

## ワイブル定数についての補足（NEDO 風況精査マニュアルより）

風速の出現率分布はワイブル(Weibull)分布で近似できることが知られている。

$$f(V) = \frac{k}{c} \left(\frac{V}{c}\right)^{k-1} \cdot \exp\left\{-\left(\frac{V}{c}\right)^k\right\} \quad ①$$

ここに、 $f(V)$ : 風速  $V$  の出現率、 $c$ : 尺度定数 (scale parameter)、 $k$ : 形状定数 (shape parameter) である。この  $c$  と  $k$  をワイブルパラメータと呼ぶ。

風速が  $V_x$  以下の確率  $F(V \leq V_x)$  は

$$f(V \leq V_x) = 1 - \exp\left\{-\left(\frac{V_x}{c}\right)^k\right\} \quad ②$$

図 1 は、 $k$  のいろいろな値に対する出現率頻度分布曲線を、①式を用いて計算した結果を示したものである。

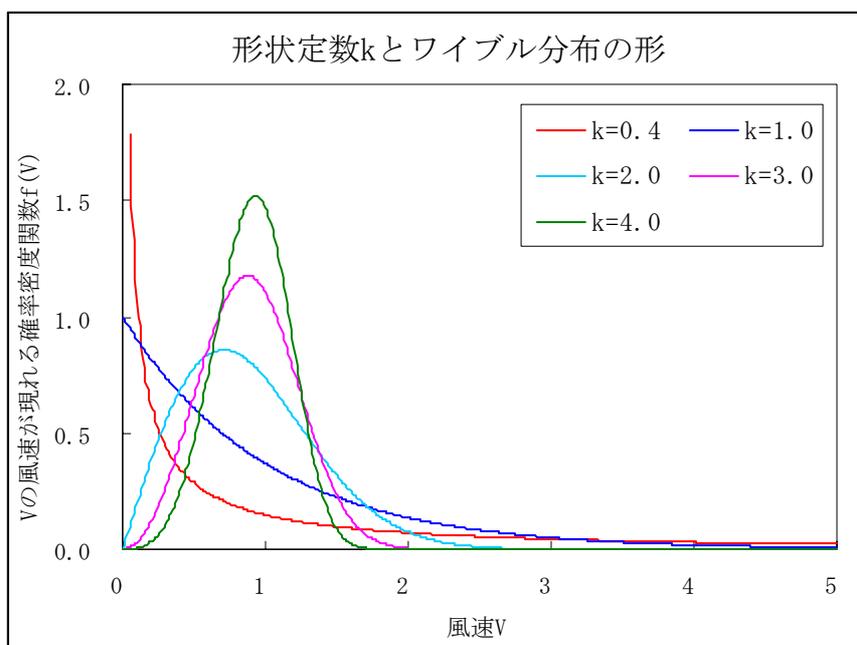


図 1 形状定数  $k$  とワイブル分布の形

ワイブル分布の定数  $k$  と  $c$  の求め方は、実測に基づく風速毎の累積出現確率を②式に代入し、最小二乗法によって求める。

また、②式から

$$f(V \leq c) = 1 - \frac{1}{e} = 0.632 \quad ③$$

つまり、尺度定数  $c$  は相対累積度数が 63.2% になるところの風速  $V$  の値に等しい。

形状定数  $k$  は、日本の場合  $k=0.8 \sim 2.2$  程度であり、年平均風速が大きいほど大きくなる傾向がある。年平均風速が 5m/s 以上の場合、 $k=1.5 \sim 2.2$  程度である。

ワイブル分布については、次の関係式が成り立つので、実用上便利である。

$$\text{平均風速 } \bar{V} = c\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right) \quad \text{④}$$

$$\text{風速の 3 乗の平均 } \overline{V^3} = c^3\Gamma\left(1 + \frac{3}{k}\right) \quad \text{⑤}$$

$$\text{立方係数 } f_c = \left\{ \Gamma\left(1 + \frac{3}{k}\right) \right\}^3 / \Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right) \quad \text{⑥}$$

ここに、 $\Gamma(y)$ ：ガンマー関数（この値は各種の数表に掲載されている）である。④式を用いて推定した年平均風速が、実際の年平均風速に比べて 0.03m/s 以上の差しかないこと、ならびに、⑤式を用いて推定した年平均風力エネルギーは 3%以下の誤差で、実際の風力エネルギーと合うことが知られている。

ワイブル分布において、特に  $k=2$  の場合をレーレ分布と呼び、以下の式で表される。

$$f(V) = \frac{\pi}{2} \frac{V}{\bar{V}^2} \exp\left\{-\frac{\pi}{4} \left(\frac{V}{\bar{V}}\right)^2\right\} \quad \text{⑦}$$

レーレ分布は、平均風速から風速出現分布を推定する場合、簡単のためよく用いられる。