

II-160 海岸環境評価に関するファジー理論導入の試み

東京大学大学院	学生員	小竹康夫
東京大学	正会員	磯部雅彦
東京大学	正会員	渡辺 晃

1 はじめに

今や地球規模の環境問題は、最重要課題の一つである。海岸工学においても、ウォーターフロント開発や海岸侵食対策が環境に与える影響について、十分に考慮する必要がある。環境アセスメントもその一つであるが、これはプロジェクトの良否決定の指標で、環境を総合的に評価するものではない。しかし環境問題を考え、将来的な方向性を与える指針を示すためには、海岸環境の総合的評価が不可欠である。

海岸環境の将来予測と評価手法については磯部ら(1991)が基礎的検討を行っており、問題点も指摘されているが、完成までにはまだ時間が必要である。そこで、現時点では識者の意見を総合することで環境を評価する方法が考えられる。しかし意見を定量的に評価することはきわめて困難であり、従来から用いられている最適化手法では、うまく評価関数を決定しないと真の最適解が得られにくいという欠点がある。

本研究においては識者の意見という定量化の困難な対象をファジー理論を用いることで評価し、総合的に海岸環境を評価することの可能性を呈示する。

2 海岸環境評価の方法

評価の流れを次に示す。

1. まず対象とする範囲を設定する。
2. その範囲をいくつかの領域に分割する。
3. 各領域の環境を構成する要素について評価する。
4. 構成要素の評価をもとに、各領域の環境を評価する。
5. 各領域の評価をもとに総合的な環境評価を行う。

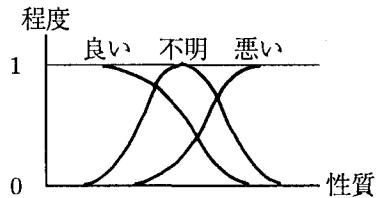


図 1: 評価関数の一例

ここで、領域とは感覚的に捉え易くかつ、感覚的に環境評価ができる程度の大きさにとるのが適当である。また、構成要素についても環境への影響が大きいと考えられるものについて考慮すればよい。そして将来への指針を得るには、このような総合評価を様々なケースについて行い、最終的にいちばん良い評価を得たものを最適解とする。

3 ファジー理論の導入

そこでまず構成要素の評価方法について考察する。評価関数としては図1に示すような3本の曲線を用いる。この3本の曲線はそれぞれファジー集合のメンバーシップ関数と呼ばれるものである。ここで横軸は要素の代表的な性質を軸上にならべたもの、縦軸はその性質が、良い、悪い、どちらとも言えない(不明)と判断できる程度を示し、縦軸の最大値は1である。また、この3本のメンバーシップ関数により定義される3つのファジー集合は互いに独立である。

次に数値計算、実験または観測により得られた要素の性質をファジー集合として表す。このメンバーシップ関数の横軸は要素の代表的な性質、縦軸はその出現頻度とし、頻度については最大値が1となるように規格化する。そして、これらのファジー集合を maxmini 合成してその要素の評価を行う。その方法は図2、図3に示すとおり、ファジー集合の積集合のうち、いちばん大きな程度を

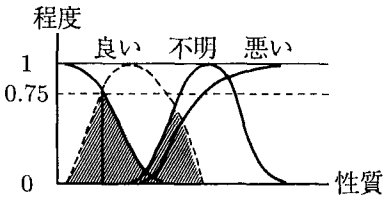


図 2: 要素評価の方法 (良い程度が0.75の場合)

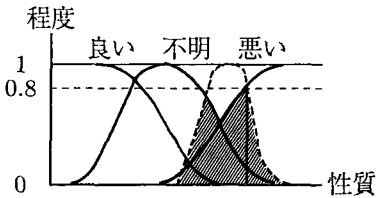


図 3: 要素評価の方法 (悪い程度が0.8の場合)

示す判断とその程度をもって要素の評価とする。

このように要素の評価ができれば、次に領域を構成する要素間の重みを考慮して評価値を加え合わせることで領域としての評価を行う。ここで、要素については良い、悪い、不明の3つの判断について評価値が得られるため、領域の評価もこの3つの判断に基づいて行われることになる。

最後に領域の評価と同様に、領域間の重みを考慮して評価値を加え合わせることで最終的な総合評価を求める。ただし、総合評価についても3つの判断に対する値が導かれるため、絶対的な結論を導くことはできず、結果をどのように判断するかは評価を行った主体に委ねられることになる。

4 簡易モデルを用いた評価例

本研究で提案した評価方法を簡易なモデルに適用するとともに、方針決定方法について例示する。モデルとして、ある漁港建設に際して港口に横一文字堤を設置する場合と八文字堤を設置する場合のどちらが水理的に避難港として有効であるかについて取り上げる。これは環境に直接関係はないが、この拡張として環境も扱えること、要素の性質が数値として捉え易いことなどからここに取り上げた。

まず評価範囲は漁港全体である。次にそれを泊地、操船水域、港口の3領域に分割する。要素は

水理現象のみを対象とし、地域特性も考慮して、有義波高、平均水位上昇量、平均流速、セイシュの最大波高、セイシュ有義波高及びセイシュ最大流速とする。一方評価関数は、図1同様のものを各領域の各要素ごとに作成する。この例では横軸は波高や流速などの数値で表現することが可能となる。またこのモデルで、要素の性質を表すメンバーシップ関数は実験結果から得られたデータをもとに作成することができる。これらを前述の方法を用いて評価し、各要素の評価を決める。そして領域評価にあたり要素間の重み付けに際しては、漁港かつ避難港としても機能させることを考慮して、すべての重みを1とした。また総合評価にあたっては、領域間の重みをすべて1として領域の評価を加え合わせた。

この評価を同一の評価関数を用いて横一文字堤及び八文字堤の双方の場合について行った結果を表1に示す。この結果、避難港建設にあたって水理的には八文字堤の方が有効であると判断される。

表 1: 堤防形状の評価

堤防形状	良い	不明	悪い
一文字	3.0	5.55	8.95
八文字	6.9	7.4	2.73

5 おわりに

本研究では海岸環境の総合評価にファジー理論を取り入れる方法を提案した。その結果、総合評価の可能性は呈示できたが、メンバーシップ関数を用いた評価関数の決定には、各分野の専門家の知識が必要となる。従ってこの海岸環境総合評価の方法も、各専門家の協力により確立されるものと期待される。

〈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回年次学術講演会概要集第2部, pp.834-835.