

台湾东部地区防风定砂之植生工法设计

张俊斌¹, 陈意昌², 翁士翔¹, 谢志楷¹

(1. 台湾中州技术学院; 2. 台湾中兴大学, 台湾 台中 402)

摘 要: 对于台湾东部地区提出防风定砂之植生工法, 以改善台湾东海岸及河川内之风砂危害。台湾台东地区, 近年来受到 2001 年 6 月的奇比、7 月的尤特和 9 月的利奇马台风, 几个强台风接连的肆虐, 造成海岸地区及河川高滩地之自然植被流失, 海岸及河床大面积裸露。易遭上游冲刷的泥浆粉砂覆盖, 枯水干旱期间再加上东北风横吹, 致使粉砂土扬起吹向市区, 造成严重的风砂为患。为了减少农作物之损失、自然环境之破坏以及维护生活品质、当地居民生命财产之安全, 采取较不破坏环境景观之植生工法, 针对东台湾之环境特性, 设计适宜之防风定砂设施, 以减低风害、盐害并达到营造河海岸之生物多样性生态环境的目的。

关键词: 植生工法; 防风定砂; 海岸景观

中图分类号: X171.1; S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)06-0110-05

Vegetation Engineering Design of Windbreaks and Sand Fixation for East-Taiwan

ZHANG Jun-bin¹, CHEN Yi-chang², WENG Shi-xiang¹, XIE Zhi-kai¹

(1. Department of Landscape Architecture, Chung-Chou Institute of Technology, Zhonghua 510, Taiwan;

2 Chung Hsing University, Taichung 402, Taiwan, China)

Abstract: This study focus on the windbreaks methods of vegetation engineering for East-Taiwan environment. The geographic environment of east-Taiwan usually be influenced by typhoon and strong wind. Therefore, windbreaks or shelterbelts are established in coastal areas of Taiwan to reduce crop damage caused by strong winds and salt spray, and to improve the living quality of local people. Revegetation can reduce wind and salt damage and fix sand, thus protecting riverbank, cropland and living area. For the wind damage, we design the vegetative methods of windbreaks to improve the east-Taiwan natural environment. The procedures are: (1) Sand fixation structures: fence barrier for sand stabilization, rice stubble can be used as an obstruction to the wind in sand dunes, suitable plants for sand fixation are sea purslane, railroad vine, wild sugarcane, littoral spine grass and chaste tree; (2) windbreaks along coasts: suitable plants, width of windbreaks, plant seedlings, planting at inhospitable sites; (3) windbreaks on farmland.

Key words: vegetation engineering; windbreaks; coast landscape

1 前言

台湾东部主要为花莲及台东两县, 其因地理位置常受强风(台风、东北季风、海风)侵袭之影响, 易造成河川、海岸之风砂危害。因此, 在此地区之植生工法需要了解台湾东部地区环境应力与植物生长之关系。影响植物生理现象及生长之环境应力可分为气候因子(如温度、湿度、光照、风等)、生物因子(如植物间之竞争、毒他作用、共生、寄生等)、位置因子(如地文因子、方位、海拔高、坡度等)、土地因子(如土壤酸碱度、养分、质地、含水量等)等。海岸环境应力之作用受海岸区位地形与土质之不同而异, 但其中高温、强风、飞砂、盐雾与土壤应力(干旱、湛水、高盐分与养分缺乏)等作用则普遍存在(林, 2001; 李, 1984; 林, 1987)。兹将台湾东部地区重要环境因子影响植物生长之情形说明如下:

1.1 高温对植物生长之影响

植物生长环境温度高过某一界限, 则植物生长反而减少, 此界限温度称为植物生长之最适温度, 约在 20~35℃ 之间。

对任一植物而言, 均有一最适温度范围存在, 太高或太低的温度, 都会对植物造成某种程度的伤害。高温对植物造成之伤害包括植物生长减低、蒸散作用增快、光合能力减低及呼吸作用增加, 因而促使植物叶片增厚、做垂直方向生长以减少日光直射、表面呈白色以反射日光并使叶片表面覆绒毛以对表皮及叶肉产生荫蔽作用。另外木本植物之树干被覆木质化的厚层树皮以保护内部之韧皮部与形成层。上述的特化作用皆可增进植物对高温之抵抗性。因此, 台湾东部地区之植物就形成了特殊的海岸植物景观以适合生长于此环境中。

1.2 强风对植物生长之影响

强风会将植物生育基盘之沙粒吹散, 再从这一点起渐次扩大其范围, 使植物因根群裸露而死亡。另强风会使叶片接口层阻抗减少及叶片破损而导致蒸散率增加, 使植株倒伏、矮化或旗形(Flagging)生长, 造成叶片枝条之擦伤与破损等。但强风也会促进传粉及种子散播。

1.3 盐风或盐雾对植物生长之影响

盐雾对沿海植物之影响甚大, 常为冬季季风或夏季台风

* 收稿日期: 2006-02-15 修正日期: 2006-04-04 接受日期: 2006-04-20

作者简介: 张俊斌(1968-), 男, 博士, 台湾中州技术学院副教授, 研发长, 国际交流中心主任, 主要从事地理信息系统、景观生态与水土保持源保育之设计与研究。

挟携而吹至内陆,或是波浪破裂造成的飞沫,随风飘至陆上附着于植物,造成盐风害。海水含有约 3.5% 的盐类,植物生育上,盐分浓度之限界草类约为 0.1%,树木约为 0.05%,这类盐粒对耐盐性低的敏感性植物可造成严重之伤害。盐雾发生后短期内若无降雨,盐分对植物之伤害最为严重,盐分滴在叶片上,气孔马上关闭,不能生长,且盐分在受损枝条上,会产生坏疽现象。

1.4 飞砂对植物生长之影响

沿海砂丘地区,土壤保水率低,砂粒易受风之吹袭而移动,谓之风蚀作用。因风蚀作用而移动之砂粒会在另一处堆积,而造成该地区植物之为害。砂土堆积会使植物根域的通气性降低,植物茎部受砂埋之部位温度过高,会导致植物之病害而死亡。飞砂的土壤粒子会造成植物的生理性损害,导致盐分自损伤部侵入,使被害加剧,严重的飞砂会将植物埋没。

1.5 土壤水分应力对植物生长之影响

最适宜植物生长之土壤水分范围,因土壤性质及植物种类而异。对大部分之植物而言,最适宜植物生长之土壤水分介于土壤最大容水量之 60% ~ 80% 之间。土壤水分供应植物的吸收,植物得以维持细胞膨压,藉水分运送而吸收土壤养分,完成细胞分裂、伸展、分化及其它之代谢现象。植物每增加单位干重所需要吸收或蒸散的水量称为需水量。需水量因植物种类而异,植物之需水量愈少,其耐旱性愈高。在海岸地区因强风烈日的影响,空气相当干燥,土壤中的水分

也缺少,尤其在砂丘地区干旱对植物之生长相当不利。

1.6 土壤盐分对植物生长之影响

多数植物于高盐分环境下种子之发芽会抑制,种子的成活更为困难,但某些耐盐性植物却不然。这类植物由于生理上之适应,少量盐分之存在对种子之萌发和生长更为有利。惟对大多数耐盐性植物言,土壤之盐度对其生长分布仍为一重要限制因素。土壤中含盐分太高,则植物会叶尖先枯死后沿叶缘扩大,有坏死之斑点产生,叶片多汁,叶面积、细胞间隙变小。

1.7 土壤养分对植物生长之影响

土壤养分不足会影响植物生理机能及减缓生长,通常缺乏氮时叶片会呈不鲜明的黄色至绿色,甚至呈黄化作用。

2 台湾东部河海岸植生对逆境之因应措施

河岸及沿海地区植生绿化成功与否,必须先考量导入适生植物,以营造有利植物生育环境因素或减轻其伤害性,其方法需针对当地之环境条件并配合各种对应方法予以实施,以达到设计植栽绿化之效果。尤其在西部桃园、新竹、苗栗及中部彰化、云林等县沿海之砂丘或飞砂地区,因砂地土壤系单粒结构,本身胶结力低、保水力弱,故容易被风所吹动。经专家学者(林与欧,2002)多年之研究与汇整台湾东部河海岸地区植生绿化时对逆境之植栽选择条件与因应措施如表所示。

表 1 河海岸地区植生绿化时对逆境之植栽选择条件与因应措施

逆境	植栽选择	植生绿化之生态工法
飞沙	1. 定砂植物	1. 竹篱、防风网、定砂篱之建立
	2. 深根性且根系强健	2. 种植定砂之地被植物
	3. 茎触地生根且水平根发达	3. 运用定砂植物,如滨刺麦、蔓荆、滨雀稗、马鞍藤、单花鸛蛄菊等。
	4. 耐覆盖、耐干旱	
风害	1. 抗风性强植物	1. 利用竹篱、防风网降低风速
	2. 深根性且根系强健	2. 利用支柱固定植栽
	3. T/R 比较低	3. 适当密度配置植栽
	4. 枝干强劲	4. 抗风性强之植物,如雀榕、山猪枷、榕树、红柴、木麻黄、黄槿、草海桐、桎柳等。
潮害	1. 抗潮植物	1. 喷水冲洗植物枝叶之盐沫结晶
	2. 叶片厚实	2. 设置竹篱、防风网或筑堤
	3. 革质叶片	3. 考虑植栽位置
	4. 叶片角质层厚	4. 抗潮植栽,如水笔仔、海茄苳、五梨跤、莲叶桐、大叶山榄、林投、棋盘脚树等。
土壤盐害	1. 耐盐性植物	1. 客土
	2. 革质叶片或具盐腺	2. 整地及设置排水沟渠
		3. 耐盐树种,如苦蓝盘、过江藤、滨水菜、黄花矶松、细叶草海桐等。
土壤贫瘠	1. 耐贫瘠植物	1. 客沃土或添加肥料
	2. 具有根瘤	2. 先行种植肥料木
	3. 具有菌根	3. 耐贫瘠之树种,如赛白豆、百喜草、狼尾草、田菁等。
高温干燥	1. 耐旱、耐高温植物	1. 设置喷灌系统
	2. 叶片厚实	2. 改善土壤以增加保水力
	3. 革质叶片	3. 地表覆盖稻草
	4. 叶片角质层厚	4. 耐旱植物,如朴树、水柳、大叶合欢、海欖果、琼崖海棠、福木、苦蓝盘、马鞍藤。

3 河海岸防风定砂之植生工法规划设计与应用植物

东部沿海地区在植生工法规划设计上,可建造海岸防风林、耕地防风林或拦砂篱构造物,以减少风砂及盐雾。另外为配合海岸堤防、可防浪构造物购置后立地环境之变化,其应用植物之选择与设计亦应有所不同(张等,1999)。基本上为适应海岸之生态环境,应导入适生之原生植物,而部分

配合地被草花或园景绿化,则可少量酌以选取引进之绿化或美化植物。不同立地之设计规格如下所述:

3.1 海岸防风林植物

海岸防风林主要为木麻黄纯林,但因木麻黄纯林甚易衰退,且易受星天牛、黑角舞蛾等为害。故以其它树种或以混交造林方式代替木麻黄纯林为目前防风林研究及经营之方向(江等,1987;郭,1963)。目前台湾地区主要应用推广之海岸防风林造林树种有木麻黄、黄槿、草海桐、琼崖海棠、海欖果、福木、

桤柳及林投等。其它适生的植物种类包括大叶山榄、水黄皮、白水木、朴树、檀梧、相思树、苦楝、苦蓝盘、茄苳、海桐、甜根子草、鸟榕、榕树、台湾海枣、银合欢、滨槐、鹅銮鼻蔓藤、兰屿树杞、铁色、榄仁。海岸防风林植生方法之设计规格如下：

3.1.1 树高

理论上树高越高越佳,但海岸地区由于气候环境恶劣,林木生长不易,尤以海岸第一线必须藉防风篱之保护方能使林木成活,进而逐年成长。林木超过防风构造物之高度,则易受风害及盐害。通常第一线林带林木成长高度极限在 5~ 6 m。

3.1.2 林带宽度

海岸林带宽度原则上越宽效果越佳,但由于土地取得不易,而且土地需经济利用,故林带不宜太宽。原则上林带宽度以在 80~ 160 m 为宜。若考虑林带的更新问题,则林带宽度可适度增加。

3.1.3 木麻黄苗木处理

采种: 每年 10 月至 11 月间。
播种: 每年 3 月播种,可配合苗床之整理及水切法防止木麻黄根向下伸展。
分床: 每年 5 月将发芽生长后之苗木,以 10 cm × 10 cm 之间距移植于苗床上。
移植: 分床后,翌年 3~ 6 月间移植。

3.1.4 苗木处理

裸根苗: 将木麻黄挖取去土,并剪下枝叶之 1/2~ 1/3。若根部受损亦需剪去。
打浆与包装: 将黏土打碎后加水搅拌成稀泥浆,再将木麻黄裸根苗之根部放入泥浆中,稍加滚动,使根部涂上泥浆,以保持湿润。(有些地区之木麻黄栽植不用此处理)。
包装: 用草席、麻袋或塑料布包扎成捆。
假植: 苗木不能立刻栽植时,于避风荫凉处挖一 V 型沟,将苗木根部均匀斜排放于沟内,沟上覆土、灌水并上覆枝叶,以保持苗木之存活。

3.1.5 一般苗木栽植模式(以木麻黄为例)

在海岸砂丘地区,每间隔 1 m × 1 m 栽植苗木一株。但在地形崎岖或岩石裸露之处可采用半规则或不规则之间距栽植。栽植时先挖植穴,深宽各 30 cm,穴内先埋稻草后再

置土壤改良材料 1 kg 及客土 0.01 m³。栽植配合表土复合肥料施放及苗木上方插草定砂。插草使用之稻草长 80 cm,插草后地上部高 30 cm。
苗木为含土球、根系之塑料袋苗,袋苗之含土壤需直径 9 cm 以上,土壤深 10 cm 以上。土壤依 1 m³ 黏质壤土: 100 kg 堆肥: 10 kg 复合肥料混合使用。

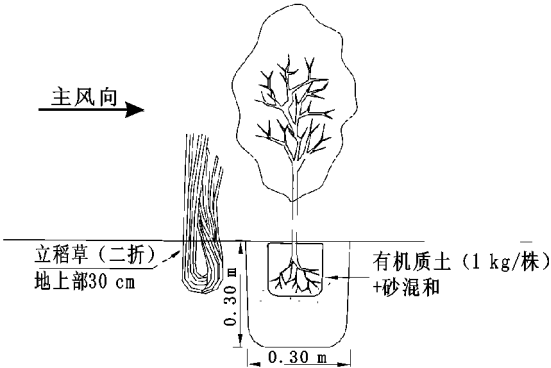


图 1 苗木栽植法

3.1.6 特殊地点栽植法

(1) 筑堤栽植法。海岸泥质滩地或土壤高盐分危害地区,先以推土机构筑高 1 m 宽 1 m 之堤后,让雨水自然淋洗及减低土壤盐度后,再于堤上栽植防风林植物并于植物上风侧配置防风网之栽植方法。此方法在沿海海埔新生地、高盐分地区适用。

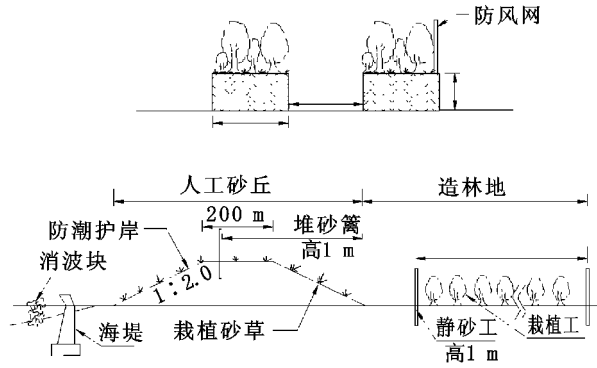


图 2 筑堤栽植法

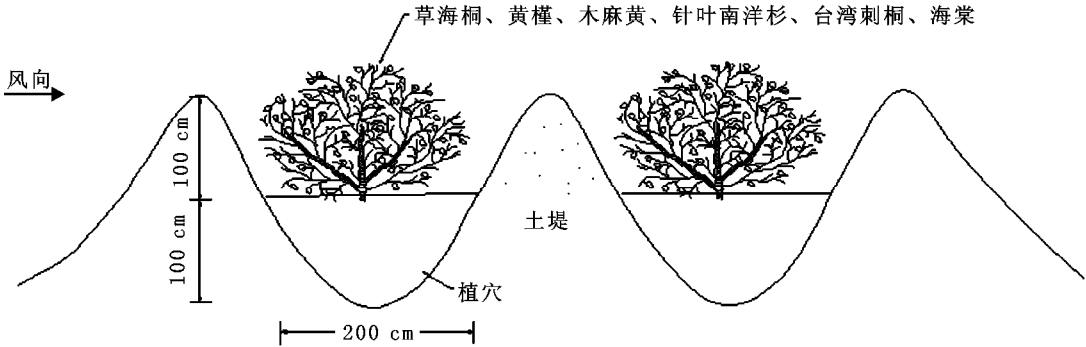


图 3 筑沟栽植法

(2) 筑沟栽植法。在风害或盐风危害地区,先将地面挖掘高 0.6~ 1.0 m,宽 1~ 1.5 m 之沟堤,沟内栽植木麻黄等风植物,堤上栽植龙舌兰、林投、草海桐、狼尾草等抗风、抗盐分强之较低矮植物,藉以保护沟内防风林植物之初期生长。此方法适用于砂源较少、土石坚硬、风力强之地区。

3.2 耕地防风林植物

一般耕地防风林之树种,以枝条坚韧、富有弹性、萌芽力

强、适于当地之土壤、抗风力强之植物为宜。目前台湾地区现存耕地防风林之树种主要为有木麻黄、长枝竹、朱槿、观音竹、无叶桤柳、黄槿、夹竹桃、甜根子草等,通常以单行纯林或混交林之形式,垂直于主风向之方向栽植于田埂上,以减低风速、防止风害(江, 1977)。其中采用之树种以木麻黄最多。其它适生的植物种类包括大叶山榄、大叶合欢、水笔仔、水黄皮、朴树、檀梧、林投、相思树、红茄苳、苦楝、茄苳、海茄苳、华

北桤柳、黄连木、黄槿、榕树、福木、台湾海桐、琼崖海棠、榄仁。耕地防风林植生方法之设计规格如下:

3.2.1 高度

防风林高度越高则其背后之保护距离越大。防风林的拖曳力作用一如植生栅或防风墙,可缓和空气的流动。

3.2.2 密度

一行排列之耕地防风林密度越大,则其背风狭小范围之风速减低效果越佳,但防风之有效距离将减小。一般而言,以木麻黄防风林为例,其密度以 60%~80% 最佳。

3.2.3 方向

耕地防风林带之方向,一般是与主风向垂直,因其最具防风效果。但在风速甚大、风力极强之地,则迎风面所受风之压力过大,可能危害防风林本身之安全,故防风林之方向,宜依其风速之大小而做适量之改变。大概在最大风速 15 m/s 以下者,可与风向成垂直。超过 15 m 以上者,可酌量改变方向,使成 65~75° 之夹角。

3.2.4 防风林之完整性

单一防风林带之外侧区域,农路或水沟穿越林带而形成之缺口。或林木因风害、病虫害等而枯死所形成之风口,常因风速增强而造成严重之危害。因此防风林带之完整与统一规划甚为重要。如欲于林带间距之中间加植另一防风林带时,应避免于耕地上造成长短不一之林带端,而使两端之作物遭受危害。已经产生长短不一之林带端,应设法即速补植延长,使其完整,或试于林带末端加植与主林带成垂直或成适当角度之翼林带,亦可减少风速消弭旋流。无法避免之农路与水路穿越防风林带时,应尽量使风口保持最窄宽度。

3.3 定砂措施与定砂植物

海岸飞砂地设置拦砂篱以拦截砂石,再植甜根子草、滨刺麦、林投等等定砂植物,以稳定砂丘,是最常用且最有效之方法。兹依其材料、构筑方法之不同略可分为柴枝拦砂篱、芦苇拦砂篱、竹条拦砂篱、木皮拦砂篱及竹梢拦砂篱等。

台湾目前所常见之拦砂篱以竹片或竹梢拦砂篱为主。因台湾盛产竹子,价格便宜,能大量生产与采收,用以建造拦砂篱颇符合就地取材、物尽其用之原则。建造方法是以每隔 4 m 钉一竹桩,打入地下约 50 cm,露出地面 1 m,以桂竹细枝横向连结,并用竹梢编成。拦砂篱之设计规格如下:

3.3.1 拦砂篱角度

以与风成 60~90° 最佳,因其沉沙量最多。

3.3.2 主篱长度

拦砂篱有长至数百米者,亦仅有数米者,端视砂源之多寡及其欲保护之面积而定,无一定之规格与标准。

3.3.3 翼篱长度

一般之拦砂篱都无翼之构造,若欲增加沉沙量而设置翼,其长度应达篱高之 6 倍左右(篱高通常为 1 m),与主篱成 15~30° 夹角安置,才能达到增加拦砂量之效果。

3.3.4 拦砂篱间距

地质脆弱、疏松之地,拦砂篱之间距不应太大。通常以间距 12H 之沉砂效果最好。但间距亦不宜太小,否则风下之拦砂篱无法发挥作用,无法达到最佳之经济效益。

3.3.5 拦砂篱密度

除非地质坚硬,否则拦砂篱之密度不宜太高,以免发生篱前与篱后之严重淘刷现象。一般而言,以密度 25% 最佳。

3.3.6 拦砂篱高度

通常以 1 m 左右为原则。理论上,拦砂篱愈高,沉砂量愈大,但须考虑材料耐久年限、成本、受风面积及施工方法等。以沙粒之运动型态而言,有跳跃(saltation)、滚动(surface

creeping)及飞扬(suspension)三种。其中除飞扬外,其余两种运动高度都在 1 m 以下,且拦砂篱被沉砂埋没后可再加高,故高度以 1 m 左右为宜。砂丘地采用插草来达到防风定砂的目的,为农民所最普遍应用,此法简单而所费材料及人工不多,尤其春初或秋初应用此法防风效果良好。如落花生播种后每间隔 3~5 m 插一行稻草(胡萝卜、萝卜亦然)。瓜类在是植后在东北侧插一行草,藉以保护瓜苗及瓜蔓之固定。

砂丘地部分种植花生、西瓜、香瓜等作物,其土壤含细粉粒较多,灌溉后较不易受风吹动。因其较近内陆,及耕地防风林、防风带之配合种植,飞沙之现象不如海岸附近之沙地严重。如沙地从事灌溉生产,其水分之增加可抑止飞沙之产生。根据崎顶砂丘地喷灌定砂之经验,风速在 3.0 m/s(测高 1.5 m)以上时应考虑定砂灌溉。一次定砂灌溉用水量 5~8 mm,定砂有效时间为 1~2 d。

将甜根子草连根拔取后,栽取 30 cm 长含根系之草苗材料。栽植时,依等高线挖条沟 15 cm 深,施放客土每株 0.3 kg,客土为黏土 1 m³ 混合堆肥 100 kg 使用之。

3.4 海岸生态绿化与原生植物

生态绿化又称生态学的绿化,是指符合生态学理念的绿化,以人工造林的方式加速达到植物社会的最终状态—极相,其目的在于建造一个具有层次变化、结构完整的植物社会,以期恢复高歧异度、多功能性的生态环境(张等,2002)。

海岸生态绿化是利用经选择之海岸适生植物,以人工的方式建造海岸自然林,以期达到涵养水源、调节微气候、防风、美观等环境保护及引诱野鸟、蝴蝶等生物群栖之保育功能,再者更可提供人们于假日时携家带着至海滨活动、休憩之地点。

而海岸生态绿化适生植物最好是以台湾本土之原生植物为主,因目前许多市面上所贩售之植物大部分为外来引进或为园艺品种改良,已严重影响台湾原生植物之生存空间,为了保存本土植物之多样性,多利用原生种来作为生态绿化用之植栽植物(陈等,1987)。

海岸生态绿化原生植物包括土沉香、土樟、大叶山榄、大叶合欢、小叶桑、山盐苺、日本女真、日本卫矛、木麻黄、止宫树、毛柿、水黄皮、白水木、白树仔、朴树、朱槿、克兰树、夹竹桃、刺桐、刺楸实、植梧、俄氏刺苺、相思树、苦楝、苦蓝盘、茄苳、革叶山马茶、革叶石斑木、海桐、海欖果、草海桐、马尼拉芝、马缨丹、密花山巴豆、甜蓝盘、细叶草海桐、软枝黄蝉、鸟榕、棋盘脚树、象牙树、黄连木、黄槿、棱果榕、叶下白、葛塔德木、截萼黄槿、榕树、构树、福木、台东火刺木、台东漆、台湾海桐、台湾海枣、台湾树兰、银叶树、莲叶桐、蔓荆、檄树、琼崖海棠、铁色、榄仁、榄李。

3.5 湿地或高滩地植栽

海岸湿地是一个特殊的生育环境,大部分位于河海的交界处,在河川流速渐缓的情况下,悬浮的泥沙、矿物质及有机物沈积下来,形成质地细密的泥滩地。涨潮时,海水淹没泥滩,退潮后水质又被河水取代,滩地露出水,暴露在空气中。质地细密的泥地保水力强,导致泥中与泥面的空气无法交换,而且高密度的分解性细菌在泥地内繁生,消耗掉大多数的氧气,所以在软泥下几厘米深处,就变成缺氧环境了。不论是就湿度、盐份含量及呼吸的观点来考虑,这里的环境变化非常大,因此,能存活在海岸湿地的植物,必须有特殊的生存方式。

湿地或滩地的植物包括三裂叶蟛蜞菊、土沉香、水笔仔、百慕达草、红茄苳、苦蓝盘、海茄苳、海雀稗、草海桐、马鞍藤、甜蓝盘、细叶草海桐、棋盘脚树、黄槿、蔓荆、滨水菜、滨刺麦、

双穗雀稗、蟛蜞菊、琼崖海棠、芦苇。

4 结论与建议

台湾地区沿海砂丘地,尤其是指西部桃园、新竹、苗栗及中部彰化、云林等县沿海地区,因砂地土壤系单粒结构,本身胶结力低、保水力弱,故容易被风所吹动;而东部海岸主要以岩岸为主,虽然主要河川河口也有大量泥砂输送堆积,有广大三角洲分布,但砂地并不连续常呈点状,不过其规模并不小,因此东部海岸地区随处都有类似沙漠的景观。是以台湾海岸地区经常飞砂弥漫,而砂丘移动除对作物产生剧烈机械破坏作用外,尤以每年冬季季风期间,飞砂与盐风之作用致使村舍埋没,农作物生长受损、死亡,并严重影响当地之生活环境品质。再者,近年来由于气候变迁以及多起的强台由东参考文献:

- [1] 江永哲. 现存耕地防风林之功效探讨[J]. 中华水土保持学报, 1977, 8(2): 64– 77.
- [2] 江永哲, 游繁结, 黄隆明. 不同海岸防风林型态与风速之关系试验[J]. 中华水土保持学报, 1987, 8(1): 14– 26.
- [3] 李远钦. 桃园海岸林被害原因探讨及应加强之措施[J]. 台湾林业, 1984, 10(1): 10– 16.
- [4] 林信辉. 三种防风林植物在海岸逆境环境下之生理生态反应[M]. 台中: 中兴大学植物学研究所, 1987.
- [5] 林信辉. 水土保持植生工程[M]. 高立图书公司, 2001.
- [6] 林信辉, 欧辰雄. 海岸地区应用植物[M]. 经济部水利署, 2002.
- [7] 郭宝章. 台湾之防风林及其功效[J]. 台湾银行季刊, 1963, 14(2): 188– 216.
- [8] 陈财辉. 台湾海岸林之生态环境与造林技术[J]. 现代育林, 1987, 3(1): 49– 63.
- [9] 张俊斌, 林信辉. 泥岩地区植被建立与生态复育工法之设计[C]. 第八届大地工程学术研讨会, 1999. 1993– 2005.
- [10] 张俊斌, 李明儒, 刘大根. 台湾泥岩集水区整体生态经营策略之研究[J]. 水土保持研究, 2002, 9(3): 103– 108.

(上接第 109 页)

时段 D 较为一致,最大径流出现时间分别为 6 月下旬和 8 月中、下旬,两者相差近两个月,其中时段 D 集中期出现时间最晚,相对多年平均而言,径流集中期推迟约 19 d。从径流年内绝对变化幅度看,以时段 B 变化最大,时段 C 最小,但这并不能立即说明时段 B 的年内分配均匀性高于时段 C,应综合考虑各衡量指标。其原因是时段 C 的年内平均径流量明显低于时段 B,仅为时段 B 的 36.15%。总体上看,大沽夹河流域的径流年内分配规律基本相似,均呈单峰曲线(图 3),进一步分析发现,时段 A 和时段 C 较为相似,变化幅度较慢,其峰值出现在 7 月初,时段 B 和时段 D 变化幅度较大,其峰值出现时间较为一致,为在 8 月初,这主要是受流域汛期的影响,在一定程度上反映了气候波动对河川径流的影响。

4 结论和讨论

(1) 应用变点探索分析技术,采用 Mann– Kendall 法和参考文献:

- [1] 杨远东. 河川径流年内分配的计算方法[J]. 地理学报, 1984, 39(2): 218– 227.
- [2] 冯光扬. 水文年内不均匀系数的探讨[J]. 山地研究, 1991, 9(1): 27– 32.
- [3] 郑红星. 黄河源区径流年内分配规律变化规律研究[J]. 地理科学进展, 2003, 22(6): 585– 590.
- [4] 施嘉炀. 水资源综合利用[M]. 北京: 中国水利出版社, 1995.
- [5] 张国胜, 李林, 时兴合, 等. 黄河上游地区气候变化及其对黄河水资源的影响[J]. 水科学进展, 2000, 11(3): 277– 283.
- [6] 燕荷叶. 人类活动对沁河流域径流影响研究[J]. 水利水电技术, 2003, 36(6): 5– 7.
- [7] 韩添丁, 叶柏生, 丁永建. 近 40a 来黄河上游径流变化特征研究[J]. 干旱区地理, 2004, 27(4): 553– 557.
- [8] A C Disalvo, et al. Climatic and stream– flow controls on tree growth in Western Montane Riparian Forest[J]. Environment Management, 2002, 30(5): 678– 691.
- [9] 项静恬, 史久恩. 非线性系统中数据处理的统计方法[M]. 北京: 科学出版社, 1997.
- [10] 符淙斌, 王强. 气候突变的定义和检测方法[J]. 大气科学, 1992, 16(4): 482– 493.

部进入,更造成河海岸地形之严重破坏,自然植被逐渐消失、裸露地增多;而至枯水干旱季时,裸露风砂尘藉由风力吹向沿海岸都会区,更造成严重之风砂灾害问题。因此,为有效防治此等灾害之持续发生,在防风定砂之植生工法与生态考量方面需配合地区之地形、气象等条件,于沿海风冲地区,建造海岸防风林、耕地防风林或拦砂篱构造物等,以减少风砂及盐雾,改善沿海地区作物和自然植被生长环境及居民生活品质,加速海岸地区经济开发。所以,河海岸地区的防风定砂乃为一急需解决之重要课题,而设置防风定砂植生可达到(1)减低风速、改变风向及增加蔽风范围。(2)防止沙土飞扬及砂丘移动。(3)保护作物生长及防止风力直接危害。(4)减少道路、村舍及港埠设施之危害。(5)营造河海岸之生物多样性之生态环境。

最小方差法,将大沽夹河流域近 40 年来逐月径流数据划分为水文变化特征相似的 4 个阶段,减少了时段划分时主观因素的影响,使对年内分配特征的研究更加客观准确。

(2) 受径流补给条件(降水)的影响,大沽夹河流域径流年内分配十分不均,径流量主要集中在 6~ 10 月份,其变化趋势和降水基本一致,两者呈显著正相关关系。可见,降水是影响年内径流分配的主要气候因素。

(3) 从 1997 年至今,径流年内分配特征出现了较大的变化,具体表现在年内分配不均匀系数增大、集中程度提高、集中期出现时间推迟和变化幅度增大(年内出现径流断流)等特征,导致流域水资源开发利用难度的增加。因此,今后必须加大水利调控的力度,使流域水资源得到更合理的利用。

(4) 年内分配特征的衡量指标很多,从文中分析结果可知,各指标间既有一定联系,又不能相互替代,它们从不同的侧面反映了径流年内的分配特征。因此,径流年内分配特征指标的进一步研究,仍是水文学重点探讨的问题之一。