

農作物の潮風害と防潮林

誌名	水利科学
ISSN	00394858
著者名	山中, 圀利
発行元	水利科学研究所
巻/号	4巻1号
掲載ページ	p. 94-102
発行年月	1960年4月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



農作物の潮風害と防潮林

山中 圀利

潮風害とは

風が直接の原因となって農作物や森林などに毎年多数の被害が発生している。これらの被害を起した原因をさらにこまかくみると、風が原因であるとはいっても風の影響の仕方にいろいろと違いがある。この違いを大きく分けると風の吹く強さが直接の原因になって起るものと、風の持つ性質、つまり空気に含まれている成分が主な原因になって起るものがある。もちろんこの二つが同時に起る場合がきわめて多く、またその場合は単独の場合より被害の程度が一層強くなるのが常である。

前者に属するものは主として機械的な被害やその損傷がもとになって病原菌や害虫が侵入するために起る被害、すなわち、農作物の場合には枝折れ、脱粒、籽ずれなどという被害の様相になってあらわれるが、後者の場合は生理的な障害を通じて被害が発生するもので、乾風害・潮風害などがこれに属している。

乾風害は空気中の水蒸気が少なくなってこの乾燥した風が作物に吹きつけると、作物体内の水分のバランスがこわれて、水分生理の上から作物体の一部、あるいは全作物体がついに枯死する被害である。空気が乾燥しているほど、また風速が強いほど被害が大きくなる。しかし、この被害も他の多くの農作物の気象災害の場合と同じように被害を受ける側の作物の生育の時期、つまり開花期であるとか、出穂期であるとか、若い穂ができ始める時期とか、といったそれぞれの生育時期で感じ方、受け取り方が違って、そのために原因の程度がほぼかわらなくても被害の現われ方が大へん違うことがよくある。

この乾風害をよく受けるものの一つが水稲である。稲の出穂・開花期は8月中旬から9月中旬の頃でこの頃には台風が日本付近をよく通るが、こんな時にところによっては山越しの吹き下しの風が吹くようになる。この風はフェーン現象のために乾燥していて湿度が40%以下になっていることがしばしばあるが、こんな時には稲の穂が数日たつと枯死して真白になる。この現象を俗に白穂といっている。

昭和23年9月のアイオン台風の時には静岡県を中心として愛知、三重、岐阜、神奈川県など、広範囲に白穂が発生して大被害を受けた。

今一つの風による生理的被害は、これから述べようとする潮風害である。この被害

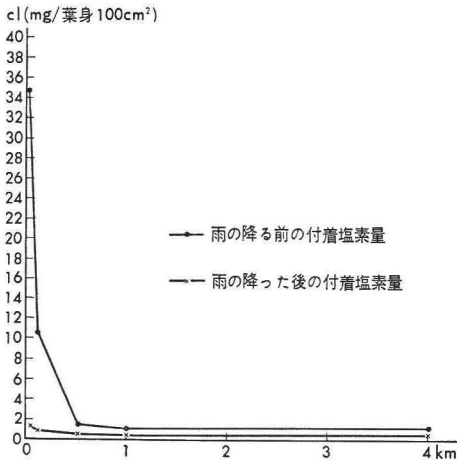
は端的にいえば塩分を多量に含んだ風が農作物などに吹きつけて作物体に付着し、この塩分が細胞を枯死させたり、機能を失わせたりする害である。日本のように海岸線が長く台風の接近することが多い国では、この被害が発生することが多い。ところがこの塩分を含んだ風による被害のことを人によっては塩風害・潮風害・塩風雨害などと呼んでいる。塩風害にするか、潮風害とすべきかについてはいろいろ問題があるようであるが、その塩分は海水に由来するもので海水を含んだ風すなわち潮風による被害という意味から、ここでは潮風害とすることにした。

潮風害によく似た被害に塩害・潮害などがあるが、塩害は海岸地帯の耕地によくあるように海水が侵入したために受ける被害のほか、干拓地やアルカリ土壌地帯の塩分による被害などを総括したものである。また潮害というのは高潮や津波などで海水が侵入したために受ける被害で、流水による機械的被害や海水の塩分による被害などである。地下水となって浸入した海水の塩分による被害もこれに属する。塩害とちがってその塩分の由来がすべて海水にある。

従来潮風害の発生で広く一般に知られているものには農作物と高圧送電線の絶縁碍子などがある。潮風が植物に害を与えるということが認められたのは1871年のことで、日本でも明治以来農作物の潮風害についてぼつぼつ研究が行なわれてきたが、いまだにみるべき結果が得られていない。そのほとんどが被害の調査に終止している。したがって、その発生の機構などについてはいまだあきらかにされていないといった方が適当なようである。昨年の伊勢湾台風の襲来時にも潮風害が各地に発生しているので、これらの被害についての調査・研究の結果は来る4月の農学会の各学会で報告され、潮害についての研究が一步進められることと思う。

潮風による被害は塩分による被害と風そのものの被害が加わった場合が多い。塩分が植物体の表面に附着するとその一部は体内に侵入する。たとえば茶の乾葉100g中に214.3mgの塩素が含有した例¹⁾によるとその約90mgが葉の表面に附着し、約120mgが組織中に入った。塩分の浸透圧が葉細胞液の浸透圧より大きくなると細胞の脱水作用を助長したり、通気作用を害したり、作物体内の水の循環が妨げられて枯死したりする。今かりに塩素量19‰の海水の飛沫が作物に附着しそのとき湿度が100%から80%に下ったとすると海水滴の塩素量は150%になる。このような濃度の溶液の浸透圧は実に176気圧という高いもので、植物の細胞液の浸透圧は約6~15気圧程度であるから細胞液を容易に吸出することが考えられる。15気圧になる塩素の濃度は20%である。また塩分のうちNa⁺イオンそのものが細胞内に蓄積して害作用をすることもいわれている。あるいは、塩素が原形質をおかしたり細胞内の酵素機能を妨げたり、澱粉の移動を妨げるなどもいわれている。被害の受け方は潮風の吹いたときの状況によってちがう。たとえば潮風が降雨に伴って吹いたときと雨が降らなかったときとは大へんちがう。潮風が吹いたあと風向きが内陸から海に向かって吹くようになり、風と

第1図 雨前雨後の附着塩素量の変化



(長谷川, 山口氏資料より作図)

降雨を必要とするものと思う。一般に潮風の吹いたとき高温で湿度が低く、強い日射を受けるようなときは被害が大きい。

ともに多量の雨が降れば附着した塩分が洗い流されて被害がぐんと少なくてすむ。第1図は雨によって植物に附着した塩分が洗い流されることを示すものである。また小笠原氏²⁾によるとポットに植えた温州苗に海水を撒布したのち10時間以内に1アール当り清水1,800ℓを撒布すると相当の効果が認められ、2,700ℓになると相当遅れて撒布しても効果があるといっている。これを降雨量に換算すると、10時間以内では約1.9mmの雨が降ること、それ以後では2.6mmの雨が降ることが必要であることになる。しかし圃場では、これ以上の

第1表 塩水に浸した大豆の葉を直射光線にあてたときと日蔭においたときの被害のちがい³⁾

海水の稀 積程度(倍)	被害率	
	直射光にさらす	日蔭
179.0	10.5	0
59.3	5.0	0
29.9	22.50	0
11.9	8.94	0
3.6	29.70	13.73
1.8	34.38	11.36

(大後)

また被害は作物や樹木の種類や生育の時期によっても大変ちがう。たとえば、ダイナ台風(昭27年6月23日~24日)時の果樹類の被害について静岡県経済部の調査によると、梨は長十郎、菊水、パートレット、八雲が強く、土佐錦、旭、早生二十世紀がこれにつき、新世紀、晩三吉が弱く、石井早生、君塚早生が最も弱かった。

柑橘類についての調査を総合すると枳殻、伊予柑、柚、温州、早生温州、ポンカンが割合に強く、八朔、舟床オレンジ、ネーブルはやや強く、文旦、レモンなどは最も弱いようである。

また樹木では常緑闊葉樹は落葉闊葉樹に比較して抵抗力が強く、針葉樹は被害を受けると萌芽力が弱いので枯死することが多い。しかしヒノキやクスなどは生育の環境によって多少抵抗力が変わるといわれている。

第2表 潮風害に強い木と弱い木

強 い も の	やや強いもの	弱 い も の
クロマツ、ネムノキ、ハ マモクコク、マサキ、ト ベラ、ハイネズ、ビワ、 ムロ、ヤマモモ、ヤナギ	ケヤキ、エノキ、コナラ、 カシワ、カキ、ヤナギ、タ ケ類、ツバキ、サザンカ、 ツゲ、マユミ、サンゴジュ、 アスナロ、カン、シイ、ク ヌギ、ホオノキ、シナノキ クルミ、イボタ	アカマツ、スギ、ヒノキ、 サクラ、モミ、クス、カエ デ、イチョウ、エノキ、イ チイ、ツガ

生育の時期のちがいによる被害のちがいについては水稻の如きは出穂・開花期の頃から成熟期にかけてを除けばぐっと被害を受けにくい。潮風害のうちでもむしる風の力による機械的作用や、病菌や害虫の侵入による被害が大きい。落葉樹は伸長力の旺盛な新葉や新梢時の受害が顕著である。また果樹類などは樹齡や樹勢の強弱、結果状態、肥培の関係なども被害の程度に大きく響いて、樹勢の弱いものは被害が大きく、回復も遅れる。

空気中の塩分の濃度

潮風害の発生の直接の原因は風によって運ばれる塩分であるが、空気の中に含まれる塩分の大部分は海水中の塩分が風によって運ばれたものであるから海岸からの距離によってその分布が大きくちがっている。海岸から数 km のところまでは海岸を離れるについて急激に濃度が薄くなり、それから次第に減少するのが普通である。

東京における雨に含まれた Cl イオンの濃度は三宅氏の測定によれば平均 1 l 中に 1.7 mg で、泉氏が新潟県の西部で雪積中の塩分を測定した結果によると最大 1 l 中に 150 mg、最小 6 mg で平均 10 mg であった。そしてその分布は海岸地帯では多く、山間部では少なくなっている。また世界各地の雨や雪にもなって降った Cl イオンの濃度を総合的にみると 1 l 中に 4~8 mg のところが多いようである。

小地域の塩分濃度の分布については福井氏⁴⁾が新潟県柏原附近において降雪中の塩分含量の分布を測定した。この結果によると第2図に示すように地形により塩分の分布が大きくちがっていることがわかる。海岸から内陸に向うにつれ塩分含量が減少

し、ほぼ7 km 附近で海風による塩分の影響がなくなっている。しかし内陸への塩分の飛散は風速によってことなり、風速 14m/sec のとき大阪での測定によれば 8km に及

第2図 小地域における積雪中の塩分分布(ms/l)(福井)



んでいる。また 30m/sec 余の風速のときは 16km 内陸の樹木が潮風の被害を受けた。デラ台風の来襲したとき宮崎県下では 25km 内陸の茶が被害を受け、またルース台風来襲時には 15km 内陸の茶園にまで被害が及んでいる。

海岸からの距離と被害の程度については 出穂期前後の稲が最大風速 20m/sec 前後の風のために潮風害を蒙り 海岸から 100m 附近までが白稈となったようなときは海岸を離れる距離に応じて次のような被害歩合になることが多いとしている。

一般に 海岸からの距離と Cl 濃度との関係は LeeFrang 氏⁶⁾ は $Cl = 11.7e^{-0.525x} + 3.0e^{-0.028x} + 3.0$ (Cl は mg/l : x は海岸から観測点までの距離 km) であるとし、また北氏は塩分落下量 (q: Clmg/m²/hr) と風速

(v:m/s) および海岸からの距離 (D:m) の関係を求め、 $q = e^{0.34v+0.8} \cdot D^{-1}$ としている。

第3表 海岸からの距離と被害の歩合

海岸からの距離 (m)	100	200	300	400	500	600	700
被害歩合 (%)	80	75	65	60	50	45	35

(農林省被害推定尺度)

しかし、地形の影響により風の収斂するところでは、塩分が遠く内陸まで運ばれている。

作物に被害を及ぼす塩分の濃度

ところでどの程度の塩分が作物に附着すると被害があらわれるか。これはもちろん前にも述べたように作物の種類や、生育の時期などにより被害の発生する限界濃度がちがっているが、水稻についての坪井、中川両氏^{7,8)}の実験によると出穂・開花期の1稲の穂あたりの附着塩分量がほぼ 1.0mg になると被害を受け始める。この程度の塩分が附着する塩水の濃度は 0.6%、すなわち 1l 中に 6,000mg の塩分を含む程度からであ

る。また作物への塩分の附着量(M)は塩分濃度(C)に対し指数函数的に変化し、穂については附着量は $0.78C^{0.71}$ で示され、葉については附着量は $3.00C^{0.71}$ で示される。したがって穂の塩分濃度の増加にともなう附着量の増加は葉の場合より顕著である。

海水中の塩分の濃度は3.4～3.7%で水稻の潮風害発生限界濃度ををはるかに上まわるものである。したがって直接海水が風に運ばれて出穂・開花期の水稻に附着するとすればもちろん被害が発生することになる。

台風や強い低気圧が接近し、海上を吹く風が10～12m/secくらいになると海面には一面に白波が立つようになる。15m/sec以上になると風浪がいよいよ高くなって海水の飛沫が海面に白く立ちこめる。風向きが陸地に向かうときはこの海水の飛沫が強風に運ばれて、霧のように海岸地帯におしよせるので、この地帯に潮風による被害が発生することになる。しかしこの際雨をとまなうときは雨量の多少に応じて塩分が稀釈されたり、潮水粒子となって作物に附着した塩分も雨水に洗いながされるので被害の発生することは少ない。

かつて神戸の海洋気象台において台風接近時に南風が潮風を運んだときの雨水を観測し、最大Cl量 108.7mg/l を観測している。これを塩分濃度になおすと0.0178%である。これからみて降雨のあるときはまず潮風害の発生することがないが一度降雨が止むと極めて濃度の高い海水粒子が作物に接触することになる。松平氏⁹⁾によると空気中の湿度が80%以下になると水滴の中に塩分の結晶が認められ、50%以下になると潮水滴は結晶となるといわれている。

潮風によって飛来する塩分量はかつて御前崎測候所¹⁰⁾において昭和12年7月から昭和13年6月にいたる1ヵ年間1辺28.8cmの正方形のガーゼを風に直角に露出して附着したCl量を測定した結果によると至軽風(風力1)では6; 軽風(2)7; 軟風(3)16; 和風(4)20; 疾風(5)32; 雄風(6)36; 強風(7)52; 疾強風(8)48; 大強風(9)123; mg/m²/時である。1時間あたりの附着Cl量は風が強くなるにつれ多くなる。しかし附着量はかならずしも空気中のCl増加量と一致して増加していない。風が強くなると附着量の増加の割合が小さくなる。

防潮林とは

潮風による被害を防ぐには他の農業災害にもみられるように恒久的な対策と応急的な対策および事後対策などがある。恒久的な対策としては防潮林や防潮堤などを作ることであり、応急的な対策としては潮風を受けた農作物に直接に撒水して塩分を洗い流したり、また直射日光をさける方法などがある。

しかし果樹類の苗木を育成する耕地のようなところでは撒水を行なうことも比較的内容易にできるが、広範囲の耕地に撒水を行なうことは労力や経費などの点で容易に行ないがたい。

その他作物の対塩性の強弱を考慮した作付け計画を行なったり、生育の時期を変更して潮風に対して抵抗力の弱い時期がちょうど潮風発生の多い時期にぶつからないようにすることなども有効な対策である。最近盛んになってきた稲の早期や晩期栽培は台風襲来の多い地方では潮風害の回避という意味でも有効な方法である。

また事後対策としては速効性の肥料をあたえて回復を早めることが大切である。

潮風害を防ぐには以上のような方法を総合的に行なうことが大切なことであるが、なかでも防潮林による防潮効果はきわめて大きい。

防潮林は海岸線にそって作成される林帯であるから、ある場合には防風林、防霧林、防雪林、砂防林、防霜林、低温気流の流入を防ぐ林でもある。これらはそれぞれ作る場所により主とした目的によって名称がちがっているが、その構造には大きなちがいが無い。

防潮林は高潮の浸入高を防ぎ破壊力を減ずるほか高潮による流標物の浸入を防ぐために有効である。また流失物の海上への流亡を防ぐ効果もあるが、ここでは潮風害を防ぐためにどんな役割をするか考えてみることにする。

防潮林は防風林と同じように風のもつ力を弱める上に大きな役割をしている。この防潮効果は林帯の作り方によって著しくちがう。すなわち、林帯の構造、遮蔽度、高さ、幅、林帯の型、樹冠の柔軟度などによってちがう。

遮蔽度すなわち林帯にすきまがあるかないか、その程度によって、防風林の風下の風の分布がちがってくる。遮蔽度の大きいものほど林帯の風下附近の風速の減少が大きい、林帯の高さの15倍以下の風下では風速の回復が早くなる。これは風の乱れが強くなるために混合が行なわれるからである。林帯に切れ目ができると、ここが風の強い吹き出しとなるので、この部分が風害や潮風害を強く受けるようになる。それで道路などのために林帯に切れ目のできる部分には袖垣を作るようにすることも考えられている。

樹高と防風効果の範囲は樹高が高くなるとともに有効距離が広がる。この範囲は樹冠の形態や遮蔽度など防風林の条件によって異なるが、多くの試験の結果から総合してみると樹高の15~30倍くらいである。

樹冠の形態による風速の減少率については各列同高の一斉同齡林型、風上に最高樹列のある型、風上から風下に樹高の高くなる林型、枝下が樹高の3分の1すいた型といった順に効果が小さくなる。

防潮林の捕潮力

海岸防潮林はさきに述べたように風速を弱める作用をするほか風に含まれている塩分が耕地へ浸入するのを防ぐ作用をする。飯塚氏¹¹⁾ほかがクロマツ防潮林による空気中のCl濃度の変化を測定した結果によると林内では塩分が急減し、風下の林縁直後

第4表 防潮林の風上と風下の塩分の分布のちがい

地上の高さ m	潮風中の Cl 量 (mg/m ² /h)		
	風上	風下	風下の風上に対する割合
4	104 mg	97 mg	93%
3	155	88	76
2	79	17	22
1	67	28	42

(門田)

第5表 松の葉(生葉 1g 当り)に附着した塩分量

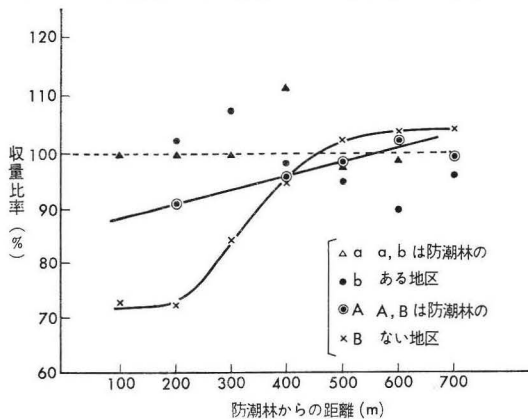
防潮林葉の位置	附着 Cl 量 (mg/h/g)			A, B の風上に対する附着 Cl の比率はそれぞれ 30%と41%; cは24%となる。風上と風下の塩分の分布の割合と比較すると2m 附近の値にほぼ接近している。
	A	B	C	
第1列 風上面	0.046 mg	0.051 mg	2.73 mg	
第1列 風下面	0.018	0.027	0.80	
第3列 風上面	0.009	0.019	0.97	
第3列 風下面	0.014	0.021	0.66	

(門田)

まで減少するが、防風林を風下に離れるにつれて次第に増加し、この増加傾向は林高の25~30倍附近までつづき、再び減少する。したがって防潮林の防潮効果の範囲は樹高の25~30倍附近までであるとしている。また門田氏¹²⁾¹³⁾の塩分濃度の分布についての測定結果は第4表のようであり、また松の葉の捕えた塩素量は第5表のようである。

このように防潮林は防風、防潮効果をもっているが、それでは水稲の作柄にどんな効果をもたらしているか、かつて宮城県立農業試験場¹⁴⁾で調査した結果によると防潮林のない地区

第3図 防潮林からの距離による水稲収量の変化



(宮城県農試資料より)

では海岸を離れるにつれて収量の増加する傾向が認められるが、防潮林のある地区では海岸から離れてもその収量に増加の傾向が認められない。すなわち第3図にみるように、その地区の平均基準収量に対する基準収量の割合である収量比率は防潮林のない(A)(B)地区では500m附近まで増加しているが、防潮林の風下にあたる(a)(b)ではほとんどかわらない。すなわち500m附近まで防潮林の効果が及んでいるといえる。また風下200m以内では特に顕著で30%に近い収量のちがいを出している。

(気象庁産業気象課)

参考文献

- 1) 東海近畿農業試験場茶業部：伊勢湾台風による東海地方茶園の潮風害調査概況 (1959)
- 2) 小笠原佐与市：柑橘の潮風害 日本農業気象学会関東支部報，談話第2 (1959)
- 3) 大後美保：農作物の塩害に対する研究気象集誌 2輯，15号 (1937)
- 4) 福井英一郎：新潟県柏崎町附近における積雪の食塩量の分布その他について，海と空，15 (1935)
- 5) 農林省統計調査部水陸稲減収推定尺度 (1957)
- 6) K. W. H. Leeftang: De chemische Samenstelling van den Neerslag in Nederland. chem. Weekbl. 35. 658-664 (1938)
- 7) 中川・坪井：水稻の出穂期の潮風の影響，農業気象，11 (1) (1955)
- 8) 坪井・中川：水稻出穂期における潮風の影響 (2) 農業気象，14 (4) (1959)
- 9) 松平康男：神戸で台風時に観測した潮風の化学的成分並びに其他の性状について，海と空，17. 11 (1937)
- 10) 気象要覧
- 11) 飯塚肇外3：籬型防風林試験報告 (第1報)，防風林による海風中の塩分減少効果に関する研究，林業試験場研究報告 45, (1) (1950)
- 12) 門田正也：防潮林の生態学的研究，東京大学立地自然科学研究所報告 3. 38 (1949)
- 13) 門田正也：防潮林の潮風濾過について (予報) 日本林学会誌 31 (7. 8. 9合併) (1949)
- 14) 宮城県立農業試験場：防潮林伐採による周辺稲作の被害分布の推定 (1958)