

全国 17 河川のデータによる河口砂州形状のタイプ分類

宇 多 高 明*・松 田 英 明**・山 形 宙**

1. ま え が き

近年、海岸侵食が全国的に進んできているが、河川から海岸への土砂供給を今後とも十分確保するには、河口部で生じている様々な現象についての十分な理解が必要である。このため最近でも河口に関する研究はかなり多く行われているが、現地データに基づく河口研究は、一般に個別河川の河口を現地調査により明らかにすることに主眼が置かれており、全国の河川を対象として河川勾配や河床材料、あるいは作用波浪などをもとに河口地形を分類、整理した研究は見当たらない。個々の河口での詳細研究の必要性はあるものの、ある河川で観察された現象の普遍性や、その河川の位置付けを知るためにも、上述の全国ベースでの河口の分類が必要である。このことから、本研究では大規模な防波堤や導流堤などの人工構造物により河口が囲まれている場合を除き、ほぼ自然の河川流と波の作用により河口部で地形変動の生じている全国 17 河川を選んで、それらの特性分析を行い、河口砂州と河口テラスの形状より河口が 4 タイプに分類されることを示す。

2. 各河川の河口部特性の概要

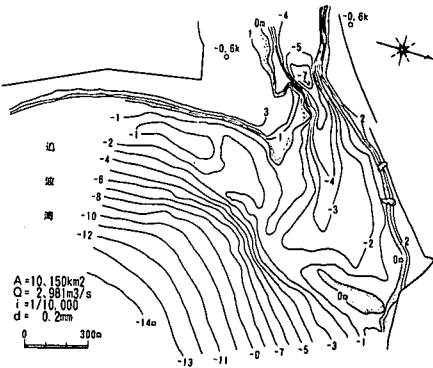
表一は代表河川の河口部特性の一覧である。最急河床勾配は黒部川の 1/200、最緩河床勾配は北上川の 1/10,000 であり、また、河床材料の平均粒径は北上川の 0.2 mm より富士川の 50 mm まで広い範囲で分布している。以下では東北、北陸、関東、中部、近畿、中国、四国地方の順に各河口の特徴について述べる。

2.1 東北地方の河川（北上川、雄物川）

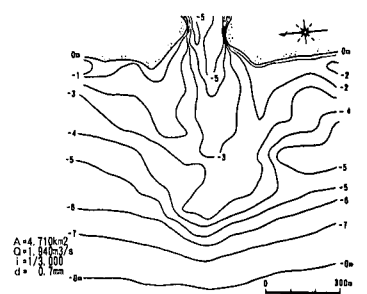
北上川河口の深淺図を図一に示す。河口砂州は右岸側より大きく張り出しており、また一部左岸側にも小規模な砂州がある。開口部の最深河床は -7 m と非常に深い。そこより下流側では逆勾配となり、沖合には深さ約 2 m の河口テラスが広がっている。河口テラスの突出は特に -5 m 以浅で顕著である。また左岸側には山地が近接しているため河道は開口部より大きく時計回りの方

表一 各河川の河口部特性の一覧表

河 川 名		流域面積	平均 年	低 水 路	河床材料
		A (km ²)	最大流量 Q (m ³ /s)	河床勾配 i	平均粒径 d (mm)
東北	1 北上川	10,150	2,981	1/10,000	0.2
	2 阿武隈川	5,400	3,763	1/2,974	0.6
	3 米代川	4,100	2,528	1/2,910	3.2
北陸	4 雄物川	4,710	1,940	1/3,000	0.7
	5 荒川	1,150	763	1/600	3.2
	6 阿賀野川	7,710	3,670	1/6,400	0.6
	7 黒部川	682	1,410	1/200	2.5~40
関東	8 富士川	3,990	2,714	1/400	50.0
	9 安部川	567	1,676	1/366	40.0
中部	10 大井川	1,280	1,879	1/320	25.0
	11 天竜川	5,090	6,202	1/871	14.0
近畿	12 新宮川	2,360	6,010	1/1,000	17.0
	13 由良川	1,880	1,668	1/4,000	2.0
中国	14 天神川	500	654	1/620	1.5
	15 日野川	860	814	1/1,370	1.5
四国	16 物部川	508	1,513	1/360	22.0
	17 仁淀川	1,560	5,048	1/1,230	7.0



図一 宮城県北上川河口の深淺図（1990 年 3 月 9 日）



図二 秋田県雄物川河口の深淺図（1980 年 7 月 10 日）

* 正会員 工博 建設省土木研究所河川管理総括研究官
** 日本建設コンサルタント(株)

向に湾曲し、河口テラスの中心は南東方向を向いている。右岸砂州の形状はかなり複雑であって、河口の最深部の下流側に突出部があり、また海側にも大きな突起がある。そしてこの突起の先端には -1 m の等深線が続き、河口テラスの先端付近まで等深線が大きく伸びている。

雄物川河口の1980年6月18日の $Q \approx 3,000\text{ m}^3/\text{s}$ の洪水後、約1カ月が経過した1980年7月10日の深浅図を図-2に示す(宇多・松田, 1995)。河口沖には幅広いテラスが形成されており、テラス上の水深は $2 \sim 3\text{ m}$ である。河口砂州は兩岸よりほぼ対称形に張り出しており、また河口砂州は最狭部と海側とに突出部を有している。海側の突起の前面には浅瀬が続いており、 -1 m 、 -2 m の等深線が楔状に大きく突出している。突起の状況は図-1に示した北上川の場合とよく似ているが、開口部中心線に関して河口地形がほぼ左右対称である点が他と異なる。

2.2 北陸地方の河川(荒川, 阿賀野川)

荒川河口の深浅図を図-3に示す。砂州は兩岸より張り出し、開口部も左右に変動していたが、1983年に建設された乙大日川の導流堤が本川に対する導流堤の役目を果たしたため、開口部は左岸側に固定されることになった。現在は、細長い河口砂州が右岸側よりほぼ直線状に伸びている。砂州高は $2 \sim 3\text{ m}$ であるが、砂州の前面水深(前

浜よりも急勾配に落ち込んだあと、緩勾配となる水深)も $2 \sim 3\text{ m}$ であって、両者はよい対応を示す。荒川の河床勾配は $1/600$ と急なため、河口砂州の形状は図-2に示した雄物川河口などの緩勾配河川と大きく異なる。

阿賀野川河口の深浅図を図-4に示す。砂州の最狭断面の最大水深は約 8 m であるが、最狭断面より 600 m 沖では $2 \sim 3\text{ m}$ まで浅くなっている。開口部は兩岸より伸びた河口砂州のほぼ中央部に位置していること、また最狭部より海側の汀線は滑らかではなく、兩岸とも沖向きに凹状に伸びたあと、角状の突出部をもって両側の汀線と連なっていることが特徴として指摘される。しかも角状の突出部では汀線のみが突出しているのではなく、浅海域の -1 、 -2 m の等深線もまた凸状になっている。これらの特徴は前出の雄物川河口の場合と非常によく一致を示す。

2.3 関東地方の河川(富士川)

富士川の河口部の深浅図を図-5に示す。富士川の流入する富士海岸も海底勾配が非常に急である。この場合も右岸側よりほぼ直線状に長大な砂州が伸びている。河口テラスの発達はある。

2.4 中部地方の河川(安倍川, 大井川, 天竜川)

安倍川河口部の深浅図を図-6に示す。ほぼ直線状の河口砂州が伸び、汀線付近の海底勾配は約 $1/10$ と急である。開口部は左岸側の河道法線の延長上より東側に位置している。河口の右岸側には離岸堤や海岸護岸があつて

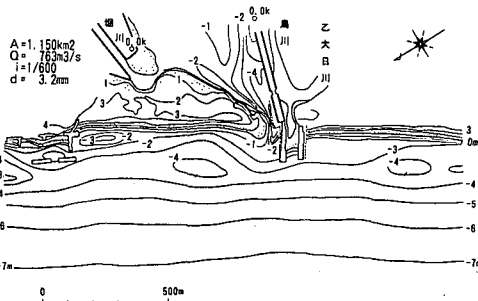


図-3 新潟県荒川河口の深浅図(1989年2月8日)

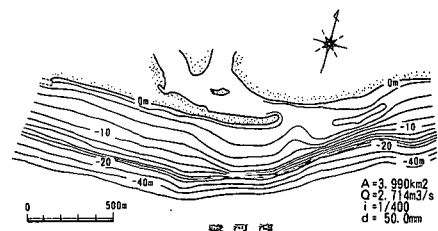


図-5 静岡県富士川河口の深浅図(1989年2月)

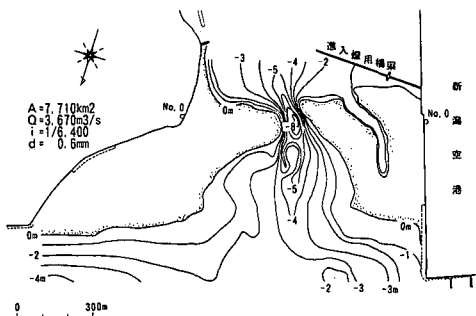


図-4 新潟県阿賀野川河口の深浅図(1993年3月21日)

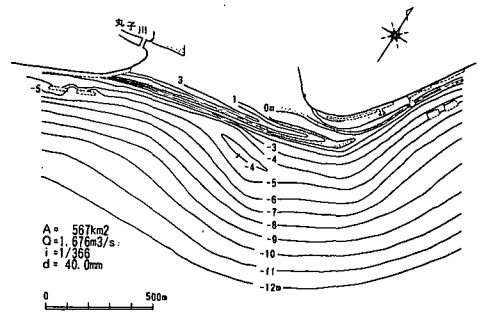


図-6 静岡県安倍川河口の深浅図(1992年9月)

ここを横切る土砂移動はほぼ0となっている。したがって河口中心より右岸側の直線状の汀線は卓越波に対して直角となつてほぼ静的安定状態にあると考えられる。この場合も河口テラスの発達はいくつかない。

大井川も河床勾配は急であり、洪水時の流勢が強く、以前は流出土砂量が非常に多かった。しかし、昭和30年代には発電用のダムが建設され、さらには河道内で砂利採取も行われたことにより、河口部への流出土砂量は減少している。現在の河口状況は、細長い河口砂州が左岸側より伸び、開口部は右岸堤防のごく近傍に位置している。開口部位置が左右逆である点を除いて安倍川と非常に類似する。

天竜川の河口部では、かつては上流部伊那谷の山地崩壊が著しく、下流へ膨大な量の土砂が流出していたが、その後の中流部および支川のダム建設により流出土砂量が減少し、河口周辺の汀線後退が顕著である。宇多ほか(1994)が明らかにしたように、右岸側より約2 kmにわたる長大な砂州が伸びている。河口部の1993年10月の深浅図を図-7に示すが、左岸堤防の直前より河川流が斜めに流出している。また、開口部の東側沖には広い河口テラスが発達している。河口テラスの水深はほぼ2 mであり、それを取り囲む-2 m~-5 mの等深線はバー・トラフの発達のために複雑な形状を有するが、-6 m以

深は沿岸方向になだらかな形状を呈している。天竜川河口は、直線的な砂州が形成されている点から見ると富士川の場合と似ているが、大きな河口テラスを発達させている点で特性がやや異なる。

2.5 近畿地方の河川(新宮川, 由良川)

新宮川河口の1993年3月の深浅図を図-8に示す。砂州の海側は約1/20勾配で-6 mまで急深となっており、その沖には約1/110の緩勾配の海底面が続く。また、河口砂州の標高は4 mと、他の河川の河口の2~3 mと比較して高い。新宮川の河口砂州もまた直線状の砂州により特徴付けられる。次に、由良川の河口砂州と河口沖の深浅図を図-9に示す。河口砂州は両岸より伸長している。開口部の中心に対しほぼ左右対称形に河口砂州が発達しており、開口部中央には-4 mの深みが形成されている。河口の沖合-2~-4 mの間はバー・トラフの発達のため複雑な海底形状であるが、-4 m以深では等深線が沿岸方向にほぼ平行に伸び、また河口前面でこれらの等深線は沖へ向けて突出し、河口前面テラスが形成されている。この河口でも河口砂州の最狭部の下流側には1対の突起が発達し、しかもその直近には-1 m、-2 mの等深線もまた大きく突出している。この特徴は、雄物川や阿賀野川河口で見られたものと同一である。

2.6 中国地方の河川(天神川, 日野川)

空中写真によると、天神川河口では河口砂州が直線状に伸びており、開口部の位置は左右逆であるが、次に述べる日野川の河口と砂州形状は非常によく似ている。

日野川河口の深浅図を図-10に示す。ここでは、近年流出土砂量の減少に伴い、河口砂州が河道内へと後退する傾向にある。河口砂州は周辺海岸より後退しているが、河口砂州自体は左岸より直線的に伸びている。また、砂州の標高は2~3 mであって、砂州より急勾配で落ち込んだ部分の水深は約2 mとほぼ同様となっている。

2.7 四国地方の河川(物部川, 仁淀川)

物部川の河口では、左岸側より直線状に砂州が伸びている。空中写真より判断する限り、河口砂州の形状は日

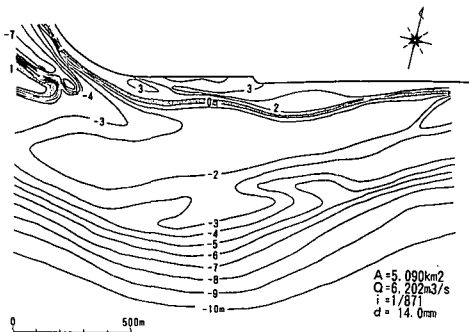


図-7 静岡県天竜川河口の深浅図 (1993年9月)

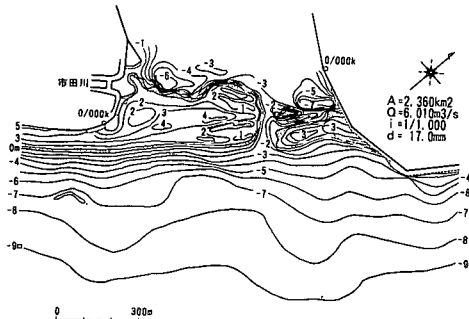


図-8 和歌山県新宮川河口の深浅図 (1993年3月)

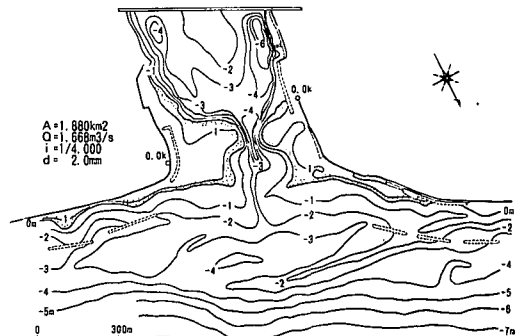
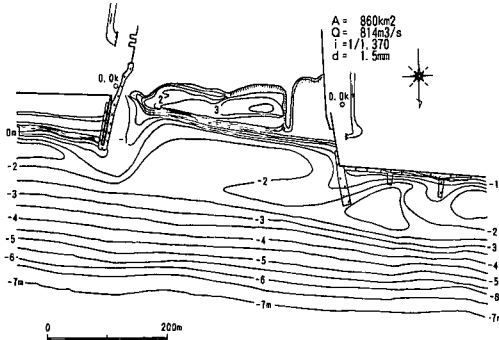
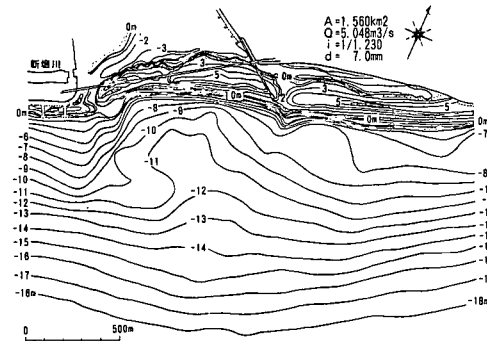


図-9 京都府由良川河口の深浅図 (1991年12月26日)



図一10 鳥取県日野川河口の深浅図 (1990年6月)



図一11 高知県仁淀川河口の深浅図 (1993年3月)

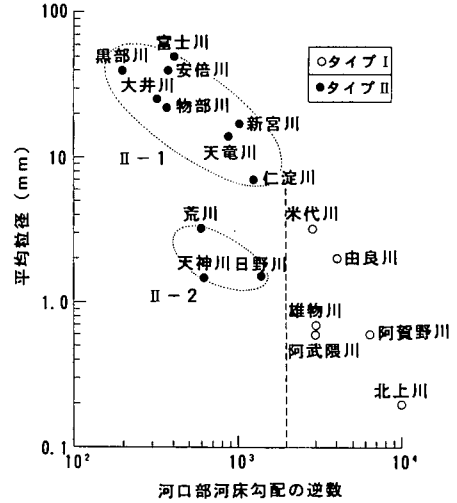
野川や天神川の場合とよく似ている。

仁淀川河口の深浅図を図一11に示す。一般に河口砂州部の汀線形状は、海岸線に対して平行もしくは沖に突出する。しかし、当河口部は砂州前面での海底掘削の影響により、汀線が凹状となっている。図一11において左岸導流堤の東側で、海底掘削の影響をあまり受けていない部分の海底状況を調べると、ほぼ-6mまで約1/9と非常に急勾配で落ち込んでいる。河口砂州はほぼ直線状に左岸側より伸びている。そして砂州高は5mと高く、また砂州の前面水深は約7mと非常に深い。

3. 河口形状の分類と考察

各河川の河口の特徴を比較すると、長大な防波堤や導流堤により囲まれておらず、人工構造物の影響があまり強く現われていない河川の河口形状は、河口砂州と河口テラスの形状より大きく2つのタイプに分類される(表一2、図一12参照)。そしてタイプI、IIはさらに2つに細分化される。

タイプI-1は、両岸より河口中心へ向けて河口砂州が伸び、両者の中央で最深部が形成されており、そこから下流方向へ水深が次第に小さくなるパターンである。そしてこの場合河口テラスの発達は良好である。また、



図一12 河口のタイプ分類

表一2 河口砂州形状のタイプ分類

河口部 河床勾配 タイプ	緩流河川 ($i < 1/3,000$)		急流河川 ($i > 1/1,400$)	
	I-1	I-2	II-1	II-2
断面 形状				
該当 河川	雄物川 阿賀野川 由良川	北上川 阿武隈川 米代川	安倍川 大井川 物部川 天竜川 仁淀川 雄物川 富士川	荒川 天神川 日野川

*天竜川は広い河口テラスを有することから他の河川とやや特性が異なる。

タイプI-2は片岸が岩礁、導流堤、防波堤などにより区切られているため砂州の伸長が片岸からであり、砂州形状はタイプI-1を河口中央で二分した形態となる。これに対しタイプII-1、II-2は砂州の汀線は周辺海岸とほぼ平行に延び、砂州の形が直線状で単純なものであって、急勾配のため河口テラスの発達はよくない。そして砂州の伸長方向の対岸に小規模な導流堤あるいは中導流堤が存在する。両者の相違は、表一2に示すように砂州高が高く前面水深の大きなものがタイプII-1、砂州高が低く、前面水深も小さいのがタイプII-2である。タイプI-1の具体例は、雄物川、阿賀野川、由良川河口に見られる。特に阿賀野川河口(図一4)と由良川河口(図一9)での砂州形状の一致度は非常に良好である。これらの河川は、いずれも日本海側に流入する河川で、河口部付近の河床勾配が1/3,000(雄物川)、1/6,400(阿賀野川)、1/4,000(由良川)であって、緩流河川に入るとともに、潮位差が少なく、冬季風浪と融雪出水の作用を毎年必ず受けることで特徴付けられる。また緩流河川であるために河口部の河床材料の平均粒径も0.7mm(雄物川)、0.6

mm (阿賀野川) と小さい。以上より、河口砂州のフラッシュにおいて主に浮遊形式が卓越する河川である。同様にタイプ I-2 には北上川、阿武隈川、米代川が該当する。それらの河床勾配は $1/10,000$ (北上川), $1/2,974$ (阿武隈川), $1/2,910$ (米代川) であり、平均粒径は同じ順にそれぞれ 0.2 mm , 0.6 mm , 3.2 mm であり粒径もかなり細かく、タイプ I-1 と同じ特性を有している。また、タイプ I-1, I-2 はともに河口部の河床勾配が約 $1/3,000$ より緩やかな河川で見られる点が共通の特徴である。

タイプ II-1 には安倍川、大井川、天竜川、新宮川、物部川、仁淀川の 7 河川が属する。各河川の河床勾配は、 $1/366$ (安倍川), $1/320$ (大井川), $1/871$ (天竜川), $1/1,000$ (新宮川), $1/360$ (物部川), $1/1,230$ (仁淀川) といずれも $1/1,300$ より急勾配であって、また河床材料は礫からなる。これらの河川は、太平洋側に位置しており、また河口砂州の前面水深は一般に $-4\sim-6\text{ m}$ と深く、同時に砂州高も $4\sim5\text{ m}$ と高い。以上の点より、これらの河川では粒径が大ききまた太平洋に面しているため周期の長い波の作用を受けるから、堀川ほかの海浜縦断面変化タイプ分類の III 型、つまり汀線のすぐ沖合が掘られ、その砂礫が前浜上にうちあげられる変形が生じていることを示している (例えば、本間・堀川, 1985 参照)。また、これらの河川は、侵食の激しい海岸に流入 (安倍川: 静岡・清水海岸, 大井川: 駿河海岸, 天竜川: 遠州海岸, 新宮川: 七里御浜海岸, 物部川・仁淀川: 高知海岸) していることも特徴である。

一方、タイプ II-2 には荒川、天神川、日野川が属する。これらの河川の河床勾配は、 $1/600$ (荒川), $1/620$ (天神川), $1/1,370$ (日野川) であって、これらも急流河川に属する。しかしながら、汀線付近の比較的急勾配な範囲はそれぞれ -3 m 以浅 (荒川), -2 m 以浅 (日野川) であって、それより沖合には平坦面があったあと、沿岸方向に平行に等深線が伸びている。このことから、タイプ II-1 とは別のグループに属する。河床勾配の点より見ると、タイプ II-1, II-2 とともにほぼ $1/1,400$ より急な場合に見られる点が共通している。

タイプ III 型の海浜変形は沖波波形勾配が小さいほど、また波形勾配が一定の場合には粒径が大きいほど生じ易いので、前述のタイプ II-1, II-2 の生じる海岸の波浪条件を比較すると、太平洋側で南東方向に向いている海

岸では、日本海側と比較して台風時のうねりなど、波形勾配のより小さな波を受け易く、この結果として前面水深が大きく、高さの高い河口砂州が発達したと考えられる。

4. 結 論

① 大規模な防波堤や導流堤などの人工構造物により河口が囲まれている場合を除き、ほぼ自然の河川流と波の作用により河口部で地形変動の生じている全国 17 河川の河口部深浅図・空中写真によれば、河口形状は河口砂州と河口テラスの有無により 4 タイプに分類可能である。それらはまた、河口部河床勾配または河口部の河床材料の中央粒径に大きく依存する。

② タイプ I-1 は、両岸より砂州が伸長し、河口の沖合には河口テラスが発達するものである。河口部の河床勾配がほぼ $1/3,000$ より緩く、砂州材料が細砂からなる、雄物川、阿賀野川、由良川などで見られる。

③ 河床勾配等の条件は I-1 と同様であるが、I-1 の砂州形状が河口中央部で人工構造物や岩礁等により 2 分されたものがタイプ I-2 である。具体例は北上川、阿武隈川および米代川に見られる。

④ 河床勾配がほぼ $1/1,400$ より急で、砂州材料が粗砂や礫からなる河川で、砂州がほぼ直線状に伸長するのがタイプ II である。砂州高・砂州前面水深の大きなものがタイプ II-1、小さなものが II-2 である。いずれの場合も河口テラスの発達はいくなく、タイプ II-1 の具体例はいずれも太平洋に面した安倍川、大井川、天竜川、新宮川、物部川、仁淀川で、またタイプ II-2 の具体例は日本海に面した荒川、天神川、日野川で見られる。これらのうちタイプ II-1 は、いずれも激しい侵食性海岸に位置することで特徴付けられる。

参 考 文 献

- 宇多高明・高橋 晃・松田英明 (1994): 河口地形特性と河口処理の全国実態, 土木研究所資料, 第 3281 号, p. 123.
- 宇多高明・鈴木忠彦・大石守伸・山本雅彦・大谷靖郎 (1994): 天竜川河口砂州の伸長に伴う河岸侵食と海浜変形, 海岸工学論文集, 第 41 巻, pp. 481-485.
- 宇多高明・松田英明 (1995): 雄物川河口に見る河口沖テラスと河口砂州の形成・消失の相互関係, 海岸工学論文集, 第 42 巻, pp. 566-570.
- 本間 仁・堀川清司 (1985): 海岸環境工学, 東京大学出版会, 582 p.