

# 景観に配慮した都市河川断面の提案

坂井 亨<sup>1</sup>・大熊 孝<sup>2</sup>

<sup>1</sup>学生会員 新潟大学大学院自然科学研究科 (〒950-2181 新潟市五十嵐 2 の町8050番地)

E-mail:sakai.toru2@pref.niigata.lg.jp

<sup>2</sup>フェロー会員 工博 新潟大学工学部 (〒950-2181 新潟市五十嵐 2 の町8050番地)

E-mail:okuma@eng.niigata-u.ac.jp

中小河川では、改修によりそれまでの川の規模や特性が大きく変化する場合が多く、計画段階から河川環境の整備と保全に配慮する必要性が高い。しかし、実際の計画を見ると治水・利水を主たる目的とした既存計画に河川環境を付加しただけで、景観に配慮した河川断面の設計はほとんど実施されてこなかった。

本論文では、市街地を流れる中小河川において、河川計画の初期の段階で行う河川分担量や河川断面の決定にあたり、河川景観に配慮した設計手法を提案する。

具体的には、まちとの関係から、河川をエッジ河川とパス・ノード河川に分類し、それぞれの断面形をヒューマンスケール、アクセスビリティ、ヴィジビリティの指標を基に設計する。

**Key Words :** river plan, riverscape, city, edge, path, node

## 1. はじめに

河川の実務を行う者にとって、平成 9(1997)年の河川法改正は大きな発想の転換を求められることとなった。この改正により、河川管理の目的に河川環境の整備と保全が加わり、治水・利水・河川環境の総合的な管理が必要となった。しかし、現在の河川計画には、治水・利水を主たる目的とした既存の計画に河川環境を付加するものが多く、3つの目的を総合的に考えているものが少ない。また、河川環境を河川の動植物環境と同義と捉え、河川周辺の住環境を軽視しているのではと思われる事例も多い。

国が管理する一級河川の指定区間外では、堤防が概成しており、既存の河川計画に河川環境を付加することもやむを得ない。しかし、その河川延長は法河川のみを見ても1割にも満たず、残りの法河川のうち、約8割は県や政令市が管理する一級河川の指定区間や二級河川に、また、約1割は市町村が管理する準用河川となっている<sup>1)</sup>。これらの中小河川は、河川改修の進捗度も国が管理する大河川よりも遅く、改修に未着手の区間もある。また、河川改修計画も定まっていない河川も多い。そのため、中小河川では、改修により現在の川の規模や特性が大きく変化する場合が多く、計画の段階から河川環境の整備と保全に配慮する必要性が高い。しかし、実際の改修計画を見ると、環境評価や維持管理については数値化しづらいこともあり、経済性のみで洪水防御方式を決定

している場合が多い。例えば、郊外の河川では用地買収費が安くすむため、安易に川幅を何倍にも広げてしまう。その結果、広げすぎた低水路内では、流速が遅くなり、土砂が堆積し、高水敷には樹木が繁茂して、その除去に苦慮している。一方、市街地部の河川では用地買収費が高いため、堤防の嵩上げや河床の掘り下げが行われ、堤内地と堤外地が分断されてしまっている事例が多い<sup>2)</sup>。このように計画された河川は、結果として住民が利用しにくく、日常生活と分断された空間、住民に愛されない空間となってしまっている場合が多い。

本論文では、従来から行われている総合的な洪水防御方式を決めた後、河道の洪水分担量を流下できるよう河道計画を作成するのではなく、あらかじめまちと連続した河川空間を作るために必要な河川形状の条件から、河川断面を提案する。具体的には、まちを流れる中小河川において、平時の流下断面を基準とし、堤内地・堤外地のコミュニケーションに配慮することにより、まちと連続した河川空間を作る方法について提案する。

最適な洪水の河川分担量と河川断面を提案することにより、今までの改修計画でみられるような、災害が発生する度に川幅を大きくし、河川の背後地の住民に移転を迫ることがなくなる。また、市街地の河川のように、土地の高度利用を目的として河川区域を狭め河川用地を住宅地に転用した結果、その後の洪水対策が困難になり、直壁の断面を持つ河川や地下河川の建設といった今後の維持管理費の嵩むような河川計画を防止することができ

る。加えて、過去の災害に対応するとして、通常の河川利用に比べ大きすぎる河川断面をつくったために、堤防の除草や河道内堆積土砂の撤去等、その後の維持管理費の増大に苦慮することなくなる。

このことは、河川の維持管理費を安くできること、住民参加で河川利用や維持管理ができること、設計レベルで行われている「景観設計」に自由度を与えることなど、今後の河川と住民との関係において、河川改修計画が足かせや、制約条件となることを防ぐことができる。

## 2. 河川計画の現状と問題点

### (1) 社会資本整備審議会等の動き

近年の審議会の提言を見てみると、公共事業に対する考え方が変化し、地域との連携や景観的価値の重要性をうたったものが多い。2000年に発表された河川審議会計画部会の答申<sup>3)</sup>では、ダムや堤防を主体とする河川改修は万能ではなく限界があるとし、効果的な洪水対策としては、従来の河川改修と合わせて流域における対策を講ずることが重要としている。

2003年に河川分科会<sup>4)</sup>は、「河川と流域との関係を含めて河川環境の構造的な把握に努め、河川環境の整備保全の目標設定を総合的に行う。また、目標を実現する為には、河川環境の整備保全を含めて治水計画を定めるべきである。」としている。

また、「美しい国づくり政策大綱」<sup>5)</sup>では、この国を魅力ある国にするためには、事業における景観形成の原則化や公共事業における景観アセスメント等の施策の実施が必要と記述されている。その施策の1つとして、分野毎の景観形成ガイドラインを策定することとしている。河川分野のガイドラインである「河川景観の形成と保全の考え方」<sup>6)</sup>は、美しい河川景観の形成と保全をはかるために必要とされる考え方について、検討整理している。この中では、河川景観の形成と保全に関する視点、考える手順等について総合的にとりまとめられているが、河川をデザインする場合の配慮事項を列挙したもので具体性に乏しく、美しい河川景観の形成と保全をはかるためには設計者が具体的に設計手法を模索しなければならない状況にある。

### (2) 中小河川の計画手順

現在、一般的に行われている中小河川計画<sup>7)</sup>策定の流れを図-1に示す。

対象河川の現状認識に始まり、計画策定の基本方針を治水・利水・河川環境の面から総合的に検討した上で、計画規模・基本高水を決め、総合的な洪水防御方式を検

討する。洪水防御方式は複数案を検討し、経済性・環境評価・維持管理・技術的可能性について総合評価を行った上で、決定することとなっている。また、河道分担量については、基本的に周辺地域の社会的制約のもとで、景観や生態系などといった河川環境を保全・復元するための河道断面を数種設定するとともに、ダム等による洪水調節施設等の検討を行うなど、妥当と考えられる複数の案を提示し、学識経験者や住民の意見等を聴取しつつ、客観的な行政判断により設定することになっている。しかしながら、技術的に不可能な案は別として、環境評価や維持管理については数値化しづらいこともあり、経済性のみで洪水防御方式を決定している場合が多い。

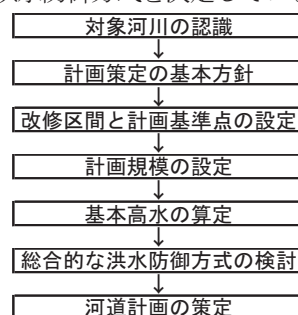


図-1 中小河川計画策定の流れ

### (3) 景観設計の手順の問題点

中村ら<sup>8)</sup>によれば、河川景観計画と設計の手順は、構想・基本計画・基本設計の3段階にわかれている。構想の段階では何を見せるかテーマの決定を行う。基本計画の段階では、ディスプレイ計画、基本設計の段階では景観対象設計、視点場の詳細設計を行うこととなっている。

ここでの問題は、設計のためのゾーニングや設計のテーマを決定する構想の段階では、既に治水計画が制約条件として与えられていることである。つまり、河川景観の設計の段階では、治水計画として平面、縦横断面の基本形状が決定しており、景観設計から平面形状・縦横断面形状を変更することはほとんどできない状況にある。

また、水辺の景観設計<sup>9)</sup>には、洪水防御計画（治水）や低水計画（利水）は制約条件となるが、社会的要請により、基本的に景観計画を取り込んでいくとあり、景観計画が優先される場合もあるという意味にとれる。しかし、3つの計画の重み付けと、その判断基準が明確でないため、治水計画・利水計画レベルを下げた上で、景観計画を取り込んではいない。

水辺の景観設計によれば、河川景観の設計目標として、「実用機能（用・強）の充足」「親水性、自然環境保全」「地域性、川の固有性の尊重」「水面の空間を生かし、景観の洗練と統一」の4つを挙げている。これらは、通常の『景観設計』を行うときに、個別河川でかつ場所ごとの目標として設定される。しかし、このうちの親水

性と地域性は、河川と都市との関係性から、個別設計時だけではなく、一般化し景観設計の前段階に検討することができる。

本論文は、通常の景観設計で制約条件となっている治水計画を策定する段階に、親水性と地域性を設計条件に入れることにより、その後、場所ごとに行われる『景観設計』の選択肢を狭めないことを目的としている。

これまでの景観設計の手順では、中小河川の整備において、景観設計を実施する時には、河川横断の基本形状が決定して、大きく河川横断形を変更できなかった。

現在も、景観設計として横断形状を変更することができるのは、計画流量を流すために必要な断面に対し、現況断面が広い場合や、河川背面に公共用地など河川と一体となった整備が可能な区間に限られている。

従って、河川改修計画の策定段階に、あらかじめ、景観設計を考えて河川用地を確保する必要があると考える。

### 3. まちとの関係から求められる河川役割

まちの中で、河川はどのように位置づけられているだろうか。1つの手がかりとして、都市の様子を人間の意識から模式化した認知地図がある。ケビン・リンチは、都市の住民の大多数が共通に抱いている心像から、都市のイメージを5つの要素に分類している。それは、パス（道路）、エッジ（縁）、ディストリクト（地域）、ノード（接合点、集中点）、そしてランドマーク（目印）である。その中では、河川は専らエッジに属すると評価されているが、それは現代人が河川を利用していないためだと考える。河川を住民のイメージからエッジと決めてしまうのではなく、まちが形成されている地形的特徴から河川の役割について評価することが重要である。

まちは、突然新しく生まれるものではなく、人々の生活の営みの中で、人口の集中する場所が都市に発展する。日本の場合も、農耕の適した場所に集落として、最初のまちが出来上がっている。つまり、まちはその土地の地形的特徴からその形態が決定すると考えられる。

樋口<sup>10)</sup>は、日本の景観を外から俯瞰的にその地形の特徴により、「盆地の景観」、「谷の景観」、「山の辺の景観」、「平地の景観」の4つに分類している。この分類を用いて、河川とまちとの景観上の関係を整理する。

#### (1) 盆地の景観

盆地は、周囲を山に囲まれた閉鎖性の高い空間である。その景観は、明確なまとまりをもって、1つの完結した世界としてイメージすることができる。この景観を、その特徴的な形により、2つに細分化している。

#### a) 秋津洲やまと型

四周を青垣山が取り囲み、そのうちに清流の流れる明朗広潤な平地をもつ盆地の景観。平野とそのうちを流れる川、そして周囲を取り囲む山の構成する空間である。

#### b) 八葉蓮華型

あたかも胎蔵八葉の蓮壁を表示するように、周囲を八つの峯がとりかこんでいる地形である。盆地景観の持つ特徴を昇華したものである。

このような景観では、河川は、認知地図上に記載されていること、まちの中心を流れていることから、視点場や広場、移動経路（パス）としての利用が期待される。

築堤河川は、その堤防天端に立たなければ、堤外地の様子がわからないため、堤内地に住んでいる一般の人にとって、堤防が障害となり、河川は日常生活と離れた存在である。一方、掘込河川は、堤防がなく堤内地と堤外地が連続しているため、日常生活の中でも連続した空間である。従って、河川の形状が築堤河川か掘込河川かによって、景観整備の方針が異なるため、大河川・中小河川および築堤・掘込の違いにより河川を分類し、景観的特徴を整理する。なお、大河川の場合は、ほとんどが有堤河川であるため、掘込河川の検討は行わない。

中小河川（築堤）の特徴は、川幅が狭いこと、堤防天端が堤内地盤高より高いこと、川幅が狭い割りに堤防天端から水面まで距離が遠いことである。そのため、対岸を含めた堤外地の一体的利用と堤防天端の視点場としての利用が期待できる。また、まちの中心を縦断していることから、移動経路としても期待できる。（図-2）

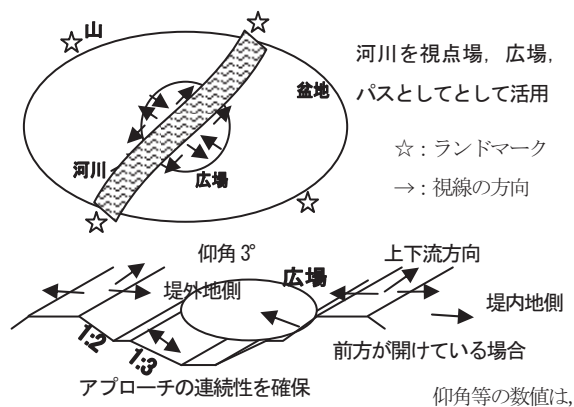


図-2 中小河川（築堤河川）の場合

☆：ランドマーク  
→：視線の方向  
仰角等の数値は、  
4章による

一方、掘込河川は、河川周辺の地盤と堤防天端の高低差が小さいために、堤内地に向けた視点場にはなりにくいものの、対岸や河川縦断方向の視点場としては期待できる。なお、築堤河川に比べ堤防天端から水面が近いために、まちとの連続性に優れている。また、まちの中心部の移動経路としても期待できる。（図-3）

大河川の場合、渓谷区間を除き一般的に築堤河川である。したがって、大河川の堤防天端は、中小河川の築堤



河川と同じく、視点場としての機能を備えている。加えて、川幅が広く、対岸の堤防までの距離があり対岸堤防の圧迫感が小さいことや前方へ見通しがきくことから、心理的にも水際に下りていく行動はとりやすい（詳細は、4章に記述）。ただし、対岸との距離は遠くなり、川を挟んだコミュニケーションをとることは難しいため、片岸ごとの利用となる。（図-3）

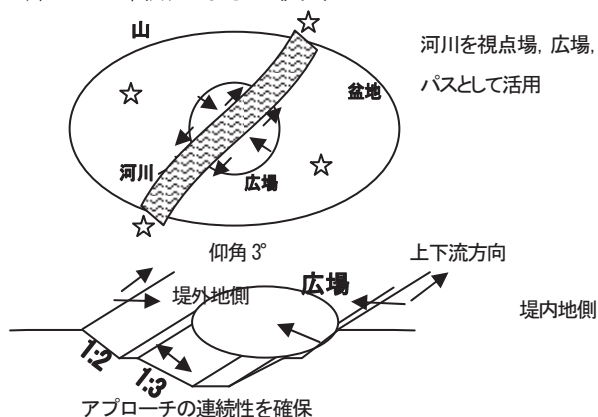


図-3 中小河川（掘込河川）の場合

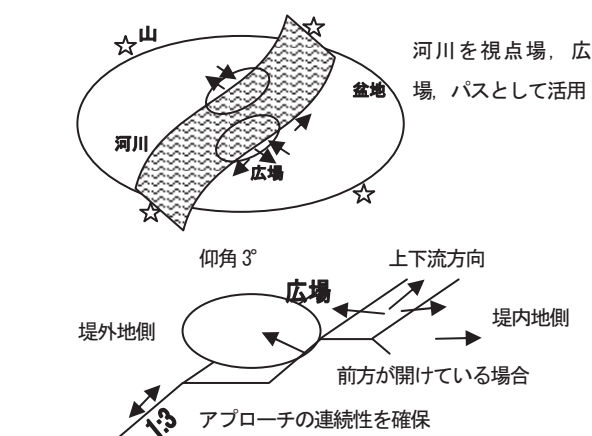


図-4 大河川の場合

## (2) 谷の景観

谷の地形は、山から平野に移る扇状地に形成される景観で、扇状地の外郭をなす山とその中心を流下する河川により構成されている。

盆地や平野と違って、はっきりした方向性をもっている。河川の流れによって上流方向と下流方向に方向付けられ、両側は山にはさまれ、視界の限定された奥行きのある通路状の景観である。

### a) 水分神社型（図-5）

山から流れ出てくる水を田へ最初に引き入れる口である水口、山から扇状地にうつる勾配変化点の地に神社は位置し、そこからごくわずかな傾斜をもって広々と田地が裾をひく地形である。神社に向かって奥まりながら周囲をとりかこむ山、緩傾斜の田地、神社と田地を区切る

川の構成する空間である。

河川は扇状地の中心を流れ、人々の視線と行動は河川の下流から上流へと向かわせる。視対象は、神社とその奥にある山であり、河川沿いが視点場となる。また、人の視線と行動は神社に向かい、神社の前に広場が形成され、人々が集う場所となる。つまり、河川堤防は参道として利用され、神社付近の河川敷は広場としての利用が期待できる。

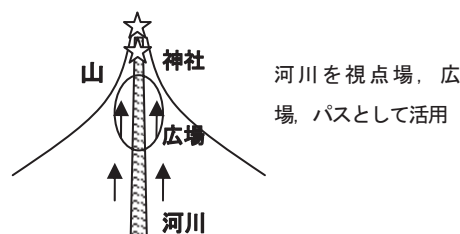


図-5 水分神社型の場合

### b) 隠国型

両側から山のせまる谷川を上流にさかのぼった奥にある隠れこもった場所である。両側から山のせまる谷と水の流れのつくりだす奥へ奥へと誘う空間と、その目標としての谷の奥処のつくりだす空間から構成される。

視対象（ランドマーク）は谷の奥にある山である。また、平地が狭く、視点場も川沿いに限られる。河川は移動経路としての役割は期待されるものの、両側に山が迫り空間が広がらないため、広場は形成されない。

## (3) 山の辺の景観

<山の辺>の景観には、山の地形が凹型のところのできる蔵風得水型の景観と凸型のところのできる神奈備山型、国見山型の景観がある。いずれの景観においても河川は、まちの外郭を流れている。

### a) 蔵風得水型（図-6）

背後に山を背負い、左右は丘陵に限られ、前方にのみ開いているタイプの景観である。この景観では、山の辺からは前方が開いているため、眺望・見晴らしはよい。

一方、河川はまちの境界をなしている。したがって、人が集う広場としての利用は必要ではなく、視点場としての機能のみを備えればよいことになる。

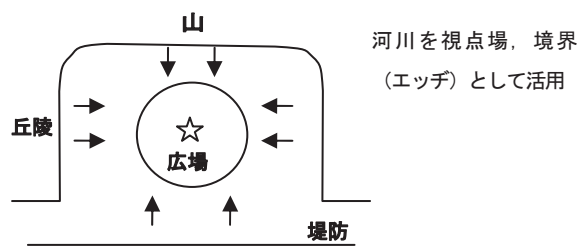
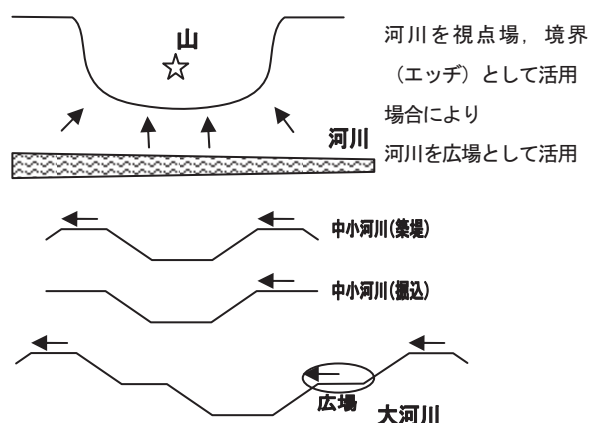


図-6 蔵風得水型の場合

### b) 神奈備山型（図-7）

大河川の場合は、中小河川（築堤、掘込）の機能に加え、視対象との間に川を挟んだ高水敷は、視点場となり得るし、そこに人が集えるだけの面積が確保できるのであれば、広場としての機能も果たし得る。



山の上からの眺めは、普段は見ることのない景観であり、登山など特別な行事のときに現れる景色である。そこにいくと自体が日常からの乖離であり、日常の生活空間であるまちとしての景観整備をする必要はない。ただし、その場所はハレの行事が行われることが多く、そこから見える景色は、まちの景観よりも神聖なものとし

利用目的から堤防の形状を考えると、視点場としては、

堤防が高いほど好ましいことになるが、堤内地から堤防天端までのアクセスビリティが悪くなるという面も持っている。一方、堤防高が高くなることは、計画高水位が高くなることを意味しており、超過洪水対策や内水排除の点で問題が生じる。これらのことを考えると、堤防高は余裕高程度にすることが望ましい。中小河川の余裕高は 60cm 程度であることから、アクセスビリティの問題は生じない。従って、堤内地側の堤防法勾配は河川管理施設等構造令で定めた 2 割勾配でよい。

つまり、エッジ河川の機能を満足するためには、堤防高を余裕高程度にし、堤内地側の堤防法勾配を 2 割勾配以上に緩くすることが条件となる。

## (2) パス・ノード河川

広場として河川が利用される場合、堤内地から堤防天端、高水敷、低水路までのアクセス性、高水敷を利用する場合の快適性が求められる。アクセス性については、アクセスビリティの観点から、快適性については、ヒューマンスケール、ヴィジビリティの観点から指標を定めた。

既往の文献から導き出される設計基準を表-1 に示す。

この表では、堤防間幅や堤防高などの 6 つの設計項目について、ヒューマンスケールなどの 3 つの観点に河川技術を加えた 4 つの観点から設計するために必要な指標を導き出している。

なお、河川技術は、構造令上満足しなければならないものと、過去の経験上望ましいと考えられているものがある。前者は景観条件よりも上位に位置する絶対条件であるが、後者は景観設計上の条件にはしていない。

表に示された基準を用いて、堤防間幅、堤防高等の設計条件を整理する。(図-8)

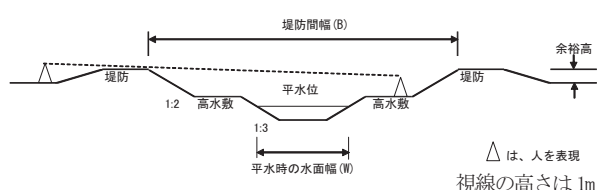


図-8 河川断面設計の考え方

### a) 堤防間幅

堤防間幅は、左右岸の堤防に挟まれた堤外地の広さを表すものである。この距離の大小により、その河川の大小が印象付けられる。また、この幅に比較して平水時の水面幅が小さい場合は、水量感がない河川との印象を与えてしまう。

堤防間幅を設計する場合の観点としては、ヒューマンスケールとヴィジビリティがある。ヒューマンスケールの基準として「対岸の人間の活動、表情などが見分けられる距離(100m)」があるが、コミュニケーションをと

るのであれば、高水敷間の方が、より現実的であることからこれを堤防間幅の設計条件とはしない。

また、ヴィジビリティの観点のうち、俯角  $10^\circ$  については、河川の滞筋が日々変化していること及び上下流で蛇行していることから、河川で一律に評価することができない。

したがって、この幅の決定にあたっては、ヴィジビリティの観点から、「平水位の水面幅の 5 倍」という設計条件を設定した。これは、島谷<sup>12)</sup>が水量感を感じられる最低限度の平常時の流量を設定するために定めた指標( $W/B \geq 0.2$ ,  $W$ : みかけの水面幅,  $B$ : みかけの川幅)である。

### b) 堤防高

堤防は、堤内地にいる人にとって、自分と川を隔てるバリアーとなるものである。堤防によって、堤内地の人から川の中の様子が見えない場合、沿川の人からも川の存在は忘れられてしまう。

また、治水面から見た場合、堤防高を高くすれば、河川の流下能力を増やすことが出来るが、その一方で堤内地の排水が困難になる上、超過洪水時には被害が大きくなることが懸念される。

そこで、堤防高の決定にあたっては、中小河川計画の手引きにも記述されているように、「堤防高さを余裕高さ程度に抑える」ことにより、高水位を背後地盤程度として、洪水流下時の安全を確保するとともに、堤内地から堤外地の様子が見えるようにすることとした。

### c) 堤防の法勾配

堤防の法勾配には、堤内地側と堤外地側がある。堤内地側については、堤防高が余裕高程度と低いいため標準的な勾配である 2 割勾配とした。

堤外地の法勾配については、アクセスビリティの視点から設計を行なう。堤防天端から高水敷までのアクセス性を確保するのか、アクセス性を求めないかで設計の考え方が変わってくる。

堤防から高水敷へのアクセス性は河川の全区間で求めるものではなく、むしろ堤防背後にある堤内地の利用状況から堤防一部区間に求められる機能である。アクセス性は、人がどう感じるかという問題であることから、心理学的なアプローチを行う。アクセス性を求められる区間では、here と there の違い<sup>13)</sup>という考え方を参考に、堤防天端から高水敷までの連続性を確保する。

樋口は著書の中で、視野の下限が親近感を与えるかどうかの判断基準として、「俯角にして、 $30^\circ \sim 40^\circ$  の俯瞰の下限の領域が視点のある場所より明らかに下にある場合には、両者が here と there という空間的な上下関係として明確に感覚される」と説明している。これは、俯角で  $30^\circ$  を超えると現在自分が位置している地点と眼下の地点は連続しているとはみなされず、不連続な地



表-1 河川断面の設計基準

[illegible]

点とみなされるという意味である。これを参考にするならば、堤防天端からアプローチしていく場所（堤外地側では、水際や高水敷、堤内地側では堤防の背後地盤）までの高さが人間の背丈以上あり、簡単にアプローチすることが難しい場合に、どれ位の法勾配であれば、人が近づくことができるかを説明することができる。

大人の視線が 1.5m とすると、堤防高がそれを超えるると堤防の反対側の様子が見えなくなるため、堤防がバリアと感じられるようになる。従って、堤防高が 1.5m を超えるような場合において、堤防法勾配のアクセスビリティを確保することが必要となる。堤防高が 1.5m を超えるものとして 2.0m でアクセス性を検討する。（堤防高さを高くすればするほど俯角が小さくなるため。）

仮に堤防高が 2m で、その上に立っている人の眼の高さを大人の視線の 1.5m とすると、目線とアプローチしていく場所との高低差は 3.5m となる、堤防の法勾配が 2 割の場合は、堤防法尻までの俯角は  $41.2^\circ$  となり、堤防の領域には here のエリアがなく、堤防天端からは不連続な空間と感じられてしまう。そこで、法勾配を 2.5 割、3 割と変化させた場合について、検討を加える。堤防高や眼の高さは変えずに、法勾配のみを 2.5 割、3 割と変化させると、堤防法尻までの水平距離はそれぞれ 5m、6m となり、俯角は  $35.0^\circ$ 、 $30.3^\circ$  となる。この結果から堤防の法勾配を 3 割以上に緩くすることにより、堤防天端から水際や高水敷、堤防背後地へアプローチしやすくなる（図-9）

なお、各種基準<sup>14)</sup>からも、軽いスポーツや遊戯に利用でき、座ったり、散歩などに適する勾配の上限値として 3 割と説明しており、上記の考えの妥当性を確認できる。

つまり、堤防から 高水敷へのアクセス性を求められる断面では、堤防の表法勾配を 3 割以上に緩くする。

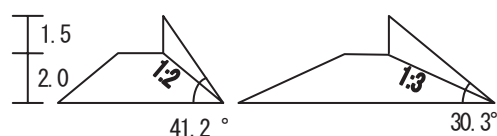


図-9 堤防の法勾配と俯角の関係

それでは、堤防天端から高水敷までの連続性を求められない一般区間の堤防法勾配とは、どんなものか。

それは、高水敷にいる人が、堤防に求める機能から決定できる。高水敷にいる人は、一般的に、水の流れを見ているため、自分がいる岸の堤防は自分の背面にあり、対岸の堤防は水辺の先に見える。このことから、自分がいる岸の堤防には、他人が勝手に自分の背後から来ないよう、アクセス性を否定する設計が求められる。これは、先ほど検討したアクセス性を否定する設計となり、法勾配は 3 割より急にすることになる。したがって、一般的な区間の堤防法勾配は、2 割とする。

#### d) 高水敷高

高水敷高の決定に当たっても、高水敷にいる人にとって、その空間がどのように感じられるかを設計条件とする。

高水敷にいる人は、水辺を眺めているか、その前方にある対岸の堤防とその背後にあるまちの様子を見ている。そこで、高水敷については、対岸との関係と水面との関係に分けて整理する。

##### 1) 対岸との関係

仮に、川幅が狭く堤防高が高い河川をイメージすると、高水敷にいる人は、どのような感覚を抱くだろうか。まるで、狭い部屋に閉じ込められているかのごとく、圧迫感を感じるはずである。

そこで、設計条件としては、ヒューマンスケールとヴィジビリティという観点から設定した。ヒューマンスケールとしては、「高水敷にいる人と対岸の堤内地の人がお互いに認識できる。」という設計条件を設ける。この場合、具体的設計条件としては、“車を運転している人や車椅子に座っている人の視点の高さ（約 1m の高さ）でも堤内地と高水敷でお互いが認識できる”ように高水敷の高さを決定することにした。

なお、高水敷にいる人と対岸の堤内地にいる人の距離が 100m を超える場合は、対岸の人間活動、表情などが見分けられなくなるため、ヒューマンスケールは設計の観点とならない。

また、ヴィジビリティの指標としては、「メルテンスの法則」「仰角  $10^\circ \sim 30^\circ$  未満」「アレグザンダーの居心地の良い場所」があるが、メルテンスの法則は、まちの中の人と建物の関係を説明したものであり、直接河川に利用することは不適である。また、仰角  $10^\circ \sim 30^\circ$  未満は、囲まれた環境ではなくなるが、そのことが、そのまま開放感を感じる指標となるわけではない。従って、ヴィジビリティとしては、“アレグザンダーの居心地の良い場所”に樋口が解釈を加えた「【背後が守られていて、前方により大きな空間が開けている場所】という地形条件を満足すれば、そこが居心地の良い場所となる」<sup>15)</sup>と視覚心理学の「明瞭な視覚」<sup>16)</sup>を設計条件とした。なお、明瞭な視覚とは樋口の論文によれば、水平  $12^\circ$  垂直  $3^\circ$  の視角のことである。

したがって、高水敷にいる人から対岸の堤防天端の仰角を  $3^\circ$  以内とした。これにより、高水敷にいる人は、特段意識することなく対岸のまちの様子を感じることができ、居心地の良い場所となる。

##### 2) 水面との関係

高水敷にいる人にとって、水面が遠くに感じられるようでは、障害物のない空間が広がっているだけであり、都市内の公園を訪れるのと何ら変わりがなく、河川敷に訪れた意味が半減してしまう。



そこで、アクセスビリティの観点から「高水敷にいる人にとって水辺を身近なものに感じさせる」という指標を設ける。この条件については、既存の研究<sup>17)</sup>を参考にでき、具体的設計条件として「水面から高水敷までの高さを1m」とした。なお、通年の利用を考え、本設計では、「平水面から高水敷までの高さを1m」とした。

#### e) 低水路の幅

低水路幅の設計は、ヒューマンスケール、アクセスビリティ、ヴィジビリティのいずれも適当な設計条件が見つからないため、純粋に技術的条件から設定する。

なお、ヒューマンスケールの観点から人の顔が認識できる距離の24mがあるが、この基準は、河川利用が両岸か片岸のみかの判断基準となり、これにより、景観設計上の大河川と中小河川の分類が可能となる。

国土交通省の河川砂防技術基準によれば、「低水路の水路幅は一般に現状の河道形状を重視して定め、高水敷の高さは冠水頻度が数年に1回程度となるように流下能力を試算して定める場合が多い」とある。しかし、ここで議論している中小河川は、確率評価すれば、2～3年に1回程度は溢れてしまうほど河積の小さな河川が多い。そのため、現状の河道断面よりも大きな低水路断面を設定しなければならず、高水敷の高さや低水路断面積を設定することが難しい。また、中小河川では、大河川に比べ最小流量と最大流量の差が大きいため、洪水を基に低水路断面を設定した場合、低水路幅が広くなりすぎ、平時の流速が遅くなり土砂の堆積が問題となっている事例もある。土砂堆積が顕著となった場合、洪水流下に必要な河川断面が不足することになるため、治水安全度を満足しなくなってしまう。

そこで、本論文では、低水路内の滞筋の移動を許容しつつも、治水安全度を低下させるほどの土砂の堆積を抑制するため、Laseyの式<sup>18)</sup> ( $B = \beta Q^{1/2}$   $\beta = 3.5 \sim 7.0$  平均5.0 B:川幅, Q:流量)に基づいて河川断面の設定をする。

Laseyの式は、浸食や堆積が発生しない安定流路の川幅と流量の関係式である。なお、定数 $\beta$ の値には幅があるが、低水路内での滞筋の移動や瀬淵の形成を受容するため、最大値7.0を使用する。

#### f) 低水路の法勾配

低水路の法勾配は、高水敷にいる人が水辺に近づきやすいようアクセスビリティの観点から設定する。

低水路の法勾配でアクセス性を確保するには、堤防の法勾配と同じく、3割勾配以上に緩くすることにより対応できる。これにより、高水敷に立った人にとって、高水敷から水面までが連続した空間と認識される。

なお、既往の文献<sup>19)</sup>にも、法勾配を3割より緩くすれば、水際部および水面下を連続した緩勾配法面となると記述してあることから、その妥当性を確認できる。

## 5. 河川断面の設計手法の提案

3章の河川分類に基づき、河川断面の設計方法について整理する。

ただし、ここで言う設計とは、個別区間の河川景観設計を意味しているのではなく、総合的な洪水防御方式を決める上での河道分担量と河道の標準断面を決定するものである。

### (1) 山の辺の景観（蔵風得水型、神奈備山型）

山の辺の景観（蔵風得水型、神奈備山型）では、河川はエッジの役割を持つ。まちの中でのエッジ河川の主たる役割は、まちの境界を明確にすることと視点場を確保することである。従って、景観に配慮した河川断面と治水上必要な河川断面に折り合いがつかない場合は、治水機能から求められる河川断面を優先させることができる。

ただし、堤防天端については視点場としての役割があるので、視点場となる地点の堤防天端幅を広く取るなどして、人が立ち止まりまた腰を下ろして景色を眺められる場所を設ける必要がある。

しかし、まちの境界を大河川が流れる場合で、かつ、視対象となる山から川の流れを挟んだ対岸の高水敷が、視点場であるだけでなく、人が集える空間としての利用が期待される場合は、パス・ノード河川と同様な設計を行うことになる。

なお、治水機能を優先させた河川計画は、河川断面が大きくなり、土砂の堆積や堤防の除草面積の増加など、維持管理費の増大が懸念される。治水機能から河川断面を決定する場合は、維持管理方法を十分検討する必要がある。

### (2) 盆地の景観、谷の景観（水分神社型）

盆地の景観、谷の景観（水分神社型）では、河川はパス・ノード河川の役割を持つ。まちの中では、河川は身近に自然を感じられる場所であるとともに、人々が集える広がりを持った空間である。堤防天端は視点場や歩道として、高水敷は広場として利用される。中小河川では、対岸も含めた空間としての利用が期待できるし、大河川では片岸だけの利用となるものの、広い高水敷は地域活動の拠点としての利用が期待できる。

具体的には、以下の流れにより河川断面を決定する。

①流量観測データなどから求められる平水流量からLaseyの式を用いて、水面幅を決定する。②低水路の法勾配が3割であることと、水面から高水敷までの高さが1mであることから、低水路の断面形を決定する。

次に、③水面幅の5倍から堤防間幅を決定する。④堤防の法勾配が2割であること、堤防高を余裕高さとすることから堤防の形状を決定する。

最後に、⑤高水敷にいる人から対岸の堤防天端の仰角を $3^{\circ}$ 以内とすること、高水敷にいる人と対岸の堤内地にいる人との視線が合うようにすること（高水敷にいる人と対岸の堤内地にいる人との距離が100m以内の場合）により、高水敷の高さと幅を決定する。

以上により、最低限度の要件しか満たしていないかもしれないが、まちと連続した河川空間を作ることができるのではないかと考える。

## 6. 景観面から河川断面を決定した場合の治水安全度の確保手法

都市の中心を流れるパス・ノード河川は、景観的な要請から河川断面が決定されるため、単独河川では流域の治水安全度を確保できない場合が考えられる。この場合の治水安全度の確保手法には、以下のものが考えられる。

### (1) 分流

対象河川の近傍をエッジ河川が流れている場合は、エッジ河川にパス・ノード河川の一部流域を分流し、治水機能を分担させることにより、親水性の機能を優先することができる。この手法は、都市部を流れる河川で河道の流下能力向上が難しい場合で、かつ、都市の周辺を流れている河川に分流可能な場合に用いられる手法である。

### (2) 遊水地

中小河川は、洪水継続時間が短く、また、洪水流出波形がシャープであることから、ダム・遊水地等の洪水調節施設によるピーク流量の低減は、洪水を防御する上で効果的である。

ただし、ダムは上流部で洪水調節を行う施設のため、山地部の自然環境や自然景観に与える影響が大きく、計画に位置付ける前に十分な検討が必要である。また、まちを流下する中小河川では、流域内の山が低く、谷も浅い場合が多いため、ダムの適地は少ない。

一方、遊水地は中下流部で洪水調節を行うものである。計画高水位を地盤高相当に設定している場合、堤内地の現地盤を掘り下げなければ遊水地としての効用を果たさないため、現状の土地利用を継続することが難しい。そのため、平時時は公園などの都市施設として有効利用することを考えなければならない。したがって、遊水地は、その土地を洪水調節以外の目的で利用する予定がある場合に限って有効な方式といえる。

## (3) 対象別保護目標の設定

スイスでは、1991年に国民投票で可決承認されたスイス連邦保護法により、人命財産と農地や森林は同じ高水確率では守っていない<sup>30)</sup>（表-2）。河道や洪水調節施設による治水対策に限界を感じている現在、日本においても守るべきものの重要度に応じて、治水安全度の目標を設定する必要がある。

この手法に従えば、森林や農地・草地を流れる河川の断面は、市街地部に比べ小さくすることができる。日本の都市が、一般的に河口部に形成されていることを考え合わせると、都市部の上流域に広がる森林や農地からの流出が抑制され、都市部の河道の負荷を軽減できる。

対象別保護目標の設定を行えば、超過洪水時に都市部上流からの洪水流量が抑制されるため、パス・ノード河川で、親水機能を優先することができる。

表-2 スイスの対象別保護目標

対象	保護目標
人命財産の密集地	最低100年確率洪水
交通網やまばらな人家	50年確率の洪水
農地・草地	20年確率の洪水
森林	5年確率
河畔やデルタなど	守らない

## (4) 余裕高の有効活用

中小河川にとって余裕高が有する流下能力は無視できないほど大きい。例えば、計画高水位の水深が3m、余裕高が0.6mの河川で、余裕高分も流下断面に加えることができるならば、水深比だけでも流下能力が2割向上することになる。そもそも余裕高とは、堤防が土堤原則のため、越水に対して極めて弱い構造であり、計画高水流量以下の流水を越流させないように設けるものである。そこで、まちを流下する区間の堤防を越水しても破堤しない構造とし、堤防満杯で洪水を流下することができれば、今の河川断面でもまちの治水安全度を上げることができる。また、河川を上下流に分けた場合、一般的に下流にまちが形成されていることから、上流域のまちが形成されていない区間では、余裕高を設けずに計画規模以上の洪水は溢水させ、下流へ流れる洪水流量を計画高水流量まで低減させる。これにより、たとえ計画規模を上回る洪水が発生しても、上流からは計画高水流量程度の洪水しか流下せず、下流部の余裕高は、まちから流出する洪水を処理するための河積として利用できる。

## 7. 提案している設計手法の景観的メリット

提案している設計手法の景観的メリットについて、事

例を用いて説明する。事例は、新潟県内第2の都市である長岡市の市街地部を流れる3河川（栖吉川、柿川、太田川）を対象として調査研究を進めてきたが、ここでは既に改修済みで通常の改修計画と提案している設計手法を比較できることから、栖吉川とした。（図-10、表-3）



図-10 長岡市の中心部を流れる河川

### (1) 長岡市の概要

長岡市は、県土のほぼ中央に位置し、総面積は840.9km<sup>2</sup>、人口約28万人の都市である。長岡市の中心を南から北へ向かって信濃川が流れており、その右岸側には、長岡城を中心に発展した市街地があり、現在も市役所や長岡駅などがある。

長岡市の中心部を取り囲むように西側には西山丘陵、東側には東山丘陵があり、それらの丘陵から信濃川に向かい中小河川が流下している。信濃川の右岸側にある市街地部には、栖吉川、柿川、太田川が流れており、市民の生活に深く関わっている。

表-3 各河川的设计条件

河川名 (地点名)	栖吉川 (猿田橋)	柿川 (渡里橋)	太田川 (こだま橋)
流域面積	26.37km <sup>2</sup>	10.97km <sup>2</sup>	23.0km <sup>2</sup>
エネルギー勾配	1/480	1/1430	1/315
高水時粗度係数	0.035	0.035	0.035
低水時粗度係数	0.045	0.045	0.045
平水流量	1.05m <sup>3</sup> /s	0.44m <sup>3</sup> /s	0.92m <sup>3</sup> /s
余裕高	0.6m	0.6m	0.6m

※平水流量は千田<sup>10)</sup>の著書を基に決定している。

### (2) 通常の改修計画と提案設計手法の比較（栖吉川）

栖吉川は、流域面積26.4km<sup>2</sup>の河川である。昭和36(1961)年の災害復旧助成事業及び昭和41(1966)年からの中小河川改修事業により、治水対策が完了している。計画当時は、郊外を流れる河川であったため、市街地を流れる柿川流域の治水対策として柿川の山地流域を放水路により受け持っている。しかし、現在では市街地が拡

大し、左右岸とも沿川は住宅地となっている。ただし、有堤河川のため、沿川市街地のほとんどは流域となっていない。

図-11は、栖吉川の中流域を示している。堤防が高いため、堤内地と堤外地が分断され、階段護岸が整備されているところでも、河川利用はほとんどない。また、河道内の土砂の堆積や高水敷の植生繁茂が激しく、治水・利水両面から維持管理上問題となっている。

しかし、堤防天端は、舗装されているため、歩行者や自転車用の通路として利用されている。また、郊外を流れる区間では、山々を眺めるための絶好の視点場となっている。

図-12に現況（改修済）の河川断面とパス・ノード河川として設計した場合の河川断面を比較する。提案断面は現況断面に比べ、堤防間幅が3.2m狭く、計画高水位の水深が0.4m浅く、堤防高が1.0m低くなった。

パス・ノード河川は、現況河川に比べ、川幅は狭く堤防高は低くなるため、堤内地から堤外地面へのアクセシビリティが改善され、堤外地の利用が期待される。また、堤防天端高が低くなることから、ヴィジビリティの低下が懸念されるが、郊外を眺める視点場としては、堤防天端高の違いが大きく影響を与えることはない。

提案断面は改修計画断面に比べ、断面積が小さくなっていることから、河川改修以外の治水対策が必要になるが、上流域に水田が広がっていることから、上流域に遊水地を計画するか、上流域の河川堤防に余裕高を設けず、超過洪水を水田に溢れさせることにより、下流市街地部の治水安全度を確保することができる。

また、提案している設計手法により設計していれば、今よりコンパクトな河川となり、現在維持管理上問題となっている、土砂の堆積や高水敷の植生繁茂の問題はなかったと判断される。ただし、改修済の河川であるため、今となっては、現況川幅を狭めることはない。



図-11 栖吉川の現況写真（猿田橋から下流を望む）

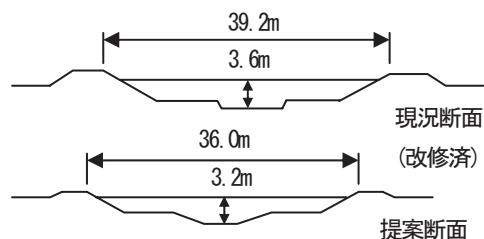


図-12 栖吉川の現況断面と提案断面の比較（猿田橋付近）



## 8. まとめ

本論文では、市街地を流れる中小河川において、河川計画の初期の段階で行う河川分担量や河川断面の決定にあたり、河川景観に配慮した設計手法を提案することができた。

具体的には、河川はまちとの関係からエッジ河川とパス・ノード河川に分類され、エッジ河川は景観上、視点場や境界としての役割を持つこと、パス・ノード河川は、視点場、広場、移動経路の役割を持つことがわかった。また、河川の断面形を「ヒューマンスケール」、「アクセスビリティ」、「ヴィジビリティ」という観点から設計し、治水安全度は、分流、遊水地、対象別保護目標の設定、余裕高の有効利用のいずれか、または、組み合わせにより確保できることを提案した。

最後に、新潟県第2の都市である長岡市の中心市街地を流れる栖吉川を事例として提案断面と現況（改修済）断面を比較し、本論文で提案している設計手法の景観的メリットを示すことができた。

**謝辞：**この論文を作成するにあたり、貴重なご意見を頂いた河川行政担当者、河川関係研究者、長岡の河川沿いの住民の皆様に、この場を借りて深く謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 中小河川計画検討会：中小河川計画の手引き（案），pp3-4, (財)国土開発技術センター，1999.
- 2) 吉川勝秀：河川流域環境学，pp202-203, 技報堂出版，2005
- 3) 河川審議会計画部会：流域での対応を含む効果的な治水の在り方中間答申，2000.
- 4) 社会資本整備審議会河川分科会：「新しい時代における安全で美しい国土づくりのための治水政策のあり方について」社会資本整備審議会河川分科会答申，2003.
- 5) 国土交通省：美しい国づくり政策大綱，2003.
- 6) 国土交通省：河川景観の形成と保全の考え方，2006
- 7) 中小河川計画検討会：中小河川計画の手引き（案），pp15-16, (財)国土開発技術センター，1999.
- 8) 中村良夫，北村眞一：河川景観の研究および設計，土木学会論文集，No. 399, pp13-26, 1988.
- 9) (社)土木学会：水辺の景観設計，pp35-36, 技報堂出版，1999
- 10) 樋口忠彦：日本の景観，pp53-188, ちくま学芸文庫，1993
- 11) 千田稔：自然的河川計画，pp100-102, 理工図書，1993
- 12) 島谷幸宏：景観から見た平常時の河川目標流量の設定に関する研究，土木学会論文集，No. 587, pp15-26, 1998.
- 13) 樋口忠彦：景観の構造，pp40-49, 技報堂出版，1975
- 14) (財)リバーフロント整備センター：川の親水プランとデザイン，p77, 山海堂，1995
- 15) 樋口忠彦：住処のけしき，都市のデザイン，pp29-54, 学芸出版社，2002
- 16) 樋口忠彦：景観の構造，p30, 技報堂出版，1975
- 17) (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），pp39-41, 山海堂，1993
- 18) 千田稔：自然的河川計画，p96, 理工図書，1993
- 19) (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），pp39-41, 山海堂，1993
- 20) 山脇正俊：海外から見た「多自然型川づくり」の歩みと将来の課題，河川 2001-11 月号，pp20-26, (社)日本河川協会，2001

(2007. 10. 9 受付)

## PROPOSAL IN THE URBAN RIVER SECTION WHICH WAS CONSIDERED FROM A VIEW OF LANDSCAPE

Toru SAKAI and Takashi OKUMA

River improvement work in the small river changes the scale and characteristic of river considerably. Therefore, it is necessary to consider the river environment and riverscape at the time of the river planning. We propose the river-section-planning techniques from a view of landscape with views of flood control and water-utilization. This technique is used at the early stages of the river plan. We use when decide a flood control method. Concretely, we classify a river into the edge river and the path node river from the relation of the city. And we plan the river section from the human scale, accessibility, visibility.