

部編大學用書

防風定砂

周 恆著

國立編譯館主編
黎明文化事業公司出版

部編大學用書

防風定砂

周 恆著

國立編譯館主編
黎明文化事業公司出版

翻 有
印 著
必 作
究 權

441. (68-22)

仿 風 定 砂

著 者：周 恆

主 編 者：國 立 編 譯 館

出 版 者：黎明文化事業股份有限公司

行政院新聞局出版事業登記臺字第一八五號

發 行 所：

永和秀朗路二段一六一巷一號

門 市 部：

臺北市長安東路一段五十六號

臺北市重慶南路一段四十九號

臺北市林森南路一〇七號文化大樓

高雄市五福四路九十五號

郵 政 劃 撥 帳 戶 一 八 〇 六 一 號

印 刷 者：永 裕 印 刷 廠

地 址：臺北市西昌街一六八號

中 華 民 國 六 十 七 年 八 月 初 版

定 價：新臺幣 (精) 三 〇 〇 元
(平) 二 六 〇 元

◀如有缺頁及倒裝請寄回換書▶

自序

風、雨、陰、晴、爲氣候變化四大現象，亦人類生活關係最密切之環境因素也。四者之中，風與雨對人類影響最大。甘霖普降，可使萬物驟獲生機而欣欣向榮；傾盆暴雨，可造成洪水橫流，泛濫成災。不過暴雨籠蓋之面積較小，危害之區域有限；遠不若狂風之足以橫掃數省，甚至若干國家與地方均受其害也。所以風在人類生活環境中，實爲可怕之氣候因子。

風之來也，隨其空氣流動之勢能與壓能，以及發生時期之不同，對人類顯有不同之影響。強風足以橫掃田園、村舍，造成飛砂走石，波浪滔天，予人類以無窮禍患。和風常能傳播花粉、調節溫度與濕度，促進動植物生長茁壯與繁榮。是以防風乃防止狂飆疾勁之暴風，維護土地、作物、人類生活環境之安全。蓋強大氣流之流動，勢猛力強，如能予以適時、適地、與適當強度之阻攔，仍可消滅其萬鈞之力，致乎恰爲吾人需要之風速；更可因勢利導，爲吾人作有用之功能。要能順乎習性，乘其勢態，防風之道，不難達成矣。

砂爲水或風沉積之遺跡，由於結構略差，組織疏鬆，每隨風移位，以滾動、跳躍、飛揚等現象，或沿地表奔騰，衝撞堆集，使地形爲之一變；或飄揚空中，瞬息千里而風雲爲之變色；掩埋田園，摧毀房屋、阻絕交通，人類生活環境，因之面目全非。所以防風與定砂，實有不可分之鏈鎖關係而爲吾人應加強研究之問題也。

尤以瀕海、沿海、以及海島地區居民，年受風砂之害，頻度高而損失重，設不深思熟慮，求所以防治之道，對人生健康及經濟發展，

2 防 風 定 砂

影響殊多。

筆者從事水土保持工作與研究，歷四十年，有關風蝕力及風蝕能量之觀測研究，亦三十有餘年。爰就平日所得，參酌各國學者專家研究之成果，編爲此書，除供執業者技術參考外，並希貢獻於研究同仁資料之彙集。更企由此編之作，引起廣大探討風尚，解決風砂災害，推及砂地利用，以富國利民。

全書共分十章，除第一章『總論』敘明風砂概況與關係外，其他各章，則分別敘述風之生成、原因、性質等因素，砂之成因及其性質。更就風蝕現象、農地風蝕力估測、以及防風設備之種類、結構等之介紹。至於各國習用之防風林設計與營造，與夫定砂之原理與方法，均於第八、九、十章中敘明。期能就理論與實際兼籌並顧，有便於執業與研究之參考，則幸甚焉。

已往關於風砂之研究，固屬不少；但成本書籍，尙屬少見。本書除供執業與研究者之參考外，兼作大學用書。惟掛漏尙多，敬祈同好不吝指正。

本書承中興大學水土保持系助教黃俊義、游繁結、陳文福、林信輝，研究助理林琍玲，研究生李正義、張炎銘、林金炳、張文詔、劉正川及技術員黃子儀等之協助，謹此誌謝。

河南孟津 周 恆

中華民國六十七年七月十日序于國立中興大學水土保持研究所

目 錄

第一章 總論	1
第一節 定義	1
第二節 風砂災害	2
第三節 風之分類	5
第四節 防風範圍	9
第五節 季風之定義與領域	11
第六節 世界季風分布	12
第七節 臺灣季風時間與分配	13
第八節 世界砂荒	16
第九節 臺灣之砂地（灘）與沙丘	17
第十節 氣候與風蝕關係	19
第十一節 臺灣風害	21
第十二節 臺灣砂害	25
參考文獻	26
第二章 風之生成及其影響	27
第一節 風之生成	27
第二節 地形對於風之生成影響	29
第三節 海洋對於風之生成影響	33
第四節 天氣與氣候對風之響影	34

2 防 風 定 砂

第 五 節	地面環流	37
第 六 節	熱能變異與交換	39
第 七 節	季節性之氣候	41
第 八 節	風與雨量分布	41
第 九 節	季風變化	43
第 十 節	季風成分	44
第 十 一 節	季風流層	45
第 十 二 節	季風之動力與熱力	45
第 十 三 節	季風槽線	46
第 十 四 節	風與環境變異	47
第 十 五 節	風與植生生態	48
第 十 六 節	風與農業	50
第 十 七 節	風與人生	52
第 十 八 節	風與砂	53
第 十 九 節	風與工業	54
第 二 十 節	風砂與道路交通	56
第 二 十 一 節	風與經濟發展	57
第 二 十 二 節	季風與林業	58
第 二 十 三 節	季風與漁業	61
第 二 十 四 節	季風與生物均衡	62
	參考文獻	63

第三章 風之因素65

第 一 節	風之方向	65
第 二 節	風之速度	67
第 三 節	風之壓力	71

第 四 節	風壓變化	72
第 五 節	風壓係數	77
第 六 節	風壓指數	78
第 七 節	風之機械作用	79
第 八 節	阻截物受風時之應力	81
第 九 節	季風指數	84
第 十 節	風速分布	86
第 十 一 節	風之粘滯性與剪應力	88
第 十 二 節	風速之垂直分布	92
第 十 三 節	風速剖面分析	96
第 十 四 節	風速與亂流	102
第 十 五 節	風之運行理論	105
第 十 六 節	風壓垂直分析	107
第 十 七 節	雷諾數值之推理	109
第 十 八 節	非中性穩定層中流動剖面之關係	110
第 十 九 節	亂流之光幻	11 ₂
第 二 十 節	亂流之測計	115
第 二 十 一 節	風在水面運行	116
第 二 十 二 節	風遇圓柱形物體之型態變化	119
第 二 十 三 節	風遇不規則物體之型態變化	122
第 二 十 四 節	風遇連續阻截物時之氣流型態	125
第 二 十 五 節	風向風速之日型態與季節型態	126
第 二 十 六 節	陸風與海風	127
第 二 十 七 節	山谷內風之變化	128
第 二 十 八 節	都市之風	131
第 二 十 九 節	風型變化	133

4 防風定砂

第三十節	風之携砂力	134
第三十一節	防風設施前後之微氣候變化	135
第三十二節	風之交換現象	140
第三十三節	波蘭德爾氏之混合距離	142
第三十四節	蘇丹氏之理論	143
第三十五節	由波蘭德爾理論求地面風速	145
第三十六節	由蘇丹氏理論求地面之風速分布	149
	參考文獻	151

第四章 砂之成因及特性 153

第一節	問題由來	153
第二節	砂粒之大小	155
第三節	沙與灰塵	157
第四節	砂之生成	158
第五節	砂之運轉與沈積	160
第六節	沈砂之原因與分類	162
第七節	海岸沙灘之變化與分布	167
第八節	砂丘分布	169
第九節	海岸砂丘形成之要素	170
第十節	海岸砂丘之發育	171
第十一節	沙地環境	175
第十二節	沙地植生分布	176
第十三節	沙地之鹽風	179
第十四節	海岸砂丘之理化性質	185
第十五節	海岸漂沙	189
第十六節	海灘術語	190

第十七節	海灘分類	191
第十八節	海灘粒質	193
第十九節	粒徑分布	193
第二十節	砂粒分級	199
第二十一節	整齊均勻之砂	207
第二十二節	純正砂與混合砂	209
第二十三節	粒徑節分析之調整法	213
第二十四節	砂粒沈積之內部結構	214
第二十五節	砂音	221
	參考文獻	224
第五章 風蝕現象及砂之移動		227
第一節	風蝕現象	227
第二節	影響風蝕之因子	228
第三節	風蝕程序	240
第四節	砂之移動型式	248
第五節	風蝕之機械作用	251
第六節	風速與砂粒移動率之關係	256
第七節	地表粗大砂粒移動增加率	259
第八節	飛揚空氣中之砂粒	260
第九節	限界風速與砂粒大小	262
第十節	固定灰塵之不易移動性	265
第十一年	不同粒子混合後之限界風速	267
第十二節	撞擊限界風速	269
第十三節	不均勻砂體之徑級變化	269
第十四節	砂漣與砂梁	271

6 防風定砂

第十五節	平坦沙面之不穩定	272
第十六節	地表滾動隨跳躍之投射角而定	274
第十七節	均衡狀態下沙漣之形成	275
第十八節	沙再移動時沙漣與沙梁	279
第十九節	沙漣之橫貫排列	284
第二十節	平坦沙面之變化	286
第二十一節	平坦地表沙之累積	290
第二十二節	風向變化之效果	292
第二十三節	地表移動率之起伏	297
第二十四節	植生之影響	299
第二十五節	優勢飄沙風	300
第二十六節	沙之堆積型態	303
第二十七節	阻截物後之沙像	304
第二十八節	阻截物中間之飄沙	306
第二十九節	懸崖下之飄沙	307
第三十節	穩固沙丘可成爲攔風體	310
第三十一節	風之強度與沙丘型態	311
第三十二節	偃月形沙丘	319
第三十三節	複式偃月形沙丘	323
第三十四節	偃月形沙丘大小與高度	325
第三十五節	沙流限界之討論	326
第三十六節	土壤含水與雨水對風蝕之影響	328
	參考文獻	330

第六章 農地風蝕力之估測 331

第一節	農地風蝕力估測之意義	331
-----	------------	-----

第 二 節	風洞試驗	332
第 三 節	地面粗糙度之決定	333
第 四 節	作物殘株之決定	334
第 五 節	土壤硬度之決定	335
第 六 節	地表硬殼穩定度測定	337
第 七 節	自然風蝕能量之決定	339
第 八 節	估測之解釋與限界	344
第 九 節	風蝕力向量分析	346
第 十 節	風蝕力大小之計算	348
第 十 一 節	平行與垂直風蝕力	349
第 十 二 節	障礙物方向之極大極小比率	351
第 十 三 節	沿風蝕力向量之方向風蝕距離	357
第 十 四 節	風蝕通徑之 Z_0 與 d	358
第 十 五 節	理查遜值	63
第 十 六 節	風蝕方程式	364
第 十 七 節	風蝕基本因素	365
第 十 八 節	均衡風蝕之變異	371
第 十 九 節	各變數間之關係	377
第 二 十 節	方程式之應用	380
第 二 十 一 節	風蝕力與沙丘變異	384
	參考文獻	386
第七章 防風設備設計		387
第 一 節	防風設備之意義	387
第 二 節	防風設備之分類	388
第 三 節	防風目的	389

第 四 節	防風方法	a94
第 五 節	植生防風方法	398
第 六 節	防風耕作	401
第 七 節	機械防風方法	409
第 八 節	人工沙丘	418
第 九 節	沙欄定砂	420
第 十 節	防風設備設計程序	427
第 十 一 節	資料分析	430
第 十 二 節	流力分析	431
第 十 三 節	材料調配與處理	434
第 十 四 節	地形測量與土壤調查	436
第 十 五 節	防風效果估測	438
	參考文獻	441

第八章 防風林設計 443

第 一 節	防風林設計之意義	443
第 二 節	防風林分類	444
第 三 節	防風林設計之程序	446
第 四 節	防風林防風效果	448
第 五 節	防風林高度	451
第 六 節	防風林設計要點	453
第 七 節	防風林影響於風速變化	457
第 八 節	風向風速之決定	462
第 九 節	防風林方向之選擇	466
第 十 節	防風林斷面形	468
第 十 一 節	海岸防風林寬度	472

第十二節	耕地防風林帶之方向與距離	475
第十三節	防風林帶對氣流之影響	481
第十四節	防風林帶庇蔭問題	483
第十五節	防風林帶與其他防風設備之比較	484
第十六節	農地防風模式	486
第十七節	防風之經濟利益	488
	參考文獻	490
第九章 防風林之營造		493
第一節	營運防風林之目的	493
第二節	防風地區環境因素分析	494
第三節	防風地區之調查勘測與分析	495
第四節	防風林營運之程序	498
第五節	防風林栽植地之整理	501
第六節	營建前之準備	502
第七節	樹種選擇	503
第八節	幾種優良防風樹種	505
第九節	育苗方法	510
第十節	造林方法	511
第十一節	耕地防風林帶之布置	515
第十二節	海岸防風林分區造林法	521
第十三節	保護與管理	523
第十四節	防風林帶風口之防治	526
第十五節	防風林效果估測	531
第十六節	防風林帶與防風網效果比較	535
第十七節	有關氣候因子測驗與研究	537

10 防風定砂

第十八節 臺灣防風林改進意見	537
參考文獻	539
第十章 定砂	541
第一節 定砂之意義	541
第二節 砂地穩定	542
第三節 定砂方法	543
第四節 植生連續原理	544
第五節 工程方法	547
第六節 砂簾定砂效果	552
第七節 砂地土地利用	553
第八節 我國古代壓沙法	554
第九節 引洪灌淤法	555
第十節 砂地種植	559
第十一節 砂地造林	562
第十二節 沙地種草	564
第十三節 改良生態穩定沙丘	566
第十四節 沙地有效利用	567
第十五節 噴播草籽	570
第十六節 穩定海灘	571
參考文獻	574
名詞索引	576

第一章 總論 (introduction)

第一節 定 義

風爲空氣流動之現象，由於空氣流動之型態、高度、方向、速度、時期、性質、壓力變化等之不同，風之種類即有多種；因而機械能量以及爲害程度，與夫對自然現象發生之影響，亦各有不同限度。

砂爲由逕流、洪水、河川、海流等沖蝕而來之土粒，沉積於河流沿岸及入海口(out let)附近再移運於陸上。或早年乾涸之湖泊遺跡。亦有由於海湖岸流(shore current)沖蝕海湖岸而生之土石細粒，隨岸流與逆流之搬運 (transportation by shore current and undertow)，拋遺於海岸彎曲處或河流入海口附近，乾燥後經風吹襲而爲沙灘、沙丘或沙漠⁽⁷⁾。

此等沉積之沙(砂)粒，原爲層理分明之沉積沙層，如能善於管理利用，可成爲良好之農田，予人類生活以極大之幫助，即所謂海浦新生地。否則經久不加控制與妥善之管理，則歷經風吹日晒，極度乾燥，由風波(waves of wind)不均衡之壓力，表層粘土構成之表面硬殼(surface crust)即遭破壞，細粉土粒飛揚於空中，細沙粒受氣流之推移，成跳躍現象(saltation)向前移動，所遺粗大砂粒，沿地面滾動，散布地表；因之沙隨風移，益助風之破壞能量，風携沙行，更擴大沙(砂)之分布面積⁽⁷⁾，海岸、河濱等地之砂丘(sand dune)、沙灘(sandy beach)以及由早年乾涸之湖沼所成之沙漠(sandy land

2 防 風 定 砂

or sandy desert)，率由是而成也。

實則空氣之流動，為氣體力學 (mechanics of air) 之研究範圍，亦流體力學之一部分，有深厚之力學理論，是以欲研究防風，必須瞭解氣體力學之理論與氣流活動之機械性能，決非栽植幾行抗風樹種所可竟其全功；而砂之種類及其生成歷史，運輸及沉積之前後程序，又顯然係屬於土壤力學及物理性質之範圍，是則欲達到防風定砂之目的，必須從氣體力學與土壤物理及力學性質，以研究其共同有關諸問題，謀求合理之解決。

所以防風定砂之定義為「研究風與砂之力學性質、環境因素及風蝕現象，更進而求其控制與改良之道也。」

第二節 風砂災害

風砂之災害，約有下列數種：

1. 對土壤危害

(1)對土壤之危害：風對土壤表面如經長時間之吹蝕，首先蝕去細小土粒，如粉粒 (silt)、粘粒 (clay) 等，以飛揚於空中，則土壤原有之混合比率，即漸次改變而成為砂粒百分比相對提高之土壤，原為壤土者可變沙壤土 (sandy loam)，原為沙壤土者漸變為沙土 (sandy soil)，因之含水能力及蓄肥力隨之減退，產量隨之減低。

(2)鹽鹼上昇 PH 值提高：風大地區，蒸發勢強，土中水分由毛細管作用上升蒸發以去，將由地下帶出之鹽鹼，遺留地面，形成高鹼性表土，對作物發芽滋生，影響極大。沿海一帶土壤 PH 值多高達 8 以上者⁽³⁾，胥由此種原因而成。

(3)風力助長蒸發，減低土壤水分含量，使作物生長，長期呈缺水現象。