

フロリダの海岸現地踏査

Field Observation of Florida Coasts in USA

宇多高明*・山本吉道**

Takaaki Uda and Yoshimichi Yamamoto

Field trip to Daytona Beach, Ponce de Leon Inlet and New Smyrna Beach in Florida was made in September 1996. Past beach changes and present results of field observation were compared around Ponce de Leon Inlet, where sand bypassing was once carried out. It was revealed that on the downcoast of this inlet beach erosion is now underway to cause beach scarp along the sandy shoreline. Eroded coast is protected by seawall, but foreshore width is too narrow for recreational usage, implying the necessity of future sand nourishment. Beach access at many coasts in Florida is compared with the situation in Japan and future improvement method in Japan is proposed.

Keywords: Florida coast, Field trip, Sand bypassing, Beach erosion.

1. まえがき

1996年9月2日から9月6日まで、米国フロリダ州のオーランドにおいて第25回国際海岸工学講演会が開催された。この機会に、筆者は講演のためオーランドを訪れた。オーランドは、フロリダ半島の中央部近くに位置するため、フロリダの東・西海岸を訪れるにちょうど良い位置にある。そこで、会議の合間をみて、フロリダ海岸を訪れ、海岸の踏査を行った。海岸調査を行ったのは、東海岸にあっては、デイトナ（Daytona）ビーチ、ポンス・デ・レオン（Ponce de Leon）インレット（以下、ポンス・インレットと呼ぶ）、さらにその南にあるニュー・シミルナ（New Smyrna）ビーチであり、西海岸ではクリアーウォーターとその近傍のメデイラビーチである。図-1には、これら地域の概略の位置を示す。



図-1 フロリダ海岸の位置図

2. フロリダ東海岸

(1) デイトナビーチと桟橋

写真-1は、デイトナビーチにある桟橋である。米国の砂浜海岸ではこの種の桟橋がよく普通に見られる。しかもこれらの桟橋の多くが木製であって、その上部には軽食を売るレストランが併設されており、さらには数ドルの入場料はかかるとはいえ一般に開放されており、誰もが桟橋に上がることができることが特長である。この桟橋は海底勾配がおおよそ1/100程度の非常に緩勾配の海浜に造られているので、長さも数百メートルはある。わが国で同じような特性を持った海岸といえば九十九里浜がこれに該当し、その中央部には蓮沼海浜公園など、海洋性レクリエーションを楽しむための施設はあるものの、海岸線にはこのような桟橋はなく、海浜と陸域は別々の区域であって、相互利用は図られていない。単に桟橋そのものがよいということではないが、



写真-1 デイトナビーチの桟橋

*正会員 工博 建設省土木研究所河川部長

**正会員 工博 (株)アイエヌエー海岸環境部

普通の人々も栈橋の上から海の波を眺めることができるようにすることは、海の自然を理解し、かつ楽しむ上で有効と考えられることから、わが国でもこのような点に配慮がなされることが望まれる。写真-2は、栈橋の上から北向きにデイトナビーチを眺めたものである。非常に広い前浜が広がっている。また、汀線付近の海浜構成材料は、0.1mm程度の非常に細かく、かつ粒径のそろった細砂であり、縮まり度が良好である。このため海岸線付近に乗用車が入ってきている。わが国では、石川海岸北部にある千里浜と同じような条件である。写真からもこの地区の海浜勾配が非常に緩いことが見てとれる。フロリダの海岸では、多くの地点で養浜が行われているが、それらの多くは、この写真のように緩勾配で細砂からできている。このような海浜材料は海岸沖の底質材料と粒径的に似ているため、沖合の土砂を汀線付近へ運ぶことによる養浜が行われてきている。海底勾配が緩いために、養浜砂はかなり安定であるが、この手法は、一般に海底勾配が急で、前浜構成材料の粒径が大きいわが国にあっては利用することが非常に困難である。なぜなら、沖合の粒径は細かいため、粗い材料の代わりにこのような材料を汀線近くに投入すれば、その材料は直ちに沖合へと戻ってしまうと考えられるからである。

(2) ポンス・インレット

デイトナビーチの南約16kmには、ポンス・インレットがある。このインレットは、バリアーアイランドを横切って、南側から流入するインディアン川北流（Indian River north）と、北側から流入するハリファックス（Halifax）川から大西洋へと船舶が出入りするための航路である。バリアーアイランドの内側水域の利用状況の一例を写真-3に示す。多くのマリーナがある。このインレットでは、図-2に示すように南北両側に導流堤が延ばされており、その中央部に航路が設けられている。フロリダ半島の東岸では全体として南下する方向の沿岸漂砂が卓越しており、このため、図-3に示すように北導流堤の岸側の一部が越流堤とされ、そこから海水とともに越流した砂が航路と越流堤との間で堆積することを利用して、広さ $5.4 \times 10^4 \text{ m}^2$ の貯砂池に砂を貯め、それを南導流堤の南側にサンドバイパスする計画が立てられた（Purpura, 1977）。建設当初の見積もりでは、南向きの沿岸漂砂量が $38 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$ 、北向きが $7.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$ 、ネット $30.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$ の南向き漂砂と推定された。北導流堤は全長が1215mで、岸から150mから690mまでの延長540mが越流堤である。越流堤の岸側90m部分の天端高は1.2m、それより沖は0mとされ、工兵隊により1968～1971年に建設された。しかし施設の完成後、南北両側の海浜で侵食が生じるとともに、航路が北側へ移動し、貯砂水域は本来の機能を果たさなくなった（Purpura, 1977）。



写真-2 栈橋上から眺めたデイトナビーチ



写真-3 バリアーアイランドの内側にあるマリーナ

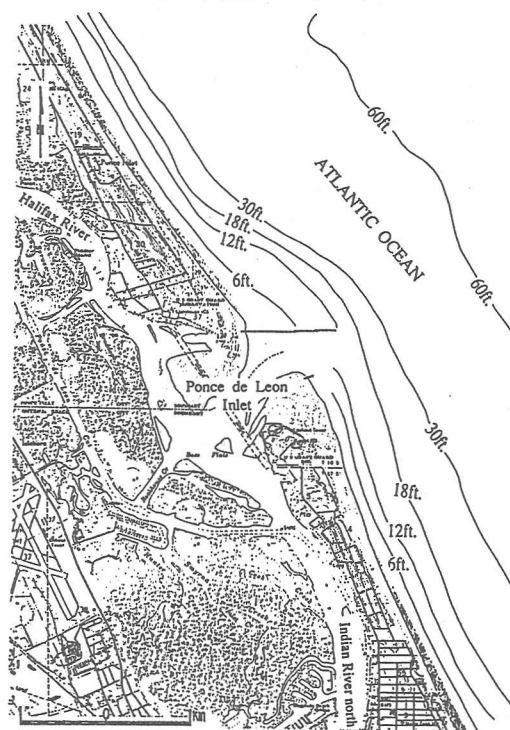


図-2 デイトナビーチの南側に隣接するポンス・デ・レオン周辺の地形

また、越流堤を入退潮流や波が越えると同時に土砂のオーバーフローが起こること、越流堤部から侵入した波浪により導流堤の付け根で侵食が起こったことなどから、この越流堤は塞がれることになった (Purpura, 1977; Jones・Mehta, 1977)。

写真-4 は、ポンスインレットの導流堤の付け根付近から北側を望んだ海岸状況である。この付近も導流堤の建設後侵食されたために、養浜が行われた場所であるが、現在では比高約 5m の砂丘があり、その斜面は植生で覆われている。この砂丘の前面には非常に勾配の緩い海浜が発達している。この砂丘を横切って北導流堤に向かって、写真-5 に示すように立派なボードウオークがある。わが国では海浜地へのアクセス路の整備が十分でないために、それぞれが勝手な道を通して汀線へと達する場合が多く、これによって塩分・水分・飛砂などの自然条件から見て内陸部と比較してはるかに条件の厳しい海浜地によく生育する植生を踏みつけ、結果としてそれらの植生を枯死に至らしめることが多い。また、写真-5 に示されたボードウオークの手前側には駐車場があり、海浜地へのクルマの直接的な乗り入れができないようになっているため、植生帯はよく守られている印象であった。同時に、海浜地にわが国では至るところにゴミがあるが、ここでは全体に非常にきれいであることが特徴である。

写真-6 は、もともと越流堤として建設されたが、その後越流堤としての機能がうまく果たせずに締め切られた導流堤の付け根部分である。捨て石製の導流堤であるが、天端は舗装されており、釣り人は先端まで歩いていくことができる。

写真-6 のように導流堤が締め切られたことは、航路内へ越流によって流入する漂砂はなくなったことを意味する。一部飛砂として、導流堤の付け根付近の砂浜において導流堤を越えて航路内へと落ち込む土砂はあったが、その量はそれほど多くはないようである。

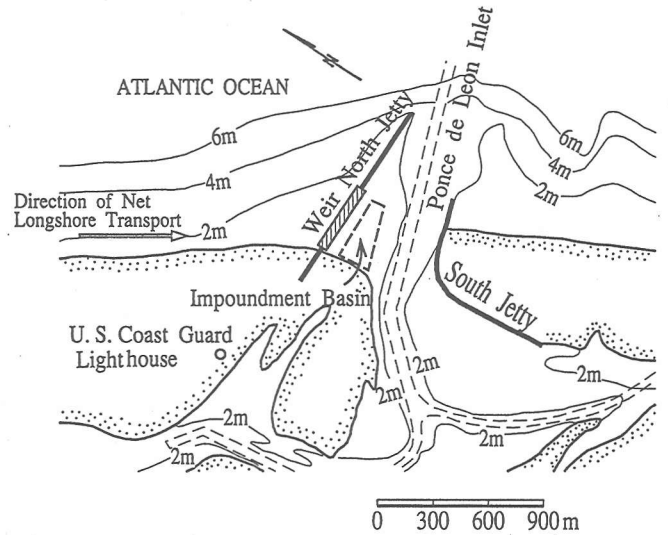


図-3 インレット周辺の施設 (CERC, 1984)



写真-4 ポンス・インレットの北側に伸びる砂丘



写真-5 ポンス・インレットの導流堤に続く遊歩道



写真-6 ポンス・インレットの導流堤

一方、導流堤の先端を回って航路内へと侵入する漂砂は導流堤が長いために現況ではそれほど多くはない。このため、導流堤の内側の付け根では導流堤間に侵入する波により、河口砂州のようにして砂州が上流方向へと発達しつつある。写真-7がその状況である。写真の手前側にあるのが導流堤であって、これは不透過製である。一方、波は左側から導流堤にほぼ沿うようにして入射している。このため、この砂州の導流堤側では沖向きに凹状になり、先端部では凸状に突き出ている。この砂州は今後次第に上流方向へと遡るはずである。

(3) ニュー・シミルナ・ビーチの侵食

ポンス・インレットでは、航路の維持も図られているから、何も問題がないように思える。しかし、沿岸漂砂の阻止による下手側海岸での侵食は確実に進んでいることが次のようにして明らかになる。図-1に示すように、ポンスインレットの南1kmのニュー・シミルナ・ビーチでは、写真-8に示すように、前浜は狭く、高さ約1.3mほどの浜崖が形成されている。浜崖は個人の住宅のすぐ目前にまで迫っており、各種施設の侵食災害が起こる危険性が高く、また海浜地へのアクセスには写真に示すような木製の階段が造られている。浜崖侵食は進んでいるが、少なくともこの場所では護岸などの海岸保全施設は存在しない。海岸防護施設なしでは、高々20m程度の幅しかない前浜の背後にあるこれらの個人の施設を守ることはほとんど不可能である。そのための唯一の方法は養浜を行うことになる。

さらにこの南では、写真-9, 10のような海岸状況である。駐車場の前面に幅約10mほどの前浜と高さ約2mの護岸があるのみである。このように狭い前浜ではあるが、それでもかなり多くの海水浴客が利用している。前浜が狭かつ背後地を守る護岸の高さが高々2mであることは、この海岸が波浪に対して脆弱であることを意味している。写真-8に示した浜崖の広がり状況と、写真-10のように非常に狭くなったと考えられる前浜状況は、



写真-7 ポンス・インレットの内側に発達した砂嘴



写真-8 ニュー・シミルナ・ビーチに形成された浜崖



写真-9 ニュー・シミルナ・ビーチの海岸状況



写真-10 ニュー・シミルナ・ビーチの前浜状況

この地区が沿岸漂砂の供給不足により次第に侵食されつつあることを意味している。

3. フロリダ西海岸

フロリダ西海岸では、タンパ湾の外側に位置するクリアウオーターとメデイラビーチを訪れた。写真-11は、クリアウオーターの養浜された海浜へのアクセスとしての遊歩道の状況である。写真-5の場合と同様に植生帯を横切って木製の歩道が付いており、低い海岸護岸と砂浜の間にある植生帯が保護されている。米国では、海岸線に沿って伸びる道路の海側の景観がよい場所は、ホテルやモーターとして利用されており、場所によってはかなり長い区間、海浜地に出られないという不便さがある。このことはまた、海浜地へのアクセスをかなり集中的に集めることができることを意味している。ただし、海浜地へのアクセスとなる場所では写真-12のような看板が立っており、利用者への便宜を図っている。

4. 考察

フロリダ海岸では昔から多くの地点でサンドバイパスや養浜が行われてきている（Jones・Mehta, 1977）。これらの場所では、例えばインレットにおいて沿岸漂砂の連続性が断たれても、サンドバイパスによって下手側の海浜はかなり安定していると先入観念的に理解していたが、実際に現地踏査を行ってみると、実際はそうではなく、沿岸漂砂の下手側海浜において、連続的に浜崖が形成されていることが見出された。浜崖の高さは 1.3m と非常に高いものではないが、明らかに沿岸漂砂の阻止の影響が下手側に及んでいる。しかも護岸前面の前浜幅は非常に狭く、護岸の高さも低いから、海岸保全上養浜が必須のことになる。同じ状況はわが国の海岸でも多数見られ、沿岸漂砂の流れの系の確保に困難に直面しているが、フロリダでは繰り返し養浜を行うことによって前浜の維持を図ろうとする手法が主である。このことが、上述の侵食状況、海浜状況から実感として理解ができる。

また、フロリダの東西海岸にとどまらず、他の地域の海岸においても、海浜に人々が海を観察するための棧橋が各所にあることが印象的である。この点について、わが国でも海浜レクリエーションへの種々の配慮がさらになされるべきではないか、との強い印象を改めて受けた。

フロリダの東西両海岸で見られたように、海浜の植生を守るために遊歩道（ボードウオーク）の整備がなされており、踏みつけによる植生の枯死を防がれている。また全体に海浜にゴミが散乱するような状況はほとんど見られない、わが国の状況はこれと逆であって、海岸線付近がゴミ捨て場となったり、四輪駆動車の侵入によって植生帯が荒らされている。こうした状況を防ぐために、海浜部の整備の一環として、ボードウオークなどの遊歩道の整備を図ることが期待される。また、海浜の植生は厳しい自然条件のもとでやっと生育していることを、一般の人々へ周知徹底するような教育が必要とされよう。この種のソフト的な対応も必要と考えられる。

参考文献

U.S.Army Coastal Engineering Research Center (1984) : Shore Protection Manual, Vol. II.

Purpura, J.A. (1977) : Performance of a jetty-weir inlet improvement plan, Coastal Sediments 77, ASCE, pp.330-349.

Jones, C.P. and A.J.Mehta (1977) : A comparative review of sand transfer systems at Florida's tidal entrances, Coastal Sediments 77, ASCE, pp.48-66.



写真-11 メデイラビーチの海浜と遊歩道



写真-12 メデイラビーチの遊歩道のサイン