

II-493 沖縄における台風災害の周期性と防災力

琉球大学 正員 筒井 茂 明

1. 緒言 沖縄における台風防災力は、1972年の本土復帰を境に向上の一途をたどっていると思われる¹⁾が、今なお台風来襲時には災害が発生している。外力である台風の規模や年間の襲来個数などに、長期的に見れば周期性が存在することが知られており、台風災害にも当然周期性が存在するはずである。これら台風極値などのほぼ連続的な不規則現象から卓越周期を抽出する場合にはFFTやMEMなどが有効である。しかし、災害データは明らかに不連続な時系列特性を持っており、FFTやMEMを適用するには問題がある。ここでは、災害データの不連続性に着目してパルス列解析によるスペクトルから台風災害の卓越周期を求め、気象の卓越周期との関係を明らかにする。さらに沖縄における台風防災力を評価する。用いたデータ²⁾は、台風極値として襲来個数および8観測地点（那覇、名護、久米島、宮古、石垣島、西表、与那国、大東）における最大風速、最大瞬間風速、気圧および降水量、災害データとして年間の人的被害（死者、重軽傷者）、家屋災害、農林水産被害・公共施設被害等であるが、ここでは主に風速極値と人的被害データに基づく結果について述べる。

2. 台風災害の周期性 災害データは、図-1に示すように時間間隔 Δt において発生する間欠的な事象の時系列と考えられるので、単位矩形パルス $p_{\Delta/2}(t)$ を用いて次式で表すことができる。

$$g(t) = \sum_{n=0}^{N-1} \alpha_n p_{\Delta/2}(t - n\Delta t) \quad (1)$$

$$p_{\Delta/2}(t) = \frac{1}{\Delta t} \begin{cases} 1, & |t| < \Delta t/2 \\ 0, & |t| > \Delta t/2 \end{cases} \quad (2)$$

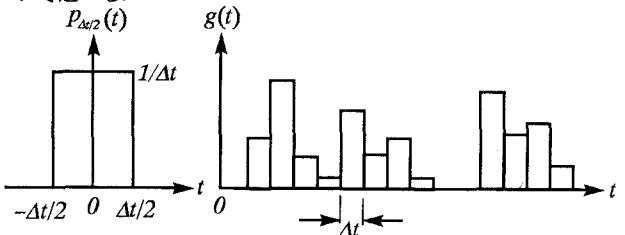


図-1 矩形パルス列による災害データモデル

ここに、 t ：時間、 N ：災害データ総数、 α_n ：個々の災害値である。したがって、災害スペクトル $S(\omega)$ および自己相関関数 $R(\tau)$ はフーリエ変換によりそれぞれ次式で表される。

$$S(\omega) = \left\{ \frac{\sin(\omega \Delta t / 2)}{\omega \Delta t / 2} \right\}^2 \left\{ A_0 + 2 \sum_{j=1}^{N-1} A_j \cos(j \Delta t \omega) \right\} \quad (3)$$

$$R(\tau) = A_0 q_{\Delta t}(\tau) + \sum_{j=1}^{N-1} A_j \{ q_{\Delta t}(\tau + j \Delta t) + q_{\Delta t}(\tau - j \Delta t) \} \quad (4)$$

$$A_j = \sum_{n=0}^{N-1-j} \alpha_n \alpha_{j+n} \quad (5)$$

$$q_{\Delta t}(\tau) = \frac{1}{\Delta t} \begin{cases} 1 + \tau / \Delta t, & -\Delta t < \tau < 0 \\ 1 - \tau / \Delta t, & 0 < \tau < \Delta t \end{cases} \quad (6)$$

ここに、 $\omega (= 2\pi f)$ ：周波数、 τ ：ラグ、 $q_{\Delta t}$ ：単位三角パルスである。なお、時間間隔 $\Delta t \rightarrow 0$ のときには矩形および三角パルスは共にデルタ関数となる。

図-2はパルススペクトル式(3)による人的被害に対する周波数スペクトル ψ を例示するものである。約28, 9, 3, 2年に明瞭な卓越周期が認められる。

同じデータに対してMEMによる解析を行った結果では約30年前後の卓越周期は得られなかった。上述のパルススペクトルは、特に不連続性の強いデータの解析に適していると考えられる。

台風極値データに対してはMEMによりスペクトル解析を行い卓越周期の抽出を行った。ただし、MEMでは予測フィルターの項数の決定に問題があり、これらのデータにおいては予測誤差が最小値を示さなかったので、予測誤差が極小となる予測フィルターの項数を採用した。図-3,4は人的被害（死者、重軽傷者）と最大風速の卓越周期の相関を示すものである。最大瞬間風速に対しても同様の結果が得られている。重軽傷者の周期は風速極値の周期と

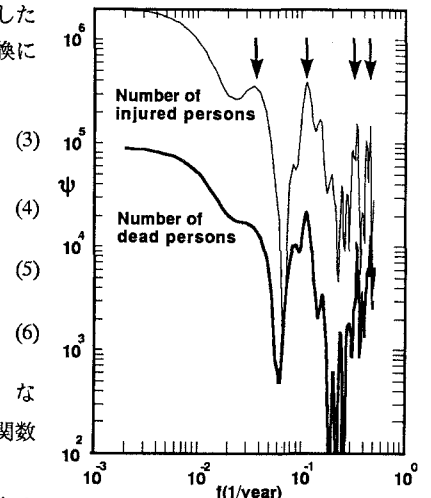


図-2 人的災害の周波数スペクトル

ほぼ同じかやや長い程度であるが、防災的観点から特に問題となる点は死者数の卓越周期が風速極値の周期の1/2以下となっていることである。これは周期的に襲来する規模の大きい台風のみならずその間のやや規模の小さい台風でも死者災害が生じていることを示唆している。

3. 台風防災力の変遷 ここで用いたデータにおいては個々の台風による災害の詳細は未知であるので、沖縄におけるマクロな台風防災力を示す指標として以下の指数を定義する。

$$\text{防災力指数} = D \times R \quad (7)$$

ここに、 D ：各年毎の襲来台風1箇当りの災害， R ：各観測地における台風極値の災害寄与率であって、この寄与率は次のように求める。すなわち、気象観測地点が充分離れている場合があるため、同一の台風がすべての地域に影響を及ぼさない場合があることを考慮して、台風規模（例えば最大風速）に対して8観測地域の平均値を閾値とし、この値より小さい場合にはそのデータを除外し、残りの地域の台風規模に応じた比例配分値を災害寄与率とする。

図-5は式(7)による人的被害（死者，重軽傷者）に対する防災力と風速極値との関係を示すものである。ただし、○、●印はそれぞれ1972年前後の値を示している。1972年以降の人的被害は全体としてほぼ1台風当り0.1人以下となっており、まだまだ不十分であるが1972年以前と比べると防災力の向上が認められる。ただし、いずれの場合にも異常な値が存在する。これらは1977年に八重山地方に襲来した台風によるもので、石垣島においては最大風速53m/sec、最大瞬間風速70.2m/secが記録されている。沖縄地方には、過去にも第2宮古島台風（1966、最大風速60.8m/sec、最大瞬間風速85.3m/sec）のような大規模な台風が幾度も襲来した事実を考えると、このよ

うな台風襲来に対しても十分に備える必要がある。

4. 結 言 以上、沖縄における台風災害の周期性と防災力を人的災害と風速極値を例にとり述べた。その結果は次のように要約される。

1) 台風災害のように不連続性の強いデータに対する周期性などの解析にはここで提案したパルス列スペクトル解析が有効であろう。2) 台風極値と災害の周期には強い相関があり、台風防災力はここ数十年来向上してきた

ものの、死者災害は台風襲来とともに発生しており、この点に関して災害軽減のためなお一層の努力が必要である。

参考文献 1) 筒井茂明他：沖縄における沿岸災害ポテンシャルについて、第46回年次学術講演会講演概要集，1991，II-395，pp.830-831。2) 矢吹哲哉他：亜熱帯地方・沖縄における台風による都市災害の特性評価とその防災力の変遷について、科学研究費補助金研究成果報告書，1990。

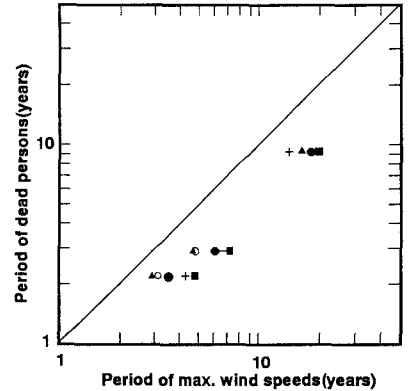


図-3 死者数と最大風速の周期の相関

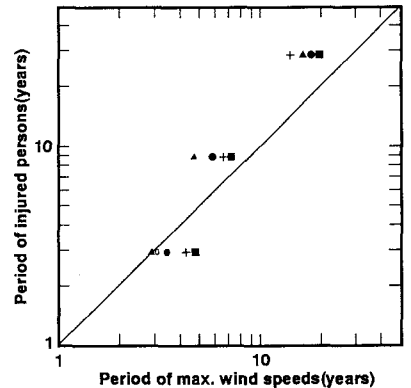


図-4 重軽傷者数と最大風速の周期の相関

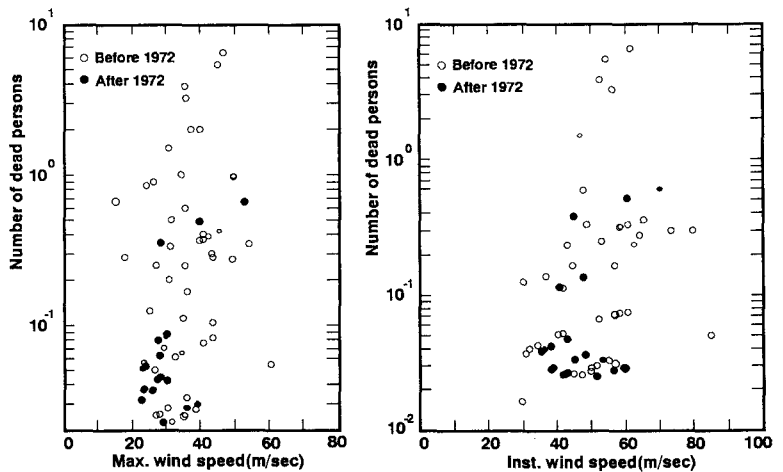


図-5 人的災害に関する防災力の変遷