

第3宮古島台風による家屋の風災害について

石 崎 潑 雄 ・ 山 元 龍 三 郎
光 田 寧 ・ 室 田 達 郎

ON THE DAMAGE TO HOUSES CAUSED BY THE THIRD MIYAKOJIMA TYPHOON

By *Hatsuo ISHIZAKI, Ryozauro YAMAMOTO,*
Yasushi MITSUTA and Tatsuo MUROTA

Synopsis

The Third Miyakojima Typhoon struck Okinawa in September 1968 and brought about serious damage to Miyakojima Isl., which suffered the severest damage by the Second Miyakojima Typhoon in 1966. It is quite unusual for two intense typhoons to pass over the same region within a few years even in this area of West Pacific. An expedition was made to this area to compare the damage caused by these two typhoons. Damage to houses were studied statistically and it is suggested that the complicated nature of damage can be clarified if an appropriate number of houses are studied as a unit. And concerning the relation between damage rates and maximum peak gusts, some important data were obtained at a range of about 80 m/sec maximum peak gust.

1. 序

1968年9月23日から24日にかけて沖縄地方を襲った第3宮古島台風(6816, Della)は、同地方に他方面にわたる甚大な被害を残した。なかでも宮古島の受けた被害は最も大きく、最大風速 54.3 m/sec, 瞬間最大風速 79.8 m/sec という強風によって、全体の7%にあたる807戸という多数の害屋が全壊した。宮古島はこの台風のわずか2年前にも第2宮古島台風(6618, Cara)によって大きな被害を出しており、今回の被害はそれに次ぐものである。

このように同じ場所をわずか数年の間に2度も強烈な台風が襲うことは、沖縄のように強風頻度の高い地方でも極めて稀なことであり、その被害を比較検討してみることは今後の強風災害対策上有意義なことであると思われる。幸にも、筆者等は1966年の第2宮古島台風による構造物の被害を現地調査したから^{1,2)}、その意味で第3宮古島台風の場合も前回と同様な調査をすることにした。

調査は宮古島、久米島、石垣島および沖縄本島において行ない期間は1968年10月1日から10日までであった。調査結果は文献3)に詳述されているから、ここでは住家の被害の概要とその後の調査結果を述べる。

2. 第3宮古島台風の概要

Fig. 1 は第3宮古島台風の経路と中心気圧の変化を示したものである。すなわち、1968年9月9日にサイパン東方海上で発生した熱帯性低気圧が西方に進み、9月18日に宮古島の南東約1200 kmの所で台風となり、次第に発達しながら宮古島に接近した。9月22日頃最大勢力に達したこの台風は、同日夜半に宮古島を、翌23日には久米島を通過し、その後次第に弱まりながら九州方面へ抜けた。宮古島および久米島は1ないし2時間台風眼に入った。

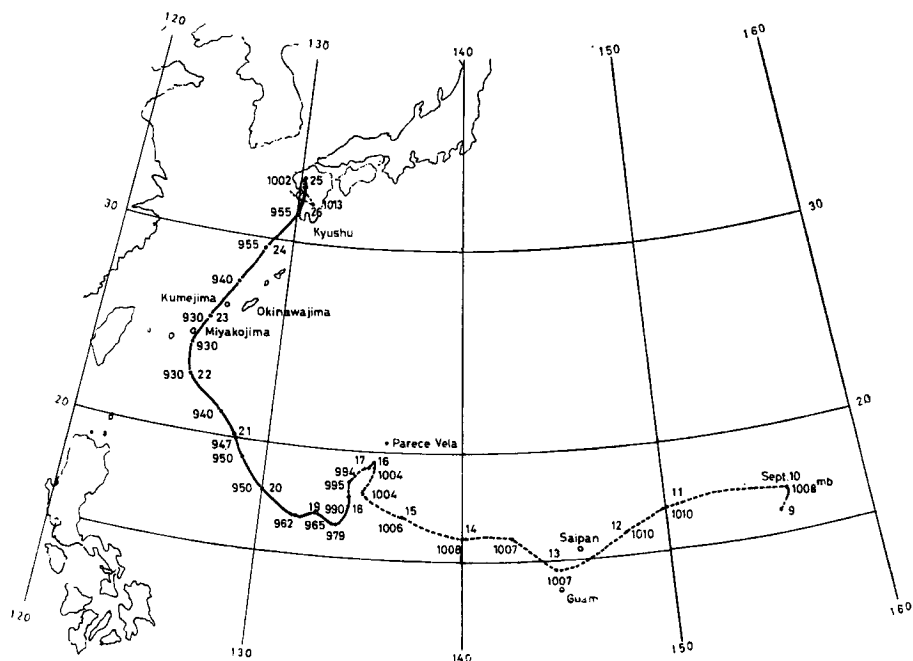


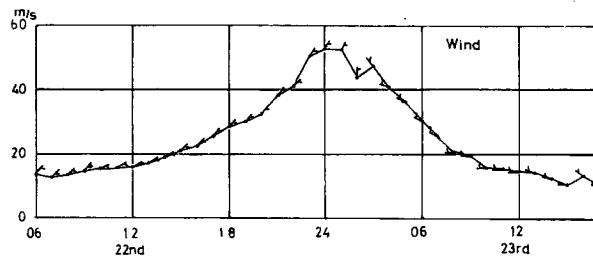
Fig. 1 The track of the Third Miyakojima Typhoon.

この台風は宮古島で最大風速 54.3 m/sec, 瞬間最大風速 79.8 m/sec, 最低中心気圧 943 mb という記録を残したが, 台風の規模としてはそれほど大きいものではなく, 西太平洋では年に 2, 3 回は発生する程度のものである。

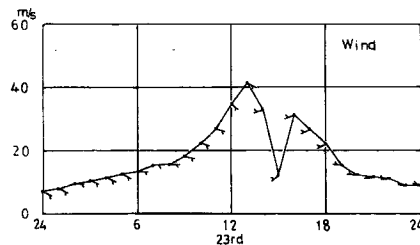
宮古気象台および久米島測候所で記録された気象要素の極値は **Table 1** のとおりである。これには第 2

Table 1 Weather records of Typhoon 6816 (Della).

	Typhoon 6816		Typhoon 6618
	Miyakojima	Kumejima	Miyakojima
	Time JST	Time JST	Time JST
Min. sea-level pressure, mb	942.5 230138	947.9 231435	928.9 051001
Max. wind, m/sec	54.3 NE 230006	43.7 SE 231250	60.8 NE 050731
Max. peak gust, m/sec	79.8 NE 222354	62.4 SE 231310	85.3 NE 050631
Change of wind direction.	Backing	Veering	Veering
Duration of wind above 10 m/sec	220100-231700	230215-232243	0410-0616
Total precip., mm	221053-231603 289.1	230152-232125 146.0	040440-060730 291.6
Max. daily precip., mm	230000-232400 150.0	230000-232400 146.0	0424-0524 236.4
Max. hourly precip., mm	222249-222349 40.0	231530-231630 22.5	042000-042100 30.2
Max. 10-min. precip., mm	230340-230350 10.0	231601-231611 9.0	050820-0830 8.7



(a) Miyakojima



(b) Kumejima

Fig. 2 Hourly changes of wind during the passage of the Third Miyakojima Typhoon.

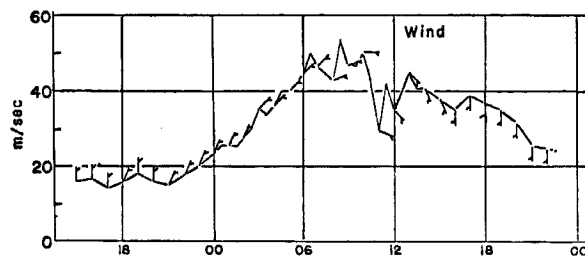


Fig. 3 Hourly changes of wind at Miyakojima during the passage of the Second Miyakojima Typhoon.

宮古島台風の記録も比較のため示してある。**Fig. 2** は宮古気象台および久米島測候所で記録された台風通過の風速の時間変化を示し、**Fig. 3** は同じく第2宮古島台風の場合のものである。これによると宮古島における風の条件は前回および今回の台風に際し、強さ、吹走時間共に同程度であったことがわかる。

3. 住家の被害調査結果

第2, 第3宮古島台風による構造物の被害のうち、住家の被害の占める割合は最も大きく、本文ではそれに関する調査結果を主に述べるが、その前に本文中に用いる被害に関する用語の定義と、被害の最も甚しかった宮古島、久米島の地形について説明しておきたい。

用語の定義

全壊：建物が大きな被害を受け、その復旧に要する費用が建物全工費の70%以上の場合。

半壊：同じく復旧費が全工費の30%以上の場合。

全壊率 (R_c)：1つの部落あるいは市町村内における全壊戸数 (N_c) の総世帯数 (N_t) に対する割合。

全半壊率 (R_d)：同じく全壊戸数 (N_c) と半壊戸数 (N_b) の和の総世帯数 (N_t) に対する割合。

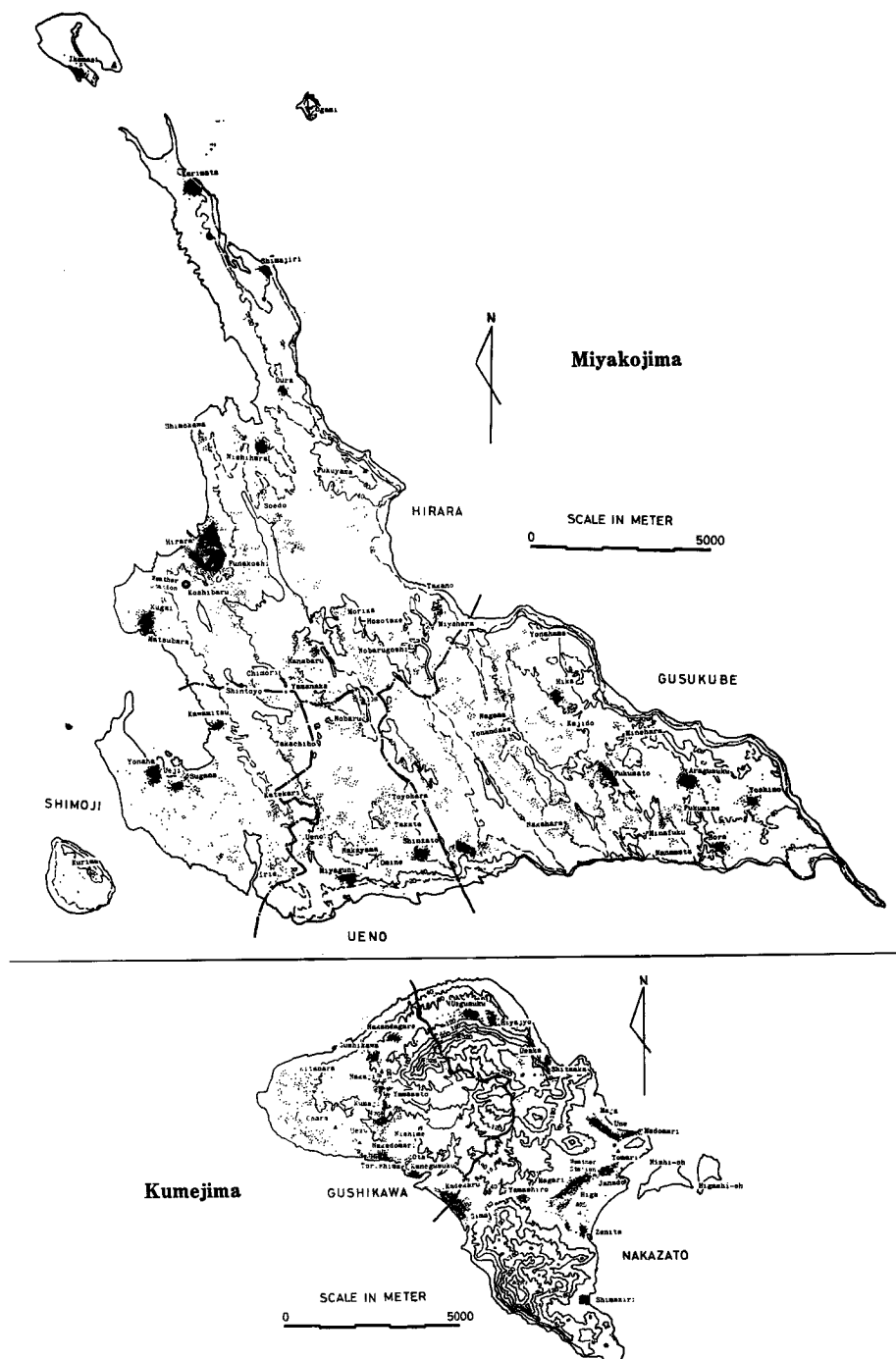


Fig. 4 Topographical maps of Miyakojima and Kumejima Isls.

宮古屋，久米島の地形 (Fig. 4)

宮古島は面積約 250 km² の小さなサンゴ礁で，最高部が海拔 108 m の総じて平坦な島で，木は少なくほとんどサトウキビ畑である。平良市，城辺町，下地町および上野村の4市町村から成り，14,000世帯，70,000人が住んでいる。

上野村は島内で最も高い所にあり，しかも平坦である。下地町は島の南西部の海拔 20 m 以下の平坦な土地を占める。城辺町は島の南東にあってゆるやかな起伏の多い土地である。平良市は4,000世帯が集まった市内地区とその郊外から成り，南部は上野村に次いで海拔高度が高く，北部は細長い半島を有している。

一方，久米島は 70 km² ほどの小島であるが，宮古島と対照的に山が多く最高部は海拔 326 m である。山は島の南部と北部に分かれており，人家はその間と海岸沿いに散在している。比較的広い平地は仲里村の中央部と具志川村の西部にしかない。

3.1 市町村別住家被害統計

Table 2 は第3宮古島台風によって最も大きな被害を受けた宮古島と久米島の市町村別住家被害統計である。

Table 2 Statistics of the house damaged.

Region	N _t	3rd Miyakojima Typh.				2nd Miyakojima Typh.	
		N _c	N _b	R _c	R _d	R _c	R _d
Miyakojima Isl.				%	%	%	
Hirara City	6863	272	1782	4.0	30.0	10.6	27.5
Gusukube-Cho	2591	200	695	7.7	34.5	25.0	55.6
Shimoji-Cho	943	210	266	22.3	50.5	30.8	66.9
Ueno-Mura	850	100	246	11.8	40.7	35.1	90.1
Total	11242	782	2989	7.0	33.5	17.6	31.1
Kumejima Isl.							
Nakazato-Mura	1490	105	149	7.1	17.1	—	—
Gushikawa-Mura	1162	51	165	4.4	18.6	—	—
Total	2652	156	314	5.9	17.7	—	—

宮古島は今回7%の住家が全壊したが，前回の17.6%に比較すると同程度の強風であったわりには今回の被害は非常に少ない。この原因については後節で検討する。

久米島の全壊率も約6%であって小さいが，これは前述の高い山の多い地形によって風力が減じられたためと思われる。

3.2 住家の全壊率分布

Table 3, 4 は宮古島および久米島における住家の被害を部落別に示したものである。ただし，宮古島の部落については第2宮古島台風の場合と比較してある。この表の全壊率を5%毎に分類して図示したものが Fig. 5, 6 である。図中の数字は Table 3 の部落の番号である。

宮古島は概して平坦な地形であるにもかかわらず，Fig. 5 に見られる全壊率の分布はなかなか複雑な様相を呈している。これについては後節で第2宮古島台風の場合と比較して述べることにする。

Fig. 6 は久米島の場合であるが，ここでも全壊率の複雑さはより顕著に見られる。この原因は主に地形の影響によるものであって，従来からいわれている岬の先端あるいは山狭における風の水平収束の類であると思われる。具志川村西部の部落，仲里村の2，7，15番の部落などで全壊率が高いのは前者の影響であり，

Table 3 Damage to houses in counties of Miyakojima.

COUNTY	N _t	N _c	N _b	R _c %	R _d %	2nd Miyakojima Typh.	
						R _c %	R _d %
HIRARA-CITY							
1 CITY AREA	4047	93	948	2.3	25.7	5.1	20.1
2 KOSHIBARU	50	5	24	10.0	58.0	17.6	42.2
3 FUNAKOSHI	79	9	16	11.4	31.6	5.7	43.2
4 KUGAI	231	7	69	3.0	32.9	12.2	48.6
5 MATSUBARA	286	7	45	2.4	18.2	12.6	38.2
6 NANABARU	33	2	14	6.1	48.5	34.2	75.2
7 CHIMORI	90	6	46	6.7	57.8	20.4	80.6
8 YAMANAKA	60	4	22	6.7	43.3	19.5	52.9
9 NOBARUGOSHI	94	12	28	12.8	42.6	29.9	62.4
10 MORIKA	27	2	12	7.4	51.9	8.4	14.0
11 KOMATAKE	44	4	21	9.1	56.8	23.1	65.6
12 MIYAHARA	195	12	57	6.2	35.4	22.2	47.3
13 TAKANO	46	0	14	0	30.4	0	5.6
14 SOEDO	108	5	47	4.6	48.1	11.1	24.1
15 SHIMOKAWA	115	13	38	11.3	44.3	13.8	61.4
16 NISHIHARA	338	22	98	6.5	35.5	16.6	60.5
17 FUKUYAMA	61	6	27	9.8	54.1	28.4	93.7
18 OURA	89	4	30	4.5	38.2	27.6	51.4
19 SHIMAJIRI	115	6	19	5.2	21.7	10.7	42.9
20 KARIMATA	281	35	106	12.5	50.2	19.0	71.1
21 OGAMI	25	5	10	20.0	60.0	12.0	84.0
22 IKEMAE	424	13	91	3.1	24.5	14.9	43.0
Total	6838	272	1782	4.0	30.0	10.6	27.5
GUSUKUBE-CHO							
1 BORA	172	6	31	3.5	21.5	36.2	58.2
2 YOSHINO	104	7	14	6.7	20.2	23.4	43.0
3 NANAMATA	34	4	6	11.8	29.4	60.0	71.4
4 MINAFUKU	90	6	16	6.7	24.4	35.9	80.8
5 ARAGUSUKU	207	28	119	13.5	71.0	20.6	53.0
6 FUKUHIGASHI	96	5	22	5.2	28.1	24.3	68.7
7 FUKUNAKA	84	15	33	17.9	57.1	56.4	88.1
8 FUKUNISHI	96	3	27	3.1	31.3	24.3	51.6
9 FUKUMINAMI	80	4	25	5.0	36.3	40.5	84.8
10 FUKUKITA	55	13	16	23.6	52.7	30.9	76.3
11 NISHIHIGASHI	95	6	35	6.3	43.2	27.2	68.5
12 NAKAHARA	61	6	25	9.8	50.8	19.7	80.8
13 KAJIDO	82	9	32	11.0	50.0	24.4	56.4
14 HIKA	136	11	33	8.1	32.4	26.8	76.8
15 NAGAKITA	81	4	24	4.9	34.6	31.6	45.5
16 NAGANAKA	109	10	38	9.2	44.0	32.4	49.5
17 NAGAMINAMI	116	11	12	9.5	19.8	20.8	42.5
18 YOSHIDA	58	2	19	3.4	36.2	10.7	32.1
19 NISHINISHI	104	12	13	11.5	24.0	26.4	52.8
20 NISHINAKA	95	8	29	8.4	38.9	18.4	75.5
21 SHIMOKITA	180	12	62	6.7	41.1	18.1	40.1
22 SHIMOMINAMI	99	8	20	8.1	28.3	10.9	31.7
23 SUNAGAWA	180	6	29	3.3	19.4	6.6	24.3
24 TOMORI	177	4	15	2.3	10.7	20.5	52.1
Total	2591	200	695	7.7	34.5	25.0	55.6

COUNTY	N _t	N _c	N _b	R _c %	R _d %	2nd Miykojima Typh.	
						R _c %	R _d %
SHIMOJI-CHO							
1 KURIMA	91	32	25	35.2	62.6	49.0	76.7
2 YONAHA	243	72	42	29.6	46.9	30.0	64.2
3 UEJI	169	21	65	12.4	50.9	14.6	56.2
4 SUGAMA	130	24	35	18.5	45.4	21.5	66.1
5 IRIE	66	14	14	21.2	42.4	50.0	64.3
6 KATEKARI	36	14	10	38.9	66.7	70.6	90.1
7 TAKACHIHO	88	9	40	10.2	55.7	35.8	86.3
8 KAWAMITSU	120	24	35	20.0	49.2	24.6	60.7
Total	943	210	266	22.3	50.5	30.8	66.9
UENO-MURA							
1 UENO	105	10	12	9.5	21.0	34.9	90.1
2 NAKAYAMA	89	9	18	10.1	30.3	41.7	96.4
3 MIYAGUNI	149	19	49	12.8	45.6	35.2	89.8
4 OMINE	41	3	18	7.3	51.2	35.0	90.0
5 SHINZATO	147	7	58	4.8	44.2	30.7	85.9
6 TAKATA	100	24	24	24.0	48.0	35.3	90.6
7 TOYOHARA	99	14	34	14.1	48.5	35.2	89.8
8 NOBARU	122	14	33	11.5	38.5	35.5	90.9
Total	850	100	246	11.8	40.7	35.1	90.1

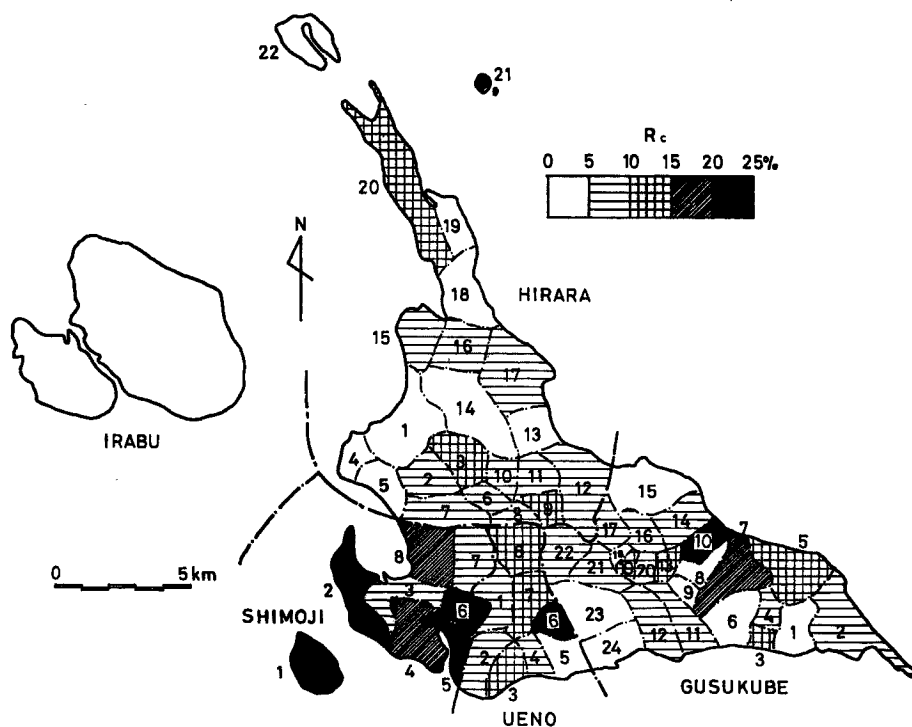


Fig. 5 The distribution of completely destroyed houses in Miyakojima Isl.

Table 4 Damage to houses in counties of Kumejima.

COUNTY	N _t	N _c	N _b	R _c %	R _d %
NAKAZATO-MURA					
1 UEGUSUKU	74	3	4	4.1	9.5
2 HIYAJYO	64	10	12	15.6	34.4
3 UEAKA	18	2	3	11.1	27.8
4 SHIMOAKA	30	0	0	0	0
5 MAJA	19	13	10	5.9	10.5
6 UNE	90	2	9	2.2	12.2
7 MADOMARI	74	14	13	18.9	36.5
8 NISHI-OH	19	0	3	0	15.8
9 HIGASHI-OH	14	1	3	7.1	28.6
10 TOMARI	40	3	5	7.5	20.0
11 JANADO	130	7	9	5.4	12.3
12 HIGA	148	7	16	4.7	15.5
13 MAGARI	45	9	11	20.0	44.4
14 ZENITA	55	4	6	7.3	18.2
15 SHIMAJIRI	97	12	16	12.4	28.9
16 YAMASHIRO	66	7	8	10.6	19.7
17 GIMA	307	13	21	4.2	11.1
Total	1490	105	149	7.0	17.0
GUSHIKAWA-MURA					
1 NAKANDAGARE	55	3	6	5.5	16.4
2 GUSHIKAWA	59	7	10	11.9	28.8
3 NAKAJI	91	4	24	4.4	30.8
4 YAMASATO	50	4	10	8.0	28.0
5 UEZU	33	2	16	6.1	54.5
6 NISHIME	101	6	16	5.9	15.8
7 KUMAJI	32	2	2	6.3	6.3
8 KITAHARA	45	4	14	8.9	31.1
9 OHARA	91	5	18	5.5	19.8
10 TORISHIMA	193	3	20	1.6	10.4
11 NAKADOMARI	121	3	12	2.5	9.9
12 OTA	42	0	11	0	26.2
13 KANEGUSUKU	95	4	24	4.2	25.3
14 KADEKARU	154	4	13	2.6	8.4
Total	1162	51	216	4.4	18.6

仲里村の, 13, 16番などの部落の被害は後者の影響である。

このように住家の被害を詳細に観察すると, 地形の影響などが関係していることがわかったが, このような因子は他にも多数存在するものと思われる。3.3節では, 地形の影響を細かく調査した例を示し, 3.4節では, 上述の因子の1つである人工的環境のうち人家の密集が被害に及ぼす影響を平良市の市内地区について調査した結果を述べる。

3.3 地形の影響の1例

Fig. 7 は宮古島の北部の半島の先端にある狩俣部落の地形図である。また, Fig. 8 はこの半島の狩俣付近における横断面図を示す。半島の東側には海岸から切立った海拔 50 m の山が海岸沿いに走っている。狩俣部落はこの山の西側の斜面に広がっている。第3宮古島台風の通過の際は, この地域では NW の風が最も強く, 住家の全壊率は比較的高かった。

Fig. 9 は, 狩俣部落の住家の配置と被害の分布を示したものである。部落の住民の話によると風は Main

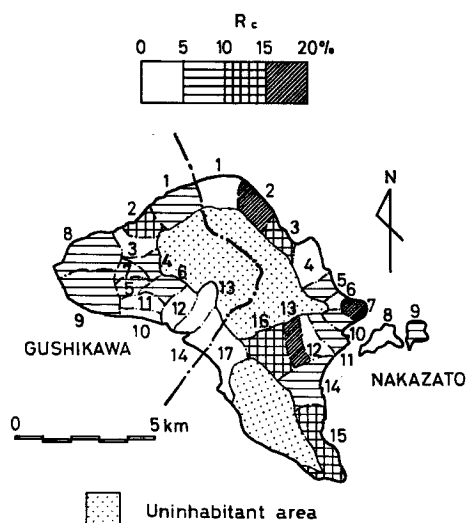


Fig. 6 The distribution of completely destroyed houses in Kumejima Isl.

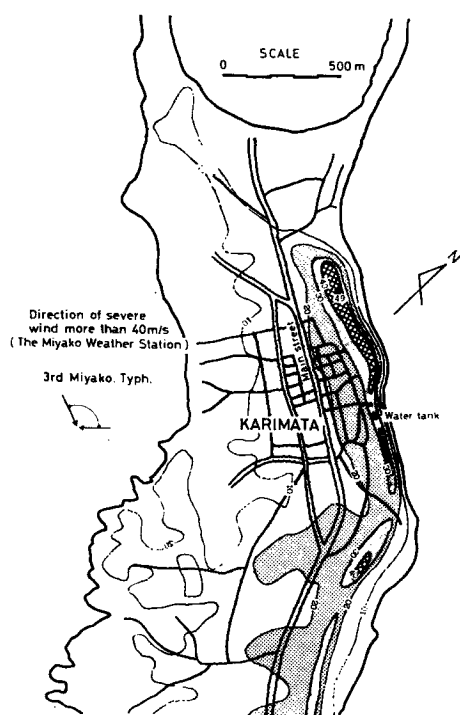


Fig. 7 Topography of Karimata.

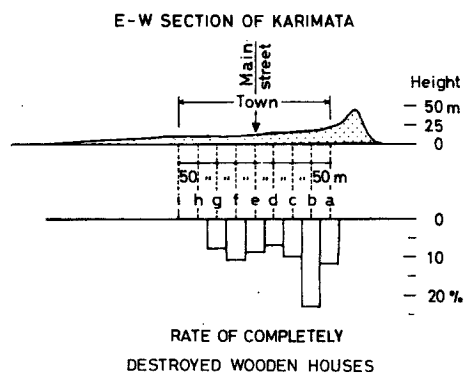


Fig. 8 East-west section of Karimata and the rate of completely destroyed wooden houses. Rates in the figure are calculated as follows: (1) towns are divided into 9 strips (a-i) of 50 m wide parallel to the main street as shown in Fig. 9, (2) completely destroyed houses in a strip, are divided by the total number of wooden houses in the strip, because the completely destroyed houses were all wooden and reinforced concrete houses suffered fairly slight damage.

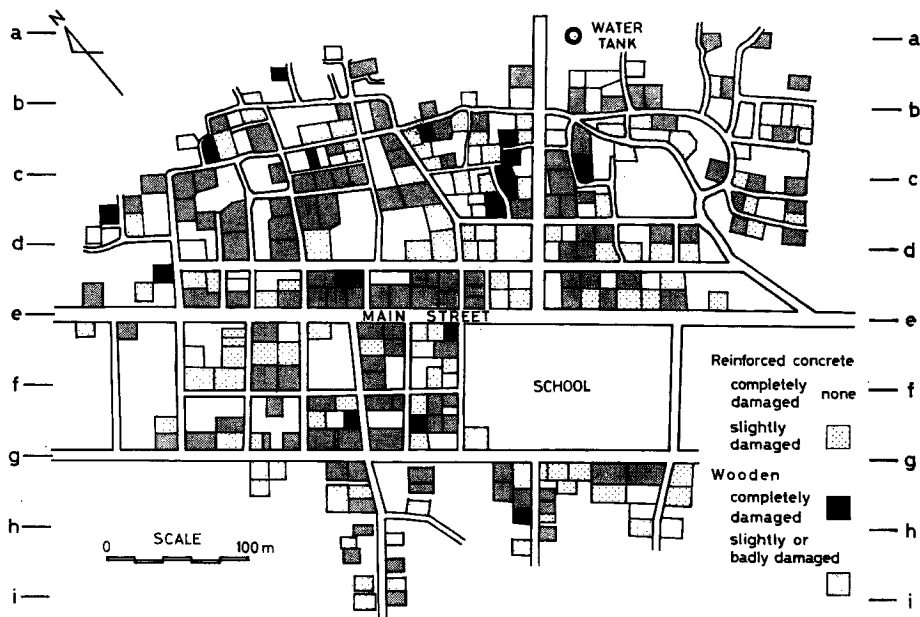


Fig. 9 Locations of damaged houses in Karimata.

Street より山側の部分の方が強かったということであるが、部落を山に平行な 50 m 巾の帯に分割して木造住家の全壊率を調べると Fig. 8 のようになり、確かに山の頂上から 100 m 程度の場所で全壊率が最大となった。これは、NW の風が山にあたってその付近で気流が収束し、風速が増加したためと思われる。

3.4 市街地の被害分布

宮古島の平良市は第2、第3宮古島台風の被害を受けた最も大きい都市である。従来、都市の風災害は農

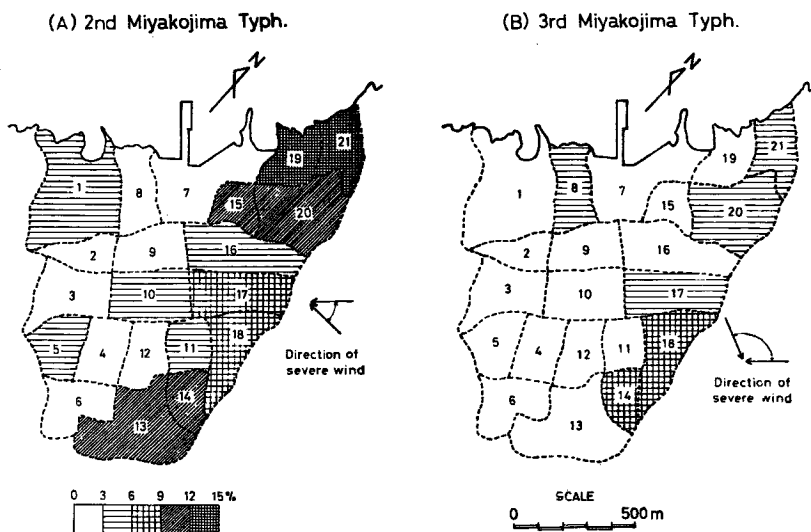


Fig. 10 Distribution of completely destroyed houses in Hirara City. Severe wind directions in the figure correspond to winds more than 40 m/sec.

村地域に比較して軽微であるといわれている。平良市の市街地内の住家の全壊率は今回2.3%であったが、実際これは宮古島の他の部分に比べて低率であり、この傾向は第2宮古島台風の場合にも見られた。

市街地の被害が、より少ない理由は、地面摩擦が大きいので風速が減少することと、建物が互いに風除けの働きをするからであるといわれている。第1の理由については、平良市における住家の全壊率を地区別に調べた結果からみて信頼できるように思われる：—

Fig. 10 は平良市の住家の全壊率の分布を示している。平良市の郊外にある宮古气象台で観測された最も強かった風の風向は、第2、第3宮古島台風の場合それぞれ E および NE であった。この風向と全壊率の分布の関係を調べると風上側の周辺部で全壊率が高く、その他の地域では全壊率が低い傾向がみられる。これは風速の減少の度合いが風上側ではまだ少なく、風下側では大きいということであり、地面摩擦の変化に伴う境界層の発達の様子をあらわしている。

3.5 第2宮古島台風との比較

宮古島はわずか2年間に強裂な台風に2度見舞われたのであるが、このようなことはこの地方でも稀なことである。本節ではこの2つの台風による宮古島の住家の全壊率を比較検討してみる。

Fig. 11 は、**Table 2** あるいは **Table 3** の市町村別あるいは部落別の住家の全壊率を第3宮古島台風の場合を横軸に第2宮古島台風の場合を縦軸にとって、両者の相関を示したものである。これによると全壊率が前回のを超える所はほとんどない。部落別の全壊率の相関は、非常にばらつきが多いが、市町村単位での相関は、下地町を除いてほぼ一定で、今回の全壊率が前回の約0.3になっている。このことは下地町を除いては、家屋の風害に関する条件が前回と今回では比例的であったということであり、また、市町村単位程度で住家の被害を統計すれば住家の風災害の研究に有効であるということを示しているものと思われる。

この二つの台風が同程度の強風であったと考えられるにもかかわらず、今回の全壊率が前回の30%程度で

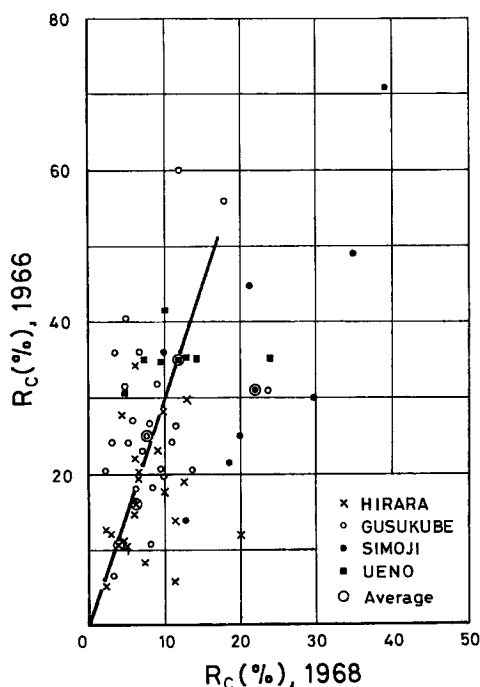


Fig. 11 Relations between the rates of completely destroyed houses in the Second Miyakojima Typhoon and the Third Miyakojima Typhoon.

あった理由は、前回に弱い住家が破壊されてしまったこと、前回被害を受けたものは、2年の間に補強されたことなどが主なものであらうと考えられる。ただし、下地町の場合は、前回に劣らぬ被害が発生した部落がかなりあるが、これは前回は東風が強く、風上の上野村あるいは城辺町において地面摩擦によって風速が減じられたのに対し、今回は北西の風のため海風が直接あたり、減速の程度が少なかったためと考えられる。つまり下地町は風向によって被害の程度が大きく影響されるものと思われる。

宮古島の市町村のうち2回の台風で最も被害の大きい所は上野村であるが、これは上野村が宮古島では最も高くかつ平坦な場所にあるからであると思われる。

3.6 住家の全壊率と風速の関係

全壊率と風速の関係を知ることが防災対策上必要である。この場合、風速として何を用いるのが良いか問題であるが、ここでは一応瞬間最大風速を用い、それと第2、第3宮古島台風の島別の住家の全壊率との関係を求めてみた。今回の台風だけでは資料が不足であるので、伊勢湾台風の場合の全壊率をも参考にした。これらの資料を、両対数方眼紙上に図示すると Fig. 12 のようになる。

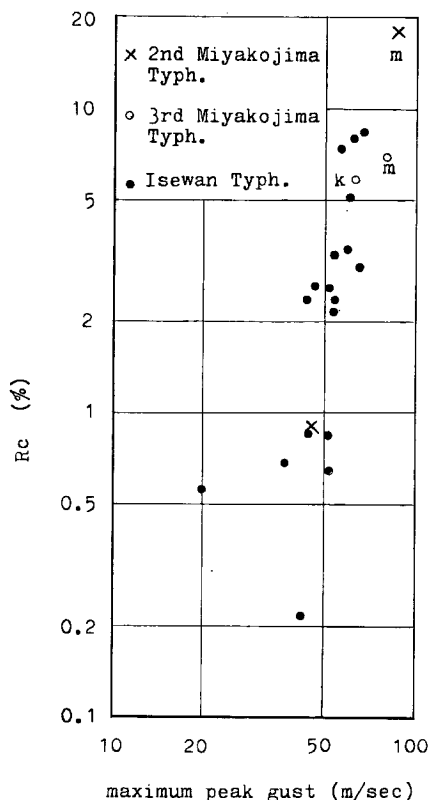


Fig. 12 Relation between rates of completely destroyed houses and maximum peak gusts. (m: Miyakojima Isl., i: Ishigakijima Isl., k: Kumejima Isl.)

全壊率は風速の5乗に比例するという説があるが、この図でもそのような傾向が見られる。また、第2宮古島台風の際の宮古島の全壊率17.5%という値もこの図でみる限り特に異常な大きさではないようである。

4. 結 語

以上の調査結果をまとめると次のようである。

1) 第3宮古島台風により、宮古島では最大風速 54.3 m/sec, 瞬間最大風速 79.8 m/sec が記録され、それに対して住家の全壊率は7%であった。第2宮古島台風と同程度の強風であったにもかかわらず、全壊率は第2宮古島台風の30%程度の低さであるが、これは前回の台風によって弱い住家が破壊してしまい、被害を受けたものは補強されたためであると思われる。

2) 住家の被害は細かくみると非常に複雑であるが、ある程度以上の戸数を単位にした統計的な取扱いをすると、被害の現象がわかりやすい。

3) 瞬間最大風速と全壊率との関係について、瞬間最大風速 80 m/sec 付近での資料がえられた。

謝 辞

本研究は昭和43年度文部省科学研究費により行なわれたものである。現地調査の実施にあたり多大の援助協力を頂いた琉球政府各機関、各地方公共団体各位、および戸別訪問の際に御協力を頂いた被災地の方々に心から感謝する。

参 考 文 献

- 1) 光田 寧・宮田賢二・吉住禎夫：第2宮古島台風に伴った暴風の特性について。京都大学防災研年報，第11号A，昭43. 3，pp. 507～516.
- 2) 石崎澁雄・桂 順二・室田達郎：第2宮古島台風による建築物の被害について。京都大学防災研年報，第11号A，昭43. 3，pp. 517～533.
- 3) Ishizaki, H. et al: Studies of the Third Miyakojima Typhoon, Bull. Disas. Prev. Res. Inst. Kyoto Univ., Vol. 19, Part 1, No. 153, Aug. 1969, pp. 45～85.
- 4) 石崎澁雄・川村純夫・許 昌九：伊勢湾台風による建築物の風害分布について。京都大学防災研年報，第4号，1961, 3，pp. 95～104.
- 5) 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.