

大村湾の浄化・生態系回復に関する研究(2002年度)

赤澤 貴光・石崎 修造・八並 誠

Research on the Purification and the Ecosystem Restoration of the Omura-Bay

Takamitsu AKAZAWA, Shuzou ISHIZAKI, and Makoto YATSUNAMI

Key Words : Omura-bay, Purification, Ecosystem Restroration

キーワード: 大村湾, 浄化, 生態系回復

はじめに

生態系がもつ自己再生能力を引き出すことで、大村湾の水質及び底質の浄化や生態系の回復を目指す研究が、大村湾水質浄化対策事業の一つとして、2001年度(平成13年度)から5ヶ年計画で開始された。

平成14年度は、平成13年度に実施した全湾調査¹⁾のうち、汚濁度が最も高いと考えられた津水湾について、海域の詳細調査を行うとともに、津水湾に流入する主要河川からのCOD等の負荷量調査を行った。

調査の概要

1. 海域調査

(1) 調査時期

水質:平成14年4月～平成15年3月の各月1回(6,8,11,2月は底質調査に併せて採水。その他の月は公共用水域の測定日に採水)。

底質・底生生物:春期調査:平成14年6月24

夏期調査:平成14年8月22日

秋期調査:平成14年11月28日

冬期調査:平成14年2月26日

(2) 調査項目

水質(表層、中層、底層):水温、DO、COD、TOC、T-N、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、T-P、PO₄-P、chl.a、Cl、プランクトン

底質:ORP(酸化還元電位)、乾燥減量、強熱減量、粒度組成、COD、T-N、T-P、硫化物

底生生物:エックマンパーズ採泥器により3回採取した底質を、1mmのふるいにかけて、ホルマリン

で固定したものを民間の分析業者に委託して行った。

(3) 調査地点

水質:TS-6、TS-9、祝崎沖、喜々津川沖、久山港沖の5地点

底質・底生生物:TS-6、TS-9、TS-11、TS-14、喜々津川沖、久山港沖、喜々津川河口、西大川河口、東大川河口の9地点(図1参照)。

なお、祝崎沖、喜々津川沖、久山港沖は、公共用水域の環境基準点、TS-6、TS-9、TS-11、TS-14は、昭和49年度に津水地区環境影響事前評価報告書²⁾で行った観測地点である。



図1 調査地点図

2. 河川負荷量調査

(1) 調査時期

平成14年5月～平成15年3月(各月1回)。

(2) 調査項目

水温、DO、COD、TOC、T-N、NH₄-N、
NO₂-N、NO₃-N、T-P、PO₄-P、Cl、

(3) 調査地点

東大川、西大川、喜々津川の3河川。

調査結果

1. 海域調査

(1) 水質

(a) DO

祝崎沖、喜々津川沖及び久山港沖におけるDOの調査結果を図2に示す。

津水湾内のDOは、津水湾口部の祝崎沖で7月に弱い成層が確認されたが、沿岸域では四季を通じてDO成層は確認されなかった。

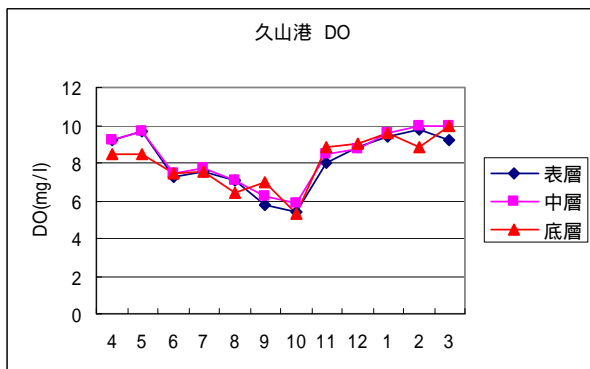
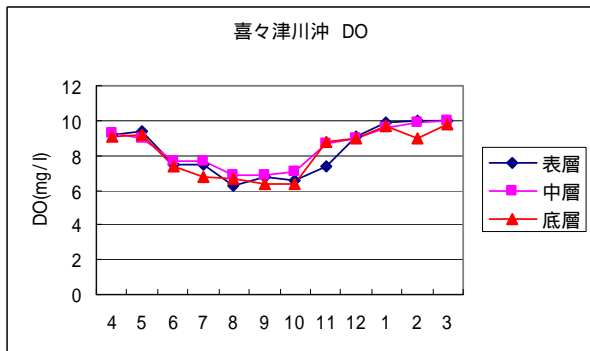
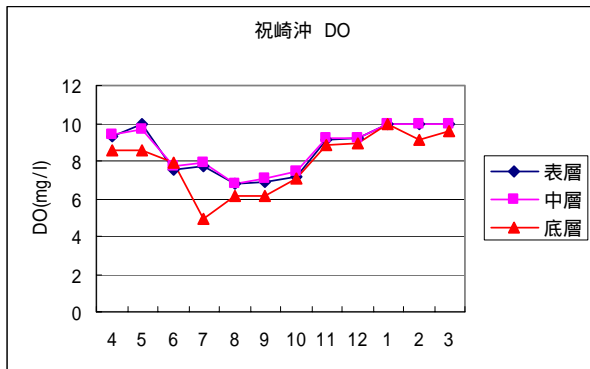


図2 DOの季節変化

祝崎沖、TS-9、喜々津川沖及び久山港沖におけるCODの季節変化を図3に示す。

CODは、全地点において年間を通じて2.5 ~ 3.0mg/l前後が多く、環境基準(2mg/l)を達成することはほとんどなかった。

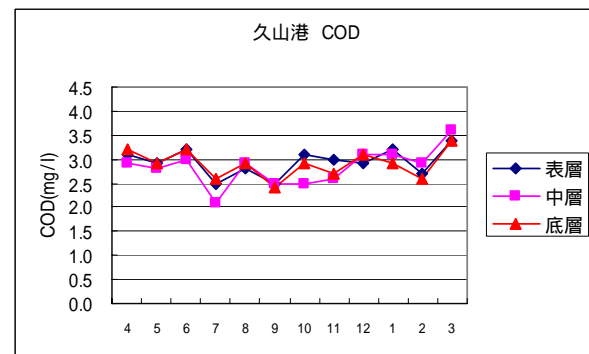
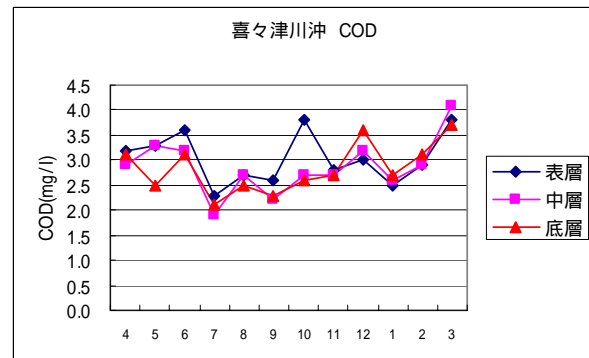
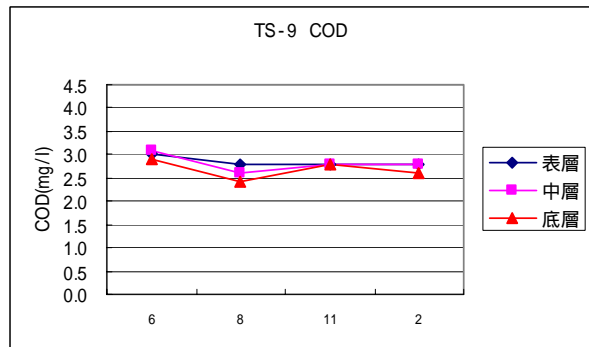
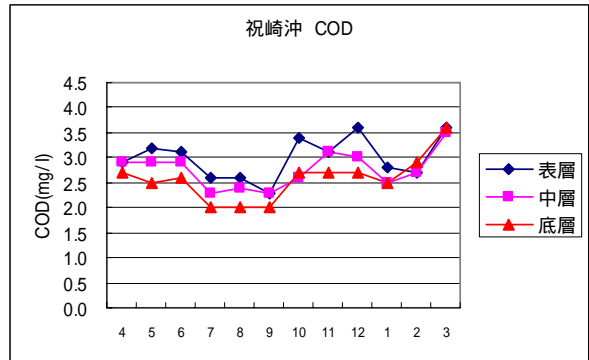


図3 CODの季節変化

(b) COD

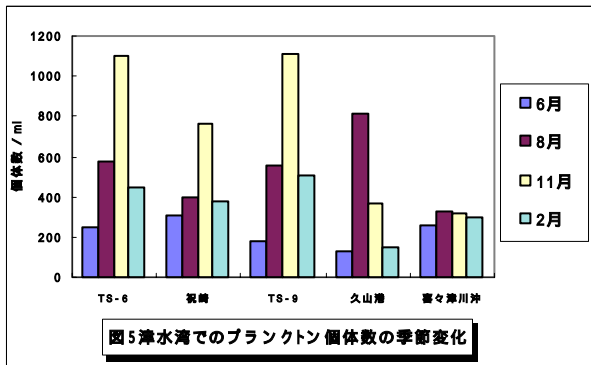
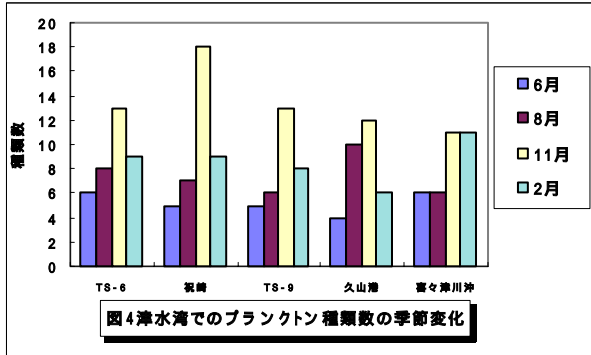
(c) T-N、T-P

T-Nはほぼ全地点において中・底層よりも表層が高く、環境基準(平成15年度暫定目標値0.22mg/l)を超過することが多かった。特に、喜々津川沖では表層のT-Nが0.22mg/l以下になることが少なく、汚濁度が高いと考えられる。

T-Pは、夏～秋期に喜々津川沖及び久山港沖で環境基準(0.02mg/l)を大きく超過した。また、祝崎沖の底層では、成層がみられた7月に、底質からの溶出と考えられる急激なT-Pの増加がみられた。

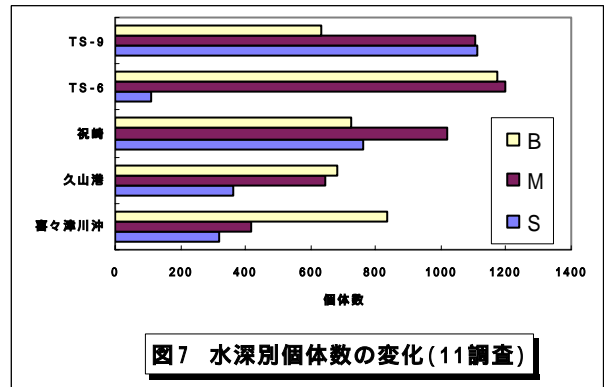
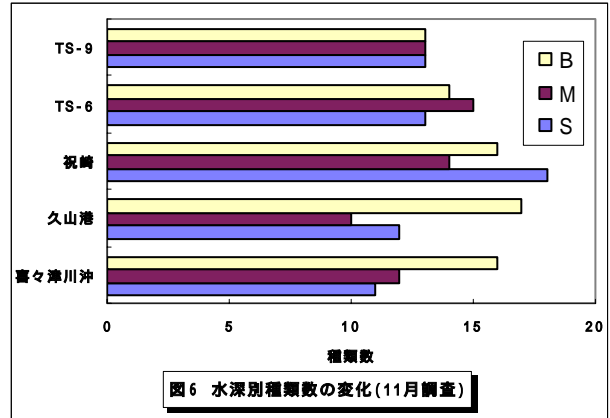
(d) プランクトン

各地点表層でのプランクトンの種類数及び個体数を図4、5に示す。



表層でのプランクトンは各地点とも11月に最も種類数が多くなっているが、個体数では喜々津川沖や久山港などの沿岸部では8月の方が多くなっていた。

11月調査での水深別の種類数、個体数をみると、喜々津川沖や久山港などの沿岸部では中、底層の方が表層より種類数、個体数とも多くなっている。これらは河川からの淡水の流入の影響と考えられ、Clイオン濃度は表層の方が低くなっている。



(2) 底質

底質調査は、エックマンパーシ採泥器により採取した底泥を2mmメッシュでふるったものを試料とし、理化学検査については底質調査法(昭和63年9月、環境庁水質保全局)、粒度組成についてはJIS1204に準拠して分析を行った。

底質の調査結果を表1に示す。

(a) 強熱減量

強熱減量は、ほぼ全域的に夏期(8月)に最大値を示した。また、津水湾口部(TS-6)及び湾中部(TS-9)、喜々津川沖以西(喜々津川沖、喜々津川河口、TS-14)、久山港沖以東(久山港沖、東大川河口、西大川河口、TS-11)の順に高い傾向がみられた。

(b) 酸化還元電位

酸化還元電位は、全域で四季を通じて-200mV以下の還元状態であったが、11月に急激に還元状態が緩和される地点が多かった。特に久山港沖以東では他の時期に比べて100mV以上高かった。

(c) 硫化物

硫化物は、津水湾口部及び湾中部よりも沿岸域の方が四季を通じて高く、水産用水基準(1995年12月、(社)日本水産資源保護協会)である

0.2mg/g dryを超過する傾向がみられた。地点別では、喜々津川河口及び喜々津川沖では夏期(8月)に極大値を示したのに対し、久山港沖では秋期(11月)に極大値を示した。

(d) COD

CODは、四季を通じて水産用水基準(20mg/g・dry以下)を達成できたのは西大川河口のみであった。季節別では、夏期(8月)及び冬期(2月)に高くなる傾向がみられた。地点別では、喜々津川沖以西が四季を通じて22.6~34.1mg/g・dryと汚濁度が高かった。

(e) T-N

T-Nは強熱減量同様、津水湾口部、湾央部、喜々津川沖以西、久山港沖以東の順に高い傾向がみられた。

(f) T-P

T-Pは強熱減量及びT-N同様、津水湾口部、湾央部、喜々津川沖以西、久山港沖以東の順に高い傾向がみられた。季節別では、夏期(8月)に全地点で減少していたが、この時期は水質の底層のT-Pが高くなる傾向がみられたことから、底質からのリンの溶出があったものと考えられる。

(g) 粒度組成

粒度組成は、各地点ともシルト質が主体となることが多く、粘土分と合わせた泥分の割合は80%以上を占めることが多かった。しかし、東大川河

口及び西大川河口では、粒度組成の変動が大きく、砂分が60%以上を占めることもあった。これは、河口域においては河川からの土砂の流出などの影響を受けやすいため、調査地点の微妙なずれなどで変動したものと考えられる。

(h) 有機汚染指標

COD、強熱減量、硫化物、T-N、T-P及び泥分から下記により有機汚染指標(底質改良事業実施指針(1985))を算出したものを図8に示す。

$$\begin{aligned} \text{有機汚染指標} &= 0.310(\text{COD} - 23.5)/23.5 \\ &+ 0.170(\text{IL} - 11.7)/11.7 \\ &+ 0.868(\text{T-S} - 0.504)/0.504 \\ &+ 0.141(\text{T-P} - 0.618)/0.618 \\ &+ 0.166(\text{Mud} - 68.3)/68.3 \end{aligned}$$

COD: 化学的酸素要求量 (mg/g・dry)

IL: 強熱減量 (%)

T-S: 硫化物 (mg/g・dry)

T-N: 全窒素 (mg/g・dry)

T-P: 全リン (mg/g・dry)

Mud: 泥分 (%)

有機汚染指標 0以上: 汚染の始まりかかった泥
1以上: 汚染泥

表1 底質調査結果

	S1	採泥年月日	時刻	水深 m	酸化還元電位		強熱減量 %	COD mg/a dry	T - P mg/a dry	T - N mg/a dry	硫化物 mg/a dry	50%粒径		粘土分 %	シルト分 %	砂分 %	泥分 %
					mV	%						mm	%				
6 月 調 査	久山港	H14.6.24	10:40	7.0	-425	56.7	10.7	19.4	0.56	1.75	0.31	0.0084	6.9	23.1	55.7	21.2	78.8
	喜々津川沖	H14.6.24	10:10	9.5	-424	65.0	12.9	25.8	0.60	2.19	0.24	0.0227	5.5	44.6	37.2	18.2	81.8
	TS - 6	H14.6.24	10:40	15.5	-387	67.8	14.3	17.5	0.70	2.51	0.11	0.0123	6.3	29.3	62.6	8.1	91.9
	TS - 9	H14.6.24	10:00	13.0	-373	64.4	13.6	20.6	0.57	2.35	0.22	0.0116	6.4	32.6	56.5	10.9	89.1
	TS - 11	H14.6.24	11:20	4.2	-400	55.6	9.6	19.1	0.46	1.51	0.22	0.0136	6.2	29.0	63.7	7.3	92.7
	TS - 14	H14.6.24	9:47	9.0	-424	64.8	12.8	25.8	0.58	2.38	0.31	0.0204	5.6	24.1	71.8	4.1	95.9
	東大川河口	H14.6.24	11:10	3.7	-408	45.9	6.7	21.7	0.38	1.05	0.30	0.0411	4.6	17.6	52.6	29.8	70.2
	西大川河口	H14.6.24	10:55	3.8	-384	34.4	4.3	8.4	0.27	0.63	0.06	0.0796	3.7	19.6	28.7	51.7	48.3
	喜々津川河口	H14.6.24	9:45		-419	58.2	11.4	23.4	0.64	1.74	0.20	0.0333	4.9	16.4	69.2	14.4	85.6
8 月 調 査	久山港	H14.8.22	10:15	6.0	-397	59.8	11.8	20.3	0.48	1.83	0.34	0.022	5.5	16.4	67.8	15.8	84.2
	喜々津川沖	H14.8.22	9:50	7.0	-413	58.4	12.8	32.2	0.39	1.95	0.62	0.0207	5.6	17.9	61.2	20.9	79.1
	TS - 6	H14.8.22	10:00	15.0	-422	71.1	16.7	25.2	0.55	2.85	0.09	0.0176	5.8	26.1	64.9	9.0	91.0
	TS - 9	H14.8.22	10:25	11.5	-407	66.7	15.4	29.5	0.52	2.50	0.10	0.0154	6.0	25.0	66.1	8.9	91.1
	TS - 11	H14.8.22	11:15	3.9	-363	56.2	11.3	23.3	0.41	1.57	0.11	0.0197	5.7	21.9	67.1	11.0	89.0
	TS - 14	H14.8.22	10:50	9.9	-407	59.7	13.4	26.8	0.52	2.22	0.25	0.033	4.9	17.4	76.6	6.0	94.0
	東大川河口	H14.8.22	10:45	3.5	-414	47.1	7.3	22.1	0.30	1.03	0.32	0.0279	5.2	12.2	75.3	12.5	87.5
	西大川河口	H14.8.22	11:00	2.5	-468	32.6	2.9	10.7	0.16	0.56	0.25	0.1321	2.9	8.1	31.2	60.7	39.3
	喜々津川河口	H14.8.22	11:00	6.6	-406	58.0	12.4	33.0	0.46	2.01	0.79	0.0265	5.2	19.7	64.6	15.7	84.3
1 1 月 調 査	久山港	H14.11.28	10:10	6.1	-278	40.1	7.3	14.8	0.33	1.50	0.57	0.0215	5.5	26.0	66.3	7.7	92.3
	喜々津川沖	H14.11.28	9:55	7.6	-377	57.1	10.5	24.7	0.48	2.07	0.28	0.0168	5.9	27.8	52.1	20.1	79.9
	TS - 6	H14.11.28	10:20	14.0	-391	72.5	14.6	25.5	0.60	3.14	0.18	0.0163	5.9	31.0	56.8	12.2	87.8
	TS - 9	H14.11.28	10:50	11.7	-400	68.8	14.1	22.5	0.54	2.82	0.22	0.0185	5.8	28.0	53.8	18.2	81.8
	TS - 11	H14.11.28	10:50	2.9	-274	54.1	8.9	23.5	0.43	1.43	0.20	0.0277	5.2	20.7	69.3	10.0	90.0
	TS - 14	H14.11.28	11:15	7.7	-396	64.4	12.5	28.2	0.40	2.52	0.36	0.0189	5.7	30.1	64.4	5.5	94.5
	東大川河口	H14.11.28	10:35	1.7	-226	31.5	3.6	8.3	0.14	0.53	0.14	0.1475	2.8	11.2	20.2	68.6	31.4
	西大川河口	H14.11.28	10:25	3.8	-266	42.6	5.9	12.2	0.30	1.14	0.17	0.0324	4.9	20.5	48.0	31.5	68.5
	喜々津川河口	H14.11.28	11:30	7.0	-324	58.5	10.5	22.6	0.46	1.80	0.22	0.0176	5.8	16.9	74.3	8.8	91.2
2 月 調 査	久山港	H15.2.26	10:30	6.0	-408	56.1	10.3	25.6	0.39	1.87	0.23	0.0174	5.8	22.8	67.1	10.1	89.9
	喜々津川沖	H15.2.26	10:10	7.7	-346	54.0	12.2	30.9	0.35	1.73	0.16	0.0199	5.7	23.1	59.0	17.9	82.1
	TS - 6	H15.2.26	10:35	14.0	-411	69.0	14.3	27.4	0.38	2.63	0.09	0.0198	5.7	18.3	79.0	2.7	97.3
	TS - 9	H15.2.26	11:15	12.0	-409	68.5	13.6	32.9	0.48	2.23	0.17	0.0139	6.2	33.8	62.1	4.1	95.9
	TS - 11	H15.2.26	11:15	3.1	-380	55.5	8.4	24.3	0.32	1.40	0.23	0.0166	5.9	30.0	60.9	9.1	90.9
	TS - 14	H15.2.26	11:25	5.9	-422	57.8	10.5	22.7	0.25	1.82	0.31	0.0170	5.9	25.9	53.5	20.6	79.4
	東大川河口	H15.2.26	11:05	3.0	-431	55.2	9.1	27.9	0.31	1.75	0.58	0.0202	5.6	15.7	66.2	18.1	81.9
	西大川河口	H15.2.26	10:45	3.5	-379	47.8	6.8	16.7	0.29	1.10	0.08	0.0238	5.4	17.9	60.8	21.3	78.7
	喜々津川河口	H15.2.26	11:40	3.0	-440	59.1	11.3	34.1	0.45	2.02	0.30	0.0188	5.7	27.0	65.9	7.1	92.9

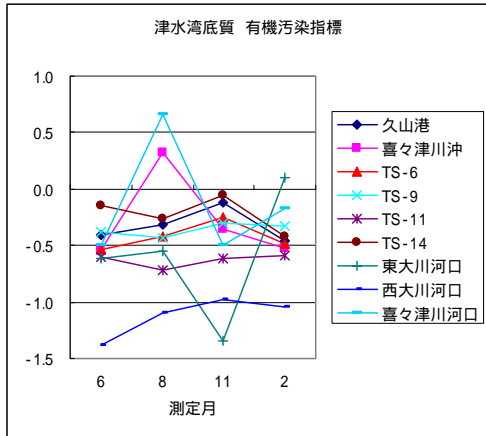


図8 底質の有機汚染指標

汚染の始まりかかった泥とされる0以上となったのは、8月の喜々津川沖及び喜々津川河口、2月の東大川河口の3検体であった。

(3) 底生生物

各地点での出現種類数および個体数の季節変化を図9及び10に示す。春の調査では河口域の地点で比較的出現種が多く、20種類以上採集された地点もみられた。一方、夏期調査では各地点とも出現種は激減し、特に久山、東大川河口、TS-11などの湾最奥部は顕著である。個体数についても同様な傾向となっている。

なお、津水湾中央部のTS-9及びTS-6は春から夏にかけて無生物に近い状態であった。

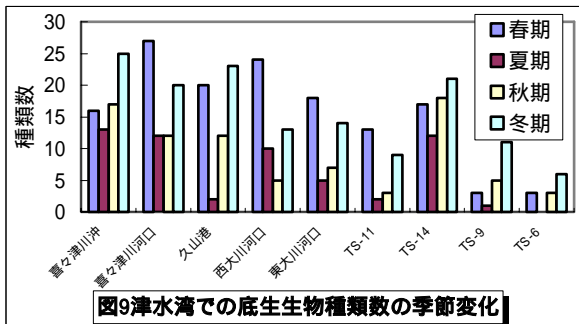


図9 津水湾での底生生物種類数の季節変化

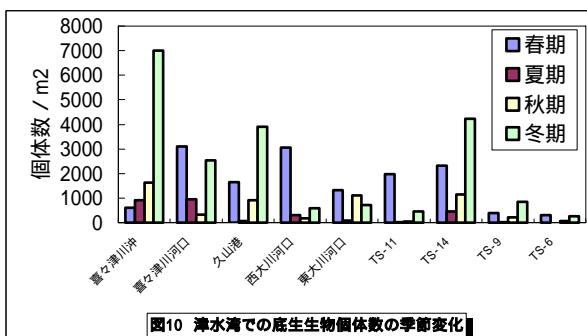


図10 津水湾での底生生物個体数の季節変化

次に、出現種及び個体数の組成比率を図11及び12に示すが、出現種類数は年間を通して軟体動物と環形動物が大部分を占め特に春から夏にかけては環形動物が半数以上となっている。個体数は年間を通して軟体動物が半数以上を占めている。

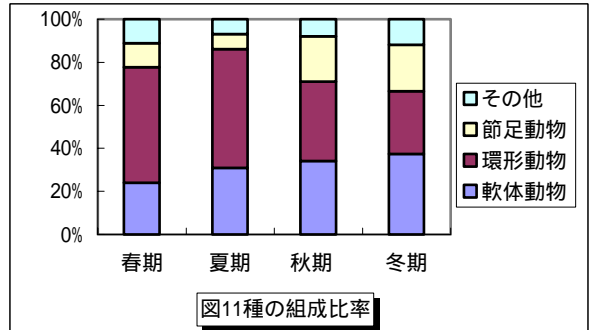


図11種の組成比率

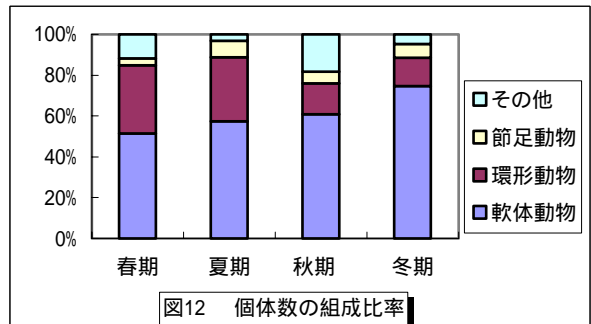


図12 個体数の組成比率

2. 河川負荷量調査

東大川、西大川及び喜々津川の3河川の月別負荷量調査結果を図13に示す。

3河川合計のCOD総負荷量の最大値は403.9kg/日(5月)、最小値は88.5kg/日(9月)、年間平均値は163.8kg/日であった。河川別にみると、西大川からの負荷量が他の河川に比べて高かった。これは、西大川流域には工場・事業場が多く、河川流量に占める工場・事業場排水の割合が高いためと考えられる。

3河川合計のSS総負荷量の最大値は353.7kg/日(5月)、最小値は46.2kg/日(10月)、年間平均値は131.1kg/日であった。河川別では、COD同様西大川からの負荷量が他の河川に比べて高かった。

3河川合計のT-N総負荷量の最大値は180.3kg/日(5月)、最小値は76.0kg/日(10月)、年間平均値は105.5kg/日であった。河川別では、COD、SS同様西大川からの負荷量が他の河川に比べて高かった。

3河川合計のT-P総負荷量の最大値は27.6kg/日(5月)、最小値は5.99kg/日(2月)、年間平均値は13.1kg/日であった。河川別では他の項目同様西大川からの負荷量が他の河川に比べて高かった。

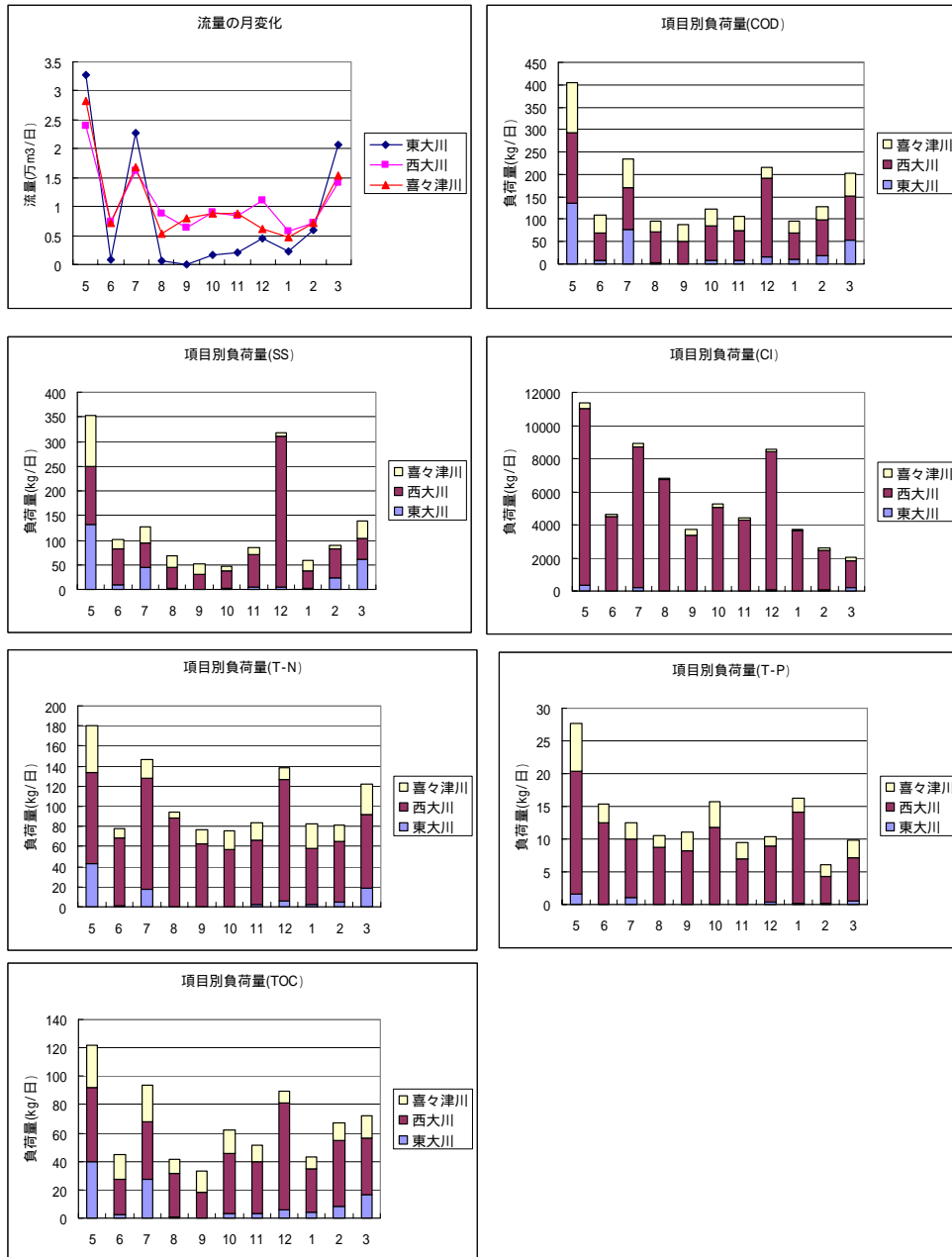


図13 3河川の月別負荷量調査結果

次に、3河川からの負荷量と、河川調査地点より下流域にある水質汚濁防止法に基づく特定事業場の排出負荷量の総計による津水湾流入負荷量を算出したものを表2に示す。なお、河川からの負荷量については年間平均値を使用し、特定事業場の負荷量については、過去に実測値があるものについては実測値、ないものについては大村湾水質保全総合調査事業報告書³⁾の水質原単位を用いて算出した。

その結果、津水湾に流入する負荷量は、COD: 301.4kg/日、T-N: 245.3kg/日、T-P: 23.9kg/日と推定される。

表2 津水湾流入負荷量

	COD負荷量 (kg/日)	T-N負荷量 (kg/日)	T-P負荷量 (kg/日)
東大川	30.7	8.8	0.4
西大川	89.6	77.2	9.9
喜々津川	43.5	19.5	2.9
3河川合計	163.8	105.5	13.1
下流域特定事業場	137.6	139.7	10.8
総負荷量	301.4	245.3	23.9

考 察

平成14年度の水質調査結果と、昭和49年度の公共用水域水質測定結果を比較すると、CODは、環境基準3地点(昭和49年度は津水湾奥で比較)とも四季を通じて平成14年度の方が極めて高く、水質の悪化は恒常的であると考えられる。また、透明度は、5月は喜々津川沖、祝崎沖では3m程度で経年的な変化はみられなかったが、9月及び11月では平成14年度の方が非常に低かった。特に、11月の喜々津川沖では4.7m透明度が減少しており、水質が悪化していることを裏付けるものと考えられる。また、久山港沖では、年間を通じて平成14年度の方が低く、水質が悪化しているものと考えられる。

津水湾内の底質は、ほとんどすべての項目において津水湾口部が最も汚染度が高く、次いで湾中央部、喜々津川沖以西、久山港沖以東の順に汚染が高い傾向がみられた。底質のCODは、四季を通じて水産用水基準である20mg/g・dryを超える地点が多く、特に喜々津川沖以西ではすべての検体で超過していた。季節別では、強熱減量及びCODが8月及び2月に高くなる地点が多かったのに対し、T-Pは6月及び11月に高くなる地点が多かった。T-Pが8月に低くなった理由として、この時期には水質の底層のT-Pが高くなる傾向がみられたことから、底質からのリンの溶出があったためと考えられる。

一方、底生生物からみると久山、東大川河口、TS-11など湾奥東部の夏期の種類数の減少が顕著で、理化学調査結果との違いがみられた。

津水湾流入負荷量調査は、過去にも「津水地区環境影響事前評価報告書」²⁾(昭和49年度)、「津水湾の栄養塩類調査」⁴⁾(昭和54年度)、「津水湾流入河川の汚濁負荷量と同湾底質からの栄養塩等溶出試験」⁵⁾(昭和60～61年度)で実施されている。これらの調査結果と比較した流入負荷量の経年変化を図14に示す。

平成14年度の3河川からのCOD負荷量合計は、昭和60～61年度よりも約4割減少していた。これは、上流域において合併処理浄化槽等の普及により生活排水処理が進んだためと考えられる。一方、昭和60～61年度まで増加傾向にあったCOD総負荷量は、平成14年度には昭和60～61年度の半分に減少していた。これは条例等により下流域の特定事業場に上乘せ排水基準が設定されたことや、下水処理場の建設により生活排水処理が進み、負荷量が減少したためと考えられる。

平成14年度の3河川からのT-N負荷量合計は、昭和60～61年度に比べて微増であったが、T-N総負荷量は、昭和60～61年度に比べて4割近く減少していた。これ

は、下流域に下水処理場が建設され、生活排水処理が進んだためと考えられる。一方、平成14年度の3河川からのT-P負荷量合計は、昭和60～61年度に比べて倍増していたのに対し、T-P総負荷量は昭和60～61年度よりも微増であった。これは、昭和60～61年度に比べて西大川からのT-P負荷量が非常に高くなっており、西大川上流域の工場・事業場排水による負荷が高くなる一方で、下流域に下水処理場が建設され、生活排水処理が進んだために、総負荷量としては変動が少なかったものと考えられる。

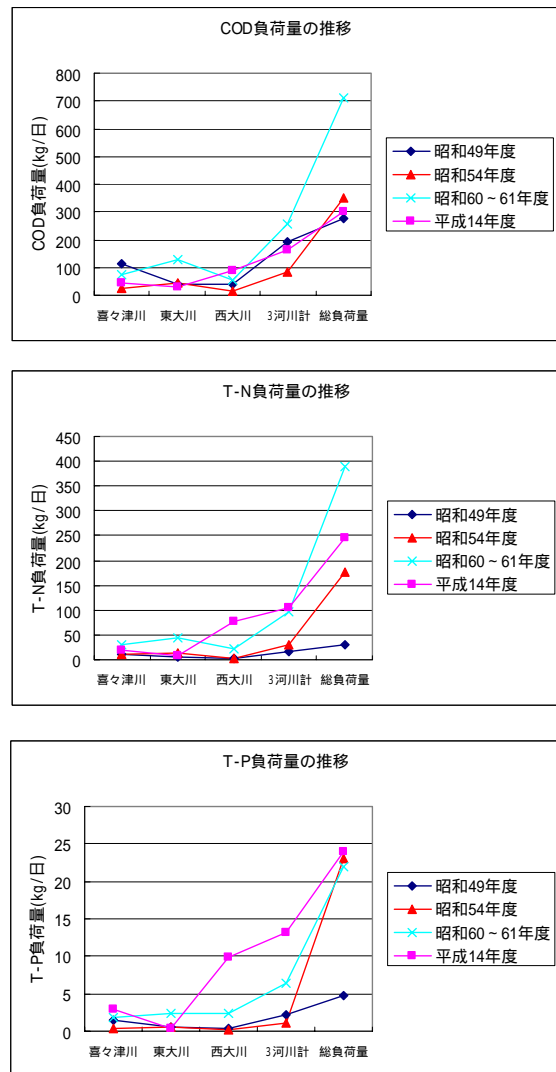


図14 津水湾流入負荷量の経年変化

課 題

平成14年度は、津水湾を集中対策地域として水質、底質、陸域負荷量等を調査し、次年度以降に実施する効果的な方策検討の基礎データを得た。しかしながら、底質、特に河口域においては調査日前後の気象条件

や、採取地点の微妙なずれなどで大きく変化する可能性があり、今後課題を残した。また、過去に津水湾内を四季に渡って詳細に調査した例はなく、平成14年度の調査結果の妥当性についても引き続き検討する必要があると考えられる。次年度以降、効果的な方策の検討を実施するためには、これらの問題点をすべて解決することが重要であることから、平成15年度は平成14年度の調査結果を補足するうえで、引き続き調査を継続することが必要であると考えられる。そのうえで、津水湾内で最適な浄化策を検討することが必要である。

参 考 文 献

- 1) 森淳子他 衛生公害研究所報 47, 55～58
(2001)
- 2) 長崎県企画理事付 津水地区環境影響事前
評価報告書 昭和50年3月
- 3) 平成12年度長崎県委託事業 (株)数理計画
大村湾水質保全総合調査事業報告書 平成
13年3月
- 4) 香月幸一郎他 衛生公害研究所報 20, 58～64
(1979)
- 5) 釜谷剛他 衛生公害研究所報 28, 33～53
(1986)