

8. 建築物等の被害

8.1 はじめに

国土交通省国土技術政策総合研究所 建築研究部構造基準研究室及び評価システム研究室並びに国立研究開発法人建築研究所 構造研究グループ及び材料研究グループは、台風第15号及び台風第19号に伴う強風による建築物やゴルフ練習場等の被害、台風第19号の接近に伴い発生した竜巻による建築物等の被害を対象に、現地調査を実施した。調査の概要は下記のとおりである。なお、9月10日と10月17日に実施したゴルフ練習場の被害状況の調査は、国土交通省住宅局の要請を受けて行ったものである。

(1) 調査日及び調査場所

- ・ 9月10日(火) 千葉県市原市
- ・ 9月12日(木) 千葉県鋸南町、南房総市、館山市
- ・ 9月13日(金) 千葉県富津市、鋸南町、南房総市、館山市
- ・ 9月18日(水) 千葉県南房総市、館山市
- ・ 9月22日(日)～23日(月) 東京都大島支庁神津島村、新島村
- ・ 10月15日(火) 千葉県市原市
- ・ 10月17日(木) 神奈川県横浜市

(2) 調査者

- ・ 国土交通省国土技術政策総合研究所
建築研究部 構造基準研究室長 喜々津仁密 (調査日 9/10、9/12、10/15)
建築研究部 評価システム研究室長 石原 直 (同 10/17)
- ・ 国立研究開発法人建築研究所
構造研究グループ長 奥田泰雄 (同 9/13、9/18)
構造研究グループ 主任研究員 中島昌一 (同 9/22～23、10/15)
構造研究グループ 研究員 高館祐貴 (同 9/10、9/12、9/18、10/15、10/17)
材料研究グループ 上席研究員 槌本敬大 (同 9/13、9/22～23)
材料研究グループ 主任研究員 山崎義弘 (同 9/12、9/13、10/15)

(3) 調査の目的

本調査では、台風第15号及び第19号の強風、台風第19号の接近に伴い発生した竜巻により被災した建築物等の被害状況を、工学的見地から把握することを目的とする。併せて、台風第15号による庁舎の被害では発災後の応急対応状況、台風第15号及び第19号によるゴルフ練習場の被害では強風時のネットの運用状況についても把握した。

8.2 気象概要¹⁾

8.2.1 台風第15号

台風第15号は、9月7日から8日にかけて小笠原近海から伊豆諸島付近を北上し、9日3時前に三浦半島付近を通過して東京湾を進み、5時前に強い勢力で千葉市付近に上陸した。上陸

時の中心気圧は、速報値で960hPaとされている²⁾。その後、9日朝には茨城県沖に抜け、日本の東海上を北東に進んだ。

台風の接近・通過に伴い、伊豆諸島や関東地方南部を中心に猛烈な風、猛烈な雨となった。最大風速35.9m/s、最大瞬間風速57.5m/sを観測した千葉市その他の多くの地点で、観測史上1位の最大風速や最大瞬間風速を観測する記録的な暴風となった。

図-8.2.1に台風経路と中心気圧の変化、表-8.2.1～8.2.2に主な最大風速と最大瞬間風速（アメダス観測値）、図-8.2.2に風速の時刻歴の結果をそれぞれ示す。ここで、最大風速は10分間平均風速の最大値、最大瞬間風速は風速計の測定値(0.25秒間隔)を3秒間平均した値の最大値として、それぞれ定義されている。また、表-8.2.1には参考として、以下の2つの風速もそれぞれ併記した。

- ・ 各地で記録された風速値を、建築基準法令で定める基準風速 V_0 の定義（地表-8.面粗度区分Ⅱ、地上10m）に従って(8.2.1)式で換算した風速 V_{II}
- ・ 各地の基準風速 V_0 （再現期間が概ね50年である暴風の10分間平均風速に相当）

$$V_{II} = V_{obs} \left(\frac{Z_{G,obs}}{Z_{obs}} \right)^{\alpha_{obs}} \cdot \left(\frac{10}{Z_{G,II}} \right)^{\alpha_{II}} \quad (8.2.1)$$

ここで、 V_{obs} ：各アメダス観測所で記録された最大風速値(m/s)、 Z_{obs} ：各アメダス観測所での風速計高さ(m)、 α_{obs} 及び $Z_{G,obs}$ ：各アメダス観測所で想定した地表面粗度区分でのべき指数及び傾度風高さ(m)、 α_{II} 及び $Z_{G,II}$ ：地表面粗度区分Ⅱでのべき指数及び傾度風高さ(m)である。

各アメダス観測所での風速計高さについては地域気象観測所一覧(気象庁)⁶⁾を参照し、地表面粗度区分については建築物荷重指針・同解説2015(日本建築学会)⁷⁾を参照し、海上付近に立地する「神津島」、「新島」、「三宅坪田」はⅠ、市街にある「千葉」、「館山」はⅢ、左記以外の地点は全てⅡと仮定している。

表-8.2.1をみると、いずれの地点でも換算した風速 V_{II} は基準風速 V_0 を超えていない。また、表-8.2.2をみると、「神津島」、「千葉」、「新島」の3地点で50m/sを超える最大瞬間風速を記録している。

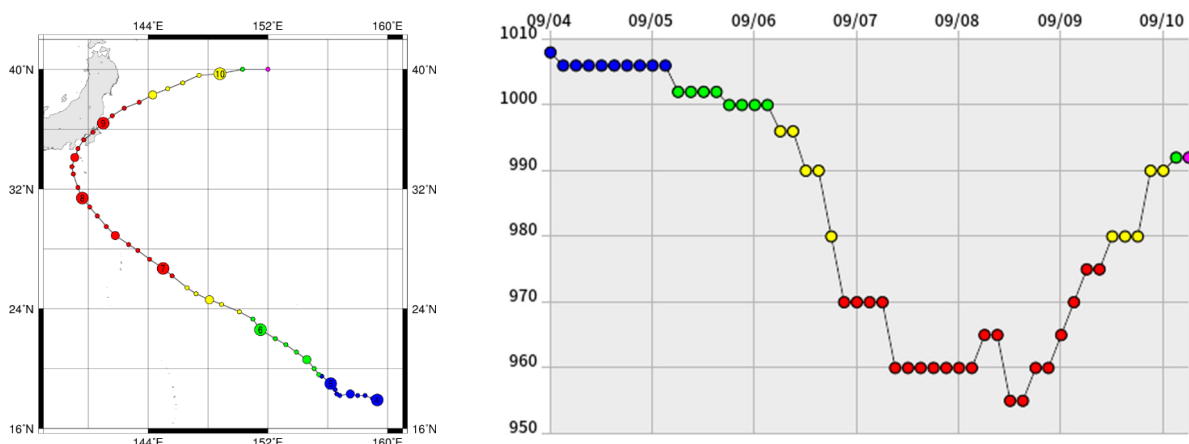


図-8.2.1 台風経路と中心気圧の変化³⁾ 右図縦軸は気圧(単位:hPa)

表-8.2.1 主な最大風速（アメダス観測値）（9月7日00時～9月9日24時）^{1),4)}

都道府県	市町村	地点名	風速計	最大風速 (m/s)	風向	粗度区分II, 高さ10mでの 風速 V_{II} (m/s)	基準風速 V_0 (m/s)
			高さ(m)				
東京都	神津島村	神津島	10	43.4	東南東	35.1	38
東京都	新島村	新島	10	39.0	東南東	31.6	38
東京都	三宅村	三宅坪田	6.5	37.4	南	31.6	38
千葉県	千葉市中央区	千葉	47.9	35.9	南東	33.0	36
東京都	大田区	羽田	10	32.4	東北東	32.4	34
東京都	大島町	大島	27.1	30.2	西南西	26.0	38
千葉県	成田市	成田	10	29.6	南南東	29.6	36
千葉県	勝浦市	勝浦	15.2	29.5	南	27.7	38
千葉県	館山市	館山	21.8	28.4	南	30.5	38
静岡県	賀茂郡東伊豆町	稲取	8.5	27.9	北北東	28.6	36

表-8.2.2 主な最大瞬間風速（アメダス観測値）（9月7日00時～9月9日24時）^{1),4)}

都道府県	市町村	地点名	風速計	最大瞬間風速 (m/s)	風向
			高さ(m)		
東京都	神津島村	神津島	10	58.1	東南東
千葉県	千葉市中央区	千葉	47.9	57.4	南東
東京都	新島村	新島	21.8	52.0	西
千葉県	木更津市	木更津	10.1	49.0	東南東
千葉県	館山市	館山	21.8	48.8	南南西
東京都	三宅村	三宅坪田	6.5	48.4	南
静岡県	賀茂郡東伊豆町	稲取	8.5	48.3	北北東
東京都	大島町	大島	27.1	47.1	西南西
千葉県	成田市	成田	10	45.8	南南東
東京都	大田区	羽田	10	43.2	東北東

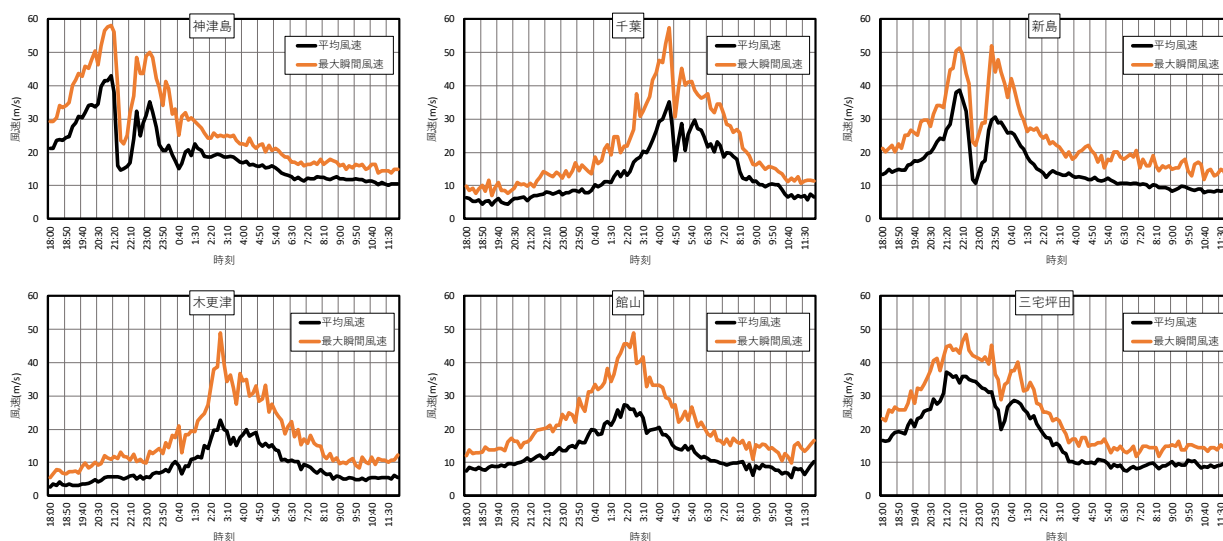


図-8.2.2 各地での風速の時刻歴（10分間ごと）（9月8日18時～9月9日12時）⁵⁾

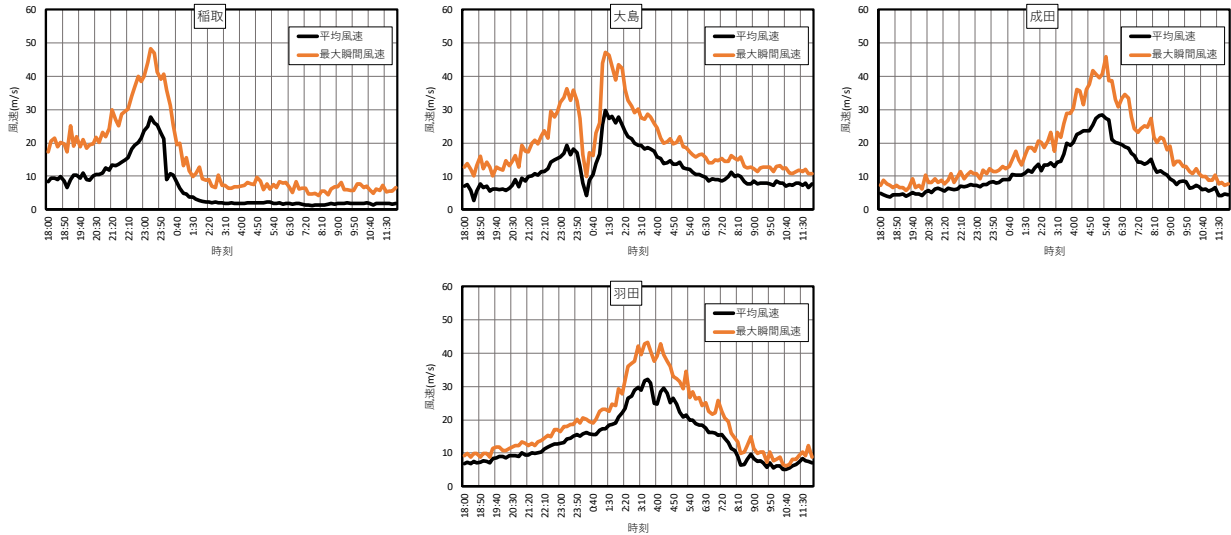


図-8.2.2 各地での風速の時刻歴（10分間ごと）（9月8日18時～9月9日12時）⁵⁾
（続き）

次に、図-8.2.3に千葉県内の観測値（最大風速と最大瞬間風速）と建築基準法令での基準風速換算値との比較結果を示す。

基準風速として $V_0 = 36, 38 \text{ m/s}$ 、地表面粗度区分としてⅢを想定し、以下の(8.2.2)式と(8.2.3)式に従った風速 V_{III} と瞬間風速（相当値） V_{III}' を図示した。さらに、被災した建築物が必ずしも現行基準で設計されたものだけではないので参考に、(8.2.4)式に従って旧基準から換算される風速 V' も併せて示した。

$$V_{\text{III}} = V_0 \cdot E_r(\text{III}) \quad : \text{風速} \quad (8.2.2)$$

$$V_{\text{III}}' = V_0 \cdot E_r(\text{III}) \cdot \sqrt{G_f(\text{III})} \quad : \text{瞬間風速（相当値）} \quad (8.2.3)$$

$$V' = \sqrt{\frac{q \cdot 9.8}{0.6}} \quad : \text{瞬間風速（旧基準）} \quad (8.2.4)$$

ここで、(8.2.2)、(8.2.3)式中の $E_r(\text{III})$ と $G_f(\text{III})$ は、平成12年建設省告示第1454号第1第2項、第3項表中の地表面粗度区分Ⅲによる。また、(8.2.4)式中の q は次式により、 h は地上高さ(m)である。

$$q = \begin{cases} 60\sqrt{h} & (0 \leq h < 16) \\ 120\sqrt[4]{h} & (16 \leq h) \end{cases} \quad (8.2.5)$$

最大風速では、風速 V_{III} を超えるものとなっていない。最大瞬間風速も瞬間風速（相当値） V_{III}' と同程度もしくは瞬間風速（相当値） V_{III}' や瞬間風速（旧基準） V' よりも小さい。

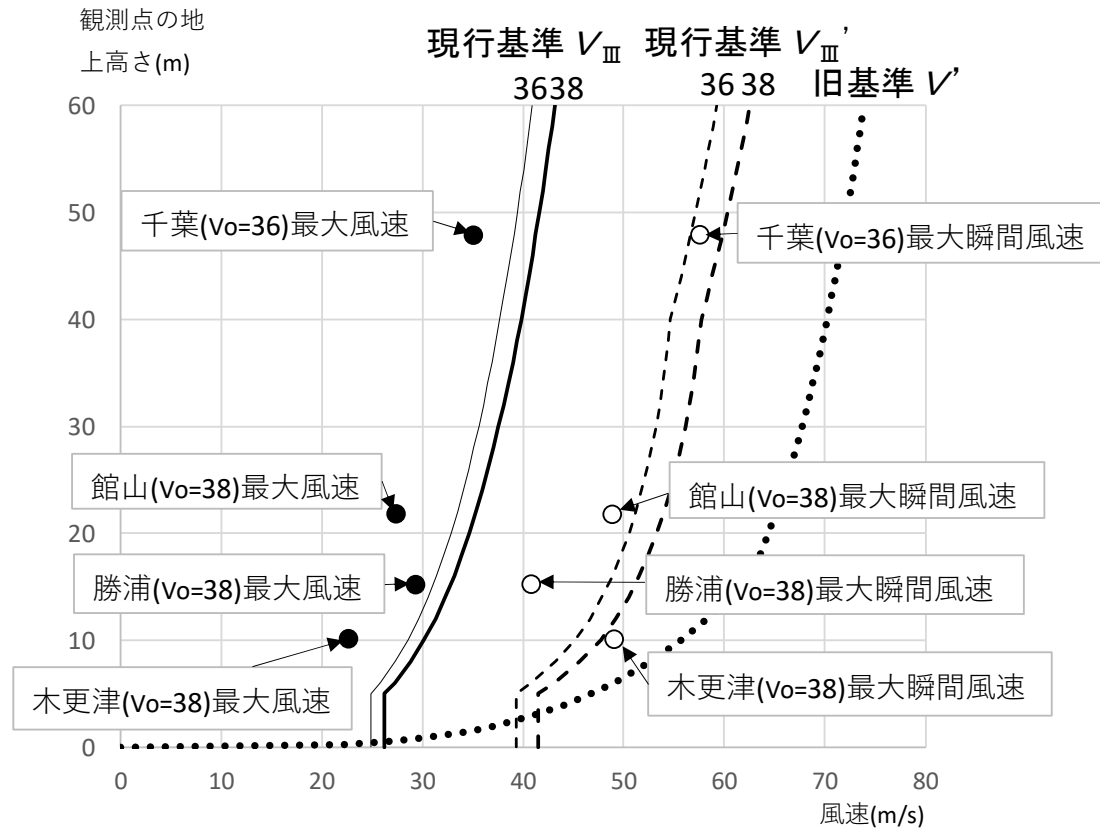
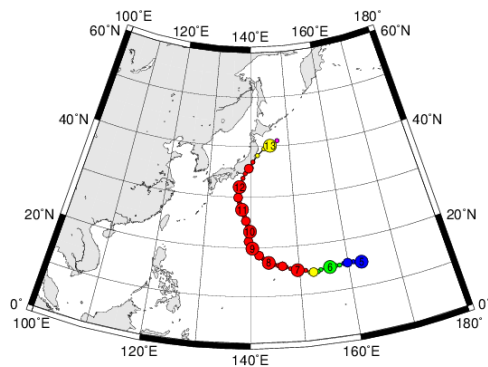


図-8.2.3 千葉県内の観測値と基準風速換算値との比較

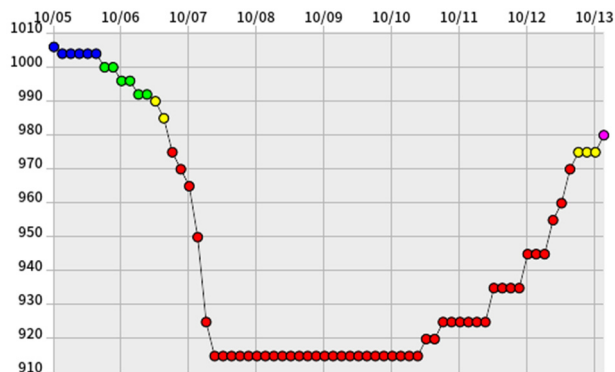
8.2.2 台風第19号及びそれに伴って発生した竜巻⁸⁾

台風第19号は、10月6日に南鳥島近海で発生し、マリアナ諸島を西に進み、中心気圧915hPaの大型で猛烈な台風へ発達した後、次第に進路を北に変え、日本の南を北上し、12日19時前に大型で強い勢力で伊豆半島に上陸した。その後、関東地方を通過し、13日12時に日本の東で温帯低気圧に変わった。

図-8.2.4に台風経路と中心気圧の変化、図-8.2.5に風速の変化をそれぞれ示す。最大風速は横浜で23m/s、海老名で10.6m/s、辻堂で24m/sであり、最大瞬間風速は横浜で43.8m/s、海老名で24.2m/s、辻堂で35.3m/sであった。地表面粗度区分を考慮し、最大風速を地上10mの高さに換算した値については、平成12年建設省告示第1454号で定められる当該地点の基準風速34m/sをいずれも超えていない。

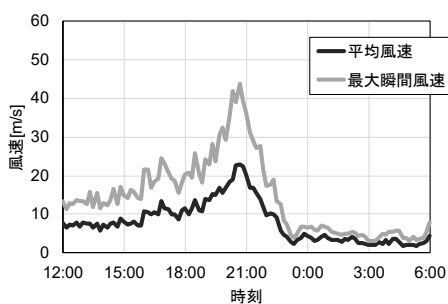


(a) 台風の経路

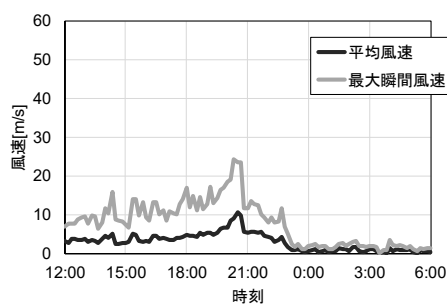


(b) 中心気圧の変化 (単位:hPa)

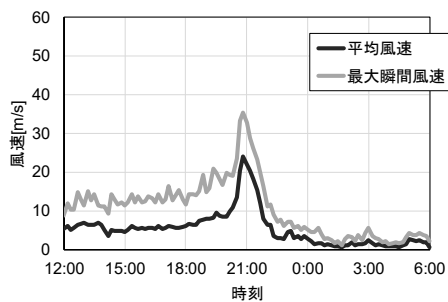
図-8.2.4 台風第19号の経路と中心気圧⁹⁾



(a) 横浜市



(b) 海老名



(c) 辻堂

図-8.2.5 各地の風速の変化 (10分間ごと) (10月12日12時~10月13日6時)⁵⁾

また、台風第19号の接近に伴って大気の状態が非常に不安定となり、千葉県市原市では竜巻と推定される突風が発生した。気象庁は10月13日に、この突風をもたらした気象現象を明らかにするため、建築物の被害が集中した範囲を中心に現地調査を実施している。「突風発生時に活発な積乱雲が付近を通過中であったこと、確度が高い漏斗雲又は移動する渦の目撃証言が複数得られたこと、突風はごく短時間(1分程度)であったという証言やゴーという音が移動したという証言が複数得られたこと」から、気象庁はこの突風をもたらした気象現象の種類を竜巻と推定し、その強さを日本版改良藤田スケールのJEF2(風速約55m/s(3秒平均))と評定した速報をまとめている¹⁰⁾。

竜巻の発生時刻に近い8時での台風第19号の経路画像を図-8.2.6に示す¹¹⁾。千葉県市原市は、その時点での台風の中心から約200km離れた進行方向右前方に位置する。台風に伴う竜

卷は一般に、台風を中心から100km～600km離れた進行方向右前方で発生しやすいとされており^{例えば12)}、今回の竜巻もその傾向と同じである。

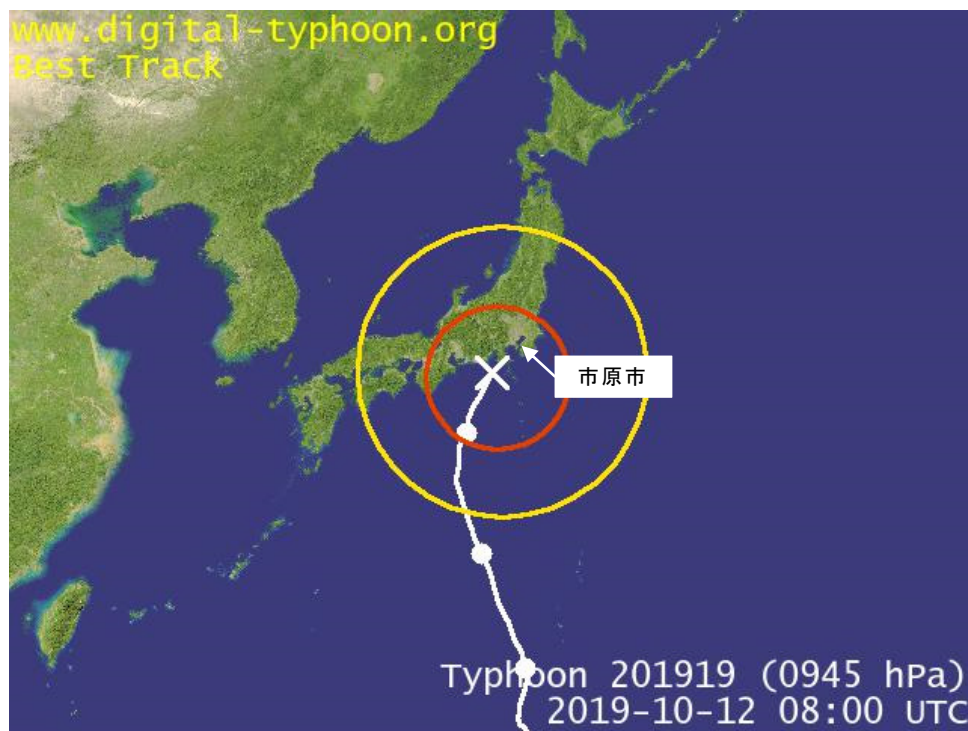


図-8.2.6 10月12日8時現在の台風第19号の経路画像（文献11）に加筆

8.3 台風第 15 号による庁舎の被害（千葉県市原市）

台風第 15 号によって強風被害が発生した市原市役所について、窓ガラス等の被害状況と発災後の応急対応状況を把握することを目的に、9 月 10 日（火）に被害調査を実施した。市原市役所の位置を図-8.3.1 に示す。



図-8.3.1 被害調査を行った市原市役所の位置
(地理院地図(電子国土 Web)に地点名を表す丸印を追記して掲載)

以下では、市原市役所第 2 庁舎と議会棟の被害状況と応急復旧までの対応状況をまとめる。図-8.3.2 に市原市役所全体の平面図を示す。市原市役所第 2 庁舎（地下 2 階／地上 10 階＋塔屋 2 階）と議会棟（地上 4 階）は、昭和 47 年（1972 年）に竣工した。

- ・ 市原市役所から直線距離で約 12km 離れた千葉特別地域気象観測所では、9 月 9 日午前 4 時 30 分ごろに最大瞬間風速 57.4m/s、最大風速 35.9m/s を記録している（表-8.2.1～8.2.2 参照）。
- ・ 写真-8.3.1 に示す第 2 庁舎で 22 枚、議会棟で 2 枚の計 24 枚のガラスが破損した。第 2 庁舎のガラスの破損は全方位に数か所ずつ発生し、低層部に 17 枚、中高層部に 5 枚確認されている。
- ・ 第 2 庁舎南面入り口付近（写真-8.3.1 の○印）で、方立形式のガラス 3 枚が破損した。これらのガラスは幅 1900mm×高さ 4500mm×厚さ 10mm であり、応急復旧の状況を写真-8.3.2～8.3.3、被災直後の状況を写真-8.3.4～8.3.5 にそれぞれ示す。南面入り口付近で上記のガラスが破損した結果、庁舎内に風が吹き込み、同庁舎北面のガラス（写真-8.3.6）が複数枚破損したことが確認されている。
- ・ 第 2 庁舎入り口付近南面のガラスの破損は 2018 年の台風第 24 号でも発生しており、

破損した箇所は壁として復旧している。また、その際に今回被害にあった窓ガラスはシーリング補修を施していた。

- ・ 担当者の話によると、室内に飛来物と思われる物体は確認されていないことから、破損した窓ガラスはいずれも風圧力によるものとみられるとのことである。調査時には、**写真-8.3.7**のようにベニヤ板等で応急復旧がなされていた。
- ・ 屋外に面するガラスが破損した結果、庁舎内に風が吹き込み、地下1階の屋内中央部にあるガラスが破損していた(**写真-8.3.8**)。
- ・ 台風の通過後、2階の天井等に浸入経路が不明の漏水痕が数か所確認された(**写真-8.3.9**)。
- ・ 議会棟については、**写真-8.3.10~8.3.12**に示すように渡り廊下に隣接する前室の扉(室内)と屋外に面する議員ラウンジのガラスにひびが入っていた。**写真-8.3.11**のガラスには被災前から粘着シートが貼られており、ガラスの破片は飛散していなかった。
- ・ 議会棟に隣接するペDESTリアンデッキに設けられた喫煙所のパーティションが倒壊した(**写真-8.3.13**)。
- ・ 担当者にヒアリングを行ったところ、被災直後から窓ガラスの応急復旧までの対応状況は以下の通りであった。
 - 9月9日(月)4時ごろ
第2庁舎南面入り口付近のガラス3枚が破損した(**写真-8.3.4**)。内部の廊下へ窓ガラスが飛散したものの、大きな被害はなかった。
 - 9月9日(月)7時ごろ
業者によって窓ガラスの回収作業を開始した。
 - 9月9日(月)10時ごろ
内部に飛散したガラス片の回収作業を終了した。
 - 9月9日(月)18時まで
写真-8.3.2~8.3.3のように第2庁舎南面入り口付近の破損した窓ガラスの範囲を応急復旧し、今回破損したガラスのおおよその応急復旧作業が終了した。
 - 9月10日(火)
第2庁舎の外部に飛散したガラスの撤去作業を行った。
- ・ 第2庁舎南面入り口付近のガラスについては、2018年も同じ構面内のガラスに被害が発生したことから、今後3か月程度かけて、無被害のガラスも含め再発防止策を検討した後に復旧し、他のガラスについては、発災後1週間から10日後以内にガラスの原状復旧をめざす予定とのことである。

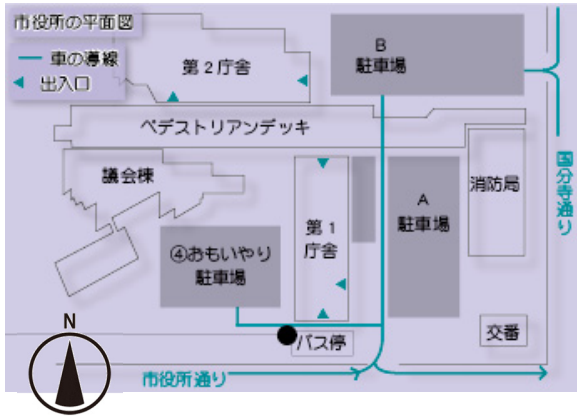


図-8.3.2 市原市役所全体の配置図¹³⁾



写真-8.3.1 第2庁舎の外観



写真-8.3.2 第2庁舎南面入り口付近で破損したガラスの応急復旧状況(屋外側)



写真-8.3.3 第2庁舎南面入り口付近で破損したガラスの応急復旧状況(室内側)



写真-8.3.4 第2庁舎南面入り口付近の被災直後の状況(1) (市原市提供)



写真-8.3.5 第2庁舎南面入り口付近の被災直後の状況(2) (市原市提供)



写真-8.3.6 第2庁舎北面での
ガラスの破損（市原市提供）



写真-8.3.7 第2庁舎西面での
ガラスの破損



写真-8.3.8 第2庁舎地下1階
中央部のガラス



写真-8.3.9 天井の漏水痕



写真-8.3.10 議会棟入り口の扉の損傷

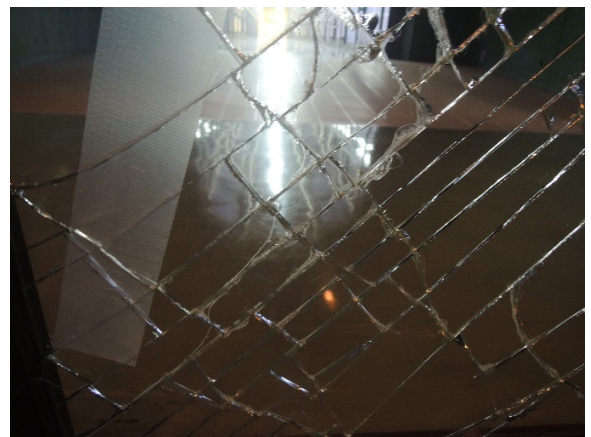


写真-8.3.11 写真-8.3.10 に示す
ガラスの状況



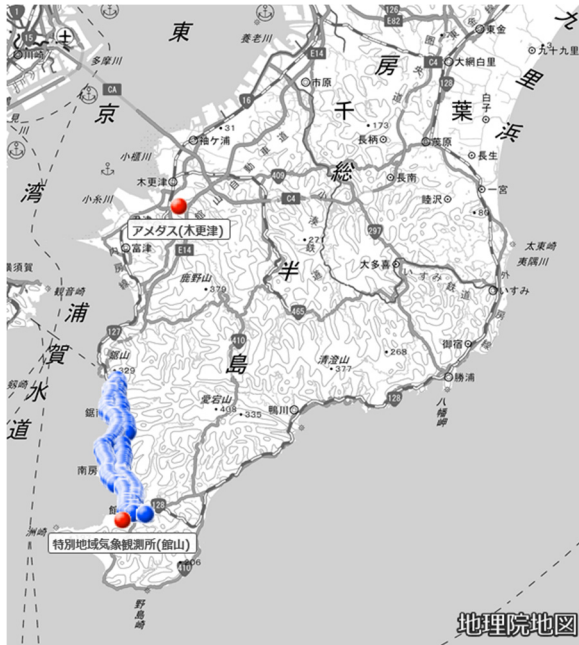
写真-8.3.12 議会棟ラウンジの
ガラスのひび割れ



写真-8.3.13 屋外喫煙所の
パーティションの倒壊

8.4 台風第 15 号による建築物等の被害（千葉県内房地域）

千葉県内の内房地域において台風第 15 号による建築物等の強風被害状況を把握するため、9 月 12 日(木)、13 日(金)、18 日(水)に千葉県富津市、鋸南町、南房総市、館山市の被害調査を行った。図-8.4.1 に調査実施日ごとの調査経路を示す。



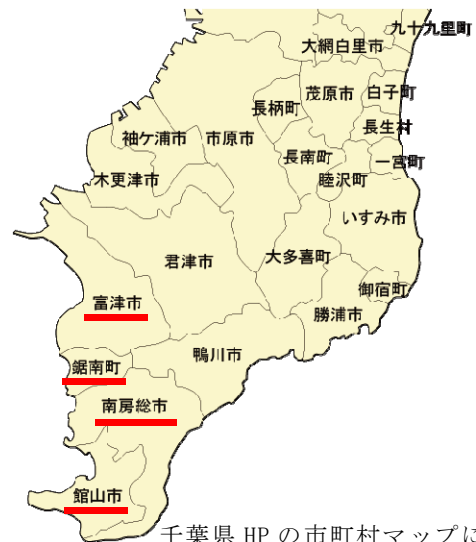
(a) 9 月 12 日(木)



(b) 9 月 13 日(金)



(c) 9 月 18 日(水)



千葉県 HP の市町村マップに加筆
(<https://www.pref.chiba.lg.jp/kouhou/map.html>)

(d) 調査を実施した 4 市町の位置

図-8.4.1 調査実施日ごとの調査経路図

((a)～(c)は地理院地図(電子国土 Web)に調査経路と地点名を表す丸印を追記して掲載)

8.4.1 富津市及び鋸南町

以下では、富津市と鋸南町での低層の店舗、木造住宅その他の建築物等の被害状況をま

とめる。

(1) 店舗 A の窓ガラスの破損と屋根ふき材の飛散（富津市金谷）

- ・ 鉄骨造の店舗 A は海沿いに位置しており、窓ガラスが、屋根付近から垂れ下がる鋼製の作業用通路が接触したと思われる箇所と海岸に面した 1 階部分で破損していた（写真-8.4.1.1）。窓ガラスの 1 階部分の鉛直方向支持スパンが他の階より長いように見られる。
- ・ 金属製屋根ふき材が飛散し、周囲に散乱していた（写真-8.4.1.2）。



写真-8.4.1.1 破損した窓ガラスの状況



写真-8.4.1.2 飛散した屋根ふき材

(2) 店舗 B の内外装材の脱落又は飛散（鋸南町下佐久間）

- ・ 鉄骨造平屋建ての店舗 B では、軒天井の仕上げ材や外壁材が脱落又は飛散していた（写真-8.4.1.3～8.4.1.4）。
- ・ 屋内の天井仕上げ材が落下し、その直下の範囲は立入禁止措置となっていた（写真-8.4.1.5）。軒天井の仕上げ材の被害範囲から内部に強風が侵入したことが原因と思われる、これと同様の被害形態は 2018 年の台風第 21 号での被害事例でもみられている。
- ・ 破損したガラスの範囲は応急的に養生していた（写真-8.4.1.6）。



写真-8.4.1.3 軒天井の仕上げ材
の脱落・飛散



写真-8.4.1.4 軒天井の仕上げ材と隅角部
での外壁材の脱落・飛散



写真-8.4.1.5 店舗内部の天井仕上げ材の被害



写真-8.4.1.6 破損したガラスの養生状況

(3) 店舗Cの外壁の脱落等（鋸南町竜島）

- ・ 鉄骨造2階建ての店舗Cの外壁が脱落しており（写真-8.4.1.7）、屋内の天井仕上げ材の被害も屋外から確認した。
- ・ 店舗Cの付近では、比較的築年数が経っていると思われる店舗併用住宅と駅舎で、多くの屋根瓦の移動を確認した（写真-8.4.1.8～8.4.1.9）。
- ・ 駅舎前の小規模木造建築物に残留変形を確認した（写真-8.4.1.10）。高さ約860mm 建具の水平方向のゆがみ約80mmより、約5度の傾きである。



写真-8.4.1.7 店舗Cの外壁の被害状況



写真-8.4.1.8 駅舎での屋根瓦の被害



写真-8.4.1.9 店舗併用住宅での
屋根瓦の被害



写真-8.4.1.10 小規模木造建築物の
残留変形

(4) 店舗Dの外壁の脱落（鋸南町保田）

- ・ 写真-8.4.1.11 に示す店舗Dは、旧鋸南町立保田小学校の鉄骨造体育館を改装したものである。改装時に取り付けた外壁材（写真-8.4.1.12、樹脂製）は、鋼製の胴縁に取付金具を介して設置した仕組み（写真-8.4.1.13）であり、その多くが脱落していた。外壁材の脱落した割合は桁行面よりも妻面のほうが大きく（写真-8.4.1.14）、雨水が降り注ぐ状況（写真-8.4.1.15）のようであった。



写真-8.4.1.11 店舗Dの外観



写真-8.4.1.12 脱落した外壁材



写真-8.4.1.13 外壁材の留め付け部分



写真-8.4.1.14 全ての外壁材が
飛散した妻面



写真-8.4.1.15 店舗Dの内部の様子

(5) 事務所Aの野地板の脱落又は飛散等（鋸南町下佐久間）

- ・ 写真-8.4.1.16 に示す事務所Aは鉄骨造2階建てで、平成2年築とのことである。窓ガラスが破損したほか、屋根の一部の野地板が脱落又は飛散しており、その直下の天井仕上げ材に被害が生じていた（写真-8.4.1.17～8.4.1.18）。
- ・ 階段室の壁材に、内圧が上昇した結果と思われる屋外側に変形した状況を確認した（写真-8.4.1.19）。
- ・ 1階で破損した窓ガラスの破片が屋内のドアに突き刺さって貫通した状況を確認した（写真-8.4.1.20～8.4.1.21）。



写真-8.4.1.16 事務所 A の外観



写真-8.4.1.17 2階天井の被害状況



写真-8.4.1.18 2階天井と野地の被害状況



写真-8.4.1.19 階段室の壁材の変形



写真-8.4.1.20 窓ガラス破片のドアへの貫通（室内側から見る）



写真-8.4.1.21 窓ガラス破片のドアへの貫通（廊下側から見る）

(6) 倉庫の倒壊（鋸南町吉浜）

- 倒壊した木造倉庫（写真-8.4.1.22）にアンカーボルト（写真-8.4.1.23）と断面 45×90mm 程度の筋かい（写真-8.4.1.24）は存在したが、筋かいの端部は釘 3 本で接合されているのみで、柱脚接合部もかすがい（写真-8.4.1.23）しか確認できず、接合部の外れが倒壊の要因と考えられる。

- ・ 倒壊した鉄骨造倉庫（写真-8.4.1.25）は純ラーメン構造であり、破壊した柱脚部のベースプレートとアンカーボルトは腐食していた（写真-8.4.1.26）。



写真-8.4.1.22 木造倉庫の倒壊



写真-8.4.1.23 木造倉庫のアンカーボルトと柱脚のかすがい



写真-8.4.1.24 木造倉庫に用いられていた筋かい



写真-8.4.1.25 鉄骨造倉庫の倒壊



写真-8.4.1.26 鉄骨造倉庫の柱脚部

(7) 木造住宅の外壁と小屋組の飛散（鋸南町竜島）

- ・ 写真-8.4.1.27 に示す木造住宅の築年数は不明であるが、外観上、比較的築年数の経ったものと思われる。外壁と小屋組が広い範囲で飛散していた。
- ・ 隣接する住宅のなかには、被害が極めて軽微なものも確認された（写真-8.4.1.28）。



写真-8.4.1.27 木造住宅の被害状況



写真-8.4.1.28 隣接する住宅の被害状況

8.4.2 南房総市

以下では、南房総市での低層の店舗、木造住宅その他の建築物等の被害状況をまとめる。

(1) 店舗 E の建具や天井仕上げ材等の被害（南房総市富浦町）

- ・ 店舗 E は鉄骨造平屋建てであり、屋外に面する建具が屋外方向に変形してガラスが破損したほか（写真-8.4.2.1～8.4.2.2）、腰壁が屋外に転倒していた（写真-8.4.2.3）。
- ・ 屋内の天井仕上げ材の一部が損傷していた（写真-8.4.2.4）。



写真-8.4.2.1 屋外に面する建具の損壊(1)



写真-8.4.2.2 屋外に面する建具の損壊(2)



写真-8.4.2.3 屋外に面する建具の損壊と
腰壁の転倒



写真-8.4.2.4 屋内の天井仕上げ材の被害

(2) 店舗 F の小屋組の飛散と天井の落下等（南房総市富浦町）

- ・ 木造平屋建ての店舗 F は、上記の店舗 E と同じ商業エリア内に位置している。小屋組が広範囲に飛散し、屋内でも天井が落下する等の著しい被害状況である（写真-8.4.2.5～8.4.2.6）。小屋組は店舗 F の北東側に落下していた（写真-8.4.2.7）。屋根材は鋼板製折板であり、短ほぞ部（ほぞ断面 30mm×30mm×長さ 45mm）を有する小屋束（かすがい打ち、写真-8.4.2.7 中の○印）が引き抜けていた。
- ・ 店舗 F に隣接する電柱が北東方向に折損していた（写真-8.4.2.8）。



写真-8.4.2.5 小屋組が飛散した
店舗 F の外観



写真-8.4.2.6 店舗 F の屋内の状況



写真-8.4.2.7 飛散した小屋組



写真-8.4.2.8 電柱の折損

(3) 店舗 G の小屋組の損壊等（南房総市富浦町多田良）

- ・ 木造 2 階建ての店舗 G では、大きな範囲の小屋組が損壊していた（写真-8.4.2.9～8.4.2.10）。
- ・ 店舗 G の付近では、木造住宅の棟瓦の脱落（写真-8.4.2.11）、老朽化した倉庫の倒壊（写真-8.4.2.12）、電柱の折損（写真-8.4.2.13）、自動販売機の転倒（写真-8.4.2.14）を確認した。



写真-8.4.2.9 店舗 G の小屋組の損壊(1)



写真-8.4.2.10 店舗 G の小屋組の損壊(2)



写真-8.4.2.11 木造住宅の棟瓦の脱落



写真-8.4.2.12 老朽化した倉庫の倒壊



写真-8.4.2.13 電柱の折損



写真-8.4.2.14 自動販売機の転倒

(4) 公園施設 A 及び宿泊施設 A の外壁、屋根、軒天井等の被害（南房総市白浜町根本）

- ・ 写真-8.4.2.15～8.4.2.16 に示す公園施設 A では、海側に面した南面の外壁、窓ガラス及びサッシが破損し、軒天井にも被害が生じていた。また、隅角部に位置する装飾用のパネルが枠ごと飛散していた。
- ・ 公園施設 A の近くにある宿泊施設 A では、天井パネル及び軒天井が破損していた(写真-8.4.2.17～8.4.2.18)。周囲にある樹木の転倒等は確認されていない。



写真-8.4.2.15 公園施設 A の外壁・軒天井の被害状況



写真-8.4.2.16 公園施設 A のサッシ・窓ガラスの被害状況



写真-8.4.2.17 宿泊施設 A の屋根・
軒天井の被害状況



写真-8.4.2.18 宿泊施設 A の屋根・
窓ガラスの被害状況

(5) 宿泊施設 B の屋根と軒天井の被害等（南房総市白浜町白浜）

- ・ 宿泊施設 B は海岸に面しており、写真-8.4.2.19 に示すように低層の木造部分については、窓ガラスが破損し屋根が飛散していた。また、ベランダの手すりが倒れていた。サッシが取り外されている部分もあったため、サッシごと破損した部分があったとみられる。また、屋外には客室内部にあったものとみられるソファや備品が散乱していた。
- ・ 3 階建ての RC 造部分(写真-8.4.2.20)では、軒天井が脱落していたが、海岸に面した南面の窓ガラスは破損していなかった。



写真-8.4.2.19 木造部分の屋根とベランダ
の被害状況



写真-8.4.2.20 外壁と軒天井の被害状況

(6) 宿泊施設 C の窓ガラスと軒天井の破損（南房総市白浜町白浜）

- ・ 宿泊施設 C の海に面した窓ガラスが破損していた(写真-8.4.2.21)。しかし、Google ストリートビューによると被災前から窓ガラスへのひびが入っていたと思われる(写真-8.4.2.22)。また、被災前から軒天井が破損していることも確認できる。
- ・ 写真-8.4.2.23 によると、エントランスの軒天井が風によって広範囲にわたって破損・脱落していることが確認できる。
- ・ 最上階の軒天井は隅角部に近い位置で破損していた。この破損状況は、他の階や場所

ではあまり見られなかった(写真-8.4.2.24)。



写真-8.4.2.21 屋根・軒天井の被害
(被災後)



写真-8.4.2.22 被災前の軒天井・
窓ガラスの状況

(Google ストリートビュー(2019年5月撮影)より)



写真-8.4.2.23 エントランスの軒天井の被害



写真-8.4.2.24 最上階の軒天井の被害

(7) 宿泊施設Dの屋根瓦の飛散等(南房総市千倉町白間津)

- ・ 宿泊施設Dの南西側に位置する屋根瓦(写真-8.4.2.25)が飛散していた。また、北東側でも瓦の位置ずれや浮きが確認できる(写真-8.4.2.26)。外壁や窓ガラスに目立った被害はなかった。



写真-8.4.2.25 屋根瓦の被害(風上側)



写真-8.4.2.26 屋根瓦の被害(風下側)

(8) 農協施設 A の屋根の飛散（南房総市千倉町千田）

- ・ 写真-8.4.2.27 に示す農協施設 A は鉄骨造平屋建てであり、屋根が飛散していた(写真-8.4.2.28)。南西に位置する開口部付近や建物周囲の外壁等の被害は見られなかった。



写真-8.4.2.27 南西側の開口部



写真-8.4.2.28 屋根・窓ガラスの被害

(9) 塔屋の外壁材の破損（南房総市千倉町忽戸）

- ・ 塔屋の外壁材が風によって破損していた(写真-8.4.2.29)。



写真-8.4.2.29 塔屋の被害

(10) 住宅の外壁材の剥離（南房総市白浜町滝口）

- ・ 類似した形状の2棟の住宅で外壁の被害が見られた(写真-8.4.2.30～8.4.2.31)。これらの住宅は30mほど離れていたが、いずれも海から(南から)の風を受け、局所的に強い負圧が発生する隅角部での外壁材が剥離していた。



写真-8.4.2.30 住宅の隅角部での
被害状況(1)



写真-8.4.2.31 住宅の隅角部での
被害状況(2)

(11) 住宅の小屋組の飛散等（南房総市白浜町白浜）

- 住宅の屋根が小屋組ごと飛散し(写真-8.4.2.32)、屋根瓦の飛散も見られた(写真-8.4.2.33)。この住宅は周囲が開けた傾斜地に位置し、近くに他の建築物や工作物がなかったため、他の建築物等への被害はなかった。



写真-8.4.2.32 屋根と外壁の被害



写真-8.4.2.33 屋根の被害状況

(12) 倉庫と思われる建築物の倒壊等（南房総市白浜町白浜）

- 倉庫と思われる建築物が倒壊していた(写真-8.4.2.34)。写真-8.4.2.35は被災前の状況である。
- 倒壊した倉庫の隣の住宅(写真-8.4.2.36)は屋根瓦の飛散、シャッターの破損等の被害を受けていた。



写真-8.4.2.34 倒壊した倉庫(被災後)



写真-8.4.2.35 被災前の状況
(Google ストリートビュー(2019年5月)より)



写真-8.4.2.36 倒壊した倉庫の隣の住宅

(13) 木造住宅の屋根の飛散等（南房総市白浜）

- ・ 木造住宅で屋根の飛散や上部構造の倒壊が見られた(写真-8.4.2.37～8.4.2.38)。これらの住宅は空き家と見られる。
- ・ 写真-8.4.2.39の住宅は小屋組の飛散だけでなく、外壁材の脱落等の被害が見られた。
- ・ 軽量鉄骨造の車庫に、屋根の飛散と柱の倒壊が発生していた(写真-8.4.2.40)。



写真-8.4.2.37 木造住宅の屋根と外壁の被害



写真-8.4.2.38 木造住宅の上部構造の倒壊



写真-8.4.2.39 木造住宅の屋根の飛散と外壁の被害



写真-8.4.2.40 軽量鉄骨造車庫の屋根の飛散と柱の倒壊

(14) 看板の転倒（南房総市白浜町白浜）

- ・ 住宅地での看板が倒れていた。写真-8.4.2.41 では柱脚部がさびており、折れるように倒れていた。
- ・ 写真-8.4.2.42 の看板は、写真を見る限り柱脚部は健全であるが、根元から倒れていたようである。



写真-8.4.2.41 看板の転倒(1)

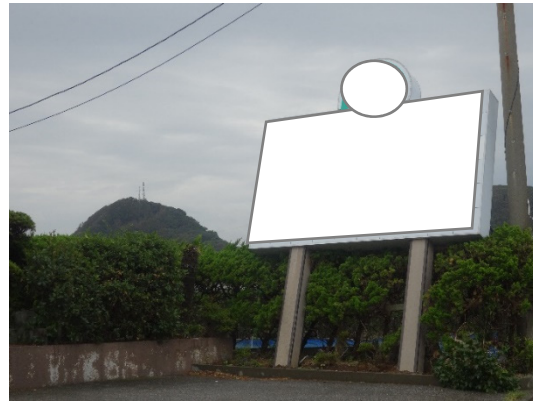


写真-8.4.2.42 看板の転倒(2)

8.4.3 館山市

以下では、館山市での低層の店舗、木造住宅その他の建築物等の被害状況をまとめる。

(1) 店舗 H の軒天井の脱落（館山市高井）

- ・ 店舗 H は鉄骨造であり、エントランス直上にある軒天井の仕上げ材が、広い範囲で脱落していた（写真-8.4.3.1～8.4.3.2）。



写真-8.4.3.1 店舗Hの軒天井の被害



写真-8.4.3.2 軒天井の鋼製下地材の状況

(2) 店舗Iの外壁と開口部の脱落等（館山市八幡）

- ・ 写真-8.4.3.3 に示す店舗Iは海岸に面した鉄骨造3階建てであり、築約30年とのことである。
- ・ 2～3階部分の外壁と開口部に被害が発生し、開口部の建具が路上に脱落していた（写真-8.4.3.3～8.4.3.5）。外壁と開口部に被害が生じた結果、2～3階の店舗内に強風と雨水が吹き込み、書類等が散乱している状況であった（写真-8.4.3.6）。
- ・ 腐食が著しく、板厚が減少している鋼製部材を確認した（写真-8.4.3.7）。
- ・ 店舗Iに隣接する住宅では、屋根瓦の被害を確認した（写真-8.4.3.8）。



写真-8.4.3.3 店舗Iの外観



写真-8.4.3.4 建具の脱落



写真-8.4.3.5 外壁の脱落



写真-8.4.3.6 店舗内の状況



写真-8.4.3.7 腐食によって板厚が減少した鋼製部材



写真-8.4.3.8 隣接する住宅での瓦の被害

(3) 店舗Jの建具の脱落と軒天井の損傷（館山市八幡）

- ・ 鉄骨造平屋建ての店舗 J では、屋外に面する建具の脱落被害が発生し、被害調査時には応急復旧の施工準備中であった（写真-8.4.3.9）。建具製品は約2か月入荷待ちの状況とのことである。
- ・ 建具は鋼製支持部材（縦枠材）と約400mm間隔で接合されていた（写真-8.4.3.10）。接合部の損傷状況としては、金具からの外れ（写真-8.4.3.11）、鉄筋－金具間の溶接部破損（写真-8.4.3.12）、鉄筋－鋼製支持部材間の溶接部破損（写真-8.4.3.13）を確認した。
- ・ 軒天井の隅角部に仕上げ材の損傷を確認した（写真-8.4.3.14）。



写真-8.4.3.9 脱落した建具の応急復旧に向けた準備状況



写真-8.4.3.10 建具が接合されていた鋼製支持部材



写真-8.4.3.11 建具と鋼製支持部材との接合部(1)



写真-8.4.3.12 建具と鋼製支持部材との接合部(2)



写真-8.4.3.13 建具と鋼製支持部材との接合部(3)



写真-8.4.3.14 軒天井の損傷

(4) 鉄骨造による漁港施設 A の屋根ふき材と外壁材の飛散 (館山市相浜)

- ・ 海に面した漁港施設 A の屋根ふき材や外壁材が飛散していた (写真-8.4.3.15) が、近

隣住民によれば、既に何年か使っておらず、Google ストリートビューによれば外壁材の一部は台風前に脱落していた（写真-8.4.3.16）。なお、調査時には同じ敷地内にある建屋の金属折板屋根が無かった（写真-8.4.3.17）が、Google ストリートビューによれば、台風前から無かったようである（写真-8.4.3.18）。



写真-8.4.3.15 漁港施設 A の外観



写真-8.4.3.16 漁港施設 A の被災前の状況*



写真-8.4.3.17 漁港施設 A と同じ敷地内にある建屋



写真-8.4.3.18 建屋の被災前の状況*

* : Google ストリートビュー（2019年5月撮影）による

(5) ガソリンスタンドのキャノピーの落下（館山市北条）

- ・ 片持ち梁構造のキャノピーを支持する 3 本の柱が折損し、キャノピー全体が落下していた（写真-8.4.3.19～8.4.3.21）。
- ・ キャノピー上面はさびが進行している状況である（写真-8.4.3.22）。



写真-8.4.3.19 キヤノピーの落下



写真-8.4.3.20 キヤノピーを支持する
柱の折損(1)



写真-8.4.3.21 キヤノピーを支持する
柱の折損(2)



写真-8.4.3.22 キヤノピー上面の状況

(6) 海岸沿いに建つ木造住宅の小屋組の損壊とブロック塀の倒壊（館山市那古）

- ・ 海岸沿いに建つ木造2階建て住宅では、小屋組の大部分が損壊していた(写真-8.4.3.23～8.4.3.24)。小屋束が複数本残存しており、小屋束上部のほぞから横架材が抜けた状況が確認できる。一方、写真-8.4.3.23の被災した住宅の右の比較的新しいと思われる住宅では、屋根の被害は極めて軽微である。
- ・ ブロック塀が倒壊しており、ブロック塀断面の鉄筋の腐食が顕著であった(写真-8.4.3.25～8.4.3.26)。



写真-8.4.3.23 木造住宅の小屋組の損壊(1)

写真-8.4.3.24 木造住宅の小屋組の損壊(2)



写真-8.4.3.25 ブロック塀の倒壊

写真-8.4.3.26 鉄筋の状況

(7) 有筋ブロック塀の破壊（館山市相浜）

- ・ 3段積みブロック塀（写真-8.4.3.27）が、アルミ製格子フェンスに風圧力を受けて一部倒壊していた。ブロック塀の破壊部分には鉄筋が確認された（写真-8.4.3.28）。



写真-8.4.3.27 3段積みブロック塀
全体の様子

写真-8.4.3.28 ブロック塀の破壊部分
から見える鉄筋

(8) 木造住宅の瓦の脱落（館山市相浜、大神宮付近）

- ・ 調査地での木造建築物の多くは屋根ふき材に粘土瓦を採用していた。寄棟屋根の一面がほぼ全面的に脱落したものの（写真-8.4.3.29）、棟瓦のみが脱落したものの（写真-8.4.3.30）、寄棟における隅棟部の瓦が脱落したものの（写真-8.4.3.31）、部分的に平瓦が破損したものの（写真-8.4.3.32）等の様々な被害の様相を呈していた。
- ・ 一方で、ほぼ無被害に見受けられる瓦屋根も少数ではあるが複数見られた（写真-8.4.3.33～8.4.3.34）。しかし、これらはいずれも外壁や開口部の材料・部材の古さに比して瓦屋根が新しく見えるもので、最近の台風被害や老朽化に伴って改修済みであったものと考えられる。また、比較的最近修復された瓦屋根も棟瓦が崩落（写真-8.4.3.35）していたが、隅棟部の瓦が緊結されている場合は、その瓦は脱落していなかったものが多かった（写真-8.4.3.36）。



写真-8.4.3.29 寄棟の一面の瓦が全面的に落下した例



写真-8.4.3.30 棟瓦のみが落下した例



写真-8.4.3.31 寄棟における隅棟部の瓦の落下



写真-8.4.3.32 平瓦の部分的なずれ又は破損



写真-8.4.3.33 無被害に見える瓦屋根(1)



写真-8.4.3.34 無被害に見える瓦屋根(2)



写真-8.4.3.35 最近改修したとみられる
瓦屋根の棟瓦の脱落



写真-8.4.3.36 緊結され、無被害であった
隅棟部の瓦

(9) 木造の宿泊施設 E のモルタル外壁の剥落等 (館山市相浜付近)

- ・ 宿泊施設 E の敷地内にある車庫の外壁材が脱落していた (写真-8.4.3.37 の左)。車庫が南 (写真-8.4.3.37 の左側) からの風圧力を受け、耐力壁がせん断変形して筋かいが座屈したとみられる。さらに、掃き出し開口右上部分の外壁材の脱落 (写真-8.4.3.37 の右上) は、門形のフレームが右側にせん断変形したときに外壁材が座屈破壊したのではないかと考えられる。
- ・ 木造の宿泊施設 E にモルタル外壁の剥落 (写真-8.4.3.38) が生じており、ラスと下地板の間の接合具 (多くはステーブル) の劣化による可能性もある。



写真-8.4.3.37 外壁材が脱落した車庫



写真-8.4.3.38 モルタル外壁が剥落した
宿泊施設 E

(10) 鉄骨造の宿泊施設 F の外壁の脱落（館山市大神宮）

- ・ 写真-8.4.3.39 に示す鉄骨造の宿泊施設 F は傾斜地の中腹に立地しており、まともに受風したであろうと想像される鉄骨造の外壁が大きく脱落していた（写真-8.4.3.40）。宿泊施設であるが、被災時に営業していたかどうかは不明である。



写真-8.4.3.39 傾斜地の中腹に建つ
宿泊施設 F



写真-8.4.3.40 宿泊施設 F の外壁の
脱落状況

(11) 海岸沿いに建つ木造住宅の屋根の飛散（館山市布良）

- ・ 写真-8.4.3.41 に示す海岸沿いの木造住宅は総 2 階建てであり、屋根の大部分が飛散し、一部の小屋組も損傷していた（写真-8.4.3.42）。この住宅については、最近空き家になっていたとの情報が寄せられた。



写真-8.4.3.41 屋根が飛散した
海沿いの木造住宅



写真-8.4.3.42 小屋組の損傷状況

(12) 木造住宅の2階部分の崩壊（館山市布良）

- ・ 2階部分のうち、屋根が北西へ吹き飛び（写真-8.4.3.43の中央左側の平屋建て住宅の裏から、平屋建て住宅の前面へ屋根部分が吹き飛んでいる）、壁が南西へ脱落（写真-8.4.3.44）した2階建て木造住宅が確認された。



写真-8.4.3.43 北西へ吹き飛んだ
木造住宅の屋根



写真-8.4.3.44 南西へ壁が脱落した
2階建て木造住宅

(13) 海岸沿いに建つ木造住宅の野地板の飛散（館山市布良）

- ・ 写真-8.4.3.45に示す平屋建ての木造住宅では、屋根の野地板が飛散した。南側のトイレの窓ガラスが割れ、その後屋根が飛散したとのことである。トイレの天井が抜けており、野地板裏面に風圧（内圧）が作用し、屋根面の外圧との合力で屋根が飛散したと考えられる。
- ・ 同じ敷地内のコンクリートブロック塀に損傷は確認されなかった。



写真-8.4.3.45 野地板が飛散した木造住宅

(14) ほぼ無被害の文化財建築物（館山市布良）

- ・ 写真-8.4.3.46 に示すように館山市指定有形文化財に指定された築 130 年の小谷家住宅は、外観上無被害と見られた（写真-8.4.3.47）。



写真-8.4.3.46 文化財に指定された木造住宅の概要



写真-8.4.3.47 ほぼ無被害の文化財建築物

(15) 寺社建築の倒壊（館山市布良）

- ・ 寺社建築における倉庫の倒壊（写真-8.4.3.48）及び社殿の残留変形（写真-8.4.3.49、目視で 1/30rad 程度）が確認されたが、いずれも北向きに生じていた。



写真-8.4.3.48 倉庫の倒壊



写真-8.4.3.49 社殿の残留変形

(16) 宿泊施設 G の窓ガラスの破損と屋根の崩落（館山市布良）

- 写真-8.4.3.50 に示す宿泊施設 G は、海岸段丘の上に建つ大規模な低層木造建築物である。大断面円柱状の製材を柱とし、中央にガラスカーテンウォールによる吹き抜け共有スペース（写真-8.4.3.51）が設けられていたが、吹き抜け部分の窓ガラスが破損し、屋根も崩落していた（写真-8.4.3.52）。連続して建つ平屋の宿泊室部分の屋根も飛散していた（写真-8.4.3.53）が、共有スペースを挟んで線対称の位置にも宿泊室部分があるが、その屋根は破壊されていなかった（写真-8.4.3.50 の左端）。当該物件の敷地は共有スペースに向かって左奥から右手前に向かって下り傾斜となっており、右側の宿泊室部分は盛り土した敷地の上に建つため、左側のそれに比べてまともに受風したと考えられる。



写真-8.4.3.50 窓ガラスの破損



写真-8.4.3.51 宿泊施設 G の内部の状況



写真-8.4.3.52 脱落した屋根



写真-8.4.3.53 連続する宿泊室部分の屋根の飛散

(17) 茅葺き屋根の古民家等の被害（館山市布良）

- ・ 茅葺き屋根の古民家風木造住宅（写真-8.4.3.54）は、前述の宿泊施設 G の東側約 50m に位置している。開口部の建具が吹き飛び、外壁の仕上げ材や塗り土の一部がはがれる（写真-8.4.3.55）等の被害が生じていたが、屋根の茅葺きは多少の損傷があるものの吹き飛ばす等の被害は確認できなかった。
- ・ 一方、古民家の東側に隣接する木造平屋建ての宿泊施設 H（写真-8.4.3.56）は、屋根の飛散等の甚大な被害を受けていた（写真-8.4.3.57）。



写真-8.4.3.54 茅葺き屋根の古民家の外観



写真-8.4.3.55 写真-8.4.3.54 の住宅の外壁の被害



写真-8.4.3.56 写真-8.4.3.54 の住宅の東に隣接する木造の宿泊施設 H



写真-8.4.3.57 宿泊施設 H の屋根の飛散

(18) 建築途中のログハウスの屋根の破壊・飛散（館山市布良）

- ・ 写真-8.4.3.58 に示す建築途中のログハウス 12 棟は、前述の宿泊施設 G の西側約 70～80m に位置しており、約 2.5m 程度オーバーハングした屋根が飛散した。完成が近いと思われるログハウスのうち、被害が生じたものと軽微なもの（写真-8.4.3.59）があった。屋根のオーバーハング部分を支持する柱の留め付けは、引き寄せ金物とビス（写真-8.4.3.60）であった。



写真-8.4.3.58 建築途中の 12 棟のログハウスの被害状況



写真-8.4.3.59 被害が軽微であった
ログハウス



写真-8.4.3.60 オーバーハングの屋根を
支える柱の脚部

(19) 腐朽・蟻害による木造住宅の被害の拡大（館山市伊戸）

- ・ 写真-8.4.3.61 に示す 2 棟の木造住宅は構造的にはほぼ同一の仕様と思われ、ほぼ同程度の風圧力を受けたものと考えられる。
- ・ 海岸から見て右側の住宅（黄色の外壁）には一部の構造躯体に腐朽（写真-8.4.3.62）が確認され、屋根と外壁の一部が飛散した（写真-8.4.3.63）。
- ・ 一方、左側の住宅（橙色の外壁）は屋根が飛散した上、外壁の一部が飛散していた（写真-8.4.3.64）。左側の住宅は右側の住宅より著しい腐朽と蟻害（写真-8.4.3.65）が発生しており、これが被害を拡大させた可能性がある。なお、蟻害を受けた部材（写真-8.4.3.66）を確認すると腐朽した部分ではない箇所に蟻害が生じていたため、イエシロ

アリによる食害を受けたものと考えられる。



写真-8.4.3.61 海岸沿いに建つ2棟の木造住宅



写真-8.4.3.62 写真-8.4.3.61 右側の躯体の生物劣化



写真-8.4.3.63 写真-8.4.3.61 右側の住宅の被害状況



写真-8.4.3.64 写真-8.4.3.61 左側の住宅の外壁の崩落



写真-8.4.3.65 躯体に生じた著しい腐朽・蟻害



写真-8.4.3.66 写真-8.4.3.61 左側の住宅の蟻害を受けた部材

(20) 海岸沿いに建つ混構造 3 階建て住宅の屋根の飛散等（館山市伊戸）

- ・ 海岸沿いに建ち、1 階を RC 造、2～3 階を木造とした混構造の住宅は、屋根が飛散し（写真-8.4.3.67）、海側の窓ガラスは割れ、一部の外壁材が外れ、アルミ製の後付けバルコニーが脱落していた（写真-8.4.3.68）。



写真-8.4.3.67 屋根が飛散した海岸沿いの混構造 3 階建て住宅



写真-8.4.3.68 海側の窓ガラスの破損と脱落したアルミ製バルコニーの設置部分

(21) 海岸沿いに建つ鉄骨造建築物の窓ガラスの破損と天井の脱落（館山市西川名）

- ・ 海岸沿いに建つ鉄骨造の建築物は、道路側から見ると一見無被害のように見えた（写真-8.4.3.69）が、窓越しに内部を見ると天井が脱落（写真-8.4.3.70）しており、海岸側から見ると窓ガラスが破損し（写真-8.4.3.71）、内部に風が吹き込んだことが分かる。また、塔屋の外壁材が一部脱落している（写真-8.4.3.71）。



写真-8.4.3.69 無被害のように見える鉄骨造建築物



写真-8.4.3.70 窓越しに見える天井仕上げ材の脱落



写真-8.4.3.71 海岸側の窓ガラスの破損

(22) 海岸沿いに建つ比較的新しい木造による季節住宅の屋根の飛散等（館山市西川名）

- ・ 海岸沿いに数棟の比較的新しい木造による季節住宅（1棟の常時居住住宅を含む）が建っており、このうち屋根が飛散しているもの（写真-8.4.3.72）や屋根ふき材が脱落しているもの（写真-8.4.3.73）があった。写真-8.4.3.72の屋根の飛散は切妻の片側のみであるが、この東に隣接する写真-8.4.3.73の住宅は切妻の両面の屋根ふき材が脱落していた。写真-8.4.3.72の住宅は2階の開口部の窓ガラスが破損しており、写真-8.4.3.45の事例と同様に、屋根の裏面に風圧（内圧）が作用したと考えられる。
- ・ 一方、写真-8.4.3.72の西に隣接する住宅（写真-8.4.3.74）は、1階の掃き出し窓が割れたものの屋根は飛ばされなかった。1階の掃き出し開口は雨戸を閉めていたが、風圧力により雨戸が変形し窓ガラスが破損した（写真-8.4.3.75）とのことである。



写真-8.4.3.72 屋根の飛散



写真-8.4.3.73 屋根ふき材の脱落



写真-8.4.3.74 写真-8.4.3.72 の住宅の
西に隣接する住宅



写真-8.4.3.75 写真-8.4.3.74 の1階の
掃き出し開口

8.5 台風第15号による建築物等の被害（東京都島嶼部）

台風第15号による最大瞬間風速^{1),4)}(表-8.2.2)のうち、最大の58.1m/sが観測された神津島、及び3番目に大きな観測値52.0m/sが得られた新島における建築物等の被害状況を把握するため、9月22日(日)～23日(月)に調査を行った。図-8.5.1に被害調査エリアを示す。

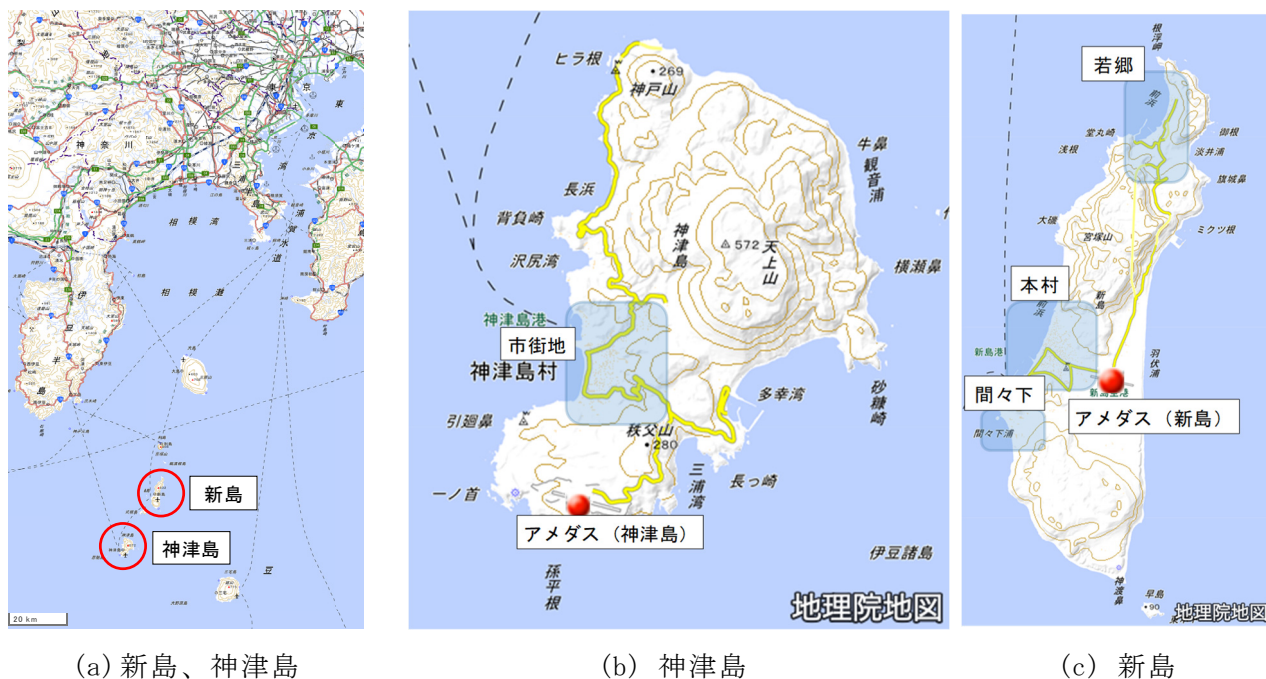


図-8.5.1 被害調査エリア

(地理院地図(電子国土Web)に地点名を表す丸印等を追記して掲載)

8.5.1 神津島村

以下では、神津島村での住宅その他の建築物等の被害状況をまとめる。図-8.5.2～8.5.7に調査した建築物を丸印で示す。神津島での住宅のほとんどはこの地域に集中しており、その他には、南部に空港、東部に漁港がある。被災しておよそ2週間が経過した9月22日(日)に調査を実施した。村役場にて主な被害の状況や風速計の状況を確認したのち、島の南部、中部、北部の順番で調査を実施した。

(1) 神津島村役場へのヒアリング

- ・ 外観上、村役場庁舎はほとんど無被害であった(写真-8.5.1.1)が、東側にあたる裏手に軽微な被害(写真-8.5.1.2)があった。
- ・ 最大瞬間風速58.1 m/sが観測されたのは神津島空港の風速計(写真-8.5.1.3)であり、村役場の庁舎屋上にある風速計(写真-8.5.1.2)が観測した最大瞬間風速は53 m/sであるとのことであった。神津島村の市街地は北、東、南の三方を山に囲まれており(図-8.5.2)、南側の丘陵上部に位置する空港より市街地に実際に作用した風速は小さいと考えられた。



写真-8.5.1.1 神津島村役場の外観(1)

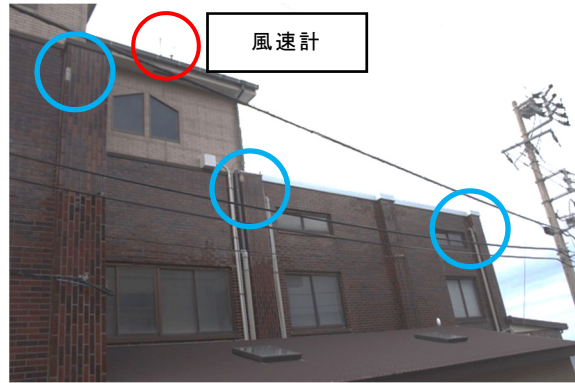


写真-8.5.1.2 神津島村役場の外観(2)

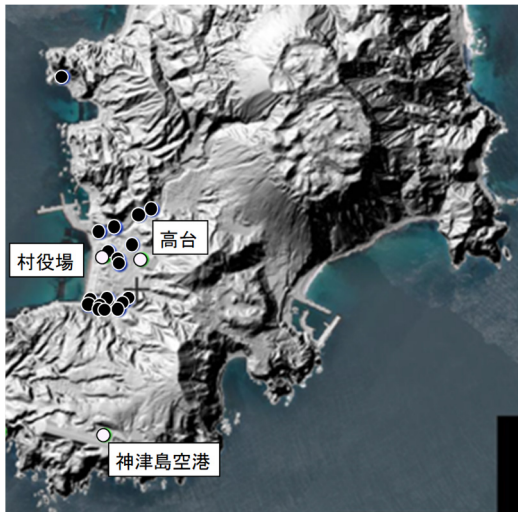


図-8.5.2 神津島南部の起伏陰影図
(地理院地図(電子国土 Web)に地点名と丸印を
追記して掲載)



写真-8.5.1.3 神津島空港の風速計

「こうわん・くこう」だより神津島¹⁴⁾より引用

(2) 被害の概要

- 図-8.5.3 に示す高台から西の方角をみた市街地の様子を写真-8.5.1.4～8.5.1.6 に示す。ブルーシートで覆われた屋根や緑色の防水シートで覆われた屋根が点在していることがわかる。高台のフェンスやベンチも写真-8.5.1.7～8.5.1.8 のように破損していた。



図-8.5.3 調査範囲（右の丸印が高台）
 (地理院地図(電子国土Web)に地点名と丸印を追記して掲載)



写真-8.5.1.4 高台から見た市街地の様子
 (南部)



写真-8.5.1.5 高台から見た市街地の様子
 (中部)



写真-8.5.1.6 高台から見た市街地の様子
 (北部)



写真-8.5.1.7 フェンスの被害



写真-8.5.1.8 ベンチの被害

(3) 元造船所の外壁、屋根等の被害（市街地南部）

- ・ 市街地南部の地域で、写真-8.5.1.9～8.5.1.38 に示す被害が確認された箇所を図-

8.5.4 に丸印で示す。村内に3件ある造船所であった建築物では、外壁や屋根の破損が見られた。

- ・ 北側に間口を有する鉄骨造の元造船所 A では、窓ガラスの破損、外壁材の破損等が見られた（写真-8.5.1.9）。
- ・ 西側に間口を有する木造の元造船所 B では、扉、屋根、外壁の破損が見られた（写真-8.5.1.10～8.5.1.12）。FRP を複合した横架材も見られ（写真-8.5.1.13）、横架材に釘でとめつけられた垂木や合板が破損していた（写真-8.5.1.14）。
- ・ 北東側に間口を有する鉄骨造の元造船所 C で現在倉庫として使用されている建築物では、屋根材として FRP 複合面材が使用されていた。また、破損した屋根材（写真-8.5.1.15）が飛散していることが確認された（写真-8.5.1.16）。



図-8.5.4 調査範囲（丸印が被害が調査箇所）（地理院地図(電子国土 Web)に丸印を追記して掲載）



写真-8.5.1.9 鉄骨造の元造船所 A の被害（内部）



写真-8.5.1.10 木造の元造船所 B の被害



写真-8.5.1.11 元造船所の被害（手前が元造船所 A、奥が元造船所 B）



写真-8.5.1.12 木造の元造船所 B の被害
(内部)



写真-8.5.1.13 木造の元造船所 B の FRP
で覆われた横架材と垂木



写真-8.5.1.14 屋根材を留め付けていた釘



写真-8.5.1.15 鉄骨造の元造船所 C の被害



写真-8.5.1.16 飛散した元造船所倉庫
の FRP 外装材

(4) 住宅の屋根や壁の破損等 (市街地南部)

- ・ 街灯 (写真-8.5.1.17) や自動車 (写真-8.5.1.18) 等には、飛来物の衝突によるものと思われる被害が生じていた。
- ・ 住宅の屋根 (写真-8.5.1.19) や壁 (写真-8.5.1.20) の破損が見られ、ビニルシート等による応急的な処置が施されているものも多く見られたが、なかにはルーフィングによる補修 (写真-8.5.1.21) も見られた。
- ・ 例えば、写真-8.5.1.19 の住宅のように、開口部に厚さ 30 mm、幅 150 mm 程度の木材

を横向きに開口枠の両端に設置された溝付き受け材（写真-8.5.1.22）に嵌め込んだ上でビス留めして横張りし、台風に備えるという習慣がある。この対策を施している、又は台風襲来時に施していたであろう家屋は概して窓ガラスが割れていなかった。



写真-8.5.1.17 飛来物の衝突により破損したと思われる街灯



写真-8.5.1.18 飛来物が衝突したと思われる自動車



写真-8.5.1.19 住宅の屋根の被害（開口部には防御板が嵌められている）



写真-8.5.1.20 壁の波板材と木ずり板による補修と屋根けらば部の防水シートによる補修



写真-8.5.1.21 屋根のルーフィング材
による補修



写真-8.5.1.22 開口部の防御板の受け材

(5) 店舗、宿泊施設、ゴミ捨て場の被害（市街地南部）

- 屋根材が飛散した店舗 A（写真-8.5.1.23）では、屋根に応急的な処置が施されブルーシートで覆われていた（写真-8.5.1.24）。
- 店舗入り口付近（写真-8.5.1.25）からの目視した限りでは、内部の天井材には大きな被害は見られなかった（写真-8.5.1.26）。
- 店舗 A の道を隔てて反対側にあったゴミ捨て場は SNS 等の情報から倒壊したものと判断され、残骸もほぼ片付けられていた（写真-8.5.1.27）が、基礎の上に残った土台に腐朽と蟻害（写真-8.5.1.28）が観察された。
- 店舗 A の北東に隣接する鉄骨造 4 階建ての宿泊施設 A（写真-8.5.1.29）では、建物の隅部で軒天井部材の破損（写真-8.5.1.30）が見られた。



写真-8.5.1.23 ブルーシートで覆われた
店舗 A の屋根(1)



写真-8.5.1.24 ブルーシートで覆われた
店舗 A の屋根(2)



写真-8.5.1.25 正面から見た店舗 A の様子



写真-8.5.1.26 屋根被害を受けた
店舗 A の内部



写真-8.5.1.27 倒壊して撤去された
ゴミ捨て場の跡



写真-8.5.1.28 ゴミ捨て場の土台の
腐朽・蟻害



写真-8.5.1.29 軒下に被害を受けた
宿泊施設 A



写真-8.5.1.30 宿泊施設 A の軒天井部材
の破損

(6) 住宅の屋根と壁の破損（市街地南部）

- ・ 宿泊施設 A の周辺の傾斜地では、壁が破損した住宅（写真-8.5.1.31）や、屋根が破損した住宅（写真-8.5.1.32）が数多く見られた。
- ・ しかし、調査時点で約 2 週間経過していたため、ブルーシートによる応急措置（写真-8.5.1.33）がなされているものが多く、破損した部材やその程度が特定できないものも多かった。なかには、屋根ふき材（小屋組も含む可能性あり）の修繕が終わっている住宅（写真-8.5.1.34）もあった。



写真-8.5.1.31 壁に被害を受けた住宅



写真-8.5.1.32 屋根に被害を受けた住宅



写真-8.5.1.33 補修された宿泊施設 A
の倉庫



写真-8.5.1.34 補修された住宅の屋根

(7) 倉庫の倒壊（市街地南部）

- ・ 木造の倉庫 A が倒壊し、残骸が撤去されて残ったとみられる基礎（写真-8.5.1.35）が確認された。Google ストリートビューによれば、平屋建てで切妻の倉庫（写真-8.5.1.36）であったことが明確である。基礎に残ったアンカーボルトのナットの位置（写真-8.5.1.37）から 90mm 角の土台が使用されていたと推定される。アンカーボルト廻りに残った土台の欠片（写真-8.5.1.38）から蟻害が観察された。



写真-8.5.1.35 倒壊した倉庫 A の跡地



写真-8.5.1.36 被災前の倉庫 A
(google ストリートビュー (2014 年 11 月撮影) より)



写真-8.5.1.37 基礎に残った
アンカーボルト



写真-8.5.1.38 土台の蟻害

(8) 店舗、住宅等の底の飛散等（市街地中部）

- ・ 市街地中部の住宅等が密集している地域で、写真-8.5.1.39～8.5.1.43 に示す被害が確認されたのは図-8.5.5 に示す丸印の箇所である。
- ・ 同中部の店舗 B（写真-8.5.1.39）では、軒先のアルミフレームに樹脂板を張った底の一部が飛散していた。
- ・ 周囲が少し開けている（地表面粗度が低い）住宅では、屋根や軒天井の飛散（写真-8.5.1.40）、周辺の電柱や住宅の被害（写真-8.5.1.41）が見られた。
- ・ RC 造の病院の 2 階上部に増設された木造屋根部では、外壁のずれ、軒天井の脱落（写真-8.5.1.42）、住宅の底の飛散（写真-8.5.1.43）等が見られた。



図-8.5.5 調査範囲（丸印が調査箇所）

（地理院地図（電子国土 Web）に地点名と丸印を追記して掲載）



写真-8.5.1.39 店舗 B の底の被害



写真-8.5.1.40 住宅の屋根被害と
折れた電柱



写真-8.5.1.41 住宅の屋根の被害



写真-8.5.1.42 RC造の病院に増築された木造部分の外壁・軒の被害



写真-8.5.1.43 住宅の底の被害

(9) 木造住宅の屋根や外壁の被害（市街地北部）

- ・ 市街地北部の神津沢に沿って住宅が立ち並ぶ地域で、写真-8.5.1.44～8.5.1.54 に示す被害が確認されたのは、図-8.5.6 に示す丸印の箇所である。
- ・ 住宅や倉庫の屋根や外壁の被害（例えば、写真-8.5.1.44）が見られ、多くの住宅ですでに応急的な補修が進んでいた（写真-8.5.1.45）が、飛散した屋根材等がそのまま放置（写真-8.5.1.46）されているために被害があったことを物語っていた。

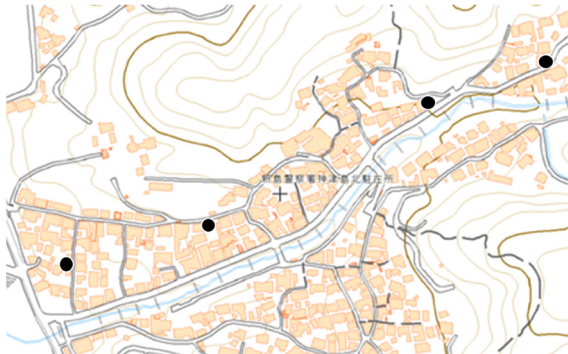


図-8.5.6 調査範囲（丸印が被害が調査箇所）（地理院地図(電子国土 Web)に丸印を追記して掲載）



写真-8.5.1.44 倉庫の屋根被害



写真-8.5.1.45 応急的な処置をした住宅の屋根



写真-8.5.1.46 飛散した屋根材

- ・ 写真-8.5.1.47 の住宅では、屋根の破損や軒下の通気口カバーの落下が見られ、破損した屋根については緑色の防水シートを用いた補修が施されていた。同住宅の住人の話によると、建物の東面に飛来物の衝突によって外壁が破損した(写真-8.5.1.48)他、屋根材の破損や軒下通気口カバーの脱落(写真-8.5.1.49)、雨漏りによる天井仕上げ材の落下(写真-8.5.1.50)等の被害等を受けたとのことであった。
- ・ 写真-8.5.1.51 の住宅では、アスファルトシングルによる屋根ふき材の剥離(写真-8.5.1.52)等が見られた。



写真-8.5.1.47 南面の通気口の脱落



写真-8.5.1.48 飛来物による東面の壁の破損



写真-8.5.1.49 落下した通気口



写真-8.5.1.50 雨漏りの被害



写真-8.5.1.51 屋根ふき材の被害



写真-8.5.1.52 屋根ふき材の被害

(10) 鉄骨造住宅の外壁材の飛散（市街地北部）

- ・ 海岸付近に建つ3階建の空き家の鉄骨造の住宅（写真-8.5.1.53）は、外壁材の飛散によって壁体内部が露出していた（写真-8.5.1.54）。壁体内部の鉄骨構造部材では、潮風による経年的な劣化と思われる腐食が見られ、木製の二次部材には腐朽が見られた。



写真-8.5.1.53 住宅の壁被害



写真-8.5.1.54 外壁材の脱落

(11) RC造温泉施設の屋根ふき材の脱落・飛散（島北部）

- ・ 市街地から離れた島の北部に位置する（図-8.5.7）RC造の温泉施設（写真-8.5.1.55）では、銅製屋根ふき材の飛散が確認された。調査当時はほぼ全ての銅製屋根ふき材（写真-8.5.1.56）が屋根から剥がれていたが、風圧力で吹き飛んだのは一部で、残りの部分は今後の飛散の危険性を考慮して人為的に剥がしたとのことであった。飛散した銅製の屋根ふき材は勾配パラペット頂部の笠木（写真-8.5.1.57）と勾配部分は受け材（写真-8.5.1.58）に銅釘で留め付けられていたが、銅釘が腐食しており、下地の木材も蟻害を受けていた。同施設中央部に突き出た三角屋根部分も当初は銅製屋根ふき材であったが、著しく劣化して雨漏りがひどかったために数年前にアスファルトシングルに葺き替えたとのことである（写真-8.5.1.59）。なお、この三角屋根部分の被害はほとんど無かった。
- ・ 脱落した屋根ふき材の多くはすでに片付けられていたが、被害は屋根の西面に集中していた。



図-8.5.7 調査範囲（丸印が被害が調査箇所）（地理院地図（電子国土Web）に丸印を追記して掲載）



写真-8.5.1.55 温泉施設の屋根被害



写真-8.5.1.56 脱落した屋根ふき材



写真-8.5.1.57 屋根ふき材の飛散によって露出した下地材



写真-8.5.1.58 受け材の蟻害



写真-8.5.1.59 既にアスファルトシングルへの葺き替えが終わった三角屋根部分

8.5.2 新島村

以下では、新島村での住宅その他の建築物等の被害状況をまとめる。図-8.5.8に新島の調査範囲を示す。主に本村、若郷、間々下の3つの地区について、被災しておよそ2週間が経過した9月23日(月)に調査を実施した。いずれの地区も村の西側が海に面している。本村は最も人口の多く、役場等があり空港にも近い。若郷は島の北部、間々下は島の南部に位置している。



(a) 本村地区



(b) 若郷地区



(c) 間々下地区

図-8.5.8 新島の調査範囲 (地理院地図(電子国土 Web)に地点名と丸印を追記して掲載)

(1) 新島村役場へのヒアリング

- ・ 外観上、村役場庁舎はほとんど無被害であった（写真-8.5.2.1）。
- ・ 最大瞬間風速 52m/s が観測されたのは新島空港の風速計（写真-8.5.2.2、図-8.5.9）であった。村役場の庁舎に隣接する新島村住民センターの屋上に設置されている風速計（写真-8.5.2.3）が観測した最大瞬間風速は、50.9 m/s であったが、9月8日（日）23時頃に計測が停止し、その後のデータは記録されていないとのことであった。ヒアリングによると、通常時から庁舎の風速計の数値は、新島空港の数値よりも5～10m/s程大きいことが多いとのことであった。



写真-8.5.2.1 新島村役場の外観



写真-8.5.2.2 新島空港の風速計（北側）



左から視程計、雨量計、シーロメータ、温度計・湿度計

図-8.5.9 新島空港の風速計

「こうわん・くこう」だより新島・式根島¹⁵⁾に加筆



写真-8.5.2.3 新島村住民センターの屋上に設置されている風速計

(2) 空港周辺の被害

- ・ 空港の近くにある鉄骨造の自動車整備工場（写真-8.5.2.4）では、外壁材や屋根材の脱落（写真-8.5.2.5）が見られた。



写真-8.5.2.4 空港の近くの工場の被害



写真-8.5.2.5 脱落した屋根材

(3) 市街地全体の様子

- ・ 写真-8.5.2.6 に上空から見た本村地区、写真-8.5.2.7 に4階建建物の屋上から見た若郷地区を示す。ブルーシートで覆われた屋根が点在していることが確認できる。図-8.5.10～8.5.11 には被害を確認した建物の位置を丸印で示している。



写真-8.5.2.6 上空から見た本村地区
(ブルーシートは丸印)



写真-8.5.2.7 旧小学校屋上からみた
若郷地区 (ブルーシートは丸印)

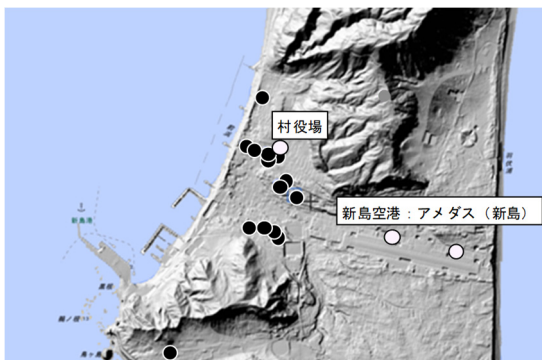


図-8.5.10 本村地区の起伏陰影図
(地理院地図(電子国土 Web)に地点名と丸印を追記して掲載)



図-8.5.11 若郷地区の起伏陰影図
(地理院地図(電子国土 Web)に地点名と丸印を追記して掲載)

(4) 住宅、店舗、倉庫の外壁材や屋根材の飛散（本村地区北部・中部）

- 本村地区では、外壁材が被害を受け、応急的な補修が終わっている住宅（写真-8.5.2.8）、屋根が飛散した住宅（写真-8.5.2.9）、木造のパラペットの一部分が被害を受け（写真-8.5.2.10）、パラペット背後の木造の屋根が飛散した組積造の店舗C（写真-8.5.2.11）、屋根に被害を受けた作業場、外壁の一部が飛散した店舗兼住宅（写真-8.5.2.12）等が見られた。住宅の屋根ふき材の多くはスレート瓦で、部分的に飛散している例（写真-8.5.2.13）が多かった。また、被害を受けた建築物のうち、一部のものは既に補修済み（写真-8.5.2.8）であった。
- 被害を受けた建築物は、木造住宅の他に、柱梁はRC造で耐震壁はコンクリートブロックや石を用いた組積造（以下、RC+CB造）があり、屋根のみ木造である住宅も多く見られた。屋根のみ木造である建築物では、軒天井の通気口の脱落等も見られた。



写真-8.5.2.8 住宅の外壁被害の
応急的な補修



写真-8.5.2.9 住宅の屋根被害



写真-8.5.2.10 店舗Cのパラペットの被害



写真-8.5.2.11 店舗Cの屋根の被害



写真-8.5.2.12 店舗兼住宅の外壁被害



写真-8.5.2.13 住宅の屋根被害

(5) 住宅の屋根や軒天井の破損等（本村地区南部）

- ・ 本村地区南部の傾斜地に建つ住宅（写真-8.5.2.14）や住宅兼作業場（写真-8.5.2.15）では、屋根ふき材が部分的に飛散する被害が見られた。
- ・ 同地区の住宅は比較的軒の出が小さいものの、軒天井が破損している被害が多く見られた（写真-8.5.2.16～8.5.2.19）。一部の住宅はRC造の1階部分に木造の2階を設けていた（写真-8.5.2.16～8.5.2.17）。



写真-8.5.2.14 住宅の屋根被害



写真-8.5.2.15 住宅兼作業場の屋根被害



写真-8.5.2.16 住宅の軒被害



写真-8.5.2.17 住宅の軒被害



写真-8.5.2.18 住宅の軒被害



写真-8.5.2.19 住宅の軒と外壁被害

(6) 無被害の住宅（本村地区）

- ・ 同じ本村地区においても、比較的新しく建てられたと思われる写真-8.5.2.20～8.5.2.21の住宅では外壁、屋根、屋根のソーラーパネル等に被害が見られなかった。



写真-8.5.2.20 無被害の住宅(1)



写真-8.5.2.21 無被害の住宅(2)

(7) コンクリートブロック (CB) 造又は組積造の倉庫、木造の店舗等の被害（若郷地区南部）

- ・ 東側と南側に山がある若郷地区南部では、CB 造又は組積造の倉庫 B の倒壊（写真-8.5.2.22～8.5.2.23）、木造の店舗 D の屋根の崩落（写真-8.5.2.24）、RC+CB 造又は組積造で屋根のみ木造の住宅の屋根の飛散（写真-8.5.2.25～8.5.2.27）等が見られた。
- ・ その他、比較的築年数が浅いとみられる共同住宅（写真-8.5.2.28）はスレート瓦の一部が吹き飛んだとみられ、軒天井も一部破壊していた（写真-8.5.2.29）。
- ・ 新島では抗火石といわれる石が名産で、この石を使った組積造が昔から多いとのことである。RC造の柱梁フレームにこの石を充填して建築物とすることも多いようである。なお、軽量コンクリートブロックは海岸付近では飛砂により浸食されるため、ほとんど使わないとのことである。組積造、又は RC 造+組積造とした場合においても小屋組は木造とすることが多いようである。



写真-8.5.2.22 倒壊した倉庫 B



写真-8.5.2.23 倒壊した倉庫 B の内部



写真-8.5.2.24 倒壊した店舗 D



写真-8.5.2.25 住宅の屋根被害



写真-8.5.2.26 写真-8.5.2.25 の住宅の
内部の様子



写真-8.5.2.27 飛散した屋根材



写真-8.5.2.28 共同住宅の屋根と
軒の被害



写真-8.5.2.29 写真-8.5.2.28 の住宅の
軒天井の被害

(8) 漁港施設 A の屋根ふき材の損傷（若郷地区南部）

- ・ 西側の湾に面する漁港施設 A（写真-8.5.2.30）では、鉄骨造の屋根面の半分ほどが海側から捲られるように破損（写真-8.5.2.31～8.5.2.33）していた。留め付け方法、接合具の材質は不明であるが、鋼材もかなり腐食しているため、防錆仕様が不十分な留め付け方であった場合には、それが原因となっている可能性もある。



写真-8.5.2.30 漁港施設 A の屋根被害



写真-8.5.2.31 漁港施設 A の屋根被害



写真-8.5.2.32 漁港施設 A の屋根被害



写真-8.5.2.33 風で捲れた屋根材

(9) 住宅の屋根の飛散（若郷地区北部）

- ・ 東側の山の麓に位置する若郷地区北部では、RC+CB 造又は組積造で屋根のみ木造の住宅の屋根の飛散（写真-8.5.2.34）や屋根ふき材の飛散（写真-8.5.2.35）が見られた。
- ・ 木造とみられる住宅のうち、比較的古いものの屋根の飛散（写真-8.5.2.36）や比較的新しいものの屋根ふき材の飛散（写真-8.5.2.37）等が見られた。



写真-8.5.2.34 住宅の屋根被害(1)



写真-8.5.2.35 住宅の屋根被害(2)



写真-8.5.2.36 住宅の屋根被害(3)



写真-8.5.2.37 住宅の屋根被害(4)

(10) 美術館の窓ガラスの破損等（間々下地区）

- ・ 南西側の海岸に面する間々下地区では、数十メートルの海岸段丘の上に建つ美術館西面の窓ガラスの破損（写真-8.5.2.38）や屋外に展示された美術作品の破損（写真-8.5.2.39）等の被害があった。
- ・ 美術館から数百 m 北西に位置する平屋建て RC 造の介護施設（海岸から約 500 m）は、屋根ふき材が無く、ルーフィング材で仕上げた勾配屋根であったが、このルーフィング材が広い範囲で剥がれていた（写真-8.5.2.40～8.5.2.41）。さらに、陸屋根部分に設置された設備室外機は西から東に転倒していた（写真-8.5.2.42）が、脚部は腐食していた。
- ・ その他、美術館から約 300m 南側に位置する工場の屋根材の一部が飛散していた（写真-8.5.2.43）。



写真-8.5.2.38 西側の海岸に面する
美術館のガラスの破損



写真-8.5.2.39 海に面して屋外に
展示された美術作品の破損



写真-8.5.2.40 介護施設の屋根被害
(建物南東面)



写真-8.5.2.41 介護施設の屋根被害
(写真-8.5.2.40 を東側から見た様子)



写真-8.5.2.42 西から東に転倒した
介護施設の室外機



写真-8.5.2.43 工場の屋根と外壁の被害

8.6 台風第19号の接近に伴う竜巻による建築物等の被害（千葉県市原市）

以下では、台風第19号の接近に伴う竜巻による建築物等の被害として、住宅や公共建築物等の状況をまとめる。10月15日(火)に千葉県市原市永吉^{ながよし}、下野^{しも}、瀬井戸^{うらいど}地区で現地調査を実施し、その範囲は長さ約1km、幅約100～300mである。図-8.6.1に調査した建築物等の位置を示す。以下に示す被害状況から、竜巻は南東から北西に向かって進行したものと考えられる。

なお、10月15日時点の市原市把握の被害状況（速報）によれば、竜巻による人的被害として死者1名、軽傷者9名、住家等被害として全壊12件、半壊23件、一部損壊54件となっている¹⁶⁾。

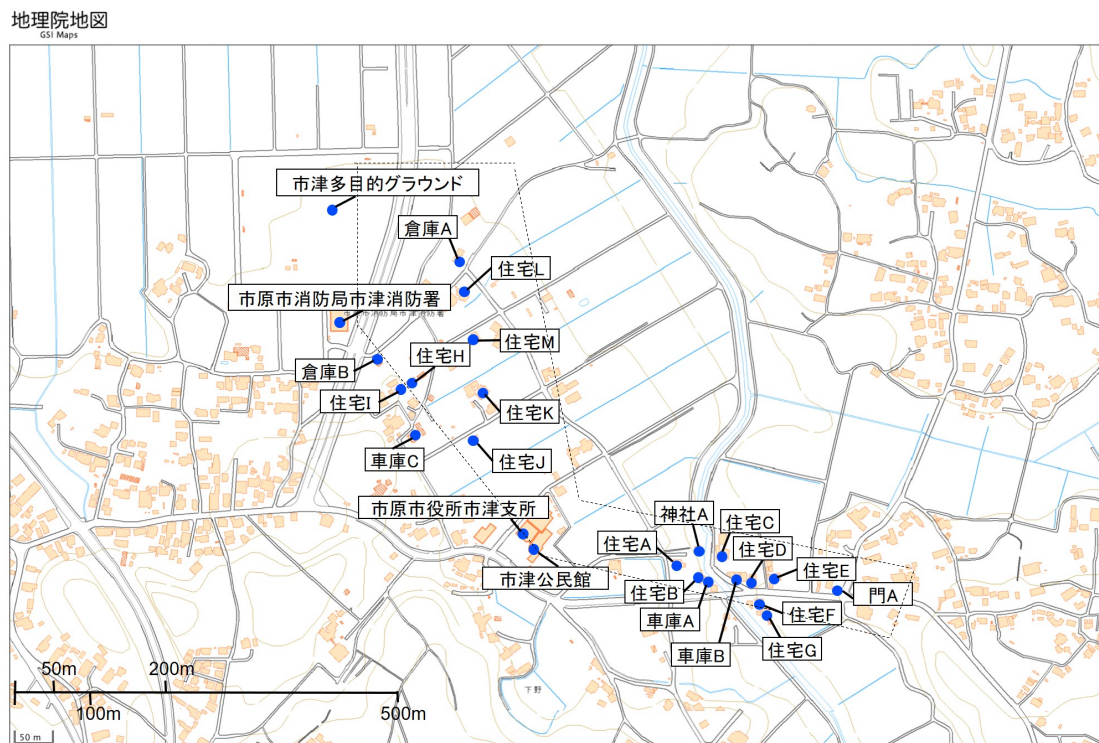


図-8.6.1 調査した建築物等の位置

(地理院地図(電子国土 Web)に被災した建築物等の地点を表す丸印、およその調査範囲を表す点線及び距離のスケールを追記して掲載)

8.6.1 住宅

(1) 住宅 A (市原市下野)

- 住宅 A は軽量鉄骨造 2 階建てであり、築年数は約 40 年とのことである。雨戸や窓ガラスの損壊、屋根ふき材、屋根下地材、外壁材、断熱材、内装材等の飛散や損傷が確認された(写真-8.6.1.1～8.6.1.5)。また、外壁には飛来物が衝突又は貫通した状況も確認された(写真-8.6.1.6)。
- 居住者の話によると、竜巻発生時には、雨戸は閉めていたとのことであった。
- 小屋組には L 型金物やかすがいが確認された(写真-8.6.1.7～8.6.1.8)。



写真-8.6.1.1 住宅 A の外観（南西面）



写真-8.6.1.2 住宅 A の外観（東面）



写真-8.6.1.3 窓ガラスや壁材が
飛散した室内の様子



写真-8.6.1.4 天井材の損傷状況



写真-8.6.1.5 屋根軒先部の損傷状況



写真-8.6.1.6 飛来物の衝突や貫通
（東面 1F）



写真-8.6.1.7 小屋組のL型金物



写真-8.6.1.8 小屋組のかすがい

(2) 住宅B (市原市下野)

- ・ 住宅Bは木造2階建てであり、築年数は不明である。瓦や小屋組の飛散、開口部の損壊、外壁の落下 (写真-8.6.1.9~8.6.1.10)、梁の落下 (写真-8.6.1.11)、柱の土台からの抜け出し (写真-8.6.1.12) 等が確認された。
- ・ 南側の平屋部分 (写真-8.6.1.10) は、下げ振りによる計測で西へ $1/30\text{rad}$ 程度傾いていることが確認された。



写真-8.6.1.9 住宅Bの外観 (北面)



写真-8.6.1.10 住宅Bの外観 (南面)



写真-8.6.1.11 落下した梁



写真-8.6.1.12 抜け出した柱のほぞ

(3) 住宅 C (市原市永吉)

- ・ 住宅 C は木造 2 階建てであり、築年数は約 40 年とのことである。1 階東面で農業用工作物が衝突した結果、雨戸が損傷していたほか、瓦の脱落も見られた (写真-8.6.1.13 ~8.6.1.14)。また、外壁の飛散 (写真-8.6.1.15)、飛散した瓦片の雨戸への衝突 (写真-8.6.1.16) が確認された。
- ・ 室内では、破損したガラスや飛来物の侵入 (写真-8.6.1.17)、天井の雨漏り被害 (写真-8.6.1.18) を確認した。
- ・ 棟瓦は鉄筋を挿入して棟木に留め付けられており (写真-8.6.1.19)、比較的被害が小さかった一方、平部の瓦は釘等で留め付けられておらず (写真-8.6.1.20)、写真-8.6.1.13 に示すように広い範囲で落下が確認された。
- ・ 居住者の話によると、被災時には全ての雨戸を閉めていたが、東面の雨戸が外れて窓ガラスが破損した結果、風が吹き込み、西側の窓と雨戸を室内側から吹き飛ばし、風が西へ抜けていったとのことであった。



写真-8.6.1.13 住宅 C の外観 (東面)



写真-8.6.1.14 農業用工作物の雨戸への衝突状況



写真-8.6.1.15 脱落した欄間



写真-8.6.1.16 瓦が突き刺さった雨戸



写真-8.6.1.17 ガラス等が飛散した室内



写真-8.6.1.18 天井の雨漏り被害



写真-8.6.1.19 鉄筋で留め付けられた棟瓦



写真-8.6.1.20 屋根瓦の脱落

(4) 住宅 D (市原市永吉)

- ・ 住宅 D の基礎はその場に残っていたが、上部構造は原形を留めていなかった (写真-8.6.1.21)。被災前の Google ストリートビューによると、道路側に車庫のある木造 2 階建てであったと思われる (写真-8.6.1.22)。
- ・ 居住者および近隣住民の話によると、住宅 D の築年数は約 55 年であり、居住者は倒壊により生き埋めになったが、すぐに救助されたとのことである。



写真-8.6.1.21 倒壊した住宅 (四角部)



写真-8.6.1.22 倒壊した住宅

(Google ストリートビュー (2019 年 3 月撮影) より)

(5) 住宅 E (市原市永吉)

- ・ 住宅 E は木造 2 階建てであり、築年数は不明である。居住者の話によると、被災時に雨戸は閉めていたが、東側から飛来物が衝突して窓ガラスや外壁が破損したとのことである (写真-8.6.1.23)。
- ・ 南面の窓でも窓ガラスが破損するなどの被害が確認された (写真-8.6.1.24)。



写真-8.6.1.23 東面の窓・壁の被害



写真-8.6.1.24 南面の窓の被害

(6) 住宅 F (市原市永吉)

- ・ 住宅 F は木造 2 階建てで、築年数は約 18 年とのことである。居住者の話によると、屋根ふき材の修繕を含めてリフォーム等は一度も行っていないとのことである。
- ・ 1 階東側の窓は雨戸を閉めていたが破損したとのことである (写真-8.6.1.25)。また、2 階南側の窓にも損傷が生じており、窓上部の軒天井も破損していた (写真-8.6.1.26)。
- ・ 比較的多くの瓦が脱落・飛散しており、棟部ではいくつかの棟瓦に割れが生じていた。銅線による固定部は残っているため、割れの要因は飛来物によるものと考えられる (写真-8.6.1.27、銅線は丸部)。採用されている瓦はいわゆる防災瓦 (隣接する瓦との組み合わせのための突起部を右下隅に有し、耐風性能の向上に配慮した瓦) であり、2 階のベランダから確認した範囲では、全ての瓦は釘打ちされていた (写真-8.6.1.28、釘は丸部)。



写真-8.6.1.25 南東側から見た雨戸、瓦の被害



写真-8.6.1.26 2 階南側の窓と軒天井



写真-8.6.1.27 棟瓦の割れ（丸印は銅線）

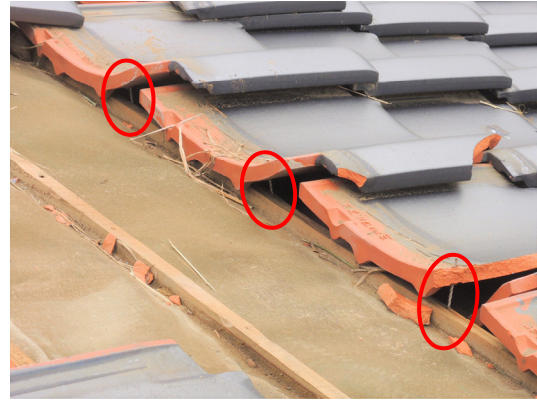


写真-8.6.1.28 釘打ちされた瓦

(7) 住宅 G（市原市永吉）

- ・ 上記の住宅 F と同じ敷地内にあった住宅 G は木造 2 階建てであり、築年数は 50 年以上のことである（写真-8.6.1.29～8.6.1.30）。住宅 F～G の建つ敷地の南東側は開けており、南東からの強風を遮るものは無かった。
- ・ 布基礎は無筋でフーチングは無く、南東部分の基礎は折損していた（写真-8.6.1.31）。基礎にはアンカーボルトが残っており、土台以上が飛散したものと考えられる。
- ・ 調査時には、基礎上の躯体は全て片付けられていた（写真-8.6.1.32）。



写真-8.6.1.29 家の北東側から見た敷地
（写真左が住宅 G の位置、右が住宅 F）



写真-8.6.1.30 写真-8.6.1.29 の被災前の状況 (Google ストリートビュー (2019 年 3 月撮影) より)



写真-8.6.1.31 残った無筋基礎
（南東側で折損）



写真-8.6.1.32 敷地内の瓦礫

(8) 住宅 H (市原市下野)

- ・ 住宅 H は木造 2 階建てであり、築年数は約 30 年とのことである (写真-8.6.1.33)。
- ・ 屋根では、小屋組ごと飛散している範囲(写真-8.6.1.34)と野地板や小屋束が残っている範囲(写真-8.6.1.35)が見られた。
- ・ 窓ガラスが破損した部分のサッシは写真-8.6.1.36 のように屋外側に変形していた。一方、写真-8.6.1.37 のように屋内側に変形した雨戸も見られた。



写真-8.6.1.33 住宅 H の外観



写真-8.6.1.34 小屋組ごと飛散した
屋根の範囲の状況



写真-8.6.1.35 小屋組が残っている
屋根の範囲の状況



写真-8.6.1.36 サッシの変形



写真-8.6.1.37 室内側に変形した雨戸と
サッシ

(9) 住宅 I (市原市下野)

- ・ 上記の住宅 H と同じ敷地内にある住宅 I は、木造平屋建てであり、築年数は約 70 年と
のことである (写真-8.6.1.38)。
- ・ 調査時にはブルーシートで屋根を養生済みであり、その被害の状況は確認できなかつ
た。



写真-8.6.1.38 住宅 I の外観

(10) 住宅 J (市原市下野)

- ・ 住宅 J は木造 2 階建てであり、築年数は約 20 年とのことである。周囲が比較的開けた
場所に位置しており、写真-8.6.1.39～8.6.1.40 の外観からも分かるように外壁と屋
根が損壊していた。また、被害発生前に雨戸は閉じていたとのことだったが、多くの
開口部で破損が確認された。
- ・ 住宅の北側では、隅角部や外壁材の剥離が見られた(写真-8.6.1.41)。
- ・ 写真-8.6.1.40 の丸印で示す 1 階の外壁がない部分では、施工業者が応急的に筋かい

と隅部での柱の追加措置を行ったとのことである（写真-8.6.1.42）。また、室内側の壁面にカーテンレールが突き刺さっていた（写真-8.6.1.43）。

- ・ 北西隅の玄関上にある吹き抜けで、窓ガラスの破損が確認された（写真-8.6.1.44）。
- ・ 2階では、小屋組の構成部材や野地板の飛散のほか、天井材の破損や落下がみられた（写真-8.6.1.45～8.6.1.46）。小屋組が飛散した範囲での小屋束には、かすがいが確認された（写真-8.6.1.47）。



写真-8.6.1.39 住宅 J の外観 (1) (南側)



写真-8.6.1.40 住宅 J の外観 (2) (東側)



写真-8.6.1.41 外壁材の剥離 (北側)



写真-8.6.1.42 損壊した壁面の
応急措置の状況



写真-8.6.1.43 写真-8.6.1.42 の室内側
の状況



写真-8.6.1.44 吹き抜けでのガラス
の破損



写真-8.6.1.45 天井材の落下



写真-8.6.1.46 野地板の飛散と
天井材の破損



写真-8.6.1.47 小屋束の状況

(11) 住宅 K(市原市下野)

- ・ 住宅 K は木造平屋建てであり、築年数は約 40 年とのことである。寄棟屋根の各面で瓦が飛散し、南東に面する屋根に穴が開いている状況がみられた（写真-8.6.1.48～8.6.1.50）。
- ・ 被害発生前には台風第 19 号の接近に備えて、雨戸を閉めていたとのことである。しかし、飛来物の衝突により雨戸は凹み、一部のガラスは破損していた（写真-8.6.1.51）。また、玄関脇の木製の壁の一部が破損していた（写真-8.6.1.52）。
- ・ 写真-8.6.1.48 に示す穴の開いた屋根直下の室内の状況を写真-8.6.1.53～8.6.1.54 に示す。一部の天井材も破損しており、残った天井材の上には落下した瓦があるだけでなく、付近から飛来したと思われる鋼板製の屋根ふき材も確認された（写真-8.6.1.53）。
- ・ 居住者の話によると、20～30 秒程度の間に一連の被害が発生し、その間には 1 枚の畳も浮き上がったとのことである（写真-8.6.1.55）。



写真-8.6.1.48 住宅 K の屋根の状況
(南東側)



写真-8.6.1.49 住宅 K の屋根の状況
(北東側)



写真-8.6.1.50 住宅 K の屋根の状況
(北西側)



写真-8.6.1.51 住宅 K の壁面の被害
(南東側)



写真-8.6.1.52 玄関脇の被害



写真-8.6.1.53 室内側の被害(1)



写真-8.6.1.54 室内側の被害(2)

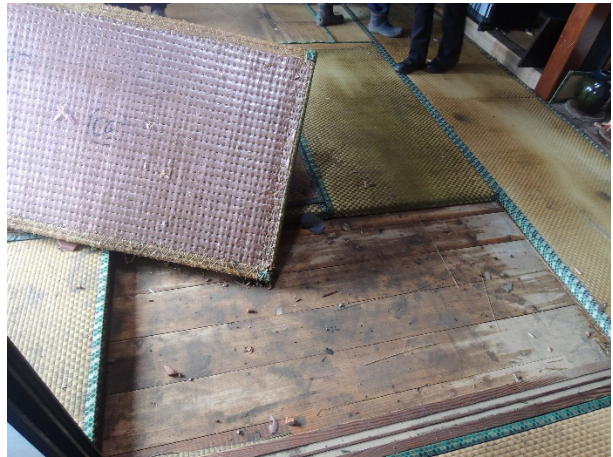


写真-8.6.1.55 浮き上がった畳

(12) 住宅L(市原市下野)

- ・ 住宅Lは木造2階建てであり、築年数は不明である。北東側の外壁が損壊するとともに、北西側の屋根の野地板が飛散していた(写真-8.6.1.56~8.6.1.57)。



写真-8.6.1.56 北東側の外壁の損壊状況



写真-8.6.1.57 北東側の外壁の損壊と北西側の屋根での野地板の飛散状況

8.6.2 公共建築物

(1) 市原市立市津公民館・市原市役所市津支所（市原市下野）

- ・ 市原市立市津公民館と市原市役所市津支所は昭和 56 年建設である。
- ・ 市津公民館ではガラスの破損、雨漏り、樹木の根返り等の被害が見られた。1 階の南東に面するガラス張りの面（写真-8.6.2.1）では 1 枚のガラスの破損箇所が確認できる。この面では、9 月 9 日に千葉市付近に上陸した台風第 15 号の強風によっても 3 枚のガラスが破損したとのことだった。
- ・ 1 階の東に面する図書室では窓ガラスが破損し（写真-8.6.2.2～8.6.2.3）、本棚にガラスの破片が散らばったとのことである（写真-8.6.2.4～8.6.2.5）。ここでも、台風第 15 号でも窓ガラスが破損しており、調査時には養生されたままであった（写真-8.6.2.6）。
- ・ 体育室では写真-8.6.2.7 に示す範囲のほか、計 20 枚の窓ガラスが破損し、電動カーテンの故障、雨漏りの被害も発生していた。
- ・ 写真-8.6.2.8 のような樹木の根返りが南東側の敷地で 2 本確認された。また、陶芸室では北東を向いた窓ガラスが破損していた（写真-8.6.2.9）。
- ・ フェンスが竜巻の進行方向とみられる南東から北西の方向に倒壊していた（写真-8.6.2.10）。
- ・ 市津公民館では、10 月 11 日の 13 時から避難所を開設し、7 名の避難者を収容していたが、12 日に竜巻被害が発生したため、避難所を閉鎖したとのことである。調査時には、仮設電源により復旧作業が行われていた。また、10 月 21 日には、全壊した電源設備が仮設キュービクルにより復旧し、図書室の蔵書に付着したガラス片の清掃等が概ね完了した 10 月 28 日に、被害の大きかった体育室を除いて業務を再開したとのことである。
- ・ 市津公民館に併設されている市原市役所市津支所では、屋外の南西に面するガラス 2 か所が破損した（写真-8.6.2.11）。写真-8.6.2.11 の左枠内に示すガラスが破損して屋内に風が吹き込んだ結果、ドアにはめ込まれたガラスが破損した（写真-8.6.2.12）。



写真-8.6.2.1 破損した窓ガラスの状況

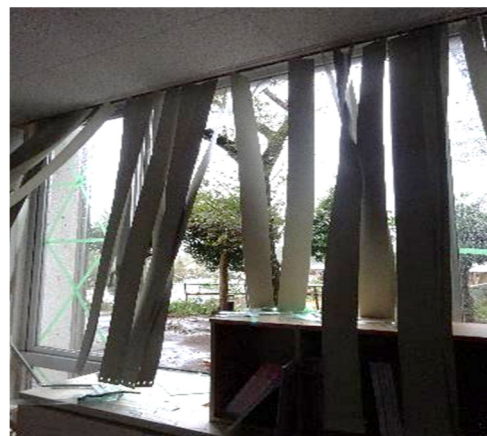


写真-8.6.2.2 図書室で破損した窓ガラスの状況（市原市立市津公民館提供）



写真-8.6.2.3 写真-8.6.2.2 に示す
ガラスの養生状況



写真-8.6.2.4 被害発生時の本棚周辺の
状況（市原市立市津公民館提供）



写真-8.6.2.5 本棚に飛散したガラス片
の回収状況



写真-8.6.2.6 台風第15号の強風で
破損した窓ガラスの範囲



写真-8.6.2.7 体育室の破損した窓ガラス



写真-8.6.2.8 樹木の根返り



写真-8.6.2.9 陶芸室の窓ガラスの破損



写真-8.6.2.10 フェンスの倒壊



写真-8.6.2.11 市津支所の屋外に面する
ガラスの破損



写真-8.6.2.12 市津支所内部のドアに
はめ込まれたガラスの破損箇所

(2) 市原市消防局 市津消防署(市原市潤井戸)

- ・ 写真-8.6.2.13 に示す市津消防署は平成13年建設である。
- ・ 53枚の窓ガラス(1階の窓ガラス13枚、2階の窓ガラス16枚、3階の窓ガラス24枚)及び1階の自動ドアのガラス2枚に被害が発生したとのことである。また、所有する消防車両計9台のうち7台に被害が発生し、そのうち水槽付消防ポンプ自動車、消防ポンプ自動車、高規格救急車の3台が走行不能とのことである。
- ・ 1階の窓ガラスを確認した範囲では、合わせガラスが採用されていた。また、外壁にも飛来物が当たったと見られる痕が見られた(写真-8.6.2.14~8.6.2.15)。
- ・ 写真-8.6.2.16の消防車両には、飛来物の衝突によるものと見られる凹みが見られた。



写真-8.6.2.13 消防署の外観



写真-8.6.2.14 外壁や窓ガラスの被害



写真-8.6.2.15 窓ガラスの被害と養生状況



写真-8.6.2.16 消防車両の被害

8.6.3 その他

(1) 神社 A (市原市下野)

- ・ 神社 A では本殿が西方向に傾斜し、本殿の西側に位置する拝殿に倒れかかっていた(写真-8.6.3.1)。
- ・ 境内では、幅 25cm、高さ 65cm、奥行き 50cm ほどの狛犬(写真-8.6.3.2)が土台から転落し、北へ 3m ほど移動していた。調査をした範囲では、この被害が風圧と飛来物のどちらによるものかは不明である。



写真-8.6.3.1 本殿の被害状況



写真-8.6.3.2 台座から転落した狛犬

(2) 車庫 A (市原市下野)

- ・ 車庫 A が倒壊し、自動車が転覆していた (写真-8.6.3.3)。写真-8.6.3.3 の調査者が立つ位置が車庫 A の原位置であり、Google ストリートビューによるとトタン葺きの木造平屋建てであった (写真-8.6.3.4)。



写真-8.6.3.3 飛散した車庫 A と転覆した自動車 (北面から)



写真-8.6.3.4 車庫 A (南面)

Google ストリートビューより (2019 年 3 月撮影)

(3) 車庫 B (市原市永吉)

- ・ 車庫 B は倒壊した状況であり (写真-8.6.3.5)、Google ストリートビューによるとトタン葺きの木造平屋建てであった (写真-8.6.3.6)。
- ・ 基礎に残った土台のほぞ穴には、折れたほぞが確認された (写真-8.6.3.7)。



写真-8.6.3.5 倒壊した車庫 B



写真-8.6.3.6 倒壊した車庫 B

Google ストリートビューより (2019 年 3 月撮影)



写真-8.6.3.7 残った土台とほぞ

(4) 車庫 C (市原市下野)

- ・ 車庫 C はシャッターと外壁材が脱落・飛散していた (写真-8.6.3.8)。また、屋根面が上方向に変形した状況も確認できる。



写真-8.6.3.8 車庫 C の損傷状況

(5) 倉庫 A (市原市下野)

- ・ 写真-8.6.3.9 に示す倉庫 A は木造 2 階建てであり、築年数は不明である。北西方向に向かって折板屋根材が木製下地材に留め付けられた状態でめくれていた (写真-8.6.3.10)。



写真-8.6.3.9 倉庫 A の外観



写真-8.6.3.10 折板屋根材の状況

(6) 倉庫 B (市原市下野)

- 倉庫 B は外観上、比較的築年数が経ったものと思われる。壁面が破損しており、外壁材に飛来物の衝突跡も確認できる (写真-8.6.3.11)。



写真-8.6.3.11 倉庫 B の外観

(7) ブロック塀 (市原市下野)

- 写真-8.6.3.12～8.6.3.14 に示すブロック塀は住宅 K の南側に位置しており、部分的なブロックの脱落や傾斜が見られた。写真-8.6.3.13～8.6.3.14 の丸囲みで示すとおり、縦筋と横筋の挿入は確認された。



写真-8.6.3.12 ブロック塀の被害(1)



写真-8.6.3.13 ブロック塀の被害(2)
(丸囲みは縦筋と横筋)



写真-8.6.3.14 ブロック塀の被害(3)
(丸囲みは縦筋)

(8) 門 A (市原市永吉)

- ・ 礎石建ちの木造の門が倒壊した (写真-8.6.3.15~8.6.3.16)。近くの信号機も傾いていた。
- ・ 門は南側に倒れていた (写真-8.6.3.17)。



写真-8.6.3.15 倒壊した門



写真-8.6.3.16 倒壊した門の被災前の状況
(Google ストリートビュー(2019年3月撮影)より)



写真-8.6.3.17 倒壊した門の部材

(9) 市津多目的グラウンドのコンクリート柱等（市原市下野）

- ・ 市津多目的グラウンドでは、防球ネットが張られてあるコンクリート柱が西方向へ10本倒壊していた(写真-8.6.3.18)。
- ・ 柱は地面から抜けているものと地面からやや上の部分から折損しているもの(写真-8.6.3.19)が見られた。
- ・ 倒壊していないコンクリート柱であっても、地面に支圧によってずれた痕が見られた(写真-8.6.3.20)。
- ・ グラウンド内のサッカーゴールが西に100mほど離れた場所に落下していた(写真-8.6.3.21)。



写真-8.6.3.18 コンクリート柱の倒壊状況



写真-8.6.3.19 柱の折損状況



写真-8.6.3.20 支圧による柱のずれ



写真-8.6.3.21 サッカーゴールの飛散

(10) その他の被害

- ・ カーポートの屋根材が全て飛散していた(写真-8.6.3.22)。なお、同敷地内にある住宅では、瓦の脱落を確認したが、被害の程度は比較的軽微であった。
- ・ 上記のほか、電柱の折損、自動販売機の転倒、自動車や重機の被害がみられた(写真-8.6.3.23～8.6.3.28)。



写真-8.6.3.22 カーポートの被害



写真-8.6.3.23 電柱の折損



写真-8.6.3.24 自動販売機の転倒



写真-8.6.3.25 自動車の被害(1)



写真-8. 6. 3. 26 自動車の被害(2)



写真-8. 6. 3. 27 自動車の被害(3)



写真-8. 6. 3. 28 重機の被害

8.7 台風第 15 号及び第 19 号によるゴルフ練習場の被害(千葉県市原市・神奈川県横浜市)

台風第 15 号の強風によって被害が発生した千葉県市原市のゴルフ練習場 A について 9 月 10 日(火)に現地調査を実施した。また、台風第 19 号の強風によって被害が発生した神奈川県横浜市のゴルフ練習場 B、台風第 15 号及び第 19 号の強風によって被害が発生した神奈川県横浜市のゴルフ練習場 C について、10 月 17 日(木)に現地調査を実施した。

ゴルフ練習場 A 及び B については倒壊した鉄柱の状況と台風接近時のネットの運用状況、ゴルフ練習場 C については鉄柱の先端部の倒壊の状況について把握した。千葉県市原市のゴルフ練習場 A の位置を図-8.7.1、神奈川県横浜市のゴルフ練習場 B、C の位置を図-8.7.2 にそれぞれ示す。

地理院地図 GSI Maps



図-8.7.1 被害調査を行った千葉県市原市のゴルフ練習場 A と気象観測点の位置
(地理院地図(電子国土 Web)に地点名を表す丸印を追記して掲載)

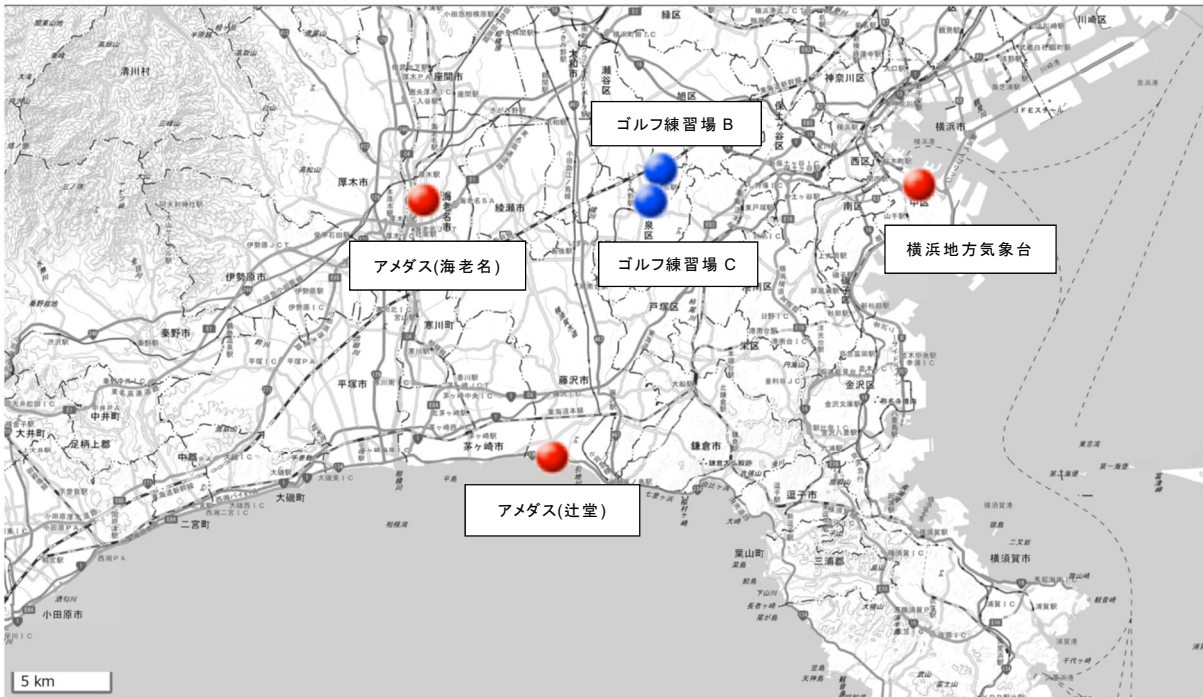


図-8.7.2 被害調査を行った神奈川県横浜市のゴルフ練習場 B、C と気象観測点の位置
(地理院地図(電子国土 Web)に地点名を表す丸印を追記して掲載)

8.7.1 市原市

以下では、千葉県市原市のゴルフ練習場 A の被害状況をまとめる。市原市によると、「昭和 47 年 (1972 年) に高さ 30m の鉄塔、昭和 59 年 (1984 年) に高さ 41m の鉄塔」としての確認申請がされているとのことである。確認申請時の設計図書は保存期限が過ぎているため、現在は同市に保管されていない。



写真-8.7.1.1 鉄柱の倒壊状況

- ・ ネットを支持する複数の鉄柱が、北西に隣接する住宅等の上に倒壊した状況であった (写真-8.7.1.1~8.7.1.2)。各鉄柱は 2 本の H 形鋼 (地上で間隔約 2,900mm) を弦材としたラチス構造であり、H 形鋼はせい 300mm×幅 150mm×厚さ 9~10mm 程度である。ま

た、鉄柱同士の間隔は8,500mm程度である。

- ・ 北西側の鉄柱16本のうち、13本が倒壊していた。
- ・ 鉄柱の倒壊は、以下のプロセスで発生したと考えられる。
 - ① 敷地側の柱脚でのベースプレート下面でアンカーボルトが破断（写真-8.7.1.3～8.7.1.4）
 - ② 住宅側のH形鋼が著しく変形（写真-8.7.1.5～8.7.1.7）
 - ③ 隣接する住宅側へ倒壊（写真-8.7.1.8）
- ・ 柱脚はベースプレートの上面をコンクリートで保護した露出形式であり、写真-8.7.1.3ではベースプレートの上面にナット（写真中の丸印）が確認できる。敷地側の柱脚のベースプレートは頭上にあるため採寸不能であったが、写真-8.7.1.9に示すベースプレートの設置跡の採寸結果から長辺500mm×短辺350mm程度と推定される。また、アンカーボルト径は約22mm、アンカーボルトは写真-8.7.1.9に示すように、3×2で6本配置され、その間隔は長辺方向約200mm、短辺方向約150mmである。
- ・ 敷地をはさんで倒壊した鉄柱の反対側にある鉄柱は倒壊していない（写真-8.7.1.10）。
- ・ ゴルフ練習場の管理者の話によると、台風接近時の運用として、鉄柱に取り付く鉛直面のネットは下ろしていないとのことである。
- ・ 写真-8.7.1.11～8.7.1.13に隣接する住宅等の被害状況を示す。住宅の2階屋根に一線状の集中荷重が作用した状況となっており、住宅以外にブロック塀、電柱、乗用車の被害もみられた。
- ・ ゴルフ練習場内の建築物にも、一部の外壁で強風によるはく離等の被害がみられた（写真-8.7.1.14）。なお、近隣の建築物に強風による顕著な被害は確認されていない。

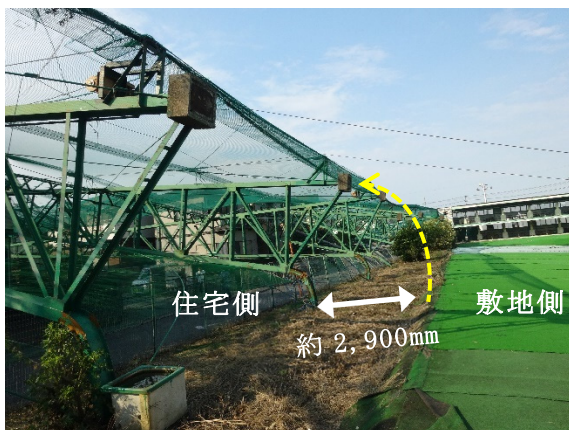


写真-8.7.1.2 鉄柱の倒壊状況



写真-8.7.1.3 柱脚アンカーボルトの破断(1)



写真-8.7.1.4 柱脚アンカーボルト
の破断(2)



写真-8.7.1.5 鉄柱を構成する
H形鋼の変形(1)



写真-8.7.1.6 鉄柱を構成する
H形鋼の変形(2)



写真-8.7.1.7 鉄柱を構成する
H形鋼の変形(3)



写真-8.7.1.8 隣接する住宅への倒壊状況



写真-8.7.1.9 柱脚ベースプレートの設置跡



写真-8.7.1.10 敷地をはさんで倒壊した鉄柱の反対側にある鉄柱の状況



写真-8.7.1.11 近隣の住宅の被害(1)



写真-8.7.1.12 近隣の住宅の被害(2)



写真-8.7.1.13 ブロック塀、電柱、乗用車の被害



写真-8.7.1.14 ゴルフ練習場 A の建築物の外壁等被害

8.7.2 横浜市

(1) ゴルフ練習場 B

以下では、神奈川県横浜市のゴルフ練習場 B の被害状況をまとめる。横浜市によると、工作物についての台帳記載証明や概要書はないが、昭和 51 年(1976 年)5 月 27 日に工作物

確認申請(鉄塔、高さ 6~36m)、同年 7 月 15 日に確認済み、同日工事着手したという記録があるとのことである。

- ・ 東側のネットを支持する複数の鉄柱(12 本分)が西(敷地内)へ倒壊していた(写真-8.7.2.1)。東側では鉄柱は約 10m 間隔で 16 本設置されていた。
- ・ 鉄柱の高さは約 34m であり、2 本の円形鋼管(直径約 220mm、厚さ約 8mm)が主材となっていた(写真-8.7.2.2)。柱脚の 2 本の主材間距離は約 5.5m である。鉄柱のつなぎ材としては、地上 5m、15m の高さに H-200×100×5.5×8 の H 形鋼、25m の高さに梁せい 600mm×梁幅 300mm のラチス梁が用いられていた。
- ・ 地上からの高さ約 25m までは亀甲金網(写真-8.7.2.3)が用いられており、それより上の部分は樹脂製のネットが用いられていた。
- ・ 柱脚のベースプレートは 360mm×360mm の平面であり、4 本のアンカーボルトが用いられていた(写真-8.7.2.4)。ベースプレートの表面は錆が生じているものも見られた(写真-8.7.2.5)。アンカーボルトのねじ外径(ねじの呼び)は採寸によると約 18mm であった。写真-8.7.2.4 のアンカーボルトには発錆が見られるが、コンクリートの部材に埋まっていたと見られるアンカーボルトは発錆していなかった(写真-8.7.2.6)。この柱脚のコンクリートは破壊しており、鉄柱の倒壊によって留め付けていた座金とナットが引き抜け、アンカーボルトが露出したものと考えられる(写真-8.7.2.7)。
- ・ 破断したアンカーボルトは引張によって破断面付近が細くなっている様子が確認されている(写真-8.7.2.8)。
- ・ 主な被害形態としては、柱脚の引き抜け(写真-8.7.2.9~8.7.2.12)、柱脚の折損(写真-8.7.2.13)が見られた。
- ・ 写真-8.7.2.11 に示される柱脚の埋め込み跡の深さを測定したところ、約 1.7m であった。
- ・ ベースプレートより上部にあるコンクリート部分は写真-8.7.2.9 のように台形形状のものだけでなく、写真-8.7.2.12 のように 2 本の柱をそれぞれ覆うコンクリートによって構成されるものなど、場所によって異なる形状のものが用いられていた。
- ・ 鉄柱に取り付く鉛直面のネットを下げる機構は付いておらず、被害発生時にネットは下ろしていないとのことだった。



写真-8.7.2.1 鉄柱の倒壊状況(1)



写真-8.7.2.2 鉄柱の倒壊状況(2)



写真-8.7.2.3 亀甲金網の防球ネット



写真-8.7.2.4 ベースプレートと
アンカーボルト(1)



写真-8.7.2.5 ベースプレートと
アンカーボルト(2)



写真-8.7.2.6 発錆していない
アンカーボルト



写真-8.7.2.7 柱脚のコンクリートの破壊
(丸印は写真-8.7.2.6のアンカーボルト)



写真-8.7.2.8 破断したアンカーボルト



写真-8.7.2.9 引き抜けた柱脚(1)



写真-8.7.2.10 引き抜けた柱脚(2)



写真-8.7.2.11 柱脚の埋め込み跡



写真-8.7.2.12 写真-8.7.2.11の
引き抜け部分



写真-8.7.2.13 柱脚の折損

(2) ゴルフ練習場 C

以下では、神奈川県横浜市のゴルフ練習場Cの被害状況をまとめる。ゴルフ練習場管理者によると、昭和52年(1977年)頃に竣工したとのことであるが、確認申請手続きの記録はなく、鉄柱の設計図書は確認できていない。ゴルフ練習場管理者によると、当初は最上部のつなぎ梁(測定によると約30m)までの高さであったが、写真-8.7.2.14のような間柱を増設するとともに鉄柱の高さを増したとのことであった。今回の被害は鉄柱の増設部分に生じている。

- ・ ゴルフ練習場管理者によると、台風第15号で4本(北側)、台風第19号で1本(南側)の鉄柱の先端部の折損が見られた(写真-8.7.2.15～8.7.2.16)。先に被害が発生していた4本の鉄柱の先端部は台風第19号の影響でさらに傾斜が進んだとのことだった。
- ・ 南側の鉄柱では先端部の折損が見られた(写真-8.7.2.17)。拡大写真(写真-8.7.2.18)によると、鉄柱の破断が見られる。
- ・ 北側の鉄柱では上から2本目のつなぎ材より上の範囲で柱の先端部が変形していた。この変形は鉄柱の部分的な折損あるいは接合部の破断によるものと考えられるが、目視での確認には至らなかった(写真-8.7.2.19～8.7.2.21)。
- ・ 建物の周囲は木々で囲まれていたが、被害の発生した高さは周囲の木々よりもかなり高い部分であった。



写真-8.7.2.14 無被害の鉄柱と間柱



写真-8.7.2.15 先端部の被害状況(1)
(北側)



写真-8.7.2.16 先端部の被害状況(2)
(南側)



写真-8.7.2.17 折損した鉄柱(1)
(南側の鉄柱)

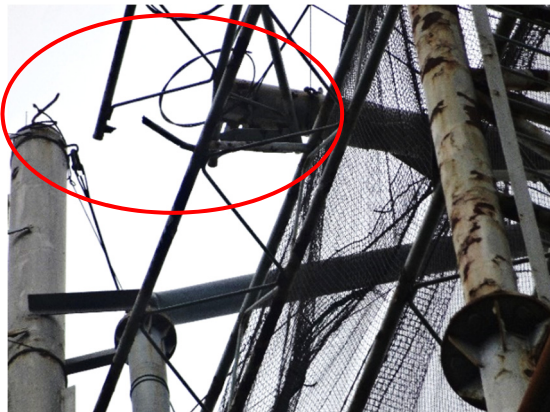


写真-8.7.2.18 折損した鉄柱(2)
(南側の鉄柱)



写真-8.7.2.19 先端部の変形
(北側の鉄柱)



写真-8.7.2.20 被害部分の拡大写真(1)
(北側の鉄柱)

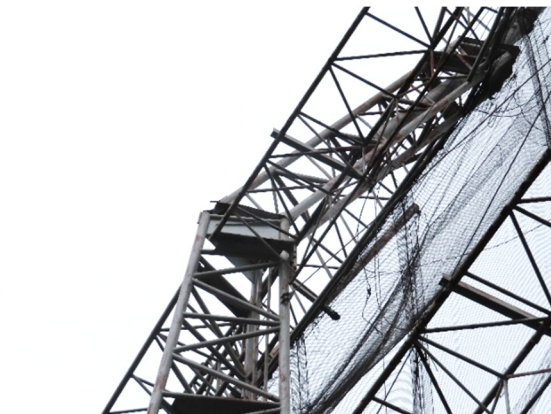


写真-8.7.2.21 被害部分の拡大写真(2)
(北側の鉄柱)

8.8 まとめ

国土交通省国土技術政策総合研究所と国立研究開発法人建築研究所は、台風第 15 号及び台風第 19 号に伴う強風による建築物やゴルフ練習場等の被害（千葉県内房地域、東京都島嶼部、神奈川県横浜市）、台風第 19 号の接近に伴い発生した竜巻による建築物等の被害（千葉県市原市）を対象に、それぞれ工学的見地からの現地調査を実施した。調査から得られた被害状況等を以下にまとめる。

(1) 主な観測値について

- ・ アメダス観測所で観測された台風第 15 号及び第 19 号での主な最大風速値を、建築基準法令に定める基準風速の定義（高さ 10m、地表面粗度区分Ⅱ）にしたがって換算した。換算値を平成 12 年建設省告示第 1454 号に定める基準風速と比較した結果、いずれの地点での換算値も基準風速を超えるものではなかった。

(2) 台風第 15 号による庁舎の被害（千葉県市原市）について

- ・ 市原市役所では、第 2 庁舎と議会棟内で計 24 枚のガラスが破損したほか、屋内の天井などに数か所の漏水が生じた。第 2 庁舎では、南面入り口付近の 3 枚のガラスが破損したことで、庁舎内部に風が吹き込み、北面のガラスに破損被害が進展した。

(3) 台風第 15 号による建築物等の被害について

（千葉県内房地域）

- ・ 住宅の被害形態として、窓ガラスの破損、屋根ふき材（瓦、スレート、アスファルトシングルを含む）の脱落、屋根の飛散、木造小屋組の飛散、外壁仕上げ材（ラスモルタル、サイディングを含む）の部分的な脱落・飛散等の被害がみられた。
- ・ 上記のなかでも、比較的築年数が経ったと見られるもの、海岸沿いに立地するもの、構成部材に著しい腐朽・蟻害が認められるもの、接合具に劣化の可能性があるものなどが、選択的に比較的大きな被害を受けていた。一方、最近の台風被害や老朽化に伴って屋根を改修したと思われる住宅には、屋根ふき材がほぼ無被害のものもあった。
- ・ 比較的築年数が浅いとみられる住宅は概して被害が小さいが、海岸沿いに立地するものについては屋根の被害もみられた。そこでは風上側の窓ガラス等が破損し、屋根が飛散していた。
- ・ 建築途中のログハウスでは、大きく張り出して柱 2 本で支持された屋根版全体が飛散していた。
- ・ 低層店舗の被害形態として、屋外に面する建具や外壁の脱落・転倒、軒天井や外壁仕上げ材の脱落・飛散、木造小屋組の飛散等がみられた。また、軒天井が脱落して強風が侵入し、屋内の天井仕上げ材に被害が進展したと推測される事例もあった。
- ・ 海岸沿いの鉄骨造の店舗では、鋼製部材が劣化して板厚が薄くなった状況がみられた。
- ・ 海岸沿いの倉庫の倒壊、複数の地点での電柱の折損がみられた。

（東京都島嶼部）

- ・ 神津島空港と新島空港にあるアメダス観測所で、風速計の周囲の状況を確認した。いずれについても空港で計測された風速と市街地に作用した風速が必ずしも一致しない

可能性がある。

- ・ 住宅、店舗、倉庫等に、外壁材や屋根ふき材の飛散事例がみられた。被害を受けた建築物は、木造のほかに、RC+CB造又は組積造で屋根のみ木造であるものもあった。
- ・ 新島村にある美術館では窓ガラスや美術作品の破損、老人介護施設ではシート状の屋根材のはく離と室外機の転倒がみられた。

(4) 台風第19号に伴って発生した竜巻による建築物等の被害（千葉県市原市）について

- ・ 上部構造が倒壊又は飛散した住宅を2棟確認し、いずれも築年数が50年以上であった。また、上部構造が1/30rad程度傾いた住宅も確認した。
- ・ 上部構造の倒壊又は飛散、傾斜以外の被害としては、開口部や外壁の損壊、木造小屋組の飛散、瓦の脱落・飛散、建具の変形等の被害が見られた。また、屋外の外壁等において飛来物による被害が見られただけでなく、屋内でもガラス、サッシの構成部材、カーテンレール等が飛散して内壁に突き刺さっていた。
- ・ 台風第19号の接近に備えて雨戸を閉めていたものの、飛来物の衝突によって雨戸等の建具が損壊し、屋内に風が吹き込むことで屋内や屋根の破壊が進展した事例が見られた。
- ・ 市津公民館と市津支所では、複数の箇所で窓ガラスの破損が見られた。
- ・ 市津公民館では台風第19号の接近に備えて避難所を開設していたが、竜巻被害が生じたため閉鎖した。
- ・ 市津消防署では、各階の窓ガラスや所有する消防車両等に被害が発生した。
- ・ その他の被害として、神社本殿の傾斜、車庫の倒壊や外壁材等の脱落・飛散、倉庫の屋根の損傷、ブロック塀の傾斜、木造の門の倒壊、コンクリート柱の倒壊や折損、自動車や重機の被害等が見られた。

(5) 台風第15号及び第19号によるゴルフ練習場の被害（千葉県市原市・神奈川県横浜市）について

- ・ 千葉県市原市のゴルフ練習場Aでは、複数の鉄柱が北西に隣接する住宅側に倒壊した被害が発生した。鉄柱の被害状況としては、柱脚のベースプレート下面でアンカーボルトが破断し、弦材のH形鋼で著しい変形が生じていることを確認した。
- ・ 神奈川県横浜市のゴルフ練習場Bでは、複数の鉄柱が西（敷地内）に倒壊した被害が発生した。鉄柱には柱脚の引き抜けやアンカーボルトの破断、柱脚の折損が見られた。
- ・ 神奈川県横浜市のゴルフ練習場Cでは、鉄柱の先端部の変形や折損が見られた。
- ・ いずれのゴルフ練習場においても、被害発生時にネットは下ろしていないとのことだった。

参考文献

- 1) 内閣府：令和元年台風第 15 号に係る被害状況等について 令和元年 9 月 11 日 14 時 00 分現在
http://www.bousai.go.jp/updates/r1typhoon15/pdf/r1typhoon15_5.pdf
(2019.09.11 閲覧)
- 2) ウェザーニュース：【速報】台風 15 号 千葉市付近に上陸 関東では過去最強クラス
<https://weathernews.jp/s/topics/201909/090055/>
(2019.09.15 閲覧)
- 3) デジタル台風：台風 201915 号 (FAXAI) - 総合情報 (気圧・経路図)
<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/summary/wnp/s/201915.html.ja>
(2019.09.11 閲覧)
- 4) 気象庁：毎日の全国観測値ランキング
https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/mdrr/rank_daily/index.html
(2019.09.11 閲覧)
- 5) 気象庁：過去の気象データ検索
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>
(2019.09.16, 2019.10.18 閲覧)
- 6) 気象庁：地域気象観測所一覧
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/amedas/ame_master.pdf
(2019.09.16 閲覧)
- 7) 日本建築学会：建築物荷重指針・同解説 2015, 平成 27 年
- 8) 内閣府：令和元年台風第 19 号に係る被害状況等について 令和元年 10 月 18 日 15 時 00 分現在
http://www.bousai.go.jp/updates/r1typhoon19/pdf/r1typhoon19_14.pdf
(2019.10.18 閲覧)
- 9) デジタル台風：台風 201919 号 (HAGIBIS) - 総合情報 (気圧・経路図)
<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/summary/wnp/s/201919.html.ja>
(2019.10.18 閲覧)
- 10) 気象庁：令和元年 10 月 12 日に千葉県市原市で発生した突風について (続報) ~ 気象庁機動調査班による現地調査の報告~, 2019 年 10 月 16 日
https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/new/20191012/20191016_chiba.pdf
(2019.10.23 閲覧)
- 11) デジタル台風：台風 201919 号/2019 年 10 月 12 日 17 時 00 分 (JST) の観測データ
<http://agora.ex.nii.ac.jp/cgi-bin/dt/single2.pl?prefix=HMW819101208&id=201919&basin=wnp&lang=ja>
(2019.10.23 閲覧)
- 12) 小林文明：竜巻 メカニズム・被害・身の守り方, 成山堂書店, pp.132-135, 平成 26 年

- 13) 市原市役所ウェブサイト：
[https://www.city.ichihara.chiba.jp/joho/soshiki_gyoumu/info/dailoyobi2chosh
a.images/chushajo.png](https://www.city.ichihara.chiba.jp/joho/soshiki_gyoumu/info/dailoyobi2chosh
a.images/chushajo.png)
(2019.09.11 閲覧)
- 14) 東京都大島支庁ウェブサイト：「こうわん・くうこうだより」神津島 平成 21 年 3 月
http://www.soumu.metro.tokyo.jp/11osima/harbor/dayori/kouwandayori_k2103.pdf
(2019.10.11 閲覧)
- 15) 東京都大島支庁ウェブサイト：「こうわん・くうこうだより」新島・式根島 平成 30 年
9 月
http://www.soumu.metro.tokyo.jp/11osima/harbor/dayori/kouwandayori_n3009.pdf
(2019.10.11 閲覧)
- 16) 市原市：台風 19 号への対応について，令和元年 10 月 15 日 17 時 15 分時点
[http://www.city.ichihara.chiba.jp/kurashi/bohanbosai/kinkyu/hagibis/torimato
me-taihuu19.files/10151715_taifu19.pdf](http://www.city.ichihara.chiba.jp/kurashi/bohanbosai/kinkyu/hagibis/torimato
me-taihuu19.files/10151715_taifu19.pdf)
(2019.10.23 閲覧)