

(3) ファジィ理論に基づく緑化された コンクリート構造物の景観評価の逆解析

Inverse Analysis of Scenery Evaluation of Planted Concrete Structures based on Fuzzy Set Theory

安田登* 近田康夫** 松島学*** 木下真二****

By Noboru YASUDA, Yasuo CHIKATA, Manabu MATSUSHIMA and Shinji KINOSHITA

In this paper, a procedure for the scenery evaluation of planted concrete structures based on fuzzy set theory is presented. 21 items are chosen for evaluation. Fuzzy expected value of each evaluation level is calculated by using λ -fuzzy measure and fuzzy integral. Evaluation level is assumed to be obtained from the center of gravity for fuzzy expected value of each level.

The important coefficients and the membership function profiles of items for evaluating scenery are obtained from inverse analysis on 72 questionnaire results by using genetic algorithm(GA).

Keywords : Scenery Evaluation, Concrete Structure, Fuzzy Set Theory, GA

1. はじめに

コンクリート構造物の景観評価は、各人の嗜好や、判断の境界が明確でないこと、その評価が個人により異なることから、評価は各人の主観的な感覚や経験により左右されやすいものとなっている。この場合、たとえ定量的な表現であっても、それらの区分の判断は、各個人の経験に基づいた主観的な判断に負うところが大きい。そのため、景観評価を行うとき、従来の分類を用いその採点を行うように、客観的な立場で判断する手法の開発を目指すのではなく、必要とあらば、主観的な立場で判断をすることがよいと考えられる。このような主観的不確実性を数学的に取り扱う一手法として、ファジィ集合の概念が1965年にL.A.Zadeh¹⁾によって提案されている。土木工学の分野でも、物性の評価、構造物の劣化や耐力の評価にファジィ理論が応用されている。清水ら²⁾は岩盤の等級区分の判断にファジィ理論を応用し、その適合性を評価している。筆者らの一人³⁾もコンクリート構造物の塩害による劣化評価にファジィ理論を応用している。

本研究では、コンクリート構造物の緑化の景観評価を判断することを目的としており、上述した理由から主観的な立場によるファジィ理論を利用する方法を提案する。評価には、機能面からの評価もあるが、ここでは景観に絞って評価手法を提案した。さらに、ファジィ理論の適用において帰属度関数の形状や重要度係数を客観的に求めるために、72ケースのアンケート調査を基に得られた各評価値および総合評価レベルを用いて遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm 以下 GA) を適用した逆解析を試みた。

* 東京電力株式会社技術開発本部技術研究所構造研究室主任研究員

** 工博 金沢大学助教授 工学部土木建設工学科

*** 工修 東電設計株式会社技術開発本部耐震技術部課長

**** 金沢大学学生 工学部土木建設工学科

2. ファジィ理論による景観レベルの評価

(1) 評価手順

緑化の景観評価は、その構造物のコンセプト、配置、形状、材料などから評価されるものである。そのため、それらの各評価項目は、一般に定性的な表現によるものが多い。たとえ定量的な表現であってもその境界を明確に区分することは難しく、各個人の評価に負うところが大きい。本研究では、各評価項目に対する判定が、判断者の主観に依存しているという'あいまいさ'、即ち各個人間の判定のばらつきを考慮して景観の評価手法を開発するものである。

ファジィ理論による景観レベル評価方法の流れは、①既往の研究から景観に及ぼす分類項目 X_{iL} を選択し、②分類項目の帰属度関数を設定する。さらに、③各分類項目 X_{iL} の重み w_{iL} を設定し、④で各帰属度関数と合わせて対象構造物の景観に対する帰属度関数 $\mu_R(c_n)$ を求める。次に、⑤景観の帰属度関数 $\mu_{zL}(c_n)$ を設定し、この関数を被積分関数として、 $\mu_R(c_n)$ によりファジィ積分し、各景観評価の期待値を求める。⑦で⑥により求めたファジィ期待値を非ファジィ化することにより、景観レベルを決定している。

(2) 景観評価の分類項目

緑化したコンクリート構造物の景観の評価項目として、既往の研究を参考に表 1 の項目を設定した。これらの各評価項目の判定は、定性的に表現されるもので、その区分の境界は明確なものではなく、その設定根拠についてもあいまいなものである。たとえば、表 1 に見られる評価項目「1. コンセプト」(目的・機能と整合性、特徴の演出)の感じを、1:良くない、2:あまり良くない、3:普通、4:少し良い、5:良いの 5 つに区分する場合の境界の判断は、各個人の主観に依存することになる。このようなことから、本研究では分類した各境界はあいまいなものとして判断して、ファジィ集合として表現する。判定区分は区間 $[0.0, 4.0]$ を 8 等分して、式 (1) のように全体集合を定義した。

$$C_N = \{0.0, 0.5, 1.0, \dots, 3.5, 4.0\} \quad \dots\dots (1)$$

 $(N = 0 \sim 8)$

全体集合 C_N の要素は景観を表す指標であり、この値が大きくなるほど景観の評価が高く、逆に小さいほど景観の評価が低いことを意味している。

次に、評価項目の判定区分をファジィ集合として定義する。本研究では表 1 の小項目を評価 1~5 の 5 つに区分し、ファジィ集合として置き換えられるものと仮定した。本来、各項目には相関性があり、その組合せにより景観評価の判断がなされるものであるが、このように仮定したことで、各項目は独立として取り扱ったことになる。従って、各分類項目 $X_{iL}(i = 1 \sim 8)$ について、5 段階の評価区分を設定して、これらをファジィ集合 $X_{iL}(L = 1 \sim 5)$ とする。ここで、 X_{iL} の帰属度関数を $\mu_{X_{iL}}(c_n)(c_n \in C_N)$ と表す。従って、 $L = 1 \sim 5$ の評価の各言語表現に対して、次のようなファジィ集合として定義することができる。

表 1 評価項目の説明

大項目	No.	小項目	説明	重み
コンセプト	1	目的・機能と整合性	緑化の目的・機能が明確にされている。	1.0
	2	特徴の演出	個性、ポリシーが感じられる。	0.75
配置	3	植栽範囲の的確さ	目的・機能に応じた範囲が設定されている。	0.75
	4	樹種の組み合わせ方法	単一でなく、多種の樹種を用いている。	0.75
	5	立体感の演出	植栽にボリューム感がある。	0.5
	6	統一性・対比の演出	目的に応じた統一性または対比性が感じられる。	0.75
形状・寸法	7	樹形選定	場所に応じた樹木の形状が選定されている。	0.75
	8	高さ調整	同一樹木の高さ統一もしくは異種との高さが組み合わせられている。	0.5
	9	密度調整	樹木の間隔等に配慮がなされている。	0.75
	10	視点と距離への配慮	遠景・近景に応じた植栽がなされている。	1.0
材料	11	天然材の活用	全ての天然材を用いており、人工材は用いていない。	1.0
	12	補助材の活用	ストリート・ファニチャー等の緑化補助材を効果的に用いている。	0.5
色彩	13	色相への配慮	配色に工夫されている。	1.0
	14	アクセントによる効果	シンボルとなる樹木が設けられている。	0.75
調和	15	対象構造物との調和	コンクリートの人工性を緩和している。	1.0
	16	周辺構造物との調和	隣接構造物との調和が設けられている。	0.75
時間ファクター	17	季節変化への対応	樹木の季節感が考慮されている。	0.75
	18	経時変化への対応	樹木の年齢が感じられる。	0.75
地域特性	19	気候・気象への対応	日照・気温等に応じた植栽がなされている。	0.5
	20	地形・地質条件への対応	平地・斜面等に応じた植栽がなされている。	0.75
	21	緑化空間への配慮	スペースの形状・大小を考慮した植栽がなされている。	0.75
総合評価			上記の項目の評価をもとに景観の総合評価を行う。	

- 1 : 良くない : $X_{i1} = 1.0/0.0 + 0.5/0.5$
 2 : あまり良くない : $X_{i2} = 0.5/0.5 + 1.0/1.0 + 0.5/1.5$
 3 : 普通 : $X_{i3} = 0.5/1.5 + 1.0/2.0 + 0.5/2.5$ (2)
 4 : 少し良い : $X_{i4} = 0.5/2.5 + 1.0/3.0 + 0.5/3.5$
 5 : 良い : $X_{i5} = 0.5/3.5 + 1.0/4.0$

このようにファジィ集合を用いれば判定区分の選択に関わるあいまいさを定量的に表現できる。この帰属度関数は、各個人が主観的に定めるべきもので、この関数の設定方法により評価区分に反映することができる。また、景観評価の帰属度関数 $\mu_{ZL}(c_n)$ も各評価項目の評価区分と同じように定めた。

(3) 評価項目の重要度の設定

景観に及ぼす各評価項目の影響度合は各項目ごとに異なることが考えられる。そこで、評価項目ごとに $[0, 1]$ の間の値で重みを与え、その重みをここでは重要度係数 w_{iL} と呼んでいる。これらの値は各個人の主観的判断によって設定されるもので、ここでは著者らの経験的判断から表1に示すような値を設定した。

(4) 景観評価のファジィ期待値の評価

各評価項目の判定結果から景観評価(1~5のレベルを意味する。以降、景観レベルと呼称する。)の期待値を求める手法を説明する。一般に、この決定は各個人の主観により設定されるもので、その最終の景観レベルの判定に対する思考過程を説明することは難しい。本研究ではこの過程を明確に表現するため、ファジィ理論を用いて景観レベルのファジィ期待値を求める。

a) 景観レベルのファジィ集合

評価項目の判定結果と重要度係数を用いて対象構造物の景観レベルのファジィ集合を求める。つまり、景観レベルに属している程度を表す帰属度関数 $\mu_R(c_n)$ を評定者が判断した区分 L の帰属度関数 $\mu_{X_{iL}}(c_n)$ とその重要度係数 w_{iL} を用いて求める。本研究ではこの $\mu_R(c_n)$ を求めるにあたり、次の算定式を定義した。

$$\mu_R(c_n) = \bigvee_{i=0}^8 w_{iL} \cdot \mu_{X_{iL}}(c_n) \quad \text{..... (3)}$$

ここに、 w_{iL} : 重要度係数, $\mu_{X_{iL}}(c_n)$: 区分 L の帰属度関数

式(3)の意味は、この帰属度関数 $\mu_R(c_n)$ に与える影響は最も大きな因子で説明できる、と言うことである。このように、 $\mu_R(c_n)$ を定める算定式は各個人の感覚や経験により主観的に定められる。

b) ファジィ測度^{4),5),6)}

ファジィ集合は、その対象の意味のあいまいさを表現しているのに対して、ファジィ測度は判定結果のあいまいさを表現するものである。本研究では、この評価尺度として λ -ファジィ測度を用いる。 λ -ファジィ測度は λ をパラメータとして式(4)で構成される。

$$\begin{cases} g_\lambda(E_1) = g_1 & (i=0) \\ g_\lambda(E_i) = g_i + g_\lambda(E_{i-1}) + \lambda \cdot g_i \cdot g_\lambda(E_{i-1}) & (-1 < \lambda < \infty, i=1 \sim 8) \end{cases} \quad \text{..... (4)}$$

ただし、 $E_i = \{c_0, c_1, c_2, \dots, c_i\}$ で、 C_N の部分集合である。また、 g_i はファジィ密度($0.0 < g_i < 1.0$)であり、式(5)で表される。

$$g_i = \alpha \cdot \mu_R(c_i) \quad \text{..... (5)}$$

ただし、 α は g_i を正規化するための定数で、パラメータ λ を与えた後に、式(6)で求められるものである。

$$1 = \begin{cases} \sum_{i=0}^8 g_i & (\lambda = 0.0) \\ \lambda^{-1} \left[\prod_{i=0}^8 (1 + \lambda \cdot g_i) - 1 \right] & (\lambda \neq 0.0) \end{cases} \quad \text{..... (6)}$$

式 (6) は λ と g_i の制約式であり、 λ をパラメータとして E_i の重複する度合を表す尺度である。 λ が小さくなるにつれて全体にファジイ期待値は大きくなる。 $\lambda = 0.0$ のとき $g_\lambda(E_i) = g_i + g_\lambda(E_{i-1})$ と加法的になり、 λ ファジイ測度と確率測度は一致する。なお、本研究では $\lambda = 0.0$ として解析を行った。

c) ファジイ積分による景観レベルの評価^{3),4),5),6)}

景観評価は、各評価区分の帰属度関数を被積分関数とするファジイ積分によって行う。 $g_\lambda(E_i)$ は式 (4) を用いて $\mu_R(c_n)$ より求められる。ファジイ期待値 $F(L)$ は景観レベルの帰属度関数 $\mu_{zL}(c_n)$ を $g_\lambda(E_i)$ で積分することで得られる。従って、各景観レベル L のファジイ期待値 $F(L)$ は式 (7) で表される。

$$F(L) = \oint \mu_{zL} \cdot g_\lambda = \bigvee_{i=0}^8 \left[\left(\bigwedge_{n=0}^i \mu_{zL}(c_n) \right) \wedge g_\lambda(E_i) \right] \dots\dots\dots (7)$$

式 (7) で、 $\mu_{zL}(c_n)$ の順番を $\mu_{zL}(c_0) > \mu_{zL}(c_1) > \mu_{zL}(c_2) > \dots > \mu_{zL}(c_{10})$ となるように並びかえて、 $C_N(L) = \{c_0(L), c_1(L), c_2(L), \dots, c_8(L)\}$ とすると、式 (7) は式 (8) のように書き換えられる。

$$F(L) = \bigvee_{i=0}^8 \left[\mu_{zL}(c_i^{(L)}) \wedge g_\lambda(E_i^{(L)}) \right] \dots\dots\dots (8)$$

式 (8) で、 $E_i(L) = \{c_0^{(L)}, c_1^{(L)}, c_2^{(L)}, \dots, c_i^{(L)}\}$ も、 $\mu_{zL}(c_n)$ の大きい順番に合わせて各景観レベル L ごとに並び換えたものである。

d) 景観レベルの決定

求められた各景観レベル L のファジイ期待値 $F(L)$ から景観レベル D_L を決定する。本研究では、この非ファジイ化の方法として、式 (9) に示すように各期待値の分布の重心を求めることで決定した。

$$D_L = \sum_{L=1}^5 [F(L) \cdot L] / \sum_{L=1}^5 F(L) \dots\dots\dots (9)$$

3. コンクリート構造物の緑化検討事例

2. で説明したファジイ理論に基づき写真 1 に示す 4 種類の構造物につき緑化による景観評価を行った。評定者は、9 名のデザインに従事する計画技術者 (年齢層は 40 歳代、30 歳代、20 歳代各 3 名) である。

写真①は、都心の大型建築物周辺の緑化事例であり、(B) が現状の景観を示しており、このうち高木の効果を見るために (A) を作成した。

写真②は、高速道路コンクリート橋脚下端および周辺道路の緑化事例であり、(B) が現状の景観を示している。ここでは、盛土部の緑化による効果を見るために (A) を作成した。

写真③は、幹線道路の中央分離帯の植栽による効果を (A)、(B) で比較することとした。

写真④は、市街地の歩道およびコンクリート塀付近を緑化した効果を (A)、(B) で比較することとした。解析結果については以降に示す。

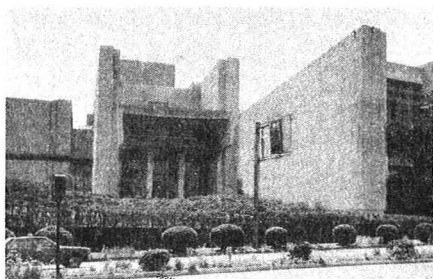
4. 逆解析

前章までは、ファジイ帰属度関数の形状や重要度係数は事前に与えられていた。その結果、アンケートにおいて、21 の判定項目に加えて全体評価をも行った場合には、判定項目の結果からファジイ積分により算出した景観レベル (D_L) と、アンケートにおける全体評価値とは一般に異なることになる。

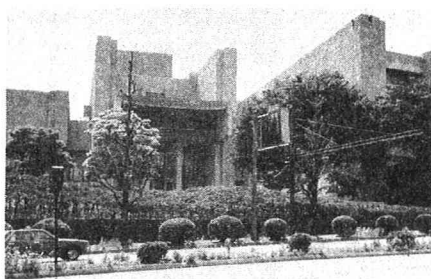
また、アンケートの主体 (評定者) がどのような人々かには無関係に同一の帰属度関数や重要度係数を用いて算出した景観レベル D_L の評価には疑問が残ることになる。

そこで、 D_L とアンケートによる全体評価が一致するように逆解析を行うことにより、アンケート主体の評価特性に対応した帰属度関数や重要度係数を求め評価の信頼性を向上させることを試みる。この逆解析の概念を図 1、2 に示す。

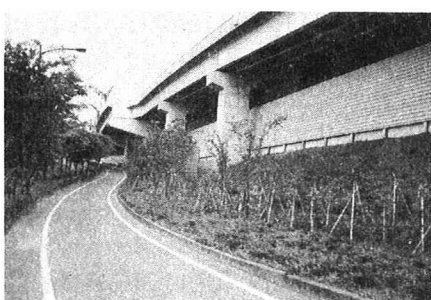
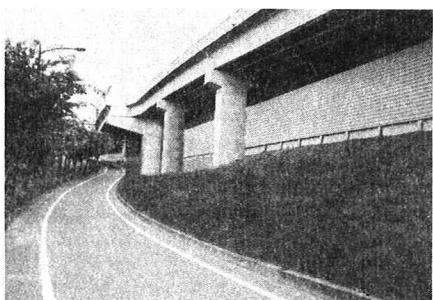
緑化前(A)



緑化後(B)



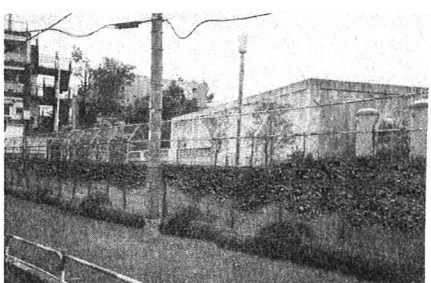
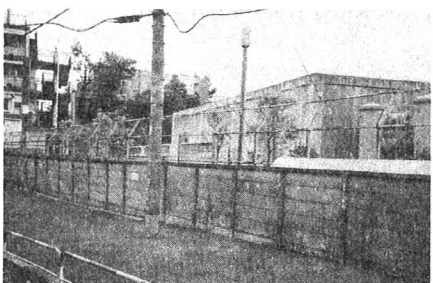
写真① 大型建築物



写真② 高速道路



写真③ 幹線道路



写真④ 市街地

写真－1 緑化景観評価事例

(1) GA

遺伝的アルゴリズム (GA) は生物進化から着想を得た確率的探索手法であり、組合せ最適化問題をはじめとする多くの問題に適用に利用されている。

基本的には、④離散化した変数のランダムな値 (染色体) の 1 組を一つの遺伝子として取り扱う。⑤複数の遺伝子からなる初期集団に対して、⑥適合度 (目的関数の満足度) を評価し、⑦これに基づく淘汰を行って適合度の低い遺伝子 (変数の値の組合せ) を排除する。⑧その後、交差 (部分変数列の交換)、突然変異 (変数値の変更) などの遺伝子操作により、次世代の集団を生成する。

今回の問題では、離散化した変数 (重要度係数または帰属度関数の傾き) による線列 (遺伝子) を生成し 1 組みのアンケート結果 i による 21 項目の判定値を用いてファジィ積分を行って評価値 (D_L に相当) $V_1(i)$ を得、これとアンケートによる全体表値 $V_0(i)$ (後述する表 5 中の A 欄) により適合度 $Fit(i)$ を次式で得る。

$$Fit(i) = 10 / (|V_0(i) - V_1(i)| + 1) \cdots (10)$$

すなわち、2つの評価値が完全に一致した場合には適合度は 10 となる。

n 組みのアンケート結果に対して

$$Fitness = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=0}^n Fit(i)^2} \cdots \cdots (11)$$

こうして n 組みのアンケート結果に対しても全体的な適合度 $Fitness$ を最良値 10 として定義でき、適合度を最大化するように GA により世代交代を行うことになる。換言すれば $Fitness \rightarrow \max.$ を目的関数とする最適化問題である。

形式的には特殊な付加操作を加えずに基本的な GA を採用しているが、一世代の中での適合度の値のレンジが比較的小さいので最小値が最大値の 1/3 になるようにスケーリングを施した後に、ルーレットによる淘汰を行っている。

また、適合度判定のためのデータは前述のアンケート結果から、 $4(\text{写真数}) \times 2(\text{緑化前・後}) \times 9(\text{評定者}) = 72$ 組である。

(2) 重要度係数の GA による逆解析

重要度係数を $[0.5, 1.0]$ の範囲で 0.1 ピッチで離散化する。組合せの数は、 6^{21} となる。

基本的な GA のパラメータは表 2のとおりである。

(3) 帰属度関数の GA による逆解析

帰属度関数の傾き (左右対称) を変数として離散化する。変数の数は 5 判定値/判定項目 $\times$ 21 判定項目で 105 となる。傾きを 28 に離散化したので組合せの数は 28^{105} となる。

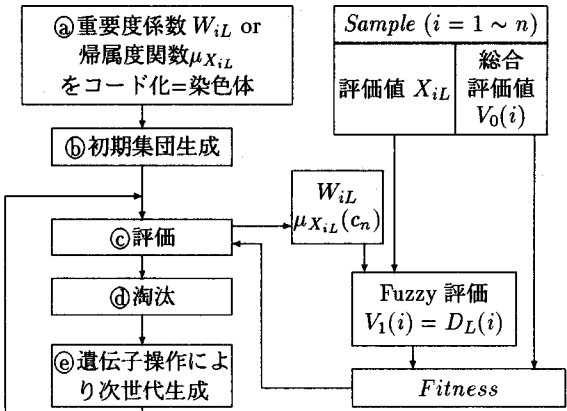
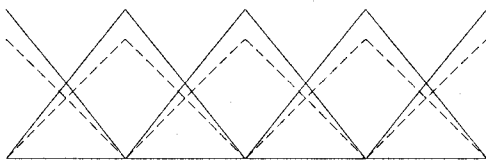
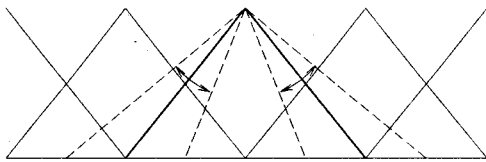


図 1 GA による逆解析フローチャート



(a) 重要度係数を変数にする



(b) 帰属度関数の傾きを変数にする

図 2 GA による逆解析概念

表 2 重要度係数を求める GA パラメータ

項目	値
個体数	100
交差率	0.8
突然変異率	0.03
世代数	200

表 3 傾きを求める GA パラメータ

項目	値
個体数	200
交差率	0.8
突然変異率	0.03
世代数	200

表 4 GA による重要度係数

No.	Weight	表 1
1	1.000	1.00
2	0.500	0.75
3	1.000	0.75
4	0.800	0.75
5	1.000	0.50
6	0.500	0.75
7	0.500	0.75
8	1.000	0.50
9	0.800	0.75
10	1.000	1.00
11	0.500	1.00
12	0.500	0.50
13	1.000	1.00
14	0.500	0.75
15	1.000	1.00
16	0.500	0.75
17	1.000	0.75
18	1.000	0.75
19	0.600	0.50
20	0.700	0.75
21	0.500	0.75

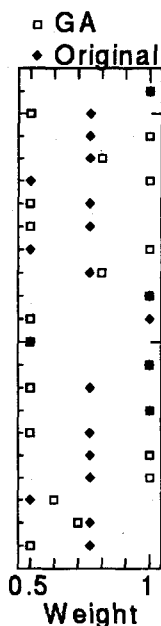


表 5 逆解析結果

人	A	B	C	D	人	A	B	C	D
1	4	1.000	-1.000	-1.000	37	2	-0.806	0.867	1.009
2	3	-0.000	0.000	0.000	38	2	-0.806	0.867	1.009
3	3	0.350	-0.133	-0.067	39	1	-1.304	1.250	1.089
4	3	0.350	-0.133	-0.275	40	2	-0.304	0.364	0.102
5	3	-0.000	0.000	0.000	41	2	-0.792	1.000	0.479
6	4	1.000	-1.000	-1.000	42	4	0.904	-0.792	-0.590
7	2	0.286	-0.286	-0.124	43	2	-0.650	0.750	0.775
8	3	0.258	-0.250	-0.148	44	3	-0.096	0.000	0.110
9	2	-0.250	0.051	0.018	45	3	0.096	0.000	-0.006
10	4	0.607	-0.607	-0.268	46	3	-0.000	0.000	0.149
11	2	-0.261	0.250	-0.000	47	1	-1.250	1.250	1.052
12	3	0.250	-0.250	-0.003	48	3	-0.000	0.000	0.000
13	3	0.250	-0.250	-0.062	49	4	0.500	-0.500	-0.211
14	4	1.121	-1.250	-0.975	50	2	-0.500	0.500	0.198
15	1	-0.333	0.333	0.269	51	3	0.500	-0.500	-0.261
16	3	0.350	-0.250	-0.275	52	3	0.500	-0.500	-0.247
17	3	0.500	-0.500	-0.461	53	3	-0.500	0.500	0.511
18	4	1.096	-1.000	-0.605	54	4	0.500	-0.500	-0.211
19	2	-0.250	0.051	0.018	55	2	-0.182	0.051	0.019
20	3	0.096	0.000	-0.006	56	4	0.500	-0.500	-0.211
21	3	0.000	0.000	0.000	57	4	0.900	-1.000	-0.871
22	4	0.904	-0.924	-0.674	58	2	-0.742	0.750	0.931
23	1	-1.250	1.051	1.018	59	3	0.293	-0.250	0.000
24	3	-0.096	0.000	0.178	60	2	-0.806	0.750	0.995
25	2	-0.955	0.882	0.900	61	3	0.293	-0.250	-0.152
26	2	-1.057	1.000	1.146	62	3	0.293	-0.250	-0.152
27	5	1.742	-1.750	-1.693	63	2	0.286	-0.286	-0.392
28	1	-1.955	1.815	1.811	64	4	1.194	-1.250	-0.878
29	3	-0.029	-0.023	-0.046	65	4	0.650	-0.750	-0.663
30	2	-1.226	1.250	0.920	66	1	-1.250	1.250	1.052
31	1	-0.714	0.650	0.845	67	2	-0.159	0.051	-0.005
32	2	-0.650	0.750	0.414	68	3	0.250	-0.250	-0.144
33	4	1.019	-0.875	-0.573	69	3	0.194	-0.250	-0.010
34	3	0.194	-0.133	0.017	70	3	0.194	-0.250	-0.010
35	3	0.089	0.000	0.153	71	2	-0.250	0.051	0.018
36	3	0.121	-0.133	-0.010	72	4	1.194	-1.250	-0.919
Fitness							7.119	7.359	7.824

- A : アンケート結果による最終評価値 (V_0)
 B : 表 1 の重み (重要度係数) を用いた D_L と A との差
 C : 重要度係数を変数とした GA による評価値 V_1 と A との差
 D : 帰属度関数の傾きを変数とした GA による評価値 V_1 と A との差

GA のパラメータは表 3 のとおりである。表 2 との相違は個体数が 200 と多くなっている点であるが、これは変数が 105 と多いことを考慮したものである。なお、この解析では、重要度係数は表 1 中の重みを用いている。

(4) 逆解析結果

解析結果を表 4、表 5 図 3、図 4、に示す。表中には、主観的に与えた重要度係数 (表 1 中の重み) およびそれを用いた場合の評価値と判定者の総合判定との差を比較のために示してある。また、図 3 には帰属度関数の形状を変数とした場合の逆解析結果を示してある。

表5の最終行をみると、重要度係数および帰属度関数の形状を変数としたGAによる逆解析結果の方が主観的に与えた表1よりも全体適合度が高いことが分かる。すなわち、ファジイ理論を援用した解析において逆解析結果による重要度係数あるいは帰属度関数形状を与えた方が評定者の判断をよりよく再現できることになる。

特に、適合度は重要度係数を変更した場合よりも帰属度関数形状を変更した場合にその改善が顕著である。これは、後者の方が変数の数が多いことも一因と考えられるが、与えられた重要度係数が、GA逆解析結果と比較的一致していたことによると考えられる。

また、表4より主観的に与えた表1の重みと逆解析結果から得た重要度係数は一部を除いて傾向が一致している。表1の重みとの相違で着目されるのは、GA逆解析の結果では、項目5:立体感の創出、8:高さ調整の各項目がかなり重要視され、逆に、項目11:天然材の活用はかなり軽視されている。

表5での結果で、アンケートによる総合評価値との差が1.0以上と大きなものは評定者の判断が1ランクずれていると考えられる。それでも、2以上の差のもの(つまり2ランクずれていると考えられるもの)はないことから、評定者の判定はかなり信頼できるものと言えよう。

5. まとめ

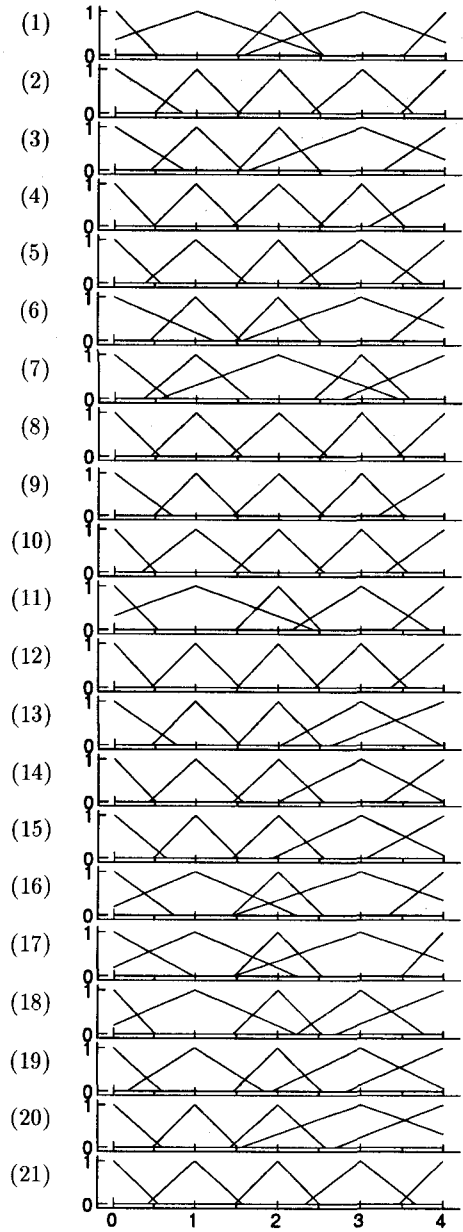
本研究では、緑化されたコンクリート構造物の景観を対象に経験や主観に基づく構造物の景観評価を行う方法を提案した。本研究で得た知見を以下にまとめる。

(1) 構造物の景観評価に対して、ファジイ理論を用いることにより、景観を求める思考過程を数値化でき、主観的な評価を定量的に表すことができる。

(2) GA逆解析により求めた重要度係数あるいは帰属度関数形状を用いることにより評定者の総合評価との適合度は向上した。すなわち、評定者の特性を反映したファジイ評価システムの可能性が示せた。

謝辞

本論文をまとめるにあたり、日本舗道KK技術研究所研究第一グループ 水野直樹氏には、モンタージュ写真の作成の御協力をいただいた。ここに深く感謝の意を表す次第である。



Original Profiles

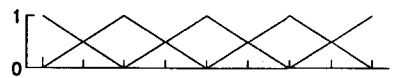


図3 帰属度関数の傾きを変数にしたGAによる逆解析結果

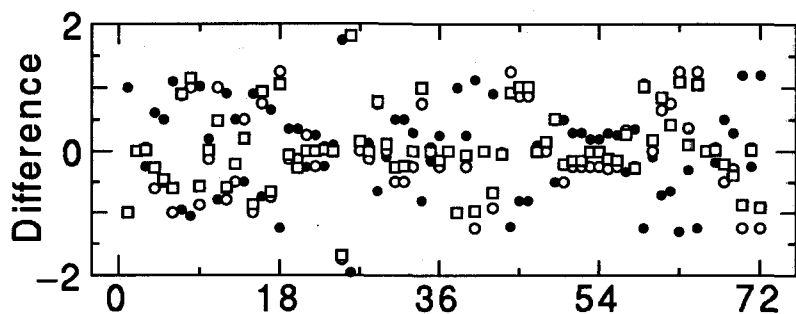
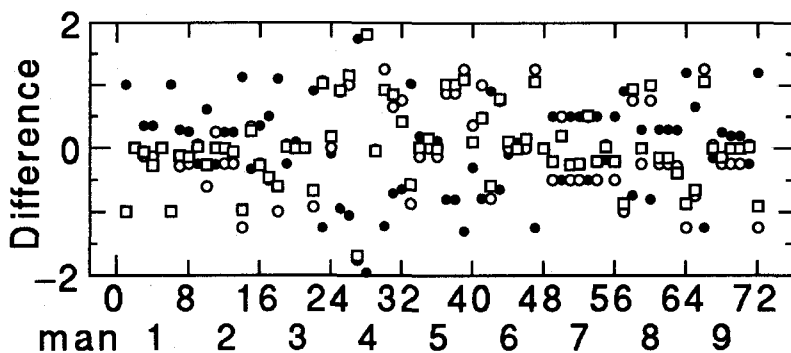


Photo 1 Photo 2 Photo 3 Photo 4
Samples



Samples

• D_L ◦ Weight GA ◻ Profile GA

図 4 写真/評定者 毎の逆解析結果

参考文献

- 1) Zadeh, L.A. : Fuzzy Sets Information and Control, Vol.8, pp338~353, 1965.
- 2) 清水則一, 桜井春輔 : ファジィ理論を用いた岩盤分類の構成方法に関する研究, 土木学会論文報告集, 第 370 号/III-5, pp.225~232, 1986.6.
- 3) 松島 学, 関 博, 松井邦人 : ファジィ理論に基づいた海岸施設の劣化診断, 土木学会論文集, 第 432 号/V-15, pp.254~261, 1991.8.
- 4) 田中英夫 : ファジィ理論と応用, ファジィ測度に基づくファジィモデルとその応用, 数理科学, pp.19~25, 1987.2.
- 5) 菅野道夫 : Fuzzy 測度と Fuzzy 積分, 計測自動制御学会論文集, 第 8 巻, 第 2 号, pp.218~226, 1972.
- 6) 菅野道夫 : Fuzzy 測度の構成と Fuzzy 積分によるパターンの類似度評価, 計測自動制御学会論文集, 第 9 巻, 第 3 号, pp.361~368, 1984.
- 7) Goldberg, D.E. : GENETIC ALGORITHMS in search, optimization and machine learning, Addison-Wasley, 1989
- 8) 北野宏明 編 : 遺伝的アルゴリズム, pp.3~88, 産業図書, 1993.
- 9) 宮沢丈夫 : 遺伝的アルゴリズムと最適化問題, ASCII, vol5, No.6(pp.301~308), No.7(pp.325~332), アスキー, 1991.