

災害に立ち向かう先端大気観測とその社会還元*

古本淳一**, 東邦昭**

1. はじめに

近年、災害を引き起こす「極端気象」の発生頻度が増加している。最新の将来予測でも温暖化の進行に進むにつれて我が国ではこのような極端気象現象の発生がさらに増えることが予想されている。2012年8月14日には、京都府宇治市を中心とした北摂・山城地域に局地的豪雨が発生した。宇治市では積算雨量が311ミリという大量の雨が短時間に観測され中小河川が氾濫し大きな水害となった。崖や盛土の崩落により道路や鉄道など公共交通機関が麻痺し、復旧活動の中8月18日には再度雨で河川が決壊する二次災害も発生した。また、2013年の台風18号の通過では史上初の「特別警報」が発令され、淀川水系の大河川が氾濫寸前まで増水し多くの地域で避難指示が出た。

図1に気象災害による気象災害による行方不明者、死亡者の年々推移を示す。1970年以前は図示されていないが、社会インフラの荒廃した戦後間もなくは気象災害による死者数は千人オーダーで推移していたが、堤防やダムなど社会基盤の整備に伴って被害者は急速に減少を続けてきた。

1990年代中頃には100名を切るまで減少したが、2000年以後は下げ止まっており近年は1980年代水準に近づく年もある。これは従来型の災害対策では抑えきれない「都市型災害」の増加によると考えられる。

都市型災害が大きな注目をあつめる鎗矢となった事故として神戸市灘区を流れる都賀川の鉄砲水を取り上げる。都賀川は神戸市の住宅街を流れる中小河川である。高度成長期には汚染が激しかったものの、周囲の住民の努力による河川浄化が積極的に進められ魚が遡上するまで復活した経緯がある。現在では図2のようにスロープ、遊歩道、飛び石が整備された遊水公園となっており、子供からお年寄りまで水に触れあう場となっている。2008年7月28日に六甲山系の南側にゲリラ

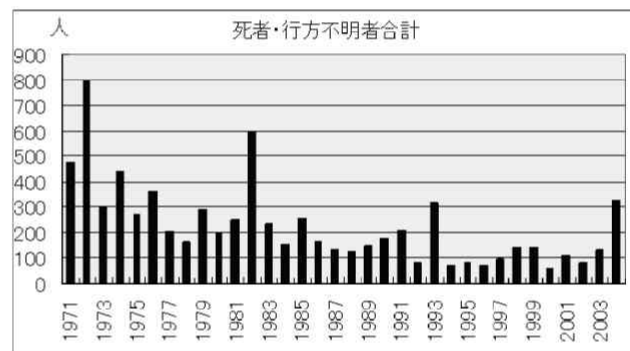


図1：日本の気象災害による死者・行方不明者の年変化（気象庁・異常気象レポート）



図2：都賀川の堤防内部の写真

* 2014年7月26日作成

** 〒611-0011 宇治市五ヶ庄 京都大学生存圏研究所大気圏精測診断分野.
E-mail: furumoto@rish.kyoto-u.ac.jp

豪雨が発生した。10 分間で 1 メートル以上という急激な水位上昇により河川敷内で遊んでいた子供たちを中心に 40 名以上の方が流され 5 名の方が犠牲になった。神戸市の河川モニタリングカメラの映像によると、急激な増水は数分間で発生している。

よくみるとこの事故は堤防内部の遊水公園で発生したものであり、越堤を防げているため大規模洪水を防ぐことができたともいえるが、都市住民の自然に触れあいきれいな川を望む要請の高まりにより親水公園が建設され遊びの場が知らない間に新たな災害を生み出す要素になっていたといえる。他にも、上流の降水により下水管の水量が急激に増加し作業員が被害にあう、急に地下街に下水が流入するなど事前に予測が難しい「都市型災害」が増加している。

近年、極端気象現象の極端度が増し、今後の温暖化の進行により極端気象頻度が増加することが危惧されている。「都市型災害」の新たな減災対策はまさに喫緊の課題となっている。本稿では、極端気象の中でも観測や予測研究が多く行われていない突風災害に着目し著者らの取り組みを紹介する。

2. 比良おろしによる突風動態の観測と予測

「比良おろし」は比良山地の麓に発生する局地風である。図 3 に湖西地方の地図を示す。比良山地から吹く突風は、湖西地域の幅約 10km の限られた地域にのみ毎年冬期に現れる。突風により家屋損壊、学校休校などの被害が毎年出る一方で、トラックの転覆など重大な事故も発生している。突風域内には幹線鉄道が走り頻繁に突風による鉄道運行の遅れや休止が発生している。鉄道網は広域相互乗り入れが行われていることから、姫路から神戸、大阪、京都、米原から敦賀に至る広い領域の鉄道網に大きな影響を与えている。

従来の比良おろしの予測法である天気図解析から突風を予測する場合のスレド・スコアは 30%程度にすぎず、良い予測が得られない。比良おろしは他のおろし風とは異なる特徴がありこの特性が予測を難しくしていると考えられる。一般的なおろし風は山脈の中で一段低くなった鞍部から風が吹き出すことで強いおろし風が発生すると説明される (Saito 1992, 1994)。この場合おろし風は常に鞍部の下流側領域に現れる。一方で、比良山地には大きな鞍部が見られないにも関わらず強風域が発生しその場所が時間によって移動する特異な特徴を持つ。これらは従来研究されてきたおろし風とは違うメカニズムの存在を示唆する。

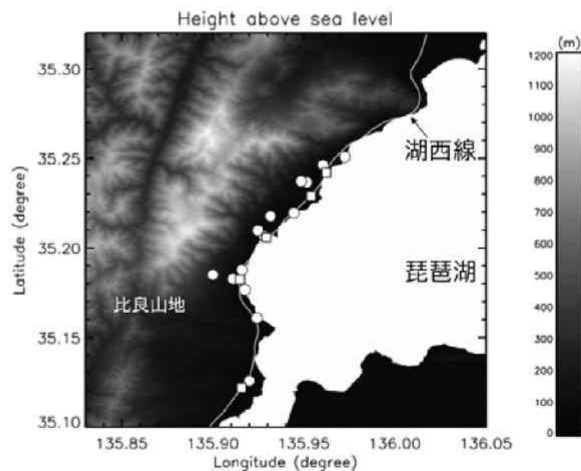


図 3：比良おろし域周辺の地形。色合いは標高を表します。比良山地の最大標高は約 1200m。白丸・四角は本研究で設置をしている風速計の位置。白線は沿線の鉄道路線。

2.1 比良おろしの稠密観測ネットワーク

比良おろしの動態を観測的に明らかにするため、携帯電話会社や鉄道会社と連携して、比良おろし域に 19 台からなる地上観測ネットワークを構築した。2012 年 10 月から観測を開始し現在まで定常的な観測を続けている。2012～2013 年、2013～2014 年の秋～春季には最大瞬間風速が 25m/s を超える突風イベントをそれぞれ 20 期間以上捉えた。図 4 にそのうちの一例を示す。図中の黒矢印は最大瞬間風速

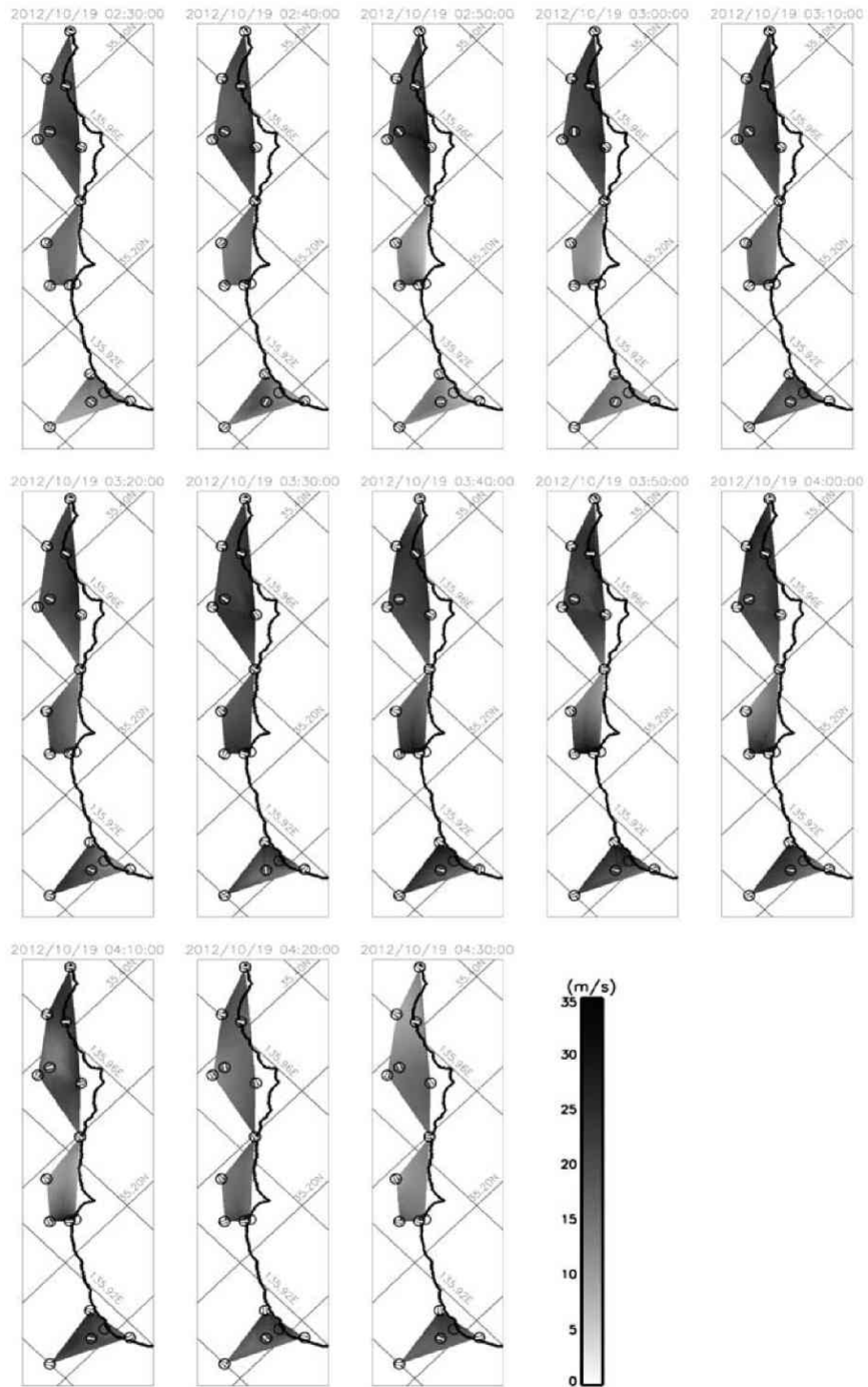


図 4: 比良おろしが発生した 2012 年 10 月 19 日の比良おろし域の風速の水平分布。それぞれの図は 10 分間の最大風速を色で表す。丸印が観測位置を示し、中の白抜き矢印は最大風速の時の風向を示す。黒実線より右側が琵琶湖の湖水面。

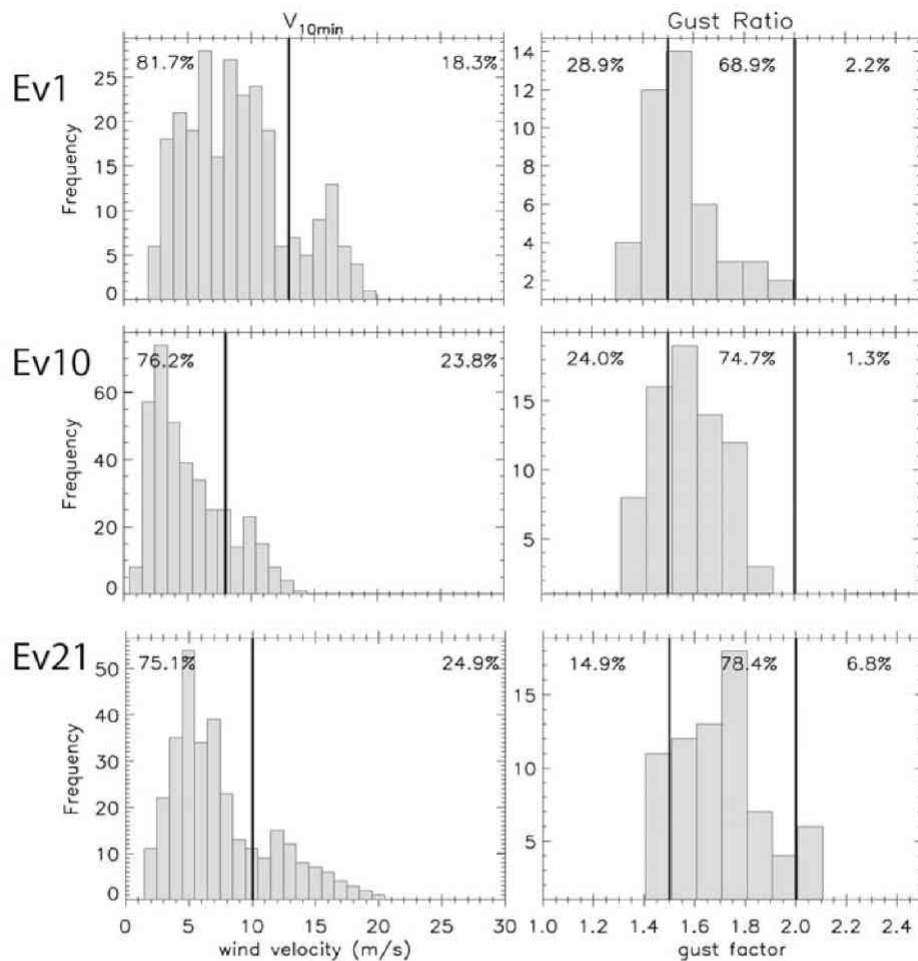


図5：比良おろしが発生した期間中の10分間平均風速（右図）。頻度分布で2ピークが見られ右側のピークが突風に対応する。縦実線を境として右側のデータのみを用いて計算した突風率の頻度分布を左図に示す。縦線は、突風率1.5と2.0の値を示す。

35m/s以上の強い突風を示す。期間前半は図面上側の北東側で風速が強く2時50分に強い突風が現れている。一方期間後半には画面中から下側にかけて強い突風が現れ突風域は時間とともに画面下方に移動して行き、突風の微細な構造が観測により明らかになった。

突風災害を考える上では、最大瞬間風速と平均風速値の比である突風率の特性を調べるのが重要である。突風率は1.5程度の値を取るとされているが、周囲の地表面状態の影響を受け変化するため、その詳細特性は調べられていないのが現状である。図5に2012年10月7日(Ev.1)、2012年12月30日(Ev.10)、2013年3月13日(Ev.21)の平均風速のヒストグラム(右図)と突風が吹いているときの突風率(左図)に示す。すべてのケースにおいて7割程度は突風率が1.5~2.0の間に収まっているが、下にゆくほど、突風率が2.0を超える割合が増えており、イベント毎に突風率特性が大きく異なる。

さらに精密な構造を調べるために天気予報に用いる数値予報モデルを用いて、50mという極めて細かい風速構造をスーパーコンピュータで計算した結果を図6に示す。強風と弱風領域が時間とともに変化しながら動いてゆく様子が見て取れ、この結果は図4の結果とも良く一致する事がわかった。

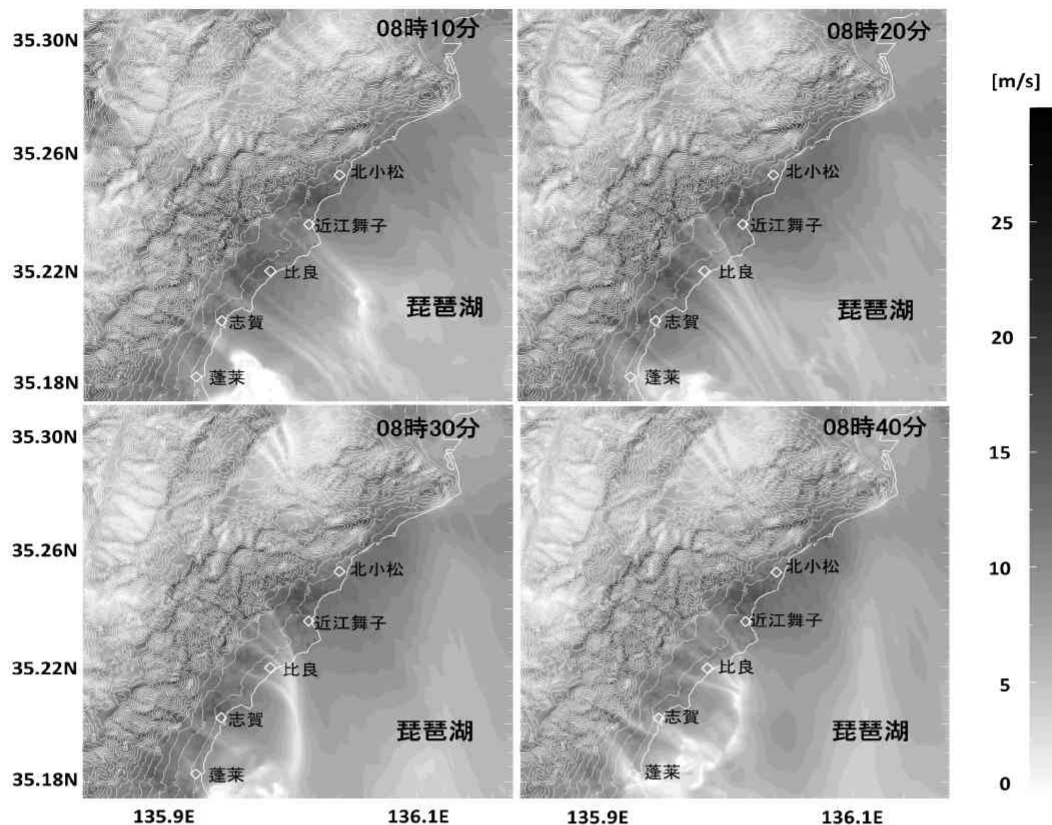


図6：数値予報モデルで計算した水平50メートルごとの風速の水平分布。等高線は標高を示す。

3. おわりに

日本は世界有数の複雑な地形と植生・地表面状態を持った国土を持ち、比良おろしのような地域特有の災害事象が数多く見られる特徴がある。温暖化が進むにつれて我が国ではこのような現象の発生頻度がさらに増えることが予想される。我が国では人類活動の多様化により複雑系の中での生活をしているため、一事象が思わぬところに影響を与え災害が発生することがある。こうした災害に立ち向かうには今まで以上に個人やコミュニティの働きが重要になってくることはいうまでもなく、それにはより高度かつ正確な情報をより迅速かつ分かりやすく提供することが重要になる。

本稿ではおろし風という風害をもたらす現象についての研究を紹介した。これをケーススタディーとして得られた知見をもとに様々な地域特有での精密観測、災害予測、情報伝達手段について検討して一般化することで、災害にしなやかに立ち向かえる社会のための情報発信力を高める研究を進める。

参考文献

- 1) 気象庁, 異常気象レポート 2005 概要版, pp.1-57, 2005.
- 2) Saito, K., Shallow water flow having a lee hydraulic jump over a mountain range in a channel of variable width, *J. Met. Soc. Japan*, **70**, 775–782, 1992.
- 3) Saito, K., A numerical study of the local downslope wind “Yamaji-kaze” in Japan. Part3: Numerical simulation of the 27 September 1991 windstorm with a non-hydrostatic multi-nested model, *J. Meteor. Soc. Japan*, **72**, 301–329, 1994.