

原著論文

京都府沖合における底曳網によるズワイガニ混獲量とリリース直後の生残率

山崎 淳^{*1}・宮嶋俊明^{*1}

By-catch of Snow Crab *Chionoecetes opilio* by Commercial Danish Seiners in the Water off Kyoto Prefecture and Their Survival Ratio after Release at Sea

Atsushi YAMASAKI and Toshiaki MIYAJIMA

A large number of snow crabs, *Chionoecetes opilio*, are caught incidentally by Danish seiners in the closed crab fishing seasons (spring and autumn) and released at sea. During the crab fishing season (winter), undersized males, and immature and mature females carrying orange eggs are also released. The objective of this study is to estimate the amount of by-catch of snow crab and their survival ratio after release. Based on fishermen's logbook data from 2009-2011 in the waters off Kyoto Prefecture, the mean crab by-catch (kg/haul) was estimated at 35-84 kg in winter, and 36-38 kg and 23-36 kg in spring and autumn, respectively. Total by-catch throughout the year was estimated at 214.6 tons, which corresponded to approximately 2.5 times the annual commercial crab landings. The average survival ratio of the crabs after release was estimated at 94-99% in spring and winter (Feb.) seasons, 64-88% in winter (Nov.-Dec.) and 2-9% in the autumn. The relationships between the survival ratio and the surface water temperature showed high negative correlations. The mean total loss of snow crab by discarding mortality was estimated at 40.6 tons. The estimated total amount of loss due to by-catch appears to have decreased compared to two decades ago through efforts such as the establishment of prohibited fishing areas and use of the improved seine net for protection of snow crabs during the closed crab season.

2012年4月2日受付, 2012年9月26日受理

日本海西部海域における駆け廻し式底曳網によるズワイガニ *Chionoecetes opilio* 漁業には、資源管理を目的に禁漁期や漁獲禁止サイズなどが、省令および関係漁業者の自主規制により課せられている。禁漁期については、雄ガニが3月21日から11月5日、雌ガニが1月11日から11月5日である。採捕が禁止されているのは、雄ガニでは甲幅90 mm未満、雌ガニではサイズ規制はなく、腹部纏絡卵を有しない未成体および未発眼な腹部纏絡卵を有する成体である¹⁾。当海域の底曳網漁業では、このような制限があるにもかかわらず、水揚げの対象と

はならないズワイガニが操業中に漁獲され、海中へリリースされている。本研究ではこのようなズワイガニの漁獲を混獲と称する。混獲となるのは、禁漁期では3月21日から5月31日までの春漁期および9月1日から11月5日までの秋漁期におけるカレイ漁などで漁獲される全てのズワイガニ、カニ漁期では甲幅90 mm未満の雄ガニや未成体雌ガニおよび腹部纏絡卵が未発眼な成体雌ガニである。発眼した腹部纏絡卵を有する成体雌ガニは水揚げの対象であるが、1月11日以降は混獲となる。なお、6月1日から8月31日までの3ヶ月は底曳網の

*1 京都府農林水産技術センター海洋センター

〒626-0052 京都府宮津市字小田宿野

Fisheries Technology Department, Kyoto Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Technology Center, Miyazu, Kyoto 626-0052, Japan

a-yamasaki20@pref.kyoto.lg.jp

休漁期間である。当海域では以上のような混獲による資源減耗が無視できないことが指摘されており²⁻⁴⁾、これを軽減するために操業禁止区域の設定やカニの混獲防止機能を備えた改良型漁具⁵⁻⁶⁾の導入などが実践されている。

混獲防止のために取組まれている管理措置の効果を推定するには、混獲量およびリリース直後の生残率を明らかにすることは不可欠である。また、本種はTAC対象種であることから、試験操業データをもとに現存量推定が行われている。現在のシステムでは試験操業時から約1.5年後の現存量が推定されるが、この計算においては混獲による資源減耗を考慮する必要がある。混獲量および生残率に関する情報は、現存量の推定精度を高めるためにも重要である。

底曳網によるズワイガニ混獲量やリリース直後の生残率に関する知見は必ずしも多くない。山崎⁴⁾は1989～1990年に底曳網で漁獲されたズワイガニをカニ籠に収容、一定時間海底に浸漬させ、リリース後の生残率を推定した。しかし、混獲量が多い月に調査が実施されていないこと、実験方法ではリリースからカニが海底に到達するまでの時間が実際の場合よりもかなり短いことなど課題が残されていた。

本研究では日本海西部海域のほぼ中央に位置する京都府沖合で操業する府内底曳網漁船の標本船日誌をもとに、春漁期、秋漁期およびカニ漁期のズワイガニ混獲量を推定した。また、混獲が認められた操業における一曳網当り混獲量/水揚量（以下、混獲比と呼ぶ）を求めた。山崎ら⁷⁾は底曳網で漁獲された脱皮後数カ月以内で甲殻硬度の低い雄ガニ（水ガニ）をカニ籠に収容し、実操業での漁獲からリリースまでに要する時間、リリース後にカニが沈降する速度などを考慮し、リリース後の生残率を推定した。そこで、この方法⁷⁾を用いて各漁期における混獲ズワイガニのリリース直後の生残率を推定した。また、混獲量および生残率をもとに、混獲による死亡量を推定した。

材料および方法

ズワイガニ混獲量推定 本研究に使用した標本船日誌は、京都府内の底曳網漁船が所属する舞鶴地区（8隻）および京丹後地区（6隻）からズワイガニの混獲量が記入されていた小型底曳網（14トン）各2隻の計4隻分であった。解析には2009年5月から2011年4月までの日誌を用いた。混獲量は一操業ごとに箱数（雌雄込み）もしくは個体数で記入されており、重量換算は10kg/箱とした。個体数の場合には、雄ガニでは個体数表示されるのが甲幅約90～130mmであり、この範囲の平均体重をSINODA⁸⁾により求めた0.5kg/個体を使用した。雌ガニでは成体ガニの平均体重である0.15kg/個体（未発表）とした。本研究では2009年5月から2011年4月ま

での月別一曳網当り平均混獲量を計算した。なお、京都府沖合では漁業者の自主規制により水ガニの漁獲が禁止されているが、カニ漁期中の水ガニの混獲は山崎ら⁷⁾が報告したため、本研究の混獲量推定には含めなかった。

混獲は主に水深200m以深の操業で認められた。京都府漁船によるズワイガニ混獲量を推定するために、混獲情報は未記入であっても操業場所が記入されている同期間における舞鶴地区4隻、京丹後地区2隻を加え、計10隻の標本船日誌をもとに、水深200m以深と以浅の操業回数を月別に求めた。月別の一曳網当り平均混獲量に水深200m以深での操業回数をかけて混獲量を計算した。

一曳網当り混獲比を計算するために、カニ漁期および春、秋漁期の主な水揚物であるズワイガニおよびアカガレイ *Hippoglossoides dubius*、ヒレグロ *Glyptocephalus stelleri*、ハタハタ *Arctoscopus japonicus*（以下、この3魚種を魚類と呼ぶ）の一曳網当り水揚量（kg）を月別に求めた。

リリース直後の生残率推定 生残率を推定するための調査を2010年4月26日、10月13日、12月13日、2011年2月16日、5月19日、9月15日および11月28日に行った（表1）。調査に用いた漁網は混獲防止機能を装着していない従来型であり、コッドエンドの目合は4、5、9および10月が37～42mm（呼称目合9～8節）、11、12および2月が92mm（呼称目合3寸）であった。調査方法は山崎ら⁷⁾にしたがいが、その概要を図1に示した。沖合底曳網漁船（16トン）により漁獲されたズワイガニをブイを取付けたカニ籠に収容し、海中に投入した後、近傍で待機中の海洋調査船「平安丸」（183トン）が速やかに回収した。カニ籠は底面および上面の直径が130および82cm、高さ43cmのプリン型で、目合は3cmであった⁹⁾。調査船上では、調査に供するズワイガニを調査用の別なカニ籠に再収容した。調査用のカニ籠は、上記と同サイズで、目合が5cmであった。収容する際には、雌雄で別籠とし、カニ禁漁期の調査では雄ガニは概ね甲幅90mm以上と以下とを別籠とした。1籠当りの収容個体数は個体間の干渉を考慮して、甲幅90mm以上は40個体未満とし⁷⁾、それ以下の小型個体は概ね100個体未満とした。これは同一規格のカニ籠による試験操業において、1籠当りの採捕数が100個体程度であれば、死亡個体が認められなかったことをもとに決定した。再収容したカニ籠は、ズワイガニがリリースされた際の沈降速度である毎秒約20cm⁷⁾で降ろした。漁船で漁獲されてからカニ籠に再収容し投入するまでに要した時間は約15～30分（表1）で、これは底曳網の実操業における漁獲からリリースまでの時間とほぼ同じであった。なお、本調査で用船した沖合底曳網漁船の漁網規模や漁場などは、標本船日誌の小型底曳網漁船と同様であった。

カニ籠の浸漬時間は、山崎ら⁷⁾にしたがいが約3.5～5.5時間とした（表1）。浸漬終了後には再び調査船上に回

表1. ズワイガニ生残率調査のデータの概要

年月日	2010年			2011年				
	4月26日	10月13日	12月13日	2月16日	5月19日	9月15日	11月28日	
サンプル個体数								
雄ガニ	甲幅 90 mm 未満	39	73	74	32	61	44	22
	甲幅 90 mm 以上	40	105	-	-	47	19	-
雌ガニ	未成年	27	55	45	29	57	45	17
	成体	32	2	18	113	5	11	22
他の漁獲物 (kg)	ズワイガニ	120	75	73	255	60	0	97
	カレイ類	135	23	15	30	23	2	15
	その他	153	173	10	10	93	120	2
ハンドリング時間* (分)	22	21	26	17	18	12	16	
漁船で漁獲された時間	11:07	10:43	13:09	11:03	11:39	10:51	14:07	
調査船が受取った時間	11:18	10:54	13:16	11:13	11:48	10:59	14:16	
カニ籠が海底に設置された時間	11:50	11:25	13:59	11:40	12:16	11:23	14:44	
カニ籠の浸漬時間	4:05	5:12	3:26	4:54	4:50	5:22	3:50	
水深 (m)	234	249	273	257	240	249	256	
水温 (°C)	海面	13.1	23.6	16.4	11.1	16.4	26.3	18.3
	海底	4.3	2.1	1.6	1.8	3.3	2.8	-
気温 (°C)	13.9	22.7	11.7	9.6	23.2	28.1	19.7	

*漁船で漁獲されてから調査船でリリースされるまでに要した時間

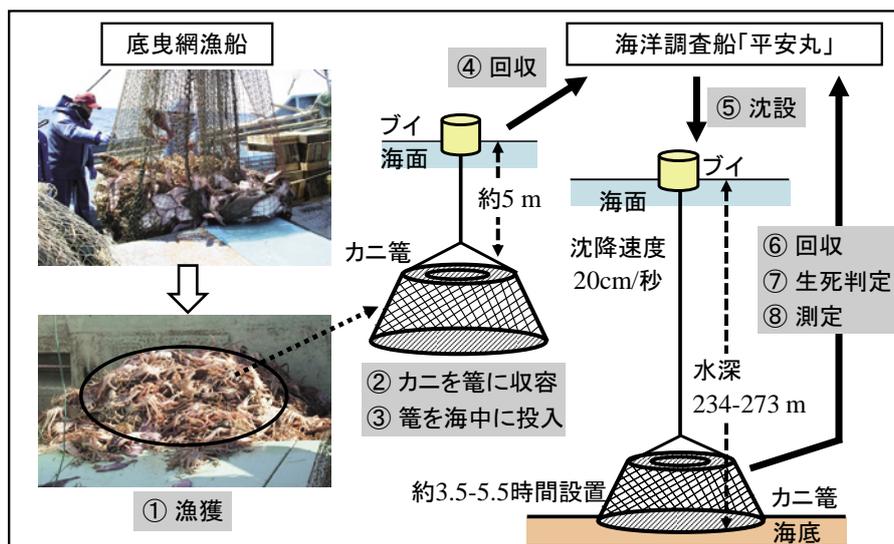


図1. リリース直後のズワイガニの生残率を推定するための調査イメージ

収し、速やかに生死の判定を行った。生死の判定は、顎脚および触角を観察し、全く動かなかった個体は死亡とした⁷⁾。生死判定の後、海水を張った水槽内へカニを入れ沈降の有無を確認し、生残した個体であっても沈降しなかったものは死亡と判断した。生残率は調査に供した個体数に占める生残個体の割合とし、雄ガニは甲幅 90 mm 以上と未満、雌ガニは成体と未成年について求めた。

調査に供した全てのズワイガニについては、甲幅をノギスにより mm 単位、体重を g 単位で測定した。測定時には鉗脚および歩脚が全て揃っているか否かを確認した。また、果実硬度計 (株式会社藤原製作所, KM 型) を用いて、全ての個体について甲殻硬度を測定した。測定方法および部位は山崎ら⁷⁾と同様であった。2010年10月13日の調査では、成体雌ガニの硬度が測定できな

かった。

各調査ではカニ籠を海底に設置した直後に、気温および海面水温の計測、CTD (FSI社製)により海底の水温を観測した (表1)。ただし、2011年11月28日の調査では気温および海面水温だけの計測であった。各調査に供したズワイガニと同時に底曳網で漁獲された他の漁獲物の情報を漁船の船長から聞き取った (表1)。

結果

混獲量推定 月別の曳網数、一曳網当り混獲量 (kg)、混獲量 (トン) および混獲比を表2に示した。水深 200 m 以深での平均曳網数は年計 4,185 曳網で、ズワイガニ漁が解禁される 11月は 1,000 曳網以上と多かった。9~

10月ではズワイガニの混獲防止を目的に水深220～350m域での操業が自主的に全面禁止されているため、水深200m以深での操業は220mまでの水深帯に限定されており、曳網数は他月に比べ少なかった。4～5月では9～10月と同様の目的で、水深230～350m域での操業が制限されていることから、水深200m以深での曳網数は以浅とほぼ同程度であった。なお、京都府の底曳網漁船は15トン未満の小底が主体であり、水深350m以深での操業は皆無であった。

一曳網当り平均混獲量は9～10月の秋漁期が23～36kg、11～3月のカニ漁期が35～84kgおよび4～5月の春漁期が36～38kgであった。各月の標準偏差は9月を除き全体的に大きかった。一曳網当り混獲量は、同一月でほぼ同じ漁場であっても、その量が大きく異なる事例がしばしば認められた。

月別の混獲量は9～10月には3.5～9.9トン、4～5月には13.6～13.7トンおよび11～3月が19.0～49.5トンであった。年間の混獲量は214.6トンと推定された。

カニ漁期のズワイガニ水揚量に対する混獲比は3.8～17.2であった。11月の解禁当初の混獲比は雌ガニのまとまった水揚げがあったため0.1未満で推移したが、雄ガニを主な水揚げ対象とした操業になると値は高くなる傾向がみられた。カニ漁期の魚類を加えた混獲比は1.2～4.0であった。秋漁期および春漁期の混獲比は、それぞれ1.1～1.4および0.4～0.6で、カニ漁期に比べると全体に低い値で推移した。春漁期の混獲比が低かったのは、ハタハタの水揚量が多かったためであった。

混獲ズワイガニの甲幅組成 生残調査に供したズワイガニの甲幅組成を雌雄別に図2、3に示した。雄ガニは甲幅34mmから144mmが出現し、ズワイガニ漁期である11、12月および2月には甲幅90mm未満、4～5月および9～10月には甲幅90mm以上もみられた。混獲された雄ガニに占める甲幅90mm以上の割合（個体数）は、9月で約30%であったが、4～5月および10月には44～59%と約半分であった。甲幅90mm未満で多かつ

たサイズは調査回次により多少異なったが、概ね50～80mmであった。雌ガニは甲幅32mmから82mmの未成体と甲幅63mmから93mmの成体が出現した。

生残率推定および鉗脚・歩脚欠損個体の出現率 雄ガニの甲幅90mm以上および未満、雌ガニの未成体および成体の調査回次ごとの生残率を表3に示した。カニ漁期である11月、12月および2月の生残率は、甲幅90mm未満の雄ガニが54.5～93.8%、成体雌ガニが86.4～99.1%および未成体雌ガニが64.7～96.6%であった。生残率は11月から2月にかけて高くなる傾向が認められた。春漁期の4～5月は甲幅90mm以上および未満の雄ガニは、それぞれ92.5～95.7%および89.7～98.4%と高い値を示した。成体および未成体雌ガニは、それぞれ40.0～96.9%および96.3～100%であった。秋漁期では9月には全ての事例で0%であった。10月は雄ガニの甲幅90mm以上および未満では1.9%および8.2%であり、成体および未成体雌ガニは50.0%および16.4%であった。なお、5月および10月の成体雌ガニの生残率は、調査個体数がそれぞれ2個体および5個体と少なく、推定精度は低いと考えられた。

調査時の海面水温および気温と生残率の関係を図4に示した。生残率は成体雌ガニでは気温、その他の場合では海面水温と高い負の相関関係が認められた（ $r^2=0.835\sim0.914$ ）。

生残個体のうち鉗脚や歩脚が欠損していた個体の出現割合を雌雄別に表4に示した。欠損個体の出現率は10月の甲幅90mm以上の雄ガニおよび雌ガニで0%であったが、他月には雄ガニが2.9～58.3%（平均21.1%）、雌ガニが3.4～54.5%（平均22.8%）であった。

甲殻硬度 調査回次ごとの生残および死亡個体の甲殻硬度を雌雄別に図5、6に示した。雄ガニの甲殻硬度は0.31～2.53kgの範囲であった。9～12月および2月には1.0kg未満の硬度の低い個体がみられた。硬度約0.6kg未満の個体は9～12月の調査で認められたが、ほぼ全てが死亡であった。雄ガニの5月の生残率は95%以上で

表2. 京都府底曳網漁船による曳網数、ズワイガニ混獲量および混獲比の推定値（2009-2011年平均）

	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	計
曳網数										
水深200m以浅	766	507	3	5	52	168	199	313	369	2,382
水深200m以深	153	276	1,053	589	454	544	378	381	357	4,185
混獲量										
平均 (kg/曳網)	23	36	42	84	78	35	68	36	38	-
標準偏差 (kg)	6.1	32.0	50.7	65.1	33.4	29.0	57.0	28.3	41.8	-
月計 (トン)	3.5	9.9	44.2	49.5	35.4	19.0	25.7	13.7	13.6	214.6
混獲比 ^{*1}										
平均	-	-	3.8	7.4	5.6	7.0	17.2	-	-	
標準偏差	-	-	7.2	11.1	1.2	10.1	22.3	-	-	
混獲比 ^{*2}										
平均	1.1	1.4	1.2	3.3	1.5	2.7	2.2	0.4	0.6	
標準偏差	0.2	1.2	2.3	3.4	1.2	4.4	4.0	0.4	0.6	

*1 ズワイガニ混獲量/ズワイガニ水揚量

*2 9-10月、4-5月：ズワイガニ混獲量/（カレイ類+ハタハタ水揚量）

11-3月：ズワイガニ混獲量/（ズワイガニ+カレイ類+ハタハタ水揚量）

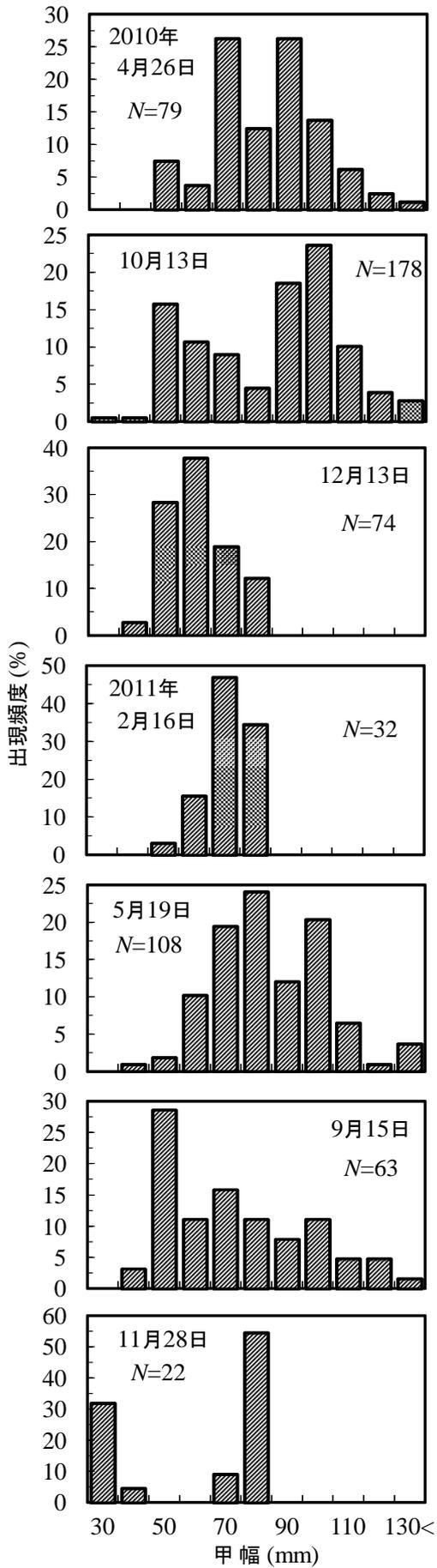


図2. 生残調査に供した雄ガニの甲幅組成

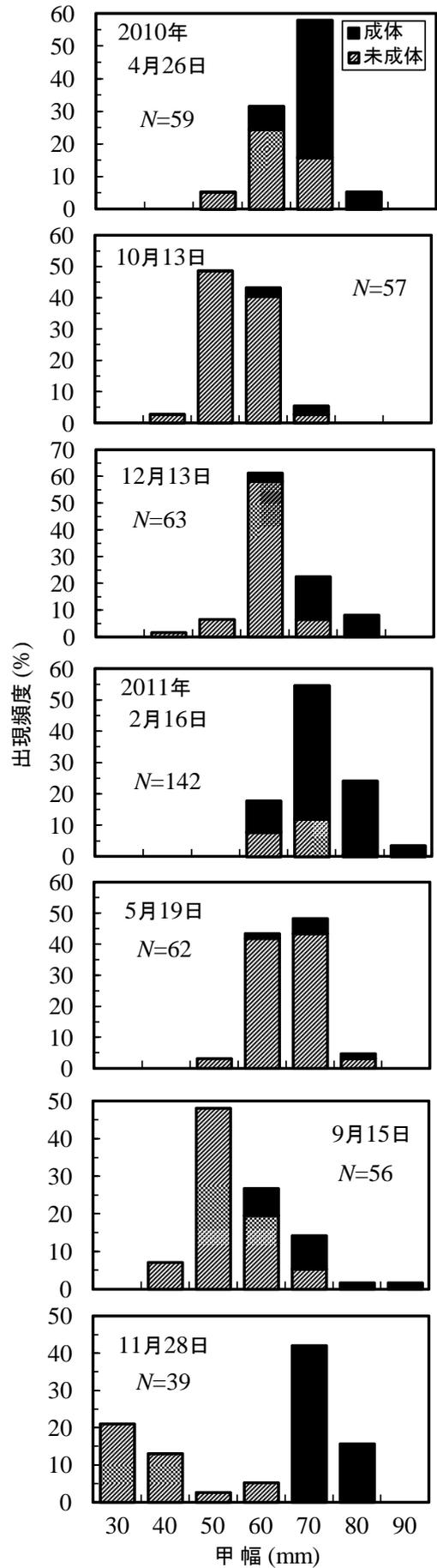


図3. 生残調査に供した雌ガニの甲幅組成

表3. 調査ごとのリリース直後のズワイガニ生残率 (%) 平均値±標準誤差

		2010年			2011年			
		4月26日	10月13日	12月13日	2月16日	5月19日	9月15日	11月28日
雄ガニ	甲幅90 mm未満	89.7 ± 4.9	8.2 ± 3.2	66.2 ± 5.5	93.8 ± 4.3	98.4 ± 1.6	0	54.5 ± 10.6
	甲幅90 mm以上	92.5 ± 4.2	1.9 ± 1.3	—	—	95.7 ± 3.0	0	—
雌ガニ	未成体	96.3 ± 3.6	16.4 ± 5.0	82.2 ± 5.7	96.6 ± 3.4	100	0	64.7 ± 11.6
	成体	96.9 ± 3.1	50.0 ± 35.4	88.9 ± 7.4	99.1 ± 0.9	40.0 ± 21.9	0	86.4 ± 7.3

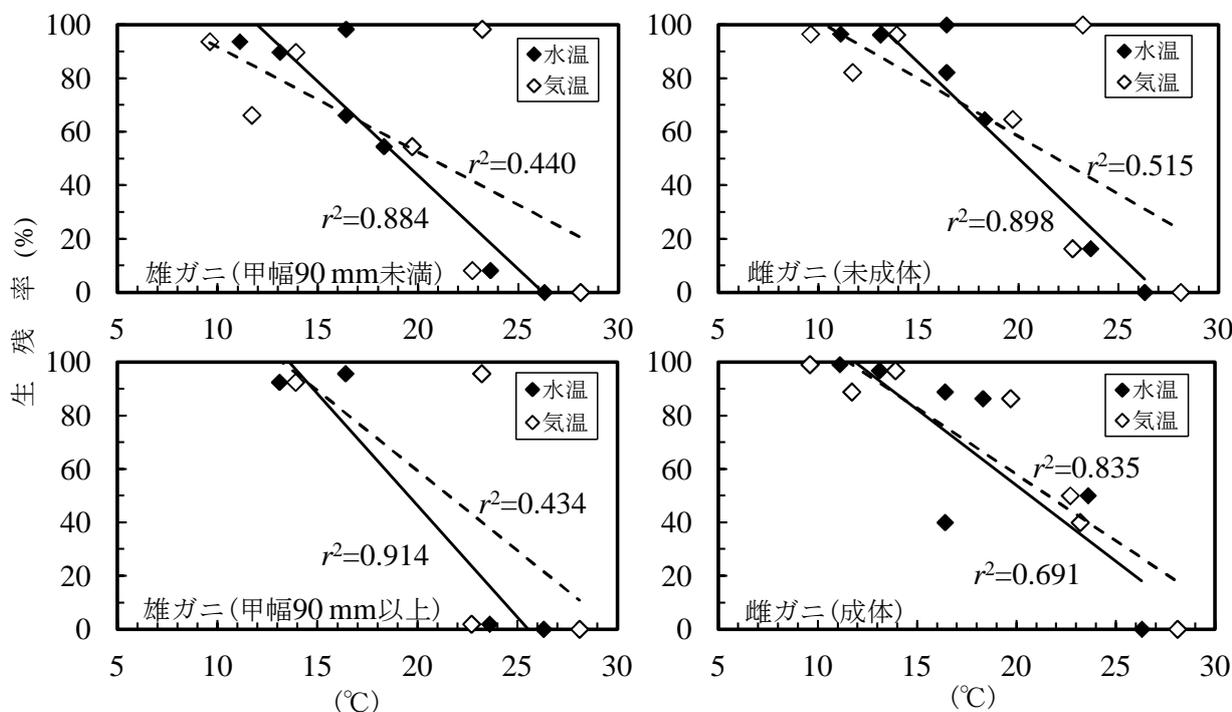


図4. 表面水温・気温とズワイガニ生残率の関係

表4. ズワイガニ生残個体の鉗脚, 歩脚の欠損個体の出現率 (%) 平均値±標準誤差

		2010年			2011年				平均
		4月26日	10月13日	12月13日	2月16日	5月19日	9月15日	11月28日	
雄ガニ	甲幅90 mm未満	2.9 ± 2.8	33.3 ± 19.2	30.6 ± 6.6	16.7 ± 6.8	15.0 ± 4.6	—	58.3 ± 14.2	20.3 ± 2.9
	甲幅90 mm以上	35.1 ± 7.8	0	—	—	13.3 ± 5.1	—	—	22.9 ± 4.6
	計	19.4 ± 4.7	28.6 ± 17.1	30.6 ± 6.6	16.7 ± 6.8	14.3 ± 3.4	—	58.3 ± 14.2	21.1 ± 2.5
雌ガニ	未成体	11.5 ± 6.3	0	29.7 ± 7.5	3.4 ± 3.4	17.5 ± 5.0	—	54.5 ± 15.0	18.6 ± 3.0
	成体	23.3 ± 7.7	0	18.8 ± 9.8	29.5 ± 4.3	50.0 ± 35.4	—	21.1 ± 9.4	26.7 ± 3.3
	計	17.9 ± 5.1	0	26.4 ± 6.1	24.1 ± 3.6	18.6 ± 5.1	—	33.3 ± 12.9	22.8 ± 2.3

あり、9月は0%であったが(表3)、硬度1.0 kg未満を除くと両月の甲幅サイズごとの硬度には明瞭な違いが認められなかった。雌ガニの甲殻硬度は0.37～3.35 kgの範囲であり、9月の事例を除けば、硬度は成体が未成体よりも相対的に高かった。硬度1.0 kg以上において、4～5月、11～12月および2月には生残の割合が高かったが、9～10月は極端に低かった。

考 察

ズワイガニ月別平均混獲量は、カニ漁期が35～84 kg/曳網、秋漁期が23～36 kg/曳網および春漁期が36～38 kg/曳網であり、カニ漁期が他漁期に比べ多かった(表2)。京都府沖合において2010年ズワイガニ禁漁期のカレイ漁での混獲物の一部を採集し、混獲物組成を調べた結果、ズワイガニ混獲量は平均36 kg/曳網(標準偏差22.8 kg)と推定された^{*2}。本研究では混獲量を

*2 宮嶋(未発表)

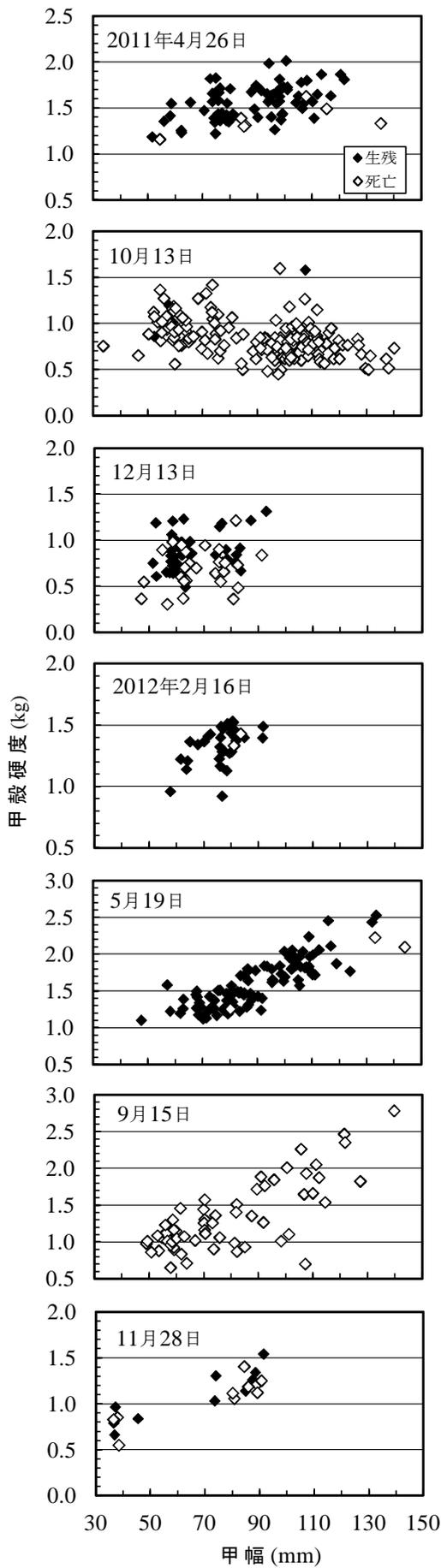


図5. 雄ズワイガニの甲幅と甲殻硬度の関係

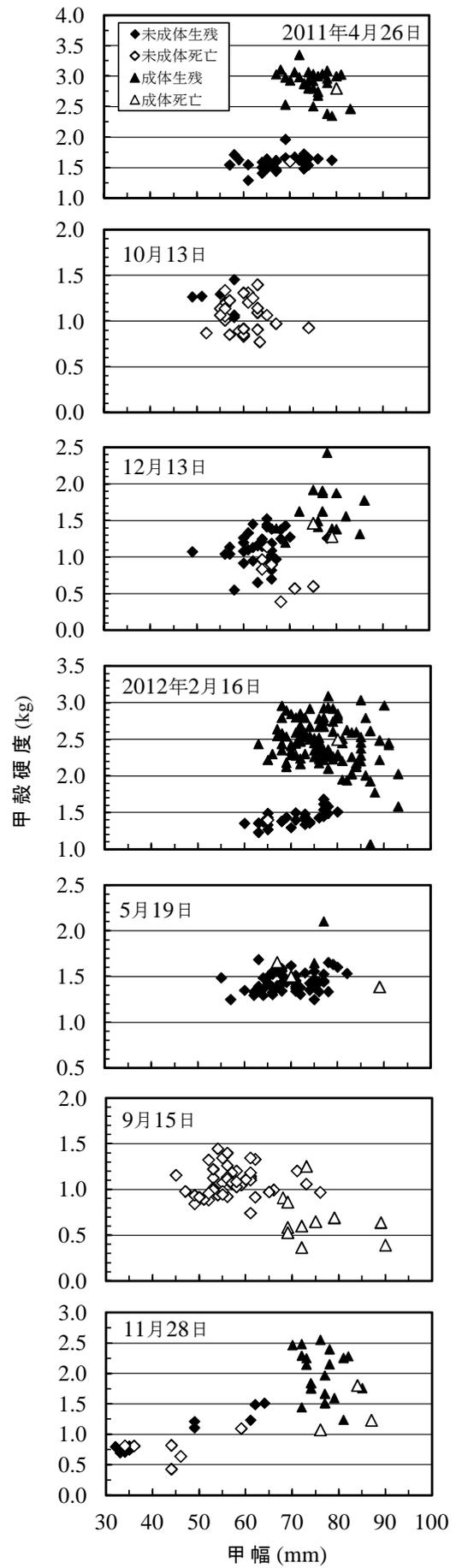


図6. 雌ズワイガニの甲幅と甲殻硬度の関係

標本船日誌により推定したが、その値は実際の混獲物を採集して推定された場合とほぼ同じであった。山崎⁴⁾は1989年9月から1990年5月に混獲ズワイガニを漁船から採集し、平均混獲量がカニ漁期で431～470個体/曳網、秋漁期で318～363個体/曳網および春漁期で758～769個体/曳網であり、春漁期がカニ漁期の約1.6～1.8倍と報告した。春漁期の混獲はアカガレイを漁獲対象とした操業でみられており、とくに水深230～250m域でその傾向が顕著であった³⁾。京都府沖合海域では、春漁期の混獲を軽減するために、1994年以降は水深230～350m域での操業に制限が課せられた。本研究で春漁期の一曳網当り混獲量がカニ漁期に比べ少なくなったのは、このような操業禁止区域が設定された効果と考える。さらに、操業禁止区域の設定以前と以降で行われた成体雌ガニの標識放流実験の再捕データから推定された自然死亡係数は、後者が前者よりも年当り0.277～0.475低く、操業禁止区域の設定による混獲死亡の軽減が示唆されている¹⁰⁾。一方、秋漁期では水深220～350m域での全ての操業が禁止されているが、この内容は1989年以前から実践されており、本研究と山崎⁴⁾の結果に大きな違いは認められていない。各漁期の混獲量はカニ漁期が173.8トンと最も多く、秋漁期が13.5トンおよび春漁期が27.3トンであり、合計214.6トンであった(表2)。京都府のズワイガニ水揚量は、水ガニを自主的に漁獲禁止とした2008年以降の平均値で88.6トンであった¹⁾。すなわち、カニ漁期および年間の混獲量は、水揚量のそれぞれ約2倍および2.5倍に相当することが明らかとなった。

リリース直後の生残率は4～5月および2月で雌雄とも90%以上の高い値を示した(表3)。一方、9～10月の生残率は9月で0%、10月で10%前後であった(表3)。生残率と調査時の海面水温とは負の相関関係が認められた(図4)。成体雌ガニでは他に比べ決定係数が低かったが($r^2=0.691$)、これは5月および10月のサンプル数が2および5個体と少なく(表1)、生残率の推定精度が低かったことが原因と考える。山崎⁴⁾は海面水温が20℃以上であった秋季の生残率は低く、約17℃以下の春季および冬季は高いとし、生残率が水温の影響を受けることを報告した。また、海面水温が低い冬季において

は、底曳網で漁獲され船上での空中露出が1～2時間程度であれば、その後の生残率は約90%以上と高い¹¹⁻¹³⁾。本研究で推定された生残率は、これらの報告と同様の結果となった。小林¹⁴⁾は底曳網で漁獲された直後に生死を判定し、甲殻硬度の低いカニを除き生残率は、10月(海面水温19℃)で84～88%および7月(同21～23℃)で63～80%と推定した。この推定値は本研究を含めこれまでの知見^{4,11-13)}と比較すると非常に高い。小林¹⁴⁾は生死の判断として、外観で困難な場合には心臓の鼓動の有無を確認した。心臓の鼓動が確認されたとしても、その後にはやがて死亡することが十分に予想されることから、小林¹⁴⁾の推定値は本研究と比較すると過大評価と考える。

リリース直後の生残率は甲殻硬度にも関係しており、硬度が高いほど生残率は高く、硬度が低いほど生残率は低い^{4,12,15)}。本研究では雄ガニの約0.6kg未満の低硬度の個体が大部分が死亡となったが、全体的には生死の出現状況と甲殻硬度との明瞭な関係は認められなかった(図5, 6)。9～10月の調査でみられたように、硬度が高い個体であっても全数もしくは大部分が死亡したことから、今回の結果は海面水温が最も強く影響する要因であったことを示している。

次に、本研究で示した混獲量と生残率をもとに、混獲による死亡量を推定する。5月および10月の成体雌ガニでは調査個体数が少なかったことから、他のカニを含めて生残率は4～5月と9～10月の平均値を使用する。カニ漁期である11～3月については、11～12月の前半と1～3月の後半の平均値とし、後半については2月の結果を用いる。ここでは、混獲されるズワイガニの雌雄割合や甲幅組成が生残調査に供したものと同様と仮定し、各月の混獲量を雄ガニの甲幅90mm以上と未満、雌ガニの未成体と成体に区分けした。死亡量は春漁期、秋漁期、カニ漁期前半および後半の4期を推定する。4期の混獲量、平均生残率および死亡量を表5に示した。死亡量が最も多かったのは、水深200m以深での操業が多いカニ漁期前半の24.5トン、次いで生残率が低かった秋漁期の13.1トンであった。生残率が高かったカニ漁期後半および春漁期は1.8トンおよび1.2トンであった。全体では40.6トンと推定され、これは漁獲量の約

表5. 漁期ごとのズワイガニ平均混獲量、生残率および死亡量の推定値 平均値±標準誤差

	混獲量 (トン)					生残率 (%)				死亡量 (トン)				
	秋漁期	カニ漁期 前半	カニ漁期 後半	春漁期	計	秋漁期	カニ漁期 前半	カニ漁期 後半	春漁期	秋漁期	カニ漁期 前半	カニ漁期 後半	春漁期	計
雄ガニ														
甲幅90mm未満	2.4	46.5	14.6	5.4	68.8	5.1±2.0	63.4±4.9	93.8±4.4	95.0±2.2	2.3±0.1	17.0±2.3	0.9±0.6	0.3±0.1	20.4
甲幅90mm以上	9.6	-	-	12.6	22.2	1.6±1.1	-	-	94.3±2.5	9.5±0.1	-	-	0.7±0.3	10.2
雌ガニ														
未成体	1.1	16.8	10.3	3.0	31.2	9.0±2.9	77.4±5.3	96.6±3.4	98.8±1.2	1.0±0.03	3.8±0.9	0.4±0.4	0.0±0.0	5.1
成体	0.4	30.4	55.3	6.4	92.4	7.7±7.4	87.5±5.2	99.1±0.9	97.1±1.4	0.3±0.03	3.8±1.6	0.5±0.5	0.2±0.1	4.8
合計	13.5	93.7	80.2	27.3	214.6					13.1	24.5	1.8	1.2	40.6

秋漁期：9-10月，カニ漁期前半：11-12月，カニ漁期後半：1-3月，春漁期：4-5月

50%に相当する。甲幅90 mm以上の雄ガニの死亡量は春漁期と秋漁期で計10.2トンであった(表5)。これらの雄ガニは同年のカニ漁期には水揚げの対象となる。京都府の2006~2010年の雄ガニ平均漁獲量は46トンで、死亡量はこれの22%に当たり、決して無視できる数量ではない。このような混獲による減耗は、資源を効果的に利用する上で不合理といわざるを得ない。

上述したように、府内漁船はカニ混獲防止のための改良型底曳網⁶⁾を導入した。本研究の調査時において本網を使用した漁船隻数は全体の約30%であったことから、この使用率を高めることで、混獲量はさらに減少させることが可能と考える。一方、今回の混獲量および死亡量の推定値には、他県の入会漁船分は含まれていない。秋漁期には入会漁船により操業禁止区域外の水深350 m以深でアカガレイ漁が行われており、ここで混獲されたカニは大部分が死亡する。今後、入会漁船による混獲量を把握するとともに、日本海西部の他海域においてもどの程度の混獲が存在するのかを調べるのが重要と考える。

最後に、リリース後に生残した個体の鉗脚や歩脚の欠損個体の出現割合について考察する。欠損個体の出現割合は、雄ガニが平均21%、雌ガニが平均23%であった(表4)。欠損原因が全て混獲とは断定できないが、底曳網の操業では漁獲物の選別や混獲物のリリースが終了した後の船上には、ズワイガニの鉗脚や歩脚が散見される。したがって、混獲が欠損の大きな原因になっていることは十分に考えられる。水揚げ市場では鉗脚や歩脚が欠損した個体は、通常の個体に比べ安価で取引される。甲殻類は欠損した鉗脚および歩脚は再生するが、再生したものは元のサイズに比べ小さい。このような個体も明確に銘柄分けされており、欠損個体ほどの価格差はみられないが、通常個体に比較すると安価である。ズワイガニの混獲は、リリース後に生残したとしても、鉗脚や歩脚を欠損する危険性を含んでおり、資源を経済的に有効利用する観点からも避けることが重要と考える。

謝 辞

本研究をまとめるに当たり原稿のご高閲を賜ったカナダ水産海洋省セントローレンス湾区守安実己郎博士に厚くお礼申し上げます。本研究をまとめる機会を与えていただくとともに、ご指導をいただいた京都府農林水産技術センター海洋センター所長中津川俊雄博士、同海洋調査部長中路実氏に厚くお礼申し上げます。生残調査においては、海上でのサンプル提供に快くご協力をいただいた京都府機船底曳網漁業連合会所属の海運丸船長佐々木茂氏をはじめ乗組員の皆さん、カニ籠の設置や船上の各種測定作業では同センター海洋調査船「平安丸」の皆

さんに多大なご協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表します。また、標本船日誌の記帳にご協力をいただいた同連合会の皆さんと日誌のデータ整理でご尽力をいただいた海洋調査部辻秀二氏に厚くお礼申し上げます。本論文は京都府農林水産技術センター海洋センター業績No.168である。

文 献

- 1) 全国底曳網漁業連合会(2011)平成22年度日本海ズワイガニ漁獲結果総まとめ資料. 41 pp.
- 2) 北沢博夫・大阿久俊郎(1982)若狭湾における小型底びき網漁業の投棄魚について. 日水誌, **48**, 1089-1093.
- 3) 山崎 淳・桑原昭彦・浜中雄一・傍島直樹(1991)京都府沖合海域におけるズワイガニの生態に関する研究-VI. 底曳網操業中にみられる投棄されるズワイガニの実態. 京都海セ研報, **14**, 32-38.
- 4) 山崎 淳(1994)ズワイガニの生態特性にもとづく資源管理に関する研究. 京都海セ研究論文, **4**, 1-53.
- 5) 堀江 充・安田政一・橋本 寛(2001)ズワイガニとカレイ類を分離漁獲するかけまわし式底びき網の開発. 日水誌, **67**, 444-448.
- 6) 宮嶋俊明・岩尾敦志・柳下直己・山崎 淳(2007)京都府沖合におけるカレイ漁に使用する駆け廻し式底曳網の選択網によるズワイガニの混獲防除. 日水誌, **73**, 8-17.
- 7) 山崎 淳・宮嶋俊明・藤原邦浩(2011)京都府沖合におけるズワイガニ水ガニの入網数とリリース直後の生残率. 日水誌, **77**, 372-380.
- 8) SINODA, M. (1970) Non-frustrative predation of zuwai crab in southwest Japan Sea. Doctral thesis, Kyoto University, 1-137.
- 9) SINODA, M., T. IKUTA and A. YAMASAKI (1987) On changing the size selectivity of fishing gear for *Chionoecetes opilio* in the Japan Sea. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **53**, 1173-1179.
- 10) 山崎 淳・大木 繁・田中栄次(2001)京都府沖合海域における標識再捕データによる成体雌ズワイガニの死亡係数の推定. 日水誌, **67**, 244-251.
- 11) 吉原三隆・柿元 皓(1964)ズワイガニ調査. 昭和38年度新潟県水産試験場事業報告. 93-120.
- 12) 柿元 皓・刀襦敏彦(1965)ズワイガニ調査. 昭和39年度新潟県水産試験場事業報告. 82-99.
- 13) 小林啓二(1965)ズワイガニ調査報告書. 鳥取県水産試験場. 33 pp.
- 14) 小林敏男(1966)ズワイガニ調査報告書. 兵庫県立水産試験場. 68 pp.
- 15) Dufour, R., D. Bernler, and J. Brethes (1997) Optimization of meat yield and mortality during snow crab (*Chionoecetes opilio* O. Fabricius) fishing operations in eastern Canada. Canadian Technical Report of Fishery and Aquatic Sciences, 2152, 1-30.