

現成砂浜堆積物中にみられる変形ラミナについて

磯部 一 洋*

Contorted Laminae within Modern Sand Beach Sediments

Ichiyō ISOBE

Abstract

Many contorted laminae are founded within the upper portions of modern beach sediments in several Japanese coasts. Typical examples of these laminae had been observed on the backshores of the Teradomari coast in the central part of Niigata Prefecture, in where the upper wide berms develop continuously except the river mouth of Shin-Shinano river and consist of flat shore terraces about 1-2 m in height.

The sedimentary structures of contorted laminae are similar to one of convolute laminae, but obvious difference exists between two types of laminae regarding the environments of their formation. The former is formed within sand beach sediments, while the latter is formed within bottom sediments followed by turbidite.

From many observations of trenches which were dug 20-45 m long at right angle to the shorelines of the Teradomari coast, the contorted laminae are founded within the strata of 20 cm in depth. They have vertical trend of axes and saucer shaped troughs filled with uniform non-laminated sand, and individual structures are an average 25.9 cm across and an average 5.8 cm thick. Some pronounced features of the contorted laminae are similar to the air-heave structures founded on tidal flat in the Baja California coast reported by STEWART JR. (1956) and the sand-pockets founded on the backshore of the sand beach of Nile delta reported by SOLIMAN (1964).

The author has examined the process and the mechanism of formation of the contorted laminae and concluded as follows. The normal laminae are contorted secondarily after sedimentations on the upper berms carrying by waves. When the upper berms are frequently inundated by the stronger up-rush of winter storm waves and the ground water tables are rising as far as about 20 cm below the sand beach surface of the upper berm, the normal laminae within the upper layer of the upper berm are bowed by the upward movements of pockets of trapped air compressing by sinking water and rising ground water.

1. ま え が き

砂浜における波の遡上限界付近では, sand hole, sand dome などのごく小規模な堆積構造がみられる。これらの構造が急傾斜した先第四系の砂岩にみられる場合には, 堆積順序の決定, すなわち地層の上下判定を行うのに極めて重要なものであり, かつ堆積環境を指示するものとなりうるといわれている (EMERY, 1945)。

筆者は, 新潟県寺泊海岸の砂浜において, これらの堆積構造に加え, 幾分大規模で著しくうねったラミナを多数みだすことができた。この変形ラミナはコンボルト (convolute) 構造とやや類似した形態を呈するが, その形成された環境は明らかに異なっている。すなわち, コ

ンボルト構造はタービダイトに非常に多く (DZULYNSKI and WALTON, 1965), これに対して本稿で述べる変形ラミナは砂浜の堆積物だけに発達するという違いがある。この種のラミナは, 日本における従来の報告にはみられないものである。そこで, 筆者は現地調査の初期にはコンボルト構造, 横臥褶曲 (recumbent fold) など各種の堆積構造との関連を模索したが, 変形ラミナの成因については不明な点が多かった。

一方外国においては, STEWART (1956) がメキシコ, Baja California, Muga 潟内の潮汐三角州 (tidal delta) の潮汐底 (tidal flat) で堆積構造を観察し, 変形ラミナを詳細に記述している。さらに彼は, 野外観察結果に基づいて変形ラミナの成因を究明するために室内実験を行った。その後, SOLIMAN (1964) もエジプト, ナイル三

* 環境地質部

角州, Rosetta 川河口右岸の後浜 (back shore) でこの種のラミナを観察している。

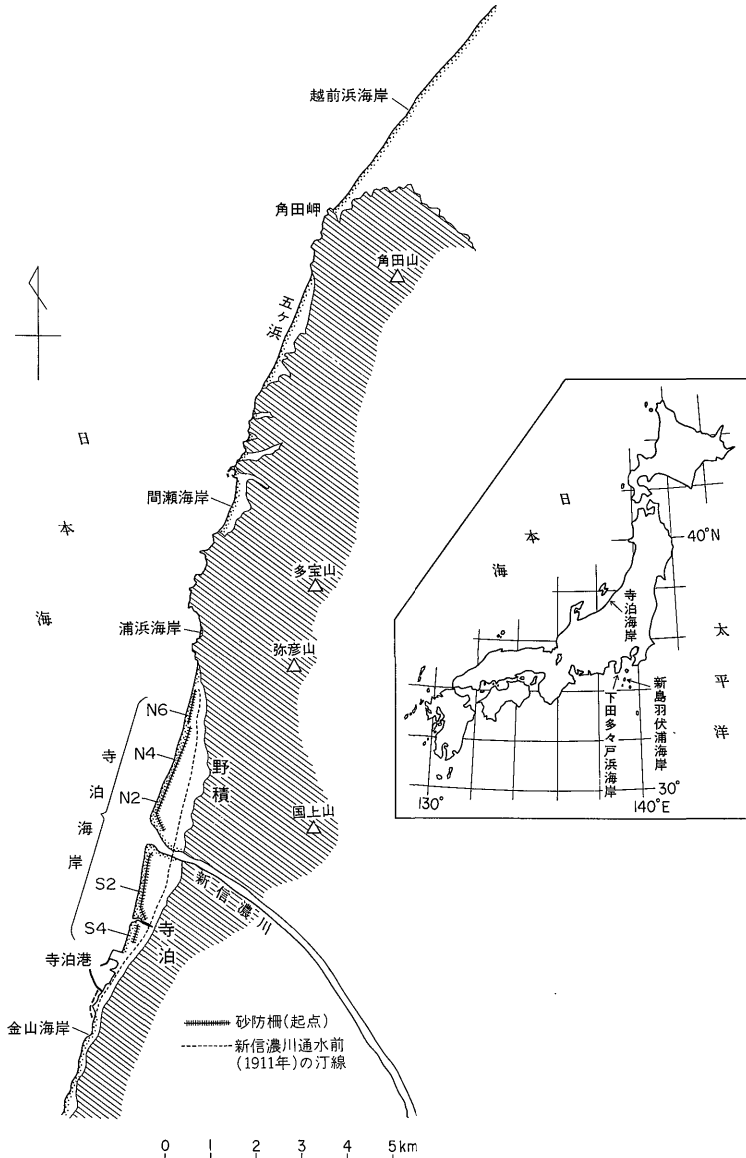
本稿では, 寺泊海岸において観察される変形ラミナを詳細に述べ, さらに STEWART (1956) による変形ラミナとの形態・形成過程および形成環境について比較検討を行うものである。

なお, 現地調査に当たっては寺泊町の各位から協力を仰いだ。記して謝意を表する。

2. 観察方法

寺泊海岸は新信濃川(大河津分水路)が1922年に通水を開始して以来, 短期間に急成長した砂浜海岸である。過去50年間に限定すれば, 堆積とそれによる砂浜の成長速度は日本の海岸線の中で最も著しい。筆者は, 1974-1976年のいずれも9月下旬に第1図に示す通り本海岸およびその南北に当たる砂浜海岸の数カ所(第1表参照)において, トレンチを掘って砂浜の内部構造(inner structure)の観察を行った。

本稿で述べるトレンチは, 砂浜において長さ9-52m, 幅1m, 深さ1m以浅の規模で掘られたものである。ト



第1図 トレンチ観察の行われた海岸の位置図

レンチの方向は、寺泊海岸についてはその伸長方向であるN14°E—S14°Wに直角に、ほかの海岸についてもその汀線に直角である。トレンチを掘る直前には必ず水準測量を実施し、トレンチ最表層部に当たる砂浜の縦断形状を把握した。

筆者により1974-1976年の9月下旬に行われたトレンチ観察の概要を簡単に述べることにする。トレンチを掘る作業は、1)雨天を除く、風速5 m/sec以下で、波高1 m未満の静穏時に行い、2) 2-4時間をかけて午前中から午後遅くとも3時頃までに終えるものである。これは、1)大波の時期には遡上波がトレンチ内に侵入して崩壊が生じ、かつ雨天および強風時にはトレンチの観察断面が崩れ易いので、それらを避け、2)午後3時を過ぎると太陽高度が小さくなり、トレンチの観察断面(すべて北側)が陰になったり撮影条件が悪くなるのを防ぐためである。トレンチを掘り始めてから約20分後¹⁾に断面の観察を開始する。まず、特徴の著しいラミナを確認し、砂浜表面からそのラミナまでの深度を測定するという具合に、柱状図を1 m間隔に測定する。特徴の著しいラミナについてはトレンチの伸長方向(陸側および海側)へそれらを追跡し、トレンチ全体にわたってラミナのスケッチ原図を作成する。トレンチを掘り終えてから断面写真が多少重複するように、1 m間隔に断面の撮影を行い、その写真を後のスケッチ図作成時に補足資料として使用する。さらに粒度分析用の試料約200 gをトレンチの観察断面の中で代表的なラミナ、および汀段表層部から採取する。次に、砂浜の侵食と堆積に対して重要な要因であるといわれる地下水位(DUNCAN JR., 1964)の測定を、2.5 m間隔にトレンチ底で行う(Plate 3-1)。最後にトレンチの南側に掘り上げられた砂(Plate 3-2 参照)を、再びトレンチ内部に埋め戻してトレンチ作業をすべて終了するものである。

3. 観察結果

トレンチの規模、砂浜の幅および変形ラミナの発達状況などは、第1表に示す通りである。第1表によれば、変形ラミナの発達は、砂浜の幅が大きく汀段(berm)が大規模に発達する寺泊海岸において特に良好で、最近急速に砂浜が前進している浦浜海岸においては汀段表層部に局部的に発達するだけであり、砂浜の幅の小さく汀段が未発達であるそのほかの海岸には全くみられない。

そこで、変形ラミナの発達が特に良好な寺泊海岸にお

第1表 トレンチごとの変形ラミナの発達状況

トレンチ名	新信濃川河口からの距離(km)	トレンチの長さ(m)	砂浜の幅(m)	変形ラミナの発達状況	
越前浜海岸 (1975)	北18	17	31	欠	
間瀬海岸 (1975)	北 7.5	13	26	欠	
浦浜海岸 (1975)	北 5	28	41	局部的に良好	
寺泊海岸	N 6 (1975)	北 3	44	68	良好
	N 4 (1974)	北 2	17	103	欠
	N 4 (1975)		29	91	良好
	N 2 (1974)	北 1	25	113	良好
	S 2 (1974)	南 1	52	106	良好
	S 2 (1975)		39	114	良好
	S 2 (1976)		36	112	良好
	S 4 (1974)	南 2	37	97	良好
金山海岸 (1975)	S 4 (1976)		35	138	良好
	南 4.5	9	15	欠	

ける観察結果を中心に述べることにする。まず変形ラミナの代表例を示す。Plate 3-2は、1975年のN 4測線におけるトレンチを同一汀段上の少し離れた位置から撮影したものである。多数の変形ラミナが平行ラミナの上位に認められ、THOMPSON (1937)による斜交ラミナの分類によればタイプDに相当する大規模な斜交ラミナも写真中央の折尺付近にみられる。Plate 3-3は、上述の折尺付近汀段表層部を、Plate 3-4はさらに近接撮影したものである。Plate 3-4によれば、砂浜の表面から深度13 cm までに変形ラミナが発達し、特徴の著しい堆積構造であることが分かる。写真中央のラミナの凹部は、褶曲構造でいえば向斜部に、その両側でラミナの凸部は背斜部にそれぞれ当たる。左側(海側)の背斜部の軸面はほぼ鉛直な向きである。そして、上方に向かうにつれ変形の割合が大きくなっている。このような特徴をもつ変形ラミナの堆積構造は、同一ラミナに着目すれば波長22 cm (第3図参照)、最大波高10 cm である。向斜部では砂浜の表面から深度8 cm にかけて一様にやや粗い砂からなり、ラミナが認められない。なお、写真にみられる黒っぽいラミナは、CLIFTON (1969)の指摘している通りその明るいラミナと比べて細粒で、重鉱物の含有率が高い。

上述の変形ラミナは、いずれも汀線に直角方向に掘ったトレンチ(二次元断面)においてみられたものである。次に、観察断面の向きを変え、トレンチに対して直角方向すなわち汀線に平行な方向において変形ラミナを観察する。Plate 4-1は1976年のS 2測線のトレンチにおけるものであり、一つの背斜部に着目してトレンチに

1) 掘りはじめの初期の状態では個々のラミナが識別しにくい、20分ほど経過するとラミナごとの蒸発の差異によって次第に観察が容易になるためである。

直角に長さ約30 cm 北側へ掘った結果を示している。これによれば、背斜部および向斜部がトレンチに直角方向に伸びていることが分かる。この写直の撮影場所と極く接近した同一トレンチのほかの場所においても観察を繰り返したが、ほぼ同様な結果が得られた。以上から、うねって変形した構造は二次元的な特徴を有しているものと考えられる。今後三次元的な特徴についてさらに詳細な調査検討を要するが、より記載を簡潔にするために本稿では汀線に直角方向に掘ったトレンチの二次元断面における観察結果だけについて述べる。

第2図は、寺泊海岸の各トレンチ(第1表)において観察した結果を、スケッチ図に表現したものである。第2図によれば、各トレンチごとに変形ラミナの発達の差異が明瞭である。このラミナが全くみられないものは第2図(2)²⁾(1974年9月のN4測線における観察結果)であり、わずか長さ1 mのものは第2図(4)である。ほかのトレンチにおいてはいずれも変形ラミナの発達が著しく、特に第2図(1)・(9)をみると24 mにわたり連続的に発達している。大部分の変形ラミナは、汀段表層部から海側へ緩勾配をなして埋没する格好で存在する。しかし、第2図(5)~(8)をみると変形ラミナが2~3の層準に別々に発達し、特に第2図(6)・(7)にはそれが完全に埋没して保存されているものがある。さらに、変形ラミナが埋没せずに、汀段表層部に小規模ながら存在するものもある(第2図(5)・(8)の最も陸寄り)。

第2図(5)~(7)は、S2測線における1年ごと3回³⁾にわたる観察結果を示している。砂防柵が設けられた浜堤頂部を起点とし、そこから80~90 m地点に発達する変形ラミナはいずれも同じ位置関係および高度にみられることから同一のものであるとみなされる。第2図(6)の起点から80~90 m地点表層部において、逆傾斜する薄い砂層が1975年1月下旬⁴⁾までに堆積していたことから判断して、変形ラミナはそれ以前に埋没されたものである(磯部, 1978)。同様に、第2図(7)の起点から90~92 m地点に発達するこのラミナも、第2図(6)の起点から88~104 m地点に発達するラミナの極く一部が侵食されずにとり残され、1975年9月から1976年1月下旬までに埋没されたものと考えられる。

変形ラミナの発達する砂層の厚さは、Plate 3-4によれば砂浜の表面から13 cmの深度までしか達していない。また寺泊海岸における測定の結果、このラミナ全体

が形成する一つの堆積構造の厚さは20 cm以下であって、上下方向に二つ以上重なってはみられない⁵⁾。

詳細な観察によれば、砂浜表面と比べてさらに急勾配な平行ラミナは、変形ラミナが汀段表層部に発達する範囲内ではそこに近づくと、新たにうねり始める。第3図(1)は、この関係を模式的に表現したものである。黒っぽいラミナに着目すれば、汀段表層部でうねる状態がより一層明らかである。一方第3図(2)は、砂浜の表面に平行なラミナがうねる関係を野外観察に基づいて模式的に表現したものである。汀段の表層部に発達する同一のラミナだけが連続的にうねり、下位の平行ラミナは変形を全く受けていない。

4. 変形ラミナの形成時期

すでに、1)大部分の変形ラミナは、汀段表層部に存在し、さらに表層部から海側へ緩勾配をなして汀段内部に埋没するが、一部には、2)ラミナが全く埋没したものと、3)陸寄りの汀段表層部に小規模に発達するものもあることを述べた。2年間にわたる観察結果を基に推察すれば、2)の全く埋没したラミナも形成されたと考えられる時期にはいずれも汀段表層部に発達していたものである。このようにして、変形ラミナの堆積状態について詳細な検討を行えば、このラミナの形成時期がトレンチを掘った後の時点であってもある程度明らかになるものと考えられる。そこで、第2図および第3図を基に考察を進めることにする。

第3図(1)に示した通り、遡上波が運搬してきた砂粒を砂浜に堆積することによってまず平行ラミナが形成され、二次的にそれが変形される。変形ラミナが筆者の観察した9月下旬に存在していることから、9月下旬を除くほかの時期に変形されていることになる。

汀段の発達過程が最も理解し易い第2図(6)を例にとれば、起点から88~104 m地点に変形ラミナが連続して発達している。このうち起点から89~104 m地点に発達する変形ラミナは、同図にラミナaと示された暗灰色の細粒の砂(第2表)からなるラミナが、1975年1月下旬以後に形成されていた(磯部, 1978)ことから判断して、1975年1月下旬から9月にかけて期間内で、明灰色の粗粒の砂(第2表)からなるラミナbの堆積直前までに形成されていることになる。さらに明灰色のやや粗粒の砂(第2表)からなるラミナcはこのラミナbを切り、1975年9月のbeach faceとほぼ同じ急勾配をなしていることから、波の静穏期における局部的な侵食に伴う後退を示

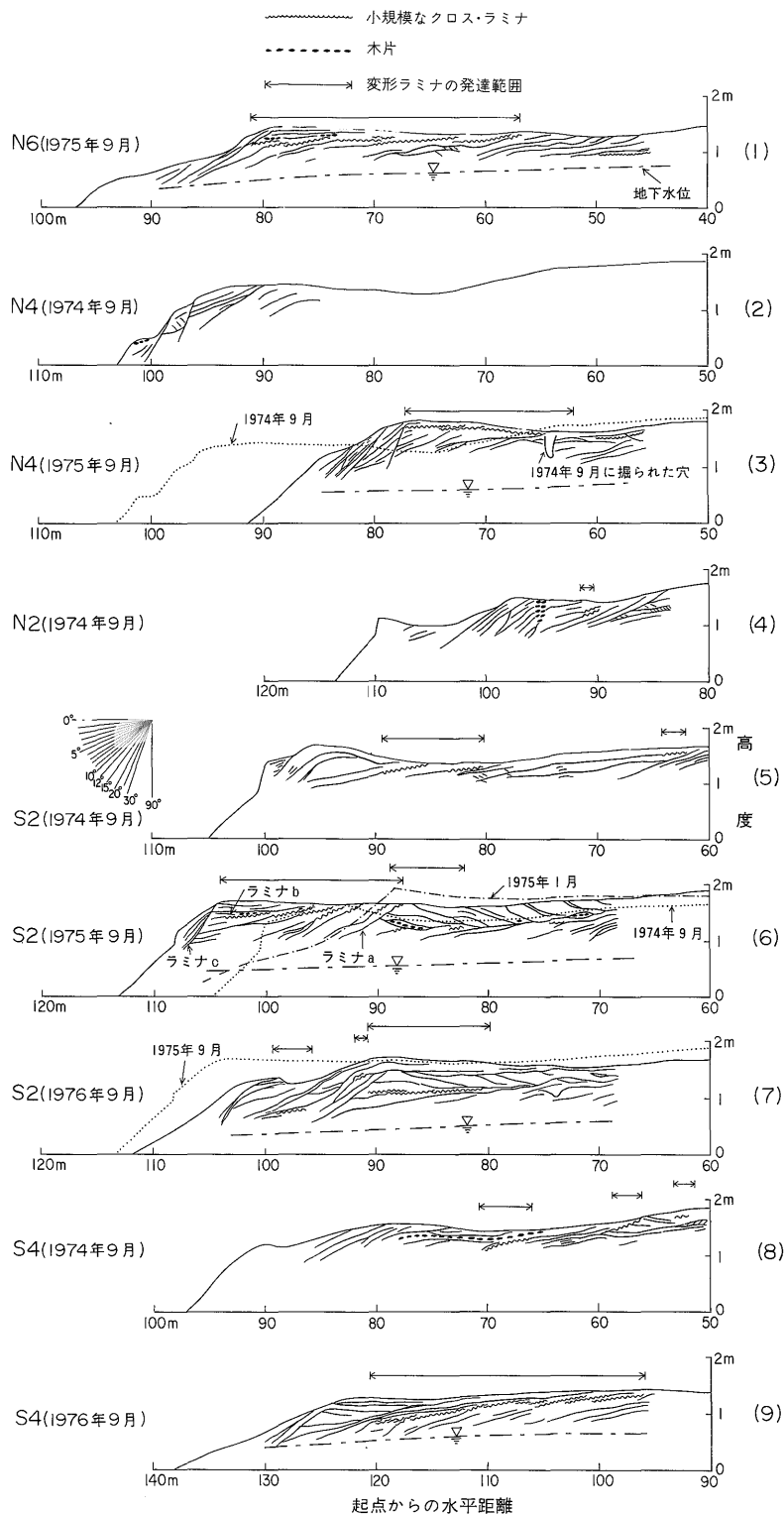
2) 観察年月と測線名にかわって、第2図の(1)から(9)の番号で呼ぶ。

3) トレンチの掘られた位置の中心は、1年目には測線の南側1.5 m、2年目には測線の南側0.5 m、3年目には測線の北側0.5 mである。

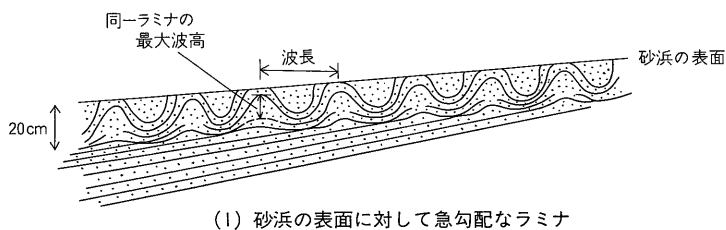
4) 第2図(6)の一点鎖線は1975年1月下旬に測量された縦断形状である。

5) 後述するように伊豆新島羽伏浦海岸では、この堆積構造は二つ重なっていた(Plate 4-3 参照)

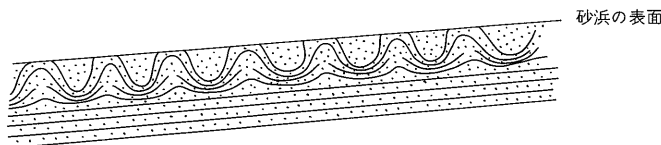
現成砂浜堆積物中にみられる変形ラミナについて (磯部一洋)



第2図 寺泊海岸におけるトレンチのスケッチ図



(1) 砂浜の表面に対して急勾配なラミナ



(2) 砂浜の表面に対して平行なラミナ

第3図 汀段表層部にみられる変形ラミナの模式図

第2表 S2測線(1975年)のトレンチにおける特徴的なラミナの粒度分析結果

ラミナ	a	b	c
粒度分析値			
中央粒径 (Mdφ)	1.81	1.19	1.59
淘汰度 (σφ)	0.42	0.35	0.39

している。寺泊海岸において波の静穏期は北西季節風が吹かない4-10月に相当する(磯部, 1978)ので、ラミナcの形成時期は4月から9月中旬までのいずれかの時期である。以上から、変形ラミナの形成時期は1975年1月下旬から9月中旬までであるが、汀段が十分に発達し終わった時期が明らかになれば、さらに形成時期は限定されることになる。

次に汀段の発達過程と、第2図(6)における起点から88-104m地点に発達する変形ラミナとの関係について述べる。海側へ急勾配をなすラミナaは、1975年1月以後(冬季)における最も後退したbeach faceの形態を呈する。これに対して、緩勾配なラミナbは、汀段が海側へ大規模に発達しつつある一時点における表面形態を呈している。ラミナaの形成時からラミナbの形成時にかけて期間には、大規模な侵食の状態は認められず、ほぼ連続して堆積が生じた結果、汀段が大規模に形成されていたことが明らかである。そして、汀段が最も発達する直前に、汀段表層部に存在する平行ラミナが起点から88-104m地点の16m間にわたり変形されている。なお、ほかのトレンチにおいても変形ラミナの形成時期としては、汀段が最も発達する直前のものが多い(第2図

(1)・(3)・(5)・(9)。起点から96m地点の海側に当たる汀段においてはさらに変形ラミナの上に平行ラミナが海側ほど厚く堆積しているが、その陸側に当たる汀段においては堆積が全くみられない。従って、変形ラミナの形成後、起点から96m地点を境にその陸側には遡上波がもはや達しなかったものと考えられる。

5. 変形ラミナの形態および形成過程に関する考察

5.1 形態

寺泊海岸において発達する変形ラミナの形態についてその代表例をPlate 3-2から4-1に示し、また第3図にはこのラミナを模式的に表現した。野外観察によれば、変形ラミナの形態は必ずしも同図のように規則的なものばかりではなく、著しく変化に富んだものも多い。例えば、このラミナが形成する堆積構造について波長および波高の計測を観察中に実施した結果、波長は16-41cm、波高は3-13cmと2-4倍以上にも変化する。このように計測値に著しい変化がみられるということは、この堆積構造が完全な波形を示さず、計測箇所とした変形ラミナの峰および谷の識別が難しいためであると考えられる。なお、100個の全計測例について波高と波長の平均値を求めるとそれぞれ25.9cm・5.8cmであった。

変形ラミナが形成する堆積構造について、STEWART(1956)によるものと本研究から明らかになったものとを比較すると、共通する点が非常に多く、それらは次に述べる通りである。堆積構造の厚さは20cm以下であり、平行ラミナによってその上下をはさまれている。また、背斜部の軸面はほぼ鉛直であり、そこでは上方に向

かうにつれて次第に変形の割合が大きくなり、向斜部においてはラミナを欠く様な砂層が観察される。波長についても、STEWART (1956) によるものは20-25 cmより小さく、本研究による平均値25.9 cm に近似する。さらに、SOLIMAN (1964) による堆積構造と本研究によるものを比較しても、両者ともに幅の広い皿状の向斜部をもち変形ラミナの波高は約5 cm であり、形態上共通する点が多い。STEWART (1956) はこの構造を air-heave 構造、SOLIMAN (1964) は sand-pocket と呼んでいる。前者の名称は構造の成因に基づいて、後者のそれは向斜部の形態に基づいてつけられたものである。

5.2 形成過程

STEWART (1956) は、San Miguel 潟内の潮汐三角州で、海側に緩勾配な潮汐底の表層部に発達した air-heave 構造を詳細に観察し、定性的な記述を行っている。この堆積構造は入射波から保護された部分において、かつ非常にゆるくしまつたあるいは空隙の多い砂床にだけ発達すると述べている。彼はこの構造の形成過程を次のように考えた。小さな波が入射し、干潮・満潮に伴う潮位変化に対応して潮汐底が満潮時に海水で覆われ、干潮時に露出し、地下水面も潮位変化に対応して上昇・下降を繰り返すような条件下では、潮汐底の表面から浸透する海水と地下水の両者によって砂層中にとり込まれていた空気が圧縮され、特にそれは地下水の上昇に伴って上方に強制的に追いやられる。その結果、上昇する空気が相対的に海水の浸透しにくい黒っぽい細粒の砂からなるラミナに到達すると、それを上方に曲げて変形させる。さらに上位に当たるラミナが極度に変形を受け、破壊されて隆起部の両側に落ち込み、ラミナを欠く様な砂層が形成されるに至ると述べている。なお、筆者も変形ラミナのうちの、砂層中の空気が背斜部から地表に通じ抜けたことを示しているようにも考えられる堆積構造を観察した (Plate 4-2)。

寺泊海岸において発達する変形ラミナは、STEWART (1956) による air-heave 構造と類似した形態を呈することから、同様な形成過程を経て形成されたものと考えられる。ところが、寺泊海岸は上述の形成環境と次の2点で著しく異なっている。1) 潟や湖ではなく外海である日本海に直接面し、入射波からしゃへいされてはいない。2) 日本海沿岸では干満の潮差が非常に小さく、大潮の潮差でも0.2-0.3 m に過ぎない (荒巻, 1971)。大潮の満潮時であっても波の小さな時には、遡上波が広い汀段上まで達しない。従って、寺泊海岸における変形ラミナは、STEWART (1956) の述べている形成環境と異なり、潮汐の変化によるものではなく、むしろ波の規模の変化によ

って生ずる遡上波の到達距離・地下水面の昇降のそれぞれ変化によるものと考えられる。先に述べた通り、変形ラミナが変形を受けたのは汀段表層部であると考えられることから、汀段上まで遡上波が達するような波浪条件下で形成されるのであろう。

STEWART (1956) は、air-heave 構造が外海に面する砂浜上では時々みつか程度であって、しかも発達が著しく悪いと述べている。しかし、変形ラミナが日本海に面する寺泊海岸において良く発達し、また sand-pocket が地中海に面するナイル三角州の海岸においてみられる (SOLIMAN, 1964) ことから、外海への流入河川の河口海岸にもこのラミナが発達していることは明らかである。筆者は寺泊海岸に加えて太平洋に面する伊豆下田多々戸海岸および伊豆新島羽伏浦海岸 (第1図) の汀段上でも変形ラミナを観察することができた (Plate 4-3)。従って、このラミナは河口海岸および外海に開口した潟内部の沿岸ばかりではなく、その形成に適した所であれば一般の海岸であっても発達しているものと考えられる。

変形ラミナは、暴浪後汀段が最も発達する直前に形成されていることを述べた。この事実と、STEWART (1956) による air-heave 構造の形成過程とを参考にすれば、変形ラミナの形成過程は次のように考えられる。暴浪期には砂浜が大規模に侵食されて後退するが、SONU and VAN BEEK (1971) と磯部 (1979) が述べている通り、その後波の静穏期に向かうにつれて汀段が系統的に発達する。汀段が徐々に発達し、その形態が次第に明瞭となり、かつ汀段端の高度がまだ小さく、遡上波が海側に緩勾配な汀段表面まで頻りに達するような波浪条件下において、汀段表層部の平行ラミナが厚さ20 cm 以下で変形されるものであろう。この時、地下水面は汀段の表面から約20 cm 位まで上昇した状態にあるものと仮定される。やがて、遡上波が汀段上へ到達する頻度が小さくなり、地下水面がさらに低下するようになると堆積域が海側に移り、汀段が最も発達する。その後さらに波が小さくなると、遡上波は汀段上まで達せず、急勾配な beach face を形成する。

変形ラミナの形成に対して重要なものは、波や潮汐に加え、反対に作用を受ける側のものとして、1) 砂浜の縦断形状、2) 海浜堆積物の特性があげられる。1) については、すでに第1表に示した通り、砂浜が狭く、急勾配で、汀段が未発達な海岸には、いずれもこのラミナが発達していない。これは、急勾配な砂浜においては地下水面が常に砂浜の表面と平行になり難く、上述の変形ラミナの形成環境と著しく異なるためであらう。2) については、汀段が発達していても淘汰の良好な礫や極く粗粒な

砂からなる砂浜海岸では、堆積物の空隙率が大き過ぎこのラミナが発達していない(磯部, 1977)。以上から、外海に面した海岸であっても汀段が発達し、適当な空隙をもち、ゆるくしまった砂からなる砂浜は、変形ラミナの発達に適した環境であると考えられる。

6. ま と め

筆者は、寺泊海岸の砂浜に発達する汀段表層部で著しくうねった変形ラミナを観察することができた。このラミナは汀線に直角な縦断方向の観察によれば、平行ラミナに挟まれた厚さ約20 cmの間に、鉛直な背斜部と幅の広い向斜部をもつ平均波長約26 cm、平均波高約6 cmの規模で二次的に変形されたものである。それは、背斜部において上方に向かうにつれてうねり方が大きく、向斜部がラミナを欠く様な砂層からなることに特徴がみられる。すでに STEWART (1956) と SOLIMAN (1964) により報告されている air-heave 構造,あるいは sand-pocket と呼ばれる堆積構造と極めて類似した形態を呈することが明らかとなった。

変形ラミナは、STEWART (1956) の報告している形成環境と異なり、外海に面する波浪の大きな海岸であっても、汀段が発達し、適当な空隙をもちゆるくしまった砂からなる砂浜海岸であれば、形成される可能性が高い。その形成時期としては、汀段が最も発達する直前で遡上波が汀段上まで達し、かつ地下水水面が汀段の表面から深度20 cm位まで上昇している時であろう。その際に厚さ20 cm以内の砂層中の空気が強制的に圧縮され、変形ラミナが形成されるものと考えられる。

変形ラミナは、convolute 構造同様に先第四紀の地層の上下判定に利用できるだけでなく、堆積環境推定の一つの手がかりとなりうるものである。その形成環境としては STEWART (1956) の述べているように潟内の潮汐三角州の沿岸だけではなく、外海に面する河口海岸、さらには形成環境さえ適すれば、ほかの一般の砂浜海岸も考慮の対象となり得るであろう。さらに、砂浜堆積物にはしばしば逆グレイディングがみつかると(岡田, 1968; CLIFTON, 1969)。地層中に逆グレイディングと変形ラミナの共存する砂岩層がみつければ、この地層は砂浜堆積物の可能性が高いものと考えられる。

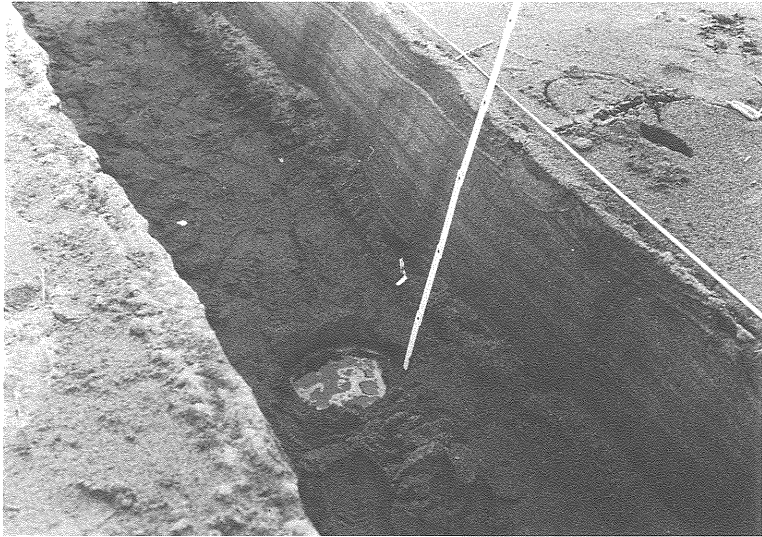
本稿では野外観察結果に基づいて変形ラミナの海一陸方向のしかも鉛直面上の二次元的な構造について述べたが、今後三次元的な構造についても究明する必要がある。また、より定量的に形成過程を究明するためには、このラミナの形成時期における遡上波・地下水位・堆積物の空隙率・砂層中の空気圧等の観測を行うべき

であろう。

文 献

- 荒巻 孚 (1971) 海岸。犀書房, 東京, 426 p.
- CLIFTON, H. E. (1969) Beach lamination: Nature and origin. *Marine Geology*, vol. 7, p. 553-559.
- DUNCAN Jr., J. R. (1964) The effects of water table and tide cycle on swash-backwash sediment distribution and beach profile development. *Marine Geology*, vol. 2, p. 186-197.
- DZULYNSKI, S. and WALTON, E. K. (1965) *Sedimentary features of flysch and graywackes*. Elsevier, Amsterdam, 274 p.
- EMERY, K. O. (1945) Entrapment of air in beach sand. *Journal of Sedimentary Petrology*, vol. 15, p. 39-49.
- 磯部一洋 (1977) 海浜砂礫のおいたちを鹿児島県新島に探る。地質ニュース, no. 273, p. 11-19.
- (1978) 新潟県寺泊海岸における堆積過程について。地質調査所月報, vol. 29, p. 773-792.
- (1979) 静岡県下田市多々戸浜海岸における海浜縦断形状の変化過程に関する研究。地質調査所月報, vol. 30, no. 7 (掲載予定)。
- 岡田博有 (1968) 礫質堆積物にみられる逆グレイディング。地質学雑誌, vol. 74, p. 589-594.
- SOLIMAN, S. M. (1964) Primary structures in a part of the Nile delta sand beach, in VAN STRAATEN, L. M. J. U., ed. *Deltaic and shallow marine deposits*, Elsevier, Amsterdam, p. 416-425.
- STEWART Jr., H. B. (1956) Contorted sediments in modern coastal lagoon explained by laboratory experiments. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, vol. 40, p. 153-161.
- THOMPSON, W. O. (1937) Original structures of beaches, bars, and dunes. *Bulletin of the Geological Society of America*, vol. 48, p. 723-752.

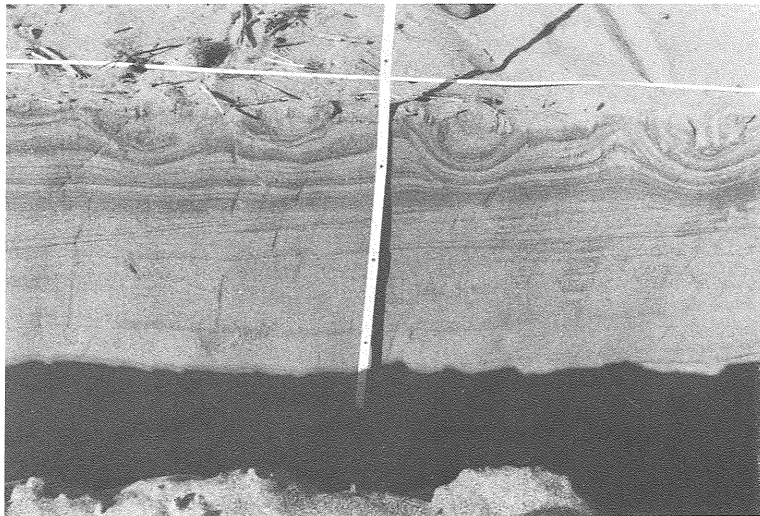
(受付: 1978年10月31日; 受理: 1979年1月31日)



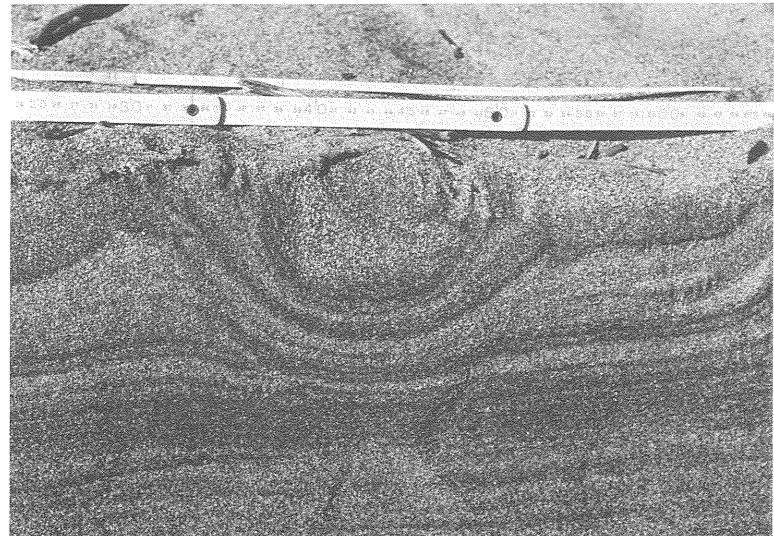
1. 寺泊海岸N6測線(1975年)のトレンチ底にみられる地下水面(左上が海側)



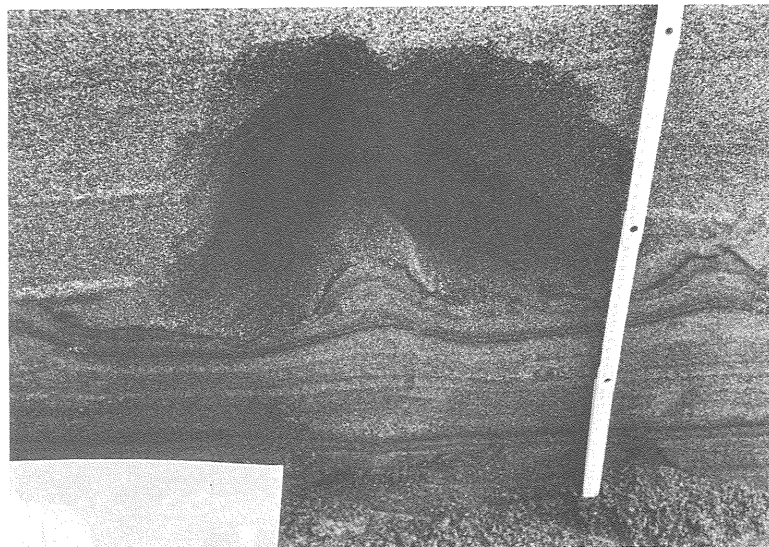
2. N4測線(1975年)の汀段上に掘られたトレンチ



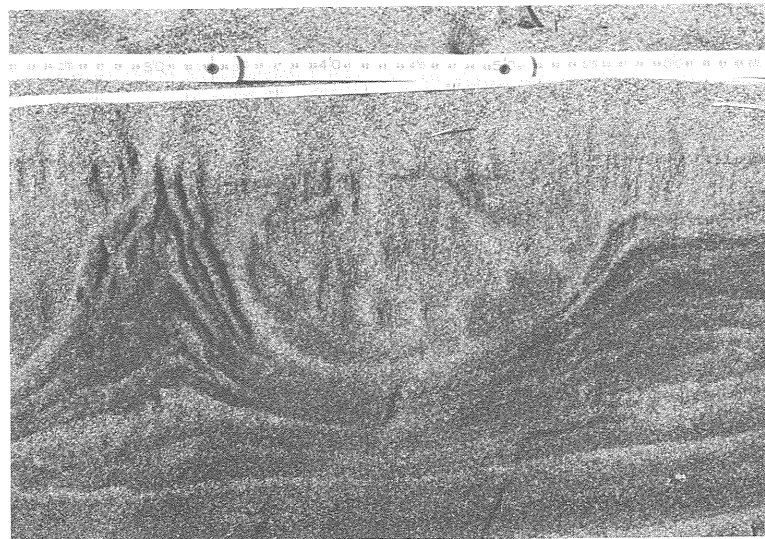
3. 折尺付近(Plate 3-2 中央)の近接撮影



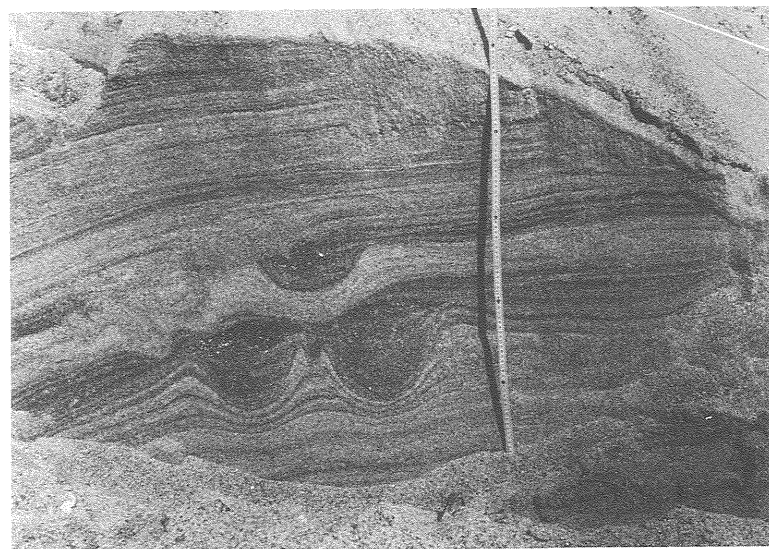
4. 変形ラミナの堆積構造とその規模



1. 変形ラミナの背斜部の形態 [S 2 測線 (1976年)]



2. 空気の抜け跡と考えられる堆積構造 (背斜部) と向斜部の無葉理堆積物 [N 4 測線 (1975年)]



3. 新島羽伏浦海岸汀段端付近にみられる変形ラミナ (右が海側)