

IV-354

水辺景観評価の
ファジィ総合評価方法について

八千代エンジニアリング	正会員	桑野稔弘
同上	正会員	許 士国
同上		東島隆三

1. まえがき

水辺は、古来より町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。また、日本が経済的な豊かさを享受できるようになった今、精神的な豊かさ、労働時間の短縮、第三次産業の拡大等時代の趨勢を背景として、水辺景観の重要性は益々高くなっている。水辺景観を計画する場合、事例の研究、計画案の選択、対象の評価方法等たくさんの課題をクリアする必要がある。本稿は、水辺景観対象の評価に対して、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ファジィ総合評価方法を提案する。

2. ファジィ概念とファジィ集合

概念とは、実際の現象を抽象化する人間の認識である。概念の内包を明確にし、外延もはっきりすることのできる場合を、明確概念と呼んでいる。この外延は普通場合の集合で表現することができる。しかし、内包も外延も明確でない概念もあり、これらを曖昧な概念、ファジィ概念と呼んでいる。この場合の外延はファジィ集合で表現しなければならない。例えば、“良い景観計画案”という概念について、“良い”の意味ははっきり言えないので、いわゆるファジィ概念である。もし、この計画案の“良い”の程度を10以内の数字 $N(u)$ （小数でも良い）で表すと、対応のファジィ集合 A の所属程度（メンバーシップ）関数は式(1)で定義できる。

$$\mu_A(u) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sin\left(\frac{\pi}{10}(N(u) - 5)\right) \quad (1)$$

実際はどのような計画案でも良いところがあり、良くないところがある。従来の二値ロジックの“良い”と“悪い”の判断は本質の意義（区別）をはずれるところがあるようである。これに対し、ファジィ集合とその理論は、精確な数学方法で不明確や曖昧な現象を表現し処理する方法であり、人間の思考ロジックに係る問題に有用な方法である。

3. ファジィ総合評価方法

ファジィ総合評価方法は三つの要素を含む：

①評価因子集合 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$

②評価集合 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$

③単因子評価 $\underline{f} : U \text{ から } V \text{ までのファジィ映射で、}$

$$\underline{f} : U \dashrightarrow V \\ u \dashrightarrow \underline{f}(u) \subset \underline{F}(V)$$

ここに $\underline{F}(V)$ は V 上のファジィ集合全体を表す。

評価因子集合 U は評価項目で、問題に対して考える因子である。評価集合 V は評価の級別で、評価区分の状態を表す。単因子評価は、各評価因子 $u(u \in U)$ 毎に対するファジィ評価集合 $\underline{f}(u) \subset \underline{F}(V)$ である。

ファジィ理論により、ファジィ映射 $\underline{f}$ は U から V までのファジィ関係 R を決める。 n 個評価因子、 m 個評価級別があれば、ファジィ関係 R

はファジィ関係マトリクス（元素は $[0, 1]$ の内の値を取るマトリクス） R になる、 $R \subset M_{m \times n}$ （ $M_{m \times n}$ は $m \times n$ のファジィマトリクスの全体）。 R の生成は、前述のように、単因子評価ファジィ集合を並べてする。

ファジィマトリクスとファジィ関係理論

に基づいて、ファジィ関係Rは唯一のUからVまでのファジィ変換を確定し、論域U上のファジィ概念を表すファジィベクトルから、同一ファジィ概念を論域Vの上に表示するファジィベクトルに変換できる。その結果、(U, V, R)はファジィ総合評価モデルの一つとして、構成する。

4. 評価事例

水辺景観は人間が実際に感じたデータを基に評価するため、曖昧性と多因子総合評価に大きな特徴がある。ファジィ総合評価モデルを作成する場合、例えば

①評価因子集合 U = (自身風格、環境調和、効能作用)

②評価集合 V = (素晴らしい、良い、普通、良くない)

③単因子評価 $\tilde{f}$ は多人数評議方法等で各評価因子毎に評価結果より構成することができる。

例として、

$$\begin{aligned} u_1 &\xrightarrow{\tilde{f}} \tilde{f}(u_1) = (0.4, 0.3, 0.2, 0.1) \\ u_2 &\xrightarrow{\tilde{f}} \tilde{f}(u_2) = (0.8, 0.1, 0.1, 0.0) \\ u_3 &\xrightarrow{\tilde{f}} \tilde{f}(u_3) = (0.3, 0.3, 0.3, 0.1) \end{aligned}$$

総合評価マトリクスRは、

$$R = \begin{pmatrix} 0.4 & 0.3 & 0.2 & 0.1 \\ 0.8 & 0.1 & 0.1 & 0.0 \\ 0.3 & 0.3 & 0.3 & 0.1 \end{pmatrix}$$

評価目標の各因子の状態を考えて総合的な評価する時、人々が各因子に対して重みを考えると、評価結果は異なってくる。この評価概念として、評価集合Uの上の重みファジィベクトルを α で表す。その一つ、

$$\alpha = (0.5, 0.3, 0.2)$$

は評価因子に対して目標の自身風格を一番重要視して、環境調和、効能作用の順に重みをつける。評価重みベクトルを用いてファジィ総合評価ベクトル β は、

$$\beta = \alpha \cdot R$$

$$= (0.5, 0.3, 0.2) \cdot \begin{pmatrix} 0.4 & 0.3 & 0.2 & 0.1 \\ 0.8 & 0.1 & 0.1 & 0.0 \\ 0.3 & 0.3 & 0.3 & 0.1 \end{pmatrix}$$

ファジィ集合算法より、

$$\beta_j = \max_i \{ \min_j \{ \alpha_i, R_{ij} \} \}$$

従って、

$$\beta = (0.4, 0.3, 0.2, 0.2)$$

β は評価集合Vの上のファジィベクトルで、評価対象が各評価級別毎の所属状態を表している。この結果については、総合的な評価目標は”素晴らしい”評価を0.4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。したがって、当該水辺景観対象を評価すると、最大メンバーシップデグリー0.4は”素晴らしい”に属するため、総合的には”素晴らしい”ということになる。これを評価因子別に見ると、”自身風格”と”環境調和”については”素晴らしい”状態で、”効能作用”は”普通”の状態であるため人間の感覚としては”素晴らしい”ということになる。したがって、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。評価因子と評価級別が多くなるとファジィ総合評価の簡易性や合理性が更に認識できることになる。

5. まとめ

水辺景観の評価はその因子が各人により多数あり、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。本稿は水辺景観の評価特性に対して、ファジィ総合評価方法を提案した。水辺景観評価の場合、多くの評価因子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られる。一般的には、大きな目標を評価するとき、評価因子が多く、評価因子の多層化もあるため多層的なファジィ総合評価モデルが必要となる。

参考文献 [1] 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。 [2] 島谷幸宏 河川風景デザイン、山海堂、1994。