

## 印旛沼およびその周辺の水環境の改善に関する研究\*

—よし群生部・休耕田の有効利用計画—

*Study on Improvement of Water Environment on the Circumference of Lake Inba-numa \**

*- Utilization Plan of Reed's Area and Fallow Land -*

森田吉晃\*\*・三浦裕二\*\*\*

By Yoshiaki MORITA\*\*・Yuuji MIURA\*\*\*

### 1.はじめに

近年、印旛沼の流域内の下総台地および下利根低地部ではニュータウン開発が進み、その台地にある里山の伐採、農地の減少および台地の裾野の休耕田（谷津田の放置）等の要因により、その台地の比較的柔らかい関東ローム層等からの土壌流出や台地の保水能力の低下および生活排水等によって、下総台地のほぼ中央の低地部に位置する印旛沼は、わが国で最も汚濁された湖沼「C O D全国ワースト2位」と1996年11月30日付けで環境庁が発表した<sup>1)</sup>。

従って、千葉県総人口の約10%（50万人）の上道水の利用状況や水辺環境の保全問題においても水質改良・改善は急務となっている。また、印旛沼周辺に目を転じると、近年の農業政策により、多くの水田が休耕田として放置され、農業用水システムも有効に機能されず、沼周辺の水循環も滞りがちになっている。これらの一連の要因で印旛沼の水質悪化の一因となっていると思われる。

筆者らは、水辺植生、特によし群生部（よし原）の植生による水辺環境の改善に注目し、現地調査と航空写真を用いた画像解析により、よし群生部の分布と水辺環境を明らかにしてきた。また、休耕田の分布と農業用水システムの現状調査を進めてきた。

本論文は、印旛沼の地理的条件を考慮し既存の農業用水システムを活用することで沼周辺の休耕田を有効利用し、周辺部の保水性の向上と水辺環境等の改善計画を立案した。そこで、沼周辺部および水田

から流入する土壌と河口、沼の底質土およびよし群生部の堆積土の土質特性・分析を行った。

### 2.印旛沼の現況

印旛沼は、図-1に示した標高約30mの下総台地と利根川との標高約5~8mの低湿地帯にある。その流域面積は、千葉県総面積の約10%を占める541km<sup>2</sup>の9市4町2村にまたがる。印旛沼はかつて一つの沼であったが、1963~69年に大規模な印旛沼開発事業が行われ、沼のほぼ中央部に湖沼面積約44%（900ha）の干拓地（水田）が造られ、沼の形状は北印旛沼（湖面積6.26km<sup>2</sup>・湛水量1500万m<sup>3</sup>）、西印旛沼（湖面積5.29km<sup>2</sup>・湛水量1270万m<sup>3</sup>）に区分された。両沼の平均水位は1.7mと浅く、印旛捷水路と中央排水路で糸状に結ばれ、沼の水の流动性が悪く、閉鎖性の高い沼となった。

また、両沼に3箇所の揚・排水機場と2箇所の水門が設置され、平常時には利根川から沼に揚・排水され、洪水時には利根川と花見川（東京湾）へと排

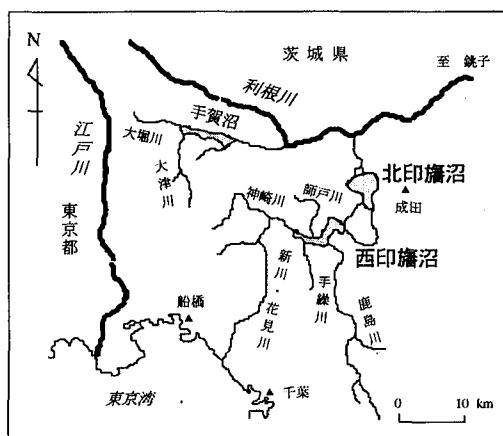


図-1 印旛沼の流域図

\* キーワード：計画基礎論、計画手法論、  
水辺の環境保全

\*\* 正員、日本大学短期大学部建設学科

\*\*\* 正員、工博、日本大学理工学部交通土木工学科  
(千葉県船橋市習志野台7-24-1)

TEL0474-69-5480, FAX0474-64-9342 庶務課)

水される水位調整された沼である。この流域内の土地利用状況は、市街地約30%、山林約28%、畠約21%、水田約19%、印旛沼の湖面積約2%である<sup>2)</sup>。

また、年間約4億m<sup>3</sup>の総流入量に対する印旛沼の年間利水状況は、千葉県民の約10%（50万人）の水道水に使用されており、その他に工業・農業用水として約3億m<sup>3</sup>が取水されている。

しかし、下総台地の都市化が進み、1980年代以降の印旛沼の水質（COD）は、北印旛沼の平均8.61mg/l、西印旛沼の平均9.84mg/lと環境基準値（3mg/l）の3倍以上の値を示している<sup>3)</sup>。

一方、流域人口は1982～92年に約10万人以上も増加しているが、流域からのCOD流入負荷量の内訳は、生活系が69%から51.3%に減少している一方で、自然系が21%から41.7%と大きく増加していることも特筆すべき点である。

### 3. よし群生部の画像解析

印旛沼流域の各市町村の都市計画図（縮尺1/1万）を用いて、沼を一枚の合成総合図に作製して沼の全容と地形条件等を把握する。この図を基本図として十数枚に分割し、モニター上で印旛沼の全体画像に合成した。

一方、1965、75、85、95年1月に撮影された沼および周辺部の航空写真を縮尺1/1.25万に補正された航空写真を用いて、都市計画図と同様に合成総合図を作製した。次に、輝度分析と現地踏査の比較により、その基本図を基によし群生部を画像より判読した。表-1は、沼面積に対するよし群生部の相

対面積率の算出結果である<sup>4)</sup>。

また、図-2は、1985、95年の画像解析図である。各年の水際の白い部分は、よし群生部と判読できた。さらに、1965～95年の沼とその周辺部の干拓や改修工事が繰り返し施工されたことによる沼の形状変化が判読できた。これらの解析結果から、次のことがいえる。

- ① 北印旛沼の中央排水路付近は、閉鎖性が高く、底質土の堆積しやすい地点にあり、平均水位が約1m以下の所によし群生部が集中していることが判読できた。また、西印旛沼でも中央排水路付近と一本松揚水機場付近によし群生部が目立った。
- ② 1965～95年に行われた干拓・河川改修工事等で、沼の形状や河道は大きく変化していることが判読できた。この形状変化の度に、よし群生部の沼全体に対する面積率に変動が生じている。よし群生部の相対面積率の変動は、約5.6%～7.0%であった。また、沼の流入河川河口部よりも閉鎖性の高い中央排水路付近によし群生部が集中していることが判読できた。しかし、よし群生部の相対面積率の変動は、干拓、浚渫、河川改修等での水深変化の影響でよし群生部が大きく左右されることが判読できた。従って、よし群生部と水際境界部の水深の大きさがよし群生部の保全のための地形的特性に関する重要な一因子と考えられる。

表-1 印旛沼の沼水面とよし群生部相対面積

撮影年	よし面積 (ピクセル)	沼水面積 (ピクセル)	相対面積率 (%)
1965	681788	2447757	27.9
1975	482188	2196034	22.0
1985	539185	1956687	27.6
1995	423577	2057514	20.6

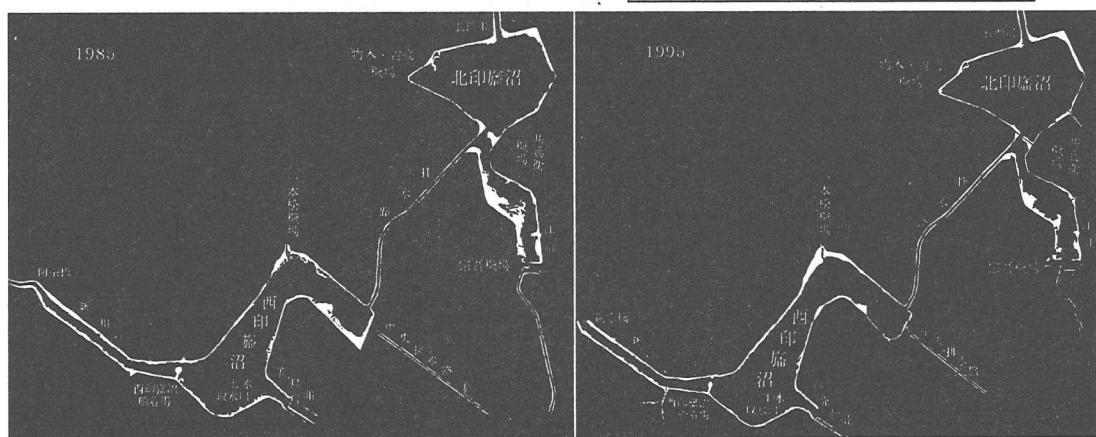


図-2 印旛沼の画像解析図

#### 4. 現況調査

よし群生部の現地調査地点は、千葉県環境部の調査地点と航空写真で検討し、北印旛沼4地点、西印旛沼3地点（新川、阿宗橋付近）と沼周辺水田2箇所を選定した。さらに、千葉県印旛郡本塙村と印旛村の一部をモデル地域とし1995～97年の間に、農業用水システム等を水田を中心に調査を行った。

また、よしの群生密度は特性木枠（1m×1m）、土壤硬度は中山式土壤硬度計および同一地点でハンドオーガーを用いて土壤分析の試料土を採取した。

##### （1）農業用水システムと休耕田の有効利用

調査地域の選定は、地理的条件を基に下総台地と水田の地形を把握し、水田の灌漑用水の配分水システムとその排水システムの把握が容易な地域をモデルとした。図-3は、物木排水路（略称、物木落とし）を軸に本塙村と印旛村の一部を示したモデル地域である。このモデル地域内の水田に対する灌漑用水の配分水システムは、西印旛沼一本松揚水機場（ $2732 \text{ m}^3/\text{s}$ の能力）から高低差約26m前後の下総台地に設けたサージタンクへ揚水し、地下埋設の主幹パイプ（管径350～400mm）に繋がれている。この主幹パイプは北印旛沼側の水田へ落差約9.0～22.5mの自然勾配を用いて、水田の畦道付近に設置されている枝管の配分水口に通水する方式である。

すなわち、この農業用水システムは、各水田に配分する台地と水田の地理的特性を用いた方法である。また、各水田に張った水と余剰水は、各水田脇

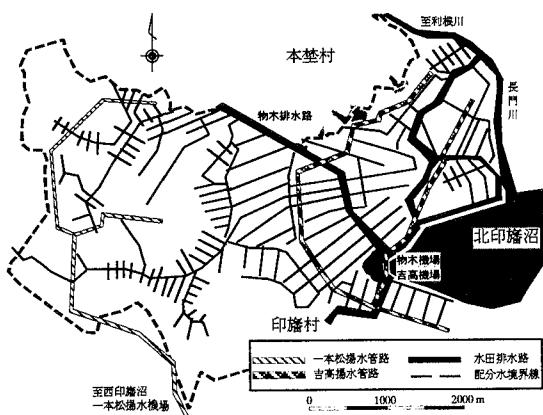


図-3 物木排水路内の水路配置図

の排水路に流し、その排水は物木落しに集まり物木排水機場から北印旛沼に排出する<sup>5)</sup>。

一方、吉高揚・排水機場は物木排水機場付近の水路で結ばれている。この機場は、灌漑期（4月～8月）の期間において北印旛沼から揚水用の管路を用いて圧送方式方法で、各水田近くまで圧送し各水田に配分水する。灌漑期の水田排水は、物木落としへ排出して物木排水機場から北印旛沼へ排出する。

以上のシステムは、両沼水を繰替し短時間で機械力と管路を用いることで、水田周辺等の保水性の低下と沼の水環境の悪化を促進している。

次に、休耕田を都市計画図（縮尺1/2500）を用いて現地踏査した。地域内に点在している休耕田は、比較的下総台地の裾野の谷津田付近に集中している。表-2はモデル地域内（本塙村）の休耕田の調査結果である。全水田に対する休耕田の相対面積率は年々増加し、1995年に対して96年は1.16ポイント、97年は1.46ポイント増加している。

表-2 休耕田の面積

調査年	面積(m <sup>2</sup> )	休耕田/全水田※(%)	1995年に対する指標
1995	281187.500	2.38	1.00
1996	326249.266	2.77	1.16
1997	411991.750	3.49	1.46

※全水田の面積：11,795,946 m<sup>2</sup>

本論文は、沼の地理的状況を踏まえ、よし群生部の育成・水環境の保全に対して、自然系の排水および水田水を沼に直接流入させない計画を提案している。これは、一本松揚水機場からの水および自然排水等を休耕田に流入させ、約50cm滞留させることで洪水時の沼への流入制御、「自然対応型の有効利用」を行う。また、その休耕田を利用し、沼の常時環流とよし原の育成によって、水質改善・浄化および沼周辺の保水能力の向上を図る。さらに、沼の流入河口部のよし群生部の増殖による手法で印旛沼の水浄化促進を図る。

##### （2）よし群生密度・土質特性

手賀沼の水よし群生部の分布は、水深60cm以上の場所では育成しにくいことを既に報告した<sup>5)</sup>。

そこで、密度測定と同一地点の、水深のほとんど無い水際の湿地帯に群生する「湿地よし群生部」内およびその付近のよし群生部外で土壤硬度計を用い

て平均10数箇所 ( $1m^2$ 当たり) 以上の土壌支持強度を測定した。印旛沼湿地よし群生部内・外の土壌支持強度および群生部密度の関係は次の通りである。

- ① 北印旛沼の群生密度は約  $80\sim 168$  株数/ $m^2$ /年、土壌支持強度は平均  $1.06\sim 1.07$  kg f/ $cm^2$
- ② 西印旛沼の群生密度は約  $65\sim 132$  株数/ $m^2$ /年、土壌支持強度は平均  $0.85\sim 1.05$  kg f/ $cm^2$
- ③ 水田の土壌支持強度は平均  $0.8\sim 1.08$  kg f/ $cm^2$

従って、よし群生部と水田の土壌支持強度の値は類似しており、水田にはよしの育成に適している。

そこで、流域の休耕田を利用し、よし群生部を拡大させることは、自然環境の創出による永続的計画に結びつけることができる。

また、土壌支持強度測定と同一地点で地表面より  $0\sim 30$  cm,  $30\sim 50$  cm の 2 層より採取した試料土の土質試験結果から、両沼の湿地よし群生部内は主に砂土・壤質砂土・砂壤土の範囲に分布し、土質工学的には、概ね砂質土・細粒土・砂の順で分類された。よし群生部外は砂土・壤質砂土・砂壤土・壤土に区分され、よし群生部内と類似していた。

一方、図-4は両沼の底泥表層  $0\sim 20$  cm,  $20\sim 50$  cm の 2 層より採取した底質土の土質試験結果である。この両沼の底質土は、シルトが 45%以上含まれるシルト質埴壤土(微砂質埴壤土)・シルト埴土(微砂質埴土)と砂壤土であり、概ね粘土が約 20%以上含まれ細粒土に分類された。また、両沼周辺の水田は砂壤土と壤土に区分された。

次に、各調査地点で採取した土壌の  $pH$  は概ね中性から弱酸性を示しており、両沼での強熱減量( $Li\%$ )試験結果より、よし群生部内は  $3.3\sim 3.6\%$ 、よし群生部外は  $3.0\sim 3.8\%$  であり、有機物含有量( $Co\%$ )

%)は、推定式より負の値となり、微少であることを見認めた。

また、沼の底質土の  $Li\%$  は  $12.1\sim 14.5\%$ 、 $Co\%$  は  $5.7\sim 7.5\%$ 、水田の  $Li\%$  は  $6.8\sim 7.1\%$ 、 $Co\%$  は  $1.6\sim 1.8\%$  の値であることからも、両沼のよし群生部内・外、沼の底質土および水田の  $Co\%$  は、わが国の火山灰土よりも少なく、非火山灰土と類似した結果が得られ、沼の水質改善にも良いと言える。

## 5.まとめ

分析から得た知見は次の通りである。

- 1) 画像解析結果から印旛沼のよし群生部の沼相対面積は1965~95年の30年間で2つの大きな変動がみられた。1965~75年に約5%減少した時の印旛沼の COD は約  $12mg/l$  と高い値である。1985~95年に約 7 % 減少した時は、約  $11 mg/l$  である。このように、よし群生面積は印旛沼の水質汚濁に影響を及ぼすことが予測できた。
- 2) 沼のよし群生部内と水田の土壌支持強度値は類似しており、約  $1.2\sim 1.3$  kg f/ $cm^2$  以下でなければよしは成育しにくい。また、よし育成のための土質性状は、砂質土とシルトが適している。
- 3) よし群生部内の強熱減量( $Li\%$ )は約  $3.3\sim 6.6\%$ 、有機物含有量( $Co\%$ )は約 2%以下になる。また、よし群生部内の土壌  $pH$  はほぼ中性であり、土壌に与える影響や水質汚濁への影響は少ないことも推察できた。

これらのことから、沼の干拓工事や河川改修のたびに COD の悪化が進むので、休耕田を用いてよしの群生を育成することで、自然対応による永続的計画のもとでの水環境整備は急務の課題である。

## 参考文献

- 1) 朝日新聞「CODの全国ワースト5」(1994年環境庁調べ) 1996年11月30日発行
- 2) ~3) 「印旛沼白書」、財団法人印旛沼環境基金、昭和59·60年、平成5~7年
- 4) 「印旛沼開発工事誌」、水資源公団、1963年
- 5) Yoshiaki Morita et.al.: Investigation on the ReedsBed in Lake-Teganuma, Proceedings of the Nihon University International Symposium on Global Environment and Human Living, NihonUniversity, pp.61-72, 1996-3.

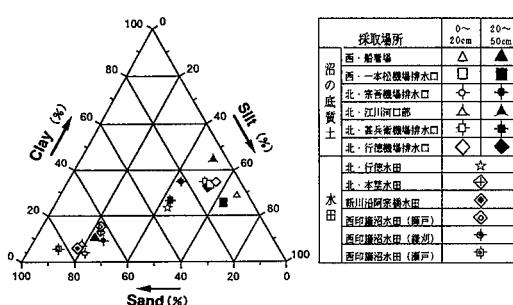


図-4 沼の底質土および水田の三角座標