

# 重视南方滨海地区城镇园林绿化树种盐害的研究

王文卿<sup>1</sup>, 刘俊伟<sup>2</sup>, 王良睦<sup>3</sup>

(1. 厦门大学生命科学院, 福建 厦门 361005; 2. 厦门市南湖公园管理处, 福建 厦门 361004; 3. 厦门市绿化工程处, 福建 厦门 361004)

## 摘要:

介绍国内外城镇园林绿化树种耐盐性的研究概况、城市土壤盐分的来源、盐分在土壤中的移动、盐害发生的原因、影响植物耐盐性的因素及盐害的诊断和应采取的措施等, 指出开展南方滨海地区城镇园林绿化树种盐害的研究, 尤其是筛选耐盐树种是目前面临的紧迫任务。

关键词: 园林绿化; 树种; 盐害

中图分类号: S432.3+1 文献标识码: B

## 1 国内外研究概况

国外对园林绿化树种耐盐性的研究起步比较早。早在1964年, Meinger就汇总了能够耐受滨海条件的1500种植物的有关信息<sup>[1]</sup>。美国国家研究委员会国际事务办国际科技开发部专门小组的报告提供了一系列耐盐植物(包括耐盐观赏植物)的信息<sup>[2]</sup>。德国人Bernatzky的《树木生态与养护》一书就融雪盐对绿化树种的危害问题进行了总结, 并提供了一张树木耐盐性表, 但该表只有较耐盐树种与较不耐盐的树种之分, 并没有详细列出各树种耐盐能力的大概范围<sup>[3]</sup>。日本冲绳的热带-亚热带都市绿化植物园针对冲绳县园林绿化经常遭受盐害的实际情况, 专门开辟了耐盐植物园。

早在1956年, 丁静等采用盆栽方法对苏北常见树种的耐盐能力进行了研究<sup>[4]</sup>。但对城镇绿化树种的盐害问题在国内80年代末才受到重视, 而有关的研究主要集中于北亚热带及温带树种, 而对亚热带绿化树种抗盐性的研究尚不多见。这是因为中国主要的盐碱地分布在江苏以北各省区。在全国绿化委员会的关注下, 全国盐碱土绿化协作组1991年10月于山东东营石油大学和1992年9月于江苏连续召开了两届全国盐碱土造林绿化研讨会, 与会代表绝大部分是来自浙江以北的各省区。山东德州于1990年率先成立了全国第一家专门研究园林绿化树种盐害问题的研究所, 目前全国也仅此一家。江苏如东县还专门设立了耐盐植物园。上海市金山区园林部门在新成陆的滨海盐渍土上植树绿化时有过全军覆没的惨痛教训, 他们广泛收集上海、浙北和苏南滨海盐土上的耐盐树种, 初步汇编了一份“上海地区绿化植物耐盐分级表”, 通过采取土壤改良和选用耐盐树种等措施取得了良好的效果<sup>[5]</sup>。统计结果表明, 全世界盐生植物的种类已超过1560种<sup>[6]</sup>, 仅中国就有近500种, 这里还不包括许多具较高耐盐能力的非盐生植物。有计划有组织地对我国盐碱地区自然分布的盐生植物进行普查, 在了解生境含盐量的基

础上, 筛选出具有开发利用前途的盐生植物, 是目前植物学工作者面临的重要任务<sup>[7]</sup>。可以这样说, 亚热带园林绿化树种的盐害问题尚未引起足够的重视, 至今还没有较为系统的研究。目前国内尚无有关耐盐树种的专著。

## 2 城市土壤盐分的来源

(1) 地下水 滨海地区地下水的矿化度多在10~30 g/l之间, 距海愈近, 矿化度越高。土壤和地下水的盐分组成与海水一致, 氯化物占绝对优势<sup>[8]</sup>。地下水对土壤盐渍化发生和发展的影响主要是通过地下水位和地下水水质而实现的。当地下水位超过临界水位时, 极易通过毛细管到达地表, 这样地表积盐就十分强烈, 尤其在多风的旱季。而华南滨海地区存在明显的旱季, 许多城市又往往缺水, 土壤蒸发强烈, 很容易导致土壤次生盐渍化。近年来, 随着城镇建设规模的不断扩大, 向海要地成了扩大城市建设用地的重要途径。这些地方海拔高度低, 地下水位高, 土壤极易发生次生盐渍化。此外, 部分地区超采地下水造成海岸地下水层中淡水水位下降, 从而造成了有利于盐水入侵的环境。海平面上升、潮位升高及超采地下水引起的地面沉降无疑将加重这一危害。我国大部分沿岸海域的海平面都有上升趋势, 其中又以广东、广西和海南的上升幅度最大。

(2) 空中盐沉降 滨海地区盐沉降是由于海风刮起的小粒径海水水珠在海滨地区自然沉降的过程。浩瀚的大海是自然界氯的大本营, 海水中的氯含量高达19‰。滨海地区受海风的影响, 使大量盐分由海面上空向大陆迁移, 成为滨海盐渍土地表盐分来源之一<sup>[9]</sup>。据Barbour的测定, 滨海地区的盐沉降最高可达2000 mgNaCl/m<sup>2</sup>/d<sup>[10]</sup>。盐沉降速率与风速、距海距离、海拔高度及微地形有关。在离海不太远的陆地, 由于海风的携带, 一年内可以给每hm<sup>2</sup>土壤输送10 Kg之多的氯, 离海较远的地区, 每年每hm<sup>2</sup>也可从海水

收稿日期: 1999-09-19 修回日期: 2000-09-10

中得到 1 Kg 的氯<sup>[11]</sup>。Whalley 在英国东南部距海 4.2km, 距港湾 2.5km 的地区测得的 7~9 月 30 次降雨中 Na<sup>+</sup> 的平均浓度为 11.7 mg/l。

(3) 人类活动 人类和家畜的粪尿中都含有氯, 在它直接进入土壤或作为肥料施用时会提高土壤中的氯含量。人类在生产或生活活动中还可能排放含氯的废水或废气, 它们通过水流或降雨也会进入土壤。工业生产中的化肥有的还含有大量氯, 或者带有少量的氯杂质, 这些都是土壤氯的来源。瑞士首都伯尔尼城中的欧洲七叶树曾出现叶片坏死的现象, 结果分析发现叶片坏死面积和组织中氯含量有关, 后来查明叶片中氯的积累是由于连年冬季施用融雪盐 (NaCl), 使土壤中氯含量提高引起的。融雪盐危害绿化树木的事例在中国北方的一些城市也时有发生<sup>[12]</sup>。在厦门, 频繁的水产品交易活动带入市区的盐分不少, 许多用于寄养海产品的海水直接排于地表, 结果在一些经营海产品的餐馆及集贸市场附近, 绿化树种受盐害的情况时有发生。如湖滨四里菜市场, 种植于道路两侧的大叶紫薇生长严重不良, 测得 0~20cm 表土盐分高达 2.2%, 20~40cm 土层盐分含量为 1.8%, 属中度盐化土。其原因是许多经营海产品的商贩把海水直接倒于地表。滩涂淤泥用于市政工程也是城市土壤盐分来源之一。如厦门海沧滨海大道建设过程中采用了吹填法取土, 即把开挖航道的滩涂淤泥直接泵入堤内, 这样可节约大量的工程费用, 但大量滩涂淤泥的存在给以后的城市绿化带来了隐患。我们测得的海沧滩涂淤泥含盐量最高达 23%, 平均为 18%。

(4) 海水 海平面上升, 海水顺着下水道倒灌成了滨海城市低洼处土壤盐分主要来源之一。在每年的秋季, 厦门大学西校门及轮渡码头一带, 高潮时海水经常顺着下水道倒灌, 路面积水有时达 20cm 以上, 退潮后在潮水浸淹过的地方留下了大量盐分, 导致土壤次生盐渍化。厦门地区属强潮海区, 多年平均潮差为 3.99m, 最大潮差为 6.26m。厦门地区多台风, 夏秋季节常有台风登陆。据统计, 1958~1980 年影响厦门地区的阵风 8 级以上的台风共有 68 次, 平均每年 3 次, 最多的年份为 1961 年, 共出现 7 次。台风登陆时往往是天文学大潮, 在台风和大潮双重因素的作用下, 海滨低洼地受海水入侵的可能性加大。此外, 海浪冲击堤岸时激起的水沫在强劲的海风吹刮下, 可影响海岸几十米远的范围。此外, 在我国缺乏挡潮闸的各大河入海口均存在海平面上升导致盐水入侵危害加重的问题, 长江口及其以南地区更为显著。如珠江口, 目前虎门水道枯水期高潮时 0.3% 等盐度线约在黄浦江以上 13 km。

### 3 盐分在土壤中的移动

盐分 (主要为 Na<sup>+</sup> 和 Cl<sup>-</sup>, 下同) 在土壤中以离子态存在。在微酸性至中性条件下, Cl<sup>-</sup> 以分子力为土壤吸附, 当土壤 pH>7 时, 吸附可以忽略, 因此 Cl<sup>-</sup> 在土壤中的移动性较大<sup>[13]</sup>。Cl<sup>-</sup> 和 Na<sup>+</sup> 为强淋溶元素, 在土壤中的主要移动方式是扩散与淋失, 二者都与水分有密切关系。在雨季, 降水大于蒸发, 土壤呈现淋溶脱盐特征, 盐分顺着雨水由地表向土

壤深层转移, 也有部分盐分被地表径流带走, 而在旱季, 降水小于蒸发, 底层土壤的盐分循毛细管移至地表, 表现为积盐过程。因此, 土壤中的盐分含量不是固定不变的, 它受多种因素的影响, 其中起主导作用的是水。在荒裸的土地上, 土壤表面蒸发量大, 土壤盐分剖面变化幅度大, 土壤积盐速度快。因此要尽量防止土壤的裸露, 尤其在干旱季节<sup>[14]</sup>, 可通过疏松土壤、植树种草、多施有机肥及合理的灌溉措施等途径来减少土壤积盐。

### 4 植物盐害的原因

造成植物盐害的主要原因有 3 个方面: 一是由于土壤盐分过多, 引起土壤溶液浓度过大和渗透压过高, 使植物根系吸水困难, 导致植物的生理干旱, 轻则抑制生长发育, 重则枯萎死亡; 二是盐离子的毒害作用, 在盐渍环境下, 植物体累计过多的盐分离子如 Cl<sup>-</sup>、Na<sup>+</sup> 等, 一方面这些离子本身会对植物产生伤害, 另一方面这些离子还会干扰植物吸收其他养分, 如 K<sup>+</sup>、Ca<sup>++</sup> 等, 使植物正常的代谢过程受到干扰; 三是受到盐害的植物对病虫害、大气污染等外界不良因子的抵抗能力下降。

### 5 影响植物耐盐性的因素

植物耐盐性是一个相对值, 它以植物生长的气候和栽培条件为基础, 植物、土壤和环境因素的相互关系都对植物的耐盐性产生影响, 因此反映植物内在生理学特性的绝对耐盐力是不可确定的。生育期、作物种类或品种、土壤肥力及环境因素对植物耐盐性都有影响, 因而不同研究所得出的耐盐性数据之间缺乏可比性<sup>[15]</sup>。一般而言, 种子萌发及幼苗期耐盐性最差, 其次是生殖生长期, 而其他发育阶段对盐胁迫相对不敏感<sup>[16]</sup>。同一物种不同品种之间的耐盐能力差别很大。

在此要强调的是温度及水分等环境条件对植物耐盐性的影响。温度、相对湿度及降水是影响植物耐盐性的重要气候因素。一般而言, 在恶劣的气候条件下 (炎热、干燥、有风), 植物盐害症状加重。大多数植物生长在炎热而干燥的气候条件下, 较湿冷条件下对盐分更为敏感。而提高空气湿度有助于提高植物的耐盐性, 特别是对盐分敏感的植物更是如此。这是由于湿度影响土壤中盐分转移、盐分吸收、作物体内生化过程及作物蒸腾, 而较高的空气湿度, 使得蒸腾降低, 能缓解由于盐度而引起的水分失调的影响<sup>[15]</sup>。

### 6 盐害的诊断

盐害的诊断其实就是植物营养诊断。一般的植物营养诊断是首先确定在一定条件下植物叶片或土壤养分元素含量与作物产量之间的关系, 找出影响产量的临界元素含量, 然后根据此临界含量来确定某区域该物种是否处于缺素或元素过剩状态。确定某一物种的临界元素含量本身就是一件比较复杂的事。确定盐害症状及植物耐盐能力的最佳方式就是对每一物种进行盐度梯度培养, 用不同浓度的盐溶液培养一定时间后, 对其形态、生长及生理生化指标进行分析, 这是一件非常耗时耗力的工作。我们不可能对每一物种

都进行盐度梯度培养以确定其耐盐性,而且幼苗盐度梯度培养的结果往往与成年植株的实际情况会有所出入。因为树种的耐盐性及盐害症状等随植株年龄、生育期、季节等的变化而变化。对氯化钠型的盐害来说,有一个比较典型的症状就是叶尖或叶缘枯焦。 $\text{Cl}^-$ 被根系吸收后,随蒸腾液流往叶片移动,并逐步在叶片中积累。在叶片中其分配模式与硼相似,在叶尖或叶缘积累较多,所以,氯毒首先发生于叶缘。叶尖或叶缘坏死是氯毒的典型症状。通过对植株外部形态的观察、土壤及植物体内盐分及营养元素含量的分析,结合该物种的原产地、分布资料及国内外相关报道,我们就有可能对该树种的耐盐性进行定性甚至定量描述。在这种考察过程中,丰富的植物分类学、植物地理学、植物病理学、园艺学、土壤学及生理生态学的知识是必不可少的。在城市环境中,影响植物生长发育的因素很多。例如,植物盐害的典型症状是叶缘枯焦,但造成叶缘枯焦的还有其它许多原因,如硼中毒、炭疽病及大气氟污染等,有时正常叶片的衰老也表现为叶缘枯焦,因此,要作出正确判断不容易。植物通过根系和叶片两种途径分别吸收土壤和空气中的盐分,叶片对盐分的吸收能力很大,氯的必需性较晚才被确认的一个主要原因就是植物叶片吸收氯的能力较大<sup>[11,13]</sup>。这给诊断带来了一系列麻烦。

## 7 防治措施

治理盐害应遵循“预防为主,治理为辅,防治相结合”的方针。在进行绿化工程的规划、设计和施工前,应对土壤盐分含量及其变化趋势作出正确评估,再针对实际情况采取相应措施。主要措施有:

(1) 选择耐盐树种 在盐碱地上造林绿化,筛选耐盐树种是最有效也是最经济的措施。选择耐盐树种一方面可大大降低工程费用和养护管理费用,另一方面耐盐树种定植后可降低土壤盐分含量、提高土壤有机质含量,从而为其他树种的生长提供了条件。南方滨海地区树种资源十分丰富,但大部分树种的耐盐能力还不清楚,许多优良的耐盐树种尚未得到利用。因此,必需尽快组织力量开展筛选耐盐绿化树种的工作。对于盐度超过4‰的土壤,可考虑选用白千层(*Melaleuca leucadendra*)、红千层(*Callistemon rigidus*)、夹竹桃(*Nerium indicum*)、榄仁树(*Terminalia catappa*)、露兜树(*Pandanus tectorius*)、银合欢(*Leucaena glauca*)及锦葵科木槿属的黄槿(*Hibiscus tiliaceus*)、朱槿(*H. rosa-sinensis*)、扶桑(*H. rosa-sinensis* var. *rubro-plenus*)、吊灯花(*H. schizopetalus*)和棕榈科的枣椰子(*Phoenix dactylifera*)、长叶刺葵(*P. canarensis*)、刺葵(*P. hanceana*)、皇后葵(*Arecastrum romanzoffianum*)、蒲葵(*Livistona chiensis*)、王棕(*Roystonea regia*)、丝葵(*Washingtonia filifera*)、假槟榔(*Archontophoenix alexandrae*)等;盐度2‰~4‰的土壤可考虑选用短穗鱼尾葵(*Caryota mitis*)、银桦(*Grevillea robusta*)、小叶榕(*Ficus microcarpa*)、木棉(*Gossampinus malabarica*)、南洋杉(*Araucaria cunninghamia*)、重阳木(*Bischofia javanica*)等树种。

(2) 进行抗盐性锻炼 为提高苗木的耐盐能力,可在育苗过程中进行抗盐性锻炼,用低盐度的水浇灌,可明显提高苗木移植后的成活率。应避免在干旱和高温季节移植苗木。

(3) 工程措施 工程措施的原则是降低土壤含盐量和防止植物根系接触高盐土壤,采取什么措施应根据各地土壤实际情况而定。对于地下水含盐量高的地段可采取疏松土壤、增施有机肥、铺垫粘土层和砾石层等手段阻止地下水通过毛细管上升至表层土壤;为了加强地表径流对盐分的淋洗作用,可采取开沟筑畦、抬高地面和增设排水口等措施;对土壤含盐量高的地段还可采取换土措施。

(4) 加强管理 苗木定植后,加强管理,疏松土壤、增施有机肥和加强灌溉等措施都可在一定程度上降低盐害。由于在盐胁迫下树木对病虫害的抵抗能力下降,所以必须加强病虫害的治理力度。

参考文献:

- [1] Meninger, E. A. Seaside Plants of the World [M]. Hearstside press, Great New York, US. 1964.
- [2] Report of a Panel of the Board on Science and Technology for International Development (BOSTID) Office of International Affairs national research Council. Saline Agriculture - Salt - Tolerant Plants for Developing Countries [M]. National Academy Press Washington, DC. 1990.
- [3] Bernatzky 著,陈自新,许慈安译. 树木生态与养护[M]. 北京: 中国建筑工业出版社,1987.
- [4] 丁静,等. 苏北常见树种的耐盐力[J]. 植物生理学通讯,1956, (5).
- [5] 魏凤巢,等. 科学技术是南山区创建国家园林城区的基石[J]. 中国园林,1999, (2).
- [6] Aronson, J. A. Halophyte. A database of salt tolerant plants of the world [M]. Office of Arid Land studies Tucson, 1989.
- [7] 赵可夫. 盐生植物[J]. 植物学通报,1997, 14(4).
- [8] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 北京: 科学出版社,1980.
- [9] 朱庭云,何守成. 滨海盐渍土的改良和利用[M]. 北京: 农业出版社,1985.
- [10] Barbour, M. G. 1978. Salt spray as a microenvironmental factor in the distribution of bean plants at Point Reyes, California [J]. Oecologia, 1978, 32.
- [11] 邹邦基. 土壤与植物中的卤族元素(II) 氯[J]. 土壤学进展, 1984, (6).
- [12] 冷平生. 城市植物生态学[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1995.
- [13] 陈铭. 植物无机阴离子营养研究[J]. 土壤通报,1993, 24(2).
- [14] 戚隆溪,等. 土壤盐渍化的监测和预报研究[J]. 土壤学报, 1997, 34(2).
- [15] 陈德明. 盐渍环境中的植物耐盐性及其影响因素[J]. 土壤学进展, 1994, 22(5).
- [16] 龚明,等. 大麦不同生育期的耐盐性差异[J]. 西北植物学报, 1994, (14)



作者简介:王文卿/1971年生/男/浙江义乌人/1997年毕业于厦门大学生物学系植物学专业/现在厦门大学化学博士后流动站工作/主要从事植物生理生态的研究。