

災害に強い施設園芸産地づくり

防災プログラム

迅速な行動

施設補強

天気予報

～大雪などの自然災害からハウスを守ろう～



災害に強い施設園芸産地づくり推進協議会

災害に強い施設園芸産地づくり防災プログラムの発行にあたり

本県の農業は、米麦中心から、大消費地に近いなどの地理的優位性を活かして園芸を振興してきた結果、この10年間の園芸産出額は、約100億円の伸びとなりました。この中で、いちごやトマトを中心とした施設園芸は、園芸生産全体の約6割を占めており、本県農業を牽引する重要な部門です。こうした本県の施設園芸が発展してきた背景には、冬場の日照時間が長く、平地が多いという生産に適した強みに加え、かねてから自然災害が少ないことが言われております。

しかしながら近年は、ご承知のとおり、平成26年2月の大雪や今年9月の台風18号の影響による豪雨など、農作物や農業用施設に甚大な被害を及ぼす自然災害により、多くのハウスが被害を受け、営農意欲の低下など産地の脆弱化も危惧されております。

このため、多発する気象災害から園芸用施設への被害を最小限に抑える予防対策を講じ、経営の安定化や営農意欲の維持・向上に繋がる産地づくりが求められます。そこで現地調査の実施や専門家からの意見を踏まえ、「防災プログラム」を策定いたしました。本防災プログラムが、生産者自らが予期せぬ自然災害から園芸用施設の被害を未然に防止する行動指針として活用され、本県の施設園芸がますます発展することを願っております。

また、最後に本プログラムの策定や現地調査にあたり多大な御協力を頂きました、農研機構 農村工学研究所 石井雅久先生、同じく森山英樹先生、一般社団法人 日本施設園芸協会 平島誠也様、気象予報などについて分かりやすく解説いただいた宇都宮地方気象台 林孝夫様、そして施設の現地調査に協力して下さった生産者の方々に心より御礼申し上げます。

平成27年12月1日

災害に強い施設園芸産地づくり推進協議会長
(栃木県農業協同組合中央会 農業対策部長)
生澤 良一

目次

1. 平成26年2月の災害状況について	4
2. 南岸低気圧によってもたらされる大雪	6
3. 災害に強い施設園芸産地防災プログラム実践の対応フロー	8
4. 天気予報を入手する方法	9
5. 大雪災害からハウスを守る対策	10
(1)ハウス倒壊の要因を知る	
(2)自己防災プランの作成	
(3)ハザードマップの作成	
(4)近隣とのネットワークづくり	
6. ハウス補強の実際	12
(1)日々の点検ポイント(共通事項)	12
(2)自分で出来る簡単な対策(主に単棟パイプハウス)	14
①金具の交換	
②筋交い	
③根がらみ	
④ワイヤーを使用した補強	
⑤仮支柱(つかえ棒)	
(3)自分で出来る簡単な対策(主に鉄骨連棟ハウス)	16
①ブレースを入れる(元に戻す)	
②方杖を入れる	
(4)施工業者に依頼する補強対策	17
①タイバー	
②水平ばり	
③基礎の増強	
④発電機の導入	
7. 現地調査の実例	18
(1)連棟パイプハウス	
(2)連棟足場管ハウス	
(3)APハウス(アングルパイプハウス)	
(4)軽量H形鋼ハウス	
(5)角形鋼管(角パイプ)ハウス	
(6)現地調査で見た優良事例	
参考資料(融雪対策の重要性について)	25
災害に強い施設園芸産地づくり防災プログラム策定委員会	26
降雪前後の技術対策一覧	裏表紙

1. 平成26年2月の災害状況について

栃木県では平成26年2月、南岸低気圧の影響で大雪に見舞われました。15日明け方までに宇都宮市で最深積雪32cm、その後徐々に雨混じりとなりハウスにかかる積雪荷重が一層増加しました。

明け方になるにつれ強くなった風が、追い打ちをかけるようにハウスに吹きつけました。そして荷重のバランスを崩したハウスが次々と倒壊し、農作物への被害が発生しました。

県内の施設被害はパイプハウス、鉄骨ハウスを中心に約115億円、農作物は主力品目であるいちご、トマト、ぶどうなどで約28億円、家畜などを合わせた合計被害額は143億円に上りました。

市町別では、旧岩舟町(現栃木市)、栃木市、鹿沼市、宇都宮市でそれぞれ被害額が10億円以上に上り、比較的雪の少ない地域の県央から県南にかけて被害が甚大となりました。

表 平成26年2月上中旬の降雪等による市町村別の被害状況

(平成26年2月28日確定)

	農産物等							施設 (千円)	合計 (千円)
	(千円)	いちご	トマト	ぶどう	きゅうり	にら	その他		
岩舟町	242,529	44,123	21,503	176,903				2,250,214	2,492,743
栃木市	416,616	225,096	52,834	62,263	7,561	37,026	31,836	2,001,838	2,418,454
鹿沼市	296,147	110,257	64,165	132		14,886	79,707	1,616,023	1,885,170
宇都宮市	337,087	168,708	82,227	8,415	16,871	1,493	59,373	941,958	1,279,045
小山市	333,827	45,916	249,117		22,412	2,930	13,452	582,600	916,427
その他	1,186,132	611,888	233,559	10,535	63,612	19,533	274,008	4,081,876	5,295,008
合計	2,812,338	1,205,988	703,405	258,248	110,456	75,868	458,376	11,474,509	14,286,847

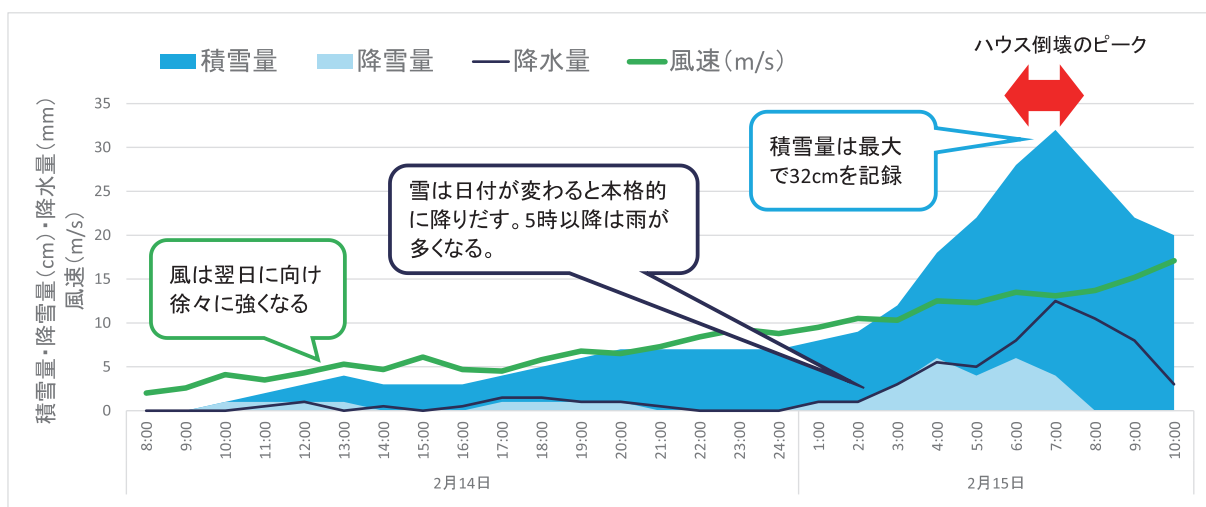


図 宇都宮の積雪量、降雪量、降水量、風速の推移(平成26年2月14～15日)



積雪荷重で柱から倒壊したハウス。トマト収穫が始まったばかりだった。



基礎部の置石ごと抜けた雨よけぶどうハウス。



L形鋼(アングル)は雪の荷重に耐えられず完全に開いてしまい、折れ曲がった。



明け方の強風で、基礎のベースプレートから破断し横倒しになった。

2. 南岸低気圧によってもたらされる大雪



南岸低気圧は大雪

関東の平野部に大雪をもたらす主な要因は、南の海上を通過する低気圧です。これを**南岸低気圧**と呼び、この**低気圧によってもたらされる雪は湿った大雪になることが多く、ハウス倒壊の原因となる**ため注意が必要です。

しかし南岸低気圧は、低気圧が通るコースと雨を含んだ雲の広がり方の両条件がそろって発生するため、降雪量の予想が難しいとされています。

—— 平成26年2月14日～16日の気象経過から ——

平成26年2月14日から16日にかけて南岸低気圧が接近・通過した事例を見ると、南西諸島で発生した低気圧が、本州の南海上を北東へゆっくり進み、次第に発達しながら関東地方沿岸に接近しました。その後、上空1500m付近に-6℃の寒気が関東平野を南下し、大雪となりました。

雪はその前の週、2月8～9日にかけても降りましたが、被害が大きかった14～15日と比べると、雪質が異なり8～9日は軽い雪、14～15日は湿った雪でした。

これを示す指標が、雪水比です。

実際に**2日間の雪水比を比較すると、8～9日は比率が大きく、14～15日は比率が小さい「湿った雪」**でした。雪水比は天気予報では発表されませんので、下の式を参考に自身で計算するか、あるいは**湿った雪は「着氷・着雪注意報」を伴うことがある**ので、雪の重量を判断する目安にすることが出来ます。

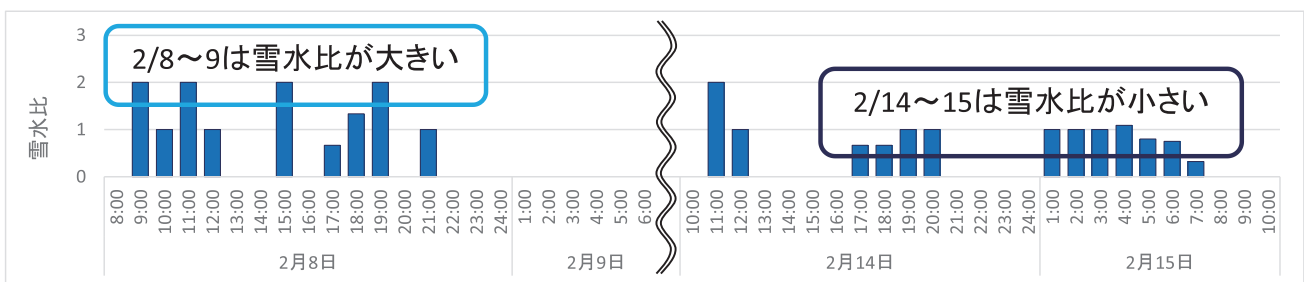
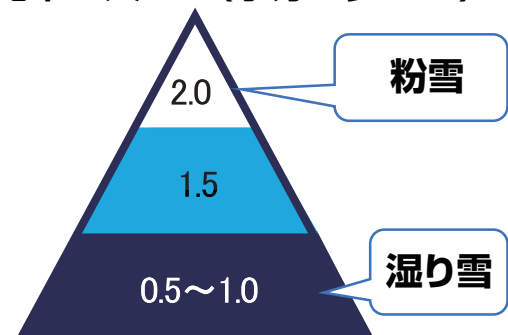


図 2月8～9日と14～15日の雪水比

雪水比とは、降雪量を降水量で割った指標で表され、値が小さいほど重い。

$$\text{雪水比} = \frac{\text{降雪量 (cm)}}{\text{降水量 (mm)}}$$

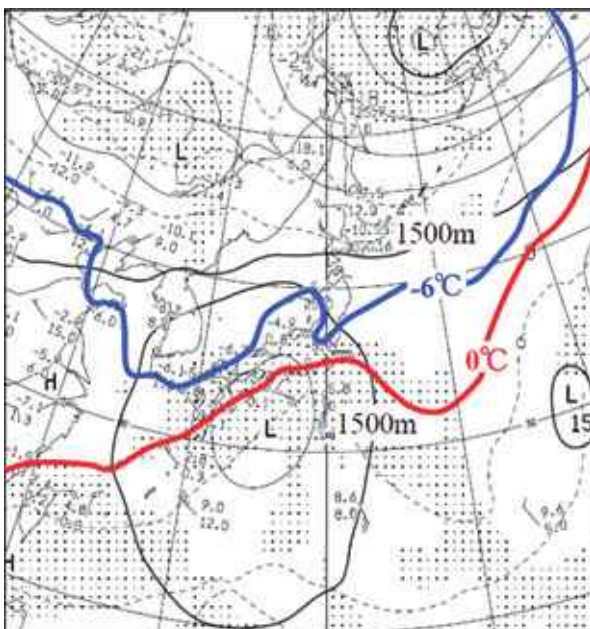
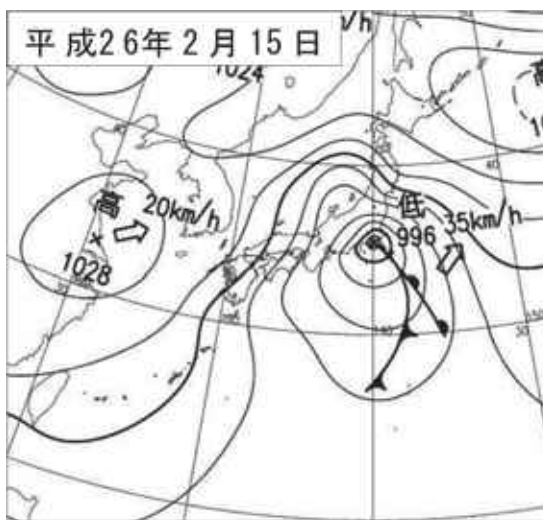
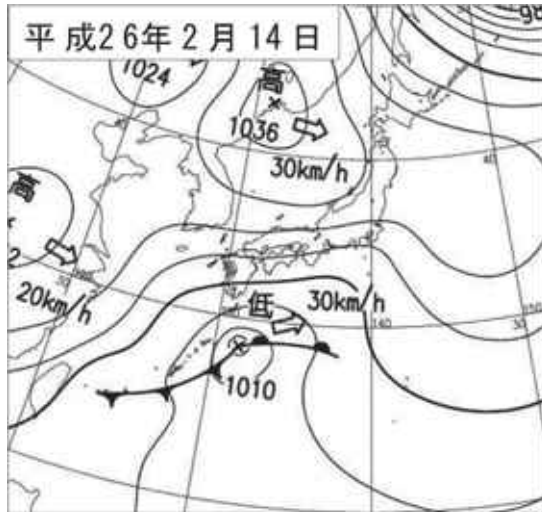
比率が大きい(水分が少ない)



比率が大きい(水分を多く含む)

【気象解説】

西南諸島で発生した低気圧は、本州の南海上を北東へゆっくり進み、次第に発達しながら関東地方沿岸に接近した後、関東の東を北東に進みました。



左図:上空1500m付近の天気図(850hPa)

南岸低気圧の場合、関東地方では地上気温が2～3℃以下で、850hPa(上空1500m付近)の気温がマイナス6℃以下は「雪」の目安とされています。

青線：-6℃

赤線：0℃

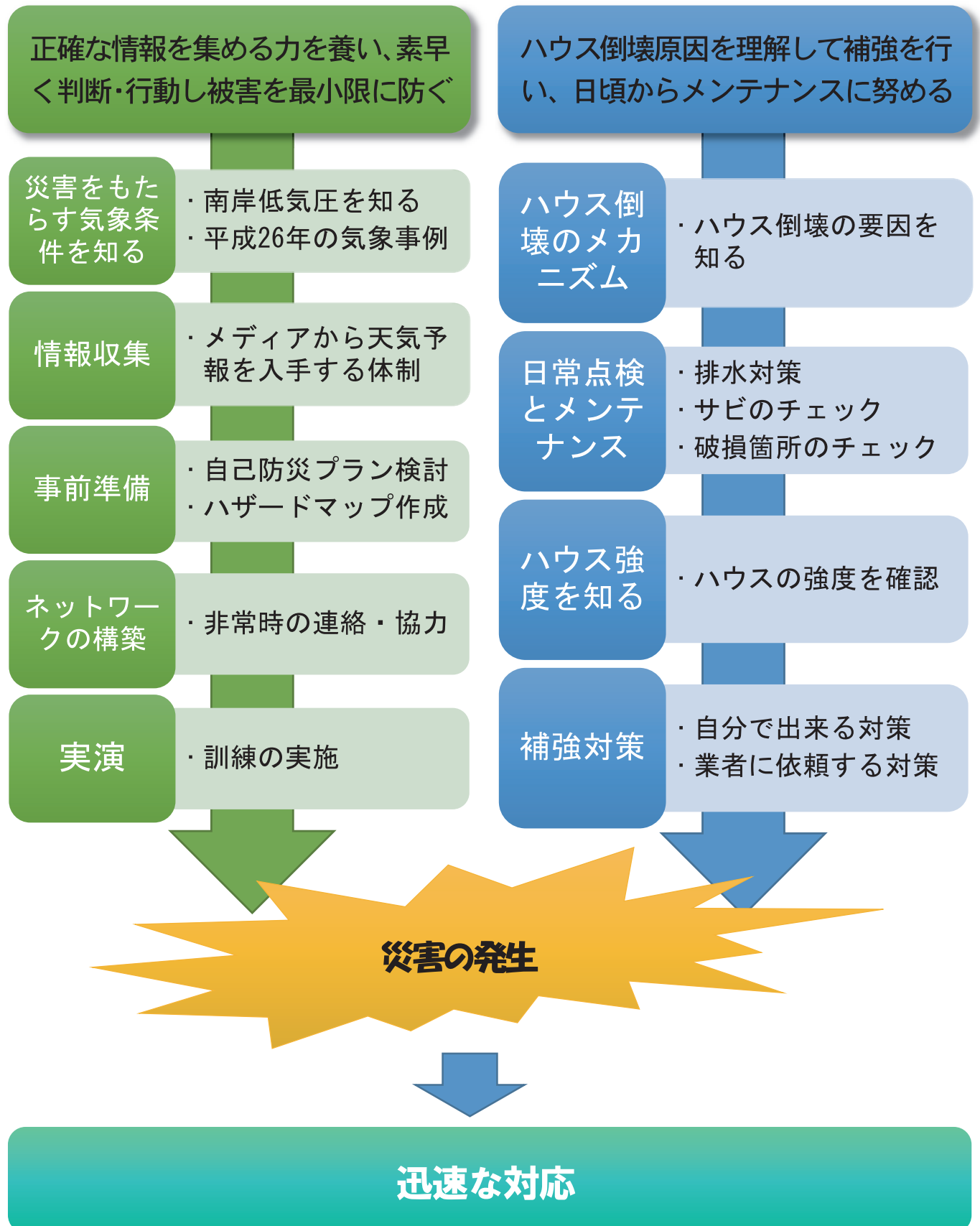
黒実線：高度

黒点：湿度が高い領域

(気温と露点との差が3℃以下)

3. 災害に強い施設園芸産地防災プログラム実践の対応フロー

この防災プログラムは災害の発生を未然に防止するため、生産者自らの日々の行動と非常時の対応について、大きく2つに分類しました。



4. 天気予報を入手する方法

天気は作物の生育や収穫、病気の発生などに影響を及ぼします。そのため日頃から天気予報は重要な情報ですが、天気予報だけを頼りに、刻々と変化する気象条件に柔軟に対応することは困難です。

最近では**気象災害が発生しやすい条件になるとメールで注意喚起を通知する各種サービスがありますので、積極的に活用**しましょう。

特に大雪や台風などは、天気予報からある程度、事前に気象変化を予想できる現象です。正確な情報を入手し的確に判断しましょう。

栃木県で運営しているメール通知サービス

●とちぎ農業防災メール

農作物に影響が出そうな気象条件の時、技術対策が通知されます。
(送信元メールアドレス mailmag@mag2.com)



●栃木県防災メール

気象災害が発生しそうなとき、各気象情報・注意報・警報等が発生した際に、メールにて通知されます。
(送信元メールアドレス bousai.tochigiken@sg-m.jp)



●県のHPから登録可能

、で

または上記QRコードからも直接登録できます。

※2つのメールは、携帯電話、パソコンのどちらでも登録可能です。登録は無料ですが、受信に伴う通信費は登録者様の負担となります。

※また**通信会社によっては、携帯電話やスマートフォンの迷惑メール対策として、メールの受信が拒否設定されていて、受信できない**場合があります。

とちぎ農業防災メールの場合は、**送信元メールアドレス(mailmag@mag2.com)の個別受信設定か(mag2.com)ドメインからの受信を許可**してください。

栃木県防災メールの場合は、**携帯電話とパソコンによって登録方法が異なります**。ホームページに記載の指示に従って登録を行ってください。

●気象庁のホームページでは、気象情報の防災事項内で情報を確認することが出来ます。

<http://www.jma.go.jp>



5. 大雪災害からハウスを守る対策

(1) ハウス倒壊の要因を知る

平成26年2月の大雪による連棟ハウス倒壊原因は、柱の転倒によるものが最も多く、ハウスにかかった雪の荷重や屋根上の雪が不均等に積もったこと、あるいは老朽化によって「**ハウスがバランスを崩した**」ことで倒壊しました。特に積雪荷重によってハウス構造にゆがみを生じると、強度が低下します。**バランスを崩さないように補強することで、ハウス強度を上げる**ことができます。

(2) 自己防災プランの作成

大雪などの気象災害から施設被害を防止するために、自らの行動計画について、自己防災プランを作成しシミュレーションしてみましょう。そして、実際にシミュレーション通りに行動することが出来るか実演(訓練)しましょう。

自己防災プランの例

雪が降ることを予想し、ほ場条件にあわせてシミュレーションしましょう。

- ①どの程度降るのか
- ②雪質はどうか
- ③ハウスの補強対策は取れているか
- ④電源が喪失したら天窓や天井部カーテンの開閉は可能か
- ⑤立地条件で雪が積もりやすいか
- ⑥排水は可能か

ハウスが自宅に隣接している場合と、移動距離がある場合では、対応が異なります。また共済の加入条件もあらためて確認しておきましょう。

(3) ハザードマップの作成

ハザードマップは自然災害が発生した際に、被害がどの程度の範囲に及ぶかを表した地図です。地震による土砂災害や河川の氾濫など個人では予測できない災害について、市町村等で公開されています。インターネットなどで簡単に確認できますから、事前に情報を集めておきましょう。

施設園芸におけるハザードマップは、**自分だけでなく産地や生産組合のメンバーのハウス周辺に存在するリスクを事前に洗い出し、産地や仲間が抱えるリスクの情報をお互い共有するために必要です。**

ハザードマップ作成例

川が近いハウスでは表面の排水は良好でも、地下部は湿潤状態になりやすい場合があります。連棟ハウスの場合、基礎石があっても土が湿潤になることで地耐力が低下し、基礎そのものが沈下し勾配不良になるケースがあります。そこで雪解け水に対して、排水対策は通常のハウスより更にしっかりと行う必要があります。

河川の氾濫に巻き込まれる恐れのあるハウスもチェックしておきましょう。

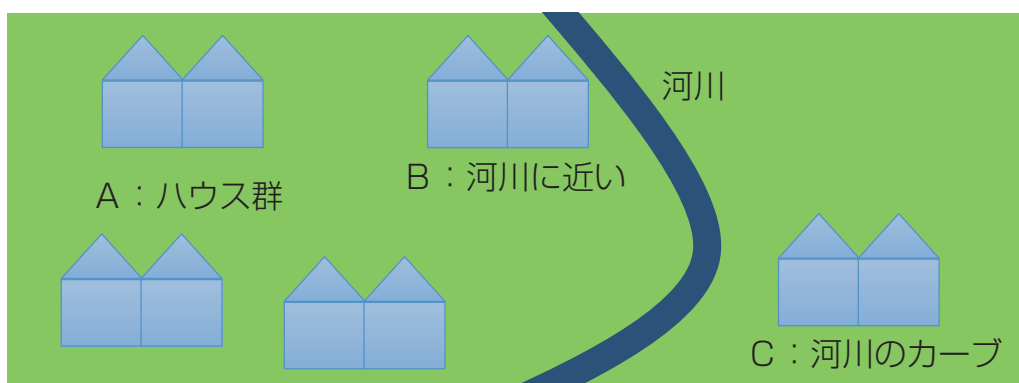


図 ハザードマップの例

風によるリスクは「A」のハウス群の方が「B」や「C」に比べ、風の乱れが生じやすいため高い。また、河川の氾濫のリスクは、河川に近い「B」より、カーブ出口に建っている「C」が高い。

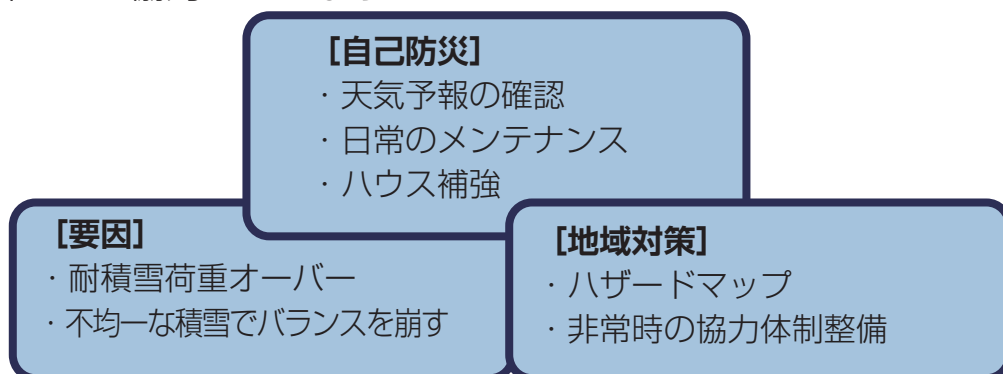
また、平成23年3月11日の東日本大震災の停電やその後の計画停電により、同じ地域内でも電力が供給される世帯とされない世帯があることの違いにも気づかされました。こういった情報も地図に落とし込んでおくと、突然の停電にも備えることができます。

(4)近隣とのネットワークづくり

ご近所付き合いによるネットワーク構築も被害を最小限に抑える上で大切です。

自然災害は大雪をはじめとした地域全に被害が発生する災害と、突風のような局所的な災害があります。

万が一、連絡手段が閉ざされた場合などを想定し、ハウスの状況をお互い確認し連絡を密にして協力しましょう。





(1) 日々の点検のポイント(共通事項)

ハウスを補強する前に、まずハウス周りを点検しましょう。

① 排水対策を行う

基礎の有無にかかわらず、地面に固定されているハウスは地耐力で保持されています。しかし土壌に水が入り込み飽和状態になると間隙空気が追い出され、土の粒子を固定している毛管力が消失し地耐力が小さくなります。これにより基礎が抜けやすくなったり、柱ごと沈み込んだりする原因になります。

ハウス周りの溝切りなど、排水対策を必ず行うようにしましょう。

② 基礎を埋没させない

長年使用しているハウスは、毎年投入する堆肥によって徐々に地面が高くなってきます。作物の生育に重要な土も、鉄骨材料にとっては大敵となります。**乾湿を繰り返すとサビの発生を誘発し、劣化を早めます。**

県内のハウスでは、築年数が長いほど基礎が深く埋没しているケースが目立ちます。

柱材等の鉄骨は土が接しないようにし、定期的に塗装するなどサビ止めのメンテナンスを行いましょう。



埋設してしまった基礎部分。

③ サビを除去する

現在、主骨材は溶融亜鉛どぶ漬けメッキ処理がされており、腐食に対して強くなっています。

しかし、**C形鋼やフィルム留め具などの金具類は、金属部材の厚みが薄く、高温の溶融亜鉛どぶ漬けメッキ処理ができないため、電気メッキ処理されています。電気メッキはメッキ厚が薄く、溶融亜鉛どぶ漬けメッキと比べて耐久性は劣ります。**

サビを生じたまま、腐食が進むと金属が薄くなり、耐久性が低下しますので、柱の地際部同様、定期的に塗装するなどメンテナンスをしましょう。



ブレースには著しくサビが生じているが主骨材にはない。

④ 雪を落としやすくする

農POフィルム等の被覆資材を長期間展張するようになり、表面に付着した汚れや被覆材の緩みやたるみによって雪が滑り落ちにくくなっています。

被覆資材の緩みがないように張り直しましょう。

⑤ ハウス強度を知る

自分のハウスの耐雪強度を把握しておきましょう。各ハウスが耐えることの出来る大まかな目安強度は次の通りです。

詳細はハウスを建設したメーカーあるいは資材店へ確認してください。

一般的なハウスのおおよその耐積雪荷重

(積雪1cmは1kgに相当しますが、雪質により変化します。)

- 通常のパイプハウス……………耐積雪約12～20cm
- APハウス(アングルパイプハウス)……耐積雪約15～23cm
- 鉄骨プラスチックハウス……………耐積雪約20～30cm
- ガラス温室……………耐積雪約30～40cm

【特記】上記数値は、建設地の地盤やハウス構造(ブレースの有無、パイプの直径、肉厚、補強の有無)等により、大きく変わりますので、あくまでも概算数値です。なお標準耐用年数を超えたものはこの限りではありません。

こんな事例もありました

連棟ハウスでいちごを土耕栽培する場合、圃場を高畝にしますが、**基礎周辺を高畝にしてしまうと、基礎の引き抜きを押さえるための地耐力が減少し、設計強度を確保できません。**

基礎の深さが50cm あっても、畝高が30cm があると、実際に地中にある基礎は20cm 足らなくなります。さらに畝は踏み固められた土ではなく作土層であるため、地耐力はほとんど働いておらず、最悪の場合ハウスが地面に置いてある状態と変わらないとの状況となります。

突風などで飛ばされないよう、ハウス周辺の基礎を増強するなどの補強が必要になります。



いちごの畝間に設置された基礎。

(2)自分で出来る簡単な対策(主に単棟パイプハウス)

自分で施工可能な簡単な補強方法を紹介します。

① 金具の交換

パイプ同士のクロス部分に連結する金具などには、簡易な鋼線製金具(耐荷重約35kg)と鋼板製金具(耐荷重約100kg)などがあります。鋼板製金具は鋼線製金具に比べ約3倍の強度があります。ハウスすべての金具を取り替えると、15%程度強度が増します。**足場付近や肩部など負荷がかかる要所部分の止め金具を取り替えることで、安価に強化することができます。**

ボルトナットやクサビなどの金具類は風などの振動により、徐々に緩みます。定期的な増締めを行いましょう。

ただし、緩みが生じるからといってネジ止めするのは向き不向きがあります。ねじ穴を開けることで、その分の強度が低下することがあります。負荷がかかりやすい部分のネジ止めは適しません。

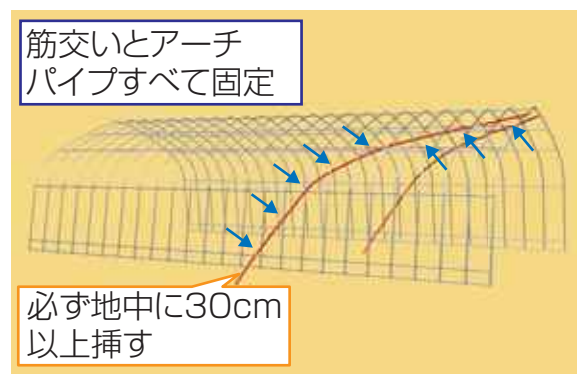


鋼板製金具でしっかり固定する。

② 筋交い

パイプハウスの妻面方向への倒壊を防止するためには筋交いが有効です。パイプハウスが長い場合(およそ40m以上が目安)は、両妻面だけでなくハウス中央にも筋交いを入れることが理想です。

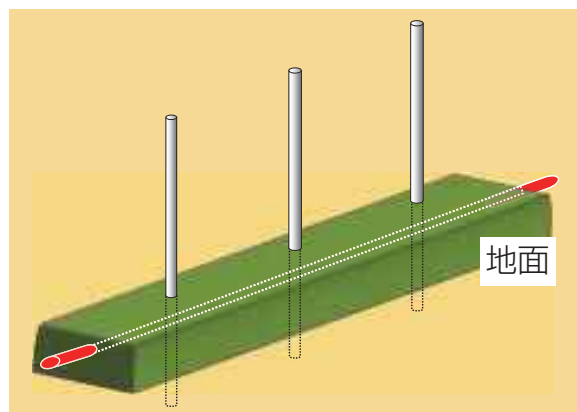
長さ5mの直管パイプを2本連結し、妻面部より数メートル先の地中に30~40cm程度押し込み、筋交いパイプとアーチパイプが交差しているすべての箇所を固定すると、入れていないものに比べ30%程度強度が増します。



③ 根がらみ

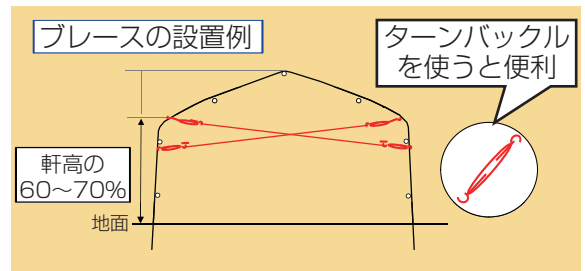
上から押しつけられる大雪などに対して、パイプが沈下しないよう効果を発揮するのが根がらみです。また根がらみは地中に埋まっていることで、強風や負圧による持ち上げにも強くなります。

地下10cmに取り付けた根がらみによって約10%程度強度が増します。



④ ワイヤーを使用した補強

一般的にワイヤーをハウスと平行に入れることで、積雪荷重によりアーチパイプが外側に開くのを防いでハウスが倒壊するのを防止することができます。

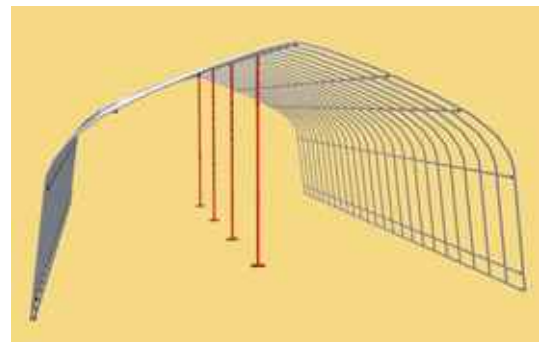


更に**ワイヤーを平行ではなく、クロスに入れることでアーチパイプの変形防止効果を高くする**ことができます。方法は軒と反対側の屋根(軒高の60~70%の位置)を連結するようにワイヤーをX型に設置します。ワイヤーをブレースとして設置することで強度が約3倍増加します。

アーチパイプのM字型陥没防止にタイバーなどの補強対策もありますが、単棟パイプハウスにタイバーを導入してもパイプ自体の強度不足によりハウスが倒壊するため、ワイヤーによる補強で十分と考えられます。

⑤ 仮支柱(つかえ棒)

仮支柱による補強は、先に紹介した構造を強化する事例と性質が異なり、仮支柱そのもので荷重を分散させることが目的です。そのためハウス内に均一に入れる必要があり、不均一な部分があればそこが倒壊します。



単棟パイプハウスでは、構造体の補強には限度があるため、降雪の際には仮支柱を設置することは極めて効果的です。

しかし、仮支柱はハウスと固定されていないことや、仮支柱のベースの強度不足など設置がうまく出来ないこと、強風で積雪荷重が偏るとバランスを崩すなど問題もあります。

必要な仮支柱強度の計算例(考え方)

パイプハウスの耐積雪荷重はおおよそ20cm (20kg/m²)なので、仮に積雪による荷重を標準的な雪1cmを1kg (1kg/cm/m²)とし、積雪が32cmだった場合、面積当たり32kg/m²の荷重がかかるため倒壊します。そこで、オーバーしてしまう12kg/m²分の荷重を分散させられるよう、仮支柱を設置します。間口6mのハウスに3m間隔で仮支柱を設置すると、1本当たりで支える屋根面積は、6m × 3m = 18m²で、柱に分散させる積雪荷重は12kg × 18m² = 216kgとなります。2m間隔なら144kgです。



はずしたブレースをもどす

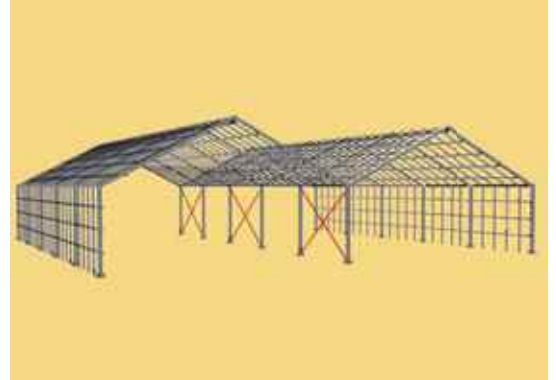
(3)自分で出来る簡単な対策(主に鉄骨連棟ハウス)

施工に手間がかかりますが、資材があれば自主施工できる補強方法です。

① ブレースを入れる(元に戻す)

ブレースはハウス変形防止に効果的な補強資材ですが、骨材が細いためあまり重要視されていないことや、作業性を優先してブレースを取り外したままハウスを使用している事例が見受けられます。

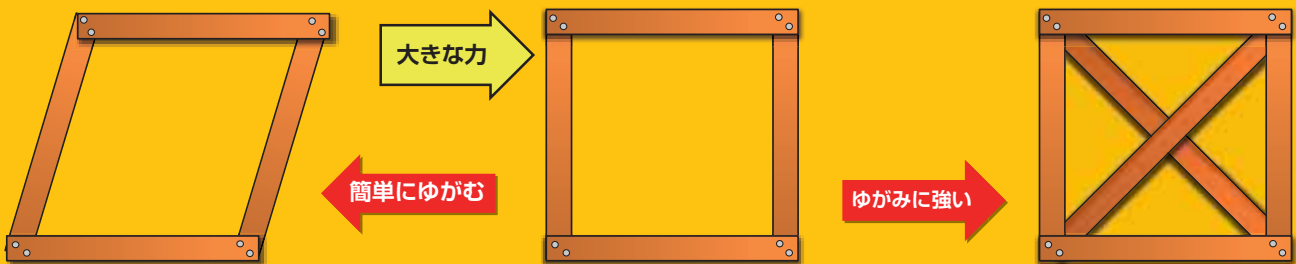
作業で取り外したブレースは、必ず元に戻しましょう。



ブレースの重要性

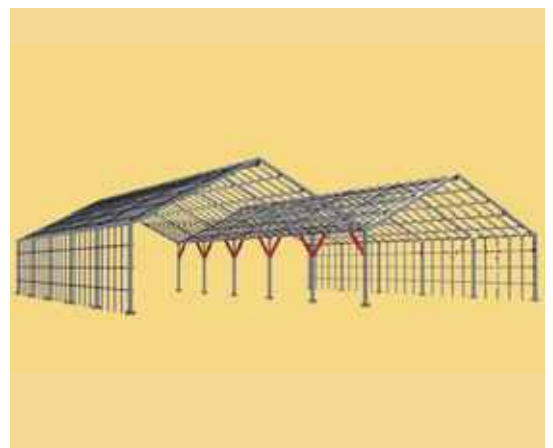
ブレースが細い骨材で出来ているのは、小さな力で支えるだけでも大きな効果が発揮されるからです。

例えば木材で「口の字」を組んで見てください。4辺だけの口の字は簡単にゆがみます。ところが、角に添え木をすることでゆがまなくなるのは想像いただけるでしょう。同様に**ブレースはハウス構造を維持するために重要な部材**です。



② 方杖を入れる

柱に限らず、鉄骨同士が直角に交わっている部分は多くありますが、この十字部分だけではねじれや引っ張りに対して強度は不十分です。そこで、方杖を入れて小さな三角(トラス)を作ることによって、強度の向上が見込めます。



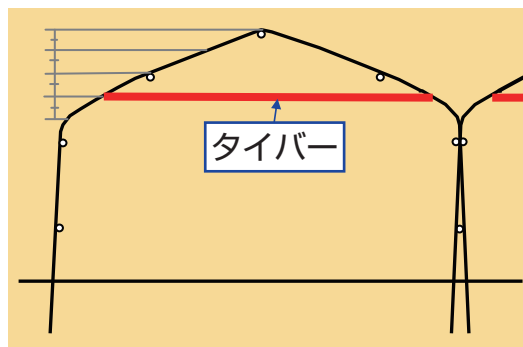
(4) 施工業者に依頼する補強対策

施工業者に依頼する本格的な補強対策について紹介します。

① タイバー

連棟ハウスの場合タイバーを入れることで、アーチパイプ部分のM字型陥没防止になります。

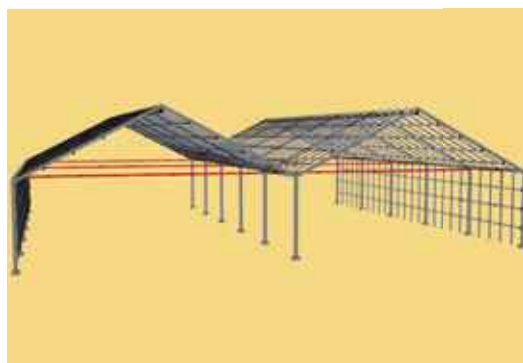
タイバーをアーチ部分の1/4に取り付けた場合、耐積雪重量は2.7倍程度増加します。



② 水平ばり

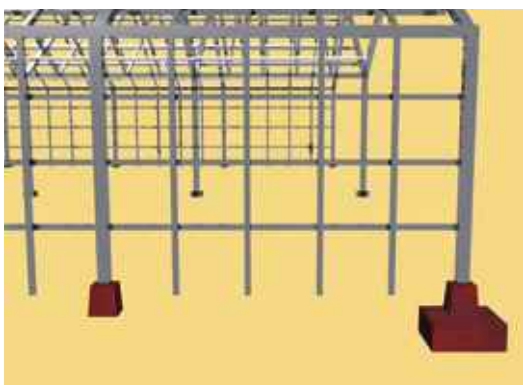
連棟ハウスの柱と柱をつなぐ水平材で、ハウス全体の倒伏防止に役立ちます。しかし設置されていない場合や細いワイヤーによってつながれていることもあります。

この水平ばりに誘引用ワイヤーを通して作物荷重をかけている栽培事例があります。その場合はハウスに係る負荷を軽減するため、補強柱を入れることが望まれます。例えばトマトの作物荷重は1m²あたり15kgあり、雪に換算すると積雪15cmと同じ負荷になります。



③ 基礎の増強

基礎の沈下や引き抜き防止のために基礎を増強します。ハウス外周の基礎だけでも効果的です。



④ 発電機の導入

冬季の施設園芸では天窓や天井部のカーテン開閉、暖房機による加温が必要不可欠です。**万が一停電で電源を失った場合に備えて、天窓等を手動で閉められるようにチェーンやインパクトレンチを準備**しておきましょう。作物や時期によりますが、天窓と天井部のカーテンを閉めることが出来れば、トマトや花など枯死を回避する可能性が高くなります。

停電が長時間続くことを想定し、**発電機を準備することもリスク回避の手段**として検討してください。

7. 現地調査の実例

(1) 連棟パイプハウス(小山市、野木町)

柱形状	間口	アーチ間隔	軒高	基礎	建築年
パイプ25mm	6m	50cm	2m	押込	平成15年に中古を移築

調査結果

作物	調査結果	対策
トマト	筋交いが入っているが短い	筋交いは妻面まで延長する
	筋交いとアーチパイプの結束が針金	結束部は金具を使って確実に固定する
	ハウスの奥行きが65mで長い	筋交いを妻面だけではなく、ハウス中央部にも入れる
	奥行き50mで両妻に筋交い有	降雪の際は、仮支柱で補強する



筋交いが入っているものの短く不十分。妻面までの延長が必要。



筋交いは針金でパイプと固定されており、十分な補強は期待できない。



根がらみは埋設していないが雪には効果有り。埋設すると耐風力も向上。



柱が途切れている部分は強度が弱く柱による補強がなされていた。

(2)連棟足場管ハウス(小山市、野木町)

柱形状	間口	柱スパン	軒高	基礎	建築年
足場管48mm	6m	3m	2.7m	60cm 角置	平成10年

調査結果

作物	調査結果	対策
トマト	水平ばりに荷重分散のため中柱が設置されている	トマトの荷重15kg/m ² あり、中柱の設置密度は1本/18 m ² のため、1本当たり270kgの負荷がかかっている。中柱をもう1本ずつ増やし負荷を分散させる
	妻面でトマトの誘引線を展張している	奥行きが70mあるためハウス中央にも誘引線を引っ張る柱を設けて荷重を分散させる
	中柱と水平ばりがクランプで固定	柱と水平ばりには方杖を入れ、ねじれ強化する
	谷柱が雪の重みで湾曲したため、同じサイズのパイプで補強したが、基礎と接触していない	補強のパイプはクランプで止めてあるだけなので、基礎に接するように下ろす



既存の柱に補強のためのパイプがクランプで固定されている。



柱はベースプレートと接するように設置すると補強効果が高くなる。

上記のハウスは、どちらも軒を上げるために柱をかさ上げしていました。軒を10cm上げると1kg/m²の積雪荷重を負ったと同程度の強度低下になると考えられます。それを見越して補強対策を行いましょう。

(3) APハウス(アングルパイプハウス)(大田原市)

柱形状	間口	柱スパン	軒高	基礎	建築年
L形鋼 (アングル)	4.5m	2m	1.8m	50cm 角置	昭和51年

調査結果

作物	調査結果	対策
トマト	基礎が完全に土中に埋没	鉄骨に土が接触しないようにする
	ブレースや水平ばりなどの補強がない	L形鋼(アングル)は、ねじれに弱くハウス強化のためのブレースなどの補強を行うとバランスを崩す恐れがあるため、降雪の際は中柱による補強で荷重を分散しながら、融雪を主体とした対策をとる
	作物の荷重をハウスに背負わせている	ハウスとは独立させた誘引線用の柱を立て荷重を分散させる



耐雪強度が低いAPハウス。(アングルパイプハウス)



柱と基礎の接合部分が埋没し、柱に著しいサビが生じていた。

暖房機を利用した事例(融雪を主体とした対策)

豪雪地帯の山形県で開発された「温風送風式融雪システム」を紹介します。これは温風暖房機に接続したポリダクトを谷樋付近に設置し、ここから吹き出される温風を融雪の熱源として利用する方法です。この方式で、1時間当たり1.7cmの雪を溶かす能力があります。

谷に雪が溜まると、樋下に雪解け水があふれ、基礎が沈下する被害がありました。雪が溜まる前に溶かすことで、オーバーフローや沈下を防止する効果が期待できます。

(4)軽量H形鋼ハウス(那須塩原市、大田原市、さくら市)

柱形状	間口	柱スパン	軒高	基礎	建築年
軽量H形鋼(LH-125×60)	6m	3m	2m	50cm置	平成10年
軽量H形鋼(LH-150×75)	10m	3m	2m	50cm置	平成9年
軽量H形鋼(LH-150×75)	9m	3.15m	2.3m	布基礎	昭和53年
軽量H形鋼(LH-150×75)	10m	3m	2.2m	65cm置	昭和53年

調査結果

作物	調査結果	対策
いちご	いちごの場合、高畝のため基礎部分の地耐力が設計通り出ない恐れ	土が濡れると耐力が低下するため、雨水の排水対策などは常に心がける
カーネーション	ガラスを止めるステンレスクリップや接合のパテが寿命	主骨材はしっかりしているが、ガラスの取り外しには費用がかかるためメンテナンス費用をかけるか判断が必要
きゅうり	屋根勾配が3寸で、雪が積もりやすい。	融雪に務める
	タイバー補強がない	主骨材は溶融亜鉛どぶ漬けメッキでタイバーの溶接が難しい。ワイヤーでブレースを設置



作土中の畝間に設置された谷柱とその基礎。設計当時の地耐力はない。



ガラスを固定する留め具が劣化し、一部にガラスの破損も見られた。

(5)角形鋼管(角パイプ)ハウス(小山市、高根沢町、さくら市、塩谷町)

柱形状	間口	柱スパン	軒高	基礎	建築年
角形鋼管(□-100×50)	7.2m	3m	2.3m	現場打設	昭和60年
角形鋼管(□-50×50)	6.3m		2.7m	50cm 置	平成10年
角形鋼管(□-100×50)	6.5m		3.1m	現場打設	平成9年
角形鋼管(□-50×50)	6.5m		2.5m	現場打設	平成7年

調査結果

作物	調査結果	対策
トマト	基礎が埋没	鉄骨と土が触れないようにする
	ブレースが取り外されたまま	元に戻す
	骨材は電気メッキのため、サビが生じている	老朽化が進むため、サビを落としペンキを塗り直す
いちご	高畝のため、通路が30cm低くなっており、基礎は実質20cmしか埋まっていない	地耐力が低下しているが、角形鋼管(□-50×50)パイプの水平ばりでハウス構造が支えられている。さらに方杖設置が望ましい
カーネーション	主骨材とC形鋼、金具類がすべて溶融亜鉛どぶ漬けメッキ(あばた模様が特徴)で、特にサビを生じやすい雨樋はアルミ製で、サビの心配なし	タイバー、ブレースなどの補強が十分なされており、特になし
トマト		更に妻面と中柱を結ぶ鉄骨に方杖補強を入れることで万全



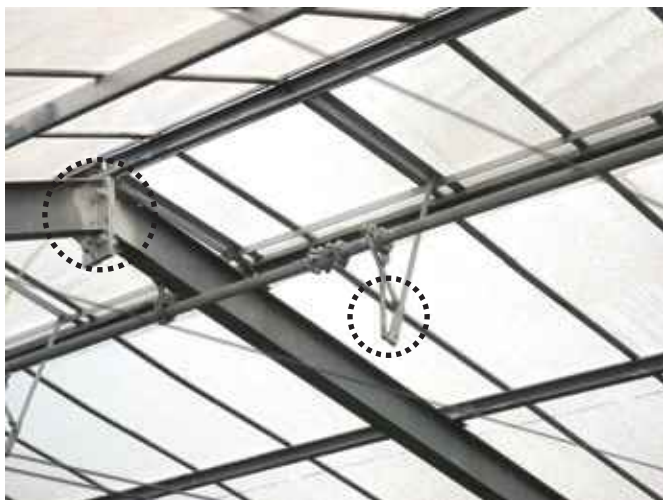
主骨材にサビが生じているため、サビを落とし塗装が必要。



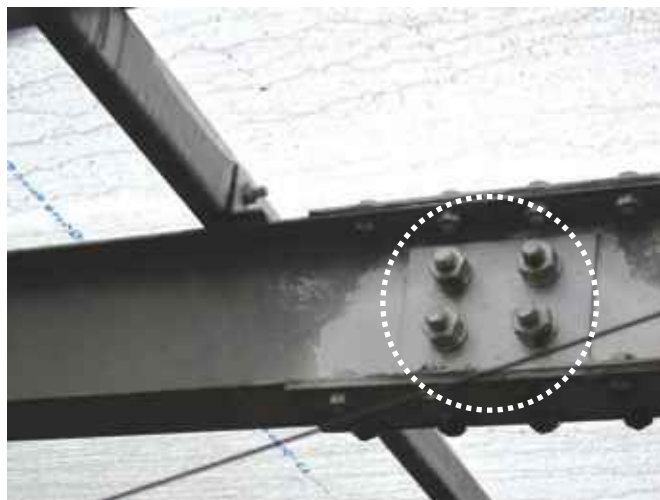
いちごハウスには十分な角形鋼管(□-50×50)による水平ばりが入っている。

(6) 現地調査で見た優良事例

生産者がすでに補強対策やメンテナンスを行っている事例を紹介します。



築40年のハウス。サビが生じ始めた主骨材にペンキ塗装し進行を防ぐ。



ボルトとナットからサビが生じたが、現在進行は抑えられている。



C形鋼やフィルム留め具も上記と同様に処理。金属類も40年間現役。



勾配も定期的に取り直し、雨水の排水に努めている。



作物荷重がかかるため水平ばりに中柱を3mおきに設置した例。



ハウスとは別に設置した足場管に誘引線を通し、作物荷重を分散させている。



妻面と中柱・水平ばりの間をトラスでしっかりと支えられていた。



ブレースが確実に設置されている。



タイバーが設置されている。



最もサビが生じやすい雨樋にアルミを使用している。
(平成10年頃からアルミ素材が使われ始めた)



天窓のラックピニオン抜け防止にネジ止めされている(左)。天窓の両端だけでもネジ止めしてあると効果がある。通常は右のように穴が空いている。



参考資料(融雪対策の重要性について)

補強対策や排水対策を万全に行い、更に**降雪中に重要なことは雪が積もる前に溶かす事**です。積もってからの融雪はエネルギー不足で難しいため、積もる前(降り始め)からハウス内を十分に暖め、積もらないように努めましょう。

降雪中、屋根に積もった雪を溶かすため、加温設備を備えたハウスでは、必ず天井部カーテンは開けた状態で暖房しましょう。カーテンをしたまま暖房しても屋根のかまぼこ部分の温度はほとんど上昇しません。

図はハウスの温度変化を表したものです。暖房機は10℃設定のため、夜間ハウス内は連日10℃前後を推移しています。しかし、保温カーテンを閉めた上部、ハウスのアーチ部分の温度は、外気と変わらない温度になりました。

融雪を促進するために、天井部カーテンを閉めてはいけないことが分かります。

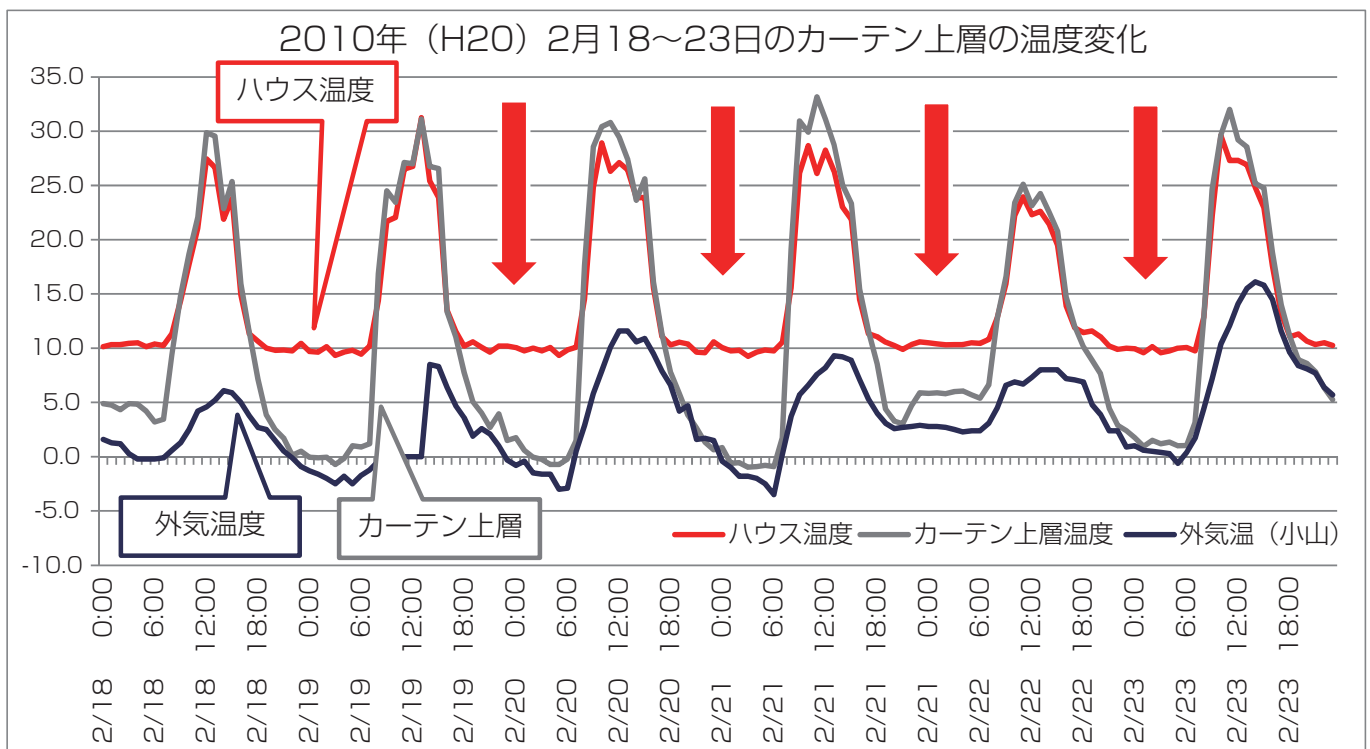
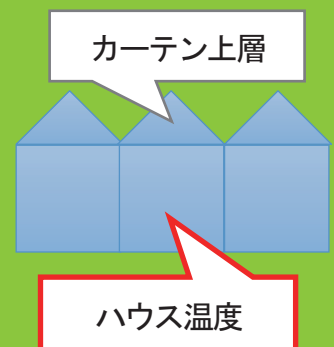


図 ハウス内と保温カーテン上の温度変化

【計測条件】

栃木市内にあるトマト生産者の連棟ハウス。温度ロガーをハウス内、カーテン上層部に設置し平成20年2月18日から1週間、1時間おきに温度を記録した。

外気温は气象台(小山市出井)のデータを使用した。
測定：三井俊宏(現：安定農業振興事務所)



災害に強い施設園芸産地づくり防災プログラム策定委員会

委員

氏名	所属
石井 雅久	農研機構農村工学研究所 農地基盤工学研究領域主任研究員
森山 英樹	農研機構農村工学研究所 農地基盤工学研究領域主任研究員
平島 誠也	一般社団法人日本施設園芸協会 企画部長

オブザーバー

林 孝夫	宇都宮地方気象台 調査官
------	--------------

事務局

生澤 良一	災害に強い施設園芸産地づくり協議会長 栃木県農業協同組合中央会 農業対策部長
駒場 博幸	栃木県農業協同組合中央会 農業対策部次長
高山 明彦	栃木県農政部生産振興課 副主幹
家中 達広	栃木県農政部経営技術課 副主幹
後藤 知昭	栃木県農政部生産振興課 係長
松本 佳浩	栃木県農政部生産振興課 主査

本プログラムを作成するにあたり以下の論文・文献等を参考としました。

- 1) 森山英樹ら(2014)平成26年豪雪により被災した温室の実態調査、農業施設、45(3)、p108~120
- 2) 一般社団法人施設園芸協会(2014)平成26年2月の大雪被害における施設園芸の被害要因と対策指針
- 3) 古野伸典ら(2007)連棟ハウスに設置した温風送風式融雪システムの積雪荷重軽減効果の検証、農業施設、38(3)、p191~198

災害に強い施設園芸産地づくり「防災プログラム」

発行日：平成27年12月

発行元：防災プログラム策定委員会(災害に強い施設園芸づくり推進協議会)

事務局：栃木県農業協同組合中央会

問合せ：栃木県 農政部 生産振興課

〒320-8501 栃木県宇都宮市塙田1-1-20 電話028-623-2328

降雪前後の技術対策一覧

	単棟パイプハウス	鉄骨連棟ハウス
日常の点検	<ul style="list-style-type: none"> ○ネジ、留め具類に緩みはないことを確認したか ○柱と基礎の接合部を地中に埋没させていないか ○さびが発生しそうな箇所を塗装したか 	
必要な場合に補強を行う	○筋交い、根がらみ等で補強してあるか	○水平ばり、方杖、ブレース、タイバー等で補強してあるか
降雪前の準備	○テレビ、インターネット等で天気の情報収集したか	
	○ハウス周囲の排水を確保(基礎沈下の防止)したか	
降雪初期の対策	<ul style="list-style-type: none"> ○仮支柱を設置したか ○落雪を妨げるネットの撤去、作物を栽培していない場合はフィルムを外したか 	<ul style="list-style-type: none"> ○暖房機の燃油残量はあるか ○発電機の準備をしたか
	<ul style="list-style-type: none"> ○ウォーターカーテンは降雪前から散水する ○サイドの巻き上げは完全に下ろさずギリギリで止める(積雪で開けられなくなるのを防ぐため) 	<ul style="list-style-type: none"> ○降雪前から加温を始め融雪に努める。 (積もってからでは溶けにくくなるため、ビニールに雪を付着させないことが重要)
	加温設備はもちろんだが、無加温ハウスでも地熱により融雪が促進されるため、天井部の保温カーテンは閉めない	
降雪中の対策	○隣接する単棟ハウス群では側圧被害を防ぐため、ハウス側面の除雪を徹底する	○近隣、仲間内との連絡を密に行う
	<ul style="list-style-type: none"> ○除雪作業にあたっては、必ず複数人で行う ○倒壊の危険があるため、ハウスの中には入らない ○積もった雪を溶かすため水をまくと、かえって荷重を増してしまうので行わない(散水は積雪防止のみ有効) 	
事後対策	<ul style="list-style-type: none"> ○溶け始めはハウスのバランスが崩れやすいので注意が必要 ○ハウス各部の損傷や緩みを確認し修復する ○ハウス内部と地温確保に努める ○湿害を避けるため融雪水の排水に努める ○制御装置の設定を戻し、正常な動作確認を行う 	