

有明海のデルタ部河道における潮位変動特性と ガタ土の河道内侵入に関する考察

TIDE DEFORMATION AND ESTUARY SEDIMENT INTRUSION IN A DELTA
MADE BY VOLCANIC ASHES IN ARIAKE BAY

古川保明¹・須賀如川²・島谷幸宏³・三品智和¹

Yasuaki KOGAWA, Nyosen SUGA, Yukihiko SHIMATANI, Tomokazu MISHINA

¹正会員 中央技術株式会社 (〒310-0902 茨城県水戸市渡里町 3082)

²フェロー員 工博 宇都宮大学名誉教授 河相工学研究堂 (〒276-0023 千葉県八千代市勝田台 4-2-4)

³正会員 工博 九州大学大学院教授 工学研究院 (〒812-8581 福岡県福岡市東区箱崎 6-10-1 番地)

Bed materials are composed of volcanic ashes at estuary reaches of some rivers which flow into Ariake Sea(Bay). And those river channels made by volcanic ashes of silt and clay belong to delta-river category in river segment classification. Characteristics of channel formation process is different from regular delta-river. And also characteristics of individual ash river is different. In this paper, the meandering characteristics and the stability of volcanic ash rivers which flow into Ariake Sea(Bay) were investigated. And it was clarified that the volcanic ash rivers were mainly formed by the deposition of sediment from the sea area, and the meandering patterns were mainly controlled by tidal prism, the rate of discharge from the upstream and effects of sediment characteristics of each river.

Key Words. volcanic ash rivers in Ariake Sea(Bay), delta-river, meandering pattern, tidal prism, deformation of tidal wave

1. 緒 論

有明海では、潮汐波形が湾奥部に伝播される過程で増幅・変形し、水位波形の立上り部の勾配が大きく、かつ波高が大きくなっている。また微細な粘性土(ガタ土)が東側の湾岸沿いに北上し、ガタ土海岸が連続している。

有明海に流入する河川では、このガタ土が大きな干満差を有する潮汐流によって、海域部から河口部内に輸送され堆積し、有明海特有のガタ土デルタとその中のガタ土河川が形成されている。このガタ土デルタは、シルト・粘土により構成されているため、デルタ内の河川はデルタ河川に分類される。しかし、その河道形成は通常のデルタ河川とは異なる。また個々のガタ土河川においても相違が見られる。

本論文では、有明海の最奥部に位置し隣合い、同程度の流域面積を持つ六角川とその支川牛津川及び嘉瀬川、及び有明海の中ほどに位置する菊池川を例に取上げ、それぞれの河川の蛇行性状とその安定性について比較し考察を行った。なお、近年のこれら河川の諸課題としては、耐侵食性(高水敷の維持・護岸工法)・河口断面の確保(航

路維持・塩水遡上)及び環境関連(砂州の消失・ガタ土の侵入)等が挙げられる。これらの課題に対して基本的知見を得ることを目的としている。

2. 有明海ガタ土デルタ河川と通常デルタ河川の蛇行特性に関する相違

一般的に大陸の長大河川であるガンジス川やオリノコ川等に代表される通常のデルタ河川では、河床材料としてはシルトと粘土が主体であるため、締ると固くなり、流水による耐侵食性は大きい。また、上流部からの粒度の大きい砂の供給が多くない場合には、河道内に砂州が形成されにくい。蛇行することは少ない。例えば、ガンジスデルタでは上流から細粒土砂(シルト・粘土が主体)が大量に流出されているため、その大部分の土砂は河口付近まで輸送される。そして河口前面においてフロックが形成され、流速が小さくなった場所で堆積が行われている。そのため、河口前面の沖合で州が発達し、河川の沖合方向への延伸に伴って分岐する。分岐後の水流は、密度効果も加わり直進するのが一般的である。その結果、

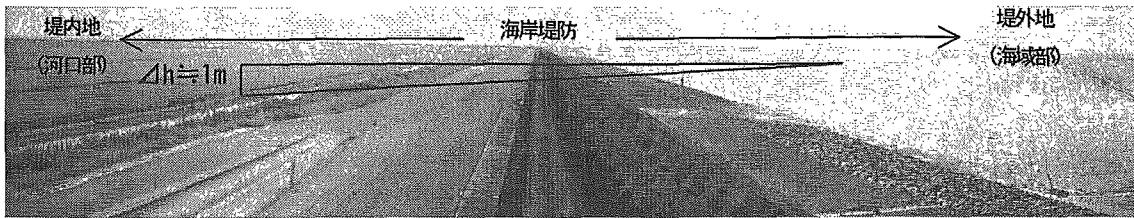


写真-1 六角川河口部の海岸堤防における堤内外のガタ土堆積状況 (平成15年8月撮影)

流路分岐箇所が多く、シルト・粘土の固結化により耐侵食性が大きいと直線的な河道は安定し、流路密度の大きい河道を呈している¹⁾²⁾。

これに対し有明海のガタ土デルタ河川では、ほとんどのガタ土河川で蛇行が生じていること、河川からの流出土砂による沖方向への延伸がほとんどないこと、また分岐水路が極端に少ないこと等の事実から、通常デルタ河川とは異なる河道特性を持っていることがわかる。その要因としては、有明海特有の大きな干満差(最大6m)を有する潮汐作用と下潮時に比して急激な上潮時の大きな逆流流速による河口部へのガタ土流入が考えられる。写真-1は、六角川河口部に設置されている海岸堤防の堤内外の地盤高差を示したものである。現地観測によれば、堤外地地盤高が約1m高い。圧密沈下量は堤内地の方が大きい。10年オーダーで見て相当量のガタ土の堆積が海域側に進行していることがわかる。すなわち、通常デルタ河川との決定的な違いは、上流からの土砂量とその粒径により、下流方向に形成される通常デルタに対し、ガタ土デルタは海域部からのガタ土の流入・堆積によって河道が形成されていることである。ただし、底質は微細物質により構成されており、通常デルタ河川と同様に耐侵食性は大きく、河道は安定している(後述)。

また蛇行性状は、個々の河川の流域規模・洪水流量・入退潮流規模・土砂の流出量と海域の潮汐作用によるガタ土の遡上等によって決定されるが、特にガタ土デルタでは、感潮区間の拡大とタイダルプリズムが及ぼす影響の増大、及び上流河道部からの下流河道蛇行の影響として、供給土砂量とその粒径が支配的であると考えられる。

なお六角川は、その源を佐賀県杵島郡山内町神六山に発し、武雄市において武雄川と合流し、白石平野を蛇行しながら、河口部の住ノ江において牛津川と合流後有明海に流入する、流域面積341km²(牛津川合流点より上流側:146km²)、幹川流路延長47kmの1級河川である。地形・地質は、本川流域の約50%が山地部でその地質の大半が第3紀堆積岩から成り、崩壊は終了し上流からの供給土砂量は極めて小さいと考えられる。そのため、平地部の河床勾配は平坦(level~1/3, 700)で、潮汐作用の効果をj受けてガタ土区間(約29km)は対象河川で最も大きい。

3 潮位変動特性

図-1は有明海の湾内外の主要地点における毎時潮位の実測値(平成15年7月大潮時)を示したものである。なお、

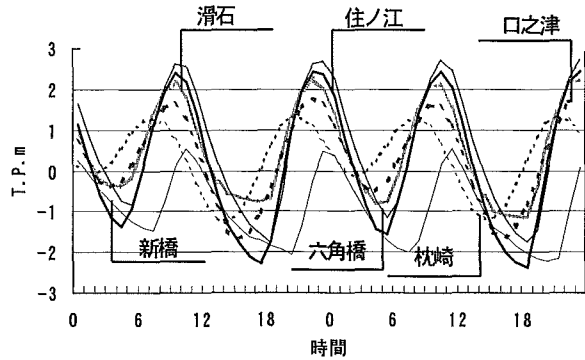


図-1 毎時潮位の実測値(H15.7.14大潮時)

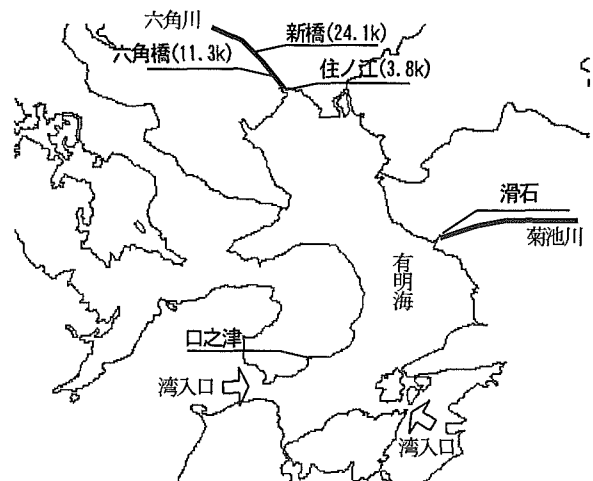


図-2 観測地点位置図

表-1 最大干満差および変化速度

観測所	最大干満差	最大上昇速度	最大低下速度	上潮時最大流速	下潮時最大流速
	(m)	(m/h)	(m/h)	(m/s)	(m/s)
住ノ江	4.81	0.94	-0.57	-1.07	0.64
口之津	3.46	0.49	-0.55	-	-
枕崎	2.56	0.43	-0.41	-	-
滑石	3.30	1.19	-0.88	-2.00*	2.28*
六角橋	4.48	0.89	-0.64	-0.75	0.80
新橋	2.77	0.84	-0.31	-0.83	0.62

※ 滑石観測所はH15.11.9の大潮時、その他観測所はH15.7.14の大潮時、最大流速は実測値、

図-2に観測地点の位置図を示す。枕崎は鹿児島県の薩摩半島南部の湾外、口之津は湾入口、住ノ江は湾奥部にそれぞれ位置する。また、六角橋及び新橋は六角川11.3k及び24.1kに、滑石は菊池川2.0kに位置する。

住ノ江・口之津・枕崎の3地点で比較すると、有明海最湾奥部に位置する住ノ江は、干満差が最も大きく、その単位時間当りの水位上昇・低下速度共に最大を示し、かつ上昇速度は低下速度より大きいことがわかる(表-1参照)。また、六角川の3地点(住ノ江・六角橋・新橋)で比較した場合、最奥部に位置する新橋(24k100)では、他

の2地点に比べ水位変動幅が小さく、上りきらないうちに下がっている。これは、河道内への伝播速度と河口部における潮位波形の関係で決まり、六角川の上流部までは河口の影響が十分には及んでいないことを示す。上潮時の水位変動速度及び流速が下潮より大きいため、河道内へのガタ土の輸送・堆積が大きいものと推定できる。

気象庁観測による有明海の潮位測定値について、4地点(三角(熊本県)・大浦(佐賀県)・口之津(長崎県)及び鹿児島(鹿児島県))の毎時潮位図の季節及び月齢による差異を調べた。調査期間は、(1)H16.8.15~17の新月時、(2)H17.2.8~10の新月時、(3)H16.8.7~9の下弦時、(4)H17.2.1~3の下弦時の4期間である。

調査地点の中で、最大値が大きいのは大浦で、(2)のとき約2.5T.P.mである。また大浦では最小値も小さく、(2)のとき約-3.0T.P.mである。振幅量は大浦が最も大きく、鹿児島が最も小さい。三角・口之津はその中間である。これは、季節・月齢による変化は見られず、一定である。

季節による変化を見ると、調査地点によらず、冬季(2)(4)のときの振幅量は、夏季に比して大きい。特に、(2)のときの大浦は約5.5mの振幅量である。月齢による変化を見ると、新月時は潮位変動量が大きいので、切り立った波形となる。また下弦時は潮位変動量が小さく、緩やかな波形となっている。これらは、躍層と海水温の影響が大きいと考えられる。躍層が生じると潮位変動量と波の伝播速度が小さくなることによる。また、外洋の潮位と変動量及び河川の洪水流出の影響等も一因として考えられる。

4. ガタ土の河道内への侵入

近年菊池川下流部では、河口部及び海域部の砂利採取により河床低下が進行し、古くに存在していた大浜橋(菊池川2.0k)付近の砂浜が消失し、河岸にはガタ土が堆積するようになった。ガタ土の堆積は、有明海特有の顕著な潮汐作用が主要因である。そこで、有明海の入退潮流特性の整理と上潮時のタイダルプリズムが及ぼす影響について検討を行った。

2002年~2004年の有明海の気象庁潮位観測所データによる月毎最高・最低潮位及び最大潮位差を見ると、最高潮位は夏から秋にかけて高くなり、最低潮位は冬から春にかけて低くなっている。この現象については、海水温・躍層及び外洋の潮位変動等の影響が支配的と考えられ、今後の研究が必要である。

また菊池川滑石水位観測所(2.0k)の水位データを使用し、上潮時の水位や流速の過去からの変遷について検討を行った。滑石水位観測所の1964~1966年及び2002~2004年の各3ヵ年分の月毎最高・最低水位を見ると、最高水位は過去と現在では約0.2mの水位差はあるが、ほぼ同じとみなせる。また、最低水位は過去と現在では約2mの水位差が生じている。これは、上潮時には流況が河床

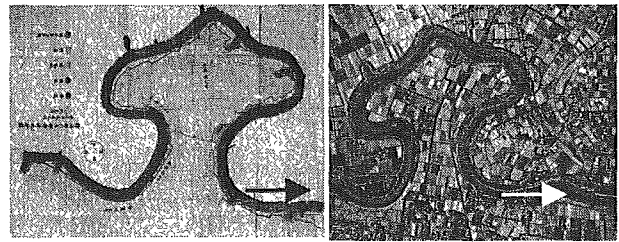


写真-2 安政6年(1859)古地図(左)と昭和63年(1988)空中写真(右)六角川11~17k付近

地形の影響を受けにくく、下潮時には河道のみお筋の影響を強く受けることを表している。また、2.0k付近の上潮時の平均流速について、タイダルプリズムの影響を勘案し算出した。なお海域からの上潮時の水位については、過去と現在では変化していないと仮定した。また現在菊池川では河床低下が進行しており、過去の河床高と比べて約2mの高低差があるが、変化しているのは2.0k付近の断面積のみである。その結果、過去の上潮時流速(約0.82m/s)に比して現在の上潮時流速が約半分の大きさ(約0.45m/s)であり、ガタ土は過去と比べて堆積しやすい状況となったとも考えられる。菊池川では、昭和47年から昭和56年の間に河道掘削(砂利採取)が行われ、感潮域の拡大があり、入退潮流量は若干増大した。しかし、河口部での流速は断面拡大の効果により減少したことが河口環境を変える主要因となったと考えられる。

菊池川での実測値⁹⁾によると、逆流流速(上潮時、平均約1.5m/s)の方が順流流速(下潮時、平均約1.0m/s)よりも大きい。その理由は水位波形(潮位波形)の上昇速度が大きく低下速度が小さいことによるものであり、さらに自流量が入退潮流量に比し小さいことによるものと考えられる。そのためガタ土が河道内に侵入しており、水裏部等に堆積し、砂が海岸に運ばれなくなり、かつての砂浜が消失したと考えられる。

5. ガタ土河川の安定性とその評価

次に、ガタ土河川の安定性について、既往の横断測量成果からの河床・河岸の侵食量及び古地図等を基に考察を行う。

まず数100年オーダーでの六角川でのガタ土河川の安定性を見ると、安政6年(1859)古地図⁹⁾と現河道(S63)との比較では、湾曲河道の形状・位置等はほとんど変化していない(写真-2)。これはガタ土河道の基本形態はほとんど変化していなく、安定していることを物語っている。

また数年オーダーの場合、図-3は各ガタ土河川の感潮区間における河岸の侵食・堆積幅を200mピッチで測定し、その結果を範囲別に分類し、各河川の全体割合で示したものである。なお、+ 堆積幅、- 侵食幅、0:変動無をそれぞれ示している。例えば、六角川の0が25%は、六角川全両河岸の25%が変動していないことを意味する。これから判断する限りでは、3川全てにおいて、河岸の侵食幅は概ね-3~+3mの範囲内で侵食と堆積を繰返し生じ

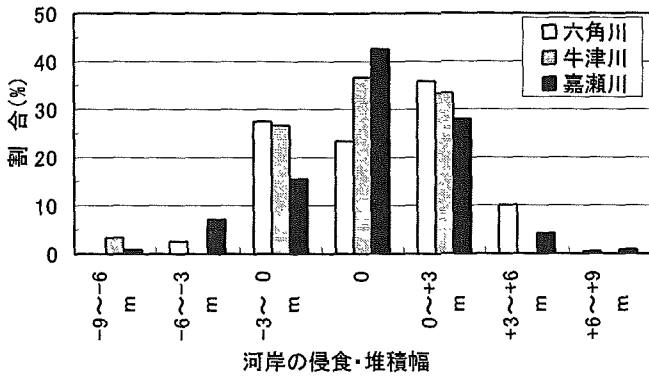


図-3 各ガタ土河川の感潮区間における河岸の侵食・堆積幅の全体割合 [平成元年~4年(3年間)]

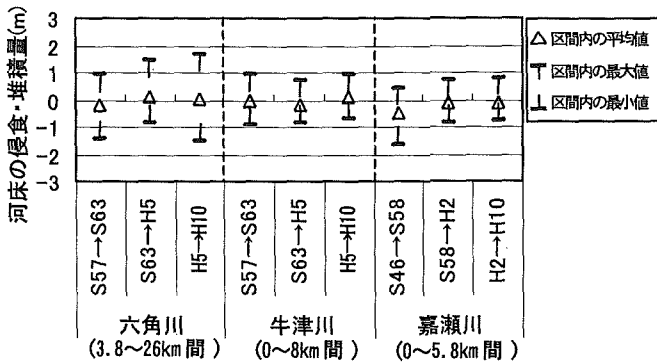


図-4 各ガタ土河川における河床の侵食・堆積量の変化範囲とその経年変化 (侵食・堆積量は低水路平均河床高より算出)

ていることがわかる。また、その変動幅は六角川が最大、嘉瀬川は最小、牛津川はその中間である。図-4は各ガタ土河川における河床の侵食・堆積量の変化範囲とその経年変化を示したものである。これからも先程と同様に六角川の変動幅は大きい、牛津川・嘉瀬川は同程度である。

このようにガタ土河川の湾曲河道の基本形態は、数100年オーダーではほとんど変化が無く、極めて安定性の高い河道と位置付けられる。また、数年オーダーでは概ね-3~+3m範囲内で侵食・堆積を繰り返して生じ、ガタ土区間全体では安定していると考えられる。また、河床・河岸の侵食・堆積の変動幅は、タイダルプリズムが及ぼす影響が支配的である。すなわち、影響の大きい六角川では変動幅は大きく、影響の小さい嘉瀬川では小さい。牛津川はその中間である。特に嘉瀬川の変動幅が小さい理由としては、タイダルプリズムの及ぼす影響が小さい以外に洪水流量が大きいことが加味されていると考えられる。

ここで、比較的自然的河岸が多く存在し、原形河道に近い六角川を例に取り上げ、区間別の河岸侵食・堆積幅とその安定度について述べる。図-5は六角川ガタ土区間の各区間における河岸の侵食・堆積幅を水衝部・水裏部に示したものである。なお、各区分は区間1:0~16km間、区間2:16~26km間、区間3:26~29km間をそれぞれ定義的に区分した。調査期間は、平成元年~4年(3年間)とし、+が堆積幅、-が侵食幅を意味し、誤差範囲は±2m程度である。これからの判断では、水衝部は全区間で堆積傾向にあり、その変動幅は水衝部・水裏部共に上流側

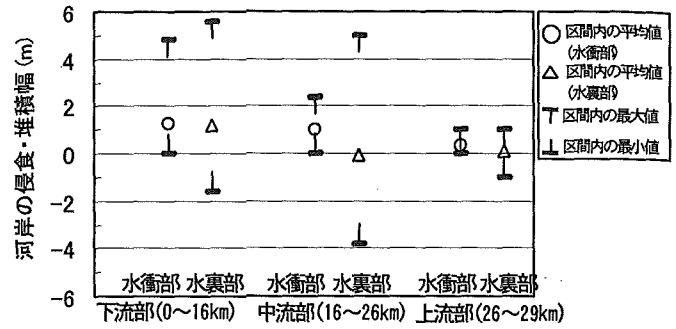


図-5 六角川ガタ土区間における河岸の侵食・堆積幅 [平成元年~4年(3年間), 誤差範囲: ±2m]

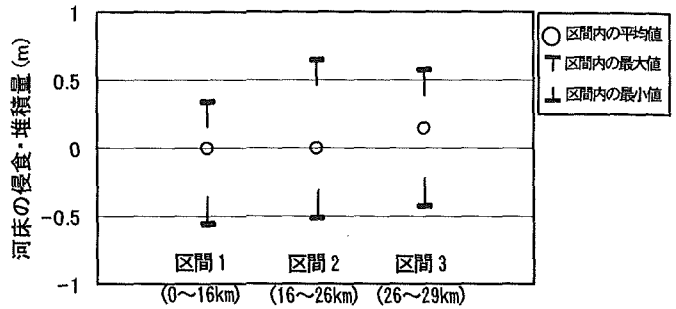


図-6 六角川ガタ土区間の各区間における河床の侵食・堆積量 (侵食・堆積量は低水路平均河床高より算出) [平成元年~4年(3年間), 誤差範囲: ±2m]

で小さい。これは上流部(区間3)ではタイダルプリズムの及ぼす影響が小さく、水衝部・水裏部共に-1~+1m範囲であり、タイダルプリズムの大きい中・下流部(区間1・2)では、-5~+5m範囲である。また、図-6は河床の侵食深を縦断区分別に示したものである。下流部でやや変動幅が小さいがほとんど同程度の変動幅である。これから見ると、河岸侵食との相関性は小さいようである。

以上のように現在のガタ土河川の安定度について、3川を比較しその評価を行った。なお、表-2はガタ土河川の河道特性について、簡潔にまとめたものである。

6. ガタ土河川の蛇行性状とその主要因

ここでは、ガタ土河川の上・下流部における蛇行性状とその安定度について、潮汐作用とそのタイダルプリズムが及ぼす影響、及び上流からの土砂量とその粒径に着目し考察を行う。

まずガタ土河川の河口部形状とその大きさを決定付ける要因について考察を行う。図-7は各ガタ土河川の低水路幅縦断変化について昭和22年(1947)航空写真より1kmピッチで測定したものである。低水路幅は下流側ほど広がるようなラップ形状となっており、その大きさは六角川が最も大きく、次いで牛津川、嘉瀬川の順となっている。なお、最大低水路幅は六角川約350m、牛津川及び嘉瀬川で約100m及び約50mである。一般河川では河口は河川の流水の勢力と波及び沿岸潮流の勢力とのバランスで維持されている。波及び沿岸潮流に対して、河川の流水勢力が非常に小さい場合に河口は閉塞を生じている。

表-2 ガタ土河川別の河道特性に関する関連事項

	六角川	牛津川	嘉瀬川	菊池川
流域面積	146.1km ² (山地:49.6%, 平地50.4%)	165.6km ² (山地:66.7%, 平地33.3%)	353km ² (山地:69.4%, 平地30.6%)	996km ² (山地:78.9%, 平地21.1%)
基本高水流量	950m ³ /s	1250m ³ /s	3700m ³ /s	4500m ³ /s
ガタ土区間(感潮区間)長	約29km	約14km	約6km	約14km
ガタ土区間の河床勾配	Level~1/1300	1/3800~1/900	Level~1/2100	1/6900~1/2500
上流からの供給土砂量	小(上流部の崩壊終了)	中(一部支川よりマサ土流出)	大(上流部多数支川よりマサ土流出)	—
河口部低水路幅	約360m	約110m	約60m	約500m
曲率半径	100~550m	30~260m	30~450m	410~750m
河床の侵食・堆積深 (-:侵食 +:堆積)	-1.5~+1.2m(S57→S63)	-0.8~+1.0m(S57→S63)	-1.6~+1.1m(S46→S58)	—
河岸の侵食・堆積幅 (-:侵食 +:堆積)	水衝部:0~+5m 水裏部:-3.8~+5.7m(H1→H4)	—	—	—
現況河岸の主な対策工	木杭	根固ブロック	根固ブロック	石張護岸、水制
捷水路箇所	6	10	7	1
平均粒径	0.005mm	0.016mm	0.009mm	1.61mm

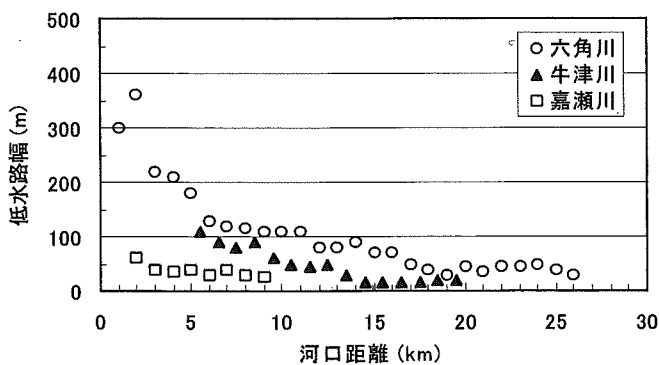


図-7 低水路幅の縦断変化 (昭和22年航空写真より)

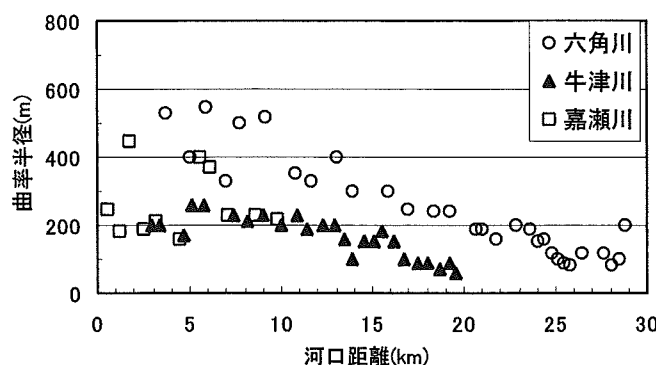


図-8 曲率半径の縦断変化 (治水地形分類図より)

これに対しガタ土河川の河口部が、ラッパ形状を呈している理由として、次のようなことが考えられる。

(1) 平水時において、河川の流水に比し、潮汐作用が卓越しているため、上潮時と下潮時共に河口付近で流速が増大している。

(2) 特に有明海湾奥部では、上潮時の方が下潮時に比べ、単位時間当りの水位変動量が大きく、上潮時最大流速は河口付近の方が上流部に比して大きい(表-1参照)。

(3) 河口部の下潮時(順流時)における横断方向の流速分布については、洪水時のように流量が大きく、流速が大きい場合は、中央部で最大値を示すが、平水時においては、両岸部で大きくなると考えられる。

(3) については、石狩川の現地観測結果⁶⁾によれば、河口付近では両河岸に向かって塩水濃度が増加し、横断方向の塩水濃度差が著しいにも拘らず流速は一部区間を除いて一様である。それが、河口に達すると淡水の主流部よりも塩分の高い両河岸部付近で流速が最大を示している。すなわち、ガタ土河川でも条件は若干異なるが、本質的にはこれに近い現象が生じていると考えられる。

このようにガタ土河川では、上潮時と下潮時共に河口両端付近での流速が大きいため、ガタ土の堆積が生じにくく、ラッパ形状の河口を呈すると推察される。

また、ガタ土河川河口部の大きさを決める要因については、土砂流出の歴史的過程に基づく、タイダルプリズムの影響が大きいと考えられる。つまり、山地部が古い地層から成る六角川では、山地部の崩壊が終了し、上流からの土砂量が少なく、平坦な河床を呈している。そのため、感潮区間(約29km)が長く、タイダルプリズムが及ぼす影響は最も大きい。従って、六角川低水路幅は牛津川

や嘉瀬川より大きい。

次にガタ土河川別のタイダルプリズムが及ぼす影響と上流からの土砂供給及びその粒径が蛇行性状に与える影響について考察を行う。図-8は各ガタ土河川の旧河道における曲率半径の縦断変化を示したものである。なお、測定には治水地形分類図を用いた。曲率半径の縦断変化から判断する限りでは、下流側ほど曲率半径が拡大していること、また六角川と牛津川及び嘉瀬川では大きく異なり、全体的に六角川が緩やかな蛇行を呈していることがわかる。なお、それぞれの曲率半径は、下流部では六角川(0~9km)で約500m、牛津川(3~13km)及び嘉瀬川(0~5km)で約200mである。上流部では六角川(24~29km)で約100m、牛津川(17~20km)及び嘉瀬川(7~10km)で約50m・200mである。

このように、ガタ土河川の蛇行形状は、洪水流量以外に入退潮流量及び上流からの供給土砂とその粒径が支配的であると考えられる。つまり、上流からの供給土砂は河口付近まで輸送されるが、その土砂量と粒径は下流側ほど小さくなる。そのため、上流部では土砂量とその粒径が大きく、砂州が容易に形成され、粒径が大きいほど細かい蛇行を形成する。一方下流側では掃流砂が少なくなると砂州が形成されにくい。しかしながら下流部ほどタイダルプリズムによる入退潮流が増大し、ブロック形成等の効果も加わって、原則として分岐水路のない1本の緩やかな曲線を有する蛇行河道が形成される。この点において、上流からのシルト・粘土が支配的な大陸の大河川デルタにおける直線的分岐水路網のデルタ河川と異なる。

ちなみに六角川 牛津川 嘉瀬川で比較した場合、下

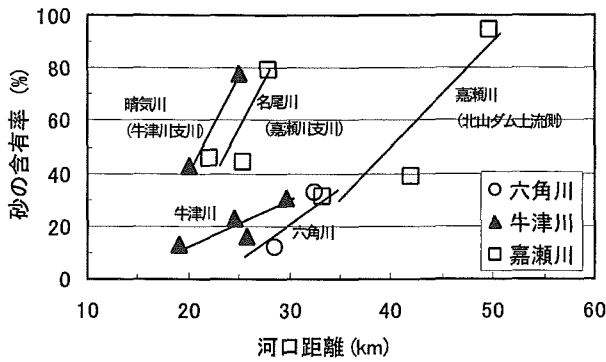


図-9 各河川上流部の砂含有率

流部ではタイダルプリズムの影響が最も大きい六角川で曲率半径が最大を示し、次いで牛津川・嘉瀬川の順となっている。上流部では流出土砂の粒径が最も大きい牛津川で最小曲率半径を示し、粒径最小の嘉瀬川で最大曲率半径となり、六角川はその中間となっている。また、上流条件(流出土砂とその粒径)と下流条件(入退潮流量)との遷移領域については、六角川で9~24km(延長約15km)、牛津川13~17km(延長約4km)及び嘉瀬川5~7km(延長約2km)と推定できる。図-9にガタ土区間上流部からの生産土砂量を簡易的に見るため、砂の含有率を示す。それぞれの河川の流域概要については次のようである。

六角川下流部で合流する牛津川は、流域の67%が山地部でその地質形成は本川六角川と同様に第3紀堆積岩から成り、供給土砂量は小さい。ただし、六角川合流点より約8km上流部で合流する晴気川は、花崗岩から成りマサ化が進行しているため、合流後の供給土砂は若干存在する(図-9参照)。平地部は晴気川からの土砂の影響で、六角川よりやや急な河床勾配(1/3, 800~1/1, 700)となっているため、ガタ土区間は短く約14kmである。また、旧河道は他と比し、極めて著しい湾曲河道となっているが、近年の多くの捷水路施工に伴い、現在ではやや直線的な河道を呈している。

嘉瀬川は、流域の69%は山地部でその地質の大半は花崗岩から成る。その中でも脊振山を水源とする名尾川及び嘉瀬川本川の北山ダム上流側では、マサ化の進行が大きく、ここからの供給土砂量は小さくないと考えられる(図-9参照)。そのため、平地部はやや急な河床勾配(level ~1/1, 600)となっており、ガタ土区間(約6km)は対象河川で最も小さい。また、旧河道は急峻な河道形状を呈するが牛津川よりやや緩慢であり、その後捷水路の施工に伴い現河道は直線的な河道となっている。

7. 結論

本論文では、有明海ガタ土デルタ河川の河道形成に関する基本的知見を得ることを目的として、六角川・牛津川・嘉瀬川及び菊池川を取上げ、蛇行性状とその安定性について比較考察を行った。以下に得られた結果を示す。(1)六角川の蛇行形状については人為作用を除き、江戸時

代(1859年)の古地図で示された形状が、現在も維持されている。このことは、ガタ土河川が極めて安定性の高い河道を物語っている。その要因は、10 μ m以下のガタ土堆積の年次的固結化により、耐侵食性が増大し、蛇行形状が安定したものと考えられる。

(2)六角川の蛇行形状は、比較的曲率半径の大きい、緩慢な蛇行に対し、菊池川では直線的の大きい蛇行を呈する。これは自流量と潮位変動の差異が支配要因と考えられる。すなわち、六角川の方が下潮時に比して上潮時の水位上昇速度が大きく、ガタ土の河川への侵入があり、かつ洪水時の自流量が菊池川の1/4と小さく、緩慢な蛇行形状を呈すると考えられる。

(3)有明海デルタ河川は通常デルタ河川と異なる特性を持っている。通常デルタ河川は上流からの供給土砂量とその粒径によって、下流方向に発達するのに対し、ガタ土デルタは顕著な潮汐作用による海部からのガタ土の河道内侵入・堆積によって、河道が海側に延伸している。ガタ土が河道内に侵入する理由は、有明海における潮位波形とガタ土流送能力による影響が大きい。

(4)潮位波形は湾奥部に達するに従って変形し、潮位変動量が増大するとともに上昇速度が大きく、下降速度が小さい特性を示している。これは有明海の水深、水温分布、躍層及び外洋の潮位変動等の要因が関係する。

(5)ガタ土河川の河口は閉塞を生じることなく、ラッパ形状を呈している。その支配要因は、上潮時と下潮時共に河口付近で十分な流量があり、河口付近での逆流流速が大きく、ガタ土は上流部まで流送され、かつ順流時には密度効果も加わって両端付近で流速が増大し、ガタ土の堆積が生じにくいと思われる。

(6)通常のデルタ河川では、直線的分岐水路の集合体となるのに対し、有明海デルタ河川では多く蛇行している。個々のガタ土河川の蛇行形状については、洪水流量と潮位変動の他に、上流からの供給土砂とその粒径が支配的であると考えられる。

参考文献

- 1) 須賀堯三：河口の分類と水理特性，水理講演会論文集，第32巻，pp197~202，1988。
- 2) K. Suga：Stability of navigation channels in a delta，Proc. 4th COPEDEC，pp1570~1577，1995。
- 3) 須賀堯三 河口問題と現地調査，水工学に関する夏期研修会講義集，土木学会水理委員会，1972. 8。
- 4) 大本照憲，平川隆一：菊池川河口域における流れと物質輸送について，河川技術論文集第11巻，pp333~337，2005。
- 5) フォト・グラフ武雄 30，建設省武雄工事事務所，p. 26，1988. 12。
- 6) 柏村正和，吉田静男：河口の流れの構造(1)，海岸工学講演会講演集，第15巻，pp191~194，1968。
- 7) 柏村正和，吉田静男：河口流の実態，海岸工学講演会論文集，第17巻，pp219~223，1970。

(2006. 4. 6 受付)