

北海道標津海岸の侵食実態

宇多高明*, 山本幸次**, 河野茂樹***

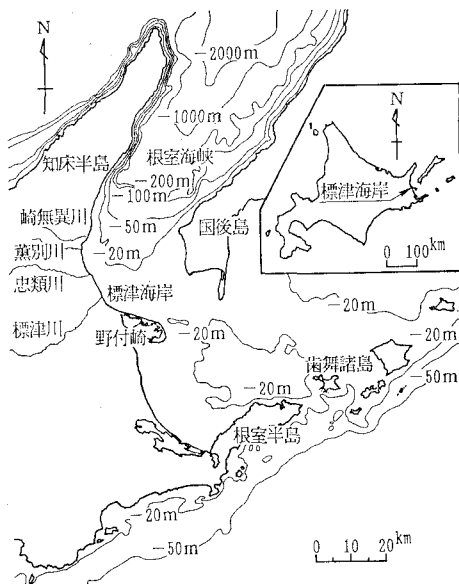
1. まえがき

近年、種々の原因によって引き起こされた海岸侵食が全国各地で問題となっている。筆者の一人(宇多, 1990)は、全国各地の海岸侵食に関し、侵食原因の分類・整理を試みた。その中で、著しい海岸侵食の生ずる例として、砂嘴地形を構成する海岸を挙げたが、そのような海岸に関する具体的研究例は不足していた。本研究ではこうした典型例として北海道の標津海岸を取り上げて多少の検討を試みる。

標津海岸は、我が国最大級の規模の複合砂嘴である野付崎の北西部に位置する。この砂嘴の形成機構に関しては、いくつかの研究がある（例えば、高野, 1978; 宇多・山本, 投稿中）。これらの研究によると、野付崎は河川および海食崖からの供給土砂が沿岸漂砂によって運ばれ、堆積することにより形成された。このように沿岸漂砂が卓越する標津海岸においても供給土砂量の減少並びに沿岸漂砂の不均衡を原因とする激しい侵食が生じており、1985年には背後地への越波などの被害が生ずるに至った。そこで本研究では標津海岸の漂砂特性について調べることにする。

2. 標津海岸の概要

標津海岸は、根室海峡に面し、忠類川河口より野付崎基部までの延長約 15 km の海岸である (図-1 参照)。根室海峡は、北を知床半島、東を国後島、南を根室半島で囲まれた閉鎖性の海域であり、外洋への窓は、標津海岸から見て北東と東南東の 2 方向にある。したがって、標津海岸に作用する波浪も北東と東南東の 2 方向から入射する。標津海岸から東南東約 25 km 沖には齒舞諸島が点在するため東南東方向の吹送距離は短く、さらに国後島、根室半島間の海峡部に存在する水深 20 m 以浅の浅瀬により波浪エネルギーがかなり減衰する。これに対して知床半島、国後島間の海峡部は、急深で吹送距離も非常に



図—1 標津海岸の位置図

長い。これらのことから、標津海岸では北東方向から入射する波浪が卓越する。標津海岸付近の沿岸漂砂に関しては、宇多・山本（1992）によると、崎無異川、薫別川、忠類川、標津川等の河川と、忠類川の北側にある海食崖の双方から多量の土砂が供給され、これが北東からの波浪により沿岸漂砂として標津海岸を南下し、野付崎に堆積するとされている。しかし、近年標津海岸は、供給土砂量の減少、並びに標津漁港の北防波堤など沿岸漂砂の連続性を阻止する構造物が建設されたことにより著しい侵食を受けるようになった（宇多，1990）。そこで、侵食対策として突堤、離岸堤などの海岸保全施設が設置されたが、侵食を止める根本的な対策とはなり得ず、現在、前浜がほとんど消失してしまった区域が多々見られる。

3. 地形特性

3.1 汀線變化

標津海岸の侵食状況を調べるために、1947年～1985年の間に撮影された6組の空中写真より、図-2に示す

* 正會員 工博 建設省土木研究所海岸研究室長

正會員 建設省土木研究所海岸研究室研究員

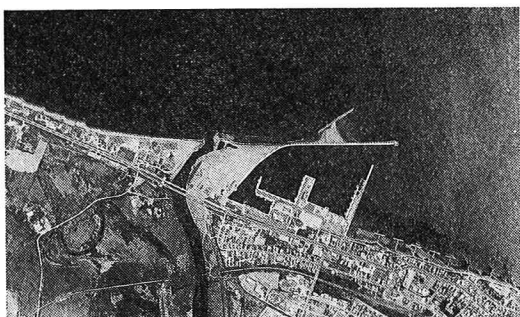
正會員 技研興業(株)

(元建設省土木研究所海岸研究室部外研究員)

150 m 間隔の測線上において汀線位置を読みとり、1947 年の汀線位置を基準として汀線変化量を算出した（図—2）。ただし、1985 年には No. 0～No. 40 は未撮影区域にあり、また、1970 年の No. 50 と 1978 年以降の No. 50～No. 52 は測線上に標津漁港の北防波堤があるため汀線位置は測定しなかった。

忠類川河口にあたる No. 0～No. 3 では汀線が突出するとともに、前進後退を繰り返している。この変動は、忠類川からの土砂流出と沿岸漂砂による土砂輸送との相対関係によってもたらされる。No. 5～No. 44 では、侵食・堆積域が交互に表われているが、汀線変化量は大きくない。No. 45～No. 49 では 1947 年と比べて汀線が 50～100 m 前進し、特に 1965 年より 1978 年までの前進量が大きい。これは、標津漁港の北防波堤が 1962 年～1978 年に延ばされ、それによって南向きの漂砂が阻止された影響である。一方、1983 年にはこの区域の汀線が平均約 20 m 後退している。これは、標津川河口で砂利採取が行われ、それによって土砂量が減少したことを表わす。以上の変化と対照的に、標津漁港の南側隣接域では汀線の後退が目立つ。特に No. 50～No. 59 での汀線後退量は、1947 年と比較して最大 97 m にも達する。このことは、写真—1 に示す標津漁港周辺の空中写真（1985 年 9

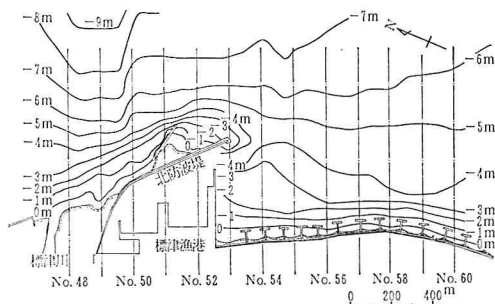
月撮影）からも明らかである。標津漁港の北側（写真左側）には広い堆積域が見られるのに対して、南側では前浜が存在せず、護岸によって守られている。No. 60 より南側の区域の汀線は 1970 年以降後退し、汀線の後退区域は次第に広がっている。また、No. 53～No. 78 は 1978 年、No. 79～No. 85 では 1983 年以降、汀線位置はほとんど変化していない。これは、護岸の設置により汀線後退が人工的に止められたことを意味する。代わりにこの区域では砂浜は完全に消失してしまった。



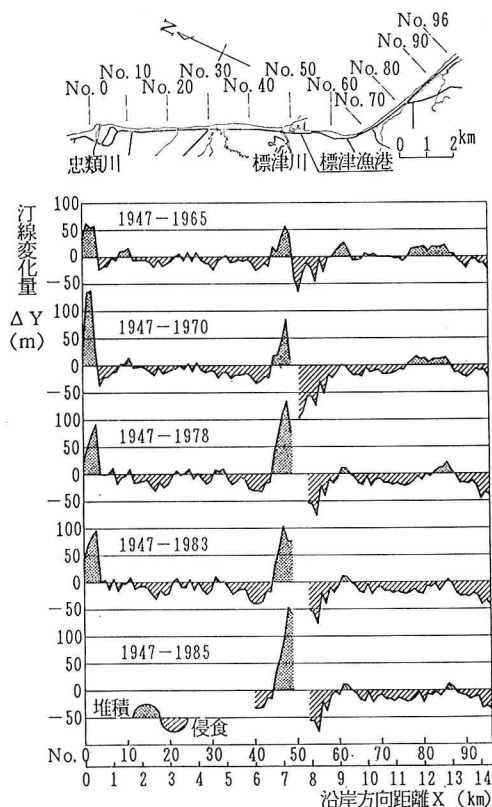
写真—1 標津漁港付近の空中写真（1985 年 7 月撮影）

3.2 標津漁港周辺の海浜地形

汀線の変化が最も激しい標津漁港周辺（No. 47～No. 61）の 1987 年 12 月測量の深線図を図—3 に示す。北防波堤の沖には港内埋砂を防止するために斜め方向の離岸堤が造られたが、北防波堤とこの離岸堤の間に土砂が堆積し、トンボロが形成された。-4 m 以浅の等深線は汀線および防波堤の法線を連ねる方向とほぼ平行で、防波堤に沿って延び、それらの先端部は漁港内に回り込んでいる。港口部では -4.5 m まで浚渫されているため深くなっている。No. 53～No. 61 では、防波堤近傍を除けばほぼ -3 m 以浅の等深線は平行である。また、-4 m 以深では等深線間隔が広く、侵食によって緩勾配の斜面が形成されている。以上の特性より、-4 m 以浅では漂砂が非常に活発であり、これらの等深線が汀線と一体的に動いていることが分かる。



図—3 標津漁港周辺の等深線図（1987 年 12 月測量）



図—2 標津海岸の測線位置図と汀線変化量の沿岸分布

3.3 侵食域における海浜断面形

1970年以降、海岸侵食が広がった区域より、No. 64, 83, 93の3測線を選び、図-4に断面形を示す。No. 64は1989年10月に、No. 83, 93は1986年10月に測量された。No. 64には護岸と離岸堤が設置されている。この断面は、全体に上方に凹形の形状を示す。離岸堤の岸側は堆砂しており前浜もわずかながら存在するが、離岸堤の沖側は深く、-4 m以深の緩斜面へと続く。No. 83には護岸と消波工が設置されている。この断面も上方に凹形であって、前浜は消波工によって完全に覆われている。写真-2はNo. 87付近(茶志骨)の海浜状況を示す。侵食が進んだ結果浜崖が形成されたことが良く分かる。No. 93は突堤群に囲まれているが護岸は設置されていない。他の断面が一方的に侵食され続けたのに対し、ここでは1983~1985年に汀線が約10 m前進した。以上の3断面を比較すると、下手側より漁港に接近するほど断面が上方に凹形になっており、しかもそれらは構造物を設置しても基本的に変化がない。これらの点は、No. 93付近で侵食が次第に激化すると、現在のままでは対策工を設置したとしてもいずれはNo. 64のように急深な海岸になってしまうことを示唆している。また、侵食を受けた断面にはいずれも-4 m以深に緩斜面が存在することから、標津海岸における移動限界水深はほぼ4 m付近であると推定される。

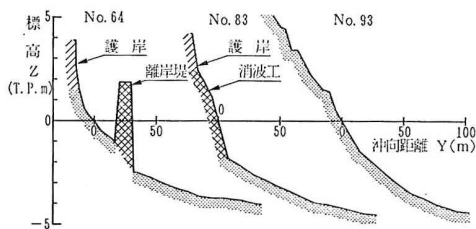


図-4 侵食域における海浜断面形

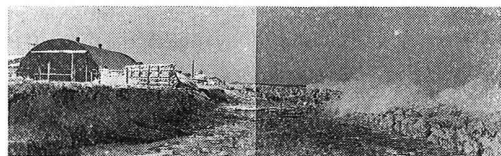


写真-2 No. 87 (茶志骨) 付近における浜崖の形成状況 (1988年10月撮影)

4. 漂砂特性

4.1 蛍光砂調査

標津漁港周辺での漂砂特性を調べるため、蛍光砂調査を行った。蛍光砂は現地海浜の汀線付近で採取した砂を着色し、1987年11月16日に標津川河口沖 (No. 48) の水深約2.5 m地点に1 m³投入した。底質試料は投入から

2, 8, 20, 35日後の4回採取し、採取試料100 g中の蛍光砂数を計測した。1987年12月測量の深浅図とともに投入後2, 8, 20, 34日後の蛍光砂分布を図-5~8に示す。図中△印は蛍光砂の投入点を、●印は蛍光砂が検出された地点を、○印は底質試料を採取したが検出されなかった地点を示す。また、●印は蛍光砂の検出個数によって階級別に大きさを変えた。投入2日後から34日後まで、明らかに南向きの移動量が多い。また、標津海岸の北防波堤を回り込んで南側まで移動した蛍光砂も検出されたが、その数は少なく、北防波堤が沿岸漂砂の大部分を阻止している。さらに、投入点から南側200 m区間では岸向きに移動した蛍光砂が多数検出されたが、蛍光砂の検出地点は0~5 mの範囲に分布しており、投入地点から距離が離れてもこの傾向は変わらない。つまり、岸沖方向にはある幅を持ったまま沿岸方向に移動

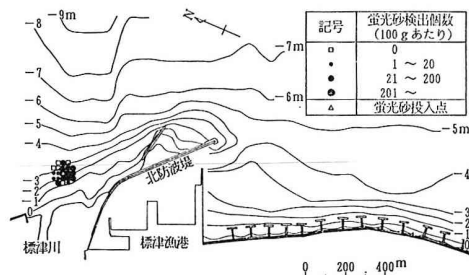


図-5 蛍光砂の分布 (1987年11月16日, 投入2日後)

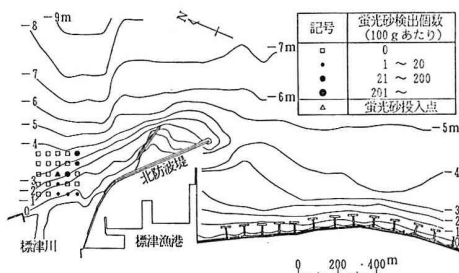


図-6 蛍光砂の分布 (1987年11月24日, 投入8日後)

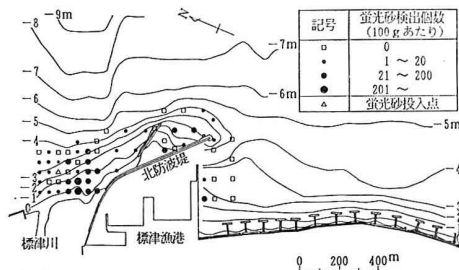


図-7 蛍光砂の分布 (1987年12月6日, 投入20日後)

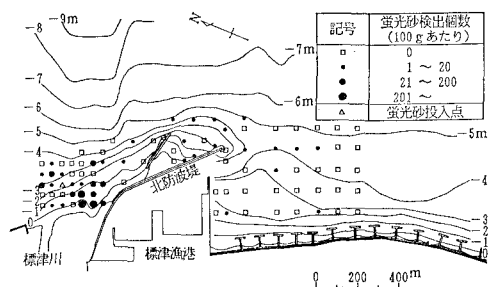


図-8 蛍光砂の分布 (1987年12月20日, 投入34日後)

していることが分かる。

次に、以上のデータをもとに蛍光砂の重心点の沿岸方向の移動速度を計算した。投入点から各採取点までの沿岸方向距離に検出数を乗じて合計し、それを合計検出数で除せば平均移動速度が求められる。蛍光砂の移動距離と日数の関係を図-9に示す。これより、蛍光砂の平均移動速度を求めると、 $v=7.3\text{ m/day}$ (2.7 km/yr)となる。移動速度が求まると、それに漂砂の移動幅と移動厚を乗ずれば漂砂量が推定される。図-3より0mより-5mの等深線までの距離を漂砂が活発な範囲とし、その幅を深浅図に基づき200mとする。また、同じく蛍光砂調査を行った橋本・宇多(1975)によると、海底面から5cm程度の深さまで底質が移動していることから、底質の移動厚を5cmと仮定する。これらの仮定のもとで漂砂量を計算すると $Q=2.7 \times 10^4\text{ m}^3/\text{yr}$ となる。

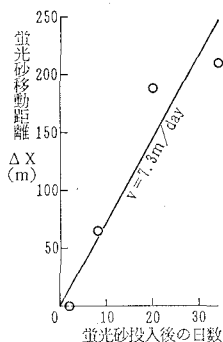


図-9 蛍光砂分布の重心点位置の移動

4.2 底質中央粒径の水深方向分布

底質中央粒径の水深方向分布を調べることは、漂砂の移動限界水深を調べる上で有効である。なぜなら、一般に移動限界水深付近で中央粒径が0.2mm以下の細粒となることが知られているからである(例えば宇多・山本, 1989)。そこで、測線 No. 10, 82, 96 において底質を採取した。底質中央粒径の水深方向分布を図-10に示す。0~3mでは、中央粒径は0.1~3mmと広い範囲に分布しており、粗粒が目立つ。これに対して、-3~-10

mでは2例を除いて0.1~0.2mmの間に分布している。既に述べたように、深浅図や蛍光砂の移動状況によれば、沿岸漂砂により活発な砂移動が見られるのはほぼ-4m以浅であるが、この範囲は明らかに中央粒径が大きく、両者にはかなり良い対応関係が見られる。このように、底質中央粒径が粗粒から0.2mm以下へと急に減少する水深が深浅データより推定された移動限界水深とほぼ対応する点は、従来の研究(例えば、宇多・山本, 1989)と良く一致している。

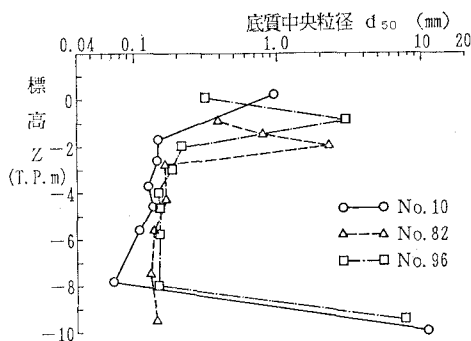


図-10 底質中央粒径の水深方向分布

4.3 土砂量変化からの沿岸漂砂量の推定

構造物等によって漂砂の移動が完全に阻止されている場合、その構造物の上手側の堆積土砂量、あるいは下手側の侵食土砂量の経年的変化割合はその構造物付近への供給漂砂量、または流出漂砂量に等しい。このことから土砂量の変化より漂砂量を求めることができる。また、堆積・侵食土砂量は、砂浜面積の変化量に漂砂の移動高を乗ずれば求められる(宇多ほか, 1988)。そこで、図-2に示した汀線変化図より、1947年を基準として砂浜面積の変化量を求めた。蛍光砂調査によれば、沿岸漂砂は標津漁港付近で不連続となっていることが確認されたので、漁港北側の堆積域(No. 45~No. 49)と南側の侵食域(No. 50~No. 76)を対象として計算を行った。標津海岸における漂砂の移動高を汀線変化と断面積変化量の相関より求めると、相関係数は $R=0.55$ と低いものの、 $h=5.7\text{ m}$ となる。そこで、砂浜面積に移動高を乗じて変化土砂量に換算した(図-11)。これによると、侵食域、堆積域ともに土砂量の変動が大きい。この図より漂砂量を算定するには、多少の考察が必要とされる。標津漁港の北防波堤の施工は1962年より開始されたから、これと同時に汀線の前進、後退が始まったと仮定すると土砂量の変化は図の破線のように補正される。また、標津川河口では土砂採取が行われてきていることを考慮しなければならない。1980年に発行された土砂採取に関する資料によると、1976年以前の記録はないが1977年以降毎年3~5万 m^3 の土砂が採取されてきている。そこで、毎

年4万 m^3 の土砂が採取されていたと仮定すると、堆積域の土砂量変化は破線のように補正される。補正結果によると、土砂堆積量は、単調増加傾向となる。一方、侵食土砂量は1970年以降減少している。これは、No. 50～No. 76 では1970年の時点で既にほとんど前浜がない状態、つまり汀線変化から求める侵食土砂量がそれ以上増加し得ない状態になっていたにもかかわらず、突堤などの近傍で局所的に汀線が前進したために、侵食土砂量が逆に減少したものと考えられる。また、堆積土砂量が侵食土砂量に比べて少ないのは、標津漁港の北防波堤を回り込んで航路に堆積した土砂量、ならびに1976年以前の土砂採取を考慮していないことが原因と考えられる。そこで、1965年～1970年の侵食土砂量の変化のみから年平均割合を求めると、 $8.6 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$ となった。この値を蛍光砂調査の結果より推定された漂砂量 ($2.7 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$) と比較すると、どちらも 10^4 のオーダーとなる。漂砂量の計算精度があまり高くないことを考慮すると、どちらの推定値もオーダー的に妥当な値と考えられる。

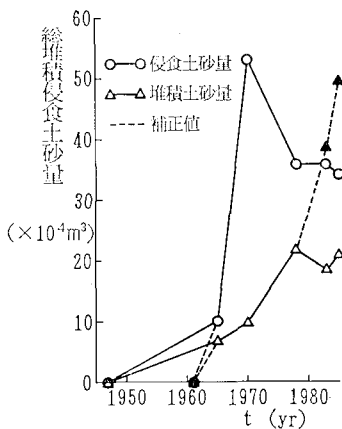


図-11 防波堤上手・下手側の堆積・侵食土砂量

5. 結 論

本研究で得られた結論は以下の通りである。

- ①標津漁港周辺では漁港の北側で土砂が堆積し、南側では激しい侵食が起きている。このことは、当海岸では南向きの沿岸漂砂が卓越することを示す。
- ②等深線の形に注目すると、汀線よりほぼ4 mまでの間の等深線の場所的分布は非常に似ており、この間で漂砂が活発なことが判明した。
- ③底質中央粒径の水深方向分布によると、漂砂が活発な範囲では粒径が大きく、その沖ではほぼ0.15 mmとなることが分かった。この結果は、他の現地海岸での研究結果と良い一致を示す。
- ④標津漁港の沿岸漂砂量を2種類の方法で推定した。蛍光砂調査に基づいて推定した漂砂量は、 $2.7 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$ 、標津漁港の下手側の侵食土砂量の変化より推定した漂砂量は $8.6 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$ で、どちらも 10^4 のオーダーを持つ値となった。

参 考 文 献

- 宇多高明・山本幸次 (1987): 海浜安定化工法に関する2,3の検討, 土木技術資料, Vol. 29, No. 9, pp. 471-476.
- 宇多高明・小林正一・種岡虎男 (1988): 新潟県市振海岸における海岸構造物設置に伴う海浜変形, 地形, Vol. 9, pp. 35-52.
- 宇多高明・山本幸次 (1989): 鈴鹿川河口周辺海岸における沿岸漂砂量と漂砂の移動高, 地形, Vol. 10, pp. 113-119.
- 宇多高明 (1990): 我が国の海岸侵食の現状とその問題点, 地理, Vol. 35, No. 6, pp. 34-43.
- 宇多高明・山本幸次 (1992): 北海道, 野付崎の形成過程, 地形 (印刷中).
- 高野昌二 (1978): 野付崎における分岐砂嘴の発達, 東北地理, Vol. 30, No. 2, pp. 82-90.
- 橋本 宏・宇多高明 (1975): 蛍光砂を用いた漂砂の現地観測, 第22回海岸工学講演会論文集, pp. 335-338.