

令和元年台風第 15 号に伴う強風による建築物等被害 現地調査報告（速報）

国土交通省国土技術政策総合研究所
国立研究開発法人建築研究所

1. はじめに

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 号に伴う強風によって千葉県と東京都島嶼部で被害が生じた建築物等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。本報告は、この現地調査の結果を速報として取りまとめたものである。

(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

(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 (9/10、9/12)
- ・ 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 (9/13、9/18)
構造研究グループ 主任研究員 中島昌一 (9/22～23)
構造研究グループ 研究員 高館祐貴 (9/10、9/12、9/18)
材料研究グループ 上席研究員 槌本敬大 (9/13、9/22～23)
材料研究グループ 主任研究員 山崎義弘 (9/12、9/13)

(3) 調査の目的

本調査では、台風第 15 号の強風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。

千葉県市原市内の被害については、市原市役所での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。また、アメダス観測所で記録された最大瞬間風速が上位となった千葉県内の内房地域、東京都内の島嶼部を対象に、それぞれ木造建築物や低層の店舗等を中心に被害状況を把握する。

2. 台風第15号の気象概要¹⁾

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。特に、千葉市で最大風速35.9m/s、最大瞬間風速57.5m/sを観測するなど、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2.1に台風経路と中心気圧の変化、表2.1~2.2に主な最大風速と最大瞬間風速（アメダス観測値）、図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（地表面粗度区分Ⅱ、地上10m）に従って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）

$$V_{II} = V_{obs} \left(\frac{Z_{G,obs}}{Z_{obs}} \right)^{\alpha_{obs}} \cdot \left(\frac{10}{Z_{G,II}} \right)^{\alpha_{II}} \quad \text{①}$$

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。

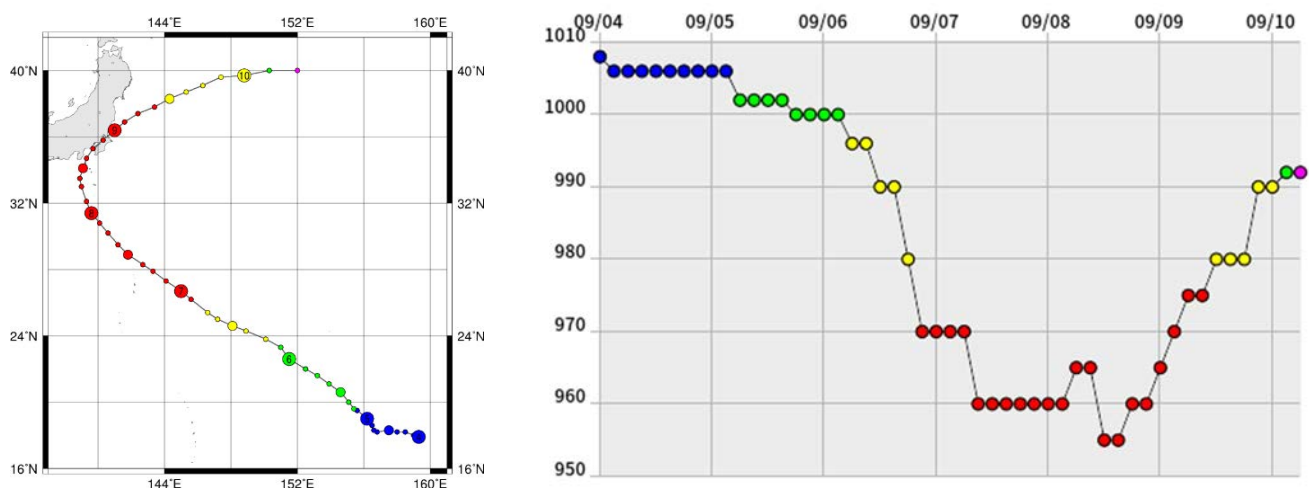


図2.1 台風経路と中心気圧の変化³⁾

表 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_{10} (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 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

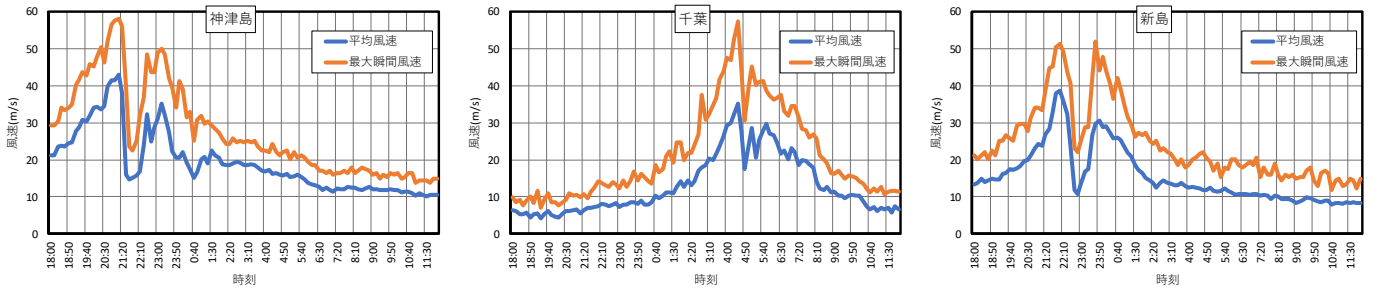


図 2.2 各地での風速の時刻歴（10分間ごと）（9月8日18時～9月9日12時）⁵⁾

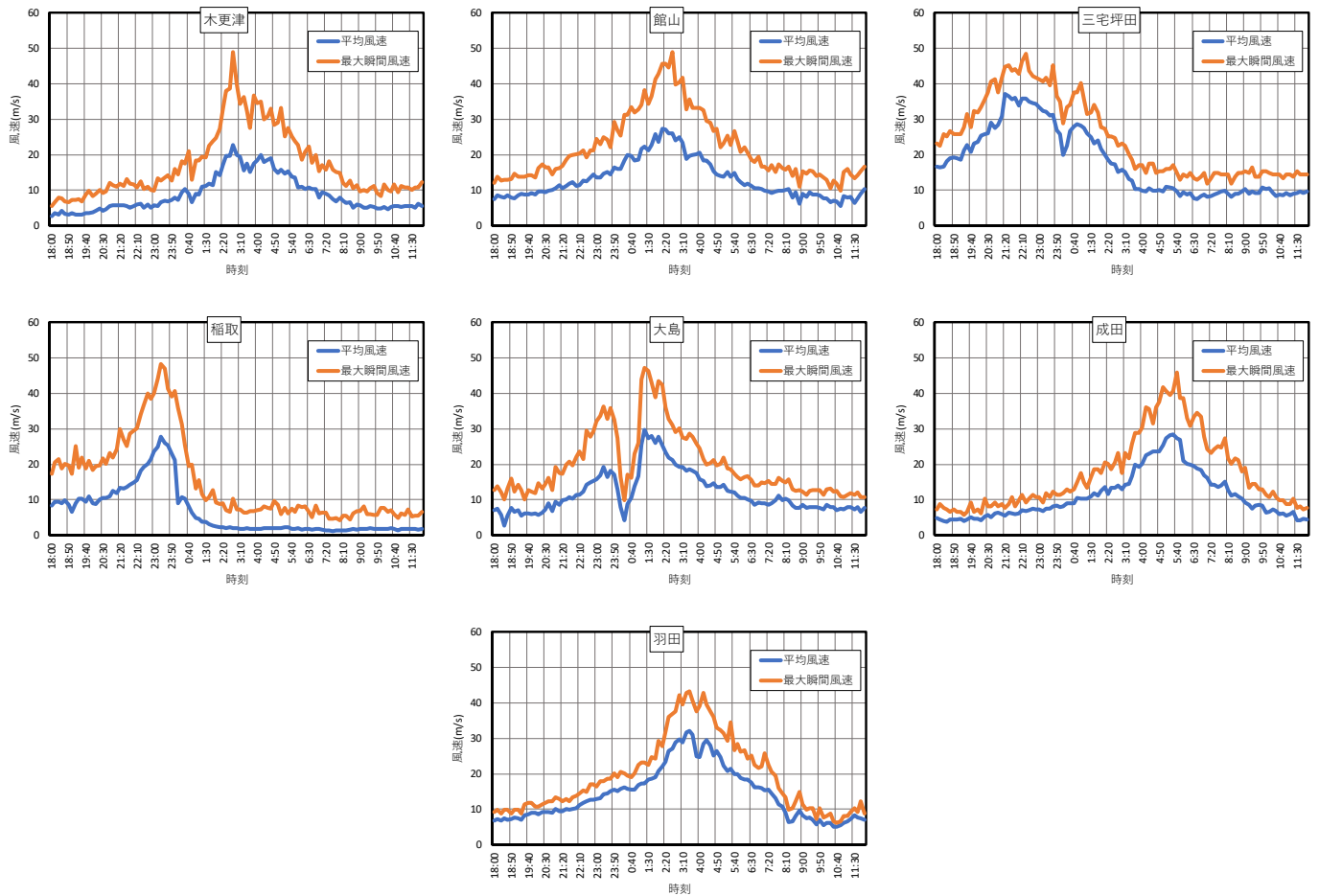


図 2.2 各地での風速の時刻歴（10 分間ごと）（9 月 8 日 18 時～9 月 9 日 12 時）⁵⁾（続き）

次に、図 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②式と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、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。

$$V_{III} = V_0 \cdot E_{r(III)} \quad : \text{風速} \quad \text{②}$$

$$V_{III}' = V_0 \cdot E_{r(III)} \cdot \sqrt{G_{f(III)}} \quad : \text{瞬間風速（相当値）} \quad \text{③}$$

$$V' = \sqrt{\frac{q \cdot 9.8}{0.6}} \quad : \text{瞬間風速（旧基準）} \quad \text{④}$$

ここで、②、③式中の $E_{r(III)}$ と $G_{f(III)}$ 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、④式中の q は次式により、 h は地上高さ (m) である。

$$q = \begin{cases} 60\sqrt{h} & (0 \leq h < 16) \\ 120^{\frac{1}{4}}\sqrt{h} & (16 \leq h) \end{cases} \quad \text{⑤}$$

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。

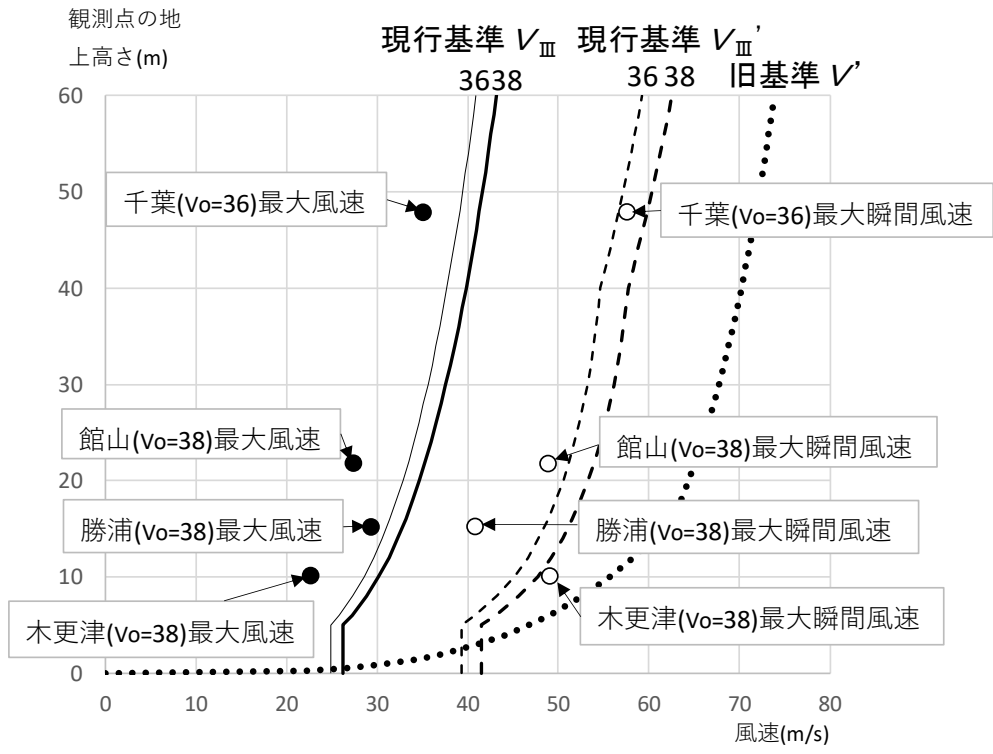


図 2.3 千葉県内の観測値と基準風速換算値との比較

3. 千葉県市原市内の被害状況（9月10日調査）

台風第15号の強風によって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3.1に示す。

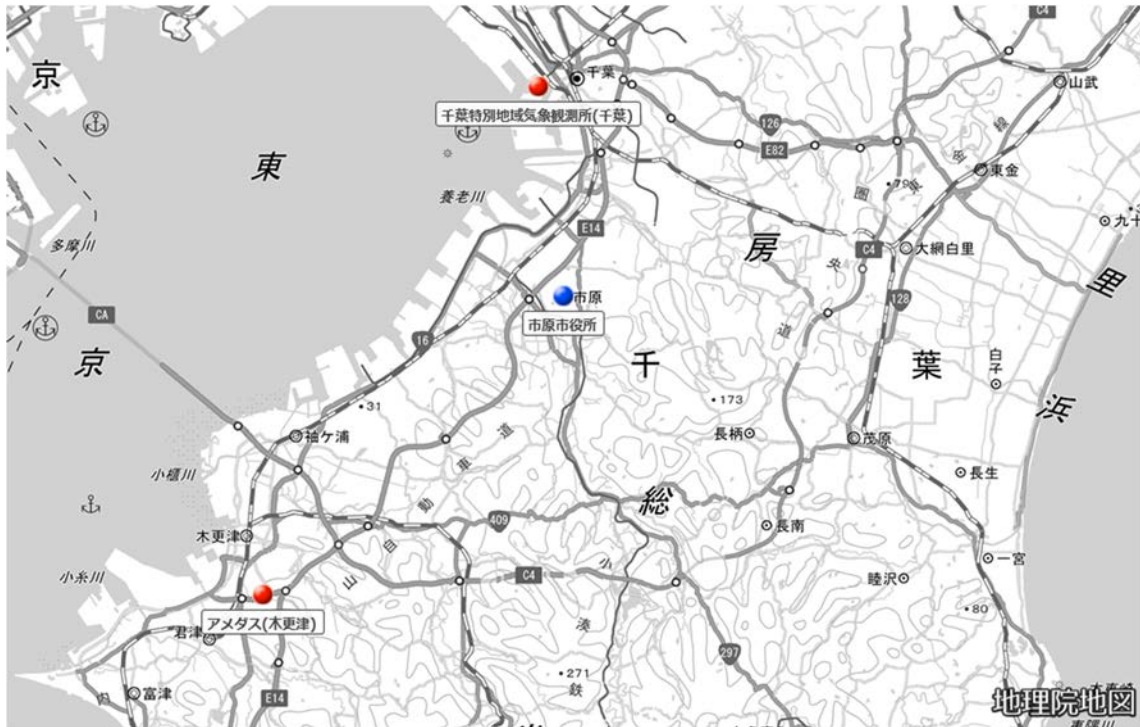


図3.1 被害調査を行った市原市役所の位置
(地理院地図に地点名を表す丸印を追記して掲載)

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2.1～2.2参照）。
- 写真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3.2～3.3、被災直後の状況を写真3.4～3.5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今年の台風第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3.7のようにベニヤ板など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 3.8)。

- ・ 台風の通過後、2 階の天井などに浸入経路が不明の漏水痕が数か所確認された(写真 3.9)。
- ・ 議会棟については、写真 3.10～3.12 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 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 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 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 3.2～3.3 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、昨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。

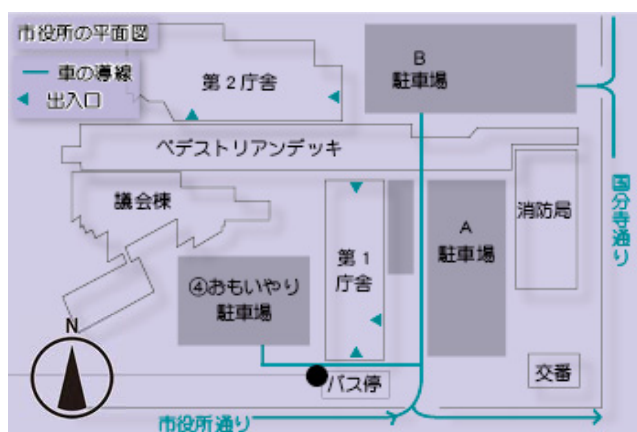


図 3.2 市原市役所全体の配置図⁸⁾



写真 3.1 第2庁舎の外観



写真 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 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 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 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 3.6 第2庁舎北面でのガラスの破損
(市原市提供)



写真 3.7 第2庁舎西面でのガラスの破損



写真 3.8 第2庁舎地下1階中央部のガラス



写真 3.9 天井の漏水痕

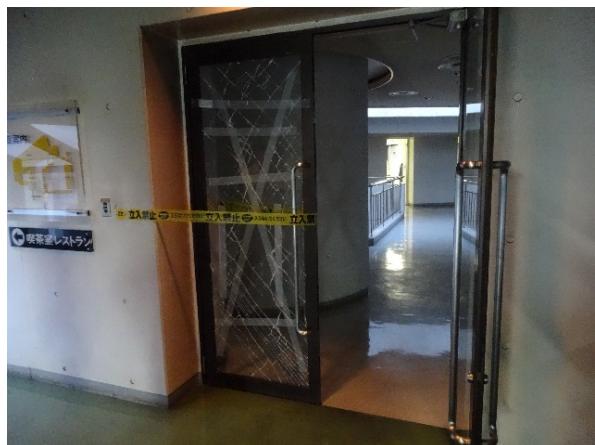


写真 3.10 議会棟入り口の扉の損傷

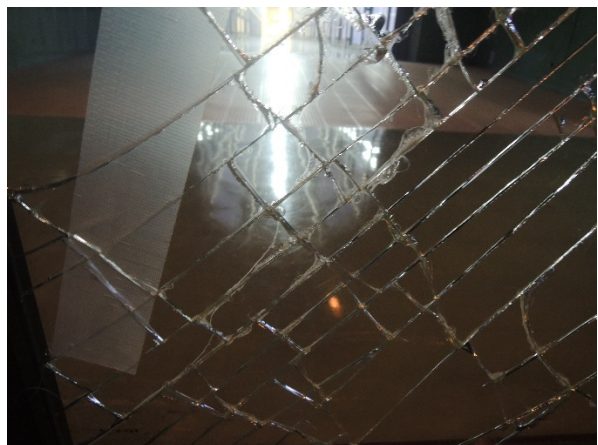


写真 3.11 写真 3.10 に示すガラスの状況

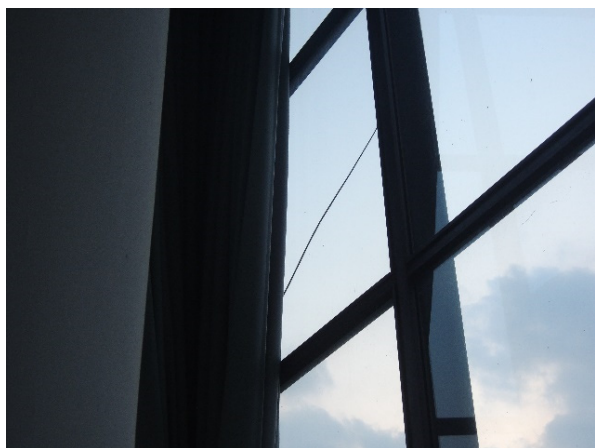


写真 3.12 議会棟ラウンジのガラスのひび割れ



写真 3.13 屋外喫煙所のパーティションの倒壊

4. 千葉県富津市、鋸南町、南房総市、館山市内の被害状況（9月12日、13日、18日調査）

千葉県内の内房地域において建築物等の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。



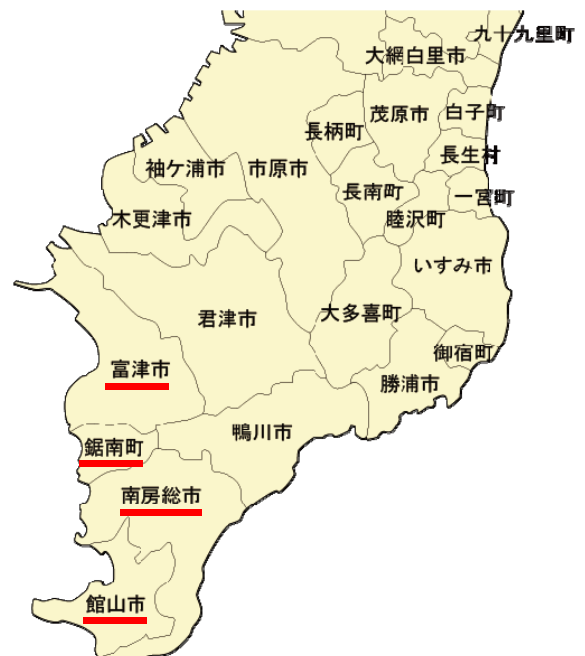
(a) 9月12日(木)



(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>)

図4.1 調査実施日ごとの調査経路図

((a)～(c)は地理院地図に調査経路と地点名を表す丸印を追記して掲載)

4.1 富津市と鋸南町の被害

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 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 4.1.2）。



写真 4.1.1 破損した窓ガラスの状況



写真 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 4.1.3～4.1.4）。
- ・ 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 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今年の台風第 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 4.1.6）。



写真 4.1.3 軒天井の仕上げ材の脱落・飛散



写真 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 4.1.5 店舗内部の天井仕上げ材の被害



写真 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 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 4.1.8~4.1.9)。
- ・ 駅舎前の小規模木造建築物に残留変形を確認した (写真 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 4.1.7 店舗 C の外壁の被害状況



写真 4.1.8 駅舎での屋根瓦の被害



写真 4.1.9 店舗併用住宅での屋根瓦の被害



写真 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。改装時に取り付けられた外壁材（写真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4.1.14）、雨水が降り注ぐ状況（写真4.1.15）のようであった。



写真4.1.11 店舗Dの外観



写真4.1.12 脱落した外壁材



写真4.1.13 外壁材の留め付け部分



写真4.1.14 全ての外壁材が飛散した妻面



写真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 4.1.17～4.1.18）。

- ・ 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 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 4.1.20～4.1.21）。



写真 4.1.16 事務所 A の外観



写真 4.1.17 2階天井の被害状況



写真 4.1.18 2階天井と野地の被害状況



写真 4.1.19 階段室の壁材の変形



写真 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 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 4.1.22）にアンカーボルト（写真 4.1.23）と断面 45×90mm 程度の筋かい（写真 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 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 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 4.1.26）。



写真 4.1.22 木造倉庫の倒壊



写真 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 4.1.24 木造倉庫に用いられていた筋かい



写真 4.1.25 鉄骨造倉庫の倒壊



写真 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。大きな範囲の外壁と小屋組が飛散していた。
- ・ 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4.1.28）。



写真 4.1.27 木造住宅の被害状況



写真 4.1.28 隣接する住宅の被害状況

4.2 南房総市の被害

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4.2.1～4.2.2）、腰壁が屋外に転倒していた（写真4.2.3）。
- ・ 屋内の天井仕上げ材の一部が損傷していた（写真4.2.4）。



写真 4.2.1 屋外に面する建具の損壊(1)



写真 4.2.2 屋外に面する建具の損壊(2)



写真 4.2.3 屋外に面する建具の損壊と腰壁の転倒



写真 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 4.2.5～4.2.6）。小屋組は店舗 F の北東側に落下していた（写真 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 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 4.2.8）。



写真 4.2.5 小屋組が飛散した店舗 F の外観



写真 4.2.6 店舗 F の屋内の状況



写真 4.2.7 飛散した小屋組



写真 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 4.2.9～4.2.10）。
- ・ 店舗 G の付近では、木造住宅の棟瓦の脱落（写真 4.2.11）、老朽化した倉庫の倒壊（写真 4.2.12）、電柱の折損（写真 4.2.13）、自動販売機の転倒（写真 4.2.14）を確認した。



写真 4.2.9 店舗 G の小屋組の損壊(1)



写真 4.2.10 店舗 G の小屋組の損壊(2)



写真 4.2.11 木造住宅の棟瓦の脱落



写真 4.2.12 老朽化した倉庫の倒壊



写真 4.2.13 電柱の折損



写真 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 4.2.15～4.2.16 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4.2.17~4.2.18)。周囲にある樹木の転倒などは確認されていない。



写真 4.2.15 公園施設Aの外壁・
軒天井の被害状況



写真 4.2.16 公園施設Aのサッシ・
窓ガラスの被害状況



写真 4.2.17 宿泊施設Aの屋根・
軒天井の被害状況



写真 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、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4.2.20)では、軒天井が脱落したが、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 4. 2. 19 木造部分の屋根とベランダの被害状況



写真 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 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 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 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 4. 2. 24)。



写真 4. 2. 21 屋根・軒天井の被害(被災後)



写真 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 4. 2. 23 エントランスの軒天井の被害



写真 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 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 4.2.26)。外壁や窓ガラスに目立った被害はなかった。



写真 4.2.25 屋根瓦の被害(風上側)



写真 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 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 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 4.2.27 南西側の開口部



写真 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 4.2.29)。



写真 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 4. 2. 30～4. 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 4. 2. 30 住宅の隅角部での被害状況(1)



写真 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 4. 2. 32)、屋根瓦の飛散も見られた(写真 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 4. 2. 32 屋根と外壁の被害



写真 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 4. 2. 34)。写真 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 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 4. 2. 34 倒壊した倉庫(被災後)



写真 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 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 4. 2. 37~4. 2. 38)。これらの住宅は空き家と思われる。
- ・ 写真 4. 2. 39 の住宅は小屋組の飛散だけでなく、外壁材の脱落などの被害が見られた。
- ・ 軽量鉄骨造の車庫に、屋根の飛散と柱の倒壊があった(写真 4. 2. 40)。



写真 4. 2. 37 木造住宅の屋根と外壁の被害



写真 4. 2. 38 木造住宅の上部構造の倒壊



写真 4. 2. 39 木造住宅の屋根の飛散と外壁の被害



写真 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 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 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 4. 2. 41 看板の転倒(1)

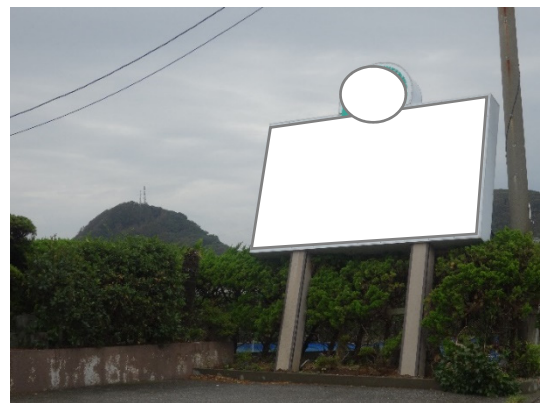


写真 4. 2. 42 看板の転倒(2)

4.3 館山市の被害

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 4.3.1～4.3.2）。



写真 4.3.1 店舗 H の軒天井の被害



写真 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 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 4.3.3～4.3.5）。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 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 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 4.3.8）。



写真 4.3.3 店舗 I の外観



写真 4.3.4 建具の脱落



写真 4.3.5 外壁の脱落



写真 4.3.6 店舗内の状況



写真 4.3.7 腐食によって板厚が減少した鋼製部材



写真 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 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 4.3.10）。接合部の損傷状況としては、金具からの外れ（写真 4.3.11）、鉄筋—金具間の溶接部破損（写真 4.3.12）、鉄筋—鋼製支持部材間の溶接部破損（写真 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 4.3.14）。



写真 4.3.9 脱落した建具の応急復旧に向けた準備状況



写真 4.3.10 建具が接合されていた鋼製支持部材



写真 4.3.11 建具と鋼製支持部材との接合部(1)



写真 4.3.12 建具と鋼製支持部材との接合部(2)



写真 4.3.13 建具と鋼製支持部材との接合部(3)



写真 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 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 4.3.17)。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 4.3.16) 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 4.3.18)。



写真 4.3.15 漁港施設 A の外観



写真 4.3.16 漁港施設 A と同じ敷地内にある建屋



写真 4.3.17 漁港施設 A の被災前の状況*



写真 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 4.3.19 ~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 4.3.22)。



写真 4.3.19 キャノピーの落下



写真 4.3.20 キャノピーを支持する柱の折損(1)



写真 4.3.21 キャノピーを支持する柱の折損(2)



写真 4.3.22 キャノピー上面の状況

(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 4.3.23~4.3.24)。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 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 4. 3. 25～4. 3. 26）。



写真 4. 3. 23 木造住宅の小屋組の損壊(1)



写真 4. 3. 24 木造住宅の小屋組の損壊(2)



写真 4. 3. 25 ブロック塀の倒壊



写真 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段積みのブロック塀（写真 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 4. 3. 28）。



写真 4. 3. 27 3段積みのブロック塀全体の様子



写真 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 (写真 4.3.29)、棟瓦のみが脱落したもの (写真 4.3.30)、寄棟における隅棟部の瓦が脱落したもの (写真 4.3.31)、部分的に平瓦が破損したもの (写真 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 4.3.33~4.3.34)。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 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 4.3.36)。



写真 4.3.29 寄棟の一面の瓦が全面的に落下した例



写真 4.3.30 棟瓦のみが落下した例



写真 4.3.31 寄棟における隅棟部の瓦の落下



写真 4.3.32 平瓦の部分的なずれ又は破損



写真 4.3.33 無被害に見える瓦屋根(1)



写真 4.3.34 無被害に見える瓦屋根(2)



写真 4.3.35 最近改修したとみられる瓦屋根の棟



写真 4.3.36 緊結され、無被害であった隅棟部の瓦

瓦の脱落

(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 4.3.37 の左）。車庫が南（写真 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 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想像される。
- ・ 木造の宿泊施設 E にモルタル外壁の剥落（写真 4.3.38）が生じており、ラスと下地板の間の接合具（多くはステープル）の劣化による可能性もある。



写真 4.3.37 外壁材が脱落した車庫



写真 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 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 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 4. 3. 39 傾斜地の中腹に建つ宿泊施設 F



写真 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 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 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 4. 3. 41 屋根が飛散した海沿いの木造住宅



写真 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 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 4. 3. 44) した 2 階建て木造住宅が確認された。



写真 4. 3. 43 北西へ吹き飛んだ木造住宅の屋根



写真 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 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 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 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 4. 3. 47）。



写真 4. 3. 46 文化財に指定された木造住宅の概要



写真 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 4. 3. 48）及び社殿の残留変形（写真 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 4. 3. 48 倉庫の倒壊



写真 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 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 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 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 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 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 4. 3. 50 窓ガラスの破損



写真 4. 3. 51 宿泊施設 G の内部の状況



写真 4. 3. 52 脱落した屋根



写真 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 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 4.3.55）など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など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 4.3.56）は、屋根の飛散などの甚大な被害を受けていた（写真 4.3.57）。



写真 4.3.54 茅葺き屋根の古民家の外観



写真 4.3.55 写真 4.3.54 の住宅の外壁の被害



写真 4.3.56 写真 4.3.54 の住宅の東に隣接する木造の宿泊施設 H



写真 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 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 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 4.3.60）であった。



写真 4. 3. 58 建築途中の 12 棟のログハウスの被害状況



写真 4. 3. 59 被害が軽微であったログハウス



写真 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 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る、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 4. 3. 62）が確認され、屋根と外壁の一部が飛散した（写真 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 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 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 4. 3. 66）を確認すると腐朽した部分ではない箇所にも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た。



写真 4. 3. 61 海岸沿いに建つ 2 棟の木造住宅



写真 4. 3. 62 写真 4. 3. 61 右側の躯体の生物劣化



写真 4. 3. 63 写真 4. 3. 61 右側の住宅の被害状況



写真 4. 3. 64 写真 4. 3. 61 左側の住宅の外壁の崩落



写真 4. 3. 65 躯体に生じた著しい腐朽・蟻害



写真 4. 3. 66 写真 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 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 4. 3. 68)。



写真 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 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 4.3.69）が、窓越しに内部を見ると天井が脱落（写真 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 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 4.3.71）。



写真 4.3.69 無被害のように見える鉄骨造建築物



写真 4.3.70 窓越しに見える天井仕上げ材の脱落



写真 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 4.3.72）や屋根ふき材が脱落しているもの（写真 4.3.73）があった。写真 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 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 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 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 4.3.72 の西に隣接する住宅（写真 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 4.3.75）とのことである。



写真 4.3.72 屋根の飛散



写真 4.3.73 屋根ふき材の脱落



写真 4.3.74 写真 4.3.72 の住宅の
西に隣接する住宅



写真 4.3.75 写真 4.3.74 の 1 階の掃き出し開口

5. 東京都大島支庁神津島村、新島村内の被害状況（9月22日～23日調査）

台風第15号による最大瞬間風速^{1),4)}(表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～23日に調査を行った。図5.1.1に被害調査エリアを示す。



(a) 上赤丸：新島、
下赤丸：神津島



(b) 神津島



(c) 新島

図5.1.1 被害調査エリア
(地理院地図に赤丸、地点名を表す丸印等を追記して掲載)

5.1 神津島村の被害

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5.1.2および5.1.3に調査した建築物を青丸で示す。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(土)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5.1.1)が、東側にあたる裏手に軽微な被害(写真5.1.2)があった。
- ・ 最大瞬間風速58.1m/sが観測されたのは神津島空港の風速計(写真5.1.3)であり、村役場の庁舎屋上にある風速計(写真5.1.2)が観測した最大瞬間風速は53m/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5.1.2)、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 5.1.1 神津島村役場の外観(1)

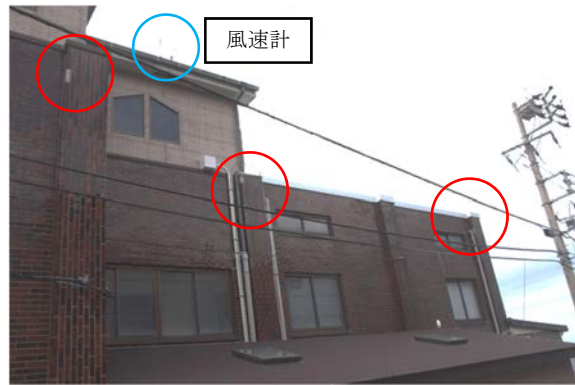


写真 5.1.2 神津島村役場の外観(2)

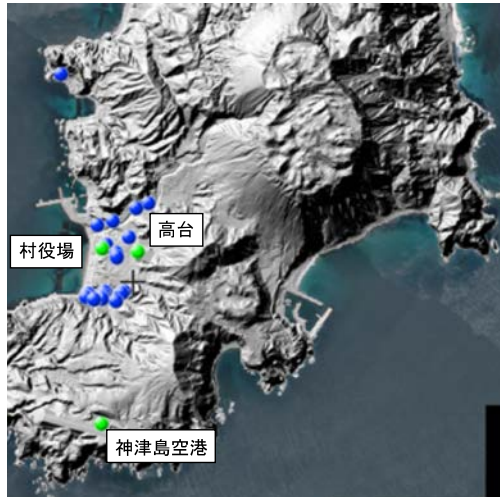


図 5.1.2 神津島南部の起伏陰影図

(青丸：調査対象物、緑丸：役場、風速計等)「こうわん・くこう」だより神津島より引用⁹⁾
(地理院地図に地点名と丸印を追記して掲載)



写真 5.1.3 神津島空港の風速計

(2) 被害の概要

- 図 5.1.3 の緑丸 (右) にある高台から西の方角をみた市街地の様子を写真 5.1.4～5.1.6 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 5.1.7～5.1.8 のように破損していた。



図 5.1.3 調査範囲 (右の緑丸が高台)
(地理院地図に地点名と丸印を追記して掲載)



写真 5.1.4 高台から見た市街地の様子 (南部)



写真 5.1.5 高台から見た市街地の様子
(中部)



写真 5.1.6 高台から見た市街地の様子
(北部)



写真 5.1.7 フェンスの被害



写真 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 5.1.9～5.1.38 に示す被害が確認された箇所を図 5.1.4 に青丸で示す。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、外壁材の破損などが見られた (写真 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 5.1.10～5.1.12)。

FRP を複合した横架材も見られ (写真 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 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 5. 1. 15) が飛散していることが確認された (写真 5. 1. 16)。



図 5. 1. 4 調査範囲 (青丸が被害が調査箇所)
(地理院地図に丸印を追記して掲載)



写真 5. 1. 9 鉄骨造の元造船所 A の被害
(内部)



写真 5. 1. 10 木造の元造船所 B の被害



写真 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 5. 1. 12 木造の元造船所 B の被害
(内部)



写真 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 5. 1. 14 屋根材を留め付けていた釘



写真 5. 1. 15 鉄骨造の元造船所 C の被害



写真 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 5. 1. 17）や自動車（写真 5. 1. 18）などには、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 5. 1. 19）や壁（写真 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 5. 1. 21）も見られた。
- 例えば写真 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 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 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 5.1.18 飛来物が衝突したと思われる自動車



写真 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 5.1.20 住宅の屋根と壁の破損



写真 5.1.21 屋根のルーフィング材による補修



写真 5.1.22 開口部の防御居板の受け材

(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 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 5.1.24）。
- 店舗入り口付近（写真 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 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 5.1.27）が、基礎の上に残った土台に腐朽と蟻害（写真 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 5.1.29）では、建物の隅部で軒天井部材の破損（写真 5.1.30）が見られた。



写真 5.1.23 ブルーシートで覆われた
店舗 A の屋根 (1)



写真 5.1.24 ブルーシートで覆われた
店舗 A の屋根 (2)



写真 5.1.25 正面から見た店舗 A の様子



写真 5.1.26 屋根被害を受けた店舗 A の内部



写真 5.1.27 倒壊して撤去された
ゴミ捨て場の跡



写真 5.1.28 ゴミ捨て場の土台の腐朽・蟻害



写真 5. 1. 29 軒下に被害を受けた宿泊施設 A



写真 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 5. 1. 31）や、屋根が破損した住宅（写真 5. 1. 32）は数多く見られた。
- ・ 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 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 5. 1. 34）もあった。



写真 5. 1. 31 壁に被害を受けた住宅



写真 5. 1. 32 屋根に被害を受けた住宅



写真 5. 1. 33 補修された宿泊施設 A の倉庫



写真 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 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 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 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 5.1.38）から蟻害が観察された。



写真 5.1.35 倒壊した倉庫 A の跡地



写真 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)

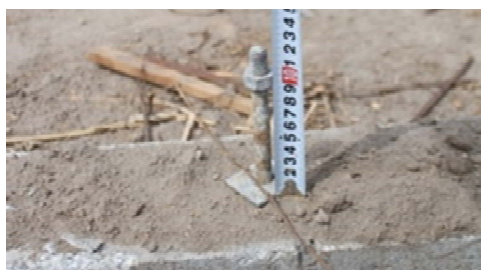


写真 5.1.37 基礎に残ったアンカーボルト



写真 5.1.38 土台の蟻害

(8) 店舗、住宅等の庇の飛散等（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 5.1.39～5.1.43 に示す被害が確認されたのは図 5.1.5 に示す青丸の箇所である。
- ・ 同中部の店舗 B（写真 5.1.39）では、軒先のアルミフレームに樹脂板を張った庇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 5.1.40）、周辺の電柱や住宅の被害（写真 5.1.41）が見られた。
- ・ RC 造の病院の 2F 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 5.1.42）、住宅の庇の飛散（写真 5.1.43）などが見られた。



図 5.1.5 調査範囲（青丸が調査箇所）
(地理院地図に地点名と丸印を追記して掲載)



写真 5.1.39 店舗 B の庇の被害



写真 5.1.40 住宅の屋根被害と折れた電柱



写真 5.1.41 住宅の屋根の被害



写真 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 5.1.43 住宅の庇の被害

(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 5.1.44～5.1.54 に示す被害が確認されたのは、図 5.1.6 に示す青丸の箇所である。
- ・ 住宅や倉庫の屋根や外壁の被害（例えば、写真 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 5.1.45）が、飛散した屋根材等がそのまま放置（写真 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 5.1.6 調査範囲（青丸が被害が調査箇所）
（地理院地図に丸印を追記して掲載）



写真 5.1.44 倉庫の屋根被害



写真 5. 1. 45 応急的な処置をした住宅の屋根



写真 5. 1. 46 飛散した屋根材

- 写真 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 5. 1. 48)他、屋根材の破損や軒下通気口カバーの脱落(写真 5. 1. 49)、雨漏りによる天井仕上げ材の落下(写真 5. 1. 50)等の被害等を受けたとのことであった。
- 写真 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 5. 1. 52)などが見られた。



写真 5. 1. 47 南面の通気口の脱落



写真 5. 1. 48 飛来物による東面の壁の破損



写真 5. 1. 49 落下した通気口



写真 5. 1. 50 雨漏りの被害



写真 5. 1. 51 屋根ふき材の被害



写真 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 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 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 5. 1. 53 住宅の壁被害



写真 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 5. 1. 7）RC造の温泉施設（写真 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 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 5. 1. 57）と勾配部分は受け材（写真 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 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 5.1.7 調査範囲（青丸が被害が調査箇所）
（地理院地図に丸印を追記して掲載）



写真 5.1.55 温泉施設の屋根被害



写真 5.1.56 脱落した屋根ふき材



写真 5.1.57 屋根ふき材の飛散によって
露出した下地材



写真 5.1.58 受け材の蟻害



写真 5.1.59 既にアスファルトシングルへの
葺き替えが終わっていた三角屋根部分

5.2 新島村の被害

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 5.2.1 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など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 5.2.1 新島の調査範囲 (青丸：調査対象、緑丸：役場、風速計等)

(地理院地図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

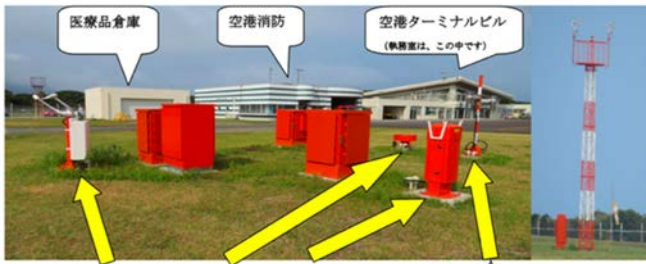
- ・ 外観上、村役場庁舎はほとんど無被害であった(写真 5.2.1)。
- ・ 最大瞬間風速 52m/s が観測されたのは新島空港の風速計(写真 5.2.2、図 5.2.2)であった。村役場の庁舎に隣接する新島村住民センターの屋上に設置されている風速計(写真 5.2.3)が観測した最大瞬間風速は、50.9 m/s であったが、9月8日(日)23時頃に計測が停止し、その後のデータは記録されていないとのことであった。ヒアリングによると、通常時から庁舎の風速計の数値は、新島空港の数値よりも5~10m/s程大きいことが多いとのことであった。



写真 5.2.1 新島村役場の外観



写真 5.2.2 新島空港の風速計(北側)



左から、視程計（視距離）、雨量計、シーロメータ（雲高・雲量）、温度計・湿度計
右の写真は、風向風速計（滑走路の両端に設置）

図 5.2.2 新島空港の風速計

「こうわん・くこう」だより神津島より引用¹⁰⁾



写真 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 5.2.4）では、外壁材や屋根材の脱落（写真 5.2.5）が見られた。



写真 5.2.4 空港の近くの工場の被害



写真 5.2.5 脱落した屋根材

(3) 市街地全体の様子

- 写真 5.2.6 に上空から見た本村地区、写真 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 5.2.3、図 5.2.4 には被害を確認した建物の位置を青丸で示している。



写真 5.2.6 上空から見た本村地区



写真 5.2.7 旧小学校屋上からみた若郷地区

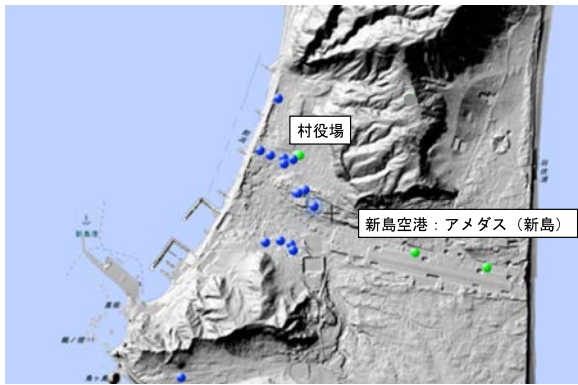


図 5.2.3 本村地区の起伏陰影図
(地理院地図に地点名と丸印を追記して掲載)

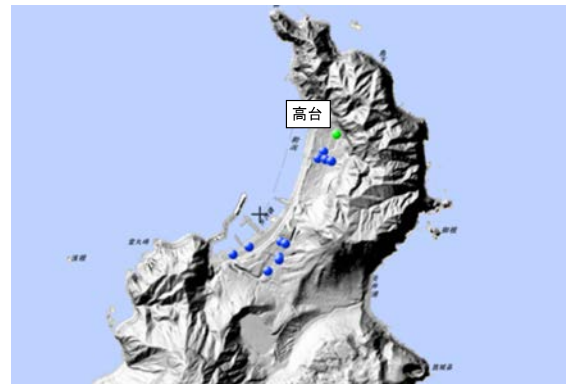


図 5.2.4 若郷地区の起伏陰影図
(地理院地図に地点名と丸印を追記して掲載)

(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 5.2.8）、屋根が飛散した住宅（写真 5.2.9）、木造のパラペットの一部分が被害を受け（写真 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 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 5.2.12）などが見られた。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 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 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なども見られた。



写真 5.2.8 住宅の外壁被害の応急的な補修



写真 5.2.9 住宅の屋根被害



写真 5.2.10 店舗Cのパラペットの被害



写真 5.2.11 店舗Cの屋根の被害



写真 5.2.12 店舗兼住宅の外壁被害



写真 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 5.2.14）や住宅兼作業場（写真 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 5.2.16～5.2.19）。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 5.2.16～5.2.17）。



写真 5.2.14 住宅の屋根被害



写真 5.2.15 住宅兼作業場の屋根被害



写真 5. 2. 16 住宅の軒被害



写真 5. 2. 17 住宅の軒被害



写真 5. 2. 18 住宅の軒被害



写真 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 5. 2. 20、2. 21 の住宅では外壁、屋根、屋根のソーラーパネルなどに被害が見られなかった。



写真 5. 2. 20 無被害の住宅(1)



写真 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 5. 2. 22、5. 2. 23）、木造の店舗 D の屋根の崩落（写真 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 5. 2. 25～5. 2. 27）などが見られた。
- その他、比較的築年数が浅いとみられる共同住宅（写真 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 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

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 5. 2. 22 倒壊した倉庫 B



写真 5. 2. 23 倒壊した倉庫 B の内部



写真 5. 2. 24 倒壊した店舗 D



写真 5. 2. 25 住宅の屋根被害



写真 5. 2. 26 写真 5. 2. 25 の住宅の内部の様子



写真 5. 2. 27 飛散した屋根材



写真 5. 2. 28 共同住宅の屋根と軒の被害



写真 5. 2. 29 写真 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 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 5.2.31～5.2.33）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 5.2.30 漁港施設 A の屋根被害



写真 5.2.31 漁港施設 A の屋根被害



写真 5.2.32 漁港施設 A の屋根被害



写真 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 5.2.34）や屋根ふき材の飛散（写真 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 5.2.36）や比較的新しいものの屋根ふき材の飛散（写真 5.2.37）などが見られた。



写真 5.2.34 住宅の屋根被害(1)



写真 5.2.35 住宅の屋根被害(2)



写真 5.2.36 住宅の屋根被害(3)



写真 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 5.2.37) や屋外に展示された美術作品の破損 (写真 5.2.38) 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 5.2.39、5.2.40)。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 5.2.41) 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 5.2.42)。



写真 5.2.37 西側の海岸に面する美術館のガラスの破損



写真 5.2.38 海に面して屋外に展示された美術作品の破損



写真 5.2.39 介護施設の屋根被害 (建物南東面)



写真 5.2.40 介護施設の屋根被害 (写真 5.2.39 を東側から見た様子)



写真 5. 2. 41 西から東に転倒した
介護施設の室外機



写真 5. 2. 42 工場の屋根と外壁の被害

6. 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では、台風第 15 号に伴う強風によって千葉県と東京都島嶼部で被害が生じた建築物等を対象に、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) 千葉県市原市での被害について

- ・ 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) 千葉県富津市、鋸南町、南房総市、館山市での被害について

(住宅)

- ・ 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。

(店舗その他の非住宅建築物等)

- ・ 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。

(4) 東京都大島支庁神津島村、新島村での被害について

- ・ 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、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。

謝辞

本調査を実施するにあたり、被災された建築物の関係者の皆様には、被害状況等のヒアリングにご協力を頂きました。また、市原市役所 都市部建築指導課には調査の同行、総務部総務課には庁舎の被害状況のヒアリングと画像の提供にそれぞれご協力を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

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 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
8. 市原市役所ウェブサイト：
https://www.city.ichihara.chiba.jp/joho/soshiki_gyoumu/info/dailoyobi2chosha.images/chushajo.png (2019.09.11 閲覧)
9. 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)
10. 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)