

# 台風災害

奥田 稷\*

気象災害のなかで最大の被害を与えるものは台風災害である。

台風が他の気象災害に比して大きい被害をもたらすのは、台風に特徴づけられる性質、構造からきている。それは「台風中心部の異常な気圧下降」、「猛烈な強風」、「ばく大な降雨量」という3大特徴に集約される。

これらの3大特徴によってもたらされる災害の種類を一覧表にしたのが第1表である。

海岸地帯では、風害、水害、高潮害、波浪害などから塩風害までが、内陸部では風害と水害がほとんど同時にもたらされ、単純な風害や水害などの場合よりも広範囲に激しい被害を与える。また、海上においても猛烈な風と浪浪によって海難をひき起こす。

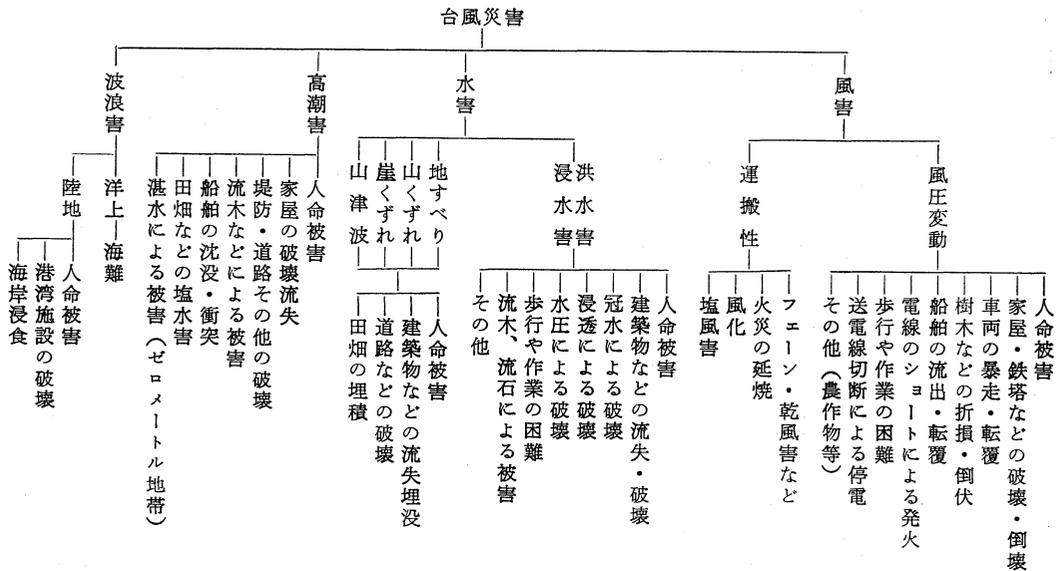
1個の気象じょう乱でこのように多種多様な災害を与えるものは台風以外にない。

## 1. 台風の強さと被害高

まず、台風の強さと被害との関係を見てみよう。高橋浩一郎は台風の強さを台風の中心気圧で代表させ、台風上陸時の中心気圧と被害高との関係を統計して第2表を作成し、中心気圧(示度)を  $P_c$  とすると、台風の中心気圧の深さ  $(1010 - P_c)$  の  $5/3$  乗にはほぼ比例して被害が増大するとした。

高橋(1954)はさらに、台風のエネルギーに比例する量として、台風の半径の2乗と台風中心気圧の深度(周辺と中心の気圧差)の積を求め、これを台風の工率と呼

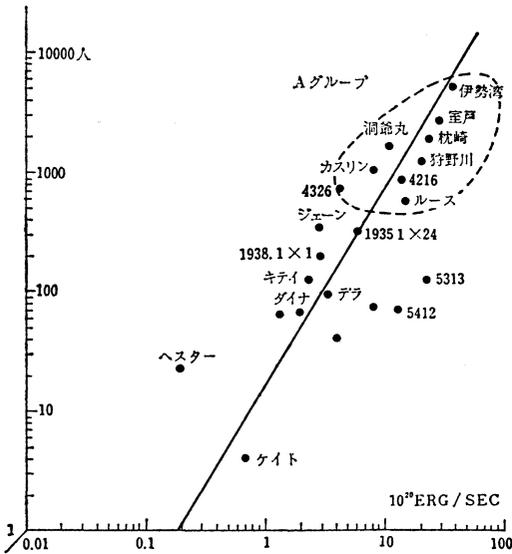
第1表 台風災害の種類



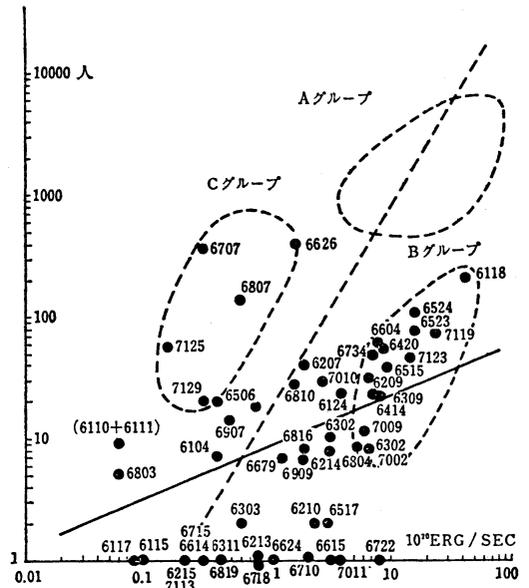
\* Yuzuru Okuda, 八代学院大学

第2表 台風の中心示度と被害 (高橋浩一郎による)

中心示度 被害	1,000~980	980~960	960~940	940~920	920 mb 以下
死者	35	198	154	307	1,616
負傷者	98	284	2,957	1,343	5,907
全壊家屋	253	2,125	5,744	11,237	32,183
半壊家屋	475	17,422	61,678	48,301	105,529
流失家屋	160	811	514	1,600	2,648
床上浸水	2,328	20,621	31,071	15,388	114,898
道路決壊	458	1,398	1,571	7,522	17,180
船舶損失	63	86	580	1,516	14,421



第1図 台風の工率 (横軸) と死者数 (縦軸) の関係 (1954年以前, 高橋, 1954による). 黒丸のそばの数字は台風番号または年月日.



第2図 台風の工率 (横軸) と死者数 (縦軸) の関係 (1961~1971年, 倉嶋・原, 1972による). 黒丸のそばの数字は台風番号.

び、台風が日本に上陸した際のこの率と総被害高との関係を求めた。これを第1図に示したが、図から明らかのように、死者は両対数方眼紙上で率が增大するにつれて増大する傾向を示している。

その後、倉嶋・原 (1972) は高橋の結果を近年の資料について追試してみた。その結果、狩野川台風 (1958)、伊勢湾台風 (1959) の両大型台風は高橋の図の直線に乗るが、1961年以降71年までの台風については第2図に示すように、大型台風の場合には1ヶたないし2ヶたも死者数が減じている (図中のAグループは高橋の示した直線で、1961年以降のものはBグループ)。そして、新たにCグループに見られるように、比較的小さい台風によ

る死者数の増大が目立っていることが判った。

高橋の取り扱った中心示度にしても、台風の工率にしても、台風のもたらす豪雨の効果が入っていない。台風に伴う豪雨は台風自体だけでは決まらないからである。台風の工率が小さくても、台風に伴う豪雨被害が多く出ているためにCグループが現われているといえる。

しかし、大型台風については明らかに1961年以降で死者数が激減しており、倉嶋等はこれを高潮や大河川の洪水に対する防御施設および警報伝達組織の整備によって成就されたものであり、大海難についても同様防々ことができたことによって生じたものであると考察してい

第3表 台風による死者数の年代別変遷

年 代	上陸個数	死 者 数
1931~1940	32	5,261
1941~1950	48	11,668
1951~1960	32	10,925
1961~1970	33	1,626

(注) 台風の上陸個数は、1950年以後は弱い熱帯低気圧となって上陸したものを除いてある。ただし1949年以前は、この区別が明瞭でないため、上陸個数が多くなっていることが考えられる。とくに1941~1950年の48個の中には、1950年8月に日本付近で群発した小台風群の上陸数が含まれている(倉嶋らによる)。

第4表 低気圧・前線の大雨による死者数の年代別変遷(倉嶋らによる)

年 代	死 者 数
1931~1940	1,854
1941~1950	750
1951~1960	5,246
1961~1970	1,762

る。

倉嶋・谷川(1975)はさらに台風、集中豪雨の人命被害とハリケーンおよびトルネードのそれとを歴史的に対比させ、アメリカのハリケーン被害は1940年代にすでに1ケタ減ずることができたのに対して、日本の台風被害は60年代になってはじめて1ケタ減ずることができたことを明らかにした(第3表および第5表)。

それに対して集中豪雨被害はまだ減少する傾向を示していない(第4表)。一方、アメリカのトルネード被害は1950年後半からはっきりとした減少を示しており(第6表)、倉嶋等はこれを1953年以降の商務省(アメリカの気象事業の所属している省)がトルネード予報に力を入れ始めたことに対応しており、そのことは報告されたトルネード数が1950年代に不連続に増加していることにも現われていると分析している。そして、集中豪雨も適切な対策の進展によって人命被害数を減少させることが可能であると結論している。現在は静止衛星「ひまわり」、地域気象観測網の展開等、災害の発生に結びつく気象現象の監視体制がさらに強化されて来ているが、このことは一段と災害の軽減に役立つものと思われる。

第5表にはハリケーンによるアメリカの損害額の年代

第5表 ハリケーンの死者と損害額の年代別変遷

年	死 者 数	損 害 額
1900~1909	6,604	(100万ドル) 33.0
1910~1919	1,225	95.4
1920~1929	2,113	144.0
1930~1939	1,132	364.7
1940~1949	525	497.6
1950~1959	819	1,944.3
1960~1971	604	5,015.0

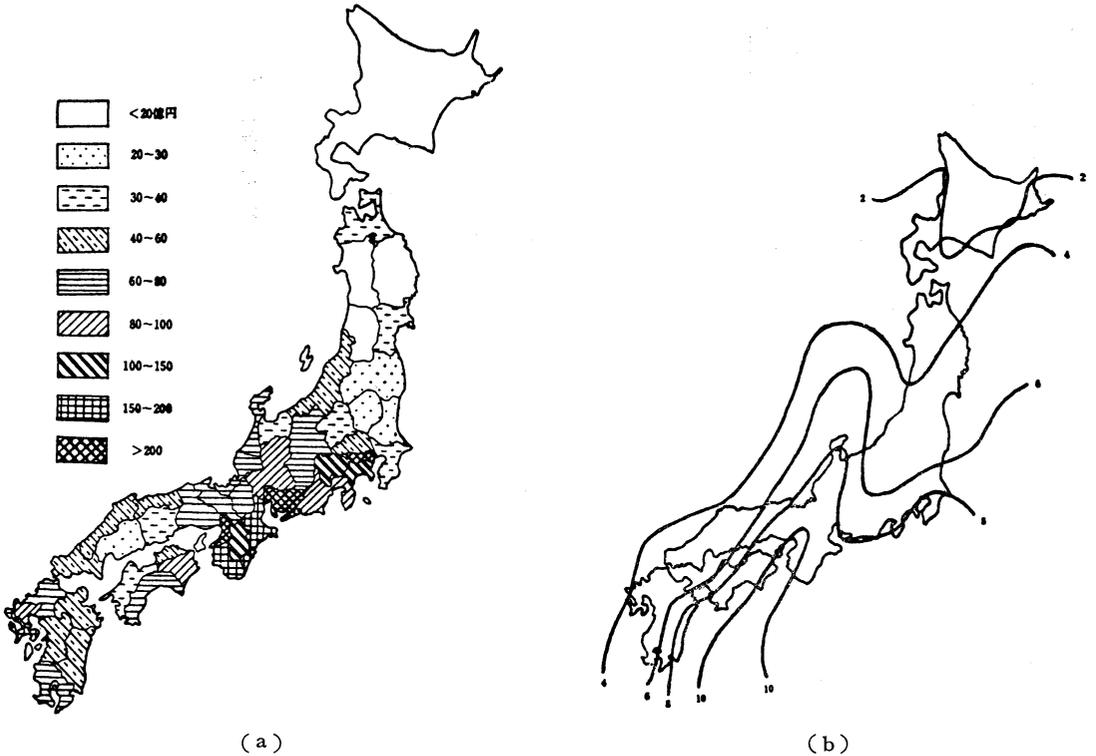
(注) この表によると、この70年間に死者は10分の1に減り、損害額は100倍になっている。1920年代には財産の損害額1,000万ドルあたり死者147人であるが、1960年代以後は1,000万ドルあたり死者1.2人になっている。死者数が少なくなり損害額が増大しているのが“先進国型台風災害”の特徴といえる(倉嶋らによる)。

第6表 アメリカ合衆国におけるトルネードの死者災害の変遷(倉嶋らによる)

年 代	報告されたトルネード総数	トルネードによる死者総数
1921~1925	564	1,616
1926~1930	866	1,229
1931~1935	830	909
1936~1940	787	916
1941~1945	729	980
1946~1950	902	813
1951~1955	2,087	940
1956~1960	3,168	445
1961~1965	3,413	481
1966~1970	3,396	485

(注) トルネード対策が行われ始めた1950年代から、トルネードの報告数は増大し、死者数は減少している。

別変遷をも取り扱っている。これを見ると、損害額は1950年代以降急速に増加していることが注目される。この傾向は日本にも同様に現われており、倉嶋等は死者数が減じているにもかかわらず損害額が急増している現象を先進国型台風災害と呼んでいる。これらの現象は急速な開発の拡大による被災物、被災地域の増大と、技術革新によってもたらされた施設や機能が被害を局部的に終らせず、広範囲に影響を与えるために発生する。その発生要因は次のように大別できるだろう。



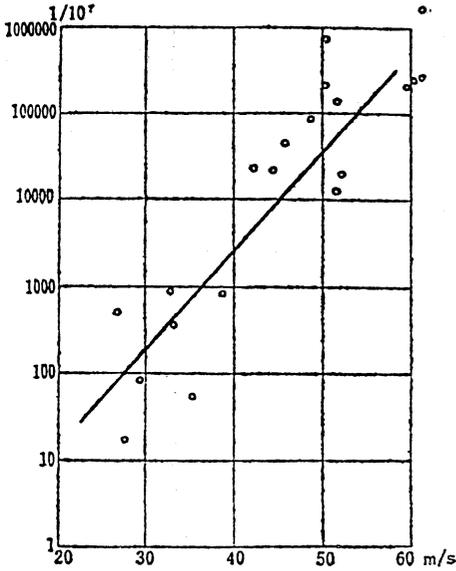
第3図 (a) 面積当たり風水害被害額 (30~38年). (b) 台風来襲度数 (30~38年).

- (1) 被災個数の集中  
人口の集中 (人口密度の増大), 家屋の集中 (家屋密度の増大), 危険物の集中
- (2) 人口の都市への集中  
丘陵, 水田地帯等の宅地造成による水害危険地帯の増大
- (3) 生活圏の拡大  
交通機関, 通信施設への依存度の増大
- (4) 道路開発等による崩壊危険地帯の増大, 観光・広域林道等の開発
- (5) 流通機構の拡大  
生鮮食料品, 原料, 製品販売などの他地域への依存度の増大, 特に中枢都市への依存度の増大
- (6) 各種社会施設への依存度の増大  
電力, 上・下水道, 都市ガスなど
- (7) 技術革新に伴う遠隔自動制御装置への依存度の増大と
- (8) 緊急時における防災担当人員の不足

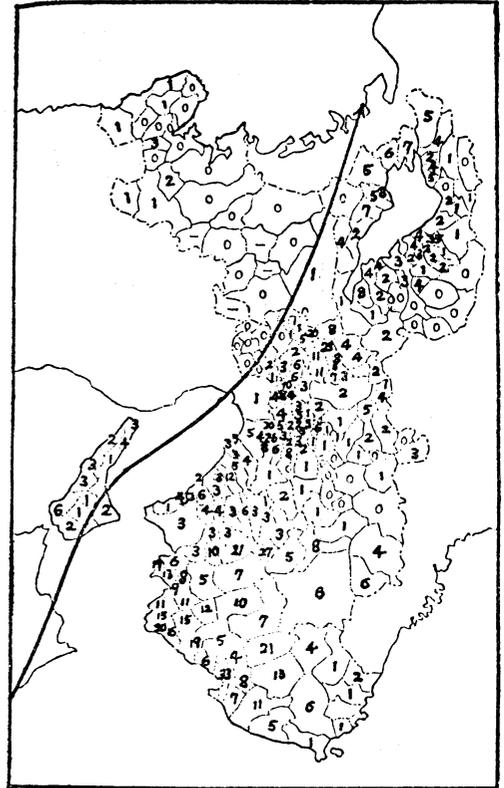
- (9) 人為的な加害要因 (破壊力) の形成  
ビル風など乱流強風域の形成, 局部的不均等な降雨分布など.

これらの要因のなかで, (5)「流通機構の拡大」のなかに一括して押し込んでしまったが, 中枢都市への依存度の増大は, 東京, 名古屋, 大阪の3大経済圏に顕著であり, 特に東京は日本のほとんどすべての機能の中枢となって来ている。これら巨大中枢都市が災害に見舞われた場合には, 直接の被害だけでなく, それに依存している地域にまで災害の影響が及ぶことになる。これを間接被害という。

なお, ここに1955~63年の8年間に日本を襲った台風による風水害被害額を都道府県単位の面積当たりにした場合の分布と, その期間の台風来襲度数を第3図 (a), (b)に示しておく。同一緯度における台風通過最多数域の中心から東側に多いという傾向が見られるが, 個々の台風についてもこの特徴が現われる。また, 被害額最多地域が上記東京, 愛知, 大阪であることに注意されたい。



第4図 伊勢湾台風時の風害による全・半壊家屋数推定値（人口比）とその都市における実測瞬間風速との関係。



第5図 第2室戸台風時の市町村別家屋被害率分布図。

$$\frac{\text{全壊戸数} + \text{半壊戸数}}{\text{全戸数}} \times 100 (\%)$$

2. 風害

2.1. 構造物

第4図は伊勢湾台風時の風害による都市毎の全・半壊家屋数推定値（人口比）とその都市における実測瞬間風速との関係を示したものである。

一般に台風被害のなかには、洪水害、高潮害等による被害と風害被害とが含まれており、分離が困難である。そこで、単純水害による浸水家屋数と全・半壊家屋数との関係を求めて、その結果を利用して洪水害、高潮害による全・半壊家屋数を算出して除去し、風害による全・半壊家屋数推定値とした。

図から明らかなように、瞬間風速が強まるにつれて、家屋被害数が指数曲線的に増大することがわかる。

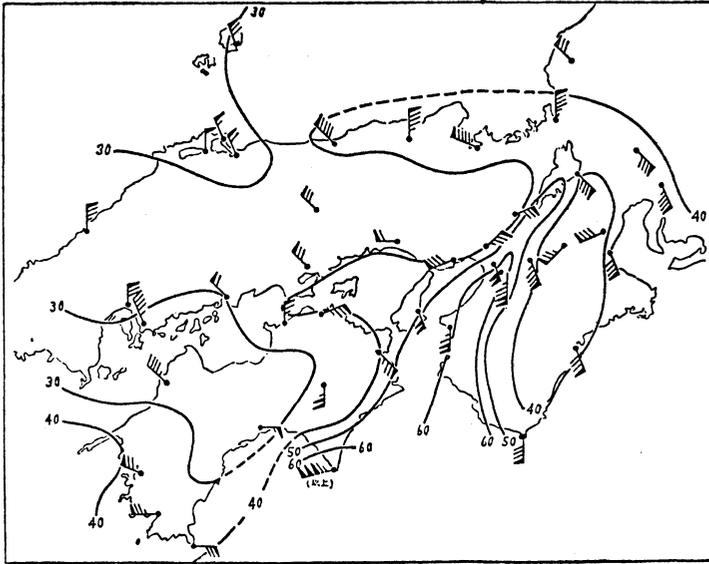
1961年来襲した第2室戸台風時に大阪管区気象台は市町村別家屋被害率分布を調べた。それを第5図に示し、その時の最大瞬間風速の分布を第6図に示した。両図を比較して見るとわかるように、被害率の大きい市町村は図中実線で示した台風経路の右側で、若干離れた地域に細長く並んでおり、10%以上の被害率の現われているところは瞬間風速 50 m/s 以上の地域である。

第7表は昭和9年（1934）の室戸台風時の大阪市内における高層ビルの窓ガラス被害率を中沢（1934）の調査

結果によって示したものである。6、7階に破損率の極大が現われ、1階ははるかに少なくなっている。その原因については当時の市街地構造、特に家屋高の分布がわからないので単なる推論に過ぎないが、市街地粗度の影響を受けた風速の鉛直分布が6、7階にあたる高度に強風軸を持っていたことと、木造家屋などの破壊に伴う飛散物が渦乱流によって運ばれ、強風軸を中心とした高度に吹き飛ばされて来たためと考えられる。

それでは、構造物の違いによる風害の出始める風速（平均風速）の限界がどうなっているかを福岡管区気象台（1962）の調査結果により示そう（第8表）。看板が飛び、屋根瓦に被害が出始めるのは平均風速 14~15 m/s からで、倒壊家屋は平均風速が 18 m/s になると出始め、20 m/s を越すと被害が急増するし、被害地域も県内全般に広がっている。

屋根の構造によっても被害発生状況が異なる。中橋



第6図 第2室戸台風時の最大瞬間風速の分布.

第7表 窓の方向別による硝子の被害率(1,000分比)(中沢による)

	東側	西側	南側	北側		窓硝子破損数	窓硝子破損数 総窓硝子数 × 1,000
被害硝子数 × 1000	20.78	37.00	42.40	6.52	塔屋	98	1.95
総窓硝子数	1.03	0.16	1.98	4.00	10階	92	1.83
塔屋	1.12	2.42	4.30	0	9	81	1.61
10階	1.96	2.42	2.58	0	8	123	2.45
9	1.68	3.06	5.34	0.32	7	200	3.99
8	2.43	7.17	6.72	0.45	6	173	3.45
7	4.67	6.69	3.10	0.26	5	121	2.41
6	1.31	2.74	6.03	0.19	4	118	2.36
5	1.68	4.19	3.45	0.52	3	112	2.24
4	1.78	3.87	3.45	0.32	2	106	2.12
3	1.49	3.79	3.62	0.06	1	35	0.69
2	1.03	0.48	1.29	0.19	地階	51	0.30
1	0.56	0	0.52	0.19	計	1,274	
地階							

第8表 九州北部における風速別風害発生状況(1952~1960)(福岡管区気象台による)

種類	平均風速 (m/s)							
	10.0~ 11.0	12.0~ 13.9	14.0~ 15.9	16.0~ 17.9	18.0~ 19.9	20.0~ 21.9	22.0~ 23.9	24.0~
看板飛散			●○		●○	●○×	●○×	●○×
屋根がわら飛散			○	●○	●○	●○×	●○×	●○×
学校・工場・倉庫倒壊			●	●	●○	●○×	●○×	●○×
家屋破損			●	●○	●○	●○×	●○×	●○×
家屋倒壊					●○	●○×	●○×	●○×

●：福岡地区（風速は福岡の値で代表さす）      ○：筑豊地区（風速は飯塚の値で代表さす）  
 ×：北九州地区（風速は下関の値で代表さす）

第9表 ルース台風による枕崎市街における屋根の種類別の被害発生率

(枕崎における最大平均風速; 42.5 m/s, 風向; S, 最大瞬間風速; 65 m/s 以上)(中橋による)

種類	被害程度		
	<20%	30~70%	80~100%
洋館建の屋根	100%	0%	0%
総しっくいのかわら屋根	100	0	0
一部しっくいのかわら屋根	85	15	0
普通のかわら屋根	59	31	10
平木屋根	64	21	15

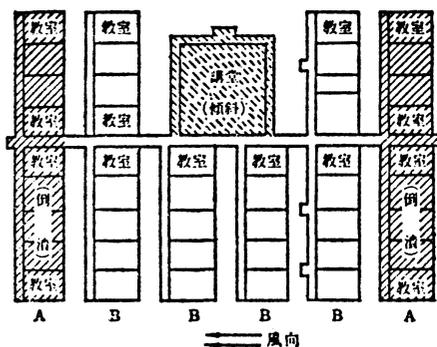
(1952) は1951年10月のルース台風通過時に枕崎市で発生した屋根の構造別被害率を調べた結果、第9表のような結果を得た。構造的にしっかりした屋根の被害が軽微だったことがわかる。

1975年10月5日台風13号が八丈島近傍を通過した際に、島内各所に甚大な建物被害が発生した。最大瞬間風速 67.8 m/s を記録しているが、建物被害の大部分は新建材による新しい建物で、島特有の石垣に囲まれ、大地にへばりつくような平家造りの昔からの民家にはほとんど被害がなかったという。そして、最近の観光ブームにより、2階家に改造し、大きな開口部とアルミサッシのガラス窓という本土と変りない様式のものが増したが、これら画一化された様式の新しい建物に被害の多いことが指摘されている。そして、飛散物による風下側での2次被害の波及現象が目立っていると八丈島測候所では報告している。

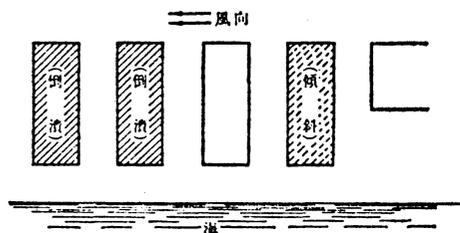
そこで飛散物の飛散距離が問題となるが、これには1950年のジェーン台風時の亀井(1950)の調査結果がある。それによると、鉄板スレートがもっとも遠く、130~200 m、鉄板が70 m、スレートが40 m、セメント瓦が35 m、日本瓦が25 mの順となっている。ジェーン台風時の大阪における最大風速は平均 28.1 m/s、瞬間(ダインス風圧計による) 44.7 m/s であり、これより強い風速の場合には、さらに遠くまで飛んで行くことになる。ジェーン台風の時、日本瓦の破片が飛来して和歌山地方気象台の壁に突きささっていた。

街区や建物の配置によっても風害の受け方は異なる。1930年7月北九州を襲った台風について田辺ら(1930)が行った調査で第7図に示すような被害分布を発見した。強風の卓越風向に対して直接吹きあたる最風上側と最風下側の建物をもっとも被害を受けやすい。最風下側の倒壊は建物の直ぐ背後にできる渦乱流による強い引張

(A) 佐賀久田思濟小学校配置



(B) 岸壁合庫配置



第7図 風向と建物被害(田辺らによる)。

り力によってなされるものである。

この現象は1948年のアイオン台風時に千葉県銚子市の木造住宅団地においても現われており、十代田三郎の調査によると、全・半壊家屋の最多発域は団地の最風下側で、次いで最風上側が多発している。

1934年の室戸台風時に大阪市内の小・中学校が多く倒壊し、多くの児童・生徒が下敷となって死んだ。十代田(1935)は大阪市内の校舎の配置および形態と風害との関係を調べ、それを第10表のようにまとめている。

校舎の配置および形態別に見ると、強風の卓越風向に対して風をはらむ形やコの字型の風下側校舎の倒壊が多くなっていることに注意されたい。家屋の密集する市街地における風害家屋を調査した場合にも上記と類似の現象が見られ、十字路や袋小路になっている場所の家屋で、強風風向に対して風あたりの強いところに被害が多い。

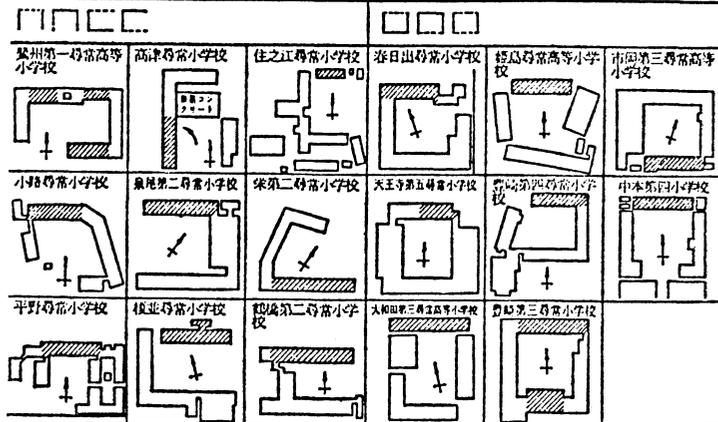
鉄塔等の構造物の倒壊が多く現われるのも大型台風の特徴である。鉄塔等の設計風荷重が 60 m/s 以上に作られているものでも倒壊している場合があるので注意する必要がある。

第10表 室戸台風時、大阪市内小学校校舎配置別倒壊率統計表（型態の点線は倒壊校舎）

(型態の点線は倒壊校舎)

型態										
校名	北原加島	箕州第二	泉尾第三	栄第二	鶴橋第二	春日出	花園	豊崎第三	津守第三	
	天王寺第一	高津	住吉	味原	陸口第二	天王寺第五	市岡第三			
	箕州第一					大和田第一	丸山			
	中本第二		住之江			船場				
	小路		曾根崎			豊崎第四				
	田辺					中本第三				
	平野					中本第四				
	天王出					粉濱第一				
	啓発第二					南百濟				
						神津				
計	9	2	5	2	2	10	3	1	1	
%	82	18	56	22	22	72	21	7		
計	11					14		40%		1 3%
合計						20		57%		

平面図



2.2. 樹木

台風の来襲によって多数の風倒木の発生を見ることが多い。強風の継続時間、風向、林型、樹種、土壌などにより差があるが、大体平均風速 20 m/s に達すると、倒木や折損が発生し始めている。平均風速 20 m/s は山間部では瞬間風速 35 m/s 以上の風速と考えられる。

北九州地方で街路樹が倒伏や折損し始める限界風速を調べた結果でも 18~20 m/s となっている。

また、単位面積当たりの立木本数が多いほど被害率が少なくなるという傾向が多い。

2.3. 農作物

農作物の風害の受け方は農作物の種類、生育段階や肥培管理条件などによって異なる。谷 (1967) は農作物の台風災害発生系列を第8図のようにまとめている。

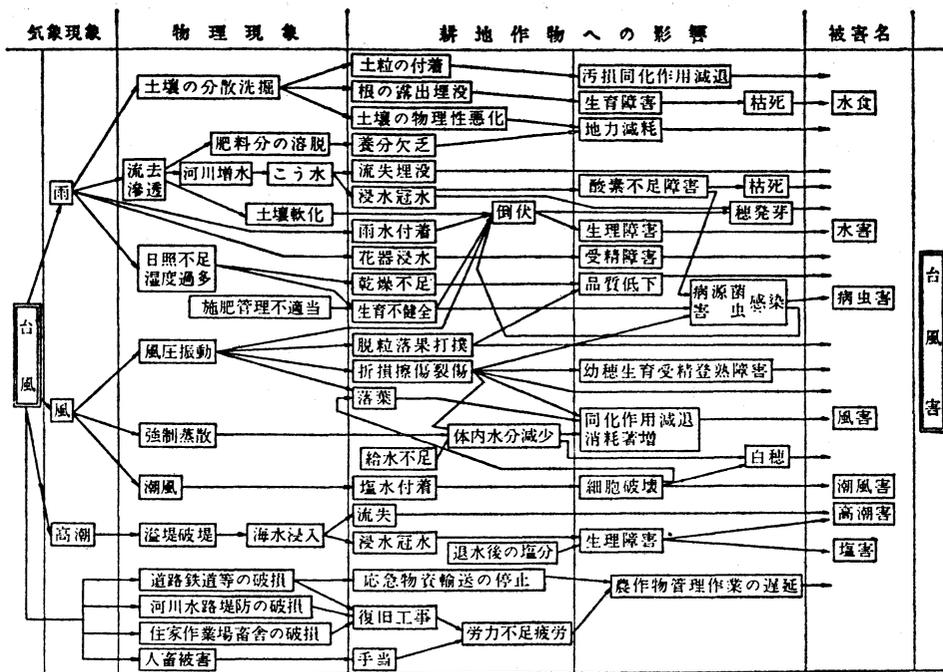
農作物被害では稲の被害が国民生活に対してもっとも

大きい影響を与えるが、農業技術研究所においてその発生機構が明らかにされている。

台風来襲時には風雨が同時に作用するので、その場合には、

(1) 出穂後の経過日数が長くなるほど挫折倒伏の発生が容易になる。

(2) 稲を挫折倒伏させる雨や風の力は、出穂後の経過日数が長くなるにしたがって次第に少なくてすむようになる。降雨と同時に風が吹く場合には、風単独の場合に比べて出穂直後では約 2 m/s、完熟期頃では約 5 m/s だけ平均風速が弱くても挫折倒伏が発生する。したがって風雨条件下において挫折倒伏を発生させる限界風速は出穂期の 16 m/s 程度から、完熟期頃の 6~7 m/s 程度へと変化する。



第8図 農作物の台風災害発生系列。

2.4. 果樹

果実の落下は、百足 (1961) が青森県下のリンゴについて調べた結果では、風速が 5 m/s になると落果し始め、最大風速が現われた直後に最大となっている。落果率 (D%) と風速 (V m/s) との関係は、

$$\text{西寄りの風} : D = 408 V^{4.7} \times 10^{-8}$$

$$\text{東寄りの風} : D = 815 V^{5.4} \times 10^{-10}$$

で表わされる。

果樹の倒伏は根系の発達の仕方が樹種によって異なり、それが倒伏の難易を決めている。山本ら (1966) によると、梨や柿のような立体的に発達したものはもっとも強く、比較的広範囲に根群が広がるが、地表近く浅い地層にしか入らない蜜柑や林檎は豪雨で地盤のゆるんだ時に倒れやすい。桃は根系が深いところにも発達するが、屈曲根のため地上部に対する支持力が弱い。

3. 塩風害

塩分害には電力施設に対するものと農作物に対するものとある。

3.1. 電力施設

畠山ら (1964) による調査によれば、塩風害には台風

と同時に発生する同時塩害と、台風が過ぎかっただ後に間接的に続発する後続塩害とあり、同時塩害が発生する限界気象条件は、

- (1) 風速：海岸地方では最大平均風速 20~25 m/s 以上、最大瞬間風速 30 m/s 以上、内陸部では最大平均風速 20 m/s 内外、最大瞬間風速 25 m/s 以上。
- (2) 強風継続時間：平均風速 5 m/s 以上の海よりの風が10時間以上吹統すること。
- (3) 降雨：5 m/s 以上の風の吹統時間中の降雨強度が 2 mm/hr 以下の弱い雨であること。
- (4) 湿度：上記時間中の平均湿度が70%以上。
- (5) 台風来襲前の降水量：少ないほど塩害の規模が大きい。第2室戸台風の場合は前5日間 10 mm 以下、前10日間 30 mm 以下、前30日間 100 mm 以下の地域で発生。

そして、以上の条件が重なった場合に被害が最大となる。

後続塩害の場合は塩分粒子がすでに付着しているので、適当な水分が補給されればよい。それゆえ、その限界気象条件は、

(1) 降雨：降雨強度が 2 mm/hr 以下の弱い雨であること。

(2) 湿度：90%以上の高湿度であること。

### 3.2. 農作物

水稻の塩風害発生最少塩分量は坪井 (1960) によれば、1穂 (100粒程度) 当たり 1.0 mg である。

蜜柑の落葉発生最少塩分量は葉面積 1 m<sup>2</sup> 当たり 0.38~0.51 g で、それ以上 0.1 g 増すごとに約 3% ずつ落葉率が増加するという。

## 4. 水害

水害は大雨、豪雨が降ることによって発生するのであるから、水害と降水量との間にはある程度の相関がある。しかし、大雨・豪雨即水害とはいえない。雨水が地表面を流下し、あるいは地下浸透して流下する過程で流水の作用により、あるいは地下浸透による地耐力の低下により種々の水害が発生する。しかし、日本の国土は何等かの形で人工の手が加えられており、自然といっても天然自然の状態ではない。山林のほとんどは植林であり、平野は田畑となり、また都市近郊では大規模宅地開発が急速に拡大され、山地にはダムが建設され、ほとんどの河川は人工河川と化している。これら人為的な作用はすべて流水の形態、性状を変える。それゆえ、水害の発生地域、形態はそれらの影響を受けて微妙に変化する。

以上のことを念頭において水害を理解する必要がある。

### 4.1. 水害被害高と雨量

台風による雨は広範囲に降るので、一雨により同時に水害が発生する範囲は梅雨期などのそれより広いのが普通である。そして、広範囲に大雨を降らせ、さらに局部的な集中豪雨がそのなかに織り込まれて降る。1976年の17号台風時には9月8~14日という長期間にわたり関東から以西に豪雨をもたらす、特に岐阜揖斐・長良両川流域、四国から小豆島を通り兵庫県下までの地域には集中豪雨が数日続き、各地に崩壊災害をも含む大水害を発生させた。この雨は台風と秋雨前線とによってもたらされたものである。このような長期間つづいた豪雨は珍しい現象であるが、過去にも発生しており、警戒すべきことである。

一般に水害は降水量がある程度に達するまでは被害がほとんどなく、それを越すと急速に被害が増大しはじめる。荒井 (1954) は全国各地の都道府県別田畑の浸水面

積と降雨量との関係を調べ、浸水面積率  $A$  は、

$$A = \sqrt{R/R_0 - 0.44}$$

$$A = 0 : R/R_0 \leq 0.44$$

なる関係が成り立つとした。ただし、 $R$  は最大日降水量、 $R_0$  は多雨月の平均降水量である。荒井の式が成り立つことは、各地方それぞれに持っている水害に対する抵抗力が各地の平均的な雨量によって培われていることを示しているともいえるが、むしろ、水害防御施設がそれぞれの地方の雨量に対応して設けられているからである。

奥田・知花 (1970) は宮崎県の田・畑の流失埋積面積および土木施設の被害と最大日降水量  $R$  との関係を調べ、

田の流没埋積面積  $S_T$  は、

$$S_T = R^{3.50}/4.59$$

畑の流没埋積面積  $S_f$  は、

$$S_f = R^{4.59}/7.75$$

堤防決壊件数  $S_e$  は、

$$S_e = R^{3.759}/6.885$$

道路決壊件数  $S_w$  は、

$$S_w = R^{3.237}/5.202$$

橋梁決壊件数  $S_b$  は、

$$S_b = R^{2.67}/4.57$$

という値を得た。そして、宮崎県における被害発生限界雨量として、田 10 ha で約 40 mm、畑 10 ha と道路 10カ所が約 80 mm、堤防と橋梁 10カ所が約 120 mm を得た。(これらの日降水量は県内全観測地点の最大日降水量の平均値。)

### 4.2. 山・崖くずれ

水害被害のうち、人命被害を大きくしているのは山・崖くずれ等の崩壊災害である。崩壊災害は地質、地形、植生などの条件に左右されるため、気象との関係は複雑である。

蔵重ら (1964) の調査によると崩壊災害は暖候期を中心に発生し、特に梅雨期と台風期に多く、規模の大きいものが発生する。

倉嶋 (1973) は建設省土木研究所急傾斜地崩壊研究室と同省河川局砂防地すべり対策でまとめた1969~71年の3カ年の崖くずれ資料を基にして種々の降水量と崩壊との関係を調べた。崖くずれは40都道府県に分布し、その数は201カ所である。それによると、1時間雨量では20 mm/hr を越すと増加し始め、40 mm/hr で急増する(第11表)。この傾向は全国各地の崩壊災害について調べ

第11表 崖くずれの1時間降雨強度別相対発生示数(東京)(倉嶋による)

強雨階級 (mm/hour)	相対的発生示数 ( $P_1/P_2 \times 100$ )
10 ~ 19	28
20 ~ 29	143
30 ~ 39	143
40 ~ 49	1,084
50 以上	730

第12表 崖くずれの24時間雨量階級別発生示数(長崎県)(倉嶋, 1973による)

強雨階級 (mm/24 hours)	相対的発生示数 ( $P_3/P_4 \times 100$ )
50 ~ 99	31
100 ~ 149	165
150 ~ 199	375
200 <	3,875

た結果とも一致する。

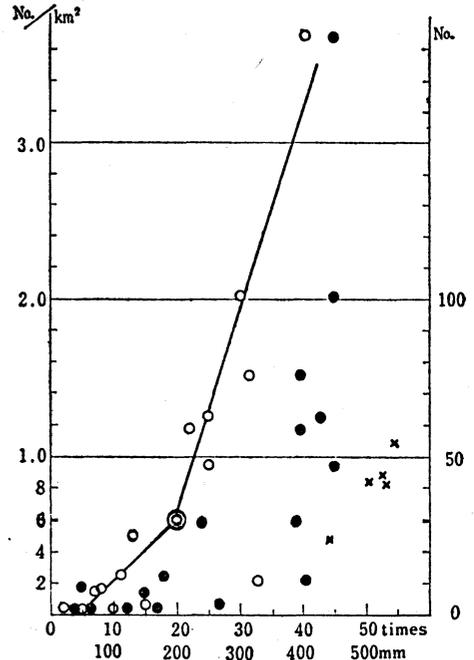
24時間雨量との関係も第12表に示すように雨量の増加とともに指数関数的に増加し、200 mm を越すと急増している。

1971年の台風25号により千葉県房総半島で、75年の台風5号で高知県下に、崩壊災害が多発した。奥田(1977)はこれら崩壊災害と各種雨量との関係を調べ、10分間雨量  $\geq 5$  mm の降雨強度にさらされた時間数の長短が崩壊件数の多寡と密接に関係していること(第9図)、集中豪雨時には約2~3時間の周期で降雨強度が強くなったり弱くなったりするが、その2波から3波目に崩壊が多発することを見出した。

5. 高潮害

高潮による浸水は一般に河川堤防の決壊による洪水害の場合よりも速度が早い。室戸台風時の高潮による水位の上昇は10分間に1 m を越えているが、伊勢湾台風時にも同様に急激な増水を記録している。

そのため、人は逃げ場を失い、家屋は大きな流圧を急激に、かつ繰り返して受けて倒壊し、さらに浮き上げられる。伊勢湾台風時、名古屋港の貯木場にあったラワン材群が巨大な兇器と化し、被害を激甚化したが、流木や小船舶などの乗り上げ、流動による2次的な被害の拡大は、伊勢湾台風時の経験からして、巨大化した臨海工業



第9図 1975年8月17日05号台風による高知県下の崩壊件数と雨の関係。

- : 市町村別 1km<sup>2</sup> 当たり崩壊件数と8月17日10~20時の雨量との関係。
- : 市町村別 1km<sup>2</sup> 当たり崩壊件数と8月17日10~20時の間に  $\geq 5$  mm の10分間降雨強度にさらされた時間数(単位10分)との関係。
- × : 部落単位別崩壊件数(防災研究所アンケート調査による)と崩壊ピーク時の雨量との関係。

都市において特に注意が肝要である。

高橋・亀井・宮崎(1960)は伊勢湾台風時に命からがら助かった人々について調査し、避難することのできた浸水高は大人の男で約70 cm 以下、女は50 cm 以下である。しかし、浸水高30 cm 以上では浸水中を歩くのが非常に困難である。また、子供(小学校5, 6年)では20 cm 以下となっている。避難時に家族を見失った時の浸水高は25~60 cm となっており、子供の手を放した場合はほとんど見失っているという結果を得ている。

6. 注意報・警報と被害との関係

注意報・警報や台風情報は災害対策初動のために極めて重要であることが指摘されて来た。そして、注意報・

警報が適切であったために被害を極めて軽微に食い止めた事例も多いし、その逆に現在の予報技術ではこれ以上はないという適切な予報が出ていながらそれが活用されず、多くの人命被害を受けた例もある。そのような人命

被害の多かった時は、必ずといって良いほどそこに住んでいる人々が災害に無経験であり、自治体の警報の受け止め方や現象発生に対する対応処置に適切さや迅速さを欠き、大事にいたっている場合が多い。

(502頁より続く)

度を上げて観測している。台風の中心部には背の高い発達した雲が見られない（背の低い雲からなる循環しかない）が、上記の飛行機観測より、海面付近では50ノット近い風が吹いている（台風の基準の34ノット以上）ことがわかる。

#### 5. まとめ

「ひまわり」が打ち上げられてから、今までは資料不足ではっきりしなかった台風についての種々の情報が得られている。その結果、台風は必ずしもすべて教科書で書かれているモデルのようなものではないこともわかっ

てきた。十分発達した台風については、今までに作られているモデルに合致するものが多いが、それ程発達していない台風、特に中緯度で発生した台風については、モデルでは説明し難いものも混じっている。この7813号台風のように、低い雲の循環からなる台風や、気象庁のルーチン作業でドーナツ型と呼ばれている台風（中心部では風が吹かず、中心から離れた領域では風が強い台風。「ひまわり」から見ると、穴のあいたドーナツのように見える）などがある。今後、中緯度で発生するこの種の台風についての観測が積み重ねられれば、台風の概念にも若干の変化が生ずるであろう。