

海岸計画と調査

Coastal Planning and Investigation

河田 恵昭
Yoshiaki KAWATA

1. まえがき

この度、海岸法の改正と軌を一にして、海岸施設設計便覧が全面的に書き換えられることになった。その中でもこれまでなかった章が計画であり、「環境」や「生態系」の配慮とともに、今回の改定の重要な点の一つとも言える。従来は、各種構造物を作ることが前提にあつて、すぐに設計にかかっていたというのが実情であろう。とくに、災害復旧事業では決められた短い期間で施工しなければならず、ともすれば長期的視点や景観や環境などとの関係などはあまり考慮されずに実施されたきらいがあつた。

ただ今後の課題にもつながるが、大量の情報が集積できたとき、現場を見ずに計画を策定する危険がますます増えるという危険を指摘しておきたい。本便覧の内容は、豊富な実務経験や現地観測・調査に従事した経験者が中心となってまとめたものであるが、その経験や体験はこのような活字の形ですべては表現できないという制約がある。そのために、実際の担当者は実務に際してまず、現地を訪問し、関係者から多様な意見を聞き、議論を通じて情報交換することが何よりも大事であろう。

ここでは、今回の改定に際して著者が主査をつとめた計画と調査の内容の概要を紹介する。

2. 海岸計画とは

2.1 海岸施設整備計画の位置付け

海岸は、陸と海との相接する特色のある空間であり、多様な生物が息息する貴重な場であるとともに、人間の様々な活動に利用される重要な空間である。したがって、海岸計画は、沿岸域で実施される様々な事業や計画を含めた「沿岸域管理計画」を上位計画として検討していくことになる。本便覧においては、この海岸事業全体を指すことになる「海岸計画」は、図-1に示すように、海岸施設が設置される海岸計画対象域を対象に、「海岸基本計画」の策定、「海岸施設整備計画」の策定、モニタリング、維持管理という一連のステップからなっている。

「海岸施設整備計画」は、社会、自然条件等から一体的に整備・管理・利用を図るべきと考えられる区域を対象としている。海岸基本計画は、防護・環境・利用の調和のとれた総合的な海岸の管理を推進していくために定

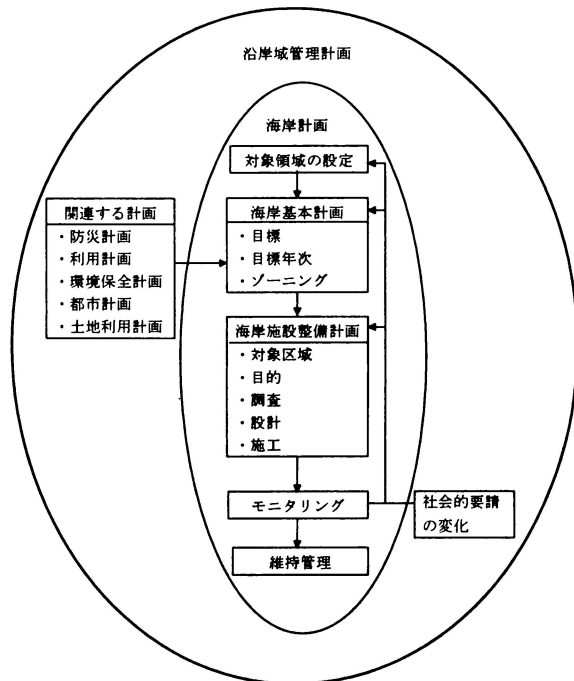


図-1 海岸基本計画の位置付け

めるものである。それゆえ、長期的な視点で計画し、海岸・沿岸域の将来像を提示するものであるから、個別の海岸施設整備計画の上位計画となっている。

海岸施設整備計画を策定するに当たっては、具体的な課題毎に調査の実施やデータの収集整理を行う必要がある。また、施設計画に影響を与える要因や他の計画との調整、施設計画による周辺への影響予測、施工計画の検討、事業の投資効果の評価、事業実施後のモニタリング、維持管理計画の一連のステップを検討していくことが必要である。しかし、海岸の場合、高潮、津波等を対象に計画していても、海岸侵食が進行してしまい緊急に対応せざるを得ない場合も多い。したがって、まず海岸保全区域を対象として、防護すべき陸地の範囲、計画の対象とすべき波浪や潮位等を設定する。ついで、海岸の社会的、自然的特性を調査の上、侵食対策の必要な海岸については、侵食対策計画を検討し、次に高潮・波浪、津波対策計画を検討すべきである。

海岸施設整備計画を策定するにあたっては、防護・環境・利用が調和したような施設整備が望まれる。しかし、これらの事象は生起する時間軸が異なっていることから、緊急的に検討する必要がある防災面に主眼が置かれがちである。ところが、環境は一度改變してしまうと元に戻すのは非常に困難であり、将来に禍根を残すことにもなりかねない。したがって、緊急的に計画を策定することが必要であっても、環境・利用面の検討をおろそかにしないようにすべきであろう。

とくに、災害復旧に関する計画では、原型復旧が基本であるため、再度災害防止のための機能の追加が必要ではないか、あるいは災害が起きていないところの対策はどうすべきかなどの検討がなされないまま、策定されることが多い。必ずこうした点についても検討を加えるべきであろう。さらに、海岸の場合は何らかの施設整備により地形に与える影響は大きいことが多いので、緊急的に計画しなければいけない場合も、隣接海岸のことを常に念頭に置きつつ、検討すべきであり、このことは海岸部に構造物を設置する必要が生じた場合も同様である。

2.2 望ましい策定の流れ

海岸施設整備計画については、大きく3段階に分けられる。第1段階は、現況の調査・分析の実施である。この段階は計画策定のための前の段階として重要な項目である。調査の実施に際しては、行政界で機械的に区分するのではなく、自然、社会条件から見た一体性があると考えられる地域を調査・計画対象地域として設定する。その上で、自然条件（設計外力も含む）、社会条件、災害履歴、各種計画や施設、海岸空間利用に関する各項目毎の調査を行い、現状・動向の分析を行う。さらにそれらの調査結果をもとに、防災、自然環境・景観の保全、海岸空間の利用の競合など、該当海岸についての施設整備計画を策定していくときに必要となる課題を抽出する。

第2段階は、海岸施設整備計画の策定と実施である。この段階は計画策定の主体的な部分である。まず、計画策定全般に言えることであるが、計画策定のいずれかの段階で、手続きとして地域住民等の意見を反映するような措置が講じられるべきである。施設が作られてからの良質な維持管理、あるいはモニタリングの推進は地域住民等に任せていくのが効果的かつ効率的である。したがって、計画策定にあたっては住民の意見を反映していくことが、地域の個性を生かした海岸事業にもつながるであろう。

実際の計画策定にあたっては、図-2に示すように、まず必要となるのは計画目標の設定である。計画の目標は、要請される課題に対応した整備目標（整備水準、計画期間、事業量等）及び基本的な考え方である。また、高潮、波浪、津波、海岸侵食の必要性が複合的に生起している海岸について、複合している現象に対する各々の対策をどのようにするかについて検討しておくことが必要である。そして計画の策定に移るわけであるが、この中では施設計画としての種類、規模等、施工にあたっての計画、利用調整の具体的方法、関連する事業・計画との調整、環境・景観保全計画、利用への配慮などについて決めていくことになる。さらに、策定された計画が妥当なものであるか、防護効果・国土保全効果の直接的効果、産業の活性化効果・水産資源増殖効果等の間接的効果、事業の費用対効果分析等について検討を加えることになる。妥当な計画であることが確認され

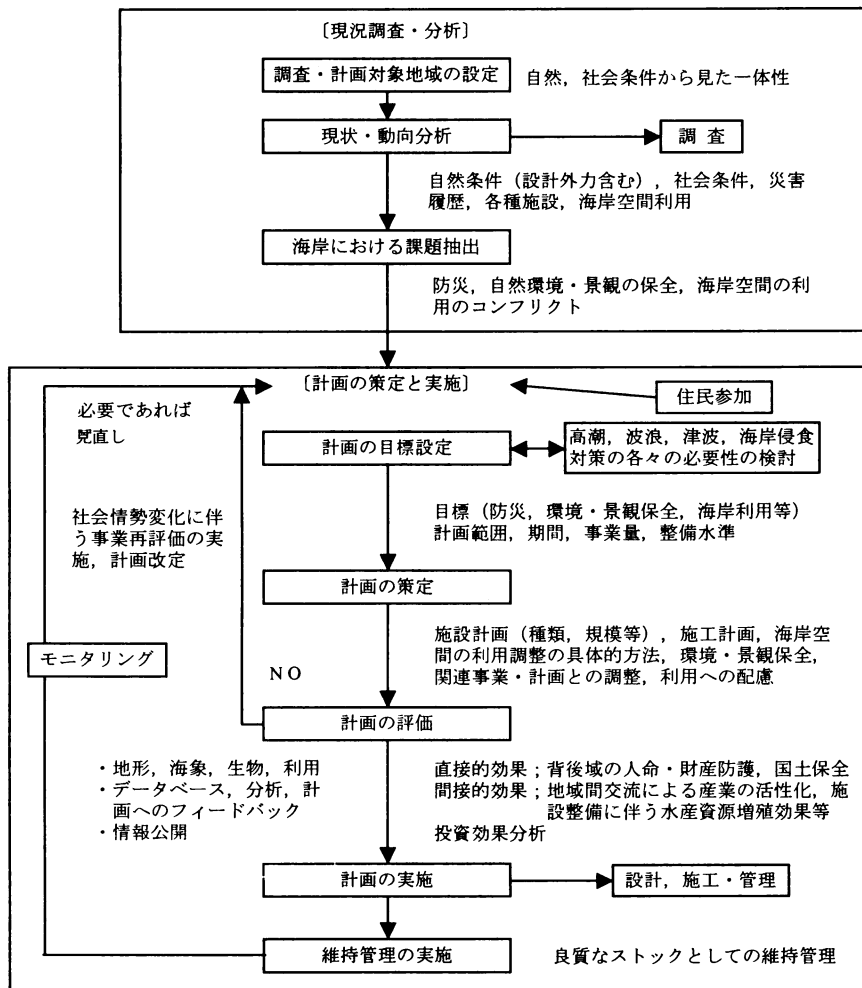


図-2 海岸施設設備計画策定の流れ

てから計画の実施に至り、構造物の設計、施工・管理の実施等につながっていく。

第3段階としては維持管理の実施とモニタリングである。これは計画の見直しや適宜情報公開をしていくためにも必要である。まず、海岸事業等で実施された海岸施設について、良質なストックとしていくため適切に良好な維持管理が施されていくことが必要である。モニタリングとしては、地形、海象、生物、利用について調査していくことになる。またこれらをデータベース化し、分析して適宜計画に反映していくことが重要である。さらに、住民等に情報公開していくことも合わせて考えるべきであり、どのようにしていけば分かりやすいかを常に念頭に置くべきである。また社会情勢の変化に伴う事業の再評価の実施も不可欠であり、必要に応じて計画の微修正、全面的な見直し等を行っていくことになる。

3. 計画の基本

3.1 現況調査・分析

(1) 区域の設定

計画を策定する区域を設定することが最初である。海岸を構成する要素は表-1に示すが、海岸ごとに異なっているのが普通である。それぞれは広がり（沿岸方向、水域および陸域）をもった一連の海岸空間を形成している。したがって、海岸施設の整備を検討するにあたってはこの連続した海岸空間の社会・自然環境要素の特性や動態を十分に把握することが必要である。当然ながら、この領域は1つ以上の海岸保全区域を含み、この区域において施設整備や維持管理を行う。なお、海岸保全区域は高潮・津波・波浪・侵食による被害から海岸を防護するために必要な区域として海岸法によって定められるものであり、原則として満潮時水際線から50m陸側、干潮時水際線から50m海側となっている。海岸保全区域以外の領域については新海岸法によれば一般公共海岸として、海岸利用・管理、環境保全

表-1 海岸空間の要素

海岸空間	自然・生態	海岸線（砂礫海岸・岩石海岸、自然海岸・人工海岸） 気圏（気象、大気質、悪臭、音） 水圏（水象、海底地形、水質、低質） 地圏（地象、地形、土壌質、地下水、地表水） 生態（陸生水生動植物ベントス・プランクトン・ネクトン、干潟、藻場） 景観（自然景観・人工景観）
	安全・防災	高潮・波浪 洪水 地質・津波 海岸侵食
	開発・利用	交通（港湾、漁港、空港） 資源・エネルギー（波・潮汐・潮流・温度差エネルギー、石油・鉱物資源） 水産業（漁業、養殖場） 工業（工場、発電所エネルギー備蓄） 商業・都市（オフィス、住宅） レクリエーション（海水浴、潮干狩、釣り、散策、観光見物、サーフィン、ヨット・ボート、キャンプ、サイクリング） 空間（廃棄物・建設残土・浚渫土砂処理）

の観点から保全区域と同様に考慮されることとなる。また、将来保全区域として指定することも考えられる。さらに対象海岸には、漁港、港湾などの基盤施設等が点在しており、その現状や整備の方向が海岸の保全・利用・管理に大きく関与しており、これらを考慮しなければならない。

この領域を選定するために主に以下の検討が必要である。

- 1) 自然環境；気象，海象，地象条件，生物分布などから見た海岸の連続性
- 2) 社会環境；産業，歴史・文化，行政区域及び海岸利用から見た海岸の連続性
- 3) 国土開発等の上位計画，地域振興計画，地域防災計画等関連計画から見た海岸の連続性

海岸を管理する主体は地方公共団体であるが、その中でも都道府県が管理している場合が圧倒的に多い。このことから、都道府県が主体的に計画区域設定を行うのが一般的であろう。

このような点を考慮して区域を設定するが、区域のスケールとしては10数kmから数10kmのオーダーであると考えられ、海岸の物理的な特性区分としては外洋に面した砂浜海岸、岩礁性海岸、リアス式海岸、内湾・内海での閉鎖性海岸などが考えられる。図-3に計画区域の模式図を示す。この区域は、漂砂、自然環境等の連続性から考えて岬や海谷に挟まれており、水深帯としては漂砂の移動限界水深（約20m程度）までであり、陸域は、海岸に密接な関係を持つ施設（海浜公園、海水浴場の背後地、道路、保安林、漁業関係施設等）を含めた領域である。

この際に海浜変形等の海岸変化の時間および空間的スケールも考慮しなければならない。例えば、長大な砂浜（鹿島灘など）の場合は砂浜の連続性が重要であり、その保全や管理にあたっては広域的かつ長期的な視点からの検討が不可欠であり、当該海岸での各海岸事業の計画や実施においてもこの視点からの検討が必要である。

(2) 計画区域の現状・動向分析

当該海岸の自然，社会条件の実態，その動向を調査・分析し，海岸の位置付けや問題点，課題等を明確にす

る必要がある。

1) 社会、自然条件の現状及びその動向

陸域、水域を含む自然環境（気象、海象、地象、生物分布等）、社会（人口、産業、歴史・文化、行政区分、土地利用、海岸空間の利用実態）、海岸環境・景観、防災体制などの現状およびその動向について、既存の資料、現地調査、アンケート調査などによって把握する。

海岸の社会・自然環境などの特性を評価する方法としては、いくつかの方法が提案されているが、データは体系化、データベース化されておらず、これらのデータの収集・整理、更新等データベース化が今後必要である。最近、GIS等各種地域情報が整備されつつあり、これらを用いた沿岸域の区域設定や評価手法の開発が進められると考えられる。すでに津波の遡上域、浸水域推定に際して地盤高、建築物配置情報等の把握のためにGISが用いられている。

2) 自然の外力設定

海岸の整備において基本的な外力や制約条

件となる波浪、潮位、流れ、漂砂等に関しては十分な検討が必要である。本章では、とくに計画波浪と潮位について述べる。両者は構造物の設計、施工において不可欠であるばかりでなく、計画を策定する場合において必要な施設の選定やその事業量、事業費の概算を行う場合に不可欠である。計画波浪・計画潮位の決定は一般に、

- ① 既往最大値
- ② 30から50年の生起確率を持つ値
- ③ 伊勢湾台風等既往の歴史台風による想定値

などによるが、最終的には事業の効果、施設整備対象地域の重要度を勘案して決定する。計画波浪・計画潮位の規模は既往最大級の潮位・波浪をもたらしたときの異常気象をもとに設定されることが多い。これは、高潮および異常波浪はこのような異常気象時にはほぼ一致して発生するためである。主要な湾、内海においては、対象地域の重要度を勘案して伊勢湾台風（1959年9月）級の異常気象に対する推算・数値計算を行ない、その結果を基に決定している。高潮、津波の既往災害に関しては数値計算結果と実測値の比較が数多く行われ、その再現性が確認されており、これらの結果およびその推算誤差を検討した上で、計画潮位の決定を行うことが望ましい。また、潮位や波浪に関して既往最大を用いる場合においては、その生起確率について推算等を行って検討することが望ましい。

津波に関しては、その規模と生起確率等に関しては十分な知見がなく、現在研究が進められている段階である。したがって、一般的にはその地域での既往最大津波に関する実測値（痕跡高や検潮記録など）、数値計算等に基づいて当該地域の計画潮位を設定したり、プレート境界で発生する可能性のある地震を想定して、津波の数値計算を実施して設定する。この際、実測値自身及び実測値と再現計算結果との整合性が取れない場合があるが、その原因等を十分に検討して計画潮位を設定する。

計画波浪に関しては、再現期間（30～50年程度）での異常気象を抽出し、それぞれの発生波浪の推算値、あ

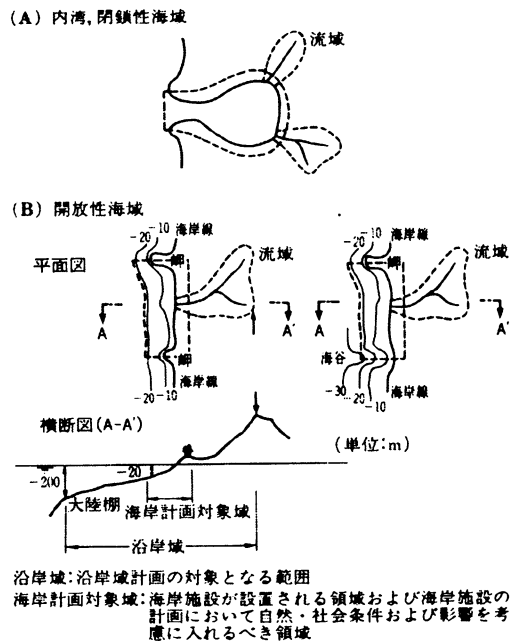


図-3 計画域の模式図

るいは実測値を用いて、極値統計解析により確率分布関数を同定して、再現期間に対応した波浪を求めることが多い。再現期間は構造物の耐用年数、背後域の重要度によって異なるが、一般的に30年から50年である。海岸保全施設の処分制限は「補助金等に係る予算の執行の適正化法」およびその施行令、各事業官庁の規則等によって定められており、ほとんどの施設はすべて30年以上となっている。したがって、少なくとも30年以上の期間はその機能、安定性を確保する必要がある。現在では、ほとんどの沿岸域で異常波浪の確率分布関数などが求められており、再現期間に応じた波浪が求められるばかりでなく、見直しは定期的に行われているので、これらの資料を参考にすることもできる。

また、計画潮位、津波の遡上高などは、計画領域内でも地形や背後条件などによって異なることがあるので、実測値、実験や数値計算結果などから想定されるこれらの空間的な分布を検討して地点ごとに設定値を検討する必要がある。

漂砂移動による海岸侵食の場合、上記で述べられた異常気象時だけでなく、常時当該区域に來襲する波浪の特性（方向、周期、波高等）や海岸で発生する流れの特性を十分に調査する必要がある。これは砂浜変形が単に異常気象時のみに支配されるのではなく、波浪や流れの履歴を経て現れるものであるからである。一般に開放性砂浜域での波浪特性は季節的に大きく変化し、これに応じて砂浜形状（岸沖、沿岸方向）も変化しており、その変動の積み重ねが長期的な変動となって現われる。

(3) 災害の履歴及びその動向

災害履歴に関しては、一般に過去の災害状況を既往の文献調査（災害史、古文書など）や現地調査などによって総合的に検討する。文献調査では、過去に生じた高潮や津波の実態を明らかにするために社寺や旧家に保存されている古文書を調査することにより、新たな知見が得られることがある。また、海岸侵食に関しても当該海岸の歴史の変遷を知ることは重要であり、同様の調査や資料収集を行うことが望ましい。

現地調査は高潮や津波の來襲地域を調査し、潮位や波浪、津波の遡上高、構造物の被災形態や原因、一般的な被害の状況を調査することを目的としている。現地調査の内容としては家屋などに残された高潮や津波の痕跡、植栽の状況、構造物の被害状況、被害形態、目撃者からの聞き取りなどがある。また、災害時の写真やビデオもあわせて収集する。過去の代表的な高潮、津波に関する研究や各沿岸域で過去の地震津波及び想定される地震津波の遡上に関する調査報告書などもあるのでこれらの資料の収集も必要である。

これらに加えて、外力設定でも述べたが、観測値、想定される高潮や津波に関する数値計算などによって災害の状況や動向を把握する。

海岸侵食にかかわる調査に関しては、過去に行われた深淺測量、底質調査、漂砂調査、航空写真などからの汀線変化、漁港・港湾、河川等の計画や整備過程での調査結果等を収集・分析し、過去及び現在の海岸特性を把握することが必要である。必要に応じて波浪、海浜流、漂砂に関する現地観測や数値計算もあわせて実施し、海岸侵食の動向を明らかにする必要がある。

(4) 海岸保全施設ほか各種施設の配置、現状

わが国の海岸には多くの構造物が設置されている。その規模、構造、利用実態を把握することが必要である。その代表的なものは、海岸保全施設、港湾や漁港施設である。これらの施設が高潮・波浪、海岸侵食、津波等の自然の外力に対して現状でどの程度の機能を発揮しているか、あるいはどの点に弱点があるかを防災計画・防災体制などの面から評価することが重要である。例えば海岸施設が老朽化しているとか、水門・陸こう等が陳腐化（不等沈下など）していたり、その管理体制が不十分であったりして想定された高潮・波浪や津波などによる海水の侵入を阻止できないなど、ハード・ソフト両面からの現状の評価を行うことが必要である。また、過去に施設整備が行われ、その後沖側での埋め立てなどにより、現状では陳腐化しているように思えるが、この既設構造物を撤去すべきか、あるいは第2線堤として緑地化し、当該地域の防災機能として活用すべきか？などの評価も行うべきである。

海岸背後には保安林、道路、人家や公共・文化・福祉施設、海水浴場・公園等のレクリエーション施設、歴史

的建造物などのほか電気、水道、ガス、各種燃料などを供給するライフラインなどが存在している。これらは、先にも述べた社会条件調査や地域開発計画等で把握できるが、その安全性や快適性を評価する必要がある。その現状や動向は、今後の海岸の保全・防災・整備・利用・管理などの方針を検討する上で不可欠である。

(5) 関連計画との関係；国土開発・利用計画、地域開発計画、防災計画等

全国総合開発計画から計画対象地域を含む自治体の基本計画、「多極分散型国土形成促進法」による進行拠点地域基本構想、「地域産業の高度化に寄与する特定事業の集積の促進に関する法律」による集積促進計画、「高度技術工業集積地域開発促進法」による開発計画、「総合保養地整備法」による基本構想、港湾・漁港整備計画、都市計画、道路計画、河川計画その他地域振興にかかわる地域計画等を、当該海岸の位置付けやその整備に関する調整の観点から把握・検討する必要がある。

また、自然災害等に対する防災に関しては、自治体（都道府県及び市町村）は地域防災計画を策定しており、これにしたがって防災体制の整備がなされている。地域防災計画は予想される地震、津波、高潮、洪水氾濫などによる災害に対して、活動のための組織及びその機能、防止対策、被害想定、被害軽減対策、災害応急・復旧活動のための事前準備対策、警戒時・発生時の活動内容・方法、復旧内容・方法などが定められている。この計画と当該海岸の整備内容との整合性を図ることが必要である。具体的には、防災計画に定められた避難経路や復旧活動等と矛盾した海岸施設整備となっていないか？想定された災害発生時での水門操作などが円滑に行われるような計画になっているか？などである。これらについて、現状及び将来において、考慮しなければならない点を明確しておく必要がある。また、一般に都市化された地域では、海岸施設の整備だけでなく、各種公共施設（河川の堤防・護岸・水門等の整備、道路整備など）や都市計画整備などはその費用が大きくなるのみならず、整備に長期を要するので、各種整備のバランスや各施設に対する防災体制・機能の分担に配慮する必要がある。

(6) 課題抽出

防災対策、自然環境保全、景観保全、海岸空間利用の実態及びその動向を調査した上で当該海岸に対して要請される課題や問題点を抽出・整理して、その解決手段を検討する。

防災の観点からは、設定された自然外力（高潮、波浪、津波、侵食など）に対して、被害のある地域、その被害の程度や被害の概算などを明確にし、海岸周辺の利用、環境条件等を考慮した対策を検討する。例えば、高潮の場合では、護岸はあるがその天端高が不十分であったり、護岸がなくかつ背後の土地の地盤高が低く、浸水が予想される地域での浸水範囲や浸水に伴う人命や財産に対する危険度及び想定される被害などを明らかにし、複数の護岸工法を検討する。

自然環境、景観の観点からは、当該地域の陸域及び水域の生物環境を保全する上で重要な領域（例えば藻場、干潟など）や景観を保全すべき領域での自然環境・景観に配慮した海岸施設整備のあり方を検討する。

海岸空間利用では、漁業、舟運、海洋性レクリエーション及び海岸へのアクセス等に配慮し、利用の競合やコンフリクトを最小限にするための海岸施設整備・管理のあり方を検討する。

自然環境や海岸空間利用に関しては、ゾーニングを行ない、当該区域内での各種行為の制限や利用・管理規定が必要な場合もあると考えられるが、その法的根拠やこれらに関する合意形成の制度は確立されていないのが現状であり、現段階では公共団体による条例制定や自主規制等によるほかはない。

これらに関して、短期的に解決できる問題、長期的観점에서解決すべき問題や他の地域整備計画との調整（整備内容、合併事業の可能性、スケジュール）を要する問題、優先度などについて整理する。その他、自治体の財政が事業規模や実施スケジュールに大きく関係するのでこの点に関しても留意する必要がある。

3.2 計画の策定と実施

(1) 計画の目標

当該海岸で要請される課題に対応した整備目標や基本的な考え方を明らかにする。具体的には、高潮、波浪、

津波、侵食などの防災対策や親水空間の創造、自然環境の保全、景観保全等の環境整備を複合的に組み合わせることによって、要請課題を満足するよう設定する。全体の計画期間、施設整備予定箇所及びそれぞれの事業種類・事業量の概算、実施予定を設定する。

(2) 計画の策定

各施設整備予定箇所ごとの事業内容を設定する。具体的には整備の目的、整備すべき施設の基本構造とその配置、延長を設定する。ここで先に述べた対策の種類によってその検討方法が異なるので、以下に対策の目的ごとに述べる。これらの施設の選定にあたっては、対象とする海岸の自然条件、背後の土地利用、海浜等の利用、自然環境を考慮し、求められる機能と維持管理を含めた経済性を検討し決定する。計画策定段階では詳細設計は特別必要ない。

①高潮対策

高潮対策は高潮や波浪による災害を防止することを目的としている。高潮は台風や低気圧で生じる気圧低下や強風による吹き寄せが主たる原因となって海岸付近の潮位が著しく上昇し、併せて高波浪を伴う現象である。一般に浅海で緩勾配の海岸ほど吹き寄せが大きくなるので、台風の進行方向に向かってラップ状の湾口をもつ東京湾、伊勢湾、大阪湾、有明海などで大きな高潮災害を被ってきた。一方、駿河湾のような急峻な海底地形の海岸では風による吹き寄せは小さいが、高波浪が海岸に直接来襲するために、内湾より高い堤防を必要としている。また、沖縄などリーフがあり、高波浪が来襲する地域では、汀線付近に打ち寄せる波浪はそれほど大きくないが、リーフでの碎波による水位上昇及びサーフビートのために極めて大きな水位上昇が起こる。サーフビートを含めた水位の長周期振動が加わり、打ち上げ高や越波を大きくしている。なお、高潮については台風7010号による土佐湾の高潮のように、異常高潮位のメカニズムが未解明のものがあ、り、必ずしも流体力学的にこの現象がすべて説明できるわけでないことに留意する必要がある。なお、高潮の数値モデルには、1レベルモデル、2レベルモデル、マルチレベルモデルなどがあるが、高潮の水位変化はもっとも簡単な1レベルモデルで十分精度よく与えられることがわかっている。むしろ、我が国のように、海岸に急峻な山が迫っている場合には、台風の接近に伴い風の場合が大きく歪むのが一般であって、このことから、台風来襲前の高潮の推算精度はあまり良くない。瀬戸内海を縦断する台風による高潮の推算精度が悪いのはこのせいである。

具体的な対策としては、海岸に堤防や護岸を整備し、直接保全する方法と防波堤などにより高潮時の異常潮位や波浪を減衰させて保全する方法、堤防・護岸のほかに消波施設等と組み合わせた面的防護がある。面的防護での消波施設としては離岸堤、人工リーフ、消波工、人工海浜などがある。面的防護によって波浪のエネルギーを減少させ海岸堤防や護岸の安全性の向上を図ることができる。海浜は海岸利用、景観、波に対する消波機能、海水の浄化機能等多くの面で有用であるので、自然海浜の保全や人工海浜の造成などにより、海浜の優れた機能を活用することが望ましい。

②津波対策

津波は多くのプレート境界が存在するわが国沿岸で比較的良好に発生するが、沿岸域でなく遠方（チリなど南米やパプア・ニューギニアなどの環太平洋地震帯の海域）からも来襲する。津波はこれまで日本の沿岸域に多くの被害をもたらしている。とくに最近では日本海中部地震津波、北海道南西沖地震津波が発生し、大きな被害をもたらしている。近地地震による津波は、沿岸への到達時間が短く、住民が避難する時間が極めて短いため、大きな被害をもたらす。津波の計算精度は、我が国沿岸のように正確な海図がある場合には、極めて高い。しかし、津波地震（俗に言う“ぬるぬる地震”）による場合も含めて、津波の初期波形の計算精度は必ずしも高くなく、正・逆断層地震でなく、横ずれ断層地震では、津波が小さくなるが、その情報を得るためには、地震直後、およそ1時間必要と言われている。

わが国のような高齢社会では、迅速な避難さえ困難となっている。わが国に來襲する多くの津波は、海底地震による海底地盤の変動が引き起こすものであるが、これ以外に土砂が大量に海域へ流入して発生する場合もある。津波を起こす地震に関する研究が進められているが、その発生を予測する状況にいたってはいない。し

かしながら、プレート境界における地震の空白域が津波を起こす可能性のある地震発生領域として注目され、調査研究がされている。

具体的な対策としては、海岸に堤防や護岸を整備し直接防護する方法、防波堤を整備し、これにより来襲津波を軽減させて間接的に防護する方法がある。また、対策として施設による対策と避難等の施設によらない対策がある。したがって、これらの対策を組み合わせることで津波による被害を最小限に抑えるように計画する。通常時の利用や地域防災計画・体制を把握し、整合性が図れるよう避難のための施設、陸こう、情報伝達施設、水門、防潮林等の配置を検討する。とく津波に関しては、防潮堤などの海岸周辺のハードな対策だけに頼るのは好ましくなく、地域全体の防災体制（災害発生時の防災体制、復旧活動体制などのソフト）や市街地の整備（避難施設、防浪ビルの計画的整備、道路配置）などと調和したものでなければならない。併せて、日本沿岸の海底地盤変動をモニタリングするための各種計測器の設置によって、地震発生や海底地盤変動の迅速な察知や予測を行うことが、大災害を防止する上で重要であると考えられる。

なお、蛇足であるが、我が国の場合、同じ地域が高潮と津波の脅威に晒されているところが少なくない。この場合、つぎのような問題が深刻となっている。

- 1) 高潮の水門や陸こうなどが日ごろ使っていないために、高潮警報発令下でさび付いたりして閉められないものがある。
- 2) 高潮警報が発令された場合、高潮水門や陸こうを閉めるために要する時間は、例えば大阪湾沿岸などの海域全体を考えた場合、6時間も要することがわかっている。これでは将来の南海地震津波には間に合わない。東京湾や伊勢湾、瀬戸内海沿岸でも同様である。
- 3) 行政の高潮対策がすでに実施された地域でも、住民の多くはそのことを正確に理解していないために、不必要に高潮の脅威を感じている場合もある。

③ 侵食対策

海岸侵食は、国土の消失防止、高潮や越波による災害の防止、海岸域の環境保全のために防止しなければならない。このためには基盤となっている海岸地形の保全を図らなければならない。したがって海岸の土砂量を保全し、安定した海岸形状を維持することが必要である。侵食対策を検討するにあたっては海岸地形が変動する外力に対して常に変形していることを念頭において海岸特性を把握しなければならない。外力の変化に対する安定過程はかなりの年数を要するので、対策もかなりの年数を要する。また、漂砂の移動現象は広域的であるので調査対象域を広く取り、土砂収支や海岸地形の変化などについて検討する必要がある。

侵食対策を検討するためには海岸への土砂供給、海岸での漂砂移動、侵食原因などについて検討し、侵食機構を解明しなければならない。この機構に対応した対策施設の選定及び施設配置の検討を行う。なお、漂砂の移動機構については未解明の部分が多く、対策工の効果を確定できない場合もあり、海岸地形の変化状況を調査しつつ、実施することが必要であり、場合によっては対策を見直す必要が生じることもある。

具体的な対策としては侵食機構に対応して、離岸堤、消波堤、人工リーフ、突堤、人工岬、養浜、護岸、のり面保護等のうち複数の施設を組み合わせる。また、場合によっては人工的に漂砂の移動を確保するサンドバイパスが必要となる。

対策を選定するためには、各施設配置による海岸地形の変化を明らかにする必要がある。このため、類似の特性を有する海岸での施行例を参考にしたり、数値計算（1line, 2line モデルや三次元海浜変形モデルなど）を用いて海岸変形を予測する。数値計算を実施する場合は再現計算を実施し、その再現性を検討することが不可欠である。種々の施設配置に対する予測結果から最適な施設配置を選定する。施設整備の実手順としては原則として沿岸漂砂の下手側から実施する。ただし、緊急的な対策が必要な場合は実施順序を工夫する必要がある。

④ 海岸環境整備及び自然環境に配慮した整備

海水浴場や公園、親水施設は、施設に要請される水準、利用者数、背後の土地利用、景観および各種地域計

画などに適合した整備がなされなければならない。海水浴場の場合には、利用者数に対応した規模を確保するとともに遊泳に適した海象条件、水質、底質、地形とするよう離岸堤、人工リーフ、養浜及びその他の付帯施設等を適切に配置する。

海岸域にとって重要な自然環境の保全を必要とする領域周辺（藻場、干潟、保護水面など）では、生息生物に適した環境を損なわないような施設整備が必要である。また、何らかの原因で消失した自然環境の回復機能を有する複合的な施設の整備が必要な場合も考えられる。このような場合は地域、対象生物によって適切な環境条件が異なるので、天然の状態の生息条件等を十分に調査した上で、生息条件を満足するよう構造、延長、配置を検討する必要がある。

(3) 事業スケジュール

計画策定において各施設整備事業のスケジュールを定める必要がある。各施設整備事業は、危険度・緊急性、地域社会での優先度、海岸地形の特性に応じて実施する。

(4) 関連する他事業との整合性

予定整備事業が他の事業計画（港湾、漁港、公園、レクリエーション施設、道路などの整備事業）と関連する場合、その整備期間、整備内容についての整合性や調整が必要である。場合によっては合併施行等により、コストを下げることも可能である。また、単に海岸施設整備計画を他の整備計画に合わせるのではなく、他の整備事業内容の変更（構造、法線、延長や整備時期等）も含めた調整が必要である。このことにより、当該海岸でのより合理的かつ総合的な整備・管理・利用・環境保全が可能となる。例えば、港湾・漁港と連携したサンドバイパスの実施による砂浜の保全などがあげられよう。このような関連事業・計画との調整事項、調整作業における基本的事項を定める必要がある。

(5) 海岸空間の利用調整及び環境・景観保全等

海岸空間の利用としては漁業、舟運、海水浴などの海洋性レクリエーション活動等がある。このような利用と施設整備・管理との整合性を取らなければならない。海岸は水深が浅く、多くの生物が生息しており、沿岸域の再生産の場となっていることが多い。したがって、この生物環境を損なうことなく、施設の整備を図らなければならない。このため、生物の生息環境に配慮した構造や規模等を検討する必要がある。さらに海と陸の接点である海岸は景勝地が多い。施設整備においては自然景観、歴史的景観、漁村景観や親水性に十分に配慮しなければならない。これらについての基本的事項を海岸の諸特性を把握した上で定める必要がある。

(6) 計画の評価

計画は、その投資効果、対象地域の社会条件、地域の重要度によって評価される。計画による投資効果は、直接効果と間接効果に分かれると考えられる。直接効果としては背後域で守られるべき人命・財産の防護、国土保全、自然環境・景観保全、海水浴場など海洋性レクリエーションによる経済効果などがあげられよう。間接効果としては、地域間交流促進による地域産業活性化の効果、施設整備に伴う水産資源増殖効果、公共投資による経済波及効果、利用のコンフリクトの解消などであろう。これらに関して投資額と得られる効果との比較を行い、最適な計画を選定する必要がある。ただし、現段階では定量化が可能なものは限られており、さらに調査、研究されなければならない。

(7) 計画の実施

社会情勢の変化に留意して各事業を実施すべきである。経済情勢、住民の意識の変化、自然環境の変化等により計画当初の前提条件が変わり、これらによって計画内容の変更が必要になる場合もある。また、当初の計画の効果が得られない場合もあるので、柔軟な対応が必要となってくる。このことに関する基本的事項を定める必要がある。

(8) 住民参加及び情報の公開性

海岸施設は、背後住民や海岸利用者にとって直接的な影響を与える。したがって、計画策定段階や事業実施段階において、住民の意見を広く聴取し、これを計画に反映させなければならないのは当然である。これまで

は個別事業計画策定および実施において既に住民への説明等を海岸管理者が行っていた。しかし、新海岸法では海岸保全基本計画策定に際しては、公聴会による地域住民の合意形成制度が定められている。したがって、基本計画の一部を構成すると思われる整備計画に関しても、関係市町村の地域住民の参加による公聴会、会合などの実施によって理解を得る必要があるし、また、このような会合から地先の自然・社会環境に合致したアイデアが出ることが多いのではないだろうか。

また、計画や事業に関する情報を公開し（インターネットの活用など）、地域住民、利用者との情報交換を活発に行うことは、事業の公共性や必要性の理解、海岸整備・管理への積極的な参加を促進する上で重要である。さらに現状では、既存の海岸施設には、その基本的構造諸元（例えば天端高）や想定される外力に関する事項が明記されていないことが多いが、今後は既設・新設の海岸施設には、これらが明記されるべきであろう。この種の情報が現地があれば、現状の施設の性能評価、外力に対する当該地域の安全性を評価する場合に、事前の施設現況調査を容易に行えるばかりでなく、地域住民や利用者は、当該海岸施設の機能、想定される外力などの情報をその場で知ることができる。

(9) 海岸施設の維持・管理のあり方

海岸施設の管理はこれまで海岸管理者がその主体であった。また、その管理の目的は、海岸の防護であった。新海岸法の目的は、海岸の防護に加えて海岸環境整備やその利用・管理であり、当然管理に関してもその範囲は拡大された。さらに海岸の管理を地先の市町村が行える制度となっている。したがって、上記の事項を踏まえて、既存施設及び整備予定の施設およびその利用に関する維持・管理のあり方について基本的な事項を定めることが必要である。

(10) モニタリング

計画実施前・実施段階・実施後でその効果、維持管理や種々の環境変化の確認は不可欠であり、このためのモニタリングが必要である。モニタリングの項目としては、社会情勢、施設の効果、自然環境変動（物理及び生物環境）、施設利用状況などである。これらに関して定期的に調査しなければならない。また、これらのデータは公開されることが望ましい。さらにこれらのデータは事業実施や他地域での計画策定や改訂の参考ともなる。また、地域住民や利用者の要望や海岸施設の状況に関する情報などは、計画を評価する上で重要であり、インターネットや定期的なアンケート調査などによる継続的な収集が不可欠である。

4. 計画内容の主要な検討項目

ここで検討された項目は、1) 海岸施設の機能及び施設配置、2) 施工計画、3) 利用への配慮、4) 事業間の整合性、5) 環境・景観の保全と創造、6) 投資効果の評価である。ページ数の制約があるので、その大略を紹介する。

4.1 海岸施設の機能及び施設配置

(1) 共通事項

当該海岸の諸条件に合わせて海岸施設の構造や配置を決定する際の共通事項について以下に示す。

①基本方針

海岸施設の配置、構造等は、同じ自然条件であっても当該海岸に要請される防災、景観・生態系を含む環境保全、海岸利用の面からの諸条件によって異なってくるものと考えられる。このことは防災機能だけでなく自然環境の保全、地域の伝統・文化に配慮した空間づくりを目指すことを意味している。また、自然の外力に対して、ねばり強い防災機能を有することも各種海岸施設に要請される共通の要素である。

②面的防護

海岸に対する多様で高度な要請に応える海岸整備を行うには、単一構造の施設を沿岸方向に線的に配置するだけでは不十分であることが多い。また、このような工法ではねばり強い防災機能という要素を満足しない場合もある。そこで、例えば護岸・養浜・離岸堤など複数の施設を岸沖方向に配置した面的防護工法による整備

が望ましい。砂浜海岸では、その優れた消波性能、浄化機能、景観やアクセシビリティを最大限活用した施設配置が望ましい。

③従来技術と新技術

従来の突堤、潜堤、離岸堤などに加えて新規に提案されている工法も積極的に検討対象に取り入れることが望ましい。

④施工性・維持管理・補修への配慮

施設の機能や経済性からみて最適な施設計画であっても、現地の地形・海象条件や維持管理体制からみて最適な設計とは言えない場合もある。

(2) 各種対策施設

以下に目的毎にその機能や構造、配置に関する事項を示す。ただし、当該海岸での要請が多様である場合、これらを複合した施設となる場合もあることに留意することが必要である。計画策定段階では詳細な設計は必要ではなく、その施設の機能、構造形式、標準的な断面（設置水深、天端高・幅）、配置・延長等が求められればよい。これにより、概略の事業費（計画事業費）が求められる。

① 波浪・高潮対策

1) 主な機能と施設

台風・低気圧の通過や長時間にわたる強風の吹送などにより、沿岸の水位が天文潮によるものより以上に高くなる高潮と、同時に伴う高波を防護する施設を波浪・高潮対策施設と呼ぶ。その機能、形状により、堤防・護岸・高潮防波堤等に分類される。

2) 構造及び配置

設定された計画高潮位及び設計波等の外力条件、当該海岸の自然・社会条件等から要請される諸条件から求められる機能を考慮し、計画策定に必要な構造形式及びその諸元、配置等を決定する。構造形式は護岸、堤防、防波堤等を指している。その諸元とは、設置水深、天端高、天端幅等の構造の断面規模を示すものである。基本的に、天端高は計画高潮位及び波の打ち上げ、越波量などによって決定される。当該海岸の利用条件や海岸浸食等に応じて、護岸等に消波工、沖合に消波堤、人工リーフなどを設置して、護岸への打ち上げ、越波を低減させなければならない。これらの施設は当該海岸区域を効果的に防護できる配置（延長、法線）としなければならないが、他の事業計画（道路整備計画等）がある場合にはこのことに配慮することが必要である。計画段階では構造形式、標準的な断面（設置水深、天端高・幅）、配置・延長等が求められればよい。

②漂砂制御施設

1) 主な機能と施設

海岸地形は、海象の年的・季節的変動、河川排出土砂の長期的変動などが岸沖漂砂・沿岸漂砂と結びついた波動・拡散現象の一環として変動している。このため、対策を検討するためには上記要素の時空間的変動特性を十分に検討する事が大前提である。また、漂砂の連続性の確保につとめることが重要である。

基本的にその機能は砂浜の保全によって、砂浜の諸機能（消波機能、浄化機能、景観機能、親水機能）を十分に発揮させることである。

漂砂制御施設としては、沿岸漂砂の一部を汀線部に捕捉する突堤、海岸に作用する波を減殺する離岸堤・人工リーフ等があるほか、長大な海岸を区切るによりそれぞれの区間にほぼ閉じた漂砂系を作るヘッドランド工法などがあり、それぞれの特徴や適用条件がある。

2) 配置及び施工順序

これらの施設は、当該海岸での漂砂による地形変形のスケールや時間的変動特性を考慮して計画されなければならない。一般に長大な砂浜の場合、施設量も当然ながら大きくなり、事業費も大きくなるし、整備期間も長くなる。したがって、整備段階に応じた海岸地形の変化も十分考慮した計画とすることが重要である。このことから、事業の施工順序は、計画の目標を達成する上できわめて重要であり、計画策定時に検討されなければ

ばならない。このことから、事業実施前後における汀線変化、水深変化等を定期的に計測することは、計画の評価や計画の見直しのために必要である。また、沿岸漂砂が卓越する海岸では局所的に対策を講じるのみでは、かえって当該海岸に悪影響を及ぼす恐れがある。さらに、当該海岸に港湾・漁港・河川等がある場合、これらの施設やその整備状況等を把握することやその整備計画との調整を図ることが不可欠である。

計画策定検討の際に必要な項目としては、主に当該海浜の歴史的変遷、来襲波浪特性、供給土砂量、沿岸漂砂量の分布、底質の物理特性（粒径分布・比重など）、必要とされる施設の基本的な構造諸元・配置・整備スケジュール（複数の代替案）、当該海岸での港湾・漁港等の施設配置及びその整備計画などがあげられる。これらの項目に基づいて当該海岸での施設整備による効果について検討を行い、最適な整備計画（基本的な構造諸元、延長、配置、施工順序、計画事業費、整備期間）を定める。

③ 津波対策施設

1959年の伊勢湾台風による高潮災害、1960年のチリ地震津波が契機となり、各地に防潮堤が整備された。高潮・津波対策以外でも侵食対策等のために構造物が建造され、日本の多くの海岸では高潮対策施設の整備が進んだ。三陸沿岸の大船渡湾、釜石湾、久慈湾では、津波減殺効果を目的として湾口防波堤が建造・計画されており、我が国では津波対策施設がある程度整備された状況である。しかし、日本海中部地震や北海道南西沖地震津波では、津波が防災施設の天端を越え、大きな被害をもたらした。この経験より、津波対策としては、以下の方針で望むことが必要である。すなわち、まず既存の海岸・港湾施設で守ることのできる津波の規模を想定する。次にそれより大きい津波に対しては、避難する方策（地域防災計画）を考える。そして、津波観測網の整備をはかり、予警報システムを確立することが必要である。ただし、高齢社会ではこれらの機能が人的被害の軽減に直接結びつきにくいことや、地震直後に津波が来襲する危険がある地域では、自主避難が必須となっている。また、津波防波堤については湾口部を絞る形になり、これが湾内の海水交換を悪くし、湾内の水質や底質悪化をもたらすこととなり、環境保全や漁業への影響が大きい。

4.2 施工計画

陸域と海域の接点である海岸域は、内陸域と異なり、気圏、水圏と地圏が複雑に重なり合う環境場であり、さらに、海上施工が主体となる場合や海上工事を一部含む施工も多いので、気象・海象の厳しい制約状況の下での建設作業となる。このため、与えられた期間と予算内で海岸施設・構造物を完成させるためには、施工時期を十分考慮した漏れのない施工計画を立てなければならない。

施工計画を立てるには、海岸施設・構造物建設地点周囲の各種環境要素を正確に把握することが必要であり、その上で、設計思想に合致する海岸施設・構造物を構築するためのハード面での築造手法・手順と、円滑に作業を進めるためのソフト面での調整・管理が一体化した機能的な計画でなければならない。

(1) 施工計画上の留意点

1) 施工計画においては、まず、海岸施設・構造物の建設地点周辺の地象・海象・気象・生態系を始めとする自然環境と土地利用構造や近接工事などの社会環境の正確な把握が必要である。与えられた各種環境要素の情報・資料の確認はもとより、必要な情報・資料が不足している場合や信頼度の低い資料がある場合は、過去の資料の収集や追加調査をして最新で正確な情報・資料を積極的に収集することが必要である。

2) 陸上施工と海上施工の特性や周辺環境場を十分理解した上で、施工数量、施工方法、施工行程、仮設備・作業基地、環境保全措置、建設副産物の利用、調達、品質管理、安全管理、関係機関との調整などの計画を立て、これらの一連の作業が円滑にそして機能的に行えるように、それぞれの工種で迅速かつ柔軟な対応がとれるような作業組織を構築しておかなければならない。

3) 施工技術は、日進月歩の面がある。施工技術は、無公害化、複合機能化、低コスト化、省力化、効率化などを目指すものでなければならない。

(2) 品質管理、安全管理

1) 高品質の施設・構造物を築造するためには、品質管理が一番重要であって、工事仕様書の記載事項に合致する資材品質や工場製品・現場製品の品質の具現化とともに、少しでも品質を高めるような工夫と心がけが望まれる。

2) 労働災害は、最近著しく減少してきたが、労働災害の28%程度は建設災害であり、さらに死亡者については、全体の42%程度と圧倒的に多い。このため、安全な作業環境を作り、防災教育を実施すると共に、労働災害防止のための安全管理組織を設置し、各種設備の注意深い点検・保守を義務づけることが必要である。

3) 生活環境や自然環境に対する環境保全対策も極めて重要であり、水質汚濁、騒音、振動、交通問題、貴重動植物の損傷・破壊などの対策を確実に実施しなければならない。また、工事目的・内容や工程等の情報をインターネットで、わかりやすく市民に提供すべきである。なお、自然環境の保全作業については、周辺住民と共同で行うのも一方法である。

4.3 利用への配慮と事業間の整合性

海岸利用では、つぎのような諸点に配慮する必要がある。すなわち、(1) 海岸へのアクセスの確保、(2) バリアフリー、(3) 情報伝達施設の必要性。つぎに、海岸施設整備計画を策定するにあたっては、事業間の調整は、つぎの3つが挙げられる。

①海岸の利用における調整

水産業としての利用や船舶の航行などの海域の利用、都市活動や公園利用などの陸域の利用等との海岸空間の利用が輻輳している地域にあつては、相互の調整が十分図れるよう留意する。

②周辺域への影響に関する調整

沿岸漂砂が連続であることから海岸構造物ができると漂砂の上手側で堆積し、下手側で侵食が起きることや、沖合構造物ができると沿岸流や海流が変化することが起きること等、海岸に構造物を建設することによって海象条件が大きく変化するので、その変化に起因する影響について十分留意することが必要である。

③利用と防災との調整

海岸では様々な活動が輻輳しているため、海岸部を直接利用せざるを得ない空間や人々が快適に利用している海岸空間等が混在している場合も多い。このため海岸施設整備計画の策定にあたっては、こうした人々が津波等の災害から安全に避難できるよう、地域防災計画として防災対策を積極的に位置づけていくことにより整合性を図っていくことが必要である。

4.4 環境・景観の保全と創造

(1) 環境・景観の保全・創造の重要性

海岸の環境に含まれる範囲として海域環境、アメニティ、景観形成、パブリックアクセス等がある。ここでは海域環境と景観について解説する。

海岸は自然の構成要素であり、そこで社会基盤整備事業を行うに際しては貴重な自然環境、景観を保全しながら行う必要があることは指摘するまでもない事である。近年は単に保全に止まらず、積極的に良好な環境の創出・創造を行う事例も出現している。海岸保全施設は景観的にも自然の海岸にとけ込むよう、また、海藻草類がそこに生育して豊かな自然の一部を形成するよう整備される必要がある。

(2) 海藻草類の生育に配慮した海岸保全施設

沿岸浅海域の太陽光が届く深度の範囲には大型の海藻類や海草類が繁茂している箇所があり、こういった場所を藻場と呼んでいる。藻場は岩礁域に発達する岩礁性藻場と砂泥域に発達する砂泥性藻場に分けられる。岩礁性藻場にはホンダワラ類を主体としたガラモ場、アラメ、カジメ、コンブ類を主体とした海中林があり、砂泥性藻場には海草類のアマモを主体としたアマモ場がある。藻場には小動物が増集し、微小藻類が繁殖している事もあり、生物の生息や環境保全に関わる次のような機能がある。

- ① 魚類，イカ類の産卵場機能
- ② 魚介類の幼稚仔の保育・育成機能
- ③ 海藻自体や付着している小動物が餌となる事による餌料供給機能
- ④ 海藻が生育基盤を離れ，流れ藻になる，流れ藻供給機能
- ⑤ 環境保全機能の一つとして水質浄化機能：海藻草類が生育に伴い，富栄養化物質である窒素・リンを吸収する。
- ⑥ アマモ場においてとくに顕著な機能として底質を安定化させる機能

海岸保全施設と藻場とが関わってくるのは，①海岸保全施設が自然の藻場の近隣に造られるため，藻場を損なわないよう共生を計っていく必要がある場合，②岩石やコンクリートを材料とする海岸保全施設は，それ自体が海藻生育のための基盤となるので，これを活用して海岸構造物に海藻が生育するような物理的条件を積極的に付与する場合である。後者に述べたような海岸保全施設の整備を計ろうとする時には岩礁性藻場が発達する物理的，化学的，生物的環境条件が確保できるか調査する必要がある。物理的環境条件としては水深，着生基盤，水中光量，透明度，漂砂の状況，懸濁物質，水質，波浪・流動，海底勾配がある。化学的環境条件としては塩分，COD，栄養塩類，pHがある。生物的環境条件としては着生基盤を競合する生物との均衡，整備対象の海藻を餌とする植食動物との均衡が必要である。

海藻草類と共生する海岸保全施設の整備は，①対象海域における自然条件調査，②整備基本計画（構造物の配置計画，対象とする海藻草類の選定，生育に必要な環境条件の吟味，種苗供給の必要性の検討）の策定，③設計，④施工，⑤事後のモニタリング調査，⑥維持・管理の順序で行われる。

(3) 海岸における干潟の整備

干潟とは砂，シルト，粘土により形成される勾配の緩い地形で，潮汐の干満により干出と水没とを繰り返す地帯と定義される。干潟には豊富で多様な生物が生息して，活発な活動を営んでおり，このため様々な環境機能を有する空間となっている。地形的には干潟は，砂泥が海に面した前浜部に堆積して形成された前浜干潟，河川の感潮部に形成された河口干潟，浅海の一部が砂州によって外海から隔てられてできた潟湖干潟に分けられる。

干潟の有する機能としては①生物生息機能，②水質浄化機能，③生物生産機能，④親水機能がある。干潟において特徴的な生物としてはゴカイ・アサリ等の底生動物，魚類，鳥類，特有の海浜植物，塩生植物等があり，これらの生物の生息を可能にするのが生物生息機能である。干潟に生息している生物は食物網をつくっており，これらの生物が水中の有機物や栄養塩を餌や栄養物として取り込み，これらを「生体」として保持することにより，干潟から窒素・リンが除去されるのを干潟の水質浄化機能と呼んでいる。

海岸保全施設と干潟が関わってくるのは，①海岸保全施設を既存の干潟に造ることが必要になった時，干潟の機能が損なわれないよう整備するケース，②海岸環境の向上や浚渫土砂の処分を目的として，土砂を海岸堤防等の海側に持ってきて人工的に干潟を整備するケースがある。前述したように干潟の本質が多様な生物相と高い生産性，効率的な物質循環にあり，前者の場合には既存干潟におけるそれらの機能が損なわれないようにし，後者の場合にはそれらの機能が確保されるようにする事が肝要である。

干潟を人工的に造る際にポイントとなるのは，①河川から有機物，栄養塩の供給がある，②砂・シルト・粘土が混ざった適切な底質である，③生物が生息できるよう十分な溶存酸素量の水である，④緩やかな勾配の地形，大きすぎない波という外力条件，⑤生物の生息に適した塩分濃度であることである。以上の点を考慮し，干潟の機能が確保されるように干潟は造られる。造成後，波や流れによって干潟地形は変化し，動的平衡の状態に達する。地形，外力条件の変化にあわせて生物相も変化していく。

(4) ミティゲーション

米国においては各種の開発事業に伴う影響を緩和するための手法としてミティゲーションと呼ばれる方策が取られている。土木施設の建設，埋め立て等の事業が自然・生物に与える影響を評価し，マイナスの影響とな

った場合には新たな環境を創造して、補償してやる手法である。具体の作業は、「開発に伴う環境影響のインパクトを予測する。できるだけ環境への影響を避ける。次に最小化する。どうしても仕方がない場合は代償借置を講じる。」の順に検討が行われている。日本においても、1999年6月から施行される環境影響評価法についての省令作成のために環境庁が示した基本的事項には、環境影響に対する回避、低減のための借置、代償借置についての検討等ミティゲーションの影響を受けたと考えられる発想も含まれている。

(5) 景観に配慮した海岸保全施設

多数の人が利用する人工海浜に、地形や養浜砂の保持、越波防止を目的とする突堤・離岸堤・海岸堤防を建設するに際しては、周囲の景観と調和するよう配慮する必要がある。また、優れた景観を有する海浜や岩場に設けられる海岸保全施設は、景観を壊さないよう配慮する必要がある。

海岸保全施設の景観配慮にあたっては、対象施設に人が立ち入るのか否か、人の集まる拠点と施設の距離や位置関係はどうか等を把握した上で、対象施設の景観配慮の方向性（例えば「存在感をなくす」、「周囲となじませる」、「積極的に見せる」等）を明確にし、それに応じたデザインの方針を検討する事が必要である。コンピュータグラフィックス（CG）の活用は、景観面および利用しやすさを検討する上で有効である。

例えば、離岸堤の景観面からみた弱点は沖方向への眺めの障害となりやすいことである。これを克服するためには、①可能な限り潜堤を採用する、②離岸堤の素材として自然石を用いる、③平面形状に曲線を取り入れる、④天端高を可能な限り低く抑えるといったことが考えられる。その他、突堤、護岸・海岸堤防でも同様のことが指摘できる。

4.5 投資効果の評価

(1) 海岸施設整備の効果

海岸施設の整備により、計画の一義的な目標となる主に防災面の直接的な効果のみではなく、様々な間接的な効果が生じる。高潮・津波からの人命や資産の防護、侵食からの国土の保全、及び海岸・海岸域の利用促進といった効果のほか、海岸施設整備には次のような効果がある。

- ・地域開発効果（安全性の向上による臨海部への産業立地、高度土地利用地区の拡大等）
- ・市民生活の安定（災害に対する不安感の解消等）
- ・環境条件の向上（砂浜の安定化や環境への寄与等）
- ・水産業、観光業等の振興

海岸施設計画の立案あるいは計画の評価に当たっては、直接的な投資効果はもとより、与えられた条件下で最大の直接及び間接効果が得られるよう配慮する必要がある。

従来の計画論では、これらの投資効果の最大化は計画策定プロセスの最終的なチェック項目として、あるいは、計画者の当然の配慮事項として、詳細に検討されることも定量的に評価されることもなく処理されてきた。しかしながら、今後は公共事業全般のアカウンタビリティ（説明責任）向上の動きにも対応して、投資効果の評価を計画プロセスの重要な一環として位置づける必要がある。このため、計画策定時の早い段階から計画の投資効果を意識して準備しておく必要があるほか、計画の最終段階でも投資効果の判定の如何によっては、フィードバックして計画の再検討を行うようなシステムを構築すべきである。

以下では、投資効果分析のうち金額換算可能なものを対象とした費用対便益分析について記述する。

(2) 費用対便益分析の基本的な考え方

海岸施設の投資効果の定量的な評価を組織的に実施している点では、イギリスや米国等で先進的な事例が見られる。これらの国では、事業費に対して事業が一定以上の便益をもつことを定量的に明らかにしないと、事業採択がなされないシステムとなっている。我が国では海岸事業を含む公共事業に対する費用対便益分析の導入がここ数年前から議論されているところであり、確立されたシステムとはなっていないのが実態である。

前述したように海岸事業の効果は多岐にわたりそれぞれが重要な要素を含んでいるが、投資効果の定量的分析のためには、効果のうち定量的に把握ができて金額換算可能な効果（これを便益と呼び、より広い概念である

一般的な効果とは峻別する)を重複することなく網羅的に把握することが重要である。この便益の特定と個々の便益の定量化が費用対便益分析の最大の課題となる。

一般に社会基盤施設整備の便益の抽出に際しては、計測する便益相互の重複を避けさらに便益を享受する者を明らかにするため、便益項目とこれらの便益の帰着する先を整理した「便益帰着構成表」を作成する。原理的にはプロジェクトの便益をそれぞれの整備計画ごとに特定し、その便益をその発生年に注意して金額換算すればよいことになる。

一方で費用の算定は比較的容易である。施設のプロジェクトライフ（海岸施設では特殊な例を除き50年としている）にわたる初期投資を初めとする整備・管理費用を、発生年次別に算定すればよい。

次に便益と費用を比較する段階に入る。便益算定と費用算定の一連の作業で、プロジェクトライフ期間中の毎年の便益と費用が算出されれば、適切な割引率（discount rate）を配慮して、それぞれの発生年次に左右されない便益と費用を評価する。評価はプロジェクトのそれぞれ現在価値換算した便益と費用の差である「プロジェクトの現在価値」がゼロ以上であること、現時価値に換算した便益と費用の比が1以上であること等が最低の条件となるが、プロジェクト相互間の比較もこれら「プロジェクトの現在価値」や「便益費用比」を使って行うことができる。

(3) 便益の定量化手法

次に最も重要かつ困難な課題である便益の定量化手法について事例を含めて紹介する。

海岸施設の整備による効果としては、人命や資産の防護から環境の保全や住民の災害に対する心理的な安心感までであることは前述したとおりであるが、現実的な便益算定計算に即して考えれば、海岸施設の主要整備目的ごとに以下の便益項目がその中枢をなすものと考え、これらを包含する定量化計算を実施することが適切である。

なお、人命の社会的価値の評価については、阪神・淡路大震災を契機として、それを試みてきた著者らの研究グループの成果がある。したがって、残された問題は、如何にして国民的同意を得るかということであって、早晚、提案したいと考えている。

高潮対策の事業…資産防護便益（人命防護は現時点では定量化が難しい面がある）

侵食対策の事業…土地の消失防止便益と資産防護便益

海岸環境の事業…海岸利用便益（環境改善は現時点では定量化が難しい面がある）

a) 高潮防護便益の算定

高潮防護便益の算定では、現況の諸条件で（天端不足や老朽化が見られるなどが一般的）、確率を考慮した計画高潮が来襲した場合の年平均被害額の期待値を算定し、これを毎年の便益とする。なお、津波もこれに準ずる。ただし、河川の洪水のみならず、高潮や津波が市街地氾濫した場合、過去の例のように、海岸低平地の浸水被害にとどまらず、我が国の政令都市をはじめとする大都市では地下街や地下街という地下空間が水没する恐れもある。この場合の被害は、人的・物的に未曾有なものになる危険性があることを知っていなければならない。

b) 侵食防止便益の算定

侵食防止便益の算定では、現行の条件での侵食速度を推測したうえで、一切対策を施さない場合の土地や不動産等の消失被害を求め、これを便益とする。また、侵食の進行で高潮被害を受けやすくなった場合は当該年次からこれらの被害防護効果を追加することも可能なものとする。

c) 海岸利用便益の算定

海岸域の環境を改善し海岸の利用を促進する海岸事業は、国の海岸事業全体に占める割合も増大しつつある。このような整備計画の便益を定量的に金額換算することは、前述した高潮や侵食の便益算定に比べても非常に困難が伴う。

海岸の利用便益の算定には、利用に対する個々人の支払い意志額を調査するための周辺住民等へのアンケート

ト調査を含む CVM 手法 (Contingent Valuation Method) や利用者へのアンケート調査を含む TCM 手法 (Travel Cost Method) が有効とされ、より有効と見られる CVM については海岸事業に関する実施例もいくつか紹介されている。ただし、いずれも便益の算定に至るまでには相当の時間と費用を要するため、暫定的には、一人当たり支払い意志額の仮定のため、類似した事例の CVM による便益算定結果を参考すること等も許容する傾向にある。

一方、狭義の環境改善 (養浜による水質改善等) については現在のところ実地的な手法が確立されていないのが実態であり、今後の調査研究が待たれるところである。

4.6 モニタリング

事業の効果の把握、計画へのフィードバック、類似地域への利用などのためにモニタリングが必要である。

モニタリングを計画するにあたって、その項目や項目毎の調査範囲、調査時期、調査方法及びその費用負担を検討しなければならない。モニタリングは単に海岸管理者のみではなく、当該海岸と密接に関連する整備事業・計画のある管理者等と連携をとりながら行うことが望ましい。また、調査の目的、精度に応じてできるだけ経済的な手法を選択したり、他事業で行われている調査、測量等 (漁場等の水質モニタリング、水産試験所による沿岸での物理及び生物調査、漁場整備のための環境調査、大学などによる現地調査、航空写真測量等、衛星による情報) を活用する必要がある。

モニタリングを実施すべき項目としては、計画地域の特性に応じて選定するが、主に以下に示されるものがあげられよう。

①物理環境

整備施設によって変化すると考えられる物理現象は、波、流れ、地形の変化、水質、底質などであり、その調査方法に関しては 4 章で述べられている。侵食対策の場合は先にも述べたが、事業実施段階から地形変化、底質に関してとくに注意しなければならないので、海岸の変形特性や事業の実施スケジュールに応じて計画的に深淺測量や航空写真測量を実施することが望ましい。とくに構造物周辺については、波、流れに関しても構造物設置による変化を観測によって把握しなければならない場合もある。これらの計測によって、海岸がどのように変化していくかをチェックできる。

自然環境に配慮した施設では、とくに水質、底質に関する調査を定期的に調査する必要がある。これは、生息する生物が主に水質 (水温、塩分、pH、DO、COD 等) や底質 (粒度、強熱減量、酸化還元電位など) に影響を受け、これらが変化すると生態系が変化する可能性があるからである。

②生物分布

とくに生物に配慮せずに整備した護岸、離岸堤、人工リーフなどを整備した場合でも、構造物自身に海藻、フジツボ、イガイ、サザエ、アワビ、イセエビなどが生息したり、構造物周辺に 2 枚貝が集積したりすることが知られている。これらの施設周辺の生物分布を目視観測等の簡易な方法で定期的に観測することは、海岸の自然環境変化、環境容量を把握する上で極めて有益であるばかりでなく、とくに当該海岸で重要な生物が生息している場合においてはその要因を検討することにより、その海岸に適した自然環境配慮型の工法が見出される可能性もある。

生態系を保全すべき領域で整備した海岸施設においては、先に述べた物理環境に関する調査に加えて、生物分布に関する調査を定期的に行ない、生態系の状態を把握する必要がある。これらに関する調査方法は 4 章で述べられているが、調査時期はその生態系においてキーとなる生物 (例えば多年生の海藻) を中心に行うことが効果的かつ経済的である。また、構造物設置からかなりの期間 (5 年以上)、付着生物等の構成は変化する (遷移と呼ばれている) ので、このことを念頭において調査しなければならない。

③整備施設の現状

構造物周辺の水深変化、構造物の沈下、護岸等構造物背後の地盤の状況把握も、その機能の維持・管理の上

で重要である。構造物前面の水深の増加は、構造安定、越波量、波浪の打ち上げに大きく影響する。同時に護岸背後の地盤高の変化は、裏込めの吸出し、越波による土砂の流出等によるものと考えらる。これらの原因を究明し、必要であれば対策を検討しなければならない。この点に関しても定期的に測定する必要がある。地域住民からの聞き取りによって機能・利用上の問題点を把握することも重要である。海水浴場は、遊泳に適した水深、波、流れ、水質となっているかを定期的にチェックしなければならない（これらは保健所等で行っている場合もある）。また、その利用状況（利用ユーザー数、稼働日数など）や快適度、問題点を現地調査、アンケートなどによって把握する。

これらの調査結果をデータベース化し、対象毎に時空間的な解析を行うことにより、海岸の総合的な現状、動向、問題点を把握することができ、計画及び個別事業の評価を逐次行うことができる。また、これらのデータ及び分析結果は何らかの形で地域住民や利用者に公開されることが望ましい。

5. 調査

これに関しては、近年、各種計測機器の開発やデータ処理が飛躍的に進んでいるので、その現状を専門家が紹介している。ここでは、調査の基本に当たるデータの所在と、本便覧で初めて取り上げられた水質と生態系調査の概要を述べることにしたい。

5.1 データの所在

本章で取り上げている気象、海象、漂砂・海浜過程、水質、生態系、地盤に関する調査方法や調査機器に関して、以下に主要な項目及びデータの所在等について示す。

① 気象：風、気圧、気温、湿度等

これらのデータは各地の気象台で取得されており、気象台から入手可能である。その他「気象庁年報」、「気象庁月報」、「理科年表」にも掲載されている。さらに各県の水産試験所、工事事務所等でも観測している場合がある。

② 海象：潮位変動、高潮、津波、沖波、浅海での波浪、長周期波、サーフビート、海浜流、潮流、河川流等

潮位は各地の検潮所で観測されている。また、天文潮に関しては「潮位表」、「潮汐表」などにまとめられている。波浪は、港湾約100箇所、漁港5箇所、建設省、気象庁、海上保安庁、公社、公団、大学等で全部で約160箇所で定期的に観測されている。港湾関係は港湾技術研究所技術資料等で「波浪観測年報」、漁港関係は水産工学研究所から「波浪調査報告書」として公開されている。河川流量は、一級河川などでは建設省が河川水位の観測を行っているため、これらを用いて流量を推定できる。

③ 漂砂・海浜過程

波浪、流れ（沿岸流、河川流、潮流等）、汀線・海底地形変化、底質調査（粒径、鉱物組成等の時空間分布）、漂砂（浮遊砂等）、飛砂、陸上部地形変化・植生

④ 水質：DO、COD、N、P、Si、クロロフィル、SS、透明度等

沿岸域における水温観測は、気象庁、海上保安庁、県の水産試験所などで行われており、「海洋資源観測資料」（気象庁）、「気象要覧」（気象庁）、「水路部観測報告海洋編」（海上保安庁水路部）、水産試験所事業報告などの資料に掲載されている。また、漁業情報として、沿岸海域の表層の水温分布などは、水産試験所から定期的に公開されている場合もある。

水質に関する資料としては、「全国公共用水域水域水質年鑑」（環境庁水質保全局）「日本河川水質年鑑」（建設省河川局）などが利用できる。また、漁場、養殖場周辺では水質を定期的に観測している場合もある。

⑤ 生態系：生物分布（底性動植物、魚類、鳥類等）、水質及び底質、陸域植生等の生態系

⑥ 地盤：ボーリング、力学試験（強度、変形特性）

観測手法については「海洋観測指針」（気象庁）、「建設省河川砂防技術基準（案）同解説 調査編」（建設省河川局監修）、港湾調査指針（運輸省港湾局）、「海岸環境工学」（本間仁、堀川清司、東京大学出版会）などがあるので参考にされたい。

また、沿岸域の環境に関する情報はインターネット上で公開されているものもある。環境庁、運輸省、建設省、農林水産省などのホームページやリンク集などから、全国的なものから地域的なものまで情報検索できる。例としては日本海洋データセンター（www.jodc.jhd.go.jp）は、海洋での水温、塩分等に関するデータ、地形図などは国土地理院（www.gsi-mc.go.jp）では地図情報、環境に関する情報は、www.eic.or.jp（環境庁関連）で、農林水産に関しては農林水産省（www.maff.go.jp）で、各種国土情報に関しては建設省（www.moc.go.jp）、国土庁（www.nla.go.jp）でそれぞれ公開されているものや関係刊行物に関する情報等がある。

調査を実施するにあたっては、まず、既存のデータや調査・研究報告書等各種文献の収集や現地踏査に努め、現地の状況を把握することが重要である。その上で効率的かつ経済的な調査を行う。それぞれの調査項目の目的、内容、実施手段、実施時期、関係機関との協議事項、費用負担などに関して計画を立てることが必要である。このとき、調査項目の精度や調査範囲などは直接的に費用に影響するので、十分な検討が必要である。

この種の調査は、従来では、施設整備のためのものがほとんどであった。しかし、波浪などの外力の大きさは確率的に分布するため、設定された外力を超過する時が十分あり得る。その場合、構造物の機能が必ずしも十分に発揮されない場合が起こる。そのため、リアルタイムのモニタリングの重要性が、つぎのように近年とくに高まっている。

1) 外洋や内湾に設置された波高計のデータをテレメータや通信衛星を介してリアルタイムに捕捉し、来襲波浪による船舶被害や港湾被害、洋上備蓄基地の外郭施設被害対策、沿岸を走行する道路、鉄道や臨海集落の越波対策を早く立ち上げる。

2) 海岸より遠く離れた海域に設置された津波計や高潮計によって異常潮位発生を観測し、防潮水門の閉鎖や船舶の港外待避、沿岸住民への避難勧告を即時に出すシステムを構築する。

3) 赤潮、青潮などの水質異常、油や有害物質流出事故をモニタリングによって察知し、養殖場の被害回避や汚染物質の拡散防止、除去対策などをリアルタイムに行う、などの内容である。これらは時間を争う意志決定の問題であり、それにはリアルタイムの外力や環境条件の数値モニタリングが必須になっている。すなわち、現在では調査・観測の速度が重要な要素になってきている。近年の津波災害、油流出事故などの突発的災害を契機として、危機管理を目的とした調査・観測システムの構築が必要となっている。

5.2 水質調査

水質調査では、水質調査計画を作成し、結果を解析するには環境要素の時空間的変動（偏差と平均）を把握することが肝要となる。つまり、海域における環境要素の調査頻度や定点数は、その環境要素の年変化・季節変化・日変化・時間変化などと水平および深さ方向の変化を理解した上で、影響を受けるとと思われる生物の時間軸（産卵時期・変態・成長など）と整合性を持たせるように設定することが第一義的に重要となる。これに関連して、既存データが多少とも蓄積されている海域では、流況および水質予測の数値モデルを利用して調査範囲や採水・観測層を事前に検討すれば、調査がより合理的になると考えられる（数値モデルを影響予測の最終手段としてではなく、調査計画などを立案するためのツールとしても活用する）。この場合、数値モデルの精度はそれほど重要な事項ではなく、あくまでも調査範囲や定点配置などに必要であり、環境モニタリングを続ければモデルの検証や精度向上のための情報が集積されることにもなる。これらについては石川 15) に詳しいのでそちらを参照されたい。また、過去の調査データが殆どない海域については、まず 1-2 年は比較的広い範囲での全般的な調査を行い、空間分布の特徴等を把握し、対象とすべき環境要素やサンプリングの方法などを吟味した上で、不必要な調査項目などを除き、的を絞ってモニタリングを実施するのがよい。この場合、生物関連の調査（群集と個体群動態の調査）も併せて行っておくことは言うまでもない。

最後に代表的な水質調査と分析方法関連のマニュアルなどは、つぎのようなものが指摘できる。

- 1) 海洋観測指針(1990)：気象庁編，日本気象協会。
- 2) 新編水質汚濁調査指針(1980)：日本水産資源保護協会編，恒星社厚生閣。
- 3) 海洋環境調査法(1979)：日本海洋学会編，恒星社厚生閣。
- 4) 沿岸環境調査マニュアル{底質・生物編}(1986)：日本海洋学会編，恒星社厚生閣。
- 5) 沿岸環境調査マニュアルⅡ{水質・微生物編}(1990)：日本海洋学会編，恒星社厚生閣。
- 6) A Practical Handbook of Seawater Analysis(1972)：edited by J.D.H.Strickland and T.R.Parsons, Fisheries Research Board of Canada.
- 7) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater(1992)：edited by A.E.Greenberg, L.S.Clesceri and A.D.Eaton, American Public Health Association.
- 8) 工場排水試験方法 JIS K 0102 1998 年版。
- 9) 工業用水試験方法 JIS K 0101 1998 年版。
- 10) 水試験方法 1993 年版，日本水道協会編。
- 11) 下水試験方法 1997 年版，日本下水動協会編。
- 12) 衛生試験法・注解(1990)：日本薬学会編，金原出版。
- 13) 環境測定分析法注解，日本環境測定分析協議会編。
- 14) 昭和 46 年環境庁告示第 59 号（環境基準項目関連）。

5.3 生態系調査

生態系の調査は，開発などによる生息環境の変化が，海岸に生息する生物または生態系にどのような影響を与えるのか，科学的な調査法に基づいて現状を把握したり，予測・評価するために行うものである。調査を始めるに当たっては，各項目のどの調査においても次の点に注意する必要がある。

- 1) 目的：何のために調査を行い，どのくらいの精度を求めると明確にしておく。
 - 2) 予備調査：海岸は岩礁または砂浜など環境の異なる地域が多く，夫々に適応した生態系がつけられている。そのため，正式な調査を行う前に，およその様子を予備的に調査しておく必要がある。それにより，正式な調査対象の領域，機器，人員などを決定する。
 - 3) 記録：現地調査では，小さな環境の違いも見逃さず記録する。特に，採集後に室内で観察する場合には，採集時の状況を記録していないことが多いので，気づいたら何でも書きとめておく心がけが必要である。
 - 4) 漁業権：沿岸域の潮間帯には，海藻類，貝類等定着性のものを目的とした漁業権（第 1 種共同漁業権）が設定されていることがあるため，調査または採集する前には，漁業協同組合で確かめ，了解を得てから作業に取りかかる。
 - 5) 潮汐：潮が引いていないと，海岸の磯場や海浜，干潟は観察できないため，干潮時刻と潮位は前もって調べておく。また，安全対策として，観察や採集時に潮が上げ始めたら，作業を中断して，調査を終了する。
- つぎに，この調査ではつぎのような 9 つの調査が含まれるが，詳しくは本便覧を参照されたい。
- (1) 藻場：藻場とは，一般に水底で，大型海藻や海草が群落を形成している場所を指し，ベントス，魚介類の産卵場，稚仔魚，葉上動物の食物や隠れ場を提供する他に水中の窒素（硝酸塩）・リンを吸収し，水中に酸素を放出し水中の生態系を支えている。また漁場として直接漁業に重要な役割を果たしている。藻場には植物の種類により呼び名が異なり，大型海藻のコンブ類の群落をコンブ場，アラメ・カジメ場，ホンダワラ類の群落ガラモ場，海草のアマモの群落をアマモ場またはアジモ場に区別する。また，コンブ，アラメ・カジメ場を海中林と呼ぶこともある。
 - (2) 魚卵，稚仔魚
 - (3) プランクトン：プランクトンの種類は，極めて多種多様である。プランクトンの多くはその移動を海水の

流動に依存する。ただし、動物プランクトンの中には遊泳力をもつものもいて、稚魚程度に泳回るものもいる。体の大きさは、一般的には数 μ から 20mm くらいである。ただし、例外的にエチゼンクラゲの様な巨大なものもいる。

(4) 底生生物：底生生物は、海底（岩礁、砂場、干潟）や海藻・海草類に固着して生活したり匍匐生活をするホヤ、巻貝、ウニ、ワレカラなど。底層中に潜りこんで生活をするゴカイ、二枚貝などがあり、生態が極めて多種多様である。底生生物は、他の生物に比べて移動範囲が小さく、長い間同じ場所に生活しているため、その群落組成の状況と生息状況から、環境指標として利用されることが多い。底生生物は体の大きさで、マイクロベントス（顕微鏡的大きさ）、メイオベントス（通常 0.1~0.4mm）、マクロベントス（通常 1.0~0.5mm）、メガロベントス（底曳網などで採集されるような大型生物）の 4 種類に区分される。

(5) 魚介類

(6) 鳥類：海に生息する鳥類は、水鳥と海鳥に分かれる。一般に水鳥は、ガン・カモ・ハクチョウ・ツル・クイナなどの水辺、沿岸、内湾に生息する鳥類を指す。海鳥は外洋で生活しているアホウドリ、ミズナギドリ、カモメなどの鳥類を指す。なお、海鳥以外にトビなどの猛禽類も海岸には生息している。また、鳥類は季節的な移動（渡り）を行うものが多いので、留鳥（一年中見られる鳥）、冬鳥（冬に渡来する鳥）、夏鳥（夏に渡来する鳥）、旅鳥（渡りの途中に一時的に立ち寄る鳥）、迷鳥（たまたま見られる鳥）にも分けられる。

(7) 海浜植物：海浜植物とは、海岸に生育する植物の中で特に海岸の形態に適した植物のことである。海浜植物は、海岸の砂浜や砂丘、海岸崖や岩の上や造成された裸地などに生える。なお、この他にもマングローブの様満潮の時に海水に浸るような場所に生える植物もある。

(8) 水質：質の変化は、生物に大きな影響を与えるので、沿岸域の水質を調べることは、そこに住む生物すべてを監視することになる。調査では、富栄養化の目安となる窒素の量、pH、透明度などを測定機器を使って調査する。ただし、既往知見の中で、重金属等の影響が報告されている場合には、報告のある項目を含め、関連性の考えられる項目を追加する。

水質は、流れなどにより位置的にも時間的にも変化するものであり、定性的に捉えることが難しいが、水質の調査、波浪観測、流れの観測、底質調査と関連させることで定性的な水塊構造の状況を捉えることができる。

(9) 底質：底質は、海域環境の長期的変化の累積を示す指標のひとつとして捉えることができるため、底質構造の状況を把握するために行う。調査の項目は、粒土組成、比重、含水比、COD、強熱減量、全窒素、全リン、全硫化物とする。ただし、既往知見の中で、重金属等の影響が報告されている場合には、報告のある項目を含め、関連性の考えられる項目を追加する。

6. あとがき

ここでは、近く出版の予定の海岸施設設計便覧の中で、計画と調査の内容の概要を紹介した。とくに、新しく付け加えられた「計画」の考え方は詳しく紹介した。また、「環境」や「生態系」の記述も今回の便覧で初めて取り上げたために、少し詳しく紹介した。しかし、本便覧の 100 ページにも上る第 3 章 計画と第 4 章 調査・観測の内容を限られた字数で紹介することは至難の技であって、是非、便覧を読んでいただきたいと考えている。両章の便覧のこれらは海岸法の改正に合わせて、全面的に書き改めされたものであり、従来のものと異なる内容が随所に見られるものとなっている。その作業に際しては、現状ではそれ程豊かな内容となっていない事項も、それが将来、必ず重要になる見込みがあれば取り上げるという姿勢を通した。それは、この便覧が少なくとも今後 10 年間、我が国で十分使えるようなものを作りたいという私たちの願いでもある。ここで紹介した内容は、今後、現場で関係者によって検証されながらさらに洗練されたものになるという確信ももっている。もとより、本文は多くの執筆者のご苦勞の賜物であり、この場を借りてお礼申し上げたい。最後に、これらの章の改定に当たっては、建設省河川局岸田弘之、水産庁水産工学研究所中山哲蔵の両氏の精力的かつ先進的な取り組みがあってこそ実現できたものであることを記して、感謝したい。