

石川県の低地湖沼における湖岸形状と植生の評価手法の検討

高橋 久・川原奈苗

河北潟湖沼研究所生物委員会

〒 929-0342 石川県河北郡津幡町北中条ナ 9-9

要約：石川県の河北潟，柴山潟，木場潟の湖岸形状及び湖岸植生をモデルケースとして，低地湖沼における湖岸形状と植生状態を評価し，効果的な湖岸再生活動を取り組みやすくするためのツールとしての簡単な評価モデルを作成した．評価モデルは，湖岸形状と植生状態を独立の評価軸とすることを特徴とし，水辺再生活動の取り組みやすさに注目している．

キーワード：河北潟，柴山潟，木場潟，湖岸植生，水辺再生，評価モデル，市民活動

はじめに

多くの低湿地湖沼は水質問題を抱えている．例えば，石川県環境安全部がまとめた平成 18 年度河北潟水質保全対策検討調査報告書によると，金沢市，内灘町，津幡町，かほく市にまたがる河北潟の水質汚濁における特性として，「COD は潟内の富栄養化に起因する内部生産負荷（植物プランクトンの増殖に伴う汚濁負荷）の寄与が大きく，この内部生産負荷を支える全窒素及び全リンの負荷は，潟の流域から流入する負荷の寄与が大きい」ことが示されている．これは，主に COD の除去をその目的とする下水道整備による従来の水質対策に限界があることを示しており，今後，下水道整備に加え，栄養塩類への対策を含む新たな水質浄化手法が求められる．

水域の植生が，栄養塩類の除去に有効であることは従来より知られており（例えば，沖野ほか，1996），今後は，水辺の植生等を利用した水質改善対策の推進が期待される．一方，近年多くの低湿地が本来の姿を失い，特に水辺の人工化に伴う水際植生の衰退が顕著となっており，その再生が生態系の多様性保全の観点からも重視されている．低地の湖沼における湖岸の植生帯の再生は，生物多様性と水質のふたつの課題を解決する上で重要な課題となっている．

同時に，水辺の植生をはじめとする生態系が健全に保全されるためには，公共事業による土木的な対応だけでなく，地域の人々が主体的に水辺を守ると

いう行為が求められる場合が多く（例えば，高橋ほか，2006），総合的な湖沼の環境対策を展開する上で，多様な地域主体との連携は不可欠となっている．

地域において効果的な取り組みを行うためには，活動場所の特徴やそこにある植生や生態系についての科学的見地に基づいて実施する必要がある．地の利を活かしてこそ，市民主体の取り組みが合理性を發揮することが可能となる．しかし，市民の取り組みにおいてその効果が発揮されず，活動が尻すぼみになる場合も見られる．この場合，以下のような課題を提示することができる．

- (1) 水辺の再生や生態系を活用した浄化の取り組みを行っているが，本来の生態系との親和性についての十分な検討が行われていない．
- (2) 取り組みを行う上で，効果的な方法や活動場所についての情報が不足している．
- (3) 活動場所の特性や湖沼全体との関係が整理されておらず，明確な改善目標と目標に至るプロセスが不明瞭である．また活動の成果の見える化ができず，モチベーションを維持しにくい．

以上の課題を解決するためには，地域で活動する地縁団体，市民，NPO等の取り組み主体に対して，湖岸流域全体を見通した科学的な知見に基づく計画・戦略や，地域で活動する主体の要望・期待にきめ細かく対応した水辺環境情報が提供される必要がある．

そこで，河北潟，柴山潟，木場潟の湖岸形状と植生状態をモデルケースとして，低地湖沼における湖

岸形状と植生状態を分類する簡易な評価モデルを作成した。この分類を湖岸に当てはめることにより、活動の展開において方法の検討や場所の選択の上での有効な資料となると考えられる。

評価モデル検討のためのバックデータ（湖岸植生図及び湖岸植生断面図）

これまで河北潟では、金腐川河口域（白井ほか，2005），津幡川河口域（川原ほか，2007），森下川河口域（川原ほか，2008），宇ノ気川河口域（川原ほか，2009），旧浅野川河口部から貯木場防潮水門付近（川原ほか，2010）において、湖岸の現存植生図及び湖岸形状と植生についての断面図が作成されている。また2010年度には、河北潟湖沼研究所が企画提案した河北潟、柴山潟、木場潟における湖岸植生による水質浄化機能の回復手法の検討に関する事業が、石川県の雇用創出事業に採用されたことから、これら3湖についての詳細な湖岸植生と湖岸形状についての調査が実施されている。石川県の低地湖沼においては、以上のようなバックデータの蓄積が行われている。

本論では、これまでの知見を参考にして、本論の目的に合わせて模式的な断面図を作成した。

河北潟の代表的な湖岸形状と植生

河北潟は、宇ノ気川、津幡川、金腐川といった河川が流れ込んでおり、こうした河川の河口域などは土砂の流入があり、緩傾斜の形状となる湖岸が形成され、幅広い植生帯が多く存在している（図1）。しかし、湖岸の抽水植物は全体的には衰退傾向であり、とくに金腐川河口域の抽水植物帯はここ数年で激減している。

一方で、干拓事業に先行して実施された沿岸域の湛水防除事業により形成された直線的な護岸堤防や、国営干拓事業によりつくられた干拓堤防（図2）が現在の湖岸線のほとんどを占めることから、本来の湖岸はほぼ消滅しており、後背湿地を欠きエコトーンのない湖岸となっている。そうした湖岸断面の多くは、矢板護岸により水辺が分断されている。一方で、その後の土砂の堆積により矢板護岸が見えなく

なっている地点やもとの湖岸の傾斜が残っている地点も存在し、それらは緩傾斜様になっているが（図3）、こうした地点においても、地盤沈下や管理水位の上昇によりヨシの株化（孤立化）現象が顕著に見られる地点が多い（図4）。

形状と関係なく、現在の河北潟では、承水路を含めて、浮葉植物帯と沈水植物帯がきわめて少ない。浮葉植物は、西部承水路にヒシ、トチカガミが、本湖にはヒシが見られるが、その面積はきわめて小さい。一方で、近年外来種のチクゴスズメノヒエが本来の浮葉植物帯の部分を被覆している。緩傾斜の湖岸になっている場合でも、抽水植物帯の生育は確認されるが、浮葉植物帯や沈水植物帯を欠いている場合が多い（図5）。

西部承水路は現在では湖岸ではないが、かつての河北潟の北西岸の残存水面である。両岸が鋼矢板の護岸の水路として整備されているが、上流の右岸側に一部護岸されていない部分があり、かつての湖岸の形状を想像させる（図6）。下流部分では、土砂の堆積が進んでおり、特に浚渫を行っていない右岸側での土砂の堆積が顕著である。そのために鋼矢板左右岸の鋼矢板間が緩傾斜の水底となっており、植生の分布の偏りがみられ、抽水植物帯からチクゴスズメノヒエに代替される浮葉植物帯への移行が確認される（図7）。

柴山潟の代表的な湖岸形状と植生

柴山潟は、河北潟と同様に干拓の歴史を持つ湖である。ここでは、干拓地の周囲は河北潟同様承水路として湖岸線に沿った残存水面が見られるが、鋼矢板の水路が主であることから、本論の対象からは除外した。

現在の柴山潟の湖岸の特徴は、人工化された無植生のエリアが存在する一方で、北側湖岸を中心として、広い抽水植物帯やガガブタなどの希少植物からなる浮葉植物群落、湿生樹林を含む豊かな植生を持つエリアが見られることである。

北岸は、ヨシ、マコモ、ヒメガマから構成される抽水植物帯と、主にガガブタの浮葉植物帯からなる広い植生帯が存在する（図8）。このエリアはもともと干拓地であったものが、水没して遠浅の湖底とな

り、浮葉植物帯になっているものである。このエリアでは、ヨシ等の抽水植物の株化が広く確認されており、湖岸の浸食が進んでいる様子が窺われる。

一方、御橋川と動橋川の河口域でも多様性の高い植生が見られる。御橋川の河口にはコウホネ群落も確認される。ここは、土砂堆積によって植生帯が形成されている場所である(図9)。しかし、ここでも堆積土砂が浸食されている場所が見られる。

南岸では、コンクリートブロック等による護岸が施されているため、水辺と後背地は分断されているが、水際は概ねなだらかな形状であり、全体的には緩傾斜様の湖岸となっている。しかし、多くの地点で植生は貧弱であり、とくに浮葉植物帯と沈水植物帯を欠いている。また、水際が洗掘されている地点も多い(図10)。これは、おもに季節風による影響であると思われる。

東岸は、干拓により造成された直線堤防となっている。本来の湖の中央部を横断する堤防であり、水深が深いところに建設されたことから、水際が急に深くなるため、水際はほとんど植生が見られない(図11)。

西岸は、温泉街に面しており、コンクリートによる堤防等でほとんど人工化されたエリアとなっている。陸域の水辺植生はほとんど無く、また水域の抽水植物帯もほとんどみられない。しかし場所によっては、まとまった浮葉植物帯が存在する(図12)。

木場潟の代表的な湖岸形状と植生

木場潟は前の2湖とは異なり、干拓が行われていないために、本来の湖の形状が残っており、現在の湖岸線も概ね元の形状を維持しているものと思われる。しかし、湖岸には簡易な構造の場合が多いが、ほとんどの場所で波形鋼板等の何らかの護岸が施されている。また、湖の公園化整備に当たって湖岸の一部が埋め立てられている(図13)。

こうした湖岸の改変はあるものの、形状から見た場合は、ほとんどの地点で遠浅の湖岸となっている(図14)。他の2湖と比べ植生帯が成立するには有利であると思われるが、湖岸植生帯は概ね貧弱である。とくに、浮葉植物、沈水植物、ガマ類を欠いている(植栽されたものを除く)。湖岸で確認される植生帯は、

主にヨシ、マコモからなる抽水植物帯とヤナギなどの湿生樹木である。また長距離に渡って植生を欠く湖岸はないが、植生帯の沖出し幅は概ね狭く、植生の多様性も低い。孤立した植生が多く、抽水植物帯の株化、断片化も顕著である。湖岸が浸食されている場所も目立ち、ヤナギ類の根方が剥き出しになっている地点や(図15)、水中に孤立した樹木や枯死した樹木も見られる。

本湖のもう一つの特徴として、水辺の植生に手が加えられている頻度が高いことである。公園として整備されていると同時に、ヨシ刈りや湖岸植生回復などの活動が行われていることで、人為的に成立している植生が確認できる(図16)。

評価軸と評価モデル

一般的には緩傾斜を伴う水辺は、水深をはじめとする環境条件が徐々に変化することから、生物の多様性を発現するといわれている。従って、湖岸形状のなだらかさは、河岸の健全性を指標する第一の評価軸となる。しかし同時に、必ずしも形状に即して植生があるわけではなく、緩傾斜であっても多様性に乏しい湖岸植生を示す湖岸や、逆に垂直護岸の湖岸に多様な植生が見られる場合もある。実際に、3湖の湖岸の現状をまとめると、a.土砂堆積があり良好な湖岸形状と植生を有している湖岸、b.緩傾斜が存在するが植生が衰退している湖岸、c.形状には問題があるが植生状態はよい湖岸、d.矢板によりエコトーンが消失し植生も見られない湖岸に分類できる。従って、湖岸形状と植生状態は必ずしも相関せず、それぞれ独立に評価される。

そこで、水辺を評価するにあたり、形状と植生のふたつの独立した軸を設定する。図17に示したように横軸に水辺の植生、縦軸に水辺の形状をとると、健全な水辺の方向を右上に向かう矢印として表現できる。一方、湖岸を改良することによる効果の現れやすさや改良にかかる費用対効果を左上に向かう矢印として表現することができる。このグラフに調査を行った湖岸の状態をプロットすることによって、それぞれの湖岸を評価することができ、水辺の保全及び保全活動において選択すべき活動場所の指標として活用することができる。

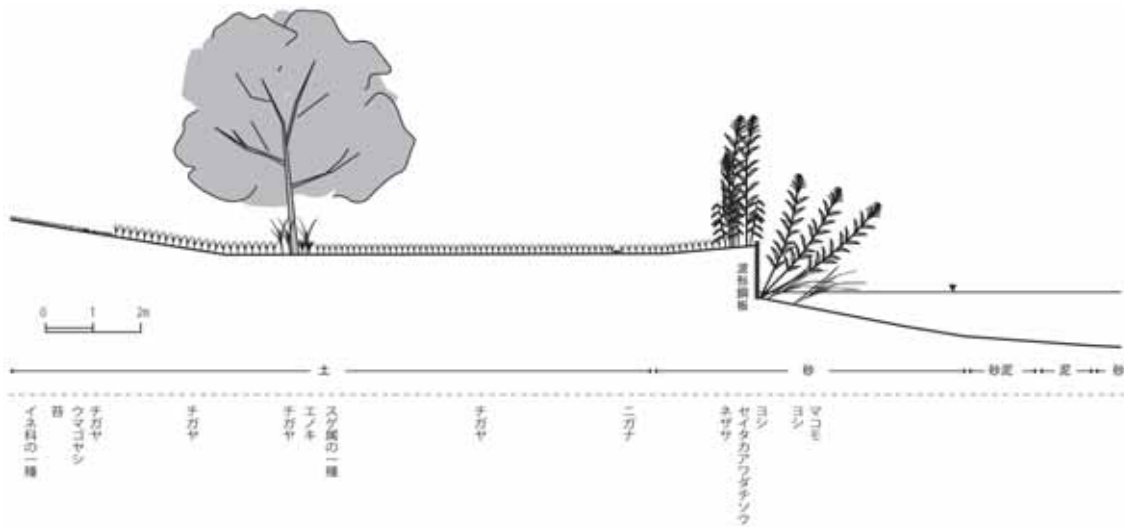


図 13．公園の周回道路の土盛りにより、湖岸の緩傾斜が失われている例（木場潟）．改修の影響が非常に分かりやすい断面となっている．

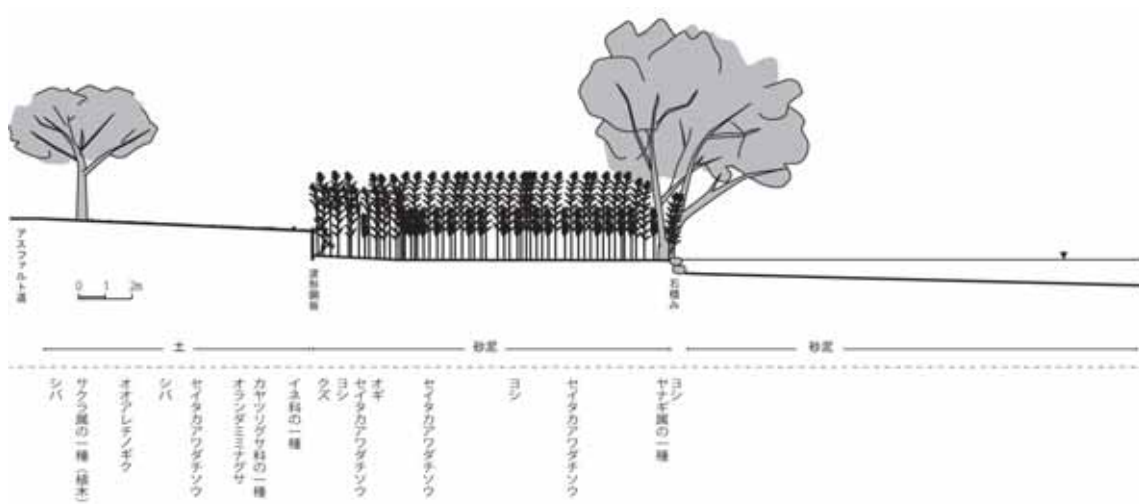


図 14．遠浅の湖岸（木場潟）．ヤナギの先が湛水域となっているが、全く植生が確認されない．ソウギョの影響が指摘されている．

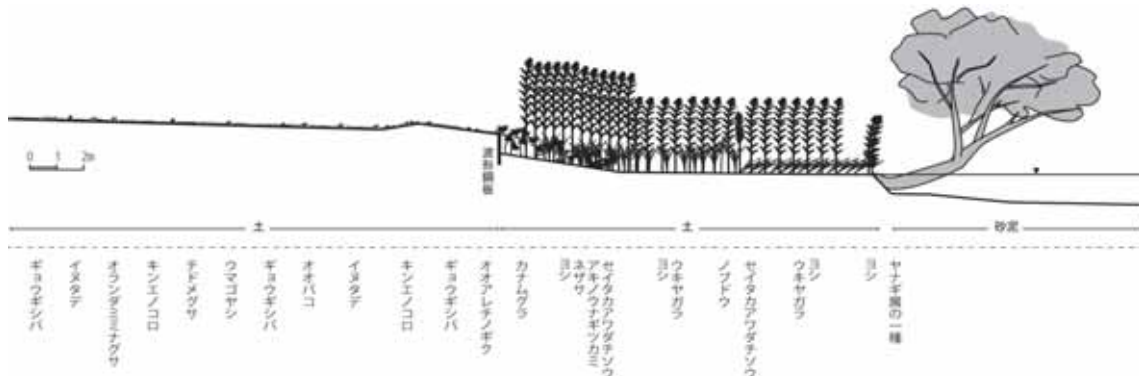


図 15．水際が洗掘され、ヤナギがほぼ水没している（木場潟）．

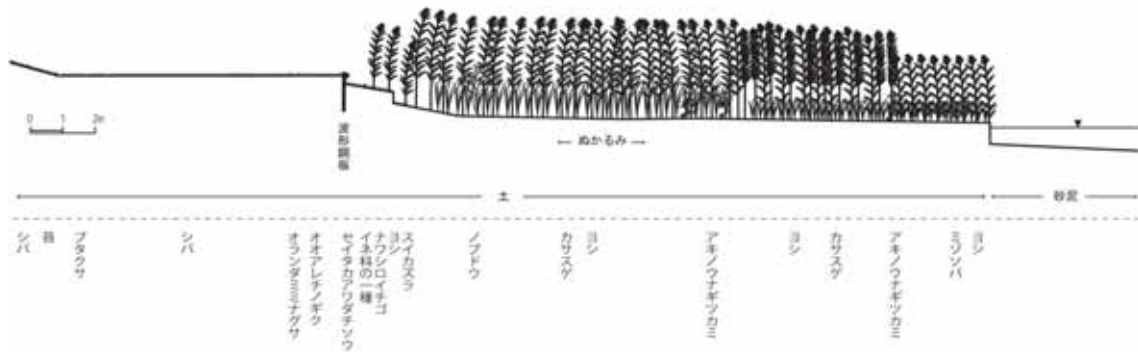


図 16．植生管理により成立していると思われる植生（木場潟）．カササゲの広い群落を確認される．定期的なヨシ刈りの効果が指摘できる

実際には、それぞれの軸の定量化は簡単ではないので、2軸によって区分される4つのブロックごとに湖岸を当てはめるのが良いと思われる．図中のA～Dで示したブロックごとの水辺の状態，それに対する改良の効果，結果としての水辺の評価を表1に示した．

区画Aは、健全性が高い水辺であり、あえて改良を行う必要が無く、現状を維持できるように保全対象とすべき水辺である．

区画Bは、水辺形状から見た場合はエコトーンを喪失しているが、実際には、希少種などの特定の植生が見られたり、多様な植生が生育する水辺であり、安定して植生が存在している水辺である．ここで、植生が生育できる条件が分かっている場合は対

応を検討しやすいが、実際には生育条件が十分に分からない場合もあり、水辺に手を加えることは現在の植生の生育条件を脅かす可能性もあるので、基本的には、植生の状態監視を続けるなど受動的な保全活動が求められる．または、例えば垂直護岸の水際などの植生が欠けている部分にのみ形状を変えない程度の付加的措置を行うなどの対策が求められる．

区画Cは、湖岸形状から見た場合は緩傾斜となっているが、実際には期待される植生が生育していない場合であり、形状以外の植生の生育に不都合な条件が存在している可能性が考えられる場合である．この場合、その阻害要因が予測でき、またそれが解消困難な場合もあるが、植生の復元の活動や湖岸形状の改良等の活動を行う上では、形状の大胆な変更が必要とされず、目標も設定しやすいため、特に市民レベルで活動を行う場合には、フィールドとして推奨される．小規模の改善により、植生の回復が図られる場合もあり、費用対効果と活動への動機付けが行いやすい場所である．

区画Dに分類される湖岸は、人工化が進み、植生の生育環境としては不健全な状態にある水辺である．従って、植生復元に効果的な改良を行うためには多大なコストが必要とされる．往々にして過去の公共事業の負の遺産の側面を持つものであることから、自然再生事業などの公共事業に委ねるべきである．ただし、費用をかけることにより必ずしも期待する効果が得られるものではなく、時間をかけた自然の回復力に期待することも選択肢として考慮すべきである．

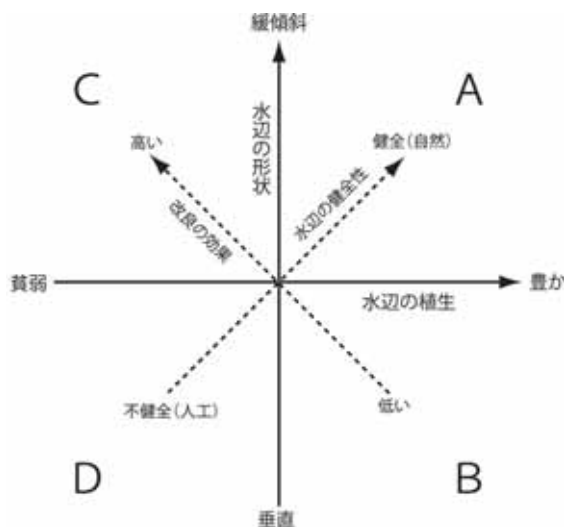


図 17．低地湖沼の湖岸形状と植生の評価モデル．

表 1. 評価モデルに基づく水辺の評価.

区画	水辺の状態	改良の効果	評価
A	健全性が高い水辺	手を加えることにより植生の生育条件がかく乱されるリスクがある	水辺の自然度が高く現状を保全すべき
B	特定の植生の生育条件が満たされているなど、植生が安定して存在できる状態	手を加えることにより植生の生育条件がかく乱されるリスクがある	植生の状態監視や現状を大きく変更しない付加的な改善措置を行うべき
C	形状以外に植生の生育に不都合な状況が存在	適切な改良により、植生の生育が改善される可能性が高い	小規模の改善により植生改善効果が得られる可能性がある(費用対効果が高い)
D	植生の生育環境としては不健全な状態	効果的な改良を行うためには多大なコストが必要である	改善には大規模な取組が必要とされる(費用をかけることにより改善効果が得られる)

評価モデルの発展

石川県だけでなく、多くの湖沼で市民主体あるいは行政主導による湖岸再生活動が取り組まれている。その際、行政主体で行われる大規模な土木事業を伴う自然再生事業においては、税金を投入することにより、地形を無視して自由に土地を造成し直すことが可能であるが、市民主体で実施する場合は、財政的に余裕が無く、また手作業が主体となることから、土地の形状を活かして省力で効果的な取組みが求められる。

また、実際には予算は無尽蔵ではないので、できるだけ効率的に自然再生が達成されることが、公共事業においても望まれる。また、ベストプラクティスを無視した事業は、無理な改変を伴う場合が多く、またその後のメンテナンスを担う主体に合わせた計画・工法となっていないために、長期的に見た場合必ずしも良い結果は得られない。本来、時間がつくる環境の多様性を短期間に模倣してつくっても、想定外の不具合やメンテナンスにおいて対応不可となることは想像に難くない。

しかし、こうした実践的な立場から取組みを効率的に行おうとする傾向は、必ずしも一般的ではない。たとえば、国が主導して全国で行われている自然再生事業をみても、その全体計画や実施計画において、現状の問題点の分析や過去の環境との比較、

それに基づく目標とすべき再生の姿についての解析には十分な労力が払われるが、どこが取り組みやすく費用対効果からみて有効性が高いのかについて分析を行っている事例は見当たらない。全般的には、理想主義に基づく総合的計画が示されていることになり、コストや取り組みの容易さ、費用効率性の分析に基づく検討は、少なくとも表面には出てこない。特に自然再生事業の中でも市民が分担する活動においては、もっとも効率的な方法に基づいた計画が示されることが求められる。

新しい水環境の健全性の指標として、環境省・大気環境局水環境課(2009)が作成した「水環境健全性指標」は、地域の住民・NPO等が活用できる指標としての位置づけをもっている。水辺にかかる指標やモデルを構築する上での新たな傾向として注目される。

なお、ここで考察した評価モデルを使用して、河北潟、木場潟、柴山潟の湖岸の評価マップが作成され配布されている。

文献

沖野外輝夫・井上博貴・川滝千香・渡辺義人・井上憲治・武居薫・中田喜三郎. 1996. 湖沼沿岸域の浄化容量. 環境科学年報 - 信州大学 -. 18:57-67.

- 川原奈苗・永坂正夫・白井伸和・高橋 久．河北潟の沿岸帯の植生 - 主に津幡川河口域周辺について - ．河北潟総合研究．10:7-13．
- 川原奈苗・白井伸和・高橋 久．河北潟の沿岸帯の植生 - 主に森下川河口域周辺について - ．河北潟総合研究．11:1-6．
- 川原奈苗・高橋 久．河北潟の沿岸帯の植生 - 新宇ノ気川河口域周辺について - ．河北潟総合研究．12:1-6．
- 川原奈苗・高橋 久．河北潟の沿岸帯の植生 - 旧浅野川河口部から大根布防潮水門南東側の湖岸について - ．河北潟総合研究．13:25-31．
- 白井伸和・川原奈苗．2005．河北潟の沿岸帯の植生 - 主に金腐川河口域周辺について - ．河北潟総合研究．8:23-30．
- 高橋 久・永坂正夫・川原奈苗．2006．河北潟における市民参加による水辺管理の実践（事例報告）．河北潟総合研究．9:59-66．
- 水環境健全性指標（2009年度版）．2009．環境省水・大気環境局水環境課．40 P．