

河川環境評価についての一考察
A Study for Statement of River Environment

東京都土木技術研究所 土 屋 十 國 Mitsukuni TSUCHIYA
東京都土木技術研究所 和 泉 清 Kiyoshi IZUMI

Not only Flood control functions , Water utilizatoion functions but also Functions of River Environment has been to very important. Because of, River environment function has influence on Life environment, Mental climate of human being. Firstly, In the present report, We wish to describe the Water Familiarization Functions. We had divide for form of bank, Materials of bank, Water quality, Water quantity, Biological indicator etc.. in environmental factor of River for a Synthetic river environment statement.

How to Statement of River environment is methods of numelical system and Principle component analysis. An object of River is 25 rivers in Tokyo and, We had draw maps of Synthetic River environment statement by the charts . As a result of We could extract a preponderant rivers for improvement of river environment and countermeasure of river purification from 25 rivers.

Keywords : Statement of River Environment, Water Familiarization Functions,
Characteristic of River Environment , Principle component.

1. はじめに

近年、河川の環境機能は治水機能及び利水機能と同様に生活環境、地域の自然及び精神的風土等に大きな影響を与える点から極めて重視するようになってきた。そのため、河川環境の保全とその創造に向けて新たな河川管理の考え方とその対応策が必要になってきている。特に、都市河川においては、河川は貴重な水環境、空間環境をもち都市生活に潤いと安らぎを与える点で重視されなければならない。

本報告では、初めに、河川環境機能としての親水機能についてその構成要素等について述べる。また、都内中小河川における魚類調査の結果から指標生物と理化学的指標によって資料等を元に河川別の分類を行なった。次に、河川環境を総合的に評価するために河川の構造的特性として、護岸の形態と材質、水質、水量、棲息生物等により各項目毎にランク区分を行ない、得点法及び主成分分析によって、都内25河川の河川環境評価を試みた。また、河川別に河川環境評価マップを作成した。

その結果、今後、河川環境整備や浄化対策を行う上で重点的に行っていくべき河川を抽出することができた。

2. 河川の機能論について

河川環境整備を図る場合、河川の機能について触れる必要がある。河川は本来的に自然形態の一部であり、常に、人間との永い戦いがあった。河川を機能として論じるようになったのは古いことではなく産業、経済の発展に伴う近代合理主義の上に成り立ってきた概念と考えられる。人間が身近に自然を享受することができていたときは親水機能ということ認識する必要もなく、河川は人間の活動の

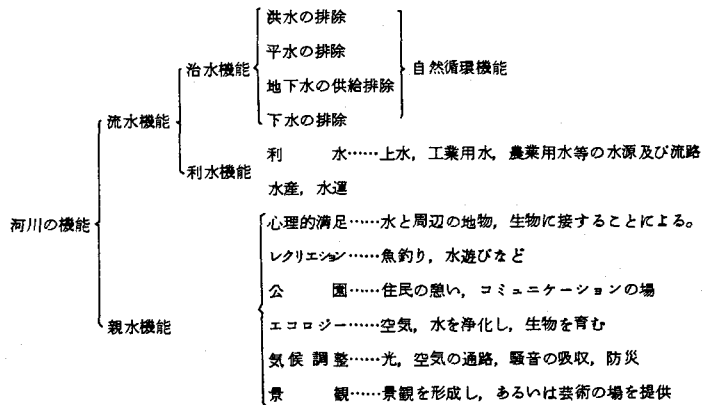


図-1 河川の機能

Figure 1 is a map of the Tone River basin showing the distribution of A-type and B-type river systems. The map includes labels for various rivers such as 日原川, 成木川, 多摩川, 山口貯水池, 北秋川, 平井川, 南浅川, 秋川, 南浅川, 浅川, 大堀川, 多摩川, 荒川, 中川, 江戸川, and 新中川. It also shows the 小阿内貯水池 and a scale bar from 0 to 10 km.

の知識を与えることのできる自然であり、極めて教育的である』と述べられている。

表一 1 指標生物と理化学的指標

生物学的 水質指標	指 標 生 物			低内河川の生物学的 水質判定結果	理 化 学 的 指 標			相当する 環境基本 類型		
	底生動物	魚 類	付着藻類		BOD	DO	H ₂ Sの形成			
きれいな水質	ヒラタカゴロウ類	イワナ	石に茶色の藻がついて (ケイ藻類)	羽村堰より上流の 多摩川	低い 2.5以下	多い ない	ない	AA		
	カワゲタ類	ヤマメ								
	ナガレトビエタラ類	アブラハヤ		秋 川 (平井川上流)						
	ヘビトンボ	カゴカ (ゴバチ)		坂木川など支流 (高倉川上流)						
やや汚れた水質	ヤウガモ							B		
	アブラナリア									
	コカゴロウ類	ウグイ	江戸川中流部 (秋川下流)							
	コガシマトビエタラ	カマツカ	多摩川中流部	わりあい低い						
わりあいきれいな水質	ヒラタカゴロウ類	タナゴ類	石に緑色の藻がついて	平井川 (下流)	低い 2.5~5	多い ない	ない	C		
	ハヤヒゴギ	シマドジョウ		北渡川 など						
	シジミ類	ヨシノボリ								
	モノアラガイ	(ハス)								
やや汚れた水質	ヌマニビ	(カワムツ)						D		
	サホコカゴロウ	フナエビ (エビゴイ)	中川中流部 (秋川下流)							
	ヌムシ	コイ (キンフナ)	荒川中流部 (白子川上流)	高い 5~10	わりあい多い	強い硫化水素臭はない				
	シマイシビ	オス (ゲンシロウブナ)	多摩川下流部 (仙川下流)							
とても汚れた水質	ヒメタニシ	モツゴ	石に白いワ	大黒川など (神目川) (善導寺川)				E		
		オイカワ								
		ドジョウ								
とても汚れた水質	イトミミズ		ワフワしたものがついている (細菌類など)	白子川、荒瀬川 (目黒川下流)	常にとても高い 10以上	全然ないかあってもわずかに	たいてい腐敗する 強い硫化水素臭がある	類型なし		
	茶色ユスリカ			内川、野川 (石神井川上流)						
	ホシチクワズ			香川						
	サカマキガイ			仙川 西渡川など						

さらに水がよごれると、目でみえる生物はいなくなります。

東京都で漁業権が設定されている河川は図-2に示す河川である。多摩川水系と江戸川及び荒川水系のうち台地部の都内中小河川は設定されていない。秋川、平井川等5つの漁業協同組合によってアユ、コイ等12種にのぼる420万尾(昭和60年度)を放流している。このように大量に放流が続けられている背景にはこれらの河川が単に比較的水環境が保全されていっただけではなく、つりを中心とした川遊び等リクリエーションとしての市民

ニーズに支えられている。

都内河川の生態環境については、表-1に示すように23種類の魚が棲息していることがわかる。³⁾ また、河川別の汚濁の程度を示す生物指標と理化学指標とで各河川を分類することができる。()内は10河川の今回実施した調査によって採取した魚種の同定結果から示したもので水質階級と各河川が対応していることがわかる。特徴的な魚種では清流だけにしか棲息しないギバチが平井川(多摩地区)にいることが確認された。一方、市街地の河川では漁業権が設定されていないとはいえ下水道整備等にも伴い、コイ、フナ等の放流によって河川環境の向上に寄与している。

4. 河川の構造特性と水環境による評価

(1) 主要河川の水辺環境評価

水辺環境を構成する要素には次のものが上げられる。第一に川水の特長として水質(水温を含む)、水量、流速である。底質の状態も加わる。第二に、生態系である。魚類、動・植物プランクトン、水性昆虫植物、鳥類が含まれる。第三に、河川の構造と護岸等の材質である。河川の水辺環境を支える物理的な条件として極めて重要な要素である。第四に、河川の空間及び河川景観である。この中には堤外地の環境も含まれる。以上の要素の中から河川環境を記述するものとして8つのキャラクターを設定し、評価することとした。

水環境、河川の親水性を示すものとして 1)水質 2)水量(水面幅) 3)堤外地の環境の3つを選んだ。また、河川の構造を示すキャラクターとして 4)河川の断面形状 5)護岸の材質 6)河川へのアクセスとして法面勾配の3つを選んだ。各キャラクターとしては総体区分として4つないし、6つの階級に分けた。各階級は水環境及び親水性を示すものについてはより良好な環境、より親しみやすい環境のものを数値が高く上位とした。護岸の構造を示すものは、より自然に近いものを上位とした。

1) 断面形状

階級区分は6区分、自然河岸から暗渠への区分を行った。複断面をより自然として区分したが、複断面の護岸は、自然河川に近い複断面と三面コンクリート化した複断面とでは環境に大きな隔りがある。これらの区分については護岸の材質のキャラクターで行っている。

2) 護岸の材質

護岸の材質は階級区分を6区に分けた。自然河岸に見られる土、岩を最も上位に区分した。植物等の生える条件が生物環境の上では自然により近い状態であると見做した。鋼矢板は最も下位に区分した。水環境を考える場合、鋼矢板は他の材質と異なり常に直角に打ち込まれるため生態は著しく制限される。更に、老朽化してくるとサビを生じ、最も人工的な印象を与えることに

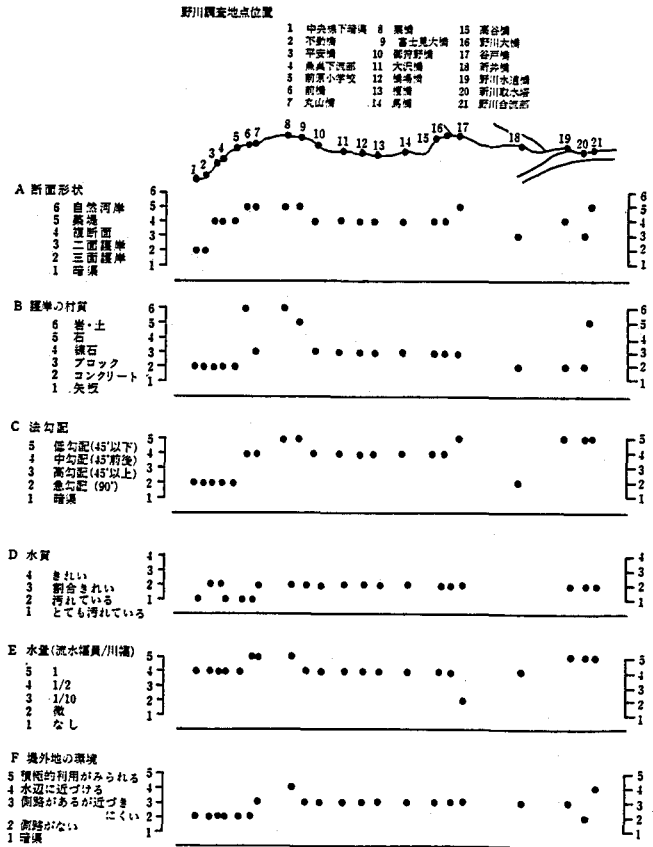


図-3 野川の縦断河川環境図

なる。

3) 法勾配

法勾配は階級区分を5つに分けた。秋川、平井川のように渓流域では自然河岸といっても法勾配は急である。中流域にあっては法勾配の高低は、護岸の性質よく示し親水性を高めるアクセスとして河川環境の大きな要素と見做すことができる。

4) 水質

水質は4区分とした。津田による生物学的水質階級に準じて一般的な言葉で表現した。⁴⁾ 貧腐水性水域『きれい』、β-中腐水性水域『割合いきれい』、α-中腐水性水域『汚れている』、強腐水性水域『とても汚れている』とし、『きれい』を上位とした。

5) 水量 (水面幅)

水量の階級区分は5つとした。流水幅b/Bで表し、1、1/2、1/10、僅か、なしの区分とした。これらの区分には水深の階級は入っていないが、川幅一杯の流れでも水深が極めて浅い場合は1ランク下の1/2とした。複断面構造は低水敷を全幅流れている場合は1/2とした。

6) 堤外地の環境

堤外地の環境は5つの階級に区分した。階級区分は人が堤外地及び水辺にどのように接近できるかという観点で区分を行った。例えばランク4は水辺に接近できるというランクであり、人がフェンス等によって川と隔てられずある程度自由に水辺に近付ける状態をいう。ランク3は側路(管理用通路)はあるが近付きにくく、人が川を見る範囲には近付くことができるが水辺に降りる通路、階段はない。あるいはフェンス等によって拒まれる状態である。

以上のような6つの要素の階級区分を縦軸にとり、各河川の流下方向を横軸にとった。一級河川の野川の事例について図-3に示す。

次に、河川環境を構成する6つのキャラクターの中の階級区分を5つに整理し、得点によって河川毎の河川環境評価マップを作成した。得点は(1)式によった。

$$R_p = \sum_{n=1}^5 \sum_{x=0}^m n \cdot X / M \dots \dots (1)$$

ただし、 R_p :各階級の得点 x :ある階級の力所数
 M :全力所数 n :階級区分の点数

図-4に神田川等10河川の河川環境評価マップを示した。正六角形に近い程より自然度の高い状態にある河川を示す。平井川、秋川は未だ人工的な手があまり加わっていないことを示す。これに対して神田川、石神井川、目黒川、白子川などは市街地河川としての共通した形状を示している。野川、落合川では湧水が多いことから、水質の改善や護岸を含む堤外地の環境を保全しつつ整えることによって水辺環境として調和のとれた河川環境に近付くことが可能と考えられる。

(2) 主成分分析による河川環境評価

次に、河川環境整備や河川浄化対策等を実施する際に河川別に総合的な河川環境評価を行ない、ランク付と重点的な対策を必要とすることがある。ここでは、主として浄化対策の検討を図る立場から都内中小

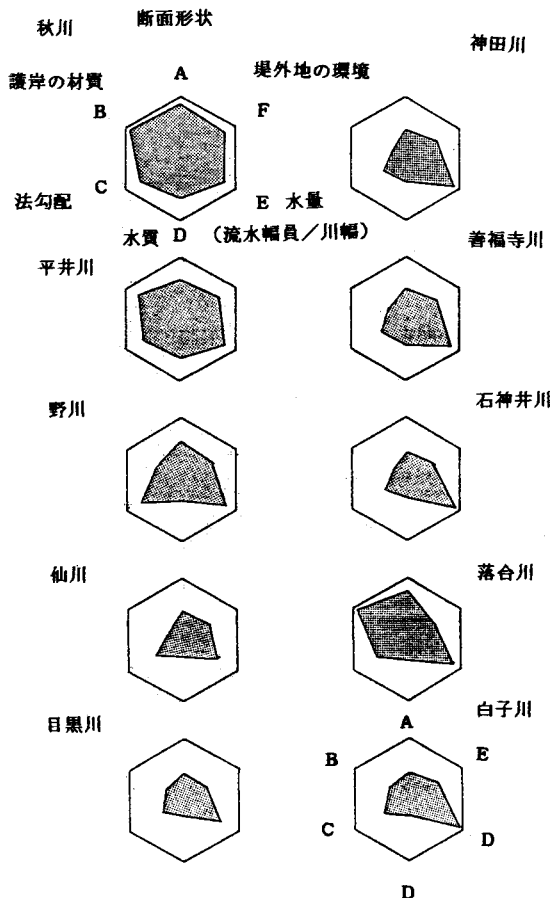


図-4 河川環境評価マップ

25河川の河川環境特性の類型化及び評価
を得点法と主成分分析によって試みた。

1) 得点法による評価

河川環境の評価項目として水質のきれいさ、水量の豊さ、河川構造と親しみやすさ及び自然環境の豊さという視点から表-2に示すランク区分を設定して、対象25河川に関して評価を行った。

ランク区分は水質としてBOD、DOとその環境基準の達成率を各々4ランクに設定した。水量に関しては河道幅に対する流水幅（水面幅比）と比流量を上げた。なお、出現確認魚種及び底生生物は表-1に示した生物学的水質階級の指標生物と理化学的指標を使用した。護岸の形態は前述の水辺環境評価と同様にランク付した。

ここで河川延長20km以上の河川は上流部と下流部に別けてランク区分した。

河川別の環境特性ランク区分の結果、ワースト5の河川は石神井川（上下流部）神田川下流部、仙川、白子川、呑川、が上げられた。

表-2 環境評価項目のランク区分

特性項目	ランク区分
① BOD水質	① 貧腐水性 ② β 中腐水性 ③ α 中腐水性 ④ 強腐水性
② 同上環境基準達成状況	① 75%以上 ② 50%以上-75%未満 ③ 25%以上-50%未満 ④ 25%未満
③ DO水質	① 貧腐水性 ② β 中腐水性 ③ α 中腐水性 ④ 強腐水性
④ 同上環境基準達成状況	① 75%以上 ② 50%以上-75%未満 ③ 25%以上-50%未満 ④ 25%未満
⑤ 水面巾比率	① 1/10未満 ② 1/10以上-1/2未満 ③ 1/2以上-1未満 ④ 1
⑥ 比流量($m^3/s/km$)	① 0.005以上 ② 0.003以上-0.005未満 ③ 0.002以上-0.003未満 ④ 0.001以上-0.002未満 ⑤ 0.001未満
⑦ 出現確認魚類	生物学的水質階級により4ランクに区分(表2-33参照)
⑧ 出現確認底生生物	出現種のうちで最も水質の良い所にランク付けされているものを対象
⑨ 護岸の形態	① 自然河岸 ② 土盛 ③ ブロック石積 ④ コンクリート ⑤ 鋼矢板・暗渠

表-3 固有値及び固有ベクトル

成分	第1	第2	第3	第4	第5	第6	第7	第8	第9
環境項目	成分	成分	成分	成分	成分	成分	成分	成分	成分
1. BOD	0.183	0.587	0.091	0.058	0.360	0.262	-0.243	-0.304	0.510
2. BOD基準達成	0.213	0.503	0.014	0.537	0.038	-0.381	0.135	0.448	-0.219
3. DO	0.462	0.228	-0.246	-0.091	-0.241	0.116	0.318	-0.549	-0.439
4. DO基準達成	0.424	-0.095	-0.354	0.041	-0.497	0.321	-0.039	0.397	0.419
5. 水面巾比率	0.352	-0.070	-0.297	-0.537	0.557	-0.262	0.210	0.260	0.064
6. 比流量	0.068	-0.425	-0.314	0.605	0.474	0.307	0.129	-0.111	-0.046
7. 生息魚類	0.320	-0.291	0.513	0.151	-0.084	-0.318	0.444	-0.215	0.418
8. 底生生物	0.326	-0.059	0.596	-0.117	0.149	0.529	-0.036	0.308	-0.351
9. 護岸形態	0.437	-0.261	0.026	0.086	-0.006	-0.355	-0.749	-0.163	-0.138
固有値	3.073	2.042	1.319	0.760	0.675	0.519	0.348	0.190	0.073
寄与率	0.341	0.227	0.147	0.084	0.075	0.058	0.039	0.021	0.008
累積寄与率	0.341	0.568	0.715	0.799	0.874	0.932	0.971	0.992	1.000

2) 主成分分析による評価

前述した得点法によって河川毎に項目別の得点について主成分分析を行ない河川別の類型化を試みた。分析計算によって得られた固有値及び固有ベクトルは表-3に示す通りである。その内、累積寄与率0.8までの4成分の特性を見ると以下の通りである。

第一成分：全ての成分

成分負荷量値が正になっていることから、この成分は河川環境に関する全体評価の軸であると考えられる。更に、各変量に対する負荷量値をみると水質、基準達成状況（特にDO）、生物指標及び護岸形態、水面幅比率の値が大きい。即ち、各河川の環境間で最も差異が目立つのが、水質（生物指標を含む）と護岸形態、水面幅比率であることを示している。

第二成分：成分負荷量絶対値はBOD（水質値、基準達成状況）及び比流量で高く、次に、棲息魚類、護岸形態、DOで大きな値となっているまた、これらのうち、棲息魚類及び比流量、護岸形態については符合がマイナスである。このことから、この成分の得点が高い河川は水質があまり良くないが流量が多い。また、護岸の形態は比較的良好のため、生物の棲息環境には比較的良好な環境条件下にある河川と解釈することができる。即ち、第二成分は生物の環境棲息条件のうち流量や護岸の形態等の物理的な要因に関する評価軸と

なっていて、得点が高くなるほど条件がよくなるものと考えられる。

第三成分：比流量、水面幅比、D0（水質値、基準達成状況）及び底生生物、棲息魚類等の生物指標の成分負荷量絶対値が大きく、これらのうちでは生物指標符合がプラスとなっている。従って、流量は多いが水面幅の比率が小さく、かつD0が低いために生物棲息の条件が悪く、河川の成分得点が高くなる。即ち、この成分は水面幅及び棲息魚類の評価軸となっているものと考えられる。得点が高い程条件が悪化する方向となる。

第四成分：各項目中、成分負荷量絶対値は水面幅比と比流量で大きく、次に、BODの水質基準達成状況で大きい。また、水面幅率の符合がマイナスとなっている。これは、得点の高い河川では流量が小さく、それに伴い水面幅率は小さく、BODは高いことを表している。従って、この成分は流量に関する評価軸で得点が高いほど条件は悪化する方向となっている。

以上の分析により河川別の成分得点を求め総合評価軸である第一成分の得点順に整理した結果を表-4に示す。

3) 河川環境評価結果の比較

2つの手法による評価結果から河川環境の悪い上位10河川を抽出し、表-5に示す。同時に水質（BOD）の最も悪い河川順に列記し比較した。同表より各評価方法に重複して抽出される河川を環境悪化河川として位置付け、主成分分析の第二～第四成分の評価結果も含め、浄化対策課題を整理すると以下ようになる。水質浄化を主要な課題とする河川は石神井川、呑川、白子川などである。また、主に生物棲息のための環境に配慮した整備を必要とする河川は神田川下流部、仙川、古川等が抽出される。

5. おわりに

都市河川は水質汚濁、流量の減少、河川護岸の単純化等が指摘され、河川は主要な水辺環境の一つとしてアメニティーの向上が求められている。本報告では都内25河川について水質、生態、河川構造といった各々性格の異なるものを要素として得点法、主成分分析によって河川環境評価を試みた。同時に河川環境評価マップを作成し、総体的に都市河川を見ることができた。しかし、河川は地域特性があり必ずしも上記のような型に分類されない。従って、河川構造、護岸の材質といった問題は河川改修に伴い生態・環境保全との十分調和のとれた対応策が必要であり、今後、親水工学というべき研究が必要と考えられる。

(参考文献)

- 1) 山川鉄三郎、1925. 河の自然現象. 東京宝文館、1-358
- 2) 山本弥四郎、石井弓夫、1971. 都市河川の機能について. 土木学会年次学術講演会講演概要集、441-444
- 3) 東京都環境保全局水質保全部、1985. 川の中のいきもの. 環境保全関係資料
- 4) 津田松苗、1974. 陸水生態学. 共立出版、94-106

表-4 河川環境評価整理結果

河川名	総合評価 (水質・生態)	物理的 生物指標等	水面幅等	流量等
呑川	4.7590	○	○	×
石神井川上流	3.7437	△	△	×
目黒川	2.0077	×	○	○
石神井川下流	1.9106	△	△	△
白子川	1.4935	○	△	△
古川	1.4572	×	○	○
仙川	1.2393	△	×	△
神田川下流	1.0693	△	×	△
谷沢川	0.8268	△	×	○
空堀川	0.3957	○	×	×
野川下流	0.2753	×	△	△
黒目川	0.2390	○	×	△
境川	0.0941	○	×	×
妙正寺川	-0.2107	×	×	×
恵田川	-0.2454	△	×	△
柳瀬川	-0.6863	○	○	△
残堀川	-0.8745	○	○	○
鶴見川	-1.0301	×	○	○
神田川上流	-1.2176	×	×	○
南浅川	-1.2464	○	○	×
谷地川	-1.3077	○	○	○
山田川	-1.5626	○	△	○
蒲殿川(兵衛川)	-1.5663	○	○	×
野川上流	-1.7313	×	×	×
川口川	-1.7363	○	○	△
大黒川(左田川)	-1.7402	○	○	×
落合川	-2.0160	○	△	○
菅澤寺川	-2.3399	×	○	×

	↓	↓	↓
対策	スコア	スコア	スコア
○ 不要	0.5以上	-0.5以下	-0.5以下
△	-0.5～0.5	-0.5～0.5	-0.5～0.5
×	-0.5以下	0.5以上	0.5以上

表-5 河川環境の手法別評価結果

順位	得点法	主成分分析	水質汚濁度 (BOD)
1	石神井川上流部、呑川	呑川	白子川
2		石神井川上流部	空堀川
3	石神井川下流部	目黒川	石神井川上流部
4	神田川下流部、仙川、白子川	石神井川下流部	呑川
5		白子川	黒目川、南浅川
6		古川	
7	空堀川、目黒川	仙川	石神井川下流部
8		神田川下流部	蒲殿川(兵衛川)
9	境川	谷沢川	境川、川口川、落合川
10	古川、野川下流部、妙正寺川、谷沢川	空堀川	