

大分県奈多海岸および守江湾沿岸の現地踏査

Field observation of Nata coast and bayshore in Moriye Bay in Oita Prefecture

宇多高明*・清野聡子**・芹沢真澄***・古池 鋼****・三波俊郎****

Takaaki Uda, Satoko Seino, Masumi Serizawa, Kou Furuike and Toshiro San-nami

In order to study overall geomorphological features of coastal area of the Nata coast and the bayshore in Moriye Bay in Oita Prefecture, field observation was carried out between April 30 and May 2, 1997. Areal photographs of these areas were also taken in March and October, 1997. A sand spit is formed at the mouth of this bay. This sand spit was formed by sufficient sand supply from upcoasts, but at present this continuous sand supply is totally interrupted at many locations by construction of artificial structures such as harbor breakwaters and detached breakwaters.

Keywords : longshore sand transport, sandy beach, cliffy coast, breakwaters.

1. まえがき

環境アセスメントなどに係る海岸の環境調査では、ある区域の物理・生物環境について定量的評価を行うことを目的として、しばしば集中的な調査が行われる。これ自体の合理性を否定するものではないが、多くの調査では対象地域を含む地形環境についての十分な理解がなされないまま詳細調査が行われるために、多大な労力をかけてデータが取得されたにもかかわらず、個々の調査の位置付けが不明となり、折角の多くの調査データが活かされないという場合が多い。これを防ぐには、当該区域を地形的かつ大局的に観察する視点が是非とも必要である。このような視点からの考察が不十分なまま、詳細なシミュレーションなどを行うことは、とくに危険なことであろう。筆者らは、大分県の守江湾の干潟でのカブトガニの生息条件に関する研究を進めてきているが、1997年4月30日～5月2日の間、守江湾沿岸での広域の海岸地形環境の理解を深めるために、守江湾周辺に止まらず、大分空港の南側に隣接する奈多海岸から守江湾の西側にある権現鼻、および加貫岬周辺までを含む総延長約25kmの区域で現地踏査を実施した。ここでは現地踏査時に撮影した写真や空中写真をもとに、海岸特性について考察する。

2. 守江湾周辺の地形概要

守江湾は、図-1に示すように大分県北部、国東半島の南側に位置する小湾である。湾口には、それを塞ぐように住吉浜の単純砂嘴が伸びている。この湾は別府湾に面しているが、別府湾は伊予灘に面しているため、東側に長い吹送距離を有している。したがって卓越波の入射方向はほぼ東側である。図-1の地形図によれば、海岸線には3カ所でフック状の海岸線が伸びている。それぞれの海岸線においてフック状海岸線の直線部分に対する法線を引き、その方向角を調べると、北側から順に、N97°E、N103°E、N100°Eであって、平均値はN100°Eである。このことは、この海域では平均的にこの方向からの卓越波が入射することを意味していると考えられる。

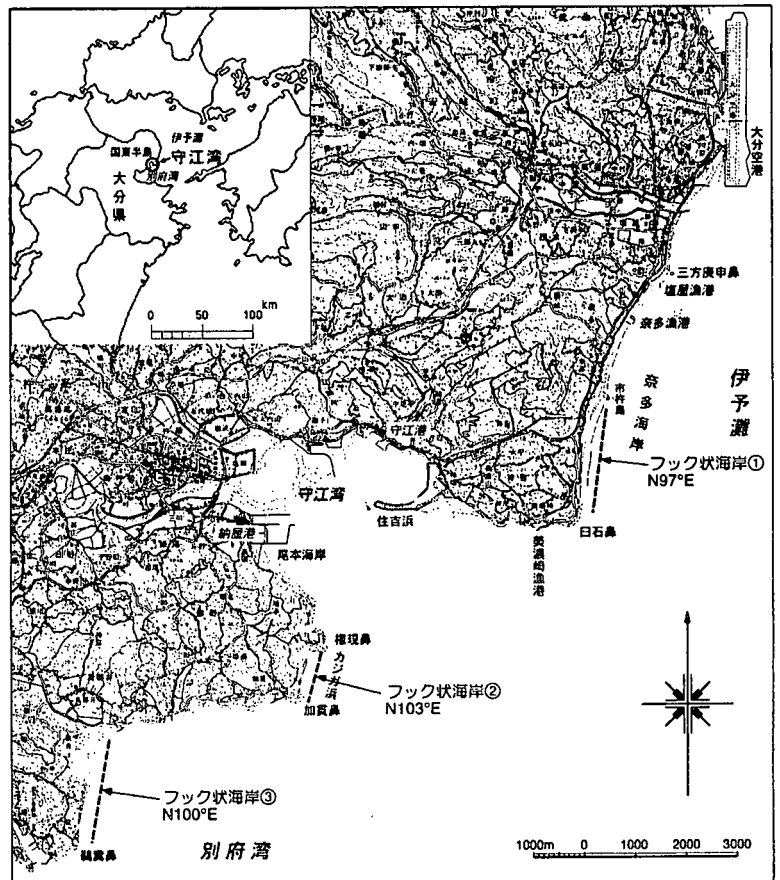


図-1 守江湾周辺の地形図

*正会員 建設省土木研究所河川部長 (〒305 茨城県つくば市旭1)
 ** 東京大学教養学部広域システム科学科宇宙地球科学教室助手
 ***正会員 海岸研究室 (有)
 **** 海岸研究室 (有)

3. 空中写真の判読

図-1に示す奈多海岸と住吉浜では、1997年3月7日に建設省国土地理院によって垂直空中写真が撮影された。また1997年9月16日に来襲した台風19号の通過後の、1997年10月には住吉浜砂嘴の斜め写真が撮影された。以下ではこれらの写真の判読を行う。

写真-1には奈多海岸と住吉浜の垂直空中写真を示す。写真には磁北とスケール、および主要な地点名を示している。この区域では写真に明らかなように、北部の奈多漁港から南南西方向に伸びてきた海岸線が白石鼻を境としてほぼ90°向きを変え、白石鼻から西側の海岸線は出入りはあるものの、ほぼ東西方向に走っている。これらのうち白石鼻から北側に伸び、伊予灘に東面している部分が奈多海岸である。もともと奈多海岸は自然の砂浜海岸であったが、現在では写真に示すように離岸堤群によって守られた海岸線となっている。

離岸堤は、北部の奈多漁港から白石鼻までの間で16基を数える。これらの離岸堤の背後には白い砂浜が伸びていることから分かるように、堤長の長い離岸堤ではその岸側に舌状砂州が見られる。離岸堤群の背後に広がる砂浜の面積は市杵島周辺では広いが、南部の白石鼻に接近すると急激に狭まり、白石鼻付近ではほとんど消失している。

写真-1において、美濃崎漁港の西側には住吉浜の砂嘴が細長く伸びている。この砂嘴の南側の、汀線から約200mには海岸線とほぼ平行に黒々とした部分が観察されるが、これは砂利採取によって形成された海底掘削穴の外縁線である。

住吉浜の先端、守江湾の入口には釣り針状の形状の砂嘴が伸びている。この砂嘴はその周辺には楕円形状の浅瀬を有するが、釣り針の先端では白い砂浜部分が北向きに突出している。この部分は砂嘴の先端であって、土砂が急勾配をなして落ち込んでいる場所である。このことを考慮すれば、写真-1に示した状況では海浜砂の一部が砂嘴背後の深い部分へと落ち込んでいたと推定される。

写真-2には、1997年10月1日撮影の住吉浜の斜め写真を示す。西側から砂嘴全体を撮影したものである。写真-1と同様、住吉浜砂嘴の先端部は釣り針状となっている。写真-1では砂州の南側の汀線は灯台と接していたが、写真-2の段階では砂州が灯台と離れ、全体として北側に押し込められるとともに、釣り針部分が北側に直線的に伸びたことが分かる。このような砂州の変化は、台風19号に伴う波浪に起因している。また、写真-2によれば、住吉浜は全体的に見れば逆「く」の字形に曲がっており、海岸線の屈曲点より東側（写真上部）には連続的に砂浜（ゴールデンビーチ）が伸びるが、屈曲点より西側では護岸が直接海に接している。このことは、海岸線の屈曲点が突出しており、それが突堤のようにして沿岸漂砂の阻止効果を発揮したために、ゴールデンビーチの砂浜が保持されていることを意味している。

4. 現地海岸の状況

4.1 住吉浜以東

写真-3は、三方庚申鼻（さんぼうこうしんばな）の南側に位置する塩屋漁港の北側の海岸状況である。前方に

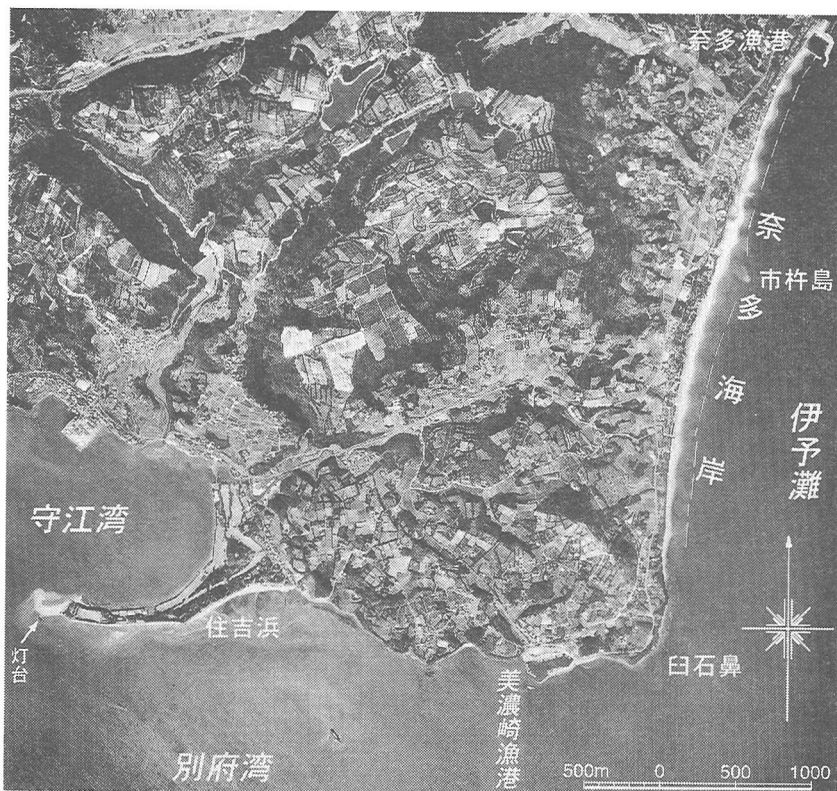


写真-1 大分県奈多海岸および住吉浜の空中写真（1997年3月7日撮影）

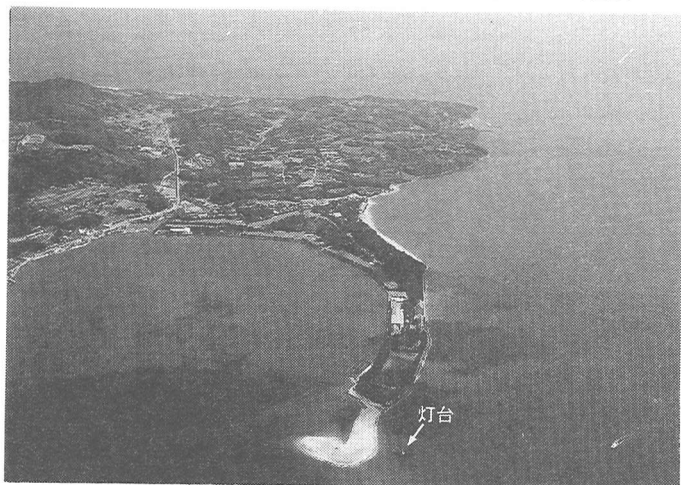


写真-2 住吉浜の斜め空中写真（1997年10月撮影）

は三方庚申鼻が見える。岬状にわずかに突き出た鼻の南側では海岸線が凹状になったあと、塩屋漁港の北側隣接部では汀線が再び前進している。写真に示すように、左側に見える漁港防波堤の前面には大きな石が散乱しているが、その上に細砂（マサ土）が覆い被さっており、しかも砂浜は写真下部まで到達しておらず、それよりわずか手前までで終わっている。このことは、写真上方から下方へ、すなわち北側から南側へと沿岸漂砂により砂が運ばれているものの、この漁港より沿岸漂砂の上手（北側）からの供給土砂量の不足のために、砂浜はこれ以上写真手前側に広がることができないことを表している。

写真-4は、奈多海岸の南北に伸びた海岸線が東西方向に変化する白石鼻のわずかに北側で観察された礫海岸である。よく円磨された大きな礫が汀線付近に多数現れている。この地先より北側には奈多海岸の離岸堤群が多数並んでいるが、この位置のわずかに北側で離岸堤の設置区間が終わり、海岸線には消波構造物はない。このため汀線が後退し、細粒分が流出して粒径の大きな礫が残されたと考えられる。写真-4の位置よりさらに白石鼻の先端部に接近して海食崖を撮影したのが写真-5である。海側に傾斜した泥岩や礫岩が波食を受けて後退し、急斜面が形成されている。また海食崖の基部にはノッチも観察される。一方、海面付近には侵食に耐えた軟岩の平坦な海底面が沖合まで延び、その間には狭い砂浜が広がる。図-1および写真-1に示したように、白石鼻は奈多海岸の南北に延びる海岸線が東西方向に大きく方向を変える点に位置している。このような海岸線の変化が生じるためには、それより北側の海浜の砂の流出を阻止する不透水性の壁体が必要であるが、白石鼻がちょうどその役割を果たしている。写真-5に示すような海食崖の平均的な後退速度は0.5m/yr程度である（宇多、1997）。海食崖の後退が進めば、それが阻止していた、そこより北側の海岸線の砂は南側へと流出することになる。

写真-6は、白石鼻の西部に位置する美濃崎漁港の防波堤東側隣接域の海岸状況である。前方に見えるのが写真-5に示した白石鼻である。突堤式漁港の東側には写真に示すように、後浜にはマサ土からなる砂浜が広がっているが、汀線近傍は礫で覆われている。マサ土からなる海浜砂は、守江湾の湾口に伸びる住吉浜の砂嘴と同じ構成材料であることは注目される。なぜなら、住吉浜の海浜材料がこの付近を通過して運ばれた可能性を示唆するからである。写真は防波堤上から平均的な海岸線方向を向いて撮影されているので、前浜が写真手前側に向かって幅が広がる点は、防波堤の東側に三角形に砂が堆積していることを表している。このことは沿岸漂砂が東から西方向へと向かっていることを示す。

写真-6で道路の湾曲点よりわずかに先の海岸状況を写真-7に示す。漁港の防波堤より東側に離れた場所では海岸線は巨礫で覆われており、写真から見る限り前方の白石鼻まで同様な海岸状況が続いている。写真-6では防波堤の付け根では細砂が見られたが、防波堤から十分離れた場所が写真-7のように巨礫で覆われている点は、現在白石鼻を回り込んで西側に流れてくる沿岸漂砂が枯渇状態にあり、海岸では波の作用で移動がほとんど不可能な巨礫が表面を覆っていると考えられる。また、汀線付近



写真-3 三方庚申鼻南側の塩屋漁港の北側の海岸状況



写真-4 白石鼻の北側隣接部にある礫海岸



写真-5 白石鼻先端部の海食崖

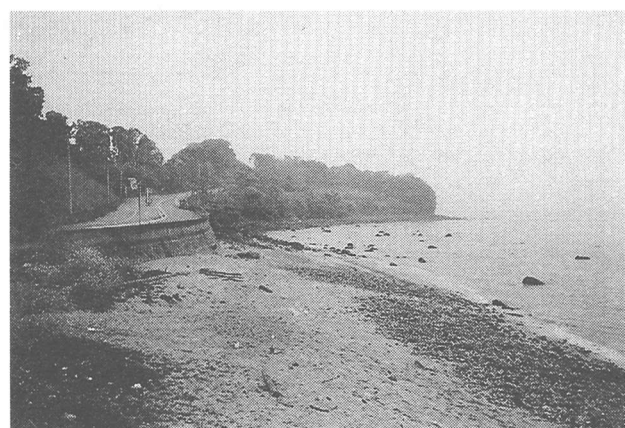


写真-6 美濃崎漁港の東側の海岸状況



写真-7 美濃崎漁港の東側隣接部にのみ堆積した海浜



写真-8 美濃崎漁港の西側隣接部の岩石海岸

の表面が巨礫で覆われている点は、写真-4に示した白石鼻の北側で、かつ奈多海岸の離岸堤群の最も下手端の海岸で汀線付近が大きな礫で覆われていた点と非常によく類似している。

写真-8は、美濃崎漁港の西防波堤上から西側の海岸を撮影したものである。この付近にも海食崖があり、その基部には再び巨礫が存在しており、細砂からなる前浜は存在しない。美濃崎漁港の東側端部にのみ細砂が見られたこと、また、漁港の西側においては漁港から東側に大きく離れた地点と同様な特徴が見られた点は、防波堤によって細砂分の移動が阻止されているところのみ細砂からなる砂浜が存在し得るのであって、現在では美濃崎漁港付近では西向きの沿岸漂砂は枯渇状態にあることを明らかに示している。

4.2 権現鼻～納屋漁港間の尾本海岸

権現鼻は守江湾の西部にある高さ約30mの海食崖である。図-1に示すように、権現鼻の北側の海岸線は、その法線方向が卓越波の方向に対して反時計回りの方向に傾いているため、海食崖から供給された土砂は守江湾方向へと沿岸漂砂によって運ばれうる条件下にある。このことは、権現鼻付近の海食崖からの生産土砂が守江湾内の干潟形成にあずかる土砂供給源の一つである可能性を示唆する。

写真-9は、権現鼻の海食崖の写真である。標高約30mの、ほぼ鉛直の崖が形成されている。海食崖の表面には

水平な地層が観察される。この付近の地質は、凝灰岩・泥岩の互層である。崖の前面には平坦な海底面が続く。

権現鼻の海食崖から守江湾側へ入ると、砂礫浜が広がる。小さな流入河川の北側には小規模な突堤が存在する。写真-10は、この突堤を挟む両側の海浜を撮影したものである。突堤を挟んで、南（右）側には細砂が堆積

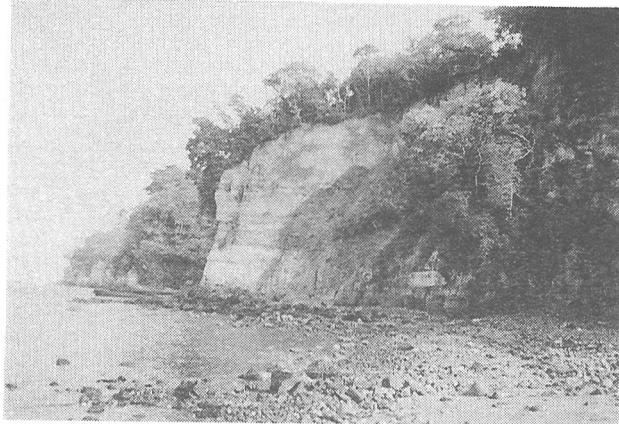


写真-9 権現鼻の海食崖

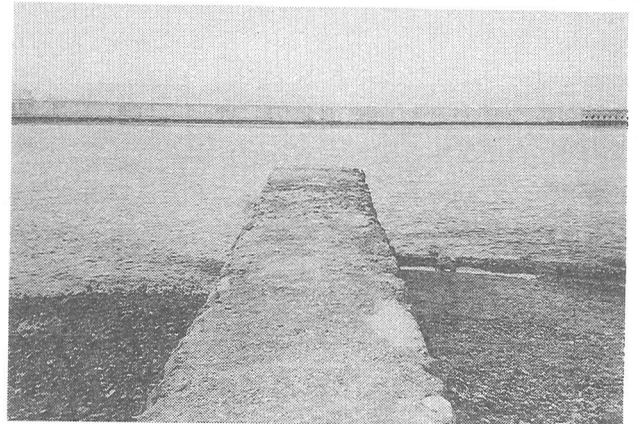


写真-10 納屋漁港の南側にある突堤の左右岸の海岸状況の比較

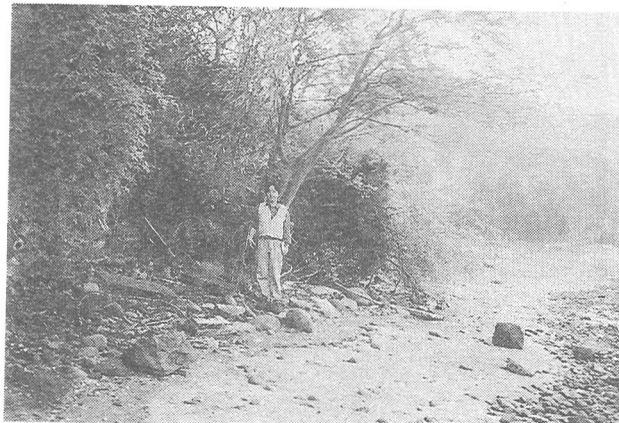


写真-11 突堤の北側に形成されている浜崖

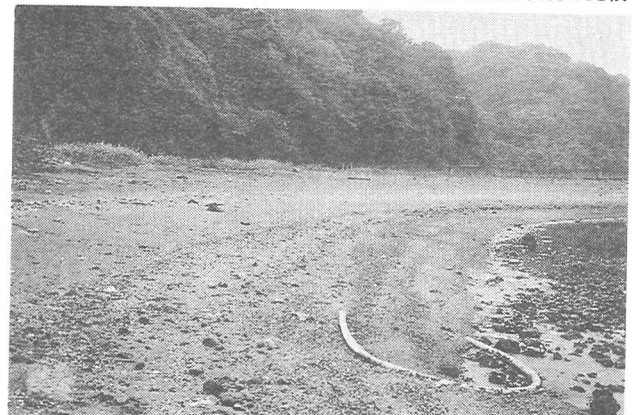


写真-12 納屋漁港の南側隣接部で堆積して形成された海浜

しているのに対して、左側では表面が礫で覆われており、明らかに地盤高が低い。現地でボールを用いた簡易測量によれば、左右の海浜地盤高の差は約1mであった。不透透突堤を挟んで左右（南北）の海浜状況が異なり、南側で堆積していることは、この地点における沿岸漂砂の卓越方向が明らかに守江湾内へと向かう方向であることを示している。この突堤の北側、すなわち北側で沿岸漂砂の移動があることは、そのほかいくつもの証拠をあげることができる。

写真-11は、突堤の北側隣接部において観察された浜崖である。人の隣の木に注目すると、この木はその基部を侵食されたために、根が垂れ下がっている。このような形で根が生えることはあり得ないから、ここは最近侵食されたことを表している。そして、この付近が突堤の下手側であって、南側から沿岸漂砂の供給が絶たれていることから侵食が起きていても不思議ではない。写真-12は、写真-11よりわずかに北側の海浜状況を示す。この写真にはU字パイプが満潮時汀線付近に落ちているが、その周辺の砂浜にいくつもの特徴が現れている。このU字パイプの手前側には砂がこんもりと盛り上がり、パイプの頂点まで砂の堆積が見られるのに対して、その内側では砂浜の高さが低い。また明らかに波の作用で移動していると考えられる砂浜は、パイプの手前側では外側にふくらんでいるのに対して、パイプの前方では砂浜の位置が後退している。そして、汀線付近の砂浜と沖合の泥質の海底面とは明瞭な線によって区分される。このことは、この付近での沿岸漂砂によって活発な土砂移動があるのは、写真のU字パイプの右端付近で、砂浜と泥質とを区分する線と、陸側の波のうちあがり点の間であることを示している。

4.3 権現鼻西部

図-1に示すように、権現鼻の西部にはフック状の海岸線が広がる。写真-13は、このフック状海岸（カジガ浜）から北端の権現鼻方向を望んだ状況である。緩勾配の砂浜が続いている。写真に示すように岬の手前側にフック状の砂浜が伸びている。この海岸の背後には台地があり、その端部は海食崖で切られている。たとえば写真-14は、カジガ浜南部で撮影した海食崖である。海食崖の前面には前浜があるために、権現鼻の場合のように常時波の作用を受けてはいないが、写真に見えるように崖の基部にはノッチが形成されていることから、高波浪時には波の作用を受ける。写真中央には崩落した海食崖が見える。このようにして海岸に供給された土砂は波の作用で運ばれるが、この付近ではフック状海岸線の形成から分かるように、南下する方向の沿岸漂砂によって運び去られると考えられる。



写真-13 北端の権現鼻とその手前に広がるカジガ浜

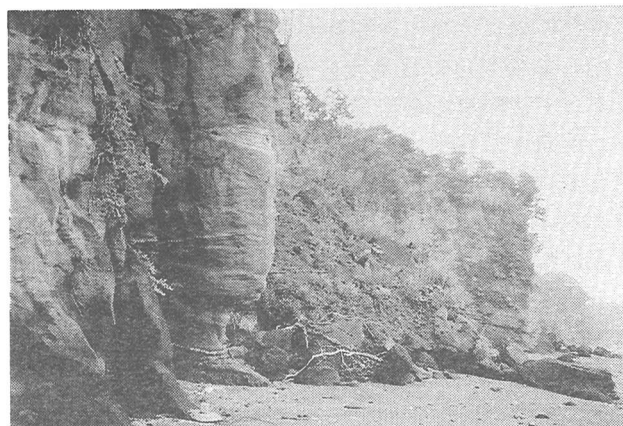


写真-14 南端の加貫岬近傍で観察された海食崖の崩壊

4.4 住吉浜

図-1に示したように、守江湾に細長く伸びた単純砂嘴の南側には砂浜が広がっているが、この砂浜は住吉浜と呼ばれている。住吉浜の先端部には灯台があるが、この灯台の付け根から外海側の汀線に沿って撮影したのが写真-15である。前浜勾配は1/10程度とかなり急であり、きれいな砂浜が広がる。砂嘴の先端は半円状に大きく湾曲しているが、その守江湾側の汀線方向に撮影したのが写真-16である。写真-15では中央に見える家屋が、写真-16では右端に見えることから撮影方向が理解されよう。この写真によれば写真-15と異なり、汀線のすぐ沖には細粒の泥質が堆積している。このようにわずかに離れた位置にありながら、守江湾内と別府湾側では底質状況に大きな違いが見られる。この相違は、波の作用が強い外海側と、細粒の物質が沈積しやすい閉鎖性の湾の違いを明瞭に表している。また、写真-16では前浜の砂浜とそのすぐ沖の泥質で覆われた区域が区別されるが、波の作用で活発な砂移動を伴っているのは両者を分ける線付近である。外海側の写真-15ではそのような線は見えないことから、守江湾内と外側では波浪の作用状況および沿岸漂砂によって移動する範囲が大きく異なることが分かる。

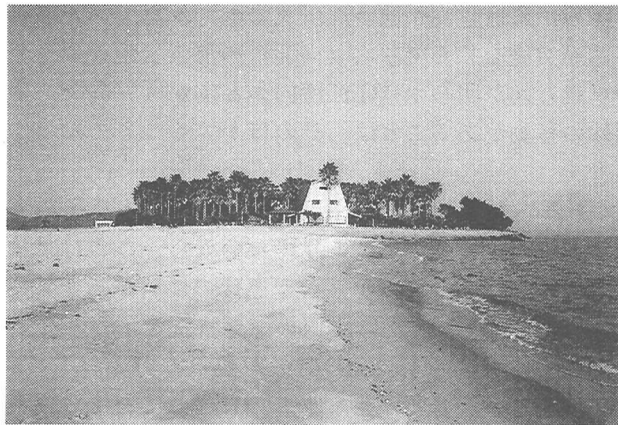


写真-15 砂嘴の先端部から住吉浜を望む（南側）



写真-16 砂嘴の先端部から住吉浜を望む（守江湾側）

5. 考察

いくつかの地点それぞれの写真を示して特徴を述べたが、それらには共通点がある。まず、沿岸漂砂が卓越する海岸において防波堤や突堤などの不透過性の構造物が造られた場合、その施設の漂砂上手側では砂浜が広がるが、沿岸漂砂の供給が途絶えた下手側では巨礫や粒径の大きな礫が表面を覆ってアーモークートを形成することである。これは塩屋漁港（写真-3）、美濃崎漁港（写真-6）、尾本海岸の突堤（写真-10）で観察された。

住吉浜は、そこより東側からの沿岸漂砂によって運ばれた砂が、海岸線の変曲点付近から堆積して砂嘴として伸びたと考えられる。その場合の土砂の供給源は、住吉浜より東側、奈多海岸までの間にある流入河川や海食崖である。しかしながら、この土砂移動の経路にある美濃崎漁港の東側でのマサ土の堆積量がごくわずかである点は、現在ではこのような沿岸漂砂移動は枯渇状態にあること、したがって住吉浜の海浜は減少することはあっても増加することはないことを意味している。

地形図によれば、権現鼻は大きく海に突出しており、その北側の尾本海岸の汀線は守江湾内の汀線へと後退しつつつながっている。またフック状の海岸線の形成から推定された卓越波の入射方向に対して、北向きの沿岸漂砂を生じる方向であることが推定されたが、現地踏査によって納屋漁港の南側の区域では沿岸漂砂によってかなり多くの土砂の集積が進んでいることが判明した。その土砂量は明らかではないが、少なくとも守江湾の干潟の形成にこのような土砂移動が無関係であったとは言えないことが分かった。

白石鼻の周辺には海食崖が後退する際形成された海食台が存在する。この海食台の東側への突出長は約100mであって、離岸堤の離岸距離と大差がない。このことは、工学的時間スケールから見たとき、白石鼻は住吉浜方向へ西向きに移動する沿岸漂砂に対して、汀線位置がそれ以上後退しない固定点としての役割を果たしていると言える。しかしながら、海食崖の後退による海岸線への土砂供給の意味では大きな役割を果たしていないと判断される。したがって、住吉浜への土砂供給源としては、写真-1に示す奈多海岸よりさらに北部から沿岸漂砂によって運ばれて来た土砂が大部分と推定される。このようにして南下する方向に運ばれてきた土砂が白石鼻の先端を回り込み、さらに西向きに移動して住吉浜の砂嘴が形成されたと考えられるが、写真-1に明らかのように、奈多海岸には多数の離岸堤群が設置されて沿岸漂砂の移動が阻止されているから、現在では住吉浜への土砂供給がほとんど途絶えていると考えられる。

他の多くの海岸と同様、奈多海岸と住吉浜の関係も、過去には連続的に土砂が移動して堆積するという関係にあったが、離岸堤や防波堤などの施設が海岸に造られ、この結果沿岸漂砂の連続的な移動が困難な海岸（宇多、1997）へと変遷してきたことが分かる。すなわち、動的に沿岸漂砂がバランスしていた海岸線から、海岸構造物に囲まれた静的安定海岸へと変質してきたと言える。そして現況ではすでに過去にあったような、動的安定な海岸へと復元することは困難となっている。

6. あとがき

大分県の守江湾に広がる干潟でのカブトガニの生息環境調査を進めるに際して、守江湾周辺の地形環境に関する理解も必要との視点から、広域の海岸線の現地踏査を行った。この結果、周辺地域での海食崖や住吉浜の砂嘴の形成が、カブトガニが生活史を通して利用する沿岸地形の形成とも密接な関係を有することが明らかになった。この意味より、海岸環境調査においては、各種詳細調査を行う前に、本研究のように大局的かつ地形的な視点からの現地踏査が有効なことを改めて主張しておきたい。

参考文献

宇多高明（1997）：日本の海岸侵食、山海堂、p.442.