ベニズワイガニ籠の餌料として同種を用いた時の漁獲について

渡部俊広,* 本多直人

(2004年6月29日受付, 2004年12月13日受理)

¹独水産総合研究センター水産工学研究所漁業生産工学部Trap catch of the red queen crab *Chionoecetes japonicus*
when using conspecific crabs as trap bait

TOSHIHIRO WATANABE* AND NAOTO HONDA

*Fishing Technology Division, National Research Institute of Fisheries Engineering, Fisheries Research Agency,
Hasaki, Ibaraki 314-0421, Japan*

To investigate ghost fishing by lost traps for the red queen crab *Chionoecetes japonicus*, comparative fishing experiments with commercial traps were conducted in the sea area to the west of the Oki Islands in the Japan Sea. Catches with fish bait (mackerel) were compared both with catches from traps containing dead crabs (red queen crab) and without bait in 1992 and 1998. Male crabs were not caught by the traps containing dead crabs, but females were caught in small numbers. Unbaited traps caught a few crabs. Since dead decapods in traps can greatly reduce catches of conspecifics, catches with fish bait were compared with catches with fish bait plus dead crabs in 2001. Catches of male crabs decreased significantly in traps with fish bait plus dead crabs in all operations. Dead crabs repelled male crabs. On the other hand, females can escape from commercial traps by passing through the mesh because of their smaller size. Therefore, we think lost traps with dead crabs will not continue to attract new crabs. Since there were a few catches even in unbaited traps, however, we cannot exclude the possibility that the lost traps continue to catch crabs.

キーワード：籠, 漁業生産技術, ゴーストフィッシング, 餌料, ベニズワイガニ

ベニズワイガニ *Chionoecetes japonicus* 籠漁業におけるゴーストフィッシングの実態を解明するために, 前報では長期間(約6ヶ月間)浸漬したベニズワイガニ籠の漁獲サイズ選択性について報告した。¹⁾ それによると, 甲幅99 mm(25%選択甲幅)以下のベニズワイガニは, 現在ベニズワイガニ籠漁業で使われている目合150 mmの籠から脱出できた。このため, ほとんどの個体が甲幅90 mm以下である雌²⁾については, ゴーストフィッシングが生じる可能性はなかった。¹⁾ しかし, 籠に入った甲幅103 mm(75%選択甲幅)以上の雄は, 籠から脱出できないため, 籠内に保持されたまま死亡する可能性があった。¹⁾ 一般に, 籠によるゴーストフィッシングは, 籠に入った生物が籠内で死亡し, それを餌に他の生物が入る過程を繰り返す現象である。³⁾ したがって, 籠内で死亡した個体が, 同種に対して誘引効果をおよぼすとする, 新たにベニズワイガニが入籠すること

が予想され, ゴーストフィッシングが生じることになる。

籠内で死亡した個体が同種の漁獲におよぼす影響については, 通常用いられる餌料に死亡した漁獲対象種を加えると, ズワイガニ *Chionoecetes opilio*, ヨーロッパイチョウガニ *Cancer pagurus*, イソワタリガニ *Carcinus maenas* などの甲殻類では, 漁獲が著しく減少することが報告されている。⁴⁻⁶⁾ ベニズワイガニ籠漁業では, 餌料として通常マサバ *Scomber japonicus* が使用されている。⁷⁾ 本研究では, 籠内で死亡したベニズワイガニが同種に対して誘引効果があるかどうかを検討するために, 餌料としてベニズワイガニを用いた籠とマサバを用いた籠による漁獲試験を行った。次に, 餌料としてマサバに死亡したベニズワイガニを加えた籠とマサバを餌料とした籠による漁獲試験を行った。これらの漁獲試験から, 逸失したベニズワイガニ籠によってゴーストフィッシン

* Tel : 81-479-44-5951. Fax : 81-479-44-1875. Email : tosihiro@affrc.go.jp

グが生じる可能性について検討した。

実験方法

ベニズワイガニを餌料として用いた漁獲試験 籠内で死亡したベニズワイガニに対する同種の誘引効果を検討するために、漁業調査船第三開洋丸（総トン数 474 ton）を用いて、ベニズワイガニを餌料とした籠漁具による合計 6 回の漁獲試験を、1992 年 11 月 2 日から 11 月 19 日にかけて日本海、隠岐諸島西方の水深約 1000 m の海域（Fig. 1）で行った。Table 1 に操業日、操業地点、水深、浸漬時間を示した。漁獲試験には、合計 20 個の籠を幹縄に 50 m 間隔で取り付けけた籠漁具を用いた。籠

Fig. 1 Map showing the experimental area to the west of the Oki Islands in the Japan Sea.

は、日本海西部海域のベニズワイガニ籠漁業で通常用いられているものを使用した（以下、商業籠と呼ぶ。詳細は渡部・山崎⁸⁾を参照）。籠のフレームは鉄製で、円錐台形（底部の直径 130 cm、上部の直径 80 cm、高さ 70 cm）をしており、上面の入口にはプラスチック製のかえしを取り付けてあった。網目合は 15 cm であった。本研究では籠漁具の浸漬時間を投縄終了時刻から揚縄開始時刻までとし、43 時間から 96 時間の範囲で籠漁具を浸漬した。実験に用いた合計 20 個の商業籠のうち、7 個の商業籠はマサバを餌料にした。マサバは 1 籠あたり 3 個体（尾叉長約 23 cm）用いた。6 個の商業籠は、ベニズワイガニを餌料にした。ベニズワイガニは 1 籠あたり 5～8 個体（甲幅 10 cm 以上の雄）を直接籠の中に入れた。残りの 7 個の商業籠は無餌にした（以下、無餌商業籠と呼ぶ）。幹縄には、最初にマサバを餌料にした商業籠を連続して取り付け、次に無餌商業籠、最後にベニズワイガニを餌料にした商業籠をそれぞれ連続して取り付けた。

詳細は結果で述べるが、1992 年に行った漁獲試験では、ベニズワイガニを餌料にした商業籠で雄のベニズワイガニの漁獲が無かった。商業籠による漁獲は、網目の選択性のために浸漬時間が長くなるほど小型のベニズワイガニの漁獲が少なくなったので、^{1,8)} 小型の雄が商業籠に入ったにもかかわらず脱出した可能性があった。そこで、商業籠の他に目合 34 mm の網目の籠（以下、細目籠と呼ぶ）を用いて、ベニズワイガニを餌料にした細目籠で小型の雄の漁獲があるかどうかを調べた。また、1992 年に行った漁獲試験では浸漬時間がいずれも 96 時

Table 1 Operation date, survey site and soak time of comparative fishing experiments

Operation no. by year	Setting date	Survey site		Bottom depth (m)	Soak time (hours)
		Latitude (N)	Longitude (E)		
(Operation in 1992)					
1	November 2	36°08.29′	132°27.86′	990	45.0
2	November 4	36°09.48′	132°27.74′	1010	95.9
3	November 8	36°09.64′	132°28.24′	1010	86.1
4	November 12	36°10.85′	132°29.05′	1000	43.4
5	November 14	36°10.57′	132°28.54′	1010	53.4
6	November 16	36°10.49′	132°29.04′	980	63.4
(Operation in 1998)					
1	November 30	36°02.52′	132°16.67′	1100	284.8
(Operation in 2001)					
1	September 30	36°07.53′	132°22.64′	1100	75.6
2	October 3	36°08.70′	132°22.02′	1150	45.8
3	October 5	36°11.04′	132°26.48′	1070	16.6
4	October 6	36°08.04′	132°22.83′	1100	21.3
5	October 7	36°08.10′	132°23.52′	1040	26.4
6	October 8	36°08.09′	132°23.04′	1080	18.3

間（4日間）以下であったので、浸漬時間を長くする（12日間）ことによって、雄が漁獲されるかどうかを調べた。第三開洋丸を用いて、1998年11月30日から12月12日にかけてFig. 1に示した海域で漁獲試験を1回行った。Table 1に操業日時、操業地点、水深、浸漬時間を示した。漁獲試験には、合計30個の籠を幹縄に50 m間隔で取り付けけた籠漁具を用いた。細目籠は網目の目合が異なる以外は商業籠と同一の構造をしていた。これら合計30個の籠のうち、20個は商業籠、10個は細目籠を用いた。20個の商業籠のうち、10個はマサバを餌料にした商業籠を用い、マサバを1籠あたり3個体（尾叉長約23 cm）使用した。残りの10個はベニズワイガニを餌料にした商業籠を用いた。餌料として雌も用いたので、直接籠に入れると投縄中に網目から落下するので、ナイロン製の網袋に入れたベニズワイガニを1籠あたり約8 kg用いた。10個の細目籠のうち、5個に餌料として1籠あたりマサバ3個体を用い、残りの5個の細目籠に餌料としてナイロン製の網袋に入れたベニズワイガニを1籠あたり約8 kg用いた。これらの籠を幹縄にランダムに取り付けた。籠漁具の構成は、細目籠を用いた以外は1992年に行った漁獲試験に用いたものと同一であった。

漁獲されたベニズワイガニは、籠毎に雌と雄に分けて計数した。餌条件別、籠種類毎に1籠あたりの平均漁獲尾数（以下、CPUEと呼ぶ）を雌雄別に求めて比較した。

マサバにベニズワイガニを加えた餌料を用いた漁獲試験 甲殻類を漁獲対象とした籠では、通常用いられる餌料に死亡した漁獲対象種を加えると、漁獲が著しく減少することがある。⁴⁻⁶⁾ 同様の現象がベニズワイガニにおいても生ずるかどうかを検討するために、マサバにベニズワイガニを加えた餌料を用いた商業籠による漁獲試験を行った。第三開洋丸を用いて、2001年9月30日から10月9日にかけて日本海、隠岐諸島西方の水深約1000～1200 mの海域（Fig. 1）で合計6回の漁獲試験

を行った。Table 1に操業日時、操業地点、水深、浸漬時間を示した。籠漁具の浸漬時間は、18時間から76時間とした。合計20個の商業籠を幹縄に100 m間隔で取り付けけた。10個はマサバを餌料にした商業籠を、残りの10個は餌料としてマサバにベニズワイガニを加えた商業籠（以下、混合餌料商業籠と呼ぶ）を用いた。マサバを餌料にした商業籠には、1籠あたりマサバを5個体（尾叉長約28 cm、5尾で約1.3 kg）用いた。混合餌料商業籠には、5個体のマサバとともにナイロン製の網袋に入れたベニズワイガニ（雌雄ともに用いた）を籠内部に吊るした。漁獲試験は連続して行ったため、直前の操業で漁獲されたベニズワイガニを次の操業の餌料として用いた。餌料として用いたベニズワイガニの重量は、直前の操業で漁獲されたベニズワイガニの漁獲量に依存するため、操業毎に異なり1袋あたり約1.5 kg～8 kgであった。ただし、各籠に用いた量は操業毎に等しくなるようにした（Table 3）。これら2種類の餌料の異なる商業籠を幹縄に交互に取り付けた。籠漁具の構成は、隣り合う籠の影響が少なくなるように籠間隔を広げた以外は、1992年に用いた籠漁具と同一であった。ただし、投縄中に餌料が脱落した籠があったので、これらの籠の漁獲資料は解析に用いなかった。

漁獲されたベニズワイガニは、籠毎に雌と雄に分けて計数し、全ての個体の甲幅を1 mm単位で測定した。餌料および雌雄別に操業毎のCPUEを求めた。そして、マサバを餌料にした商業籠の操業毎のCPUE（以下、CPUE-mと呼ぶ）と混合餌料商業籠の操業毎のCPUE（以下、CPUE-mrと呼ぶ）に差があるかどうかをWilcoxon符号順位検定法により調べた。また、漁獲されたベニズワイガニの甲幅組成が餌料によって異なるかどうかを多試料 χ^2 検定法により調べた。

結 果

ベニズワイガニを餌料として用いた漁獲試験 1992年に行った漁獲試験の結果をTable 2に餌料別に示し

Table 2 Catch number per trap according to bait treatment and mesh size in 1992 and 1998

Operation year	Trap type	Bait treatment	Total number of traps used	Catch number		Catch number per trap (CPUE)	
				Male	Female	Male	Female
1992	Commercial trap	Mackerel	41	541	371	13.20	9.05
	Commercial trap	Crab	36	0	17	0	0.47
	Commercial trap	No bait	42	2	9	0.05	0.21
1998	Commercial trap	Mackerel	10	139	0	13.9	0
	Commercial trap	Crab	10	0	0	0	0
	Small mesh trap	Mackerel	5	8	3715	1.6	743.0
	Small mesh trap	Crab	5	0	64	0	12.8

Table 3 Crab catches in traps baited with mackerel and with mackerel plus dead crabs in 2001

Operation number	Bait treatment	Amount of bait (kg)		Number of traps used	Catch number			Catch number per trap (CPUE)		
		Mackerel	Crab		Male	Female	Total	Male	Female	Total
Op-1	Mackerel	1.3		9	134	69	203	14.9	7.7	22.6
	Mackerel plus crab	1.3	7-8	9	18	33	51	2.0	3.7	5.7
Op-2	Mackerel	1.3		10	83	195	278	8.3	19.5	27.8
	Mackerel plus crab	1.3	7-8	8	5	85	90	0.6	10.6	11.3
Op-3	Mackerel	1.3		10	18	192	210	1.8	19.2	21.0
	Mackerel plus crab	1.3	5-7	10	4	79	83	0.4	7.9	8.3
Op-4	Mackerel	1.3		10	157	50	207	15.7	5.0	20.7
	Mackerel plus crab	1.3	2-4	10	13	56	69	1.3	5.6	6.9
Op-5	Mackerel	1.3		8	118	86	204	14.8	10.8	25.5
	Mackerel plus crab	1.3	3-4	9	8	44	52	0.9	4.9	5.8
Op-6	Mackerel	1.3		9	109	67	176	12.1	7.4	19.6
	Mackerel plus crab	1.3	1.5	10	33	61	94	3.3	6.1	9.4
Total	Mackerel			56	619	659	1278	11.1	11.8	22.8
	Mackerel plus crab			56	81	358	439	1.4	6.4	7.8

た。ただし、マサバを餌料にした商業籠の1つは回収できなかった。Table 2 から明らかなように、餌料によって漁獲が大きく異なった。すなわち、マサバを餌料にした商業籠では、ベニズワイガニが雌雄とも1籠あたり平均10尾前後漁獲された。しかし、無餌商業籠とベニズワイガニを餌料にした商業籠にはほとんど漁獲がなかった。また、ベニズワイガニを餌料にした商業籠では、雌のみ漁獲され、雄の漁獲が皆無であった。

浸漬時間を長くして行った1998年の漁獲試験の結果を、籠の目合および餌料別にTable 2に示した。マサバを餌料にした商業籠のCPUEは、雌が0尾、雄が13.9尾と雄の漁獲が多かった。しかし、マサバを餌料にした細目籠のCPUEは、雌が743.0尾(5籠のそれぞれの雌の漁獲尾数は、1002尾、964尾、821尾、896尾、32尾)、雄が1.6尾と雌の漁獲が雄に比べて極めて多かった。一方、ベニズワイガニを餌料にした商業籠のCPUEは、雌雄とも漁獲がなかった。また、ベニズワイガニを餌料にした細目籠のCPUEは、雌が12.8尾、雄が0尾であった。

マサバにベニズワイガニを加えた餌料を用いた漁獲試験 操業毎の使用籠数と餌料の重量および雌雄別の漁獲尾数ならびに雌雄別CPUEをTable 3に示した。また、操業毎のマサバを餌料にした商業籠のCPUEと混合餌料商業籠のCPUEとの関係を雌雄別にFig. 2に示した。マサバを餌料にした商業籠を延べ56籠用いて、雄619尾、雌659尾、混合餌料商業籠を延べ56籠用いて、雄81尾、雌358尾を漁獲した。雄では、全ての操業においてCPUE-mがCPUE-mrを大きく上回り

Fig. 2 Relationship between catch number per trap with mackerel bait and catch number per trap with mackerel bait plus dead crabs by operation.

(Fig. 2), CPUE-mはCPUE-mrの3.7~16.6倍あった(Wilcoxon符号順位検定法 $P=0.031$)。しかし、雌では、合計6回行った操業のうち5回の操業でCPUE-mがCPUE-mrの1.2~2.4倍あったものの、Op-4ではCPUE-mよりCPUE-mrが上回り(Table 3, Fig. 2), CPUE-mとCPUE-mrには差がなかった(Wilcoxon符号順位検定法 $P=0.063$)。

餌料別に雌雄それぞれの甲幅組成をFig. 3に示した。雄では、漁獲された個体の甲幅組成が餌料によって異なり(χ^2 検定 $P<0.001$)、混合餌料商業籠では甲幅95mm未満の小型個体の割合が多かった。一方、雌については漁獲された個体の甲幅組成に餌料による差はな

Fig. 3 Carapace width distribution for the red queen crab *Chionoecetes japonicus* by sex and bait treatment.

かった (χ^2 検定 $P > 0.5$)。

考 察

ベニズワイガニ漁業では、ベニズワイガニ以外の生物の混獲はほとんどない（渡部、未発表資料）。このため、籠内に保持されたベニズワイガニが死亡した時、その屍骸が餌料となり新たにベニズワイガニが漁獲されるかどうかを調べることは、ベニズワイガニ籠によるゴーストフィッシングの実態を解明する上で重要である。¹⁾

1992 年に行った漁獲試験では、マサバを餌料にした商業籠に比べ、無餌商業籠とベニズワイガニを餌料にした商業籠の漁獲が極めて少なかった（Table 2）。また、ベニズワイガニを餌料にした商業籠では、雄の漁獲が皆無であった。しかし、商業籠の網目を抜けることができる小型の雄が漁獲されていた可能性があったので、1998 年に行った浸漬時間を長くした漁獲試験では、商業籠とともに細目籠を用いた。マサバを餌料にした商業籠では、雄が漁獲されたものの雌の漁獲は皆無であった。これは、浸漬時間が長かったため、雌は商業籠から脱出したためと考える。⁸⁾ また、マサバを餌料にした細目籠では、雄に比べて雌の漁獲が極めて多かった（Table 2）。ズワイガニでは、目合の小さい籠では漁獲尾数が多くなるものの、大型の雄の漁獲が少なくなることが報告されている。⁹⁾ 目合の大きい籠では、浸漬時間が長くなるにしたがい雌や小型の雄が籠から脱出し、籠内の密度が目合の小さい籠に比べて低くなるために、漁獲効率が相対的に高い状態が維持される。^{4,9)} このために、脱出ができない大型の雄のみが籠内に蓄積されるため、⁸⁾ 目合の大きい籠では大型の雄の漁獲が多くなると考える。一方、ベニズワイガニを餌料にした商業籠では雌雄とも漁獲は皆無であった。したがって、少なくとも

網目を通過できない大型の雄は商業籠に入らなかったことになる。また、ベニズワイガニを餌料にした細目籠では雌の漁獲があったものの、雄の漁獲は皆無であった（Table 2）。入り口に返しのある細目籠に入ったベニズワイガニは籠から脱出できないので、^{4,9)} ベニズワイガニを餌料として用いた時、雄は入らなかったことになる。以上のことから、ベニズワイガニは、同種を籠の餌料とした時、少なくとも同種の雄に対しては誘引効果が無いと言える。

ベニズワイガニを餌料にした籠による漁獲試験では、雌の漁獲があったために、ベニズワイガニの屍骸に対して同種が全く誘引されないと判断することができなかった。甲殻類を対象とした籠では、通常用いられる餌料に死亡した漁獲対象種を加えると、漁獲が著しく減少したという報告がある。⁴⁻⁶⁾ また、水生生物には体が傷ついた時、その個所から水溶性の化学物質が滲出し、その化学物質に対して同種の生物が反応行動や忌避行動を起こすことが知られている。^{5,10-14)} そこで、通常餌料として用いられているマサバにベニズワイガニを加えた、混合餌料商業籠による漁獲試験を行った。マサバを餌料にした商業籠の漁獲は、混合餌料商業籠に比べて平均して雄で 7.6 倍、雌で 1.8 倍多かった（Table 3）。雄では、全ての操業において CPUE-m が CPUE-mr を大きく上まわり（Fig. 2）、餌料によって漁獲尾数に差があった。一方、雌では、CPUE-m より CPUE-mr が上回った操業が 1 回あったため（Fig. 2）、両者に差はなかった。したがって、ベニズワイガニは同種を籠の餌料として用いた時、少なくとも雄に対しては忌避効果があると判断する。また、これらの籠で漁獲された雄の甲幅組成は餌料によって差があった（Fig. 3）。すなわち、混合餌料商業籠では、甲幅 95 mm 以下の小型の雄の割合が多かったことから、ベニズワイガニの屍骸は大型個体に対してより強い忌避効果があると推定する。この結果を踏まえ、1998 年の漁獲試験結果（Table 2）を見ると、マサバを餌料にした細目籠の CPUE は、雌が極めて多く、対照的に雄が極めて少なかった。一方、マサバを餌料にした細目籠と商業籠の雄の CPUE を比較すると、商業籠の漁獲はるかに多かった。目合の大きい籠で雄の漁獲が多くなる原因については既に述べた。ここでは、マサバを餌料にした細目籠で雄の漁獲が極端に少なくなる原因について一考する。籠に対する *Cancer productus* や *C. irroratus* および *Hyas araneus* の接近行動を観察した水槽実験では、籠の漁獲が多くなるとともにこれらの種では籠に接近する頻度が減少することが報告されている。⁴⁾ この原因として、これらの種から発生する匂いの影響が示唆されている。⁴⁾ また、傷ついた個所から滲出する化学物質に対して忌避行動を起こす甲殻類いることが報告されている。^{5,6)} ベニズワイガニの屍骸は同種の

雄に対して忌避効果があったことから、雌が籠に大量に蓄積されると、籠内のベニズワイガニが重なり合い付属肢等が傷つき、傷ついた個所から滲出する化学物質の影響によって、雄の漁獲が少なくなる可能性が考えられる。この点については、本研究結果からは推論の域を出ないので、今後検討しなくてはならない興味深い課題と考える。雌の漁獲については、餌料によってCPUEに差はなかったものの、僅かに棄却域から外れていたにすぎなかった (Wilcoxon 符号順位検定法: $P=0.063$)。このため、雌についても混合餌料商業籠で、漁獲が減少する可能性が高い。しかし、ベニズワイガニを餌料にした細目籠では雌が漁獲された (Table 2)。また、甲殻類を対象とした同様の研究においても、死亡個体のみを餌料とした時、同種が僅かに漁獲されることが報告されている。^{4-6,15)} これらのことから、雌に対しては、同種を籠の餌料とした時の漁獲について、本研究からは結論を出すことができなかった。

これまでの研究から、ベニズワイガニの雌については、ゴーストフィッシングが生じる可能性がなかった。¹⁾ また、本研究から、雄については同種を餌料として籠に用いたとき忌避効果があり、特に大型個体に対してより忌避効果が高まると推定した。したがって、籠内に保持されたベニズワイガニの雄が死亡して、それらの屍骸が餌料となり新たにベニズワイガニの雄を漁獲する可能性は無いと考える。しかしながら、籠によるゴーストフィッシングには、籠が逸失してから餌料が残存する比較的短期間の漁獲の多い段階と、餌料が無くなってからの長期間にわたる漁獲の少ない段階とがある。⁴⁾ 本研究では、浸漬時間が短期間であったにもかかわらず、無餌商業籠で僅かに雄の漁獲があった (Table 2)。また、餌料のない籠に入籠するエビ類がいることが報告されている。¹⁶⁾ したがって、ゴーストフィッシングが生じる可能性が残されているので、餌料の無い状態で商業籠を長期間浸漬した時の漁獲について今後検討する必要がある。

謝 辞

本研究に御協力頂いた第三開洋丸池松巖船長並びに田畑松一船長、浅中正祿調査員ならびに山本智英調査員はじめ乗組員各位、島根県水産試験場の関係各位に深く感謝します。また、水産庁増殖推進部漁場資源課生態系保全室の関係各位に深くお礼申し上げます。本研究は、水

産庁の海洋廃棄物生物影響調査事業の一環として行った。

文 献

- 1) 渡部俊広. 逸失した状態におけるベニズワイガニ籠のサイズ選択性. 日水誌 2005; **71**: 16-23.
- 2) 渡辺安廣. 95 ベニズワイガニ. 「漁業生物図鑑 北のさかなたち」(長澤和也, 鳥澤雅編) 北日本海洋センター, 札幌. 1991; 306-309.
- 3) Smolowitz RJ. Trap design and ghost fishing: an overview. *Mar. Fish. Rev.* 1978; **40**: 2-8.
- 4) Miller RJ. Effectiveness of crab and lobster traps. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 1990; **47**: 1228-1251.
- 5) Chapman CJ, Smith GL. Creel catches of crab, *Cancer pagurus* L. using different bait. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 1978; **38**: 226-229.
- 6) Hancock DA. Attraction and avoidance in marine invertebrates—their possible role in developing an artificial bait. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 1974; **35**: 328-331.
- 7) 富山県水産試験場, 島根県水産試験場, 鳥取県水産試験場. ベニズワイガニの資源と生態に関する研究報告書. 1988; 1-98.
- 8) 渡部俊広, 山崎慎太郎. ベニズワイガニ籠漁業における漁具の浸漬時間と漁獲. 日水誌 1999; **65**: 642-649.
- 9) Xu X, Millar RB. Estimation of trap selectivity for male snow crab (*Chionoecetes opilio*) using the SELECT modeling approach with unequal sampling effort. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 1993; **50**: 2485-2490.
- 10) Hazlett BA. Alarm responses in the crayfish *Orconectes virilis* and *Orconectes propinquus*. *J. Chem. Ecol.* 1994; **20**: 1525-1535.
- 11) Wisenden BD, Cline A, Sparkes TC. Survival benefit to antipredator behavior in the amphipod *Gammarus minus* (Crustacean: Amphipoda) in response to injury-released chemical cues from conspecifics and heterospecifics. *Ethology* 1999; **105**: 407-414.
- 12) Hazlett BA, Mclay C. Contingencies in the behaviour of the crab *Heterozius rotundifrons*. *Animal Behaviour* 2000; **59**: 965-974.
- 13) Bouwma P, Hazlett BA. Integration of multiple predator cues the crayfish *Orconectes propinquus*. *Animal Behaviour* 2001; **61**: 771-776.
- 14) Wisenden BD, Vollbrecht KA, Brown JL. Is there a fish alarm cue? Affirming evidence from a wild study. *Animal Behaviour* 2004; **67**: 59-67.
- 15) High WL, Worlund DD. Escape of King crab *Paralithodes camtschatica*, from derelict pots. *NOAA Tech. Rep.* 1979; **734**: 1-11.
- 16) 井上 実, 有元貴文, S. Vadhankul. 水槽実験によるエビ籠の漁獲機構の研究—I 走触性と空間占有行動. 日仏海洋学会誌 1977; **15**: 51-60.