

沿岸特性数値地図を用いた海岸環境の評価

三村信男*・平山貴彦**・町田 聡***

1. ま え が き

近年、沿岸域利用ニーズがますます多様化し、拡大する中で、環境と調和した沿岸域の利用・開発への指向が強くなっている。沿岸域の環境保全をはかるためには、利用や防災にとどまらない総合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、沿岸域の諸特性、とくに環境特性を予見的に把握しておく必要がある。著者らは、こうした問題意識の下に、総合的な指標を用いた沿岸域における環境評価の方法を提案した(三村ら, 1993; 以下 前報)。同時に、ケーススタディとして茨城県沿岸域の特性の把握を行なったが、市町村を単位にしたため、きめの細かい把握には至らなかった。そこで、本研究では茨城県の海岸に1 km×1 kmのメッシュを設定し、このメッシュ上で環境特性を与える数値地図を作成した。この数値地図を用いて海岸環境のより詳細な把握と評価を試みた。

2. 沿岸域の特性に関する数値地図

2.1 沿岸域の特性の指標化

本研究では、前報で提案した特性評価の枠組みを踏襲しているので、まず、この枠組みを簡単にみておこう。

a) 沿岸域のとらえ方と指標化

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。こうした立場から、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という基本的な視点を設定した。

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。本研究で整理したサブシステムやその構成要素は表-1に示されている。

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る。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ている。

一方、「防災」には自然の外力と防災力という2つの指標を設定している。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なっている。「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。より総合的な評価を行うためには、さらに広範な利用分野を考慮する必要があると考えられるが、前報との対応をとるために、ここでは上の2つにとどめた。

b) 指標の数値化

つぎに、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、指標の数量的評価を行う。本研究では、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によって指標の得点を求める方法をとった。

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5つを設定したが、表-2のようにそれぞれの要素に評価値と重要度を与える。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。

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

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

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Vが0から1の間に分布するよう式(2)のように設定されている。

各分野を構成する要素事象は極めて広範に及ぶ、これらに関するデータは表-1に示すように、航空写真、自然環境保全基礎調査など環境庁の調査資料、海岸保全台帳、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

* 正会員 工博 茨城大学助教授 工学部都市システム工学科

** (株)三和測量建設

*** 正会員 茨城大学大学院 工学研究科

ける聞き取り等を通して収集した。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。

2.2 数値地図の作成

上で述べた指標化を茨城県の沿岸域に適用することを試みた。まず、茨城県の海岸（海岸線から陸方向に5 km）に、国土数値情報の第3次地域メッシュ（ほぼ1 km×1 km）を設定した。茨城県の海岸線は、ほぼ南北に180 kmの延長を有するが、このメッシュシステムでは1 kmの長さをもつ134のセグメントに分けられる。評価手法の目的は、最終的にはこの134のセグメント毎に沿岸特性の指標値を求めようというものである。沿岸特性指標の構成要素は、それぞれこのメッシュ上で得点化される。

つぎに、面的な広がりをもつ環境要素を線的な海岸セグメントの特性値として表すためには、そのセグメントの背後地だけでなく、周辺の地域（メッシュ）からの寄与率も考える必要がある。そのため、図-1のようなフィルターを考え、周辺のメッシュからの寄与をフィルター内に分布させた重みで表すことにした。図中には2種類のフィルターが示されているが、本論では(a)の円形フィルターのみを用いた結果を示す。

ただし、構成要素の中には、海域の水質や漁獲量のように海岸のセグメントに直接得点が結びつけられているものもある。

このようにして、134の海岸セグメントに特性値を分布させた数値地図を作成した。こうした作業は、地理情報システムを用いて行った。

3. 茨城県の沿岸域の特性評価

3.1 全般的評価

まず、数値地図による各々の指標の評価結果を示す。図-2は、自然環境、防災、利用の9つの指標を横に並べ

表-1 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）
		海域環境	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	
		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		
利用	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-2 「陸域の環境」指標の構成

項目	重要度 (W _i)	評価値 (P _i)	
海岸性状	0.35	自然海岸	1.0
		半自然海岸	0.6
		人工海岸	0.2
植生自然度	0.2	8~10	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	

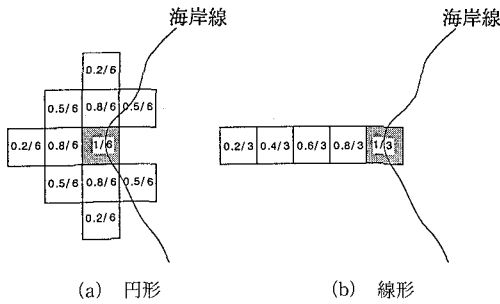


図-1 フィルターと重みの分布

て示したものである。個々の指標の地域的な分布の特徴については前報で述べたものと基本的には変わらない。そこで、ここでは、巨視的な特徴についてみていくことにする。

指標の中で全体的に得点の高いものは、陸域の環境、海域の環境、自然の外力、防災力、漁業であり、得点の低いものは、自然環境の保全状況、社会環境資源とレクリエーションである。

茨城県の海岸は、全体が太平洋に開かれた開放性の海岸であることから、水質の比重の大きい海域の環境や漁業が一律に高得点であることは理解できる。また、全海岸線にわたってほぼ様な外力が作用しているのも同様な理由による。海岸の防災力には、砂浜の存在など自然の防災機能と人工の海岸構造物との両者を考慮している。それぞれの寄与には場所毎に違いがあるにもかかわらず、防災力の評価が全海岸線にわたってほぼ同じレベルになったのは興味深い。

つぎに分布の形状をみると、陸域の環境と自然環境の

保全状況とはよく似た分布形をしている。保全状況の得点の大きな部分は海岸沿いの保安林によっているので、制度的な植生の保全がその他の自然環境の保全にも寄与していることを示している。

一方、これらと人為的な圧力とはほぼ逆の分布を示している。これを確かめるために、陸域の環境と人口との相関関係を調べた(図-3)。図中○で囲んだ部分は、人口が低いにもかかわらず陸域の環境の劣化が進んでいる地域であるが、これは大部分、港湾と工業コンビナートがある鹿島地域のものである。この部分を除くと、人口と陸域の環境は逆相関にあることが再確認される。

人為的圧力とレクリエーションも互いに似た分布を示している。レクリエーション指標は、海水浴客と観光施設、リゾート開発プロジェクトを要素としているが、海水浴客の重みが大きい。したがって、人口の多い地域ほど海水浴客も多いという傾向にあり、茨城県の海岸は全体的には、遠来の観光客を集めるというよりも、地域のレクリエーションの場としての性格が強いといえる。

3.2 「陸域の環境」の内容

個々の指標の内容をもう少し詳しく検討するために、例として陸域の環境を取り上げる。陸域の環境は、6つの要素から構成されているが、その分布を示したのが図-4である。

6つの指標のうち、海岸性状と植生自然度はいわば平均的な環境の質を代表しており、その他の4つは、絶滅に瀕する生物種や学術的に貴重な動植物など、注目すべき自然環境要素を代表している。

海岸性状と植生自然度の分布はよく似ており、海岸の人工化が背後の陸域の植生環境の劣化と平行して生じて

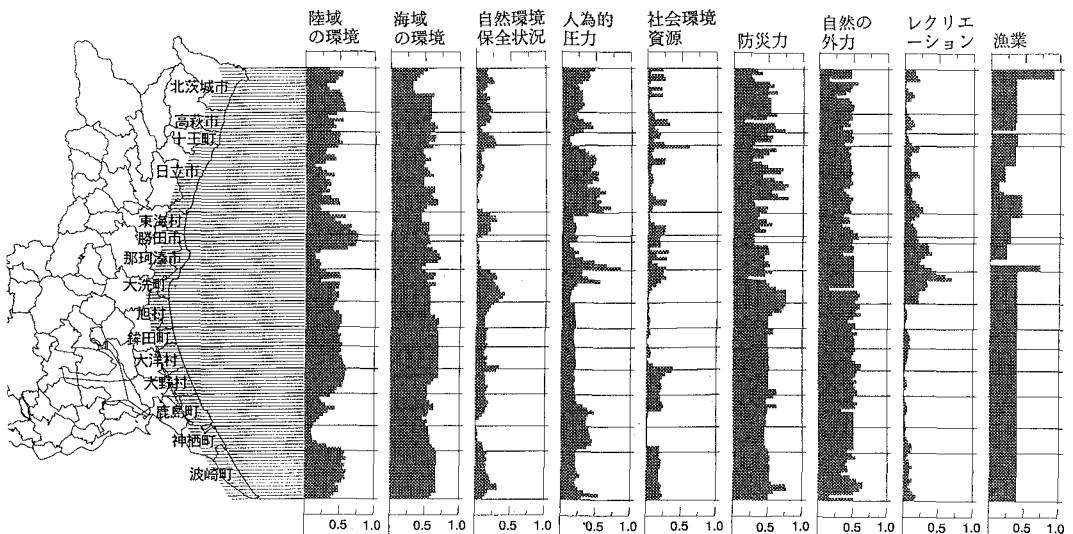


図-2 茨城県の沿岸域における特性指標値の分布

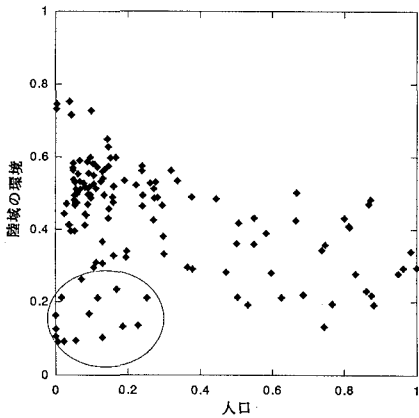


図-3 陸域の環境と人口の相関

いることをうかがわせる。茨城の海岸では、全域で自然環境の得点の高い地域が分布しているが、とくに大洗から南の鹿島灘海岸の自然環境の高さは注目値する。鹿島灘海岸は規模の大きい砂丘地帯であるが、植林された防砂林が保安林に指定されることによって植生が維持されてきたものといえよう。この地域も近年侵食に悩まされており、ヘッドランド群の建設が進められている。現在では、環境劣化の圧力と保全対策とのせめぎあいが生じている。

一方、哺乳類や昆虫類は、植生の分布と関連があると想像されるが、注目に値する動植物の分布は必ずしも海岸性状や植生自然度の高い地域と一致しない。たとえば、両生・爬虫類の得点が現れている地域のほとんどはアカウミガメの産卵記録がある砂浜であるが、人工化がすす

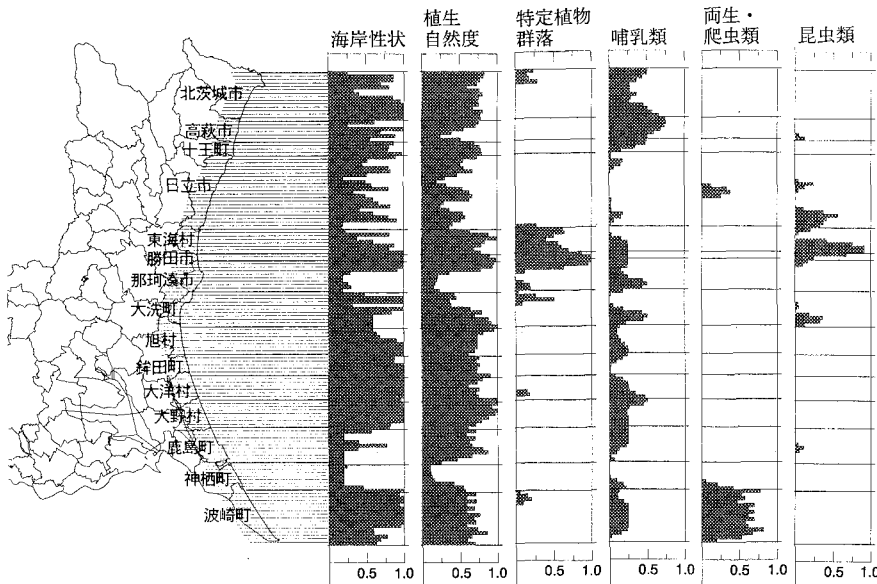


図-4 「陸域の環境」を構成する要素の得点の分布

んでいる日立市のような地点でも産卵記録が見られる。また、特定植物群落の中にはハマギクの南限地のように分布の特異性が注目されているものもある。このように、貴重な生物種には小規模でも独自の群落をもっていたり、分布に特異性があるものが分類されている。これらの保全には、平均的な環境の質の保全とは別に、個別のきめ細かな配慮が必要であろう。

3.3 自然環境からみた海岸の地域区分

自然環境指標を用いて134のセグメントのクラスター分析を行い、環境特性に基づく海岸の分類を試みた。その結果、AからJまでの10のクラスターに分類できた。図-5にクラスター毎の指標値の分布を示す。

自然環境指標は指標が5つあるため、各クラスターの特性も5つの軸をもつリーダーチャートで表されている。分類されたクラスターは、人為的な圧力が大きく、かつ陸域の環境の得点が小さいクラスターから、人為的な圧力が小さく、陸域の環境や社会環境資源の得点が高いクラスターへと徐々に変化していくのが特徴的である。海域の環境は全域でほぼ同様であるため、茨城県沿岸域の自然環境は、人為的圧力と陸域の環境・社会環境資源とが拮抗しており、そのバランスで環境特性が決まっているといえる。

図-6は、クラスターAからJまでの分布を地図上に示したものである。人為的な圧力の高い地域は、日立市や大洗町、鹿島町、神栖町に集中している。日立市は海岸近くまで住居や工場がはりついて海岸の人工化が進んだ地域であり、その他の地点は、港湾や漁港、工場地帯の存在による影響が大きい。全体としてみれば、茨城県の

海岸は、ある程度自然環境の保全度が高く、その中に人工化が進んだ地域が存在しているといえよう。

図-6では、勝田市周辺の海岸がクラスターJ、すなわちもっとも陸域の環境の得点の高い地域になっている。これは、評価に用いたデータが数年前のものであるためであり、常陸那珂港をはじめ常陸那珂地区の開発がすすめられている現在では異なった評価に

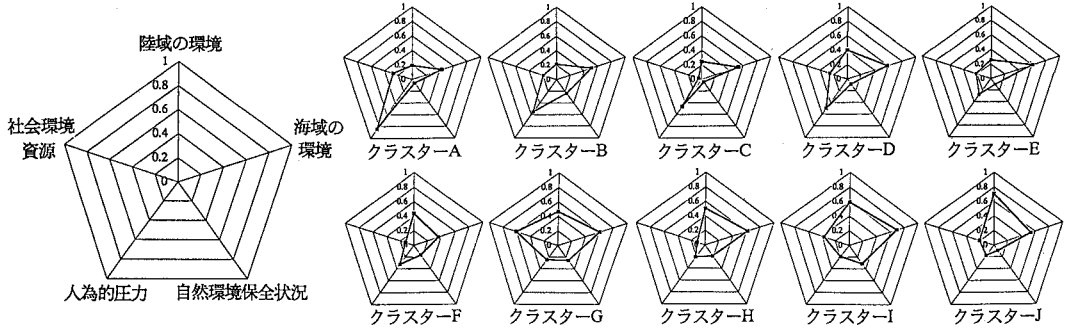


図-5 クラスタ毎の指標値の得点分布

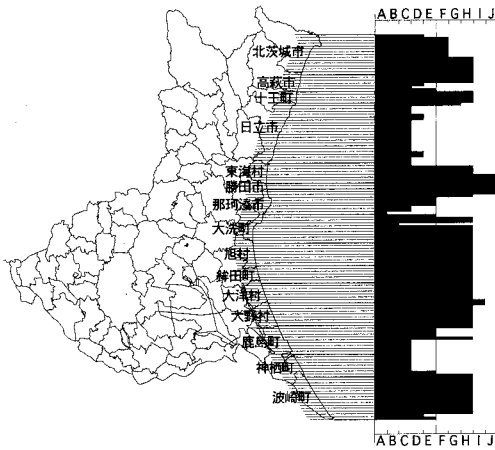


図-6 クラスタの分布

性がわかる。

3.1, 3.2 でみてきたような指標の得点の値や分布の形は、当然、指標を構成する要素の選択や点数化・重みのつけ方に依存する。したがって、得点の絶対値に余り強く注目するのは妥当ではない。どのように数値化すべきかは今後さらに検討されるべきものであるが、上で述べたように、指標相互に矛盾のない説明ができるということは、今回のアプローチの有効性を示しているといえよう。

今回の解析では、茨城県沿岸域における自然環境の保全状況は全体としては低くなく、日立市、那珂湊漁港、大洗港、鹿島港の周辺で島状に人工化が進んだ地域が存在するという結果であった。しかし、住民の間には、過去10~20年間に多くの地点で海岸の人工化と侵食が進んだという意見が多い。こうした住民の実感とのかい離を考えると、1 km メッシュでも空間スケールが大きすぎたり、あるいは指標のとり方が適切でない等の問題があるのかもしれない。今後、こうした点を検討し、より妥当な評価手法へと発展させたい。

参 考 文 献

三村信男・関 和美・古米弘明 (1993): 環境特性の指標化と沿岸域の特性評価に関する研究, 海岸工学論文集, 第 40 巻, pp. 1041-1045.

なる。

4. ま と め

前報で提案した総合的な沿岸特性評価の枠組みを踏襲しながら、地理情報システムを利用してより細かい空間スケールで沿岸域の環境を評価する手法を示した。上で示したとおり、空間スケールを1 km にとることによって詳細な評価が可能となった。市町村をベースにした前報の結果と比較すると、同一の市町村の中にも沿岸特性の分布があり、細かいスケールを単位とする解析の必要