

前砂丘の固定に関する研究

田 中 一 夫・宇 随 忠 次*

(鳥取大学農学部砂防工学研究室)

Studies on the Fixation of the Fore-dune

By

Kazuo TANAKA and Tadatsugu UZUI

Summary

The authors made the experiment on the wind erosion with the model of the fore-dune in the simple wind tunnel. The instruments are shown in Fig. 1.

The model of the fore-dune was reduced to a scale of 1/100 of the actual size and its height was 8 cm and its width was 5 cm at the top. The leeward slope angle was kept 25 degrees.

In the case of a wind velocity of constant 8 m/s the volume eroded by the wind was measured after the lapse of 4 and 6 minutes when the windward slope angle was 5, 10, 15, 20, 25 and 30 degrees respectively. Fig. 2 shows this result.

In the case of a wind velocity of constant 10 m/s the volume eroded by the wind was measured after the lapse of 1 and 1.5 minute when the windward slope angle was 10, 20, 30 degrees respectively. Fig. 5 shows this result.

Size of the sand composed the model of the fore-dune and its bed are as follows:

Sizes of sand (mm)	%
0.84 — 0.42	25.75
0.42 — 0.25	52.12
0.25 — 0.105	21.88
0.105 — 0.074	0.18
under 0.074	0.07

Moisture content of the experimental sand was from 0.199% to 0.162%.

Results obtained:

A) The wind erosion experiment with the model of the fore-dune in the wind tunnel:

Results of the wind tunnel experiment are shown in Fig. 2, 3, 4, 5.

1) In the case of a wind velocity of constant 8 m/s it can be seen that the windward slope of 5 degrees suffers nearly evenly and strongly from the wind erosion through the whole extent of the slope. (See Fig. 2.)

2) Only the vicinity of the top of the fore-dune suffers from the wind erosion on the slope over 15 degrees and the windward slope was hardly eroded.

3) The whole windward slope strongly suffers from the wind erosion on a slope of 5 and 10 degrees.

4) Fig. 5 shows the results at the wind velocity of 10 m/s. In proportion as the slope angle toward the wind increases the volume of the wind erosion at the

* 現在福井県庁林務課

foot of the fore-dune decreases. On a slope of 30 degrees sand accumulates, but the part of the top of the fore-dune becomes strongly eroded.

5) When the slope of the fore-dune is steep, it becomes necessary to build a fence for heaping sand for the purpose of protecting the vicinity of the fore-dune and to plant such sand grasses as American beachgrass on the windward slope with a view of fixing the fore-dune.

6) On a gentle slope of the fore-dune the wind erosion occurs evenly all over the windward slope, therefore to plant such sand grasses as American beachgrass is required on the whole windward slope on fixing the fore-dune.

7) When the windward slope of the fore-dune is steep, building the wicker works for waves to prevent the wind erosion is required prior to the planting of sand grasses.

B) Results of the investigation on the field of the fore-dune: We made a field investigation at 8 places in the sand dune in Tottori prefecture and 2 places in Sanrihama sand dune in Fukui prefecture. Fig. 6—Fig. 15 show these results.

1) The sand dune district in Tottori prefecture strongly suffers from wave erosion. Therefore the revetment works for tidal wave are urgently required to protect the fore-dune.

2) As the distance from the coastline to the top of the fore-dune is short in Tottori, the slope angle of the fore-dune cannot help becoming steep and the wind erosion becomes great. Therefore it is very important to protect the vicinity of the top of the fore-dune. On fixing the fore-dune it is good to build a few rows of the fence for heaping sand at the windward slope and then it is required to plant American beachgrass swiftly toward the windward slope.

3) As the distance is long from the coastline to the fore-dune in Fukui, it may be good to plant sand grasses-American beachgrass (*Ammophila breviligulata* Fern.), Sand dune grass (*Elymus mollis* Trin.) and so on on the whole windward slope on fixing the fore-dune.

目 次

緒 言	
A, 風洞による前砂丘モデルの飛砂による侵食の実験	
1, 実験方法	
2, 結果および考察	
B, 現地前砂丘の調査	
1, 調査方法	
2, 調査結果および考察	
1) 羽合砂丘	
2) 宝木砂丘(1)	
3) 宝木砂丘(2)	
4) 大寺屋砂丘	
5) 賀露砂丘	
6) 福部砂丘(1)	
7) 福部砂丘(2)	
8) 海士砂丘	
9) 三里浜砂丘(1)	

10) 三里浜砂丘(2)

結 論 文 献

緒 言

本研究は海岸砂丘地における飛砂固定に関する一連の研究である。最近になって砂丘地の開発が急に進展するにともない。前砂丘の持つ意義が大きな問題となってきた。

特に現状においては必ずしも前砂丘の固定がよく行なわれているとはいえないヶ所が、わが国の砂丘地には多くあり、それ自身の持っている本来の役割を充分に果たしていないヶ所も数多く見られるようである。

また場所によっては前砂丘が存在することによって、かえって脊後地への飛砂の被害を大きくしているようなところもしばしば見られる。また海岸侵食によって前砂丘脚部がはげしく侵食され前砂丘が危険にさらされてい

るところも数多く見られる現状である。筆者は前報において前丘の傾斜角度と飛砂限界風速について研究し発表した。(砂丘研究, vol. 18. No.1. 1971.)今回はこれをさらに発展させて各種の傾斜角度をもった前砂丘のモデルを使用して、飛砂による侵食の状況を風洞実験した。また鳥取県下の8ヶ所の砂丘および福井県下の三里浜砂丘で2ヶ所の砂丘について現地の前砂丘の縦断面を測定し植生状況と飛砂固定状況を調査し考察した。

これ等の風洞実験と現地の前砂丘の状況等により前砂丘の風上側の傾斜角度のちがいや植生の状況等により飛砂による侵食の状況に著しい相違が見られた、また現地の前砂丘についても汀線から前砂丘までの距離および汀線の侵食状況等、それぞれ場所毎に特徴があり、前砂丘の固定に対する一つの指針を得ることが出来たので報告する次第である。

なお本研究の一部は昭和47年度文部省科学研究費によるものである。また本研究に助力された西川貢君に感謝の意を表す。

A. 風洞による、前砂丘モデルの飛砂による侵食の実験

1. 実験方法

実験装置は Fig. 1 に示すような島津製作所製で直径18cmの吹出口を有する簡易風洞装置を使用した。

前砂丘モデルは長さ180cm、横40cm、厚さ6cmの容量を有する木枠の中に前砂丘モデルに使用したものと同じ砂を敷きつめた。

前砂丘モデルの築設は長さ90cm、縦14cmのプラスチック板2枚を Fig. 1 のように両側に置いて前砂丘モデルを築設した。

風速の測定は日本科学工業K・K製の熱電風速計を使用した。前砂丘モデル上の風速を測定する場合には、前砂丘モデル上を移動させて使用した、なお測定位置は前砂丘モデル設置ベース上および前砂丘モデル上2cmの位置で測定した。実験に使用した砂は本学砂丘利用研究施設構内で採取したもので、室内にて風乾させ直径0.84mm以上の粒径のものは取除いて使用した。これは使用した砂の中に一部粗い砂が混じることによって実験値の侵食量に大きな誤差が見られたので一応取除いて使用した。

実験に使用した砂の粒径分析の結果は次のようである、粒径0.84~0.42mmが25.75%、0.42~0.25mmが、52.12%、0.25~0.105mmが、21.88%、0.105~0.074mm

が0.18%、0.074mm以下が0.07%であった。なお取除いた砂は粒径0.84mm以上のもので、0.25%の含有率であった。

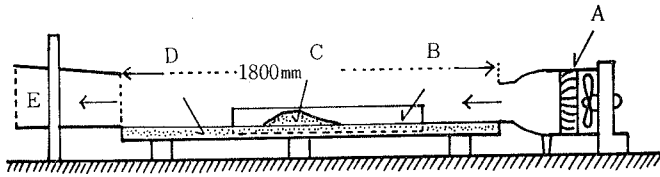
実験に使用した前砂丘のモデルは実物のだいたい1/100とした。すべて頂上の高さを8cm、実物では8m、頂上の幅を5cm、実物では5m、風下面の傾斜角を25°の一定とした。頂上の風下側が送風機の吹出口から100cmのところにくるように築設した。このようにして風上面の傾斜をそれぞれ、5°、10°、15°、20°、25°、および30°とした。(ただし風速8m/sの場合)風速10m/sの場合は風上面の傾斜角をそれぞれ10°、20°および30°とした。ただし風上面の傾斜が5°のものは風上面の一部が設置ベースからはみ出すのでこれだけは例外として頂上部を他のモデルよりもさらに15cm後方にずらして築設した。各モデルは築設する場合は一定の圧力で沈圧した。

使用した風速は8m/sと10m/sの2種類とした。測定にあたっては風速8m/sの場合は経過時間を4分間と6分間の2種類についてその侵食量を測定した。

風速10m/sの場合は経過時間を1分間と1分30秒の2種類について行った。この経過時間については予備実験を行った結果、8m/sでは6分以上を過ぎると、また10m/sでは、1分30秒を過ぎると、モデルによっては頂上部の両肩の部分が強く崩壊を起すものがあって、後方の風が乱れることと、この部分の砂が前砂丘モデルの風下面の中央部に堆積するのが著しく増加したために正確な侵食量を測定することが不可能になったからである。

侵食量は風速をあてる以前の形を基準とし、侵食を受けた部分は(-)の符号をつけ、また堆積した部分は(+)をもって、その量をmm単位で測定し、風食による前砂丘モデルの縦断面の変化曲線を求めた、測定位置は送風機の吹出口より20cm離れたところを測点No. 1とし以下順次、2cmおきに測点をとり侵食深を測定した、この実験を同一モデルにつき同じ風速の場合を3~5回実験を行ない平均値を求めて考察した。モデルに使用した砂の含水比は0.199%~0.162%の気乾状況の下で行なった。

風速測定は砂面上2cmの高さとし、測定的位置は吹出口より20cmの所を測定No. 1.とし、以下順次20cm~10cmごとに位置を定めて測定した。



Note : A...Blower
 B...plastic board
 C...Fore-dune model
 D...Sand-bed
 E...Mouth of the dispersion inhaler

Fig. 1. The design of a simple wind-tunnel for experiments on the drifting sand.

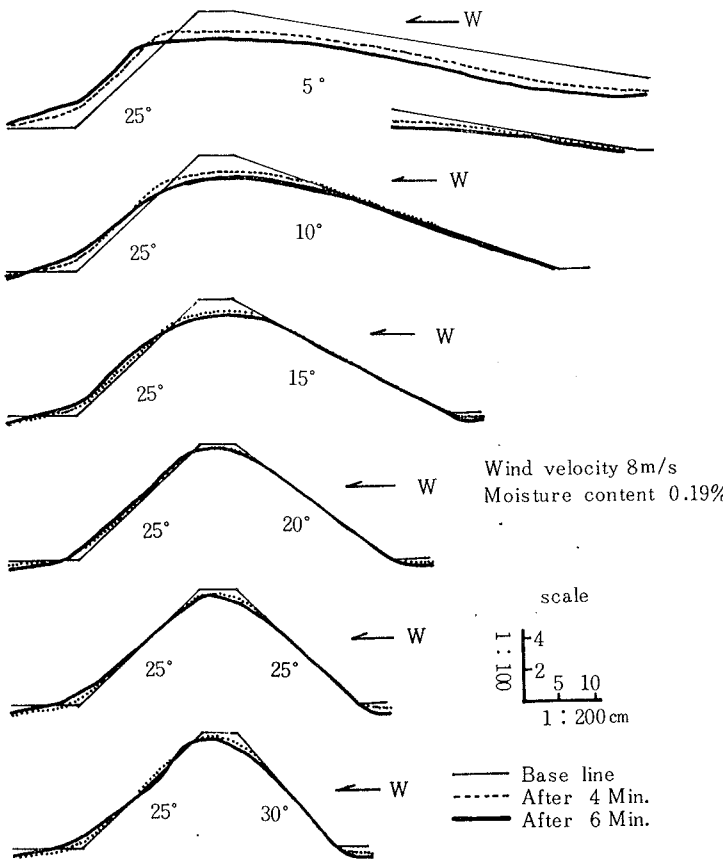


Fig. 2. Wind erosion profiles of fore-dune models by the wind-tunnel experiments.

2. 結果および考察

風速 8 m/s の場合の実験結果を図示すると、Fig. 2 に示すようになる。

風上側傾斜角度が 5° のものは脚部附近を除いては、風上面から頂上部にわたってほぼ均等に、しかも強く侵食を受けている。これに反し、15° 以上の傾斜角度をもったものは、頂上および頂上附近の風上面が侵食されるのみで、風上面はほとんど侵食されておらず、傾斜角度 10° のものは、それらの中間の形態を示した、したがって傾斜角度のゆるいものほど前砂丘全体の容量に対する侵食量が大きいことがわかった。

本実験においては、飛砂の形態として Saltation 運動を主として取りあげてみたものであるが、Surface Creep 運動よりはるかに、Saltation 運動によるものが量的に多いことが実験上でも見られた。これ等の結果は Fig. 3 および Fig. 4 に見られるように、本実験の場合には Saltation 運動による飛砂限界の風速との関連が強く見られた。8 m/s の風速で、Saltation 運動を起して移動す

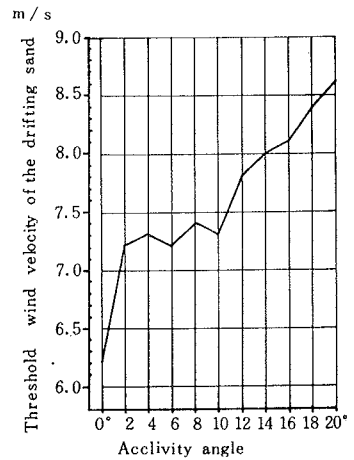


Fig. 3 Relation between the acclivity angle and the threshold wind velocity of the drifting sand by the saltation motion.

る限界の傾斜角度が 14° である。それぞれ各位置で測定した風速と関連させて考察して見ると 15° 以上の傾斜を持つ前砂丘においては、頂上附近を除いては、風上面の

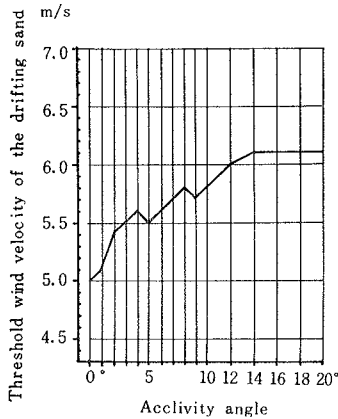


Fig. 4 Relation between the acclivity angle and the threshold wind velocity of the drifting sand by the surface creep motion.

風速が 8 m/s 以下が実測された、しかも傾斜が強いほど風速が減少しているため、Saltation 運動による、飛砂限界風速を下回っている、したがって、 15° 以上の風上傾斜面を持つものにおいてはほとんど侵食を受けなかったことが、風速測定結果と Fig. 3, Fig. 4 の飛砂限界風速との関係結果より理解された。なお頂上部は風上面の傾斜が強いほど風速が増加していた、これは風の収斂作用による効果とみられ、これによって、風上面の傾斜が 15° 以上でも頂上部が侵食されたことが理解された。しかし頂上部における風速は、風上面の傾斜が強いほど増加しているのに頂上部の侵食は傾斜が弱いものほど強くなっているのは、風上面傾斜が強いほど風が上に吹きあげられる現象が強くなるためと、Saltation の持つ複雑性と、頂上部が傾斜の変わり目であるということがからみあって起るものと思われる。

斜面をはい上ってきた風と直進してき

た風が互いに凝集し合うことによって風速が増大する現象が見られる。これは風の収斂作用であろうと思われる。この傾向は傾斜の強いものほど効果は大きくなっている。風上面の傾斜が 15° 以上のもので風上面がわずかながらも侵食を受けているのは、Surface Creep 運動によるものと思われる。

風速 10 m/s の場合について見ると、Fig. 5 のごとくである。風速 8 m/s の場合とは全く違った侵食の形態を示した。すなわち、風上面の傾斜が増すにつれて脚部の侵食量は少なくなっており、風上面の傾斜角が 30° の場合はかえって砂が堆積しているが、頂上部は侵食量が多くなっており、しかもそれぞれの侵食面は直線に近くなっている。風速 10 m/s の場合には、実験に使用した砂は傾斜角度のいかんにかかわらず、Saltation 運動などによって運動を起すためにどれも強く侵食されており、そこで測定した風速を見ると、傾斜角度 10° の場合には脚部および風上面全体の風速がほとんど 10 m/s 近くになっており、脚部よりも頂上部が 0.1 m/s 程度強く

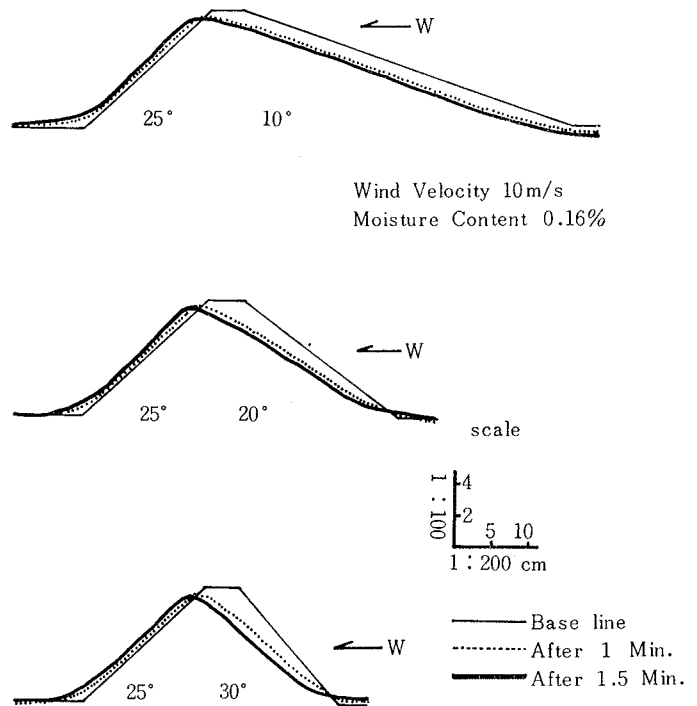


Fig. 5. Wind erosion profiles of fore-dune models by the wind-tunnel experiments.

なっているだけなので、脚部から頂上部までほとんど同じ侵食の形態を示したものである。また、風上傾斜角 20° の場合は脚部の風速が 9.4m/s で頂上部よりも 0.9m/s 程度強くっており風上傾斜角 30° の場合は脚部が 8.1m/s で頂上部はこれよりも 2.2m/s 強くなっているため、結局頂上部の風速は傾斜が強いものほど、また、脚部の風速は逆に傾斜がゆるいものほど風速が強くなっているために、風上傾斜角 30° の場合は脚部はかえって砂が堆積し、頂上部は、最も侵食を受けており、風上傾斜角 20° の場合は 10° と 30° との中間の形態を示したものと理解される。

B. 現地前砂丘の調査

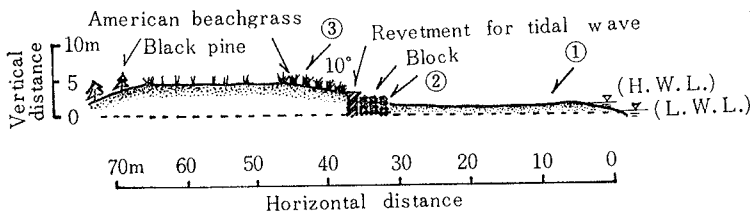
1. 調査方法

調査を行なった前砂丘は鳥取県下の羽合砂丘、宝木砂丘、大寺屋砂丘、賀露砂丘、福部砂丘および海士砂丘と福井県下の三里浜砂丘である。調査項目は汀線より前砂丘迄の縦断測量を行いその傾斜角等を詳しく調査した。また植生状況、および飛砂状況、砂の粒径分析、後方造林木の生育状況等を調査し、総合的に前砂丘の飛砂固定状況を調査した。

2. 調査結果および考察

1) 羽合砂丘

Fig. 6 にその縦断面図を示したものである。この地区は最近に至って強い侵食海岸となったのでS.46年頃より前砂丘の前方斜面の脚部は防潮護岸を築き十字ブロックで保護している。前砂丘頂上部の幅が非常に広くあまり植生がないので後方のクロマツ林を保護することが出来ない。しかし風上斜面には最近になって防潮護岸が完成したところから順次、幅約 10m にわたって、American beachgrass を植栽したので、これがよく繁茂し風上斜面は



Note: ①, ②, ③ The plot number of sand grading test.

Fig. 6. The Profile of the fore-dune in the HAWAII district sand-dune. (Tottori prefecture)

飛砂固定がよく行なわれている。今後は頂上部分に植生を導入する必要がある。また幅の広い部分には後方よりクロマツの植栽を行なう必要がある。

将来海岸側の侵食が烈しいようであればさらに十字ブロック等を多くする必要がある。また American beachgrass にも時々施肥を行なって繁茂をよくし風上側斜面の飛砂固定をはかる必要がある。この地区の砂の粒径分析の結果は Table. 1, に示すごとくである。

他の地区に比較して①の汀線近くはかなり粗い粒径のものが多い傾向が見られた。②と③は本学砂丘研究施設地区のものよりもかなり粗いものが多いようである。

Table 1. Sizes of sand grains in the HAWAII district sand-dune.

Sizes of sand grains in mm.	plot number in the fore-dune		
	① %	② %	③ %
over 2.00	0.25	—	1.03
2.00 ~ 0.84	54.74	8.80	18.40
0.84 ~ 0.42	40.45	68.51	60.13
0.42 ~ 0.25	3.96	19.70	17.45
0.25 ~ 0.105	0.28	2.71	2.54
0.105 ~ 0.074	0.03	0.12	0.16
under 0.074	0.02	0.16	0.29

2) 宝木砂丘 (1)

Fig. 7 に示すような状況である。

この地区の前砂丘は非常に高く約 15m である。しかし最近に至って前砂丘脚部迄侵食がせまってきたため、前方斜面が急傾斜となっている。この部分には植生を全く欠いている、高さ 10m 附近より緩傾斜部となり砂丘の固有植生がかなり導入しており、ところどころクロマツも植林したものが残っている、また風下斜面にはニセアカシヤがよく育ち後方のクロマツ林も非常に成育良好である。

この前砂丘は脚部が侵食されて危険な状況が見られるので今後防潮護岸等により侵食を防止しておく必要がある、また十字ブロック等も必要と思われる。現状の急斜面は次第に崩れて

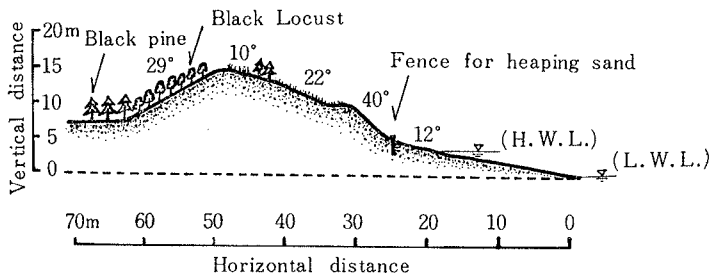


Fig. 7. The profile of the fore-dune in the HOGI district sand-dune. (1) (Tottori prefecture)

行くおそれがあるので脚部の固定を行なったあと法面に対して編籐等を行なっておくとよいと思われる。積極的に American beachgrass 等を導入しておくともよい。

3) 宝木砂丘 (2)

Fig. 8 に示すような状況である。この地区は後方は造林地でなく河川が流入しており河口閉塞を防止する目的のある前砂丘である。この地区も海岸侵食が激しい地区であるので十字ブロックをおいているが埋没している、いずれも植生を導入しがたい地区であるので堆砂垣を4重に入れているが充分なる効果があらわれていないで、破損している現状である。それ故この地区も前砂丘の脚部の保護として十字ブロックをもっとおく必要がある、また頂上部の高さも低すぎるので少し高くしたい、植生として American beachgrass を導入して飛砂を固定したい、そのためには防浪編籐も新しく入れる必要がある。

4) 大寺屋砂丘

Fig. 9 に示すようである。

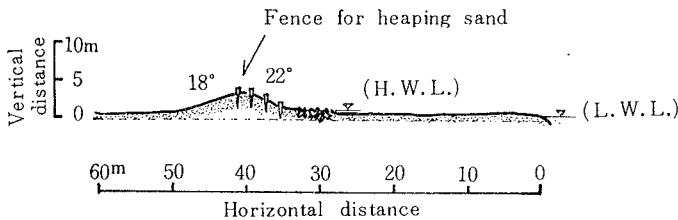


Fig. 8. The profile of the fore-dune in the HOGI district sand-dune. (2) (Tottori prefecture)

前方の風上斜面の脚部附近は植生を欠いているが法面には American beachgrass を植栽して飛砂固定をはかっているのかかなり植生も繁茂しているが一部には不成積なところもあるので年に1~2回の施肥をしてよく繁茂させたい。頂上部の2列の堆砂垣はまだ堅ろうであり、充分効果をたはしていた、その影響もあって後方のクロマツ造林木も生育良好であった。この地区は比較的 success している前砂丘であるが、次第に海岸侵食がはじまり前砂丘の脚部より汀線迄、わずか20mの距離しかないで、今後は危険となるので出来るだけ早い時期に侵食防止工事を行なう必要がある。また防浪編籐を作っておくこともよいと思われる。

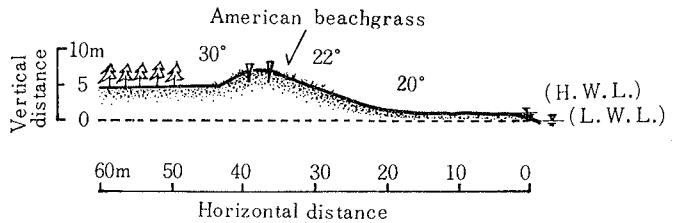


Fig. 9. The Profile of the fore-dune in the ODERAYA district sand-dune. (Tottori prefecture)

5) 賀露砂丘

Fig. 10 に示すようである。この砂丘は最近著しい海岸侵食を受けたために図の如き防潮護岸が階段状に築設されたものである、この附近は魚港も近く、また海水浴場に近いため波がえしをつけないものとし前砂丘の脚部の侵食を保護している。

ここは前砂丘と汀線に余ゆうがないため、防潮護岸のすぐ後に思い切って風上側の斜面を21°内外の急勾配として前砂丘を築き、風上側法面に対しては American beachgrass を植栽して飛砂固定をはかっているが生育はあまりよくないようである。頂上部に堆砂垣があり、まだ健全であるので後方への飛砂は少ないようであるが、今後施肥を行な

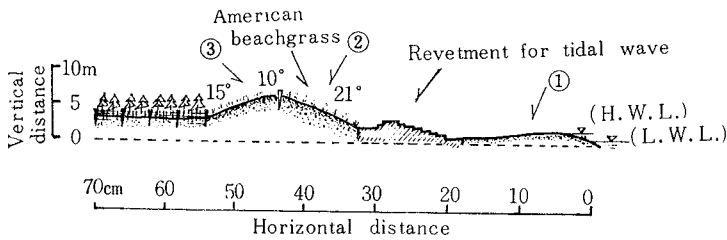


Fig. 10. The profile of the fore-dune in the KARO district sand-dune. (Tottori prefecture)

って植生を充分繁茂させないと勾配が急であるために植生を欠いたところは飛砂の原因となるのでこの地区は充分植生の繁茂に留意する必要がある。

この地区のように海岸側に余ゆうのない場合は前砂丘の勾配を急にして砂草で被覆すれば前砂丘固定も成功できるものと思われた。後方のクロマツはかなり生育良好であった。

この砂丘の砂の粒径分析の結果は Table 2 に示す如くである。他の地区に比較してかなり粗いものが多いようである。ただし③のケ所は後方であるのでかなり小さいものが多くなっている。風上法面が急勾配である場合には防浪編細等を法面に入れておくことも必要と思われる。

Table 2. Sizes of sand grains in the KARO district sand-dune.

Sizes of sand grains in mm.	plot number in the fore-dune			
	①	%	②	%
over 2.00	0.06	—	—	—
2.00 ~ 0.84	44.77	2.27	14.07	
0.84 ~ 0.42	52.07	51.59	52.36	
0.42 ~ 0.25	2.91	41.02	30.63	
0.25 ~ 0.105	0.18	4.57	2.89	
0.105 ~ 0.074	0.01	0.03	0.02	
under 0.074	—	0.04	0.03	

6) 福部砂丘 (1)

Fig. 11 に示すようである。

この地区も最近次第に烈しい海岸侵食をみるようになり、すでに前丘脚部が侵食されて段丘状になっている、それ故不安定な前砂丘となりつつあるので、速やかに防潮護岸工事を行なう必要がある。法面に対しては

American beachgrass がかなりよく繁茂して、飛砂固定を行なっている。それゆえ後方のクロマツはかなりよく生育しているがまだ幼林であるので今後充分前砂丘の維持固定が必要である。この前砂丘もかなり勾配が急で 20°~28° もあるので植生による被覆は不可欠の要件である。

この附近の砂の粒径分析の結果は Table. 3 の如くである。大体標準的な

粒径よりなっているようである。

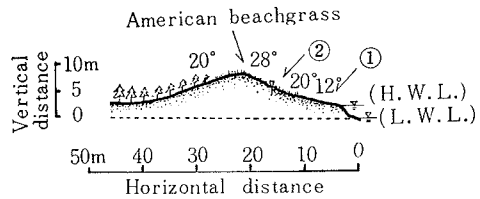


Fig. 11. The profile of the fore-dune in the HUKUBE district sand-dune. (1) (Tottori prefecture)

Table 3. Sizes of sand grains in the HUKUBE district sand-dune. (1). (2)

Sizes of sand grains in mm.	plot number in the fore-dune					
	(1)			(2)		
	①	%	②	%	①	%
over 2.00	—	—	—	—	—	—
2.00 ~ 0.84	0.04	—	—	—	—	—
0.84 ~ 0.42	18.29	5.50	10.58	0.89		
0.42 ~ 0.25	60.05	61.75	63.59	35.98		
0.25 ~ 0.105	21.46	32.59	25.76	62.96		
0.105 ~ 0.074	0.08	0.10	0.04	0.11		
under 0.074	0.08	0.06	0.03	0.06		

7) 福部砂丘 (2)

この地区は Fig. 12 に示すようである。

(1)地区に比較するとやや海岸侵食が少ないようであるが今後の侵食が予想されるので脚部の保護を充分考えて防潮護岸を行なう必要がある、この地区は風上法面の勾配が25°~28°とかなり急であるが American beachgrass がよく繁茂しているので固定が成功している、そのため後方のクロマツもよく生育している。この地区の

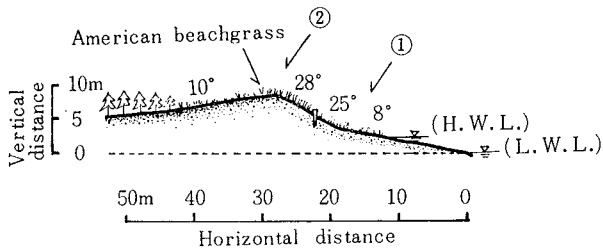


Fig. 12. The profile of the fore-dune in the HUKUBE district sand-dune. (2) (Tottori prefecture)

砂の粒径分析の結果は Table. 3 の如くである。比較的標準の砂粒である。

8) 海士砂丘

Fig. 13 に示すようである。この地区も次第に海岸侵

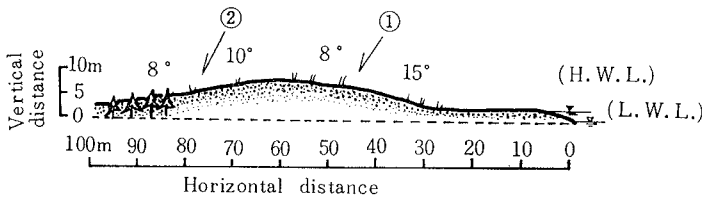


Fig. 13. The Profile of the fore-dune in the AMŌ district sand-dune. (Tottori prefecture)

食を受けつゝある海岸である。現在前砂丘地帯には植生が皆無に近くまた堆砂垣も築設していないために飛砂が起り易く既に後方のクロマツがかなり埋没して枯死している現状である、それゆゑこの地区においては速やかに堆砂垣を築設するとともに American beachgrass の植栽を行なって飛砂固定をはかる必要がある。また脚部保護のために防浪護岸を築設する必要があるまた風上側斜面に余ゆうがないので防浪編柵を築設しておくことも必要である。

この地区の砂の粒径分析の結果は Table 4 の如くである。後方までかなり細かい砂が飛来していることが見られた。

9) 三里浜砂丘 (1)

Fig. 14 に示すようである。

この地区の前砂丘は人工的にブルドーザ等を使用して

Table 4. Sizes of sand grains in the AMŌ district sand-dune.

Sizes of sand grains in mm.	plot number in the fore-dune	
	①	②
over 2.00	—	—
2.00 ~ 0.84	0.04	0.01
0.84 ~ 0.42	12.70	8.09
0.42 ~ 0.25	59.97	54.09
0.25 ~ 0.105	27.23	37.64
0.105 ~ 0.074	0.03	0.07
under 0.074	0.03	0.10

作りあげた人工砂丘であり形がよく整っている、また汀線まで非常に余ゆうのある地区である。また高潮線(H.W.L.)から前砂丘前方の風上斜面脚部の編柵迄は自然植生が散在しているので飛砂防止には多少役立っているようである。編柵から前方斜面の中腹までは植生がほとんどないのが欠点である、この中腹から頂上部また頂上部から後方斜面まではワイピングラブグラスが植栽されてよく繁

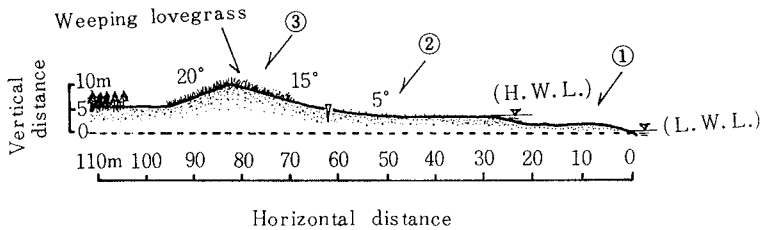


Fig. 14. The profile of the fore-dune in the SANRIHAMA district Sand-dune. (1) (FUKUI prefecture)

茂し、飛砂を固定しているようである。今後は風上斜面は、American beachgrass 等を植栽して行った方がよいと思われる、また無植生地区にも積極的に植生を導入して固定をするとい。風上斜面は前方にゆとりがあり傾斜15°内外の一樣の勾配で落付いているようである。後方のクロマツは比較的優良な成育をしていて前砂丘がよく固定されている地区である。

この地区の砂の粒径分析の結果は Table 5 の如くで

Table 5. Sizes of sand grains in the SANRIHAMA district Sand-dune.

Sizes of sand grains in mm.	plot number in the fore-dune					
	(1)			(2)		
	①	%	②	%	③	%
over 2.00	0.61	—	3.63	0.21	—	0.01
2.00 ~ 0.84	24.16	4.28	12.31	17.29	2.23	1.71
0.84 ~ 0.42	62.95	61.69	40.19	51.04	48.64	40.60
0.42 ~ 0.25	11.88	31.27	37.81	28.12	42.78	47.25
0.25 ~ 0.105	0.38	2.65	5.57	3.34	6.18	10.26
0.105 ~ 0.074	0.01	0.03	0.22	—	0.07	0.07
under 0.074	0.01	0.08	0.27	—	0.10	0.10

ある。比較的中ようであり鳥取地区のものとは大差がないようである。

10) 三里浜砂丘 (2)

Fig. 15 に示すようである。

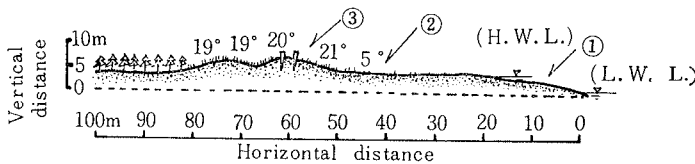


Fig. 15. The profile of the fore-dune in the SANRIHAMA district Sand-dune. (2) (FUKUI prefecture)

この地区は全体にわたって自然植生のみであり前砂丘はかなり不整形である。汀線から前砂丘脚部附近まであまり自然植生がよく繁茂していないが頂上部を除き前方斜面から後方までは自然植生がかなり密生し安定している。しかしよく調査してみるとかなり植生を欠いた穴のあいたケ所が点在して、これが前砂丘の形を崩しているようである。人工砂丘の頂部が接近して2つあるのが特徴である。この地区は現在は一応自然植生がかなりあるが前砂丘の高さが低いので堆砂垣を前方の前砂丘に設けて高さを高め American beachgrass およびハマニシク等を積極的に植栽し飛砂固定をはかる必要がある。また後方クロマツ林に近い部分にはアキグミ等を植栽しておくのもよいと思われる。現在風上斜面の勾配が21°内外となっているが、海岸線からの距離に余ゆうがあるので、比較的ゆるやかな15°内外の勾配として、ゆったりとしたものとし上述の砂草を植栽して繁茂をはかり前砂丘を固定する必要がある。前砂丘前方の平坦地

も平らにならして前述の砂草類を植栽する必要がある。

この地区の砂の粒径分析の結果は Table. 5 の如くであり、鳥取地区のものとは大差がないようである。

結 論

現地調査の結果、前砂丘の形態として、鳥取県の一般の前砂丘のように海岸侵食が進み汀線からの距離に余ゆうがないために前砂丘の風上面勾配を強めて築設する場合と、福井県の三里浜砂丘のように汀線からの距離に余ゆう

があるため、従来からいわれているように、海岸線から充分ゆとりを持ち、しかも傾斜角度をほぼ一様の10°~17°として前砂丘を維持し、後方地の保護をするといった方法で築設する場合とにわけられる。

鳥取県下の場合は大體風上斜面の傾斜角度が20°~30°にあり急勾配で築設せざるを得ない、これは汀線に近く、しかも強い海岸侵食を受けるためであり、前砂丘をある程度の高さ(5~10m)に維持するためには、力学的には不安定で容量の少ない前砂丘とならざるを得ない傾向にある。この場合には、上述の風洞実験でも明らかのように、傾斜が急になれば

なるほど頂上部附近の風による侵食が激しいので、堆砂垣を築設するとともに風上斜面全体が風食を受け易いので、できるだけ一様の勾配とし、American beachgrass等の植生を導入してよく繁茂させ飛砂固定をはかなければならない、また風上法面に防浪編柵等を入れて侵食を防止することも合せて必要である。また汀線が著しく侵食して人工砂丘の脚部が侵食されないように防潮護岸を築設する必要がある。鳥取県下の皆生海岸では海岸侵食が著しいので防潮護岸を築設したが災害で著しい被害が出たので近年になって沖合に離岸堤を造ったため人工砂浜が出来、今日では見事に成功した例もある。ほかの地区でも今後海岸侵食がはげしくなる傾向にありこれ等の地区でのよい参考となると思われる。また防潮護岸を保護するため各種のブロック工法も行なわれている現状である。今後海岸侵食のはげしい地区での防潮護岸の研究が必要なことを感じた。

三里浜砂丘のように汀線よりかなり余ゆうがある場合にはできるだけ風上側傾斜角度を $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 内外のゆるやかな一様の勾配とし、高さも8~15m程度とすれば容量的にもどっしりとした安定した人工砂丘が出来ることになる。しかし上述の風洞実験等の結果からみて風上斜面が緩勾配の場合には全面にわたって風食が見られたので、風上斜面全体にわたって American beachgrass およびハマニク等の好砂植物を速やかに植栽して前砂丘の固定をはからなければならない。また前砂丘前方の平坦地は一樣にならし、積極的に砂草類を導入することが必要である。今日前砂丘の固定が不十分なために、せっかく後方造林木が飛砂のため枯死したりまた埋没して被害をうけているところも少なくない現状である。今日海岸防災林の持つ機能が極めて重要であり開発の進展とともに前砂丘固定の意義は極めて大きいと思われる。今後わが国各地の前砂丘地帯の速やかな固定をはかるため出来るだけ多く調査したい。今後この方面の研究の一助ともなれば筆者等の幸とするところである。

文 献

- 1) 田中一夫, 佐伯 浩: 飛砂固定用砂草類の導入について。砂丘研究, Vol. 1. No. 1. 1954
- 2) 原勝, 田中一夫: ビーチグラスの飛砂固定機能について。砂丘研究, Vol. 5. No. 1. 1958
- 3) 原勝, 田中一夫: 海岸防災林の防砂機能に関する量的研究(1)日林関西支部講演集, No. 9. 1959
- 4) 田中一夫: 海岸防災林の防砂機能に関する量的研究(2) 日林関西支部講演集, No. 10. 1960
- 5) 原勝, 佐藤一郎, 田中一夫: アメリカンビーチグラスの増殖に関する研究(1報)鳥大農砂丘研究実験所報告, No. 1. 1960
- 6) 原勝, 佐藤一郎, 田中一夫: アメリカンビーチグラスの増殖に関する研究(2報)鳥大農砂丘研究実験所報告, No. 2. 1961
- 7) 田中一夫: 海岸砂丘地におけるアメリカンビーチグラスの飛砂固定機能について, 鳥大農演習林報告, No. 2. 1961
- 8) 田中一夫: 海岸防災林の飛砂固定に関する実験的研究, 砂丘研究, Vol. 8. No. 2. 1962
- 9) 原勝, 佐藤一郎, 田中一夫: アメリカンビーチグラスの増殖に関する研究(3報)鳥大農砂丘研究実験所報告, No. 3. 1962
- 10) 田中一夫: 海岸防災林の飛砂固定に関する実験的研究(第2報)鳥大農砂丘研究実験所報告, No. 5. 1964
- 11) 末勝海: 海岸砂防工に関する基礎的研究 九大農演習林報告No. 43. 1968
- 12) 田中一夫, 田中義則: 静砂網に関する研究, 砂丘研究, Vol. 16. No. 1. 1969
- 13) 田中一夫, 宮前和憲: 海岸防災林の飛砂固定に関する実験的研究, 砂丘研究, Vol. 16. No. 2. 1970
- 14) 田中一夫, 高木薫: 飛砂固定に関する研究(1)傾斜角度と飛砂限界風速について, 砂丘研究, Vol. 18. No. 1. 1971
- 15) 田中一夫, 高木薫: 飛砂固定に関する研究(2)前丘の固定について, 日林関西支部講演集, No. 22. 1971