

## 近年の台風による住宅への強風被害の現状とリスク低減のための提案 —台風2018年21号と2019年15号の調査結果を踏まえて—

### Wind Disasters Caused by Recent Typhoons and Proposal for Wind Disaster Risk Reduction -Based on Surveys after Typhoons Jebi (2018) and Faxai (2019)-

西嶋一欽・友清衣利子<sup>(1)</sup>・高橋 徹<sup>(2)</sup>

Kazuyoshi NISHIJIMA, Eriko TOMOKIYO<sup>1)</sup> and Toru TAKAHASHI<sup>2)</sup>

(1) 熊本大学大学院先端科学研究部

(2) 千葉大学大学院工学研究院

(1) Faculty of Advanced Science Technology, Kumamoto University, Japan

(2) Graduate school of Engineering, Chiba University

#### Synopsis

The present report summarizes wind-induced disasters caused by recent two typhoons Jebi (2018) and Faxai (2019). First, the historical changes in numbers of fatality and missing as well as number of damaged houses and economic losses over the last 80 years are illustrated together with those brought by the two typhoons. Thereby, it is emphasized that the society in Japan is still vulnerable when it comes to wind disasters especially in urban areas. Second, the essential outcomes from the surveys conducted by the authors' group are reported; i.e., damage rate is significantly high for old houses and houses with clay tile roof, whilst the rate is low for new houses (especially, constructed after 2000). This leads to the suggestion that wind retrofit of those old houses is necessary and effective to reduce wind induced disaster risk in the future, whereas upgrading of requirements in the building standard code has less impact. Third, important findings after the questionnaire survey on the mind of house owners regarding repair work of damaged house are introduced; e.g. less willingness to upgrade wind-resistant performance even after damage to houses. On these basis, it is proposed that the incentive to upgrade wind-resistant performance should be developed through subsidies and/or insurance scheme in order to mitigate future wind disasters, in combination with activities for increasing public awareness toward wind disaster.

**キーワード:** 現地調査, アンケート調査, リモートセンシング, 耐風補強, 保険

**Keywords:** field survey, questionnaire survey, remote-sensing, wind retrofit, insurance

#### 1. はじめに

台風2018年21号(Jebi)によって近畿地方を中心に甚大な被害が生じ、大阪府を中心に97,000棟以上の住宅が被災した(消防庁a)。翌年の台風2019年15号(Faxai)では、千葉県を中心に76,000等以上の住宅が被

災した(消防庁b)。これらの台風は、各地に大規模な停電をもたらし、強風に対する都市の弱点を改めて露呈した。また、建材や建設技術の向上にもかかわらず、依然として住宅の強風に対する脆弱性も明らかになった。

著者らは、台風2018年21号および2019年15号の強

風被害に対して、住宅被害に着目して一連の調査研究を行ってきた（西嶋ら（2019），友清ら（2019），友清ら（2020），西嶋ら（2020），河野ら（2020a））。本報告では、これらの一連の調査研究を通じて明らかになってきた「なぜ強風被害は減らないのか」という問いに対する一つの答えを提示する。そして、この答えを踏まえて、将来の強風被害を低減するために有効と考えられる方策を提案する。

本報告の構成は以下の通りである。2章では、過去の日本における強風被害を振り返る。3章では現地調査等により明らかになった住宅の強風被害の特徴を述べる。4章では、アンケート調査等を通じて明らかになった補修の実態を述べる。5章では、3章と4章で述べた調査結果を踏まえた、強風災害リスク低減の方策を提案し、それらを実現するための研究課題を示す。

## 2. 過去の強風に関連する気象災害

Fig.1およびFig.2に1927年から2018年（ただし2018年は10月時点までの未確定値）までの気象災害による死者・行方不明者数および住家被害数の変遷をしめしたグラフを示す。これらの統計データには強風以外にも高潮等、他の気象現象に起因する数も含まれている。伊勢湾台風が襲来した1959年までは気象現象による死者・行方不明者数、住家被害数ともに高い水準で推移している。この頃の典型的な建物および被害を表すものとして、伊勢湾台風によって被害を受けた木造低層建物を写真1に示す。1960年代以降死者・行方不明者数は大幅に減少した。住家被害数については、台風1991年19号(Mireille), 1999年18号(Bart), 2004年16号(Chaba), 18号(Songda), 2011年の一連の台風など、顕著な台風の襲来ごとに一定数以上の被害が繰り返し発生している。また、冒頭に述べたように2018年21号および2019年15号では1991年19号に匹敵する住家被害が発生している。経済損失に関して、Fig.3に示すようにこれらの台風および2019年19号(Hagibis)により過去最高を更新している。

台風1991年19号は九州北部に上陸し、一旦日本海に抜けた後北海道に再上陸した台風であり、日本各地に広く被害をもたらしたが、首都圏・近畿圏・中京圏などの大都市には直撃していない。一方、2018年21号は、近畿圏を直撃したが台風の影響を受けた地域は1991年19号と比較して限定的である。それにも関わらず、1991年19号を上回る経済損失が発生したことは、大都市を直撃する台風による被害の甚大さを示したという点において特筆すべきであり、首都圏へのスーパー台風の直撃による備えの必要性を改めて認識させるものである。なお、2019年台風15号

は東京湾を北上したが、東京への直撃は免れ、主な被害地域は房総半島南部であった。

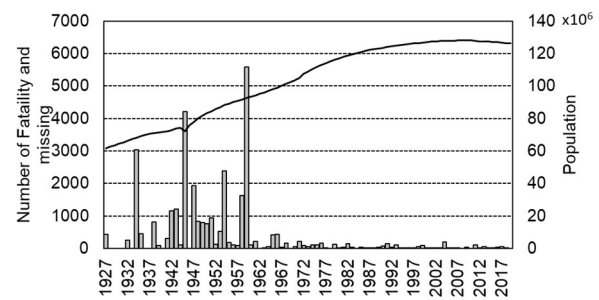


Fig. 1 Number of fatality and missing (bar) vs. population (line) in 1927-2018 (cited after Nishijima et al. <sup>8)</sup>)

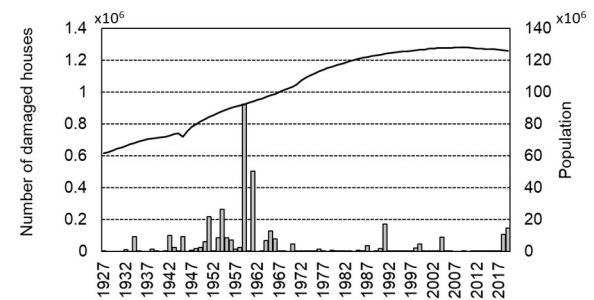


Fig. 2 Number of damaged houses (bar) vs. population (line) in 1927-2018 (cited after Nishijima et al.(2018) )



Photo 1. Damage to clay tile roof of low-rise timber building caused by strong wind during typhoon Vera (1959) from DPRI-KU archive.

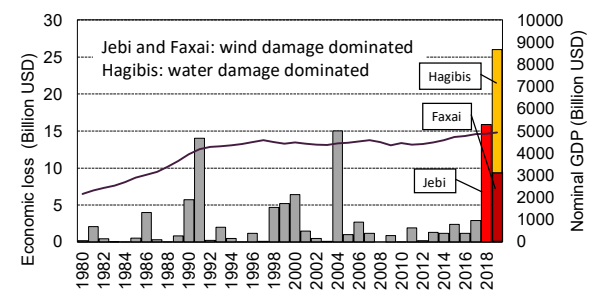


Fig. 3 Economic losses due to wind-related meteorological disasters vs. economic size (cited and modified after Nishijima et al.(2018)), economic loss estimation referred to Munich Re NatCAT service.

### 3. 住宅の強風被害

台風2018年21号で甚大な被害を受けた大阪府泉佐野市の一部および比較対象として大阪府堺市の一部に対して、河野ら(2020b)はブルーシート被覆に着目し、衛星写真を用いて屋根に被害を受けた住宅の割合(屋根被害住宅率)を算出し、Takemi et al.(2019)の再解析により得られた高さ10mでの10分間平均風速に相当する風速の期間最大値ごとに整理した。Fig.4に最大風速と屋根被害住宅率の関係を示す。図中の各点は、対象地域内の各グリッド(約900m四方)の風速とそのグリッドにおける屋根被害住宅率を表す。丸の大きさはそのグリッドに含まれる住宅数に比例する。大阪府泉佐野市および堺市における建築基準法・告示1454号で示されている基本風速は34m/sであり、これ地表粗度区分IIIでの風速に換算すると約27m/sとなる。すなわち、建築基準法では建築物に対してこの風速に対して安全であることを要求しているが、Fig.4によればこの風速以下でも多くの屋根被害が発生していることが知れる。

次に、どのような特徴の住宅に多く被害が見られるかを明らかにするために実施した現地調査の結果を示す。現地調査は、2019年1月13~14日にかけて泉佐野市の一部(約500m四方)の領域にある384棟の住宅に対し、目視と住民へのヒアリングにより実施した(友清ら(2019))。ここでは、屋根ふき材の種類と建築年代と被害との関係のみを示す。

Fig.5は調査を実施した住宅および屋根被害を受けた住宅の割合を屋根ふき材の種類ごとに分けたものである。ただし、屋根葺き材種類は複数回答を含む。グラフ中の数字は絶対数を表す。このグラフより、瓦屋根住宅における屋根被害率は $95/199 \approx 48\%$ であり、全体の屋根被害率 $125/388 \approx 32\%$ と比較して大きな値になっていることがわかる。Fig.6は調査を実施した住宅および屋根被害を受けた住宅の割合を建築年代で分類したものである。ただし、調査年代不明は除いている。このグラフより、2000年以前に建てられた住宅の屋根被害率は $73/98 \approx 74\%$ であり、2000年以降に建てられた住宅の屋根被害率 $13/31 \approx 42\%$ と比較して2倍近く高いことがわかる。また、クロス集計により2000年以前の住宅に瓦屋根の住宅が多く、2000年以降の住宅には瓦屋根の住宅が少ないことを確認している。Fig.7は泉佐野市および大阪府の住宅ストックの建築年代ごとの割合を示したものであるが、屋根被害率の高い2000年以前に建てられた住宅は全体の約8割を占めていることがわかる。すなわち、社会全体の住宅に対する強風リスクを低減するためには、これらの、数が多くかつ強風に対して脆弱な住宅の耐風性能を向上させることが特に重要である

と言える。

なお、台風2019年15号に対しても同様の調査分析を千葉県鋸南町、南房総市、館山市の一部について実施し、同様の結果を得ている。Fig.8に瓦屋根住宅とそれ以外の屋根ふき材の住宅の屋根被害率を示す。

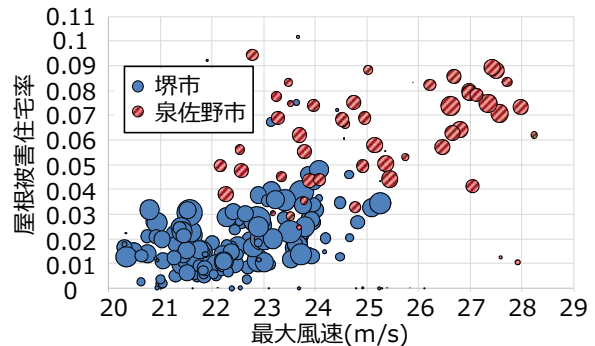


Fig. 4 Roof damage ratio as function of reproduced maximum wind speed (cited from Kono and Nishijima(2020b))

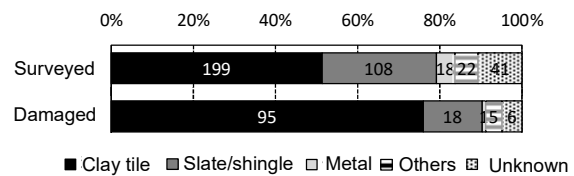


Fig. 5 Numbers of surveyed and damaged houses categorized by roof materials (cited from Tomokiyo et al. (2019))

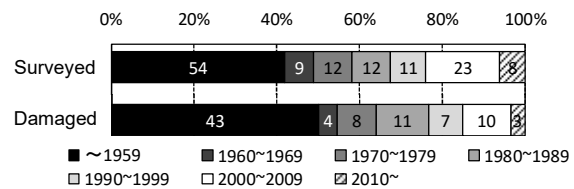


Fig. 6 Numbers of surveyed and damaged houses categorized by construction years (cited from Tomokiyo et al. (2019))

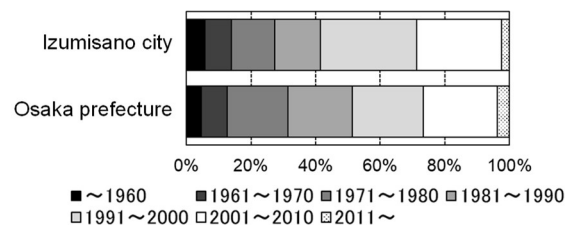


Fig. 7 Numbers of houses in Izumisano city and Osaka prefecture categorized by construction year (cited from Tomokiyo et al. (2019))

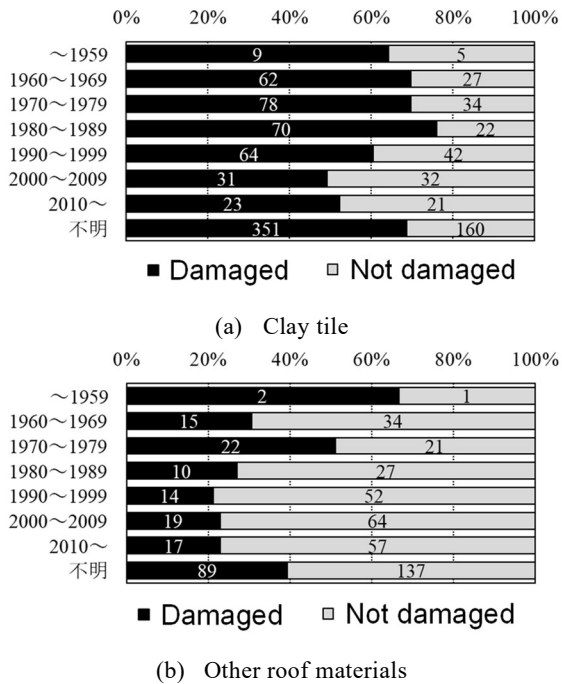


Fig. 8 Numbers of damaged houses categorized by construction year (cited from Tomokiyo et al. (2020))

#### 4. 補修実態

本章では、台風2019年15号による住宅被害に対する補修に関して実施したアンケート調査（西嶋ら（2020））の結果を示す。アンケートは、2020年2月下旬から3月中旬にかけて、郵送、Webサイト、アンケートブース設置によって実施した。2020年3月19日までの回答数はそれぞれ、688、14、48であった。アンケートは住宅に関する項目、屋根修理に関する項目、火災保険（火災共済含む）の活用に関する項目で構成される。本報告では、その中から特に「補修の際に耐風性能が向上するような補修を行ったか」という分析に関連する項目のみを示す。

本アンケート結果（本報告末尾に掲載）によれば、既存の住宅についてはたとえ被災したとしても損傷箇所が一部分にとどまる場合にはその部分のみを修理する場合（Q2-1の回答結果）および耐風性能が向上するような改修を実施検討しない場合（Q3-1の回答結果）が多く、当該住宅屋根の耐風性能向上にはつながりにくい実態が明らかになった。

また、Q7の回答より、被災者の多くが火災保険（共済含む）を活用して修理を行っている実態が知れるが、そのうち約半数は、受け取った保険金に自己資金を上乗せして全面リフォームできること、つまり近年の火災保険契約においては補修義務がないことを知らない（Q11-1の回答結果）。このことは、たとえ被災者が耐風性能が向上するようなリフォームを望んでいたとしても断念している可能性があること

を示唆している。

耐風性能が向上するような全面リフォームに対して許容できる自己負担金は100万円以下であるという回答が全体の約8割を占めた（Q11-2の回答結果）。屋根の全面リフォームに要する費用は条件にもよるが仮に200万円程度であると、台風による被害に対する保険金支払い額は平均で約90万円（台風2019年15号に対する火災保険支払情報<sup>11</sup>より算出）であるから、概算ではあるが100万円を上回る自己負担金が必要となる。さらに、約2割の回答者は、自己負担金が発生するならばリフォームはしないと回答しており、その原因として、全面リフォームしたとしても再び台風が襲来すると被害を受けるからというものが突出している（Q12の回答結果）。正しく施工した屋根は基本風速程度の風速に耐えうることは試験および現地調査により明確になっているので、この事実を周知していくことの必要性も浮き彫りになった。

#### 5. リスク低減のための提案

本章ではまとめて替えて、強風リスクを低減するための提案、また提案を補強するための研究課題について述べる。

一連の調査研究により、建築年が古い住宅で瓦屋根の住宅の被害が特に大きいことが明らかになった。そして、建築年の古い住宅、例えば2000年以前に建てられた住宅は大阪府では全体の住宅ストックの約8割を占める。従って、強風災害リスクを低減するためには、これらの既存住宅の耐風性能を向上させることが必要である。既存住宅の耐風性能の向上のためには、平常時の耐風補強と被災時に耐風性能を向上させる全面リフォーム（“Build Back Better”, BBB）の両方が有効である。しかしながら、後者において、住宅所有者が許容する自己負担金は概ね100万円以下であり、自発的にBBBが促進される状況にない。この溝を埋めるためには、(1)BBB促進の啓蒙活動、(2)BBBのための補助金制度の導入、(3)被災時にBBBに要する費用を補填する保険特約の導入が考えられる。平常時の耐風補強も含め、税金等による補助金制度の導入に際しては、リフォームが個人の資産形成につながらないなどの制限が必要である。一方で、強風による被害は、自身の居住する住宅の一部が損傷を受ける一次被害のみならず、住宅の一部が飛来することによって損傷を受ける二次被害もある。二次被害を減らし公共安全に資するという観点から、補助金制度について検討することは可能と考える。

また、上記のような活動を実現していくためには、本報告で紹介した調査研究をより広域に展開し、今回の調査研究で得られた知見の普遍性あるいは地域

的差異を明らかにすることも必要不可欠である。

## 謝辞

本報告での調査研究は、科研費(特別研究促進費)「平成30年台風21号による強風・高潮災害の総合研究」および「令和元年台風15号による停電の長期化に伴う影響と風水害に関する総合調査研究」の成果である。

## 参考文献

河野祐哉・西嶋一欽(2020a): 衛星画像解析と空間統計データを統合した台風による住宅屋根被害の要因分析, 令和元(2019)年度京都大学防災研究所研究発表講演会梗概, C19.

河野祐哉・西嶋一欽(2020b): 航空写真を用いた住宅屋根被害の分析, 令和元年台風15号による停電の長期化に伴う影響と風水害に関する総合調査研究報告書, 3-2-4.

消防庁a, 平成30年台風第21号による被害及び消防機関等の対応状況(第10報)令和元年8月20日13時時点

消防庁b, 令和元年台風第15号による被害及び消防機関等の対応状況(第40報)令和元年12月23日15時時点

友清衣利子・竹内 崇・西嶋一欽・野田博(2019): 現地調査に基づく住宅被害の要因分析, 平成30年台風21号による強風・高潮災害の総合研究 研究成果報告書(別冊)4.2節.

友清衣利子・西嶋一欽(2020): 強風による住宅被害状況, 令和元年台風15号による停電の長期化に伴う影響と風水害に関する総合調査研究報告書, 3-2-2.

西嶋一欽・河野祐哉・竹内崇・友清衣利子・野田博(2019): 2018年台風21号襲来前後に撮影された衛星写真の比較に基づく住宅の屋根被害率推定, 平成30年台風21号による強風・高潮災害の総合研究 研究成果報告書(別冊)4.1節.

西嶋一欽・高橋徹・友清衣利子(2020): , 住宅の補修状況ならびに火災保険等を活用した補修実態, 令和元年台風15号による停電の長期化に伴う影響と風水害に関する総合調査研究報告書, 3-2-3.

日本損害保険協会, 令和元年台風15号、台風19号および10月25日の大雨による災害に係る各種損害保険の支払件数・支払保険金(見込含む)等について, No.19-023.

Takemi, T., et al (2019): Quantitative Estimation of Strong Winds in an Urban District during Typhoon Jebi (2018) by Merging Mesoscale Meteorological and Large-Eddy Simulations. SOLA, Vol. 15, 22-27, doi:10.2151/sola.2019-005.

Nishijima, K. et al. (2018): Linking post-disaster survey and disaster risk reduction, Activities of Japan Association for Wind Engineering, The 18<sup>th</sup> Science Council of Asia Conference.

(論文受理日: 2020年9月14日)

住宅の補修状況ならびに火災保険等を活用した補修実態に関するアンケート結果(西嶋ら(2020)抜粋)

Q2-1 被害範囲と修理範囲をお答えください。			
	割合(%)	回答数	
損傷した箇所は一部分で、その部分のみ修理した。		61.5	260
損傷した箇所は一部分だが、屋根を全面修理した。		11.8	50
屋根全体が損傷したので、全面修理した。		10.4	44
その他		16.3	69

Q3-1 修理の際に、耐風性能が向上するような改修を実施、あるいは検討しましたか。			
	割合(%)	回答数	
実施した。		38.9	149
検討したが、実施しなかった。		14.4	55
検討していない。		46.7	179

Q7 今回の台風で被害を受けた箇所の修理費用は、どのような方法で手当されましたか。(複数回答可)			
	割合(%)	回答数	
手元資金(金融機関からの借入れ含む)	-		146
国・地方自治体からの支援(見舞金など)	-		84
火災保険(火災共済含む)	-		314
その他	-		41

Q11-1 受け取った保険金に自己資金などを上乗せして、全面リフォームすることができる場合あることをご存知でしたか？			
	割合(%)	回答数	
はい		50.9	353
いいえ（受け取った保険金は、必ず被害の修理のみに使わなくてはならないと思っていた。）		49.1	341

Q11-2 自己負担額がどの程度であれば、屋根の全面リフォームをしたいと思いますか。			
	割合(%)	回答数	
残りの費用150万円すべてを自己負担して、全面リフォームする。		22.1	151
自己負担金が100万円までなら、全面リフォームする。		20.2	138
自己負担金が50万円までなら、全面リフォームする。		23.1	158
自己負担金が20万円までなら、全面リフォームする。		7.9	54
自己負担金が10万円までなら、全面リフォームする。		3.4	23
自己負担金が発生するなら、全面リフォームはしない。		23.4	160

※Q11-2 の設問の前に、『以下の状況において、もしあなたが A さんの立場だった場合を想像してください。 「台風により屋根に一部被害を受けた A さんは、被害を受けた部分を修理できるだけの保険金 50 万円を受け取りました。A さんはこの機会に、より耐風性能の高い屋根に全面リフォームしようと考え、見積もりを取り寄せたところ、およそ 200 万円の費用がかかることがわかりました。」』という条件設定あり。

Q12 Q11-2で「自己負担金が発生するなら、全面リフォームはしない。」とお答えした方にお伺いします。自己負担金が発生するなら、全面リフォームしない理由は何ですか。（複数回答可）			
	割合(%)	回答数	
自分が住んでいる間に、もう一度台風が来ることはないと思うから。		4.1	7
再び台風が来て被害が発生しても、保険金が支払われるから。		9.4	16
全面リフォームしても、再び台風が来たら被害が発生すると思うから。		49.1	84
リフォーム以外にお金を使いたいから。		17.5	30
その他		19.9	34