

環境特性の指標化と沿岸域の特性評価に関する研究

三村 信男*・関 和美**・古米 弘明*

1. ま え が き

わが国の海岸・沿岸域は広範な人間活動の舞台となる一方、海岸侵食や水質汚濁、自然の喪失など様々な環境問題に直面してきた。近年それへの反省から、環境と調和した沿岸域の利用・開発を望む意識が高まっている。今後沿岸域利用ニーズはますます多様化し、量的にも拡大することが見込まれるが、利用をすすめながら沿岸域の環境保全をはかるためには、総合的で長期的な立場にたった沿岸域の管理計画を確立することが求められている。

そのためには、まず沿岸域の諸特性、とくに環境特性を体系的に把握する必要がある。本研究では、こうした背景の下に、沿岸域の自然環境を中心とした総合的な指標とその評価方法を提案し、ケーススタディとして茨城県沿岸域の特性の把握を試みる。

2. 沿岸域の特性の指標化

(1) 沿岸域のとりえ方

沿岸域の開発や環境保全の必要性の高まりに応じて、沿岸域の特性を把握しようという調査・研究が取り組まれてきている（例えば、野口ら、1992）。従来の調査・研究では、ある場合には開発ポテンシャルに重点がおかれ、別の場合には水質の保全に重点がおかれるなど、特定の政策目標に沿ったものが多い。

しかし、本来沿岸域は多様な自然環境が広がり多彩な人間活動が営まれる場であり、単一の切り口では全体像を把握できない。そのため、長期的な沿岸域管理に向けた沿岸域の特性把握は、まずは個々の政策目標から離れた総合的なものでなければならない（磯部ら、1991；北条ら、1992）。こうした立場から、本研究では、図-1に示すように沿岸域の特性を自然環境、防災、利用の3つの分野からとらえることにした。

(2) 沿岸域の特性に関する指標

a) 指標の設定

自然環境、防災、利用という3つの基本分野は、種々のサブシステムから構成される。とくに自然環境と防災の分野では、機能を維持しようとする作用とそれに影響を与える外力（自然的、人為的）という両面の要素があると考え、両者を含めてサブシステムを決めた。本研究で整理したサブシステムを表-1に示す。表-1にはサブシステム毎の構成要素も示されている。

本研究では、これらのサブシステムをそのまま沿岸域の特性に関する指標として用いた。例えば、「自然環境」の状態を表す指標は陸域の環境、海域の環境、自然環境の保全状況、人為的圧力等であり、これらは海岸性状、植生、生態系、水質、自然公園の分布等幅広い要素によって構成される。さらに、景観、文化財、民俗伝承等も広い意味での環境に含まれると考え、「自然環境」の中に社会環境資源という指標を設けた。

一方、「防災」には自然の外力と防災力という2つの指標を設定した。砂浜は暴浪に対して大きな防災機能を持つため、護岸などの海岸保全構造物と共に防災力の構成要素とした。「利用」の指標として今回はレクリエーションと漁業だけを取り上げたが、より総合的な評価を行うためには交通・運輸、生産、エネルギー基地等より広範な分野を考慮する必要がある。

b) 指標の数値化

沿岸域の特性を共通の尺度で相互に比較できるようにするため、各指標を数値化することを試みた。指標を構成する要素毎に評価値と重要度（重み）をきめ、要素毎の得点を重要度で重みづけして足し合わせることでその指標の得点とした。

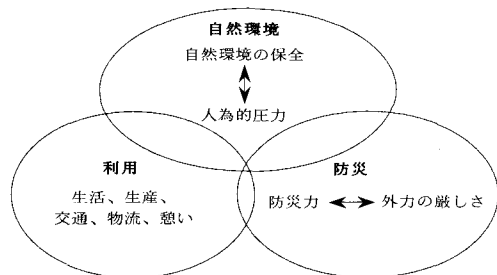


図-1 沿岸域の特性の3つの基本分野

* 正会員 工博 茨城大学助教授 工学部都市システム工学科

** 工修 茨城県庁土木部

表一 沿岸域特性の指標とその構成要素

	指 標	構成要素	出 典
自然環境	陸域の環境	海岸性状	茨城大学 海岸・環境研究室 読み取り
		植生	植生自然度 第3回自然環境保全基礎調査(環境庁)
			特定植物群落 第3回自然環境保全基礎調査(環境庁)
		生態系	哺乳類 第2回自然環境保全基礎調査(環境庁)
			両生・爬虫類 第2回自然環境保全基礎調査(環境庁)
			昆虫類 第2回自然環境保全基礎調査(環境庁)
	海域の環境	水質	COD, DO, 大腸菌群数, n-ヘキサン, 透明度 公共用水域及び地下水の水質測定結果平成2年度(茨城県)
			干潟 第2回自然環境保全基礎調査(環境庁)
		藻場	干潟・藻場分布調査報告書, 1991(茨城県)
	自然環境保全状況	自然公園の指定	茨城県環境情報図, 平成3年3月, 1/50,000
		保安林	海岸保全区域図, 1/50,000, (茨城県)
		鳥獣保護区	茨城県環境情報図, 平成3年3月, 1/50,000
		海中特別保護区	該当無し
		保護水面	茨城県漁業権等漁場図, 昭和59年3月
	人為的圧力	人口	国土数値情報, やくしん茨城(茨城県)
		工業生産額	工業統計表
		農業生産額	茨城農林水産統計年報
		漁業生産額	茨城の水産, 平成3年1月
		港の延長	茨城大学 海岸・環境研究室 読み取り
	社会環境資源	景観: 海岸景勝地	第3回自然環境保全基礎調査, 日本の自然景観
		文化: 天然記念物, 文化財	茨城県環境情報図, 平成3年3月, 1/50,000
		神社・仏閣	茨城県土木部河川課資料
		行事・祭事	茨城県土木部河川課資料
		伝説	茨城県土木部河川課資料
	防災	防災力	自然の砂浜の延長 茨城大学 海岸・環境研究室 読み取り
利用		海岸保全区域	海岸保全区域図(茨城県)
		侵食対策施設	茨城県土木部資料
		海岸構造物	茨城県土木部河川課資料
		自然の外力	侵食状況 茨城県土木部資料
		既往最大有義波高	沿岸波浪観測年報(運輸省港研)より算定
	レクリエーション	レクリエーション開発プロジェクト	茨城県土木部河川課資料
		観光レクリエーション施設	茨城県土木部河川課資料
		海水浴客	茨城の観光レクリエーション状況(茨城県)
	漁業	漁獲多様度	茨城の水産, 平成3年1月
		漁獲価値度	茨城の水産, 平成3年1月

表二 「陸域の環境」指標の評価値の構成

項 目		重要度 (W_i)	評価値 (P_i)
海岸性状	自然海岸	0.35	1.0
	半自然海岸		0.6
	人工海岸		0.2
植 生 自然度	8 ~ 10	0.2	1.0
	5 ~ 7		0.7
	2 ~ 4		0.4
	1		0.1
特定植物群落		0.15	0 ~ 1
哺 乳 類		0.1	0 ~ 1
両生・爬虫類		0.1	0 ~ 1
昆 虫 類		0.1	0 ~ 1

例えば、「陸域の環境」指標の構成要素としては海岸性状、植生自然度、特定植物群落、哺乳類、両生・爬虫類、昆虫類の6つを設定したが、表二のようにそれぞれ要素の重要度と評価値を与えた。この表に基づいて「陸域の環境」の得点Vは次の式で算定される。

$$V=100*[W_1*海岸性状評価値+W_2*植生自然度評価値+W_3*特定植物群落評価値+W_4*哺乳類評価値+W_5*両生・爬虫類評価値+W_6*昆虫評価値] \dots\dots\dots (1)$$

$$\sum_i W_i=1.0 \dots\dots\dots (2)$$

ここで、個々の要素の評価値は最高点が1に設定されており、重要度は「陸域の環境」の得点が0から100の間に分布するよう式(2)のように設定されている。重要度は、従来の研究(環境庁, 1991)や聞き取り調査を参考にして決めた。

(3) ゾーニングへの適用

上で述べた特性指標の得点は、沿岸の市町村単位、あるいは、メッシュデータであればメッシュ毎に算定される。いったん各指標の得点が求まれば、クラスター分析を行うことによって類似の特性を有する地域を抽出し、ゾーニング

(地域の分類)が可能となる。ゾーニングには、総合的な立場から全指標を用いる場合や、自然環境、防災、利用それぞれの指標のみを用いて個々の分野の特色を解析するなど様々な指標の組み合わせがありうる。

3. 茨城県沿岸域の特性評価

(1) ケーススタディの対象

上で述べた指標化を茨城県の沿岸域に適用し、特性評価を試みた。延長約180 kmの海岸線を有する茨城県の沿岸域は、地形的には中央部の大洗岬を境に、南の鹿島灘海岸と北の常磐海岸とに大別される。鹿島灘海岸は、約70 kmの弧状の海岸で全体に砂丘と砂浜が続いている。他方、常磐海岸は基盤が露出して海崖が発達してお

り、ポケットビーチが多くみられる。

茨城県沿岸には15の市町村が並んでいる。今回のケーススタディではデータの入手・整理の容易さを考えて市町村を評価の単位とした。

各分野を構成する要素事象は極めて広範に及ぶ。まず、海岸性状に関する詳細なデータがなかったため、茨城県の海岸保全台帳と航空写真(1990年撮影)から地形、構造物の有無等を読み取り、自然海岸、半自然海岸、人工海岸(表-2)を判別した。そのほか、表-1に示すように、自然環境保全基礎調査など環境庁の調査資料、環境情報図、農林水産統計年報などの茨城県の資料、国土数値情報、沿岸波浪観測年報、さらに水産試験所における聞き取り等を通してデータを収集した。

データはなるべく新しいものを収集するように努力したが、収集されたデータの調査・観測時期は一定しておらず、1981年から1992年にまたがっている。

(2) 特性指標値の分布

評価結果の最初に、各特性指標値の市町村毎の分布を示す。試算結果は図-2(a)~(i)のようになった。これらの図では、横軸に北端の北茨城市から南端の波崎町まで順に並べられており、市町村毎に指標を構成している要

素の占める割合が視覚的に把握できるようになっている。これから次のような沿岸域の特性がわかる。

a) 「自然環境」指標

① 陸域の環境：全体に比較的得点が高い。大洗以南の鹿島灘海岸では海岸性状の得点が高く、これには自然の砂浜が残っていることの寄与が大きい。一方、北部の常磐海岸では植生自然度や特定植物群落を要素とする植生の得点が高く、海岸線沿いに防潮・防砂林などの植生が多く維持されていることがわかる。日立と神栖で得点が著しく低いのは人口の海岸部へのはり付きと鹿島港の存在によっている。

② 海域の環境：茨城県の沿岸域の海域環境は、藻場の有無でわずかに差がでる他は差が見られず、一様に良好である。これは茨城県の海岸が太平洋に開かれており、指標の中で重要度の大きい水質が良いためである。しかし、河口部や港内での水質汚濁が報告されており、これらの局所的な水質汚濁を取り込むためには、より小さな単位での解析が必要である。

③ 自然環境保全状況：全県的に海岸沿いの林が保安林に指定されている他、一部の市町村で自然公園に指定されている海岸がある。しかし、それも県立公園の普通地

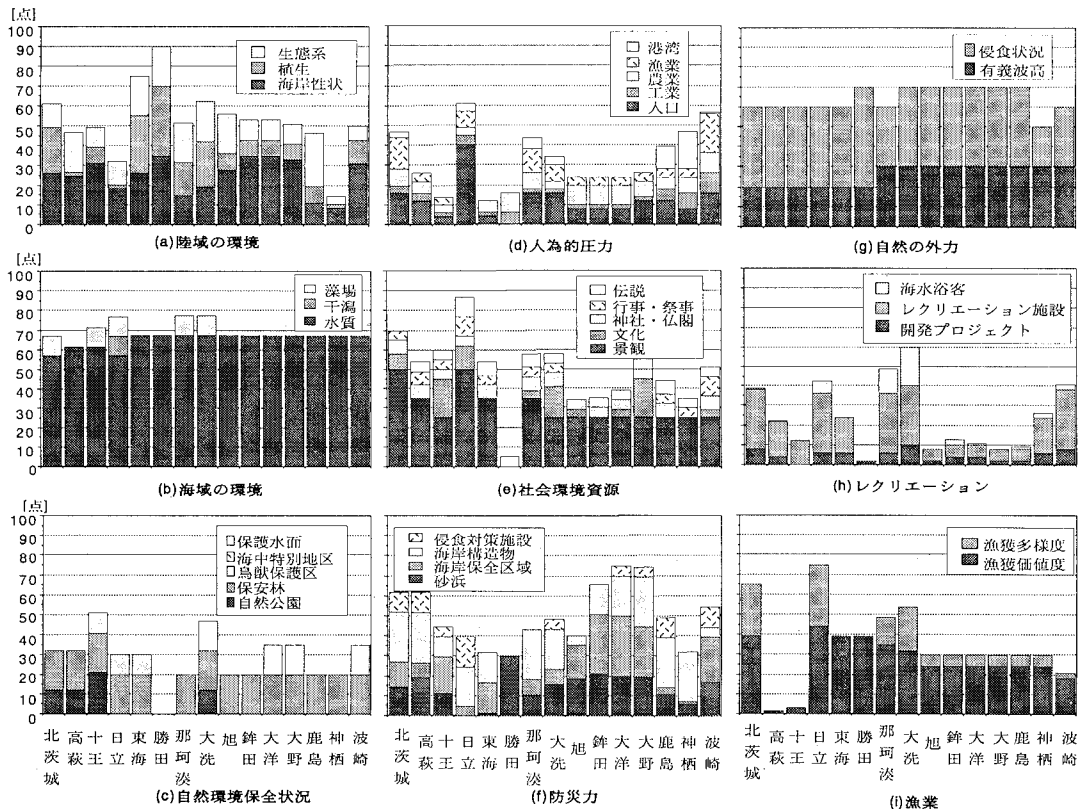


図-2 茨城県の沿岸域における特性指標値の市町村分布

区が大部分で、海岸、沿岸域の自然環境に関する制度的な保全という点では必ずしも得点は高くない。

④ 人為的压力：人為的压力には、市町村毎に大きな差がある。常磐海岸を見ると、日立は海岸線沿いの人口密度が高いために、人為的压力がとび抜けて大きくなっている。逆に十王、東海、勝田は人為的压力が小さい。特に東海、勝田に関しては、東海は原子力施設、勝田は射爆場跡地といったように海岸線沿いに人が入ることができない地域になっていることが影響している。ただし、現在の射爆場跡地は常陸那珂港と常陸海浜公園の建設で著しい改変が生じているため、データを新しいものに変えると人為的压力は増大することになるであろう。

⑤ 社会環境資源：社会環境資源は、海岸景勝地の数(景観)、天然記念物や文化財の指定数(文化)、海岸に関わりの深い行事・祭事の数(行事・祭事)等で評価されている。図-2(e)をみると、茨城県の沿岸は文化的に海との関連が深いことがわかる。しかも、砂浜の鹿島灘海

岸より磯・崖の多い常磐海岸でより評価値が高くなっているのは興味深い。なお、勝田市で評価値が極端に低いのは、海岸線が1.5 kmと他と比べて著しく短いためである。

b) 「防災」指標

茨城県における「自然の外力」は、南部の方がやや有義波高が大きいもののほぼ一様である。これに対して「防災力」の方には、市町村毎に差がみられる。海岸構造物という点ではどこもほぼ同程度の整備状況にあるため、砂浜の有無が防災力の大小にきいている。

c) 「利用」指標

① レクリエーション：レクリエーションからみると、茨城県の沿岸域は、不均一にしか利用されていない。海岸が有名な北茨城、日立、那珂湊、大洗はレクリエーションの場としての利用が活発であるといえる。一方、砂浜の広がる鹿島灘海岸ではこれまでのところ利用密度が低いことがわかる。

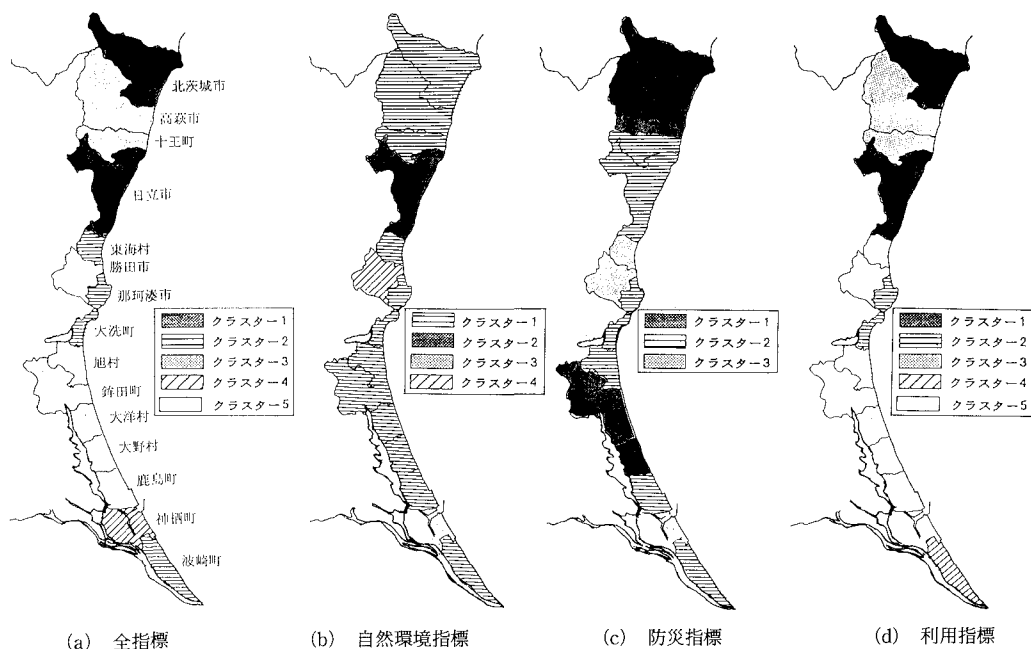


図-3 クラスター分析によるゾーニングの結果

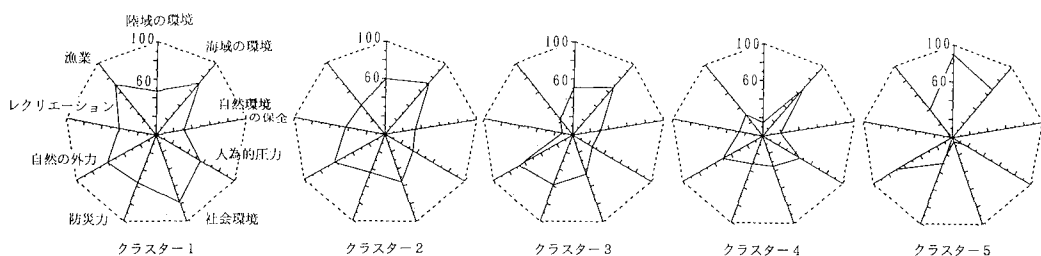


図-4 クラスター毎の指標値の分布

② 漁業：漁業に対する指標は、漁業資源の豊富さを示す漁獲多様度と水揚げの経済的価値を示す漁獲価値度で構成されている。全体としては、北の方が両指標とも高く、漁業としての利用に適していることがわかる。これは、砂地より磯・岩石海岸の方が生物の生産性が高いことに対応している。北部の2市町が評価値が極端に小さいのは漁港がないことによるものである。

(3) ゾーニング

a) 全指標によるゾーニング

全指標を用いて茨城県の沿岸15市町村を対象にクラスター分析を行った結果、5つのクラスターに分類できた。それを地図上で示してゾーニングした結果を図-3(a)に示す。また、分類された地域ごとに指標値の平均値を視覚的に把握するため図-4のようなレーダーチャートを作成した。これらの図を通してクラスター毎に次のような特性がわかる。

① クラスター1(北茨城、日立)：人為的な圧力が強く陸域の環境の劣化が進んでいる一方、社会環境資源が豊富で、レクリエーションの利用も活発な地域である。

② クラスター2(東海、那珂湊、大洗、波崎)：陸域の自然環境が割合残されていて海域環境もよいが、保全が余りされていないというような茨城県沿岸域の平均的な特性をもっている地域である。レクリエーション、漁業の場として利用されている。

③ クラスター3(高萩他6市町村)：クラスター2と同様に平均的な特性を持つ。クラスター2と比べて差があるのはレクリエーション資源に乏しく漁業も規模が小さく、沿岸域の利用のアクティビティーが低いということである。

④ クラスター4(神栖)：人為的な圧力が強く、陸域の自然環境が人為的な改変を受けていることが特徴である。これは鹿島港の建設によっている。

⑤ クラスター5(勝田)：人為的な圧力が最も弱く、自然環境が一番残されているが、保全はされていない。同時にほとんど利用されていない地域である。これは、水戸射爆場跡地であったためであるが、現在は常陸那珂港の建設に着手され、事情は一変している。

b) 個々の分野からみたゾーニング

自然環境、防災、利用各々の分野毎にクラスター分析を行い、ゾーニングした結果を図-3(b)~(d)に示す。細かい説明は上で述べたことの繰り返しになるので省略するが、各分野毎に異なるゾーニングが得られている。

4. まとめ

本研究では、沿岸域の特性に関する指標とそれを総合的に評価する方法を検討した。沿岸域の特性を自然環境、防災、利用という3つの分野から把握するという立場にたつて、各々の分野の特性を表す指標を整理し、数量化する方法を提案した。

こうした手法を具体的に茨城県の沿岸域の特性評価に適用した。こうしたアプローチには非常に広範なデータが必要とされるが、それを通して総合的な形で沿岸域の特性の把握、さらにゾーニングができることを示した。こうした形での特性把握は、個々の地域における沿岸管理の理念やガイドラインを定める上で見通しの良い土台を与えるものと思われる。

しかし、今回の研究では、空間と時間という2つの領域で問題が残されている。今回のケーススタディでは市町村を解析の単位にしたが、それでは余りに空間スケールが大きいく。事実、一つながりの海岸地形が連続するのは多くの場合1km以下であり、より精密な検討のためには細かい空間スケールでのメッシュシステムを用いた分析が必要になる。一方、時間的には、こうした評価ではあくまで現在の状態の評価にとどまる。将来の計画を含めて時間の経過を含んだ評価方法の検討が今後の課題である。

謝辞：資料の収集をはじめ本研究を進める上で実に多くの方々にお世話になった。いちいちお名前を挙げる余裕はないが、茨城県河川課、港湾課、茨城県水産試験場、運輸省港湾技術研究所、国立環境研究所、茨城大学都市システム工学科海岸・環境研究室の方々に資料の提供、考え方や資料の解釈のご教示、データ読み取りなどいろいろな形でご援助頂いた事を記して感謝したい。

参考文献

- 磯部雅彦・渡辺 晃・中田雅久 (1991)：海岸環境評価に関する基礎的検討，土木学会第46回年次講演概要集，2，pp. 834-835.
- 環境庁 (1991)：海浜環境保全対策検討会報告書資料編，152 p.
- 野口仁志・吉口進朗・三浦秀夫・矢沼隆 (1992)：瀬戸内海沿岸域における環境特性マップ作成の試み，環境システム研究，Vol. 20，pp. 101-105.
- 北条慶智・本間省爾・長尾義三・藤井敬宏・的野博行 (1992)：沿岸域のゾーニングに関する考察—主に特性区ゾーニングについて—，日本沿岸学会議論文集，No. 4，pp. 45-56.