

高知海岸における海浜変形の特徴

玉 井 佐 一*

1. 緒 言

近年, わが国各地において海岸地形の変動が著しく, 特に人為的な漂砂源の減少によって砂浜海岸の侵食が進み, 汀線の後退が激化の傾向にあり, 海岸保全および海岸防災上大いに憂慮される問題となっていることは周知のとおりである。

著者はわが国においても大規模汀線変動地区としてあげられる土佐湾沿岸中央部の高知海岸延長 30 km を調査対象地域にえらび昭和 23 年よりの空中写真および海岸調査成果をもとに砂浜海岸の変動の実態を明らかにするとともに, 特に三次元的な海浜変形現象に着目し, その特性について検討した。

2. 汀線変動の実態

土佐湾岸における砂浜の総延長は 83 km で全湾長の 36% となり, その約 77% が仁淀川以東にある。この内, 土佐湾岸中央部には仁淀川および物部川が主にもたらす流送土砂の供給によって 図-1 に示す高知海岸, 手

般的に汀線が後退しており, 約 29 年間に大きい所では 50 m に及ぶ汀線の後退がみられる。特に, 物部川河口に近い久枝地区および吉川地区, 浦戸湾口の種崎地区および仁淀川河口域の戸原, 甲殿地区と新居地区が顕著で, 河口隣接地域の侵食が大きいことがわかる。したがって, 物部川河口右岸寄りの久枝地区, 測点 No. 28-3 付近には昭和 48 年より離岸堤が設置されている。この結果, 測点 No. 28-3 付近では最近 2 年間(昭 49.12~昭 52.11)に約 20 m の汀線の回復がみられる。しかし, 漂砂の下手側の測点 No. 28-5 以西および物部川河口左岸寄りの吉川地区(M-1~2)においては同じ期間内に急激な汀線の後退が生じている。一方, 種崎地区(K-2~5)においても養浜と同時にT型突堤が昭和 49 年より施工されている。したがって, 図にみられるように最近に至って急激な汀線の回復が生じている。

以上のように, 高知海岸では全般的に汀線が後退の傾向にあるが, また一方ではこれらに対する対策工法によって部分的には汀線の回復がみられる。しかし, 前述のようにこのような海岸構造物の設置によって漂砂の移動

がたたれ下手側の汀線の後退が助長される場合もみられる。土屋³⁾は漂砂源の変化など海岸土砂の収支の不均衡は必ず地形変動として現われ, それが大きな災害の要因ともなる場合が少なくないとして述べており, 前述の構造物の影響とも併せて沿岸広域の汀線変動に十分留意する必要

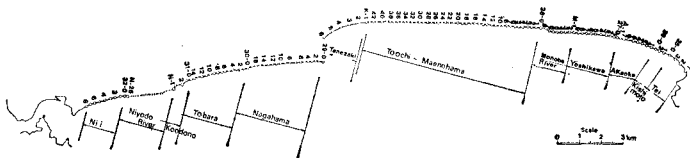


図-1 高知海岸調査地点

結~新居間 30 km の砂浜が形成されている。図-2 (a), (b), (c) はこの区間内における昭和 23 年より昭和 52 年までの汀線変化を示したものである。各図は昭和 23 年の汀線を基準に約 29 年間の汀線累加移動量の沿岸方向分布を示し, 負の値は汀線の後退を, 正の値は汀線の前進を表わしている。沿岸方向の測定間隔は種崎地区(測点 K-1~6 間)は 400 m 間隔で, 仁淀川河口域(測点 N-1~25 間)は 100 m 間隔であるが, 他の地区では 200 m 間隔にとり, 測定値は移動平均して図示した。調査期日が各年で必ずしも同じでないで, その時期の波特性によって測定値は左右されるであろうが, 図によれば全

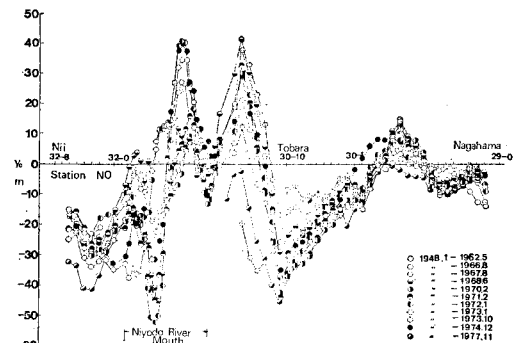


図-2 (a) 汀線移動量の沿岸方向分布(新井~長浜)

* 正会員 高知大学助教授 農学部農業工学教室

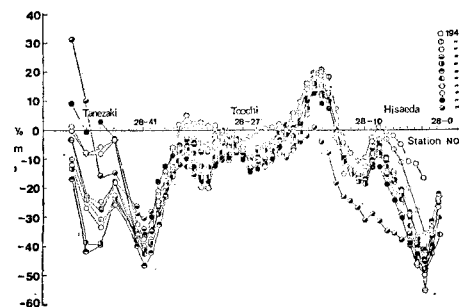


図-2 (b) 汀線移動量の沿岸方向分布 (種崎～物部川右岸)

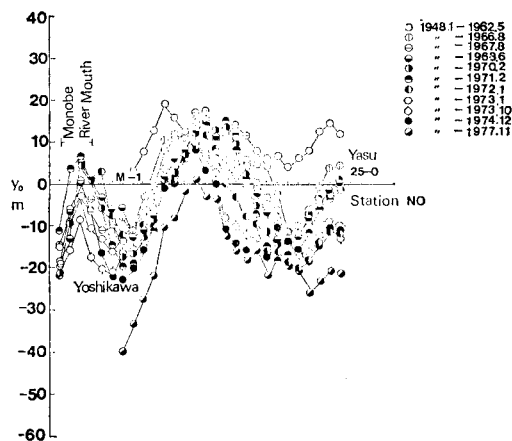


図-2 (c) 汀線移動量の沿岸方向分布 (物部川左岸～夜須)

がらう。

3. 海浜断面の変化

高知海岸の岸本～甲殿間について、汀線より 600～700 m 沖の水深約 10 m までの深浅測量結果をもとに、昭和 41 年の海底断面形の 200 m 間隔のブロックダイヤグラムを図示すると 図-3 (a), (b), (c) であり、また昭和 48 年について示したものが 図-4 (a), (b), (c) である。各図の (a) 図は岸本～吉川地区間、(b) 図は久枝～十市地区間および (c) 図は長浜～甲殿地区間について示したものである。図-3 (a), (b), (c) の海底断面形をみると岸本～赤岡地区には砂州の形成はなく、ステップ状の海底地形を示すが、吉川地区においては汀線より 350 m 沖に砂州がみられるようになる。また、(b) 図によれば久枝地区にみられる砂州は前浜地区に至って消滅するが、十市地区では汀線より 150 m 沖にトラフが認められるとともに顕著な砂州が形成されている。次に、(c) 図の長浜甲殿間では戸原および甲殿地区において部分的に砂州の形成がみられる。

一方、図-4 (a), (b), (c) の昭和 48 年の海底断面形をみると、昭和 41 年の海底断面形にくらべて砂州頂部水深は深くなり、砂州の規模が小さくなっている。特に、吉川、久枝、十市、長浜および仁淀川左岸においてその傾向が顕著であり、久枝、十市および長浜地区においては砂州の消滅しているところさえみられる。以上の海底断面形において、砂州が形成されている場所では沿岸方向に蛇行しており、さらにこのような砂州の蛇行と汀線の波状性との対応がみられるが、詳細については後述する。

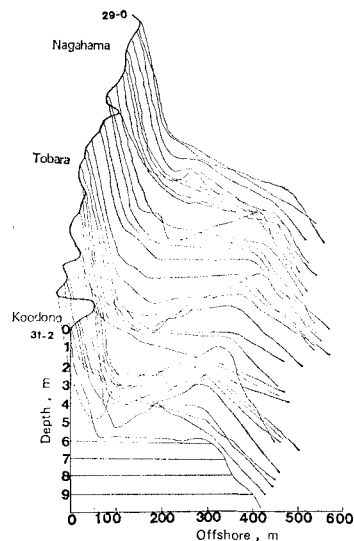


図-3 (a) 昭和41年の海浜断面のブロックダイヤグラム (岸本～吉川)

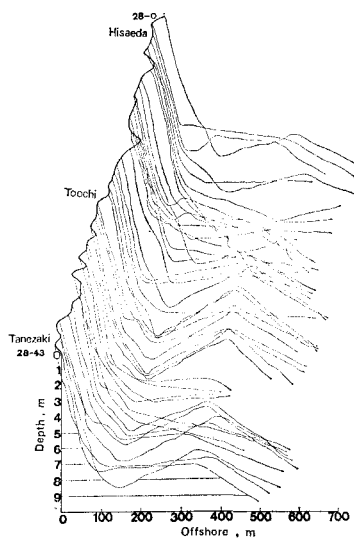


図-3 (b) 昭和41年の海浜断面のブロックダイヤグラム (久枝～十市)

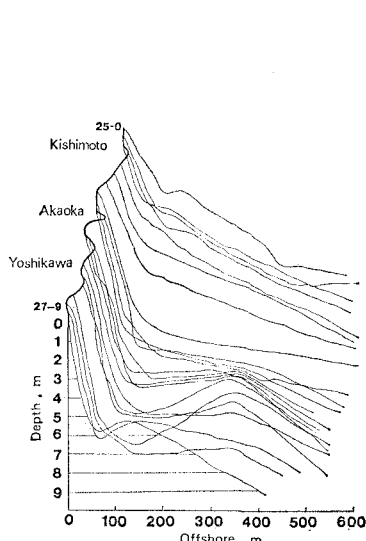


図-3 (c) 昭和41年の海浜断面のブロックダイヤグラム (長浜～甲殿)

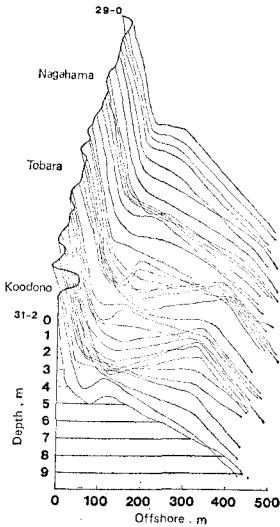


図-4 (a) 昭和48年の海浜断面のブロックダイアグラム (岸本～吉川)

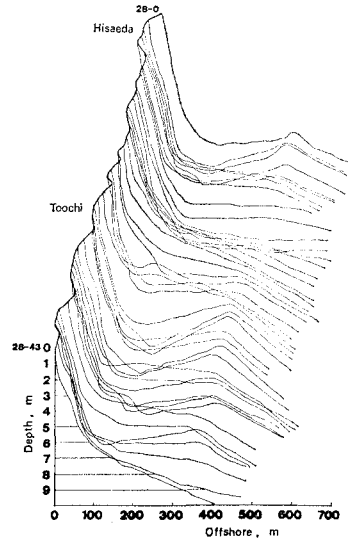


図-4 (b) 昭和48年の海浜断面のブロックダイアグラム (久枝～十市)

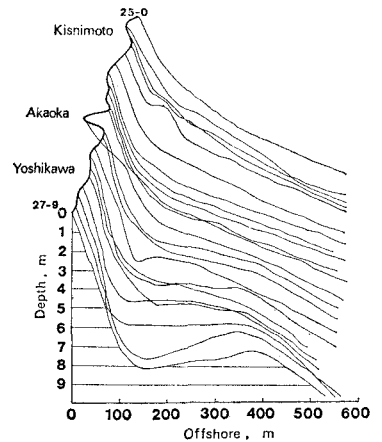


図-4 (c) 昭和48年の海浜断面のブロックダイアグラム (長浜～甲殿)

4. 沿岸漂砂量の変化

調査対象地区の高知海岸に流入または近接する主要河川は7河川であり、このうち4河川に8つのダムが建設されている。これらのダムの内5ダムは昭和28年より36年までに、他も昭和45年までに築造されており、築造時より昭和51年末までのダム内堆砂総量は浚渫土砂量を除いて $22\,074 \times 10^3 \text{ m}^3$ に達している。また、河川および海岸における砂および砂利採取量は昭和41より49年までで約 $2\,800 \times 10^3 \text{ m}^3$ が推定される。

以上のように、相当の海岸漂砂量の減少が推察され、前述のような侵食に伴う汀線の後退または砂州の減少などが生じ、沖地形の変動がみられた。以下では図-2 (a), (b), (c) の汀線変動地点と同じ位置における海岸堤より沖側600 mまでの年間の土砂の変化量を求め、これより昭和45年を基準とした沿岸方向の累計土砂変化量を示したものが図-5 (a), (b) である。海浜断面形の長年にわたる実測資料、また沖地形の系統的な調査結果が少なく、約3ヶ年間の資料を整理したものである。したがって、経年的な漂砂量の変動を考察するには短期間で問題があるが、図によれば比較的最近の漂砂移動の動向を知ることができよう。すなわち、昭和45年2月より46年1月において全般的な海岸土砂量の減少がみられ、特に45年8月の台風10号の来襲による顕著な海浜変動の影響を推察することができる。一方、昭和46年以降50年までの高知住吉沖の波浪観測結果によれば、この間は比較的小さな波であり、また特筆するような台風の来襲などの海象変化もなく、したがって昭和47年1月においては海浜土砂量の堆積の傾向をみる事ができる。なか

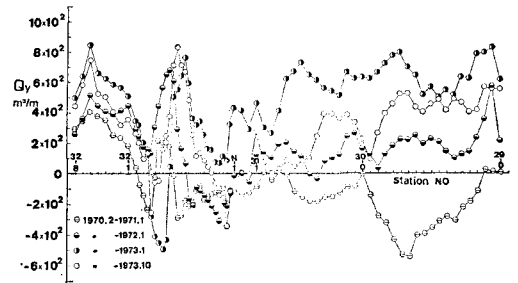


図-5 (a) 海岸土砂変動量の沿岸方向分布 (新店～長浜)

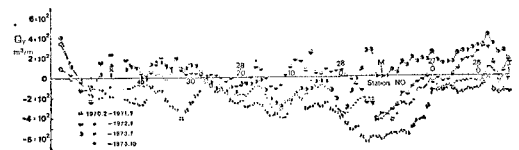


図-5 (b) 海岸土砂変動量の沿岸方向分布 (種崎～手結)

でも長浜以西新居までと、物部川以東手結までにおいては昭和48年1月には顕著な土砂量の増大が認められる。しかし、同年10月になるとふたたび土砂量の減少の傾向がみられ、季節的な海象特性による比較的短期間内での漂砂の移動が推察される。

次に、図-6 (a), (b) は昭和45年2月より48年10月までの期間内における海岸堤より沖側40 mまでの後浜～前浜部の海浜土砂量と沖側120～160 m および160～200 m の、ともに40 m間の海底土砂量の沿岸方向の変化を示したものである。これによれば、仁淀川河口域 (N-1～25)、物部川河口域 (M-1～8) とその隣接海浜 (28-0～10、現在離岸堤設置地域) および高知港口、柱浜防波堤回折波収束域とその隣接海浜 (K-1～6、現在T型突堤

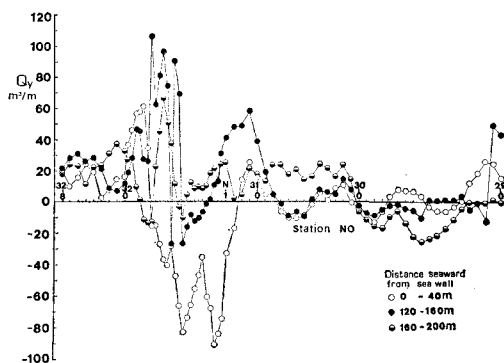


図-6 (a) 前浜部と沖の海底土砂量の沿岸方向変化の比較 (新居～長浜)

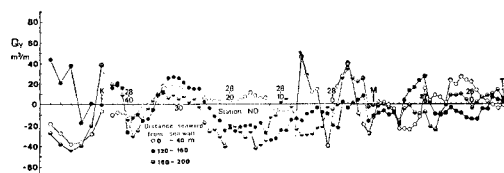


図-6 (b) 前浜部と沖の海底土砂量の沿岸方向変化の比較 (種崎～手結)

設置地域)において海浜土砂量の変動が大きいことがわかる。特に、年間流量の少ない物部川河口域においては前浜および沖側海底ともに堆積が生じ、河口閉塞が進んでいる。一方、流量の多い仁淀川河口では前浜部の土砂が河川流によって沖へ運ばれ、堆積していることがわかる。さらに、前浜および後浜部の土砂量の変動と沖側の海底土砂量の変動とを比較すると、養浜地点の No. 28-30~40 の地域を除けば陸地部の前浜および後浜において土砂量の増大がある時は沖側 120~160 m または 160~200 m の海底土砂量は減少している。また、逆に沖側海底土砂量が増大する時は陸地部の土砂量は一般に減少しており、陸地部と沖側海底とは侵食および堆積の逆の現象がみられ、いわゆる逆サイクルの地形変動の存在が推察される。

砂浜海岸が荒天時に侵食をうけ、静穏時には、堆積をうける現象を Shepard⁴⁾ および King⁵⁾ は beach cycle と呼び、海岸と海底との堆積物の循環を示唆している。さらに、茂木⁶⁾ は神奈川県二宮海岸において、海岸および海底の季節的変動について考察し、二宮海岸では春の強風期から夏の静穏期を経て、秋の台風期へと推移する間に、前浜部では侵食から、夏の堆積過程を経て、ふたたび台風期の侵食に移るのに対し、海底では逆に春の堆積から夏の侵食期に移り、ふたたび台風期の堆積へと推移することを明らかにし、海底と海岸とは逆サイクルの地形変動が存在すると述べている。高知海岸における調査が年間1回(主に冬期)であり、季節的な変動をみることはできないが、前述のように前浜部地形と海底地形との間に相反した沿岸方向の変動をみることができる。

特に、このような変動が生じている地域は large cusp が形成されてそのスパン $l_c=700\sim2\,000\text{ m}$ であり⁷⁾、沿岸方向の土砂量の変動波長が $800\sim2\,000\text{ m}$ とほぼ同じ値を示し、カusp地形と沿岸方向の土砂量の変動との関連性が推察され、両者の対応が考えられる。茂木⁶⁾ も二宮海岸の調査を通じ、これらの点に注目し、海岸と沖側海底との間に堆積物の循環があり、その移動は主として large cusp を径路として離岸流、向岸流によって運搬されるものであらうと述べている。また、このような離岸流および向岸流の位置と large cusp とも対応することを指摘している。

さて、図-6 (a), (b) は主に冬期における結果で、前浜部で堆積し、沖の海底で侵食がみられる地域が多いが、赤岡 (No. 27-0~4)、長浜 (No. 29-5~9) および戸原 (No. 31-0~11) においては逆に沖で堆積し、前浜部で侵食がみられ、すべての地域で季節的変動はみられないが、これはむしろその地域の海浜特性または波浪特性によって左右されるようであり、離岸流および large cusp の形成とも併せて今後さらに詳細な検討が必要であらう。これによって海浜の beach cycle を把握し、海浜侵食防止対策への活用も考えられよう。すなわち、沖側が堆積地形のとき、離岸堤の設置は沖土砂の岸側への移動を期待することができ、その効果が大きいことが考えられる。

5. 沿岸方向の砂州の変動と large cusp との関係

前述のように高知海岸の海浜断面形において沿岸方向の砂州の変動がみられ、その平面的な蛇行性が観察された。さて、このような砂州の規模について、田中・加藤⁸⁾ は次のような沿岸地形の起伏度を定義している。すなわち、海岸線にほぼ直角方向の海底断面を直線近似し、この直線と実断面との差を Δh_i とするとき、 $S_a = \left\{ \left(\sum_{i=1}^N \Delta h_i^2 \right) / N \right\}^{1/2}$ の値を沿岸砂州の規模を考えることにした。ここに N はデータ数である。海底断面が全体的に凹状または凸状であるような場合 S_a の値が大きくなることが考えられるが、高知海岸の海底断面形においては前述のように特に、全体的な凹状または凸状の海底地形はみられないので、前式によって沿岸砂州の規模を評価することができよう。高知海岸の昭和41年より48年までの期間に沿岸方向200m間隔にとって深淺測量結果によって、汀線より沖方向に40m間隔での Δh の値を用いて S_a の値を計算し、沿岸方向分布を検討した結果、近年の海岸地形の変動を反映して、経年的な S_a の値の減少がみられる。(図省略) また、 S_a の場所的な変動については前述の海底断面のプロックダイアグラムにみられた沿岸砂州の消長と対応していることがわかった。すなわち、 S_a は沿岸方向に波状の変化をしており、それらは約400~600mおよび1000~2000mの変動波

長を示すものが多い。今、このような沿岸方向の砂州の変動波長 l_{sa} と汀線の波状性で代表される large cusp のスパン l_c との関係を図示したものが 図-7 である。深

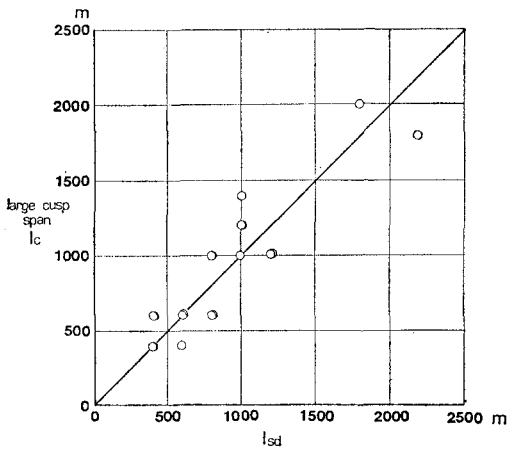


図-7 沿岸方向の砂州の変動波長と large cusp のスパンとの比較

浅測量の沿岸方向の測定間隔が 200 m であるので、その距離間での砂州の変化は含まれないが、砂州の沿岸方向の変動波長と large cusp のスパンとは対応していることがわかり、沖地形特に沿岸砂州の変動と large cusp の形成とが関係深いことが推察できよう。

6. 結 語

以上、高知海岸における海浜変形の実態を明らかにし、特に沿岸地形とカスプ地形の関連性など三次元的な海浜変形の特性について検討し、次のような結果をえた。

(1) 人為的な漂砂源の減少によって、砂浜の侵食が進み数 10 m に及ぶ汀線の後退がみられ、特に河口域で顕著である。

(2) 海浜土砂量の変動において、前浜および後浜の

陸地部と水深 120~160 m または 160~200 m の海底部とでは堆積と侵食の逆の現象が生じ、逆サイクルの地形変動が推察される。

(3) (2) における沿岸方向の土砂量の変動波長と large cusp のスパンとが対応し、堆積物の循環は large cusp を径路として離岸流および向岸流によって運搬されることが推察される。

(4) 沿岸砂州の平面的な蛇行が観察されるとともに、砂州規模の沿岸方向の変動波長と large cusp のスパンとの対応がみられ、沿岸砂州地形とカスプ地形との関係が明らかとなった。

(5) 高知海岸では沿岸砂州が減少の傾向にある。

付記： 今後さらに詳細な調査によって beach cycle, large cusp および沿岸砂州の変動特性について検討を進める考えである。最後にこの研究を進めるにあたり、高知大学農学部上森千秋教授および京都大学防災研究所土屋義人教授より御懇切なる御指導と御鞭撻を賜った。ここに記して深甚なる謝意を表す次第である。

参 考 文 献

- 1) 田中則男：汀線変化の変遷，1978 年度水工学に関する夏期研修会講義集，pp. B-4-1~21, 1978.
- 2) 上森千秋：河川吐口の閉塞とその処理に関する研究，高知大学農学部紀要，第 9 号，pp. 1-120, 1962.
- 3) 土屋義人：土砂の流送・運搬に伴う自然環境変化に関する研究，自然災害特別研究成果報告（代表者：石原藤次郎），pp. 1-116, 1975.
- 4) Shepard, F. P.: Submarine geology, 3rd ed., Harper & Row, N.Y., pp. 134-137, 1973.
- 5) King, C. A. M.: Beaches and coasts, 2nd ed., Edward Arnold, London, pp. 215-381, 1972.
- 6) 茂木昭夫：神奈川県二宮海岸における堆積物循環について，地理学評論，Vol. 39, pp. 451-462, 1966.
- 7) 玉井佐一：現地海岸におけるカスプの特性，第 23 回海講論文集，pp. 250-255, 1976.
- 8) 田中則男・加藤一正・柳島慎一：阿賀野川河口近傍海岸の海底地形の変化について，港湾技研報告，第 15 巻，第 2 号，pp. 89-165, 1976.