

我が国における養浜事業の特性

PRESENT STATE OF BEACH NOURISHMENT IN JAPAN

後藤浩¹・大谷靖郎²・久保田進³・堀田新太郎⁴
Hiroshi GOTOH, Yasuro OHTANI, Susumu KUBOTA and Shintaro HOTTA

¹正会員 博(工) 日本大学専任講師 理工学部土木工学科(〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台1-8-14)

²正会員 (株)アルファ水工コンサルタンツ東京支店(〒108-0073 東京都港区三田4-15-35)

³正会員 工博 日本大学教授 理工学部土木工学科(〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台1-8-14)

⁴正会員 工博 日本大学大学院教授 総合科学研究科(〒102-0073 東京都千代田区九段北4-2-1)

A survey concerning artificial beach nourishment has been carried out based on a questionnaire to the local agencies of the Central government of Japan and the local governments that are responsible for beach management. The survey showed that more than one hundred nourishment projects have been carried out and about fifty projects are scheduled to be executed. Half of the projects are relatively small in scale, that is, encompassing a fill volume below 100,000 m³ and they are mainly used to enhance the value of urban locations for tourism and marine recreations or to create new natural environments. The other half of the projects, with fill volumes above 100,000 m³ but below one million m³, are employed to protect beaches from erosion, storm surge, and overtopping of waves. The materials mainly used for the nourishment were sands from dredging of harbors, marinas, and navigation channels. A serious problem to face in the future concerning nourishment is lack of fill material and utilization of offshore deposits is strongly recommended.

Key Words : Beach Nourishment , Questionnaire to the Government Agencies.

1. はじめに

我が国では全国的に海岸侵食が慢性化しており、残された砂浜の維持が急務となっている。我が国の海岸侵食対策は、突堤や離岸堤などの構造物による対策が主体であるが、アメリカ合衆国やヨーロッパ諸国では養浜が多く行われている¹⁾。

Per M. Bruun博士は、今から30年以上前に、「養浜は、突堤や離岸堤などに比べて隣接海岸に対する影響が少ないので、最も好ましい海岸侵食対策であり、養浜を必要としないのは自然がその役割を果たしている海岸だけである」と記している²⁾。

著者らは、昨年、全国海岸の現況を調べるために全国の海岸管理者が出している最新(または現行)の海岸パンフレットを収集、整理した³⁾。収集したパンフレットには養浜が実施されている海岸の写真や計画中の記述が数多く見受けられた。養浜の実施が増えた要因として、省庁の再編や海岸法の改正等の影響も考えられるが、我が国においてもようやく養浜に対する機運が高まってきたことが伺えた。

そこで、近い将来の我が国における養浜の適正で効果的な実施方法等を提案するための第一歩として、再度、全国の海岸管理者を対象として養浜の実施状況と計画に関するアンケート調査を行い、我が国における養浜事業の特性を明らかにすることにした。

2. 養浜アンケート調査

(1) 調査方法

前回³⁾と同様に全国の国土交通省地方整備局88機関、都道府県庁(河川・海岸・港湾・漁港等の所管課)112機関、土木事務所等336機関の計536機関に養浜に関するアンケートを依頼した。

(2) 調査項目

アンケートの内容は、海岸名、目的、事業区分、期間、概算事業費、計画波諸元、養浜規模(量、延長、幅)、養浜前の海浜幅、養浜砂の特性(中央粒径、密度)、養浜砂の採取場所、水深、採取方法、運搬方法、投入方法、整形、追跡調査項目、計画断面、養浜後の海浜断面、他である。

(3) アンケートの回収状況

返却された回答は159件、すなわち、返却率は約30%であった。この内、養浜を実施中が60件、養浜を計画が5件であった。表-1は、前回のパンフレット調査、今回のアンケート調査、およびこれらの重複を排除した実施数と計画数を地域毎に集計したものである。地域区分は、前回と同じく、北海道、日本海北部、日本海西部、太平洋北部、太平洋中部、太平洋南部、瀬戸内海、東シナ海、沖縄の9地域とした(図-1参照)。

パンフレット調査時の返却率は約50%で、ほぼ全国の海岸を網羅していたのと比較して、今回は少ない返却率であるが、養浜の実施、計画地点には偏りがあることと、表-1に示されるように、前回と今回とで養浜実施、計画の地域分布が類似していることを考慮すると我が国の養浜事業の特性を考察するに十分な事例が集まったものと考えられる。

なお、養浜事例の集計に当たっては、対象海岸が同一で、実施時期が同じか近いものは1つの事例としてまとめたが、海岸延長が長く工区毎に実施されている場合は別の事例とした。

3. アンケート調査結果

(1) 養浜事例の概要（件数、地域分布、目的）

図-1には地域の区割りと合わせて、養浜事業を実施済みもしくは実施中の海岸（96海岸）と平成18年度段階で養浜が計画されている海岸（57海岸）を

表-1 養浜事例件数

海岸地域	海岸パンフレット			養浜アンケート			計(正味)		
	実施	計画	合計	実施	計画	合計	実施	計画	合計
北海道	1	0	1	0	0	0	0	1	1
日本海北部	3	0	3	9	1	10	10	1	11
日本海西部	3	9	12	9	0	9	12	9	21
太平洋北部	0	1	1	4	2	6	4	2	6
太平洋中部	19	10	29	13	2	15	26	12	38
太平洋南部	3	2	5	9	2	11	10	3	13
瀬戸内海	10	23	33	14	5	19	20	28	48
東シナ海	3	0	3	7	1	8	8	1	9
沖縄	7	0	7	0	0	0	7	0	7
合計	49	45	94	65	13	78	98	56	154

示してある。なお、以下では、養浜が実施され供用を開始している場合と施工中の場合とを含めて“実施”，平成18年度段階で計画中のもの“計画”と呼ぶことにする。

図-1(a)に示されるように、実施の場合、西日本および南日本の海岸に多数の事業が展開されていることが理解される。また、図-1(b)に示されるように、計画の場合、淡路島を中心とした瀬戸内海地域、伊豆諸島のある太平洋中部に数多く事業が認められる。

図-2は各年度に養浜がどのくらい実施されているのかを示したものである。平成8年度以降、現在までの約10年間は経常的に20件以上の養浜が実施されている。平成18年度の段階で20年近く先までの計画も示されている。

図-3(a)は養浜の目的（実施）を示したものである。侵食対策が全般的に地域を問わず多い。一方、海浜利用および高潮・越波対策を目的とした養浜は中部以西に多く実施されている。これは、海浜における海水浴などのマリレジャーが夏季に集中的に行われるため、ならびに、台風の来襲の頻度が多いためと考えられる。なお、図-3(b)に示されるように計画の場合については、目的の割合は実施のものとほぼ同様の傾向となっている。

(2) 養浜の規模（養浜量、事業費、延長、幅）

図-4は、養浜量と事業費の関係を示したものである。図-4(a)に示されるように、実施の場合、瀬戸内海地域を除くと概ね両者は良好な比例関係にある。事業費は2億円以上のものが多く、10億円を超えるものも少なくない。1万 m^3 当りの事業費は5千万円～1億円となっており、1事業当たりの養浜量は1万 m^3 ～10万 m^3 が多い。

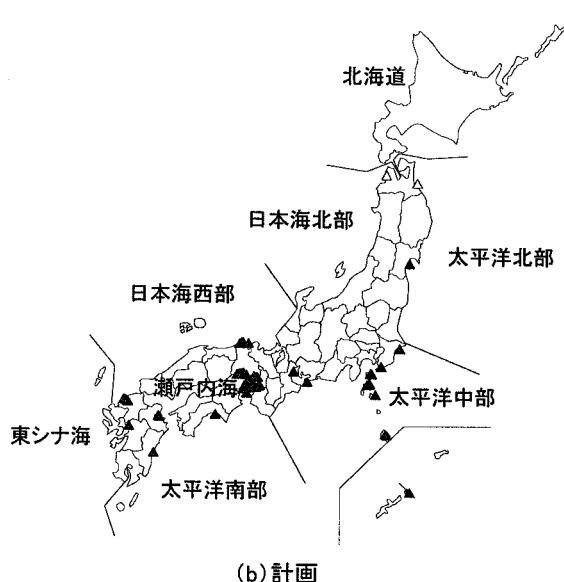
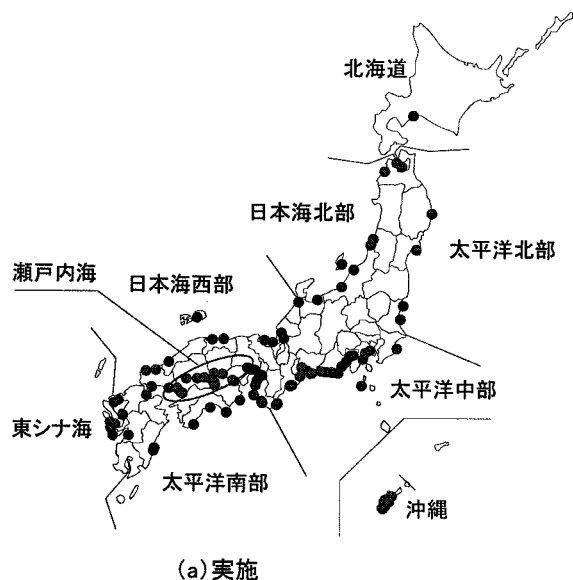


図-1 養浜事業の位置の分布および地域の区割り

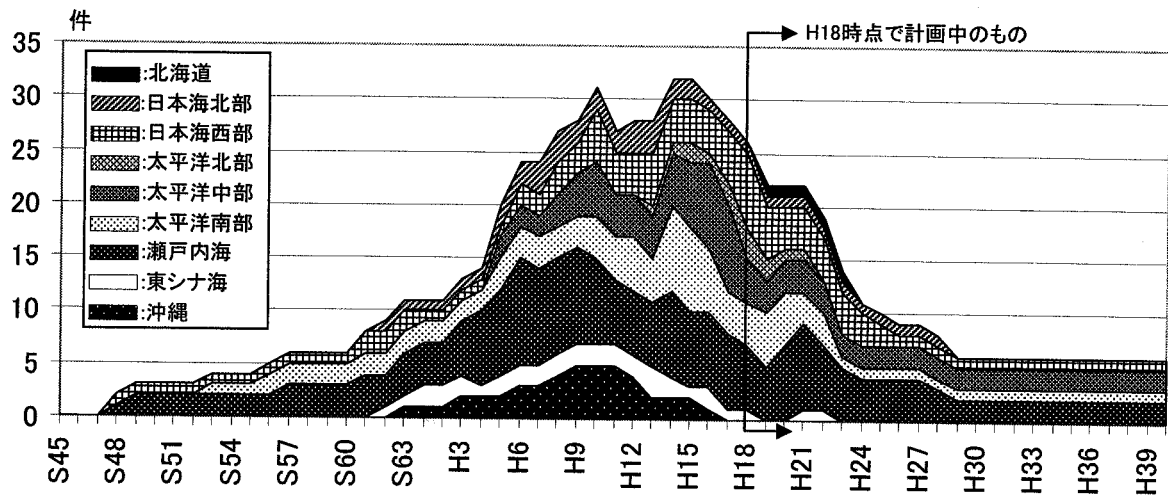


図-2 養浜実施の経年変化(実施年を抽出)

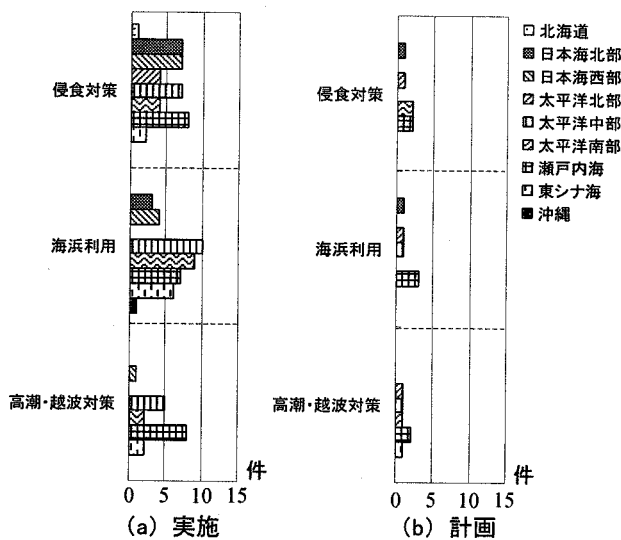


図-3 養浜の目的

なお、瀬戸内海地域では養浜量は 10万m^3 程度であるのに対して事業費は1億円から100億円までばらついている。この理由としては、補助施設等の有無が関係しているものと考えられ、内湾で外力が小さいために補助施設を必要としない場合もある一方、海浜利用などのための施設を造る場合もあるためと考えられる。

図-4(b)に示されるように、計画の場合についても、実施の場合とほぼ同様な相関性が認められたが、実施の場合に比較して実施規模は変らないものの、金額的には比較的規模が小さい傾向を示した。

図-5は養浜の規模(実施)を示したものである。養浜規模は沿岸方向については数十メートルの小規模なものから最大約5000mにおよぶものまで存在する。養浜幅については20m~60mが多く、最大では約200mという規模のものも実施されている。なお、計画中の事業についても同様の傾向が伺える。

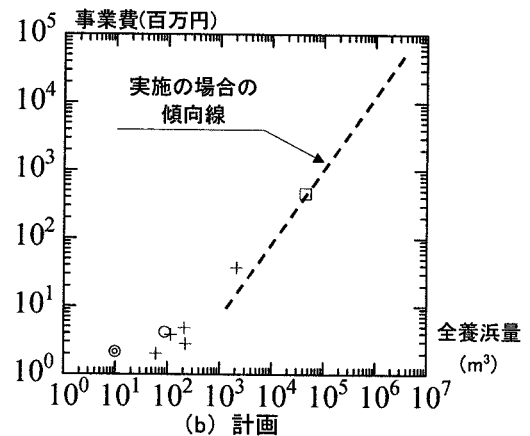
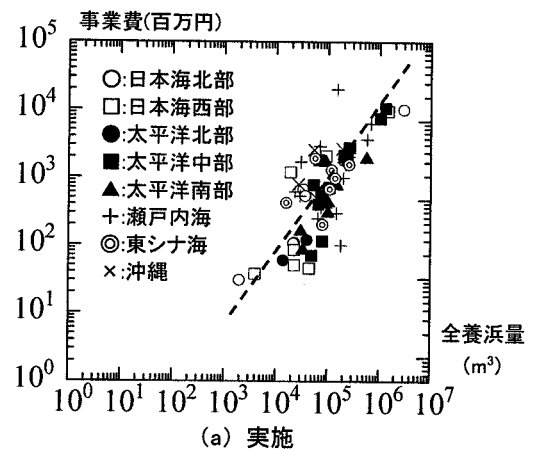


図-4 全養浜量と事業費との関係

(3) 養浜材料

図-6は養浜工で用いられた材料(実施)を地域ごとで整理したものである。海砂が多く次に購入砂の順であるが、購入砂の場合にも海砂が多いようである。海砂については、近隣の港湾や航路の浚渫土砂を利用する機会が多く、採取水深は10mより浅い場合が多い。南西の地域に行くほど水深が大きくな

り、最大では水深120mから採取している場合もある。粒径については1mm未満の小さいものが多く用いられている。

図-7は、施工に用いる養浜材料の輸送距離（実施）を示したものである。なお、輸送距離は地図上で施工場所と採取地との情報から直線距離を求めた概算である。近隣から養浜材料が得られる場合もあるが、近隣に適した養浜材料がなく施工現場から数100km～数1000km（海外含む）という遠方から入手している場合がある。近隣の場合は、近くの港湾内や航路の浚渫土砂、近くの河川の砂の利用が多い。

また、養浜目的が海浜利用の場合には、侵食対策の場合に比べて遠方から入手する傾向が僅かであるが認められる。これは、海水浴場の整備や景観上の問題などの観点から、例えば、太平洋南部に位置する白浜海岸では海浜利用のために白い砂を必要としたため、オーストラリアから土砂を採取している。なお、計画の場合には、得られた資料のみでは近隣から土砂を採取することが多いようである。

(4) 養浜断面

図-8は計画沖波の波高と平均海面からの養浜工の天端高さ（以下、天端高さと呼ぶことにする）との関係（実施）を示したものである。図-8に示されるように、当然のことながら、全体の傾向として計画沖波波高が大きくなるに伴って天端高さが大きくなることが認められる。計画沖波の波高が大きいものは太平洋の外洋に面している海岸に属し、養浜工の目的として高潮・越波もしくは侵食対策となっている。瀬戸内海などの内湾の比較的波が穏やかな領域では、養浜工の天端高さは1.5～3m程度が多い。また、日本海側の場合、天端高さは2.0m未満が大半である。なお、養浜される海浜の断面勾配は1/5～1/10が最も多く、次いで1/10～1/20となっており、両者で大半を占めている。

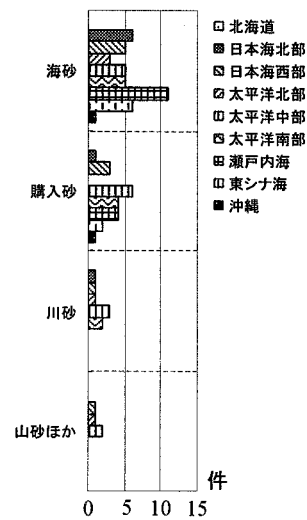


図-6 養浜工で用いられた材料(実施)

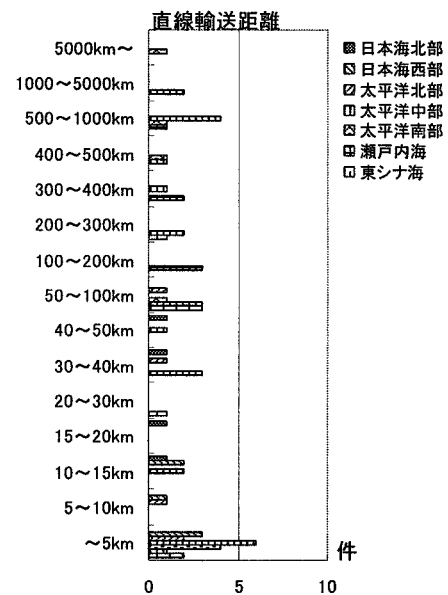
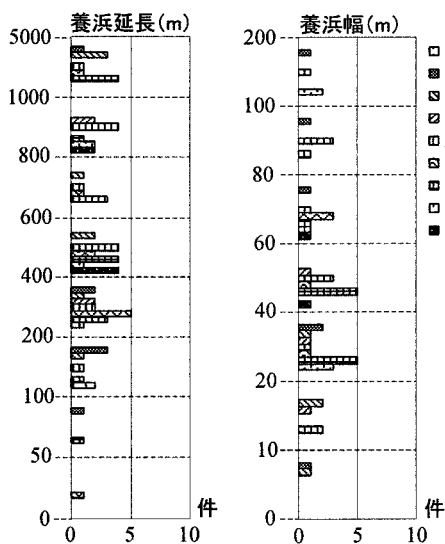


図-7 養浜材料の直線輸送距離(実施)



(a) 沿岸方向の長さ (b) 岸沖方向の長さ
図-8 養浜の規模(実施)

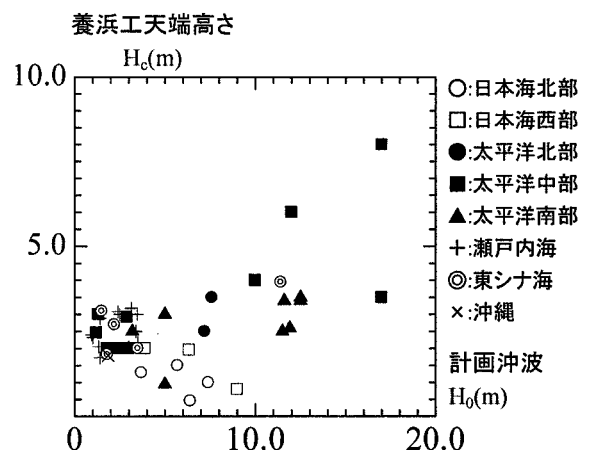


図-9 計画沖波と養浜工天端高さとの関係(実施)

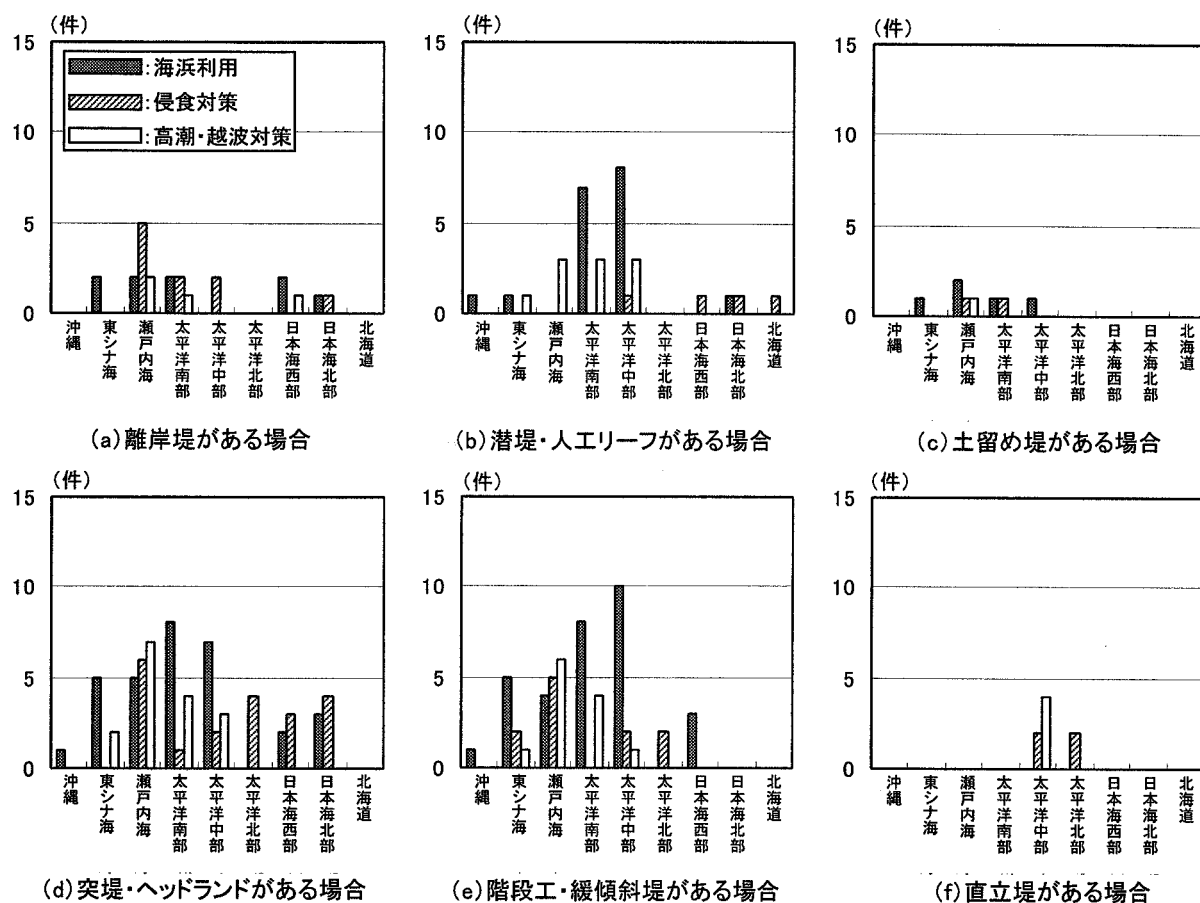


図-9 養浜の施工に伴って設置される付帯構造物

(5) 補助施設

図-9は養浜工の施工に伴って設置される補助施設と養浜工の目的との対応（実施）を示したものである。図-9(d)に示されるように、目的にかかわらず沿岸漂砂の制御を主な対象とする突堤・ヘッドランドを設置する場合が多い。例えば、施工対象の海岸を突堤・ヘッドランドで仕切って養浜する場合が多い。図-9(a),(b)に示されるように、主に岸沖漂砂の制御を主な対象とする離岸堤および潜堤・人工リーフも少なくない。特に、海浜利用を目的としている場合には、離岸堤に比べて潜堤・人工リーフが用いられることが多い傾向にある。これは、潜堤・人工リーフの場合、岸から沖への視界が遮られることがなく、離岸堤に比べて景観の面で優れているためと考えられる。なお、潜堤や人工リーフは単体で設置される場合もあるが、ヘッドランドや突堤と併用して設置する場合も数多く見受けられた。図-9(e)に示されるように、副次的な施設として階段工・緩傾斜堤の設置が数多く認められ、特に、日本中部以西に多い。目的との対応を調べると、海浜利用を目的としている場合、階段工・緩傾斜堤の設置が顕著に認められる。これは、海水浴などを考慮し海浜へのアクセスを考えて設置しているためと考えられる。

4. アメリカ合衆国の事例との相違

(1) 養浜の規模

アメリカ合衆国においては、1950年代から養浜が一般的に施工されるようになり、1999年時点までに382海岸で1305事業が実施されている。1950年から1993年の間に大規模な56の養浜事業が行われ364kmの海岸が侵食から防御されたとの報告がなされている¹⁾。

養浜件数では、我が国の年間約30件はアメリカ合衆国とほぼ同程度といえる。養浜延長で見ると、我が国は大規模なものが少なく延長5km未満であるが、アメリカ合衆国では大規模な養浜が多く、平均養浜延長は6.5kmである。養浜幅についてはアメリカ合衆国の30～120mに対して我が国が20～60mであり、規模はやや小さい。

(2) 養浜材料

先述の通り、わが国では養浜砂として海砂が最も多く用いられていることが分かったが、これらの多くは港湾や航路の浚渫土砂である。アメリカ合衆国では、養浜砂の95%は沖合の採集区域から取得されているが、最近では養浜砂の確保が困難になりつつあり、浚渫土砂も汚染されていない限り利用する方

向にあるようである。

我が国の養浜でも早晚沖合からの供給を検討しなければならないものと考えられる。

5. 養浜の適正な実施に向けて

今回の養浜アンケート調査によって我が国の養浜事例が多いことが分かった。今後さらに砂浜の回復に向けて養浜事業が展開されるためには養浜砂の供給源をどこに求めるかにかかっていると言えよう。

養浜の一種であるサンドバイパスやサンドリサイクル、バックパスといった方法も実施すべきであるが、これらの方法では砂浜が広がることは期待できない。ダム貯水池の堆砂を利用することも考えられるが、有機汚泥化した砂の処理の問題や採取、運搬の問題などがあり、簡単ではない。

今回のアンケート結果によれば、養浜砂として海砂の利用が最も多いが、ほとんどが港湾、航路からの浚渫土砂である。さらなる養浜の需要に対しては沖合の海底土砂を利用することがもっとも自然で経済的であると考えられるが、これについても次に示す課題がある。

- ①従来から、内湾や岸近くで海底土砂採取が行われており、それによる海岸侵食や生態系の破壊などが生じている。このため海底からの土砂採取が困難な状況にある。このような採取に対する規制措置が必要となる。
- ②養浜のための海底土砂採取の技術基準を設定しておかなければならない。
- ③基準には、生態系と漁業の操業に及ぼす影響を十分に考慮しなければならない。

これらの課題に対する対策と方針とが確定した上で、沖合い海底砂を用いた養浜実施の検討が可能となる。その場合にしても、海底砂の採取は上述の通り難しい側面を抱えているので、当面は目的を限定するなどして必要最小限にせざるを得ない。即ち深刻な侵食状況であって養浜の必要性がきわめて高いと判断される場合に限る、などである。

その上で、対象となる侵食海岸の特性、沖合い海底砂の特性を調べて、養浜砂としての適合性を評価する。適合した場合には、採取の位置、量、頻度を

検討すると共に、補助構造物の設置や維持養浜の量と頻度を視野に入れて養浜形状等を検討する。当然のことながら、周辺海岸への影響や生態系への影響も考慮しなければならない。今後の養浜事業を改善するためにも養浜後のモニタリングが不可欠であるが、今回のアンケートにおいてモニタリングを実施している事例の多くは地形変化に関する測量が主体であった。今後は生態系についての項目も含めたい。さらに付け加えるならば、モニタリングについては、第三者機関等による客観的な計画立案に基づいて行うことが望ましい。

以上、沖合い海底砂による侵食海岸の養浜に関する検討事項をまとめると次の通りとなる。

- (1) 養浜の必要性と目的の限定
- (2) 海岸特性の現状把握
- (3) 沖合い海底土砂の養浜への適合性
- (4) 土砂採取可能域の把握（距岸、水深、掘削深さ）
- (5) 養浜形状（幅、延長距離、勾配）
- (6) 土砂採取、養浜の方法
- (7) 周辺海岸への影響
- (8) 海岸動植物への影響
- (9) 便益評価
- (10) モニタリング

謝辞：養浜アンケートの実施に当たって全国の行政機関の方々を煩わせた。この研究の一部は平成18年度日本大学学術助成金、総合研究「水域開発と環境保全に資する工法の総合研究—研究代表者：長林久夫 日本大学工学部教授」による。以上の関係各位に深甚の謝意を表する。

参考文献

- 1) 堀田新太郎・久保田進・針貝聡一：海岸保全工としての人工養浜の特性評価の試み—アメリカ合衆国における養浜事例からの考察—、海洋開発論文集，土木学会，Vol.20，pp.245-250，2004。
- 2) Per Bruun：The History and Philosophy of Coastal Protection, *Proc. of 13th ICCE*, ASCE, 1972, pp.33-73.
- 3) 山本菜穂・大谷靖郎・久保田進・堀田新太郎：諸官庁広報用パンフレットによる我が国海岸の現況調査，海洋開発論文集，土木学会，Vol.22，pp.187-192，2006。