

九十九里浜野手海岸の変遷と海岸人工化要因の検討

宇多高明*・清野聡子**・吉田哲朗***
酒井英次****・三波俊郎*****

一方向の沿岸漂砂が卓越する海岸において連続的な沿岸漂砂移動が阻止されて施設の下手側で侵食が進む場合、空中写真を用いた汀線変化分析が常套手段となっている。しかし汀線変化が明らかにされたからといって海岸状況の変遷が十分に把握できたとは限らない。自然砂丘地の変遷は単に汀線の後退によってのみ起こるものではなく、海岸線背後地の土地利用も密接に関係するからである。本研究では九十九里浜の野手海岸を例として、自然海浜の消失には海岸線背後にある保安林の前進が大きく関与したことを明らかにする。

1. まえがき

わが国では全国各地で海岸侵食が進んできている。一昔前、海岸侵食には種々の原因があつて特定が難しく、したがってその対応も難しいという表現が多くあった。確かにこの指摘通りの海岸もないわけではないが、現在では大部分の海岸での侵食原因はほとんど確実に特定できる。もちろん単一要因に起因するという意味ではないが、主要な侵食原因ははっきりしている。侵食原因について筆者は数年前に明らかにした(宇多, 1997)が、主要因には、①一方向の沿岸漂砂が卓越する海岸において防波堤などの施設が延び、これによって連続的な沿岸漂砂移動が阻止されて施設の下手側で侵食が進む場合、②沖合に防波堤や離岸堤が造られた結果、波浪場が変化して波の荒い場所から波の静かな場所へと沿岸漂砂移動が起こり、施設周辺域で侵食が進む場合、③河川の砂利採取などによって本来河川から海岸に供給されるはずであった土砂が河口に流れてこなくなり、その結果として河口周辺海岸で侵食が起こる場合などがある。このほかにも港湾・漁港・河口などにおける浚渫が周辺海浜の砂の絶対量を大きく減少させた例もある。これらはいずれも何らかの形で人為的要因が関係していることが特徴である。ここではこれら各論の詳しい議論は避け、一例として沿岸漂砂の連続性が絶たれた場合の海岸侵食について実例をもとに考え、その問題の処理には単に技術上の問題にとどまらず、わが国の社会システムの改変にまで及ぶ検討をしなければ問題は解決されないことについて述べる。ところで、一方向の沿岸漂砂が卓越する海岸において連続的な沿岸漂砂移動が阻止されて施設の下手側で侵食が進む場合、空中写真を用いた汀線変化分析が常套手段となっており、その有効性は各地での侵食問題の分析で確認されているが、汀線変化が明らかにさ

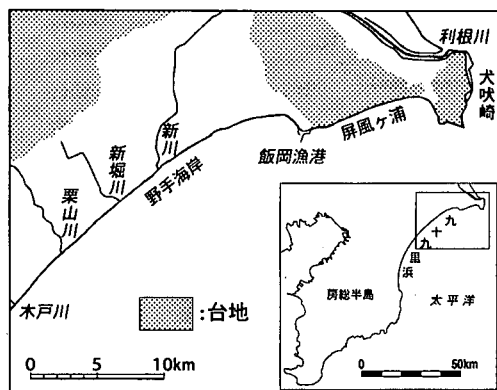


図-1 北九十九里浜の野手海岸と屏風ヶ浦の位置

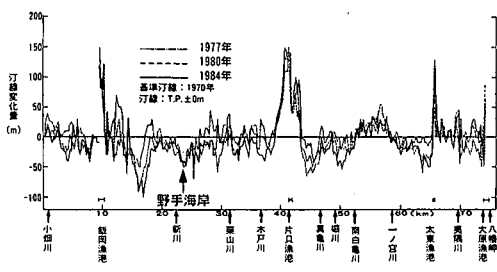


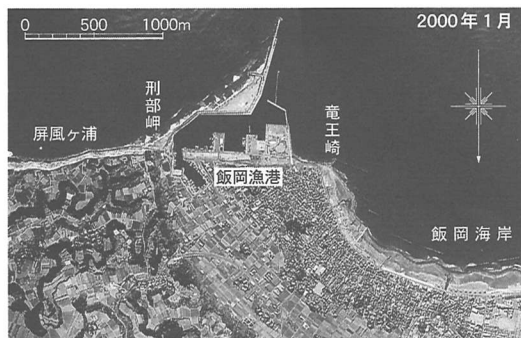
図-2 九十九里浜全体の海岸線変化

れたからといって海岸状況の変遷が十分に把握できたとは限らない。自然砂丘地の変遷は単に汀線の後退によってのみ起こるものではなく、海岸線背後地の土地利用も密接に関係するからである。本研究では図-1に示すように九十九里浜に位置する野手海岸を取り上げ、このような問題について考察する。

2. 九十九里浜における野手海岸の位置付け

まず九十九里浜全体の海岸線の変化を調べた。図-2は著しい海浜変形の生じた1984年以前の汀線変化(宇多, 1997)であるが、新川河口の南側に位置する野手海岸では1970年以降汀線が約40m後退し、その後南側へと侵食域が拡大傾向にある。これに対し沿岸漂砂の上手

* 正会員 工博 国土交通省国土技術政策総合研究所研究総務官
** 正会員 農修 東京大学助手 大学院総合文化研究科広域システム科学科
*** 日本財団
**** シップ・アンド・オーシャン財団
***** 海岸研究室(有)



写真—1 飯岡漁港の空中写真 (2000 年 1 月撮影)

側の飯岡海岸では、離岸堤群の建設にともなって汀線が大きく前進している。この図によれば野手海岸では過去には侵食が著しかったが、最近では汀線は平衡状態に接近しつつあり、海岸環境や保全上大きな問題がないように見える。しかし実際には海岸の変化は続いている。

野手海岸ではその北にある屏風ヶ浦の海食崖が削られて海に供給された土砂が九十九里浜中央部へと運ばれてきている。沿岸漂砂は全体として北東から南西方向に向けて流れているが、ここ数十年屏風ヶ浦では海食崖の侵食防止を図るために海食崖の基部に沿って消波堤の建設工事が進められてきた。この結果、最近では約 10 km の延長を有する屏風ヶ浦の約 90% が波食から守られた。

一方、屏風ヶ浦の南端には飯岡漁港が立地している。この漁港は九十九里浜北部の漁業基地として有名で、現在でもイワシ、とくにシラスの良好な産地である。このため多くの漁師達の願いにより長い年月をかけて漁港防波堤の建設が進められてきた。飯岡漁港の防波堤がない時代—それは少なくとも数千年は続いたが—その間、現在飯岡漁港が立地している場所を通過して九十九里浜中央部へと砂が流れ、九十九里浜の形成が進んできた。しかし漁業の安全性・効率性を高めるために写真—1 のように漁港の長大な防波堤が延ばされた結果、屏風ヶ浦方面から流れて来る砂が九十九里方向へと流れにくくなった。ただでさえ屏風ヶ浦から海へと供給される土砂量が減った上、折角流れてきた砂も防波堤によって動きが止められた。これが北九十九里浜の侵食の原因である。防波堤ができて砂の流れを止めない方法としてのサンドバイパスはわが国では予算の仕組みからそれを継続的に実行することはできなかった。この結果、時間とともに下手側への土砂供給量が減少し、砂に飢えた状態になっていった。

3. 空中写真による野手海岸の変遷調査

1947 年から 2000 年までの長期的な海岸変化を空中写真により分析した。まず 1947 年の状況が写真—2(a) で

ある。写真中央に流入するのが低地に開削された歴史を持つ新川である。河口部で大きく蛇行を繰り返した後、河口をやや南西側に向けて開口していた。写真撮影時期が 11 月 21 日と冬季であり、写真に示すように海岸線への法線に対して反時計回りの方向から波が入射していたことから、これに応じて東側から河口砂州が発達して開口部が南西側となったと推定される。1947 年には新川河口部や野手海岸は幅約 300 m の砂丘地が広がり、河口の右岸側では砂丘の内側に 2 列のラグーンを有していた。

1963 年では、写真—2(b) のように新川河口の東側では幅広い砂丘地で飛砂防備のための保安林の造成が進み砂浜幅は約 92 m に狭まった。また海岸線とはほぼ平行に南北に貫く県道の建設が進んだ。しかしこの段階では保安林の前面には十分広い砂浜が存在した。一方河口西側では保安林の外縁線が東側のそれよりも 31 m 海側に位置している。このことは海岸侵食に伴う汀線後退に対する脆弱性が河口の西側で大きかったことを意味する。砂丘背後に存在したラグーンでは干拓が進み大部分は水田に変わった。

1970 年では、写真—2(c) のように当時においても河口の左右岸における砂浜幅はかなり広く、砂丘地の大部分は保安林に覆われたものの、自然の砂丘地が残されていた。またこの時期には砂丘地の背後にあった旧ラグーンに直線的な排水路が建設され、周辺の土地利用がさらに進められた。また直線的に延びた県道も完成している。

1975 年では、写真—2(d) のように河口左岸側には保安林の前面に幅 92 m の砂浜が残されている。しかし河口の右岸側ではもともとの保安林の前縁線が河口の東側より 31 m 海側にあったことも起因して砂浜幅の減少がかなり深刻になってきた。河口の西側隣接部では保安林を防護する土堤の建設が進められている。この時期においても砂丘背後に存在した 2 列のラグーンの跡は保安林や住家と水田の間を分ける滑らかな線で区分される。

1979 年には、写真—2(e) に示すように保安林の生育が進み、河口の東側では平均約 62 m の砂浜が残されているのに対し、河口の西側では保安林の前面を守る直線的な護岸に直接波が作用する状況となった。

1990 年では、写真—2(f) のように新川河口の東側には 62 m 幅の砂浜が広がっており、その北側には白い直線で見えるように緩傾斜護岸が設置されていた。また新川河口では左岸側から河口砂州が発達していた。これらの点は 1990 年時点ではまだ新川河口付近にはかなりの砂が残されていたことを意味する。そして河口東側の汀線に対し反時計回りの方向から波が入射していることからわかるように西向き沿岸漂砂が発達していた。河口の右岸側では、左岸側と比較して保安林の前縁線が 31 m 海側に位置し、またこれに沿って海岸護岸が設置されてい

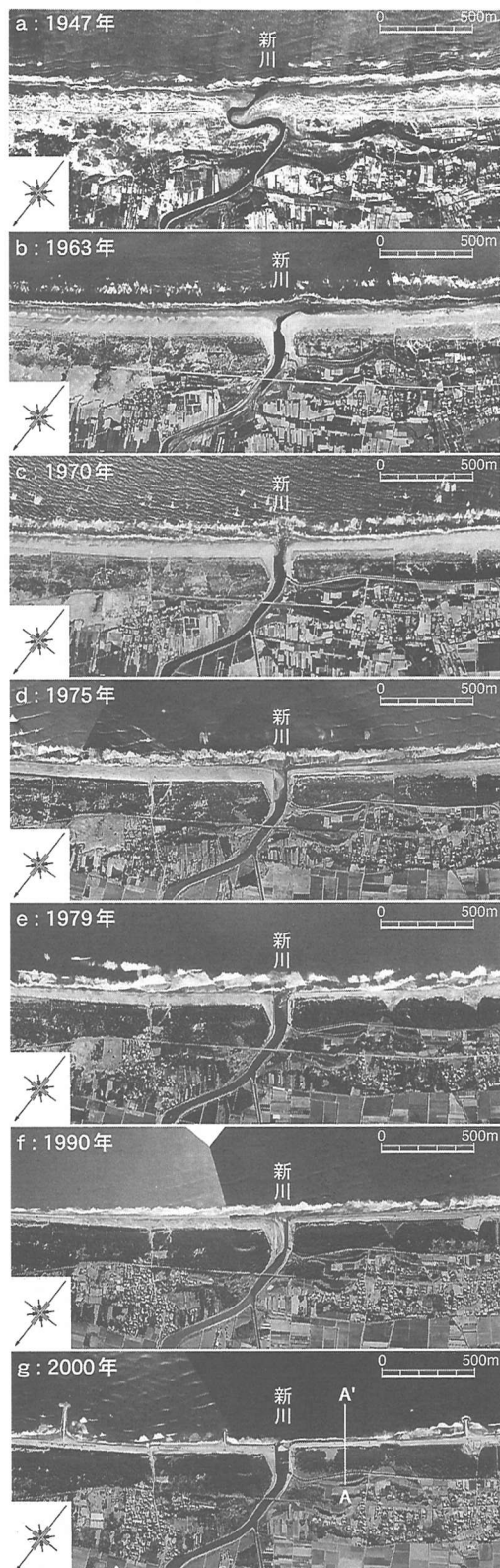


写真-2 野手海岸の空中写真

た。このため護岸線は河口東側の汀線の延長線とほぼ重なっている。このため河口のすぐ西側ではほとんど海浜は存在しないが、河口の西約 920 m にある野球場付近から西側では再び砂浜が広がっていた。

2000 年には、写真-2(g)のように既にこの時までに海岸線には全線にわたって海岸護岸が設置され、自然海浜は喪失していた。また新川河口の北東 1140 m と南西 950 m にはヘッドランドが延びており、また河口のすぐ北東 280 m にも新たなヘッドランドの工事が進められつつある。ヘッドランド端部では三角形形状の海浜が形成されているが、この区域の砂量が大きく減少してしまっているため十分な砂浜を発達させるまでには至っていない。

4. 海浜幅の狭小化の原因

野手海岸では 1947 年には広々とした海浜(砂丘地を含む)が広がっていたが、それが約 50 年間で護岸や消波ブロックで守られた人工海岸に変わった。一般にはこのような状況は海岸侵食によってもたらされたと考えられている。しかしながら海浜地が狭くなったことには別の要因も関係している。土地利用の変化である(宇多, 2001; 市川ら, 2001)。例えば、野手海岸では保安林の前進がある。

写真-2(g)のように、新川河口右岸 300 m に設定した測線 A-A' における汀線、保安林外縁および護岸線までの岸沖距離の経年変化をまとめたのが図-3 である。これによれば、この位置では砂浜幅は 1947 年には約 300 m と広がったが、1963 年までに保安林の造成によってその約 2/3 が消失した。同時にこの頃から汀線の後退が始まり、1970 年までに汀線は 26 m 後退した。汀線の後退はその後も続き、2000 年までには 1947 年と比較して 45 m の後退が起きた。しかし砂浜幅の狭小化のうち 15% のみが汀線の後退であった。

注目されるのは、1963 年までに保安林は大幅に拡張されたが、汀線の後退とともに保安林を防護するための土

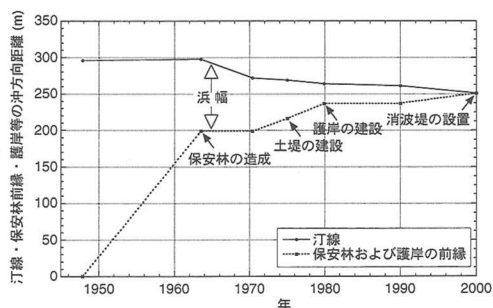


図-3 野手海岸における保安林外縁線と汀線位置の経時的変化

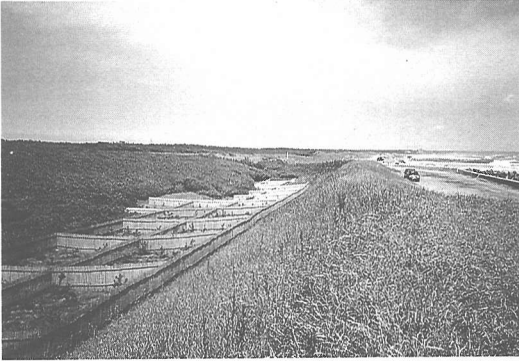


写真-3 野手海岸の保安林と土堤 (2001年9月1日撮影)



写真-4 直立護岸とうず高く積まれた消波ブロック (2001年9月1日撮影)

堤がかえって前進したことである。写真-3はこの土堤を示している。背後の松林に対する飛塩を防止するために小高い堤防が造られている。一方、その後も汀線は後退しているので土堤自体が侵食される恐れも増大し、この結果写真-4のように土堤の前面に直立護岸が建設された。しかし大局的問題としての沿岸漂砂供給量の減少に伴ってさらに汀線の後退が続き、護岸前面の前浜は完全に消失してしまった。この結果越波が著しくなるとともに護岸基礎の局所洗掘によって裏込め土砂の吸い出しも起きた。このため越波対策として写真-4のように護岸前面に連続的な消波堤が設置された。陸側の保安林の前進（防護施設の建設含む）と漂砂源の枯渇による海岸侵食とによって板挟み状態となって海岸の人工化が進んできたことがよく分かる。これらの経緯を模式図に要約したのが図-4である。

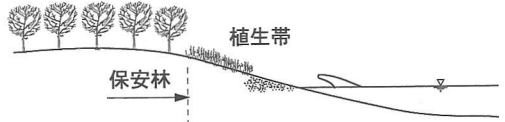
5. 将来に向けての課題と展望

一連の侵食現象は、護岸周辺での局所的現象ではなく、この区間全体で砂量が著しく減少したことから生じている。このことは、護岸構造を変えることなどしても海浜

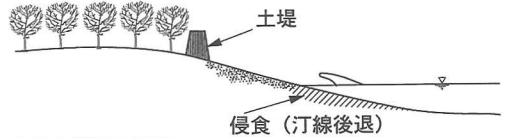
a) 自然状態



b) 保安林の前進



c) 土堤の建設



d) 直立護岸の建設



e) 消波堤の建設



図-4 自然砂丘の人工化プロセス

保全にはほとんど役立たないことを意味している。また構造的問題として生じてきた海岸侵食と、それに伴う汀線の後退に対して保安林防護施設が前進してきたこと、その結果人工構造物が波に晒され易い状態となってきただけでなく、保安林は森林法に基づいて管理されている。一方海岸は海岸法に基づいて海岸保全区域が定められ、その区域内で保全工事が行われている。野手海岸では侵食によって海岸保全区域内の砂浜は完全に消失し、保安林区域を防護するための護岸・消波堤が直接波に晒されるようになった。それぞれの区域の防護はそれぞれの理由に基づいて行われている。しかしそれら全体を調整し、全体としての調和を図ることは行われていない。このことから野手海岸では必然的に海岸の人工化が進んできたと言える。これはわが国の多くの海岸の共通問題でもあり、海岸の基本的問題として海岸付近の土地管理システムの変革が必要である。

ここで示したような海岸侵食問題は、単なる科学的課題が解決されないことが問題の解決を妨げているのではなく、二律相反する基本的問題—それは様々な価値観を

持った人々の考え方をいかに調整するかという問題一に
対して解を見つけることが必要とされている。こうした
場合、「消波堤を撤去して海食崖が削れるようにしたらよ
い」、あるいは「漁港の防波堤がなくなればよい」、など
という短絡的な意見は問題解決には役立たない。なぜな
ら、海食崖の上部に住む人々にとっては侵食されて自分
の住宅地や農地が削り取られることは人ごとではない
し、同様に長いこと漁業に勤しんできた漁師もまたその
仕事を続けられなくなるような案は現実的ではないから
である。保安林の防護を行ってきた人々もまた同様と考
えられる。「森林法」に基づけば「当然の防護」を行っ
てきたに過ぎない。このように複雑で錯綜した制約条件
の中で、かつ予算が制約される条件で多くの人々から賛
同を得られる解を見出すことが必要とされている。この
ような調整は困難であろうが、それがいかに困難であ
ったとしても調整が図られなければ現実の海岸は新海岸
法の理念とは逆に、急速な人工化がとどまるところなく
進むことになる。

写真-4のような風景は野手海岸だけではなく全国
至る所で見られる風景である。これを「昔のように戻
してくれ」という声は多くある。しかしここでよく考
える必要がある。何故なら昔のように戻すには大量の
砂が必要になるが、これには多くの費用がかかる。そ
れを誰が負担するか？ それだけ大量の砂をどこから
調達するか？ 日本には砂が余っている場所はすでに
なくなっている。これらの質問にきちんと答えられな
ければ行政的には進められないことは明白である。

そこで技術的には可能であっても最早天文学的な
予算を必要とする案は諦め、まだ修正が可能な所に
予算を集中すること、そしてこれから人為的改変に
起因する問題が起こりそうな所では極力人間の干渉
をやめることが必要と考える。海岸での地形変化は
その原理に忠実でないと最終的に必ず破綻が来る。
このことをよく考えて無理のない案を着実に実行
することが必要である。技術者とはともすれば大き
な実現不可能に見えるものを実現可能にすることに
命をかける。しかし公共事業である限りその負担
は必ず国民一般に戻るから、常に負担との兼ね合い

で物事を考えて行かねばならない。そして各種公共
事業と同じく、海岸での工事もまた先代から引き継
いできたわが国固有の国土環境を将来の幾世代にも
渡って変貌させる恐れがあることから、技術の展開
に際しては明確な責任意識を持つ必要がある。

6. 結 論

野手海岸の漂砂上手側に位置する飯岡海岸では侵
食対策として16基の離岸堤群が建設され、約2 km
区間において最大約200 mの汀線が前進した(宇
多, 1997)。このような飯岡海岸での沿岸漂砂の捕
捉は下手方向への漂砂供給量の減少を招いた。一
方、野手海岸では1947年当時約300 m幅の砂丘
地があったが、1963年までに保安林が大幅に拡張
された。汀線の後退とともに保安林を防護するた
めの土堤防が造られた。しかしその後も汀線は後退
しているので土堤自体が侵食される恐れも増大し、
この結果土堤の前面に直立護岸が建設された(写真-
4)。沿岸漂砂供給量の減少に伴ってさらに汀線の
後退が続き、護岸前面の前浜は完全に消失した。こ
の結果越波が著しくなるとともに護岸基礎の洗掘
によって護岸の裏込め土砂の吸い出しも起きた。
このため越波対策として護岸前面に連続的な消波
堤が設置された。結局、野手海岸では陸側での保
安林の前進(防護施設含む)と漂砂源の枯渇による
海岸侵食とによって板挟み状態となって海岸の人
工化が進んできたことが分かった。このように海岸
線が保安林区域前縁線と重なってしまった状況にお
いて、現況の、強度に人工化された海岸の改善を
行うには、保安林を含む広域での海岸防護を考
える必要がある。

参 考 文 献

- 市川慎一・宇多高明・三波俊郎・古池 鋼・木戸浩彦・星上幸良
(2001): 外洋に面した海岸における河口処理と河口地形の
応答—九十九里浜南部に流入する南白亀川および一宮川河
口の例—, 海岸工学論文集, 第48巻, pp. 621-625.
宇多高明 (1997): 「日本の海岸侵食」, 山海堂, p. 442.
宇多高明 (2001): 古老曰く「昔砂浜は広かった」これはまこと
か?, Ship & Ocean Newsletter, No. 31, pp. 4-5.
日本財団 (2002): 九十九里海岸巡検, 続日本の海岸はいま・九
十九里浜が消える, p. 63.