

# 令和元年 10 月 12 日に千葉県市原市で発生した建築物等の竜巻被害 現地調査報告

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

令和元年 10 月 12 日 8 時 8 分頃、台風第 19 号の接近に伴い千葉県市原市で発生した突風によって、住宅が倒壊するなどの被害が発生した。気象庁は 10 月 13 日に、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た。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、確度が高い漏斗雲また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<sup>1)</sup>。同スケールの概要については、参考資料を参照されたい。

また、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<sup>2)</sup>。

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、上記の竜巻による建築物等の被害状況や公共建築物の被災後の対応状況等を把握することを目的に、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

10 月 15 日(火) 千葉県市原市<sup>ながよし</sup>永吉、<sup>しもの</sup>下野、<sup>うるいど</sup>潤井戸地区  
図 1.1 に調査経路を示す。

### (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
- 国立研究開発法人建築研究所  
構造研究グループ 主任研究員 中島昌一  
研究員 高館祐貴  
材料研究グループ 主任研究員 山崎義弘

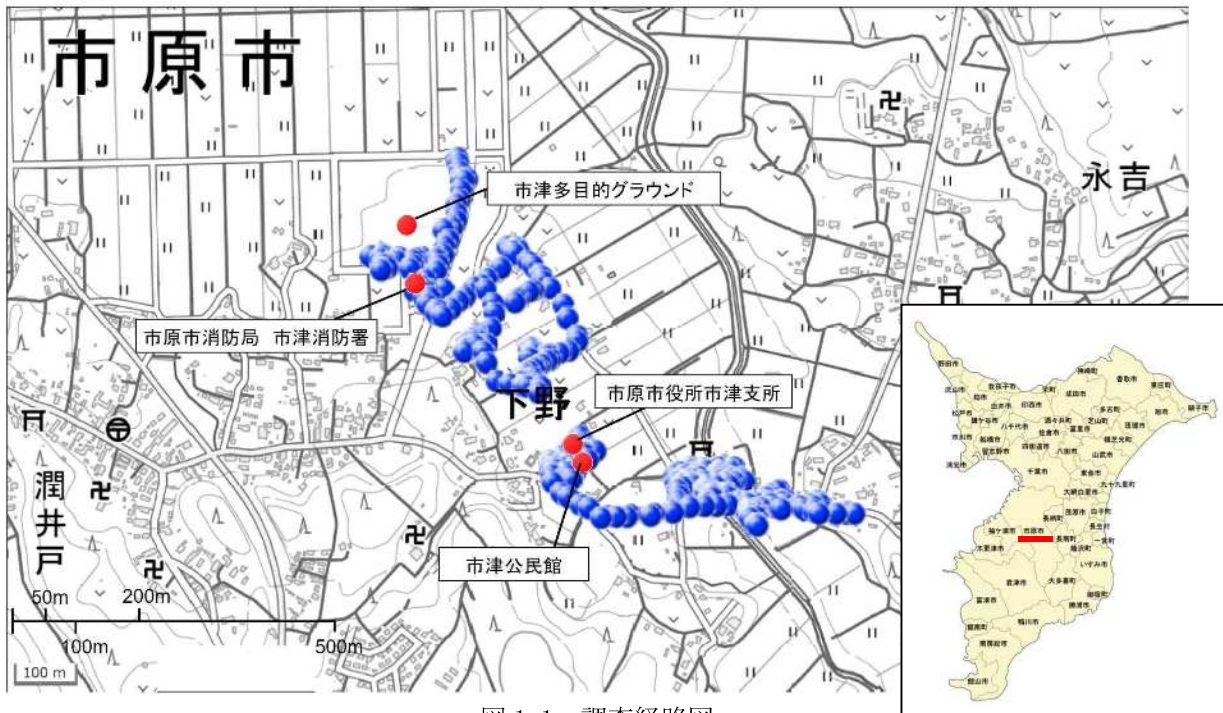


図 1.1 調査経路図

(地理院地図に調査経路を表す青丸、公共施設の地点を表す赤丸、距離のスケールを追記し、千葉県各市町村マップ(<https://www.pref.chiba.lg.jp/kouhou/documents/city-12017.png>)に下線を追記して掲載)

## 2. 気象概要<sup>3)</sup>

10月6日に南鳥島近海で発生した台風第19号は、マリアナ諸島を西に進み、一時大型で猛烈な台風に発達した後、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。この台風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。突風の発生時刻に近い8時での台風第19号の経路画像を図2.1に示す<sup>4)</sup>。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。台風に伴う竜巻は一般に、台風の中心から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<sup>例えば5)</sup>、今回の竜巻もその傾向と同じである。

なお、この台風の接近・通過に伴い、広い範囲で大雨、暴風、高波、高潮となった。風については、東京都江戸川臨海で最大瞬間風速が43.8m/sとなり観測史上1位を更新したほか、関東地方の7カ所で最大瞬間風速が40m/sを超えた。

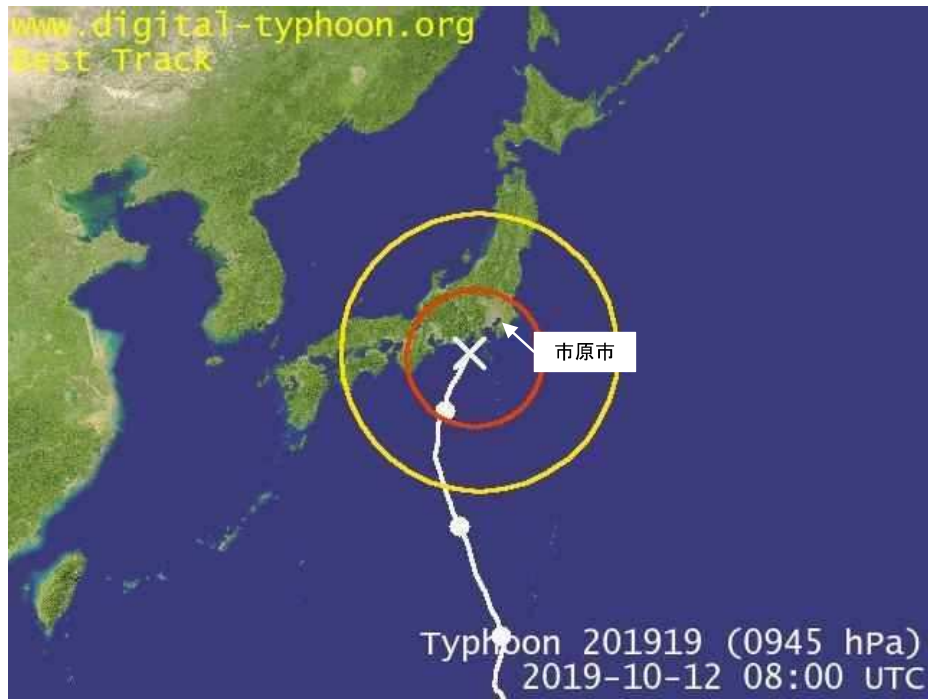


図2.1 10月12日8時現在の台風第19号の経路画像（文献4）に加筆

### 3. 建築物等の被害状況

以下では、3.1節に住宅、3.2節に公共建築物、3.3節にその他の被害をそれぞれ示す。また、図3.1に調査した建築物等の位置を示す。調査した範囲は長さ約1km、幅約100～300mである。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。

地理院地図

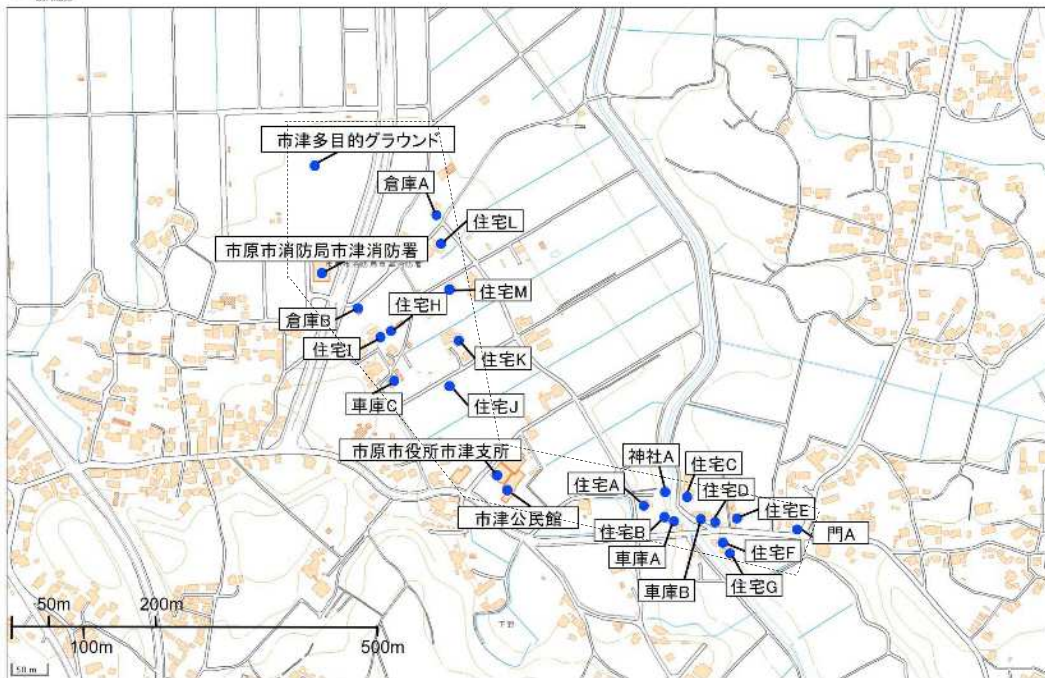


図3.1 調査した建築物等の位置

(地理院地図に被災した建築物等の地点を表す丸印、お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)



### 3.1 住宅の被害

#### (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 3.1.1~3.1.5)。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 3.1.6)。
- ・ 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 3.1.7~3.1.8)。



写真 3.1.1 住宅 A の外観 (南西面)



写真 3.1.2 住宅 A の外観 (東面)



写真 3.1.3 窓ガラスや壁材が飛散した室内の様子



写真 3.1.4 天井材の損傷状況



写真 3.1.5 屋根軒先部の損傷状況



写真 3.1.6 飛来物の衝突や貫通 (東面 1F)



写真 3.1.7 小屋組のL型金物



写真 3.1.8 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 3.1.9~3.1.10)、梁の落下 (写真 3.1.11)、柱の土台からの抜け出し (写真 3.1.12) 等が確認された。
- ・ 南側の平屋部分 (写真 3.1.10) 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 3.1.9 住宅Bの外観 (北面)



写真 3.1.10 住宅Bの外観 (南面)



写真 3.1.11 落下した梁



写真 3.1.12 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 3.1.13~3.1.14)。また、外壁の飛散 (写



真 3. 1. 15)、飛散した瓦片の雨戸への衝突 (写真 3. 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 3. 1. 17)、天井の雨漏り被害 (写真 3. 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 3. 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 3. 1. 20)、写真 3. 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 3. 1. 13 住宅 C の外観 (東面)



写真 3. 1. 14 農業用工作物の雨戸への衝突状況



写真 3. 1. 15 脱落した欄間



写真 3. 1. 16 瓦が突き刺さった雨戸



写真 3. 1. 17 ガラス等が飛散した室内



写真 3. 1. 18 天井の雨漏り被害



写真 3.1.19 鉄筋で留め付けられた棟瓦



写真 3.1.20 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 3.1.21)。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 3.1.22)。
- ・ 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 3.1.21 倒壊した住宅 (赤四角部)



写真 3.1.22 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 3.1.23)。
- ・ 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 3.1.24)。





写真 3.1.23 東面の窓・壁の被害



写真 3.1.24 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 3.1.25)。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 3.1.26)。
- ・ 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 3.1.27、銅線は赤丸部)。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 3.1.28、釘は赤丸部)。



写真 3.1.25 南東側から見た雨戸、瓦の被害



写真 3.1.26 2 階南側の窓と軒天井



写真 3.1.27 棟瓦の割れ (赤丸部は銅線)



写真 3.1.28 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 年以上とのことである (写真 3.1.29~3.1.30)。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 3.1.31)。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 3.1.32)。



写真 3.1.29 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 3.1.30 写真 3.1.29 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 3.1.31 残った無筋基礎 (南東側で折損)



写真 3.1.32 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 3.1.33)。
- ・ 屋根では、小屋組ごと飛散している範囲 (写真 3.1.34) と野地板や小屋束が残っている範囲 (写真 3.1.35) が見られた。
- ・ 窓ガラスが破損した部分のサッシは写真 3.1.36 のように屋外側に変形していた。一方、写真 3.1.37 のように屋内側に変形した雨戸も見られた。



写真 3. 1. 33 住宅 H の外観



写真 3. 1. 34 小屋組ごと飛散した  
屋根の範囲の状況



写真 3. 1. 35 小屋組が残っている  
屋根の範囲の状況



写真 3. 1. 36 サッシの変形



写真 3. 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 3. 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った。



写真 3. 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 3. 1. 39～3. 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 3. 1. 41)。
- ・ 写真 3. 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 3. 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 3. 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 3. 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 3. 1. 45～3. 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 3. 1. 47)。



写真 3. 1. 39 住宅 J の外観 (1) (南側)



写真 3. 1. 40 住宅 J の外観 (2) (東側)



写真 3.1.41 外壁材の剥離(北側)



写真 3.1.42 損壊した壁面の応急措置の状況



写真 3.1.43 写真 3.1.42 の室内側の状況



写真 3.1.44 吹き抜けでのガラスの破損



写真 3.1.45 天井材の落下



写真 3.1.46 野地板の飛散と天井材の破損





写真 3. 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 3. 1. 48～3. 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 3. 1. 51)。また、玄関脇の木製の壁の一部が破損していた (写真 3. 1. 52)。
- 写真 3. 1. 48 に示す穴の開いた屋根直下の室内の状況を写真 3. 1. 53～3. 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 3. 1. 53)。
- 居住者の話によると、20～30 秒程度の間の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 3. 1. 55)。



写真 3. 1. 48 住宅 K の屋根の状況 (南東側)



写真 3. 1. 49 住宅 K の屋根の状況 (北東側)



写真 3.1.50 住宅 K の屋根の状況（北西側）



写真 3.1.51 住宅 K の壁面の被害（南東側）



写真 3.1.52 玄関脇の被害



写真 3.1.53 室内側の被害(1)



写真 3.1.54 室内側の被害(2)

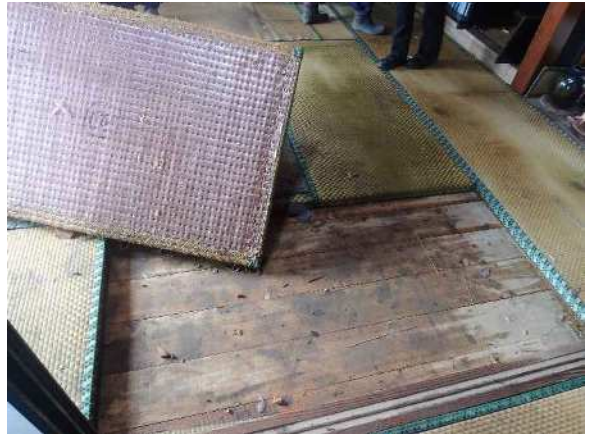


写真 3.1.55 浮き上がった畳

(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 3.1.56～3.1.57）。





写真 3. 1. 56 北東側の外壁の損壊状況



写真 3. 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

### 3.2 公共建築物の被害

#### (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 3.2.1）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 日に千葉県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 3.2.2～3.2.3）、本棚にガラスの破片が散らばったとのことである（写真 3.2.4～3.2.5）。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 3.2.6）。
- ・ 体育室では写真 3.2.7 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 3.2.8 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 3.2.9）。
- ・ 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 3.2.10）。
- ・ 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 3.2.11）。写真 3.2.11 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 3.2.11～3.2.12）。



写真 3.2.1 破損した窓ガラスの状況



写真 3.2.2 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 3.2.3 写真 3.2.2 に示すガラスの養生状況



写真 3.2.4 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 3.2.5 本棚に飛散したガラス片の回収状況



写真 3.2.6 台風第 15 号の強風で  
破損した窓ガラスの範囲



写真 3.2.7 体育室の破損した窓ガラス



写真 3.2.8 樹木の根返り



写真 3. 2. 9 陶芸室の窓ガラスの破損



写真 3. 2. 10 フェンスの倒壊



写真 3. 2. 11 市津支所の屋外に面するガラスの破損



写真 3. 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 3. 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 3. 2. 14～3. 2. 15)。
- ・ 写真 3. 2. 16 の消防車両には、飛来物の衝突と見られる凹みが見られた。





写真 3. 2. 13 消防署の外観



写真 3. 2. 14 外壁や窓ガラスの被害



写真 3. 2. 15 窓ガラスの被害と養生状況



写真 3. 2. 16 消防車両の被害

### 3.3 その他の被害

#### (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 3. 3. 1)。
- ・ 境内では、幅 25cm、高さ 65cm、奥行き 50cm ほどの狛犬 (写真 3. 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 3. 3. 1 本殿の被害状況



写真 3. 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 3.3.3)。写真 3.3.3 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 3.3.4)。



写真 3.3.3 飛散した車庫 A と転覆した自動車  
(北面から)



写真 3.3.4 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 3.3.5)、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 3.3.6)。
- 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 3.3.7)。



写真 3.3.5 倒壊した車庫 B



写真 3.3.6 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 3.3.7 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 3.3.8)。また、屋根面が上方方向に変形した状況も確認できる。



写真 3.3.8 車庫 C の損傷状況

(5) 倉庫 A (市原市下野)

- ・ 写真 3.3.9 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 3.3.10)。



写真 3.3.9 倉庫 A の外観



写真 3.3.10 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 3.3.11)。



写真 3.3.11 倉庫 B の外観

(7) ブロック塀 (市原市下野)

- 写真 3.3.12~3.3.14 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 3.3.13~3.3.14 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 3.3.12 ブロック塀の被害(1)



写真 3.3.13 ブロック塀の被害(2)  
(丸囲みは縦筋と横筋)



写真 3.3.14 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 3. 3. 15～3. 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 3. 3. 17)。



写真 3. 3. 15 倒壊した門



写真 3. 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 3. 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 3. 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 3. 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 3. 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 3. 3. 21)。



写真 3.3.18 コンクリート柱の倒壊状況



写真 3.3.19 柱の折損状況



写真 3.3.20 支圧による柱のずれ



写真 3.3.21 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 3.3.22)。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 3.3.23～3.3.28)。



写真 3.3.22 カーポートの被害



写真 3.3.23 電柱の折損





写真 3.3.24 自動販売機の転倒



写真 3.3.25 自動車の被害(1)



写真 3.3.26 自動車の被害(2)



写真 3.3.27 自動車の被害(3)



写真 3.3.28 重機の被害

#### 4. 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 19 号の接近に伴い発生した竜巻によって千葉県市原市で被害が生じた建築物等を対象に、現地調査を実施した。調査結果を以下に示す。

(住宅)

- ・ 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  $1/30\text{rad}$  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。

(公共建築物)

- ・ 市津公民館と市津支所では、複数の箇所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)

- ・ 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。

## 謝辞

本調査を実施するにあたり、市原市立市津公民館、市原市役所市津支所及び市原市消防局市津消防署の関係各位、並びに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。ここに記して感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) 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](https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/new/20191012/20191016_chiba.pdf)  
 (2019. 10. 23 閲覧)
- 2) 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/torimatome-taihuu19.files/10151715\\_taiifu19.pdf](http://www.city.ichihara.chiba.jp/kurashi/bohanbosai/kinkyu/hagibis/torimatome-taihuu19.files/10151715_taiifu19.pdf)  
 (2019. 10. 23 閲覧)
- 3) 気象庁：災害をもたらした気象事例 台風第 19 号による大雨、暴風等 令和元年(2019 年)10 月 10 日～10 月 13 日，2019 年 10 月 15 日  
[https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2019/20191012/jyun\\_sokuji20191010-1013.pdf](https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2019/20191012/jyun_sokuji20191010-1013.pdf)  
 (2019. 10. 23 閲覧)
- 4) 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)
- 5) 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



(参考資料) 日本版改良藤田スケールの概要

気象庁ホームページより引用

<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/toppuu/tornado1-2-2.html> (2019.12.11 閲覧)

突風の強さ(風速)の評定には、被害の状況から風速を評定できる「藤田(F)スケール」が世界で広く用いられています。しかし、藤田スケールは米国で考案されたものであり、日本の建築物等の被害に対応していないこと、評定に用いることのできる被害の指標が9種類と限られていること、幅を持った大まかな風速しか評定できないこと等の課題がありました。気象庁では、この藤田スケールを改良し、より精度高く突風の風速を評定することができる「日本版改良藤田スケール(JEFスケール)」を平成27年12月に策定し、平成28年4月より突風調査に使用しています。

○ 日本版改良藤田スケールを用いた評定

突風による被害の状況を、被害指標(何が)と被害度(どうなった)に当てはめることにより、従来の藤田スケールに比べ、風速を絞り込んで評定することができます。

○ 日本版改良藤田スケールにおける階級と風速の関係

階級	風速の範囲 (3秒平均)	主な被害の状況(参考)
J E F 0	25~38m/s	<ul style="list-style-type: none"> <li>・木造の住宅において、目視でわかる程度の被害、飛散物による窓ガラスの損壊が発生する。比較的狭い範囲の屋根ふき材が浮き上がったり、はく離する。</li> <li>・園芸施設において、被覆材(ビニルなど)がはく離する。パイプハウスの鋼管が変形したり、倒壊する。</li> <li>・物置が移動したり、横転する。</li> <li>・自動販売機が横転する。</li> <li>・コンクリートブロック塀(鉄筋なし)の一部が損壊したり、大部分が倒壊する。</li> <li>・樹木の枝(直径2cm~8cm)が折れたり、広葉樹(腐朽有り)の幹が折損する。</li> </ul>
J E F 1	39~52m/s	<ul style="list-style-type: none"> <li>・木造の住宅において、比較的広い範囲の屋根ふき材が浮き上がったり、はく離する。屋根の軒先又は野地板が破損したり、飛散する。</li> <li>・園芸施設において、多くの地域でプラスチックハウスの構造部材が変形したり、倒壊する。</li> <li>・軽自動車や普通自動車(コンパクトカー)が横転する。</li> <li>・通常走行中の鉄道車両が転覆する。</li> <li>・地上広告板の柱が傾斜したり、変形する。</li> <li>・道路交通標識の支柱が傾倒したり、倒壊する。</li> <li>・コンクリートブロック塀(鉄筋あり)が損壊したり、倒壊する。</li> <li>・樹木が根返りしたり、針葉樹の幹が折損する。</li> </ul>
J E F 2	53~66m/s	<ul style="list-style-type: none"> <li>・木造の住宅において、上部構造の変形に伴い壁が損傷(ゆがみ、ひび割れ等)する。また、小屋組の構成部材が損壊したり、飛散する。</li> <li>・鉄骨造倉庫において、屋根ふき材が浮き上がったり、飛散する。</li> <li>・普通自動車(ワンボックス)や大型自動車が横転する。</li> <li>・鉄筋コンクリート製の電柱が折損する。</li> <li>・カーポートの骨組が傾斜したり、倒壊する。</li> <li>・コンクリートブロック塀(控壁のあるもの)の大部分が倒壊する。</li> <li>・広葉樹の幹が折損する。</li> <li>・墓石の棹石が転倒したり、ずれたりする。</li> </ul>
J E F 3	67~80m/s	<ul style="list-style-type: none"> <li>・木造の住宅において、上部構造が著しく変形したり、倒壊する。</li> <li>・鉄骨系プレハブ住宅において、屋根の軒先又は野地板が破損したり飛散する、もしくは外壁材が変形したり、浮き上がる。</li> <li>・鉄筋コンクリート造の集合住宅において、風圧によってベランダ等の手すりが比較的広い範囲で変形する。</li> <li>・工場や倉庫の大規模な庇において、比較的狭い範囲で屋根ふき材がはく離したり、脱落する。</li> <li>・鉄骨造倉庫において、外壁材が浮き上がったり、飛散する。</li> <li>・アスファルトがはく離・飛散する。</li> </ul>
J E F 4	81~94m/s	<ul style="list-style-type: none"> <li>・工場や倉庫の大規模な庇において、比較的広い範囲で屋根ふき材がはく離したり、脱落する。</li> </ul>
J E F 5	95m/s~	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鉄骨系プレハブ住宅や鉄骨造の倉庫において、上部構造が著しく変形したり、倒壊する。</li> <li>・鉄筋コンクリート造の集合住宅において、風圧によってベランダ等の手すりが著しく変形したり、脱落する。</li> </ul>