

小河川の河口が岩礁背後に固定される理由

宇多高明

1. はじめに

国土交通省¹⁾には、河口処理に関する記述がなされており、河口処理工法として、1.導流堤、2.水門、暗渠、3.離岸堤があるとされている。これらのうち導流堤が沿岸漂砂の卓越する海岸において伸ばされると、それが沿岸漂砂を阻止するため上手側では砂が堆積して汀線が前進し、下手側では侵食が起こる。そして沿岸漂砂の一部が河口導流堤の先端を回り込んで導流堤内へと移動し、導流堤内で堆積して河口閉塞を招く例もある。このように沖向きに長く伸ばされた河口導流堤は周辺海岸へかなり大きな影響を及ぼす可能性がある。一方、3.では、砂州高を低く抑えるために河口周辺に到達する波浪を低減させる離岸堤を設け、その背後に暗渠を設置するなど、他の構造物との併用による河口処理が有効とされている。中小河川の河口は多くの場合岬の陰に隠れるようにして海へ注いでおり、これは離岸堤と同様な波浪減衰効果があるためと考えられる²⁾。すなわち、ポケットビーチの両側にある岬が波の遮蔽効果を発揮し、その隣接部では波高が低下し、結果的に砂が堆積してできるバーム高が低下するので、流路がバーム高の低い場所へと流れ込むことにより河口が安定的に保たれるためと考えられる。宇多ら²⁾ではこのような考察を行ったが、その定量的検討は十分でなかった。本研究では、まず実河川の河口の事例を示した上で、千葉県勝浦市の守谷海岸への流入小河川を対象として現地調査を行うとともに、岩礁周辺での波の遮蔽効果を方向分散法により評価し、河口が岩礁背後に固定される理由について考察した³⁾。

2. 河口が岩礁背後に固定されている例

2.1 茨城県北茨城市の塩田川河口

塩田川は北茨城市において太平洋に注ぐ流路延長4.0km、流域面積が10.6km²の二級河川である。

図-1には塩田川河口部の2012年と2014年の衛星画像を示す。2時期とも塩田川は河口部で北向きに蛇行して流れている。河口沖にある岩礁帯の消波効果により、汀線は緩やかな舌状砂州を形成しており、舌状砂州の頂部付近に塩田川が流入している。2012年には、河口から直ちに北向きに蛇行し、河口の北100mまで流路が伸びていたが、流路の先端は完全に砂で埋まり、流路先端の南44mに新しい流路が形成されていた。新しい流路の先端は、岩礁の背後に位置している。2014年にも河口からの流路は北向きに形成されており、この場合も流路の先端は岩礁帯背後に位置していた。写真-1は、2012年2月28日における塩田川の河口部の状況を示す。塩田川の河口部流路は大きく蛇行したあと、蛇行流路は岩礁帯の背後に流入していた。

2.2 福井県美浜町の落合川河口

2014年5月30日、若狭湾に面した美浜町の北部、丹生海水浴場の南端に流入する流路延長2.453

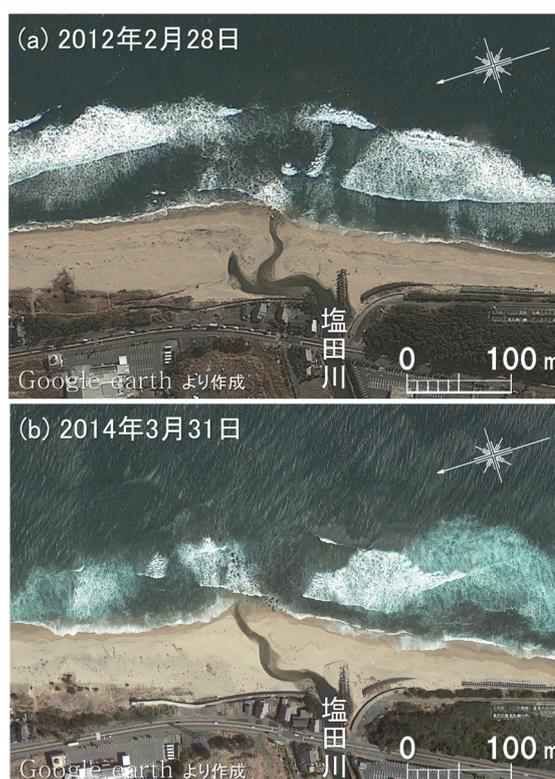


図-1 北茨城市を流れる塩田川河口の衛星画像



写真-1 塩田川河口部の状況



写真-2 地点1から望む小河川の河口



写真-3 岩礁背後の河口

kmの二級河川落合川（流域面積は不詳）の河口
現地調査を行った。当海岸は風化花崗岩砂（マサ
土）で構成されている。図-2には落合川河口の

2015年の衛星画像を示す。落合川の流路は2つの
岩礁の間を目指して流れており、岩礁の周辺にあ
る多数の小規模な岩もまた河口部流路の固定に役
立っているように見える。

2.3 勝浦市守谷海岸に流入する小河川

房総半島先端部に位置し、両端を岬に挟まれた
長さ約610mのポケットビーチである守谷海岸に
は、海岸のほぼ中央部に小河川が流入している。
図-3には守谷海岸の2015年10月9日の衛星画像を
示す。守谷海岸は太平洋を南西方向に望んでいる。
ポケットビーチの中央やや東側には小規模な岩礁
があり、その背後を目指して小河川が流入してい
る。図-4は図-3に示す矩形域の拡大図を示す。図
中の海岸背後に位置する台地上の地点1から岩礁
とその背後へと流れる小河川の状態を2016年7月
10日に撮影した状況を写真-2に示す。岩礁はほぼ
4か所にあり、東側から岩1、2、3、4が並び、そ
れらの間には隙間を残しており、とくに岩3、4
の間の間隙幅が広がった。写真-2によれば岩礁背
後には砂が溜まり舌状砂州が形成されていること
が見てとれる。小河川はやや右に蛇行しながら西
端の岩4の背後を通過して海に注いでいた。同じく
2016年9月30日に図-4の地点2から南西方向を望
んで撮影した河口状況を写真-3に示す。この場合、
写真-2に示した2016年7月10日の状況と比べると、
右（西）側への蛇行度を増しながらやはり小規模
な岩礁の背後から海に注いでいた。



図-2 落合川河口部の衛星画像

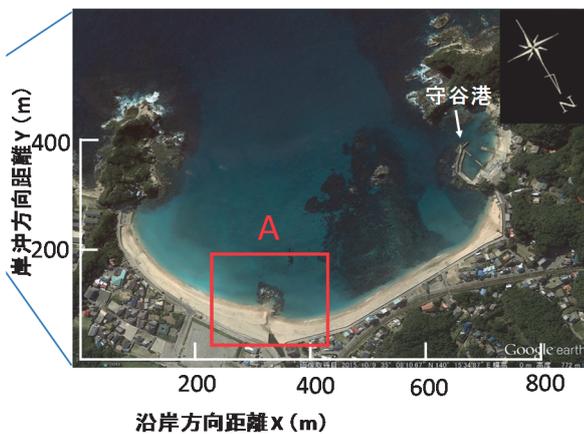


図-3 守谷海岸のほぼ中央にある岩礁周辺の衛星画像

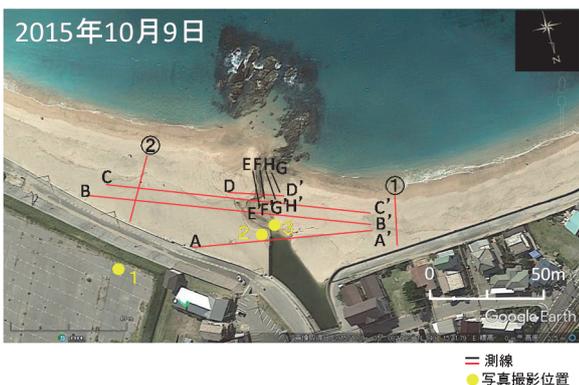


図-4 岩礁背後での測線配置

3. 守谷海岸での現地調査

3.1 現地調査と波浪場の計算方法

図-4に示す岩礁背後に流入する小河川の河口部
を対象として現地観測を行った。また、岩礁によ
る波の遮蔽効果を不規則波の方向分散法により算
定した。まず、図-4に示す区域を対象として、河
口部周辺をRTK-GPSを用いて測量し、岩礁の標

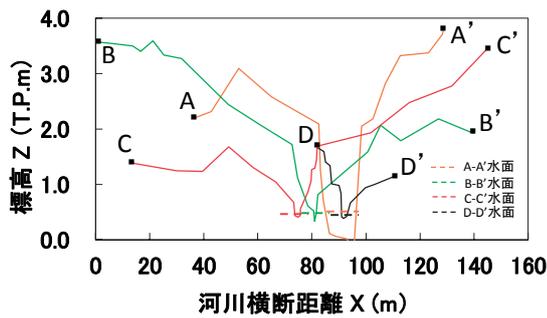


図-5 測線A-A' からD-D' に沿う河道横断形

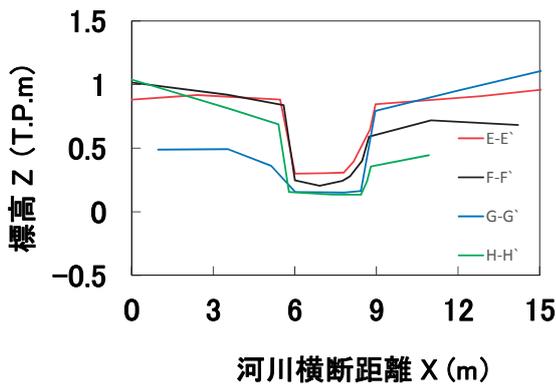


図-6 河道横断形 (測線E-E' ~H-H')

高、河口と川を横断するA-A' ~H-H' の8測線の河川横断測量などを行った。また、小河川が岩礁背後へ向かって流入する現象が、岩礁による波の遮蔽効果に伴い岩礁背後で砂州高が低下することによって考え、岩礁周辺区域の地形形状を与えた上で、汀線に対して入射波を0°、5°、15°、25°と反時計回りの方向から入射させ、その場合の波向と回折係数 K_d 値の平面分布を方向分散法により算出した。

3.2 現地調査の結果

図-5は、A-A' ~D-D' の横断測量の結果を示す。併せて各測線での水面位置の測定結果も示す。A-A' での最深河床高は0.015mにあり、そこでの水深は0.5mであった。これに対し、B-B'、C-C'、D-D' 断面での最深河床高はほぼ一定の0.4mで、しかも岩礁の直背後のC-C'、D-D' 断面では河床面が平坦で、そこに水深が小さく、かつ流速の大きな流れとなって河川流が海へと流れ込んでいたことが分かった。小河川の河口部水位はほぼT.P.0.4mにあったことから、小河川が海へ安定的に流れ込むためにはこの高さより砂州高が下回ることが必要となる。砂州高がこの高さより大幅に上回る場合には、地下浸透を除く表面流と

しての流路の確保ができないと考えられる。

図-6は、図-4に示す岩礁直背後でいったん滞留した河川水が写真-3に示したように蛇行しつつ岩礁背後へと勢いよく流れている流路を横断する、E-E' からH-H' の横断測量結果を示す。E-E' での河床高の最小値は沿岸距離6mでT.P.+0.29m、F-F' では沿岸距離7mで+0.20m、G-G' では+0.15m、H-H' では沿岸距離8mで+0.13mと、河口部水位+0.4mから流下方向に河床高が大きく低下して流れていた。これらの測量結果から、岩礁に向かって河床面の標高が低下しつつ海に流れ込んでいることが分かった。

図-7は、護岸と岩礁で囲まれた区域の海浜形状を示す。岩礁の標高は0.60mで、岩礁から最も離れた位置にある砂浜の標高は3.60m、岩礁背後(岸沖方向距離150m)での標高の最小値は沿岸距離222m地点での0.78mであった。岩礁背後では岩礁による波の遮蔽効果があるため汀線が三角形形状に突出していたが、その背後にV状の谷が残されており、そこが小河川の河口となっていることが分かる。また、小河川の上流側では堰上げが起きて水深が大きく、海側へと最深河床高が上昇した後、岩礁背後の窪地を目指して流れていることが分かる。

3.3 方向分散法による波向と K_d 値の平面分布

河口沖に岩礁がある場合、沖合からの入射波は

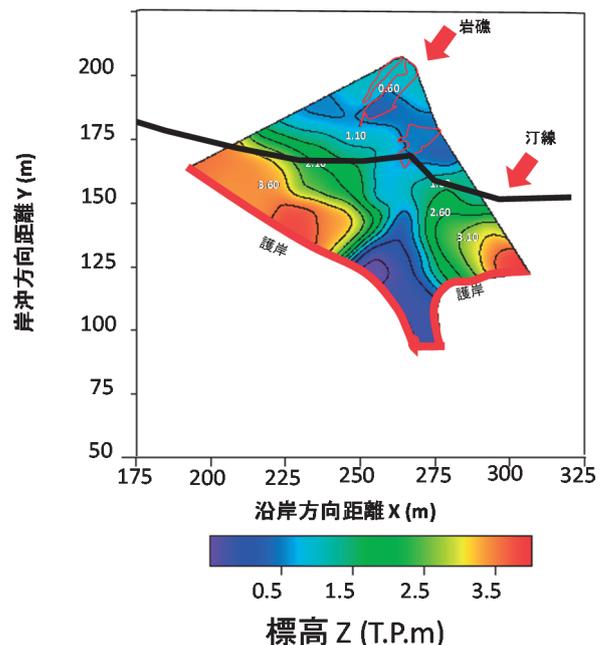


図-7 河口部の海浜形状

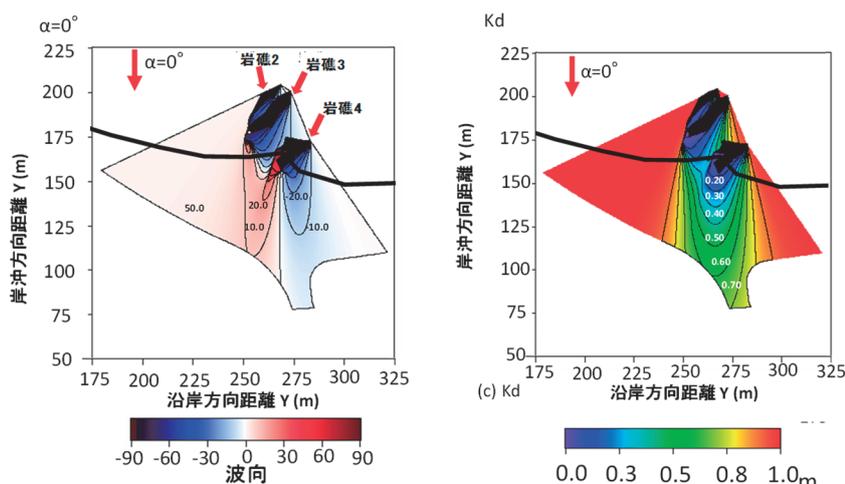


図-8 方向分散法により求めた波向とKaの分布

4. まとめ

本研究で取り上げた北茨城市の塩田川、福井県の落合川および勝浦市の守谷海岸に注ぐ小河川は、いずれの場合も岩礁の背後を通過して海へと安定的に流れており、その理由は、天然の岩礁の持つ波の遮蔽効果に起因することが分かった。また、いずれの天然岩礁も離岸堤や防波堤のようにある一定形状を有するものではなく、いくつかの岩がある区域内にランダムに散在していた。このように岩礁がランダムに散在していることは、入射波の波向や波高、あるいは河川の流下方向の変動が起きたとしても平均的には河口が保たれ流路が保持されるように働くと考えられる。この状況は、平行導流堤のように河川流を強制的に海へ排除する方法と比べると、柔軟性が高いと考えられる。このような方法の模倣によれば導流堤を使わずとも河口の安定化が可能と考えられる。

岩礁背後では減衰し波高が低下する。同時に、岩礁の両端で波の回折が起こる。波浪の減衰度は、不規則波の方向分散法により簡便に算定でき、岩礁周辺での波向の変化と、波の回折効果により背後での波高低下を示す係数としての回折係数Ka値により表すことができる。例えば、図-8には、入射角を0°として岩礁に波を作用させた場合の波向分布を示す。赤で示す波向は反時計回りの方向に、青の波向は時計回りの方向へと波が進行することを示す。岩礁の背後では岩礁背後へと波が回り込むようにして入射している。またKa値の分布も図に示す。岩礁背後ではいずれの場合も波高低下が著しく、波高は岸向きに次第に増加しており、波高が最も低下するのは岩礁の直背後で、そこでのKaは0.20まで低下している。ある波高が入射したときKa値に応じて岩礁の回折効果が定まり、岩礁背後では相対的に波高が低下するが、守谷海岸は太平洋に面しているので、平均的な入射波の波高は1m程度と考えられる。その場合バーム高は波高のオーダーとなるが、砂州高は平均海面上0.2mとなる。この値は岩礁背後での河床高とほぼ同じオーダーで、入射角に関係なく、岩礁背後の波の高さが低くなっているためそこで流路が固定されたと考えられる。入射角が大きい場合には岩礁背後の波高分布は変わるが、Ka値はほぼ一定であった。このことから波高が最も低く、同時に両側から入射する波が重なり沿岸漂砂が生じない岩礁3の背後に川が固定されたことが分かる。

参考文献

- 1) 国土交通省河川局監修、社団法人日本河川協会編：国土交通省河川砂防技術基準同解説、計画編、技報堂出版、pp.146～149、2005
- 2) 宇多高明、酒匂敏次、野村光寿：ポケットビーチに流入する中小河川の河口位置の決定メカニズムと河口処理、水工学論文集、第41巻、pp.863～870、1997
- 3) 藤野由基、小林昭男、宇多高明、野志保仁：流入小河川の河口部流路が海へ注ぐ場所が岩礁背後に固定される理由-千葉県守谷海岸の例-、土木学会論文集B3(海洋開発)、Vol.73、No.2、pp.I_510～I_515、2017

宇多高明



(一財)土木研究センター、なぎさ総合研究所長、日本大学客員教授
理工学部海洋建築工学科、工博
Dr. Takaaki UDA