

季刊

消防防災の科学

夏
2019

特集

平成30年台風第21号

137

一般財団法人 消防防災科学センター

この季刊誌は、宝くじの社会貢献広報事業として助成を受け作成されたものです。



宝くじは、 みなさまの豊かな暮らしに 役立っています。



消防団の方々と
防災学習!



一輪車に乗れるようになりました～!

桜の若木が
こんなに育ったよ♪



みんなで仲良く
読み聞かせ♪



街を華やかに
彩ります♪



宝くじは、図書館や動物園、学校や公園の整備をはじめ、
少子高齢化対策や災害に強い街づくりまで、さまざまなかたちで、
みなさまの暮らしに役立っています。

一般財団法人 日本宝くじ協会は、宝くじに関する調査研究や
公益法人等が行う社会に貢献する事業への助成を行っています。

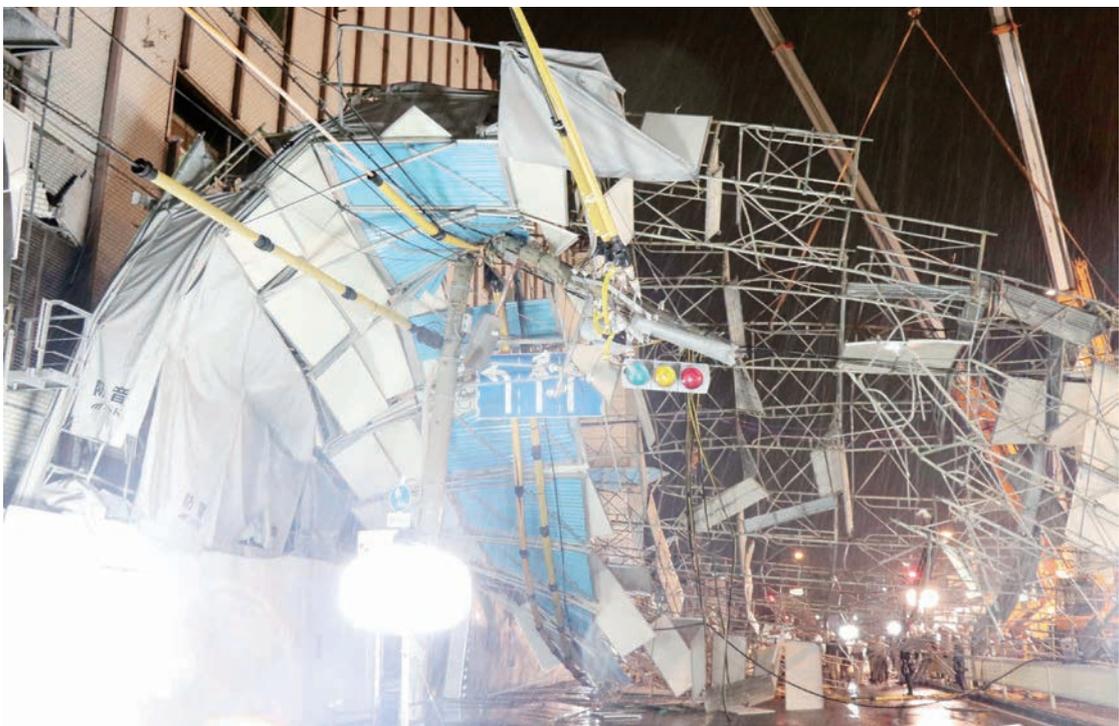
一般財団法人
日本宝くじ協会
<http://jla-takarakuji.or.jp/>



平成30年台風第21号



大阪市内の被災の様子：2018年9月4日 大阪市住之江区
写真提供：大阪市消防局



大阪市内の被災の様子：2018年9月4日 大阪市西成区
写真提供：大阪市消防局

平成30年台風第21号



自動車の漂流状況（六甲アイランド東側）

出典：台風21号通過に伴う港湾被害調査について（報告）（国総研・港空研）

<http://www.ysk.nilim.go.jp/oshirase/press-release20180925-01.pdf#search>



ボーディングブリッジ倒壊状況

出典：台風第21号被害の検証について（国土交通省近畿地方整備局）

<http://www.pa.kkr.mlit.go.jp/pdf/takasiotaisaku/20181218/5.pdf#search>

巻頭随想

気候変動対策は緩和から緩和+適応へ

九州大学大学院工学研究院 教授 矢野 真一郎 4

特集 平成30年台風第21号

- 1 台風21号による被害発生の気象学的要因
京都大学 防災研究所 教授 石川 裕彦 8
- 2 台風21号による大阪湾港湾等の被災状況と教訓
大阪大学大学院工学研究科 教授 青木 伸一 13
- 3 平成30年台風21号による建物等の強風被害について
高知大学教育研究部自然科学系理工学部門 教授 野田 稔 18
- 4 平成30年台風21号による都市部の浸水被害
関西大学 環境都市工学部准教授 安田 誠宏 29
- 5 台風第21号に伴う大阪市消防局の活動状況等について
大阪市消防局 35

■コラム

防災の裾野を広げる

国士舘大学防災・救急救助総合研究所 教授 山崎 登 45

在住外国人300万人・訪日外国人4000万人時代の安全を支える「やさしい日本語」

～ 総務省消防庁『避難誘導のあり方』ガイドラインでの「やさしい日本語」採用の理由と言語学的根拠 ～
弘前大学 教授 佐藤 和之 49

■予防レポート

川口市消防局における予防技術資格者の育成策について

川口市消防局 57

■連載講座

連載 (第43回)

江戸の防火意識 — 平賀源内と町奉行 — …………… 作家 童門 冬二 61

地域防災実戦ノウハウ (100) — 西日本豪雨：我がこととさせるためには — …………… 日野 宗門 63

火災原因調査シリーズ (94)

炎天下によるパーク堆肥の自然発火について

岡山市北消防署救急救助第1係 係長 早瀬 信彦 68

編集後記 …………… 81

カラーグラビア

平成30年台風第21号

大阪市住之江区 (9/4)

大阪市西成区 (9/4)

自動車の漂流状況 (六甲アイランド東側)

ボーディングブリッジ倒壊状況

気候変動対策は緩和から緩和＋適応へ

九州大学大学院工学研究院 教授 矢野 真一郎

1. 近年の気象災害の傾向

平成24年7月九州北部豪雨、平成25年18号台風災害と伊豆大島土砂災害、平成26年広島土砂災害、平成27年9月関東・東北豪雨、平成28年3つの台風の北海道上陸と岩手県小本川洪水、平成29年7月九州北部豪雨、平成30年7月西日本豪雨、ならびに平成30年21号台風と平成の末期は大雨頻発の時代といえる。これらは、数十年、数百年に1度の大雨だったと評されるが、それは地域を絞っての言い方であり、日本を一つの地域と見れば1年に1回（もしくはそれ以上）の再起確率で起こっている。これらの豪雨や台風については地球温暖化の影響が推測されているが、一つ一つの気象イベントについて影響の度合いを示すことができ

おらず、その可能性が指摘されてきたのみであった。しかし、平成30年西日本豪雨については気象庁（2018）が、平成29年九州北部豪雨については小坂田・中北（2018）が解析し、これらの豪雨が温暖化の影響を受けたことが科学的に示されている。加えて、IPCC 第5次報告書（2013）において、今世紀末までの温暖化の進行は緩和策だけでは食い止められないという結論に達している。これらより、これまで気候変動対策の中心であったCO₂などの温室効果ガス削減を目指す緩和策に加えて、温暖化した状況を前提とした社会のあり方を模索する適応策の重要性が増してきている。

我が国における気温の上昇については、1961年以降の札幌・東京・福岡の年平均気温の推移（図-1）からも明らかなように上昇トレンドが示され

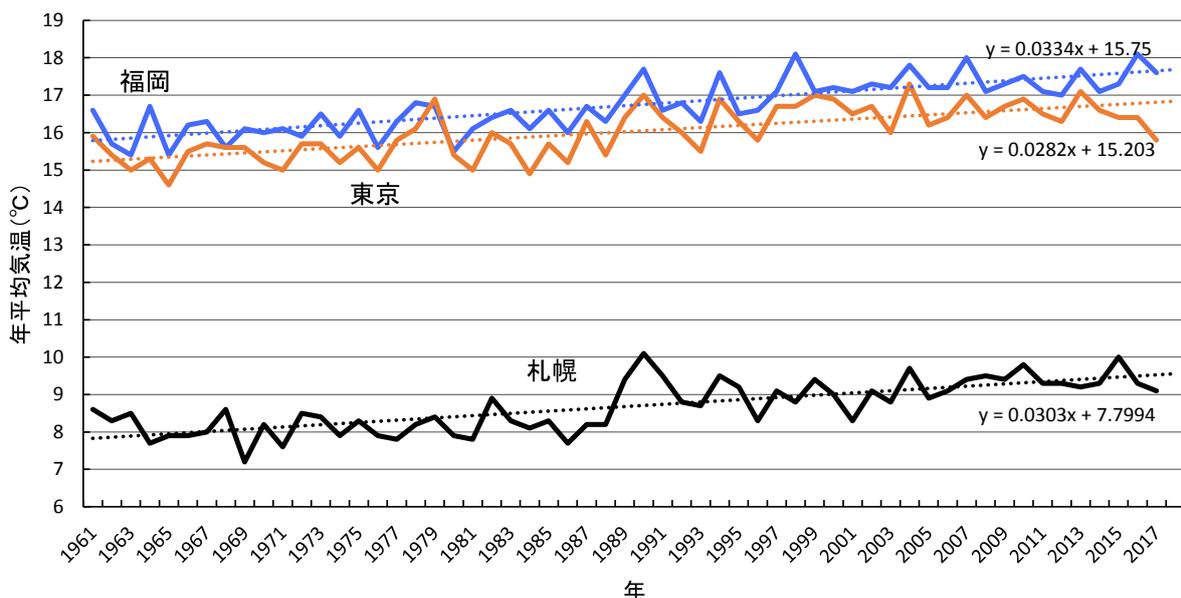


図-1 札幌・東京・福岡の年平均気温の経年変化 [理科年表¹⁾より]

ている。一方、1927年以降の地震・津波を除く自然災害（大雨・台風・高潮・大雪など）による死者・行方不明者数を災害イベント毎に見てみると（図-2）、明らかに減少傾向が示されている。危機管理分野でいわれている、被害者数が100名を切ると災害レベルから事故レベルになるという観点からすると、1984年以降は被害者が概ね100名を下回っていたため、それ以前と比較して災害に対する安全性が向上していたことが分かる。このことは我が国の防災インフラの充実がもたらした恩恵であるだろう。しかし、2005年以降3度（2005

年12月から2006年3月にかけての平成18年豪雪、2010年6～9月の酷暑と大雨、ならびに2018年の西日本豪雨）の100名を上回る災害が発生している。なお、単独の気象イベントによるものとしては2018年の西日本豪雨のみとなる。年ごとの死者・行方不明者数（図-3）で見ても、減少トレンドは明らかである。図中に示した回帰曲線を見ると、平成元年（1989年）あたりから急激に減少しており、平成時代はそれ以前と比較して安全な時代に入っていたと言えよう。

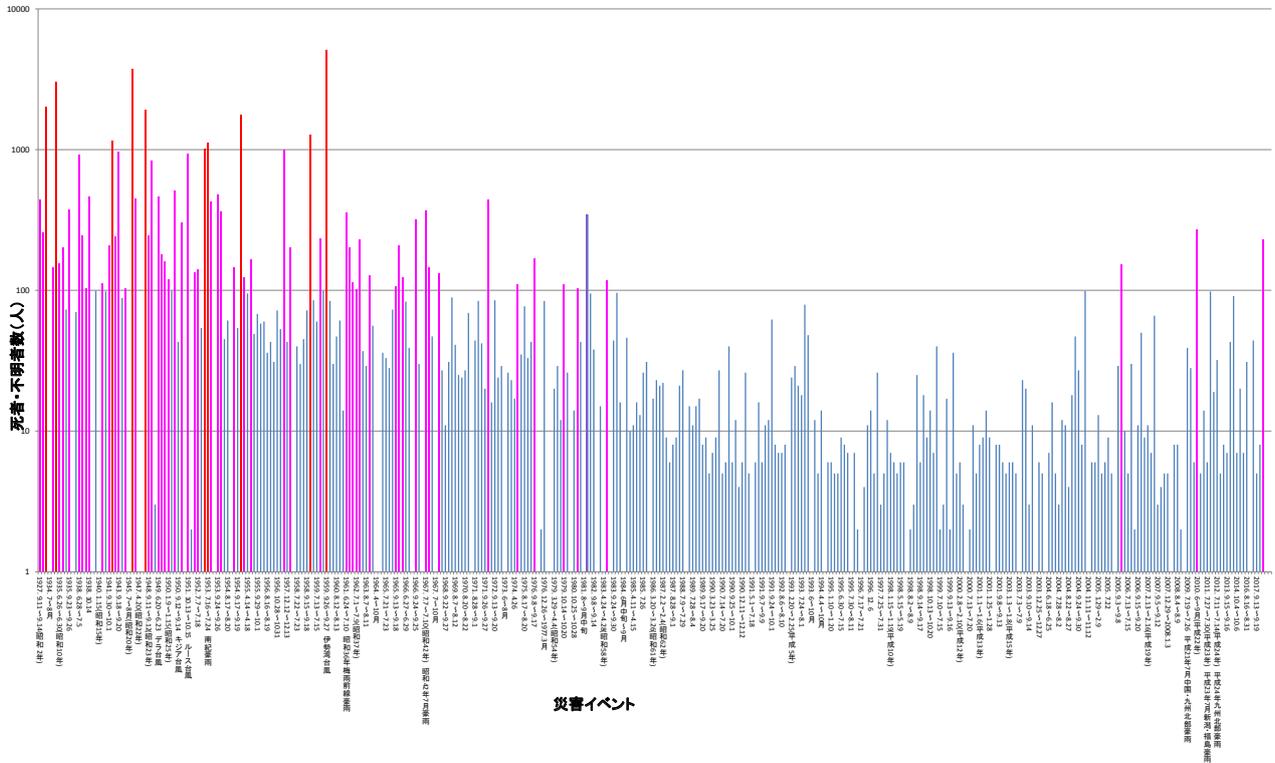


図-2 気象災害イベントにおける死者・行方不明者数
[理科年表¹⁾より。2018年西日本豪雨は気象庁HPより。縦軸は対数表示。]

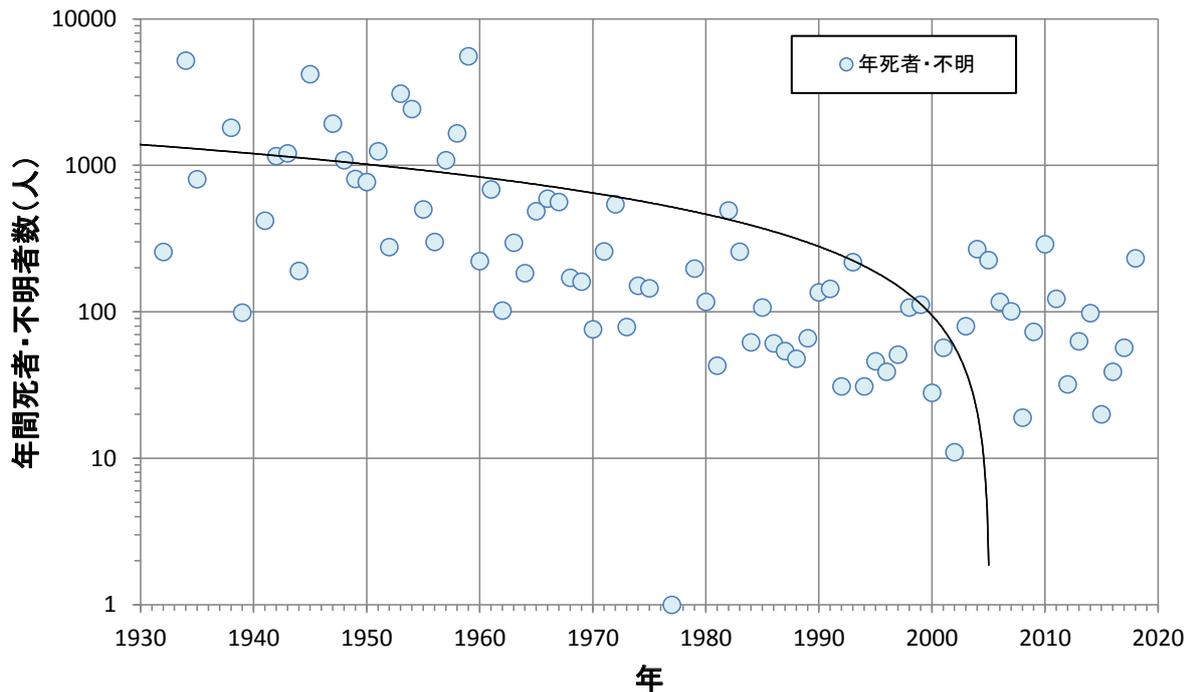


図-3 気象災害における死者・行方不明者数の経年変化
 [理科年表¹⁾より。2018年西日本豪雨は気象庁HPより。縦軸は対数表示。実線は近似曲線。]

2. 国の対応は

このように築き上げられてきた安全性を脅かすものとして、気候変動の影響が顕在化してきている。国もこの事態を重く見て、対策に乗り出している。平成27年豪雨を受けて国土交通省が発表した「水防災意識社会再構築ビジョン」や、平成28年台風災害を受けて発表された「中小河川等における水防災意識社会の再構築」などは、危機管理型ハード対策、タイムラインの導入、気候変動と人口減少への対応などを示している。そして平成29年豪雨を受けて、治水計画に気候変動の影響を組み込むための考え方を検討するために「気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会（座長：小池俊雄土木研究所水災害・リスクマネジメント国際センター長）」を設置し、議論が進められている。

その中では、温暖化影響評価のための気象予測プロダクトである、平均気温4℃上昇シナリオに基づくd4PDFや2℃上昇のd2PDF（計算格子は

20km）、ならびにそれらの力学的ダウンスケーリング（5km）の計算結果を活用し、温暖化後の外力評価（ここでは降雨）を行っている。例えば、d4PDFは現在気候として3000年分（1951～2010年の60年×50種類の摂動）、将来気候として5400年分（2051～2110年の60年×15種類の摂動×6種類の海面水温将来予測結果）に相当する計算を実施し、大量のアンサンブルを用いることで信頼性のある統計値（例えば、降雨の生起確率など）を算出できる。なお、オリジナルの20kmグリッドの計算では降雨規模が小さくなるが、ダウンスケーリングで現在気候下の降雨確率を適切に表現でき、極端降雨現象を表現できることが明らかとなっている。それらの検討より、4℃上昇で計画規模降雨量が全国平均で約1.3倍、一級河川の計画規模流量が約1.4倍、ならびに発生確率が約4倍（すなわち、1/100確率が1/25となる）に上昇することが示されている。

これらの予測に基づき、河川整備計画に温暖化の影響を上乗せすることで、将来の温暖化が進ん

だ状況下において必要とされるレベルに対しても手戻りのない整備を進めていけるような計画のあり方が提案される予定である。

3. おわりに

—最適な適応へ向けてやるべきは?—

我々がまだ経験していない温暖化が進んだ状況が、d4PDF などを通じてバーチャルに経験できるようになった。しかしながら、実際の豪雨や台風のように我々が実体験するものでない以上、災害危険度の増加や、これまで我々が経験的に常識としていたことの変化などを、すでに経験した端緒を見て想像力を発揮して抽出する必要がある。例えば、本川と支川の水位のピークが一致するような長時間降雨の確率、非出水期における出水頻度の変化、台風・高潮と大雨の同時生起の確率、ダムで事前放流した場合の空振り率、避難勧告などが発令された後の洪水発生の確率、水・土

砂・流木が同時流出するような洪水の発生確率、などがどのような変化を見せるのかをバーチャルな世界で経験し、温暖化後の新たな経験則を生み出すことが必要ではないかと考えている。現在はピーク流量など大きな洪水のみが注目されているが、このような我々の常識に変化がもたらせられる部分についての検討も官民学総出で対応していく必要があると思う。

参考文献

- 1) 国立天文台（編）：理科年表プレミアム，2019.
- 2) 小坂田ゆかり、中北英一：領域気候モデルによる梅雨豪雨継続時間と積算雨量の将来変化予測と過去の事例を用いた検証、土木学会論文集 B1（水工学）、Vo.74, No.5, pp.19-24, 2018.
- 3) 気象庁：「平成30年7月豪雨」及び7月中旬以降の記録的な高温の特徴と要因について，2018.
- 4) IPCC: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*, Cambridge University Press, 2013.
- 5) 国土交通省：気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会資料，2019.

□ 台風21号による被害発生的气象学的要因

京都大学 防災研究所 教授 石川 裕彦

はじめに

2018年9月に近畿地方を縦断した台風21号により、大阪湾沿岸で高潮・高波が発生し、また近畿地方の広域で強風が吹き、建築構造物の被害、樹木の被害、電力網への被害、飛散物による被害、さらには関西空港の浸水といった様々な被害が生じた。日本損害保険協会の2019年3月22日付公表（日本損害保険協会、2019）によれば、この台風21号により生じた被害に対する各種損害保険の支払い総額は9698億円に達した。この額は、風水害による保険金支払額のこれまでの歴代第1位であった1991年台風19号の際の5680億円をはるかに超えるものとなった。

2018年台風21号は、近畿地方においてかつて大きな被害をもたらした1934年室戸台風や1961年第二室戸台風と似たコースを辿り、大阪市内の気象台観測点では、室戸台風の際の60.0m/s、第二室戸台風の際の50.6m/sに次いで観測史上歴代3位となる最大瞬間風速47.4m/sが記録された。京都市内の気象台観測点での最大瞬間風速は39.4m/sで、1934年室戸台風時の42.1m/sに次いで観測史上歴代2位の記録となったほか、関西空港では記録のある2003年以降では観測史上1位の58.1m/sの最大瞬間風速が記録された。こういった暴風により、近畿地方の各都市では様々な形態の災害が発生した。大阪市内では、市街地を中心に建築構造物や街路樹・公園樹に大きな被害が生じた。

都市域での風の息—突風率

今回の台風21号による暴風災害は、現代の市街

表1 台風経路に沿う四国・近畿地方のアメダス観測点で観測された突風率（2018年9月4日）

地点 Site	突風率 Gust Factor	日最大 (Daily maximum)	
		10分平均風速 10 min wind [m/s]	最大瞬間風速 Max gust [m/s]
堺	2.20	20.3	43.6
能勢	2.13	17.3	31.6
川辺	2.11	23.4	42.2
枚方	2.10	19.3	40.2
南小松	2.10	16.3	32.2
東近江	2.01	16.5	31.7
大阪	1.95	23.7	47.4
熊取	1.93	26.6	51.2
京都	1.91	21.7	39.4
土山	1.87	18.6	33.2
米原	1.85	18.8	32.2
京田辺	1.84	18.7	34.4
長浜	1.82	19.3	33.6
彦根	1.81	23.5	46.2
三木	1.73	15.3	26.9
八尾	1.72	16.8	36.5
洲本	1.68	21.1	34.1
三田	1.68	18.7	29.4
豊中	1.66	18.3	38.1
今津	1.63	20.2	35.9
和歌山	1.60	37.6	57.4
南紀白浜	1.60	33.3	45.8
明石	1.46	25.2	31.6
神戸	1.43	23.0	41.9
友が島	1.36	42.5	51.8
関西空港	1.32	44.9	58.1
神戸空港	1.29	34.5	45.3

地が構築されて以降で生じた最悪の被害と言える。一般に、市街地内での風は、ビルの密集度合いや高層ビルの配置の影響を受け、場所によって大きく変化する。実際に都市域でどのような風が観測されたのか、まず地上観測記録をもとに調べる。

風速は強くなったり弱くなったりする。これを「風の息」という。風の息が荒いと平均風速はそれほど大きくなくとも瞬間的に強い風が吹き、こ

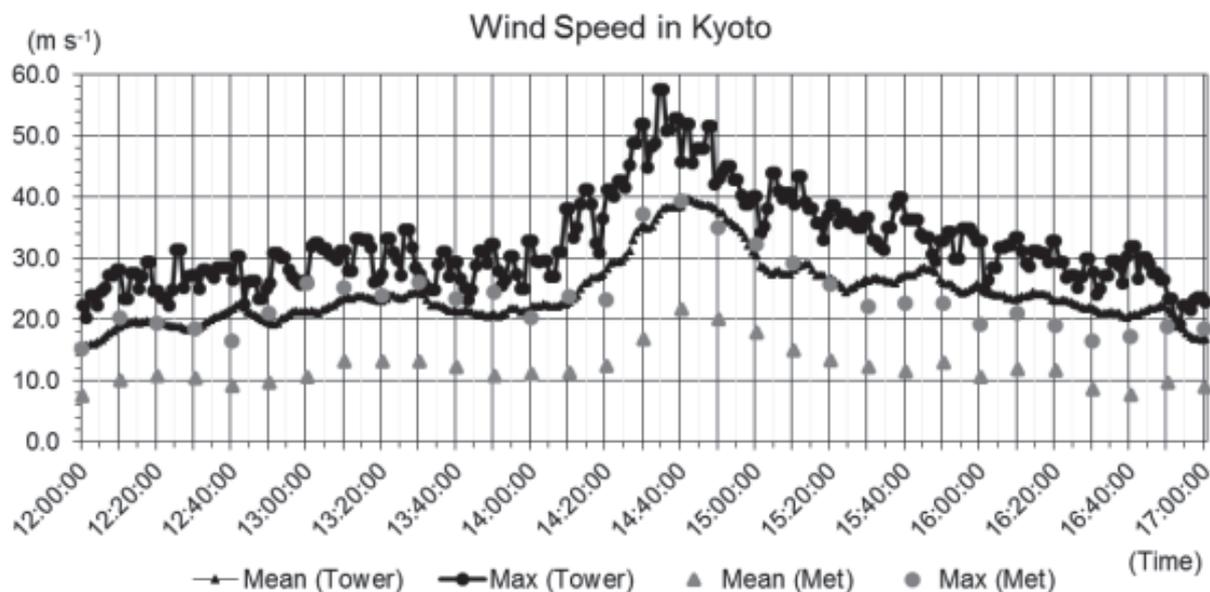


図1 平均風速と瞬間最大風速の時系列比較。京都タワーの記録は1分間隔の記録を●と▲を実線で繋いで示した。地上観測は10分間隔の記録を○と△で示してある。いずれも2018年9月4日の12時から17時の記録。

の瞬間的な強風が被害をもたらす。風の息の荒さは突風率という指標で表すことができ、気象庁のアメダス観測データを用いて、[10分間の最大瞬間風速] ÷ [10分間の平均風速]、で簡単に計算できる。台風が京阪神を縦断した9月4日の0時から9月5日0時までの24時間の記録を用いて、台風経路に沿う、和歌山県、兵庫県、大阪府、京都府、滋賀県の気象庁観測点の突風率を、大きい順に並べたのが表1である。堺(2.2)、枚方(2.1)、大阪(1.95)、京都(1.91)をはじめ、都市域の観測地点において大きな突風率が観測されている。表の突風率は一日のデータの平均(線形回帰)であるから、個々の10分間で見るとこの値よりも大きな突風率が実現している時間帯も多い。これらの値は、教科書的に言われている値(1.5~2)の上限かそれを越える値である。様々な構造物が立て込む都市域で、構造物の影響を反映して突風率(風の息)が大きく(荒く)なっている様子を示唆している。

京都市街地における強風の実態を把握するため、気象庁によるデータの他、京都市環境局が保有する観測データを収集した。京都市環境局が保有す

る観測データのうち、京都タワーでの観測では、1分毎の平均風速および最大瞬間風速のデータが取得されていたため、台風通過時の突風の分析に使用した。京都タワーの観測高度は地上高121mであり、地上とは風の吹き方や強さが大きく異なるであろう。図1に京都タワーおよび地上気象観測点での平均風速および最大瞬間風速を示す。地上気象観測点でのデータは、10分間隔での平均風速および最大瞬間風速である。期間中の最大瞬間風速は、地上気象観測点(観測高度17.6m)では39.4m/sであったのに対し、京都タワー観測では57.6m/sに達した。また、図1に示した期間中の突風率は、地上気象観測では2.01(表1とは算出期間が異なるため若干数値に違いがあることに注意)、京都タワー観測では1.33であった。このように、地上に近いほど、突風率は大きくなることが示唆される。これは、建物や構造物などの影響を受けて、地上に近いほど風速変動の幅が大きくなるためだと考えられる。さらに図1から、地上での最大瞬間風速値は、高度121mでの平均風速値とおおよそ同程度であることが分かる。このことから、上空の強風が風の息により地上付近まで

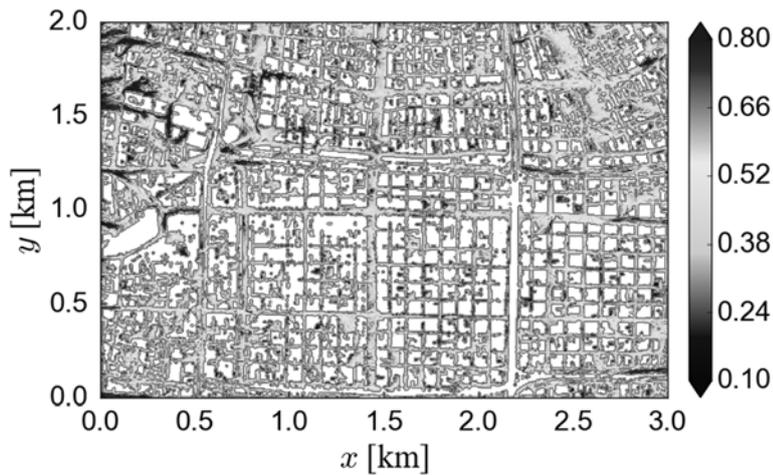


図2 LESで計算した地上付近の最大瞬間風速の分布。モデル上端の風速を1としたときの風速比で示してある。

引き下ろされて、地上付近での風が瞬間的に強まるという猫像を描くことができる。

シミュレーション計算による突風の理解

上記の推定を確かめるために、大阪市難波周辺の市街地を対象に、街区の建築物を詳細に再現した数値シミュレーションを行った。国際航業のGISデータを用いて大阪市街地（南北3km・東西2km）の実際のビル群を2mメッシュで表現し、ラージュ・エディ・シミュレーションと呼ばれる計算手法を用いて、街区とその上空326mまでの気流と風の息を計算した。

図2は、建物にはさまれたストリート・キャニオン内の瞬間風速の最大値を示している。図の左側が南、右側が北で、南風が吹く条件で計算した。数値が1に近いほど上空の風速に近くなる。地表付近では建物の抵抗が効くので、全体的には上空風速よりも弱いですが、風速比が0.8を超える場所が多数あり、ところによっては0.9を超えて1に迫るような地区もあることが分かる。また、南北(図中では左右)に延びる道路に沿って顕著な強風が見られるが、東西に述べる道路でも場所によっては大きな値となる様子が見える。

後で述べるドップラー・レーダーによる解析や別の気象モデルによる台風再現計算結果によれば、

大阪市上空の平均風速が最大で70m/sに達していたと推定される。この値を上空の風速として、図2に示す市街地の最大瞬間風速の相対値に値付けして実風速に換算すると、市街地内では、場所によって、瞬間的に60m/sから70m/sにも迫る暴風が吹いたと推定できる。

このような街区を吹き抜ける突風が市街地に強風被害をもたらす。実際、南海電鉄難波駅前の周辺地区では、古い木造家屋の大破、建物の壁や看板・パネルの剥がれ、御堂筋沿いや南海難

波駅前の広場の街路樹の被害など、様々な被害が発生した(図3)。



図3 難波駅周辺の暴風被害

台風の暴風とメソ渦

気象研究所の研究グループは、気象庁の様々な観測データを総動員して解析する中で、台風本体の北東側にメソ渦と呼ばれる小さな渦が埋め込まれていて、これが京阪神地区の暴風発生と関係していることを発見した。

台風は、それ自体が反時計回りに回転する大きな風の渦である。この渦が移動すると、進行方向の右側では、渦の風速に移動速度が加算されるので地上風速は大きくなる(進行方向の左側では小

さくなる)。台風21号は大阪湾を北東進したので、進行方向の右側にあたる京阪神地域は、そもそもこの風の強い範囲に入っていた。

気象研究所の解析によると、台風中心から20～30km北東側に直径10kmほどの小さな渦があり、これが台風とともに北東に移動する様子が解析された。図4に、13時30分（日本時）の様子を示す。図の中心にある黒丸が台風中心、図中の濃淡は気象レーダーのエコー強度で、降水の強さに対応する。矢印は、地上の気象観測点で観測された風向風速を示しており、13時から14時の1時間の間に観測された情報を、時空間変換という方法で台風の移動に相対的に位置に割り当てることにより、擬似的な風の分布を作画したものである。台風の北東側20km付近の白い円で囲んだ部分で降水が強く（色が黒く）なっていて、そこに吹き込むように風の流れが強化される様子が見える。詳細を見るとこの部分に小さな渦があり、これに吹き込

む風が台風の風に加算されたため地上風速がさらに強化されたことがわかった。このようなメソ渦の存在は以前から言われていたものであるが、最新の観測技術により、視覚的に捉えることができるようになってきた。

新しい技術を用いた台風監視と減災

平成30年第21号台風の事例では、経路が京阪神地域を通過したことにより、従来にない高密度な観測データが得られていた。大阪レーダーに加え、関西空港と伊丹空港にもドップラー・レーダーが設置されていて、降雨強度に加え、ビーム方向の風速を計測することが出来る。2台のドップラー・レーダーで観測されたビーム方向風速を合成すると、各高度の風向風速分布を算出できる。図5は、伊丹と関西のドップラー・レーダー観測から算出した、14時03分の大阪上空の風分布である。台風が神戸市に再上陸し、大阪管区气象台で瞬間最大風速を観測した時刻である。両レーダーを結ぶ直線上とその近くでは原理的に算出できない部分があるが、いずれの高度も25m/s以上の強風が広範囲で算出され、大阪湾と大阪市の広範囲で60m/sを超える強風が認められる。

図右上の京都市付近に見える強風域は解析手法の不完全さに起因する誤算出であり未だ手法改善の必要はあるが、このように上空風速の観測情報が得られるようになれば、観測とシミュレーションモデルの結果を合わせることで、地上近くの強風や突風を推定することが出来るようになると期待される。

さいごに

平成30年21号台風では、台風の暴風が都市域にもたらず強風害の多様性を改めて認識させられた。近代的な都市構造の中で、どのような場所に突風が発生しやすいのか、今後の研究が必要とされている。各地域地域で突風事例を集積して、新たな在地の知を形成する事も地域防災の一環として有

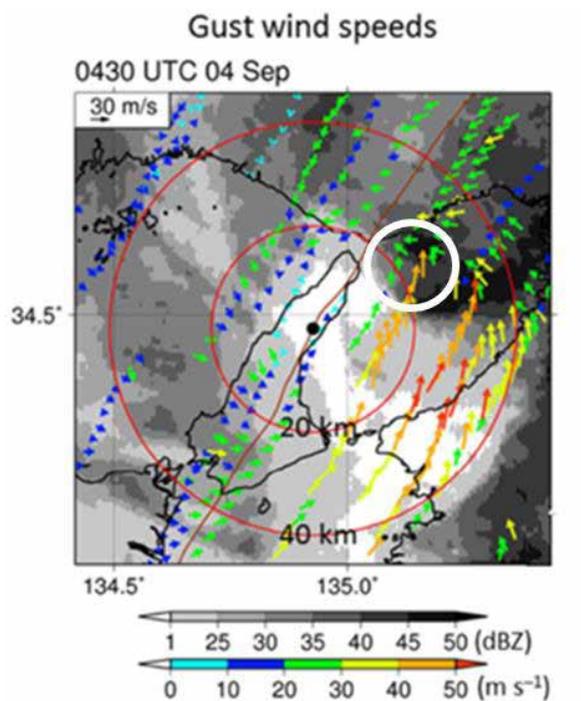


図4 9月4日0430 UTCにおける、地上最大瞬間風(カラー矢印)及び高度2kmのレーダー反射強度の分布(白黒濃淡)。地上最大瞬間風速の空間分布は、地上の観測点で観測された時系列を、台風の移動を考慮して台風に相対的な空間分布に時空間変換して得た。

効であろう。なお、本項の内容は『平成30年度科学研究費助成事業－科研費－特別研究促進費研究（代表：丸山 敬）：「平成30年台風21号による強風・

高潮災害の総合研究」成果報告書』の内容を解説したものである。図表などは、報告書から引用した。

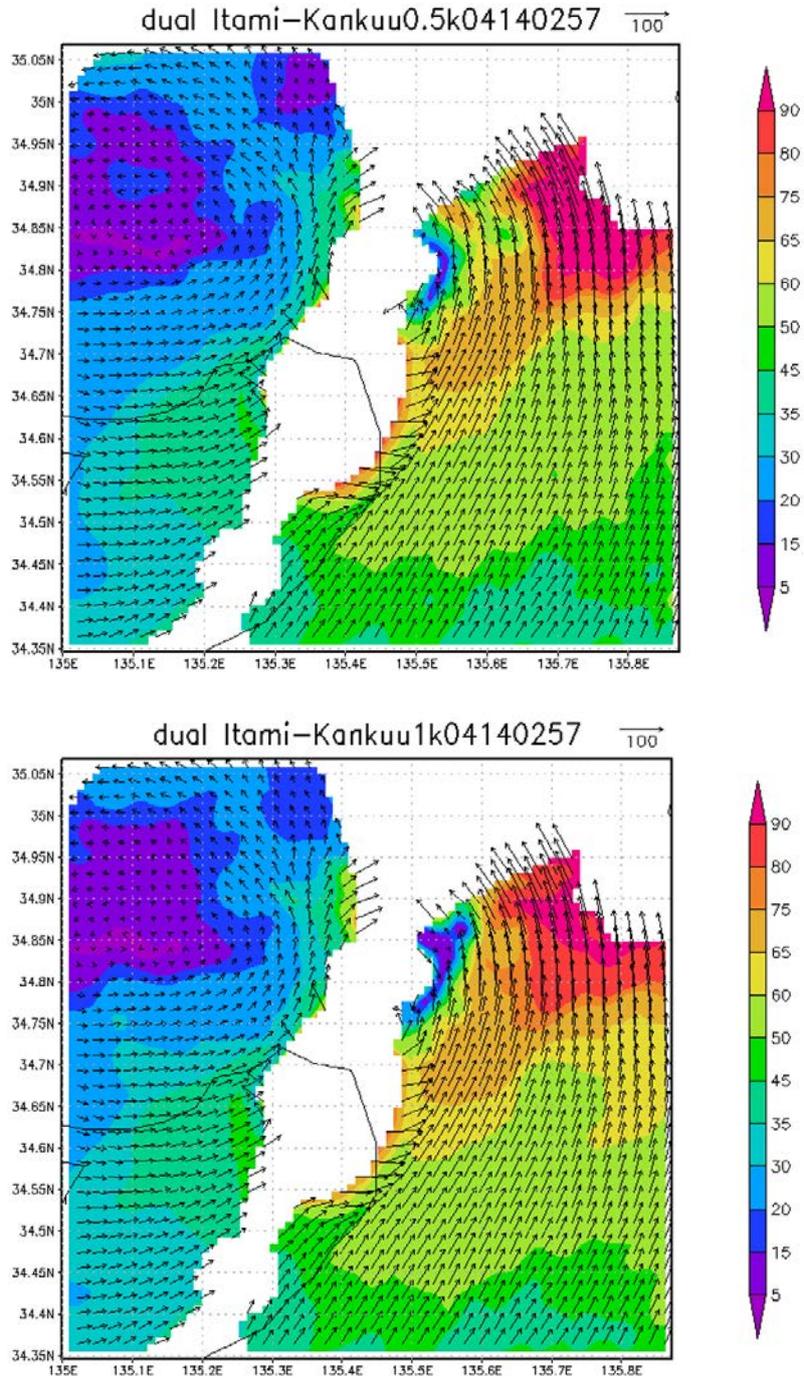


図5 14:03JSTにおける高度0.5km(上)と1km(下)の風速ベクトルと風速値の分布。

□ 台風21号による大阪湾港湾等の被災状況と教訓

大阪大学大学院工学研究科 教授 青木伸一

1. はじめに

2018年9月の台風21号では、大阪湾に既往最大規模の高潮が発生し、関西空港をはじめとして各地で暴風や浸水の被害が生じた。特に施設の多くが埋立地に立地する港湾域では、浸水によるコンテナの漂流や荷役設備の電源喪失など、数多くの様々な被害が発生し、経済的な損失も非常に大きなものとなった。この高潮は、大阪市西部の市街地が広範囲に浸水して26万人もの被災者を出した1961年の第二室戸台風による高潮以来の、大阪湾の想定防護レベルに迫る大きなものであった。幸いにも、今回は第二室戸台風後半世紀にわたって整備されてきた防潮堤や防潮水門などが有効に機能したため、市街地への浸水はほとんど発生しなかった。一方で、高度経済成長期以降、急激に開発が進んだ堤外地（防潮堤の海側のエリア）に立地する港湾施設や企業が大きな被害を受けるとともに、埋立地内の住宅や都市施設などにも危険が及んだ。これまでの高潮防災は、堤防や水門によって陸地への海水の侵入を防ぐことを考えれば良かったが、高度に利用されている堤外地では、産業活動と両立できるようなフレキシブルな防災対策が求められる。

以下は、筆者が委員長を務めた「大阪湾港湾等における高潮対策検討委員会」および各港湾部会による調査・検討結果を中心に取りまとめたものである。用いた図面や情報は検討会資料から引用したものが多く、これをあらかじめ断っておく。

2. 台風21号の概要と高潮・高波^{1), 2)}

台風第21号は、9月4日12時頃に室戸岬付近を通過後、徳島県南部に上陸、勢力を維持したまま、次第に進行速度を増して淡路島を通過、14時頃に神戸市付近に達した。これは、過去に大阪湾に大きな高潮をもたらした3大台風（室戸台風、ジェーン台風、第二室戸台風）とほぼ同じルートであった。大阪湾通過時の中心気圧はおよそ955hPa、最大風速は45m/s程度であった。中心気圧は第二室戸台風よりも高い反面、進行速度が70km/hr～80km/hrと非常に速かったため、各地で非常に強い風が吹き、暴風による住宅等の被害が大きかった。最大風速については、全国53地点で観測史上1位の値を更新し、関西空港でも46.5m/sを観測した。最大瞬間風速は全国100地点で観測史上1位の値を更新し、関西空港では58.1m/sであったが、場所によっては70m/s程度にまで達していた可能性も指摘されている。

高潮とは、台風や低気圧の影響で海水面が上昇する現象である。月と太陽の引力による潮汐（天文潮）に対して気象潮と言われたり、風津波と呼ばれることもある。高潮を引き起こす主な要因は、気圧の低下による海面の「吸い上げ」と風による海水の「吹き寄せ」の2つであり、前者は1hPaの気圧低下によって海面がおおよそ1cm上昇する。風による吹き寄せ効果は風速の2乗に比例し、水深に反比例するため、風速が強くなると特に水深の浅い内湾域で大きな高潮が発生する。

台風21号は進行速度が大きかったために、潮位

の上昇は短時間で急激なものであった。図-1は、大阪港の検潮所で記録した潮位の変化を示したものであるが、高潮の初期段階で急激な潮位上昇がみられること、潮位がピークを示した後に海面の振動がみられる点が特徴的である。図-2は、大阪湾の4箇所の検潮所（気象庁）での潮位偏差（実際の潮位と天文潮位の差）の時間波形を示している。潮位偏差の時間波形は場所によってかなり異なっているが、最大潮位偏差は湾の奥ほど大きくなっている。図-3は、大阪湾沿岸各地（気象庁及び府県の潮位計）の最大潮位偏差とその時の天文潮位を図示したものである。図中には、既往最高潮位も示している。潮位は大阪湾の湾奥ほど大きくなっており、兵庫県の尼崎検潮所では最大潮位

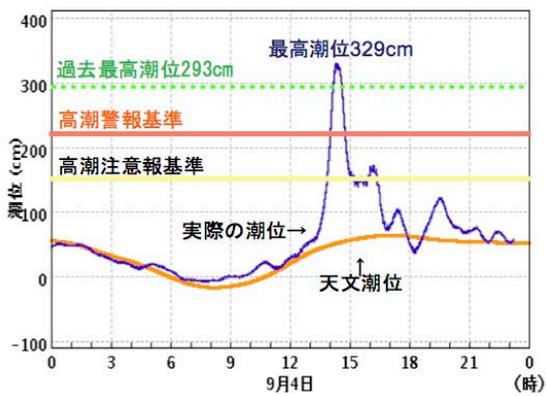


図-1 大阪港における潮位の変化
(気象庁ホームページの図に加筆)²⁾

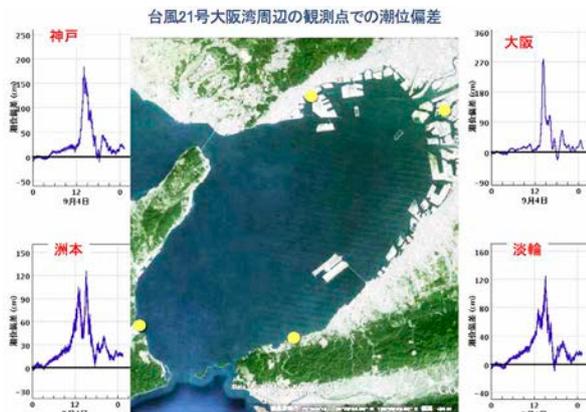


図-2 大阪湾の検潮所4地点における潮位偏差の時間波形

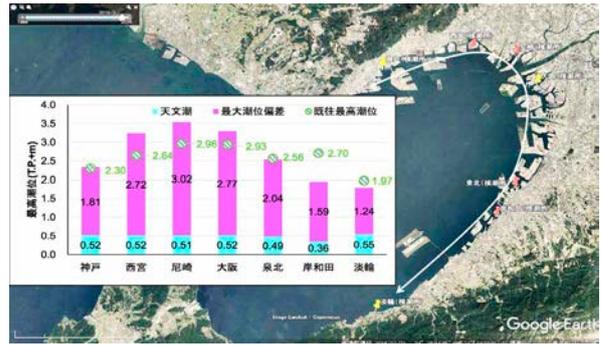


図-3 大阪湾沿岸の検潮所での最大潮位偏差と天文潮および既往最高潮位²⁾

偏差 3 m を記録している。大阪湾の想定高潮が 3m 程度であるので、まさに最大想定レベルの高潮であったことがわかる。

台風風の強かったことから、波も非常に高くなり、神戸で既往最大値（有義波高4.72m）を記録している。今回の台風による堤外地の災害は、高潮の潮位上昇による越流とともに、高波の越波による浸水の影響が大きかった。高潮という言葉からは潮位の上昇のみがイメージされるが、実際には潮位上昇と同時に高波浪が来襲することも同時に考えておく必要がある。大阪湾においてどのような波浪が発生していたかは興味深い点であるが、残念ながら大阪湾における波浪観測点が神戸のみであったことから、詳細については明らかになっていない。したがって、波浪の実態は数値シミュレーションや映像で推定するにとどまらざるを得なかった。

3. 高潮による被災状況とその要因について

台風21号による被災の状況については、国土交通省近畿地方整備局²⁾、大阪府、兵庫県、大阪市、神戸市の各港湾管理者、国の研究所、土木学会³⁾などが精力的に調査を行ったことにより、詳細が明らかになった。図-4および図-5は、被害状況を示したものであるが、上述したように、堤外地で



図-4 台風21号による浸水および被害の状況²⁾



図-5 港湾の被害状況²⁾

の浸水被害は、高潮と高波によるものが顕著であった。また、埋立地の地盤沈下により、建設当初の地盤高より低くなっていたところでは浸水深が大きくなって被害を増大させた。さらに浸水や強風による空コンテナの海上流出や、作業船・台船等の船舶の漂流が発生した。これらは、船舶航行の障害や構造物の損壊を招き、港湾機能の復旧を妨げる大きな要因となった。また、浸水により一部のコンテナターミナルにおいて荷役機械及び電源設備の機能喪失や火災などの被害も発生した。以上は主に堤外地の被害であるが、堤内地に位置する住宅地の一部でも高潮・高波による家屋の浸

水や、高潮による河川水位の上昇により中小河川から住宅地への浸水があった。

被災要因の解明については、図-6に示すように、国土交通省港湾局に置かれた「港湾における高潮リスク低減方策検討委員会」とともに、近畿地方整備局の「高潮対策検討委員会」が組織され、その下に置かれた各港湾部会を港湾管理者が運営するという体制で行われた。検討委員会では、観測データと数値シミュレーションによる現象再現(図-7)⁶⁾による検討とともに、映像や現場の証言などを積み上げることにより、かなりの精度で被災メカニズムを明らかにすることができたと考えている。



図-6 台風21号による高潮関連の委員会の構成



図-7 数値シミュレーションの例
(神戸港部会資料より)⁶⁾

4. 今後の高潮対策に向けて

今後の高潮対策のあり方についても、上記の各委員会で検討された。2018年3月に、国土交通省港湾局は、気象庁の発表する気象情報等をトリガーとし、事前に取り組むべき防災行動をまとめた「港湾の堤外地等における高潮リスク低減方策ガイドライン」⁴⁾を発表していた。しかしながら、台風第21号では、堤外地が大きな被害を受ける結果となったため、港湾局はガイドラインの見直しと徹底を行った⁵⁾。また、近畿地方整備局では、連携した防災・減災を加速するために、大阪湾港湾機能継続計画推進協議会が策定する港湾BCPに、地震・津波に加えて高潮を含めることを決定した。

一方、各港湾管理者は、個々の港湾の被災要因に基づいてハードおよびソフト両面での具体的な対策を示すとともに、例えば以下のような対策に着手する方針を打ち出した。

- ・ 潮位、波浪等の観測施設及び監視カメラの増設
- ・ 非常用電源設備の増設
- ・ 航路啓開のための機材の導入
- ・ 電気系設備・荷役機械の耐水機能の改善
- ・ 漂流物防止柵等の設置
- ・ 電気系設備の嵩上げ、止水措置
- ・ コンテナターミナル等の排水機能強化、地盤の嵩上げ
- ・ 防潮堤等の新設や嵩上げ、海岸保全施設の防

護機能強化、堤内地の浸水対策

- ・ 高潮情報ポータルサイトの立ち上げ
- ・ 高潮予測システムの開発
- ・ エリア減災計画の策定

台風第21号からおよそ1ヶ月後に日本に接近した同程度の台風第24号における事前の防災行動の取り組みを近畿地方整備局が整理している。幸いにも台風24号は東に逸れ、大阪湾では高潮も風も大きくなかったが、直前まで同じコースを進んできたため事前防災行動をとったところが多かった。事前防災行動としては、土嚢の設置、車両の高所避難、発電機のレンタル、コンテナの固縛、コンテナ及び荷役機械の高所避難、コンテナの段落とし・積み方の変更、電気設備の防護、ガントリークレーンの固定、などであった。平成31年度は、さらに台風来襲に合わせて事前防災行動をチェックし、高潮対策を実あるものにしていく必要がある。そのために、上記の各種検討委員会の幾つかは形を変えて継続しており、また各港湾で高潮を想定したBCPの策定も行われている。

5. おわりに

大阪湾の高潮の危険性は従来から指摘されてきたが、台風21号による既往最大高潮という現実が発生して、初めてわかることも多かった。伊勢湾台風や第二室戸台風を受けて着実に実施してきた高潮対策の有効性が確認できたこと、高潮だけでなく高波の影響が予想以上であったこと、開発が進んだ堤外地における災害がこれまでに経験したことのないものであったこと、などが挙げられる。台風21号は既往最大規模の高潮をもたらしたが、さらに大きな規模の台風や高潮が発生する可能性が十分あることを考えれば⁷⁾、今回の経験を教訓にして、特に堤外地において産業利用と防災を両立させる必要がある。

また、今回の検討に数値シミュレーションや映像が多用されたが、改めて科学技術・情報技術の

進歩も実感した。一方で、観測データの重要性も再認識した。近年予算の関係でモニタリングは削られる傾向にあるが、観測データがあって初めてシミュレーション技術が活きる。先端技術を有効活用するためにも、自然災害に関する各種モニタリングの充実が一層望まれる。

台風災害を受けて、ハード面の整備とともに種々のソフト防災対策が検討されている。ソフト防災はシステムや枠組みの構築で達成できるものではなく、現場まで十分伝わることが重要である。台風は毎年来襲することを利用して、特に事前防災活動によるソフト防災力の向上を高めるような取り組みを継続していくことが重要であろう。

最後に、台風21号の調査・検討にご尽力された全ての関係者の皆様に謝意を表するとともに、今回の経験が今後の高潮防災に有効に活かされることを切に願う次第である。

参考文献

- 1) 大阪管区气象台：平成30年台風第21号の気象・海象の状況について、平成30年。
- 2) 大阪湾港湾等における高潮対策検討委員会：大阪湾港湾等における高潮対策検討委員会最終とりまとめ、平成31年4月。
- 3) 土木学会 海岸工学委員会：2018年台風21号 Jebi による沿岸被害調査報告書、平成30年10月。
- 4) 国土交通省港湾局：港湾の堤外地等における高潮リスク低減方策ガイドライン、平成30年3月。
- 5) 国土交通省港湾局：港湾の堤外地等における高潮リスク低減方策ガイドライン（改訂版）、平成31年3月。
- 6) 大阪湾港湾等における高潮対策検討委員会・神戸港部会資料、平成31年3月。
- 7) 大阪湾高潮対策協議会：大阪湾高潮対策危機管理行動計画ガイドライン、平成22年3月。

□平成30年台風21号による建物等の 強風被害について

高知大学教育研究部自然科学系理工学部門 教授 野田 稔

1. 平成30年台風21号の概要

図1および2に平成30年台風21号のベストトラックと中心気圧の時刻歴を示す¹⁾。平成30年台風21号（アジア名: Jebi, 以下、T1821号と呼ぶ）は、同年9月28日9時に南鳥島近海で発生し、急激に発達して29日には暴風域が伴い、同日15時に強い勢力、30日15時には非常に強い勢力に発達、31日9時には中心気圧が915hPaまで低下して猛烈に強い勢力に発達した。その後、9月4日12時頃に中心気圧950hPa、10分間平均風速相当で最大風速45m/sの非常に強い勢力を保った状態で徳島県南部に上陸、紀伊水道を北上し、同日14時頃に兵庫県神戸市付近に再上陸、速度を速めて、5日午前9時に間宮海峡で温帯低気圧に変わった。

T1821号が日本を通過する間に、全国の100か所に及ぶ気象観測点で最大瞬間風速の記録が更新されており、表1に示すように上位10か所のうち6か所が大阪府、和歌山県、徳島県における最大瞬間風速である。大阪府南部、和歌山市、徳島県東部で50m/sを超える最大瞬間風速を記録しているほか、大阪市では室戸台風（1934）、第2室戸台風（1961）に次ぐ強風（47.4m/s）が吹くなど、これまで長らく強風を経験していない地域である近畿地方を中心に強風が吹いたことが分かる。図3に9月4日～5日に記録された瞬間最大風速分布を示すが、台風の進路から見て右側（危険半円側）において広く高い最大瞬間風速が記録され

ており、また、関東地方のように台風進路からかなり離れているエリアにおいても40m/s近い最大瞬間風速が発現しており、T1821号が広域にわたって強風をもたらしていたことが分かる。

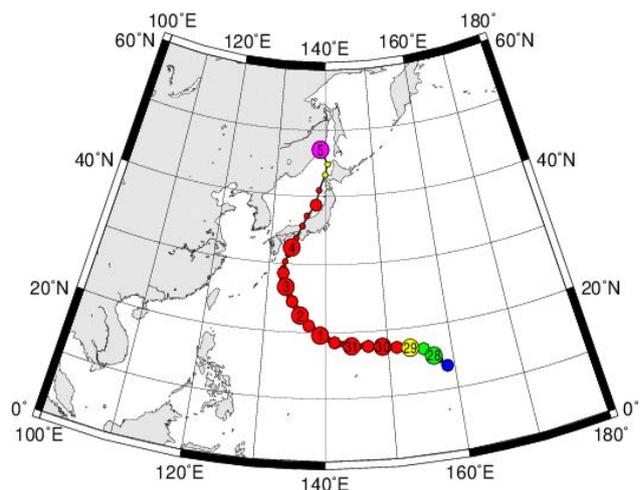


図1 T1821号のベストトラック

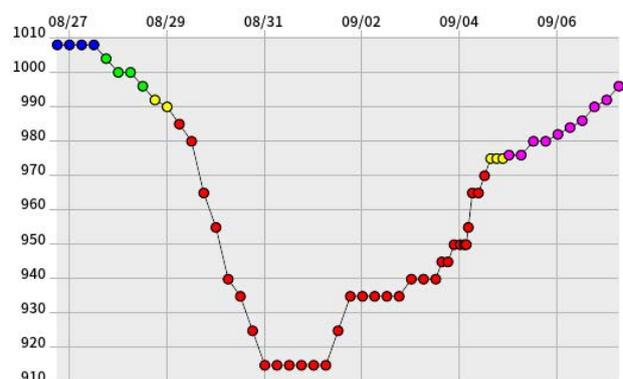


図2 T1821号の中心気圧変化

表1 T1821号通過時に最大瞬間風速が更新された気象観測点(上位10か所)

	都道府県	市町村	地点	更新した値				これまでの1位の値			統計開始年
				m/s	風向	年月日	時分	m/s	風向	年月日	
1	大阪府	泉南郡田尻町	関空島(カンクウジマ)	58.1	南南西	2018/9/4	13:38	41.2	南	2018/8/23	2009年
2	和歌山県	和歌山市	和歌山(ワカヤマ)*	57.4	南南西	2018/9/4	13:19	56.7	南	1961/9/16	1940年
3	大阪府	泉南郡熊取町	熊取(クマトリ)	51.2	南	2018/9/4	13:40	32.5	南	2014/8/10	2008年
4	徳島県	海部郡美波町	日和佐(ヒワサ)	50.3	東	2018/9/4	11:05	41	東	2018/8/23	2009年
5	徳島県	阿南市	蒲生田(カモダ)	48.8	東	2018/9/4	11:13	44	東南東	2014/8/10	2008年
6	福井県	敦賀市	敦賀(ツルガ)*	47.9	東南東	2018/9/4	15:00	41.9	北	1961/9/16	1909年
7	愛知県	常滑市	セントレア(セントレア)	46.3	南南東	2018/9/4	14:17	44.2	北北西	2009/10/8	2009年
8	滋賀県	彦根市	彦根(ヒコネ)*	46.2	南東	2018/9/4	14:13	42.5	南東	1950/9/3	1920年
9	和歌山県	県西牟婁郡白浜町	南紀白浜(ナンキシラハマ)	45.8	南南東	2018/9/4	11:33	43.7	南東	2018/8/23	2009年
10	兵庫県	神戸市中央区	神戸空港(コウベクウコウ)	45.3	南南西	2018/9/4	13:55	42.2	南	2018/8/23	2009年

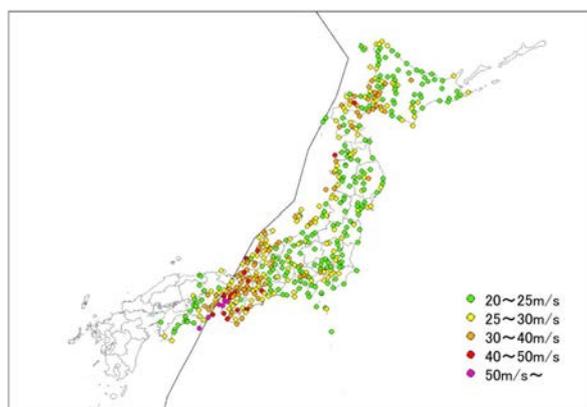


図3 9月4日～5日に記録された瞬間最大風速分布

2. 全国および近畿地方における被害の分布状況

表2に消防庁がまとめた各都道府県の被害数を示す³⁾。ここで、本表では浸水による被害の情報は除外している。この表より、被害は全国に広く分布しているが、特に大阪府の被害が突出していることが分かる。図4に都道府県毎の死者、負傷者を合わせた人的被害件数の分布を示す。危険半円側の広域で人的被害が発生していることが分かるが、このうち死者は特に進路に近い危険半円側で発生しており、部屋に飛び込んだ飛散物、全壊した倉庫の下敷き、屋根からの転落などが原因となっている。

次に、都道府県毎の一部損壊以上の被害住家数

の分布を図5に示す。この図から、台風進路近傍の危険半円側となった近畿地方以東に広く住家被害が発生していることが分かる。ここで、住家の絶対数の違いを除外するために図5に示した被害住家数を各都道府県の世帯数で除した簡易的な被害率の分布を図6に示す。この結果から、大阪府の住家被害が突出していることがよく分かる。表3に日本損害保険協会がまとめた各都道府県においてT1821号にかかる支払保険金の集計結果⁵⁾を示すが、1991年の19号台風による損害保険金支払額5,680億円を大きく上回り、日本全体の損害保険金支払額は1兆678億円に達し、その内、大阪府における損害保険金支払額だけでも6,000億円を超えていることから、大阪府の被害が如何に甚大であったかを知ることができる。

表2 各都道府県における T1821号による被害件数（消防庁応急対策室まとめ：平成31年2月12日現在）

都道府県	人的被害件数（名）				住家被害件数（棟）				非住家（棟）	
	死者	重傷	軽傷	負傷者合計	全壊住家	半壊住家	一部損壊住家	被害住家合計	公共建物	その他
北海道		1	6	7		2	220	222	8	50
青森県				0			14	14		
岩手県				0			0	0		
宮城県			1	1			2	2		1
秋田県				0			70	70	1	7
山形県			1	1			8	8		1
福島県			1	1			21	21	2	6
栃木県			4	4			3	3		5
埼玉県			18	18			50	50		
千葉県			2	2			4	4		9
東京都			4	4			26	26		1
神奈川県			8	8			27	27	1	1
新潟県		2	5	7		1	84	85		7
富山県			6	6			23	23	1	
石川県			8	8			34	34		5
福井県		1	6	7		4	111	115	29	44
山梨県			3	3		4	15	19	1	3
長野県			5	5		1	35	36		1
岐阜県		6	41	47		15	960	975	64	99
静岡県			3	3			1	1		1
愛知県	2	3	105	108	1	8	555	564	30	89
三重県	1	2	32	34	5	10	770	785		23
滋賀県	2	8	66	74	2	17	2,151	2,170		46
京都府		3	56	59	4	32	8,955	8,991	56	124
大阪府	8	7	487	494	28	436	64,556	65,020	986	3,143
兵庫県		6	53	59	7	37	3,036	3,080	1	72
奈良県		2	7	9			19	19		
和歌山県	1	5	25	30	11	59	3,866	3,936	13	766
島根県				0				0		
岡山県			2	2				0	1	20
徳島県			8	8	1	1	98	100	1	
香川県			1	1				0		1
高知県			1	1			1	1		4
合計	14	46	965	1,011	59	627	85,715	86,401	1,195	4,529

表3 T1821号にかかる支払保険金(含見込)

都道府県名	車両保険(含商品車)		火災保険		新種保険(含傷害保険)		合計	
	台数	支払保険金	証券件数	支払保険金	証券件数	支払保険金	件数	支払保険金
	(台)	(千円)	(件)	(千円)	(件)	(千円)	(件)	(千円)
北海道	1,164	457,602	16,093	14,199,138	499	203,893	17,756	14,860,633
青森県	22	5,886	539	436,347	35	28,582	596	470,815
岩手県	25	6,096	183	966,117	7	27,972	215	1,000,185
宮城県	34	5,815	434	283,863	24	9,035	492	298,713
秋田県	44	10,933	823	590,541	20	3,563	887	605,037
山形県	33	11,243	727	465,015	10	3,554	770	479,812
福島県	27	5,558	405	383,441	12	6,456	444	395,455
茨城県	53	20,667	808	830,431	29	10,190	890	861,288
栃木県	48	13,165	642	617,897	12	4,347	702	635,409
群馬県	29	9,460	544	457,205	11	25,089	584	491,754
埼玉県	211	70,352	3,911	2,677,604	71	29,346	4,193	2,777,302
千葉県	99	33,553	1,503	2,042,231	165	26,866	1,767	2,102,650
東京都	1,907	1,487,787	6,039	8,331,225	8,797	4,155,780	16,743	13,974,792
神奈川県	140	44,514	2,632	3,385,298	68	35,158	2,840	3,464,970
新潟県	159	42,540	1,204	1,023,253	32	17,708	1,395	1,083,501
富山県	240	65,667	3,379	2,318,537	42	40,336	3,661	2,424,540
石川県	290	79,915	5,705	3,578,934	65	41,640	6,060	3,700,489
福井県	541	177,915	7,279	6,148,247	103	98,054	7,923	6,424,216
山梨県	112	38,947	2,128	1,649,092	45	60,197	2,285	1,748,236
長野県	124	35,785	1,534	1,261,250	64	24,621	1,722	1,321,656
岐阜県	3,491	1,317,642	34,734	29,388,103	603	376,963	38,828	31,082,708
静岡県	139	40,701	1,889	1,636,378	38	26,904	2,066	1,703,983
愛知県	5,724	2,246,568	59,807	49,437,348	1,387	964,883	66,918	52,648,799
三重県	1,795	771,196	24,406	19,495,678	457	399,751	26,658	20,666,625
滋賀県	3,170	1,456,540	24,592	25,191,757	392	297,124	28,154	26,945,421
京都府	6,347	3,348,678	69,378	73,874,631	489	490,964	76,214	77,714,273
大阪府	72,239	52,823,156	347,068	542,218,325	5,128	5,705,569	424,435	600,747,050
兵庫県	7,864	9,197,324	39,953	60,924,725	799	2,076,644	48,616	72,198,693
奈良県	842	453,792	14,242	11,589,258	131	88,965	15,215	12,132,015
和歌山県	6,098	3,310,387	37,715	44,735,290	554	532,653	44,367	48,578,330
鳥取県	3	348	118	139,619	2	1,132	123	141,099
島根県	5	1,813	64	87,149	5	81	74	89,043
岡山県	40	22,384	412	743,536	13	14,578	465	780,498
広島県	13	3,613	240	1,826,291	20	9,809	273	1,839,713
山口県	8	2,983	107	365,238	6	1,925	121	370,146
徳島県	695	307,846	4,940	3,599,271	116	95,738	5,751	4,002,855
香川県	43	15,059	1,069	712,622	30	24,978	1,142	752,659
愛媛県	11	3,914	133	303,012	10	4,787	154	311,713
高知県	21	8,718	329	240,178	15	82,846	365	331,742
福岡県	15	4,954	541	1,041,607	43	4,461	599	1,051,022
佐賀県	3	3,074	57	37,073	0	0	60	40,147
長崎県	6	1,190	45	28,332	12	488	63	30,010
熊本県	10	2,375	114	80,230	16	1,627	140	84,232
大分県	6	2,861	84	506,311	3	421	93	509,593
宮崎県	5	960	103	161,069	10	3,536	118	165,565
鹿児島県	12	5,740	150	174,817	18	1,550	180	182,107
沖縄県	8	3,608	60	43,901	403	8,531	471	56,040
合計	113,915	77,980,824	718,862	920,227,415	20,811	16,069,295	853,588	1,014,277,534

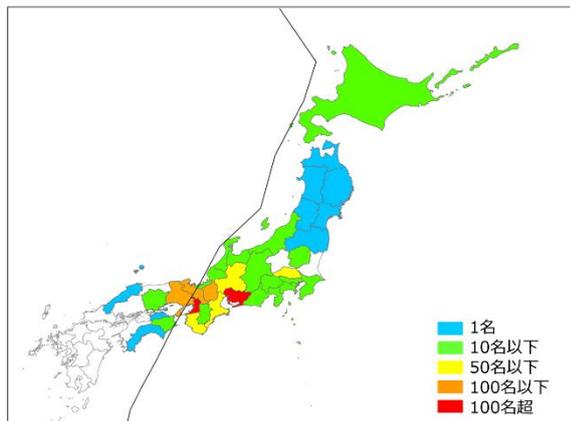


図4 各都道府県における人的被害数の分布

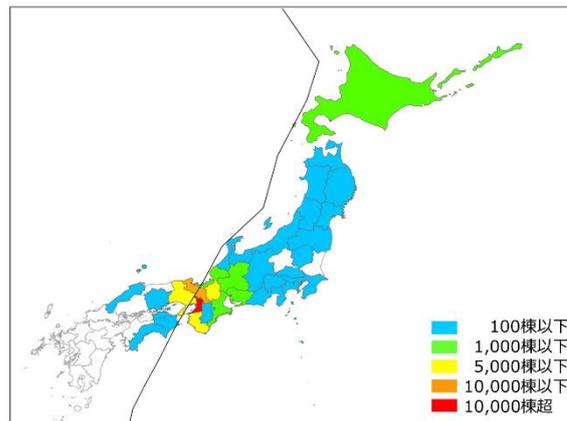


図5 各都道府県別の一部損壊以上の被害住家数の分布

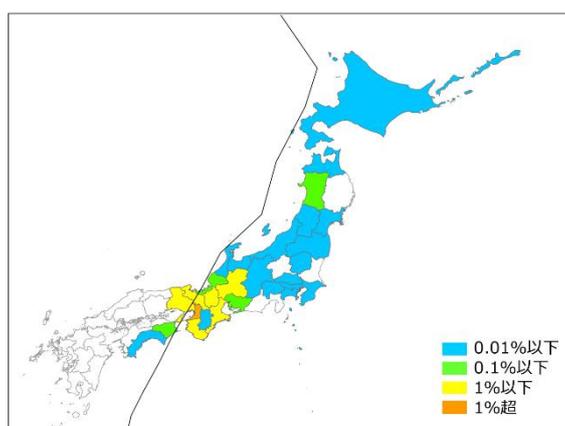


図6 各都道府県別における住家の被害率

図7に近畿地方における市町村別の住家被害率の分布を示すが、この限られたエリアの中にあっても、台風進路の危険半円側に被害が分布しており、特に最大瞬間風速58.1m/sを記録した関西国際空港の対岸に位置する泉佐野市が最も高い被害率を示している。図8に平成30年11月に実施した航空調査によって読み取られたブルーシートをかけた建物の分布と、市町村毎のブルーシートをかけた建物の数を世帯数で除した簡易的なブルーシート率を示す⁶⁾。この結果から、大阪府南部の海岸沿いの市町村のブルーシート率は、貝塚市、熊取町、泉佐野市、泉南市付近が特に高く、山側の市町村や和歌山県北部の部分においてもブルーシート率が存在する結果となった。この特に被害の突出したエリアは、住宅が過度に密集しており、1件の住家に屋根被害が発生すると、風下側に飛

散した瓦や屋根材などが他の住家に被害を与え新たな飛散物を生む被害の連鎖によって特に被害が拡大したものと考えられる。

また、関西電力管内では1,343本に及ぶ電力柱が折損や倒壊、傾斜などの被害を受け、4,914か所で配電線の断線などの被害が発生した結果、最

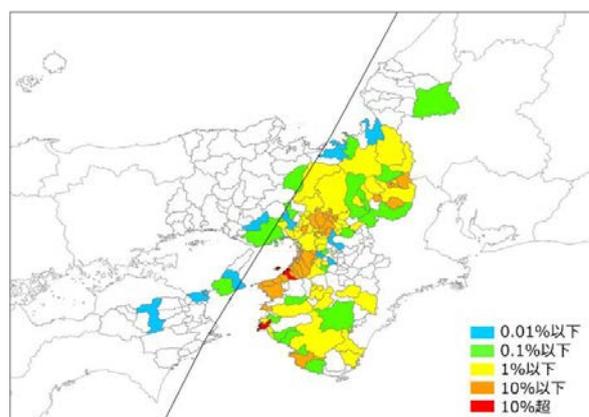
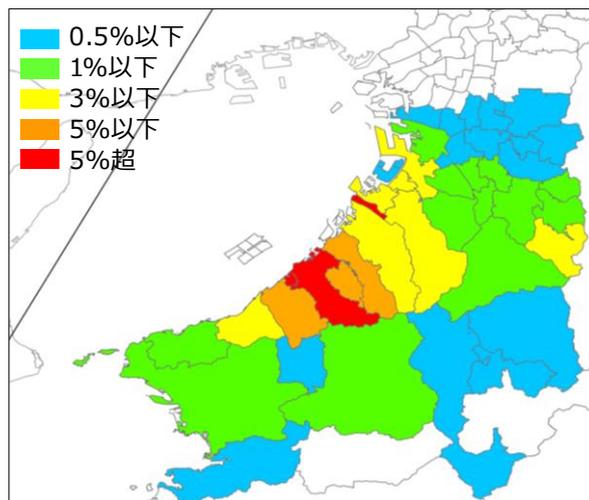


図7 近畿地方における市町村別の住家被害率



(a) 飛行経路とブルーシートの分布



(b) ブルーシート率

図8 航空調査により得られたブルーシートの分布とブルーシート率

大168万件、延べ220万件の停電が発生し、場所によっては復旧に2週間を要する被害が発生した⁷⁾。

3. 近畿地方に見られた主な被害の事例

前述の通り、T1821号の通過によって近畿地方、特に大阪府南部では甚大な被害が発生した。ここでは、主に著者が直接確認した被害を中心に代表的な被害例を紹介する。表1に示した通り、住家被害については、全壊、半壊件数は、一部損壊以上の被害住家65,000棟の中では1%に満たず数としては少なかったが、写真1に示すような被害は発生している。この建物は、剥離した外壁や周辺

のコンテナハウスの飛散状況から2風向に対して破壊されていた。破壊プロセスについて正確に推定することは難しいが、屋根部分と壁部分が剥離飛散していることから、最初の風向で過大な風荷重が作用することでいずれか、または窓ガラス等が破壊され、室内に風が吹き込む状態になることで、次の風向に対してさらに破壊が進んだものと考えられる。

次に、数多く確認された住家の屋根被害を写真2に示すが、いずれも瓦ぶきの屋根の瓦が浮き上がりまたは剥離を起こしている。日本版改良藤田スケール⁸⁾ (以下、JEFスケールと呼ぶ) によれば、木造の住宅や店舗の屋根ふき材(粘土瓦ぶき)の



写真1 強風により壁や屋根が飛散した店舗建物(大阪府泉南郡田尻町、著者撮影)



写真2 屋根瓦の剥離・飛散被害（いずれも大阪府泉佐野市、著者撮影）



写真3 強風により屋根が飛散した体育館（大阪府岸和田市、著者撮影）



写真4 店舗屋根裏材の剥離・脱落（左：大阪府堺市、右：大阪府貝塚市、いずれも著者撮影）

浮き上がりや剥離は、35～40m/sの瞬間風速で発生する被害である。このような屋根ふき材の剥離、飛散被害は、風下にあるほかの建物に衝突してさらなる破壊を生み出して被害を拡大させることが多い。屋根被害については、写真3に示すような体育館のような大規模な建造物でも発生する。この被害は、金属屋根の剥離被害であるが、強風被害としてはよく発生する被害形態のひとつである。また、屋根周りの被害としてよく見られるものとしては、軒下材の脱落、剥離被害（写真4）もよく発生する。この被害は、軒の下面で発生する圧力低下によって軒下材が剥離するために起こるものであり、JEFスケールでは、軒天井の破損として瞬間風速40m/s程度で発生するものとされている。写真5のように、外装材の剥離、窓ガラス



写真5 店舗のガラス破損、外装材剥離（大阪府貝塚市、著者撮影）

の破損などが複合的に発生すること例も多く、これらの破壊はいずれも飛散物を生み、被害の連鎖を起こす可能性がある。

T1821号の被害では、建物被害以外に写真6に示すような大型の屋外広告版の倒壊被害も多数発生していた。JEFスケールによれば、地上広告版の倒壊被害は瞬間風速55m/s程度で発生するものである。倒壊方向によっては道を塞ぐなどの二次被害を生む可能性がある。また、T1821号の通過に際しては、写真7に示すような電柱の倒壊被害が多数発生した。電柱被害は、1本の電柱が飛散物の衝突などによって破壊されると、その影響が隣の電柱に波及して破壊され、倒壊の連鎖が起こる。この写真にあるように、一斉に倒壊した場合、道を塞ぐ二次被害を生む可能性が高く、特に今回のような広域にわたる強風被害が発生した場合には、復旧にも時間を要することになる。単独で折損した電力柱被害の例を参考にJEFスケールに照らし合わせると、電力柱被害からは50m/s程度の瞬間風速が生じていた可能性がある。

そのほかの被害として、写真8に示すようなガントリークレーンの倒壊被害も発生している。この被害は、仮置き状態のものであったため、正常な設置状態を前提としたJEFスケールの被害指標には照らし合わせられないが、このような重量の大きな構造物であっても、設置状況に問題があ



写真6 強風により倒壊した広告板（左：大阪府泉南郡田尻町、右：大阪府泉南市、いずれも著者撮影）



写真7 折損・倒壊した電柱（左：大阪府泉南市、産経新聞社産経フォト⁹⁾、右：大阪府泉南市、著者撮影）



写真8 強風により転倒、破壊されたガントリークレーン（兵庫県西宮市、著者撮影）

れば、倒壊することがある。このほかに、T1821号の通過時には、乗用車やトラックなどの車両の横転や、建設工事現場の仮設足場、クレーンなどの被害も発生しており、広域にわたって甚大な被害が発生した。今回の台風では、インターネット上で数多くの動画が配信されたことも特徴の一つであり、中には、隣のマンションの屋根ふき材が飛散して、部屋に飛び込んでくるようなものも存在した。また、大阪北部の繁華街等では、歩道に置かれるような小型看板が強風で飛んでいくよう

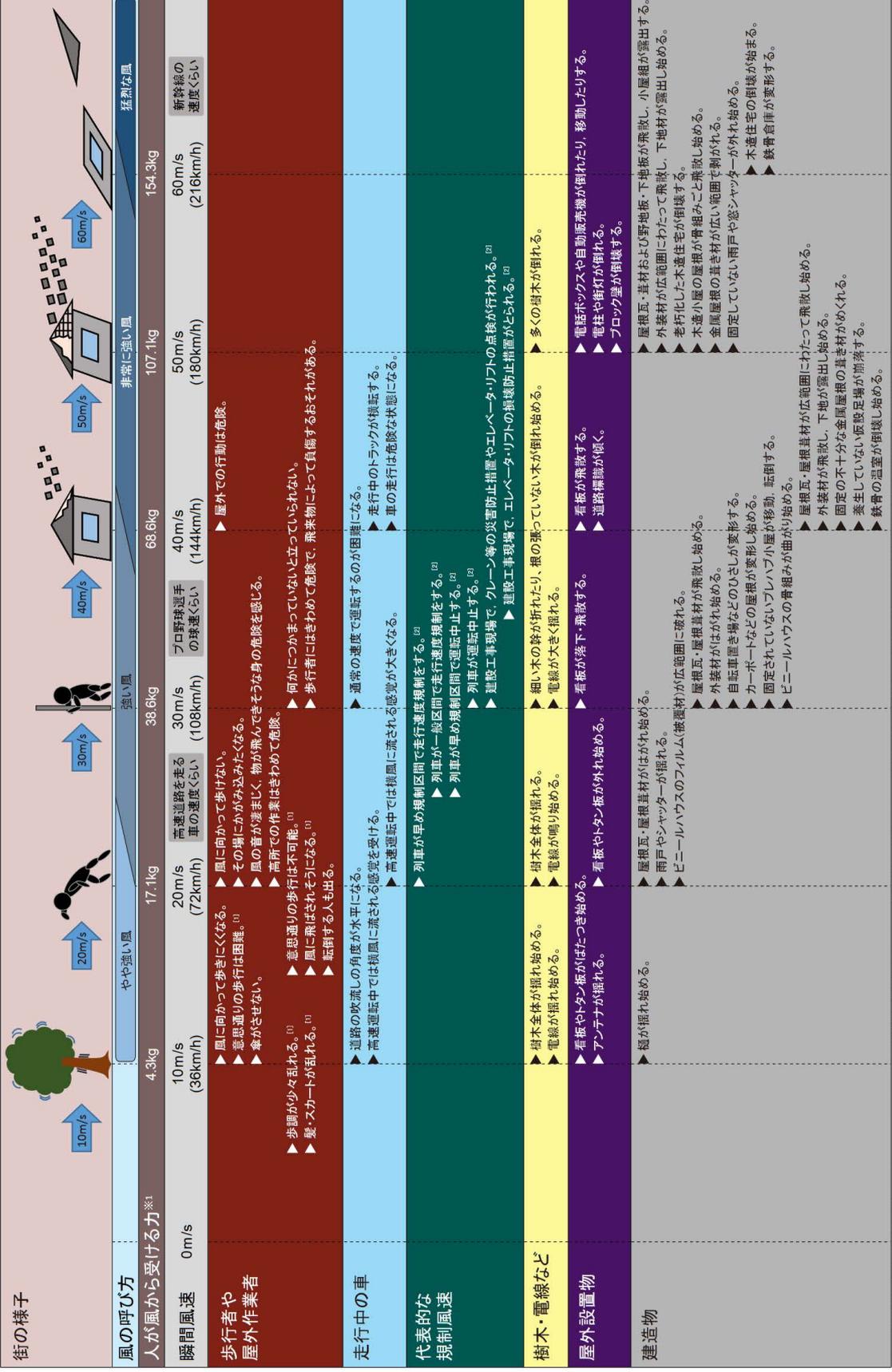
な例もあり、人身被害の原因ともなっている。さらに、大阪府南部では、交差点に設置されている交通信号機が強風によって動いてしまい信号機の方向が狂ってしまっている上に、停電による機能不全も起こっていたため、交差点における事故の発生が懸念された。

以上に挙げた被害の例は、T1821号の被害のほんの一部であるが、基本的には、強い風による構造物の破損と、固定が不十分なものや強風で破壊されたものが飛散し、衝突する被害に大別され、これらの相互作用によって被害が拡大した可能性が高い。これらの被害を低減させるためには、被害を受けやすい屋根や外壁等のメンテナンスを定期的実施して建物の健全度を保つことと、屋外に飛散しやすいものを放置しないこと、が有効と考えられ、建物所有者への普段からの周知が必要である。

4. 被害と風速

JEF スケールに照らし合わせた風速は、前述の通りであるが、観測値も含めて考えると、T1821号によって吹いた風は、平均的に瞬間風速40～50

瞬間風速と人や街の様子との関係



※1 成人男性が風から受ける力(N)=1/2 x ρ x U² x Aとして計算(ρ:空気密度(1.2kg/m³と仮定)、U:風速(m/s)、A:風力係数(1.0と仮定))。風から受ける力は重量換算で表記。
引用文献 [1] 村上三ほか、歩行者に対する強風の影響とその評価尺度に関する研究、日本建築学会論文報告集、第287号、pp. 99-109、1980年1月。
[2] 特集：強風による規制と対策、日本風工学会誌、第40巻1号(通号第142号)、pp. 3-35、2015年1月。

図9 瞬間風速と人や街の様子との関係¹⁰⁾

m/s程度であったものと考えられる。図9に日本風工学会風災害研究会が作成した瞬間風速と人や街の様子との関係を示す。この図表においても、瞬間風速40～50m/s付近では、屋外での行動は危険であり、走行中のトラックが横転するような危険な状態となり、看板が飛散、道路標識が傾く、屋根瓦や屋根ふき材が広範囲に飛散し始め、外装材が飛散し、固定の不十分な金属屋根のふき材がめくれ、養生していない仮設足場が崩落するといった事象が示されており、今回の台風被害で確認された事例と概ね一致していることが分かる。

5. まとめ

ここでは、T1821号の通過時に記録された風速記録や、T1821号がもたらした主に建物の強風被害について紹介し、T1821号によってなぜ甚大な被害が発生したのかについて述べた。その理由として挙げられるのが、室戸台風や第2室戸台風以降に吹かなかったような強風が吹いたこと、そういった強風の経験をしていない建物が損害を受けるに至ったこと、損害を受けたことによって発生した飛散物がさらなる被害の拡大を招いたこと、などである。また、強風被害低減のためには、気象情報による台風進路や強さの周知のみならず、予想される最大風速から起こり得る表9に示される事象についても周知し、被害拡大を防ぐ対策が必要と考えられる。

謝辞

ここに紹介した被害写真は、T1821号による強風被害の発災後に迅速に提供された日本風工学会突発災害調査費の支援により実施した被害調査で撮影したものである。また、本調査においては、日本風工学会風災害研究会の委員諸氏の協力により、被害の全貌を短時間で把握することができた。ここに記し、感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 国立情報学研究所，デジタル台風，<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/>，2019/06引用。
- 2) 気象庁，台風第21号による暴風・高潮等・平成30年（2018年）9月3日～9月5日（速報），<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2018/20180911/20180911.html>，2019/06引用。
- 3) 総務省消防庁，平成30年09月03日 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，https://www.fdma.go.jp/disaster/info/items/saigaizyohou_06.pdf，2019/06引用。
- 4) 平成30年度科学研究費補助金（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」報告書，2019。
- 5) 日本損害保険協会，平成30年台風21号にかかる支払保険金（見込含む）年度末調査結果＜車両・火災・新種保険＞，http://www.sonpo.or.jp/news/statistics/disaster/weather/pdf/2018_w02.pdf，2019/06引用。
- 6) 野田稔，友清衣利子，竹内崇，大阪府南部・和歌山県北部におけるT1821号による強風被害の航空調査，日本風工学会誌，Vol.44，No.2，2019。
- 7) 関西電力株式会社，台風21号対応検証委員会報告，https://www.kepcoco.jp/souhaiden/pr/2018/pdf/1213_1j_02.pdf，2019/06引用。
- 8) 気象庁，日本版改良藤田スケールに関するガイドライン，https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/kentoukai/kaigi/2015/1221_kentoukai/guideline.pdf，2015/12。
- 9) 産経新聞社，【台風21号】電柱倒壊、道ふさぐ 民家直撃も 大阪・泉南，<https://www.sankei.com/photo/story/news/180905/sty1809050012-n1.html>，2018/9/5。
- 10) 日本風工学会風災害研究会，瞬間風速と人や街の様子との関係，<https://jawe.jp/ja/gust.html>，2019/06引用。

□平成30年台風21号による都市部の浸水被害

関西大学 環境都市工学部准教授 安田 誠 宏

まえがき

2018年8月28日に発生した台風21号（Jebi）は、8月30日には915hPaまで発達し、54m/s以上の猛烈な勢力を持つ台風に成長した。台風21号は伊勢湾台風と比較的似た経路で北上し、その後、やや西寄りに向かい、第二室戸台風に近い経路をとり、徳島県に950hPaの勢力で上陸、その後淡路島、神戸を通過した。本州上陸時に950hPaである台風の上陸は、1993年以来25年ぶりである。台風21号は、上陸時の移動速度も早かったため、近年にない強風、高潮をもたらし、近畿を中心として広い範囲に大きな被害をもたらした。特に大阪湾では、大阪と神戸の検潮所で3.29mおよび2.33mを記録し（大阪管区気象台¹⁾）、防潮堤の内外において浸水被害が発生した。

「土木学会海岸工学委員会2018年台風21号 Jebi による沿岸被害調査団」の調査^{2), 3), 4)}では、陸上に残された痕跡をもとに、平均海面からの水位が測量されており、痕跡調査による最大水位の分布は図1のようにまとめられている。調査結果では、局所的には最大3.5m前後の高潮偏差、最大6mを上回る高潮と波浪による遡上・越波が観測された。大阪湾奥大阪港で3.5～4.0mの浸水高（多少の波浪成分を含む）、西宮～神戸で2.0～3.0mの浸水高が記録されている。波浪による影響を加えると最大5m以上の浸水高が記録されている。

台風21号による高潮・波浪による災害は、ハザード

ドとしての台風・高潮・波浪の強度および領域的な特性、被害として都市部の浸水被害、河川を遡上した海水による氾濫、堤外地等の港湾施設被害、コンテナや車等の漂流物による被害が顕著であった。沿岸部の被害は、大阪湾奥を中心として、徳島から和歌山まで広範囲でみられた。主な被害は、埋立地等の堤外地に集中しており、ハザードの外力との関係について今後精査する必要がある。本稿では、都市部の浸水被害について報告する。

都市部の浸水被害

今回の台風により、都市部でも高潮・高波による被害が発生した。特に、人工島や埋立地での被害が顕著であった。人工島・埋立地は、物流・交通拠点や工業用地として利用されるだけでなく、宅地開発も積極的に進められてきた。さらに、ウォーターフロント開発が進められるにつれて、港に隣接するエリアや人工島・埋立地に商業施設も造成されてきた。一方で、想定台風による高潮に備えて、防潮水門や防潮堤による防潮対策が整備されてきた。例えば、大阪府では、伊勢湾台風が室戸台風の経路を通った場合を、兵庫県では、第二室戸台風が第二室戸台風から西に1°ずれた経路を通った場合を、それぞれ想定台風とし、さらに、朔望満潮位と重なった場合の高潮水位を防護対象としている。基本的に工業用地や商業施設は、防潮水門や防潮堤で住宅地等の市街地

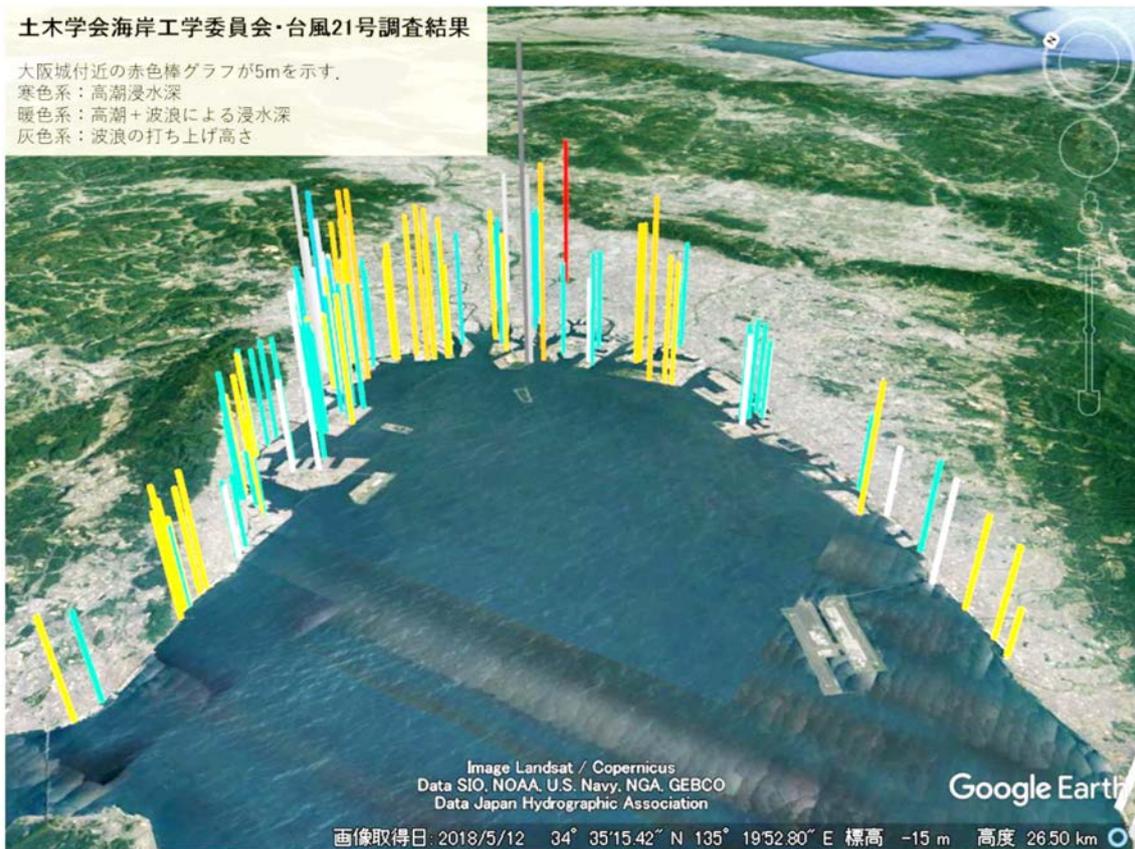


図1 調査結果にもとづく大阪湾奥における浸水高の空間分布
 (高潮(寒色系)、高潮+波浪(暖色系))

への浸水を防ぐ、防潮ラインの外側の堤外地に位置することになる。今回の台風による高潮は、第二室戸台風に基づいて想定された高潮水位を超えたため、堤外地には大きな浸水被害をもたらしたが、防潮対策の高さ不足による市街地への高潮の越流はほとんど確認されなかった。特に神戸では、2004年の台風18号(Songda)来襲時に、新港突堤から越流した高潮によって、三宮～元町間の国道2号線が冠水したが、その後の防潮堤整備により、今回は市街地への浸水を防ぐことができた。しかしながら、高潮によって天端余裕高の無くなった護岸や防潮堤に対して高波が作用し、越波による浸水被害が生じた例は多くみられた。以下に、人工島・埋立地の市街地の浸水被害、防潮ライン外側の商業施設の浸水被害について詳しく述べる。

人工島・埋立地の市街地の浸水被害

人工島・埋立地の市街地で浸水が確認されたのは、兵庫県では、神戸市中央区の東川崎町とポートアイランド、東灘区の六甲アイランドと深江浜、芦屋市の南芦屋浜、西宮市の浜町と浜甲子園、尼崎市の鳴尾浜、淡路島洲本市の海岸通と小路谷、淡路市の塩田新島、志筑新島、生徳新島、佐野新島であった。神戸市須磨区の須磨海岸でも浸水痕跡が確認されたが、8月24日未明に上陸した台風20号(Cimaron)による被害とみられた。大阪府では、大阪市此花区の舞洲・夢洲、住之江区の南港南、堺市の築港等で顕著な浸水痕跡が確認された。泉北・泉南でも浸水痕跡が確認されており、泉南の方が浸水高はやや高い傾向にあった。



図2 潮芦屋ビーチへのコンテナ漂着



図3 芦屋市涼風町における越波浸水痕跡

(1) 埋立地：南芦屋浜

住宅地の床上浸水が発生した南芦屋浜について、詳しく述べる。南芦屋浜地区は平成9年1月に竣工し、住宅地の分譲や各種施設の開設が進められ、現在では4つの町に約2,000世帯、約5,200人が暮らしている。尼崎西宮芦屋港における既往最大潮位は、第二室戸台風時の T.P.2.64m (D.L.3.54m) であった。芦屋西宮地区の防護水準は、設計高潮位 T.P.3.6m、換算沖波波高 $H_0'=4.0\text{m}$ 、 $T=7.2\text{s}$ (大阪湾沿岸海岸保全基本計画⁵⁾) であり、南芦屋浜の護岸高は T.P.5.2m (O.P.6.5m) で整備されていたため、兵庫県による高潮浸水予測でも浸水は想定されていなかった。

調査団の調査結果によると、潮芦屋ビーチにおいて、図2のように、六甲アイランドから流出した約10基のコンテナの漂着が確認されており、さらに、階段護岸上の公園や背後の道路に漂流物が散乱していたことから、護岸を越えた越波による浸水が発生していたといえる。管理事務所の職員の話では、台風20号によって、南端の突堤間に設置されていたオイルフェンスが破損したために、今回、漂流物がすべて砂浜に入ってきたとのことであった。また、芦屋ベランダと呼ばれる南側護岸においても、手すりや公衆トイレが破損され、護岸上に整備された駐車場が洗掘されていたことから、越波が起きていたことがわかった。さらに、

護岸背後の涼風町の道路には、図3のように、かなりの量の砂が堆積しており、越波が激しかったことが推察された。涼風町の住宅の外壁に明瞭な浸水痕跡が確認され、その浸水深は0.5m以上であり、床上浸水が発生していたことがわかった。

これらの被害を踏まえると、今後は、高潮と高波が重畳した場合の越波量の推算に基づいて、護岸の天端高を見直すことや、万が一越波した場合でも浸水被害を軽減できる越波排水対策を整備する必要があるといえる。

(2) 人工島：六甲アイランド

浸水が顕著だった六甲アイランドでは、危機対応施設も被害を受けた。六甲アイランドの最南端にある東灘消防署六甲アイランド出張所と東灘警察署六甲アイランド交番が、高潮による浸水被害を受けた。警察官の証言によると、浸水深は約0.7mであった。消防署出張所からの浸水発生の連絡を受け、神戸市は9/4の15時に、六甲アイランド全域の約8,000世帯、約2万人に避難指示を出し、屋内での垂直避難を呼び掛けた。図4に六甲アイランドで撮影された浸水状況を示す。大規模な浸水により自動車やコンテナが流され、道路上に散乱した。また、図5のように、六甲アイランドと対岸を結ぶ六甲大橋の出入口付近の道路が冠水し、島は約3時間にわたり孤立状態になっていた。阪



図4 六甲アイランドでの浸水被害状況
(毎日新聞、9/4 14:15、湯谷茂樹撮影)



図6 西宮市浜甲子園での越波浸水状況
(Twitterより 9/4(火) 15:59配信)



図5 六甲大橋入口の浸水状況
(Twitterより 9/4(火) 14:23配信)



図7 台船の衝突により橋桁が動いた甲子園浜の県道573号線の被災状況

神淡路大震災の際に、ポートアイランドに架かる神戸大橋がずれて島が孤立し、その後、代替アクセスとして神戸港港島トンネルが整備された。しかしながら、沈埋トンネルであるため浸水に対して脆弱で、今回も翌9月5日まで通行止めが続いていた。人工島を孤立させないようにする対策が、今後必要と考えられる。

(3) 埋立地：西宮市浜甲子園、甲子園浜

西宮市の浜甲子園では、甲子園浜背後の護岸を越波した氾濫水が、県道340号線を南から北に向かって浸水し、図6に示すように、浜甲子園1丁目交差点付近で約0.2mの浸水深が確認された。今津灯台付近でも、護岸を越えた高潮が今津浜の

道路を冠水させた。また、大規模な自動車火災が発生した甲子園浜では、漂流した台船が阪神高速湾岸線側道の県道573号線の橋脚に衝突して、図7に示すように、橋桁が動く被害が生じた。復旧に時間を要する被害であり、長期間通行止めが続いていたため、対岸の鳴尾浜では、国道43号線に迂回する車が集中して渋滞が生じていた。

防潮ライン外側の浸水被害

ウォーターフロント開発に伴い、防潮ラインの外側、いわゆる堤外地に商業施設が設けられることがある。今回被害が生じた代表的な例として、神戸ハーバーランド（神戸市中央区東川崎町）と

サンシャインワフ神戸（神戸市東灘区青木）の浸水被害について述べる。また、防潮ライン外側に位置する公共施設の被害例として、西宮地方合同庁舎（西宮市浜町）についても紹介する。

(1) 神戸ハーバーランド

神戸ハーバーランドは、旧国鉄の湊川貨物駅や川崎製鉄、川崎重工業といった工場の跡地が再開発され、1992年にオープンしたウォーターフロント施設である。神戸港や明石海峡大橋を周遊する船舶が接岸する高浜岸壁が整備されているため、地盤高は高くない。海沿いにボードウォークも整備され、煉瓦倉庫を再利用したレストラン施設がある。高浜岸壁は高潮で浸水し、図8に示した煉瓦倉庫レストラン街の浸水深は0.55mであった。また、ハーバーランドの西側に位置する東川崎町の湊小学校周辺でも、図9のように浸水が発生した。防潮ゲートが閉められたために、住宅地への高潮の浸水は防がれたが、その一方で、排水が追いつかずに、内水氾濫による床上浸水が起こってしまった。防潮ゲート海側の浸水深は約0.7mであった。海面水位や河川水位が上がって内水の排水が間に合わないことは、これまでも幾度か起こっているため、抜本的な対策が必要といえる。

(2) サンシャインワフ神戸

サンシャインワフ神戸は、2000年に東神戸フェリーセンターの跡地に建てられたウォーターフロントショッピング施設である。フェリー岸壁がそのまま残され、エプロンが広場や駐車場として活用されており、施設の地盤高の嵩上げはされていない。発災時に住民によって撮影された写真（図10）によると、避難する人達の腰から胸の高さまで浸水していた様子がわかる。ショッピング施設の背後の道路と住宅地との間に防潮堤が整備されており、住宅地では浸水被害は発生しなかった。図11のように、施設の外壁や防潮堤に痕跡が確認され、浸水深は1.0～1.3m（海面からの浸水



図8 煉瓦倉庫レストラン街の浸水状況
(Twitterより 9/4 (火) 14:26配信)



図9 湊小学校交差点の浸水状況
(Twitterより 9/4 (火) 14:43配信)

高は3.1～3.5m)と非常に大きかった。住民の話では、防潮堤工事が完成したのは、ほんの1～2ヶ月前とのことで、大きな被害を未然に防ぐことができたといえる。しかしながら、青木2丁目の交差点では防潮扉が未施工であったため、国道43号線に向かって浸水があったとの証言が得られている。防潮ラインの外側に商業施設を設ける場合には、より危機意識をもった浸水対策やタイムライン等の避難計画策定がなされるべきと考えられる。

(3) 西宮地方合同庁舎

西宮市浜町の西宮地方合同庁舎では、図12のように駐車場が冠水し、職員の乗用車が被害を受けた。建物は、十分な基礎の高さを確保されていた



図10 サンシャインワーフ神戸での浸水状況
(ウェザーニュース 9/4 (火) 16:04配信)



図12 西宮地方合同庁舎駐車場の浸水状況
(職員撮影 9/4 (火) 15時頃)



図11 サンシャインワーフ神戸の北側の防潮堤における浸水痕跡

ために浸水被害はなく、また、高潮が防潮堤を越えて住宅街に越流することはなかったが、駐車場に止められていた車はすべて廃車になった。職員の証言によると、施設の南側の護岸遊歩道が冠水したのを見て、車を移動させようと思って建物から出てきたが、一気に水位が上がって間に合わなかったそうである。職員は、公共交通機関がストップしている状況でも、災害対応のために出勤せねばならず、必然的に車で出勤になるため、避けることが困難な被害といえる。

謝辞

本稿は、土木学会海岸工学委員会・関西支部2018年台風21号 Jebi による沿岸被害調査団による成果の一部である。ここに感謝の意を表す。最後に、本災害で被災された方々へお見舞いを申し上げるとともに、犠牲者・被災者の方々に深い哀悼の意を表します。

参考文献

- 1) 大阪管区气象台 (2018) : 平成30年9月4日に発生した台風第21号による大阪湾の高潮に関する現地調査報告, 2018年9月14日.
- 2) 土木学会海岸工学委員会 (2018) : 2018年台風21号 Jebi による沿岸災害, <http://www.coastal.jp/>, 2018年9月22日.
- 3) 森 信人・安田誠宏・中條壮大・片岡智哉・鈴木高二朗・有川太郎 (2018) : 2018年台風21号 Jebi による沿岸災害調査報告, 土木学会誌, Vol.103, No.12, pp.34-37.
- 4) 森 信人・中條壮大・安田誠宏・片岡智哉・鈴木高二朗・有川太郎 (2019) : 2018年台風21号による高潮・高波災害の概要, 日本風工学会誌, 第44巻, 第3号, pp.103-108.
- 5) 大阪府・兵庫県 (2018) : 大阪湾沿岸海岸保全基本計画 (変更), p.35.

□台風第21号に伴う大阪市消防局の 活動状況等について

大阪市消防局

1 はじめに

平成30年9月4日から5日にかけて近畿・四国地方を中心に上陸した台風第21号は、死者14名、負傷者1,011名を出すなど、全国各地に甚大な被害をもたらした。

台風第21号は、非常に強い勢力を保ったまま上陸することに加え、危険半円が近畿地方を通過すると報じられていたことから、事前に災害広報を行うなど特に警戒し、備えを強化していたところであったが、各地に大きな爪痕を残し、我々は自然の猛威を痛感することとなった。

2 平成30年台風第21号の概要

平成30年8月28日9時に南鳥島近海で発生した台風第21号は、急速に発達しながら日本の南海上を西進から北西進し、30日15時には「非常に強い

勢力」となり、31日9時にはマリアナ諸島付近で「猛烈な」勢力に発達した。その後、高知県を暴風域に巻き込みながら北上し、「非常に強い勢力」を保ったまま9月4日12時頃徳島県南部に上陸。その後も北に進み、14時頃には兵庫県神戸市付近に再上陸し、15時には日本海海上へ抜け、5日の朝には北海道西海上に達し9時に温帯低気圧に変わった。

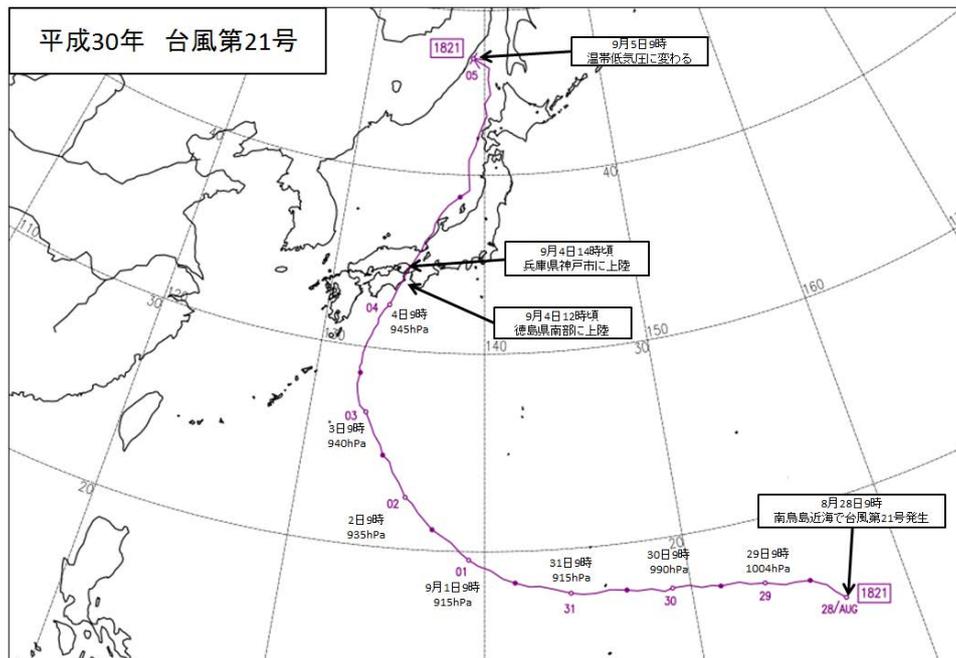
徳島県南部へ上陸した際の中心気圧は950hpa、最大風速45m/sで、「非常に強い勢力」を保ちながら台風が本島に上陸したのは、平成5年の台風第13号以来、実に25年ぶりのことである。

(1) 台風の勢力

中心気圧：915hPa 最大風速：55m/s(最大勢力)

中心気圧：955hPa 最大風速：45m/s(神戸市再上陸時)

(2) 台風進路図

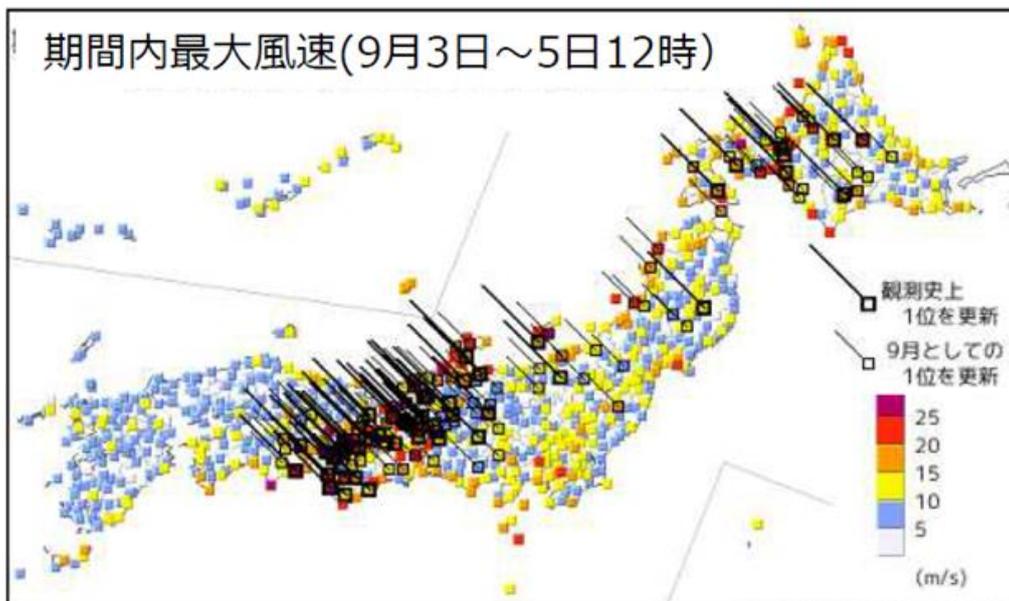


1) 気象庁：災害をもたらした気象事例

(3) 風の状況

関西国際空港では最大風速46.5m/s、最大瞬間風速58.1m/sを観測し、観測史上第1位の記録的

な暴風となったほか、大阪城や道頓堀などで有名な大阪市中央区においても最大風速27.3m/s、最大瞬間風速47.4m/sを観測した。



1) 気象庁：災害をもたらした気象事例

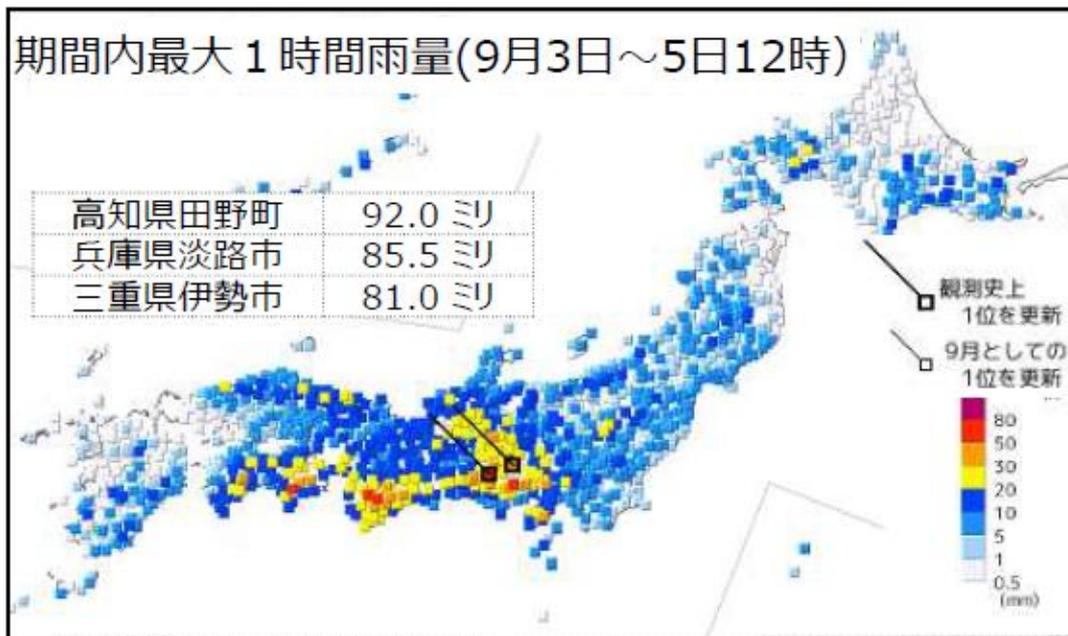
大阪府内の風の状況		
観測地	最大風速 (m/s)	最大瞬間風速 (m/s)
泉南郡田尻町(関西国際空港)	46.5 (13時47分)	58.1 (13時38分)
大阪市中央区	27.3 (14時11分)	47.4 (14時03分)
泉南郡熊取町	26.8 (13時47分)	51.2 (13時40分)
堺市堺区	21.1 (13時58分)	43.6 (13時50分)
枚方市	19.3 (14時32分)	40.2 (14時24分)
豊中市	18.5 (14時09分)	38.1 (14時01分)
八尾市	17.7 (14時13分)	35.5 (14時04分)
東大阪市	16.2 (14時37分)	35.2 (15時24分)
豊能郡能勢町	18.4 (14時28分)	31.6 (14時23分)

※2) 大阪管区气象台：気象災害資料

(4) 雨の状況

4日には近畿・四国地方の広い範囲で暴風を伴う大雨となり、3日から5日12時までの降水量は、高知県馬路村魚梁瀬で328.5ミリを観測し、1時

間の最大降水量は、高知県田野で4日10時1分に92.0ミリを観測したほか、大阪市中央区では総降水量41.0ミリを観測した。



1) 気象庁：災害をもたらした気象事例

大阪府内の雨の状況		
観測地	総降水量 (ミリ)	1時間の最大降水量 (ミリ)
河内長野市	85.5	25.5
豊能郡能勢町	82.5	69.0
泉南郡熊取町	74.0	28.0
泉南郡田尻町 (関西国際空港)	64.5 ※	50.5 ※
八尾市	55.0	14.0
堺市堺区	48.0	17.0
枚方市	42.0	19.5
豊中市	41.5	30.0
大阪市中央区	41.0	14.0
東大阪市	41.0	11.0
茨木市	34.0	20.5

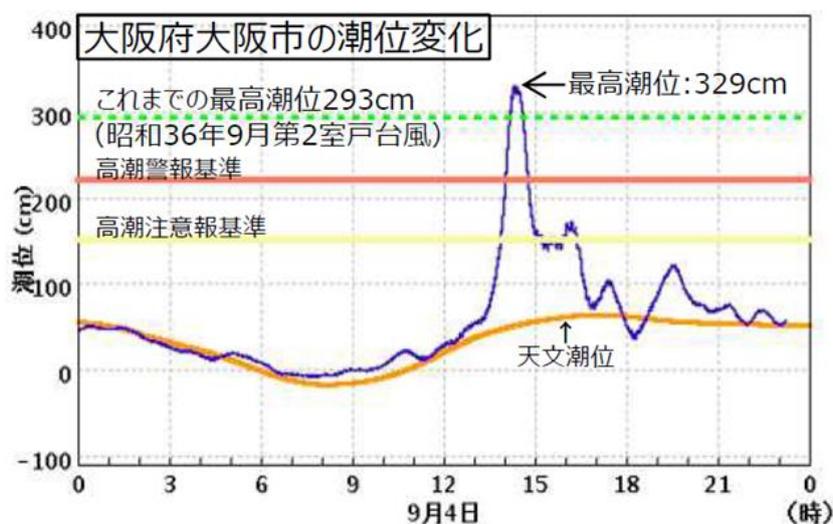
※資料不足により準正常値での記載

※2) 大阪管区气象台：気象災害資料

(5) 潮位の状況

9月4日14時18分に大阪市で最高潮位329cmとなり、神戸（兵庫県）、御坊、白浜串本（和歌山

県）、及び阿波由岐（徳島県）でも過去の最高潮位を超える値を観測した。



※2) 大阪管区气象台：気象災害資料

観測地	最高潮位 (cm)	過去の最高潮位 (cm)
大阪市	329	293 (昭和36年 第2室戸台風)
神戸市	233	230 (昭和36年 第2室戸台風)
御坊市	316	316 (平成26年 台風第11号)
串本市	173	173 (平成26年 台風第18号)
白浜町	164	164 (平成23年 台風第12号)
美浜町	203	167 (台風26年 台風第11号)

※2) 大阪管区气象台：気象災害資料

号動員解除)

3 大阪市の気象警報の発表状況

(1) 平成30年9月4日(火曜日)

- 4時56分 暴風波浪警報、大雨高潮雷注意報発表
- 6時30分 大雨高潮警報発表、暴風波浪警報、雷注意報(継続)発表
- 11時49分 洪水注意報発表、大雨暴風波浪高潮警報、雷注意報(継続)発表
- 15時14分 洪水警報発表、大雨暴風波浪高潮警報、雷注意報(継続)発表
- 16時32分 高潮注意報発表、大雨洪水暴風波浪警報、雷注意報(継続)発表
- 17時58分 暴風波浪警報解除、大雨洪水強風波浪高潮雷注意報(継続)発表
- 22時31分 高潮注意報解除、大雨洪水強風波浪雷注意報(継続)発表

(2) 平成30年9月5日(水曜日)

- 4時06分 洪水強風波浪雷注意報解除、大雨注意報(継続)発表
- 10時10分 大雨注意報解除 全ての気象警報解除

4 9月4日の水防警報

- 6時38分 天保山運河・大阪港・布屋海岸水防警報(出動)
- 14時42分 神崎川水防警報(出動)
- 19時16分 神崎川水防警報(出動)解除
- 22時31分 天保山運河・大阪港・布屋海岸水防警報(出動)解除

5 大阪市の警戒体制

- 9月4日
- 4時56分 大阪市災害対策警戒本部設置(5号動員)
- 18時04分 大阪市災害対策警戒本部廃止(5

6 消防局の警戒体制

(1) 9月4日

- 4時56分 大阪市消防局警防本部設置
第4非常警備体制、4号非常招集
(※現に勤務している職員以外で必要最小限の職員を招集)
- 14時00分 第3非常警備体制(※現に勤務している職員以外の4分の1を招集)に移行
- 20時00分 第3非常警備体制の強化

(2) 9月5日

- 8時00分 第4非常警備体制に移行
- 9時00分 第5非常警備体制(※現に勤務している隔日勤務職員のみ)に移行

(3) 9月8日

- 9時00分 第5非常警備体制の解除

7 大阪市消防局の非常警備体制中の従事人員と運用機械台数

(1) 第4非常警備体制

1,026名、常備車両308台

(2) 第3非常警備体制

1,540名、常備車両308台 非常用車両25台
合計333台

(3) 第3非常警備体制(強化)

1,582名、常備車両308台 非常用車両72台
合計380台

(4) 第5非常警備体制

904名、常備車両308台 非常用車両12台 合計320台

8 応援隊の出場状況

相次ぐ緊急通報に対応するため、警防本部員

(消防局員)により応援隊を編成し、各署へ派遣、災害対応活動を行った。

- (1) 9月4日 10隊 40名
- (2) 9月5日 3隊 12名
- (3) 9月6日 5隊 20名
- (4) 9月7日 3隊 12名

9 庁舎被害等

今回の台風により、庁舎や車両に被害を受けた。また、暴風の中警防活動に従事した職員も突風により煽られたトタン屋根に巻き込まれたり、建物に備え付けのタラップを登はん中にタラップが上部から外れ隊員が落下し負傷するなどした。

(1) 庁舎被害

消防局、訓練センター、航空隊庁舎及び23署
27出張所(シャッター、フェンス及び門扉損壊等)

(2) 車両故障状況

31台1艇(災害出場中に飛来物や風圧による
車両の損傷等)

(3) システム障害等

10出張所及び航空隊庁舎停電によるシステム
障害、1出張所所有線障害

(4) 職員負傷

5名(軽症:2名、中等症:2名、重症:1名)



火災現場活動の様子：9月6日大阪市都島区

10 大阪市の災害件数

9月4日4時56分から9月30日0時00分までに台風を起因とした災害は、火災15件、救助42件、救急161件、救護4,117件発生した。

火災の内訳は、建物火災が8件、車両火災が3件、その他の火災が4件で、火災原因の特徴としては、台風の影響により断線した電気配線が復電時にショートし出火したものが多く発生した。

救助事案では、扉変形などによる室内閉じ込めや、車両横転に伴う車内閉じ込めが多く、救護事案では、倒壊危険や落下危険に関する通報が多発し、次いで電線・架空線への障害物除去が多くあった。救助事案は4日に集中し、救護事案については約1ヶ月にわたり通報が続いた。

また、救急事案では、暴風に煽られ転倒し負傷した事案が最も多く、次いで飛散したガラスによる負傷が多く発生した。

11 大阪市の被害状況

(1) 人的被害

大阪市内の人的被害は、死者3名、負傷者175名発生し、うち3名は重症であった。

死者及び重症者の主な原因は、高所からの墜落若しくは、飛来物が身体にあたったものであった。
(平成30年12月25日現在)



救護活動の様子：9月4日大阪市鶴見区



(住家被害の様子：9月5日大阪市西成区)



(住家被害の様子：9月5日大阪市鶴見区)

(2) 建物被害

大阪市内の住家被害は、全壊が3件、一部破損が7,322件発生した。また、住家以外の建築物被害についても、427件発生した。(平成30年12月25日現在)

(3) 港湾地区の被害状況

大阪港、夢洲コンテナターミナルでは、高潮による空コンテナの倒壊や、海への流出、コンテナ吊り上げ用のトランスファークレーンの転倒など大きな被害を受けた。



道路冠水の様子：9月4日大阪市住之江区



海上の様子：9月4日大阪市港区



市内の様子：9月4日大阪市住之江区



市内の様子：9月4日大阪市西区



市内の様子：9月5日大阪市中央区



市内の様子：9月5日大阪市生野区

(4) その他の被害状況

市内各所で暴風による車両の横転が発生し、その他にも建築用クレーンの転倒や、建築工事用の足場の倒壊、大型看板の破損などが発生した。また、市内全域で約8,430本の樹木が倒壊した。

住家以外の建築物被害は、2,019件発生した。(平成30年12月25日現在)

(3) 停電被害

9月4日21時時点で97万件、延べ約105万件の停電が大阪府内で発生した。関西圏内では、約220万件の停電と、約1,300本の電柱の折損、倒壊が発生した。また、停電による影響で信号機も機能しなくなり、交通にも影響を及ぼした。

12 大阪府の被害状況

(1) 人的被害

大阪府内(市内除く)の人的被害は、死者5名、負傷者315名発生し、うち重症は3名であった。(平成30年12月25日現在)

(4) 関西国際空港の被害状況

関西国際空港では、5mを越す潮位を計測し、この影響から発生した高波が護岸を超え約230万㎡から270万㎡の浸水を記録した。

(2) 建物被害

大阪府内(市内除く)の住家の被害は、全壊が27件、半壊が445件、一部破損が58,610件発生し、

また、荒天を避けるために錨泊していたタンカーが走錨し、関西国際空港連絡橋に衝突したこ



市内の様子：9月4日大阪市旭区



市内の様子：9月5日大阪市西成区



関西国際空港の様子：
9月4日 当局ヘリから撮影

とにより、同空港へのアクセスが制限されるなど大きな被害を受けた。

この事案については、当局からヘリ1機が情報収集のために出場している。

13 通報状況

大阪市内からのすべての119番通報を受けている指令情報センターでは、台風が四国地方に接近し、近畿地方でも雨風が強くなりだした4日11時頃から、雨風が落ち着いた24時ごろまで一時間に平均100件以上の通報が寄せられた。また、消防局や市内の各消防署の加入電話にも相次いで通報が寄せられ、この日、指令情報センターと消防局及び各消防署の加入電話に入った緊急通報は3,000件を超えた。

通報内容では、瓦や壁の落下危険や建物の倒壊危険に関する通報が多く寄せられたほか、電話線の断線や停電などの「問合せ」も多く寄せられた。

14 おわりに

今回の台風では4日間にわたり非常警備体制を敷き、相次ぐ通報に対応するため昼夜問わず現場転進を繰り返し災害活動に従事した。

指令情報センターでは、119番通報の集中により着信が一時滞留するなどの状況となり、消防局や消防署の加入電話へ直接通報が寄せられたほか、災害現場で活動中の職員が危険を発見し災害覚知した事案等により、台風関連の災害件数は最終的に4,300件を超える記録的な件数となった。

また、今回の災害対応で最も困難を極めたのが

日	119番通報	消防局及び消防署加入 電話通報	合計
4日	1,648件	1,390件	3,028件 (2,207件増)
5日	1,914件	831件	2,745件 (1,914件増)
6日	1,238件	433件	1,671件 (840件増)
7日	1,005件	455件	1,460件 (629件増)
8日	869件	170件	1,039件 (208件増)
9日	914件	156件	1,070件 (239件増)
10日	966件	160件	1,126件 (295件増)
11日	867件	140件	1,007件 (176件増)
12日	728件	70件	799件 (33件減)
13日	779件	108件	887件 (56件増)

※合計欄カッコ内は平成29年中の1日平均着信831件との差

暴風域内での災害活動である。

災害に向かう途中では、暴風による飛来物で数十台に及ぶ消防車両が損傷したほか、災害活動では、猛烈な風雨に加え、暴風に煽られた瓦や看板等が舞う中での活動となったことから、二次災害の危険が多発するなど、暴風域内における活動に対し、多くの課題が顕在化した。

当局では、この災害による経験を教訓に、119番通報受信体制の強化を図るとともに暴風域内での消防隊の活動についても一定の活動指針を示したところであるが、引き続き、安全、確実かつ効果的な対応策の検証を続け、今後起こり得る大規模災害に備えたい。

(文責 大阪市消防局 本部特別高度救助隊)

【参考資料】

- 1) 気象庁：災害をもたらした気象事例（台風第21号による暴風・高潮等）
<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2018/20180911/20180911.html>
- 2) 大阪管区气象台：気象災害資料「平成30年9月4日の台風21号による暴風と大雨、高潮について（大阪府の気象速報）」
<https://www.jma-net.go.jp/osaka/kikou/saigai/pdf/sokuhou/20180906.pdf>



防災の裾野を広げる

国土館大学防災・救急救助総合研究所

教授 山 崎 登

《西日本豪雨の衝撃》

去年の西日本豪雨の大きな被害を目の当たりにした時、これまで進めてきた防災対策だけで命を救うことは難しい時代が来たのではないかと感じた衝撃は忘れられない。大きな理由は2つある。

一つは最近の災害とは比較にならないほどの広い範囲で豪雨が続いたことだ。去年の6月下旬から7月上旬にかけて、前線や台風7号の影響で西日本を中心に記録的な豪雨となった。このため7月6日から8日にかけて九州北部から四国、中国、近畿、東海の11の府県に大雨の特別警報が発表された。これだけ多くの府県に特別警報が発表されたのは初めてのことで、気象庁は「平成30年7月豪雨」と名づけた。被害は九州から東海地方までに及び、死者・行方不明者は14の府県で232人にのぼった（消防庁被害報第31報）。平成に入ってから最大の豪雨災害となった。

このところ毎年のように各地で豪雨による災害が起きているが、雨の降り方が変わってきたことを痛感させられた。気象庁は定期的に刊行している「異常気象レポート2014」の冒頭で、『異常気象という語からはもはや「珍しい、まれである」という印象が消えつつあります』と書いている。災害に直結する豪雨が、どこで降ってもおかしくない時代になったと受け止めなくてはいけない。

衝撃を受けた2つ目は避難に関わる情報が発表

されていたにも関わらず、住民の避難が進まなかったことだ。最近の豪雨災害では、情報が出なかったことや遅れたりしたことが問題となったことが多かった。2013年（平成25年）10月に死者・行方不明者39人を出した伊豆大島の土砂災害の際には避難勧告は発表されなかったし（「平成25年伊豆大島土砂災害記録誌」東京都大島町）、2014年（平成26年）8月に74人が亡くなった広島市の土砂災害では避難勧告の発表は災害が発生した後だった（平成26年12月1日、非常災害対策本部発表）。

こうした苦い教訓を生かそうと、西日本豪雨では気象庁は災害が起きる2日前に緊急の記者会見を開いて、集中豪雨に厳重な警戒を呼びかけた。また都道府県と共同で発表する土砂災害警戒情報は、土砂災害で死者がでた53か所すべてで災害発生前に発表された。さらに豪雨がピークとなった7月7日には、九州、四国、中国、近畿、東海、北陸の21府県の109市町村が避難指示を、20府県の178市町村が避難勧告を発表した。避難指示と避難勧告を合わせた対象者は約863万人にのぼったが、市町村が指定する避難所に避難した人は約4万2200人で、全体の0.5%ほどしかいなかった。

こうした避難の状況を受け、中央防災会議の作業部会は去年の12月にまとめた報告書の中で、過去に例のない住民への呼びかけをした。「国民のみなさんへ ～大事な命が失われる前に～」と

題された文章である。「行政は万能ではありません」「行政が一人ひとりを手助けに行くことはできません」「皆さんの命を行政に委ねないでください」「地域の皆さんで助け合いましょう」「行政も全力で、皆さんや地域をサポートします」などと書かれていて、多くの住民が防災意識を低下させているのではないかという強い危機感を滲ませている。

災害が大きくなると防災機関や行政の手だけでは負えなくなることは、阪神・淡路大震災や東日本大震災が明らかにしている。行政に依存し過ぎた防災は変えなくてはいけない。問題はどうすれば全国で住民の防災意識を高め、住民の主體的な避難態勢を作り上げることができるかということだ。

《情報が生かされない》

最近、防災対策に占める災害情報の役割が重要性を増している。大きなきっかけは東日本大震災だ。マグニチュード9.0という想定外の規模の超巨大地震によって発生した大津波が、三陸地方の沿岸に造られていた10mを超える高さの堤防を乗り越えて甚大な被害をだした。

この被災状況が「防災」から「減災」への流れを決定的にした。堤防などのハード対策を中心に被害を押さえ込む従来の「防災」という考え方は対処しきれないからだ。そこで一定のハードは整備するものの、危険が迫ったら素早く避難するソフト対策を中心に、被害を最小限に食い止めることを目指す「減災」という考え方が中心になった。この考え方を実効あるものにするためには、災害の危険性が高まった地域の人たちに、危険が迫っていることを情報で伝えて避難してもらう必要がある。つまりは「減災」の取り組みの成否は、情報を防災に生かせるかどうかにかかっているのだ。

このため津波や風水害、火山の噴火など様々な

種類の災害で、次々に新たな情報が作られてきた。風水害だけをみても1982年（昭和57年）の長崎豪雨を受けて、1984年（昭和59年）に「記録的短時間大雨情報」ができ、1999年（平成11年）の広島市の土砂災害を受けて、2005年（平成17年）から気象庁と都道府県の砂防部局が共同で「土砂災害警戒情報」を発表するようになった。また2011年（平成23年）の台風12号による紀伊半島豪雨を受けて、2013年（平成25年）から数十年に一度の現象に最大限の警戒を呼びかける「特別警報」が導入された。

災害にはそれぞれ特徴があって対策はその特徴を踏まえて行う必要があるが、豪雨による洪水や土砂災害は地震に比べて情報を生かしやすい災害だ。地震はいきなり起きるのが大きな特徴だが、豪雨災害は段階を踏んで発生するからだ。雨が降り始めてすぐに大きな河川の堤防が決壊したり、大規模な土砂災害が起きることはまずない。雨が降って河川の水位が上がり、斜面に雨水が浸み込んで崩れやすくなり、さらに豪雨が続いて堤防が決壊したり、がけ崩れや土石流が発生して被害が出る。こうして豪雨による水害や土砂災害は徐々に危険性が高まっていくから、それを住民に情報で伝え、避難に結びつけることができれば被害を減らすことができる。

ところが西日本豪雨では、せっかく出された情報が機能しなかった実態が明らかになった。行政が“災害のリスクが高い”とあらかじめ伝えていた地域で、災害が発生したケースが多かったからだ。

西日本豪雨による土砂災害の死者は119人（53箇所）にのぼったが、被災位置を特定できた犠牲者は107人（49箇所）で、このうち94人（42箇所）が土砂災害警戒区域内で被災していた。つまり土砂災害の死者の約9割が、あらかじめ土砂災害の危険性が示されていた場所で亡くなっていた。

また小田川が決壊して大きな被害がでた岡山県倉敷市真備町で、災害発生直後に国土地理院が標

高のデータなどから浸水の広がりや深さを推定したところ、東西約7キロに及び、深いところでは5mにもなっていた。住宅の2階に避難しても溺れる恐れのある深さだ。浸水面積は約1100haに及び、町の面積の27%に達していた。この被害状況は倉敷市が事前に住民に配布していた洪水のハザードマップとほぼ重なっていた。ところが兵庫大学の阪本真由美准教授などが、災害後に避難所などで男女100人に聞き取り調査したところ、ハザードマップを見たことがある人は75%いたが、内容を理解していた人は24%しかいなかった。また知らなかったと答えた人が25%という結果だった。

現在、全国の1200以上の市町村で土砂災害のハザードマップが、また1300以上の市町村で洪水のハザードマップが公表されているが、多くの場合ハザードマップが出来た時に住民への説明会などを実施しても、その後はそのままになっているところが多い。住民に話しを聞くと、どこかにしまったままでしっかり見ていないとか、中にはどこにやってしまったか忘れたといった声を聞く。出来上がったハザードマップを住民に配布するだけでなく、行政と住民が毎年の避難訓練で使うなどして生きた情報にしておくことが重要なのだ。

また市町村が発表する避難情報も危険度のレベルがわからず、行政の危機感や住民に伝わってなかった。静岡大学の牛山素行教授が「特別警報」が発表された岡山県、広島県、福岡県の住民550人余りにインターネットを通じて調査したところ、「避難準備・高齢者等避難開始」、「避難勧告」、「避難指示」との順番で危機感が高まっていく3段階の避難情報について、正しく段階を認識していた人は39%しかいなかった。

被災地で話しを聞くと、『「避難指示」より「避難勧告」のほうが行政用語の語感があって、より危機感が強いと思っていた』とか、『「避難勧告」を「避難指示」に切り替えたと言われても、何が変わったのか、よくわからなかった』といっ

た声を聞いた。

市町村は「避難勧告」や「避難指示」という言葉を使って呼びかければ危機感が伝わると考えているが、住民にとっては日常生活で使い慣れている言葉ではない。災害は毎年起きるわけではない。場合によっては数年とか10年に一度聞く言葉で即座に意味合いを認識することができないのだ。

市町村は毎年出水期の前などの住民の集りで、「避難準備・高齢者等避難開始」が発表されたら、避難に時間のかかる高齢者や障害者等は避難を開始し、「避難勧告」が出たら身の回りの品を持ってハザードマップに書いてある避難所などに避難する、「避難指示」になったら逃げ遅れている人は即座に避難が必要だといったことを、日頃から伝えて理解しておいてもらわないといけない。

避難情報は情報の送り手である自治体と情報の受け手である住民が、情報の意味合いとそれが出た際の防災行動について、共通の理解をもっていないと防災に生かすことができない。緊急時の情報を生かすことができるかどうかは、日頃の情報のあり方、つまりは情報を通したコミュニケーションがとれていたかどうかによって、西日本豪雨の被災地ではそのことが検証されなくてはいけない。

《情報を生かす地域の力》

西日本豪雨の中にあっても、地区の住民の避難がスムーズに進んだ例もあった。水害とともに近くのアルミ工場で爆発が起きた岡山県総社市下原地区では、自主防災組織の役員が地区の1軒1軒を回って避難を呼びかけ、全員が避難したことで犠牲者を出さずにすんだ。また広島県東広島市の「洋国団地」でも、独自に避難路を整備するなど住民が独自に進めてきた取り組みが生きて犠牲者がなかった。さらに愛媛県松山市の高浜地区では30箇所あまりで土石流などが発生し、11軒の住宅

が全半壊したが、住民が声をかけあって避難を進め、けがをした一人を除いて全員が無事だった。

こうした地域を取材すると、そこには日頃から防災に熱心なリーダーの存在があって、地域の災害リスクを勉強し、避難が難しい高齢者や障害者等を支援する態勢を整え、災害時の情報を避難に結びつける防災訓練を繰り返していたケースがほとんどだ。つまりは地域の防災力を高めるためには、防災リーダーの存在が不可欠なのだ。

防災機関や市町村から出る災害や避難の情報は地域全体の危険性が高まっていることは教えてくれるが、一人ひとりの住民の住宅環境や家族の状況などに合わせて避難のタイミングや方法を伝え

るものではない。危険性の高まりを知らせる様々な情報を、避難『する』か『しない』かの行動に置き換えるためには、それなりの仕掛けが必要で、それが地域で自主的に作り上げる避難態勢なのだ。

西日本豪雨はいざという時には地域で声をかけ合い、助け合って避難することの重要性を知り、その実践のために日頃から汗をかける防災リーダーを育てて地域の防災態勢を実践的にすることが、災害時の確実な避難につながっていると教えている。全国津々浦々に防災リーダーを育て、行政や自治会の担当者、それに研究者など一部の関心のある人たちから社会全体へと防災の裾野を広げていかななくてはいけない。



在住外国人300万人・訪日外国人4000万人時代の 安全を支える「やさしい日本語」

～ 総務省消防庁『避難誘導のあり方』ガイドラインでの
「やさしい日本語」採用の理由と言語学的根拠 ～

弘前大学教授 佐藤和之

はじめに

外国人観光客を増やす国家戦略に伴い、消防庁は、日本で災害が起きたときの多言語対応は可能か検討した。公共施設に集まるさまざまなことを話す群衆を短時間で安全な所まで迅速に避難させたいが、多言語によって生じる長時間化から逃げ遅れの出る可能性が高かった。また日本を訪れる外国人の英語能力は総じて低く、英語で伝えることは緊急時に推測での避難行動を促すことにもなり危険と判断された。また外国語での誘導には日本人側の外国語能力の問題も大きかった。

そこで検討会は「やさしい日本語」を使った避難誘導は、日本語を理解できない外国人観光客にも有効か検討した。その結果、「やさしい日本語」での表現と、それを元文にした Plain English による誘導が効果的で、いずれも理解できない外国人は、ハーディング効果による群衆行動で誘導することにした。

本稿は、先の『消防防災の科学』に寄せた「消防行政への外国人住民のための『やさしい日本語』適用を考える」¹⁾に続く、外国人住民と訪日外国人の安全確保のための「やさしい日本語」について記すもので、主な読者として消防行政に携

わる職員や公共機関、ボランティア団体などで外国人に関わる職員を想定した。

総務省消防庁の「やさしい日本語」を使った避難誘導のためのガイドラインは2018年3月に「外国人来訪者等が利用する施設における災害情報の伝達・避難誘導に関するガイドライン」として公開された。「やさしい日本語」で伝えることにした理由と経緯を説明する。

外国人の安全を担保することば

東日本大震災から8年が過ぎ、日本に住む外国人（2018年末法務省統計）は2011年末より33%増え273万人になった。また、震災前年（2010年）の年間訪日外国人は900万人に満たなかったが、2018年末には3000万人を超し、東京オリンピック・パラリンピックまでには4000万人にすることを日本政府は計画、被災地の復興支援策（復興五輪）にしている。

日本は地震大国だが、一方で世界162の独立国家（世界の全人口の99.5%をカバー）中、安全な上位10カ国に連続して選ばれている²⁾。安心して訪れることができ、住むことのできる安全な日本のための多言語による伝達対応が求められた。

総務省消防庁（以下消防庁）は2020年に向けて「外国人来訪者等が利用する施設における避難誘導のあり方」についてのガイドラインを作成した。目的は、世界中から訪れる日本語に不慣れな外国人訪日客や日本人を含む障がい者、高齢者が、空港や駅、競技場、ホテルなどで、たとえば火災に遭ったとき、安全な場所へ速やかに避難させる方法（情報の伝達）についての指針を示すためである。災害や消防、交通、通信といった分野からの、総じての希望は「（日本語を含む）多言語で誘導することとし、英語、中国語、韓国語、さらに施設利用者の母語を補って伝える」とことと「スマートフォンなどでの翻訳アプリおよびデジタルサイネージでの絵や映像による誘導」という考えに基づきたいであった。そこで、施設利用者の実態と利便性から「英語、中国語、韓国語、さらに施設利用者の母語を補って伝える」ことは妥当かを検討した。

1997年に日本政府は「外国人観光旅客の旅行の容易化等の促進による国際観光の振興に関する法律」（2018年公布改正）を定めている。そこでの「外国語等による情報の提供の促進」措置で認めた外国語は英語、中国語、韓国語だった。また国土交通省観光庁は2014年に『観光立国実現に向けた多言語対応の改善・強化のためのガイドライン』³⁾を公表し、そこでは「英語併記を行うことを基本とする」や「英語併記をすることが望ましい」「中国語又は韓国語その他の必要とされる言語を含めた表記を行うことが望ましい」との指針を示した。これら英、中、韓の多言語は外国人観光客が4000万人時代になっても現実的か日本政府観光局（以下JNTO）発表の訪日外国人人数から外国語の優先順位を把握した。

日本で英語を国際共通語と定義する根拠再考

2018年の年間訪日外国人の上位国は、1位中国

（838万人）、2位韓国（754万人）、3位台湾（476万人）で、順位の入れ替わりが以前と近年とにあるものの、どの国も過去10年以上にわたり上位3カ国⁴⁾であった（図1）。同年の中国語話者数は中国本土、台湾、香港を合わせると、訪日者総数の49%にあたりJNTOの訪日外国人数の順位からいけば中国語を最優先すべきである。

そこで指針で使いたい「英語併記を行うことを基本とする」について検討した。図1は民間調査会社だが Education First による英語能力指数（English Proficiency Index: 以下EPI）⁵⁾を縦軸に置いて作図したものである。世界80カ国100万人以上の成人から得られた指数によってそれぞれの国の英語能力をランク付けして、「非常に高い」「高い」「標準的」「低い」「非常に低い」に5分類する。図ではまたJNTOによる訪日外国人数を横軸にとり、2018年に訪日した国ごとの訪問者数と各国の英語能力の関係が読み取れるようにし

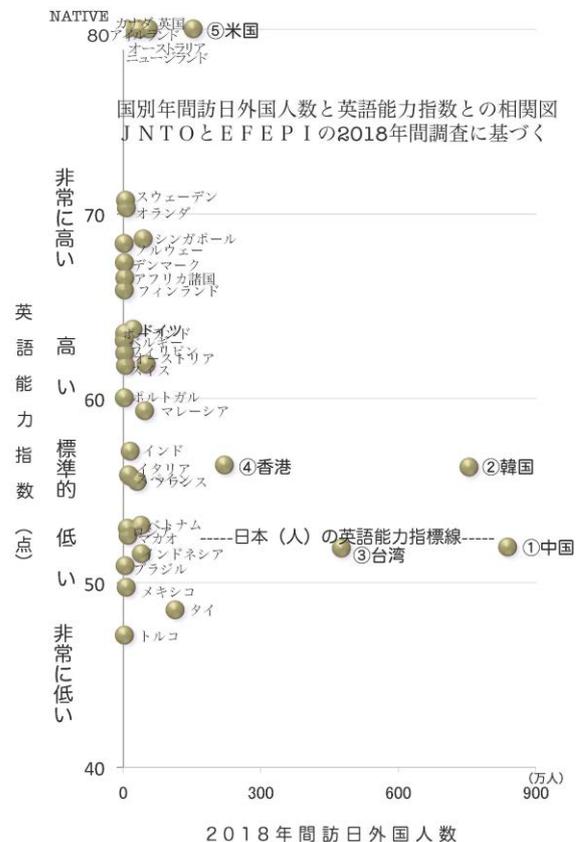


図1 国別の訪日外国人数と英語能力の相関

た。たとえば訪日者数第1位の中国は800万人を
超すが、EPIは低く、日本と同程度なことがわか
る。第3位の台湾も「低い英語能力」で、「英語
での案内や誘導は有効でない」ことを見てとれる。
第2位の韓国(56.27)は中国(51.94)、台湾
(51.88)、日本(51.80)より高いEPIだが、それ
でも際だって高いわけではない。

一方、英語も使う香港や英語が母語の米国はそ
れぞれ第4位と第5位だが、両国からの訪日者数
は合わせて374万人であるから、中国の半分以下
だった。国際共通語は英語と言われるが、英国、
米国、豪州など英語を母語とする国々と、EPIが
「非常に高い」や「高い」国からの訪日者を合わ
せて(582万人)も訪日者全体の約19%に過ぎな
い。英語で伝えることは現実の訪日者の英語能力
と一致せず、英語は万能であるかのようなイメ
ージ先行の言語選択になっていた。

そこで見方を変えて、英語母語話者ほどではな
いが英語でのやりとりができる国々、EPIの「標
準的」な国からの訪日者も含めてみると1311万人
となり全体の約42%になった。詳細な論述は避け
るが、2018年に日本を訪れた英語を話す外国人と
中国語を話す外国人、および韓国語を話す外国人
を合わせた数は訪日者全体の84%で、前年は92%
だったから日本がとってきた英語、中国語、韓国
語による案内は妥当だったことになる。

さてそこで、災害時の避難誘導のための英・
中・韓国語はそのことに資するのだが、気付かぬ
ばならないのは、これまで国が示してきた指針は
どれも「表記に関するガイド」や「観光案内標
識」としていることである。観光庁のガイドライ
ンはさらに、「標識やサインのあり方」、「展示物
等の理解のための文章による解説のあり方」と説
明する。すなわち従来の多言語化指針はいずれも
観光用の、文字による案内を目的にした多言語化
であって、「東京はもとより、国内各地を訪れて、
日本の素晴らしさを堪能していただくためにも、
関係者が総力を挙げて多言語対応に取り組んでい

く」(観光庁作成ガイドライン)ための指針だっ
たわけである。

ところで消防庁の役割の一つは「全国的な見地
から全国の消防本部や地方公共団体と連携して必
要な法律の整備」(消防庁広報パンフレット・消
防庁の役割)である。消防庁が求める多言語化は
災害発生時の避難誘導のためのものであり、館内
放送や施設誘導員による音声での表現への配慮も
必要だった。

災害発生時に多言語での誘導は可能か

消防庁の想定する状況は、駅や空港、スタジア
ムといった不特定多数が利用する大規模公共施設、
また大型ホテルなどで火災や地震が起きたときで
ある。施設がなすべきは「何が起きたか」を利用
者に伝え、次いで施設の対応を知らせて利用者を
「落ち着かせる」。そして「安全な場所へ速やかに
誘導する」ことである。そのことで利用者は施設
からの指示を理解し、自らの力で指示された動き
をするようになる。検討会では発災時の状況説明
や避難誘導の表現を多言語で、しかも音声を使っ
ての誘導は可能か、有効か、そして安全か話し
合った。

災害が起きたときは短時間での避難が求められ
る。そのような中でたとえば日本語と前述3外国
語、日本語>英語>中国語>韓国語で「何が起
きたか」や「どこへ逃げるのか」「荷物はどうす
るのか」などを伝える。「階段を控えろ」や「エレ
ベーターは使わない」「姿勢を低くしろ」「頭を守
れ」などなど、命を守る注意も知らせなければな
らない。1言語に30秒使ったとして、韓国語で伝
え終わるまでに2分、さらに聞き逃した場合(多
くは2巡目の案内を待つ)、韓国語での2巡目が
終わるまですでに4分が過ぎている。混乱し騒然
とする現場でそれぞれの母語アナウンスを待つて
理解するには相当の勇気と根気と、たとえそれが
母語であってもずいぶんな理解力が必要である。

逃げ遅れの原因になる可能性が高い。母語の3巡目を待つことはないであろう。状況を理解できないままそれぞれが勝手に行動し、それを収めきれない現場はパニックとなって違った災害に巻き込まれてゆく。的確な誘導のための表現と迅速な指示表現が求められる所以である。

鉄道事業はこのことを予測し、『大規模災害に備えた鉄道における情報伝達に関する調査研究報告書』(以下『鉄道報告書』⁶⁾)をまとめている。「言語数が多いと、短い避難指示のアナウンスでも多くの言語を順番に繰り返すため、聞き逃した時に、一巡して次に自国語のアナウンスが流れてくるまでに時間が掛かることになり、迅速な伝達ができなくなる」ことや「自国の言葉が聞こえるまで1分以上掛かると、次の放送を待つ間に他に気を取られて結局伝わらない(アナウンスが活かされない)」こと、「伝達する情報は多くは伝えない。旅客は、巻頭語か初めの文節しか聞こえない(聞かない)」ことなどを指摘した。

それでは英語だけのアナウンスなら外国人に有効かだが、英語を母語とする国とEPIが「非常に高い」や「高い」国からの訪日者は全体の19%だけであったから、つまり避難する利用者たちにNativeの英語表現で知らせるのは誤解を生む危険のあることを意味した。

在留外国人と訪日外国人の英語能力

同じくして日本に住む外国人の母語の割合からも考えた。法務省統計によると、2018年末の在留外国人の数は273万1千人で、上位国は中国(28%)、韓国(17%)、ベトナム(12%)、フィリピン(10%)、ブラジル(7%)だった。そのうちEPIが「非常に高い」あるいは「高い」国からの在留外国人はフィリピン(高い)だけだった。

他方、在留外国人の日本語能力についていうと、全国20地点の成人1662人を対象に、日本語を使った行動の可否を尋ねた国立国語研究所の「生活の

ための日本語」調査(2009年)⁷⁾があり、それによると、日常生活に困らない言語の第1位は日本語の62%だった。次が英語の36%だった。英語が日本にいる外国人同士の共通語になっているわけではない。2018年夏の西日本豪雨のときボランティアとして活動したブラジル出身者は「日本に住む外国人の多くは英語はできません。一中略一簡単な日本語で声をかけて」(北海道新聞2019年2月23日)や、京都に住むペルー出身の日系4世も「外国人だから英語が通じると思って話しかけられても困ります。一中略一やさしい日本語を使ってください」(朝日新聞2019年4月16日)と話す。

これに関連してもう一つ重要なことがあった。誘導する側の外国語能力である。避難誘導は経路に沿って立つ複数の施設従業員が行う。外国語に堪能な誘導員がいてもその数は限られていて誘導員全てが外国語に堪能なわけではない。外国語が使えるとかえって逃げ遅れた利用者の確認役に就くかもしれない。荷物を取りに戻ろうとしたり、エレベーターを使おうとしたり、離れてしまった友人や家族を探したりなど、さまざまな不規則行動をとる者も出るだろう。外国人も日本人も、子どもも高齢者も、また障がいをもった人もなどなど、個々に違った事情のある群衆を的確に誘導し迅速に避難させるのに多言語は有効に機能しない。

このようなことを確認し、まずは、災害発生直後の避難を「多言語で誘導することとし、英語、中国語、韓国語さらに施設利用者の母語を補って伝える」ことは迅速で確実な誘導方法として不適切と回答した。

他方で上述した訪日と在留の両外国人の母語調査から、災害時に外国人の安全を担保する二つの重要な示唆も見出した。一つは在留外国人の62%が日本で生活できる日本語力をもっていること。もう一つは訪日外国人の42%、在留外国人の36%が、程度の差はあるが、英語を理解する能力を有していることである。

まず一つ目の「在留外国人の62%が日本で生活できる日本語力をもっている」や東日本大震災のとき被災地にいた外国人や上掲新聞のインタビューに答えた外国人のこぼに代表されるように「やさしい日本語」は避難誘導の表現として適するか検討した。「やさしい日本語」を使った誘導に関して、総務省は2007年に「情報の多言語化に当たっては、地域の外国人住民の構成に応じて、複数の外国語を用いるほか、やさしい日本語を用いることも考えられる」⁸⁾との指針を出している。前出日本鉄道サイバネティクス協議会も、鉄道事業等の「災害対応に関する重要な情報伝達ではより「やさしい日本語」を使用し高齢者、年少、外国人等へも確実に情報が伝達できるよう留意する」や「「やさしい日本語」に基づく表示、アナウンスの文例基準（文例集）を作成し整備する」との結論に至っている。

「やさしい日本語」という日本語表現

もともと「やさしい日本語」は、日本に住む外国人を対象にしている。一方、消防庁の課題は、日本語を知らない外国人を「やさしい日本語」で避難誘導できるかである。詳細は避けるが、「やさしい日本語」は、日本に住んで1年くらいの外国人でも、漢字圏か非漢字圏かの出身に関係なく、等しくかつ確実に避難誘導や注意喚起などの情報を理解する表現である。命を預かる表現なことからエビデンスを重視する。対象者が等しく理解できるかや誤解が生じないかを確かめる調査により、おおむね80%以上の理解率になることを目標にしている。

「やさしい日本語」は災害下の情報を約2000語で伝える。2000という語数は、日本に来て1年くらいの外国人が知っているおおよその語彙量である（旧日本語能力試験3級程度、新日本語能力試験N4相当）。災害時の情報を外国人住民が聞き、あるいは見て、行動できるよう、また伝え手

は必要な情報を速やかに伝えられるよう考えられた。災害が起きてすぐの情報は、防災無線や広報車、コミュニティFM、スマホのエリアメールで知らせ、安全な場所まで誘導する（音声での誘導）。誘導した後は、外国人支援団体が立ち上がるまでの生活支援や公衆衛生などの情報を掲示物や配布物で伝える（文による情報伝達）。文字でいうと、小学校の3年生くらいまでに習う漢字と平仮名および片仮名を使った表現で、外国人住民でも読むのに抵抗がないよう配慮した表現である。

「やさしい日本語」は災害時に使われるため生命に関わる情報が多い。だから外国人が「やさしい日本語」で伝えられる情報を見聞きして、誤行動を起こさないよう、「どのくらいの信頼性で伝わるかや、誰にでも伝わるかの検証実験を複数回行って決めている⁹⁾。詳細は冒頭紹介した『消防防災の科学』の拙論¹⁾を参照いただきたい。

「やさしい日本語」の応用展開

日本に住む外国人の約6割が日常生活で困らない言語に日本語を選んだことを記した。また上掲新聞でのインタビューのように「やさしい日本語」を使って欲しいとの希望が多いこともこれまでの調査から明らかになっていた。東京都の調べでは、東京に住む外国人の76%が「日本語でコミュニケーションが取れる」と答え、「やさしい日本語」だったら「理解できる」と答えた外国人はさらに多い85%だった¹⁰⁾。

これらから、災害が起きても現場には「やさしい日本語」なら情報を理解する外国人は相当数いると考えられ、日本語がまったくわからない外国人へは彼らの母語で伝えてもらうのが妥当と判断した。情報の迅速性と確実性からも、また人員的にもそうすることが適切で、なにより「やさしい日本語」なら日本人にも伝わる表現である。日本人と同質の情報によって日本語が分からない外国人でも的確な避難行動がとれるようにした。

日本語を理解できない、たとえば観光客のような外国人の誘導についてもう少し言うと、「やさしい日本語」を理解する外国人に「日本語がわかる人にお願いします。係の人の話がわかった人にお願いします。近くにいる外国人に教えてください。」(語と語の間の空白はひと呼吸置いて伝えることを意味)と依頼し、さらにハーディング効果(herding effect)と呼ばれる、人間は多くの人と同じ行動をとろうとする習性に関連付けて誘導するようにした。すなわち「やさしい日本語」の表現にして状況説明や避難指示がわかる外国人を増やす。そのことで、外国人の彼らにも率先して行動してもらい、また即席のボランティア案内人として活躍してもらおう。日本語の分からない外国人は、彼らの母語での説明や群衆の移動する方向へ進む行動特徴を利用して避難するようにした。

『外国人来訪者や障害者等が利用する施設における災害情報の伝達及び避難誘導に関するガイドラインの手引き』¹¹⁾(以下ガイドライン)にはこのことを「日本語が理解できない外国人来訪者でも、周囲の日本人の行動を見て、避難を開始できる場合がありますので、まず、日本人に災害情報や避難誘導に関する情報を正しく伝えることが重要です。」「災害情報及び避難誘導に関する情報について、理解できた内容を外国人来訪者同士で伝え合うよう促すことが効果的です。」と書き込んだ。

「やさしい日本語」を元文にした Plain English での情報保証

前述、外国人の母語調査結果で得た外国人の安全を担保する二つ目の重要な示唆について述べる。多言語間の共通語と言われる英語だが、災害時の日本では情報を伝える側で、また伝えられる側でも適切に機能しないことがわかった。一方で日本に滞在する外国人の4割前後(在留と訪日の合算

数)は程度の差はあるが英語を理解することもわかった。

「やさしい日本語」での避難誘導の表現を補う外国語はあることが望ましい。そこで日本に住む外国人や訪日外国人にとっての、「やさしい日本語」に次ぐ、最大公約数的な役割(共通語・lingua franca)を英語に担わせられないか検討し、外国人の4割以上に正しく知らせるため、Nativeが使う英語でなく、「やさしい日本語」に似た Plain English の表現で伝えることにした。Plain English であれば、簡単な誘導の表現だけを「やさしい日本語」と共に伝え、繰り返すだけなので、問題になった多言語で伝える所要時間や受け手の誤解、伝え手の外国語能力といった課題はほぼ解決する。このような理由から、現実的な言語対策として避難誘導は二言語ですることと決めた。

ただしガイドラインでは説明が複雑になるのを避けるため、Plain English という術語は使わず、また具体的な Plain English での表現にも言い及ばなかった。「やさしい日本語」の基本フレーズを示すことで、それを元文にした英語表現(実質的に Plain English の表現となる)や場合によっては中国語、韓国語などの表現も作られるだろうとの配慮からである。「やさしい日本語」が全てでなく、施設の事情によりこれらを元文にした外国語対応が可能という含みを持たせたわけである。

問われたもう一つの課題に「スマートフォンなどでの翻訳アプリおよびデジタルサイネージでの絵や映像による誘導」という考えに基づきたいがあった。デジタルサイネージは音声と同じく、文字による「やさしい日本語」と Plain English での誘導表現を使うことにし、翻訳機器については、多言語対応をするのに有効だが、災害直後に取り扱う手間や誤操作、誤作動、誤認識などを考慮し、安全を確保した後に使うこととした¹²⁾。

本稿は安全な場所までの避難誘導表現の決定過程とその言語学的な理由説明までとし、IT機器の活用については稿を改める。

安全性確認のための避難誘導実験と評価

2言語での避難誘導を決めたことで、消防庁は駅、空港、競技場、宿泊施設などでの避難誘導実験をした。実験は、外国人避難者と障がい者、誘導者、評価者（外国人を含む）の4役に分かれ、火災や地震の発生を想定して行った。

評価は、「どのくらいの言語数を放送すべきか。多すぎる必要性はない」や「日本語と英語だけで十分」「短い文に伝えたい事がまとまってよかった」「内容は問題ないが、複数のスピーカーに同時に音声を流すと聞き取れない」「耳がきこえないので、電光文字板を大いに使ってほしい」（内部資料「放送内容について気になる事、意見」より）などの意見に代表された。

消防庁での、その審議結果が図2である。2020年開催の東京オリンピック・パラリンピックに向けて増える外国人来訪者や障がい者を安全に誘導する外国語の一つとして「やさしい日本語」も活用されることになった¹³⁾。

このことに関連して、「やさしい日本語」で救える人について言い及ぶべきことがもう一つある。「やさしい日本語」を使った情報の伝達は外国人

だけを特別扱ったものでないという特徴である。弘前大学の社会言語学研究室と「やさしい日本語」研究会が、日本人児童30名を対象に「やさしい日本語」の有効性について行動実験した結果、「やさしい日本語」での正しい行動は普通の日本語による行動指示の約4倍となった¹⁴⁾。「やさしい日本語」は外国人だけでなく、日本人の子どもにとってもわかりやすい表現になっていた。的確な判断を求められる災害下で、「やさしい日本語」は外国人にも日本人にも速やかに伝わる表現であり、誘導する日本人にとっても、誤訳の心配がない安心して使える表現である。

「やさしい日本語」は日本語だが、子供から高齢者まで、ほとんどの日本人がもともと慣れ親しみ、使うことのできる外国語として活用されることを意味する。

ガイドラインでは、「日本語と英語が併記されていること」「日本語は『やさしい日本語』が活用されていること」「英語以外の中国語や韓国語、その他の外国語を使用するときは英語に代えて、日本語に併記すること」（ガイドライン別表）という指針にして示した。外国人観光客をもてなすための外国語と、外国人の生命を守るためのセー



図2 外国人避難誘導ガイドライン概要図 (消防庁)

フティネットとしての外国語は区別されるべきという国の新たな姿勢を示した。

- 1) 佐藤和之 (2017) 「消防行政への外国人住民のための「やさしい日本語」適用を考える」『消防防災の科学』128 (消防防災科学センター) pp. 23-31 http://www.isad.or.jp/pdf/information_provision/information_provision/no128/23p.pdf (2019年6月閲覧)
- 2) Top10 Safest Countries in the World to Visit or Settle Down, LIFESTYLE9. <https://lifestyle9.com/top-10-safest-countries-to-live-in-the-world/> (2019年6月閲覧)
- 3) 国土交通省観光庁 (2014) 『観光立国実現に向けた多言語対応の改善・強化のためのガイドライン』 <http://www.mlit.go.jp/common/001029742.pdf> (2019年6月閲覧)
- 4) 日本政府観光局 (JNTO) 「国籍 / 月別訪日外客数 (2003年~2019年)」 https://www.jnto.go.jp/jpn/statistics/visitor_trends/index.html (2019年6月閲覧)
- 5) Education First (2018) 「英語能力指数」 (Education First Japan 株式会社) <https://www.efjapan.co.jp/epi/> (2019年6月閲覧)
- 6) 大規模災害に備えた鉄道における情報伝達に関する調査研究第3ワーキング「災害時の情報伝達における『やさしい日本語』の使用について」『サイバネティクス』76号 (日本鉄道サイバネティクス協議会)
- 7) 日本語教育基盤情報センター (2009) 「生活のための日本語: 全国調査」結果報告 (国立国語研究所) https://www.ninjal.ac.jp/archives/nihongo-syllabus/research/pdf/seika_sokuhou.pdf (2019年6月閲覧)
- 8) 総務省 (2007) 『文化共生の推進に関する研究会報告書』
- 9) ○馬場康維 (2007) 「実験による検証」馬場康維 (2007) 「実験による検証」『「やさしい日本語」が外国人の命を救う』 (「やさしい日本語」研究会・弘前大学社会言語学研究室)
- 馬場康維・米田正人 (2007) 「実験の結果と検証」『「やさしい日本語」が外国人の命を救う』 (「やさしい日本語」研究会・弘前大学社会言語学研究室)
- 松田陽子・前田理佳子・佐藤和之 (2000) 「災害時の外国人に対する情報提供のための日本語表現とその有効性に関する試論」『日本語科学』7 (国立国語研究所)
- 10) 地域国際化推進検討委員会 (2012) 「東日本大震災時の状況に関する調査」『災害時における外国人への情報提供—東日本大震災の経験を踏まえて』 (東京都都民生活部)
- 11) 総務省消防庁 (2018) 『外国人来訪者や障害者等が利用する施設における災害情報の伝達及び避難誘導に関するガイドラインの手引き』 (外国人来訪者等が利用する施設における避難誘導のあり方等に関する検討部会) http://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi_kento/h29/gaikoku_hinan/houkoku/gaidorain_tebiki.pdf (2019年6月閲覧)
- 12) 小林恭一 (2017) 「外国人来訪者等の避難誘導のあり方」『消防防災の科学』130号 (消防防災科学センター) http://www.isad.or.jp/pdf/information_provision/information_provision/no_130/18p.pdf (2019年6月閲覧)
- 13) 総務省消防庁「外国人来訪者や障害者等が利用する施設における災害情報の伝達及び避難誘導に関するガイドライン」の概要 http://www.soumu.go.jp/main_content/000541783.pdf (2019年6月閲覧)
- 14) 『「やさしい日本語」の有効性検証のための『本実験解説書』』 (弘前大学社会言語学研究室) <http://human.cc.hirosaki-u.ac.jp/kokugo/kaisetsusyohtml/kai-mokuji.html> (2019年6月閲覧)

川口市消防局における予防技術資格者の育成策について

川口市は、埼玉県南東部に位置し、北隣にさいたま市、南隣には荒川を隔てて東京都に接しており、東京の都市化の拡大に伴い宅地化が急速に進展、東京のベッドタウン化し、管内人口は約60万人を超える中核市である。

本消防局では、予防行政需要が増大しているにもかかわらず消防職員構成の中で、大きなウエートを占める警防業務に従事する職員の中で、予防業務に従事する職員が少ない上に予防業務の知識、経験豊富なベテラン職員の大量退職により、世代交代への対応は喫緊の課題となっている。

これらのことから、予防業務の充実強化に資するため予防技術検定合格者を増大させ予防技術資格者の裾野拡大と底上げを図ることから、消防職員への各種の対応を行ってきたところである。

今回は、平成30年度の予防技術検定受検にあたり、(一財)消防防災科学センターの協力を経て、当消防局及び隣接する戸田市消防本部、蕨市消防本部と合同で予防技術検定受検準備講習を実施し、おおむね満足のいく結果が得られたことから、予防技術検定合格者の一部から得られた感想文を紹介する。



川口市消防局

所属名 南消防署新郷分署

階 級 消防副士長

氏 名 塩 野 嵐

受検区分：「防火査察」

感想文

当局では、高度化・専門化する予防業務を的確に行うため、火災の予防に関する高度な知識及び技術を有する必要があるため、予防技術検定を積極的に受検するよう取り組んでいます。

毎年、新規職員が数多く入署する状況で、後輩への指導・助言が急務となり、入署5年にして初めて予防技術検定「防火査察」を受検することを決めました。

学習方法はテキストを一通り読み、その後当局の問題集を解きましたが、テキストを読むだけでは理解できない部分も多く悩んでいたところ、(一財)消防防災科学センター委員の末信文行講師による予防技術検定事前研修が実施されることを知り、受講させていただきました。

この研修終了後、「本当に受講してよかった」というのが率直な感想であり、事前に準備をしていた質問事項も、講師のポイントを押さえた説明と経験からの生の声を聞き、質問事項の全てが解決し、自信を持って検定に臨み、無事に合格することができました。

結びに、今回の受検で防火査察に関する知識及び技術の基礎を習得し、予防技術資格者として認められましたので、今後の予防業務に反映させると共に新たな科目の資格取得に挑戦する準備に取り組んでいきます。



川口市消防局

所属名 南消防署南平分署

階 級 消防副士長

氏 名 大 場 貴 詞

受検区分：「防火査察」

感想文

私のテスト対策は消防防災科学センターの末信講師による予防技術検定の事前研修で購入した「予防技術検定学習テキスト（共通科目編・防火査察科目編）」で主に学習し、市販されている問題集を数多く解いていくという方法です。問題集を解き、わからなかった問題はもう一度上記学習テキストに戻って学習することで非常に効率的に検定当日まで準備ができたと思います。学習テキストはわかりやすくまとまっております、大変勉強しやすかったです。

検定の問題は難しく感じましたが、上記テキストが検定内容を網羅していたため、無事合格することができました。合格できたことで自信にも繋がりました。末信講師による予防技術検定の事前研修に大変感謝しています。

今回、予防技術検定で得た知識や学習方法を忘れることなく、これからも絶えず勉強を継続していこうと思います。また、この経験を後輩にも伝えていけるよう、努力していきたいと思っています。



川口市消防局

所属名 北消防署上青木分署

階 級 消防司令補

氏 名 本 間 淳

受検区分：「消防用設備等」

感想文

今回の受検で3科目全てに合格しましたが、防火査察受検時は自ら予防技術検定を受検しようとは思ってなく、上司の勧めで受検しました。受検する動機はそれぞれですが、受検をする以上はどの様に学習すれば合格ラインを突破できるかを想定して業務の合間に学習する様にしました。

まず、消防用設備等の問題は大きく分けて、消防用設備等と建築関係法規があり、その割合は14対6です。建築関係法規はなじみがないと思いますが、消防法規集の建築法規と問題集だけで3問は確実に正解できます。残りの消防用設備等は各設備等の細かい基準等が出題されましたので、焦らずにテキストと消防法規をよく確認して地道に覚える作業が必要です。

予防技術検定自体が若い職員を対象としていますが、現場指揮者クラスの職員でも学習する事によって新たな発見や現場活動に生かすことが出来ますので、受検することを勧めます。

最後に当消防局では、予防技術検定合格率向上のために受検3ヶ月前研修を実施しています。合格に向けての手厚いサポートをして頂きありがとうございました。これからも消防業務に邁進していく所存であります。



川口市消防局

所属名 北消防署 芝園分署

階級 消防士長

氏名 関根 隆行

受検区分：「危険物」

感想文

私は予防技術検定試験日の半年ほど前から勉強を行いました。

最初は参考書の問題や回答説明も理解できませんでしたが、繰り返し勉強を行うことで理解できるようになり、細かいところや法的根拠などは六法関係図書で調べ理解を深めていきました。

参考書だけでは浅く広くの勉強になってしまうので、参考書の問題文中の用語を1つ1つ深く調べていき知識をつけました。危険物の性質や種類、危険物施設の各基準を覚えることに抵抗がありましたが、継続的に勉強することで合格できたのだと思います。

また次回の検定では「防火査察」を受けようと思います。

その理由としては防火対象物の建物構造や防火・防災設備、消防管理体制状況は消防職員が行う立入検査で重要な知識であり、防火対象物の関係者と話す機会は立入検査時のみで普段あまり時間はありません。その少ない査察時の大切な時間を有効に使い、適切な着眼点をしっかりと持ちたいと思ったからです。

最後に、予防技術検定は難しく感じますが、毎日少しでも参考書を見る癖をつけることが大事であり合格への近道だと思います。

連載講座

第43回

江戸の防火意識 —平賀源内と町奉行—

作家 童門冬二

燃えない布を防火具に

江戸中期に田沼意次（たぬま・おきつぐ）という老中筆頭（今の総理大臣）がいた。遠江（静岡県西部）で六万石の領地を持つ小大名だったが、頭はずば抜けて良かった。前代の将軍徳川吉宗（八代目）が、外国から日本にいない動物や鳥あるいは植物などをしきりに輸入して、日本の正貨が流出した。田沼は国益上これを取戻そうと考えた。最初に眼を着けたのは、鎖国以後も貿易を続けている中国である。中国は現在でもそうだが“食の国”だ。田沼は、部下に命じて中国でその食の中でも何が重視されているか調べさせた。部下は、

「中国の食材で重んじられているのは、ナマコ・フカヒレなどの海産物でございます」と報告した。田沼は頷いた。部下が調べて来た食材は、日本の三陸地方や蝦夷（北海道）などで沢山採れる。田沼は膝を叩いた。そして、

「三陸や蝦夷の漁民に、中国が重んずる食材を捕獲させよ。これを中国に売れば、流出した日本の正貨が取り戻せる。また三陸や蝦夷の住民も新しい収入が得られる」と考えた。

この政策は当たった。日本の北方で、中国の好む食材がどんどん捕獲され、大量に輸出された。正貨がどんどん戻って来た。味をしめた田沼はさらに、

「これを漢方薬にも及ぼしてみよう」と考えた。日本の医術はほとんど中国のそれに拠るものであり、同時に薬も同じだった。田沼は、

「地理地形が同じなら、漢方薬のもとになる薬草が日本にも生えているはずだ」

と考えた。この採集のために、讃岐（香川県）から、科学者の平賀源内を招いた。源内に、

「日本中を歩き回って、漢方薬のもとになる草を採集して来い。それを江戸で展示会を開け。そうすれば、おまえが取りこぼした薬草を、現地の学者が提供してくれるだろう。そうすれば、日本でも漢方薬が輸入せずとも自家生産できる」源内は感心した。日本にもこういう政治家がいたのか、と喜んだのである。源内は諸国を回り、千三百種類の薬草を採集して、江戸の両国橋で展示会を開いた。田沼の予言通り各地方の植物学者が、

「平賀さんも気が付かなかった当地の植物だ」といって、漢方薬になる植物を次々と提示した。

その源内がある日江戸の町を歩いているときに、突然つまずいて前へ倒れた。源内がつまずいたのは大きな石だった。源内はずっとその石と睨み合いをした。が、見当がつかない。そこで源内は、庭の池にこの石を放り込んだ。が、変化はない。源内は池の中に入って石を拾いだし、また座敷に飾って睨みつけた。源内は、

「この石は石綿だ」と、やっと石の正体に気がついた。源内は科学知識が豊かだったので、石綿か

ら“燃えない布”を作りだした。“火浣布（かかんふ）”と名づけた。そして、この火浣布を防火具に仕立てようと考えた。それも、規模の小さいものではなく、公の用に立てようと思いついた。たとえば、隅田川畔に並んでいる食糧の倉庫（蔵）が立ち並ぶ蔵前で、この火浣布で大きな袋を作って蔵にかぶせれば、火災が起きた時も燃えずにすむと考えたのである。

源内の案を退ける町奉行

われながら、（いい案だ）と思い、町奉行所に出掛けて行った。町奉行は現在の警視總監と消防總監を兼ねている。当時の町奉行は土屋と言った。会ってこの話をした。土屋は一応感心した。が、こう言った。

「せっかくの平賀殿の案だが、わしとしては江戸でお主の発明した火浣布の袋を用いたくない」

「なぜですか？」源内は多少の不満の気持ちを示しながら訊いた。土屋奉行はこう応えた。

「今の田沼様の御政道は、確かに経済は盛り上がっているが、その分だけ民心がゆるんでいる。かつては、江戸の防火は、大名や旗本が受け持っていたが、今は町民も担当している。町火消だ。田沼様の御政道は商業を重んずるので、金万能の世の中となって、民の心もそっちに走ることが多い。危険だ。わしは町奉行として、江戸の町の防災も担当している。災害はいつ起こるかわからない。そのために、特に町火消は緊張感を忘れずに、日々を過ごさなければならない。お主の発明した火浣布で蔵前の蔵にかぶせれば、確かに火は防げよう。しかしそれが習性となると、いよいよ町火消の心をゆるむ。安易になってしまう。したがって、せっかくだがわしはこの火浣布で作った袋を蔵にかぶせたくはない」

そう言った。聞いていて源内は次第に土屋という町奉行の誠心に感動した。

（この人は本物の武士だ）と思った。源内も良心を持っていた。奉行の話聞き終ると、源内は、「さすが名奉行といわれる土屋様です。恐れ入りました。わたしの考えが安易でした。おっしゃる通りです。火浣布の袋を蔵にかぶせれば、たしかに蔵は燃えずに済みます。しかしその分だけ、江戸町民の心がさらにゆるむというお話は、この身に痛く沁みます。持って参りした案は取り下げます。どうかご無礼をおゆるしてください」

そう詫びた。土屋奉行は、なんのなんのとと宙で手を振って、

「しかし、平賀殿の防災に対するご助力は決して忘れません。また、ご意見があった時はぜひお話し下さい」

と言った。田沼政治は、国益につながる政策もあったが、個人的には必ずしも評判がよくは無かった。それは田沼が、“汚れた宰相”として、賄賂政治を黙認していたからである。黙認しただけでなく、自分もその色に染まっていた。そのため、

「少しぐらいなら俺もいいか」

と、まず江戸城の役人で悪習に染まる者もいた。それがどんどん広がれば、世間一般の風習も灰色になり、さらには真っ黒になる。その意味で、良心的な人々は、

「田沼様の政策は、国益を増しているかも知れないが、その財貨は汚れている」

と批判する者も多かった。町奉行の土屋もその一人である。かれは、

「汚れた金で財政を豊かにしても、人の心が汚れてしまえば逆効果だ」と思っていた。だから平賀源内が提起した、“火浣布による大きな袋”の案も、土屋は、

「田沼様の汚れた政治をさらに助長させる」

と考えて、防災の利益になっても、その策が汚れていてはならない、と考え、退けたのである。



地域防災実戦ノウハウ (100)

— 西日本豪雨：我がこととさせるためには —

Blog 防災・危機管理トレーニング
(<http://bousai-navi.air-nifty.com/training/>)

主 宰 日 野 宗 門

(消防大学校 客員教授)

(前号からの続き)

本号では、前号で紹介した広島市アンケート及び牛山アンケートの要点を解説します。

3. 住民の4割しか重要気象情報や避難情報が意味する危険度を正しく理解していない

前号のアンケート結果からは、「重要な気象情報（土砂災害警戒情報、大雨特別警報）及び避難勧告等（避難準備、避難勧告、避難指示）の意味（＝危険度）を正しく理解していた人は4割に過ぎない」ことが明らかになりました。

この事実は、気象台や市町村から発せられるこれらの情報に接したとしてもその意味（＝危険

度）を正しく受け止められない住民が半数以上いることを意味します。これでは、いくら気象情報や避難情報を提供しても効果は限定的です。

この状況に対処するため、気象情報・避難情報に5段階の警戒レベル（危険度）（表11参照）を付して発表・発令することとなり、5月29日から順次開始されていることはご存知のとおりです。

さて、西日本では6月7日に前線を伴った低気圧の影響で激しい雨となり、広島、山口、島根、愛媛の4県で、警戒レベルの運用開始後初めて「警戒レベル4」相当の土砂災害警戒情報や避難勧告が発せられました。

このとき、広島市でも避難勧告が発令されました。その様子について新聞では、「5段階での情報提供はわかりやすかった」が、「避難所に避難

表11 5段階の警戒レベルと対応する気象情報・避難情報、住民が取るべき行動

警戒レベル	気象情報、避難情報	住民が取るべき行動
5	災害発生情報、大雨特別警報	命を守るための最善の行動
4	避難勧告、避難指示（緊急）、土砂災害警戒情報、氾濫危険情報	全員避難
3	避難準備・高齢者等避難開始、洪水警報、大雨警報（土砂災害）、氾濫警戒情報	高齢者等避難
2	洪水注意報、大雨注意報、氾濫注意情報	避難に備え行動を確認
1	早期注意情報	災害への心構えを高める

(注) 内閣府資料をもとに作成

した人は少なかった（対象者の0.1%にとどまった）」と報じています（表12）。

表12 6月7日の広島市の避難の様子を伝える報道

最大20万1015人が対象になった広島市では小中学校など109カ所に避難所が開設されたが、避難したのは計228人（約0.1%）にとどまった。中区の市立江波小に避難した村上治義さん（65）は「1人暮らしで不安だったが、5段階で知らせる情報は分かりやすかった」と話した。

（出典）「中国・四国の大雨初の「レベル4」 避難は広島市で0.1%にとどまる」、毎日新聞、2019年6月7日20:23配信

5段階の情報のわかりやすさは狙いどおりと思われる。しかし、低避難率となったのはなぜでしょうか？

広島市が6月6日から7日にかけて発した「緊急情報」を見ると、広島市はプロアクティブの原則^(※)に徹したお手本のような対応を行い、その一環として避難勧告を発令しています。そのような中で低避難率となった理由を筆者は以下のように考えます。

（※）① 疑わしいときは行動せよ、② 最悪事態を想定して行動せよ、③ 空振りには許されるが見逃しは許されない（本連載第62回参照）

広島市内が本格的な降雨となった6月7日午前の雨量は表13のようになっています。それによると、2～4時までの「並の雨」が4～7時には「やや強い雨」に変わりますが、その後は終息に

向かっています^(※)。

（※）このときの大雨による被害は広島県全体でも大竹市の床下浸水1棟（6月7日11:45現在、広島県調べ）にとどまり、人的被害はありませんでした。

広島市の6月7日の日の出は4:58です。雨雲に覆われていたとしてもその時点には外の状況を視認できるようになります。2014年8月20日の広島市豪雨及び2018年7月6日～7日の西日本豪雨の経験から、避難勧告対象区域住民の多くは降雨や周囲の状況を注視しながら避難するべきかどうか考えていたものと思われます。そのような中、降雨は5時台でピーク（それでも「やや強い雨」に過ぎない）を打ち7時以降急速に弱まります。このようなことから、避難勧告は出たものの大多数は避難行動を選択しなかったと筆者は推測します。

つまり、日の出後の視認可能な時間帯に降雨が「やや強い雨」レベルでピークを打ったこと、さらに降雨が比較的短時間で終息したこと、この二つが避難所への避難率の低さにつながった大きな要因であると考えます。

4. 避難の決め手は「身の危険を感じて」が最も多く、他者の働きかけも大きい。しかし、重要気象情報・避難情報は1割強にとどまっている

広島市アンケート結果からは、避難の決め手は、「(雨の降り方などで)身の危険を感じた」が最も多く（3割強）、次いで「家族、近所の人、消防団などからの働きかけ」（2割強）であり、「重要

表13 2019年6月7日午前の広島市の雨量

(mm)

時間	～1	～2	～3	～4	～5	～6	～7	～8	～9	～10	～11	～12
雨量	0.0	1.0	6.0	8.0	16.5	19.5	17.0	9.5	1.5	0.5	0.5	0.0

（注）観測ポイントはアメダス「広島」（広島市中区上八丁堀 広島地方気象台内）

気象情報（土砂災害警戒情報、大雨特別警報）や避難情報は1割強にとどまっていることが明らかになりました。

(1) 「身の危険を感じて」の避難について

広島市アンケートでは「身の危険を感じて」避難した人が最多となっていますが、同様の傾向は関東・東北豪雨時の常総市でもみられており（本連載第88回表7参照）、これは広く一般的な傾向と断定できます。

一つ間違えば命を落としかねない「身の危険を感じて」の避難に陥る原因はいくつか考えられますが、主なものは次の2つであると思われる。

① 正常性バイアス

一つ目の原因は「まさかそんなことにはならないだろう」と考える傾向（正常性バイアス）です。たとえば、西日本豪雨時の対応行動に関する岡山県のアンケート調査では、大雨特別警報や避難指示（緊急）を認識後も「大雨がもっと降ると思ったが、災害発生までは考えなかった」と回答した人がそれぞれ

44.5%、36.7%と最も多くなっています（表14）。

「災害の発生はない」と決め込んで様子見をしていれば「身の危険を感じて」の避難となるのは当然です。

② 「避難のタイミング」が分からない

二つ目の原因は、「避難のタイミング」が分からないということです。

愛媛県が実施した西日本豪雨に係るアンケート結果（表15）によれば、「避難の行動や避難情報に関して困ったこと」として、「避難をいつ行ったらいいのか判断できなかった」との回答が最も多くなっています。この回答からは、避難をいつ行ったらいいのか判断できずに様子見していたら「身の危険を感じる」事態になったという構図が浮かび上がります。

(2) 「他者からの働きかけ」について

広島市アンケートでは、避難の決め手として「家族、近所の人、消防団などからの働きかけ」は2番目に多いという結果になっています。この

表14 「大雨特別警報」、「避難指示（緊急）」を認識後の水害に対する予見

(n=3765、単位：%)

項目	大雨特別警報 認識後	避難指示（緊急） 認識後
大雨がもっと降ると思ったが、災害発生までは考えなかった	44.5	36.7
大雨から災害が発生することを想起したが、床下浸水程度だと思っていた	25.5	26.7
大雨から災害が発生することを想起し、床上浸水もありうると考えた	9.6	16.1
この情報自体を聞いても、特に何か変化はなかった	9.1	7.1
その他	1.8	1.7
この情報を聞いていない	3.4	5.0
覚えていない・わからない	2.0	2.7
無回答	4.1	4.1

(出典) 平成30年7月豪雨災害での対応行動に関するアンケート調査報告書、2019年3月、岡山県

表15 避難の行動や避難情報に関して困ったこと (n=482) (複数回答)

項目	人数 (%)
避難をいつ行ったらいいのか判断できなかった	228 (47.3)
避難に関する情報が少なすぎた	167 (34.6)
防災行政無線が聞き取れなかった	163 (33.8)
避難情報の意味が分かりにくかった	67 (13.9)
どこが避難場所(避難所)か分からなかった	42 (8.7)
身体が不自由なため、ひとりで避難できなかった	34 (7.1)
色々と意見があって困った	28 (5.8)
避難に関する情報が多すぎた	20 (4.1)
特になかった	79 (16.4)
その他	95 (19.7)

(出典) 平成30年7月豪雨災害における初動・応急対応に関する検証報告書(愛媛県平成30年7月豪雨災害対応検証委員会、2019年3月) 参考資料「7月豪雨災害に係る住民アンケート結果」

ような身近な人や信頼できる人からの直接的な働きかけは、避難のタイミングを計りかねている人には強力なきっかけとなりうるでしょう。

(3) 「重要気象情報・避難情報」について

広島市アンケートでは、「重要気象情報や避難情報」が避難の決め手となったと回答した人は1割強にとどまっています。建前論的にはこれらの情報は避難のきっかけであるべきですが、そのように活用した人は少なかったということです。

5月29日から運用開始の警戒レベルは「重要気象情報や避難情報」を5段階に整理したもので危険度が分かりやすくなったのは確かですが、「重要気象情報や避難情報」が抱えていたその他の問題を解決するものではありません。たとえば、警戒レベル4(土砂災害警戒情報、避難勧告、避難指示など)が発せられたとしても、その時点でそれなりの事態に至っていない(降雨が強くない、状況が悪化していないなど)場合は、その情報が軽視される傾向はこれまでと変わらないでしょう。

このことについては、気象庁も「現行の土砂災害の「危険度分布」は解像度が粗く(5kmメッシュ)、必ずしも避難が必要でない住民にまで避

難の必要性を伝える情報となっている場合がある」と別角度から言及しています。そして、今後、土砂災害の「危険度分布」を現状の5kmメッシュから1kmメッシュに高解像度化、都道府県と気象庁が連携してリードタイムの確保に留意した土砂災害警戒避難基準雨量の検証などを進めるとしています^(※)。これらにより精度が向上すれば、避難勧告等の「空振り」の減少、警戒レベルの信頼性の向上、住民の早めの避難の増加等の効果を期待できます。

(※)「防災気象情報の伝え方の改善策と推進すべき取組」(2019年3月29日、気象庁 防災気象情報の伝え方に関する検討会) 参考資料 p.22

5. キーポイントは、早い段階で「身の危険を感じさせる」こと

誰でも「身の危険」を感じれば避難します。それが問題なのは大半が追い詰められた末の避難となるからです。

もし、状況が抜き差しならない状況に至る前に住民に「身の危険を感じさせる」ことができれば、犠牲者を大きく減らすことができるでしょう。残

念ながら、現状では避難勧告等はそのようなものとしては十分機能していないことは既に見てきたとおりです。

さらに言えば、避難勧告や指示（警戒レベル4でも同じ）だけで、住民に避難を決心させることができる方考える方が問題です。このことについては、本連載の第88回で「避難勧告・指示至上主義」として批判するとともに、住民に的確な行動を促すには警戒・避難時に「我が身に危険が迫っている」ことをリアリティを伴って伝えることが重要であると述べました。

西日本豪雨時、広島市は多数の防災情報メール（市の登録制メール）、緊急速報メール（エリアメール）を配信しています。それらを受信した安佐南区八木二丁目を中心とした町内会の会長が当該地域に関する情報（当該地域の氾濫危険に関する情報など）から災害危険の進展状況を把握し、必要に応じて高齢者等へ「2階に上がる」よう連絡を行うなどの優れた対応を行っていま

す^(※)。

(※)「防災情報、あふれるメールで混乱も 命守るポイント整理」、朝日新聞デジタル、2018年11月6日

この例のようにメールの中に当該地域に係る具体的情報が含まれていれば、当該地域の受信者は現実感を伴って状況を理解し、強い警戒心で早めの対応に動いていきます。

これを可能とするには、メールの配信体制及び配信すべき情報（可能な限り具体的情報も）の収集体制の整備とともに、登録制メール^(※)の登録率の向上が必要です。その場合もやみくもに取り組むのではなく、まずは自主防災組織、町内会・自治会の役員などの登録率の向上を目指すのが効率的と思われます。

(※) 文字数制限の緩やかな登録制メールは情報伝達に有利ですが、当該サービスを行っていない市町村は緊急速報メールを活用してください。

炎天下によるバーク堆肥の自然発火について

岡山市北消防署救急救助第1係 係長 早瀬 信彦

1 はじめに

本件は公園内の花壇に敷かれたバーク堆肥から出火した火災であり、「たばこ」や「放火」といった人為的な原因を考察する内容を防犯カメラの映像から打消し、昨夏の異常な高温環境と実証実験から自然発火と判定した事例である。

2 火災概要

平成30年8月初旬の午前10時14分頃、岡山市内中心部の公園にある花壇内から出火し、敷き詰められているバーク堆肥4.6㎡を焼損した火災で、負傷者、他の焼損物件はない。

当火災の覚知は午前10時57分であり、出火から30分以上が経過している。

火災発生時の気象状況は、快晴、西の風2.4m、気温33.0℃、湿度62%で、連日最高気温が37℃近

くに上り、直近1週間は1mm以上の降水を確認できない気象条件であった。(写真1及び図1)

3 バーク堆肥について

バーク堆肥とは、樹皮（バーク）を発酵させて作った有機質系肥料で、土壌改良のため使用されることが多い。樹皮の繊維が長く、敷き詰めた時に、隙間が多くなり、水はけが良く長期間にわたり機能を保持し、飛散や流亡が少ないとされている。種類によっては燃えにくい防火タイプのバーク堆肥もあるが、今回出火したバーク堆肥は燃えにくい防火タイプのものではない。

4 消防隊活動概要

消防隊が現場到着時、公園にある花壇内のバーク堆肥が燻っているのを確認したため、ホース1



写真1 現場（全体）

焼損面積：4.6平方メートル
単位：メートル

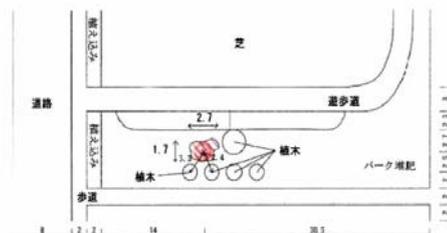


図1 現場見取図

線を延長し消火する。(写真2)



写真2 防犯カメラのビデオ画像から
消防隊現場到着時の様子(写真右上)

5 焼損状況

花壇内のバーク堆肥が南北に1.7m、東西に2.7mといびつな楕円形で焼損している。堆肥は真砂土の上に1cmから3cmの厚さで敷き詰められ、樹皮を細かく刻んだバーク堆肥が多量に含まれている。

焼損しているバーク堆肥は全体が炭化しており、表面は固いのに対し、除去していくと内部は崩れやすく、深部は粉末状の炭化物となっている。

焼損しているバーク堆肥周辺には、たばこの吸い殻は見分されず、堆肥自体を北川式検知管で検査するが油性反応は認められない。(写真3)



写真3 焼損したバーク堆肥

6 防犯カメラのビデオ映像

出火箇所付近が映っている防犯カメラのビデオ映像を見分すると、出火約2時間前から出火時刻まで数人が付近を移動する様子が確認できるが、

放火を疑う行動や喫煙は確認できない。

午前10時14分に現場付近に白煙の上昇を認め、消防隊現場到着時まで断続的に白煙の上昇が続いている。(写真4)



写真4 出火時の状況(写真右上)

7 実証実験

炎天下でのバーク堆肥内温度がどこまで上昇するか測定し、出火したバーク堆肥が延焼拡大するか実験を行った。

(1) 温度上昇実験

ア 使用道具

- ・バーク堆肥(現場で収去したもの)
- ・金属製オイルパン(60cm×45cm×H15cm)
- ・非接触温度計

イ 実験方法

バーク堆肥を金属製のオイルパンの中に3cmの厚さに敷き、火災当日と類似した気象状況下(実験当日は晴れ、気温34.0℃、湿度52%)で、出火推定時刻前後の午前10時から午後12時までの2時間、直射日光のあたる場所に放置する。

ウ 実験結果

2時間の実験でオイルパンの最高温度は54.6℃(写真5)だったのに対してバーク堆肥は76.5℃まで上昇した(写真6)。

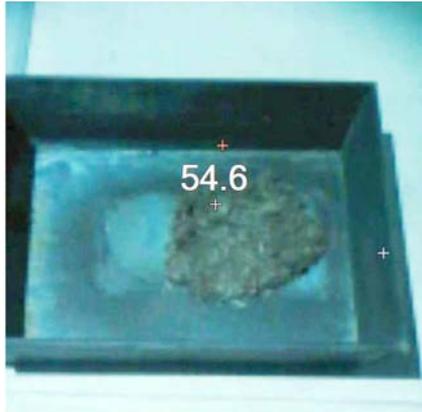


写真5

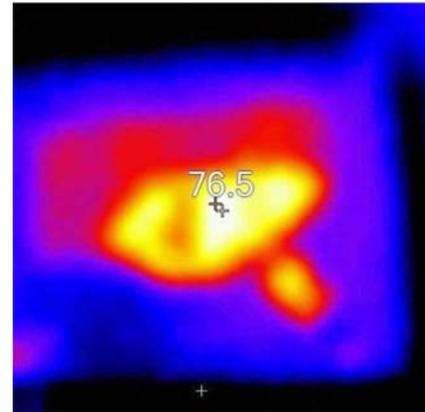


写真6

(2) 延焼実験

ア 使用道具

バーク堆肥（現場で収去したもの）、オイルパン

イ 実験方法

バーク堆肥を金属製のオイルパン上に3cmの厚さに敷き、火災当日と類似した気象状況下（実験当日は晴れ、気温30.0℃、湿度40%）でライターで着火させ、延焼状況と時間経過を確認する。

ウ 実験結果

着火させたバーク堆肥は緩慢に延焼を継続し、着火60分後には直径約20cmまで拡大した。（写真7、8）

8 出火場所及び原因の判定

当件は、焼損状況からバーク堆肥のみ焼損が見分され、油分やたばこといった第三者が関与する形跡が見られなかった。また、バーク堆肥の表面より内部の方が粉末上の炭化状態であったことから、内部から燻っていたものが表面へ延焼していったことが考えられる。防犯カメラのビデオ映像から、放火や喫煙を疑う人物が映っておらず、無人の花壇から白煙が上昇していることが確認できたため、バーク堆肥そのものからの出火と判定した。

温度上昇実験では、自然発火には至らなかったが、炎天下でオイルパンが54.6℃までしか温度が上昇しなかったのに対してバーク堆肥の温度が76.5℃まで上昇した。この結果から、炎天下でバーク堆肥内に存在する嫌気性微生物の活動が活



写真7（着火5分後）



写真8（着火60分後）

発になったことで発酵熱が生成され、さらに地中の温度を上昇させたことが原因だと考察する。さらに、地中で嫌気性微生物による分解が促進され、木屑等の成分である植物油等が分離した後に植物油等の酸化反応が進行し、発熱に拍車がかかったため、地中内の温度が周囲より20℃以上高くなったことが考えられる。

延焼実験では、バーク堆肥そのものに着火すると緩慢に延焼拡大し、60分で直径約20cmまで延焼した。これはバーク堆肥内の木屑等が比較的大きく、空気が流入しやすいため、一度着火すると延焼拡大することは想像に難くないと思われる。

9 管内の類似火災について

管内においての類似火災としては、バーク原料を製造している工場の火災があげられる。木くず（樹皮や葉）から、固定粉砕機にて粉砕し、バーク置場で保管している。この保管しているバークの山からの出火が繰り返されたため、当局予防担当の指導により、管理者に対して火災原因と対策報告書を提出させた。

その報告書によると、原因としてはバーク内の微生物による発酵によって発熱が生じ、積み上げの高さによっては、内部に空気が流入しなくなり、嫌気性微生物の代謝によりメタンガス等が発生するようになるということであったため、対策として、バークの山の高さを5m以下にすること、温度の計測・管理をすること及び早めの切り替えし（バークを入れ替える）により低温度を保つこと（60℃以下であれば、火災の危険性は少ない。）が

実施された。

このことから、バーク堆肥は発酵により温度が上昇することによって火災の危険が増すため、保管や管理が重要であることがわかる。

一方で、嫌気性微生物の代謝により蓄熱するという性状をもちあわせているため、単純に水をかけて温度を下げるという対策では、抜本的解決にはならない非常に予防策の難しい火災事例である。

10 今後の課題

本件は防犯カメラのビデオ映像を用いたことから、放火やたばこを完全否定し、その他に考えられる出火原因について文献検索や実証実験を重ね、自然発火という原因を判定した。通常の火災原因調査において、業務多忙による調査時間短縮や調査員の思い込みで出火原因の幅を知らず知らずのうちに狭めてはいないだろうか。火災原因を調査し、類似火災を減らすことが火災原因調査の理由の一つであるならば、どんな火災に対しても疑問を持ち、真摯な姿勢で臨むことが必要である。

また、バーク堆肥は従来の堆肥と異なり、使用目的が多岐にわたるため、公共施設や治山整備、都市の環境維持など至る所に用いられている。今回の実証実験では着火後延焼拡大が確認されたこと及び管内の過去事例から、バーク堆肥は発火源として、また着火物としても火災を誘発させる可能性があるということを利用側も消防側も理解し、燃えにくいバーク堆肥を推奨するなど、予防策を講じ、類似火災防止に努めていきたい。

編集後記

○ 南鳥島近海で発生した台風第21号は、9月4日12時頃、非常に強い勢力で徳島県南部に上陸、その後、兵庫県神戸市に再上陸、速度を上げながら近畿地方を縦断し、日本海を北上して5日には間宮海峡で温帯低気圧に変わった。この台風の接近・通過に伴って、西日本から北日本にかけて非常に強い風が吹き、非常に激しい雨が降った。特に四国や近畿地方では、猛烈な風、猛烈な降雨ほか、高潮となったところがあった。

これら暴風、高潮、降雨の影響で、関西国際空港の滑走路の浸水をはじめとして、航空機や船舶の欠航、鉄道の運休等の交通障害、断水や停電、電話の不通等ライフラインへの被害、さらに人的な被害、住家への被害も発生しております。本号の特集では、「平成30年台風第21号」を取り上げました。

○東京都江戸川区が5月に全戸に配布した「水害ハザードマップ」に「ここにはダメです」、「区外への安全な場所に逃げてください」と広域避難を呼びかけております。想定では、強大な台風の接近で高潮が起きると区のほぼ全域が浸水し、最大で建物の4階まで水につかる。荒

川の氾濫でもほぼ全域が浸水、水が引くまで2週間以上かかるとしております。

この度の「水害ハザードマップ」は東京都東部5区（江戸川、江東区、墨田区、葛飾区、足立区）で検討が進められており、5区の避難者数については、250万人を想定しております。

大避難という用語はNHKの造語のようですが、まさに大避難という語がふさわしい。避難（退避行動）だけでも相当の困難が予想されますが、避難後の避難生活を含めた実効性のある広域避難対策が急がれます。

○今年も異常気象の影響が世界中に広がっております。欧州では熱波による猛暑が拡大、各地で最高気温を更新。フランス南部モンペリエ近郊の村では6月28日45.9℃を記録、メキシコ中部の州で6月30日大量の降雹、インドのムンバイでは、記録な大雨に襲われており、地球温暖化の影響が指摘されております。

そんな状況下で開催されたG20サミット、気候変動問題も主要議題であったかと思いますが、進展なく残念です。

[本誌から転載される場合にはご連絡願います。]

季刊「消防防災の科学」 No. 137 2019. 夏季号

発行 令和元年8月30日

発行人 望月達史

発行所 一般財団法人 消防防災科学センター

〒181-0005 東京都三鷹市中原三丁目14番1号

電話 0422 (49) 1113 代表

ホームページ URL <http://www.isad.or.jp>