

地層解析による皆生海岸の侵食・堆積過程

原 口 強* ・ 米 田 明 徳** ・ 五十嵐厚夫***
井 上 卓 彦**** ・ 井 内 美 郎*****

皆生海岸での長期的な海岸地形の変形過程を, 地層解析の視点から明らかにする調査をおこなった。同海岸での侵食・堆積域の代表各 1 測線で計 9 地点の地層をジオスライサーで連続的に採取した。採取試料の堆積物解析から地層を 9 ユニットに区分し, 各々の堆積環境を推定した。年代測定により, かんな流し開始以前, 同期間中, 同終了以降に, 地層を区別した。侵食域では, かんな流し期間中の堆積物が削剥されながら海岸線が後退し, 堆積域では, 堆積物の付加により堆積場の浅海化と堆積物の粗粒化を伴いながら海岸線が前進することを, 堆積物から認定した。

1. はじめに

皆生海岸は, 幅 4 km, 長さ 20 km の砂洲半島である弓ヶ浜半島に位置し, 日野川から美保湾へ供給された土砂が, 漂砂として沿岸流により運ばれ堆積することで形成された (貞方, 1996; 楢原・今泉, 2003)。しかしながら, 近世当初より盛んであった砂鉄採取を目的としたかんな流しが 20 世紀に入り終焉し, 日野川からの流出土砂が減少して以降, 皆生海岸東半部は侵食により後退している (宇多, 1997)。

皆生海岸では海岸保全のための調査として, 海岸全体の深浅測量, 漂砂の動態観測調査, 新旧地形図の比較による海岸地形変遷調査等が, これまでに実施されてきた。本研究では, 地層解析の視点で皆生海岸の侵食・堆積過程を明らかにすることを目的とした。地層は, 古文書と同様に過去の出来事をその中に記録している。この記録を紐解くことで, まだ地形図がない時代の海岸地形の変化がとらえられ, 砂浜海岸の長期変動のトレンド把握とそれに基づく将来予測が可能となる。自然現象の理解と将来予測をおこなうには, こうしたナチュラルアナログの視点が重要である。

2. 調査の方法と内容

(1) 調査測線の設定

調査測線として, 1948 年以降に海岸線が 200 m 程度後退した測線 No. 3' (日野川河口) と, 同じく 100 m 程度前進した測線 No. 83 (境港工区) の 2 測線を設定した (図-1)。

(2) 地層採取地点と採取方法

地層採取は, 図-2, 3 に示す合計 9 地点で実施した。採取地点の位置出しは, 既設基準点を起点として, トータルステーションでの測量によりおこなった。

採取作業は, ジオスライサー調査法 (中田・島崎,

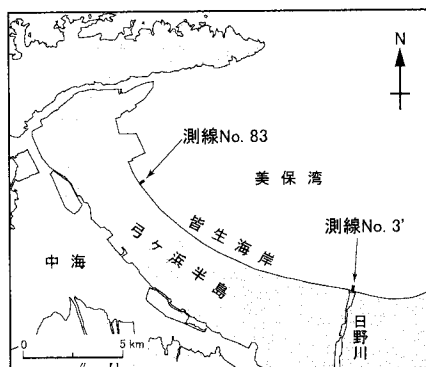


図-1 皆生海岸と調査測線位置図

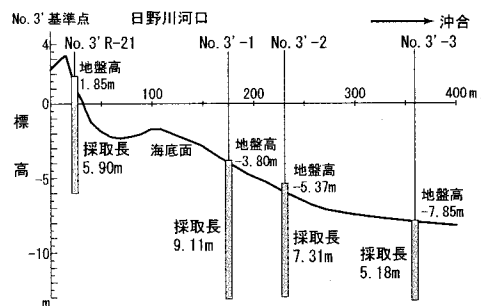


図-2 測線 No. 3' での地層採取位置

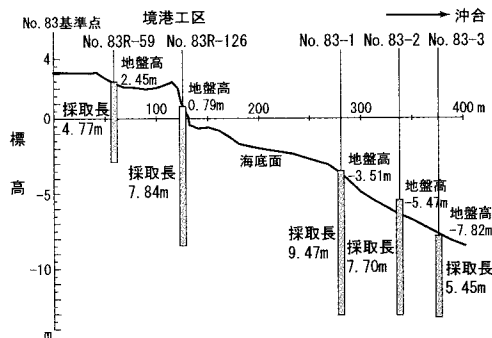


図-3 測線 No. 83 での地層採取位置

* 正 会 員 博(工) 大阪市立大学助教授 大学院理学研究科
** 元国土交通省日野川河川事務所工務課長
*** 博(理) 復建調査設計(株) 東京支社地質部
**** 学生会員 修(理) 愛媛大学大学院理工学研究科環境科学専攻
***** 理 博 愛媛大学教授 沿岸環境科学研究センター

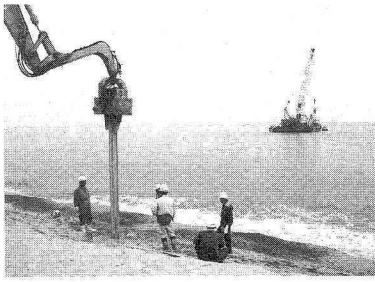


写真-1 ジオスライサー陸上作業

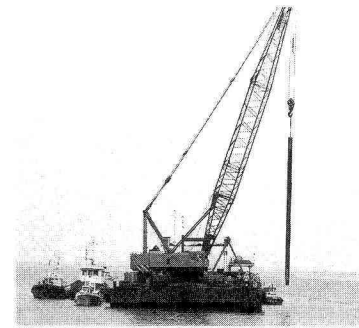


写真-2 ジオスライサー海上作業

1997; 原口ら, 1998) を基本とし海域用に改良した方法により実施した。陸上作業(写真-1)は自走式高周波杭打専用重機を使い, 海上作業(写真-2)はクレーン付台船に必要機材を搭載しておこなった。

地層の採取方向は, サンプルボックスの長軸が海岸線方向に直交かつ, 沖に向かってボックスの開放断面が右(東)を向くようにした。採取した全ての地層は, 樹脂による剥ぎ取り保存処理で堆積構造の固定をおこなった。

(3) 地層の年代決定方法

以下3つの方法により, 採取した地層の年代を求めた。

- ・放射性炭素(C14)法: 堆積物に含まれる貝, 有孔虫を測定に適用(計11試料)。
- ・鉛210法およびセシウム137法: 堆積物を測定に適用(各測線で1セット)。
- ・花粉分析: 堆積物に含まれる花粉の歴史時代による組成変化(大西, 1993)を年代決定に適用(計49試料)。

(4) 地層の解析方法

地層の区分と堆積環境の推定のために, 地層を構成する物質, 堆積物の粒度, 堆積構造, 生物の痕跡等を観察した。観察結果について, 地質柱状図にまとめた。

3. 地層区分, 堆積相と年代

(1) 地層区分, 堆積相と堆積環境

9地点での地層の採取長(幅0.4m, 厚さ0.12m)を図-2, 3に示す。測線No.3', No.83での地質柱状図を

それぞれ図-4, 5に, 代表的な堆積構造を写真-3~6に示す。

観察した堆積物の特徴から, 各測線での地層について, 以下の通りに都合9つのユニットに区分した(表-1; 図-6, 7)。また, 堆積相, 特に発達する葉理の様式から, 各ユニットの堆積環境を推定した。

a) 測線 No. 3' (図-6)

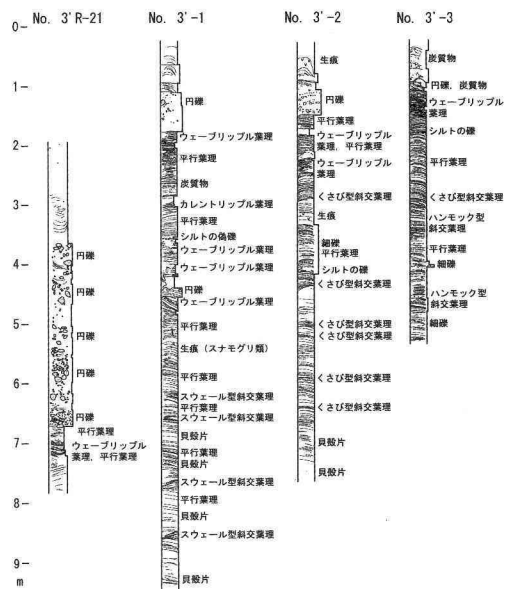


図-4 測線 No. 3' での地質柱状図

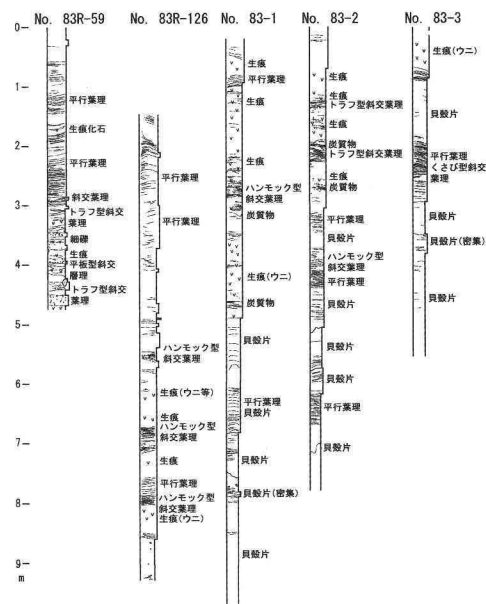


図-5 測線 No. 83 での地質柱状図

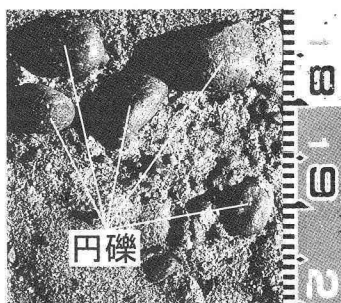


写真-3 円礫を含む残留堆積物 (No. 3' R-21)

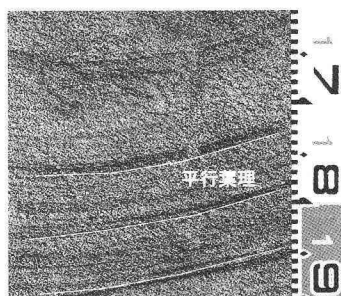


写真-4 砂層中の平行葉理 (No. 83R-59)



写真-5 砂層中のウェーブリップル葉理 (No. 3'-2)

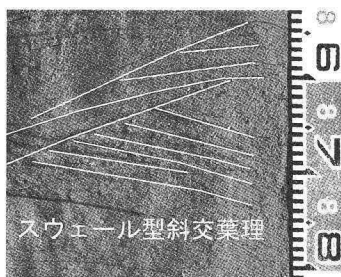


写真-6 砂層中のスウェール型斜交葉理 (No. 3'-1)

- ・As-1-1: 粗～中粒砂ないし中～細粒砂。前浜での堆積物。
- ・As-1-2 (Ag-1): 安山岩質円礫を含む極粗粒砂(中～細粒砂)。河口流路での洪水起源の堆積物(その後、波の営力によって細粒分が洗われ、粗粒分が残された残留堆積物)。
- ・As-2: 細粒砂～シルト。外浜での堆積物。
- ・Ag-2: 細礫混じり極粗粒砂～粗粒砂。洪水起源の堆積物。

以上により、外浜および前浜での堆積物中に、日野川起源の堆積物が挟まれることが明らかとなった。

b) 測線 No. 83 (図-7)

- ・As-1: 粗～中粒砂。下位より上位へ外浜、前浜、後浜での堆積物に区分できる。
- ・As-2: 細粒砂～極細粒砂(一部は粗～中粒砂)。外浜での堆積物。
- ・Ac-1: 極細粒砂。沖浜漸移帯での堆積物。
- ・Ac-2: シルト。沖浜漸移帯での堆積物。

以上により、堆積環境が沖浜漸移帯、外浜、前浜、後浜と浅海化→陸化していったことが推定できる。

(2) 地層の年代

各測線での地層について、得られた年代の概要を以下に示す。また堆積年代のまとめを、表-1、図-6, 7 に示す。

a) 測線 No. 3' (図-6)

C14 法により、As-2 下部で AD 1820 (No. 3'-2) および AD 1805 (No. 3'-3) の年代値が得られた。Pb210 法により、No. 3'-3 での As-2 最上部よりも下位は、100 年前よりは古い結果となった。花粉分析 (No. 3'-1, 3'-3) の結果、As-2 はマツ亜帯 (16 世紀初頭頃～大正末・昭和初頭頃) に対比された。以上に基づき、As-2 の年代は江戸時代後期～かんな流し終了直前頃と推定される。

一方、No. 3'-3 の Ag-1 からビニールごみが確認された。これにより、As-1-1, As-1-2, Ag-1 の年代は、ビニールが普及する第 2 次世界大戦後以降～現在と推定される。

b) 測線 No. 83 (図-7)

C14 法により、Ac-2 上部で BC 720 (No. 83-1), BC 935 (No. 83-2) および BC 1210 (No. 83-3), As-2 最下部で AD 1620 (No. 83-3) の年代値が得られた。花粉分析 (No. 83-1, 83-3) の結果、Ac-2 と Ac-1 の境界直上付近にマキ亜帯とスギ亜帯の境界面 (BC 450 頃) が推定された。同じく As-2 と Ac-1 の境界直下付近に、スギ亜帯とマツ亜帯の境界面 (16 世紀初頭頃) が推定された。以上より、Ac-2, Ac-1 の年代はそれぞれ、縄文時代後期～晩期、弥生時代～中世と推定される。

マツ亜帯でのマツ属花粉の産出割合の増加は、かん

表-1 測線 No. 3', No. 83 の地層区分と年代

測線 3'		測線 83	年 代
As-1-1	As-1	As-1	かなな流し終了以降 (20 世紀初頭～現在)
As-1-2			
As-2	As-2	As-2	かなな流し期間中 (17 世紀～20 世紀初頭)
	Ag-2		
	As-2		
		Ac-1	かなな流し開始以前 (弥生時代～中世)
		Ac-2	縄文時代後期～晩期

流しによる流域山地荒廃によるマツ植生の増加を反映していると考えられる。よって、Ac-1 と As-2 の境界は江戸時代初期のかなな流し開始時に対比される。

C14 法により、As-2 中部から AD 1890 もしくは AD 1940 (No. 83-1) および現世 (AD 1950 以降; No. 83-3) の年代が得られた。花粉分析では、As-2 下部 (No. 83-1, 83-3) と As-1 下部 (No. 83 R-126) に、マツ亜帯とマツスギ亜帯の境界面 (大正末・昭和初頭頃) が推定された。以上より、As-2 と As-1 の年代はかなな流し開始時～現在と考えられる。また、As-2 と As-1 の境界と等時間面は斜交することが分かる。

4. 皆生海岸の長期的な侵食・堆積過程

(1) 日野川河口域での侵食過程

測線 No. 3' の断面を図-6 に示す。現在の海岸線は、1948 年のそれに比べ 200 m 程後退している。1971 年以降の深浅測量データを基に 10 年ごとの地形変化をみると、1970 年代に現海岸線より 200 m 以上沖まで存在したテラス地形が、その後約 20 年間で現海岸線より約 100 m 沖まで侵食されている。

一方、海底下に現存する堆積物の多くはかなな流し期間中の堆積物である。日野川から最近供給され堆積した土砂は標高 -5 m 以浅のわずかの部分で、それも洪水により短期間に堆積し、現在は残留堆積物化したものが多くを占める。

つまり、以下のプロセスが地層解析の結果から読み取れる。日野川河口域においては、かなな流し終了以降、海岸線の現状維持のために必要な土砂量が日野川から供給されなくなったため、その不足分をかなな流し期間中に堆積した地層に求めることとなった。その結果、河口域の海底面は侵食を受ける場となり、海岸線は大きく後退していった。

(2) 境港工区 (堆積域) での海底面の移動過程

測線 No. 83 の断面を図-7 に示す。現在の海岸線は、1948 年のそれに比べ 100 m 程前進している。1971 年以降の深浅測量データを基に 10 年ごとの地形変化をみる

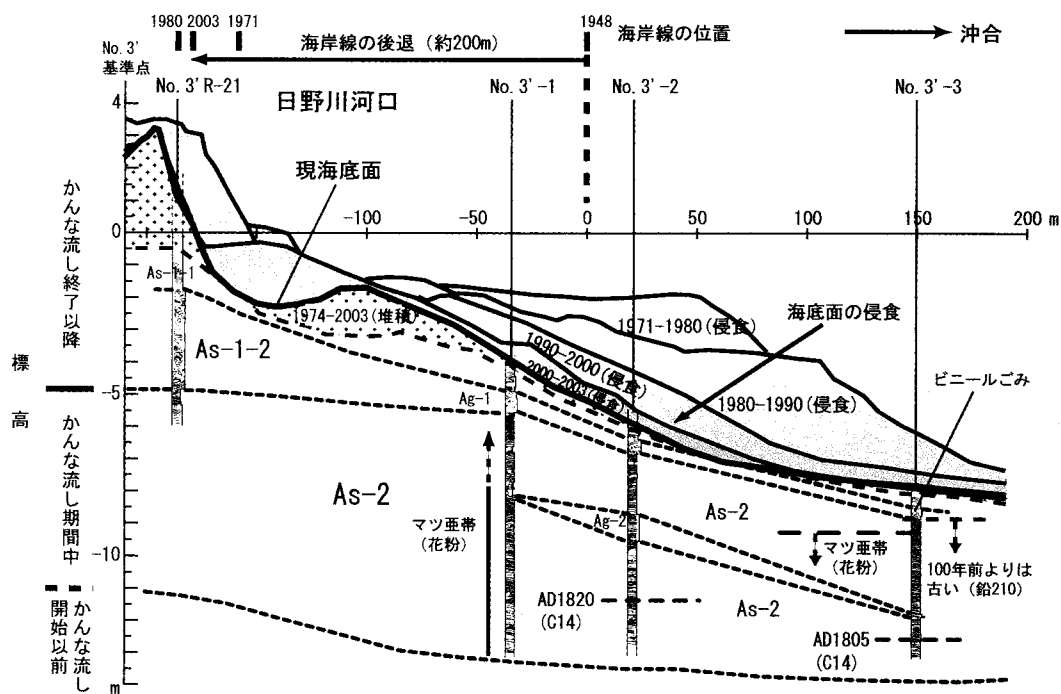


図-6 日野川河口測線 No. 3' (侵食域) での海岸断面

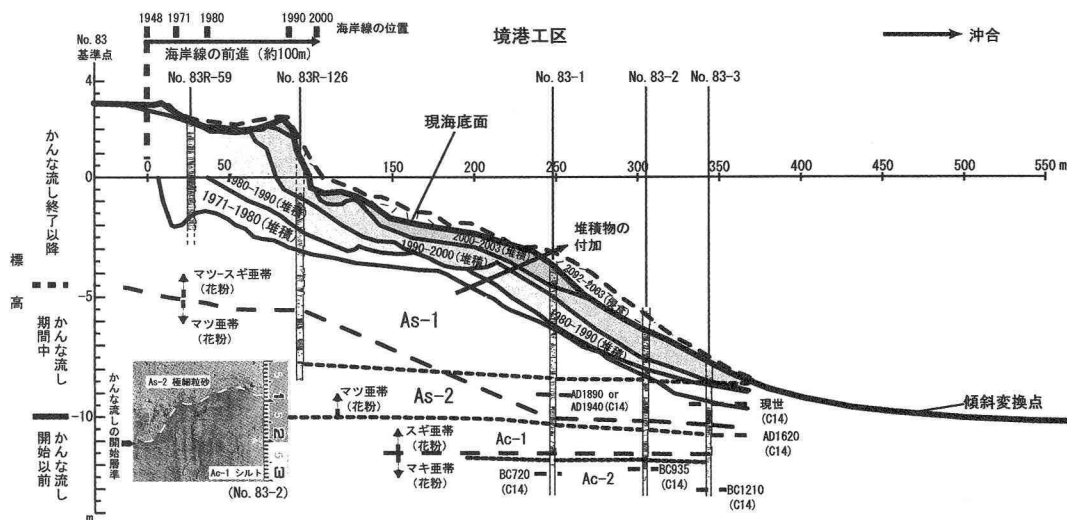


図-7 境界工区測線 No. 83 (堆積域) での海岸断面

と、バーやトラフを作りながら海底面が次第に前進している。1地点に固定して着目すると、堆積場が徐々に浅海化していることがわかる。

堆積物の特徴からみると、かなな流し開始時に対比される Ac-1 と As-2 の境界は、岸側から沖側へかけてほぼ水平で、その標高は -10 m 付近である。この標高は、現海底面での傾斜変換点の位置にほぼ相当する。また、極細粒砂から細粒砂へ粒度が変化する As-2 と As-1 の境界も同じくほぼ水平で、その標高は -8 m 付近に相当する。前章で示したように、この境界は等時間面（つまり海底面）に斜交している。

地層解析により得られたこれらの見解に基づき、以下のプロセスが読み取れる。今回対象とした堆積域では、かなな流しの開始により、Ac-1 のほぼ水平な海底面をベースに極細粒砂の堆積が始まった。その後、かなな流しの終了をはさんで現在まで、堆積物の付加が継続した。その間、鉛直方向には堆積場の浅海化と堆積物の粗粒化を伴いながら、水平方向には海底面の岸側から沖側への前進が徐々に生じていった。

5. まとめ

皆生海岸域での過去 30 年余りの期間における海底地形変化は、図-6, 7 の通りに深浅測量データから復元することが可能で、日野川河口域での侵食・海底面（海岸線）の後退、境界工区での堆積・海底面（海岸線）の前

進という傾向を読み取ることができる。今回この傾向について、地層解析の視点から、測量データがない時代についての実証を試みた。その結果、同様の傾向が認められることが分かった。つまり、砂浜海岸での海岸地形の長期変動のトレンド把握とそれに基づく将来予測が、地層解析から十分可能であると言える。この手法は、現在同様の問題を抱えている国内各地における今後の海岸保全に、大きく寄与できるものと考えられる。

謝辞：徳岡隆夫島根大学名誉教授には、本研究を進めるにあたり色々のご討論頂いた。花粉分析は文化財調査コンサルタント株式会社の渡邊正巳氏に、放射性炭素年代測定は株式会社パレオ・ラボに依頼した。以上の方々に対して、ここに深い謝意を表する。

参考文献

- 宇多高明 (1997): 日本の海岸侵食. 山海堂, 442 p.
- 大西郁夫 (1993): 中海・宍道湖周辺地域における過去 2000 年間の花粉分帯と植生変化, 地質学論集, 39 巻, pp. 33-39.
- 楢原京子・今泉俊文 (2003): 弓ヶ浜半島の完新世における地形発達と海岸線変化. 山梨大学教育人間科学部紀要, 5 巻, 1 号, pp. 1-22.
- 貞方 昇 (1996): 中国地方における鉄穴流しによる地形環境変貌, 溪水社, pp. 173-195.
- 中田 高・島崎邦彦 (1997): 活断層研究のための地層抜き取り装置 (Geo-slicer), 地学雑誌, 106 巻, pp. 59-69.
- 原口 強・中田 高・島崎邦彦・今泉俊文・小島圭二・石丸恒存 (1998): 未固結堆積物の定方位連続地層採取方法の開発とその応用, 応用地質, 39 巻, 3 号, pp. 306-314.