



浜松日体高等学校科学研究部

石原和起, 高橋 徹, 村松拓実, 鈴木那加 (顧問: 河合克仁)

2012年台風4号による塩害とその発生機構の解明

本研究は、日本農芸化学会2013年度仙台大会において開催された「ジュニア農芸化学会」で発表され、和文誌編集委員会から高い評価を受けたものである。2012年6月19日、本州を横断した台風4号 Guchol (T1204) は、広範囲にわたり植物に塩害をもたらした。本研究は、海岸から15 km離れた地点における塩害の発生メカニズムについて、実態調査から仮説を導き、過去の台風の記録との比較やモデル実験から解明を試みたものである。



塩害被害の実態調査と風向の推定

校内外の樹木について、種類と被害程度、塩害の生じた部位を記録した。被害は常緑樹より落葉樹に大きく表れて、また、1本の樹木の中では被害にあった部分に偏りが見られた(表1, 図1)。校内では東や南寄りの、校外では西や南寄りの被害が多く、何本かまとまったものでは同じ方向で被害が出ていた(図2)。これらの現象から、被害方向から強風が吹いたものと推定し、緑の矢印で図中に示した。

表1 ■ 校庭周辺樹木の被害状況

樹木名 (落葉樹)	被害程度	樹木名 (常緑樹)	被害程度
センダン	+	アカメモチ	++
サクラ	+++	サザンカ	-
コナラ	++	キンモクセイ	-
イチョウ	++	クロガネモチ	++
メタセコイア	+	タブノキ	+
ケヤキ	++	ヒイラギ	-
ウメ	+++	ゲッケイジュ	-
		クスノキ	+
		ツツジ	+

+++ : 全体, ++ : 一部, + : ごく一部, - : なし

これを検証するため、台風通過時と同様の海寄りの風が吹く晴れた日中の風向を調査し、推定した台風時の風向と比較した(図2)。両者の風向を比較すると、校舎の南側や体育館周辺ではよく一致したことから、風に直面した方向で被害が発生したという推定は裏づけられたと判断した。一方、校舎①の北側の場所においては、風向が一致しない箇所が存在した。これは校舎の複雑な配置の影響を受けて、台風接近時の強風下では通常時と異なる東側道路から風が流れ込んだものと推定した。



類似のコースを通過した台風での検証

2011年15号 (T1115) と2012年17号 (T1217) は、T1204 と勢力も経路もほとんど同じであった。しかし、T1115



図1 ■ 一方に塩害症状が出た樹木 (カツラ)

では塩害は発生しなかったが、T1204とT1217では塩害が発生した。そこで、3つの台風の情報を総合的に比較し、塩害発生メカニズムを推定することにした。

T1217通過時の雨水の塩分濃度を塩分計（YK-31SA）により計測した。雨水の塩分濃度は0.01%以下であった。これは、塩害を引き起こしたのは降水ではなく、強い風が巻き上げた海水によるものということを示唆している。

台風接近時の気象データ（気象庁）の比較では、いずれの台風も風が最も強いときには南（海寄り）の風が吹いていたことが確認された。降水量と風の変化を比較するとT1204とT1217では降雨と風速のピークが一致せず、降雨の後に風速が高まった。T1115では風速が最も大きいときにも雨が降っていた。

以上から、T1204による塩害は強風が巻き上げた海水の塩分が本校の地点まで運ばれ、樹木に付着したことによるものと推定した。一方、T1115では台風接近時に雨が降っていたために、塩分が希釈または洗い流され塩害

が発生しなかったものと考えられた。

樹木による塩害発生再現

樹種によって塩害の被害程度が異なったことから、塩害を引き起こす過程を明らかにするために、モデル実験を行った。

塩分ストレスは海水の1/10と1/100の食塩水を霧吹きで噴霧することにより与え、放置後被害状況を観察した。校内のコナラ、アカメモチなどの樹種を用い、木につけたままの葉に噴霧した。処理は以下のとおりである。

①無処理の葉の表と裏、②カッターで表面に傷をつけた葉（表、裏）、傷が貫通した葉、③枝を揺らして摩擦により傷ができた葉。揺らす回数は100回もしくは200回、時間を2分または5分とした。

葉に処理を行わない場合、いずれの樹種でも表、裏どちらにも異常は発生しなかった。しかし、傷をつけると、傷の部分で塩害が発生し、表より裏のほうの被害が大きかった（図3）。また、葉の裏に傷をつけた場合、被害が表面に及んでいたものもあった。このことから、傷が塩害を発生させる重要な要因であり、特に裏面からの障害が大きかったことがわかった。

枝を揺らすことにより表面に擦り傷が生じた場合も、塩害の症状が認められた。特に、ケヤキやサクラは、台風時と同じような枯れ方をしていたことから、「強風による傷の発生と塩分の侵入」により台風時の塩害を再現できたと考えられる（図4a）。それに対して、アカメモチやサザンカは、無数の線で網目のような枯れ方をし、数日たっても枯れが広がることはなかった（図4b）。こ



図2 ■ 校庭周辺での風向の比較（塩害状況から推定した台風接近時と計測した晴天・海風時）

円は樹木の位置、大きさは被害程度、赤色は被害を受けた面を表す。

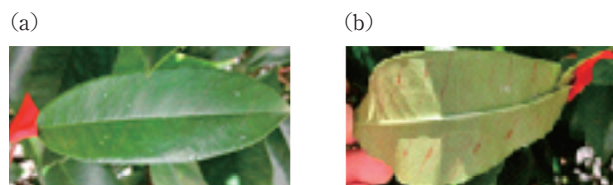


図3 ■ 塩水噴霧による障害の発生状況（切り傷）

カッターで葉の表側表面（a）、裏側表面（b）に傷をつけた後、海水の1/10相当の塩水を噴霧。



図4 ■ 塩水噴霧による障害の発生状況（擦り傷）

枝を揺らして摩擦により葉に傷をつけた後、海水の1/10相当の塩水を噴霧。a:ケヤキ、b:アカメモチ、c:サクラ、台風時の被害葉

の様相は台風時のものとは異なっていたため、常緑樹で発生した塩害は別の過程で発生した可能性が考えられる。

台風時と同様の枯れ方をしたケヤキやサクラはクチクラがあまり発達していないのに対し、異なる症状を示したアカメモチやサザンカではクチクラ層が発達していることが知られている。クチクラの発達の度合いが塩害の発生様相の違いに関係している可能性がある。



まとめ

台風T1204による塩害は、台風接近時、強い風によって巻き上げられた海水に含まれる塩分が樹木の葉に付着することによって引き起こされ、風が直接吹き付けた方向に強く症状が現れたと推定した。この際、強風などによって生じた葉の傷が塩分の侵入をもたらし塩害発生の要因になったと考えられる。また、風が強いときに雨が降っていると、塩分が希釈または洗い流されるので塩害は軽減されることが期待できる。さらに、塩害の被害の度合いは、樹種によって異なり、これには葉身のクチクラ層発達の度合いが関与していると推定した。



本研究の意義

本研究では、発表者たち自身が体験した台風を題材に「海岸から約15 km離れた地点で塩害が発生する不思議」に着目し、「実態調査・文献調査-仮説-モデル実験-検証と修正-モデル実験-再検証」の流れで現象の核心に迫った。塩水噴霧による再現実験において、容易に枯れない葉を枯らすために実験を重ねる過程からは、高校生たちが自ら考え工夫しながら科学を楽しんでいる様子が見えられた。よく観察する、よく考えるという基本の実践により得られた成果を高く評価する。同時に、このような姿勢を指導された先生方に敬意を表す。

1991年19号、2004年15号台風など海から離れた地点で植物に塩害を引き起こした例は多く知られているが、その研究対象は大部分が農作物であり、街路樹の報告は少ない。着目したクチクラ層の発達と耐塩性との関連などから、残された「常緑樹における塩害の発生メカニズムの解明」に挑んでみるのもおもしろいだろう。

(文責「化学と生物」編集委員)