

福島県河川の河口現地調査

寺中啓一郎*・安田 禎 輔**・長 林 久 夫***
濱 田 好 洋****・松 村 憲 佳****

1. はじめに

東北地方の河川の多くは主に冬季間の土砂堆積による河口閉塞の問題をもっている。閉塞形態は完全閉塞に至らないまでも土砂堆積により河口幅が減少するもの、河口部で右岸、左岸に河道が偏向するもの、および蛇行形状を呈するものなどがある。河口閉塞による被害としては土砂堆積と河口幅減少による出水時の堰上げ、蛇行による鮭遡上への影響、および航路障害などが考えられる。鮭遡上河川では漁獲期に人工開削で魚道を確保する河川もあり、また人工開削を主たる河口処理対策としている河川も多い。構造物の建設は1つの対応策となりうるが、一方これらの構造物による弊害を生ずる可能性があるために、構造物の建設には河川特性および海岸地形に応じた詳細な検討と周辺海岸を含めたマクロ的な検討を行う必要がある。

佐藤（1955）は神戸川における風浪と河口漂砂の関係を検討して完全閉塞に至る条件を示した。山口・長谷川・近藤（1972）は北海道における流域面積 20 km² 以上の河川に関する河口形状の計量化の検討を行い、河口偏流方向と代表海域における波向き、風向とがよく一致することを指摘した。沢本・首藤・谷口（1986, 1987）は出水による阿武隈川河口砂州の変形過程を詳細に検討した。また豊島・奥田・武藤（1973）は福島県の海岸線を44個の円弧の単位海岸に分割して海岸の侵食と海岸特性について検討した。そこで曲率半径の大きな海岸ほど侵食量は大きい、流入河川のある海岸では曲率半径との相関が低いことを指摘し、侵食に及ぼす流入河川の効果を示した。しかし一般に自然状態に近い海岸に河口を有する河川は多くが2級河川であり、河川数も多いために小流域の河川をも網羅した水文資料の収集が難しいこと。さらに閉塞問題は高潮などによる構造物への直接的被害に比べて被害度が小さいために、これら中小の河川

に対する河口閉塞への特性因子の検討は必ずしも充分とは言えない。

ここでは、福島県内河川の河口閉塞の主要因子をマクロ的見地から検討してその特性を抽出、分類することを主目的としている。そこで県内の河川の河口状況の現地調査を行い、閉塞の有無、閉塞形態と河川特性や海象条件の検討および閉塞と構造物の有無との関係について検討を行った。

ここで、河口閉塞とは河口が完全に閉塞するものだけでなく、河川流の流下はあるものの河口への土砂堆積により、ある時期に河口幅が著しく狭められたり、偏向したりまた河口が左右に蛇行するものなどを対象とした。

2. 調査概要

河口閉塞の主要因子を検討するには河川および海象条件、周辺構造物等多くのデータを収集する必要（建設省東北地方建設局, 1989）がある。本年は河口状況の把握

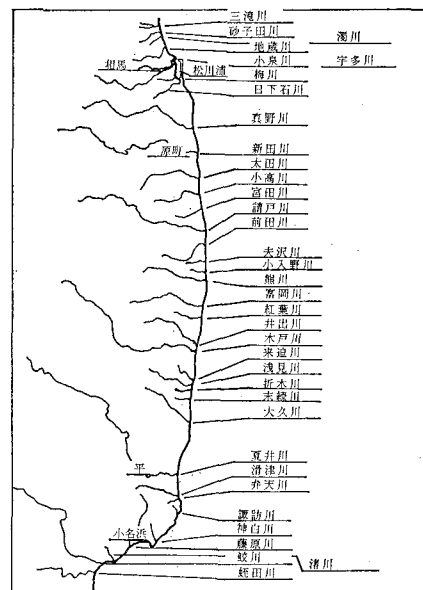


図-1 福島県河川概要

* 正会員 工博 日本大学教授 工学部土木工学科

** 正会員 工修 日本大学助教授 工学部土木工学科

*** 正会員 工修 日本大学専任講師 工学部土木工学科

**** 学生員 日本大学大学院 工学研究科土木工学専攻

表-1 福島県河川の流域特性

河川名	流路延長 L (km)	流域面積 S (km ²)	平均流域幅 S/L	形状係数 S/L ²	標高 H (m)	河床勾配 H/L (%)
三滝川	5.000	14.00	2.800	0.560	40.0	0.800
砂子田川	7.200	13.00	1.806	0.251	40.0	0.556
濁川	2.240	3.00	1.339	0.598		
地藏川	11.125	26.20	2.355	0.212		
小泉川	10.355	15.40	1.487	0.144	90.0	0.869
宇多川	38.688	99.40	2.569	0.066	580.0	1.499
梅川	4.500	4.70	1.044	0.232		
日下石川	9.300	36.20	3.892	0.419	100.0	1.075
真野川	40.580	170.00	4.189	0.103	520.0	1.281
新田川	62.906	255.00	4.054	0.064	480.0	0.763
太田川	22.500	87.50	3.889	0.173	480.0	2.133
小高川	21.531	64.20	2.982	0.138	180.0	0.836
宮田川	6.880	14.00	2.035	0.296	15.0	0.218
請戸川	44.760	428.20	9.567	0.214	560.0	1.251
前田川	17.125	43.30	2.528	0.148	200.0	1.168
夫沢川	6.200	9.40	1.516	0.245		
小入野川	2.300	4.90	2.130	0.926		
熊川	25.387	70.20	2.765	0.109	430.0	1.694
富岡川	28.831	65.30	2.265	0.079	490.0	1.700
紅葉川	8.835	13.60	1.539	0.174	100.0	1.132
井出川	17.225	42.20	2.450	0.142	400.0	2.322
木戸川	48.224	313.30	6.497	0.135	800.0	1.659
来迫川	7.957	22.00	2.765	0.347	300.0	3.770
浅見川	16.036	25.80	1.609	0.100	700.0	4.365
折木川	5.280	14.60	2.765	0.524		
未続川	3.200	6.10	1.906	0.596	85.0	2.656
大久川	16.254	40.10	2.467	0.152	420.0	2.584
夏井川	67.087	748.60	11.159	0.166	510.0	0.760
滑津川	10.145	26.00	2.563	0.253	65.0	0.641
弁天川	2.000	3.50	1.750	0.875	35.0	1.750
諏訪川	1.700	4.60	2.706	1.592	70.0	4.118
神白川	3.500	14.20	4.057	1.159	40.0	1.143
藤原川	23.761	107.00	4.503	0.190	90.0	0.379
渚川	2.300	4.50	1.957	0.851		
鮫川	65.041	600.90	9.239	0.142	580.0	0.892
蛭田川	16.690	32.50	1.947	0.117	420.0	2.516

時期や経緯について不明なものが多かった。また調査時に採取した河口土砂は平均粒径 2 mm 以下の砂と 2 mm 以上の砂利に区分してフルイ分けを行った。

河川流況および海象のデータは福島県をはじめ関係官庁の調査資料および計画資料等を参考にした。また河川の形状係数、平均勾配、流域面積は 2 万 5 千分の 1 の地形図および県資料より求めた。

3. 河口状況

(1) 福島県河川、海岸の概要

福島県の太平洋岸に河口を有する河川はいわき建設事務所管内11河川、原町建設事務所管内25河川で合計36河川である。河川の概略位置を図-1に示す。海岸線の総延長は 155 km で起伏の少ない平坦な海岸線が続く。これら河川の流域面積の総合計は 3443 km² で福島県の総面積の約 4 分の 1 にあたる。対象河川の流域特性を表-1に示す。流路延長および流域面積は県の資料によった。河床の平均勾配は 2 万 5 千分の 1 の地形図から河川原点付近の標高を求めて算出した。

流域面積の小さな流路延長の短い河川が多い。また浅見川、北迫川のように河床勾配が約 0.04 (1/25) と急勾配河川であり河口に比較的大きな砂利が目立つ河川が多い。勾配が比較的緩やかで河口が砂で構成される夏井川、鮫川では 0.008 (1/130) 程度の勾配となっている。流域面積は図-2に示すように、数 km² から 600 km² までで 50 km² 以下の河川が 63% を占めている。また 20 km² 以下のものが15河川と多い。流路延長は数 km から 67 km までで、図-3 のように 20 km 以下の河川が 70%, 10 km 以下のものが16河川もあり中小の河川が主流となっている。

港湾および漁港は波浪の直接進入を避け、砂の堆積が

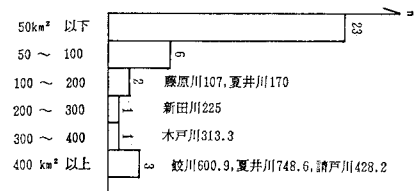


図-2 河川流域面積

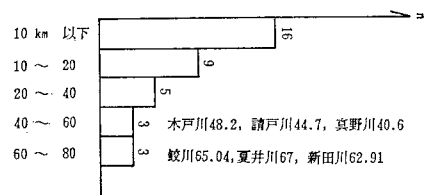


図-3 河川幹線流路延長

を主眼として現地調査と資料収集を行った。現地調査は河口土砂堆積状況および河口や海岸線の変遷に関するもので、河川流量の豊富な夏季(9月下旬)と河口閉塞のみられる冬季の渇水時期(1月下旬)に行った。しかし河口周辺に人家および漁協などが無い場合には聞きこみによる資料を得られ無いことが多く、周辺構造物の建設

表-2 河口分類および河口閉塞状況

河川名	河口分類	開口方向	開口角	河口閉塞	閉塞形態	対策	河口構造物
三滝川	外海	E	190.0	あり	蛇行河口	人工開削	
砂子田川	外海	E	180.0	あり	蛇行河口	人工開削	
濁川	港湾側面	なし		なし			釣師漁港内
地藏川	外海	NNE	60.0	あり	左岸堆積	河口水門	右岸相馬港北岸壁
小泉川	閉鎖型湾奥	なし		なし			松川浦湾内
宇多川	閉鎖型湾奥	なし		なし			松川浦湾内
梅川	閉鎖型湾奥	なし		なし			松川浦湾内
日下石川	閉鎖型湾奥	なし		なし			松川浦湾内
真野川	外海	E		なし		導流堤	左右岸導流堤
新田川	外海	SE	100.0	あり	右岸堆積		左岸岬
太田川	外海	E	100.0	あり	右岸堆積		左岸崖海岸
小高川	外海	E	180.0	あり	右岸堆積	人工開削	
宮田川	外海	なし		なし		河口水門	河口トンネル
請戸川	外海	NE	100.0	あり	左岸堆積	人工開削	右岸漁港岸壁
前田川	外海	E	180.0	あり	左岸堆積		
矢沢川	外海	E	180.0	あり	全面堆積		
小入野川	外海	E	180.0	あり	左岸堆積		
熊川	外海	E	180.0	あり	左岸堆積	人工開削	
富岡川	外海	E	160.0	あり	右岸堆積	人工開削	左岸崖海岸
紅葉川	外海	ESE	180.0	あり	右岸堆積	人工開削	右岸福島第二原発
井出川	外海	ESE	180.0	あり	左岸堆積	人工開削	
木戸川	外海	E	180.0	あり	蛇行、左岸	人工開削	
来迫川	外海	ESE	180.0	あり	右岸堆積		
浅見川	外海	ESE	180.0	あり	蛇行、左岸		
折木川	外海	ESE	180.0	あり	右岸堆積		
末続川	外海	E	180.0	あり	全面堆積		
大久川	外海	SE	120.0	あり	右岸堆積	人工開削	
夏井川	外海	E	180.0	あり	蛇行、右岸	人工開削	
滑津川	外海	E	180.0	あり	蛇行、右岸	人工開削	
弁天川	外海	E	150.0	あり	蛇行河口		右岸岬
諏訪川	外海	ESE	150.0	あり	河口南下		両岸半島
神白川	外海	SE	140.0	あり	左岸堆積		右岸岬
藤原川	閉鎖港湾奥	なし		なし			小名浜港内
渚川	閉鎖港湾奥	なし		なし			小浜漁港内
鮫川	外海	SE	180.0	あり	右岸堆積		小導流堤
蛭田川	外海	SE	180.0	あり	右岸堆積	人工開削	

少なく、また船舶の航行に必要な水深が確保されるように建設されてきた。今回の調査では港湾や漁港などの構造物は漂砂の移動量の少ない地点および移動の停止位置に当たると考えた。主要な構造物を図-6に示す。入江を利用した小規模な漁港が南部に多くみられ、これらの漁港や港湾は防波堤先端水深がT. P. -5m~-7m程度である。久之浜から松川浦までの県中央部は平坦な海岸線が連続しており漁港の適地は少ないが、富岡、請戸、真野の漁港がある。このうち請戸、真野の港は河口部を利用した漁港となっている。北部の松川浦内にも幾つかの漁港がある。またその北部には相馬港湾、釣師浜漁港がある。小名浜港湾および相馬港湾の防波堤先端水深は約T. P. -15m程度となっている。また県中部には福島第一、第二の原子力発電所および広野火力発電所が建設されており、これらの防波堤先端水深はT. P. -11m程度となっている。福島県の調査(1983)によると、これらの水深を越えて移動するこの付近の沿岸漂砂はほぼ全漂砂量の1割程度と推定され、したがってこれ以上の水深を有する港湾は漂砂の停止位置とした。

(2) 河口状況調査および河口閉塞と対策

調査した河川の河口分類、閉塞状況および主な河口対策を表-2に示す。河口分類および河口開口角は岩手大学の方法(西田ら, 1989; 伊藤ら, 1990)によっている。福島県の河川は港湾および湾内の河川を除き例外なく外海に直接面しており、大きな開口角度を有している。また海岸線が南北方向であるため河川の開口方向はE方向が大勢である。河口の閉塞状況は右岸及び左岸から堆積するものや堆積方向が変化するために蛇行傾向を示すもの、また河口全面に堆積するものと数種類に分類できる。外海に

表-3 河口分類と河口閉塞

河口分類	河口閉塞	
外海	29	あり
		なし
閉鎖性湾・港湾	7	あり
		なし

表-4 河口形態

河口形態	件数
全面堆積	2
左岸堆積	7
右岸堆積	10
蛇行河口	7
河口南下	1

面する河川は、導流堤および河口に水門のある河川を除く何れかの河口分類に属している。

河口分類と閉塞との関係を表-3 に示す。36の対象河川のなかで外海に直接面しているものは29河川あり、27河川が何らかのかたちで閉塞傾向にある。これらの河川は何れも砂浜海岸および海崖の間より海に通じており、表-2 の河口開口角度に見られるように多くの河川が150度以上の開口角度を有し、起伏の少ない海岸線に開口していることが分かる。外海に直接面している29河川の内閉塞の見られないものは2河川である。真野川は河口内部に漁港が建設され、漁船の航行を確保するために長さ250m程度のコンクリートブロックによる導流堤が建設されている。宮田川には河口水門が建設されている。何れのケースも3m程度の河口部水深が確保されているようである。また閉鎖性の湾や港湾の内部に開口する7河川については閉塞は認められない。

閉塞時の河口形態と件数を表-4 に示す。左岸、右岸に偏った堆積傾向を持つものは17河川、右岸から北向きに堆積しているものが10河川、左岸から南向きに堆積するものが7河川である。また浜から海までの間に蛇行傾向を示すものが7河川ある。この傾向は主に夏季と冬季の漂砂の卓越方向が変わることによって生じている。また河口全面に土砂が堆積する河川は少なく27河川中2河川のみであり、河口開口角は大きいのが崖に囲まれていたり、ポケットビーチ状に海岸地形が僅か窪んでいたり、片側堆積のより進んだものといえる。これら堆積傾向は数河川ずつが連続しており右岸、左岸の堆積方向に、蛇行河口を加味すれば短期的な漂砂の卓越方向が推定される。また鮫川は右岸堆積に分類されるが、左岸に小導流堤が建設されて以来、大きく左岸に偏向したり、北上していた河口位置が安定化している。また鮫川は流路延長約65km、流域面積600km²とこれらの河川のうちでも最大級であり冬季において河口幅は狭くなるものの十分な断面が確保されており導流堤建設の効果がみられる河川である。

(3) 河口堆積土砂粒径

河口および海岸の採取土砂をフルイ径2mm以下の砂と以上の砂利に区分してフルイ分けを行って、中央粒径 D_{50} および均等係数 D_{60}/D_{10} を求めた。最南端の勿来海岸から四倉海岸までは砂浜海岸が続き、9つの河口が存在する。これ以北の波立海岸から前田川までは比較的粗い砂利を含む海岸や河口となっている。この中で紅葉川、小入野川、沢尻川は冬季の調査のみで、採取土砂には砂利は含まれていないが、写真では河床に粗い砂利が見られている。北の請戸川の河口部は砂となる。これより以北の小高、太田川では砂利を含む河口となる。新田川、真野川では砂の河口、海岸となる。多くの河川にお

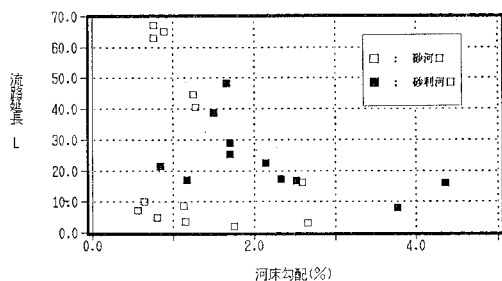


図-4 河口土砂に及ぼす流路延長と河床勾配の関係

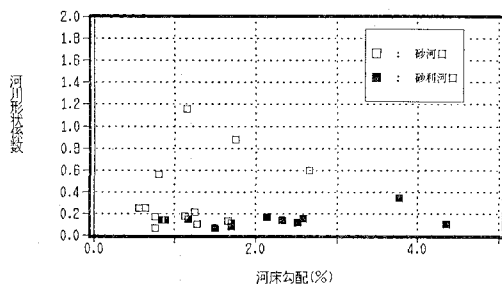


図-5 河口粒径に及ぼす河川形状係数及び河床勾配の関係

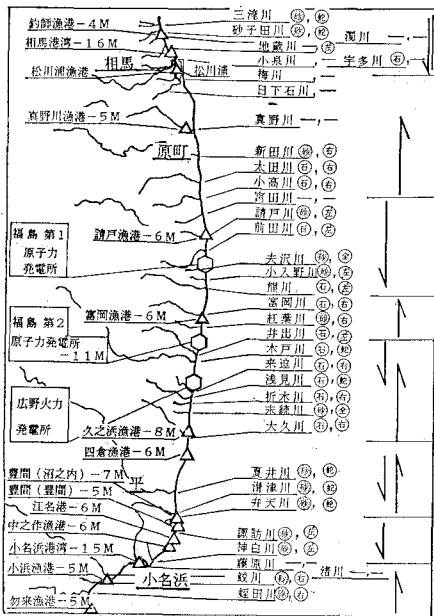
いて夏季の砂利粒径にくらべ冬季の粒径が若干小さめとなる。また熊川では夏季には砂利が採取されたが冬季には見られなかった。これらのことより夏季の豊水期に河口まで流送された砂利層上に冬季漂砂が堆積する傾向があると判断される。

河口土砂粒径と河川特性との関係を以下に示す。図-4は流路延長と河床勾配によって砂の河口および砂利を含む河口との関係を示したものであるが強い相関は見られない。図-5の河川形状係数と河床勾配の表記によってほぼ平均河床勾配が1.5%以上で形状係数0.2以下の偏平な急勾配河川では河口に砂利を含む河床となることが示される。

(4) 河口形態と砂移動領域

河口調査の結果を模式的に図-6に示す。この図は漁港、港湾および発電所の防波堤先端水深と河口土砂区分および閉塞状況を示している。河口土砂区分で(砂)は砂の河口であり、(石)は砂利を含む河口である。河口閉塞状況で(蛇)は浜から海に至るまでに河口が蛇行傾向を示すもの、(右)は卓越流によって右岸から堆積するもの、(左)は左岸から堆積するものを示す。(全)は土砂が河口全面均等に堆積しポケットビーチに開口する小河川にみられる。

前述したようにT.P.-11mを越えて移動する漂砂の割合は全漂砂量の1割以下と推定されるので、平均的な漂砂の移動限界をT.P.-5~7mと仮定して河口土砂区分および堆積形状の変化より漂砂の移動領域を図の矢印の範囲に示した。各領域は南方より以下に示される。



図—6 河口形状と漂砂移動領域

最南端の勿来海岸より小浜漁港、小名浜港湾まではなだらかな海岸線が続く。菊田の浦の間には蛭田川、北端には鮫川があり何れも北上する卓越流に押されるように河口が北上している。

中之作漁港から江名港、豊間漁港は起伏のある入江に建設されている。その間の神白川、弁天川は左岸から堆積し、塩屋崎及び富神崎で海岸線方向が変化することより、豊間漁港までの領域分けが可能であると考えられる。

豊間漁港(沼之内)から四倉漁港の間の弁天、滑津、夏井の各河川は蛇行形状で共通し、また四倉漁港の南防波堤の砂堆積が進行していることから領域分けができる。

大久川から北は砂利を含む海岸、河口となる。大久川、折木川は右岸堆積で、浅見川、木戸川は蛇行河口であり井出川で左岸堆積と変化している。また井出川北部に福島第2原子力発電所があり1領域が区分できる。

紅葉川、富岡川は右岸堆積であり、熊川から請戸川までは左岸堆積になる。また福島第一原子力発電所の南に位置する熊川、小入野川、夫沢川は、北の前田川、請戸川と同じく左岸堆積であり同一の卓越流の方向を持つ。

宮田川より以北の小高、太田、新田川は右岸堆積となっており、北上する卓越流の効果がみられる。

最北端の相馬港から北の砂子田川、三滝川は蛇行河口となっており状況を異にしている。

福島県の河口で完全閉塞に至る河川は夏井川支川の仁井田川のみであり、僅かでも流量があれば完全閉塞には至らず水深は少ないものの2~3m程度の河道幅は確保されている。春から夏の増水期において河口が自然に開

口されるものが多いと予想される。また閉塞による直接的被害は少なく、鮭遡上河川では漁獲期に一回の人工開削ではほぼ対応がとれているが、一月の調査時期には多くの河川が開削位置から北、南に転向したり、蛇行形状を示していた。

4. おわりに

福島県の河口状況を現地の調査をもとに検討した。その要約を示す。

(1) 河口に砂利を含む河川は平均河床勾配が約1.5%以上で形状係数が0.2以下の偏平かつ急勾配の河川にみられた。(2) 河口閉塞状況はいずれの河川においても河川の形状係数および河床勾配などの河川条件に比べて、波浪による海象条件が支配的であり、河口の堆積方向は沿岸流の卓越方向によって区分でき、その傾向は数河川に渡っており、これにより漂砂の移動領域が堆定される。(3) 完全閉塞に至る河川は少なく、河川流の流下があれば水深は少ないものの2~3mの河道幅が確保されていた。(4) 堤頭水深が充分確保されている導流堤および河口水門などの人工構造物がある河川または港湾、湾内の河川では河口閉塞は認められなかった。

最後に本研究を進めるにあたり、膨大な資料を提供して頂いた福島県港湾課および土木部ならびに関係官庁の方々に大変御世話になり、また資料収集、粒度分析などにご尽力された平成元年度卒業研究生の皆様に御礼申し上げます。

本研究は文部省科学研究費補助金総合研究(A)東北大学沢本正樹教授「東北地方の主要河川の比較河口学」の援助によった。また本論文の公表にあたり小川基金の援助を受けた。記して謝意を表します。

参考文献

- 伊藤・塚・平山(1990): 岩手県中小河川河口現地調査について、土木学会東北支部技術発表会, pp. 184~185.
- 佐藤清一(1955): 河口閉塞とその防止対策について、第2回海岸工学講演会論文集, pp. 127~143.
- 沢本・首藤・谷口(1987): 阿武隈川河口砂州出水過程、土木学会論文集, 第378号/II-8, pp. 179~188.
- 東北地方建設局(1989): 河口調査手法マニュアル(案), 297p.
- 豊島・奥田・武藤(1973): 福島県海岸の侵食と海岸特性について、第20回海岸工学講演会論文集, pp. 507~511.
- 西田・塚・平山(1989): 岩手県内の中小河川の河口調査、土木学会東北支部技術発表会, pp. 64~65.
- 福島県原町建設事務所(1983): 福島県沿岸の波と侵食解析調査, 108p.
- 谷口・沢本・首藤(1986): 出水による阿武隈川河口砂州変形過程の観測、第33回海岸工学講演会論文集, pp. 262~266.
- 山口・長谷川・近藤(1972): 河口形状と河口閉塞防止対策の実験例について、第19回海岸工学講演会論文集, pp. 97~102.