九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

農業用水路を活用した親水空間の評価手法

西，さやか
九州大学農学部排水干拓工学講座

菅，綾子
九州大学農学部排水干拓工学講座

四ヶ所，四男美
九州大学農学部排水干拓工学講座

森，健
九州大学農学部排水干拓工学講座

他

https://doi.org/10.15017/23642

出版情報：九州大學農學部學藝雜誌. 54 (3/4), pp.133-139, 2000-02. 九州大學農學部
バージョン：
権利関係：

九大農学芸誌（Sci. Bull. Fac. Agr., Kyushu Univ.）
第54巻　第3・4号　133-139（2000）

農業用水路を活用した親水空間の評価手法

西　さやか・菅　綾　子・四ヶ所　四男美
森　健・平　松　和　昭
九州大学農学部排水干拓工学講座

（1999年10月25日受付，1999年11月5日受理）

A Study on Aesthetic Evaluative Methods of Water Space Including Agricultural Waterway

Sayaka NISHI, Ayako SUGA, Shiomi SHIKASHO,
Ken MORI and Kazuaki HIRAMATSU
Laboratory of Land-Drainage and Reclamation Engineering,
Faculty of Agriculture, Kyushu University 46-05, Fukuoka 812-8581

緒　言

現在，農業水利施設（用水路，ため池，ダム等）を対象に親水空間を整備する事業が数多く実施されているが，親水空間の計画設計には芸術的な素養も要求され，技術者の困惑するところである．親水空間整備計画における有効な指針として，親水空間の定量的な評価法の確立が期待される．

ダムや橋梁等の景観評価にはニューラルネットワークやファジィ理論を適用した研究がある（長谷川ら，1995；古川ら，1989）．親水空間の評価の場合も個人の主観に基づく問題であり，ニューラルネットワークやファジィ理論が，その定量化手法の候補になろう．

本研究は，農業用水路の親水整備事業の完了した九州内の5地点を対象に，アンケート調査を実施し，その調査結果を定量的に評価するモデルの構築を試みた．

まず，アンケート結果を計量心理学分野で用いられる順位法で整理し，その結果がAHPモデルで再現できることを示した．つぎに，入出力データの規格化基準を作って入出力の計量化を行い，ニューラルネットワークモデルを適用し，親水空間評価の定量的な予測を行った．

なお，アンケート調査に協力していただいた方々に深く感謝し，ここに謝意を表する．

アンケートの調査方法と結果

調査対象の農業用水路の親水整備地区は，表1の5地点である．各地点5枚セットの写真を提示し，回答者は5地点を相互に比較検討し，各自の好みに応じて順位を付ける方式とした．写真1～写真5は，アンケート調査に使用した各地点の写真の中の1枚である．アンケート回答者は九州大学農業工学科の教官10名と学生38名であり，調査結果および順位法を適用した結果を表2に示している．また，学生回答者が順位決定において評価した項目を同時に調査した．その結果を整理したのが表3である．

表1　親水空間評価対象地点

地　点	特　徴	撮影年月日	天気
熊本県菊池市	市街地	H10.10.22	晴れ
熊本県上益城郡矢部町	通潤橋	H10.10.22	晴れ
熊本県上益城郡甲佐町	市街地	H10.10.22	曇り
宮崎県小林市	ホタル用水路および公園	H10.10.23	曇り
福岡県浮羽郡吉井町	市街地	H10.10.30	晴れ

写真 1　熊本県菊池市

写真 4　宮崎県小林市

写真 2　熊本県矢部町（通潤橋）

写真 5　福岡県古井町

写真 3　熊本県甲佐町

表2　アンケート調査結果と順位

順位	重み	菊池市	矢部町	甲佐町	小林市	吉井町	計
1	5	16	19	0	11	2	48
2	4	12	8	3	18	7	48
3	3	12	14	2	11	9	48
4	2	6	6	7	5	24	48
5	1	2	1	36	3	6	48
計		48	48	48	48	48	
加重和		178	182	68	173	119	
加重平均値		3.71	3.79	1.42	3.60	2.48	
順　位		2	1	5	3	4	

表3　親水空間の評価要素

要素項目	リストアップ数
歴史的景観	14
流況・水質	19
水路形状・護岸	14
歩道	6
ポケットパーク	5
植生	28
小動物	7
管理状況	5

表4　AHP 手法における重要性の尺度と定義

重要性の尺度	定義
1	同じくらい重要
3	やや重要
5	かなり重要
7	非常に重要
9	極めて重要

（2，4，6，8は中間のときに用いる）

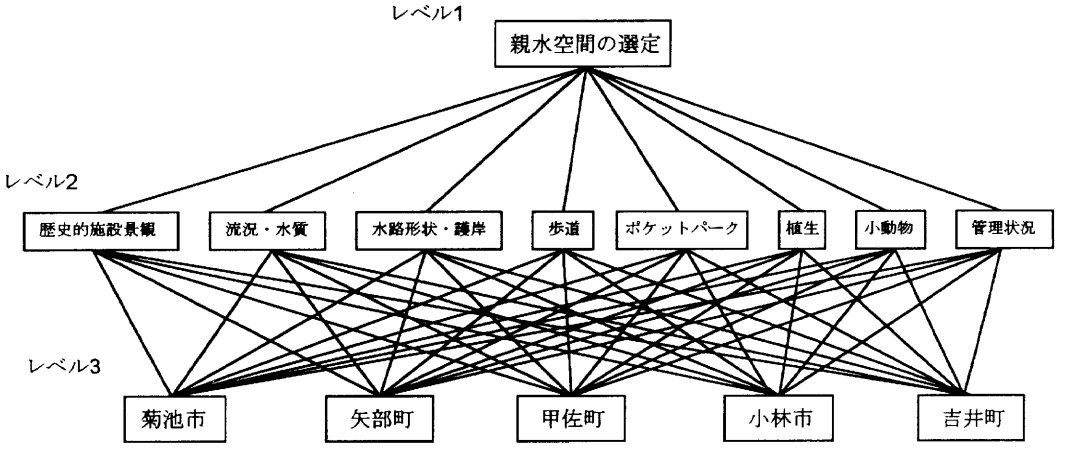

図1　親水空間評価の階層構造

解析結果と考察

1．AHP モデルによる解析

AHP モデルは主観的判断とシステムアプローチをミックスした意志決定手法の一つである（木下，1987）．

AHP 手法はつぎのような手順で行われる．

（1）対象とする問題を階層構造に分解する．最上の階層に目的の要素，最下層が代替案，中間層には評価要素を配置する．

（2）最上層を除く各層の要素間の重み付けのため，要素間のペア比較を一つ上の層の関係要素を評価基準として行う．このペア比較に用いられる数値は表4の

ような定義に従って実施される．

(3) 各層のペア比較行列から要素間の重みが計算され，さらに階層全体の重みが求まり，目的に対する代替案の優先度が決定される．

5地点の親水空間としての魅力度の順位問題に対してAHPモデルを適用した結果を述べる．

階層構造は図1のような3階層を採用し，レベル2の要素及び要素間のペア比較行列（表5）の作成には，表3のアンケート結果を参考にした．レベル2の要素に関するレベル3のペア比較行列を表6に示す．表5,

表5　親水空間評価に関するレベル2の各要素のペア比較

	歴史的施設景観	流況・水質	水路形状・護岸	歩道	ポケットパーク	植生	小動物	管理状況
歴史的施設景観	1	1	3	3	2	1	5	3
流況・水質	1	1	2	2	1	1	4	2
水路形状・護岸	1/3	1/2	1	1	1/4	1/3	2	1
歩道	1/3	1/2	1	1	1/4	1/3	2	1
ポケットパーク	1/2	1	4	4	1	1/2	5	2
植生	1	1	3	3	2	1	5	3
小動物	1/5	1/4	1/2	1/2	1/5	1/5	1	1/2
管理状況	1/3	1/2	1	1	1/2	1/3	2	1

$\lambda_{max}=8.155$　$CI=0.039<0.1$

表6　各要素に関するレベル3の各地点のペア比較

(a)　歴史的施設景観に関するペア比較

	菊池市	矢部町	甲佐町	小林市	吉井町
菊池市	1	1/4	2	3	1/3
矢部町	4	1	9	3	4
甲佐町	1/2	1/9	1	1/3	1/4
小林市	1/3	1/3	3	1	1/2
吉井町	3	1/4	4	2	1

$\lambda_{max}=5.392$　$CI=0.098<0.1$

(b)　流況・水質に関するペア比較

	菊池市	矢部町	甲佐町	小林市	吉井町
菊池市	1	3	4	1	2
矢部町	1/3	1	3	1/4	1
甲佐町	1/4	1/3	1	1/5	1/3
小林市	1	4	5	1	4
吉井町	1/2	1	3	1/4	1

$\lambda_{max}=5.126$　$CI=0.032<0.1$

(c)　水路形状・護岸に関するペア比較

	菊池市	矢部町	甲佐町	小林市	吉井町
菊池市	1	1/4	3	1/5	1/3
矢部町	4	1	5	1/2	2
甲佐町	1/3	1/5	1	1/6	1/4
小林市	5	2	6	1	3
吉井町	3	1/2	4	1/3	1

$\lambda_{max}=5.164$　$CI=0.041<0.1$

(d) 歩道に関するペア比較

	菊池市	矢部町	甲佐町	小林市	吉井町
菊池市	1	2	4	1	1/2
矢部町	1/2	1	3	1/4	1/3
甲佐町	1/4	1/3	1	1/5	1/4
小林市	1	4	5	1	2
吉井町	2	3	4	1/2	1

$\lambda_{max}=5.203$　$CI=0.051<0.1$

(e) ポケットパークに関するペア比較

	菊池市	矢部町	甲佐町	小林市	吉井町
菊池市	1	9	5	7	3
矢部町	1/9	1	2	2	1/2
甲佐町	1/5	1/2	1	1/2	1/3
小林市	1/7	1/2	2	1	1/3
吉井町	1/3	2	3	3	1

$\lambda_{max}=5.218$　$CI=0.055<0.1$

(f) 植生に関するペア比較

	菊池市	矢部町	甲佐町	小林市	吉井町
菊池市	1	1/4	2	1/4	2
矢部町	4	1	7	1/2	1
甲佐町	1/5	1/7	1	1/6	1/5
小林市	4	2	6	1	4
吉井町	1/2	1	5	1/4	1

$\lambda_{max}=5.213$　$CI=0.053<0.1$

(g) 小動物に関するペア比較

	菊池市	矢部町	甲佐町	小林市	吉井町
菊池市	1	1/4	3	2	2
矢部町	4	1	6	5	4
甲佐町	1/3	1/6	1	1/2	1/5
小林市	1/2	1/5	2	1	1/6
吉井町	1	1/4	3	2	1

$\lambda_{max}=5.074$　$CI=0.019<0.1$

(h) 管理状況に関するペア比較

	菊池市	矢部町	甲佐町	小林市	吉井町
菊池市	1	1/2	4	5	1/2
矢部町	2	1	5	6	1
甲佐町	1/4	1/5	1	2	1/5
小林市	1/5	1/6	1/2	1	1/6
吉井町	2	1	5	6	1

$\lambda_{max}=5.069$　$CI=0.017<0.1$

表7　入出力値

入出力項目	菊池市	矢部町	甲佐町	小林市	吉井町
歴史的施設景観	3	5	1	2	4
流況・水質	2	4	3	5	3
水路形状・護岸	2	3	2	4	3
歩道	3	4	2	2	5
ポケットパーク	4	3	3	4	4
植生	3	4	1	5	2
小動物	1	4	3	3	4
管理状況	3	4	3	2	5
親水空間の魅力度	8	8	3	7	5

表8　ニューラルネットワークモデルによる解析結果

教師データ地点	予測地点	予測値
矢部町，甲佐町 小林市，吉井町	菊池市	7.3
菊池市，甲佐町 小林市，吉井町	矢部町	7.1
菊池市，矢部町 小林市，吉井町	甲佐町	2.5
菊池市，矢部町 甲佐町，吉井町	小林市	7.8
菊池市，矢部町 甲佐町，小林市	吉井町	6.5

6の欄外に記す CI の計算式は最大固有値を λ_{max}，要素の個数を n として，

$$CI=\frac{\lambda_{max}-n}{n-1}$$

で表される．CI をコンシステンシー指数といい，意志決定者の答えの整合性を表す．首尾一貫性があれば $CI=0$ となり，$CI<0.1$ のとき有効性があるとする．各親水空間の重みベクトルの計算結果はつぎのようになった．

$$\begin{array}{c} \\ \text{菊池市} \\ \text{矢部町} \\ \text{甲佐町} \\ \text{小林市} \\ \text{吉井町} \end{array} = \begin{array}{c} \begin{array}{cccccccc} \text{歴史的施設景観} & \text{流況・水質} & \text{水路形状・水質} & \text{歩道} & \text{ポケットパーク} & \text{植生} & \text{小動物} & \text{管理状況} \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0.138 & 0.302 & 0.084 & 0.218 & 0.562 & 0.157 & 0.162 & 0.208 \\ 0.493 & 0.122 & 0.272 & 0.107 & 0.104 & 0.259 & 0.522 & 0.338 \\ 0.048 & 0.058 & 0.047 & 0.064 & 0.063 & 0.039 & 0.059 & 0.069 \\ 0.105 & 0.388 & 0.424 & 0.348 & 0.077 & 0.395 & 0.095 & 0.046 \\ 0.215 & 0.131 & 0.173 & 0.273 & 0.193 & 0.150 & 0.162 & 0.338 \end{bmatrix} \end{array} \begin{bmatrix} 0.212 \\ 0.161 \\ 0.067 \\ 0.067 \\ 0.172 \\ 0.212 \\ 0.037 \\ 0.072 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.249 \\ 0.266 \\ 0.053 \\ 0.240 \\ 0.192 \end{bmatrix}$$

この計算結果から，親水空間としての魅力の順位は，矢部町＞菊池市≒小林市＞吉井町＞甲佐町となり，アンケート結果（矢部町≒菊池市≒小林市＞吉井町＞甲佐町）を再現していると考えてよい．

2．ニューラルネットワークモデルによる評価予測

AHP モデルによる解析は，親水空間の魅力を定量的に示しているように見えるが，しかしそれは各地点を相互比較した相対的な数値である．そこで絶対的な評価のためにニューラルネットワークモデルの適用を試みる．このモデルの場合では，入出力データの作成法が問題となる．入力として採用する項目および入出力の数値化の手法である．ここでは以下に述べるような方法で対応した．

入力の項目は，AHP モデルのレベル2の要素を基本とした．入力値の要素を計量的に数値化することは困難であることから，5段階評価で数値化した．数値化の基準としては，人の感覚に心地よいもの，自然に近いもの，人工的な施設であっても景観に馴染んでいるもの，等に高い評価を与えた．出力については10段階評価を採用し，アンケート結果を参考に魅力的な親水空間ほど大きい数値を与えた．これらの数値の一覧を表7に示す．表中の入力値は，現地調査をした著者らが評価した数値を平均したものである．

ニューラルネットワークモデルは，入力層8個，中間層6個，出力層1個で構成し，しきい値関数は，双曲線正接関数 $f(x)$ を用いた．

$$f(x)=\frac{2}{1+e^{-x}}-1$$

学習則は一般化デルタ則を使用した．表中の4地点を教師データとして重みとしきい値を決定したのち，残りの1地点の出力の予測を行った．計算結果を表8に

示すが，まずまずの結果が得られているといえよう．

入出力を計量化する客観的手法の構築という重要な問題が残っているが，ニューラルネットワークモデルは親水空間の定量的評価手法の一つとして有効であると考えられる．

つぎに，ニューラルネットワークモデルを適用し，親水空間評価の定量的な予測を試みた．入出力値を計量化する客観的手法の構築という重要な問題が残っているが，ニューラルネットワークモデルは親水空間の定量的評価の有効な手法であることがわかった．

要　　約

農業用水路を活用した親水整備事業の完了した5地点の親水空間を対象に，アンケート調査を実施し，その調査結果を定量的に評価するモデルの構築を試みた．

まず，アンケート結果を順位法で整理し，その結果がAHPモデルで再現できることを示した．AHP手法は，ペア比較により主観的判断をシステム的に処理でき，順位法より定量的な結論を得ることが可能である．

文　　献

古川浩平・古田　均・中尾絵理子・浅津直樹　1989　ファジィ理論に基づく美観を考慮した橋梁設計に関する一考察．土木学会論文集，**410**/Ⅰ-**12**：335-344

長谷川高士・工藤庸介・石井将幸　1995　ニューラルネットワークを用いたコンクリートダムの定量的評価．農業土木学会論文集，**179**：31-37

木下栄蔵　1987　多変量解析入門．啓学出版，東京

Summary

We studied on the effective evaluative method for the design and planning of water space.

We arranged firstly the replies to the questionnaires by using the method of rank order on the aesthetic evaluation of water space including agricultural waterway, and then showed that the result was in agreement with it on the basis of the method of the Analytic Hierarchy Process (AHP). We found that the AHP method was able to deal with the subjective judgments systematically and it was more quantitative than the method of rank order.

We also carried out a quantitative prediction for the estimation of water space by using a model of the Artificial Neural Networks (ANN). It was found that the ANN model was effective for the quantitative aesthetic evaluation of water space.