

台風対策の効果の国際比較*

福 眞 吉 美**

1. はじめに

自然現象に伴う被害の大きさは、自然要因(現象の種類、激しさ、場所及び数)と社会要因(防災対策の効果及び人口等の変化)によって決まる。同じ激しさの自然現象に襲われた場合に被害の大きさが時代とともに増減するのは、人口等の変化を除くと、その間の防災対策の効果を反映している。自然要因が同じと近似できる、わが国に上陸した規模(資料1参照)が同じ台風の1個当たりの被害の変化から、わが国の台風対策は、上陸台風に伴う犠牲者数を最近40年間に約10分の1に減少させる効果があった(福眞, 1993)。

わが国の台風に類似する、アメリカ合衆国のハリケーン及びバングラデシュ人民共和国のサイクロンに伴う犠牲者数の変化から、それぞれの国の熱帯低気圧対策の効果を評価し、わが国の台風対策の効果と比較したい。

なお、本文中の「ハリケーン」及び「サイクロン」は、災害の種類を示すものであって、必ずしも気象学上の定義とは一致しない可能性がある。

2. 用いた資料とその処理

「HURRICANE !」 A Familiarization Booklet」(NOAA, 1990)から、アメリカ合衆国に影響したハリケーンの年代、激しさ(Saffir/Simpsonハリケーンスケールによるカテゴリ)及び犠牲者数を求めた。この中には1900年から1989年まで90年の間にアメリカ合衆国に大きな影響を与えた69個のハリケーンが示されており、「カテゴリ1又は2」、「カテゴリ3」並びに「カテゴリ4又は5」に3区分し、1900~1920, 1911~1930, 1921~1940, 1931~1950, 1941~1960, 1951~1970, 1961~1980, 1971~1989年の、原則とし

て10年ごとの20年移動平均(対数)を求めた。約半数を占める犠牲者数が空欄の場合は「0」とみなし、対数平均を求める都合上「0.1」とした。また、「600-900」は相乗平均の「735」と推定した。

なお、ハリケーンのカテゴリは、海岸地域での被害や高潮の可能性を推定するのに用いられるもので、風速と潮位で定義されている。風速の定義は、国際的に用いられているものとは異なることに注意が必要である。光田(1994)によるものを資料2に示す。この中の風速の単位「MPH」は、miles per hour(マイル(陸上)毎時)の省略である。

「1991年サイクロンによるバングラデシュの高潮・強風災害」(サイクロン災害研究グループ, 代表 桂順治, 1992)から、バングラデシュ人民共和国(独立前は東パキスタンと考えられるが、詳細は不明)に影響したサイクロンの年代、最大風速及び犠牲者数を求めた。この中には1960年から1991年まで32年間の37個のサイクロンが示されており、激しさの階級として同国内の最大風速から「~29.9 m/s」、「30.0~49.9 m/s」及び「50.0 m/s~」に3区分し、1960~1970, 1961~1980, 1971~1990及び1981~1991年の、原則として10年ごとの20年移動平均(対数)を求めた。犠牲者数を「-」としたものがこれも約半数を占めるが、ハリケーンの場合と同様に「0.1」とし、「a few」は、「3」と推定した。また、最大風速が「-」と示されたものは、「~29.9 m/s」に分類した。

激しさの区分として、わが国では「台風の規模」、アメリカ合衆国では「ハリケーンのカテゴリ」及びバングラデシュ人民共和国では「最大風速」と異なる基準を用いている。これは、入手できた情報で同じような被害の大きさが見込まれる熱帯低気圧を特定するためである。より狭い範囲については、〇〇消防署が観測した最大瞬間風速というようなものの利用がより適切な場合もあろう。

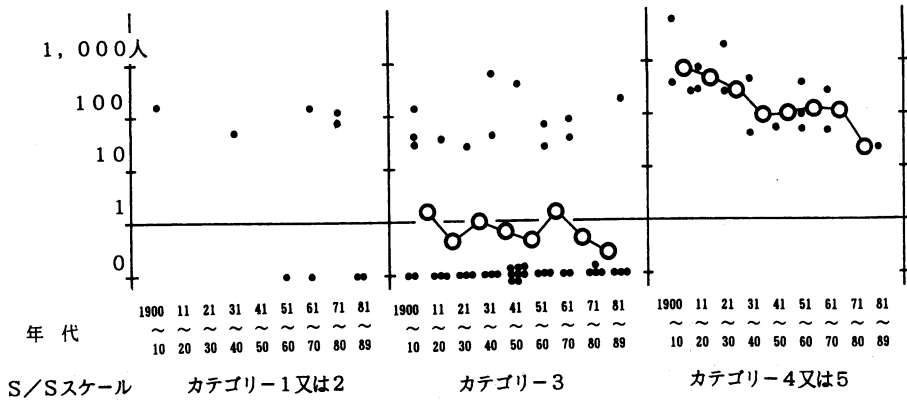
なお、バングラデシュ人民共和国における最大風速(参考文献中では、Maximum wind speed)の定義については必ずしも明らかではないが、この風速が均質

* Comparison of preparedness against tropical cyclone disaster between some countries.

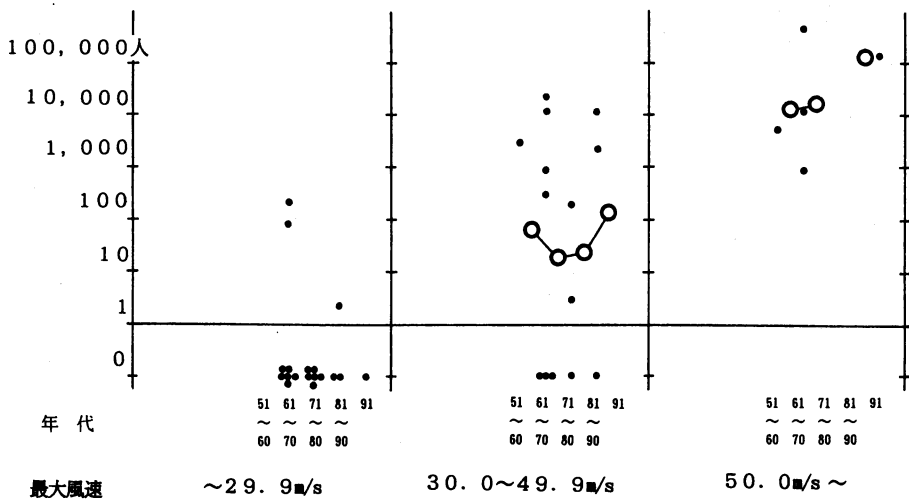
** Yoshimi Fukuma, 熊谷地方気象台。

—1994年11月15日受領—

—1995年4月13日受理—



第1図 アメリカ合衆国におけるハリケーン犠牲者数の変遷。



第2図 バングラデシュ人民共和国におけるサイクロン犠牲者数の変遷。

であることを信じて話を進める。

3. アメリカ合衆国及びバングラデシュ人民共和国における熱帯低気圧に伴う犠牲者数の変遷

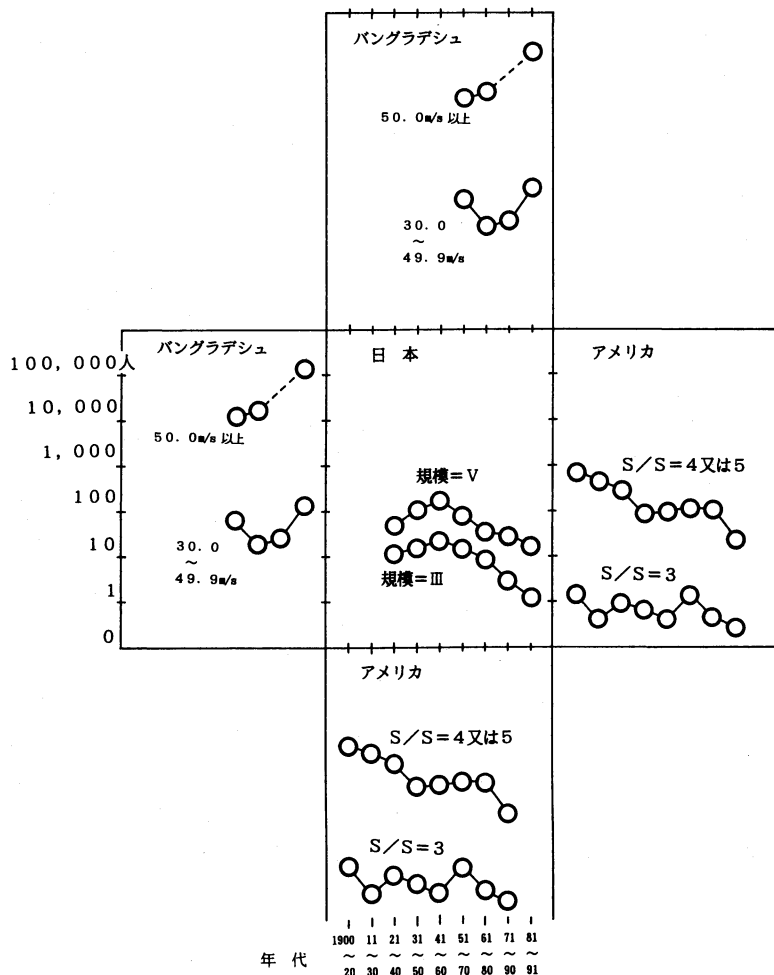
第1図は、アメリカ合衆国におけるハリケーン1個当たりの平均犠牲者数とその変遷を激しさの階級別に示すものである。「 \cdot 」はそれぞれのハリケーンに伴う犠牲者数を示し、「 \circ 」は原則として20年間の平均犠牲者数を示している。

Saffir/Simpson ハリケーンスケールによるカテゴリ（図中では「S/S」と略記）1又は2のものについては、昔の被害の少ないものが記載されていないと考え、平均を表示していない。例えば、饒村（1985）はアメリカ合衆国には年平均2個上陸したとしている

が、資料に記載されている数がこれに比べて少なく、第1図のカテゴリ1又は2でも前半にはほとんどハリケーンがない。

カテゴリが3のものについても同様の可能性があるが、有意ではないものの、1個当たりの平均犠牲者数に減少傾向が見られる。カテゴリが4又は5のものについては、有意な減少が見られ、全期間で約30分の1、最近の数10年では4分の1程度に減少している。この間のアメリカ合衆国東部・南部沿岸地域の人口が急増（Sheets, 1990）していることを考慮すると、防災対策の効果としては更に顕著であると考えることができる。

第2図は、第1図と同様に、バングラデシュ人民共和国におけるサイクロン1個当たりの平均犠牲者数と



第3図 アメリカ合衆国とバングラデシュ人民共和国における熱帯低気圧に伴う犠牲者数の変遷のわが国との比較。

その変遷を激しさの階級別に示すものである。

最大風速が30.0 m/s未満のものについては、平均を表示していない。最大風速が30.0以上50.0 m/s未満のものについては、変動幅が大きく有意な変化は読み取れない。最大風速が50.0 m/s以上のものについてもほぼ同様である。

4. わが国との比較

第3図は、両国の平均犠牲者数とその変遷をわが国と比較したものである。わが国の変遷は、福眞(1993)が示したものをを用いている。それぞれのワクには、代表的に激しい熱帯低気圧と普通のものについての1個当たりの、原則として20年移動平均による犠牲者数を

示している。代表的に激しい熱帯低気圧として、ハリケーンは Saffir/Simpson ハリケーンスケールのカテゴリー4又は5、台風は大型で強い台風に相当する規模=V、サイクロンは最大風速が50.0 m/s以上を例示し、普通の熱帯低気圧として、それぞれカテゴリー3、中型で並の台風に相当する規模=III、最大風速が30.0以上50.0 m/s未満を例示した。

なお、カテゴリー4又は5と区分されたハリケーンは、上陸した時の気圧から見て「強い」又は「非常に強い」台風に相当し、台風の規模ではV又はVIと推定される。また、最大風速が62.5 m/sであるとしている1991年4月29日のサイクロンは、天気図から見て、台風の規模ではVと判断できる。

第3図の縦に並ぶワクは、各国の熱帯低気圧対策の効果を比較するものである。それぞれの人口の変化が明らかでないものの、次の変化が読み取れる。わが国においては、第二次世界大戦の時代を中心にマイナスの防災効果(手抜き?)がみられるが、その後の数10年で台風1個当たりの平均犠牲者数を約10分の1に減らしている。アメリカ合衆国においては、最近のわが国ほど急速ではないものの、着実に平均犠牲者数を減少させている。調査期間中の人口の増加を考慮すると犠牲者数の減少が顕著といえるかも知れない。バングラデシュ人民共和国においては、サイクロン対策の効果がみられない。

横に並ぶ三つのワクは、各国の熱帯低気圧による犠牲者数を比較するものである。代表的に激しい台風がわが国に上陸した場合の平均犠牲者数は、第二次世界大戦の時代で100、最近では10人程度であり、普通のものではほぼその10分の1である。アメリカ合衆国においても、代表的に激しいハリケーン1個による平均犠牲者数は、100年近く前には約1,000人の時代があったが、数10年前の100人程度から最近では数10人になっている。この犠牲者数は、わが国の台風と類似している。普通のハリケーンについては、資料に記載のない犠牲者数を「0」と仮定して、定量的な比較はできない。バングラデシュ人民共和国においては、代表的に激しいサイクロンによる平均犠牲者数が日米両国より2~3桁大きく、1万人から10万人のオーダーである。普通のサイクロンについては、「-」と記載された犠牲者数を「0」と仮定したため平均が事実より小さく計算されている傾向があるにもかかわらず、わが国の大型で強い台風と相当する多くの犠牲者数を生じている。

5. まとめ

熱帯低気圧の激しさを何らかの方法で階級分けし、同じ激しさの現象による被害の大きさの時代的変遷から、地域ごとの熱帯低気圧対策の効果を読み取れることがほぼ確かめられた。ただし、これは限定された資料に基づくものである。資料に示されていない犠牲者数をすべて「0」とし、風速も均質であると仮定したが、より正確・長期間の資料があれば定量的な評価が可能となり、住家・船舶等の被害資料があれば経済的な評価も可能となろう。均質、正確、長期間の資料の蓄積が防災対策の評価の面でも重要である。

わが国においては第二次世界大戦後の台風対策の効

果が顕著であり、アメリカ合衆国においても着実な効果を挙げている。一方、バングラデシュ人民共和国においては、対策の最近の効果・被害の大きさの現状から、サイクロン災害研究グループ(1992)が示すような抜本的な対策(雇用の増大、インフラストラクチャの整備等)が求められていると考えられる。

なお、資料を頂いた、気象庁太平洋台風センターの大西晴夫氏(現主任予報官)、京都大学防災研究所の林泰一氏に感謝します。特に林氏には、サイクロンの風速の定義等についてもご苦勞をおかけしました。

参考文献

- 福眞吉美, 1993: 台風の激しさの指標化と防災対策の評価, 研究時報, 45, 159-176.
 福眞吉美, 櫃間道夫, 1991: 台風による犠牲者数の変遷と今後の課題, 気象, 409, 10-13.
 光田 寧, 1994: 風速と災害, 予防時報, 177, 41-47.
 NOAA, 1990: "HURRICANE !" A Familiarization Booklet, 27-28.
 饒村 曜, 1985: 台風物語, 気象, 342, 33-34.
 サイクロン災害研究グループ 代表 桂 順治, 1992: 1991年サイクロンによるバングラデシュの高潮・強風災害, 京都大学防災研究所年報, 第35号A, 119-159.
 Sheets, R. C., 1990: The National Hurricane Center - Past, Present, and Future, Weather and Forecasting, 5, 185-232.

資料1 台風の規模

(福眞吉美, 1993から)

台風の激しさを簡便に見積もる指標として、福眞・櫃間(1991)が提案したもの。気象庁が発表する台風の「大きさ」と「強さ」の組み合わせで、次の表のように定義される。

台風の強さ	台風の大きさ				
	ごく小さい	小型	中型	大型	超大型
弱	I	I	II	III	IV
並	II	II	III	IV	V
強	III	III	IV	V	VI
非常に強い	IV	IV	V	VI	VII
猛烈な	V	V	VI	VII	VIII

資料2 Saffir/Simpsonハリケーンスケール

(光田 寧,1994 から)

この階級は海岸地域でのハリケーンにより生じる被害や高潮の可能性を推定するのに用いられる。

階級	定義と現象	階級	定義と現象
I	<p>風速 33.1~42.8 m/s (74-95 MPH)</p> <p>異常潮位 4~5 feet</p> <p>建物の構造には実質的な被害は生じない。被害は主に地面に固定されていないモービルハウス棟、あるいは樹木などにまず生じる。海岸の道路のいくつかは浸水し、桟橋にはわずかな被害が生じる。</p>	IV	<p>風速 58.6~69.2 m/s (131~155 MPH)</p> <p>異常潮位 13~18 feet</p> <p>小さな住宅はさらに広範囲なカーテンウォールの破損のため、屋根構造が完全に破壊される。海岸地帯の大規模な侵食を受ける。海岸線に近い構造物の低い階層で大きな被害が生じる。海拔 10 feet 以下の地域では浸水が生じるので、内陸 6 マイル (10 km) ぐらいの範囲の住宅地では、大規模な避難を行わなければならない。</p>
II	<p>風速 42.9~49.5 m/s (96~110 MPH)</p> <p>異常潮位 6~8 feet</p> <p>建物はいくつか屋根材、扉および窓などの被害が生じる。草木やモービルハウス、桟橋などに大きな被害が生じる。海岸や低い所にある避難路は、ハリケーンを中心通過の2~4時間前には浸水する。防御されていない泊地の小型船は、もやいが切れる。</p>	V	<p>風速 69.3 m/s 以上 (156 MPH 以上)</p> <p>異常潮位 18 feet 以上</p> <p>多くの住宅や工場建物の屋根が完全に破壊される。小さな公共建物が吹き倒されたり、吹き飛ばされるというような建物の全壊が生じる。海拔 15 feet 以下の所、および海岸線から 500 m 以内にあるすべての建物の低い階層には、大きな被害が生じる。海岸線から 5~10マイル (9~16 km) の低い場所にある住宅地では、全面的な避難が必要であろう。</p>
III	<p>風速 49.6~58.5 m/s (111~130 MPH)</p> <p>異常潮位 9~12 feet</p> <p>小さな住宅や公共建物は、わずかなカーテンウォールの破損のため小規模な構造被害が生じる。モービルハウスは破壊される。海岸の高潮高波のため浮かんでいる破片が衝突し構造に大きな被害を生じ、小さな構造物は破壊する。海拔 5 feet 以下の地域では、海岸線から 8 マイル (13 km) 以上内陸まで浸水する。</p>		

注：風速は Sustained 速度（持続風速で最大瞬間風速と最大10分間平均風速の間で、航空用の1分間平均風速ぐらいに相当する）で示されている。