

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¹⁾。

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/l¹⁾を記録した²⁾。

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。

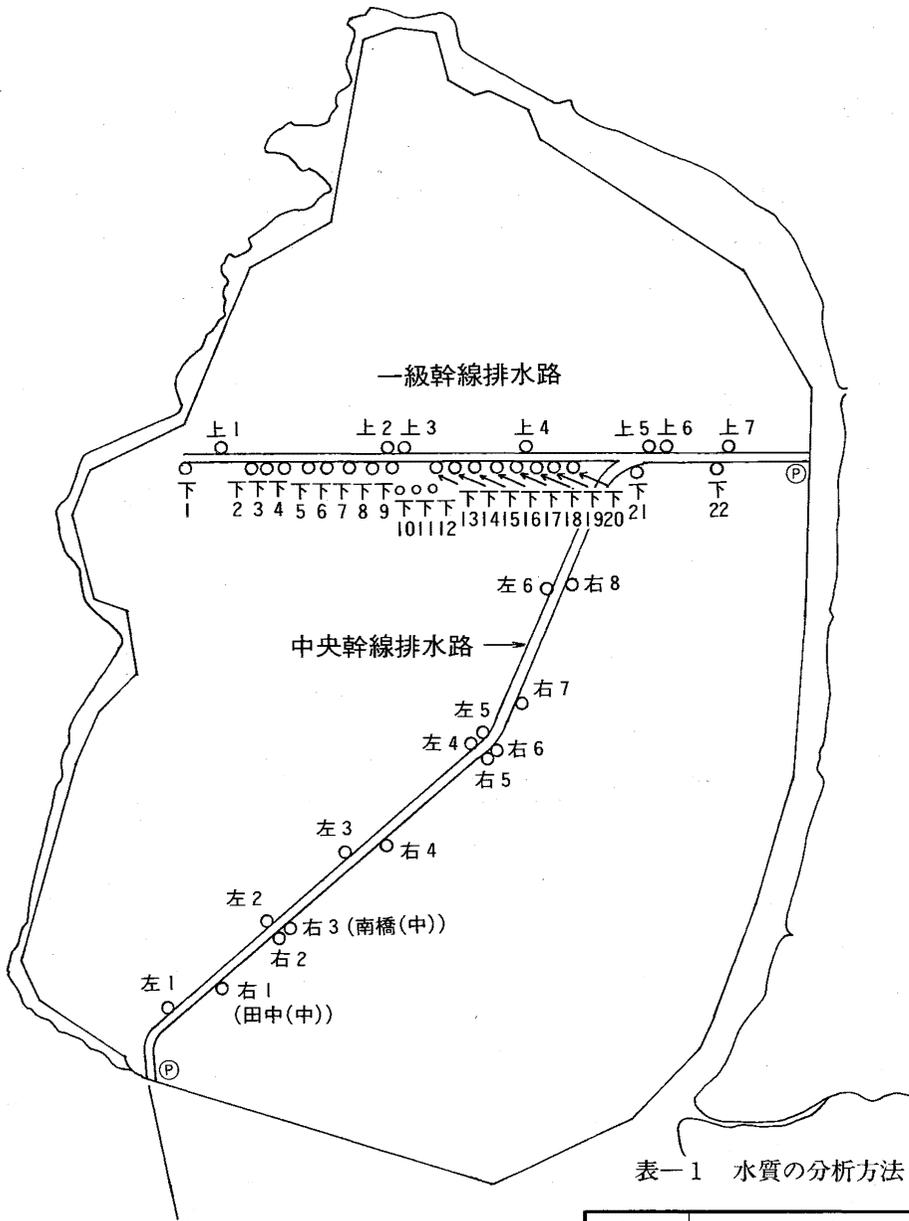
2 調査地点及び調査方法

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D₂₅、みゆき橋、F₂₆、南の橋、G₇、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、B₂₈、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



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 μ 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 μ 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 μ 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

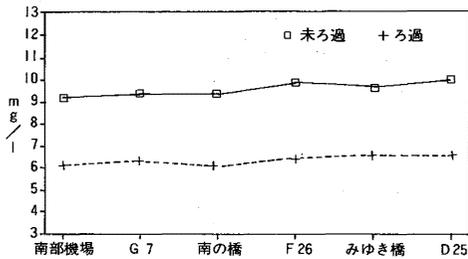


図-3 中央幹線排水路のCODの平均濃度 (昭和60~61年度)

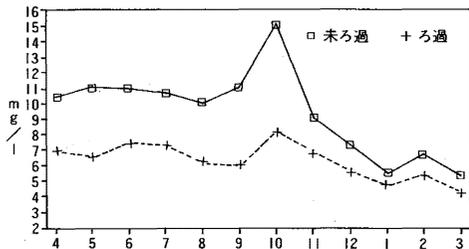


図-4 中央幹線排水路のCODの経月変化 (昭和60~61年度)

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月以降気温の低下により内部生産が減少したことによる

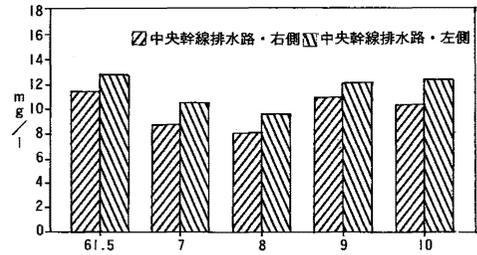


図-5 中排水路のCOD濃度 (中央幹線排水路)

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D₂₅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

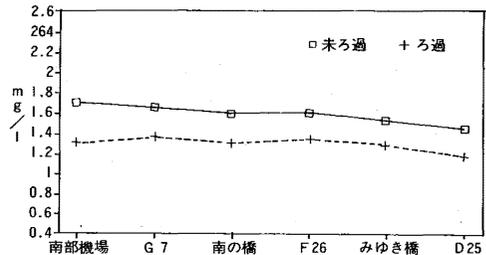


図-6 中央幹線排水路のT-Nの平均濃度 (昭和60~61年度)

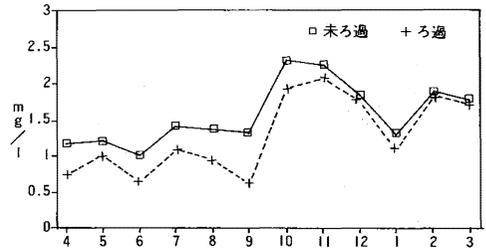


図-7 中央幹線排水路のT-Nの経月変化 (昭和60~61年度)

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。

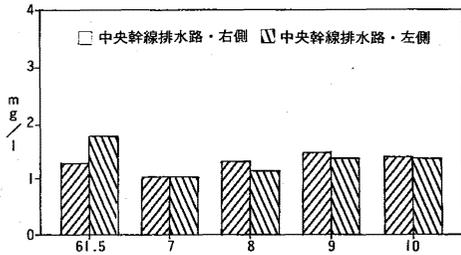


図-8 中排水路のT-N濃度 (中央幹線排水路)

T-Pについて各測定点毎の平均値をみると(図-9)、D₂₅、みゆき橋、F₂₆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)、G₇(0.36mg/l)、南部排水機場(0.44mg/l)とした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、D₂₅~F₂₆間の平均濃度の3倍以

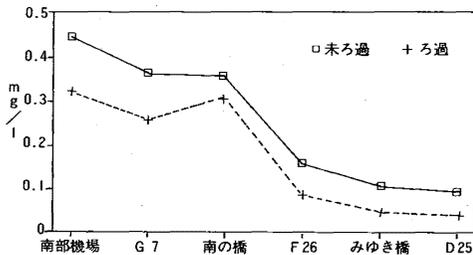


図-9 中央幹線排水路のT-Pの平均濃度 (昭和60~61年度)

上の値を示している。経月変化をみると、D₂₅~F₂₆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

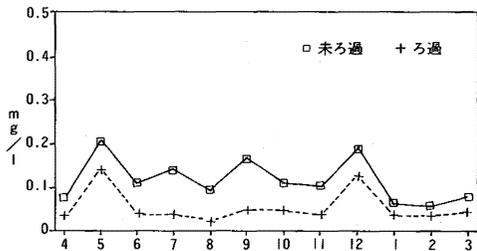


図-10 D₂₅、みゆき橋、F₂₆のT-Pの経月変化 (昭和60~61年度)

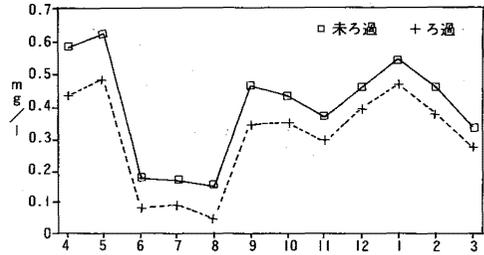


図-11 南の橋、G7、南部排水機場のT-Pの経月変化 (昭和60~61年度)

ンを大きく異にしている。D₂₅~F₂₆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濃度の高い排水の流入(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。

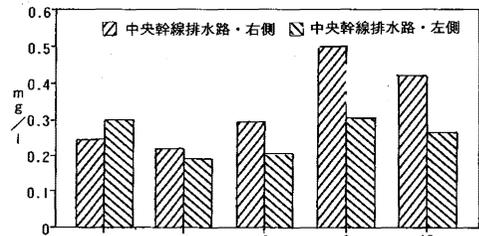


図-12 中排水路のT-P濃度 (中央幹線排水路)

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

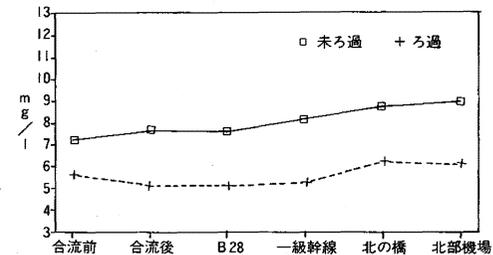


図-13 一級幹線排水路のCODの平均濃度 (昭和60~61年度)

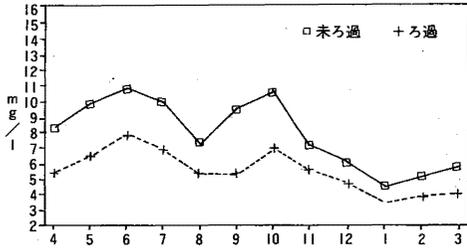


図-14 一級幹線排水路のCODの経月変化 (昭和60~61年度)

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

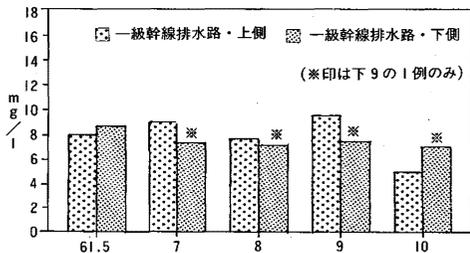


図-15 中排水路のCOD濃度 (一級幹線排水路)

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

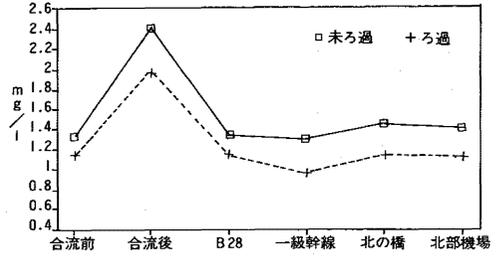


図-16 一級幹線排水路のT-Nの平均濃度 (昭和60~61年度)

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4mg/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

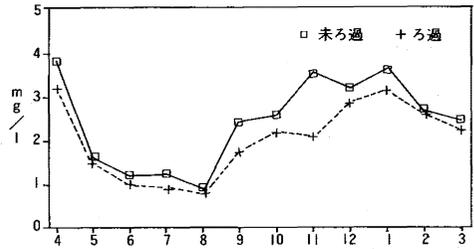


図-17 処理場排水合流後のT-Nの経月変化 (昭和60~61年度)

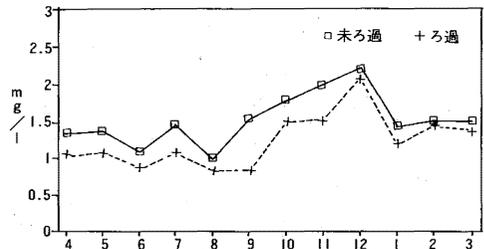


図-18 一級幹線排水路のT-Nの経月変化 (昭和60~61年度)

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。

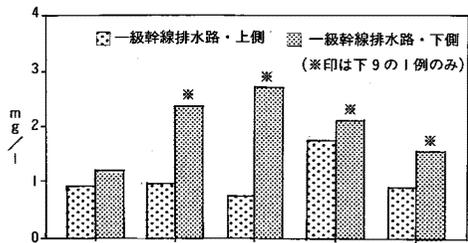


図-19 中排水路のT-N濃度
(一級幹線排水路)

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

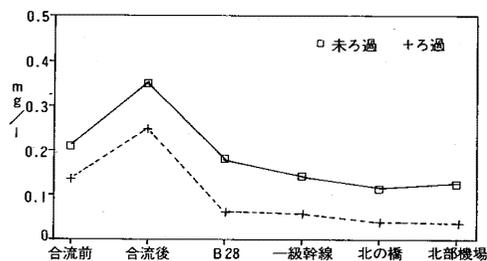


図-20 一級幹線排水路のT-Pの平均濃度
(昭和60~61年度)

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

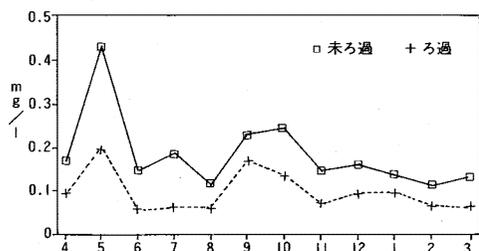


図-21 一級幹線排水路のT-Pの経月変化
(昭和60~61年度)

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

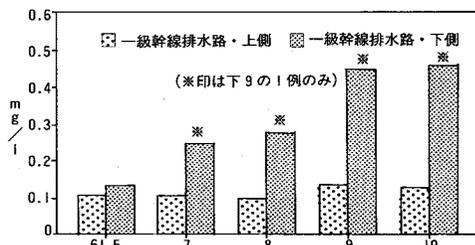


図-22 中排水路のT-P濃度
(一級幹線排水路)

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。

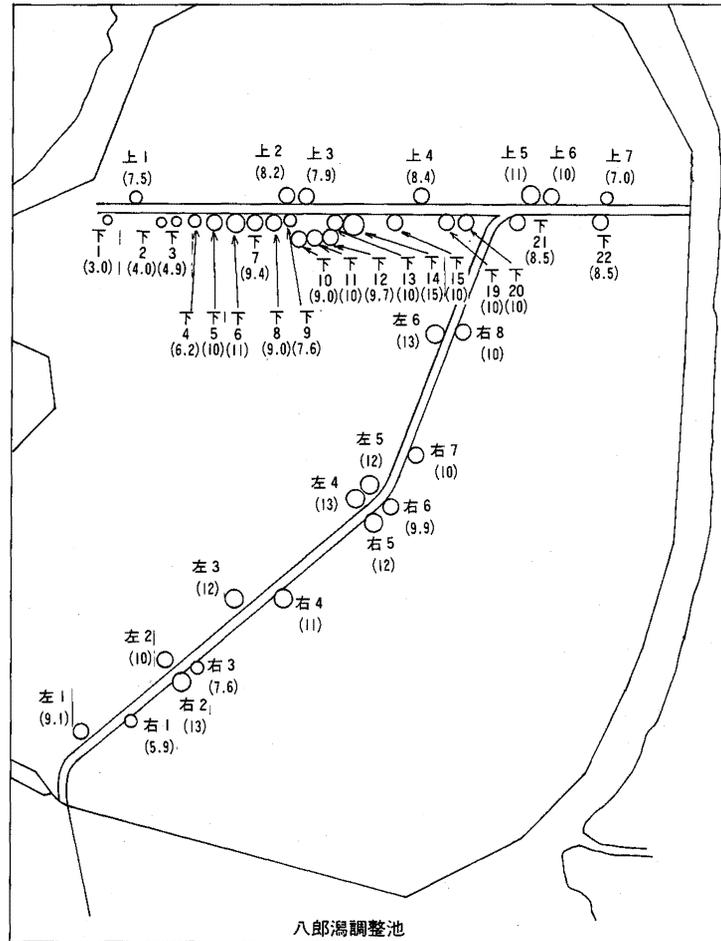


図-23 中排水路のCODの平均濃度 (mg/l)

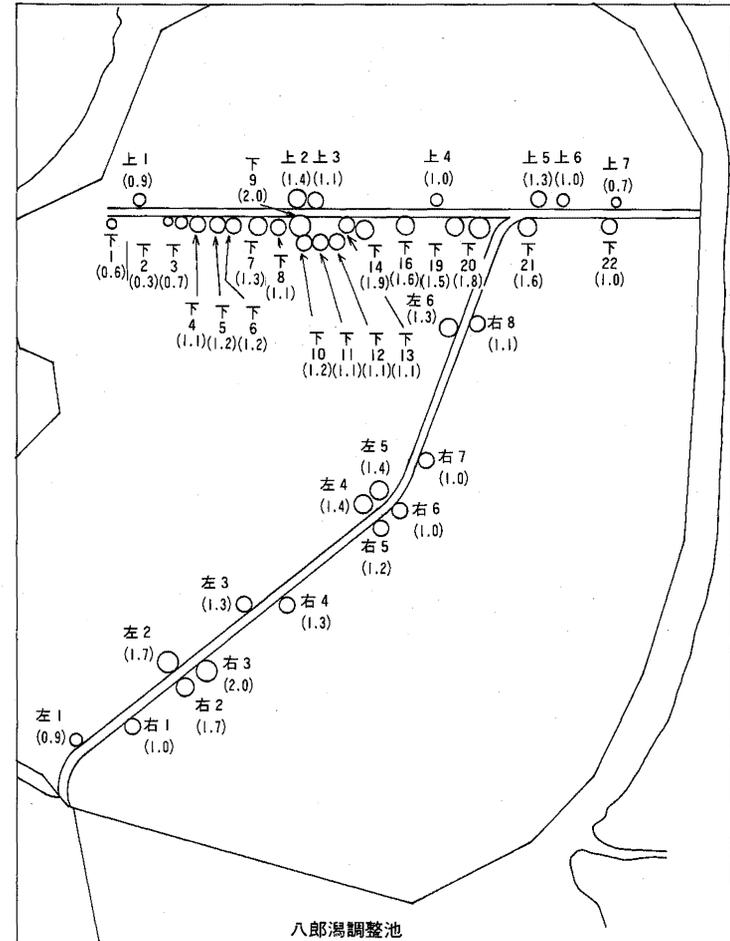


図-24 中排水路のT-Nの平均濃度 (mg/l)

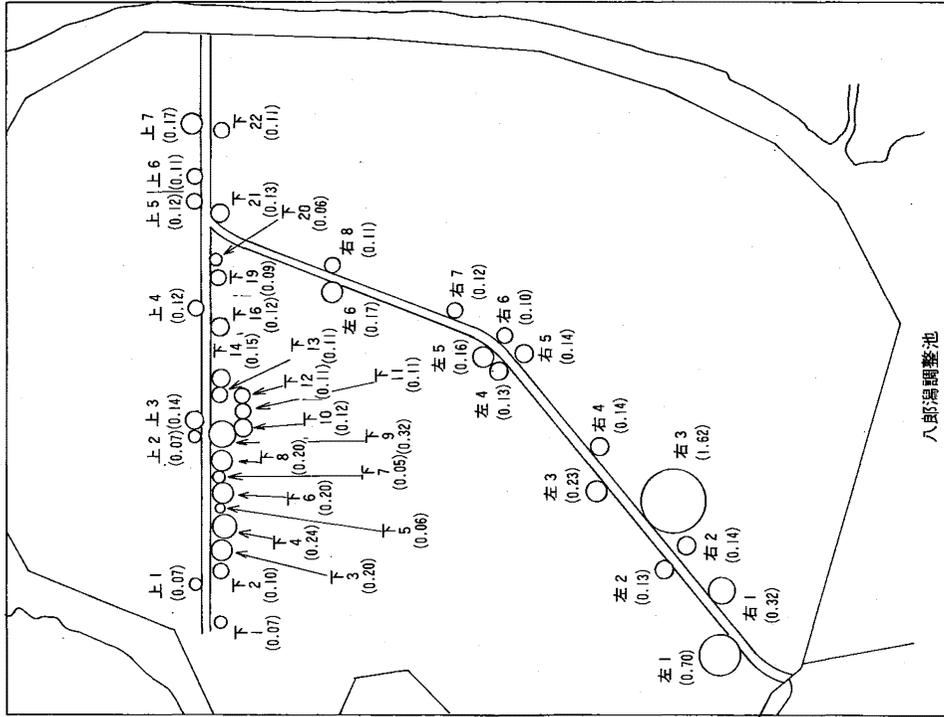


図-25 中排水路のT-Pの平均濃度 (mg/l)

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

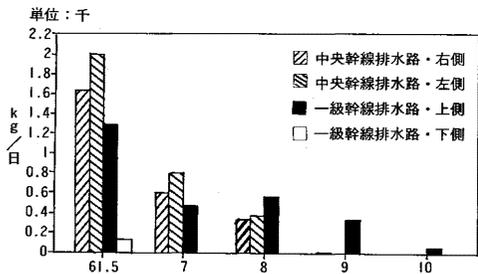


図-26中排水路のCOD負荷量の平均値

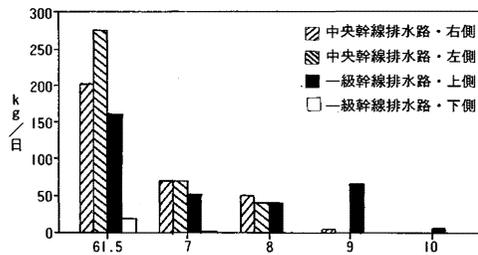


図-27 中排水路のT-N負荷量の平均値

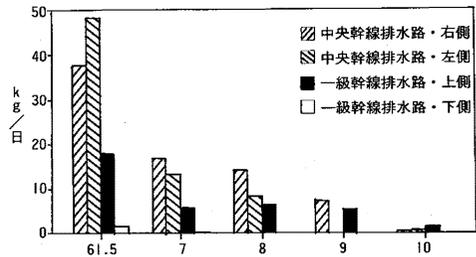


図-28 中排水路のT-P負荷量の平均値

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³⁾とほぼ一致する。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きで表わして

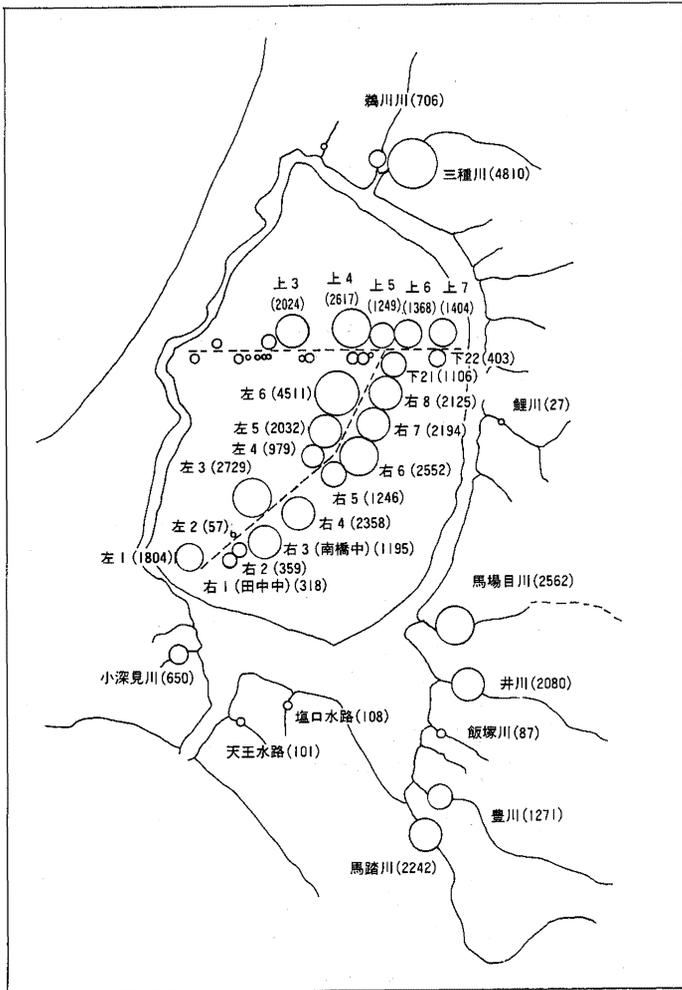
図示し、併せて各河川からの負荷量も示した(図-29～図-34)。中排水路の負荷量については、5月時のものは、5月の調査時の水質濃度に測定した流量を乗じて求め、平均の負荷量については、各調査時の水質濃度に測定した流量を乗じて各調査時毎の負荷量を求め、それを平均して求めた。河川のうち、馬踏川、豊川、井川、馬場目川、三種川の5月時と平均の負荷量については、61年5月の水質濃度あるいは61年に行われた12回の調査の平均水質濃度に既知の水量³⁾を乗じて求めた。その他の河川については、中排水路の場合と同様にして、5月時の負荷量および4回の調査の平均の負荷量を求めた。

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流入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³⁾。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

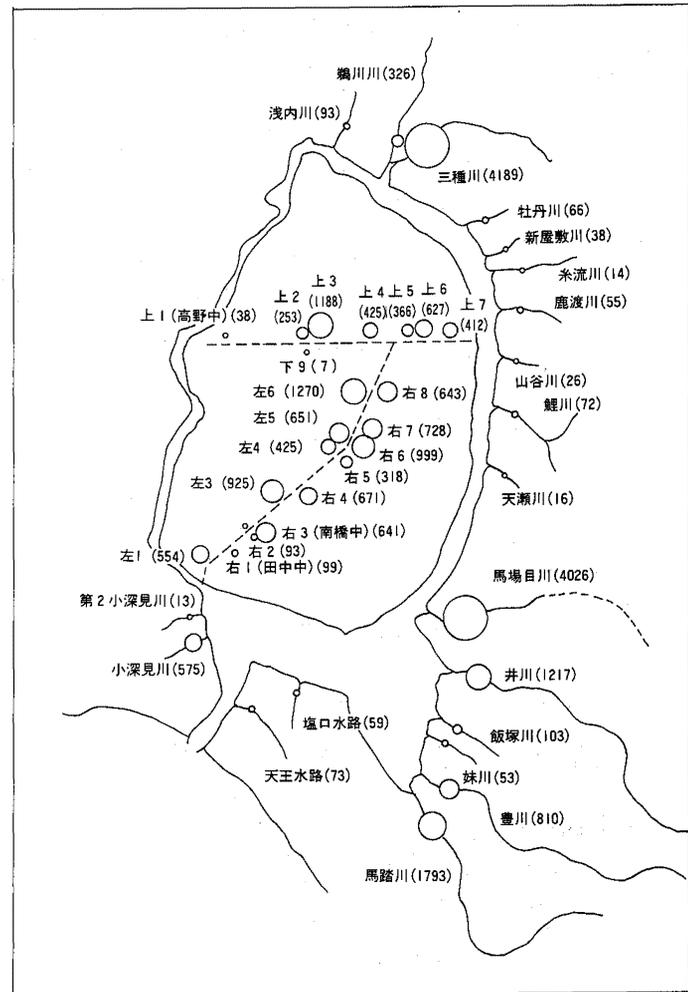
て負荷量を算定する必要があると思われる。CODの平均負荷量をみると、中排水路からの負荷量は5月時に比べ大幅に減少しており、量的には5月時の約30%、また八郎湖に流入する負荷量全体に占める割合も約45%と減少している。

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。

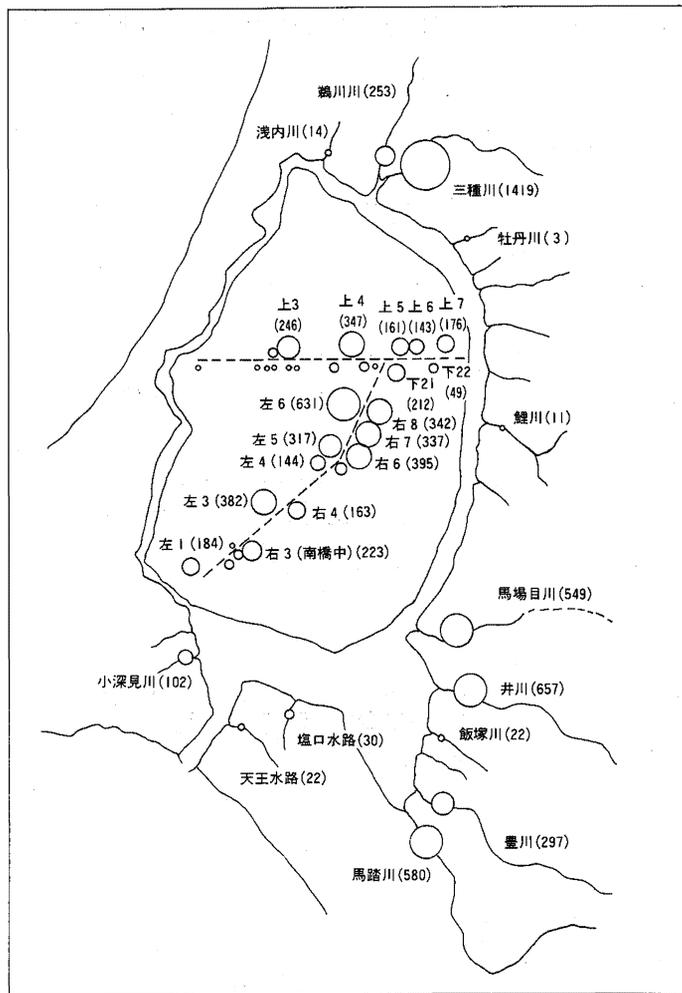
T-Pについて5月時の負荷量を図-33に、平均の負荷量を図-34に示す。やはり5月の中排水路からの負荷量は、平均の約3倍になっている。中排水路の中で右3(南橋中)は、5月においても平均の負荷量においても際立って高い値を示しており、前述のようにその原因については今後更に検討する必要がある。



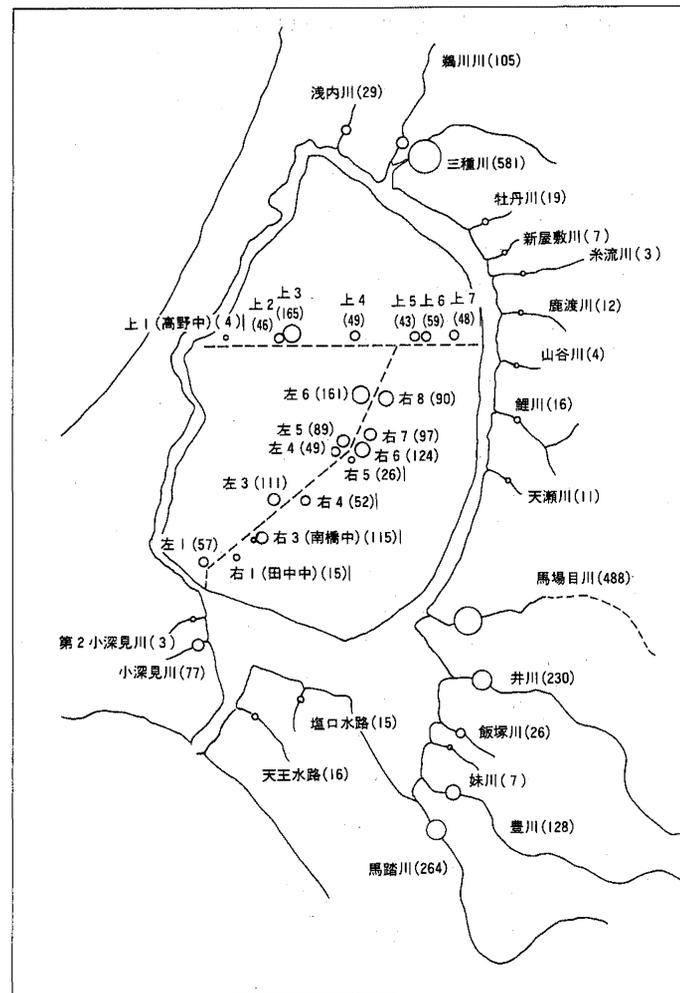
図一29 河川・水路のCOD負荷量 (kg/日) (61.5月)



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)

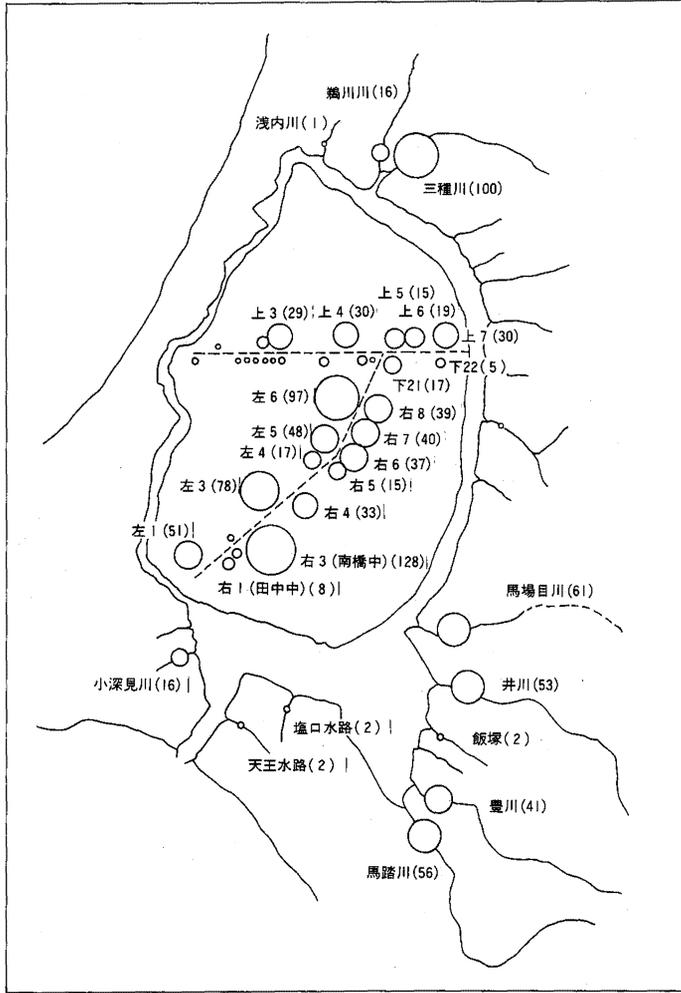


図-33 河川・水路のT-P負荷量 (kg/日) (61.5月)



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