

香川県下の下水処理場流入水および放流水の水質について

小島 俊男・牛野 照子・好井 信子・黒田 弘之

I はじめに

昭和57年度末で県下の下水道整備普及率は14%と、全国平均32%にくらべて低い水準にある。このため県は流域別下水道整備計画を策定し、事業に着手している。

現在、3市1町が公共下水道として終末処理場をもち処理をしている。このうちの2市1町が毎年2、8月の2回、流入水および放流水の水質検査を当所に依頼している。そこで最近2年間(昭和56年8月~58年8月)5回の試験成績を示し、BOD等の除去率、N、P成分の存在形態とそれらが占める割合を検討したので、その結果を報告する。

II 検査方法

1. 試料

検査依頼のあったMU町、MA市、KA市の下水処理場の流入水および放流水について実施した。いずれも依頼当日の午前中に採取されたものである。

2. 項目

下水道法に基づく「下水の水質の検定方法に関する省令」の項目、および塩素イオン、窒素化合物、リン化合物、陰イオン界面活性剤(スルホン酸形)の項目について分析した。

3. 分析方法

下水道法に基づく「下水の水質の検定方法に関する省令」および下水試験方法(1974年版、日本下水道協会)

によった。

なお陰イオン界面活性剤(スルホン酸形)については、塩酸で加熱分解後、水道法に基づく省令の方法によった。油分の試験法は、四塩化炭素抽出-赤外線吸収法(油分濃度計)によった。

III 結果および考察

1. 下水処理場の概要と流入水および放流水の検査成績

MU町、MA市およびKA市の3下水処理場の概要を表1に示す。

また流入水および放流水の試験成績を各々表2、3、4に示した。

3下水処理場とも、流入水、放流水いずれも、Hgを除いて、有害物質は定量下限以下であった。Hgについては、MU町とMA市の流入水について、定量下限(0.0005 mg/l)近く検出された。

MU町の流入水は、BOD値からみると、冬場が夏場にくらべて高い傾向にある。

MA市の流入水は、BOD、COD、SS、N、P成分でみると、ここ数年非常に安定した一定の水質を保っている。

KA市の特徴は、流入水のBOD、COD、N、P成分の濃度が他の2浄水場よりもかなり低いにもかかわらず、Cl⁻濃度が非常に高いことである。これは地場産業である水産加工業の排水に由来するのではないかと考えられる。

表1 下水処理場の概要

下水処理場	M U 町	M A 町	K A 町
処 理 面 積	認可計画 520 ha	認可計画 704 ha	認可計画 387 ha
処 理 人 口	" 15,000 人	" 28,000 人	" 35,000 人
処 理 能 力	8,500 m ³ /日最大	22,800 m ³ /日最大	16,500 m ³ /日最大
処 理 方 式	標準活性汚泥法	標準活性汚泥法	標準活性汚泥法
排 除 方 式	分 流 式	分流式一部合流式	分流式一部合流式
処 理 開 始	昭和54年10月	昭和51年6月	昭和54年4月

表2 MU町下水処理場流入水および放流水の水質

項目	S56・8・25 (前日晴 当日晴)		S57・2・9 (前日晴 当日曇)		S57・8・24 (前日晴 当日晴)		S58・2・16 (前日曇 当日晴)		S58・8・30 (前日晴 当日晴)	
	流入水 (A)	放流水 (B)	A	B	A	B	A	B	A	B
pH	7.5	7.2	8.1	7.4	7.5	6.9	8.0	7.5	7.4	7.3
BOD (mg/ℓ)	177	5.2	327	12.9	203	4.1	363	9.2	282	7.3
COD (mg/ℓ)	61.7	7.0	121	9.2	148	5.8	200	9.6	126	6.5
SS (mg/ℓ)	99	5	188	3	240	2	277	2	34	<1
油分 (mg/ℓ)	13.7	<0.5	22.8	<0.5	27.0	<0.5	39.0	<0.5	30.4	<0.5
カドミウム (mg/ℓ)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
シアン (mg/ℓ)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
有機リン (mg/ℓ)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
鉛 (mg/ℓ)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
6価クロム (mg/ℓ)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
ヒ素 (mg/ℓ)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
総水銀 (mg/ℓ)	0.0006	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.0005	<0.0005
アルキル水銀 (mg/ℓ)	ND*	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PCB (mg/ℓ)	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
フェノール類 (mg/ℓ)	0.04	<0.02	0.03	<0.02	<0.02	<0.02	0.02	<0.02	0.02	<0.02
銅 (mg/ℓ)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
亜鉛 (mg/ℓ)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.16	<0.1	0.14	<0.1	0.12	<0.1
溶解性鉄 (mg/ℓ)	0.28	0.08	0.38	<0.05	0.21	<0.05	0.25	<0.05	0.32	<0.05
溶解性マンガ (mg/ℓ)	0.25	<0.05	0.32	<0.05	0.21	<0.05	0.16	<0.05	0.17	0.24
クロム (mg/ℓ)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
フッ素 (mg/ℓ)	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	<0.1	<0.1
Cl ⁻ (mg/ℓ)	177	240	130	153	84.3	128	90.6	120	105	125
アンモニウム窒素 NH ₄ -N (mg/ℓ)	19.6	<0.01	34.5	13.7	23.7	<0.01	37.0	14.7	27.8	6.41
亜硝酸性窒素 NO ₂ -N (mg/ℓ)	0.08	0.02	0.52	0.13	<0.01	0.02	0.18	0.17	0.03	0.17
硝酸性窒素 NO ₃ -N (mg/ℓ)	1.30	15.2	6.10	6.73	5.24	18.0	5.94	4.89	3.53	9.61
ケルダール窒素 Kj-N (mg/ℓ)	44.3	1.14	70.1	19.1	36.8	0.61	60.0	17.4	49.1	6.92
溶解性リン PO ₄ -P (mg/ℓ)	3.5	2.3	5.2	2.2	4.1	1.8	4.5	1.9	3.4	2.3
全リンTP (mg/ℓ)	6.3	2.5	8.5	2.3	7.7	1.9	6.7	2.1	6.4	2.4
スルホン系界面活性剤イオン (mg/ℓ) (ABS、SLS、 ソルベックス、 トリウムとして)	5.3	<0.1	6.8	0.1	8.1	<0.1	7.9	0.2	9.0	<0.1

* ND : 検出せず (0.0005 mg/ℓ未満)

表3 MA市下水処理場流入水および放流水の水質

項目	S56・8・25 (前日晴 当日晴)		S57・2・9 (前日晴 当日曇)		S57・8・24 (前日晴 当日晴)		S58・2・16 (前日曇 当日晴)		S58・8・30 (前日晴 当日晴)	
	流入水 (A)	放流水 (B)	A	B	A	B	A	B	A	B
pH	7.3	7.1	7.2	6.6	7.3	7.2	7.5	6.9	7.4	7.3
BOD (mg/ℓ)	124	2.4	149	1.8	117	3.1	125	2.3	132	3.5
COD (mg/ℓ)	54.8	5.3	49.5	8.0	58.1	6.2	62.7	11.9	57.7	7.6
SS (mg/ℓ)	161	5	103	6	106	7	101	3	93	2
油分 (mg/ℓ)	11.5	<0.5	11.5	<0.5	11.3	<0.5	17.5	<0.5	13.8	1.3
カドミウム (mg/ℓ)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
シアン (mg/ℓ)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
有機リン (mg/ℓ)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
鉛 (mg/ℓ)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
6価クロム (mg/ℓ)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
ヒ素 (mg/ℓ)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
総水銀 (mg/ℓ)	0.0006	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
アルキル水銀 (mg/ℓ)	ND*	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PCB (mg/ℓ)	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
フェノール類 (mg/ℓ)	0.05	<0.02	<0.02	<0.02	0.03	<0.02	0.04	<0.02	0.03	<0.02
銅 (mg/ℓ)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
亜鉛 (mg/ℓ)	0.15	<0.1	0.12	<0.1	0.14	<0.1	0.16	<0.1	<0.1	<0.1
溶解性鉄 (mg/ℓ)	0.29	<0.05	0.29	0.07	0.18	<0.05	0.36	0.07	0.21	<0.05
溶解性マンガン (mg/ℓ)	0.20	<0.05	0.27	0.13	0.12	<0.05	0.16	0.06	0.12	<0.05
クロム (mg/ℓ)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
フッ素 (mg/ℓ)	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	<0.1	<0.1
Cl ⁻ (mg/ℓ)	699	1230	1770	1800	1090	1540	684	836	954	1050
NH ₄ -N(mg/ℓ)	18.6	<0.01	17.0	1.48	17.5	<0.01	14.2	4.40	16.8	0.32
NO ₂ -N(mg/ℓ)	<0.01	0.01	0.18	1.16	<0.01	0.03	0.01	3.16	0.01	0.02
NO ₃ -N(mg/ℓ)	1.72	13.2	2.82	15.1	2.88	12.7	3.29	13.3	3.15	9.78
Kj-N(mg/ℓ)	37.8	1.07	34.9	2.54	26.8	0.94	26.1	5.02	27.3	0.33
PO ₄ -P(mg/ℓ)	2.4	1.8	0.6	0.8	2.2	1.4	2.3	1.4	2.4	1.8
T-P(mg/ℓ)	4.8	1.9	3.7	0.9	4.3	1.4	5.4	1.5	3.6	1.8
ABS(mg/ℓ)	4.2	<0.1	0.9	0.1	2.0	<0.1	2.2	<0.1	4.6	<0.1

* ND：検出せず(0.0005mg/ℓ未満)

表4 K A市下水処理場流入水および放流水の水質

項目	S56・8・25 (前日晴 当日晴)		S57・2・9 (前日曇 当日曇)		S57・8・24 (前日晴 当日晴)		S58・2・16 (前日曇 当日晴)		S58・8・30 (前日晴 当日晴)	
	流入水 (A)	放流水 (B)	A	B	A	B	A	B	A	B
pH	7.2	7.1	7.2	7.1	7.2	7.2	7.2	7.4	7.2	7.1
B O D (mg/ℓ)	53.8	1.8	33.0	1.8	37.2	0.8	19.4	4.2	55.0	7.7
C O D (mg/ℓ)	24.5	5.2	10.4	3.8	14.1	3.2	12.4	4.9	28.0	23.5
S S (mg/ℓ)	20	8	25	4	42	2	15	3	26	1
油分 (mg/ℓ)	5.3	<0.5	2.0	<0.5	2.4	<0.5	2.0	<0.5	13.1	0.5
カドミウム (mg/ℓ)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
シアン (mg/ℓ)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
有機リン (mg/ℓ)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
鉛 (mg/ℓ)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
6価クロム (mg/ℓ)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
ヒ素 (mg/ℓ)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
総水銀 (mg/ℓ)	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
アルキル水銀 (mg/ℓ)	ND*	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
P C B (mg/ℓ)	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
フェノール類 (mg/ℓ)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
銅 (mg/ℓ)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
亜鉛 (mg/ℓ)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
溶解性鉄 (mg/ℓ)	0.08	<0.05	0.09	0.07	0.46	0.08	<0.05	<0.05	0.06	<0.05
溶解性マンガン (mg/ℓ)	<0.05	<0.05	0.08	0.07	0.10	<0.05	<0.05	<0.05	0.17	<0.05
クロム (mg/ℓ)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
フッ素 (mg/ℓ)	0.5	0.5	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	<0.1	<0.1
Cl ⁻ (mg/ℓ)	6270	5090	9410	6780	5700	4460	7620	6650	6590	5360
NH ₄ -N(mg/ℓ)	6.41	<0.01	1.82	0.14	3.22	<0.01	1.14	1.04	5.80	0.14
NO ₂ -N(mg/ℓ)	<0.01	0.09	0.10	0.14	<0.01	0.01	0.12	0.21	1.35	0.02
NO ₃ -N(mg/ℓ)	0.66	5.34	3.28	8.22	1.40	11.9	5.34	6.84	3.87	9.86
Kj-N(mg/ℓ)	11.8	0.89	8.10	0.77	7.62	0.52	2.32	1.49	8.00	0.15
PO ₄ -P(mg/ℓ)	1.8	1.8	0.8	1.3	0.7	1.0	0.8	1.0	1.6	1.1
T-P(mg/ℓ)	2.3	1.8	1.5	1.5	1.6	1.3	1.2	1.0	2.1	1.5
ABS(mg/ℓ)	0.5	<0.1	0.2	0.1	0.7	<0.1	0.2	0.1	1.4	<0.1

* ND：検出せず(0.0005 mg/ℓ未満)

表5 MU町下水処理場におけるBOD等の除去率

除去率	S56・ 8・25 (I)	S57・ 2・9 (II)	S57・ 8・24 (III)	S58・ 2・16 (IV)	S58・ 8・30 (V)	平均
B O D (%)	97	96	98	98	98	97
C O D (%)	89	93	96	95	94	93
S S (%)	95	98	99	99	100	98
総窒素 T-N (%) (Kj-N, NO ₂ -N, NO ₃ -N)	64	66	56	66	68	64
全リン T-P (%)	60	73	75	69	63	68

表6 MA市下水処理場におけるBOD等の除去率

除去率	I	II	III	IV	V	平均
B O D (%)	98	99	97	98	97	98
C O D (%)	90	84	89	81	87	86
S S (%)	97	94	93	97	98	96
T - N (%)	64	50	54	27	67	52
T - P (%)	60	76	67	72	50	65

表7 KA市下水処理場におけるBOD等の除去率

除去率	I	II	III	IV	V	平均
B O D (%)	97	95	98	78	86	91
C O D (%)	79	63	77	60	16	59
S S (%)	60	84	95	80	96	83
T - N (%)	49	20	-38	-10	24	9
T - P (%)	22	0	19	17	38	19

2. BOD等の除去率

3 下水処理場のBOD等の除去率を求めた結果を表5, 6, 7に示す。

MU町はBOD, COD, SSが5回の平均で、各々97, 93, 98%の高い除去率であり、総窒素、全リンが平均で、各々64, 68%の除去率となっている。

MA市はBOD, COD, SSが98, 86, 96%, 総窒素、全リンが52%, 65%となっている。

以上の2処理場の窒素、リンの除去率は、標準活性汚泥法における一般的な値と考えられる。

一方KA市はBOD, COD, SSの除去率が5回の平均で、各々91, 59, 83%とMU町, MA市にくらべて低くなっており、また総窒素、全リンも9%, 19%と除去率は悪い。しかし、流入水のBOD, COD, SSの濃度はMU町, MA市にくらべて低くなっており、放流水はほぼ同じ位の濃度である。また総窒素、全リンについても流入水の濃度は低いが、放流水はほぼ同じ程度の濃度になっている。このため相対的に除去率が低下しているものと考えられる。これらのことから、標準活性汚泥法では、流入水のBOD, COD, SS, 総窒素、全リンの濃度の高低にかかわらず、これらの除去能力の下限はほぼ一定であるといえる。ここでKA市の昭和57年8月と昭和58年2月において、マイナスの除去率となっており、逆に総窒素が増加しているのは、流入水と放流水を

表8 MU町下水処理場流入水および放流水の窒素、リンの形態比率

形態比率	S56・8・25(I)		S57・2・9(II)		S57・8・24(III)		S58・2・16(IV)		S58・8・30(V)		平均	
	流入水 (A)	放流水 (B)	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
総窒素 T-N (%) (Kj-N, NO ₂ -N, NO ₃ -N)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
アンモニア性窒素 NH ₄ -N (%)	43	0	45	53	56	0	56	65	53	38	51	31
有機性窒素 Org-N (%)	54	7	46	21	31	3	35	12	40	3	41	9
亜硝酸性窒素 NO ₂ -N (%)	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1
硝酸性窒素 NO ₃ -N (%)	3	93	8	26	13	97	9	22	7	58	8	59
全リン T-P (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
全溶解性リン PO ₄ -P (%)	56	92	61	96	53	95	67	90	53	96	58	94

表9 MA市下水道処理場流入水および放流水の窒素、リンの形態比率

形態比率	I		II		III		IV		V		平均	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
T - N (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
NH ₄ - N (%)	47	0	45	8	59	0	48	20	55	3	51	6
Org - N (%)	49	8	47	6	31	7	41	3	35	0	41	5
NO ₂ - N (%)	0	0	0	6	0	0	0	15	0	0	0	4
NO ₃ - N (%)	4	92	8	80	10	93	11	62	10	97	8	85
T - P (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PO ₄ - P (%)	50	95	16	89	51	100	43	93	67	100	45	95

表10 KA市下水道処理場流入水および放流水の窒素、リンの形態比率

形態比率	I		II		III		IV		V		平均	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
T - N (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
NH ₄ - N (%)	52	0	16	2	36	0	15	12	44	2	33	3
Org - N (%)	43	14	55	7	49	4	15	5	17	0	36	6
NO ₂ - N (%)	0	1	1	1	0	0	1	3	10	0	2	1
NO ₃ - N (%)	5	85	28	90	15	96	69	80	29	98	29	90
T - P (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PO ₄ - P (%)	78	100	53	87	44	77	67	100	76	73	64	87

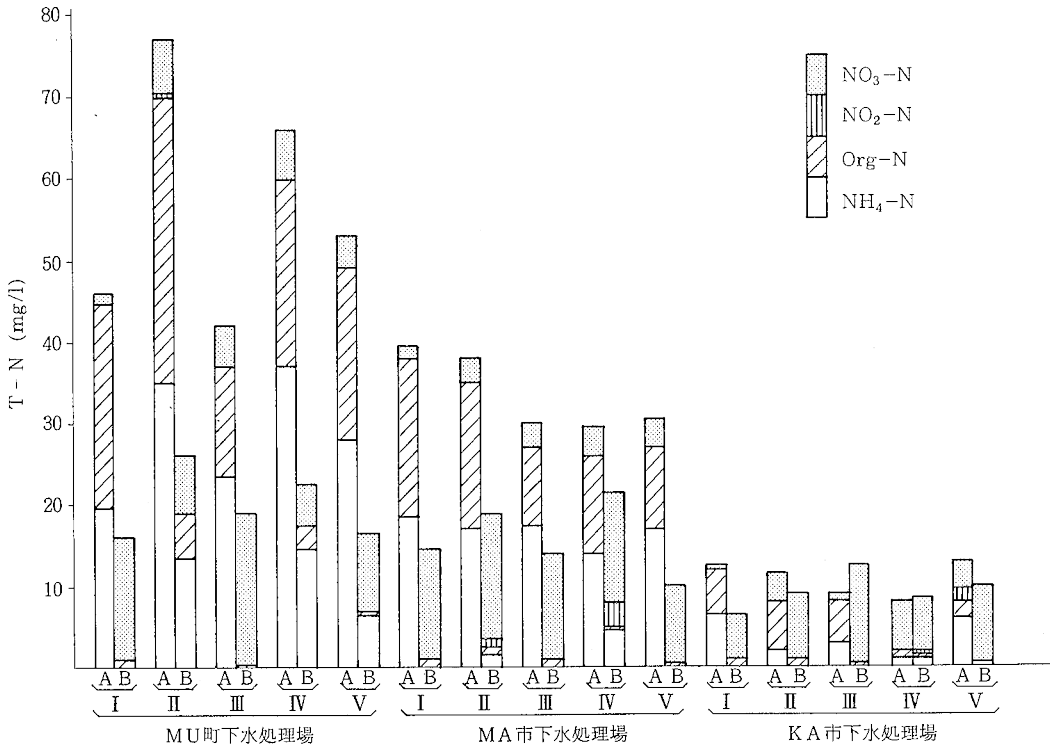


図1 下水道処理場の窒素形態別濃度比率

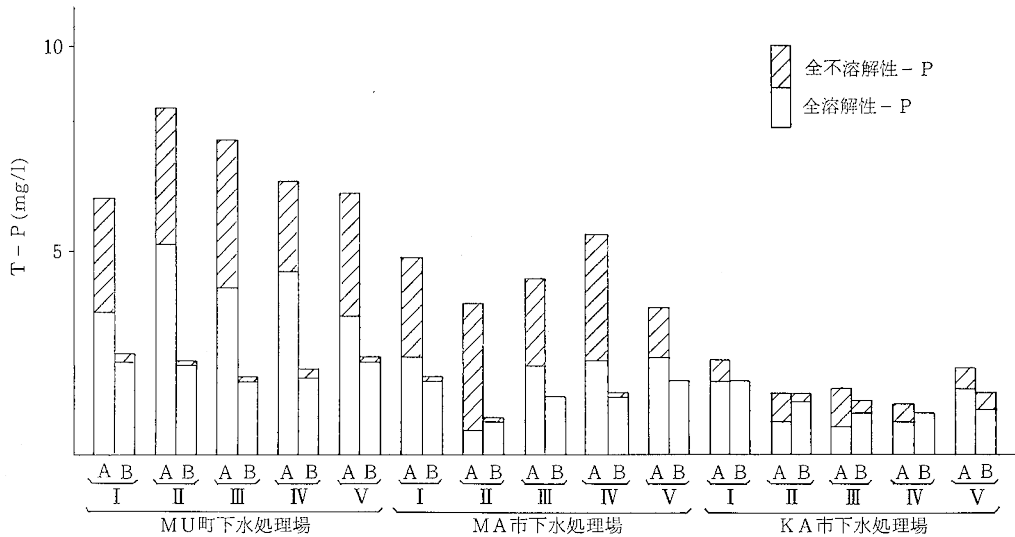


図2 下水処理場のリン形態別濃度比率

ほぼ同時刻に採水しているの、本下水処理場の流入水の水質が時間的にかなり変化しているためと考えられる。

3. 窒素、リンの存在形態

3下水処理場の流入水および放流水について、窒素、リンの存在形態を、総窒素T-N (Kj-N と $\text{NO}_2\text{-N}$ と $\text{NO}_3\text{-N}$ の含量)および全リンT-Pを100%としたときの比率で、表8、9、10、に示した。

また、それらの濃度比を、窒素(N)については図1に、リン(P)については図2に示した。

MU町下水処理場において、流入水の $\text{NH}_4\text{-N}$ はT-Nの40~60%、Org-Nは30~50%と大部分を占め、 $\text{NO}_3\text{-N}$ は10%以下であった。放流水については、夏場は $\text{NO}_3\text{-N}$ が大半を占めているが、冬場は $\text{NH}_4\text{-N}$ の割合が高くなり約半分を占め $\text{NO}_3\text{-N}$ の比率が低くなる。Pについては、流入水で全溶解性-Pと全不溶解性-Pが半々の比率で存在し、放流水では全溶解性-Pが90%以上で存在していた。

MA市下水処理場においては、流入水のNについて、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が約50%を占め、残りをOrg-Nが30~50%、 $\text{NO}_3\text{-N}$ が5~10%を占めている。冬場には、 $\text{NO}_2\text{-N}$ が5~15%の比率で存在していた。Pについては、流入水で全溶解性-Pと全不溶解性-Pが半々の割合で存在し、放流水では全溶解性-Pが90%以上占めていた。

KA市下水処理場においては、流入水のNは、 $\text{NH}_4\text{-N}$

Nが50%以上を占めるときもあれば、Org-Nが50%以上であったり、 $\text{NO}_3\text{-N}$ が50%以上であったりして、一定していない。放流水は、 $\text{NO}_3\text{-N}$ が90%近くを占めている。Pについては、流入水で全溶解性-Pが50%以上の比率で存在し、放流水も70%以上が全溶解性-Pであった。

IV ま と め

県下の公共下水道のうち3下水処理場について、その流入水と放流水の水質検査を行った。

- 1) Nの存在形態は、流入水では $\text{NH}_4\text{-N}$ が約50%を占め、 $\text{NH}_4\text{-N}$ とOrg-Nを合わせて、T-Nの大部分を占めていた。放流水では、 $\text{NO}_3\text{-N}$ が60%以上を占めていた。
- 2) Pの存在形態は、流入水では全溶解性-Pと全不溶解性-Pが、ほぼ1:1の割合で存在していた。放流水では、90%以上が全溶解性-Pとなっていた。

文 献

- 1) 近藤基一 他：岡山県環境保健センター年報 3, 287~293 (1979)。