

日本海沿岸における外来海洋動物の分布調査について

A Study for the Distributions of Non-indigenous Marine Animals
along the Coasts of Japan Sea

岩崎 敬二*

Keiji IWASAKI

I はじめに

人間活動の地球規模での拡大と活発化、船舶等のベクターの高速化や大型化によって、外来海洋生物は世界的に増え続けており、各種の分布も拡大を続けている (Rilov & Crooks (eds.) 2009)。日本で発見された外来海洋生物も、20世紀の中盤から後半にかけて増加の一途をたどっており (岩崎ほか 2004a; 岩崎 2009)、その分布も、太平洋側から瀬戸内海、東シナ海、さらには北海道へと拡大しつつある種が多いとされる (大谷 2003; 岩崎ほか 2004a, 2004b; Iwasaki 2006)。その過程で、在来生物や在来生態系、水産業やエネルギー産業、運輸業等への大きな被害を顕在化させている (岩崎、2006, 2007a, 2007b)。

しかし、日本海沿岸での外来海洋生物の発見記録は太平洋や瀬戸内海の沿岸に比べて大変に少ない (岩崎ほか 2004a)。これは、海外から船舶等によって運ばれた外来海洋生物が、外航船が頻繁に寄港する太平洋岸の大きな国際港湾にまず侵入、定着し、そこから、自然分散や内航船に付着するなどして周辺海域へも分布を拡げていく (岩崎ほか 2004b; Koike & Iwasaki 2011) ため、外来海洋生物を対象とした調査はもっぱら太平洋岸と瀬戸内海で行なわれており、日本海沿岸での調査が少なかったためであると考えられる (岩崎ほか 2004b)。それに加えて、日本海沿岸では潮汐が小さく、潮間帯の高さが狭く、潮間帯生物の現存量が豊富ではないため、海岸生物一般を対象とした調査が太平洋や瀬戸内海、東シナ海の沿岸に比べて非常に少ないことも、その一因であると考えられる。

そこで、著者は、日本海沿岸での外来海洋生物の分布の現況を把握するために、2006年から主に付着動物を対象とした調査を行ない、2009年度までに、青森県、秋田県、山形県、新潟県、京都府、島根県西部、山口県、福岡県の海岸や港湾で調査を終えていた。2010年度には、奈良大学研究助成を受けて、残りの北海道、富山県、石川県、福井県、兵庫県、鳥取県と島根県東部で調査を行ない、日本海沿岸全体の調査を完遂することができた。本稿では、この調査の方法を説明しつつ、全325ヶ所の調査場所の詳細を報告する。

Ⅱ 調査場所

日本海沿岸の、北は北海道稚内市宗谷岬から西は福岡県糸島市までの325ヶ所に調査場所を設定した(表1)。2010年度の調査場所は、北海道21ヶ所、富山県16ヶ所、石川県23ヶ所、福井県47ヶ所、兵庫県4ヶ所、鳥取県20ヶ所の合計131ヶ所である。なお、2006年度の調査は青森県9ヶ所と京都府41ヶ所の合計50ヶ所、2007年度は秋田県17ヶ所と山形県18ヶ所の合計35ヶ所、2008年度は新潟県21ヶ所、山口県20ヶ所、福岡県21ヶ所の合計62ヶ所、2009年度は島根県の27ヶ所、2011年度の調査は宍道湖と中海の20ヶ所で行なった(表1、図1)。なお、調査場所の環境を区別するために、後述するように、それぞれを6つの環境区分(表1の「区分」)のどれかに分別した。

原則として、北海道は海岸長30～50 kmに少なくとも1ヶ所、本州と九州は海岸長10 kmに少なくとも1ヶ所の調査ができるよう、自然海岸(表1の区分1)や潟湖・河川河口(区分2)、漁船のみが停泊する漁港やその他の大型船も寄港する港を、調査場所として選定した。漁港については、水産庁の指定漁港の5種類の区分を用いて、その規模ごとに3種類にわけた。小規模の漁港を区分3とし、この区分には、その利用範囲が地元の漁船を主とする第1種漁港(区分3)と離島その他辺地であって漁場の開発または避難上特に必要な第4種漁港(区分3)を含めた。中規模漁港は、その利用範囲が第1種よりも広く、第3種漁港に属さない第2種漁港とし、区分4とした。大規模漁港は、その利用範囲が全国的な第3種漁港と第3種漁港のうち水産業振興上特に重要な漁港で法令に定められた特定第3種漁港とし、区分5とした。漁船以外の貨物船や観光船、フェリー等も寄港する大規模港は、区分6とした。表2に示したように、自然海岸である区分1は51ヶ所、潟湖・河川河口である区分2は69ヶ所(三方五湖や中海・宍道湖などを含む)、小規模漁港である区分3は最も多く97ヶ所、中規模漁港である区分4は46ヶ所、大規模漁港である区分5は16ヶ所、漁船以外の船舶も寄港する大規模港である区分6は、46ヶ所である。漁港や港の場合、立ち入り禁止場所もあるため、そういった場所は避けて調査を行なった。

なお、港の内側と外側とで外来海洋生物の有無や密度等を比較するため、山形県、富山県、鳥取県については、調査場所の漁港や港だけでなく、その港の外の自然海岸も必ず1セットとして調査するよう調査場所を設定した。

Ⅲ 調査方法と調査時期

上記のような調査場所にあった岩礁、転石、石組護岸、木杭、コンクリート製の垂直護岸堤や傾斜護岸堤・消波用ブロック、テトラポッド、ロープ、ブイ、船舶接岸用のタイヤなど、硬い基盤の潮間帯部分または水深50 cm程度までを対象として、調査を行なった。一つの調査場所につき20分間以上30分間以下という探索時間を定めて歩き回り、基盤に付着していた固着動物を見つけた場合には、定性的にスクレイパー等で剥離して採集し、あわせて、その中に潜んでいる間隙生息性動物も全て採集するという方法である。ただし、平坦な基盤に付着したフジツボ類や固着性二枚貝、ホヤ類の群生があった場合には、10 cm × 10 cmの方形枠を2～4ヶ用いた定量採

表1(その1). 調査場所の環境区分(区分:表2参照)と調査年月日、塩分濃度(塩分)

県名	No.	市町村名	調査場所名	区分	調査年.月.日	塩分	県名	No.	市町村名	調査場所名	区分	調査年.月.日	塩分
北海道	1	稚内市	宗谷漁港	3	2010. 9.16	38	山形県	56	鶴岡市	由良漁港	4	2007. 8. 9	32
	2	稚内市	清浜漁港	3	2010. 9.16	35		57	鶴岡市	由良漁港外	1	2007. 8. 9	30
	3	稚内市	富磯漁港	4	2010. 9.16	37		58	鶴岡市	三瀬漁港	3	2007. 8. 8	32
	4	稚内市	稚内港	6	2010. 9.15	35		59	鶴岡市	三瀬漁港外	1	2007. 8. 8	37
	5	稚内市	恵内泊漁港	4	2010. 9.15	37		60	鶴岡市	小波渡漁港	3	2007. 8. 8	32
	6	稚内市	抜海漁港	3	2010. 9.15	35		61	鶴岡市	小波渡漁港外	1	2007. 8. 8	38
	7	遠別町	遠別漁港	4	2010. 9.15	35		62	鶴岡市	堅苔沢漁港	4	2007. 8. 8	32
	8	羽幌町	羽幌港	6	2010. 9.15	35		63	鶴岡市	堅苔沢漁港外	1	2007. 8. 8	36
	9	留萌市	留萌港	6	2010. 9.15	35		64	鶴岡市	鼠ヶ関港	6	2007. 8. 8	14
	10	石狩市	浜益漁港	4	2010. 9.14	35		65	鶴岡市	鼠ヶ関漁港外	1	2007. 8. 8	29
	11	石狩市	石狩川河口	2	2010. 9.14	11		66	村上市	岩船港	6	2008. 9. 8	14
	12	石狩市	石狩新港	6	2010. 9.14	37		67	聖籠町	新潟東港	6	2008. 9. 8	14
	13	小樽市	小樽港	6	2010. 9.14	36		68	新潟市	信濃川左岸	2	2008. 9. 8	3
	14	小樽市	高島漁港	5	2010. 9.14	37		69	新潟市	信濃川右岸	2	2008. 9. 8	3
	15	古平町	美国漁港	5	2010. 9.14	32		70	新潟市	新川漁港	3	2008. 9. 8	6
	16	積丹町	入舸漁港	3	2010. 9.14	23		71	新潟市	巻漁港	3	2008. 9. 9	35
	17	神恵内村	川白漁港	3	2010. 9.14	39		72	新潟市	巻漁港外	1	2008. 9. 9	34
	18	岩内町	岩内港	6	2010. 9.14	36		73	新潟市	間瀬漁港	3	2008. 9. 9	30
	19	せたな町	瀬棚港	6	2010. 9.13	40		74	新潟市	間瀬漁港外	1	2008. 9. 9	32
	20	江差町	江差港	6	2010. 9.13	38		75	長岡市	寺泊港	6	2008. 9. 9	35
	21	松前町	松前港	6	2010. 9.13	37		76	出雲崎町	出雲崎漁港	4	2008. 9. 9	36
青森県	22	鯉ヶ沢町	鯉ヶ沢漁港	5	2006. 8.29	34	77	柏崎市	石地漁港	3	2008. 9. 9	36	
	23	深浦町	田野沢漁港	3	2006. 8.29	32	78	柏崎市	柏崎海浜公園	1	2008. 9. 9	25	
	24	深浦町	風合瀬漁港	3	2006. 8.29	39	79	柏崎市	柏崎港	6	2008. 9.10	34	
	25	深浦町	行合崎北	1	2006. 8.29	32	80	上越市	直江津港	6	2008. 9.10	36	
	26	深浦町	深浦漁港	4	2006. 8.29	31	81	上越市	有間川漁港	3	2008. 9.10	36	
	27	深浦町	岡崎海岸	1	2006. 8.29	40	82	上越市	名立漁港	4	2008. 9.10	41	
	28	深浦町	横磯漁港	3	2006. 8.28	36	83	糸魚川市	筒石漁港	4	2008. 9.10	39	
	29	深浦町	岩崎漁港	4	2006. 8.28	34	84	糸魚川市	能生漁港	5	2008. 9.10	39	
	30	深浦町	黒崎漁港	3	2006. 8.28	31	85	糸魚川市	浦本漁港	4	2008. 9.10	36	
	秋田県	31	八峰町	岩館漁港	4	2006. 8.28	36	86	糸魚川市	姫川港	6	2008. 9.10	30
32		八峰町	八森漁港	4	2006. 8.28	32	87	入善町	入善漁港	3	2010. 9. 1	30	
33		八峰町	八森漁港外	1	2006. 8.28	38	88	入善町	入善漁港外	1	2010. 9. 1	34	
34		能代市	能代港	6	2007. 9.22	20	89	魚津市	魚津港	6	2010. 9. 1	34	
35		男鹿市	宮沢漁港	3	2007. 9.22	32	90	魚津市	魚津漁港外	1	2010. 9. 1	37	
36		男鹿市	北浦漁港	3	2007. 9.22	32	91	富山市	水橋漁港	4	2010. 9. 1	15	
37		男鹿市	野村漁港	3	2007. 9.22	33	92	富山市	水橋漁港外	1	2010. 9. 1	22	
38		男鹿市	湯之尻漁港	3	2007. 9.22	32	93	富山市	富山港	6	2010. 9. 1	10	
39		男鹿市	戸賀漁港	3	2007. 9.22	32	94	富山市	富山港外	1	2010. 9. 1	19	
40		男鹿市	加茂漁港	3	2007. 9.22	34	95	射水市	富山新港	6	2010. 9. 1	17	
41		男鹿市	門前漁港	3	2007. 9.23	36	96	射水市	富山新港外	1	2010. 9. 1	24	
42		男鹿市	椿漁港	5	2007. 9.23	37	97	高岡市	新湊漁港	5	2010. 8.31	27	
43		男鹿市	船川港	6	2007. 9.23	34	98	高岡市	新湊漁港外	1	2010. 8.31	31	
44		秋田市	秋田港	6	2007. 9.23	9	99	氷見市	氷見漁港	5	2010. 8.31	35	
45		由利本荘市	松ヶ崎漁港	3	2007. 9.23	34	100	氷見市	氷見漁港外	1	2010. 8.31	38	
46		由利本荘市	子吉川河口	2	2007. 9.23	21	101	氷見市	中波漁港	3	2010. 8.31	40	
47		にかほ市	平沢漁港	4	2007. 9.23	35	102	氷見市	中波漁港外	1	2010. 8.31	40	
山形県	48	遊佐町	吹浦漁港	3	2007. 8.10	31	103	七尾市	鶴浦漁港	3	2010. 8.31	40	
	49	遊佐町	吹浦漁港外	1	2007. 8.10	35	104	七尾市	七尾港	6	2010. 8.31	37	
	50	酒田市	酒田港	6	2007. 8. 9	30	105	七尾市	石崎漁港	4	2010. 8.31	40	
	51	酒田市	酒田港外	1	2007. 8. 9	34	106	七尾市	エの目漁港	4	2010. 8.30	40	
	52	鶴岡市	加茂港	6	2007. 8. 9	31	107	穴水町	穴水湾中居	1	2010. 8.30	30	
	53	鶴岡市	加茂漁港外	1	2007. 8. 9	36	108	能登町	鶴川漁港	3	2010. 8.30	37	
	54	鶴岡市	今泉漁港	3	2007. 8. 9	34	109	能登町	小木港	6	2010. 8.30	37	
	55	鶴岡市	今泉漁港外	1	2007. 8. 9	37	110	能登町	九十九湾	1	2010. 8.30	34	

表1 (その2). 調査場所の環境区分 (区分: 表2参照) と調査年月日、塩分濃度 (塩分)

県名	No.	市町村名	調査場所名	区分	調査年.月.日	塩分	県名	No.	市町村名	調査場所名	区分	調査年.月.日	塩分
石川県	111	珠洲市	蛸島漁港	5	2010. 8.30	35	福井県	166	おおい町	本郷漁港	3	2010. 9.26	29
	112	珠洲市	狼煙漁港	3	2010. 8.30	40		167	おおい町	犬見漁港	3	2010. 5. 1	23
	113	輪島市	名舟漁港	4	2010. 8.30	40		168	おおい町	青戸瀬戸	2	2010. 5. 1	37
	114	輪島市	輪島港	6	2010. 8.30	37		169	高浜町	高浜漁港	4	2010. 5. 1	39
	115	輪島市	鹿磯漁港	4	2010. 8.28	35		170	高浜町	音海漁港	3	2010. 5. 1	42
	116	志賀町	福浦漁港	3	2010. 8.28	39		171	高浜町	日引漁港	3	2010. 5. 1	39
	117	羽咋市	滝漁港	3	2010. 8.28	36		172	高浜町	上瀬漁港	3	2010. 5. 1	37
	118	内灘町	河北潟放水路	2	2010.10.23	36		173	舞鶴市	瀬崎	1	2006. 9.24	34
	119	内灘町	大野川最奥部	2	2010.10.23	10		174	舞鶴市	西大浦漁港	3	2006. 9.24	30
	120	金沢市	金沢港	6	2010.10.23	26		175	舞鶴市	佐波賀親海公園	6	2006. 9.24	32
	121	金沢市	犀川河口	2	2010.10.23	8		176	舞鶴市	フェリー埠頭	6	2006. 9.24	35
	122	松任市	手取川河口左岸	2	2010.10.23	16		177	舞鶴市	長浜	1	2006. 9.24	34
	123	小松市	梯川	2	2010.10.23	24		178	舞鶴市	加津良	3	2006. 9.24	24
	124	加賀市	柴山潟放水路	2	2010.10.23	7		179	舞鶴市	舞鶴漁港	4	2006. 9.24	34
	125	加賀市	柴山潟	2	2010.10.23	4		180	舞鶴市	舞鶴西港埠頭	6	2006. 9.24	30
福井県	126	あわら市	大聖寺川河口	2	2010. 5. 1	11	181	舞鶴市	舞鶴西港貯木場	6	2006. 9.24	29	
	127	あわら市	浜坂マリナ	3	2010. 5. 1	9	182	宮津市	由良川橋梁下	2	2006. 8.14	0	
	128	あわら市	崎漁港	3	2010. 5. 1	39	183	宮津市	脇	1	2006. 8.14	28	
	129	あわら市	三国港	6	2010. 5. 1	36	184	宮津市	小田宿野	1	2006. 8.14	27	
	130	あわら市	九頭竜川河口	2	2010. 5. 1	8	185	宮津市	島陰漁港	3	2006. 8.14	33	
	131	あわら市	福井港	6	2010. 5.22	32	186	宮津市	田井漁港	3	2006. 8.14	31	
	132	福井市	国見白浜漁港	3	2010. 5.22	36	187	宮津市	矢原	1	2006. 8.14	25	
	133	福井市	菜崎漁港	3	2010. 5.22	35	188	宮津市	大手川河口	2	2006. 8.14	0	
	134	越前町	小樟漁港	3	2010. 5.22	36	189	宮津市	獅子崎	1	2006. 8.15	23	
	135	南越前町	河野漁港	3	2010. 5.22	32	190	宮津市	宮津港	6	2006. 8.15	23	
	136	南越前町	河野漁港外	1	2010. 5.22	32	191	宮津市	天橋立南端	1	2006. 8.15	17	
	137	敦賀市	敦賀漁港	6	2010. 5.22	22	192	宮津市	天橋立宮津湾側	1	2006. 8.15	16	
	138	敦賀市	筮川河口	2	2010. 8.22	34	193	宮津市	天橋立阿蘇海側	2	2006. 8.15	9	
	139	敦賀市	井ノ口川河口	2	2010. 8.22	24	194	宮津市	阿蘇海須津大橋	2	2006.10. 1	7	
	140	敦賀市	浦底湾	1	2010. 8.22	36	195	与謝野町	阿蘇海岩滝	2	2006.10. 1	9	
	141	敦賀市	立石漁港	3	2010. 8.22	27	196	宮津市	江尻漁港	3	2006.10. 1	24	
	142	美浜町	丹生漁港	3	2010. 8.22	27	197	宮津市	江尻漁港外	1	2006.10. 1	24	
	143	美浜町	菅浜漁港	3	2010. 8.22	38	198	宮津市	長江漁港	3	2006.10. 1	32	
	144	美浜町	日向	1	2010. 6. 5	40	199	伊根町	伊根漁港	4	2006.10. 1	34	
	145	美浜町	日向湖北東部	2	2010. 6. 5	37	200	伊根町	新井崎漁港	4	2006.10. 1	38	
146	美浜町	日向湖南部	2	2010. 6. 5	39	201	伊根町	泊漁港	3	2006.10. 8	38		
147	美浜町	日向湖南東部	2	2010. 6. 5	38	202	京丹後市	袖志漁港	3	2006.10. 8	39		
148	美浜町	久々子湖笹田	2	2010. 6. 5	9	203	京丹後市	中浜漁港	3	2006.10. 8	33		
149	美浜町	久々子湖久々子	2	2010. 6. 5	8	204	京丹後市	間人漁港	4	2006.10. 8	32		
150	美浜町	久々子湖気山	2	2010. 6. 5	7	205	京丹後市	小間漁港	3	2006.10. 8	38		
151	若狭町	菅湖北部	2	2010. 5.22	5	206	京丹後市	三津漁港	3	2006.10. 8	34		
152	若狭町	菅湖東部	2	2010. 5.22	6	207	京丹後市	離湖	2	2006.10. 8	4		
153	若狭町	菅湖南部	2	2010. 5.22	6	208	京丹後市	浅茂川漁港	4	2006.10. 9	21		
154	若狭町	三方湖鳥浜	2	2010. 5.22	4	209	京丹後市	久美浜湾葛野	2	2006.10. 9	14		
155	若狭町	三方湖成出	2	2010. 5.22	5	210	京丹後市	久美浜湾湊大橋	2	2006.10. 9	12		
156	若狭町	三方湖伊良積	2	2010. 5.22	5	211	京丹後市	久美浜湾北西部	2	2006.10. 9	9		
157	若狭町	水月湖最東部	2	2010. 5.22	6	212	京丹後市	久美浜港	2	2006.10. 9	1		
158	若狭町	水月湖南部奥部	2	2010. 5.22	6	213	京丹後市	蒲井漁港	3	2006.10. 9	36		
159	若狭町	水月湖海山	2	2010. 5.22	7	214	豊岡市	竹野川河口	2	2010. 7.18	11		
160	若狭町	常神漁港	3	2010. 9.26	42	215	香美町	香住漁港	5	2010. 7.18	19		
161	小浜市	西津漁港	3	2010. 9.26	40	216	新温泉町	浜坂漁港	5	2010. 7.18	26		
162	小浜市	小浜港	6	2010. 9.26	31	217	新温泉町	居組漁港	3	2010. 7.18	17		
163	小浜市	加斗	1	2010. 9.26	40	218	岩美町	網代漁港	5	2010. 7.18	14		
164	おおい町	大島漁港	4	2010. 9.26	37	219	岩美町	網代漁港外	1	2010. 7.18	24		
165	おおい町	浦底漁港	3	2010. 9.26	36	220	鳥取市	鳥取港	6	2010. 7.18	13		

表1（その3）. 調査場所の環境区分（区分：表2参照）と調査年月日、塩分濃度（塩分）

県名	No.	市町村名	調査場所名	区分	調査年.月.日	塩分	県名	No.	市町村名	調査場所名	区分	調査年.月.日	塩分
鳥取県	221	鳥取市	鳥取漁港外	1	2010. 7.18	22	鳥根県	276	大田市	久手漁港	3	2009. 9.26	34
	222	鳥取市	酒津漁港	3	2010. 7.17	26		277	大田市	温泉津漁港	4	2009. 9.26	34
	223	鳥取市	酒津漁港外	1	2010. 7.17	36		278	江津市	江津漁港	4	2009. 9.26	35
	224	湯梨浜町	泊漁港	4	2010. 7.17	19		279	浜田市	金周布漁港	3	2009. 9.26	37
	225	湯梨浜町	泊漁港外	1	2010. 7.17	26		280	浜田市	唐櫃漁港	4	2009. 9.26	35
	226	琴浦町	赤碓港	6	2010. 7.17	10		281	浜田市	浜田港	6	2009. 9.26	40
	227	琴浦町	赤碓港外	1	2010. 7.17	26		282	浜田市	三隅港	6	2009. 9.27	39
	228	大山町	御崎漁港	3	2010. 7.17	26		283	益田市	益田港	6	2009. 9.27	13
	229	大山町	御崎漁港外	1	2010. 7.17	32		284	益田市	小浜漁港	3	2009. 9.27	40
	230	大山町	御来屋漁港	3	2010. 7.16	26		285	萩市	須佐漁港	4	2008.10.19	41
	231	大山町	御来屋漁港外	1	2010. 7.16	31		286	阿武町	宇田漁港	3	2008.10.19	40
	232	米子市	淀江漁港	4	2010. 7.16	24		287	阿武町	奈古漁港	4	2008.10.19	39
	233	米子市	淀江漁港外	1	2010. 7.16	29		288	萩市	嫁泣漁港	5	2008.10.19	39
	234	米子市	皆生漁港	3	2010. 7.16	21		289	萩市	三見漁港	4	2008.10.18	27
	235	米子市	皆生漁港外	1	2010. 7.16	30		290	長門市	白濁漁港	3	2008.10.18	39
	236	境港市	境港港	6	2010. 7.16	17		291	長門市	仙崎漁港	5	2008.10.18	38
	237	境港市	境港漁港外	1	2010. 7.16	24		292	長門市	大日比漁港	3	2008.10.18	41
	238	境港市	中海江島大橋下	2	2011. 7. 8	15		293	長門市	青海湖水路	2	2008.10.18	34
	239	境港市	中海中浜港	2	2011. 7. 8	12		294	長門市	青海島大泊漁港	3	2008.10.18	35
	240	米子市	中海崎津漁港	2	2011. 7. 8	12		295	長門市	伊上漁港	3	2008.10.18	29
	241	米子市	中海米子港	2	2011. 7. 8	12		296	長門市	伊上漁港外	1	2008.10.18	31
	242	安来市	中海安来港	2	2011. 7. 8	20		297	下関市	朝晩田漁港	3	2008.10.18	39
	243	松江市	福浦漁港	3	2009. 7.15	7		298	豊北町	特牛漁港	3	2008.10.18	38
	244	松江市	美保関漁港	4	2009. 7.15	29		299	豊北町	二見漁港	3	2008.10.17	39
245	松江市	七類港	6	2009. 7.15	7	300	豊北町	二見漁港外	1	2008.10.17	39		
246	松江市	七類漁港外	1	2009. 7.15	29	301	下関市	小串漁港	4	2008.10.17	38		
247	松江市	片江漁港	3	2009. 7.15	10	302	下関市	室津下漁港	3	2008.10.17	39		
248	松江市	笠浦漁港	4	2009. 7.15	30	303	下関市	吉母漁港	3	2008.10.17	37		
249	松江市	野井漁港	3	2009. 7.15	39	304	下関市	吉見漁港	4	2008.10.17	36		
250	松江市	加賀漁港	4	2009. 7.15	20	305	北九州市	北九州港	6	2008. 3.16	36		
251	松江市	恵曇漁港	5	2009. 7.15	10	306	北九州市	洞海湾若松	2	2008. 3.16	34		
252	松江市	中海大根島波入	2	2011. 7. 9	10	307	北九州市	洞海湾貯木場	2	2008. 3.16	37		
253	松江市	中海大根島京島	2	2011. 7. 9	20	308	北九州市	脇の浦漁港	3	2008. 3.16	36		
254	松江市	中海大根島入江港2	2011. 7. 9	14	309	芦屋町	遠賀川河口	2	2008. 3.16	12			
255	松江市	中海大根島入江	2	2011. 7. 9	19	310	芦屋町	芦屋漁港	3	2008. 3.16	37		
256	松江市	中海本庄漁港	2	2011. 7. 9	24	311	宗像市	鐘崎漁港	3	2008. 3.16	35		
257	松江市	中海大海崎	2	2011. 7. 9	12	312	福津市	津屋崎漁港	4	2008. 3.14	37		
258	松江市	中海意東港	2	2011. 7. 9	20	313	福津市	福間漁港	3	2008. 3.14	36		
259	松江市	大橋川馬潟町	2	2011. 7. 8	7	314	福岡市	香椎川河口	2	2008. 3.14	19		
260	松江市	大橋川矢田の渡し	2	2011. 7. 9	7	315	福岡市	箱崎漁港	5	2008. 3.14	32		
261	松江市	宍道湖袖師	2	2011. 7. 8	7	316	福岡市	博多港	6	2008. 3.14	33		
262	松江市	宍道湖若山	2	2011. 7. 9	8	317	福岡市	瑞梅寺川河口	2	2008. 3.14	35		
263	松江市	宍道湖打出町	2	2011. 7. 9	7	318	福岡市	浜崎今津漁港	3	2008. 3.14	36		
264	松江市	宍道湖柳井	2	2011. 7. 8	6	319	福岡市	西ノ浦漁港	4	2008. 3.15	38		
265	松江市	宍道湖津ノ森	2	2011. 7. 8	6	320	糸島市	芥屋漁港	3	2008. 3.15	40		
266	松江市	宍道湖穴道東口	2	2011. 7. 8	5	321	糸島市	岐志漁港	4	2008. 3.15	38		
267	出雲市	小伊津漁港	4	2009. 9.25	36	322	糸島市	加布里漁港	4	2008. 3.15	38		
268	出雲市	十六島漁港	3	2009. 9.25	37	323	糸島市	深江漁港	3	2008. 3.15	36		
269	出雲市	河下漁港	3	2009. 9.25	32	324	糸島市	福吉漁港	3	2008. 3.15	14		
270	出雲市	日御碕漁港	3	2009. 9.25	39	325	糸島市	福吉川河口	2	2008. 3.15	14		
271	出雲市	福龍漁港	4	2009. 9.25	40								
272	出雲市	大社漁港	5	2009. 9.25	40								
273	出雲市	湖陵漁港	3	2009. 9.25	16								
274	出雲市	神西湖	2	2009. 9.25	10								
275	出雲市	田儀漁港	3	2009. 9.26	39								

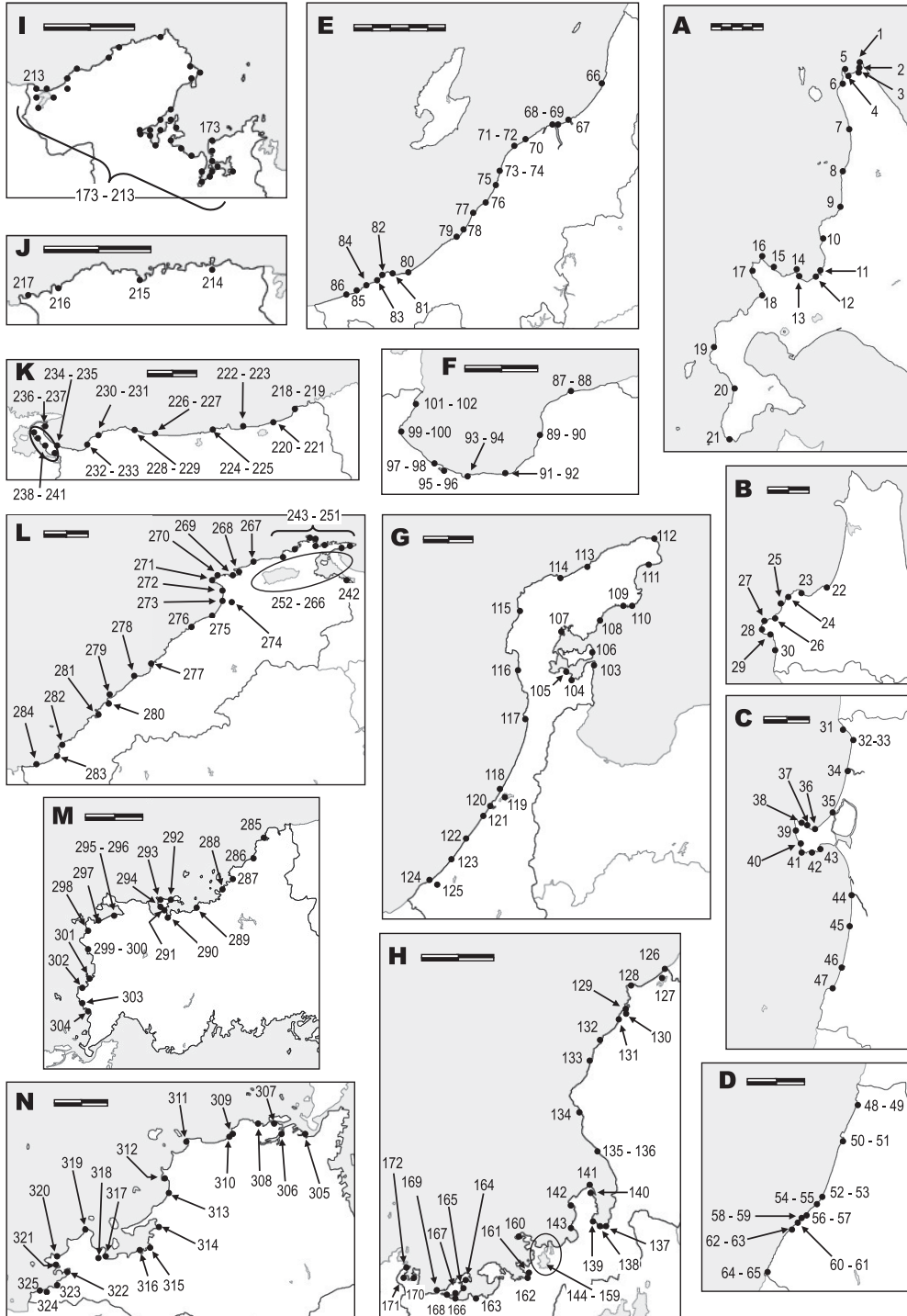


図 1. 調査場所の地図

A:北海道、B:青森県、C:秋田県、D:山形県、E:新潟県、F:富山県、G:石川県、H:福井県、I:京都府、J:兵庫県、K:鳥取県、L:島根県、M:山口県、N:福岡県。図中の番号は、表1の調査場所No.に同じ。スケールバーの1目盛りは10kmで、北海道と新潟県のスケールバーは50km、その他の県は20kmを示す。

集を行った。潮間帯部分に固着動物が見られなかった場合、水深50 cm までの潮下帯部分を対象として、長さが最大5 mまでの竿の先に取り付けた幅14 cm高さ8 cmの「イガイ取り」(昌栄社製、No. 548)を用いて、固着生物を剥離し採集した。採集と同時に、採集した基盤を記録し、塩分濃度(反射式塩分濃度計S-milE, ATAGO Ltd.)と水温も測定した。

採集した生物は全て5%ホルムアルデヒド溶液に浸し、実験室に持ち帰って、肉眼及び顕微鏡下でソーティングをした後に、種の同定を行なった。フジツボ類については、周殻の摩耗や泥の付着などのために肉眼だけでは同定が困難な場合が多かったため、山口(1986, 1995)を参考にして、顕微鏡下で解剖した後に背板や楯板を観察して同定を行なった。環形動物管棲多毛類については、今島(1979a, 1979b)を参考にして同定を行なった。

調査は、夏期の固着動物の密度を場所間で比較できるよう、原則として6月～9月の間に行ったが、この期間に調査ができなかった場所では、3月～5月、または10月に行なったところもある。水温は、同じ調査場所であっても調査時期によって大きく異なり、場所ごとに水温を比較することは意味がないため、表1には示さなかった。

IV 調査場所の海水・汽水の塩分濃度

表2に、6つの環境区分ごとの海水・汽水塩分濃度の平均と標準偏差値を記した。平均値が最も高いのが区分4の第2種漁港で34.2、次いで区分3の第1種・第4種漁港で33.1、次に区分1の海岸と区分5の第3種・特3種漁港が同じ値で30.9であった。こういった漁港のほとんどは沖合に面した海岸に位置しており、河川水の流入がほとんどなく、海岸での調査場所の塩分濃度とはほぼ同じかそれよりも高いものであった。区分6のその他の港は、大規模港であるため、河川の河口に位置するか港の中に河川河口がある港も多く、平均値はやや低めの28.4であった。最も塩分濃度が低かったのは区分2の潟湖・河川河口で、13.8であった。6つの区分の数値を比較するために、まず各区分の数値の間の等分散性を検定したところ、等分散性を確保できなかったため

表2. 環境区分(区分)別の調査場所数と塩分濃度、採集基盤数

環境	区分	場所数	塩分濃度		採集基盤数									合計
			平均	標準偏差	自然岩	木杭	コンクリート			鉄骨	ロープタイヤ	ブイ		
					垂直	傾斜	テトラ							
海岸	1	51	30.9	6.3	27	0	23	0	10	0	4	2	1	67
潟湖・河口	2	69	13.8	10.9	31	4	25	6	0	2	3	2	1	74
第1種・4種漁港	3	97	33.1	7.6	1	0	45	35	1	1	26	10	9	128
第2種漁港	4	46	34.2	6.0	3	0	20	11	0	0	16	7	3	60
第3種・特3種漁港	5	16	30.9	9.3	0	0	10	5	0	0	7	2	1	25
その他の港	6	46	28.4	10.0	2	0	23	7	1	1	21	6	0	61
合計		325	27.9	11.4	64	4	146	64	12	4	77	29	15	415

自然岩：岩盤、転石、石組護岸の自然岩、垂直：垂直護岸堤、傾斜：傾斜護岸堤、テトラ：テトラポッド(消波ブロックを含む)

(Bartlett test, $df = 5$, $\chi^2 = 31.1$, $p < 0.0001$)、ノンパラメトリック検定を行ない、有意差が認められた (Kruskal – Wallis test, $df = 5$, $\chi^2 = 105.5$, $p < 0.0001$)。Scheffé test により多重比較を行なったところ、区分2と区分1 ($\chi^2 = 34.9$, $p < 0.0001$)、区分2と区分3 ($\chi^2 = 85.7$, $p < 0.0001$)、区分2と区分4 ($\chi^2 = 68.0$, $p < 0.0001$)、区分2と区分5 ($\chi^2 = 20.7$, $p < 0.0001$)、区分2と区分6 ($\chi^2 = 27.1$, $p < 0.0001$) の間に有意差が認められた。つまり、区分2の潟湖・河川河口は、他の5つの区分よりも有意に塩分濃度が低く、それ以外の5つの区分の間では、塩分濃度に有意な差は認められなかったということである。

V 採集場所の基盤

採集場所の基盤の種類と採集ヶ所数を、6つの環境区分ごとに表2に示した。なお、1ヶ所の調査場所であっても複数の基盤で採集した場合もあるため、表2の9種類の「採集基盤」の合計数は、325ヶ所を超えて、415ヶ所となっている。

区分1の海岸で最も多い採集基盤は、岩盤、転石、石組護岸などの自然岩であった。区分5・6の大きな漁港や港の外の海岸にはこういった自然岩が非常に少なかったため、コンクリート製の垂直護岸堤やテトラポッド、消波ブロック (その数が少なかったため、テトラポッドに含めた) でも採集した。港の外が砂質であった場合には、小型船舶が停泊できる小さな埠頭の鉄骨材やそこから水中に垂下したロープ、ブイ、船舶接岸用のタイヤなどでも採集した。区分2の潟湖・河川河口の採集事情もほぼ同様で、自然岩での採集が最も多く、次いでコンクリート製の垂直護岸堤、傾斜した護岸堤、木杭の順であった。

人工的環境が卓越する区分3～6では、自然岩や木杭がほとんどなかったため、垂直護岸堤や小型船舶を揚陸させるための傾斜護岸堤で採集した場合が多く、ロープや船舶接岸用のタイヤ、ブイなどでも採集した。特に、区分3の小規模漁港では、小型船舶揚陸用の傾斜護岸堤での採集が多かった。

VI 最後に

今回の325ヶ所での調査で、合計10種の外来固着動物が採集された。軟体動物門腹足綱カリバガサガイ科のシマメノウフネガイ *Crepidula onyx* Sowerby 1814、二枚貝綱イガイ科のムラサキイガイ *Mytilus galloprovincialis* Lamarck 1819 (北米太平洋岸原産) とコウロエンカワヒバリガイ *Xenostrobus securis* (Lamarck, 1819) (オーストラリアとニュージーランド原産)、カワホトトギス科のイガイダマシ *Mytilopsis sallei* (Récluz, 1852) (北・中米カリブ海原産)、イワホリガイ科とされるウスカラシオツガイ *Petricola* sp. (原産地不明)、節足動物門顎脚綱フジツボ科のヨーロッパフジツボ *Amphibalanus improvisus* (Darwin, 1854) (北米大西洋岸原産) とアメリカフジツボ *Amphibalanus eburneus* (Gould, 1841) (北米大西洋岸原産)、タテジマフジツボ *Amphibalanus amphitrite* (Darwin, 1854) (インド洋・太平洋南西海域原産)、環形動物門多毛綱カンザシゴカイ科のカサネカンザシ *Hydroides elegans* (Haswell, 1883) (原産地不明だが太平洋南部海域と推定

される)と*Ficopomatus enigmaticus* (Fauvel, 1923) (オーストラリア原産と推定される)である。この10種は、いずれも、船舶によって日本に移入されたと推定されている(大谷 2004; Otani 2006)。

この10種の塩分耐性や人工的環境に対する耐性、自然環境に対する選好度は、互いに非常に異なっていることが考えられる(Carlton et al. 1995; Carlton 2009; 岩崎ほか 2004a)。今回の325ヶ所の調査場所も、単に場所が異なるだけでなく、環境の自然度や人工度、塩分濃度、採集基盤なども大きく異なっていた。今後は、各種についての生息場所選好性と環境要因に対する耐性を把握し、かつ、325ヶ所のこういった環境条件の違いも考慮しつつ、各外来種の過去から現在の分布拡大の様相と現在の分布に影響を与えている要因を詳細に分析していく必要がある。そして、こういった外来固着動物の今後の被害の拡大を防ぐためには、上記のような分析を基にして将来の分布拡大の予測をしつつ(Koike & Iwasaki 2011)、それを防ぐ予防的な効果の手段を考え、提案していく必要があるだろう。

謝辞

(株)海洋生態研究所の大谷道夫さんと奈良大学文学部地理学科4年生(当時)の今道弥生さんには、京都府と福井県の一部海域での調査を手伝っていただいた。本論は、平成22年度奈良大学総合研究所研究助成金の交付をうけた研究の成果である。奈良大学総合研究所の田中文憲所長と職員のみなさまには、研究助成の申請、採択、実施にあたって、種々のご援助をいただいた。これらの方々に厚く御礼申し上げる。

参考文献

- Carlton, J. T. 2009 Deep invasion ecology and the assembly of communities in historical time. In: *Biological Invasions in Marine Ecosystems* (eds. G. Rilov and J. A. Crooks), pp. 13–56. Springer, Berlin.
- Carlton, J. T., Reid, D. M. and van Leeuwen, H. 1995 *Shipping Study: The role of Shipping in the Introduction of Nonindigenous Organisms to the Coastal waters of the United States (other than the Great Lakes) and an Analysis of Control Options*. Sea grant, Connecticut, 231pp.
- 今島実 1979a 付着性多毛類の分類と分布. 海洋と生物 5: 2-14.
- 今島実 1979b 付着動物の種類査定法(1) 管棲多毛類. 付着生物研究 1: 29-35.
- Iwasaki, K. 2006 Human-mediated introduction of marine organisms in Japan: a review. In: *Assessment and Control of Biological Invasion Risks* (eds. F. Koike, M. N. Clout, M. Kawamichi, M. De Poorter and K. Iwatsuki), pp. 104–112. Shoukadoh Book Sellers, Kyoto, Japan and IUCN, Gland, Switzerland.
- 岩崎敬二 2006 外来付着動物と特定外来生物被害防止法. *Sessile Organisms* 23: 13-24.
- 岩崎敬二 2007a 日本における海産外来生物問題と公的機関の対応. 日本プランクトン学会報 54: 17-24.
- 岩崎敬二 2007b 日本に移入された外来海洋生物と在来生態系や産業に対する被害について. 日本水産学会誌 73: 1121-1124.
- 岩崎敬二 2009 海の外来生物Q & A. 日本プランクトン学会・日本ベントス学会(編集)『海の外来生物：人間によって攪乱された地球の海』, pp. 3-18. 東海大学出版会、東京.
- 岩崎敬二・木村妙子・木下今日子・山口寿之・西川輝昭・西榮二郎・山西良平・林 育夫・大越健嗣・小菅丈治・鈴木孝男・逸見泰久・風呂田利夫・向井 宏 2004a 日本における海産生物の人為的移入と分散：日本ベ

- ントス学会自然環境保全委員会によるアンケート調査の結果から. 日本ベントス学会誌 59: 22-44.
- 岩崎敬二・木下今日子・日本ベントス学会自然環境保全委員会 2004b 日本に人為的に移入された非在来海産動物の分布拡大について. 日本プランクトン学会報 42: 132-144.
- Koike, F. and Iwasaki, K. 2011 A simple range expansion model of multiple pathways: the case of nonindigenous green crab *Carcinus aestuarii* in Japanese waters. *Biological Invasions* 13: 459-470.
- 大谷道夫 2004 日本の海洋生物とその移入過程について. 日本ベントス学会誌 59: 45-57.
- Otani, M. 2006 Important vectors for marine organisms unintentionally introduced to Japanese waters. In: *Assessment and Control of Biological Invasion Risks* (eds . F. Koike, M. N. Clout, M. Kawamichi, M. De Poorter and K. Iwatsuki), pp. 92-103. Shokadoh Book Sellers, Kyoto, Japan and IUCN, Gland, Switzerland.
- Rilov, G. and Crooks, J. A. (eds.) 2009 *Biological Invasions in Marine Ecosystems*. 641 pp. Springer, Berlin.
- 山口寿之 1986 フジツボ類. 『付着生物研究法』(付着生物研究会編), pp. 108-122. 恒星社厚生閣、東京.
- 山口寿之 1995 まん(蔓)脚下綱. 『原色日本海岸動物図鑑Ⅱ』(西村三郎編著), pp. 116-133. 保育社、大阪.