

九十九里浜の形成にかかわる土砂供給源に関する一考察

INVESTIGATION OF ORIGIN OF LITTORAL DRIFT FORMING KUJUKURI COASTAL PLANE

星上幸良¹・宇多高明²・野志保仁³・小澤宏樹⁴

Yukiyoshi HOSHIGAMI, Takaaki UDA, Yasuhito NOSHI and Hiroki OZAWA

¹正会員 博(工) 国際航業(株) 防災統括部(〒191-0065 日野市旭が丘3-6-1)

²正会員 工博 (財) 土木研究センター理事 なぎさ総合研究室長(〒110-0016 台東区台東1-6-4 タカラビル)

³学生会員 修(工) 日本大学大学院理工学研究科海洋建築工学専攻(〒275-8501 船橋市習志野台7-24-1)

⁴正会員 博(工) (株) ドリーム・ボード(〒101-0064 千代田区猿楽町2-6-5 大場ビル4F)

The origin of longshore sand supply to the Kujukuri coastal plane with a 60 km length was investigated through field observation. This coast is surrounded by sea cliffs at northern and southern ends; Byobugaura and Taito cliffs. Main supply source of sand to this coast is the Byobugaura cliff, but the south boundary condition of littoral transport related to the formation of the Kujukuri beach was not clear. This study shows that the southern end of littoral transport is not the southern sea cliff, but it expands up to the watershed of the Isumi River.

Key Words : Kujukuri coastal plane, littoral transport, origin, sea cliff

1. はじめに

沿岸漂砂による海浜変形を論ずる際の最も重要な視点の一つは、その漂砂源および境界条件を明らかにすることである。太平洋に面した延長約60kmの九十九里浜においては、近年漂砂源の枯渇などに起因して海岸侵食が進んできているが、その形成にかかわる主な土砂供給源は、九十九里浜の北東側に位置する屏風ヶ浦と、南端に位置する太東崎の海食崖と言われてきた(例えば、森脇¹⁾、宇多²⁾)。これらのうち、北部の屏風ヶ浦については過去の様々な検討の結果九十九里浜の主要な漂砂源であることが分かっている。一方、南端部にあって屏風ヶ浦と同様未固結の地層に海食崖を発達させている太東崎では、図-1のように海食崖の沖向き突出量が大きくないことを考慮すると、九十九里浜の南側の漂砂源は太東崎以南の日在浦、およびそこに流入する夷隅川流域も含まれる可能性が高く、太東崎は一時的に沿岸漂砂を阻止するものの、長期的には岬自体が後退しつつ太東崎以南からの土砂の通過を許していたと推定される。さらに日在浦の南端に位置する大原漁港の南側にも太東崎と同様、延長約10kmの大船谷の海食崖がほぼ連続的に延びているが、過去の研究では、大船谷の海食崖をも含む九十九里浜南部の漂砂源についての議論は行われていない。そこで本研究では、

既往資料や現地踏査などからこの点について検討する。

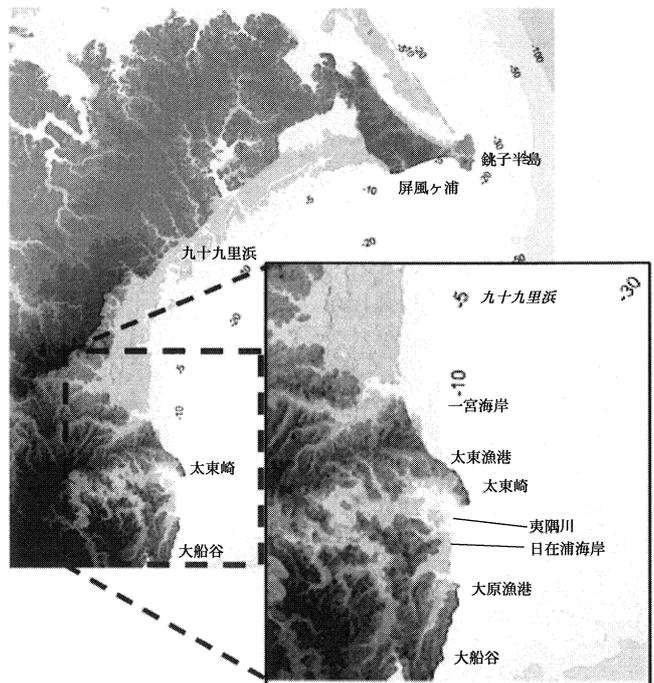


図-1 九十九里浜南端の太東崎周辺の地形図

2. 九十九里浜北部の漂砂源

屏風ヶ浦の東端部に位置する銚子半島周辺の表層地質を図-2a)に示す³⁾。銚子半島先端部の岩礁は、砂岩・泥岩からなる銚子層群（中生代白亜紀：1億3500万年前～6500万年前）の地層で、房総半島の中でも最も古くかつ固い地層である。これに対し屏風ヶ浦は下総層群（200万年前）の固結度の低い地層で砂岩・泥岩の互層構造を有する。したがって屏風ヶ浦は海食崖として後退が進んだのに対して、銚子半島は浸食に対する抵抗力が大きい結果取り残され突出地形となったと考えられる。

国土交通省関東地方整備局のホームページ⁴⁾には、利根川の変遷に関する次の記述（一部修正）がある。「古来、利根川は太平洋ではなく現在の東京湾に注いでいた。現在のような流れになったのは数次にわたる瀬替えの結果で、近世初頭から行われた河川改修工事は利根川東遷事業と呼ばれ、徳川家康によって東京湾から銚子へと流れを替える工事が行われた。東遷事業の目的は、江戸を利根川の水害から守り新田開発を推進すること、舟運を開いて東北との経済交流を図ることに加えて、伊達政宗に対する防備の意味もあったと言われている。工事は徳川家康が伊奈備前守忠次に命じ、1594年の川締め切りを皮切りに60年の歳月をかけて1654年に完了した。」

この記述によれば、まず1654年以前の九十九里浜の海浜形成に対して利根川の流出土砂は寄与することはないことが明らかである。1654年以降の利根川からの土砂供給の有無に関しては、銚子半島周辺の海底地形図(図-2b))³⁾より考察される。宇多⁵⁾によれば、銚子半島北側にある鹿島灘と、南側の九十九里浜における波による地形変化の限界水深は-9～-10mとされている。これに対し、図-2によれば銚子半島の東部は岩礁帯であり、前面の海底はほぼ1/10勾配で水深約-20mまで落ち込み、海底面には岩礁が露出している。このことは銚子半島を南北に沿岸漂砂が横切って通過することは困難なことを意味する。すなわち九十九里浜の北部においては銚子半島の南側に位置する名洗港付近が漂砂の固定境界となり、そのために名洗港付近に西向きフック状海岸線が形成されたと

推定できる。

3. 九十九里浜南部の漂砂源

(1) 地形・地質から見る漂砂特性

1947年撮影の太東崎から大船谷海岸までの空中写真を写真-1に示す。中央に延びる延長約6kmの弓状の海岸線は日在浦海岸であるが、この海岸にあっては北端の太東崎との接点では太東崎と海岸線の東端がほぼ一致している。これに対して南端部では突出した岬の北側にフック状の海岸線が形成されている。図-3⁶⁾は縄文海進最盛期の古夷隅湾と底生有孔虫群集の見出された地点を示すが、

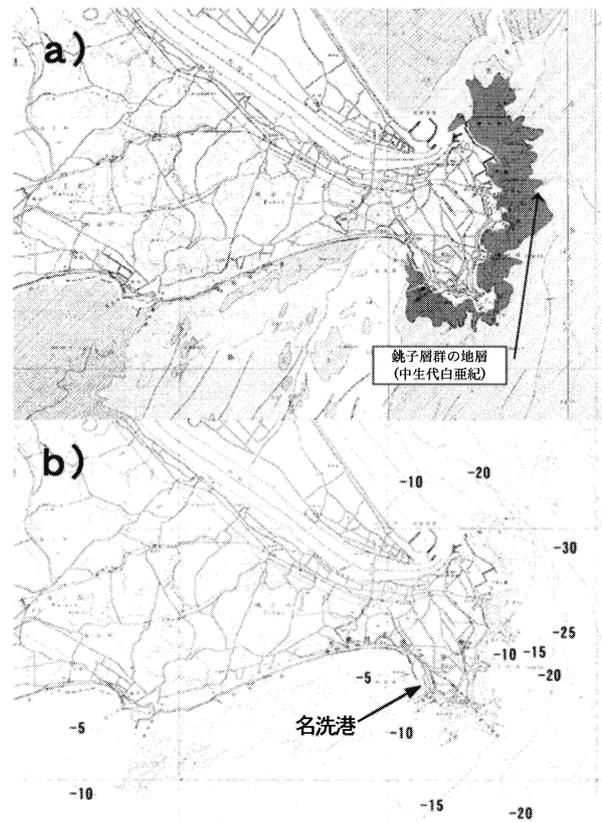


図-2 銚子半島周辺の表層地質図と海底地形



写真-1 太東崎～大船谷海岸の空中写真(1947年)

この付近が縄文海進時には湾入地形であり、その後夷隅川の沖積地として低地の発達をみたことが分かる。夷隅川水系は房総半島で最も広い約300km²の流域面積を有する河川であり、流域地質は太東崎と同じ上総層群に属し、砂分を多く含んでいる。このことから夷隅川の流出土砂は九十九里浜の形成に大きく関与した可能性が高い。日在浦海岸南側の大船谷海岸周辺の地質図が図-4⁷⁾である。太東崎前面の海底地質は上総層群IIIK（第四紀更新世前期：70～175万年前）であるが、大船谷の海食崖前面の海底地質は上総層群IVK（新第三紀鮮新世：175～250万年前）であり、それぞれ形成された地質年代に約100万年の差があり、固結度の違いから海食崖の後退速度が異なる。写真-2, 3には屏風ヶ浦と太東崎の海食崖の斜め写真を示す⁸⁾。屏風ヶ浦は全長約10km、比高30～50mのほぼ連続した崖であるのに対し、太東崎は全長が約3.5kmであるものの、海岸線には山と谷が交互に接しており、比高はほぼ

20～30mであるが崖面積は全体の1/2程度以下である。一方、堀川・砂村⁹⁾は屏風ヶ浦からの土砂供給土砂量を $4.18 \times 10^5 \text{m}^3/\text{yr}$ と推定しているのを、これを参考に太東崎からの供給土砂量の推定を行うことができる。いま屏風ヶ浦と太東崎の延長比は0.35、標高比は平均25m/50m=0.5、崖面積比が0.5となり、単位長さ当たり同程度の供給土砂量があると仮定すれば、太東崎からの供給土砂量はこれらの値を乗じて $3.7 \times 10^4 \text{m}^3/\text{yr}$ と推定される。これに対し宇多ら¹⁰⁾は、九十九里浜の堆積土砂量から求めた地質年代スケールでの太東崎から九十九里浜への沿岸漂砂量を $1.3 \times 10^5 \text{m}^3/\text{yr}$ としており、上述の太東崎からの供給土砂量の推定値よりはるかに大きい。このことは、太東崎の海食崖を供給源とするのみでは九十九里浜を形成する土砂供給量として不十分であり、さらなる土砂供給源があったことを示唆する。

(2) 空中写真による分析

1947年の空中写真を用いて太東崎から大船谷までの海岸線について、卓越波の入射方向を調べた。海岸線の法線方向をNからの時計回りの角度として読み取り、この方向が卓越波の入射方向と一致すると仮定した。写真-4には各点で読み取った入射波の卓越方向を示す。この方向角は、日在浦海岸の和泉浦では101°、日在浦では92°、平均で97°であった。一方、現況海岸線の陸側には古い海食崖の跡と見られる海岸線と並行する斜面があり、ここでの方向角は97°である。したがってこの沿岸における卓越波の入射方向はほぼ97°と考えられる。これに対

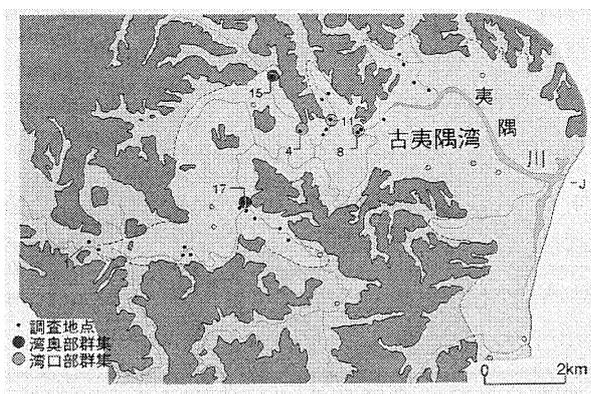


図-3 縄文海進最盛期の古夷隅湾と底生有孔虫群集の見出された地点

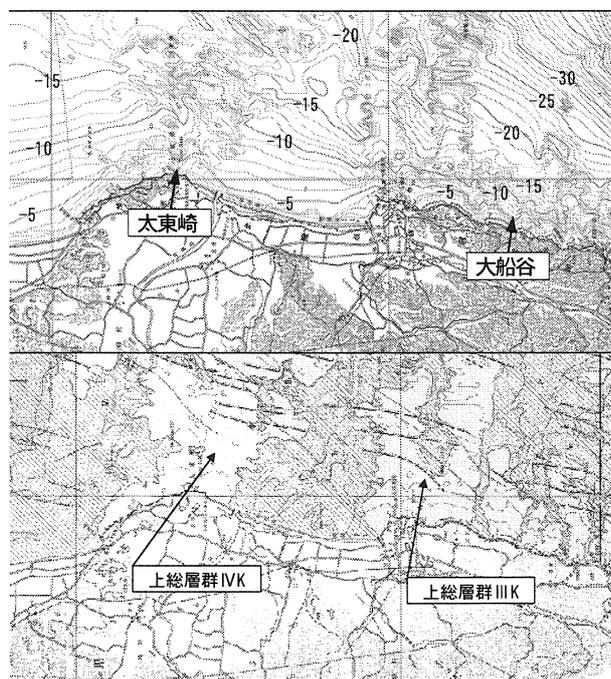


図-4 大船谷海岸周辺の海底地形・表層地質図



写真-2 屏風ヶ浦の斜め写真⁸⁾



写真-3 太東崎の斜め写真⁸⁾

して岩船では 99° ，大船谷では 113° となる。この沿岸は外洋に面し突出した地形なので同様な方向角を有する波が主に作用すると考えられる。このとき、岩船では 2° ，大船谷では 16° 北側からの入射となり、この付近では全体的に沿岸漂砂は南向きとなる。これより大原漁港以南の海食崖では北向きの沿岸漂砂が生じにくい条件下にある。

写真-5は大原漁港から大船谷の海食崖の周辺の空中写真である。この海岸から九十九里浜に土砂が供給されているとすれば、沿岸漂砂は北向き（図の左向き）となる。この場合、海食崖の間の湾入地形や防波堤等の沿岸漂砂阻止構造物の漂砂上手側には砂が堆積しなければならない。しかし写真中央の丹ヶ浦の湾入部では砂浜が見られないし、また北側に隣接する大原漁港防波堤基部にも砂浜地形は見られない。このように、岩石海岸に隣接した湾入部が長い年月そのままの形態を維持してきていることは、岩石海岸から供給されこの湾入部に堆積した土砂量が小さいことを意味している。これより大船谷の海食崖から北側への土砂供給はほとんどなく、大原漁港が沿岸漂砂の南端境界となると考えられる。

(3) 現地踏査

このような状況を確認するため、2005年5月20日、大原漁港以南の大船谷の海食崖の現地踏査を行った。現地踏査は大原漁港を基点とし、南側へ移動した。

(a) 大原漁港の南防波堤の隅角部での堆砂状況

大原漁港の南防波堤と、大船谷の海食崖の北端部である八幡岬に沿って設置された消波堤の間には写真-6のような隅角部がある。防波堤および消波堤とも大量の消波ブロックでできているが、これらの隅角部にはごく狭い前浜が形成されているのみである。もし防波堤の南側から沿岸漂砂の作用によって大量の砂礫が供給され、それが長大な防波堤によって阻止されているならば、写真に示す隅角部に形成される三角形状の前浜は、屏風ヶ浦

の南端にあって西向きの沿岸漂砂を阻止している飯岡漁港の防波堤の東端と同様、その規模ははるかに大きくならなければならない。しかし実際には写真-6のようにこの隅角部にはごく狭い砂浜があるのみである。このことは、大原漁港では南側からの沿岸漂砂の供給はほとんどないことを表していると考えられる。

(b) 大原漁港海岸丹ヶ浦地区の堆砂状況

大原漁港の南側には写真-7のように海側が急傾斜で切り込まれた八幡岬と呼ばれる海食崖がある。写真-6はこの岬の裏（北）側で撮影したものである。岬の南側には写真のように湾入した丹ヶ浦と呼ばれる入江があり、そこでは海岸線が大きく凹んでいる。

現況では、この湾入部には写真-7のように両側から消波ブロック式の突堤が伸ばされて静穏域が造られ、また周囲には海岸環境整備を目的とした緩傾斜護岸が造られていた。湾入部に両側から延びた突堤のうち、南側の突堤の隅角部にあっては、写真-7に示すように、大原漁港の南防波堤の隅角部を撮影した写真-6と同様、砂の堆積は見られない。これは前述した写真-5の状況と同様である。

以上を総括すれば、この湾入部より南側に延びる海食

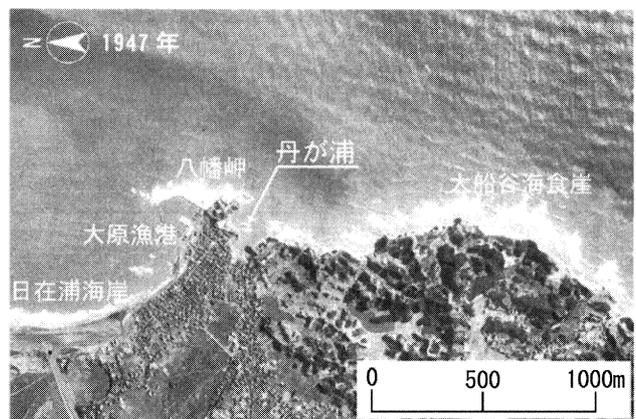


写真-5 大原漁港から大船谷の空中写真

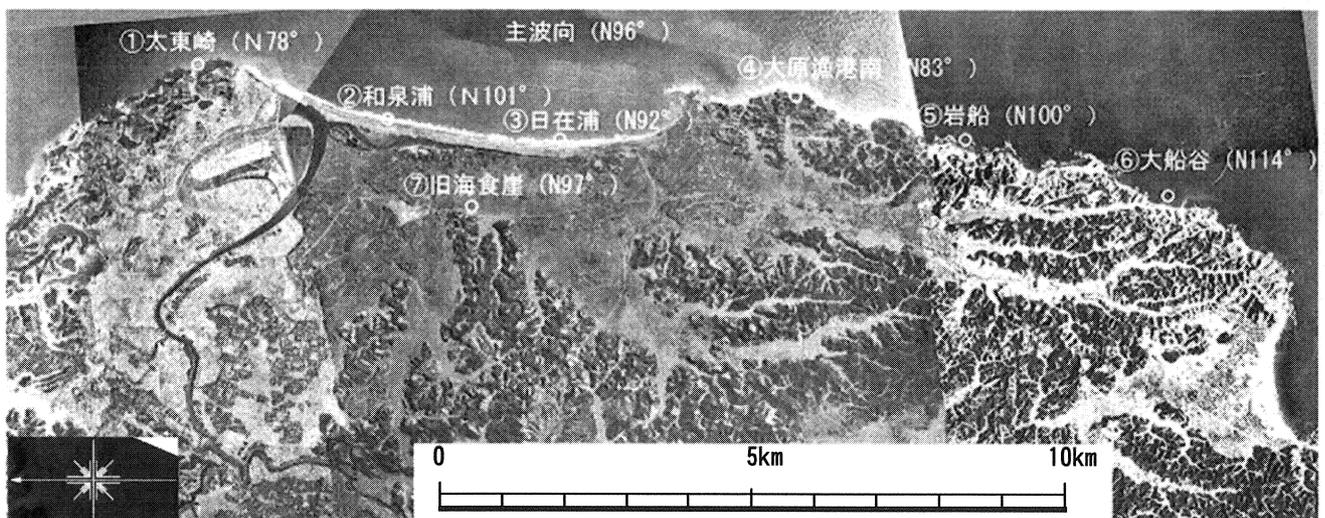


写真-4 各地点で読み取った卓越入射波の方向

崖からの崩落土砂は、北向きの沿岸漂砂によって運ばれることはほとんどないと判断できる。岩石海岸に隣接した湾入部が長い年月そのままの形態を維持していることも、岩石海岸から供給され、この湾入部に堆積した土砂量が小さいことを意味している。

(c) 丹ヶ浦南側の海食崖の状況

上述の丹ヶ浦の南側にはほぼ連続的に海食崖が延びている。この海食崖を、丹ヶ浦の南側にある崖侵食防止のための消波堤の天端上から観察した。写真-8は、この消波堤付近より遠方に八幡岬の海食崖を望みつつ、丹ヶ浦以南の海食崖の状況を撮影したものである。写真に示すように、海食崖に沿って連続的に消波堤が設置されている。

写真-9は、消波堤の南端より南側の海食崖の状況であり、この付近では浅い海食台の背後に海食崖がそびえ、前面には浅い海が広がっている。

(d) 写真-9に矢印で示す海食崖南側の海岸状況

海食崖は消波堤が途切れた後も南側に延びている。そこで海食崖の南側の入口を探したところ、写真-9に矢印で示す海食崖の付け根に海岸への別のアクセス路が見出された。このアクセス路から海食崖基部へ接近し、海食崖に沿って南側に移動しつつ撮影したのが写真-10である。ここでは規模の大きな崩落が各所で見られた。崩落箇

所の海側には写真のように消波工が連続して設置されているが、崩落土砂は消波工の透過波の作用により崩壊地の先端部が削り取られるとともに、崩落土砂の磨耗も進んでいた。

(e) 最南端の海食崖の状況

一連の海食崖の最南端沖の海域状況を撮影したのが写真-11である。踏査時は静穏であったが、海食崖の沖合では静穏波が碎波していることから、ここには非常に平坦な海食台が広がっていることが見てとれる。写真-11の手前側では写真-12が観察された。集中的に進む侵食のために、いくつもの海食洞が形成され、海食崖の上部に載る家屋が今にも崩落寸前の状況であった。この家屋のすぐ海側には排水管が一部見えているが、この排水管の出口は、そそり立つ海食崖の左側に見えている。このことからこの付近では著しい侵食を受けてきていることが分かる。

4. まとめ

本研究で確認された最も重要な点は、大原漁港の南側に続く海食崖は現在もおお侵食を受けているもの、海



写真-6 大原漁港南防波堤の隅角部



写真-8 丹ヶ浦以南の海食崖の状況



写真-7 海側が急傾斜で切り込まれた八幡岬の海食崖



写真-9 消波堤の南端より南側の海食崖の状況

食崖からの崩落土砂は大原漁港側へとほとんど供給されていないこと、したがって九十九里浜の形成に役立つ沿岸漂砂の南限境界は大原漁港地点であることである。夷隅川・日在浦海岸は九十九里浜と同じ漂砂系に属し、九十九里平野の土砂供給に対して夷隅川水系が重要な役割を果たしていたと考えられる。したがって今後の九十九里浜の保全を考える場合には、夷隅川水系からの土砂供給をも考慮しなければならない。その定量的評価を行うことが今後の課題である。



写真-10 規模の大きな崩落

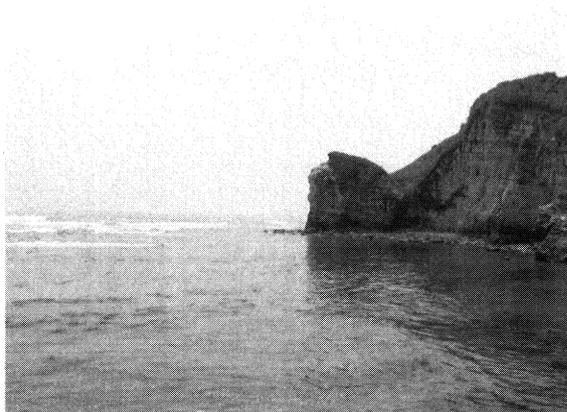


写真-11 海食崖最南端沖の海域状況



写真-12 海食洞と海食崖の上部に載る家屋の状況

参考文献

- 1) 森脇 広：九十九里浜平野の地形発達史，第四紀研究，第18-1号，pp. 1-16，1979.
- 2) 宇多高明：九十九里海岸における過去6000年間の海浜形成と近年の海浜変形との関係，地形，10-4，pp. 343-355，1989.
- 3) 海上保安部水路部：5万分の1沿岸の海の基本図（犬吠埼），海底地質図及び海底地形図，1974.
- 4) 国土交通省関東地方整備局河川部ホームページ：http://www.ktr.mlit.go.jp/kyoku/river/river_info/ton_e_02_01.htm
- 5) 宇多高明：「日本の海岸侵食」，山海堂，p. 304，1997.
- 6) 千葉県：「千葉県の自然誌 本編2 千葉県の大地」，千葉県，p. 823，1997.
- 7) 海上保安部水路部：5万分の1沿岸の海の基本図（太東崎），海底地質図及び海底地形図，1976.
- 8) 日本財団（2001）：「日本の海岸はいま・・・九十九里浜が消える！？」，日本財団，p. 64.
- 9) 堀川清司・砂村継夫：航空写真による海蝕崖の後退に関する研究，第14回海岸工学講演会論文集，pp. 315-324，1967.
- 10) 宇多高明・高田 修・星上幸良・芹沢真澄・三波俊郎・古池 鋼：九十九里海岸における地質年代スケールの沿岸漂砂量の推定，海岸工学論文集，第47巻，pp. 686-690，2000.