

研究ノート

# 奈良県大和高原地域におけるパイプハウスの強風による倒壊被害の実態とその対策

神川諭

## Factors and Measures Related to Wind Damage to Pipehouses in Yamato Plateau Region, Nara

Satoshi KAMIKAWA

**Key Words:** Big Wind, Pipehouse, reinforcement, crossbar

### 緒言

国内では、強風によるパイプハウスの倒壊被害が各地で多発していることから、被害の実態把握<sup>3)7)8)11)13)</sup>や、パイプハウスの構造解析<sup>1)9)10)12)</sup>が行われている。このことから、パイプハウスの浮き上がりを抑制する補強や、側面部および軒部に対する強固な留め部材を用いた補強が提案されており<sup>5)6)8)10)12)13)14)</sup>、パイプハウスにおける強風被害対策は確立しつつある。しかし、奈良県では、1998年の台風7号<sup>3)</sup>をはじめ、2011年の台風12号や、2015年7月16日から17日の未明にかけても大和高原地域を中心に台風11号の強風によるパイプハウスの倒壊被害が発生しており、適切な対策が普及していないと考えられた。

そこで、既存の対策の中から、強風被害の実態に即した対策を提案することを目的として、2015年の台風11号によるパイプハウスの被害実態を調査し、その対策について考察を行った。

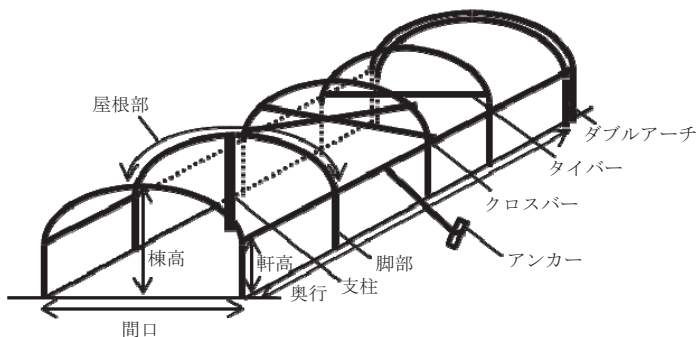
### 調査方法

#### 1. 最大瞬間風速と降雨量

奈良県大和野菜研究センター(以下、研究センター(宇陀市榛原三宮寺 125))に設置された気象観測機(WeatherLink (Davis Instruments Corp.))で、2015年7月16日0時から17日23時50分までの10分ごとの最大瞬間風速と降雨量を計測した。

#### 2. 強風によるパイプハウスの倒壊被害

2015年7月21日から28日の間に、奈良県大和高原地域の標高350m~400mに位置する宇陀市岩端地区、大熊地区、および宇陀郡曽爾村掛地区、御杖村土屋原地区西、土屋原地区東、菅野地区のパイプハウス群で調査を行った。アーチパイプが破損した22棟を対象とし、フィルムのみが破損した被害棟は除外した。調査項目は、パイプハウスの強度に影響を与える間口、棟高、軒高(第1図)、アーチパイプの直径(以下、パイプ径)<sup>4)</sup>、パイプハウス群内におけるパイプハウスの位置、その倒壊方向および状況とした。また、これら被害棟の被害要因を検討するため、2015年6月に大和高原地域の169棟のパイプハウスの構造を調査した結果(データ未発表)と比較した。加えて、設置されていた補強部材の種類、設置間隔および被害時における補強部材の状態を併せて調査した。

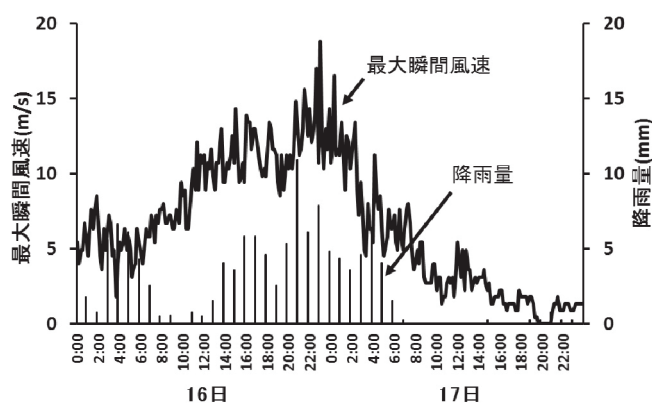


第1図 ハウス模式図

## 結果

### 1. 最大瞬間風速と降雨量

最大瞬間風速は16日11時に10m/s、21時に15m/sを超え、16日深夜から17日未明にかけて最も大きくなった(第2図)。調査期間における最大瞬間風速の最大値は、16日23:00の18.8m/sであった。降雨量は、16日に92.9mm、17日に26.7mmであり、合計119.6mmであった。



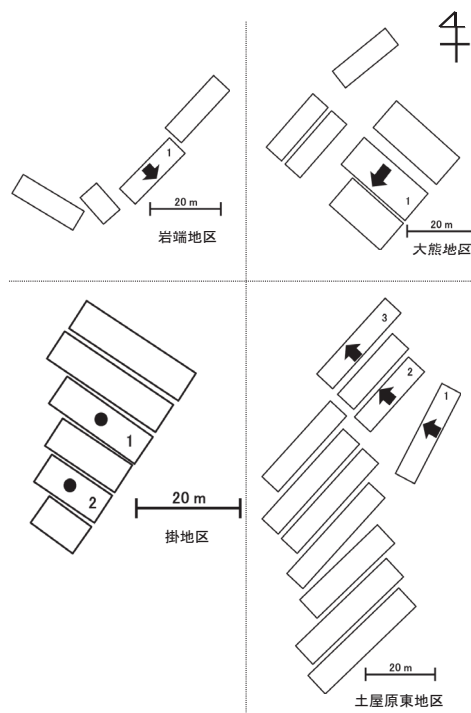
第2図 最大瞬間風速と降雨量

### 2. 強風によるパイプハウスの倒壊被害

各パイプハウス群内における被害棟率は16.7%～36.4%であった(第1表)。また、被害棟は、各パイプハウス群内において散在していた(第3-1,-2図)。被害棟の倒壊方向は、土屋原西と菅野で異なる方向のものがあったが、それ以外ではほぼ同一であった。倒壊状況は、パイプハウスの風上側脚部から屋根部が凹み、対面屋根部が浮き上がる倒壊が20棟で最も多く、棟部が凹む被害が2棟あった(第1表、第4図)。

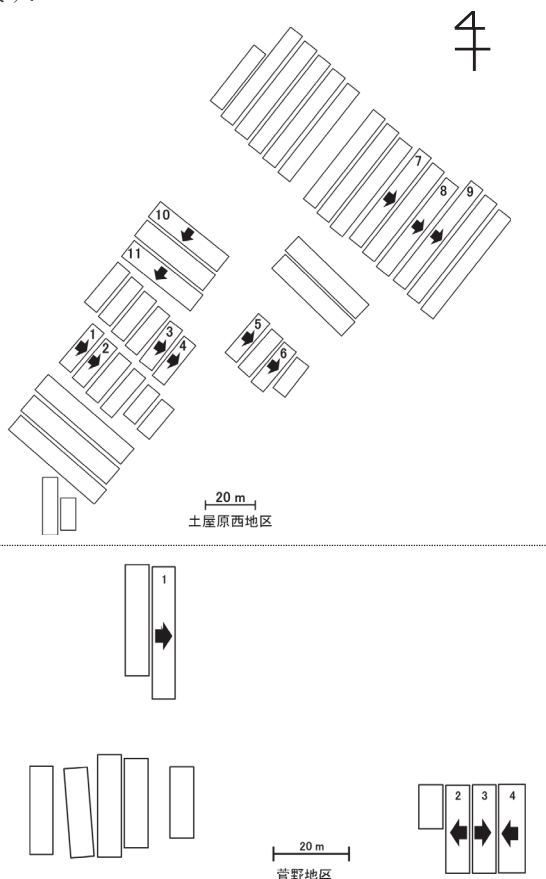
大和高原地域の169棟のパイプハウスにおけるパイプ径とその割合は22.2mmが46.2%、25.4mmが33.7%、31.8mmが20.1%であるのに対し、被害棟におけるパイプ径の割合は、それぞれ77.3%、18.2%、4.5%であった(第5図)。

被害棟の中には、2.5m～4.0m間隔でタイバーが設置されているものや、タイバーとダブルアーチを組み合わせた対策が施されているものがあつた。さらに、土屋原西および東地区の被害棟のうちそれぞれ2棟と1棟で、棟部に取り付けられた支柱は倒壊せずに、アーチパイプだけが倒壊したものが見られた(第1表、第6図)。菅野地区では、支柱を棟部から斜め方向に設置したパイプハウスで被害が発生した。ま



第3-1図 被害を受けたパイプハウスの位置と倒壊方向

矢印は倒壊方向、●は棟部が凹んだことを、数字は第1表の被害棟No.を表す。



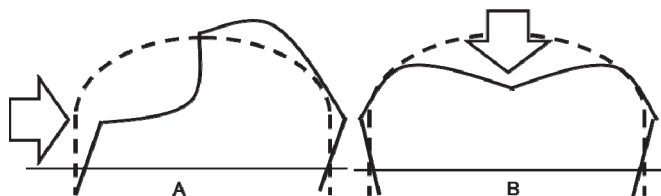
第3-2図 被害を受けたパイプハウスの位置と倒壊方向

矢印は倒壊方向を、数字は第1表の被害棟No.を表す。

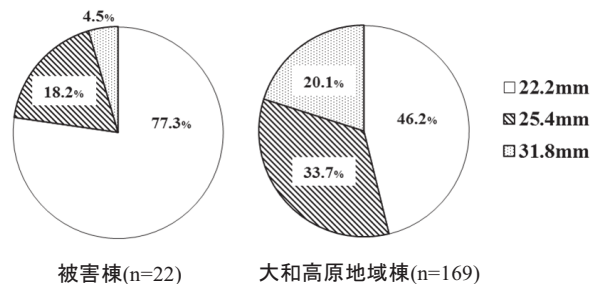
第1表 パイプハウス群における強風による倒壊被害

No.	パイプハウス群			間口 (m)	棟高 (m)	軒高 (m)	パイプ径 (mm)	倒壊 <sup>2)</sup> パターン	補強と 不備 <sup>3)</sup>	
	地区	総棟数	被害棟 率(%)							被害棟 No. <sup>1)</sup>
1	岩端	4	25.0	1	6.0	3.0	1.5	22.2	A	ア
2	大熊	6	16.7	1	10.0	4.0	2.0	25.4	A	なし
3	掛	6	33.3	1	6.0	3.0	1.7	25.4	B	イ
4				2	6.0	3.0	1.7	25.4	B	イ
5	土屋原西	41	26.8	1	5.5	3.0	1.5	22.2	A	ウ-1※
6				2	5.5	3.0	1.5	22.2	A	ウ-1※
7				3	5.5	3.0	1.5	22.2	A	ウ-1*
8				4	5.5	3.0	1.5	22.2	A	ウ-1*
9				5	5.5	3.0	1.5	22.2	A	ウ-1*
10				6	5.5	3.0	1.5	22.2	A	ウ-1*
11				7	5.5	3.0	1.5	22.2	A	ウ-1
12				8	5.5	3.0	1.5	22.2	A	ウ-1
13				9	5.5	3.0	1.5	22.2	A	ウ-1
14				10	5.5	3.0	1.5	22.2	A	ウ-1
15				11	5.5	3.0	1.5	22.2	A	ウ-1
16	土屋原東	11	27.3	1	6.0	3.0	1.2	22.2	A	ウ-2※
17				2	6.0	3.0	1.2	22.2	A	ウ-2*
18				3	6.0	3.0	1.2	22.2	A	ウ-2
19	菅野	11	36.4	1	6.0	2.5	0.9	22.2	A	エ
20				2	7.0	3.0	1.7	25.4	A	エ
21				3	6.0	2.5	1.2	22.2	A	エ
22				4	6.0	3.0	1.5	31.8	A	エ

- 1) 第4図の被害棟 No. と同一.
- 2) A : パイプハウスの風上側脚部から屋根部が凹み, 対面の屋根部が浮き上がる, B : 棟部が凹む.
- 3) ア タイバー(4.0m). タイバー留め部材の外れ.  
 イ タイバー(3.5m)とダブルアーチ(10m)  
 ウ 天井部の直管パイプから垂直方向に支柱を設置(-1 : 2.5m, -2 : 3.0m).  
 ※倒壊していない支柱がある. \*螺旋杭の引き抜き.  
 エ 天井部直管パイプから東西斜め方向へ交互に設置(1.5m).  
 括弧内は奥行方向に対する設置間隔.



第4図 パイプハウスの倒壊パターン  
矢印は風を表す.



第5図 被害棟と大和高原地域棟におけるパイプ径の割合



第6図 支柱は倒れず倒壊したパイプハウス

た, 螺旋杭が引き抜かれたパイプハウスは 5 棟あった. 岩端地区の被害棟では, タイバーの留め部材が外れていた.

考察

パイプハウス骨材に対する今回の強風被害は, 研究センターにおける最大瞬間風速が 18m/s に達する

第2表 クロスバーの設置資材費(参考)

部材名	規格	単価 (円)	数量 (本,個)	金額 (円/3a)	備考
直管パイプ	φ25.4mm×5.5m	945	66	62,370	クロスバー
自在Tバンド	25.4mm用	200	132	26,400	直管パイプとアーチパイプの固定
アングルバンド	25.4mm用	130	33	4,290	直管パイプの交差部の固定
合計				93,060	

間口6m, 奥行50m, アーチパイプ間隔0.5mのパイプハウスで試算.

までに発生した。また、約120mmの降雨で土壌が軟弱化し螺旋杭の補強効果が低下したと考えられることから、これを上回る最大瞬間風速や降雨量が予報される場合には、より一層の注意が必要である。

被害を受けたパイプハウスの位置については、パイプハウス群内で傾向を見いだせなかったことや倒壊方向が異なる事例(第3図)が見られたことから、事前に風向や被害棟を予測することは困難である。既存の対策としてフィルムの除去や破棄が挙げられるが、その後のフィルム展張の労力、農作物へのダメージやフィルム購入にかかるコスト等を考慮すると、かなりの大型台風の接近が予測されない限り、この対策を実行に移す判断は難しい。加えて、風上側の軒部にアンカーを設置する方法が提案されているが<sup>28)</sup>(第1図)、風向が予測しにくいことや、強風が吹く直前の対策としては設置時間がかかるため普及性は小さいと考えられる。

被害棟に占める22.2mm径パイプの割合は、大和高原地域169棟に占める割合より大きい傾向があったことや、25.4mmおよび31.8mm径パイプは22.2mmに比べて、それぞれ1.3倍、2.8倍の強度がある<sup>4)</sup>ことから、22.2mm径パイプは被害を受けやすいと言える。現在は、31.8mm、肉厚2.0mmの高強度パイプが販売されており、パイプハウスの新設や建て直しを行う際は、強度の高いパイプを用いることが望まれる。

今回の強風被害では、掛地区の被害棟のように真上からの風による被害もあることから、支柱による棟部の補強効果がないとは言えないが、以下の点で、対策としては不十分である。

- 1) 横からの風の場合、棟部は負の風圧係数となることから支柱に圧力はかからない。
- 2) 支柱は倒壊せずに風上側脚部から屋根部にかけて凹み、対面屋根部が浮き上がるように倒壊したパイプハウスが見られたことから、軒部の圧力に対する

支柱の効果は低いと考えられる。併せて、今回の被害棟22棟中20棟は、風上側の風上側脚部から屋根部にかけて凹むように倒壊している。

これらの理由に加えて、アーチパイプの軒部を補強するクロスバーやタイバーは(第1図)、アーチパイプの限界風速を無補強比でそれぞれ約1.4倍、1.2倍に向上させることから<sup>1)</sup>、既存のパイプハウスにとって簡易に補強できる方法として極めて有効である。クロスバーの設置は、1.5m間隔が推奨されており<sup>8)</sup>、その場合3aのパイプハウスにおける設置資材費は93,000円ほどである(第2表)。被害棟の中には、タイバーやダブルアーチを設置していたパイプハウスがあったが、設置間隔が広いことやバーの留め金具が外れていたことから、強風対策に関する情報不足や補強対策の不徹底が疑われた。

元来パイプハウスは、経済性を優先した施設であり、強風に対する強度は低い。しかしながら、パイプハウスの被害は農業経営に大きな打撃を与える。今後は、クロスバーおよびタイバーを中心に農作業性を損なうことなく安価で適正な対策を検討していく必要がある。

## 謝辞

今回の調査において、パイプハウスの倒壊被害に苦しんでいたにも関わらず、聞き取りに応じて下さった生産者の方々に謝辞を申し上げる。

## 引用文献

1. 羽倉弘人. 1996. ハウス施設の構造と強風対策. 施設園芸新技術研修会テキスト. 16-29.

2. JA 全農生産資材部園芸資材課. 2013. 園芸施設用ハウスの自然災害対策マニュアル(台風・強風版). JA 放送園芸資材通信. 3-7
3. 黒住徹・角山正吉・大辻純一. 1999. 台風7号による園芸施設被害の要因と今後の対策. 奈良農試研報. 30 : 33-42.
4. 日本施設園芸協会. 1999. 地中押し込み式パイプハウス安全構造指針.
5. 小川秀雄・津下一英・佐藤義和・干場信司・山下進. 1989. パイプハウスの強度に関する実験的研究(I). 農業施設. 19(3) : 29-38.
6. \_\_\_\_\_・\_\_\_\_\_・\_\_\_\_\_・\_\_\_\_\_. 1990. パイプハウスの強度に関する実験的研究(II). 農業施設. 20(3) : 262-269.
7. 小野壮一郎. 2015. パイプハウスの強度診断・補強マニュアルを策定. 農耕と園芸. 12 : 49-52.
8. 静岡県. 2014. 施設園芸における強風対策技術導入マニュアル.
9. 高橋和也・植松康. 2016. 園芸用パイプハウスの風荷重および雪荷重による崩壊過程. 農業施設. 47(1) : 1-8.
10. 田中誠司・石氷泰夫. 2008. 園芸用パイプハウスの台風強度解析に基づく台風補強対策. 熊本県農業研究センター研究報告. 15 : 42-49.
11. 豊田裕道・森山英樹・瀬能誠之・前川孝昭. 1998. 園芸用プラスチックハウス等の風害発生事例とその特徴. 農業施設. 29(1) : 21-30.
12. 植松康・中原浩一・森山英樹・佐瀬勘紀. 2008. 園芸用パイプハウスの構造骨組風荷重に関する研究. 農業施設. 39(2) : 121-132.
13. 柳山浩之・竹中秀行. 2006. 平成16年台風18号による農業被害解析と対応技術に関する調査報告書. 北海道立農業試験場資料. 36 : 89-99.
14. 山本良三. 1972. 構造から見たビニルハウスの現状と問題点. 農業施設. 2(2) : 48-54.