

1 「2007年2月および2008年3月に静岡県袋井市で発生した突風の被害と原因」

1. 動 機

2007年2月と2008年3月に静岡県袋井市（図1参照）で突風が発生し、住宅家屋の倒壊や屋根瓦の落下などの被害があった。文献を調べてみると、以前にも同じ地域で突風が繰り返して発生している。そこで、今回の突風によって、どのような被害が発生したのか、また、なぜ袋井地域で突風が繰り返して発生するのかを調べてみることにした。



図1 翌日の新聞記事



図3 曲ったアンテナ(2008年3月)



図2 被害発生地域



図4 2007年と2008年の被害の分布

2. 目 的

- ① 2007年2月と2008年3月の突風について現地調査と住民の聞き取り調査により被害の実態を調べる。
- ② 突風の発生した原因について、本校や気象庁の気象データと照らし合わせて追及する。
- ③ 繰り返し袋井地域で突風が発生した原因について調べる。

3. 方 法

被害のあった地域を地学部員が2名1組となって歩き、家屋の損壊や屋根瓦の飛んだ方向などを2000分の1の住宅地図上に記録し、被害地図を作製した。次に突風が発生した原因を探るため、気象庁や本校で観測した気象データを基に、発生当時の気象条件を考察した。また、竜巻のメカニズムについて調

べるため、竜巻発生装置を製作した。さらに袋井市で突風が立て続けに起こる理由を究明するために、地形模型を製作し、送風機で風を送って風速や風向と地形の関係を調べた。

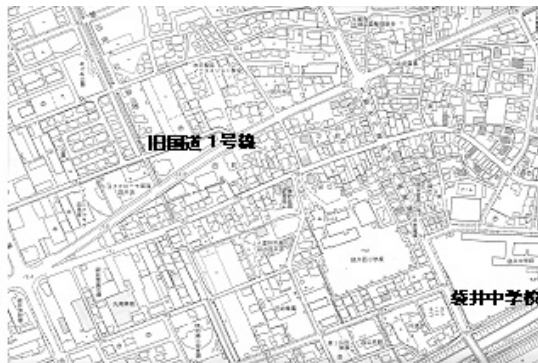


図5 2008年3月の袋井市川井地区の被害(西側半分)



図6 2008年のアンテナなどの傾いた方向

4. 結果

(1) 2007年の被害の状況

被害分布は、図5のとおり南西から北東方向に幅約150m、長さ5000mで带状に分布する。被害の件数は全壊家屋2戸、半壊3戸、一部損壊94戸、計99戸である。アンテナ、木や物が倒れた方向、瓦や物が飛んだ方向は北向きが多いが、南向きや東向きもあり一定していない。

アンテナや物が飛散した方向分布

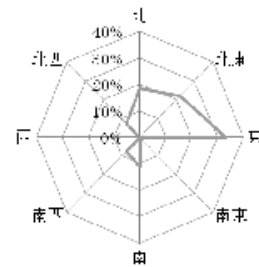


図7 2008年のアンテナなどの飛散した方向の分布

(2) 2008年の被害の状況

被害分布は、図5のとおり幅は南北に約300mで、長さは東西に約1000mの楕円状で狭い範囲であった。被害の件数は全壊家屋および半壊0戸、一部損壊37戸、計37戸である。アンテナ、木や瓦が飛んだ方向は図6、7より北から東方向が多いが、南向きや北西向きもあり一定していない。

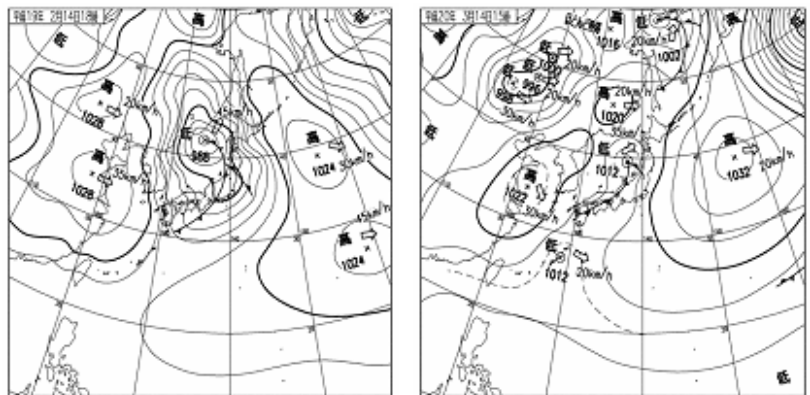


図8 天気図(左:2007年2月14日 右:2008年3月14日)

(3) 当日の気象条件

次に気象データ各種を用いて当日の気象条件を調べた。その結果、年も2008年も突風発生当時には厚い積乱雲を伴う寒冷前線が通過または接近していた(図8参照)。

図10で示したとおり突風発生当時、静岡県西部地表付近では海上からの南～南西風と、内陸部での弱い気流の流れとの間に、赤線で示した風の不連続部分が存在する。

一方、図9のレーダーエコーより寒冷前線に伴う発達した雲が、前記した不連続部分上に

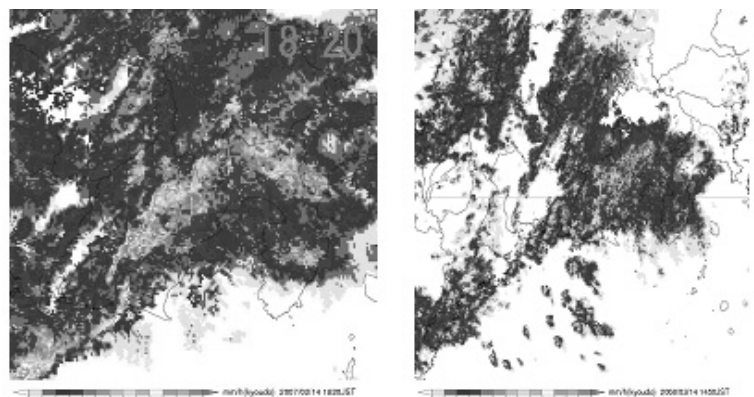


図9 レーダーエコー(左:2007年2月14日 右:2008年3月14日)

位置する静岡県袋井市周辺を通過していることがわかる。すなわち、寒冷前線の通過に伴って発生した積乱雲の下で南～南西の強風が発生し、これが内陸の地表の気流の不連続部分とぶつかり合って、気流が垂直方向に動き、地形模型実験から明かなとおり風が収束しやすいこの地域で突風が発生したと思われる。

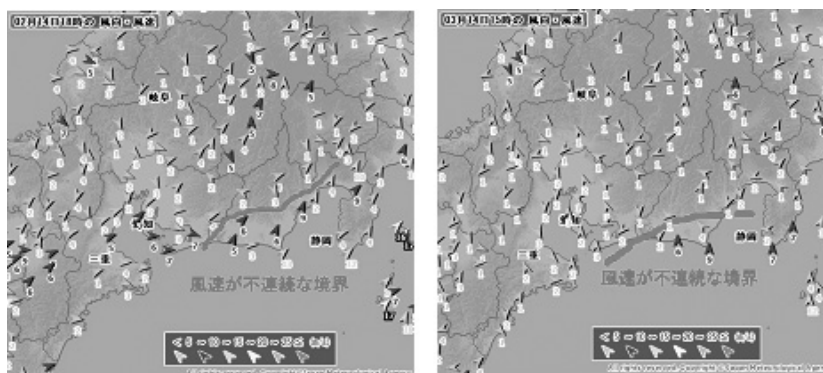


図10 アメダスの風向風速記録（左：2007年2月14日 右：2008年3月14日）

5. 突風の原因

突風が起きる原因について文献やインターネットをもとに調べてみると「竜巻」と「ダウンバースト」のが考えられることがわかった。そこで今回の突風がこの2つのうちどちらの現象に該当するのか、比較をして調べてみた（表1参照）。

表1 竜巻、ダウンバースト、袋井の突風の比較

	竜巻	ダウンバースト	2008年の突風	2007年の突風
音	通過時にゴーという音がする	特になし	あり	あり
風向き	風向きが絶えず変化する	ほぼ一定	木やアンテナの方向から推定すると一定でない	木やアンテナの方向から推定すると一定でない
気圧	下降する	上昇する	下降していた	下降していた
被害分布	細い帯状	面的に広がる	どちらにも当てはまらない	細い帯状
隣接する家屋の被害	被害の程度に大きな差	大きな差がない	重度と軽度な被害が入り乱れ一定していない	被害の有無の境界がはっきりして大きな差
飛散物や倒壊物の方向	一定でない	同じか、ある点から広がる形	一定でない	一定でない
被害家屋件数			全壊なし、半壊なし、一部損壊37戸	全壊2戸、半壊3戸、一部損壊94戸

以上を総合すると、2007年の突風はゴーという証言や風向き、気圧など殆どの項目で竜巻の被害の特徴と一致し、被害も大きい。このことから2007年の突風は竜巻であると推定される。一方、2008年の突風はゴーという音の証言はあったものの、竜巻とは一致しない項目が多く、被害も小さいため、竜巻やダウンバーストには至らなかった強い突風である。

6. 地形模型による実験

袋井市周辺で突風が発生する原因について地形が影響しているという仮説を立てた。これを確認するため、25,000分の1の地形模型を製作し、実験を行った（図11参照）。この結果、図12のとおり南～南西風では風速が大きくなること、表2より遠州灘から袋井市付近の風速が周りに比べ大きくなることがわかった。これらの地域は突風の被害が大きかった場所とほぼ一致している。これは太田川をつくる平

野は、起伏が少なく障害物もないため、強風が直接吹き抜け、突風の発生しやすい地形的な特徴があるためと考えられる。このうち特に今回と昨年の突風発生地点は、磐田原台地と小笠山丘陵の間の太田川平野が急に狭くなる平地に位置している。

おそらく、南から南西風が太田川を作る平野を北上し、磐田原台地と小笠山丘陵の間の狭い平地に達した時、局地的に風が収束して突風が発生したと推測される。いわゆる風速の不連続面が袋井市付近にできやすく、これが突風を引き起こした原因と推定される（図 13、14、15 参照）。



図 11 地形模型実験の様子

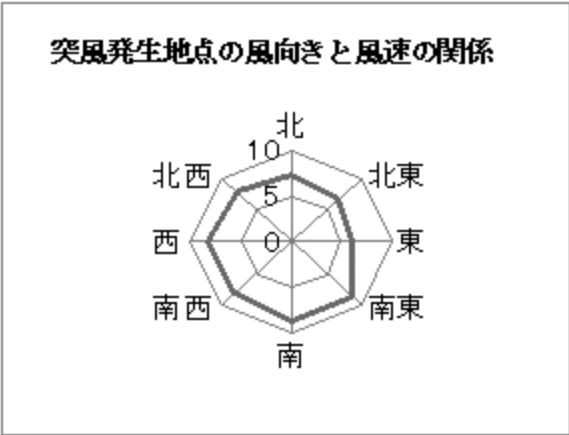


図 12 突風発生地点の風向きと風速の関係

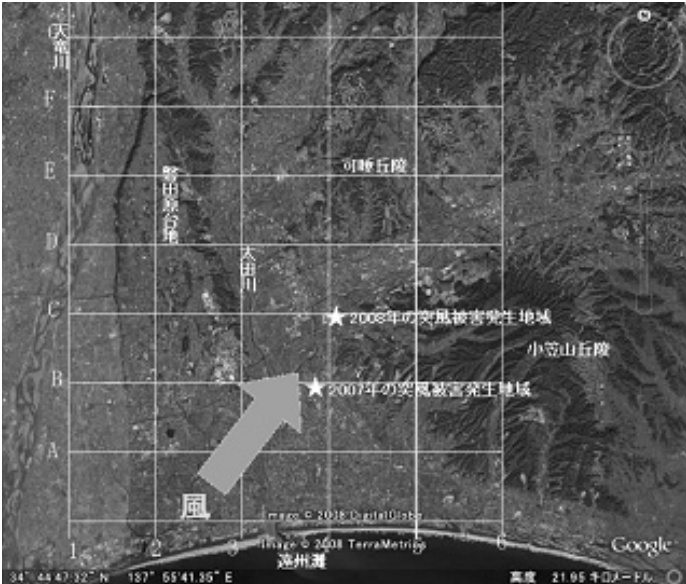


図 12 風速測定地点

	1	2	3	4	5	6
J	1.6	0.8	0.5	1.6	0.2	1.8
I	3.2	3	2.4	2.8	1.8	1.9
H	4.1	3.3	3.5	2.9	1.9	2
G	3.8	4.6	4.7	4.2	3.2	2.8
F	4	4.4	4.9	3.1	1.6	2.2
E	5.9	6	5.9	5.6	2.9	2.5
D	6.6	6.2	6.7	6.3	4.2	3
C	6.5	7	6.3	7.3	5.8	3.4
B	6.6	7.2	6.4	8.7	7.1	4.3
A	7.3	7.5	8.3	9.2	8	5.8



図 13 突風と地形の関係を示すモデル図



図 14 突風と地形の関係を示す断面図

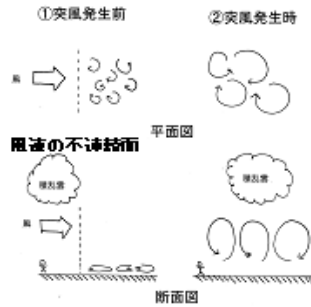


図 15 突風と風の不連続の関係モデル

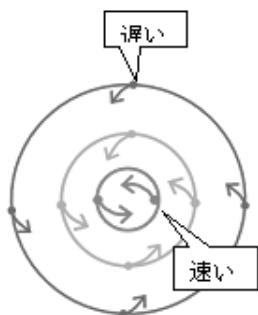


図16 竜巻内部の風の速度分布

7. 竜巻発生装置による実験

2007年の突風は竜巻であると推定される。そこで竜巻のメカニズムについて調べるため、竜巻発生装置の実験を行った(図16参照)。図17より竜巻の中心での上昇気流の風速が最も速く、中心から遠ざかると急激に風速は衰え、中心からある距離だけ離れると全く風が吹かないことがわかる。これは2007年2月の竜巻の被害の分布の幅が帯状の狭い範囲で、被害の有無のコントラストがはっきりしており、その境界は直線的

であることとよく対応している。

また、表2は上部扇風機やブロワ式送風機の風の強さと竜巻発生関係を示したものである。表2から送風機の吹き出しが強いほど竜巻が出来やすいことがわかる。しかし、風速が強いほど竜巻が出来やすいわけではなく、扇風機の風速が2.4~3.0m/sでブロワ式送風機の風速が7.0m/s前後が最も竜巻ができやすいことがわかった。これを実際の竜巻と比較してみると、上昇気流が強ければ竜巻は発生しやすいが、風の回転運動の角速度がある条件を満たした場合のみに竜巻が発生することを示している。また、回転する水滴の速度を観

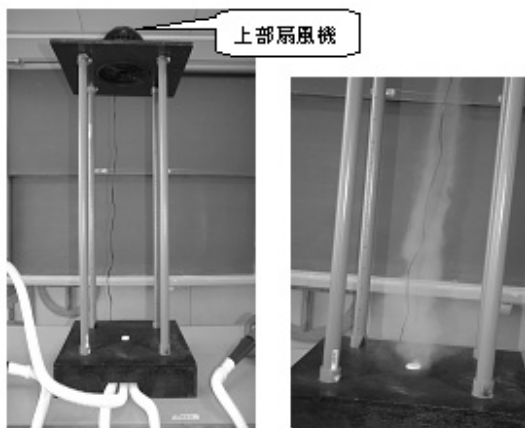


図17 竜巻発生装置 図18 人工竜巻発生

察すると、図18のとおり外側ほど遅く、内側に向かうほど速くなることがわかった。これは角運動量保存の法則から、回

転半径が小さくなると回転が速くなることとよく対応している。

表3 風の強さと竜巻発生関係

		上部扇風機の風速		
		弱 2.0m/s	中 2.4m/s	強 3.0m/s
ブ ロ ワ 式 送 風 機 風 速	2.5m/s	×	×	△
	3.0m/s	×	×	△
	3.5m/s	×	×	○
	4.0m/s	△	△	○
	4.5m/s	△	△	○
	5.0m/s	△	△	○
	5.7m/s	○	○	○
	6.0m/s	○	○	○
	6.5m/s	○	○	○
	7.0m/s	○	◎	◎
	7.5m/s	○	○	○
	7.8m/s	○	△	○
	8.1m/s	○	○	○
	8.5m/s	○	○	○
	8.8m/s	○	○	○
	9.2m/s	○	○	○
	9.5m/s	△	○	○

8. 結論

2007年2月の突風は、被害状況と気象条件から竜巻の可能性が高いが、2008年3月の突風は竜巻やダウンバーストに至らなかった強い突風である。また、2つの突風とも低気圧に伴って発生した寒冷前線のもとで、発達した積乱雲から吹き出した南西～南風が、内陸の地表の気流の不連続部分と重なって、気流が垂直方向に動き、地形の影響を受けて風が収束して発生した。このように、袋井地域で繰り返し突風が発生する原因は、南西から南の強風が吹いた場合、袋井地域は風が収束しやすい地形的な特徴があるためである。

9. 今後の課題

過去に袋井地域で発生した風害について、文献などを基に調べ、今回の突風と比較する。また、突風や竜巻、ダウンバーストの発生のメカニズムについて実験装置を製作して追究する。さらに、本校の気象観測のデータから、突風の発生場所や時刻、規模を予測できるようにする。

参考文献

静岡地方気象台・東京管区気象台(2008) 現地災害調査速報「平成20年3月14日に静岡県袋井市で発生した突風害について」