これまでの被害に学ぶ

施設園芸の強風・豪雨災害対策

過去の園芸施設被害から対策を紹介

風の性質を考え適切な対処を

農研機構　森山　英樹　氏

強風による園芸施設の被災メカニズムは、積雪荷重の場合に比べてかなり複雑です。屋根の上に堆積した積雪荷重は、垂直下向きの力を園芸施設に加えます。

一方、風圧力の場合は、風向および風速が時間の経過によって様々に変化します（時間変化する力）。また、園芸施設の各部位や配置条件によって、作用する力の大きさや向きがばらばらで一定しません（不均一な力）。さらに、被覆材の隙間や構造の開口部があると、室内の圧力が急激に変化します（内圧の変化）。

台風が通過した後、同一地区内であるにもかかわらず、パイプハウス等の被害の現れ方が多様であることに気づかれる読者も多いかと思います。実際、2018年の台風21号や、2019年の台風15号による園芸施設被害では、被災地にいくつかの被災パターンが残されました。

そこで、ここでは風の流れ方（図1）に焦点を絞って、風の特性と園芸施設被害の関連を見ていきます。

近年は台風時の降雨も被災規模を大きくしています。豪雨対策も併せて、強風によって側面に発生した正圧によって、パイプハウスの骨組みが変形します。

鉄骨補強パイプハウスや鉄骨ハウスの場合は、断面の大きな柱や梁自体が変形することは多くありません。しかし、柱の接合部が破壊されることで構造が傾きます。

周囲に風の障害物がない場合に園芸施設に最初に衝突する風

園芸施設の周囲が畑地等の開放空間である場合、上流から流れてきた風は、園芸施設の側面もしくは妻面にそのまま衝突します（図1）。この風は、園芸施設に対して正圧、つまり室内側に押し込む方向の力を加えます。

パイプハウスに使用されているアーチパイプは、鉄骨ハウスを構成する角形鋼管やH形鋼に比べて強度が大きくありません。

徐々に力を加えていくと、アーチパイプの方が先に曲がります。従って、強風によって側面に発生した正圧によって、パイプハウスの骨組みが変形します。

鉄骨補強パイプハウスや鉄骨ハウスの場合は、断面の大きな柱や梁自体が変形することは多くありません。しかし、柱の接合部が破壊されることで構造が傾きます。

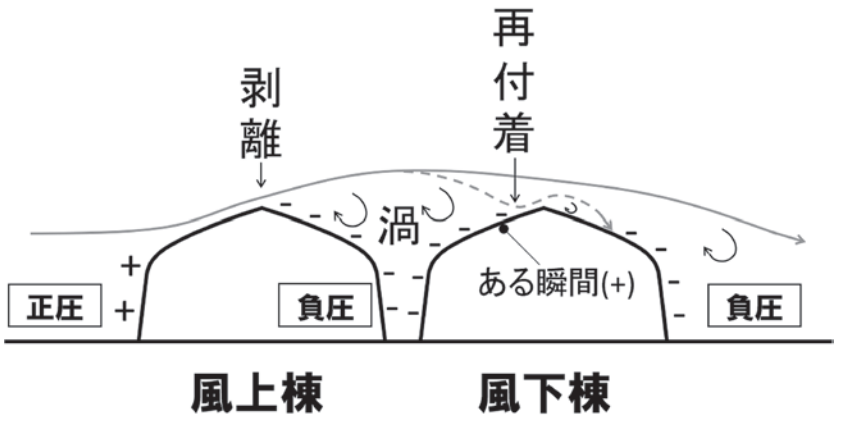

図1　風の流れ方（Moriyama et al.,2010）

図2　斜材の例（黒いパーツが斜材）

妻面に対する正圧の場合も同様に、間柱の転倒や出入り口扉の脱落が発生します。出入り口の破壊は、鉄骨ハウスでも珍しくない被災パターンです。

正圧による被害を防ぐには、骨組みに補強部材や出入り口扉の脱落が発生します。出入り口の破壊は、鉄骨ハウスでも珍しくない被災パターンです。

斜材を取り付けるのは、室内側でも外からでも構いません。この補強部材によって、軒（パイプハウスでは『肩』と呼ばれることが多いです）の水平移動を抑制します。つまり側面や妻面の部材が倒れないようにします。

最もわかりやすい例では、テントの張り綱と同様の補強部材です。側面を引っ張ってあげるイメージです。アーチパイプのダブル化、いわゆるダブルアーチも、間口方向の風であれば有効な補強です。

ダブルアーチは、あたかも、間口方向から見たパイプの直径を大きくしたのと同じ効果を得られます。

ダブルアーチでは、外側と内側のパイプ間の距離が重要です。2本のパイプが極端に近づいていたり、横に並べてしまうと距離の効果が失われるので注意してください。

出入り口扉にはカンヌキ状の補強部材が有効でしょう。強風の予報が出されたら、扉が壊れて室内に風が吹き込まないよう、あるいは室内の空気が外部に吸い出されないように、扉を固定します。

出入り口の寸法よりも大きな扉にすることで、扉が外れないようにしている事例もあります。巻き上げ換気も同様ですが、「可動部は弱い」という前提で強風に備えて下さい。

防風ネットには、風速を落とす効果があります。構造を強くするのではなく、風を弱めるのです。

風のエネルギーは風速の2乗に比例します。例えば風速を10%低下させると、風圧力は19%小さくなります。

このとき、壁を立てて風速をゼロにすることは、一見、最大の効果を得られるように思われます。しかし、これは壁の風下側を極端な負圧にすることになるので逆効果です。

「強風を和らげる」ことを主眼に防風ネットを設置して下さい。

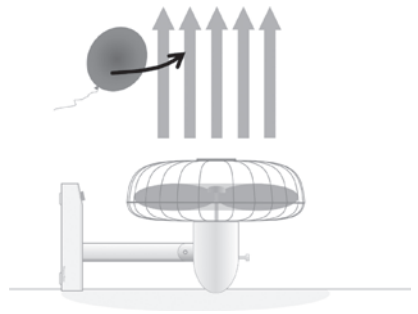

図3　身近な負圧の体感方法：扇風機の風に風船が吸い込まれます

負圧で園芸施設を浮き上がらせる風 台風の雨を地表にとどめない対策を

複数のパイプハウスが並んで配置されている場合の風下側に位置する棟や、連棟ハウスの風下側で、屋根面に負圧が作用することがあります（図1）。

負圧は前述の正圧とは逆向きの圧力です。負圧は、被覆材や骨組みを外側に向かって引っ張り、さらには基礎やアーチパイプの地中差し込み部を垂直に引き抜いたり転倒させたりします。

負圧は、吹いてきた風が、障害物によって進路を変える際に生じます。風の進路方向に障害物があると、風はそのまま進むことができません。障害物の上で剥離、つまり上方にジャンプして下流に速い速度で流れていきます。

流体が速く流れると、その部分の圧力が低下します。物体は低い圧力に向かって引っ張られます。これは、扇風機を使うとイメージしやすいでしょう（図3）。

仰向けに寝かせた扇風機の風に、膨らませた風船を近づけていきます。すると、風船は扇風機の風に吸い込まれて逃げ出せなくなります。風船が気圧の低い場所に吸われてとどまっているからです。園芸施設の屋根にもこの力が作用しています。

強風によって強い負圧が作用しているとき、被覆材の固定部が弱いと、そこに力が集中します。その結果、固定具が外れて被覆材が骨組みから剥がれるか、被覆材自体が破断します。

被覆材が被害を受けない場合は、浮き上がる力は骨組みに伝わります。園芸施設が盛り土によって整地された敷地に建設されている場合は、土の強さが比較的小さいので、アーチパイプやコンクリート基礎が引き抜かれてしまいます。

降雨も、土が園芸施設を支える力を弱めることがあります。土の力学的な強さは、土の中に含まれている水の割合で大きく変化します。

一般的に、通常の土は三相、つまり固体である土粒子、液体である水、気体である空気から構成されています。降雨によって間隙空気が水で追い出されていくにつれて、土の強さが低下していきます。

そのため、降雨を伴う台風の場合は、地表に水を長時間とどめておかないことが肝要です。園芸施設の際（きわ）にシートを敷設して地表水を土に染みこませないようにします。

また、敷地よりも低い位置に排水溝を設けて、園芸施設の基礎周囲の土が水で満たされないようにします。

屋根に落ちてくる風

台風被害に遭ったパイプハウス団地を調べると、負圧で浮き上がったところにハウスの屋根があると、風は屋根に再付着します。再付着点にあたった屋根は、上から押しつぶされたような、陥没した屋根をみることがあります。この被災パターンの原因の一つは、風の再付着です（図1）。

上流で剥離した風は、徐々に高度を落として元の位置に戻ろうとします。

ちょうど風が戻ってきたときに、ハウスの屋根は、梁や束材を使って屋根を補強します。また、パイプハウス屋根面への正圧が大きくなっていくと、側面のアーチパイプの転倒も生じやすくなります。

実のところ、再付着する位置を予め把握することは困難です。剥離した風がどこまで進むのかは、その時の風速や気流の乱れに影響されるからです。

このような風に対して

狭い場所に集まってくる風

防風林や防風ネットを通る風は速度が遅くなり、園芸施設に作用する風圧力が小さくなります。一方、それらの左右端では、すぐ横に風の障害物がない空間が広がっているので、周辺の風はそこに集まりやすくなります。これを縮流と呼びます。

風が集まってくるので、風速は防風ネットがない場合に比べて速くなっている可能性があります。たまたまそこに園芸施設が配置されていると、局所的に速度が増した風によって被災することになります。

防風ネットは、園芸施設との位置関係が重要です。防風ネットは強風対策で設置されることが多く、それによって被災リスクが高まることは見落とされがちですので注意して下さい。

◆◆◆

以上、風の性質ごとに園芸施設の強風対策をみてきました。お持ちの園芸施設について、どのように風が流れていくのか頭の中でシミュレーションし、適切な対策を選択して下さい。

佐藤産業株式会社
092-932-5431
サトーのドア大幅リニューアル
あの箱型構造で強風にも強いサトーのドアが新しくなった！
上レール
①ハネ付に変更
②アルミ製に変更
イメージ
外気
ハネ
外気が直接入り込まないので気密性が↑UP↑
区別する必要がなくなったので利便性が↑UP↑
レール取付金具
③上下の金具が兼用
ドアボルト
④十字穴付ボルトに変更
電動ドライバーが使用可能となり施工性が大幅↑UP↑

佐藤産業株式会社
簡単にできる！パイプハウスの強靭化
FAX 092-932-5440 資料進呈中