

Risk Management Report

[防災調査の現場から 第 17 回]

皆様が抱えている様々なリスクに対し、弊社では最適な保険をご提供するとともに、罹災自体の発生軽減対策もあわせてご提案致します。今回のテーマは“自然災害：竜巻とは？”です。

今回から「自然災害シリーズ」の第 2 弾として「竜巻」を取上げました。

竜巻は科学が進歩した今でも、その発生から発達の一連の仕組みについて謎が多く、進路や強度の予測等が困難な状況にあります。

そこで、なけなしの好奇心と探究心にほんの少しの想像力を駆使して①竜巻とは？ ②竜巻発生メカニズム ③竜巻がもたらす被害 ④竜巻に備える のテーマで 4 回に分けてお送りします。

竜巻とは？

1. 定義

広辞林では「竜巻」のことを「低気圧の為、地面に近い大気の下層で起こる強い空気の渦巻き」と説明しています。

気象庁の予報用語では「積雲や積乱雲に伴って発生する鉛直軸を持つ激しい渦巻きで、漏斗状または柱状の雲を伴うことがある。地上では、収束性で回転性の突風や気圧の急降下が観測され、被害域は帯状、線状となることが多い」と記載されています。

いずれにしても、「低気圧」「渦巻き」「漏斗状の雲」「突風」そして「局所的で甚大な被害の発生」という言葉が定義として当てはまるようです。

【発生した竜巻】



2. 発生場所と件数、発生時期

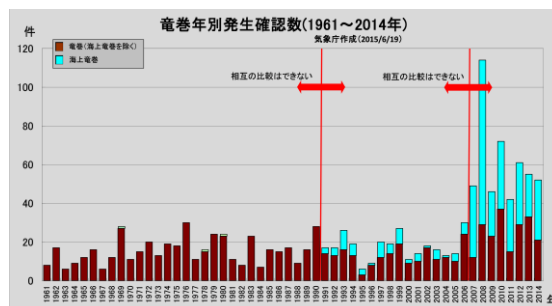
「竜巻」の発生場所は、右図の通り日本全国で発生しています。そして、多くの竜巻が海岸線で発生しているのが特徴的です。

竜巻の年別発生件数は、1961 年から統計をとっていますが、右下図の通り 1991 年と 2007 年に調査基準の変更(1991 年は竜巻とダウンバーストを区別、2007 年は突風の調査を強化したことにより、見かけ上、竜巻数が増えている)があり、それらの前後では数字上の単純比較は出来ない状況になっています。

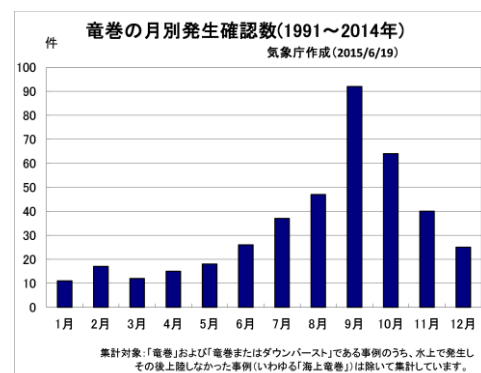
現在基準となった 2007 年～2014 年では、計 199 件(年平均 25 件)の竜巻(海上竜巻を除く)が発生しています。

この年平均 25 件という数字は、少ない方だと思いますか？ 竜巻の多い米国では年平均 1,300 件(2004 年～2006 年)の竜巻が確認されていますが、米国の面積(約 963 万 km²)と日本の面積(約 38 万 km²)を比較した場合、日本の竜巻の発生件数は、単位面積当たり約 2 分の 1 弱とは言え決して少ない件数とは言えません。 <右図 2 枚とも気象庁 HP より抜粋>

【竜巻の発生場所】



【竜巻の月別発生件数】



次に発生時期について見てみましょう。

右図の通り9月に竜巻の発生が集中し、次いで10月、8月、11月の順になっています。全く発生しないという月はありません。

これは、竜巻が「低気圧」と「上昇気流」に関係して発生することや「台風」、及び「上空と下層の気温差の著しい低気圧」があるところに発生し易いということを表しています。

竜巻が海岸線に発生し易い原因、及び竜巻の発生メカニズムについては、次回で説明します。

＜右図:気象庁 HP より抜粋＞

3. 竜巻の種類

竜巻は、その発生場所と状態によって次の2つに分けられます。

〔発生場所〕

＜陸上竜巻(Landspout)＞

名前の通り陸上で発生する竜巻で、通常竜巻というとこの竜巻を指します。



＜水上竜巻(Waterspout)＞

海上で発生する竜巻のため海上竜巻(Seaspout)とも呼ばれます。



＜空中竜巻(Funnel aloft)＞

渦巻きの下端が地上や水上に接していない竜巻。竜巻に含めない場合もありますが、構造は竜巻と同じ



〔状態〕

＜多重渦竜巻(Multiple vortex tornado)＞

複数の竜巻が纏まって発生、主に大型の竜巻の周りに小型の竜巻が発生してこの状態になります。



＜衛星竜巻(Satellite tornado)＞

大型の竜巻の周りに発生する竜巻。多重渦竜巻とは異なり、構造的には独立した竜巻(黄線枠内)です。



＜出典:ウィキペディア及び竜巻の危険性より抜粋＞

但し、上記のような竜巻の分類の仕方は、特に米国を中心に行われており、日本(気象庁)では、これらの竜巻をひとくくりにして、単に「竜巻」と総称しています。

4. 竜巻の強さと大きさ

一般的に強風被害を定量的に表す指標として、最大風速や最大瞬間風速を用いますが、竜巻の場合はその風速を測定している観測所を通過する確率が非常に低い為に、実測値を得ることが困難です。

このため、1971年にシカゴ大学の藤田博士により、竜巻やダウンバーストなどの突風により発生した建築物や草木等の被害状況によって、風速を大まかに推定する方法が考案されました。

この指標が藤田スケール(F-Scale)と呼ばれ、以下の表の通り被害が大きいほどFの値が大きく、風速が大きかったことを示しています。(因みに、日本ではまだF4以上の竜巻は観測されていません)

階級	風速(m/s)	想定される被害
F0	17～32	テレビのアンテナなど弱い構造物が倒れる。小枝が折れ、根の浅い木が傾くことがある
F1	33～49	屋根瓦が飛び、ガラス窓が割れる。ビニールハウスの被害甚大。根の弱い木は倒れ、強い木は幹が折れたりする。走っている自動車が横風を受けると道から吹き落とされる
F2	50～69	住居の屋根が剥ぎ取られ、弱い非住家は倒壊する。大木が折れたり、ねじ切られる。自動車が道から吹き飛ばされ、列車が脱線することがある
F3	70～92	壁が押し倒され、住家が倒壊する。非住家はバラバラになって飛散し、鉄骨造りでも潰れる。列車は転覆し、自動車は持ち上げられて飛ばされる。森林の大木でも、大半折れるか倒れるかし、引き抜かれることもある
F4	93～116	住家がバラバラになって辺りに飛散し、弱い非住家は跡形なく吹き飛ばされてしまう。鉄骨造りでもペシャンコ。列車が吹き飛ばされ、自動車は何十メートルも空中飛行する。1トン以上ある物体が降ってきて、危険この上もない
F5	117～142	住家は跡形もなく吹き飛ばされるし、立木の皮が剥ぎ取られてしまったりする。自動車、列車などが持ち上げられて飛行し、とんでもないところまで飛ばされる。数トンもある物体がどこからともなく降ってくる

尚、気象庁では藤田スケールの基準を現在見直しており、2016 年 4 月にガイドラインが出される予定

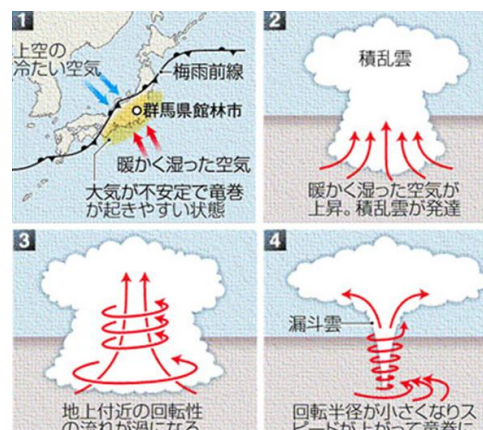
5. 竜巻の一生

日本で発生する竜巻の多くは、右図の 4 つの段階で発達しその後数 10 秒～30 分間程度で消滅してしまいます。

気象庁の 2013 年 1 月～12 月の 1 年間に発生した 33 件(海上竜巻を除く)の竜巻の平均寿命は、約 6 分間となっており、非常に短いことが分かります。

過去に大きな被害をもたらした竜巻…例えば、2006 年 9 月 17 日宮崎県延岡市で発生した竜巻(F2:死者 3 名、負傷者 143 名)の継続時間は 5 分間、2006 年 11 月 7 日北海道佐呂間町で発生した竜巻(F3:死者 9 名、負傷者 31 名)の継続時間は 1 分間と短く、継続時間が比較的長い 2012 年 5 月 6 日茨城県つくば市で発生した竜巻(F3:死者 1 名、負傷者 37 名)でも 18 分間であり、その被害は継続時間の長短とは関わりありません。

まさに竜巻は、一瞬で人の生命を脅かし、建物や工作物を破壊する強烈な力を持つ自然現象であるという事が分かります。



6. 竜巻とその他の突風との違い？

ところで、竜巻とかダウンバーストとかガストフロントとか、あるいは塵旋風(つむじ風)とか、風の現象についていろいろな呼び名がありますが、これらは何処がどのように違うのでしょうか？

【竜巻】

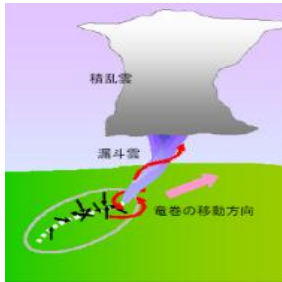
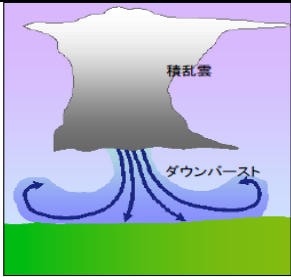
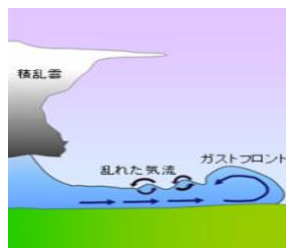
【ダウンバースト】

【ガストフロント】

【じん旋風(つむじ風)】



＜突風の種類と特徴＞

種類	発生場所	特徴	構造	継続時間	備考
竜巻	積雲 積乱雲 (親雲)	親雲に伴って発生する鉛直軸を持つ激しい渦巻き状の突風で漏斗状の雲を伴うことがある。地上では収束性で回転性の突風や気圧の急降下が観測され、被害域は帯状、線状となることが多い	直径数 10m～数 100m。風速(日本では)17m/s～92m/s。移動速度は時速 16～32km。移動距離 10km～20km。周囲の空気や物を巻き込む激しい上昇気流が発生する	数 10 秒～ 30 分間程度	
ダウンバースト	積雲 積乱雲	積雲・積乱雲から生じる強い下降気流で地面に衝突し周囲に発散する強い突風。しばしば強雨、雹を伴う	吹き降ろす冷気の広がり が 4km未満の場合をマイクロバースト、それ以上の場合をマクロバーストと呼び、通常前者の方が風速が早く強い。風速 50m/sを超える場合もある(注 1)	10 分程度	
ガストフロント	積雲 積乱雲	積雲・積乱雲から吹き出した冷気(ダウンバースト)の先端と周囲の暖かい空気が衝突した際にできる上昇気流を伴った小規模な前線のこと(突風前線とも言う)	水平の広がり竜巻やダウンバーストより大きく、数 10km以上に達することもある	—	
じん旋風(注 2)	雲が少なく風の強い晴天時	強い日射により熱上昇気流が発生し、これに水平方向の強風が加わるなどして渦巻状に回転しながら立ち上る突風	直径数m～数 10mで高度は数 10m～数 100m程度。下降気流を伴うことはない。風速は 20m/s前後。回転方向は右回り、左回りの両方がある	数 10 秒～ 数分間程度	被害を及ぼすことはほとんど無いが、ビニールハウスの損壊や運動会のテントの飛散等の被害は報告されている

注 1:1975 年 6 月イースタン航空 66 便、1982 年 7 月パンアメリカン航空 759 便、1985 年 8 月デルタ航空 191 便、そして 1993 年 4 月に日本エアシステム 451 便がダウンバーストによる着陸失敗事故を起こしています。原因は着陸時の向かい風(機体が浮く)によるエンジンの絞り込み後に、ダウンバースト中心部の下降風、及び中心部通過後の強烈な追い風により失速状態となり、エンジン出力をアップさせても低高度のために回復させる余裕が無かったことによります。

この対策として現在の A320 等の航空機には、この風の変化を感知した際は、警告を発すると同時に自動的にゴーアラウンドにより回避するシステムが搭載されています。

注 2:土や砂等の埃、細かい落ち葉やゴミ等の粉塵が激しく舞い上がることからじん(塵)旋風と呼ばれます。

＜出典:気象庁HP及びチーム防災 2014 より抜粋＞

《次回は、竜巻発生メカニズムについて取り上げます》

以上