

木麻黄盐害肿枝病研究*

邱广昌** 梁子超
(林学系)

提 要

广东沿海木麻黄肿枝病经试验证明主要是由海水中的氯化钠和氯化钾直接引起的盐害。木麻黄地上部较地下部易受盐害。

沿海木麻黄病、健植株小枝的氯、钠离子含量有显著差异,病株小枝的氯、钠离子含量为健康小枝的两倍多。

土壤分析结果表明:病区土壤含盐量比健区高约一倍,水分和有机质含量比健区低约一倍。试验亦证明土壤含水量和土质对苗木盐害有显著的影响。

在测试的15个木麻黄无性系中只有1个较耐盐害。

关键词: 木麻黄; 肿枝; 盐害

前 言

木麻黄是一个比较耐盐害耐干旱的树种。1983年,在粤东惠东县港口林场和陆丰县湖东林场出现大面积木麻黄肿枝病,受害面积均在一千亩以上。严重威胁木麻黄的生产和发展。

在文献上曾有木麻黄肿枝病的报道^[2],认为是由于土壤盐分过多所引起的,但缺乏试验证据。根据Bakshi^[6]和Des^[10]的报道,木麻黄耐盐耐旱是有一定限度的,含盐的海风亦会造成木麻黄盐害,症状为枝枯或整株死亡^[7]。

文献上有关树木盐害的报道很多^{[12][14]},在沿海种植的树木,因海风把海水中的盐分带入树木生长区,会造成树木梢枯^{[7][13][14]}。海水的淹涝亦会造成松树盐害,产生针叶黄化和植株死亡现象^[13]。粤东沿海地区的木麻黄肿枝病病因究竟是什么,如果是盐害,是地上部直接受含盐海风的为害,还是由于土壤含盐过多,根部吸收过量的盐分而使地上部产生不正常的症状,均有待研究解决。

鉴于木麻黄肿枝病在沿海各地均有发生,越靠近海边,这一现象愈严重,但很少象惠东和陆丰两地这样大面积严重受害的情况,这可能与其立地条件有关,因此,有必要查明立地土壤对这一病害发生的影响。

本文主要报道木麻黄肿枝病病因分析结果以及有关的发病条件。

* 本文承蒙范怀志、郑泽荣教授审阅,深表谢意。

** 1983~1986年研究生,现广东省林科所森保室工作。

1986年10月22日收稿

材料与方 法

(一) 供试苗木

本研究所用的木麻黄15个无性系苗均采用小枝水培法³繁殖,出根后栽种在直径为20厘米,高15厘米的花盆中,土壤为中壤垃圾土(质地试验除外),每盆20株。本研究除海水淋根试验用8个月生的苗木,苗龄试验用不同龄级的苗木外,其余试验均采用1年生苗木。

(二) 供试海水

除海水淋根试验和苗龄试验采用Kester配方⁵配制的人工海水外,其余均采用取自惠东港口和陆丰湖东的海水。

(三) 诱导方法及条件

人工诱导试验分别用两种方法:喷洒法和淋根法。喷洒法是用喷雾器把海水直接喷在苗木的地上部,每天每盆苗木喷25毫升。淋根法是在盆栽苗木根部每天每盆淋250毫升,处理时间均为14天。

人工诱导试验在温室中进行,气温白天为28~34℃,夜间为22~26℃,空气相对湿度为70~80%,日照长度为12~14小时,照度为2.5~3.5万Lax,苗木处于5~10月的生长期。

(四) 小枝氯、钠、钾离子含量测定

(1) 样品采集和处理:在惠东港口木麻黄病区(离海50米)选8个样点,健区(离海150米)选6个样点,每样点选10棵5年生树,采集半年生的病(或健)小枝,等量混匀后作一样品,共14个样品。采集的小枝用无离子水冲洗表面,在75℃下杀青处理48小时,磨细后过0.25毫米孔径的筛。

样品在喷海水前后,剪取同一部位的小枝,同上处理,进行小枝离子含量分析比较。

(2) 离子测定方法:称取5克小枝碎粉,按Hofstra^[12]方法用稀硝酸浸提氯离子,用硝酸银滴定氯离子浓度^[1]。小枝内钠、钾离子测定用干灰化法灰化,用1:1盐酸溶液溶解灰分,再用JF₁₂-1B型火焰光度计喷测,分别折算成小枝干重的百分含量。

(五) 土壤分析

在惠东港口离海30~80米远的病区,沿海岸选一块长宽为600米×50米的样地,按S形走向布设12个样点。在离海150米的健区,选一块长宽为400米×30米的样地,同法布设8个样点,采集0~40厘米层的土壤。按常规方法^[1]测定土壤含盐量、有机质含量、自然含水量和pH值。土壤含盐量用烘干称重法,有机质含量用丘林法,自然含水量用酒精燃烧法,pH值用雷磁25型酸度计测定。

(六) 病害分级和试验统计分析

苗木人工喷海水后病情分如下五级计算感病指数:Ⅰ级,代表值0,植株无任何症状;Ⅱ级,代表值1,黄化肿大小枝占地上部 $\frac{1}{2}$ 以上,小枝、主梢无枯死;Ⅲ级,代表值2,黄化肿大,小枝占地上部 $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{3}{4}$,小枝、主梢无枯死;Ⅳ级,代表值3,枯死小

枝，主梢占地上部 $\frac{1}{3}$ 以下；V级，代表值4，枯死小枝，主梢占地上部 $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{2}{3}$ 。

试验结果均采用Duncan氏新复极差检验法^[4]分析方差的显著性，用不同字母标记，同一项目中任何二个平均数之间带有相同字母的表示无显著差异，不同字母的则表示有显著差异（ $P=0.05$ ）。

试验结果

（一）盐害症状

1. 外部症状：在自然发病区，每年4月底，当出现南风天气和海雾的情况下，植株开始出现盐害症状。初期患病植株的中上部绿色小枝黄化，节间肿大，水渍状，稍透明，质脆有咸涩味，严重时枝梢干枯，在主干或枝条的基部荫生的小枝呈丛枝状。

人工喷海水7天后，植株表现出与病区相同的症状。海水淋根12天后，植株基部较老的枝条才表现末端黄化枯死，但节间不肿大，无水渍症状。

2. 细胞内结构变化：受害小枝经切片电镜检查，发现其细胞变空，质壁分离，核质凝集，叶绿体片层畸形，内含大淀粉粒，线粒体内嵴膜和微体的膜结构被破坏。

（二）人工诱导试验

1. 不同浓度海水对地上部影响：用四种不同浓度的海水对木麻黄王₃、王₁₀、集₁、集₂、401、402六个品系进行地上部喷测。结果表明：喷海水后六个品系均发生盐害。喷洒浓度为50%时，苗木开始受害。喷洒浓度愈大，苗木受害愈重。同一品系喷洒不同浓度海水受害程度亦不同；同一浓度下不同品系的苗木受害有差异。停止喷洒20天后，病株部分黄化肿大枝即恢复正常（表1）。

表1 喷洒不同浓度海水对地上部的影响^①

海水浓度 (%)	感 病 指 数 (%)						平均值 ^②
	王 ₃	王 ₁₀	集 ₁	集 ₂	401	402	
0	0	0	0	0	0	0	0 d
50	5.3	6.6	8.7	10.5	3.5	17.5	8.7 c
75	37.1	33.8	35.1	30.1	17.2	38.8	32.0 b
100	55.5	40.4	53.0	46.2	56.2	55.6	51.2 a
平均值 ^②	24.5b	20.2cd	24.2b	21.7c	19.2d	27.9a	

①每处理20株苗，表中数据为三次重复的平均数；②不考虑品系与浓度的交互作用。

2. 不同浓度海水对地下部的影响：用25%、50%、75%、100%四种浓度海水对木麻黄集₁、集₂品系分别进行淋根试验。结果表明：各浓度的海水对集₁品系地下部无影响，对集₂品系除浓度为100%时出现轻微盐害（发病率为35%，枯死率为10%）外，其余浓度无影响。

3. 海水各种成分与盐害的关系：据文献记载^[5]，海水主要含有下列六种盐：NaCl、KCl、MgCl₂、CaCl₂、Na₂SO₄、NaHCO₃。我们分别用纯化学试剂配制2%浓度的单

盐溶液,对集₁品系进行地上部喷测。结果表明,海水中所含的六种盐,只有氯化钠和氯化钾对苗木地上部产生毒害,后者比前者为害更严重(感病指数为53.3%比64.7%)。

4. 不同苗龄的苗木受盐害的差异:对王₈、王₁₀、集₁、集₂、401、402六个品系3、6、12、16个月四个龄级的苗木进行地上部海水喷测。试验结果全部苗木均发生盐害。苗龄为3~6个月的受害较轻,6~16个月的则受害较重。测定品系耐盐性的最佳苗龄为6个月,此时品系间的感病指数差异较大。

(三) 植株小枝内离子含量测定

1. 沿海病、健小枝内离子含量比较:为证实沿海木麻黄肿枝病是由盐害引起,我们对港口木麻黄病、健区的植株小枝的氯、钠、钾离子含量进行比较分析。表明:病区黄化肿大枝的氯、钠离子含量为健区健康小枝含量的2倍多,但钾离子含量差异不大。可见,沿海木麻黄肿枝病是由盐害引起的(表2)。

2. 喷海水前、后小枝内离子含量比较:对喷海水前后的集₁品系苗木同一部位的小枝进行离子含量比较。结果喷海水后的黄化肿大枝比喷前健康小枝的氯、钾、钾离子含量高3~4倍,枯死小枝比黄化肿大枝的氯、钠、钾离子含量更高(表3)。

(四) 土壤质地的影响

1. 立地土壤条件的影响:为说明沿海局部地区木麻黄盐害特别严重的原因,我们对港口木麻黄病、健区共20个样点的土壤进行分析比较。结果表明:病、健区土壤的盐分含量、有机质含量、自然含水量和pH值均存在显著差异。病区土壤含盐量比健区高一倍,有机质含量和自然含水量病区只有健区含量的一半;病区土壤pH值比健区稍高。可见,木麻黄盐害特别严重的地区与其立地土壤中盐分含量、有机质含量、自然含水量和pH值有关(表4)。

2. 土壤类型的影响:参照土壤质地分类标准^[1],选用粘壤土、沙壤土和中壤垃圾土盆栽集₂品系苗木,然后进行海

表2 港口木麻黄病,健小枝的氯、钠、钾含量比较①

小枝状况	样点	Cl (%)	Na (%)	K (%)
健	1	1.18	0.41	0.22
	2	1.07	0.52	0.44
	3	1.19	0.55	0.54
	4	1.07	0.59	0.25
	5	1.08	0.40	0.58
康	6	0.94	0.48	0.56
	平均②	1.09b	0.49b	0.43a
发	7	2.52	1.05	0.40
	8	2.62	1.16	0.27
	9	2.37	1.12	0.31
	10	2.45	1.41	0.32
	11	2.61	1.24	0.41
	12	2.56	1.15	0.25
	13	2.57	1.67	0.30
	14	2.70	1.50	0.54
病	平均②	2.55a	1.29a	0.35a

①表中数据为三次重复的平均数;②病、健小枝作二个处理,样点数作重复数进行方差分析。

表3 苗木(集₁)喷盐前后小枝的氯、钠、钾离子含量比较

离子含量 (%)	喷盐后	
	健枝	黄化肿大 枯死
Cl ⁻	1.22c	3.38b 4.62a
Na ⁺	0.52c	2.09b 2.94a
K ⁺	0.25c	0.56b 0.65a

①表中数据为三次重复的平均数

水喷测。结果表明：生长在三种类型土壤上的苗木均发生盐害。其中，生长在粘壤土和沙壤土的苗木受害较重，生长在中壤土的受害较轻（表5）。

3. 土壤含水量的影响：对盆栽在三种不同含水量土壤上的集₂苗木进行地上部海水喷测。结果表明：无论土壤含水量多少，喷海水后均发生盐害，但当土壤含水量较高时，苗木所受盐害较轻（表6）。

(五) 木麻黄不同品系耐盐性差异

对木麻黄15个品系进行地上部海水喷测。试验结果全部品系均发生盐害，但品系间的耐盐性有差异。其中耐盐品系1个，中等耐盐品系6个，不耐盐品系8个（表7）。

讨论和结论

(一) 木麻黄肿枝病有其独特的症状：小枝黄化肿大、质脆、有咸味，严重时枝梢干枯。经人工诱导试验、植株化学分析、土壤分析，以及用肿大枝进行无性繁殖可培育出正常生长的苗木等结果，可断定这是一种由盐害所致的生理性病害。

(二) 经分析研究，木麻黄盐害是由氯化钠和氯化钾（以前者为主）引起的。据文献记载^[8]遭受盐害的树木，当其叶子内钠、氯离子含量分别超过0.2%和0.5%时，便出现盐害症状。本研究结果表明：木麻黄比较耐盐，当小枝内钠、氯离子量分别超过0.5%和1%时，仍能健康生长；但当小枝的钠、氯离子含量分别超过1%和2%时，即发生盐害。

(三) 关于含盐害与小枝年龄的关系。Bakshi^[6]观察到沿海木麻黄各龄小枝均会遭受盐害。本结果亦证实了这一

表4 港口木麻黄病、健区土壤分析结果①

立地林木	样点	含盐量 (%)	有机质含量 (%)	自然含水量 (%)	pH值	
健	1	0.43	0.73	5.0	5.8	
	2	0.49	0.69	4.8	5.7	
	3	0.23	0.83	4.3	5.9	
	4	0.51	0.67	5.3	5.7	
	5	0.43	0.95	5.7	5.9	
	6	0.42	0.86	5.5	5.9	
康	7	0.58	0.57	4.7	6.0	
	8	0.46	0.54	4.8	5.8	
平均②		0.44b	0.73a	5.0a	5.8b	
发	9	0.81	0.33	2.5	6.5	
	10	0.80	0.23	1.3	6.8	
	11	0.90	0.27	2.8	6.4	
	12	0.89	0.47	3.0	6.3	
	13	0.85	0.41	2.3	6.4	
	14	0.99	0.41	2.2	6.0	
	15	1.04	0.44	2.7	6.3	
	16	1.07	0.45	2.7	6.4	
	17	1.11	0.44	2.0	6.7	
	病	18	0.82	0.26	2.2	6.7
		19	0.85	0.27	2.3	6.8
		20	0.89	0.41	2.7	6.9
	平均②		0.92a	0.37b	2.4b	6.5a

①每样点三个重复，表中数据为平均数。

②把病、健区作二个不同处理，样点数为重复数进行方差分析。

表5 土壤类型和苗木(集₂)盐害的关系①

土壤	发病率 (%)	枯死率 (%)	感病指数 (%)
粘壤土	94.6	41.10a	44.23a
沙壤土	96.0	40.87a	44.63a
中壤土	92.2	26.67 b	37.20 b

①每处理20株苗木，表中数据为三次重复的平均数。

点。苗龄为3~16个月的苗木喷海水后均发生盐害，幼嫩小枝受害较重，较老小枝受害较轻。在自然界，幼嫩小枝、顶梢、

在主干或枝条基部萌生的萌芽条受害尤为严重,越靠近大海,植株受害愈重,室内试验结果与自然界发生情况基本一致。

(四)关于木麻黄地上部和地下部的耐盐性。据文献记载^[15],植株地上部比地下部对盐害较敏感,尤其是地上部幼嫩器官最易受害。一些不能通过根部吸盐的树木,亦可通过叶面吸收,累积盐离子,产生盐害^[11]。本结果与上述基本相同,用海水喷洒地上部时,所有品系的苗木均发生盐害,而用海水淋根时,只有集₂品系表现出轻微盐害,对其余品系均无影响。但由于对根系没有进行耐盐性的测定,有关根系的耐盐程度有待深入研究。

(五)关于土壤水分、有机质与盐害的关系。据文献报道,树木在土壤水分和养分缺乏时所受盐害较重^[9],尤其在盐碱地,土壤干旱受害更严重^[6]。我们的土壤分析结果表明:在盐害较严重的港口病区,其水分和土壤有机质含量只有健区的一半(前者2.4%比5.0%,后者0.37%比0.73%)。人工诱导试验亦证明:苗木生长在含水量较低土壤上所受盐害较重。由此可见,土壤水分和有机质的含量与木麻黄盐害有非常密切的关系。

惠东港口林场的木麻黄是1980年更新的第二代林,造林后的第1、2年的旱季仍继续浇水。第3年因当地居民缺乏燃料,林地开放,地上枯枝落叶层尽被扒光,继而在秋、冬季出现3~4个月的干旱,结果在近海边的幼林便出现植株肿枝现象,并逐年加重。可见,惠东、陆丰两地出现如此大面积的盐害与其立地土壤水分和养分的缺乏有关,而且,土壤水分和养分的缺乏可能是促成盐害的重要因子。整治惠东、陆丰两地木麻黄林木的不良生长状况,看来除选育抗旱耐盐树种外,还应改良土

表6 土壤含水量对苗木(集₂)地上部盐害的影响^①

土壤含水量(2) (%)	发病率 (%)	枯死率 (%)	感病指数
32.0	88.3 b	30.0 bc	39.6 c
18.5	90.5 b	39.2 b	56.1 b
8.5	100a	66.4a	76.8a

①每处理20株苗,表中数据为三次重复的平均数;②试验土壤为中壤土,正常含水量为15~20%。

表7 木麻黄不同品系对海水耐盐性的差异^①

耐盐性 ^②	品系	发病率 (%)	感病指数
不耐盐	王 ₁	100a	52.5a
	王 ₁₀	100a	40.5 b
	集 ₁	100a	58.3a
	集 ₂	100a	54.1a
	401	100a	53.8a
	402	100a	54.2a
	黎 ₁	100a	52.5a
中等耐盐	8502	100a	45.0 b
	背 ₁	100a	37.3bc
	背 ₂	80 c	29.2 c
	前 ₁	91.7b	33.2 c
	前 ₂	83.3 c	30.0 c
	马 ₁	76.5 c	27.9 cd
高度耐盐	马 ₂	83.3 c	29.2 cd
	南 ₁	85bc	20.0d

①表中数据为二次重复的平均数;

②高度耐盐品系其感病指数在20%以下,中等耐盐品系其感病指数在20~40%范围内,不耐盐品系其感病指数在40%以上。

壤的水分和养分状况。对不能禁止当地居民扒光林下枯落物,保存林地有足够水分和养分的地区,只能换种耐盐抗旱耐贫瘠的树种,其中可以考虑换种加勒比松和湿地松。

引用文献

- [1] 中国科学院南京土壤研究所：《土壤理化分析》，上海科学技术出版社，1978年。
- [2] 徐燕千、劳家骥编著：《木麻黄栽培》中国林业出版社，1984年。
- [3] 梁子超、岑炳沾：木麻黄抗青枯病植株小枝水培繁殖法，《林业科学》，(14) 1982：199—202。
- [4] 莫惠栋编著：《农业试验统计》上海科学技术出版社，1984年。
- [5] 霍恩著（厦门大学海洋系海洋化学教研室译）：《海洋化学》，科学出版社，1976年。
- [6] Bakshi, B.K. 1951. Mortality of *Casuarina equisetifolia*. *Indian Forester* 77 : 269—276.
- [7] Bakshi, B.K. 1976. *Forest Pathology : Principle and Practice in forestry*. Publication of Delhi India.
- [8] Bernstein, L. 1975. Effects of salinity and sodicity on plant growth. *Ann. Rev. Phytopathol.* 13 : 295—312.
- [9] Bernstein, L. and Hyward, H.E. 1958. Physiology of salt tolerance. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 9 : 25—46.
- [10] Des, B.L. 1957. *Casuarina* plantation at Baluk band in puri Division. *Indian Forester*. 83 : 34—40.
- [11] Ehlg, C.F. and Bernstein, L. 1959. Foliar absorption of sodium and chloride as a factor sprinkler irrigation. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.* 74 : 661—670.
- [12] Hofstra, G. and Hall, R. 1971. Injury on roadside trees : leaf injury on pine and white cedar in relation to foliar levels of sodium and chloride. *Can. J. Bot.* 49 : 613—627.
- [13] Litte, S. Mohr, J.J. and Spicer, L.L. 1958. Salt water storm damage to lobbly pine forest. *J. For.* 56 : 27—28.
- [14] Moss, A.E. 1940. Effect on trees of Wind-driven salt water. *J. For.* 38 : 421—425.
- [15] Tumer, J. and Kelly, J. 1973. Foliar chloride levels in some eastern Australian plantation forest. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 37 : 443—445.

SWELLING BRANCH OF CASUARINA CAUSED BY SALT INJURY

Qiu Guangchang

Liang Zichao

(Department of Forestry)

ABSTRACT

Experiments indicated that the assimilatory branch swelling of *Casuarina* in coastal areas of Guangdong province was caused by salt injury. Sodium chloride and potassium chloride were the main causal agents. The underground parts of *Casuarina* plants were more tolerant to salt injury than the aerial parts.

Chemical analysis of the assimilatory branch samples collected from the coastal plants showed that the contents of chloride ion and sodium ion in the diseased assimilatory branches were 2 times as much as in the healthy ones.

Analysis of soil samples taken from the coastal areas showed that the salt injury of *Casuarina* trees was in relation to the salt content, the amount of organic matter, moisture, and the pH value in the site where the trees had been growing. Experiments also demonstrated the effect of the soil moisture and soil texture on the salt injury of *Casuarina*.

A clonal variation in salt tolerance is apparent. Of 15 clones tested only one was highly tolerant.

Key words: *Casuarina*, swelling branch, salt injury