

九州沿岸の環境破壊脆性の評価の試み

九州大学工学部 学生員 ○長山達哉

正会員 山城 賢 入江 功

1.はじめに

近年、沿岸域の自然環境に関して人間活動を原因とする様々な問題が生じ、自然環境の保護を求める声が高まっている。一方で、海上空港や海上都市など、陸域に確保できない空間を海上に求めるニーズは今後も続くものと思われる。その場合、開発行為により急激に環境の劣化が始まる海域や、逆にそれほど左右されない海域が存在するであろう。

本研究では、この環境変化を受ける難易度を「環境破壊脆性」という新しい言葉で表し、様々な海域における環境破壊脆性を把握することを目的としている。環境破壊脆性の評価の概念は次のとおりである。海域の環境が水質、底質、生物などの生物化学的要因と海域の開口度や潮汐などの物理的要因に支配されるものとし、これらの要因をもとに海域の環境を生物化学的環境度、物理的環境度として評価して、図-1 に示す座標図（環境座標図）上に表す。この海域に埋立や導水などの開発行為を行った場合、物理的環境度が変化し、それに伴って生物化学的環境度も変化するものと思われる。この環境度の変化率を環境破壊脆性、もしくは環境復元性とする。本論では、環境破壊脆性評価の第一段階として、環境度の算定法を提案する。

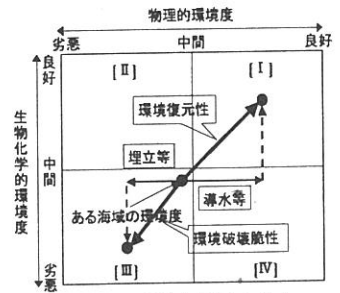


図-1 環境座標図の概念



図-2 現地調査対象海域

2. 現地調査概要

環境度算定に用いるデータを得るため現地調査を行った。対象とした調査地点は図-2 に示す九州沿岸の 12 海域で、調査時期は平成 13 年及び 14 年の秋季である（表-1 参照）。なお、博多湾は表-1 に示す 6 地点で調査を行っており、湾口から和臼に向かって湾奥となる。調査項目は、表-2 に示す水質、底質、生物とし、採水にはバンドーン採水器を用い、採泥にはスミス・マッキンタイヤ型採泥器を用いた。

表-1 調査時期

福岡	博多湾	湾口	H14.11.5	長崎	佐世保湾	H13.12.19
		大原	H14.11.5	大村湾	H13.12.22	
		今津	H14.11.5	別府湾	H13.11.16	
		湾中央	H14.11.5	中津	H13.11.17	
		西戸崎	H14.11.5	指宿	H13.12.4	
		和臼	H14.11.5	始良	H13.12.5	
	津屋崎	和臼	H13.11.1	宮崎	宮崎港	H13.11.27
		和臼	H13.11.2	細島	H13.11.28	
		和臼	H13.11.2	唐津湾	H13.11.28	
		和臼	H13.11.2	佐賀	H13.11.28	
		和臼	H13.11.2	佐賀	H13.11.28	
		和臼	H13.11.2	佐賀	H13.11.28	

3. 環境度の算定

考案した環境度の算定法は次のとおりである。まず環境要因に主成分分析を適用し、主成分の意味を吟味して、環境の優劣を表す主成分のみを抽出する。次いで環境に寄与する方向（正負）及び各主成分の寄与率を考慮し、環境度を（1）式で算定する。なお、海域の環境度は+を環境に良好な方向、-を劣悪な方向とした。

$$\text{環境度} = \sum (\text{環境度への寄与の方向} \times \text{第 } n \text{ 主成分得点} \times \text{寄与率}) \quad (1)$$

このとき各要因の環境度に対する重要度（重み）は（2）式で表されることになる。各要因に対する重要度 = $\sum (\text{環境度への寄与の方向} \times \text{寄与率} \times \text{第 } n \text{ 固有ベクトル})$ (2)

以上の算定法に従い、生物化学的環境度を表-3 に示す要因を用いて算定した。

主成分分析を用いる意味は、数多くの要因から環境の優劣を表すファクターを作ることにあるが、要因の種類や数によっては主成分が必ずしも環境の優劣を表すとは限らない。表-3 に示す要因は、予め試行錯誤的に分析を行い、主成分が環境の優劣を表すものとなるよう選択したものである。

表-2 調査項目

水質	透明度	PH	全窒素
	水温	DO	全リン
	塩分	COD	SS
底質	COD	全炭化物質	全リン
	強熱減量	全窒素	粒度組成
生物	底生生物		
	動物プランクトン 植物プランクトン		

表-3 生物化学的要因

水質	TN(水質)	SS
	TP(水質)	COD(水質)
底質	TN(底質)	COD(底質)
	TP(底質)	強熱減量
生物	動物プランクトン	底生生物
	植物プランクトン	湿重量

図-3 に第1, 第2主成分得点の分布図を, 図-4 に固有ベクトルを示す。主成分の意味を考えると, まず第1主成分は, 固有ベクトルよりTN・TPなどの栄養塩やCODなどの要因が大きく寄与していることがわかる。また主成分得点の分布を見ると, 湾奥の海域で得点が高く湾口や外洋性の海域で得点が高い。これらのことから第1主成分は海域の環境の劣悪さを表していると考え寄与の方向は-とした。同様に第2主成分は, 底生生物やプランクトンなどの生物要因が大きく寄与している。調査時期は秋であり赤潮は発生していないことを考慮して, 第2主成分は海域の生物の豊かさを表していると考え寄与の方向は+とした。

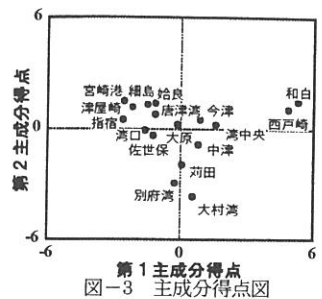


図-3 主成分得点図

また各主成分得点の寄与率はそれぞれ43%, 20%である。以上の判断をもとに(1)式より各海域の生物化学的環境度を算定した。なお第3主成分以降については環境度への影響が小さいと考え環境度の算定には用いていない。また, このときの各要因の重要度を(2)式により算定すると図-5 のようになる。この図よりここで算定した生物化学的環境度は栄養塩やCODの高い海域ほど低くなるといえる。

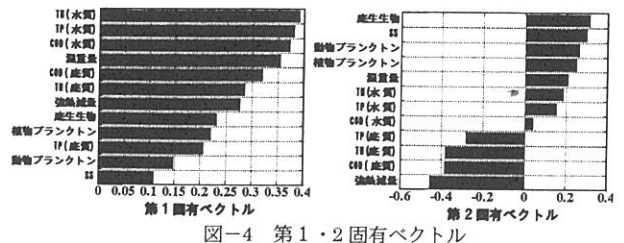


図-4 第1・2固有ベクトル

物理的要因には海水交換の活発さを表すと考えられる湾の開口度と潮差を用いた。なお, 開口度は湾口幅と海域面積の平方根との比で表すものとし, 海図から概略値を算定した。また,

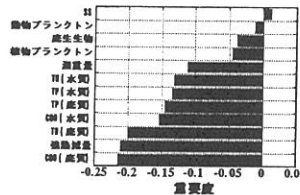


図-5 生物化学的要因の重要度

博多湾内の6海域は同一湾内であるため物理的要因は全て同じ値とした。各海域の物理的要因の値を図-6 に示す。この図より開口度は津屋崎や宮崎港など外洋性の海域で高く, 潮差は苅田や中津で高いことが分かる。物理的環境度の算定については, 要因の数が2つであることから主成分分析による環境度算定が難しいため, 海域の環境に対し開口度と潮差は同程度影響すると考え両者の重要度は等しいとして環境度を算定した。

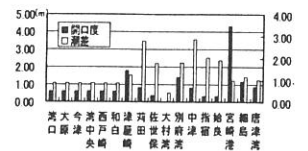


図-6 物理的要因

図-7 は, 横軸を物理的環境度, 縦軸を生物化学的環境度として環境座標図を作成したものである。開口度・潮差の大きい宮崎港・苅田・中津は物理的環境度が良好であるが, 逆に開口度・潮差が小さい大村湾は物理的環境度が最も劣悪である。生物化学的環境度は TN・TP・COD

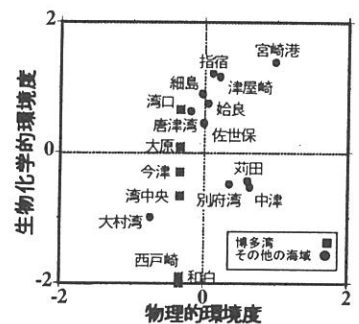


図-7 環境座標図

などが少ない宮崎港, 津屋崎が良好であり, 博多湾の湾奥である和臼, 西戸崎や大村湾が劣悪となっている。特に博多湾は湾口から湾奥に向かって生物化学的環境度が低くなっており, 外界との海水交換の点から考えると妥当な評価であると思われる。

4. おわりに

沿岸域の環境を評価する手法を考案し, 九州沿岸の海域について環境評価を行った。その結果, 海域の環境は生物化学的環境度と物理的環境度を用いて概ね妥当に評価できることが確認できた。今後は, 環境座標図を用いて様々な海域における環境破壊脆性の評価を行う予定である。

なお, 本研究は, 文部省科学研究費補助金基盤研究 B (No.13450204 代表者入江功) による研究であることを付記します。また現地調査においては, 九州各地区の大学および(株)東京久栄にご協力を頂きました。ここに付して感謝の意を表します。