

## 身近な森と川と海の再生について1（海の再生 17.2）

船本 浩路

### ●海の再生

前回までは森・川・海のつながりを中心にお話してきましたが、今回からは私たちの身近にあるどちらかといえば劣化している森・川・海をどう再生していくのかということについての最近の動きなどを紹介したいと思います。再生という言葉が最近をよく耳にします。日本再生、地域再生、都市再生、金融再生、産業再生、経済再生、教育再生、医療再生など…。日本から元気がなくなってしまってからほんとにたくさんの再生という言葉が出てきました。自然に関しても再生という言葉が頻繁に使われだしていますがその言葉にまったく違和感がありません。むしろ期待感を持つほどです。一昨年には自然再生推進法（平成15年 <http://www.env.go.jp/nature/>）という法律までできてしまいました。今回は、私たちの身近な海である大阪湾の再生に関する情報を提供します。

昔の大阪湾は今の大阪湾とどこが違っていたのでしょうか。皆さんはどう思われますか。今の大阪湾は水が汚れてしまった。赤潮や青潮（参考1）がよく発生するようになった。砂浜が無くなってしまった。生き物が減ってしまった。まとめて表現すると海らしさがなくなったという言葉に尽きるのではないのでしょうか。

### ●大阪湾の渚

渚は広大な海にあってはほんの一部ですが、私たちが海と触れ合うことができる最も身近な場所であるとともに私たちの生活に関わりがあった場所です。身近に渚のあった大阪湾は今どのような状態なのでしょう。下図の写真に示したように今の大阪の海は「コンクリートの向こうに海があった」という表現がピッタリするように、垂直護岸とテトラポッドの殺風景で情緒のない海、地域に住む人々にとって自分たちの生活から切り離されて立ち入れない海、あるいは大変縁の薄い海に変わっています。かつての大阪湾（大阪府側）は一部の磯海岸を除いてすべてが砂浜海岸でした。そしてその海岸沿いには多数の松が植えられ、いわゆる「白砂青松」の海岸を形成していました。白い砂浜に青い黒松の茂る渚は、当時の住民にとっては海を感じる大切な場所であったに違いありません。また、松林と一体となった遠浅・白砂の海水浴場は多くの子どもたちの海との交流の原点となった所とも言えるでしょう。もう、かつての砂浜は大阪湾には残っていないのでしょうか。



百人一首に歌われたかつての高師浜・沖の埋立地先

大阪湾の歴史を調べる中で、甲子園浜（写真参考）は埋立てを免れた数少ない砂浜の一つであることがわかりました。兵庫県による浜の埋立て計画（224ha、甲子園球場の57個分）に対して地元の人たちが「自然を残そう」と反対運動を始めました。市長室前で100日も座り込んだとのこと。1977年、県を相手取って計画の取り消しを求める訴訟を住民2004人で起こし、5年に及ぶ裁判で譲歩を引き出し、和解しました。埋立て地は、浜から500m沖に離して島状にし、面積は80haと半分以下に縮小されました。浜はかろうじて



甲子園浜

残りました。現在は環境学習のため浜を訪れる小学生は年間1万人にのぼります。遊歩道を朝晩散歩する人、干潟の渡り鳥に双眼鏡を向ける人、磯遊びの親子連れ、ボードセーリングの人気スポットでもあります。

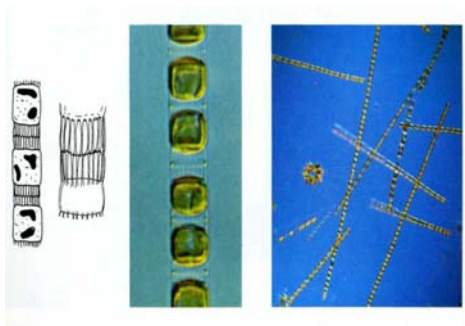
堺市にも浜寺というすばらしい白砂青松地がありました。しかし甲子園浜とは対照的に地元の反対運動もなく埋立てられて砂浜は消失し、今は海岸と切り離された松林と海水浴場の代償としてのプールが残っています。今、当時埋立てられた土地に遊休地が見られることを考えると、たったの40年の寿命のために大きな犠牲を払ったものだと言いたくもありません。浜を失って40年、各地で日本の原風景が消滅していく中で、砂浜と松林がセットになった「白砂青松」が日本の美的風土、先人の遺産として非常に重要であることが認識されたのか、もう一度砂浜を復活しようという動きが地元浜寺地区から出始めています。幸いにも残った松林の前が幅約200mの水路になっており、ここを砂浜にしようじゃないかと地元の人々は考えています（別添パンフ参考）。技術的にも問題はないと思うのですが、各地の事例を見ると造成費がとてつもなく高いのです。1m<sup>2</sup>あたりおおよそ約2万円といわれています。仮に100mの幅の砂浜（沈む部分を含む）を1km作るには約20億円になります。

ところで、大阪湾に限らず日本の渚にはなぜ松があったのでしょうか。そして、なぜ白砂青松が親しまれるようになったのでしょうか。小田隆則さんの著書「海岸林をつくった人々」の中で白砂青松は『江戸時代から全国各地で本格的に砂防のために松林の植林が始まりました。スギ、ヒノキ、竹類など実に30種類を超える植物が試行錯誤的に植えられましたが、高木性の樹木ではクロマツしか育たなかったのです。他の木は厳しい塩害に耐えられなかったのでしょうか。白砂青松という言葉はもともと造園の技法からきたものです。海辺の砂として白い洲などをつくって松をあしらうのが日本人に賞賛されていたのでしょうか。「白砂青松」と形容する場合、「白砂」にも「青松」にも、それぞれ条件があります。「白砂」は花崗岩を母材にした砂粒群（瀬戸内地方や三河地方などの花崗岩が多く分布する地帯）でなければならぬし、「青松」は松の大木が適度な間隔で生育し、それぞれが枝振りを競っているものでなくてはなりません。また、景観上、むさくるしい下草などが生えてもいけません。また白砂青松の地で共通

していることは波静かな内湾に位置している砂丘上に成立していることです。』と示されています。大阪湾の松原は、波静かな内湾に位置しています。砂は花崗岩でできた六甲の山々のからも供給されていることもあり、白砂青松の条件を十分満足していたのでしょね。

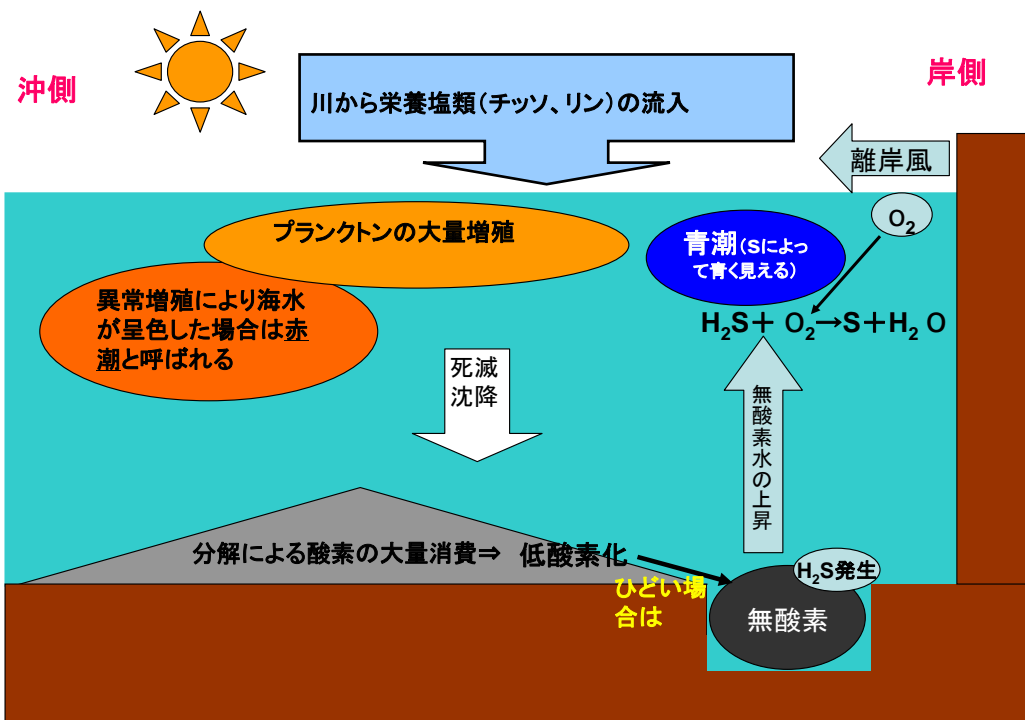
### ●大阪湾の現状の生態系

次に海の中はどうなっているのでしょうか。大阪湾の海の色は特に夏場にかけて茶色っぽく見える時が多く、青い海のイメージはありません。これは大量に増殖している植物性プランクトン（右写真参考）の影響です。我々は青い方が気持ちよく感じますが、漁業者からは「大阪湾はこの色の海があつてこそたくさんの魚が獲れるんや、豊かな海なんや」という声が聞かれます。昔から大阪湾は淀川や大和川が多く栄養素を運んでくれていたので豊かな海でした。現在の大阪湾も茶系の色をした珪藻類に代表される魚のエサの素となるプランクトンが豊富で、生物生産が活発なため多くの漁業生物が捕獲されており、豊かな海には変わりありません。その証に単位面積あたりの漁獲量は日本でもトップ級にあります。

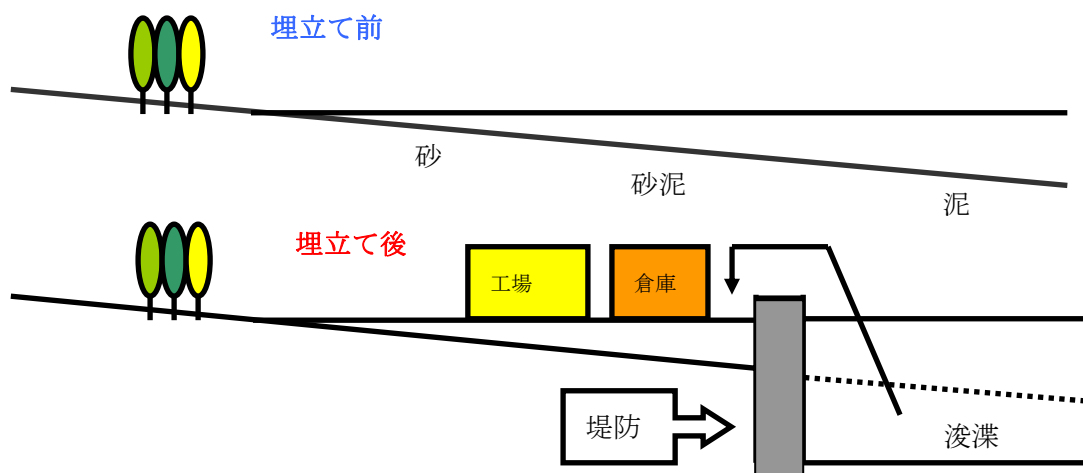


珪藻類（スケルトネマ）「神戸港のプランクトン」神戸市立教育研究所から抜粋

しかし沿岸域の埋立てにより浅海が消失したことや、大量の有機物を陸域から流し込んだことによって栄養過多になりすぎたことで、生態系としては非常に不安定な状態になっています。特に、栄養過多（富栄養化）によるマイナス面の影響が大きいのです（次ページ図参考）。その悪例が赤潮です。赤潮に代表されるプランクトンの異常増殖は海にどんな悪さをするのでしょうか。それ自体に毒があるプランクトンもいるのですが、毒がなくても大量に増えること自体が問題となります。大量に増えたプランクトンはやがて死滅し海底に沈みます。死んだプランクトンは細菌によって分解されますが、その時大量の酸素が使われ、水中、特に海底付近では酸素が非常に少なくなります（貧酸素化）。酸素がなくなれば生き物は生きていけません。特に夏場は、植物プランクトンの増殖が活発なうえ、海域に成層（表層が温ためられ下層との温度差が大きくなり水温の壁のようなものができる）ができて上下層の海水が混合されにくくなり、海底付近の貧酸素水塊が消失しにくく、せっかく春や秋に生まれた生命がこの時期に死滅することが多いのです。また魚が多量に獲れると前述しましたが、いろんな種類の魚が多く獲れるわけではなく獲れる魚種に偏りがあります。実際には表層から中層に生息している魚種が多くを占めており、底生魚や貝類は海底の環境悪化で少ししか獲れていません。



次に浅海を埋立て、垂直の護岸にしてしまった結果はどうなったのかを見てみましょう(下図参考)。もともと大阪湾は砂質で遠浅の海が続き、その沖は泥場になっているのが一般的です。埋立ては沖の泥等を岸側の浅場の砂質の海底の上に積み上げていくのですから、岸近くの砂場はなくなり、その先は急深の泥場の海になります。



この結果、砂場の喪失、急深化、泥場の拡大が生じます。つまり多様な生息場の喪失です。特に浅場を利用する稚魚や貝にとっては大きな打撃です。事実、一般的に浅海の砂質に生息しているキスやカレイ、アサリなどは垂直護岸の湾奥部ではほとんど見られません。これにかわって稚魚期に浅場を必要としないアナゴやシャコが獲れています。この急深の海

で富栄養化が進みますと、深場であるため海水の上下層の混合が非常に起こりにくく、前述したような海底の貧酸素化に一段と拍車がかかり、最悪の場合完全に無酸素の海となり、青潮（参考1）と呼ばれる現象が起こるリスクが高まるとともに、陸域から河川を通じて流入した非溶存性の有機物が海底に蓄積しヘドロの海となっていきます。

## ●大阪湾の自然再生

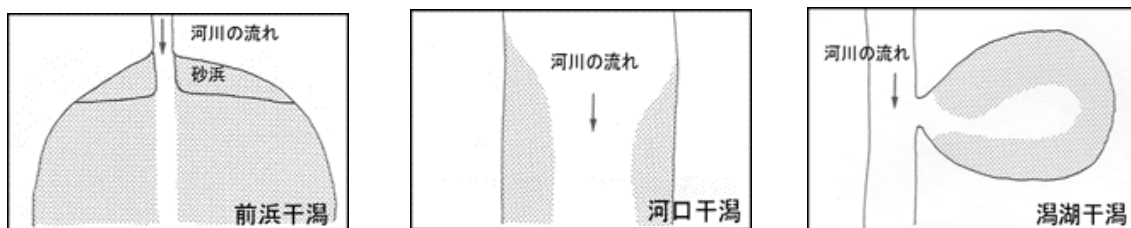
戦後の経済発展の犠牲になってきた大阪湾をなんとかして豊かで美しい海に再生しようという動きが出てきました。とくに白砂青松の海岸で泳いだ経験のある世代にその気持が強く出ています。かつての大阪湾のような自然環境を再生することが大きなテーマですが、一度破壊された自然が簡単に戻ることはありません。20年から50年の長いスケールで進めていくことが必要です。再生を推進する中で、まず取組まなければならないのは引き続き水質の改善です。工場排水の規制強化や公共下水道の普及で一時よりは良くなりましたが、まだまだCOD（プランクトンそのものが値を高くしている）、窒素(N)、リン(P)は高い状態で推移しています。この中でもこれからは富栄養化の元凶である大阪湾に流入するNとPを高度処理によって低減することが重要になってきます。

次に海底の貧酸素化を解消するためには水質改善の他にも垂直護岸とテトラポッドでできた急深の海を昔のような浅海にすることが重要ですが非常に難しいテーマでもあります。しかし、現存の状態からして技術的にも可能であろう所もあるのです。そのような所をモデル地域として人工干潟や人工遠浅海岸を創出することによる浅海化が当面の取り組みとして求められています。そしてそれらの拠点を複数つくりネットワーク化させることで生物の多様性を高めることが重要です。

### (1)浅海化の促進

浅海の代表的なものが干潟ですが、干潟は自然にはどのようなところに形成されるのか、そしてなぜ浄化効果があるのでしょうか。まず、形成される場所ですが、干潟は多くの場合、流入河川があり、波があまりない穏やかな浅い入江や湾内で、潮汐作用の大きい所に発達します。流入河川によって運ばれた土砂が強い潮流や波によって撒き散らされることなく、堆積作用と浸食作用がうまくバランスを保つことが干潟のできる条件となります。つまり、干潟は海と陸の境目にあって、満潮時には水没し、干潮時には干出する砂泥の堆積した平坦な場所であるとされています。

次に浄化効果ですが、干潟は干出時には底泥が露出しその奥まで空気が入り酸素が供給されます。また、水深の浅いところにあるため光が海底まで届き、植物（藻類）が活発に光合成を行います。さらに河川などを通じて陸上から栄養塩類や動物の餌となる有機物が豊富に供給されます。つまり、多様な生物が生息できる条件が整っているのです。そしてこの多様な生物によって海水等が浄化されるのです。その代表選手がアサリなどの二枚貝とゴカイなどの多毛類です。アサリは海水中のプランクトンなどの懸濁物質をろ過します。ゴカイは海底の有機物などの堆積物質を体内に取り込みます。



干潟の3タイプ（瀬戸内海とわたしたち（社）瀬戸内海環境保全協会 HP より）

干潟のタイプは地形的な特性からおよそ三つ（上図参考）に分類できます。前浜干潟は前浜で河川水の放流路の両側にあらわれるものです。潮干狩りで私たちによく親しまれているものです。河口干潟は流入河川の河口部に認められるもので前浜干潟に比べると小さいです。大阪では淀川の河口干潟（ヨシ原があり、カニ類も多く、アサリが豊富と聞く）、大和川河口（あまり有名ではないが干潟の定義からすると間違いなく干潟である）、大津川、男里川（写真参考）が有名です。



男里川の河口干潟（ハクセンシオマネキで有名）

堺の今の石津川は河口域に干潟がないため河口の底にたまったヘドロは空気にさらされることがなく嫌氣的分解により発生する硫化水素ガスがヘドロに付着し、軽くなったヘドロが表面まで浮き上がり、周囲に悪臭を漂わすことがあります。最後の潟湖干潟は河口や海から入り込んだ潟や入江に現れるもので、大阪湾にはこのタイプのものはありません。

ところで、大阪湾の干潟は非常に少なく、東京湾に較べると面積では実に 1/100 以下ということです。しかし、干潟の価値が知られてきた現在、自然再生としての干潟造成事業が進んできました。大阪湾では大和川左岸の堺浜に下図に示した人工干潟が造成中です。



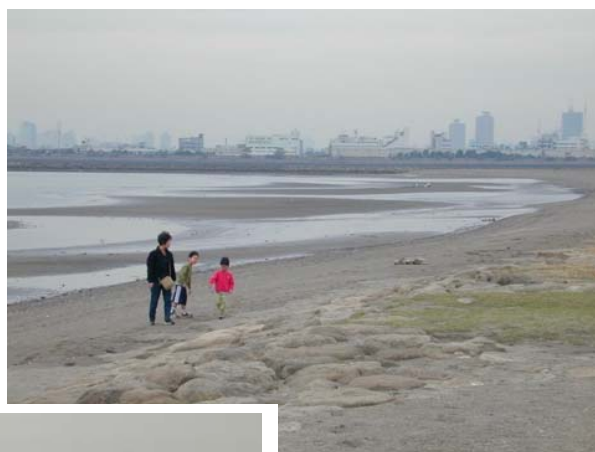
堺浜の人工干潟造成工事（砂止め堤を沖側から見る） 完成イメージ図（堺北エリア開発整備協議会 HP）

また、貝塚市の近木川では自然再生事業として河口に干潟の造成が計画されています。

(<http://www.pref.osaka.jp/kasen/tasizen/kogi.htm>) その他、野鳥を中心に考えた干潟として大阪南港野鳥園があり、阪南二区沖（岸和田）には人工干潟の実験場がつくられています。ここには驚くほどたくさんのアサリが繁殖しています。

浅海化の一つとして干潟と違った砂浜海岸づくりも活発になってきました。りんくうタウン（関空）には白砂青松をイメージしてつくられたマーブルビーチがあります。ここは私がよく釣りに出かけた野出の浜の沖合につくられた人工の海岸です。白砂青松を目指して造成時に松も植林されましたが、まだまだ小さな松です。海岸は直径 10cm 程度の真っ白な中国産の大理石で敷き詰められ、遠くから見れば白砂と青松に見えるのですが、目の前に来ると違和感があります。最近、この海岸は生き物が棲みにくいことがわかってきたので、本来の砂（地元産）に敷きかえる予定と聞いています。 その他、従来からある松を生かして砂浜海岸が造成された二色の浜海水浴場や淡輪海水浴場、鳥取ノ荘海水浴場、樽井海水浴場、人工磯としてはせんなん里海公園があります。おもしろい例としては関西国際空港の傾斜護岸等があります。しかし、これらは埋立てを抑制していくことが大切であると認識された時代に既存の砂浜を埋立ててできたものであり、自然海岸をなぜ残さなかったのかという議論もできそうですね。

干潟を初めとする海を浅くする自然再生については、東京湾は大阪湾より一歩進んでおり事例もたくさんあります。その中で、私は葛西臨海公園（人工干潟）とお台場海浜公園



人工干潟



葛西臨海公園の人工干潟

(砂浜)が印象に残っています。

千葉県の船橋にある葛西海浜公園沖には二つの人工干潟(前ページ写真参考)がつくられており、一つはサンクチュアリとして立ち入り禁止になっています。もう一方の干潟内を歩いてみましたがこれが人工のものかと驚きました。周辺には葛西臨海水族園があり、海とのふれあいや自然観察にはもってこいの場所です。もう一つのお台場海浜公園は前回に少し紹介しましたが多摩川を遡上するアユの海域での稚魚期の生育場所として重要で、多摩川のアユ復活にも大きな貢献をしました。これらは水上バスで連絡されており、一度行かれてもおもしろいと思います。

## (2) 藻場の造成(アマモの再生)

浅海ができたならそれでいいのかといえばそうではありません。光が届く浅海の効果をフルに発揮するにはそこに海中の森がなくてはなりません。以前は、大阪湾や東京湾などの内湾の浅海の砂地には海藻ではなく海草が広く分布していました。海草の代表がアマモ(写真参考)という顕花植物(花が咲き、種ができる)です。アマモは様々な生きものを育むと同時に海に対して環境浄化作用があることが分かっています。前述したように大阪湾を蘇らすためには海水中のN、Pの除去が大きな課題ですが、アマモ(1.6mにもなる)は成長が早く、N、Pの吸収率が高いうえ光合成が活発で葉から出るたくさんの気泡は海底に酸素を供給します。

ところが今の大阪湾は大型の水生植物が生育できる環境が少なくなり、植物プランクトンの独壇場となっています。プランクトンの大発生は濁りの原因となり、また短いライフサイクルから死滅個体の海底への蓄積が急速に進み海域の環境にマイナス効果を与えます。植物プランクトンとは太陽光と栄養の獲得面で競合関係にあるアマモはすぐには死滅、蓄積されません。陸上に取り上げて利用ということも可能です。もし、植物プランクトンと共存できれば、プランクトンの異常増殖が押さえられ、海水の透明度は増すでしょう。



アマモ(三重大学生物資源学部藻類学研究室HPより)

次にNHKサイエンスアイで放映された「アマモによる海を再生する環境技術」というアマモを利用した自然再生実験の興味ある報告を紹介しましょう。『アマモ場に入るとハゼ、タイ、メバルなどの魚の子供を始めとしてたくさんの生き物が目につきます。海の中の保



育園ともゆりかごともいわれています。アマモの葉に付着している小さな生き物を調べると、ワレカラ（3cm）、ヨコエビ（1cm）などの葉上動物が出てきます。これらは葉の表面に付着している藻類を食べています。また、ウズマキゴカイ（1mm）、コケムシの仲間は葉に付着して回りのプランクトンを食べています。このようにアマモ場ではアマモとそこに棲み付いている生物との間で物質循環が活発（上位者に効率よく渡される）に行われるので、海水の浄化が一段と進みます。

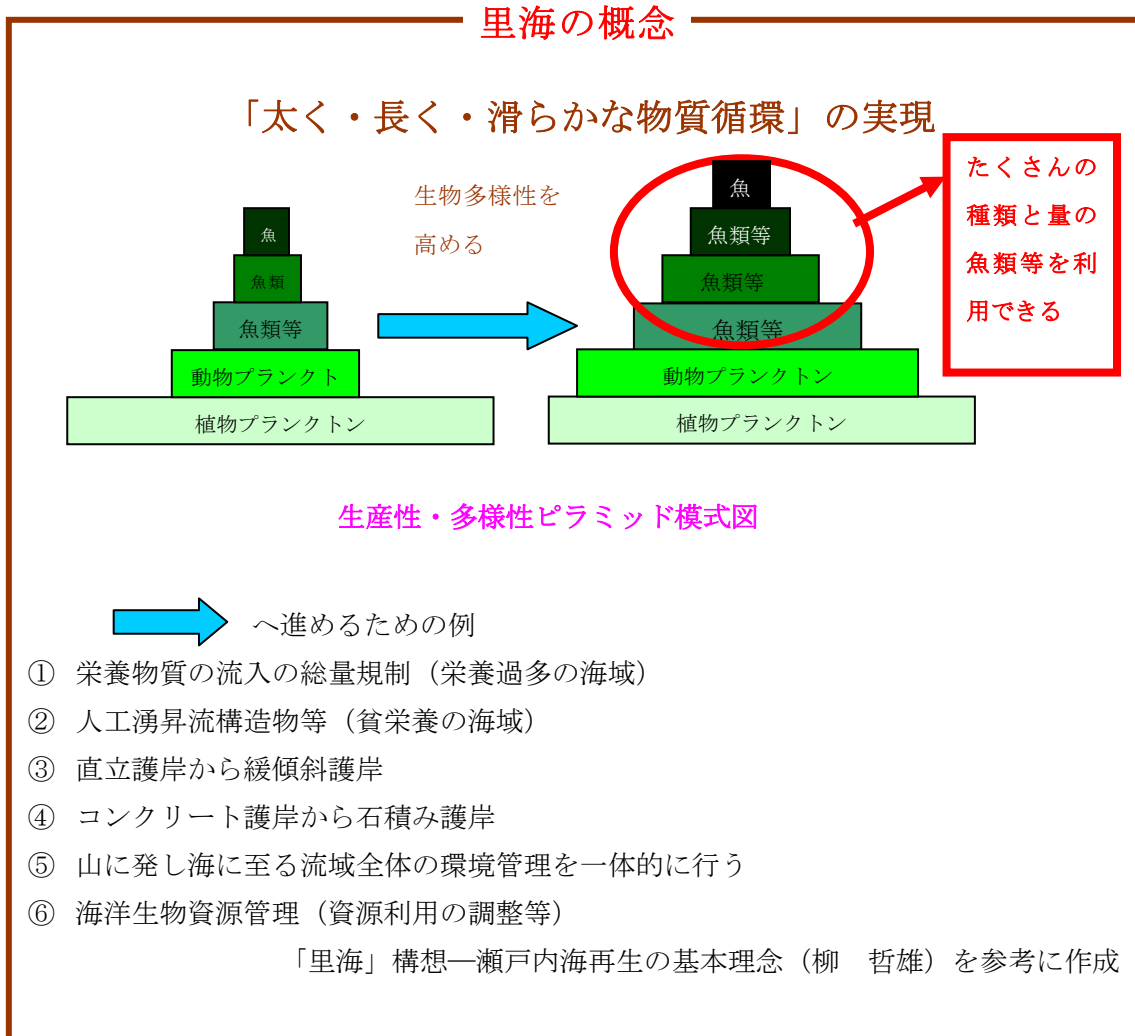
アマモの海を再生させるにはいくつかの技術的な問題を解決しなければなりません。一つ目は、本来は砂地に根を張って生きてきたアマモをヘドロの海でも生育できるようにする必要があります。これにはヘドロの軟弱な海底にヤシの実でできたマット繊維を使ってアマモを植える技術が開発されています。二つ目としてはアマモの種の発芽率が2~3%と低く、大量に種苗を生産できないことです。これにはまったく塩分のない水に一時漬けると発芽率が50%以上にまで高めることが分かりました。三つ目としては植え付けたアマモをさらに増やしていくには波の力が必要であるということです。それは港湾技術研究所が行っている実験から分かりました。二つの人工干潟をつくり、一つは干満や波を自然と同じようにつくり海水も東京湾から引いたものを、もう一つはこの条件から波だけを取り除いたもので生物の繁殖比較調査をしました。その結果、3年目には波あり区にコアモの種が根付き始めました。波なし区はまったく生えませんでした。5年目には波あり区の生き物はエビや巻貝などがコアモに付着しているエサを利用して増えつつあり、今では15種類になりました。アマモが生えてくると波も穏やかになりアサリの卵も定着しやすくなることが分かりました。適度な波のあるところにコアモを移植すれば最終的に自立できるという結論を得ることができました。』

この実験結果に示されているようにアマモの再生は人の力だけでなく自然の力を利用することが大切なのです。これらの成果を生かして東京湾と大阪湾でアマモ再生計画が始まっています。しかし、アマモはどこにでも植えていいものではありません。また、前述した人工干潟をつくるにしても砂が流されてうまく干潟ができないケースも出ています。ほんとうにアマモの成育に適するのかわ、あるいは干潟になるのか見極めが大切です。それと、大阪湾は湾岸開発が進んで人工的な地形になっているので、藻場や干潟をすべて自然の力でつくろうとしても難しいのです。ある程度人間が最初のきっかけをつくってあげることが必要です。さらに生態系を考えた場合大きなものを一つつくるよりも、規模は小さくても複数のものをつくるほうが良いのです。生き物たちは複数の棲みかを行き来しているからです。次回は川の自然再生について説明する予定です。

#### ●その後の海の自然再生に関する新しい考え方（追加）

九州大学の柳哲雄氏らの瀬戸内海研究会議は、大阪湾を含む瀬戸内海再生の基本理念として「里海」構想を掲げています。生産性が高く、かつ自然生態系も豊かな里山のあり方（参考1）を海にも応用するというものです。生物生産性と生物多様性を高く維持する沿岸海域に再生するためには、現状の海に人の手を適切に加えることを基本として「太く・

長く・滑らかな物質循環」を保証する施策を進めていくことが効果的という考えです。以下に私見を入れたその概念図を示します。



### ●行政関係の動き

- ★大阪湾再生に向けて、国・地方公共団体が連携して「森・川・海のネットワークを通じて、美しく親しみやすい豊かな「魚庭（なにわ）の海」を回復し、市民が誇りうる大阪湾を創出する」という大阪湾再生行動計画が平成 16 年度に策定されている
- ★豊かで美しい瀬戸内海を取り戻し、未来の子どもたちに残せるようにと兵庫県を中心とした瀬戸内海関係団体が「瀬戸内海の再生に向けた法整備に関する要望書」を国に提出するために 19 年度に 100 万人署名活動を実施している。

### <参考 1>

#### 赤潮

プランクトンの異常増殖により海水が変色する現象のことであり、赤潮とはいってもその色は赤色とは限らない。(EIC ネット環境用語集)

## 青潮

富栄養化の結果として海水が青色ないし白濁色を呈する現象。海水が富栄養化するとプランクトンが大量発生することがある。この大量のプランクトンが死滅すると下層へ沈殿し、底層で生分解される過程で酸素が消費され、貧酸素水塊ができる。青潮は、この貧酸素水塊が強風の際などにおこる湧昇現象によって、岸近くの水の表層に上昇したものである。しばしば低層の嫌気分解で生じた硫化水素等を含むため、大気中の酸素と反応して青色ないし白濁色を呈することとなる。（EIC ネット環境用語集）

## 白砂青松

現代の三大「白砂青松」の地は天橋立（京都宮津）、気比の松原（福井・敦賀）、高田の松原（岩手・陸前高田）といわれています。また三大松原は気比の松原、三保の松原（静岡）、虹の松原（佐賀・唐津）といわれています。

## 里山

今の時代に即して解釈すると「里山」の「里」は、手つかずの大自然（森・川・海）に対して「農業を営むために住むところ」を指します。また、「まち」に対する「いなか」という意味もあります。つまり、手つかずの大自然と都市との中間に位置する空間といえるでしょう。「山」は里の周りの「森」を指します。手つかずの森（原生林）を徐々に人が利用しやすい形に変えていった森が里山の山です。人が森を利用する目的は家庭燃料としての薪炭の生産や田畑への肥料としての落ち葉や下草の利用、さらに木の実や山菜、キノコなどの収穫でした。この森からの恵を幾世代にもわたって享受するために樹木の生態をうまく利用して持続可能な森の管理がなされました。たとえばクヌギやコナラ林の場合は10年から20年ごとに株を残して伐採し、薪や木炭に利用し、残された株からは再び芽が出るので、再び10年から20年が経過すると同じようにして利用しました。

近年、農山村では燃料革命や過疎化等による管理放棄、都市近郊では開発等の土地利用転換が進むなど、里山の消失や質の低下が顕在化しています。しかしこのような里山は身近な生き物が多数生息していることなど生物多様性の確保の点から重要な役割を担っており、また、都市周辺の身近な自然とのふれあいの場としても欠かせない地域となっています。なお、里海の考え方は里山の里を漁村に、山を海に読み替えてイメージしてください。

## <参考文献>

- 「海岸林をつくった人々 白砂青松の誕生」 著者 小田隆則 北斗出版
- 干潟は生きている 著者 栗原 康 岩波新書
- 神戸港のプランクトン 神戸市立教育研究所
- NHKサイエンス・アイ 「アマモによる海を再生する環境技術」
- 「里海」構想—瀬戸内海再生の基本理念 柳 哲雄 （瀬戸内海 2007.No.49）

次のページに A3 版の砂浜復活啓発用パンフがあります

平成 19 年 1 月 30 日 記