

●台風・強風対策の技術の特徴と要約

- このマニュアルは、主にパイプハウス及び鉄骨補強パイプハウスの強風被害の軽減をめざすための指針である。
- 補強のためのコストを抑えながら、施設被害を最小限にするためには、施設の立地条件、強風時の風向きや周辺環境に留意し、施設の特徴に応じて、「効率的かつ局所的に補強」することが有効である。
- 強風によるパイプハウスの被災パターンには、一定の傾向が見られ、これら被害の特徴に応じた補強の方法を採用する。ハウスの肩部分の強化や基礎の浮き上がり防止策、台風襲来前の応急的な補強方法が考えられるため、ハウスの状況により、適切なものを導入する。
- 台風は事前の情報収集につとめ、接近前から適切な対応策を実施することが重要である。また、常日頃から周到な準備を進めておき、施設の修理やメンテナンスは怠らないようにする。

第1章 風速と想定される施設被害

ポイント

- パイプハウスは、概ね30m/s以上の風速で大きな被害が発生する。
- パイプハウスは、骨材が細く、強風対策が施されていないものが、多く見受けられる。
- ハウス周辺の障害物の有無、立地条件によって被災形態が異なるため、実際には、**ハウスごとに補強方法は異なる。**
- これまでの台風災害等で、被害が大きかった場所、被害の特徴を把握することが重要。**被害が大きかった風向きや周辺環境に留意し、施設の特徴に応じ、「局所的に補強」する方法を検討する。**

(1) 施設の構造と被害の特徴

平成23年静岡県下の台風15号では、基礎等がない簡易なパイプハウスで、全壊・大破したものが多くみられました(表-1)。これは、パイプハウスが強風に耐えることのできる構造になっていないためです。(パイプの骨材が構造的に弱いことが指摘されています。)

また、パイプハウスで台風等の強風被害を軽減するためには、なんらかの補強対策が必要となります。過去には、台風シーズンの期間は、ビニール等の被覆資材を取り払って、骨組みのパイプだけにしておき、保温が必要な時期のみ被覆することで強風被害を逃れてきた経緯があります。ところが、現在は、野菜・花き類の周年栽培化が進み、雨よけ栽培等の普及のため、一年中、被覆がされている状況にあります。このため、強風による施設の被害を少しでも軽減するためには、**しっかりとした補強対策が必要**となります。

ただし、風速50m/s以上の強風に耐えるためには、しっかりとした構造計算に基づくハウス設計を行い、基礎や柱、屋根材等を適切なものにしなければなりません。**根本的な台風対策のためには、ハウスの構造自体を見直す必要**があります。建設コストは増大しますが、栽培する作物の種類によっては、構造がしっかりとしている**屋根型の鉄骨ハウス**や**低コスト耐候性ハウス**の導入を検討することも必要です。

表-1 平成23年9月静岡県に来襲した台風15号による園芸施設被害の特徴

施設の種類	施設被害の特徴	備考
低コスト耐候性ハウス	ほとんど、目立った被害は見られなかった。一部のハウスで天窓の損傷は見られた。	低コスト耐候性ハウスは、風速 50 m/s 以上に耐える施設構造を有する。
両屋根型鉄骨ハウス	天窓の損傷、被覆材の破れが多く見られた。施設の一部の損壊が多く、半壊～全壊したものは見られなかった。	飛来物等による損傷は見られた。
パイプハウス	半壊～全壊の被害が多く見られた。 ・強風により、肩部分が大きく曲がった被害が多かった。 ・雨よけハウスは、パイプや基礎が上方に引き抜かれる被害が見られた。	ビニール等を被覆していなかった施設は、パイプの損傷等の被害は見られなかった。
ガラス温室	飛来物によるガラスの割れ、天窓の損傷等の被害が見られた。骨材が損傷するような被害は少なかった。	メロン温室でアクリル復層板の劣化に伴う被害が見られた。



低コスト耐候性ハウス（風速 50m/s に耐える）



両屋根型鉄骨ハウス



パイプハウス（被害が大きかった）



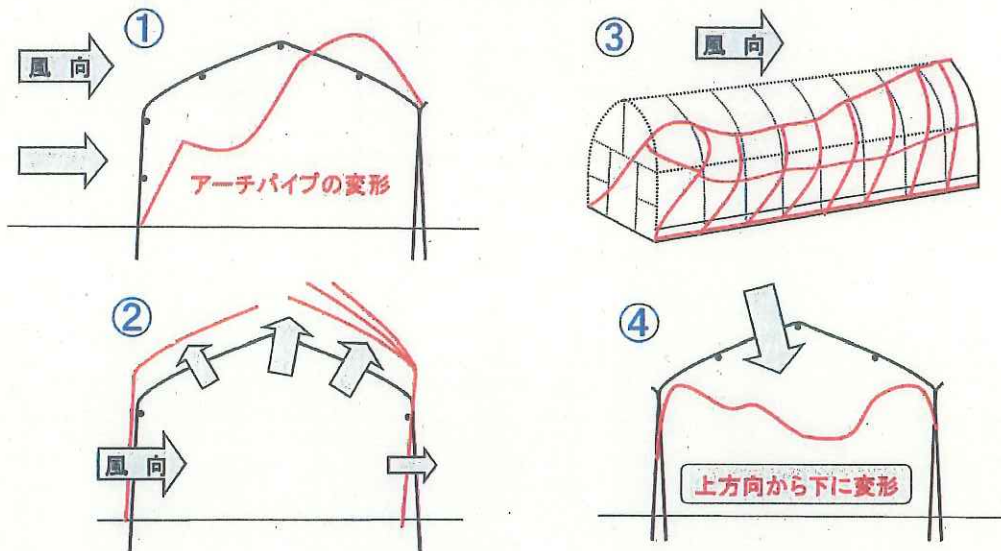
ガラス温室（スリークォータ型温室）

(2) パイプハウスの被害の特徴

パイプハウスは、風速 30m/s 程度以上の風速には耐えられません。したがって、強風が吹いた場合には、施設に損傷が生じますが、パイプハウスの被災パターンには、一定の傾向が見られます。

パイプハウスの被害の特徴は、以下の4つのパターンに分類されます。

- ① 風上側の肩部分から屋根にかけて押しつぶされた状態
- ② 下から吹き上がるようにパイプが変形
- ③ 妻面が奥行き方向に倒壊
- ④ 真上から屋根が押しつぶされたように陥没



補強のためのコストを抑えながら、施設被害を最小限にするためには、**施設の立地条件、強風時の風向きや周辺環境に留意し、施設の特徴に応じて、「効率的かつ局所的に補強」することが有効**であると考えられます。以下に、被災のパターン別に被災の要因を分析し、次章で補強方法の考え方について解説します。

① 風上側の肩部分から屋根にかけて押しつぶされた状態

平成 23 年の台風 15 号では、風上側から大きく押しつぶれたようにつぶれているパイプハウスが多く見られました。これは、風上側の肩の部分に大きな力がかかるためです。特に、被覆資材が破れない場合には、アーチパイプが大きく曲がってしまい、ハウス全体が倒壊して、被害が大きくなる事例が多く見られました(図-1)。

連棟ハウスの場合には、風上の棟が破損しても、2棟目以降は被害が見られないことが多く観察されています。

対策としては、タイバーやX型による肩部の補強、浮き上がり防止のアンカー等の設置、アーチ構造の骨材の組み込み等が必要です。

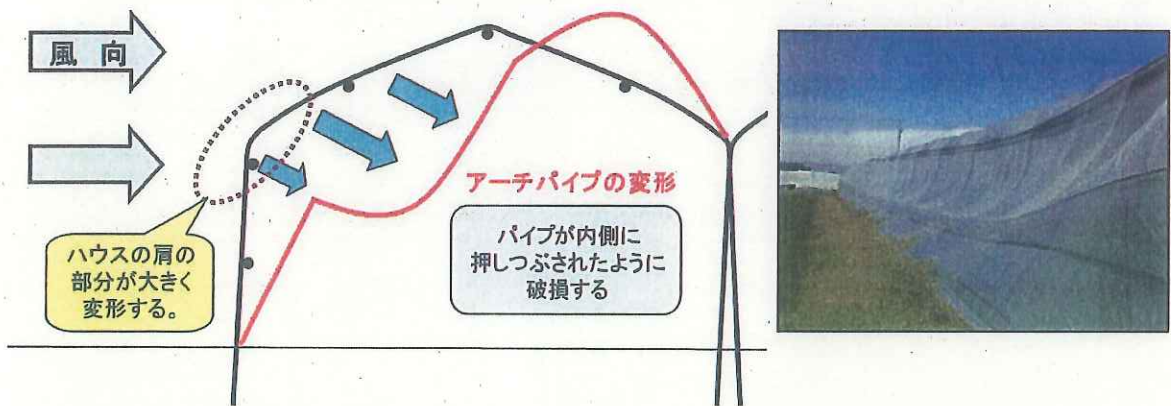


図-1 風上側の肩部分から内側にパイプが大きく変形するパターン(原図:森山)

被覆資材が破れない場合には、アーチパイプは内側に曲がってしまう被害が多く(図-1, 図-2)、被覆資材の一部が破れた状態でハウス内に風が吹き込んだ場合には、被覆資材が内側から外側に膨れる状態となるため、次ページの②のようにパイプが内側から外側方向に曲がってしまいます(図-3, 図-4)。

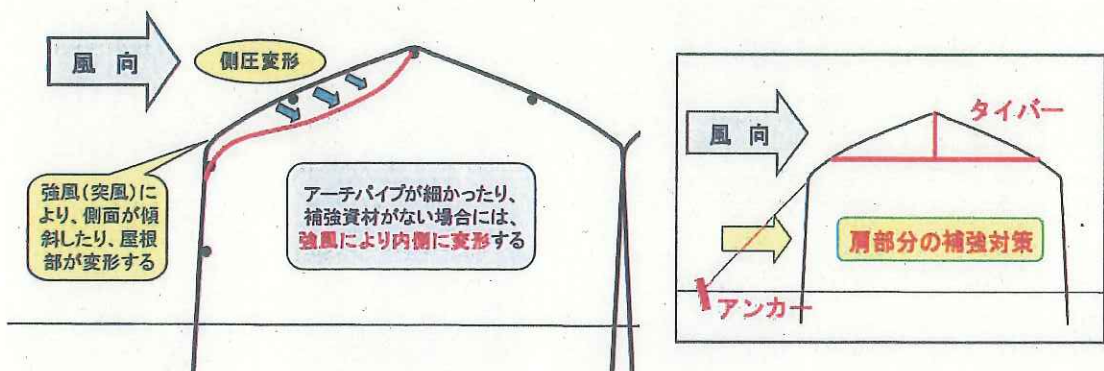


図-2 風上側の屋根部分に変形するパターン

② 下から吹き上がるようにパイプが変形

雨除けハウスのように、ハウスの側面がない場合や出入口や被覆材の一部が破損し、**ハウス内に風が吹き込んだ場合には**、ハウスの内側から外側に向けて圧力が高まり、ハウスが上方に持ち上げられたり、基礎部分が浮き上がったり、アーチパイプが内側から外側に跳ね上がるような破損が見られます（**図-3**）。

対策としては、風の吹き込みを防止するため、スプリング、パッカー等を用いた補強や施設の基礎部分の強化が必要です。

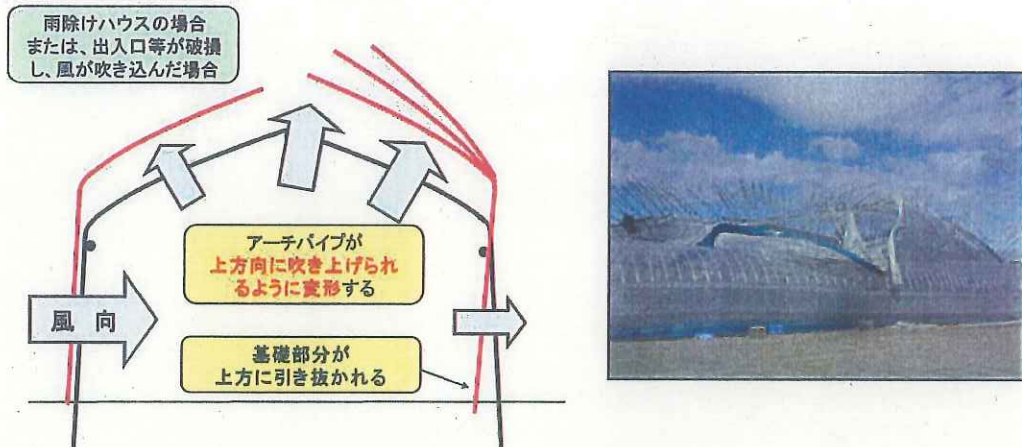


図-3 風の吹き込みにより内側から外側に破裂するパターン（原図：森山）

例えば、パイプハウスの一部が強風により破損し、そこから風がハウス内に吹き込んだ場合には、ハウスの内側から外側に向けて、浮き上がるような風圧がかかり、アーチパイプが上方に吹き上げられるように変形し、パイプが上方に跳ね上げられるような状態になって破損します（**図-4**）。

対策としては、扉の点検やハウスの隙間からの風の吹き込み防止が必要です。

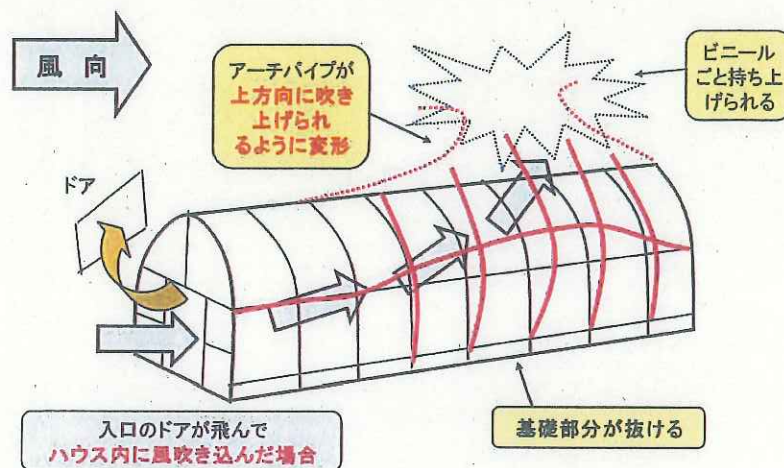


図-4 入口から風の吹き込みによりパイプが破損するパターン

③ 妻面が奥行き方向に倒壊

強風が、妻面から奥行き方向に吹いた場合に、ハウスに補強がない場合には、妻面から奥に向かってアーチパイプが将棋倒しのように倒されます。

これらの被害を防止するため、筋交いを設置することが有効となります（図-5）。ただし、筋交いは、奥行き方向へのパイプの変形には効力がありますが、横風に対する効果はあまり期待できません。

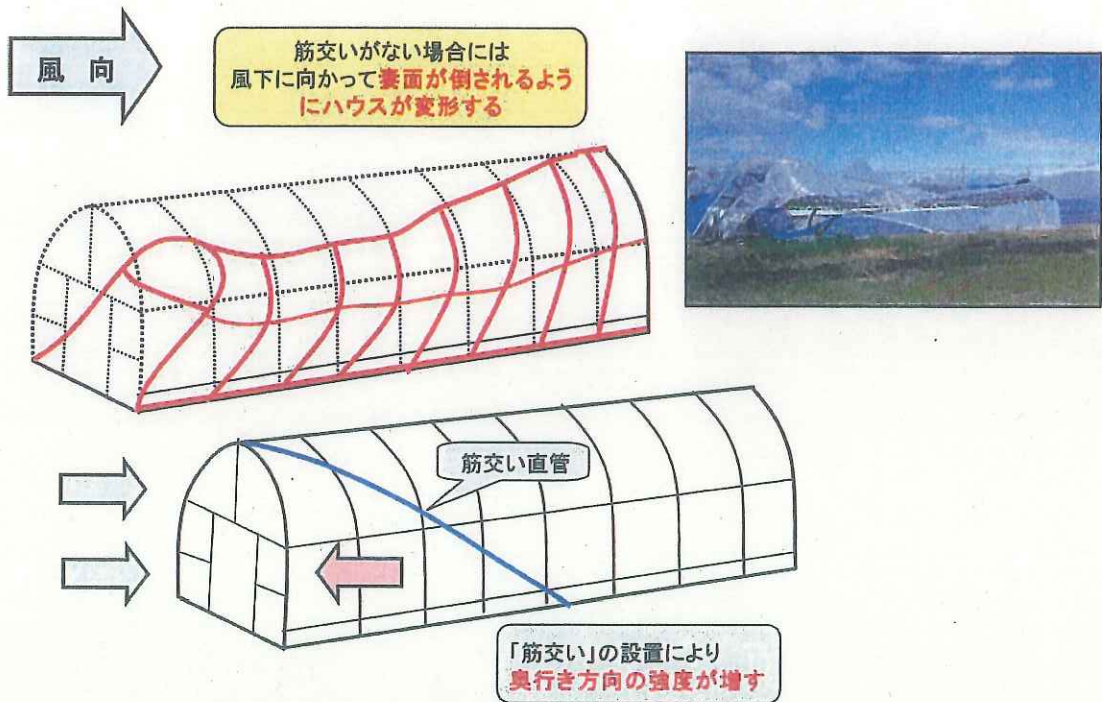


図-5 妻面から奥行き方向にハウスが倒壊するパターン

④ 真上から屋根が押しつぶされたように陥没

周辺の地形やハウスの周りに建築物等がある場合には、風の方向や強さが変化し、連棟ハウスの中央部分が、上部から押しつぶされたようにアーチパイプが破損する場合があります（図-6）。このような破損パターンは、事例としては少なく、施設の周辺になんらかの障害物があり、風速や風向が大きく変化した場合に発生すると考えられます。例えば、**風上側に広い河川の堤防や地形の凹凸があった場合に、障害物を越えるために一度上昇した風が下方に向かって強く吹き、障害物から離れたハウスが被災する**場合です（図-7）。

このような破損に対する補強方法としては、アーチパイプを太くしたものを奥行き方向に何力所か入れたり、屋根の骨材自体を二重にして強度を強める方法が必要です。また、風上側に強風を弱めるための防風ネット等を設置する方法も有効と考えられます。

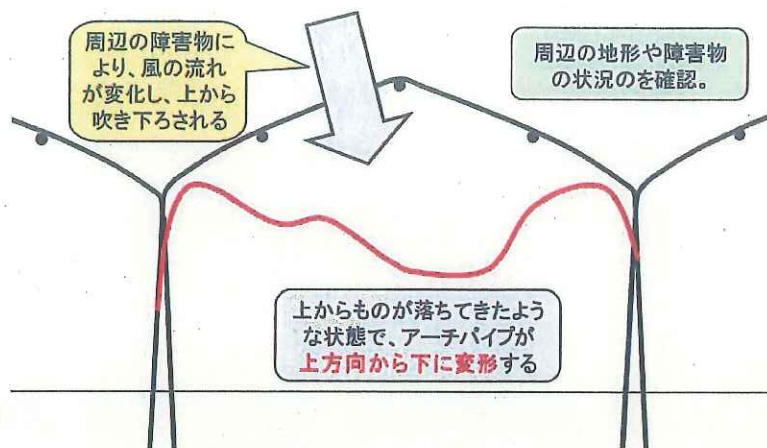


図-6 真上から屋根が押しつぶされたように破損するパターン（原図：豊田ら）

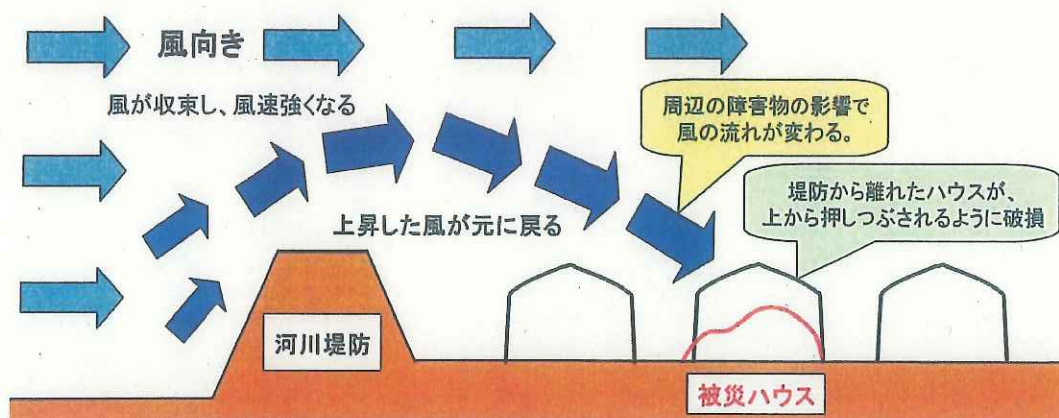
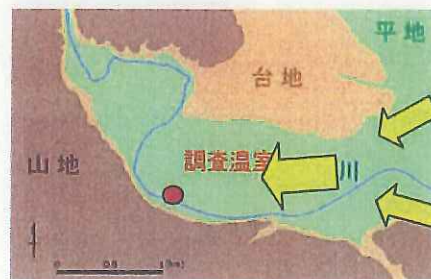


図-7 周辺の地形や障害物により風の流れる変化事例

(3) 立地条件の違いによる施設被害の特徴

台風等の強風による施設の被害は、内陸部よりも沿岸部が大きくなります。特に、**周辺に構造物や樹林帯等の風を弱めるものがないところに立地している施設は大きな被害を受けやすくなります。**また、周囲の地形など施設の立地条件によって被害を受ける部位も異なります。被害を最小限にするためには、**強風が吹きつける時に、風圧が大きくなる場所を把握することが重要**です。

例えば、右図のような地形条件の場合には、西、南方向の風向きでは、風圧は比較的弱くなりますが、**東風が吹いた場合には、風が川沿いに集まり風圧力が大きくなります。**このため、ハウスの東側に**防風施設**を設置したり、ハウスの東側部分を**重点的に補強**することが有効と考えられます。



① パイプハウスが隣接する場合の施設の被害の特徴

パイプハウスが隣接する場合には、風上棟と風下棟は破壊パターンが全く異なります。したがって、風上棟と風下棟では、補強位置や補強方法が異なります。

風上棟は、側面が押し倒されないように、タイバーの設置、引っ張り器具やつかえ棒等による肩部分の補強対策が有効となります（図-8 左）。

風下棟は、上方向に力がかかるため、被覆材が内側から外側にむけて破裂する被害やパイプが引き抜かれる被害が生じます（図-8 右）。ハウスの浮き上がり防止のためには、基礎の埋設やラセン杭等の基礎を補強する資材の利用や基礎部分の強化が有効となります。

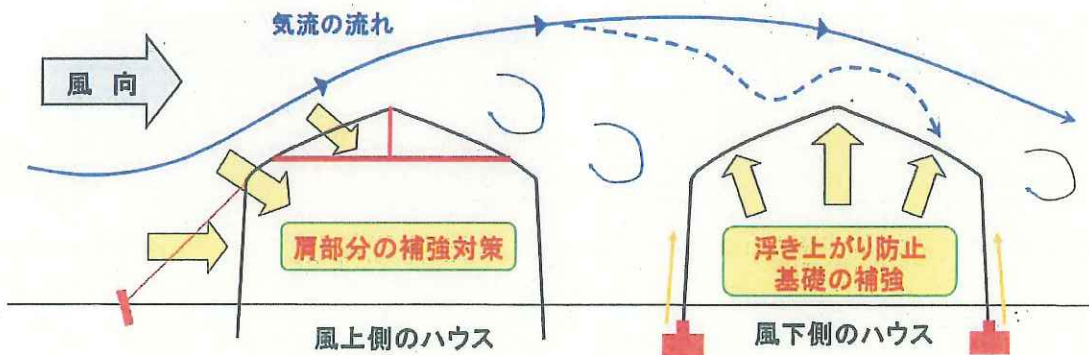


図-8 ハウスが隣接する場合に被災しやすい場所と補強対策

② パイプハウス周辺の障害物の有無によって被害が想定される場所

周辺に障害物がない場合には、ハウスの周辺部分をすべて補強する必要があります。一方、周辺に樹林帯や建物がある場合には、**風が通過する部分を重点的に補強**すれば良いため、補強箇所は少なくなります。風の通り道となる場所には、防風ネット等の防風施設を設置することで、被害を軽減できます（図-9）。

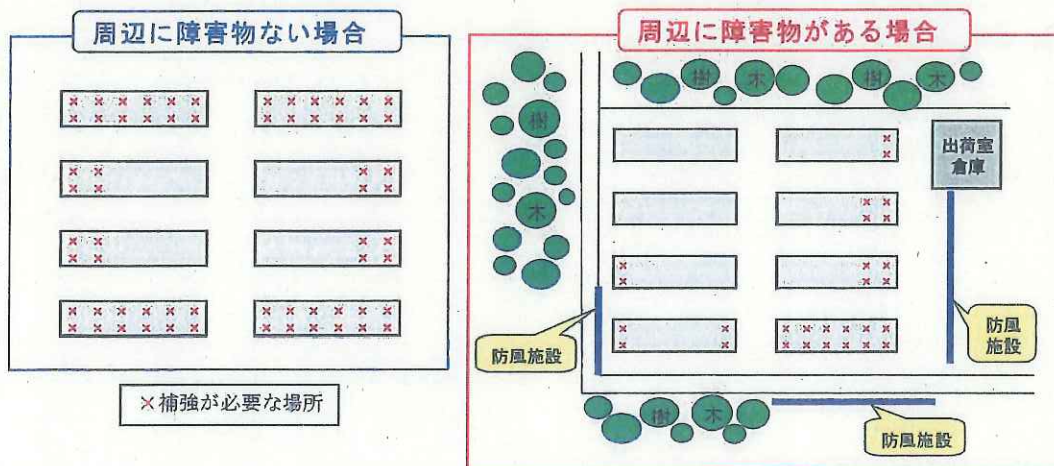


図-9 ハウスの周辺環境と補強が必要な場所

(4)【参考】三重県における最大瞬間風速

平成31年2月時点

市町村	地点	これまでの観測史上1位の値			過去15年までの最大瞬間風速		
		最大瞬間風速 (m/s)	風向	年月日	最大瞬間風速 (m/s)	風向	年月日
桑名市*	桑名	27.8	南南東	2018/09/04	27.8	南南東	2018/09/04
四日市市	四日市	49.4	西南西	1998/09/22	37.8	東南東	2004
亀山市	亀山	29.8	南東	2018/09/04	29.8	南東	2018/09/04
伊賀市	上野	56.4	南南西	1998/09/22	33.6	東北東	2018
津市	津	51.3	東南東	1959/09/26	38.5	南東	2018
伊勢市	小俣	35.9	南南東	2018/09/04	35.9	南南東	2018/09/04
松阪市	粥見	35.1	西南西	2017/10/23	35.1	西南西	2017/10/23
鳥羽市	鳥羽	29.7	南西	2009/10/08	29.7	南西	2009/10/08
度会郡 南伊勢町	南伊勢	29.2	東	2009/10/08	29.2	東	2009/10/08
北牟婁郡 紀北町	紀伊 長島	37.5	東	2018/09/04	37.5	東	2018/09/04
尾鷲市	尾鷲	56.1	南東	1990/09/19	45.0	南南東	2018
熊野市	熊野 新鹿	29.7	東南東	2018/09/30	29.7	東南東	2018/09/30

引用：気象庁 HP より

※桑名は2009年より最大瞬間風速の観測を開始。