

沿岸海域の総合開発計画

運輸省港湾局 正会員 豊田 奉 節

1. 概要

山岳性の島国で可住地の狭小なわが国では、古来より、沿岸海域を多様に活用することにより、経済社会の発展をとげてきた。特に、近年では、海運活動と生産活動等とを一体化させた新しい臨海空間の形成を通じて、急速な経済社会の発展が可能となり、沿岸海域の役割は益々重要となつてきた。

さらに、最近の社会経済の高度化に伴ない、沿岸海域の従来からの利用に加えて新たな要請も生ずるなど、沿岸海域利用に対する要請は、益々、多様化、高度化しつつある。

一方、これらの開発利用に適した内海、内湾の浅海域は、既に高密度に利用されており、今後の増大する需要に対応するためには、比較的利用が低位な沖合の大水深海域の利用促進が重要な課題である。

このような観点から、運輸省では、沿岸海域における空間利用の動向および海域特性の分析等により今後の沿岸海域開発における課題を明らかにするとともに、多様な海域利用要請に対応する海域利用構想として提案された沖合人工島構想の実現のための検討を進めてきた。

本報告は、これらの検討成果をもとに沿岸海域の総合開発計画の検討を行うものである。

2. 沿岸海域利用の現状と課題

2.1 海域利用の現状と問題点

わが国の沿岸海域は、港湾、海上交通、漁業、海洋性レクリエーション等の諸活動に利用されるとともに、産業用地や都市用地としての埋立地の造成等多様に利用されている。しかし、これらの利用は、内湾、内海等の条件に恵まれた海域に集中する一方、波浪条件等の厳しい外洋に面した沿岸海域では利用も低位に留まり、海域利用の疎密に伴なり各種の問題が生じている。

東京湾等の静穏な波浪条件に恵まれた海域では、浅海域の埋立による臨海部の開発により、多様な海域利用が営まれ、各種利用の競合問題が顕在化している。背後の都市活動、産業活動の急速な増大から、海水汚濁の進行、自然海浜、干潟の喪失等による沿岸生態系の悪化等の環境問題が生じている。また、経済社会の高質化から、海洋レクリエーション活動の活発化、水辺環境の再認識等の新たな海域利用の増大に対応した環境の整備が求められている。

その他の沿岸海域では、海域利用は疎で、漁業、海洋レクリエーション等一時的、単一的な利用に留まつている。特に、外洋に面した海域では、厳しい波浪条件から、これらの利用もままならないのが現状であり、背後の陸域開発の弊害ともなっている。一方、天然の入江等海象条件に恵まれた海域は限られており、これらの海域では漁業活動の集中等による海水汚濁問題の顕在化も生じている。

2.2 海域利用の動向と課題

国土資源に乏しいわが国にとつて、沿岸海域の活用が重要な課題である。特に、近年の海洋への関心の高まりの中で、国際的な漁場の再編に伴ない沿岸海域での漁業活動の拡大、生活の多様化、高度化に伴なり海洋レクリエーション活動の増大等、沿岸海域利用の要請は今後益々増大することが予想されている。ちなみに、水深0～20mの浅海域は、既にその50%が利用されているが、漁業活動を始めとする多様な需要の増大により2000年には、大幅な空間の不足が予想されており、各種利用の競合が益々激しくなると考えられる。

これらの空間需要に対応するためには、海域の特性に応じた以下のような海域利用を推進する必要がある。

(i) 利用調密海域の高度かつ多目的利用

3大湾等の利用調密な海域においては、港湾を中心とする海域の総合開発構想が策定され、各種の利用要請の調整が図られているが、今後は、更に増大する各種利用に対応した総合的な利用調整を図るとともに、海域の多目的利用の推進が求められる。このためには、海域の特性に応じた多様な利用の調整手法および多目的海洋構造物等の開発が必要である。

(ii) 外海に面する沿岸海域利用

増大する空間需要に対応するためには、利用が低位な外海に面する沿岸海域の利用促進が必要である。これらの海域は波浪を始め厳しい自然条件にさらされており、その利用が著しく困難である。

一方、これらの海域では、内湾に比べ波浪エネルギーの活用、高い海水浄化力の活用等が期待される。従つて、これら海域における厳しい波浪条件を克服し、その利用可能性を高める必要がある。このため、厳しい波浪条件下における海域利用技術の開発を進めるとともに、防波堤等を先行的、計画的に整備する必要がある。

iii) 大水深海域の利用

また、現在の海域利用の殆んどは水深20m未満の浅海域に偏っているが、今後の需要増に対応するためには、20m以深の沖合海域の利用を促進する必要がある。このためには、後述する沖合人工島方式による海域利用の促進が必要である。

3. 沿岸海域開発の考え方

3.1 海域の利用適正の考え方

沿岸域開発計画の検討に当つて重要となる海域特性は、地形、海象、生態系等さまざまな因子により決定される。これらの因子は、海流のように地球規模のものから、沿岸流のようにごく限られた狭い範囲の現象に係るものまで様々である。すなわち、海域特性の検討に当つては、これらの現象（因子）の大きさに応じた海域の大きさを考慮する必要がある。従つて、ここでは、海域の大きさを、マクロ海区、メソ海区、ミクロ海区の3段階に大別し、段階的に海域特性を分析することとした。各海域の区分の考え方は以下のとおりであり、海域区分において考慮した要素は表-3.1のとおりであり。

表-3.1 海区分割において考慮した要素

マクロ海区	メソ海区	ミクロ海区
①水深：200m、2000m 4000m、6000m ②海流：親潮、黒潮、対馬海流 ③風浪：風浪パターン	①水深：大陸棚（200m位まで）、斜面、深海底 ②地勢：湾、灘、半島、岬など	①水深：20m、50m、200m ②底質：岩、砂、泥など ③海岸形状：岩石性、砂泥質、断層性など ④海象区分：波浪、潮流、温度などによる海域区分 ⑤定着生物：海草、貝類の分布
①堆積物の厚さ：1km ②底質：粘土、砂、岩	①海底地形：海底谷、尾根、起伏、砂洲など ②海岸地形：砂浜、岩浜など ③潮流：潮流パターン ④波浪：強さと方向 ⑤水塊：密度、水温、塩分、色調	

(i) マクロ海区

日本列島の形状とこれを取りまく海流の差異は、沿岸海域の特性を規定する基本的な要因である。マクロ海区は、これを主要な要素として、全国の沿岸海域を 10^3 kmのオーダーで8区分とした。

(ii) メソ海区

マクロ海区について、大陸棚、地形などの変化に着目し、 10^2 kmのオーダーで全国を70区分した。これは、従来から湾、灘、内海などとして一体的な海域として認識されてきたものに対応する。

(iii) ミクロ海区

メソ海区について、さらに海岸形状やミクロな地形変化等に着目し、10kmのオーダーで分割し全国を650区分した。これは、海岸形状の変化が激しく定着生物の分布等も変化に富むわが国の沿岸活域において、ミクロな海域環境を規定しうる最大スケールとして考えられるものである。

(iv) 利用適性の分析

利用適正の評価方法は種々あるが、ここでは、全国の沿岸海域の利用適正の相対的優位性を連続的に表示しうるポテンシャル分析による評価を用いた。ポテンシャルの定義としては、1つの利用形態を取り上げたとき、その利用におけるある地域の他の地域に対する相対的な優位性を表わす尺度とした。

ポテンシャルの測定については、ポテンシャルを ①地形、気象など地域固有の資質、機能から測定される自然条件のポテンシャル、②需要の背景、交通条件など後背地の様相によつて測定される広域的な後背地条件のポテンシャル、③法規制などの制度的に可変な条件により測定される社会的なポテンシャルの3種に分類し、さらにこれらの各々の条件ごとに幾つかの測定要素を考えた。

適地判断の基準としては、他の地域との相対的な優位性を示す要因と、他のいかなる条件の優位性にもかかわらず、当該地域における立地を阻害する様な要因とに分類する。すなわち、前者は、優位性の程度を表わすものとして適当なウェイトづけを行ない、後者は、脚切り条件として利用の可否を区別し、両者の組合せによりポテンシャルを計算する。

以上のように、本ポテンシャル分析は、特定の計画課題に適用する海域利用ポテンシャルを求めるのではなく種

等において、利用の低位な大水深域の利用を目的とするものである。

外海型は、厳しい波浪条件等により低位な利用状況にある外海に面する沿岸海域の利用促進を目的とするものである。この沖合人工島の建設によりわが国をとりまく広大な沿岸海域の高度な利用が可能となる。

沖合人工島の構造は、基本的には、埋立、栈橋等のように海底に接地するものと浮体のように浮上式のものに区分される。構造様式により人工島の利用用途の適否が生ずるが、むしろ、人工島の用途、建設海域の自然条件等により適した構造様式が決定されることになる。

人工島の利用方式については、空港、火力発電所等単一目的のものから後述するようにその立地する海域条件に応じて多目的かつ多様な利用が可能である。海域空間の総合的な開発の観点からは、できるだけ多目的、総合的な利用が望まれよう。

(ii) 沖合人工島の特質

沖合人工島は従来の沿岸海域開発の問題点に対応する新たな開発方式であり、多くの特質を有する。その主要なものは次のとおりである。

(i) 計画の自由度の高さ：沖合人工島の立地海域を前述した範囲で考えるとその面積は広大であり、かつ、既存の海域利用の程度も低く既存陸域等の影響も小さい。人工島の建設地点、規模、形状等は、従来の開発方式に較べ著しく自由度の高いものとなる。従つて、周辺条件に抱束されることなく、効率的な人工島の計画が可能となる。

(ii) 既存陸域からの隔離性：離岸距離が大きく既存陸域との間の広大な水面が騒音、排ガス等の各種の緩衝地帯として活用できることである。これは逆に既存陸域との一体性の確保の困難性ともなる。

(iii) 大水深の活用容易性：大水深域に建設されるため、大型の港湾施設の確保が容易であり、超大型船による効率的な海運輸送の活用、大水深を要する大型海洋構造物の利用等が可能となる。

また、石炭灰等の廃棄物の埋立処理、海中を利用する物質の貯蔵等が比較的小さな海域内で対応しうる。

(iv) 海域環境の保全性：既存の水際線の保全が可能であるとともに海岸環境、陸域環境への悪影響を避けることが容易となる。

(v) 新たな静穏海域の創造と総合開発性：沖合人工島の建設により、背後に静穏な海域が創造され、新たな海域利用が可能となる。特に従来、波浪の存在により低利用にとどまっていた外海域の場合は、人工島により静穏な人工の湾が創造され、人工島及び背後の静穏海域とを一体とする総合的な海域利用が可能となる。

(vi) 大規模性、大波浪等の厳しい自然条件から、人工島は必然的に大規模化せざるを得ず建設コストも膨大となる。従つて、経済性の面からの人工島の利用用途の制約が強まらざるを得ない。また、これらの海域における人工島の建設の実例は少なく、多くの技術開発が必要とされる。しかし、これは一方で沖合人工島の建設により種々の技術開発がなされることとなり、海域利用の新たな可能性を開くことも期待される。

4.3 沖合人工島の適地

沖合人工島の立地海域の選定に当つては、沿岸海域の自然条件、海域の利用状況および周地陸域条件等からの総合的な検討が必要である。

自然条件は沖合人工島の計画、設計、施工、運用の各段階において関与してくる。海域利用状況には、水深20m～50mの海域は、現在の利用面積は小さいものの将来は、沿岸漁業、船舶航行、海洋レクリエーション等の需要増大が予想されており、これらとの調整が重要となる。周辺陸域条件については、沖合人工島の利用条件の面に関係する。

内湾型の沖合人工島の立地については、これらの海域の利用が相当進んでいることから、その適地はかなり限定されざるを得ない。今後予想される空間需要に対応するためには外海型の沖合人工島を推進する必要がある。

このような観点から、自然条件、海域利用条件からみた外海型の沖合人工島の適地について検討した結果を図4.2に示す。これは、前述した水深20m～50mの範囲で、海域利用との競合が少なくまとまった空間(200ha以上)の確保を基本としたものである。

4.4 石炭火力人工島

沖合人工島に立地する機能は種々考えられるが、わが国のエネルギー事情及び沖合人工島の特質を考慮し、石炭火力発電所を中心とする人工島の検討を行つた。

人工島は電力および石炭の将来需要を勘案し、300万kWの石炭火力発電所の単独立地型および年間取扱量5000万tのコールセンター併設型を検討した。立地海域は、前述した適地条件および電力需給等から首都圏及び関西圏に近接する外海の適地海域とした。構造型式については、埋立式、浮体式、着底式のそれぞれについて検討した。人工島及び海域の基本条件をそれぞれ表4.1および表4.2に示す。

これらの基本条件に基づき、人工島の試設計、施工計画及び開発効果等について検討した。構造型式別の 結果の比較を表－4.3に示す。

人工島は、概ね工期15年、面積150～300ha、建設資金1兆円規模となる。技術的には、現在の水準で十分建設が可能である。なお、実現までには、経済性の向上や、信頼性、安全性の向上、確認のため、各種の技術開発とくに現地海域での実証的な実験の必要性が示された。

コスト面については、発電原価で1kW当り40円弱となり、現在計画中の沿岸部立地の場合と比較して70%～30%割高となる。しかし、これらの沿岸部では立地難から極めて遠隔地化の傾向にあり、これに伴う送電コストの増大等の問題を考慮すれば需要地に近接した沖合人工島の経済性は十分高いものと考えられる。

開発効果等については、人工島の建設事業に伴う誘発波及効果の他、沖合人工島の建設により新たに数百haの比較的静穏な水域が創出され、新たな海域利用、沿岸域利用の可能性が示された。即ち、静穏海域における増養殖漁業、沿岸部での海洋レクリエーション開発等人工島の周辺海域、陸域を含む総合的な開発が可能となる。

4.5 多目的沖合人工島

多目的な人工島については、立地海域の特性及び周辺地域の特性により様々な利用が可能と考えられる。このような多様な利用可能性を検討するため、前述の海域特性（メソ海区分類、地形閉鎖性等）と周辺地域特性（都市規模等）等を考慮したケーススタディを実施した。



図－4.2 自然条件および海域利用条件からみた人工島適地海域

表－4.1 人工島条件

出力：300万kW（100万kW×3）
貯炭量：120万t、240万t（コールセンター併設）
灰捨場：2,000万m ³ （15年分）
港湾規模：10万DWT×3、5,000DWT×1、1,000DWT×1、1万DWT×1（コールセンター併設）

表－4.2 海域条件

水深：－20m（A海域）、－35m（B海域）
波高： $H\frac{1}{3}$ ＝9m（A海域）、10m（B海域）
海底土質：砂 N 15
支持層：海底面下15m（A海域）、同10m（B海域）

表－4.3 石炭火力人工島検討結果

場 所	構 造 型 式	面 積 (万㎡)	工 事 費 (億 円)				備 考
			人工島 のみ	全体(上 部含む)	単位面積当り (万円)		
A 海 域 (A - 1)	浮体式石炭火力発電所	208	3,200	12,290	15.4	59.1	コールセンター併設
〃 (A - 2)	埋立式 〃	311	4,200	10,740	13.5	34.5	〃
〃 (A - 3)	埋立・浮体式 〃	270	3,900	12,160	14.5	45.0	〃
B 海 域 (B - 1)	浮体式 〃	148	3,850	11,850	26.0	80.1	発電所単独
〃 (B - 2)	埋立式 〃	225	5,390	11,700	24.0	52.0	コールセンター併設鋼製バージ
〃 (B - 3)	埋立・浮体式 〃	205	5,080	12,310	24.8	60.1	発電所単独鋼製バージ
A 海 域 (A - 1)	着底式	208	2,980	12,350	14.3	59.4	発電所単独
B 海 域 (B - 1)	同 上	148	3,600	11,780	24.3	79.6	

々の要請に有効に対応するための利用適性の検討を行うものである。

従つて、具体的なポテンシャルの算定に当たつては、現況を基準とするプロトタイプの評価方式を求めることを目標とし、適性条件式の設定と試行結果の分析を繰り返した。測定結果の一例を図-3.1に示す。この結果、現況及び動向から、この方法はポテンシャル最定の基本となる基礎情報の拡充及び水産利用と他利用の相互影響を踏まえた評価方法の拡充等が必要であるが今後十分活用されうるものと判断される。

また、空間需要と利用適正空間とのギャップの試算によれば、全国70メソ海区の半数弱の海区で空間が不足することになり、前述したように、外海に面する沿岸海域或いは沖合海域等新たな海域利用の必要性が指摘される。

4. 沖合人工島による海域総合開発計画

4.1 沿岸海域利用と沖合人工島

以上述べたように沿岸域の開発利用要請が高まるにつれ、新たな海域利用方式の展開が求められてきている。即ち、従来からの利用との競合の調整あるいは厳しい自然条件海域における開発利用である。このような課題に対応する新たな開発方式が沖合人工島である。この沖合人工島の開発方式を従来の開発方式との比較で示したのが図-4.1である。

第1段階は、干拓あるいは埋立等により沿岸部の浅海域を陸地化利用するものであり、農用地、都市用地、工場用地等多様な開発が行われてきた。なお、とくに港湾機能を重視する場合には、半島方式により面積に対する水際線延長を大きくする工夫等がなされてきた。

第2段階は、既存の水際線を残しつつ、新たな水際線と空間を確保するものである。これは、既存海浜の保全等の環境対策や、既存水際線と間の水域を港湾空間等として確保するものであり、沿岸人工島方式ともいえるものである。例えば、既存水際線と間の水を運河として確保した京浜地区の工業用地造成から、最近の神戸港ポートアイランド、横浜港大黒埠頭等に至るまで大小様々な人工島が造成されている。これらの人工島は、新たな陸域と海岸線の創出が可能であり、最近の沿岸開発の主流となりつつある。

第3段階は、これらの経緯を踏まえつつ、人工島方式の特質を最大限活用する沖合人工島方式である。

4.2 沖合人工島の概念

沖合人工島は、人工島方式による数々の港湾建設の経験を背景にして、新たな海域利用が期待される沖合海域の開発方式として提案されたものである。

(i) 沖合人工島の概念

沖合人工島を想定する海域は、一般的には水深20~50mの範囲である。これは、従来の沿岸海域利用の大部分が水深20mの範囲であり、この沖合の低利用な海域の開発を目的とすることによる。従つて条件によつては、水深100m程度迄も対象とすることが可能であろう。

既存陸域からの離岸距離は、人工島及び周辺海域の利用形態により異なるが、概ね2~5kmが想定される。これは、沿岸域に設定されている漁業権漁場の区域や自然公園の区域等との競合を避けることによる。

沖合人工島はその立地海域により、内湾型と外海型とに分類される。内湾型は、沿岸域開発の進んでいる大湾

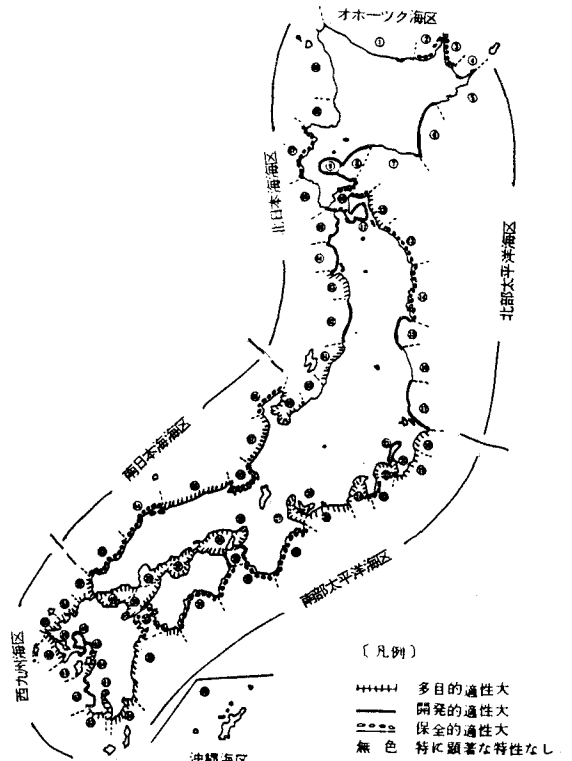


図-3.1 海域ポテンシャル分析事例

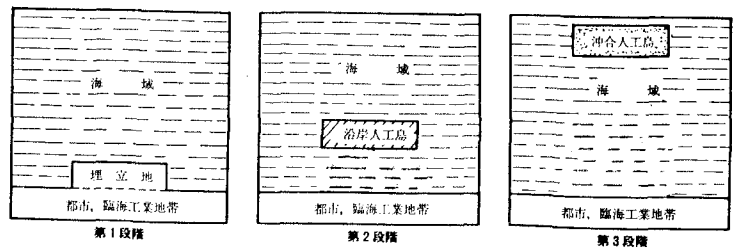


図-4.1 沿岸埋立と沖合人工島の組み合わせ

沖合人工島及び周辺過域の利用構想については、当該地域における海域利用のあり方を検討し、この中で沖合人工島の多様な利用可能性を検討した。

表-4.4 ケーススタディ結果の概要

	下 関 北 浦	伏 田 湾	清 水 港	大 村 湾	三 浦 半 島	室 蘭 沖
沖合人工島 位 置	下関市吉見地区～藍ノ島間の沖合	秋田港北西約9kmの沖合	興津地区の沖合	琴海町の沖合	三浦市と横須賀市の沖合	室蘭市と伊達市の沖合
距 岸 距 離	約1.8km	約7km	約0.5km	約2.4km	約2km	約1.5km
水 深	5～30m	25～30m	5～40m	20～22m	20～50m	20～30m
面 積	約750ha	約1470ha	約230ha	約1000ha	約350ha	約700ha
沖合人工島の用途	・流通港湾	・海底鉱物資源製錬工場	・臨海部再開発の種地	・海上都市（業務、保養、レジャー基地）	・レクリエーション研究文化施設	・観光レクリエーション施設
周辺陸域利用の構想等	・漁業基地 ・航路、待機・検疫泊地 ・水産増養殖水面	・資源地 ・海洋レクリエーション水面	・臨海部の再開発 ・都市交通体系の整備	・交通拠点 ・広域交通体系の整備 ・海洋レクリエーション水面	・流通・情報拠点 ・海洋レクリエーション水面 ・泊地 ・活漁イキス水面	・研究文化施設、空港 ・水産増養殖水面 ・海洋レクリエーション水面
沖合人工島の有利性	・泊地、水産水面の確保 ・しゅんせつ上砂処分地の確保 ・地点選定の自由度大	・同左	・陸岸とあわせ長い水際線の確保 ・工業地区の隔離	・開発効果を広く沿岸部に及ぼせる ・陸域との隔離による脱日常性 ・同左	・泊地、水産水面の確保 ・同左	・同左
沖合人工島の建設費（インフラのみ）	約7800億円	約10400億円	約3700億円	約9600億円	約4600億円	約10400億円

海域別の検討結果の概要を表-4.5に示す。これらの結果に示されるように沖合人工島はその地域特性に応じた多様な利用可能性が確認された。沖合人工島を中心とする周辺海域、陸域についても、人工島と一体的な利用が可能である。これから、人工島を中心とする海域利用の可能性を整理して表-4.5が得られる。とくに、外洋に面する沿岸海域においては、人工島により遮蔽された静穏な海域が創出され、この海域及び既存海岸線の高度利用が可能となりその効果が大きくなる。

表-4.5 沖合人工島を中心とする海域利用の可能性

区 分	利 用 可 能 性	利点、効果等		区 分	利 用 可 能 性	利点、効果等	
		自隔大環静大海	由離水境穏規洋度性深良域復近			自隔大環静大海	由離水境穏規洋度性深良域復近
沖合人工島	1、エネルギー基地 ・石炭火力発電所 ・原子力発電所 ・石油備蓄基地 ・コールセンター ・都市ガスプラント	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	周辺海域	7、海上都市 ・業務、居住 ・保養 ・レクリエーション	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○
	2、工業立地 ・海底鉱物精練所 ・臨海工業 ・海洋バイオ産業	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○		8、海上空港	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○
	3、港湾物流基地 ・大水深港域 ・総合物流基地	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○		1、泊地	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○
	4、海洋開発基地 ・海洋開発支援基地 ・海洋学術研究基地	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○		2、航路	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○
	5、廃棄物処理 ・石炭灰、精練残渣 ・都市廃棄物、残土	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○		3、水産増養殖水面	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○
	6、水産基地 ・増養殖センター ・流通加工基地	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○		4、海洋レクリエーション水面	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○
沿岸陸域				沿岸陸域	5、交通（架橋、トンネル）	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○
					6、沿岸人工島	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○
					1、沿岸港域	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○
					2、観光レクリエーション基地	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○

4.6 沖合人工島の建設コスト

人工島の建設コストは自然条件、利用用途、面積、構造等によつて左右されるが、自然条件なかでも水深の影響が大きい。水深及び面積と建設費について既設人工島も含め整理したのがそれぞれ図-4.3、4.4である。

海象条件の厳しい沖合に建設される沖合人工島建設費は大きくならざるを得ない。今回の検討結果では既設の沿岸人工島に比べ、かなり割高であるが、前述した種々の利用可能性から今後の実現可能性は高くなるものと考えられる。

5. おわりに

資源小国のわが国にとつて、海洋とりわけ沿岸海域の開発が重要な課題であり、このためには、沿岸海域の計画的、総合的な開発が不可欠である。沖合人工島はこれらの要請に対応する有力な構想であり、今後さらに具体的な検討を深め、その推進を図りたいと考えている。

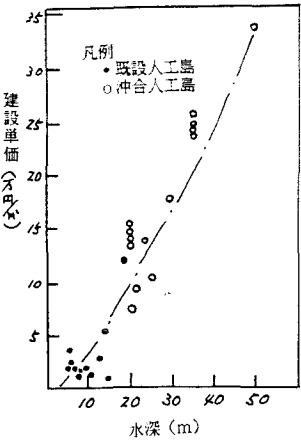


図-4.3 水深と建設単価

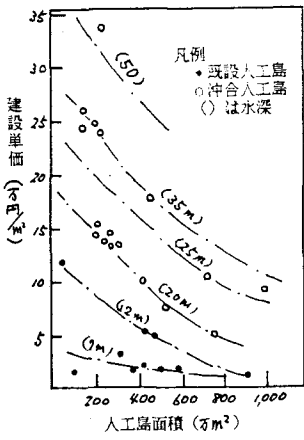


図-4.4 面積と建設単価