

台風7号による園芸施設被害の要因と今後の対策

黒住 徹・角山正吉・大辻純一

The Factors and Aspects on the Damage of Greenhouses in Nara Prefecture from the Typhoon (T9807)

Toru KUROZUMI, Masayoshi KAKUYAMA, Junichi OTUJI

Summary

We investigated the damage of the greenhouses in Nara prefecture from the typhoon (T9807) that hit Nara area directly and made points clear at factors of the damage from the typhoon and damage-control measures.

1. The comparison in the damage among 3 types of greenhouses.

Greenhouses of pipe-frame structure was damaged the most, while the greenhouse of steel-frame damaged slightly.

In the case of greenhouse of pipe-frame reinforced with steel-frame (AP-house), the degree of damage was in the middle level.

2. The state of damage in the greenhouse of pipe-flame.

All investigated greenhouses of pipe-flame were rather heavily damaged and 76 percent of it were hard to recover (over degree-4). The wider the diameter of the pipes or the shorter the interval between pipes became, the slighter the damage was.

3. The state of damage in greenhouse of steel-frame.

In this type, 77 percent of investigated houses was not or slightly damaged (under degree-1). The heavy damage was rare caused by the weak frames or weak joints. Most of the house covered with hard plastics were not damaged. In the case of the house covered with glass the problem was the breaking of glass.

4. The state of damage in the "AP-house".

Ratio of the damage over degree-4 was 30 percent and that of under degree-1 was 24 percent. The damage was slighter when the number of span increased.

Key words : greenhouse, damage, damage-control, typhoon

はじめに

平成10年9月22日、奈良県を直撃した台風7号は、各地で最大瞬間風速50m/sec以上を記録するなど、県内の園芸施設に対してかつて経験したことのない深刻な被害をもたらした。しかし、そのなかで、暴風下において被害を免れたり、軽微であった施設も見られ、明暗が混在していた。重要なのは、これらの経験を、今後県内の施設園芸を持続・発展させるための貴重な糧とすることであ

る。

そこで、農業試験場では緊急調査チームを編成し、台風被害を免れるための条件解明と技術対策確立を目的として、園芸施設の被害状況についての調査を行った。調査は施設軽作業化チームと技術調整班からなる3名のチームで、各地域農業改良普及センターの協力を得て行った。

今回の調査は、園芸施設が台風の被害からほとんど回復せず、また関係者がまだ被害対策で忙殺されているさなか始められた。そのような状況で



第1図 園芸施設台風被害調査市町村
 Fig. 1. Investigated locations on the damage of greenhouse

今回の調査に協力いただいた関係各位ならびに被害で苦しんでおられたにもかかわらず、聞き取り調査に応じてくださった農家の方々にお礼申し上げます。

調査方法

1. 調査期間

平成10年10月12日から28日において6回にわたって行った。

2. 調査地域

県内平坦部および北部中山間地域において、台風が通過した時期に被覆されていた軟弱野菜栽培施設および花卉栽培施設を中心に調査した。調査市町村は10市町村(奈良市, 郡山市, 天理市, 桜井市, 橿原市, 御所市, 当麻町, 新庄町, 榛原町, 曽爾村)である(第1図)。

なお、今回の調査は被害回避の条件解明を主眼としたため、網羅的な調査方法は採らなかった。

3. 調査対象施設

ビニルハウス・ガラス室など、原則として調査農家が持つ全ての栽培施設を調査対象とした。また、台風通過時に被覆されていなかったか、直前に被覆を取り除いたハウスは、被害がまったくないか軽微であったため、調査対象としなかった。

調査施設数は花卉関係が14農家・88施設、野菜関係が12農家・50施設の計26農家・138施設である。

なお、五條吉野地域のカキを中心とする果樹施設についての台風被害調査については、別途果樹振興センターを中心として実施されており、今回の報告からは除いた。

4. 調査内容

農家からの聞き取りと実地調査によりハウスごとの個票(第2図)を作成した。

園芸施設台風被害調査票

		NO.
住 所 (TEL)	施設形状・配置(図示)	
農 家 名	(野・花・果・他)	
推定風速	m/sec(測定機関:)	
施 設	施設No. / 棟中 築後 年	
	種 類	ガラス・鉄骨・パイプ(型)
	屋根型	両屋根・丸屋根・平屋根・他
	棟 型	単・連棟(連) 方位:
尺 寸	開口 × m 奥行 m	
	軒高 m 棟高 m	
骨 材	主骨(柱)間隔 m パイプ間隔 cm 補強材(梁・中柱・縦柱)	
	骨材断面サイズ(主骨: ・パイプ: 他:)	
基 礎	布基礎・独立(形状:)・螺旋杭・アンカ杭・パイプ埋め込み	
要 領 資 材	種 類	厚さ mm 被覆時期 年 月
	固定法	
立 地	(地形・土壌・排水・遮蔽物・傾斜・他)	
栽培施設		
被 害 状 況	◎被覆資材(はがれ・破れ)	(図示)
	◎骨 材(傾き・曲がり・折れ・破断・他)	
	◎設置等(装置・開閉部・他)	
	◎基礎(浮き上がり・傾き・他)	
◎作物		
◎飛来物		
台風への対応	◎補強・骨組みの補強	
	◎開口部の閉鎖	
	◎換気扇の手動運転	
	◎被覆の除去	
	◎排水対策	
◎その他		
調査日	月 日	調査者
		写真No.

第2図 今回使用した調査票
 Fig. 2. The table used for the investigation

5. 被害程度の評価

被害程度は①総合 ②被覆材 ③主骨 ④パイプ ⑤基礎の5項目について、目視で評価し、0～5までの6段階で、以下により被害程度を分類した。

- 0：まったく被害がない
- 1：被害がごく軽微である
- 2：被害が軽い
- 3：被害中程度で、補修可能である
- 4：被害大きく補修困難
- 5：被害甚大

調査結果

調査施設を①パイプハウス ②鉄骨ハウス ③鉄骨補強パイプハウス、の3つの型に分類することができた。それぞれの型の被害程度については第1表に示すとおりで、パイプハウス>鉄骨補強パイプハウス>鉄骨ハウス、の順で被害の程度が大きかった。

各型別の状況は以上のとおりであった。

1. パイプハウス

1) 概要

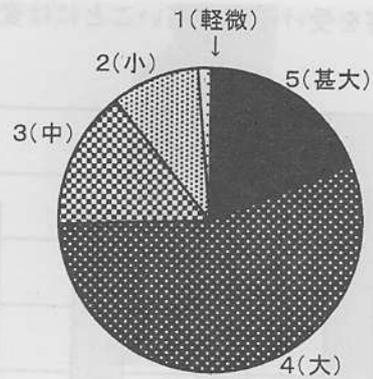
調査したハウス74棟全てが何らかの被害を受けており、76%が回復困難な被害程度4以上であった。被害が軽微だったものは間口が5mで22.2φのパイプ間隔が30cmと通常より著しく強化されているうえ、風上に土手があるなど、特に有利な条件だったごく一部のハウスだけであった。

パイプハウスでは被覆材が飛び去るタイミングが早いほど被害の程度が小さいことが、農家からの聞き取りなどから明らかで、他の要素よりも影響が大きかった。

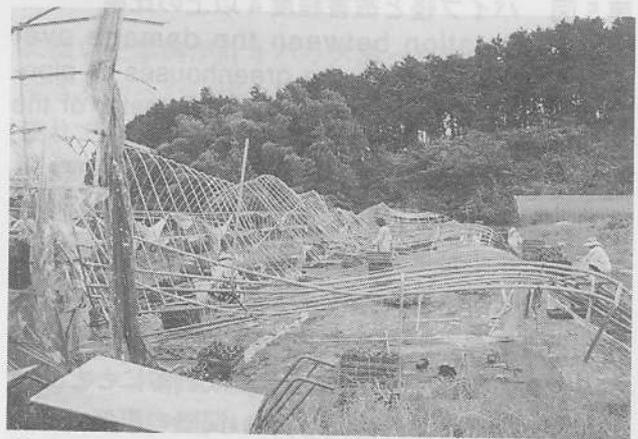
第1表 調査施設の型と被害程度別棟数・比率 (%)

Table 1. The number of greenhouses according to the types of greenhouse and each degrees of damage

施設の型	被害程度						棟数計
	5 (甚大)	4 (大)	3 (中)	2 (小)	1 (軽微)	0 (無)	
パイプハウス	14 (19)	41 (55)	11 (15)	7 (9)	1 (1)	0 (0)	74 (100)
鉄骨ハウス (ガラス室含む)	3 (8)	0 (0)	2 (5)	6 (16)	6 (42)	11 (29)	38 (100)
鉄骨補強パイプハウス	4 (15)	4 (15)	5 (19)	7 (27)	5 (19)	1 (4)	26 (100)
棟数計	21 (15)	45 (33)	18 (13)	20 (14)	22 (16)	12 (9)	138 (100)



第3図 パイプハウスの被害程度
Fig. 3. The ratio of damage degrees on the greenhouses of pipe-frame structure

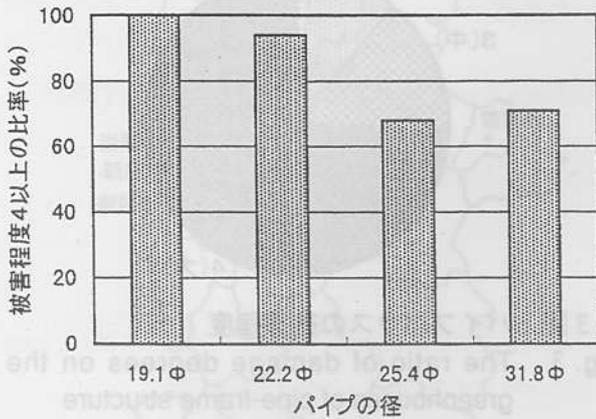


第4図 パイプハウスの被害状況 (當麻町)
Fig. 4. Damage state on the greenhouses of pipe-frame structure

2) パイプ径

パイプの径ごとに程度4以上の被害を受けた率を比較すると、19.1φが100%であったのに対して、22.2φが94%、25.4φが68%と径が大きくなるにつれて被害程度は減少する傾向が認められた(第5図)。しかし、全体としては径が大きくても

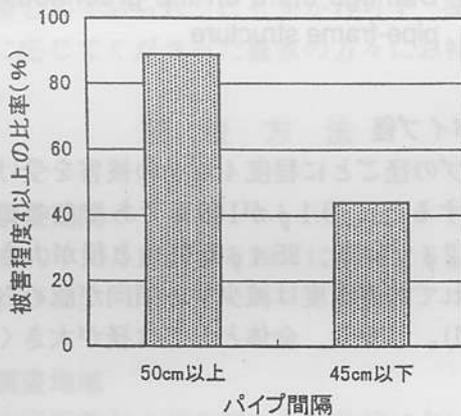
大きな被害を受ける率が高いことには変わりなかった。



第5図 パイプ径と被害程度4以上の比率
Fig. 5. Relation between the damage over degree-4 in the greenhouses of pipe-frame structure and the diameter of the pipes

3) パイプ間隔

間隔が広いほど被害程度が大きい傾向が認められた。パイプ間隔は50cmないし45cmが主流であるが、50cm以上の場合、被害程度4以上の比率が89%であったのに対して、45cm以下では44%にとどまった(第6図)。80cmや100cmの広い間隔の事例も3施設あったが、いずれも被害程度4以上であった。



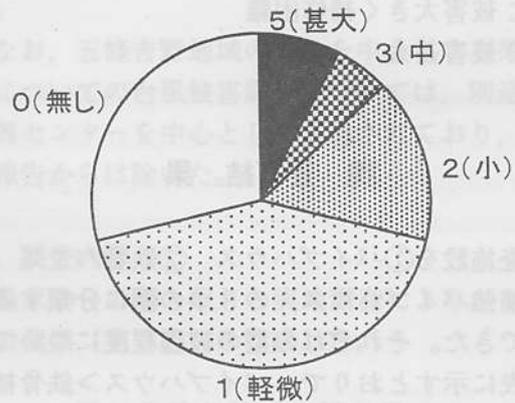
第6図 パイプ間隔と被害程度4以上の比率
Fig. 6. Relation between the damage over degree-4 in the greenhouses of pipe-frame structure and the interval between pipes

4) 被覆資材

調査したハウスの70%は農ビ、30%はポリオレ

フィン系資材(PO系資材)で被覆されていた。被覆資材の種類による被害程度の差は認められなかった。

PO系資材は農ビに比べ伸縮が少ないため、ハウスバンドを使用しなくてもビニベットのままでハウスに固定することができる(バンドレス)。PO系資材被覆ハウスの75%がバンドレスによる固定であった。



第7図 鉄骨ハウスの被害程度
Fig. 7. Ratio of damage degrees of the greenhouses of steel-frame structure



第8図 鉄骨ハウスの台風後の状況(桜井市)
(台風被害が認められない: ポリエステルフィルム被覆)
Fig. 8. State of the greenhouses of steel-frame structure covered by polyester-film after the typhoon (T9807)

このようなハウスはハウスバンドを使用した農ビ被覆のハウスに比べ風によって破れやすいということにはなかった。PO系資材は農ビよりも破れにくく、そのために被害が大きくなったという考えも農家から聞かれた。しかし、PO系資材被覆のハウスの方が被害程度が大きいという結果は得



第9図 脆弱な骨材のために倒壊した鉄骨ハウス

Fig. 9. The greenhouse of steel-frame fallen over in the typhoon caused by weak frame.

られなかった。

5) その他の要因

今回の台風は葛城山麓を中心として特に強い風が吹いたと考えられており、北部ではそれよりも若干風速は弱かったとも言われている。しかし、パイプハウスの被害の状況を見ると、地域による差は明らかでなかった。

他の築後年数・方位・施設サイズ等の要因については一定の傾向は見られなかった。

2. 鉄骨ハウス（ガラス室含む）

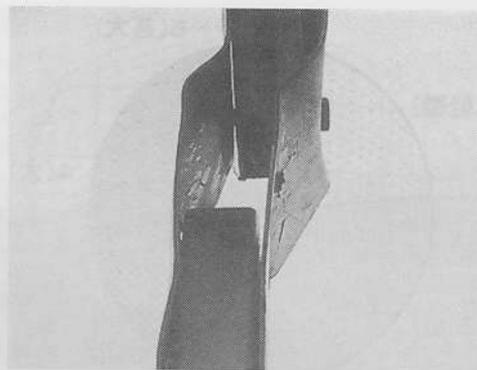
1) 概要

鉄骨ハウスは、他の型よりもはるかに強風に強いことが、今回の調査で明らかになった。被害は主に被覆材の割れやはがれで、主骨や基礎が大きな被害を受けたのは（被害程度5）38ハウス中、3ハウスにとどまった（第6図）。被害が軽微または無被害（1・0）の割合が77%も見られた。

2) 被害の原因

大きな被害を受け倒壊したハウスの1事例は、30×30mmアングル鋼材を使用したきわめて簡易なもので、しかも築後30年経ち老朽化したものであった。他の1事例は100×50mm角パイプの主骨と19.1mmφのパイプを組み合わせた簡易なタイプで、APハウスにも分類可能なハウス2棟であった。このハウスは柱と屋根のアーチ部分の接合が悪く（第9図）その部分が離れたことが、倒壊につながったと考えられる。

上記以外には骨材の被害は柱が風下側にわずか



柱と天井の接合部

に傾いた事例が計4ハウスあったにとどまったにすぎなかった。他の被害はすべて被覆材の割れや破れであった。

3) 被覆資材

ガラスは多かれ少なかれ被害を受けている。ガラスでは、ほとんどの場合、強風による直接的な被害ではなく、風上からの飛来物が当たって割れたと考えられる。特に、大きな被害を受け2/3のガラスが割れた事例では、スレート板などが多く飛来し割れたのに続き、割れたガラスが他のガラスを割っていくといった、連鎖によって被害が拡大したようである。

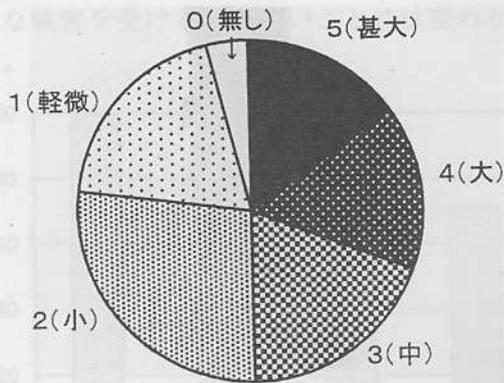
ガラス以外で被覆材がほとんど破れてしまった事例はすべて農じまたはPO系資材の軟質フィルムであった。他方、ポリエステルを素材とする硬質フィルムやアクリルまたはポリカーボネイトの波板を被覆した施設はいずれも被害は軽微であった。これらは、強風に強い上に、硬いものが飛来しても破損しにくく、穴があいても広がったり飛散したりしないなど、長所が目立った。

3. 鉄骨補強パイプハウス（APハウス）

1) 概要

鉄骨補強パイプハウスは、通常APハウスと呼ばれるタイプの施設である。屋根パイプを支持する主骨として、角パイプ製の柱と梁を使用した連棟タイプのハウスで、普通のパイプハウスと鉄骨ハウスとの中間的なものである。

被害の状況も両者の中間的であった。被害程度

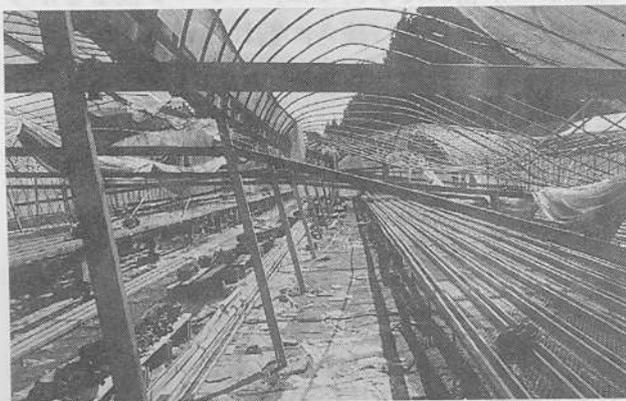


第10図 鉄骨補強パイプハウスの被害程度
 Fig.10. Ratio of damage degrees on the greenhouses of pipe-frame structure reinforced with steel-flame (AP-house)

4以上の比率は30%あり、1以下の軽微なものは24%にとどまった(第10図)。鉄骨ハウスに比べ、主骨・基礎ともに弱く、これらの被害が特に目立った。特に、ハウスの向きと直交するサイド方向に対する抵抗力が極めて弱く、被害の多くがこの向きへの倒壊であった。

2) 主骨

完全倒壊(第11図))など特に被害を大きくし



第11図 鉄骨補強パイプハウスの被害状況(榛原町)
 Fig.11. State of damage on the "AP-house"

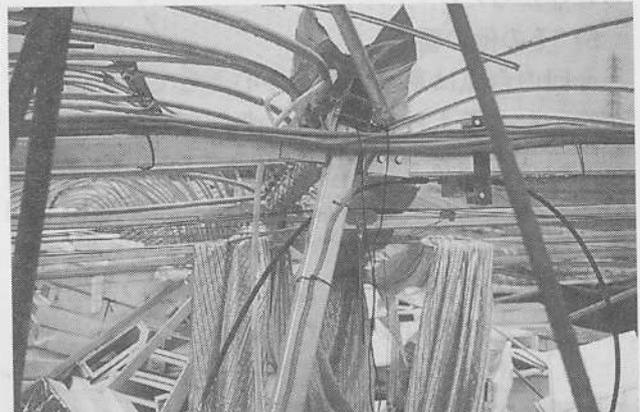
た原因は柱と梁との接合部が簡単な金具を利用しているだけで、サイド方向に対して筋交いなどの補強材がなかったことと考えられる。使用している鋼材は細いもので50×50mmの角パイプ、太いもので、75×45mmの角パイプなどで、一部を除き鉄骨ハウスよりも簡易な部材であった。筋交いや頬杖などの補強材を使用した場合、これらとの接合部の曲がりには鋼材の太さが関与したようであ

る。

3) 基礎

鉄骨ハウスでは基礎の損壊が特殊な2例を除いてなかったのに対して、このタイプのハウスでは半数以上に基礎の抜け上がりや傾きの被害が見られた。

これらの基礎は極めて簡易なもので、ほとんどが直径または一辺が15~20cmの円柱または角柱を40cm程度埋め込んであるだけであった(第12図)。現場施工のものでも、径が40cm・深さが20cm程度下部が鍋底型のコンクリートであった。いずれも、底の部分を広げたフーチングやステコンがなく、引き抜きや横向きの力には大きな抵抗力の期待できないものであった(第13図)。



第12図 APハウスの柱と梁の接合部
 Fig.12. The joint connecting pillars and girders in the "AP-house"

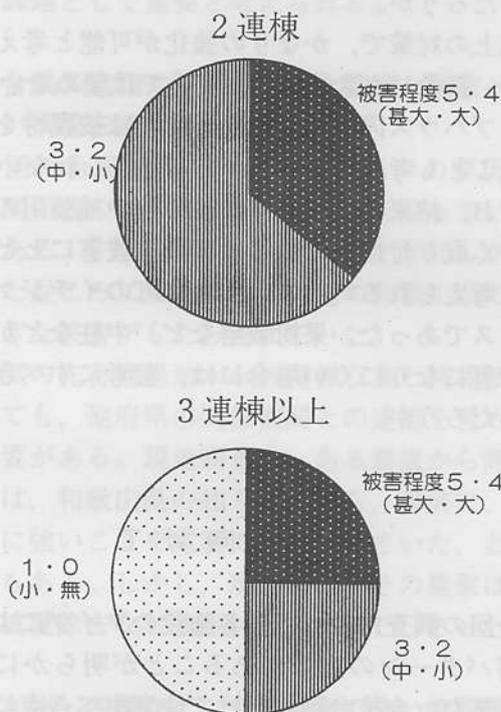


第13図 APハウスの基礎
 (抵抗力が弱く、抜けてしまった)
 Fig.13. The base of the "AP-house"

4) 連棟数

サイド方向に弱点を示した鉄骨補強パイプハウ

スも、3連棟以上の連棟数では被害はかなり軽減される傾向がはっきりしていた。2連棟では56%が被害程度5または4で、軽微または無被害の1・0はまったく見られなかった。それに対して、3連棟以上では被害程度5・4は25%で、軽微または無被害の1・0が半数あった(第14図)。さらに、2連棟で被害程度3・2にとどまったものはいづれも、①釣束・頬杖などで補強してる、②間口が4mと狭い、③風上に家屋や山などの遮蔽物がある、などの要素が絡まっていた。



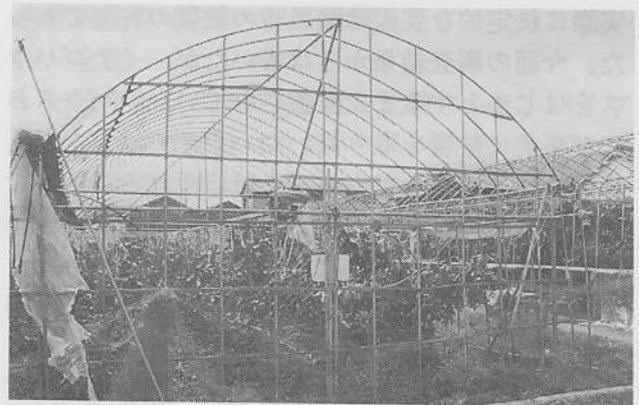
第14図 鉄骨補強パイプハウスの連棟数と被害程度
Fig.14. Relation between the damage degrees of the "AP-house" and the number of span

5) 補強材

柱と梁以外に一部頬杖・釣束・中柱などで補強しているハウスが計4棟あったが、これらはいづれも被害程度2以下であり、補強材の効果を示唆していた(第15図)。

6) その他

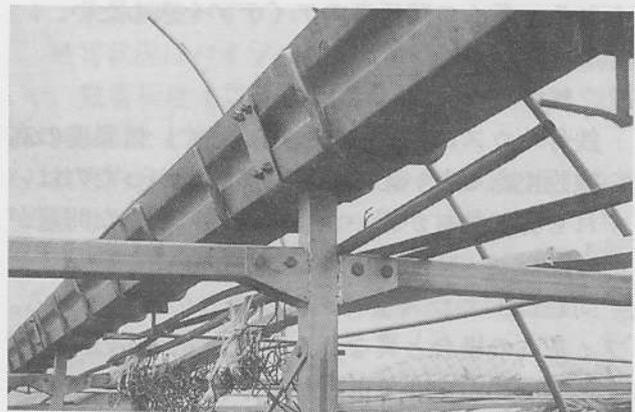
被害ハウスの半分だけが、風上に2階建ての駐車場があり、その部分だけ倒壊を免れた事例などあり、遮蔽物の影響は明らかであった。しかし、



第15図 中柱などで補強したAPハウス
Fig.15. The "AP-house" reinforced with studs and others

遮蔽物は大きさ・形状・ハウスとの位置関係など複雑な要因が絡んでおり、定量的な評価をすることはできなかった。方位・被覆材などその他の要因の影響については、今回の調査では明らかにはならなかった。

また、屋根パイプが樋につけられた櫛状の金具から抜けやすい構造のものは、屋根部分だけが抜けてしまうという被害も一部で見られた。(第16図)



第16図 屋根のパイプが抜けたAPハウス
Fig.16. State of the gutter coming off the archpipe in the "AP-house"

考察とまとめ

1. パイプハウス

パイプハウスにおいては、今回の台風のように風速40mを超えるような暴風に耐える構造を求めることは無理であろう。上記のように、ハウス構造の違いは明らかに被害程度に影響しているが、

実際に決定的な要因は強風時の被覆の有無であった。今回の調査結果からは省いたが、イチゴハウスをはじめとするまだ被覆されていないハウスおよび事前に被覆を取り除いたハウスでは、たとえ脆弱な構造であっても被害をほぼ免れることができた。さらに、厚さが0.05mmの薄い資材で被覆されていたものなど早期に、被覆が飛び去ったハウスでも被害を小さくできたことが聞き取りでも明らかとなっている。

以上のような状況から、「ハウス構造やパイプサイズがどうであろうとも、被害程度には関係しない」という議論もありうる。しかし、調査結果から一定の傾向は明らかであり、今後頻度が高いと考えられる、風速30m程度以下の強風下においては、パイプを太くし、間隔も狭くするなど、より丈夫な構造にすることで被害を免れることも大いに考えられる。

なお、強風襲来直前にすばやくフィルムを取り除くことができるような工夫も、いざというときに役に立つであろう。たとえば、「ビニベットのスプリングの端をすべて浮かしておき、即座に取れるようにする」などは簡単に実行できると考えられる。多くの関係者のアイデアを求めたい。

2. 鉄骨ハウス

鉄骨ハウスは基本的に強風に強く、信頼度の高い施設であるといえる。被害の大きかったのはいずれも特に骨材が細いか、接合部に大きな問題があったなど、特殊な事例だったともいえる。

問題は、ガラス室における割れの被害である。フィルムの場合と異なり、割れたガラスの除去は危険で手間がかかり、張替えは業者に頼らざるを得ない。また、費用も1枚当たり一万円近くするなど、他の資材より大幅に高くつく。近隣からの飛来物に対する対策は極めて難しいといえる。

3. 鉄骨補強パイプハウス

鉄骨補強パイプハウスは鉄骨ハウスとパイプハウスとの中間的な存在であるが、強度の面からはパイプハウスにより近いといえる。鉄骨ハウスと比較すると、基礎・支柱・屋根構造のすべてにおいて、強風に対して弱さを示した。低コストで、鉄骨ハウス並みの使い勝手を目指しているのだから、

各部材を一律に強化することは無理であろう。

このタイプハウスにおいて、強風による被害を軽減するためには①できるだけ3連棟以上にする、②基礎はフーチングの施されたものを使用する、③支柱と梁との接合を強化するために丈夫な接ぎ金具を使用する、④支柱と梁とを頬杖で強化する、等が考えられる。

さらに、普段は栽培上じゃまになり、取り付けに適さないサイド方向の筋交いを、台風襲来時だけ一時的に付けられるような工夫もできるのではないだろうか。

以上の対策で、かなりの強化が可能と考えられるが、鉄骨ハウス並みの強度までは望めないので、パイプハウス同様いざという時には被覆材を取り除くことも考慮する必要があるかもしれない。

なお、結果の項であげた、中柱や補強用の支柱を多く取り付けただめに、軽微な被害にとどまったと考えられるハウスは、当麻町のイチジク栽培ハウスであった。果樹栽培など、中柱などが栽培上障害になりにくい場合には、参考にすべきではないだろうか。

今後に向けて

今回の調査によって、各施設のタイプによって被害パターンの違いがあることが明らかになった。また、今後台風に向けて注意すべき点についても、明示できたこともあるが、今後に残された課題も多かった。主な点をあげてみる。

1. 風の観測体制

特に問題となったのは、各地の台風時の風向・風速が明らかでなかったことである。奈良県において、気象台から風向風速の公式データが公表されるのは、奈良市における観測記録だけである。その他県内各地の消防署や消防組合などで、風向・風速の観測が行われているが、その性格上、参考とするにとどめざるを得ない。農業試験場においても一応観測体制がとられているが、停電時のバックアップがなく、強風時のデータが取れなかった。きめこまかな観測体制が望まれるところ

である。

2. 施設の立地条件の把握

平坦部の場合、建物など遮蔽物との関係、さらに山間部の場合では、斜面の向きや勾配・周りの地形などの影響、などは今回の調査では、はっきりとした傾向を見つけることができなかった。

3. 強風に柔軟に対応できる簡易な施設の研究・開発

被覆材の止め方やはずし方については、今後の研究課題として重要と考えられる。

4. 台風の進路や強さの正確な把握と農家へのすばやい情報伝達

今回の台風被害を大きくした一つの要因として、関係者のほとんどが台風を見くびっていたことがある。「大したことはない」とだれもが思っていた昼ころには、台風先行地の和歌山県では既に大きな被害がもたらされていた。

台風の先行通過地からの情報収集と情報伝達についても、他府県の関係機関との連携を含め考える必要がある。現地調査中、ある農家から聞いた話では、和歌山県の知り合いから、事前に、風が非常に強いことを電話で知らされていた、という事実もある。しかし、現実には、その農家はハウスの被覆除去など強風対策を怠ってしまった。

5. 九州・四国など、台風被害の多い施設園芸地域における技術対策の調査

たとえば、全国的に有数の施設園芸地帯をかかえる高知県の設計用風速は再現期間15年の場合、46m/sec（日本施設園芸協会1997）で、奈良県の33m/secと比べ、はるかに大きい。このような条件下で、どのような対策を講じて、施設園芸を維持しているかは本県にとっても参考になるであろう。

害軽減技術対策について考察した。

1. 全般

施設の型ごとに被害程度を比較すると、パイプハウス>鉄骨補強パイプハウス>鉄骨ハウスの順で被害の程度が大きかった。

2. パイプハウス

調査した74棟全てが何らかの被害を受け、76%が回復困難な被害程度4以上であった。

パイプの径が大きいほど、また、パイプ間隔が狭いほど被害程度が小さい傾向が認められた。

被覆材が飛び去るタイミングが早いほど被害の程度が小さいことが農家からの聞き取りなどから明らかで、他の要因よりも影響が大きかった。

3. 鉄骨ハウス（ガラス室含む）

被害程度5は38ハウス中3ハウスにとどまり、被害0と軽微の割合が77%もあった。

被害程度の大きかったものはいずれも、特に鉄骨や接ぎ金具の脆弱なものであった

硬質プラスチック板や硬質プラスチックフィルムなどで被覆されたハウスの被害はほとんど見られなかったのに対して、ガラス室ではいずれも飛来物によるガラスの破損があった。

4. 鉄骨補強パイプハウス

被害状況はパイプハウスと鉄骨ハウスの中間的で、被害程度4以上の比率は30%あり、1以下は24%にとどまった。

被害内容は骨材の曲がり、接合部の破損、基礎の抜け上がりなど全体にわたっていた。

倒壊の向きはハウスの向きと直交する方向で、この向きに対する筋交などの補強材はほとんど見られなかった。

2連棟では56%が被害程度5・4で、1・0は見られなかったのに対して、3連棟以上では被害程度5・4は25%で、半数が被害が軽微または無被害の1・0であった。

摘 要

平成10年9月に奈良県を直撃した台風7号による、園芸施設の被害状況と施設構造との関係を明らかにし、台風被害を免れるための条件解明と被