

東扇島東公園人工海浜生物調査結果（2013 年度）

Biological Survey Result of the Artificial Beach in Higashi Ohgishima East Park (2013)

永山 恵
岩渕 美香

Megumi NAGAYAMA
Mika IWABUCHI

小林 弘明
中村 弘造

Hiroaki KOBAYASHI
Kozo NAKAMURA

要旨

「川崎市環境基本計画」では基本的施策として生物多様性の保全を掲げており、市域に生息する生物とその生息地の保全・回復・創出に取り組むとともに、関連調査や普及啓発の取り組みを進めることとしている。本報告は、この計画に基づき実施した東扇島東公園人工海浜の生物及び底質調査結果をとりまとめたものである。

2011 年度から調査を行なっているアオサ属については、今年度も 8 月から 10 月にかけて大量繁茂を確認し、その構成種は主にミナミアオサであることが分かった。また、アサリについても 2010 年度から調査を行っており、人工海浜で採取されたアサリは東京湾沿岸域で発生した幼生が移流により人工海浜に着底し、成長したものと考えられるが、産卵が行われる前に採取されており、年間を通して採取圧にさらされていることが分かった。

生物多様性の保全や人工海浜の親水利用の観点から、今後もアオサを含めた人工海浜における生物の生息、生育状況をモニタリングする必要があると思われる。

キーワード：人工海浜、アサリ、アオサ属、

Key words: Artificial beach, Littleneckclam, *Ulva* spp.

1 はじめに

2008 年に供用を開始した東扇島東公園内には、砂浜、磯場などを持つ人工の「かわさきの浜」（以下、人工海浜）が設けられ、身近な海に触れられる親水の間となっている。この人工海浜は本市内では約 50 年ぶりに復活した砂浜であるが、開園当初から海藻や魚類、貝類、水鳥など様々な生物の生息の間となっている。また、人工海浜は、東京湾に接しており周辺海域に生息する海洋生物の移流を考えると、生物多様性の観点から、人工海浜は東京湾西側湾奥部の貴重な浅場の一つでもある。

本研究所では 2010 年度から東扇島東公園人工海浜で生物及び底質調査を実施しているが、2011 年以降、人工海浜でよく見られる生物であるアサリの生育状況は芳しくなく、特に潮干狩りの対象である 2 cm 超のアサリが少ない状況が続いている¹⁾、²⁾。また、異常増殖により美観を損ねるだけでなく海底の動植物にも悪影響を及ぼすと考えられている³⁾ アオサ属についても、海岸線に堆積する緑潮（グリーンタイド）の出現が東京湾内の各浅場で報告されており、人工海浜においても 2011 年の調査開始以降、毎年確認されている²⁾、³⁾。

そこで、今年度は親水利用の観点から実施してきたアサリの個体数及び殻長調査に加え、グリーンタイドの原因となるアオサ属に着目し、種の同定及び構成種の解析を実施したので、その結果を報告する。

2 調査日時及び気象等

調査は毎月 1 回、計 12 回実施した。表 1 に調査日時及び気象等を示した。なお、潮位は気象庁の潮位表基準面からの高さである。

表 1 調査日時及び気象等

調査日時	天候	日中最高潮位(cm)
2013年4月25日 9:55～	晴れ	10:36(13)
2013年5月24日 10:00～	晴れ	10:12(5)
2013年6月25日 9:48～	曇り	12:14(-2)
2013年7月22日 10:14～	曇り	10:33(6)
2013年8月23日 10:30～	曇り	12:17(39)
2013年9月18日 9:47～	晴れ	10:03(40)
2013年10月5日 10:20～	小雨	11:00(57)
2013年11月5日 10:20～	晴れ	11:51(86)
2013年12月2日 9:42～	晴れ	10:11(91)
2014年1月22日 14:05～	晴れ	14:23(70)
2014年2月18日 9:35～	晴れ	12:50(50)
2014年3月3日 10:35～	曇り	12:18(32)

3 調査地点及び調査地点概況

調査を実施した人工海浜の位置を図 1 に示した。



図 1 人工海浜の位置

続いて調査地点の位置を図2に示した。調査地点は人工海浜内の3ヶ所を選択し、生物（アサリ及びアオサ属）と底質調査を実施した。

地点1（St.1）は、南側に位置する手すり端から海岸線に向かって20～29mの範囲内で、岸壁から5mの干出している地点とした。地点2（St.2）は、中央部に位置する階段から汀線に向かって44～55mの地点とした。地点3（St.3）は、北側に位置する階段から14～21mの範囲内で、壁から8～19mの範囲内の干出している地点とした。St.3は大きな岩が点在する磯場を形成しており、潮位によって潮溜まりも見られた。



図2 調査地点位置

4 調査項目及び調査方法

調査項目と調査方法は次のとおりである。

4.1 底質

各調査地点に30cm×30cmの枠を置き、枠内の任意の1点で表2に示した項目の測定を実施した。海水温は調査地点から海岸線に向かって延長方向の海中で測定した。

表2 底質調査項目

項目		観測方法・分析方法
現場観測項目	泥温	棒状温度計による測定
	臭気	現場での官能
	気温	棒状温度計による測定
	外観	現場での目視観察
	泥色	標準土色帳による観測
分析項目	pH	PH計（東亜 DKK ガラス電極式水素イオン濃度計 HM-14P）により測定
	酸化還元電位	ORP計（東亜 DKK 酸化還元電位計 RM-20P）により測定

4.2 アサリ

底質調査を行なった枠の周囲3箇所ハンドシャベルを使用して20cm×20cm×20cmの範囲で底質を採取し、1mmメッシュの篩でふるった後、篩に残ったアサリの個数及び各個体の殻長を記録した。

4.3 アオサ属

各調査地点から汀線に向かった延長方向の海中及び浜で見られたアオサを1地点につき5枚程度採取し、チャック付ビニール袋に入れて持ち帰った。アオサ属は形態による分類が困難であることから、持ち帰ったアオサは遺伝子解析（PCR-RFLP法⁴⁾により種の同定を行った。

5 調査結果及び考察

5.1 現場観測項目及び底質性状

現場観測項目及び底質性状を表3に、各地点の気温、海水温、泥温の変動を図3に、酸化還元電位（ORP）の月別変動を図4に、pHの月別変動を図5に示した。

底質性状をみると、St.1は砂地であり、pHは6.4～7.8の範囲、酸化還元電位は実測値で105～371mVの範囲であった。St.2は粗い砂地であり、pHは6.6～7.9の範囲、酸化還元電位は実測値で54～334mVの範囲であった。St.3は大きな岩や数cm程度からこぶし大の石が点在しており、pHは6.2～8.1の範囲、酸化還元電位は-148～282mVの範囲であった。泥色は、黒褐色、オリーブ黒、オリーブ褐など様々であったが、St.3では表層から3cm程度掘り返すと黒色の還元状の泥が現れた。

また、底質性状を地点ごとに比較すると、各地点の泥温（図3）は、気温及び水温と類似した変動を示し、8月には30℃付近にもなった。また、地点間による差異はほとんど見られなかった。

各地点の酸化還元電位（図4）は、ほとんどの月、地点で0～200mVの間の値であったが、8月に300mV付近まで上昇し、St.3のみ9、10月に-100mVを下回った。また、地点間を比較すると、St.1とSt.2は類似した変動を示したが、St.3は月による変動が大きく、他の2地点よりも低い値を示す傾向があった。官能による臭気の判定でも、St.3は夏から秋にかけて硫化水素臭を呈しており、酸化還元電位の測定結果と一致した。これは、St.1及びSt.2が砂地で構成され、海水による底質の攪拌及び酸素の供給が盛んであるのに対し、St.3は点在する大きな岩により海水による底質の攪拌や酸素の供給が不十分となっているためと考えられる。

各地点のpH（図5）は年間を通して6.0～8.0の範囲で推移しており、St.2、St.3に比べてSt.1が低くなる傾向が見られた。

表3 現場観測項目及び底質測定結果

項 目		単位	平成25年4月25日			平成25年5月24日			平成25年6月25日			平成25年7月22日		
			st.1	st.2	st.3	st.1	st.2	st.3	st.1	st.2	st.3	st.1	st.2	st.3
測 定 時 刻			9:55	11:10	10:42	10:00	10:45	11:05	9:48	10:05	10:35	10:14	10:40	12:16
天 候			晴			晴			曇			曇		
現場観測項目	泥 温	℃	17.7	20.0	19.5	29.2	30.7	28.5	25.9	28.8	27.9	28.5	29.4	31.3
	臭 気		無臭	無臭	無臭	微磯臭	無臭	微磯臭	磯臭	無臭	磯臭	無臭	無臭	無臭
	気 温	℃	19.0			25.5			27.0			28.0		
	水 温	℃	18.0			23.0			21.0			27.2		
	外 観		砂	砂	還元砂	粗砂	粗砂	泥	粗砂	粗砂	泥	細砂	細砂	細砂
	泥 色		黒褐色	オリーブ黒	オリーブ黒	黄灰	灰白色	暗灰黄	灰オリーブ	灰	灰オリーブ	灰	黄灰	灰オリーブ
	pH		6.5	6.6	6.2	6.4	6.7	7.6	7.4	7.6	7.8	6.5	7.0	7.8
	酸化還元電位	mV	127	203	201	105	178	90	195	177	149	136	196	30

項 目		単位	平成25年8月23日			平成25年9月18日			平成25年10月5日			平成25年11月5日		
			st.1	st.2	st.3	st.1	st.2	st.3	st.1	st.2	st.3	st.1	st.2	st.3
測 定 時 刻			10:30	11:00	11:25	9:47	10:25	11:05	10:20	10:40	11:05	10:20	10:35	11:10
天 候			曇			晴			小雨			晴		
現場観測項目	泥 温	℃	30.7	30.9	30.8	26.6	26.7	28.2	20.2	20.4	21.3	18.3	18.5	19.6
	臭 気		微磯臭	磯臭	硫化水素臭	無臭	無臭	弱硫化水素臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	弱硫化水素臭
	気 温	℃	32.0			24.5			18.0			16.0		
	水 温	℃	31.0			22.0			20.0			19.0		
	外 観		粗砂	粗砂	粗砂	泥砂	粗砂	泥砂	細砂	細砂	細砂	砂状	細砂	細砂
	泥 色		灰オリーブ	灰オリーブ	黒褐色	オリーブ黒	オリーブ黒	オリーブ黒	オリーブ灰	オリーブ黒	オリーブ黒	オリーブ黒	オリーブ黒	暗オリーブ
	pH		7.1	7.9	8.0	7.7	7.6	7.7	7.0	7.6	7.4	7.3	7.5	7.3
	酸化還元電位	mV	371	334	282	167	54	-148	178	169	-92	192	203	173

項 目		単位	平成25年12月2日			平成26年1月22日			平成26年2月18日			平成26年3月3日		
			st.1	st.2	st.3	st.1	st.2	st.3	st.1	st.2	st.3	st.1	st.2	st.3
測 定 時 刻			9:42	9:57	10:30	14:05	14:20	14:50	9:35	9:55	10:25	10:35	10:55	11:22
天 候			晴			晴			晴			曇		
現場観測項目	泥 温	℃	15.6	16.5	16.4	11.1	11.4	11.0	8.5	9.2	9.2	10.1	11.7	13.2
	臭 気		無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭
	気 温	℃	14.0			8.0			6.5			8.5		
	水 温	℃	15.5			12.0			9.5			10.7		
	外 観		砂状	砂状	砂状	細砂	粗砂	細砂	細砂	粗砂	細砂	砂状	粗砂	細砂
	泥 色		暗オリーブ褐	オリーブ黒	オリーブ黒	オリーブ褐	オリーブ褐	オリーブ黒	暗オリーブ	オリーブ褐	オリーブ褐	灰オリーブ	オリーブ黒	オリーブ黒
	pH		7.7	7.9	8.0	7.2	7.9	8.1	7.8	7.8	7.9	7.7	7.4	7.7
	酸化還元電位	mV	184	174	192	143	174	54	198	201	210	219	221	157

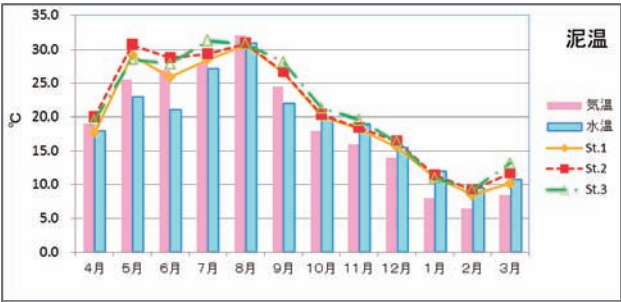


図3 気温、水温及び泥温の月別変動

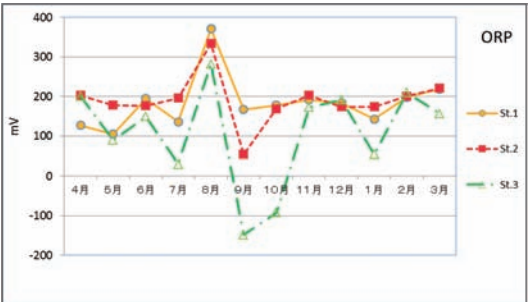


図4 酸化還元電位の月別変動

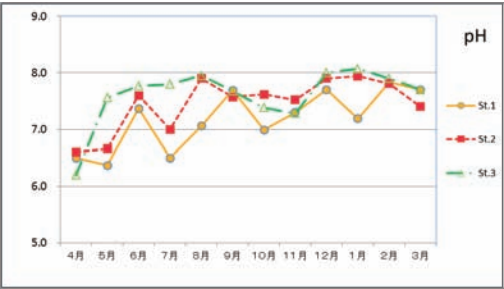


図5 pHの月別変動

5.2 アオサ属

各月のアオサ属の繁茂状況を写真1に、持ち帰ったアオサ属の同定結果を表4に、アオサ属の構成比を図6に示した。

4月から12月にかけて海中に浮遊またはロープに付着した状態のアオサを、2月はSt.3の大きな岩にわずかに付着したアオサを確認した(写真1)。特に8月から10月にかけては浮遊したアオサが浜辺に打ち上げられ、いわゆる「グリーンタイド」を形成していた。国立環境研究所が2010年に行った調査³⁾でも、東扇島東公園では秋季にグリーンタイドの発生を確認していることから3年前と同様の傾向を示していた。

さらに、現地から持ち帰ったアオサ属断片を用いて遺伝子解析を行った結果(表4)、7月、11月及び2月はリボンアオサとミナミアオサが混在し、それ以外の調査月に見られた種は全てミナミアオサであった。なお、1月はアオサが見られず、3月は同定に適した試料が見られなかったため採取を行わなかった。

日本国内では、在来種であるアナアオサ(*Ulva pertusa*)、ヤリボンアオサ(*Ulva fasciata*)がグリーンタイドの形成種とされているが、国立環境研究所の調査³⁾によると、東扇島東公園では南方系の新種といわれるミナミアオサ(*Ulva ohnoi*)も確認されており、その構成比は多い順にミナミアオサ、アナアオサ、リボンアオサであった。表4及び図6から、本調査でもミナミアオサとリボンアオサを確認したが、アナアオサは確認されなかった。国立環境研究所の調査結果との比較から、3～4年間のうちに本調査地点に漂着し繁茂するアオサの種が変化してきている可能性が示唆された。

グリーンタイドの発生によって、沿岸域の景観の悪化、アサリなどの貝類の死滅など様々な悪影響が懸念されている³⁾ため今後も詳細な調査を行い、監視を続けていく必要があると考えられる。

写真1 アオサ属繁茂状況

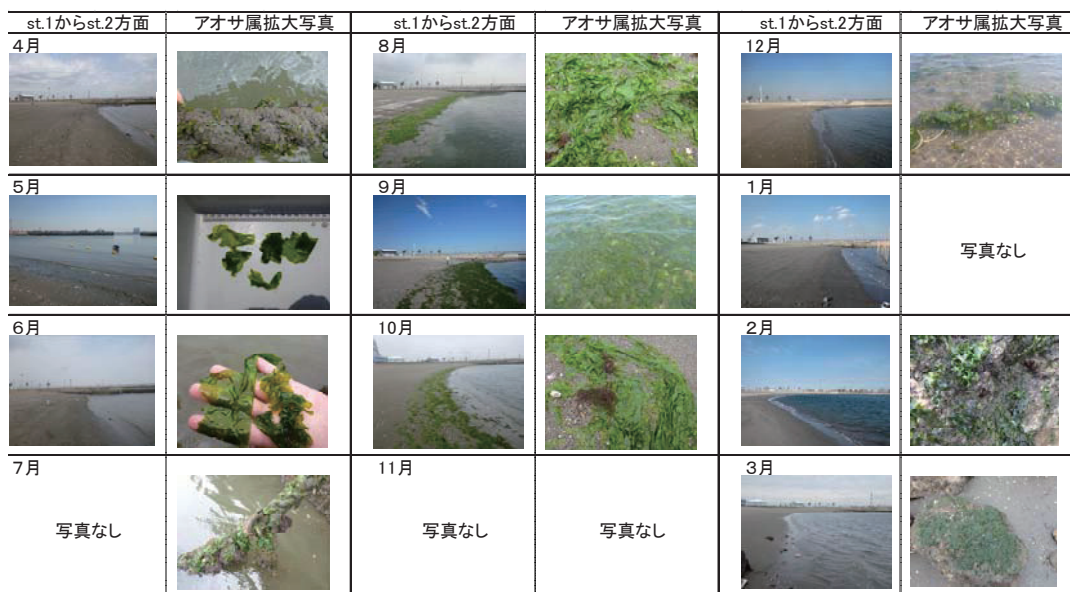


表4 アオサ属同定結果

	st./n	同定数(枚)/採取枚数(枚)				st./n	同定数(枚)/採取枚数(枚)		
		ミナミアオサ	アナアオサ	リボンアオサ			ミナミアオサ	アナアオサ	リボンアオサ
4月	1	5/5	-	-	10月	1	5/5	-	-
	2	採取なし	採取なし	採取なし		2	5/6	-	-
	3	5/5	-	-		3	3/5	-	-
5月	1	4/5	-	-	11月	1	5/5	-	-
	2	採取なし	採取なし	採取なし		2	4/5	-	1/5
	3	4/5	-	-		3	5/5	-	-
6月	1	4/5	-	-	12月	1	5/5	-	-
	2	採取なし	採取なし	採取なし		2	5/5	-	-
	3	採取なし	採取なし	採取なし		3	5/5	-	-
7月	1	5/5	-	-	1月	1	採取なし	採取なし	採取なし
	2	4/5	-	-		2	採取なし	採取なし	採取なし
	3	2/5	-	3/5		3	採取なし	採取なし	採取なし
8月	1	4/5	-	-	2月	1	採取なし	採取なし	採取なし
	2	3/5	-	-		2	採取なし	採取なし	採取なし
	3	4/5	-	-		3	1/5	-	4/5
9月	1	5/5	-	-	3月	1	採取なし	採取なし	採取なし
	2	4/5	-	-		2	採取なし	採取なし	採取なし
	3	採取なし	採取なし	採取なし		3	採取なし	採取なし	採取なし

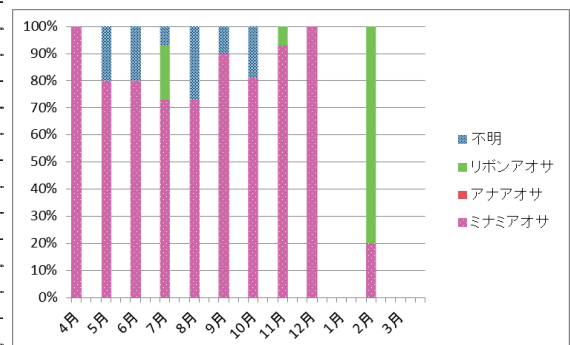


図6 アオサ属構成比

5.3 アサリ

5.3.1 アサリの採取個体数及び殻長

各地点で採取したアサリの月別、地点別個体数を図7に、月別、地点別殻長を図8に、月別、地点別平均殻長を図9に示した。平均殻長とは、各月に各地点で採取したアサリの殻長の平均を求めたもので、個体数のみでなく、殻長をモニタリングすることでアサリの成長を把握することが可能となる。

アサリの月別総個体数は、9月に最も多く、次いで3月、8月、4月という順であり、春と秋に増加する傾向が見られた(図7)。地点別にみると、4～6月まではSt.1で多く見られたが、7月以降はSt.3での採取個体数が最も多かった。St.2では採取個体数が年間を通して10個未満であった。

また、殻長別に見てみると4月にSt.1で多く見られたアサリは殻長25mm以下の比較的小さな個体であった(図8)。同様に、8月、9月にSt.3で多く見られたアサリも殻長25mm以下であったのに対し、1月、3月は殻長25mm超の比較的大きな個体が見られた。平均殻長を見てみると、St.1では7月が、St.2では3月が、St.3では5月が最大となった(図9)。St.3は他2地点と比較すると年間を通して殻長が大きいものが見られた。

東京都島しょ農林水産総合センター⁵⁾によれば東京湾でのアサリの産卵期は春と秋の2回であり、2～3週間浮遊生活を送り、殻長が0.2mm前後で海底に着底する。また、国土技術政策総合研究所⁶⁾によれば、アサリの成熟個体は殻長40mm、殻高30mmで、受精後約6ヶ月で殻長10mm、約1年後で殻長25mm、約2年後で殻長35mm、約3年後には殻長40mmに成長する。また、殻長25mm以上になると、全ての個体で産卵可能とされている。

4月や8月、9月に見られた個体は殻長25mm未満と比較的小さく採取個体数も多いことから、春や秋に発生した個体が人工海浜に定着し、発生後1年未満の状態であったと推測される。しかし、春もしくは秋に多数の個体を確認できた以降は、徐々に殻長の大きな個体が見られるようになってきているものの、採取個体数が激減している。これは、潮干狩りによる採取圧が影響していると考えられる。実際、本調査地点は年間をとおして潮干狩り場として定着しており、常に採取圧にさらされている。St.3は、St.1やSt.2に比べてやや還元的な底質環境であるにも関わらず多くのアサリを確認しているが、これは岩や礫が多く、アサリを採取しにくい地点であるため、潮干狩りで採取されずに残って成長した個体を調査時に採取したと考えられる。

採取圧による個体数の増減の影響を最小限とするため平均殻長を算出したところ、春と秋の平均殻長が低く、徐々に増加していることから、定着したアサリが成長していることを確認できた。採

取個体数のピークが月を追うごとに殻長の大きくなる方へ移動していることや平均殻長が春または秋以降に増加していることから、本調査地点は春と秋の産卵期にアサリの着底が認められ、成育・成長するのに十分な環境であることが示唆された。

また、粕谷⁷⁾は東京湾において、殻長100μm以下のアサリの幼生は盤洲や富津の周辺海域、及び羽田～三枚洲、横浜、市原周辺等で多く分布しており、アサリの発生場所の可能性があると報告している。調査で確認されたアサリのほとんどが25mm未満の受精1年以内の個体で、25mm～35mmの2年目以降の個体はわずかであったことから、本調査地点のアサリは着底後産卵の認められる殻長に至る前に採取されていると考えられる。すなわち、人工海浜に毎年発生するアサリは人工海浜の成貝が産卵したものではなく、付近の海域で産卵し浮遊したものが移流してきたものと考えられる。

5.3.2 アサリの採取個体数と底質

次に、底質性状とアサリの採取個体数の関係を図10に示した。

アサリの採取個体数と泥温の関係をみると、アサリは8℃～32℃と広い温度範囲で採取でき、採取数は概ね20個未満であった。また、100個を超えた地点が2地点、40～50個程度の採取数の地点が3地点であった。間隙水を含んだ泥温は表層1cm、アサリの採取深度は表層～約20cmの間で測定しており、必ずしもアサリの採取地点付近が測定した泥温であるとはいえないが、泥温との明瞭な関係は認められず様々な温度帯で確認できた。「三重県アサリ資源管理マニュアル(2011)」⁸⁾によるとアサリが成長するための最適水温は20～25℃、成長可能水温は10～30℃であることから、人工海浜では、最適水温の範囲外でも比較的多くのアサリの生息を確認できた。

アサリの採取数と酸化還元電位の関係をみると、-150mV～350mV(Eh値に換算して約50mV～約550mV)の範囲でアサリが採取できた。100個以上採取できた地点が2地点あるが、約-150mV(Eh値約50mV)と約150mV(Eh値約360mV)など、約300mVの差があった。Eh値とは、酸化還元電位測定時に標準水素電極を用いた場合の電位差であるが、他の比較電極を使用した場合には一定の電位差を加算する必要がある。宮城県調査結果⁹⁾では、底質の酸化還元状態におけるアサリの生存率と浮泥との関係より、生存限界はEh値-130mV～-150mVであり、還元浮泥が泥地において制限要因になると指摘しているが、人工海浜における底質の酸化還元電位のEh値は十分にアサリの生存可能範囲にあることがわかった。

アサリの採取数とpHの関係をみると、アサリはpH6.0～8.5の範囲内で採取でき、特にpH7.5～8.0付近の地点で多くのアサリが採取できた。

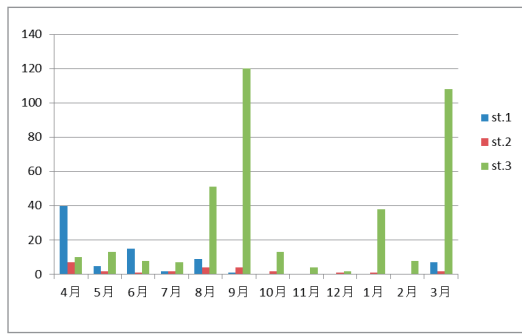


図7 アサリの月別、地点別個体数

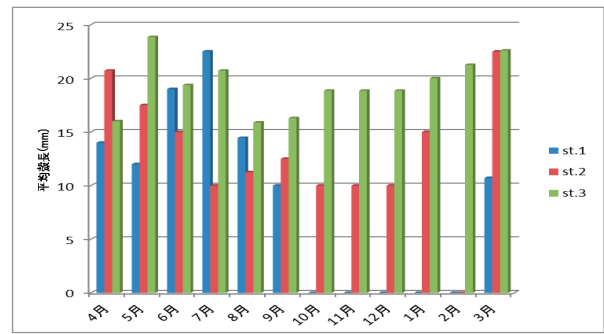


図9 アサリの月別、地点別平均殻長



図8 アサリの月別、地点別殻長

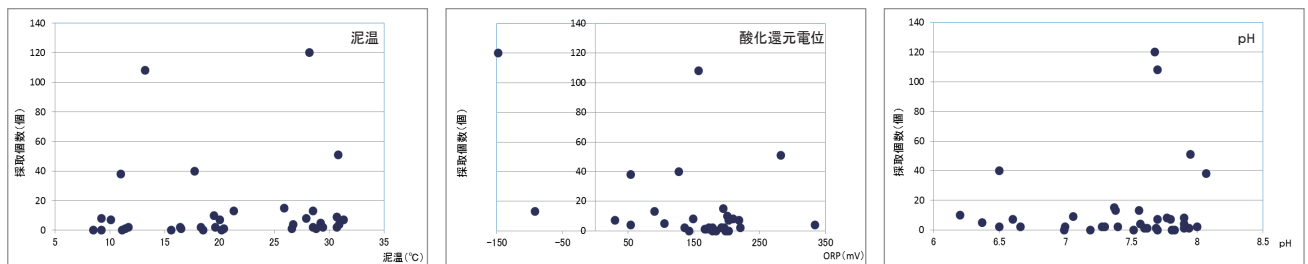


図10 底質性状に対するアサリの採取個体数

6 まとめ

本調査結果から、以下のことが確認された。

- (1) 調査地点の底質性状は、夏季に St. 3 の酸化還元電位の低下が見られたものの、調査地点間で大きな差異は見られなかった。
- (2) 8月から10月にかけて人工海浜に漂着し、グリーンタイドを形成するアオサ属は、ミナミアオサであった。グリーンタイド未発生時のアオサにはリボンアオサが含まれていることもあり、これらの構成種の変動とグリーンタイドの発生等について今後も調査を継続していく必要がある。
- (3) 東扇島人工海浜では春季及び秋季に殻長の小さなアサリが多数確認された。また、アサリの採取個体数や平均殻長の年間変動は、周辺の底質環境よりも、春から秋にかけてかかる採取圧の影響が大きいことが分かった。人工海浜でのアサリの生育状況を正確に把握するためには、採取圧のかからない地点で引き続き調査を継続する必要があると考えられた。

人工海浜は市内でも数少ない海の親水施設であり、また、水生生物にとっても重要な生育・生息場所であることから、人工海浜の生態系に影響を与えかねないアオサの繁茂状況を含め、人工海浜に生息している生物について今後もモニタリングを継続する。

謝辞

本調査は、Ⅱ型共同研究の手法を用いて実施しました。本調査の実施にあたり、調査手法や生物生息に係る環境評価等について、国立環境研究所生物・生態系環境研究センター生態遺伝情報解析研究室主任研究員の矢部徹様から多大なる御指導及び御鞭撻を賜りましたことをここに深謝いたします。

文献

- 1) 川崎市ホームページ
<http://www.city.kawasaki.jp/580/page/0000001282.html>
- 2) 岩渕美香、小林弘明：東扇島東公園人工海浜生物調査結果（2012年度）、川崎市環境総合研究所年報第1号、66-72(2013)
- 3) 石井裕一：海藻がもたらす環境問題ーグリーンタイドの発生と構成種の特徴ー、国立環境研究所ニュース、29巻6号、7-9（2011）
- 4) 玉置雅紀：DNA情報による種分類ー配列を調べないで配列の違いを知るー、国立環境研究所ニュース、31巻6号、6-8（2012）

- 5) 東京都島しょ農林水産総合センターホームページ
<http://www.ifarc.metro.tokyo.jp/27,1025,55,226.html>
- 6) 藤田光一、伊藤弘之、藤井都弥子、小路剛志、安間智之：水域生態系モデルを活用した水循環政策評価、国土技術政策総合研究所資料第300号、37-52(2005)
- 7) 粕谷智之：東京湾におけるアサリ浮遊幼生の動態、水産総合研究センター研究報告別冊第3号、51-58（2005）
- 8) 三重県：三重県アサリ資源管理マニュアル（2011）
- 9) 高橋清孝、佐藤陽一、渡辺競：アサリの生存限界に関する実験的検討、宮城県水産試験場研究報告、44-58(1986)