

河川景観の定量的評価に関する研究

A STUDY ON QUANTITATIVE EVALUATION OF RIVER LANDSCAPES

浅野哲也¹, 黒木幹男², 板倉忠興³

Asano Tetsuya, Kuroki Mikio, Itakura Tadaoki

¹学生会員, 大学院生 北海道大学大学院工学研究科 (〒060 札幌市北区北 13 条西 8 丁目)

²フェロー, 工博、助教授, 北海道大学大学院工学研究科 (〒060 札幌市北区北 13 条西 8 丁目)

³フェロー, 工博、教授, 北海道大学大学院工学研究科 (〒060 札幌市北区北 13 条西 8 丁目)

In recent years, various landscapes design and evaluation of landscapes in river space have been tried. But, they depend on intuition and feeling generally, and they are not quantitative. Therefore, the Analytic Hierarchy Process (AHP) is noted settling the problem. AHP is conceived by T. L. Saaty for trying to find the greatest common measure to make a judgment. AHP obeys the following, constructing hierarchy, making a pairwise comparison, deciding weight, calculating the consistency index, deciding synthetic weight.

This study singled quantitative evaluation of river landscapes using AHP. It was concluded that this method is very useful.

Key Words : *the Analytic Hierarchy Process, pairwise comparison, consistency index*

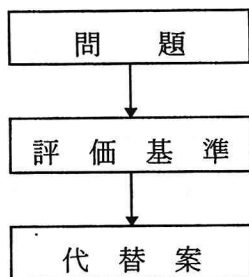
1. はじめに

近年、人々は物質的な豊かさだけでなく、精神的な豊かさも求めるようになってきた。それに伴い、河川という水辺空間を自然とのふれあいの場、さらには生物を育む場として見直そうという機運が高まりつつある。河川景観の整備もまた、重要な課題の一つであり、様々な試みがなされている。しかし、河川景観の評価基準は多様であるため、河川景観を全体的に評価する試みはほとんどなされておらず、数値尺度法による簡単な評価例が見られる程度である。

そこで、本研究では意思決定法の一つである AHP

法 (Analytic Hierarchy Process) を用いて、河川景観の定量的評価を試みた。これにより、従来の数値尺度法よりも整合性のあるデータに基づいて評価が可能になるばかりでなく、河川景観の評価構造および、それぞれの評価基準のウェイトも明らかになった。AHP 法とは 1970 年代にピッツバーグ大学の T.L.Saaty 教授によって考案されたものであり、意思決定に際し、計量化の難しい勘や直感に頼る部分が多いことを十分認識した上で、それでも最大公約数的な判断をその中から見出そうとするものである。

AHP 法については、第 2 章で具体例と共に詳しく述べることにする。



図－１ 意思決定の基本構造

表－１ 評価基準

	評価基準	説明
A	護岸の材料	土、植生、石、コンクリート等
B	護岸の勾配	勾配
C	違和感の有無	河川構造物の形状、色等
D	背景	高水敷、堤内地の様子
E	親水性	利用しやすいというイメージ
F	川幅	水面幅



写真－１



写真－２



写真－３

２．AHP 法を用いた河川景観の評価

AHP 法は評価基準の列挙、評価基準の階層化、一対比較の実施、整合性の判定、重要度の決定、総合重要度の決定という手順で行われる。

(1) 評価基準の列挙

河川景観の評価にあたって、表－１に挙げるような６個の評価基準を選定した。一層当たりの評価基準の数が多くなると整合性のある回答を得ることが困難になるため、一つの評価基準に多くの要素を含ませることにした。

従って、この他にデザイン的な要素もあるが、「違和感の有無」の中に含めて取り扱うことにし、評価基準の個数の削減をはかった。また、「親水性」には、公園、人間活動、水の音など多岐の評価基準を含ませた。さらに、視点場を上階層に入れることもできるが、流軸景と対岸景を区別しながら評価基準の比較をするのは、専門家でなければ難しいと判断し、今回は見送った。

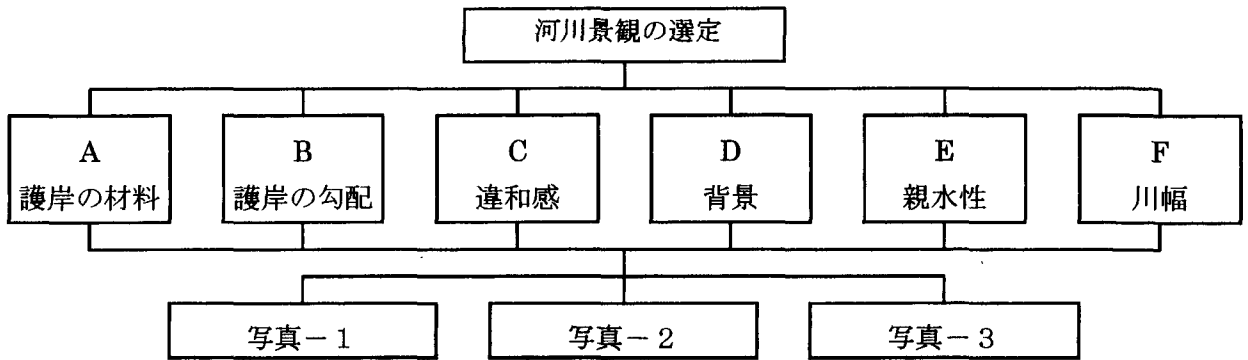
護岸については、中小河川では特に景観に与える影響が大きいと考え、２項目を選定した。

(2) 評価基準の階層化

次に、選定した評価基準に基づいて階層図を作成する。階層図の基本的な構造は図－１に示される通りであり、第２層の評価基準の部分は幾層かに分解することも可能であるが、今回は単純化して１層にした。なお、代替案としては写真－１，２，３に示されるような河川景観を、参考までに用いることにし、これらを階層化すると、図－２のようになる。

(3) 一対比較の実施

図－２の階層図に基づいて、北海道大学の学生 13 人に対して、一対比較形式のアンケートを行った。アンケートの質問内容は、次の通りであり、表－２



図－２ 河川景観の評価に関する階層図

表－２ 一対比較値（アンケートの回答）

一対比較値	定義（ＡからＢを見て）
1	同じぐらい重要
3	若干重要
5	重要
7	かなり重要
9	絶対に重要
中間値(2,4,6,8)	補助的に用いる
逆数	BからAを見て

に基づいて回答してもらった。

河川景観の選定に際して、写真とは無関係に、護岸の材料(A)と護岸の勾配(B)を比較し、どちらが重要だと思うか回答してもらう。同様にして、評価基準AからFまでを一対比較していく。この際、一対比較行列S(1)式が得られる。

$$S = \begin{bmatrix} s_{AA} & \cdots & s_{AF} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{FA} & \cdots & s_{FF} \end{bmatrix} \quad (1)$$

次に、護岸の材料(A)に関して、写真－１と写真－２を比較し、どちらが優っていると思うか回答してもらう。同様にして、写真－１，２，３を一対比較していく。なお、この作業を評価基準AからFまで、それぞれについて行っていく。この過程では、一対比較行列がAからFまで6個得られるが、ここでは一対比較行列Aのみを(2)式で示す。

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \quad (2)$$

なお、sやaには表－２の一対比較値が入り、添え字は一対比較の対象を表す。

(4) 整合性の判定

一対比較行列S(1)式を例にとって説明することにする。まず、ウェイトベクトルWを(3)式のように定義する。ただし、wは各評価基準の重要度を表し、添え字はそれに対応する。

$$W_S = \begin{bmatrix} w_{SA} \\ w_{SB} \\ \vdots \\ w_{SF} \end{bmatrix} \quad (3)$$

なお、重要度wと一対比較値sとの間には、次のような関係が成り立つ。

$$s_{ij} = w_{Si} / w_{Sj} \quad (4)$$

一対比較行列Sの右側からウェイトベクトルWを掛けることにより、(5)式が得られる。

$$SW_S = \lambda_{\max} W_S \quad (5)$$

表－３ 評価基準の重要度

評価基準	護岸の材料 (A)	護岸の勾配 (B)	違和感 (C)	背景 (D)	親水性 (E)	川幅 (F)
重要度	$w_{SA} = 0.26$	$w_{SB} = 0.09$	$w_{SC} = 0.25$	$w_{SD} = 0.26$	$w_{SE} = 0.11$	$w_{SF} = 0.04$

表－４ 各評価基準における写真の重要度

評価基準	護岸の材料 (A)	護岸の勾配 (B)	違和感 (C)	背景 (D)	親水性 (E)	川幅 (F)
写真－１の 重要度	$w_{A1} = 0.35$	$w_{B1} = 0.25$	$w_{C1} = 0.26$	$w_{D1} = 0.33$	$w_{E1} = 0.37$	$w_{F1} = 0.31$
写真－２の 重要度	$w_{A2} = 0.14$	$w_{B2} = 0.16$	$w_{C2} = 0.17$	$w_{D2} = 0.15$	$w_{E2} = 0.26$	$w_{F2} = 0.30$
写真－３の 重要度	$w_{A3} = 0.51$	$w_{B3} = 0.60$	$w_{C3} = 0.58$	$w_{D3} = 0.52$	$w_{E3} = 0.38$	$w_{F3} = 0.39$

表－５ 総合重要度

写真	写真－１	写真－２	写真－３
総合重要度	$w_{T1} = 0.32$	$w_{T2} = 0.17$	$w_{T3} = 0.52$

(５) 式をべき乗法により解くことにより、最大固有値 $\lambda_{\max}$ と固有値 W_s が求まる。ここで、整合度 (Consistency Index) を (６) 式により計算する。ただし、 n は一対比較の対象となる要素の個数である。

$$\text{Consistency Index} = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) \quad (6)$$

整合度が 0.10 もしくは 0.15 以下であれば、整合性があるということが AHP 法の研究により、経験的に知られている。今回の調査では、0.15 以下の基準をクリアしたのは 13 人中 7 人であった。不合格になったものは全て、評価基準間の一対比較において引っかかっていた。

(5)重要度、総合重要度の決定

重要度は (５) 式を解くことによって得られ、総合重要度は (７) 式によって得られる。その結果は、表－３，４，５に示している。なお、この値は、整合度チェックをクリアしたデータそれぞれについ

て重要度を算出し、それを算術平均したものである。

$$w_{Tj} = \sum_{i=A}^F (w_{Si} \cdot w_{ij}) \quad (7)$$

３．考察

表－３に注目すると、護岸の材料、違和感の有無、背景の３項目が同程度に高い点を得ていることがわかる。反対に、護岸の勾配、親水性、川幅の３項目については、点が低くなっている。場合によっては、これらの重要度の低い項目を除いて、再度一対比較を行うのがよい。また、重要度の高かった項目については、さらに分解して、その下にもう１段階層を増やすことにより、より深く、さらに整合性の高い評価が可能になる。

表－４からは、各写真の重要度の決定において、どの評価基準がどの程度利いているかがわかり、一般のアンケートよりも深いレベルの研究が可能である。

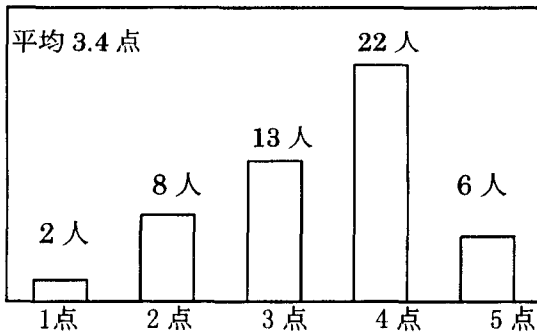


図-3 写真-1の5段階評価値

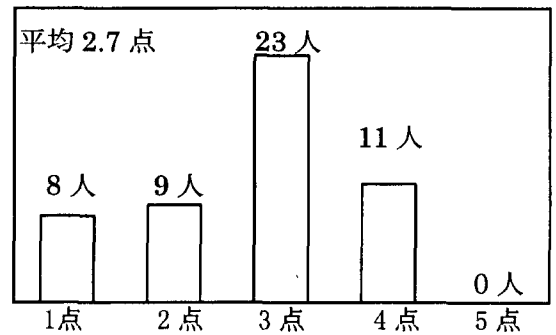


図-4 写真-2の5段階評価値

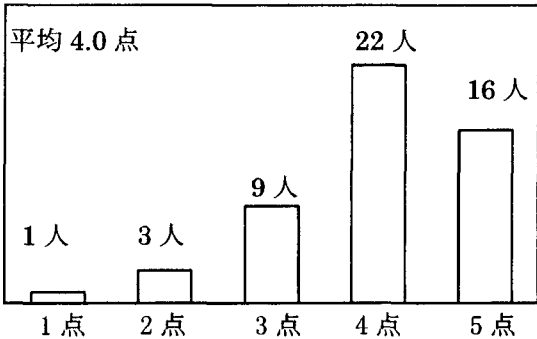


図-5 写真-3の5段階評価値

表-6 5段階評価値のウェイトへの変換

写真	写真-1	写真-2	写真-3
5段階評価値をウェイトに換算した値	0.34	0.27	0.40

表-5の総合重要度を見ると、写真3、写真-1、写真-2の順に点数が高くなっている。この結果は、多人数に対して行った5段階評価形式のアンケート結果と一致しており、他の方法に比べて回答者の数が少なくても整合性のある回答を得られやすいことがわかる。

ここで、図-3、図-4、図-5に5段階評価の結果を示す。なお、この調査は北海道大学の土木工学科の学生51人を対象に行ったものであり、好き嫌いという観点から5段階（1点から5点まで）で評価してもらった。ただし、点数が高いほど選好度が高くなっている。

5段階評価は絶対的な値を用いて評価を行うので、絶対的な平均値である3点付近に評価値が集中しやすく、全体的に大きな差がつきにくい傾向にある。

事実、表-6に見られるように、5段階評価の平均値をウェイトに換算した場合、相対評価から求められた表-5の値よりも、各写真間のウェイトの差が小さくなっている。

もしも、さらにウェイト間の差が小さくなった場合に、無理に各写真の順位付けを行うことは、極め

て危険というほかない。

AHP法を用いたときには、総合評価に到る過程が表-3、表-4のように明らかになるので、様々な検討を重ねながら、進めていけるという点で非常に有効であるといえる。

しかし、整合性のある回答を求めるために、13人中6人の回答を無視したことも見逃せない。AHP法は本来個人の意思決定法であるため、整合性のない結果が出た場合、一対比較行列を分析して、一部だけ一対比較をやり直すことを前提としている。しかし、これをグループの意思決定に当てはめた場合、整合性のない回答をした者一人一人に、何回もアンケートを取り直すのは手間がかかりすぎ、とても実用的とはいえない。

また、AHP法をグループの意思決定に用いる場合の一般的な方法として、一対比較値として、全メンバーの幾何平均を採用することがある。しかし、この方法で進めて、万が一、整合性が得られなかった場合、一対比較アンケートを全員に対してやり直さなければならず、少々疑問である。

したがって、今回のような方法を選択した次第で

ある。

整合性を高めて、アンケートのデータの有効利用率を高める方法としては、次のことが考えられる。第一は、先に述べたように、階層図の改良をはかることである。第二はアンケートの工夫である。今回の調査では、評価基準間の一対比較を行った際に回答に戸惑うケースが多く見られた。もともと、各評価基準の指標が異なるため、回答しづらいのに加え、河川景観の構成要素をなかなかイメージできなかったのが原因と思われる。

したがって、一対比較アンケートを行う前に、被験者に様々な河川景観を見てもらい、イメージを高めてもらうのが良いと思われる。また次の段階として、被験者を交えてブレイン・ストーミングを行うなどして、河川景観の評価基準を抽出し、階層図の作成に役立てるのが、手間がかかっても整合性のあるデータの入手につながる。

4. 結論

河川景観の評価に AHP 法を導入することには、次のような利点がある。

河川景観の評価基準を抽出し、それぞれの重要度を求めることができ、さらに対象となる景観におい

て、どの評価基準がどの程度影響を与えているかを知ることができる。

また、整合度の判定機能により、整合性のあるデータに基づいて評価を行うことができる。

問題点としては、一対比較の回答数が極めて多くなるため、被験者への負担が大きいことや、河川景観の評価基準が多いため、階層図の作成が難しいことなどが挙げられる。

参考文献

- 1) 刀根薫：ゲーム感覚意思決定法、AHP 法入門、日科技連出版社、1986
 - 2) 木下栄蔵：意思決定論入門、近代科学社、1996
 - 3) 原口征人：動的視点を考慮した街路景観の評価に関する研究、北海道大学卒業論文、1992
 - 4) 大村平：評価と数量化のはなし、日科技連出版社、1983
 - 5) (財) リバーフロント整備センター：川の風景を考える、景観設計ガイドライン（護岸）、山海堂、1993
 - 6) 土木学会：水辺の景観設計、技報堂出版、1988
 - 7) 金子隆芳：色彩の心理学、岩波新書、1990
 - 8) 平井有三：視覚と記憶の情報処理、培風館、1995
- (1997. 9. 30. 受付)