

# 建築物解体・改修工事現場におけるアスベスト飛散実態調査について

石郷岡 晋 真壁江田男  
斎藤 学

## 1 はじめに

アスベストによる環境汚染の問題が注目を集めているが、その中でも建築物の吹付けアスベストの空気中への飛散が問題化している。吹付けアスベストは断熱、防音に効果があることから建築材として昭和30～40年代にビル、学校、集合住宅等に使われてきた。しかし、建築物が改修、解体の時期を迎え、環境大気中への飛散が懸念されている。そこでアスベスト使用建築物の改修、解体工事に伴うアスベストの飛散状況の実態調査を行った。

## 2 調査方法

### 2.1 測定方法

アスベストの捕集と測定は「アスベストモニタリングマニュアル」<sup>1)</sup>に準拠し、位相差顕微鏡によりアスベストの計数を行った。

### 2.2 調査地点及び調査時期

中学校の体育館の壁面に吹付けられたアスベストの剥離工事について調査を行った。

#### (1) 工事の概要

①体育館の壁面全体に床面から天上部分まで足場（幅1m）が組み、足場内はビニールで覆う。②ビニール内部は真空ポンプにより常に負圧に保たれる。なお、ポンプには除じん装置が取り付けられている。③剥離作業前にアスベストの湿潤・固化のための特殊溶剤を吹付ける。④アスベストを壁面からはぎ落す。⑤作業員の出入りは、エアシャワー室を経由する。作業服は作業現場を離れるたび使いすてられ、アスベスト廃棄物として処分される。⑥剥離されたアスベストはプラスチック袋に入れ現場で一時保管する。⑦壁面を

覆っていたビニールは取りはずされ、アスベスト廃棄物として処分される。⑧足場を解体し工事は終了する。⑨剥離されたアスベスト等のアスベスト廃棄物は、廃棄物最終処分場へ搬入され埋立て処分される。

#### (2) 調査地点

体育館出入口から10m離れた地点及び裏側へ10m離れた地点の2地点とした。(図-1参照)

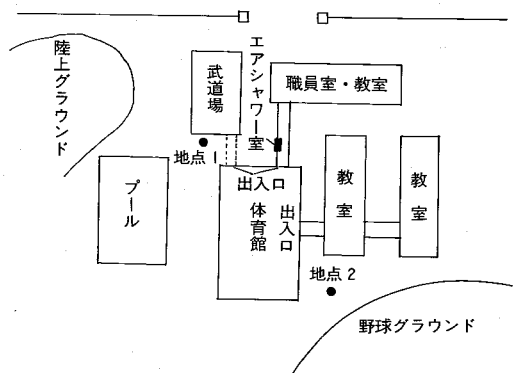


図-1 調査地点概略図

#### (3) 調査期間

工事実施前として2日間（7月29日、8月1日）工事実施中に1日間（8月8日）調査を行った。

## 3 調査結果と考察

調査結果は表-1のとおりである。出入口側の工事中の測定結果が4.30f/lと最高値を

示しているが工事前の測定結果と大きな違いは見られない。裏側については、工事前、工事中の測定結果とも出入口側の測定結果より低く、本年5月から7月に実施した大気中のアスベスト濃度測定結果<sup>2)</sup>と同程度の濃度レベルにある。このことから今回のアスベスト剝離工事に伴うアスベスト濃度の上昇はなかった。

- 2) 石郷岡 晋ほか：秋田県環境技術センター年報, No.16 (1988)
- 3) アスベスト対策検討会：工場等に係るアスベスト発生対策について, 昭和63年11月

表-1 アスベスト濃度測定結果 単位(f/l)

調査地点	採取月日	工事状況	測定結果
出入口側	7月29日	工事前	3.72
	8月1日	〃	3.25
	8月8日	工事中	4.30
裏側	7月29日	工事前	2.86
	8月1日	〃	1.73
	8月8日	工事中	1.42

#### 4 まとめ

建築物の解体、改修工事においては、散水、薬剤注入、シートによる密閉陰圧等のアスベスト飛散防止対策<sup>3)</sup>が効果を表わしていると考えられ、工事前と工事中の濃度変化は見られず、工事による影響は見られなかった。しかし、工事等に関係なく、屋外における3~4 f/lの濃度は、本県の環境大気中の濃度1~2 f/l<sup>2)</sup>に比較して高いレベルにあり、屋内においては、さらに高い濃度域にあるものと推察できることから、このような状態にある建築物の吹付けアスベストについては、早期除去が必要と思われる。

#### 参 考 文 献

- 1) 環境庁大気保全局：アスベストモニタリングマニュアル, 昭和62年5月

## 道路近傍における浮遊粉じん等の実態について（第7報）

石郷岡 晋 斎藤 学  
真壁江田男

### 1 はじめに

近年、東北・北海道の積雪寒冷地を中心に、スパイクタイヤによる道路の摩耗及びそれに伴って生ずる粉じん等による生活環境の悪化が社会問題となっている。

本県においても、昭和58年11月に「スパイクタイヤ使用自粛指導要綱」を定めるなど、この問題にとりくんできた。

当センターでは、昭和57年度から浮遊粉じん等の実態に関する調査研究を行ってきた。これまでに実施した調査研究の概要は次のとおりである。

昭和57年度 浮遊粉じん濃度、浮遊粒子状物質濃度、金属成分濃度、粒径分布、道路堆積物中成分濃度等

昭和58年度 浮遊粉じん濃度、浮遊粒子状物質濃度、距離減衰、金属成分濃度、粒径分布、道路堆積物中成分濃度等

昭和59年度 浮遊粉じん濃度、浮遊粒子状物質濃度、降下堆積物中成分濃度等

昭和60年度 浮遊粉じん濃度、浮遊粒子状物質濃度、距離減衰、鉛直分布、金属成分濃度、降下堆積物成分濃度等

昭和61年度 浮遊粉じん濃度、浮遊粒子状物質濃度、スパイクタイヤに関する意識調査（アンケート調査）

昭和62年度 浮遊粉じん濃度、浮遊粒子状物質濃度

これらの調査結果から、次のようなことが解明できた。

(1) 道路端における浮遊粉じん濃度は、スパイクタイヤ使用によるアスファルト摩耗によるところが大きく、かつ道路の積雪、乾湿の状況による変動巾がきわめて大きい。

(2) 道路粉じんの距離減衰は大きく、50m地点で $\frac{1}{3}$ ～ $\frac{1}{4}$ に減少する。

(3) スパイクタイヤによる浮遊粉じんの増加は、直径 $11\mu\text{m}$ 以上の粗大粒子群が大きく寄与している。

(4) スパイクタイヤ装着期における浮遊粒子状物質の増加は、浮遊粉じんほど大きくはない。すなわち道路粉じんからの寄与は低い。このことは、道路粉じんが直径 $11\mu\text{m}$ 以上の粗大粒子の割合が大きいことから裏付けられる。

(5) 浮遊粒子状物質の距離減衰は0～25mで大きい。

(6) 金属成分濃度は、土壌元素、アスファルト舗装材成分及びスパイク成分であるFe、Cu、Al、V、Tiが粉じん濃度と高い相関を示した。

(7) ベンゼン抽出物質量は浮遊粉じん濃度と高い相関がある。

(8) 降下堆積物量の距離減衰は0～5mで顕著であり、15m以遠では一定となっている。

昭和63年度は、引き続き道路近傍における浮遊粉じん、浮遊粒子状物質濃度について調

査を行った。

なお、スパイクタイヤの使用については、すでに国内における生産中止、販売中止の方向が打ち出され、法的な規制も検討されている。このような状況から、今後スパイクタイヤは、スタッドレスタイヤに徐々に転換して

いくものと考えられるので、本テーマによる調査研究は本報をもって終了する。

## 2 調査方法

### 2.1 調査地点

調査地点は図-1及び図-2の4地点で、その概要は表-1のとおりである。

表-1 調査地点の概要

地点 No.	調査地点名		設置位置の状況			面する道路の状況			
	地点名	略称	設置面	道路端からの路離(m)	地上からの高さ(m)	路線名	車線数	舗装状況	交通量(台/24h)
1	土崎自動車排出ガス測定局	土崎	局舎上	2	2	県道新屋土崎線	4	アスファルト	31,600
2	茨島自動車排出ガス測定局	茨島	局舎上	5	2.5	国道7号線	4	アスファルト	32,010
3	環境技術センター	八橋(0m)	地上(芝生)	2	0	国道7号線	4	アスファルト	43,230
4	環境技術センター	八橋(50m)	地上(芝生)	50	0	—	—	—	—

注 交通量は昭和63年度道路交通センサスによる。



図-1 調査地点(1)

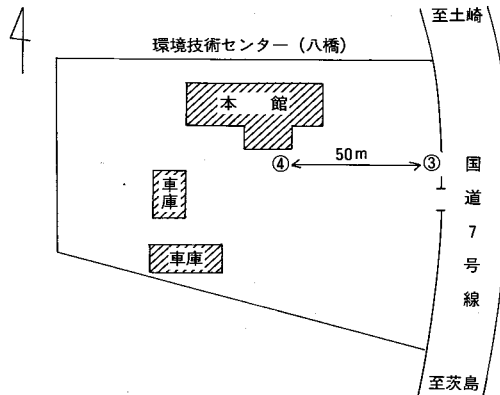


図-2 調査地点(2)

2. 2 調査時期及び調査内容  
 調査時期は昭和63年11月、12月、平成元年

1月、3月であり、調査内容は表-2のとおりである。

表-2 調査内容

調査項目	使用機器	分析項目
浮遊粉じん	ハイボリューム・エアサンプラー (ろ紙：石英繊維ろ紙2500QAST)	浮遊粉じん濃度
浮遊粒子状物質	ローボリューム・エアサンプラー (ろ紙：ハイボリューム・エアサンプラーと同じ)	浮遊粒子状物質濃度

### 3 調査結果及び考察

各調査地点における浮遊粉じん濃度の経月

#### 3. 1 浮遊粉じん濃度

変化は表-3及び図-3のとおりである。

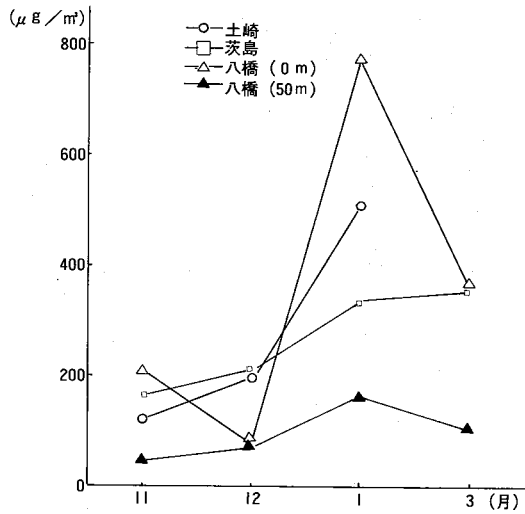
表-3 浮遊粉じん濃度の経月変化

年/月 地点名	63/11	63/12	1/1	1/3
土 崎	123 (76~143)	194 (55~356)	512 (48~1,037)	—
茨 島	167 (82~247)	207 (64~382)	334 (27~850)	350 (236~503)
八橋(0m)	213 (97~365)	84 (56~125)	774 (364~1,718)	351 (217~642)
八橋(50m)	44 (19~84)	70 (10~293)	165 (36~374)	105 (69~188)

注1 単位は $\mu\text{g}/\text{m}^3$

注2 ( )内は最低~最高値である。

注3 土崎については、平成元年3月分は道路工事のため測定を中止した。



図一 3 浮遊粉じん濃度の経月変化

浮遊粉じん濃度は、記録的な暖冬で冬期間を通じてほとんど積雪がなかったため、スパイクタイヤの装着又は非装着、路面の乾湿の状況により大きく変動した。特に大部分の車がスパイクタイヤを装着し、かつ路面が乾燥している日が多かった1月に高濃度となった。

道路端からの距離と濃度の関係を見ると、八橋道路端と同50m地点で濃度の対応がみら

れるが、道路粉じんの影響は50m地点では小さくなっている。このことから、浮遊粉じん濃度は、道路端からの距離による減衰が大きいことがわかる。

### 3. 2 浮遊粒子状物質濃度

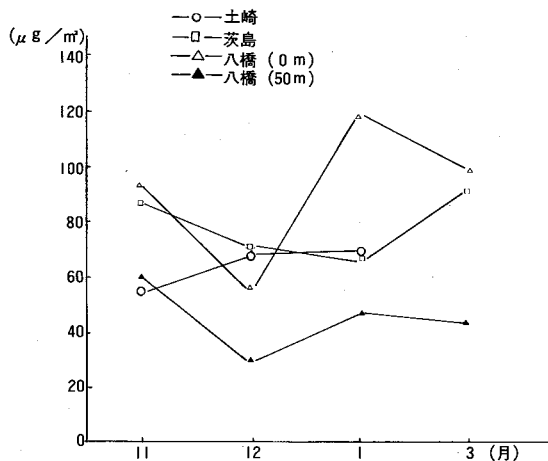
各調査地点における浮遊粒子状物質濃度の経月変化は表一4及び図一4のとおりである。

表一 4 浮遊粒子状物質濃度の経月変化

地点名 \ 年/月	63/11	63/12	元/1	元/3
土 崎	54	68	69	—
茨 島	87	70	66	92
八 橋 (0 m)	94	56	119	98
八 橋 (50m)	60	25	47	43

注1 単位は $\mu\text{g}/\text{m}^3$

注2 土崎については、平成元年3月分は道路工事のため測定を中止した。



図一 4 浮遊粒子状物質濃度の経月変化

浮遊粒子状物質濃度は、1月に八橋道路端が浮遊粉じん同様やや高くなっているが、他の月については、スパイクタイヤ装着期と非装着期との間に明確な差は認められない。

道路端からの距離と濃度の関係を見ると、50m地点では道路端に比べ約 $\frac{1}{2}$ 程度となっているが、スパイクタイヤ装着期、非装着期間の変動中は小さく、濃度レベルも低い。このことから、浮遊粒子状物質濃度に対する道路粉じんの影響は、浮遊粉じんほど小さくなく、かつ道路端から離れるほど小さくなるといえる。

#### 4 まとめ

暖冬でほとんど積雪がなかったため、浮遊粉じん濃度は、スパイクタイヤの装着、非装着、路面状況により顕著な変動を示した。このため、例年寝雪状態になり浮遊粉じん濃度が低くなる傾向のある1月にも高濃度を示した。

浮遊粒子状物質濃度は、全体としてスパイクタイヤ装着期と非装着期との間に明らかな差異はみられなかった。

#### 参考文献

- 1) 吉田 昇ほか：秋田県環境技術センター年報, No.10, 72(1982)
- 2) 藤島 直司ほか：秋田県環境技術センター年報, No.11, 65(1983)
- 3) 藤島 直司ほか：秋田県環境技術センター年報, No.12, 63(1984)
- 4) 高橋 浩ほか：秋田県環境技術センター年報, No.13, 51(1985)
- 5) 高橋 浩ほか：秋田県環境技術センター年報, No.14, 55(1986)
- 6) 高橋 浩ほか：秋田県環境技術センター年報, No.15, 45(1987)



複数点煙源の大気拡散予測  
— プルーム型拡散式による拡散予測 —

佐々木 誠

1 はじめに

SO<sub>x</sub>及びNO<sub>x</sub>の拡散予測に関しては、総量規制マニュアル<sup>1,2)</sup>に方法が明示されており、高橋<sup>3)</sup>は短時間平均濃度予測をパーソナルコンピュータで行っている。

マニュアルには、物理モデルとして有風時には正規型プルーム式、無風弱風時にはパフ式が使用されている。

本県においてもこれらをもとに、パーソナルコンピュータによる有風時の1時間平均濃度予測について検討したのでその概要を報告する。

2 使用機器及び使用言語

使用機器 PC9801シリーズ  
使用言語 DOS-BASIC

3 計算手法

3.1 拡散式

点煙源より風下方向をx軸、x軸と真角にy軸、高さ方向をz軸とすると、任意の地点(x, y, z)における濃度は、有風時(U > 1 m/s)のプルーム式により

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z U} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left\{ \exp\left(-\frac{(z-He)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z+He)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right\} \times 10^6 \quad (1)$$

地上濃度はz = 0より

$$C(x, y, 0) = \frac{Q}{\pi\sigma_y\sigma_z U} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \exp\left(-\frac{He^2}{2\sigma_z^2}\right) \times 10^6 \quad (2)$$

と表わされる。

ここに、

x, y, z : 距離(m)

C : 濃度(ppb)

Q : 煙源強度 (煙源から単位時間  
当り排出される汚染物質の  
量) (Nm<sup>3</sup>/s)

U : 煙突頭頂部における風速(m/

s)

He : 有効煙突高(m)

σ<sub>y</sub> : y軸方向の拡散パラメータ  
(m)

σ<sub>z</sub> : z軸方向の拡散パラメータ  
(m)

また、複数点煙源の場合は、各点源からの濃度が重合できる条件においては、

$$C(x, y, 0) = \sum_{i=1}^N C_i \quad (3)$$

となる。

ここに、

C<sub>i</sub> : 点煙源iによる地点(x, y, 0)における濃度

N : 点煙源数

3.2 U, He, σ<sub>y</sub>, σ<sub>z</sub>の値の設定

(1) 風速Uについて

接地境界層において、風速は高度(z)と対数関係にあるが、実用的には次式(べき法則)が用いられている。

$$U = U_s (z/z_s)^P \quad (4)$$

ここに、

U : 高度z (m)における風速 (m/s)

U<sub>s</sub> : 高度z<sub>s</sub> (m)における風速 (m/s)

以下の計算においてz<sub>s</sub>は大気汚染常時監視測定局の測定高10mを使用。

P : 大気安定度と地表面の起伏によるファクター。

中立時の平均的な値0.14(1/7)を使用。

(2) 有効煙突高(He)

① 大規模煙源(Q<sub>R</sub> ≥ 2 × 10<sup>6</sup>cal/s)の場合  
Moses and Carsonの式<sup>4)</sup>を用いる。

$$He = (C_1 VsD + C_2 Q_H^{1/2}) U^{-1} \quad (5)$$

ここに、

$Q_H$  : 排出熱量

$$(\text{cal/s}) = \rho \cdot Q \cdot Cp (T_G - T_S)$$

$Cp$  : 定圧比熱

$$(0.24 \text{cal/gK})$$

$Q$  : 単位時間当りの排ガス量 ( $\text{Nm}^3/\text{s}$ )

$$= \frac{\pi}{4} D^2 Vs$$

$D$  : 煙突径 (m)

$Vs$  : 煙の排出速度 (m/s)

$\rho$  : 排ガス密度 ( $\text{g/m}^3$ )

空気の密度と等しいとすれば、

$$\rho = 0.001293 / (1 + 0.0036T)^{41}$$

$T_G$  : 排ガス温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_S$  : 地表温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )

$C_1 \cdot C_2$  : 昼間は安定度中立として

$$C_1 = 0.35, C_2 = 0.171 \text{ を使用}$$

② 中小規模煙源 ( $Q_H < 2 \times 10^6 \text{cal/s}$ ) の場合

CONCAWEの式<sup>1)</sup>を用いる。

$$He = 0.175 Q_H^{1/2} U^{-3/4} \quad (6)$$

③ ダウンウォッシュ、ダウンドラフトの場合

$U > Vs/2$  の場合は、ダウンウォッシュまたは、ダウンドラフトが起こるとし、

$$He = Ho \text{ (実煙突高)} \quad (7)$$

(3) 拡散パラメータ ( $\sigma_y, \sigma_z$ )

$\sigma_y, \sigma_z$  は Pasquill-Gifford の近似式 ( $\sigma = \gamma x^a$ ) を用いた。

なお、Pasquill-Gifford のパラメータは、評価時間が数分程度であるので、特に水平方向の拡散パラメータについては(8)式<sup>5)</sup>を用い1時間値に補正した。

$$\frac{\sigma_{y2}}{\sigma_{y1}} = (t_2/t_1)^{1/4} \quad (8)$$

ここで、Pasquill の評価時間  $t_1 = 6 \text{ min}$  とすれば、1時間値 ( $t_2 = 60 \text{ min}$ ) は、 $\sigma_{y2} = 1.78 \sigma_{y1}$

となる。

各安定度における  $\sigma_y, \sigma_z$  は表-1 のとおりである。

### 3. 3 予測対象地域のメッシュ区分

予測対象地域の任意の地点を原点にとり、E-W方向をx軸、N-S方向をy軸とし、対象地域にx-y座標系を設定する。次に、x軸方向、y軸方向に任意の範囲を設け、任意のメッシュ数に区分する。

メッシュサイズを小さくすることにより、各格子点の計算精度はよくなるが、計算時間が多くなるので、注意が必要である。

図1は、秋田市内にE-W方向10km、N-S方向10kmの対象域を設けたものである。

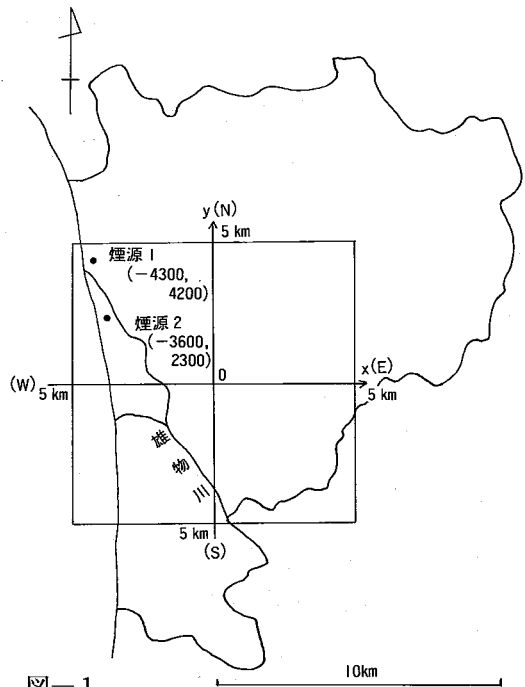


図-1

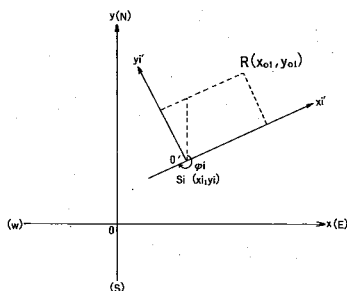
秋田市へ10km四方の予測対象域を設定

表一 1 Pasquill-Gifford図の近似式 ( $\sigma(x) = \gamma x^\alpha$ )

$\sigma_y, \sigma_z$	安定度	$\alpha$	$\gamma$	$\gamma_y (=1.78\sigma_y)$	Downwind Distance(Meters)	
$\sigma_y$	A	0.901074	0.425809	0.757940	0 ~ 1,000	
		0.850934	0.602052	1.07165	1,000 ~ $\infty$	
	B	0.914370	0.281846	0.501686	0 ~ 1,000	
		0.865014	0.396353	0.705508	1,000 ~ $\infty$	
	C	0.924279	0.177154	0.315334	0 ~ 1,000	
		0.885157	0.232123	0.413179	1,000 ~ $\infty$	
	D	0.929418	0.110726	0.197092	0 ~ 1,000	
		0.888723	0.146669	0.261071	1,000 ~ $\infty$	
	E	0.920818	0.0864001	0.153792	0 ~ 1,000	
		0.896864	0.101947	0.181466	1,000 ~ $\infty$	
	F	0.929418	0.0553634	0.0985469	0 ~ 1,000	
		0.888723	0.0733348	0.130536	1,000 ~ $\infty$	
	$\sigma_z$	A	1.12154	0.0799904		0 ~ 300
			1.51360	0.00854771		300 ~ 500
			2.10881	0.00211545		500 ~ $\infty$
		B	0.964485	0.127190		0 ~ 500
			1.09356	0.0570251		500 ~ $\infty$
		C	0.917595	0.106803		0 ~ $\infty$
C-D		0.838628	0.126152		0 ~ 2,000	
		0.756410	0.235667		2,000 ~ 10,000	
D		0.815575	0.136659		10,000 ~ $\infty$	
		0.826212	0.104634		0 ~ 1,000	
		0.632023	0.400167		1,000 ~ 10,000	
D-E		0.555360	0.810763		10,000 ~ $\infty$	
		0.776864	0.111771		0 ~ 2,000	
E		0.572347	0.528992		2,000 ~ 10,000	
		0.499149	1.03810		10,000 ~ $\infty$	
		0.788370	0.0927529		0 ~ 1,000	
F		0.565188	0.433384		1,000 ~ 10,000	
		0.414743	1.73241		10,000 ~ $\infty$	
	0.784400	0.0620765		0 ~ 1,000		
		0.525969	0.370015		1,000 ~ 10,000	
		0.322659	2.40691		10,000 ~ $\infty$	

3. 4 任意風向に対する観測点の座標変換<sup>6)</sup>

図2に示すように、煙源 $S_1$ の座標を  $(x_1, y_1)$ 、観測点 $R$ の座標を  $(x_0, y_0)$  とし、今 $S_1$ における風向を仮にWSW (方位角 $\phi_1 = 2.74$  rad) とすると、



図一 2 任意風向に対する座標変換

原点  $O$  を  $O'$  に移動し、座標軸を  $\phi_1 + \frac{\pi}{2}$  回転したものが、風下方向を  $x_1'$  軸とした新しい座標系となる。新しい座標系における  $R(x_{0i}, y_{0i})$  は、

$$x_{0i} = -(x_0 - x_i) \sin \phi_1 - (y_0 - y_i) \cos \phi_1 \quad (9)$$

$$y_{0i} = (x_0 - x_i) \cos \phi_1 - (y_0 - y_i) \sin \phi_1 \quad (10)$$

となり、(2)式で濃度を求める。

### 3. 5 プログラムフローチャート

以上のことをもとに、

- (1) 複数点煙源による特定観測点の地上濃度
- (2) (1)の場合における各格子点の濃度の算出及び立体表示
- (3) 等濃度地点の算出

について予測できるプログラムを作成した。

そのフローチャートは次のとおりである。

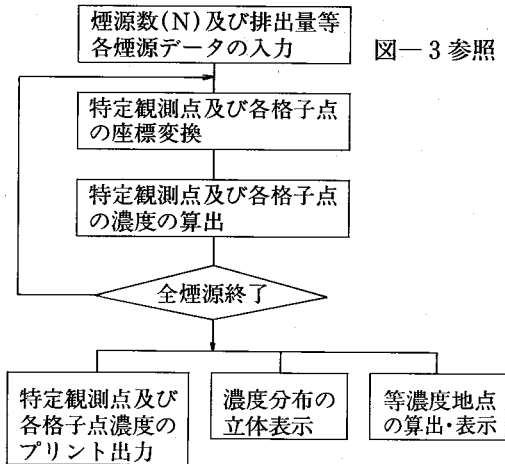


図-3 参照

なお、等濃度点は内挿法により求める。

Pasquill の階級を A-F で入力? :A  
地上の温度は(°C)? :15  
煙源の数は? :1

煙源 NO. 1 の座標 (Xm, Ym) の入力 :-4300, 4200  
風向角(Nから時計回りの角度)の入力 :315  
風速(m/s)の入力 :2  
SO<sub>x</sub>の排出量(Nm<sup>3</sup>/S) :0.0214  
実煙突高(m)の入力 :150  
排ガス速度(m/s)の入力 :30  
煙突径(m)の入力 :3.4  
排ガス温度(°C)の入力 :140

Receptor 座標(X0, Y0)の入力 :-1400, 1200

図-3 入力画面

## 4 計算結果

例として図1の煙源1及び煙源2について大気安定度の違いによる拡散の状況等を調べた。

### 4. 1 煙源データ

計算で用いた煙源のSO<sub>x</sub>排出量等の値は表2のとおりである。

### 4. 2 大気安定度の違いによる拡散予測

Meadeの安定度分類は表3のとおりであり、このうち、安定度A(強不安定)、安定度D(中立)、安定度F(並の安定)における拡散状況について計算した結果を示す。

なお、計算にあたっては、発生源として煙源1、風向はNW、メッシュサイズは100m×100mとした。また、濃度分布の立体表示に際し、濃度は計算対象地域内の最大濃度(Cmax)で無次元化した濃度C(C=C(x,y)/Cmax)で表わした。

図4及び図5は、安定度Aにおける濃度分布及び等濃度図である。煙源近くの(-3,900m, 3,800m)地点にCmaxが現われている。

図6及び図7は、安定度Dにおける濃度分布及び等濃度図であるが、影響の現われる地域は煙源よりも2,000m以上離れており、その

表-2 煙源データ

	座標 (x(m), y(m))	SO <sub>x</sub> 排出量 (Nm <sup>3</sup> /s)	実煙突高 (m)	煙突径 (m)	排ガス速度 (m/s)	排ガス温度 (°C)
煙源1	(-4,300, 4,200)	0.0214	150	3.4	30	140
煙源2	(-3,600, 2300)	0.0104	95	2.4	20	190

表-3 Meadeの安定度分類(日本式に修正したもの)

地上風速 m/s	日 中			夜 間		
	日射量cal/cm <sup>2</sup> /hr			本 雲 (8~10)	上層雲(5~10) 中・下層雲 (5~7)	雲 量 (0~4)
	強 >50	並 49~25	弱 <24			
< 2	A	A~B	B	D	—	—
2~3	A~B	B	C	D	E	F
3~4	B	B~C	C	D	D	E
4~6	C	C~D	D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D	D

濃度も小さい。

図8は、安定度Fにおける濃度分布を示しているが、安定度Dに比べてさらに離れた地域にわずかに影響が現われている。

#### 4. 3 複数点煙源による拡散予測

大気安定度Dのもとで、煙源1及び煙源2での風速を5m/s、風向をそれぞれNW、WNWとした時の拡散予測は図9及び図10に示すとおりである。

これらの図から、両煙源の重合された汚染の影響をみる事ができる。

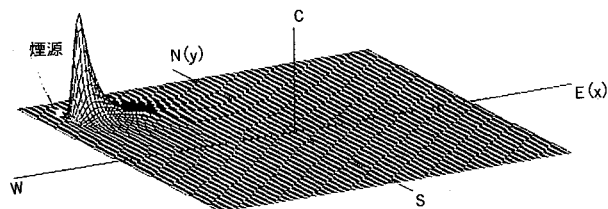


図-4 安定度Aにおける濃度分布の立体表示

(SSW, +30°の方向からみた投影図, 以下同じ)  
U=2m/s, Cmax=40ppb, (xmax, ymax) = (-3900m, 3800m)

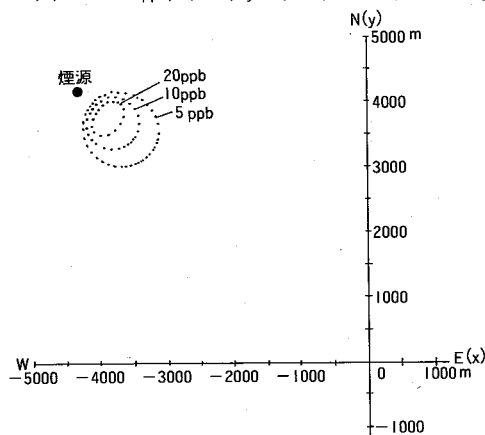


図-5 安定度Aにおける等濃度図

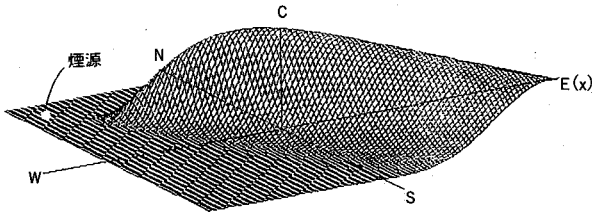


図-6

安定度Dにおける濃度分布の立体表示  
 (U=5 m/S, Cmax=4.8ppb, (xmax, ymax)=(0, -100))

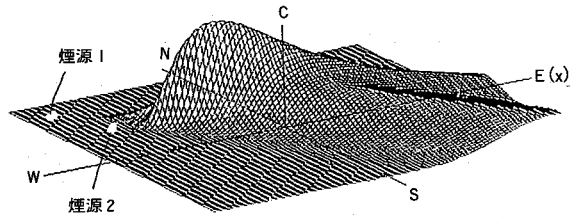


図-9 2つの点煙源による濃度分布図  
 [安定度D, U=5 m/S, Cmax=11.3ppb, (xmax, ymax)=(-1100 m, 1200m)]

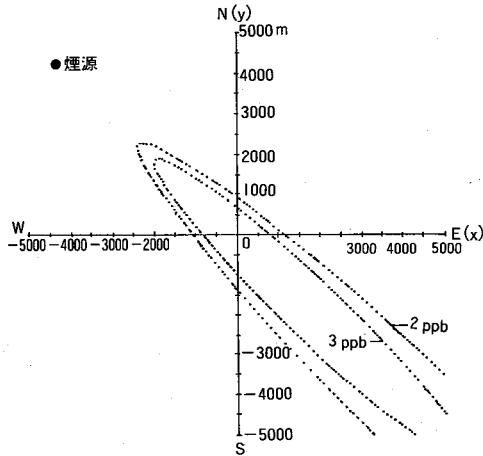


図-7 安定度Dにおける等濃度図

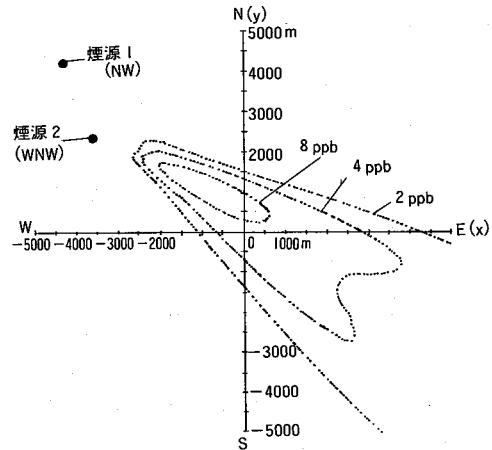


図-10 2つの点煙源による等濃度図

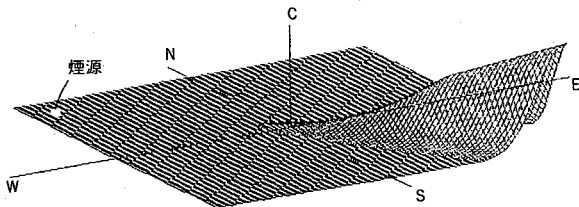


図-8

安定度Fにおける濃度分布の立体表示

### 5 まとめ

近年普及の著しいパーソナルコンピュータにより、プルーム式の拡散予測を試み、次のような結果を得た。

(1) 複数点煙源からの汚染濃度が重合できる条件においては、煙源ごとに任意の風向を有する場合でも任意観測点及び予測対象地域

内の濃度分布の予測が可能である。

予測対象範囲は、拡散パラメータや後述の計算精度に問題はあるが、数百メートルないし、十数キロメートルの範囲に設定できる。

(2) プルーム式で使用した、水平・鉛直方向の拡散パラメータは風下距離の関数( $\sigma = \gamma x^a$ )であるので、予測対象地域のメッシュサイズを小さくすることにより、予測精度は良くなる。安定度Aの場合は、煙源の近くで濃度が大きくなるので、特にメッシュサイズが予測精度に大きな影響を与えることとなる。しかし、安定度Aの場合、実測値と特に大きな違いがでるとの報告<sup>7)</sup>もあるので、安定値Aへの適用は慎重を期す必要がある。

(3) BASIC言語はFORTRAN言語に比べて、演算速度が劣るので、メッシュサイズを小さくし精度をあげようとした場合、演算時間が多くかかることになる。しかし、BASIC言語はグラフィック表示がし易く、拡散現象のような空間的広がり(分布)を示すものを立体的に表現でき、より具体的なイメージを得ることができる。

今回は、地表(xy平面上)濃度分布の立体表示を試みたが、座標軸(たとえば図5のy軸及びC軸)を任意の角度で回転することにより、あらゆる角度から濃度分布を見ることができた。

(4) 任意の濃度区分による等濃度地点の算出と、そのグラフィック表示を行なった。この等濃度図は、予測対象地域の一部を拡大してみることもできる(図4参照)。

(5) プルーム式中の拡散パラメータは、建物のない平原での実測値をもとにしているため、実測濃度との整合を調べるに際しては、フィールド調査により、初期拡散幅の導入や拡散パラメータの希釈倍率の検討など拡散パラメータの適正化が必要となる。

## 参 考 文 献

- 1) 公害研究対策センター：硫黄酸化物総量規制マニュアル、環境庁大気保全局大気規制課編(1985)
- 2) 公害研究対策センター：窒素酸化物総量規制マニュアル、環境庁大気保全局大気規制課編(1982)
- 3) 高橋 昭則：大気拡散式を解くプログラムの開発、青森県公害センター所報, 6, 26~38 (1983)
- 4) 丸善株式会社：理科年表、物23 (439), 昭和63年版
- 5) 長沢 伸也ほか：起伏のある地形上における大気汚染予測システムに関する研究(IV), 大気汚染学会誌, 20, 416~428 (1985)
- 6) 伊藤 昭三：環境工学—大気編入門, 朝倉書店, P180 (1984)
- 7) 岡本 真一ほか：正規型プルーム式とPasquill-Gifford線図による高煙源について地表濃度予測結果の整合性、第30回大気汚染学会講演要旨集, P275 (1989)

## 干拓農用地の排水路における化学的酸素要求量(COD)、 全窒素(T-N)、全リン(T-P)の動向について

片野 登

### 1 はじめに

八郎潟は、秋田市の北方約20kmに位置し、北緯40度、東経140度の経緯度交差点を中心に、東西12km、南北27km、総面積22,024haの汽水湖で、琵琶湖に次ぐ我国第2の湖であったが、昭和32年からの干拓工事により、その湖面の約4/5に当る17,203haが干拓され、残存水面の4,563haが八郎潟調整池及び東西の承水路として、防潮水門により日本海と遮断されている。この水面を八郎湖と称している。八郎湖の主な流入河川は、馬場目川、三種川、鶴川川、井川、豊川、馬踏川等であり、これら河川からの流入水は、調整池及び承水路で一時調節し、農業用水として循環使用され、防潮水門の開閉により間歇的に船越水道を経て日本海に流出している。

八郎潟調整池の水深は、平均4mで、所により干拓時の浚渫により水深10m以上の所もある<sup>1)</sup>。

八郎湖では昭和53年7月大量のアオコの発生が見られ、この時は大潟橋(図-1参照)でCODが26mg/l<sup>1)</sup>を記録した<sup>2)</sup>。

八郎湖の富栄養化対策を実施するため、秋田県は昭和55年度から「八郎湖水質汚濁機構解明調査」を実施し、発生源別の汚濁負荷量を算定した。更に今回、農用地からのCOD、T-N、T-Pの負荷量と排水経路におけるこれらの動向を明らかにすることを目的としてこの調査を行った。

### 2 調査地点及び調査方法

調査年限は昭和60~61年度、調査地点は図-1及び図-2に示す測定点で行った。

干拓農用地における水の循環は、干拓地周辺に設置されている用水ポンプによって承水路および調整池から汲み上げられた用水が、かんがいに供された後、小排水路、中排水路を経て干拓地を南北に走る中央幹線排水路、及び東西に走る一級幹線排水路に集水され、それぞれの排水路の末端にある南部排水機場(図中、南部機場)、北部排水機場(図中、北部機場)から再び調整池及び承水路へと排出されている。

中央幹線排水路については、排水路中のD<sub>25</sub>、みゆき橋、F<sub>26</sub>、南の橋、G<sub>7</sub>、南部排水機場に、この水路に大きな影響を与えていると思われる2つの中排水路、南の橋中排水路(図中、南橋(中))、田中中排水路(図中、田中(中))の2地点を加えた8地点で水質調査を行った。また、一級幹線排水路については、北部排水機場、北の橋、一級幹線、B<sub>28</sub>、大潟村終末処理場排水合流後(図中、処理(後))、同排水合流前(図中、処理(前))と、この水路に大きな影響を与えていると思われる大潟村終末処理場排水(図中、処理場)及び同処理場ラグーン(図中、ラグーン)について水質調査を行った。水質調査は、61年1月を除く毎月1回の計23回行った。

また中排水路の水質調査は、中央幹線排水路の左右両岸へ流入している中排水路(図中、右1~8、左1~6)と一級幹線排水路の上



方（北側）へ流入している中排水路（図中、上1～7）については61年6月を除く5～10月までの5回、一級幹線排水路の下方（南側）へ流入している水路（図中、下1～22）については61年5月に1回調査を行った。

水質の分析については、現場で採水したものを2 l容ポリビンに入れ、実験室にもち帰って分析を行った。分析方法は、表-1に掲げた。

調査地点

- 幹線排水路におけるCOD  
およびリンの実態調査
- 公共用水域水質測定計画  
(毎月1回測定)
- //  
(年4回測定)

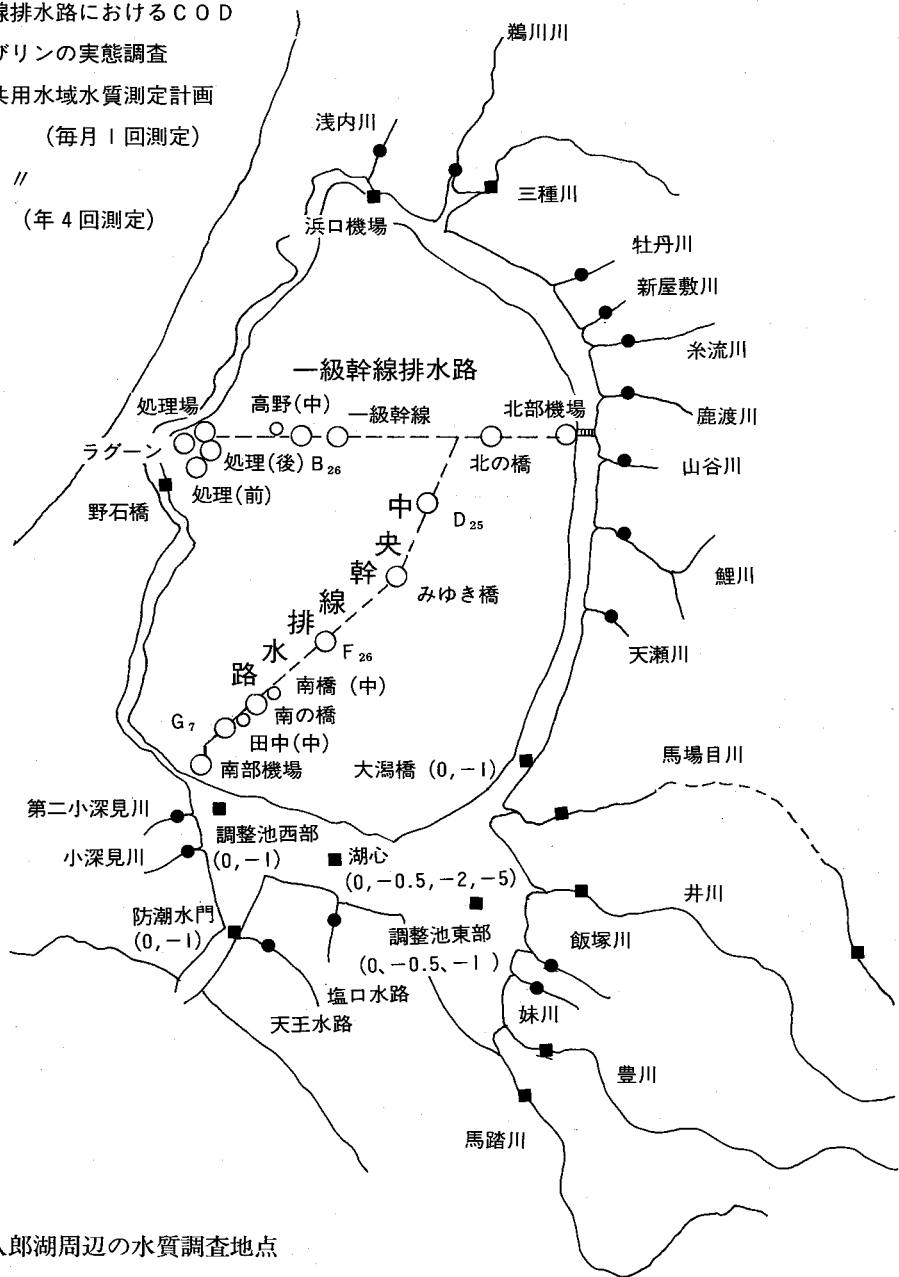
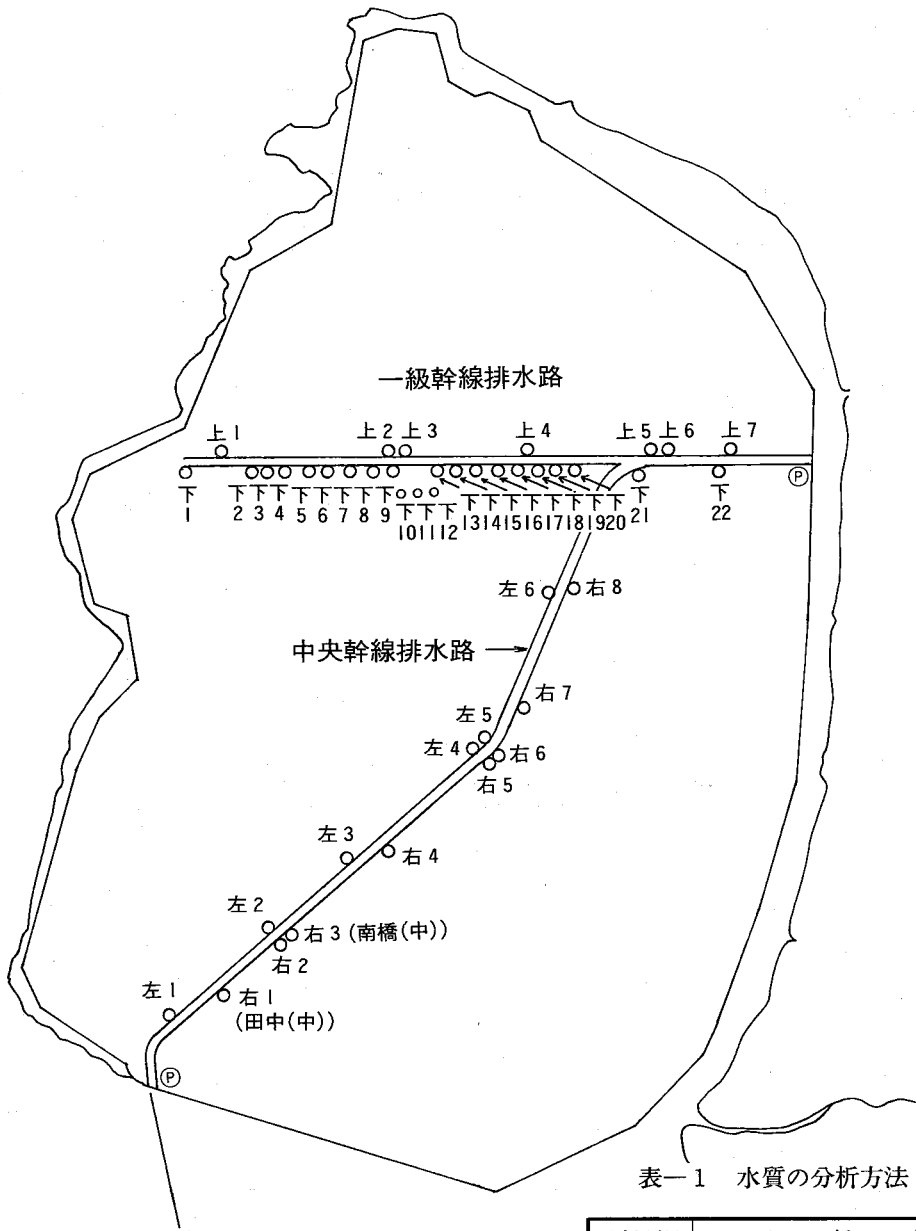


図-1 八郎湖周辺の水質調査地点



図一 2 中排水路調査の調査地点

表一 1 水質の分析方法

分析項目	分 析 方 法
COD (未ろ過)	JIS K 0102 17
COD (ろ 過)	同 上 (1 $\mu$ フィルターでろ過後)
T-N (未ろ過)	オートアナライザー法 (JIS K 0102 45.4に準拠)
T-N (ろ 過)	同 上 (1 $\mu$ フィルターでろ過後)
T-P (未ろ過)	オートアナライザー法 (JIS K 0102 46.3.1に準拠)
T-P (ろ 過)	同 上 (1 $\mu$ フィルターでろ過後)

### 3 結果と考察

#### (1) 幹線排水路について

##### ① 中央幹線排水路

中央幹線排水路の各測定点におけるCODの平均濃度を図-3に、経月変化を図-4に示す。中央幹線排水路のCODの平均濃度は9.6mg/l、ろ過試水の平均濃度も6.4mg/lとかなり高い値を示している。各測定点間の平均濃度に大きな差は見られなかった。一方、経

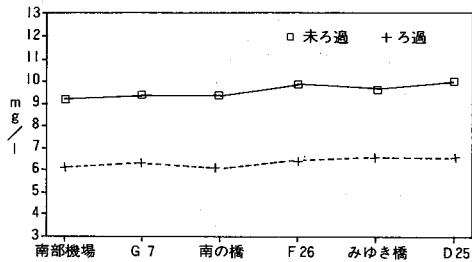


図-3 中央幹線排水路のCODの平均濃度 (昭和60~61年度)

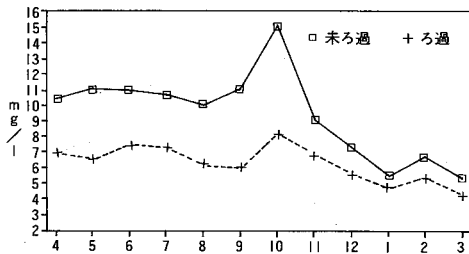


図-4 中央幹線排水路のCODの経月変化 (昭和60~61年度)

月変化では、4月から9月までは11mg/l前後の比較的高い濃度で推移し、10月に15.2mg/lと極大値を示し、以降急激にその濃度を減少させている。この傾向はいずれの測定点においても見られた。この原因としては、中排水路のCOD濃度の上昇(図-5)、幹線排水路の水量の減少、そして水の停滞による内部生産の増大などが考えられる。特に、10月に急激に濃度が高くなりそれ以降急激に減少しているのは、内部生産が高められ11月以降降水の低下により内部生産が減少したことによる

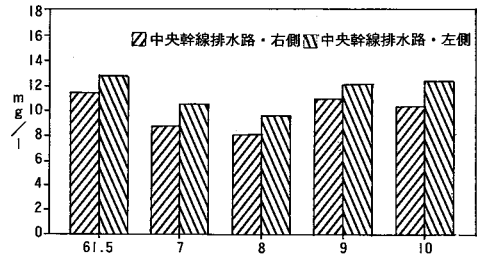


図-5 中排水路のCOD濃度 (中央幹線排水路)

ものと推察される。

次に、T-Nについては、幹線排水路の平均濃度が1.60mg/l、ろ過試水は1.30mg/lで僅かに北側のD<sub>25</sub>から南側の南部排水機場に向かって濃度を増す傾向が見られた(図-6)。ま

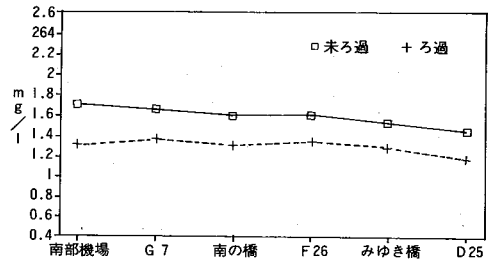


図-6 中央幹線排水路のT-Nの平均濃度 (昭和60~61年度)

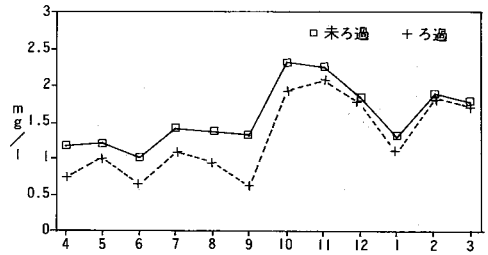


図-7 中央幹線排水路のT-Nの経月変化 (昭和60~61年度)

た、経月変化をみると(図-7)、4月から9月までは1.2~1.5mg/lで推移し、10~11月に2.3mg/l前後の極大値を示して、2~3月に再び1.8mg/l前後のピークをつくっている。いずれの測定点においても、同様の傾向が見られた。10~11月に濃度が増すのは、前述の様に幹線排水路の水量の減少、中排水路から入す

るT-N濃度が僅かに上昇すること(図-8)などが原因ではないかと推測される。

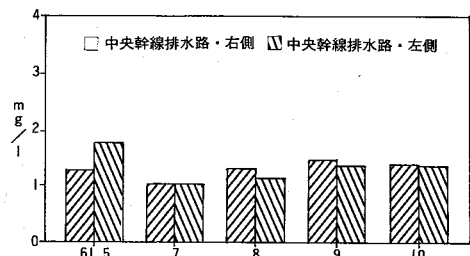


図-8 中排水路のT-N濃度  
(中央幹線排水路)

T-Pについて各測定点毎の平均値をみると(図-9)、D<sub>25</sub>、みゆき橋、F<sub>26</sub>で比較的低い平均濃度(0.12mg/l)が、南の橋から高くなり(0.35mg/l)、G<sub>7</sub>(0.36mg/l)、南部排水機場(0.44mg/l)としだいに濃度を増している。南の橋~南部排水機場間の平均濃度は0.39mg/lであり、D<sub>25</sub>~F<sub>26</sub>間の平均濃度の3倍以

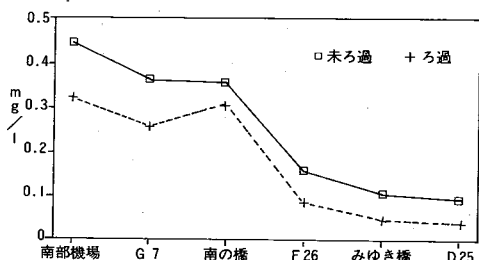


図-9 中央幹線排水路のT-Pの平均濃度  
(昭和60~61年度)

上の値を示している。経月変化をみると、D<sub>25</sub>~F<sub>26</sub>の経月変化(図-10)と南の橋~南部排水機場の経月変化(図-11)とでそのパター

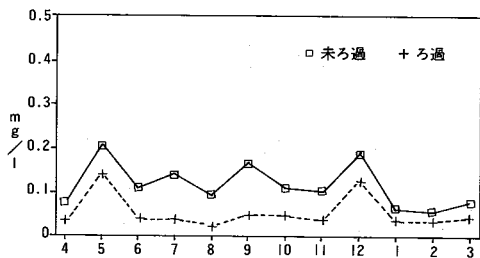


図-10 D25、みゆき橋、F26のT-Pの経月変化(昭和60~61年度)

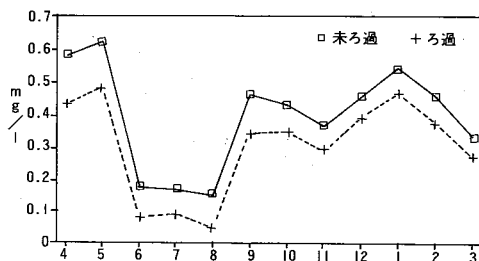


図-11 南の橋、G7、南部排水機場のT-Pの経月変化(昭和60~61年度)

ンを大きく異にしている。D<sub>25</sub>~F<sub>26</sub>では、0.05mg/l~0.20mg/lの間で推移しているのに比べ、南の橋~南部排水機場では0.17~0.62mg/lの間で推移し、5月にピークを示して以降6~8月と濃度を減少させ、9月以降再び濃度を高めている。5月のピークは田面の代かき後の排水によるもの、また9月以降の濃度の上昇は、中排水路からの比較的高い濃度の排水の流入(図-12)、幹線排水路の水量の減少などによるものと推察される。

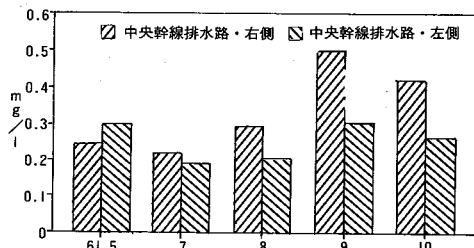


図-12 中排水路のT-P濃度  
(中央幹線排水路)

## ② 一級幹線排水路

一級幹線排水路の各測定点におけるCODの平均濃度を図-13に、排水路のCODの平

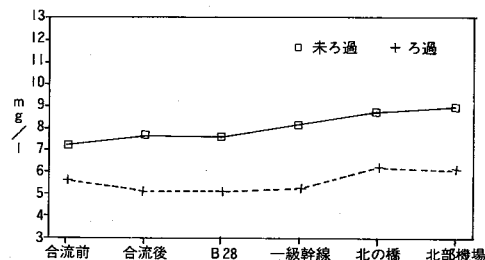


図-13 一級幹線排水路のCODの平均濃度  
(昭和60~61年度)

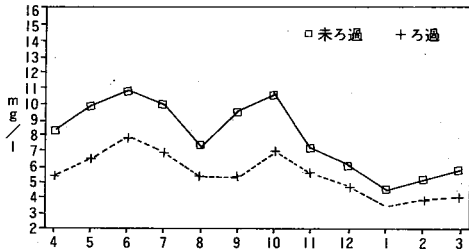


図-14 一級幹線排水路のCODの経月変化 (昭和60~61年度)

均濃度の経月変化を図-14に示す。各測定点間の平均濃度をみると西側の終末処理場排水合流前 (未ろ過7.2mg/l) から東側の北部排水機場 (同8.9mg/l) に向って徐々に濃度が増しているが、これは周辺の中排水路からの流入によるものの他に、中央幹線排水路からの流入も考えられる。

幹線排水路におけるCODの平均濃度は8.1mg/l (ろ過5.6mg/l) で、中央幹線排水路に比べやや低い。

経月変化を見ると6月と10月にピークが見られる。この原因としては、流入する中排水路のCOD濃度をみても (図-15)、5月、7

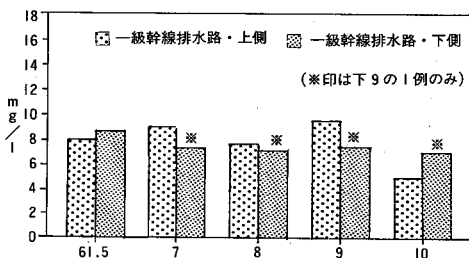


図-15 中排水路のCOD濃度 (一級幹線排水路)

月、9月に若干の濃度の上昇が見られるのでその影響、そして中央幹線排水路の場合と同様内部生産の影響などが考えられる。

T-Nの各測定点における平均濃度を図-16に示す。終末処理場排水合流後の濃度 (未ろ過2.41mg/l、ろ過2.00mg/l) が他の測定点の値の2倍近い値を示している。これは終末処

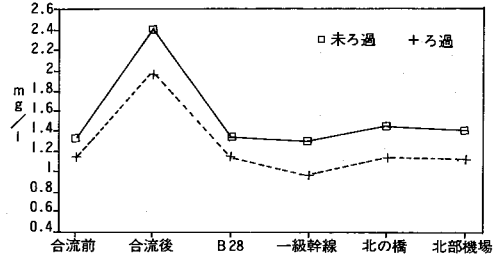


図-16 一級幹線排水路のT-Nの平均濃度 (昭和60~61年度)

理場排水 (未ろ過7.10mg/l、ろ過6.68mg/l) の流入によるものと思われる。経月変化をみると、終末処理場排水合流後の測定点では4月、11月、1月に4 mg/l近い値を示している (図-17) が、その他の測定点では平均濃度は概ね

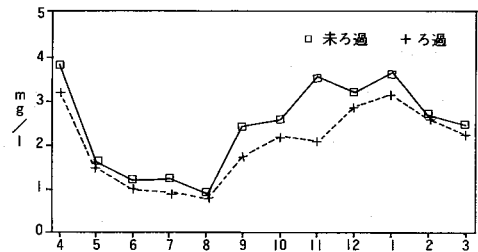


図-17 処理場排水合流後のT-Nの経月変化 (昭和60~61年度)

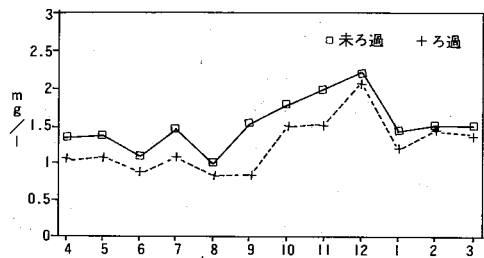


図-18 一級幹線排水路のT-Nの経月変化 (昭和60~61年度)

0.5~2.5mg/lの間で推移している (図-18)。またいずれの測定点でも9月以降濃度の上昇を示しているが、これは中排水路のT-N濃度を見ると (図-19)、一級幹線排水路・上側の中排水路で9月に著しく濃度が上昇していることから、これら排水の影響、そして水量の減少などが原因と推察される。

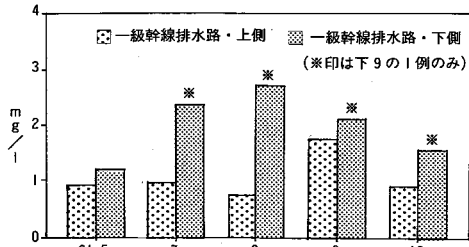


図-19 中排水路のT-N濃度  
(一級幹線排水路)

T-Pの各測定点における平均濃度を図-20に示す。T-Nの場合と同様処理場排水合流後の測定点で高い値(未ろ過0.35mg/l、ろ過

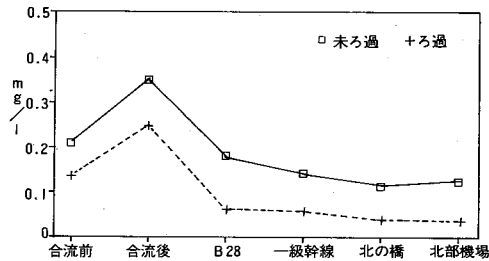


図-20 一級幹線排水路のT-Pの平均濃度  
(昭和60~61年度)

0.24mg/l)を示している。これも終末処理場排水(未ろ過0.86mg/l、ろ過0.80mg/l)の流入によるものと思われる。経月変化をみると(図-21)、5月に高いピークが見られ、7月と9~10月に小さいピークが見られる。5月の高

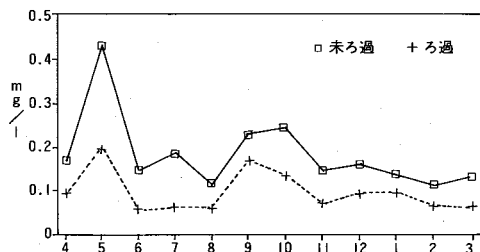


図-21 一級幹線排水路のT-Pの経月変化  
(昭和60~61年度)

いピークは代かき時期の田面排水の影響によるものと思われる。一級幹線排水路に流入する中排水路のT-P濃度(図-22)で5月が高くないのは、調査を行ったのが5月21日で

代かきから時間が経過した事により影響が現われなかったことによるものと思われる。7月と9~10月のピークについては、図-22中

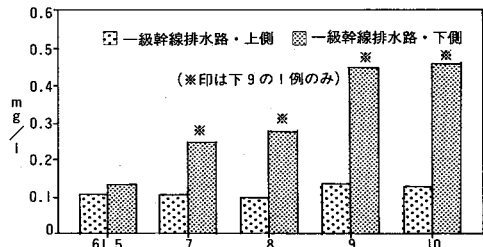


図-22 中排水路のT-P濃度  
(一級幹線排水路)

の一級幹線排水路・下側の7~10月の値が中排水路・下9の1例だけの結果であるため断定はできないものの、T-Nの場合と同様、中排水路からの比較的濃度の高い排水の流入、幹線排水路の水量の減少などがその原因と推察される。

## (2) 中排水路について

各中排水路におけるCOD、T-N、T-Pの平均濃度を円の大ききで表わして図-23~図-25に示す。COD、T-Nについては測定点間に大きな違いは見られなかったが、T-Pについては測定点により平均濃度に大きな差が見られた。特に右3(図-1の南橋(中)と同一地点、未ろ過1.57mg/l、ろ過1.29mg/l)と左1(未ろ過0.70mg/l、ろ過0.58mg/l)は際立って高い値を示している。これらの原因としては、土壌条件、利水条件等が考えられるが、その究明には更に詳細な調査が必要である。

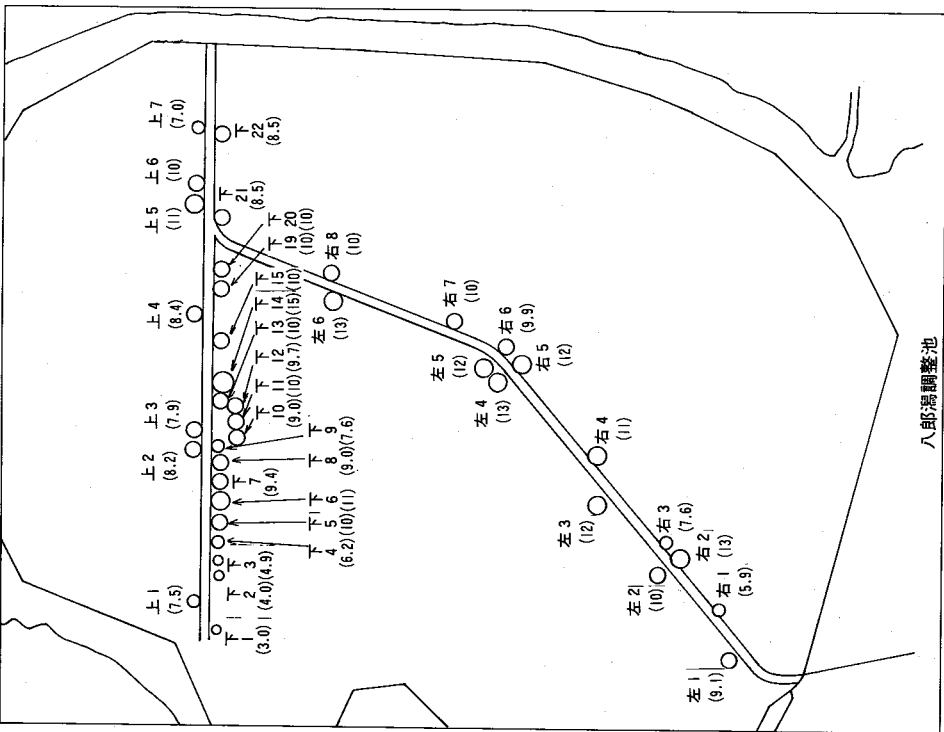


図-23 中排水路のCODの平均濃度 (mg/l)

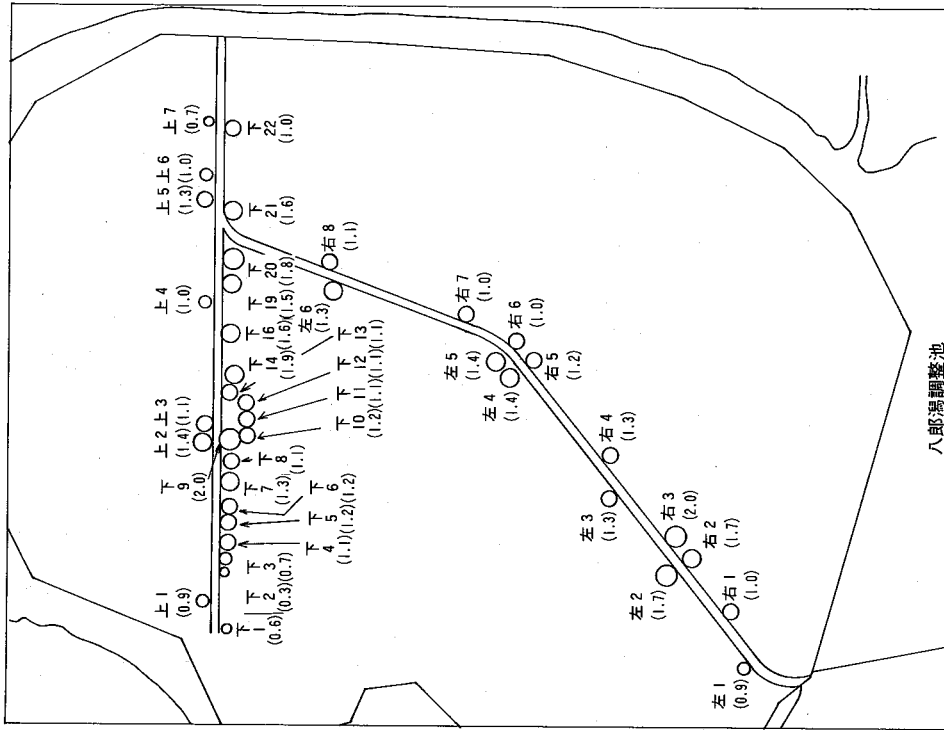


図-24 中排水路のT-Nの平均濃度 (mg/l)

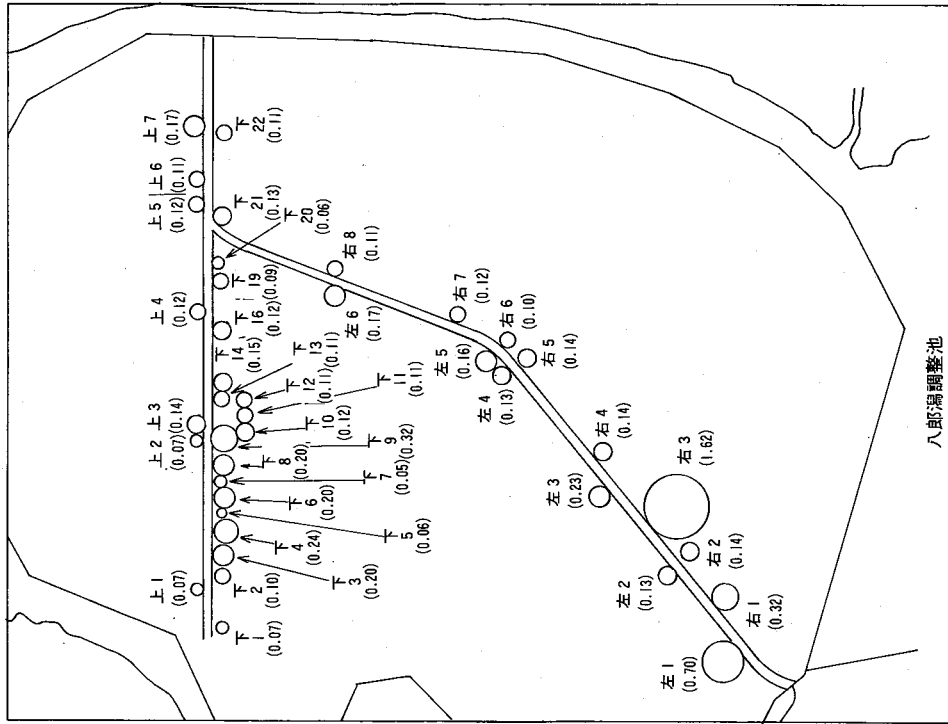


図-25 中排水路のT-Pの平均濃度 (mg/l)

次に各中排水路について、調査時毎の水質濃度に測定した流量を乗じて負荷量を求め、それを中央幹線排水路の右側と左側、一級幹

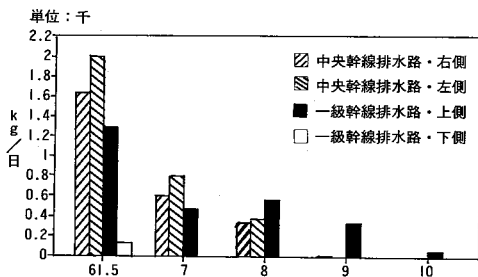


図-26 中排水路のCOD負荷量の平均値

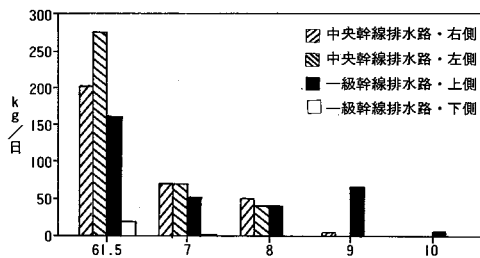


図-27 中排水路のT-N負荷量の平均値

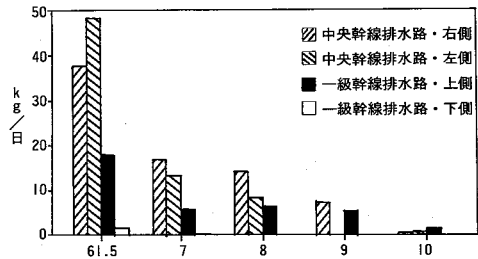


図-28 中排水路のT-P負荷量の平均値

線排水路の上側と下側の4つの群に分けて平均したものを図-26~図-28に示す。これを見ると、いずれの中排水路群においても5月に高い負荷量が見られ、干拓地からのCOD、T-N、T-Pの排出量が5・6月に高い値を示している調査結果<sup>3)</sup>とはほぼ一致する。中排水路では7月以降は流量の減少によって、負荷量が減少している。

次に、各中排水路の5月の負荷量と、5回の調査の平均負荷量を円の大きさと表わして



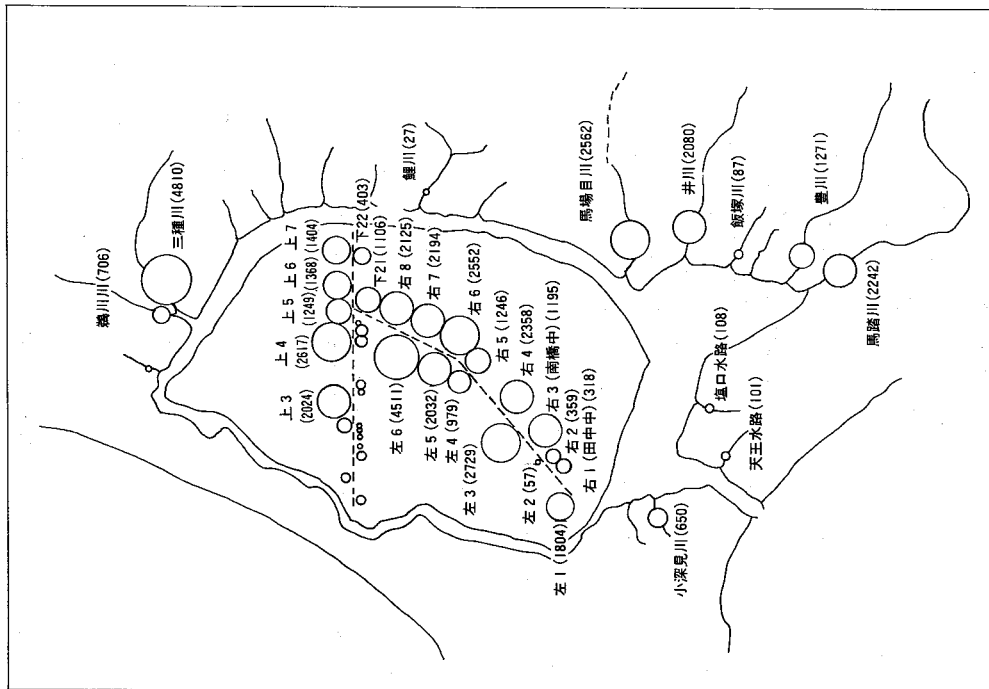
図示し、併せて各河川からの負荷量も示した(図-29~図-34)。中排水路の負荷量については、5月時のものは、5月の調査時の水質濃度に測定した流量を乗じて求め、平均の負荷量については、各調査時の水質濃度に測定した流量を乗じて各調査時毎の負荷量を求め、それを平均して求めた。河川のうち、馬踏川、豊川、井川、馬場目川、三種川の5月時と平均の負荷量については、61年5月の水質濃度あるいは61年に行われた12回の調査の平均水質濃度に既知の水量<sup>3)</sup>を乗じて求めた。その他の河川については、中排水路の場合と同様にして、5月時の負荷量および4回の調査の平均の負荷量を求めた。

CODの5月時の負荷量を図-29に、また平均の負荷量を図-30に示す。5月には田面の代かきの結果として、各中排水路から幹線排水路へ河川並の負荷量が入力しているのが見られる。図に表われている数字から単純に計算しても、中排水路から八郎湖への負荷量が全体の約70%を占めている。しかし、これは見せかけの負荷量と言うべきもので、中排水量からの真の負荷量はもう少し値が小さくなるものと思われる。というのは、八郎湖農用干拓地では八郎湖の水を農業用水として循環使用しているため、一度農用等で使用された水が河川や幹線排水路から八郎湖へ排出され、それが湖水と混じって再び農業用水として使用されるという循環をくり返すことになる。従って、用水の段階ですでにある程度の水質濃度の上昇が考えられるし、以前の調査においても、COD、T-N、T-Pについて、南部排水機場および北部排水機場に近い取水点において濃度が高い傾向があることが指摘されている<sup>3)</sup>。今後の中排水路の調査においては、取水点における水質濃度を勘案し

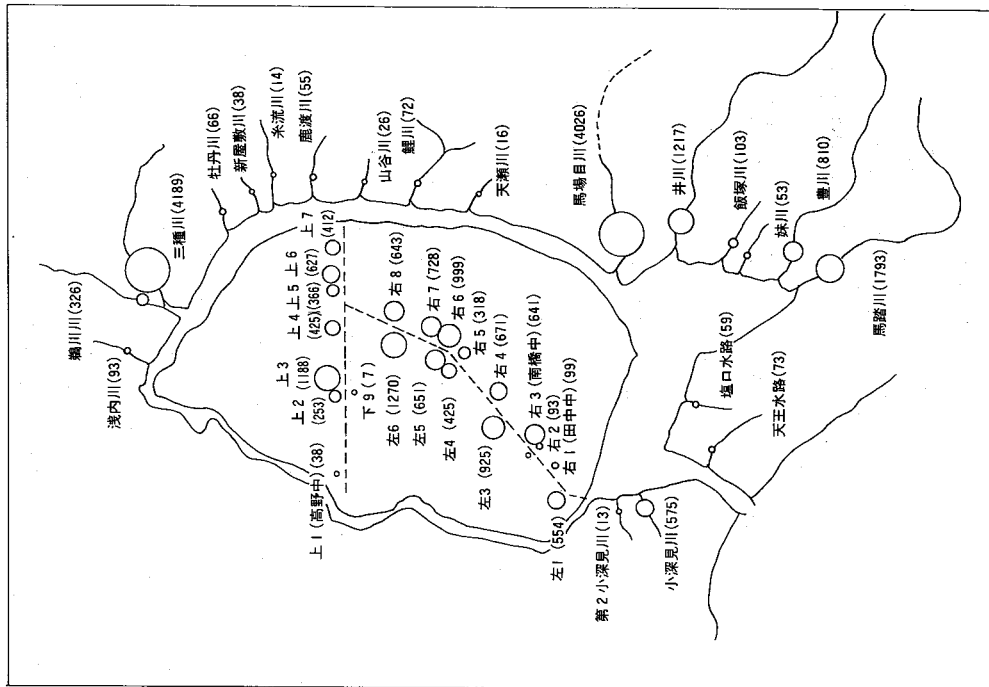
て負荷量を算定する必要があると思われる。CODの平均負荷量をみると、中排水路からの負荷量は5月時に比べ大幅に減少しており、量的には5月時の約30%、また八郎湖に流入する負荷量全体に占める割合も約45%と減少している。

T-Nについて5月時の負荷量を図-31に、平均の負荷量を図-32に示す。CODの場合と同様代かきの行われる5月は、中排水路からの負荷量は平均の約3.5倍になっている。

T-Pについて5月時の負荷量を図-33に、平均の負荷量を図-34に示す。やはり5月の中排水路からの負荷量は、平均の約3倍になっている。中排水路の中で右3(南橋中)は、5月においても平均の負荷量においても際立って高い値を示しており、前述のようにその原因については今後更に検討する必要がある。



図一29 河川・水路のCOD負荷量 (kg/日) (61.5月)



図一30 河川・水路のCOD負荷量 (kg/日) (61.平均)

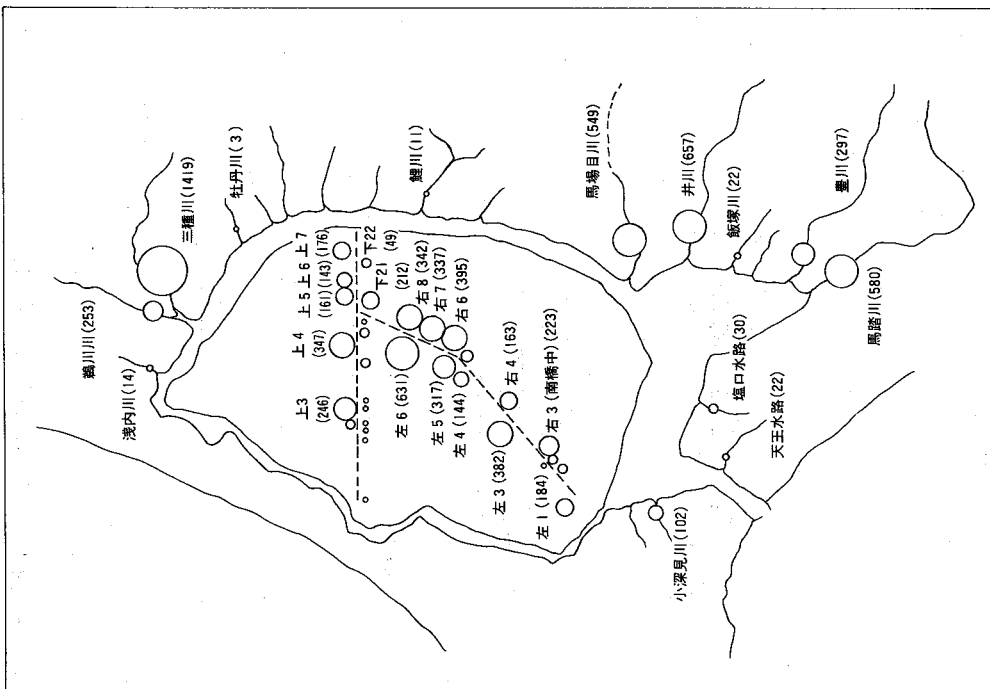


図-31 河川・水路のT-N負荷量 (kg/日) (61.5月)

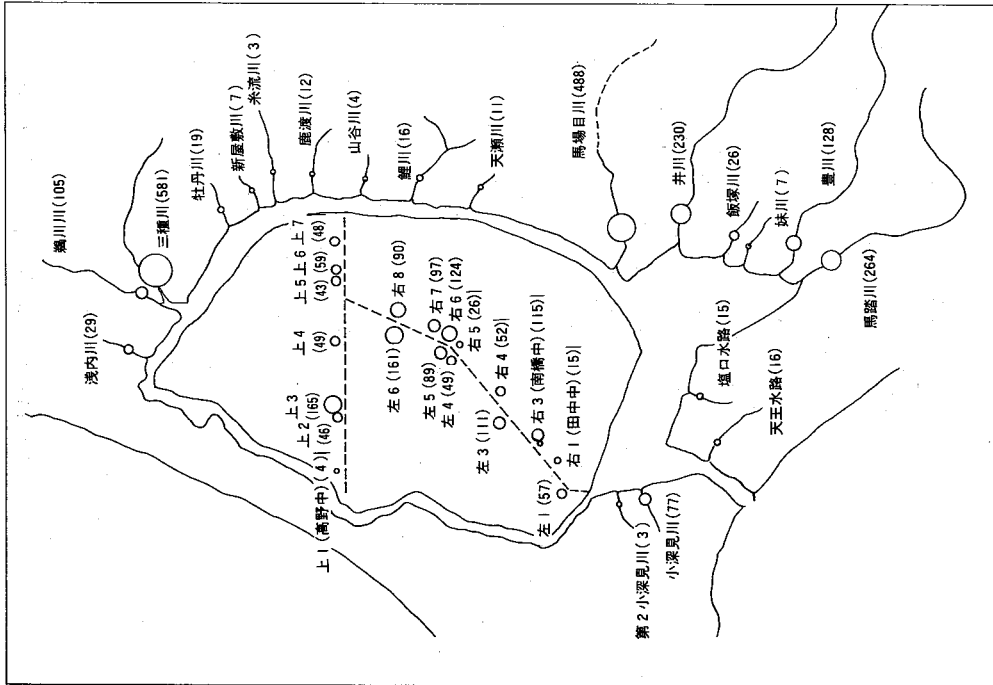


図-32 河川・水路のT-N負荷量 (kg/日) (61.平均)

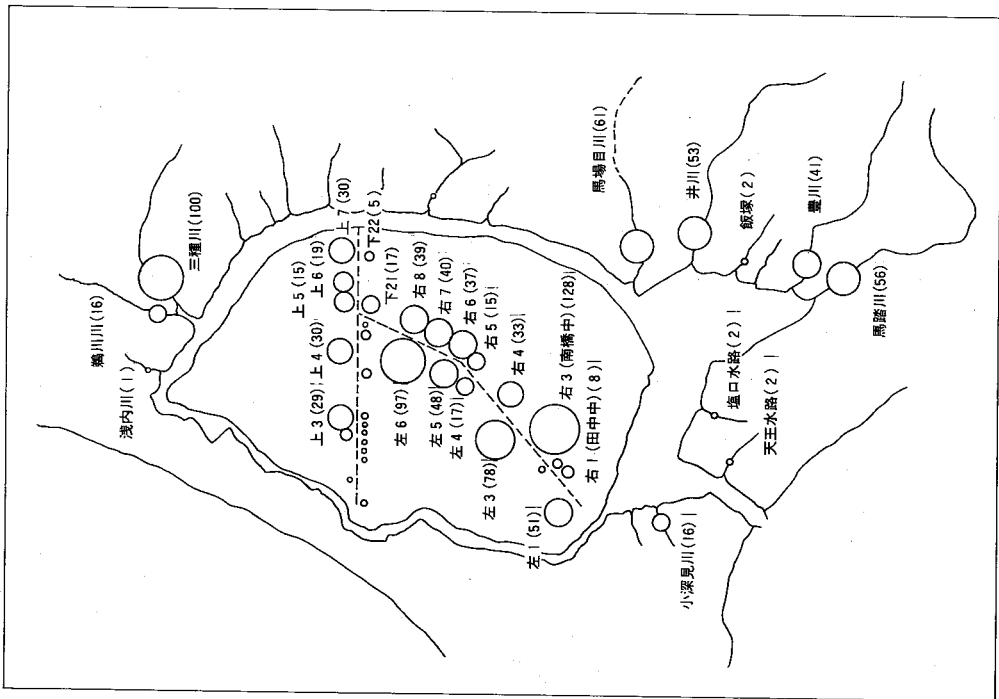


図-33 河川・水路のT-P負荷量 (kg/日) (61.5月)

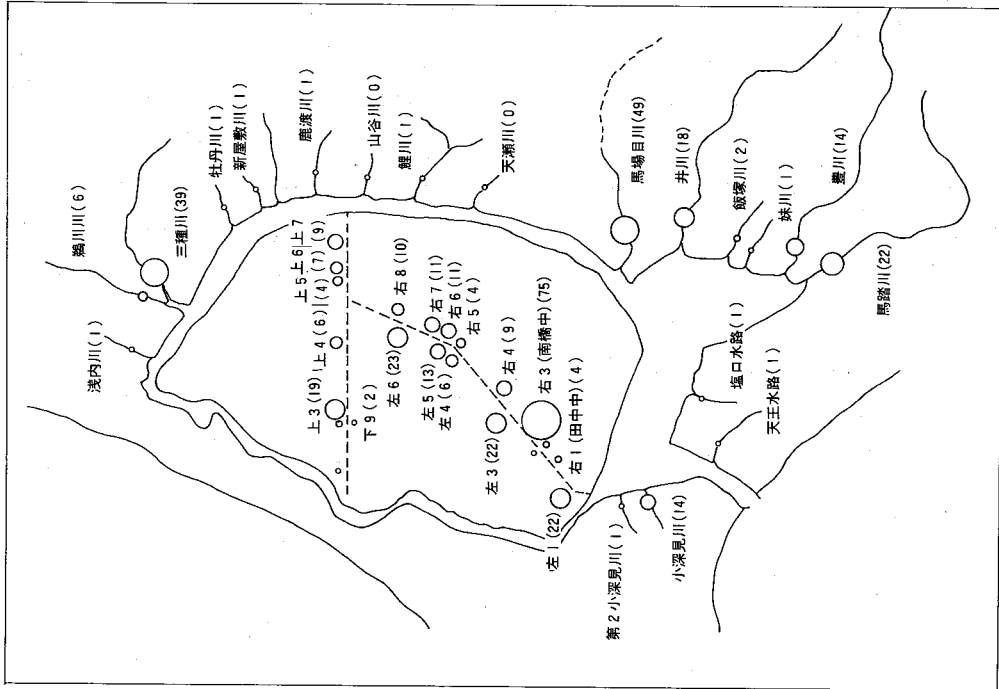


図-34 河川・水路のT-P負荷量 (kg/日) (61.平均)

#### 4 ま と め

(1) 八郎潟農用干拓地の排水路におけるCOD、T-N、T-Pの動向について調査を行った。

(2) 中央幹線排水路の平均水質濃度について、COD、T-Nでは各測定点間に大きな差は見られなかったが、T-Pでは南の橋～南部排水機場で高い濃度が観察された。これは右3等リン濃度の高い中排水の流入によるものと思われる。

(3) 一級幹線排水路では、終末処理場排水合流後の測定点でT-N、T-Pの平均濃度が高い値を示したが、これは大潟村終末処理場の排水の流入によるものと思われる。

(4) 幹線排水路において10月にCOD濃度の上昇が見られたが、これは水の停滞による内部生産の増大も一因ではないかと思われる。

(5) 各中排水路の水質濃度について、COD、T-Nでは各測定点間にそれ程大きな差は見られなかったものの、T-Pでは著しく濃度の高い測定点が見られ、その原因については今後検討する必要がある。

(6) 各中排水路からの負荷量をみると、多くの水路で5月には代かきの影響により高い値を示し、COD、T-N、T-Pとも5月の値はそれぞれ5回の調査の負荷量の総和の約60%、62%、56%占めている。

(7) 中排水路の負荷量について、今回算定したものは見せかけの負荷量とも言うべきもので、今後は取水点での水質濃度をも考慮して真の負荷量というべき値を把握する必要がある。

#### 参 考 文 献

- 1) 八郎潟調整池水質汚濁物質流入流出量調査報告書：昭和54年5月、秋田県開発局
- 2) 八郎湖水質汚濁機構解明調査報告書：昭和58年3月、株式会社 数理計画
- 3) 昭和57年度 環境庁委託業務結果報告書 (非特定汚染源による汚染防止対策調査結果)：昭和58年3月、秋田県