

# 多摩川の浄化に関する研究—そのⅡ—

## —主要発生源における有機性汚濁物質の実態調査結果—

佐々木 徹 井上 亙 川原 浩

### 1 はじめに

多摩川流域の汚濁発生源についてはすでに厳しい排水規制（BOD 20 ppm以下）が課せられているが、中流域の水質は年々悪化の傾向を示している。

これらを改善するためには排出されている有機性汚濁物質（従来、BOD、CODによって代表してきた）の除去方法についての再検討を行うと同時に、二次汚濁の原因物質であるといわれている窒素、燐等の有機性汚濁関連物質を三次処理等の高度処理によって除去する等の対策を講ずる必要があると考えられる。

筆者らは前項で述べた多摩川中流域における総合調査の一環として、とくにこのような角度からの検討を行うこととしており、今回、中流域の主要発生源からの有機性汚濁物質および関連物質の排出実態の調査ならびに現施設における除去効果等について若干の知見をえたので報告する。

### 2 調査方法

#### (1) 調査対象

今回の調査は、表1～4のとおり生物学的処理を行っている事業場を対象とした。

表2 し尿浄化槽概要

	処理方法	処理稼人員	排水量 $m^3$ /日	備考
A	標準活性汚泥法	5,800	1,160	公団
B	流量調整槽+長時間曝気法	7,000	1,400	〃
C	流量調整槽+長時間曝気法	9,500	2,090	〃
D	標準活性汚泥法	7,500	1,500	〃
E	長時間曝気法	5,000	910	公社
F	同上	4,312	860	都営
G	同上	1,300	260	〃
H	同上	2,625	520	〃
I	流量調整槽+長時間曝気法	1,130	2,800	民間

表3 し尿処理場概要

	処理方式	処理能力	脱離液希釈率	排水量 $m^3$ /日	備考
A	消化処理→活性汚泥法	288 $kl$	15倍	2,500	
B	〃	330	17	6,600	
C	化学処理→活性汚泥法	330	—	2,600	沈殿池越流水を2倍希釈で放流

表1 下水処理場概要

	経営主体		集水方式		a 計画処理能力 $m^3$ /日	b 現有処理量 $m^3$ /日	c 実処理量 $m^3$ /日	$\frac{c}{b} \times 100$
	流域下水道	市営下水道	分流式	合流式				
A	○			○	271,000	135,500	99,000	73
B	○		○		473,000	52,800	18,400	35
C	○		○		225,000	75,000	17,600	23
D		○		○	77,500	77,500	42,500	55
E		○		○	30,000	30,000	32,600	109

表4 工場概要

	主要製品	特定施設	処理方法	排水量 <sup>1</sup> /日
A	市乳 ジュース	2	活性汚泥法	560
B	市乳 アイスクリーム	2,72	"	2,000
C	ハム	2	回転平板法	130
D	と畜場	69	活性汚泥法	2,000
E	めん類	16	接触曝気法-活性汚泥法	400
F	めん類 とうふ	16,17	加圧厚上法-活性汚泥法	270
G	マヨネーズ	5	活性汚泥法	1,100
H	コーラ ファンタ	10	活性汚泥法-砂ろ過法	600
I	ビール	10	活性汚泥法	4,200~ 7,000
J	染色晒	19	"	3,000
K	香料	41	"	140
L	フィルム 写真材料	43,68 71-2	"	8,000

(2) 採水方法

各対象事業場とも、採水場所は、原則として処理施設流入水・最終沈殿池越流水とした。なお、採水回数はそれぞれ次のとおりである。

ア 下水処理場

24時間2時間間隔12回採水。

イ し尿浄化槽

水質・水量変動を考慮して、日中3回採水。

なお、分析検体は混合試料とした。

ウ し尿処理場

24時間6時間間隔5回採水。

エ 工場

1日1回採水。

(3) 分析方法

表5のとおりである。

3 調査結果

下水処理場、し尿浄化槽、し尿処理場および工場の排水中の炭素・窒素・磷の存在形態、存在量の調査結果を表6~9に示す。表中、下水処理場、し尿処理場については、24時間12回採水検体、同5回採水検体の分析結果の平均値、し尿浄化槽については、日中3回採水検体の混合試料の分析結果、また工場については、1回採水の結果である。なお、以下でいう無機

体、有機体および懸濁性、溶存性の区分は、表10のとおりである。

表5 分析方法

項目	分析方法
BOD	JIS K0102 16による。
COD	" " 100℃における過マンガン酸カリウムによる酸素消費量
SS	あらかじめ450℃で2時間焼いたGF/C濾紙で試水の濾量を濾過し、濾紙と共に70℃で乾燥冷却後秤量
TOC	POCとDOCの和として算出
POC	SSK用いた試料について元素分析計で測定
DOC	GF/C濾紙で濾過した排水(以下濾過試水という)をMenge法(20℃で2時間過硫酸カリ湿式酸化)したのち、CO <sub>2</sub> を非分散赤外線吸収計で測定
T-N	PON, DON, NH <sub>4</sub> -N, NO <sub>2</sub> -N, NO <sub>3</sub> -Nの総和として算出
NH <sub>4</sub> -N	濾過試水についてインドフェノール法により測定
NO <sub>2</sub> -N	濾過試水についてGriess法により測定
NO <sub>3</sub> -N	濾過試水をカドミウム-銅カラムでNO <sub>2</sub> -Nに還元しGriess法により測定
TON	PONとDONの和として算出
PON	SSK用いた試料について元素分析計で測定
DON	濾過試水をケルダール分解しNH <sub>4</sub> -Nとしてインドフェノール法により測定した値からNH <sub>4</sub> -Nの差として算出
T-P	R-P, POP, DOPの総和として算出
R-P	濾過試水につきモリブデン青法で測定
TOP	POP, DOPの和として算出
POP	SSKに用いた試料を過硫酸カリで酸化分解したのち、R-Pとしてモリブデン青法で測定
DOP	濾過試水を過硫酸カリ分解した後、R-Pとして測定し、分解を行わない場合のR-Pとの差から算出

(1) 炭素系化合物

ア 生活系排水

下水処理場、し尿浄化槽、し尿処理場等の事業場排水(以下、「生活系排水」という。)の活性汚泥処理施設流入水(但し、し尿処理場については脱離液)、処理水の全有機体炭素(TOC)平均値は、下水処理場では流入水52mg/l~110mg/l(処理水4mg/l~11mg/l,以下同じ)、し尿浄化槽71mg/l~155mg/l(9mg/l~33mg/l)、し尿処理場958mg/l~1600mg/l(21mg/l~61mg/l)の範囲にあった。懸濁性有機体炭素(POC)は、し尿処理場Cを除き、下水処理場、し尿浄化槽、し尿処理場の流入水、処理水ともにTOCの50%~80%を占めるものが多かった。

表6 下水処理場水質調査結果

単位: mg/l

	A			B			C			D			E		
	流入水	処理水	除去率%	流入水	処理水	除去率%	流入水	処理水	除去率%	流入水	処理水	除去率%	流入水	処理水	除去率%
BOD	104	5.91	94	192	9.51	95	85.4	11.4	87	187	14.7	92	175	30.7	83
COD	56.1	5.86	90	77.6	7.80	90	4.33	11.8	73	80.7	9.0	89	82.7	14.0	83
SS	107	2	98	128	5	96	53	5	91	146	12	92	140	15	89
TOC	59.1	3.96	93	110	5.78	95	52.1	8.45	84	105	7.41	93	93.0	11.3	88
POC	40.6	1.07	97	77.0	2.13	97	33.7	3.23	90	66.4	4.13	94	67.6	6.66	90
DOC	18.5	2.89	84	33.1	3.65	89	18.4	5.22	72	38.8	3.28	92	25.4	4.65	82
T-N	24.7	1.11	55	36.3	4.03	89	21.7	7.08	67	33.4	3.87	88	36.1	2.56	29
NH <sub>4</sub> -N	15.5	7.04	56	22.9	2.27	90	15.6	2.26	86	17.6	0.89	95	23.4	2.03	13
NO <sub>2</sub> -N	0.05	0.08		0.01	0.08		0.14	0.75		N D	0.19		0.36	0.61	
NO <sub>3</sub> -N	0.06	1.20		0.01	1.32		0.13	3.58		N D	1.19		0.17	0.31	
TON	9.10	2.74	70	13.4	0.36	97	5.83	0.49	92	15.8	1.60	90	12.1	4.33	64
PON	4.22	0.15	96	6.90	0.35	95	3.30	0.45	86	6.58	0.69	90	5.79	1.16	80
DON	4.88	2.59	47	6.54	0.01	99	2.53	0.04	98	9.21	0.91	90	6.33	3.17	50
T-P	3.02	3.36		4.54	2.75	40	3.54	3.49	1	4.08	2.21	46	3.96	0.46	80
R-P	2.10	3.22		3.24	2.62	19	2.56	3.34		2.45	1.95	20	2.50	0.21	92
TOP	0.92	0.14	86	1.30	0.13	90	0.98	0.15	85	1.63	0.26	84	1.46	0.25	98
POP	0.80	0.05	94	1.22	0.10	92	0.82	0.10	78	1.19	0.21	82	1.24	0.19	85
DOP	0.12	0.09	25	0.08	0.03	63	0.16	0.05	67	0.44	0.05	89	0.22	0.06	73

表7 し尿浄化槽水質調査結果

単位: mg/l

	A			B			C			D			E			F			G			H			I		
	流入水	処理水	除去率%	流入水	処理水	除去率%	流入水	処理水	除去率%	流入水	処理水	除去率%	流入水	処理水	除去率%	流入水	処理水	除去率%	流入水	処理水	除去率%	流入水	処理水	除去率%	流入水	処理水	除去率%
BOD	304*	7*	98	258	725	72	272	32	88	257*	29.7*	88	149	26.4	82	197*	6.30*	99	175	43	98	178	86	95	276	586	79
COD	107*	8.4*	92	114	360	68	118	195	83	119*	21.4*	82	83	24	71	84*	16*	81	94	113	88	88.0	117	87	159	460	71
SS	166*	45*	73	146	61	58	239	20	92	264*	32*	88	79	20	75	148*	12*	92	135	21	84	72	10	86	253	56	78
TOC	106*	25.5*	76	115	320	72	155	153	90	132*	23.7*	82	71.4	21.9	69	970*	15.1*	84	96.4	11.0	89	82.5	9.48	89	148	33.2	70
POC	73.4*	19.0*	74	68.3	24.4	64	122	91.2	93	105*	12.9*	88	40.1	9.59	76	610*	5.34*	92	48.1	8.49	82	30.2	4.23	86	95.5	28.4	70
DOC	32.5*	6.53*	80	47.0	7.60	84	32.5	6.20	81	26.7*	10.8*	60	31.3	12.3	51	360*	9.80*	71	48.3	2.50	95	52.3	5.25	90	52.5	4.80	91
T-N	296*	15.5*	47	298	149	50	41.2	28.5	31	37.2*	22.0*	41	26.3	25.4	3	28.7*	25.0*	13	320	98.2	69	27.4	25.2	8	45.5	21.9	52
NH <sub>4</sub> -N	212	10.7	50	215	791	63	24.5	25.2		23.0	17.7	23	15.9	21.8		16.5	22.2		22.4	23.4	90	21.0	23.4		27.5	17.8	35
NO <sub>2</sub> -N	0.09	0.07		0.15	0.98		N D	0.27		0.07	0.51		0.15	0.04		0.29	0.26		N D	0.06		N D	0.16		0.11	0.04	
NO <sub>3</sub> -N	0.07	0.29		N D	0.27		N D	0.30		0.11	0.19		0.62	0.07		0.07	0.23		N D	6.38		N D	0.11		N D	0.50	
TON	8.20*	4.49*	50	8.06	5.74	29	16.7	2.72	84	14.0*	3.58*	74	5.93	3.45	64	11.7*	2.30*	80	9.55	1.04	89	6.35	1.50	76	17.9	3.54	80
PON	8.00*	3.19*	60	5.06	4.05	20	14.4	1.62	89	13.9*	2.19*	84	3.23	1.55	49	8.10*	0.50*	89	6.85	1.04	85	4.15	0.80	81	8.13	3.04	63
DON	0.20	1.30		3.00	1.69	44	2.33	1.10	53	0.10	1.40		6.40	1.80	72	3.50	1.40	61	2.70			2.20	0.70	68	9.80	0.50	95
T-P	5.51*	4.85*	12	3.74	5.08		7.61	4.03	47	7.82*	4.10*	48	4.60	8.42		6.64*	4.01*	40	1.75	5.43	30	6.36	2.32	64	7.52	2.70	65
R-P	3.46	4.07		2.82	4.12		4.39	3.56	19	4.25	3.27	23	3.38	7.79		4.46	3.61	19	5.96	5.02	16	5.15	2.95	60	4.91	1.79	63
TOP	2.05*	0.78*	62	0.92	0.96		3.22	0.47	85	3.57*	0.79*	78	1.01	0.63	37	2.64*	0.41*	84	1.79	0.41	77	1.21	0.27	78	2.81	0.91	68
POP	1.84*	0.68*	63	0.71	0.74		3.22	0.41	87	3.32*	0.49*	82	0.63	0.31	51	1.69*	0.21*	88	1.51	0.21	86	1.07	0.19	82	2.61	0.77	70
DOP	0.21	0.10	52	0.21	0.22		N D	0.06		0.25	0.30		0.38	0.32	16	0.95	0.20	79	0.28	0.20	29	0.14	0.08	43	0.20	0.14	30

注: \*印は3回採水分析結果の平均値。

表8 し尿処理場水質調査結果

単位: mg/l

	A				B				C		
	脱離液	曝気槽 流入水(1)	沈殿槽 越流水	除去率%	脱離液	曝気槽 流入水(2)	沈殿槽 越流水	除去率%	脱離液 (曝気槽) 流入水	沈殿槽 越流水	除去率%
B O D	490	32.7	22.8	30	410	24.1	23.0	5	2850	25.2	99
C O D	1037	69.1	24.9	64	995	58.5	34.5	41	696	72.4	90
S S	1580	105	24.7	76	1920	113	8	93	291	88	70
T O C	958	63.8	21.2	67	992	58.4	23.2	60	1600	60.8	90
POC	536	35.7	10.6	70	736	43.3	39.6	91	42.2	26.4	37
DOC	422	28.1	10.6	62	256	15.1	19.2		1560	34.2	98
T - N	2498	167	76.2	54	1804	106	103	3	1468	51.1	65
NH <sub>4</sub> -N	2008	134	36.3	72	1592	93.6	82.1	12	1400	40.6	71
NO <sub>2</sub> -N	N D	N D	0.19		N D	N D	8.72		0.12	3.46	
NO <sub>3</sub> -N	N D	N D	37.0		N D	N D	1.55		0.04	4.82	
T O N	490	32.7	26.8	92	212	12.5	10.4	20	67.9	97.0	
PON	76.1	5.07	1.68	67	95.8	5.64	0.69	88	5.88	5.80	
DON	414	27.6	1.00	64	116	6.82	9.74		62.0	91.2	
T - P	184	12.2	5.80	52	180	10.6	9.65	9	0.98	1.06	
R - P	85.4	5.69	5.41	5	80.6	4.74	9.32		N D	0.28	
T O P	98.1	6.54	0.39	94	99.7	5.86	0.33	94	0.98	0.78	60
POP	97.1	6.47	0.11	98	98.6	5.80	0.08	99	0.98	0.70	64
DOP	1.00	0.07	0.28		1.06	0.06	0.25		N D	0.08	

注1: 曝気槽流入水は、脱離液をそれぞれ(1)は15倍、(2)は17倍に希釈したものである。

2: 除去率は、対曝気槽流入水である。

表10 項目別存在形態分類

			溶 存 性	懸 濁 性
炭素化合物	TOC	有機体	DOC	POC
窒素化合物	T-N	無機体	NH <sub>4</sub> -N, NO <sub>2</sub> -N, NO <sub>3</sub> -N	
		有機体	DON	PON
磷化合物	T-P	無機体	R-P	
		有機体	DOP	POP

存在形態についてみると、流入水では一般的傾向として、懸濁性炭素>溶存性炭素の形態であった。しかし、し尿処理場のうち化学処理を採用するC処理場では、懸濁性で存在する炭素はわずかで、ほとんどが溶存性炭素であった。処理水は、処理条件、施設管理の

良否等に起因するためか、懸濁性と溶存性との比は各施設により一様でなかった。

下水処理場、し尿浄化槽、し尿処理場におけるTOC除去率は、それぞれ84%~95%、70%~90%、60%~90%であった。流入水中の懸濁性炭素のTOCに占める割合が高い傾向にあり、TOCの除去は、POC強いては浮遊物質(SS)の除去と深い関係がみられた。SS除去率が高い場合はTOC除去率も高く、ちなみにSSとPOCとの相関係数をみると下水処理場 r=0.93、し尿浄化槽 r=0.94であった。し尿浄化槽では、施設により除去率に差がみられるがこれは、施設管理の良否に関係があると考えられる。

イ 工場排水

存在形態、濃度のいずれにおいても、業種、原材料、製造工程、排水の処理方式あるいは管理体制等の相違

表 9 工場水質調査結果

単位: mg/l

	A			B			C			D			E			F											
	曝気槽		除去率 %	曝気槽		除去率 %	回転円板槽		除去率 %	曝気槽		除去率 %	接触曝気槽		除去率 %	活性汚泥処理		除去率 %	加圧浮上槽		同左		活性汚泥処理				
	流入水	越流水		流入水	越流水		流入水	放流水		流入水	放流水		流入水	放流水		流入水	越流水		流入水	越流水	流入水	越流水	流入水	越流水	流入水	越流水	流入水
B O D	411	15.1	96	562	5.2	99	115	1.70	99	1264	50.4	96	481	26.9	94	19	29	615	437	29	3.1	99					
C O D	162	43	73	160	4.7	97	48.9	12.5	74	457	46.1	90	368	64	83	50	22	380	202	47	6.6	97					
S S	328	24.8	92	326	3.4	99	18.7	1.10	94	504	38.1	92	149	48	68	91		113	292	74	2.8	90					
T O C	222	27.4	88	282	3.79	97	42.0	3.85	91	532	32.1	94	216	40.6	81	40.9		234	133	43	4.58	97					
	POC	176	13.1	93	221	2.04	99	9.03	2.15	76	341	24.9	93	67.8	30.1	56	35.4		63.9	21.1	67	1.48	93				
	DOC	45.5	14.3	69	61.0	1.75	97	33.0	1.70	95	191	7.20	96	148	10.5	93	5.50	48	17.0	11.2	34	3.10	97				
T - N	40.8	13.0	68	30.4	4.75	84	14.8	2.77	81	130	67.5	48	10.4	4.29	59	8.04		20.4	9.9	51	0.59	94					
NH <sub>4</sub> -N	4.24	2.22	48	3.66	0.66	82	0.46	N D	1.00	1.48	6.11	5.9	0.05	N D	1.00	0.12		1.84	1.12	39	N D	1.00					
NO <sub>2</sub> -N	N D	0.29		N D	0.02		0.05	0.01		0.18	N D		N D	N D		0.24			0.42	0.31		N D					
NO <sub>3</sub> -N	N D	5.49		N D	3.82		2.70	2.36		N D	0.33		N D	N D		3.23		N D	0.29			0.03					
T O N	36.5	4.98	86	26.8	0.25	99	11.6	0.40	97	115	6.11	47	10.3	4.29	58	4.45		18.1	8.18	55	0.56	93					
	PON	29.9	2.37	92	23.4	0.25	99	1.67	0.40	76	31.8	4.33	86	8.61	3.32	61	4.09		5.20	2.47	53	0.21	92				
	DON	6.66	2.61	61	3.35	N D	1.00	9.94	N D	1.00	83.0	58.8	32	1.70	0.97	43	0.36	63	12.9	5.71	56	0.35	94				
T - P	5.87	3.28	44	9.47	5.60	41	3.02	0.25	92	19.5	4.19	79	2.56	1.24	52	5.57		5.46	0.40	93	0.03	93					
R - P	0.24	2.64		4.70	5.50		2.42	0.18	93	13.1	3.19	76	0.23	0.34		3.79		4.20	N D	100	N D						
T O P	5.63	0.64	89	4.77	0.10	98	0.60	0.07	88	6.39	1.00	84	2.33	0.90	61	1.78		1.26	0.40	68	0.03	93					
	POP	5.28	0.42	92	4.15	0.06	99	0.13	0.04	69	6.29	0.64	90	2.03	0.87	57	1.67		0.71	0.40	44	0.03	93				
	DOP	0.35	0.22	37	0.62	0.04	94	0.47	0.03	94	0.10	0.36		0.30	0.03	90	0.11		0.55	N D	100	N D					

	G			H			I			J			K			L							
	曝気槽		除去率 %	曝気槽		除去率 %	砂ろ過槽		除去率 %	深層曝気槽		除去率 %	曝気槽		除去率 %	曝気槽		除去率 %	曝気槽		除去率 %		
	流入水	放流水		流入水	混合槽		流入水	放流水		流入水	放流水		流入水	放流水		流入水	越流水		流入水	越流水		流入水	放流水
B O D	211	25	99	705	23	99.7	12	48	2755	8.6	99.7	5.2	40	171	3.4	98	158	3.5	98	2075	6.2	99.7	
C O D	91.5	6.5	93	579	11.3	98	9.3	18	1313	28.5	98	24.4	14	83	16.5	80	125	10.0	92	715	27.8	96	
S S	108	5	96	247	8	97	6	24	1420	41	97	38	7	51	35	30	114	15	87	138	22	84	
T O C	98.6	4.44	95	268	6.96	97	5.64	19	1270	24.2	98	22.9	5	66.7	20.7	76	96.4	7.19	93	573	18.6	97	
	POC	66.1	2.27	97	65.2	2.46	96	1.44	41	572	16.7	97	12.6	25	28.3	15.3	46	46.4	5.19	89	40.0	7.02	82
	DOC	32.5	2.17	93	203	4.50	98	4.20	7	698	7.50	99	10.3		58.4	5.38	91	50.0	2.0	96	53.3	11.6	98
T - N	19.7	3.84	81	12.7	4.17	67	3.52	13	123	4.73	96	3.71	22	15.1	3.09	80	9.46	3.44	64	105	3.77		
NH <sub>4</sub> -N	0.18	0.17	66	0.47	N D	100	N D		N D	N D		N D		1.62	N D	100	0.25	0.06	76	4.46	109		
NO <sub>2</sub> -N	N D	0.33		0.84	N D		N D		N D	N D		N D		0.16	N D		N D	0.03		0.11	0.39		
NO <sub>3</sub> -N	N D	2.72		0.79	3.61		3.36		N D	0.2		0.07		3.13	0.42		0.02	2.08		15.4	7.30		
T O N	19.5	0.62	97	106	0.56	95	0.26	54	123	4.71	96	3.64	23	10.2	2.67	74	9.19	1.27	86	44.7	260		
	PON	7.83	0.38	95	6.35	0.56	93	0.26	54	107	3.29	97	2.19	33	1.13	1.71		7.50	1.15	85	5.05	1.29	74
	DON	11.7	0.24	98	2.26	N D	100	N D		15.9	1.42	91	1.45		9.08	0.96	89	1.69	0.12	93	39.6	259	
T - P	1.95	1.34	31	3.22	1.26	60	0.90	30	16.0	0.58	96	0.82		1.47	1.98		1.36	0.89	35	34.7	2.10	94	
R - P	0.46	1.22		0.56	1.13		0.74	35	0.84	N D	100	0.35		0.98	1.49		N D	0.56		30.8	1.66	95	
T O P	1.49	0.12	92	2.66	0.15	94	0.16		15.2	0.58	96	0.47	19	0.49	0.49		1.36	0.23	83	3.94	0.44	89	
	POP	1.47	0.07	95	2.51	0.1	96	0.12		14.3	0.47	97	0.36	23	0.29	0.46		1.26	0.23	82	3.94	0.41	90
	DOP	0.02	0.05		0.15	0.05	67	0.04	20	0.88	0.11	88	0.11	0	0.20	0.03	85	0.10	N D	100	N D	0.03	

により一様でなかった。

TOC除去率は、業種その他の相違があるにもかかわらずいずれも90%以上と高い除去率を示した。F工場の加圧浮上法、H工場の砂ろ過法等物理的処理は、活性汚泥処理に比較し除去率が低い傾向がみられる。また、生活系排水と同様、POCとSSの除去率との間には相関がみられ、相関係数  $r = 0.99$  であった。

## (2) 窒素化合物

窒素化合物については、懸濁性窒素と溶存性窒素および無機体窒素と有機体窒素とについて測定した。

### ア 生活系排水

下水処理場、し尿浄化槽の全窒素(T-N)濃度はほぼ同じであり、流入水  $2.1 \text{ mg/l} \sim 4.6 \text{ mg/l}$  (処理水  $3 \text{ mg/l} \sim 2.9 \text{ mg/l}$ ) の範囲内にあった。し尿処理場のT-Nは、消化法においては  $2500 \text{ mg/l}$  ( $76 \text{ mg/l}$ )、 $1800 \text{ mg/l}$  ( $103 \text{ mg/l}$ ) であり、化学処理法では若干濃度が低く  $1400 \text{ mg/l}$  ( $510 \text{ mg/l}$ ) であった。

存在形態については、3種類の事業場排水の流入水、処理水ともに、溶存性窒素>懸濁性窒素であり、大部分の施設においてT-N中、溶存性窒素の占める割合は80%前後を示していた。また、無機体窒素と有機体窒素との比較では、無機体窒素>有機体窒素であり、かつ無機体窒素中、アンモニア体窒素として占める割合が高かった。

T-Nの除去率は、下水処理場29%~89%、し尿浄化槽では3%~69%、し尿処理場では3%~65%と事業場により、施設によりかなり差異がみられた。これを無機体、有機体の別でみると、有機体が比較的良好に除去される傾向があり、全有機体窒素(TON)の除去率は、下水処理場が64%~97%、し尿浄化槽29%~89%であった。懸濁性窒素(PON)は、炭素化合物の場合と同様、SSの除去率と関係がみられ、SS除去が高いほど懸濁性窒素をよく除去していた(下水処理場  $r = 0.96$ 、し尿浄化槽  $r = 0.97$ )。

### イ 工場排水

濃度については、I工場、L工場を除き生活系排水と同レベルがそれ以下の濃度であった。

形態については、生活系排水に相違して、流入水は有機体窒素が無機体窒素より多かった。また、アンモニア体窒素( $\text{NH}_4\text{-N}$ )もD工場とL工場を除き、一般に低濃度であった。処理水は、処理状況と関連して一

様でなかった。懸濁性窒素と溶存性窒素との比較では流入水、処理水とも工場によってばらつきがみられた。

T-Nに占める割合の高い全有機体窒素(TON)の除去率は、活性汚泥処理の場合D工場、E工場を除き74%~98%と比較的高かった。また、回転円板処理を採用しているC工場はアンモニア体窒素の除去率が100%であった。PONとSSの除去率に相関がみられた( $r = 0.91$ )。

### (3) 磷化合物

磷化合物は、懸濁性有機体磷(POP)と溶存性有機体磷(DOP)および無機体磷(R-P)と全有機体磷(TOP)について測定した。

### ア 生活系排水

全磷(T-P)濃度については、下水処理場流入水で  $3 \text{ mg/l} \sim 4.5 \text{ mg/l}$  ( $0.46 \text{ mg/l} \sim 3.5 \text{ mg/l}$ ) であり、し尿浄化槽は同じく  $3 \text{ mg/l} \sim 7.8 \text{ mg/l}$  ( $2.3 \text{ mg/l} \sim 8.4 \text{ mg/l}$ ) で下水処理場に比しやや濃度の高いところが多かった。また、消化法採用のし尿処理場脱離液は  $180 \text{ mg/l}$  と高く、化学処理法の脱離液は、処理し尿に添加する石灰、鉄塩と反応し、残存量はわずか  $1 \text{ mg/l}$  前後であった。

存在形態では、下水処理場、し尿浄化槽の流入水、処理水については、無機体磷が有機体磷より多く、また、溶存性磷は、懸濁性磷より多かった。消化法と採用しているし尿処理場では、わずかに有機体磷が無機体磷より多く、また懸濁性磷が溶存性磷より多い形態を示した。

T-Pの除去はあまりよくなく、調査対象中の約80%の施設が除去率0~50%以下であった。し尿処理場では、希釈のみの効果しかみられないものもあった。無機体と有機体の別では、有機体の除去率がやや高い傾向にありこれは、懸濁性磷の除去率に影響される。懸濁性磷は、炭素、窒素と同様、SSの除去と係りがみられた。

### イ 工場排水

工場におけるT-Pは、製品、原材料等の違いにより当然その濃度も異なるが、D工場 ( $19.5 \text{ mg/l}$ )、I工場 ( $16 \text{ mg/l}$ )、L工場 ( $34.7 \text{ mg/l}$ ) を除き、一般的傾向として、下水処理場、し尿浄化槽に近い濃度レベルであった(流入水では  $1.4 \text{ mg/l} \sim 9.5 \text{ mg/l}$ )。

### (4) その他

生物化学的酸素要求量 (BOD), 化学的酸素要求量 (COD), SSについては, 生活系排水は, 従来の調査結果と大差なく, 除去率についてもおおむね70%~90%台であった。

下水処理場では, 流入水質に時間的変動がかなりみられるが, 処理水質に与える影響は, ほとんどみられない。し尿処理場については, 脱離液を希釈した後活性汚泥法で処理しているA, Bでは, 生物酸化効果がほとんどなく希釈効果のみである。また, 脱離液については, 消化法 (A, B) と化学処理法 (C) では, かなり水質に差が認められた。脱離液のBODは, 従来から一般にいわれている値を大幅に下まわっているが, これは浄化槽汚泥の投入に原因していると考えられた。

工場排水については, 今回の調査結果からみると, 除去率については, 90%以上を示すものが多かった。

#### 4 ま と め

生活系事業場排水については,

- ① 炭素系化合物は, 流入水では $POC \geq DOC$ の形で存在している場合が多い。処理水は, 施設により相違している。
- ② 窒素系化合物は, 流入水, 処理水とも,  $NH_4-N + TON$ , かつ $NH_4-N > TON$ の形態をとることが多い。ただし化学処理法によるし尿脱離液では, DONとして存在していた。

③ 磷系化合物については, 下水処理場, し尿浄化槽は,  $R-P > TOP$ , し尿処理場では $TOP > R-P$ の形態で存在していた。

④ 各項目の除去効果については, それぞれ負荷条件, 維持管理の良否等の影響を大きく受け, 施設間に差があった。一般的傾向として,  $C > N > P$ の除去率であった。

⑤ 懸濁体の炭素・窒素・磷は, SSの除去率と比例の関係がみられた。

工場排水については, 今回の調査結果からみると, およそ次のとおりであった。

- ① 炭素系化合物は, 生活系排水にみられるような規則性はなかった。
- ② 窒素系化合物は, 生活系排水と同様 $NH_4-N + TON$ であったが,  $TON > NH_4-N$ と反対であった。
- ③ 各項目とも, 生活系排水にくらべると除去率はややよい。
- ④ 生活系排水と同様, 懸濁体炭素・窒素・磷の除去率は, SSの除去率と比例の関係がみられた。

本調査によって, 生活系事業場排水及び一部の有機等工場排水中の炭素・窒素・磷の形態等実態を把握することができたと考える。今後は, 二次汚濁・富栄養化対策に資するため, これら物質の発生源における現行処理技術の見直し, 問題点等について検討を加えたい。