

# 平成 27 年度 風工学研究拠点 共同研究成果報告書

研究分野：強風防災

研究期間：H25 ～ H27 [平成 27 年度も研究継続 or 平成 26 年度で終了]

課題番号：132002

研究課題名（和文）：日本版竜巻スケールおよびその評価手法に関する研究

研究課題名（英文）：Cooperative study on new scale for rating tornadoes in Japan

研究代表者：奥田泰雄

交付決定額（当該年度）：623 千円

## 1. 研究の目的

本研究は、過去の被害情報の収集、被害指標(DI)の洗い出し、被害程度(DOD)の分析、竜巻発生時の空気力学的作用と工学的に等価な風速への換算手法、時空間的に非定常な流れ場での構造物や樹木等の空気力の性質、構造物や樹木等の耐力、強度の評価方法など多岐にわたる、竜巻被害評価関連技術を構築し、日本版改良フジタスケールの策定に寄与することを目的とする。

## 2. 研究の方法

平成 27 年度は以下の項目について検討を行った。

(1) 平成 26 年度までに検討した日本版改良フジタスケールの基本方針に基づく Damage Indicator (DI), Degree of damage (DOD) の設定

(2) 被害発生に必要な等価風速の概念の提案と、風速算定根拠を明確にした DOD と風速の関係の解明

(3) 「日本版改良藤田スケール」の設定に必要な、DI, DOD 風速対応表の構築

## 3. 研究成果

(1) 平成 26 年度までに検討した日本版改良フジタスケールの基本方針に従って、建築物、工作物その他等に分けて Damage Indicator (DI) を選定し、Degree of damage (DOD) を設定した。特に、日本における地域性、社会的背景、自然環境等を考慮して、竜巻等突風の評価に広く適用可能な対象物を選定した。コンテナ、車両、樹木、アスファルト舗装等にその特徴が表れている。

(2) 米国の改良フジタスケールでは、定性的な評価に基づき決定されていた DOD とその風速について、被害発生に必要な等価風速の概念を提案し、風速算定根拠を明確にした DOD と風速の関係を明らかにした。

(3) 「日本版改良藤田スケール」の設定に必要な、DI, DOD 風速対応表を構築した。また、過去の被害事例を今回検討した DI, DOD で評価し、従来の評価との対応関係を明らかにした。その結果、従来の藤田スケールと改良藤田スケールの間の風速の関係を簡単な経験式で表すことができた。

なお、気象庁は、これらの研究成果を踏まえて、平成 27 年 12 月に日本版改良フジタスケールを策定し、平成 28 年 4 月 1 日よりその運用を開始している。

### 日本版改良藤田スケールの特長(1)

◎ 突風の風速をより精度良く推定することができる。

○ 最新の風工学の知見(※)を活用し、30種類の日本の建築物等(被害指標)の多様な被害状況をもとに、突風の風速を推定することができる。

※ 文部科学省共同利用・共同研究拠点事業「風工学研究拠点」特許取得型拠点「日本版改良藤田スケール」およびその評価手法に関する研究の成果を活用

【被害状況から風速推定が可能となる建築物等】

木造の住宅又は店舗	鉄道車両
鉄骨系プレハブ住宅又は店舗	電柱
鉄筋コンクリート造の集合住宅	地上広告板
仮設建築物	道路交通標識
大規模な並立・独立上家の屋根	カーポート
鉄骨造倉庫	塀
木造の非住家建築物	木製・樹脂製・アルミ製フェンス、タシユフェンス
軍用施設	軍用の物置・倉庫フェンス
木造の高層施設	ネット(野球場・ゴルフ場等)
物置	広葉樹
コンテナ	針葉樹
自動販売機	墓石(碑石)
軽自動車	路盤
普通自動車	仮設足場(壁つなぎ材)
大型自動車	ガントリークレーン

・なお、藤田スケールは、住家、非住家、ビニールハウス、煙突、アンテナ、自動車、列車、数トンの物体及び樹木の9種類の米国の建築物等の被害にしか対応していない。

15

### 日本版改良藤田スケールの特長(1)

◎ 突風の風速をより精度良く推定することができる。

○ 被害度

- 各被害指標(DI)にはそれぞれに被害度(DOD)が定義されている。
- 各DI-DODには風速が定義されている。同じDI-DODでも建築物等の条件に幅があるため、それに対応する風速の幅として「代表値」「下限値」「上限値」が用意されている。
- DI-DODの「代表値」「下限値」「上限値」のいずれかを選択し、当該被害の風速とする。どの値を選択すべきかは、各DI-DOD毎に条件が決められている。通常は「代表値」を用いる。

【DODの例(DI「木造の住宅又は店舗」の場合)】

番号	DOD	風速 (m/s)			
		代表値	下限値	上限値	
1	目視でわかる程度の被害、窓ガラスの損壊	30	25	35	
2	比較的狭い範囲での屋根ふき材の浮き上がり又ははく離	粘土瓦ぶきの場合	35	25	50
		金属板ぶきの場合	40	30	55
3	比較的広い範囲での屋根ふき材の浮き上がり又ははく離	粘土瓦ぶきの場合	45	30	60
		金属板ぶきの場合	50	40	65
4	屋根の軒先又は野地板の破損又は飛散	50	40	65	
5	上部構造の変形に伴う壁の損傷(ゆがみ、ひび割れ等)	55	40	65	
6	金属系の外壁材のはく離	60	45	70	
7	小屋組の構成部材の損壊又は飛散	65	50	75	
8	上部構造の著しい変形又は倒壊	75	55	85	

### 日本版改良藤田スケールの特長(1)

◎ 突風の風速をより精度良く推定することができる。

○ 従来の藤田スケールに比べ、より絞り込んだ風速を推定することができる。

<例>2014年8月9日 宮崎県で発生した竜巻

被害状況: 住家の屋根瓦の飛散

被害写真

被害箇所に幅がある

藤田スケールによる推定: 33~49m/s(約10秒間の平均)

日本版改良藤田スケールによる推定: 約45m/s(3秒間の平均)

より絞り込んだ推定が可能

○ 推定される風速値は、全て3秒間平均値(アメダスで観測している「瞬間風速」と同じ)に統一している。

例えば、過去の顕著なアメダス観測値(最大瞬間風速)と推定される突風の風速値を比較する、といったこともできるようになる。

○ ○台風風害△号の接近に伴い××で観測された風(最大瞬間風速)と同等の強さの突風が発生!

17

### 日本版改良藤田スケールの特長(2)

◎ 同じ突風被害に対する藤田スケールと日本版改良藤田スケールの階級を同じにする方法。

○ 両スケールで推定した風速の関係を統計分析し、同じ被害が同じ階級になるように風速区分を設定。

#### 4. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者には下線)

- [1] 奥田泰雄・脇山善夫・中川貴文・荒木康弘・石原直・喜々津仁密・鈴木修・須田一人・中里真久・小鷹博之・小司禎教・山内洋・佐藤英一・前田潤滋・丸山敬・坂田弘安・鈴木覚・伊藤優・勝村章・植松康・小野裕一・小林文明・野田稔・田村幸雄・松井正宏・吉田昭仁・岡田玲：日本版改良藤田スケールの開発 全体概要、日本風工学会誌、Vol.40、No.2 (No.143)、平成27年度年次発表会梗概集、pp.117-118、2015.4
- [2] 喜々津仁密・中川貴文・奥田泰雄・坂田弘安：日本版改良藤田スケールの開発 木造戸建て住宅のDODと推定風速の概要、日本風工学会誌、Vol.40、No.2 (No.143)、平成27年度年次発表会梗概集、pp.119-120、2015.4
- [3] 松井正宏・田村幸雄・吉田昭仁・岡田玲・勝村章：日本版改良藤田スケールの開発 非建築物の評価手順に関する基本概念、日本風工学会誌、Vol.40、No.2 (No.143)、平成27年度年次発表会梗概集、pp.121-122、2015.4
- [4] 吉田昭仁・松井正宏・田村幸雄・岡田玲・勝村章：日本版改良藤田スケールの開発 非建築物(車両・コンテナ・自動販売機)のDOD、日本風工学会誌、Vol.40、No.2 (No.143)、平成27年度年次発表会梗概集、pp.123-124、2015.4
- [5] 岡田玲・勝村章・田村幸雄・松井正宏・吉田昭仁：日本版改良藤田スケールの開発 非建築物(看板・墓石)のDOD、日本風工学会誌、Vol.40、No.2 (No.143)、平成27年度年次発表会梗概集、pp.125-126、2015.4
- [6] 鈴木覚：日本版改良藤田スケールの開発 樹木のDIとDODの提案、日本風工学会誌、Vol.40、

No.2 (No.143)、平成 27 年度年次発表会梗概集、pp.127-128、2015.4

- [7] 野田 稔・長尾文明：日本版改良藤田スケールの開発 地形効果を考慮した竜巻によるアスファルトの剥離・飛散被害の発生風速について、日本風工学会誌、Vol.40、No.2 (No.143)、平成 27 年度年次発表会梗概集、pp.129-130、2015.4
- [8] 丸山 敬・前田潤滋・奥田泰雄・小林文明・松井正宏・林 泰一・野田 稔・西嶋一欽・友清衣利子・竹内 崇：日本版竜巻スケールのおよびその評価手法に関する研究 ―竜巻等の突風風速推定指標の作成の試み―、日本風工学会誌、Vol.40、No.2 (No.143)、平成 27 年度年次発表会梗概集、pp.131-132、2015.4
- [9] 前田潤滋・丸山 敬・奥田泰雄・小林文明・松井正宏・林 泰一・野田 稔・西嶋一欽・友清衣利子・竹内 崇：建物等構造要素毎の被害評価による竜巻等の突風風速推定指標の策定、京都大学防災研究所年報、第 58 号 B, pp.211-220, 2015.6
- [10] 気象庁、「日本版改良藤田スケールに関するガイドライン」（資料作成協力）、2015.12

〔雑誌論文〕（計 1 件）  
〔学会発表〕（計 8 件）  
〔その他〕（計 1 件）

## 5. 研究組織

### (1)研究代表者

奥田泰雄（国土技術政策総合研究所）

### (2)研究分担者

脇山善夫・中川貴文（国土技術政策総合研究所）  
喜々津仁密・荒木康弘・石原 直（建築研究所）  
小司禎教・山内 洋・佐藤英一（気象研究所）  
鈴木 修・須田一人・中里真久・佐藤俊裕（気象庁）  
前田潤滋・友清衣利子（九州大学）  
丸山 敬（京都大学）  
坂田弘安（東京工業大学）  
鈴木 寛（森林総合研究所）  
伊藤 優（日本設計）  
植松 康・小野裕一（東北大学）  
野田 稔（徳島大学）  
小林文明（防衛大学校）  
田村幸雄・松井正宏・吉田昭仁・岡田玲（東京工芸大学）

## 6. 研究集会の開催

平成 28 年 2 月 27 日東京工芸大学中野キャンパス芸術情報館 3 階大会議室にて、公開研究集会「日本版竜巻スケールおよびその評価手法に関する研究」を以下のプログラムで開催し、平成 27 年度の研究成果を公表した。

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| 1 3 : 0 0 ~趣旨説明                     | 東京工芸大学名誉教授、田村 幸雄   |
| 1 3 : 2 0 ~日本版EFスケールの全体概要           | 気象庁、田中 恵信  |
| 1 4 : 0 0 ~建築物のDI, DODの紹介と風速の評価方法   | 国土技術政策総合研究所、奥田 泰雄<br>建築研究所 喜々津 仁密  |
| 1 5 : 0 0 ~工作物他、交通標識や看板、車両や路盤、樹木関係等 | 九州大学、前田 潤滋<br>東京工芸大学、松井正宏・岡田 玲<br>東京工芸大学、吉田 昭仁<br>風工学研究所、勝村 章<br>徳島大学、野田 稔 |

樹木 森林総合研究所, 鈴木 寛  
16:00～気象分野, 気象学的な竜巻研究の動向  
防衛大学校, 小林 文明  
16:30～ディスカッション