

T団地下水処理場における流入水質の 経時変化と処理機能について

庄司 元和 田中正二郎 笠井 和平

近年、河川等の汚濁が叫ばれているが、特に工場群を持たない本県においては、汚濁源として、生活雑排水による割合が高いといわれている。

そこで、本県のような地方都市における、生活雑排水の質、量を把握し、同時に、現在住宅団地、旅館等、比較的規模の大きな施設の污水処理として多く採用されてきている、合併処理施設の今後の維持管理の指標とするため、その機能についても調査を行なったので、その結果について報告する。

T 団地の概要

当団地は建設途上にあり、総世帯数は昭和50年7月1日現在 230世帯、昭和51年1月1日現在 263世帯であった。なお、将来350世帯まで建設される予定である。

当団地に設置されている污水処理施設は、長時間曝気方式、処理対象人員 2,300人の合併処理施設であり、昭和47年3月1日より運転されている。

調査方法

昭和50年8月6日(夏季)と昭和51年1月21日(冬季)の2回調査した。

試料の採取は、夏季、冬季とも次のような時刻に行ない、両季とも処理施設への流入水は曝気沈砂池前で採水し、放流水は最終沈殿池溢流水(大腸菌群の試験に供した試料は滅菌処理水)を採水し、下水試験方法¹⁾に基づいて保存した。

流入水 6時, 7時, 8時, 9時, 10時, 12時, 14時,
16時, 18時, 19時, 20時, 21時, 22時, 24時
放流水 6時30分, 8時30分, 10時30分, 12時30分,
15時30分, 18時30分, 20時30分, 23時

なお、住宅団地の特性として、通常零時から5時の間は流入水量が極度に少ないため、採水は行なわなかった。

分析は下水試験方法に基づいて行なった。なお、SS(GFP法) COD(アルカリ性、100°Cにおける過マンガン酸カリウム法) T-N(ケルダール窒素 + NO₂-N + NO₃-N) T-P(5% 過硫酸カリウム高圧分解後、Murphyらによる改良モリブデン青吸光法²⁾)で行なった。

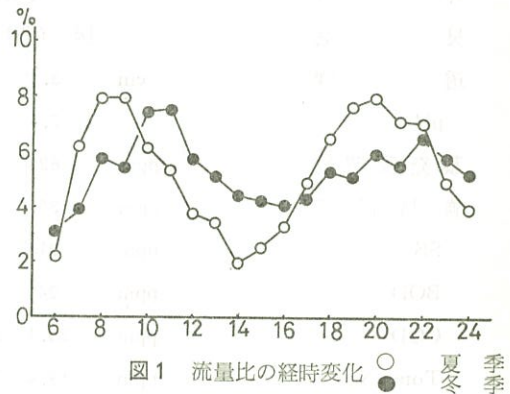


図1 流量比の経時変化 ○ 夏季 ● 冬季

調査結果および考察

1. 流量とその経時変化

団地排水等については、一般に午前、午後の2峯性のピークがあらわれるといわれているが、今回の調査でもはっきりした2峯性のピークを示していた。

夏季は7~10時、18~22時にピークが見られ、この時間帯に1日(6~24時)の総排水量の64%を占めていた。1日のうちで最高流量を示したのは8時、9時、20時で19.7m³/h、最低は14時の4.9m³/hであり、1日に237.6m³排出していた。

冬季は夏季にくらべパターンが1~2時間ほどずれていた。ピークは夏季よりも浅く、10~11時、20~23時の両ピークで総排水量の39%を占めていた。1日のうちで最高流量を示したのは、11時の21.0m³/h、最低は6時の8.8m³/hであり、1日で266.4m³排出していた。

なお、当団地の1世帯当りの家族数を3.3人とすれば、排水量は夏季313l/人・日、冬季307l/人・日となる。

2. 流入水の水質

夏季、冬季とも概して乳白濁、厨介臭であり pH 7.4であった。

水質濃度は夏季、冬季とも午前のピークが高く夜のピークはやや緩慢である。しかし冬季のBOD、CODは18~20時に高い値を示していた。

ここで、蒸発残留物と強熱減量より強熱減量比を算定してみると、夏季は平均51%、冬季も平均46.5%と蒸発残留物の約半分は有機性物質と考えられる。

BODとCODの間には高い相関々係があるといわれて

表1 夏季調査

項目	採水区分	流入水										
		6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	19:00	
採水時刻		6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	19:00	
気温	°C	24.7	25.5	27.0	27.0	28.4	31.2	30.6	28.1	23.8	22.7	
水温	°C	26.2	25.2	25.5	25.0	24.5	25.4	25.6	25.5	27.1	25.9	
外観		乳白濁	微黄濁	黄濁	乳白濁	乳白濁	微白濁	黄白濁	乳白濁	乳白濁	乳白濁	
臭気		厨介	厨介	厨介	厨介	厨介	し尿	し尿	厨介	厨介	厨介	
透視度	cm	3.5	4.0	4.8	5.1	6.3	15.0	6.5	11.0	8.5	7.0	
pH		7.9	8.1	7.5	7.4	7.3	7.1	7.4	7.0	7.2	7.2	
蒸発残留物	ppm	626	469	434	371	357	182	308	167	237	233	
強熱減量	ppm	359	243	257	202	172	71	142	88	132	138	
SS	ppm	215	221	213	204	149	24.1	123	53.8	157	88.6	
BOD	ppm	240	167	167	144	125	32.5	86.6	53.4	89.6	137	
COD	ppm	85.1	63.6	58.3	47.8	36.6	14.5	36.2	19.8	30.8	35.3	
Total-N	ppm	59.4	62.7	33.5	24.9	15.4	7.3	30.6	8.5	13.4	12.8	
NH ₃ -N	ppm	27.8	26.7	12.0	8.9	2.6	1.8	14.6	1.8	3.0	4.6	
NO ₂ -N	ppm	0.008	0.009	0.007	0.004	0.004	0.003	0.005	0.003	0.004	0.003	
NO ₃ -N	ppm	0.15	0.11	0.12	0.09	0.17	0.09	0.06	0.06	0.16	0.11	
Total-P	ppm	10.6	8.0	6.7	6.0	6.0	2.1	2.3	1.3	2.0	1.5	
PO ₄ -P	ppm	4.8	6.5	4.6	2.8	1.9	1.1	2.0	0.8	0.9	1.4	
Cl ⁻	ppm	29.9	36.7	34.4	27.0	17.2	24.7	57.6	21.0	29.2	33.7	
ABS	ppm	29.5	10.5	11.3	10.6	19.4	8.2	3.5	4.6	4.0	4.1	
大腸菌群	個/ml	3.9×10 ⁵	1.7×10 ⁵	3.8×10 ⁵	2.2×10 ⁵	2.2×10 ⁵	1.1×10 ⁵	9.8×10 ⁴	1.1×10 ⁵	1.2×10 ⁵	5.0×10 ⁴	
導電率	μv/cm	470	563	383	337	285	225	430	175	202	242	
流量	m ³ /h	5.5	15.5	19.7	19.7	15.2	9.4	4.9	8.4	16.4	19.0	

いるが、今回の場合も相関係数 $r=0.96$ 、回帰式 $BOD = 3.48COD - 11.50$ と高相関があった。

窒素系物質については、T-Nに対して有機性窒素の占める割合は夏季冬季とも、ほぼ同じで平均62%であった。

NO₂-NおよびNO₃-Nは当初から下水中に存在するものではなく、有機性窒素が分解されて生じたNH₃-Nが好気性状態で酸化され生成するものである³⁾。今回の調査でも微量存在したが、これは流下する下水管中において、硝化バクテリアによりNH₃-Nがある程度酸化されたものと考えられる⁴⁾。

リン系物質については、その主な発生源はし尿および合成洗剤中にビルダーとして添加されているトリポリリン酸ナトリウム (Na₅P₃O₁₀) 由来のものである⁵⁾⁶⁾。

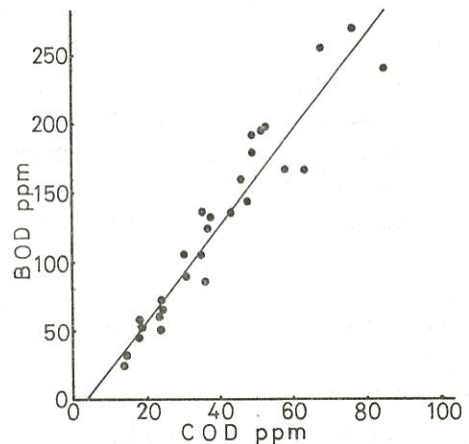


図3 BOD-COD 相関と回帰直線

結 果

					放 流 水									
20:00	21:00	22:00	24:00	平 均	6:30	8:30	10:30	12:30	15:30	18:30	20:30	23:00	平 均	
23.6	23.3	23.4	22.8		25.2	26.7	30.6	31.7	28.3	22.9	23.6	23.6		
26.1	26.1	26.3	25.8	25.7	26.6	26.9	27.0	27.0	27.0	26.9	26.9	26.5	26.9	
乳白濁	乳白濁	乳白濁	乳白濁		微白濁	微白濁	微白濁	微白濁	微 黄	微 黄	微 黄	微 黄		
厨 介	厨 介	厨 介	厨 介		微し尿	微し尿	微し尿	微し尿	微し尿	微し尿	微し尿	微し尿		
6.5	8.0	9.0	17.0	8.0	22.5	24.5	24.0	24.5	21.7	22.5	20.5	20.5	22.6	
7.1	7.3	7.3	7.4	7.4	7.0	6.9	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	
261	265	207	227	310	201	199	199	203	203	200	200	197	200	
137	141	93	94	162	53	53	53	49	52	59	55	53	53	
83.2	51.6	42.1	30.0	118	16.6	13.4	13.8	14.5	12.5	12.1	11.8	11.3	13.3	
133	136	66.0	45.0	116	8.3	7.5	7.5	7.2	7.3	7.4	6.6	6.8	7.3	
37.6	43.4	24.5	17.9	39.4	11.1	10.0	10.2	10.1	10.7	9.9	9.6	10.1	10.2	
12.1	13.6	14.1	18.7	23.4	5.6	4.8	5.5	6.1	6.4	6.3	5.6	5.5	5.7	
4.4	5.4	6.9	7.8	9.2	2.0	2.8	2.8	2.4	2.6	1.9	2.8	2.7	2.5	
0.004	0.004	0.003	0.003	0.005	0.004	0.002	0.004	0.004	0.004	0.002	0.004	0.002	0.003	
0.10	0.15	0.10	0.15	0.12	0.14	0.18	0.13	0.13	0.18	0.15	0.14	0.15	0.15	
2.0	1.8	2.0	3.1	4.0	5.9	5.9	6.0	6.2	6.9	6.5	6.4	6.2	6.3	
0.9	1.2	1.3	2.0	2.3	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	6.2	6.2	6.2	6.0	
37.4	33.7	29.9	27.0	31.4	34.4	33.7	36.7	35.2	34.4	35.2	34.4	34.4	34.8	
5.8	3.0	3.0	5.6	8.8	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
6.0×10^4	4.2×10^4	1.4×10^5	1.2×10^5	1.6×10^5	4.1×10^4	3.4×10^4	3.3×10^4	5.0×10^4	$3. \times 4 \times 10^4$	4.3×10^4	2.8×10^4	3.4×10^4	3.7×10^4	
270	296	287	320	320	285	279	284	291	293	293	292	281	287	
19.7	17.7	17.5	9.9											

今回の調査では夏季、冬季とも6-10時に高い値を示していた。

Cl⁻は新鮮尿で490ppm、新鮮尿で9,500ppmという報告もあるが⁷⁾、一般には生し尿で5,500ppmといわれ、処理過程でもほとんど変化しないことから希釈倍率の算定につかわれている。いま今回の調査のCl⁻はほとんどし尿由来であると仮定して希釈倍率を算定すると、夏季が平均31.4ppmであるので215倍、冬季が平均48.3ppmであるので126倍となる。

ABSは合成洗剤に界面活性剤として使用されておりその割合は約18%との報告もある⁸⁾。今回の調査では6時を除くと夏季、冬季のパターンは近似しており、両季とも10時に最高値を示し流量の多い点からも、この時間帯が洗濯時にあたるのではないかと考えられる。

大腸菌群は夏季と冬季では差があり、夏季にくらべ冬季は1オーダー低く、最高、最低の差も夏季1オーダーに対し、冬季は10³オーダーであった。

3. 放流水の水質

放流水の水質は日間ほとんど変動してはず、夏季と冬季では全体的に冬季水質が悪い。この原因は、水温の低下による活性汚泥の働きの低下と、過剰曝気により活性汚泥フロックが壊れ、微細な汚泥片として沈殿分離が不完全となり、放流水中に浮遊したためと思われる⁹⁾¹⁰⁾。また過剰曝気はpHの低下も引き起こしているが、これは次のような硝化反応が進んだためと思われる。



この結果、生成するH⁺は

表2 冬季調査

項目	採水区分	流入水										
		6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	19:00	
採水時刻		6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	19:00	
気温	°C	-2.2	-0.2	0.3	1.6	3.0	1.8	3.0	1.4	-0.4	-0.4	
水温	°C	4.5	5.5	5.7	5.8	5.6	5.0	5.4	5.2	5.6	6.9	
外観		無透	乳白濁	乳白濁	乳白濁	乳白濁	微白濁	微白濁	微白濁	乳白濁	乳白濁	
臭気		厨介	厨介	厨介	厨介	厨介	厨介	厨介	厨介	厨介	厨介	
透視度	cm	22.0	4.5	5.0	4.6	7.0	7.0	12.5	16.6	6.5	3.5	
pH		7.7	7.9	7.9	8.0	7.4	7.1	7.1	7.2	7.1	7.1	
蒸発残留物	ppm	129	323	440	433	265	143	161	352	294	387	
強熱減量	ppm	69	169	259	237	131	67	76	71	161	206	
SS	ppm	13.2	107	133	177	98.2	34.1	34.4	28.8	124	129	
BOD	ppm	25.5	160	256	198	106	60.7	72.8	51.9	180	270	
COD	ppm	13.8	46.0	68.4	53.1	30.3	23.6	24.0	24.2	49.2	76.8	
Total-N	ppm	11.8	55.7	60.4	41.4	15.0	6.7	5.0	16.8	18.4	32.3	
NH ₃ -N	ppm	4.3	15.2	14.9	12.6	4.8	2.7	3.0	4.9	5.4	8.2	
NO ₂ -N	ppm	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.002	0.002	0.010	0.011	0.003	
NO ₃ -N	ppm	0.36	0.41	0.36	0.40	0.30	0.36	0.36	0.34	0.37	0.36	
Total-P	ppm	1.1	6.3	6.3	5.5	3.3	1.9	1.6	1.2	3.4	4.8	
PO ₄ -P	ppm	0.9	4.4	5.1	3.5	1.5	0.6	0.7	1.1	1.6	2.9	
Cl ⁻	ppm	26.7	58.7	57.1	54.1	25.9	22.9	25.1	160.4	41.9	54.9	
ABS	ppm	0.4	0.8	4.5	7.7	13.6	5.0	6.5	1.3	6.1	7.2	
大腸菌群	個/ml	3 × 10 ²	4.9 × 10 ⁴	5.5 × 10 ⁴	1.1 × 10 ⁵	4.1 × 10 ⁴	5 × 10 ³	1.8 × 10 ³	3.2 × 10 ³	4.4 × 10 ⁴	6 × 10 ⁴	
導電率	μv/cm	299	354	384	375	213	139	168	614	265	368	
流量	m ³ /h	8.8	11.0	16.1	15.3	20.8	16.0	12.3	11.5	14.8	14.4	



となり、重炭酸アルカリの減少とCO₂濃度の増加がおり、この両方があることでpHを下げたのではないかと考えられる⁴⁾。

なお、冬季の12時30分に水質の悪化がみられたのは、この時間帯に最終沈殿槽に汚泥の浮上がみられたためである。

また、処理施設の運転状況は夏季および冬季のそれぞれの値として、MLSSは8,591mg/l、6,395mg/l、SVは97%、85%、SVIは113、133、曝気槽内混合液DOは1.3mg/l、4.8mg/l、MLVSSは5,914mg/l、5,010mg/l、であり、SVをのぞいてはほぼ標準状態であった。

4. 流入量と放流量および除去率

流入量は夏季と冬季に顕著な差はみられず、生活形態

が同じであることを示している。ただABSについては、仮りに合成洗剤中の含有量を18%とすれば、夏季は14.5g/人・日、冬季は9.1g/人・日となり、夏季と冬季の洗濯物の量の差を現わしている。

なお、BODは約42/人・日、T-Nは7.5g/人・日、T-Pは1.1g/人・日であった。この値は建設省の調査値¹⁾T-N 11.0g/人・日、T-P 1.4g/人・日にくらべやや低い値である。

放流量は夏季と冬季では大きな差があり、T-P、PO₄-Pを除いた他の項目は総て冬季のほうが多くなっているが、これは前述した理由によると思われる。

除去率も当然放流量と同じく冬季は悪いが、BODは夏季94%、冬季85%、ABSは夏季99%、冬季94%と両者とも高除去率を示していた。

結 果

					放 流 水									
20:00	21:00	22:00	24:00	平 均	6:30	8:30	10:30	12:30	15:30	18:30	20:30	23:00	平 均	
-0.9	-1.0	-3.2	-4.4		-0.8	1.2	3.0	1.8	2.3	-0.1	-1.4	-4.8		
6.6	7.0	6.0	5.5	5.7	4.8	4.5	5.0	4.2	4.0	4.0	4.0	4.0	4.3	
乳白濁	微黄濁	乳白濁	乳白濁		微黄濁	微黄濁	微黄濁	黄濁	微黄濁	微黄濁	微黄濁	微黄濁		
厨 介	し 尿	厨 介	厨 介		微し尿	微し尿	微し尿	微し尿	微し尿	微し尿	微し尿	微し尿		
4.5	6.2	10.2	18.0	9.1	13.7	10.8	9.5	2.5	10.8	13.0	13.5	11.4	10.7	
7.1	7.2	7.3	7.3	7.4	3.9	3.9	4.0	4.1	3.9	4.1	4.0	4.0	4.0	
260	300	224	138	275	194	205	201	486	192	203	192	222	237	
127	168	115	52	136	81	85	77	312	80	91	83	93	113	
67.7	145	61.5	18.6	83.7	21.8	32.9	30.0	331	26.3	27.7	29.4	38.6	67.2	
193	196	105	58.7	138	8.6	10.9	12.4	75.0	10.1	9.3	11.4	17.8	19.4	
49.0	51.8	34.8	18.5	40.3	11.0	14.9	14.3	78.5	11.5	11.3	11.2	13.3	20.8	
17.9	29.8	24.4	12.3	24.9	17.0	17.6	16.8	32.6	19.2	16.3	18.0	18.6	19.5	
5.7	8.6	5.8	7.2	7.3	2.3	2.1	1.9	2.8	2.6	2.3	2.7	2.3	2.4	
0.011	0.008	0.002	0.010	0.005	0.006	0.006	0.005	0.012	0.021	0.003	0.022	0.028	0.013	
0.29	0.42	0.44	0.37	0.37	13.13	13.00	12.13	12.50	12.55	12.00	12.30	13.25	12.61	
2.5	3.6	2.9	1.6	3.3	2.6	2.7	2.8	5.1	2.9	2.8	2.8	2.9	3.1	
1.5	2.6	1.9	1.1	2.1	2.5	2.5	2.5	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.6	
39.6	43.4	33.5	32.0	48.3	40.4	40.4	39.6	40.4	40.0	39.6	39.6	39.6	40.0	
5.9	4.6	3.2	1.9	4.9	0.2	0.3	0.3	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
1.7×10^4	3.2×10^4	2.5×10^4	7×10^3	3.2×10^4	1.1×10^3	7×10^2	3.7×10^2	6×10^2	3×10	5×10	2×10	7×10	3.7×10^3	
261	286	228	202	297	308	288	308	304	301	303	296	320	304	
16.7	15.4	18.3	14.6											

表3 負荷量および除去率

項目 (kg/18h)	夏 季			冬 季		
	流入水	放流水	除去率 %	流入水	放流水	除去率 %
蒸発残留物	77.94	46.98	39.72	73.57	65.40	11.11
強熱減量	41.22	12.60	69.43	36.89	31.24	15.32
SS	31.14	3.06	90.17	23.07	19.07	17.34
BOD	30.60	1.80	94.12	37.75	5.51	85.40
COD	10.08	2.34	76.79	10.90	5.84	46.42
T-N	5.58	1.26	77.42	6.58	5.35	18.69
NH ₃ -N	2.16	0.54	75.00	1.93	0.63	67.36
T-P	0.90	1.44	—	0.89	0.84	5.62
PO ₄ -P	0.54	1.44	—	0.56	0.69	—
Cl イオン	7.92	8.10	—	12.22	10.90	10.80
ABS	1.98	0.02	98.99	1.42	0.09	93.66

ここで窒素およびリンについて考えてみると、両者とも河川、湖沼の汚濁化、富栄養化、また農作物に対する影響が特に大きいものであるといわれているが¹²⁾¹³⁾、現在の活性汚泥処理単独では、その除去率は T-N で約30%程度、リン系物質についても25%程度にすぎないといわれ¹⁴⁾、除去率を上げるために三次処理が種々検討されている。

また放流先河川等が飲料水源として利用されている場合は NO₃-N、NO₃-N は乳児に対してメトヘモグロビン血症という致命的障害を招く恐れもある¹⁵⁾ので問題である。

今回の調査では、夏季は T-N 77.4%と高除去率を示したが、T-P は除去されていなかった。冬季は T-N 18.7%と減少していたが T-P は5.6%とわずかではある

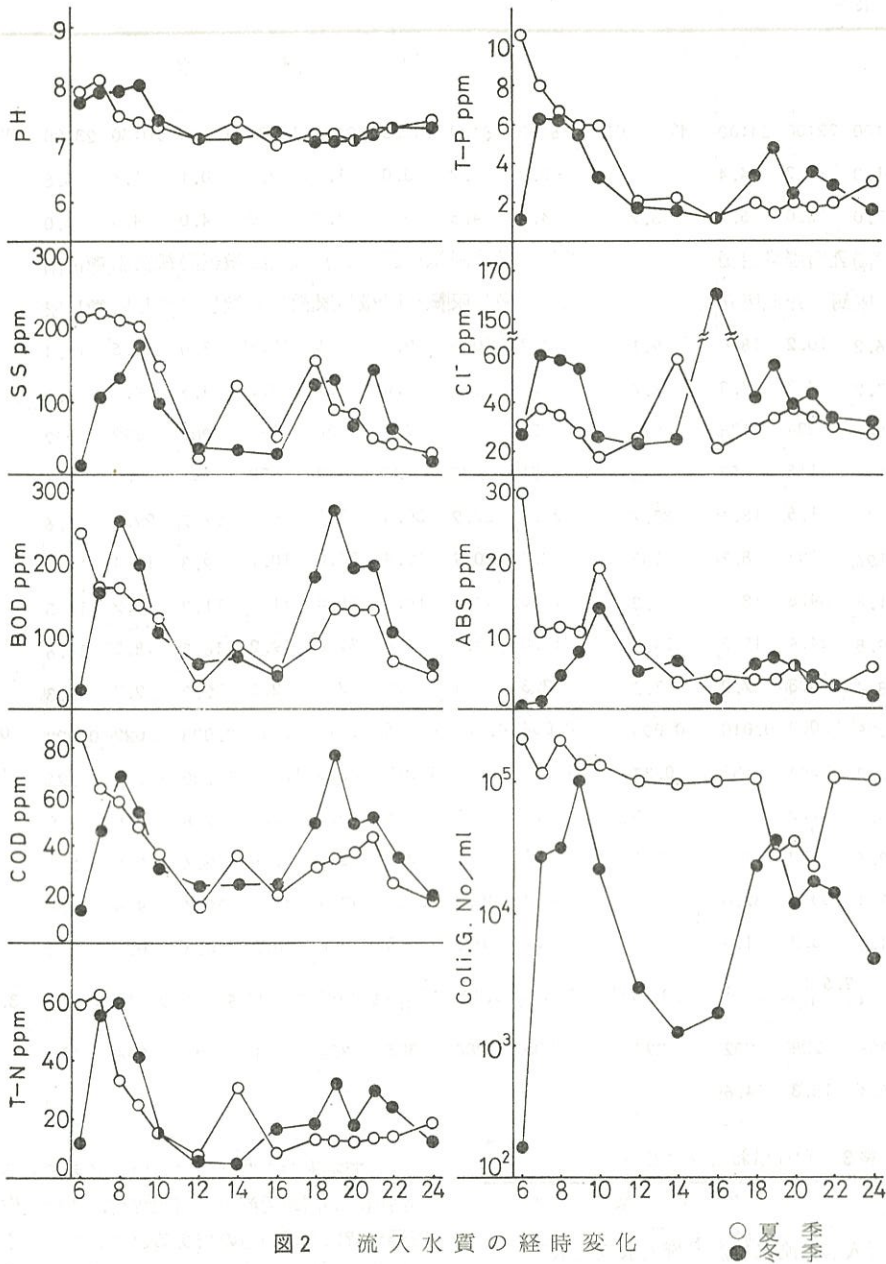


図2 流入水質の経時変化

○ 夏季
● 冬季

が除去されていた。この原因について考えるに、最終沈殿槽において、夏季は沈降してくる活性汚泥により DO が消費され、嫌気性状態になり、脱窒素細菌により窒素酸化物は還元され、大気中に放散されたものと考えられる。一方、リンは絶対嫌気の状態になる前にも汚泥からの溶出はありうるが、嫌気性状態で汚泥からかなり溶出してきたためではないかと思われる¹⁶⁾。このことは冬季の T-N は NO₃-N が大部分であるのに対し、夏季は NO₂-N、NO₃-N の量は流入水とほとんど変わらない量である。また、最終沈殿槽の水温も冬季は平均 4.3°C に

対し、夏季は平均 26.9°C と高く DO の量も少ない（前述したが曝気槽 DO は、夏季 1.3mg/l、冬季 4.8mg/l であった）ことなどから最終沈殿槽は嫌気性状態になっていたのではないかと推測出来る。

まとめ

住宅団地の流入水および放流水を夏季、冬季に調査した結果、住宅団地の特徴として次の点が上げられる。

- 1) 排水量は午前、午後の 2 峯性のピークがあり、夏季に対して冬季はパターンが 1 ~ 2 時間ずれている。

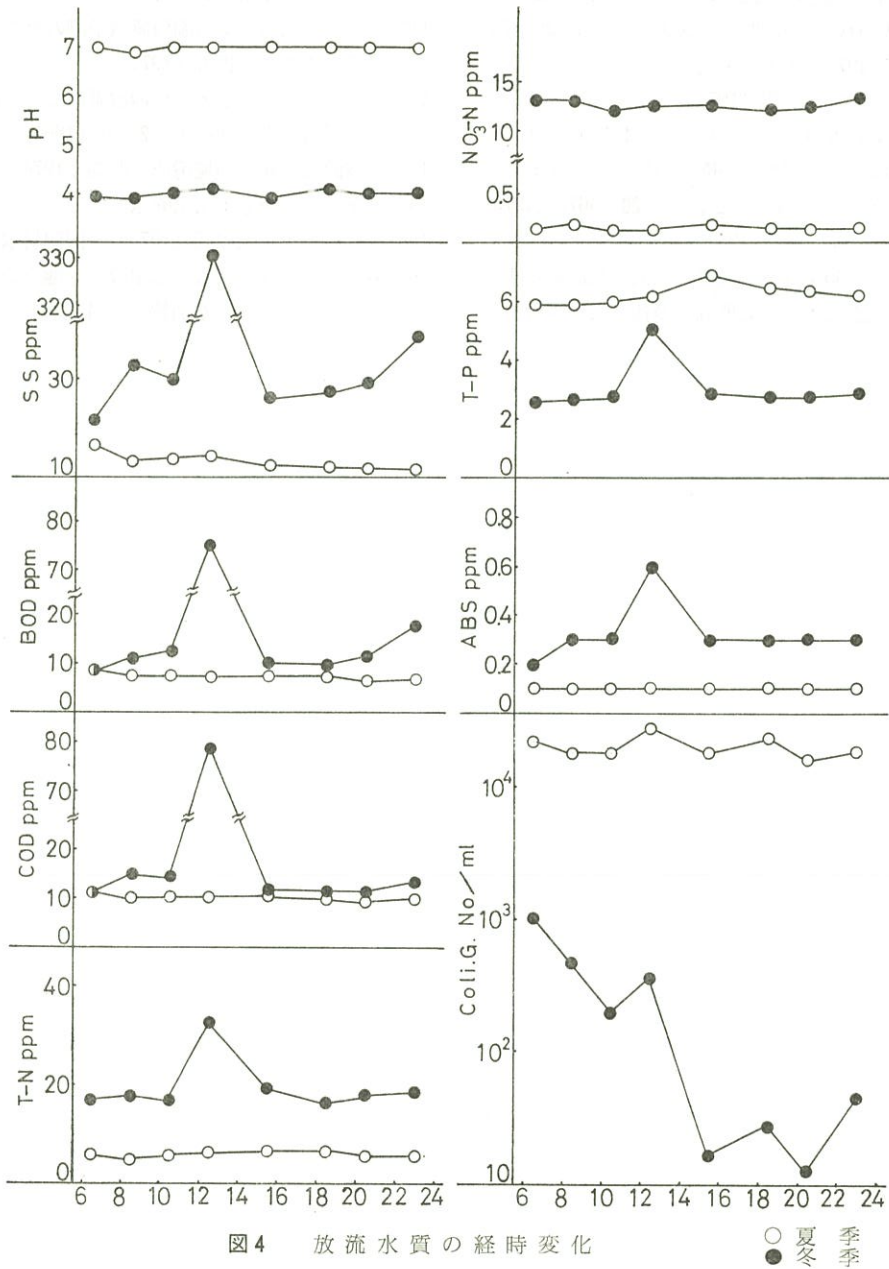


図4 放流水質の経時変化

- 2) 団地住民の1人1日当りの排水量は 310l くらいである。またBOD 42g/人・日、窒素は7.5g/人・日、リンは1.1g/人・日くらいである。
- 3) 流入水質濃度は夏季より冬季のほうが高い。
- 4) 現在の活性汚泥処理では ABS はほとんど除去出来るが、リンの除去はほとんど期待出来ない。

以上のことから、当団地は建設途上の中間期であり、その点が処理施設においても特異な面をみせている。すなわち処理施設の運転は設計数値よりかなり低負荷で運転されており、このことが夏季窒素の高除去の反面、リン

の溶出、冬季 pH の低下という現象をひきおこしている。これ等の点、今後設計数値に近づいていく段階でどのように変化していくのか興味のある点であるが、引き続き51年度は最終沈殿槽での窒素、リン、DO 等の挙動について調査していく予定である。

文 献

- 1) 日本下水道協会：下水試験方法 (1974)
- 2) J. Murphy, J. P. Riley : Anal. Chim. Acta, 27, 31 ~36 (1962)

3) 沢田敏一：下水道の常識 (1970) 日本水道新聞社
 4) P. L. McCarty ほか, 藤原喜久夫ほか訳：環境汚染と微生物 (1973) 医歯薬出版
 5) 日本油化学協会：洗剤 (1974)
 6) 柳澤文正：日本の洗剤その総点検 (1973) 續文堂
 7) 平岡栄一ほか：し尿および廃水の処理に関する衛生化学的研究 (第一報) 日本公衛誌, 20, 467, (1973)
 8) 杉木昭典ほか：二, 三の廃水中の窒素およびリンについて, 昭和45年度下水道研究発表会講演概要集
 9) 産業用水調査会：し尿処理施設の機能と管理(1975)

10) 同上：用水廃水ハンドブック (1969)
 11) 建設省下水道部：汚濁負荷量予測のための基礎数値に関する調査報告書 (1971)
 12) 本多淳裕ほか：し尿浄化槽放流水による河川汚濁とその対策, 水処理技術, 2, 21 (1961)
 13) 渋谷政夫ほか：環境汚染と農業 (1974) 博友社
 14) 産業用水調査会：用水廃水ハンドブック(2)(1974)
 15) 萩原耕一：水質の話 (1973) 全国簡易水道協議会
 16) 堺好雄：処理場流入下水中のリン態と処理過程におけるリン収支, 下水道協会誌 11, 54, (1974)



Figure 12: Comparison of phosphorus species in wastewater treatment plants. The figure shows 12 line graphs arranged in a 2x6 grid, each representing a different wastewater treatment plant. The vertical axis represents the concentration of phosphorus species (mg/L), and the horizontal axis represents time (months). The graphs show the concentration of various phosphorus species (P_T, P_D, P_{org}, P_{inorg}, P_{sol}, P_{part}) over time, with different species showing varying trends and concentrations.