

# 生活排水の汚濁負荷量調査について

湯川 幸郎 高田 熙  
瓜生 信彦 片野 登  
大友 久利\* 信太 穰

## 1. 調査目的

本県における公共用水域の水質汚濁の状況は、おおむね良好であり経年的には、河川及び海域で改善の傾向がみられ、湖沼は横ばいの状況である。しかし、一部の都市河川や八郎湖等の閉鎖性水域では生活排水による水質汚濁がみられ、八郎湖流域における発生負荷量では、BODの場合は生活排水が最も多く46%を占めている<sup>1)</sup>。

生活排水による八郎湖の水質汚濁に対処し、より有効な生活雑排水処理装置の開発を行なう基礎資料を得るため、生活排水による県内の標準的汚濁負荷量の実態を把握出来る住宅団地の合併処理を対象に、流入水、流出水の水量、水質の通日調査を行い、その経時変化、汚濁負荷量等について検討を行った。

## 2. 調査時期

昭和58年8月、11月、昭和59年2月

## 3. 調査場所及び処理方法

調査場所及び処理方法は次のとおりである。

所在地	処理方式	処理人数
秋田市 手形山団地	共同処理 活性汚泥法	約3,500人
秋田市 御野場団地	共同処理 活性汚泥法、砂ろ過法	約2,200人 (第一団地のみ)

## 4. 調査方法

### (1) 流量

両団地共に、原水槽末端に設置してある積算流量計を30分間隔で読取ることによって行なった。

### (2) 採水方法

朝方に流量のピークがみられるために、ピークを避けて採水は12時から開始した。採水は、表-1のとおり原水は、水量および負荷量を考慮しながら1日12回採水を行ない、処理水は、1日6回採水を行ない流量比で混合して1試料とした。また、流入水の22時から翌朝6時30分まではオートサンプラーで採水を行なった。

\* 現在秋田湾・雄物川流域下水道事務所

表一 1 採 水 時 間

流入水	12:00	15:00	18:00	20:00	22:00	24:00	2:00	6:30	7:00	7:30	8:00	10:00	12回/d
流出水	12:00	15:00	18:00	20:00					7:00			10:00	6回/d

(3) 分析項目及び分析方法

BOD、COD、SS、 $\text{NH}_4^+-\text{N}$ 、 $\text{NO}_3^--\text{N}$ 、 $\text{PO}_4^{3--}\text{P}$ 、ヘキサン抽出物質はJISK 0102-1981で、陰イオン界面活性剤は、MBAS（メチレンブルー活性物質）として同様にJIS法で、 $\text{NO}_2^--\text{N}$ は上水試験法、T-Nはケルダール窒素+ $\text{NO}_2^--\text{N}$ + $\text{NO}_3^--\text{N}$ として測定した。

5. 調査結果及び考察

(1) 流量について

手形山団地、御野場団地の流入水量の時間変動は、図一 1 および図一 2 のとおりである。

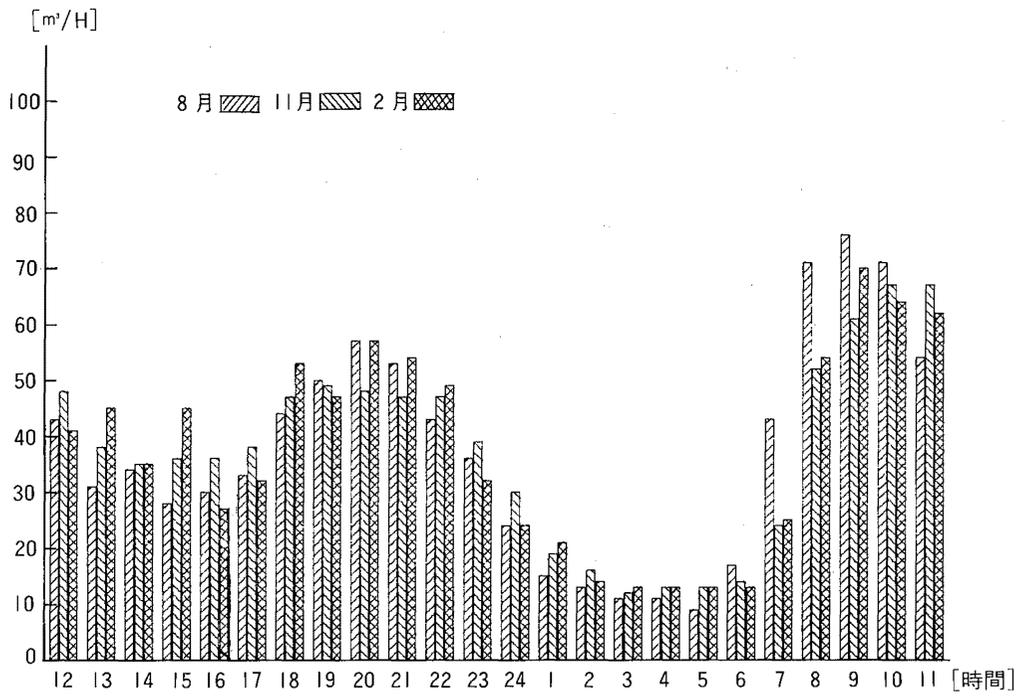
手形山団地では、8月の調査では6時頃、11月の調査では6時30分頃、また2月の調査では、7時から増加を始めて、9時頃にピークに達した後急激に低下し、その後20時を中心に18時頃から22時頃までなだらかなピークがある。

御野場団地でも、ほぼ同様な流量変動が認められ、両団地における差異は特に認められなかった。

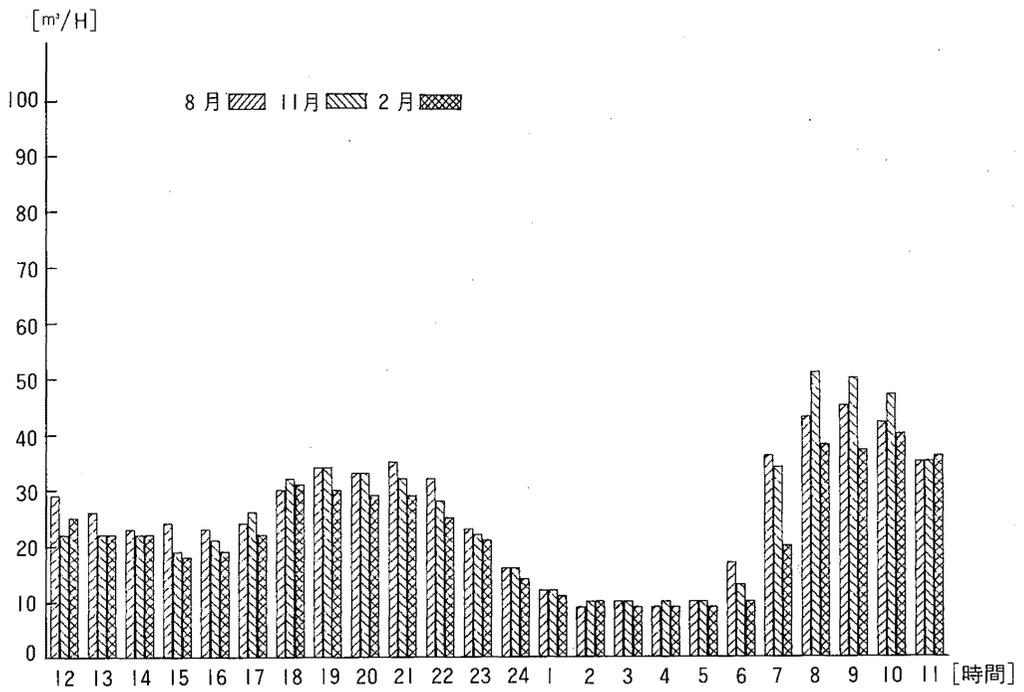
両団地共、特に朝のピークが顕著であり、手形山団地では、7:00~10:00まで8月 25%、11月 20%、2月 25%、御野場団地で8月 21%、11月 24%、2月 21%と朝の3時間で20~25%の使用量であった。また、8月と2月では、朝方の流量が増加を始める時間が1時間の違いがあった。

一般家庭で使用される水量の用途別内訳は、炊事 20%、洗濯 30%、洗面手洗い 10%、風呂 20%、掃除その他 7%、水洗便所用 13%とであるといわれており、朝と夜の2つのピークが出現し、炊事、洗濯、洗面手洗い等による朝のピークが顕著なのが生活排水の特徴といえる。

また、1人1日当りの排水量は、手形山団地、御野場団地でそれぞれ8月 260 $\ell/\text{人}\cdot\text{日}$ 、285 $\ell/\text{人}\cdot\text{日}$ 、11月 260 $\ell/\text{人}\cdot\text{日}$ 、280 $\ell/\text{人}\cdot\text{日}$ 、2月 250 $\ell/\text{人}\cdot\text{日}$ 、240 $\ell/\text{人}\cdot\text{日}$ となっており、冬に比較して夏から秋にかけて手形山団地で約10 $\ell$ 、御野場団地で約40 $\ell$ 使用量が多くなっている。



図一 1 手形山団地 流量



図一 2 御野場団地 流量

## (2) 水質について

両団地の流入水濃度の各調査時における平均値、最大値及び最小値を表-2に、3回の調査結果のBOD、COD、SSの平均値を図-3に示した。

表-2 両団地の流入水濃度について

(単位:mg/ℓ)

			BOD	COD	SS	T-N	T-P	ヘキササン	MBAS
手形山団地	8月	平均値	230	86	170	31	4.7	14	4.2
		最大値	330	120	260	62	8.7	42	8.1
		最小値	120	45	84	19	2.5	4.4	0.6
	11月	平均値	140	71	90	25	2.8	14	4.3
		最大値	280	130	220	75	7.2	42	16
		最小値	30	32	28	11	1.1	1.3	0.1
	2月	平均値	110	76	90	31	3.3	11	3.5
		最大値	200	140	170	75	7.6	25	7.8
		最小値	15	46	21	21	2.1	1.0	0.7
御野場団地	8月	平均値	170	66	97	28	3.6	12	6.1
		最大値	340	110	190	63	7.2	39	11
		最小値	20	14	23	16	0.8	<1	0.5
	11月	平均値	140	92	150	33	4.0	17	3.0
		最大値	240	130	430	83	8.1	29	8.5
		最小値	51	45	49	8.3	1.8	2.1	0.2
	2月	平均値	140	100	100	39	4.2	15	3.9
		最大値	190	190	230	75	8.0	24	7.2
		最小値	70	61	45	21	2.3	1.4	0.9

手形山団地では、BOD濃度の平均は8月 230 mg/ℓ、11月 140 mg/ℓ、2月 110 mg/ℓ、SS濃度の平均は8月 170 mg/ℓ、11月、2月 90 mg/ℓで、BOD濃度、SS濃度は11月、2月ではほぼ同様の値を示すが、8月は約2倍の数値を示した。しかし、COD濃度は8月 86 mg/ℓ、11月 71 mg/ℓ、2月 76 mg/ℓとほぼ同様の値を示しており、生活排水の特異性を示している。8月のBOD、SS濃度が高い原因としては、最小値がBOD 120 mg/ℓ、SS 84 mg/ℓと他に比較して異常に高くなっていることから、調査時において粗目スクリーンが不完全で、SSが増加したことにより、BODが増加したと考えられる。

御野場団地では、BOD平均は8月 170 mg/ℓ、11月、2月 140 mg/ℓ、CODは66 mg/ℓ、92 mg/ℓ、100 mg/ℓ、SSは97 mg/ℓ、150 mg/ℓ、100 mg/ℓであった。変動パターンは、各項目共にほぼ同様な変動を示し、朝夕2つのピークを形成し、朝7時30分から8時に最大ピークが表われ、流量の日変化パターンとほぼ同様の変動が認められた。

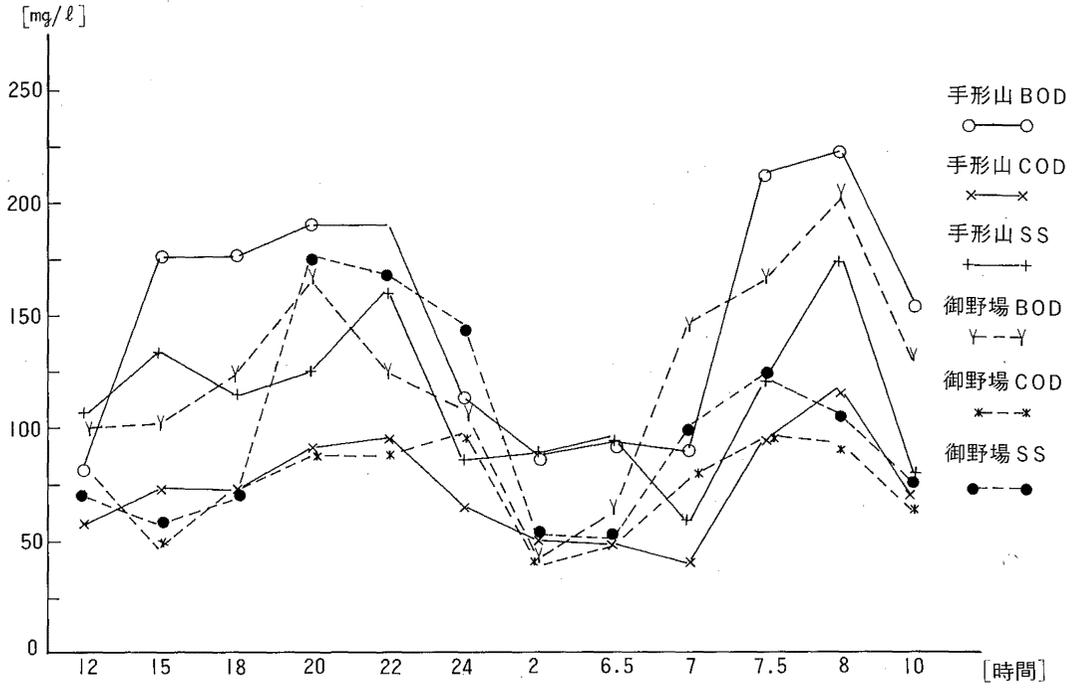


図-3 両団地のBOD、COD、SS濃度

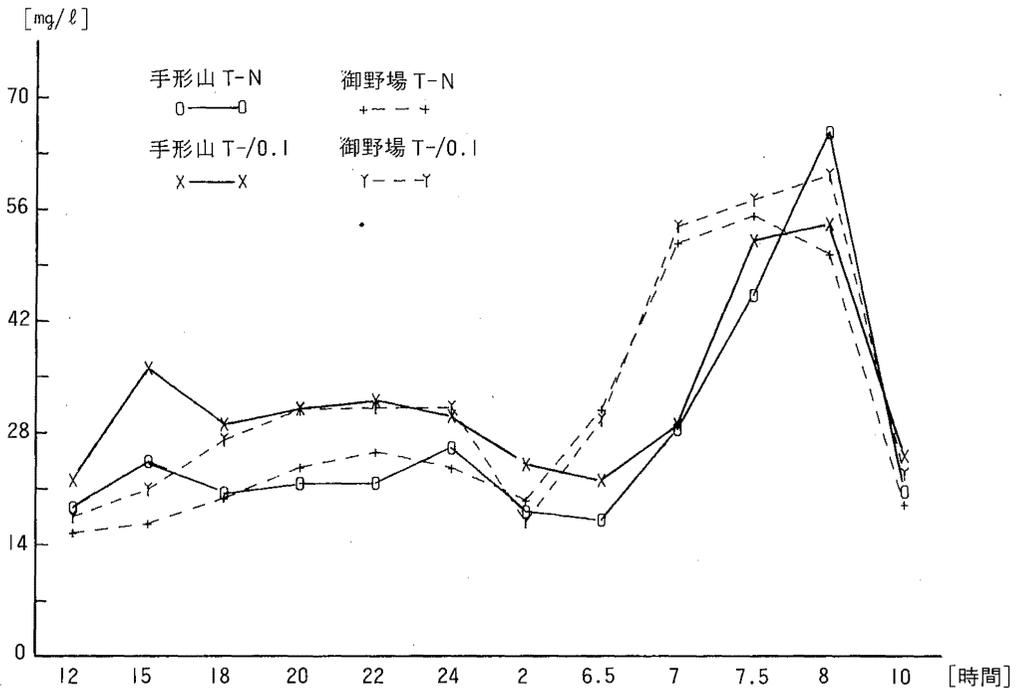


図-4 両団地のT-N、T-P (/0.1)濃度

T-N、T-Pの3回の調査結果の平均値を、図-4に示した。T-Pは、T-Nと比較するため10倍値で表わした。

手形山団地では、T-Nの平均は8月 31 mg/l、11月 25 mg/l、2月 31 mg/l、T-Pの平均はそれぞれ 4.7 mg/l、2.8 mg/l、3.3 mg/l であり、全体の平均はT-Nでは 29 mg/l、T-Pは 3.6 mg/l であった。

御野場団地では、T-Nの平均は8月 28 mg/l、11月 33 mg/l、2月 39 mg/l、T-Pの平均はそれぞれ 3.6 mg/l、4.0 mg/l、4.2 mg/l であり、全体の平均はT-Nでは 33 mg/l、T-Pは 3.9 mg/l であった。両者の変動パターンは、両団地共まったく一致し朝に鋭いピークが表われた。

両団地共にT-N中の  $\text{NO}_2^-$ -N、 $\text{NO}_3^-$ -Nの割合は低くほとんどが  $\text{NH}_4^+$ -Nおよび Org-N であった。

各時刻におけるT-NとT-Pの比 T-N/T-Pを求め図-5に示した。し尿および雑排水の T-N/T-Pは、し尿は約15と高く雑排水は約3と低いといわれており、手形山団地では朝8時に12.1、7時に9.8、御野場団地では真夜中2時11.7、6時に10.5と両団地共に真夜中から朝が高く、昼から夜に比較してし尿による影響が大きいと思われる。

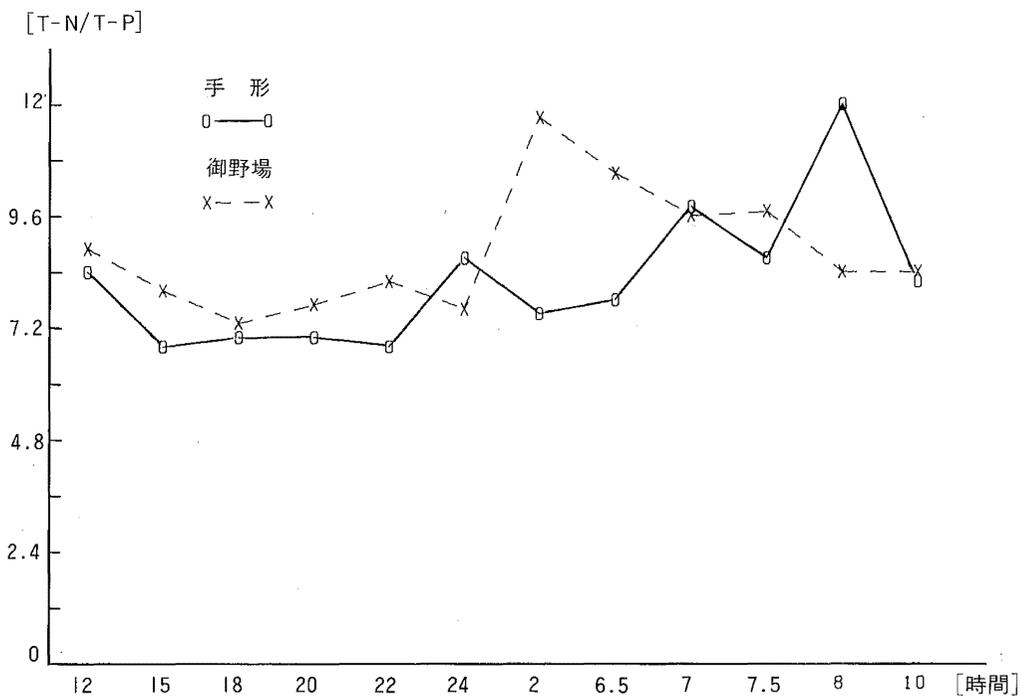


図-5 両団地における T-N / T-P の日変化

ヘキササン抽出物質量、MBASの3回の調査結果の平均値を図-6に示した。

手形山団地では、ヘキササン抽出物質量の平均は8月 14mg/l、11月 14mg/l、2月 11mg/l、MBASの平均はそれぞれ4.2mg/l、4.3mg/l、3.5mg/lであり、全体の平均はヘキササン抽出物質量 13mg/l、MBAS 4.0mg/lであった。

御野場団地では、ヘキササン抽出物質量の平均は、8月 12mg/l、11月 17mg/l、2月 15mg/l、MBASの平均はそれぞれ6.1mg/l、3.0mg/l、3.9mg/lであり、全体の平均はヘキササン抽出物質量 15mg/l、MBAS 4.3mg/lであった。

ヘキササン抽出物質量は、BODとほぼ同様な変動パターンを示し朝、夕にピークを形成したが、MBASは両団地共に日変化はあまりなく、年間を通して毎回10時に最大濃度が認められた。両団地共に、あまり時期的な変動は認められなかった。

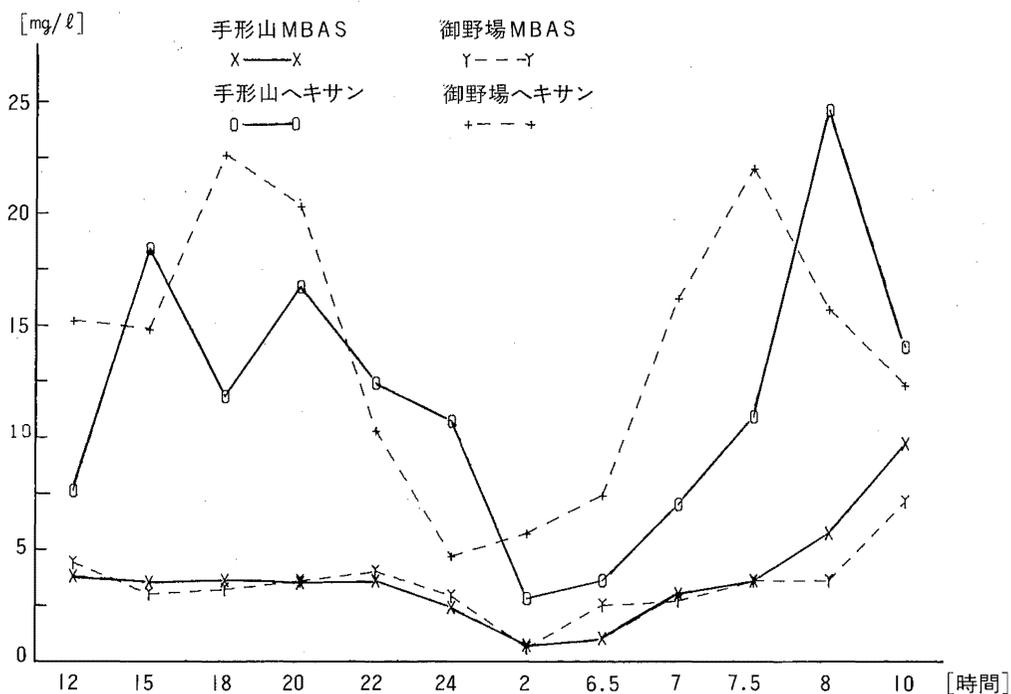


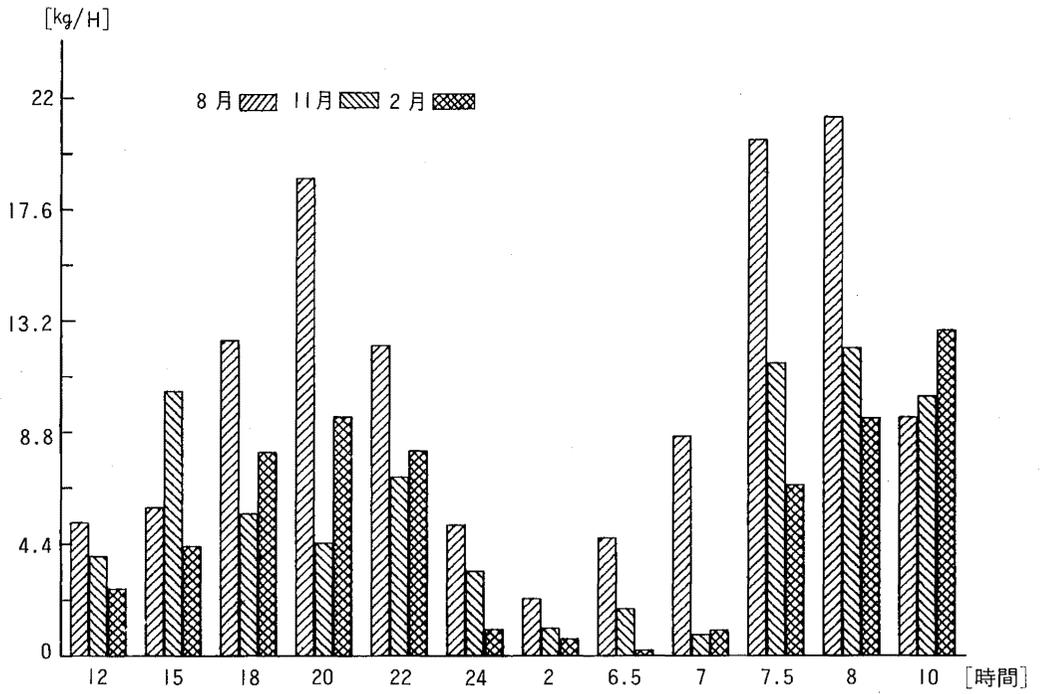
図-6 両団地のヘキササン抽出物質量、MBAS濃度

### (3) 汚濁負荷量について

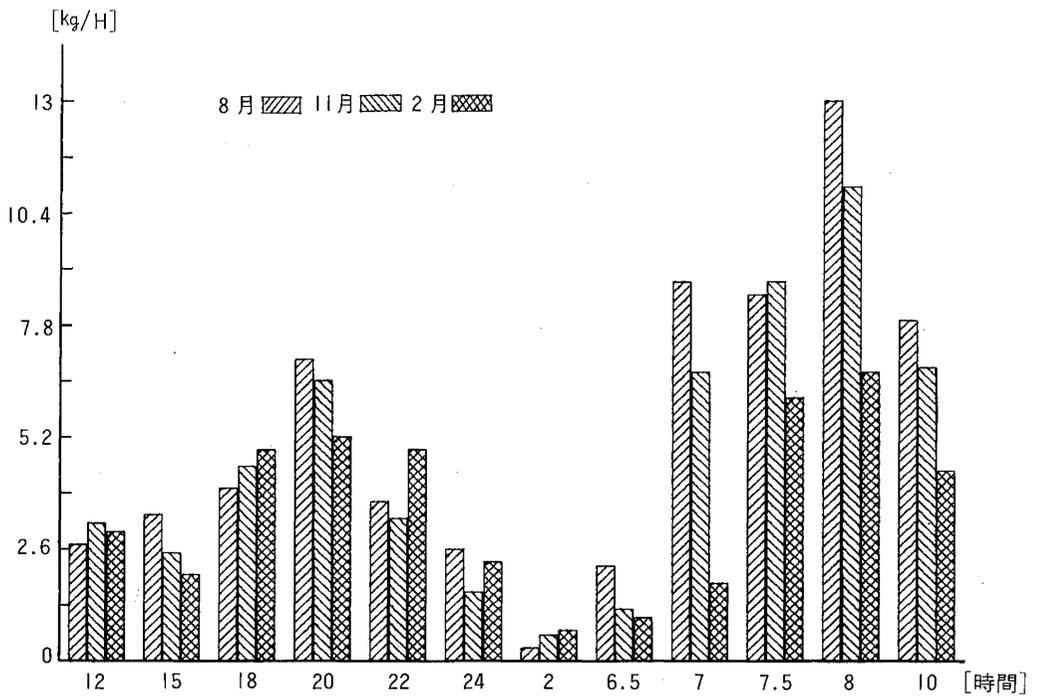
#### 1) BODの変動パターン

両団地のBOD負荷量の変動パターンを図7、8に示した。

手形山団地で、8月の負荷量が11月、2月に比較して大きい値を示しているが、変動パターンは水量の変動パターンと類似しており、両団地共に毎回ほぼ朝8時に最大ピークを示しており、手形山団地では7:00~10:00の3時間で8月 20%、11月 23%、2月 23%、御野場団地では8月 23%、11月 24%、2月 20%と全体の20~24%を占めている。



図一七 手形山団地 BOD負荷量



図一八 御野場団地 BOD負荷量

## 2) CODの変動パターン

両団地のCOD負荷量の変動パターンを図9、10に示した。

両団地共BODの変動パターンと類似しており、手形山団地では7:00~10:00の3時間で8月19%、11月22%、2月24%、御野場団地では8月21%、11月19%、2月20%と全体の19~24%を占め、朝の負荷が大きいことを示唆している。

## 3) SSの変動パターン

両団地のSS負荷量の変動パターンを図11、12に示した。

両団地共に3回の調査間の変動は激しく、手形山団地では7:00~10:00の3時間で8月16%、11月23%、2月20%、御野場団地ではそれぞれ20%、13%、22%と朝の3時間の負荷は13~23%と変動が激しくなっている。また、夜も両団地共に20:00~22:00の2時間で調査間の変動が大きく、御野場団地では8~21%であった。

## 4) T-Nの変動パターン

両団地のT-N負荷量の変動パターンを図13、14に示した。

両団地共に他の項目と同様に朝の負荷が大きくなっており、ほぼ各時期共に8時に最大負荷を示し、7:00~8:00の1時間で約10%の負荷を示している。

また、両団地の8月の調査でのT-Nと $\text{NH}_4^+-\text{N}$ を図15、16に示した。

T-N中の $\text{NH}_4^+-\text{N}$ の割合は手形山団地では、34~72%、御野場団地では34~93%を示しており、両団地共に真夜中から朝にかけて割合が高くし尿の影響を示している。

## 5) T-Pの変動パターン

両団地のT-P負荷量の変動パターンを図17、18に示した。

両団地共にT-Nとはほぼ同様な変動パターンを示しており、7:00~8:00の1時間でT-Nと同様に約10%の負荷を示している。

また、両団地の8月の調査でのT-Pと $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$ を図19、20に示した。

T-P中の $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$ の割合は手形山団地では13~55%で平均31%、御野場団地では26~68%で平均51%を示し両団地の平均に差があったが、両団地共に朝の比率が高くなっている。

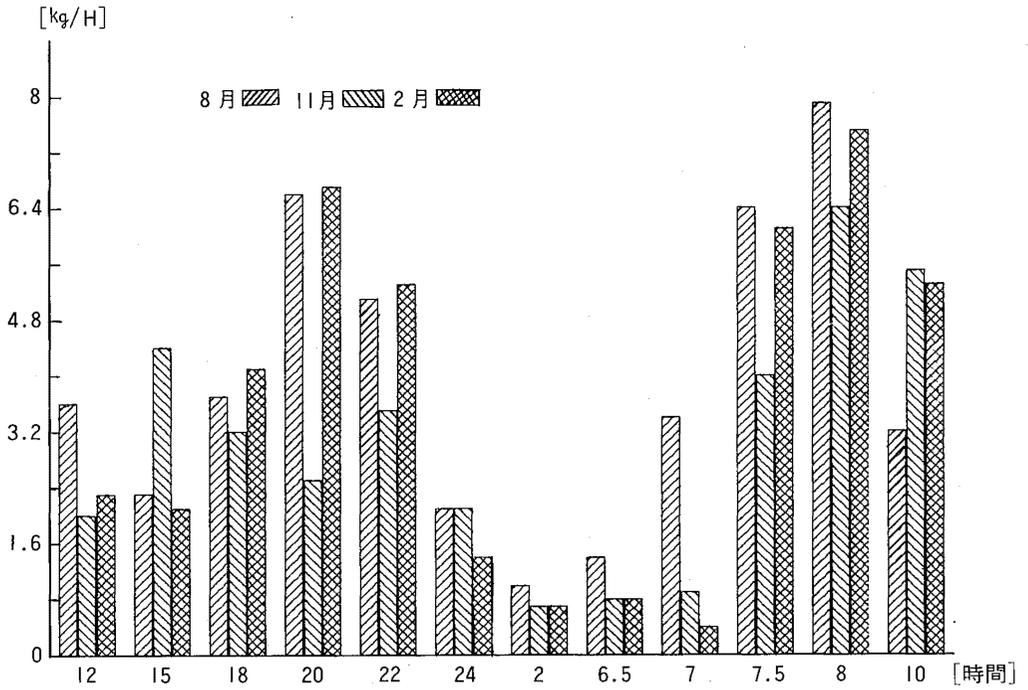
## 6) ヘキサン抽出物質質量の変動パターン

両団地のヘキサン抽出物質質量の変動パターンを図21、22に示した。

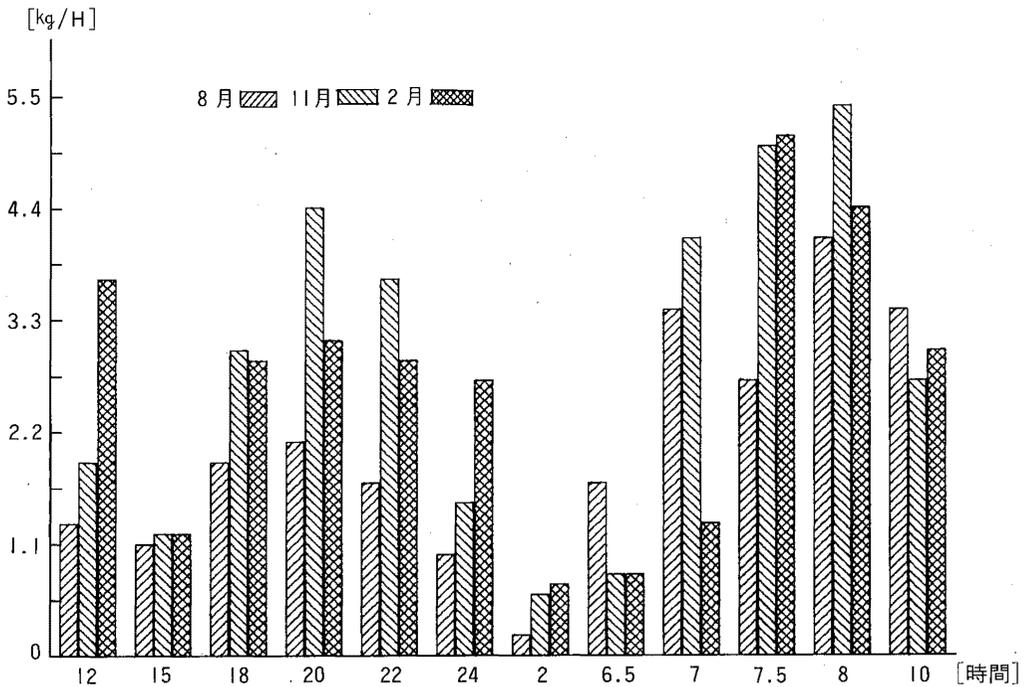
両団地共に時間変動が非常に激しくなっており、負荷量の最大値は最小値に対して手形山団地で45~95倍、御野場団地で40~100倍になっている。

## 7) MBASの変動パターン

BOD等ほとんど全ての項目の負荷量は、8時に最高ピークが現われていたが、MBASは年間を通して両団地共に10時に最大負荷量を示しており、手形山団地では8:00~10:00の2時間で14~20%、御野場団地では19~32%であった。これは、洗濯排水の他に台所用洗剤による排水、浴槽の洗い流し等の影響と思われる。



図一9 手形山団地 COD負荷量



図一10 御野場団地 COD負荷量

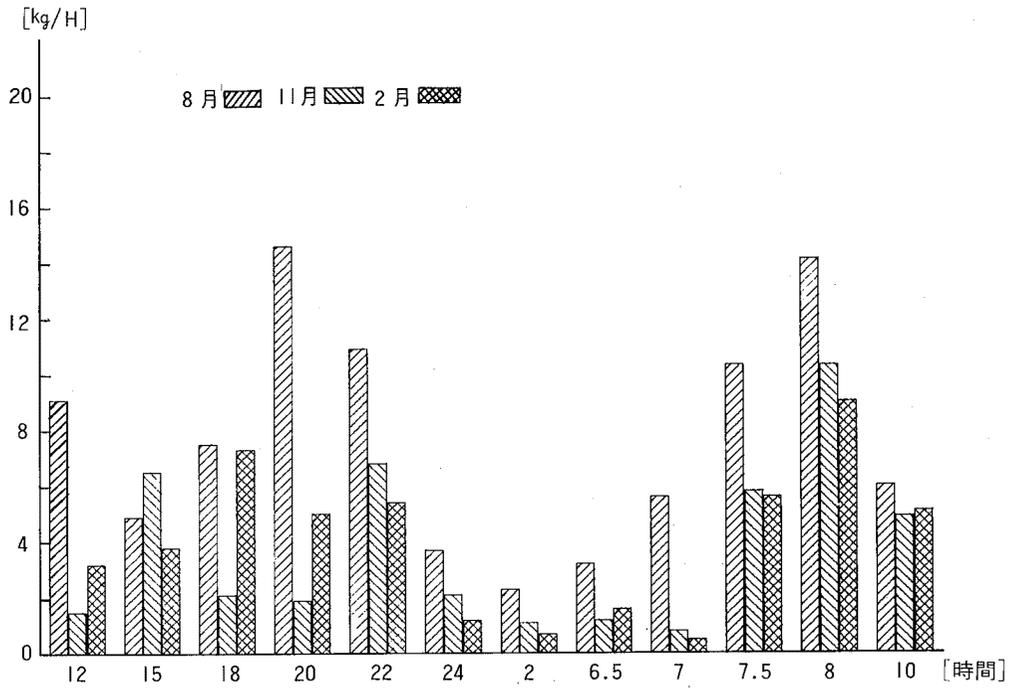


図-11 手形山団地 SS 負荷量

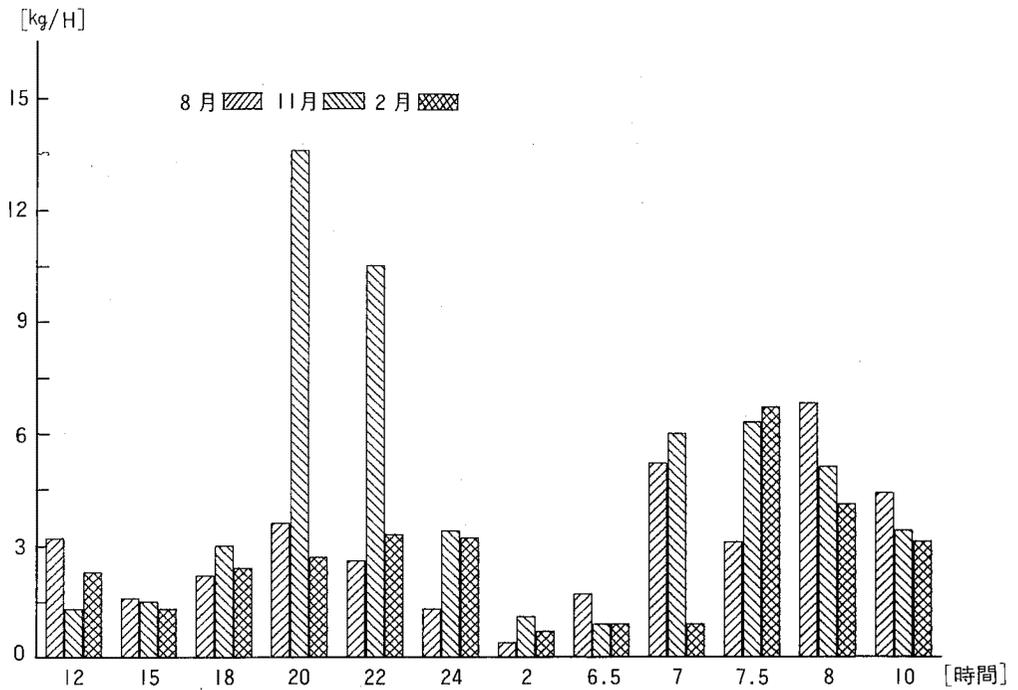


図-12 御野場団地 SS 負荷量

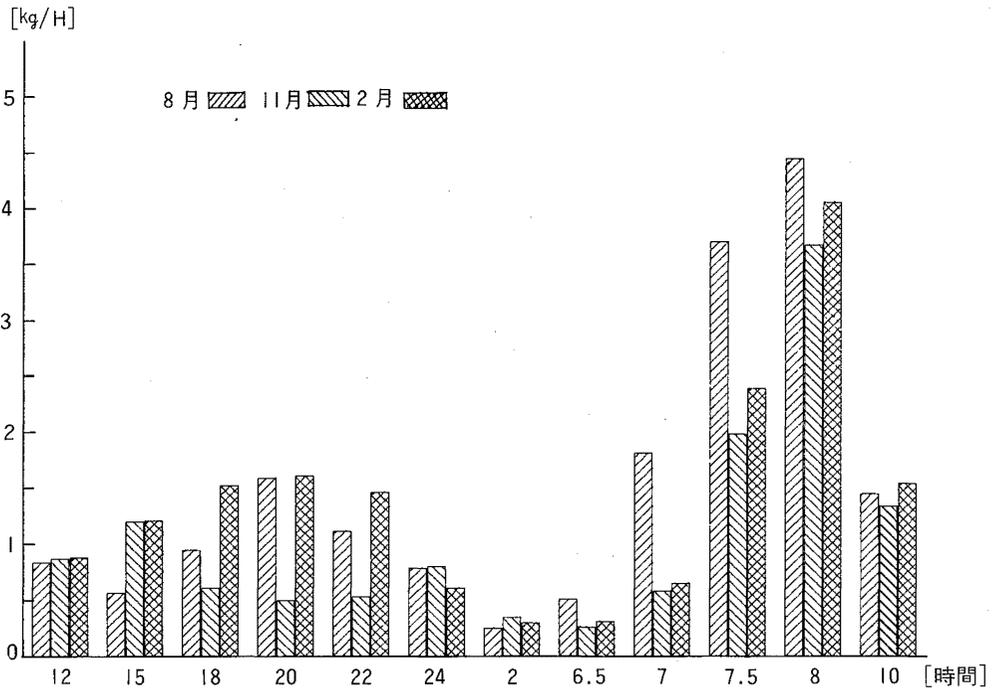


図-13 手形山団地 T-N負荷量

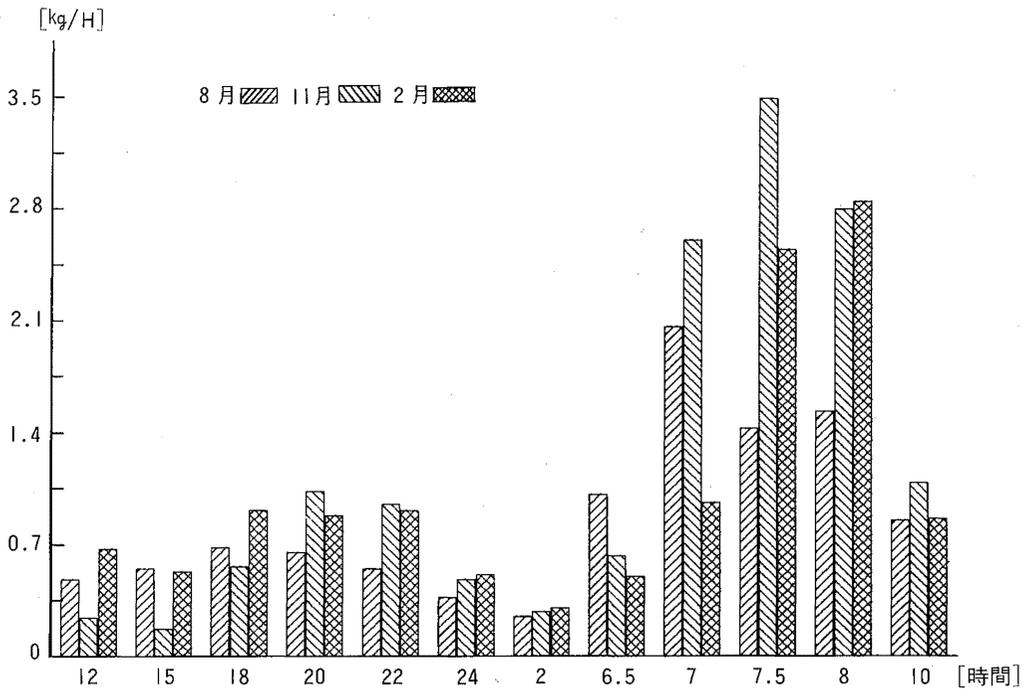


図-14 御野場団地 T-N負荷量

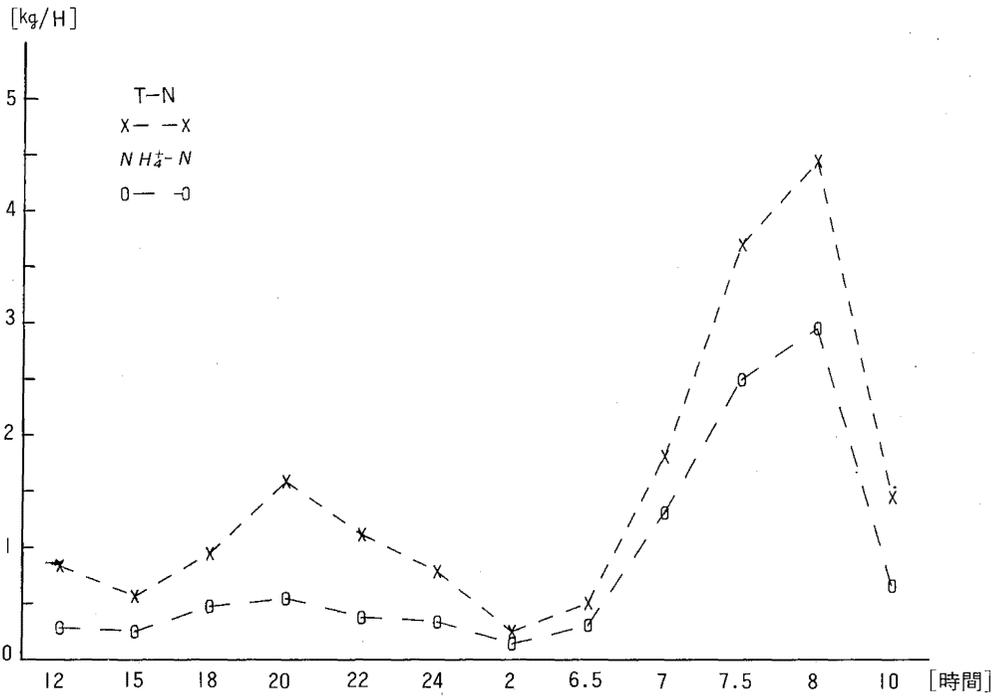


図-15 手形山団地  $NH_4^+-N$ 、T-N (8月分)

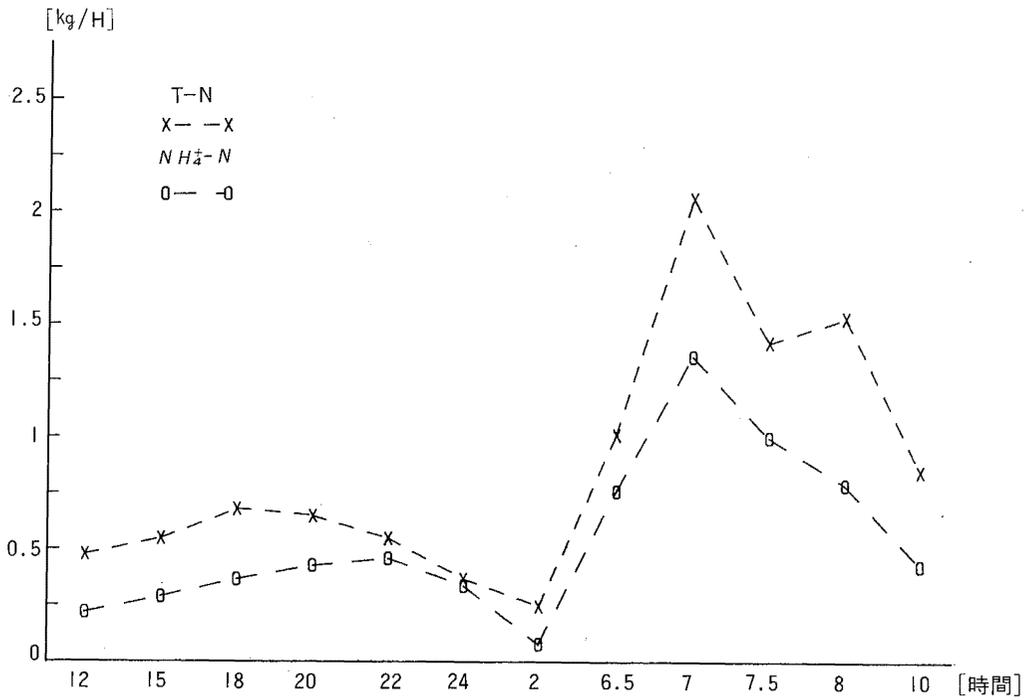
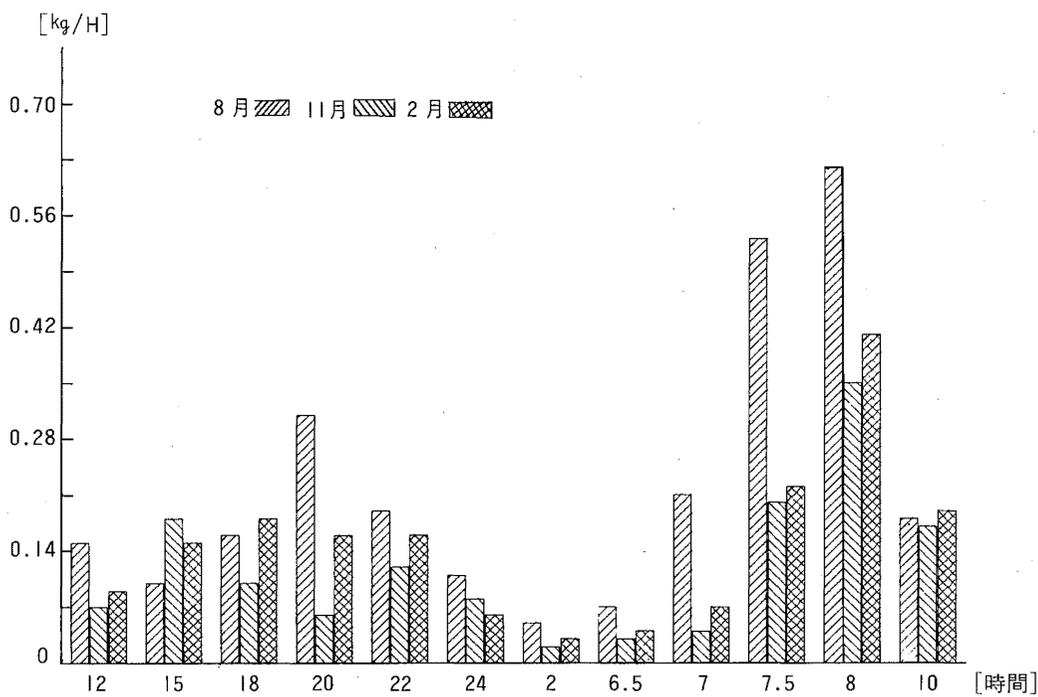
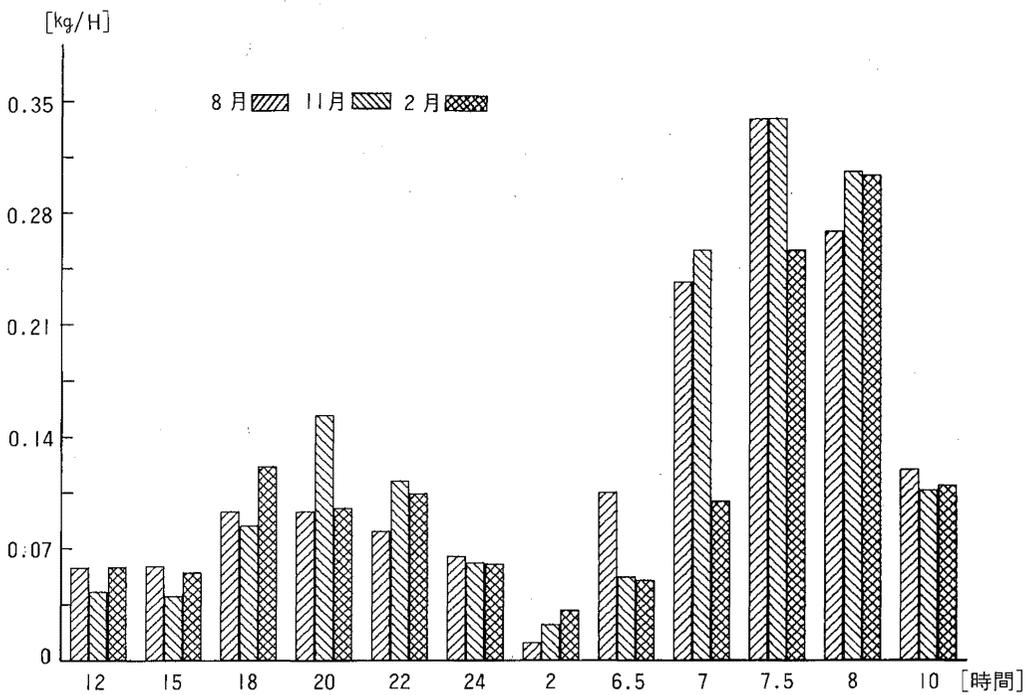


図-16 御野場団地  $NH_4^+-N$ 、T-N (8月分)



図一17 手形山団地 T-P 負荷量



図一18 御野場団地 T-P 負荷量

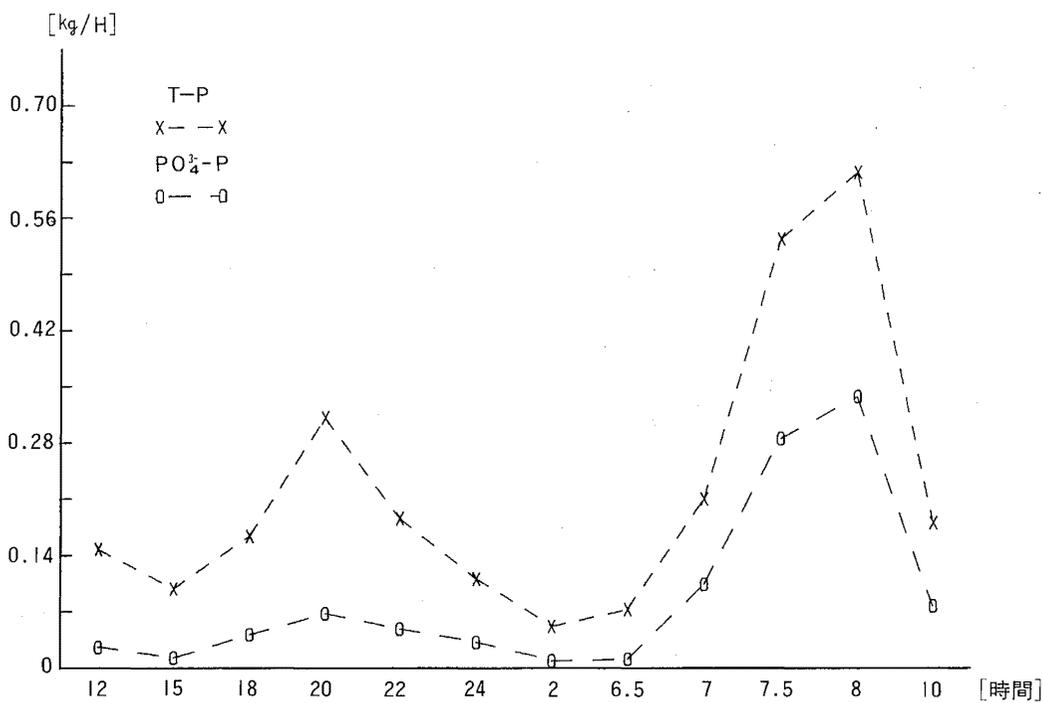


図-19 手形山団地 PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P、T-P (8月分)

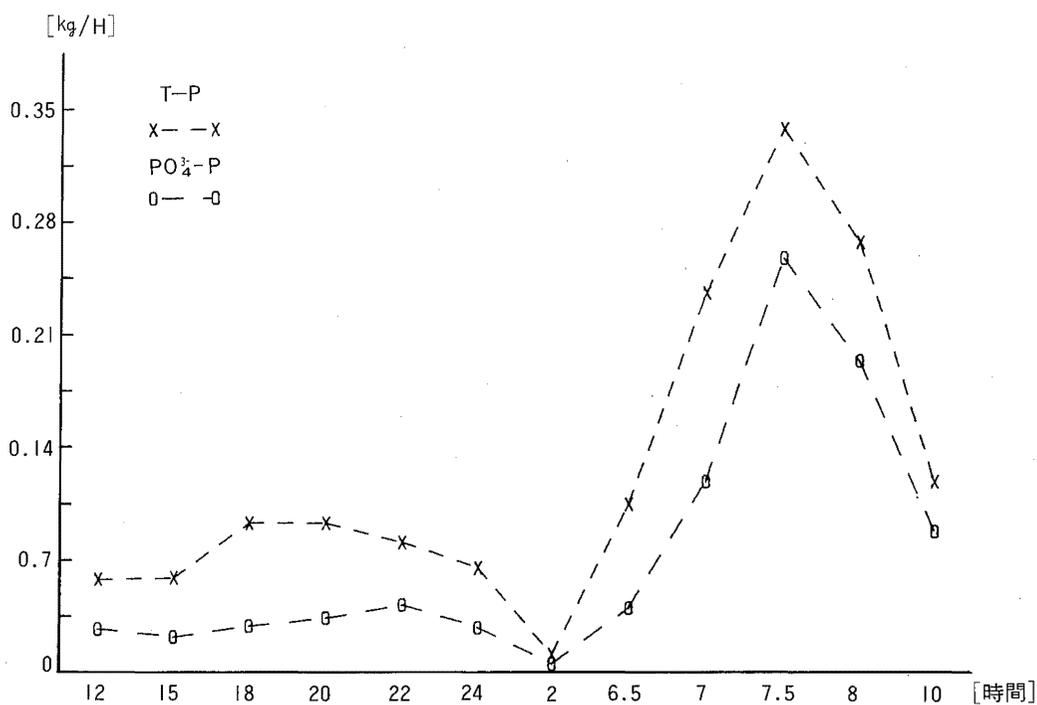


図-20 御野場団地 PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P、T-P (8月分)

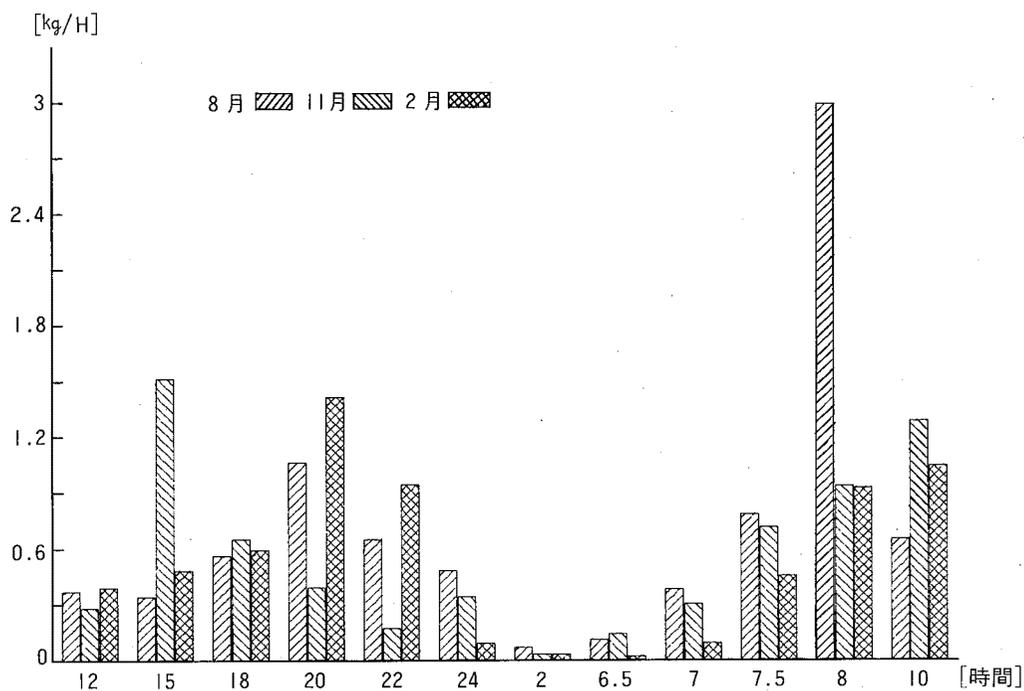


図-21 手形山団地 ヘキサン抽出物質 負荷量

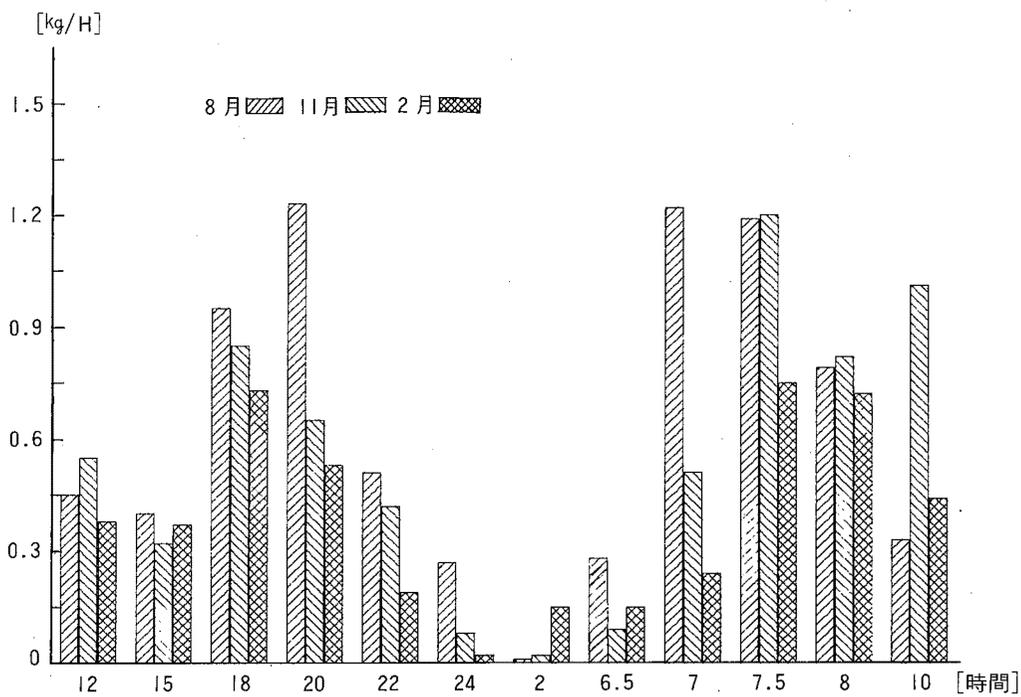


図-22 御野場団地 ヘキサン抽出物質 負荷量

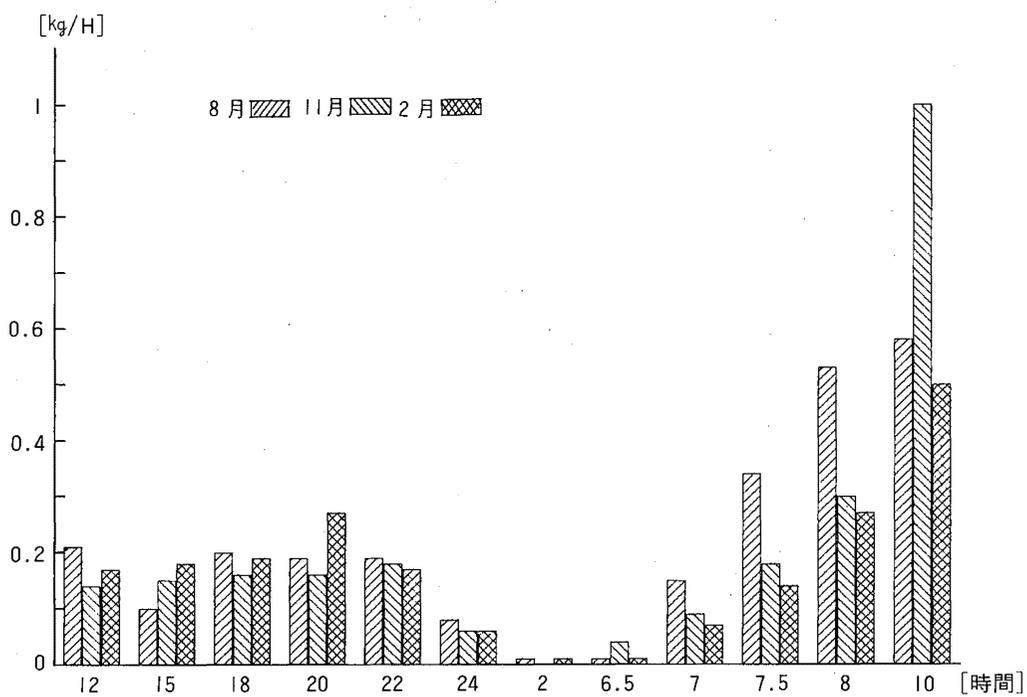


図-23 手形山団地 MBAS 負荷量

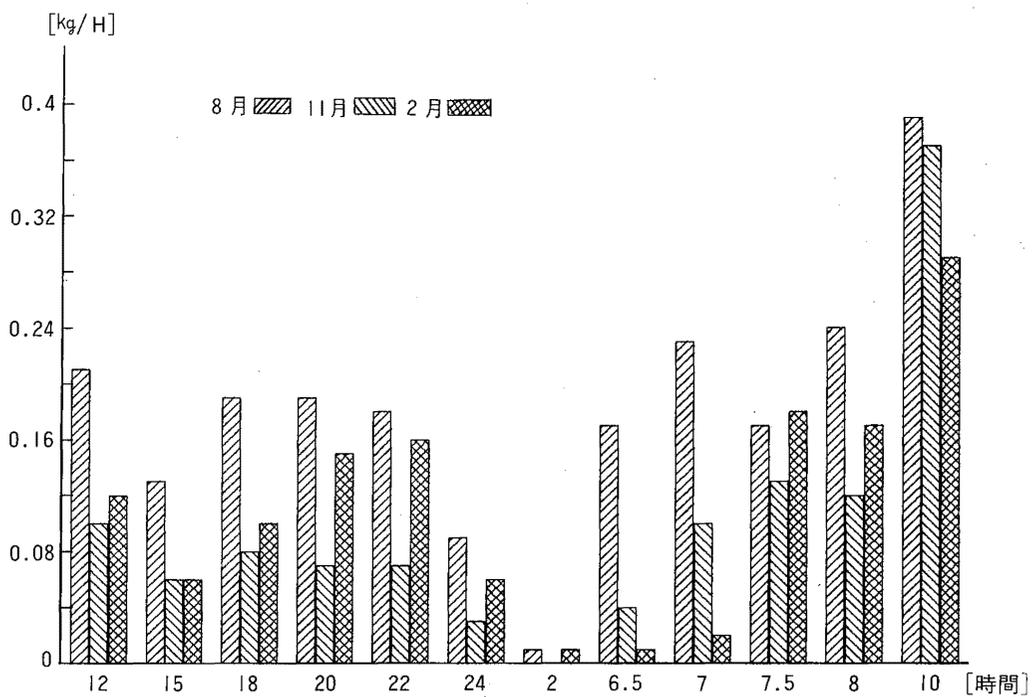


図-24 御野場団地 MBAS 負荷量

(4) 分析項目間の相関

各分析項目の相関係数を求めて、相関マトリックスを作成し、相関の検定をおこなった結果を表一3に示した。

両団地共に各項目間に高い相関があった。BODとCODは高い相関関係があるといわれているが、手形山団地で0.946、御野場団地で0.967と非常に高い相関があった。しかし、相関係数が高いと思われたT-PとMBASは、手形山団地で0.498、御野場団地で0.343とやや低くなっており、無リン洗剤の普及により洗剤からのリンの負荷が減少しつつあると思われる。

表一3 測定項目の相関（負荷量）

(データ数:36)

		BOD	COD	SS	T-N	T-P	ヘキササン	MBAS
手 形 山 団 地	BOD		0.858	0.824	0.748	0.875	0.769	0.573
	COD	+		0.732	0.829	0.844	0.785	0.594
	SS	+	+		0.550	0.737	0.619	0.384
	T-N	+	+	+		0.946	0.691	0.469
	T-P	+	+	+	+		0.755	0.498
	ヘキササン	+	+	+	+	+		0.627
	MBAS	+	+	+	+	+	+	
御 野 場 団 地	BOD		0.789	0.562	0.705	0.830	0.758	0.599
	COD	+		0.738	0.800	0.840	0.565	0.399
	SS	+	+		0.491	0.567	0.382	0.204
	T-N	+	+	+		0.967	0.559	0.260
	T-P	+	+	+	+		0.625	0.343
	ヘキササン	+	+	+	+	+		0.506
	MBAS	+	+				+	

相関係数の検定 + 1%の危険率で有意  
+ 5%の "

(5) 両団地の汚濁負荷量原単位および除去率

両団地の汚濁負荷量原単位(1人1日当たりの負荷量)と処理装置の除去率を表一4に示す。

両団地の原単位の値と従来使用されている原単位を比較してみると、手形山団地についてはBODとSSおよびT-Pが8月に、御野場団地については11月のSSが高くなっているが、両団地共に各調査時を平均すると、全ての項目でやや低い傾向が認められた。特にT-Pは、低い値であった。洗濯に有リン洗剤を使用すると、洗濯排水が生活雑排水中のリンに占める割合は約50%といわれており、無リン洗剤等に切替えることにより、排出量は極端に減少すると考えられる。また、厨房からのSSや食油の流し捨ての自粛により汚濁負荷量が削減されるという報告もあり、一般家庭の協力により原単位値はさらに減少すると思われる。

また、両団地共に8月、11月に比較して2月がやや負荷が減少する傾向がみられた。

表一 4 汚濁負荷量原単位および除去率

		BOD	除去率	COD	除去率	SS	除去率	T-N	除去率	T-P	除去率	ヘキサソ	除去率	MBAS	除去率
		g/人・日	(%)	g/人・日	(%)	g/人・日	(%)	g/人・日	(%)	g/人・日	(%)	g/人・日	(%)	g/人・日	(%)
手形山 団地	8月	72	98	27	94	53	98	10	91	1.5	95	4.8	83	1.5	99
	11月	41	98	21	91	26	98	7.3	59	0.8	93	3.9	99	1.4	96
	2月	37	96	21	88	28	95	9.5	30	1.0	94	3.7	94	1.2	97
	平均	50	97	23	91	36	97	9.0	60	1.1	94	4.1	92	1.4	97
御野場 団地	8月	58	96	22	91	33	98	9.4	90	1.2	85	6.9	78	2.0	99
	11月	52	99	34	95	51	98	13	81	1.4	96	5.9	99	1.1	98
	2月	39	98	29	94	29	96	11	78	1.2	97	4.2	93	1.2	99
	平均	50	98	28	93	38	98	11	83	1.3	93	5.7	90	1.4	99
建設省下水道 整備計画値	54~66 (し尿、雑用) 18.36~48		29~36 (し尿、雑用) 10.19~26		40~47 (し尿、雑用) 20.20~27		12 (し尿、雑用) 9、3		1.8 (し尿、雑用) 0.9、0.9			—		—	
小規模下水道 計画値	40~52		20~25		42~55		11~13		1.8			—		—	

汚濁除去率は、T-Nは手形山団地では30~91%で平均60%とばらつきが大きく、また御野場団地でも78~90%とややばらつきがみられた。しかし、その他の項目は90%以上であった。

## 6. まとめ

当センターでは、昭和57年度から一般家庭を対象に、生活排水の調査を行なっているが、今回は住宅団地の調査を行ない、次のような結果を得た。

- (1) 流入水量は、両団地共にほぼ同様な変動パターンを示し、朝と夜にピークがあり朝のピークが顕著となる典型的な生活系排水の日変動パターンが得られた。  
両団地の7:00~10:00まで3時間の使用水量は、20~25%であった。
- (2) 両団地における1人1日当たりの排水量は、8月、11月は260~285ℓ/人・日、2月は240~250ℓ/人・日となっており、冬に比較して夏、秋に使用量が多くなっている。
- (3) 流入水質の変動は大きく、ほぼ全項目とも朝夕2つのピークを形成し、流量の日変化パターンとはほぼ同様のパターンが得られた。両団地における平均水質はBOD 155mg/ℓ、COD 82mg/ℓ、SS 116mg/ℓ、T-N 31mg/ℓ、T-P 3.7mg/ℓ、ヘキサソ抽出物質量 14mg/ℓ、MBAS 4.2mg/ℓであった。
- (4) 両団地における汚濁負荷量の変動パターンは、ほぼ全項目とも朝8:00に最大ピークを示している。しかし、MBASは日変化があまりなく10:00にピークが認められ洗濯、浴槽の洗い流し等の影響と思われる。
- (5) 各分析項目間の相関係数は、各項目間に高い相関があった。特に、BODとCODは非常に高い相関があった。しかし、T-PとMBASは、やや低く洗剤からのリンの負荷が減少しつつあると思われる。
- (6) 1日1人当たりの発生負荷量(原単位)として、両団地の平均値はBOD 50g/人・日、COD

26g/人・日、SS 37g/人・日、T-N 10g/人・日、T-P 1.2g/人・日、ヘキサン抽出物質 4.9g/人・日、MBAS 1.4g/人・日であった。

(7) 両団地における汚濁除去率は、T-Nが30%～91%とばらつきがあるものの、その他の項目は90%以上であった。

生活排水は、すべての家庭から生活に伴い排出されるものであるため、住民意識の啓発等により、家庭からの負荷の排出の抑制を図るとともに、今回の結果を踏まえて寒冷地秋田に最も適合した一般家庭向けの処理装置の開発を行い環境保全に役立てたいと思う。

#### [参 考 文 献]

- 1 秋田県環境白書 昭和57年度版
- 2 環境技術研究会 生活系排水処理ガイドブック
- 3 福井県公害センター年報 第10巻 生活排水の汚濁負荷量調査について
- 4 (社)日本下水道協会 流域別下水道整備総合計画調査——指針と解説—— 昭和55年
- 5 (社)日本下水道協会 小規模下水道計画指針(案) 昭和58年7月
- 6 大分県公害衛生センター年報 第9号宮崎終末処理場の発生負荷量について
- 7 環境シリーズ No.27 生活雑排水を考える
- 8 静岡県衛生環境センター報告 No25 生活排水対策調査について(第2報)