

多層ファージ総合評価モデル の水環境評価へ適用について

八千代エンジニアリング 正会員 許 士国
同上 東島隆三
同上 神宮 保

1. まえがき

水辺環境は、古来より地域の歴史と風土を規定する構成要素の一つであり、人々の心と暮らしに深く関わってきた。水辺環境や多自然型河川整備を計画する場合、事例の研究、計画案の選択、対象の評価方法等多くの課題をクリアする必要がある。本稿は、多要素評価の問題に対して、人間の思考ロジックのように評価の曖昧性と総合性を目指す多層ファージ総合評価方法を提案するものである。

2. 多層ファージ総合評価モデル

2.1 単層ファージ総合評価モデル

文[1]よりファージ総合評価モデルは：

- ①評価要素集合 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$
 ②評価集合 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$
 ③単要素評価 $f: U$ から V までのファージ射で、

$$\begin{aligned} \underline{f}: U &\rightarrow V \\ u &\rightarrow \underline{f}(u) \subset F(V) \end{aligned}$$

ファージ関係マトリクス R は、単要素評価ファージ集合を並べてする。

$$R = \begin{pmatrix} \underline{f}(u_1) \\ \vdots \\ \underline{f}(u_2) \end{pmatrix} \quad (3)$$

評価要素に対応する重みファージベクトルを α で表して、ファージ総合評価ベクトル β は、

$$\beta = \alpha \circ R \subset V$$

まとめてみると、単層ファージ総合評価モデルは

$$\begin{aligned} &\downarrow \alpha \\ &\boxed{R = \{ \underline{f}(u_i) \}} \rightarrow \beta \end{aligned}$$

2.2 多層ファージ総合評価方法

単層ファージ総合評価方法は、評価問題の曖昧性や多要素を取り入れる利点があるが、評価要素は五つ以上になると、評価重みベクトル α の分量値は小さくなり、計算精度を減らすことがある。もう一つ問題点として、評価の層別が違う要素を同様の基準に対応する場合、評価重みベクトル α の決定が難しくなる。実際に、大きな目標を評価する時、評価要素が多いため、要素を分類化する必要がある。評価要素の状態に対応して、多層ファージ総合評価モデルを提案する。

多層ファージ総合評価モデルの要素は：

- ①評価要素集合 $U = \{U_1, U_2, \dots, U_s\}$
 $U_1 = \{u_{11}, u_{12}, \dots, u_{1n_1}\}$
 $\vdots$
 $U_n = \{u_{n1}, u_{n2}, \dots, u_{nn_n}\}$
 ②評価集合 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$
 ③単要素評価 $\underline{f}: U$ から V までのファージ射で、
 $\underline{f}: U \rightarrow V$
 $u \rightarrow \underline{f}(u) \subset F(V)$

④下層総合評価

単層総合評価モデルで評価する。例えば、 U_i の評価は、

$$\begin{aligned} R_i &= \{ \underline{f}(u_{ij}) \} \\ \beta_i &= \alpha_i \circ R_i \end{aligned}$$

⑤上層総合評価

$$\begin{aligned} R &= \{ \beta_i \} \\ \beta &= \alpha \circ R \end{aligned}$$

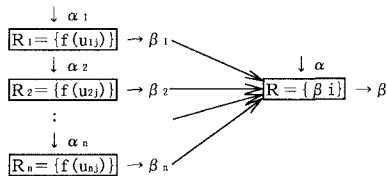
多層総合評価モデルの中に、ひとつグループの要素に対して、ひとつ単層総合評価モデルである。

キーワード：ファージ、評価、水辺環境

連絡先：〒810-0001 福岡市中央区天神1-6-8 Tel 092-751-1431 Fax 092-751-3038

即ち n 個要素グループがあれば、下層総合評価は n 個簡単総合評価モデルで評価できる。上層総合評価を行う時、各評価要素グループを一つグループ要素とし、下層評価結果ベクトル β_i をグループ要素の単要素評価とする。各グループ要素の評価重み α_i が指定したら、上層総合評価はできる。

まとめてみると、多層ファジィ総合評価モデルは、



4. 算例

自然型河川整備や自然型水系流域整備することを進めている。河川整備状態は自然か自然ではないか、簡単に言えない。これは多要素より、曖昧な標準で評価する問題であり、多層ファジィ総合評価モデルに適当な問題である。

① 評価要素

河川の自然度に関係する 11 要素を技術専門の基準で 4 グループに分ける。

$U = \{\text{護岸、水体、生物像、水辺景観}\}$

護岸 = {護岸}

水体 = {水量、水質、河相}

生物像 = {藻類、植物、魚類、鳥類}

水辺景観 = {自身風格、環境協調、効能作用}

② 評価集合

$V = \{\text{真自然、自然、普通、非自然}\}$

③ 単要素評価

多人数評議の方法等で各評価要素毎に評価結果

④ 下層総合評価

各要素グループに対して簡単ファジィ総合評価モデルで行う。

⑤ 上層総合評価

各評価要素グループの下層総合評価結果 $\beta_1, \dots, \beta_4$ を用いて、上層総合評価関係 R を作れる。この前に、 β_i ($i=1, \dots, 4$) の分量の和を 1 に変換する。そして、

$$R = \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \\ \beta_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.10 & 0.50 & 0.30 & 0.10 \\ 0.22 & 0.40 & 0.35 & 0.03 \\ 0.30 & 0.40 & 0.25 & 0.05 \\ 0.37 & 0.27 & 0.18 & 0.18 \end{pmatrix}$$

評価目標に対して、各要素グループの重要性を考えて、重みを付けて、評価集合 U の上の重みファジィベクトルを α で表す

$$\alpha = (0.1, 0.2, 0.5, 0.2)$$

α の意味は評価要素グループに対して、河川の生物像を一番重要視して、水体、水辺景観と護岸の順に重みをつける。評価重みベクトルを用いて全体のファジィ総合評価ベクトル β は、

$$\begin{aligned}
 \beta &= \alpha \circ R \\
 &= (0.30, 0.40, 0.25, 0.05)
 \end{aligned}$$

ここに、

$$\beta_i = \max_j \{ \min \{ \alpha_j, R_{ij} \} \}$$

この結果については、当該河川整備対象を総合評価結果として、“自然”評価を 0.40 のメンバーシップデグリーでもらい、他の級別のメンバーシップデグリーも明示している。従って、最大メンバーシップデグリー 0.4 は“自然”に属するため、総合的には“自然”ということになる。これを評価要素と要素グループに見ると、ファジィ総合評価結果と常識判断は一致していることになる。

5. まとめ

水辺環境の評価を行う場合、その評価要素が多数あり、またその曖昧性により「人の感じ方は千差万別である」というのが一般的である。本稿は水辺環境の評価特性に対して、ファジィ総合評価方法を提案した。水辺環境評価の場合、多くの評価要素や級別評価が出てくるため、このモデルは適していると考えている。一般的には、大きな目標を評価するとき、評価要素が多く、評価要素の多層化もあるため、多層ファジィ総合評価モデルの簡易性や合理性が認識できることになる。

参考文献[1] 桑野稔弘、許士国、東島隆三、水辺景観評価のファジィ総合評価方法について、土木学会第 51 回年次学術講演会講演概要集、第 4 部、354~355, 1996.

[2] 王培莊、ファジィ集合論及びその応用、上海科学技術出版社、1983. [3] 島谷幸宏 河川風景デザイン、山海堂、1994.