

# 中小河川の改修計画の新しい視点

研究第二部 次 長 山口 修

研究第二部 主任研究員 森田 伸二

研究第二部 主任研究員 矢部 昌之

## 1. はじめに

近年の社会的な要請に対応し、中小河川は水と緑の貴重なオープンスペースであり、地域社会へゆとりとるおいを提供する身近な空間としてその価値が再認識されるようになっており、ふるさとの川にふさわしい整備等が、現在積極的に進められている。ふるさとの川モデル事業や多自然型の川づくり等はこのような川づくりの端的な例といえる。

また、中小河川は大河川と比べ、河川数も多く、流域の形態、水文特性、河道の状況、地域社会との関係など様々で類型化して問題を扱うことがかなり難しい。

一方、流出計算は合理式を用い、河道計画においては等流計算で断面設定を行うなど比較的単純な手法が用いられているが、河川数が多いことからその実態は明らかではなく、よって問題点・課題についても明らかになっていないのが実情である。

最近の河川整備の動向として、治水・利水に加えて親水機能を重視する傾向にあるが地域社会の係わりなどを考えると、大河川よりむしろ中小河川において、よりきめの細かい計画策定が望まれるところである。

このような背景のもとに、本調査研究では、現在事業実施されている中小河川について、全体計画書（A、B表）を集計・分析することにより従前からの改修計画の整理・分析を行い、さらには、新しい水辺空間整備計画の整理を行った上で、問題点・課題を抽出し、河道計画のあり方について提案を行っている。

## 2. 従前からの河川改修計画の分析

### 2.1 全体計画書（A、B表）の集計・分析

全国都道府県で実施されている中小河川改修事業、小規模河川改修事業等の全体計画書（A、B表）の集計・分析を行った。

集計・分析にあたっては、全体計画書（A、B表）に記入されている項目（A表106項目、B表53項目）をデータベース化し、次の観点から整理を行った。

- ・流域面積の分布はどうなっているか。
- ・計画規模の設定方法に規則性はあるか。
- ・流出解析はどんな手法が用いられるか。
- ・平面計画において、河幅はどのように計画されているか。
- ・掘込河川・築堤河川の分布状況はどうなっているか。
- ・横断形状（複断面、単断面）の設定方法はどうか。
- ・河床勾配の分布はどうなっているか。

対象とした河川を事業種別毎に示したものが表2-1である。総河川数は1,510河川である。

表2-1 対象河川内訳

ブロック	中小河川	小規模河川	その他	合計
北海道	65	32	6	103
東北	113	121	3	237
関東	88	98	15	201
北陸	60	67	17	144
中部	42	67	5	114
近畿	64	60	18	142
中国	89	86	28	203
四国	54	73	6	133
九州	106	120	7	233
合計	681	724	105	1,510

### ① 流域面積の分布

全1,510河川の流域面積の分布は図2-1のとおりである。30km<sup>2</sup>以下の河川が50%を占める。

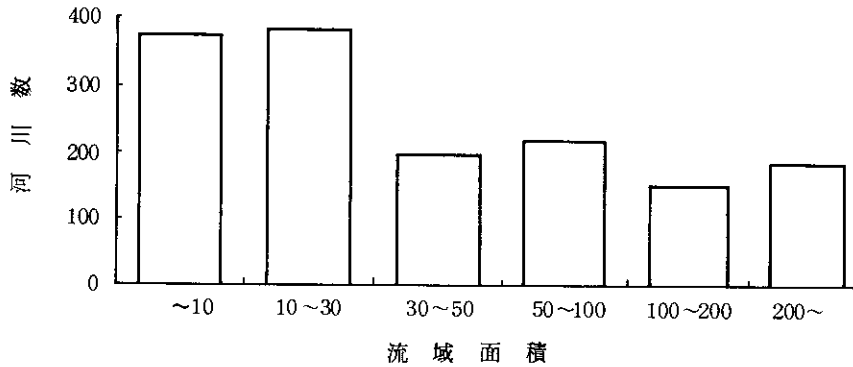


図2-1 流域面積の分布

### ② 計画規模

計画高水流量算定にあたっての計画規模の頻度分布は、図2-2のとおりである。中小河川の場合、低い確率の計画規模が多いように思われがちであるが、最も多いのは、 $W = 1/50$ 前後である。

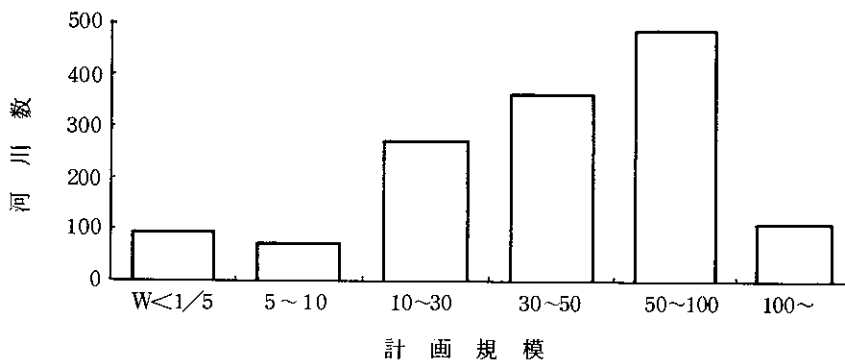


図2-2 計画規模

計 画 規 模	河 川 数
記 入 な し	8 9
$W < 1/5$	9 5
$1/5 \leq W < 1/10$	7 7
$1/10 \leq W < 1/30$	2 7 7
$1/30 \leq W < 1/50$	3 6 2
$1/50 \leq W < 1/100$	4 9 0
$1/100 \leq W$	1 2 0

また、流域面積と計画規模の関係を図 2-3 に示す。

流域面積10km<sup>2</sup>以下の河川でも $W = 1/30$ 以上の計画規模が多く、どの流域面積においても $W = 1/30 \sim 1/50$ が多い傾向にあり、流域面積と計画規模の相関性はない。

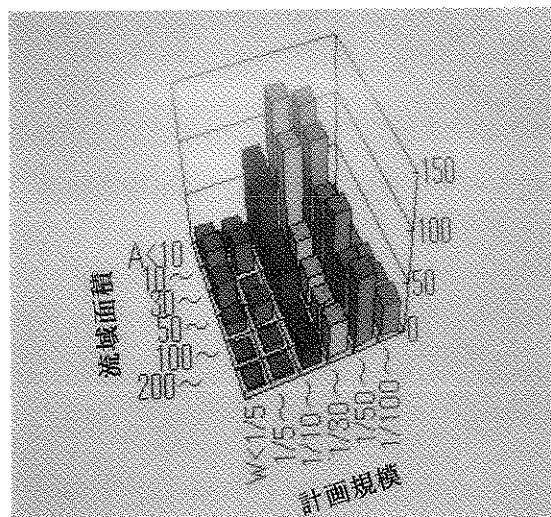


図 2-3 流域面積と計画規模の関係

### ③ 流出解析法

流出解析法については、いろいろな手法が用いられているが、やはり合理式による場合が多く、全体の約80%を占めている。河川の流域面積別にどのような手法が用いられているかを整理したものが図2-4である。

流域面積が50km<sup>2</sup>程度までは、ほとんどが合理式を用いており、洪水調節施設計画のある河川、内水問題を抱える河川などが、その他手法によるものと考えられる。

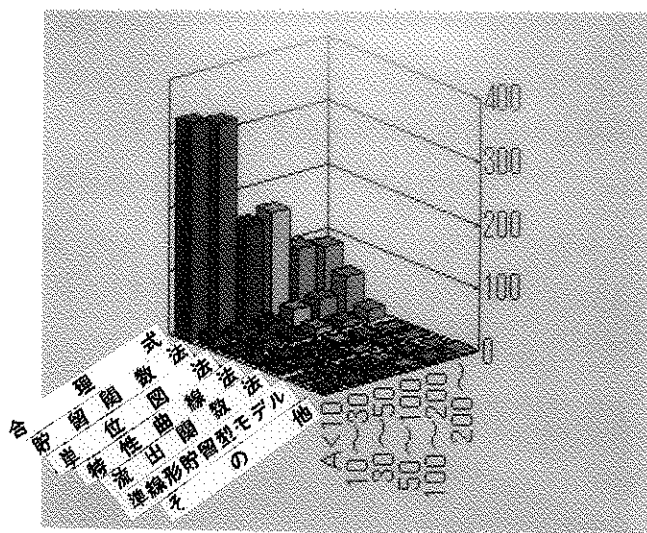


図2-4 流域面積と流出解析法の関係

④ 平面計画

計画高水流量と計画河幅の関係を整理すると、図 2-5 のとおりである。

図中には、河川砂防技術基準（案）に示されている計画流量に対する計画河幅の範囲を合わせて示した。

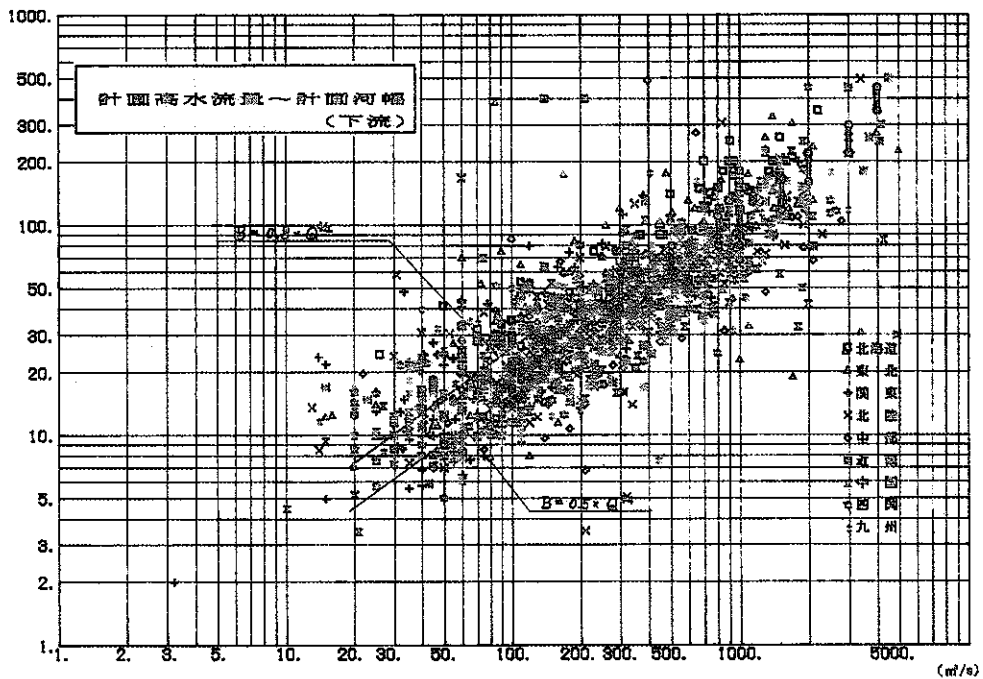


図 2-5 計画高水流量と計画河幅の関係

⑤ 掘込・築堤の分布

全体計画書（A表）の横断図より掘込河川であるか築堤河川であるかを読み取り、上流部・下流部の2カ所について整理したものが図2-6である。

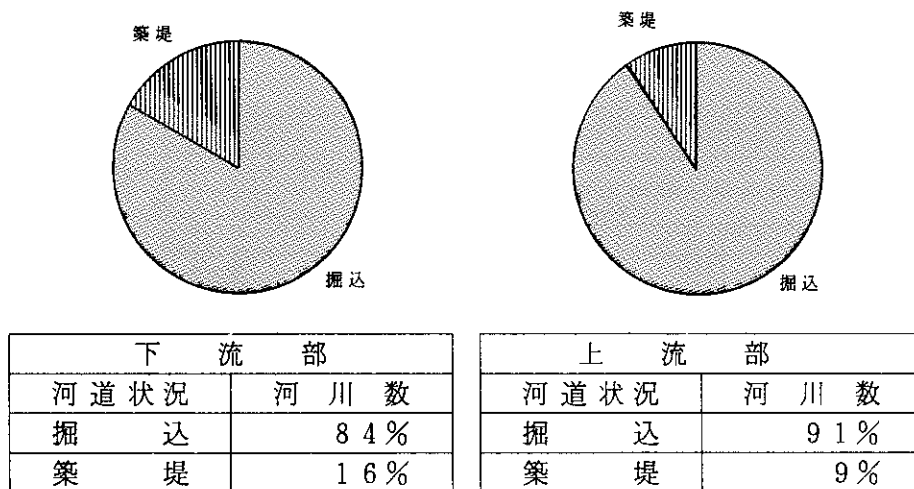


図2-6 掘込河川、築堤河川の分布

流域面積と掘込河川・築堤河川の関係（下流部）を整理したものが図2-7である。流域面積が200km<sup>2</sup>を超えたところで掘込河川に対する築堤河川の比率が急に増える。やはり、流域面積が200km<sup>2</sup>ぐらいから、大川川としての様相を呈していることがうかがえる。

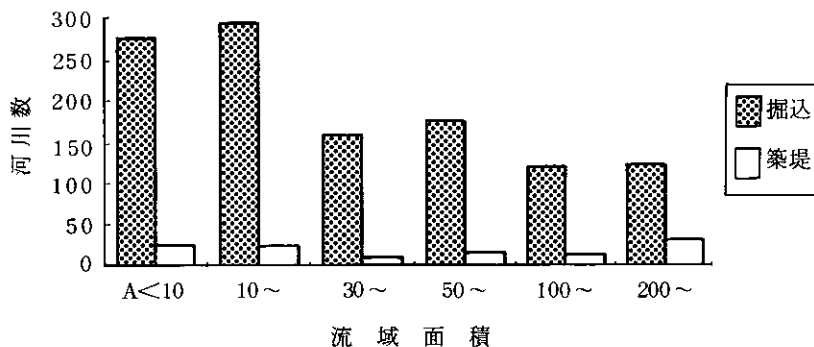


図2-7 流域面積と掘込河川、築堤河川の分布

⑥ 横断面形

全体計画書（A表）の横断面図より読み取った上流部、下流部の2カ所について、横断面形の設定状況（単断面or複断面）を整理すると図2-8のようになる。

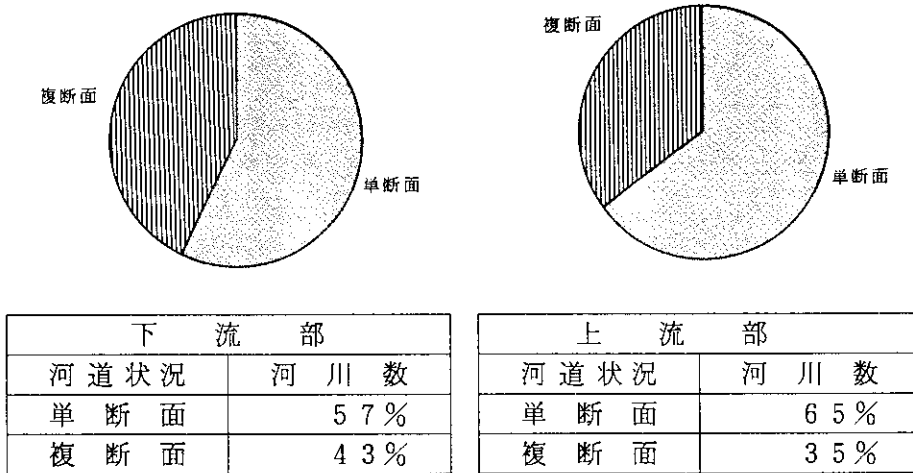


図2-8 単断面、複断面形の設定状況

また、図2-9に流域面積と計画断面形状の関係を示す。

流域面積が30km<sup>2</sup>以下では、単断面の設定が圧倒的に多いが、流域面積の増加に伴って、単断面から複断面に移行し、流域面積が100km<sup>2</sup>を超えると、関係は逆転し複断面形が多くなる。

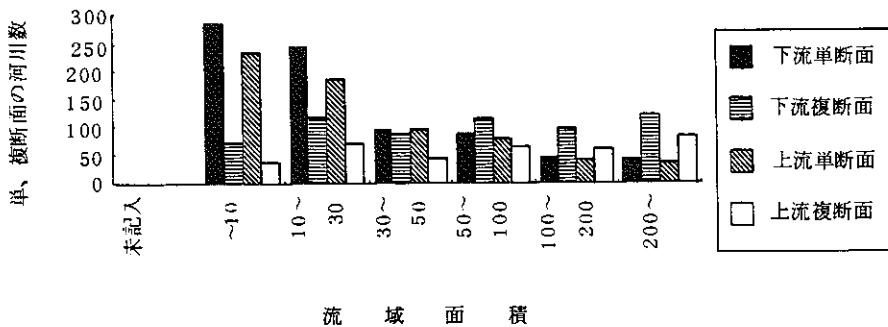


図2-9 流域面積と単、複断面の関係





れる。

このような拠点整備による影響が水理学的に問題があるのがどうか、その検討手法が確立できるのかどうか、また、すり付け区間の考え方にある程度の目安がつけられるのかどうかは今後の課題である。

### 3.2 縦断計画

既計画の河道縦断計画をそのまま踏襲しているケースが殆どで、水辺空間整備に伴って、縦断計画を再検討している事例は見受けられない。僅かに、魚の遡上しやすい落差工の提案、水辺の演出を図るための置石、飛石の設置、舟下りのための吃水深の確保等が見られる。

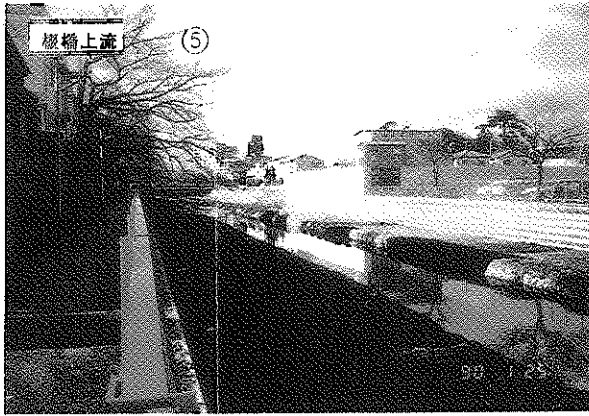
### 3.3 横断計画

拠点的に階段護岸や緩傾斜護岸等を設け、オープンスペースを確保するケースが多い。また、散策路整備など高水敷の利用のための複断面化、もしくは、自然の流れの確保のための複々断面化するケースが多く見られる。

既計画の横断計画を侵さないことを原則として、計画づくりがされており、河積が拡大されていることから、水理学的な再検討を行っていない。

表 2 - 2 改修に伴う特性の変化

	背景	目的	治 水		河 川 環 境		
			流 況		河床の安定	生 態	親水・空間利用
			計 画 高 水	中 小 洪 水			
断面系の選択	<ul style="list-style-type: none"> <li>・用地確保容易</li> <li>・既改修区間との連続</li> <li>・暫定流量への対応</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・堤防の安全性確保</li> <li>・河川環境の整備</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・主流路は低水路となり堤防前面の流速は緩やかとなり河道の安定が保たれ易い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・低水路だけを流下させることが可能。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・デルタ河道、中間地河道では河道の安定を維持し易い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・単断面に比べ多様な対応が可。</li> <li>・陸生、水生動物/植物が生存可能(ヨシ、アジ)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・河道空間の多面的利用が可能。</li> <li>・親水性の増加</li> <li>・アプローチ容易</li> <li>・修景が容易。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・用地確保困難</li> <li>・既改修区間との連続</li> <li>・掘込タイプの河道である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・洪水の迅速な処理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・複断面に比較して河岸の流速が早くなり築堤河川では安全性に問題あり。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・同一流量に対しては水深が小さくなり、河床、河岸に加わる外力が減ずる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・河床形態が改修前と変化する場合があります。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生存種、生存域を限定してしまう。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・景観が平板になる。</li> <li>・親水空間が少ない。</li> <li>・アプローチ困難</li> <li>・修景が困難。</li> </ul>
河床拡幅	<ul style="list-style-type: none"> <li>・用地確保は比較的容易</li> <li>・合流河川・海域の状況から河床掘り下げができない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計画高水流量の安全流下</li> <li>・河積の拡大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改修前に比べて流速、掃流力は小さくなる。</li> <li>・常時の水位は低下する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・小規模洪水で形成されたミオ筋を流下。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発生する河床形態が変化する場合があります。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・常時水深が小さくなり魚類等への悪影響。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・浅水域が広がり水質が良好であれば親水可能。</li> </ul>
河床掘削	<ul style="list-style-type: none"> <li>・用地確保困難</li> <li>・高水位制約</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計画高水流量の安全流下</li> <li>・堆積土砂除去</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改修前に比べても常時の流況に対する水理条件の変化は少ない。</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・安定河床勾配との差が大きい場合、河床堆積、洗掘を生じる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・常時水面低下により地下水低下をまねく。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・河道へのアクセスが困難になる場合が多い。</li> </ul>
床固・護岸工	<ul style="list-style-type: none"> <li>・河床が低下傾向にある。</li> <li>・流速が大きく河床、護岸等の維持等に障害となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・流速緩和</li> <li>・縦断形状安定化</li> <li>・土砂移動の抑制</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・平時の流れは全体におだやかになる。</li> <li>・落差工直下において、跳水等の発生が見られる。</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・全体的には安定化。</li> <li>・落差工下流での局所洗掘、河床低下発生。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・魚類の遡上防げる。</li> <li>・生態系の分断をまねく。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・剛な構造となる場合が多く、景観をそこねる。</li> </ul>
法線是正	<ul style="list-style-type: none"> <li>・蛇曲河道形成</li> <li>・河岸侵食多発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・沿川土地利用促進</li> <li>・工費節減</li> <li>・流下時間短縮</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・単純に短絡した場合、勾配が急になり、改修前より、流速が大きくなる。</li> <li>・2次流強度が緩和され、流況は安定。</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・局所洗掘深が小さくなる。</li> <li>・下流接合部堆積傾向(落差工の併用で回避しているのが一般的)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・瀬、淵の分布に変化が生じる場合がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自然的景観が失われる。</li> </ul>



### 複断面河道の事例

高水護岸は緑化ブロック、低水路は土羽で被覆されており、比較的環境面の配慮がされている。低水路の一部に欠損がみられ、高水敷がせまい場合は、高水護岸が必要となる。



### 複断面河道の事例

ショートカットが行われた大規模な河川である。落差工において河床勾配を緩和している。センターライン方式で低水路が計画されており、高水敷の植生は豊富である。



### 単断面河道の事例

都市部の急勾配河川で5分のブロック護岸と連続した床固工により剛なイメージが強く、景観が極めて悪い。



### 単断面河道の事例

法線是正と河床拡幅が行われた河川である。

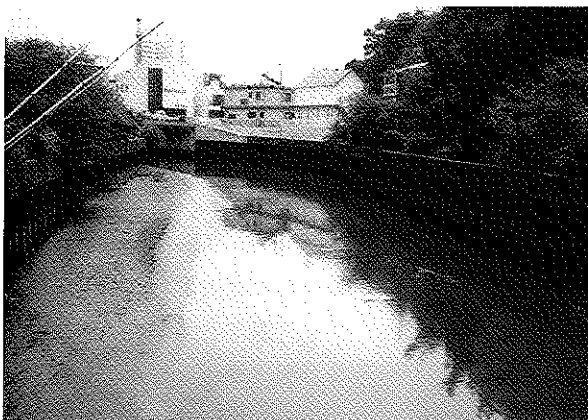
河幅の30倍程度の波長で交互砂州が形成されている。河床変動はないが、法線是正によるとみられる河岸決壊が見られる。



### 河床拡幅の事例

1.5倍程度の河床拡幅が行われた河川である。河床材料は砂利であり、流れは平坦化しているが河床の安定に問題はない。

ポイントバーの形成により、対岸が水衝部になっている。



### 河床掘削の事例

河口に近い緩流部において河床掘削を行った河川であり、矢板護岸により水辺のアクセスは全く無い。流速の低下により砂州や土砂の堆積が見られ流下能力に問題が残る。

## 4. 河川改修計画のあり方

### 4.1 平面計画

中小河川の改修計画においては、全体計画書の記載事項に表現されないまでも、ごく一般的に法線是正が行われているのが実態である。

直線河道は、水理的な擾乱源を作らず、抵抗を少なくして流れを一方向にかつ速やかに流下させるというメリットがある。しかしながら、河道を直線化した場合、砂州が安定せずに下流に移動する傾向をみせることが多く、その結果、水衝部の縦断的な移動が生ずるため、全川にわたって護岸が必要になる等のデメリットが生ずる場合がある。

一方、水辺空間整備においては、緩傾斜法面の採用などで引堤するケースが多くなってきた。このようなオープンスペースの確保は、急激に拡大した場合の偏流による水面振動、接続部付近からの剝離渦の発生など水理的機能面の問題が残る。

沿川住民にとってより密着した河川である中小河川の計画としては、従来見落とされがちであった環境面にも配慮し、現況河道を重視した適度な蛇行を有する平面計画を策定すべきであり、法線是正を行う場合の判断基準や平常時の安定河床、瀬・淵の配置、水際線のあり方、さらには、水辺空間整備を行う際の水理的機能面での検討範囲についても明らかにする必要がある。

### 4.2 縦断計画

前述のように、中小河川の河床勾配は、主として $1/60 \sim 1/4,000$ の広い範囲で分布するが、全体的には $1/200 \sim 1/500$ 程度の河床勾配を有する河川が多いことが明らかとなった。

しかし、中小河川の縦断計画にあっては、現況河床勾配の重視と洪水の安全流下の観点から河床の縦断形状が決定されており、河床の安定に対する検討は殆どされていない現状であり、土砂移動に対する考慮が欠けていると考えられる。

また、流速緩和、河床維持対策としての床固工が計画されるが、事例調査

では、一部の例外（比較的大規模で急勾配な河川）を除き、ほぼその機能が保持されていることが明らかになった。

さらには、床固工の設置により剛なイメージとなり、景観上好ましくないことや生態系を上下流で分断してしまうこと等、環境面での問題が多い。

一方、水辺空間整備計画にあっては、既計画の縦断計画をそのまま踏襲しているケースがほとんどで、水辺空間整備に伴って縦断計画を再検討している事例は見受けられない。

中小河川の縦断計画にあっては、河床の安定と環境への配慮との関係から基本的な考え方を整理し、計画河床勾配の設定や床固工の配置などの手法を明らかにする必要がある。

#### 4.3 横断計画

全体計画書（A表）の分析によれば、中小河川の横断形状は、単断面が全体の約1/3を占めることや、掘込河道が全体の9割を占めること及び、流域面積の減少に伴って単断面化する傾向が見られることが明らかになった。

また、事例調査では河道拡幅、河床掘削による影響について調査を行い、単断面河道においても小洪水に対応した低水路が形成され、水衝部を形成していることが確認された。

中小河川の横断計画は、計画高水流量に相当する流下能力の確保を主眼として計画されており、平水時の流況に対する配慮が十分でない場合が多く、しかも、用地的な制約から自ずと単断面を選択するケースが増え、法勾配が直立化する傾向がある。

単断面河道では、洪水時において側壁法面あるいは法先に直接流水力が作用するため、複断面河道に比べて安全性が低下する上、環境的にみても、高水敷がないため河道が常時水面下に位置することや、改修に伴い常時水量に対する水深が小さくなることから、景観は平板的となり、生態系に対しても悪影響を与える場合が多い。

一方、水辺整備計画では、拠点的に階段護岸を設けたり、高水敷の利用や

低水路を蛇行させるなど複断面または複々断面化されている。法勾配についても、極力、緩傾斜法面を採用するなどオープンスペースの確保のための施策がなされているが、粗度係数については見直しはされておらず、水理学的な問題が懸念される。

中小河川の横断計画においては、複断面を基本としつつも、用地等の制約があるわが国の現状から判断すれば、複断面河道を全面的に採用することは事実上困難である。単・複断面の選択に対する基本的な考え方を整理する一方、高水・低水を考慮にいった単断面河道の計画手法を策定することが望まれる。また、親水性の確保や生態系への配慮、維持管理等の配慮事項についてもあきらかにする必要がある。

## 5. あとがき

本調査研究においては、中小河川の河道計画について総論的な検討を試みたが、中小河川の改修計画を策定するためには、河道計画のみならず、降雨解析、流出解析など検討すべきことが多い。

今後は、地域条件の異なった各々の河川の改修計画を各論的に検討した上で、問題点、課題の解決の方向を見出し、親水拠点の整備、多自然型の川づくりなど良好な水辺環境の創出と治水計画とが一体となったより合理的な中小河川の改修計画策定のためのガイドラインの作成が望まれるところである。

最後に、本調査研究を進めるにあたり、適切な指導、助言を頂いた建設省河川局治水課、東北地方建設局河川計画課、中国地方建設局河川計画課、及び土木研究所河川研究室に対し、深く感謝申し上げます。