini</i>	(Steindachner)		
					ホソトビウオ	<i>Cypselurus</i>	<i>hiraii</i>	Abe		
					ハマトビウオ	<i>Cypselurus pinnatibarbus</i>	<i>japonicus</i>	(Franz)		
					サヨリ	サヨリ	<i>Hyporhamphus</i>	<i>sajori</i>	(Temminck et Schlegel)	
					ダツ	ダツ	<i>Strongylura</i>	<i>anastomella</i>	(Valenciennes)	
					サンマ	サンマ	<i>Cololabis</i>	<i>sarira</i>	(Brevoort)	
					メダカ	メダカ	<i>Oryzias</i>	<i>latipes</i>	(Temminck et Schlegel)	
					アカマンボウ	アカマンボウ	<i>Lampris</i>	<i>quittatus</i>	(Brunnich)	
						フリソデウオ	<u>サケガシラ</u>	<i>Trachipterus</i>	<i>ishikawae</i>	Jordan et Snyder
						リュウグウノツカイ	<u>リュウグウノツカイ</u>	<i>Regalecus</i>	<i>russellii</i>	(Shaw)
			キンメダイ	マツカサウオ	マツカサウオ	<i>Monocentris</i>	<i>japonica</i>	(Houttuyn)		
				キンメダイ	キンメダイ	<i>Beryx</i>	<i>splendens</i>	Lowe		
			マトウダイ	イトウダイ	<u>エビスダイ</u>	<i>Ostichthys</i>	<i>japonicus</i>	(Cuvier)		
				ソコマトウダイ	マトウダイ	<i>Zeus</i>	<i>faber</i>	Linnaeus		
			トゲウオ	クダヤガラ	<u>クダヤガラ</u>	<i>Zenopsis</i>	<i>nebulosa</i>	(Temminck et Schlegel)		
				トゲウオ	イトヨ	<i>Aulichthys</i>	<i>japonicus</i>	Brevoort		
			ヨウジウオ	ヤガラ	アカヤガラ	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	<i>aculeatus</i>	Linnaeus		
					<u>アオヤガラ</u>	<i>Fistularia</i>	<i>commersonii</i>	Rüppel		
					サギフエ	サギフエ	<i>Fistularia</i>	<i>petimba</i>	Lacepède	
					ヨウジウオ	サギフエ	<i>Macrohamphosus</i>	<i>scolopax</i>	(Linnaeus)	
						タツノオトシゴ	<i>Hippocampus</i>	<i>scolopax</i>	Temminck et Schlegel	
						サンゴタツ	<i>Hippocampus</i>	<i>coronatus</i>	Temminck et Schlegel	
						ヨウジウオ	<i>Hippocampus</i>	<i>japonicus</i>	Kaup	
						セミホウボウ	<i>Syngnathus</i>	<i>schlegeli</i>	Kaup	
						セミホウボウ	<i>Dactyloptena</i>	<i>schlegeli</i>	(Cuvier)	
					カサゴ	フサカサゴ	<i>Ebosia</i>	<i>orientalis</i>	(Doderlein)	
				エボシカサゴ	<i>Ebosia</i>	<i>bleekeri</i>	(Doderlein)			
				ミノカサゴ	<i>Pterois</i>	<i>bleekeri</i>	(Doderlein)			
				フサカサゴ	<i>Pterois</i>	<i>lunulata</i>	Temminck et Schlegel			
				オニカサゴ	<i>Scorpaena</i>	<i>lunulata</i>	Temminck et Schlegel			
				ヨロイメバル	<i>Scorpaenopsis</i>	<i>onaria</i>	Jordan et Snyder			
				メバル	<i>Sebastes</i>	<i>cirrrosa</i>	(Thunberg)			
				<u>ヤナギメバル</u>	<i>Sebastes</i>	<i>hubbsi</i>	(Matsubara)			
				トゴツメバル	<i>Sebastes</i>	<i>hubbsi</i>	(Matsubara)			
				アコオダイ	<i>Sebastes</i>	<i>inermis</i>	Cuvier			
				タケノコメバル	<i>Sebastes</i>	<i>itinus</i>	(Jordan et Starks)			
				ハツメ	<i>Sebastes</i>	<i>joyneri</i>	Günther			
				クロソイ	<i>Sebastes</i>	<i>joyneri</i>	Günther			
				ウスメバル	<i>Sebastes</i>	<i>matsubarae</i>	Hilgendorf			
				<u>シマソイ</u>	<i>Sebastes</i>	<i>oblongus</i>	Günther			
				キツネメバル	<i>Sebastes</i>	<i>oblongus</i>	Günther			
						<i>owstoni</i>	(Jordan et Thompson)			
			<i>schlegeli</i>	Hilgendorf						
			<i>thompsoni</i>	(Jordan et Hubbs)						
			<i>trivittatus</i>	Hilgendorf						
			<i>vulpes</i>	Doderlein						

能都町漁協市場で見られる魚類

表2 能都町市場に水揚げされた魚類-(3)

綱	目	科	種	属名	種名	命名者	
硬骨魚	カサゴ	フサカサゴ	アヤマカサゴ	<i>Sebastiscus</i>	<i>albofasciatus</i>	(Lacepède)	
			カサゴ	<i>Sebastiscus</i>	<i>marmoratus</i>	(Cuvier)	
		オニオコゼ	オニオコゼ	<i>Inimicus</i>	<i>japonicus</i>	(Cuvier)	
			ヒメオコゼ	<i>Minous</i>	<i>monodactylus</i>	(Bloch et Schneider)	
		イボオコゼ	<u>アブオコゼ</u>	<i>Erisphex</i>	<i>potti</i>	(Steindachner)	
		ハオコゼ	ハオコゼ	<i>Hypodytes</i>	<i>rubripinnis</i>	(Temminck et Schlegel)	
		ホウボウ	ホウボウ	<i>Chelidonichthys</i>	<i>spinosus</i>	(McClelland)	
			ソコカナガシラ	<i>Lepidotrigla</i>	<i>abyssalis</i>	Jordan et Starks	
			カナド	<i>Lepidotrigla</i>	<i>guentheri</i>	Hilgendorf	
			カナガシラ	<i>Lepidotrigla</i>	<i>microptera</i>	Günther	
			コチ	イネゴチ	<i>Cociella</i>	<i>crocodila</i>	(Tilesius)
				コチ	<i>Platycephalus</i>	<i>indicus</i>	(Linnaeus)
				メゴチ	<i>Suggrundus</i>	<i>meerdervoorti</i>	(Bleeker)
			アイナメ	クジメ	<i>Hexagrammos</i>	<i>agrammus</i>	(Temminck et Schlegel)
				アイナメ	<i>Hexagrammos</i>	<i>otakii</i>	Jordan et Starks
			カジカ	ホッケ	<i>Pleurogrammus</i>	<i>azonus</i>	Jordan et Metz
		ニジカジカ		<i>Alcichthys</i>	<i>alcicornis</i>	(Herzenstein)	
		ベロ		<i>Bero</i>	<i>elegans</i>	(Steindachner)	
		<u>ドグロオキカジカ</u>		<i>Artediellus</i>	<i>fuscimentus</i>	Nelson	
		<u>オキヒメカジカ</u>		<i>Cottiusculus</i>	<i>gonez</i>	Schmidt	
		カマキリ		<i>Cottus</i>	<i>kazika</i>	Jordan et Starks	
		カジカ		<i>Cottus</i>	<i>pollux</i>	Günther	
		オニカジカ		<i>Enophrys</i>	<i>diceraus</i>	(Pallas)	
		キヌカジカ		<i>Furcina</i>	<i>osimae</i>	Jordan et Starks	
		ツマグロカジカ		<i>Gymnocanthus</i>	<i>herzensteini</i>	Jordan et Starks	
		イダテンカジカ		<i>Ocynectes</i>	<i>maschalis</i>	Jordan et Starks	
		アナハゼ		<i>Pseudoblennius</i>	<i>percoides</i>	Günther	
		<u>マツカジカ</u>		<i>Ricuzenius</i>	<i>pinetorum</i>	Jordan et Starks	
		スイ		<i>Vellitor</i>	<i>centropomus</i>	(Richardson)	
		ウラナイカジカ		ガンコ	<i>Dasycottus</i>	<i>setiger</i>	Bean
				セツパリカジカ	<i>Malacocottus</i>	<i>gibber</i>	Sakamoto
		トクビレ		クマガイウオ	<i>Agonomalus</i>	<i>jordani</i>	Schmidt
			ツリシヤチウオ	<i>Hypsagonus</i>	<i>quadricornis</i>	(Cuvier)	
			ヤギウオ	<i>Pallasina</i>	<i>barbata</i>	(Steindachner)	
			<u>ヒゲナガヤギウオ</u>	<i>Pallasina</i>	<i>eryngia</i>	Jordan et Richardson	
			トクビレ	<i>Podothecus</i>	<i>sachi</i>	(Jordan et Snyder)	
		ダンゴウオ	ヤセトクビレ	<i>Podothecus</i>	<i>thompsoni</i>	Jordan et Gilbert	
			アバチャン	<i>Crystallias</i>	<i>matsushimae</i>	Jordan et Snyder	
			<u>コンペイトウ</u>	<i>Eumicrotremus</i>	<i>birulai</i>	Popov	
			クサウオ	<i>Liparis</i>	<i>tanakai</i>	(Gilbert et Burke)	
		スズキ	スズキ	アカムツ	<i>Doederleinia</i>	<i>berycoides</i>	(Hilgendorf)
				スズキ	<i>Lateolabrax</i>	<i>japonicus</i>	(Cuvier)
			ハタ	オオクチイシナギ	<i>Stereolepis</i>	<i>doederleini</i>	Lindbery et Krasjukova
				キジハタ	<i>Epinephelus</i>	<i>akaara</i>	(Temminck et Schlegel)
				オオモンハタ	<i>Epinephelus</i>	<i>areolatus</i>	(Forsskål)
				<u>アオハタ</u>	<i>Epinephelus</i>	<i>awoara</i>	(Temminck et Schlegel)
				ノミノクチ	<i>Epinephelus</i>	<i>fario</i>	(Thunberg)
				アカハタ	<i>Epinephelus</i>	<i>fasciatus</i>	(Forsskål)
				マハタ	<i>Epinephelus</i>	<i>septemfasciatus</i>	(Thunberg)
				アラ	<i>Nippon</i>	<i>spinosus</i>	Cuvier
			シマイサキ	シマイサキ	<i>Rhyncopelates</i>	<i>oxyrhynchus</i>	(Temminck et Schlegel)
			キントキダイ	チカメキントキ	<i>Cookeolus</i>	<i>boops</i>	(Schneider)

能都町漁協市場で見られる魚類

表2 能都町市場に水揚げされた魚類-(4)

綱	目	科	種	属名	種名	命名者	
硬骨魚	スズキ	テンジクダイ	テンジクダイ	<i>Apogon</i>	<i>lineatus</i>	(Temminck et Schlegel)	
			ネンブツダイ	<i>Apogon</i>	<i>semilineatus</i>	Temminck et Schlegel	
		キス	シロギス	<i>Sillago</i>	<i>japonica</i>	Temminck et Schlegel	
			アカアマダイ	<i>Branchiostegus</i>	<i>japonicus</i>	(Houttuyn)	
		ムツ	ムツ	<i>Scombrops</i>	<i>boops</i>	(Houttuyn)	
		スギ	スギ	<i>Rachycentron</i>	<i>canadum</i>	(Linnaeus)	
		コバンザメ	コバンザメ	<i>Echeneis</i>	<i>naucrates</i>	Linnaeus	
		アジ	<u>マルアジ</u>	<i>Decapterus</i>	<i>maruadsi</i>	(Temminck et Schlegel)	
			ムロアジ	<i>Decapterus</i>	<i>muroadsi</i>	(Temminck et Schlegel)	
			<u>オアカムロ</u>	<i>Decapterus</i>	<i>tabl</i>	Berry	
			<u>ツムブリ</u>	<i>Elagatis</i>	<i>bipinnulata</i>	(Quoy et Gaimard)	
			カイワリ	<i>Kaiwarinus</i>	<i>equula</i>	(Temminck et Schlegel)	
			オニアジ	<i>Megalaspis</i>	<i>cordyla</i>	(Linnaeus)	
			<u>イケカツオ</u>	<i>Scomberoides</i>	<i>lysan</i>	(Forskål)	
			カンパチ	<i>Seriola</i>	<i>dumerili</i>	(Risso)	
			ヒラマサ	<i>Seriola</i>	<i>lalandi</i>	Valenciennes	
			ブリ	<i>Seriola</i>	<i>quinqeradiata</i>	Temminck et Schlegel	
			マアジ	<i>Trachurus</i>	<i>japonicus</i>	(Temminck et Schlegel)	
			<u>オキアジ</u>	<i>Uraspis</i>	<i>helvola</i>	(Forster)	
			シイラ	シイラ	<i>Coryphaena</i>	<i>hippurus</i>	Linnaeus
			ヒイラギ	ヒイラギ	<i>Leiognathus</i>	<i>nuchalis</i>	(Temminck et Schlegel)
		シマガツオ	<u>シマガツオ(エチオピア)</u>	<i>Brama</i>	<i>japonica</i>	Hilgendorf	
			<u>ツルギエチオピア</u>	<i>Taractes</i>	<i>rubescens</i>	(Jordan et Evermann)	
		ハチビキ	<u>ハチビキ(チビキ)</u>	<i>Erythrocles</i>	<i>schlegelii</i>	(Richardson)	
		マツダイ	<u>マツダイ</u>	<i>Lobotes</i>	<i>surinamensis</i>	(Bloch)	
		イサキ	ヒゲソリダイ	<i>Hapalogenys</i>	<i>nitens</i>	Richardson	
			イサキ	<i>Parapristipoma</i>	<i>trilineatum</i>	(Thunberg)	
		タイ	コショウダイ	<i>Plectorhinchus</i>	<i>cinctus</i>	(Temminck et Schlegel)	
			<u>キチス</u>	<i>Acanthopagrus</i>	<i>latus</i>	(Houttuyn)	
			クロダイ	<i>Acanthopagrus</i>	<i>schlegeli</i>	(Bleeker)	
			キダイ	<i>Dentex</i>	<i>tumifrons</i>	(Temminck et Schlegel)	
			チダイ	<i>Evynnis</i>	<i>japonica</i>	Tanaka	
			マダイ	<i>Pagrus</i>	<i>major</i>	(Temminck et Schlegel)	
			ヘダイ	<i>Sparus</i>	<i>sarba</i>	(Temminck et Schlegel)	
			ニベ	ニベ	<i>Nibea</i>	<i>mitsukurii</i>	(Jordan et Snyder)
			ヒメジ	ヒメジ	<i>Upeneus</i>	<i>bensasi</i>	(Temminck et Schlegel)
			イスズミ	メジナ	<i>Girella</i>	<i>punctata</i>	Gray
		イスズミ		<i>Kyphosus</i>	<i>lembus</i>	(Cuvier)	
		<u>トイスズミ</u>		<i>Kyphosus</i>	<i>bigibbus</i>	Lacepède	
		<u>カゴカキダイ</u>		<i>Microcanthus</i>	<i>strigatus</i>	(Cuvier)	
		スダレダイ	<u>ツバメウオ</u>	<i>Platax</i>	<i>orbicularis</i>	(Forskål)	
		チョウチョウウオ	ゲンロクダイ	<i>Chaetodon</i>	<i>modestus</i>	Temminck et Schlegel	
		カワビシヤ	<u>テングダイ</u>	<i>Evistias</i>	<i>acutirostris</i>	(Temminck et Schlegel)	
		イシダイ	イシダイ	<i>Oplegnathus</i>	<i>fasciatus</i>	(Temminck et Schlegel)	
			イシガキダイ	<i>Oplegnathus</i>	<i>punctatus</i>	(Temminck et Schlegel)	
		ウミタナゴ	ウミタナゴ	<i>Ditrema</i>	<i>temmincki</i>	Bleeker	
			オキタナゴ	<i>Neoditrema</i>	<i>ransonneti</i>	Steindachner	
		スズメダイ	スズメダイ	<i>Chromis</i>	<i>rotatus notatus</i>	(Temminck et Schlegel)	
			ソラスズメダイ	<i>Pomacentrus</i>	<i>coelestis</i>	Jordan et Starks	
		タカノハ	ミギマキ	<i>Goniistius</i>	<i>zebra</i>	(Doderlein)	
			タカノハダイ	<i>Goniistius</i>	<i>zonatus</i>	(Cuvier)	
		アカタチ	イッテンアカタチ	<i>Acanthocephala</i>	<i>limbata</i>	(Valenciennes)	
			スミツキアカタチ	<i>Cepola</i>	<i>schlegeli</i>	(Bleeker)	

能都町漁協市場で見られる魚類

表2 能都町市場に水揚げされた魚類-(5)

綱	目	科	種	属名	種名	命名者	
硬骨魚	スズキ	ボラ	メナダ	<i>Liza</i>	<i>haematocheila</i>	(Temminck et Schlegel)	
			ボラ	<i>Mugil cephalus</i>	<i>cephalus</i>	Linnaeus	
			カマス	アカカマス	<i>Sphyraena</i>	<i>pinguis</i>	Günther
			ツバメコノシロ	<u>ツバメコノシロ</u>	<i>Polydactylus</i>	<i>plebejus</i>	(Broussonet)
			ベラ	イラ	<i>Choerodon</i>	<i>azurio</i>	(Jordan et Snyder)
			キュウセン		<i>Halichoeres</i>	<i>poecilopterus</i>	(Temminck et Schlegel)
			ホンベラ		<i>Halichoeres</i>	<i>tenuispinnis</i>	Günther
			ササノハベラ		<i>Pseudolabrus</i>	<i>japonicus</i>	(Houttuyn)
			オハグロベラ		<i>Pteragogus</i>	<i>flagellifera</i>	(Valenciennes)
			コブダイ		<i>Semicossyphus</i>	<i>reticulatus</i>	(Valenciennes)
			イトベラ		<i>Suezichthys</i>	<i>gracilis</i>	(Steindachner)
			ゲンゲ	ノロゲンゲ	<i>Allolepis</i>	<i>hollandi</i>	Jordan et Hubbs
				<u>サラサガジ</u>	<i>Davidijordania</i>	<i>poecilimon</i>	(Jordan et Fowler)
				クロゲンゲ	<i>Lycodes</i>	<i>nakamurai</i>	(Tanaka)
				タナカゲンゲ	<i>Lycodes</i>	<i>tanakai</i>	Jordan et Thompson
			タウエガジ	アゴゲンゲ	<i>Petroschmidtia</i>	<i>tyamensis</i>	Katayama
				ダイナンギンボ	<i>Dictyosoma</i>	<i>burgeri</i>	Van der Hoeven
				ウナギガジ	<i>Lumpenus</i>	<i>sagitta</i>	Wilimovsky
			ニシキギンボ	ナガヅカ	<i>Stichaeus</i>	<i>grigorjemi</i>	Herzenstein
		ギンボ		<i>Pholis</i>	<i>nebulosa</i>	(Temminck et Schlegel)	
		オオカミウオ	<u>オオカミウオ</u>	<i>Anarhichas</i>	<i>orientalis</i>	Pollas	
		ハタハタ	ハタハタ	<i>Arctoscopus</i>	<i>japonicus</i>	(Steindachner)	
		ミシマオコゼ	アオミシマ	<i>Gnathagnus</i>	<i>elongatus</i>	(Temminck et Schlegel)	
			ミシマオコゼ	<i>Uranoscopus</i>	<i>japonicus</i>	Houttuyn	
		トラギス	トラギス	<i>Parapercis</i>	<i>pulchella</i>	(Temminck et Schlegel)	
			クラカケトラギス	<i>Parapercis</i>	<i>sexfasciata</i>	(Temminck et Schlegel)	
		ヘビギンボ	ヘビギンボ	<i>Tripterygion</i>	<i>etheostoma</i>	Jordan et Snyder	
		イソギンボ	ナベカ	<i>Omobranchus</i>	<i>elegans</i>	(Steindachner)	
		イカナゴ	イカナゴ	<i>Ammodytes</i>	<i>personatus</i>	Girard	
		ネズッポ	トビヌメリ	<i>Repomucenus</i>	<i>beniteguri</i>	(Jordan et Snyder)	
			ヌメリゴチ(ネズッポ)	<i>Repomucenus</i>	<i>lunatus</i>	(Temminck et Schlegel)	
			ネズミゴチ	<i>Repomucenus</i>	<i>richardsonii</i>	(Bleeker)	
			ハタタテヌメリ	<i>Repomucenus</i>	<i>valenciennei</i>	(Temminck et Schlegel)	
			マハゼ	<i>Acanthogobius</i>	<i>flavimanus</i>	(Temminck et Schlegel)	
		ハゼ	ニクハゼ	<i>Chaenogobius</i>	<i>heptacanthus</i>	(Hilgendorf)	
			ウキゴリ	<i>Chaenogobius</i>	<i>urotaenia</i>	(Hilgendorf)	
			イトヒキハゼ	<i>Cryptocentrus</i>	<i>filifer</i>	(Valenciennes)	
			ウロハゼ	<i>Glossogobius</i>	<i>olivaceus</i>	(Temminck et Schlegel)	
			シロウオ	<i>Leucopsarion</i>	<i>petersi</i>	Hilgendorf	
			<u>ミズハゼ</u>	<i>Luciogobius</i>	<i>guttatus</i>	Gill	
			キヌマリ	<i>Pterogobius</i>	<i>elapoides</i>	(Günther)	
			ニシキハゼ	<i>Pterogobius</i>	<i>virgo</i>	(Temminck et Schlegel)	
			チャガラ	<i>Pterogobius</i>	<i>zonoleucus</i>	Jordan et Snyder	
			ヨシノボリ	<i>Rhinogobius</i>	<i>brunneus</i>	(Temminck et Schlegel)	
			サビハゼ	<i>Sagamia</i>	<i>geneionema</i>	(Hilgendorf)	
			チチブ	<i>Tridentiger</i>	<i>obscurus</i>	(Temminck et Schlegel)	
			シマハゼ	<i>Tridentiger</i>	<i>trigonocephalus</i>	(Gill)	
		ニザダイ	テングハギ	<i>Naso</i>	<i>unicornis</i>	(Forskål)	
			ニザダイ	<i>Prionurus</i>	<i>scalprus</i>	Valenciennes	
		アイゴ	アイゴ	<i>Siganus</i>	<i>fuscescens</i>	(Houttuyn)	
		タチウオ	タチウオ	<i>Trichiurus</i>	<i>Lepturus</i>	Linnaeus	
		サバ	カマスサワラ	<i>Acanthocybium</i>	<i>solandri</i>	(Cuvier)	
			ヒラソウダ	<i>Auxis</i>	<i>thazard</i>	(Lacepède)	

能都町漁協市場で見られる魚類

表2 能都町市場に水揚げされた魚類-(6)

綱	目	科	種	属名	種名	命名者		
硬骨魚	スズキ	サバ	カツオ	<i>Katsuwonus</i>	<i>pelamis</i>	Linnaeus		
			ハガツオ	<i>Sarda</i>	<i>orientalis</i>	(Temminck et Schlegel)		
			ゴマサバ	<i>Scomber</i>	<i>australasicus</i>	Cuvier		
			マサバ	<i>Scomber</i>	<i>japonicus</i>	Houttuyn		
			サワラ	<i>Scomberomorus</i>	<i>nipponius</i>	(Cuvier)		
			ビンナガ	<i>Thunnus</i>	<i>alalunga</i>	(Bonnaterre)		
			クロマグロ(マグロ)	<i>Thunnus</i>	<i>thynnus</i>	(Linnaeus)		
			マカジキ	バショウカジキ	<i>Istiophorus</i>	<i>platypterus</i>	(Shaw et Nodder)	
				マカジキ	<i>Tetrapturus</i>	<i>audax</i>	(Philippi)	
			イボダイ	メダイ	<i>Hyperoglyphe</i>	<i>japonica</i>	(Döderlein)	
				イボダイ	<i>Psenopsis</i>	<i>anomala</i>	(Temminck et Schlegel)	
			エボシダイ	<u>ハナビラウオ</u>	<i>Psenes</i>	<i>pellucidus</i>	Lütken	
			マナガツオ	マナガツオ	<i>Pampus</i>	<i>argenteus</i>	(Euphrasen)	
			カレイ	ヒラメ	ヒラメ	ヒラメ	<i>Paralichthys</i>	<i>olivaceus</i>
	ガンゾウヒラメ	<i>Pseudorhombus</i>				<i>cinnamoneus</i>	(Temminck et Schlegel)	
	タマガンゾウヒラメ	<i>Pseudorhombus</i>				<i>pentopthalmus</i>	Günther	
	アラマガレイ	<i>Tarphops</i>				<i>oligolepis</i>	(Bleeker)	
	ダルマガレイ	<u>ヤリガレイ</u>				<i>Laeops</i>	<i>kitaharae</i>	(Smith et Pope)
		ソウハチ				<i>Cleisthenes pinetorum</i>	<i>herzensteini</i>	(Schmidt)
	カレイ	サメガレイ				<i>Clidoderma</i>	<i>asperrimum</i>	(Temminck et Schlegel)
		ミギガレイ				<i>Dexistes</i>	<i>rikuzenius</i>	Jordan et Starks
		ムシガレイ				<i>Eopsetta</i>	<i>grigorjewi</i>	(Herzenstein)
		ヒレグロ				<i>Glyptocephalus</i>	<i>stelleri</i>	(Schmidt)
		アカガレイ				<i>Hippoglossoides</i>	<i>dubius</i>	Schmidt
		イシガレイ				<i>Kareius</i>	<i>bicoloratus</i>	(Basilewsky)
		マガレイ				<i>Limanda</i>	<i>herzensteini</i>	Jordan et Snyder
		スナガレイ				<i>Limanda</i>	<i>punctatissima</i>	(Steindachner)
		マコガレイ		<i>Limanda</i>	<i>yokohamae</i>	(Günther)		
		ババガレイ		<i>Microstomus</i>	<i>achne</i>	(Jordan et Starks)		
		ヌマガレイ		<i>Platichthys</i>	<i>stellatus</i>	(Pallas)		
		メイタガレイ		<i>Pleuronichthys</i>	<i>cornutus</i>	(Temminck et Schlegel)		
		カラスガレイ		<i>Reinhardtius</i>	<i>hippoglossoides</i>	(Walbaum)		
		ヤナギムシガレイ		<i>Tanakius</i>	<i>kitaharai</i>	(Jordan et Starks)		
		マツカワ		<i>Verasper</i>	<i>moseri</i>	Jordan et Gilbert		
		ホシガレイ		<i>Verasper</i>	<i>variegatus</i>	(Temminck et Schlegel)		
		ウシノシタ		アカシタヒラメ	<i>Cynoglossus</i>	<i>joyneri</i>	Günther	
				クロウシノシタ	<i>Paraplagusia</i>	<i>japonica</i>	(Temminck et Schlegel)	
		ササウシノシタ		トビササウシノシタ	<i>Aseraggodes</i>	<i>kobensis</i>	(Steindachner)	
				ササウシノシタ	<i>Heteromycteris</i>	<i>japonica</i>	(Temminck et Schlegel)	
				セトウシノシタ	<i>Pseudaesopia</i>	<i>japonica</i>	(Bleeker)	
				シマウシノシタ	<i>Zebrias</i>	<i>zebra</i>	(Bloch et Schneider)	
		フグ		モンガラカワハギ	アミモンガラ	<i>Canthidermis</i>	<i>maculatus</i>	(Bloch)
					ウスバハギ	<i>Aluterus</i>	<i>monoceros</i>	(Linnaeus)
	アミハギ				<i>Rudarius</i>	<i>ercodes</i>	Jordan et Fowler	
	カワハギ				<i>Stephanolepis</i>	<i>cirrhifer</i>	(Temminck et Schlegel)	
	ウマズラハギ				<i>Thamnaconus</i>	<i>modestus</i>	(Günther)	
	ハコフグ				ハコフグ	<i>Ostracion</i>	<i>immaculatus</i>	Temminck et Schlegel
	フグ			<u>ホシフグ</u>	<i>Arothron</i>	<i>firmamentum</i>	(Temminck et Schlegel)	
				アカメフグ	<i>Fugu</i>	<i>chrysops</i>	(Hilgendorf)	
				クサフグ	<i>Fugu</i>	<i>niphobles</i>	(Jordan et Snyder)	
				ヒガンフグ	<i>Fugu</i>	<i>pardalis</i>	(Temminck et Schlegel)	
				コモンフグ	<i>Fugu</i>	<i>poecilnotus</i>	(Temminck et Schlegel)	
				トラフグ	<i>Fugu</i>	<i>rubripes</i>	(Temminck et Schlegel)	

能都町漁協市場で見られる魚類

表2 能都町市場に水揚げされた魚類-(7)

綱	目	科	種	属名	種名	命名者
硬骨魚	フグ	フグ	ゴマフグ	<i>Fugu</i>	<i>stictonotus</i>	(Temminck et Schlegel)
			マフグ	<i>Fugu vermicularis</i>	<i>porphyreus</i>	(Temminck et Schlegel)
			ショウサイフグ	<i>Fugu vermicularis</i>	<i>vermicularis</i>	(Temminck et Schlegel)
			シマフグ	<i>Fugu</i>	<i>xanthopterus</i>	(Temminck et Schlegel)
			シロサバフグ	<i>Lagocephalus</i>	<i>wheeleri</i>	Abe.Tabeta et Kitahama
			ヨリトフグ	<i>Sphoeroides</i>	<i>pachygaster</i>	(Müller et Troschel)
			ハリセンボン	<i>Diodon</i>	<i>holocanthus</i>	Linnaeus
			マンボウ	<i>Mola</i>	<i>mola</i>	(Linnaeus)
頭 甲	ヤツメウナギ	ヤツメウナギ	カワヤツメ	<i>Lampetra</i>	<i>japonica</i>	(Martens)
			スナヤツメ	<i>Lampetra</i>	<i>reissneri</i>	(Dybowski)

本号掲載報文要旨

我が国におけるサヨリ漁業の実態

辻 俊宏, 貞方 勉

全国の都道府県立水産試験研究機関を対象にサヨリ漁業の実態に関するアンケート調査を実施し、我が国におけるサヨリの漁法、漁期、漁獲量等を明らかにした。サヨリは沖縄県を除く広い海域に分布しているが、主分布域は本州東北部と四国および九州であった。特に、北陸、常磐・房総、東海、瀬戸内海の周辺海域が主要な産地であった。最も代表的な漁法は二そう船びき網であり、各地に普及していた。近年の全国漁獲量は 1,112~1,406 トンと推定された。主要産地における漁獲量の経年変化を見ると 1970 年代に急速に伸びた反面、その後急激な減少を招いている。これは二そう船びき網の普及と一致しており、本漁法による漁獲圧力の影響が大きいと推察された。

石川県水産総合センター研究報告, No.2, 1-11 (2000)

長期絶食時のサクラマス¹の体重、尾叉長、体成分および肝臓酵素活性の変化

四方崇文, 高門光太郎, 四登 淳, 柴田 敏

サクラマスを絶食飼育したところ、尾叉長はほとんど変化しなかったが、体重と肥満度は顕著に低下し、体脂質と体タンパク質も減少した。絶食期間中、肝臓リポゲンニック酵素の活性は顕著に低下したが、アミノ酸分解酵素や糖新生酵素の活性はほぼ一定かやや上昇する傾向にあった。173 日間の絶食飼育中に確認されたへい死魚はわずか 3 尾であり、サクラマスの絶食耐性は高かった。以上の結果から、絶食中のサクラマスは肝臓の脂肪酸合成を強く抑制する一方、アミノ酸分解と糖新生を高く維持し、魚体のタンパク質や脂質をエネルギー源として生存していたと考えられる。また、肝臓リポゲンニック酵素活性は栄養状態の適当な指標になると考えられ、その活性値から河川放流したサクラマスの栄養状態が推定できると考えられた。

石川県水産総合センター研究報告, No.2, 13-18 (2000)

人工礁に放流したマナマコ種苗の減耗 (英文)

田中正隆

人工礁に放流したマナマコ種苗の発見個体数が短期間に減少する要因を明らかにするため、産卵後半年間、室内飼育したマナマコを体長別に 3 群に分け、室内水槽および天然海域で試験を行った。種苗の体長に関わらず飼育水槽から取り上げ放流地点まで運搬する際の一連の取り扱いはその後の生残にほとんど影響しないと判断された。しかし天然海域に放流したのちは、体長 10 mm 以下の個体は斃死する傾向がみられた。ネットで周囲を囲んだ閉鎖型および開放型の 2 つの人工礁に放流した種苗は放流後ともに指数関数的に減少した。いずれの礁においても主な減耗要因は種苗の斃死、とりわけ体長が比較的小さい個体の斃死であると推察された。開放型の礁では波浪による種苗の流出も大きな要因であり、加えて長期的には種苗の能動的な礁外への移動も関わってくると考えられた。

石川県水産総合センター研究報告, No.2, 19-29 (2000)

イカかまぼこのゲル物性に及ぼす魚体サイズ、製造時添加物および加熱条件の影響

高本修作

スルメイカの大きさ、スケトウダラ冷凍すり身、NaCl、でん粉、卵白の添加物および加熱方法がイカ肉糊のゲル化に及ぼす影響を調べた。かまぼこゲルの破断強度と破断凹みは原料イカが大型であるほど高かった。イカ肉糊に 0.5~2.5% 食塩を添加したが、イカかまぼこゲルの足(弾力)補強効果はみられなかった。イカ肉糊に 25% スケトウダラすり身を添加しても、二段加熱によるかまぼこゲルの足補強効果はほとんどみられなかった。しかしながら、イカ肉糊に 75% スケトウダラすり身を添加すると足補強効果は観察され、破断強度および破断凹みは顕著に増加した。でん粉および卵白を所定濃度で添加すると、破断強度と水分量の高い負の相関がみられた。これらの結果から、イカの大きさと水分量はイカ肉糊のゲル化において重要な要因であることが分かった。

石川県水産総合センター研究報告, No.2, 31-36 (2000)

能登半島沿岸で漁獲されるブリ成魚の成熟度（短報）

辻 俊宏

能登半島沿岸で漁獲されたブリ成魚の生殖腺重量を調べ、能登半島近海での産卵の可能性について検討した。冬期(11～12月)における生殖腺指数(GI)はほとんど1以下で、期間中の変化は見られなかった。春期(5～6月)における平均GIは雌0.9～4.0、雄0.9～3.4で冬期に比べ明らかに高かった。また春期のGIは次第に高くなる傾向が認められた。これは、7～8月頃能登半島近海でブリが産卵している可能性を示唆するものである。

石川県水産総合センター研究報告, No.2, 37-39 (2000)

総目次

石川県水産試験場研究報告
(第1号～第4号)

石川県増殖試験場研究報告
(第1号～第4号)

石川県水産総合センター研究報告
(第1号～第2号)

石川県水産試験場研究報告

総目次

第1号(1976年3月)

加賀海域におけるホッコクアカエビの生態に関する研究	山田悦正, 内木幸次	1 - 12
---------------------------	------------	--------

第2号(1977年3月)

バイオ・テレメトリー・システムによるブリの行動生態に関する研究	町中 茂, 今村 明, 橋田新一	1 - 20
造成漁場における魚類の分布型と行動について	山田悦正, 内木幸次	21 - 32
能登半島飯田湾の漸深帯における海藻の鉛直分布	山田悦正, 谷口和也	33 - 40

第3号(1980年3月)

バイオ・テレメトリー・システムによるマダイの行動生態に関する研究	町中 茂	1 - 20
能登半島周辺海域におけるウスメバルの生活史に関する研究 1. 幼稚魚期の遊泳行動	山田悦正	21 - 35
1979年日本海沖合水域におけるスルメイカ標識放流の再捕結果と資源諸特性値の推定	町中 茂, 宮下民部, 宮島秀雄, 笠原昭吾	37 - 52
潜水観察によるクルマエビの夜間行動	栗森勢樹	53 - 63
沖合漁場利用養殖技術開発に関する研究(英文)	富 和一, 内木幸次, 山田悦正	65 - 76
田ノ浦湾における底泥土の粒径と吸着能との関係	堀 秀朗	77 - 82

第4号(1986年3月)

調査船“禄剛丸”で石川県沿岸から採集された貝類	伊藤勝千代, 又野康男, 山田悦正, 五十嵐誠一	1 - 179
石川県内浦海域におけるタチウオの卵・仔稚魚の分布について	又野康男, 五十嵐誠一	181 - 191
水槽内におけるヤリイカの産卵行動	五十嵐誠一, 又野康男	193 - 201
スルメイカ黄海群の回遊と漁場形成について	貞方 勉, 宮下民部	203 - 223

Bulletin of the Ishikawa Prefectural Fisheries Experimental Station

CONTENTS

No. 1 (March 1976)

- Ecological Studies on the Pink Shrimp, *Pandalus borealis* KRÖYER, Found in Water Kaga Ishikawa Prefecture
..... Yoshimasa Yamada and Kohji Naiki 1 – 12

No. 2 (March 1977)

- A Study on the Behavior of Yellowtail, *Seriola quinqueradiata*, as Determined by Tracking with Ultrasonic Devices
..... Shigeru Machinaka, Akira Imamura, Shinichi Hashida 1 – 20
- Studies on the Distribution Pattern of Fishes and Their Behavior on the Artificial Habitats, in Iida Bay
Ishikawa Prefecture Yoshimasa Yamada and Kohji Naiki 21 – 32
- Vertical Distribution of Marine Algae in Sublittoral Zone of Iida Bay, Noto Peninsula
..... Yoshimasa Yamada and Kazuya Taniguchi 33 – 40

No. 3 (March 1980)

- Behavior of Red Sea Bream, *Pagrus major*, as Detected by Tracking with Ultrasonic Devices
..... Shigeru Machinaka 1 – 20
- Studies on the Life Histories of the Rockfish, *Sebastes thompsoni*, Found in Waters Around Noto Peninsula,
the Japan Sea. 1. The Relationship between the swimming behavior of Larval Rockfish and Drifting Algae
..... Yoshimasa Yamada 21 – 35
- Tagging Experiments for the Common Squid (*Todarodes pacificus*) in the Off-shore Areas of the Japan Sea,
with Estimation of Parameters in Dynamics of Squid Population
..... Shigeru Machinaka, Minbu Miyashita, Hideo Miyajima, and Shogo Kasahara 37 – 52
- Nocturnal Behavior of the “Kuruma” Prawn (*Penaeus japonicus*) Observed by SCUBA Diving Seiki Awamori 53 – 63
- Investigations into Technical Development of Mariculture on Commercial Scale Applied to Offshore Region
..... Waichi Tomi, Kohji Naiki, and Yoshimasa Yamada 65 – 76
- Relation Between the Diameter and Absorption of the Particle of Bottom Mud in the Tanoura Bay, Noto Peninsula
..... Shuro Hori 77 – 82

No. 4 (March 1986)

- Shell Species Caught S/S Rokko-Maru off the Coast Ishikawa Prefecture
..... Katsuchiyo Ito, Yasuo Matano, Yoshimasa Yamada, and Seiichi Igarashi 1 – 179
- The Distribution of Eggs and Larvae of Ribbon Fish *Trichiurus lepturus* in Utiura Area, Ishikawa Prefecture
..... Yasuo Matano and Seiichi Igarashi 181 – 191
- Egg-laying Behavior of the Squid *Loligo bleekeri* KEFERSTEIN, in Captivity
..... Seiichi Igarashi and Yasuo Matano 193 – 201
- On the Migration and the Occurrence of Fishing Ground for the Groups of Common Squid,
Todarodes pacificus STEENSTRUP, in the Yellow Sea Tsutomu Sadakata and Minbu Miyashita 203 – 223

石川県増殖試験場研究報告

総目次

第1号(1970年12月)

クロアワビ稚貝に対する海藻の餌料効果	高橋稔彦	1-6
ベニズワイガニ(<i>Chionoecetes japonicus</i> RATHBUN)のプレゾエア及び第I期ゾエアについて	本尾 洋	7-11
山口県北浦地方海藻目録	田島迪生	13-20
七尾湾とその付近のカニ類相 - I. 普通種	本尾 洋	21-33
七尾湾とその付近のカニ類相 - II. 少数種並びに稀少種	本尾 洋	35-45

第2号(1972年12月)

人工生産クロアワビからの種苗生産	高橋稔彦	1-5
ズワイガニ幼生の飼育条件に関する基礎試験	本尾 洋, 皆川哲夫, 永田房雄	7-13
染色工場廃水のコイおよびメダカにおよぼす影響について	又野康男, 鶴川幸栄	15-19
ベニズワイの右鉗脚にあらわれた奇形について	本尾 洋	21-27
七尾湾およびその付近のエビ類相 (英文)	本尾 洋	29-83

第3号(1974年10月)

舳倉島におけるアワビの成長 I. マダカ	高橋稔彦	1-3
人工餌料によるクロアワビ稚貝の飼育	酒井幸一	5-8
石川県近海産エビ, カニ類の地方名	本尾 洋	9-19
乾ノリに含まれる脂溶性色素および水溶性色素について	田島迪生	21-26
石川県近海および七尾湾産ヤドカリの研究 (英文)	本尾 洋	27-47

第4号(1985年4月)

海藻の生長および加工処理に伴う色素の変化に関する研究	田島迪生	1-79
----------------------------	------	------

Bulletin of the Ishikawa Prefectural Marine Culture Station

CONTENTS

No. 1 (December 1970)

Food Values of Marine-algae for the Growth of Young Abalone, <i>Haliotes discus</i> REEVE	Toshihiko Takahashi	1 – 6
On the Laboratory-hatched Prezoea and First Zoea of <i>Chionoecetes japonicus</i> RATHBUN (Decapoda Brachyura)	Hiroshi Motoh	7 – 11
A List of the Marine Algae from Kitaura Province, in Yamaguchi Prefecture	Michio Tajima	13 – 20
Brachyuran Fauna of Nanao Bay and the Adjacent Waters - I. Common Species	Hiroshi Motoh	21 – 33
Brachyuran Fauna of Nanao Bay and the Adjacent Waters - II. Less Common and Rare Species	Hiroshi Motoh	35 – 45

No. 2 (December 1972)

Reproduction by the Artificially Produced Young Abalone, <i>Haliotis discus</i> REEVE	Toshihiko Takahashi	1 – 5
A Rearing Experiment for the Larvae of Zuwai Crab, <i>Chionoecetes opilio</i> O. FABRICIUS	Hiroshi Motoh, Tetsuo Minagawa, and Fusao Nagata	7 – 13
The Effects of Dyeing Industrial Wastes on <i>Cyprinus carpio</i> LINNÉ and <i>Oryzias latipes</i>	Yasuo Matano and Koei Ukawa	15 – 19
Malformation Found in the Right Cheliped of Beni-zuwai Crab, <i>Chionoecetes japonicus</i> RATHBUN	Hiroshi Motoh	21 – 27
A Faunal List of the Macruran Decapoda from Nanao Bay, Isikawa Prefecture, Middle Japan	Hiroshi Motoh	29 – 83

No. 3 (October 1974)

On the Growth of Abalone in Hegura-jima along Japan Sea I. <i>Haliotis gigantea</i> GMELIN	Toshihiko Takahashi	1 – 3
Feeding Trials of Young Abalone, <i>Haliotis discus</i> REEVE, with Artificial Diets	Yukikazu Sakai	5 – 8
Local Names of Shrimps, Prawns and Crabs of Ishikawa Prefecture and the Adjacent Waters, Middle Japan Sea	Hiroshi Motoh	9 – 19
Studies on the Chlorophyll, Carotenoid and Hydrochromes Contained in the Dried Laver	Michio Tajima	21 – 26
A List of the Anomuran Decapoda from Nanao Bay and the Adjacent Waters, Middle Japan Sea	Hiroshi Motoh	27 – 47

No. 4 (April 1985)

Studies on Chlorophylls and Carotenoids in Marine Algae Changed with Aging and Processing	Michio Tajima	1 – 79
---	---------------	--------

石川県水産総合センター研究報告

総目次

第1号(1998年3月)

石川県の船びき網漁業によるサヨリ漁獲量の解析	貞方 勉, 辻 俊宏, 四方崇文	1-7
アカガレイの価格形成要因に関する統計学的解析	大橋洋一	9-14
選別器による定置網混獲幼稚魚の選別	池森貴彦, 大橋洋一	15-22
タイ類投棄魚の削減をめざした小型底びき網の改良	大慶則之	23-29
コイの体成分と肝臓酵素活性に及ぼす飼料タンパク質の影響 (英文)	四方崇文, 示野貞夫	31-35
スルメイカの大きさ, 雌雄, 成熟度, 漁期, 漁場によるエキス成分の違い	高本修作	37-41
アナアオサの栄養体と成熟部に含まれている色素の吸光分析 (英文)	田島迪生	43-46
海岸漂着重油の手作業による回収量の決定に関する研究: ナホトカ号重油流出事故の事例から	敷田麻実	47-54

第2号(2000年2月)

報 文

我が国におけるサヨリ漁業の実態	辻 俊宏, 貞方 勉	1-11
長期絶食時のサクラマスの体重, 尾叉長, 体成分および肝臓酵素活性の変化	四方崇文, 高門光太郎, 四登 淳, 柴田 敏	13-18
人工礁に放流したマナマコ種苗の減耗 (英文)	田中正隆	19-29
イカかまぼこのゲル物性に及ぼす魚体サイズ, 製造時添加物および加熱条件の影響	高本修作	31-36
能登半島沿岸で漁獲されるブリ成魚の成熟度 (短報)	辻 俊宏	37-39

資 料

能都町漁協市場で見られる魚類	河本幸治	41-48
----------------	------	-------

Bulletin of Ishikawa Prefecture Fisheries Research Center

CONTENTS

No. 1 (March 1998)

Analysis of Catches of Halfbeak <i>Hyporhamphus sajori</i> by Two-boat Seine in Isikawa Prefecture Tsutomu Sadakata, Toshihiro Tsuji, and Takafumi Shikata	1 – 7
Statistical Analysis of Factors Affecting the Unit Price of Flathead Flounder Yoichi Ohashi	9 – 14
Selection of Bycatch of Juvenile Fish in Set-net with Selector Takahiko Ikemori and Yoichi Ohashi	15 – 22
Improvement of the Danish Seine Codend to Decrease Discarded Sea Breems Noriyuki Okei	23 – 29
Effect of Quality of Dietary Protein on Body Composition and Hepatopancreatic Enzyme Activities in Carp Takafumi Shikata and Sadao Shimeno	31 – 35
Some Extractive Components of Squids: Differences in Size, Sex, Maturity, Date of Samplings, and Location Shuusaku Takamoto	37 – 41
Spectrophotometric Determination of Pigments in Full-mature and Vegetative Parts of <i>Ulva pertusa</i> Michio Tajima	43 – 46
The Statistical Analysis of Manual Removal of Stranded Oil Spills: Lessons Learnt from Oil Spills Caused by Russian Tanker Nakhodka Asami Shikida	47 – 54

No. 2 (February 2000)

Originals

Present Status of the Halfbeak Fisheries in Japan Toshihiro Tsuji and Tsutomu Sadakata	1 – 11
Changes in Body Weight, Fork Length, Body Composition, and Hepatic Enzyme Activities in Masu Salmon <i>Oncorhynchus masou</i> during Long-term Starvation Takafumi Shikata, Kohtaro Takakado, Jun Shinobori, and Satoshi Shibata	13 – 18
Diminution of Sea Cucumber <i>Stichopus japonicus</i> Juveniles Released on Artificial Reefs Masataka Tanaka	19 – 29
Effects of Body Size, Additives for Processing, and Heating Method on Gel Properties of Kamaboko from Squid <i>Todarodes pacificus</i> Shuusaku Takamoto	31 – 36
The Maturity of Adult Yellowtail in the Coastal Waters around Noto Peninsula Toshihiro Tsuji	37 – 39

Note

Fishes Found at Noto-machi Fish Market Koji Kawamoto	41 – 48
---	---------

石川県水産総合センター研究報告・報文投稿要領

報文は原著で、事業報告書等を除く他の刊行物に発表されていないものに限る。報文は論文および短報とし、以下に準じて原稿を作成し提出する。

原稿の書き方

【和文論文】第1頁目に、表題、著者名、所属名と同住所、和文ランニングタイトル、英文表題、英文著者名、英文所属名を書く。第2頁目から、英文要旨、英文キーワード、緒言(見出しはつけない)、実験方法、結果、考察、謝辞、文献の順に書く。図の説明文、図表、和文要旨は別葉にしてつける。

【英文論文】第1頁目に、英文表題、英文著者名、英文所属名、英文ランニングタイトル、和文表題、和文著者名、和文所属名と同住所を書く。第2頁目から、Abstract, Key Words, Introduction (見出しはつけない)、Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgments, References の順に書く。図の説明文、図、表、和文要旨は別葉にしてつける。

【短報】和文と英文の短報を受け付ける。書き方は論文に準じるが、本文には、緒言、実験方法、結果、考察などの見出しはつけない。

【原稿】用紙はA4判縦型を用い、2段送り(ダブルスペース)として、ワードプロセッサを用いて作成する。

【表題】表題は簡潔な表現とする。継続報文であることを示したい場合は、脚注にシリーズ表題と連続番号を記す。

(例)

表題:コイのナイアシン要求量*1

脚注:*1コイのビタミン要求量に関する研究-I

【著者名】連名のときは、和文では「,」で連ねる。英文では、2名の場合は「and」で連ね、3名以上のときは「,」で連ね、最後は「, and」で結ぶ。

(例)

山田太郎, 川上次郎, 山川三郎

Taro Yamada, Jiro Kawakami, and Saburo Yamakawa

【所属名】英文著者名の右肩に「*」をつけ、脚注に所属機関名を書く。

(例)

Taro Yamada*

*石川県水産総合センター (〒927-0435 石川県鳳至郡能都町字宇出津新港3-7)

【ランニングタイトル】和文報文では和文で20字以内、英文報文では英文でスペースを含めて50字以内とする。

【英文要旨】論文、短報ともに英文要旨が必要である。図表や文献は引用せずに、簡潔な英文にまとめる。

【キーワード】論文、短報ともに英文キーワードが必要である。報文の内容に関連の深い3~8語を選び、英文要旨の下に1行あけて追記する。

【本文の体裁】原則として、緒言、実験方法、結果、考察、謝辞、文献の順序に従い、見出しは2行取りで中央にゴシック体で記載する。和文論文の実験方法や結果の項の中の小見出しはゴシック体として、番号は付けず、本文は追い込みにする。英文論文の実験方法や結果の項の中の小見出しはイタリック体

として、番号は付けず、本文は改行して書き始める。

【文献】本文の関連箇所に引用順に“うわつき”で「Young^{1,2)} または Young¹⁻³⁾」のように一連番号をつけ、一括して末尾の文献の項に集める。著者が2名の場合は「山田, 田中¹⁾」あるいは「Yamada and Tanaka¹⁾」とし、3名の場合は「山田ら¹⁾」あるいは「Yamada et al.¹⁾」とする。句読点の箇所に引用番号をつける場合は「…ということが報告されている。¹⁾」のように句読点の後に置く。印刷公表され誰でも閲覧可能なものは原則として文献に記載する。私信や未発表は該当箇所に()で囲んで表示する。参考文献は以下の例に従って記載する。

(雑誌の例)

- 1) 山田太郎, 鈴木次郎, 田中三郎: 日本近海のマイワシの系群構造. 日水誌, **56**, 123-134 (1990).
- 2) J. M. Young and W. S. Fowler: Enzyme immunoassay for the determination of pesticides residues. *J. Biol. Chem.*, **265**, 313-320 (1990).

(書籍の例)

- 1) 鈴木三郎: 魚介類の色素, 「水産食品学」(佐藤一雄編), 恒星社厚生閣, 東京, 1990, pp.15-21.
- 2) W. F. Fitzgerald: Atmospheric and oceanic cycling of mercury, in “Chemical Oceanography” (ed. by J. P. Riley and R. Chester), Vol.10, Academic Press, London, 1989, pp.151-186.

【図表】図表は英文で作成する。図や写真の番号は「Fig.1」, 表の番号は「Table 5」のようにゴシック体で書く。表の説明は表の上書き、説明文の後にはピリオドを打たない。表の一番上の線は二重線、それ以下は一重線とし、原則として縦線は使用しない。図の説明文は図とは別葉にしてまとめて書き、文の終わりにはピリオドを打つ。図表の刷り上がりの大きさは横幅が8cmまたは17cmとなるので、それを考慮して図表を作成し、原稿に図表の縮尺率を指示する。

【単位】SI単位を尊重し、量記号はイタリック、単位記号はローマン体とする。その他については日本水産学会誌(原稿の書き方)に準じる。

【その他】その他の記載様式は、水産総合センター研究報告第2号に掲載された論文を参照する。

原稿提出要領

報文原稿1部を水産総合センター研究報告担当者あてに提出する。投稿原稿は適当と認められる水産総合センター職員が責任をもって審査し、修正箇所があれば、その内容を著者に連絡し、修正を求める。著者は必要な修正を行った後、修正原稿1部をフロッピーディスク原稿とともに提出する。フロッピーディスク原稿提出時には以下の点に注意する。

- (1) 日本語は全角を、アルファベットおよび数字は半角を用いて入力する。
- (2) フロッピーディスクのラベルに論文題名と著者名を必ず記入する。

石川県水産総合センター研究報告第2号

発行年月 2000年2月

編集・発行者 石川県水産総合センター

〒927-0435 鳳至郡能都町字宇出津新港3丁目7番地

TEL 0768-62-1324 FAX 0768-62-4324

印刷所 株式会社 ハクイ印刷

Bulletin of Ishikawa Prefecture Fisheries Research Center

No. 2

February 2000

CONTENTS

Originals

Present Status of the Halfbeak Fisheries in Japan ······	Toshihiro Tsuji and Tsutomu Sadakata	1
Changes in Body Weight, Fork Length, Body Composition, and Hepatic Enzyme Activities in Masu Salmon <i>Oncorhynchus masou</i> during Long-term Starvation ·····	Takafumi Shikata, Kohtarō Takakado, Jun Shinobori, and Satoshi Shibata	13
Diminution of Sea Cucumber <i>Stichopus japonicus</i> Juveniles Released on Artificial Reefs ·····	Masataka Tanaka	19
Effects of Body Size, Additives for Processing, and Heating Method on Gel Properties of Kamaboko from Squid <i>Todarodes pacificus</i> ······	Shuusaku Takamoto	31
The Maturity of Adult Yellowtail in the Coastal Waters around Noto Peninsula ······	Toshihiro Tsuji	37
<i>Note</i>		
Fishes Found at Noto-machi Fish Market ······	Koji Kawamoto	41
<i>Abstracts of Original Papers</i> ······		49
<i>Contents of Bull. Ishikawa Pref. Fish. Exp. Stn., Bull. Ishikawa Pref. Marine Culture Stn., and Bull. Ishikawa Pref. Fish. Res. Center</i> ······		51