シャップ半島と地質条件が同じにもかかわらず、全く別の、V字谷に刻まれた壮年期的山相を呈する。両山地の海拔高度および侵蝕基準面に対する比高にも大差がないから、北部の被周氷河作用地域の原地

形がすでに老年期的であつたということとはできない。

この報告にあつたつて、東京大学・東京都立大学・ボン大学の各地理学教室の方々に感謝いたします。また文部省科学研究費の一部を使用したことを記して感謝いたします。(1960年8月15日受理)

PERIGLAZIALE ERSCHINUNGEN IN NORD-HOKKAIDO

Hideo SUZUKI

Die Hügellandschaft in Nord-Hokkaido ist bisher als Beispiel eines späteren Stadiums der normalen Erosion betrachtet worden. Bei der genaueren Untersuchung hat der Verfasser festgestellt, dass sie durch die periglaziale Verflachung entstanden ist. Die Beweise dafür sind Dellen, Blockströme, fossile Strukturböden und ein Eiskeil; letzterer ist allerdings noch fraglich. Daneben wurden auch rezente Solifluktion (in 168 m ü. M.) und Nivation (in 150 m ü. M.) gefunden.

Für das Zustandekommen der vorliegenden Arbeit ist der Verfasser Herrn Prof. Dr. C. Troll und anderen Damen und Herren im Geographischen Institut der Universität Bonn zu Dank verpflichtet.

[短報] 西津軽地方における海岸段丘面上の砂丘について

大 倉 陽 子

まえがき

筆者はこの数年来、段丘面の縦断面形および段丘堆積物の状態と、段丘面形成中における地盤運動との関係を知るために、西津軽地方の海岸段丘の調査をおこなってきた。その際に、場所によっては、段丘面上に砂丘があつて、段丘面や段丘崖の表面形態を著しく修飾していることに気がついた。わが国の

海岸砂丘についてはすでに多くの研究があり、最近とはとくに台地または段丘面上に分布する砂丘についてもかなり注意されており¹⁾、大規模な砂丘にみえる地形も、古い砂層からできた台地の上に薄く砂を堆積していることが多く、砂丘の厚さは意外に薄いものであることが指摘されている²⁾。鯉が沢以北にある津軽砂丘についても、海底堆積面の上昇して生

1) たとえば

- a. 小笠原義勝：(1951)日本の風蝕地形に関する若干の考察——下北半島および関東南部を中心として——資源研彙報, 19/21, 110~118.
- b. 大矢雅彦・市瀬由自：(1958)下北半島の海岸砂丘第1報。資源研彙報, 46/47, 5~12.
- c. 大矢雅彦・市瀬由自・和島誠一(1959)：志布志湾岸の平野地形第1報——海岸砂丘を中心として——。資源研彙報, 49, 39~50.
- d. 吉川虎雄・斎藤光格(1954)：房総半島千倉港付近の海岸ならびに海底の地形。東大地理学研究, 3, 40~50.
- e. 坂口 豊(1959)：北海道の新しい時代の地殻運動。地理評, 32, 401~431.
- f. 中野尊正(1953)：平野。日本地理新大系I, 自然, 46~47, 73.

2) a. 中野尊正：前掲 1) f. P. 53.

- b. 山本荘毅(1959)：海岸地下水、とくに砂州の地下水について。地理評, 32, 579~594.

じた海岸平野上にのるもの³⁾であることがすでにのべられている。しかし、筆者が調査した地域(青森県西津軽郡の海岸地方、鰺が沢から深浦をへて沢辺に至る地域)については、まだ具体的な記載をみないようである。そこで、海岸段丘地形に関する詳しい報告は別の機会にゆずり、以下には、本地域の砂丘の分布とその形成条件、形成過程および砂丘による表面形態の変化などについて簡単な記載と考察を試みたい。なお、御指導いただいた東京教育大三野教授、町田助教授に感謝申し上げる。

砂丘の分布と形状

西津軽地方には模式的な海岸段丘地形が発達して

おり、少なくとも5段以上の段丘面が分布している。筆者は、先にのべた目的の関係上、段丘面の原形がよく保存されていると思われる、旧汀線高度約80~100mの段丘を第1段丘とよび⁴⁾、それ以下第4段丘までを区別した⁵⁾。その中、砂丘が分布するのは第2段丘面以下である。第2段丘面は本地域を通じてもつとも巾が広く、また普遍的に分布しており、旧汀線高度は50~60mである。第3段丘面は大戸瀬崎付近から立待崎にかけて分布し、かなり巾は狭く、旧汀線高度は30~40mである。第4段丘面は深浦以北に分布し、旧汀線高度は5~10mである。

これらの段丘面上にのる砂丘の分布を調査する

第1図 砂 丘 の 分 布

3) 渡辺 光 (1956): 海岸地形. 新地理学講座, 自然地理 I, 308~309.

4) これ以上に少なくとも1段の段丘面がある。

5) 大倉陽子 (1960): 海岸段丘面の形成過程に関する地形学的研究——西津軽地方において——(未公表). 段丘の対比, 高度, 分布についてはこの論文にのべてある。後にまとめて公表の予定であるので、ここにはかたにのべるだけにする。

と、第1図のようになる。その分布は、大体において海岸線の方角と関係しており、北東～南西方向の海岸線をもつ場所(鯨が沢～大童子川付近、大戸瀬崎～行合崎付近)だけに限られている。しかし、深浦以南ではどの方向の場所にも砂丘はまったく存在しない。

砂丘の形状についてみると、新しい段丘にのものは非常に明瞭であるが(写真1)、古い段丘にのものは不明瞭で、砂丘の勾配もゆるい(写真2、

3)。時には、砂丘としての特有な形態がほとんど消失して、段丘面末端が逆傾斜しているにすぎないこともある(写真4)。そして、前述のように、第1段丘面上には、全く認められない。また、第2、第3段丘面上の砂丘は、密な植生でおおわれていて、現在完全に固定している。

砂丘の段丘面上からの比高は所によって異なっている。たとえば、第2段丘面上では、赤石で10m、

牛島(第1図A)2m、風合瀬駅付近(同H)9m、第3段丘面上では下晴山(同F)3m、野中(同G)2m、第4段丘面上では、赤石8m、半島7m程度であり、全体として5m前後の比高

をもつことが多い

砂丘の分布と風向との関係

砂丘の形成に当つては、砂を動かすのに十分な強さをもつ⁶⁾、陸地に向う卓越風との関係が重要であるといわれている⁷⁾。そこで、本地域の砂丘の分布が一定方向の海岸線と関係していることは、卓越風との関係によるものではないかと考えて、風に関する資料をみると、第1表のようになる⁸⁾。

第1表は深浦における風の状態である。この値が、一応本地域全体を代表するものとする、年間を通じての卓越風向はSWであるが、この方向の風はおもに陸地から吹き出すものである。それに対し、冬の卓越風向はおもにWNWで、海から陸へ向う風であ

写真1 牛島付近の第4段丘面上の新しい砂丘

写真2 赤石付近の第2段丘面とその上の砂丘

←砂丘(ここでは形態が非常に明瞭である)。前景の平坦な所が第2段丘面

写真3 牛島付近の第2段丘面とその上の砂丘

←やや高まっている所が砂丘
赤石川
前景の平坦な所が第2段丘面

6) Worcester, P. G. (1948) : A Textbook of Geomorphology. p. 222.
7) Thornbury, W. D. (1954) : Principles of Geomorphology. p. 303.
8) 本邦海岸気候表(1948), 水路局書誌(701).

り、砂丘の形成に関係するものと思われる。そして、冬には他の季節におけるよりも平均風速が大きく、暴風日も多い。このような冬の卓越風向に対する本地域の海岸の露出の状態をみると、2つの部分に分けることができる。すなわち、NE～SW方向の海岸線をもつ場所は、冬の卓越風に直面するが、それ以外の方向

写真4 追良瀬川南方の第2段丘面とその上の砂丘

第1表 深 浦 の 風 の 状 態

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年	統計年次
最多風向	WNW	WNW	SW	SW	SW	SW	SW	WSW	SE	SW	W	WNW	SW	1940—1945
平均風速	5.2	5.1	4.5	4.6	3.6	2.6	2.5	2.1	2.6	3.2	4.4	5.2	3.8	m/sec. 日最大風速(10分平均)が10 m/sec.をこえた日数
暴風日数	14.8	12.3	12.3	12.7	8.3	2.5	1.7	1.0	2.8	4.7	11.3	15.7	100.2	"

の海岸線をもつ場所は、そのかげに当る。このような海岸線の方向の差異による風のうけ方の差異は、実際にきわめて明瞭に観察できる。たとえば、3月下旬の北西風の強い日の観察によると、大戸瀬崎から西側（海岸線の方向はNE～SW）では非常に風が強く積雪も少ない。また海岸付近の樹木は、風下の方向に著しくたわんでいる。一方、大戸瀬崎から東側（海岸線方向はNW～SE）では、風は非常におだやかで積雪が多いことが認められた。

結局、本地域の砂丘の分布は、上述のような冬の卓越風に対する露出の状態に支配され、それに直面するNE～SW方向の海岸線の地域だけに限られている。

砂丘の分布と砂の供給源との関係

第1図をみると、入前岬～黄金崎間では、冬の卓越風に直面しているにもかかわらず、砂丘は全く存在しない。そこで、砂丘の形成にとつては、風向以外の因子、とくに砂の供給地域の大小⁹⁾が問題になってくる。砂丘砂の供給源は海岸の beach deposits

であると思われるので、全地域にわたって現在の海岸線付近の状態を調査した。

大部分の場所では、海岸線付近に beach が発達している。その堆積物の状態は所によつて異なり、とくに流入する川の河口付近には大きな boulder が存在するが、一般には pebble や cobble をまじえた中～粗粒の砂からなっている。このような海岸を一応砂浜海岸とよぶ。これに対して、ほとんど beach をもたない海岸がある（たとえば弁天崎西方、入前岬～立待崎間）。すなわち、海面とすれすれの平坦な、巾100m以下の bench が発達していて、その表面には全然堆積物はない。benchと海蝕崖との間に狭い beach があることもあるが、巾は10m以下にすぎず、またその堆積物は大部分 boulder からなり、わずかの cobble や pebble をまじえているが、砂はほとんど存在しない。この種の海岸を一応岩石海岸とよぶ。これら2種の海岸の状態は、海岸付近を構成する岩石の性質と密接に関係している。すなわち、砂浜海岸は、本地域の大部分にみられる新第三紀の

9) 前掲 7)

堆積岩からなる場所に分布し、岩石海岸の分布は火山岩（おもに安山岩、一部は流紋岩）からなる場所（第1図）¹⁰⁾に限られている。

新第三系の岩石は、比較的くずれ易く、砂を生産しやすいのに対し、本地域の火山岩はきわめて緻密で固く、また基盤から岩塊へという不連続的風化¹¹⁾をおこなうために砂を生産しにくいのであろう。このような構成岩石の差異が、砂の供給の仕方と beach の形成に関係し、ひいては砂丘の形成に影響して、冬の卓越風に直面する地域の中でも、砂を生産しにくい火山岩からなる場所には砂丘が形成されなかつたものと考え¹²⁾。

なお、砂丘の生成が基盤岩石の性質と関係している一例として、房総半島の千倉付近の例がある。この地域の海岸段丘については、すでに詳しく報告され、川尻川以北の新しい砂層からなる段丘面の末端には砂丘がつているが、川尻川以南の固結した第三系をきる段丘面上には、段丘堆積層も砂丘も存在せず、現在の海岸にも beach がいないことがのべられている¹³⁾。その形状は第2図のようである¹⁴⁾。このように、千倉付近においても、基盤岩石の差異が

第2図 千倉付近の海岸段丘縦断面図

A: 川尻川南方（平磯） B: 川尻川北方

砂丘の存否に関係し、砂丘砂の供給源として、未凝固な砂層の存在が大きな意味をもっている。

砂丘砂の粒度組成

つぎに、砂丘砂の粒度組成を調査した。試料採取地点は第1図にあらわしてある。乾燥させた試料20gを ϕ scaleにしたがつてふるいわけをおこない、重量比を求め、粒径中央値 (Md ϕ) および分級度 (PD ϕ) を求めた (第2表)。なお、比較のために、現海浜の砂についても3か所で試料をとり、同様な処理をした。

砂丘砂は、大体0.25~1mm程度の砂からなり、非常に sorting がよい。砂丘砂と現在の beach の砂とくらべると、beach の砂の方が一般にやや粗粒で、1mm以上の粗い砂の割合が多く、砂丘砂の大部分を占めていた1mm以下の粒は少ないことが多い。このことは、beach の砂の中の細粒のもだけが風で運搬されて砂丘砂となるのであるが、その際の風によつて運搬される粒径の限界を暗示しているものと解釈される。

また、古い（高い）段丘面上にある砂丘の砂は、新しい段丘面上のものよりも細粒のものが多く、し

たがつて Md ϕ も多少小さくなっている傾向がある。このような傾向は、前記の千倉付近の場合においても同様である。これは、各砂丘の形成期における形成条件（たとえば風の強さ）が異なるためか、または、形成後

- 10) 青森県庁 (1957): 青森県下地域別地質調査報告書を主とし、細部については筆者の観察結果を加えてある。
- 11) 小出 博 (1952): 応用地質——岩石の風化と森林の立地——p. 64.
- 12) なお、深浦以南の火山岩地域の段丘面上には、数か所に比高5m前後の高まりがある。しかし、これは砂丘ではなく、基盤岩石からなっており、海蝕からとりのこされた侵蝕遺物である。このような侵蝕遺物は新第三系の分布地域にはない。このことは、両種の岩石の侵蝕に対する抵抗性の差異を反映しているものであろう。
- 13) 吉川虎雄・斎藤光格: 前掲 1) d.
- 14) 川尻川以北（千倉）と以南（平磯）の2か所において、段丘面と大体直交する方向に測量した実測図から作つた縦断面図である。

第2表 砂丘および海浜砂の粒度組成

試料採取地点	粒 径	重 量 比 (%)						Md ϕ	PD ϕ
		> 4	> 2	> 1	> 0.5	> 0.25	< 0.25 mm		
1	西 津 軽			5.2	50.3	43.6	0.9	+0.9	0.7
2				2.7	32.4	53.3	11.5	+1.1	0.9
3				2.4	48.4	48.4	1.0	+1.0	0.7
4					25.5	53.2	19.4	+0.5	1.0
5		3.1	5.2	4.2	6.1	75.4	6.1	+1.3	1.2
6				1.9	33.7	28.8	35.6	+1.6	1.3
7				4.8	41.0	49.1	5.1	+1.1	0.8
8				5.1	73.0	21.1	0.9	+0.6	0.7
9		2.3	69.8	27.8	0.1	0	0	-1.3	0.7
10				3.2	50.8	44.3	1.6	+0.9	0.8
11			3.5	48.3	37.7	10.2	0.4	-0.1	0.9
12			16.1	82.6	1.4	0	0	-0.8	0.5
13	房 総			0.5	6.6	61.3	31.5	+1.7	0.8
14				0.4	14.2	67.5	17.9	+1.5	0.9
15				1.1	29.0	58.2	11.8	+1.3	0.8
16				1.8	31.4	62.1	4.7	+1.3	0.7
17			0.9	8.5	60.5	29.8	0.4	+0.7	0.8

の風化によるものかのどちらかであろう。目下、それを確めるための資料をもたないが、1) 西津軽でも千倉でも同じ傾向をもつこと、2) 古い砂丘砂の方が細粒であるということが、先にのべた、古い砂丘ほど形態が不明瞭であるという事実と対応していること、などの点から、一応形成後の風化によるものと解釈しておく。すなわち、形成後の時間が長いほど、風化、侵蝕作用が著しく働いて砂は細粒となり、砂丘の形態も不明瞭になり、ついに消失するものと考えたい。

砂丘の形成過程および砂丘による海岸段丘地形の二次的変形

つぎに砂丘の形成過程を考えてみたい。段丘面に砂からなる小規模な高まりが、つねに砂丘であると限らない。たとえば、嵐の時に形成された過去の

beach ridge に当るものであつたり¹⁵⁾、あるいは過去の off-shore bar であるという例¹⁶⁾もある。しかし、本地域の場合においては、1) これらの高まりがつねに段丘面の末端に分布し、しかも崖と平行していること、2) この高まりを作る砂は beach の砂よりも細粒であること、3) 段丘崖を作る基盤岩石を砂がおおっていること、4) 分布が海岸線の方向と一定の関係をもっていること、および、とくに重要な点として 5) この高まりを作る砂は、写真5にあらわれているように、段丘堆積物上部にできた厚さ 60~80 cm に達する A 層上にのつていること、などの諸点から海面下で形成されたものではなく、段丘面が陸化後かなりの時間がたつてから、砂が崖下の beach から段丘面上にふきげられて堆積¹⁷⁾した海岸砂丘であると判断した。すなわち、ある段丘面

15) Gilbert, G. K. (1885): The Topographical Features of Lake Shore.

16) Miller, D. J. (1953): Late Cenozoic Marine Glacial Sediments and Marine Terraces of Middleton Island, Alaska. Jour. Geol., 61, 17~40.

17) Lobeck, A. K. (1939): Geomorphology. p. 385.

写真5 赤石北方の第2段丘露頭

が陸化するような隆起運動の後に、比較的安定した期間があつて、陸化した段丘面は新しい海面に関連した海蝕作用によつて後退する。同時に海面下の海蝕面は次第に広くなり、また海蝕崖下にはかなりの規模の beach ができ、その beach の砂がおもに冬の卓越風によつて崖上にふきあげられ、段丘面末端に、陸化後に形成された厚いA層をおおつて砂丘と

第3表 段丘崖の勾配

場所	第2段丘崖		第3段丘崖		海岸線方向	砂有 丘無 の
	勾配	(崖高)	勾配	(崖高)		
A	19°	(45m)			NE~SW	あり
B	45	(50)			NW~SE*	なし
C	44	(51)			NW~SE*	なし
D	33	(9)	48°	(24m)	NW~SE*	なし
E			28	(26)	NE~SW	あり
F	8	(11)	21	(24)	NE~SW	あり
G			23	(28)	NE~SW	あり
H	10	(6)	20	(20)	NE~SW	あり
I	18	(12)			NE~SW	なし
J	17	(21)	35	(13)	NS	なし
K	21	(18)	35	(10)	EW*	なし

1) 場所は第1図参照。

2) 第2段丘面の前面の崖(第2段丘とその下位の段丘とを築する崖)を第2段丘崖とよぶ。第3段丘崖という語も同様な意味で使う。

*は冬の季節風のかげになる場所。

して堆積されたものであろう。

このようにして形成された砂丘は、段丘の表面形態にかなりの変化を与えている。すなわち、段丘面は海側に向つてゆるやかに傾いているのが常であるが、砂丘は、面の末端に不規則な高まりを作り、逆傾斜を生じている。また段丘崖の勾配も砂丘の有無により著しく異なっている。第3表は、第1図

のA~Kの12か所における段丘崖の勾配である¹⁸⁾。これによると、崖高がほとんど同じ場合でも¹⁹⁾、冬の卓越風に直面する側の段丘崖は、砂丘砂でおおわれて、本来の段丘崖がかくされ、平滑なゆるい斜面となつてはいるが、風かげに当る場所では砂丘がないので、段丘崖は本来の形態を保持し、基盤が露出する急崖となつていて、両者の対照はきわめて著しい(たとえば、A地点の第2段丘崖の勾配は、ほとんど同じ崖高をもつB、C地点のそれよりはるかにゆるやかである。また、D地点の第3段丘崖とE、F、G、Hの各地点のそれとの間にも同様な関係がある)。一方、深浦以南の火山岩分布地域では、前記のように砂丘が形成されていないので、どの方向に面する段丘崖も大体似た勾配をもっている。

海岸段丘の縦断面形の地形分析から、段丘の形成に関係した地盤運動の性質が推定できるといわれているが²⁰⁾、その際には、このような本来の段丘地形形成後の二次的变化について十分吟味しておく必要があると思われる。

なお、鰺が沢から北東には、七里長浜を始とする海拔高度60m前後に達する広大な砂丘がつづいて

18) 各場所で、旧汀線に大体直交する方向にとり、平板測量により作製した1/3000の実測図から段丘崖の勾配を求めたものである。測量にさいして御助力いただいた木畑昌長、太田勇、白井哲之、結城邦子その他の方々に厚く感謝する。

19) また、形成時代が異なると、崖の傾斜は異なるから、以下では同時代ではほぼ同高の崖についての比較をおこなう。

20) 渡辺 光(1939): 海岸段丘の縦断プロファイルの傾斜について。地理評, 15, 461~463。

いる。これは、前述のように全部が砂丘ではなく²¹⁾、砂丘砂の下に砂礫層、さらにその下に第三系が存在することが観察できる。まだ詳しく調査をしていないが、これらの地形は、砂丘の規模こそ大きいが、本質的には、鯔が沢から南の今回の研究地域と同様に、海成平坦面上に砂丘がのつた地形であると考えられる。すなわち、七里長浜付近では、砂丘の形成条件にめぐまれていたので、砂丘はその下の台地をほとんどかくし、ふつうに砂丘として認定される地

形を作っており、一方、本研究地域では砂丘の規模が小さいので、ふつうには海岸段丘として認定される地形をあらわしているのである。このように鯔が沢以北と以南の両地域の表面形態は全く異なっているが、それは、地形形成営力の本質的な差異によるものではなく、むしろ種々の営力の強さの差異に基づくものではないかと解釈する。これらの点については、今後の研究にまきたい。(1960年8月29日受理)

SAND DUNES SITUATED ON THE MARINE TERRACES IN NISHI-TSUGARU REGION, AOMORI PREFECTURE

Yōko ŌKURA

In Nishi-Tsugaru region along the coast of the Japan Sea, there develop typical marine terraces which are partly covered by sand dunes. The author surveyed the distribution, geomorphic features and composition of the sand dunes. The results are summarized as follows:

1) Sand dunes overlie the A horizon of soil formed at the uppermost part of terrace gravel beds along the outer margins of the second terrace plains of which the altitude is about 50—60 m, the third terrace plains (30—40 m) and the fourth terrace plains (5—10 m). The geomorphic features of the sand dunes situated on the older (higher) terraces are not so typical as those situated on the younger (lower) terraces, although on the first terrace, there is no sand dune. (Fig. 1 and Photos. 1—5).

2) The distribution of the sand dunes in this region is conditioned by the exposure of the coast against the prevailing winds, and they are distributed on the coast of the direction from NE to SW facing winds from WNW in winter. (Fig. 1 and Tab. 1)

3) Moreover, the formation of the sand dunes is controlled by the amount of sand supply, which is conditioned by the nature of bed rock of the coast. In this region, the distribution of the sand dunes is limited to the area composed of Tertiary sedimentary rocks which are easily decomposed into a large amount of sands. But, in the coast to the south of Fukaura, is composed of volcanic rocks which are more resistant to weathering than the former, neither beach nor sand dune can be formed. (Fig. 1)

4) The sand dunes are usually composed of well sorted medium or fine sands (smaller, than 1 mm in diameter), and the grain size of the older sand dunes is somewhat smaller than that of the younger ones (Tab. 2). It seems to be a result of subaerial weathering after the formation of the sand dunes. Because such a tendency corresponds to modification of the geomorphic features of the sand dunes.

5) The sand dunes modify the terrace topography. They give the terrace plains small reliefs. The terrace scraps facing the prevailing wind of winter are covered by sands, and their slopes are very gentle. On the other hand, the terrace scarps free from sand dunes preserve their original steep slopes (Tab. 3).

21) 渡辺 光：前掲 3)