

都市水路形状の選好多様性とその要因の評価

大塚 佳臣¹・荒巻 俊也²

¹正会員 東洋大学 総合情報学部総合情報学科 (〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100)

E-mail: y_otsuka@toyo.jp

²正会員 東洋大学 国際学部国際地域学科 (〒1112-8606 東京都文京区白山 5-28-20)

E-mail: aramaki@toyo.jp

本研究では、都市に水路を新たに整備し、親水空間を創出しようとした場合、どのような形状が住民に支持されるのか、また、それらの選好を規定している要因について住民アンケートデータをもとにベイジアンネットワークにより確率論的に評価した。植生があるタイプは 57%、水辺にアクセス可能なタイプは 64% の支持を得ていたが、いずれも望まない人も 11% 存在した。これらのタイプ選択については、水辺に対する意識、環境問題への意識の影響が支配的で、居住地周辺環境は影響をほとんど与えていなかった。水路タイプを選定するにあたっては、住民の水辺全般への意識や環境問題意識を踏まえ、その多様な選好の存在を十分に認識する必要がある、合意形成の場において、それらの情報を共有することが重要である。

Key Words: Urban canal, residents' preferences, Online questionnaire, Bayesian Networks

1. はじめに

都市における水辺は、身近な自然空間を形成する機能、親水空間を創出する機能、オープンスペースを提供する機能、ヒートアイランド現象を緩和する機能、地域固有の歴史と文化を育む機能などを有し、災害時には、消火用水や緊急的な生活用水などに利用できる水源となる。近年、都市再生をめざすまちづくりの中で、都市における水辺が注目され、水面の復活についての様々な取組が全国各地で進められている^{1)~3)}。

水路を活用した水面の復活のアプローチとして、A) 既存水路の改変、B) 新規水路整備が挙げられる⁴⁾。

A) については、現状の保全（景観、機能、歴史的価値）に加え、環境空間、親水機能の付与などを目的として、植生の回復、水辺へのアクセス改善、維持用水の導入、浄化や導水による水質改善、暗渠の開渠化といった対応が主に行われている。その際、既存の資産を改変することから、整備方針を決めるにあたって住民の意見を聴取している例が多い⁵⁾。

B) については、治水目的の整備を除くと、公園整備、街区開発あるいは再開発地域において親水空間として整備されることが多い。その際、水路の形状は、公園や街区の整備コンセプトをもとに設計されるが、まだ地域との関わりが存在しないこともあり、

計画にあたって住民の意見を聴取している例は少ない^{6), 7)}。B) に近い事例として、暗渠の開渠化が挙げられる。木下ら⁸⁾は、東京都世田谷区における暗渠の開渠化による緑道せせらぎ整備において、反対運動が展開され、計画に 3 年を費やした事例を報告している。反対する理由として、安全性、ゴミの投棄、治安の悪化、地権問題が挙げられたが、高齢者を中心とした、開渠化によって過去の当地域の水害記憶を想起があった。最終的には上記のような課題を住民間で共有し、協議会の中で 1 つ 1 つ解決策を模索しながら、合意形成に至っている。当計画は、全体としては、専門家側が空間目標イメージを提案・先導する「空間像先導型」で進められたものの、細部の空間像については、住民参加によって空間像を形成する「プロセス主導型」で形成されたことを指摘している。新規に水路を整備して親水空間を創出する場合、住民はその姿を具体的にイメージすることができない。そのため、実際の計画段階ないし整備後に、水路をめぐる予想外のトラブルが発生する可能性がある。新規に水路整備を計画するにあたっては、既存の水路の改変以上に住民の選好を把握することが重要と考える。

以上の問題意識に立ち、本研究では、仮に既存の街区に水路を新たに整備し、親水空間を創出しようとした場合、どのような形状が支持されるのか、ま

Q1 自宅の周辺に、親水空間創出を目的として、下水処理水を水源とした水路を整備することを想定した場合、以下の状況を比較して望ましいものを1つ選んでください。

☒	タイプA ・水際に植生がある。 ・水際に降りる事はできない。	
☒	タイプB ・水際に植生がある。 ・水際に降りる事ができる。	
☒	タイプC ・水際に植生がない。 ・水際に降りる事ができる。	
☒	タイプD ・水際に植生がない。 ・水際に降りる事はできない。	
☒	水際を整備することに反対である。	

図-1 水路タイプ選択の質問

た、それらの選好を規定している要因を、住民アンケートデータをもとに明らかにすることで、都市において求められる水辺の整備施策の一助となる情報の提供を行う。なお、本研究では、著者らの既往研究⁹⁾の調査データを解析に供したのと同時に、その結果の一部を援用した。

2. 研究の手法

(1) 水路タイプの設定

水路タイプを定義する要素は、川幅、水深、護岸形状など多岐にわたるが、本研究では、親水空間創出を目的とした水路整備を想定していることから、主に護岸形状に着目し、護岸の植生と水辺アクセスを

軸として、タイプA（植生有、水辺アクセス無）、タイプB（植生有、水辺アクセス有）、タイプC（植生無、水辺アクセス有）、タイプD（植生無、水辺アクセス無）の4つを想定した。また、その状態をイメージしやすくするために実在する水路の写真を提示することとした。水路タイプ選択の質問を図-1に示す。

(2) 調査方法および調査対象者

調査方法として、インターネット調査会社（以下調査会社と記す）に登録しているモニターに対して回答を依頼し、回答データを得るシステムであるオンラインアンケート法を用いた。また、本研究では、都市部での下水処理水を活用した水路整備を想定していることから、調査対象者は、東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県のうち、都心から50km圏内で、下水道が整備されている市町の住民を対象とした。

(3) 調査内容

まず、居住地周辺に水路が整備されるとした場合、望ましいと考える水路タイプを尋ね、水路整備に賛成した回答者は賛成した理由を、反対した回答者には反対した理由を問う。

次に、水辺全般の利用方法（複数選択）、利用頻度（択一）、水辺全般に対する意識・環境問題全般への意識・居住地周辺環境への意識（7段階リッカート尺度）を、最後に、年齢・性別・居住地等の個人属性について問う。

(3) ベイジアンネットワークについて

ベイジアンネットワークとは、変数間の定性的な依存関係を非環式グラフ構造によって表し、変数間の因果関係や相関関係といった依存関係を、その変数の間に定義される条件付き確率によってモデル化する手法である¹⁰⁾。任意の2つの事象a, bについて、aが原因系、bが結果系となる場合の条件付き確率 $p(a|b)$ をパラメータ θ とする。回答者の各事象に関する回答データ行列をX、パラメータ θ の集合を Θ 、構築したネットワークモデルをMとする。ここでは、データとモデルが与えられた際のパラメータ推定を行うが、 $p(\Theta|X, M)$ を求めることになり、これにベイズの定理を適用すると以下のようになる。

$$p(\Theta|X, M) = \frac{p(X|\Theta, M)p(\Theta|M)}{p(X|M)}$$

$p(X|\Theta, M)$ は尤度(likelihood)と呼ばれ、事前分布 $p(\Theta|M)$ と尤度 $p(X|\Theta, M)$ の積により事後分布

表-1 サンプルの人口構成（単位：％）

	実際の割合		回答者の割合	
	男性	女性	男性	女性
20 歳代	7.6	7.0	7.9	7.4
30 歳代	10.2	9.5	10.7	10.0
40 歳代	9.3	8.5	9.8	8.9
50 歳代	7.5	7.2	7.8	7.6
60 歳代	8.3	8.7	9.0	8.9
70 歳以上	6.9	9.4	7.1	5.0

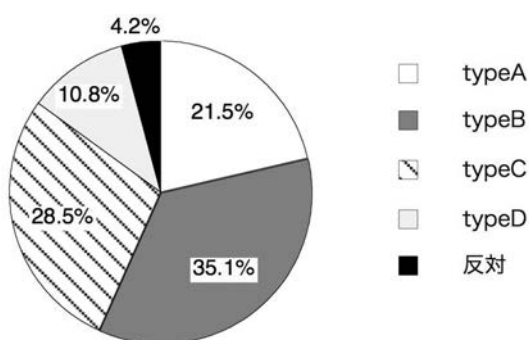


図-2 水路タイプの選択結果

$p(\Theta|X, M)$ を求めるが、その際、事後分布が最大となるようにパラメータ推定を行う。

3. 調査結果の概要

(1) アンケート調査

調査は、2012年2月24日～27日に実施した。サンプルの回収数を表-1に示す。有効回答数は6,870名であった。年齢層別でみると、70歳以上の女性が対象地域における実際の構成より少なかった。

(2) 水路タイプの選択結果

水路タイプの選択結果を図-2に示す。タイプB（植生有、水辺アクセス有）が最も支持が高く（35.1%）、次いでタイプC（植生無、水辺アクセス有）でとなり（28.5%）、水辺アクセスが可能な形状の支持が高かった。また、水路整備に反対する人は4.2%にとどまった。

(3) 水路タイプ別の支持者の特徴

各質問を水路タイプ選択者別に集計した結果、水路タイプ選択においては、居住地（都県レベル）および居住地周辺環境の評価との関連はなく、水辺全般への意識や利用、環境問題全般への意識と関連がみられた。水路タイプ別の支持者の特徴を以下に示

す。詳細については文献9)を参照されたい。

【タイプB】（植生有、水辺アクセス有）：水辺全般に対し肯定的な意識を持ち、環境問題全般についても関心が高い。水辺全般の利用は活発かつ多様である。男性および60歳以上から支持されている。

【タイプD】（植生無、水辺アクセス無）：水辺に対して危険、怖い、気持ち悪いといった意識が強く、これらの問題を生じさせないタイプDを選好していた。女性ないし20歳代から支持が高い。

【タイプA】（植生有、水辺アクセス無）、【タイプC】（植生無、水辺アクセス有）：水辺全般に対する意識は平均的で大きな差がないが、タイプC選択者は、水辺を公園のようなレジャー空間として利用する傾向があり、利用が容易な形状であるタイプCを選好している。タイプAは女性からの支持が高い。

【導入反対者】：水辺全般に対し否定的な意識を持ち、環境問題全般についても関心が低い。水辺全般を利用しない人が多い。年齢層は50歳未満に多い。

4. 水路タイプの選択に影響を与える因子とその影響度評価

前章で、水路タイプの選択においては、水辺全般への意識や利用、環境問題全般への意識と関連があることを述べた。本章では、4つの水路タイプの選択を目的変数、水辺全般への意識、環境問題への意識、居住地周辺環境の認識の水準を説明変数として、ベイジアンネットワークによって、水路タイプの選択に影響を与える因子とその影響度を、因果関係を含めて確率論的に評価する。

なお、居住地周辺環境の認識は、水路タイプの選択に直接の影響を与えていなかったが、水辺全般への意識、環境問題への意識に間接的に影響を与えている可能性を想定して説明変数に加えた。

(1) 分析の手順

水路タイプの選択データについて、タイプA～Dおよび「整備に反対」の5つ選択肢（図-1参照）それぞれについて、選択した場合は「選択あり」しなかった場合は「選択なし」にバイナリー化した上で目的変数とする。

7段階リッカート尺度で問うた水辺全般への意識、環境問題への意識、居住地周辺環境の認識の回答結果について、「強くそう思う」「そう思う」「ややそう思う」「なんともいえない」「あまりそう思わない」「そう思わない」「全くそう思わない」をそれぞれ3, 2, 1, 0, -1, -2, -3点として得点する。次に質問ご

表-2 「水辺全般への意識」の因子分析結果

	水辺 有用	水辺 不快
心身をリフレッシュできる場所である	.85	-.14
快適な生活空間を作る存在である	.83	-.11
景観を構成する上で重要な要素である	.76	-.14
レジャー・趣味・散歩等で楽しめる場所である	.71	-.05
守るべき自然環境である	.67	-.32
歴史や文化をはぐむ場所である	.67	.02
生き物の生息環境で重要である	.65	-.33
じめじめしていて気持ち悪い場所である	-.18	.89
生き物がいて気持ち悪い場所である	-.12	.84
怖い場所である	-.09	.76
交通、往來の邪魔になる存在である	-.10	.67
危険な場所である	-.03	.59
水辺自体の存在を気にしないほうだ	-.22	.47
因子寄与	3.92	3.36
累積寄与率	30.12	56.00

表-3 「居住地周辺環境の認識」の因子分析結果

	田園感	緑地感	市街感
田んぼが多い	.85	.13	-.17
畑が多い	.76	.23	-.25
用水路や池など小さな水辺が多い	.56	.30	-.09
川や沼などの大きな水辺が多い	.52	.29	-.02
林・森の緑が多い	.26	.81	-.19
草むらなどの緑が多い	.35	.81	-.22
公園、広場が多い	.18	.64	.00
ビル・マンションが多い	-.14	-.09	.82
自動車の交通量が多い	-.04	-.13	.72
住宅・商店が多い	-.17	-.05	.60
因子寄与	2.15	1.99	1.73
累積寄与率	21.50	41.42	58.67

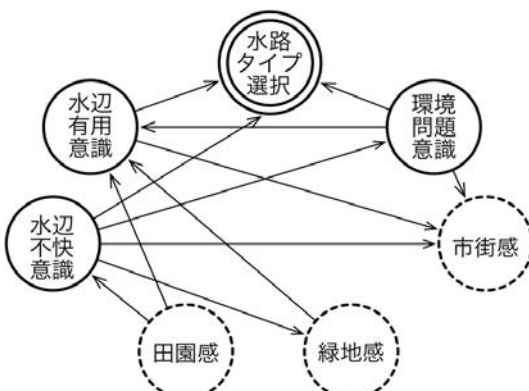


図-3 水路タイプ選択のネットワーク図

とに因子分析を行い、それぞれの意識・認識を構成する因子を抽出する。さらに、回答者ごとの各因子得点について、平均点(0)より大きい場合は「意識(認識)高」、平均点以下の場合は「意識(認識)低」にバイナリー化した上で説明変数とする。

以上によって得られた、水辺全般への意識、環境

問題への意識および居住地周辺環境の認識の高低と、水路タイプの選択の7つの変数をもとにベイジアンネットワークを構築し、水路タイプ別の選択確率を推定する。

(2) 分析結果

水辺全般への意識、環境問題への意識、居住地周辺環境の認識の回答結果について、因子分析(バリマックス回転)を行い、固有値が1以上の因子を抽出した。分析には IBM SPSS Statistics Ver. 23 を用いた。水辺全般への意識は2因子が抽出され、各質問項目の因子負荷量から、第1因子を「水辺有用感」、第2因子を「水辺不要感」と定義した(表-2)。環境問題への意識は1因子のみが抽出されたので「環境問題意識」と定義した。居住地周辺環境の認識では3因子が抽出され、それぞれ「田園感」「市街地感」「郊外感」と定義した(表-3)。

これらの因子得点を前述の方法で回答者ごとにバイナリー化したデータを説明変数、水路タイプの選択データを目的変数に見立ててベイジアンネットワークを作成した。なお、ネットワーク図作成にあたっては、目的変数が原因系となるような線(有効辺)を与えないような制約条件を与えている。モデルの作成に当たっては R¹¹⁾ の deal パッケージ¹²⁾ を用いた。

得られたモデルを図-3に示す。水路タイプの選択に直接の影響を与えているのは水辺全般への意識と環境問題意識であった。次に、水路タイプ選択に関する条件付き確率を表-4に示す。

タイプA(植生有、水辺アクセス無)については、どのパターンでも選択率に大きな差がなく、無難な形状として支持されている様子が伺われる。

タイプB(植生有、水辺アクセス有)は、水辺不快感が低い住民に支持されており(パターン3, 7, 8, 4)、環境問題意識が高いと支持が特に高くなる(パターン3, 7)。逆に水辺不快感が高い住民には支持されない(パターン6, 2, 5)。4つのパターンのなかではもっとも自然な形状であるが、水辺に感じる不快感の程度によって住民の支持が大きく割れることがわかる。

タイプC(植生無、水辺アクセス有)は、水辺有用感が高い住民に支持されており(パターン4, 2, 1)、環境問題意識が高い住民には支持されない(パターン7, 3)。パターン3, 7についてはタイプBとタイプCで対極になる選択結果となっており、アクセス可能な水路形状にあっても、自然環境の回復を望むか否かで支持が割れている。

タイプD(植生無、水辺アクセス無)は、水辺不快

表-4 水路タイプ選択確率

パターン	水辺有用意識	水辺不快意識	環境問題意識	水辺タイプ選択確率				
				A	B	C	D	反対
1	高	高	高	0.232	0.311	0.304	0.114	0.040
2	高	高	低	0.220	0.204	0.333	0.188	0.055
3	高	低	高	0.208	0.483	0.236	0.052	0.020
4	高	低	低	0.176	0.354	0.344	0.081	0.044
5	低	高	高	0.239	0.275	0.263	0.149	0.075
6	低	高	低	0.219	0.200	0.292	0.177	0.112
7	低	低	高	0.222	0.443	0.216	0.088	0.031
8	低	低	低	0.186	0.367	0.285	0.106	0.056

表-5 水辺意識を目的変数に見立てた場合の各パターン所属確率

パターン	環境問題意識	緑地感	田園感	水辺意識所属確率	
				水辺有用意識(高)	水辺有用意識(低)
p1	高	高	低	0.690	0.310
p2	高	高	高	0.655	0.345
p3	高	低	低	0.650	0.350
p4	高	低	高	0.597	0.403
p5	低	高	低	0.428	0.572
p6	低	高	高	0.365	0.635
p7	低	低	低	0.343	0.657
p8	低	低	高	0.260	0.740
				水辺不快意識(高)	水辺不快意識(低)
n1	-	-	高	0.577	0.423
n2	-	-	低	0.436	0.564

感が高い住民に支持されており（パターン2, 6, 5）、環境問題意識が低いと支持が特に高くなる（パターン2, 6）。気温緩和の効果を期待して水路はあってもよいが、積極的に自然環境や利用空間としての価値を見出さない住民に支持されている。

整備に反対する確率が最も高いのは、水辺有用感、環境問題意識が低く、かつ水辺不快感が高い住民であった（パターン6）。

居住地周辺環境の認識は、水路タイプ選択に直接的な影響を与えていないが、水辺全般への意識に影響を与えている（図-3参照）。具体的には、水辺有用意識に田園感と緑地感、水辺不快意識に田園感が影響を与えている。水辺有用意識および不快意識を目的変数に見立てた場合の各パターンの条件付き確率を表-5に示す。

水辺有用意識は環境問題意識の高さの影響が支配的で（パターンp1～p4, p5～8）、居住地周辺環境については、緑地感が高いと水辺有用意識は高くなる傾向があるが（パターンp1～p2, p5～p6）、その影響は小さい。

水辺不快意識は田園感が高い方が強い傾向がみられる（パターンn1）。その理由として、居住地周辺にすでに水辺があることから、その関わりの中から不快感あるいは不要感が生じていることが考えられる。

(3) 水路タイプ選択に関する考察

植生ありのタイプは、環境問題意識が高い住民の選択率が高い。これは、これらの住民が水路を環境空間としてとらえていることの表れといえる。

アクセスありのタイプは、植生の有無によって、選択する住民の特性に大きな違いがある。水辺に対する不快意識が低い場合は植生ありを、水辺の有留意識が高い場合は植生なしを選択する住民が多い。水辺特有の不快感を感じない住民は自然空間として水辺に触れ合うことを期待しており、オープンスペースあるいはレジャー空間としての水辺の有留意識を感じている住民は、利用にあたっての使い勝手のよさを期待している。

植生もアクセスもない水路タイプを選択する住民は、環境問題意識が低く水辺の不快感が高いが、ないほうがよいとは考えておらず、夏場の気温緩和を主な理由として整備されることを望んでいる。

水路タイプ選択に居住地周辺環境は影響をほとんど与えていない。現存しない水路を整備するという設定にあつては、住民は、自身の水辺全般への意識や環境問題意識を背景として、居住地周辺環境がどう変化するのではなく、自分がどのような空間の創生を望むかに応じて水路タイプを選んでいる。

5. 結論

本研究では、仮に既存の街区に水路を新たに整備し、親水空間を創出しようとした場合、植生有無および水辺アクセス可否の観点からどのような形状が

支持されるのか、また、それらの選好を規定している要因を、住民アンケートデータをもとにベイジアンネットワークにより確率論的に評価した。植生があるタイプは57%、アクセス可能なタイプは64%の支持を得ていたが、いずれも望まない人も11%存在した。これらのタイプ選択については、水辺に対する意識、環境問題への意識の影響が支配的で、居住地周辺環境は影響をほとんど与えていなかった。

また、植生有無と水辺アクセス可否の視点で水路タイプを評価した場合、選択率に大きな差がなく、決め手となるタイプがない。水路タイプを選定するにあたっては、住民の水辺全般への意識や環境問題意識を踏まえ、その多様な選好の存在を十分に認識する必要があり、整備に係る住民を交えた合意形成の場においては、それらの情報を共有することが重要である。実際の整備を想定した場合、決め手となるタイプがないことを踏まえて、きめ細かなゾーニングを行っていくことが肝要であると考えられる。

謝辞：本研究の遂行にあたり、科学技術振興機構/戦略的創造推進事業（持続可能な水利用を実現する革新的な技術とシステム:気候変動に適応した調和型都市圏水利用システムの開発）の支援を得た。

参考文献

- 1) 国土交通省都市水路検討会：懐かしい未来へ～都市をうるおす水のみち～、2005。
- 2) 国土交通省都市・地域整備局：既成市街地における水と緑のネットワークの保全・再生・創出のための施策カタログ〔案〕、http://www.mlit.go.jp/crd/daisei_mizumidori_index.html, 2009。
- 3) 国土交通省都市・地域整備局下水道部, 国土交通省河

川局河川環境課：都市の水辺整備ガイドブック, <http://www.mlit.go.jp/common/000034186.pdf>, 2010。

- 4) 渡部一二：美しい親水空間づくりの計画技術（その4）－親水空間づくりの理念と調査・計画－, 農業土木学会誌, Vol. 59, No. 7, pp. 807-813, 1991。
- 5) 牛来司, 岡村幸二, 松本健一, 伊藤義之, 鶴野勝巳：価値形成基礎研究合意形成および景観形成に関する研究, 国土文化研究所年次報告, Vol. 8, Nov. 10, pp. 82-86, 2009。
- 6) 渡部一二：美しい親水空間づくりの計画技術（その5）－親水空間づくりの理念と調査・計画－, 農業土木学会誌, Vol. 59, No. 8, pp. 949-956, 1991。
- 7) 西村直, 田中尚人, 川崎雅史：ニュータウンにおける水辺設計のコンセプトに関する研究, 土木計画学研究・論文集, No. 15, pp. 413-424, 1998。
- 8) 木下勇, 中村攻：太子堂地区を事例とする参加型地区計画におけるオープンスペース創出過程に関する研究, ランドスケープ研究, Vol. 60, No. 5, pp. 691-694, 1996。
- 9) 大塚佳臣, 栗栖聖, 中谷隼, 窪田亜矢：下水処理水を活用した都市親水水路整備に対する住民の受容性と水路形状選好の評価, 土木学会論文集 G（環境）, Vol. 69, No. 6, II_105 - II_115, 2013。
- 10) Pearl, J.: Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems, Morgan Kaufmann, pp. 116-117, 1988。
- 11) R Development Core Team: R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing, 2013。
- 12) Susanne Gammelgaard Bottcher and Claus Dethlefsen: deal: Learning Bayesian Networks with MixedV variables, 2008。

(2018. 8. 24 受付)

AN ASSESSMENT OF VARIETY OF PREFERENCES FOR URBAN CHANNEL SHAPE AND THE FACTORS

Yoshiomi OTSUKA and Toshiya ARAMAKI

Suppose a new water space is created by developing canals in urban area, we carried out an online questionnaire to residents and stochastically analyzed their preferences for the shape of canal and the factors by Bayesian Networks. The "type with plants", "type with accessibility" and "type without plants and accessibility" were supported by 57%, 64% and 11% of residents respectively. The choice of canal type was strongly influenced by consciousness of general waterfront and environmental issues, however, less affected by cognitions of neighborhood environment. When implementing consensus building meetings, this information should be share with residents for enhancing the understanding of diversity of preferences for canal type.