

第Ⅱ編 場の自然再生における順応的管理

1 場の自然再生における順応的管理の基本手順

1.1 包括的目標の設定（レベル1）

場の再生の包括的目標の設定にあたっては、理念の共有と空間整備のコンセプトの設定が重要である。

〔解説〕

場の再生における包括的目標の設定（レベル1）の考え方について、「海の自然再生ハンドブック 第1巻 総論編¹⁾」における解説（「2.3 理念構築（目標像の設定）と空間計画の流れ」）を引用して説明する。

自然再生とは、物理的な自然環境を再生するだけでなく、地域の人々と自然環境との関係を再生させたり、変容させたり、新たに創造したりすることであることに鑑み、目標の設定にあたっては、物理的な自然環境の再生に係る計画のみならず、地域の人々と自然環境の関係を、どのような考え方に基づいて設定すべきかという理念、及びどのような手順でその関係について分析していけばよいかという空間計画の検討が重要である。

(1) 理念の共有

場の再生を行う際に、どのような理念に基づいて行うべきかについて、関係者間で議論し、認識を共有しておくことが望ましい。

自然に対するスタンスは多様であり、自然保護や開発に関して、多様な価値観をもつ多くの関係者の一致した見解を得ることは困難であり、開発・保全に係る関係者間において価値観の相違に由来する対立が生じることも多い。

また、場の再生についても、人為的な手を加える「再生」や「修復」、「創造」を含む「再生」と、自然本来に価値があると考え、人間が手を加えない「保存」とに分けることができるが、どのような理念が正しいかを言うことは難しい。

自然に対する立場には、多様な考え方があり得ることを認識し、お互いの考え方はどのような考え方に基づくものなのかを理解することが議論の調整や収斂に有効と考えられる。

(2) 空間整備のコンセプトの設定

人々の生活と自然環境の関係について把握した上で、今後、人々と自然環境の関係性をどのように設定していくか、すなわち、空間整備のコンセプトをどのように設定するかを検討することが必要である。

場の再生によって、過去にあった人間と海辺とのつながりを復元することを優先するか、新たな人々と自然の関係を構築するか、あらかじめ決まった答えがあるわけではなく、その地域ごとに、関係者が議論して決めていく事柄である。

(3) 海辺の自然再生における包括的目標の設定例

海辺の自然再生事業における包括的目標の設定例として、港湾や海域において進められてきた自然再生事業の計画資料より、事業の「目的」あるいは「計画策定時の環境生態系の目標像」として示されている内容を「包括的目標」として整理し、計画策定の背景及び策定された具体的な

行動計画・事業実施方針と合わせて表1.1に示す。

表 1.1 (1) 港湾や海域の自然再生事業における包括的目標の設定例

地域	事業名 (事業期間)	計画策定の背景	包括的目標	具体的な行動計画・事業 実施方針
北海道	釧路港島防波堤 (平成9年度～)	釧路港西港区がエコポートに指定され、島防波堤がエコポートモデル事業に認定され、水生生物との協調型防波堤を整備することとなった。	海藻類の生態に配慮した水深を確保することによる海藻類の増加、及び魚介類の産卵礁としての機能や稚仔魚*類の保護礁としての機能	主な施策 ①防波堤背後における大規模な盛土 ②盛土上での藻場造成
関東	葛西海浜公園 (昭和55～平成元年)	「三枚洲」の保全に関する陳情が市民活動団体等から提出されたことを受け、東京都が「海上公園構想」を策定した。	水域の自然環境の保全及び回復を図るとともに、水に親しむ場所として都民の利用に供する。	主な施策 ①2つの干潟（東なぎさ、西なぎさ）の造成 東なぎさ：人の立ち入りを制限し、生物復元のための干潟 西なぎさ：レクリエーション利用のための砂浜
	横浜市金沢区海の公園 (昭和53～54年度)	古くから金沢八景の名で知られ、潮干狩りの名所でもあった金沢地先の埋立計画において、横浜市が埋立地の造成とともに、市民への水際線開放と憩いの場を提供するために、海の公園を建設するに至った。	①魚や貝が生息し、潮干狩りもできる広々とした砂浜をつくること ②水と緑に囲まれた自然味ある空間をつくること ③水際と海を利用したレクリエーションの場とすること ④多様なレクリエーション活動にこたえられる場とすること ⑤金沢の歴史や特徴を活かし、横浜のシンボルとなるような公園を建設すること	主な施策 ①人工干潟の造成
	大森ふるさとの浜辺整備事業 (平成12～16年度)	東京港港湾計画において計画決定され、その後地元の反対により棚上げされていた緑地等の整備について、地元住民、自然保護団体、専門家等との合意形成に基づき整備・計画方針が策定され、着工されるに至った。	区民と海とのふれあいを育む拠点を創出する。	主な施策 ①緑地 ②人工海浜・人工干潟 ③人工磯 ④魚釣り護岸 ⑤覆砂

出典：国土交通省各地方整備局、北海道開発庁及び沖縄総合事務局による資料

* 稚仔魚：孵化後から成魚としての種の特徴を備えるようになるまでの時期の魚類。腹に栄養分をつけている状態が仔魚、これがとれると稚魚。

表 1.1 (2) 港湾や海域の自然再生事業における包括的目標の設定例

地域	事業名 (事業期間)	計画策定の背景	包括的目標	具体的な行動計画・事業実施方針
関東	羽田沖浅場造成 (昭和63～平成12年)	航空輸送需要の増加に対応して沖合への拡張が決まった羽田空港において、埋立の代替となる浅場造成が行われることとなった。	比較的水深の浅い場所（浅場）を形成することによって、積極的に水生生物が生息しやすい環境を整える。	主な施策 ①浅場造成
中部	三河湾シーブルー事業 (平成10～16年度)	中山水道航路の浚渫に伴い発生する良質な砂が、様々な環境問題をかかえている三河湾の環境改善に有効に活用できると考えられ、その活用による環境創造事業を推進することとなった。	浚渫土砂を活用した三河湾の環境改善・創造プランの基本的方向性として次のように設定。 ①汚濁負荷の削減 ②自然浄化機能の強化 ③水産振興への貢献	主な施策 ①覆砂 ②干潟・浅場造成
	御前崎港環境協調型防波堤 (平成8～15年度)	港湾構造物に海藻類をより効率的に着生させて藻場の形成を図るため、御前崎港防波堤（西）及びその前面域を対象として、防波堤を利用した藻場造成技術の開発を行うこととなった。	藻場を造成することにより、魚介類の増集効果を高め、周辺海域の海域環境を保全する。	主な施策 ①海藻の移植 ②食害対策工の設置
近畿	大阪港阪南2区人工干潟造成 (平成14～16年)	阪南港港湾計画改訂に基づき整備された人工干潟において、市民が親しめる干潟を都市臨海部に再生しえることを実証するため、干潟の安定性や生物の定着に関する実験を行うこととなった。	大阪湾における魚類、鳥類等の生態系ネットワークを形成するための干潟の形成	主な施策 ①干潟の安定性に関する実験（基盤の沈下のモニタリング、覆砂材料の変化、地形の安定化工法による効果、ミニ泥干潟の造成） ②生物の定着に関する実験（定着生物のモニタリング、ヨシ原の造成、アマモ場の造成、ミニ泥干潟への生物定着）
中国	尾道糸崎港干潟整備 (昭和63～平成元年度)	土砂処分と干潟整備という2つの要請を同時に満たす事業手法として、3地区で干潟整備方式による土砂処分事業を実施することとなった。	アサリの増養殖場	主な施策 ①干潟の造成
	広島港五日市地区干潟整備 (昭和62～平成2年)	埋立て事業の実施に伴い大部分が消失する干潟の代替として同程度の規模の人工干潟を造成することとなった。	鳥類の採餌・休息の場の創出（ミチゲーション）	主な施策 ①干潟の造成 *沈下による干潟面積の減少に伴う鳥類の減少を踏まえ、平成13年度より二期造成（改良）工事に着手。

出典：国土交通省各地方整備局、北海道開発庁及び沖縄総合事務局による資料

表 1.1 (3) 港湾や海域の自然再生事業における包括的目標の設定例

地域	事業名 (事業期間)	計画策定の背景	包括的目標	具体的な行動計画・ 事業実施方針
中国	竹原港沖辺地区エコ・コースト事業 (平成12～16年度)	高潮対策が必要であるとともに、干潟にカブトガニ、ハクセンシオマネキ等の希少生物が生息する竹原港沖辺地区において、生態系等の自然環境に配慮した海岸整備をエコ・コースト事業として実施することとなった。	カブトガニの産卵場（高潮帯）やハクセンシオマネキ、スナガニの生息場（高潮帯～中潮帯）を形成するとともに、干潟における多種多様な生物の生息場の形成を図る。	主な施策 ①護岸改良 ②養浜
九州	中津港海岸（大新田地区）局部改良事業 (平成11～16年度)	高潮による侵食対策が必要とされているが、カブトガニ等の希少生物の重要な生息場所が存在する大新田地区海岸において、自然環境に配慮した海岸整備を実施することが必要となった。	自然環境に配慮した海岸整備を行う。	主な施策 ①護岸改良
沖縄	中城湾港泡瀬地区公有水面埋立事業 (平成10年度～)	中城湾港泡瀬地区では、埋立計画区域及びその周辺に干潟や藻場が分布しており、環境保全への取り組みを行うこととなった。	①海辺の整備にあたっては、海～海浜～海浜植生といった海域から陸域への自然な連続性を持たせ、部分的には自然海浜に類似した整備を行う。 ②水路部は、淡水の流入が期待でき、ヒルギ類（マングローブ）の植栽や、人々が容易に干潟へ降り、水に触れることができる親水空間を創造する。 ③環境教育の場・人と自然とのふれあい活動の場を整備し、野鳥園の整備や、マングローブ湿地域があり、かつトカゲハゼの生息地も存在することから、干潟生物とのふれあいの場の整備を行う。	主な施策 ①自然海岸に類似した海浜の整備 ②親水護岸の採用 ③自然の学習・観察施設の整備 ④トカゲハゼ生息の配慮 ⑤クビレミドロ生育の配慮 ⑥干潟域の保全 ⑦藻場の保全
	港湾整備におけるサンゴ着生・育成 (那覇港：昭和51年度～平良港：昭和61年度～石垣港：平成5年度～)	港湾整備の計画区域及びその周辺にサンゴ礁が分布する沖縄海域において、サンゴ礁生態系を保全・再生・利用することによって港湾整備とサンゴ礁の共生を図るための技術開発を推進することとなった。	港湾整備とサンゴ礁の共生を図る。	主な施策 ①法線計画上の配慮 ②着生基質の形成技術の開発 ③サンゴの直接的導入技術の開発 ④環境の改善技術の開発

出典：国土交通省各地方整備局、北海道開発庁及び沖縄総合事務局による資料

1.2 具体的な行動計画・事業実施方針の設定（レベル2）

場の再生においては、生物の生息基盤（基質）づくりと、生物の生息にふさわしい環境条件を満たすための具体的な行動計画・事業実施方針を検討することが重要である。

〔解説〕

場の再生を具体化するには、海辺の生態系において多様な機能を有する干潟、藻場、サンゴ礁等の重要性やエコロジカル・ネットワークに着目し、再生の対象とする生態系のタイプを検討するとともに、対象とする地域の沿岸生態系としての場の評価をもとに、再生の対象とする生態系の空間配置を検討し、生物の生息基盤（基質）づくりと生物の生息にふさわしい環境条件を満たすための具体的な行動計画・事業実施方針を検討することが重要である。

(1) 場の再生における重要な生態系とエコロジカル・ネットワーク

生物の生産や海水の浄化など様々な機能を有し、多様な生物相を見ることができる干潟・浅場・海浜、藻場、サンゴ礁は、場の再生において重要な生態系と位置付けられる。

干潟、藻場、サンゴ礁の機能の特徴、重要性、およびそれらのネットワークの重要性を以下に示す。

1) 干潟・浅場・海浜とその機能

干潟や海浜は、干出・水没の繰り返し、河川流入等による塩分の変化、波や流れによる地形の変化など、様々な要因がからみ合った複雑な環境を有しており、アサリなどの貝類をはじめとして、魚類、プランクトン、水生植物や鳥類などの多様な生物が生息している。また、干潟や海浜では潮の干満に伴い海水が砂泥層で濾過されるとともに、干出・水没の繰り返しによる酸素の供給により有機物の分解・無機化が進むなど、高い水質浄化機能を有している。加えて、干潟は内湾の奥部や河口付近に形成されるため、比較的都市部に近接した地域に存在していることが多く、潮干狩りやバードウォッチングなど人々が海と親しむことができる空間となっている。また、浅場は、一般に水深が5 m程度より浅い海域のことを言うが、干潟や海浜と同様に多種多様な生物が生息し、生物生息場機能や水質浄化機能を有している。

2) 藻場とその機能

藻場とは沿岸浅海域で大型の海藻類や海草類が繁茂し群落が発達した場所で、水深数10cmから10数mにわたる海中でみることができる。

トビウオ等の魚類やイカ類の中には、藻場を構成する海藻草類を産卵場所として利用するものがあり、海藻草類が卵の付着基盤として機能するのみならず、海藻草類により海水の流れが制御されるため、孵化した幼稚仔の保育場としての役割も有している。また、海藻類自体がアワビ、サザエ等の植食動物の餌となったり、藻場に繁殖する小動物がメバル、アイナメ等の餌となったりするなど、海水中の生物への餌供給機能も有している。

さらに、海藻草類は富栄養化物質である窒素やリンを吸収して水質を浄化したり、光合成により二酸化炭素を吸収して酸素を放出することで海水中の溶存酸素を増加させるとともに、二酸化炭素の固定にも貢献している。

3) サンゴ礁とその機能

サンゴ礁とは、サンゴを主体とする造礁生物によって形成される地形であり、一般にサンゴと

呼ばれる動物が群生しサンゴ群集を形成する場所である。

サンゴ礁の生物生産機能は熱帯雨林と同程度かそれ以上とされ、極めて高いことが知られている。また、サンゴ礁には有用魚介類が豊富に生息しているとともに、微生物、プランクトンをはじめとして、海藻、貝類、魚類など多様な生物が生息する場にもなっている。また、多様な生物が生息しているサンゴ礁は、水質の浄化機能も有しており、流入してくる有機物は、動物の摂食活動や微生物の分解により浄化される。

さらに、サンゴ礁は、景観形成・親水機能に優れており、観光が重要な産業となっている亜熱帯圏において大きな役割りを果たしている。

4) エコロジカル・ネットワーク

エコロジカル・ネットワークとは、多様な生態系が維持され、十分な機能を保持しているコアエリア（保護地域）と、それを取り巻き制限された人間活動が行われるバッファゾーン（緩衝地域）、さらにコアエリアを結ぶコリドーと呼ばれる生物往来の回廊の配置が基本となり、コアエリアの再生とこれらを相互につなぐことで、対象地域全体の生態系を向上させるという概念である。

海域においては、エコロジカル・ネットワークの言葉自体もまだ定着していないが、ヨシ原-干潟-藻場といった生態系の連携や、湾内に散在する干潟間の生物の交流といった広域の連携もエコロジカル・ネットワークと考えられ、今後の海辺の自然再生においてはこのような概念に基づく知見を踏まえた再生方策を検討することが望ましいと考えられる。

(2) 沿岸生態系としての場の評価

場の再生のための具体的な行動計画・事業実施方針を設定するためには、対象とする地域において、どのような生態系を対象として、どのような再生の方向性及び空間配置で行うかを検討する必要がある、そのためには、対象とする地域の沿岸生態系としての場の評価を行うことが重要である。

場の評価を行うことにより、どのように現存する生態系を保全したり、劣化した生態系を再生させたり、新たな生態系を創出するという再生の方向性や再生のための空間配置を検討することができる。

沿岸生態系としての場の評価を行うことは、干潟や藻場等の重要な場の再生のための適地選定や、エコロジカル・ネットワークのような生態系のつながりに配慮した複合した系の配置計画の検討、及び事業実施後の効果の予測等において重要である。

沿岸生態系を評価する手法として、現在までに提案されている手法の中から代表的な手法の概要を表1.2に示す。

表 1.2 沿岸生態系評価手法の例²⁾

手法の名称	手法の概要
HEP : Habitat Evaluation Procedure	<ul style="list-style-type: none"> ・評価対象種を選定し、その種が利用できる生息域を生息場評価点 (Habitat Unit : HU = 生息環境適合度 × 面積) を用いて質的・量的に評価する。 ・生息環境適合度 (HSI) は、対象種に対するその場の最適環境 (最大収容力) に対する場の収容力の割合 (場の収容力 / 最大収容力) ・直接影響域と間接影響域を対象地域とし、対象地域を地目 (カバータイプ) によって区分する。
WET : Wetland Evaluation Technique	<ul style="list-style-type: none"> ・湿地の機能評価に係わる質問群 (湿地の機能、価値の社会的重要性、果たしうる機能の程度、機能を果たすための条件、生息域適正評価) に関する回答群をもとに、あらかじめ設定された評価フローにしたがって湿地の機能を定性的に3段階 (High、Moderate、Low) で評価する。 ・地下水の状況、文化的機能、洪水調整機能、浄化機能、生物の状況など、様々な項目にもとづいて評価する。
HGM : HydroGeoMorphic Approach	<ul style="list-style-type: none"> ・湿地の地形形態・水理的特徴により対象地域を地目 (カバータイプ) により細分化し、そのクラスの湿地帯にあてはまる様々な機能について、評価対象の湿地帯と周辺の最良の湿地帯との対比から指数化する。これから機能容量指数 (FCI) を求め、0～1の数値で表現する。 ・WETのように湿地帯の多様な機能に注目するとともに、数量化した評価ができる。 ・HEPとWETの特徴を取り入れた手法である。
生態系モデル	<ul style="list-style-type: none"> ・主にボックスモデルによる物質循環モデルに生物の働きを考慮したモデル。バクテリアやプランクトンなど栄養段階の低次の生物を考慮したものを低次生態系モデルといい、水質変化、水質浄化機能、一次生産量などの予測に用いられる。高次消費者 (魚類、鳥類など) までを考慮したものは、高次生態系モデルと言われるが、系が複雑となるため一般化されたものはない。 ・別途計算された流動予測結果などと組合せて予測に用いる。
生活史モデル	<ul style="list-style-type: none"> ・対象生物の生活段階をいくつかに分割し、各生活段階の体重と個体数の変化を環境要素と関数化された成長係数と死亡係数で表現する。 ・別途計算された流動予測結果、水質予測結果などと組合せて予測に用いる。

(3) 場の再生の基本的技術

場の再生を図るためには、生物の生息基盤（基質）づくりと、生物の加入・定着・成長・再生産それぞれに対してふさわしい環境条件を満たすことが必要である。それらの具体的な条件について、「海の自然再生ハンドブック 第1巻 総論編¹⁾」において整理されている条件をとりまとめ表1.3に示す。

また、後述する干潟・海浜・浅場（覆砂）、藻場、サンゴ礁の再生における主な方策メニューをとりまとめ表1.4に示す。

表 1.3 場の再生において必要な条件¹⁾

生物基盤（基質）づくりに係わる物理的条件	地形条件	海岸地形、水深、海底勾配など
	海象条件	波浪、潮位、潮流、乱れやせん断力など
	気象条件	風、降水量など
	底質・地盤条件	粒径、比重、含水比、シルト含有量、土質など
	周辺の河川流入条件	流量、流速、水位、懸濁物負荷、河口地形など
生物生息にふさわしい環境条件（幼生等の加入・定着・成長・再生産に対して）	水質条件	水温、塩分、溶存酸素、pH、懸濁物・有機物・栄養塩類・成長阻害物質などの各濃度及び負荷量（フラックス）
	底質・地盤条件	粒径（中央粒径・粒度分布など）、比重、含水比、シルト含有量、pH、酸化還元電位、硬度、土質、基盤の水深・対面方位など
	気象・海象条件	波浪、潮位、潮流、乱れやせん断力、風、降水量、日照（濁度・透明度・水中照度）
	生物条件	加入の有無、生活史と場の適合性・連続性、捕食圧や人の漁獲圧
	周辺における生物生息・生態系の状況	栄養塩や餌の供給（ボトムアップ）、捕食者（トップダウン）、生物学的競争・阻害・損傷を受けた場合の再加入源

表 1.4 干潟、藻場、サンゴ礁の再生における主な方策メニュー

生態系	既に形成されている生息場		新たに形成する生息場
	保全（保存・防御）	再生（復元・改善・修復）	創出（改変・創出）
干潟	立入制限（保護区設定） 環境保全対策（ゴミの回収など）	耕耘、覆砂 作濇、濇筋 地盤高の改良（切土、盛土など） 微地形の形成（クレーク、 タイドプールなど） 生物の移植 （アサリ、アマモなど）	干潟の造成
海浜	立入制限（四輪駆動車の 乗り入れ禁止など） 環境保全対策（ゴミの回収など）	飛砂対策（防砂柵、植栽など） 砂の補給（サンドバイパス など） 保全施設の設置（ヘッドラ ンドなど）	海浜、ビーチの造成
浅場（覆砂）	投錨・操業規制	砂の再投入、再散布	砂の投入、散布
藻場	岩礁性藻場	保護区の設定 環境保全対策（濁りの防 止）	基盤表面の清掃 食害対策 移植 環境保全対策（濁りの防止） 藻場水深の嵩上げ 新着生面の投入
	砂泥性藻場	保護区の設定環境保全対 策（濁りの防止）	砂の補充 移植 環境保全対策（濁りの防止） 藻場水深の嵩上げ
サンゴ礁	法線計画上の配慮	着生基質の形成（基質投入、浅場造成、表面加工） 環境の改善（物理環境の多様化、海水交換の促進） サンゴの直接的導入（移植）	

1.3 目標達成基準による管理（レベル3）

具体的な行動計画・事業実施方針に基づき事業を実施した後は、モニタリングを行い、モニタリング結果が目標達成基準を満たしているかをもとに管理手法のレビューを行い、必要な場合は管理手法の改善を行う。

〔解説〕

目標達成基準による管理のフローを図1.1に示す。

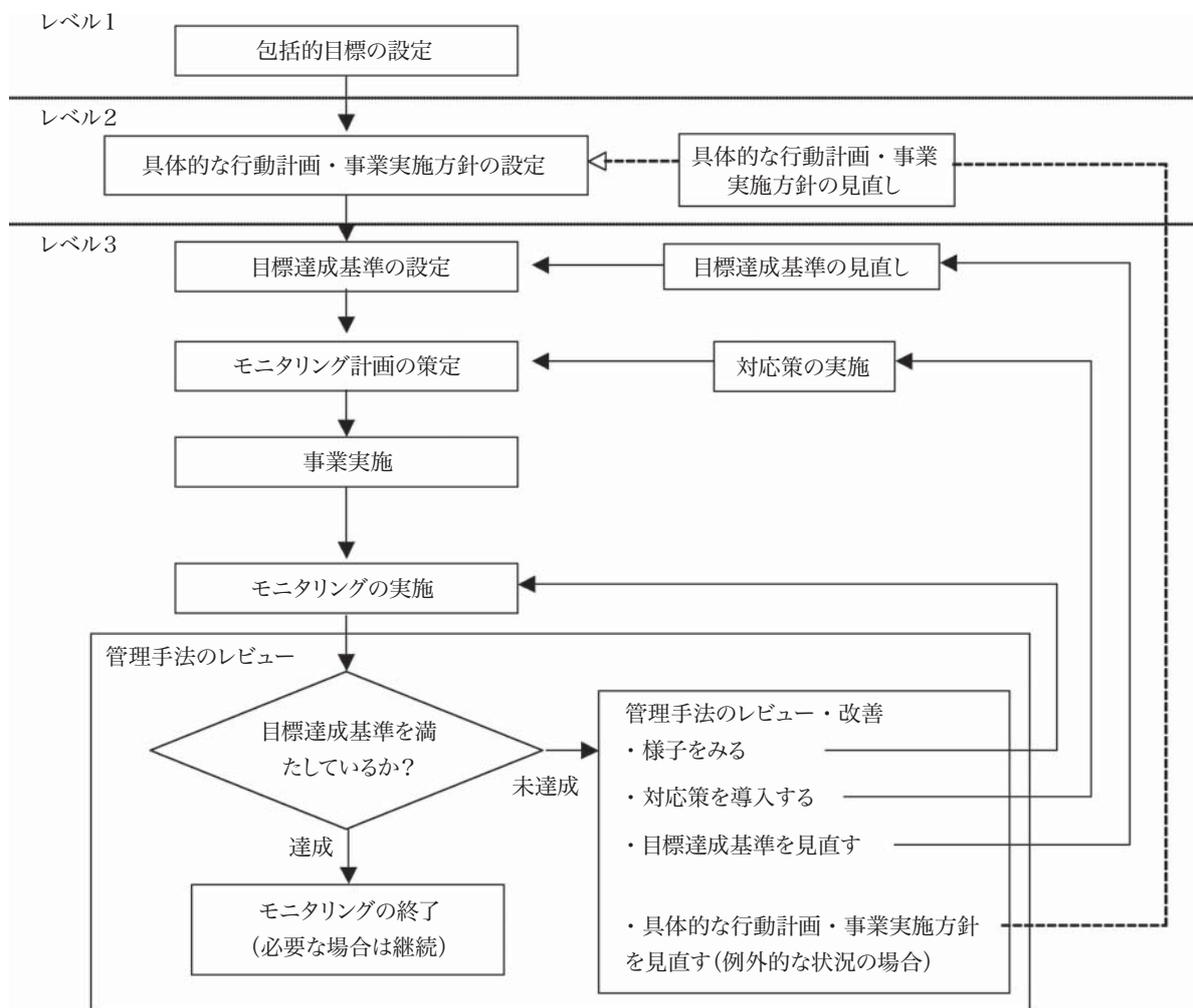


図 1.1 目標達成基準による管理のフロー

(1) 目標達成基準の設定

目標達成基準は、具体的な行動計画・事業実施方針が達成されているかを具体的に判断するための基準となるものである。そのため、目標達成基準の設定にあたっては、指標項目、目標レベル、目標達成年次を明確にすることが重要である。

1) 指標項目

場の再生における目標達成基準の指標項目は、具体的な行動計画・事業実施方針に基づいて望ましい生態系が形成されているかを判断するための「生物の状況」に係る項目と、生態系の形成において「維持管理すべき環境条件」に係わる項目について設定する。

〔解説〕

場の再生において求められる成果は、望ましい生態系の形成である。そのため、目標達成基準は、具体的に望ましい生態系が形成されているかを判断するための「生物の状況」に係わる項目と、生態系の形成のために「維持管理すべき環境条件」に係わる項目を指標項目とすることが適当と考えられる。

目標達成基準の指標項目の選定にあたっては、目標達成基準が具体的な行動計画・事業実施方針が達成されたかを具体的に判断する基準となるものであるため、計測や観察が可能な項目を指標にすることが重要である。

また、「生物の状況」に係わる指標項目は、具体的にどのような生態系の形成を目指すかによって、事業ごとに具体的な項目を設定すべきであり、特定の生物種の状況を指標とするほか、生物の多様性や生物機能を指標項目とすることも可能である。

「維持管理すべき環境条件」に係わる指標項目は、望ましい生態系が形成される上で維持管理していくべき環境条件について設定するものであり、モニタリングによる検証の結果に基づいて管理することが可能な項目を選定することが望ましい。

米国において先進的に順応的管理手法を導入したサンフランシスコ湾のソノマ・ベイランズ湿地実証事業における目標達成基準の例をみると、表1.5に示したように、環境条件を判断する基準を「物理的基準」、生物の状況を判断する基準を「生物的基準」としてそれぞれ6項目、計12項目の目標達成基準を設定している。この事業は、20年以内に塩性湿地生態系を再生することと、稀少生物2種（オニクイナ、カヤネズミの仲間）の生息地を復元することを目的としており、物理的基準は、自然の作用を利用して湿地を再生する上で、物理的な改善措置が必要かどうかを評価するために設定されており、生物的基準は、事業の目的が達成されたかどうかを評価するために設定されている。

また、チェサピーク湾のポプラー島環境修復事業においては、生息地再生の包括的目標を7つのサブ目標に区分し、サブ目標に対応した具体的な行動計画・事業実施方針を策定し、その内容に応じた目標達成基準を設定している。一例として「地面に営巣する水鳥の生息地の創出」に係わる目標達成基準の設定例をみると、表1.6に示したように、目標達成基準は、生息地のサイズや地盤高等の環境条件とともに、実際に水鳥が営巣地として利用しているかの状況を指標項目として設定している。

表 1.5 ソノマ・ベイランズ実証事業における目標達成基準³⁾

指標項目		目標レベル・目標達成年次	
物理的基準	1	浚渫材を盛土した場所の標高	潮汐作用復元後、1ヶ月後に2.9フィート(0.9m) NGVD(米国水準原点)を超えないこと
	2	浚渫材表層の化学物質	土砂を投入し、海水導入前の濃度が基準値を超えないこと
	3	サンパブロ湾と湿地を結ぶ主要水路の地形	堤防開削後、1年以内に安定した地形に落ち着くこと
	4	主要水路における平均潮差	5年以内に、サンパブロ湾の平均潮差の90%に達すること
	5	湿地内の半島状堤防の標高	潮汐作用復元後、10年以内に4フィート(1.2m) NGVDとなること
	6	事業区域内に形成される水路の密度	潮汐作用復元後、20年以内に自然湿地と同等以上であること
生物的基準	1	塩性湿地植生の定着開始	潮汐作用復元後、5年以内に定着を開始すること
	2	湿地植生による植被率	潮汐作用復元後、20年以内に潮汐を受けるエリアの65%となること
	3	鳥類の個体数	20年以内に、再生湿地を利用するシギ・チドリ類、カモ類、その他の水鳥類の合計が参照地と比較して著しく低くないこと
	4	魚類の生息密度	20年以内に、河口域を生息場とする魚類が参照地と比較して著しく低くなく、湿地内の水路を利用すること
	5	オニクイナ(鳥類)の生息	20年以内に、3組のつがいが湿地内で生活すること
	6	塩生湿地カヤネズミの生息適地	20年以内に生息適地を11ha以上提供すること

表 1.6 ポプラー島環境修復事業における目標達成基準項目の例⁴⁾

サブ目標	具体的な行動計画・事業実施方針	基準項目
地面に営巣する水鳥の生息地の創出	地面に営巣する水鳥の生息地の創出	サイズ(高潮線以上の面積)
		堀の幅、水深
		地盤高
		基質(材質、砂に混入する貝殻の大きさ)
		植生(植被率、高さ)
	地面に営巣する水鳥による営巣地としての利用	アジサシ類の営巣状況

2) 目標レベル

目標レベルは、達成が求められるレベルを示すものであり、事業を実施する地域の特性や指標項目の特性に応じて設定する。

なお、目標レベルの設定にあたっては、対象地域の特性に適合した無理のない設定を行うことが望ましく、そのためには、周辺に再生の対象とする生態系と同じタイプの場所が存在している場合や、かつて存在していた場合には、それらの場所を「対照区」として設定し、対照区での環境条件や生物の状況を参考として設定することが有効である。

〔解説〕

目標レベルは、包括的目標によって達成が求められるレベルを示すものであるが、対象地域の特性に適合した無理のない目標設定を行うことが望ましい。そのためには、事業の実施場所の周辺において、再生の対象とする生態系と同じ生態系タイプの場所が存在していたり、現在は存在していないがかつて存在していた場合には、それらの場所を「対照区」として設定し、対照区での環境条件や生物の状況を調べ、それらの状態を参考として設定することが有効である。

また、目標レベルは、できるだけ定量的に設定することが望ましく、特に「維持管理すべき環境条件」に係わる項目は、管理手法の再検討を行うために、具体的な数値により目標レベルを設定することが重要である。一方、「生物の状況」に係わる項目については、予測に不確実性が伴うため、定性的な表現による目標レベルの設定が可能である。ただし、定性的なレベル設定であっても、事業が達成しているかどうか判断可能な設定を行うことが重要である。

前述したソノマ・ベイランズ実証事業における目標達成基準では、管理の改善が必要かどうかを判断するための物理的基準については、数値による定量的な設定が行われているが、生物的基準のうち、鳥類や魚類に関する目標達成基準は、周辺における湿地での生息状況を基準として、それより著しく劣っていない状態を目標レベルとしている。

また、ポプラー島環境修復事業において設定された目標達成基準は、表1.7に例示したように、最も可能性のある成果のレベルを目標値として示した上で、環境の変動性を考慮して、目標レベルの許容範囲を示している。また、生物に係わる項目では、対象とする生物の生息が確認されることを目標レベルとしており、数値化した目標の設定は行われていない。

表 1.7 ポプラー島環境修復事業の目標達成基準のレベル設定⁴⁾

サブ目標	具体的な行動計画・事業実施方針	目標達成基準		
		指標項目	目標レベル	
			目標値	許容範囲
塩性湿地生息地の創出	低地湿地生息地の創出	サイズ（堤防の中央線で測定）	456エーカー	430-480エーカー (±5%)
		植生（種組成） ・ <i>Spartina alterniflora</i> ・ 他の参考種 ・ 有害生物	≥80% ≤20% 0%	20-100% 0-80% 0-10%
		植生（湿地植生による植被率） *泥質干潟、水路、島、池を除く	≥90%	≥85%
		(中略)		
	水鳥による湿地の利用	移住性の水鳥（チュウシャクシギ、オオハシシギの仲間）による利用	生息していること	－
	魚類による湿地の利用	イシモチ類等による利用	生息していること	－
	無脊椎動物による湿地の利用	エビ、カニ類による利用	生息していること	－

注) *Spartina alterniflora* : イネ科の植物

3) 目標達成年次

目標達成年次は、何年後に目標達成基準の達成を目指すかを示すものである。
場の再生における目標達成年次は、事業実施後の環境条件の変動性、安定性や生物・生態系の変動性、遷移の速度を踏まえて設定する。

〔解説〕

場の再生における目標達成年次は、達成が求められる「環境条件」や「生物の状況」に係る指標項目について、それぞれの変動性や遷移の速度を踏まえて、何年後に達成を目指すかを示すものである。

場の再生において、維持管理すべき環境条件に係わる指標項目は、物理的な改善措置が必要かどうかを判断するために設定するものであるため、最終的に望ましい生態系が形成されているかを判断する「生物の状況」に係る指標項目に比べて、目標達成年次は早期に設定することが求められる。

米国のソノマ・ベイランズ湿地実証事業における目標達成基準（表1.5）においても、生物については20年内の達成を目標としているのに対して、湿地の再生のために物理的な改善措置が必要かどうかを評価するための物理的基準の主要な項目は10年以内の達成を目標としている。

(2) モニタリングの実施

1) モニタリング計画策定の考え方

モニタリング計画は、目標達成基準の内容を踏まえて策定することが重要である。

〔解説〕

モニタリングは、目標達成基準の達成状況を評価するとともに、管理手法をレビューし改善の必要性を検討するために実施するものである。そのため、モニタリング計画ではそれらの評価や検討が行えるよう、目標達成基準の内容（指標項目、目標レベル、目標達成年次）を踏まえて、モニタリングの項目、時期・頻度、調査範囲・地点、期間を選定することが重要である。

また、目標達成基準の指標項目には設定されていないものの、管理手法のレビューや改善の必要性を検討する上でデータの取得が必要と考えられる場合は、それらもモニタリング計画に盛り込む必要がある。

また、モニタリング計画は、その結果に応じて、追加や修正が必要と判断されれば改訂を行う必要がある。

2) モニタリングの実施方法

モニタリングの実施方法は、専門家による標準的な手法を基本とするが、地元のボランティアやNPO等が参加できる方法を取り入れることも望ましい。

〔解説〕

海辺の環境条件や生物・生態系の状況を調査する方法としては、これまで専門家による標準的な方法が開発されてきており、場の再生における順応的管理のモニタリングにおいても、それらの標準的な手法を基本とすることが適当と考えられる。

また、専門家による標準的な手法のほかに、地域住民やNPO等によるモニタリングの実施方法がある。市民やNPO等がモニタリングに参加することは、情報の共有化や合意形成にとって有効に働くものと考えられる。さらに、日常的な観察の機会をもつ地域住民による情報は、よりきめ細かい管理につながるものと考えられる。そのため、地域住民やNPO等の協力を求めて、日常的な観察やイベント的な観察など、専門家でない人たちで実施可能な方法をモニタリングに取り入れることも望ましい。

(3) 管理手法のレビューと改善

1) 管理手法のレビューと改善の必要性

モニタリング結果をもとに目標達成基準の達成状況を評価し、管理手法のレビューを行い、管理手法の改善の必要性を検討する。

目標達成基準が達成された場合は、具体的な行動計画・事業実施方針が達成されたと評価されるが、その後の環境変動等により生態系の状況が変化する可能性が考えられる場合は、継続してモニタリングを実施することが望ましい。

目標達成基準が未達成の場合は、環境条件や生態系の形成状況に応じて、下記のような管理手法の改善を検討する。

- ① 様子を見る。
- ② 改善のための対応策を導入する。
- ③ 目標達成基準を見直す。
- ④ 例外的な状況においては、具体的な行動計画・事業実施方針を見直す。

〔解説〕

モニタリングを実施した後は、その結果を一定期間毎にまとめ、事業による成果を定期的に評価し、管理手法をレビューする。

管理手法のレビューは、基本的に、事業による成果の状況が目標達成基準を達成しているかの観点より行い、目標達成基準の各指標項目に関連するモニタリング結果を整理し、目標レベルと対比させて評価する。

目標達成基準が達成された場合は、具体的な行動計画・事業実施方針が達成されたものと評価できるが、その後の環境変動等により生態系の状況が変化する可能性が考えられる場合は、継続してモニタリングを実施することが望ましい。そのため、目標達成基準が達成された場合もその後のモニタリングの継続性について検討し、必要な場合はモニタリングを実施する。

目標達成基準が未達成の場合は、それまでの環境条件の変化や生態系の形成状況、未達成の原因について検討し、下記のような方針で管理手法のレビュー・改善を行う。

- ① 様子を見る。
環境条件の変化や生態系の形成状況からみて、すぐには管理手法の改善を行わなくても、自然に改善される可能性があると考えられる場合は、すぐに対応策は導入しないで、モニタリングを継続し様子を見る。
- ② 改善のための対応策を導入する。
目標達成のために人為的な対応策が必要と判断される場合は、対応策を検討し、修復工事等の必要な措置を行った後、モニタリングを継続する。
- ③ 目標達成基準を見直す。
目標達成基準が未達成である場合の中には、周辺の社会的環境の変化や台風などの一時的な環境変化の影響を受けて、当初設定した目標達成基準が現状に則さないと判断される場合があると考えられる。また、その一方で、目標レベルのレベルアップが望ましいと判断される場合も起こる可能性がある。目標達成基準の見直しが妥当と判断される場合は、目標達成基準の再設定を検討し、管理手法の見直しを行うことが可能である。
- ④ 例外的な状況においては、具体的な行動計画・事業実施方針を見直す。

事業の結果から見て新たな方向や分野での行動計画や事業の実施が望ましいと判断される場合は、行動計画・事業実施方針を見直すこともあり得る。

ただし、当初に設定した具体的な行動計画や事業実施方針は、包括的目標に対して、事業者と関係者の合意形成のもとに設定されたものであるため、その見直しは慎重に行う必要がある。

以上のような管理手法のレビューと改善の必要性の判断については、多様な主体の間での合意形成と科学的知見に基づいた判断が重要である。

2) 管理手法改善のための対応策

モニタリング結果にもとづき管理手法をレビューした結果、管理手法の改善が必要と判断される場合は、改善のために有効と考えられる対応策を策定し実施する。

〔解説〕

管理手法の改善が必要と判断される場合は、目標達成基準が未達成となっている原因を検討し、改善のために有効と考えられる対応策を策定し実施する。

予測が不確実な海辺の生物・生態系を対象とした再生計画においては、あらかじめ起こりうる変化を想定し、各変化に対する対応策メニューを検討しておくことが望ましい。

参 考 文 献

- 1) 海の自然再生ワーキンググループ（2003）：海の自然再生ハンドブック、第1巻 総論編、ぎょうせい。
- 2) 生物の多様性分野の環境影響評価技術検討会（編）（2002）：環境アセスメント技術ガイド、生態系、（財）自然環境研究センター。
- 3) San Francisco District U.S. Army Corps of Engineers・California Coastal Conservancy（1996）：Sonoma Baylands Wetland Demonstration Project Monitoring Plan.
- 4) Maryland Port Administration（2004）：Poplar Island Environmental Restoration Project, Adaptive Management Plan（Draft Final）。