

八郎潟干拓地における高濃度リンの発生源に関する研究

片野 登 小林 裕 加藤 潤
組谷 均 久米 均

1 はじめに

近年、湖沼の水質汚濁が社会的にも大きな問題となっている。平成2年度の公共用水域水質調査結果によれば、河川と海域の環境基準の達成率は、それぞれ約74%、約78%であるのに対して、湖沼の環境基準の達成率は44.2%と低い水準にとどまっている。

八郎潟はかつて琵琶湖に次ぐ日本第2の水面積を有していたが、昭和32年からの干拓事業によりその約8割の17,239haが干拓され、4,564haの水面が東・西承水路及び調整池として残った¹⁾。これらを現在八郎湖と称している。

八郎湖の汚濁が叫ばれて久しい。八郎湖のCODは、平成2年度は湖心で3.4~5.4mg/l、平均が4.6mg/lで環境基準値3.0mg/lの約1.5倍になっている。その浄化に向けては、周辺2市11町村が県とタイアップしてクリーンアップ作戦を展開するなどしているが、効果は目に見える程には上がっていない。

県は昭和55年から『八郎湖汚濁機構解明調査』をスタートさせ、この浄化問題に取り組んできた。更に平成2年度からは、専門家による『八郎湖技術検討委員会』を設置し、抜本的な対応策を探るために技術的な検討を始めている。

八郎潟干拓地において使用される農業用水は、干拓地周辺に設置されている19カ所の用水取水ポンプによって八郎湖から取水され、田面で使用された後は小排水路、中排水路を

経て干拓地中央に位置する幹線排水路に集水され、幹線排水路の両端に設置されている南・北両排水機場から再び八郎湖へと排出される(図-1)。灌漑期には、八郎湖の水は干拓地で循環的に使用される。

この南・北両排水機場の水質を比較した時、全リン(T-P)の濃度に著しい差があることについては既に指摘がある¹⁾。CODは、昭和57年度から61年度までの平均値で、南部排水機場8.7mg/lに対して北部排水機場8.5mg/l、全窒素はそれぞれ1.73mg/lと1.49mg/lでほぼ同程度の濃度であるが、T-Pでは南部0.45mg/lに対して北部0.14mg/lとほぼ3倍、リン酸態リン($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$)にいたって

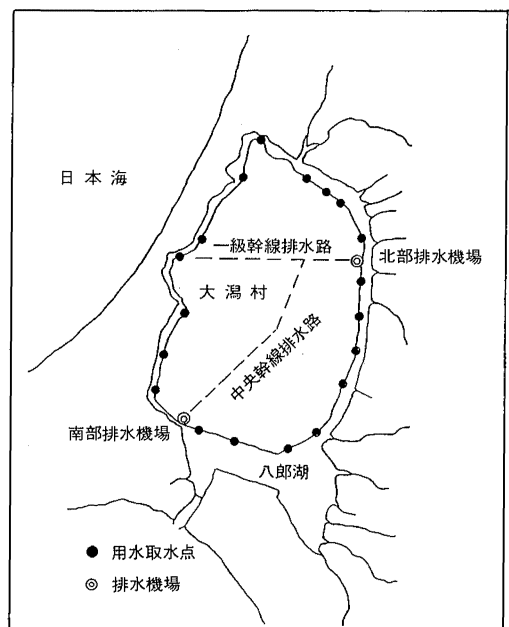


図-1 八郎潟干拓地

表－1 水質の分析方法

項 目	分 析 方 法
導 電 率	JIS K 0102 42.2
pH	JIS K 0102 12.1 (ガラス電極法)
SS	環境庁告示 付表 6
$\text{NH}_4^+\text{-N}$	オートアナライザー法 (JIS K 0102 42.2 に準拠)
$\text{NO}_2^-\text{-N}$	オートアナライザー法 (上水試験方法 19.2 に準拠)
$\text{NO}_3^-\text{-N}$	オートアナライザー法 (JIS K 0102 43.2.3 に準拠)
T-N	オートアナライザ法 (JIS K 0102 45.2 に準拠)
$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$	オートアナライザー法 (JIS K 0102 46.1.1 に準拠)
T-P	オートアナライザー法 (JIS K 0102 43.3.1 に準拠)
Cl^-	イオンクロマト法
Na^+	環境測定法註解 44.2 (原子吸光法)
Ca^{2+}	環境測定法註解 45.2 (原子吸光法)
Mg^{2+}	環境測定法註解 46.2 (原子吸光法)
SO_4^{2-}	イオンクロマト法

は、南部0.33mg/ℓに対して北部0.05mg/ℓと、6倍以上南部排水機場の濃度が高くなっている。

中央幹線排水路において、南の橋地点から南部排水機場にかけてリン濃度が高くなること、この原因として南の橋地点から南部排水機場の間で幹線排水路に流入する支線排水路LD-G1(右3中排水路)、LD-H3(左1中排水路)、特にLD-G1のリン濃度が高い事については、既に報告した²⁾。

このリン濃度が高くなる原因を明らかにするために、LD-G1とLD-H3の2つの排水路を中心に水質調査を行った。なお、対照として、LD-F1排水路の水質を調査した。

更に、LD-G1に流入する水路LD-G1-1の水質の調査を行ったので、併せて報告する。

2 支線排水路の水質調査

2.1 調査地点及び分析方法

調査地点を図-2に示す。試料は2ℓ容量瓶に採取し、実験室に持ち帰って分析した。分析の方法は、表-1に示す。

2.2 結果及び考察

調査は、平成2年4、5、7、8月に行った。T-PについてはLD-G1(11)で0.70~1.7mg/ℓ、平均濃度が1.15mg/ℓ、LD-H3(7)では0.44~1.5mg/ℓ、平均濃度が

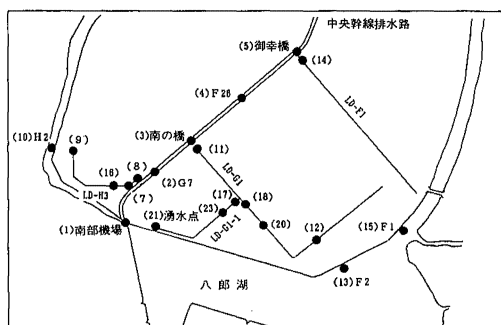


図-2 排水路の水質調査地点

0.78mg/ℓで、対照であるLD-F1(14)の0.07~0.70mg/ℓ、平均濃度0.27mg/ℓに比較して著しく高い濃度を示した。また、LD-G1に流入する水路LD-G1-1(17)の平均濃度1.67mg/ℓであり、その中流部(23)では2回の平均値であるが2.05mg/ℓという高い濃度を示した(図-3)。

このことから水路LD-G1のリン濃度が高い原因の1つとして、LD-G1-1の流入が考えられるが、LD-G1-1との合流部より上流の(18)、(20)地点でもそれぞれ1.07mg/ℓ、0.97mg/ℓと幹線排水路に比べて高い濃度を示していることから、LD-G1については、LD-G1-1以外にも高濃度リンの発生源が考えられる。LD-H3でも幹線排水路の2倍以上の濃度を示した。

月毎のT-P濃度を見ると(図-4)、LD-

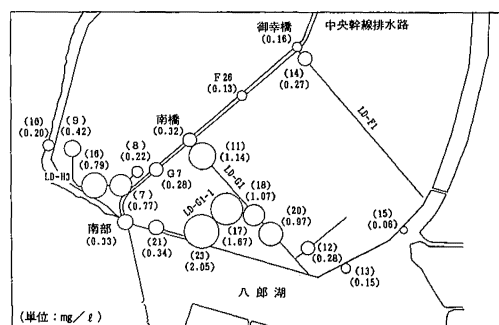


図-3 支線排水路の全リン(T-P)濃度(平成2年平均)

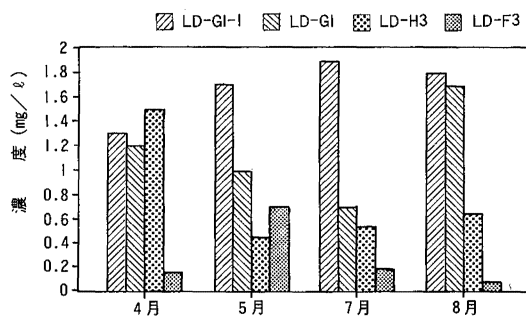


図-4 支線排水路のT-P濃度

G1-1は各月高い濃度を示している。LD-G 1とLD-H 3は、5月、7月に濃度が低下する。これは、灌漑期に八郎湖から用水が汲み上げられ、これが水路に流入することによって濃度が希釈されることによるものと思われる。LD-F1は5月を除いて低い濃度で推移している。

SS濃度を見ると(図-5)、LD-G1-1以外の水路は5月に濃度が高くなる。これは、田面の代かき作業により土粒子が混入するためと思われるが、LD-G1-1ではこの影響が見られない。LD-G1-1水路は、八郎湖正面堤防直下にある湧水地帯を水源として、途中いくつかの小水路の排水を併せながらLD-G 1水路

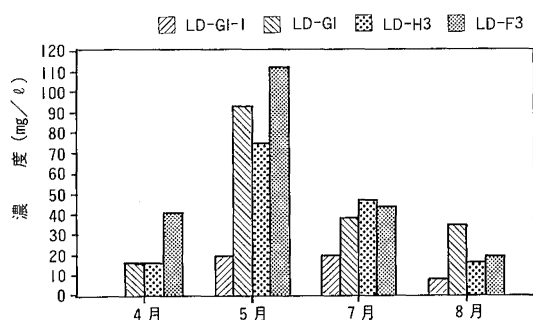


図-5 支線排水路のSS濃度

に注いでいる。湧水の占める割合が大きいのでSS濃度が高くないものと思われる。

3 支線排水路LD-G1-1周辺の水質調査

平成2年10、11月、T-Pの平均濃度が最も高かった支線排水路LD-G1-1周辺の水質を調査した。

3.1 調査地点及び分析方法

調査地点を図-6に示す。試料は2ℓ容ポリ瓶に採取し、実験室に持ち帰って分析した。分析の方法は、表-2に示す。

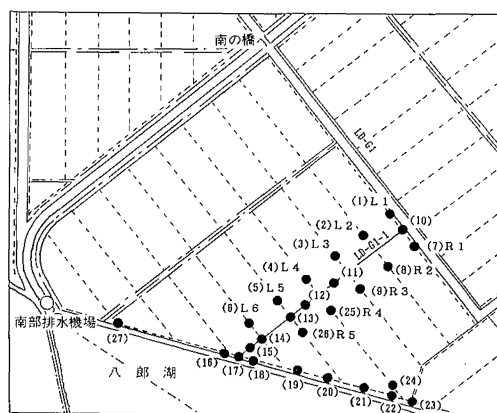


図-6 LD-G1-1 周辺の水質調査地点

表-2 測定項目間の相関

(n=23)

	導電率	pH	NH_4^+-N	NO_2^--N	NO_3^--N	T-N	$\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$	T-P	Cl^-	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	SO_4^{2-}
導電率	1.000												
pH	-0.710	1.000											
NH_4^+-N	0.185	-0.700	1.000										
NO_2^--N	-0.215	0.366	-0.301	1.000									
NO_3^--N	0.498	-0.403	0.118	0.084	1.000								
T-N	0.508	-0.579	0.401	-0.209	0.809	1.000							
$\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$	-0.770	0.666	-0.089	0.190	-0.490	-0.409	1.000						
T-P	-0.745	0.656	-0.095	0.178	-0.485	-0.382	0.996	1.000					
Cl^-	0.750	-0.183	-0.252	0.037	0.392	-0.257	-0.441	-0.411	1.000				
Na^+	0.751	-0.199	-0.183	0.026	0.366	0.272	-0.335	-0.302	0.973	1.000			
Ca^{2+}	0.769	-0.847	0.434	-0.362	0.396	0.505	-0.819	-0.812	0.176	0.158	1.000		
Mg^{2+}	0.888	-0.898	0.441	-0.325	0.428	0.518	-0.843	-0.830	0.384	0.379	0.955	1.000	
SO_4^{2-}	0.764	-0.931	0.570	0.350	0.394	0.507	-0.795	-0.792	0.172	0.165	0.974	0.969	1.000

3. 2 結果及び考察

各地点のT-Pの濃度を図-7に示す。LD-G1-1水路のT-P濃度は、1.1~1.7mg/ℓで、水路途中の〔11〕地点で一時的に濃度が高くなるが、ほぼ1.1~1.3mg/ℓの濃度で流下している。

LD-G1-1水路に流入している小水路では、八郎湖正面堤防に向かって次第に濃度を増す傾向が見られた。左(L)岸では、L1地点で0.01mg/ℓだった濃度がL5地点では0.06mg/ℓ、L6地点では0.44mg/ℓとなり、右(R)岸では、R1の濃度は0.03mg/ℓであるが、R4では2.8mg/ℓ、R5では3.5mg/ℓとなって、徐々に濃度が高くなっている。左右の小水路を比較すると、左(L)岸に比べ右(R)岸の方で濃度が高くなる傾向が見られ、とりわけ小水路R4、R5の濃度が異常に高い。LD-G1-1水路の〔11〕地点で濃度が高くなるのは、小水路R4の流入の影響によるものと思われる。

小水路R4は、その上流の〔24〕地点に比べて濃度が増していることから、水が水路を流下する過程で湧出等の原因により、P濃度を上昇させているものと思われる。

八郎湖正面堤防直下の水路は、〔27〕湧水点

を除いていずれもT-P濃度が1.0~2.2mg/ℓと高い。また、この水路には他に流入してくる水路が無いことから、付近一帯で水の湧出が起きているものと考えられ、高濃度リンの原因はこの湧水によるものと考えられる。

次に、各地点の Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} の濃度を図-8~10に示す。これらの項目については、T-Pの場合とは逆にT-P濃度の高い所では濃度が低く、T-P濃度の低い所では濃度が高くなっている。堤防直下の地点の濃度は他の地点に比較して低く、また、LD-G1-1水路の右岸に比べ左岸の方が濃度が高くなっている。

T-Pとこれらの項目間の相関を表-2に示す。T-Pと Ca^{2+} の場合、相関係数 $r = -$

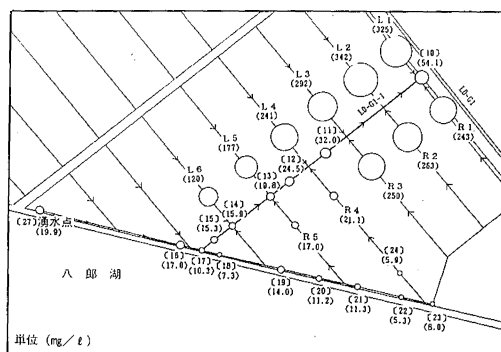


図-8 LD-G1-1周辺の Ca^{2+} 濃度
(平成2年10~11月)

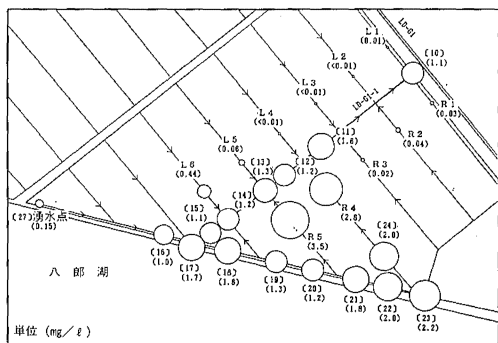


図-7 LD-G1-1周辺の全リン濃度
(平成2年10~11月)

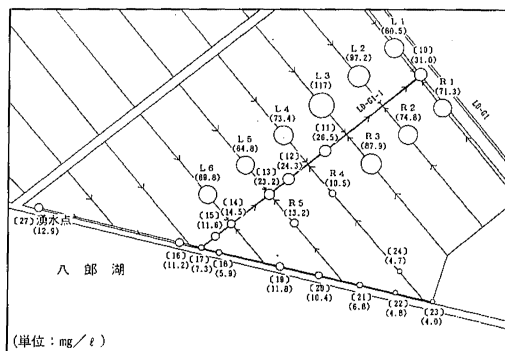


図-9 LD-G1-1周辺の Mg^{2+} 濃度
(平成2年10~11月)

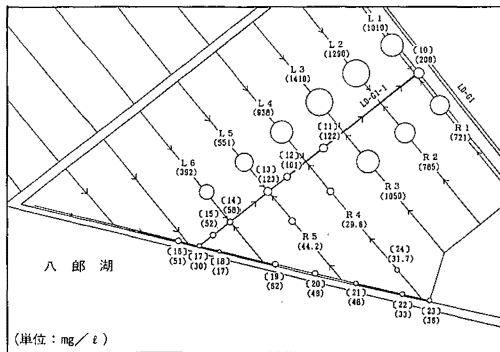


図-10 LD-G 1-1 周辺の SO_4^{2-} 濃度
(平成2年10~11月)

0.812、Mgでは $r = -0.830$ また SO_4^{2-} では $r = -0.792$ とそれぞれに極めて高い負の相関が見られる。また、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 3者の間ではいずれも $r = 0.95$ 以上の高い正の相関関係が成立する。

また、T-Pと Cl^- 、 Na^+ の間ではそれぞれ $r = -0.411$ 、 $r = -0.302$ の負の相関が成り立ち、 Cl^- と Na^+ の間では $r = 0.973$ という極めて高い正の相関が成立した。

以上のことから、リンが湧出する機構には、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 及び Cl^- 、 Na^+ 等のイオン類が何らかの関わりをもっているものと考えられる。

今回は1回の調査の結果であることから、必ずしも断定的には言い難い所もあるが、今後、ボーリング調査等による地下部分の調査も含めて、更に高濃度リンの湧出機構を解明していく予定である。

4 まとめ

- (1)中央幹線排水路に流入する支線排水路LD-G 1のリン濃度が高い原因の1つとして、LD-G 1水路へのLD-G1-1の流入が挙げられる。
- (2)LD-G1-1水路は八郎湖正面堤防直下の湧

水帯を水源とする水路で、湧水及び小水路の排水を集めて流下している。LD-G1-1水路に注ぐ小水路もまた、湧水を水源としているものと考えられる。

LD-G1-1水路ではSS濃度が低く、リン濃度が極めて高い。

- (3)高濃度リンの原因は、主として湧水にあると考えられ、更にその発生の機構において Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} あるいは Na^+ 、 Cl^- 等のイオン類と何らかの関与があるものと思われる。
- (4)LD-H 3及びLD-G 1水路の上流部でもリン濃度が高い原因として、湧水が流入している可能性が考えられ、今後更に調査を行う予定である。

参 考 文 献

- 1)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53年3月，秋田県
- 2)片野 登：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，秋田県環境技術センター年報，16，p. 101~114 (1988)