

多摩川河口干潟の生物及び底質調査結果（2011年度）

Biological and Sedimentary Survey Result of the Tama River Tideland (2011)

小林 弘明
永山 恵
岩渕 美香

Hiroaki KOBAYASHI
Megumi NAGAYAMA
Mika IWABUCHI

要旨

本調査は、「川崎市環境基本計画」に基づき、生物多様性及び自然環境保全の観点から多摩川河口干潟の生物分布及び底質について把握し、その結果を生物の生息域保全のための基礎資料とすることとして行った。

調査地点付近では、2010年10月から2011年5月まで、国土交通省の高規格堤防事業が行われ、2011年の冬季調査（2月実施）では、生物数等が減少したことから、高規格堤防事業による影響の可能性が懸念された。そのため、2011年度は、2010年度と同様の地点である川崎区の工業地帯と羽田空港に挟まれた、多摩川河口から約1km上流の右岸約100m×150mの範囲とし、春季、夏季、秋季、冬季を通しての底質及び生物の生息状況について調査した。2010年度調査と比較すると、生物門数は若干低下し、ヤマトオサガニなどの甲殻類の確認数は減少したが、構成する生物の割合に大きな変化は見られなかった。これらのことより、高規格堤防事業により地形、底質に若干の変化があったものの、生息する生態系等に大きく影響を与えるものではなかった。

キーワード： 干潟、底生動物、底質
Key words : Tideland, Benthic animals, Sediment

1はじめに

近年、自然環境保全の観点として、また、遺伝資源としても生物多様性の重要性が多く論じられている。干潟は、潮汐によって表層が冠水、乾出が繰り返されることから、水生生物のみならず乾燥に耐性のある生物、それを餌とする鳥類など多種多様な動植物が生息し、生態系保全の観点からも重要視されている。また、2012年に開催されたラムサール条約締結会議においては、新しくラムサール条約湿地¹⁾に日本の干潟が登録されるなど湿地や干潟に対しての関心が国内外で高まっている。

川崎市は、東京湾奥部に残る数少ない天然の干潟である多摩川河口干潟を有している。干潟は、水鳥等の餌場、渡り鳥の中継地となっているだけでなく、汽水域という特殊な水環境であるため、様々な底生動物が生息している。また、海藻や微小藻類による基礎生産、水質浄化の場、水産利用や地域住民の親水の場としての機能を担っている。その他にも水辺に根付く植物によって水中と陸という性質の異なる環境をゆるやかにつなぐ役割も果している²⁾。この様に多様な機能を持つ干潟は、近年その重要度が注目されており、市民の関心も高まっている。また、汽水域でもある干潟に生息する生物は、生物多様性的観点からも、生物資源としても価値が高い。

本市では「川崎市環境基本計画」において、生物多様性の保全、自然に関する情報の収集・整理・活用を目的として、市内河川や河口干潟等における水生生物の調査の実施を定めている。

本研究所でも、多摩川河口干潟において2005年度から毎年地点を変えて生物及び底質の調査^{3)～7)}を

実施してきた。2011年度は、調査期間中に国土交通省による高規格堤防事業が実施されたためか、2011年度の冬季調査では、生物数が減少し、事業による影響の可能性が懸念された。そこで2011年度は、2010年度の調査地点と同じ地点で多摩川河口干潟の生物及び底質調査を実施した。また、河口干潟で採取されたヤマトシジミの採取個体数からヤマトシジミの生息適正環境評価を行った。さらに、2005年度より実施してきた多摩川河口干潟の調査結果を地点ごとにまとめ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、春季、夏季、秋季、冬季の計4回実施した。表1に調査日時及び気象等を示す。なお、潮位は潮位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	季節	天候	気温(℃)	水温(℃)	日中最干潮位(cm) ¹⁾
2011年4月20日 10:15～	春季	晴	13.0	22.2	-9(12:19)
2011年7月15日 9:55～	夏季	晴	29.0	-	18(11:03)
2011年10月12日 10:32～	秋季	晴	20.5	-	76(10:58)
2012年1月10日 12:00～	冬季	晴	7.0	-	89(11:37)

1) 日中最干潮位は潮位基準面からの高さ

※ 夏季、秋季、冬季の水温は欠測

3 調査地区及び調査概況

3.1 調査地区

調査地区は図1に示すように、川崎区の工業地帯と羽田空港にはさまれた、多摩川河口から約1km上流の右岸約100m×150mの範囲とした。なお、今回の調査地点は2010年度調査と同地点である。

3.2 調査地区概況

調査地区概要を図2に、調査地区写真を図3に示

した。調査地点は調査地区内から河川横断方向に3地点を選び、底質調査はその地点で、生物調査は同3地点の周辺で実施した。地点番号は、礫の多い場所と干潟の境をst.1(0m地点)とし、汀線に向かって50mの地点をst.2、100mの地点をst.3とした。また、春季、夏季調査では、潮汐により出現した干潟が大きく、汀線が明確に確認できたため、汀線をst.4(春季は、140m地点、夏季は123m地点)とした。なお、秋季、冬季調査では潮の引きが弱く、ほとんど干潟が出現しなかったため、秋季では、st.2を25.0m、st.3を47.0mとし、冬季では、調査地区を河口側に30mに移動し、st.1(0m地点)、st.1から10.0m地点の地点をst.2、15.0m地点をst.3とした。



図1 多摩川河口干潟調査地区

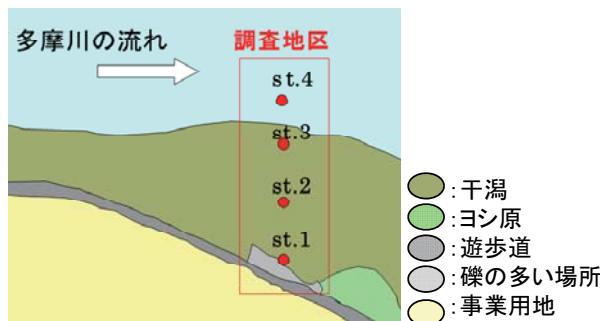


図2 調査地区概況

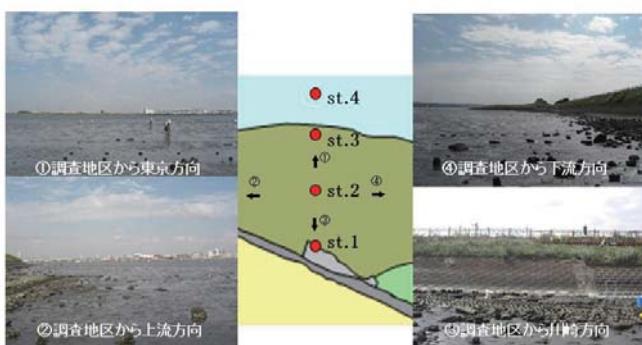


図3 調査地区写真

4 調査方法

4.1 周囲の状況

調査地点の周囲の状況を目視観察し記録を行った。

4.2 底質

調査地点の表層泥をハンドスコップ等で採取した。底質調査の様子を図4に示す。

採取した試料は表2に示す項目、方法により分析を行った。



図4 底質調査の様子

表2 現場観測項目、方法

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	現場での感覚
	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	粒度	規格 A 1204
	pH	「環境測定分析法注解」 社団法人日本環境測定分析協会 6.4.2
	酸化還元電位	「環境測定分析法注解」 社団法人日本環境測定分析協会 6.4.3
	乾燥減量	「底質調査方法」 II. 3
	強熱減量	「底質調査方法」 II. 4
	COD	「底質調査方法」 II. 20
	全窒素	「底質調査方法」 II. 18
	全リン	「底質調査方法」 II. 19

「底質調査方法」：昭和63年9月8日付け環水管第127号による調査方法

規格：日本工業規格

4.3 魚類及び底生動物

底生動物については、1ヶ所あたり30cm×30cm×15cm範囲の砂及び底泥をハンドスコップ等を用いて採取した。魚類は、潮流まりや汀線付近の川の中で投網を用いて採取した。各地点で採取、観察した生物は、種類を確認し記録を行った。生物が同定できない場合は写真に撮り、帰所後、文献等で確認した。

5 調査結果

5.1 干潟の状況

高規格堤防事業の前後における調査地点の様子を比較するため、2010年度と2011年度春季の現地の写真を図5に示した。

高規格堤防の設置により、堤防との境界線は干潟側にせり出した。また、礫等の配置等も変わり、堤防との境界線付近は水分の少ない固い地盤に変化した。また、堤防高が高く遊歩道からの傾斜も急になり、干潟との高低差が大きくなつた。



図5 調査地区概況写真

5.2 干潟の底質性状分析結果

底質調査結果を表3に示した。底質の粒度組成は、秋季のst.1と冬季st.2、st.3を除く全ての季節で砂質が泥質よりも多く、外観も砂又は細砂であった。秋季のst.1、冬季st.2、st.3では泥質が砂質よりも多く、外観は泥、又はより水分の多いキメの細かいヘドロ状であった。冬季のst.2、st.3は、前述のとおり干潟と陸地の境から10m、15mの地点であり、秋季のst.1とほぼ同じ地点であるため、おおよそ同じ粒度組成であったと考えられる。なお、秋季、冬季の調査では、外観、泥色などの底質の性状が2010年度の同時期と比較すると大きく変化し、また、全ての地点で泥質の占める割合が増えている。その要因としては、2011年秋に発生した大型の台風の影響が考えられる。

pHは6.9～8.2の範囲で季節、地点を問わず大きな変動はなかった。酸化還元電位は、秋季、冬季のすべての地点で還元状態であり、特にst.1は、季節を通じて還元状態であった。また、春季から秋季では、st.1からst.3に向かうに従い（汀線に向かうに従い）、還元状態から酸化状態に向かう傾向が見ら

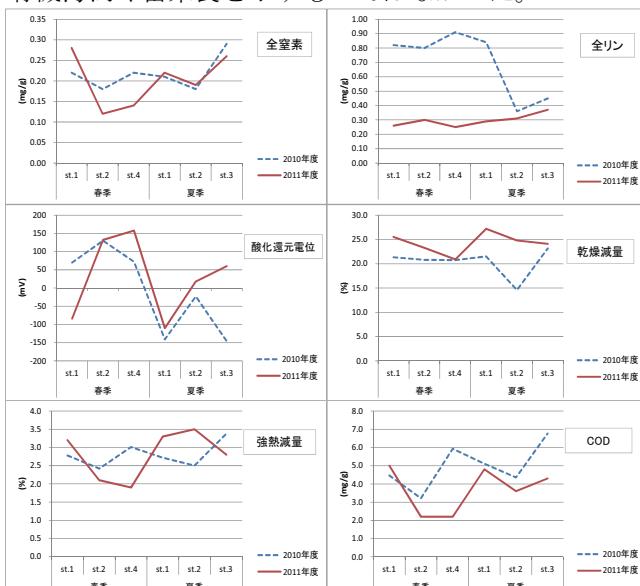
れた。逆に冬季には、st.1からst.3に向かうに従い、還元状態が強くなる傾向が見られた。乾燥減量、強熱減量は、春季から秋季では、st.1からst.3に向かうに従い、低くなる傾向が見られた。しかし、冬季ではst.1からst.3に向かうに従い、高くなる傾向が見られた。

CODは、春季から夏季にかけて、2.2～5.0mg/gの範囲であったが、秋季から冬季では1.9～19.5mg/gの範囲であり、一部で高い値も確認された。全窒素は全地点で春季と夏季に0.12～0.28mg/gの範囲であり、昨年と比較して低い傾向が確認できたが、秋季、冬季には最大で0.66mg/gと高くなっていた。

全リンは、春季から夏季では、0.25～0.37mg/gの範囲であり、秋季、冬季では、0.33～0.75mg/gの範囲と高くなっていた。その要因としては、冬季には潮の引きが弱かったため、st.2、st.3は10m、15mでの測定を実施したことにより、秋季のst.1とほぼ同地点となってしまった。そのため、COD、全窒素、全リンの値が秋季のst.1の分析値に近い値になったものと考えられる。

春季、夏季では、極端な有機汚濁や富栄養化を示す値は確認されず、2010年度の調査結果と比較しても良好であると考えられる。しかし、秋季、冬季は、台風の影響により、上流の河川底質の栄養分が干潟に流入して蓄積したためCOD、全リン、全窒素が2011年度より高くなつたと考えられる。

2010年度と2011年度の底質性状の比較を行うため、台風の影響等が無い、春季と夏季の底質分析結果を図6に、粒度組成を図7に示した。両者を比較すると、ほぼ同じ傾向を示しているものの、春季のst.1では、全リン、酸化還元電位が低下していることが見て取れる。春季と夏季の底質の粒度組成を見ると、st.1は全体に占める割合のうち、泥質の占める割合が増えていることが確認できた。高規格堤防事業の後、st.1の組成は泥質が多くなっていること、全リン、酸化還元電位が減少していることから底質の性状が変化していることが確認できたが、顕著な有機汚濁や富栄養を示すものではなかった。



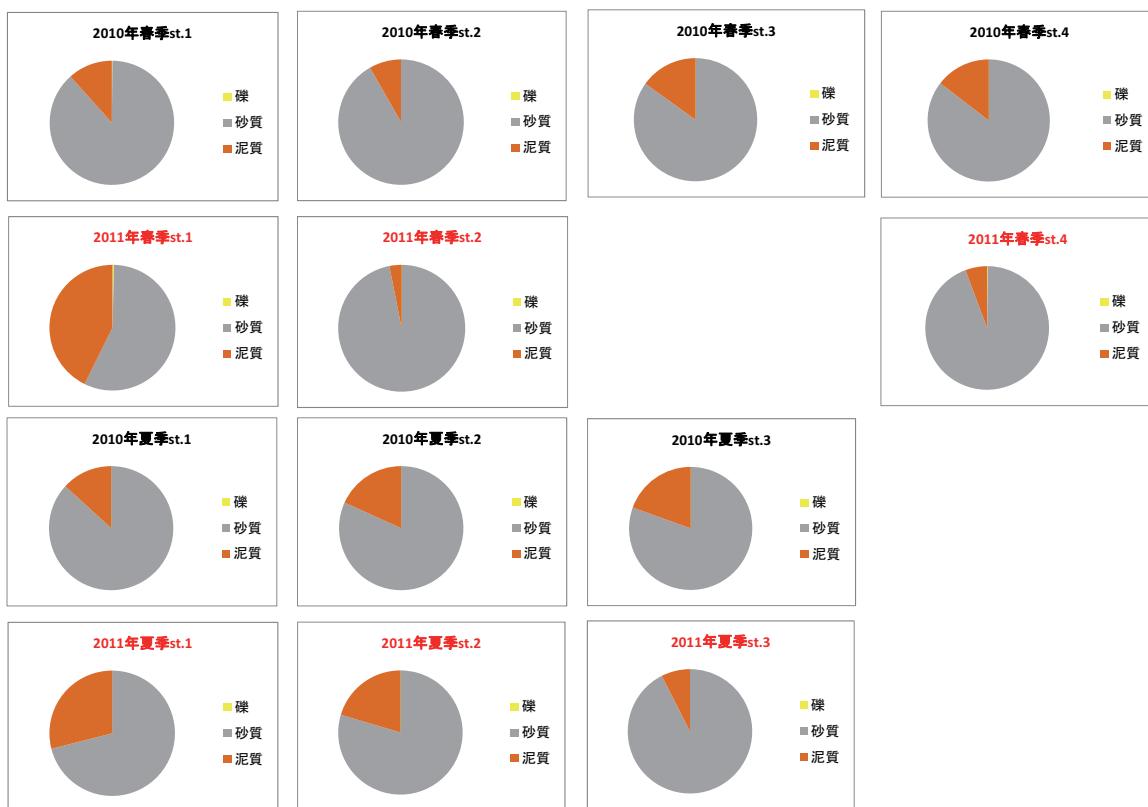


図7 粒度組成結果

表3 底質調査結果

項目	単位	2011年4月20日（春季）				2011年7月15日（夏季）				2011年10月12日（秋季）			2012年1月10日（冬季）			
		st.1	st.2	st.3	st.4	st.1	st.2	st.3	st.4(123m)	st.1	st.2(25.0m)	st.3(47.0m)	st.1	st.2(11.0m)	st.3(15.0m)	
現場観測 項目	泥温	°C	22	19	21	19	34	32	32	31	22.0	22.0	22.5	11.8	12.1	13.8
	臭氣		無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	ヘドロ臭	ヘドロ臭	塗っぽい臭気	微弱臭	無臭	無臭
	外観		泥砂	砂	砂	泥砂	細砂	細砂	細砂	泥	泥	砂	泥	ムース状泥	ムース状泥	
	泥色		黒	暗オリーブ	黒褐	黄灰	オリーブ褐	明黄褐	灰オリーブ	灰オリーブ	黒褐	黒褐	黒	オリーブ黒1/3	暗灰黄(表面) 黒褐色	オリーブ黒
分析項目	粒度(*)	礫%	0.4	0.0	-	0.2	0.0	0.0	-	0.0	0.2	0.6	0.2	0.1	0.4	
	砂質%	56.9	96.9	-	94.2	71.0	79.6	92.5	-	29.6	50.8	68.4	64.9	22.7	25	
	泥質%	42.7	3.1	-	5.7	29.0	20.4	7.5	-	70.4	49.0	31	34.9	77.3	74.6	
	pH		7.3	7.3	7.2	7.2	7.9	8.2	7.3	7.6	6.9	7.2	7.5	7.3	7.9	8.0
	酸化還元電位	mV	-84	132	148	158	-110	18	60	100	-154	-94	-82	-33	-84	-101
	乾燥減量	%	25.5	23.3	-	20.9	27.2	24.8	24.1	-	45.5	27.1	23	25	38.4	38.8
	強熱減量	%	3.2	2.1	-	1.9	3.3	3.5	2.8	-	8.6	3.1	2	2.5	5.7	6.4
	COD	mg/g·dry	5.0	2.2	-	2.2	4.8	3.6	4.3	-	19.5	6.0	1.9	3.3	13.0	15.5
	全窒素	mg/g·dry	0.28	0.12	-	0.14	0.22	0.19	0.26	-	0.58	0.15	0.09	0.11	0.38	0.66
	全リン	mg/g·dry	0.26	0.30	-	0.25	0.29	0.31	0.37	-	0.74	0.56	0.38	0.33	0.72	0.75

St.1～St.3 : St.1は河川横断方向に干潟と川岸の境を0m、St.2は干潟線方向に50m、St.3は100mの距離

また、春季は干潟線が明確に確認できたためst.4(120m)でも調査をおこなった。

なお、冬季は潮位の関係上、春季、夏季、秋季調査地点より河口側に30mの地点で調査を実施し、

st.1は0m、st.2は11.0m、st.3は15.0mとした。

(*) 磯 : 粒径2mm以上 砂質 : 粒径2～0.074mm以上 泥質 : 粒径0.074mm未満

5.3 確認できた魚類及び底生動物

確認できた魚類及び底生動物の一覧を表4に、季節別、調査地点別に確認できた底生動物及び魚類を表5に示した。また、確認できた生物の写真を図16から図19に示す。

全季節を通して本調査地点で確認できた生物は、脊索動物門が9種類、節足動物門が11種類、環形動物門が3種類、軟体動物門が7種類、刺胞動物門が1種類であった。このうち、環境省レッドリストに掲載されている国内でも希少な生物のヤマトシジミが確認できた。確認できた生物を季節別に分類すると、春季は、脊索動物門のハゼ科のヒメハゼ、スズキ、イシガレイ、ボラなどいずれも汽水域を好む魚

類が確認でき、節足動物門では岩に付着したフジツボや、岩の裏等ではスナウミナナフシ、ヨコエビ目の一一種、ドロソコエビ属の一一種が、干潟の地表面ではモクズガニ科のケフサイソガニが、汀線近くでは、マメコブシガニが多数確認できた。環形動物門では全ての地点でツツオオフェリアを、軟体動物門では、岩に付着したマガキの他、ヤマトシジミ、アサリ、ソトオリガイなどの二枚貝を多数確認した。春季は、全ての季節を通じて最も軟体動物の個体数が確認できた季節であった。

表4 確認できた魚類及び底生動物一覧

No.	門	綱	目	科	和名	学名	備考
1	脊索動物	硬骨魚	スズキ	ハゼ	マハゼ ヒメハゼ ハゼ科の一種	<i>Acanthogobius flavimanus</i> <i>Favonigobius gymnauchen</i> <i>Gobiidae sp.</i>	
2				スズキ	スズキ	<i>Lateolabrax japonicus</i>	
3				ヒイラギ	ヒイラギ	<i>Leionathus nuchalis</i>	
4				シマイサキ	コトヒキ	<i>Terapon harbua</i>	
5				カレイ	イシガレイ	<i>Kareius bicoloratus</i>	
6				ボラ	ボラ	<i>Mugil cephalus</i>	
7				ニシン	ニシン	<i>Sardinella zunasi</i>	
8					サッパ		
9							
10	節足動物	甲殻	フジツボ	フジツボ	フジツボ類	<i>Balanus sp.</i>	
11			等脚	スナウミナナフシ	スナウミナナフシ科の一種	<i>Cyathura sp.</i>	
12			エビ	テナガエビ	スジエビ属の一種	<i>Palaemon spp.</i>	
13				ヨコエビ目の一一種		<i>Amphipoda sp.</i>	
14			クルマエビ	クルマエビ科の一種		<i>Penaeidae spp.</i>	
15			ドロソコエビ	ドロソコエビ属の一種		<i>Grandidierella spp.</i>	
16			モクズガニ	ケフサイソガニ		<i>Eriocheir japonicus</i>	
17				イソガニの一一種		<i>Hemigrapsus spp.</i>	
18			コメツキガニ	ヤマトオサガニ		<i>Macrophthalmus japonicus</i>	
19			コブシガニ	マメコブシガニ		<i>Philyra pisum</i>	
20			ヤドカリ	ヤドカリ		<i>Palaemon spp.</i>	
21	環形動物	ゴカイ	サシバゴカイ	ゴカイ	ゴカイ科の一種	<i>Neanthes spp.</i>	
22				オフェリアゴカイ	ツツオオフェリア	<i>Armandia amakusanensis</i>	
23			チロリ			<i>Glycera chirori</i>	
24	軟体動物	ニマイガイ	イガイ	イガイ	ムラサキイガイ	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	
25			ウグイスガイ	イタボガキ	マガキ	<i>Crassostrea gigas</i>	
26			ハマグリ	シジミ	ヤマトシジミ	<i>Corbicula japonica</i>	環境省・準 ¹
27				マルスダレガイ	アサリ	<i>Ruditapes philippinarum</i>	
28			バカガイ	シオフキガイ		<i>Maxtra veneriformis Reeve</i>	
29			ウミタケガイモドキ	オキナガイ	ソトオリガイ	<i>Laternula marilina</i>	
30			マキガイ	パイ	ムシロガイ	<i>Retacunassa festiva</i>	
31	刺胞動物	鉢虫	旗口クラゲ	ミズクラゲ	ミズクラゲ	<i>Aurelia sp.</i>	

*1環境省レッドリスト 準絶滅危惧種

表5 生物の地点別及び季節別出現

No.	門	和名	春				夏				秋				冬			
			st. 1	st. 2	st. 3	川の中	st. 1	st. 2	st. 3	st. 4	川の中	st. 1	st. 2	st. 3	川の中	st. 1	st. 2	st. 3
1	脊索動物	マハゼ																
2		ヒメハゼ				+												
3		ハゼ科の一種				+												
4		スズキ				+												
5		ヒイラギ				+												
6		コトヒキ				++	++											
7		イシガレイ																
8		ボラ																
9		サッパ																
10	節足動物	フジツボ類	++	+++	+++		+++					+++				+++		
11		スナウミナナフシ	+														+	
12		スジエビ属の一種																
13		ヨコエビ目の一一種	+++															
14		クルマエビ科の一種				+												
15		ドロソコエビ属の一種	++															
16		ケフサイソガニ	++				+					+++						
17		イソガニの一一種										+						
18		ヤマトオサガニ					+					+						
19		マメコブシガニ		+	+	+++						+						
20		ヤドカリ										+						
21	環形動物	ゴカイ科の一種		+++	+	+++						+++				+	+	
22		ツツオオフェリア																
23		チロリ																
24	軟体動物	ムラサキイガイ					+++					+++						
25		マガキ					+											
26		ヤマトシジミ	++	++	+++		++	++	++	+++		+++						
27		アサリ	+				+		+	+		+						
28		シオフキガイ					+	++	+	+		+						
29		ソトオリガイ		+	+		+	++	+	+		+						
30		アラムシロ										+						
31	刺胞動物	ミズクラゲ					+++					+						

夏季は、脊索動物門のボラを確認した。節足動物門ではフジツボや、ケフサイソガニ、ヤマトオサガニを、軟体動物門では春季で確認できなかつたムラサキイガイ、シオフキガイ、アラムシロを確認した。秋季は、春季、夏季には確認できなかつた脊索動物門のヒイラギ、コトヒキ、サッパが確認でき、節足動物では、スジエビ属の一種やイソガニの一種、ヤドカリを、環形動物では、チロリが確認できた。

冬季には、節足動物門のスナウミナナフシ、ケフサイソガニ、イソガニの一種が、環形動物門はゴカイ科の一種を、軟体動物門では、ヤマトシジミ、シオフキガイを確認した。冬季は、四季を通じて、確認できた生物種数（確認できた生物の科数）が最も少なかつた。

2010年度と2011年度の各季節、各地点で確認できた生物門毎の生物種数のグラフを図8に示した。

各地点、各季節の生物種数を2010年度と2011年度で比較すると、春季では、st.2、st.3の確認生物門は大きな変化は無かつたものの、st.1では、刺胞動物は確認できず、環形動物が新たに確認された。夏季では、st.1で環形動物は確認でなかつたが、確認生物門や確認種数に大きな変化は無かつた。st.2、st.3では、確認生物門が減少していた。特にヤマトオサガニなどの節足動物の確認数が減少し、ヤマトシジミなどの軟体動物の確認数が多くなつた。秋季では、st.1、st.2で確認生物門数の変化は無かつたが、st.3では軟体動物が確認できなくなつた。また、夏季に同じく、ヤマトオサガニなどの節足動物の確認種数は大きく減少していた。冬季では、st.1の確認生物門数の変化は無かつたが、st.2、st.3では確認生物門数が減少していた。

2011年度の調査では全ての季節を通じて、節足動物甲殻類であるカニ類（特にヤマトオサガニ）の確認数が大幅に減少していた。一方で、環形動物であるゴカイ類や軟体動物である二枚貝類など干潟の底質中に生息する生物門が多くなつていて。全体として2011年度と2010年度の春季と夏季の確認種数を比較するとst.2、st.3で減少していることが確認された。

5.4 ヤマトシジミの季節毎の採取個体数

季節を通じて干潟で採取したヤマトシジミの貝長及び確認個体数のグラフを図9に示した。貝長及び確認個体数では、全地点で春季に最も大きくなり、潮干狩り等で採取されてしまうためか、夏季には全ての地点で確認個体数が減少し、秋季にかけて個体数が微増してくる傾向が確認できた。しかし冬季では、気温が低かったためか、確認個体数は激減し、st.1で1個体のみの確認となった。殻長、採取個体数ともに春季が最も高く、潮干狩りなどの影響を受けてか、夏季に減少する。また秋季には採取個体数、殻長ともに増加してくるが、冬季には寒さからか個体数は最も低くなる。

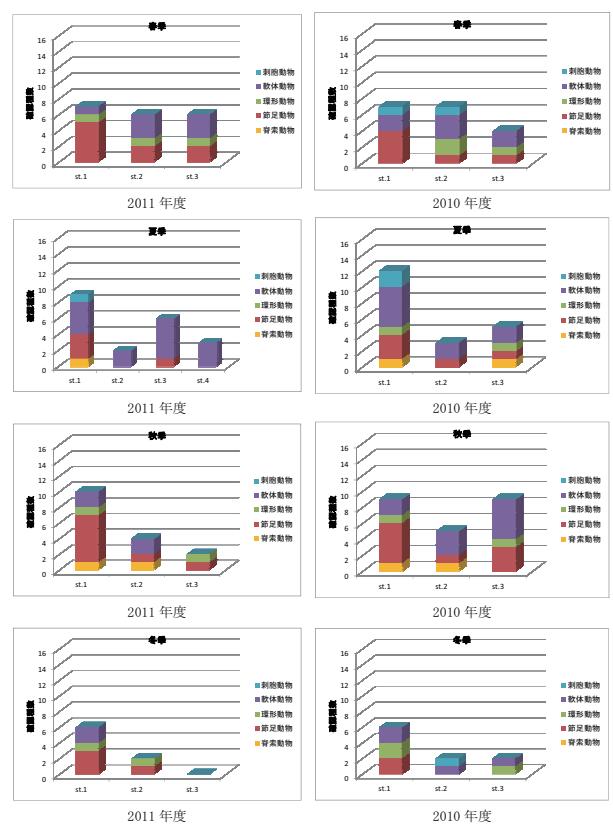


図8 生物種数と確認季節、地点

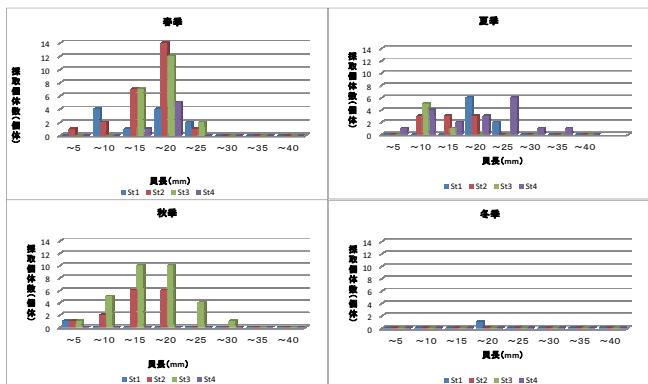


図9 ヤマトシジミの貝長及び確認個体数

6 ヤマトシジミの生息適正環境の評価

6.1 HSI (Habitat Suitability Index: 生息適正指数) を用いた評価モデルの作成

今回の調査で採取したヤマトシジミを用いて、当調査地点がヤマトシジミの生息に最も適した季節、地点であるかを模索・評価するため、HSI (Habitat Suitability Index : 生息適正指数) 値を用いて評価を行うとともに、ヤマトシジミの生息に適正な環境を評価するモデルの作成し、信頼性の確認を行つた。

HSI 値とは、対象となる生物種にとってある地点が生息に適しているかどうかを0～1の値を用いて示したものである。HSI = 0であれば対象となる生物種にとっては、生息に不適切である環境であり、逆に HSI = 1であれば、生息に最も適した環境である

と言うことができる。この HSI 値は幾つかの SI (Suitability Index : 適正指数) 値から構成されており、この SI 値は、対象となる生物種の生息に適した環境要因（例：温度、気温、水温、餌の状態等）を数値化したものを指す。HSI と同じく、 $SI = 0$ が環境要因としては最も不適であり、 $SI = 1$ が最も適している。これらの SI 値を「生息に適した範囲」、「生息できる範囲」、「生息が難しい範囲」、「生息できない範囲」等で数値を段階的に割り振り、これらで設定した SI 値の相加平均、相乗平均、最低値から HSI 値を算出する。この手法を用いて評価モデルを作成し、ヤマトシジミにとっての生息適正環境評価を行った。

6.2 ヤマトシジミの HSI モデルを用いた多摩川河口干潟の評価

ヤマトシジミの生息適正環境は、多くの研究者によって研究されており⁸⁾、2008 年に国土交通省東北地方整備局が、「湖沼底質環境・調査手引き」の中で、ヤマトシジミの生息適正環境についてまとめている。そこで、多摩川河口干潟のヤマトシジミの生息適性環境を評価するため、ヤマトシジミの生息に影響のある環境要因を抽出し、HSI モデルを構築した。なお、生息適正環境を算出する上で、ある地点で対象とする生物の生息個体数が高ければ、その地点の生息環境は適正であるとの観点から、採取個体数を SI_0 として設定した。 SI_0 は、採取個体数を全ての季節、調査地点で最も多かった採取個体数である 31 で除した数とした。HSI の算出には、以下の式により HSI を各季節の調査地点ごとに算出し、評価を行った。

$$\text{式: } HSI = \sqrt[n]{(SI_0 \times SI_1 \times SI_2 \times SI_3 \times \dots \times SI_n)}$$

$$\text{※ } SI_0 = \frac{\text{各地点でのアサリの採取個体数}}{\text{全地点での最も多いアサリの採取個体数} (=31)}$$

6.3 モデルの構築と多摩川河口干潟の評価

6.3.1 国土交通省モデル

先述した国土交通省東北地方整備局が発行した、「湖沼底質環境・調査手引き」では、青森県小川原湖、島根県宍道湖に生息するヤマトシジミの生息適正環境、生息限界が示されている。項目としては、①水深、②底質粒度、③溶存酸素、④有機物量（強熱減量）、⑤水温、⑥塩分、⑦硫化水素濃度があげられている。この中で、当調査項目である、②底質粒度、④有機物量（強熱減量）、⑤水温の 3 つの項目を国土交通省の示す「底質等と生物の生息環境の関係」である表 6 を参考に、 $SI_1 \sim SI_3$ として設定（表 7）し、以下の式により HSI を各季節の調査地点ごとに算出して表 8 に示した（以下「国交省モデル」と言う）。なお、範囲 2 における $SI_1 \sim SI_3$ 値は、表 5 の①～④の式を用いて算出した値を $SI_1 \sim SI_3$ 値とした。

表 6 底質等と生物の生息環境との関係（抜粋）

粒度	有機物量（強熱減量）	水温
・含有率40%以上で現存量少ない	・強熱減量が大きければ、個体数、単位面積当たり重量少なくなる傾向	・約10℃を下回ると底質にもぐって冬眠する
・好適環境；シルト・粘土含有率10%以下	・好適環境：強熱減量 5 % 以下	・生存可能な範囲0～32℃
・生息限界：シルト・粘土含有率50%	・生息限界：強熱減量：14%	・高温域への急激な温度変化は生残に大きな影響がある ・最適水温10～25℃

表 7 各 SI の条件設定

SI条件設定	範囲1	SI値	範囲2	SI値	範囲3	SI値
粒度(%) (泥質)	SI_1 0 ~ 10		10 ~ 50		SI_2 ① 5 ~ 14	> 50
強熱減量(%)	SI_2 0 ~ 5	1	5 ~ 14	0.5	② 14 ~ 32	0
水温(℃)	SI_3 10 ~ 25.0		0 ~ 10	③ 32 ~ 37	> 32	④ < 0

$$\textcircled{1} Y=-0.5/40X+4.5/4$$

$$\textcircled{2} Y=-0.5/9X+23/18$$

$$\textcircled{3} Y=0.5/10X+1/2$$

$$\textcircled{4} Y=-0.5/7X+39/14$$

表 8 各調査地点の S0 値と HSI 値

個体数	春季			夏季			秋季			冬季		
	st.1	st.2	st.4	st.1	st.2	st.3	st.1	st.2	st.3	st.1	st.2	st.3
st.1	11	25	6	8	9	6	11	15	31	1	0	0
S0	0.355	0.806	0.194	0.258	0.290	0.194	0.032	0.484	1.000	0.032	0.000	0.000
HSI 値	0.677	0.948	0.663	0.000	0.596	0.558	0.371	0.818	1.000	0.424	0.000	0.000

2011 年度の調査結果を用いて、国土交通省の発行した生息適正環境を基にして評価を行うと、ヤマトシジミにとって最も生息に適している環境であるのは、秋季の st. 3 であり、次いで、春季の st. 2 であることが示された。

HSI 値を算出する際に設定した SI 値の範囲などの条件やヤマトシジミの HSI モデルの確かさを確認するため、算出した HSI 値とヤマトシジミの採取個体数との間の相関を調べた。その結果、相関は図 10 のとおり高くなっていた ($R=0.959$ 、 $R^2=0.919$)。

このことから、ヤマトシジミの生息適正環境の算出には、粒度、強熱減量、水温が大きく寄与していることがわかった。

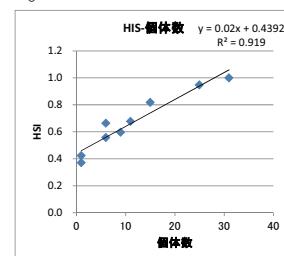


図 10 各調査地点の S0 値と HSI 値

6.3.2 2011 年度調査結果モデル

6.3.1 の国土交通省のモデルで使用していない項目について、2011 年度底質分析結果用いて独自の HSI モデル（以下「独自モデル」と言う。）を構築するため、今回の調査で得られたヤマトシジミの採取個体数と底質分析結果の解析を行った。今回の調査で得られたヤマトシジミの採取個体数と各底質分析結果を図 11 に示した。

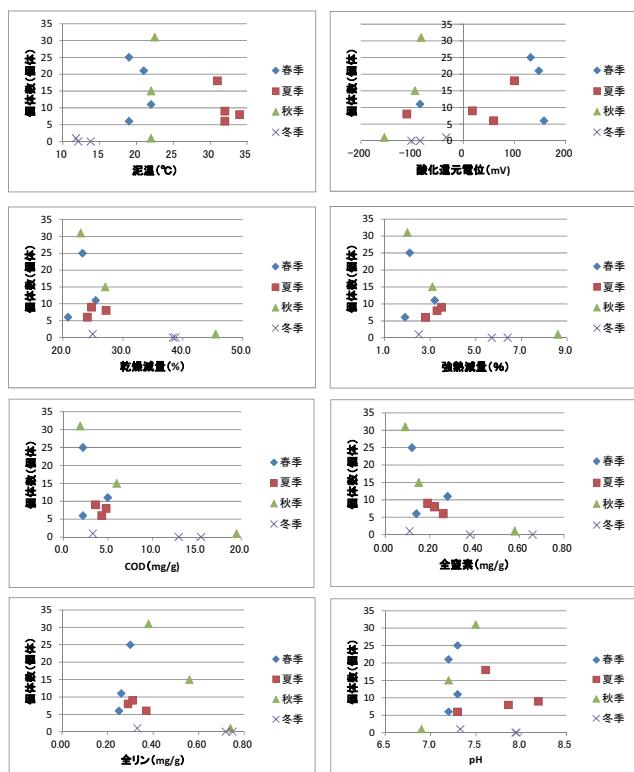


図 11 確認個体数と各底質分析結果

ヤマトシジミの確認個体数と底質分析結果から、各項目で個体数が多くなる範囲（採取個体数が SI_0 が 0.5 以上となる 15 個体以上となっている範囲）を調べたところ、泥温 20~31°C、酸化還元電位 -94~148mV、乾燥減量 23.3~27.1%、強熱減量 2.0~3.1%、COD 1.7~6.0mg/g、全窒素 0.09~0.15mg/g、全リン 0.30~0.56mg/g、pH 7.2~7.6 で個体数が多くなった。特に確認個体数と泥温、全窒素、COD、pHにおいては、一定の範囲内で個体数が多くなる傾向がグラフから見てとれた。そこで泥温、全窒素、COD、pH に対して SI を表 9 の通り設定し、ヤマトシジミの HSI の作成を行った。

HSI 算出の際、 SI_1 から SI_n を設定するにあたり、表 9 に示したとおり底質性状の分析項目の測定を行わなかったもの（春季 St. 3、夏季 St. 4）については、HSI 値を算出しなかった。更に SI_1 から SI_4 には生息に適した範囲に応じて、SI 値を設定した。なお、範囲 2 の SI 値については、表 9 の①~③の式を用いて算出した値を SI_1 ~ SI_4 値とした。範囲 3 でも、ヤマトシジミの確認個体数があるため、生息限界とはいえない。そのため SI_1 ~ SI_4 値は、定数の 0.3 とした。また、HSI の算出には、6.2 の式を用いた。

各調査地点の HSI 値を表 10 に示した。HSI 値から春季の st. 2、秋季の st. 3 がヤマトシジミにとって最も適正な生息地であることが確認できた。また、 SI_0 から SI_4 まで設定した SI 条件及び SI 値による HSI 値の確かさ（環境評価指数モデルの確かさ）を確認するため、ヤマトシジミ確認個体数と HSI 値との相関係数をとったところ、図 12 のとおり 0.8935 ($R^2 = 0.798$) と高い相関を得た。しかし、国交省

モデルと比較すると、HSI 値と採取個体数の間にばらつきが見られる。これは泥温、全窒素、COD、pH に比べ、ヤマトシジミの採取個体数には、粒度、強熱減量、水温が大きく寄与しているものと考えられる。

表 9 各 SI 値の設定範囲

SI条件設定	範囲1	SI値	範囲2	SI値	範囲3	SI値
泥温	SI_1	19 ~ 22.5	1	22.6 ~ 31	① ②	< 19 > 31
全窒素	SI_2	0.12 ~ 0.14		0.15 ~ 0.2	< 0.1 > 0.2	0.3
COD	SI_3	0.9 ~ 6.0		-	-	< 0.9 > 6.0
pH	SI_4	7.2 ~ 7.61		7.62 ~ 8.9	③	< 7.2 > 8.9

$$\textcircled{1} \quad Y = -1/12X + 34.6/12$$

$$\textcircled{2} \quad Y = -10X + 2.5$$

$$\textcircled{3} \quad Y = -35/64X + 165.35/3$$

表 10 各調査地点の S0 値と HSI 値

個体数	春季			夏季			秋季			冬季		
	st.1	st.2	st.4	st.1	st.2	st.3	st.1	st.2	st.3	st.1	st.2	st.3
S0	0.355	0.806	0.194	0.258	0.290	0.194	0.032	0.484	1.000	0.032	0.000	0.000
HSI 値	0.639	0.958	0.720	0.454	0.420	0.445	0.311	0.865	1.000	0.396	-	-

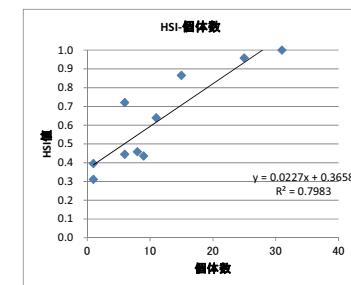


図 12 採取個体数と HSI 値

7 2006 年度から 2011 年度までの多摩川河口干潟調査結果

7.1 生物調査結果

本調査は、2006 年度から地点を変えて多摩川河口から約 2 km の範囲で調査を実施している。そこで、各年度での調査地点と確認種数を図 13 に示した。

2 km にわたる全ての地区で見ると、確認生物種数は、全ての調査地点で冬季は少なく、夏季は多くなる傾向が見られた。

地区別に見ると、河口 0 m 及び河口から 2 km の地点では、他の地点での確認生物種数と比較して少ない傾向があった。また、河口近傍及び河口より 580m 付近の生物確認種数は、春季、夏季及び秋季の全てで、ほぼ同じ生物種数が確認できた。

各調査地点を汀線方向で比較すると、一部で例外はあるものの陸地との境の部分である st. 1 付近での確認生物種数が少なく、汀線に近づくにつれて、確認生物種数が多くなる傾向があった。これは、干潟の潮汐の影響により、st. 1 付近は st. 3 付近に比較して、乾出している時間が長いため、乾燥に長時間耐えることができる生物のみが生息できることによるものではないかと考えられる。

2006 年度から 2011 年度までの調査結果から、多摩川河口 0 m の地点から上流に約 2 km の範囲では、多くの生物種が生息する環境であると言える。

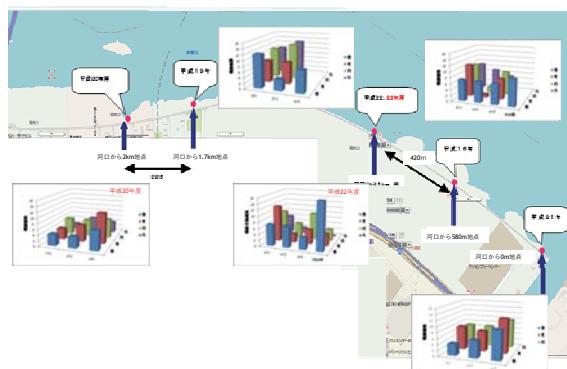


図 13 各年度での調査地点と確認種数

7.2 底質調査結果

底質分析結果を図 14、図 15、図 16 に示した。

COD は、全ての地点で春季か夏季にかけてが最も高くなり、秋季、冬季では、全ての地点ではほぼ同じ濃度になる傾向があった。

全窒素は、河口より約 1.7km 以上の上流域で高く、特に陸地と干潟の境界線付近 (st. 1 付近) では、年間を通じて高い値が続いている。

全リンは、河口より約 500m 以上の上流域全体的に、春季から夏季にかけて高く、秋季、冬季にかけて低くなる傾向があった。また、全窒素と同様に陸地と干潟の境界線付近 (st. 1 付近) では、年間を通じて高い傾向が見られた。これは、河口より約 2 km の地点は、多摩川が東京川に流れを変える地点であるため、多摩川河口の上流より流入した窒素、リン濃度の高い水及び底質が干潟に堆積し、残留したのではないかと考えられる。また、COD、全窒素、全リンが河口域で低い値であるのは、干潟に窒素、リン濃度の高い底質が堆積しても、潮汐の大きい河口部では、上流部と比較して、海域に流れ出てしまうことが要因と考えられる。

8 考察とまとめ

2011 年度の調査結果は 2010 年度の調査と比較すると、春季、夏季の各項目では極端な有機汚濁や富栄養化、生物の減少は確認されず、比較的良好な状況であることが確認できた。しかし、秋季に発生した台風の影響により、上流の河川底質の栄養分が干潟に流入して蓄積したことにより、秋季、冬季で全窒素、全リン、COD が 2010 年度と比較して、高い値となったと考えられた。

2010 年度の冬季調査時には、調査対象地点が国土交通省の高規格堤防事業により干潟の一部が掘り起こされ、特に st. 1 の粒度組成、酸化還元電位、全リンは昨年度と比較して大きく変化していた。また、st. 1 の生物門数は若干低下し、ヤマトオサガニなどの甲殻類の確認数は減少したが、構成する生物門に大きな変化は見られなかった。st. 2 から st. 3 では、粒度等の底質分析結果、確認生物種の構成生物門では、大きな変化は見られなかった。これらのことより、高規格堤防事業により st. 1 の地形、底質に若干の変化があったものの、生息する生態系等に大きく

影響を与えるものではないことが伺えた。

ヤマトシジミの採取個体数と底質性状の関係を詳細に調べ、HSI モデルを用いる生息適正環境評価を行ったところ、採取個体数と底質性状分析結果の間には、相関があることが確認され HSI がヤマトシジミの生息に適した環境の模索、評価に用いることが可能であると示唆された。特に国交省モデルとアサリ採取個体数、独自モデルとアサリ採取個体数がともに相関が高いことから、今後、両者の SI を両方用いた HSI モデルを作成することで、より現実に則したヤマトシジミの HSI モデルを構築できるのではないかと思われる。今後も調査方法や調査回数、調査地点などの検討を行い、ヤマトシジミの生息に適正な底質状況を把握し、HSI モデルを作成することで、多摩川河口干潟全体で、ヤマトシジミの生息に適した地点の予測、評価が可能となる。

2006 年度から 2011 年度までの多摩川河口干潟全体にわたる生物確認種数や底質分析結果から、多摩川河口から上流に約 2 km の範囲は、多くの生物が生息し、地形、季節、河口からの距離、潮汐の影響により様々な底質性状を持つ空間であることがわかった。

干潟は、四季を通じて多種多様な生物を多数確認でき、鳥類やその他の生物にとって餌場や休息場などの貴重な生息場所であることが確認できた。

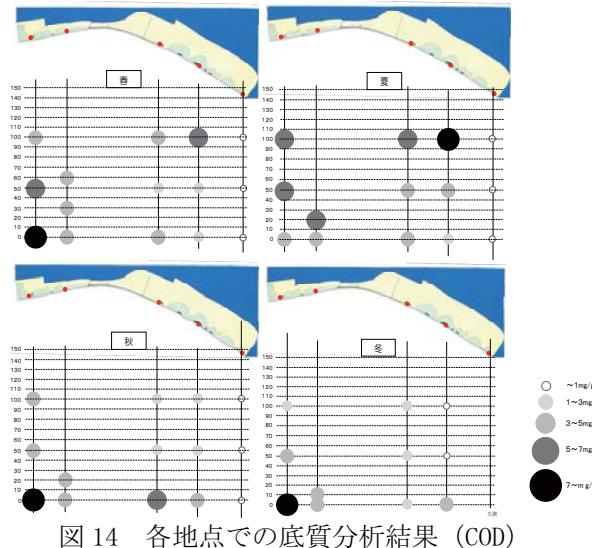


図 14 各地点での底質分析結果 (COD)

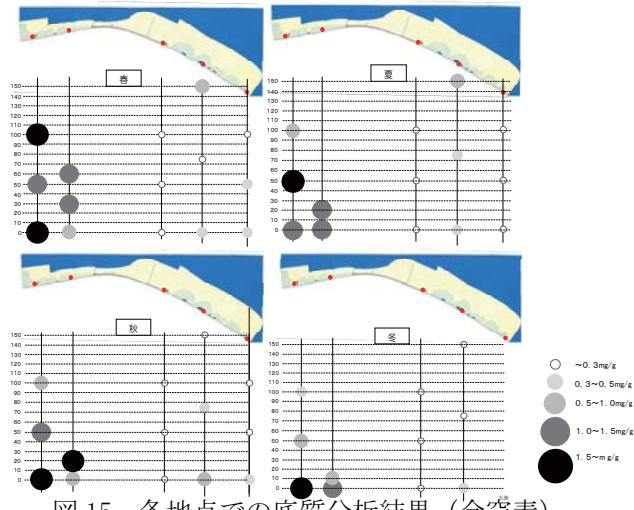


図 15 各地点での底質分析結果 (全窒素)

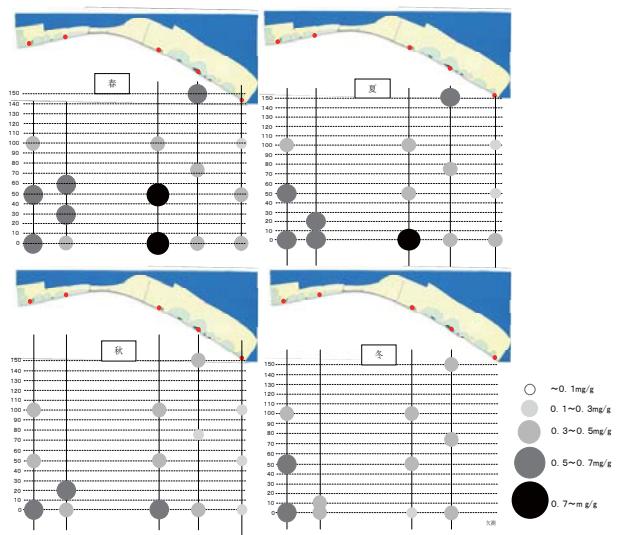


図16 各地点での底質分析結果（全リン）

文献

- 1) ラムサール条約とは：環境省ホームページ
<http://www.env.go.jp/nature/ramsar/conv/1.htm>
- 2) 社団法人日本水環境学会：水環境ハンドブック、朝倉書店(2006)
- 3) 田中利永子、岩渕美香、吉田謙一：多摩川河口干潟の生物調査結果(2005)、川崎市公害研究所年報第33号、68～75(2006)
- 4) 田中利永子、近藤玲子、吉田謙一：多摩川河口干潟の生物及び底質調査結果(2006)、川崎市公害研究所年報第34号、54～64(2007)
- 5) 飯島恵、近藤玲子、吉田謙一：多摩川河口干潟の生物及び底質調査結果(2007)、川崎市公害研究所年報第35号、64～73(2008)
- 6) 永山恵、吉田謙一：多摩川河口干潟の生物及び底質調査(2008)、川崎市公害研究所年報第36号、64～70(2009)
- 7) 小林弘明、永山恵、岩渕美香：多摩川河口干潟の生物及び底質調査結果(2009)、川崎市公害研究所年報第37号、71～79(2010)
- 8) 石井祐一、和波一夫、安藤晴夫、木瀬晴美、石井真理奈：東京湾沿岸浅海域における水生生物調査～運河部を中心に～、平成23年度全国環境研協議会関東甲信静支部水質専門部会要旨集、7～10(2011)



ヒメハゼ



スズキ



イシガレイ



ボラ



フジツボ類



クルマエビ科の一種



ケフサイソガニ



マメコブシガニ



ヤマトシジミ



ソトオリガイ

図 17 春季に確認できた生物



マハゼ



ボラ



フジツボ類



ケフサイソガニ



ヤマトオサガニ



マメコブシガニ



ムラサキイガイ



ヤマトシジミ



アサリ



シオフキガイ



ソトオリガイ



アラムシロ



ミズクラゲ

図 18 夏季に確認できた生物



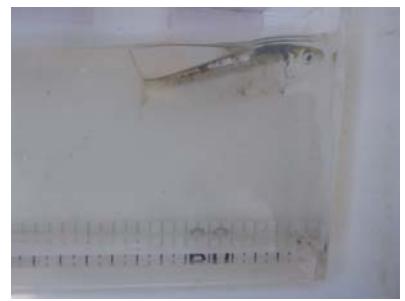
マハゼ



ヒイラギ



コトヒキ



サッパ



フジツボ類



ケフサイソガニ



ヤマトオサガニ



ヤドカリ



ゴカイ科の一種



ムラサキイガイ



ゾトオリガイ

図19 秋季に確認できた生物



フジツボ類



スナウミナナフシ



ケフサイソガニ



ゴカイ科の一種



ヤマトシジミ

図 20 冬季に確認できた生物