

日本の風水害

奥田 穰

1. はしがき

風水害として取り上げられる災害が台風のみによってもたらされと思っている方が多いと思われるが、風水害は発達した温帯低気圧の通過によっても発生する。

表1に、昭和61年版「理科年表」により昭和39年～58年の最近20年間における災害件数と、その被害高（死者・行方不明者数、負傷者数）を示した。発生件数は風水害が水害のほぼ倍の21回となっているが、その中で温帯低気圧による風水害は昭和39年6月の1回にすぎない。それゆえ、以下においては台風災害を中心に風水害を論じてゆくこととする。風水害の発生件数は21回と、毎年1回は発生するというように出ているが、昭和39～58年の20年間に風水害が発生しない年は6カ年あり、そのうち、水害も発生しない年は4カ年にすぎない。

また、台風が北上中に衰弱して熱帯低気圧となり、さらに温帯低気圧化して日本列島上を東進中に大雨・豪雨によって水害をもたらしたものは水害として統計してある。それも考慮すると、台風はほぼ毎年のように日本列島を襲い、災害すなわち風水害をもたらしていると考えてよいだろう。

表1 昭和39～58年における各種災害の発生件数
（「理科年表」昭和61年度版より）

	風雪 害	風水害 (台風)	水害	冷害	干害	凍霜 害	火災	雪害	凍害
発生件数	1	21	11	9	4	5	1	2	1
死者・行方 不明者数	1	1707	1732					194	
平 均	1	81	157					97	
負傷者数	44	6056	2922					1874	
平 均	44	288	266					937	

2. 台風による災害の種類

表1の人的被害高では、風水害より水害の方が死者・行方不明者数が多くなっているが、多数の被害を出した水害はいずれも台風くずれの低気圧によってもたらされており、大きい被害を与える気象災害は台風災害であるといっていよい。

台風による被害が他の気象災害に比して大きい被害をもたらすのは、台風の特徴づけられる性質、構造からきている。それは猛烈な強風、ばく大な降雨量、台風中心部の異常な気圧下降という3大特徴に集約される。そして、これらの3大特徴による災害は、海岸地方では風害、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。

暴風雨下の人間の行動は、単なる豪雨の場合よりもはるかに大きな制約を受ける。風速20m/s以

おくだ みのもる 八代学院大学
〒655 神戸市垂水区東舞子町14-16

上になると、雨が降っていない場合でも歩行が困難であり、豪雨をともなう場合は危険さえともなう。猛烈な強風と激しい豪雨、あるいは高潮・波浪が同時に襲うことが多いので、避難するにしても、防災活動をするにしても、単純な風害や水害時よりもはるかに大変な困難さをともなう。

台風によってもたらされる災害を一覧表にすると、表2のように広範囲にわたる。

3. 台風の破壊力

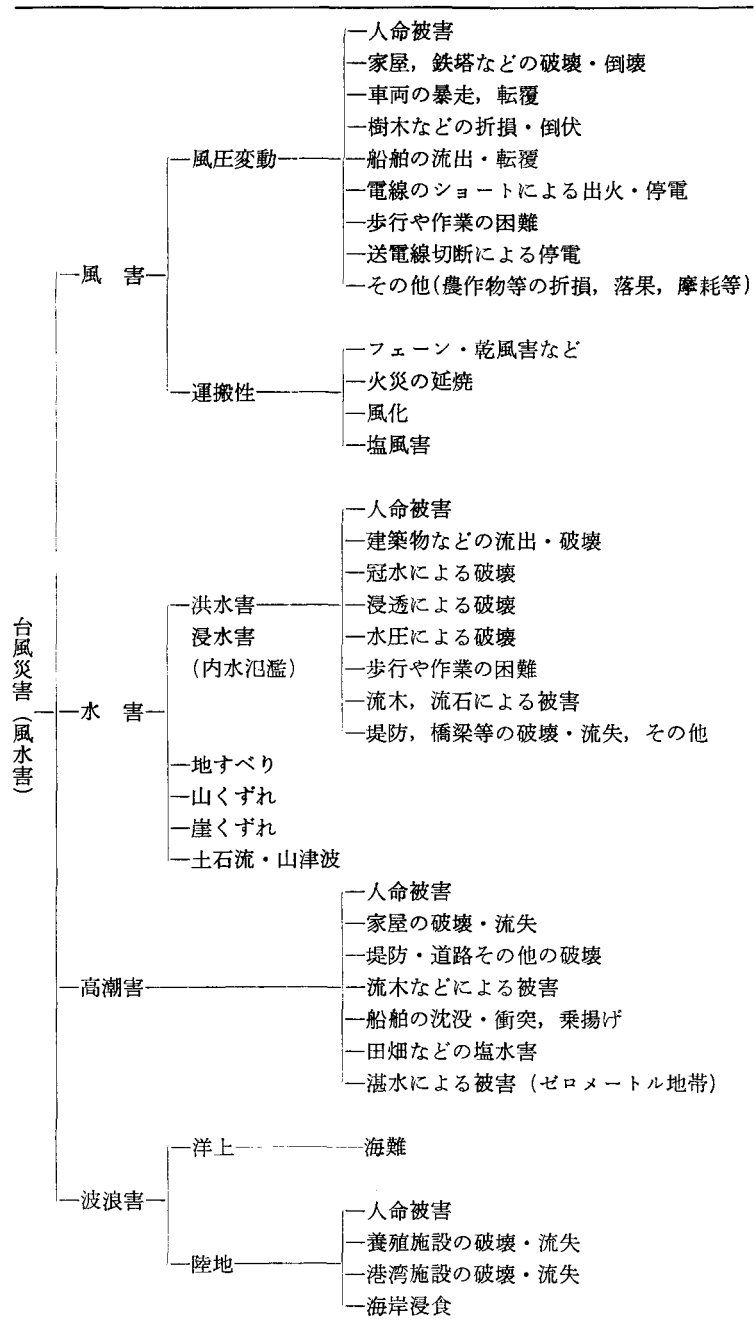
災害は人間や施設等という被災物の抵抗力が、破壊力に抗し切れなくなった時に発生する。台風災害は台風の強大な破壊力が個々に強大であるばかりでなく、重合して発生することによる相乗作用が加わり被害を大きくする。このことを念頭において、台風の破壊力について概観しよう。

表3に気象庁で用いている台風の大きさと強さの分類を示した。この表から読み取れる台風の破壊力は強風と、台風中心の気圧下降である。ここで注意しておきたいのは、表に示された風速は10分間平均風速ということである。強風による災害は、陸上における風害については平均風速よりも瞬間風速の方が関係が深く、高潮や波浪

の発生に対しては平均風速の方がよい。瞬間風速と平均風速との関係は大気安定度、地面粗度によって異なるが、平均風速を1.5倍すれば、瞬間風速のだいたいの目安を与える。

高橋浩一郎(1968)は気象官署の観測値をもと

表2 台風災害の種類



にして、平均風速別に全壊家屋数、半壊家屋数、死者数、損失船舶数を統計したが、その結果を表4に示した。これらの被害数には水害や高潮害なども含まれているので、厳密には風害被害のみをとりあげているとはいえないが、風が強まるにつ

表 3 台風の大きさと強さ

(1) 大きさの分類

程 度	1000mb 等圧線の 半径	風速25m/s以上 の半径 (参考)
ごく小さい	100km以下	
小型(小さい)	100~200	100km前後
中型(な み)	200~300	200 "
大型(大きい)	300~600	300 "
超大型 (非常に大きい)	600以上	400 または それ以上

(2) 強さの分類

階 級	中 心 気 圧	最 大 風 速 (参考)
弱 い	990mb以上	25m/s未満
な み	960~989	25~34
強 い	930~959	35~44
非常に強い	900~929	45~54
猛 烈 な	900未満	55以上

れて急速に被害数が増大していることがわかる。

台風の強さを示す中心気圧は、低ければ低いほど強風をもたらすと同時に、海面の吸い上げ効果を大きくする。水面の盛り上がり方は、気圧が1mb低下すれば1cmという量である。それゆえ、猛烈な台風の場合の海面の盛り上がりは1m、強い台風の場合には40~70cm程度となる。これに強風による海水の吹き寄せ効果と波浪が加わり大きな高潮となって湾奥に押し寄せる。風水害を異常に激しくするのは高潮の発生による場合が多い。

日本における風水害被害の最高記録は、文政11

表 4 風速別被害高 (高橋浩一郎による)

風 速	10~15	15~25	25~35	35m/s以上
全壊家屋数	18	160	298	8,155
半壊家屋数	105	82	623	15,300
死 者 数	7	7	57	243
損失船舶数	0	34	184	2,750

年(1828)9月17日夜半、長崎付近に上陸し、北東進した台風によってもたらされた。有明海に発生した高潮と筑後川の洪水とが重なり、合計1万人を越す死者を出している。この時シーボルトが乗船して出国しようとした船がこの台風で遭難し、シーボルトが逮捕される結果を生んだので、シーボルト台風と呼ぶ人もいます。

外国ではそれをはるかに上回る例がある。インド洋は台風と同じ現象のサイクロンが発生する海域である。1970年11月には東パキスタン(現バングラデシュ)で死者20万人から30万人、被災者200万~300万人といわれる今世紀最大の災害に見舞われている。これは、ベンガル湾に発生した高潮によってひき起こされた。

台風のもう1つの破壊力は、猛烈な降雨強度をとともなう大量の雨である。表5に月別台風発生および日本への上陸回数(1951~1980年の30年間)を示したが、上陸は4~10月で、8月が最多、以下、9月、7月、10月、6月の順となっている。この中、6、7月は梅雨前線が、9月は秋雨前線が日本列島上またはその付近に横たわっていることが多く、台風の北上にとともなう高温な赤道気団

の前線上への這上がりによって、各地に大雨が降る。昭和51年9月8~14日の約1週間にわたる大雨はその典型例であった。

台風によってもたらされる雨は、そのように停滞している前線の効果に加わるので、特に強い雨は長時間降りやすい。図1は降雨強度計の記録

表 5 月別台風発生および上陸回数 (1951年~1980年)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計	30年平均
発生数	15	9	14	24	33	50	121	161	149	118	76	36	806	26.9
上陸数	—	—	—	1	1	4	13	34	29	7	—	—	89	3.0

注1: 台風の発生は、弱い熱帯低気圧が台風(風速17.2m/s以上)となったときの月をもって、その月の発生数とした。

2: 台風の上陸は、台風の中心が日本(九州、四国、本州および北海道)のどこかに上陸したもので、温帯低気圧または弱い熱帯低気圧の上陸は除いてある。なお、島、列島(南西諸島、伊豆諸島および五島列島)等を通じたものは含まれていない。

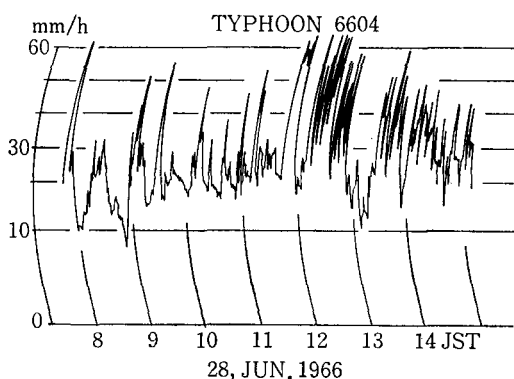


図 1 台風の降雨（梅雨時）（当倉万寿夫による）

を示したものである。降雨強度のレベルが高い状態の上にパルス状の変動が加わっている。このような台風の強雨構造と温帯低気圧のそれとの違いをスペクトル解析によって確かめた結果、温帯低気圧の場合には20～30分に極大をもち、それより短周期部分では急速に減衰しているのに対し、台風の場合にはそのような明確な極大がなく、2分という短周期までエネルギーを減衰しないでおり、長周期の変動の中に短周期の強い雨の変動が加わっていることを示している。

なお、ここで、地域別の台風上陸数を、台風の強さ別に図2に示した。強い台風は紀伊半島、四国、九州地方に多く上陸し、中国地方から東北地方、北海道への上陸は弱い台風という結果が出ている。しかし、これは中国地方やそれらの地方にくる台風のすべてが990mb以上の弱い台風であるということを意味するものではない。他の地方に上陸後來襲したもので980mb以下の並以上の強い台風がくる場合もある。

4. 台風にとまなう災害

以上のように、台風によってもたらされる破壊力は、風、雨等を独立に見ても、他の気象現象よりも強力な破壊力を持っている。そのうえ、それらの破壊力が複合して破壊力を競い合うみたいに襲いかかるので、被害が拡大されることが多い。建物の倒壊でも強風が主体となっていて、強雨

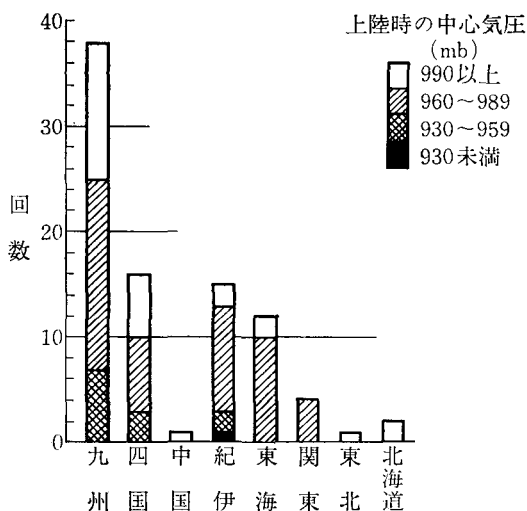


図 2 地域別台風上陸数（1951～1980年）

の影響は皆無とは言えないし、長時間継続した強雨によって発生した崖くずれや山くずれに強風の影響を加味する必要もある。しかし、神経質にそれらを考慮し、風、雨両者の影響度により細分しても現実的意味をもたないので、通常の高害、水害等に大別して、台風の災害を述べることにする。

(1) 風 害

台風来襲数の多い九州各県の建物被害について、建物の全・半壊数と風速との関係を調べた結果では、瞬間風速の方が平均風速よりも相関が高い。建物に対する風の作用が、風速の強さだけでなく、風圧変動が加わっているためである。その結果を1959年9月の伊勢湾台風について適用して良い結果を得ている。また、高橋浩一郎（1661）は伊勢湾台風時の愛知県について、市町村別に家屋被害率として全壊に0.9、半壊に0.6の重みをつけた数と全家家数との比をとり、図3に示したような結果を得た。大きな高潮に見舞われた沿岸部の被害率は当然大きくなっているが、海岸から内陸部への被害率の減少の仕方は図4に示した最大瞬間風速分布と割合良い対応を示し、被害率10%以上の地域は瞬間風速の大体50m/s以上の地域と一致している。

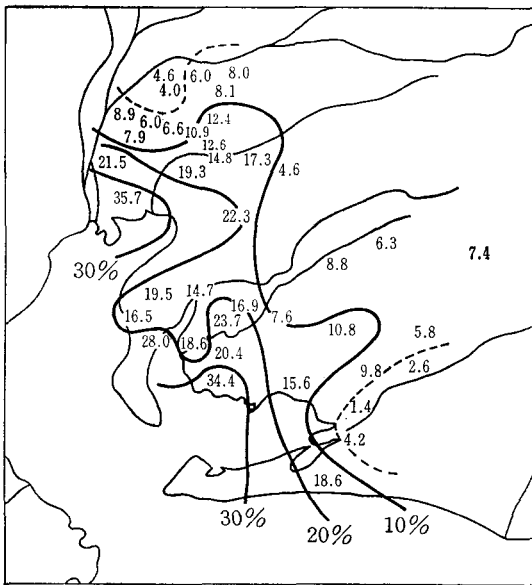


図 3 家屋被害率分布図

建物の構造によって抵抗力が異なるゆえ、被害にもそれが現われる。中橋実郎(1952)は1951年10

表 6 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; 42.5m/s, 風向; S, 最大瞬間風速; 65m/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%
総しっくいのかしら屋根		100	0	0
一部しっくいのかしら屋根		85	15	0
普通のかしら屋根		59	31	10
平木屋根		64	21	15

月のルース台風のさい、枕崎市街で発生した屋根の構造別被害率を調べ、表6のような結果を得た。

1975年10月5日台風13号が八丈島近傍を通過したさいに島内各所に甚大な建物被害を受けた。最大瞬間風速は67.8m/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ながらの民家には、ほとんど被害がなかった。

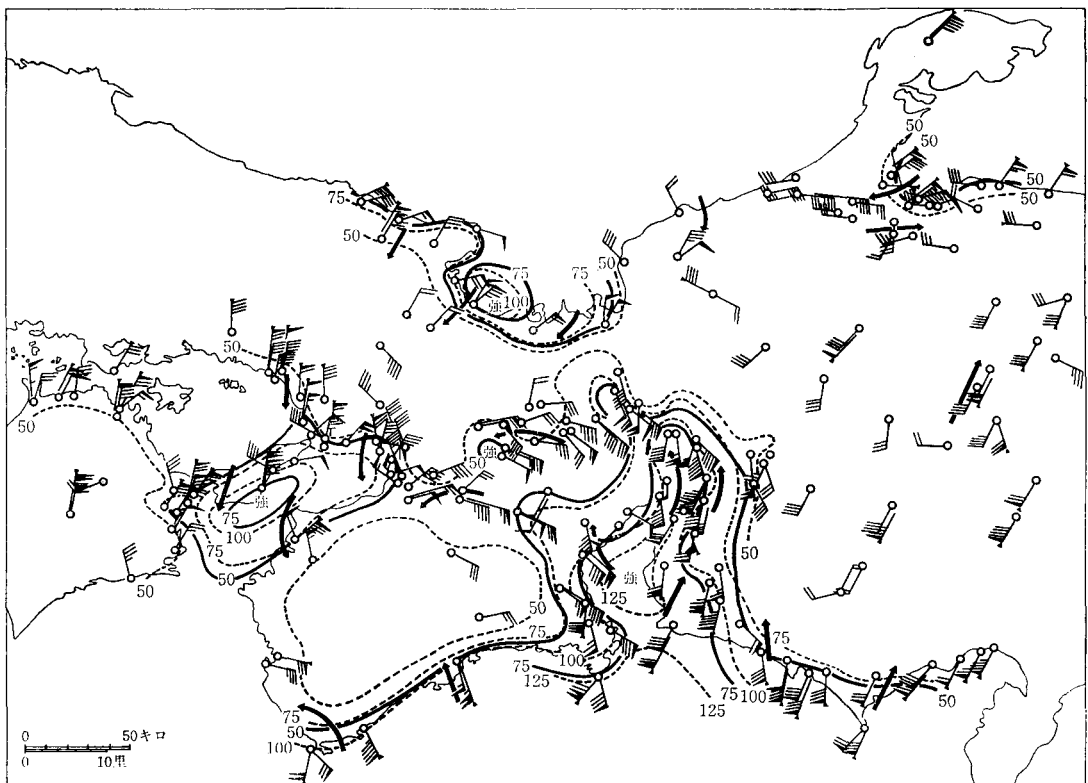


図 4 最大風速分布図 (実線は平均風速, 破線は瞬間風速, 単位はノット, その1/2が大体 m/s)

同様な被害現象が1977年
沖永良部島を襲った台風
7709号のさいにも発生して
いる。この台風の沖永良部
通過時に、最低気圧 907.3
mb という日本気象観測史
上最低の観測値を記録し、
風車型風速計は60.4m/sの
風速を記録した直後に支持
柱が折損し、測定不能とな
った。この沖永良部台風の
建物風害分布を地形起伏
と関連させて調べた結果
Geiger (1950) の円丘上の

微気候の実験観測における風速分布によって、よく説明されることがわかった。

地形と被害との関係ばかりでなく、建物の配置、市街地内における街区構造等によっても被害の程度が異なる。これを最初に見いだしたのは建築学者田辺平学であるが、室戸台風(1934)による関西大風水害時には、各地の建築学会員による徹底した建物の被害調査がなされた。室戸台風は朝8時過ぎに大阪の西を通過したが、小・中学校に倒壊校舎が多数発生し、おりから登校してきた児童・生徒が巻き込まれて、多くの犠牲者となった。室戸台風は防災上の対策に画期的な契機を与えた台風であるが、建築基準法の基礎固めがはじまったのもこれからであり、小・中学校校舎の鉄筋コンクリート化や、気象警報下の小・中学校児童・生徒の取扱いに神経をつかうようになったのもこれを契機としている。

図5は大阪市内の小学校校舎の配置と倒壊との関係を示したもので、倒壊部分は強風をはらむ部分や、コの字型およびロの字型配列の風下側校舎となっている。

建物の配列と倒壊被害との関係は街区構造においても成立することが、その後確かめられている。

平面図

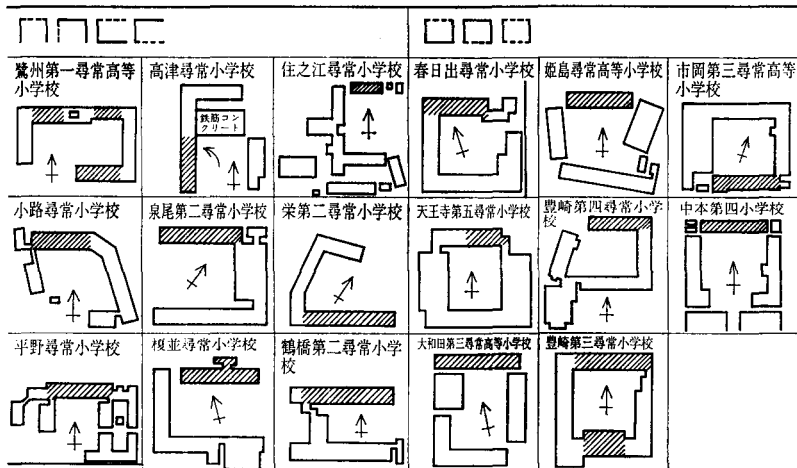


図5 室戸台風時、大阪市内小学校校舎配置図と倒壊校舎

(飛散物の飛距離)

瞬間風速が25m/s以上になると家屋等に被害が出はじめ、吹き飛んだ飛散物は強風に乗って2次被害を発生させ、被害を拡大する。

亀井勇(1950)がジェーン台風(1950)時の飛散物の飛距離を調べた結果、鉄板スレートが最も遠く120~200m、鉄板が70m、スレートが40m、セメント瓦が35m、日本瓦が25mの順となっている。ジェーン台風時の大阪における最大瞬間風速は44.7m/sである。

(2) 水害(崩壊災害を中心として)

台風による水害は1976年の17号台風が典型的であるが、その後、1982年の台風18号、83年の台風10号による水害が各地に発生している。

近年防災対策の進展にともなって、台風による死者数が1桁少なくなってきていることが、倉嶋厚等(1972)の調査によって明らかとなったが、表1で見たように、平均死者・行方不明者数81人、最低でも27人と犠牲者はなくならない。そして、この水害の犠牲者の多くは崩壊災害によって発生している。

台風の強雨構造はすでに述べたように、降雨強度のレベルの高い長周期の変動の中に2分程度の短周期の変動が重なっている。この強雨が崩壊災

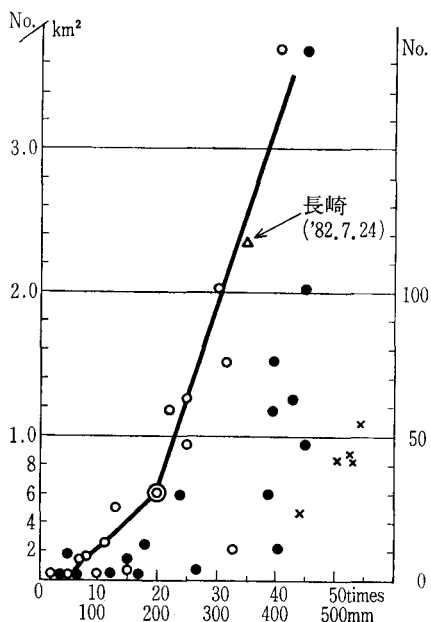


図 6 1975年8月17日05号台風による高知県下の崩壊件数と雨との関係

- ：市町村別1 km²当り崩壊件数と8月17日10～20時の雨量との関係
- ：同 上と8月17日10～20時のあいだに≥5mm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)と崩壊ピーク時での雨量との関係

害に結びつく。崩壊災害の発生と雨との関係は、24時間雨量では100mm以上で漸増し、200mm以上で急増するし(倉嶋厚1973)、1時間雨量では20mm以上で増加しはじめ、40mm以上で急増することが見いだされている(鹿児島地方気象台1968, 倉嶋厚1973)。

図6は1975年8月、台風05号による集中豪雨によって発生した高知県下の市町村別1 km²当たりの崩壊件数と雨量(黒丸)および≥5mmの10分間降雨強度にさらされた時間数との関係を示したものである。図中の2重丸は2市町村で等しい値を示したものであり、実直線は1971年9月の台風25号と秋雨前線により、房総半島各地に発生した崩壊と10分間雨量5mmの降雨強度にさらされた

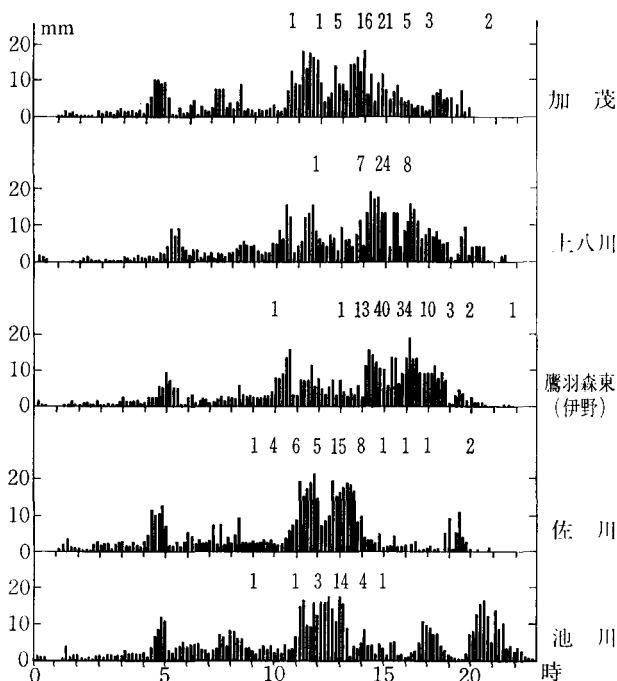


図 7 1975年8月17日、10分間雨量の変化と時刻ごとの崩壊件数(上段数字)

時間とのあいだで求めた関係曲線である。また、図中、長崎とあるのは、1982年7月24日の長崎に発生した集中豪雨による崩壊件数を、同一手法により記入したものである。なお、崩壊現象を取扱う場合には、件数のみでなく、規模も大切なことであるが、規模は災害報告には記録されていることが非常に少ない。大滝俊夫が横浜市の崖くずれについて調べた結果では、件数の多寡と規模の大小とは良い比例関係にある。

降雨と崩壊の発生時刻との関係が問題となるがこれは斜面形状、地質、土質および植生状態等が微妙に影響するので、単純ではない。図7に示した10分間降雨強度の変化と、各時間ごとの崩壊発生件数との関係をご覧願いたい。降雨強度が長周期変動している、2山目以後に発生しはじめ、3山目以後に急増していることがわかってる。

また、崩壊災害が発生した直後、救助隊が救助活動中に、つづいて起こった崩壊に巻き込まれ、2次災害を発生させた例も多く聞かすが、崩壊発生

後も降雨はおさまってはず、引きつづいて崩壊が発生していることが図からも読みとれる。

(3) 高潮

台風災害で人的被害が激増する最も大きな原因に高潮があげられ、特に夜半の高潮発生がおそろしい。これは高潮が長波現象であり、堤防を越えて陸地へ侵入する時の波圧は、河川洪水時の洪水波とは比較にならない程の強さをもってぶちあたるからである。

図8に日本における高潮危険地帯を示した。高潮はそれぞれの湾の解放方位に合致する風向が卓越した場合に、高い高潮が発生する。表7に明治33年以来の主な高潮の記録を示した。この記録にはないが、明治17年には瀬戸内海中央部に面した水島湾で3mを越える高潮が発生し、倉敷市水島地区で546名の犠牲者を出している。

高潮による海面の高まりは非常に速い。図9は伊勢湾台風のさいの名古屋港における潮位記録である。台風接近の直前から急上昇は始めているが、最高潮位の寸前は10分間に1mという想像以上の速さである。昭和9年の室戸台風時、当時の中央気象台大阪支台は大阪湾岸の海岸からの距離20mの所にあったが、高潮が地上に侵入してきてから、2.3mのピークに達するまでわずかに20分、その直後に庁舎は倒壊している。

潮位の高まりかたが非常に速いということは高潮の侵入速度もはやいことを意味する。伊勢湾台風時の名古屋市南部では、堀川河口から尾頭橋までの6kmのあいだを毎秒6、7mという速さで突走っている。

伊勢湾台風では1700年代以降の干拓地域が高潮被害地域となっており、特に、1900年代の干拓地域は激甚地帯となっている。臨海工業地帯はいつでも同様干拓、埋立て地域である。十分注意すべきことである。

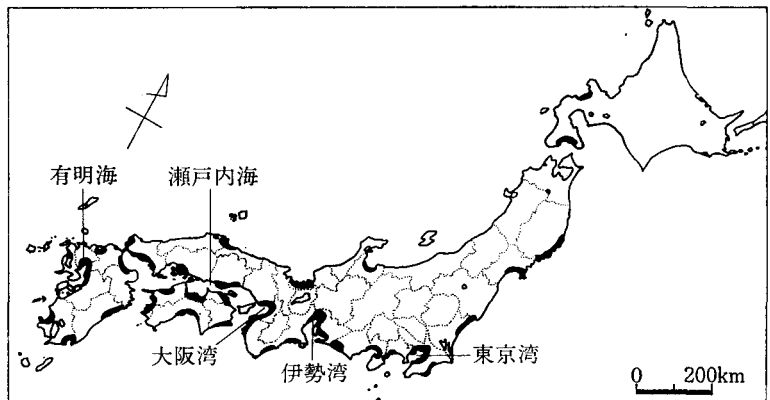


図8 高潮危険地帯一覧

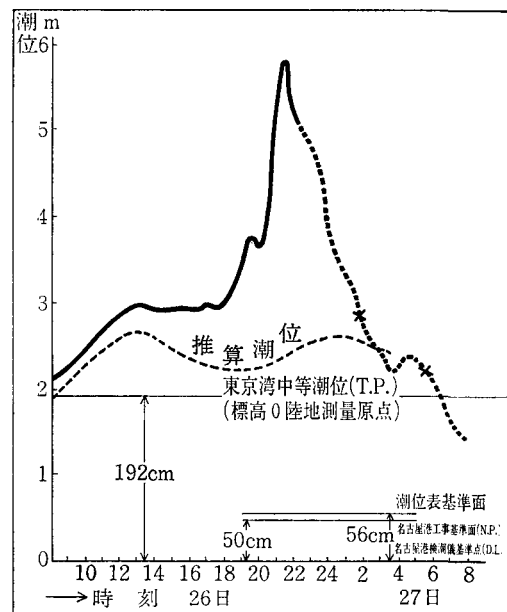


図9 名古屋港の検潮記録
22時55分故障のため破線の部分は実測(×印)ならびに推算潮位および尾頭橋の検潮記録から推定

5. む す び

以上、風水害の発生状況について述べてきた。最後に、倉嶋厚等(1972)の高橋浩一郎の研究の追試結果を図10に紹介したい。図中の破線およびAグループは高橋の求めた1954年以前の台風に対する回帰曲線であり、Bグループは1961年以降のものである。AグループとBグループとのあいだ

には1桁の相違がある。ところが、さらにCグループが出現している。これは台風の工率(注)が小さいにもかかわらず、ある程度の被害が発生していることを意味する。小さな台風だからといって油断をしてはいけない。台風から弱まって熱帯低気圧となり、全国各地に集中豪雨をふりまきながら通過し、被害を与えることがたびたびある。昭和36年6月、42年7月の被害はその状態で発生したものである。

参 考 文 献

- [1] 奥田 穰：台風災害，気象研究ノート，129号
(1976)，237～267
- [2] 奥田 穰：降雨と斜面崩壊との関係について，八

(注) 台風の工率：台風の半径の2乗と台風中心気圧の深度(周辺の気圧と中心気圧との差)の積で表わしたもので，台風のエネルギーに比例する量。図中の「台風の工率」は，台風の日本上陸時の工率。

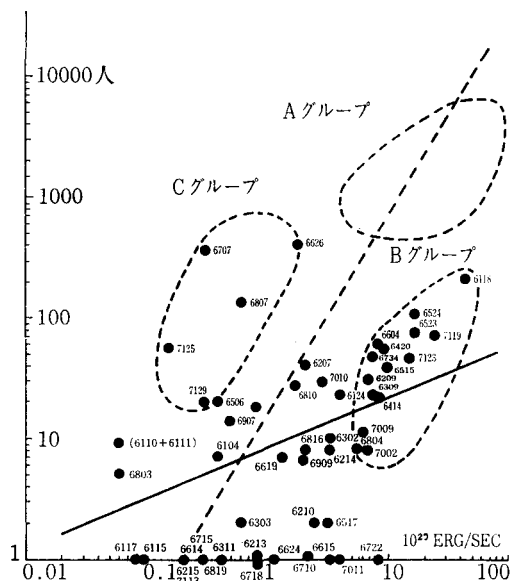


図 10 台風の工率(横軸)と死者数(縦軸)の関係(1961年～1971年)。黒丸のそばの数字は台風番号

代学院大学紀要，25号(1976)，50～61

- [3] 日本建築学会編：近代建築学発達史(防災編)，技報堂，1972
- [4] 高橋浩一郎：気象災害論，地人書館，1968

●ミニミニ●

●OR●

ウンとキザですが

OHP(オーバー・ヘッド・プロジェクター)を使うとき，水性ペンで書き込みをしながら話を進めることがよくある。書き間違えることもあるので，手軽に消せればよいと思う。手もとに水さえあればティッシュ・ペーパーをちょっと湿らせてこすればよいのだが，そんなものはないのが普通である。つばきを使うという方法もないわけではないが，いくら何でも人前である。

こんなとき，小さな香水吹きをポケットに忍ばせオー・ド・コロンをシューと一吹きすればよい。ただの水を入れておいてもよいが，それでは野暮とい

うものだ。それに，オー・ド・コロンなら大部分はアルコールだから，拭きとる効果も水よりはよい。油性のペンで書いたものも消せる。

また，ガラス面に一吹きした上にシートを乗せれば，びったり吸い着くから，シートを端のほうに置いてもすべり落ちない。2枚のシートを続けて見せるときなど便利である。おもしろいものとは違って画面をふさがりし，すぐに揮発してしまうから，後始末もティッシュ・ペーパーでちょっと拭うだけで済む。

(からくり堂主人)