

伊勢湾台風による建築物の風害分布について

石崎潑雄・川村純夫・許 昌九

ON THE DISTRIBUTION OF DAMAGED HOUSES BY ISEWAN TYPHOON

by Dr. Eng. Hatsuo ISHIZAKI, Sumio KAWAMURA and Changgoo HUH

Synopsis

By the typhoon of September 26, 1959, the great damages occurred in the Central District of Japan. This Isewan typhoon recorded the maximum wind velocity of 60 m/s or more. The damages by this typhoon in the villages, towns, cities and prefectures were explored separately and the damage distributions of houses in this area are discussed, comparing with the local maximum wind velocities.

1. ま え が き

1957年9月26日中部地方を襲った伊勢湾台風を、その規模において台風史上最大といわれている室戸台風と比較してみると Table 1¹⁾ のようである。

Table 1 The scales of Ise-wan-Typhoon and Muroto-Typhoon

要 素	室 戸 台 風	伊 勢 湾 台 風
最盛期の閉じた等圧線の直径	2,000 km	2,500 km
上陸地点付近の最低気圧	912 mb (室戸岬)	930 mb (潮 岬)
高潮の高さ (推算潮位からの高さ)	3.1 m (大阪港)	3.6 m (名古屋港)
死者, 行方不明数	約3,000人	約5,000人

これらの数値からみても伊勢湾台風が室戸台風に四敵する大規模なものであつたことがうなづける。

各地の10分間平均最大風速の分布を示すと Fig. 1²⁾ のとおりで、伊勢湾およびその周辺で圧倒的に強く台風の中心通過地帯でかえつて弱かつたことが明らかである。すなわち、強風域は伊勢湾の入口から濃尾平野に向かつてくさび状に突き出ている、愛知県ではわずかに三河北西部の山間地帯を除く全域、三重県では西部山間地帯を除く大半の地域が風速 30 m/s 以上となつている。そして名古屋市南岸地帯、知多半島、三河平野南西部、渥美半島西部および志摩半島では 40 m/s 以上に達し、ことに大王岬では最も強く 50 m/s を記録した。以上の最大風速は10分間平均風速の最大値であるが、瞬間最大風速の分布は Fig. 2³⁾ のとおりである。これら二つの分布はよく似ているが、瞬間最大値の方がおよそ3割から6割大きい。そして 40 m/s 以上の区域は愛知・三重両県の大部分と岐阜県の南部平野部をおおっている。愛知・三重両県で瞬間風速が 40 m/s に達しなかつたのは僅かに三河北東部(愛知県)の山間地帯および伊賀方面(三重県)だけであつた。かくて愛知県の平野部と三重県沿岸および志摩半島方面は瞬間最大風速 50 m/s 以上に達し、中でも愛知県の渥美半島(伊良湖港湾工事事務所小中山・プロペラ型風速計による観測)矢作川下流域(鳴

海の中部電力KK送電鉄塔上、地上26m、プロベラ型)および小牧付近(航空測候所、プロベラ型風速計)ならびに三重県の志摩半島方面(大王崎灯台、ダインス風速計)では60 m/s以上の風速を記録した。

この台風の強烈な暴風は、間接には怖るべき高潮をおこして伊勢湾沿岸を襲い、直接には各地に家屋を倒壊させて人命を奪った。また風は局地的に風速差が大きいので、その被害の様相も複雑であつた。本論文は、風による建築物の被害数を数項目にわたり市、郡別に集計し、総戸数に対する割合すなわち被害率を求めて被害の分布を求め、風速分布と比較検討したものである。

2. 被害状況の調査方法および調査範囲

2.1. 調査範囲: まえに述べたように伊勢湾沿岸が最も風速が大であつたので、調査範囲は、愛知県、三重県、岐阜県、長野県と静岡県の一部である。

2.2. 調査方法: 上記の調査範囲について、各県庁で県全体の建物の集計された被害程度および被害状況を入力し特に被害の大きかつた場所は筆者らが現地に赴き市町村別に被害状況を調査した。以下のべる用語につき若干説明しておくことつぎのようである。

総戸数: 地域の建物の総棟数ではなくて総世帯数

全壊: 建物が完全に倒壊したもので、主として風によるもの

半壊: 建物の一部が破損し、その復旧費が建物全工費の3割以上のもの

流失: 水により建物が流れ去つたもの
床上浸水、床下浸水: 暴風時の出水によりそれぞれ1階床上、床下まで浸入したもの

非住家: 倉庫などのように常時居住していない建物

全壊率: 全壊戸数の総戸数に対する割合(%)

(全+半): 全壊戸数と半壊戸数との和

(全+半)率: 全壊戸数と半壊戸数との和の総戸数に対する割合(%)

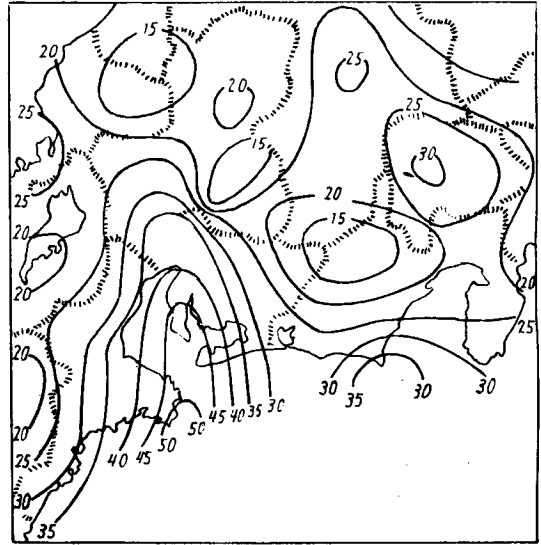


Fig. 1 The distributions of the maximum ten minute wind velocities

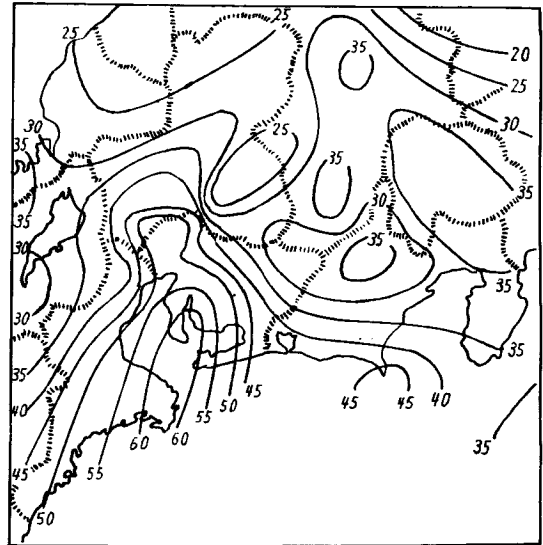


Fig. 2 The distributions of the maximum wind velocities

3. 家屋の縣別被害

この台風によつて家屋の被害数を県別に示すと Table 2 のようになり、被害率として求めると Table 3 のようである。

Table 2 The damages of houses in the prefectures

県名	総戸数	全壊	半壊	全壊+半壊	流失	床上浸水	床下浸水	非住家
愛知	693,428	24,122	96,245	120,367	8,340	53,803	63,305	114,472
三重	291,037	5,659	17,055	22,714	1,055	31,144	24,005	36,149
岐阜	303,867	3,903	12,192	16,095	128	2,471	8,515	20,099
長野	496,907	1,403	8,269	9,672	20	666	1,588	7,649

Table 3 The rate of damages in the prefectures

県名	全壊率 (%)	(全+半)率 (%)	$\frac{\text{非住家戸数}}{\text{総戸数}}$ (%)
愛知	3.48	17.4	18.0
三重	1.94	7.8	12.4
岐阜	1.28	5.3	6.61
長野	0.28	1.94	1.54

これらの Table からわかるように県別の被害率としては、愛知県が一番大きく、三重県、岐阜県、長野県がこれについている。すなわち伊勢湾沿岸が一番大きい。

4. 家屋の市別、郡別被害

各地の被害分布を求めるためにさらに市別、郡別の被害状況を示すと Table 4, Table 5 のようになる。

これらの資料を基にして全壊率の分布図を市別、郡別に求めてみると両者の間には分布の形に若干の相異があるが、大体の傾向としては、市別に求めた全壊率3%の曲線と郡別に求めた全壊率5%の曲線とがほぼ一致する。これは、市の場合は概して郡部に比較して家屋が密集しており家屋の群自体が遮風効果をなす同じような風の状態でも被害が低減されると考えれば当然であろう。

これらの観点から一応市別の被害率を5/3倍した値と郡別の被害率との値を基にして被害の分布図を作ると Fig. 3 のようになる。さらに被害率と風速との関係を明瞭ならしめるために最大10分間平均風速の曲線も併記した。

Table 4 The damages and the rate of damage of houses in the cities

市名	総戸数	全壊戸数	全壊率 (%)	半壊戸数	全壊+半壊 戸数	全壊+半壊 率 (%)	流 失	床上浸水	床下浸水	非住家
(愛 知 県)										
名古屋	252,145	6,569	2.61	41,800	48,369	19.17	1,726	35,761	32,554	6,503
豊橋	37,080	599	1.62	1,525	2,124	5.73	11	157	288	4,152
岡崎	29,599	910	3.07	2,369	3,274	10.71		5	212	1,818
一宮	27,184	589	2.17	880	1,469	5.41			565	1,493
瀬戸	13,057	254	1.95	570	824	6.32		7	315	2,520
半田	12,788	938	7.35	1,963	2,901	22.70	518	1,918	4,181	600
春日井	13,022	821	6.26	1,483	2,304	17.59		4	150	1,488
豊川	11,468	69	0.62	84	153	1.34		55	288	413
津島	6,818	83	1.22	557	640	9.38		2,588	705	1,226
碧南	8,850	474	5.36	1,068	1,542	17.45		1,216	816	4,150
刈谷	9,971	209	2.09	1,934	2,143	21.50		192	502	6,909
豊田	7,880	343	4.35	604	947	12.01		17	102	1,692
安城	9,355	243	2.60	2,212	2,455	26.22			465	6,338
西尾	12,464	845	6.78	2,643	3,488	28.30	25	415	90	2,917
蒲郡	8,328	197	2.36	596	793	9.53	52	1,767	562	1,448
犬山	6,718	168	2.50	641	809	12.03			31	742
常滑	8,707	210	2.41	737	947	10.85	48	1,527	2,410	1,755
守山	8,982	396	4.41	1,580	1,976	22.00		4	356	742
江南	7,876	265	3.37	285	550	6.98			778	1,619
尾西	6,106	221	3.61	559	780	12.75		7	105	274
小牧	6,126	322	5.25	1,206	1,528	24.95		2	2,319	4,589
稲沢	8,261	130	1.57	625	755	9.13				1,302
新城	6,368	40	0.63	210	250	3.92			60	388

(三 重 県)

伊勢	18,470	505	2.77	1,246	1,751	9.48	1	116	1,377	13,534
鈴鹿	17,293	130	0.75	402	532	3.08	19	1,104	1,372	15,047
尾鷲	8,250	73	0.85	418	491	5.95	29	246	87	359
熊野	7,314	163	2.23	212	375	5.12	22	378	1,071	599
松阪	23,318	163	0.70	283	446	1.91	6	769	1,958	14,306
四日市	35,355	845	2.39	2,520	3,365	9.51		11,113		
鳥羽	5,546	170	3.07	616	786	14.20	2	294	604	1,210
津	22,000	142	0.65	579	721	3.26	1	2,748	5,203	38,804
桑名	11,450	242	2.11	1,618	1,860	16.25	133	5,058	859	37,977

市名	総戸数	全壊戸数	全壊率 (%)	半壊戸数	全壊+半壊 戸数	全壊+半壊 率 (%)	流失	床上浸水	床下浸水	非住家
(岐 阜 県)										
岐 阜	48,646	412	0.86	850	1,262	3.26	5	1,441	3,065	708
大 垣	17,116	58	0.58	312	370	2.16		17	1,163	424
高 山	9,618			2	2	0.02				7
多治見	9,196	294	3.19	565	859	9.34				1,050
関	7,789	184	2.36	271	455	5.84	1	132	126	1,304
中津川	8,275	123	1.48	392	515	6.22				
美 濃	5,626	44	0.78	192	236	4.19	15	188	485	1,150
瑞 浪	6,762	85	1.25	218	303	4.48				401
羽 島	7,003	65	0.93	118	183	2.61		3	16	1,273
恵 那	5,769	97	1.68	219	476	8.25			7	476
美濃加茂	5,721	194	3.39	476	670	11.71		10	115	167
土 岐	9,779	132	1.35	378	510	5.22		11		

(長 野 県)

松 本	32,072	25	0.08	142	167	0.52				22
岡 谷	11,257	7	0.06	83	90	0.80				
飯 田	14,700	101	0.69	511	612	4.16		4		4
諏 訪	9,662	4	0.04	97	101	1.05		8		56
須 坂	7,799	5	0.06	62	67	0.86				
伊 那	9,594	30	0.32	89	119	1.24				
茅 野	6,784	45	0.66	1,317	1,362	20.07	1	19		20
塩 尻	6,900	42	0.61	165	207	3.00				
長 野	32,213	1	0.003	19	20	0.06				
上 田	15,005			24	24	0.16				
小 諸	7,725	2	0.03	8	10	0.13				
駒ヶ根	5,470	1	0.018	4	5	0.09				
中 野	7,342	4	0.05	11	15	0.20				
大 町	6,509			2	2	0.03		27		105
飯 山	7,521			35	35	0.46				6
更 埴	6,700	12	0.17	13	25	0.37				1

(静 岡 県)

浜 松	55,000	125	0.22	482	607	1.10				
-----	--------	-----	------	-----	-----	------	--	--	--	--

Table 5 The damages and the rate of damage of houses in the districts

郡名	総戸数	全壊戸数	全壊率 (%)	半壊戸数	全壊+半壊 戸数	全壊+半壊 率 (%)	流 失	床上浸水	床下浸水	非住家
(愛 知 県)										
愛 知	11,831	733	6.45	2,864	3,597	31.60		144	1,414	8,102
東春日井	2,625	247	9.42	372	619	23.58				1,044
西春日井	11,846	264	2.21	804	1,068	9.02			748	1,734
丹 羽	5,841	206	3.76	334	540	9.25			1,150	1,525
葉 栗	3,138									
中 島	4,655	185	3.97	267	452	9.72		40	333	553
海 部	19,038	1,872	9.83	5,588	7,460	39.20	441	3,155	1,622	2,390
知 多	35,228	1,782	5.05	5,535	7,317	20.75	386	3,305	5,464	9,706
碧 海	15,864	1,034	6.52	4,304	5,338	33.62	37	294	1,242	9,595
幡 豆	10,656	1,076	10.17	4,108	5,184	48.60	13	382	991	8,140
額 田	5,067	177	3.49	639	816	16.10			35	1,555
西加茂	8,138	392	4.81	832	1,224	15.05	3	26	325	1,696
東加茂	6,887	138	2.01	460	598	8.71	8	104	383	1,539
北設楽	7,300	128	1.75	656	784	10.72	1	8	312	629
南設楽	4,704	92	1.95	329	411	8.73			15	3,821
宝 飯	10,397	218	2.10	646	864	8.31	7	528	232	2,163
渥 美	10,909	629	5.76	2,238	2,867	26.28		171	1,163	4,715

(三 重 県)

桑 名	3,876	250	6.44	954	1,204	31.06	414	306	246	
員 弁	9,263	72	0.78	133	205	2.21		1	99	124
三 重	8,089	337	4.17	992	1,329	16.42	172	613	334	1,375
鈴 鹿	2,852	4	0.14	4	8	0.28			21	
安 芸	7,493	44	0.59	106	150	2.00	3	29	403	1,000
一 志	19,961	147	0.74	351	498	2.49	31	943	1,581	1,661
飯 南	4,580	94	2.05	207	291	6.35	72	276	1,094	173
多 気	10,140	256	2.52	964	1,220	12.03	8	204	348	1,216
北牟婁	6,052	123	2.03	216	339	5.60	40	1,443	2,133	932
度 会	17,023	605	3.55	2,207	2,812	16.51	10	2,087	1,376	3,594
志 摩	11,937	980	8.21	1,899	2,879	24.11	4	759	1,001	3,899
阿 山	4,887	23	0.47	192	215	4.39		41	522	374
多 賀	1,512									
南牟婁	8,317	73	0.87	123	196	2.36	29	386	198	3,011

郡名	総戸数	全壊戸数	全壊率 (%)	半壊戸数	全壊+半壊 戸数	全壊+半壊 率 (%)	流 失	床上浸水	床下浸水	非住家
(岐 阜 県)										
稲葉	9,369	367	3.91	928	1,295	13.82		1	195	3,228
羽島	6,268	128	2.04	180	308	4.91		4	78	692
海津	6,406	35	0.54	212	247	3.86		90	88	
養老	7,534	36	0.47	1,461	1,497	19.86	8	34	260	3
不破	7,741	14	0.18	51	65	0.83			417	92
安八	6,100	92	1.50	138	230	3.77			110	208
揖斐	23,612	36	0.15	124	160	0.67	28	66	257	334
本巣	9,320	129	1.38	428	557	5.97	1	1	172	
山県	6,891	94	1.36	256	350	5.08	2	160	255	627
武儀	5,081	45	0.88	178	223	4.39	7	140	551	549
郡上	12,301	71	0.57	249	320	2.60	39	129	689	192
加茂	13,410	340	2.54	1,037	1,377	10.26	4		204	1,134
可児	8,258	460	5.57	1,106	1,566	18.96			92	2,722
土岐	1,391	68	4.89	110	178	12.79			20	317
恵那	12,121	245	2.02	1,447	1,692	13.95	2	15	20	2,826
益田	9,155	40	0.44	199	239	2.61		2	14	532
大野	6,110	5	0.08	35	40	0.65	16	27	25	
吉城	12,117									

(長 野 県)

南佐久	17,956	103	0.57	474	577	3.21	0	15	13	
北佐久	17,645	48	0.27	230	278	1.58	0	12	46	
小 県	22,403	33	0.15	188	221	0.99	0	0	0	
諏 訪	17,133	93	0.54	522	615	3.59	1	3	213	
上伊那	19,808	25	0.13	478	503	2.54	3	0	1	
下伊那	26,725	523	1.96	2,254	2,777	10.39	4	13	179	
西筑摩	13,460	164	1.22	956	1,120	8.32	0	151	510	
東筑摩	22,224	21	0.09	138	159	0.72	0	39	18	
南安曇	14,688	6	0.04	44	50	0.34	2	149	127	
北安曇	7,896	6	0.08	74	80	1.01	9	197	714	
更 級	17,231	11	0.06	88	99	0.57	0	3	1	
埴 科	14,044	54	0.38	91	145	1.03				
上高井	6,527	27	0.41	115	142	2.18				
下高井	6,830	6	0.09	20	26	0.38				
上水内	16,456	4	0.02	10	14	0.09		25	54	
下水内	2,544	4	0.16	5	9	0.35				

5. 家屋の被害分布と風速との関係

一般に建築物の風害と台風との関係については、風速の5乗、中心示度の深さの5/2乗のエネルギーに比例するという説もみられる⁴⁾。ここでは観点を変えて全壊率、被害総率とその地点での風速との関係を求めてみる。Table 6は各地の風速と被害率との値である。これらを基にして全壊率と10分間平均最大風速との関係をFig. 4に、全壊率と瞬間最大風速との関係をFig. 5に示した。これらの図から判断すると、被害率と風速との関係はなかなか複雑である。すなわち平均最大風速15 m/s以下でも全壊率5%以上の地域もあり、風速20 m/s前後で全壊率4%以下というように必ずしも全壊率は風速の増加と共に増加していない。しかし風速30 m/s以上では被害率は大体風速が増加するにつれ

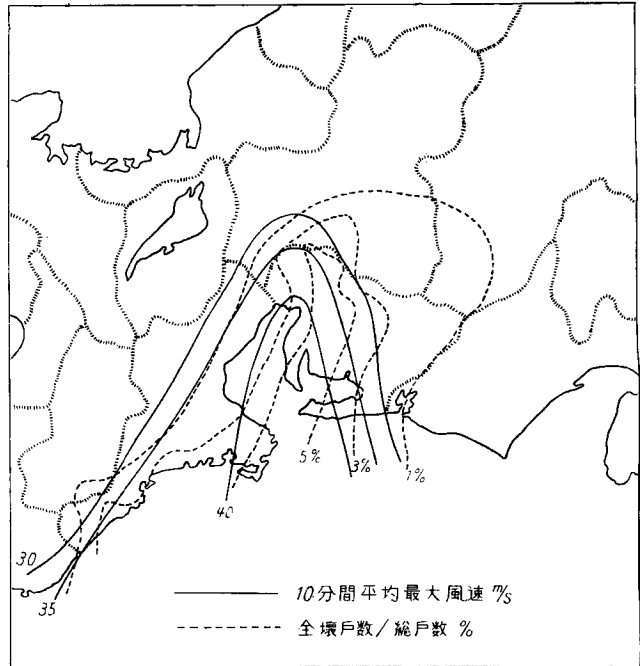


Fig. 3 The relation between the distribution of the rate of damages and the maximum ten minute wind velocities

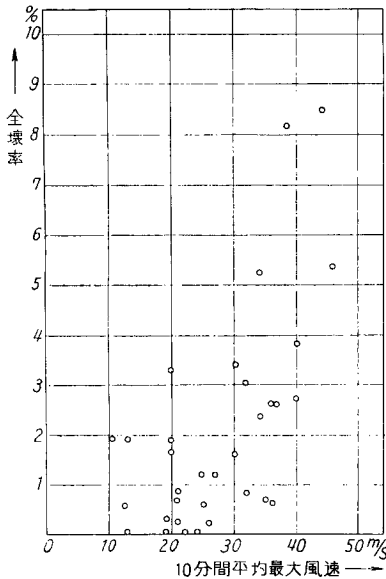


Fig. 4 The relation between the rate of damage and the maximum ten minute wind velocities

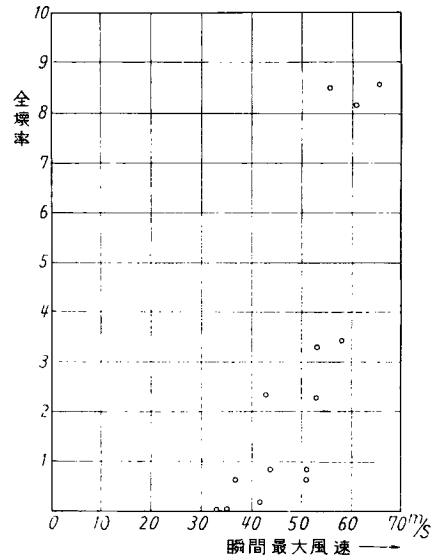


Fig. 5 The relation between the rate of damage and the maximum wind velocities

Table 6 The wind velocities and the rate of damages,

県名	位 置	10分間平均風速 m/s	最大瞬間風速 m/s	全 壊 率 (%)	(全+半) 壊率 (%)
長 野 県	長 野	14	19.4	0.003	0.06
	上 野	20.8			0.16
	追 野	13.0			
	軽 井	13.9	19.8	} 北佐久郡 0.57	3.21
	松 本	24.7	35.3		0.08
	諏 訪	22.3	33.8	0.04	1.05
	伊 那	18.0		0.32	1.24
	飯 田	20.5	37.0	0.69	4.16
	平 岡	11.0		1.96	10.39
岐 阜 県	高 山	18.0	26.3		0.02
	萩 原	20.7		0.28	1.12
	白 鳥	17.5		0.03	0.93
	恵 那	20.0		1.68	8.25
	丸 山	13.0		1.94	14.01
	可 児 川	14.0		5.57	18.96
	太 田		53.1	3.31	11.71
	多 治 見	20.0		3.19	9.34
	岐 阜	32.5	44.2	0.86	3.26
愛 知 県	木 曾 川		52.5	2.17	5.41
	小 牧	34.1	60.0	5.25	24.95
	穴 宮	20.1		1.95	6.32
	津 島	25.2		1.22	9.38
	名 古 屋	37.0	45.7	2.61	19.17
	名 古 屋 港	35.1	50.2	2.61	19.17
	鳴 海		64.0	3.01	13.00
	大 府	40.4		3.81	11.92
	安 城	36.0		2.60	26.22
	岡 崎	32.5		3.07	10.71
	武 豊	32.5		3.07	10.71
	碧 南	46.7		5.36	17.45
	幸 田		58.0	3.47	20.09
	三 谷		43.0	2.36	9.53
	富 岡	25.8		0.63	3.92
	豊 橋	30.2		1.62	5.73
大 清 水	30.2		1.62	5.73	
小 原	31.0		3.47	21.10	
伊 中 山		66	8.54	34.11	
伊 良 湖	45.4	55.3	8.54	34.11	
静岡 県	浜 松	26.4	42.0	0.22	1.10

県名	位 置	10分間平均風速 m/s	最大瞬間風速 m/s	全 壊 率 (%)	(全+半) 壊率 (%)
三 重 県	木 曾 川	38.5		19.77	74.19
	四 日 市	34.3		2.39	9.51
	四 日 市 港		53.0	2.39	9.51
	楠	27.0		1.24	4.78
	亀 山	28.4	41.6		
	津	36.8	51.3	0.65	3.26
	上 野	24.2	34.6		
	松 阪	35.0		0.70	1.91
	明 野	35.2	59.5		
	伊 勢	40		2.77	9.48
大 王 崎	38.2	61.0	8.17	29.52	
尾 鷲	28.1	51.5	0.85	5.95	

て増加している。全壊率と瞬間最大風速との関係でも風速 40 m/s 以上では風速の増加に伴って被害率も増加している。風速と被害率が簡単に比例しないということは、地域による局地的な風の影響、構造物の強度の差などいろいろ原因はあるように思えるが、Fig. 4 Fig. 5 は建物の被害率と風速との一応の目安とはなるであろう。

6. む す び

以上伊勢湾台風による建築物の被害数を県別、さらには市別、郡別にまとめその結果、被害率として全壊数および(全壊+半壊)戸数の総戸数に対する割合を求めて、全壊率、および被害総率分布を求め風速と対応した結果つぎのようなことがわかった。

(1) 市別と郡別とに分けて算出した被害率分布は必ずしも一致しないが、おおよそその傾向としては市別の被害率を5/3倍したものと郡別に求めた被害率との分布が一致する。すなわち市街地は建物の密集度が郡部に比して高く、遮風の相互作用があつたものと思われる。

(2) 被害分布と風速分布との傾向も大体一致する。すなわち瞬間最大風速で 30 m/s 以下の所では全壊率はほとんど0であるが、風速 50 m/s 程度で全壊率は3%、風速 60 ms で8%程度に達する。

(3) 以上のことより考えて、最大瞬間風速 30 ms 以上になると現在の家屋の程度では全壊するものもあるとみられる。

終りに資料を提供調査に御協力いただいた愛知、三重、岐阜、長野、静岡の各県庁、各市町村当局に深く感謝する。また風力の資料に終始御協力いただいた京都大学理学部地球物理学教室光田寧氏に深く感謝する。

参 考 文 献

- 1) 名古屋地方気象台：“伊勢湾台風気象概報”昭和35年1月，P.3.
- 2) 同 上 P.7.
- 3) 同 上 P.8.
- 4) 高橋浩一郎，亀井勇，宮崎正衛：“伊勢湾台風被害調査概況報告”，建築雑誌，vol.75. 1960, 3, pp. 111~115.