

# 浙江海岛砂生植被研究\*

## (I) 植被的基本特征

陈征海 唐正良

(浙江省林业勘察设计院, 杭州 310004)

张晓华 应松康 孙海平

(舟山市农林局) (普陀区农林水利局) (玉环县农林局)

**摘要** 砂生植被在浙江海岛见于部分岛屿的砂质海岸, 由砂生植物和部分耐砂植物组成。植物区系组成简单, 约有野生维管植物271种, 隶属于67科191属。地理成分复杂, 热带亲缘性明显。植被外貌整齐、低矮, 季相变化明显, 层次结构简单。植被分布因地区、岛屿、沙滩和立地而差异较大, 具有明显的条带性。虽属隐域植被但地带性烙印清晰。植被演替外因于土壤质地、水分、盐分和有机质含量的变化, 属外因生态演替。

**关键词** 砂生植物; 植物区系; 组成; 分布; 演替; 浙江海岛

**中图分类号** Q948.525.5

海岛砂生植被是由砂生植物和耐砂植物共同组成的一类特殊基质上的植被, 属隐域植被的范畴。它不仅是海岛植被重要的组成部分, 而且在种类组成、外貌结构、分布与演替以及开发利用诸方面均极富特色。我国对海岛砂生植被的调查研究较少, 80年代全国海岸带资源综合调查工作开始后, 始见有个别岛屿的研究报道<sup>[1~4]</sup>。浙江这方面的系统调查研究尚属首次。由于地处中亚热带南、北亚地带交汇区及历史的原因, 浙江海岛的砂生植被类型远较江苏、山东、福建等邻近省区丰富<sup>[5~8]</sup>。因此, 开展专题调查研究, 全面系统地掌握砂生植被的基本特征, 为海岛植被的保护利用提供科学的依据, 具有十分重要的意义。

### 1 自然环境概况

浙江沿海有3 061个岛屿, 地处27°05'~30°51' N, 120°27'~123°09' E, 砂砾质海岸线总长72.08 km, 分布在嵊泗、岱山、普陀、象山、临海、洞头、平阳、苍南诸县(区)岛屿的东面、东北面和东南面海洋动力较强处, 或北面岬角凹湾内, 并以前3个县(区)为主。

受大气和海洋环流的深刻影响, 这些岛屿的气候具有冬夏季风交替明显, 四季分明, 光

收稿日期: 1995-02-27

\*“八五”国家科技攻关资助项目

照充足, 气温适中, 热量丰富, 雨热同步的特点。年平均气温 $15.5\sim 17.5^{\circ}\text{C}$ , 最冷月均温 $5.0\sim 8.0^{\circ}\text{C}$ , 最热月均温 $26.0\sim 27.5^{\circ}\text{C}$ ; 年平均降水量 $900\sim 1400\text{ mm}$ , 蒸发量 $1200\sim 1900\text{ mm}$ 。可见海岛砂生植被的大气候是温暖湿润的, 但四季灾害性天气频繁。其小气候环境同时具有夏、秋季地表温度高, 温差大, 光照充足, 风力大和生境干旱的特点。这些小气候特点, 对海岛砂生植被的区系组成和群落学特征具有极为深刻的影响。

在砂砾质海岸两侧, 发育着颇具特色的地貌类型。砂生植被主要分布于在海湾内有较大腹地, 附近山地基岩为花岗岩的砂质海岸地带。其横剖面可划分成风成沙地、沙堤和沙滩。风成沙地系海滩砂经风短距离搬运, 覆盖在海岸至丘陵斜坡上, 多为粉砂或细砂, 海拔通常在 $5\sim 20(50)\text{ m}$ , 表面呈微波状起伏, 坡度 $5\sim 15^{\circ}$ 以上。沙滩特大高潮位与平均高潮位之间为潮上带, 特大高潮位附近见有沙堤, 向海方向滩坡 $5\sim 6^{\circ}$ , 物质为中砂或中细砂, 夹有砂砾; 潮间带处于平均高、低潮位间, 其下为潮下带, 在平均高潮位附近有滩尖, 坡陡( $2\sim 3^{\circ}$ ), 余平坦。

海岛沙地土壤分属滨海盐土、风砂土、潮土等 4 个土类, 5 个亚类, 6 个土属, 10 个土种。其中滨海盐土亚类的涂泥土属和潮滩盐土亚类通常无砂生植被分布; 潮土等土类则以人工植被为主体。天然砂生植被主要分布于滨海盐土亚类的咸泥土属和滨海风砂土亚类的飞砂土土属上。该类土壤由于基质是疏松无结构的砂组成, 砂颗粒凝聚力小, 降水易渗透, 所以含水量较小, 在阳光中受热迅速而强烈, 当风盛行时, 即起干化作用。由于腐殖质来源甚少, 而且分解迅速, 沙地土壤又兼具异常瘠瘠的特点。滨海盐土亚类还含有一定的盐分。

潮汐属不规则半日潮<sup>[9,10]</sup>。平均潮位各地不一, 如舟山市绿华港 $2.6\text{ m}$ , 高亭港 $1.9\text{ m}$ , 潮差普遍较大, 北部平均 $2.0\sim 3.0\text{ m}$ , 南部 $3.5\sim 5.0\text{ m}$ , 海浪平均高 $11.0\text{ m}$ (舟山市, 下同), 最大波高 $17.0\text{ m}$ , 海水温度年均 $17.0^{\circ}\text{C}$ , 最高 $30.1^{\circ}\text{C}$ , 最低 $4.4^{\circ}\text{C}$ ; 海水盐度一般 $30\%\sim 34\%$ , 最高 $35.4\%$ , 最低 $8.45\%$ <sup>[10]</sup>。海洋水文特征对潮上带的草本砂生植被影响深刻。

## 2 种类组成特点

### 2.1 种类贫乏, 组成不平衡, 优势性明显

2.1.1 种类贫乏 据本次调查, 组成浙江海岛砂生植被的维管植物计 290 种(含种下分类单位, 下同), 隶属 72 科 204 属。其中野生者 271 种, 隶属 67 科 191 属, 仅占浙江海岛野生维管植物科的 37.9%, 属的 25.1%, 种的 15.7%, 显示出极端的贫乏性。

271 种野生维管植物中, 仅 34 种草本、7 种灌木、3 种乔木可成为群落的优势种。可成为建群种者更少, 计 27 种, 其中分布广泛的仅矮生苔草(*Carex pumila*)、砂钻苔草(*C. kobomugi*)、单叶蔓荆(*Vitex trifolia* var. *simplicifolia*)和狗牙根(*Cynodon dactylon*)等数种, 同样显得贫乏。只有与江苏<sup>[5]</sup>、山东海岸带相比<sup>[2,6,7,8]</sup>, 才显得相对丰富。

2.1.2 组成不平衡 组成砂生植被的野生维管植物以被子植物为主体, 缺乏裸子植物, 蕨类植物仅 4 科 4 属 6 种, 显示出组成的不平衡性。科属组成分散, 缺乏大型科<sup>[11]</sup>, 中等科(含 21~50 种)仅禾本科(Gramineae, 28 属: 43 种)、菊科(Compositae, 20 属: 33 种)、豆科(Liguminosae, 19 属: 24 种) 3 个。小型科(10~20 种)仅莎草科(Cyperaceae, 7 属: 16 种)、蔷薇科(Rosaceae, 6 属: 10 种) 2 个。寡种科(2~9 种)和单种科却分别达 32 个和 30 个。属的组成同样

分散与不平衡, 现有属均为寡种属(2~5种)和单种属, 分别为52个和139个。

组成不平衡还表现在地域分异上。就地(市)而言, 以舟山市最丰富。县(区)中, 则以普陀区最集中, 共拥有野生维管植物62科174属239种, 其中建群种达20个。岛屿间差异更大。朱家尖、六横岛、桃花岛、泗礁山、岱山岛、秀山岛、普陀山、南田岛和南麂岛等岛屿是砂生植被种类组成较丰富的海岛, 尤以朱家尖、六横岛最丰富。

**2.1.3 优势(建群)种优势性明显** 生境的相对严酷性和种类的贫乏性, 导致砂生植被优势种或建群种的优势地位普遍较海岛其他植被类型显著。绝大多数草本砂生植被、灌丛的建群种的重要值均在60.0~80.0以上或呈单优状态。就是最复杂的黄连木(*Pistacia chinensis*)林, 建群种黄连木的重要值在43.0~70.0(100), 共建种沙朴(*Celtis tetrandra* ssp. *sinensis*)的重要值30.0~57.0。

## 2.2 地理成分复杂, 热带亲缘性明显

**2.2.1 地理成分复杂** 砂生植被种类组成虽贫乏, 但地理成分却十分复杂。在种子植物属级水平上, 15个分布区类型<sup>[12]</sup>除中国特有分布和中亚分布型外, 余均有其代表。泛热带分布居首位, 计54属, 占36.0%(不含世界分布, 下同); 北温带分布占25.3%, 居第2位; 旧世界温带分布(8.0%), 东亚分布(7.3%)和旧世界热带分布(6.7%)均占一定地位; 热带亚洲分布(4.0%), 热带亚洲至热带澳洲分布(3.3%), 热带亚洲、热带美洲间断分布(2.0%), 热带亚洲、热带非洲分布(2.0%), 东亚、北美间断分布(4.0%)较少; 温带亚洲分布和地中海、西亚至中亚分布各1属, 仅分别占0.7%。这表明浙江海岛砂生植被植物区系与世界各地植物区系联系十分广泛。

**2.2.2 热带亲缘性特征显著** 与相同纬度的浙江省或整个浙江海岛以及地理位置偏北的江苏、山东海岸带相比, 浙江海岛砂生植被植物区系具有更明显、更强烈的热带亲缘性特征。在属级水平上, 各种热带区系成分占54.0%, 明显高于浙江省(48.0%)<sup>[11]</sup>和浙江海岛(51.6%)。这是由于沙地位于岛屿岸线附近, 海拔较低, 地势平缓而开敞, 水体效应更加显著之故。在科级水平上, 海岛沙地植物区系已明显地富含热带、亚热带分布科, 其中豆科已进入优势科序列第3位, 桑科(Moraceae)、大戟科(Euphorbiaceae)分别列第8位和第9位; 而藜科(Chenopodiaceae)这一在江苏海岸带沙地居首位<sup>[9]</sup>, 在胶东半岛沙地居第3位<sup>[7]</sup>的温带分布科, 在浙江海岛沙地却未能进入前10位。这充分体现了浙江省海岛沙地水热条件相对更优, 区系热带亲缘性更强烈的趋势。

## 2.3 滨海植物区系较发达, 砂生植物较丰富

**2.3.1 滨海植物区系较发达** 特殊的地理位置和生态环境, 使得砂生植被含有较丰富的滨海植物。271种野生维管植物中, 滨海植物有42种, 占15.5%, 远远高出整个浙江海岛(7.9%)的水平。在44种可成为群落优势种的植物中, 有滨海植物17种, 占38.6%, 其中13种可成为建群种, 常见的有单叶蔓荆、滨旋花、矮生苔草、砂钻苔草、绢毛飘拂草(*Fimbristylis sericea*)、大穗结缕草(*Zoysia macrostachya*)、珊瑚菜(*Glehnia littoralis*)、鹧地菊(*Wedelia prostrata*)和铺地黍(*Panicum repens*)等。由此可见, 滨海植物在海岛砂生植被中占据十分重要的地位。它们是海岸砂生植被在种类组成上区别于其他砂生植被的特征所在。

**2.3.2 砂生植物较丰富** 271种野生维管植物按它们对生境基质的特殊要求与适应, 可划分为耐砂植物和砂生植物两大类。砂生植物计26种, 几乎全为草本植物, 其中13种可成为群落

优势种, 如沙苦荬(*Ixeris repens*)和砂青苔草(*Carex breviculmis* ssp. *fibrillosa*)等。砂钻苔草等11种可成为建群种。除节节草(*Hippochaete ramosissima*)、刺沙蓬(*Salsola ruthanica*)、细叶砂引草(*Messerschmidia sibirica* var. *angustior*)、龙爪茅(*Dactyloctenium aegyptium*)等少数种可分布至内陆沙地外, 其余均局限分布在沿海省区滨海沙地。它们是滨海砂生植被在种类组成上区别于其他植被的显著特征之一。

### 3 生活型、外貌与结构特征

#### 3.1 生活型特点

3.1.1 草本植物丰富, 木本植物以落叶成分为主 根据 Humboldt (1806) 生活型系统分类统计, 砂生植被以草本植物占绝对优势, 比例高达71.96%, 远较浙江海岛(64.20%)为高。木本植物显得贫乏, 仅占28.04%, 而且以落叶成分为主, 占木本植物的72.97%。

3.1.2 1年生植物丰富, 隐芽植物比例较高 比较分布于普陀区朱家尖、六横岛的黄连木群系的 Raunkiaer 生活型谱(附表)可知, 沙地上的黄连木林1年生植物比例远高于相邻丘陵山坡上的同一群系, 在人为活动频繁的地带尤为明显, 最高可达38.9%(浙江-158号样地)。此外, 隐芽植物相对丰富, 最高达19.4%(浙江-157号样地), 而高位芽、地上芽植物相对贫乏。这充分反映出沙地这一特殊生境的特点。

附表 黄连木群系 Raunkiaer 生活型谱比较

Table Comparison of Raunkiaer's life-form spectrums in form *Pistacia chinensis*

| 生 境  | 高位芽植物 | 地上芽植物 | 地面芽植物 | 隐芽植物 | 1年生植物 |
|------|-------|-------|-------|------|-------|
| 丘陵山坡 | 70.0  | 2.5   | 12.5  | 12.5 | 2.5   |
| 砂质海岸 | 53.6  | 0.4   | 9.0   | 13.9 | 23.1  |

#### 3.1.3 器官特化现象较普遍

3.1.3.1 根(茎)发达 砂生植物和部分耐砂植物均具有发达的地下根(茎)系统, 以适应干旱、贫瘠、沙埋的生境。主根(或直伸的根状茎)发达者可深入沙地湿润层, 如单叶蔓荆、珊瑚菜、细叶砂引草和无翅猪毛菜(*Salsola komarovii*)等。其地下部分深度往往为地上部分高度之5~6倍以上。如单叶蔓荆, 根可深扎沙地2.0~3.0m以下。砂钻苔草直伸的根茎主要集中在离地表40~70cm处, 最深可达1.2m以上, 是其地上部分高度的6~12倍。侧(须)根发达者有佛焰苞飘拂草(*Fimbristylis spathacea*)、绢毛飘拂草、辐射砖子苗(*Mariscus radians*)和假俭草(*Eremochloa ophiuroide*)等, 如假俭草的须根主要集中在离地表50cm内, 最深达1.0m, 是其地上部分高度的10倍。这些植物的侧根伸展的水平范围通常十分广。一些植物的地下组织往往形态特化。如砂钻苔草、矮生苔草、砂青苔草、甜根子草(*Saccharum spontaneum*)和大穗结缕草等, 其根状茎木质化程度较高, 粗壮, 顶端尖锐, 具有极强的钻透能力; 分枝处具有长出不定芽和不定根的能力, 因而极耐沙埋, 耐干旱和瘠薄。又如天门冬(*Asparagus cochinchinensis*)、文殊兰(*Crinum asiaticum* var. *sinicum*)、野胡萝卜(*Daucus carota*)、香附子(*Cyperus rotundus*)、麦冬(*Ophiopogon japonicus*)、野百合(*Lilium brownii*)和海萝卜(*Raphanus sativus* var. *raphanistroides*)等的地下根(茎)特化, 以利水分、养分储存来

适应沙地这种极端生境。另一类植物的地表匍匐茎十分发达,如鹧鸪菜(*Wedelia prostrata*)、假俭草、狗牙根和单叶蔓荆等。它们不仅在被风沙埋没时茎干具有长出不定根、芽的能力,而且蔓茎生长速度快,蔓茎长,如单叶蔓荆可长达3.0~5.0m,因而具有旺盛的生命力和极强的竞争力。

**3.1.3.2 茎(枝)叶特化** 地上部分茎(枝)叶特化现象同样常见。如无翅猪毛菜、刺沙蓬、天门冬等的叶形特化以减少水分蒸腾。珊瑚菜、细叶砂引草、番杏(*Tetragonia tetragonoides*)、狭叶尖头藜(*Chenopodium acuminatum* ssp. *virgatum*)、厚藤和滨旋花之茎或叶稍肉质化,利于贮存水分和养料。矮生苔草和砂钻苔草的茎秆及叶质地坚硬,表面光亮,利于光、热辐射,其茎秆基部都具有残留的叶鞘,因而极耐日灼、沙蚀。仙人掌(*Opuntia dillenii*)、雀梅(*Sageretia thea*)、圆叶鼠李(*Rhamnus globosa*)、柞木(*Xylosma japonica*)等茎(干)特化为枝刺。节节草地上茎高度硅化、粗糙。绢毛飘拂草、茵陈蒿(*Artemisia capillaris*)、梓木草(*Lithospermum zollingeri*)和小花琉璃草(*Cynoglossum lanceolatum*)等还表现为毛被发达,以减少水分蒸腾。

### 3.2 层次结构与外貌形态特征

**3.2.1 层次结构简单** 砂生植物群落的层次结构十分简单。落叶阔叶林多呈T(乔木层)-S(灌木层)-H(草本层)结构型。由于次生性强而通常不具备亚层分化。生境的严酷性(主要是干旱)导致苔藓地衣层不发育。在人为活动极频繁的地段, S层也常遭破坏,如沙朴-华东复叶耳蕨(*Arachniodes pseudo-aristata*)群落。砂生灌丛一般呈S-H结构,或S, H同处一层,偶见H-S结构,如草本层以甜根子草占优势的单叶蔓荆蔓生灌丛。草丛一般呈单层结构,少数低草丛如细叶砂引草、滨旋花、沙苦荬群落和中、高草丛如五节芒(*Miscanthus floridulus*)、野菊(*Dendranthema indica*)、白茅(*Imperata cylindrica* var. *major*)群落见有亚层分化。

**3.2.2 外貌较低矮、整齐,梯度明显** 砂生植物群落的外貌较为低矮,高度较为一致,因而显得较为整齐。乔木层通常高6.0~8.0m(偶见高可达14.0m者)。灌木层高一般0.5m以下,发育较好的可达1.0~1.5m以上。草本层一般高0.1~0.3m,极少达0.5~1.5m以上。受风力诸因子的影响,灌丛中的S层通常较阔叶林下的S层为矮;草丛中的H层一般也较阔叶林、灌丛中的H层为矮。此外,各群落尤其是阔叶林、灌丛的高度,由沙地渐向海岸而逐渐变矮形成明显的高度梯度。与此同时,生境基质及风力因子的梯度,还导致群落盖度也同样由沙地向海岸逐渐稀疏而形成明显的梯度。

**3.2.3 季相变化明显,季节波动较大** 海岛砂生植被主要以草丛、落叶阔叶林、落叶灌丛构成,季相变化明显。如黄连木林在春季嫩叶、花序始发,呈现一片暗红、红褐或红棕色景象;夏季绿色、深绿色、黄绿色相间,光亮,生长旺盛,茂密而秀丽;入秋叶转鲜艳的深红、橙黄、金黄色,十分美丽;冬季叶凋落,显露古老苍劲的黑褐色树干,其外貌景观具有较高的风景美学鉴赏价值。

草本砂生植被是主体植被。在草丛的同一群落地段,由于建群种物候期方面的差异,也导致群落外貌、色泽、高度、盖度随季节变化而出现不同程度的波动。这种群落波动现象通常在1年生植物群落或1年生草本比例高的群落中更为明显。

## 4 分布与演替规律

### 4.1 分布规律

**4.1.1 分布不均衡, 地域间差异大** 就浙江全省而言, 砂生植被主要集中分布在北部海岛。以天然植被为例, 26个群系中, 北部海岛拥有24个, 其中18个目前只见于该区。尤其是普陀区, 境内拥有16个群系, 其中12个仅限于该区。就岛屿而论, 以朱家尖最为丰富, 不仅拥有各种灌丛、草丛, 还拥有竹林和古老的落叶阔叶林。在各沙滩中, 以嵊泗县泗礁山基湖沙滩、南长涂沙滩, 岱山县岱山岛后沙洋沙滩、秀山岛诸沙滩, 普陀区朱家尖东沙、南沙、千步沙、里岙、青山岙沙滩, 六横岛杜庄、龙头坑、田岙沙滩, 普陀山千步沙、百步沙, 桃花岛千步沙和平阳市南麂岛大沙岙沙滩植被较丰富。通常沙滩越宽阔, 地形条件愈复杂, 人为破坏愈少, 则砂生植被类型愈丰富。

**4.1.2 具有明显的条带性和镶嵌性** 由潮上带至风成沙地(带), 地势通常逐渐抬升, 风力渐缓, 沙粒由粗到细, 并由流动到半固定直至固定, 水分、盐分含量渐低而有机质含量渐高, 呈现生态条件的有序变化, 从而导致砂生植被分布也出现有序变化, 并表现出十分明显的条带性(图1)。

在沙滩潮上带通常分布着矮生苔草草丛, 局部为狗牙根草丛(图1-⑥)。尤其是前者, 具有很强的耐盐、耐旱瘠、耐间歇性海潮(高潮、特大高潮)浸渍冲刷和盐性浪花飞溅的特性, 因此分布十分广泛, 南北各海岛沙滩均常见, 常可延至潮上带与潮间带交界处——滩尖附近。

风成沙地的半固定沙地上, 带状分布着更耐旱的砂钻苔草草丛, 单叶蔓荆蔓生灌丛也始见有分布, 并常可见其蔓茎延至潮上带。

在固定的风成沙地(沙堤或沙丘)上, 分布着假俭草、绢毛飘拂草草丛, 单叶蔓荆蔓生灌丛, 并始有人工黑松林分布(图1-⑤)。在部分沙滩的沙堤上, 残遗分布着以黄连木、沙朴为主的天然落叶阔叶次生林(图1-③④)。在近海沙堤陡坝上, 有时可见到带状分布的雀梅、小叶蜡子树(*Ligustrum ibota* var. *microphyllum*)灌丛(图1-③)。再往内, 如果地势渐高, 则一般被人工黑松林所覆盖(图1-①②⑧); 若地势低平, 则分布着各种农作物群落、经济林(园)(图1-③④⑥⑦); 在部分水源充足的地段, 还可见到水田作物群落(图1-⑤⑧)。

除带状有序分布外, 由于局部小地形的变化, 砂生植被也具有镶嵌分布的特性。滨旋花草丛、鹼地菊草丛、细叶砂引草草丛、大穗结缕草草丛和1年生草本植物群落常呈小块状镶嵌分布于潮上带矮生苔草草丛或狗牙根草丛之中。中华结缕草(*Zoysia sinica*)、弱锈飘拂草(*Fimbristylis ferruginea* var. *sieboldii*)群落则镶嵌分布在积水的潮上带沙地。珊瑚菜草丛、绢毛飘拂草草丛镶嵌于半固定沙丘(堤)上, 其中后者主要见于迎风坡面(或沙堤陡坝)。红鸡竹(*Phyllostachys helva*)林、五节芒草丛、甜根子草草丛多镶嵌分布在固定沙地(沙丘)的各类植被之中。

**4.1.3 具有明显的地带性烙印** 受大气候的深刻影响, 海岛砂生植被同样具有明显的地带性烙印。就植被类型而言, 细叶砂引草草丛、大穗结缕草草丛和蒺藜群落等温性草丛只局限分布在北部的岱山岛和朱家尖岛等岛屿。铺地黍草丛等则只限于南麂岛等南部岛屿。就具体

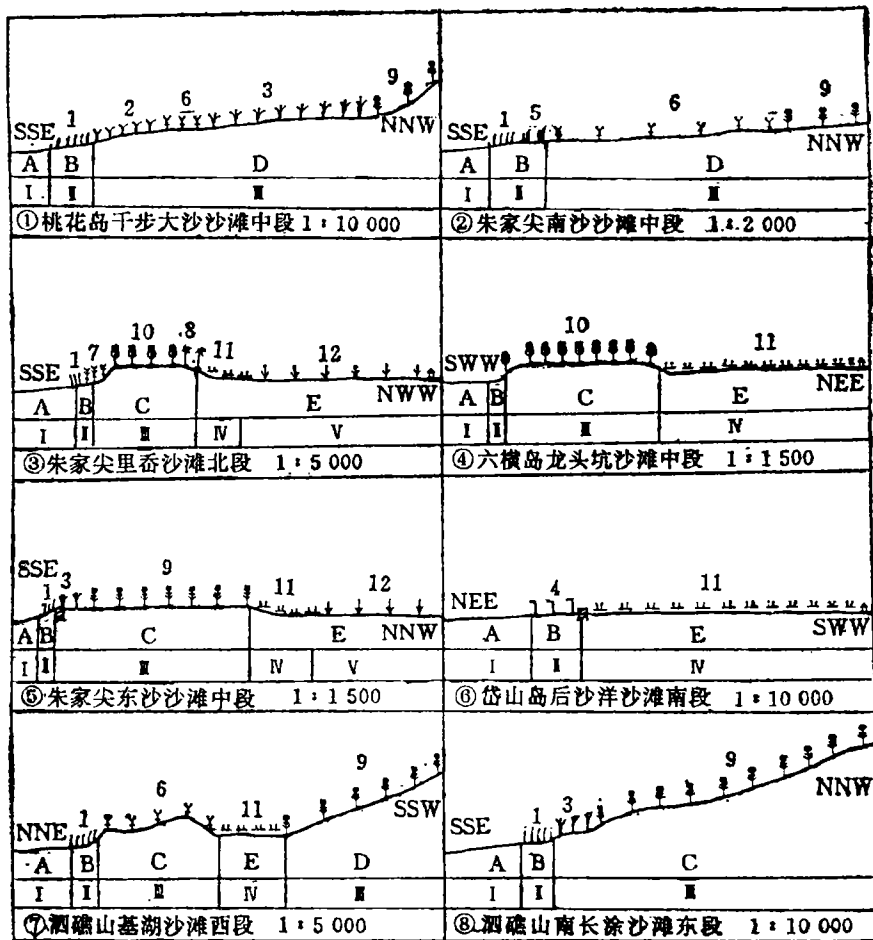


图1 浙江海岛主要沙滩砂生植被生态序列图

Fig. 1 Maps showing ecological series of the sandy vegetation along main sandy beaches

- 1. 矮生苔草丛, 2. 砂钻苔草丛, 3. 假俭草、绢毛飘拂草丛, 4. 狗牙根草丛, 5. 细叶砂引草丛,
- 6. 单叶蔓荆蔓生灌丛, 7. 雀梅、小叶蜡子树灌丛, 8. 青皮竹林, 9. 黑松林, 10. 黄连木、沙朴林,
- 11. 旱地作物群落, 12. 水田作物群落

A. 潮间带(光滩), B. 潮上带, C. 沙堤, D. 风成沙地, E. 滨海平原

I. 潮滩盐土, II. 滨海盐土, III. 风成沙土, IV. 潮土, V. 水稻土

- 1. *Carex pumila* comm., 2. *Carex kobomugi* comm., 3. *Eremochloa ophiuroides*, *Fimbristylis sericea* comm., 4. *Cynodon dactylon* comm., 5. *Messerschmidia sibirica* var. *angustior* comm.,
- 6. *Vitex trifolia* var. *simplifolia* comm., 7. *Sageretia thea*, *Ligustrum ibota* var. *microphyllum* comm., 8. *Bambusa textilis* comm., 9. *Pinus thunbergii* comm., 10. *Pistacia chinensis*, *Celtis tetrandra* ssp. *sinensis* comm., 11. upland field crops comm., 12. paddy field crops comm.

A. intertidal zone (bare beach), B. upper intertidal zone, C. sandy embankment, D. aeolian sandy land, E. coastal plain

I. coastal salt-affected soil, II. coastal solonchak, III. aeolian sandy soil, IV. cultivated meadow soil, V. paddy soil

群落而言，地带性烙印则多表现在伴生种的区系成分上。在南麂岛大沙岙沙滩沙丘上分布的狗牙根群落中，还见有黄茅(*Heteropogon contortus*)和铺地黍等华南区系成分的代表，而北部海岛如岱山岛后沙洋沙滩潮上带分布的狗牙根群落，则多见无翅猪毛菜、大穗结缕草、细叶砂引草和假牛鞭草(*Parapholis incurva*)等温性草本植物伴生。

## 4.2 演替规律

**4.2.1 演替过程与模式** 由于砂质海岸水动力强盛，基质疏松，在潮间带上植物无法定居，所以砂生植被演替起始于潮上带。最早出现的先锋群落是矮生苔草(局部为狗牙根)群落。由于盐分含量高，受间歇性海潮浸渍，初始群落为稀疏的单优势种群落。矮生苔草的出现，有效地截留了风沙，地势得以缓慢抬升，沙苦荛、滨旋花等逐渐侵入。由于它们同样具有高度的耐盐、耐瘠、耐沙埋的特性，所以通常可定居并发展成对风沙截留效果较好的矮生苔草、滨旋花、沙苦荛群落。此时一些稍高大的1年生植物如狭叶尖头藜、海萝卜、无翅猪毛菜和多年生植物结缕草(*Zoysia* spp.)、细叶砂引草、鹼地菊等也开始侵入并定居，形成镶嵌分布的小群落，或成为矮生苔草丛之伴生种。至此，潮上带的许多空旷沙地得到绿色覆盖。随着时间的推移，群落覆盖度增高，类型多样，对风沙的截留作用逐渐增强，地势逐渐抬升，海岸线缓慢外移。

风沙截留、堆积到一定高度，形成小型沙丘，表层盐分淋失，生境逐渐变得干燥。至此，矮生苔草等耐盐性强但需一定湿润环境的植物已不能适应该生境，而逐渐让位于更耐旱瘠、但耐盐性稍弱的砂钻苔草，并发展成砂钻苔草、矮生苔草群落，砂钻苔草、滨旋花、沙苦荛群落，砂钻苔草、绢毛飘拂草群落。砂钻苔草根茎强劲，木质化，粗壮，可深达沙地湿润层，具备耐旱瘠、耐日灼、耐沙埋、耐沙蚀等多种旱生形态适应特征，形态较矮生苔草高大，形成的群落也较茂密。此时一些不甚耐盐但耐沙的伴生植物如苍耳(*Xanthium sibiricum*)、毛马唐(*Digitaria chrysoblephara*)、土荆芥(*Chenopodium ambrosioides*)、飞蓬(*Conyza* spp.)等增多，因而对风沙的截留明显增加。随着沙丘逐渐增大，地势抬升显著，同时由于风的分选作用，这些地段土壤中粘粒含量已显著增高，生境终将产生变化。

矮生苔草与砂钻苔草虽具有多种旱生形态适应特征，但对地下水和向岸风挟带而来的浪花飞沫中的盐分具有极大的依赖性。因此当地势抬升及岸线外移到一定程度时，终将让位于假俭草、绢毛飘拂草草丛或甜根子草草丛、五节芒草丛等中、高草草丛。此时，风沙开始固定，土壤中粘粒、有机质含量增加，开始适应于耐沙木本植物的侵入。

首先侵入沙地的木本植物是单叶蔓荆和中华胡枝子(*Lespedeza chinensis*)，其茎均特化成蔓茎。其中单叶蔓荆可在半固定沙丘上侵入、定居并发展成群落。其根系十分发达，可深达沙地2.0~3.0m以下的湿润层；蔓茎粗壮，生长快，蔓延范围广；节上具有生出不定根的能力，具极强的抗风、耐日灼、耐沙埋和耐旱瘠的特性，在沙丘(沙堤)面海坡面上一经定居，可迅速形成单优群落，并可向潮上带外延。

随着岸线的外移和风沙的堆积，单叶蔓荆终因吸收不到深层盐性水分或淋浴不到盐性飞沫而生长势渐弱，最终将让位于具旱生特性、耐沙但不耐盐的其他直立灌木如雀梅、小叶蜡子树、圆叶鼠李、胡颓子(*Elaeagnus pungens*)、野花椒(*Zanthoxylum simulans*)和细柱五加(*Acanthopanax gracilistylus*)等，形成丛状、直立、稍高大而茂密的阔叶灌(草)丛。该类以落叶树种为主的灌(草)丛的形成，极大地改善了沙地严酷的生境。夏季地表已不再那么灼热，



风举作用使林地风速减小,近地表及土壤湿度增加,丰富的凋落物使土壤有机质迅速增加,微生物数量增多,活动加剧,土壤肥力得到提高,结构改善,生境渐趋旱中生,为下一步耐旱瘠、耐沙、抗风的乔木树种侵入定居提供了良好的物质基础。

在乔木林阶段,首先侵入定居的是黄连木、沙朴、黄檀(*Dalbergia hupeana*)、柞木、榔榆(*Ulmus parvifolra*)和柃叶花椒(*Zanthoxylum ailanthoides*)等乔木或亚乔木,均为阳性,但幼期均较耐荫,具发达主根,抗风力强,根茎具极强的萌蘖能力。它们由零星散生到最后形成以黄连木、沙朴为主的落叶阔叶林,至此,生境得到充分改善。

砂生植被演替到落叶阔叶林阶段已趋较稳定,原因是建群种已能良好地得到天然萌芽更新。但从朱家尖里岙、千步沙、南沙调查情况看,普陀樟(*Cinnamomum japonicum var. chenii*)这一耐沙、萌蘖力极强的阴性乔木树种较为常见,尤其是在千步沙沙堤上,残遗着数株普陀樟乔木。由此可见,以黄连木、沙朴为主的落叶阔叶林并非沙滩这一特殊基质上的顶极群落,它们有可能向以黄连木、沙朴、普陀樟为主的常绿落叶阔叶混交林方向演替发展。

事实上砂生植被演替到砂钻苔草群落阶段多已开始被人工演替所替代,或开垦作旱地,或人工种植黑松、木麻黄(*Casuarina spp.*)和夹竹桃(*Nerium indicum*)等,有水源条件的地段还见有辟为水田的,从而形成了形形色色的人工植被。

上述以空间序列代替时间序列描述的砂生植被演替过程可归纳为图2。

海岛砂生植被的演替与风、地形、土壤诸外界因子关系密切。随着植物的侵入,风沙的不断分选、迁移、堆积,地势的抬升,岸线的逐渐外移,土壤质地逐渐产生变化,沙粒由岸线向内陆渐细,粘粒比例提高,质地发生变化,地下水位相对下降,含盐量渐低,生境产生质变,从而导致其上植被类型的演替发展。由此可见,砂生植被的演替外因于土壤质地、水分、盐分和有机质等的变化,因而属于外因生态演替的范畴<sup>[6]</sup>。

**4.2.2 演替阶段与速度** 海岛砂生植被演替所经历的阶段因起始演替的群落类型而异。由原生裸地到顶极群落所经历的演替阶段可区分为草本群落阶段和木本群落阶段。

演替速度因演替趋向而异。顺行演替过程中,草本、木本两阶段同样极其缓慢,而且是按顺序发生。就具体地段而言,似乎永远停留在发生阶段。这是由生境基质和导致砂生植被发生演替的外界因素的特殊性和种源的贫乏性所决定的。逆行演替速度完全取决于外界影响因素的性质、作用方式、强度和持续时间。在人为破坏轻时,可以按顺序逆行演替,如朱家尖里岙沙滩南段沙堤上的黄连木、沙朴林,在遭受1次皆伐时,已退化成黄连木纯林。在人为破坏严重时,则往往是跳跃式的,并不一定按顺序进行,落叶阔叶林可直接沦为草丛乃至次生裸地。与海岛丘陵山坡上的植被相比,砂生植被顺行演替发生较困难,速度较缓慢,但逆行演替速度相对较快,充分反映出沙生植被生态系统的脆弱性。因此,海岛砂生植被的保护显得更为重要。

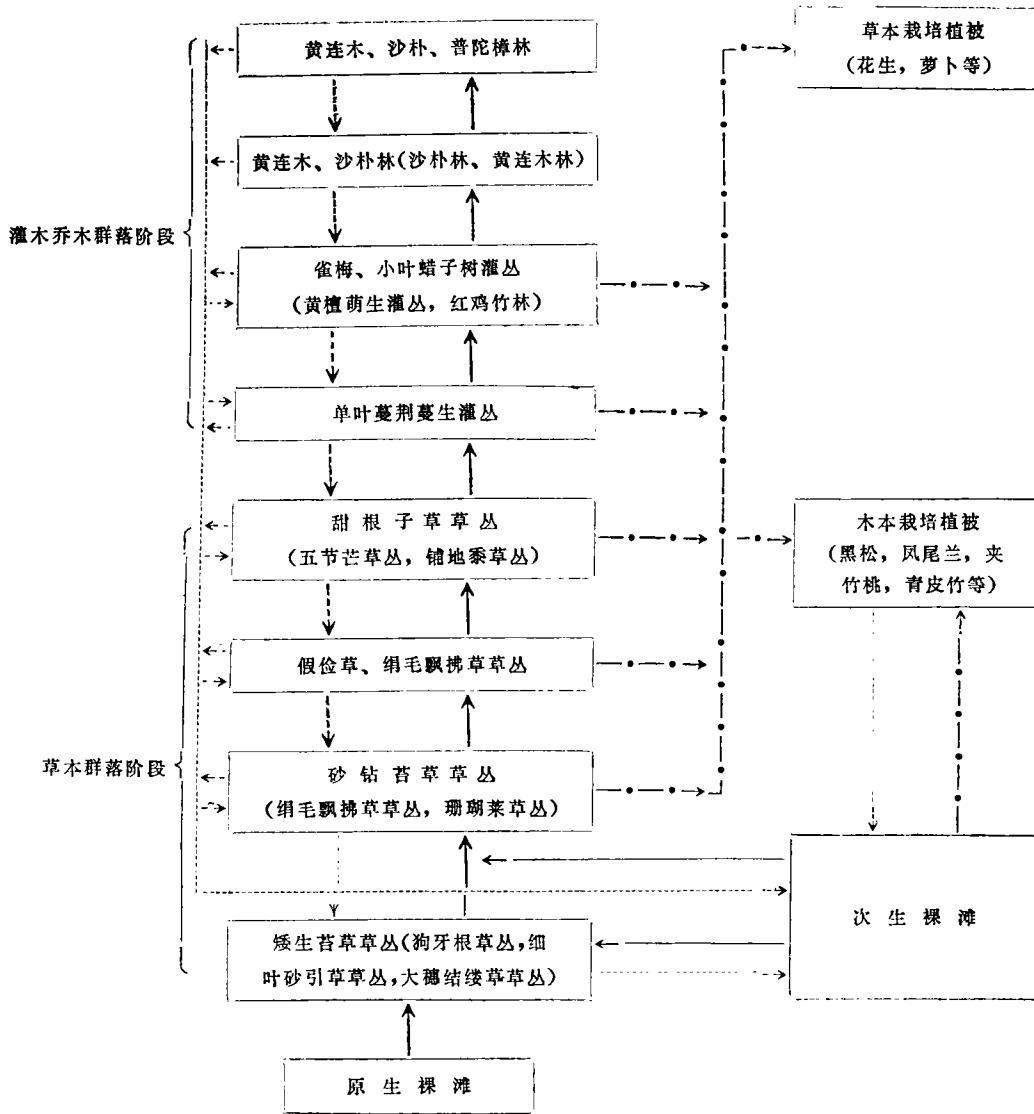


图2 浙江海岛砂生植被的演替

——→进展演替, .....→逆行演替, -·-·-·→人工演替;

Fig. 2 The succession of the psammophilous vegetation of the island part of Zhejiang province

——→Progressive succession, .....→Retrogressive succession, -·-·-·→Artificial succession

致谢 本文承蒙河北师范大学刘濂教授审阅, 谨表谢意。

参 考 文 献

- 1 林鹏, 丘喜阳, 张婉挺. 福建沿海中部平潭、南日和涠州三岛的植被. 植物生态学与地植物学丛刊. 1984, 8(1): 74~80
- 2 谷奉天. 鲁北的贝沙岗与贝沙植被类型. 植物生态学与地植物学学报, 1990, 14(3): 275~280

- 3 郑坚端. 海南岛文昌县滨海沙土草地植被的研究. 植物生态学与地植物学学报. 1992, 16(2): 174~186
- 4 李根有, 周世良, 张若蕙等. 浙江舟山桃花岛的天然植被类型. 浙江林学院学报, 1989, 6(3): 243~254
- 5 刘昉勋, 黄致远, 蔡守坤. 江苏海岸砂生植被的研究. 植物生态学与地植物学学报, 1986, 10(2): 115~123
- 6 刘昉勋, 宗世贤, 黄致远. 江苏省海滩植被演替的研究. 植物资源与环境. 1992, 1(1): 13~17
- 7 徐德成. 胶东海岸的砂生植被. 生态学杂志. 1991, 10(4): 58~61
- 8 倪健. 山东半岛海岸带砂生植物. 植物杂志, 1991, (4): 4~5
- 9 浙江省海岸带和海涂资源综合调查报告编委会. 浙江省海岸带和海涂资源综合调查报告. 北京: 海洋出版社, 1988
- 10 舟山市地方志编委会. 舟山市志. 杭州: 浙江人民出版社, 1992
- 11 浙江植物志编委会. 浙江植物志(第1~7卷, 总论卷). 杭州: 浙江科学技术出版社, 1989~1993
- 12 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型. 云南植物研究, 1991(Suppl. IV): 1~139
- 13 [美] R. Daubenmire 著, 陈庆诚译. 植物群落生态学教程. 北京: 人民教育出版社, 1982
- 14 [美] D. Mueller-Dombois, H. Ellenberg 著, 鲍显诚, 张坤, 杨邦顺等译. 植被生态学的目的和方法. 北京: 科学出版社, 1986

Chen Zhenghai (Zhejiang Surveying and Designing Institute of Forestry, Hangzhou 310004, PRC), Tang Zhengliang, Ying Songkang, and Sun Haiping. Sand Vegetations of the Islands in Zhejiang (I) Basic Characteristics of Vegetations. *J Zhejiang For Coll*, 1995, 12(4):388~398

**Abstract:** The sand vegetation found on the sandy coast of some islands in Zhejiang, having a simple floristic composition, is composed of 271 species of wild vascular plants, either psammophytes or plants with sandy tolerance, which belong to 191 genera of 67 families. The vegetation, with obvious aspect changes and simple construction, is complex in geographical elements, regular and low in physiognomy, and is closely related to the tropical flora. It is unevenly distributed in different regions, islands, sandy beaches and site conditions, and has banded characteristics. Although an intrazonal vegetation, it has the obvious brand of the zonal vegetation. In addition, its succession, caused by changes in the size of sand grains, moisture content, salinity and organic content of soil, is in the category of exodynamic succession.

**Key words:** psammophytes; flora; composition; distribution; succession; islands in Zhejiang