

II-63 沿岸砂洲地形と漂砂運動の相関について

東京大学工学部 正員

堀川清司

東京大学工学部 正員 工博

野千 徹

1. 概説 前報(年次講演会 昭和35,34年)に於て、筆者は、沿岸砂洲地形が必ずしも江線に平行ではなく、半月弧状の規則的リズムを以て配列していることを指摘した。また PER DRUHN (1955) も デンマーク北海沿岸で 類似例を見出し、migrating lunate sand hump と命名して、漂砂運動との密接な相関が存在し得ることを示唆した。木村部茂木(1959, 60)は、東海村海岸の測量資料から、(イ)一見直線状に見える江線が、実はピッチがそれぞれ 30~40, 300, 2000m の波状曲線の重合したものであること、(ロ)このような前浜の微地形や江線の前進後退率は、沖合の Bar 比高に相応していること、(ハ)江線及び Bar 比高の波状地形が 全体として江線に沿って変位を行うことなど、を指摘している。

筆者は、さらに、前浜の配、江線分布、沿岸流分布などの因子を追加して、これらの各因子と Bar 弧の配列形式との対応性を吟味した結果、海岸の浅水部で見出されるこのようなリズム的パターンは、かなり普遍的な現象であり、沿岸過程に関係する因子のほかに、特に漂砂の運動形式に於いて重要な影響を及ぼしていると推論することになった。本研究は、Bar 弧の地形的パターンに主眼して、沿岸漂砂の運動機構を解明することその目標とし、目下資料の整理解析をすすめているが、本報では、取り敢えず入手し得た 東海村、新潟、富山湾 などの一部資料を用いて、若干の試論を提案する。

2. Bar 弧の形状特性

図1, 2は、富山湾矢部川河口左岸及び新信濃川河口において見出される Bar の配列状を空中写真よりトレースしたものである。いずれの場合も、ほぼ等長段の弧列の集合であって、沖合のものほど弧長(ピッチ)が大きくなる。

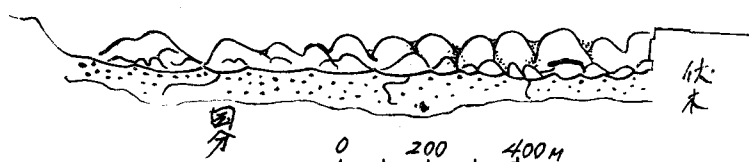


図-1. 矢部川河口左岸の Bar 弧分布 (昭和36年5月25日撮影、国土地理院所蔵)

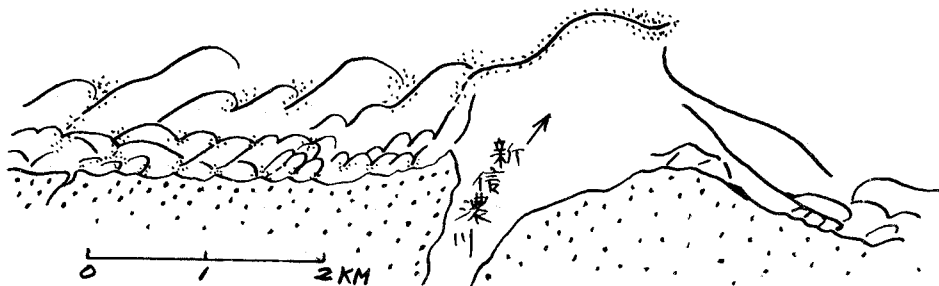


図-2. 新信濃川河口附近の Bar 弧分布 (新潟県所蔵)

また、沖側の Bar の弧脚は、その岸側の Bar 弧の中央部に接し、全体として、ハネカム状の美しい模様を構成している。注目すべき特徴は、最も岸寄りの Bar 弧の弧脚は、汀線の突起地形と接している。汀線自体も Bar 弧のパターンに対応する半月形状の微かな屈曲を有することである。このような汀線の出入りは、小はピッチ数 10m の cusp size のものから、大は数 100m に及びるまであって、岸から 2 段目までの Bar 弧により対応している。Bar と汀線、及び Bar と Bar 間の接合は shoal となっており、もし縦断面図を隔てば、この部分を通るプロファイルは、Bar というよりは、むしろ Berm の如き外観を呈するであろうと推定される。(例として J.W. Johnson, 1949) 従って、Bar の比高は、弧の中央部で大きく、脚部ほど小さくなる。いわば Bar 弧は、飛砂地によくみられる Barchan を海底平均勾配に沿って傾けたような形状を有すると考えればよい。

Bar 弧のピッチと、弧中央部の距岸位置とを比較したのが図-3 であって、すべて航空写真から判読したものである。これらの海岸で見出される Bar 弧のピッチは、全体としてほぼ一様なちらばりをして、前記茂木の提案したような弧長に对应する特徴は不明確である。しかし、それをこの海岸について Bar 弧毎に平均をとると(図中の横線を示したように、Bar 弧のピッチは、岸側からほぼ $l \times 2^0, l \times 2^1, l \times 2^2, l \times 2^3, l \times 2^4, l \times 2^5$ (m) という規則的序列をなしているようであり、1 個としては、40~50m が適当と思われる。弧中央部の距岸位置もこれに導いた値を示す。

3. Bar 弧に対応する諸因子 Bar 弧には、浜の微地形が対応するが、図-4 の東海岸資料からみわかるように、前浜勾配、水際粒径、沿岸流なども対応性が良好である。特に勾配と粒径の関係は重要である。shoal 前面では、前浜勾配が急で粒径も大きく、弧央前面ではその逆である。図から判断すると、前浜勾配と汀線とは明瞭な相関が存在するよう感じられるが、

実はこの両者間には直接的相関はなく、それぞれ汀線における wave impact との一次的相関を通じて間接的に対応しているだけである。即ち、異なる時期の資料から求めた両者の関係は一貫せず、また、水際粒径 (wave impact を最も強く反映する) 以外の高位の汀線を用いると散乱が著しい。wave impact がこのような特殊な分布を示すのはやはり直ちに Bar 弧の存在によるものであり、入射波は Bar 弧のために屈折によるフットリター作用をうけ、汀線に達するまでに Bar 弧のピッチに応じた幾つかの flux

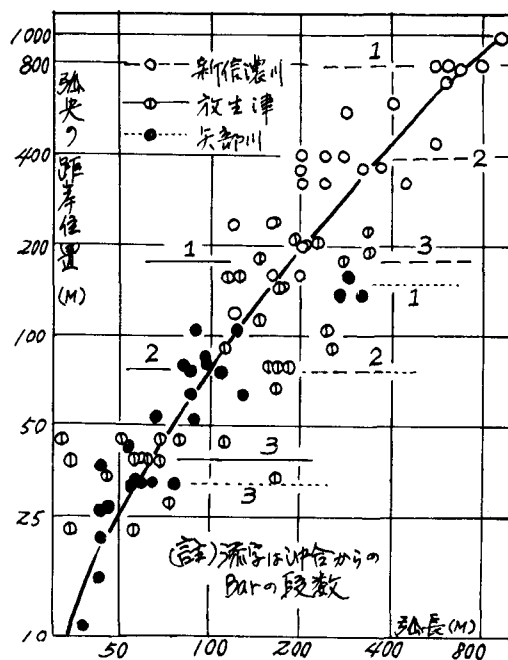


図-3. 弧央の距岸位置 vs. 弧長(ピッチ)

また、この両者間には直接的相関はなく、それぞれ汀線における wave impact との一次的相関を通じて間接的に対応しているだけである。即ち、異なる時期の資料から求めた両者の関係は一貫せず、また、水際粒径 (wave impact を最も強く反映する) 以外の高位の汀線を用いると散乱が著しい。wave impact がこのような特殊な分布を示すのはやはり直ちに Bar 弧の存在によるものであり、入射波は Bar 弧のために屈折によるフットリター作用をうけ、汀線に達するまでに Bar 弧のピッチに応じた幾つかの flux

に分離される。そして、細分されたこれらの flux は、汀線において最終崩壊を行くとともに、shoal 部分にそれぞれ集中して作用し、wave impact は弧脚で大きく、弧央で小さくなる。(図4に示すように、沿岸流速が弧脚の shoal 付近で小さく、しばしば停滞あるいは逆転を示すのも、入射波が屈折して両側から干渉を起すためと考えられる。航空写真によれば、汀線近郊の shoal 前面で激しい白浪を伴う surf をみることもよくあるが、これは上述の解釈を裏付けるものであり、このような現象は、小規模で cusp の apex 部で生じているのを汀線から直接目撃することも出来る。入射波がハネカミ状の Bar 弧によって flux に分離される過程については、まだ具体的解析は完了していない。入射波の orthogonal が交叉することによって、Pierson が云うような位相変換が行われる現象などは、航空写真を精査することによって識別出来る場合もあるが、一般に現象全体は、何段にもわたって filter をかかられるので極めて複雑である。その解明は今後の研究に俟たれる。

では、このような Bar 弧が何故に生じるのであろうか？ この問題は、次節に述べる漂砂運動とも関連して極めて重要であるが、浅水部における測量精度、砕波前後の波浪の不規則性などのために解明は容易でない。筆者は、入射波の方向スペクトル、エネルギー・スペクトルとともに、砕波後の再生過程における近似周期2次波の発生などが主なる factors であろうと考えている。

5. 漂砂運動との関係 筆者は、東海村海岸で汀線の礫石片に投入追跡したところ破片は apex 間を殆んど jump の状態を通過し、apex の上流側面ではしばらく rest する現象を観察した。これは、H. Einstein が掃流底質の移動現象の説明に用いた仮定と似たような現象であり、cusp のピッチはいわゆる jump step に相当するわけである。また矢木(前出)は、Bar 列の弧央前面における汀線は、1/2波によって後退し、Bar 列の破れ目(shoal に相当)で前進したと報告している。これは cusp の場合と同じく考えて、また図4の沿岸流分布とも併せると、汀線近郊の物質が弧央を一挙に通過して shoal 部に停滞集中することに原因があるのではないだろうか。筆者はさらにこれを拡張して沖合の底質もやはり同様なリズムで step の繰返し運動によって、Bar 弧上を shoal から shoal へ集中的に移動するものと考えている。一たん弧脚に流付いた土砂は、暫時の rest の後、次の段階の step に移るために隣接 Bar 弧上に移動するわけであるが、その

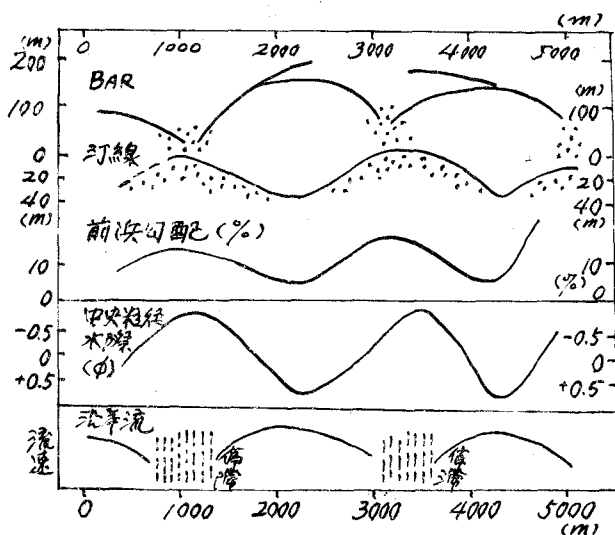


図-4. 東海村海岸に於ける Bar 弧に対応する因子

際、一部分の土砂は、岸線の、よりピッチの小さい Bar 弧の中央部に分割供給される。あるいは、その逆の過程が進行して、底床の冲向き、沖向きの net 運動が發生するものと考へられる。また、このような step 運動の過程に於て、shoal から弧央に達するためには、底床は冲向きの作用力を受けなければならぬ。このような外力は、Rip 流によって供給されるものと考えよう。Bar 弧の形状が沿岸流の下流側に skew して非対称になり、冲向き外力成分の所要量を軽減する効果を果している点も着目に値しよう。たしかに、汀線沿いの shoal 部分では、突起地形のために Rip 流が發生しやすい条件にあり、筆者の東海岸に於ける観察によれば、図4の停滞部分は、同時に Rip 流の収斂域でもあるのである。Bar 弧の skew に関連して、Bar 弧が全体として汀線沿いに移動する現象も注目する必要がある。このことは PER BRUUN (前出) により、いち早く指摘され、その後、茂木 (前出)、筆者ら (1959) によって、東海岸とその他の海岸でも同様の現象が見出された。図5の新潟西海岸の Bar 弧分布からみれば、弧列の移動方向は、かなり著しい。このような海岸において、もし汀線と直交な直線の計について Bar 弧断面を調べるとするならば、Bar 弧の横移動がプロファイルの上では、汀線に直交な運動として現われるので、判断が容易である。

ここ、深所運動に関する限り、Bar 弧の包含する意義は、大まかに考へられる。図2附近に於て、特に顕著なハネカム模様が見られること、(内沖がやはり) 汀線の突起地形(砂嘴)とつながっていることなどは、浜線線路の内堤地、浜線より放出される土砂が隣接海岸に feed される過程を解明の上、に於て重要な示唆になるであろう。また、groin を如何なる水深、如何なる距岸位置にではなく、どの Bar 弧のどこまで、のぼすべきかを考へねばならぬであろう。このような問題に対して解答を与へるためには、さらに詳細な現地観測により、

入射エネルギーが再分配され、Bar 弧と弧央汀線によって生じられる水成が如何なる形式の力学的安定をつくり上げるかを検討する必要がある。今後の広大な研究が必要である。

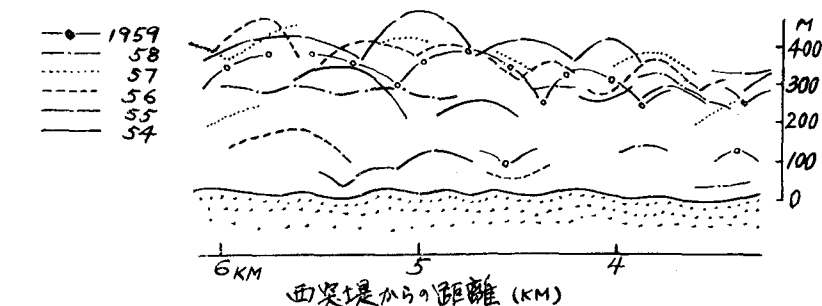


図-5. 新潟西海岸に於ける Bar 弧の変位状況 (深浅測量資料に依る)

6. 結語 本研究の過程に於て、東京大学工学部 本間 仁 教授から懇切な御示唆 何らびに御指導を賜わった。深く謝意を表する次第である。なお 航空写真は新潟県 何らびに 建設省国土地理院所蔵のものを利用して頂いた。厚く感謝する。