

# 横浜港内の人工干潟周辺におけるミドリイガイの生息状況, 2008–2010年

植田 育男・坂口 勇・佐藤 恵子・白井 一洋

Ikuro Ueda, Isamu Sakaguchi, Keiko Satoh and Kazuhiro Shirai:  
Life Traits of Tropical Green Mussel *Perna viridis* at the Artificial  
Seaside Facilities, Yokohama Port, Tokyo Bay, from 2008 to 2010.

## はじめに

ミドリイガイ (*Perna viridis*, 以下本種と略記) は、西太平洋からインド洋の熱帯海域沿岸を原産とする (Siddall, 1980), 付着性のイガイ科 (Mytilidae) に属す二枚貝である。日本には 1967 年ごろ初めて渡来したとされる (鍋島, 1968; 杉谷, 1969) 外来生物である。東京湾内における本種の生息情報によれば、1985 年に初見され (丹下, 1985), その後各地点に出現するようになり、現在に至っている (青野, 1987, 1989; 植田, 2000, 2001, 2009)。植田ほか (2010) は本種のほぼ生息北限にあたる東京湾横浜港内の人工干潟周辺施設における生息個体について冬季の断続的な観察を行った。その結果、当地において 2008 年から 2009 年にかけて冬季に本種の越冬が観察された (植

田ほか, 2010)。その後 2010 年 8 月まで、当地において本種の生息状況と一部個体の殻長の測定を継続し、2 年間に渡る情報が集積された。日本国内に侵入した本種について長期継続した生息現場の情報を報告した例は少なく、知見は乏しい。そこで今回得られた情報について報告する。

## 調査場所および方法

調査地点は横浜市神奈川区橋本町に所在する (図 1), 人工干潟 (汀距離約 50m), 港湾施設を保守・清掃する船舶を係留するための岸壁 (汀距離約 80m), 浮き桟橋として使用される台船により構成される構造物群である。

2008 年 6 月 18 日より 2010 年 8 月 11 日まで、月に 1 ~ 2 回頻度で、本地点人工干潟で本種の着生状況を観察

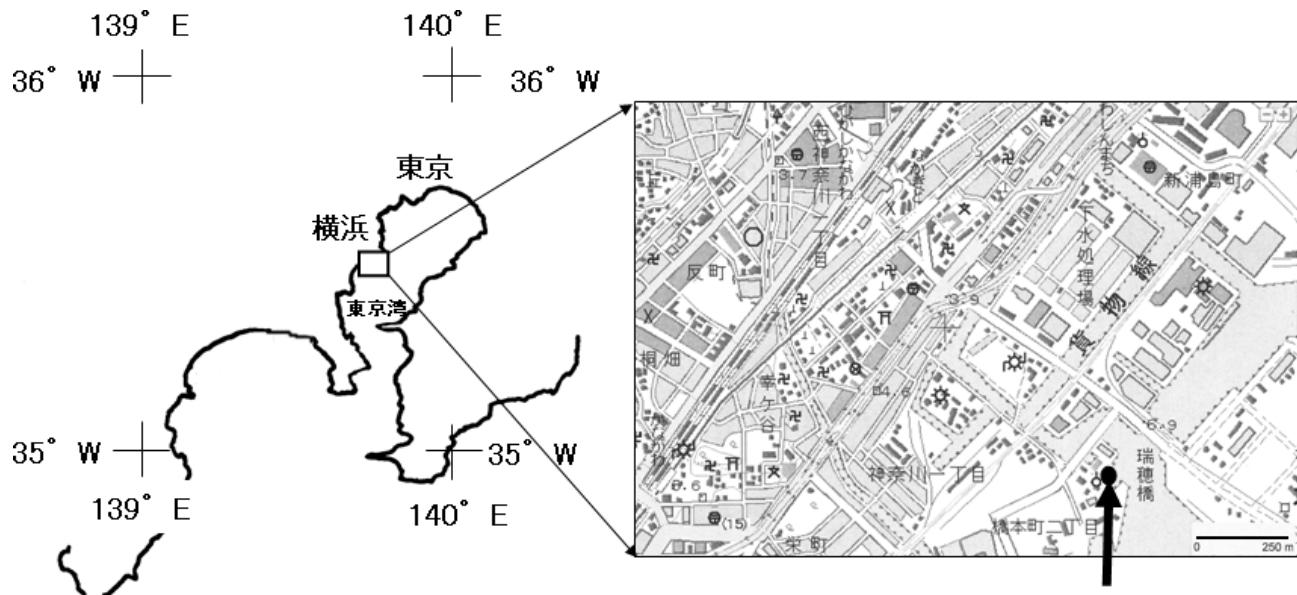


図 1. 調査地点の位置(国土地理院配信の電子国土地図 1/25,000 に基づき作成, 座標情報を加筆). 図中の矢印の示す位置が調査地点.

し、不定期で一辺 10cm ( $100\text{cm}^2$ ) の方形枠内の生息個体数の計測を行った(図 2C)。計測を行った場所は、人工干潟のコンクリート護岸(東京湾平均海面上約 100cm:高位と呼ぶ)、砂止め木製板中段(同約 50cm:中位)、および砂止め木製板下段とその周辺の捨石の積み石(東京湾平均海面上約 0cm:低位)の各場所である(図 2A, B)。また個体数を計測した場所を避けて同構造物群に付着する個体を無作為にはぎとり採集した。採集された個体は研究室に持ち帰り、後日ノギスを用いて殻長(殻の前後軸長)を 10 分の 1 ミリメートル精度で測定し、殻表面の成長阻害輪(植田, 2001)の有無を観察した(図 2D)。

2008 年 8 月より 2010 年 7 月まで、自動記録式の環境計測器(JFE アドバンテック社製)を用いて、水温、塩分(以上の項目の測定機種: COMPACT-CTW)、溶存酸素(測定機種: COMPACT-DOW)、濁度およびクロロフィル(以上の項目の測定機種: COMPACT-CLW)の諸項目において接岸水(水深 50cm)の水質測定を行った。これらの項目の測定頻度は 10 分間に 1 回としたが、計測器の保守等のため欠測となった期間もあ

る。測定値は月ごとに平均値を算出し、水温・塩分・溶存酸素については月ごとの最高値および最低値を求めた。2009 年 6 月より、個体数計測の折に簡易型 COD 測定キット(共立理化学研究所パックテスト COD 低濃度用)を用いて、接岸水の COD を測定した。

## 結 果

### 水質

図 3 に水質測定の結果を示す。

生息現場付近の水温は明瞭な季節変化を示し、8 月に最高となり、2 月に最低となった。水温の変化から 1 ~ 3 月を冬季、4 ~ 6 月を春季、7 ~ 9 月を夏季、さらに 10 ~ 12 月を秋季と区分した。この区分に従えば、後述するように本地点で 2009 年と 2010 年の冬季に連続して本種の一部個体が越冬した。このとき最低水温を記録した 2 月の平均水温は 2009 年が  $12.3^\circ\text{C}$ (植田ほか, 2010), 2010 年が  $12.1^\circ\text{C}$  であり、月の最低値を見ると最低水温は  $10^\circ\text{C}$  を全く下回らないことが分かった。

塩分は月平均で 18.2PSU から 31.1PSU の間で変化

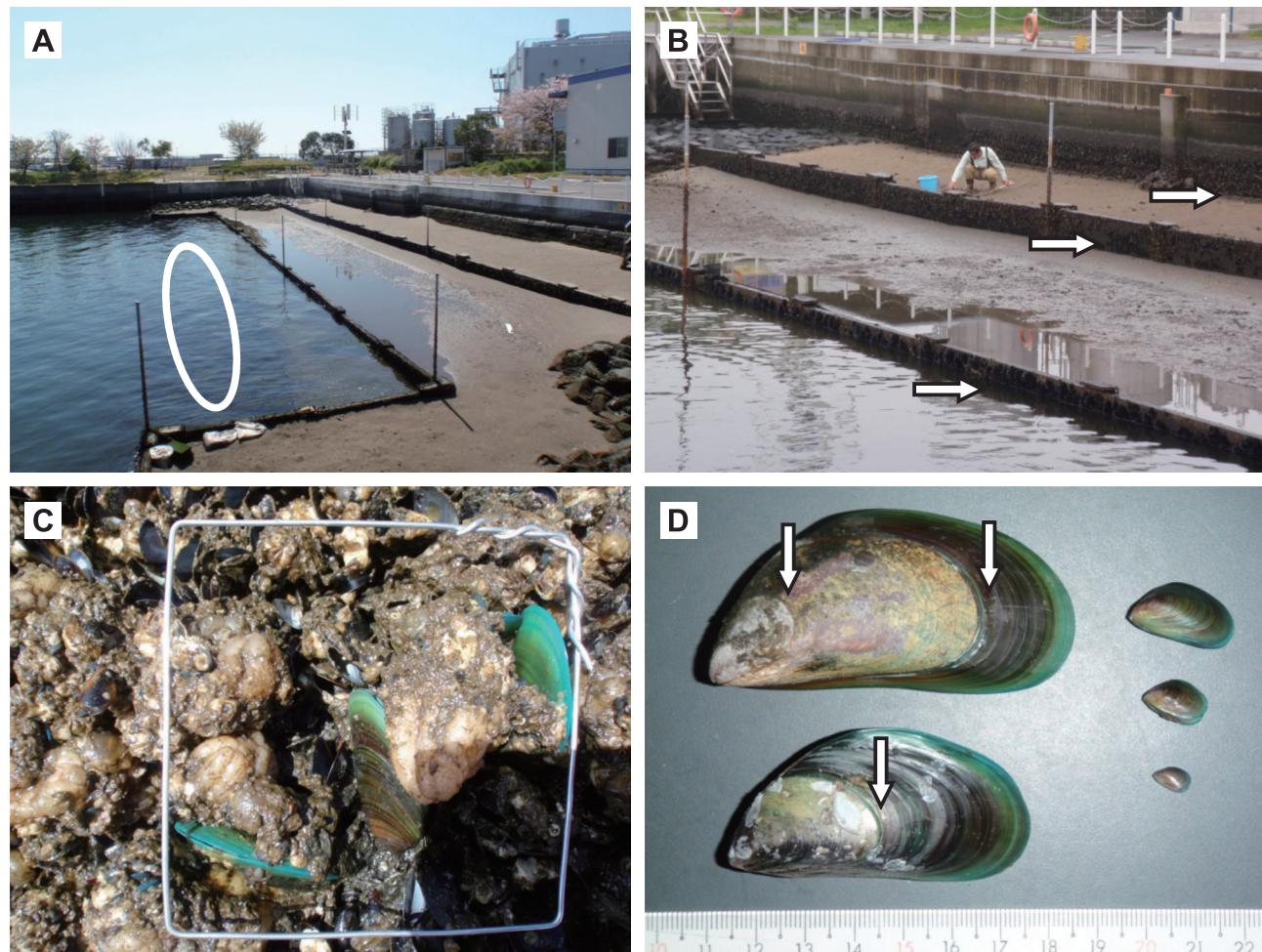


図 2. A: 調査地点の現場写真(2009 年 4 月 10 日撮影)。図中の丸く囲った部位に捨石の積み石部分がある; B: 現場写真の拡大(2009 年 7 月 22 日撮影)。矢印右から高位、中位、および低位のコンクリート護岸・砂止め板を示す; C: ミドリガイ付着部分に一辺 10cm 方形枠を当ててみた様子(2010 年 8 月 11 日撮影); D: 2010 年 8 月 11 日に採集された個体(2010 年 8 月 14 日撮影)。矢印はそれぞれの個体の成長阻害輪の位置を示す(左上: 2008 年生まれ; 左下: 2009 年生まれ; 右: 2010 年生まれの個体)。

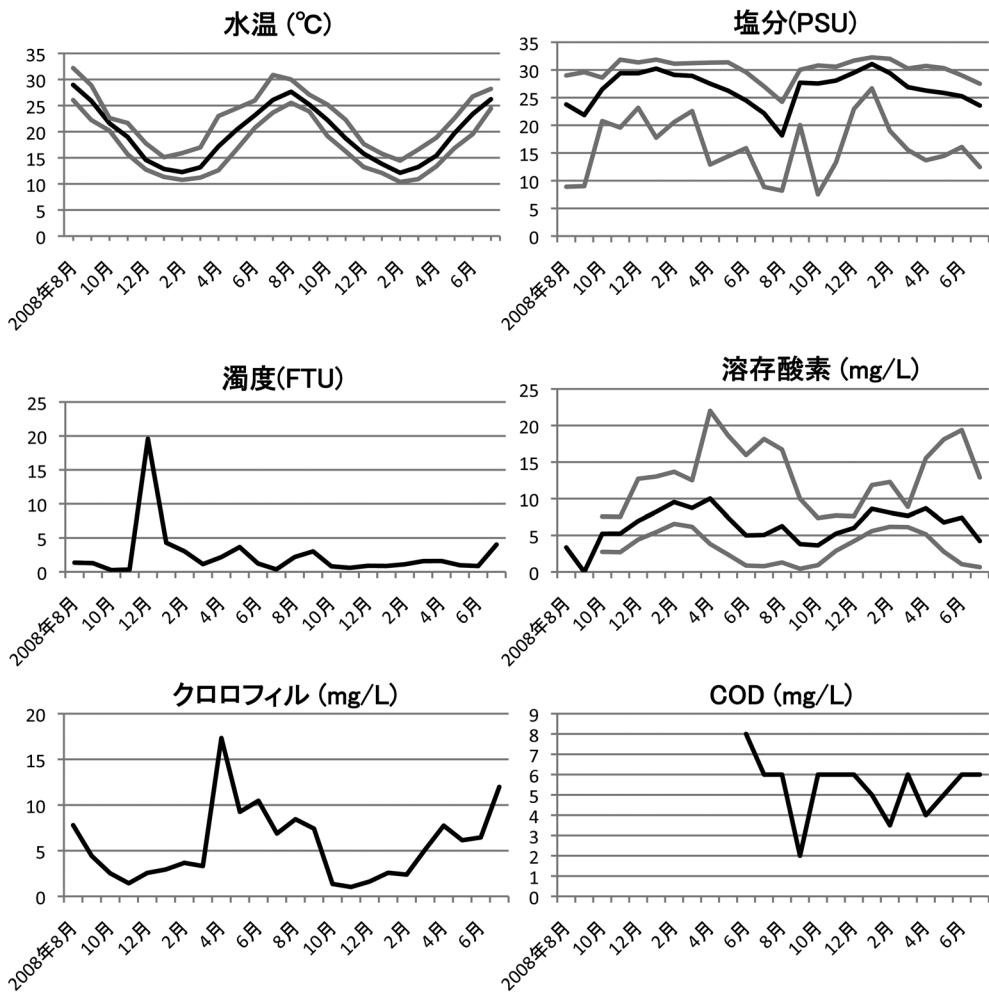


図3. 調査地点の水質測定結果. 黒色折れ線は10分間隔で測定された全測定値の月ごとの平均値を示し、水温、塩分、および溶存酸素は月ごとの測定値の最高（図中上側の灰色折れ線）・最低（図中下側の灰色折れ線）も示した。CODはミドリイガイ採集日の測定結果を示す。

し、通常の純海水の塩分である34PSU程度より常に低く、当地点が陸水もしくは河川水の影響を受けていることが分かる。さらに春季から夏季に低く、秋季から冬季に高い値を示し、変化に季節性が見られた。

濁度は、2008年に1月に19.6FTUと著しく高い値を示したもの、これを除くと0.3FTUから4.3FTUまでの間で変化した。濁度の変化には季節性が見られなかった。

溶存酸素量は3.4mg/Lから10.0mg/Lの間で変化し、冬季から春季にかけて高く、夏季から秋季にかけて低い季節性が見られた。

本種は水中の植物プランクトンなど有機懸濁物を濾過摂食するとされる(Vakily, 1989)。そこで環境中の餌量の指標のひとつと考えられるクロロフィルを測定したところ1.0mg/Lから17.3mg/Lの間で変化した。年間では、特に秋季に値が低くなる傾向が認められた。

環境の有機負荷の指標となるCODは、2mg/Lから8mg/Lまでの高い値を示し、有機負荷が付近に及んでいる状況が伺われた。

#### 生息密度

採集日毎の一辺10cm方形枠の採集個体数を表1に示す。調査期間中の2008年6月には死殻のみ観察され、付着生存個体が認められなかった。9月には2008年生まれと思われる小型個体の付着が認められた。この時の観察では高位では付着せず、中位では平均7.1個体/100cm<sup>2</sup>の密度だった。低位では干潮水位が高く、調査が実施されなかった。翌10月に中位と低位で最も高い密度、平均9.1個体および平均39.5個体/100cm<sup>2</sup>をそれぞれ記録した。その後2009年4月までに中位では付着個体が見られなくなったものの、低位では平均9.0個体/100cm<sup>2</sup>の密度で生存個体が見られ、当地での越冬が確認された。その後低位に限って生存個体が観察され、10月に平均11.7個体/100cm<sup>2</sup>までいったん増加した後漸減し、最終調査月の2010年8月まで生存個体が観察された。

後述する殻表面の成長阻害輪の形成状況と殻長から、個体を出生年に分けてみることができる。その結果を表1に併記した。低位では2008年生まれの個体が2年間生存し、2年経過した時点での生存率は約1%と算出された。

表 1. 調査地点におけるミドリイガイの付着個体数

		高位		中位		低位		低位 2008 年 生まれ	低位 2009 年 生まれ	
		個体数 ± 標準偏差	方形 枠数	個体数 ± 標準偏差	方形 枠数	個体数 ± 標準偏差	個体数 ± 標準偏差	個体数 ± 標準偏差	個体数 ± 標準偏差	
2008 年	9月 16 日	0	10	7.1±3.04	10	39.5±15.50	39.5±15.50	9.0±8.31	24.0±6.25	
	10月 14 日		10	9.1±3.51		5	12.6±7.56	4.9±4.04	3.4±3.59	
2009 年	1月 16 日	10	10	1.3±1.16	0	30				
	4月 10 日		0	24.0±6.25		29	7.9±3.78	3.9±3.78	0.4±0.87	
	5月 8 日					19				
	6月 24 日		10	12.6±7.56		20	4.9±4.04	4.0±4.04	0.1±0.31	
	7月 22 日					22				
	8月 21 日		0	11.7±6.43		20	0.9±0.64	0.8±0.72	0.2±0.37	
	9月 18 日					20				
	10月 16 日		0	4.4±3.91		20	0.6±0.68	0.4±0.63	0	
	1月 27 日					20				
2010 年	2月 25 日	0	0	2.7±2.08	20	20	1.0±1.32	0.9±1.33	0.1±0.22	
	4月 15 日		0	1.4±1.35		20				
	5月 13 日		0	0	0	20	0.9±1.33	0.1±0.22	0.5±1.00	
	6月 15 日		0	0		20				
	7月 14 日		0	0	0	20	0.4±0.63	0	0.2±0.37	
	8月 11 日		0	0		20				

個体数は調査した方形枠内個体数の平均値を示す。方形枠数が示されていない日の個体数は、調査地点内の目視観察で付着個体が認められなかつことを示す。殻表面の成長阻害輪の有無を観察し、出生年を割り出した。

表 2. 採集個体の平均殻長 (mm), 最大値 (mm), および最小値 (mm)。

日付	2007 年生まれ?			2008 年生まれ			2009 年生まれ			2010 年生まれ				
	個体数	平均 殻長	最小	最大	個体数	平均 殻長	最小	最大	個体数	平均 殻長	最小	最大		
2008 年	6月 20 日	30	33.35	18.6	45.2	42	5.25	2.5	8.9	3	7.53	5.1	8.9	
	8月 15 日	52	10.10	4.7	17.0	153	12.24	4.1	39.6	122	13.26	5.5	28.3	
	9月 1 日	288	16.99	7.7	28.2	119	22.76	14.5	33.0	5	57.90	45.3	65.6	
	9月 16 日	12月 26 日	44	26.52	15.0	38.3	16	21.94	20.0	35.5	17	20.68	8.6	34.1
	10月 14 日	1月 16 日	12	28.91	22.2	33.4	18	27.37	19.8	36.2	85	22.28	9.9	42.6
	12月 26 日	1月 30 日	29	25.62	18.3	32.0	16	21.70	17.4	27.2	105	22.31	9.0	45.4
	1月 16 日	2月 12 日	37	28.02	14.5	42.6	63	40.29	30.8	59.7	10	60.09	50.9	64.1
	1月 30 日	2月 27 日	63	46.52	35.7	59.8	32	51.21	40.0	60.9	5	59.64	52.0	67.8
	2月 12 日	3月 17 日	32	56.36	36.6	68.3	31	56.36	36.6	68.3	13	62.48	42.5	83.0
	2月 27 日	3月 27 日	31	64.00	54.3	71.1	14	60.16	50.4	71.8	20	64.34	57.2	70.0
2009 年	3月 17 日	3月 27 日	14	63.10	52.0	73.6	16	72.57	70.4	75.7	7	16.66	12.4	22.4
	3月 27 日	4月 10 日	16	61.33	47.4	67.8	8	59.64	52.0	67.8	2	38.25	35.0	41.5
	4月 10 日	6月 24 日	16	64.34	57.2	70.0	5	72.57	70.4	75.7	2	33.30	30.8	35.8
	6月 24 日	7月 22 日	17	57.80	56.3	59.3	2	41.65	40.5	42.8	52	7.13	2.2	21.1
	7月 22 日	8月 21 日	2	57.80	56.3	59.3	3	51.21	40.0	60.9	影を付した欄は死殻の測定結果を示す。2008 年生まれの空欄は採集個体がいなかつことを示す。			
	8月 21 日	9月 18 日	3	56.36	36.6	68.3	4	61.33	47.4	67.8				
	9月 18 日	10月 16 日	4	64.00	54.3	71.1	5	64.34	57.2	70.0				
	10月 16 日	11月 12 日	5	63.10	52.0	73.6	6	72.57	70.4	75.7				
	11月 12 日	12月 14 日	6	60.16	50.4	71.8	7	59.64	52.0	67.8				
	12月 14 日	1月 27 日	7	64.34	57.2	70.0	8	72.57	70.4	75.7				
2010 年	1月 27 日	2月 27 日	8	72.57	70.4	75.7	9	57.80	56.3	59.3	影を付した欄は死殻の測定結果を示す。2008 年生まれの空欄は採集個体がいなかつことを示す。			
	2月 27 日	3月 23 日	9	56.36	36.6	68.3	10	60.09	50.9	64.1				
	3月 23 日	4月 15 日	10	63.10	52.0	73.6	11	64.00	54.3	71.1				
	4月 15 日	5月 13 日	11	60.16	50.4	71.8	12	61.33	47.4	67.8				
	5月 13 日	6月 15 日	12	64.34	57.2	70.0	13	64.34	57.2	70.0				
	6月 15 日	7月 14 日	13	64.34	57.2	70.0	14	64.34	57.2	70.0				
	7月 14 日	8月 11 日	14	64.34	57.2	70.0	15	64.34	57.2	70.0				
	8月 11 日		15	64.34	57.2	70.0	16	64.34	57.2	70.0				
			16	64.34	57.2	70.0	17	64.34	57.2	70.0				
			17	64.34	57.2	70.0	18	64.34	57.2	70.0				

殻表面の成長阻害輪の有無を観察し、出生年を割り出した。影を付した欄は死殻の測定結果を示す。2008 年生まれの空欄は採集個体がいなかつことを示す。

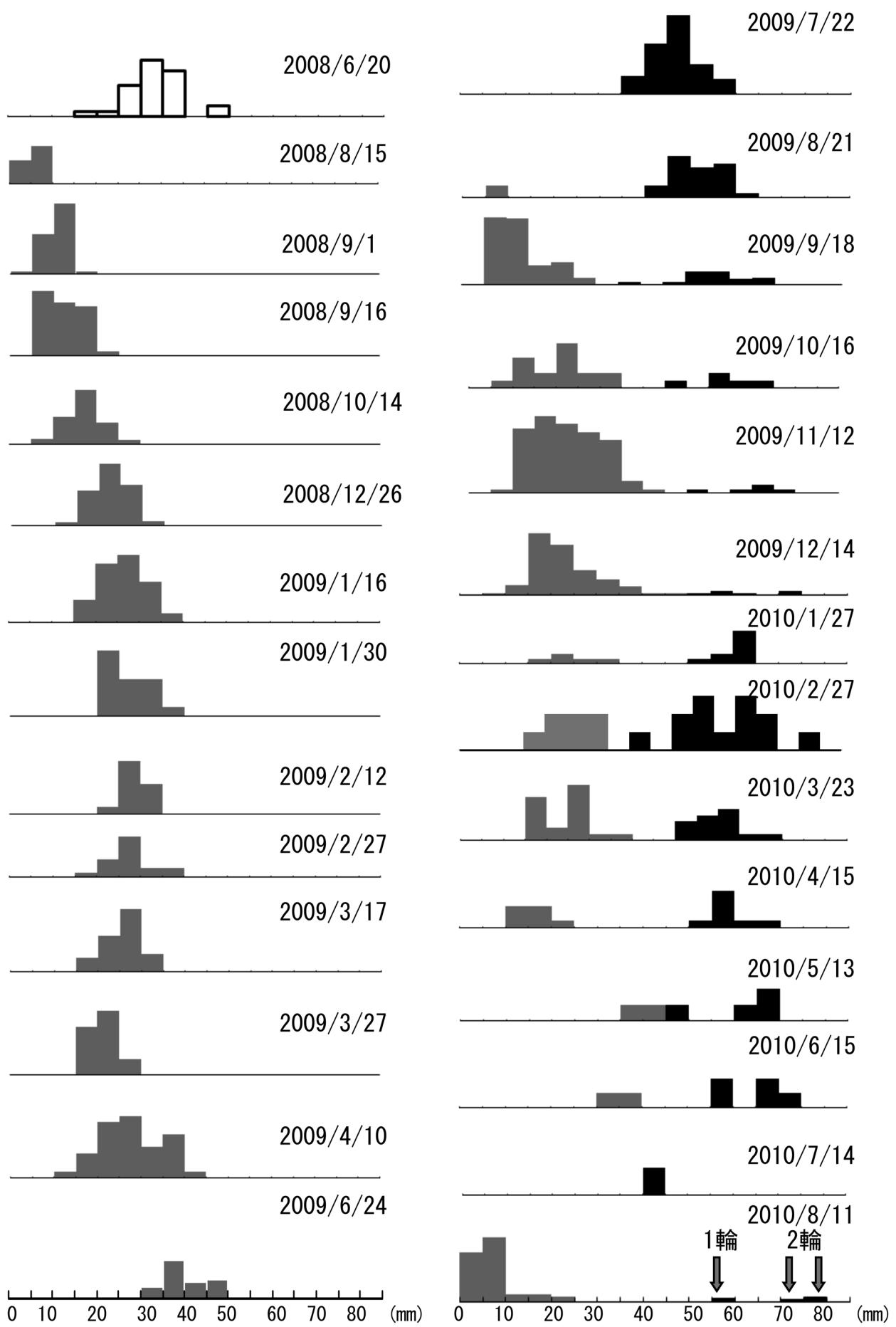


図4(左). 採集個体の殻長頻度分布. 灰色の棒は成長阻害輪の見られない生存個体, 黒色の棒は同輪の見られる生存個体, 白抜きは死殻を示す. 横軸の区間値は殻長を5mm刻みで区分した.

また年によって加入後の最大個体数も異なり、2008年生まれは平均39.5個体/100cm<sup>2</sup>だったが、2009年生まれは平均7.4個体/100cm<sup>2</sup>と大きな違いが見られた。

#### 殻長の変化

採集された個体の採集日毎の殻長の平均値を表2に、5mm刻みの区間値による採集日毎の殻長の頻度分布を図4に示す。

2008年6月には生存個体が認められず、死殻の大きさを示している。

2008年8月に平均5.3mmの個体が着生し、この年生まれの新規加入個体と見られる。これらの個体による頻度分布図のピークの位置が月を追って右側に移動し、2009年1月頃まで徐々に成長していく様子が分かる。その後4月までピークの位置は変化なく、6月以降また右側へ移動し、再度成長している（図4）。

殻表面の成長阻害輪は7月以降の採集個体で観察され、前述の冬季の成長の停滞とその後の成長の再開を示唆する。

翌月の2009年8月には阻害輪を持つ大型個体のほかに阻害輪を持たない小型の個体が出現し、2009年生まれの新規加入が認められた。阻害輪を持つ大型個体と持たない小型個体はその後の採集でも得られ、2008年生まれと2009年生まれの個体が同時に生息する状況が続いた。

2010年7月には阻害輪を1輪持つ個体のみ採集されたが、翌8月の採集では阻害輪が0, 1, および2輪持つ個体が採集された（図2D）。したがって、2010年8月には2010年生まれの個体の新規加入が始まり、2008年生まれ、2009年生まれ、2010年生まれの三つの世代の個体が同時に着生する状況が見られた。

2008年生まれについて月を追った平均殻長の変化から、新規加入当月の8月に5mm程度から、2008年の12月には23mmまで成長したことが分かった。その後2009年の4月頃までほぼ横ばいで成長が見られず、6月に40mmになり成長を再開したことが分かる。付着生活を開始してほぼ1年を経過したと見られる2009年7月には47mmに、次の世代の加入が始まる8月には51mmになった。新規加入から2年以上経過した翌々年の2010年8月には73mmまでに成長した。当地で観察された最大の個体は、2008年生まれの個体で2010年2月に採集された殻長83.0mmの個体だった。

#### 考 察

生息場所について、陸水や河川水などの淡水の影響のある塩分がやや低い場所で、さらに高い有機負荷のある場所ということが特徴として得られ、外来種として先行して移入された香港のトーロー港（Cheung, 1993）や相模湾内の江の島の本種分布地点の特徴（植田・萩原, 2009）と一致する知見が得られた。

本種は熱帯原産種であるため、原産地での生活史特性と温帯域の日本沿岸での生活史特性との違いについて興味がもたれる。最大もしくは平均の寿命についての

原産地の情報は乏しく、どれぐらいの年数まで生きるかについて言及した論文は少ない。わずかに本種と同属別種のペルナガイ（もしくはペルナイガイ、*Perna perna*）が南アフリカのダーバンで新規加入後3年まで生息するものが全体の0.1%であるという報告（Berry & Schleyer, 1983）がある。外来種として移入された場所では、香港のビクトリア港の本種個体の平均寿命が3年であるという報告がある（Lee, 1985）。

Cheung (1993) は香港のトーロー港の個体群の月例採集調査から、例年10～11月に大規模な、6～7月に小規模な新規加入があることと、1985年生まれが1988年1月まで、1986年生まれが1988年9月まで生存したことを観察した。これらの知見から1985年の個体群がその年の6月生まれとしたら、この年群が最大2年6ヶ月、10月生まれとしたら、2年4ヶ月間生存したことになる。

日本国内に持ち込まれた本種の生存に関する情報も少ない。その中で、より原産地に近い沖縄県の沖縄本島で行われた養殖種としての種苗導入試験では、1985年7月に幼生に孵化した個体を野外飼育条件に移し、1987年4月まで野外の垂下いけすとロープでの飼養を試みている。その結果、1986年9月から1987年4月までの間に異なる4つの飼育実験区での生存率78.0-84.0%を記録した。この後本個体がどこまで生存したかの情報はない。（嘉数・知名, 1988）

植田（2001）による本州中部に位置する相模湾の江の島の生息個体情報によれば、本種は通常この島の北西海岸の岩礁潮間帯に生息する。これらの個体には冬季成長停滞に伴う成長阻害輪が形成され、阻害輪が0～3輪持つ個体が同時期に生息し、最多では4輪有する個体を認めている。このことより植田（2001）は、江の島では最長4年生存する個体がいることを述べている。

本調査では、満2年を超える期間まで生存個体のいることと、その生存率は約1%だったことまで判明した。しかしその後の生存については調査中であるため、今後の結果が待たれる。

成長に関する情報では、インドのベンガル湾において1年間で殻長83-119mmに成長しており（Rajagopal et al., 1998）、シンガポールのある個体群では14（10～4ヶ月）-16mm（6～9ヶ月）/月の成長量であったことが報告されている（Low et al., 1991）。フィリピンでは水質や餌条件が好適の場合、10mm/月程度の成長量が見られるという（嘉数, 1985）。

日本と同様に外来生物となっている香港では殻長が1年で49mm、2年で73.2mm、3年で93mmに成長するとする推定がある（Cheung, 1993）。またこの場所での水温は年間16-31℃の間（年間平均水温23.8℃）で変化し、溶存酸素は明瞭な季節変化がなく5.52mg/L、塩分は28.4PSUの各年間平均値を得ている（Cheung, 1993）。

日本国内のデータでは、沖縄県の石垣島での養殖導入試験の結果、受精後21日目に稚貝の着生が始まり、いずれも平均殻長で158日目に28.3mm、240日目に37.6mm、

320日目に59.0mmに成長したという報告がある（村越・嘉数, 1986）。また石垣島の周辺水温は年間で19.6-30.4℃の間で変化するとされている（村越・嘉数, 1986）。

今回の観察結果では、2008年生まれの同一世代の個体の新規付着が8月頃起こり、その後4ヶ月経過した12月に23mm程度、12ヶ月経過した翌年の7月に47mm、13ヶ月経過した8月に51mm、25ヶ月経過した翌々年の8月に73mm程度に平均殻長が達しており、遠隔の地間であるものの、香港における成長と似た結果を得た。今調査では約19ヶ月経過した時点で最大で83.0mmの個体が得られている。また採集個体の殻長変化は明らかな季節性を示し、春季から秋季にかけて徐々に大きくなる傾向を示し、冬季には変化がほとんど見られなかった。これには冬季著しく低下する水温の影響があるものと見られるが、成長時期に餌量が豊富であることも要因として考えられる。今回の水質データでは水温が冬季平均12℃台まで下がるが、実測値（10分間隔で計測した測定値）では10℃を全く下回らない条件であり、このような場所では成長は停止するものの一部の個体の越冬も観察された。餌量の目安となるクロロフィル量と成長との関係では、成長が春から秋にかけて見られるのに対して、クロロフィルは秋に低い値を示すことから、明確な関連性が見られなかった。しかし本種は植物プランクトンのほかに動物プランクトンやデトリタスも餌として利用するとされており（Vakily, 1989）、餌量要因と本種の成長との関連ではより詳しい解析が必要と考えられる。

調査期間後の2010年9月以降も当地で個体が生存し、成長を続けるかどうかは今後の調査に待ちたい。

### 謝 辞

国土交通省関東地方整備局横浜港湾空港技術調査事務所の所員各位には調査に便宜を図るなど、多大の協力をいただいた。ここに記して深謝の意を表したい。

### 引用文献

- 青野良平, 1987. 江戸前の貝. みたまき, (21): 34-35.  
青野良平, 1989. 京浜運河のミドリイガイ（3度目の冬を越したミドリイガイ）. みたまき, (23): 14-16.  
Berry, P. F. & M. H. Schleyer, 1983. The brown mussel *Perna perna* on the Natal coast, South Africa: utilization of available food and energy budget. *Marine Ecology Progress Series*, 13: 201-210.  
Cheung, S. G., 1993. Population dynamics and energy budgets of green-lipped mussel *Perna viridis* (Linnaeus) in a polluted harbor. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, (168): 1-24.  
嘉数 清, 1985. ミドリイガイの導入試験. 沖縄県水産試験場 編, 昭和58年度沖縄県水産試験場報告書, pp.163-166. 沖縄県水産試験場, 沖縄.

- 嘉数 清・知名 弘, 1988. ミドリイガイの養殖試験. 沖縄県水産試験場 編, 昭和61年度沖縄県水産試験場事業報告書, pp.139-143. 沖縄県水産試験場, 沖縄.  
Lee, S. Y., 1985. The population dynamics of the green mussel, *Perna viridis* (L.), in Victoria Harbour, Hong Kong - Dominance in a polluted environment. *Asian Marine Biology* 2: 107-118.  
Low, K. L., H. W. Khoo, & L. L. Koh, 1991. Ecology of marine fouling organisms at eastern Johore strait. *Environmental Monitoring and Assessment*, 19: 319-333.  
村越正慶・嘉数 清, 1986. 沖縄におけるミドリイガイの種苗生産と養成試験. 水産増殖, 34(2): 131-136.  
鍋島結子, 1968. ミドリイガイについて. かいなかま, 2(4): 15-20.  
Rajagopal, S., V.P. Venugopalan, K. V. K. Nair, G. van der Velde, H. A. Jenner, & C. den Hartog, 1998. Reproduction, growth rate and culture potential of the green mussel, *Perna viridis* in Edaiyur backwaters, east coast of India. *Aquaculture*, (162): 189-197.  
Siddal, S. E., 1980. A clarification of the genus *Perna* (Mytilidae). *Bulletin of the Marine Science*, 30(4): 858-870.  
杉谷安彦, 1969. 瀬戸内海で採れたミドリイガイについて. ちりぼたん, 5(5): 123-125.  
丹下和仁, 1985. 東京湾に発生したミドリイガイ. みたまき, (18): 26.  
植田育男, 2000. 日本沿岸におけるミドリイガイの分布. 動物園水族館雑誌, 41(2): 45-53.  
植田育男, 2001. ミドリイガイの日本定着. 日本付着生物学会 編, 黒装束の侵入者, pp.27-45. 恒星社厚生閣, 東京.  
植田育男, 2009. 相模湾および周辺海域における2001年以降のミドリイガイの生息状況（2009年度（第16回）日本付着生物学会研究集会講演要旨）. *Sessile Organisms*, 26(2): 95.  
植田育男・萩原清司, 2009. 相模湾江の島における潮間帯イガイ科二枚貝類相. 神奈川自然誌資料, (30): 41-48.  
植田育男・西 栄二郎・眞田将平・下迫健一郎, 2010. 横浜港内の人工干潟におけるミドリイガイの越冬温度条件. 神奈川自然誌資料, (31): 13-18.  
Vakily, J. M., 1989. The biology and culture of mussels of the genus *Perna*. ICLARM Studies and Reviews 17. 63pp. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila.

植田育男：新江ノ島水族館

坂口 勇：電力中央研究所

佐藤恵子・白井一洋：

国土交通省関東地方整備局横浜港湾空港技術調査事務所