

印旛沼流域水循環健全化調査研究報告 第2号 2014年3月

印旛沼物語



白鳥孝治（著）

印旛沼流域水循環健全化会議・千葉県

まえがき～印旛沼とその流域の再生に向けて～

印旛沼流域水循環健全化会議は 2001 年 10 月に、印旛沼とその流域河川の水質改善と生態系の回復そして治水機能の向上を目指して始めました。2004 年に緊急行動計画（みためし行動計画）を作って、基本的な調査・研究を進めながらできることから試行錯誤的に実施するというアプローチを採りました。

白鳥孝治先生には、その当初から健全化会議の委員、各種分科会の座長や委員として、大変多くのことを教えて頂くとともに、農地系、市街地・雨水浸透系、学び系等のワーキング分科会における勉強会やフィールドワーク等を通して地域の児童や住民の方々の啓発にも大変なご尽力を賜りました。

先生は、千葉県で水質保全研究所長、公害研究所長、環境部技官を歴任された後、1983 年に創設された（財）印旛沼環境基金の初代研究員に就任され、印旛沼の環境保全・回復に関する研究と啓発に当たってこられました。つまり、健全化会議発足の 18 年前から印旛沼の環境改善に正面から取り組んでこられた大先輩です。

これまで、印旛沼に関する論文や調査報告、随筆や著書など、多くの著作を著わしておりますが、この度、健全化会議の資料や動向も組み入れてこの「印旛沼物語」を纏めて頂きました。

本書の第 1 章から第 10 章には、印旛沼とその流域の自然史と社会史、そして両者の絡み合いによってこの地域がどのように変遷してきたかについて、地域の自然特性と地域特有の社会・文化の特徴が大変わかり易く解説されています。そしてその底に流れているのは、印旛沼とこの地域に対する愛着と誇りの熱い思いです。特に、享保期に印旛沼掘割の最初の工事に挑んだ染谷源右衛門に始まり、天明期の工事を願い出た地元の名主、平左衛門と治郎兵衛、大正期に印旛水門の建設に尽力した吉植庄一郎と吉植農場を開設した息子の庄亮、そして昭和期の印旛沼開発後に世界一のコメ作りを目指して大区画水田圃場を実現した兼坂祐へと、この地域では四世紀を超えて「干拓精神」が引き継がれていることを誇らしく強調しておられます。また、第 11 章から第 17 章では、流域の環境保全と印旛沼の水質改善や生態系の回復に向けて、データを示しながら分かり易く課題を整理した上で、取組の方向性が示されています。

健全化会議は、2010 年に概ね 30 年後を目標期間とする「印旛沼流域水循環健全化計画：印旛沼・流域再生～恵みの沼をふたたび」と当面の短期計画である「第 1 期行動計画

（2009～2015 年）」を策定して実行してきましたが、現在、次の第 2 期行動計画の策定に向けて、これまでの計画の適否や活動の達成度のレビューに入っているところです。

「印旛沼物語」は、この時期に当たって、印旛沼とその流域の再生を志す地域住民、環境団体や水利団体、企業、市町、県、国、水資源機構、各分野の学識専門家など多様な関係者に対して、改めて印旛沼とその流域の現状と課題に関する認識を共有するための貴重なテキストとなります。また、干拓精神の遺伝子を継承しようとするこの書が、広く読まれて現代的な干拓精神を呼び起こして、印旛沼水系の水辺を活用した、誇りと活力のあるまちおこし／地域おこしへの関心が高まることを期待します。

最後に、本書を「印旛沼流域水循環健全化調査研究報告 第 2 号」として刊行することを快諾された白鳥先生に衷心より感謝申し上げます。

2014 年 3 月

印旛沼流域水循環健全化会議
委員長 虫明功臣

印旛沼物語 はじめに

印旛沼は、東京都心から 40～50km のところにある風光明媚な天然の湖沼です。都会の圧迫感から解放され、岸辺を走るサイクリングロードを散策したり、釣りやバードウォッチング、写真撮影に訪れる人が後を絶ちません。

印旛沼の歴史は古く、古墳時代には大和の大豪族物部氏やものづくりの技術者集団が宗像氏の力を借りてこの地に着き、土着の豪族たちと共に関東でも有数の文化圏を築いていた模様です。その後、水域は洪水のたびに運ばれてきた土砂によって浅くなり、沼の周辺に湿地が広がるようになると、人々はそこを干拓して水田を開こうとします。しかしその地は、洪水によって埋め立てられた不安定な土地であり、洪水はまだ治まっていません。干拓開田は、洪水との闘いであり、幾多の犠牲を払いながら「干拓精神」ともいうべき手法と強靱な精神力をもって何度でも挑戦してきました。すさまじい洪水被害の様子や干拓開田の苦労話は、今なお人々の脳裏に焼きついています。

その頃の印旛沼は富栄養化が進み、生物多様性に富んだ豊かな水域でした。水は澄み、モク採りといって、40 数種も繁茂していた水草の中から主に沈水性水草を採って田畑の肥料にしたり、ウナギ、コイ、フナなどの漁が盛んに行われ、カモなどの猟場でもありました。

現在の印旛沼は、印旛沼開発事業によって、それまで殆ど使うことのなかった沼の水を水道水や農工業用水に使い、かつ水害をなくすために、水管理の徹底した貯水池となっています。今や印旛沼は、印旛沼流域ばかりでなく東京湾沿岸にまで水道水や農工業用水として年間およそ 2.5 億トンの水を供給する水源池となり、千葉県にとって貴重かつ不可欠の存在になっています。本事業の完成後は、印旛沼の堤防を溢水するような水害や取水制限をする程の渇水状態になったことは一度もなく、所期の目的を果たしています。

その一方で印旛沼の水質は悪化し、水道水源湖沼として全国一二の汚れた状態にあります。若いころは印旛沼で遊泳を楽しんだ、漁師は水をそのまま飲んでいたと、昔のきれいな印旛沼を懐かしむ人がいます。水質改善は、印旛沼にとって喫緊の課題であり、住民の切なる願いです。

印旛沼の流域（集水域）は、森林に覆われた山岳丘陵地帯のような水源涵養域はなく、昔から田畑屋敷林などの人の生活圏でほとんど埋め尽くされ、集水域は生活圏そのものです。そこは、下総台地という火山灰土壌に覆われた平坦な洪積台地であり、谷津と呼ばれる幅の狭い浸食谷が樹枝状に発達したところで、至る所に湧水があります。人々は谷津の湧水を利用して水田を耕作して古村をつくり、1000 年もの長い伝統を築いてきました。古村は、狭い地域内で物質循環を完結させた「湿地の文化」ともいうべき持続可能な生活文化を醸成して、相互扶助のもとに暮らす人々が生活しています。古村の必要とする生活用水や水田の灌漑用水は殆ど谷津の湧水であり、湧水を自ら保全しながら生活をしていました。これが生活圏でありながら長期にわたって水環境を守り、ひいては印旛沼の水源を守る結果を生んでいました。

人の生活圏でありながら湧水を保全し水環境を保全してきた背景には、下総台地のもつ優れた特性があります。台地表面を覆う火山灰土壌は雨水をよく吸収・地下浸透させ、台地の地層は地下水を貯留しやすい構造になっています。地下水は樹枝状に発達した谷津という浸食谷から再び地表に流れ出て湧水となっています。この地形地質の恵みがあって、

はじめて豊富な湧水が保障されています。

現在の集水域をみると、新しい住宅団地が随所に建設され、人が全国から集まって近々30～40年の間に人口は約4倍に増加しています。人々の暮らしは、利便性経済性に重点が置かれ、古村とは異質の生活様式をもつと同時に地表面を固めて雨水地下浸透を阻害しています。これが印旛沼の水源としてどう影響しているか、一つの課題を投げかけています。

印旛沼の水は、人の生活圏を水源として、再び水道水や農工業用水として生活圏にくみ上げられて循環しています。印旛沼の水環境は、湖沼陸域生態系として沼と生活圏とが複雑に絡み合いながら成り立っています。印旛沼の水環境を考えると、印旛沼と生活圏間の健全な水循環を取り戻すようにしなければなりません。

また、水質の悪化しはじめた時期は、丁度、印旛沼開発事業の完成した昭和40年代中ごろであり、印旛沼集水域に人口が急増しはじめた時期でもあります。印旛沼の水環境は、沼を貯水池に改造した影響と集水域の都市化に伴う影響とが複雑に絡みあっています。

近年、水環境の保全に向けて、住民自らが自分たちでできることから始めようと活動する住民団体が、あちこちで立ち上がっています。印旛沼の水環境の保全は、そこに住む人の物質的精神的生活のすべてに関係しています。住民のこれらの保全行動は、印旛沼の水環境の保全に大きく貢献するでしょう。

印旛沼の水環境保全を成功させる鍵は、そこに住む人々が印旛沼とその集水域の自然的特性と歴史的な性格を踏まえ、地域の特性に適した水にやさしい生活をして、産官学民が一緒になってこの課題に取り組むことにあります。そのためには、まず印旛沼とその流域の特性をよく知ることであり、それに適した保全方法を身に付け、誇りをもって持続的に行動することです。

本書のねらいは、多くの人々に印旛沼とその集水域の特性をわかりやすく紹介し、人々がそれを踏まえて印旛沼の水環境改善行動を行うときの指針となることです。そのために、要点を本文に纏め、不足するところを参考、余話で補完するようにしました。急速に都市化する地域における水源地の水環境保全に関与するすべての方々の参考になれば幸いです。

《 目 次 》

まえがき～印旛沼とその流域の再生に向けて

印旛沼物語 はじめに

第 1 章 印旛沼の位置と生い立ち.....	1
1 印旛沼とその集水域の位置・水系.....	1
2 沼底に眠る印旛沼の履歴書.....	3
(1) 古印旛沼・古鬼怒湾の発見.....	3
(2) 印旛沼の誕生.....	6
[余話 1] 印旛沼が古鬼怒湾（香取海）から分離した時期.....	7
(3) 印旛沼の移り変わり.....	8
[参考 1] 印旛沼を造る原動力.....	8
第 2 章 印旛沼の遷移.....	10
1 湖沼の遷移.....	10
(1) 一般的な遷移.....	10
(2) 印旛沼の遷移.....	12
2 他の湖沼と比べる.....	12
第 3 章 印旛沼周辺の古代文化.....	14
1 有史以前.....	14
2 印旛沼周辺の四神社圏.....	15
3 龍角寺古墳群と龍角寺.....	16
[参考 2] 印旛沼の龍伝説.....	17
[余話 2] 印旛沼古代文化圏の広がり.....	19
第 4 章 印旛沼の洪水.....	20
1 洪水の頻度.....	20
2 ひどかった印旛沼の洪水.....	21
[余話 3] 洪水被害の実態.....	22
3 洪水がたびたび起こるわけ.....	23
(1) 内水と外水.....	23
(2) 利根川東遷と印旛沼の洪水.....	23
4 難しい印旛沼の洪水対策.....	25
5 洪水は現在も起きている.....	25
6 洪水にも三分の利.....	26
第 5 章 印旛沼の干拓開田.....	27
1 干拓開田のはじまり.....	27
2 江戸時代の印旛沼堀割工事.....	27
(1) 享保期の工事.....	27
(2) 天明期の工事.....	28
(3) 天保期の工事.....	28
(4) 現在の印旛放水路との関係.....	29
3 明治・大正・昭和の干拓開田.....	30

(1) 明治・大正期の治水干拓事業	30
(2) 中央開墾株式会社の設立	30
(3) 吉植農場の開設	30
(4) 干拓精神の継承と兼坂祐	31
第 6 章 印旛沼の生きものと人の生活	34
1 水草の移り変わり	34
2 モク採りと人の生活	35
[余話 4] モク採りの生活	36
3 魚の種類と漁業	37
(1) 魚の種類	37
[余話 5] 古老の見る印旛沼の魚	38
(2) 漁業	38
第 7 章 印旛沼を観る人々	40
1 江戸時代の印旛沼	40
2 明治以降の印旛沼	41
3 現在の印旛沼	43
[余話 6] 印旛沼の名称について	45
第 8 章 水を使う印旛沼	47
1 沼の使い方の移り変わり	47
2 印旛沼開発事業	47
3 水を管理する	49
(1) 印旛沼の形と施設	49
[参考 3] Y.P.と T.P.	50
(2) 水管理の様子と水位変動	51
4 水利用の現状	52
(1) 水利用と水収支	52
(2) 維持水位の意味	52
5 残された課題	53
(1) 水源地の保全	53
(2) 水質の保全	53
第 9 章 水源地下総台地の湧水と地形地質	54
1 水源を探す	54
2 下総台地の地形地質	56
(1) 下総台地の地質構造と地下水	56
(2) 下総台地の地形と湧水	57
[余話 7] 谷津とは	58
3 湧水の仕組み	59
(1) 雨水が湧水になるまで	59
(2) 湧水の形と涵養域	60
[参考 4] 印旛沼内の湧水	61

第 10 章 水源地における人の生活の移り変わり	63
1 古村の誕生と湧水	63
(1) 古村のはじまり	63
〔余話 8〕 谷津田を拓く	64
(2) 古村と湧水	64
〔余話 9〕 湧水の保全方法	65
2 古村の生活と文化	66
(1) 自給自足と物質循環	66
〔参考 5〕 古村の暮らし	68
(2) 湿地の文化	69
3 台地の移り変わり	70
(1) 焼畑の時代	70
(2) 牧場の時代	70
〔余話 10〕 牧場の話題二つ	71
(3) 畑作の時代	72
第 11 章 水源地の現状	74
1 人口・土地利用の現状	74
2 土地改変	75
(1) 宅地造成	75
(2) 残土等による谷津の埋め立て	76
3 水田の乾田化	77
4 水循環の移り変わり	78
〔参考 6〕 印旛沼周辺の気象	80
第 12 章 印旛沼とその流域の生物・生態	81
(中村俊彦著)	
1 印旛沼・流域の自然特性と景相区分	81
2 印旛沼・流域の景相	82
(1) 台地里山の景相	82
(2) 谷津里山の景相	83
(3) 里沼の景相	84
3 自立・循環の生態系	88
4 印旛沼・流域の生態系の課題と対応	90
第 13 章 汚れてきた印旛沼、水の汚れの表し方	92
1 水の汚れてきた様子	92
2 水の汚れとは その表し方	92
(1) 水の使い方と水質	92
(2) 汚れ程度の物差し	93
〔参考 7〕 水質の表示方法	93
(3) 水質の基準	95
〔参考 8〕 水質の環境基準	95
3 印旛沼の水質の移り変わり	97

4 全国湖沼の水質と比べる	98
(1) 湖沼水質の全国順位	98
(2) 集水域の特徴と湖沼の水質	98
第 14 章 印旛沼の水を汚すもの(1) —COD を中心として—	100
1 印旛沼の水を汚す道筋	100
2 水質汚濁物質の発生源の様子	100
(1) 発生源の種類	100
[参考 9] 生活排水処理方法とその推移	101
(2) 発生源別汚濁負荷量 (COD) の推移	102
3 河川の水質汚濁の様子	102
(1) 河川の水質汚濁 (BOD) 分布	102
(2) 河川水質の経年変化	103
4 発生源汚濁負荷量と河川の水質	104
5 河川の水質と印旛沼の水質	105
第 15 章 印旛沼の水を汚すもの(2) —窒素・リンを中心として—	106
1 全国湖沼における COD と窒素・リンとの関係	106
2 内部生産と植物プランクトンの動向	107
3 内部生産と窒素・リン	108
4 集水域の窒素・リン	110
(1) 窒素・リン発生源の様子	110
(2) 河川の窒素・リン汚濁状況	111
(3) 印旛沼に流入する窒素・リン	112
5 複雑な印旛沼の水質汚濁機構	112
第 16 章 陸域における窒素・リンの動向	114
1 台地から谷津低地に流れるまで	114
2 湧水の硝酸汚濁	114
3 谷津低地から印旛沼に流れ込むまで	115
[参考 10] 窒素の循環と化学	116
4 リンの動向	117
第 17 章 水・環境改善の取り組み	118
1 印旛沼水質保全計画	118
2 印旛沼流域水循環健全化会議 (略称 健全化会議)	120
(1) 健全化会議に至る経緯	120
(2) 健全化会議のあゆみ	120
(3) 水・環境改善対策の概要	122
(4) 具体的な対策の事例	122
3 水環境改善に向けて住民の取り組み	126
(1) 住民活動の内容	126
(2) 住民活動の現状と課題	126
おわりに	130

第1章 印旛沼の位置と生い立ち

1 印旛沼とその集水域の位置・水系

印旛沼は、東京都心から 40～50km ほどの千葉県北部にあり、印旛沼の水は、利根川に流れ出して銚子から海に注いでいます。印旛沼は、標高約 1.5m という低いところにある利根川水系の湖沼です。

関東平野の水系をみると、図 1-1のように平野中央部を南北に太平洋－東京湾分水界¹⁾²⁾が走り、水系を東西に2分しています。分水界の西部の水系は、利根川上中流・荒川などの河川が東京湾に注ぎ、東部の水系は、鬼怒川などが利根川下流低地を経て銚子から太平洋に、また直接太平洋に注ぐ多くの小河川があります。

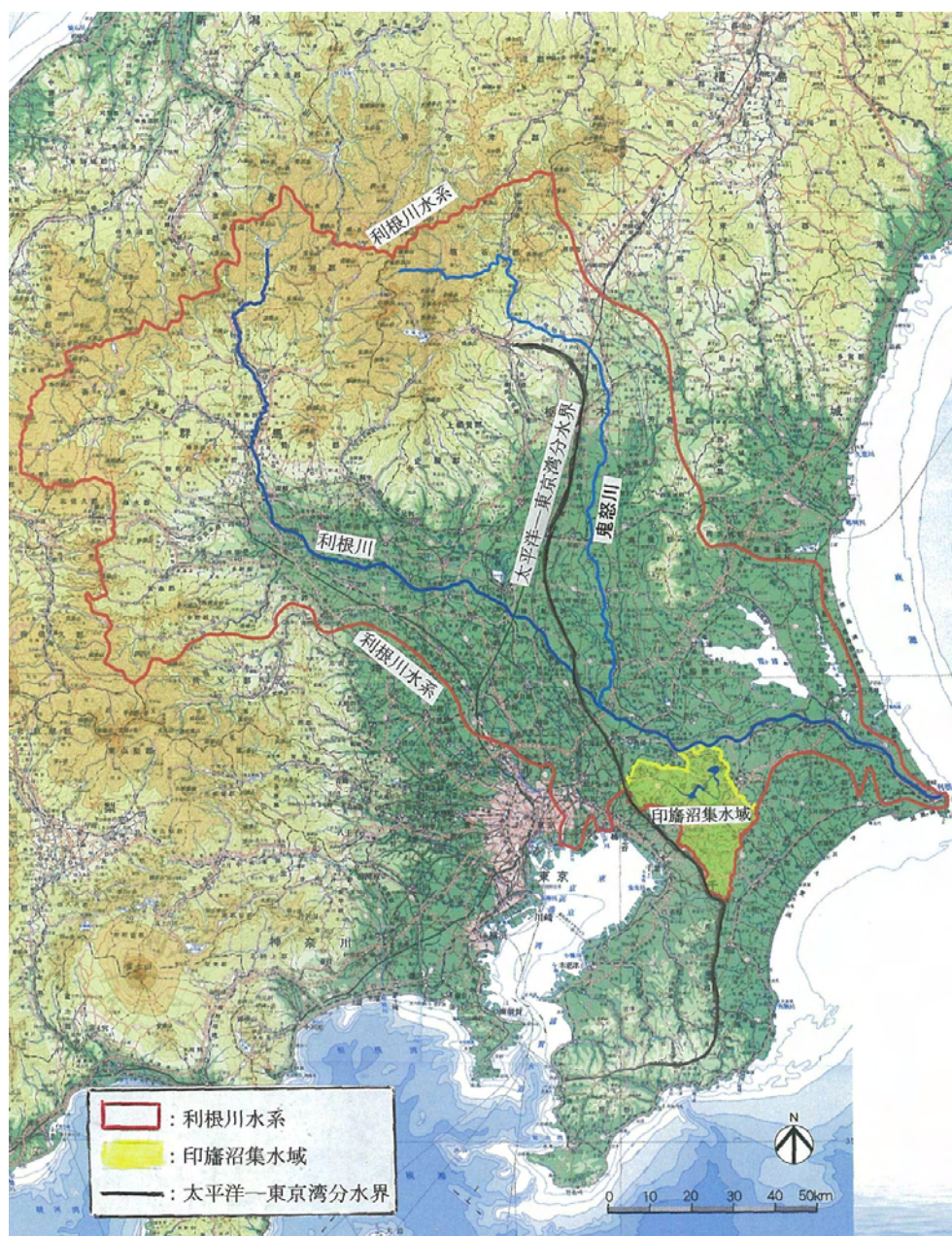


図 1-1 印旛沼の位置と水系

出典) 千葉県 (2008) : 印旛沼流域情報マップ (一部修正)

現在の利根川は、江戸時代の利根川東遷工事（第 4 章 3）によって、この分水界にあたる関宿、栗橋付近に赤堀川という人工の水路を掘って、利根川の流れを鬼怒川の支流 常陸川に導き、太平洋の方向に流すようにしたものです。印旛沼は、自然地形からみると鬼怒川の水系に属することになります。

印旛沼の流域は、殆ど標高 30～50m 程度、最も高いところでも 90m 程の平坦な下総台地にあり、東京から 25～50km 程度の東京通勤圏にあります。



図 1-2 印旛沼の流域

出典) 千葉県 (2012) : 印旛沼流域水循環健全化計画概要版

2 沼底に眠る印旛沼の履歴書

印旛沼は下総台地の窪地にできた水域であり、河川などから運ばれてきた土砂の堆積によって浅くなっていきました。堆積物は、古い堆積物の上に新しい堆積物が積み重なっていくので、沼底の堆積物は、印旛沼の辿ってきた経緯を記録した履歴書のように、その時代の出来事を今に伝えています。

(1) 古印旛沼・古鬼怒湾の発見³⁾

印旛沼の底に堆積している地層について、利根川から北印旛沼、酒々井町の台地にかけて（図 1-2参照）調べてみると、図 1-3のように、下総台地にできた窪地にいろいろの堆積物が積み重なっています。

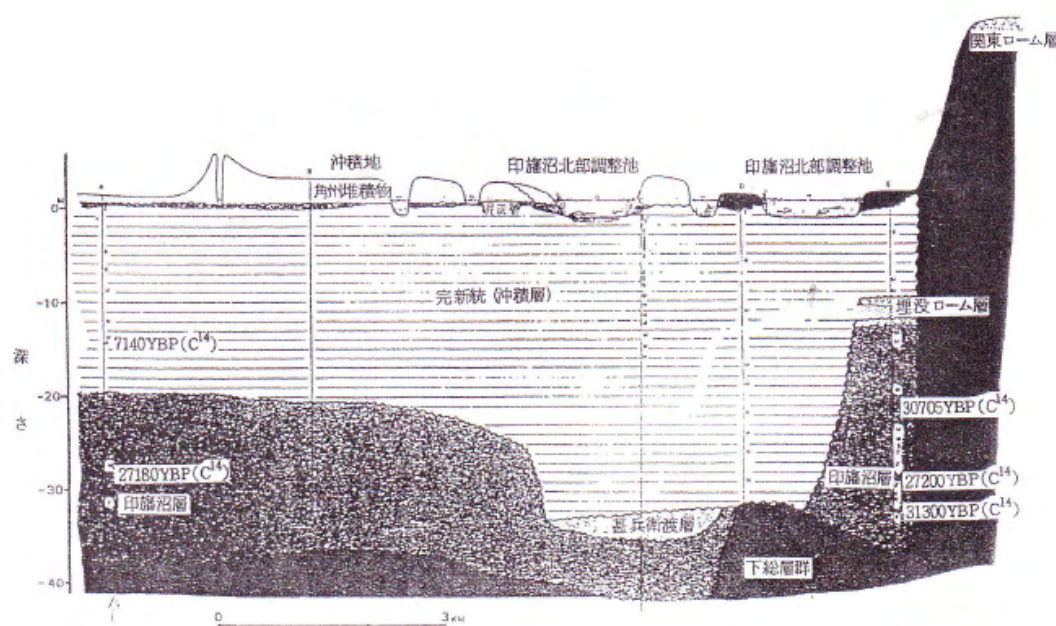


図 1-3 印旛沼（北沼）の地下地質断面図³⁾

窪地に堆積している最下部の地層（最も古い堆積物）は、印旛沼層という水中の堆積物です。この地層に含まれる有機物の放射性炭素（ C^{14} ）を分析したところ、印旛沼層は3万年前頃の堆積物でした。そして、印旛沼層は一部削られて、川の浸食跡とみられる浸食谷ができていました。このことは、印旛沼層の堆積した水域は、一旦干上がって川の流れるような陸地の時代を経たことになります。したがって、印旛沼層の堆積した水域は、その上位の完新統（沖積層）という地層が堆積する水域とは一旦切り離された、さらに古い時代にあった水域ということになります。印旛沼層の堆積した水域を、古印旛沼と呼んでいます。

古印旛沼が一旦干上がった後に堆積した完新統（沖積層）は、放射性炭素（ C^{14} ）の分析からみて、印旛沼層より数万年新しい地層であり、今から約1万年前にはじまる縄文時代から現代までの堆積物です。

沖積層に含まれる微化石の種類から土砂の堆積した水環境を判断すると、下位の部分は海水であり、上位に向かって塩分濃度の薄い汽水から淡水へと変化しています。しかも、海水であった内湾の時代の堆積物は、利根川下流低地を経て遠く霞ヶ浦まで続いています。

当時、この辺りに広大な内湾があったことになり、この内湾を古鬼怒湾と呼んでいます。

霞ヶ浦、利根川下流低地、印旛沼、手賀沼の周辺には、縄文時代の遺跡として有名な貝塚が分布しています。貝塚は当時の人々の捨てたゴミ溜めであり、そこにハマグリ、アサリ、ハイガイ、サルボウなどの海の貝殻が含まれ、その近くまで海だったことを示しています。縄文時代は温暖であり、海面が現在より約 2m 高く、縄文海進（[参考 1]）といわれる状態になっていました。

貝塚の分布を手掛かりに、当時の海岸線を辿てみると、図 1-4A のようになり⁴⁾、沖積層の広がりから推定した古鬼怒湾と丁度一致しています。縄文時代の印旛沼は、古鬼怒湾の入り江の一つであり、幅の狭い 深い海が細長く伸びた形であったことが分かります。

その後、古鬼怒湾は海進（[参考 1]）の後退や土砂の堆積によって次第に浅くなり、いくつかの湖沼を残しながら次第に陸化していきました。印旛沼は古鬼怒湾跡に残された水域の一つであり、霞ヶ浦・手賀沼などは、印旛沼と成因を同じくする姉妹湖沼です。

ちなみに、その頃、東京湾から埼玉県東部に向かう低地も内湾であり、これを古奥東京湾と呼んでいます（図 1-4A）。江戸時代以前の利根川は、古奥東京湾跡の低地を流れて東京湾に流入していました。古奥東京湾跡にもいくつかの湖沼がありましたが、現在は殆ど干拓されて水田などとなっています。

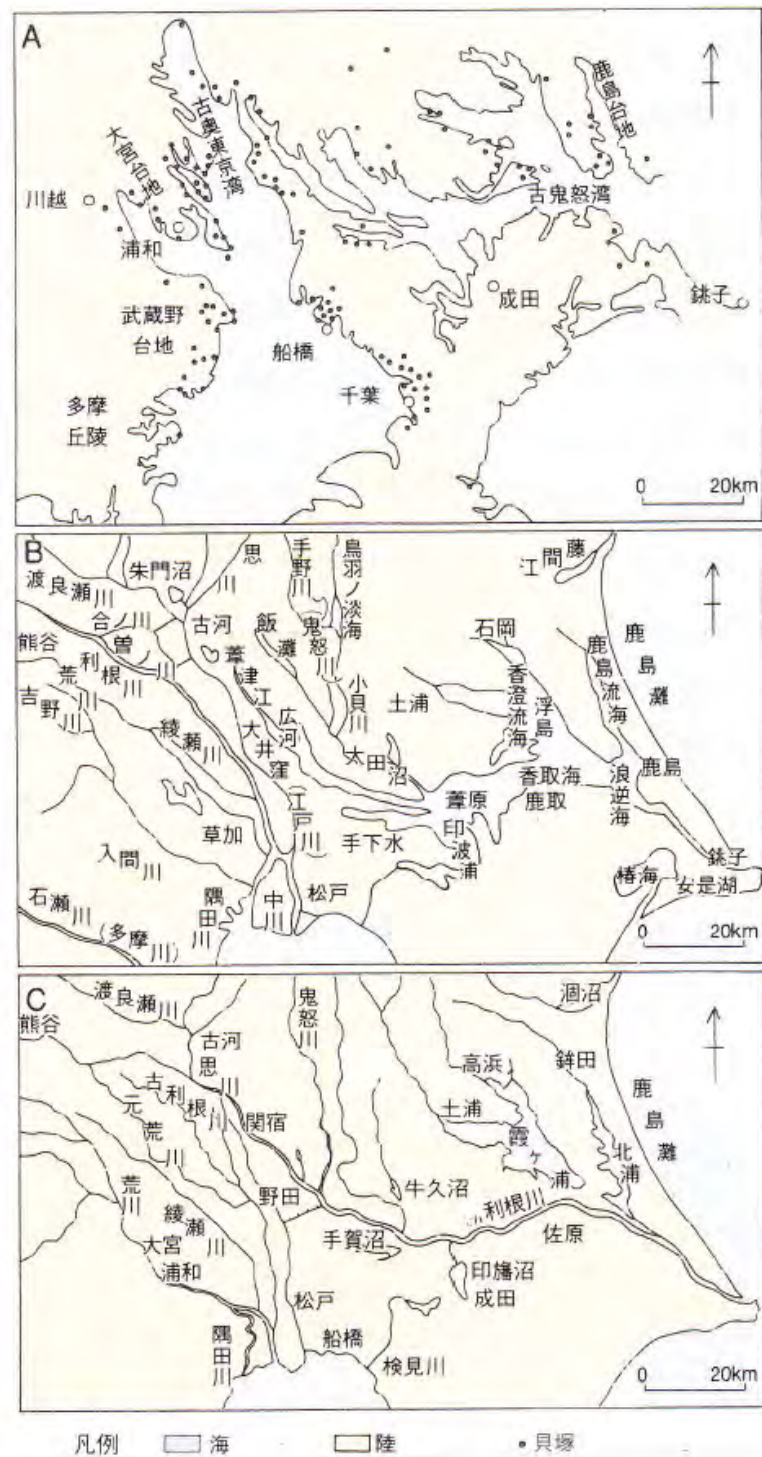


図 1-4 利根川隣接水域の変遷⁴⁾

(A:遠藤ほか (1983)、佐島 (1980) を改変、B・C:佐島)

- A : 関東平野における縄文海進期（現在より約 6000 年前）の海陸の分布と貝塚の分布。
現在の利根川流路の大部分が海となっていた。
- B : 現在からおよそ 1000 年前の利根川の流路
- C : 現在の利根川の流路

(2) 印旛沼の誕生

現在の印旛沼という水域は縄文時代の古鬼怒湾にはじまり、沼底には厚さ約 20m、深いところでは 30m 以上の沖積層が堆積しています。

沼底の沖積層は、まず印旛沼層にできた浸食谷を埋め、古鬼怒湾の時代から現在の印旛沼になるまでの歴史を刻みながら堆積を続けています。沖積層のうち、現代に近い時代に当たる沼底から深さ約 10m までの浅い堆積物を拡大してみると、図 1-5 のようになっています。まず、内湾であった海水時代の堆積物は、約 7～8m より深いところにあります。その上部に、淡水の影響を受けた河口域とみられる堆積物があり、汽水という海水混じりの水域の堆積物を経て、次第に淡水の堆積物へと移行していきます。深さ 3m 辺りに鬼怒川上流から運ばれてきた土砂の堆積物が三角州のようになって堆積しています。それより上部の堆積物は、江戸時代の洪水堆積物とみられる層を経て、昭和 40 年前後の印旛沼開発事業（第 8 章 2）によって攪乱された土砂の堆積物になり、現在の印旛沼の水底となっています。

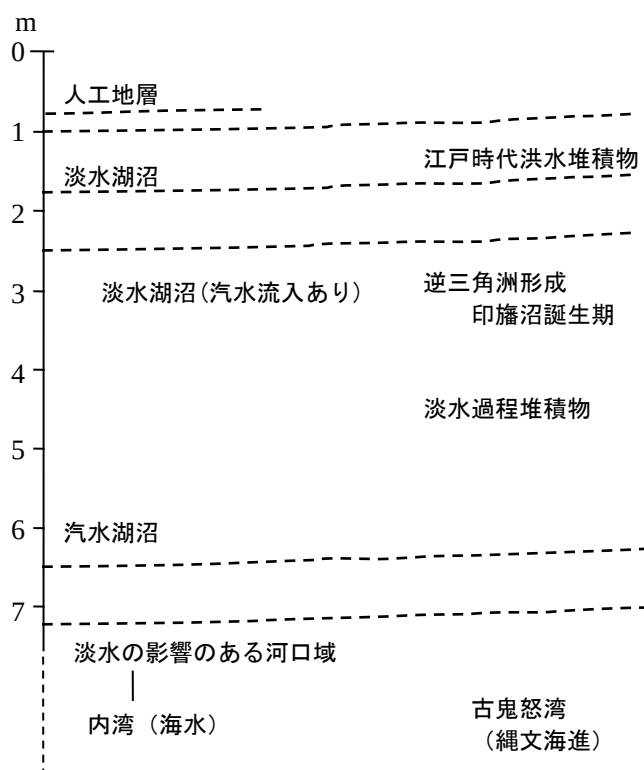


図 1-5 沼底の堆積物に刻まれた印旛沼の推移 ⁵⁾

この印旛沼北部にできた三角州は、図 1-6 のように、印旛沼から利根川に流れ出る平常時の水の流れと逆の方向、つまり下流の利根川から印旛沼の方向に発達しているため、逆三角州と呼ばれています。印旛沼は、鬼怒川・利根川の増水時に水が逆流して流れ込む遊水地の性格を持っていることが分かります。そして、増水時に鬼怒川・利根川の上流から運ばれてきた土砂によって逆三角州が形成され、入江の入り口が塞がれて、印旛沼が古鬼怒湾から分離したことを示しています。印旛沼は、この時点で一つの独立した湖沼として誕生したとみられます。このことから、印旛沼は、海跡湖とも堰止湖ともいわれています。

古鬼怒湾から印旛沼を分離させた逆三角州は、鬼怒川や利根川の増水するたびに運ばれてきた土砂の堆積によって長い時間をかけて形成されたものです。したがって印旛沼の分離独立は長期間にわたって行われたもので、これを「何時の時代」と特定することは難しいでしょう。あえて言うならば、古墳時代には海洋族の宗像氏が旧印旛村を拠点としていたこと、平安時代末期の源平合戦のときに暗躍した金売り吉次がこの近くで暗殺され、氏の墓⁷⁾のあった場所が印旛沼の逆三角州に当たっていることなどから、大雑把に千年から千数百年前あたり、とみてよいのではないのでしょうか([余話 1]参照)。



図 1-6 印旛沼の逆三角州発達状況（昭和 40 年頃）

〔余話 1〕 印旛沼が古鬼怒湾（香取海）から分離した時期

古墳時代（5～6 世紀）に、大和の文化文明が海洋族の宗像氏の力を借りて利根川下流（香取海）からこの地に到来して広がりました（〔余話 2〕）。宗像氏は印旛沼の北部に当たる旧印旛村（現印西市）を拠点としていたことから、印旛沼はまだ古鬼怒湾（香取海）とつながった水域であったと思われます⁹⁾。

また奈良時代（8 世紀）の万葉集に、印波郡（イニハノコオリ）出身の丈部直大麻という防人が故郷をしのぶ歌に「潮船の舳越（へこ）そ白波にはしくも負せ給ほか思はへなくに」という歌があります。防人の故郷は、舳先に白波を立てて航行するような大きな水域であったろうと思われます。故郷の印波郡は「おそらく千葉県印旛村（現印西市）辺りであろう」ということが諸説の指すところといます。したがって、印旛沼は、奈良時代（8 世紀）には古鬼怒湾（香取海）から分離独立していたかどうか、独立していなかった可能性があるとされます。

その後、平安時代末期（12 世紀）の源平合戦のときに暗躍した金売り吉次兄弟が萩原村の荒神左近という強盗に襲われて暗殺され、その地に村人が墳墓を造りました。氏の墓⁷⁾は、旧本埜村（現印西市）埜原新田にあり、印旛沼の逆三角州の位置に当たっています。平安時代末期（12 世紀）には、墳墓を造れるほどに逆三角州が発達し、印旛沼として古鬼怒湾から分離していたことになります。

したがって、湖沼として印旛沼が独立した時期は「何時」と明言できませんが、大雑把に千年から千数百年前あたりと、みてよいのではないのでしょうか。

(3) 印旛沼の移り変わり

印旛沼の底に眠る地層から、印旛沼の辿ってきた経緯が分かってきました。それをまとめると、図 1-7 のようになります⁵⁾。まず、下総台地 (A) に窪地 (B) ができます。この窪地は、古東京湾 (第 9 章) が隆起して関東平野になる頃の低地であり、海退 ([参考 1]) 時に浸食を受けたものです。

その低地に海進によって海水が浸入し、古印旛沼が生まれて印旛沼層を堆積 (C) します。古印旛沼は、内湾から淡水の湖沼となり、海退によって一旦干上がります。そこに富士箱根の山々から飛んできた火山灰が埋没火山灰層というローム層 (D) になって積もります。その後、陸地 (E) は河川の浸食を受け

ることになります。再び 1 万年前頃に始まる縄文海進の時代に、海水が浸入して古鬼怒湾という内湾 (F) になります。古鬼怒湾は、上流から土砂が流れ込んで沖積層を堆積して浅くなり、同時に海進が収まって海水は次第に淡水になり、水域は陸化する方向に変化していきます。古鬼怒湾の入江の状態にあった印旛沼は、流出口を逆三角州の形成によって塞がれ、古鬼怒湾から分離して一個の湖沼となっていきます。現在の印旛沼は、さらに浅くなり、間もなく陸地になろうとしたところで、利水・治水を目的とする印旛沼開発事業 (第 8 章 2) によって、人工的に堰を造って貯水池としたものです。

結論として、独立した湖沼として印旛沼の誕生した時期は、大雑把に千年～千数百年前あたりであり、その水域の前身である古鬼怒湾からみても約 1 万年前です。さらに遡って先代の古印旛沼のできた窪地から数えてもおおよそ数万年前であり、その前は、沼の痕跡すらありません。印旛沼は、地質的に見ればごく最近に誕生した泡のようなもので、生まれて間もないにもかかわらず、既に浅くなり間もなく陸地になろうとする老齢化した湖沼であったのです。

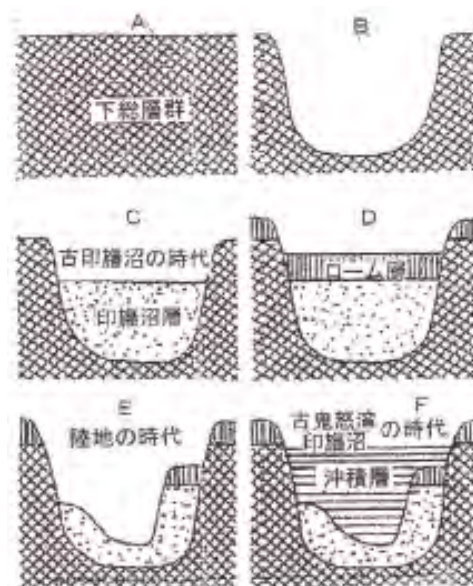


図 1-7 印旛沼の生成過程

[参考 1] 印旛沼を造る原動力

印旛沼の誕生を振り返ってみると、水域の時代、陸地の時代を繰り返しています。その変遷する原動力は、四つあります。それは、隆起と沈降、海進と海退、土砂等の堆積、人為作用です。

[隆起と沈降]

関東平野は、数十万年前にあった古東京湾が隆起してできたものです。隆起する速さは一様でなく、場所によって違います。古鬼怒湾・古奥東京湾は、相対的に隆起の遅れた低地に相当し、下総台地・大宮台地などは隆起量の大きいところに当たります。

[海進と海退]

古東京湾やその後の古印旛沼・古鬼怒湾から印旛沼の誕生する時代は、地球規模で起こる気候変動による温暖な時期 (間氷期)・寒冷な時期 (氷期) に伴う海進・海退の影響を受

けています。地球が温暖化すると極地陸域の氷が解けて海水量が増加して海面が上昇（海進）し、寒冷化すると海水の蒸発・降雪などによって極地陸域の氷が増加して海水量が減少し、海面が低下（海退）します。海進は比較的急激に起こり、海退は、海水の蒸発に時間がかかるために緩やかに起こります。

印旛沼層は、間氷期の海進の時代に出現した古印旛沼に堆積した地層であり、印旛沼層が浸食を受けた時代は、1 万数千年前の最終氷期に起こった海退の時代に当たります。この時期の海面高は、現在より 80~100m も低かったと考えられています。続いて温暖な縄文時代を迎え、縄文海進によって海面が現在より 2m ほど上昇し、古鬼怒湾が出現しました。現在は、縄文海進が後退した状態に相当します。

〔土砂等の堆積・浸食〕

印旛沼は、鹿島川などの流入河川によって運ばれてくる土砂ばかりでなく、下流に当たる鬼怒川などの上流から運ばれてくる土砂の堆積によって浅くなり、陸化が進んでいきます。

江戸時代になると、利根川は、利根川東遷工事によって東京湾に流れていた川筋を、鬼怒川下流を経て銚子へ流すように変更されました。そのために、現在の利根川下流域は、群馬県を上流とする利根川と栃木県を上流とする鬼怒川の両方から運ばれてくる土砂の堆積によって、それ以前よりも一層の土砂の堆積、陸化が進む結果となっています。

印旛沼層が浸食を受けて谷のできた時代は、印旛沼層上部を覆う埋没ローム層という火山灰層を同時に浸食していることから、火山灰の降灰した後ということになり、下総台地の谷津という浸食谷と同年代にできたものと考えられます（第 9 章 2）。

〔人為的作用〕

その後、昭和 40 年代に行われた印旛沼開発事業（第 8 章 2）によって、印旛沼は、流出口に堰を造って水を堰き止めて人工的な貯水池になりました。その結果、沼の水深は自然の状態より約 1m 深くなり、陸化は人為的に停められた状態になっています。それでも印旛沼の立地条件として備わった自然の力は、ずっと続いて働いています。これからの印旛沼は、自然的・人為的な作用が重なっていることを踏まえて、管理していくことになります。

文献

- 1) 千葉県（1996）：千葉県の自然誌、本編 1、湖沼・河川
- 2) 楡井久、鈴木篤（2000）：利根川下流低地の流域環境問題、印旛沼環境情報 No.41、（財）印旛沼環境基金
- 3) 楠田隆（1994）：印旛沼の成因と性格、印旛沼 自然と文化 No.1
- 4) 千葉県（1997）：千葉県の自然誌、本編 2、千葉県の大地
- 5) （財）印旛沼環境基金（2002）：大いなる印旛沼—過去・現在・未来—
- 6) 山村栄三郎（1991）：万葉の道（房総編）、東京学芸館
- 7) 赤松宗旦（1938）：利根川図誌、岩波文庫

第2章 印旛沼の遷移

湖沼は誕生してから次第に浅くなり、陸化する方向に遷移します。印旛沼もまた陸化の方向に遷移しています。湖沼の一般的な遷移と、印旛沼の遷移とを比べてみましょう。

1 湖沼の遷移

(1) 一般的な遷移

古典的名著の吉村信吉著 湖沼学¹⁾によると、図 2-1を示して「湖沼は年齢を重ねて、青年期—壮年期—老年期—沼—沼沢の順に遷移する」とあります。青年期とは、湖盆の原型がそのまま残っている時代であり、続いて湖岸に湖棚が形成され、流入河川の河口前面に三角州が造られ、湖底に泥土が沈積して平坦化（湖底平原）する程度によって壮年期、老年期へと移行していきます。また、同じ著書に、湖とは5~10mより深いもの、沼とは1~5m位、沼沢とはそれよりさらに水深の浅いものとあります。湖沼の形態は、このように陸地になる方向に順次変化し、それに付随して植物相が変わっていく様子が書かれています。

湖沼の遷移をもたらす物質的な原因は、湖沼に流入する土砂のような水に溶けていない物質（不溶物質）の沈殿堆積によるものと、溶けている物質（溶解物質）によるものの二つがあります。溶解物質の中には窒素・リンのような植物の栄養塩類が含まれているので、植物プランクトンなどの植物はそれを吸収して増殖し、生物の遺骸は土砂などの不溶物質と一緒に湖底に堆積し、湖沼を浅くしていきます。生物遺骸の一部は腐敗・分解すると再び溶解性の窒素・リンなどを放出します。河川から流入した栄養塩類は植物プランクトンなどの生物に吸収された分だけ湖沼内に留まりやすくなり、湖沼内の栄養塩類は増加します。この湖水の富栄養化現象によって、湖水は貧栄養の状態から富栄養の状態に移行し、ますます植物の増殖を助長し、それが動物の餌となって湖沼全体の生物活性を高めます。こうして図 2-2のように、生物の存在は、湖沼の遷移に大きな影響を与えていきます²⁾。

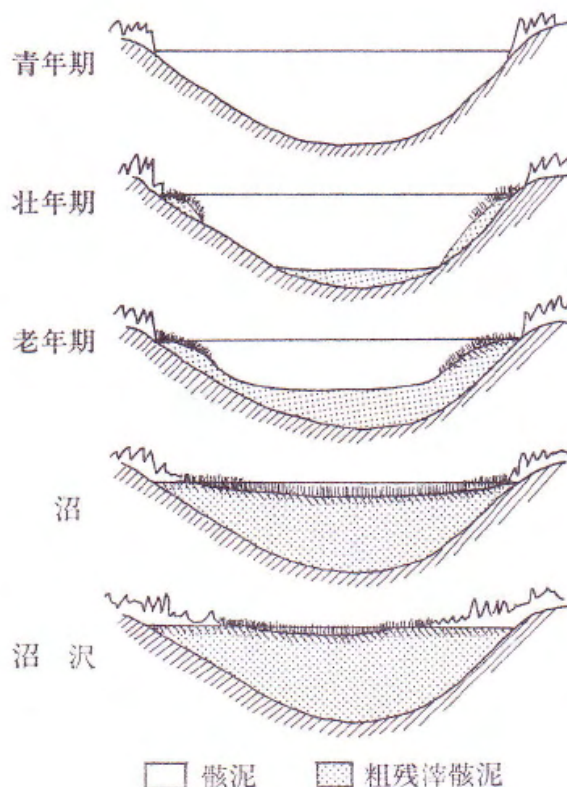


図 2-1 湖沼の遷移¹⁾

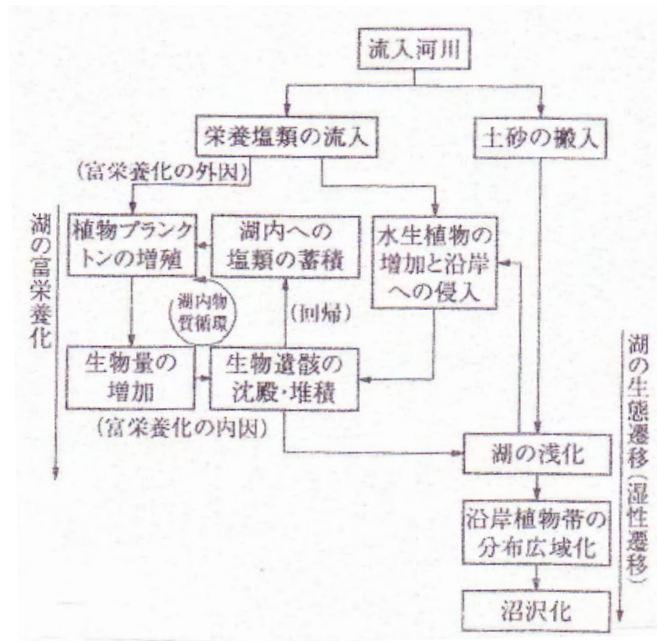


図 2-2 湖沼の遷移と富栄養化の過程²⁾

深い湖沼における生物は、水中に浮遊するプランクトンを主体とする沖合生態系を作っていますが、湖岸に湖棚の浅いところができると、そこに水生植物群集が現れます。図 2-3 のように²⁾、沿岸の湿地には湿地植物が、水深の浅いところには、ヨシ・マコモなどの抽水植物が生育し、少し水深を増すにつれてアサザ、ヒシなどの浮葉植物が、その沖合にホザキノフサモ、マツモなどの沈水植物が続いて繁茂するようになります。水深が深くて植物の成長に必要な光が届かなくなると、水生植物は光合成ができないために生育できなくなります。その深さは、水の透明度のおよそ 2~3 倍といわれています。

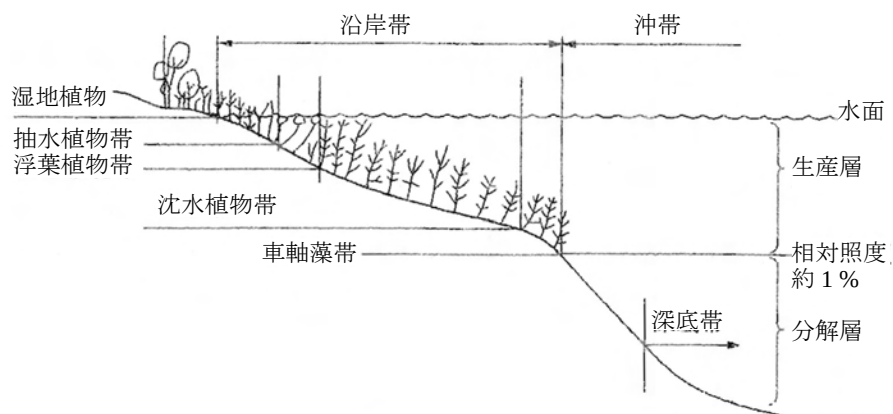


図 2-3 湖沼の地形と生態区分²⁾

湖沼の水深が浅くなるにつれて、水生植物群集は次第に沖の方に広がり、やがて湖沼全体が水生植物群集に覆われるようになり、沼から湿地へと変わり、ついに草原から森林へと変化していきます。

このように湖沼は、齢を重ねるにしたがって生物活性が高まって全体の生物量は多くなります。そして生物生態系は、沖合生態系から沿岸生態系へ、プランクトン主体の系から付着藻類—水生植物主体の系へと移行していきます。プランクトンや水生植物が増えると、

これを餌とする魚類などの動物が増え、鳥類が寄ってきます。全体として複雑で豊かな生物生態系を形成することになります。

この自然の遷移過程で、湖沼の水が急に濁ってくる（透明度が減る）ことは殆どありません。水草の仲間は、水中の光を遮断したり、植物プランクトンの発生を抑制するアレロパシー物質を発生させてアオコの異常発生を抑えたりしています。そして植物プランクトンは食物連鎖の中に組み込まれ、生物生態系の中で動的平衡関係を保ってアオコのような一種類の生物だけが突出して増えることは殆どありません。

(2) 印旛沼の遷移

一般的な湖沼の遷移を、印旛沼に当てはめてみましょう。

印旛沼は、第 1 章で述べたように、およそ 3 万年前に古印旛沼という水域が誕生し、一旦干上がってから 1 万年前頃に古鬼怒湾という内湾が再び出現して現在の印旛沼に至っています。したがって、印旛沼の湖沼としての遷移は、古鬼怒湾から始まっていると考えてよいでしょう。また、印旛沼開発事業工事（第 8 章 2）前の昭和 40 年頃に調査した経験によると、印旛沼は水域の中にヨシ原が点在する状態であり、水陸両用車でなければ定点まで行けない状態でした。その頃の印旛沼の遷移の程度は、沼または沼沢に当たると考えられます。したがって、印旛沼の遷移は、古鬼怒湾の時代からおよそ 1 万年の間に、青年期から沼沢までの時期を過ごしたことになります。

現在の印旛沼は、アオコの異常発生に悩んでいます。これは、自然状態では考えられない程の急激な汚水流入や人為的な水深の急変など、何らかの原因によって湖沼の生物生態系が乱れ、植物プランクトンの急激な増殖を抑えられなくなったためと考えられます。印旛沼開発事業の始まる昭和 30 年代以前の印旛沼は、富栄養化、陸化寸前の湖沼であつてもモク採り(第 6 章 2)を行うほど沢山の水草に覆われ、漁師は沼底の貝や魚を目視で獲ったり(第 6 章 3)、沼の水をそのまま飲んだりしていたと言っている程、水は透き通っていました。

2 他の湖沼と比べる

利根川下流域には古鬼怒湾から出発した湖沼が沢山あります。これらの湖沼は、水域として誕生した時期はほぼ同時であっても、大きな湖沼ほど遷移の進むのに時間がかかります。最も大きな霞ヶ浦はまだ 7m もの水深を保ち、陸化するまでにかなりの寿命を残しています。昭和 40 年頃の印旛沼は、水域の中にヨシ原が点在する状態でしたが、印旛沼より少し小さい手賀沼は、沼の中までヨシ原が生い茂って水路のような水域が残る状態でした。明らかに印旛沼より手賀沼の方が遷移の進んだ状態でした。成田市の根本名川下流にあったさらに小さい長沼は、昭和 10 年代に干拓されて水田になり、「長沼」という地名だけを残して陸地になっています。

これらの湖沼の遷移は、いずれも 1 万年程度の短い期間内の出来事であり、一般的な湖沼の寿命からみれば極めて短く、珍しいことです。

湖沼の代表ともいえる琵琶湖は、約 150 万年前に現在の地に水域となり、20~30 万年前頃に現在の形態になっています。そして水深は 100m を超すところがあり、今なお沈降を続ける壮年期の湖沼³⁾です。琵琶湖から見れば、数万年しかない日本列島の人の歴史はほ

んの一瞬であり、人から見れば琵琶湖は何時の時代でも不変不動のもの、悠久の湖沼と見えるでしょう。これに対して印旛沼は、誕生から沼沢までの遷移過程と人の歴史時代とが丁度重なっています。

年代	200 年前	2,000 年前	10,000 年前	3 ～ 70,000 年前
地質時代区分	第四紀			
	沖積世		洪積世	
歴史時代区分	現代～弥生時代	縄文時代	旧石器時代	人の歴史以前
地層名	沖積層		印旛沼層	下総層群
堆積環境 の変遷	印旛沼	古鬼怒湾	古印旛沼	古東京湾
	湖沼	内湾	湖沼～内湾	内湾

図 2-4 印旛沼における地層の堆積と人の歴史³⁾
(市原原図に一部修正加筆)

	-1 万	0	400	800	1, 200	1, 600	2, 000 (年) (西暦)			
歴史区分	縄文	弥生	大和	奈良	平安	鎌倉	室町	江戸	明 昭	平成
水域名	古鬼怒湾	(香取海)			印旛沼 (?)			印旛沼		
湖沼遷移	～壮	～老			～沼			～沼沢	貯水池	
備考					逆三角洲形成			人工堰止め		

図 2-5 日本の歴史と印旛沼の遷移

図 2-4は、古東京湾・古印旛沼から現在の印旛沼までの地質時代区分と人の歴史時代区分とを重ねた図です。図 2-5は、印旛沼が水域として始まった縄文時代以降における人の歴史区分とおよその印旛沼の遷移状況を重ねた図です。このように人は激変する印旛沼の遷移を目の当たりにし、その時代の印旛沼を体験し、活用しながら歴史を綴ってきました。印旛沼は、まさに人と共に歩んできた人懐こい湖沼です。

文献

- 1) 吉村信吉 (1937) : 湖沼学、三省堂
- 2) 沖外輝夫 (2002) : 湖沼の生態学、共立出版社
- 3) 市原実 (1985) : 印旛沼の生い立ち、印旛沼白書 (昭和 60 年版)、印旛沼シンポジウム

第3章 印旛沼周辺の古代文化

印旛沼は、約3万年前の古印旛沼から出発し、一旦干上がった後、約1万年前頃から古鬼怒湾として再び水域となり、次第に浅くなって現在は陸化寸前のところまで遷移が進んでいます。人間は古印旛沼時代頃にはじめてこの地に現れ、激変する印旛沼とともに歴史を刻んできました。まず、有史以前から大和時代までの古い時代における人の営みからみることにしましょう。

1 有史以前

印旛地方における旧石器時代の遺跡は、2～3万年前の立川ローム層¹⁾(台地の表面を覆う関東ローム層という火山灰層のうちで最も新しい層)から発見²⁾されています。印旛地方に人の住みついたのは、古印旛沼の時代頃にあたります。

旧石器時代の遺跡²⁾は、谷津上流の小河川沿いの台地縁辺部に当たる「張出地形」のところに多く立地しています。人々にとって、近くに飲み水があり、見晴らしがよくて狩猟採取に便利で、比較的乾いた住みやすいところであったのでしょう。張出地形のところは、縄文時代の住居跡や近世の古城跡も多くみられ、人々が好んで住んでいたところです。旧石器時代は、古印旛沼の時代から水域の干上がった時代に当たり、現在の印旛沼との関係は見当たりません。

続いて温暖な縄文時代になると、古鬼怒湾という内湾が出現します。縄文時代の人々は、印旛沼を中心に河川交通によって周辺地域とかかわりを持って生活をしていた模様³⁾です。遺跡の密度は千葉県内でも高い地域ですが、当時の印旛沼は浅瀬が少なく、東京湾岸のような多量の食料資源を得る魅力は小さかったようです。縄文時代後期になると、印旛沼周辺の遺跡は増えていますが、流入河川を少し遡ると、東京湾から海産物を運んできた形跡が見られます。人々は、果実などの植物性食料の採取や、魚介類の他、イノシシ、ニホンシカなどの狩猟活動を行って食料を得ていた模様⁴⁾です。

印旛沼周辺には特殊遺物が数多く出土し、いくつかの集落が集まって共同生産 共同交易 共同祭祀などを行って地域特有の社会を形成していたことを彷彿とさせるものがあります。例えば、縄文時代後期の吉見台遺跡では、この集落だけでは考えられないような石棒 石剣などの石製品や「異形付土器」などの特殊遺物が発見され、「土器塚」を築くほどの大量の土器が出土⁵⁾しています。複数の集落が集まって行事を行っていたのかもしれません。

温暖な時期が過ぎて B.C.400 年頃に、稲作をもった弥生時代が始まります。この頃の遺跡は低地になく、台地上に分布しています。低地は、まだ人の住むには不安定なところであったようです。

弥生時代といえば、稲作によって富を得た一方で人同士の争いが激しくなり、集落を環濠で囲って外敵から守って生活をしていたというイメージがありますが、印旛地方では環濠のない集落もあり、戦いのあった証となる出土品は発見されていません。人々は、平穏に暮らしていたのでしょう。

当時の暮らし方の一例として臼井南遺跡を見ると、谷津の稲作をベースとして畑作などの農業を行っていたと思われます。当時の生業形態は谷津田の稲作に大部分を依存するのではなく、この地域特有の生活文化⁶⁾、多分縄文時代の形態を一部残した生活をしていたと思われます。

2 印旛沼周辺の四神社圏⁷⁾

古墳時代（4～7世紀頃）になると、千葉県北部地域の中核と思われる立派な遺跡が数多く見られるようになります。その一例は図 3-1のように、麻賀多神社（18 社）、埴生神社（3 社）、宗像神社（13 社）、鳥見神社（18 社）、の四つの神社が、印旛沼をとり巻くようにして互いに混じることなく独立した神社圏を作って分布していることです。小倉⁷⁾は、この四神社圏は、古代氏族の勢力圏を示すといっています。

このうち、麻賀多神社 18 社は、成田市台方に本社があり、それに程近い同市船形に奥宮があつて、ここに大きな前方後円墳があります。麻賀多神社は、全国的にみてもここ以外に見当たりません。また、祭神は初代印旛^{くにのみやつこ} 国造^{いつこりのみこと} の伊都許利尊^{いづりのみこと} に関係のある神々です。そんなことから、この神社圏は、印旛国造に任命されたこの地方の豪族の勢力圏と思われます。

埴生神社 3 社の分布する地域は、昔、埴生郡と言われていた地域にあたり、土を司る神の埴山姫命を祀り、ご神体は土師器^{はじのうつわ}です。この地域内から勾玉などを作る工房跡も出土しています。多分、この神社圏は、土器や埴輪・勾玉などを作る技術者集団の居住する地域だったろうと思われます。

宗像神社 13 社は、福岡県宗像市の宗像神社から勧請した神社とされ、いずれも印旛沼北岸の台地南側にあり、沼または沼に注ぐ小河川沿いに鎮座しています。宗像氏は、航海術にたけた氏族ですので、入り江のような当時の印旛沼の風景に魅せられて、ここに港を造って居を構えたような連想が生まれます。

鳥見神社 18 社は、印旛沼の北、利根川に近いところに分布し、本社・分社の区別はありません。いずれも古代の大和国城上郡の鳥見山にある鳥見大明神（現在の奈良県桜井市にある等弥神社）を勧請したとされ、祭神は物部氏の祖^{にぎはやひのみこと} 饒速日命^{にぎはやひのみこと} らであり、この地域は大和の大豪族物部氏の支配地と思われます。

このような神社圏の分布をみると、物部氏という大和の大豪族とモノ作りの技術者集団が、宗像一族の力を借りて印旛のこの地に来て西国の文化文明を伝え、地元の豪族と共に一大文化圏を築いたというシナリオが描けそうです。宗像氏の渡航技術を借りて豪族たちが移動することは、大陸から日本に人や稲作などの新技術が伝わるときや、九州・近畿を移動するときなどにもたびたび見られます。

小倉⁷⁾は、6 世紀の初めころに、物部の小事大連という人物が下総の国に匝瑳郡を建てることを認められた（続日本記）とあるので、物部の小事の子孫またはその一族が、匝瑳から太平洋を経て利根川をさかのぼって印旛沼に進出し、新居住地に祖神を祀る鳥見神社を建てたのであろう、と推察しています。

なお、銚子沖の海は黒潮と親潮のぶつかる場所です。当時の航海技術では、太平洋から利根川に船で入ることはかなり難しい、とする説があります。

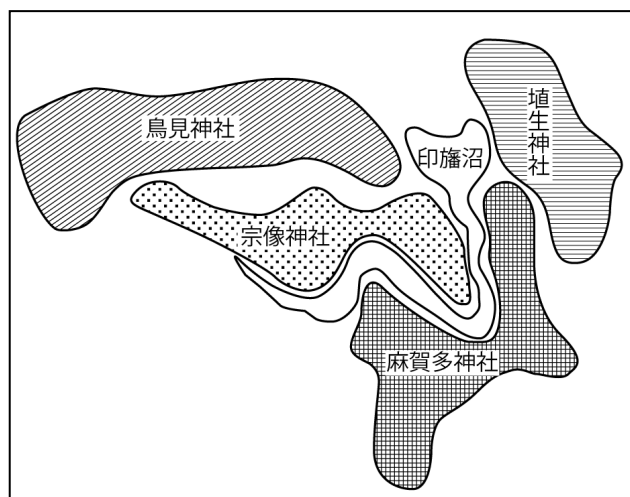


図 3-1 印旛沼周辺の神社分布図⁷⁾

3 龍角寺古墳群と龍角寺

もう一つ印旛沼周辺の古代文化を象徴する遺跡として、印旛沼東～北岸の台地に6世紀後半から7世紀にかけて造られた数々の大型古墳や遺跡があります⁸⁾。中でも龍角寺古墳群と龍角寺は注目されます。

龍角寺古墳群は、図3-2のように、大小120基を超す大規模な古墳群⁵⁾であり、地方の有力者が台頭して地域全体が繁栄していたことを物語っています。その中に、1辺約80mもある巨大な方墳 岩屋古墳があります。この古墳は、方墳として奈良 槇山古墳に次ぐ日本で2番目の大きさを誇るほどです。大和からみれば、こんな僻地に突如として大方墳の築造されたこと自体、大きな謎とされています。

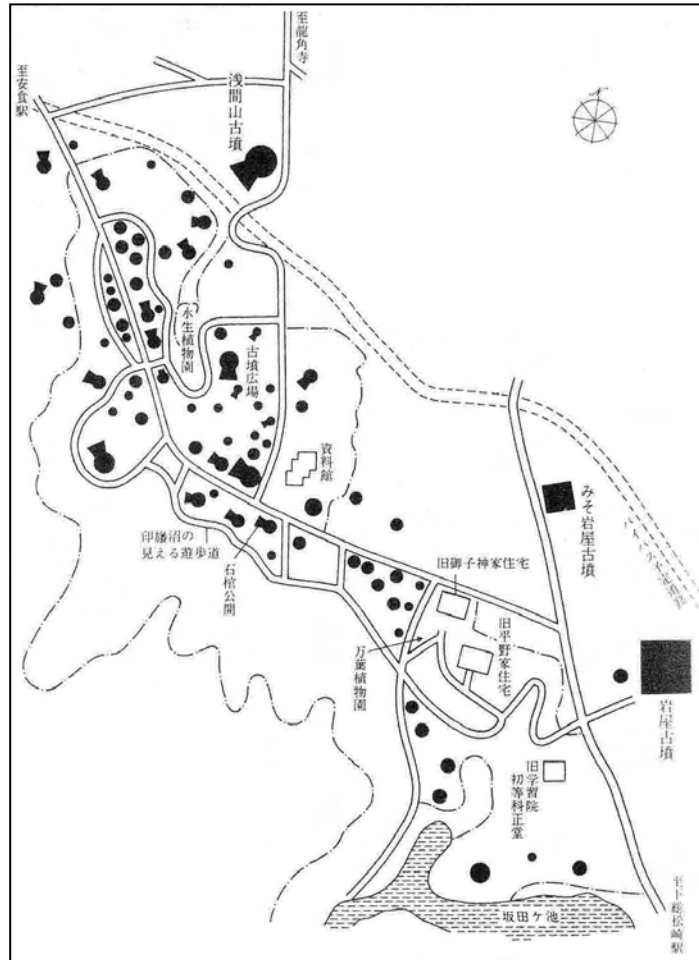


図 3-2 龍角寺古墳群⁵⁾

岩屋古墳の築造は古墳時代末期の7世紀後半と推定され、その近くにほぼ同時代に建立された龍角寺があります。龍角寺と龍角寺古墳群は白鳳道と呼ばれる直線の道で結ばれています。

龍角寺は、和銅2(709)年、龍女が現れて金像薬師を奉じて建立された寺⁹⁾と伝えられ、関東で最も古い白鳳期(7世紀後半)の薬師如来像(国宝)が、仮堂に安置されています。龍角寺は、仏教が日本に伝来した初期の様式をもって建立された著名な寺院であり、当時の大きな仁王門や、講堂跡・三重塔の礎石が残されています。当時のこの地域における精神的物質的文化の高さを物語っています。

その頃、日本の政治の中心であった大和では、古墳築造の役割を仏教寺院の建立に移行させていました。印旛沼周辺にあっても、大和の新しい動向にいち早く対応して、岩屋古墳の造営から龍角寺建立へと切り換えたのでしょう⁵⁾。きっと、大和と直接結ばれた有力な豪族がいて、大和の最新の文化文明を直にこの地に伝えていたことと思われます。

ちなみに、白鳳佛は関東では東京都武蔵野市の深大寺とここ龍角寺にしかありません。また印旛沼東岸台地上には八代玉造遺跡⁵⁾があり、当時、勾玉(マガタマ)などを盛んに作っていました。この一帯は、関東でも屈指の文化圏が広がっていたようです。この文化圏を、仮に印旛沼古代文化圏としておきましょう。



写真 3-1 龍角寺

隆盛を誇った当時の姿を忍びながら龍角寺を訪ねてみると、白鳳佛を安置した小さなお堂がポツンと立っているだけで、荒涼とした光景が広がっていました。度重なる火災によって伽藍のすべてを焼失し、大きな礎石と立派な経塚が当時の繁栄ぶりを偲ばせているばかりです。なお、龍角寺の繁栄を忍ばせる門前町特有の旅館風の建物が、昭和末期まで残っていました。

龍角寺には、印旛沼の龍が雨を降らせて、干ばつに苦しむ農民を救ったという有名な竜伝説（[参考 2]）があります。龍伝説は、法華経信仰の流布のために伝えられた慈悲の世界の象徴¹⁰⁾とされていますが、現代ではこれをアレンジして環境保全を取り込んで、現代風ミュージカル¹²⁾に仕立てて地域おこしをしています。

〔参考 2〕印旛沼の龍伝説

龍角寺には、有名な龍伝説があり、江戸時代の著書「利根川図志」⁹⁾に、こう書かれています。天平 3（731）年、天下は干ばつに見舞われ、龍閣寺では、朝廷の勅を奉じて釈命上人が雨祈りを行っていました。すると、上人の法澤に深く浴して、身長 8 尺（2.4m）ほどの小さな龍が現れ、「私は南池に居る小龍です。なんで自分の体を惜しみましょう。大竜王の罰を受けるでしょうが、我が身を雨に換えましょう。きっと私の遺骸を見るでしょうが、それが証です。」と言って、その場を去りました。

はたせるかな、篠突く雨が降り出しました。それから 7 日後に、龍の体は三段に裂かれて、頭が栄町の龍閣寺に落ちてきました。上人は堂の下にそれを懇ろに埋葬しました。また、腹は印西市（旧本埜村）の龍福寺に、尾は匝瑳市（旧八日市場市）大寺の龍尾寺に落ちました。このことがあってから、寺の名前を、龍閣寺から龍角寺に、龍福寺は龍腹寺に

改めたそうです。

小笠原ら¹⁰⁾によると、印旛沼の龍伝説は今昔物語集の龍海寺伝説と似ており、法華経信仰の流布のために語り伝えられた伝説であろう、と言っています。また、印旛の民俗に詳しい松裏善亮（佐倉市上勝田 妙勝寺住職、大正 14 年生まれ）は、自費出版「印旛沼周辺の蛇と龍」¹¹⁾のなかで、奈良県の北ノ庄町にある「大和の伝説」という本の中に、「印旛沼の龍伝説とほとんど同じ内容で、龍の屍体を三か所に葬り、龍頭寺、龍腹寺、龍尾寺と名を付けた」と書いてある、と述べています。

印旛沼の龍が、天空で三つに裂かれて落とされたという龍角寺、龍腹寺、龍尾寺のうち、龍角寺と龍腹寺は印旛沼の近くにあるのに、なぜか、龍尾寺だけは遠い匝瑳市（旧八日市場市）にあります（図 3-3）。龍尾寺を尋ねて、龍尾寺略縁起（昭和 59 年 弘法大師入定 1500 年記念で書かれたもの）を見せてもらったところ、こう書いてありました。

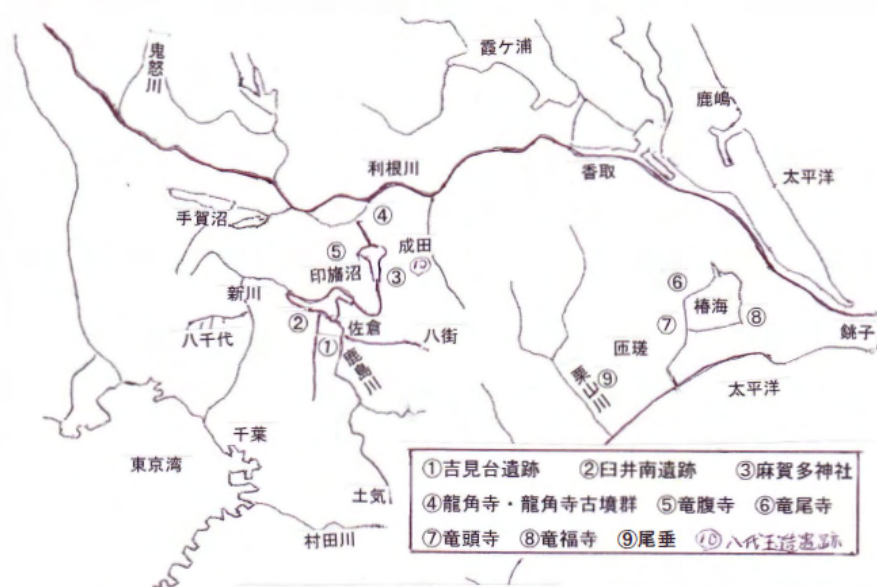


図 3-3 古代文化遺跡の位置図

「和銅 2 (709) 年に釈命上人を導師として雨乞いをしたときに、惣領村の浜より龍神が空に舞い昇り、龍の尾が垂れた。その場所を尾垂惣領村というようになり、後に尾垂村となった。現在の匝瑳郡光町（現横芝光町）尾垂がそれである。空に舞い上がった龍神の軀は三つに切断されて落下し、同時に激しい雨が降り始めた。龍の頭は埴生庄（現成田市・栄町あたり）に、腹は印西庄（現印西市）に、尾はここ北条庄（現匝瑳市）大寺に落ち、その地に埋祀られた。これを関東の三龍寺という」、と書いてあり、印旛沼の龍とは書いてありません。しかも、龍尾寺に近い通称干潟八万石（椿海）といわれる広大な水田地帯の周辺に龍頭寺（匝瑳市木積）、龍福寺（旭市岩井）があります（図 3-3）。龍頭寺でも、尾垂伝説が伝えられています。干潟八万石の耕地は、江戸時代に椿海という内湾を干拓した水田地帯です。

印旛沼と海匝の椿海付近には、このように似た龍伝説があり、どこか繋がりがあいな感じがしてなりません。松裏もこれと似た想像をしています。また、前述の通り、小倉も両地域は大和の大豪族物部氏が関係していることを指摘しています。

〔余話 2〕印旛沼古代文化圏の広がり

古墳時代の印旛沼周辺には、「印旛沼古代文化圏」とも言える文化圏が広がっていました。先に述べた四つの神社圏は、印旛沼古代文化圏に入るでしょう。それに、四街道市物井は「物部の里」と呼ばれ、物部氏と関係のあることから、この地も含まれるでしょう。

面白いことに、印旛地方には独特の方言があります。その代表として「デコ」と「ダス」があります。デコとは「沢山」、ダスとは「差しあげる」の意味です。「キノコをデコ採ってきたからダス」というように使われます。この言葉は、印旛地方以外では聞いたことがなく、かなり古い時代からあったようです。

「デコ」「ダス」を使う地域を調べてみると、殆ど旧印旛郡に相当し、東は根木名川流域の成田国際空港あたり、西は八千代市の東半分（旧阿蘇村）、南は四街道市、北は利根川までの範囲です。この範囲は、印旛沼流域を若干東側にずらして根木名川流域を含め、鹿島川上流を除いた範囲に相当します。そして、この言葉は、東京湾流域にはなく、印旛沼流域との分水界ではっきりと区分されています。

また、旧千葉郡に当たる鹿島川上流域は、弥生時代にあったムラの遺跡が姿を消して、古墳時代前期には遺跡の希薄な地域になっています¹³⁾。なお、根木名川流域は古墳時代の埴生庄にあたり、古墳出土品や当時の谷津田の分布状況などから印旛沼東部の古墳群と同じ勢力圏内にあるように推定⁸⁾されます。印旛沼古代文化圏は、この辺りに広がっていたのでしょう。

なお、印旛沼古代文化は、利根川下流から広がってきたと考えられます。その理由として、当時の遺跡は香取鹿島地方に多く、利根川を遡るほど少なくなっていること、航海術に優れた宗像氏のいたこと、竜伝説は海匝地区と繋がっていること、印旛地方で田植え前に行っている民俗行事「人形送り」のときに唄う言葉の中に「鹿島香取大明神戦に勝みさいな……」とあるなど、民俗行事のなかに利根川下流域の影響がみられること、等などがあげられます。

文献

- 1) 羽島謙三(1975)：関東ローム層と関東平野、アーバンクボタNo.11
- 2) (財)印旛郡市文化財センター(2004)：印旛の原始・古代(旧石器時代編)
- 3) (財)印旛郡市文化財センター(2007)：印旛の原始・古代(縄文時代編)
- 4) 堀越正行(1994)：縄文時代の印旛沼流域、印旛沼—自然と文化—No.1
- 5) 後藤和民、熊野正也(1984)：日本の古代遺跡 18 千葉北部、保育社
- 6) 熊野正也(1996)：印旛沼周辺の弥生文化とその環境、印旛沼—自然と文化—No.1
- 7) 小倉博(1994)：印旛沼周辺の神社と古代氏族、印旛沼—自然と文化—No.1
- 8) 沼澤豊(1996)：印旛沼周辺の古墳時代、印旛沼—自然と文化—No.3
- 9) 赤松宗旦(1938)：利根川図志、岩波文庫
- 10) 小笠原長和・川村優(1971)：千葉の歴史、山川出版
- 11) 松裏善亮氏(1990)：印旛沼周辺の蛇と龍、自費出版
- 12) さかえ市民みゅーじかるの会(2011)：優しい龍の物語(栄町龍伝説)
- 13) 長原亘(2013)：意外に知らない弥生時代の千葉市、千葉市生涯学習センター資料

第4章 印旛沼の洪水

印旛沼は、鬼怒川上流から運び込まれた土砂の堆積によって逆三角州が成長して古鬼怒湾から切り離され、その後も陸化する方向に遷移して沼ないし沼沢の時代を迎えます。その頃の印旛沼周辺はなおも陸化途上にあり、度重なる激しい洪水に襲われていました。その状態は昭和30年代まで続いていました。水害の実態はどんなものだったのでしょうか。

1 洪水の頻度

印旛沼の公的な水害史はほとんどなく、利根川水系の洪水の記録をもとに印旛沼の洪水を推定することが多いようです^{1)①}。水のはなし（千葉県水政課1991）によると、利根川水系のおもな洪水は表4-1の通りであり、洪水被害の最も古い記録として奈良時代の鬼怒川筋鎌庭付近の水害があります。その後久しく記録はなく、江戸時代寛永年間以降に頻発するようになったようです。

明治以降における利根下流域の水害は、図4-1のように、およそ2～3年に1回の頻度で発生^{1)②}しています。記録に残らない小さい水害を合わせると、毎年のようにあったといえます。印旛沼流域の水害は、洪水対策施設のできるまで続き、昭和33（1958）年9月を最後にやっと収まりました。

表 4-1 利根川水系の主な洪水

年号	西暦	年号	西暦	年号	西暦
天平宝享2年	758	明治18年	1885	昭和33年9月	1958
建永元年	1206	明治23年	1890	昭和34年8月	1959
寛永元年	1624	明治27年	1894	昭和36年6月	1961
宝永元年	1704	明治29年	1896	昭和41年6月	1966
享保6年	1721	明治31年	1898	昭和47年9月	1972
享保13年	1728	明治43年8月	1910	昭和52年8月	1977
寛保2年	1742	昭和10年9月	1935	昭和56年8月	1981
宝暦7年	1757	昭和13年6月	1938	昭和87年8.9月	1982
安永9年	1780	昭和16年7月	1941		
天明3年	1783	昭和22年9月	1947		
天明6年	1786	昭和23年9月	1948		
弘化元年	1844	昭和24年8月	1949		
弘化3年	1846	昭和25年8月	1950		

出典）千葉県水政課（1991）：水のはなし

2 ひどかった印旛沼の洪水

印旛沼から鹿島川を 10km ほど遡った佐倉市馬渡付近の古老は、明治時代の洪水について、この辺りの水田は水害で毎年のように収穫皆無になり、地主は耕作する人を探すのに苦労した、といっています。近くの新四街道市物井には、水害のために収穫がなくて年貢を免引きしてもらう「水損引」という古文書が多数残っています²⁾。印旛沼の洪水は、それほど上流にまで被害を及ぼし、その範囲は、印旛沼隣接部ばかりでなく相当の広域にわたっていました。

洪水被害の実態について、印西市本埜第二小学校では、古老の話をまとめた文集³⁾を昭和 59 年に発行しています。この中に、冠水した時の様子、避難する様子などが生々しく書かれています。また、栄町布鎌や佐倉市臼井などの古老のはなしや伝承などからも、その凄まじさ、生活への影響などが伝えられています。〔余話 3〕。

印西市（旧本埜村）埜原地区には、洪水の爪痕が今も残っています⁴⁾。江戸時代に築かれた桜土手という堤防が、県道印旛－安食線として利用されています（図 4-2）。その県道は何ヵ所も折れ曲がっていて、そこに池が掘られています。この場所は、昔、洪水で堤防が決壊したところで、水の押し出す力によって地面が掘られ、その窪地を迂回して堤防を修復したために堤防は折れ曲がっています。この場所を裂所（キレシヨ）、残った池を押堀（オッポリ）といっています。吉次沼は宝永元（1704）年の洪水の時に（新撰佐倉風土記）、甚平押堀は明治 23 年の洪水の時に、庄九郎押堀は明治 43 年にできた⁴⁾ものです。昭和 30 年ころの桜土手付近の様子（図 4-2）をみると、押堀が沢山見られ、洪水の激しかったことを物語っています。

現在では、押堀の多くは埋め立てられ、残っている押堀は釣り堀として優雅に利用されています。また、図 4-2 のように、桜土手の対岸にある大芝土手にも多くの押堀がありましたが、住宅地として開発されて現在は残っていません。

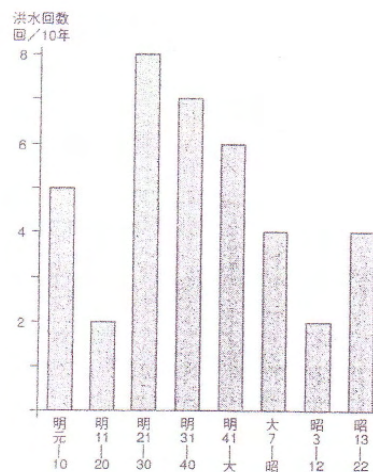


図 4-1 明治以降における利根川下流の水害頻度（印旛沼開発史第 3 部より作図）



図 4-2 昭和 30 年頃の桜土手、大芝土手周辺⁴⁾

〔余話 3〕 洪水被害の実態

〔水害の被害額〕 大正 2 年発行の印旛郡誌⁵⁾に、印旛沼の年間利害額について表 4-2 のように、船運、漁業、採藻など印旛沼が受ける利益総額は 72,514 円/年であり、洪水被害額は 242,096 円/年とあり、差し引き約 17 万円の損とあります。水害はいかに大きかったかを示しています。この額は、明治 29 (1896) 年から同 43(1910)年までの 15 年間の平均です。

表 4-2 印旛沼がもたらす利害（明治期）⁵⁾

利益（円/年）		損害（円/年）	
水運	28080	水害	242096
漁業	37561	衛生	100
採藻	6872		
計	72514		
差し引き			-169682

〔本埜第二小学校 昔と今の話集〕³⁾ この話集には、次のような話が書かれています。昭和 13 年の洪水のときは、排水機まで冠水して水かさが増して逃げるしかなかった。子どもを小学校まで舟で迎えに行った、天井裏まで水につかった、家が流されたので祖父の家に身を寄せた、飲み水がなくて困った。昭和 16 年の洪水のときは、和地区の民家は水深 1.8m も冠水した、などなどとあります。そして、腰まで水に浸かって稲刈りをした苦しい様子などが、詳しく書かれています。また、辰巳（東）の風で日光に大雨が降るとひどい洪水になった、とも言っています。

〔栄町布鎌の古老の話〕 栄町布鎌では、明治 31 年 8 月の洪水で堤防が決壊して大洪水になった。そのとき、水塚（後述）に避難して暮らしていたが、飲み水がなくて泥水を濾して沸かして飲んだ、青物がないのでスイカの種をまいて、伸びた葉を汁に入れて食べた、蛇や虫類がたくさん集まってきて恐ろしかった⁴⁾、などと言っています。洪水は、それほど長期間にわたっていました。

〔佐倉市臼井の古老の話〕 佐倉市臼井の古老は⁴⁾、洪水で一番困ったことは、飲み水がないこと、特に井戸水と汲み取り便所の汚物が混じって、飲めなくなったことと言っていました。昭和 13 年 9 月の洪水のときは、村中で秋祭りの芝居を見物していたところ、突然泥水が押し寄せてきた。急いで家に戻ったけれども、水田は水浸しで、少しの稲穂を刈り取るだけで、どうしようもなかった、と言っています。このように沼の近くで大雨が降っていないのに、突然外水（後述）による洪水が起こるので恐ろしかったそうです。

〔伝承に見る洪水〕 洪水にまつわる伝承もいくつかあります¹⁾。印西市松崎にある多聞院山門の仁王尊二体が出水で流され、一体は佐倉市岩名に上げられた。佐倉市鐺木の周徳院の薬師如来像は、近くの高崎川右岸にあった「まる沼」という深い池からすくいあげたもので、上流から流れてきたものと言います。

〔生活への影響〕 農家は水害のために生活が苦しく、収入を補うためにいろいろのことをしていました。洪水の翌年は、魚が利根川から遡上してくるので豊漁となり、天の恵みとして生活の糧にしていたそうです。佐倉市臼井のような宿場町では、京成電鉄の開通

する前の明治・大正のころに、人力車が増えて 90 軒もあった⁴⁾そうです。その後京成電鉄や JR 成田線が開通すると、列車を利用して農産物を背負って東京へ行商に行く女性が目立つようになり、一時は行商専用列車が出るほどでした。その他、水害復旧工事の人夫として働いたりしました。それでも生活は苦しく、病人が出ると借金をして再起の難しい家もあったと聞きます。

〔水塚〕 洪水に悩まされていた人々は、自衛手段として水塚を造りました。水塚は、土を高く盛って、その上に蔵などを建てた非常用住居兼倉庫であり、洪水時に備えて非常用物資や貴重品などを常時収納していました。水塚は、印西市本埜や栄町布鎌などに、今も残っています⁴⁾。

3 洪水がたびたび起こるわけ

(1) 内水と外水

印旛沼の洪水は頻繁に起こり、しかも近くで大雨が降らなくても突然洪水が襲って、長期間 水が引きません。その理由の一つは、印旛沼が標高 1m ほどの低いところにあり、しかも印旛沼の大水は、利根川を流れて銚子から海に流れ出るまでに約 60～70km も流れなければなりません。このために印旛沼は水はけが悪く、洪水は長期間 続きます。当時の印旛沼の水位変化は、第 8 章 3 に述べるように、一旦増水すると水はなかなか引きません。今一つの理由は、印旛沼には、内水（ウチミズ）と外水（ソトミズ）という 2 種類の洪水があります。内水とは、鹿島川など印旛沼流域から沼に流入する河川の増水によって起こる洪水であり、外水とは、沼の下流にあたる利根川の水が逆流して起こる洪水です。外水は、日光水とも呼ばれています。

印旛沼は、昔、利根川下流低地にあった古鬼怒湾という内湾の入り江に当たり、利根川下流低地を流れる利根川 鬼怒川が増水すると、印旛沼に水が逆流します。これが外水です。外水は、利根川と印旛沼との間に逆三角州ができる（第 1 章 図 1-6）ほど、ひどかったのです。

外水は、前兆もなく突然襲来し、利根川の水位が下るまで洪水は引きません。勿論、内水も排水できません。ですから、20～30 日間も洪水状態に置かれることがあり、被害をさらに大きくしています。印旛沼は、上流と下流からの洪水という、ダブルパンチを受ける構造になっています。印旛沼の洪水は、原因が複雑なだけに利根川の治水対策が進むまで続くことになります。

(2) 利根川東遷と印旛沼の洪水

印旛沼の外水は、江戸時代初期に利根川東遷という工事⁶⁾が行われた結果、さらにひどくなりました。それ以前の印旛沼は鬼怒川水系にあり、利根川は、古奥東京湾跡の低地を流れて東京湾に流れていました（第 1 章）。鬼怒川水系と利根川水系の間には、太平洋—東京湾分水界があります（第 1 章 1）。

江戸時代になって、埼玉県東部・東京都下町の低地（古奥東京湾跡の低地）を分流していた利根川の流れを集めて東の方向に流し、分水界にあたるところに赤堀川という人工の水路を堀割って、利根川の水を鬼怒川支流の常陸川に流し込むようにしました。これが、利根川東遷と言われる工事であり、その位置は図 4-3の通りです。

そして天明 3（1783）年に浅間山が大爆発を起こして、大量の火山灰が利根川の川底を上げました。その後、少しの雨でも川が氾濫して洪水被害が多発するようになり、やむなく少しずつ川幅を拡幅していきます。それでも明治 16（1873）年の迅速図をみると赤堀川付近の川幅は、80~100m 程度です。その場所の現在の川幅は約 1000m です。

利根川東遷によって利根川上中流の増水の影響を受けるようになって、印旛沼の洪水が一層激化したことは事実ですが、栄町出身で現佐倉高校の地理歴史専門の小川団次先生は、昭和 10 年代頃に、自身の体験から、外水は日光水だ、日光付近の大雨の影響が特に大きい、と力説していました。本埜村第二小学校の話集³⁾にも、同様のことが書かれています。

4 難しい印旛沼の洪水対策

印旛沼は、利根川・鬼怒川の遊水地であり、内水と外水という 2 種類の洪水が重なっているため、洪水対策は利根川を含めて考えなければなりません。

利根川は大河であり、多くの課題が絡み合っていて、長い間、抜本的な洪水対策はたてられませんでした。とくに、利根川は江戸に物資を運ぶ水運の大動脈であり、船の運航に支障があっては江戸の町は支えられません。船運のために、所々に川幅を狭めて水の流れを緩やかにして、渇水期でも必要な水深を確保する工事（低水工事）が行われていました。

利根川は、船運のための低水工事と、増水時の高水位を早く下げて洪水被害を軽くするための高水工事という、相矛盾する土木工事が要求されていました。そのために、利根川は、思い切った洪水対策工事ができず、印旛沼は、長期にわたって頻繁に洪水の被害を受けることになっていました。

高水工事と低水工事の矛盾は、明治 30 年ころに総武本線や成田線などの鉄道の開通によって、利根川の水運が陸地輸送に切り替えられるようになり、やっと解消されることになりました。そして明治 29 年の大洪水を受けて立てられた利根川改修計画に基づいて、明治 33 年から河口～佐原間、さらに明治 40 年から取手まで延長して低水路開削、浚渫などの高水工事に着手しました。利根川の改修工事は、計画を改定しながら現在も続いています。具体的な利根川治水工事については、「利根川百年史」⁷⁾などの文献をご覧ください。

大正時代になると、印旛沼でも内水外水の対策がとられるようになり、大正 11（1922）年には、利根川と印旛沼とを結ぶ長門川の入り口に印旛水門が完成しました。これによって、利根川からの逆流は防げるようになりました⁸⁾。同じころ、蒸気機関による簡単な内水排水ポンプができましたが、昭和 13 年の大洪水のときに破損してしまいました。昭和 35（1960）年に印旛排水機場が竣工し、やっと内水 外水の排除が可能になり、その後は印旛沼の洪水は起きていません。そして昭和 44（1969）年 3 月に印旛沼開発事業(第 8 章)が竣工し、新川 花見川の掘削と大和田排水機場の完成によって増水時の印旛沼の水は利根川・東京湾の両方に排水できるようになり、印旛沼の治水は完璧になりました。

5 洪水は現在も起きている

印旛沼の洪水に対して、現在では、堤防や排水機場などによってほぼ完璧に近い対策が取られています。それでも JR 佐倉駅周辺など印旛沼流域の数か所で、床下浸水などの被害が出ています。現在の水害は、流域河川の水が印旛沼に流れ込む前に溢れ出すものです。

印旛沼流域は宅地開発などの土地改変(第 11 章)によって、雨水の地下浸透が阻害され

る傾向にあり、降雨直後の雨水がすぐに流出して、いわゆる都市型洪水が起こりやすくなっています。印旛沼・利根川の治水工事が進んでも、昔から言われている「治山治水」が、基本です。

6 洪水にも三分の利

洪水は、水害として人々を苦しめるだけではありません。水と一緒にいろいろのモノを運べます。前に申した通り、洪水は利根川からたくさんの魚を遡上させて翌年は豊漁をもたらしました。また、「ナギ」といって、洪水跡にトロトロの泥が残ります。ナギは養分を豊富に含んでいるので、水田の肥料として使っていました⁴⁾。洪水の翌年は、無肥料でも稲の生育がよく、実入りが良かったといえます。

洪水の運び込む土砂は大変な量です。特に外水の流れ込む場所は逆三角洲を造って陸地を拡げます。

印旛沼は、洪水の度に運ばれてきた土砂の堆積によって浅くなり、湖沼の遷移が進んで沼岸に新しい土地が出現します。新しくできた土地は、平坦で「ナギ」のように肥沃な土壌であり、水田に適した湿地状の土地です。人々は、この土地を水田にして利用し、生活を楽にしようと懸命な努力をすることになります。

文献

-
- ¹⁾ 栗原東洋（1980）：印旛沼開発史第三部、①p294、②p389
 - ²⁾ 山田安喜ら（1993）：印旛沼・手賀沼水環境への提言、古今書院
 - ³⁾ 本埜村第二小学校（1984）：本埜の昔と今の話集 1
 - ⁴⁾ 白鳥孝治(1999)：印旛沼の洪水、印旛沼—自然と文化 No.6
 - ⁵⁾ 千葉県印旛郡役所（1913）：千葉県印旛郡誌（1989年復刻版）
 - ⁶⁾ 大熊孝（1981）：利根川治水の変遷と水害、東大出版会
 - ⁷⁾ 国土交通省（1987）：利根川百年史
 - ⁸⁾ 栗原東洋（1973）：印旛沼開発史第1部（下）

印旛沼は、洪水のたびに大量の土砂が流れ込んで、まもなく陸地になろうとする時代を迎えます。人々は、沼周辺にできた新しい湿地を水田にして、コメを作って生活を楽しもうとしました。新しくできた土地は平坦であり、土壌は肥沃です。洪水さえなければ、この湿地は米のよくとれる水田になります。しかしその土地は、現在も陸化途上にあって洪水は治まっていません。干拓開田は、洪水から水田を守り洪水と闘いながら挑むことになります。干拓開田の逞しい姿を垣間見ることにしましょう。

1 干拓開田のはじまり

江戸時代になると、沼周辺に広がる湿地地帯を堤防で囲み、洪水を防いで水田耕作を始めました。当時の堤防は、現在も桜土手（第 4 章 2）などとして残っています。

それとは別に、印旛沼周辺の人々は、発想を転換して、印旛沼・東京湾間の分水界（太平洋一東京湾分水界）を掘り割って水路を造り、印旛沼の水を東京湾に落として洪水を防ぐと同時に干拓開田をする案を考えました。こうすれば印旛沼の水は、銚子まで60~70kmも流すより短い10数kmで海に落とせます。水路の勾配を取れるばかりでなく、利根川の治水対策を待つこともありません。印旛沼西端の平戸村（現八千代市）の人々は、ここから東京湾岸の検見川村に落とす排水ルート案を考え出し、この案が、距離的にも途中の地形からみても一番よいと考えました。

この排水ルートは、図 5-1のように現在の
新川・花見川ルート（印旛放水路）
と同じであり、現代の科学的視点からみ
ても優れたものです。明治時代に、この
ルート以外のいくつかのルートを探して
いますが、やはりこれが一番合理的な
ルートでした。この発想に基づいて、洪
水を防ぎ新田を開こうとして、印旛沼堀
割工事が始まります。



図 5-1 印旛沼掘割工事の位置

2 江戸時代の印旛沼堀割工事

(1) 享保期の工事¹⁾²⁾

印旛沼堀割工事は、60年ごとに3回行われました。最初の工事は、享保9（1724）年、千葉郡平戸村（現八千代市）の農民染谷源右衛門らが幕府にこの計画を願い出て始まりま
す。発想も資金も純然たる民間の工事です。

幕府は、井沢弥惣兵衛らの役人に実地検分をさせて経費を概算させたところ、人夫賃だけで約 30 万両かかるけれども、工事は可能だと判断しました。幕府は新田開発を奨励していた時でもあり、この工事を許可したのですが、全経費の約 1%にも満たない数千両を貸すだけで、殆どの経費は地元で負担しろ、というものでした。

実際に工事を進めてみると、予想以上に大変で、資金も底をついてしまいます。当時の記録は殆どなく詳細は分かりませんが、次の天明期の工事のときに出てきた享保期の堀割跡を見ると、水路は集落の境辺りで折れ曲がっています。どうもルートに沿って集落が別々に掘っていたようです。結局、資金不足のために工事は途中で中止となってしまいました。

(2) 天明期の工事¹⁾²⁾³⁾

2 回目の工事は、それから約 60 年後の天明 2 (1782) 年に始まります。この工事は、地元の草深新田 (現印西市) の名主 平左衛門と、島田 (現八千代市) の名主 治郎兵衛が印旛沼開発の目論書を代官手代に提出し、請負人となって始めているので、地元の強い意志で始めたといえます。

実際には、資金は幕府の後ろ盾で大阪の金主総代天王寺屋藤八郎らと、江戸浅草の金主長谷川新五郎が出して、幕府の指揮下で工事を行っているので、幕府の直轄事業といってもよいかもしれません。また、金主と請負人との間で新田の分割割合を、金主 8 割、請負人 2 割と決めてありました。

工事の内容をみると、利根川からの洪水の逆流 (外水) を防ぐために締め切り扉門を設けるなど、前回工事の反省から技術的に相当の改善をしています。

工事は順調に進んで、成功するかにみえましたが、不運にも天明 3 年の浅間山の大爆発の影響で激しい洪水が頻発するようになります。そして同 6 (1786) 年 7 月の大雨による大水害に見舞われ、利根川の逆流を防ぐ扉門も破壊されてしまい、折角掘った堀割も大打撃を受けてしまいます。加えて翌年 8 月、工事の推進者であった老中田沼意次も失脚して、この工事は中止となってしまいます。

(3) 天保期の工事¹⁾²⁾⁴⁾

3 回目の工事は、さらに約 60 年後の天保 14 (1843) 年にはじまります。このときの工事は、幕府の命令で表 5-1 の五大名が強制的に資金などすべてを負担させられて行う「御手伝い普請」であり、純然たる国家事業です。しかも、10 ヶ月間の突貫工事でした。その目的は、江戸家老日記に「新田開発ではない。水害防止と通船の便利のために川路を開くことである。」と書かれています。地元のためというより、開国を迫る異国船に対する海岸防備政策の一環とみる説もあるほどです。

表 5-1 天保期堀割工事各担当区域

担当大名	居城	担当区域	区間長
水野出羽守忠武	駿河国沼津	平戸～横戸	4400 間
酒井左衛門尉忠登	出羽国鶴岡	横戸～柏井	1100 間
松平因幡守慶行	因幡国鳥取	柏井～花島	600 間
林播磨守忠旭	上総国貝淵	花島～畑	2100 間
黒田甲斐守長元	筑前国秋月	畑～海辺	1200 間

この工事は、堀割の現場に1番から123番までの印杭を打って、表5-1のように沼津藩、鶴岡（庄内）藩、鳥取藩、貝渕藩、秋月藩の五藩に工区を割り当て、人夫小屋などを用意して、7月に各藩に引き渡して工事が始まります。兎に角、強力な資金力・統率力のもとに延べ100万人にも及ぶ人夫を繰り出して行われましたが、難工事を極め、翌年には総責任者老中水野忠邦が失脚し、工事は多大な犠牲を払いながら中止となってしまいます。このときの難工事の様子は続保定記などに細かく記録されています。

太平洋―東京湾分水界に当たるこの辺りは隆起帯であり、標高は30mもあり、しかもその北側に、古東京湾最終末期頃にあった潟湖に堆積したと思われる硬い粘土層があります⁵⁾。庄内藩が担当した高台―柏井あたりは、この硬い粘土層を深く掘ることになります。続保定記には「その様、土石盛る笈を負って持ち運び、土を移すに己倒し打ち伏して土の頭部を覆う。嫌厭せず働けり。」とあるように、大変な苦勞と犠牲を払いながらこの難工事を懸命に続けました。

鳥取藩の担当した柏井―花島付近は、隆起帯の中でも若干鞍部になった谷津であり、地下水が集まりやすく湧水の多いところです。しかも花島以南の花見川低地は、東京湾岸にある幕張砂丘の後背湿地であり、花島付近の谷津は、縄文時代のヨシ・マコモなどが「ケト」と呼ばれる泥炭層となって厚く堆積しています⁵⁾。「馬糞のよう」と表現される繊維を残したままのケト層と大量の湧水のために、掘ってもすぐに崩れて工事は難航を極めました。田の畔にある5寸(15cm)ほどの穴から少しの水が出ているところを掘り下げると、湧水口が径3間(5.4m)、深さ2間(3.6m)にもなった。土嚢で堰をして8寸四方の樋で水を吐き出して工事を進めたが、一面の水沼となった、とあります¹⁾。

人夫の労働条件は劣悪であり、人夫ばかりでなく指揮監督をする役人にも多くの犠牲者が出ました。人夫の一人 仁兵衛さんの墓は、今も近くの丘に眠っています。工事現場は、戦場のような様子でした。詳細は他の文献¹⁾²⁾³⁾⁴⁾をご覧ください。

(4) 現在の印旛放水路との関係

江戸時代の印旛沼堀割工事のルートは、現在、そのまま印旛放水路上流（通称新川）、同下流（通称花見川）として、増水時に印旛沼の水を東京湾へ放流する水路に使われています。現在の放水路が江戸時代と大きく異なる点は、途中で大和田排水機場を設けて揚水してから東京湾に放流することです。

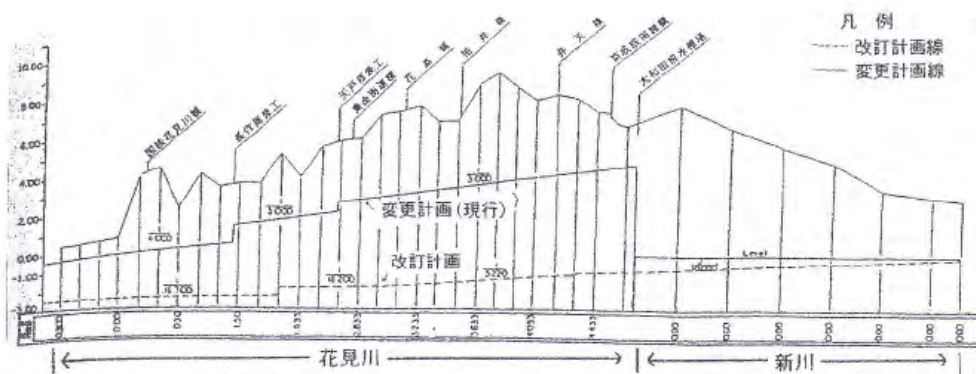


図 5-2 印旛放水路計画断面図 ⁶⁾ (一部修正)

現在の印旛放水路は数回の計画変更をして、図 5-2に示す「変更計画（現行）」のように、印旛沼の水を、水位を保ったまま大和田排水機場まで導き、ここで揚水して花見川に落としています⁶⁾。江戸時代の堀割は、同図の「改定計画」とほぼ同様に印旛沼から勾配をとって新川・花見川を流しています。このように、花見川の川底を高くすることによって、地盤の不安定なところを深く掘らずにすむようになり、かつ途中で制水門を設けて海水の逆流を防いで安全に放流しています。

現在の印旛放水路の完成は、昭和 44（1969）年 3 月のことです。印旛沼の増水を東京湾に流して沼の洪水をなくそうとする工事の完成は、源右衛門が計画を願い出てから実に約 250 年後のことです。

3 明治・大正・昭和の干拓開田

(1) 明治・大正期の治水干拓事業

印旛沼を干拓して開田しようとする情熱は、明治時代になっても続きます。その頃の活動について、織田完之は、印旛沼経緯記¹⁾の中で、印旛沼堀割工事の再開に向けた政治活動やオランダ人技術者デ・レーケに印旛沼干拓の設計・経費概算を依頼するなど、詳しく書いています。印旛沼の干拓開田は、失敗してもその都度改良を加えて、何回でもやり直す執念のようなものを感じます。しかし、明治時代中期まではすべて計画に留まり、着工には至っていません。

(2) 中央開墾株式会社の設立⁷⁾⁸⁾

明治 30 年代になると、第 4 章 4 で述べたように、利根川の治水工事が進み、大正時代に入って印旛沼の洪水対策もある程度行われるようになりました。

印旛沼の洪水対策が進捗することに対応して、大正 9（1920）年に印旛沼北部の低湿地を開墾する中央開墾株式会社が半官半民で設立され、100ha の水田を造成しています。しかし、小作争議や会社の経営不振、それに戦後の農地解放によって終止符を打っています。

(3) 吉植農場の開設⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾

大正～昭和初期の時代で注目される干拓開田は、印西市(旧本埜村)に吉植農場を開設したことです。ここは、印旛沼北部の逆三角州(図 1-6参照)のひろがるところで、当時は広いヨシ原でありヨシを刈ってヨシズなどの原材料を生産していたようです。

吉植家は、代々この土地の名主で、吉植農場を開設した吉植庄亮（1884～1958）は、東大卒業後、東京で新聞記者として活躍していましたが、国会議員でもある父庄一郎の尽力によって印旛水門の建設など印旛沼の洪水対策に一定の目途が立ったとして、大正 13 年、郷里に戻ってヨシ原の開墾を決意します⁸⁾。

彼はまず、静岡県、岡山県、愛知県の機械化先進農場を視察して「百姓の今までの見解を放棄せざるを得なかった」と述懐するほどに近代農業に目覚めます⁹⁾。そして、小さく分散している水田をまとめて大きな区画にして作業能率を上げなければいけないと考えて、新しい発想のもとに干拓開田を実行に移します。

彼は、近代的大規模水田共同経営を目指して、1 戸当たり耕地面積を当時の約 2 倍に当たる 1.5ha にして、共同作業場付、牛馬貸与の大型有畜農業を計画します。彼は、このヨシ原を開墾して、当時の水田が 10a 当り年間労力 30 人、収量 5 俵（300kg）であったところを、労力 10～15 人、収量 10 俵（600kg）に引き上げる稲作をしようとした⁸⁾。

こうして、開墾に必要な資金・人夫の調達、揚排水路の設計などを綿密に行い、当時、殆ど見られなかった最新技術の大型トラクターを駆使してヨシ原の開墾が始まります⁸⁾。また、干ばつに備えて、印旛沼の水を揚水して利用しています。印旛沼の水利用は、これが歴史上はじめてのことです。開墾は順調に進み、大正 15 (1926) 年に 5ha、昭和 2 (1927) 年に 12ha、同 3 年 10ha、同 4 年 11ha、同 5 年 4ha と、5 年間で 42ha を完成させました¹⁰⁾。

大型有畜農業は、世界的に見ても当時の最先端の農業形態です。将来を見通し、その時代の最先端の技術を駆使して開墾し、理想の水田農業を始めようという意気込みが感じられます。

吉植農場はこの開墾地 65ha に開設します。20 戸、50 人の入植者が全国から集まって昭和 10 (1935) 年 4 月に入植式を挙行し、農家組合を作って発足しました。その年の秋には、さらに 10 数戸の入植者が加わっています。

入植者にとっては、牛馬の貸与、共同作業場 農業倉庫の使用といった恵まれた条件がありました。それに実質小作料は反当り 2 俵と少なく、将来は自作農を目指すなど希望の持てるものでした。

しかし、吉植農場は、その後数々の不運に見舞われます。昭和 13・16 年の 2 回にわたる大水害に遭遇します。印旛水門は、利根川からの外水のある程度防ぎましたが、水門が閉じているので沼周辺の内水は排水できません。その時の被害の状況は、第 4 章で述べた「本埜村の昔と今の話集 1」の通りの悲惨なものでした。それだけでなく、昭和 16 年 12 月には戦争が始まります。農家の主人は徴兵されて働き手がなくなります。仕方なく、学童援農として小中学生に農作業をしてもらいました。

そんな最悪の状態で、兎に角農場を続けていましたが、昭和 20 年 8 月に敗戦になり、農地解放が始まります。小作を廃止して農地のすべてを個々の農家に配分することになります。65ha の吉植農場という纏りは解散され、一軒一軒の農家に分散されてしまいます。こうして吉植農場はなくなりますが、庄亮の目指した干拓開田の精神には、学ぶべきところが多々あると思います。

なお、庄亮は、伊藤左千夫、古泉千樫と並ぶ房総三歌人といわれる人物で、印旛の文化的礎となっています(第 7 章 2)。

(4) 干拓精神の継承と兼坂祐

庄亮は、その後、印旛沼土地改良区の設立に尽力し、沼周辺の水田農業に貢献しています。そして、庄亮の精神は、平成の時代になっても印旛沼に脈々と引き継がれています。それは、平成 20 (2008) 年に亡くなった兼坂祐の大型水田圃場にみることができます。

彼は、まず、世界中 57 カ国の水田農業を視察して回りました¹¹⁾。アメリカでは、国府田農場という日本人の経営する農場を見て、びっくりしたそうです。国府田農場は印旛沼の面積の 2 倍に当たる 2,300ha の農地を経営しています。そこで働く農夫は 45 人、コメの生産原価は 1 俵 (60kg) 3000 円です。日本は 12,000 円位です。これを見て、日本の農業は必ず潰れる、アメリカに打ち勝つ形を造らなければいけない、と強く感じました¹¹⁾。

国府田農場の標準的な圃場は、1 枚約 4.5ha でした。日本の水田圃場の大きさは昭和中期までは 0.1ha 程度であり、現在でも 0.3ha 程度の区画整理が主流です。この桁外れの大型圃場で、飛行機による播種、大型コンバインで 1 日 9ha を刈り取る、という能率的な耕作をしています。彼はこの効率的な水田耕作を可能にするには、どうしても大型圃場でなけれ

ばいけない、日本の先端技術はアメリカ以上のものがあるから、圃場さえ大きければハイテクを駆使してアメリカを抜く農業を行うことは夢ではない、と考えました。そして、印旛沼の近くに大型水田圃場を造り始めます。一番大きい圃場は 7.5ha の圃場で、日本一です。



写真 5-1 大型水田圃場

彼は一枚の圃場を大きくするだけでなく、能率的な耕作の出来る施設をあわせ持つように考えて、用排水路の地下埋設、自動灌漑排水施設、効率的な農道、などを同時に施工しています。このほかにも、彼はロボットによる耕耘・刈り取りや小型ラジコンによる播種、等々いろいろの省力技術を提案しています¹²⁾。このように、彼が行った大型水田造成には、新しい発想、事前の調査計画、新技術の導入、実行という、干拓精神が脈々と息づいています。

「水田稲作もよいが、コメ余りの時代であり、後継者がいないではないか。」と問うたところ、彼は「そこが大型農業に切り替えるチャンス」だと応えています。後継者のいる農家は、専業農家 50～60 軒に 1 軒の割合という現状だから、50 軒分の耕地を 1 人で耕作すれば 50 倍の大型農業が可能になる、これはチャンスだということです。日本のコメは世界一おいしい、寿司米として輸出すればいい、とも言っていました。

このモノの見方、前向きの姿勢は素晴らしいものがあります。人に言われて行うのではなく自分で考え自分で判断する、自己満足でなく世界中を見てまわって将来を見通して正しいことを確かめる、そして実行する、実行してみればどこかに誤りや失敗がある、それを改良してさらに良いものにしていく。この姿勢こそ印旛沼が継承してきた干拓精神だと思います。

文献

- 1) 織田完之（1893）：印旛沼経緯記、崙書房（復刻版 1972）
- 2) 須田茂（1995）：江戸時代の印旛沼堀割工事の歴史、千葉いまむかし No.4
- 3) 鏑木行弘（1994）：江戸時代の印旛沼工事、印旛沼自然と文化No. 1
- 4) 千葉市（1998）：天保期の印旛沼堀割普請
- 5) 白鳥孝治（1998）：印旛沼堀割工事現場の地理地質的特徴、印旛沼自然と文化No.5
- 6) 水資源開発公団印旛沼建設所（1969）：印旛沼開発工事誌
- 7) 栗原東洋（1973）：印旛沼開発史第 1 部（下）
- 8) 栗原東洋（1980）：印旛沼開発史第 3 部
- 9) 海老沼宏始（1992）：歌と農業と政治に活躍した吉植庄亮、千葉史学No.20
- 10) 五十嵐行男（1998）：印旛湖畔に新しき村——吉植農場、印旛沼自然と文化No. 5
- 11) 兼坂祐（1988）：わが農業革命、中公新書
- 12) 兼坂祐（2003）：コメ革命—世界一のコメ作りへの提言—、文芸社

第 6 章 印旛沼の生きものと人の生活

かつての印旛沼は、陸化寸前まで老齢化していても水は澄み、水草や魚類、鳥類など生物の多様性に富んだバランスのとれた生物生態系を維持していました(第 2 章、第 12 章)。

昭和 40 年代中頃から、印旛沼開発事業(第 8 章)や流域の都市化にともなう水質汚濁物質発生量の増加などの影響によって、自然豊かな印旛沼は大きく変わり、現在の印旛沼は、沈水性・浮葉性水草の激減とアオコの異常発生をみるようになっていました。かつての印旛沼における、生きものと人々の暮らしはどのようなものだったのでしょうか。現在はどうでしょうか。その様子を見ることにしましょう。

1 水草の移り変わり

印旛沼の水草は、笠井貞夫によって、昭和 20 年代からずっと調査されています。詳細は第 12 章で述べるように、戦後間もない昭和 22(1947)年には、西沼だけでも湿地性・抽水性水草 19 種、浮葉性水草 9 種、沈水性水草 18 種、合計 46 種の水草がところ狭しと生えていました。それが昭和 52(1977)年になると西沼で 15 種、北沼で 31 種に減少し(図 6-1)、その後も急速に減少していきます。水草の減少する原因について、笠井は、印旛沼開発事業によって水深を深くして年間を通して水位を安定にしたこと、岸辺の浅瀬がなくなったこと、西沼に桑納川などから汚れた水が流れ込んだこと、などをあげています¹⁾。

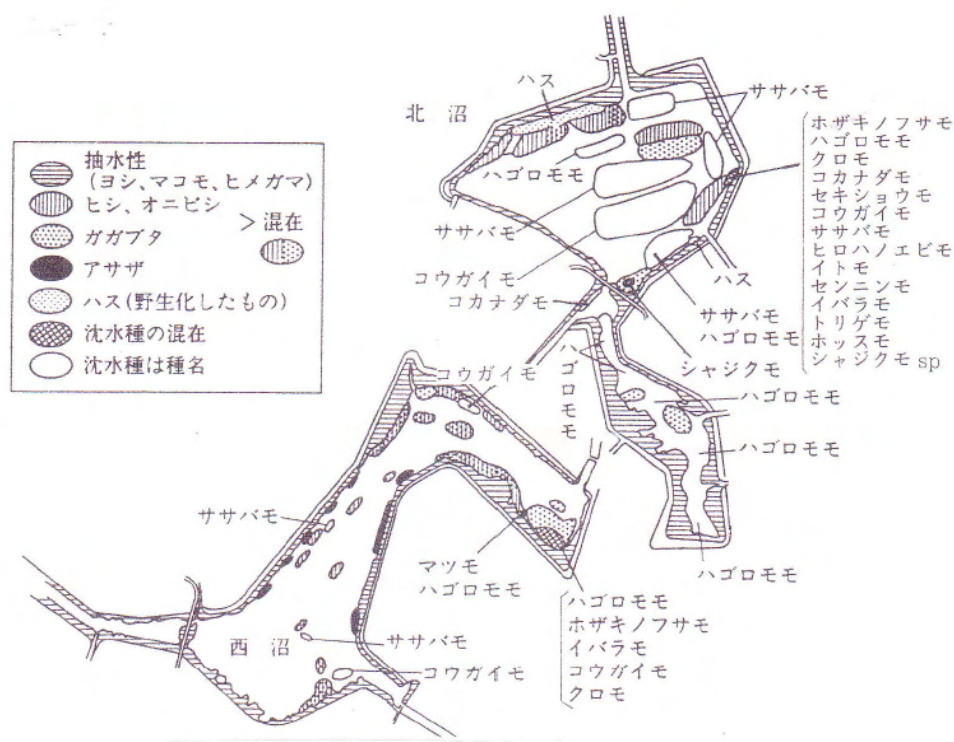


図 6-1 印旛沼の水草の分布図 (1977.8.)¹⁾

昭和末期から平成初期にかけて、西沼東部と北沼全域にオニビシが異常に繁茂し、全印旛沼水域面積の約 4 割に当たる約 470ha を覆い尽くすようになったことがあります。

オニビシの異常繁茂は、漁船の運航に支障があるとして、昭和 62(1987)年から数年間、

オニビシ刈取り専用船によって大規模な刈取り²⁾を行いました。表 6-1のように、初年度に刈り取ったオニビシは約 1900 トンに上りましたが、平成 4 (1992) 年には、オニビシがほぼなくなっています。なお、刈り取り時期はトゲのある実のつかないように「花の咲く前」と決めました。

表 6-1 オニビシの刈り取り状況²⁾

年度 項目		昭和 61 (1986)	昭和 62 (1987)	昭和 63 (1988)	平成元 (1989)	平成 2 (1990)	平成 3 (1991)	平成 4 (1992)	平成 5 (1993)
北沼	刈取り面積(ha)	20.9	106.1	148.6	183.4	185.4	199.5	0	0
	陸揚げ重量(t)		1621.3	761.4	995.6	939.3	173.7	0	0
	面積当重量(g/d)		1528	512	543	507	89	0	0
西沼	刈取り面積(ha)	11.3	46.1	46.0	55.0	55.0	55.0	86.1	86.1
	陸揚げ重量(t)		285.3	396.0	84.3	160.5	39.1	43.5	78.2
	面積当重量(g/d)		619	861	153	292	71	51	90.8
合計	刈取り面積(ha)	32.2	152.2	194.6	238.4	240.4	250.5	86.1	86.1
	陸揚げ重量(t)		1906.6	1157.4	1079.9	1099.8	212.8	43.5	78.2
	面積当重量(g/d)		1252	595	453	457	85	51	90.8
ヒシ繁茂面積(ha)		472							
事業費(×千円)			183400	14400	13905	13557	13557	6263	6695

オニビシの異常繁茂が収まった後の印旛沼は、岸边にヨシ、マコモなどの抽水性水草が茂っているものの、その他の水草はほとんどなくなり、アサザなどの浮葉性水草が若干残る状態になっていました。

平成 13 (2001) 年になると、印旛沼を取り囲む低地排水路と岸边の抽水性水草を除いてほとんどなくなっています³⁾。平成 21(2009)年の調査⁴⁾ではこれと似た状態ですが、オニビシが再び繁茂面積を広げたため、平成 22(2010)年に、その一部の刈り取りを再開しました。

印旛沼の水草は絶滅したのではなく、沼周辺の低地排水路などの底泥に、エビモ、マツモなどの沈水性・浮葉性水草の種子が残っています³⁾。現在の印旛沼は、富栄養沼であっても沼底に残った水草の種子の発芽に適した条件が整えば、水草は再生するでしょう(第 12 章)。

最近の印旛沼の水草で特筆すべきことは、ナガエツルノゲイトウ(ヒユ科)というブラジル原産の外来種⁵⁾が移入したことです。ナガエツルノゲイトウは、繁殖力が強く急速に繁茂地を増やして⁶⁾在来植物の植生を変えようとする勢いです。ナガエツルノゲイトウは、印旛沼からさらに流入河川にまで広がり、群落面積は、数ヘクタールに及んでいます⁶⁾。

2 モク採りと人の生活

かつての印旛沼は至る所に水草が生い茂り、これを採って田畑の肥料に使っていました。水草を採る作業を「モク採り」と言っています。「モク」とは水草(藻)のことです。モク採りは、利根川図志⁷⁾に「利根川藻刈の図」という挿絵があり、昔から全国の浅い水域で行われていた模様です。その概要は「里湖モク採り物語」⁸⁾に纏められています。

印旛沼のモク採りは、昭和 20 年代中頃まで続いていましたが、その後途絶えて、記録と

してあるものはモク採りを経験した古老の脳裏だけです。昭和末期に、70 歳以上の実際に体験した人々から聞き取り調査⁹⁾を行ったところ、およそ次のようでした。

印旛沼のモク採りは、春の水草を万端で沼底の泥ごと採る春モクと、成長した水草を 2 本の篠竹に挟んで引き抜いて採る夏モクの 2 種類があります。昭和初期に、春モクは漁業に悪影響があるとして禁止になったそうです。

採る水草の種類は、俗称タケナガモク、トウカモク、シバモクなどと言っていますが、多分、コウガイモ、ホサキノフサモ、マツモなどであり、いずれも沈水性の水草です。アサザ（浮葉性水草）は肥料に向かない、ヒシの仲間はトゲのある実をつけて危険のために決して採らない、と言っています。

採った水草は、サッパ舟という米 10 俵（約 600kg）程度を積める船で岸まで運び、野積みにして水を切ってから堆肥にして農地に施しました。

当時のモクの採取量は、千葉県印旛郡誌（大正 2 年発行）¹⁰⁾に年間 2,172 千貫（約 1 万トン弱）とありますが、古老の聞き取り調査では、暇と天候が許せば毎日のように 1 日 2 回採りに出た、といているので、それらから概算すると、採取量は年間約 6 万トンになり、両者の開きは大変大きくて本当のことは分かりません。多分、実際の採集量はその中間の 4 万トン程度であったろうと思われます

モクの陸揚げ量から概算すると、印旛沼からモク採りによって引き揚げられる窒素とリンは、年間 120 トン、16 トン程度となり、現在の印旛沼流域内に発生する窒素 36 日分、リン量 53 日分に相当⁹⁾します。この量は、印旛沼の富栄養化の抑制効果として無視できません。

平成初期に、モク採りと似たオニビシの刈り取り（前述）²⁾を行って堆肥にしてイチゴ栽培などの肥料に使ったことがあります。出来上がったヒシの堆肥について、千葉県農業化学検査所で分析した²⁾ところ、水分 80%として 1 トン当たり窒素 10 k g、リン酸 3 k g を含み、窒素の肥効が高くリン酸は並みの肥料効果があるので良質の有機質肥料であることが分かりました。

〔余話 4〕モク採りの生活⁹⁾

近年になって、オニビシを専用刈り取り船で刈り取った体験によると、水草の刈り取り・堆肥化の作業は非衛生 重労働 危険な作業であり、現代人の嫌うキタナイ、キビシイ、キケンという 3K に相当するものでした。まず、刈り取ったオニビシを岸に高さ 2m 程に積み上げて一か月もすると高さは 20cm ほどになりました。その間、褐色の排水とひどい悪臭を発するようになり、およそ腐熟が収まってから堆肥に積み換えてイチゴなどの肥料に使います。この悪臭 非衛生 重労働は、現代人には耐えられないほどでした。

それでも聞き取り調査でモク採りの話が始めると古老の顔は、みんな生き生きと輝いてきました。3K の中でも活気とやり甲斐と楽しさが漲っていて、農村社会の中に溶け込んで定着させていたようです。

モク採り船は、隣の集落からも対岸からも漕ぎ出してきます。水上は、若者の格好の社交の場になっていました。互いにモク採り技術を競い合い、ある時は一息入れながら世間話に花を咲かせ、ある時はマコモの陰で恋を語ることもあったようです。誰よりも早くモクを満載して帰る快感を味わったり、船にモクを形よく積み上げて美を競い合ったりして

いました。中には、船の前後だけ形を整えて中身は空洞のまま、さっさと引き上げる伊達男や、生真面目にモクを積み過ぎて途中で沈んで笑い話になったり、話のタネは尽きることがありませんでした。沼は浅いので、水難事故はなかったようです。

こうしてモク採りは、きびしい中にも互いに競い合い、笑い合い、憩い、農村社会の中で心の奥深くまで溶け込む人の関係を醸成する役割を果たしていたようです。モク採りは、立派な農村文化の一つにまで昇華していたと言えるでしょう。そして厳しい中にも活気を取り戻しながら、田畑の肥料を得ていました。結果として印旛沼の富栄養化を抑制していました。

3 魚の種類と漁業

(1) 魚の種類

大正2年発行の印旛郡誌¹⁰⁾によると、印旛沼の魚はコイ、ウナギ、ナマズ、フナ、エビその他 雑魚となっています。さらに古く、江戸時代の著書 利根川図志⁷⁾にも、コイ、フナ、ウナギ、エビなどとなっていて、印旛沼の魚種は、江戸時代までさかのぼっても、殆ど富栄養化した水域を好む魚種ばかりです。現在の印旛沼も、これと似た魚種が主体となっています(表 6-2)。

現在の印旛沼は、ウナギ・ナマズ・ワカサギなどの漁業対象魚を放流して増やそうとしていますが、天然ウナギは減っています。ナマズは、水田のような処に産卵する習性があり、水田に遡上できる水路が殆どなくなったために絶滅状態になっています。

昔から生息していた魚種に加えて、昭和58年頃から、魚食性の強い外来魚のブラックバス(オオクチバス(スズキ目、バス科))が急に増えて雑魚を食いつぶし、一時はブラックバスが魚の半分を占める¹¹⁾ようになりました。その後、昭和63年頃になると、ブラックバスが減って、代りに外来魚ブルーギルが全体の約7割を占めるようになりました。

ブラックバス、ブルーギルは、その後減り続け、在来の小魚が増えてきましたが、最近になって魚食性の強い新たな外来魚チャネルキャットフィッシュ(通称アメリカナマズ)が増えて、再び在来の小魚は減ってきているそうです(図 6-2参照)。

最近の張網調査によって確認された魚種は、表 6-2の通りです¹²⁾。

表 6-2 近年の印旛沼で確認されている魚種¹²⁾(平成23年度)

区 分		純淡水産の魚類	川と海を回遊する魚類
沼在来種		19 種：コイ、アカヒレヒビラ、クルマサヨリ、ギンブナ、ニゴイ、ヤリタナゴ、トウヨシノボリ、キンブナ、モツゴ、ヌマチチブ、ウグイ、シラウオ、ジュズカケハゼ、ドジョウ、オイカワ、アシシロハゼ、ナマズ、ウキゴリ、ギバチ	6 種：ウナギ、アユ、ワカサギ、サケ、ボラ、スズキ
移 入 種	国内	8 種：ゲンゴロウブナ、ハス、ビワヒガイ、タモロコ、ワタカ、ツチフキ、スゴモロコ、カネヒラ	
	国外	6 種：オオクチバス、タイリクバラタナゴ、ブルーギル、カムルチー、チャネルキャットフィッシュ（アメリカナマズ）、ハクレン	
合計：39 種			

(資料: 千葉県水産総合研究センター内水面水産研究所)

〔余話 5〕 古老の見る印旛沼の魚¹³⁾

大正生まれの漁師 栄倉左門は、小学校高等科（現在の中学校相当）当時の様子¹³⁾を次のように語っています。

春の水ぬるむ頃になると「出うなぎ」といって、ウナギが動き出してくる。置き針を使ってよく獲った。その頃、雨が降ると沼に流れ込む小川があふれ出し、ドジョウが卵を腹いっぱい抱えて遡ってくる。4～5月の大雨の時、コイ、フナ、ナマズなどが産卵のために小川をさかのぼっていく。ノッコミといって、遡上する魚をよく獲った。

ナマズは、一匹のメスに3～4匹のオスが取り囲み、猟犬が走り回るような騒ぎだ。そこを、ザブリ網をかぶせて獲った。コヌカエビは、小川を重なり合って遡ってくるので、篠竹を吊るしておくとうまく獲れた。シジミは小川で30分も砂をつかむと小ザル一杯くらいとれた。昼の味噌汁には十分すぎるほどだ。

学校が引けると、すぐ沼に飛び出して魚を捕った。ヘラブナやマブナが、沼の浅瀬の澄んだ水藻の陰に潜んでいるところを見て獲った。下りウナギが終わって、一霜降る頃からコイ、フナが下って行く。寒中は、見取り漁（魚の姿を見て獲る漁法）で寒ブナを獲った。ウナギは、きれいに澄んだ水底のフキ（ウナギが沼底に潜ったところに来る泥の模様）を探して獲った。魚たちは、来春、再び遡上してくる。

あの頃は、沼の中まで魚の仲買人がきていた。大きなフナを1匹5～7銭で買って行った。土木工事の人夫が一日働いて50銭の頃だから、漁をしていれば金には困らなかった。印旛沼は宝の沼だ。妹や弟を嫁婿に出す費用もみんな出してやった。

最近は成田ニュータウンができて、川の水が汚れ、湧水も減ってしまった。エビガニもシジミも食べられない。ブラックバスやブルーギルが小魚を食いつぶして、雑魚専門の漁業者は転業に追い込まれている。情けないことだ。……と言っていました。

(2) 漁業

印旛沼は富栄養化した湖沼です。コイ、フナを中心とした漁業が盛んで、湖水面積当たり漁獲量の多い湖沼です。

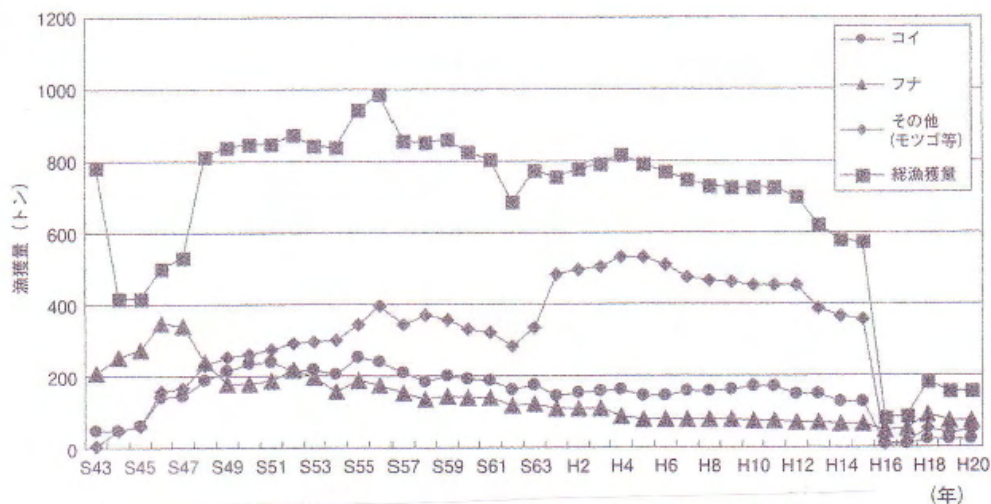


図 6-2 印旛沼における主要魚種の漁獲量⁴⁾

印旛沼の漁獲高の推移をみると、図 6-2のように⁴⁾、印旛沼開発工事の行われた昭和 40 年代に一時期減ったことありますが、およそ年間 800 トン前後で推移していました。その後、平成 5 年頃から少しずつ減りはじめ、平成 16 年から激減しています。その原因はよく分かりませんが、アメリカナマズ（チャネルキャットフィッシュ）のような新たな魚食性の強い外来魚の侵入や、コイヘルペスウィルスの問題、淡水魚の消費者離れ、漁業者の老齢化などが影響しているかもしれません。

文献

- ¹⁾ 笠井貞夫（1994）：印旛沼の水草の変遷、印旛沼―自然と文化 No.1
- ²⁾ (財)印旛沼環境基金（1993）：印旛沼におけるオニビシの異常繁殖とその刈取り事業の効果について、印旛沼環境情報 No.32
- ³⁾ (財)印旛沼環境基金(2002)：印旛沼白書平成 13・14 年版
- ⁴⁾ (財)印旛沼環境基金（2009）：印旛沼白書平成 21・22 年版
- ⁵⁾ 笠井貞夫（1995）：ナガエツルノゲイトウの出現、印旛沼―自然と文化 No.1、(財)印旛沼環境基金
- ⁶⁾ 佐倉印旛沼ネットワークの会（2012）：印旛沼環境調査 ナガエツルノゲイトウ・オニビシ・オオフサモの植生調査(その 7)
- ⁷⁾ 赤松宗旦著、柳田國男校訂(1938)：利根川図志、岩波文庫
- ⁸⁾ 平塚純一、山室真澄、石飛裕(2006)：里湖モク採り物語、生物研究社
- ⁹⁾ 白鳥孝治（1996）：印旛沼における「モク採り」の実態、印旛沼―自然と文化 No.3
- ¹⁰⁾ 千葉県印旛郡役所(1913)：千葉県印旛郡誌(1989 年復刻版)、崙書房
- ¹¹⁾ (財)印旛沼環境基金（1989）：ブラックバス、いんば沼 No.3
- ¹²⁾ (財)印旛沼環境基金（2012）：印旛沼白書平成 23・24 年版
- ¹³⁾ (財)印旛沼環境基金(1995)：漁師“左門”のむかし話、いんば沼 No.15

第7章 印旛沼を観る人々

印旛沼は、古来、多くの人々が訪れ、生活し、沼を愛で、親しまれてきました。内田儀久は、主に文芸作品の中から「印旛沼が出てくる本」として35冊を紹介¹⁾しています。これまで印旛沼は、人々にどのようにみられ、感じられ、接してきたのでしょうか。そして、親水の大切さが叫ばれている現在の印旛は、どのようになっているのでしょうか。その一端を垣間見ることにしましょう。

1 江戸時代の印旛沼

洪水と干拓の時代といわれている江戸時代にあっても、印旛沼を景勝地として愛でる人々がいました。そのうち、利根川図志²⁾にある2題について紹介しましょう。

〔花島〕 「北総第一の勝地なるべし」と称賛される景勝地 花島は、印西市（旧印旛村）の北印旛沼南西部に接するところにあり、印旛沼に浮かぶ島のように見えています。

図志には、「この山に登れば、西に富士山、……北を望めば筑波日光の山々、また北須賀村の水神の洲崎は江の牛の蛾眉（美人のまゆ）をなし、往来の高瀬船は白帆を揚げて八方に乗りちがえ、数万の漁舟は柳葉を散らすごとく……」とあります。“島の頂上には弘法大師護摩修行の古跡の大日本寺があつて、不動堂、護摩壇塚、独鈷水などがある”、と記しています。

現在もその面影を残し、島影は印旛沼の水面に美しく映え、往時の景勝地を忍ばせています。花島は、対岸にある北須賀の水神の森を中心とした甚兵衛公園と合わせて、親水の拠点として推奨されます。

〔臼井八景〕 利根川図志に紹介されている「臼井八景」は、佐倉市臼井の円応寺に伝わる元禄11（1698）年作の「當山八景」という古文書のこと³⁾です。作者は、臼井城最後の城主、臼井久胤の玄孫に当たる信斉と円応寺従職 宋的の二人です。序文 跋文に、信斉は「円応寺から望む印旛沼の景色は絶して、晴れてよく雨もまた趣があり、日中も夜も眺めていて飽きることがない」と記し、宋的は「湖畔のこの多景に詩人の詩がなく、歌人の歌がないことは、この地にあるべきものが欠けているということです。もしこれを補ってやらなければ、風流人の罪ということでしょう。」と述べています。そして二人は、中国の瀟湘八景になぞらえて八つの風景をそれぞれ漢詩二篇と和歌一首で綴っています。なお、琵琶湖の近江八景、相模の金沢八景も、瀟湘八景になぞらえて作られています。

臼井八景は、「舟戸夜雨」「遠部落雁」「飯野暮雪」「師戸帰帆」「瀬戸秋月」「城嶺夕照」「光勝晚鐘」「洲崎晴嵐」の八つの景色を詠んでいます。その中から、師戸帰帆の和歌一首を紹介しましょう。

もろ人の 諸戸の渡り行く舟の ほのかに見えて かえる夕暮 —— 信斉
水墨画のように、ゆったりとした時が流れる雰囲気を感じます。

現在も、印旛沼湖畔に臼井八景の歌碑や説明板が建てられ、沼の風景に奥深い味わいを添えています。

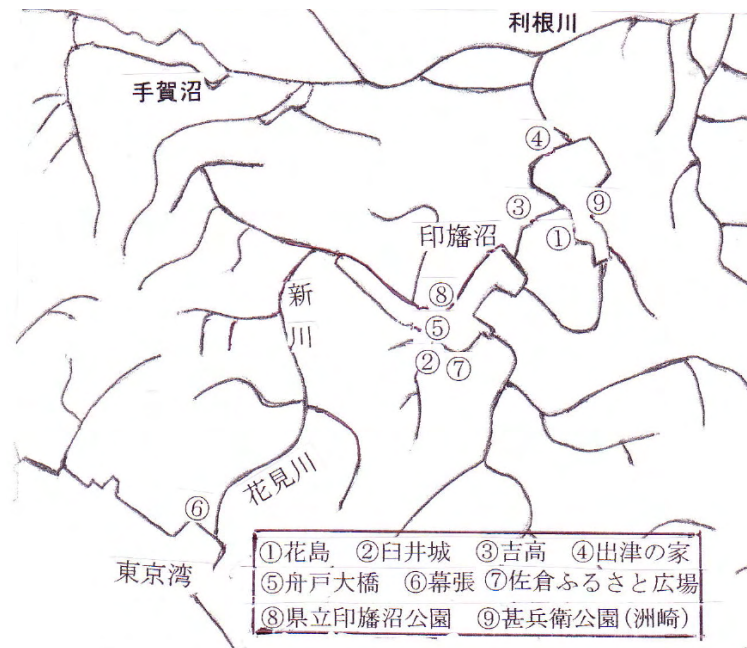


図 7-1 印旛沼を観る人々の位置

2 明治以降の印旛沼

〔水野葉舟の感想〕 総武本線が開通して間もない明治末期に、時々印旛沼を訪れた水野葉舟という文人がいます。彼は、明治 16 年東京府士族勝興の長男として生まれ、早稲田大学政治経済科を卒業し、民俗学に興味をもった人物です。彼は、印西市（旧印旛村）吉高にいる文学仲間の富井氏を訪ね、初めて見る印旛沼の印象についてこんな紀行文⁴⁾を書いています。

「初めて印旛沼の水の色を見たときは、水の死んだ色を感じた。十月の雨の降る黄昏の明るさの中で、濁った灰色の水の広く湛えている沼の一部を見たときには、私の心は鈍い痛みに似た沈鬱な恐怖を感じた。……」と。印旛沼は、彼にとって寄り付きがたい暗い存在に映ったのでしょう。

しかし、何回か通っているうちに、富井氏の飾らない心の温かさとゆっくりと時の流れる心地よさを感じはじめ、「あの静かな水が、心を誘う。沼の水草と、水に浮かんでいる鳥と水にうつっている丘の林と……こちらの岸から渡しを渡った先の茂みの中に籠もりかくれた生活と、美しい自然とにしきりと誘い立てられる。」と言わせています。

印旛沼は、決して派手な存在ではなく、自分自身が自然の中に溶け込んでいくうちに安らぎに似たよさを彼に感じさせたのでしょう。彼は次第にその雰囲気にはきつけられ、ついに東京から印旛の地に移り住むことになります。

印旛沼は、周りに高い山々や丘陵がなく、平坦な台地が続くばかりで景色に中心となるものはありません。その代り、人をのんびりとさせるところがあり、長くそこにも疲れを感じさせません。葉舟は、そこに気が付いたのでしょう。

〔吉植庄亮の見方〕 新田開墾で有名な吉植庄亮（第 5 章3）は、7000 首を超す歌集⁵⁾を遺すほどの歌人でもありました。千葉県文化会館には、県政百年記念事業（昭和 47 年）として、郷土歌人 吉植庄亮、伊藤左千夫、古泉千樫 三人の歌碑が建てられています。

よる波の そのまま凍りはてにける 渚はながし 印旛大沼 (吉植庄亮)
庄亮の観る印旛沼は、重厚で堂々としています。

また、宗吾霊堂には、次の歌碑が立っています⁶⁾

紅水鶏 ^{べにくい} また静けくも鳴きいでて 見渡す限り青田夕風

この歌は、印旛沼のほとりで彼の開墾した水田の稲穂がなびくさまを詠んだものでしょう。広々とした静けさの中にも満足感が漂っています。

彼は、大正 12 (1923) 年、北原白秋、古泉千樞、尾山篤二郎、橋田東声、吉植庄亮の 5 人で千葉県歌人大会を催し、翌日に旧本埜村の自宅（出津の家）に招いて即興歌、短歌を作り、「橄欖」にまとめて発表しています⁶⁾。

はろばろと 芦野かけて湛ふれば 空より明し大し印旛沼 (白秋)

庄亮は、多くの文人を印旛沼に招き、特に白秋は時々訪れていたようです。白秋の民謡集「あしの葉」⁷⁾の中に、その時の素晴らしい情景の作品や後に出津の人たちに贈った唄が、多く含まれています。

彼は、新聞記者の時代に、「…劇しい忙しい、わけても政治記者のような殺風景な生活にも、こっちの心持ちひとつでその生活の中から詩を生み歌を生むことができるものであることを知った。」(歌集「くさはら」巻末言)と述べているように、印旛沼のほとりで新田開墾をしている中でも歌心を忘れませんでした。

開墾 ^{トラクター} 光りかがやく ^{くろつち} 玄土の 大き切片を放り出しゆく

背中より 伝わる土のあたたかさ 青き大空にひたり眠むとす

百姓仕事に疲れ切って大地に寝たとき、揺りかごのように百姓を憩わせてくれる土の暖かさに浸りきっています。彼は、土を暖める日の光を「都会人には想像を絶した慈光」と表現⁸⁾しています。そして

春になりて 百姓はまこと ^{たの} 怡しもよ ^{たにし} 田螺鳴き野に ^{ひばり} 雲雀鳴く

早苗田に 鯉あがりいて少女らの おどろき愉しみ声に呼びあふ

新墾田の 稔りの稲振りの手さばきつかず ^{おほながたりほ} 大長垂穂

などなど、春には多くの生きものたちの柔らかい静かな声が百姓たちにくつろぎと希望を与え、秋には収穫の感激にひたっている様子が、実体験として表現されています。印旛沼は、このような過酷な百姓仕事と自然の慈悲の世界に囲まれているのでした。外から見ているとわからない印旛沼の世界が、ここにありました。

〔椎名誠の感覚〕 都市化が進み、川の汚れがひどくなってきた昭和末期に、印旛沼から新川・花見川をカヌーで訪れた椎名誠のエッセイ⁹⁾にあります。彼は、花見川河口近くの千葉市幕張に生まれ、幼少のころ、印旛沼に訪れたことがあります。水面の下で水草がじっと動きを止めているのを見て、これが「湖」でなく「沼」の表情だと直感した思い出を抱きながら、西沼の舟戸大橋から出発しています。(図 7-1参照)

彼は、タナゴを釣るガキ男児や、マガモが水面を泳ぐ姿を見たり、ゆっくりと吹く風に当たりながらいい気分になって、「夕闇が迫ってきたけれど、そのままずっと舟をこいて川下まで下りていきたいような気分」でした。

翌日、その続きを漕ぎ出すと、新川を下るあたりから高圧線が多くみえてきます。町の

騒音は聞こえないけれども「全体に田舎そのものの田園というよりも、ジリジリイライラと浮き足立ってしまった田園地帯」という印象を受けます。

国道 16 号を過ぎると、急に川は汚くなり、発泡スチロールや空き缶などが目につきはじめ、「人が生活するところにくると、もうテキメンだ」「多摩川はもっとひどい」と言いだしています。

不思議なことに、川が汚れてくると、釣り人が目立ちはじめます。釣り人は実に陰気に見え、「何かとれるか」と聞くと“カヌーが通るから釣れねー”と返事があった」と人まですべて変わっていることを感じていました。

花見川は悪臭に満ちたドブ川で、化学薬品と人の排せつ物のまじった臭いがする。しかしその両側の景色はなかなかいい感じで、左岸に自然探索サイクリング路がある。彼は、「ドブのような水を流しておいて、何が自然探索か」と嘆いています。

彼は、自然豊かなところに人がわがままに住みはじめ、都市化によって水の汚れていく生の姿を感じ取っています。当時は、生活圏から出る排水やゴミが、水と一緒に川に流されていました。昭和末期は水の最も汚れていた時期であり、印旛沼に暗い影を落としていました。

3 現在の印旛沼

江戸時代の風流人の観る印旛沼、明治以降の文人や働く田園地帯の印象から都市化の進む地域へと移りゆく印旛沼を観る人々について見てきました。現在は、都市化に伴う水環境の悪化を防ぐ対策が進み(第 11 章・第 13 章 2)、椎名誠の見た見苦しい光景はなくなりました。

現在の印旛沼は、いろいろの人々がそれぞれの思いを胸にして接しているので、沼を見る目も多角的です。そして、印旛沼に集う人々は、みんな印旛沼が大好きな人達です。

〔風景・自然を楽しむ人々〕 印旛沼は、昔からフナ釣りのメッカです。ヨシ原に囲まれて魚と戯れています。とくに、春のノッコミの時期は、釣り師でにぎわっています。愛鳥家は、朝のねぐらから飛び立ったばかりの姿を追い求めています。野草のかれんな花を求めて散策する人もいます。

朝霧の水面や夕日に赤く染まった風景など、四季により時刻によって移りゆく沼の姿は、人の心を魅了しています。悠然と絵を描く人がいます。写真愛好家は、好みのスポットに立って素敵な瞬間を切り取っています。傑作を集めた印旛沼の写真展は、随所で開かれています。

〔体を動かす人々〕 印旛沼は、解放感に満ちています。ジョギングや散策などをして思い思いに体を動かし、沼辺で一汗かくのを楽しむ人々がいます。岸边には、延長 22km に及ぶ県道八千代印旛栄自転車道（サイクリングロード）があります。この自転車道は、新川・花見川沿いの遊歩道を経て、ほぼ利根川から東京湾まで通じています。

また、西沼畔には、オリンピックで金・銀に輝く活躍をしたマラソン選手 高橋尚子・有森裕子が小出義雄監督のもとにこの地で育ったことを記念して、尚子コース(10km)、裕子コース(13km)があります。春の佐倉朝日市民マラソン（フルマラソン）のルートは、印旛沼のほとりを通過しています。みんな印旛沼の雰囲気背景にしたものです。

〔イベントに集う人々〕 印旛沼のほとりに、オランダ風車のある「佐倉ふるさと広場」があり、春にはチューリップ祭り、夏には国際花火大会が開かれます。休憩所や貸自転車を利用する人々を合わせると、年間来訪者は 50 万とも 100 万とも言われています。



写真 7-1 沼辺のチューリップ祭り

〔史跡を訪れる人々〕 印旛沼のほとりには、たくさんの史跡や施設があります。旧印旛村（現印西市）にある県立印旛沼公園は、沼に突き出したような高台にあります。ここは戦国時代の師戸城址です。歴史を思い浮かべながら空堀をめぐらした城址を散策する人、印旛沼を眺める人、春の桜を楽しむ人などが絶えません。対岸には、師戸城の本城に当たる臼井城跡があり、往時をしのばせる風格を備えています。

北印旛沼の甚兵衛公園は北須賀の水神の森ともいわれ、佐倉宗吾郎を船で対岸まで渡したところで、松の老木が生い茂り、遠くに見える筑波山とともに景色のよいところです。ここは、数々のイベントを行ったり、写真愛好家や鰻を食べに来る人たちが大勢集まるところです。先に述べた花島を含めて、観光の拠点としてお奨めです。

その他、数々の古墳や由緒ある神社仏閣（第 3 章参照）があり、国立歴史民俗博物館・県立房総風土記の丘などなどがあって、歴史愛好家が大勢訪れています。

〔屋形船に乗る人々〕 印旛沼は、屋形船の航路が設定されています。水面から岸辺のヨシ原越しに沼を取り巻く台地を見ると、平坦で低い台地が高くそびえて見え、景色を引き立てています。人々は、解放感に浸りながら雑談を交わし、童心に戻って揺り籠に身を任せています。



写真 7-2 印旛沼をめぐる屋形船

屋形船に乗る人は、観光ばかりではありません。鳥や水草・魚などの自然観察や、水質の状況を直接観察しながら環境保全の勉強に訪れる人々が大勢います。印旛沼を肌で感じ、将来の姿を思い浮かべながら、印旛沼と人とのよりよい関係を保つために、自分で何ができるかを考えようとする人が増えています。

〔ボランティア活動をする人々〕 印旛沼の周りには、たくさんのボランティア活動をする人々がいます。ゴミ拾いをする人、水質浄化に役立てようと水草を育てる人、遊歩道沿いに桜の木を植え管理する人、印旛沼に集う人々に沼の現状を案内する人、などなどです。みんな、印旛沼をこよなく愛し、自分のできることから率先して行っています。

現在の印旛沼に集う人々は、自然や風景を楽しむ人、息苦しい都会生活からホッとするひと時を求めて来る人、自分たちでもっとよい環境を作ろうと努める人、などです。

現在の印旛沼は、決して暗いものではありません。洪水などで暗く思われがちな印旛沼は、すでに過去のものとなっています。急激に進んだ水の汚れは、危機的な状態から脱しつつあります。明るい印旛沼の親水性は現代社会の求めるところであり、それに近づいています。

〔余話 6〕 印旛沼の名称について

” 印旛沼 ” という響きは暗い、もっと明るい呼び方はないか、そんな声がよく聞かれます。印旛沼という呼び方は比較的新しく、江戸時代頃に定着したようです。

印旛沼の「印旛」について、奈良時代（8世紀）に書かれた常陸風土記に、下総「印波」とあります。和名抄・延喜式には「印幡」「印播」ともあります。古代の早い時期には、その中でも「印波」が多い¹⁰⁾ようです。

印旛郡誌¹¹⁾には、印旛湖名称の起源は詳らかにできないけれども、回国雑記（文明 18

(1486) 年に「稲穂の湖」とあり、稲穂は印旛の一転声であって、当時まではインバとっていなかった、「印旛は稲庭の義なり」とあります。また“「印播は稲場の義」であり、古い「印波」「印播」は、みなこれに通じる。”とも言っています。印旛の地方は、古くから水田地帯であったからでしょう。

印旛の「旛」は、漢和辞典によると「バン」「はた」と読み、「長く垂らしたしるし旗」とあります。出陣のときに景気づけに掲げる布を長く垂らした旗のことです。平成の天皇即位礼のときに黄旛 白旛がたくさん沿道に並んでいたことを思い出します。多分、印旛沼の形がW型をしていたことから、風になびく勢いのよい旗を連想して「旛」の字を当てたのではないのでしょうか。

「沼」は、「ドロ沼」を思い出して暗いという声は、江戸時代からあったようです。江戸時代の佐倉風土記にこんな記事があります。”俗に沮沢(ショタク)(湿気の多い土地)というので沼とっている。昔は印旛沼とも、印旛湖とも言っていた。……沼や湖は郷語（里言葉）だから、江を用いるがよい。……浦というのもよい。……“と。

また、印旛郡誌には、随所に「印旛湖」と書いてあります。図 1-4（第 1 章）に、印旛沼が古鬼怒湾から分離独立する直前の名称として「印旛浦」とありますが、これは、最近になって誰かが使った名称でしょう。

司馬遼太郎は、湖・沼の呼び方について、こんなことを言っています¹²⁾。“スコットランドでは、沢山ある湖沼を、レイク (lake) と言わないで、ロッホ (loch) と呼んでいる。レイクというと、スイスの湖のようなものを連想する”。そして、“loch の「ch」という発音は英語にはなく、スコットランド人の祖先の人々の言葉、つまり土着の匂いのする言葉”とも言っています。スコットランドの人々は、それを誇りとして「ロッホ」と言い続けているのです。

日本の「湖」という言葉につて、彼は、明治以後にはやったヨーロッパ語の「lake」の対訳としての、ハイカラ語¹²⁾だと言っています。湖といえば、山に囲まれた人里はなれたきれいな「水域」、その代表はスイスの湖沼のようです。

「印旛沼」は土着のもの、歴史を背負って地域に密着した「ドデン」と座っているもの、人里離れたきれいな「湖」ではなく、人と長く付き合ってきた「印旛沼」だと思います。「印旛沼」という名前は、誇りをもって使っているうちに品格が備わってくるでしょう。

文献

- 1) 内田儀久 (2003) : 電子図書館満開佐倉文庫、中央公論事業出版
- 2) 赤松宗旦 (1938) : 利根川図志、岩波文庫
- 3) 立原三知男 (1999) : 印旛沼周辺の風景を詠んだ「臼井八景」、印旛沼—自然と文化 No.6、(財) 印旛沼環境基金
- 4) 水野葉舟 (1984) : 沼の思ひ出、葉舟会
- 5) 吉植庄亮 (1970) : 吉植庄亮全歌集、柏葉書院
- 6) 鬼川太刀雄 (1995) : 印旛沼は年古りた銀、近代文芸社
- 7) 北原白秋 (1987) : あしの葉 (初版、1924、アルス)、白秋全集 29、岩波書店
- 8) 吉植庄亮 (1946) : 百姓記、土とふるさとの文学全集 (7)、家の光協会、(1976 刊)
- 9) 椎名誠 (1990) : ロシアにおけるニタリノフの便座について、はじめての川下り、新潮文庫
- 10) 日本歴史地名大系千葉県の地名 (1996) : 平凡社
- 11) 千葉県印旛郡役所 (1913) : 千葉県印旛郡誌 (1989 年復刻版)
- 12) 司馬遼太郎 (1991) : 春灯雑記、仄かなスコットランド、朝日新聞社

第 8 章 水を使う印旛沼

1 沼の使い方の移り変わり

大正 2 年発行の印旛郡誌によれば、表 4-2（第 4 章）のように、印旛沼のもたらす利益の中に、水田灌漑水などの水利用の利益はありません。公津村八代（現成田市）の北沼近辺の水田灌漑水は、江川上流の湧水を引いて使っていました（印旛郡誌）。印旛沼は海面に近い程低いところにあり、当時は沼の水が目の前にありながら汲み揚げられなかったのです。印旛沼の水は、昭和初期になって、やっと吉植農場（第 5 章 3）で揚水して灌漑水に使いはじめました。

このような事情から、印旛沼の利用はモク採りや漁業・船運などの小規模な利用に留まり、もっぱら陸化した土地の新田開発（第 5 章）に向けられていました。

印旛沼を干拓して水田にしようとする努力は、太平洋戦争終了直後の食糧難時代まで続きました。昭和 30 年頃になると食糧事情は好転し、日本は、工業立国を目指してあちこちに重工業地帯が建設されます。千葉県でも、東京湾沿岸を埋め立てて、製鉄所や石油コンビナートを中心とした京葉臨海工業地帯が建設され、それに伴って工業用水の確保が課題となってきました。そこで着目した水源が、印旛沼でした。

しかし、沼の水を安心して使うためには、渇水期でも常に使いたい水量を貯水しておかなければなりません。このことは、陸化に向かう印旛沼の自然の遷移に逆行することであり、水田を増やそうとする数百年にわたる社会的趨勢にも逆行することです。干拓と貯水という相反する事柄について多くの議論を積み重ねながら、貯水池としての印旛沼に移行することになります。

2 印旛沼開発事業

干拓開田から水利用に目的を変更する過程について、具体的にみていきましょう。太平洋戦争の終結した翌年の昭和 21（1946）年に、食糧難を背景にして、印旛沼の大部分の面積にあたる 2,282ha（内 海面干拓 640ha）を干拓して農地を造る計画（当初計画）が立てられ、農林省直轄の「国営印旛沼手賀沼干拓事業」が開始されました。しかし、この事業はあまりにも大規模のために、昭和 25（1950）年にこれを縮小して、印旛疎水路（新川・花見川）の掘削を基幹工事とする「第一期事業計画」が作成されました。この計画は、ほとんど未施行の状態で終わっています。

一方、この頃になると、食糧事情も好転しはじめ、かつ昭和 26（1951）年には、川崎製鉄株式会社（現 JFE スチール株式会社東日本製鉄所）の千葉県進出が決まり、工業用水の確保という新たな課題が生じてきました。そして、「国営印旛沼干拓土地改良事業第一次改定計画」ができました。この計画は、通称「第一次改定計画」と言われるもので、疎水路（新川・花見川）や印旛排水機場など、増水時の排水施設を強化し、かつ利水目的を含めた水管理を盛り込んだものです。

東京湾臨海部では、昭和 33（1958）年ころから、次々と海面が埋め立てられ、そこに大工場群が進出して、工業用水の需要はますます増加していきました。これに対応するために、「第一次改定計画」は、さらに改訂されて、昭和 38 年 3 月に、利水工事（水管理）に重点を置いた「国営印旛沼土地改良事業第二次改定計画（通称「第二次改定計画」）」が立

てられます。そして、昭和 38 年 4 月に「印旛沼開発事業」と改名して、事業を水資源開発公団（現独立行政法人水資源機構）に移管して着工します。その後、工事は順調に進み、昭和 44（1969）年 3 月に竣工式を迎えて今日に至っています。

表 8-1 印旛沼事業計画の経緯¹⁾

事 項	当 初 計 画	第 一 期 計 画	第一次改訂計画	第二次改訂計画
計画樹立年度	昭和 21 年 11 月	昭和 25 年	昭和 31 年 2 月	昭和 38 年 3 月
干拓造成面積	2 282 ha 海面干拓 640 ha (開畑 435 ha)	1 715 ha 海面埋立開畑 150 ha	1 470 ha 海面埋立 157 ha	936.1 ha(934.1 ha) (海面埋立別途実施)
土地改良面積	5 256 ha	2 887 ha	5 279 ha	6 558.7 ha (6 555.7 ha)
工業用水等	—	—	—	5 m³/s
排水計画基準	既往最大（50年間） 連続雨量 610 mm (既往最大の洪水を) 処理しうる	既往第 3 位程度の連 続雨量 283 mm (発生頻度中等程度) の水害を除去する	既往第 3 位程度の 12 日連続雨量 300 mm. おおむね 10 年確率 (第 1 期計画と同等) 規模に独立性を付 与した	30 年確率雨量 3 日間 278 mm
疏 水 路	延長 16.5 km 底幅 70~80 m 掘削土量 1 216 万 m³ 流量 330 m³/sec	底幅 20~30 m 土量 524 万 m³ 流量 64.7 m³/sec	延長 16.5 km 底幅 14~30 m 土量 559 万 m³ 流量 93 m³/sec	延長 19 583 m 底幅 25~60 m 土量 344 万 m³ 流量 146 m³/sec 大和田機場 120 m³/sec
印旛排水機場	29.2 m³/sec	16.0 m³/sec	低揚程時 80 m³/sec 高揚程時 40 //	低揚程時 92 m³/sec 高揚程時 46 //
遊 水 池	高位 427 ha 低位 107 // 貯水量 1 150 万 m³	—	西部 680 ha 水道 270 // 貯水量 800 万 m³	西 部 680 ha 北 部 630 // 排水路 3 800 m 貯水量 1 310 万 m³
用 水 量	—	—	18.4 m³/sec	19.120 m³/sec
増 産 効 果	143 216 石	84 549 石	87 182 石	68 480 石
事 業 費	11 971 百万円	4 390 百万円	6 380 百万円	15 180 000 千円 (18 200 000 千円)
干 拓 分	11 971	4 390	5 310	9 337 408 (11 193 000)
土 地 改 良 分	—	—	1 070	2 242 592 (2 693 600)
工業用水等分	—	—	—	3 600 000 (4 313 400)

(注) 1. 当初計画の数字は印旛沼手賀沼全体計画のうちから印旛沼分を取り出したもの

2. 第二次改訂計画の〔 〕書きは実施により改訂されたもの

このような印旛沼開発の経緯をまとめると、表 8-1¹⁾の通りです。これを振り返ってみると、10 数年という長い年月をかけて議論し、干拓開田の流れの一部を残して水利用へと舵を切り、事業内容を順次変更していったことが伺えます。工事の完成によって、自然の印旛沼は水域面積を約半分にして、実質、治水利水目的に徹した人工の貯水池になりました。

3 水を管理する

(1) 印旛沼の形と施設

自然のままの印旛沼は、印旛沼開発事業によって大きく変形されました。まず、図 8-1 のように印旛沼の中央部分を干拓して水田にし、西印旛沼と北印旛沼に分断します。これを人工の捷水路で結んで、印旛沼の水は工事前と同じように利根川に流れるようにします。この他にも沼周辺の湿地を干拓開田して 11.55km² の水域を残します。この工事によって、印旛沼の水域面積は、約半分になりました。そして、図 8-2、図 8-3、表 8-2 のように、沼の周囲を高さ Y.P.5.0m（〔参考 3〕）の堤防で囲んで、増水時でも水があふれ出ないように、渇水時でも必要な水量を確保できるように、数々の揚排水機場や水門などの水管理施設を沼周辺に設置しました。その様子を詳しく見ていきましょう。

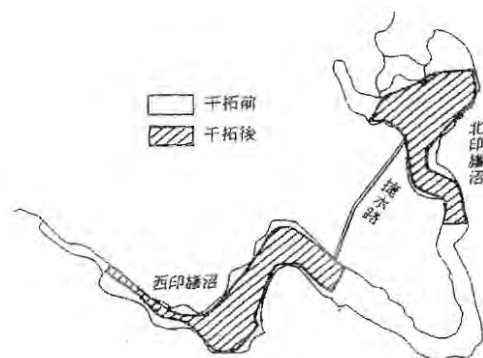


図 8-1 印旛沼開発事業前後の沼の形

No.	名 称	施設規模
①	印旛水門	
②	印旛排水機場	92m ³ /S
③	酒直水門	
④	酒直揚水機場	20
⑤	大和田排水機場	120
⑥	工業用水機場	5.0
⑦	上水取水場	2.07
⑧	工業用水機場	1.80
		1.56



図 8-2 印旛沼の水管理システムと利水機場

表 8-2 印旛沼の形状

面積	北 沼	6.26 km ²	①
	西 沼	5.29 km ²	①
	計	11.55 km ²	①
湛水量	北 沼	1,500 万 m ³	①
	西 沼	1,270 万 m ³	①
	計	2,770 万 m ³	①
水深	最 深	2.5 m	①
	平 均	1.7 m	①
標高	かんがい湖	YP2.5 m	①
	非かんがい湖	YP2.3 m	①
周 囲 長		47.5 km	②
滞 留 日 数		22.8 日	③

出典) ①: 印旛沼水質管理計画・千葉県

②: 建設省利根川下流工事事務所資料

③: 全国の湖沼の概要・環境庁

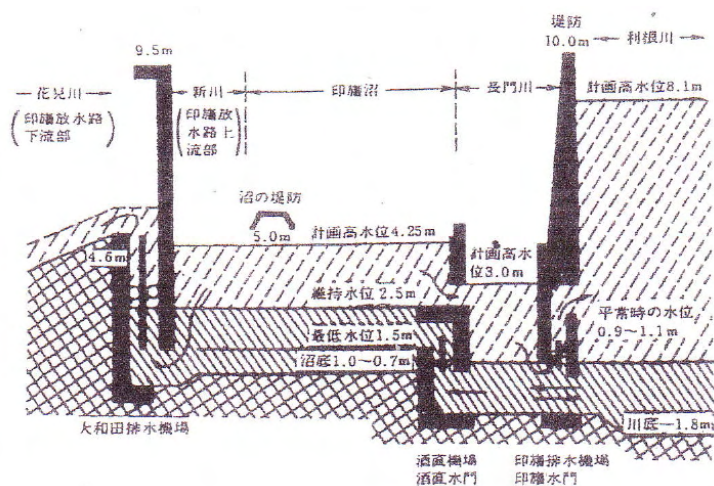


図 8-3 印旛沼関連施設と計画水位

【参考 3】 Y.P.と T.P.²⁾

国土地理院発行の地形図（普通の地図）で用いている高さ、例えば富士山の 3,776m とは、東京湾平均海面の高さを基準（高さゼロ）としたもので、これを T.P.と呼んでいます。一般に標高〇〇m とは、この高さを言います。実際には、日本水準原点を基準として全国に水準点をめぐらして、これを基準に標高を求めています。

日本水準原点の位置：東京都千代田区永田町 1-1 内、
水準点標石の水晶版のゼロ分画の
中点

原点数値：東京湾平均海面上 24.4140m

したがって、日本水準原点は、T.P.24.4140m のところにあり、日本水準原点と東京湾平均海面高とのつながりは、三浦半島突端の油壺と日本水準原点との間を、1～2 年ごとに精密測量をして、相対的な変動の有無を確認しています。

河川の土木工事のような狭い地区を対象とするときは、区域内の相対的な高さの精度を重視して、適当な場所に基準点を設けて高さを示しています。利根川とその支流の区域では、江戸川河口堀江量水標ゼロ位を基準とした Y.P.を用いています。

Y.P.と T.P.の関係は、次式のとおりです。

$$Y.P. = T.P. + 0.8402m$$

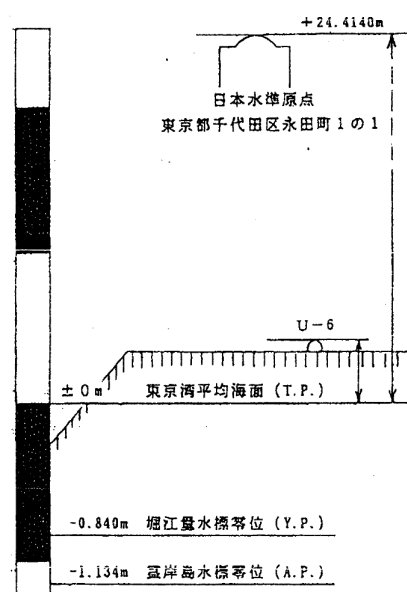


図 8-4 基準面比較図

印旛沼の水は、鹿島川や神崎川など流域河川から流れ込み、長門川を経て利根川に流れ出しています。平常時の利根川の水位は Y.P. 0.9～1.1m、沼底は Y.P. 0.7～1.0m ですから、印旛沼の利水に必要な水量を保つために、印旛沼の出口に酒直水門を造って水を堰き止め、沼の平常時の水位を Y.P.2.3m（水田灌漑期は 2.5m）に上げて維持・管理します。その上で、印旛沼の水位が、最高 Y.P.4.25m、最低 Y.P.1.5m になっても安全なように堤防や諸施設を設計しています。最高・最低の水位と維持水位（管理水位）との差は、増水時の洪水防止のために一時的に貯水する空量（治水容量）、渇水時の利水のために貯水しておく水量（利水容量）となります。

もし大雨が降って、利根川の水位が印旛沼より高くなったときは、利根川の水が沼に逆流しないように、印旛水門を閉めます。このとき、印旛沼の水が増水して利根川に排水したいときは印旛排水機場で汲み上げて利根川に放流します。それでも印旛沼の排水が間に合わないときは、沼の水を西沼の西端から新川を経て大和田排水機場まで導き、ここで汲み上げて花見川に放流して、東京湾へ流します（第 5 章 図 5-2 参照）。

また、渇水で印旛沼の水位が維持水位に達しないときは、酒直水門の隣にある酒直揚水機場で利根川の水（直接には長門川の水）を汲み上げて補給します。こうして、印旛沼の水は、増水時でも渇水時でも安全かつ十分に水利用のできるように管理されています。その結果、印旛沼開発事業の完成後は、一度も堤防を溢水するような水害も、取水制限をするような水不足も起きていません。

(2) 水管理の様子³⁾と水位変動

豪雨時の水管理の様子について、平成3年9月に台風18号が襲来したときの事例をみることにしましょう。この時は、台風によってほぼ1日に280 mmを超える大雨が降りました。図8-5のように、大雨とともに印旛沼の水位は上昇して最高3.80mに達し、利根川の水位も上昇しました。

この時、沼の水は、印旛排水機場、大和田排水機場を稼働させて、利根川と東京湾の両方向に排水し、印旛沼はおよそ3日後に平常水位に戻っています。

また、印旛沼の水不足が予測されるときは、状況判断によって利根川の水を長門川を通して酒直揚水機場で汲み上げて維持管理水位を保つようにしています。このような水管理によって、印旛沼の水位は、大雨直後の一時的上昇を除いて一年中ほぼ管理水位に保たれています(図8-6)。

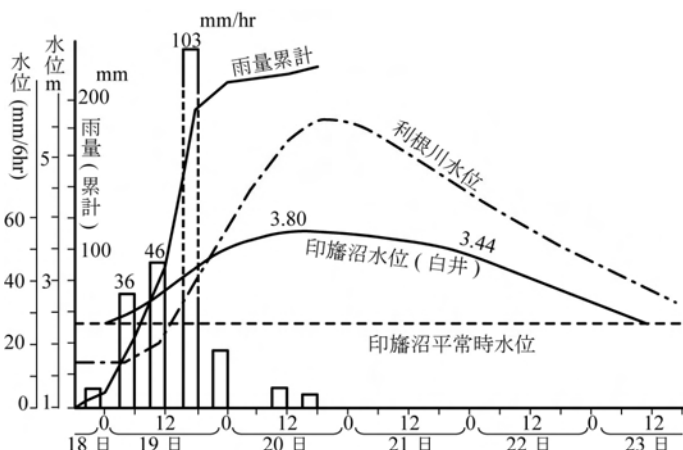


図 8-5 豪雨時における印旛沼関連水位の変化
(平成3年9月)

出典) 水資源開発公団資料より作図

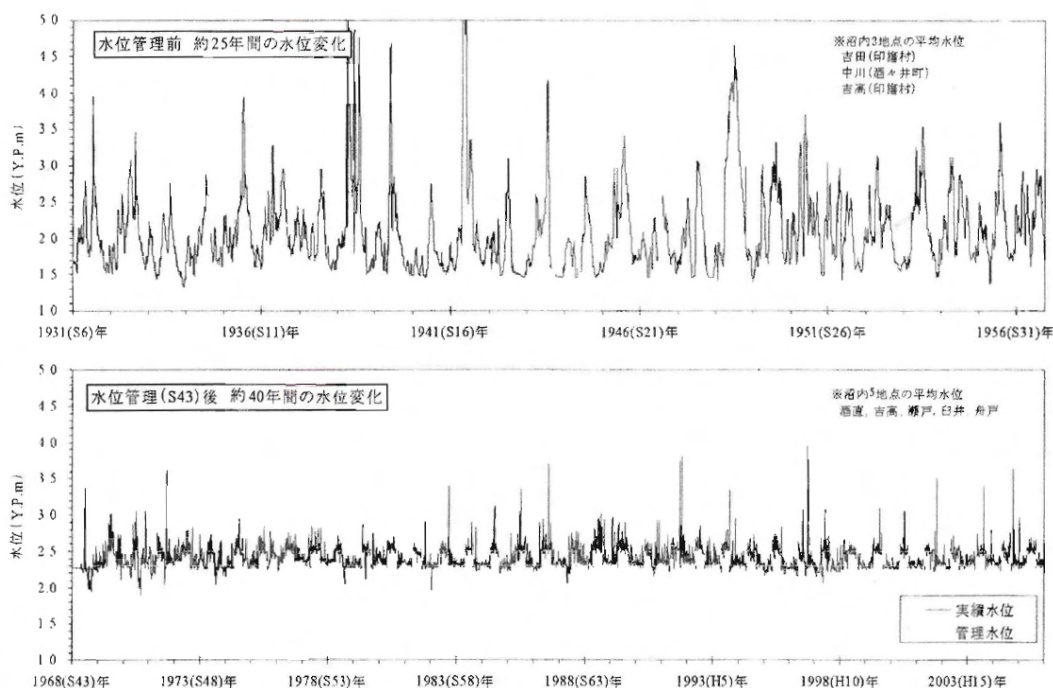


図 8-6 印旛沼の水位変動⁴⁾ (上図：水管理前、下図：水管理後)

印旛沼開発事業を行う前の印旛沼の水位は、図8-6のように⁴⁾、1～3月の冬季に著しく低下し、梅雨や台風などの雨の多い時期に上昇します。そして一旦増水すると、水位は数か月も下がりません。印旛沼の放流先に当たる利根川の水位が下がるまで、沼の水位は下がらないからです。これに比べて、現在の印旛沼の水位は、いかに安定しているか、洪水防止にいかに役立っているかが分かります。

4 水利用の現状

(1) 水利用と水収支³⁾

印旛沼の水は、水道水、農工業用水などとして、それぞれの取水場から水を汲み上げて利用しています。利水量に関しては表 8-3のような取水計画を立てています。実際の取水量は、その年の水需要に応じて、取水計画の範囲内で変動しています。

表 8-3 印旛沼からの取水計画

		毎秒あたり最大利水量	日最大利水量
農業用水	既 耕 地 5.373ha 干 拓 地 934ha 計 6.30ha	19.12 トン	(1 日 18 時間取水として 123.9 万トン)
工業用水	川鉄工業用水道 (既得・自家用) 県営工業用水道 計	1.8 5.0 6.8 トン	15.5 43.2 (24 時間取水) 58.7 万トン
○河口堰などの開発水源を沼を経由して取水するもの			
生活用水	県営水道	2.07 トン	17.9 万トン (〃)
工業用水	県営工業用水道	1.54 トン	13.5 万トン (〃)

印旛沼の年間水収支は、図 8-7の通りです。利水者別の年間利水量は、工業用水が最も多く、次いで農業用水、水道水の順になっています。この図のように、工業 農業 水道の各取水量は、平成初期に比べて平成 20 年頃の方が減っていて、最近の印旛沼は、利水量に余裕の出ていることを示しています。

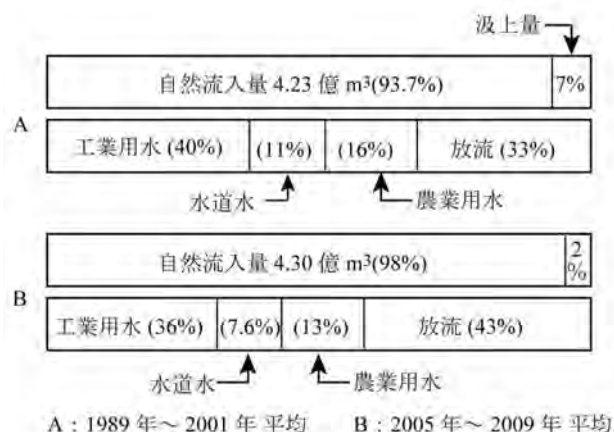


図 8-7 印旛沼の水収支³⁾

利水のための取水量年間変動は、工業用水 水道水は年間を通してほぼ同じ水量ですが、農業用水は4～8月の稲作期間中に限られています。また、印旛沼に流入する水量は、梅雨期等の雨季に多く、冬の乾季に少ないので、季節によっては水不足になることがあります。この一時的な水不足を乗り越えるために、状況判断によって利根川の水を酒直揚水機場で沼に汲み上げて補給しています。

印旛沼から取水する機場は、図 8-2のように、印旛沼の随所に設置されていますが、農業用水以外の取水場はほとんど西印旛沼の南部に集中しています。とくに、千葉地区工業用水取水場（佐倉浄水場）は、印旛沼に流入する直前の鹿島川に置かれています。西印旛沼南部は、印旛沼に流入する大きな河川の集中するところであり、そこに大きな取水場が集まって沢山の水が汲み上げられ利用されている状態です。

(2) 維持水位の意味

これまで述べてきたように、現在の印旛沼の水位は、治水・利水のために Y.P.2.3m（灌漑期間 2.5m）になるように管理され、所期の目的通りに降雨直後の短期間を除いて、ほぼ

管理水位を維持しています。もし、沼の水位を常に一定に保っているならば、印旛沼の利水容量の水は使っていないことになり、水を沼に溜めておく貯水の意味は実質なくなり、「安心のため」だけになります。

確かに、今までは利水に支障のないように維持水位を保ってきましたが、その陰で、水不足になりそうな時に利根川から水を補給していました。利根川の水量は常に豊富とは限りません。水質は必ずしも「きれい」とは限りません。印旛沼が自前の水で利水量を確保する貯水池であることを自負するならば、利根川のお世話になる前に水位を下げて、最低水位 1.5m までの利水容量に相当する水を使い、流入河川の水を優先的に使うのが自然の姿でしょう。

このとき、利水のための水位低下が、沼の生物生態系をはじめ、水質、漁業、観光、取水場操作などにどう影響するか、プラスとマイナスの面を含めて検討しておくことが必要でしょう。

5 残された課題

印旛沼は、治水利水の役割を果たす重要な湖沼になりました。しかし、次の2つの課題が残されています。それらは、印旛沼の集水域と合わせて考えなければ解決しない課題がほとんどです。印旛沼は、湖沼陸域生態系として成り立っているからです。

(1) 水源地の保全

河川・湖沼の水は、雨水からはじまります。印旛沼流域には、森林地帯のような雨水をゆっくりと流し出すための水源地はほとんどなく、流域のほぼすべてが人の生活圏に組み込まれています。生活圏を水源地にふさわしい状態にしておくことが必要です。

しかし現状は、市街地化が進んで降雨直後の雨水流出量が増加し、都市型洪水によって高崎川下流域で住宅の浸水被害が発生するようになっています。降雨直後の雨水流出量の増加は、その後に続く降雨のない時期の水不足をもたらします。生活圏を健全な水源地にしておくことは、治水・利水のために不可欠です。

(2) 水質の保全

印旛沼の利水は、水量ばかりでなく水利用に適した水質が求められます。しかし印旛沼の水質は、水道水源の湖沼として全国1~2を争うほどに悪い状態です（第13章）。

印旛沼の水質改善は、誰もが望む緊急の課題です。

文献

-
- 1) 水資源開発公団（1969）：印旛沼開発工事誌
 - 2) （財）印旛沼環境基金（1998）：Y.P. T.P.日本水準原点について、印旛沼環境情報No.41
 - 3) 水資源開発公団：水資源開発施設等管理年報（各年）
 - 4) 印旛沼流域水循環健全化会議資料

印旛沼の集水域は、すべて生活圏であり、殆ど農耕地、住宅地になっています。利根川・多摩川の上流のような水源地にふさわしい森林地帯はありません。それでも河川の水は年中滔々と流れています。その水はどこから流れてくるのでしょうか。その秘密を探してみましょう。

1 水源を探す

水源地として好まれる森林地帯は、多量の水を吸収保持する森林土壌に覆われているために、雨水を一時的に森林内に貯留してゆっくりと流れ出しています。この作用によって、河川の流れは降雨直後の急激な増水を抑え、かつ渇水期の水量を増やして治水・利水に都合のよい状態にしています。

フィルター分離 AR 法という方法を使って、印旛沼に流入する河川の水量のうち、雨水が直接流出する水量（降雨流出成分）と、平常時に流出する水量（基底流出成分）とに分けて測定してみると、基底流量は全印旛沼流入量の約7割¹⁾ありました。

基底流出成分に含まれる水は、家庭排水、工場排水などの各種排水や谷津のあちこちに湧く湧水などが考えられます。各種排水は合計しても河川流量の数%程度ですから、基底流量の大部分は湧水と考えられます。

印旛沼流域の湧水は、しばれ水程度の小規模のものが多く、これを集めても基底流量を賄うほどの水量になるか、疑われるほどです。しかし、湧水地点の数は大変多く、佐倉市内だけでも541ヵ所の湧水を確認²⁾しています。印旛沼流域内で確認された比較的規模の大きな湧水だけを見ても、図9-1のように³⁾、印旛沼流域のほぼ全面を覆っています。印旛沼流域の湧水は、小規模多数面的に分布し、湧水量を合計すると印旛沼の主要な水源となっていると考えられます。

印旛沼の水源地は、一つ一つの小さな湧水を涵養する狭い地域の合計です。それらを合計した水源地は印旛沼流域全体に広がり、農耕地や住宅地等の人の生活圏そのものでした。

2 下総台地の地形地質

人の生活圏でありながら水源地となりうる理由の一つは、下総台地の地形地質の特性にあります。

(1) 下総台地の地質構造と地下水

下総台地の地層は、古東京湾の堆積物から成り立っています。古東京湾は、その昔、海盆と呼ばれる深い海の窪地に土砂が堆積し、次第に浅い海になり、40～50 万年前頃から内湾となったものです。その後、古東京湾は隆起して 10 数万年前頃から陸地になりかけ、8 万年前頃から以後は海底に没することなく関東平野へと移っていきます。古東京湾が陸化する頃から富士、箱根の山々が噴火し、大量の火山灰が降り積もりました。深海に堆積した地層を上総層群、浅海に堆積した地層を下部下総層群、古東京湾に堆積した地層を上部下総層群と呼び、その上部に陸地になりかけた頃に降った火山灰を含んだ常総層(常総粘土層)という層が堆積しています。そのまた上部に陸地になってから降った火山灰の関東ローム層と呼ばれる地層が台地の表面を覆っています。

古東京湾の時代は、海進・海退の影響を受けて海面高の変動を何回も繰り返しています(第 1 章 [参考 1])。ある時期は、海面が上昇して内湾となり、ある時期は逆に海面が低下して内湾は干上がって陸地化することがありました。

古東京湾は、海進のときの水域に土砂を堆積し、海退のときに内湾が陸地化して、河川の流れによって浸食谷が造られます。この一回の海進に対応する堆積物は、砂礫層、泥層または砂泥層、貝化石を含む厚い淘汰のよい砂層、泥層(泥炭を含むことあり)の順に積み重なっています⁴⁾。

したがって、上部下総層群は、一回の堆積サイクルに対応する砂層、泥層などが似たような順序で幾層も積み重なっています。そして、一回の海進に対応する一連の堆積物の地層にそれぞれ名前を付けています。図 9-2²⁾に示す木下層、上岩橋層、清川層などは、こうして命名された地層です。印旛沼流域で、谷津などに露頭として見られる地層は、木下層と上岩橋層の上部までであり、それより下部の地層は地下に潜っていて見えません。深部にある各地層は、房総半島の市原市以南の露頭で見られます。

	関東ローム層
上	常総粘土層 (常総層)
部	木下層
下	上岩橋層
地	上泉層
層	敷層
群	地蔵堂層
	金剛地層
下	笠森層

図 9-2 下総台地の地質柱状図²⁾

水が地層を通過する速さは、粒子の粗い砂層で早く、細かい粘土・シルト層で遅いので、上層からしみ込んできた水は粘土層上部の砂層に溜まります。これが地下水です。下総台地を構成する上部下総層群は、粘土層と砂層の互層になっているので、幾層もの粘土層の上部に地下水が溜まります。水を通しにくい地層を難透水層、その上部の水の溜まっている地層を帯水層と呼んでいます。

下総台地で最も浅い難透水層は、関東ローム層直下の常総層です。常総層は連続性が悪く、所々切れているので、その上部に溜まった地下水は漏れやすく宙釣りの状態にあり、宙水と呼ばれています。

また、上部下総層群は若い堆積層であり、岩石として固まるほどの年代を経っていません。この硬い岩石のないという性質が、多量の地下水を保つことに有利に働いています。

(2) 下総台地の地形と湧水

古東京湾が隆起して陸地になるとき、隆起する速さは場所によって一様ではありません。関東構造盆地といわれるように、関東平野の縁辺部の隆起は速く、中央部の埼玉県東部加須あたりを中心として凹んだ形になっています。下総台地は、その影響を受けて北西方向に緩やかに傾斜し、ほぼ平坦な台地面を持っています。印旛沼流域の台地面の高さ⁵⁾は、図 9-3 のように、南東部の土気付近が最も高く標高約 90m であり、北西に向かって低くなり、八千代、白井付近で約 25m です。巨視的にみると下総台地の帯水層は、この台地の傾きに沿っています。

また隆起の程度は部分的に異なり、隆起の速いところは台地に、遅いところは低地になっていきました。こうして図 9-4 のように⁶⁾、現在の利根川下流低地と、東京湾北部に広がる東京下町から埼玉県東部にかけての低地ができました。

下総台地を構成する地層は若い堆積物であり軟らかく、台地面は雨水浸食を受けやすいので、図 9-4 のように⁶⁾、谷津と呼ばれる急峻な浸食谷が樹枝状に発達しています。印旛沼に流入する河川は、すべてこの谷津を流れています。

谷津は、台地を浅く窪んだ程度の「浅谷津」と深く浸食した「深谷津」⁷⁾とがあります。浅谷津は谷津上流の台地面に近い高いところにあり、印旛沼北部の谷津の多くは、谷津上流まで浸食が進んで深谷津の形をしています。

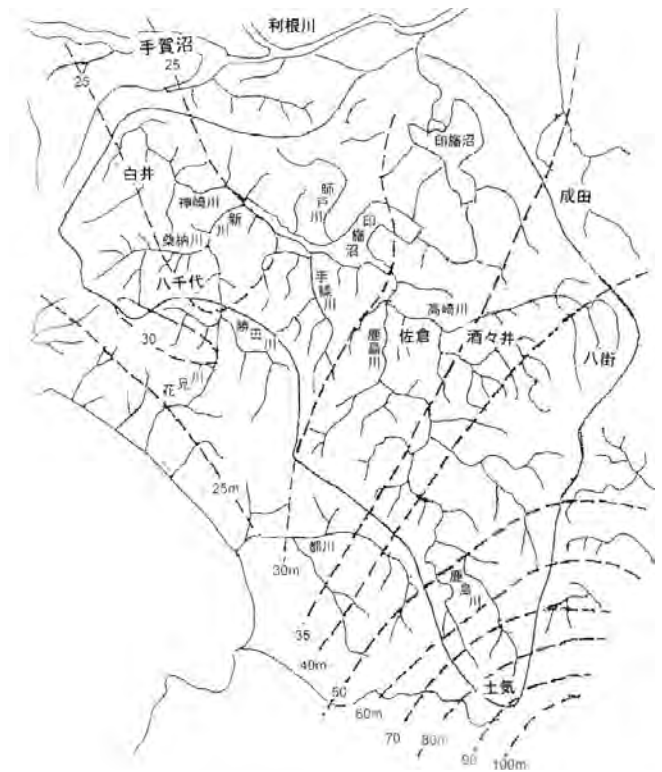


図 9-3 下総台地の標高⁵⁾

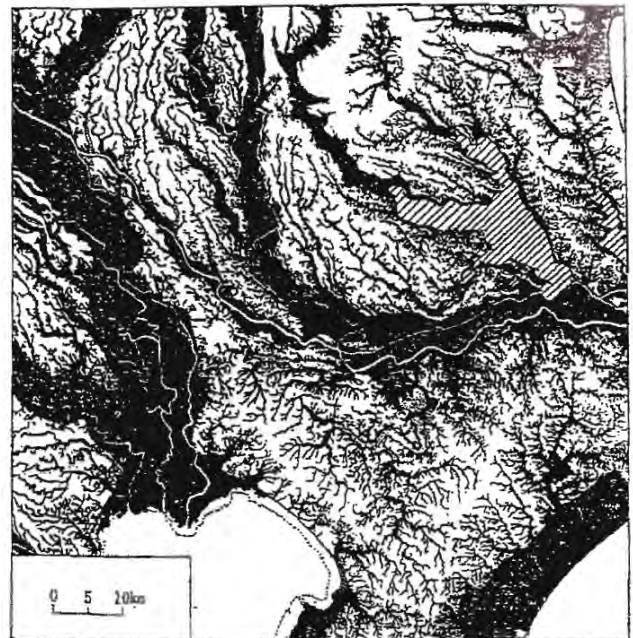


図 9-4 下総台地の谷津地形⁶⁾



写真 9-1 谷津の風景

地下水は、谷津に出会うと流れ出して湧水となります。地下水は幾層もあるので、浅い谷津からは浅い地層の地下水が、深い谷津からは深い地層の地下水が流れ出して、ほぼすべての谷津の至る所から湧水が出ています。

〔余話 7〕 谷津とは

谷津とは、台地や丘陵地に出来た細長い浸食谷のことです。

「谷津」という言葉は、千葉県地方（下総・上総の国）の方言であり、神奈川県地方（相模の国）では「谷戸」、東京・埼玉県地方（武蔵の国）では「谷地」と言っています。谷戸・谷地のある関東西部と、谷津のある千葉県北部とでは地形に若干の相違があり、前者は丘陵地帯、後者は平坦な低い台地地帯にできています。両者は、景観・特性に違いが見られるので、下総台地では関東西部の浸食谷と区別するために「谷津」を使うことにしています。

谷津の形について、白井⁹⁾は、浸食を続行している谷津、上流から流れてきた土砂の堆積が勝る谷津などがあるとして、河川浸食性谷津、河川堆積性谷津、河川埋積性谷津、湖沼埋積性谷津に分類しています。河川埋積性谷津、湖沼埋積性谷津は泥炭層を持っています。

3 湧水の仕組み

(1) 雨水が湧水になるまで

湧水は、下総台地に降った雨水が地下にしみ込んで地下水となり、これが谷津などに湧き出したものです。

雨水は、まず台地表層の火山灰土壌に吸収されます。図 9-5⁹⁾ は、千葉県内の代表的な火山灰畑土壌、粘土質畑土壌、砂質畑土壌について、地表から地下 1m までの土壌構造の様子を示したものです。火山灰畑土壌は、固相と呼ばれる鉱物などの固体部分は全体の約 20%しかありません。残りは、空気の占める気相が 25%、水の占める液相が 55%程度です。気相と液相を合わせた部分は孔隙という「穴」です。雨水は、この孔隙の空^{カラ}になっている部分（気相）に一時的に貯留されます。火山灰土壌は、粘土質畑土壌や砂質畑土壌に比べて孔隙が多く、それだけ雨水を多量に吸収保持する性質を持っています。しかも孔隙の連続性がよく、水は下層にしみこみやすくなっています。

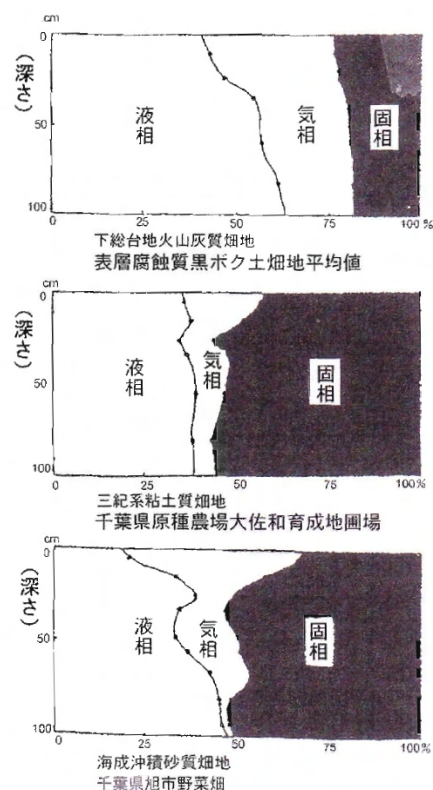


図 9-5 土壌（畑）の三相分布⁹⁾

成田市三里塚公園で、図 9-6のような雨水浸透観測装置を設けて実測¹⁰⁾してみたところ、雨水が地下 1.5m のところに浸透してくる水量は、降水量の 1/4 程ありました。公園のような地表の比較的固いところでこの程度ですから、山林や耕耘された畑の雨水地下浸透量はもっと大量になるでしょう。

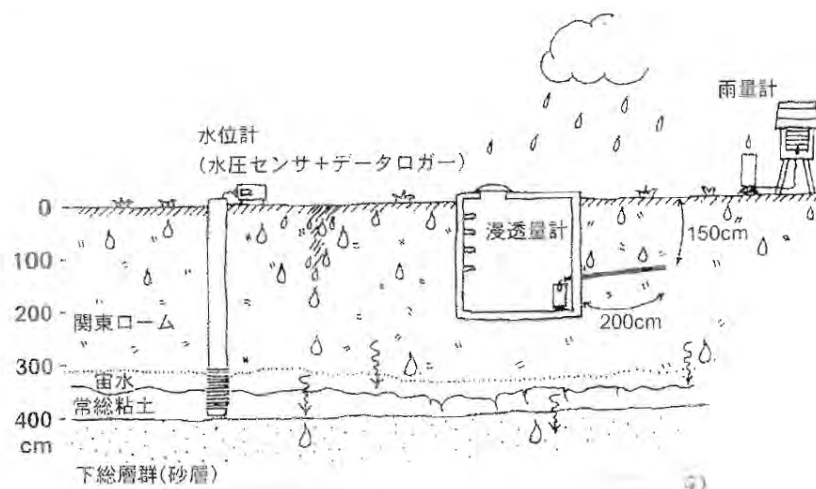


図 9-6 雨水浸透観測システム模式図¹⁰⁾

下総台地は、①雨水を吸収しやすい表層の火山灰土壌と、②それを地下水として幾層にも分けて貯留する地質構造と、③その地下水が再び地表に湧き出す谷津地形という、湧水にとって有利な三つの条件を揃えていることになります。

(2) 湧水の形と涵養域

湧水は、図 9-7の番号で示した地形のところから湧き出しています²⁾。図の各番号で示す湧水の特徴は、次の通りです。

- ① 谷津の最上流部（谷頭）にある湧水：数も多く、代表的な形です。
- ② 台地の崖線沿いにある湧水：数も多く、代表的な形です。
- ③ 谷津の台地斜面にある湧水：「根だれ」とも言われ、人の飲み水にも使われます。
- ④ 谷津の低地平面にある湧水：湿田状態の旧来型谷津田には、水田底から冷水の湧くところがあり、農家はその場所を熟知していてそれに対応した稲作管理をしていました。この形の湧水は、発見しにくいけれども多数あると思われます。
- ⑤ 台地上の窪地にある湧水：常総層上部に溜った宙水によるもので、昔は台地上の宿場や牧場などで使われる貴重な水でした。

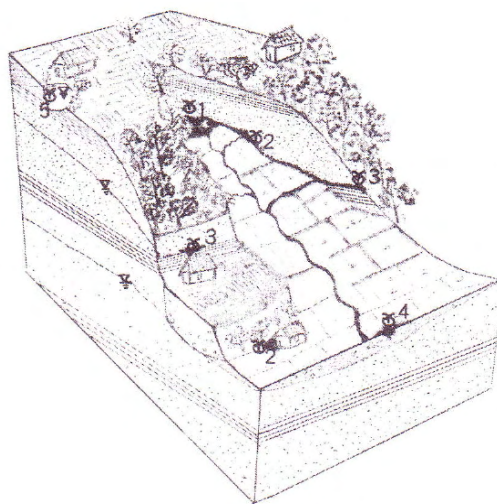


図 9-7 地形と湧水の模式図²⁾

湧水は、地下水が地表に流出したものであり、最も台地面に近い常総層を含む木下層上部の帯水層から出る湧水を「坂戸型湧水」、その下層の上岩橋層最上部から出る湧水を「上座型湧水」、そのまた下層の上岩橋層から出る湧水を「佐倉型湧水」と呼んでいます²⁾。



写真 9-2 台地崖線の湧水（子は清水）

各湧水の涵養域は、図 9-8の通りです。坂戸型湧水や上座型湧水のような浅い地下水の流れ（局地的流動系）から出る湧水は、各湧水地点と地形の分水界で囲まれた狭い領域内に降った雨水が湧水の起源となり、佐倉型湧水のような若干深い地下水の流れ（中間的流動系）から出る湧水は、さらに広い鹿島川・高崎川など河川の分水界で囲まれた広い範囲に降った雨水が湧水の起源となっています。

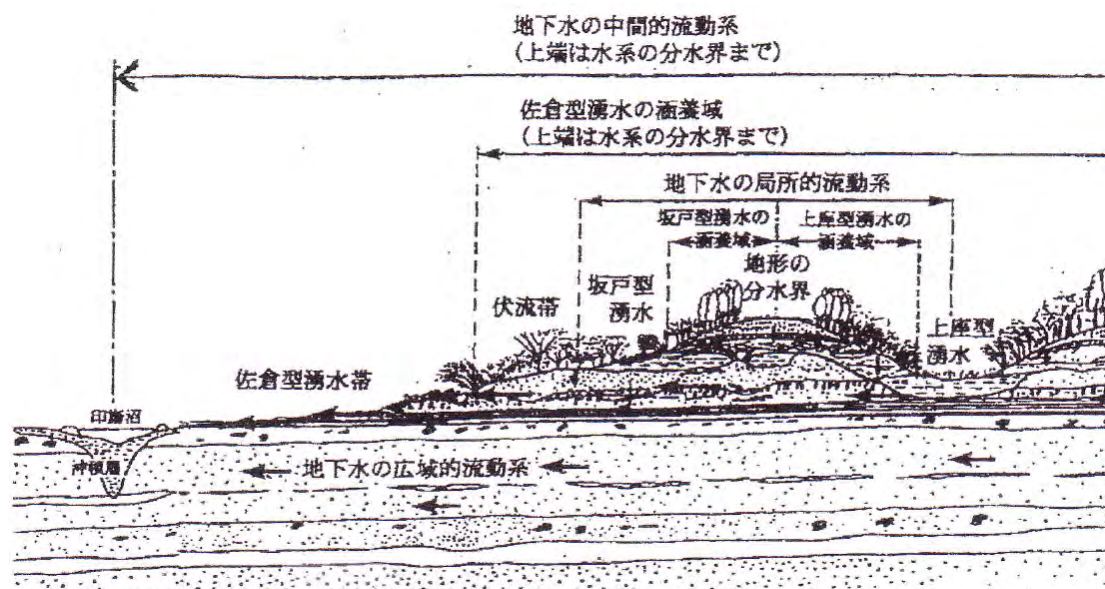


図 9-8 印旛沼流域の湧水機構模式図²⁾

さらに深い地下水の流れ（広域的流動系）から流出する湧水があるはずですが、印旛沼流域では地下に潜っていて谷津低地に湧水として流れ出ることはありません。印旛沼に佐久知穴という湧水があって、直径 5m の穴から 30～60cm も高く噴き上げていたという伝説¹⁾があります。印旛沼は谷津低地より低いところにあるので、もしかしたらこの湧水は、広域流動系地下水に属する湧水であったかもしれません。

〔参考 4〕 印旛沼内の湧水

印旛沼や利根川下流低地は、谷津より低く、広域的流動系地下水の湧出する可能性を否定できません。古老の漁師によると、印旛沼開発工事以前の印旛沼は、あちこちに湧水があったと言います。現在の沼水位は、当時より約 1m 高く保っているため、沼内の湧水はほとんど見られませんが、沼の水位を低下させれば湧水を復活させることができるかもしれません。

印旛沼の沼底は、下総台地の窪地に厚さ 20～40m の沖積層が堆積しています。その地下水は、表層の沖積砂質土層に存在する不圧地下水と、不透水層である沖積粘土層下部の被圧地下水があります。

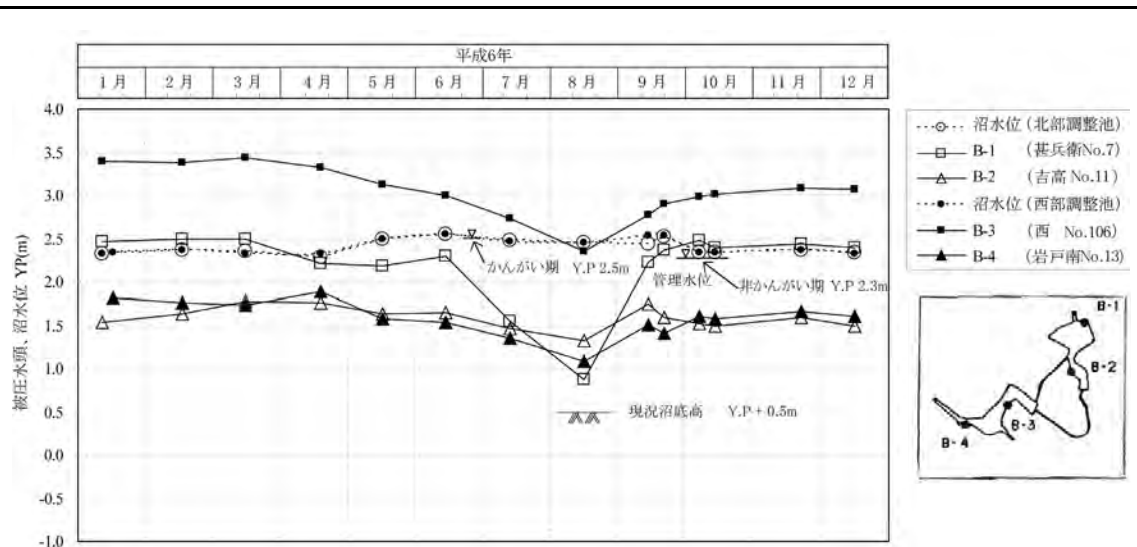


図 9-9 印旛沼の被圧水頭経時変化（平成 6 年）¹²⁾

平成 6 年に行った印旛沼内の地下水位観測によると、図 9-9¹²⁾のように、被圧地下水の水頭は、現在の湖沼の水位より低いところが多く、沼内で湧水として湧いているところは少ないようです。でも、西印旛沼の土浮地先は沼の水位より地下水位の方が高く、湧水の湧いている可能性があり、北印旛沼の北須賀地先でも季節によっては湧水のある可能性があります。この地点は、沈水性水草や浮葉性のアサザが最近まであったところです。沼内湧水の復活によって、水草復活ができれば、こんな嬉しいことはありません。なお、印旛沼隣接水田には、自噴する掘り抜き井戸が数ヶ所あります。

文献

- 1) 印旛沼流域水循環健全化会議資料
- 2) 佐倉市（2000）：佐倉市自然環境調査報告書・地質環境部門
- 3) 千葉県（2010）：印旛沼流域情報マップ—環境・自然編—
- 4) 菊池隆男（1980）：古東京湾、アーバンクボタNo.18
- 5) 白鳥孝治（2006）：生きている印旛沼、崙書房
- 6) 菊池利夫（1968）：房総半島の地域診断、大明堂
- 7) 鈴木武・白鳥孝治（1969）：両総谷津田の土壌の性質と水稻の生育（予報）、千葉県農業試験場研究報告 No.9
- 8) 白井哲之（1993）：印旛沼周辺低地の地形分類、（山田・白鳥・立本編、印旛沼手賀沼水環境への提言、古今書院）
- 9) 千葉県農業試験場地力保全研究室資料
- 10) 千葉県水質保全研究所地質環境研究室（1998）：千葉県の地盤沈下と地震
- 11) 赤松宗旦（1938）：利根川図志、岩波文庫
- 12) 建設省関東地方建設局利根川下流工事事務所（1995）：印旛沼の自然

印旛沼の流域はすべて人の生活圏にあり、そこが水源地です。そこに住む人の生活の仕方が、水源としての機能に強い影響を与えています。

印旛沼流域の人々は、これまでどのような生活をしてきたのでしょうか。その移り変わりを振り返ってみることにしましょう。

1 古村の誕生と湧水

(1) 古村のはじまり

印旛沼流域は、図 10-1 のように¹⁾、谷津沿いの台地縁辺部に古村と呼ばれる古い集落が多く分布しています。古村の生活基盤は、谷津田の稲作です。谷津は至る所に湧水があり、鍬一本で台地の裾に簡単な水路を造れば、すぐに水を引いて水田耕作ができるので、土木技術の未熟な初期稲作に適しています。その上、台地の谷津縁辺部は、近くに生活用水としての湧水に恵まれ、かつ湿気が少なく、冬は暖かいというメリットがあるので、昔から人の住みやすいところでした。



図 10-1 古村の分布状態¹⁾

印旛沼の周辺にある古代から続く社寺の多くは、古村と似た地形のところに分布しています。例えば、第 3 章で述べた麻賀多神社、龍角寺、龍腹寺などは谷津縁辺部の台地上にあり、近くに七井戸²⁾、八つ井戸²⁾、みたらし³⁾の湧水があります。このように、古墳時代 奈良時代の社寺周辺には、既に古村の原型ともいえる湧水を持った集落があったと推察されます。古村はその頃に誕生し、時代とともに少しずつ変化しながら現在に至っていると考えられます。

古代における谷津開発の経緯は、谷津の堆積物に含まれる花粉化石を分析して植生の時代ごとに変化する様子を調べることによって知ることができます。花粉分析は、印旛沼西部から続く新川の平戸地先の沖積層で行われています⁴⁾。この地点における古鬼怒湾（第1章参照）の海進が終わったところに相当する深さ 1.85～1.35m の堆積物の花粉化石をみると、湿地の拡大に伴ってハンノキが増加する時代があり、続いて急に減少する時代に移行しています。この時代にハンノキ林が水田になり、水田稲作が始まったと考えられます。そして、コナラ・クマシデなどの花粉に混じってソバが出現しています。台地上でも農耕が始まっていたかもしれません。

その上位に当たる深さ 1.15m 程度の堆積層からは、マツ属が急に増加して 50～70% にも達し、ソバ属が連続して出現しています。台地上では、マツの植林やソバの栽培が盛んに行われていた模様です。この堆積物の時代は、約 1400 年前、大和時代の古墳時代末期から白鳳期に相当すると思われます。この頃、台地上を含めて古村として人の定住する基盤が出来上がったことでしょう。

印旛沼流域の南に隣接する村田川支流の谷津堆積物でも花粉分析が行われています⁵⁾。ここでも新川流域の結果とほぼ類似した植生の経過をたどっていますが、谷津の開発や台地上に人の手が加えられた時代は奈良時代頃と推定され、印旛沼流域より少し遅れていた模様です。

〔余話 8〕 谷津田を拓く

常陸風土記（奈良時代 8 世紀初頭のもの）の行方郡条にこう書いてあります⁶⁾。麻多知という人物が谷の葦原を開田しようとしたとき、夜刀の神（蛇の身で頭に角がある）が群れをなして現れて耕作をさせなかったので、打ち殺して駆逐した。そして山の入り口に標を置いて「これより上は神の地とする。下は人の田とする。今後は神の祝となって永代に敬い祭るから祟りや恨みはしないように。」と書いて社を設けた。

その後、壬生連麿呂が谷の地に池の堤を築こうとしたところ、夜刀の神が椎の木に集まってきた。麿呂は「この池は民を活かすために築くのだ。どうして従わないのだ。目に見えるもの 魚虫の類はすべて打ち殺す。」といったところ、神らしい蛇はいなくなった。その池は ^{シイヒ} 椎非の池といって清泉が出る、とあります。山の神を祭りながら次第に谷津の奥まで水田を開いていった様が伺われます。印旛沼流域の谷津の開発でもこれと似たことがあったことでしょう。

(2) 古村と湧水

〔生活用水〕 古村の生活用水は、時代を遡る程湧水を直接使っています。七井戸、八つ井戸などは、湧水そのものが生活用水に使う「井戸」でした。

時代が経つにしたがって、井戸を掘る技術が発達し、住居の近くに井戸を掘って使うようになりますが、古村の中には、現在でも台地の崖から出る湧水を生活用水に使っている集落があります。夏冷たく冬温かい湧水は、普通の水道水にはない使い勝手の良さがあると言っています。

〔谷津田の灌漑用水〕 古村の生活基盤となっている谷津田は、湧水を引いて簡単に稲

作ができます。谷津田は、湧水と雨水だけで耕作する「天水田」でありながら、干ばつの年でも涸れることのない湧水のおかげで「日照りに不作なし」と言われるほど干ばつに強く、その上、大河がないので洪水被害はあまりありません。日陰・冷水温、それに強い湿地状態などのために高い収量は望めませんが、どんな天候の年でも安定した収穫が保証されています。湧水のもたらす谷津田のこの性質が、長期にわたって古村の存続を保証していました。

しかし、年中いつでも少量の水が湧く湧水の利用は、稲の生育時期にあわせた水管理に向きません。作土が柔らかいために、機械化現代農業に必要な大型トラクターは使えません。稲作の生産性向上と湧水の保全は、難しい関係に差し掛かっています。

〔余話 9〕 湧水の保全方法

古村の湧水は、稲作や生活用水として欠かせない大切なものでした。昔の人は、その湧水を保全するために法律を作って「〇〇をすると罰する」といった方法をとっていません。その代り、弁天様に見守ってもらったり、故事来歴などによって親しまれ、時には畏れられて、湧水保全の方向に軟らかく導いて、湧水を保全してきました。

しかし、現在のように湧水を直接使わなくなると、湧水はいつの間にか忘れ去られようとしています。そんな中で、現在でもよく保存されている湧水に、おいしい水として汲みに来る湧水（長寿水など）、親水公園または生きものの保全のための湧水（都市公園、ビオトープなど）、故事来歴を大切にする湧水（加賀清水など）、災害時緊急用水の湧水（くもの井など）、などなどがあります。中には、個人で夏の冷たい湧水を生活用水として補助的に使ったり、ワサビを数株植えて楽しんだりしているところもあります。湧水の保全は、使うことが一番のようです。昔の保全方法を参考にしながら、現代風に湧水を利用している事例をみることにしましょう。

長寿水： 成田市川栗に長寿水という看板を立てた崖の湧水があります。団地の若い奥様が車で来て、この水を飲んだり汲んで帰ります。長寿という名前にひかれて、この湧水がみんなに親しまれ大切にされています。

この湧水の涵養域にゴルフ場の造成が計画され、涸れることが予想されました。事業者は、地元で大切にしていることを知って湧水の保全対策を行い、今でも湧き続けています。「長寿」という一言によって、水汲み場として親しまれ使われていたことが、湧水保全に役立ちました。

加賀清水： 佐倉市井野の佐倉街道沿いに、加賀清水があります。佐倉城主加賀の殿様が、参勤交代の折にここの茶店に立ち寄って、冷たくおいしい清水を愛でたという故事があり、親しまれています。飲み水の少ない台地上の清水が、旅人を魅了していたのでしょう。現在は、この由緒ある湧水の池を中心として、住宅地の親水公園として湧水の保全活動が行われています。

クモの井： 佐倉市鐺木にクモの井があります。昔、周辺の木を切ろうとしたところ、クモが現れ、「ここは私たちの住処です。木を切らないでください。その代り、崖に涸れることのない清水を出して差し上げましょう。」と言いました。村人がその通りにしたところ、湧水がわき出したといいます。この湧水は、災害時の緊急用水として大切に保全してきましたが、その場所に家が建ち、一時下水道に放流されていました。現在は、緊急時

用水の重要性が再認識され元の姿に復活しています。

その他： 印旛沼流域には、故事来歴のある湧水がたくさんあります。公津の七井戸、権現水、千葉水、延命水、牛もぐり池、子也清水、勝間田の池、乳清水などなどです。その他に弁天様を祀った池があちこちにあります。これらの湧水は、いずれも、古村の湧水保全方法を利用しながら、何らかの形で現在も人との関係を維持し、湧水の保全を図っています。

湧水の保全は、湧水地点ばかりでなく、湧水の涵養域の保全が大切です。印旛沼流域では、「背戸山の木を切ると身上がつぶれる」という言い伝えがあつて、屋敷の裏山の木を大切にしてきました。お蔭で古村の家々は樹林に囲まれ、北風を防ぐだけでなく、雨水浸透にも役立っています。

鎮守の森は至る所にあります。社は小さくても森だけは遠くからそれと分かる立派なものです。森の中に入ると、樹齢数百年の大樹が生い茂り、幹の根元に小さな祠を置いてあります。落ち葉が積り、下草がほどよく育って、どこかしっとりとしています。雨水はこの極相林の中で、ゆっくりと地下にしみこんでいきます。

また、木を切ると祟りがあるという言い伝えのために、切らないでおくところがあります。ある処で道路工事のために、崖の木を切ったところ、崖崩れを起こして難工事になりました。地元の人々は、昔からの祟りの言い伝えを守らないためだと言っていました。この場所は、地下水が近くて崖崩れの起りやすいことを経験的に知っていて、人の手を加えることを避けていたのでしょう。言い伝えには、一見不条理なことがあっても、よく調べるとそれなりの理由のあることがあります。

このような昔の保全手法は、水や樹木を「モノ」とする理詰めの見方から、人の心の奥までしみ込んだ感性にまで深めているので、人はそれと気の付かないうちに湧水は保全されていました。

古村の人々は、湧水を保全しようとする目的意識がなく、自然体で対処しているので保全活動を長く続けても疲れません。持続性に優れている反面、理詰めでないことから、社会体制や価値観が急変したときについていけない、という欠点をもっています。私たちは、現代感覚で古村の仕来たりを改めて見直し、長所を残して短所を補う形で、先人の知恵を学びたいと思います。

2 古村の生活と文化

古村は、台地と谷津・森と水田がモザイク状態に入り組んだ水環境のところにあります。そこは、第12章で述べるように生物多様性に富んだ里山という独特の生物生態系をもっています。古村は、湧水と豊かな生物生態系に囲まれながら狭い集落の範囲内で持続可能な社会を形成し、特有の生活と文化をもっていました。

(1) 自給自足と物質循環

古村はほとんど自給自足の生活です。米麦、野菜は自分の田畑で収穫し、味噌醤油は自家製です。蛋白源は、植物性的大豆の他に鶏を飼って卵や肉を食べたりフナやドジョウを捕って食べます。衣服は、江戸時代まで綿を栽培して作っていました。燃料は近くの薪炭林から採ってきて使います。家屋は木造の茅葺き屋根であり、材木は近くのスギ林などから得て、屋根を葺くカヤは集落共有地の萱場のものです。農作物の出荷に使う梱包材料は、

稲わらで作った俵や縄です。肥料は稲わら、落ち葉、米ぬかなどを積んだ堆肥や人糞尿が中心で、緑肥も使います。購入する硫安などのいわゆる「金肥」は、昭和初期まで殆ど使っていませんでした。

古村で購入するものは、塩などほんの一部を除いて、食糧をはじめ、住居、生産資材に至るまで殆どありません。古村は、独立した自給自足の生活ですが、その裏には、再利用を徹底して行い、最後に捨てるものは田畑の肥料や燃料などとして利用していました。

その様子をまとめると、図 10-2 の通りであり、人が住んでいても環境を汚すことは殆どありません。これと対照的に、現代の物質循環は図 10-3 の通りであり、ゴミや生活排水の処理に迫られ、それでも環境汚染が危惧されています。

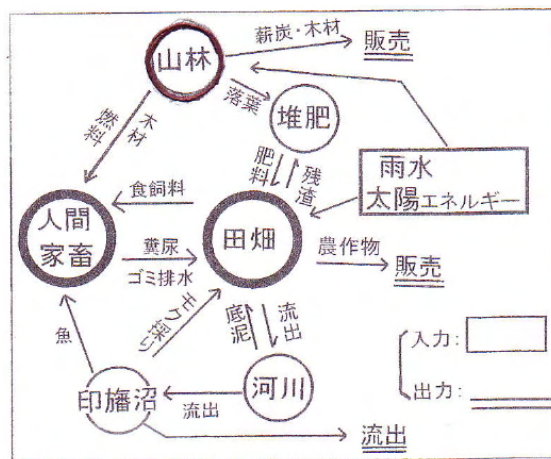


図 10-2 古村の物質循環¹⁾

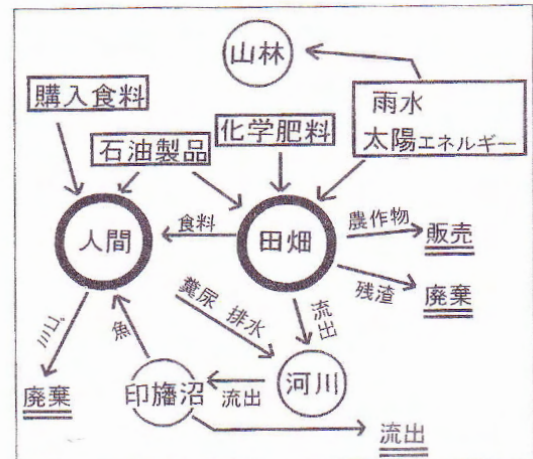


図 10-3 現代の物質循環¹⁾

そんな古村であっても、モノは水と一緒に流れ出します。それを谷津の小川で引き上げて再利用するシステムが待ちうけています。それは、川掃除によって流れ出した窒素・リンを含んだ川底の泥を田んぼに戻す作業です。勿論川掃除は、湧水の流出口を保全する役目を果たしています。

さらに水の流れ着く印旛沼では、モク採り（第 6 章 2）を行って、窒素・リンを田畑に還元しています。

古村の生活は、物質循環ばかりでなく、エネルギーの面でも自己完結型になっています。燃料は、殆ど近くの薪炭林から採ってきたものや不要になった資材を使います。農耕や運搬は人の力や自家製の飼料で育てた牛馬の力を使い、肥料は工業生産の化学肥料ではなく、落ち葉やワラ・米ぬかなどを使った自家製の堆肥や緑肥です。古村の必要とするエネルギーは古村の中で賄い、石油など外部のエネルギーはほんの僅かしか使っていません。

使用するエネルギーの元をただせば、古村周辺に降り注ぐ太陽エネルギーであり、現在のように、石油資源や炭酸ガスによる地球温暖化などの問題はありません。その反面、ビニールハウスもなく、自動車や耕耘機を動かす大量のエネルギーは得られません。古村の活動量は、地域の自然エネルギー量を超えられないという限界があります。これらのことが人に重労働を課す結果となり、現代社会における古村の存続を危うくする一つの要因になっていることも否めません。古村の生活は、経済的な魅力を失い、若者から離れつつあります。

【参考 5】古村の暮らし

古村の農家は、生活する母屋と農作業用の納屋があります。納屋を覗いてみると、一角に雑木林から採ってきた下枝や松葉などの燃料が積んであります。一方では、ワラや落ち葉・生ごみ・灰などを堆肥に積んであります。その片隅に甕（カメ）が埋めてあって、板が2枚渡してあります。便所です。その他、鍬・鎌などの農機具やワラ縄が置いてあります。納屋は、これから生産に使うものと使い終わって処分再利用するものが一か所に収められ、物質循環の要となっているところです。

台所の裏に回ってみると、台所排水を受ける「タメ」と呼ばれる水溜があります。ここで沈殿物は水底に溜り、排水の上澄みは微生物の多い表土を滲みるときに浄化されて地下に浸透します。沈殿物は時々浚って堆肥に混ぜます。「タメ」は簡易水浄化施設に相当し、台所排水による河川への水質汚濁負荷は抑えられています。

風呂は、熱効率がよく、ワラ、小枝なんでも燃せる五右衛門風呂です。灰は肥料に使います。汚れた風呂の水は堆肥にかけます。みんな肥料として再利用することになります。

このように古村の農家は、捨てるものはほとんどなく、多くは肥料として田畑に還元されて、古村の中だけで物質循環がほぼ完結しています。

古村の物質循環やエネルギー収支を完璧なものにするためには、現代人の最も嫌うキタナイ、キビシイ、キケンという3Kが付きまといます。それに、田植えにしろ川掃除にしろ共同作業を伴うので、複雑な人間関係があります。それを乗り越える根底には、モノや自然・人の行為のすべてに対して、物質を超えたもの、押し戴くもの「もったいない」「ありがたい」という感謝の念が流れています。その上で、古村の人々も嫌う3Kを乗り越える術を持っていました。

3Kを乗り越える術とは、遊び心を巧みに組み込んだ年中行事によって、みんなが一つになる雰囲気醸し出すことです。村総出で行う田植えの前には「人形送り」⁷⁾、後には「早苗振り（サナブリ）」といった、みんなで酒を汲み交わし慰労会を行います。古村は、楽しい特別の「晴れ（ハレ）」の日を設けることによって、キビシイ日常の「曇（ケ）」を乗り越え、活気のある世の中を持続させるシステムを持っています。

高崎川の辺りを歩くと、あちこちの橋の袂に地蔵様が置かれています。その土台に「女人中」とか「女人講」という文字が刻まれています。女人中とは、丈夫な子供を授かるようにと祈る女性たちの集まりのことです。女性たちは、ここに集まって二股になった枝に呪文を書いてお参りをしてから、ご馳走を食べて踊って一日中骨休みをします。その他にも、恵比寿講や庚申講等々があります。何とか理由をつけてよい塩梅に親睦を図りながら村の一体感を醸し出し、骨休みをする機会を作っています。

「祭り」は何処にでもある公認の骨休みの日です。集落の豊かさによって神輿や山車の豪華さは違いますが、祭りの原型として、旧印旛村に「おごと」という行事⁸⁾があります。村の代表格の人が家々を「おごとですよ」と言って廻り、神社に籠ります。家々ではご馳走を作り、親戚などの人を呼んで一日中ゆっくり過ごします。またある貧しい集落の祭りでは、幟を立てて小さな太鼓をたたいている鎮守の神社にお参りをするだけで、あとは家々でご馳走を作って、嫁に出た娘を呼んで一日中骨休みをします。神輿も何もありません。

祭りの日程も、時には変えることがあります。昭和30年代に、「早植え栽培」といって、従来より約1か月早く田植えをする稲作の新技术が開発されました。祭りと田植えが丁度

重なってしまったので、これまでの仕来りを変えて、祭りの行事を田植えの後にずらした集落があります。祭りは生業の中に都合よく組み込まれていく事例です。

公用車も自家用車もなく、田舎の交通機関は不便なバスだけの昭和 30 年頃、古村で仕事をして帰れなくなること、急きょ村の有力者の家に泊めてもらうことがありました。突然の来客に戸惑いながら出された夕食は、不味いご飯が普通でした。朝食は来客用の炊き立てのおいしいご飯でした。

後日分かったことですが、村の有力者は不作の年に村人を救うコメを自ら備蓄しているので、古米・古古米があります。家の人は、古いコメから食べるので、虫食いの不味いコメを常食にしているそうです。古村は、災害・飢饉にも耐えて生き抜くための助け合いのシステム、互助社会が出来上がっていました。そして見聞の広い将来を見通した指導者・まとめ役がきつといました。これが持続可能な古村の社会を支えていたと思われます。

(2) 湿地の文化⁹⁾

古村は、これまで述べてきたように、谷津田の稲作を生業として、日本の原風景ともいえる「山の辺の景観」¹⁰⁾の中でゆっくりと時間が流れ、千年もの長い間生き物と共に安定した生活を続けてきた世界でした。その裏で社会を支えているものは、それを可能にする台地と谷津と湧水という舞台装置と、「もったいない」という人の感性に訴える形でゆるやかに環境を保全する生活習慣を身につけていることでした。そして厳しい重労働や人間関係の煩わしい共同作業を乗り越えるために祭りや講といった「ハレ」の日を設けていました。そして集落内にしっかりした互助組織を持っていました。これらを総合して地域文化にまで昇華し、文化的で持続可能な社会を作ってきました（[参考 5]）。この地域文化を「湿地の文化」⁹⁾と名付けています。

湿地の文化を集約すると次の 5 項目になるでしょう。

- ① 水とのかかわりを生活の基盤に据えている。
- ② 「もったいない」という感謝の念を基礎にしている。
- ③ 人も自然の一員として行動し、地域内で物質循環、エネルギー収支を完結させている。
- ④ 祭りや講といった「ハレ」の行事を巧みに配置して、人の生活、物質循環、エネルギー収支のすべてを円滑に進め、集落を活性化させるシステムを持っている。
- ⑤ 生産・消費などすべてを総合して、地域内だけで人の生活が生き生きと無限に続く安定性のある文化的な生活様式に仕上げている。

湿地の文化をもつ古村は、無意識のうちに多様な生物の保全と湧水の保全に寄与し、水源地の中に生活圏を重ねることに成功していました。

湿地の文化は、古村ばかりでなく、江戸時代の大都市江戸にも似たものがありました¹¹⁾。モノを徹底的に使い切る手法、廃棄物の始末の仕方、祭りのあり方などの素晴らしさは、古村も江戸の町も共通して持っています。その中には現代の環境問題の解決策にとって参考になるものがたくさん含まれています。

しかし現代社会は、湿地の文化とは対照的に軸足を自然物から人工物に移し、エネルギーをふんだんに使って、経済原理に従って動く社会になっています。谷津田の崩壊、山林の管理不十分、車社会による地表面の固化などなど（第 11 章）、水循環にとって気がかりなことが目につきます。

3 台地の移り変わり

湧水は、広大な下総台地の台地面を涵養域としているので、台地面のあり方は、そのまま湧水に影響します。現在の下総台地の台地面は、主として市街地や畑作地帯ですが、それ以前は馬の放牧地が広がっていました。そのまた以前は、原始的な焼き畑の時代があったようです。

(1) 焼畑の時代

菊池¹²⁾によると「古代中世に台地で行われていた焼畑農業によって、人為的な広い原野ができていた。誉田（千葉市）は「ホンダ（火田）」であり、焼畑農業を示す地名である。」とあります。

焼畑農業は、およそ数年～20年おきに林を焼き払って、土壌中の窒素・リンを作物に吸収されやすい形にして耕作を行うものです。中国東北部から朝鮮半島東側を経て隠岐、山陰、長野、関東へと伝わり、縄文時代には既にソバが栽培されていた¹³⁾ようです。

焼畑農業は、林を焼いてから数年間は作物がよく育ちますが、養分がなくなると地力を回復させるために数年間山林に戻さなければなりません。そのために、農業の中心は毎年続けて耕作のできる谷津田の稲作に移ったのでしょう。

(2) 牧場の時代

牧場の経営は、面積さえ広ければ労力をかけないで高い収益があげられます。平将門の経済力は広大な牧場にあった¹⁴⁾といわれ、中世の千葉氏の繁栄は下総台地の牧場による騎馬軍団の力がその基盤になっていました¹²⁾。

〔牧場の広がり〕 平安時代の延喜式に「下総に高津牧、大結馬牧、木嶋馬牧、長洲馬牧、浮嶋牛牧の五牧あり」と書いてあるように、古くから下総台地上に牧場が広がっていました。

江戸時代になると、下総台地に、小金五牧、佐倉七牧が置かれ¹⁵⁾ました。その場所は、図10-4のように、利根川流域と東京湾・九十九里流域との分水界にあたる台地上にあり、印旛沼流域の最上流部に当たっています。

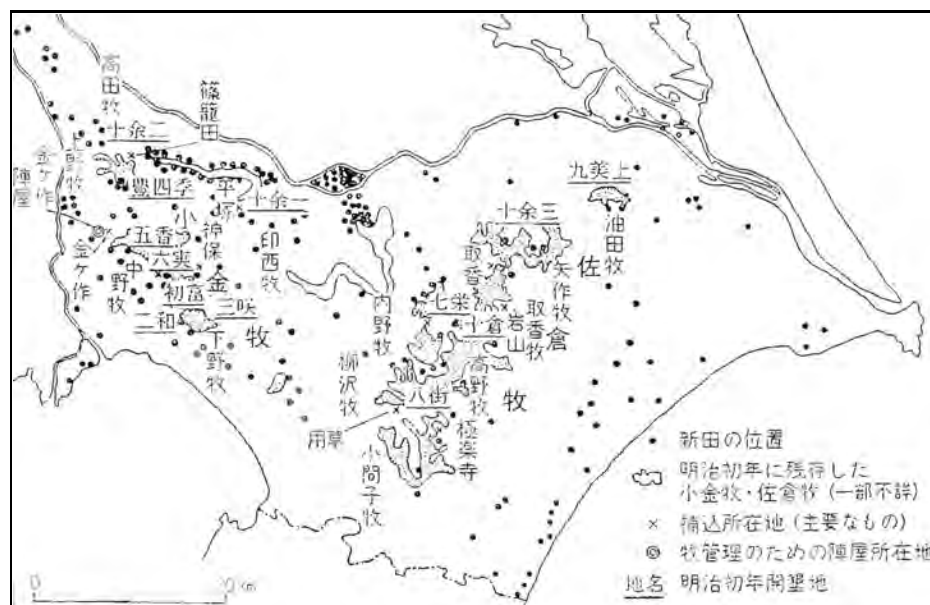


図 10-4 小金牧、佐倉牧と新田の分布¹⁵⁾



写真 10-1 佐倉七牧の一つ柳沢牧の野馬土手

その規模は広大で、近世末には小金牧に約 2 千頭、佐倉牧に約 3 千頭の野馬がいました。現在でも、八街・富里地区には、野馬の行動範囲を限定するための野馬土手が、あちこちにあり、当時をしのばせています。

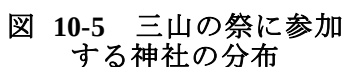
〔牧場に適した下総台地〕 下総台地は、地形・地質・土壌などの面で牧場に適しています。まず、台地面は平坦で広大です。それに樹枝状に走っている谷津は、牧場を区切るのに役立ちます。そして台地の窪地には宙水による湧水（第 9 章 3）があり、馬の水飲み場となっています。

関東ローム層は保水性に優れていますが、火山灰土壌の特性として、リンを吸収固定して作物のリン吸収を阻害する性質を持っています。そのため、リン肥料を十分に使えない時代にあっては畑作に適さず、放牧地として利用した方が有利だったのでしょう。

〔余話 10〕 牧場の話題二つ

1) 三山の七年祭り

八千代市、船橋市、習志野市、千葉市にまたがる地域に、三山の七年祭りがあります。この祭りは、室町時代の文安 2（1445）年、馬加（千葉市幕張）の城主千葉康胤が世継ぎの安産祈願と無事出産のお礼として大祭を行ったことが始まりとされ、足掛け 7 年目にあたる丑（ウシ）年と未（ヒツジ）年に行われる祭りです。祭りの初日には、総社二宮神社に馬加、武石、実籾、畑、高津、大和田、古和釜、久々田の各集落にある神社（図 10-5）の神輿が集まるという、大掛かりの祭りです。これらの集落は、丁度、台地上の旧軍用地習志野原を取り囲む形に分布して、谷津田の稲作を中心とする地域とは思えません。千葉郡誌によると、旧習志野原は、船橋付近にあった大結馬牧の一部といえます。多分、高津馬牧・大結馬牧の地に康胤の勢力圏があつて、牧場を中心とする人々の交流する文化圏があつたのであろうと想像されます。



八街市の鬘盛池（ビンダライイケ）にこんな話¹⁶⁾があります。「徳川家康は、東金の鷹狩の際に御成街道を通る際に、上砂（かじご）の馬渡の坂まで来ると籠から馬に乗り換えて坂を上って滝台の美しい池に行き、狩りでもつれた髪の水を洗い清めた」と。水場は、低地にあるのが普通ですが、ここでは坂を上った高い台地上にあります。台地上の放牧地に馬の水飲み場があるとは、牧場にとってなんと都合のよいことでしょう。家康は、馬の水飲み場を視察していたのかもしれませんが。この池は、常総層上部の宙水による湧水（第9章）の池でしょう。

明治時代になると、政府は殖産興業の施策の一環として、佐倉七牧、小金五牧の開墾開畑に着手¹⁵⁾します。下総開墾会社を設立して各地から開拓民を募集移住させて、東京新田とか明治開墾と呼ばれる事業を進めました。

明治開墾による新開畑は、火山灰土壌でリンが不足するために野菜などの栽培に適さず、長い間、広い面積を生かして粗放栽培のダイズ、雑穀などを作っていました。その後、第2次大戦前後からサツマイモの一大産地となり、澱粉工場が建ち並ぶようになり、しばらくしてラッカセイの日本最大の産地になっていきます。「千葉半立ち」という品種のラッカセイは、おいしくて他の追従を許さない代表的な品種です。

しかしその陰には、肥料の使い過ぎによって、地下水の窒素汚染が懸念されるようになり、湧水に高濃度の硝酸性窒素が検出されるところも出はじめています（第 16 章 2）。

⁶⁾ 根本亮 (1974): 口訳常陸風土記—その歴史と文学—、崙書房

-
- 7) 千葉智 (1999) : 人形送りーわら人形の作り方ー、印旛沼自然と文化、No.6, (財) 印旛沼環境基金発行
- 8) (財) 印旛沼環境基金 (1993) : 印旛村における人と水のかかわりに関する調査、印旛沼環境情報、No.33
- 9) 白鳥孝治 (2000) : 湿地の文化再生ー印旛沼からー、梨の木社
- 10) 樋口忠彦 (1981) : 日本の景観ふるさとの原型、春秋社
- 11) 椎名重明 (1976) : 農学の思想、東大出版会
- 12) 菊池利夫 (1968) : 房総半島の地域診断、大明社
- 13) 藤原彰夫 (1991) : 土と日本古代文化、博友社
- 14) 福田豊彦 (1981) : 平将門の乱、岩波新書
- 15) 小笠原長和・川村優 (1971) : 千葉県の歴史、山川出版社
- 16) 八街市 (1999) : 八街の昔ばなし

第 11 章 水源地の現状

印旛沼は水を利用する時代を迎えることになり、新たに水量・水質の課題が浮上してきました。古村や牧場の広がっていた時代は、水源地と生活圏が重なっていても、地形地質などの自然条件や湿地の文化をもつ古村の生活様式などによって水量・水質ともに良好な状態に保ち、水源地としての機能を維持してきました。しかし、現在の様子をみると、市街地化の進展や農業形態の変化などによって、水源地の性格は大きく様変わりをしています。現在の水源地の実態についてみることにしましょう。

1 人口・土地利用の現状

印旛沼流域は東京都心への通勤圏にあり、東京に近い流域西部および鉄道沿線から人口が増加しはじめ、図 11-1 のように¹⁾、近々 50 年の間に人口は約 4 倍に増加しています。今や、流域人口は鳥取県島根県を超して、高知県人口 76.6 万人²⁾に近い 76.4 万人（平成 21 年）になり、人口密度は 1,550 人/km²になっています。

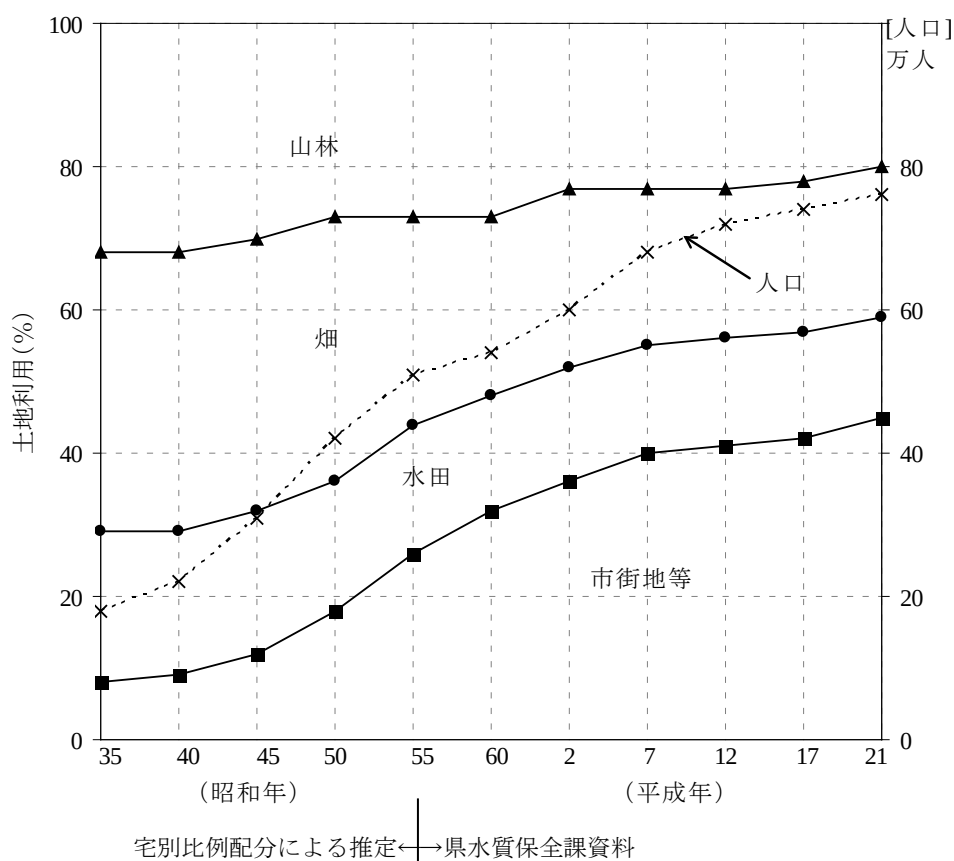


図 11-1 印旛沼流域における人口と土地利用の推移¹⁾

人口増加は土地利用に影響を与え、農耕地・山林を減らして市街地等を増加¹⁾させています。図 11-1 は近年における土地利用の急激な変化を示すものであり、平成 21（2009）年の土地利用状況は、市街地等 216.1km²（43.7%）、公園緑地 5.3km²（1.1%）、など都市的土地利用が全印旛沼流域の約 45%を占め、山林は 98.1km²（19.9%）に留まり、畑

102.0km²(20.7%)、水田 72.3km² (14.6%) 等の農耕地が約 35%となっています。これを昭和 35 (1960) 年と比べると、山林・農地の半分弱を市街地に転換したことになります。現在の土地利用を全国と比べると、表 11-1 のように山林が極端に少なく、都市的土地利用の多いことが分かります。

表 11-1 印旛沼流域における土地利用の全国比較

(%)

	山林	水田	畑	市街地	その他
印旛沼流域①	19.9	14.6	20.7	43.7	1.1
全国②	66.4	12.5		8.8 ^{※1}	12.6 ^{※2}

出典： ①平成 21 年（千葉県水質保全課資料）

②平成 20 年（総務省（2011）：日本の統計）^{※1}：宅地＋道路、^{※2}：河川等

都市的土地利用の増加は、建造物、道路舗装などによって雨水の地下浸透が抑制されやすく、降雨直後の雨水流出量を増加させる傾向にあります。これが、印旛沼流域における湧水の減少、都市型洪水の発生に影響しています。都市化の進んだ桑納川右岸の現状は、調整池や谷津低地に往年の湧水の痕跡を残しているものの、随所に湧水量の減少または消滅する姿を見せています。

2 土地改変

印旛沼流域は、各地で宅地、工場用地等の土地造成や水田耕作を放棄した谷津の埋め立てなどが行われています。

(1) 宅地造成

人口の急増に伴って無秩序に市街地が増えると、下水道整備の遅れなどによる水質汚濁や都市型洪水などが発生しやすくなります。昭和 50 年代の桑納川上流域では、住宅地の乱開発によって河川の水質がおおよそ COD40mg/L にまで汚濁され、この水を灌漑水に使っていた周辺の水田は大きな被害を受けていました。

そこで、市街地の下水道整備などを行うとともに、宅地開発に際しては計画時点から環境への負荷軽減対策を織り込むようにしました。一例として、桑納川右岸で平成 10 年に計画された宅地開発計画³⁾についてみることにしましょう。

この計画は、畑 32.6%、山林 41%を占める平坦な下総台地上の畑地帯 140.5ha の土地に、計画人口 17,200 人、人口密度 120 人/ha の住宅団地を造成しようとするものです。開発後の土地利用は、住宅地（44.4%）、道路（21.8%）、沿道利用地（16.2%）、でほとんどを占め、その他公園緑地（5.4%）、小中学校等の公益施設（4.9%）などとなっています。

計画地は、ほぼ平坦な土地に小さな谷状の窪地があり、これを図 11-2 のように切土・盛土して宅地を造成します。切土面積比、盛土面積比は、それぞれ 42.5%、39.1%で、残りの 18.7%は現況地形のまま利用されます。したがって、計画地の約 8 割は、ブルドーザーで地表面を改変して一時的に動植物のいない裸地になり、生物生態系に影響を与えます。また下総台地の地質構造が破壊されるために、本来もっていた雨水を地下水にして貯留する機能を低下させることになり、都市型洪水や湧水の枯渇を招く結果となっています。

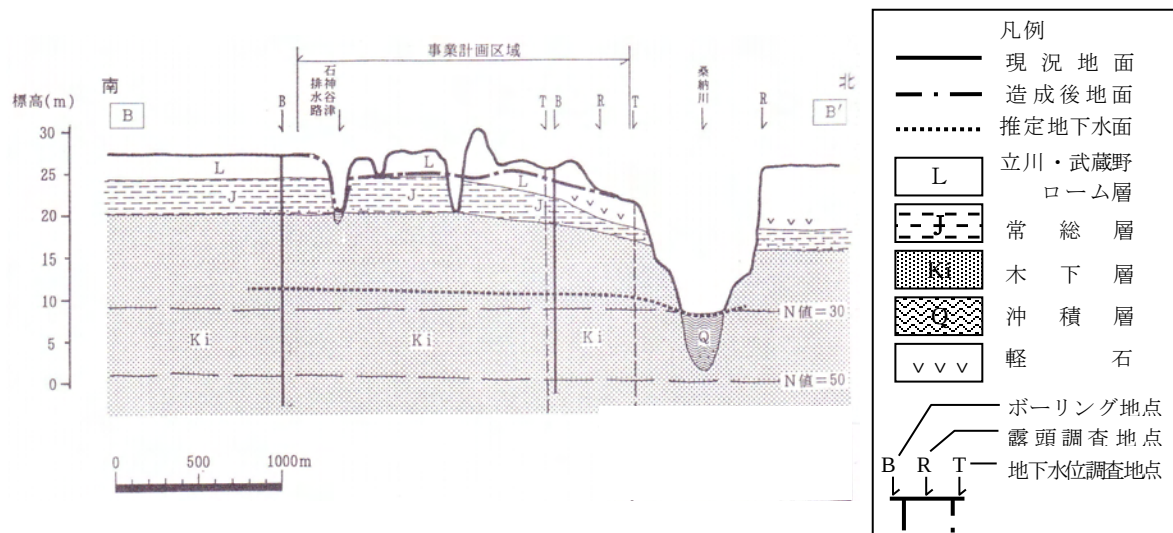


図 11-2 宅地造成地断面図（西八千代北部）³⁾

土地改変による環境への悪影響を軽減するために、切土量、盛土量は計画地内で等量として剥ぎ取られた表土を有効利用し、生物生態系については貴重な植物の移植保護などを行い、雨水排水については流末に調整池を設置して降雨直後の雨水流出を緩和し、地下水涵養については公園や道路に雨水浸透促進の施設を設置するとともに、住宅地に雨水浸透柵の設置を指導するなどの対策を行うとしています。また、生活排水等の污水は印旛沼流域下水道に接続して印旛沼流域外の花見川終末処理場で処理することになっています。

このように、宅地開発の計画時点から水環境の各種対策を織り込んで、過去の無秩序な開発による環境の悪化を抑制しようとしています。しかし、土地改変による雨水の地下浸透・地下水貯留機能の阻害はまぬかれず、古村時代の水環境、生物環境とは異質の環境になることは間違いありません。

(2) 残土等による谷津の埋め立て

谷津田は、機械化による省力稲作に適さないところがあり、耕作放棄田が随所に出現しています。この谷津を埋め立てて畑地や宅地にして利用したり、単に残土処分地とするところが見られます。図 11-3⁴⁾は、千葉県・市町村に申請のあった谷津埋立地の状況であり、谷津の上流部に多く見られます。谷津は、自然生態系として、また湧水の湧出地点として重要なところです。水環境への影響が懸念されます。

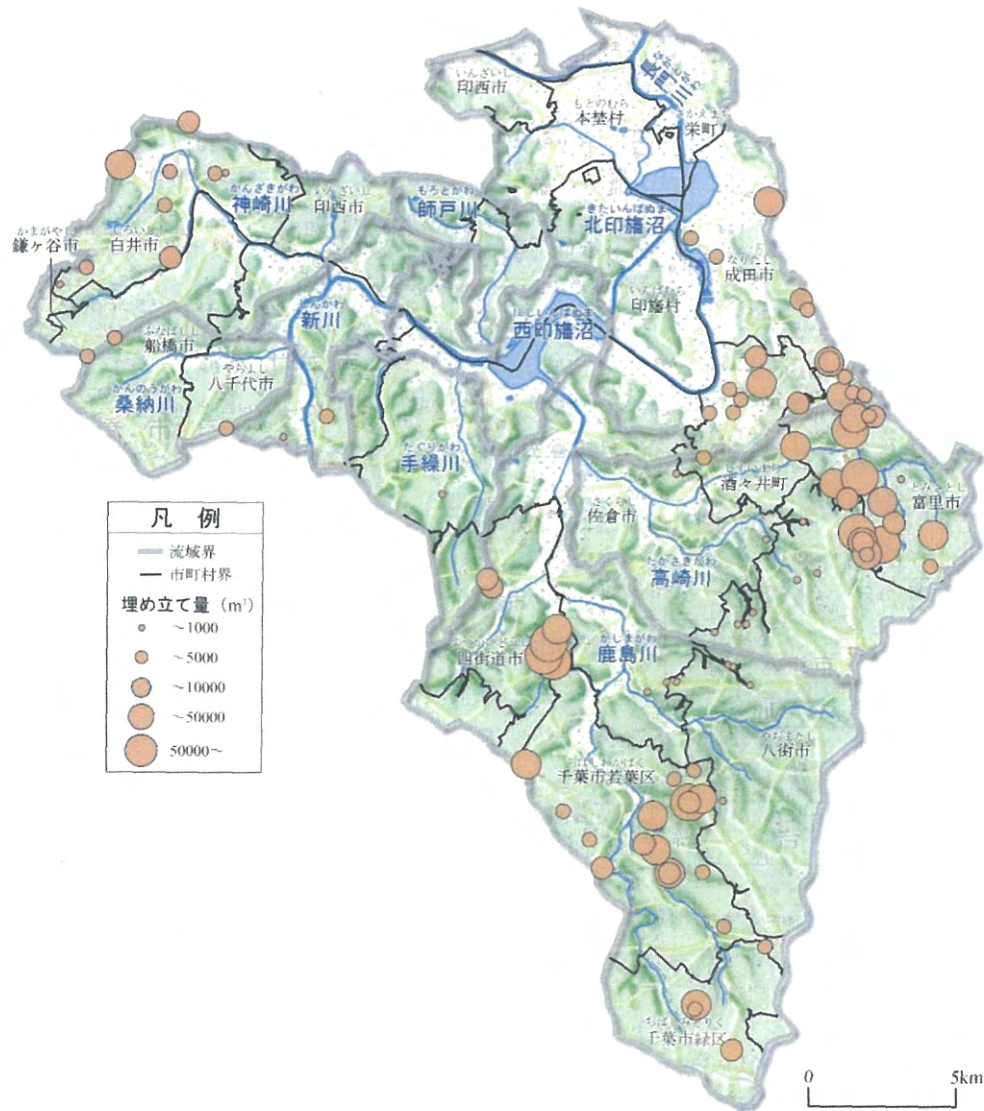


図 11-3 印旛沼流域の谷津埋立マップ ⁴⁾

3 水田の乾田化

水田の水環境は大きく変わりました。従来の印旛沼流域の水田は、殆ど雨水や近くの湧水など天然の水だけを使う「天水田」でした。天水田は湿田であり、かつ稲の生育時期に合わせた水管理ができず、作土は膨軟なために小さな耕耘機しか使えません。その上、一枚の水田圃場は小さく、モザイク状になっています。これらの欠点を改善するために、一枚の圃場面積を大きくして10~30aの水田区画整理工事をを行い、あわせてかんがい用排水施設を完備する土地改良工事が行われています。図 11-4は、佐倉市岩名地区の谷津田における水田区画整理の事例です。非効率的な小さい水田圃場が整然とした1枚約10haの大きい圃場に改造され、用排水路を整備して水管理を自由に行える耕作しやすい水田になっています。

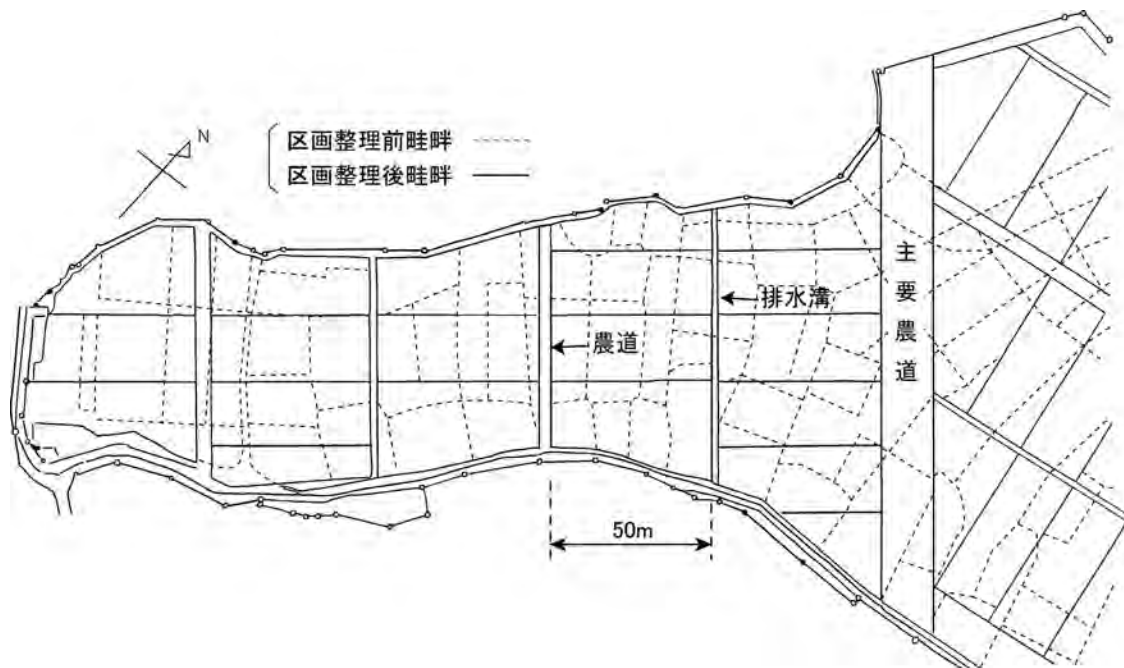


図 11-4 水田区画整理状況の事例（佐倉市岩名地区）（印旛沼土地改良区提供）

印旛沼流域の水田は、谷津田上流部のような狭い水田を除いて、昭和の時代に、土地改良工事がほとんど終了⁵⁾しています。しかも、土地改良事業地区の7割に暗渠排水施設があり⁶⁾、湿田の乾田化に寄与しています。

湿田状態にあった従来の水田は、年間を通して雨水や湧水を一時的に貯留する場であり、水源地としての機能を強化していました。最近の土地改良事業によって乾田化された水田は、雨水や近くの湧水を直ちに排水するために、水源地としての機能は従来より低下しています。特に近くの湧水は使わずに、灌漑水として別の水源の水を使うようにしていることが注目されます。

このように、水田の区画整理乾田化は、産業としての稲作に貢献する一方で、水源地としての機能が劣化する側面を持っています。また、近年は、冬季を含めて湛水状態にある湿田が多数の生物の生息地になっていることを重視して、冬季湛水稻作を提唱する動きがあります。農業としての水田経営と水資源・生物の保護保全とが両立する乾田化程度の合理的な接点が求められています。

4 水循環の移り変わり

印旛沼の水源地として、湧水は昔も今も重要な位置にあります。しかし、湧水を直接使っていた昔と印旛沼に集めてから使う現在とでは、水循環の状況に相当の違いがあり、新たな課題が生じています。

水循環の常識は、東京都心を念頭に置いて、奥多摩や群馬県北部などの森林地帯の水源地に降った雨水が多摩川や利根川に流れ出し、河川水は田園地帯を流れる途中で水道水・農業用水などとして取水されて生活圏に送水して使います。使い終わった排水は海に流します。海の水は蒸発して再び雨水として水源地に戻ります。この型の水循環は、図 11-5 の通りであり、これを仮に東京型水循環としておきましょう。

しかし、印旛沼流域の場合は、水源地と人の生活圏とは一つに重なっています。古村の場合は、主として近くの湧水を生活や水田に直接使っていました。この型は、年中安定して湧くきれいな湧水が面的に広く分布しているという特徴を生かしています。これを古村型水循環（図 11-6）と呼んでおきましょう。

現在は、これとまた違って、湧水は一旦河川を流れて印旛沼に集められ、再び汲み上げて生活や水田の用水に使っています。水を使いたい時に自由に大量に使うために、分散している小さな湧水の一つにまとめて大規模に配水の方が使い勝手がよいからです。これを印旛沼型水循環（図 11-7）と呼ぶことにしましょう。この方法によって、水はどこでも便利に使えるようになりましたが、水源である湧水は人目に付かず、人から忘れられる影の存在になってしまいました。

湧水は、現在も生活用水、農工業用水等の主要な水源です。印旛沼から揚水して利用する水は、自分たちの生活圏で涵養した水です。印旛沼型水循環は、そこに住む人の住み方によって、湧水の水量すなわち印旛沼の水源確保に大きな影響を受けています。その上、生活圏から出る各種排水が再び生活圏に戻る形になるので、水質にも影響します。

印旛沼型水循環は、生活圏内で水を循環して使う形であり、生活圏内だけで独立して必要とする用水を得る形です。都市用水の確保が世界的な課題になっている今日、この型は水資源を自前で確保する未来都市のモデルになることでしょう。印旛沼流域は、人の住み方を含めた未来都市型用水システムの社会実験をしているとみることができます。

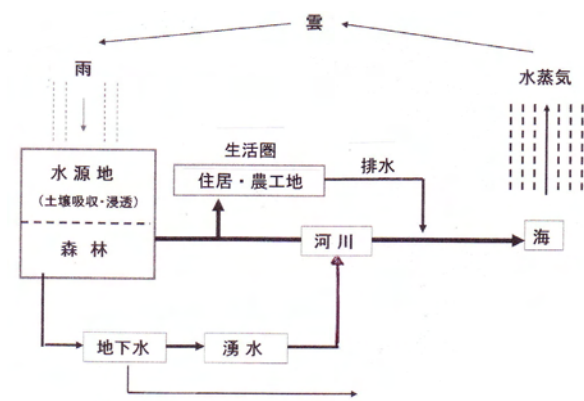


図 11-5 東京型水循環

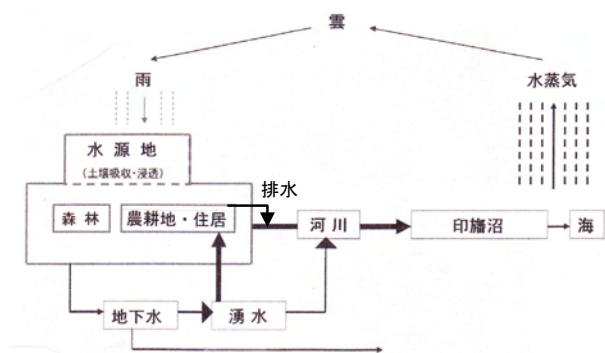


図 11-6 古村型水循環

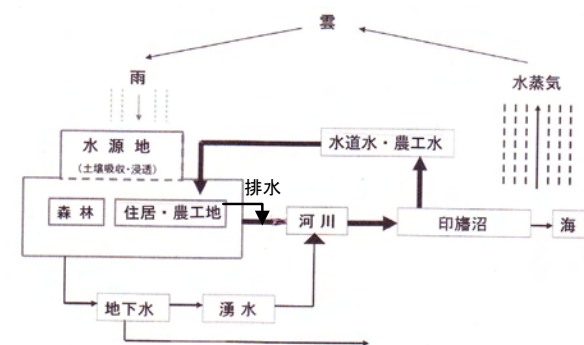


図 11-7 印旛沼型水循環

〔参考 6〕 印旛沼周辺の気象

水源の出発点は雨水です。まず降水量を中心として気象についてみることにしましょう。

千葉県は東アジアのモンスーン地帯にあって、温暖な海洋性気候です。春夏は太平洋からの湿った南西風を受けて湿潤であり、冬は乾燥した北西風を受けて晴天が続きます。印旛沼流域は、千葉県の中ではやや内陸的な性格を帯びています。地域気象観測システム（通称アメダス）の佐倉観測地点の観測値によって、降水量を中心として気象の概要をみると、図 11-8の通りです。

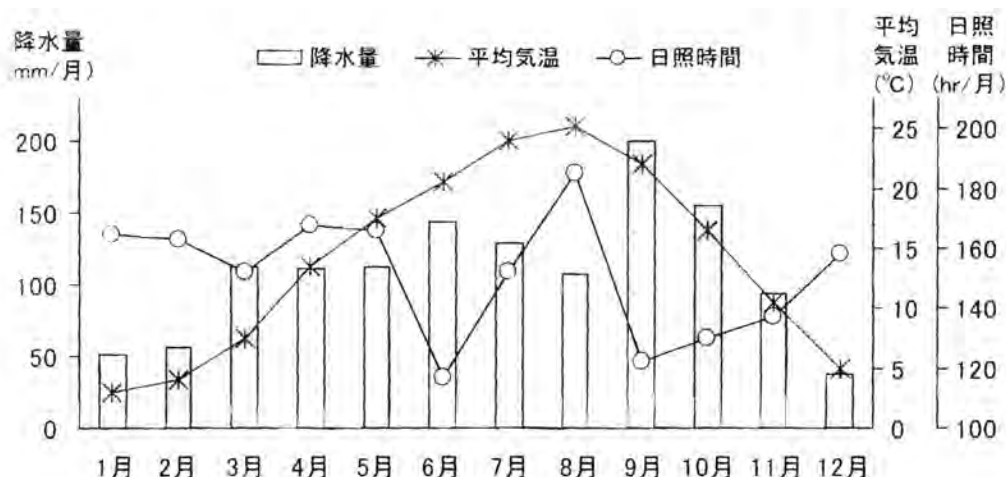


図 11-8 月別降水量・平均気温・日照時間（1979～2000 年平均）（佐倉アメダス観測）

〔降水量〕 印旛沼流域の年間降水量は、およそ 1,100 mm～1,600 mmであり、平均値は約 1,330 mmです。季節別にみると、冬期の 12～2 月に少なく、春夏期の 3～7 月に多く、台風 秋雨前線の季節に当たる 9、10 月に再び多くなっています。この降水量は、年間およそ 7 億トンの雨水を印旛沼流域にもたらし、印旛沼の利水に応える水量を持っています。

〔気温〕 平均気温年平均值は 14.2℃です。最も寒い 1 月の日平均気温平均値は 3.3℃、日最低気温平均値は -1.9℃であり、最も暑い 8 月の日平均気温平均値は 25.6℃、日最高気温平均値は 29.9℃です。印旛沼は、昭和初期まで冬期に氷が張っていましたが、近年は全く凍りません。全体として温暖な気候と言えるでしょう。

〔日照時間〕 印旛沼流域の日照時間は、梅雨期の 6 月が最も少なく、夏季の 8 月に多くなり、年間約 1820 時間です。この値は、霞ヶ浦、琵琶湖の 1650 時間より若干多くなっています。

文献

- 1) 千葉県水質保全課資料
- 2) 総務省（2011）：日本の統計
- 3) 千葉県（1998）：（仮称）西八千代北部特定土地区画整理事業に係る環境影響評価書
- 4) 印旛沼流域水循環健全化会議資料
- 5) 千葉県（1978）：千葉県土地基盤整備実施状況図
- 6) 千葉県（1981）：千葉県基盤整備跡地水田土壌図

印旛沼流域は、その豊かな自然環境とともに数万年の昔から人々の暮らしがあり、気候や地形の変化をとまなう長い時の流れのなかにおいても、人の生活・生業は途絶えることなく今日まで続いてきました。この印旛沼流域での人々の営みの連続性は、その類い希な自然の豊かさを基に、それを壊すことなく更なる豊かさを育んだ歴史と文化がありました。まさに人と自然、さらにそこに創出された文化とが一体となって、互いに調和・共存する持続可能な里山の生態系が創出されました。

1 印旛沼・流域の自然特性と景相区分

日本列島のほぼ中央、太平洋に突き出た房総半島の付け根にあって、印旛沼は、日本中部の山岳地帯を水源とする利根川の最下流域に位置しています。沼とその周辺は中世までは「香取海」とよばれる内湾の一部でした。現在も印旛沼は長門川及び利根川を經由して太平洋とつながり、また花見川経由で東京湾ともつながっています(第 1 章)。

沼の水面積は、現在 11.55km²、流域面積は 541km² で、その標高の最高地点は鹿島川源流の千葉市昭和の森の約 95m です。その水源は、鹿島川ほか高崎川や神崎川など、下総台地の各地に端を発する小河川が担っており、流域河川は、台地を樹枝状に刻む浅く細長い谷、すなわち谷津を流下して印旛沼に注いでいます(第 9 章)。

房総半島は沖で暖流の黒潮と寒流の親潮がぶつかり、その影響で陸海域ともに南北の動植物が出合う地域となっています。このため、半島北部の印旛沼周辺域は、中国南部に端を発する常緑広葉樹林（照葉樹林）帯のほぼ北限域であり、同時に東北日本に中心をもつ落葉広葉樹林（夏緑樹林）もみられ、両方の植生とそれに依存する動植物も多く見られます¹⁾。一方、銚子沖では暖流の黒潮と寒流の親潮がぶつかり南北の海洋生物が出合っています。印旛沼では、春に利根川を通じて南太平洋からウナギ、また秋から冬にかけては北の海からのサケの遡上もみられます。さらに沼とその周辺の低湿地は鳥類にとっての格好の生息地であり、特に越冬地や旅鳥の中継地としても重要な地域です。このように陸海ともに北から南からまた大陸からと各地の動植物が集う印旛沼およびその周辺域はまさに生物多様性の宝庫であり、急速な都市化によって変化している流域状況にあっても、その自然の豊かさは極めて高いものがあります。

印旛沼流域の自然環境は地域の人々の生活・生業と深くかかわってきました。台地から谷津、沼、さらに海に至る領域をもつこの流域の土地利用は森林や田畑、川沼、集落と多様ですが、その面積割合（2008 年度）は山林が 25%、畑 21%、水田 16%であり²⁾、極めてバランスの取れた状態になっています。これは多様性の高い自然環境が豊かな生産基盤をもたらしているものであり、印旛沼流域の人々の生活・生業にとっての安定性と持続性のポテンシャルを示しています。

このような各地の人と自然、そして文化との一体的なかわりは「景相³⁾」とよばれ、人間の営みを中心に据える多様な環境（土地利用）のモザイク構造とその空間的、機能的まとまりは「景相単位」⁴⁾として認識されます。

2 印旛沼・流域の景相

水源域から沼に及ぶ印旛沼とその流域の景相は大きく 3 つ（台地里山の景相、谷津里山の景相、里沼の景相）に区分されます。

(1) 台地里山の景相

下総台地の地質基盤は、数十万～数万年前の古東京湾の海底に堆積した厚さ 150～250m に及ぶ厚い砂質堆積物と薄い泥質堆積物とから成る堆積サイクルの下総層群とその上の厚さ 3～6m に及ぶ火山灰起源の関東ローム層によって構成されています⁵⁾。印旛沼流域では下総層群と関東ローム層との間に常総粘土層とよばれる不透水層があり、この不透水層と透水層との水平構造は地下水の保持とともに豊富な湧き水の元でもあります。また関東ローム層の上の台地地表面は、数万年前からの植生とのかかわりで形成された黒ボク土が覆っています(第 9 章)。

印旛沼周辺の台地では、旧石器時代から人々の生活の跡が確認され、その後の縄文時代、弥生時代さらに古代、中世にかけては多くの集落が形成されました。現在、発掘される集落の遺構のほとんどは印旛沼や谷津低地を見下ろす台地縁辺部に分布(第 3 章)しています⁶⁾。

台地上の潜在的な自然植生は、社寺林などにみられるスダジイやシラカシ等の常緑広葉樹林（照葉樹林）が優占すると推察されます⁷⁾。しかし台地の現存植生は、コナラやクヌギの落葉広葉樹の雑木林やスギ、ヒノキの人工林、またモウソウチクやマダケの竹林が多く見られます。雑木林は、人々が薪や炭、堆肥用の落ち葉採取等のために管理されてきた二次林です。また台地上には、かつて木材や薪・炭の供給のためにアカマツ林も多く仕立てられていましたが、人為管理の衰退や松枯れによって今ではきわめて少なくなっています。

江戸時代、下総台地には、牧とよばれる馬の放牧地が広がっていました(第 10 章)。そこは宙水による泉も多く、広い草地とともに水場も存在していました。この牧の姿はありませんが、現在、部分的にみられるススキ、チガヤ、シバの優占する草地がそれを彷彿させ、そこにはオミナエシ、ワレモコウ、また希少種となったオキナグサやノジトラオ、フジバカマなどの草本植物も生育しています⁸⁾。草原や明るい林分では多くのバッタ類やチョウ類などの昆虫の他、トカゲやアオダイショウなどの両生爬虫類、そして草地的な環境にはタヌキ、ノウサギやアズマモグラ、ハタネズミなどの哺乳類もみられます。さらにヒバリやムクドリ、キジ、ヒヨドリ、オオタカ等の鳥類も生息しています。かつては、草地にはキツネまたマツ林にはニホンリスの生息が見られましたが、都市化や農林地の管理放棄などによって激減しています。その一方で、最近では外来種のハクビシンやアライグマの生息が拡大しています⁹⁾。

水の得にくい台地に集落が形成され、畑作が本格化したのは明治時代以降です。平坦な土地条件を活かし、根菜、蔬菜に豆類の畑作、さらにナシやブドウ等の果樹園も広がり、現在は日本有数の大きな畑作地帯となっています。ただし昭和 30 年以降は、宅地や工場等の都市開発が著しく、住宅団地や工業団地の面積が急増しました。このような台地における都市開発、また農業の近代化は、飲料水・生活用水をはじめ農業用水また工場用水等を多量に利用する一方、住宅・工業地域からの排水の増加、また農薬や化学肥料を多用する農地からの流出水は水源を破壊・汚染し、河川の水質悪化をもたらしました。当然この状況は印旛沼の水環境にとって大きな負荷となっています。

(2) 谷津里山の景相

台地に降り注ぐ雨水は、関東ローム層や砂質の堆積層によって地下水を涵養するとともに常総粘土層等の難透水層の存在により、谷津奥の湧水や斜面の根だれとなって印旛沼の水源を形成しています(第 9 章)。この豊かな湧水は稲作をはじめ人々の生活用水として重要でした(写真 12-1)。豊かな水環境と特有な地形や土壌条件とも相まって谷津には、人々の生活の糧とともにきわめて多様な動植物の生息・生育がもたらされました¹⁰⁾。



写真 12-1 印旛沼上流の谷津田。中央には水路と水田を兼ねた「帯田」が残されている

谷津の斜面には現在も多様な森林が残されています。北向き斜面はコナラ、イヌシデ、クヌギ等の落葉樹が優占し、南向きではスダジイやシラカシ等の常緑樹が多くみられます。林床の植生も異なり、カタクリやイチリンソウ等の冷温帯要素の春植物は北向き斜面にみられます¹¹⁾。斜面林の多くもかつての農用林であり、薪や炭の燃料が供給され、落葉は堆肥として畑作、稲作を支えていました。しかし、その管理利用の衰退により、台地と同じように農用林の遷移が進み、常緑化した林分も多く、それにとまって春植物等の冷温帯要素の植物は姿を消しつつあります。谷津頭はスギ林、また人家周りの斜面地等では竹林がつくられ、地形を安定させるとともにその木材やタケノコ等は重要な恵みでした。

谷津の低地部は、元来はヨシやヤナギ類の繁茂する湿原またはハンノキの優占する林地でしたが、弥生時代以降は水田すなわち谷津田として利用されるようになりました。谷津田は、泥深さや低水温、また陽当たり不足の問題はあるにしろ、安定した水と肥えた土壌条件はこの上ない稲作条件を備えています。

谷津田とその周辺域は自然本来の条件を巧みに利用した形状、すなわち田や畦のほか用水路やため池等があり、さらに土手や谷津斜面、台地へと変化しその微地形と水環境の多

様性を高めていました。またその多様な環境のセットは多くの野生生物の生息・生育環境を担っていました¹²⁾。

谷津田の浅く安定した水条件は冬期でも温水効果を発揮し、周りの森林からの腐植やさまざまな有機物を得て、バクテリアや植物プランクトンなどを多量に発生させます。そしてそれを捕食するミジンコ等の動物プランクトンの発生は、メダカやドジョウの魚類、水生昆虫を増やし、これはさらに食物連鎖によってアカガエルやトウキョウダルマガエル、ヤマガカシ等の両生爬虫類、さらにはイタチやタヌキ、またサギ類やサシバ等の猛禽類の生息を可能にしています。

房総半島ではコウノトリがしばしば飛来し越冬しますが、1953年には日本の太平洋岸での最後のトキの記録もあり、鴛(トキ)にちなんだ地名や人名も多く見受けられます^{13), 14)}。トキは水田でタニシやドジョウを捕り、雑木林で子育てするいわば里山の鳥であり、かつての谷津田と周辺の森林のセットは、トキにとって豊かな餌場と安全な罅をもたらし生息環境であったと考えられます。

谷津田は、米の生産の場として人が創出した環境ですが、これは同時に多様な野生動植物を育み、それは水田の副産物として人々の生活にとっては大きな食料源でもありました。今でも冬期に水を張ってカモ狩りの場として利用されているところもみられます。このように谷津田とその周辺は生物多様性の宝庫ですが、戦後の近代的な農業・農法によって大きく変貌しました。圃場整備等でコンクリート化や乾田化が進み生物多様性が大きく損なわれています¹⁵⁾。また農業の近代化のかたわらで最近では放棄田も増加し、産廃やゴミの投棄地になっている所も多く(第 11 章)、生物相の衰退とともに、水環境にとっても有害物質の地下水汚染が懸念される事態になってきました。

(3) 里沼の景相

かつて印旛沼の沼岸には湿地が広がっていました。このような陸域から水域への移行帯は、水陸両方の環境が重なり合い、豊かな生物多様性を育んできました。印旛沼の沼岸にはヨシやマコモ、ヒメガマのほか、サンカクイやカンガレイ、ウキヤガラなども多く、かつては鹿島川流域の湿地でカキツバタやサギソウも生育していたと伝えられています¹⁶⁾。最近までは、印旛沼流域がその発見の地とされるサクラオグルマの自生もみられました。また沼周辺の湿地には北方系の湿生植物を代表するミツガシワの生育もみられます。

湿原は多くの水鳥の生息環境でもありました。現在でも北印旛沼のヨシ原には、日本最大の繁殖地として知られるサンカノゴイをはじめオオセッカやコジュリンなど貴重な水鳥が生息しています¹⁷⁾。

沼岸での人々の居住は、主に江戸時代の新田開発の頃からです¹⁸⁾。水田化は古代から進められていましたが、治水対策によって半農半漁の村々が沼岸に成立しました。戦後の食料事情や水需要の増大を受けて実施された印旛沼の干拓を含む「印旛沼開発事業(第 8 章 2)」は、治水・防災のための沼岸整備等とともに沼岸本来の姿を大きく変えました。

ナガエツルノゲイトウは南米原産の水生から陸生の帰化植物ですが、印旛沼の岸辺に急速に広がっています(第 6 章)(写真 12-2 左)。これは現在、東南アジアにも分布を拡大し各地で強害雑草の様相を呈しているもので、印旛沼周辺でも最近では流域河川にも侵入しています¹⁹⁾。沼岸に多いその他の帰化植物としてアレチウリやセイタカアワダチソウがあげられ人工護岸の法面などに繁茂する状況がみられます。

動物においてもウシガエルやカミツキガメ、また貝類のタイワンシシジミ等の外来生物が急増しています。北米原産の特定外来種カミツキガメ（写真 12-2 右）は印旛沼流域での繁殖が確認され、年間約 500 頭前後の個体が捕獲されていますが、なかなか減る状況にはありません²⁰⁾。カメ類だけでも印旛沼流域でそのほかにミシシッピーアカミミガメやキバラガメなど 4 種類の外来・移入種の生息が確認され、これらはイシガメのような在来のカメをはじめ多くの水辺動植物の生息・生育を脅かす状況が懸念されています²¹⁾。



写真 12-2 左：強害雑草ナガエツルノゲイトウ、右：北アメリカ原産外来種カミツキガメ

印旛沼及び周辺域の豊かな水と肥沃な土壌条件は、湿地・低地を水田に、また干拓によって水域までも水田に変えていきました。水面積はかつての半分以下になった印旛沼ですが、流域の都市化や農業の近代化によって汚濁、富栄養化の負荷は増し、水質悪化が急速に進行しました(第 13 章)。このような沼の縮小や富栄養化は印旛沼の生物相及び生態系を大きく変化させました。

かつて印旛沼では「モク採り」とよばれる、沼の沈水植物を採集して田畑の肥料にする作業(第 6 章)がおこなわれていました。これは昭和 20 年代まで実施されていたもので、コウガイモやホサキノフサモ、マツモなど年間 4～6 万トンの沈水植物が収集利用されていました。このような「モク採り」は上から下に流れて行く栄養塩類を元の陸域へもどす作用であり、その行為は自立的な物質循環を担いつつ印旛沼の水質保全にも大きく貢献していました²²⁾。

印旛沼の水生植物は 50 種以上が記録されています。干拓前の 1947 年には 46 種の生育がみられ、前記のモク採りの種をはじめササバモやガシャモク、タヌキモ等の沈水植物、ヒシ、アサザ、ガガブタ、サンショウモなどの浮葉植物、また沼岸を中心にヨシ、マコモ、ヒメガマのほかコウホネなどの抽水植物も生育していました。しかし、干拓や水質の悪化、水辺環境の人工化等により、今では沈水植物はほぼ姿を消し、また浮葉植物もオニビシや野生化したハスなどに限られています(表 12-1)。

表 12-1 印旛沼の湿性・水生植物の変化

[illegible]

※ 種名の着色は植生の変化を示す。 過去出現・現在非出現 過去非出現・現在出現 過去も現在も出現

※ 記号は植被面積の程度を表す。 ■特に広い ●非常に広い ◎広い ○少ない ・ごくわずか ?調査不確実

※ 湿地性は主な種だけを示す。

※ 調査時期 昭和22～平成10年：7～10月 平成11～13年：6～9月

※ ナガエツルノゲイトウは、陸上でも発芽繁殖する。正しくは、水生植物とはいえず、湿性植物あるいは両生植物に分類されるが、

抽水植物帯沖側で優占することが多いので、ここでは取り上げる事にする。

※ 平成13年のオニヒシツには、9月水質調査時の船上日視確認。
※ 貴重種の扱いランク VII:絶滅危惧II類 CB:絶滅危惧IA類 EN:絶滅危惧IB類

※ 外来種の扱いランク 特:特定外来生物 要:要注意外来生物 いずれも外来生物法(H17年施行)による

※ 植物群落調査の結果を示す。

出典: S22~H13 : 笠井貞夫、印旛沼の水草の変遷、千葉県自然誌 本編5 千葉県の植物2 -植生- をもとに一部加筆して作成

H18 :H17 10月、H18 8月に実施した調査結果を合わせた結果(出典は下記の通り)
 ・河川環境整備委託(植生調査)報告書 平成18年1月 千葉県印旛地域整備株式会社(117.10月調査)

・河川環境整備委託(植生調査)報告書 平成18年9月 千葉県印旛地域整備センター・株式会社セリコ(H18.8月調査)

H17,H19～H21・印旛沼白書(財団法人印旛沼環境基金の調査結果に基づき作成)

このような状況に対し、水生植物の保護・増殖のための調査研究や復活のための具体的対策もおこなわれるようになりました。底土の撒きだし実験では、一旦は印旛沼から姿を消したセンニンモやヒロハノエビモ、インバモ、コウガイモ、シャジクモなど 32 種の水生植物が再生しました²³⁾。

水生植物は、隠れ家や餌、産卵場など動物の生息にとっても重要です。現在、印旛沼で生息する魚類は 36 種、ただしその三分の一の 12 種はオオクチバスやブルーギルなどの外来種、またゲンゴロウブナやハスなどの移入種です。また、かつてはムサシトミヨ、ゼニタナゴが生息し、さらには海から遡上するスズキもみられました²⁴⁾。魚類のほか、最近発見された印旛沼が北限のミナミスマエビやテナガエビ、スジエビなどの甲殻類、また貝類のドブガイ、最近まではカラスガイも生息していました²⁵⁾。これらの魚類やエビ類は漁業資源として重要なものも多く含まれます。

明治 32 年印旛沼の漁船は 1,776 隻と言う記録が残されています。漁獲物としてはコイ、ウナギ、ナマズ、ドジョウ、フナ、ボラ、エビ、ハゼなどがあげられており、その漁獲量は明治 42 年には 57,168 貫（約 214 トン）に及びます²⁶⁾。また、昭和の印旛沼開発事業以前の昭和 30 年代にはフナ、コイ、ウナギなどの漁獲は年間 1,400 トンに達しており、最近でも年間 700 トンの漁獲がありました²²⁾。これは単位面積あたりに換算すると約 61 トン/年/km² であり（図 12-1）、東京湾その他の里海海域と比較しても極めて大きなものです^{27), 28)}。

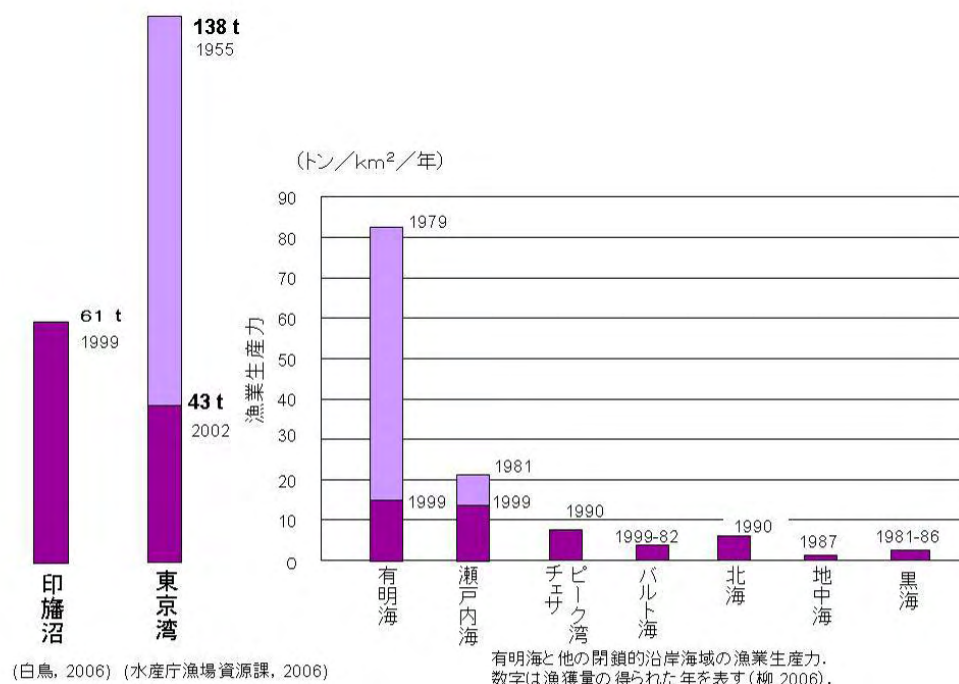


図 12-1 日本と世界の里海・里沼域での単位面積当たりの漁獲量

印旛沼とその周辺域は、東アジアの野鳥にとっては大きな意味を持っています。冬鳥のカモ類やシギ、チドリなどの多くの旅鳥の飛来地であり、越冬地として重要です。カワウやオオバン等の留鳥、またチュウヒをはじめとする猛禽類も多くみられます。干拓や水辺

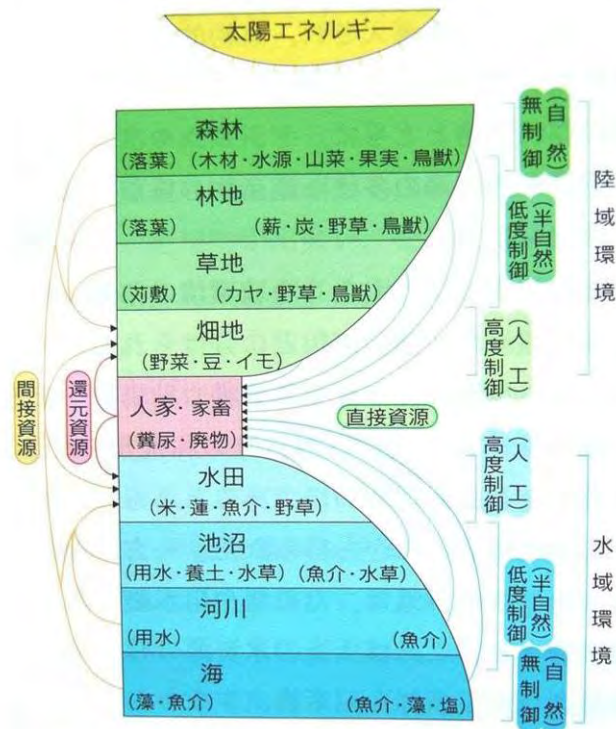


図 12-3 かつての印旛沼流域の人家を取り巻く土地利用と資源の利用¹²⁾

この人家を中心とした多様な土地活用とともに多様な資源が獲得される仕組みがありました。田畑での栽培作物から木材・竹や薪、また川沼の魚貝類などがそのまま食料や燃料、生活道具の素材等に利用する直接資源、また落ち葉や水草（モク）のように一旦田畑の肥料として他の場所を経由して利用活用される間接資源、さらに人間や家畜の糞尿・廃物については、自然にもどされ再利用される資源、いわば還元資源でした(第 10 章)。このようにかつての人々の暮らしは、多種多様な自然の恵みを人家や集落を中心として無駄なく効率的に利用しつつ生態系にとっても健全かつ持続可能な物質循環のシステムを創出していました²⁹⁾。

常に人為管理され自然の営みをコントロールされる田畑のような高度制御地では、米や作物とともに、野草や魚貝等の副産物も採集されていました。特に水田では、稲のない時期は水田漁労もなされ、また冬期はカモ場として利用されました。

一方、低度制御地は、適度に人為が加えられますが、土地本来の生物相を基本として活かされる二次的自然の空間です。この陸域環境としては草地や林地、また水域環境としては池沼・河川等が存在します。草地は茅場や秣場として、また林地からは薪・炭や木材、山菜、落ち葉等様々な直接及び間接資源が得られました。そして池沼・河川からは、飲料水や農業用水の水資源確保の他、多様な魚貝類等の食料や医薬、そして肥料材料等も得られました。さらにここは人為による治水・治山や防風、防潮等の防災措置が施され、自然災害を軽減するための緩衝地帯としても重要な役割を果たしていました。

森林や海、さらにかつての印旛沼のような大きな内水面は人為的に無制御な土地空間であり、人々にとっては時に自然災害の発生源である一方で、様々な自然資源の供給源でもありました。また人為の及ばないこの空間は人々が畏れ敬う「畏敬」の場であり、またその自然は信仰の対象としても大きな存在でした。里山のなかに祀られている鎮守森や水源

の森は、いわば里山の中に存在する奥山あるいは深山であり、たとえ人家や集落に接していても大海原の大灘と同じように心理的には隔たりのある空間と言えます³⁰⁾。

集落を中心とする高度制御地から低度制御地、そして無制御地のセットは、かつての日本の村一つの領域とかさなります。印旛沼周辺の里山空間には、奥山としての原生的な自然環境も含み、そこは信仰の対象であり、また流域水源を担う土地としても重要でした。このような里山里海の空間と人々の暮らしのユニット「景相単位」として、そのゾーニングおよびモザイクの構造とこれによってもたらされる資源の供給、さらに人の廃棄物も領域内で循環させエネルギーを自立させる状況をつくり出しました²⁹⁾。この景相単位は、村社会の人々の助け合う仕組みや文化・信仰とも大きくかわり、その社会的安定性は、人・自然・文化が一体となって調和・共存するサステナブルな生態系の前提でありました³¹⁾。

里山里海（里山・里沼・里川・里海）で伝えられてきた技術や道具、また制度や生活様式、それらすべてが長い自然とのかかわりのなかで洗練・淘汰され選ばれてきたものにほかなりません。したがって、そこにはきわめて高い合理性が備えられており、人々が生きていくための健全な生態系の保持においても、守り学んでいかなければならないものです。

4 印旛沼・流域の生態系の課題と対応

印旛沼の干拓と治水のための人工護岸化や水門の設置、また流域の都市化にともなう森林の減少及び都市排水の増加や雨水地下浸透の減少、さらには農薬や化学肥料の多用は印旛沼及び流域河川の水質汚染を招きました。最近では、谷津奥の水源地のゴミや産廃の投棄・埋立も多くみられます。このような水源の破壊・汚染については、直接的に認識できない場合も多く、地下水等を通じて将来の流域環境およびその生態系への悪影響が懸念されます。水源の破壊とそこでの汚染物質の投機に関しては厳重な監視とともに水源となる土地や谷津田の保全・復元についての至急の対応が必要です。

都市排水の下水処理施設などの人為的水浄化システムの充実も重要な課題ですが、各家庭や各事業所での排水制限や自主的な汚濁防止の取り組みが求められます。また、農業についても、近代的な農薬や化学肥料を多用する農業、またコンクリート水路や乾田化をともなう圃場整備等は、経済効率からしても多くの課題が指摘されています。

自然破壊と環境汚染、さらに都市化と温暖化傾向は外来種・移入種を増加させています。これに対しては即応的対策の他、基盤となる法的措置の強化が必要です。現場措置においては、自然破壊の監視から環境汚染の実態調査、外来生物の駆除をはじめこれに駆逐され絶滅の危機に瀕する在来種の保護・増殖とともにその生息・生育環境の保全・復元の対策も重要になっています。

印旛沼の干拓地の水田の冬期湛水試験では、コハクチョウの越冬をはじめとする生物多様性の増加はもとより、水質浄化や有機米の生産も可能なことが確認されました³²⁾。このような結果をふまえ、今後は有機農業の推奨や冬期湛水田での米作り等、生態系の物質循環システムのリズムをふまえた付加価値の大きい農業の研究・推進が求められます。

千葉県は2001年「印旛沼流域水循環健全化会議」を発足させ、生態的視点を大きく取り入れた印旛沼とその流域環境の保全と復元の対策を開始しました。この活動は、2003年の千葉県の里山条例の制定や2008年の生物多様性ちば県戦略の策定とも連動し、現在も流域自治体や市民・NPO、さらには各種事業者と一体となった先進的取り組みがおこなわれて

います。印旛沼を取り巻く、このような多様な主体が連携し、まさに水と生命を軸とした生物多様性、また多様な人々の連携によって「印旛沼再生：恵みの沼をふたたび」に向けた強力かつ息の長い取り組みが求められます²⁾。

-
- 1) 中村俊彦. 2008. 房総半島の植物相に見られる異変. 岩槻邦男・堂本暁子(編)、温暖化と生物多様性. 182-195pp. 築地書館.
 - 2) 印旛沼流域水循環健全化会議. 2010. 印旛沼・流域再生, 恵みの沼をふたたび, 印旛沼流域水循環健全化計画. 千葉県.
 - 3) 沼田眞(編著). 1996. 景相生態学. 178pp. 朝倉書店.
 - 4) 中村俊彦. 1999. 農村の自然環境と生物多様性. 遺伝 53(4) : 56-60.
 - 5) 大原隆. 1995. 房総半島の地質層序と地質構造. 大原隆・大沢雅彦(編)、生物-地球環境の科学. pp. 17-28. 朝倉書店.
 - 6) 千葉県史料研究財団(編). 2000. 千葉県の歴史資料編考古 1. 千葉県.
 - 7) 宮脇昭(編). 1986. 日本植生誌 7 : 関東. 至文堂.
 - 8) 沼田眞・大窪久美子・遠藤宗男. 2001. 草原植生. 千葉県史料研究財団(編)、千葉県の自然誌本編 5 : 千葉県の植物 2 植生. pp. 284-322. 千葉県.
 - 9) 千葉県史料研究財団(編). 2002. 千葉県の自然誌本編 6 千葉県の動物 1. 千葉県.
 - 10) Nakamura, Toshihiko and Kevin Short. 2001. Land-use planning and distribution of threatened wild life in a city of Japan. Landscape and Urban Planning 53 : 1-15.
 - 11) 鈴木由告. 1978. 千葉県におけるカタクリの分布と生態 (3). 千葉生物誌 27 : 39-47.
 - 12) 中村俊彦. 2004a. 千葉県の自然と農山漁村のかかわり. 千葉県史料研究財団(編)、千葉県の自然誌本編 8 : 変わりゆく千葉県の自然. pp. 312-318. 千葉県.
 - 13) 中村俊彦. 2005. コウノトリが教えてくれたトキのふる里. ちば谷津田フォーラム会誌 13 : 1-5.
 - 14) 谷英男. 2005. トキに思い出しましょう、房総にトキが観られた頃を！ちば谷津田フォーラム会誌 13 : 10-12.
 - 15) 中村俊彦. 1999. 農村の自然環境と生物多様性. 遺伝 53(4) : 56-60.
 - 16) 松平喜美代. 2002. 佐倉の植物今昔. いんば沼 22 : 4-5.
 - 17) 印旛沼環境基金(編). 2012. 印旛沼のはなし. 91pp. 印旛沼環境基金.
 - 18) 本埜村教育委員会. 2008. 本埜の歴史：印旛沼に育まれたある農村の物語. ぎょうせい.
 - 19) 佐倉印旛沼ネットワークの会流域活動推進委員会. 2006. 印旛沼の環境マップ：ナガエツルノゲト・オニビシの植生調査. 佐倉印旛沼ネットワークの会.
 - 20) 尾崎真澄. 2012. カミツキガメ防除から見た外来生物問題. 千葉県生物多様性センターニュースレター 28 : 2-3.
 - 21) 小林頼太・長谷川雅美・小菅康弘. 2000. 佐倉市の両生類・爬虫類 B カメ類. 佐倉市自然環境調査団(編)、佐倉市自然環境調査. pp. 213-219. 佐倉市.
 - 22) 白鳥孝治. 2006. 生きている印旛沼. 山崎書房出版.
 - 23) 林紀男. 2013. 印旛沼・手賀沼, 沈水植物の多様性回復. 千葉県生物多様性センターニュースレター 33 : 1-2.
 - 24) 梶山誠. 2008. いんば沼の魚たち. いんば沼 29 : 2-3.
 - 25) 新島偉行. 2004. 印旛沼と周辺水路の生き物. いんば沼 24 : 4-5.
 - 26) 佐倉市史編さん委員会. 1979. 佐倉市史巻三. 佐倉市.
 - 27) 柳哲雄. 2006. 里海論. 恒星社厚生閣.
 - 28) 水産庁漁場資源課. 2004. 探してごらん東京湾. 日本水産資源保護協会.
 - 29) 中村俊彦. 2004b. 里やま自然誌. 128pp. マルモ出版.
 - 30) 中村俊彦. 2009. 「里山・里海」「里山海」と「奥山」「大灘」東京湾学会誌 3(1) : 14.
 - 31) 中村俊彦. 2006. 里山海の生態系と日本の Sustainability. 応用科学学会誌 20(1) : 11-16.
 - 32) 中村俊彦・小倉久子(編). 2012. 冬期湛水・有機農法の水田による流域の水質改善と生態系保全に関する試験研究. 132pp. 印旛沼流域水循環健全化調査研究報告 1 号. 会議印旛沼流域水循環健全化会議・千葉県.

第 13 章 汚れてきた印旛沼、水の汚れの表し方

印旛沼の水を利用する時代になり、水質汚濁という新たな課題を抱えるようになりました。水質問題を考えるにあたって、印旛沼の水はいつ頃から汚れてきたのか、現在の状態はどうか、水の「きれい・きたない」とはどんなことか、その表し方、等々について知っておく必要があります。

本章では印旛沼の水質に関するこれらの事柄について述べ、次章から印旛沼の水の汚れる原因などについて述べることにしましょう。

1 水の汚れてきた様子

昭和初期の印旛沼は、魚の姿を見て漁をする程水は澄んでいて、そのまま飲めるほど([余話 5])でした。昭和 30 年代中頃まで、子供たちは沼で遊泳して楽しんでいました。また、昭和 40 年頃に印旛沼開発事業の一環として干拓予定地の沼底土調査をしたときは、昼休みに、沼の水を汲んで湯に沸かして飲んでいました。しかし昭和 50 年代になると、印旛沼の水はアオコなどで濁りはじめ、泳いだり飲んだりする状態ではなくなりました。印旛沼の水は、その頃から確かに汚れてきています。

印旛沼は風光明媚なところです。最近の印旛沼の岸边は、いつも掃除されて「きれい」です。ボランティア活動などによって定期的にゴミ拾いが行われ、釣り師のマナーも一時よりずっとよくなっています。きれいな水辺を散策して楽しむ人も増えています。現在の印旛沼の水は、漁業や遠くから見た景観として「きれい」であっても、濁っていて飲み水としては「きれい」ではありません。

2 水の汚れとは その表し方

(1) 水の使い方と水質

水の「きれい・きたない」は、その水の使い方に適しているかどうかによって決まります。例えば、田圃の小川の水は、見た目にはきれいで稲作に適した水であっても飲む水としては「きれい」とは限りません。コーヒーを飲むとき、黒い色を「汚れ」とは言いますが、洗濯の水に使うときは「汚れ」とみます。

水の使い方についてみると、まず生活用水は、風呂、炊事、洗濯、トイレ等々に使っています。これらをみると、殆どの水は「洗う」ために使い、炊事の水には飲む水が含まれ、トイレはし尿を流すことに使っています。

飲む水は、人に害や不快感を与えない水質が求められます。洗う水は、きれいに洗い終わった食器や衣類などよりも、さらにきれいな水質、「汚れ物質の少ない水質」であることが求められます。「汚れ物質」は、必ず濃い方から薄い方へ移り、その逆の動きは決してないからです。

なお、衣類や食器に付着した「汚れ物質」は、通常、炭水化物、脂肪、蛋白質など一般の有機物や、泥のような水に漂っている物質（浮遊物質）、それに塩分のような水に溶ける無機物などです。

工業用水の使い方は、冷却水、洗浄水、原料としての水など様々であり、そのうち、冷却水として最も多く使われています。使用する水の中には、イオン交換樹脂を通した純水

を使うこともあり、用途に適した水質 水温になるように水を加工して使っています。農業や漁業に使う水は、それぞれの作物や魚の成育生息に悪影響のないような水質が求められています。

私たちの周辺にある水は、安全であること、具体的には有害なものを含まないことが求められます。有害物質に関しては、法律で水質汚濁に係る環境基準（[参考 8]）の中に「人の健康の保護に関する環境基準」として 27 項目の物質が定められており、ここでは別扱いとします。

（2）汚れ程度の物差し

水がどの程度汚れているかを判断するときに、水に含まれる「汚れ物質の濃度」で示すことが客観的で有力な方法です。汚れ物質のうち、浮遊物質（SS）は水をろ過して集めてその重量を計れますが、有機物の種類は、十数万もあるので、その一つ一つの濃度を測定することは事実上困難です。そのときの便法として、有機物の濃度を一括して表す方法が考えられています。

すべての有機物は酸素で分解すと水・炭酸ガス・その他ができます。そこで、個々の有機物の濃度を測定する代わりに、有機物を分解するときに使われる酸素の量によって、有機物量を表すことにします。COD（化学的酸素要求量）は、化学薬品を使って有機物を酸化分解するときに必要な酸素量、BOD（生物化学的酸素要求量）は、微生物によって生物的に酸化分解するときに必要な酸素量のことです。その他に、有機物が分解してできた炭酸ガスの量を測定する方法（TOC）などがあります。詳しくは[参考 7]をご覧ください。

COD、BOD などは、世界中のどこの水でも同一の基準で測定できるので、他の湖沼などの水質と比較したり、水利用や水質汚濁の改善方法などを客観的に議論するときに便利です。

また、水生生物の中には、きれいな水を好む種類と若干汚れた水を好む種類があるので、その水域に棲む生物の種類によって、環境中における水の汚れの程度を、およそ判定をすることができます。環境省は、「指標生物」として表 13-1（[参考 7] 参照）を示しています。

〔参考 7〕 水質の表示方法

〔化学物質等を指標にした表示方法〕

有機物の全量は、酸化分解するときに使われる酸素の量で示したり、生成した炭酸ガスの量で示すことにしています。

BOD（生物化学的酸素要求量）： 水中の微生物が呼吸によって有機物を酸化分解するときに使った酸素の量のことです。微生物は、すべての有機物を分解することはできないので、厳密に言えば「微生物によって分解される有機物」の総量を示しています。また、水産業にあっては魚の生息に対して「水が酸素不足になり易さ」を示すと考えてよいでしょう。

COD（化学的酸素要求量）： 化学薬品を使って有機物を化学的に酸化分解するときに使った酸素の量のことです。化学薬品は、日本では過マンガン酸カリ（ KMnO_4 ）を使っていますが、アメリカでは重クロム酸カリ（ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ）を使うことが多いようです。後者の方が、若干高い値になるのが普通です。これを区別するために、前者を COD_{Mn} 、後者を COD_{Cr} と書くことがあります。

TOC（全有機炭素）：有機物を完全に燃焼酸化させて、有機物が構成する炭素を炭酸ガスにして測定するものです。機器による自動測定が可能です。TOC は COD_{Cr} に近い値を示すといわれています。

このように、一般有機物の量を示す方法はいろいろありますが、その場に応じて使い分けています。また、一般的な有機物は、人に直接害を与えるものではありませんが、水の汚れと言えば COD、BOD、と言われるほど、水の汚れの代表として使われています。

DO（溶存酸素）：水に溶けている酸素ガス（ O_2 ）のことで、大気と接触して平衡状態にある水は、常温常圧で 7mg/L となり、水温が上がると小さくなります。また、DO は、水が汚れると微生物の働きによって有機物の分解するときに消費されて低くなり、DO の低下は魚の呼吸に直接影響を与えることがあります。また、アオコが発生すると、植物プランクトンの光合成によって酸素を発生させるので、DO は 7mg/L 以上になることがあります。

EC（電気伝導度）：電気の流れ易さ（電気抵抗の逆数）のことで、溶存イオン濃度の高い程高い値を示します。塩類濃度や硝酸汚染の目安として、よく使われます。

pH（水素イオン濃度指数）：酸性、アルカリ性の強さを示すもので、pH7 が中性、これより小さくなるほど酸性が強く、大きくなる程アルカリ性が強いことを示しています。不純物を全く含まない純水の水素イオン濃度は、 10^{-7}mol/L であり、pH とは、水素イオン濃度の対数の逆数（純水では 7）のことです。

大腸菌群数：大腸菌の仲間（大腸菌群）の菌数のことです。大腸菌群の有無は、人畜のし尿による汚染に強く影響されることから、およその非衛生的水環境の指標として用いられます。

〔生物指標による表示方法〕

本当にきれいな水は DO が高く、生き物は呼吸をしやすいいけれども生き物の食べ物となる有機物が少なく、棲みにくくなります。少し汚れてくると DO はすこし低くなるけれども食べ物となる有機物が増えて生き物は棲みやすくなります。さらに有機物が増えると、食べ物は増えるけれども細菌などがそれを分解して DO を消耗し、生き物は呼吸困難になり易くなります。極端に有機物が増えると、特殊な生物を除いていわゆる生き物は棲めなくなります。生き物の種類によって、食べ物が少なくても DO の高くきれいな水を好む種類と、逆に DO が若干低くても食べ物の多い水を好む生き物がいます。魚の間では、ヤマメ、イwana、ヒメマスなどはきれいな DO の高い水を好み、サケ、アユなどはこれに次ぎ、コイ、フナなどは少し汚れた水を好みます。

水生生物のうち、水の汚れの度合いに敏感な生物を選んで、それを指標にしておよその水質を判断することができます。環境省では、水の汚れに敏感な生物の中から、目で見ることができる大きさで、日本全国に広く分布している生物を指標生物として選んでいます。表 13-1 は、きれいな水（水質階級Ⅰ）、少し汚い水（水質階級Ⅱ）、汚い水（水質階級Ⅲ）、大変汚い水（水質階級Ⅳ）の四段階に分けて、それぞれの水質階級に棲んでいる指標生物の種類を示したものです。

表 13-1 水質階級と指標生物の関係

きれいな水（Ⅰ）の指標生物		少しきたない水（Ⅱ）の指標生物	
カワゲラ	ヘビトンボ	コガタシマトビケラ	コオニヤンマ
ヒラタカゲロウ	ブユ	オオシマトビケラ	スジエビ
ナガレトビケラ	アミカ	ヒラタドROMシ	○ヤマトシジミ
ヤマトビケラ	サワガニ	ゲンジボタル	○イシマキガイ
	ウズムシ		カワニナ
きたない水（Ⅲ）の指標生物		大変きたない水（Ⅳ）の指標生物	
ミズカマキリ	○ニホンドロソコエビ	セスジユリカ	サカマキガイ
タイコウチ	タニシ	チョウバエ	エラミミズ
ミズムシ	ヒル	アメリカザリガニ	
○イソコツブムシ			

注) ○は海水の少し混ざっている汽水域の生物

出典) 環境省水質環境部・国土交通省河川局編（2001.4）

生物指標による水質の判定は、汚れ物質濃度の数値による表し方とは違って、はっきりと水の清濁を判定することはできませんが、生き物の側に立った汚れの見方として注目されています。

(3) 水質の基準

河川・湖沼・海域など公共用水域には、いろいろの水質の水があります。これらの水の利用に際して、どの程度の水質が望ましいか、その目安となる値を COD のような客観的な数値を使って表して欲しいところです。最も広く用いられている水質の基準は、河川、湖沼、海域の水質について、水域の利用目的に応じて水域ごとに法律で環境基準（表 13-2、[[参考 8]]）が定められています。なお、有機物汚濁の環境基準は、河川では BOD を、湖沼 海域では COD を用いています。

また、農業用水（表 13-3）や水道水などには、それぞれの使用目的に応じた水質の基準があります。

〔参考 8〕水質の環境基準

水質汚濁に係わる環境基準とは、公共用水域の水質について、人の健康を保護し生活環境を保全する上で維持されることが望ましい基準として、国が決めた値です。行政は、この基準値を目標にして、いろいろの水質改善対策を行っています。

その一つは、「人の健康の保護に関する環境基準」として、カドミウム・シアン・水銀・トリクロロエチレンなど 27 項目の人に有害な物質を定め、「それぞれの基準値以下」と定めています。この基準は、すべての水域に適応されます。

次に、「生活環境の保全に関する環境基準」として、水域を利用目的別に類型区分して、それぞれに pH、BOD（または COD）、SS（浮遊物質）、DO（溶存酸素）、大腸菌群数について、また湖沼にあっては全窒素、全リンを追加して環境基準を設けています。また、人口集中の著しく進行している地域で、水質改善が難しいところでは、環境基準より緩やかな「暫定的な改善目標値」を定めています。

印旛沼の水は、水道水に利用されているので、表 13-2のように、pH、COD、SS、DO は A 類型として、全窒素、全リンはⅢ類型と指定されています。なお、A 類型は、水浴を利用目的とする湖沼にも当てはめています。

表 13-2 印旛沼および流入河川の水域類型と環境基準

水 域	水質 測定点	類型指定	環境基準 (mg/ℓ)	達成 期間	暫定目標	指定年月日
印旛沼	上水道 取水口下	湖沼 A	COD : 3mg/ℓ	—	—	S 45・9・1
	同上	湖沼 Ⅲ	全窒素 : 0.4mg/ℓ	ハ	2.2mg/ℓ	S 54・3・27
	同上	湖沼 Ⅲ	全りん : 0.03mg/ℓ	ハ	0.11mg/ℓ	
鹿島川	鹿島橋	河川 A	BOD : 2mg/ℓ	ハ	河川 B	S 60・3・29
高崎川	竜灯橋	〃 C	BOD : 5mg/ℓ	ハ	5.6mg/ℓ	S 50・1・21
手繰川	無名橋	〃 C	BOD : 5mg/ℓ	ハ	河川 D	同上
師戸川	師戸橋	〃 B	BOD : 3mg/ℓ	イ	—	S 60・3・29
神崎川	神崎橋	〃 A	BOD : 2mg/ℓ	ハ	河川 B	S 50・1・21
桑納川	桑納橋	〃 D	BOD : 8mg/ℓ	ハ	河川 E	同上
印旛放水路 (新川)	八千代橋	〃 C	BOD : 5mg/ℓ	ハ	河川 D	同上

【備考】(1) 達成期間について、(イ)は直ちに達成、(ロ)は5年以内で可及的速やかに達成、(ハ)は5年を超える期間で可及的速やかに達成
 (2) 河川における環境基準はすべてBOD
 (3) 高崎川の水質測定点は平成20年度から寺崎橋から竜灯橋に変更
 (4) 手繰川の水質測定点は平成18年度から手繰橋から無名橋に変更

表 13-3 農業（水稻）用水水質基準

項 目		農業(水稻)用水基準 (農林省公害研究会・ 昭和 45 年 5 月)
pH(水素イオン濃度)		6.0 ～ 7.5
COD(化学的酸素要求量)		6mg/L 以下
SS(浮遊物質量)		100mg/L 以下
DO(溶存酸素)		5mg/L 以上
T-N(全窒素)		1mg/L 以下
EC(電気伝導度)		0.3mS/cm
重金属	As(ヒ素)	0.05mg/L 以下
	Zn(亜鉛)	0.5mg/L 以下
	Cu(銅)	0.02mg/L 以下

また、印旛沼流域の河川は、表 13-2のように、鹿島川、神崎川は A 類型 BOD2mg/L 以下（ヤマメが棲めて水浴の出来る程度）に、師戸川は B 類型 BOD3mg/L 以下（サケ・アユの棲める程度）に、高崎川、手繰川、新川は C 類型 BOD5mg/L 以下（コイ・フナの棲める程度）に、桑納川は D 類型 BOD8mg/L 以下（農業用水等の利用程度）として、それぞれ指定されています。

3 印旛沼の水質の移り変わり

COD という水質の表し方によって印旛沼の水質の移り変わりを示すと、図 13-1の通り¹⁾です。このように印旛沼の水質は、昭和 45（1970）年頃までは COD5～6mg/L 程度でしたが、その後汚れてきて、昭和 59（1984）年には COD13mg/L まで悪化し、それからきれいになったり汚れたりを繰り返しながら、現在に至っています。印旛沼の水質は、水道水源として定められた環境基準 COD3mg/L と比べて大変汚れた状態です。

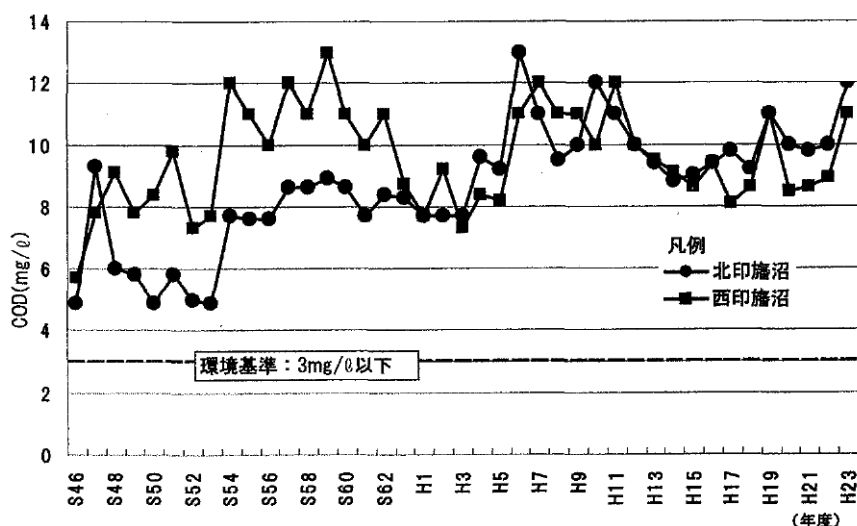


図 13-1 印旛沼における COD 経年変化
(出典：印旛沼白書平成 23・24 年度)

また、北印旛沼は、西印旛沼に比べてきれいでしたが、平成 5（1993）年頃から両沼の水質は同程度になっています。

印旛沼の COD 測定は、昭和 43 年から行われている（千葉県環境白書昭和 59 年版）ので、それ以前の水質について COD 値を使って印旛沼の水質の推移をみることはできません。そこで、古老の話や文献などから過去の水質について推定してみましょう。

前に述べた通り、存命の漁師古老の話では、印旛沼の水は澄んでいて水底が見えた、水底には水草がたくさん生えていた、コイ、フナ、ウナギがよく獲れた、などと言っているので、大正時代頃は、アオコの発生はほとんどなく、水質は現在よりきれいで、コイ、フナの好んで棲む程度の水質であったようです。また江戸時代末期に書かれた利根川図志²⁾によると、当時よく獲れた魚は、コイ、フナ、ウナギなどとあり、魚の種類は大正時代と殆ど変わっていません。これらの魚は、田圃の水溜り程度の水質を好む魚であり、アユ、イワナ、ヤマメのような清流を好む魚は見当たりません。コイ、フナが好んで棲む水田程度の水質とは、およその推定値として COD4～5mg/L 程度ではないでしょうか。昭和 40 年代初期の水質は、COD5～6mg/L 程度ですから、これとほぼ似た値かそれより若干きれいな程度であったと思われます。この程度の水質は、富栄養化した老年期の湖沼で一般的にみられます。

こうしてみると、印旛沼の水質は、江戸時代まで遡っても山間部の湖沼のようなきれいな状態ではなく、富栄養化した「沼」程度であり、現在のような著しく汚濁された状態は、

昭和 45～50 年頃、今から 30～40 年前頃に始まったものと考えられます。水質汚濁の急激に進んだ時期は、丁度、印旛沼開発事業の完成した時期であり、印旛沼流域の人口増加、都市化の始まった時期とも重なっています。皮肉にも、その時期は、水道水、農工業用水として沼の水を使い始めた時期とも一致しています。

4 全国湖沼の水質と比べる

(1) 湖沼水質の全国順位

環境省は、毎年、全国の湖沼水質を集計して、悪い方から 5 位までの湖沼の COD を発表しています。表 13-4 のように、印旛沼はその常連湖沼の一つであり、日本でも水質の汚れた湖沼の一つです。特に水道水源の湖沼としては、連続してワースト 1～2 位を続けています。

表 13-4 全国湖沼水質 (COD) ワースト 5 の推移

(単位 : mg/L)

ワースト 年度	1 位	2 位	3 位	4 位	5 位
1999 (11)	手賀沼 (18)	印旛沼 (12)	牛久沼 (11)	佐鳴湖 (11)	油ヶ淵 (9.5)
2000 (12)	手賀沼 (14)	佐鳴湖 (12)	印旛沼 (10)	長 沼 (9.6)	澗 沼 (9.5)
2001 (13)	佐鳴湖 (12)	手賀沼 (11)	印旛沼 (9.5)	春採湖 (9.2)	伊豆沼 (8.8) 八郎湖 (8.8) 油ヶ淵 (8.8)
2002 (14)	佐鳴湖 (11)	印旛沼 (9.1)	長 沼 (9.0)	児島湖 (8.9)	春採湖 (8.7)
2003 (15)	佐鳴湖 (12)	伊豆沼 (10)	油ヶ淵 (9.1)	長 沼 (9.0)	印旛沼 (8.6)
2004 (16)	佐鳴湖 (11)	伊豆沼 (9.6)	印旛沼 (9.4)	手賀沼 (8.9)	長 沼 (8.5)
2005 (17)	佐鳴湖 (11)	伊豆沼 (10)	長 沼 (9.0)	油ヶ淵 (8.6)	春採湖 (8.4)
2006 (18)	佐鳴湖 (11)	伊豆沼 (9.0)	八郎湖 (8.8)	印旛沼 (8.6)	北 浦 (8.4)
2007 (19)	印旛沼 (11)	北 浦 (9.5)	佐鳴湖 (9.3)	常陸利根川 (8.8)	春採湖 (8.7)
2008 (20)	伊豆沼 (9.5)	北 浦 (9.3)	春採湖 (9.2)	佐鳴湖 (9.0)	常陸利根川 (8.7)
2009 (21)	伊豆沼 (10) 北 浦 (10)		霞ヶ浦 (9.3) 常陸利根川 (9.3)		印旛沼 (8.6) 手賀沼 (8.6)
2010 (22)	長 沼 (11)	漆沢ダム (9.3)	常陸利根川 (9.2)	北 浦 (9.1)	印旛沼 (8.9) 手賀沼 (8.9)

【備考】①春採 (北海道)、伊豆沼 (宮城県)、霞ヶ浦 (茨城県)、鳥屋野潟 (新潟県)、澗沼 (茨城県)、長沼 (宮城県)、木場潟 (石川県)、佐鳴湖 (静岡県)、油ヶ淵 (愛知県)、児島湖 (岡山県)、八郎湖 (秋田県)、北浦 (茨城県)、常陸利根川 (茨城県)、漆沢ダム (宮城県)

②2005 年度 (平成 17 年度) の印旛沼の COD : 8.1mg/L (全国湖沼水質ワースト 8)

②2008 年度 (平成 20 年度) の印旛沼の COD : 8.5mg/L (全国湖沼水質ワースト 6)

出典 : 印旛沼白書 平成 23・24 年度版

(2) 集水域の特徴と湖沼の水質

集水域の都市化は、湖沼の水質を悪化させる要因となります。実際に、全国の水面積 1km² 以上の天然湖沼についてみると、図 13-2 のように³⁾、集水域の人口密度が高くなるにつれて湖沼水質 (COD) は悪化しています。なお手賀沼、鳥屋野潟は、浄化用水の導入事業を行って人為的に浄化しています。また、同図で人口密度の高い湖沼は、殆ど水深 5m 以下の浅い湖沼であることも注目されます。

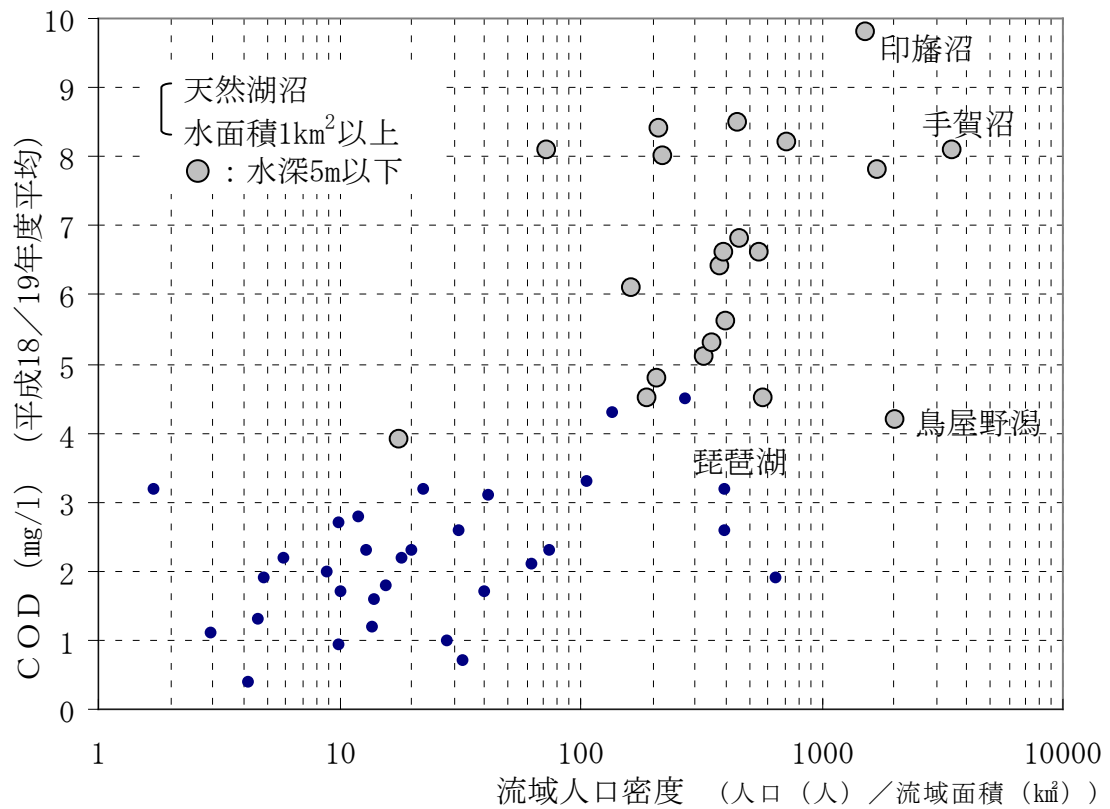


図 13-2 全国天然湖沼の流域人口密度と COD との関係³⁾ (平成 18～19 年度平均)

注) 琵琶湖：南湖北湖ともに全流域人口密度を適用

文献

¹⁾ 千葉県水質保全課資料

²⁾ 赤松宗旦 (1938) : 利根川図志、岩波文庫

³⁾ 全国湖沼環境保全推進協議会 (2009) : 全国湖沼資料集 第 2 1 集

1 印旛沼の水を汚す道筋

湖沼は、流入する河川からいろいろの物質が流れ込みます。一つは水に溶けない土砂などが流入して水底に堆積し、一つは水溶性の有機物や栄養塩類の流入によって水を汚します。これらの水質汚濁物質の多くは、集水域のいろいろのところから発生したものと思われます。印旛沼は、特に集水域の都市化などによって、後者の影響を強く受けて水質汚濁・富栄養化の課題を抱えています。

千葉県では、集水域における水質汚濁物質の発生量を発生源別に細かく集計して公表しています。また流入河川の水質汚濁状況を調査して、これも公表しています。これらのデータを活用して、発生源の水質汚濁物質がそのまま河川を流れて沼に流入すると仮定すれば、集水域で発生した水質汚濁物質に起因する河川や印旛沼の水質濃度が計算できるはずです。実際には途中で沈殿・分解等の物理化学的作用や生物的作用を受けているので、河川や沼の水質汚濁濃度は、計算値と実測値の間に違いが生じるでしょう。両者の差は、河川や印旛沼の中で行われている物理化学的・生物的作用などによって発生または消失した水質汚濁の部分と考えられます。

そこで、まず集水域における水質汚濁物質の発生源から排出される状況を調べ、その汚濁物質がそのまま河川を流れるとして河川の水質汚濁濃度を計算し、その計算値と河川の水質汚濁濃度の実測値とを比較することにしましょう。

次に、印旛沼の水は、単に流入河川の水が混合したものと仮定して、河川を通過して印旛沼に流入する水質汚濁物質質量から印旛沼の水質汚濁濃度を計算し、実際に測定した印旛沼の水質汚濁濃度と比較すれば、両者の差は印旛沼内で何らかの物理化学的・生物的作用等によって生じた水質汚濁とみることができると良いでしょう。

このような操作によって、印旛沼の水質汚濁のうち、発生源から河川を通過して沼に流入する水質汚濁物質に起因する部分と、河川・沼内の物理化学的・生物的作用に起因する部分とに分ければ、印旛沼の水質汚濁を引き起こす道筋に一步近づくことができるでしょう。

2 水質汚濁物質の発生源の様子

(1) 発生源の種類

水質汚濁物質の発生源は、普通、生活系・産業系・面源系に大別しています。

生活系とは、人の生活するところから発生するもので、家庭に設置された各種の浄化槽をはじめ、下水処理場・し尿処理場などの排水、それに水浄化施設を持たない家庭の台所の排水や自家用車などの洗浄水のような未処理の排水のことです。したがって、生活系の水質汚濁物質発生量は、人口と生活排水の処理形態（[参考 9]）などに左右されます。

産業系とは、法で定められた一定以上の規模をもつ事業所、畜産などを発生源とするものです。その排水の水質は、法によって排水基準を設けて規制されています。印旛沼流域にあっては、他の地域より厳しく規制する「上乘せ基準」を設けています。

面源系とは、雨水、市街地の側溝を流れる水、散乱ごみ、道路粉塵などをはじめ、林地、農耕地から流れる水など、面的に広がる発生源のことです。

〔参考 9〕生活排水処理方法とその推移

生活排水は、台所、風呂、洗濯、トイレ等々から排出されています。その内、トイレ排水（水洗トイレ）を除くすべての排水を合わせて生活雑排水（略して雑排水）と呼んでいます。BOD・COD 等で示される有機質汚濁は、雑排水の方に多く、窒素・リンはトイレ排水の方に多く含まれています。

個々の家庭に設置されている生活排水の浄化処理施設は、大別して単独処理浄化槽・合併処理浄化槽・高度型合併処理浄化槽の 3 種類があり、いずれも主として微生物の働きを応用しています。この他に、個々の家の排水を下水道で集めて終末処理場で一括処理する下水道処理があります。

〔単独処理浄化槽〕 水洗トイレの排水だけを浄化処理する装置であり、雑排水は処理されずにそのまま放流されます。現在は、古い装置が残っている程度です。

〔合併処理浄化槽〕 水洗トイレ排水と雑排水を一緒に浄化処理する装置です。有機汚濁物質の処理に重点を置かれ、窒素・リンの浄化能力は高くありません。現在の家庭に広く普及しています。

〔高度型合併処理浄化槽〕 窒素・リンの浄化機能を高めた合併処理浄化槽です。窒素の処理は、脱窒作用（第 16 章 3 参照）を応用しています。現在は、この型の浄化槽の普及に力を入れています。

〔下水道処理〕 個々の家庭ごとに設置される浄化施設より効率の良い浄化処理ができます。印旛沼流域の下水道は、その殆どが「印旛沼流域下水道」であり、終末処理場は東京湾岸にあって、処理水は東京湾へ放流しています。

雑排水の浄化処理は、単独処理浄化槽の家庭やトイレの汲み取り・自家処理をしている家庭では行われていません。これが生活排水による水質汚濁の大きな原因となっています。雑排水を処理しないで放流する人口を、雑排水人口と呼んでいます。

近年における生活排水処理形態の推移は図 14-1 のように、雑排水人口の減少と下水道人口の増加が顕著に見られます。現在（2010）の雑排水人口・下水道人口は、全流域人口のおよそ 10%、77% です。

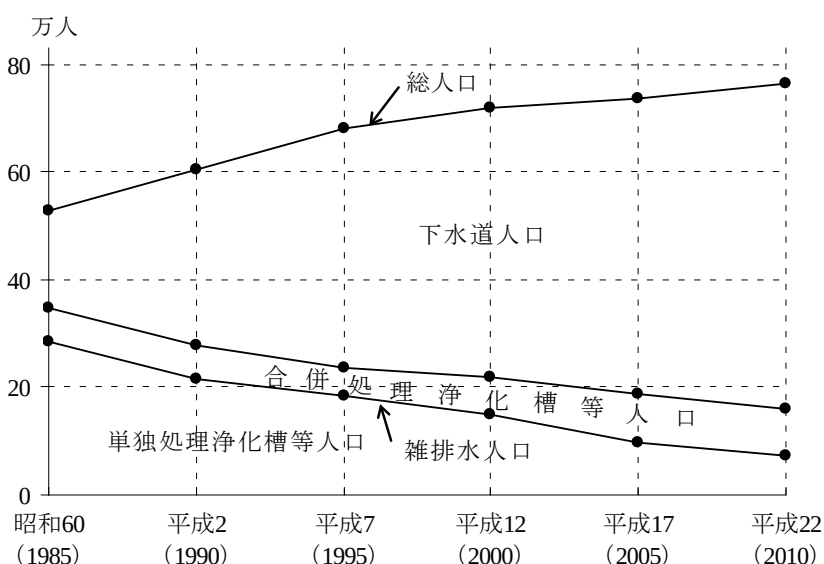


図 14-1 生活排水処理形態の推移¹⁾（千葉県水質保全課資料より作図）

注) 下水道：流域下水道+公共下水道
合併等：農業集落排水+通常合併浄化槽+高原合併浄化槽
単独等：単独浄化槽+くみ取り+自家処理

(2) 発生源別汚濁負荷量（COD）の推移

印旛沼流域の於ける水質汚濁物質（COD）の発生源負荷量¹⁾は、図 14-2の通り、昭和後期から年々減少しています。特に、生活系の発生源負荷量は、人口の増加（図 14-1）にもかかわらず急速に減少しています。その主な理由は、人口増加を上回る速さで下水道の普及が進み、処理水は東京湾岸の終末処理場から東京湾に放流されるので、印旛沼に対する汚濁負荷量はゼロとなっていることです。その反面、面源系の発生源負荷量は増加しています。

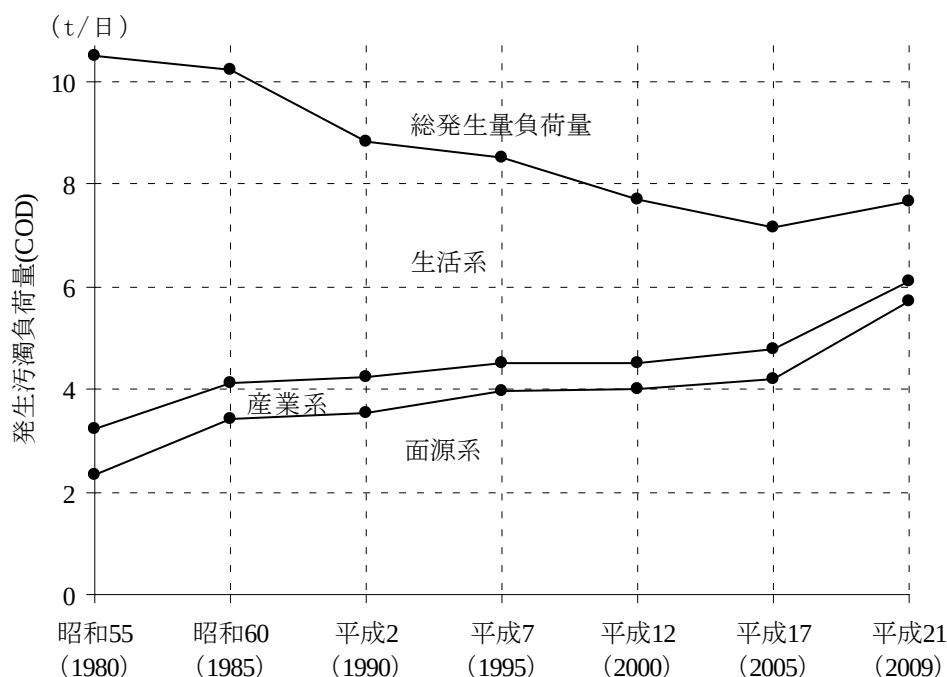


図 14-2 発生源別 COD 負荷量の推移¹⁾

（千葉県水質保全課資料より作図）

発生源における総水質汚濁物質排出負荷量（COD）は、昭和 55（1980）年に 10.5 t/日であったものが、平成 23（2011）年には 7.5 t/日にまで約 3/4 に減少しています。

発生源別の汚濁発生負荷量（COD）の割合をみると、昭和 55（1980）年には生活系の発生負荷量が全体の 69%を占めていたのに、平成 23（2011）年には 20%にまで低下し、代って面源系の発生負荷量が約 75%を占めるようになりました。産業系の発生負荷量は少なく、かつ、減少傾向にあります。

3 河川の水質汚濁の様子

(1) 河川の水質汚濁（BOD）分布

印旛沼流域の河川が現在より少し汚れていた平成 13 年度の水質汚濁（BOD）状況を見ると（データ省略）、各河川の上流部にあたる人口稠密な地域や下水道普及の遅れている地域で汚れていて、流れるにしたがってきれいになっていました。最近では生活排水対策が進んで、かつて汚れていた河川上流域の水質は次第に改善され、上流と下流の差は当時より縮小していますが、どの河川の水も きれいになりながら下流に流れています。

(2) 河川水質の経年変化

印旛沼流域河川の水質（BOD）は、年々きれいになっています。この傾向は、各河川の下流部水質（BOD）の経年変化を示した図 14-3 のように、汚濁の著しい桑納川で顕著に改善され、水のきれいな鹿島川は、きれいなままあまり変わっていません。その中間の高崎川、手繰川は、次第にきれいな鹿島川の水質に近づいています。

これら河川の水質（BOD）は、各河川に当てはめられた水質環境基準に照らしても、ほぼ「きれい」といえるでしょう。

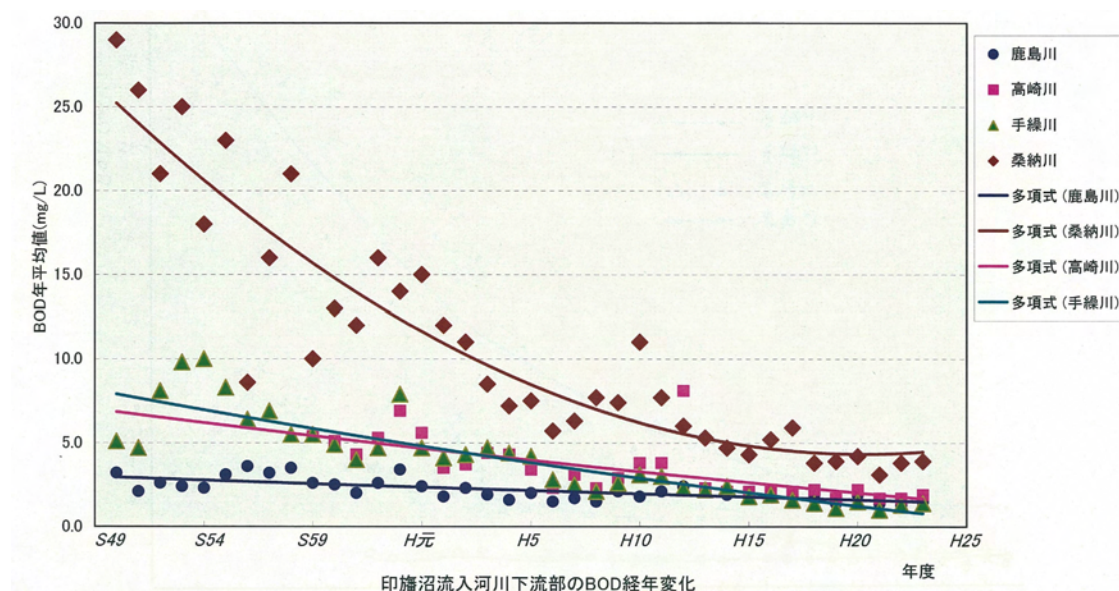


図 14-3 河川 BOD の経年変化

(千葉県水質保全課資料より作図)

4 発生源汚濁負荷量と河川の水質

以上のような印旛沼流域における発生源の水質汚濁物質負荷量と河川の水質汚濁濃度の推移を踏まえて、単純に集水域で発生した汚濁物質がそのまま河川を流れると仮定して、河川流域内で発生する汚濁負荷量（CODmg/日）と河川の流量（L/日）から河川の汚濁濃度（CODmg/L）を計算してみましょう。計算に用いたデータは、1986（昭 61）～2003（平 15）年度間のいずれも年平均値であり、河川の流量・COD はその河川の最下流測定点のものであります。その他に、いくつかの条件を加えてありますが、詳細は原報²⁾に譲るとして結論を申ししましょう。

図 14-4は、各河川の COD を実際に測定した濃度（COD 実測値）と、その河川流域内で発生した COD 総量と河川流量から計算して求めた COD 濃度（COD 計算値）との関係を示してあります。図の中で、 $Y=X$ の線は、COD の実測値と計算値が同じ、即ちこの線上の点は、その流域で発生した汚濁物質（COD）がそのまま流れて河川の COD 濃度になっていることを示します。 $Y=2X$ の線は、河川の COD 実測値の 2 倍に相当する COD 汚濁物質が流域内で発生している、つまり発生源から排出された COD は河川を流れる間に半分に減ったことを意味します。

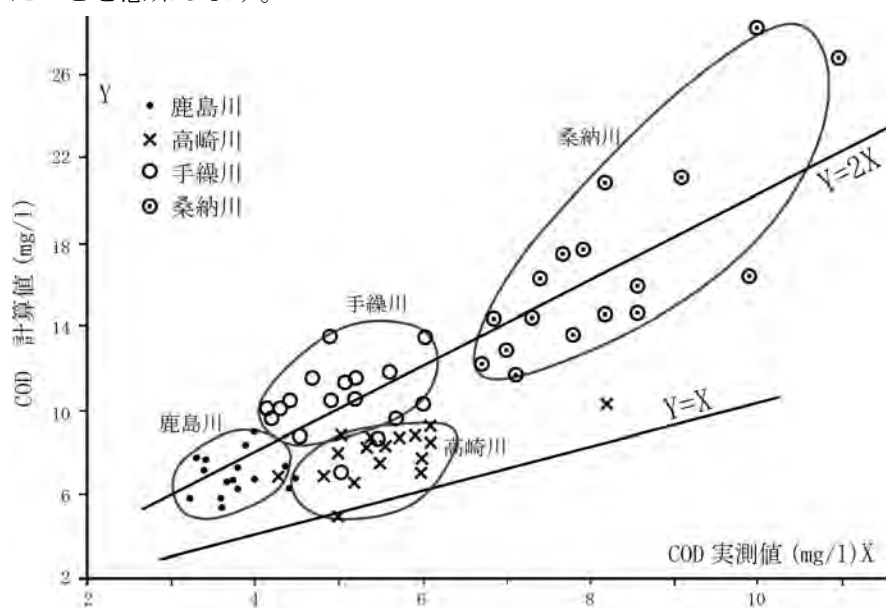


図 14-4 各河川 COD の実測値と計算値との関係²⁾

図 14-4から分かるように、桑納川、手繰川、鹿島川の流域で発生した COD は、流れる間に半分近く減り、高崎川の COD は半分にはならないけれども、かなり減っていることになります。

河川を流れる間に水質がきれいになることを「自浄作用」と呼んでいます。自浄作用は、水中の微生物による分解や昆虫・魚などによる摂食などによって有機物が分解消費されたり、沈殿したりするためです。自浄作用の程度は河川によって若干異なりますが、印旛沼流域の河川は、この自浄作用によって集水域で発生した COD が浄化されながら印旛沼に流れ込んでいることが分かります。

5 河川の水質と印旛沼の水質

次に、印旛沼の水質（COD）は、沼に流入する河川の水が単に混じり合った水質（COD）であると仮定して、印旛沼に流入する各河川の COD 濃度と流量から、流入河川の水が混合した時の COD 値（COD 計算値）を計算して、この値と印旛沼（西印旛沼上水道取水口下）の COD 実測値とを比較²⁾してみましょう。

その結果は図 14-5のように、COD 計算値は印旛沼の COD 実測値より大幅に低く、昭和末頃から大きな変動もなく、若干減少傾向を示しながら今日に至っています。これに対して印旛沼の COD 実測値は計算値より高い値を維持しながら、何回も高くなったり低くなったりを繰り返しています。丁度、印旛沼の COD 値は、流入河川の COD（計算値）に、沼内で発生するアオコのような年ごとに発生量を異にする別の COD 汚濁が加わった形になっています（図 15-3参照）。流入河川による汚濁（COD）を一次汚濁、それとは別の印旛沼内で発生したとみられる汚濁（COD）を二次汚濁または内部生産と呼んでいます。なお、内部生産 COD は、沼内で発生するアオコのような不溶性の COD で殆どを占めていることから、不溶性 COD を測定して、これを内部生産とすることがあります。

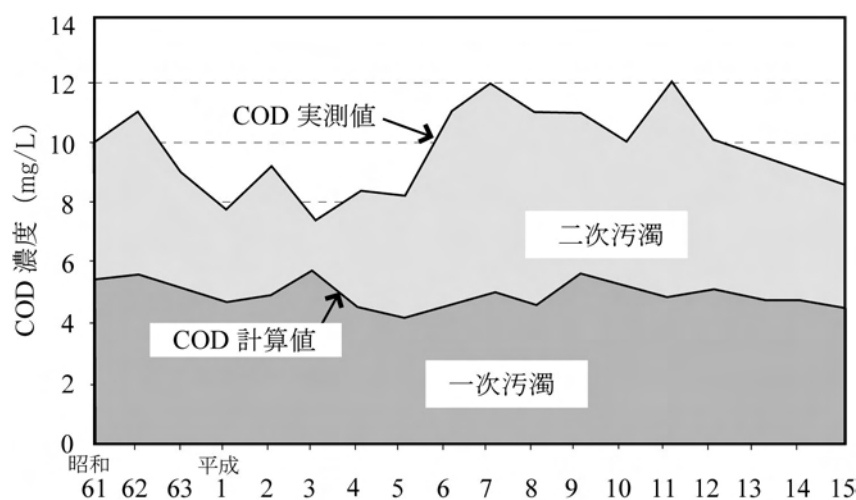


図 14-5 印旛沼 COD の実測値と計算値との関係²⁾

印旛沼の水質汚濁（COD）は、このように河川から流入する一次汚濁と沼内で生産される二次汚濁（内部生産）という原因を異にする二つの汚濁（COD）によって構成され、大雑把に両者は半分ずつを占めているとしてよいでしょう。

以上のような水質汚濁物質（COD）の発生源から印旛沼までの動向をみると、大雑把に言って、集水域で発生した汚濁物質（COD）は、半分に減って印旛沼に流入し、それが印旛沼の水質汚濁（COD）の約半分を占め、残りの半分は二次汚濁による、としてよいでしょう。

文献

¹⁾ 千葉県水質保全課資料

²⁾ 白鳥孝治（2005）：印旛沼の水質の現状と課題、NPO 法人水環境研究所年報No. 1

印旛沼の水質汚濁（COD）は、一次汚濁と二次汚濁で構成され、二次汚濁は主として植物プランクトンの発生のような沼内で発生した汚濁によるものと推定されました。植物プランクトンの発生量は、光、水温などの物理的要因の他に、窒素・リンなどの植物栄養塩類の多寡、食物連鎖を含む生物生態系のあり方等々が複雑に絡み合っています。二次汚濁（内部生産）の発生要因の一つになっている窒素・リンは、どんなことになっているのでしょうか。そして、窒素・リンは、集水域の発生源からどのようにして沼に流入しているのでしょうか。

まず、湖沼水質（COD）と窒素・リンとの関係からみることにしましょう。

1 全国湖沼における COD と窒素・リンとの関係

全国湖沼のうち、水面積 1km² 以上の天然湖沼について、COD と窒素・リンとの関係¹⁾をみると、図 15-1、図 5-2 のように、窒素・リン濃度の高い湖沼は COD も高くなっています。窒素・リンが、植物プランクトンの栄養源となって二次汚濁を引き起こしている可能性があります。印旛沼の窒素・リンは全国湖沼の中でも特に高く、注目されます。

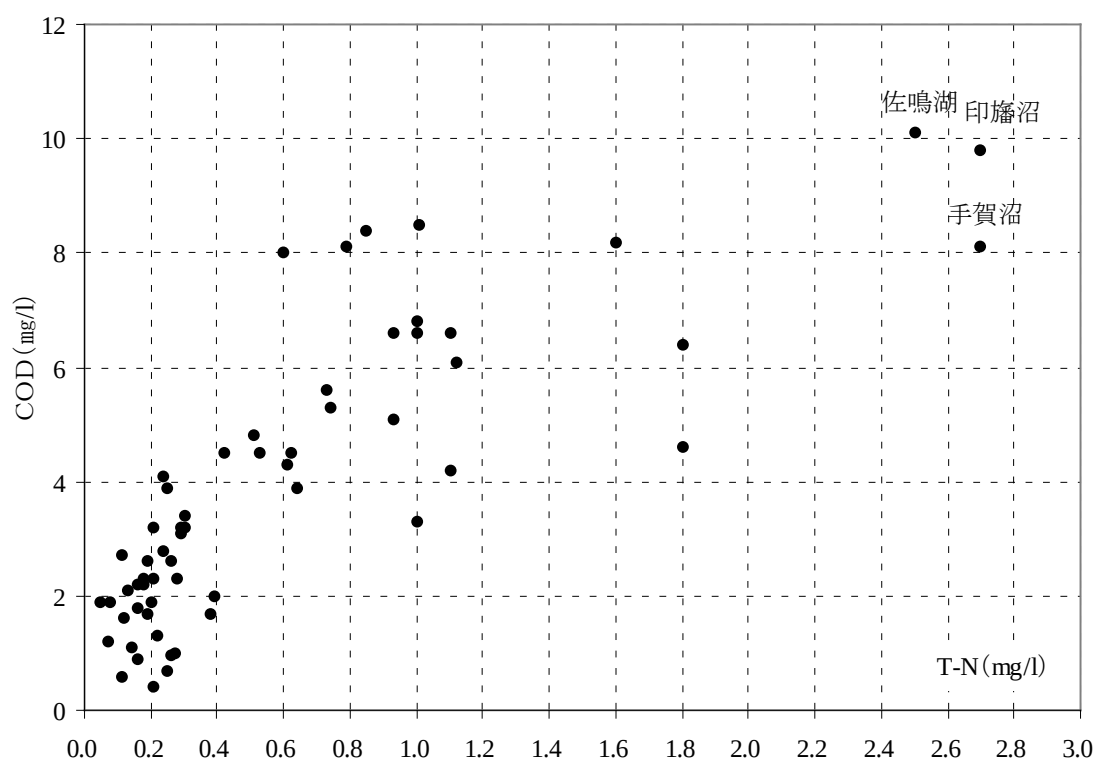


図 15-1 全国天然湖沼における COD と全窒素との関係¹⁾
(平成 13～18 年度平均値)

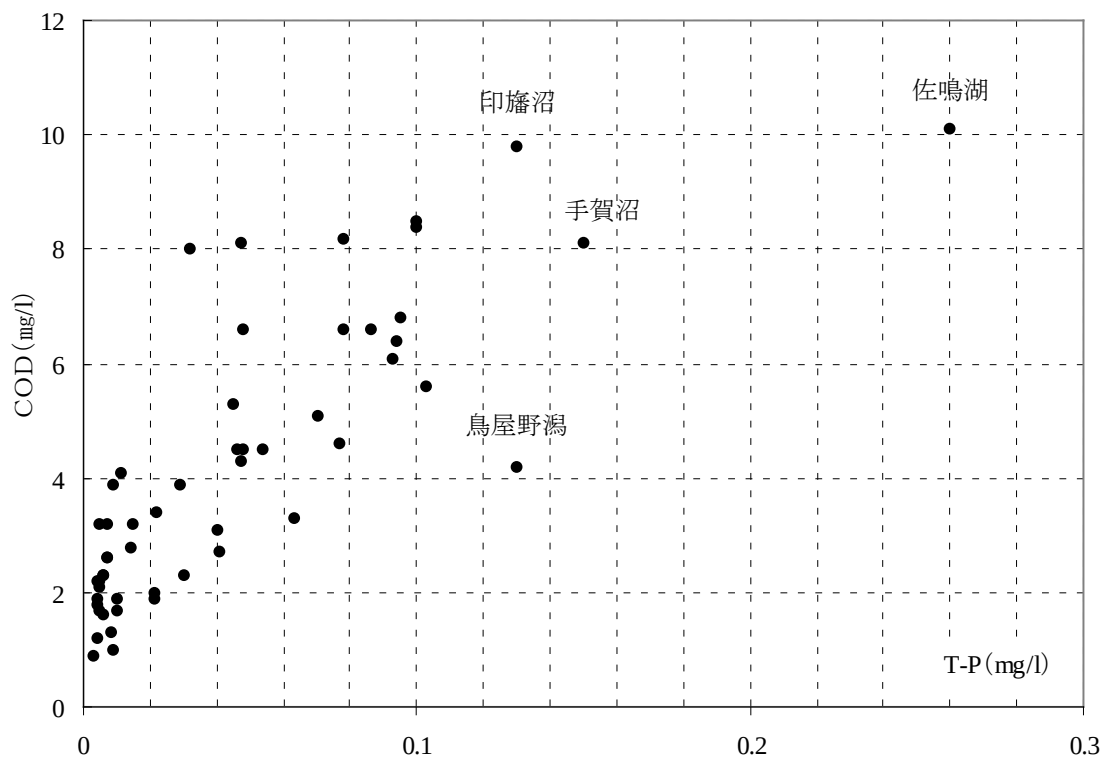


図 15-2 全国天然湖沼における COD と全リンとの関係¹⁾
(平成 18～19 年度平均値)

2 内部生産と植物プランクトンの動向

印旛沼における植物プランクトン数と COD の経年変化を重ねてみると、図 15-3 のように²⁾、水質汚濁の進んだ年次は植物プランクトンの発生が多い年次に当たり、また、植物の光合成に關与するクロロフィル a も、水質汚濁の進んだ年次に高い傾向³⁾にあります(図 15-4)。これらの事実から、内部生産は植物プランクトンによって引き起こされている、としてよいでしょう。

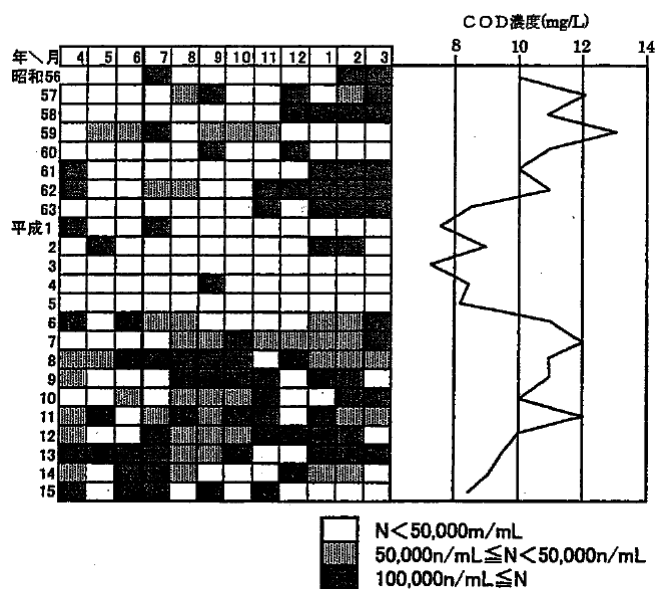


図 15-3 西沼における植物プランクトン総数と
COD の消長

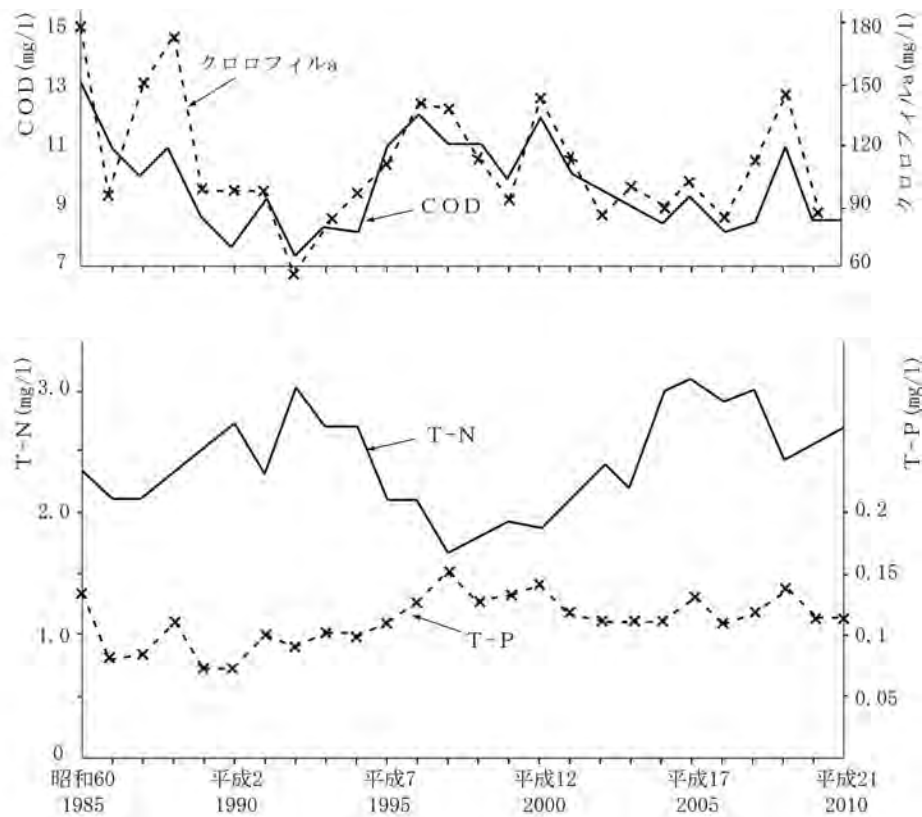


図 15-4 印旛沼の T-N、T-P、クロロフィル a と COD の経年変化³⁾

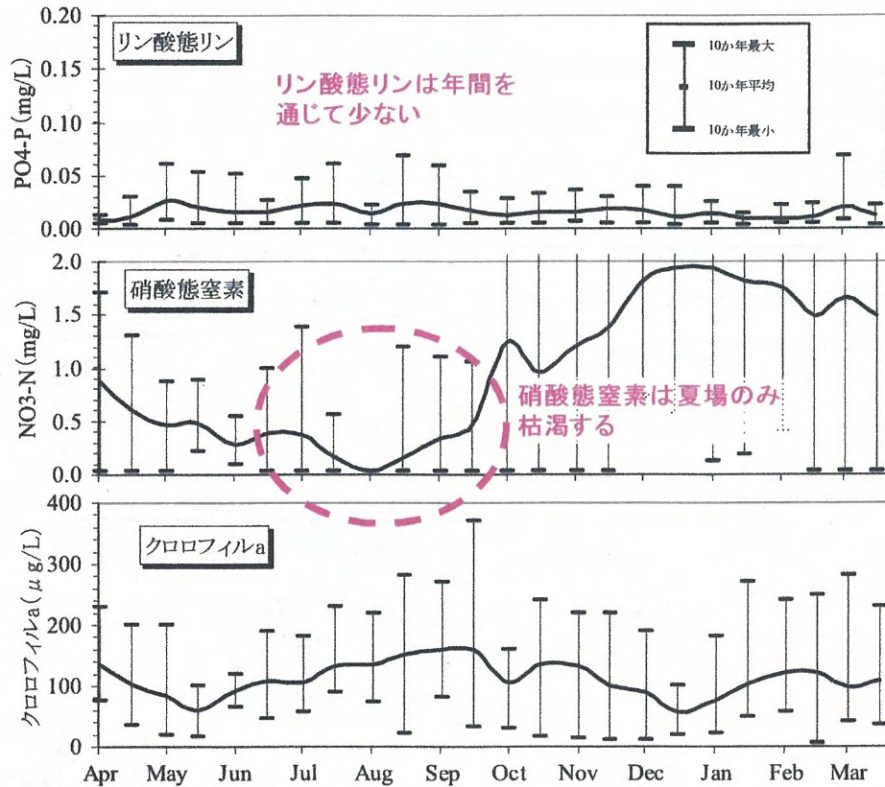
図 15-3、図 15-4で水質のきれいな平成元～5 年は、丁度、浮葉性水草のオニビシが異常繁茂して、沼水域の約 4 割を覆っていた時期に当たり（第 6 章）、オニビシによる遮光効果などによって植物プランクトンの増殖が抑制されたと考えられます²⁾。

3 内部生産と窒素・リン

西印旛沼の水質汚濁について、COD と窒素・リンの年次変化を重ねてみると、図 15-4 のように³⁾、窒素は水質汚濁の進んだ（COD の高い）年次に低く、水質のきれいな（COD の低い）年次に高くなっています。つまり、窒素栄養は植物プランクトンの繁殖に対して十分にあり、植物プランクトンが繁殖すると窒素を吸収してその分だけ水中の窒素濃度を減らしているとみられます。

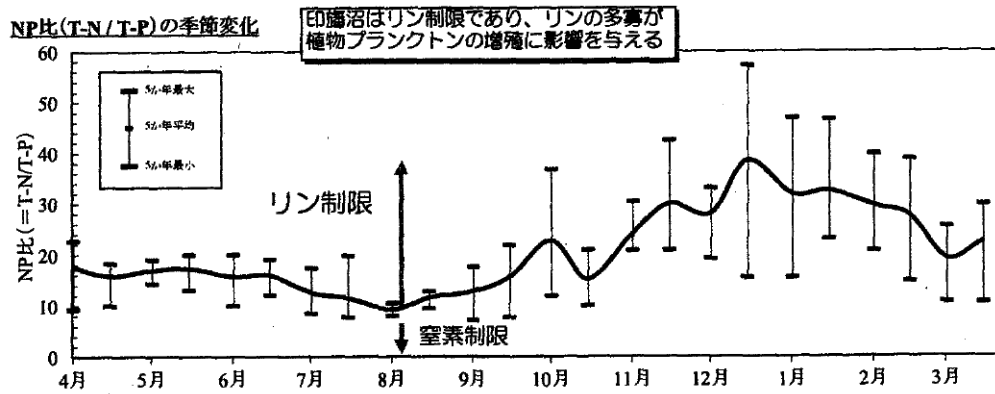
同様にリンと COD との関係をみると、水中リンの多い年次は COD も高い、つまりリン栄養分が多ければ、それだけ植物プランクトンの繁殖量が増加して水を汚す（COD を高める）とみられます。リン栄養は、植物プランクトンの発生に対して不足しているので、リンの量に見合った増殖をする、つまり植物プランクトンの発生量はリンによって制限されている、リンが植物プランクトン発生量の制限因子となっているとみられます。

植物プランクトンが吸収可能な硝酸態窒素 (NO_3^-) とリン酸態リン (PO_4^{3-}) ならびに植物プランクトンが光合成をする体成分のクロロフィル a について季節的推移をみると、図 15-5 のように⁴⁾、リン酸態リンは年間を通して少なく、硝酸態窒素は植物プランクトン発生量の多い（クロロフィル a の多い）夏季には極端に少なく、植物プランクトン発生量の少ない冬季は逆に多くなっています。



データ出典：公共用水域水質測定、上水道取水口下地点（西印旛沼）、1995（H7）～2004（H16）年度、月2回計測。同じ測定回のデータで10カ年最大・最小・平均を算出し、経時変化をプロットしたものである。

図 15-5 リン・窒素・クロロフィル a の季節変化⁴⁾



※上水道取水口下地点（西印旛沼）の近年5か年（'97～'01年度）のデータ（公共用水域水質測定）

図 15-6 NP 比の季節変化⁴⁾

植物プランクトンの体構成成分は、リンの約 7.2 倍の窒素をもっているのので、沼水の窒素・リンは、およそ NP 比 7～10 程度以上であればリン制限と考えてよいでしょう。NP 比は、図 15-6 のように、年間を通じておよそ 10 以上であり、印旛沼もリンが制限因子となっていることが分かります。しかし、アオコの多量発生期にあたる 8 月の NP 比は小さく、かつ窒素 (NO_3) はゼロに近いほど少ないので、夏季だけは窒素も制限因子になっている

と考えられます⁴⁾。したがって、印旛沼のアオコの発生量(内部生産)は、季節によって窒素・リン双方の濃度に影響されていると言ってよいでしょう。内部生産を抑制するためには、窒素・リン双方の削減が必要になります。

4 集水域の窒素・リン

集水域の汚濁発生源から排出された窒素・リンが、河川と経て印旛沼に流れ着くまでの過程について、前章で用いた COD の解析と同じ手法を用いて追ってみることにしましょう。

(1) 窒素・リン発生源の様子

窒素・リンの発生源から排出される汚濁量³⁾は、図 15-8、図 15-7 のように、年々減っています。とくに、生活系の汚濁負荷量は、昭和 55 (1980) 年度に、窒素 (T-N) 2,717kg/日、リン (T-P) 400kg/日であったものが、平成 21 (2009) 年度には窒素 (T-N) 862kg/日、リン (T-P) 111.7kg/日にまで激減しています³⁾。その要因は、この間に下水道の普及によって生活系の汚濁量が減ったことが大きいと考えられます。

その反面、田畑山林、市街地等から排出される面源系の窒素・リン汚濁負荷量は、かえって増加の傾向にあり、昭和 55 (1980) 年度に、窒素 (T-N) 1,620kg/日、リン (T-P) 76kg/日であったものが、平成 21 (2009) 年度には、窒素 (T-N) 2,144kg/日、リン (T-P) 115.5kg/日に増加しています³⁾。

発生源における窒素・リンの排出負荷量は、下水道の普及による生活系の汚濁負荷量削減対策が限界に近づくにつれて、今後ますます面源系負荷量削減の重要性が増してくるでしょう。

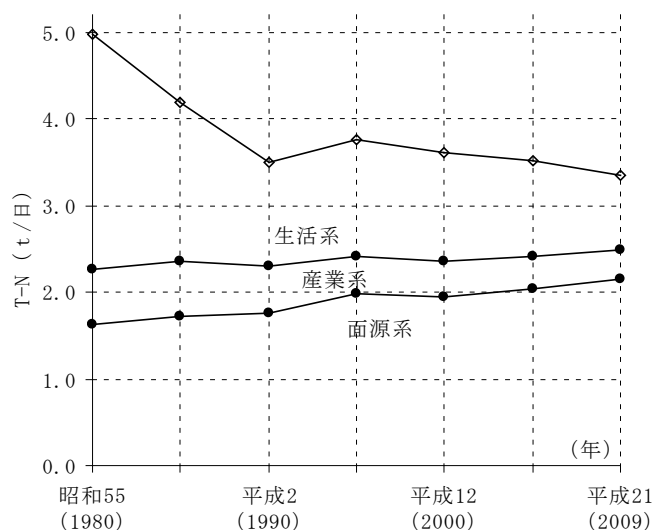


図 15-7 全窒素発生源負荷量の推移³⁾

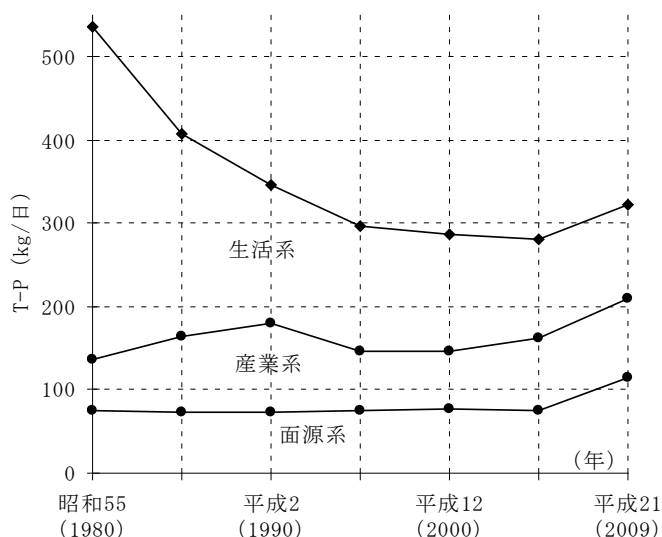


図 15-8 全リン発生源負荷量の推移³⁾

(2) 河川の窒素・リン汚濁状況

発生源から排出された窒素・リンは、河川を流れる間に変化します。前章の有機汚濁（COD）について用いた手法⁵⁾によって、発生源から排出された窒素・リンが変化せずにそのまま下流に流れたとして計算した時の濃度（計算値）と、実際に河川の窒素・リン濃度を測定した値（実測値）とを比べてみると、図 15-9、図 15-10の通り⁵⁾です。

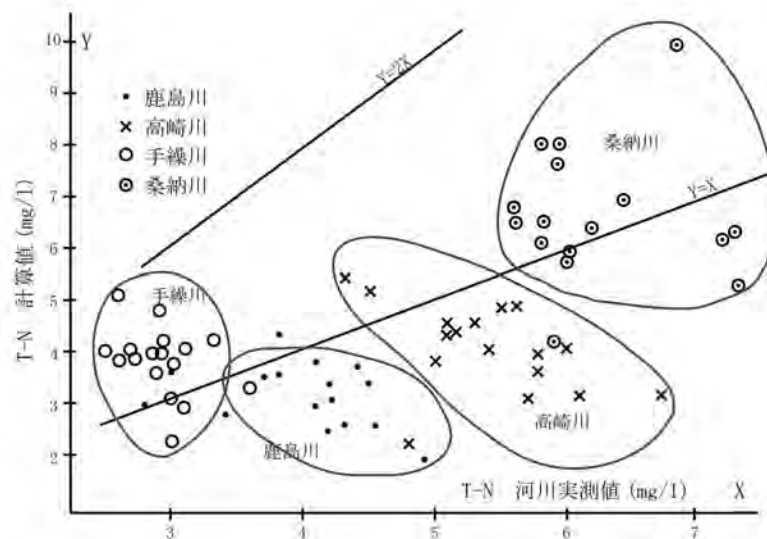


図 15-9 全窒素の河川実測値と計算値の関係⁵⁾

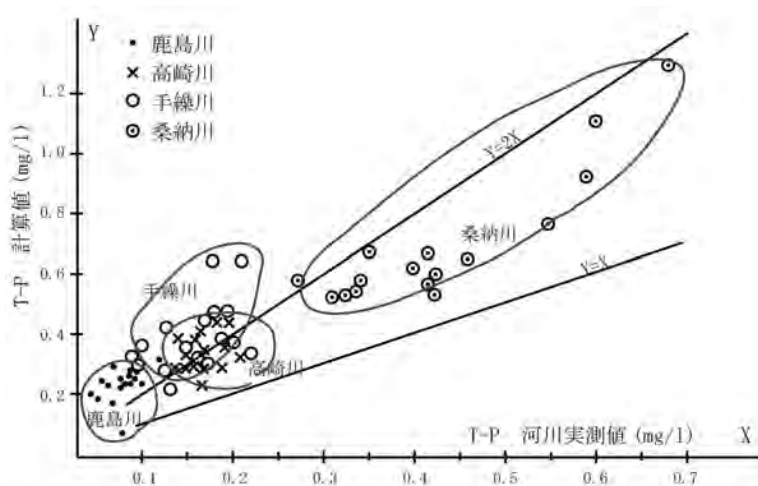


図 15-10 全リンの河川実測値と計算値の関係⁵⁾

窒素は、計算値（Y）と実測値（X）が同じ $Y=X$ 線の近くにあり、有機汚濁（COD）のような強い自浄作用(第 14 章、図 14-4)はみられません。これを河川別にみると農耕地の多い鹿島川、高崎川では、むしろ計算値（Y）よりも実測値（X）の方が高く、河川を流れる間に窒素汚濁が進んでいます。計算に用いた汚濁発生源以外のどこかに窒素汚濁源があるのでしょう。窒素汚濁発生源の一つとして考えられるものは、次章で述べる谷津の湧水による窒素汚濁が有力です。

リンについては、図 15-10のように、 $Y=2X$ つまり河川を流れる間に発生源から排出されたリンがおよそ半分近くに減っています。この傾向は、有機汚濁（COD）の動向（第 14 章図 14-4）とよく似ていて、リンは河川の自浄作用を受けていると考えられます。河川別にみると、市街地の少ない鹿島川は $Y=2X$ よりさらに浄化され、市街地の多い桑納川は自浄作用の小さいことが分かります。鹿島川などの河川は、火山灰土壌の強いリン吸収力によってリンは土砂中の粘土に吸収され、流れの途中で沈殿などの影響を受けているためと考えられます。

(3) 印旛沼に流入する窒素・リン

印旛沼の水は、単に流入河川の水が混合したものと仮定して、沼水の窒素・リン濃度を計算すると、図 15-11のように、実測値（X）は計算値（Y）より低くなっています⁵⁾。河川から流入した窒素・リンは、沼内で植物プランクトンなどに吸収され、一部は沈殿して水系から除かれたためです。このことは、窒素・リン濃度の高い河川水が湖沼に流入して濃度の低い沼水として流れ出し、窒素・リンはその差分だけ湖沼内に残留することを意味し、湖沼の富栄養化が進むことになります。

なお、COD は、内部生産のために、実測値（X）は計算値（Y）より大幅に高くなり、かつ X と Y は、正の相関関係を示しています。このことは、内部生産があっても流入河川の COD を減らせば沼の COD は減少することを示しています。

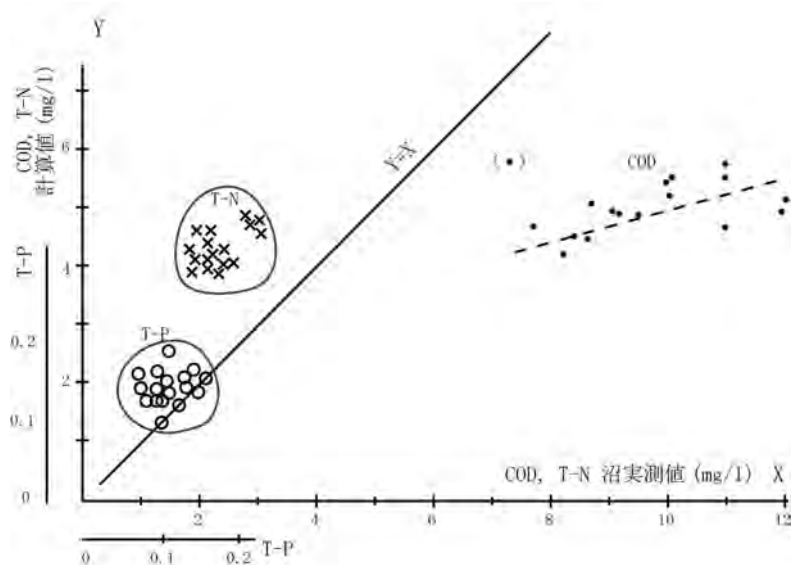


図 15-11 印旛沼水質汚濁の実測値と計算値との関係⁵⁾

5 複雑な印旛沼の水質汚濁機構

印旛沼に流入した窒素・リンなどの無機栄養塩類は、植物プランクトンの成長を助長します。植物プランクトンは、光エネルギーを受けて光合成を行って増殖し、動物プランクトンの餌となり昆虫や魚など水中の動物に摂取され、さらに鳥類などの餌となっています。この一連の食物連鎖によって生物は相互に結ばれ、水草などが加わって湖沼の生物生態系が形成されています。植物プランクトンの光合成は、生物生態系を維持するために必要なエネルギー源の出発点です。

バランスのとれた生物生態系をもつ富栄養湖は、植物プランクトンの発生量が多く、豊富なエサを求めてたくさんの魚類・鳥類などが集まります。かつての印旛沼は、トップクラスの水域面積当たり漁獲高を誇り（第 12 章）、モク採りをするほどの水草が繁茂し、カモなどの野鳥の宝庫でした。しかも多量のアオコ発生・残留腐敗による水質の悪化はみられませんでした。しかし現状は、多量の植物プランクトンの遺骸が残り、水質の二次汚濁を引き起こしています。

印旛沼の水質汚濁は、このように生物の作用が色濃く反映しています。バランスのとれた生物生態系を持つ富栄養湖の状態にすることが、印旛沼の水質保全にとって大切なことです。しかし、言葉では簡単であってもその中身は大変複雑です。印旛沼内の生きものを 1 種類ずつ分けて、その生き物を人為的に増やしたり減らしたりすることは簡単ですが、自然の状態のように多くの生きものが同居して食う食われるの関係を保ちながら個々の生物の好む生息環境を整え、かつ相互にバランスをとることは簡単ではありません。現在は、この複雑な課題に直面しています。

また、窒素・リンなどの一次汚濁の抑制が重要ですが、効果的な手法の難しい面源系汚濁発生源の対策が残されたままです。中でも湧水の窒素汚濁のように、実態把握の不十分な発生源の課題が含まれています。これらの課題は、印旛沼の水質改善にとってますます重要になるでしょう。

文献

- 1) 全国湖沼環境保全推進協議会（2009）：全国湖沼資料集（第 21 集）
- 2) 小林節子・平間幸雄（1998）：印旛沼の最近の水質の変化について（1）植物プランクトンの発生の特徵、千葉県水保研年報
- 3) 千葉県水質保全課資料
- 4) 印旛沼流域水循環健全化会議資料（湯浅、印旛沼本）
- 5) 白鳥孝治（2005）：印旛沼の水質の現状と課題、NPO 法人水環境研究所 年報 No.1

第 16 章 陸域における窒素・リンの動向

発生源における窒素・リンの排出状況をみると、生活系・産業系・面原系のうち面原系の占める割合は突出して増加しています（第 15 章）。また、窒素・リン化合物は、化学変化を起こしやすい物質です。集水域の汚濁発生源から河川を流れて印旛沼に注ぐ間に、窒素・リンは、生物による吸収分解や土壌による吸着脱着、それに酸素のある酸化状態の台地と酸素のない還元状態の低湿地を通るときに複雑な酸化還元反応を起こしています。どのような化学変化を起こしているのでしょうか。

まず、窒素について見ることにしましょう。

1 台地から谷津低地に流れるまで

台地上の山林、畑、住居地などでは、落ち葉や各種排水中の有機物が分解し、それに含まれる蛋白質のような有機態窒素は無機態のアンモニア（ NH_4^+ ）に変化します。畑では、その他に肥料として硫酸のような形でアンモニアが施用されます。土壌はマイナスに帯電しているので、プラスイオンのアンモニアは土壌に吸着されて土壌中に留まりやすくなっています。

山林や畑の土壌は酸素を含む酸化状態ですから、アンモニア（ NH_4^+ ）は土壌細菌の硝酸化成菌等の作用によって酸化されて硝酸（ NO_3^- ）に変化します。硝酸はマイナスイオンですから土壌に吸着されることなく雨水の地下浸透とともに地下へ移動します。したがって地下水中の窒素は、殆ど硝酸態窒素であり、地下水が再び地表に流出した谷津の湧水に含まれる窒素もほとんど硝酸態窒素です。また、普通の河川は水中に十分な酸素を含んでいるので、アンモニアは河川を流れる間に酸化されて硝酸になります。

2 湧水の硝酸汚濁

下総台地の谷津は至る所に湧水がみられます。湧水に含まれる硝酸態窒素の濃度について、湧水涵養域が山林、畑からなる下総台地で調査した事例¹⁾によると、図 16-1 のように、山林を涵養域とする湧水の窒素濃度は低く、畑地を涵養域とする湧水は高く、山林、畑の混在するところはその中間になっていました。

近年の畑作は、ムギ、雑穀などの粗放作物から野菜を中心とした集約作物に切り替えられ、窒素施肥量は数倍²⁾になっています。施肥窒素の一部は作物に吸収されずに土壌中に残留するので、それが湧水の窒素汚濁に影響する可能性が十分にあります。

窒素肥料を大量に使う野菜栽培（第 10 章 3）や窒素を多く含む廃棄物を出す畜産が盛んになった時期は最近のことです。湧水の窒素汚濁は、その頃から進んだと考えられます。なお、土壌中の残留窒素を減らす野菜等の栽培技術は、最近、急速に進んでいます³⁾⁴⁾⁵⁾。

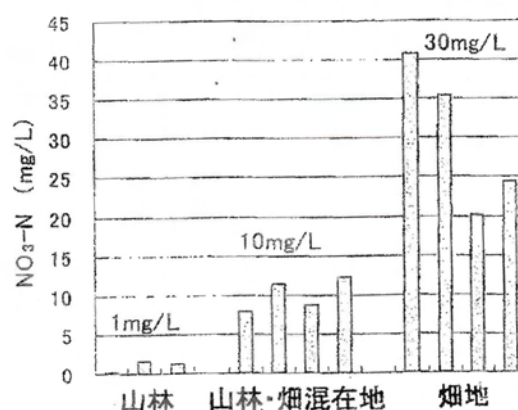


図 16-1 涵養域を異にする湧水の硝酸濃度¹⁾

印旛沼流域における湧水中硝酸態窒素濃度について、多くの機関で調査した 58 か所の結果をまとめると、図 6-2 のように⁶⁾⁷⁾、1mg/L 以下のところが最も多く、次いで 4~14mg/L のところが多くなっています。山林のような人の影響の少ない涵養域を持つ湧水が多い一方で、畑作などの人為的な窒素汚濁の影響のあるところが増えているためでしょう。

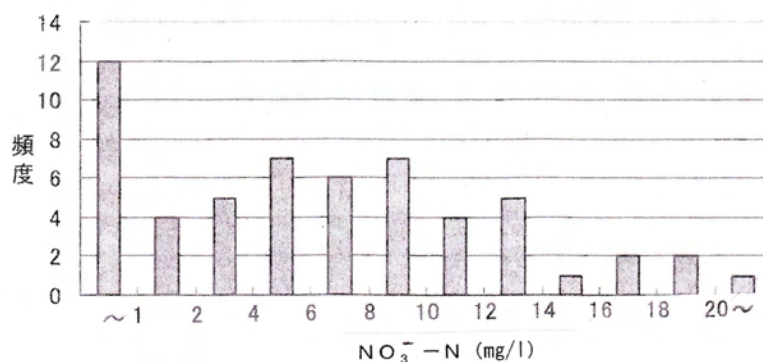


図 16-2 印旛沼流域における湧水中硝酸濃度の頻度分布⁶⁾⁷⁾

注) 今橋 (2000) 調査 25 地点、佐倉市 (2000) 調査 30 地点を合わせて作図

硝酸を含んだ土壌中の水が、地下水となり湧水となって流出するまでの時間は、地下の地質構造によって浸透速度を異にするために場所によって異なりますが、畑表層の実験などから数年ないし数十年を要するであろうと言われています。

3 谷津低地から印旛沼に流れ込むまで

酸素の多い酸化状態の台地で安定な硝酸態窒素 (NO_3^-) は、谷津低地の水田や湿地に流入すると、酸素のない還元状態のところでは安定な形になろうとして化学変化します。

水田や湿地は、図 16-3 のように⁸⁾、空気を含む表面の水に接している薄い泥の層は酸化状態の層 (酸化層) になっていますが、そのすぐ下層は微生物によって酸素が消費されて酸素のない還元状態の層 (還元層) になっています。

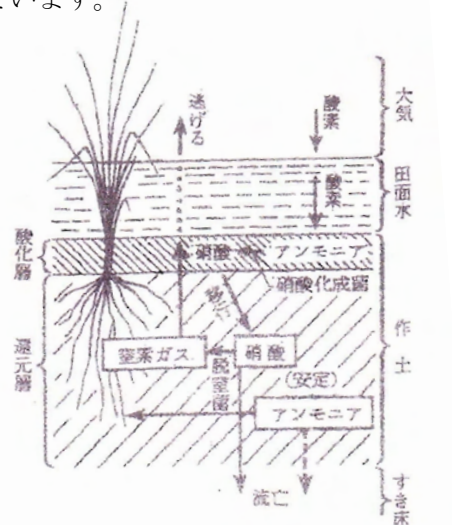


図 16-3 水田の脱窒作用⁸⁾

酸化層で安定な硝酸態窒素 (NO_3^-) は、マイナスイオンですから酸化層土壌に吸着されることがなく水と一緒に下層の還元層にしみ込んでいきます。還元層では硝酸を還元する菌 (脱窒菌) の作用によって硝酸は還元され、亜硝酸 (NO_2^-) を経て、窒素ガス (N_2) に変化します。窒素ガスは気体ですから水に溶けることなく大気中に揮散します。この一連の化学変化によって、硝酸態窒素は窒素ガスとなって大気中に放出され、その分だけ土壌中の窒素は減ります。この作用を脱窒作用と呼んでいます。

こうして、河川や湧水中の硝酸態窒素は谷津低湿地の泥層の中で脱窒作用を受けて減少

し、残った窒素が印旛沼に流れていきます。

なお、脱窒作用は、昭和 10 年代に、水田における硫酸の効率的な施肥方法を研究する際に発見され、水田作土深層の還元層に直接硫酸を施肥すれば水稻に効率よく吸収されるという新しい稲の施肥技術（深層施肥法）⁸⁾の元になりました。現在は、下水処理の窒素除去として、さらに自然界の湿地を活用した窒素汚濁対策として重要視されています。

【参考 10】 窒素の循環と化学

窒素は、以上のように、台地上の酸化状態、谷津低地の還元状態のところで、微生物の働きを媒介として化学変化を起こしながら環境中を移動しています。その概要をまとめると、図 16-4の通りです。

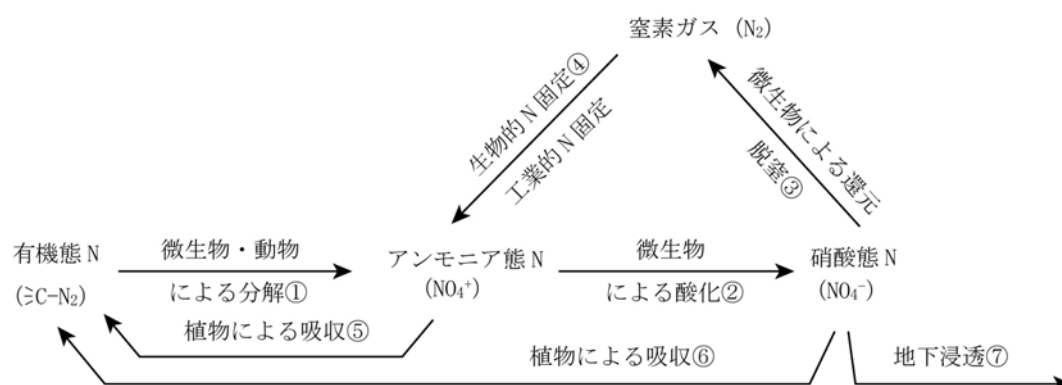


図 16-4 生物作用による窒素の循環

生物の体を構成する有機態の窒素化合物は、生物が死ぬと微生物などの働きによって大部分は無機態のアンモニア態窒素 (NH_4^+) に分解 (図 16-4の①反応) されます。アンモニア態窒素 (NH_4^+) は、空気 (酸素 O_2) の多いところでは硝酸化成菌などの働きによって硝酸態窒素 (NO_3^-) に酸化 (②反応) されます。アンモニア態窒素は土壤に吸着されますが、硝酸態窒素は吸着されないので、その一部は雨水浸透とともに地下に浸透して地下水中に入り (⑦反応)、湧水として再び地上に出ることがあります。アンモニア態窒素 (NH_4^+) や硝酸態窒素 (NO_3^-) の一部は、植物に栄養として吸収 (⑤⑥反応) され、再び植物体内で蛋白質などの有機物に合成されます。植物体は、枯れたり動物の餌になったりした後、また微生物によって分解 (①反応) され、同様の循環を繰り返します。また、窒素の一部は微生物の分解を受けにくい腐植のような有機化合物になって土壤中に蓄積します。

水田や湿地のように水で空気 (O_2) から遮断された土壤は還元状態ですから、アンモニア態窒素 (NH_4^+) は安定していますが、硝酸態窒素 (NO_3^-) は脱窒菌の働きによって還元されて窒素ガス (N_2) になり (③反応)、大気中に放出されます。この作用を「脱窒作用」と呼んでいます。

また自然界では、脱窒作用とは逆に大気中の窒素ガス (N_2) を生物体内に取り込む「生物的窒素固定」 (④反応) という現象があります。マメ科植物に寄生する根粒菌や湿地に生息する藍藻類の一種などは、生物的窒素固定をする生物の代表です。なお、窒素固定には、化学肥料製造工場などで、大気中の窒素ガス (N_2) をアンモニア (NH_4^+) に合成する「工業的窒素固定」があり、窒素肥料として農耕地に施されます。

地球は、大気と土壌の中に大量の窒素を貯蔵し、生物はその窒素を巧みに利用しながら、自己の生命維持のために懸命に動いている、と言ってよいでしょう。

窒素は、農作物にとっても水中のアオコにとっても重要な栄養素です。食糧生産をする農耕地には十分な窒素を与え、印旛沼には水質を悪くするアオコの発生を抑えるために、できるだけ窒素を少なくすることが求められています。この矛盾するような要求を満足させるために、以上のような窒素の複雑な動向を理解して、その場に応じた対処をしなければなりません。

4 リンの動向

リンは、植物にとって最も不足しやすい無機栄養素の一つです。印旛沼流域を構成する下総台地は火山灰土壌に覆われ、火山灰土壌は、特殊な粘土鉱物などの作用によってリンを強く吸収して不溶性にする性質を持っています。そのために下総台地は、リン肥料を十分に使用できる時代になるまで、畑作に適さない状態でした。現在は、リンの多量施肥によって、畑作は容易になり、野菜栽培が盛んに行われています。

汚濁発生源から流出したリンは、火山灰土壌に接触すると固定され、河川を流れる間に土砂中の粘土などの浮遊物質（SS）に取り込まれて水溶性リンは少なくなります。このことは河川水のリンを沈殿させて除去する効果と考えられますが、その分だけ河川水の浮遊物質（SS）はリンを含みやすくなります。印旛沼に流入する前に浮遊物質を沈殿させれば、リンの多くは除去されて印旛沼への流入量を減らすことができます。ただし、生活排水のように、土壌と接触する機会の少ない汚濁水中のリンは、火山灰土壌のリン吸着による除去作用を受けにくい状態になっています。

不溶性リン化合物はアオコなど植物の栄養として吸収されにくいけれども、強い還元状態のところでは植物に吸収されやすい水溶性リンに化学変化します。印旛沼の沼底にヘドロが溜まって強い還元状態になると、リンは水中に溶け出して内部生産 COD を増やすことになるので、底泥が著しい還元状態にならないように注意が必要です。

実は、リンは地球上の希少な資源です。リン肥料の原料となるリン鉱石は世界的に極端に不足し、世界の戦略物資の一つになっています。リンを水質汚濁物質とする位置づけから、貴重な有用資源として見直される時期も遠くないことでしょう。

文献

- 1) 真行寺孝・大塚英一、他（2006）：湧水中の $\delta^{15}\text{N}$ 及びイオン組成解析による下総台地の硝酸汚染の実態、千葉県農総セ研究報告書、5
- 2) 千葉県（2004）：主要農作物等施肥基準
- 3) 千葉県農業試験場（1999）：環境保全型農林業技術開発研究事業第1期（平成5～9年度）成果報告書
- 4) 千葉県農総研セ（2003）：環境保全型農林業技術開発研究事業第Ⅱ期研究成果集
- 5) 千葉県農林総研セ（2008）：環境保全型農林業技術開発研究事業第Ⅲ期研究成果集
- 6) 佐倉市（2000）：佐倉市自然環境調査報告書、地質環境部門
- 7) 今橋正征（2002）：佐倉市周辺湧水中硝酸態窒素と流域環境との関係、平成12～13年度科学研究費助成金成果報告書
- 8) 川口桂三郎（1978）：水田土壌学、講談社

現在の印旛沼は、印旛沼開発事業によって洪水をなくし生活や産業に必要な水を供給する貯水池として、社会にとって不可欠の価値ある湖沼になりました。その一方で、水量・水質の保全が急務となっています。印旛沼の水は、生活圏と重なった流域と沼との間を循環しており、湖沼陸域生態系として成り立っています。したがって、印旛沼の水環境の保全は、印旛沼とその流域の水循環全体を健全に保つことに係っています。

印旛沼の水環境の保全に関する取り組みは、昭和 40 年代から水質を保全しようとする取り組みがはじまり、昭和 59 (1984) 年、湖沼水質保全特別措置法（略称湖沼法）の制定によって本格的になりました。そして、平成 13 (2001) 年、印旛沼流域水循環健全化会議が設立され、中長期的な観点から、印旛沼とその流域の健全な水循環全体を考慮した印旛沼の総合的な水環境の改善策を推進することになり、一層強化されています。

これに呼応して、印旛沼流域住民は、水質・自然環境の保全等に関連したボランティア活動を盛んに行なうようになっていきます。これら官民の活動と産学が一体となって、地域全体で印旛沼の水環境保全に適した社会になることが期待されています。

まず、水質改善に取り組みはじめた頃からみることにしましょう。

1 印旛沼水質保全計画

印旛沼の水質汚濁状況の測定は、昭和 43 (1968) 年から行われ、水質保全活動はその頃からはじまっていますが、その後も水質は悪化を続けていました。印旛沼は、湖沼法の制定にともなって、昭和 60 (1985) 年に水質保全に関する施策を総合的に講じる必要のある湖沼として「指定湖沼」に指定され、5 年ごとに水質保全に関する「湖沼水質保全計画」を策定することになりました。この計画に基づいて、下水道整備など水質汚濁の未然防止、水質汚濁発生源対策、富栄養化に関する措置等などとともに、自然環境の水質保全機能に配慮した事業などを行っています。

印旛沼水質保全計画は、第 1 期計画として昭和 61 (1986) 年度から 5 年間の計画を立て、現在は平成 23 (2011) 年度から平成 27 (2015) 年度を計画期間とする第 6 期計画が立てられ、印旛沼の水質保全を推進しています。その概要は表 17-1 の通り¹⁾、平成 27 (2015) 年度の印旛沼水質目標を COD 年平均值 8.5mg/L として、諸種の対策を行うとしています。

印旛沼の水質汚濁対策は、当初、総 COD 汚濁発生量の約 7 割を占めていた生活排水の対策に重点が置かれ、下水道整備や家庭における雑排水対策を中心に実施して成果を上げてきました。しかし生活排水対策が進捗するにつれて、水質汚濁発生源は面源系汚濁が最も多くなり、その対策として、第 6 期計画では、流出水対策推進計画が盛り込まれ、緑地保全・自然環境保護が重視されています。

また、先に述べた印旛沼の水質の現状から、その改善策は沼内の植物プランクトンの異常発生による二次汚濁の抑制対策を重視する段階に入っています。具体的には窒素・リン削減対策、湧水の硝酸汚濁対策、沼内の水草などの生物生態系の改善、谷津の保全などがあげられます。

表 17-1 第 6 期印旛沼水質保全計画（平成 23～27 年度）骨子

〔水質目標〕

水質項目	現状水質（平 2 2 年度）	水質目標値（平 2 7 年度）
COD（75%値） （年平均値）	10（mg/l） （8.9）	9.7 （8.5）
全窒素	2.9	2.7
全リン	0.14	0.13

〔水質保全事業〕

下水道整備	32千人（普及率80→81%）
生活排水施設整備	農業集落排水施設（0.3千人） 合併処理浄化槽（6.3千人）
沼の浄化対策	沼の流動化 浚渫の検討、植生帯整備、沼清掃、等
流入河川等浄化対策	河川浄化施設等、多自然川づくり、河川清掃、等

〔水質保全のための規制・その他の措置〕

工場事業場排水対策	上乘せ排水基準の適用、小規模飲食店等の条例排水規制、規制対象事業場の拡大、規制対象外工場事業場の指導、等
生活排水対策	下水道への接続促進、浄化槽の適正な設置 管理、各家庭の雑排水対策の促進、等
畜産業汚濁負荷対策	畜舎管理の適正化、排せつ物の適正処理の促進、等
魚類養殖汚濁負荷対策	養殖施設の適正給餌の徹底、等
流出水対策	流出水対策推進計画による、対策地区で重点的实施
緑地保全、自然環境保護	緑地保全、里山保全、自然地域対策、湧水保全、水生生物保全 復元、外来生物対策、等

〔その他必要な措置〕

公共用水域水質監視、調査研究、地域住民等の協力確保 整合、環境学習の推進、等

〔流出水対策推進計画〕

具体的対策	環境負荷軽減農業、各戸貯留 浸透施設の設置、側溝清掃、等
啓発に関すること	パンフレット、ホームページによる広報 啓発、等
その他の措置	モニタリングの実施

出典）環境省（平 2 4. 0 3）：湖沼水質保全計画〔概要〕の骨子

2 印旛沼流域水循環健全化会議(略称 健全化会議)

(1) 健全化会議に至る経緯

印旛沼開発事業の完成によって、治水・利水などの所期の目的は達成されました。しかし生活排水・工場排水などによる水質汚濁や都市型洪水の増加などの諸問題が生じるようになり、これらの諸問題を解決するために、建設省(現国土交通省)では昭和55年度(1980)に「利根川・印旛沼総合開発事業」の予備調査を開始し、平成元(1989)年度から実施計画調査²⁾に着手しました。

ここの計画は、千葉県の行っている印旛沼水質保全計画に基づく下水道整備などの流域対策に呼応して、水質の改善、自然環境保全、治水安定度の向上、利水の確保などの事業を盛り込んでいます。

その具体的な内容は、印旛沼の水質をCOD年平均値5mg/Lにする目標のもとに、流入河川河口部にウェットランドを造成し、沼内の沿岸植生帯の造成、底泥の浚渫などを行い、沼内の生物多様性の確保、人と生きものの触れ合う場の確保など、自然環境の保全・創造を図り、同時に、治水安全度の向上を図る²⁾、などなどを含んでいます。

しかしこの事業は平成12(2000)年度をもって中止となり、新たな活動が必要となりました。それを受けて、平成13(2001)年度に、学識者、市民団体、土地改良区、漁業協同組合、水資源機構、それに流城市町村・千葉県・国のすべての印旛沼関係機関が一体となって、印旛沼流域水循環健全化会議を設立³⁾して、印旛沼の治水、水環境の改善に取り組むことになりました。

(2) 健全化会議のあゆみ

健全化会議は、行政の縦割りを乗り越えて、流域住民を含む印旛沼に関係するすべての団体等が協働して印旛沼の水・環境保全に取り組む組織であり、これまでとは一味違う画期的な性格をもっています。そして「恵みの沼をふたたび」をキャッチフレーズに、水循環の視点に立って、印旛沼方式を行動の原則として計画を進め、沼の再生を目指すものです。

印旛沼方式とは、次の5つを定めています。

- ① 水循環の視点、流域の視点で総合的に解決する。
- ② 印旛沼の流域特性を活かす。
- ③ みためし行動で進める。
- ④ 住民と行政が一体となって進める。
- ⑤ 行政間の緊密な連携を確保する。

「みためし行動」とは、「見試し」すなわち経験を積み重ねて試行錯誤を繰り返しながら確立していく行動のことで、印旛沼が培ってきた「干拓精神」(第5章3)と相通じるところがあります。

また、住民と行政が一体となって事業を進めるために、「わいわい会議」を開催しています。この会議は、市民団体が実行委員となって住民と行政の意見交換をする場であり、2004～2009年の間に8か所の地域で開催され、出された意見は健全化会議への提言としてまとめられています。

また、① ②は、いずれも、これまで述べてきた第1～16章のすべてがかかわっています。健全化会議は、モニタリングや課題の取り組み方の検討などを行って、平成16(2004)度に「印旛沼流域水循環健全化緊急行動計画」³⁾を策定しました。そして、流域住民と行政

が意見交換をする「印旛沼わいわい会議」やモデル地区における表 17-2の「みためし行動」などを行って、課題解決にむけた改善点などを明らかにし、平成 22（2010）1 月に「印旛沼流域水循環健全化計画」⁴⁾を策定しました。

表 17-2 みためし行動の内容⁴⁾

みためし行動	目的・内容
市街地・雨水浸透系	湧水保全活動や雨水浸透対策による湧水の復活
生活系	生活排水対策による水質改善
農地系	環境保全型農業の普及と湧水水質改善
学び系	印旛沼をテーマとした環境教育の普及
冬期湛水	水田の冬期湛水による効果確認（市民調査隊による定期的な調査）
生態系	流域の水草の分布把握と保全方策確立（水草探検隊・川の健康診断）
企業系	企業と連携した印旛沼水循環健全化
印旛沼連携プログラム	「印旛沼連携プログラム」の策定・運用
市町村みためし	市町村が主体となって行うみためし行動

この計画は、平成 21（2009）年度から 5 年ごとに行動計画を見直しなが、表 17-3に示す 5 つの目標のもとに平成 42（2030）年度を最終目標年度として実施する長期にわたるものです。印旛沼の水質改善目標は COD 年平均 5mg/L とし、第 13 章 3 で述べた過去の印旛沼水質の経緯や利根川・印旛沼総合開発事業の目標値とも符合するものです。

表 17-3 印旛沼再生目標と評価指標⁴⁾

5 つの目標	評価指標	2015（平成27）年度 における目標	2030（平成42）年度 における目標
目標 1 良質な 飲み水の源 印旛沼・流域	①水質	★クロロフィル a ：年平均75 μ g/L 以下 ★COD：年平均7.5mg/L 以下	★クロロフィル a ：年平均40 μ g/L 以下 ★COD：年平均5mg/L 以下
目標 2 遊び、泳げる 印旛沼・流域	②アオコ	★アオコの発生が目立たなくなる	★アオコが発生しない
目標 3 ふるさとの 生き物はぐぐむ 印旛沼・流域	③清澄性	★透明度が改善する：0.5m程度	★岸辺に立って沼底が見える (透明度1.0 m程度)
目標 4 大雨でも 安心できる 印旛沼・流域	④におい	★臭気が少なくなる	★臭気がしない
目標 5 人が集い、 人と共生する 印旛沼・流域	⑤水道に 適した水質	★2-MIB、トリハロメタン生成能が 改善する	★2-MIB：年最大0.1 μ g/L 以下 ★トリハロメタン生成能 ：年最大0.1mg/L以下
	⑥利用者数	★増加する	★増加する
	⑦湧水	★印旛沼底や水源の谷津で豊かな清 水が湧く	★印旛沼底や水源の谷津で豊かな清 水が湧く ★湧水水質 硝酸性窒素および亜硝酸性窒素 ：10mg/L 以下
	⑧生き物	★かつて生育していた沈水植物が再 生する ★特定外来生物を侵入・拡大させな い	★在来生物種が保全される ★かつて生息・生育していた生物種 (特に沈水植物)が復活する ★外来種(特に特定外来生物)が駆 除される
	⑨水害	★治水安全度が向上する	★概ね30年に一度の大雨でも安心が 保たれる

(3) 水・環境改善対策の概要

健全化計画⁴⁾における水・環境改善の取り組みは、101 の対策を立て、次の 8 項目の重点対策群を重点的に進めています。具体的な内容は、WEB サイト「いんば沼情報広場」にありますので、そちらもご覧ください（URL：http://inba-numa.com/）。

① 雨水の地下浸透

流域の都市化に伴って、山林や農耕地のような雨水が地下に浸透しやすい地域（第 9 ～11 章）は縮小し、湧水の枯渇・都市型洪水の危険性などが危惧されています。そこで、市街地における各戸ごとの雨水浸透マス設置や透水性舗装、貯留浸透施設の整備を行います。

② 生活排水対策

下水道整備はもとより、各戸ごとの高度処理型合併処理浄化槽の導入推進や生活雑排水対策を行います。

③ 環境にやさしい農業の推進

現在の畑作物は野菜栽培が主流であり、多量の窒素肥料を使って窒素の地下水汚濁を引き起こす恐れがあります（第 16 章参照）。そこで適正量の施肥による環境型農業の普及に努めます。また水田の循環かんがい施設を整備します。

④ 湧水と谷津・里山の保全・再生

谷津・里山は、湧水を涵養し流し出すところであり、貴重な生物生態系をもっています。これの保全・再生に取り組みます。また水田を利用した水質浄化や多自然川づくりを行ったり、有害な外来生物種の駆除を行ったりします。

⑤ 水害防止

印旛沼の溢水や都市型洪水を防いで街や公共交通機関を守るために、沼河川の築堤、河道整備などを行います。

⑥ 親水性のある水辺の創造

印旛沼や河川の水辺に人が親しめる機能を高めるために、親水拠点を整備します。

⑦ 沼・河川の水草の再生

水草は水をきれいにする働きがあるので、壊滅状態にある沼の水草を再生させて水質浄化を図ります。具体的には植生帯の整備・維持管理、水生植物の保全復元、環境に配慮した水位管理などを行います。

⑧ 環境学習・流域市民の自主的行動の活発化

小中学校における環境学習を支援します。また流域市民による自主的な環境保全活動、例えばゴミ清掃・環境調査などを活発に行えるようにします。これにかかわる NPO 団体の支援を行います。

(4) 具体的な対策の事例

健全化計画にみられる水・環境改善対策のうち、3 つの項目について詳しく述べましょう。

[雨水の地下浸透]

流域の都市化に伴って、地面がアスファルトやコンクリートによって被覆されたことにより、かつての雨水地下浸透能（第 9 章）が損なわれています。そこで、住宅や建物への雨水浸透マスや雨水貯留浸透施設を設置する対策を行います。雨水浸透マスは、流域全体

で年間 1.2 万基ずつ増やして最終年次（2030 年）までに 26.4 万基を設置する計画です。

一例として、佐倉市内の住宅地に囲まれた加賀清水では、周辺の住宅に雨水浸透マスを設置したところ、湧水量が増加しました。また、最近の住宅団地造成は、計画段階から雨水浸透マス等の設置を取り入れているところがあります（第 11 章 2）。

また、都市域に残された鎮守の森や公園、残存樹林などは貴重な雨水地下浸透の場です。出来るだけ自然地を残し、雨水の地下浸透機能を高めておくことが大切です。また、各住宅では雨水浸透マス設置の他に、駐車場の浸透機能を高める工夫をしたり、家庭菜園や植木などによって地表面を柔らかく保つこともよいでしょう。

〔環境にやさしい農業の推進〕

現在の畑作物は、雑穀・イモ類などの粗放作物に代って多量の窒素肥料を必要とする野菜を中心に栽培されています。ここで作物が吸収する以上の過剰な量の肥料が畑に投入されると作物に吸収されずに土壤中に残ります。これが、地下浸透して窒素による地下水汚濁が懸念されています（第 16 章参照）。

千葉県では、化学窒素肥料を作物ごとに定めた標準施肥量の半分に減らし、農薬も減らして栽培した農産物を「ちばエコ農産物」に認定して、安全・安心な農産物を消費者に供給する取り組みを推進しています。また従来の野菜栽培窒素肥料を減らす栽培技術が開発され、その普及に努めています（第 16 章 2）。化学肥料を減らす環境にやさしい農業の推進などによって農地からの窒素の流出を抑え、湧水や印旛沼の窒素汚濁を減らすことが期待されます。

窒素濃度の高い湧水の対策は、水田・湿地などの脱窒作用（第 16 章 2）を利用して窒素濃度を下げることが試みられています。多くの現地調査⁵⁾⁶⁾によれば、調査地点によって若干の差はあるものの、窒素濃度の高い水を水田に入れると、かなりの窒素除去が期待されます。ただし、流入水の窒素濃度が低くなるにつれて窒素の除去効率は低下します。全窒素 1~2 mg/l 程度以下ではほとんど窒素の浄化は期待できず、逆に水田が汚濁源となる可能性があります。また、水田の脱窒作用は、水田に湛水された時期に限られているため、冬季の非灌漑期であっても田面を湛水しておかなければなりません。また冬季は、低温のために脱窒の機能は低下します。

このように、水田による窒素浄化は、周囲の土地利用や湛水の条件等の違いによって期待の程度は異なります。野菜畑のような窒素を排出しやすい土地と、水田のような窒素を除去できる土地の組み合わせが大切であり、土地利用の多様性が求められます⁶⁾。

なお、畑における雨水地下浸透から湧水に至るまでの窒素の動向については、まだ十分な調査研究が行われていませんが、佐倉市 T 地区の台地野菜畑と近くの谷津湧水の間に於いて地質ボーリング調査をした事例⁷⁾があります。

〔水草の再生〕

印旛沼は、かつて 40 種を超える沈水・浮葉・抽水植物などの水草が繁茂し、水草の宝庫と言われていました。現在は、抽水植物とオニビシなど一部の浮葉植物を除いて殆ど見られません（第 6 章 1 参照）。水草が激減した原因は、流域の都市化にともなう印旛沼の水質の汚濁と、利水容量確保のために水深を深くして、水位の変動を安定化したために水草の生育に必要なとする十分な光が水中に届かなくなったこと、などがあげられます。

水草、特に沈水性水草が存在すると、図 17-1⁸⁾のように、同じ栄養塩類に対して、沈水

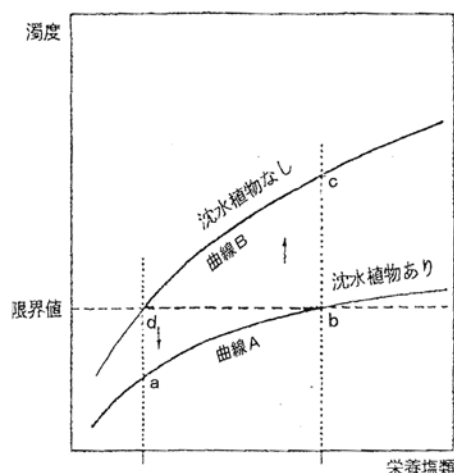


図 17-1 沈水植物の有無による
水の汚れ（濁度）の違い⁸⁾

植物なしの状態よりも水がきれいな状態になっています。水草の再生は、印旛沼の水質浄化のためにも重要な意味をもっています。沈水植物のある沼で富栄養化が進むと、沼水の汚れ（濁度）は沈水植物のある曲線 A に沿って進み、水がさらに濁ってくると水草は光不足のために生育できなくなります。この水草生育限界の汚れ（図の点 b）に達すると水草はなくなり、水の汚れは急に水草のない曲線 B の点 c まで進み、さらに富栄養化が進むと沼水の汚れは曲線 B に沿ってますますひどくなります。

この状態で窒素リンなどの栄養塩類を減らす対策をとっても、汚れた沼水の回復は曲線 B にそって点 c から点 d に向かい、ここで初めて水草の生育できる条件になります。この時点で水草が回復すれば、沼水の汚れは水草の浄水作用が加わって曲線 A の点 a まできれいになり、さらに栄養塩類削減対策が進めば曲線 A にそって沼水はきれいになるでしょう。

現在の印旛沼は水草のない状態ですが、沼底に埋土種子があり、沼の水を使った実験で水深を浅くすれば埋土種子は発芽して生育することが分かっています。水深を浅くするなどして光の届くようにして、埋土種子の発芽生育に適した条件を人の手で作り出せば、沼水の富栄養状態が図の点 d まできれいになる前に図の曲線 A にのせて、沼水をきれいにすることが可能と考えられます。

印旛沼では、この原理に基づいて次の方法によって植生帯を整備し、実験的に水草の再生を図っています。

〔緩傾斜湖岸法〕：急に深くなっている岸边に土砂を入れて図 17-2 のように緩傾斜を造り、埋土種子の発芽状況を調べ、沈水性植物の生育する水深を探ります。

〔囲い込み水位低下法〕：図 17-3 のように、岸边のある範囲を矢板で囲み、その中の水をポンプで汲み出して水位を低く調節し、沈水植物の再生・生育状況を調べます。

〔高水敷掘削法〕：高水敷発芽実験を応用した工法で、高水敷を掘削し、周囲を竹柵で囲んで隔離水界を創出します。竹柵は、水草の食害者の一つであるアメリカザリガニ侵入防止を図るため地盤面よりも 30cm 立ち上げます。その結果、10 種の水草の発芽・生育を確認しました。その他、タナゴ、スジエビ等の動物も確認されています。また、本工法は高水敷にあるため人の目に触れやすく、隔離水域のため安全管理も行いやすいことから、子どもたちの環境学習の場としての活用も考えられます。

これらの植生帯整備工法は、いずれも水深を浅くして沈水植物の必要とする光を水底にまで到達するようにするものです。

また、沈水植物が発芽したときにアメリカザリガニなどに若芽が摘まれてしまうなど食害を受けることがあります。ナガエツルノゲイトウなどの外来種の侵入によって生育ができなくなることがあります。水深を浅くし過ぎると、ヨシなどの抽水植物に遷移してしまい沈水植物が生育しにくくなります。これらの課題をのり越えて、自然の状態に近い水草

再生を目指すことになるでしょう。現在は、これらの課題に対処する方法を検討して、自然に近い状態で広い面積の水草再生のできる技術を確立しようとしています。

また、埋設種子の寿命は一般に 40 年程度と言われています。印旛沼では昭和 40 年代から徐々に沈水植物が見られなくなってきた、そこから現在まで約 40 年経っています。今は水草を再生する最後の時期にきています。このため、印旛沼内での再生と平行して、沈水植物等の種の系統維持の取り組みを進めています。千葉県立中央博物館の協力を得て、印旛沼での水草再生の取り組みで発芽した水草を博物館の敷地内で人の手で管理しながら種を守っています。

このように、植生帯整備と合わせて流域対策での汚濁負荷削減の取り組み等により、今後、印旛沼の水質の改善が進み、自然に沈水植物が繁茂できるような状態となれば、系統維持している種子を印旛沼内にまき、水草再生をより一層進めていくことが期待されています。

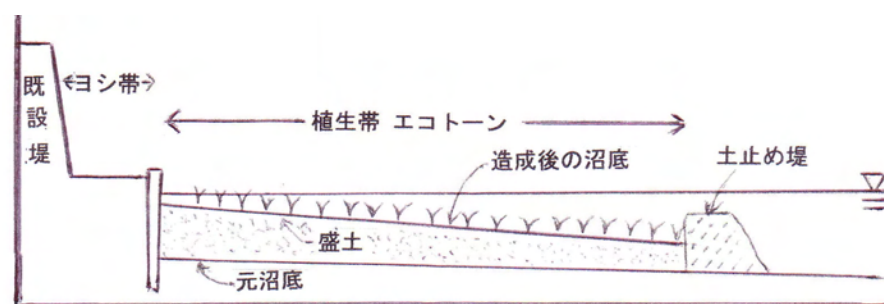


図 17-2 緩傾斜湖岸法 概念図

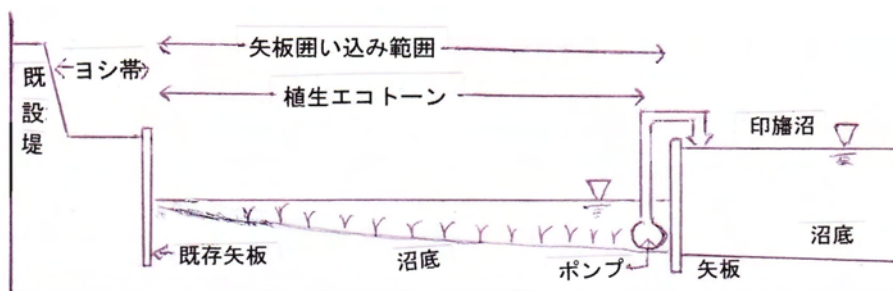


図 17-3 囲い込み水位低下法 概念図

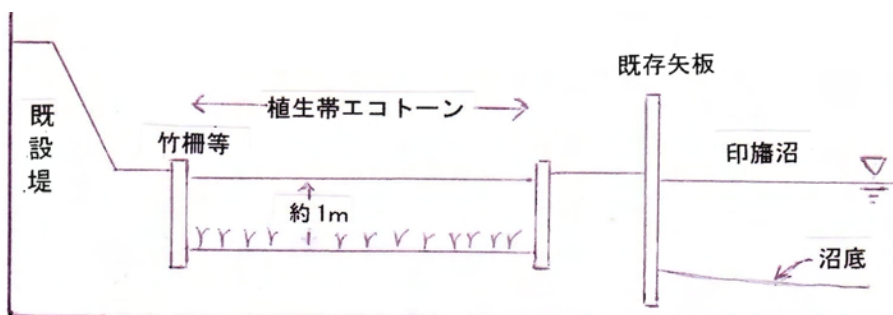


図 17-4 高水敷掘削法 概念図

3 水環境改善に向けて住民の取り組み

印旛沼の水環境は、沼と集水域との関連で成り立ち、中でも集水域に住む人々の行動が強く影響しています。この意味でも印旛沼の水・環境改善は、住民と行政が一体となったハード面・ソフト面を含めたすべてを総合した取り組みにかかっています。近年、水環境・自然環境に対する住民の関心が高まり、自主的な環境保全活動が、随所で活発に行われるようになりました。

印旛沼環境団体連合会（略称印環連）では、水環境保全活動を行っている個人・団体の実務者が集まって、活動実態、将来に託す希望・思ひ、それに悩みなどについてざっくばらんに話し合う懇談会⁹⁾を実施しています。その結果を参考にして、住民活動の現状と課題についてみることにしましょう。

(1) 住民活動の内容

具体的な活動内容は、河川・湧水など水環境の調査保全活動はもちろんのこと、谷津やそこに生息する生きものの保全、環境美化、環境知識の講座・広報など、多岐にわたって活発に行われています。これが、印旛沼の水環境保全の原動力になっています。

これらの活動は多くの地域で同様に行われていますが、それぞれの地域特有の思いや悩みを持っていました。詳しくは、印環連 10 周年記念誌⁹⁾をご覧ください。

(2) 住民活動の現状と課題

〔活動を点から面へ広げる〕 印旛沼流域内で行っている水環境保全活動をみると、殆どが身近にある水環境を改善しようとしています。遠い印旛沼の環境改善を目標にすると活動の焦点がぼけてしまいます。身近な水環境であれば、活動成果が見えやすく自分自身に跳ね返ってくるので、活動に希望をもって楽しく明るく長続きするからでしょう。

実は、このような各地域の活動こそが印旛沼の環境保全の原点です。地域の活動拠点が増えて面として印旛沼流域に広がれば、印旛沼に流れる川の水は豊かな水量ときれいな水質が保証され、印旛沼の水環境保全の基礎が出来上がります。印旛沼がきれいになれば、点として活動している地域の人々は遠い印旛沼から「ありがとう」という大きなご褒美がもらえることでしょう。

〔活動団体間の交流の場を作る〕 各地域で水環境保全活動を行っている個人団体は、別の団体と交流して良いところを学び 励まし合い喜びを分かち合えば、活動はさらに改良活性化して楽しく続けられるでしょう。このような「交流の場」が必要であり、それが発展し組織化された印旛沼流域全体の「連合会」が必要です。既に「印旛沼環境団体連合会」ができていて、まさにこの意味で存在価値があります。実際に印環連主催の懇談会⁹⁾では、団体相互の協力・学びあいが行われていました。

〔活動の拠点を作る〕 住民活動の継続 活性化のための拠点を要望する声は、すでに多くのところから出されています。印旛沼とその流域を中心とした広い意味での印旛沼関連情報を集めて、印旛沼とその流域の現状や住民・行政の動きなどを知り、住民活動、各種調査研究などに誰でも利用できるような拠点です。さらに水環境関連の集会・講習会・発表会などのできる拠点です。

活動拠点づくりは、それを運営する人や資金が必要です。設置場所を含めていろいろの課題をもっていますが、それをのり越えて設立を実現したいところです。

〔イベントを楽しむ〕 水環境保全活動は、地味であり苦勞を伴うので、万人が喜んで行えるものではありません。多くの人の賛同を得て活動を力強く継続するためには、それなりの仕掛けが必要です。

昔から、古村では祭りや講、それに田植後の早苗振りなどの寄り合い行事によって日常の厳しい生活・重労働をのり越えて村の活性化と存続に役立ってきました（第 10 章）。

印旛沼周辺では春のチューリップ祭りや秋のコスモス祭りなど様々なイベントを行って、明るく楽しく元気よく誇りをもって苦勞をのり越えて活動の輪を広げようとしています

（第 7 章）。しかし古村の祭りや行事は、そこに集う人全員が同じ目標に向かって楽しむのに対して、印旛沼のイベントは、主催者・参加者が必ずしも苦勞をともにし、同じ目標とは限りません。主催者は沼の大切さ・環境の保全を訴えようとし、参加者は楽しみに来ることが多いようです。

印旛沼のイベントも、古村のように主催者参加者が共通の目標をもつことが理想の姿ですが、それまでには時間がかかります。まず主催者も共に楽しむことに心がけ、印旛沼の恵みを長く続けて享受できるようにするために、住民の一人一人が心がけることを参加者を含めて再認識するきっかけになれば、イベントの目標に一步近づくことになると思います。別の文化的イベントと一緒に開催することも一方法と思います。

観光事業は、印旛沼を活性化し広く知ってもらうために有効でしょう。東京に近いことを活かして水辺の心地よさを強調すれば、印旛沼は第一級の観光資源です。そのためには、観光の拠点づくり、交通アクセスの改善、現代的な PR 手法などが求められます。人の集まった観光スポットで環境保全に熟知したボランティアガイドが活躍し、水環境保全にも役立つ観光の成果をテレビ新聞などの報道機関の力を借りて広報するという構図が描けます。

〔水源にふさわしい地表面を保全する〕 住民活動の内容をみると、湧水地点・湿地の保全、生き物等の保全活動はあっても、印旛沼の水源地・湧水涵養域にふさわしい雨水浸透性の良い地表面を保全する活動が見当たりません。具体的には、住環境の中に樹林地に似た膨軟な地表面を保つ活動です。

印旛沼流域はすべて人の生活圏であり、都市化の波が押し寄せています。そこに住む人々にとって住み心地よく、かつ水源地機能を維持するために、残された樹林地、例えば鎮守の森などの下草を保全して雨水浸透に適した状態にする活動、宅地内の花壇や庭木といった軟らかい地表面の確保、駐車場を雨水浸透性のある地表面にする工夫、等などがあるでしょう。

〔昔からの住民と新しい住民の壁を乗り越える〕 この課題は、根の深いものがあり、人の意識・行動の根源から考えなければなりません。稲作漁労文明と畑作牧畜文明¹⁰⁾といった人間の文明論にまで発展する可能性があるので、詳細な検討は別の機会に譲ることにして、ここでは次の三つの課題を指摘するに留めます。

第 1 の課題は、古村のような昔から住んでいる人（旧住民としましょう）と、住宅団地のような新しく移り住んできた人（新住民としましょう）との間に、生活様式や習慣・ご先祖様や土地への思いなどに隔たりがあります。これはやむを得ない面があるので、互いに心の内が分かるように時間をかけて話し合い、理解を深めていくことでしょう。

第 2 の課題は、旧住民と新住民の間に、傾向として経験・情緒を重視するか、理論・理性を重視するか、というところに温度差のあることです。このことは、態度重視・議論重

視の違いにもつながります。

旧住民の感覚は、湿地の文化（第 10 章 3）に由来するものであり、江戸下町にも共通点のある庶民感覚です。日本人は本来この感覚を持っています。新住民の感覚は、これに勉強による欧米的感覚・出身地の地域的感性や、他の地域住民と交流する間に身に着けた対処方法などの加わったものと思われます。両者は根底に同じ日本的感覚を持っているので、時間をかけて胸襟を開いて話し合えば必ず共通点・解決策を見出せるはずです。

第 3 の課題は、旧住民と新住民の間に、水環境を保全しようとする谷津・生き物等の現場と人とのかかわり方が、生活の糧 生産の場（生業の場）ととらえるか、心地よさ・安心感・生物保護・持続性といった豊かな生活の場（生活・自然の場）ととらえるか、という立場の違いのあることです。

これらの相違は、ある程度仕方のないことですが、両者の性格を理解している人や関係機関の協力・コーディネートのもとに、互いに心の内を偽ることなく述べ合って時間をかけて互いに歩み寄ることが必要でしょう。

〔後継者問題〕 水環境関連のボランティア活動を行う人々は次第に高齢化しているので、若い人たちに参加を呼びかけていますが、思うように集まりません。中には、体力の衰えと共に活動を縮小せざるをえない団体があります。

世の中は、60 歳前半のいわゆる団塊の世代の定年を迎える時期にきています。その人たちに地元への愛着を感じるようになってもらいたいものです。

住民の水環境保全活動が現代社会にとって重要であることは理屈で分かっている、行動に移すには今一つ飛び越えなければならないのがあります。それは、差し迫った必要性とか、地域・自然の対する愛着心や関心の高さといった、背中を押す何かでしょう。「やりたい」という自身からの気持ちです。これは外部から強要できないので難しい課題です。

それを解決する一つとして、環境保全活動の中に、楽しみ・充実感を実感する何かを織り込むことです。きれいに甦った水辺を楽しむこともその一つです。先に述べた「生活圏内で水源を確保する社会実験」（第 11 章 4）という目標と誇り、「干拓精神」（第 5 章 3）や「古村の湿地の文化」（第 10 章 2）のような伝統のあることは、これを解決する突破口になると思います。

また、自然・環境に対する関心は、幼少年期の野外での遊び体験に影響されやすいので、小中学校時代の生きものの体験を充実させて、次世代に期待するという意見もあります。

以上のような観点に立って、後継者を得ようとする試みは、すでに始まっています。後継者問題は、それらの成功事例からノーハウを学び、専門家の意見を交えて時間をかけて対処することでしょう。

文献

-
- ¹⁾ 環境省（2012.03）：霞ヶ浦、印旛沼、手賀沼、琵琶湖及び児島湖に係る湖沼水質保全計画（概要）
 - ²⁾ 国土交通省関東地方整備局利根川下流工事事務所（2001.03）：甦る利根川・印旛沼 総合開発事業（印旛沼総合開発事業の役割と取り組み）
 - ³⁾ 千葉県（2004）：印旛沼流域水循環健全化緊急行動計画書
 - ⁴⁾ 印旛沼流域水循環健全化会議（2010）：印旛沼・流域再生 恵みの沼をふたたび、印旛沼流域水循環健全化計画
 - ⁵⁾ 中島淳、豊倉善夫（1990）：水田を利用した水質浄化に関する検討、千葉県水保研年報（平成 2 年度）

-
- ⁶⁾ 黒田久雄 (1999) : 食糧自給と富栄養化問題—硝酸性窒素から見た環境保全—、New Food Industry vol 41 No11
- ⁷⁾ 古野邦雄 (2009) : 窒素の流出に及ぼす地質と地下水、千葉県環境研究センター平成 21 年度第 10 回公開講座・千葉県農林総合研究センター平成 21 年度第 3 回公開講座、印旛沼周辺の水環境と環境にやさしい農業
- ⁸⁾ Scheffer,M.etc (2001):Catastrophic shifts in ecosystem. Nature. Vol 413
- ⁹⁾ 印旛沼環境団体連合会 (2012) : 印旛沼環境団体連合会設立 10 周年記念誌
- ¹⁰⁾ 安田喜憲 (2009) : 稲作漁労文明—長江文明から弥生文明へ、雄山閣

おわりに

印旛沼について振り返ってみると、現在の印旛沼は大きな転換期を迎えていました。印旛沼は天然の形から人工の貯水池になり、その流域は古代から続く古村の人々の管理するところに住宅団地のような新しい人びとが住むようになり、都市化の波が押し寄せています。人が印旛沼に求める事柄も時代とともに変わってきています。

人は誰でも昔の苦労を忘れ、懐かしい思い出を美化する傾向があります。そのまま飲めるほどきれいな水を湛えた印旛沼に船を浮かべて泳いだり漁をして楽しみ、静かで美しい心癒される景色を眺めるなど、昔の懐かしい思い出は次々と浮かんできます。印旛沼は、確かに思い出にあるような恵みをもたらす沼でした。しかしその陰に恐ろしい洪水被害がありました。印旛沼の水は悪水であって、隣接する水田の灌漑用水にも利用できませんでした。

貯水池となった現在の印旛沼は、洪水被害がなくなったばかりでなく、水害の原因となる悪水を水田の灌漑用水に使い、さらに、印旛沼流域や東京湾沿岸地域の水道水・工業用水に使うことに成功しました。今や印旛沼は、安全で人の生活に不可欠の水資源を生み出す沼に生まれ変わりました。その反面で水質は悪化し、昔の思い出にある親水性に富んだ数々が損なわれています。この弱点の部分こそ、現代の人々が求める最大の事柄です。印旛沼の課題は、思い出にある数々の良さを復活させ、貯水池になって新たに開発された水を量質ともに良質な状態に保つことにあります。この課題を克服してはじめて本当の恵み豊かな印旛沼になることでしょう。印旛沼流域水循環健全化会議の目指す「恵みの沼をふたたび」とは、このことを指しています。

印旛沼の水源地をみると、そのすべてが人の生活圏です。昔から住む古村の人々は、住んでいる土地から生じる食糧・資材を生活の糧にして、土地・自然と共に生きる関係を保ちながら生活してきました。結果として生活圏でありながら水量・水質ともに良好な水源地の性格を保ってきました。現在は、土地・自然から離れて単に「土地」という空間だけを求めるところが増えています。このような土地は地表面が固められて、雨水が地表の土壌に吸収されて地下水となり、湧水となってゆっくりと流れ出して河川湖沼の水源になるという、従来からあった水源地にふさわしい水循環を損なう恐れがあります。その上、生物の生育生息地としての性格をも損ないかねません。人が楽しく住みながら良好な水源地の性格を保つことが求められています。

どんなに印旛沼や世の中が変わろうとも、変わらないものがあります。印旛沼は急速に老齢化する浅い湖沼です。そのために沼の水は富栄養化して植物プランクトン（アオコ）の発生しやすい状態にあり、沼の生物生態系が崩れるとアオコが異常発生して水質を汚濁する危険性があります。その流域は火山灰土壌に覆われた洪積台地であり続けます。温暖で湿潤な気候に恵まれています。

昔から住む古村の人々は、湿地の文化を身に付けて現在も健在です。そして湿地の文化は日本人の底辺を流れる日本文化と相通じるところがあります。しかも印旛沼周辺には、立派な古代の文化文明の栄えた歴史があり、干拓開田で培った強靱な干拓精神があります。

幸いにして、印旛沼の流域は、水源地に適した地形地質的特性・気候を備えています。地域の歴史・文化がそれを後押ししています。しかも水環境・水循環の健全化に取り組む

ボランティア団体が各地で活動をはじめています。千葉県では、印旛沼流域水循環健全化会議が中心となって活動しています。行政も学際的分野の方々もこれに積極的に取り組んでいます。これらの活動は、都市化の進行する人の生活圏だけを水源地として十分な水資源を確保するという世界でも稀有な社会実験でもあります。この実験の成功する鍵は、産官学民が一体となって印旛沼とその流域の個性——立地条件・人の歴史的な性格を踏まえて全流域で水環境保全活動を展開し、そこに住む人々が水と生きものにやさしい生活習慣を身に付け、湿地の文化をさらに発展させた印旛沼文化ともいえるべき水文化を築くことに係っています。印旛沼とその流域の水環境保全活動が実を結び、印旛沼から自前のおいしい水を褒美として頂戴する日の来ることを期待します。都市用水の確保に悩む世界の人々も、この実験の行方を注視しています。

本書で述べた事柄は、印旛沼流域の多くの方々から生の声をお聞かせいただき、印旛沼流域水循環健全化会議関係の皆様のご協力を得て、大学をはじめとする行政を含めた専門家の方々から貴重な資料と学際的な裏付けを頂戴しながら、私見を交えてまとめたものです。特に千葉県水質保全課・同河川環境課の皆様、流域市町の水関係の皆様、千葉大学・千葉工業大学・多くの大学の皆様、(財)印旛沼環境基金の皆様、印旛沼流域の各ボランティア団体の皆様から資料とご助言を頂戴しました。皆様に心から感謝申し上げるとともに、本書が印旛沼流域の方々に読まれ、自信と誇りをもって印旛沼とその流域の水環境・水循環の健全化に寄与することを願ってやみません。

なお、本書のうち第12章生物生態は中村俊彦氏の執筆によるものです。付記して御礼申し上げます。

著者の略歴

白鳥 孝治（しらとり こうじ）

昭和 3年 1月	生まれ
昭和27年 3月	旧制東北大学農学部農芸化学科卒業
昭和28年 4月	千葉県庁入庁（千葉県農業試験場）
昭和47年 1月	東北大学農学博士
昭和55年 4月	千葉県水質保全研究所長
昭和56年 6月	千葉県公害研究所長
昭和58年 4月	千葉県環境部技監
昭和59年 3月	千葉県庁退職
昭和59年11月	財団法人印旛沼環境基金 水質研究員 平成16年退職
平成元年 2月	千葉県環境影響評価委員会委員（委員長） 平成17年4月まで
平成 4年 8月	千葉県環境調整検討委員会委員長 平成14年8月まで
平成13年10月	印旛沼流域水循環健全化会議 委員 平成16年1月まで
平成16年 3月	印旛沼流域水循環健全化会議 専門家勉強会委員
8月	印旛沼流域水循環健全化会議 農地系WG座長 同会議 市街地・雨水浸透系WG委員
10月	NPO法人水環境研究所設立（理事長、平成20年より理事）
平成17年 5月	印旛沼流域水循環健全化会議 学び系WG委員

平成13年10月印旛沼流域水循環健全化会議発足当初から平成16年1月緊急行動計画策定まで委員を務め、その後も平成20年3月まで本会議委員とともに各種分科会の座長や委員を歴任

賞罰

平成13年 千葉県環境賞（千葉県知事堂本暁子）
平成20年 地域環境保全功労者（環境大臣）
平成24年 第一回印旛沼・流域再生大賞（印旛沼流域水循環健全化会議）

著書

「農業公害ハンドブック」（昭和49年、地人書館、共著）
「印旛沼・手賀沼－水環境への提言」（平成5年、古今書院、共著）
「湿地の文化、再生－印旛沼から」（平成12年、梨の木社）
「生きている印旛沼 民俗と自然」（平成18年、崙書房）

印旛沼流域水循環健全化調査研究報告 第 2 号
Lake Inba-numa Watershed Research and Management No.2

印旛沼物語
Story of Lake Inba-numa

発行：印旛沼流域水循環健全化会議（虫明功臣委員長）・千葉県
Published by The Committee for Lake Inba-numa Watershed Management
(The Chairman, Katumi Musiake) and
Chiba Prefectural Government

連絡先：千葉県 県土整備部 河川環境課
〒260-8667 千葉市中央区市場町 1-1
Office: River Environment Division, Land Development Department
CHIBA PREFECTURE 1-1 Ichiba-cho, Chuo-ku,
Chiba City, Chiba Prefecture 260-8667

発行日：2014 年 3 月 31 日
March 31st, 2014

著者：白鳥孝治
Written by Kouji Shiratori

編集協力：パシフィックコンサルタンツ株式会社
Cooperator: Pacific Consultants Co., LTD

