

人工干潟の問題点と課題

PROBLEMS OF ARTIFICIAL TIDAI FLAT

花輪伸一¹・古南幸弘²

Shin-ichi HANAWA and Yukihiro KOMINAMI

¹WWF ジャパン自然保護室 (〒105-0014 東京都港区芝 3-1-14)

²日本野鳥の会自然保護センター (〒151-0061 東京都渋谷区初台 1-47-1)

Biological survey was conducted for three artificial tidal flats in Japan. As compared with natural tidal flat, artificial tidal flats are unstable in features, poor in biodiversity, and feeds fewer shorebirds. It is necessary for a principle that active natural tidal flats are strictly conserved, inactive flats are recovered, lost flats are restored, and local people are involved in planing. An environmental impact assessment and mitigation method should be conducted logically and scientifically. Recovery or restoration should be undertaken by the principles and guidelines for wetland restoration. Consensus of the stakeholders are indispensable to the decision making of tidal flat recovery plan.

Key Words : natural tidal flat, artificial tidal flat, conservation, restoration, biodiversity, consensus, local people, stakeholders, principle and guideline for wetland conservation

1. はじめに

埋立などにより自然海岸が失われた場所では、代償措置として人工海浜を造成した例がある。しかし、多くの場合は人々の憩いの場としての人工砂浜であり、渡り鳥の渡来地や底生生物・魚類等の生息地、水質浄化の場としての機能を目的とした人工干潟の例は少ない。

広島市五日市地区人工干潟(八幡川河口), 東京都葛西海浜公園(東なぎさ・西なぎさ), および大阪南港野鳥園(西池, 北池)は, 生物の生息地としての干潟の造成が主要な目的とされ, 造成後も生物や底質などに関する調査が継続されたことから, この3地域の人工干潟について, 1998年5-7月に現地調査, 文献調査を行った。その結果をもとに, 人工干潟の問題点と今後の課題について述べる。

2. 人工干潟の実例

(1) 広島市五日市地区人工干潟(八幡川河口)

広島市五日市地区の八幡川河口では, 港湾計画による干潟埋め立ての代償措置として, 1987年から1990年にかけて, 幅250m, 長さ1,000m, 面積24haの人工干潟が造成された。1991年から92年までの調査¹⁾では, 以下のような報告がなされている。

人工干潟は造成後20-40cm程度沈下しており,

波浪や台風により侵食された部分もあり, 堆砂がみられる部分もある。粒土組成は, 礫20%, 砂76%, シルト・粘土4%であった。干潟の底生生物の平均現存量は829g/m²であり, 水質浄化量は, 底生生物現存量をもとにCOD除去量と有機物除去量として計算すると1,000g/m²/年を越え, 自然干潟を大きく上回る結果が得られた。鳥類は, 工事期間中は減少していたが, 造成2年目には種類数, 個体数とも以前と同様の数になった。

一方, 同一地域の1997年度の調査報告²⁾では, かならずしも上記と同一の視点や調査・分析方法を用いているわけではないので, 直接比較するのは困難であるが, 以下のような記述がみられる。人工干潟の栄養状況は, 底質の硫化物量, COD量でみると全域が貧栄養域に相当し, 粒土組成では瀬戸内海の一般海域に近い底質となっている。底生生物は, 干潟高部(陸側)が貧栄養域, 低部(海側)が富栄養域に相当する種類構成を示している。なお, 隣接する八幡川河口干潟では, いずれも富栄養域の様相を呈している。

底生生物の現存量は, 1992年から97年までのデータがグラフで示されている²⁾。これによると, 干潟低部では, 現存量は春夏に大きく秋冬は小さいという季節変動があり, 1993年, 1996年には5,000-6,000g/m²という高い数値が得られているが, 1996年10月以降は700-800g/m²と小さな値が続い

ている。干潟の中部，高部では 1995 年以降現存量が小さくなり季節変動も明瞭ではなくなっている。

水質浄化量は，前述の調査¹⁾と異なり人工干潟の不攪乱底砂を実験室に持ち帰って測定している。その結果，人工干潟の浄化能は窒素が $0.103 \text{ g/m}^2/\text{日}$ ，リンが $0.008 \text{ g/m}^2/\text{日}$ で，自然干潟の東京湾三番瀬と比較すると，それぞれ 57.5%，30.3% であり大きく下回った。

鳥類については，シギ・チドリ類，ガンカモ類ともに個体数が減少し人工干潟の利用率が低下している。1983 年と 1997 年の調査結果を比較すると³⁾、⁴⁾，主要な種類では，ヒドリガモ，ハマシギが約 4 分の 1，コサギが 5 分の 1 に減少している。ユリカモメは 30% 減程度である。

筆者らによる 1998 年 5 月の現地調査⁵⁾では，以下のような状況であった。造成後 7 年を経過した人工干潟では，地盤沈下と波浪による浸食が進んでおり，5 月 26 日の大潮干潮時（潮位 -12cm）には造成当時の面積の約 3 分の 1 程度しか干出しなかった。干出部の底質は大部分が砂礫で粒径が 2 mm を越えるものが多い。2 mm メッシュの篩いを用いて採集した底生生物の現存量は，3 地点（各地点 3 サンプル）のそれぞれの平均値でみると， 530 g/m^2 ， 460 g/m^2 ， $1,359 \text{ g/m}^2$ であった。これは，1992-97 年のデータ²⁾に示されている現存量の最大値の 5 分の 1 から 10 分の 1 程度である。

広島市五日市地区の人工干潟は，完成直後から始まった地盤沈下（年間 15-20cm，干潟造成のために積み上げた土砂自体の重量による），台風（1993 年）や波浪による砂泥の流失によって底質は礫が多くなり，面積もかなり縮小している。底生生物は，造成直後 2-3 年間はアサリが多量に生息し，現存量や水質浄化能は自然干潟より高いという調査結果が得られている。しかし，面積の縮小，底質の礫化などによって，底生生物の現存量は小さくなってしまったと考えられている。1996 年には中央部に山砂を 12,000t 補給し，干潟の回復を図っている。

以上のことから，この人工干潟は，地形的にも生物的にも安定した状態には到ってないと言えるだろう。

渡り鳥，特にシギ・チドリ類の渡来地としての視点で見ると，食物となるゴカイ類や小型カニ類などが少なく，干出する面積も時間も，数十羽から数千羽で渡りをする鳥類にとっては狭すぎると考えられる。実際，最近ではシギ・チドリ類の種数，個体数はともに少ない。一方，この点については，干潟全域のベントスの分布や量，粒土組成，干出時間と関係する地形変化などについて面的に把握し，評価検討する必要が指摘されている¹¹⁾。シギ・チドリ類が生息できる干潟への環境改善が期待される。

なお，人工干潟造成の費用は，24ha の干潟を造成するために，総事業費として約 42 億円を必要

とし，その後の調査やメンテナンス等に年間約 4 千万円が使われた。

（2）葛西海浜公園（東なぎさ・西なぎさ）

東京湾には，明治後期には 136 k m^2 もの広大な干潟があったが，昭和 50 年代後半には埋め立て等によりわずか 10 k m^2 にまで減少している。東京都江戸川区地先でも干潟が埋め立てられ，その代償的な意味で沖合に人工干潟・海浜が造成された。東なぎさは 1983 年に浚渫砂泥により約 30ha，西なぎさは 1988 年に山砂で約 38ha が造成され，東なぎさは自然生態系保全のため立入禁止，西なぎさは橋がかけられ市民のための親水海域として利用されている。

葛西海浜公園地区では，人工干潟造成以前から東京都環境科学研究所によって底生生物や水質，底質などの調査が行われている。また，東京湾の自然干潟との比較調査も行われている。同研究所年報や関連する報告書⁶⁾、⁷⁾、⁸⁾によれば，底生生物の種類数は東なぎさで 17 種，西なぎさで 19 種であり，干潟造成後 7-11 年経過しても，造成前の 1973 年における同地域の 26 種には回復しておらず，年ごとの変動も大きい。また，底生生物の現存量は，東なぎさの方が西なぎさより多い傾向があるが，両なぎさとも造成前の現存量には回復していない。底生生物による水質浄化量は，1988 年から 4 年間の平均で，東なぎさが 77 g/m^2 ，西なぎさが 37 g/m^2 であった。なお，自然干潟の千葉県盤洲干潟は 151 g/m^2 ，三番瀬は 75 g/m^2 の年間平均浄化量が測定されている。東なぎさは三番瀬と同等の数値となっている。

鳥類については，種類数は，造成前の 1973 年の 20 種から徐々に増加し，1992 年以降は 40 種前後で安定している。個体数は，造成中の 1978 年の 1,000 羽未満から全般的に増加している。特に，秋冬期にはガンカモ類，ハマシギ，ユリカモメなどが年によって 15,000-17,000 羽確認されている⁷⁾。

筆者らの 1998 年 6 月 10 日の調査⁵⁾では，1 mm メッシュの篩いを用いて採集した底生生物の現存量は，3 地点（各地点 2 サンプル）のそれぞれの平均値でみると， $1,697 \text{ g/m}^2$ ， 301 g/m^2 ， 93 g/m^2 であった。現存量の最も高い数値は，殻径 3-4cm のシオフキガイが 18 個含まれていたことによる。この地点は当日の低潮線付近であり，陸側に入るとシオフキガイは少なくなり，高潮線付近ではみられず，ゴカイ類が多くなっていた。

鳥類は渡りの時期を外れていたもので，シギ・チドリ類，ガンカモ類はほとんど見られなかったが，休息中のカワウが約 5,000 羽観察された。

東なぎさ，西なぎさの前面（南側）には広大な自然干潟である三枚洲があり，両なぎさの底生生物の供給源となっている可能性が高い。また，シギ・チドリ類にとっても三枚洲の存在が大きく，自然干潟と人工干潟の両方を生息場所としていることが考え

られる。

東京都葛西海浜公園（東なぎさ・西なぎさ）は、地形的には安定しているように見える。立入禁止の東なぎさでは、陸側にヨシ原が発達し、平坦な干潟には滞筋ができるなど、景観的にいい状態になりつつある。西なぎさでは、砂中のシルト・粘土分を低減する養浜工事が行われ、海辺環境を楽しむ利用者も多い。しかし、底生生物の種数、現存量については造成以前の状態には回復しておらず、変動もかなり大きいとみられている。特に、年によって異なった種類の二枚貝が大量に出現することがあり、これは二枚貝の幼生が外部から供給されることによって一時的に復活するためと考えられている¹²⁾。特に、両なぎさの前面には、三枚洲と呼ばれる浅海域が広がり、一部に自然干潟もあることから、底生生物の幼生は容易に供給されると思われる。一方、大きく変動する理由としては、この地域が荒川、江戸川放水路の河口に位置するため、河川水により塩分濃度が低く、洪水時にはほとんど淡水化すること、また、青潮の発生による底生生物の大量死滅が起きている可能性がある^{8), 12)}。しかし、90%以上の干潟が失われ、シギ・チドリ類の渡来数も10分の1に激減した東京湾では、両なぎさは貴重な地域である。そのため、湾奥の干潟の回復を目指し、基本的な構造をより多様性のある湿地や干潟へ変更すべきとの指摘がなされている¹²⁾。

(3) 大阪南港野鳥園（西池、北池）

大阪湾においても埋め立てが進み、現在では自然の干潟はほとんど残されていない。かつてはシギ・チドリ類の渡来地として知られていた住吉浦も、港湾整備のために埋め立てられた。南港野鳥園は、埋め立て地に造成された野鳥の生息地であり、1983年に開園している。当初、淡水池（南池・北池）と海水池（西池）の合計12.8haから成っていたが、1995年に改修工事が行われ、海水の入る西池と北池が連結され干潟部分が拡張された。海水の流入流出は、15本設置されたヒューム管によるが、外海側には捨て石が積まれており、海水はその間隙を通過している。この点が、五日市および葛西の人工干潟と大きく異なる。なお、干潟の大部分は海水が導入されてから3年目（調査当時）であり、それ以前は淡水池であった。

筆者らは、1998年7月4日に3地点で底生生物調査を行ったが⁵⁾、湿重量は、22.4g/m²、1316.8g/m²、+g/m²（微量のため計量不能）と大きなばらつきがあった。造成後、海水池の古い部分で15年、新しい部分で3年が経過したのみであり、干潟が発達するにはまだ時間の経過が少ないと思われる。しかし、海水が捨て石の間隙とヒューム管を通じて供給されること、また、干潟表面から40cmのところに基底土（浚渫泥）流出防止のための樹脂製ネット

が設置されていることなどが影響している可能性もある。また、干潟表面から数mm下に厚さ3-4mmの黒色の還元層が見られるところが多いことから、酸素の供給が少ないことが考えられる。

シギ・チドリ類は、1996-98年には、23-33種、総個体数は、春期に824-1278羽、秋期に575-727羽が記録されている⁹⁾。

大阪南港野鳥園は、住吉浦の干潟がすべて埋められた後、埋め立て地に造成された鳥類の生息地である。そのため、外海とは堤防で区切られ、海水の流入流出はヒューム管を通して行われている。このような構造と改修後の時間的短さから、底生生物相および生物量には場所的なばらつきが大きく、相対的に少ない。しかし、人工干潟の構造改善が図られており、規模と環境に見合った生物量、鳥類の渡来数が期待される。また、この野鳥園では公園管理者とボランティアが連携して環境管理、普及教育を行っている。

3. 人工干潟の評価

以上のことから、わずか3例であり例数が少ない、また、調査当時、造成から数年ないし10数年の時点でのことであるという問題はあがあるが、人工干潟と自然干潟の違い、特に、問題点として、一般的には次のことが指摘できるだろう。

人工干潟は、①面積が狭い、②地形・底質が不安定、③生物の多様性が低く、底生生物の種数・現存量とも不安定、④食物となる底生生物が少なく、シギ・チドリ類の飛来数が少ない、⑤有機物・COD除去の水質浄化能力が低い、⑥後背湿地やアシ原、前面の浅場や藻場とのつながりががない、⑦造成と維持に莫大な経費がかかる、⑧造成用の砂泥の採集が二次的環境破壊をもたらす。

これらの点を考慮すれば、人工干潟はほとんどすべての面で自然干潟におよばないと言えるだろう。特に、生物多様性とその安定性においては、自然干潟がまさっている。また、面積は大きな環境要素であり、自然干潟の代償とするなら、人工干潟の質が劣る分をより広い面積にすることでカバーしなければならない。しかし、人工干潟の造成には、面積30ha前後のものでも、総事業費として数十億円から数百億円を必要とし、その後のメンテナンスにも年間数千円を必要とする。現存する自然干潟を埋め立て、一方で、莫大な費用を必要とする人工干潟を造成することは、費用対効果からみると割の合わないものであることは明らかである。面積を狭くすれば少しは安上がりになるかも知れないが、干潟としての構造と機能は期待できず、かえって無駄遣いになるだろう。広大な自然干潟を壊して、小さな人工干潟を造成することは、まったく合理的ではない。

ただし、筆者らは、すべての人工干潟の造成を否

定しているわけではない。コンクリートやテトラポットで覆われ、人々が近寄れず生物も住めない海岸線に、ふたたび自然を取り戻すためには、人工干潟の造成はむしろ有効な方法であると考えている。広島県と東京都、大阪府における3つの人工干潟造成の例は、当時の社会背景の下では、行政当局の相当な努力があったことは間違いなく、失われた干潟を復元するということが、今日的にも大きな意味を持っている。また、住民参加の下で環境教育などに活用されることは、たいへん意味のあることである。

しかしながら、注意すべきことは、人工干潟の造成という環境復元の手法を、現存するアクティブな自然干潟を埋め立てるための理由に使ってはならないということである。「人工的なものは、しよせん人工物であり、万年の単位を要して形成された自然環境のすべてを用意できるわけではない。今ある干潟を大切にし、その上で自然回復に、人間が何の手伝いをできるかを考えた上で、人工干潟の問題を取り扱うべきである」¹³⁾。

4. 今後の課題

(1) ミティゲーションの手法

環境保全に関する世論の盛り上がり、環境NGOや市民による干潟保護運動の結果、埋立等の開発の際に、出島方式により海岸線を残す(博多湾人工島-工事中)、人工干潟を造成する(名古屋市藤前干潟-中止)、海草藻場を移植する(沖縄県泡瀬干潟-着工)など、ミティゲーションとして何らかの代償措置が計画されたり、実行される例が出てきた。しかし、このような代償措置とその手法には大きな問題が含まれている。

ミティゲーションの定義は、環境影響を、(1)避ける(avoid)、(2)最小化する(minimize)、(3)矯正する(rectify)、(4)減少(reduce)か消去(eliminate)する、(5)代償措置を行う(compensate)とされている¹⁴⁾。そして、ある開発行為を行う場合には、この順番で検討されなければならない。つまり、環境アセスメントにもとづき代替案を検討したが、それが該当地でなければならないという証明がなされた後、順次、次善の策を検討するということである。しかし、多くの場合、この手順にしたがって代替案や次善の策が検討されることはなく、いきなり代償措置に飛躍する例がほとんどである。これは論理的、科学的な態度とは言えない。

また、ミティゲーションの基本は「No net-loss」、つまり開発による生態系の損失を、生物生息環境の人為的創出により実質的に補うことである¹⁵⁾。「環境影響評価法」でも、第三条において、国、地方公共団体、事業者および国民は、環境への負荷をできる限り回避し、または低減すること、その他の環境保全についての配慮が適正になされるよう、それぞ

れの立場で努めなければならないとされている。まずは、自然干潟の埋め立て回避の努力をすべきなのである。

(2) 自然再生型公共事業のあり方

埋立、干拓、ダム・空港・港湾建設など、従来の大規模開発型の公共事業は、環境に対するダメージからも、国家規模の経済的な落ち込みからも、実施するのが困難になっている。一方、首相の諮問機関である「21世紀『環の国』づくり会議」(2001年)は、衰弱しつつある日本の自然生態系を健全なものよみがえらせることを目的に、自然再生型公共事業を提言している。その結果、国土交通省、環境省などにより、東京湾の蘇生や釧路湿原の直線化された河川の自然復元など、いくつかのプロジェクトが行われようとしている。人工干潟の造成も、その目玉商品として登場することになるだろう。

しかし、人工干潟の造成を含む自然再生型公共事業については、そのあり方について大いに警戒し、批判する必要があると思われる。その理由は、政府と官僚、政治家、土木建築業界が、これまでの大規模公共事業による自然破壊や生態系の攪乱に対して、何の反省も行わず、責任もとらず、従来「自然破壊型」公共事業を「自然再生型」に取りかえるに過ぎないのではないか、という心配を捨て去ることができないためである。また、自然再生を言いながら、一方では、川辺川ダム建設や諫早湾干拓事業などのような環境破壊型公共事業を継続しようとする姿勢を改めないこともその理由のひとつである。

自然再生を掲げるのであれば、干潟復元、再生の場合には、少なくとも、①現存の干潟は保全する(開発しない)、②機能低下した干潟は回復させる、③埋め立て等により失われた干潟はできるだけ復元、再生する、④必ず地域住民等の利害関係者の参加で計画を立てる、などの原則を政策として確立しておく必要があるだろう。

(3) 湿地復元の原則と指針

湿地の生物多様性の保全と賢明な利用を目標とする国際条約に「ラムサール条約」がある。その科学技術レビューパネルの湿地科学者の会代表をつとめるビル・ストリーパー博士(プリティッシュ石油アラスカ主席環境研究員)は、日本湿地ネットワークの招待で来日し、湿地復元の原則として以下の9点を指摘した¹⁶⁾。

- ① 計画は集水域レベルで行われるべきである。
- ② 計画は水資源の配分原則を考慮すべきである。
- ③ 計画には地域共同体を参加させるべきである。
- ④ 復元の約束と価値の高い自然湿地を引き替えにすることは回避すべきである。
- ⑤ 復元のためには長期間の管理が必要である。

- ⑥ 融通のきく管理の原則を採用すべきである。
 - ⑦ 計画に際しては自然の過程を考慮すべきである。
 - ⑧ 慎重に計画することによって、好ましくない副次的な影響が現れる可能性を抑えることができる。
 - ⑨ 復元の成功には、湿地復元事業の目標、目的および到達基準を明確に理解することが重要である。
- また、指針として、計画の目標・目的・到達基準

の設定から計画の成功に至るまでの詳細なフローチャートを示した(図1)。さらに、まとめとして湿地復元の最も重要な一般化として以下の2点を上げている。

- a) 良質の自然湿地は、復元された湿地では置き換えることができない。
- b) いかなる湿地復元計画においても、最も重要なステップは、非常に明確かつ具体的な目標、目的および到達基準を作ることである。

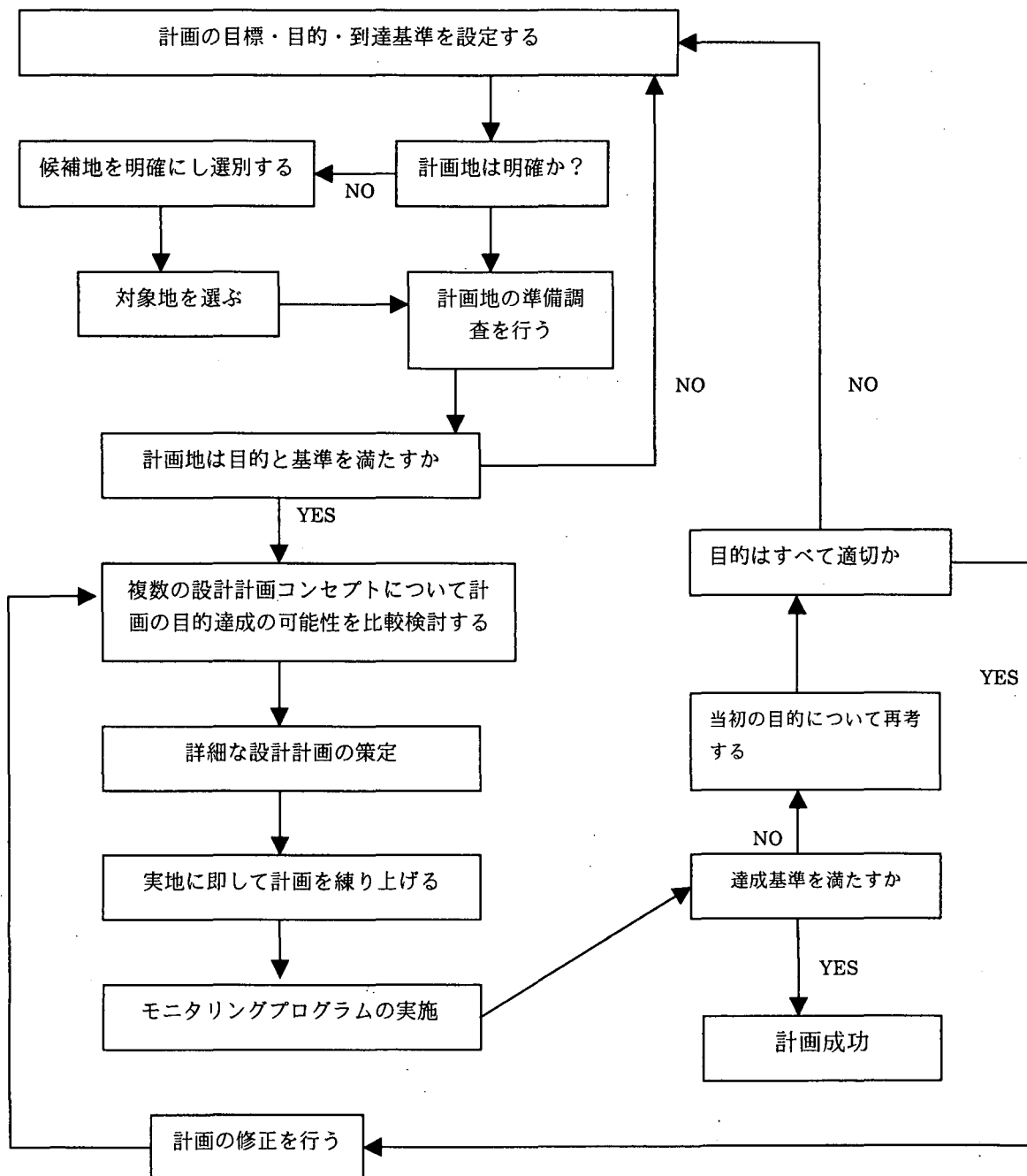


図1. 湿地復元のための指針 (Bill Streever).

これらの原則と指針は、人工干潟の造成を計画するに到った場合には、大いに有効なものとなるだろう。逆に言えば、このような原則と指針に従わない限り、人工干潟は成功しないだろう。

(4) 人工干潟に関する合意形成

我々が、まず理解しなければならないのは、現存する自然干潟を埋め立てる口実として人工干潟を計画、造成してはならないということである。人工干潟計画が合理性、正当性を持つのは代償措置としてではなく、過去に埋め立てられてしまい、干潟が失われた場所で復元を計画し、実行する場合である。現存の干潟は、極力、保全すべきである。また、環境の悪化により活力の低下した干潟（富栄養化が進み、還元層が発達して、底生物や魚類、鳥類が減少している場合など）については、人工干潟による復元の前に、原因を究明して対策を講じ、活力を取り戻すのが先であろう。

人工干潟計画や回復計画を立てる場合には、地域住民、漁民、農民、土地所有者、商工関係者、環境NGO、自治体などの利害関係者、環境の専門家や研究者の関与が必要である。計画段階から情報を公開し、関係者の意見を聞き、計画を修正し、合意形成を図りながら進める必要がある。このような方法を用いると、いろいろな分野からの意見や知識、知恵を集めることができ、結果的に失敗する確率を減らすことができるだろう。政府や自治体のみが、他の利害関係者と相談せずに進めた開発計画は、今日では、環境を破壊したり、費用対効果が悪かったりすることが明らかであり、地域住民や環境NGOなどの強い反対にあうことが多くなっている。はじめから情報を公開し、関係者の意見を聞き、修正すべき点を直し、場合によっては中止するという選択肢を準備しておけば、事前に解決できる問題も少なくないはずである。

環境問題において、ある政策を進めようとする場合に、情報をすべて公開し、地域住民や先住民などの利害関係者の参加を得て、合意形成を図っていくべきであると、ラムサール条約などの国際条約の勧告にうたわれるようになっており、これが国際合意になっているのである。

謝辞：3か所の人工干潟調査は、「人工干潟実態調査委員会」として、筆者らの他に、辻淳夫、小島健仁、鈴木晃子、加藤倫教、伊藤恵子（以上、藤前干潟を守る会）、吉田正人（日本自然保護協会）の各氏とともに行われた。今回のまとめにあたり、同委員会の

「人工干潟調査報告書」（コピー資料）を活用させていただいた。厚くお礼申し上げる。

参考文献

- 1) 今村 均：人工干潟の造成による環境保全対策－生態系と生息環境の追跡調査事例－，用水と排水(36)1, pp.33-39, 1994.
- 2) 広島県広島港湾振興局・復建調査設計株式会社：五日市地区港湾環境整備事業人工干潟追跡調査委託，1998.
- 3) 広島県：八幡川河口域水鳥生態調査報告書，1984.
- 4) 日本鳥類保護連盟広島県支部：広島港五日市地区港湾整備事業に係わる鳥類等の生息変動影響調査，1997.
- 5) 人工干潟実態調査委員会：人工干潟調査報告書（広島市五日市・東京都葛西海浜公園・大阪府南港野鳥園），コピー資料，1998.
- 6) 木村賢史：人工干潟（海浜）の水質浄化機能(1)，水 36(6)，pp.23-36，1994.
- 7) 木村賢史：人工干潟（海浜）の水質浄化機能(2)，水 36(8)，pp.20-29，1994.
- 8) 木村賢史：葛西人工干潟における自然浄化能力，水 38(9)，pp.101-107，1996.
- 9) (財)大阪港開発技術協会：大阪南港野鳥園ガイドブック，1989.
- 10) 日本湿地ネットワーク・シギ・チドリ委員会：シギ・チドリ類全国カウント報告書，1996-1998.
- 11) 今村均・細川恭史：沿岸生物環境の再生・創造のための人工干潟造成，第33回水環境学会セミナー資料，pp.129-139，1998.
- 12) 風呂田利夫：海岸環境の修復，東京湾の生物誌，pp.202-218，築地書館，1997.
- 13) 風呂田利夫：人工干潟は自然を取りもどせるか，入浜権－海岸線を守る手づくりの思想，ジャパン・パブリッシャーズ，1977.
- 14) 磯部雅彦：米国のミティゲーションの動向と日本への適用における課題，海岸工学論文集 43，pp.1156-1160，1996.
- 15) 風呂田利夫：自然は戻るのか？，東京湾の人工海浜批判と提案，水情報 18(5)，pp.14-17，1998.
- 16) 日本湿地ネットワーク：三番瀬・ラムサール条約の提案する「湿地復原の原則と指針」，Dr. + Bill Streever 来日講演会資料，2002.