

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 13 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23510227

研究課題名(和文) 強風被害拡大影響因子のリアルタイム情報を学習するモデルの構築と住家強風危険度判定

研究課題名(英文) Development of damage prediction models using real-time information of influencing factors on wind damage spreading, and safety check of residential damage

研究代表者

友清 衣利子 (TOMOKIYO, Eriko)

九州大学・人間・環境学研究科(研究院)・助教

研究者番号：30346829

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円、(間接経費) 1,110,000円

研究成果の概要(和文)：強風被害拡大に影響を及ぼすさまざまな因子同士の相関と経年変化を分析し、それぞれの時代や地域に対応した、より正確な被害推定を行った。多種多様な強風被害拡大影響因子を分析・分類することで、被災地域の気候や構造物の特性を定量的に把握できることが分かった。それぞれの地域の特性を示す影響因子や因子の経年変化を考慮すれば、地域ごとに実際により対応した被害推定を行うことができ、自治体での防災対策に有用な情報を提供できる。

研究成果の概要(英文)：The correlations between various influencing factors that affect wind-induced structural damage spreading were investigated to reveal the change of their factors over the year and to classify their features. As a result, the features of climate and structure in an area that suffered structural damage due to strong winds were indicated.

The structural damage in each era and area corresponding to the actual damage estimated using these influencing factors. Such estimation approaches will be useful as the control information of strong wind disaster.

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学・自然災害科学

キーワード：気象災害 強風災害 住家被害予測 統計分析 地理情報システム

1. 研究開始当初の背景

台風や竜巻などによる強風被害の発生には、強風の風速や継続時間だけでなく、住宅の構造形式や屋根形状などの建物固有の構造特性、建物の維持管理状態や強風に対する住民の防災意識など、多種多様な要因が関連する。最大瞬間風速や最大風速の値と住家被害との関連はこれまでも多くの研究が行われており、最大風速値に比べて最大瞬間風速値が住家被害の拡大に影響を及ぼし、風速が閾値を越えると急速に被害が拡大することや風の乱れの強さが影響因子の一つとなることが指摘されている。一方、建物が木造か鉄筋コンクリート造かなどの構造種別や築年数、屋根形状、屋根葺材の種類や固定方法などが強風被害の拡大に影響を与えることも報告されている。地震被害に比べて、被害範囲が広域に及ぶことの多い台風などの強風被害では、悉皆調査が行われることが少なく、被害構造物の実情はよくわかっていないが、住宅や土地に関する統計資料をもとに構造的特徴が強風被害拡大に及ぼす影響を調べたところ、木造住家が多い自治体や築年数を経た建物が多い自治体ほど強風被害が拡大しやすいことが分かった。つまり、強風被害を予測するためには強風の風速値のみならず多種多様な影響要因を総合的に検討する必要がある。

また、強風被害の経済的損失は甚大であるとはいえ、強風による被害住家件数は年々減少している。その要因として住家耐震性能の向上や強風被災後の補修・改築の影響などがあげられる。実態により対応した強風被害推定モデルを作成するためには、強風被害発生要因の時刻歴変化を把握し、最新の情報で被害推定モデルを更新し続ける必要があるが、時代の変遷に応じてそのモデルが更新されることはない。

2. 研究の目的

本研究では、強風被害拡大に影響を及ぼす多種多様な因子の基礎情報の経年変化を定量的に分析し、時代の変化を学習して更新することが可能な被害推定モデルを作成することで、今後起こりうる強風被害をより正確に推定し、自治体の防災対策などに有用な情報を提供することを目的とする。これまでに蓄積された強風被害情報に加え、新たな情報を組み入れて、さまざまな影響因子を含む被害推定モデルを作成し、モデルに組み入れた影響因子の時刻歴変化や被害推定への寄与率の変動を分析する。その分析結果をもとに過去の被害経験を学習し、より正確な強風被害予測の可能性を示す。

3. 研究の方法

本研究は以下の手順で行われた。

- (1) 過去の大型台風（1991年19号、1999年18号、2004年18号）による自治体ごとの住家被害率とさまざまな強風被害拡大影響

因子との関係を再分析し、強風被害率推定モデルを作成する。

- (2) 被害率推定モデルに組み込まれた影響因子の経年変化情報を整理し、過去の台風が襲来した時点での影響因子と住家被害率との関係を分析する。
- (3) 台風襲来時点での影響因子の経年変化を含む被害推定モデルを作成する。
- (4) 影響因子の経年変化情報を含む更新可能な被害推定モデルを提案し、地域ごとの強風被害危険度を判定する。

4. 研究成果

- (1) 過去の大型台風による強風被害率と観測風速との関係

本研究では、ほぼ同じ経路を通して日本全域に被害をもたらした1991年台風19号（以下、台風9119号）、1999年台風18号（台風9918号）及び2004年台風18号（台風0418号）による都道府県別の住家被害率に着目した。ここでの住家被害率とは、自治体での世帯数に対する一部損壊住家を含む何らかの被害が生じた住家数の割合である。一般に被害率はある地域での総住戸数に対する被害住家数であるが、総住戸数の入手は困難であるため、国勢調査をもとに被災年の各都道府県での総世帯数で代用した。台風9119号は、九州北部に上陸し西日本および東北地方を中心に被害をもたらした。被害住家戸数は全国で約68万戸であった。台風9918号は九州西海岸に上陸し、九州および中国地方で強風が記録されて住家被害が拡大したが、北陸や東北地方での被害率は小さかった。全被害住戸数は約11万戸である。台風0418号は、広島県や北海道で最大瞬間風速50m/sを超える猛烈な風を記録し、その被害住家戸数は約6万6千戸であった。

図1(a)と(b)に都道府県別の住家被害率と最大風速または被害率と最大瞬間風速との関係を示す。図より最大風速及び最大瞬間風速の増加に伴って住家被害率は指数関数的に増大しており、既往の研究結果を裏付ける結果を示した。図1(b)中に最大瞬間風速の対数値に対する住家被害率の対数値の線形回帰式(1a)、(1b)、(1c)を示す。それぞれ台風9119号、台風9918号、台風0418号による最大瞬間風速と住家被害率との関係式である。これら3つの台風による最大瞬間風速と被害率との関係式は図示しないが、式(1d)で表される。

$$\text{台風 9119 号の場合：} \\ \log_{10} R = 8.0 \log_{10} U_G - 15.5 \quad (1a)$$

$$\text{台風 9918 号の場合：} \\ \log_{10} R = 6.9 \log_{10} U_G - 14.5 \quad (1b)$$

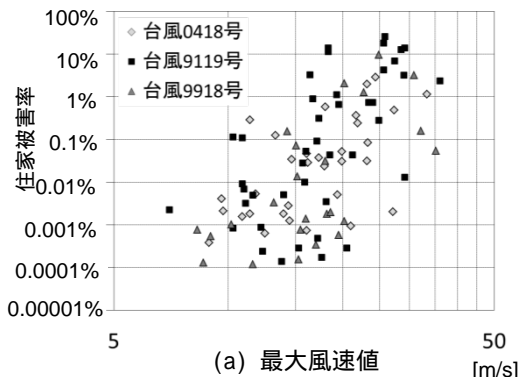
$$\text{台風 0418 号の場合：} \\ \log_{10} R = 7.1 \log_{10} U_G - 14.7 \quad (1c)$$

$$\text{台風すべての場合：} \\ \log_{10} R = 7.6 \log_{10} U_G - 15.2 \quad (1d)$$

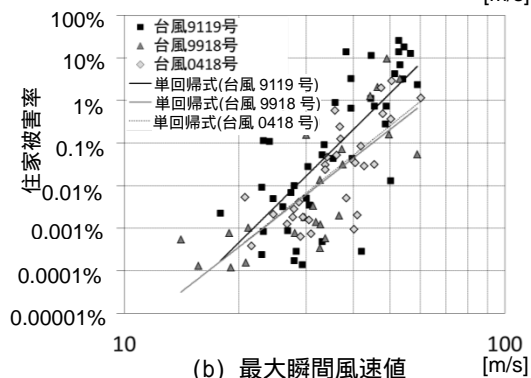
ここで、 R は住家被害率、 U_G は最大瞬間風速

値である。ただし、地域内の住家被害数が非常に少ない場合は、サンプルとして不適格である可能性があるため、住家被害率が0.0001%未満の標本は除いて分析を行った。また、竜巻による被害が含まれる台風 9918号による愛知県の住家被害も除いた。最大瞬間風速の対数値による住家被害率の対数値の回帰式の決定係数は、台風 9119号の場合0.50、台風 9918号は0.59、台風 0418号は0.47、すべての台風での被害率に対しては0.52となった。決定係数とは、回帰式の当てはまりの良さを示す指標である。台風によってその値は多少異なるが、決定係数は約0.5で、住家被害率の推定に及ぼす最大瞬間風速値の影響度は約50%であると解釈できる。しかし、図1(b)に示すように標本は回帰式の上下にばらついた。図2に回帰式(1a)~(1c)に対するばらつき、つまり残差をまとめるが、これらの残差は最大瞬間風速値以外の影響因子によって生じると考えられる。

(2) 実際の住家被害率に対する推定値の残差とさまざまな強風被害拡大影響因子との関係



(a) 最大風速値



(b) 最大瞬間風速値

図1 風速と都道府県別住家被害率の関係

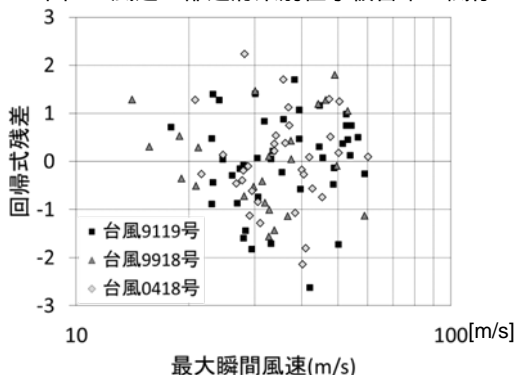


図2 最大瞬間風速と回帰式残差との関係

さまざまな影響因子と因子間の関連性
 最大瞬間風速値以外に強風被害を拡大させる要因には、気象や構造物に関するさまざまな情報が考えられるが、それらは相互に関連がある。特に因子間の相関が大きなものを除いた18種類の影響因子を選択し、被害率との関連を調べた。表1に示すように18の影響因子を大まかに分類すると台風の被災経験、日常的な強風、積雪、建物の構造、屋根形状、都市化の6種類の因子に分類できるが、定量的に評価するために因子分析でこれらの18の影響因子を分類した。以下では用語の混乱を避けるため、18の影響因子を観測変量と呼ぶ。観測変量間の相関行列に主因子法を適用し、固有値を求めたところ4つの共

表1 強風被害拡大に影響を及ぼす因子

| No. | 影響因子 | 因子の説明 | 分類 |
|-----|-------------|---|---------|
| 1 | 接近台風数 | 都道府県庁舎から150km圏内を通過し、その時の中心気圧が970hPa以下であった台風の数 | 台風の被災経験 |
| 2 | 危険半円台風数 | 台風の危険半円内(右側)に都道府県庁舎が入った台風の数 | |
| 3 | 50km近接台風数 | 台風を中心から50km以内に都道府県庁舎が入った台風の数 | |
| 4 | 1999年以前台風数 | 1999年以前に接近した台風の数 | |
| 5 | 30年間の平均風速 | 台風被災前30年間の気象台での平均風速 | 日常的な強風 |
| 6 | 30年間の最大風速 | 台風被災前30年間の気象台での最大風速 | |
| 7 | 最大風速10m/s以上 | 日最大風速10m/s以上を記録した日数 | |
| 8 | 最大風速15m/s以上 | 日最大風速15m/s以上を記録した日数 | |
| 9 | 最大積雪量 | 1961年から2010年までの50年間の気象台での最大積雪量 | 積雪 |
| 10 | 一月の平均気温 | 1961年から2010年までの50年間の気象台での1月の平均気温 | |
| 11 | 木造系住家割合 | 木造および防火木造住家が全住家数に占める割合 | 建物の構造 |
| 12 | 非木造系住家割合 | RC造、SRC造およびS造住家が全住家数に占める割合 | |
| 13 | 切妻屋根住家割合 | 切妻屋根住家が全住家数に占める割合 | 屋根形状 |
| 14 | 寄棟屋根住家割合 | 寄棟屋根住家が全住家数に占める割合 | |
| 15 | 陸屋根住家割合 | 陸屋根住家が全住家数に占める割合 | |
| 16 | 積雪対策屋根住家割合 | 片流れ屋根および無落雪屋根住家が全住家数に占める割合 | 都市化 |
| 17 | 人口密度 | 台風被災年の都道府県の人口密度 | |
| 18 | 新築住家着工数比 | 台風被災時点での都道府県別新築住宅着工数の前年比の全国平均値との差 | |

通因子が抽出された。各共通因子の全体的な影響度を示す寄与率は、第一因子で約 26%、第二因子から第四因子で 15~17%となり、第四因子までで住家被害率のばらつきの 76%を説明することができる。共通因子がそれぞれの観測変量に及ぼす影響度を示す指標である因子負荷を求めると、第一因子は過去に襲来した大型台風が多い「台風の被災経験」因子、第四因子は、年平均風速が大きく高風速の日数が多い「日常的な強風」因子と考えられる。第二因子は、「冬季の気候と屋根の形状」に関連する因子で、第三因子は住家の構造や人口密度との関連がある「都会度」因子と判断される。

個々の影響因子および相互に関連する因子と被害率のばらつきの関係

ここで検討した 18 の変量は相互に関連することが分かっているが、個々の変量に対して回帰式による推定被害率の残差との相関分析を行い、相関係数および有意確率を求めて表 2 に示した。有意確率が 5%未満の場合には相関係数が有意であると考え、網掛けで示した。表 2 より、過去の台風の被災経験や建物の構造、屋根形状は被害率のばらつきとの間に有意な相関を持たなかったが、日常的な強風に関連する因子は約-0.3 の有意な負の相関を示した。また、都市化因子の人口密度および被災前年の新築住家着工数と被害率回帰式の残差との相関係数は約-0.25 で、弱いながらも負の相関を示した。つまり、日常的に観測される風が強い場合や人口密度が大きい場合、新築住家着工数の前年比が全国平均と比べて大きい場合には、回帰式による

表 2 強風被害拡大影響因子と被害推定回帰式残差との相関係数

| 因子の分類 | 影響因子 | 相関係数 | 有意確率 |
|-----------|---------------|-------|------|
| 台風の被災経験 | 接近台風数 | 0.02 | 88% |
| | 危険半円台風数 | 0.13 | 21% |
| | 50km近接台風数 | -0.07 | 48% |
| | 1999年以前台風数 | 0.04 | 73% |
| 日常的な強風 | 30年間平均風速 | -0.36 | 0% |
| | 30年間最大風速 | -0.23 | 2% |
| | 最大風速10m/s以上日数 | -0.29 | 0% |
| | 最大風速15m/s以上日数 | -0.25 | 1% |
| 冬季気候と屋根形状 | 最大積雪量 | -0.10 | 36% |
| | 一月平均気温 | 0.07 | 49% |
| | 切妻屋根住家割合 | -0.13 | 20% |
| | 寄棟屋根住家割合 | 0.02 | 83% |
| | 陸屋根住家割合 | -0.11 | 29% |
| 建物構造と都市化 | 積雪対策屋根住家割合 | 0.04 | 71% |
| | 木造系住家割合 | 0.16 | 12% |
| | 非木造系住家割合 | -0.16 | 12% |
| | 人口密度 | -0.23 | 2% |
| | 被災前年新築住家着工数比 | -0.28 | 1% |

表 3 共通因子と被害推定回帰式残差との相関係数

| | 第一因子 台風被災経験 | 第二因子 積雪対応 | 第三因子 都会度 | 第四因子 日常的強風 |
|------|----------------|--------------|-------------|---------------|
| 相関係数 | 0.24 | 0.07 | -0.02 | -0.18 |
| 有意確率 | 2% | 51% | 85% | 8% |

推定住家被害率に比べて実際の被害率が小さくなると解釈できる。

の因子分析で 18 の観測変量から 4 つの共通因子が抽出されることを示したが、共通因子に対する各都道府県での因子得点と被害率残差との相関係数を求め、その値と有意確率を表 3 に示す。有意確率が 5%未満の場合を網掛けで示したが、日常的な強風を示す第四因子は有意確率が比較的小さい負の相関となったが、有意確率 5%となったのは台風の被災経験を表すと考えられる第一因子のみで、その相関係数は 0.24 であった。つまり、共通因子の因子得点に着目すると、大型台風による被災経験が多い地域では、回帰式の残差が大きくなる傾向があると解釈できる。しかし、表 2 では台風の被災経験を表す個々の観測変量と回帰式の残差とは有意な相関が表れず、回帰式の残差が生じる要因を特定することは難しいと言える。

(3) 台風の襲来で変化する影響因子と被害率との関係

(2)で検討したさまざまな影響因子はそれぞれに経年変化をするが、本研究では特に台風の被災経験と被災による自治体の構造物特性の変化に着目した。

台風の被災履歴の影響

台風 9119 号による住家被害率の回帰式からの残差を基準に、台風 9918 号と台風 0418 号による住家被害率の回帰式からの残差がどの程度減少しているかを調べた。ほとんどの自治体で、台風 9119 号時の被害率の残差に比べて、台風 9918 号と 0418 号の残差は小さくなった。台風の被災回数別に台風 0418 号の被害率残差の減少幅を示した図 3 によると、台風 9119 号の被災後、台風 9918 号による被害がなかった自治体に比べて、台風 9918

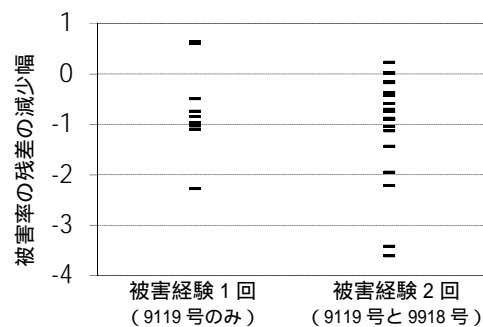


図 3 被災回数別の被害率残差の減少幅(台風 0418 号の場合)

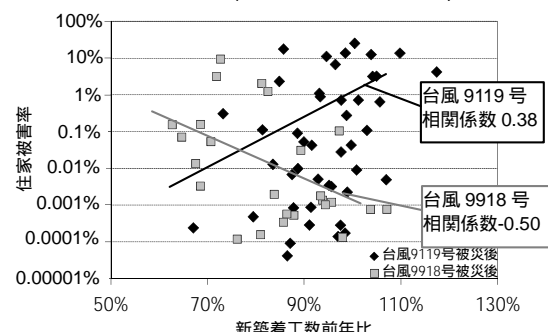


図 4 住家被害率と新築住宅着工数前年比との関係

号の被災経験もある自治体の方が被害率の残差が小さくなり、住家被害率の減少傾向が顕著に表れた。

被災による自治体の構造物特性の変化

台風の被災による都道府県別の構造物特性の変化を確認するため、新築住家着工数の前年比に着目した。1992年及び2000年の新築住宅着工数と台風による住家被害率との関係とその近似直線を図4に示す。1992年の新築住宅着工数と被害率との間には相関係数0.38の正の相関があり、台風9119号による被害の大きかった地域で新築住宅が増加する傾向が見られた。一方、2000年の新築着工数の伸びと被害率との相関係数は負で、被災後の新築住宅の増加は見られなかった。台風被害の多寡と新築住宅着工数との直接的な関連を示すものではないが、台風9119号の被災後、一部の自治体では新築住家が増加し、自治体単位での住家耐風性能が向上して台風9918号による被害が低減した可能性がある。

(4) ばらつきの小さい住家被害率の推定

台風襲来で変化する影響因子と被害率との関係を定量的に明らかにすることは容易ではないが、経年変化する因子を考慮することで実際の被害率からのばらつきがより小さい被害率の推定を試みた。ここでは、(2)で有意な相関係数を示した6つの被害拡大影響因子に着目した。重回帰分析で3つの台風による住家被害率に及ぼす6つの因子の影響度を調べたところ、台風によって有意になる影響因子と影響度は異なったが、日常的に強風が観測される地域では、同程度の最大瞬間風速であっても住家被害率は小さく推定される。また、被災年の新築住家着工数も被害率の推定に影響を及ぼすため、台風被災時に新築住家が多い地域では住家被害率が小さくなるような被害推定回帰式を用いた方が良いと判断できた。

ここまでの検討で、比較的有意な影響因子と考えられる被災前30年間の平均風速および被災年の新築住家着工数の前年比、最大瞬間風速の3つの変数を用いて重回帰分析を行い、被害率を推定した。個々の台風被害と3つの台風被害を合わせた場合とでの重回帰式(2a)~(2d)は以下ようになった。

台風9119号の場合：

$$\log_{10} R = 9.1 \log_{10} U_G - 0.7U_{30} - 3.3R_N - 15.2 \quad (2a)$$

台風9918号の場合：

$$\log_{10} R = 6.4 \log_{10} U_G - 0.5U_{30} - 2.8R_N - 12.2 \quad (2b)$$

台風0418号の場合：

$$\log_{10} R = 6.6 \log_{10} U_G - 0.3U_{30} - 2.0R_N - 13.2 \quad (2c)$$

台風すべての場合：

$$\log_{10} R = 8.0 \log_{10} U_G - 0.6U_{30} - 1.3R_N - 14.3 \quad (2d)$$

ここで、 U_{30} は過去30年間の平均風速、 R_N は新築住家着工数の前年比である。重回帰式(2a)~(2d)の決定係数は、それぞれ0.59、0.67、0.55、0.59となり、単回帰式の決定係数に比べれば大きな値になった。あらゆる台風による住家被害を予測するためにはすべ

ての台風に対して同一の回帰式を用いる手法が適していると考えられるので、すべての台風被害に対する単回帰式(1d)および重回帰式(2d)による推定被害率と実際の被害率との関係に着目し、図5(a)と(b)に示す。すべてのケースでばらつきが小さくなるわけではないが、重回帰式(2d)を用いた推定被害率の方が実際の被害率によりよく対応するようになった。単回帰式(1d)は最大瞬間風速のみで被害率を決定するため、被災地域の気候特性や構造物の経年変化などの情報が全く反映されないが、重回帰式(2d)のように気候や構造物の地域特性や経年変化を影響因子として考慮することで、強風被害が発生した地域に対応した被害推定が可能になると考えられる。

(5) 研究成果のまとめと今後の展望

本研究は、強風被害拡大に影響を及ぼす多種多様な因子の基礎情報の経年変化を定量的に分析し、時代の変化を学習して更新することが可能な被害推定モデルを作成することで、それぞれの地域に対応した被害推定を行い、自治体の防災対策などに有用な情報を提供することを目的として、成果をとりまとめた。全国的に強風被害をもたらした1991年台風19号、1999年台風18号および2004年台風18号による都道府県別の住家被害率に着目し、さまざまな強風被害拡大影響因子間の関係を整理して、台風の被災経験や経年変化情報を含む影響因子を用いた被害率の推定を試みた。得られた知見を以下に示す。

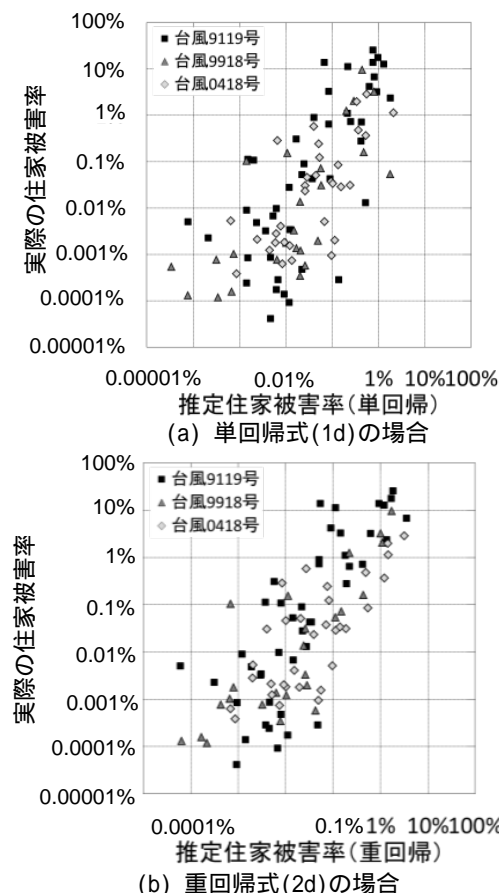


図5 実際の住家被害率と推定値との関係

住家被害率の拡大には最大瞬間風速値が最も強い影響を及ぼすことを確認した。

住家被害率推定のばらつきの要因となる強風被害拡大影響因子は、本研究での検討範囲では「台風の被災経験」、「積雪への対応」、「都会度」、「日常的な強風環境」の4つに大きく分類することができた。

住家被害率推定値のばらつきと強風被害影響因子との相関関係を調べたところ、日常的に風が強く、新築住家の割合が大きい地域では、推定被害率に比べて、実際の被害率が小さくなることが分かった。

台風の被災経験に関連する因子と住家被害率推定値との相関関係を定量的に表すことはできなかったが、被災経験が多い自治体ほど被害率が小さくなる傾向が見られた。

最大瞬間風速値に加えて、日常的な強風環境因子の一つである台風被災前30年間の平均風速と自治体の構造物特性を示す被災前年の新築住家着工数を用いて、住家被害率の重回帰式を求めたところ、最大瞬間風速値のみを用いた場合に比べて、実際の被害に対応する被害推定値を求めることができた。

被災地域の気候や構造物の特性と経年変化を影響因子として考慮すれば、実際により対応した被害推定を行うことができる。

台風による強風被害拡大に影響を及ぼす因子は本研究で検討したもの以外にも数多くあり、それらの中には定量的な評価が困難なものも多いと考えられるが、さまざまな要因同士の関連を分析して分類すれば、被害発生地域の特徴の把握に役立ち、その地域に適した被害推定式を提案することができると考えられる。また、影響因子の経年変化はさらに長期間で検討を重ねる必要があり、今後の強風被害分析と情報の蓄積が期待される。本研究では、より実情に対応した強風被害推定の手法の一つを提案できた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 5件)

Junji Maeda, Eriko Tomokiyo, Tornado Disaster 2012 in Northern Kanto and the Features of Tornado Disasters in Japan, Journal of Disaster Research, Vol.8, No.6, 査読有, pp.1078-1083, 2013.12

友清衣利子、前田潤滋、強風による住家被害率推定のばらつきに及ぼす影響因子の分析、都市・建築学研究九州大学大学院人間環境学研究院紀要、査読有、第24号、pp.49-56、2013.7

友清衣利子、前田潤滋、野方香里、竹内崇、観測突風の統計的評価と車輻形状物体のオーバーシュート風力の試算、第

22回風工学シンポジウム論文集、査読有、pp.13-18、2012.12

工藤愛架、友清衣利子、前田潤滋、台風移動速度と強風分布特性との関係、都市・建築学研究九州大学大学院人間環境学研究院紀要、査読有、第22号、pp.45-50、2012.7

前田潤滋、友清衣利子、竹内崇、首藤康之、大坪和広、2011年8月21日に福岡市で発生した竜巻被害(速報)、都市・建築学研究九州大学大学院人間環境学研究院紀要、査読有、第21号、pp.1-6、2012.1

〔学会発表〕(計 8件)

竹村明人、友清衣利子、前田潤滋、山岳地を通過する高標高送電線路周辺の風況と近隣観測記録の関係、2013年度日本建築学会大会(北海道)、2013年8月31日、北海道大学(北海道)

友清衣利子、前田潤滋、強風時の風速変動特性評価に及ぼす観測記録の平均化時間の影響、平成25年度日本風工学会年次大会、2013年5月29日、東北大学(宮城)

竹村明人、友清衣利子、前田潤滋、高標高山岳地を通過する送電線路周辺の風況と近隣観測地との相関について、第52回日本建築学会九州支部研究発表会、2013年3月3日、大分大学(大分)

友清衣利子、前田潤滋、風の変動特性に及ぼす観測記録の平均化時間の影響、第52回日本建築学会九州支部研究発表会、2012年3月3日、大分大学(大分)

工藤愛架、友清衣利子、前田潤滋、台風移動速度と強風分布特性との統計的関係について、2012年度日本建築学会大会(東海)学術講演会研究発表、2012年9月13日、名古屋大学(愛知)

工藤愛架、友清衣利子、前田潤滋、台風の移動速度に着目した突風の統計的特性に関する考察、第51回日本建築学会九州支部研究発表会、2012年3月4日、西日本工業大学(福岡)

友清衣利子、前田潤滋、強風による住家被害拡大に及ぼす台風被災履歴の影響、第51回日本建築学会九州支部研究発表会、2012年3月4日、西日本工業大学(福岡)

友清衣利子、前田潤滋、住家屋根情報に関する数量化指標を用いた台風被害拡大に及ぼす影響因子の分析、平成23年度日本風工学会年次大会、2011年5月24日、大阪市立大学(大阪)

6. 研究組織

(1)研究代表者

友清衣利子(TOMOKIYO, Eriko)

九州大学・人間環境学研究院・助教

研究者番号：30346829