

2018年6月29日米原竜巻 被害調査報告（速報）

京都大学防災研究所
 気象水象災害研究部門
 西嶋一欽
 石川裕彦

1. はじめに

2018年6月29日午後1時38分頃¹、滋賀県米原市で竜巻によると思われる突風被害が発生した。京都大学防災研究所は被害地域で建物の被害状況を調査する目的で、2018年6月30日午後1時に現地調査を実施した。調査は、西嶋一欽、土井こずえ、岩崎弘高（以上、京都大学防災研究所）と松井正宏氏（東京工芸大学）の4名で行った。

2. 気象状況

竜巻発生前の1時間半前、6月29日12時の地上天気図を、図2.1に示す。近畿地方は太平洋高気圧の北西縁辺に位置していて、日本海にある梅雨前線に向かって等圧線に沿う南風が吹く状況である。この南風により近畿地方以西の各地域で線状に積乱雲が発達し、強い降水をもたらした。

アメダス米原（北緯：35度23.0分 東経：136度20.6分）は、被害発生域の北端近くの朝日地区からおよそ500m程西側にある。この風記録を見ると、それまで東南東ないし東風が吹いていたのに対し、13:30から13:40の10分間の平均では風向が北に変化し、13:40から13:50は西北西の風となり、観測点の東側を南から北へ反時計回りの回転風系が通過したのと矛盾しない記録となっている。ただし平均風速は前後の時刻と変わらず、強風の範囲はそれ程大きくないといえる。瞬間最大風速は、それぞれの10分間で、8.2 m/s（東北東）、13.3 m/s（西）であったことから、アメダス米

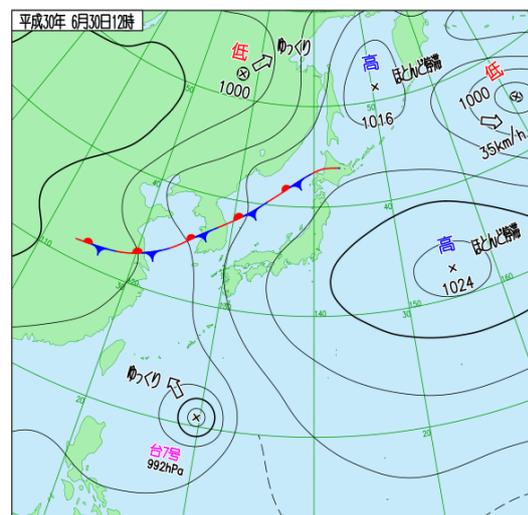


図2.1 地上天気図（6月29日12時，気象庁）

¹ 関西電力によると、朝日・夫馬・北方地区等で6月29日午後1時38分48秒に停電が発生。この時刻頃に竜巻が当該地区を通過したと思われる。ただし、この停電はこれらの地区一帯で同時に発生したので、これらの地区のどこを竜巻が通過していたのかは不明。

原の東側を竜巻渦が通過した時刻は、13:40 以降であったと推測できる。降水は、13:40～13:50 及び 14:00～14:10 の 10 分間に 2 mm 記録されている。

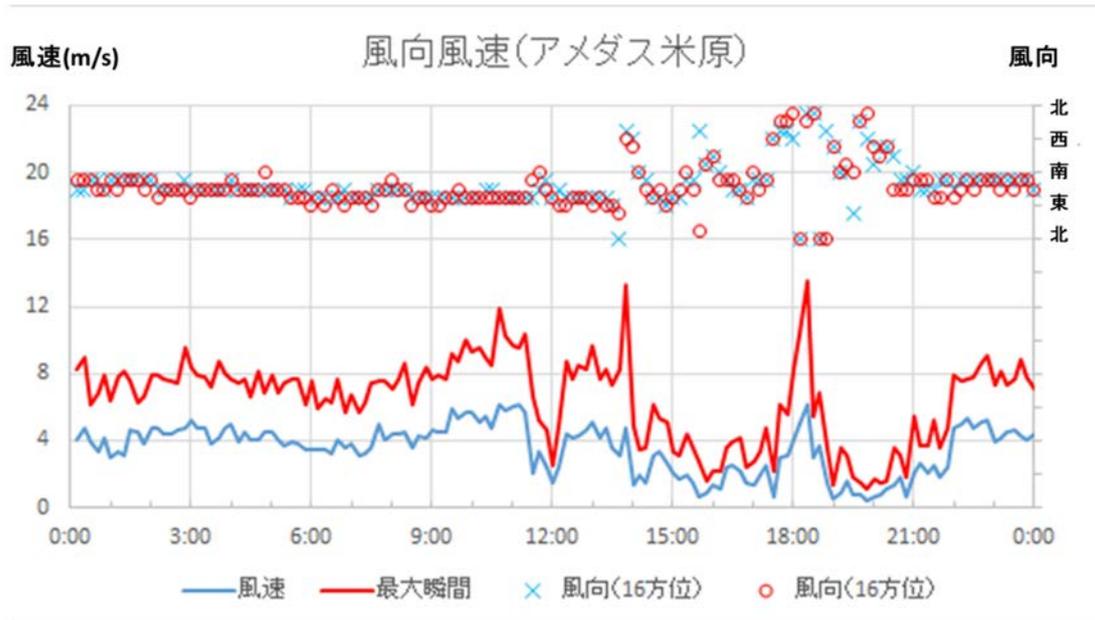


図 2.2 アメダス米原で観測された 6 月 29 日の風向風速。13:30～13:50 の間風向が変化し、瞬間最大風速が増加している。

国土交通省川の防災情報 (<http://www.river.go.jp/x/xmn0107010.php>) から収集した X-MP レーダーの画像を図 2.3 と図 2.4 に示す。琵琶湖の南端付近で発生した積乱雲が北東進し、この積乱雲が米原市へ到達した時その南端付近で竜巻が発生したと考えられる。図 2.4 では、親雲の南端付近が、若干フック状に湾曲しているようにも見える。

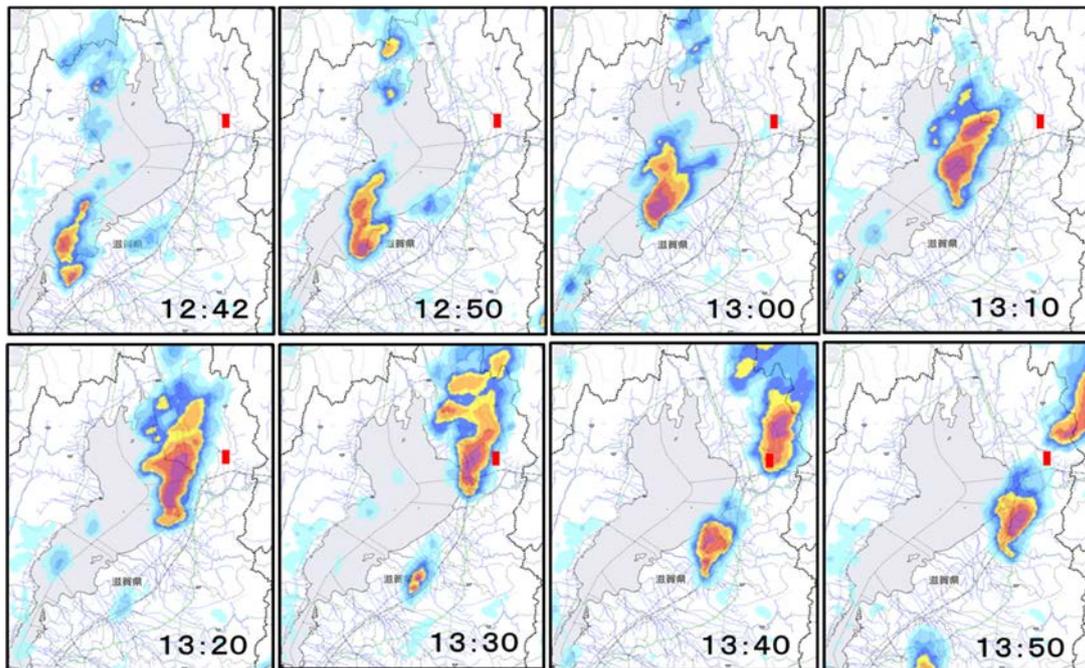


図 2.3 竜巻の原因となった親雲の移動。竜巻発生地域は赤線で示してある。

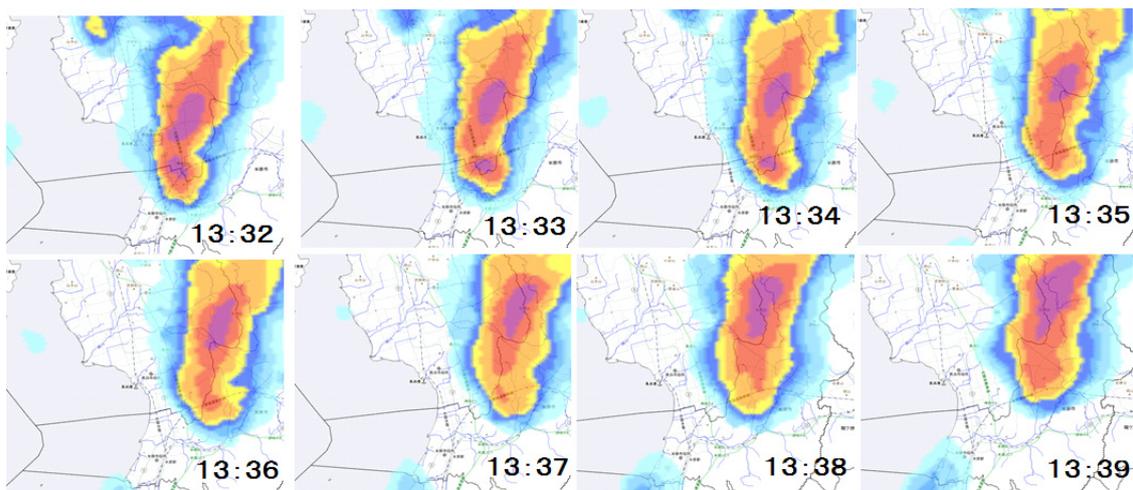


図 2.4 竜巻発生時刻のクローズアップ

3. 竜巻および被害概要

米原市調査（平成 30 年 6 月 30 日午後 3 時現在）によると、家屋等の被害状況は朝日・夫馬・北方地区を含む伊吹山南西部で、建物の躯体に影響のある被害数が 38 戸、ガラスやトタン等の被害数が 102 戸におよんだ。また、市の災害対策本部（NHK ニュース）によると、8 名がけがを負った。図 3.1（左）に、現地調査およびニュースやインターネットでの被害映像や写真をもとに、被害を受けた建物等の分布を地図上にプロットしたものを示す。図中の青印のものは我々の現地調査によるもの、黄印のものはニュース映像等によって判断したもの、紫印のものはソーシャルメディア上で公開されている写真等によ

て判断したもの、赤印のものはニュースおよびソーシャルメディアで公開されている写真等によって判断したものである。また、米原市調査によると、これらの地域に加えて野一色でも建物の躯体に影響のある被害が報告され、グリーンヒルズ朝日、山東桜ヶ丘、坂口、烏脇、平和台でもガラス・トタン等の被害が報告されている。

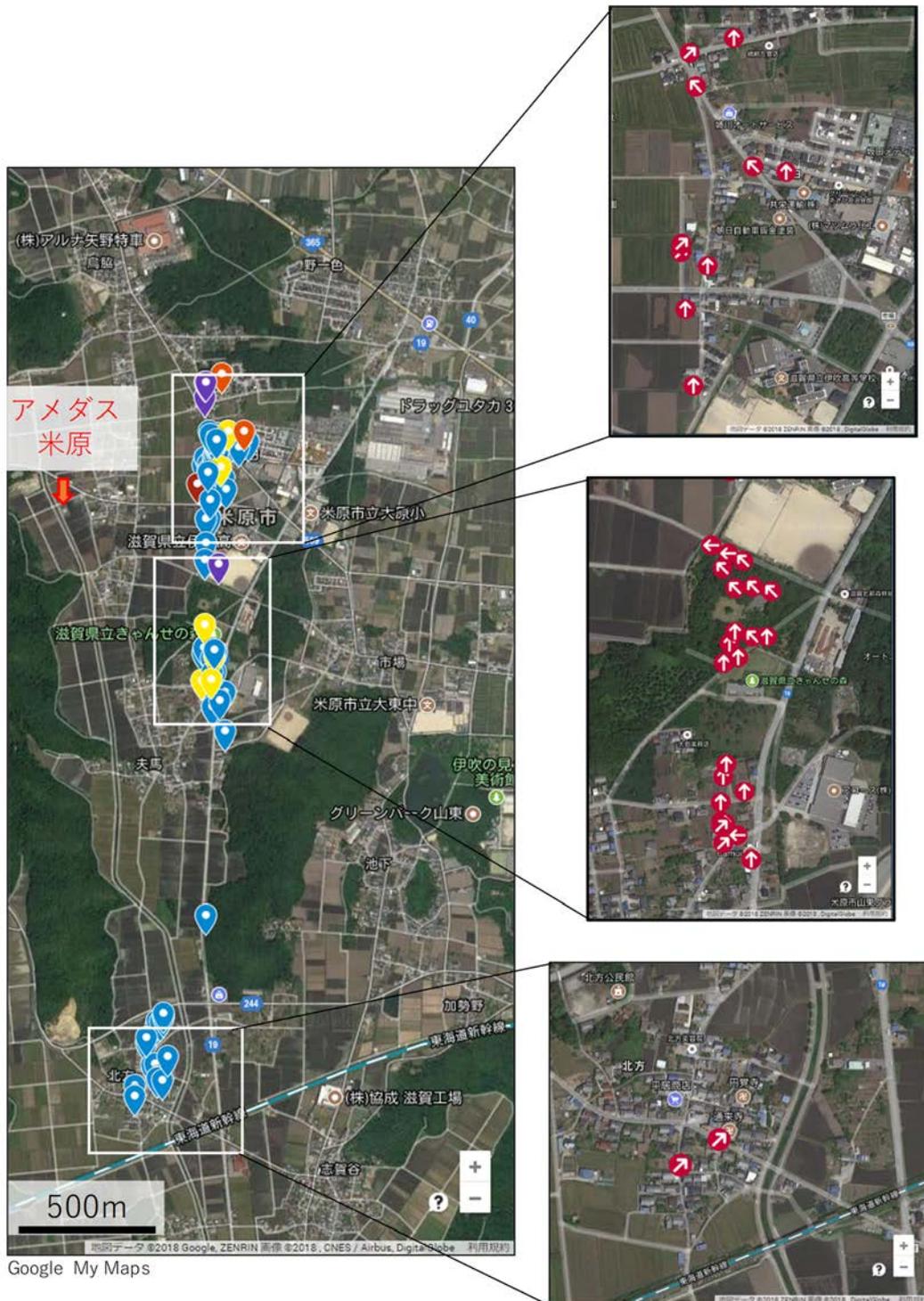


図 3.1 被害を受けた建物等の分布 (左) と被害から推察される風向 (右)

朝日地区で記録されたドライブレコーダーの映像によると、同地区では竜巻は南から北に向かって進行していることがわかる。このことから竜巻は北方地区から朝日地区方向に向かって北上したことが推察される。また、同映像より竜巻の回転方向は反時計回りであったことを確認した。図3.1（右）に、飛散物等による被害状況等から推察した、それぞれの地点での風向をプロットしたものを示す。北方地区での竜巻通過位置は不明であるが、夫馬地区および朝日地区では図3.1（左）で示している被害を受けた建物の西側を北上したものと考えられる。なお、被害を受けた建物群のすぐ西側には田畑が広がっており、被害を受けうる住宅は存在していない。ただし、耕作地に設置されたパイプハウスのビニールが破損する被害が確認された。

4. 朝日・北方地区における建物等の被害

朝日地区では木造二階建て住宅の小屋組が損壊する被害が発生した。図4.1に竜巻発生翌日に撮影した写真を示す。当該住宅の小屋組はほぞによって接合されており、金物等は見当たらなかった（図4.1（右））。なお、損壊した小屋組は住宅北側を東西に走る道路上に落下していることをニュース映像で確認している。また、同地区ではパイプハウスの被害（パイプ骨組の座屈）も発生した。図4.2に竜巻発生翌日に撮影した写真を示す。パイプハウスの骨組みは大きな直径（5 cm程度）と小さな直径のもの（2 cm程度）もつスチール製パイプによって構成されている。パイプは地中に直接埋設されていた。埋設深さは50 cm程度であった。このような躯体に影響のある被害に加えて、飛散物の衝突によると思われる外壁の被害が多数見られた（図4.3）。また、屋根に設置された太陽光パネルの飛散物の衝突によると思われる被害もあった。

北方地区では、陸屋根二階建て住宅に設置されていた金属屋根が飛散し、お寺に直撃する被害が発生した。飛散した金属屋根は、金属製折板と折板を支持しているI型鉄骨とが一体のまま飛散していた。飛散距離は約100mであった（図4.4）。このほかにもトタン板屋根がめくれる被害（図4.5左）や土蔵の屋根がずれる被害（図4.5右）が発生していた。トタン板屋根の被害では緊結材の頭抜けによる被害が見られた。



図4.1 小屋組が損壊した住宅



図 4.2 骨組が座屈したパイプハウス（左）、埋設されていたパイプ部分（右）



図 4.3 飛散物の衝突によると思われる外壁の被害



図 4.4 お寺に直撃した金属屋根



図 4.5 トタン板のめくれ（左）と土蔵の屋根のずれ（右）

5. 朝日地区通過時の最大風速、最大風速半径の推定

朝日地区を竜巻が通過する際のドライブレコーダー映像から竜巻が道路上にある時点での中心位置を推定した（図 5.1 上）。また、この道路に沿って点在する建物の被害の程度を用いて、日本版改良藤田スケールに関するガイドライン（平成 30 年 3 月改正版）に記載されている DI および DOD にあてはめ、竜巻通過時の風速を推定した（図 5.1 下）。これらを用いて、竜巻の半径方向の風速分布を推定した。その結果を図 5.2 に示す。これによると、朝日地区通過時の最大風速は 50~75m/s 程度で最大風速半径は 30~50m 程度と推定される。



建物番号	22	20	17	15	13
DI	2 (鉄骨プレハブ)	1 (木造)	1 (木造)	1 (木造)	1 (木造)
DOD	3 (金属板・広範囲剥離)	7 (小屋組損壊)	3 (粘土瓦・広範囲剥離)	2 (粘土瓦・狭い範囲剥離)	2 (粘土瓦・狭い範囲剥離)
風速下限値(m/s)	40	50	40	30	30
風速代表値(m/s)	50	65	50	40	40
風速上限値(m/s)	65	75	65	55	55
中心からの距離(m)	17	29	56	76	107

図 5.1 竜巻通過位置と建物の位置関係（上）、被害の程度から推定された風速値（下）

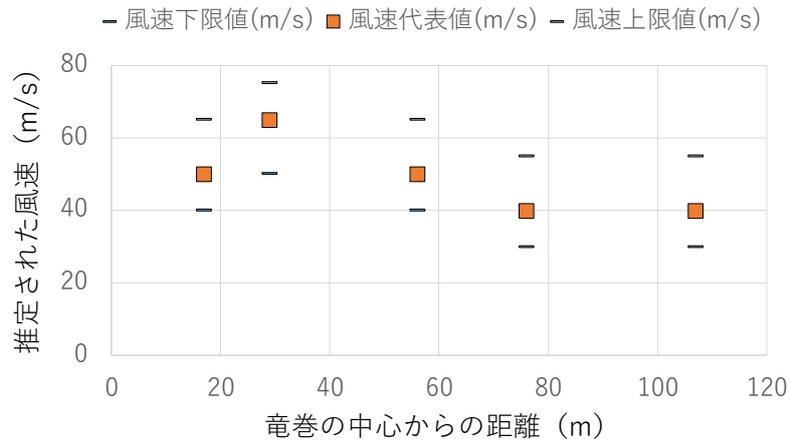


図 5.2 朝日地区通過時の半径方向（進行方向右側）の風速分布

変更履歴

第2報からの変更

- ・ 2章の文章を一部修正
- ・ 図 3.1 を修正