

「なぜ、上流の水の流れは透明なのか」

―河川上流中流の土砂流下と堆積の規則性を考える―

2024/05/25

2023/09/27,08/02,07/10 2020/03/15,05/01,10/01,12/10 2019/10/14 12/31

一部訂正

第7章 河川から流出した土砂と「砂浜海岸」

第1節 ダムの放流と海岸の砂浜

ダムと砂浜との関係

ダムが出来たので、上流からの土砂の流量が減少して海岸から砂浜が消滅したと、一般的に言われています。

著者は、静岡の前浜海岸で砂浜を観察し考察していく過程で、波や潮流の実際について深く知る必要を感じたので、それらについて経験が多い地元釣人やサーファーの皆さんに質問を繰り返したことがありました。

たまたまその中に外国人のサーファーが居たのですが、その人もやはり、上述の考え方を披露してくれました。そこで、この地で砂浜の元である土砂を海に流入させている安倍川には「貯水式ダム」は存在しない事を説明したところ、不思議そうな顔をしていました。多分、著者の説明が上手くなかったので良く理解できなかったのでしょう。日本語が巧みなそのサーファーは、もう一つ興味深い話をしてくれました。先輩から「波打ち際に注意しろ、波打ち際に最も危険だ」と教えられたと言うのです。私がその意味を理解したのは、それからずっと後の事です。

上述の、ダムと海岸の問題に対する考え方は、日本だけでなく世界中で言われている考え方なのでしょう。確かに、日本中に多くのダムが建設されるようになってから、海岸から砂浜が減少し或いは消滅したことは間違いないでしょう。しかし、この考え方は間違いではありませんが正確ではなく、論理的ではない考え方だと言えます。

上流に貯水式ダムが出来たので、流下する土砂量が減少していることは間違いありません。そのことによって、海へと流失する土砂が減少してい

る事も事実でしょう。でも、だからと言って、それだけを理由に砂浜が侵食されていると考えるのは無理があります。

第一に、海へと流出する土砂が砂浜を形成していると考えられる河川に「貯水式ダム」が無くても、砂浜は減少し或いは消滅しているのです。つまり、上述の考え方は全く正しいとは言えないのです。そんな河川は日本全国に多くある事でしょう。静岡の前浜海岸はその例です。

第二に、「貯水式ダム」は全ての上流部に建設されている訳では無いので、「貯水式ダム」から土砂が流下しなくても、ダムが無い上流部からは土砂が流下しているのではないでしょう。

この二つの事柄から、著者は前述の考え方が必ずしも正確ではないと考えるのですが、それでもやはり、海岸の砂浜侵食の原因の一つは「貯水式ダム」にあると考えています。

「安倍川」から「三保半島」へと続く砂礫浜海岸

河川から海へと流出した砂や砂礫が海岸に打ち上げられて砂浜海岸や砂礫浜海岸を形成しています。そして、多くの海岸で河口から遠く離れた場所にまで砂浜や砂礫浜が形成されています。

ほとんど砂ばかりで形成されている浜辺を「砂浜海岸」と呼び、砂だけでなく石や砂利が混じる浜辺を「砂礫浜海岸」と呼びます。「砂」を排出している河川があるから「砂浜」が形成され、「砂と石」を排出している河川があるから「砂礫浜」が形成されています。

但し、全ての砂浜や砂礫浜が、河川から排出されて海岸を移動する土砂によって形成されている訳ではありません。例えば、岸辺に崖が続いている場合や小さな湾の内部などでは、岸辺の崖の土砂が落下して拡散したり、湾内の小さな河川や降雨時にだけ水流が生じる沢などの砂や砂利が拡散して浜辺を形成していることが考えられます。

一般的には、砂浜海岸と砂礫海岸とを分けることなく「砂浜」と呼び慣わしていますが、ここでは、それを区別して記述することにします。

著者の地元の海岸は深い海底を持つ駿河湾に面しています。この海岸は静岡市駿河区の「安倍川」から清水区の「三保半島」の先端まで約20k

mにも及ぶ長い「砂礫浜」海岸です。この海岸に土砂を供給している「安倍川」はその距離が短いながら「急流河川」で知られています。

ですから、海へと流出する土砂には石も多く、「安倍川」近くの浜辺は全くの砂礫浜で、人の頭に近い大きさの石を見ることがあります。それに対して、天の羽衣で有名な「三保半島」は、昔は「製塩」を営んでいたこともあるほど砂が多い砂礫浜海岸だったそうです。

この海岸線の半ばまでには、小さな流れが三つ流れ込んでいますが、それらは流域が狭く、長い海岸を形成するほどの土砂を流失させているとは考えることが出来ません。また、海岸の半ばから先には流れ込む水流は全くありませんので、長大な浜辺の土砂のほとんどは「安倍川」を起源としていると考えられます。但し、大昔には、海岸線の半ばにある久能山塊の土砂が海岸形成に寄与していたと考えられていて、久能山塊の海蝕崖の跡は「石垣イチゴ」の産地として有名です。

この静岡の前浜海岸は、昭和40年（1965年）頃より急速に侵食され始めました。浸食は安倍川河口近くから始まり、次第に三保方向に向かってその区域を拡大し続けました。その結果、安倍川近くから三保半島までのほとんどの場所はコンクリートブロックが積み重ねられた海岸になってしまいました。また、それらの設置だけでなく、「安倍川」から大量の土砂が運び込まれ、海岸の全域に亘って施されて来ました。この事業は「養浜」（ヨウヒン）と呼ばれています。それでも、海岸侵食が最もひどかった時期にはコンクリートブロック群を乗り越えた波が海岸線を走る国道にまで直接及んでいました。

この海岸侵食が発生したのは、安倍川での砂利採取が過度であったためだと考えられ、砂利採取が全て禁止されてから、最近になってようやく海岸に砂礫が戻って来ました。浸食された渚から離れた離岸堤であったコンクリートブロック群の内側が、「養浜」によって砂礫浜に戻った箇所もあります。でも、その回復も長い距離のほぼ半ばまで、三保半島の先端にまで回復が及ぶかどうか、或いは今後も回復傾向が続くかどうかは現在でも定かではありません。

三保半島に至る半ばまでの区間の回復傾向は明らかですが、その先への回復はあまり進行していません。ここには何らかの問題が存在している可能性があります。また、河口から海岸への土砂移動についても、それが継

続的に続いているとは思えない状況が見受けられる区域もあります。さらに、河口の様子からは、海岸への土砂移動が常に順調であるとは言い切れない状況も覗えます。(2024年4月初旬現在)

著者がこの海岸の観察を始めたのは、丁度、海岸に砂礫が戻って来る時期にあたっていました。このことは全くの偶然でしたが、著者にとっては全く幸運な事でもあったのです。

著者は、「安倍川」近くの浜辺で、目の前で実際に、砂礫が海岸を移動して行く様子を観察することが出来ました。そして、それに前後する砂礫浜の様々な状況についても観察することも出来ました。

その結果、河川から海へと流出した土砂がどのようにして砂浜や砂礫浜を形成するかについて、実際の現象を元に論理的に説明できることが出来るようになりました。

以下では、海岸の状況を実際に観察することによって知ることが出来る様々な現象と、それらに基づく「砂礫浜」や「砂浜」の形成とその浸食についての新たな考え方を記述しています。

著者が知り得た現象やそれらに基づく新たな考え方は、「安倍川」とそれに続く海岸を観察して得ることが出来たものですが、日本中、世界中に共通している現象であり、共通して適用することが出来る考え方である可能性を考えています。

観察の詳細は、写真や動画と共にWEB上にも記載しています。

「安倍川河口から続く静岡の砂礫浜海岸(その1)・(その2)・(その3)」

(<https://keiryuu.sakura.ne.jp/Keiryuu01/maehama21.html>)

(<https://keiryuu.sakura.ne.jp/Keiryuu01/maehama22.html>)

(<https://keiryuu.sakura.ne.jp/Keiryuu01/maehama23.html>)

ここでは、それらの現象や新たな考え方について説明します。

従来からの考え方の問題点

これまで、河川から排出された土砂は、海岸近くを流れる「沿岸流」に

よって移動した後に、海底から浜辺に打ち上げられると考えられることが多かったのです。しかし、この考えは間違いであるか、或いは、正確性を欠いていると考えています。

この考えの問題点は、「沿岸流」について、具体的な説明がないことにあります。どこでどの程度の速度の「沿岸流」がどの位の土砂を移動させるのかほとんど不明である事です。土砂の移動の結果としての砂浜については説明が出来ても、その具体的な過程が不明です。特に、砂礫浜の大きな石が移動することについては、「沿岸流」の考え方ではほとんど説明出来ていません。

例えば、前浜海岸の安倍川に近い浜辺には、安倍川から流出した握りこぶしほどの大きさの石が数多くあります。また、それよりも大きな石も珍しくありません。それらが海岸近くの海底を移動しているとしたら、その時には、強い流れの「沿岸流」が生じているはずです。このことは、河川での水流と土砂の移動を考えれば直ちに了解できる事です。

握りこぶし程の石やそれより大きな石が海の底を移動している時には、その場所にはかなり速い水流があり、岸边近くでも速い水流が生じているはずです。

特に、前浜海岸は遠浅では無く急激に深くなっていますから、海底の早い水流は岸边に近い位置で生じていなければなりません。その時の「沿岸流」の速さは、増水時に安倍川河口から海へと注ぐ水流の速さと同じかそれより早い位でなければなりません。

安倍川では握りこぶし程の石やそれより大きな石も海へと流出させていますが、それらは増水時に限って流出しているのであり、通常の流れがそれらの大きさの石を流出させているとは考えられません。

河川には流れの方向に傾斜がありますが、海底にあるのは深い海底方向への傾斜です。多くの海岸で、深みに向かう斜面の傾きは、河川の下流よりも上流中流のそれに近いのではないのでしょうか。そのような斜面を、深くに落ち込むことなく長い距離に亘って横切って石や砂が移動する。そんな事があるのでしょうか。

確かに、前浜海岸は急に深くなっているだけでなく、潮流が強い時があり、そのために昔から遊泳禁止になっているのですが、増水時に安倍川河口を流れ出る水流と、同じ位に早い潮流があるとは聞いたことがありません。

ん。また、観察されたことも無いと思います。

さらに、握りこぶし程の石やそれより大きな石が「沿岸流」によって海底を移動しているとしたら、その時にはそれらよりも多くの砂や砂利がより遠くにまで移動しているはずです。これは、河川での土砂流下と移動を考えれば納得できる考え方でしょう。

それほどの土砂移動があるならば、土砂を移動させる「沿岸流」がある度に海底地形は明らかな変化を示していてもおかしくは無いのです。河川から遠方への土砂移動が「沿岸流」によるとする説明にはこれらの事柄への言及はありません。

砂礫浜海岸に関してはもう一つの問題点を指摘出来ます。傾斜の大きい急深な海底を持つ砂礫浜の岸辺近くには、庇（ヒサシ）状に浅く続いた「ステップ」と呼ばれる土砂の堆積構造が形成される、との学説が海外から紹介されたことがあったと聞きます。

つまり、本来急深な海岸であっても砂礫浜が形成されている浜辺では、岸から沖に向かって砂と石が堆積した浅い海底が存在していると言うのです。学説が紹介された時に、日本の砂礫浜海岸ではそのような地形は観察出来なかったので、日本と海外とは砂礫浜の形成過程が異なっているとの主張がなされたそうです。

以下に「ステップ」について WEB 上での検索結果を記載しました。

「富山湾付近の海底地形」

「しかし神通川から糸魚川にかけての沿岸部には陸棚はほとんど見られない。深海長谷の東側には何段かのステップ（平坦面）が見られる」
出典 海上保安庁水路部「6-14 富山湾付近の海底地形」

URL

http://cais.gsi.go.jp/KAIHOU/report/kaihohou41/06_14.pdf#search=%27%E6%B5%B7%E5%BA%95%E3%81%AE%E3%82%B9%E3%83%86%E3%83%83%E3%83%97%E5%9C%B0%E5%BD%A2%27 2018 年 11 月 22 日
引用

ステップ（植生）

ステップ（ロシア語：с т е п ь step’、ウクライナ語：с т е п step’

英語：steppe）は、中央アジアのチェルノーゼム帯など世界各地に分布する草原を言う。ロシア語で「平らな乾燥した土地」の意味。ステップは植生や気候によって定義される。

出典「ステップ」フリー百科事典『ウィキペディア日本語版』

最終更新 2017 年 2 月 26 日 (日) 12:08 UTC

WEB 上では海底地形の「ステップ」についての詳細な記述は見つける事ができませんでしたが、「ステップ」は海底における平坦な地形を表現していると考えられます。

著者は、前述した砂礫浜海岸の「ステップ」の考え方を支持します。「ステップ」は砂浜海岸の遠浅の海底と同じ役割を果たしていると考えています。

この事も河川での現象と同様に考えることが出来ます。石や岩が多くて多い上流では急激な傾斜の川底が形成されますが、砂や小石が多い中流では傾斜が緩く浅いU字型の川底になっています。これと同じ状況が海岸の海底でも生じていると考えられます。土砂が砂ばかりであったならば、急激に深くなる海底にとどまり続ける事はできません。石が混じる砂礫だから、急激に深くなる海底であっても浅くて傾斜が緩やかな土砂堆積が可能になっているのではないのでしょうか。

もちろん、ステップは、遠浅海岸の浅瀬に比べて渚からの距離が短かくてその広さが狭いことも考えられます。

著者は、砂浜海岸でも砂礫浜海岸でも、ほぼ同じ現象によってそれらの浜辺が形成されていると考えています。河口から海へと排出される土砂の大きさごとの比率は、河川ごとに異なるだけでなく、発生する増水の規模ごとに異なっていることが考えられますから、砂浜海岸と砂礫浜海岸を区分する境界が明確に存在しているとは考えにくいのです。

したがって、「砂浜」と「砂礫浜」の形成過程が全く異なっている事も考え難く、共通している或いはほぼ同じである可能性が大きいのではないのでしょうか。まして、海外と日本で砂礫浜海岸の形成と侵食の現象が全く異なっているとは考えられません。

第2節 「砂浜」「砂礫浜」の形成

「砂浜」「砂礫浜」が形成される過程

著者は、河川によって海に流出した土砂が、砂浜や砂礫浜に打ち上げられる現象は、一つの現象では無く、四つの個別の現象が連続的に順番に発生する事によって生じていると考えています。

それら四つの現象はそれぞれに異なった現象であり、それぞれに異なった気象条件などによって発生する個別の現象です。四つの現象はそれぞれが砂や砂礫の移動を生じさせる現象ですが、それらの幾つかが同時期に発生することはあっても、全てが同時に発生する可能性は少ないと考えられます。

それらの現象は何れも砂や砂礫を移動させるので、砂や砂礫はそれら個別の現象ごとに引き継がれて移動しているのに過ぎません。それら個々の過程での移動や、次の過程への引継ぎが途切れれば、砂浜、砂礫浜は形成される事なく侵食されます。ですから、それらの侵食も決して異常な現象では無く、四つの現象の不連続の当然の帰結であると考えられます。

かつて砂浜や砂礫浜があった海岸では、自然状態で四つの現象が問題なく発生し、砂や砂礫の移動が連続していたと言う事であり、砂浜や砂礫浜が元々無かった海岸では、四つの現象の何れかの連続が成立しなかったのだ、砂浜や砂礫浜が形成されなかったのだと考えられます。

ですから、砂浜や砂礫浜が侵食される現象は、かつての自然状態の何かしらかが満たされなくなった事により、四つの現象の何れかの連続が成り立たなくなった現われだと考えています。

以下に四つの現象のそれぞれについて説明します。

「砂浜」「砂礫浜」が形成される第一の過程

河川に増水が生じて、多くの土砂が海に排出されます。通常の水量の流では、海に流出する土砂はほとんど無いが、あってもその量は少ないと考えられます。

「砂浜」「砂礫浜」が形成される第二の過程

海岸の波は沖合から周期的に押し寄せ、岸辺が浅くなった所で順番に立ち上がり陸地に押し寄せています。この時、波が立ち上がり移動する場所の海底の土砂は、陸地側に向かって少しずつ移動しています。海底が深い場所では沖合からの波が立ち上がる事は無いので、深い場所の海底の土砂が陸地に向かって移動する現象は生じません。

第一の過程で、増水により海に排出された土砂の内で、渚近くの浅い場所に堆積した土砂が、波の力によって岸辺近くの海底や渚に打ち寄せられ或いは打ち上げられます。

この時に岸辺に寄せられる土砂は、河川の流れによって新たに海底に堆積した土砂ですから、それらが堆積する場所は河川の水流の場所やそれに近い海底に限られています。したがって、それらが打ち寄せられ或いは打ち上げられる場所も河口や河口の流れに近い場所に限られます。

風が強かったり、遠くからのうねりが強ければ、発生する波は深い場所から生じて大きくなり、逆の状況であれば、波は岸辺近くの浅い場所ですく立ち上がります。言い換えると、波が大きい時には深い場所から多くの土砂を岸辺側に運び込みます。深い場所に堆積していた土砂が大きな波によって岸辺側に移動してしまえば、その場所は深くなるので、その場所から新たに波が立ち上がる事は無くなります。そして、波が小さい時には浅い場所で少量の土砂しか移動させないと言う事だと思います。

ですから、河川から排出された海底の土砂は、浅い場所に堆積するほど岸辺に打ち寄せられ打ち上げられ易く、移動する土砂量もその都度に生じている波の大きさに異なっています。

波が、岸辺に近い場所から立ち上がり打ち寄せる事は、自然状態の海岸の多くの場所で生じている現象で、それは岸辺に近い海底が浅いからです。でも、第一の過程が発生した場所では、そうではない場所と比べてその様相が異なって出現します。

第一の過程が生じた場所では、岸辺から離れた海底にも多くの土砂が堆積して通常より浅くなっているので、そうではない場所よりも遠くから波が発生します。つまり、いつもより遠い場所から波が立ち上がります。この時には、波が幾重にも重なって生じている現象を見る事が多いのです。

ですから、この現象は誰もが見る事が出来る現象です。

安倍川でもこの現象は明らかでした。河口から離れた場所の海岸では、岸辺近くで波が一重だけ立ち上がり崩れ落ちていましたが。河口と河口近くの沖からは幾重にも波が立ち上がり岸辺に打ち寄せていました。そして、海底の土砂が打ち寄せ打ち上げられる場所は限られて、河口の前と、河口の直ぐ東岸で大型風車が設置されている前の岸辺でした。

この幾重にも立ち上がる波は、普段の河口で生じている波よりも遠くから高く立ち上がる事が多く、その情報は近郊に住むサーファーの皆さんにすぐさま広がり、幾人もの皆さんがたちまちにして集まって来ます。

サーファーの皆さんが波を楽しむようになると、安部川の河口では、河川水と海水との狭間に、河口を横断する形状で砂州が次第に形成され、海底からの土砂移動が継続するほどに砂州は海岸線方向に成長していきます。砂州は西岸から東に向けて成長する事が多く、少しの機会には東から西に向かう場合もあります。また、頻度は少ないのですが、河口から沖に向かって鳥趾状砂州の形状を示す事もあります。

サーファーの皆さんが楽しむ期間はそれほど長くは続きません。ほとんどの場合で2〜3日、長くて1週間ほどでしょうか。河口近くの海底に堆積した土砂が岸辺やその近くに戻されてしまえば、遠くからの波は発生しなくなります。その時には河口を横断する砂州もある程度の距離まで成長しています。

安倍川の増水の時期や頻度やその規模は全くお天気任せで、河口の状況や排出される土砂量もその都度異なっている事から、砂州の位置もその様相も常に異なっていますが、多くの場合で河口を西から東へと向かう砂州を形成します。それらいずれの場合でも、砂州は、ある程度以上の増水が再び発生すれば海に向かって流失し、その回数は年に十数回程では無いでしょうか。この時、河口で砂州を形成した土砂は再び海底に堆積する事になります。

私が観察した時、河口の直ぐ東側の岸辺では、沖からの波が継続して続くので、渚線が海側へと前進していました。でも、沖からの波が無くなれば、その働きも終了します。

河口直ぐ東側の岸辺が増大して土砂集積地になる様子は、それぞれの増

水の後ごとに異なり、広い岬状に海へと前進して人の背丈より高くまで土砂を堆積させる事があり、前進が僅かで打ち寄せた土砂量も少ない場合もありました。

沖から発生する波の数が多くなる現象は、普段でも波が多く生じる遠浅海岸の場合でも発生していると考えられ、河口とその近くの特定の場所では他の場所と比べてより遠くからより多くの波が重なって打ち寄せているのではないのでしょうか。

この第二の現象によって、第一の過程で浅い海底に堆積した土砂の多くが岸边やその近くの海底に打ち寄せられ打ち上げられます。河川からの土砂堆積がある海底に、浅い場所が無くなればこの波の発生は無くなります。遠浅河岸の場合でも、この第二の現象が無くなれば増加した波の数も減少すると考えられます。

第一の過程による土砂が少し深い場所に堆積している場合では、台風や低気圧による遠くからの強いうねりがある時に限って大きな波が発生して、深い場所の土砂を陸地側に打ち寄せ打ち上げます。この場合でも、河川からの土砂が海底に堆積している場所では、そうではない場所よりも遠くから波が発生します。そのような大きな波は何時でも発生するわけではありません。場所によって異なるでしょうが、波が大きい程その発生頻度も少ないことが考えられます。

海底が浅い場所では、岸から離れた遠くからも幾重にも波が立ち上がることは、遠浅の海岸を観察すれば理解できることです。また、増水の後の河口近くでそのような海底地形が形成されることは、各地のサーファアの皆さんがよく承知している事でしょう。

強いうねりによる大きな波が発生する場所よりも深い海底に堆積した土砂が陸地側に打ち寄せられることはありません。深い海底に堆積した土砂は、より深くの海底に落下していく事も考えられます。そして、それぞれの海岸ごとに通常の最も大きな波の大きさはほぼ決まっています。外洋に面した海岸ではその波は大きく、内湾に面した海岸の波は小さいのが普通です。また、湖に発生する波はそれらよりもずっと小さなものです。

例えば、静岡の前浜海岸での最も大きな波は高さ6 m程度であると言われています。

したがって、河川から海へと排出された土砂の全てが岸边に打ち寄せら

れる事はありません。どれほど多くの土砂が河口から排出されたとしても、岸辺に戻されるのはその内の一部、岸辺近くの浅い海底に堆積した土砂に限られます。これらの実際は、河口が面している海岸の海底の地形と河口の地形ごとに異なっていると考えられます。

この第二の過程では重要なことがもう一つあります。河口から排出された土砂が波によって打ち寄せられて堆積する岸辺が無ければ海底からの土砂も堆積しようが無いのです。つまり、打ち寄せられる土砂が堆積するはずの場所がコンクリート護岸や岸壁だったり、コンクリートブロック群や、導流堤であつてはならないのです。その場合では岸辺に土砂が堆積することが困難になる可能性が大きいと考えられます。

「砂浜」「砂礫浜」が形成される第三の過程

第二の過程により、河口近くの浅い波打ち際や岸辺に堆積した土砂は、渚を斜めに打ち上げる波が発生する事により、海岸線を伝わって遠方まで移動して行きます。この第三の過程は「砂浜」「砂礫浜」の全ての渚で生じていると考えられます。

私が、その日、前述の土砂が集積した渚よりも東側の渚で、実際に観察した波は、岸辺に向かって一斉に立ち上がるのではなく、南西側から北東へ向かつて連続的に立ち上がり、連続的に打ち寄せ、連続的に崩れていました。陸地に打ち上げる波は陸地に向かって真っ直ぐではなく、渚を斜めに打ち上げていたのです。

ですから、岸辺の浅い場所の土砂は、斜めに打ち寄せる波によって渚を斜めに打ち上げられ、次々に続く波によってさらに横へ横へと移動していました。

多くの土砂がこのようにして遠方まで移動して行くのだと考えられます。でも、波の勢いが弱ければ打ち上げられた土砂も真っ直ぐ海底に戻る事も生じるので、その場合には、土砂は陸地と海の間をジグザグに移動しているようです。この様子もその日の前日に観察することが出来ました。

これらの様子は動画にしてWEB上に公開しています。

動画 2012 年 7 月 16 日 (<https://youtu.be/6a7EB-p5M1U>)

土砂が渚を横方向に移動している事を発見した時、土砂の中の拳より少し大きい石の移動速度は、実際の計測に基づく計算によると1時間で250 m程にも達するものでした。

一度の波で移動する土砂の量は少なくその距離も僅かなものです。でも、波は何度も繰り返して打ち寄せます。渚に斜めに打ち寄せ打ち上げる波が強い程、多くの土砂を遠くまで移動させ、弱ければ僅かな量を少しだけ移動させることでしょう。

この斜め方向の波が発生している時には、立ち上がり崩れ落ちる波の周囲で横方向へ向かう潮流が発生している可能性も考えられます。或いは逆に、岸辺近くの潮流が、斜め方向に向かう波を形成している可能性もあるかもしれません。

斜めに打ち上げる波は浜辺の奥にまで達する大きな波とは限らないので、渚を移動する多くの土砂は渚やその近くの浅い海底に堆積することでしょう。

これらの状況から、渚や浅い海底を移動する土砂が砂礫浜の「ステップ」を形成していると考えられます。つまり、「ステップ」は、渚とその近くの浅い海底から形成され始めるのではないのでしょうか。

「遠浅の海底」を持つ砂浜の場合であれば、岸から最も離れた場所で、最初に立ち上がる波が最も多くの海底の砂を岸辺に沿った方向に移動させている事が考えられます。そして、その波は岸辺に近づくにしたがって、岸辺の形状に沿ってほとんど正面から渚に打ち上げているのではないのでしょうか。ただし、著者が「遠浅の海岸」を観察する機会は多くありませんでしたから、これらの事は、実際に「遠浅の海岸」を観察して確かめて頂く必要があります。

この第三の過程では、所謂「沿岸流」との関係の可能性を考えるのですが、土砂を移動させているのは、あくまでも波であると考えています。「沿岸流」が海底の土砂を全く移動させていないとは考えていません。しかし、砂礫浜や砂浜の土砂のほとんどを移動させているのは「沿岸流」ではなく、渚に斜めに打ち上げる波であり、また、遠浅の海岸では、幾重もの波の内で最も岸から離れて最初に立ち上がる場所の波が最も多く土砂を移動させていると考えられます。

私がWEB上に公開した他の動画では、握りこぶしを三つ四つ重ねた程

の石が小さな波によつて岸辺に打ち寄せられ移動する様子も掲載しています。

また、津波の時には、巨大な岩が海岸に打ち上げられることも知られています。水流による土砂の移動と、波による土砂の移動はその原理が異なっているのではないでしょうか。河川の水流と移動する土砂の関係はその解明が不十分ですが、波と土砂の関係についてはそれ以上に解明が進んでいないと思います。

沿岸流が握りこぶし程の石を移動させることが出来なくても、渚に打ち上げる波はそれらを容易に移動させています。

著者が、上述のように、波によつて渚を移動する土砂の様子を実際に観察した時以外には、それほどの距離を移動する土砂を目の前で判断できた事はありませんでした。

著者は何度も海岸に通いましたが、長い期間を毎日観察したのではなく、終日同じ場所を見続けていたのでもありませんでしたから、この現象の発見は、短期間の観察の結果に過ぎません。

それでも、渚を移動する土砂が常に一定の量で一定の速度で一定の距離を移動しているのではなく、急激に遠くまで移動したり、僅かな距離しか移動しなかったり、移動する量もその場所もそれぞれの機会ごとに異なっていると推測することが出来ました。

砂浜や砂礫浜が長い距離続いている場所では、ある場所で土砂が移動していても他の場所では移動しない事や、移動する土砂の量が場所によつて異なる事も考えられます。長い海岸線では、浜辺や海底の地形が全く同じに続いている事は多く無いと考えています。

安倍川河口近くの浜辺の場合では、本州沖や沖縄付近に低気圧や台風がある時にそのような波が強く発生するのではないかと思われました。著者が観察した時には、海岸に吹く強い風との関連性は判断出来ませんでした。また、その時の「沿岸流」の状況は全く不明です。

各地の海岸で、砂や砂礫を移動させている波の発生原因とその発生状況は、それぞれの海岸ごとに異なっていると考えます。それらは、現地の皆様によつて実際に確かめていただくのが最も良い方法であると思います。

渚に斜めに打ち上げる波がどのような条件で発生するのかは定かとは言えませんが、そのような波が時々発生していることは確かです。この、波

の発生頻度とその強さが発生の都度異なっている事が、或いは、その発生状況が場所ごとに異なっている事が、第三の過程が多くの人々に知られることを遅らせたのではないだろうか。

波によって移動する土砂の様子を、私が実際に観察したのは、2012年7月の事でしたが、私の発見よりも以前に、海岸の土砂が波によって移動していることを理解して発表していた研究者がいました。以下、少し長い引用です。

「駿河湾は中央を南北に走る凹地形（中央水道）をもち、南に湾口を開いています。そのため三保海岸に打ち寄せる波の卓越する方向は南であり、南から駿河湾に進行し、海岸に打ち寄せる波は急深な海底地形のために、南北方向の海岸と平行にならず、海岸と約45度の角度で斜交して打ち寄せ、海岸に並行に引いていきます。このような自然の条件が沿岸においては砂礫を北（湾奥部）方向に運搬するエネルギーを生じさせ、特に荒天時には大量の砂礫が海岸に運搬されてきました。駿河湾西部の三保砂嘴、伊豆半島西海岸の戸田、井田、大瀬崎の砂嘴（礫堤）も上記のエネルギーによって形成されたものといわれています。（星野、1976；佐藤・柴崎、1987；柴ほか、1994）」（地質ニュース508号22～23頁より）

『清水市三保における海岸浸食―清水市折戸海岸の現況―』地質ニュース508号、21～30頁、1996年12月 佐藤 武』

この文章は、当時、東海大学海洋学部に在籍した「佐藤 武」教授によるものですが、三保海岸に発生する、海岸に斜交する波が（南西側から北東に順番に立ち上がり崩れる波が）砂礫を北に移動させている事を明確に記述し、さらにその波の成因をも明らかにしています。

私は、この文章によって、三保の海岸で見た、海岸に斜めに押し寄せていた小さな波の事を思い出しました。

第三の過程も、渚に斜めに打ち上げる波が発生すればいつでも生じている現象です。この過程も他の過程と同じく個別に発生している現象ですから、渚や岸辺近くの海底に土砂が多くても少なくとも土砂を移動させています。したがって、砂浜や砂礫浜を増大させる時でも侵食させる時でも働いている現象です。つまり、この第三の過程は、砂浜や砂礫浜を増大させる現象であり、同時に、それらの浜辺を浸食する現象でもあるのです。

言い換えると、第三の過程は、第二の過程から始まる土砂の供給が保たれていれば砂浜や砂礫浜を維持し或いは増大させ、供給が不足したり無くなれば、海岸は浸食され或いは砂浜や砂礫浜が消滅すると言う事です。

例えば、この現象の発生を妨げる構造物が渚やその近くの海底に設置されれば、土砂の移動はそこで終わります。しかし、障害物を越えた向こう側でも同じ現象が発生することが多いので、そこでは土砂が移動して来る事が無く、移動して行くばかりになります。

海岸から沖に延びる突堤や防波堤などがその障害物です。これらは渚を伝って移動する土砂の移動を妨げています。同じく海岸から沖へと延びても、土砂の移動を妨げることが少ない構造物もあります。それは多くの杭や柱の上に設置された船着き場や遊歩道などです。それらは岸辺に発生する波と土砂の移動を妨げることが少ないと考えられます。

前述の「佐藤 武」教授は、海岸を移動する砂礫について、さらに詳しく言及しています。

「砂礫の移動する海岸の、海岸、海岸線、はこのような供給と運搬という自然のバランスの上に成り立っており、このバランスが負の方向にくずれることがとりもおさず浸食にはならないのです。」(同23頁)。

また、運搬される砂礫が行き着く先についても言及しています。

「現在から80年ほど前に測量された三保の地形と最近の地形を比較すると(第4図)、人工的な埋立てを除き、砂嘴先端部の北東側に最大で40mほどの海岸線の広がり(砂礫の堆積)が見られます。」と記述して1914年(陸地測量部)と1994年(国土地理院)の1/25000地形図を掲載しています。(同23～24頁)

「砂浜」「砂礫浜」が形成される第四の過程

前述の第三の過程が生じて、海底の「遠浅な海底」に大量の砂が堆積している砂浜や、岸辺近くに広い「ステップ」が形成されている砂礫浜に、大きな波が発生すれば、浜辺の奥にも波が到達して多くの砂や砂礫が陸地側にもたらされます。この時には、大きな波は普段より離れた遠くから生じて、浜辺のより奥へと達します。

大きな波の大きさはその時々によって異なりますから、それぞれの波の

発生のお機合ごとに浜辺の奥への到達距離が異なります。このことが渚から浜の奥に至る斜面の凹凸を形成します。

「遠浅の海底」の土砂が少なかつたり、「ステップ」が形成されていない時に大きな波が発生すれば、砂浜、砂礫浜は一気に侵食されます。多くの砂や砂礫が海底に引き戻され落ち込んでいきます。浜辺の土砂は減少し浜辺の面積も減少します。

簡単に言つて、海底に砂や砂礫の多い「遠浅な海底」や「ステップ」が形成されていれば砂浜や砂礫浜が問題無く形成され、逆に、それらの砂や砂礫が少なく、既に侵食されていけば、砂浜や砂礫浜も侵食されるのです。

「ステップ」の説が海外から紹介された時に、それらの現象を発見出来無かつた事は、当時、既に日本の砂礫浜には「ステップ」がほとんど存在することがなく、多くの砂礫浜海岸が侵食される一方だつた可能性も考えられます。

砂浜や砂礫浜が急激に変化するのはいこれらの事情によります。もちろん、大きな波でなくても波が浜辺に打ち上げる度にこれらの現象は繰返されているのですが、大きくない波の場合では目に見えて生じる変化が少ないので、人々に気付かれることが少ないのではないのでしょうか。

波が海底の土砂を岸边に打ち寄せ打ち上げる、或いは、波が岸边の土砂を海底に引き込む現象については、未だに詳細な説明がなされていないようです。このことに関しては著者もほぼ同じですから、残念なことに上述以上の事は明確に説明が出来ません。

ただ、著者はその現象に以下のような可能性を考えています。陸地側の堆積土砂も岸近くの海底の堆積土砂も、それぞれの場所の波の大きさごとに土砂の組成ごとに、それぞれに適した傾斜があり、海側の傾斜がそれより浅くなれば、大きな波が陸地側に土砂を堆積させ、深くなれば、大きな波が陸地側の土砂を海に引き戻すのではないのでしょうか。この考え方は推測を基にした個人的な仮説に過ぎません。

また、土砂が陸地に堆積する事については、次のように考えています。打ち上げられた波の水の一部が浜辺に浸み込むことにより、打ち上げた時と戻す時とで波の水量が異なるので、打ち上げられた土砂の全てが戻されること無く、打ち上げられた土砂の一部が堆積するから浜辺に土砂が堆積すると考えられます。

ですから、より多くの水が浸み込む波の先端側ほど土砂の堆積量が多くなっています。このことは、岩盤の海岸には砂が堆積しないことから明らかではないでしょうか。

大きな波や小さな波が発生して、砂や砂礫を浜辺に打ち上げる或いは浜辺から海へと引き戻す現象も、ありふれた普通の現象です。岸辺や岸辺近くの浅い海底に砂や砂礫が多ければ浜辺は増大し、逆に少なければ浜辺は侵食される、それだけのことに過ぎません。砂浜や砂礫浜の侵食は決して異常な出来事ではありません。

上述した四つの現象は、それぞれに異なった条件で発生する個別の現象ですから、同じく土砂を移動させる現象であっても、それぞれの個別の機会ごとに、移動させる土砂の量が異なっています。そのことが、各過程ごとで土砂量が異なる結果を生み出しています。

長く連なる砂浜や砂礫浜の形状や状況が、それぞれの場所ごとに少しずつ異なっている事は、各過程ごとに土砂の移動量が異なっている事の現われだと考えられます。

砂浜や砂礫浜が侵食傾向であれば、それぞれの場所ごとの形状の変化は大きなものになると考えられ、逆に、浜辺の堆積傾向が強ければ浜辺ごとの形状の変化は少なくなると考えられます。この場合では、「遠浅の海底」や「ステップ」がそれらの隠れた調整役を担っていると考えられます。

第3節 「砂浜」「砂礫浜」の侵食

「砂浜」「砂礫浜」が侵食される理由

安倍川から三保に続く前浜が侵食されている原因について、前述の「佐藤 武」教授は、同じく『「清水市三保における海岸侵食―清水市折戸海岸の現況―」地質ニュース 508号』で以下のように記述しています。

「駿河湾西部の海岸地形が、前に述べたような砂礫の供給と運搬のバランスの上に成り立っているのであれば、砂礫供給量の大幅な減少に対して海岸付近を移動する砂礫の量に変化のないかぎり、当然の帰結として海岸は侵食されるわけです。」(同25頁)

また、「清水市折戸海岸で人工的に砂礫の投入（養浜）が行われたことがあります。1996年〜大型ダンプトラック2000台分の砂利が運搬され、投入されました。運搬された砂利はやがて打ち寄せる波によって運搬されてしまうのですが、少なくとも投入された砂利がなくなるまでの間、それより北（浸食の下手側）の海岸は浸食からのが免れ、回復した部分もあり、いずれにしても海岸がやせることは一時的にせよ止まっています、このことに海岸浸食問題の本質があることが明らかです。」（同29〜30頁）

「佐藤 武」教授のこれらの記述では、静岡清水の前浜海岸で「海岸付近を移動する砂礫」を前提にして、「砂礫供給量の大幅な減少」が海岸浸食の原因である事と、「人工的な砂礫の投入（養浜）」の効果について言及しています。著者も「佐藤 武」教授の考え方に賛成です。

最近の、前浜海岸の「養浜」は、安倍川の土砂をダンプトラックで運び、堤防の前からコンクリートブロック群の水際線までを大量の土砂で埋め尽くす大がかりなもので、確かにそれは効果を生じさせています。でも、それは一時的な効果でしかない事は「佐藤 武」教授の指摘の通りだと考えられます。

しかし、「佐藤 武」教授の記述にあるように、「養浜」が効果を生じさせている事の意味は重大です。運び込む土砂は安倍川の地図の意味での下流域のものです。つまり、海岸を形成している土砂をその発生源から人工的に持ち込み施した場合には、浸食が一時的にせよ回復しているのです。ところが、自然状態で海岸に土砂が供給された場合では、海岸は浸食され続けています。言い換えると、海岸形成の源では十分な土砂があるのに拘わらず、実際の海岸ではそれらの土砂が海岸を形成する事は無いのです。

静岡清水の前浜海岸には、土砂の移動を妨げる突堤などの構造物はありません。第2、第3、第4のいずれの過程も問題なく生じている事は既に記述した通りです。現在の安倍川では、地図の意味での下流域に大量の土砂が堆積して、川床の上昇が問題視されているほどです。年ごとに多少の変動があるとしても、流域への降雨量が極端に変動した事実も無いように、昔から変わる事なく、安倍川増水の機会は毎年多く発生しています。

そして、過度の砂利採取から始まった前浜海岸の浸食は、砂利採取が止まった現在でも止まる事はありません。

これらの状況は全く不可解です。問題の所在が、河川から海岸への土砂

の受け渡しにある可能性を考える必要があります。

この不思議な問題の解決を示唆する資料があります。

『令和3年3月16日、静岡河川事務所発行、第7回安倍川総合土砂管理計画フォローアップ作業部会「資料1」54頁。(2)河口テラスの土砂管理指標・目指すべき河口部の姿「河口（テラス・砂州）の諸元」の『図 河口部の測量断面の重ね合わせ』

この資料は、安倍川河口内部から沖合600mまでの海岸と海底の高さ深さを、平成25年から令和1年まで7年間の間、定期的に観測して図表にしたもので、大変分かり易く貴重なものです。7年間の観測ですが、河口の経年変化を調査したものでは無く、毎年11月の海底の状態を計測しています。この資料は、別紙「第6、7章の写真と説明」に掲載していますので、詳細はそちらをご覧ください。ここでは簡単な説明にします。

安倍川から排出される土砂が河口前面の海底にどの様に堆積するかを表したこの図表で、最も重要なことは、水深6mより深い場所の海底の深さがほとんど変化していない事の発見にあります。また、河口から排出され再び海岸に戻される土砂は、海底6mより浅い場所の土砂に限られている事も表示されています。その戻される量は、その時々によって異なり、河口に形成される砂州の土砂量と相関関係を示しているように見えます。

この図表の意義は、第二の過程で説明した、河口近くの浅い場所に堆積した土砂だけが海岸に戻され、深い場所にまで至った土砂は海底に沈みこむだけである現象を図形として具体的に説明している事です。

さて、上述第2節の「砂浜」「砂礫浜」が形成される過程」の各説明は、その記述量が著しく偏っていた事に気が付かれています。第一の過程の記述が極端に少なかったのです。

それは、第一の過程については、項目を新たにして詳細に説明する必要がありますと考えていたからです。静岡清水の前浜海岸に限らず、多くの海岸で、第一の過程の不具合が第二の過程への土砂の受け渡しを妨げていると考えています。そして、そのことが、砂浜海岸や砂礫浜海岸が浸食されている最大の原因であるとも考えています。

第一の過程に生じている不具合の理由

かつて、砂浜や砂礫浜が形成されていた自然状態の河川の河口では、海底への土砂の堆積は何の問題も無く生じて、それらの土砂も第二の過程に問題なく引き継がれていました。ところが、河川上流中流や河口に様々な人工的建造物が設置されたことにより、それらの事情は異なってきました。

河川から流れ出る土砂が河口近くの浅い場所に堆積する機会が減り、浅い場所への堆積量が少なくなりました。河口近くの浅い海底に堆積する土砂の量が少なくなった事が、第一の過程の不具合だと考えています。つまり、これが、砂浜や砂礫浜が侵食されている最も大きな原因です。

安倍川にはありませんが、河口から沖に向かって導流堤が建設される場合があります。また、導流堤ほどでは無くても、河口から沖の方向に向かって護岸や小規模な突堤を設置した河口も増えています。これらは、河口から流れ込んだ河川の水流を岸から離れた場所や沖の海底まで維持するので、河口近くの浅い海底に土砂が堆積する事が困難になりました。そして、それらの土砂が陸地に向かうことも困難にしました。これでは、第一の過程も第二の過程も成り立ちませんから、砂浜や砂礫浜が回復する見込みは全くありません。

河川の河口の岸边にコンクリート護岸を設置したり、コンクリートブロック等を設置することは以前から行われて来ました。既に第5章で記述しているように、これらの構造の建設や設置は、その流れを強化し、岸边を深く流れるようにしますから、元の岸边にあった砂や砂礫の川底は減少し或いは消滅します。

コンクリート護岸やコンクリートブロック等の巨大な石や岩が、水流と土砂に与える影響は上流や中流だけでなく河口でも同じことです。当然に、河川の水が流れ込む海底にもこの状況は引き継がれ、河口近くの浅い場所に土砂が堆積することが少なくなっています。

河口の上流側の岸边に砂地や砂礫地が広くある場所でも、その陸地側に新たなコンクリート護岸やコンクリートブロックを設置することもあります。広い河川敷に設置される事の多いこれらの構造物も、河口近くの浅い海底に土砂が堆積する事を妨げています。

河川の上流には多くの砂防堰堤が建設されてその上流側と下流側に小さな土砂による河川敷と川底を拡大しています。中流域だけでなく上流にも多くのコンクリート護岸が施されています。また、都市では、多くの場所がアスファルトやコンクリートで覆われています。さらには耕作地の水流も、その多くがコンクリート護岸の水路、全面コンクリート張りの水路、U字溝になってしまいました。

河川の上流部には貯水式のダムが設置されて、急激な放流と急激な放流停止を繰り返しています。

これらはすべて河川に急激な増水と急激な減水をもたらしています。それらの構造物やその操作が、河川から流出した土砂が河口近くの浅い海底に堆積することを妨げています。つまり、砂浜や砂礫浜を形成するための最初の過程の実現を困難にしています。

河川での急激な増水と急激な減水が、河口近くの浅い海底への土砂の堆積を妨げている状況を分かり易く説明します。例えば、水道の蛇口にビールホースを繋ぎ、庭に水を撒く事を考えてみます。

水道の蛇口の元栓をひねればホースから水が出て来ますが、最初はその勢いが弱いので水は足元近くに落ちてしまいます。急ぎ元栓を回せば水の出は勢いを増して遠くまで飛ぶようになります。散水する水を止める時に元栓を逆にひねれば、水が止まる前に勢いを無くした水が足元に落ちます。そして、水道水の勢いが弱い時に、ホースの出口を押しつぶして水流の出口を狭め、水を遠くまで飛ばすことも良くやる事です。

河口から排出される土砂は、河川の流れと共に移動しているのですから、水流が弱い時には河口近くに堆積します。逆に、海中であっても強い水流が続いていれば土砂もそれと共に移動を続けて深い海底に堆積します。

ダムや上流中流の構造物や、都市や農村の各構造による急激な増水と急激な減水は、水道の元栓を早く回して勢いよく水を飛ばす、或いは急激に止める時の状況と同じであり、河口や河口近くのコンクリート護岸やコンクリートブロックや導流堤の役割は、ホースの出口を押しつぶすのと同じではないでしょうか。

ようやく、上流中流の土砂流下と、海岸の砂浜や砂礫浜との関係が明らかになりました。上流中流の「砂防堰堤」「コンクリート護岸」「貯水式ダム」等による急激な増水と急激な減水が、多くの土砂を岸辺から離れた深

い海底にまで排出している事は間違いありません。

これらの事情は、日本各地で海岸が浸食され始めた時期を考えると、より鮮明です。各地の海岸で海岸浸食が言われ始めたのは、今から40〜50年ほど前からです。丁度、その時期は日本が高度成長期の最中であり、日本全土で大規模な建設工事が拡大し始めた時期でもありました。それは、各地の上流中流でも同じで、必ずしも必要とは言いつれない各種の河川工事が日本中で繰り広げられました。

高度成長期以前に、自然のままであった海岸線が浸食される話を聞いたことはありませんでした。高度成長期以降、海岸線の浸食が始まりました。

そして、残念な事に、現在でも、何らの反省も無く、上流中流のそれらの工事は継続して拡大し続けています。

これで、砂浜や砂礫浜が侵食される状況を食い止め、或いは回復させるための方策も明らかになったと考えています。この章以前に記述した河川工事の様々な事柄を改良して、昔の穏やかな増水と穏やかな減水の河川に戻せば良いのであり、貯水式ダムもその放流方法を改めれば良いのです。また、都市部や農村部の工事方法も変更する必要があるでしょう。

つまり、河川での急激な増水と急激な減水を無くすることが第一です。そして、貯水式ダムの場合では大きな増水（水位が高い増水）の機会を少なくして、小規模な増水の機会に変える事と、それぞれの機会で急激な増水と急激な減水が生じないようにすれば良いと考えられます。

もちろん、それらの改良だけでなく、河口や海岸での間違えた構造物を撤去して、自然の河口や自然の土砂移動を取り戻す事も必要になることでしょう。

第一の過程で生じているもう一つの問題

ここまで、河川の急激な増水と急激な減水が砂浜や砂礫浜の形成を妨げている事を説明してきました。でも、河川の急激な増水と急激な減水は、もうひとつの問題を生じさせている可能性があると考えています。

もう随分昔の事です。何歳であったか定かでは無いのですが、私がまだ子供の頃、父親に連れられて前浜海岸に釣りに行き、増水の後の「安倍川

河口」近くを訪れた事がありました。その時、安倍川河口から広がる茶色に濁った海面の様相に目を見張った覚えがあります。

河口から流れ出た茶色の濁りは、河口だけでなく河口に続く前浜海岸の渚に沿って広がり続いていたのです。私は、それまで、何となく河口から流れ出た水は河口から沖に向かって放射状に広がる事を予想していたのだと思います。でも、実際には、流れ出た濁りは、河口の沖よりも岸边に沿って遠くまで広がっていました。河口の沖では、海岸線に沿った濁りよりも少しだけ遠い場所まで広がっていましたが、濁りのほとんどは海岸の岸边に沿って、多分、1〜2百Mほどの同じ幅で広がっていたのです。それより沖には青い海原が広がっていました。私は、河川の濁りはこのようにして広がっていくのだと、何故か感心した記憶があります。

その頃、今から50年以上前ですが、静岡の前浜は生物に溢れて豊かでした。岸边近くで立ち上がる波の中を、大型の魚が素早く横切る光景は珍しく無く、大きな魚に追われた「イワシ」等の小魚が波と共に幾つも岸边に打ち上げる事も幾度もありました。子供の私はそれらを懸命に拾い集めたものです。地引網も各所で行われていました。現在、前浜海岸には、それらの豊かな光景は何処にもありません。長く続く静岡清水海岸の一箇所か二箇所では、かつて使われた小舟が船底を上にして置かれたままです。

私が、少年から青年になり、やがて成人して年を経るまで、静岡の前浜海岸は豊かな自然を失い続けて来ました。多くの生物がその数を減少させ或いは姿を消しました。私は、前浜海岸から、かつての自然が失われた原因の一つとして、安倍川の急激な増水と急激な減水の影響を考えています。

つまり、昔は、「安倍川河口」から流れ出た濁りのほとんどは、河口から渚近くを次第に東方向に広がっていました。そして、広がる過程で、濁りの本体の無機物や有機物は、海藻や植物性プランクトンの餌になり、それらはさらに貝や動物性プランクトンの餌になり、動物性プランクトンは小魚や貝類やその他の小さな生物など餌になっていたのです。広い海洋であっても、最も生物類が豊富な場所は海岸近くの浅い場所である事を、多くの人が理解しているのではないのでしょうか。言い換えると、海洋における食物連鎖の最初の過程の一つが、河口に続く渚に近い浅い海底から始まっていたのではないのでしょうか。

しかし、現在では「安倍川」を始めとして日本中の河川のほとんどでは、急激な増水と急激な減水が発生しています。もちろん、河川で発生した濁

りが渚近くの海岸で拡大していることは現在も続いています。でも、河口からの濁りは昔よりも遠くの沖にまで達して、渚近くで広がる濁りの量が減少している事は間違い無いでしょう。砂や砂利は流れが遅くなれば直ちに海底に堆積しますが、より小さな粒子である濁りは、流れが全く無くなる状態になるまで、或いは、微生物の餌になるまで沖合を漂い続けているはず。

これらの考え方は、ほとんど実証的でなく、私の個人的感想或いは思い込みに過ぎません。でも、今まで研究され観察される事の少なかった分野である事は間違い無いでしょう。多くの皆さんにより、広範な研究がなされる事を強く望んでいます。

問題は、まだあります。海へと流失する河川水の汚染は以前より言われてきたことです。しかし、その問題に対する方策は今でも遅れています。

以前から知られていた農薬や工場からの有害物質の排出は確かに減って来たようです。でも、従来に無かった新たな化学物質が次々と出現しています。それらに対する対応はほとんど行われていません。新たな農薬や除草剤或いは決して分解する事の無い科学物質など、旧来のやり方では対応できない物質が数多く出現しています。残念な事に、これらに対する対応は、全くなされていません。

私は、少年だった頃の自然に溢れた海岸や沿岸を取り戻す事は可能だと考えています。そして、それらを実現する事が、日本に再び活気と未来を取り戻すために、どうしても必要な事であると考えています。

大きな河川と小規模な河川

日本だけでなく、世界中で海岸浸食が発生していて、海岸を回復させるための工事が様々になされているようです。しかし、海岸の回復は全く困難な様子です。ただ一つ、違いなく成果を上げているのは、海岸に多くの土砂を施す方法「養浜」だけであると聞いています。

その事実は、海岸の土砂移動が「沿岸流」によるものではなく、海岸に絶え間なく打ち上げている「波」によって生じている事と、河川やその河口で誤りが生じている事を証明しているのではないのでしょうか。

多くの費用を要している各種の工事が成果をあげないのは、海岸での土

砂移動の実際を理解していないからです。そして、同じく理解されていない事がもう一つあるからです。

様々な事柄が河口近くの浅い場所への土砂の堆積を減少させていることは既に記述したとおりですが、ここには注目すべき事柄があります。それは、河口近くの浅い場所への土砂の堆積が少なくなる問題は、土砂の量の問題ですが同時にその割合の問題でもあると言うことです。

規模の大きな増水によって流下する水量が増加した時には河川から排出される土砂の量も多くなるのですが、浅い場所に堆積する土砂の量はその割合が少なく、小規模な増水で水量が多くない時には排出される土砂の量は少ないけれど、浅い場所に堆積する土砂の割合は多いのではないのでしょうか。

これを言い換えると、大きな河川から大量の土砂が海に排出されても、海岸の砂浜や砂礫浜に戻されるのはその内の一部に過ぎません。それに対して、小規模な河川からは少量の土砂しか排出されませんが、浜辺に戻される土砂の割合は大きいのです。

一般的に、大きな河川であるほど、砂浜や砂礫浜の形成に関わる土砂を多く提供していると考えられていると思います。しかし、実際にはそうであるとは言い切れないと考えています。

たとえば、房総半島の九十九里浜は、その海岸の長さは50 kmほどにも及びます。その長大な浜辺を形成している土砂は、海岸の東側と西側にある丘陵地が供給していると考えられるとの文章を見たことがあります。私自身は現地に行った事はありませんが、これはあり得ない考え方です。

写真や地図で見たそれらの丘陵地の規模は小さなものです。海に面した丘陵地の崖からどれほど大量の土砂が海に落ち込んだとしても、50 kmに及ぶ砂浜の砂をそれらの崖だけが供給している事は考えられません。安倍川では増水の度におびただしい量の土砂が海に流れ込んでいますが、それでも砂礫浜を形成しているのはそれらの内のごく一部に過ぎません。

九十九里浜を形成している土砂の大部分は、海岸に幾つかある小規模な河川と、それより多くあるさらに小さな名もない細流が供給していると考えられます。

九十九里浜でも海岸侵食が発生して、対応する工事が各所で行われてい

るとの記事を見たことがあります。でも、それらの工事はそれほどの成果を上げていない事でしよう。それは、上記した中小及びさらに小さな水流による土砂供給と、その移動に対する無理解があるからだと考えています。それらの中小及び細流の河口では、第一、第二の過程が阻害され、浜辺では第三の過程が阻害されていると考えられます。

河口や浜辺の問題でも重要なことは地域の人々による観察です。現地から離れた机の上で従来からの理論を振り回したところで何の解決もありません。各地のサーファアの皆さん、釣り人、水防団員、地域の住民の皆様が、河口と浜辺に関わる事実と解決策を明らかにしてくれるはずですよ。

「安倍川」と静岡の前浜の現状

前述したように、現在の静岡の前浜は侵食前の状態に徐々に戻りつつある状況だと考えられます。しかし、この状況は、安倍川が昔の流れに戻ったから実現されたものではありません。

静岡清水の前浜の回復は、大掛かりな養浜によって維持されて、全体の半ば過ぎまで進んでいます。でも、養浜が無ければ回復も止まり再び浸食が始まる可能性が大きいのです。しかし、ダンプトラックによる養浜事業を永遠に続ける事が最善の方法であると考えた人はいないでしょう。

現在の静岡清水の前浜の回復状況に、安倍川から排出される土砂が全く貢献していないとは考えてはいません。安倍川の地図的意味での下流域には大量の土砂が堆積しているので、それらの土砂が前浜の回復に貢献していることは間違いありません。それらの区域での土砂堆積の進行は、網目状区域や瀬切れ区域の拡大状況からも明らかです。

また、安倍川流域では、令和4年に至るまでは、大規模な増水が連続することも無かったです。降雨があっても比較的小規模な増水しか発生しなかったのです。そんな状況がここ何年も続いています。

これらの状況が先述の第一と第二の過程を実現させたので、前浜の回復が始まったと考えられます。でも、状況が少し悪化すれば、再び浸食が深刻になる可能性が大きいと考えています。

現在、地図的意味の下流域に堆積した土砂の内のかなりの部分は、全くの自然の土砂流下では無く、砂防堰堤やコンクリート護岸がもたらしたものです。そして、それら下流域の大量の土砂は治水における不安要素でもあります。ですから、安倍川での砂利採取が「養浜」の名のもとに拡大されています。また、上流域への新たな構造物の建設も始まっています。

或いは、気候の変化によって大規模な増水が度々発生するようになれば、前浜の回復は停滞し後退するかもしれません。

さらには、堤防の水流側に新たなコンクリート護岸が河口近くまで延長され続けています。やがては河口全体をコンクリートで覆ってしまうのかもしれませんが。そうなれば、三保にまで続く前浜海岸が回復する可能性の多くが失われるかも知れません。

現在、静岡の前浜海岸が回復傾向にあるのは、一時的な幸運なめぐり合わせの結果であると言っても良いのかも知れません。

「安倍川」から「三保海岸」に続く砂礫浜の前面は、急峻で深い海底の駿河湾です。しかも、流れ込む「安倍川」の流れは急流です。このような困難な条件であっても静岡の「砂礫浜」が回復する傾向にある事は、まったく幸運なことです。同時に「安倍川」からの土砂流出量が如何に多いかを物語っているとも言えます。

ですから、「安倍川」での対応を間違えなければ、そして河口や浜辺でも間違えなければ「羽衣の松」の海岸も充分に回復出来ると考えられます。同様の事は、日本中の海岸についても言えます。それらの海岸でも、数十年前には全く自然のままで、「砂浜」や「砂礫浜」があつたのですから。

この章を記述する際に参考にした幾つかの文書やWEB上の記載の中で印象に残った記述がありました。以下に、その部分を引用します。

「三保の渚を守るには、最後に三保の海岸浸食対策に関して筆者の意見を述べたいと思います。」

第一に、安倍川の砂防事業、河川管理事業、静岡・清水海岸保全事業を一体として総合的に実施することが大切で、砂防・洪水防止・海岸保全事業の三者を満足させ、海岸の砂礫の収支を健全化する妙案を考えだすことです。――

第二には、三保の海岸浸食の実態を良く知る事です。――三保の海岸は現

在、さながら「海岸浸食の博物館」です。海岸を観察（ビーチ・ウォッチ）し、侵食の実態を知ったうえで、三保に住む人、訪れる人、一人ひとりが知恵を出し合って、協力することが「天女の浜」を守る第一歩になることと信じています。」

出典：『海のはぐくみかん』VOL.27, No.6, p.4~6

1997年11月号「三保の海岸浸食」——三保の渚を守るには——佐藤武（東海大学海洋学部海洋資源学科教授）（所属・肩書きは発行当時のもの）

[http://www.scc.u-](http://www.scc.u-tokai.ac.jp/sectu/kaihaku/umihaku/vol27/V27n6p4.html)

[tokai.ac.jp/sectu/kaihaku/umihaku/vol27/V27n6p4.html](http://www.scc.u-tokai.ac.jp/sectu/kaihaku/umihaku/vol27/V27n6p4.html)

（2018年11月23日引用）

この文章の著者は、前述「「砂浜」「砂礫浜」が形成される第三の過程」と「「砂浜」「砂礫浜」が浸食される理由」で紹介した「佐藤武」教授です。

実は、この文章を引用して論述を公開しまた書籍化することの了解を頂くために、佐藤先生と交わした手紙のやり取りの中で、先生の研究の内容をよく知ることが出来ました。前述、第三の過程への記述が詳しくなったのはそのような事情がありました。

著者も、引用した先生の考え方に全く賛成です。そして、このことは三保の海岸に至る静岡の前浜海岸だけでなく、日本中の海岸について言えることだと考えています。

著者は、この章で、河川の急激な増水と急激な減水が海岸の浸食を招いたとの考え方を説明しています。しかし、河川のそれらの状況を改善するためには、少なくとも年月が必要です。

ですから、急激な増水と急激な減水が改善されない現状であっても、海岸浸食を改善する新たな方法を提案しています。その方法は、この章に記述した内容と安倍川河口の土砂堆積の図表を基に考案したもので、容易で安価でもある方法です。ぜひこの方法によって、昔からの自然の海岸を取り戻して頂きたいと願っています。

具体的工事方法は、同じWEB上の掲載「河川上流中流と海岸を回復させるための新たな工事方法」で詳しく説明しています。