

樹木の飛来塩分濾過機能
—樹葉の付着塩分量について—

幸喜 善福¹・松比良 薫²・江崎 次夫³

Salt Spray Filtration Function of Trees
About Captured Salt Amount of Leaves

Zenfuku Koki¹, Kaoru Matsuhira² and Tsugio Ezaki³

Abstract: The captured salt amount of leaves in this region is the most abundant in reef belts near the seashore, less abundant in the rear and intermediate areas of inland, and the least abundant in the front areas. The captured salt amount of leaf's surface is conspicuously rich in the summer compared with that in the winter.

The captured salt amount of leaf surface of HAMAINUBIWA (*Ficus virgata* Reinw. ex Bl.) and OHAMABOU (*Hibiscus tiliaceus* L.) is remarkably rich compared with that of other tree species.

1. はじめに

沖縄県は四方を海に囲まれているため、風はつねに海側から吹く。また、夏期には高頻度で台風が襲来し、冬期には比較的強い風が吹く。このため風に対する障害物としての防風・防潮林が重要になる。防風・防潮林の機能ととしては、障害物として作用する場合、風が林に接近するとき一部は林内に吹き込むが大部分は林の上を越えてゆく。林内に吹き込んだ風は林木との衝突や摩擦のため風速を弱められながら幾分か風下側へ通りぬけていく。林の上を越えた風は林全体の抵抗と林上面との摩擦によって大小の渦をつくりながら次第に風下側へ下降し、林内を通りぬけた風と合流して内陸部へ吹いてゆく。

また、海上の白波等に起因する微水塩粒子や海岸に打よせる波によって発生する海水の飛沫は、微小水滴の状態で風のにり、次第に微細塩の結晶に形を変えながら陸上へ運ばれ内陸部まで達する。この海風中の微

細塩粒子は林内を通りぬける間に幹枝葉に捕捉される。この場合は、障害物としてよりむしろ濾過器のような作用をする。このため風下側の空中塩分はつねに減少する。ここでは樹木(葉)によってどの程度の飛来塩分が捕捉されるか測定した。なお、気象データは沖縄気象台地域気象観測所(玉城村糸数)の資料を利用し、葉面付着塩分量の測定は1996年6月から1997年2月にかけて毎月実施した。

2. 調査場所および樹葉採取方法

2.1 調査場所

ここにおける調査場所は、糸満市字山城の全国植樹祭会場に隣接した全体的に南緩斜面の地域である。この地域は、南東から南側風向の多い夏期の台風襲来時には海上からの強風をもろに受けるところで、とくに夏期には環境的に厳しい場所である。今回の調査では、海岸線にほぼ直角に測線を設け、樹葉採取場所を岩礁帯、内陸帯にわけた。内陸帯はさらに海岸に近い方から前方・中間・後方(内陸部)とした。

岩礁帯は約8度の緩斜面で、海側前面は高さ6.5mの崖垂をなし、ここから2mのところには生育している木本植物から樹葉の採取をはじめた。内陸帯の前方から後方にかけては約5度の緩やかな上り勾配をなし、

2.2 樹葉採取方法

樹葉の採取は、海からの風を強く受けるとされる海

1 琉球大学農学部, Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus, 1 Sennbaru, Nisihara-cho, Okinawa, 903-0213 Japan

2 宮崎県林務部, Miyazaki Pref. Forest Dep., 2-10-1 Tatibana Toori Higasi, Miyazaki-shi, 880-8501 Japan

3 愛媛大学農学部, College of Agriculture, Ehime University, 3-5-7 Tarumi, Matsuyama-shi, Ehime, 790-8566 Japan

側に面した部分の樹葉を、また、採取高度による付着塩分量の差異をみるために樹木の上・中・下葉を、7日以上晴天（無降雨）の続いた日に採取すると同時に採取高を測定した。採取した樹葉はビニール袋に入れて持ち帰り、ただちに蒸留水100mlを注入し、一昼夜経過したのち溶出した塩分濃度の指標となる電気伝導度値($\mu\text{S}/\text{cm}$)を電導度計（東亜電波製）で計測するとともに葉重(気乾重)を測定した。さらに葉重と葉面積(投影面積)の関係からその面積を算出し、単位葉面積当りの付着塩分量($\mu\text{s}/\text{cm}/\text{cm}^2$)を求めた。

なお樹葉採取樹種は、岩礁帯においては(テリハ)クサトベラ (*Scaevola taccada* (Gaertn.) Roxb.), オオハマボウ (*Hibiscus tiliaceus* L.), タイワンウオクサギ (*Premnacorymbosa* (Burm.f.) Rttb. & Wild. var. *obtusifolia* (R.Br.) Fletcher), アオガンピ (*Wikstroemia retusa* A.Gray), クロヨナ (*Pngamia pinnata* (L.) Pierre), トベラ (*Pittosporum tobira* (Thunb.) Dryand ex Aiton), アダン (*Pandanus odoratissimus* L.f.), オオバギ (*Macaranga tanarius* (L.) Mull.-Arg.), ガジュマル (*Ficus microcarpa* L.f.) などである。

また、内陸帯の前方部においてはアダン、タイワンウオクサギ、オオハマボウ、トベラ、シマグワ (*Morus australis* Poir.), モクマオウ (*Casuarina equisetifolia* J.R. et J.G. Forst.), フクギ (*Garcinia subelliptica* Merr.), テリハボク (*Calophyllum inophyllum* L.) などで、中間部においてはトベラ、シマグワ、フクギ、モクマオウ、ガジュマル、オオハマボウ、オオバギ、ホルトノキ (*Elaeocarpus sylvestris* (Lour.) Poir.), アコウ (*Ficus superba* (Miq.) Miq. var. *japonica* Miq.), サトウキビ (*Saccharum officinarum* L.) で、後方部においてはガジュマル、トベラ、アコウ、シマグワ、フクギ、オオバギ、ハマイヌビワ (*Ficus virgata* Reinw. ex Bl.), カジノキ (*roussonetia papyrifera* (L.) L'Herit. ex Vent.) などである。

以上岩礁帯では12ヶ所9樹種から、内陸帯では26ヶ所17樹種から樹葉を採取した。

3. 結果および考察

一般に葉面付着塩分量の変動要因としては、地形や樹種、季節、海上の状態、風向、風速、湿度および海岸からの距離などが考えられるが、ここでは主として生育場所や樹種、樹葉採取高、海岸からの距離、風向等によって海岸近くの林(樹葉)がどの程度飛来塩分を捕捉するかその差異について検討した。

3.1 生育場所による葉面付着塩分量の差異
生育場所を、岩礁帯および内陸帯に区分し、岩礁帯と

内陸帯における樹種ごとの単位葉面当りの付着塩分量の平均値を、海岸からの距離とともに表-1にまとめた。

表-1によれば、岩礁帯では全体的に葉面付着塩分量が多くなる。なかでもオオハマボウの葉面付着塩分量は著しく多く、ついでガジュマル、クロヨナの順に多い。ここでは単位葉面積当りの平均値が3.0以上のものを付着塩分量が多いとし、3.0以下の値を示すものを少ないとした。前者に比較してタイワンウオクサギ、トベラ、アダンなどは少ない。なお、岩礁帯におけるクサトベラは海岸からの距離によって明らかな差異があり、海岸に近く海水の飛沫を直接受ける2mのところの葉に塩分が多く付着している。また、モクマオウは海岸からの距離には関係なくほぼ同程度の付着塩分量を示している。これは一細枝に茎状葉が群状に着葉していることなど葉の断面形状や表面の粗度などによって塩分が付着しやすくなるものと考えられる。

ここにおける葉面付着塩分量を樹種に関係なく、生育場所ごとの平均値($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{cm}^2$)を算出してみると岩礁帯では2.884であるのに対して内陸帯の前方部では1.169、中間部では1.322、後方部においては1.661である。内陸帯における葉面付着塩分量は、後方部が多く、ついで中間部で、前方部において最も少ない。すなわち林帯からの距離が遠くなるほど葉面付着塩分量は多く、林帯のところで最少になる。

3.2 樹種による葉面付着塩分量の差異

ここにおける測定結果において生育場所および海岸からの距離などには関係なく、樹種ごとの単位葉面積当りの付着塩分量についてまとめてみると、表-2のようである。

表-2によれば、葉面付着塩分量は、ハマイヌビワ、オオハマボウにおいて顕著に多く、ついでクロヨナ、ホルトノキ、クサキ、アオガンピ、ガジュマル、カジノキ、モクマオウ、サトウキビなどに多い。これに対してシマグワやアコウ、フクギなどは少なく、トベラが最少である。フクギやトベラの葉は表面が平滑で、クチクラが発達していて艶があるため、飛来塩分粒子は葉面から滑落しやすく、あるいは付着力が弱いために小さい風速でも樹葉から振り落とされるため付着塩分量は少なくなるものと考えられる。

なお、オオハマボウは沖縄のどこの場所においても単位葉面積当りの付着塩分量は顕著に多く、一般に海岸近くに生育する常緑の葉は、いずれも表皮のクチクラ層が発達して光沢があるとされるが、オオハマボウの葉は表面に短柔毛があり、また葉面は葉脈による凹凸が顕著であり、同じ葉面積(投影面積)でもそれだけ葉の表面積がふえることや粗度が大きくなり塩分が付着しやすいことと考えられる。今回の測定ではハマイヌビワも顕著に多いが、これも同様に考えること

ができる。

表-1 生育場所と葉面付着塩分量の関係

生育場所 区分	海岸からの 距離 (m)	樹 種 名	平 均 値 ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{cm}^2$)
岩礁帯	2	クサトベラ	1.935
	13	オオハマボウ	5.773
		タイワンウオクサギ	0.427
	23	アオガンピ	2.017
	34	クサトベラ	0.557
		オオハマボウ	5.253
	43	クロヨナ	3.228
		トベラ	0.797
		アダン	1.175
		オオハマボウ	8.516
		オオバギ	1.593
	ガジュマル	3.337	
内陸帯 (前方部)	50	アダン	1.178
		タイワンウオクサギ	1.440
	52	シマグワ	0.964
	67	オオハマボウ	1.728
	75	トベラ	0.834
	78	モクマオウ	1.767
	85	フクギ	0.584
	テリハボク	0.871	
" (中間部)	130	トベラ	0.156
		シマグワ	1.121
		ホルトノキ	1.402
	187	フクギ	0.617
	189	モクマオウ	1.616
	191	ガジュマル	1.865
	194	オオハマボウ	1.486
		オオバギ	0.947
		アコウ	0.658
	243	サトウキビ	1.755
	ホルトノキ	3.141	
" (後方部)	580	ガジュマル	0.661
		トベラ	0.186
		ハマイヌビワ	5.920
		シマグワ	0.552
		クサギ	2.063
		オオバギ	0.342
		カジノキ	1.905

表-2 各樹種における葉面付着塩分量の差異

樹種名	平均値 ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{cm}^2$)
ハマイヌビワ	17.733
オオハマボウ	14.448
クロヨナ	9.683
ホルトノキ	6.815
クサキ	6.198
アオガンピ	6.050
ガジュマル	5.732
カジノキ	5.715
モクマオウ	5.549
サトウキビ	5.266
クサトベラ	3.919
アダン	3.530
タイワンウオクサギ	2.769
オオバギ	2.693
テリハボク	2.613
シマグワ	2.601
アコウ	2.398
フクギ	1.796
トベラ	1.560

3.3 季節による葉面付着塩分量の差異

ここでは、樹葉を採取した当日と、樹葉付着塩分は降雨によって洗浄されるのでその影響を解消するため採取日の前一週間、各月および月を旬に区分して、その最多風向、平均風速を表-3にまとめた。

また、季節による差異をみるために夏期(6~9月)および冬期(10~翌年2月)に区分して、各樹種における葉面付着塩分量を表-4にまとめた。

表-3によれば、夏期は東・南側の風向が多く、冬期は北東および北側からの風が多い。夏期および冬期の風速は、月平均においてはほぼ同じであるが、採取日前一週間では後者において幾分強い。採取日においては冬期に強い風が吹き、夏期との風速の差が大きい。しかし、夏期には台風の襲来によって極端に強い風速になることがある。

表-4によれば、全体的にここにおける葉面付着塩分量は、どの樹種においても夏期は冬期に比較して顕著に多く、その比率は10.9倍から1.7倍である。

また、夏期および冬期における葉面付着塩分量は、ハマイヌビワ、オオハマボウ等は多く、フクギやトベラなどは少ない。

これらのことからこの地域においては、夏期の東から南側の風向時には海岸からの距離および海風の吹走距離が短く、また飛塩が発生しやすく飛来塩分量が増加することが考えられ、植物の生育環境が厳しくなることが予想される。

なお、樹葉採取高による葉面付着塩分量は、樹種による相違や海岸からの距離などによって種々変化するが、明確な差異は認められなかったが、例えばオオハマボウやクサトベラなどにおいては岩礁帯では、中葉から下葉で付着塩分量が増加する傾向にあったが、アコウにおいては内陸部に進むにつれて上葉に多くの塩分が付着する傾向がみられた。

参考文献

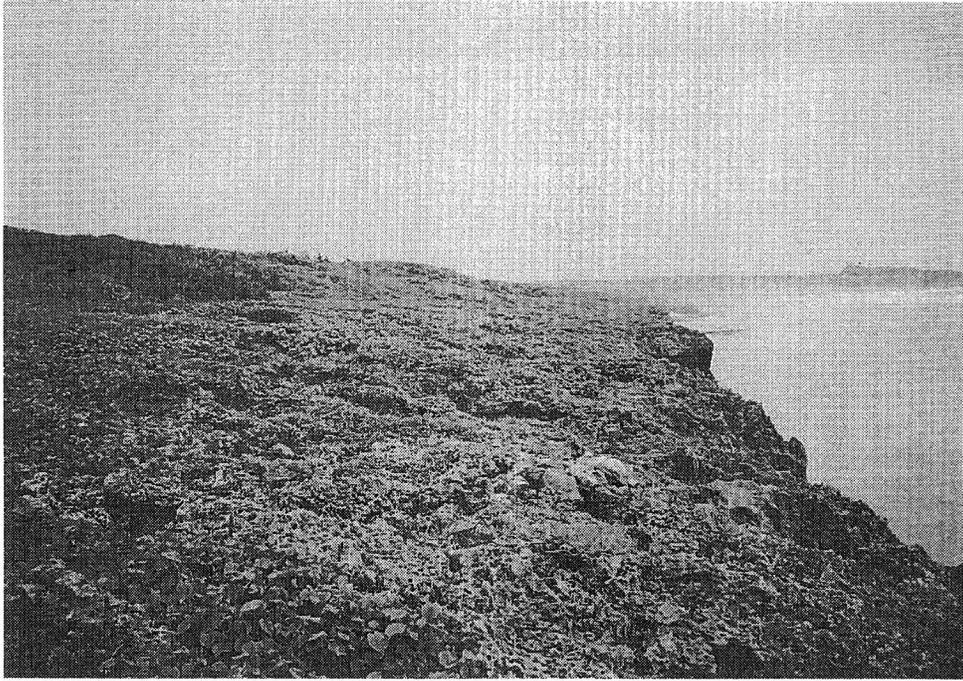
- [1] Duncan C. Blanchard 鳥羽良明訳(1971): 海と大気。河出書房
- [2] 平田 功・幸喜善福(1991): 沖縄県における防風・防潮林に関する研究, 砂丘研究, 38(1), pp.27~32
- [3] 初島住彦・天野鉄夫(1994): 琉球植物目録、沖縄生物学会, pp.146~181
- [4] 河合英二(2000): 海岸防災林の最近の問題点, 山林, 1397号, pp.58~65
- [5] 幸喜善福・新里孝和(1985): 沖縄本島南部における防災林造成の方法について, 沖縄総合事務局農林水産部, pp.1~28
- [6] 幸喜善福: 海岸保全的見地からの沖縄の飛塩に関する研究, 琉大農学報, 25, pp.429~554
- [7] 工藤哲也(1988): 森林の防風機能, 森林の公益的機能解説シリーズ, 10, 日本治山治水協会
- [8] Louis J. Battan 森口実訳 (1970): 汚れた空, 河出書房
- [9] 増沢謙太郎編(1970): 海洋物理 I, 東海大学出版会
- [10] 村井 宏・石川政幸・遠藤治郎・只木良也編 (1992): 日本の海岸林—多面的な環境機能とその活用—, pp.317~325

表-3 各月の最多風向および風速

	6/28	7/28	8/23	9/19	10/17
採取日風向・風速 (m/s)	S 2.2	SE 2.1	SSE 1.9	NNW 3.7	ESE 3.9
採取日前一週間,	3.5	3.1	7.2	5.4	6.0
月	SSW 4.3	ESE 4.8	ESE 6.2	N 5.9	N 7.1
旬	S 3.3	WNW 3.7	ENE 6.4	N 4.6	N 4.6
	11/21	12/26	1/16	2/11	
採取日風向・風速 (m/s)	NE 4.4	N 5.0	N 5.8	NE 3.5	
採取日前一週間,	4.7	5.6	5.8	5.2	
月	NE 5.9	NE 4.6	N 3.4		
旬	ESE 4.9	NE 4.6	N 3.4		

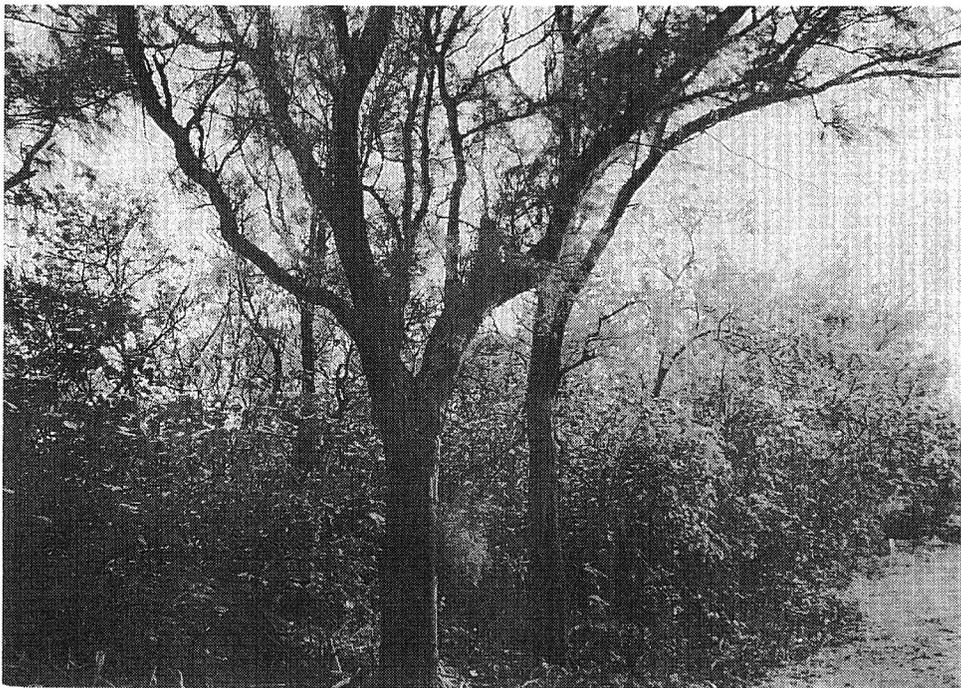
表-4 季節による葉面付着塩分量の差異

樹種名	葉面塩分付着量の平均値 ($\mu\text{S}/\text{cm}^2$)	
	6月～9月	10月～2月
ハマイヌビワ	14.662	3.931
オオハマボウ	9.011	1.344
クロヨナ	6.448	0.653
ホルトノキ	4.229	0.706
アオガンピ	4.004	0.427
ガジュマル	3.803	0.476
カジノキ	3.703	0.825
サトウキビ	3.119	0.665
クサキ	2.988	0.689
モクマオウ	2.654	0.922
クサトベラ	2.114	0.741
オオバギ	1.864	0.171
タイワンウオクサギ	1.798	0.311
アダン	1.470	0.852
シマグワ	1.430	0.459
テリハボク	1.269	0.553
アコウ	1.191	0.526
フクギ	1.080	0.310
トベラ	0.930	0.292



写 真1. 岩 礁 帯

(植生：クサトベラ、アオガンピ、ガジュマル、オオハマボウ、クロヨナなど)



写 真2・ 海 岸 林 帯 後 方

(植生：モクマオウ、ギンネム、オオハマボウ、シマグワなど)