雨水排水ポンプ場放流水の
海の公園への環境影響調査

横浜市　　○牛木　英雄、吉澤　明子

1　調査目的

金沢区の海の公園は金沢湾の最奥部に位置した人工海浜であり、横浜市唯一の水浴場として親しまれている。その海の公園西側には雨水排水ポンプ場である金沢ポンプ場があり、降雨がある量を超えた場合に同ポンプ場から放流水が排除されることがある。同ポンプ場では、放流水の水質対策として平成 12 年度に放流水の滅菌開始や平成 14 年度に雨水ポンプ井のドライ化を行うなど改善を進めてきた。

本報告では、これらの改善効果を踏まえ、同ポンプ場放流水が海の公園にどのような環境影響を及ぼすかについて、主として塩分濃度、ふん便性大腸菌群数等の測定をもとに調査・解析したので報告する。

2　調査内容

(1)　調査方法

調査期間は降雨の予想される平成 17 年 9 月から 11 月で、調査方法は金沢ポンプ場から放流のない晴天時と小雨時および放流のある降雨時において、船上から海の公園海域の水温・塩分調査ならびに採水による COD、ふん便性大腸菌群数の水質調査を行った。

調査回数は、晴天時及び小雨時に各 1 回、放流のある降雨時に 2 回の計 4 回で、放流時の調査は連続して 3 日間実施することとした。調査時の潮の状況は、原則として上げ潮、下げ潮及び水温・塩分調査については潮の変わり目を含む計 3 回の調査回で実施することとした。

なお、金沢ポンプ場放流水については別途経時的に採水して水質測定した。

(2)　調査項目

海の公園海域の調査項目として①COD、ふん便性大腸菌群数と②水温・塩分濃度の測定を行った。

ポンプ場放流水については、ｐH、COD、ふん便性大腸菌群数、残留塩素の測定を行った。

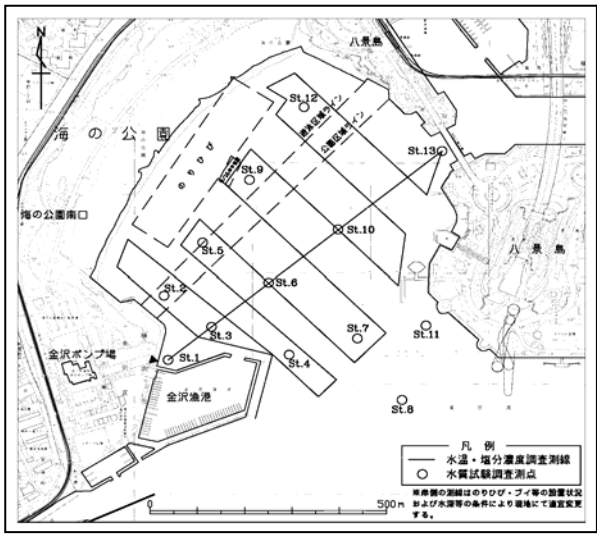
(3)　調査手法

COD：酸性法(JIS K0102.17)、ふん便性大腸菌群数：(MF ｴﾝﾄﾞｳ培地法、ﾃﾞｿｷｼｺｰﾙ酸塩培地法)、水温・塩分調査は曳航式水温･塩分測定ｼｽﾃﾑ及び GPS 位置測定ｼｽﾃﾑを用い、測定方式として水温は白金測温抵抗体式、塩分は電磁誘導型電気伝導度式を使用した。

(4)　調査測点の選定

図-１に調査測線及び採水調査測点を示した。

採水調査測点は図の 13 地点で、この選定に当たり放流口の近くに測点を多くとるとともに湾外からの流入水の影響なども考慮した。水温・塩分調査は、放流水の拡散状況を調査するため、水平方向は流下方向とそれに直角方向に測線を定め、また、鉛直方向は水深 0.3ｍ、0.5m、1.0m等について連続的に行った。



図－１　調査測線及び採水調査測点

3　結果及び考察

(1)　ポンプ場放流水の水質

放流水の分析結果を表-1 に示した。

放流時は塩素滅菌を行っており、残留塩素は 0.1～0.2mg/l 程度検出された。ふん便性大腸菌群数の初期濃度から 150 個から 280 個/ml と比較的低く、放流開始から 10 数分でほとんど検出できない程度まで減少した。COD は 50 分程度で 10 数 mg/l まで減少した。

なお、降雨量と放流量の関係は一定しておらず、放流時一回目は降雨量 20mmで放流量 29,000m³、二回目は降雨量 47.5 ｍｍで放流量 9,000m³、小雨時は、前前日 40mm、前日 17mm の降雨があったが放流はなかった。

表－1　放流水の分析結果

放流日	時刻	ｐＨ	COD (mg/l)	ふん便性大腸菌群数(個/ml)	残留塩素 (mg/l)
	0:05	6.87	46.9	150	－
放流時	0:10	6.92	35.4	4	－
一回目	0:15	6.98	45.4	1	－
10/16	0:20	7.18	36.5	1	－
	0:30	7.22	25.4	0	－
降雨量	0:50	7.33	18.4	5	－
20.0mm	1:20	7.21	10.3	0	－
	18:08	6.91	53.0	97	0.1
放流時	18:13	7.17	44.6	280	0.1
二回目	18:18	6.86	35.0	56	0.2
11/6	18:23	7.48	30.7	1	0.2
	18:33	7.34	25.5	0	0.2
降雨量	18:43	7.48	17.7	0	0.2
47.5mm	18:53	7.49	15.4	2	0.2

ふん便性大腸菌群数：ﾃﾞｿｷｼｺｰﾙ酸塩培地法

(2)　水質調査結果

海の公園海域の水質調査結果を表-２に、測点別水質調査結果を表-３に示した。

COD、ふん便性大腸菌群数の平均値では、晴天時と放流時などでほとんど差がなかった。しかし、晴天時や小雨時では、COD の最大値が 4.4mg/l、4.2mg/l やふん便性大腸菌群数の最大値が 730 個、600 個など放流時より高い測点があり、海の公園海域の背景濃度が高いことを示唆していた。また、放流時は一回目、二回目とも COD の平均値は第１日目が最高濃度を示したが経日的に低下しており、降雨や潮汐により希釈される様子が観測された。特に放流時二回目では、ふん便性大腸菌群数が経日的に急激に減少し、湾内の水が１潮汐で入れ替わるような大きな水の交換作用が認められた。

表－２　水質調査結果

調査状況	調査回	調査日	水温 ℃	塩分 (-)		COD(mg/l)		ふん便性大腸菌群数(個/100ml)		
			平均値	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値
晴天時		9/16	23.8	28.4	4.4	1.8	2.8	730	9	199
小雨時		9/26	22.7	25.9	4.2	2.6	3.3	600	38	202
放流時	1日目	10/17	20.7	25.9	3.4	2.2	2.9	850	26	131
一回目	2日目	10/18	20.2	29.2	3.0	1.2	2.0	740	36	174
	3日目	10/20	19.5	28.0	2.6	1.2	1.8	140	8	39
放流時	1日目	11/7	18.9	26.1	3.6	1.9	2.6	700	38	323
二回目	2日目	11/8	18.5	28.9	3.0	1.4	2.2	48	<1	6
	3日目	11/9	18.0	30.5	2.2	1.1	1.5	30	<1	8
	ふん便性大腸菌群数：MF-エンドウ培地法									
	水浴場判定基準				水質C「可」					
			COD：	8個/ml		ふん便性大腸菌群数：		1000個/100ml		

(3)　放流水の拡散状況について

水温・塩分調査や水質調査結果からは、放流水の拡散状況を確認することはできなかった。また、水温の分布状況は表-２に示したように降雨後経日的に低下したが、塩分についてはそのような傾向は認められなかった。

COD やふん便性大腸菌群数は、測点別水質調査の結果から、上げ潮時に高くなる傾向が見られた。また、これらが高い濃度を示す測点が特定の場所に偏在する様子が確認された。

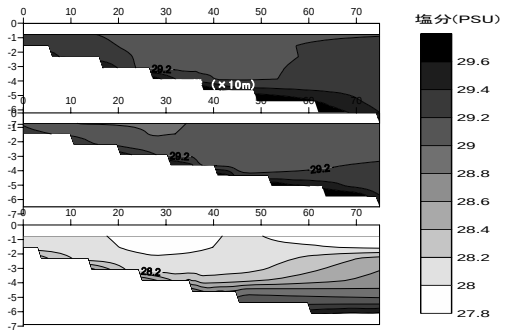
表－３　測点別水質調査結果

調査の状況	調査日	調査回	潮の状況	調査地点 (COD濃度：mg/l) St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9	St.10	St.11	St.12	St.13	最小	最大	平均	平均
晴天時	9/16	1回目	下げ潮	2.4	2.0	2.0	2.2	1.8	1.8	2.0	2.2	2.0	2.7	2.4	2.4	2.4	1.8	2.7	2.2	2.8
		3回目	上げ潮	3.4	3.6	3.4	3.8	3.6	3.8	4.2	3.0	3.2	4.4	3.4	3.2	3.0	3.0	4.4	3.5	
放流時一回目	2日目	1回目	下げ潮	2.2	2.0	2.2	2.0	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.1	1.8	2.0	1.8	2.2	2.0	2.0
	10/18	4回目	上げ潮	2.4	2.6	2.3	2.6	2.0	2.2	2.4	3.0	2.0	2.2	2.0	2.0	2.6	2.0	3.0	2.3	
	3日目	1回目	下げ潮	1.9	1.2	1.6	1.8	1.7	1.8	1.4	1.9	1.3	1.2	2.0	1.3	1.9	1.2	2.0	1.6	1.8
	10/20	3回目	上げ潮	2.4	1.4	2.0	1.8	1.9	2.0	1.9	2.0	2.0	1.8	2.6	1.6	2.0	1.6	2.6	2.0	
調査の状況	調査日	調査回	潮の状況	調査地点 (ふん便性大腸菌群数：個/100ml) St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9	St.10	St.11	St.12	St.13	最小	最大	平均	平均
晴天時	9/16	1回目	下げ潮	460	180	290	180	150	180	330	730	270	35	210	35	160	35	730	247	199
		3回目	上げ潮	100	220	190	330	160	48	220	160	13	94	42	9	370	9	370	150	
放流時一回目	2日目	1回目	下げ潮	350	74	100	150	42	100	80	280	50	40	70	62	110	40	350	116	174
	10/18	4回目	上げ潮	470	36	98	120	76	54	120	150	80	170	180	120	680	36	680	181	
	3日目	1回目	下げ潮	53	8	140	27	21	12	15	27	22	12	23	17	26	8	140	31	39
	10/20	3回目	上げ潮	62	37	68	94	60	46	49	39	33	26	38	26	42	26	94	48	

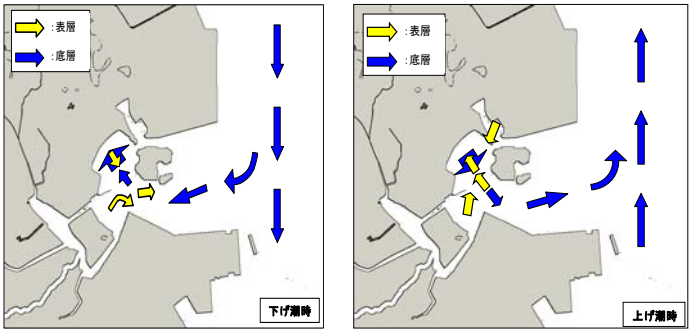
(4)　塩分濃度の鉛直断面分布と、潮汐流動パターン

水温・塩分調査によって得たデータをもとに、海の公園海域の塩分濃度の鉛直断面分布の様子を図-２に示した。この図から、上げ潮時と下げ潮時で海の公園湾内で低層の高塩分領域と表層の低塩分領域が変化する様子が明らかで、海の公園海域の潮汐は単純な循環変動ではないことが判明した。

そこで、この結果をもとに金沢湾の潮汐流動パターンを推定し図-３に示した。この図から海の公園海域の潮の流れは、下げ潮時には全体として水位は低下するが、金沢湾から海の公園低層に高濃度塩分水が流入・湧昇し、表層水は湾外に流出する。一方、上げ潮時には低層の高塩分水が金沢湾方面に向かう流れとなり、表層には平潟湾などから低塩分水が流入するものと考えられる。そのため海の公園海域の表層に、COD 等水質濃度が高い低塩分水塊が偏在して現れると考えられる。



図－２　海の公園海域の塩分濃度の鉛直断面分布図
（晴天時：9/16）

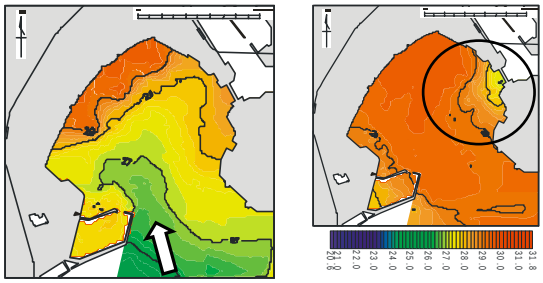


図－３　金沢湾の潮汐流動パターン
（左：下げ潮　　右：上げ潮）

(5)　塩分調査及び水温調査

海の公園海域表層の塩分調査結果を図-４に例示した。

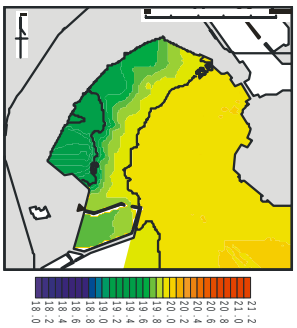
この図から、低塩分水塊が海の公園湾外の平潟湾側や金沢八景大橋の水路から、湾内に流入する状況が明らかである。これは、表-３で晴天時の COD が測点 St.7(4.2mg/l)、St.10(4.4mg/l)や、ふん便性大腸菌群数が晴天時の St.4(330 個)、St.13(370 個)や、放流時一回目の St.8(150 個)、St.13 (680 個)で高い濃度を示したことを裏付けている。



図－４塩分調査結果（海の公園湾外からの流入）
（左：10/20 調査回２　右：10/18 調査回 4）

同様に表層の水温調査結果の一例を図-５に示した。

水温の分布状況では、湾内西側部分に低水温域が見られたが、これは低塩分水域と一致しない場合があった。これについて気象状況を考慮すると、晴天時は東風、放流時は北風が強く吹いており、このような状況では表層水が吹送流となり、南方向の放流口や金沢漁港に吹き寄せられると考えられる。そのため、表-３でふん便性大腸菌群数が晴天時の測点 St.1(460 個)、St.3(290 個)や放流時一回目の St.1(350 個、470 個)などで高い濃度を示したものと考えられる。



図－５　水温調査結果（H17.9.16 調査回１）

４　結　論

(1)　本調査における降雨状況では、ポンプ場からの放流水が海の公園の水浴環境に与える影響は非常に小さく、また、降雨後は、海の公園海域の水質濃度が減少する様子が観測された。

(2)　本調査では、COD 及びふん便性大腸菌群数は、水浴場判定基準を満足していた。

(3)　海の公園海域は閉鎖性水域と考えていたが、潮汐による海水の交換が非常に大きくこれに伴う鉛直的な流れや湾外からの流入、降雨、風等の自然条件により良好な水質環境を形成していると考えられる。

問合せ先：横浜市環境創造局　水再生水質課　牛木 英雄
TEL. 045-621-4343　　E-mail　hi00-ushiki@city.yokohama.jp