



砂質系干潟の健全度評価手法
マニュアル

平成 19 年 3 月

水産庁

本マニュアルは、平成 16～18 年度水産基盤調査事業「干潟等浅海砂泥域の健全度評価手法の開発」において調査・検討されたものを、まとめたものである。以降、本事業で実施した調査結果については、「17,18 年度検討調査結果」と称するものとする。

目 次

1. はじめに.....	1
2. 健全な干潟とは.....	2
3. 評価の視点.....	3
4. 評価対象の干潟.....	4
5. 評価手法.....	5
5-1 評価手順.....	5
5-2 調査計画.....	6
5-3 周辺環境調査（資料調査）.....	8
5-4 干潟調査（現地調査）.....	15
5-5 評価方法.....	17
6. その他の検討（オプション）.....	25
6-1 干潟土壌硬度.....	25
7. おわりに.....	27
参考資料（アサリ稚貝と底質の関係）.....	28

1. はじめに

本マニュアルは、水産的な立場から見た砂質系干潟の健全性を、簡便に評価する手法をまとめたものである。

この評価手法は、健全な干潟の維持・管理の為に干潟の健康診断ツールとして、多くの水産関係者に利用されることを願うとともに、今後、新たな知見に期待して、更なる改訂版を検討していく予定である。

(解説)

現在、干潟の健全性を評価する統一した「モノサシ（評価手法・評価基準）」が存在しないため、干潟を簡便に評価することは困難であった。

本評価手法の開発は、健全な干潟の「モノサシ」となる評価項目を見つけ出し、誰もが簡便に評価できる評価手法の開発を、平成 16～18 年の3カ年で行なった。

今回開発した干潟健全度の評価手法は、干潟を流域全体（森・川・海）の一部と捉えて評価することにより、その干潟の現在の健康状態を知るとともに、その干潟をとりまく河川流域環境や海域環境の問題点が明らかにするものである。

今後、本評価手法がモニタリングのツールとして経年的に用いられることにより、干潟の変化過程や改善方策の効果を把握することが出来ると考えている。

なお、本マニュアルは、全国に多く存在し、水産業が盛んである砂質系干潟を対象としている。泥質系干潟の健全度評価手法については今後の検討課題として、ここでは暫定的に評価対象干潟を砂質系干潟とした。

2. 健全な干潟とは

健全な干潟とは、
 「干潟機能が高いレベルで持続的に保たれている状態」と定義した。
 具体的には、
 「多様な生物の生息により、生態系の物質循環が円滑に進行していること」と考えられる。
 したがって、健全な干潟の指標は、
 「干潟生物が豊かに生息すること」とする。

なお、干潟は単独で構成されているのではなく、「森・川・海をつながり」の中で存在しており、流域全体の自然環境や社会環境を視野に入れて検討することが干潟の健全性を評価するうえで重要である。

(解説)

干潟は、生物生息機能、水質浄化機能、生物生産機能、親水機能など様々な干潟機能を有している。(図 2-1 参照)

それらの機能が円滑に進行するための、基本的な条件は、干潟生物が豊かに生息していることである。

ここでは、健全な干潟は「干潟生物が豊かに生息すること」を指標として検討することとする。

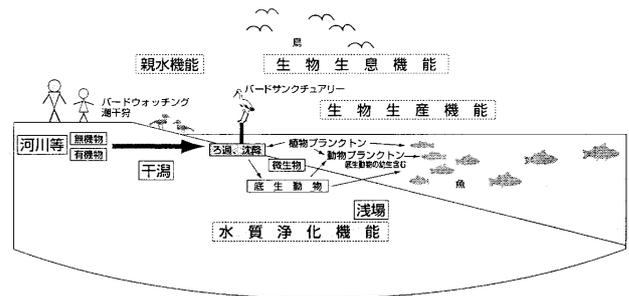


図 2-1 干潟機能の概念

(出典：沿岸域環境の保全・創造に向けて(干潟・藻場の保全・創造事業への取り組み), 運輸省港湾局)

干潟は図 2-2 に示すとおり「森川海をつながり」の中で存在していることから、これらの干潟機能は、干潟特有の地形条件と、流入河川や周辺海域などの多様な環境条件とそこに生息する生物活動によって支えられている。

(出典：森川海をつながりを重視した豊かな漁場海域環境創出方策検討調査報告書、平成 16 年 3 月、水産庁漁港漁場整備部、林野庁森林整備部、国土交通省河川局)



図 2-2 干潟と森川海をつながり

3. 評価の視点

ここでは、「水産の視点」から見た、健全な干潟を評価する。



水産の視点から見た健全な干潟の指標は、次のとおりである。
「アサリなどの水産有用種が多く生息すること」

(解説)

健全な干潟の指標である「干潟生物が豊かに生息すること」は、評価する視点（立場）によって、期待する干潟生物の種類や干潟環境が異なる。ここでは、「水産の視点」から見た健全な干潟とする。

「水産の視点」から見た健全な干潟の指標は「アサリなどの水産有用種が多く生息すること」となる。

ここで、水産の視点から見た健全な干潟では、次の効果が期待される。

- ・水産有用種としての二枚貝の増加 →懸濁態有機物の捕食による赤潮の抑制
- ・漁獲による二枚貝の系外排出 →高いレベルでの水質浄化
- ・漁業者が干潟（漁場）の管理者 →開発等から干潟を守る
- ・潮干狩り等で市民が集まる →親水性及び環境教育への寄与
- ・水産業の発展 →地域の活性化

4. 評価対象の干潟

評価対象の干潟は、砂質系干潟として、ここでは泥分^(注)40%以下を対象の干潟とする。また、地形的には、前浜干潟を対象とする。

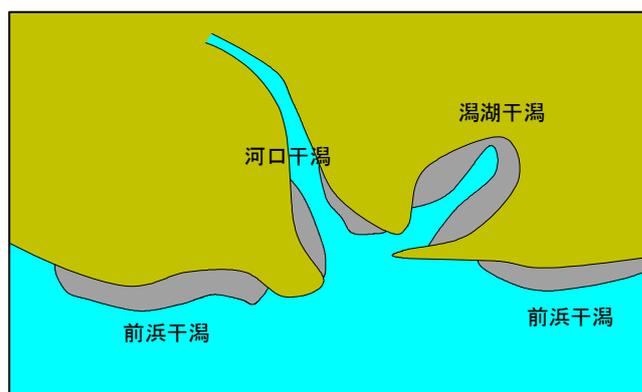
(解説)

「水産生物生態資料」(昭和56年3月、社団法人日本水産資源保護協会)によれば、アサリの環境要因として、稚貝は泥分^(注)30%以下、成貝は20~30%とされている。砂質系干潟に生息する水産有用種(アサリ、ハマグリ、バカガイ、マテガイ、サルボウ)に関しては、アサリの生息環境と類似するものと考え、ここでは、検討調査結果を踏まえて、40%以下を砂質系干潟と定義した。

(注) 泥分はシルト・粘土含有率(粒径0.075 mm以下の通過湿重量百分率)

干潟は地形的成立特性により、前浜干潟、河口干潟、潟湖干潟の3タイプに分けられる。(図4-1参照)今回評価の対象とする干潟は、水産的に多く利用されている状況から前浜干潟とした。

- ・前浜干潟：河川などによって運ばれた砂泥が海に面した前浜部に堆積して形成された干潟
- ・河口干潟：河口感潮部に河川の運んだ砂泥が堆積して形成された干潟
- ・潟湖干潟：浅海の一部が砂州、砂丘、三角州等によって外海から隔てられてできた浅い汽水域の区域に形成された干潟

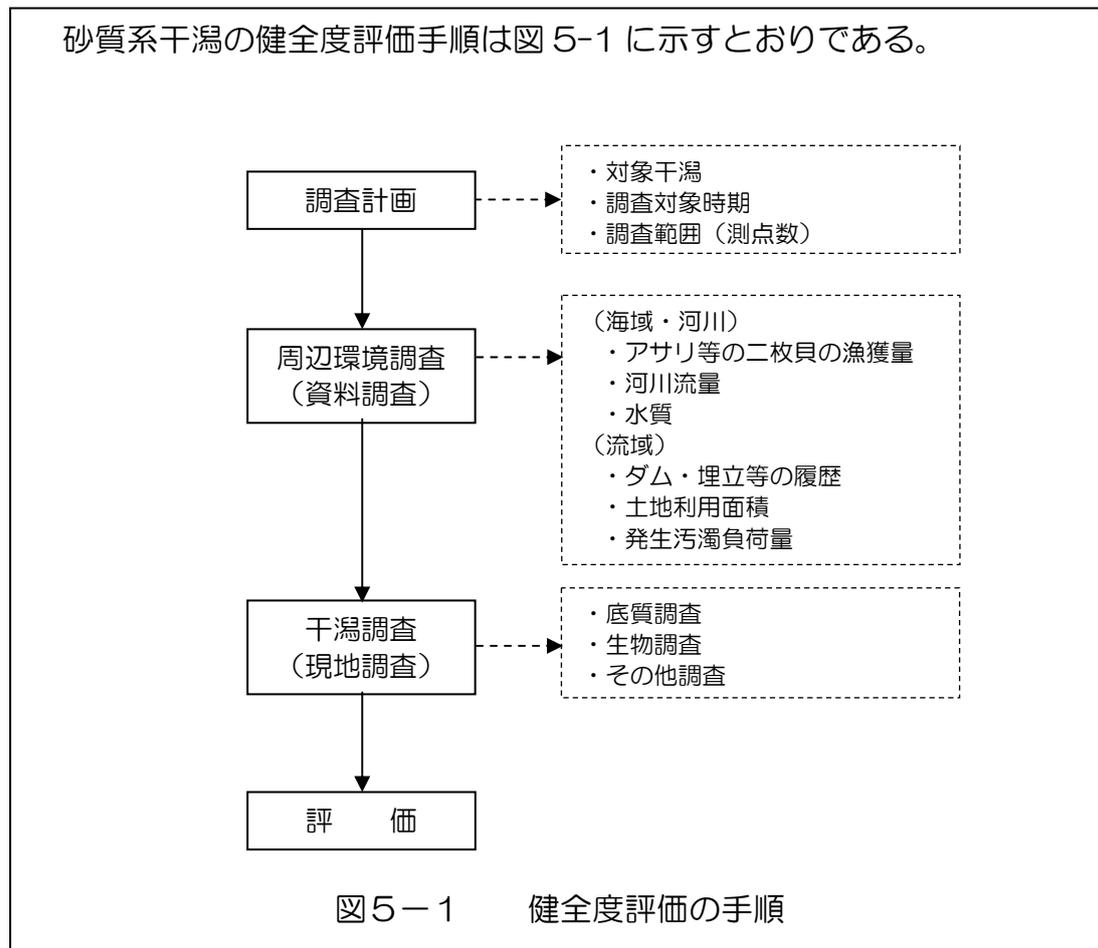


(出典：干潟ネットワークの再生に向けて、平成16年3月、国土交通省港湾局、環境省自然環境局)

図4-1 干潟のタイプ分け

5. 評価手法

5-1 評価手順



(解説)

干潟の健全性を評価する手順は、資料調査による周辺環境調査と現地調査による干潟調査の結果を用いて評価を行なう。

周辺環境調査は、干潟は森川海のつながりの中で存在していることから、周辺環境の変化を把握する目的で実施する。

干潟調査は、干潟の健全性の指標である生物調査とその生息環境である底質調査を実施する。

以上のように、本マニュアルでは、干潟を取り巻く周辺環境の変化を視野に入れて評価することで、干潟の健全性が悪化した原因を推測し、今後の保全対策等に役立てることが出来ると考えている。

5-2 調査計画

①評価対象スケール

評価対象は、干潟全体（岸沖方向・沿岸方向に連担した干潟）ではなく、干潟の一部の区域を対象とする。そのスケールは沿岸方向に 1～2 km 程度の区域

②調査位置

最干潮時の汀線（D.L.±0 m付近）

③調査時期

春季の大潮時（河川の出水の影響が少ない梅雨時期前が最適）

④調査測点数

5～10 測点／区域

⑤調査計画の注意事項

- ・ 次の場所は測点の選定から外すこと。
 - 排水影響を直接受ける場所
 - 濤（干潟内河川）などの場所
- ・ 事前の漁協等のヒアリングにより、稚貝の散布直後、又は集中的な漁業活動が行なわれている場所・時期は除くこと。
- ・ イベント的な出水等があった時期は調査を行なわないこと。

（解説）

図 5-2 に調査計画の概要を示す。

①評価対象スケール

評価対象スケールは、環境の空間的な多様性を構築している一つのエリアを想定しており、沿岸方向に 1～2 km 程度のスケールとする。

②調査時期及び③調査位置

干潟の地盤高により底質の性状や干潟生物の生物量、出現種が異なる。したがって、地域間で比較するためには、調査地点の高さを統一する必要がある。

ここでは、干潟の水産有用種であるアサリ等の二枚貝は、D.L.±0 m 付近を主たる生息場としていることから、D.L.±0 m 付近を水産の視点から見た干潟の評価地点とする。

調査時期としては、春季・秋季の大潮時の最干潮時に概ね D.L.±0 m となるが、梅雨時期の河川からの出水時や台風などの荒天時は、干潟の底質性状が大きく変化してしまうことから、気象が安定している春季の大潮時を対象とする。

④調査測点数

調査の作業可能な時間は、D.L.±0 m 付近を対象とすることから、最干潮時の前後1時間ずつの約2時間とする。作業効率を検証した結果、以下の条件で概ね2時間の作業であった。しかし、足元が悪かったり、岸から汀線までの距離が長い場合は、作業効率が落ちることから、パーティーを増やす必要がある。

- ・底質 : 砂質系干潟
- ・作業員数 : 2人で1パーティー
- ・汀線までの距離 : 約1km
- ・調査測点数 : 200 m毎の測点で5測点 (沿岸方向に約1 km)

⑤調査計画の注意事項

- ・排水口の前面など、排水影響を直接受ける場所は避ける。
- ・滞等(干潟内河川)は避ける。

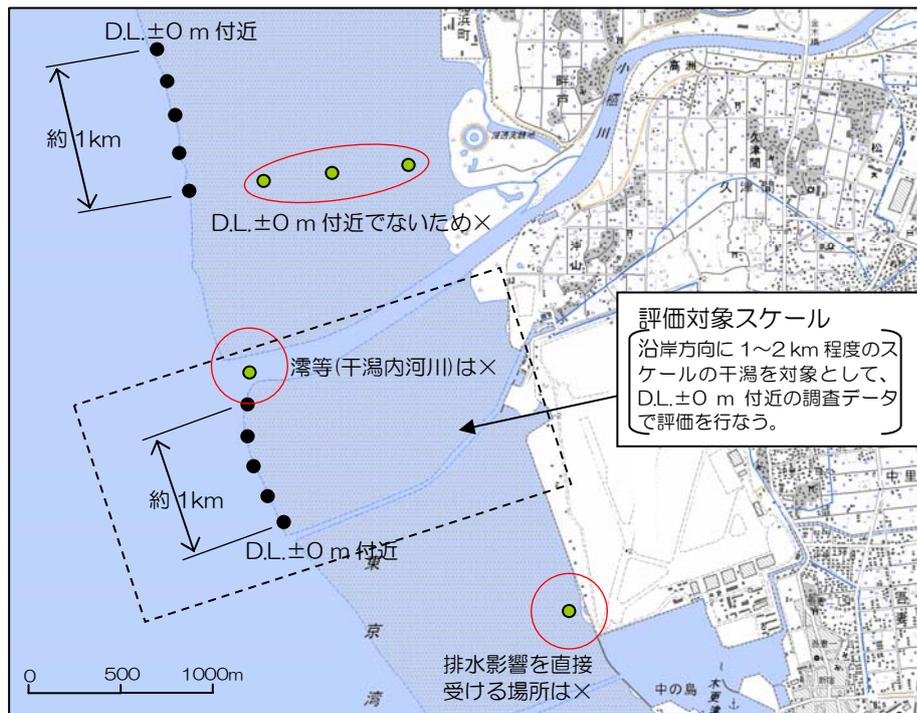


図5-2 調査計画の概要

5-3 周辺環境調査（資料調査）

干潟を取り巻く周辺環境の変化を把握するために、次の項目の時系列データを収集する。データ収集の期間は、アサリ等の二枚貝の漁獲量の変遷より判断して、干潟での漁業が良好な時期から現在までとする。

〔①～⑥：調査項目〕
〔△：参考調査項目〕

- ①アサリ等の二枚貝の漁獲量
- ②河川流量（最大流量、豊水流量、平水流量など）
△取水量の把握
- ③ダム、埋立等の履歴
（ダム、堰、河川改修、埋立等の人工的なインパクトを与えたものが対象）
- ④土地利用面積
（森林）：人工林、自然林、竹林
（農地）：水田、畑
- ⑤水質
（河川）：BOD、T-N、T-P、SS
（海域）：COD、T-N、T-P、chl-a
- ⑥発生活污水負荷量（COD、T-N、T-P）
△下水道整備率
△し尿処理形態別人口
- ⑦対象干潟の底質等
（データは少ないと想定されるので、可能であれば整理を行なう）

（解説）

周辺環境と干潟健全性の変遷を把握することは、干潟の不健全要因の原因追及や対策検討に必要な情報である。ここでは、①～⑥の項目について整理することとする。これらの項目の関係は図5-3のとおりである。

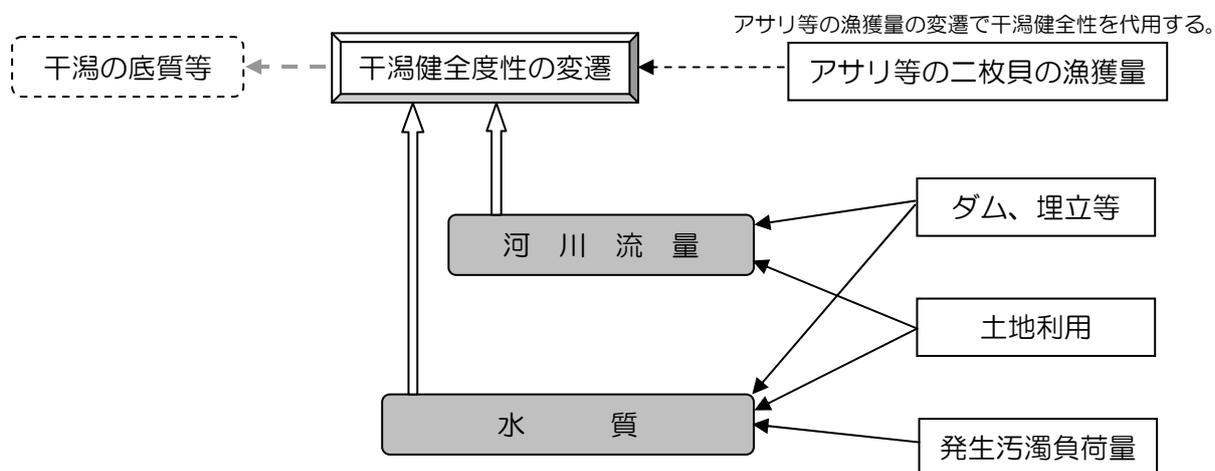


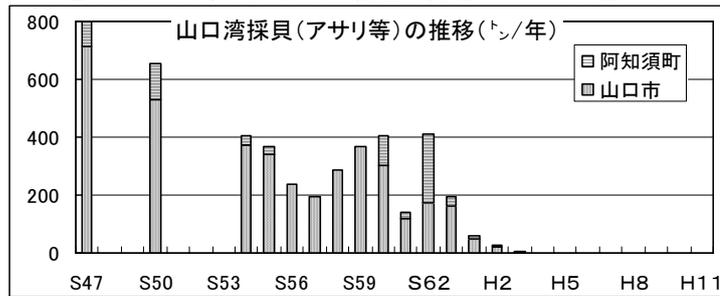
図5-3 周辺環境調査項目

以下に榎野川干潟（山口県）の周辺環境調査の事例を示す。
 （データの出典：「平成 15 年度榎野川河口干潟自然再生推進計画調査報告」（平成 16 年 3 月、山口県環境生活環境部））

①アサリ等の二枚貝の漁獲量

採貝の漁獲量は、昭和 50 年度に 653 トンあったものが、平成 2 年に 27 トン、平成 3 年以降は 0～5 トンでほとんど漁獲されていない状況である。

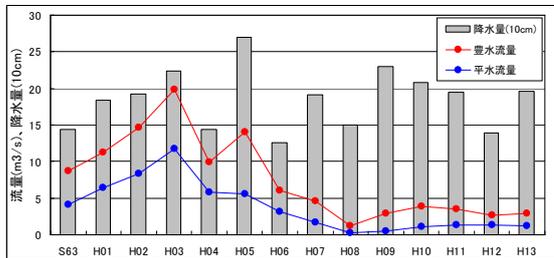
山口市と阿知須町の採貝による漁獲量の変化 (単位：トン/年)



②河川流量

榎野川の平水流量は、平成 4 年以前は 5 m³/s 程度であったが、徐々に減少し、平成 7 年以降は平水流量で 2 m³/s 以下となっており、流量の減少が顕著である。
 （ダム建設以前の流量データがないため、ここでは最大流量は記載していない。）

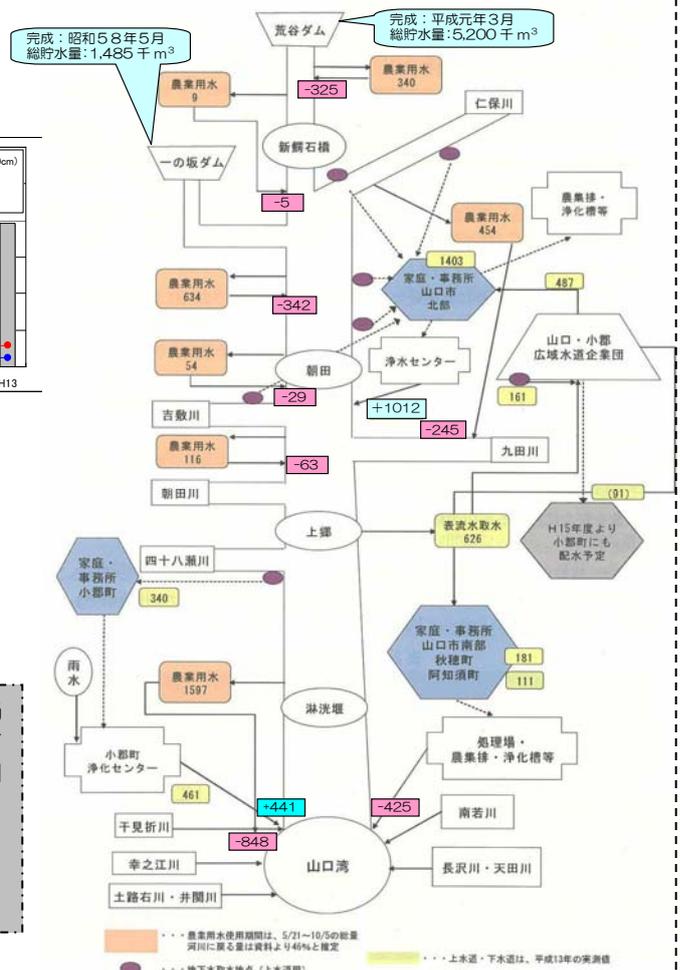
榎野川中流域での河川流量の推移



・取水量の把握

現在の榎野川の水収支によると、農業用水は 5 月下旬から 10 月上旬に利用されており、上水道用水と合わせると、約 2.1 m/s の河川水が利用されたまま河川に環流されていない。

1 級河川の河川流量等は国土交通省の河川局のホームページにおける、「河川整備基本方針・河川整備計画」において 107 河川の詳細なデータが示されている。
 2 級河川は、河川管理者に問合せが必要。
 HP: <http://www.mlit.go.jp/river/gaiyou/seibi/>



③ダム・埋立等の履歴

榎野川流域のダム・埋立等の履歴は以下のとおりである。埋立は昭和 54 年以降行なわれていないが、昭和 58 年と昭和 62 年にダムが竣工されている。

項目	名称	データ
ダム	一の坂ダム	昭和 46 年着工、昭和 58 年竣工、総貯水量 1,485 千 m^3
	荒谷ダム	昭和 51 年着工、平成元年竣工、総貯水量 5,200 千 m^3
埋立	干拓事業	昭和 3 年に干拓が始まり約 510ha の埋立が行なわれた。 昭和 54 年に周防大橋幸崎干拓地が終了し、これ以後の埋立はない。

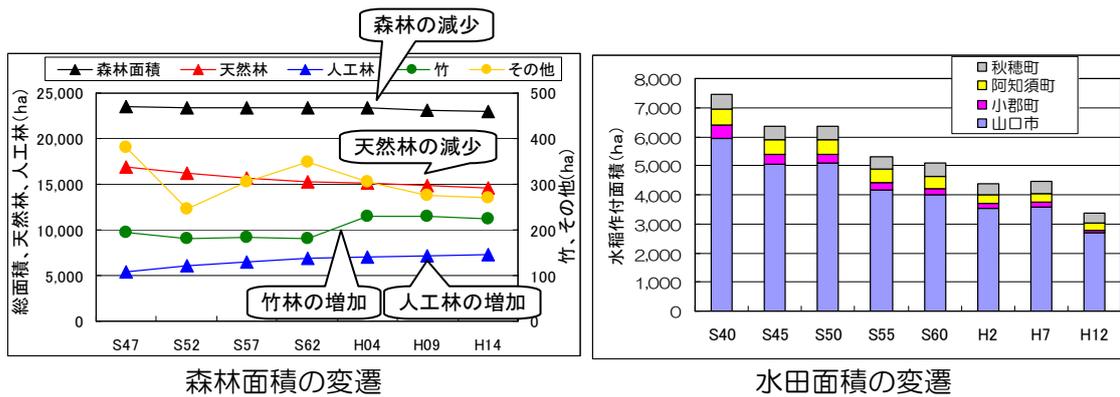
ダムに関する資料は、(財)日本ダム協会のホームページにおける「ダム便覧」が参考となる。

HP : <http://wwwsoc.nii.ac.jp/jdf/Dambinran/binran/TopIndex.html>

④土地利用面積

天然林の面積は減少しているが、人工林は増加しており、全体の森林面積は減少している。また、竹林が増加しており、森の環境悪化が示唆されている。

水田の面積は年々減少しており、その多くが宅地に転換されている。



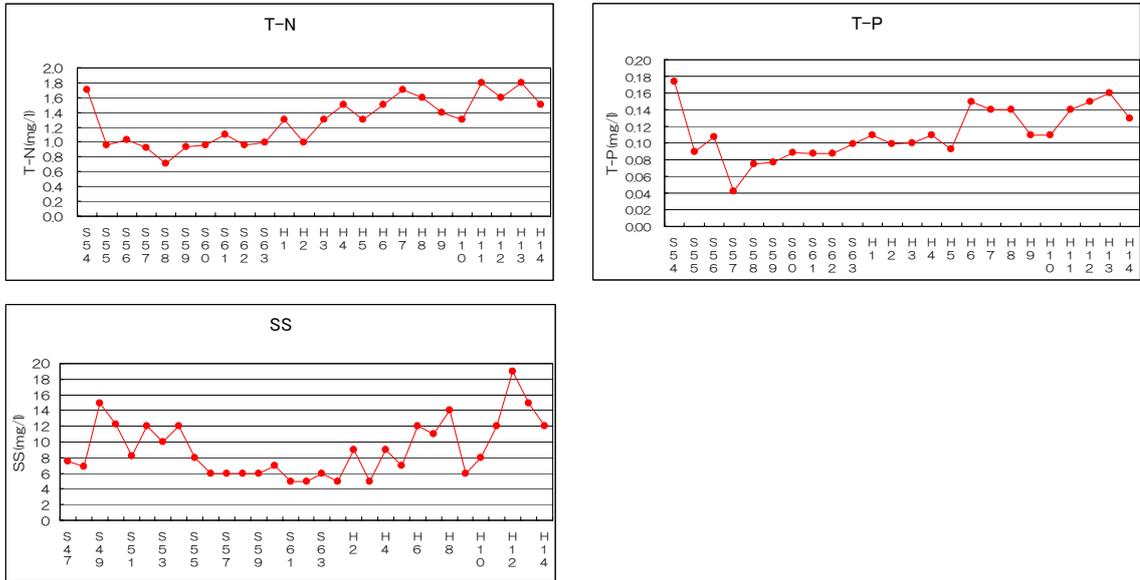
土地利用に関しては、各自治体からの発行されている「統計年鑑」に記載されている。また、近年は各自治体のHPで公開されている場合が多い。

⑤水質

(河川水質)

河川の T-N、T-P 濃度は昭和 58 年以降上昇傾向にある。

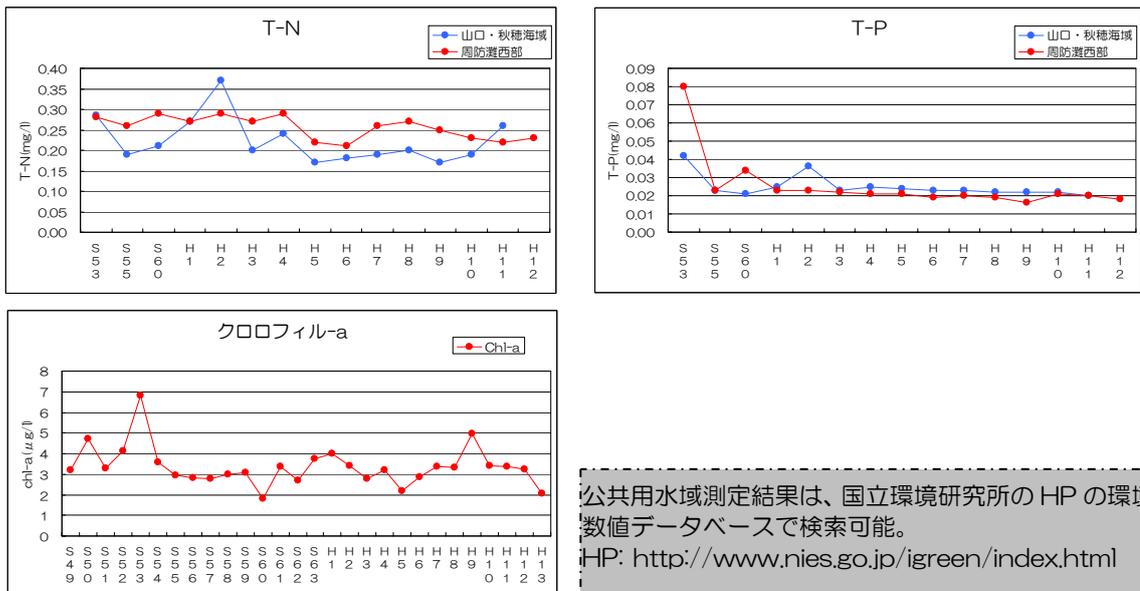
SS 濃度は河川流量が減少を始めた平成 4 年以降、大きく増加している。河川流量の減少による濃度の上昇が考えられるが、T-N、T-P の増加率に比べると SS は非常に大きいことから、陸域からの土砂供給が増えたと推察される。



河川水質の変遷

(海域水質)

海域の T-N、T-P はほぼ横這い状態であり、海域の富栄養化は進んでいない。また、沖合いのアサリ等の餌料となる植物プランクトン量は、クロロフィル-a で判断すると 2~4 $\mu\text{g/l}$ と低いレベルで横這い状態であり、餌料環境に大きな影響はみられなかった。



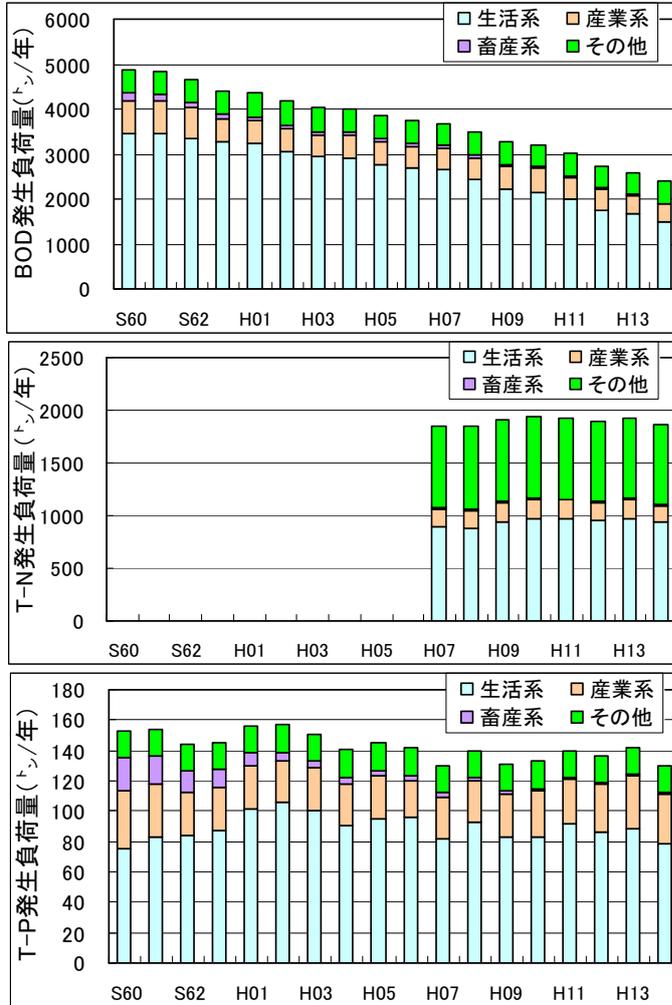
海域水質の変遷

公共用水域測定結果は、国立環境研究所の HP の環境数値データベースで検索可能。
HP: <http://www.nies.go.jp/igreen/index.html>

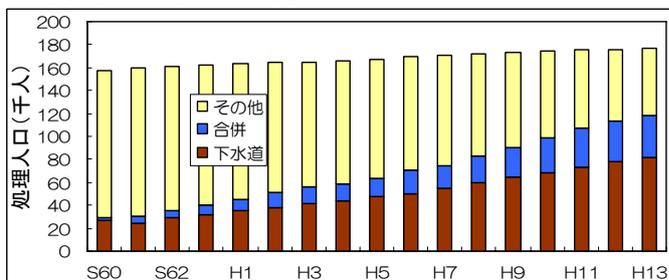
◎発生活濁負荷量（BOD, T-N, T-P）

BOD 発生活濁負荷量は、順調に減少しており、昭和 63 年（4,889 トン）に比べて平成 13 年は約半分（2,590 トン）に減少している。これは、生活排水の非処理人口（その他）の減少率と全く一致している。一方、T-N、T-P は概ね横這い状態である。

汚濁発生負荷量の変遷



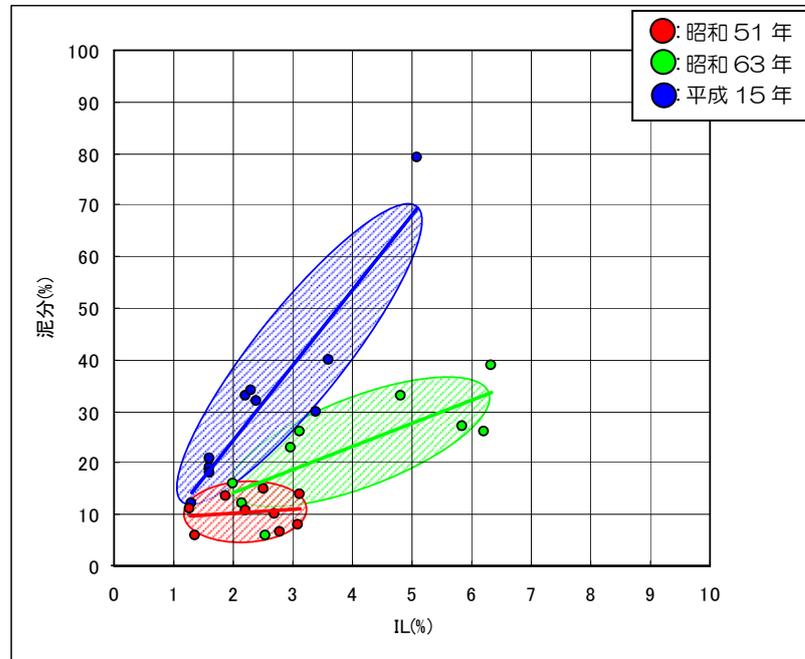
生活排水の処理人口の推移



発生負荷量の入手先は、各自治体の環境部署への問合せが必要となる。

⑦対象干潟の底質等

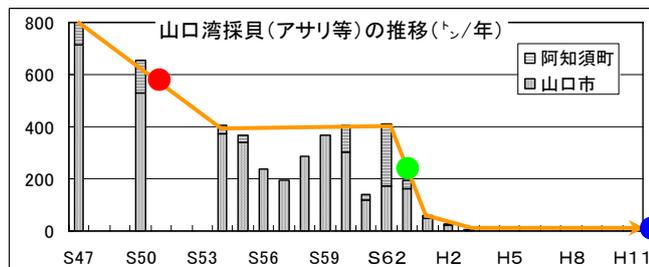
榎野川干潟では、昭和51年、昭和63年、平成15年のアサリ漁場の底質のデータ存在していた。各年代毎の泥分と強熱減量（IL）の分布の変化を以下に示す。



干潟漁場の底質（泥分・強熱減量（IL））分布の変遷

これらの底質の分布の変化とアサリ等の漁獲量の変化を対比すると次のようにまとめられる。

年 代	アサリ等漁獲量	泥分と強熱減量（IL）分布
昭和51年（赤丸）	漁獲量は高い	傾きが低い分布（泥分が低く強熱減量が高い）
昭和63年（緑丸）	急激に減少	傾きが中間の分布
平成15年（青丸）	全く獲れない	傾きが高い分布（泥分が高く強熱減量が低い）



⑧流域の変化と干潟の関係

榎野川の周辺環境調査結果より、榎野川干潟の環境の変化のシナリオを想定した。周辺環境の変化が干潟環境に大きく影響を与え、干潟の健全性が損なわれていったと推察される。

各ステージの概況と変化のシナリオ（想定）

（ヒアリングによる）

[昭和51年以前より続いている影響]
流入負荷（栄養塩）の増加、埋立、アマモ場の激減



昭和51年 きれいで豊かな干潟

流入負荷量の増加により海域の富栄養化が進んでいるが、干潟では栄養塩、生態系の循環が適切に機能し、底質は低泥分でありながら高有機物量の状態を保持。



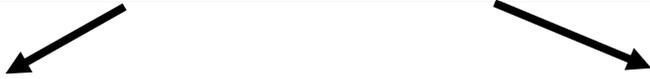
昭和63年 汚れて豊かさの減じた干潟（過渡的な状態）

富栄養化の対策として流入負荷量の減少で水質の改善が図られるが、干潟では栄養塩、生態系の循環の機能が低下し、底質は徐々に泥質化・高有機物量の状態に移行。



社会的な要因

- ・ 天然林が減少し、竹林・人工林が増加
- ・ 宅地開発と水田耕作面積の減少
- ・ 利水量の増加傾向（上水道の増加、農業用水の減少）
- ・ 荒谷ダム建設（平成元年）
- ・ 地球規模の気候変動等



河川の変化	干潟の変化	海域の変化
<ul style="list-style-type: none"> ・ 河川流量減少 ・ 栄養塩の負荷量は横ばい ・ SSは増加傾向 高濃度の物質輸送 ・ 土砂の細粒化 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 底質の泥質化、強熱減量の減少 土砂の流出により干潟の泥質化・無機化 ・ 二枚貝（懸濁物食者）の減少 湾外水・河川水による有機物（餌量）の低下。アサリ等の懸濁物食者の減少による底質への有機物供給の減少。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 海域の栄養塩、クロロフィル濃度は横ばい ・ 河川流量低下により湾内水循環が低下し、湾内の交換量の減少 ・ 冬期水温上昇



平成15年 生物生産の貧しい干潟

治水・利水等の影響によって、河川流量の減少・平準化が図られた。そのため河川掃流力が低下し、土地利用の変化もあり土砂の細粒化から泥質化が進行。河川流量の減少は河川の拡散機能・海域のエスチュアリー循環も低下させ、河川及び海域沖合からのアサリ餌量の供給不足をもたらした。

5-4 干潟調査（現地調査）

①底質調査

（採泥調査）

- ・採泥方法：直径 10 cm 程度のコアサンプラーで深さ 10 cm までの採泥
- ・採取数：約 5 m 毎の汀線方向に 4 箇所採取し、その混合を 1 測点のサンプルとする。

（分析）

泥分と強熱減量を分析する。

- ・強熱減量：600℃で 2 時間燃焼後の減量比（環水管第 127 号^注）
- ・泥分：粒径 0.075 mm 以下（シルト＋粘土）の通過質量率

（オプション分析）

データの蓄積及び詳細検討のために次の項目の調査・分析が望ましい。

- ・底質の酸化還元状態を把握する調査（酸化還元電位、硫化物濃度、間隙水中の溶存酸素量）。
- ・泥分の分析は、「ふるい分け」で十分であるが、淘汰係数等の解析を行なうためには、「ふるい分け＋沈降法」でシルト質以下の重量比が必要となる可能性がある。

（解説）

(a)採泥調査

アサリ等の二枚貝が生息している底質の把握が目的であることから、表層から 10 cm までの深さを対象とする。

(b)分析

分析方法は、結果の統一化を図るため、上記の方法で分析を行なうものとする。

(c)オプション分析

- ・干潟底質の酸化還元状態を表わす指標として、「酸化還元電位、硫化物濃度、間隙水の溶存酸素量」等がある。これらの底質の酸素に関する項目は、干潟生物の健全な生息環境を決定させる 1 つの項目であることから、検討を深める資料となりうる。
- ・粒径の均等性を表わす指標として、淘汰係数、均等係数などがある。これらの算定においては、 D_5 、 D_{16} （添え字の通過質量百分率に当たる粒径）などの低い通過質量百分率の粒径が必要となってくるため、「ふるい分け＋沈降法」を用いる必要がある。

②生物調査

(コドラート調査)

次のコドラート内のふるいに残った二枚貝を採取。

- ・ 枠 : 25×25 cm
- ・ 深さ : 20 cm
- ・ ふるい : 5 mm
- ・ 採取数 : 約 5 m 毎の汀線方向に4箇所を採取し、その合計を1測点の生物量とする。

(分析)

- ・ 水産有用種(アサリ,ハマグリ,バカガイ,マテガイ,サルボウ)の湿重量
- ・ 今後の知見のために、その他の主な出現二枚貝の種類名と湿重量

(解説)

(a)コドラート調査

生物調査は、現場の作業性を考慮して5 mmふるいを用いることとした。

表5-1に1 mmふるいに対する5 mmふるいの生物データの平均比率を示す。

これによると、5 mmふるいの結果は1 mmふるいに比べて、底生生物の個体数は0.5、種類数は0.8となっており、5 mmふるいでは小型個体を採取出来ないと考えられる。

しかし、湿重量においては、5 mmふるいの結果は1 mmふるいに比べて1.0となっており、湿重量を評価指標とする場合は、5 mmふるいは有効であることが明らかになった。

表5-1 1 mmふるいに対する5 mmふるいの調査結果の平均比率

測点	個体数	種類数	湿重量		
			全体	マガイ網	エビ目
平均	0.5	0.8	1.0	1.0	1.0

(資料：平成17,18年度検討調査結果)

注) 強熱減量の分析方法 (環水管第127号)

乾燥方法

分析試料から5 g以上(a)を重量既知の共せん付はかりびんに正確にはかり取り、105~110℃で恒量になるまで乾燥し(通常約2時間)デシケーター中で放冷し、固形物の重量(b)を求め、次式によつて水分含有率(%)を算出する。

$$\text{水分含有率(\%)} = ((a-b)/a) \times 100$$

a: 始めに採取した分析試料の重さ(g)

b: 乾燥後の固形物の重さ(g)

強熱減量

上記で乾燥した泥を正確に5 g以上を大型のろつぼにはかり取り、電気炉を用いて600±25℃で恒量になるまで強熱し(通常約2時間)デシケーター中で放冷し、固形物の重量を求める。

始めに測定した重量から終わりの重量を差し引き採取した試料に対する重量百分率を計算する。

5-5 評価方法

①評価手順

評価手順は図 5-4 に示すとおりである。

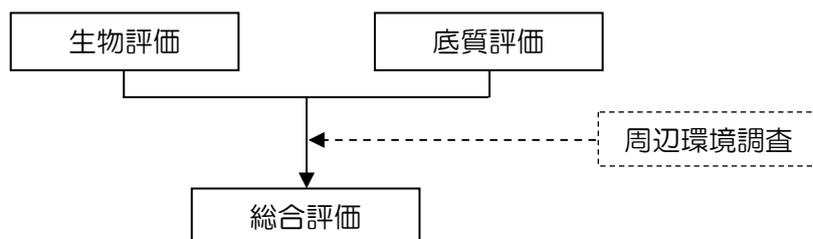


図5-4 評価の手順

(解説)

総合評価は、生物評価及び底質評価によって評価されるが、その評価結果を機構的な面から補う資料として周辺環境調査がある。

周辺環境調査結果は、干潟によって資料の整備状況に違いがあるが、将来的な干潟改善等の対策を計画するうえでも必要な情報となる。

②生物評価

水産有用種の 1 m² 当りの湿重量より、水産的立場からみた生物評価を行なう。

(評価方法)

- ・各測点の水産有用種の 1 m² 当りの湿重量（殻付き）を算出する。
- ・表 5-2 に示す生物評価表より、各測点の生物評価を実施する。

表 5-2 生物評価表

評 価	健 全	やや不健全	不健全
水産有用種湿重量	500 g/m ² 以上	500~100 g/m ²	100 g/m ² 未満

(注)：評価基準に用いた水産有用種湿重量は、本マニュアルで提案する閾値である。

(解説)

砂質系干潟における水産有用種は、アサリ、ハマグリ、バカガイ、マテガイ、サルボウの5種類とした。ちなみに、平成 17,18 年度検討調査で得られた全データの水産有用種別湿重量比を図 5-5 に示す。これによると、9 割弱がアサリで占められており、健全度評価においてもアサリの生息が重要となる。

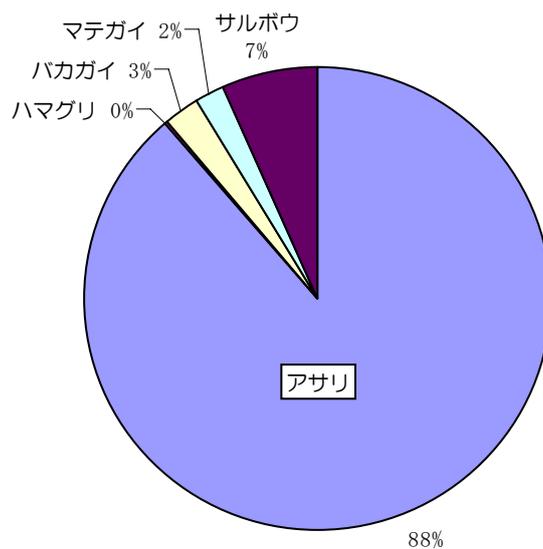


図 5-5 水産有用種別湿重量比 (H17,18 年度検討調査結果)

③底質評価

泥分と強熱減量（IL）の散布図より、底質評価を行なう。

（評価方法）

泥分と強熱減量の散布図を作成する。健全度の概況を判断するために、図 5-6 に示す底質の健全度評価エリアに当てはめて評価を行なう。

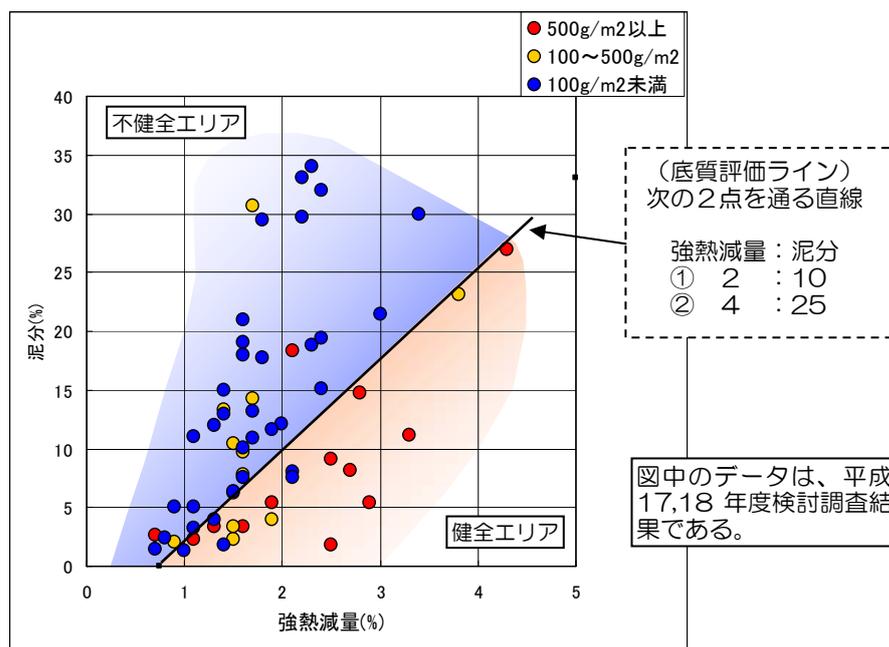


図5-6 底質の健全度評価エリア

(解説)

周辺環境調査で示した山口県榎野川干潟では、自然再生事業の中で、様々なデータが集められ環境修復の検討が行われている。その中では、ダム建設や宅地開発などの様々な流域の変化が、河川や海域に影響を与え、その結果干潟の健全度を低下させたと想定される。干潟の底質（泥分と強熱減量）の変遷に着目すると、アサリの漁獲の減少とともに、泥分の増加と強熱減量/泥分の減少に見られる干潟の無機化が生じており、干潟の健全性の指標として利用できる可能性が示唆された。(図5-7 参照)

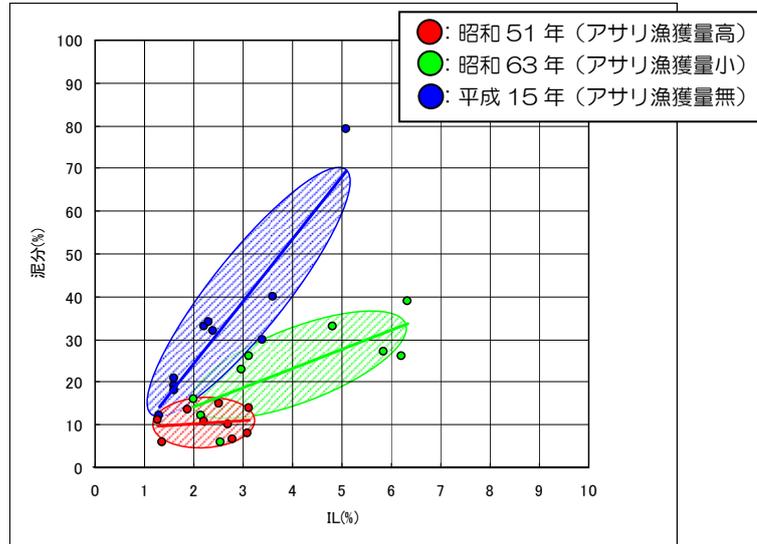


図5-7 榎野川干潟の底質から見た健全性の変化

榎野川干潟で得られた干潟の健全性と底質の関係が、他地点の干潟においても得られるかどうかを検討した。

図5-8に全国9箇所の干潟で実施した平成17,18年度検討調査結果より作成した水産有用種湿重量別の泥分、強熱減量(IL)分布を示す。これによると、榎野川干潟で得られた底質分布と健全度の関係ほど明瞭ではないものの、同様な傾向となった。したがって、ここではこの関係を用いて、干潟の健全度評価を行なうこととする。

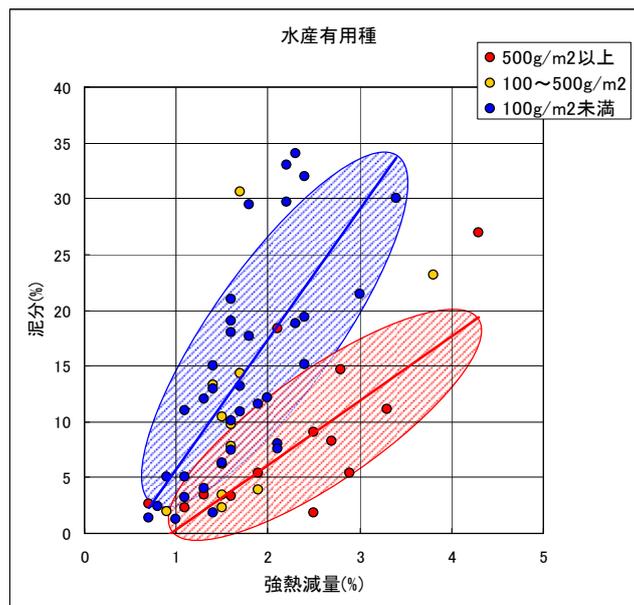
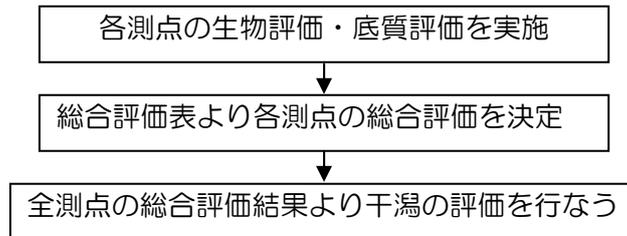


図5-8 榎野川干潟以外の干潟における水産有用種湿重量別底質分布

④総合評価

生物評価及び底質評価結果を用いて、総合評価を行なう。総合評価表は表5-3（頁23,24）に示す。
評価方法は以下のとおりである。



この評価結果と周辺環境調査の情報を検討することによって、問題点を抽出することができる。

また毎年、モニタリングを続けることにより、干潟の健康状態を把握することが出来るともに、今後、周辺環境における開発等の影響に対して、迅速に対処できると考えられる。

17,18年度検討調査結果における調査干潟の総合評価事例を以下に示す。表評価事例の数値は、各測点の総合評価を評価結果ごとに集計した測点数である。各干潟の健全度を示す総合評価結果は、測点数が最も多い評価結果とした。ただし、H干潟のように総合評価のばらつきの多い干潟もあり、このような干潟では全体を注意深く検討することが必要である。

表 評 価 事 例

現地調査		総合評価	各干潟の評価								
生物調査	底質調査		A干潟	B干潟	C干潟	D干潟	E干潟	F干潟	G干潟	H干潟	I干潟
健全	健全	健全		⑥					1	②	
	不健全	やや健全			1		1	③	1		
やや不健全	健全	やや健全	2	1			④			1	
	不健全	やや不健全	2		1	4	1	1	③	1	
不健全	健全	やや不健全					1			1	1
	不健全	不健全	④		②	⑤	2	1	1	1	⑪

(注) 数値：各測点の総合評価を評価結果ごとに集計した測点数

○：干潟の総合評価（測点数が最も多い総合評価結果）

図 5-9 に干潟の健全性を低下させる周辺環境の変化要因を示す。健全性の評価結果から、図に示す周辺環境の想定される不健全要因を抽出し、迅速な対応に繋がることを期待する。

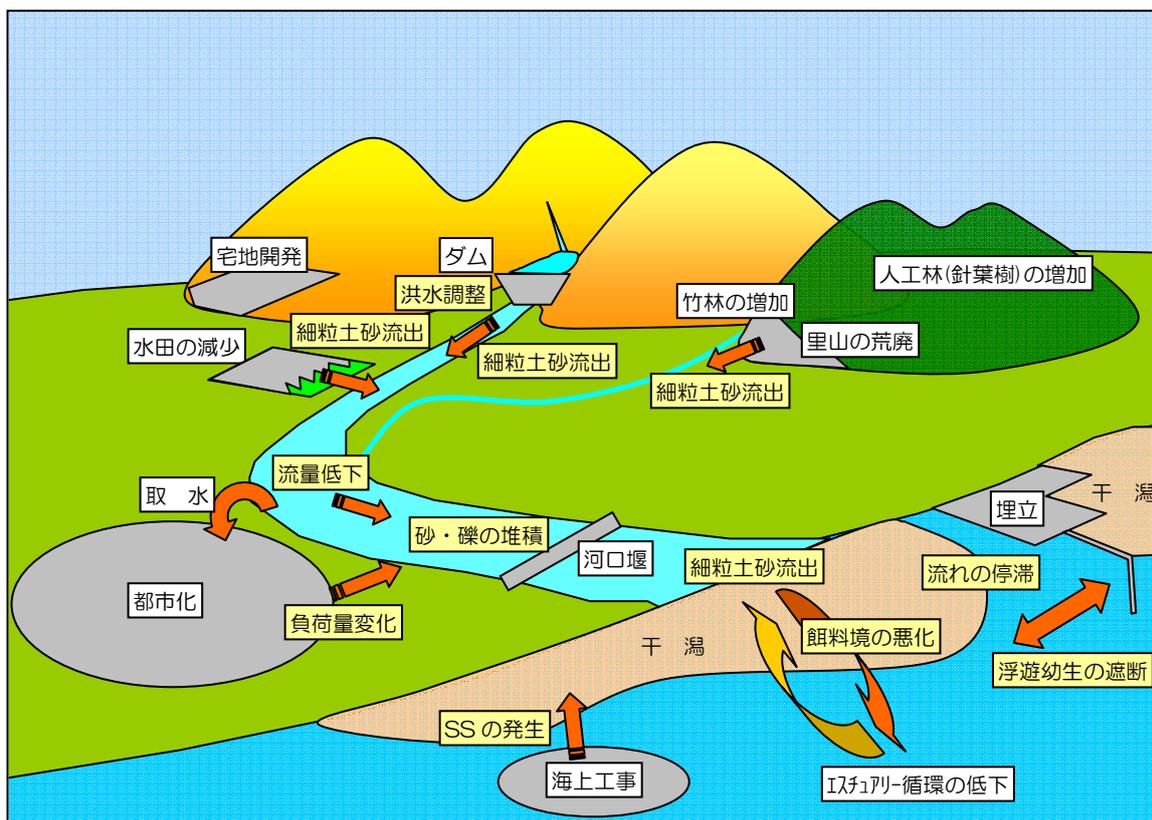


図5-9 干潟の健全度を低下させる周辺環境の変化要因

表5-3 総合評価表

現 地 調 査		総合評価	想定される不健全要因									
			聞き取り調査			周辺環境調査					既往の知見	
生物評価	底質評価		一時的な気象擾乱	一時的な漁業活動	一時的な人為的な事故	河川流量の低下	出水頻度の低下	細粒土砂の流出	流入負荷量の変化	海域での濁りの発生		海域の流れの停滞
健全	健全	健全										
	不健全	やや健全	◎			○	○	○	○	○	○	
やや不健全	健全	やや健全		◎	○							○
	不健全	やや不健全	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
不健全	健全	やや不健全		○	○							◎
	不健全	不健全				◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

注) 浮遊幼生の供給の問題

一つの内湾（東京湾、三河湾等）には複数の干潟が存在し、アサリ等の浮遊幼生の分散を介して生物的なネットワークが構築されている。ネットワーク内の一つの干潟の健全性が失われた場合、その他の干潟にも影響を及ぼすことが考えられることから、広い視野で観察することが大切である。

検討事項

- ・最適干潟環境の維持・管理として、モニタリングに努め、常に周辺環境（河川環境、海域環）の変化を監視する。

- ・年間を通した調査及び、数年間のモニタリングを実施して、底質環境の回復を監視する。
- ・底質の回復が見込まれないようであれば、緊急的な対策検討が必要。

- ・近年の漁獲量の変遷を確認するとともに、干潟環境の維持・管理しつつ経過観察を行なう。
- ・周辺海域の干潟環境にも着目し、幼生等の加入の障害が生じていないか検討する。
- ・汚染物質の流入、油流出等の人為的な事故について調査を実施する。
- ・底質の悪化は見られていないことから、健全性の回復が期待される。

- ・近年の漁獲量の変遷を確認するとともに、年間を通した調査を実施する。
- ・河川環境（ダム、河川流量）と、海域環境（埋立）等の変遷を把握し、原因を想定する。
- ・生物影響はまだ小さいので、早期対応で再生する可能性がある。

- ・近年の漁獲量の変遷を確認するとともに、幼生等の加入に着目して、周辺海域の干潟環境の状況を検討する。（例えば、対象干潟の10 km 圏内の干潟で開発等の問題は起きていないか？など）
- ・汚染物質の流入、油流出等の人為的な事故について調査を実施する。
- ・底質の悪化は見られていないことから、健全性の回復が期待される。

- ・近年の漁獲量の変遷を確認するとともに、年間を通した調査を実施する。
- ・河川環境（ダム、河川流量）と、海域環境（埋立）等の変遷を把握し、原因を想定する。
- ・健全性を回復させるための対策技術を検討する。

6. その他の検討（オプション）

前章までのは、マクロ的な視点で干潟を取り巻く環境を評価するものであった。本章では干潟土壌性状に絞った検討を紹介する。

6-1 干潟土壌硬度

干潟漁場では、土壌が締め固まるのを防止するために、定期的に耕耘を実施している。ここでは、干潟土壌硬度を用いた干潟の健全性を検討した事例を紹介する。

①調査方法

平面型山中式土壌硬度計を用いて、1測点で5回計測し、最大と最小を除いた3つで平均値を求める。読み取り値は、貫入抵抗値(mm)を計測する。

（注意事項）

- ・ 土壌硬度は、土壌内の含水量に大きく依存することから、データの精度を統一するために、水際線の近くで計測すること。
- ・ 海水中では使用しないこと。
- ・ 可動部に砂を噛み、動きが悪くなることから、メンテナンスを怠らないこと。

（解説）

干潟土壌の硬度と生物の生息については、既往の研究で関係があることが示唆されてきた。ここでは、アサリに着目して干潟土壌硬度との関係を検討した結果、土壌硬度とアサリ湿重量との間に有意な関係が見られた。ここでは、土壌硬度計を用いた検討方法を紹介する。

土壌硬度を測定する計器は、ポータブルコーンペネトロメータ、山中式土壌硬度計等がある。ここでは、ポータブルで作業性がよい山中式土壌硬度計を採用した。なお、山中式土壌硬度計は、軟弱な水田の泥土や湖沼の泥土を測る為の平面型を用いる。（図6-1 参照）

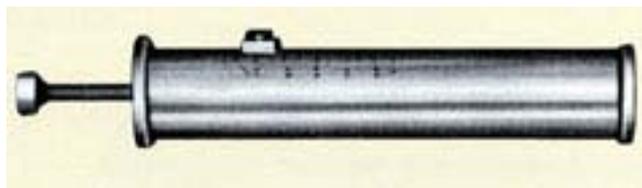


図6-1 平面型山中式土壌硬度計

②検討方法

現地調査結果と次の検討結果とを比較して、対象干潟の土壌硬度特性を把握する。

アサリの少ない地点は泥分・土壌硬度（貫入抵抗）が反比例関係にあるが、アサリが多い地点では、泥分が低いところにおいて比例関係が認められる。

（解説）

図 6-2 に示すとおり、アサリの多い地点（500 g/m²以上の健全なグループ）とアサリの少ない地点（100 g/m²未満）では泥分／貫入抵抗の分布が異なることが明らかである。アサリの少ない地点では、土壌硬度（貫入抵抗）と泥分は反比例関係にあり、泥分が小さくなると土壌硬度は硬くなる傾向を示している。しかし、アサリ生物量の多い測点は、泥分が低いほど土壌硬度（貫入抵抗）が柔らかい傾向であった。

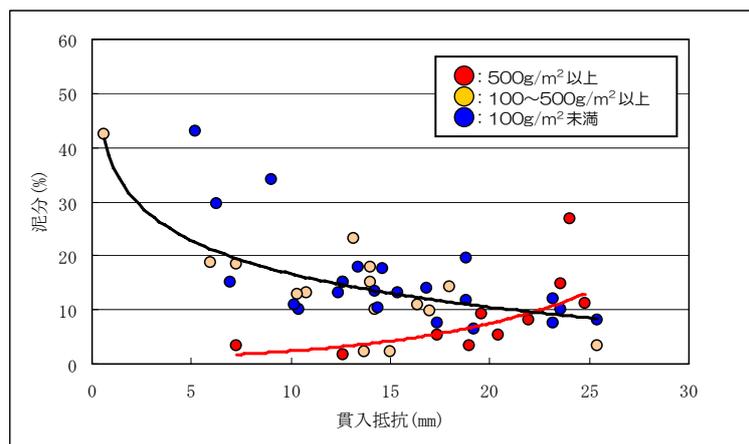


図6-2 干潟土壌硬度と泥分・生物量の関係

7. おわりに

本マニュアルでは、干潟を「森川海のつながり」の中の一員と捉え、周辺環境の変化が干潟の健全性に大きな影響を与えると考えた。評価手法のシステムとしては、次の事項を示した。

- 調査項目については、干潟を取り巻く周辺環境の変化を把握するための「周辺環境調査（資料調査）」と、調査方法及び調査位置・時期などを統一した「現地調査」を提案した。
- 評価については、生物評価と底質評価を用いて、現在の干潟の健全性を評価するとともに、周辺環境調査結果を加味することにより、不健全要因を抽出するための検討事項を提示した。

本評価手法の活用方法としては、対象とする干潟の健全性を評価することにより干潟の状況を認識し、問題点に対処する方策へ速やかに移行できると考えている。

また本評価手法は、干潟のモニタリングのツールとして用いることにより、干潟の維持管理や周辺環境の監視に寄与出来ると考えられる。

今後、本評価手法が広く活用されて、効果的な方策検討が推し進められることにより、干潟の健全性が向上することを望む。

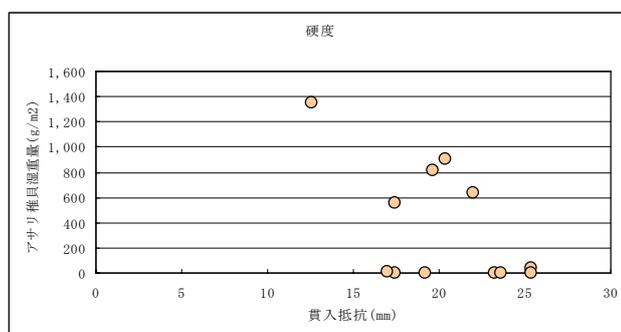
参考資料 アサリ稚貝と底質の関係

干潟健全度評価手法を検討している中で、アサリ稚貝と底質の関係について知見が得られたので、ここに紹介する。

(1) アサリ稚貝と干潟土壌硬度

H17 年度検討調査では、非常に泥分が少ない干潟にもかかわらず、非常に柔らかい（貫入抵抗が小さい）干潟で、大量のアサリ稚貝が観測された。平成 18 年度検討調査では、アサリ稚貝と干潟土壌硬度に着目して検討した。

その結果、泥分 10%以下の砂質系干潟においては、貫入抵抗とアサリ稚貝湿重量に関係が見られ、概ね貫入抵抗が 25 mm 以下でアサリ稚貝が増えており、小さいほど湿重量が大きい傾向が見られた。（参考図 2-1 参照）



参考図 2-1 アサリ稚貝と硬度（貫入抵抗）の関係（泥分 10%以下）

(注) アサリ稚貝

ここでは、殻幅 10 mm 以下を稚貝とした。

(2) アサリ稚貝と干潟土壌の均等性

砂質系干潟において、干潟土壌の粒子の均等性とアサリ稚貝の関係を検討した。土壌粒子の均等性は、底生生物の生育環境の解析で用いられている、Folk が提案した淘汰係数 σ_1 を用いた。

$$\text{淘汰係数 } \sigma_1 = [\log_2(D_{84}) - \log_2(D_{16})] / 4 + [\log_2(D_{95}) - \log_2(D_5)] / 6.6$$

ここに、

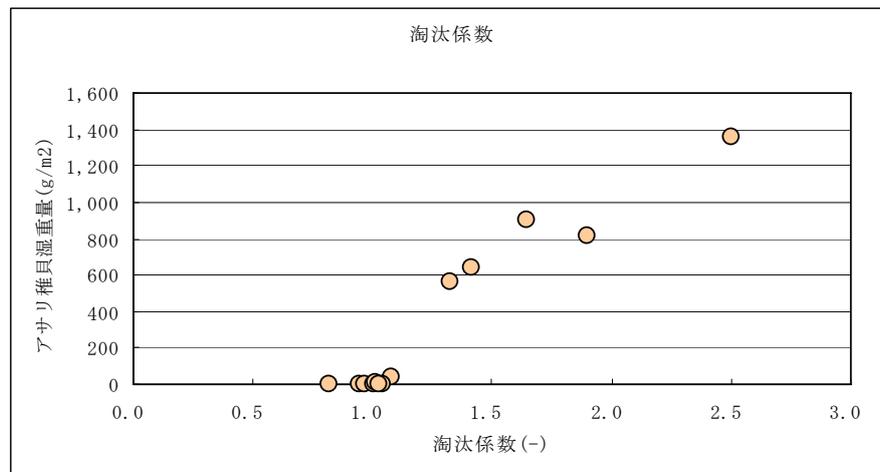
淘汰係数 σ_1 : 0 に近づくほど粒子は均一、値が大きくなるほど粒子は不揃い

$D_{95}, D_{84}, D_{16}, D_5$: 粒径加積曲線において、それぞれ通過質量百分率が 95%、84%、16%、5% に相当する粒径

なお、淘汰係数を求めるためには、 D_{16} 、 D_5 など、低い通過質量百分率の粒径が必要となる。「5-4 現地調査①底質調査」で示したとおり、泥分が 5% 以上の場合は、「ふるい法+沈降法」を用いて分析する必要がある。

参考図 2-1 に泥分 10% 以下の測点におけるアサリ稚貝と淘汰係数の関係を示す。これによると、アサリ稚貝と淘汰係数は非常に高い相関が見られ、淘汰係数が 1.0 以上で淘汰係数が大きくなるほど（干潟土壌の粒径が不揃いなほど）、アサリ稚貝の湿重量が増加する傾向が得られた。

アサリ増殖技術として、碎石の投入がアサリ稚貝の生育場所として有効であるという研究報告もあることから、干潟土壌の粒径の不均等性がアサリ稚貝の関係が伺える。



参考図 2-1 アサリ稚貝と淘汰係数の関係 (泥分 10% 以下)

