大阪湾富栄養化要因調査

Investigation on Factor of Eutrofication in Osaka bay

柴田　次郎＊

Jiro Shibata※

＊ **大阪府公害監視センター　調査室**

※ Research Section, Environmental Pollution Control Center, Osaka Prefecture

はじめに

大阪湾における富栄養化は約２０年の経過をみると改善が伺える [1]。しかし、湾奥では河川の影響を受ける上層はＭＢＯＤとして 25 ～ 40mg/L の酸素消費量に相当する栄養塩が存在することが分かっており、まだまだ改善されるべきと考えられる。

また、下層においては流入河川からの有機物負荷と成層した上層における植物プランクトンの増殖により、これらの沈降物が分解するため、貧酸素化することがしられている。そこで、今回の富栄養化要因調査では海域上層に影響する流入河川のＭＢＯＤと底層に影響することが考えられるＳＳ（浮遊物質）のＭＢＯＤにおける寄与率を調査したので報告する。

調査地点

大阪湾に流入する代表的な河川である淀川（枚方大橋）と大和川（遠里小野橋）について行った。

方　　法

ＭＢＯＤは水域における富栄養化の状況を知るために修正（Modify）されたＢＯＤである。

例えば、ＢＯＤは有機物の汚濁を調べるための試験方法であるが、微生物反応がスムーズに進むように有機物以外の窒素、燐、鉄等の栄養素を充分に添加して試水中の有機物が制限栄養素になってどれだけ酸素消費があるかを調べ、値が高いほど汚濁が大きいと言うことになっている。このように最少律の法則を用いて①有機物のみ添加した場合は無機物が加えてないので無機物質が制限栄養素になりこれをＭＢＯＤ－Ｉとした。②同様に有機物と燐、鉄、マグネシウム、カルシウム等微量栄養素を添加するが窒素のみが加えてない場合窒素が制限栄養素になるのでこれをＭＢＯＤ－Ｎとした。③同様に燐のみ添加しない場合は燐が制限栄養素となるのでＭＢＯＤ－Ｐとした。さらに全栄養素を添加して測定した場合は常に高い値を示すことから調査した試水は全て添加栄養素以外の物質が制限になっていないことの確認を行った。

また、今回の調査項目であるＳＳのＭＢＯＤ値はろ過した各ＭＢＯＤと未ろ過の各ＭＢＯＤを測定し、その差から求めた。

結　　果

調査結果は表１～表４に示した。

１．ろ過ＭＢＯＤ（溶解性ＭＢＯＤ）

淀川の平均値ではＭＢＯＤ－Ｎの値が高いが平成１１年度は１０月に、また、１２年度は８月、９月、１２月で燐が高く、値は各月によってバラツキが見られた。一方、大和川では燐の方が高い月が多く、平均値でも高い結果となり淀川とは異なっていた。

２．未ろ過（総ＭＢＯＤ）

淀川、大和川共に平均値ではＭＢＯＤ－Ｎが高く、生物化学的には窒素が豊富であると言える。意外にも淀川が高く平成１２年度は大和川と同じ値である。しかし、燐は明らかに淀川の方が低い結果となっていた。

３．ＳＳ－ＭＢＯＤ（未ろ過－ろ過）

淀川、大和川共にＳＳ－ＭＢＯＤ－Ｎが高く、淀川のＳＳ－ＭＢＯＤ－Ｎは大和川より高い結果となった。そこで、ＳＳ値をみると平均値で淀川は平成１１年度８ mg/L、平成１２年度９ mg/L、大和川は平成１１年度は２０ mg/L、平成１２年度は１９ mg/L と淀川は大和川の半分以下であり、淀川のＳＳ中の窒素濃度が高いことが分かった。

４．ＳＳ－ＭＢＯＤの寄与率（総ＭＢＯＤ中のＳＳ－ＭＢＯＤの割合）

淀川は窒素が高く、総ＭＢＯＤに占めるＳＳ－ＭＢＯＤ－Ｎの割合は平成１１年度 79.3 %，平成１２年度 82.5 %となっており、大和川の平成１１年度 37.5 %、平成１２年度 50.0 %に比べて 1.7 ～ 2.1 倍の寄与率を示した。

考　　察

以上の結果から全体的にはＭＢＯＤ－Ｎの値が高く、特に淀川はその傾向が強かった。このような流入河川の水質に対して以前行った海域の調査においては、表層はＭＢＯＤ－Ｎが高く、そのまま河川の影響を受けていることが分かった。しかし、底層は夏季に貧酸素化になって底質からの窒素、燐の溶出が考えられる場合はＭＢＯＤ－Ｐが高くなり今回の結果とは一致しない。植物プランクトンの沈降もあるので全ての底質が河川のＳＳからとは言えないが、それにしても高いＳＳ－ＭＢＯＤ－Ｎが流入しているにもかかわらず窒素の溶出が少ないのは底層での条件が波浪等の影響で好気あるいは嫌気を繰り返すことによって底質中の窒素化合物が自然に脱窒を受けているのではないかと考えられる。過去に行われた底質調査 [2)3)]の結果においても底質中のＴ－ＮがＴ－Ｐに比べて特に高くなかったことから類推出来る。

また、淀川のＳＳ－ＭＢＯＤ－Ｎの寄与率が高い原因を明らかにするために下水処理排水が比較的少ない上流の宇治川御幸橋と木津川御幸橋で２回調査を行ったところ、宇治川では２回とも寄与率が高く 92.5 %と 94.1 %であった。一方、木津川は１回目は 30 %と低かったが２回目は 80.1 %と高かった。このことから上流においても大和川と異なった結果になり、淀川は下水処理排水に加えて何か別の窒素汚染源があるのであろう。その一つとしては京都府内の茶畑からの肥料の流出の問題が考

えられる。しかし、海域における脱窒のメカニズムも含め推察の域を脱しておらず今後の課題である。何れにしても淀川はＳＳ－ＭＢＯＤ－Ｎが高い特性を持っていることが分かった。

まとめ

１）底質に影響すると考えられるＳＳ－ＭＢＯＤの寄与率を調査した。
２）淀川のＳＳ－ＭＢＯＤ－Ｎは大和川の２倍前後の寄与率を示した。
３）流入河川水のＳＳ－ＭＢＯＤ－Ｎが高いにもかかわらず海域の底質からの溶出が少ないのは底質中で脱窒を受けているのではないかと考えられる結果となった。

参考文献

１）柴田次郎、東　義仁：ＭＢＯＤによる大阪湾の富栄養化調査、大阪府公害監視センター所報、第２０号（2000）
２）昭和 59 年度環境庁委託業務結果報告書、瀬戸内海環境情報基本調査（資料編）
３）平成５年度環境庁委託業務結果報告書、瀬戸内海環境情報基本調査（資料編）

表 1　平成 11 年度調査結果（淀川　枚方大橋左岸）

採水日	4月 8日	5月 11日	6月 9日	7月 12日	8月 3日	9月 1日	10月 5日	11月 5日	12月 3日	1月 6日	2月 3日	3月 3日	平均
天侯	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	
気温 (℃)	14.0	20.0	27.0	28.0	30.0	30.0	28.0	19.0	10.5	16.0	9.0	9.0	20.0
水温 (℃)	13.5	20.0	22.0	26.5	28.0	28.5	25.0	17.0	12.5	10.0	8.0	7.0	18.2
pH	7.6	7.6	7.4	7.3	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	6.7	6.6	6.5	7.1
SS (mg/L)	6	8	12	4	4	13	9	10	8	8	7	10	8
ろ過MBOD－I (mg/L)	20	68	8	20	45	15	50	43	15	35	55	30	34
ろ過MBOD－N (mg/L)	43	83	18	58	45	43	75	50	30	85	100	85	60
ろ過MBOD－P (mg/L)	20	73	10	30	45	25	78	43	15	38	58	35	39
未ろ過MBOD－I (mg/L)	33	75	15	23	48	20	75	50	33	53	80	58	47
未ろ過MBOD－N (mg/L)	100	210	530	130	450	620	310	300	120	210	210	260	290
未ろ過MBOD－P (mg/L)	140	170	60	65	120	70	85	90	58	75	110	83	94
SS－MBOD－I (mg/L)	13	7	7	3	3	5	25	7	18	18	25	28	14
SS－MBOD－N (mg/L)	57	200	510	68	410	570	240	250	85	120	110	180	230
SS－MBOD－P (mg/L)	120	97	50	35	75	45	7	47	43	37	52	48	55
SS－MBOD－Iの寄与率(%)	39.4	10.7	53.3	13.0	6.3	25.0	33.3	16.0	54.5	34.0	31.3	48.3	29.8
SS－MBOD－Nの寄与率(%)	58.0	95.2	96.2	52.3	91.1	91.9	77.4	83.3	70.8	57.1	52.4	69.2	79.3
SS－MBOD－Pの寄与率(%)	85.7	58.8	83.3	53.8	60.8	63.4	9.4	53.3	74.1	50.6	50.6	57.8	58.5

表 2　平成 11 年度調査結果（大和川　遠里小野橋中央）

採水日	4月 7日	5月 10日	6月 9日	7月 12日	8月 2日	9月 2日	10月 6日	11月 5日	12月 2日	1月 7日	2月 2日	3月 3日	平均
天侯	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	
気温 (℃)	14.0	21.0	28.0	30.0	35.0	30.0	28.0	17.0	16.0	14.0	10.0	17.0	21.7
水温 (℃)	13.0	19.0	28.0	29.0	33.5	28.5	27.3	17.0	13.0	14.0	10.0	16.0	20.7
pH	7.6	7.6	7.7	7.7	8.0	7.4	7.5	7.1	7.1	6.8	6.9	7.1	7.4
SS (mg/L)	15	20	25	15	12	28	23	25	21	18	15	17	20
ろ過MBOD－I (mg/L)	220	170	190	130	210	120	170	190	240	240	260	280	200
ろ過MBOD－N (mg/L)	280	200	240	180	260	140	190	230	300	350	340	330	250
ろ過MBOD－P (mg/L)	260	270	310	210	310	280	330	290	340	320	310	320	300
未ろ過MBOD－I (mg/L)	280	180	210	150	210	120	190	210	260	240	310	280	220
未ろ過MBOD－N (mg/L)	320	350	500	260	270	490	450	480	560	470	350	340	400
未ろ過MBOD－P (mg/L)	370	340	310	210	310	300	330	360	440	330	360	390	340
SS－MBOD－I (mg/L)	60	10	20	20	0	0	20	20	20	0	50	0	18
SS－MBOD－N (mg/L)	40	150	260	70	10	350	260	250	260	120	10	10	150
SS－MBOD－P (mg/L)	110	70	0	0	0	20	0	70	100	10	50	70	42
SS－MBOD－Iの寄与率(%)	21.4	5.5	9.5	13.3	0	0	10.5	9.5	7.7	0	16.1	0	8.2
SS－MBOD－Nの寄与率(%)	12.5	42.9	52.0	26.9	3.7	71.4	57.8	52.1	46.4	25.5	2.9	2.9	37.5
SS－MBOD－Pの寄与率(%)	29.7	20.6	0	0	0	6.7	0	19.4	22.7	3.0	13.9	17.9	12.4

表 3　平成 12 年度調査結果（淀川　枚方大橋左岸）

採水日	4月4日	5月12日	6月6日	7月4日	8月7日	9月4日	10月2日	11月10日	12月5日	1月12日	2月20日	3月16日	平均
天候	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	
気温 (℃)	19.0	26.0	29.0	31.0	31.0	30.0	26.0	19.0	13.0	6.5	12.0	15.0	21.5
水温 (℃)	14.5	21.0	24.0	29.0	29.5	29.0	23.0	16.0	12.0	10.0	10.0	11.0	19.0
pH	6.7	6.8	6.9	7.1	7.1	7.2	7.0	7.0	7.7	7.5	7.4	7.4	7.2
SS (mg/L)	7	11	10	5	10	7	14	7	10	5	4	15	9
ろ過MBOD－I (mg/L)	13	45	15	23	30	70	15	40	48	73	28	0	33
ろ過MBOD－N (mg/L)	98	120	28	38	33	78	28	73	58	120	78	18	64
ろ過MBOD－P (mg/L)	60	75	15	23	60	90	15	55	63	98	43	10	51
未ろ過MBOD－I (mg/L)	73	90	15	30	33	73	25	50	50	110	83	5	53
未ろ過MBOD－N (mg/L)	340	470	160	160	520	480	540	470	480	450	250	430	400
未ろ過MBOD－P (mg/L)	110	110	65	85	83	90	98	100	130	150	100	23	95
SS－MBOD－I (mg/L)	60	45	0	7	3	3	10	10	2	37	55	5	20
SS－MBOD－N (mg/L)	240	350	130	120	490	400	510	400	420	330	170	410	330
SS－MBOD－P (mg/L)	50	40	50	62	23	0	83	45	67	52	57	13	45
SS－MBOD－Iの寄与率(%)	82.2	50.0	0	23.3	9.1	4.1	40.0	20.0	4.0	33.6	66.3	100.0	37.7
SS－MBOD－Nの寄与率(%)	70.6	74.5	81.3	75.0	94.2	83.3	94.4	85.1	87.5	73.3	68.0	95.3	82.5
SS－MBOD－Pの寄与率(%)	50.0	36.4	76.9	72.9	27.7	0	84.7	45.0	51.5	34.7	57.0	56.5	47.4

表 4　平成 12 年度調査結果（大和川　遠里小野橋中央）

採水日	4月4日	5月12日	6月6日	7月4日	8月7日	9月4日	10月2日	11月9日	12月5日	1月11日	2月20日	3月16日	平均
天候	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	
気温 (℃)	21.0	26.0	27.0	30.0	34.0	30.0	26.0	17.0	14.0	11.0	14.0	17.0	22.3
水温 (℃)	17.0	27.0	28.0	30.0	34.0	29.0	25.0	18.5	12.0	12.0	14.0	15.0	21.5
pH	7.0	7.3	7.2	7.1	7.2	7.2	7.1	7.0	7.6	7.5	7.6	7.4	7.3
SS (mg/L)	18	14	15	11	16	28	20	22	25	31	15	18	19
ろ過MBOD－I (mg/L)	210	180	210	140	110	130	150	140	200	200	140	190	170
ろ過MBOD－N (mg/L)	300	180	280	150	130	140	170	160	230	210	220	200	200
ろ過MBOD－P (mg/L)	250	340	310	160	270	200	280	180	250	250	180	190	240
未ろ過MBOD－I (mg/L)	250	180	230	140	130	130	170	180	230	220	230	230	190
未ろ過MBOD－N (mg/L)	440	210	300	170	400	520	520	530	590	530	400	240	400
未ろ過MBOD－P (mg/L)	330	340	340	170	280	300	340	280	350	320	310	240	300
SS－MBOD－I (mg/L)	40	0	20	0	20	0	20	40	30	20	70	30	24
SS－MBOD－N (mg/L)	140	30	10	20	260	380	350	370	360	320	180	40	200
SS－MBOD－P (mg/L)	80	0	30	10	10	100	40	100	100	70	130	50	60
SS－MBOD－Iの寄与率(%)	16.0	0	8.7	0	15.4	0	11.8	22.2	13.0	9.1	30.0	13.0	12.6
SS－MBOD－Nの寄与率(%)	31.8	14.3	3.3	11.8	65.0	73.1	67.3	69.8	61.0	60.4	45.0	16.7	50.0
SS－MBOD－Pの寄与率(%)	24.2	0	8.8	5.9	3.6	33.3	17.6	35.7	28.6	21.9	41.9	20.8	20.0