

1998年9月台風7号による奈良盆地周辺の強風被害

松本 勝, 白土博通, 八木知己

京都大学大学院工学研究科環境地球工学専攻

要 旨

本稿は、1998年9月下旬に近畿地方を中心に、東海、北陸、東北地方におよぶ広範囲に被害をもたらした台風7号の奈良盆地周辺の被害状況を、上空撮影、現地調査、アンケート調査により明らかにするとともに、海岸から離れた内陸部で発生した強風の特徴を、地形が強風に及ぼす影響に焦点を当て、考察するものである。アンケート調査および気象官署の観測データをもとに、奈良盆地周辺の強風域と風向の時間変化が明らかになり、さらに台風周辺の気流を模擬した風洞実験により、地表面付近の流れが谷の走向や山地の位置によって複雑に歪められることが明かとなった。

キーワード：強風被害、台風、地形効果

1. まえがき

1998年9月17日21時(日本時間)にフィリピン西方で発生した台風7号は、南西諸島の南方を北北東方向に進み、9月22日12時30分頃(同)に和歌山県田辺市付近に上陸した。その後同台風は、和歌山、大阪、奈良、滋賀、岐阜、福井、石川、富山の各府県を通過した後、同日夕刻には富山湾より日本海へ抜け、同日22時前には新潟、山形県境に再上陸後、東北地方北部を南西から北東方向に斜めに横断し、23日午前0時過ぎに太平洋へ抜ける進路を取った。この間、同台風による被害は日本全国24道府県におよび、台風の勢力(中心気圧、中心付近の最大風速)に比較して甚大な被害をもたらした。

本調査研究では、奈良盆地を中心に同台風がもたらした強風による各種構造物の被害状況を、上空撮影、現地調査ならびにアンケート調査により収集し、別途得られた風向、風速などの気象観測データと比較しつつ、時間の推移と共に被害発生箇所の移り変わる様子を明らかにするものである。同時に、台風時の風速分布を旋回流発生風洞により模擬的に再現し、立体地形模型上を流れる気

流の可視化を行った。これらの結果を基に、被害の分布をもとに内陸部の強風に及ぼす地形の影響について考察を加える。

2. 気象状況の概要

Fig.1 に台風7号の経路図(日本気象協会、1998)を示す。近畿地方に上陸後、東海、北陸地方から東北地方にかけての広い範囲が進路上にあり、さらに過去の顕著台風と同様の経路をとったことがわかる。また、Fig.2 に示す過去の過去の顕著台風(室戸、第2室戸、ジェーン台風)の経路(京都大学橋梁工学講座、1985)と比較すれば、台風7号はやや東寄りにこれらの顕著台風とほぼ並行に南南西から北北東に向かう経路を進んだことがわかる。このため、後述のように近畿地方で強風が観測された地域や、被害が顕著であった場所もこれら過去の顕著台風に比べて東寄りの紀伊半島内陸部から奈良盆地で多く報告されている。

Fig.3 には台風7号の発生から消滅にかけての中心気圧の経時変化(日本気象協会、1998)を示す。図より、同

台風はフィリピン東方海上から本州上陸前の約2日間にわたり、徐々に中心気圧を下げ発達を続けた様子が見て取れる。同時に、上陸直前の約10時間が最も中心気圧が低く最大勢力を示し、さらに上陸後わずか12時間で急激に勢力を弱めながら本州を速い速度で駆け抜けたことがわかる。このように上陸直前まで発達過程にあり、ほぼ最大勢力を示しながらそのまま上陸に至った同台風の特徴は、エルニーニョ現象の影響による日本近海の海面温度上昇にも関係しているものと推察される。

Fig.4 には、藤井による近畿地方の台風経路を示す。近畿地方および周辺の各地気象台、消防署では、上野市(三重県)、亀山市(同)、香芝市(奈良県)、生駒市(同)、新庄町(同)、洲本市(兵庫県)、和歌山市(和歌山県)、田辺市(同)、室戸市(高知県)の計9箇所で50m/sを超える最大瞬間風速が観測されている。

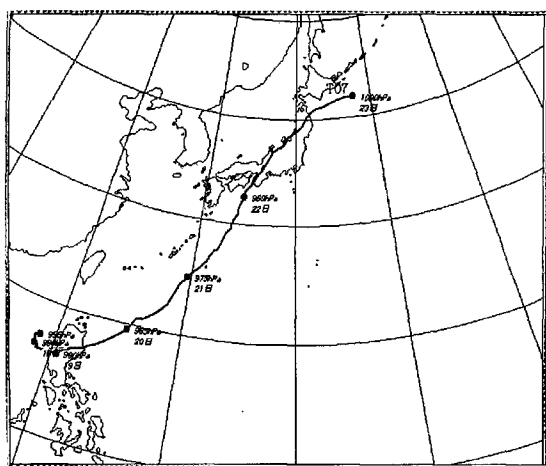


Fig.1 Typhoon track of T9807

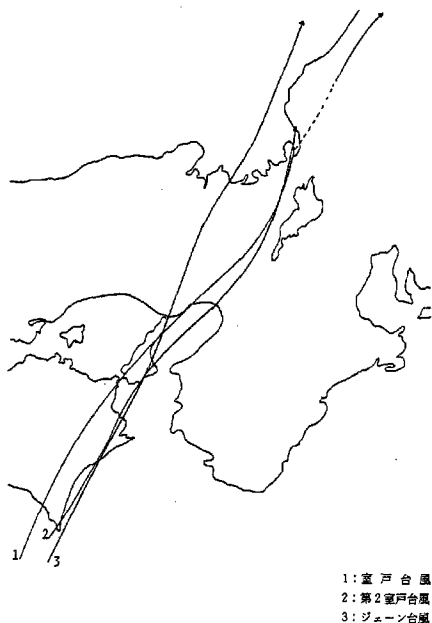


Fig.2 Notable typhoon tracks in Kansai area

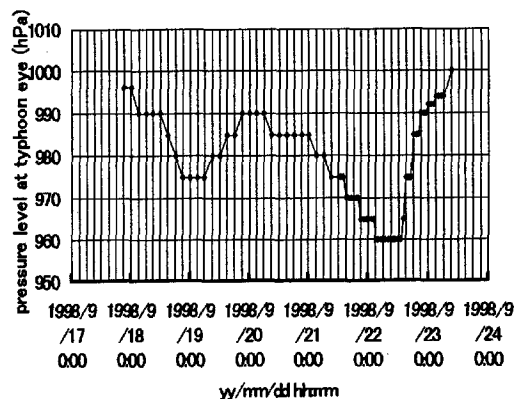


Fig.3 Pressure level hisstory of typhoon eye of Typhoon 9807

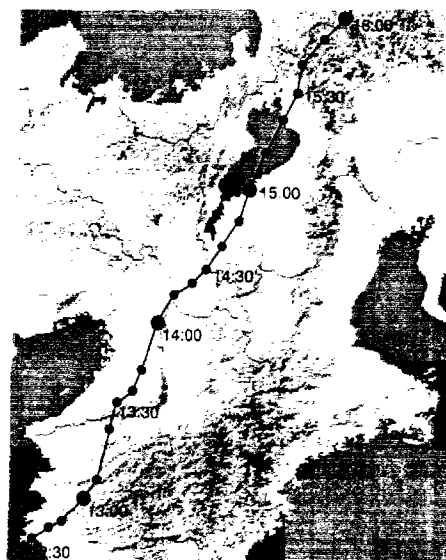


Fig.4 Typhoon track of T9807 in Kansai area (after Fujii)

3. 被害状況の概要

Table 1 には、消防庁発表の台風7号による被害状況一覧を示す。表より、同台風による被害は近畿地方を中心に日本のほぼ全域、24の道府県に及んでおり、近畿地方をはじめ、東海、北陸地方にも甚大な被害が発生している。新聞報道によれば台風7号による被害総額は約23億円に上ると言われている。

また、Table 2 には奈良県下各市町村の森林被害の統計値(奈良県調べ)を示す。表中の森林被害面積は人工林中、復旧を要する林地面積を、森林被害率は復旧を要する林地面積を森林面積(人工林と自然林の合計値)で除したものをそれぞれ表す。従って復旧の対象外とされる被害林地も含めた実際の被害面積、被害率は表に示される値よりも大きい。表より、被害面積ではとくに室生村、吉

野町、東吉野村で300haを超えている。一方、被害率では明日香村(5.41%)、菟田野町(4.88%)、室生村(3.98%)、吉野町(3.94%)で高い値を示している。なお、同様の樹木に対する被害は大阪府南東部葛城・金剛山の西麓にも集中している。

このほか、歴史的建造物にも被害が数多く発生し、新聞報道によれば、奈良県では室生寺、春日大社、法隆寺、栄山寺、当麻寺、宇太水分神社、住家(重要文化財)、金峯山寺、富貴寺、平城京宮跡庭園、談山神社、など国宝6件、重要文化財39件を含む計52件の国指定文化財(奈良県教育委員会調べ)に被害が及んだ。また、京都府では西本願寺、知恩院、仁和寺、滴翠園、旧帝国京都博物館本館、小林家住宅土蔵、梨木神社、福德社、上賀茂神社、平安神宮、御香宮、大田神社、など、滋賀県下では彦根城、比叡山延暦寺を含む18件の国指定文化財、和歌山県下では高野山奥之院などの各史跡に被害が報告されている。とくに、建造物そのものが強風の被害を受けていない場合でも、周囲を囲む樹木の倒壊によって屋根などの破損を被る事例が少なくない。樹齢が古く、高い樹木に囲まれた歴史的建造物全体の景観保全や、防風林としての樹木の役割を考慮した防風対策を講じることが必要であろう。

Table 2 Damages to forestry in Nara prefecture due to Typhoon 9807

市町村名	森林被害面積(ha)	林地被害箇所数	林道被害箇所数	森林被害率(%)	森林面積(ha)
奈良市	82.75	3		0.85	9,706.09
天理市	42.28	3		1.24	3,409.80
橿原市	1.00			0.46	217.61
桜井市	170.32	1		2.84	6,003.44
五條市	76.30	11	1	1.96	3,893.37
吉野町	36.71			1.18	3,104.77
月ヶ瀬村	3.90	5		0.35	1,125.66
龍井村	75.90	1		2.99	2,572.08
山添村	51.18	2		1.24	4,138.08
大宇陀町	82.97	1		2.76	3,006.24
菟田野町	96.92		1	4.88	1,966.18
橿原町	161.19	7	1	3.50	4,608.92
室生村	346.09			3.98	8,702.25
吉野村	49.81		1	1.21	4,121.91
御杖村	71.92			1.02	7,050.82
高取町	11.25			0.66	1,694.98
明日香村	73.26	1		5.41	1,363.23
新庄町	6.05	5		1.08	559.77
当麻町	6.18			0.75	824.20
吉野町	311.49	7		3.94	7,908.38
大宇陀町	21.48			1.04	2,073.88
下市町	150.00	5	2	3.08	4,876.47
黒滝村	41.64	1	1	0.90	4,609.08
西吉野村	125.50	4	4	1.75	7,159.07
天川村	26.06	3	1	0.15	17,146.87
野山川村	30.85	10	1	0.20	15,092.97
大塔村	37.26	4	4	0.35	10,699.77
十津川村	6.98	4		0.01	64,512.80
下北山村	0.65			0.01	12,323.54
上北山村	3.09			0.01	26,556.11
川上村	75.65	1	2	0.30	25,598.79
東吉野村	301.77	1	1	2.40	12,594.84
合 計	2,573.35	81	20	0.92	279,230.87

資料提供: 奈良県農林部林務課

Table 1 Damages due to Typhoon 9807

	人的被害				住家被害				非住家被害			
	死者	行方不明	負傷者	負傷者	全壊	半壊	一部損壊	床上浸水	床下浸水	公共施設	その他	
	人	人	人	人	棟	棟	棟	棟	棟	棟	棟	棟
北海道								3	5			
岩手県							1					
福島県				1			3					
茨城県				1								
栃木県			2				2					
群馬県			2	5	2	8	42			61	70	
埼玉県				5			4	8	342			
千葉県	1		1	5	4	4	5	333	183	5	39	
東京都	1	1	3	8	8	13	19	19	57		1	
神奈川県			3	7	1	12	29		25		55	
新潟県	2		4	31	5	27	73		4	8	45	
静岡県										1		
愛知県	3		5	137	2	15	82		71	91	421	
三重県	2		9	82	4	12	3177		15		59	
滋賀県	2		2	21	2		344		22	142	333	
京都府			3	10	3		132	429	230			
大阪府			4	37	1		242	1	22	13	7	
兵庫県			1	3				45	281			
奈良県	2		7	64	37	197	445		25	238	85	
和歌山県		1	3	12	9	85	465	4	60	1		
鳥取県											2	
岡山県										11		
徳島県				2			8	101	75			
香川県								42	118		2	
計	13	2	59	481	72	421	1,553	1,559	7,420	559	3,390	

平成10年7月25日20時現在調査分

4. 被害状況現地調査

台風7号による被害の状況を把握するため、上空からの写真、ビデオ撮影、および現地調査を実施した。以下にその概要を示す。

4.1 上空撮影による被害分布

Fig.5 上空撮影時の飛行経路を示す。調査は2回(1998年10月29日、同年11月20日)行い、セスナ機内より進行方向の左右を見下ろしながら、ビデオ撮影を行った。1回目は葛城、金剛山系の西麓(大阪府側)、東麓(奈良県側)を経て、紀ノ川沿いに下流へ進み、和歌山市上空より奈良盆地南部、桜井市、室生村、吉野町を経て奈良市東方の春日山原生林を調査した。2回目は、生駒山系、葛城・金剛山系の西麓から水越峠を経て東麓の奈良盆地へ入り、桜井市、室生村、三重県名張市、上野市、奈良県生駒市を上空より調査した。

Fig.6 上空からのビデオ撮影ならびに目視調査に基づく飛行コース近辺の樹木の被害分布と倒壊方向を示す。葛城・金剛山系の西麓(大阪府側)では東西方向に伸びる尾根の北斜面に被害が多く見られた。一方、葛城・金剛山系の東麓(奈良県側)では、倒木被害が散見されたが、とくに御所市葛城山ロープウェイの北側で、一地点を中心に放射状の倒壊方向と見られる箇所があり(Photo 1 参

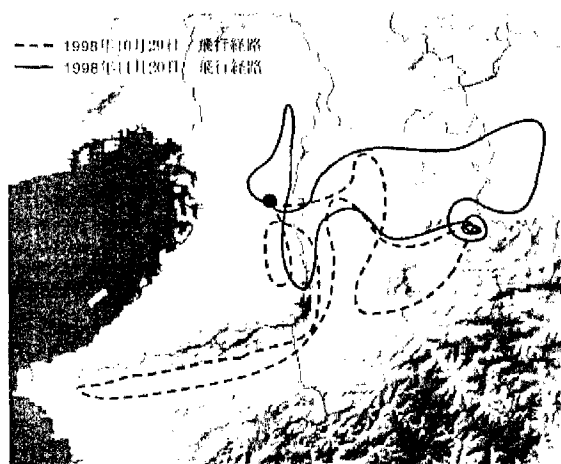


Fig.5 Flight routes of typhoon damage investigation

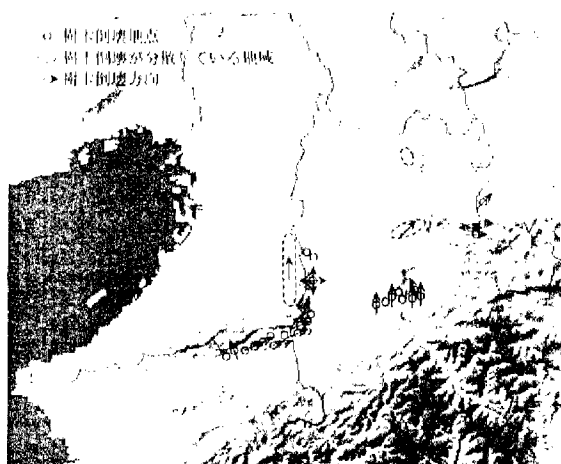


Fig.6 Forestry damage distribution observed during the flights

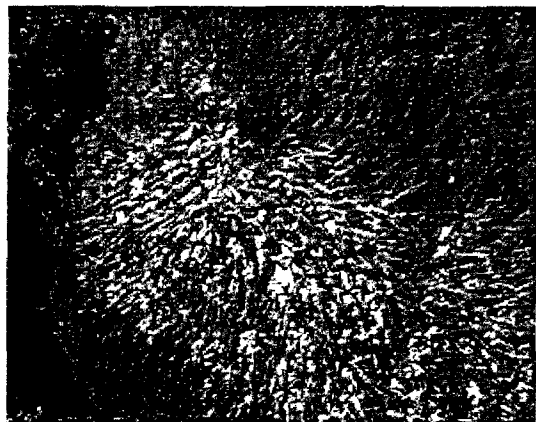


Photo 1 Radially fell down trees on a hill (Gose city)

照), 突風が局地的に作用したためとも考えられるが, 倒壊メカニズムの詳細は現在の所不明である。紀ノ川流域ではとくに葛城山地北斜面の樹木に被害が集中し, 南斜面にはほとんど倒壊樹木が見られなかった。北斜面の樹

木は概して北東ないし東北東方向に倒れていた。この倒壊方向は桜井市東部の北斜面でも同様であった。室生寺五重塔の破損が報道された室生寺近辺では, 樹木の倒壊はほとんど見られなかったが, 室生寺奥の院へ通じる参道では樹齢数百年の樹木の倒壊が確認されている。なお, 倒壊方向は東向き, 西向きと一定せず, 卓越風向をもつ強風とは異なるメカニズムによる倒壊の可能性も考えられる。室生寺より東の西谷川では樹木の倒壊が集中していたが, 倒壊方向の特定には至っていない。さらに, 吉野町付近では, 東西方向に走る吉野川の北側斜面の樹木が北向きに倒壊している箇所が数多く見られ, 被害規模は今回の飛行調査の中では最も顕著かつ広範なものであった。

4. 2 森林被害

前節で上空から確認された樹木の被害について, 吉野町を中心に地上調査を実施した。調査の結果, 吉野川より北側の各所, とくに谷筋に沿う斜面で被害が集中していることがわかった。このことは被害発生当時, 吉野川に沿って西から東へ向かう強風が上流の谷筋に入り, 収斂効果でさらに増速されたこと, および後述のように奈良盆地周辺の強風が最大値を示した時刻では, 台風の原因が琵琶湖付近にあり, これらの地域では概ね南南西から北北東に向かう気流が上空を吹いていたものと推察されることも合致する。また Photo 2, 3 には倒壊状況の一例を示す。谷筋の斜面で谷に沿う方向(写真では水平方向)の倒



Photo 2 Fell down trees (Nishitani district, Yoshino town)



Photo 3 Fell down trees (Nishitani district, Yoshino town)

壊が顕著に現れている。さらに、Photo 3 のように、尾根を挟む両斜面で倒壊方向が明確に異なり、それぞれの谷に沿う方向に倒れている様子が確認できる。

4. 3 建物等の被害

Photo 4～Photo 16 には、大和高田市、近鉄尺土駅付近の架線鉄柱(復旧後)、室生寺、新庄町等で行われた現地調査による被害状況の様子を示す。

Photo 15、16 の被害事例をもとにそれぞれ当時の風速算定を試みた。Photo 15 のトラック横転は、当時空荷で走行中、風雨が強まったため、街道脇の小道へ避難しほぼ真東向きに停車したところ、南から北へ吹く強風を真横から受ける格好となり、横転後、小道脇の田へ転落した。当該トラックの横風に対する抗力係数を有限スパン長を有する3次元角柱より $C_D=1.06$ と推定し、荷台のみを風荷重を受ける直方体と仮定した場合の風速値 51.8m/s、運転席も含めた直方体を仮定した場合の風速値 43.3m/s を得た。トラックの C_D 値は荷台の長さや角部の形状にも敏感に影響するものと考えられるが、文献3)に示される抗力係数とほぼ同程度の値であった。

一方、Photo 16 のカーブミラーに対しては、反射鏡部分を曲面円板($C_D=1.17$)、支柱を円柱($C_D=1.2$)とし、風速値 48.0m/s を得た。なお、以上の両事例とも風速の鉛直分布は一樣、気流は一樣流と仮定している。

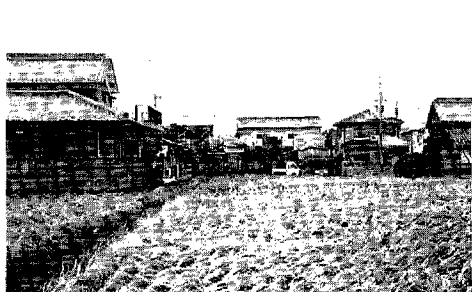


Photo 4 Fell down rice toward NE direction and damaged roofs of residential houses (Yamato-Takada city)

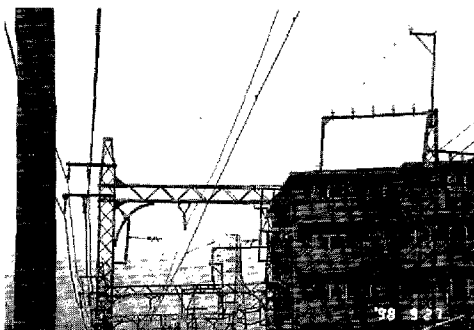


Photo 5 Deformed horizontal member due to strong wind (East of Shakudo St.)

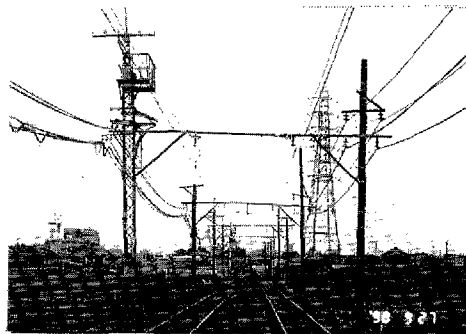


Photo 6 Temporal structures for supporting electricity supplying cable (East of Shakudo St.)



Photo 7 Fell down rice toward NE direction (Yamato-Takada city)

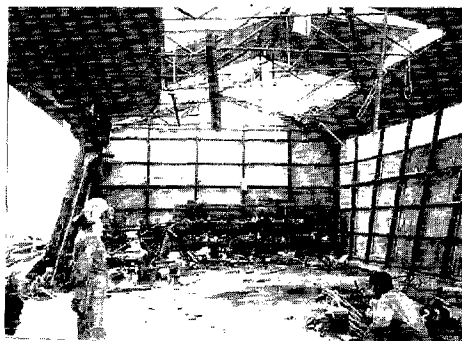


Photo 8 Half-damaged stock house by strong wind (near Shakudo St.)



Photo 9 Fell down trees at the Muro-o Temple



Photo 10 Fell down trees at the Muro-o temple

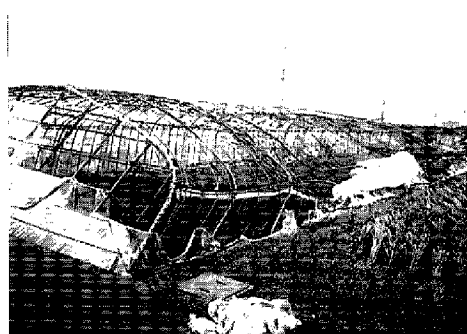


Photo 14 Heavily deformed agricultural house due to strong wind (by Shinjo town)

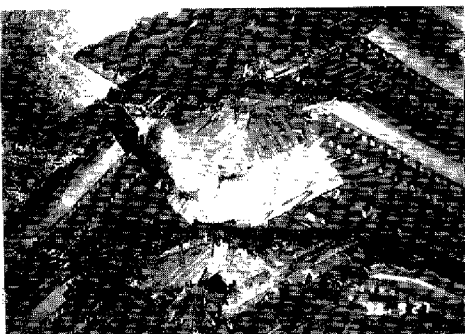


Photo 11 Damaged roof of the five-storied pagoda in the Muro-o temple



Photo 15 Overturned truck (Shinjo town)



Photo 12 Scene along a street just after typhoon hitting (by Shinjo town)



Photo 16 Fully fell down traffic mirror (Shinjo town)

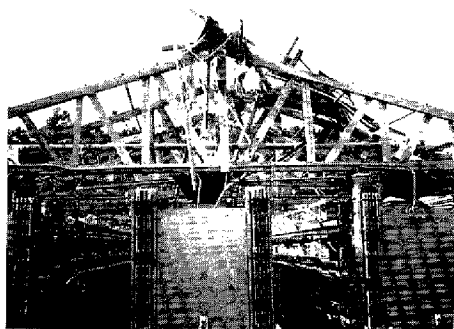


Photo 13 Fully blown away roof of a chicken house (by Shinjo town)

5. 奈良盆地周辺の風向・風速分布

5.1 アンケート調査

筆者らは、奈良県下の各機関に対し、強風の発生時刻、風向、被害の有無と発生時刻、等についてアンケート調査を実施した。本報末尾の Table 3 に得られた回答の一覧を示す。表中の「風向」は強風発生時の風向を表す。これらを情報とともに、現地調査による各地の聞き取り調査結果、各消防署の気象観測データをもとに、奈良盆地周辺の強風発生時刻とその風向を15分ごとに矢印で示した。なお、アンケート調査の回答には、強風や被害の発生時刻に30分から1時間程度の幅を持ったものが含まれてい

るが、その場合には中央値の時間で代表させた。さらに、消防署や最寄りの気象官署の風速、風向観測データをグレーの矢印により併せてプロットすることにより、アンケートの回答情報の正確さを比較した。Fig.8 にその結果を示す。これら一連の図より奈良盆地周辺の強風は概ね9月22日14:00~16:00に集中し、風向はばらつきがあるものの、総じて南西から北東方向を示している。これらの時刻における台風の中心は生駒山付近(14:00)から岐阜・福井県境(16:00)(Fig.4 参照)にかけて移動しており、いずれも奈良盆地にもっと接近した時刻(13:30頃)より遅れて最大の風が吹いたことがわかる。さらに、早い時刻(14:00~15:00)では奈良盆地南西部や奈良・和歌山県境の紀ノ川近辺で強風が集中しているのに対し、時間の経過と共に強風発生地点が徐々に奈良盆地中央部(15:00~15:30)から奈良県北東部(15:30~)へ移動している傾向がうかがえる。

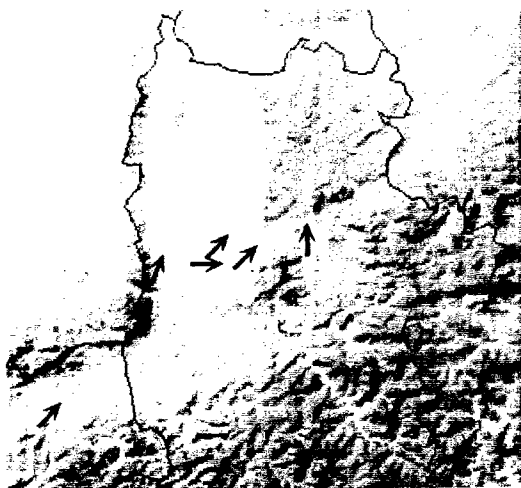


Fig.8(a) Time and direction of perceived strong wind based on questionnaire (~14:00)

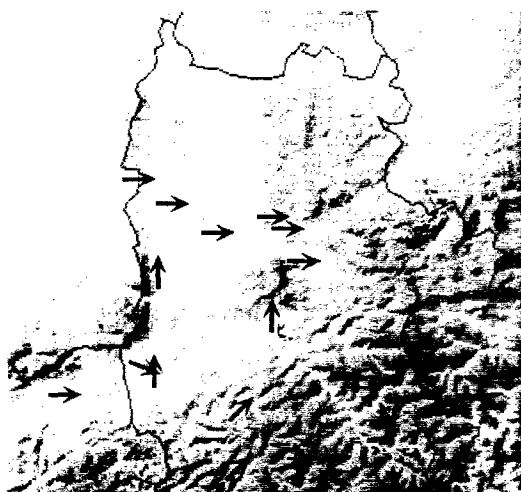


Fig.8(b) Time and direction of perceived strong wind based on questionnaire (14:00~14:15)

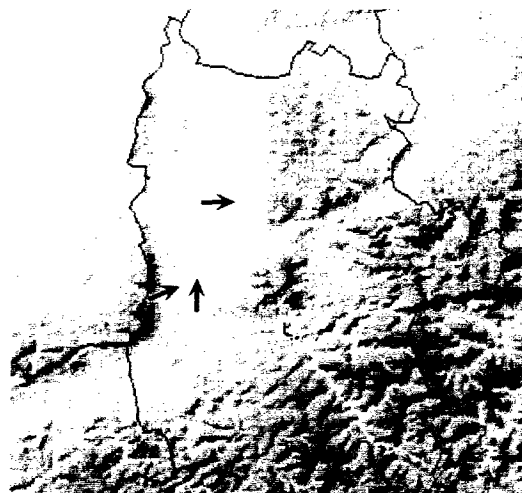


Fig.8(c) Time and direction of perceived strong wind based on questionnaire (14:15~14:30)

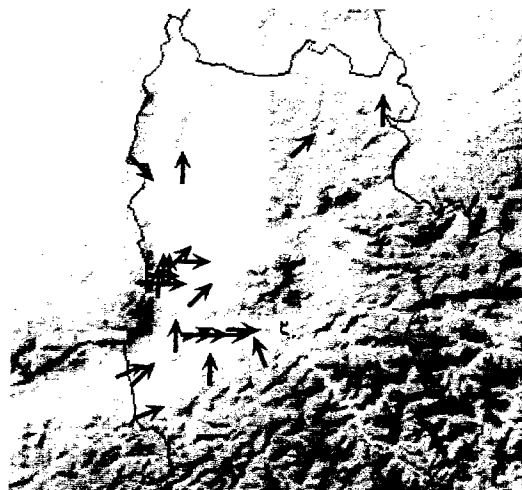


Fig.8(d) Time and direction of perceived strong wind based on questionnaire (14:30~14:45)

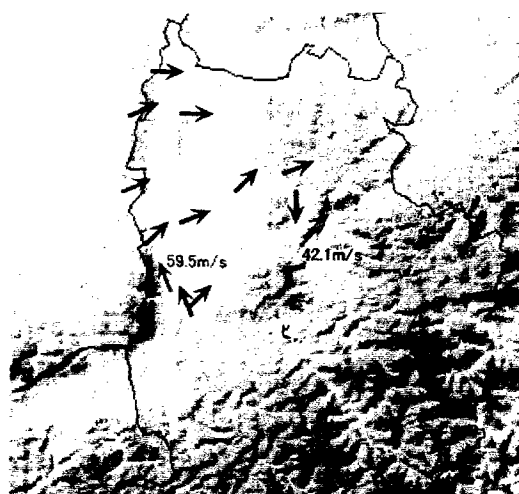


Fig.8(e) Time and direction of perceived strong wind based on questionnaire (14:45~15:00)

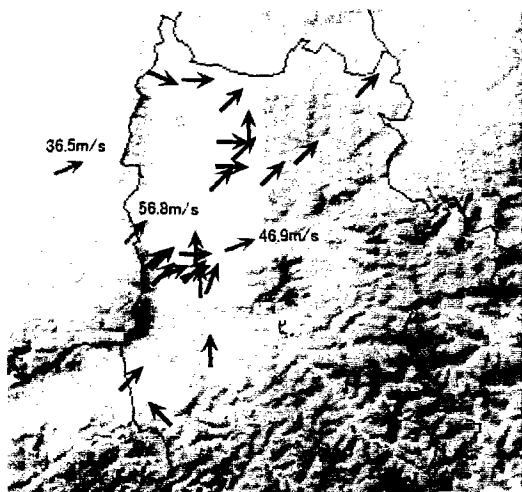


Fig.8(f) Time and direction of perceived strong wind based on questionnaire (15:00~15:15)

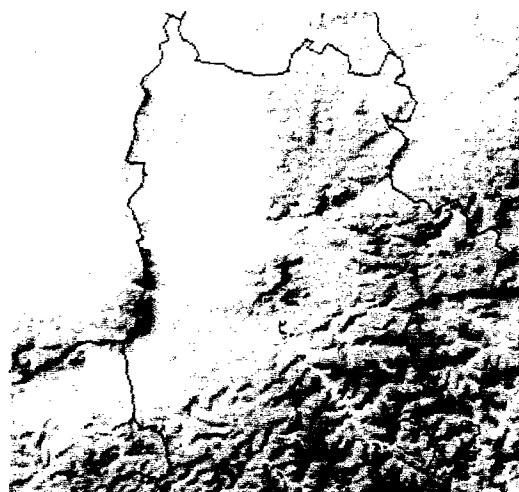


Fig.8(i) Time and direction of perceived strong wind based on questionnaire (15:45~16:00)

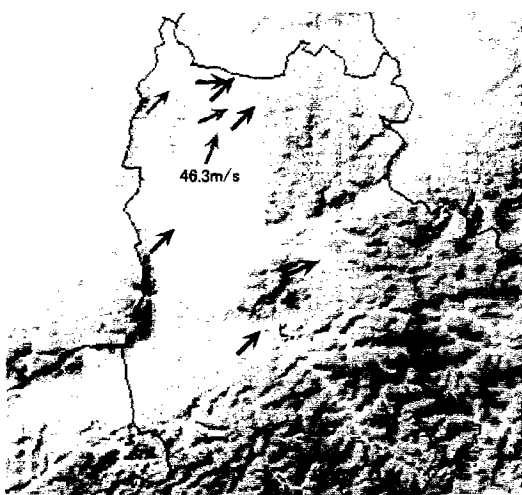


Fig.8(g) Time and direction of perceived strong wind based on questionnaire (15:15~15:30)

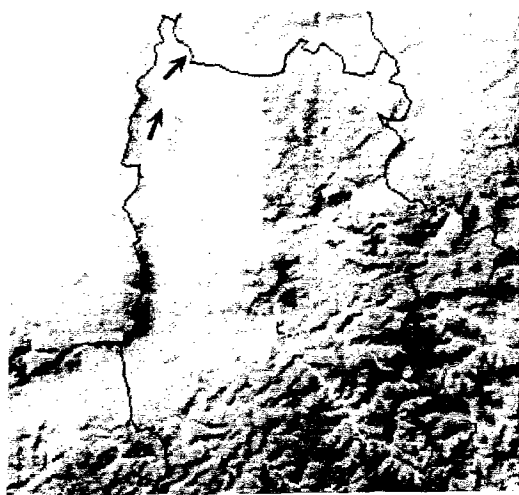


Fig.8(j) Time and direction of perceived strong wind based on questionnaire (16:00~)

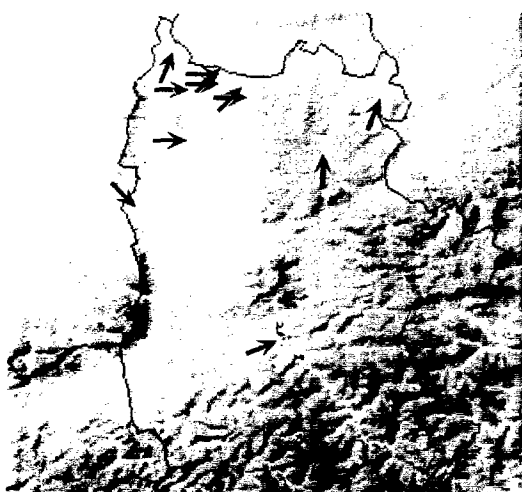


Fig.8(h) Time and direction of perceived strong wind based on questionnaire (15:30~15:45)

5.2 風洞実験

Fig.9 に示す台風風洞(試作品)(京都大学気圏工学講座、1985)と立体地形模型(水平方向の縮尺25万分の1、鉛直方向の縮尺25万分の3)を用い、台風7号による奈良盆地を中心とした近畿地方の気流の流れをドライアイスにより可視化した。風洞は直径約2.5mの円形テーブルと、周囲に高さ20cmの平板列と中心に小型のファンをもつ天井部より成り、平板列の角度を周囲の気流が旋回しながらテーブル上に流入するようセットし、小型ファンによりテーブル中心の気流を天井外部へ排出させることにより、テーブル上に台風を模擬した旋回流を発生させることができる。

奈良県新庄町で最大瞬間風速59.5m/s が観測された時刻(9月22日14:59)の台風中心位置(近江八幡市、琵琶湖岸付近)にファンの中心が一致するよう立体地形模型を並べ、気流の流れを観察した結果、Fig.10 に示すよう

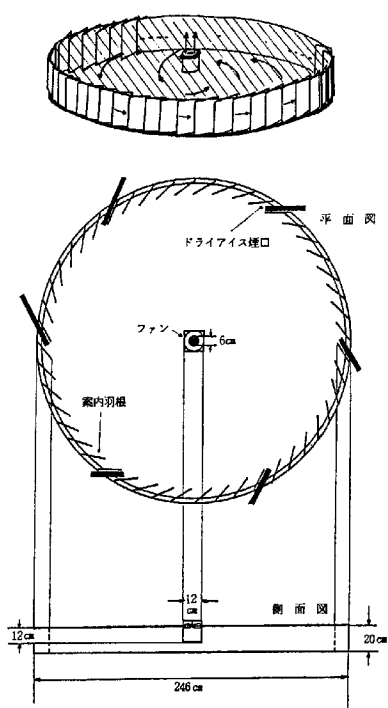


Fig.9 Typhoon wind tunnel

に、紀ノ川河口から気流が流入し、同川に沿って東北東へ流れ、奈良県五條市から御所市にかけての奈良盆地南西部で盆地へ向かう北向きの気流と、そのまま吉野川沿いに東北東方向に流れる気流とに分かれるパターンが確認された。さらに、奈良盆地へ入る北向きの流れの一部は桜井市より東へ向かう谷筋へ流れ込み、一方、吉野川を東北東へ流れる気流の一部と室生村付近で合流し、三重県名張市、上野市方を経て琵琶湖方面へと流れて行く様子が認められた。以上のことから、奈良県新庄町をはじめとして奈良盆地南西部で発生した強風被害は、当時の台風中心位置より決まる上空の広域的な風系に、紀ノ川および奈良盆地南西部の山地(葛城・金剛山系および吉野町



Fig.10 Sketch of dominant stream at 15:00, Sept. 22, 1998 (Typhoon eye locates near Ohmi-Hachiman city near the Lake Biwa)

北側の丘陵部)の配置が影響を及ぼし、とくに同地域に強風を発生させたものと判断される。一方、室生寺周辺では局部的に倒木被害が発生しているが、上述の2つの気流が合流し、複雑な流れと共に他より強い風が局部的に発生したことによるものと考えられる。

6. まとめ

1998年9月台風7号による奈良盆地周辺の強風被害状況を調査するとともに、強風の発生メカニズムに考察を加えた。主な結論は以下のようである。

- 1) 台風7号は上陸直前まで最大勢力を保持するとともに、その経路と早い移動速度から、上陸直後の急激な勢力の衰えにも関わらず、近畿地方の内陸部や東海、北陸地方に強風をもたらす結果となった。
- 2) 樹木の倒壊状況から、当時の気流は谷筋に沿う流れであったものと判断される。また、被害は面的に広がるよりは、むしろ分散していることから、被害の発生には風の方向と同時に斜面の方向や傾斜など、地形の起伏との関連が示唆される。
- 3) 奈良県新庄町付近の被害事例をもとに当時の風速推定を試みた結果、43.3m/s～51.8m/sの風速が算出された。これらの値は概ね最寄りの気象観測値と一致する値であった。

謝 辞

本調査研究は平成10年度文部省科学研究費(基盤研究(C))(1)一般 代表者:松本 勝、課題番号:10600002)により実施された。同研究分担者である京都大学 林泰一助教授、東京工芸大学 田村幸雄教授、徳島大学 長尾文明助教授には筆者らの現地調査に同行し、調査、資料の収集とともに貴重な意見をいただいた。ここに記して謝意を表する。また、現地調査に同行いただき、精力的な資料・情報収集に尽力いただいた京都大学大学院生 対馬大輔、中島亘章、牧田 通の各君に謝意を表する。さらにアンケート調査、情報・データ収集に快く応じていただいた関係各機関の各位に対し深く謝意を表する。

参考文献

- 1) 日本気象協会(1998), 9月23日9時台風情報
- 2) 京都大学工学部土木工学教室橋梁工学研究室, (財)防災研究協会(1985):超長大吊橋の耐風設計システムに関する研究(その2)
- 3) S.E.Coleman, C.J.Baker (1990): "High Sided Road Vehicles in Cross Wind", J. of Wind Eng. and Ind. Aerodyn., Vol.36, pp.1383-1392

Table 3 List of strong wind damages due to Typhoon 9807 by questionnaire

市町村名	機関名	時間(風速)	風向	時間(被害)	被害状況
奈良市	A	14:00	西	14:30	屋根、シャッター、ガラス
奈良市	B	15:33	西	15:15以前	木
奈良市	C	15:30	西	15:30	屋根、扉、木、クーラー、冷蔵庫
奈良市	D	15:00	南	不明	木
奈良市	E	15:不明	西	15:不明	木、空調室外機
奈良市	F	不明	不明	不明	木
奈良市	G	15:30	西	15:30	窓、屋根板、扉
奈良市	H	15:00	不明	16:00	通達、樹木、屋根
奈良市	I	15:15	南西	14:50	木、屋根板
奈良市	J		西		木
奈良市	K	14:00	西	不明	木、フェンス、ネット、ガラス、支柱
奈良市	L	15:10	西	15:10	木、屋根
奈良市	M	14:50	西	14:50	フェンス、天井板、木、塀、波板
奈良市	N	15:40	南西	15:30	ガラス、屋根、竈立
奈良市	O	15:30	西	15:30	木、サッカーゴール
奈良市	P	14:30/15:00	西	15:00	ドアガラス
奈良市	Q	15:30	南西	16:00	屋根、木
奈良市	R	15:15	西	15:20	屋根、シャッター、支柱
奈良市	S	15:00/15:30	南西	15:00/15:30	瓦、木
奈良市	T	14:30/15:30	西、北西	15:00	木、屋根、倉庫、外灯
奈良市	U	15:19	西南西	15:30	屋根瓦、波ガラス、木、電柱、フェンス
奈良市	V	15:00過ぎ	南西	15:30	木、立看板、屋根瓦
生駒市	A	14:55	西南西	15:10	木
生駒市	B	14:30	南	14:30/15:00	窓、木
生駒市	C	15:26	南西	15:30	体育館の屋根鉄板
生駒市	D	15:26			
生駒市	E	15:30	南南西	15:30	固定式テント倉庫、木
生駒市	F	15:30/16:30	南南西	15:10/17:30	木、屋根(時系列被害状況有り)
生駒市	G	16:00	南西	16:24	通達、波ガラス、木
大和郡山市	A	通過後	西南西		屋根、ガラス、木
大和郡山市	B	15:30	西	15:10/15:40	窓、支柱、プレハブ小屋、屋根
大和郡山市	C	15:30	南西		木、住宅倒壊
大和郡山市	D	15:30			
大和郡山市	A	15:00	西	15:00	屋根(西面)、屋根(南西から北西に倒れる)、車庫
大和郡山市	B	15:00	南西	15:00	木
大和郡山市	C	15:10	南西	15:00前後	木、扉
大和郡山市	D	14:30	南西	14:30	窓ガラス、テント、木
大和郡山市	E	15:00	西	16:00	屋根、瓦、木、ネット
大和郡山市	F	15:00	西	15:00	鉄柱、木、ガラス、支柱
大和郡山市	G	15:00	南西	15:00	フェンス、天井板、屋根、木、窓ガラス
大和郡山市	H	14:50	南西	14:40から	木、電柱
大和郡山市	I	15:15	不明	14:40	ガラス、屋根瓦、電線切断
大和郡山市	A	15:00	南西	15:00	天井、ガラス、ドア、支柱
大和郡山市	B	13:00	南西	13:00	看板
大和郡山市	C	15:00	西南西	14:30/15:30	ハウス、通達、木、農作物
大和郡山市	D	15:00	南	15:05	ドアガラス、屋根

Table 3 List of strong wind damages due to Typhoon 9807 by questionnaire (continued)

市町村名	機関名	時間(風速)	風向	被害状況
大淀町	E	1430	西	1320より近鉄吉野線は不通
大淀町	F		西(西北西)	北側南向き斜面の倒木より風向を推定
大淀町	G		南(南南西)	南北に走る谷沿いの道で、両側の倒木より風向を推定
広陵町	A	1400	西	窓ガラス、防球ネット、木
広陵町	B	1520	南西	屋根、窓ガラス、ビニールハウス、プレハブ、電柱
下市町	A	1430	南	建物、木
新庄町	A	1430	南	ガラス、支柱、屋根、フェンス、木、看板
新庄町	B	1459	南南東	建物、電柱、トラック、送電線用鉄塔
新庄町	C	1459		
新庄町	D	1330/1400	南南西	駅のとてん屋根が200m北まで飛んだ。当日は暴風おろし及び金剛おろしと同様の風向(南南西)
新庄町	E	1400過ぎ	南	屋根瓦、林業や南花内での被害が大きい
新庄町	F	1430	南	別荘のとおり
新庄町	G	1430	南(後に西)	屋根瓦、木
新庄町	H	1500過ぎ	いろいろ	牛舎全壊
新庄町	I	1430	南	屋根(南側)
新庄町	J		南	倒木より風向推定
新庄町	K		南西～南東	倒木より風向推定
高取町	A	1430	南西	木、瓦、ガラス、シャッター
高取町	B	1430/1500	南西	雨樋、木、屋根瓦
田原本町	A	1445	西南西	木、パイプハウス
田原本町	B	1415	西	屋根、ガラス、木、エアコン室外機
橋原町	A	1430/1800	西南西	ビニールハウス、ガラスハウス
橋原町	B	1455	南西	木
橋原町	C	1330	南	木、窓ガラス、屋根
橋原町	D	1500	南西	倒木
三郷町	A	1500	不明	天井板、屋根、網戸、欄干、木
三郷町	B	1400	西	不明
吉野町	A	1520	南西	木、支柱、屋根
吉野町	B	1430	西	木、欄
吉野町	C	1530	西南西	看板、ガラス、木、電柱
吉野町	D	1430	南西	倒木
吉野町	E	1430	南南東	近鉄吉野駅前の森林で木が倒れていく様子を撮影した人の話。1330頃は南西の風
吉野町	F	1430	西	風速35m/s(データの詳細不明)。1300頃より風速増える。築30年木が壊れ電線不通
吉野町	G		南南東	南北に走る千段川沿いの道、東側西向き斜面の倒木より風向推定。斜面下方では南東の風
吉野町	H	1400	南	南北に走る谷沿いの道で、東側西側向きの斜面の倒木より風向推定。川に沿って角部で倒木あり
月ヶ瀬村	A	1500	南西	木
黒滝村	A	1410	南西	家屋、木
黒滝村	B	1530	南	木、看板、竹園跡
都祁村	A	1430/1500	西南西	木、電柱、街灯、支柱、ビニールハウス、プレハブ
都祁村	B	1500	南西	家屋
天川村	A	1400	南西	木
十津川村	A	1030	北東	ガラス、木、ネット、エアコン室外機
西吉野村	A	1441	西南西	柿
西吉野村	B	1510	南東	不明
山添村	A	1530	南南西	屋根
山添村	B	1430	南	木、電線、ビニールハウス、西側の木、瓦、小屋
山添村	B	1430	南	木、電線、家屋

Table 3 List of strong wind damages due to Typhoon 9807 by questionnaire (continued)

市町村名	機関名	時間(風速)	風向	時間(被害)	被害状況
梶原市	E	14:30	西	14:30	ガラス、木、番号機、ミラー、電信柱
梶原市	F	15:00	西	15:00	木、屋根瓦、ガラス、ネット、フェンス
梶原市	G	14:20	南	14:30	ガラス、木、看板、電柱、屋根
梶原市	H	14:00	西	14:00	屋根、門、窓ガラス、ネットフェンス
梶原市	I	13:30	西	14:00	屋根瓦
梶原市	J	15:00	西南西	15:00	塔、屋根瓦、木、電柱、車両転倒
梶原市	K	15:00	西	15:00	塔、天井、五砂利の飛散で車破壊
梶原市	L	15:00	南	15:00	トタン屋根、屋根瓦、木
梶原市	M	15:00	南南西	15:00	木、屋根瓦、トタン板
桜井市	A	14:53	北	不明	木
桜井市	B	14:00	西	15:00(停電)	停電、木、外壁
桜井市	C	13:00	南西	14:30	大木、門、窓ガラス
桜井市	D	15:04	西南西	13:45/17:00	住宅倒壊
桜井市	E	15:04			
五條市	A	15:00	南西	15:00	ガラス、屋根、木
五條市	B	14:30	南西	14:30	木、庇、プレハブ
五條市	C	14:00	西北西	14:00	ガラス、屋根、シャッター、木
五條市	D	14:50	西	14:52	トラック横転、家屋の損壊
五條市	E	14:50			
五條市	F	14:00過ぎ	南(微に西)		13:00~13:30頃にノイズが止まる、山中では警報のような風
御所市	A	14:30	南	14:30	門扉、ガラス、ドア
御所市	B	14:30	西	14:30	屋根、ガラス、シャッター、支柱
御所市	C	14:30	西	14:30	木、屋根
御所市	D	14:50	南南東	14:50	窓ガラス、波板、煙突、フェンス
御所市	E	14:15	畠城山から	14:00	瓦、新荘駅の時計が飛んだ(14:00過ぎ)
大和高田市	A	15:00	南西	15:30	木、屋根
大和高田市	B	14:30	南西	14:30	支柱、シャッター、窓ガラス、木、スチール格納庫
大和高田市	C	15:10	南西	15:00	鋼板ぶき屋根、木
大和高田市	D	15:00	南西	15:00	屋根瓦、樹木、窓ガラス
大和高田市	E	15:00	南西	15:00	屋根瓦、木
大和高田市	F	15:00	まわっていた	15:00	1m位の木がビルの3階窓ガラス(南南西の面)に飛び込む、テント、看板
大和高田市	G	14:30	まわっていた		倒木、以下同上
大和高田市	H	13:00	まわっていた	13:00	鉄柱
大和高田市	I	14:00/17:00	西		御所の南では電柱、信号機
香芝市	A	15:30	北西	16:00	ガラス、天井、屋根、木
香芝市	B	14:50	南西	14:30	ガラス、支柱、フェンス、木
香芝市	C	15:09	南西	15:18	家屋倒壊、木、電柱
香芝市	D	15:09			
菟田野町	A	14:00過ぎ	西(微、東)	14:00過ぎ	屋根、木、屋根瓦(南面)
王寺町	A	14:30	北西	14:30	木
王寺町	B	14:51	西南西	不明	不明
大宇陀町	A	14:00/15:00	南東	不明	高圧送電線、屋根、柱、窓ガラス、パイプハウス、ビニールハウス、木
大淀町	A	14:30	西	14:30	屋根、ネット、コンクリート支柱、フェンス、木
大淀町	B	14:35	西南西	14:50	住宅倒壊、倒木
大淀町	C	14:35			
大淀町	D	15:00	南		別紙のとおり

**Strong wind disasters around Nara basin in September 1998
due to typhoon 9807**

Masaru MATSUMOTO, Hiromichi SHIRATO, Tomomi YAGI

Department of Global Environment Engineering, Kyoto University

Synopsis

Strong wind disaster in Kansai area due to Typhoon 9807 in September, 1998 was investigated by taking pictures from airplane, field survey and questionnaire. Mechanism of strong wind with the influence of topography is also discussed by flow visualization of air flow over 3 dimensional topographic model in the specially designed typhoon wind tunnel.

Keywords: wind disaster, typhoon, effect of topography