

海岸土地利用の変遷と災害リスクの増大 — 千葉県鴨川沿岸の例 —

INCREASE IN DISASTER POTENTIAL ASSOCIATED
WITH CHANGE IN COASTAL LAND USE
- EXAMPLE ON KAMOGAWA BEACH IN CHIBA PREFECTURE -

宇多高明¹・星上幸良²・清野聡子³・小澤宏樹⁴

Takaaki UDA, Yukiyooshi HOSHIGAMI, Satoquo SEINO and Hiroki OZAWA

¹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)

²正会員 博(工) 国際航業(株) 防災統括部 (〒191-0065 東京都日野市旭が丘3-6-1)

³正会員 工博 東京大学大学院総合文化研究科広域システム科学科助手 (〒153-8902 目黒区駒場3-8-1)

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)

Relationship between long-term change in land use and increase in disaster potential of a coast was investigated through the comparison of past photographs, taking Kamogawa Beach as the example. In 1950s, there was a wide sandy beach at Kamogawa, but planting pine trees was carried out to create coastal forest for preventing wind-blown sand as well as the construction of the seawall very close to the shoreline. Towns also advanced in the vicinity of the seawall. The fishing port breakwaters and detached breakwaters were also built, resulting in significant shoreline changes on a pocket beach. Finally, this beach became vulnerable against coastal disaster.

Key Words : Land use, beach erosion, shoreline recession, disaster potential, Kamogawa Beach

1. まえがき

自然海浜は、波浪などの外力から後背地を守る天然の防波堤であり、特に波の遡上に対しては緩衝帯となる砂浜の幅が重要な役割を果たす。近年、海岸侵食をはじめ様々な理由により砂浜幅が減少し、結果的に越波が増大する例が多く見られる。千葉県鴨川市の海岸づくり会議¹⁾においても、近年の海浜変形や越波被害等の問題解決を目的として、地域住民や行政・専門家らによる今後の海岸防災と環境保全についての議論が行われたが、地元住民から「かつて(戦前)は広い砂浜があり、宅地はその背後にあったので越波被害は受けなかった」という情報提供があった。これからは海岸侵食によって浜幅が狭まった結果、波浪災害ポテンシャルが増大したと容易に想像されるところである。しかし実際に汀線が後退して波浪災害が増大したかどうかについては十分な吟味が必要である。星上²⁾が九十九里浜を例として明らかにしたように、背後地の土地利用が変化し、居住地が海側へと広がった結果として波浪災害のポテンシャルが増大した例も多いからである。本研究では、このような視点か

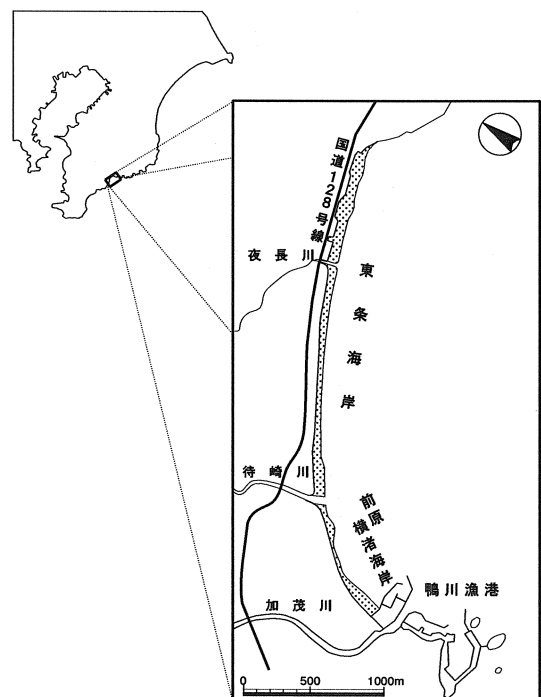


図-1 千葉県鴨川市の東条前原海岸の位置

ら千葉県鴨川市沿岸を選んで、空中写真と災害状況写真をもとに海岸と波浪災害の変遷を調べることににより近年の災害リスクの増大に至る過程について検討する。

2. 対象海岸の特徴

本研究の対象海岸は、図-1に示すように千葉県鴨川市の東条前原海岸である。海岸は太平洋に面しており、東西約3.4kmのポケットビーチである。海岸南部に流入する待崎川河口を境に北東側が東条海岸と、南西側が前原海岸と呼ばれている。近年東条海岸では侵食が進み、海岸線に隣接する鴨川シーワールドなどの施設がたびたび越波被害を受けるようになった。この原因には南西部の前原海岸で防災のために建設された離岸堤群と加茂川漁港の防波堤による波の遮蔽域形成に伴って南西方向へと沿岸漂砂が移動したことがあげられる。こうした状況の下で、鴨川市や千葉県を中心として海岸づくり会議が開催され、防護-環境-利用のバランスをいかにとるかについて議論が行われてきた²⁾。

ここでは、とくに前原横渚海岸と東条海岸中央部の鴨川シーワールド付近に着目して詳細検討を行う。なお、深浅図によれば、当海岸はバー・トラフの存在しない単調な縦断形を有する海岸であるために、越波に最も大きな影響を及ぼすのは砂浜幅であると考え、これに注目して検討を進める。

3. 過去の写真による海岸の変遷調査

(1) 前原横渚海岸

図-2は、待崎川河口を中心とする約800m区間における、1947年から2003年まで56年間の海岸変遷であり、空中写真から同一区域を切り出したものである。1947年には、待崎川は大きく東向きに蛇行して流れており、河口右岸隣接部の破線位置での浜幅は最大約130mと広がった。待崎川河口の南西側に位置する前原海岸では浜幅は次第に狭まったものの、住家と汀線の間には約80m以上の浜が残されていた。これより1947年当時、自然海浜が防災上十分な消波効果を発揮していたと推定される。

写真-1³⁾は、1929年4月15日に待崎川（上部）と鴨川駅周辺（下部）を撮影した斜め空中写真である。当時待崎川河口の右岸側には広い浜があったことが分かる。また鴨川駅の東側には低地があり、そこから砂丘地へと再び地盤高が増加し、この砂丘上に民家が帯状に集中的に立地していたことが見てとれる。

再び図-2を参照すると、1947年には前原海岸では広い前浜があったが、1967年にはここに緩やかなカーブを描いた海岸護岸が新設され、これによって護岸の陸側は海浜地から切り離された。またこの護岸はさらに南西側へと延びていた。待崎川河口には左右岸に導流堤が建設され、護岸背後には人家が立ち並んだ。

1983年には、河口右岸側に建設された護岸の内側では開発がさらに進み、様々な施設が造られた。同時期に河口

南西側約500m付近では浜幅が大きく狭まり、wet beachが護岸線とほぼ重なった。このように前浜が消失したことは越波災害に対する弱点となった。図-2の1983年の写真撮影年月とほぼ同じ時期の1982年には、前原海岸に数回の高波浪が作用し大きな被害が出た。

写真-2は1982年の高波浪来襲時の海岸状況である。護岸沿いの消波ブロックのなくなる付近で大量の越波が生じ、堤内地へと越流が起きている。また多くの人々が越波を避けるため逃げている。写真-3は護岸背後から北向きに越波状況を撮影したものであり、護岸から波が高く跳ね上がるようにして越波が生じていたことが見てとれる。



写真-1 待崎川（上部）と鴨川駅周辺（下部）を撮影した斜め空中写真（1929年4月15日撮影）

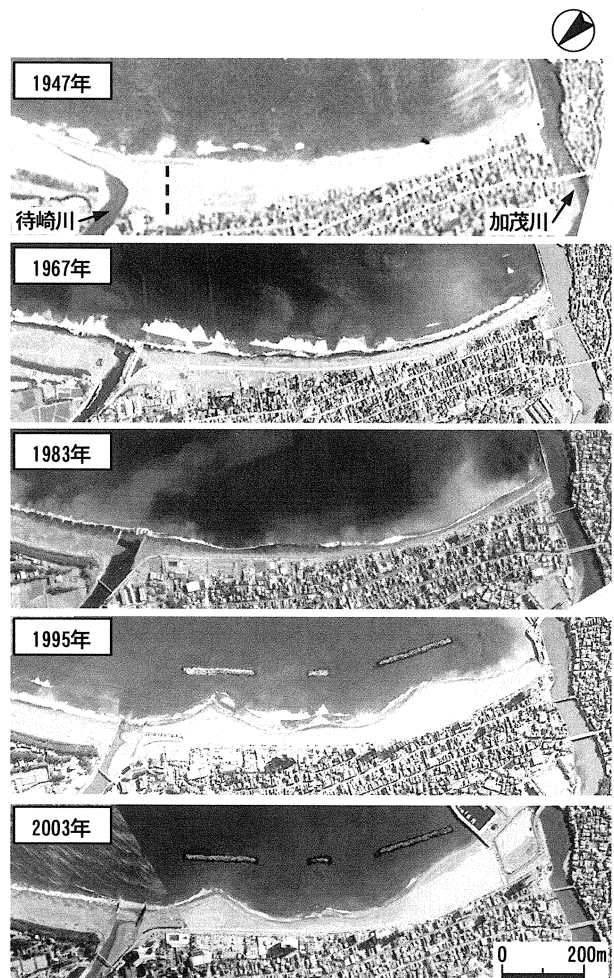


図-2 待崎川河口付近における1947～2003年の海岸変遷

写真-4は高波浪後の海岸状況であるが、階段護岸を海水が越え直立護岸前面まで打ち上がったことが漂着物の状況から見てとれる。さらに階段式護岸の前面には前浜が全く存在せず、その状態で高波が作用したため上述の激しい越波が生じたと推定される。

この災害を機に、前原海岸では消波施設による海岸防護を図ることとなり、離岸堤が建設された。図-2の1995年と2003年の写真に明らかなように、離岸堤背後には舌状砂州が形成され前浜が大きく広がった。しかしながらその構成土砂の多くは北側の東条海岸から運び込まれたため北部では新たに侵食が起きた²⁾。

ここで海岸状況の時間的変遷を調べるために、待崎川河口右岸から南東に約100m離れた場所における汀線と護岸位置の経年変化を図-3に示す。1947年には浜幅は約130mもあったが、1967年までに護岸が約60m海側に造られた結果、1947年当時の浜幅の約50%が消失した。同時にその頃から汀線の後退が起こり、1967年当時の護岸前面の浜幅は約40mと狭まった。こうした状態において1982年に台風による高波が作用した結果激しい越波が生じたのである。その後、越波対策として離岸堤が設置された結果、後退した汀線も約20mは前進した。しかしこれは新たに北部の東条海岸の浜幅を狭めることにつながった。また広がった前浜にあっては護岸前面に駐車場が造られたことによって約20mの前浜が消失した。

(2) 東条海岸中央部（鴨川シーワールド付近）

待崎川河口の北東約1kmに位置する東条海岸中央部の、現在鴨川シーワールドが立地する付近にあって前原海岸とよく似た変化が起きた。図-4は鴨川シーワールド付近における海岸の変遷を空中写真の比較により調べたものである。1947年には浜幅は平均で約140mと非常に広く、また海岸線に沿って松林があった。海浜と松林の境界は入り組んだ線で表され、海風による飛砂、高波浪時の波による砂の打ち込みと植生の生育とがダイナミックに変動していたと考えられる。

1967年までに海岸線と平行に国道128号線が完成し、この道路より海側では積極的な植林が行われた。しかしこの時点にあっては国道より海側にはわずかな施設があるのみで、大部分は松林で覆われていた。この時点でも松林の海側境界を連ねる線はほぼ海岸線と平行であり平均約140mの前浜があった。

写真-5³⁾は1965年頃の東条海岸の斜め空中写真である。直線的に見えるのが現在の国道128号線であり、その海側に黒々とした保安林が見える。保安林の海側には植生が疎らに生えた区域も見られ、その境界線は沿岸方向に凹凸を有していた。これは図-4の1967年の空中写真にも写されていた通りである。東条海岸で大きな変化が起きたのは1983年である。この時期までに保安林解除が行われ、松林は鴨川シーワールドの施設に取って代わった。鴨川シーワールドの施設前面には護岸が造られたが、当時の浜幅は約35mとなった。

図-4に破線で示したように、鴨川シーワールドに測線

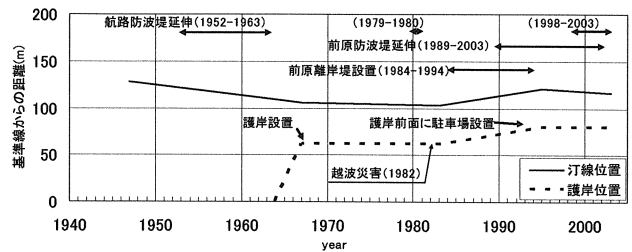


図-3 待崎川河口右岸から南東に約100m離れた場所付近における汀線と護岸位置の経年変化



写真-2 1982年の高波浪来襲時の海岸状況



写真-3 護岸背後から北向きに越波状況を撮影



写真-4 高波浪後の海岸状況

写真-6は1997年9月18日のシーワールド前面の状況である。緩傾斜護岸とその背後の管理用通路を越えて大量の越波が起き、シーワールドで浸水が起きた。高波浪の作用後、写真-7のように緩傾斜護岸と管理用通路は大きく破壊された。またシーワールドのやや南の保安林区域では越波が保安林内へと打ち込まれるとともに護岸ブロックの一部までが打ち込まれた。2002年10月に発生した

Figure 1 is a line graph showing the distance from the coastline to the center of the line (in meters) from 1940 to 2000. The graph illustrates the progression of coastal defense measures. Key events include: '保安林造成' (Forest establishment) around 1950, '航路防波堤延伸 (1952-1963)' (Extension of navigation breakwaters), '護岸設置・親光施設建設' (Seaside construction and light facility construction) around 1960, '前原防波堤延伸 (1969-1980)' (Extension of Maehara breakwaters), '前原離岸堤設置 (1984-1994)' (Installation of Maehara offshore breakwaters), and '越波被害・護岸被災 (1997)' (Over-wave damage and seawall damage in 1997). The solid line represents the '定線位置' (Fixed line position) and the dashed line represents the '保安林・護岸位置' (Forest/seawall position).

Figure 1 consists of five vertically stacked aerial photographs showing the coastal area of the study site at different years: 1947, 1967, 1983, 1995, and 2003. The photographs illustrate the progression of coastal development and land use changes over time. A dashed vertical line in the 1947 photo marks a specific location. A scale bar (0 to 200m) is located in the bottom right corner of the 2003 photo.

- 196 -

4. 浜幅と波浪との対応

1947年と2003年の空中写真を用い、陸側の基準線から汀線と保安林・植生帯の海側境界線までの距離を沿岸方向に100m間隔で測定した。図-6は1947年と2003年の砂浜幅の沿岸分布とともに、陸域の土地利用の高度化に伴う砂浜幅の減少分と、侵食に伴う汀線後退量をあわせて示したものである。海岸中央部では、1947年から2003年までの浜幅の総減少量の80%は土地利用の高度化に伴って陸側から施設や保安林が前進したことによる。残りの20%が海浜変形起源の海浜幅の減少であった。東条・前原横渚海岸においては、浜幅が十分にあったため災害を受けにくかったが、海岸線付近まで土地利用区域が進出したこと、被災時には浜幅が10m程度に減少していたと推定されること（前述の2002年災害時の潮位約T.P.+2.0mおよび被災箇所の平均的な海浜勾配1/10より、被災時には汀線が20m程度後退と推定）から、昔からの安全地帯を逸脱することになり、災害に対し弱くかつ人工構造物で防護された海岸になっていったことが分かる。

図-7(a)には砂浜幅の頻度分布を示す。頻度分布は、1947年には140mと160mと二つのピークを有し重心は130mにあった。それが2003年には同じ二山ピークを持つことには変わりはないが、ピーク値の砂浜幅が30mと60m、また重心が50mと大きく減少した。図-7(b)は砂浜幅の累

積度数分布であるが、これより90%の未超過確率の砂浜幅は1947年には157mであったが、2003年には84mと大きく減少したことが分かる。

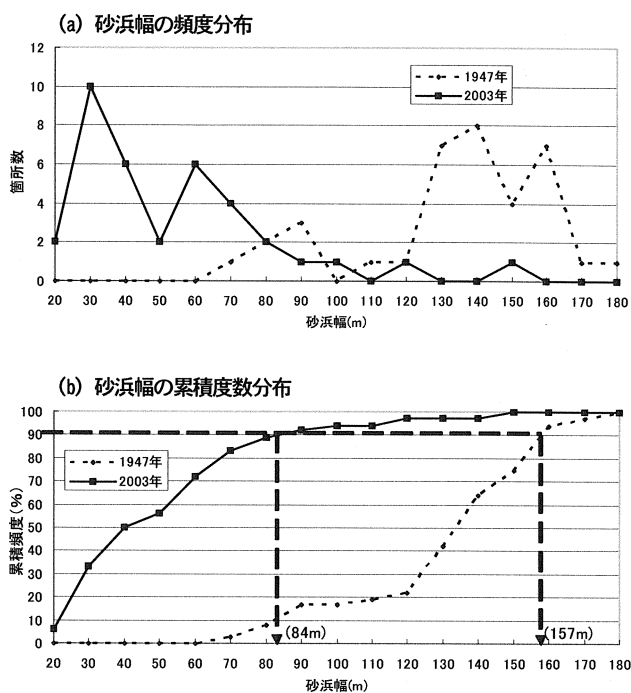


図-7 砂浜幅の(a)頻度分布と(b)累積度数分布

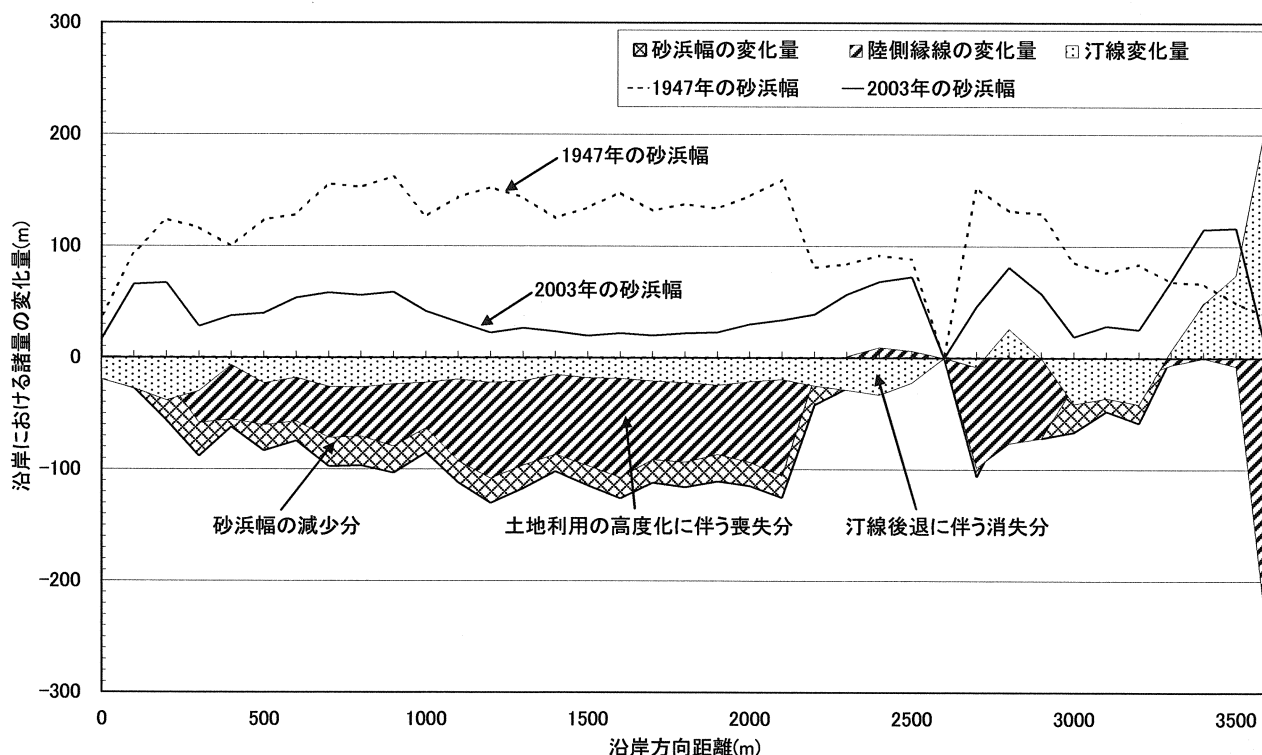


図-6 基準線から汀線および保安林・植生帯の海側境界線までの距離の変化

5. 考察

1947年当時前原海岸では十分広い前浜があった。宅地は砂丘背後にあり、時折砂丘を越える波はあったものの被害の程度は軽かった。戦後、引き揚げ者の受け入れ等により土地需要が増大し、通常時波の作用を受けない浜辺の利用の高度化が行われ、時には不法占拠的に砂丘前面にも宅地が造成された。しかし、砂丘前面の宅地は浸水頻度が高いため越波防止の要望がなされ護岸の前出しが行われた。護岸は生命財産保護の点や用地買収が不要な点から、宅地より海側の国有海浜地内に建設された。また護岸完成後安全度が向上したため、海岸線近傍まで住家が立ち並ぶようになった。一方で護岸の前出しは護岸前面の浜幅を狭める直接的な要因となり、越波に対する脆弱性が高まった。また同時代的に進んだ鴨川漁港の防波堤建設に伴って沿岸漂砂による侵食が進んでおり、護岸前面の前浜幅は一層狭まった。護岸の前進がなければ許容された汀線後退が許容でなくなった。

こうした条件下で高波浪が作用し激しい越波が生じた。越波の直接的要因は高波浪にあったが、護岸の前出しによって越波が生じ易い条件になっていたことが内在的要因となった。越波が激しかった場所も元は自然海浜であったが、護岸が前出しされた段階で住家となり、それをもとに戻すことは不可能であった。そこで消波施設として離岸堤が設置された。離岸堤の建設により舌状砂州が形成されて消波効果が高まり、前原海岸の防護レベルは向上した。これは局所的対応としては成功のように見えた。

一方、北東部の鴨川シーワールドが立地する付近も昔は十分広い前浜があった。しかし過去にこの前浜の約1/2ほどが保安林となった後、保安林解除が行われシーワールドが立地し、防護施設としての護岸が建設されたが、施設の前出しによって前浜が狭まった。さらに南部の前原海岸での離岸堤などの建設によって沿岸漂砂移動が起り、前浜が一層狭まり、これによって越波が加速された。こうして自然海浜から人工海岸への変化が加速されてきた。

最初の波の作用を受けない土地の利用の高度化は、速やかに宅地を確保する上で役立ったため、地域もそれを黙認または奨励したとの証言がある。その際、新たな住民はその地域の越波に対する災害リスクの認識レベルが低かったと考えられる。護岸の前出しでは、本来的に緩衝空間を確保することが防護・環境・利用を考えた上でも有効であったが、実際は利用が優先された。この場合、海岸管理者が海岸線は変動するものであること、また静穏時には無駄な空間

と見える場所が高波浪時には非常に重要となることを十分認識する必要があったと考えられる。さらに離岸堤の建設にあつては、それらが周辺海岸にマイナス影響を与えることを定量的に示す必要があったと思われる。さらに利用のための保安林解除にあつては、大局的視点から見た調整が必要であったと考えられる。

6. あとがき

海岸保全区域の陸側境界を定める堤防護岸の位置は、従来、波浪特性や汀線からの距離、民地境界などを考慮して決められてきた。一方、長年にわたって海岸線近傍に住み着いてきた住民は、暗黙のうちに集落の配置などについて防災・利用への配慮を十分に行ってきたと考えられる。住むに安全な場所は、永年にわたる高波浪や海岸環境の「長期モニタリング結果」と同じ意味を有し、そこに漁具倉庫や季節利用の番屋が建設されてきたと考えられる。生命の次に大事な財産をそこに置くということ自体、十分な経験をもとに定められてきたと考えられるからである。その後海岸保全事業が行われ、堤防護岸の建設によって一見安全度が高まったように見えたが、実は想定以上の災害に対しては脆弱でリスクが高い場所であることに変わりはない。災害の発生頻度が十分小さいといっても、ないわけではなく、そのことを長く暮らしてきた人々は知っているからである。今後の海岸計画では、郷土史や地域住民の証言を丁寧に収集し、それを科学的に解析し、そこから意味を見出して設計に反映することが重要である。

謝 辞

本研究に際し、千葉県鴨川整備事務所、ならびに、鴨川シーワールド（株）より、越波時の写真の提供とヒアリングへの御協力を頂いた。ここに感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 清野聡子・宇多高明・高橋 功・芹沢真澄・星上幸良・内木場 俊：千葉県鴨川市海づくり会議での地域資料と数値計算の統合化による海浜環境変化の検討，海岸工学論文集，第51巻，pp. 486-490，2004.
- 2) 星上幸良・小林昭男・宇多高明・熊田貴之：近世における九十九里浜の形成と変形，沿岸域学会誌，第17巻，第3号，pp. 47-56，2005.
- 3) 国書刊行会：ふるさとの思い出写真集鴨川・天津小湊，p. 126，1987.