

那岐山頂附近の風（広戸風）

大 亀 衛・森 脇 三 幸

岡山理科大学理学部応用物理学科

(1994年9月30日 受理)

摘 要

角をまわる流れに対応する複素速度ポテンシャルを用いると、那岐山周辺の風速と流線が数値計算して求められる。更に、ベルヌーイの式を用いると、気圧が求められる。

山裾の風速が大きくなると、強風が那岐山頂附近に現われる。この風速は山裾の風速に比例しており、山頂附近の風速は山裾に居て測定される。

1. はじめに

農作物や家屋などに被害を与えている代表的な局地風は広戸風（岡山県）と清川だし（山形県）とやまじ風（愛媛県）であると言われている。従って、これらは古くから観測や模型実験などによって研究されている^{1),2),3),4),5)}。

次に、流体の運動を支配する物理学の式のみを用いて、那岐山頂附近に強風の現われることが調べられる。

2. 基礎式と数値解

a) 基礎式

那岐山とその裾野の形状を図1のようなものとして取り扱う。図2において、 H_0 は鳥取県側にある山裾の水平面から那岐山頂までの高さ、 H_1 は岡山県側にある山裾の水平面から那岐山頂までの高さ、 H_{k0} は海面から鳥取県側にある山裾の水平面までの高さである。次に、座標系 $O-XY$ の原点 O から距離 L_{10} はなれたところで高さ H_{10} の点における風速を Q_{10} とする。更に、この点を通る流線上の任意点 (X, Y) における気圧と風速をそれぞれ P と Q で表わす。また、この流線の山頂上方の点における流速を Q_T とし、山頂からこの点までの高さを h とする。

縮まない完全流体の二次元的な渦無し流れに扱いを限定する。角をまわる流れに対応する複素速度ポテンシャルを用いると、この場合の流速 Q と流線を表わす式が求められる。気圧 P を表わす式はベルヌーイの定理から求められる。このとき、重力の加速度の大きさは国際標準重力式⁶⁾から求められ、ベルヌーイの定理に現われる定数 $1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ は海面上の無風点での気圧を一気圧として定められる。

b) 数 値 解

計算は主として

$$\begin{cases} 2.000 \times 10^3 \text{ m} \leq L_{10} \leq 6.000 \times 10^3 \text{ m}, \\ 5.000 \times 10 \text{ m} \leq H_{10} \leq 2.500 \times 10^2 \text{ m}, \\ 5.000 \text{ m/s} \leq Q_{10} \leq 2.500 \times 10 \text{ m/s} \end{cases}$$

の範囲でなされた。また,

$$\begin{cases} H_0 = 8.403 \times 10^2 \text{ m}, \\ H_1 = 8.903 \times 10^2 \text{ m}, \\ H_{K0} = 4.000 \times 10^2 \text{ m}, \\ N_1 = 1.077, \\ N_2 = 8.409 \times 10^{-1}, \\ \rho = 1.293 \text{ kg/m}^3 \text{ ?),} \\ \varphi = 3.510 \times 10\pi/180 \end{cases}$$

が使用された。ここで, π/N_1 は鳥取県側の山裾にある角の角度, π/N_2 は那岐山頂における角の角度, ρ は空気の密度, φ は緯度である。

図3と図4と図5は数値計算して得られた解の一部である。

3. 考 察

a) 結果の妥当性と限界

ここでの結果は流体の運動を表わす式則ちオイラーの運動方程式(ベルヌーイの定理)と連続の式(流れの関数)と状態方程式($\rho = \text{一定}$)を用いて得られたものである。従って, 縮まない完全流体の二次元的な渦無し流れであれば, 得られた結果は実在する現象で

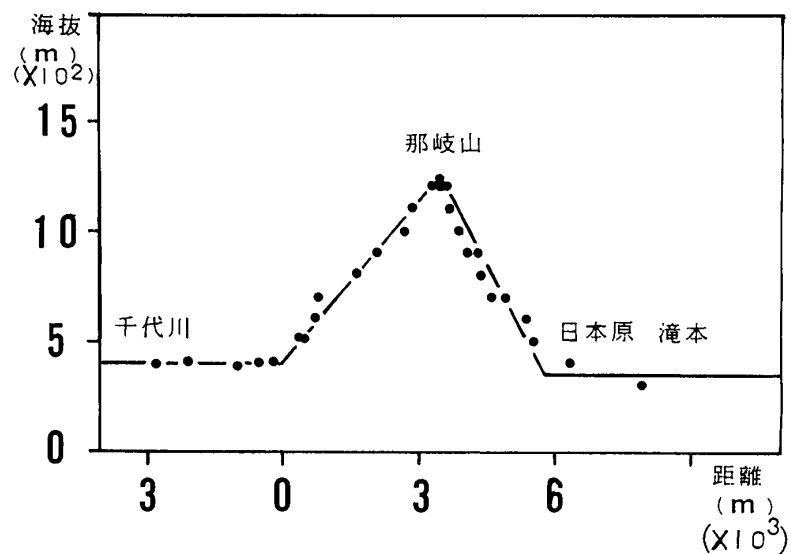


図1 那岐山の形(北北東—南南西方向の断面図)

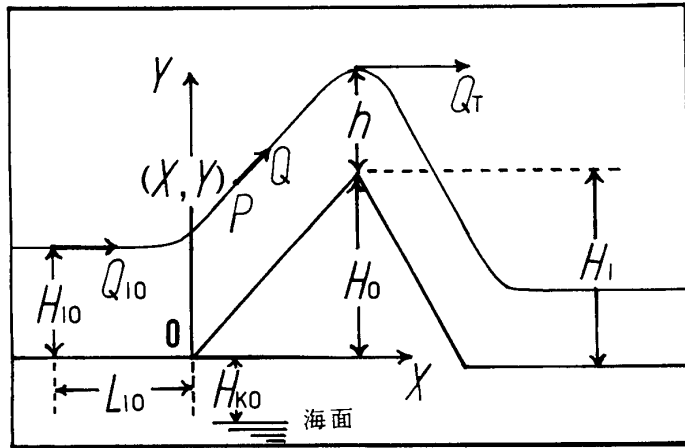


図2 使用した主な記号

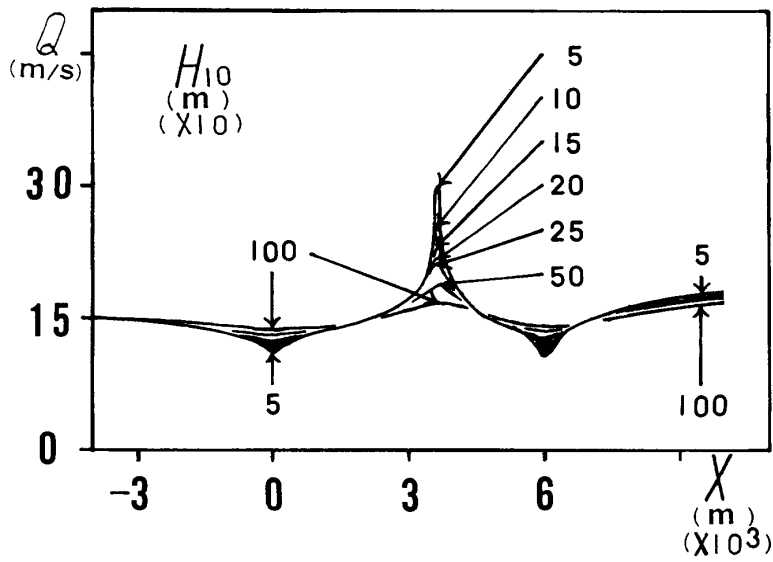


図3 風速 I ($L_{10}=4.000 \times 10^3$ m, $Q_{10}=1.500 \times 10$ m/s)

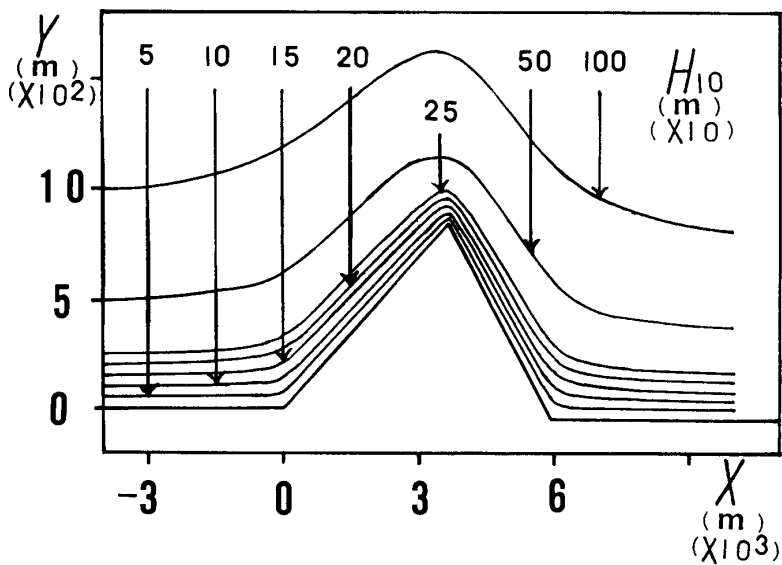


図4 流線 I ($L_{10}=4.000 \times 10^3$ m, $Q_{10}=1.500 \times 10$ m/s)

ある。

山頂における角の角度 π/N_2 が π より大きいと、その角のところの風速は無限大となり、気圧は負の無限大となる。このような場合、境界層のはがれによる渦が生じ、渦無しという条件がくずれ、現実に負圧の現われることは勿論ない。ここでの計算範囲で、この負圧の現われる心配はない(図5)。

図6から言えるように、山頂附近における境界層の厚さは山裾におけるそれよりもかなり薄い。従って、山頂附近における渦の影響する範囲は狭い。

b) 強 風

山頂における角に近いところの風速が大きな値であることと山頂附近における境界層の厚さが薄いことを併せ考えると、山頂附近で強い風の吹くことは十分想像される(図6, 図7, 図8)。

山裾での風速が小さくても、山頂附近での風速は大きくなっている。特に、山裾で風速等を観測している測候所の位置が山に近いほど、その傾向は大きくなっている(図9)。

c) 予 報

風速を表わす式からもわかるように、山での風速はどこでも山裾の測候所での風速に比例している(図10)。また、流線を表わす式からもわかるように、流線はこの測候所での風速に関係していない(図11)。従って、山での風速は山裾に居て測定され、更に予報される。

d) 対 策

山頂附近の風速を弱めるいくつかの方法が考えられる。

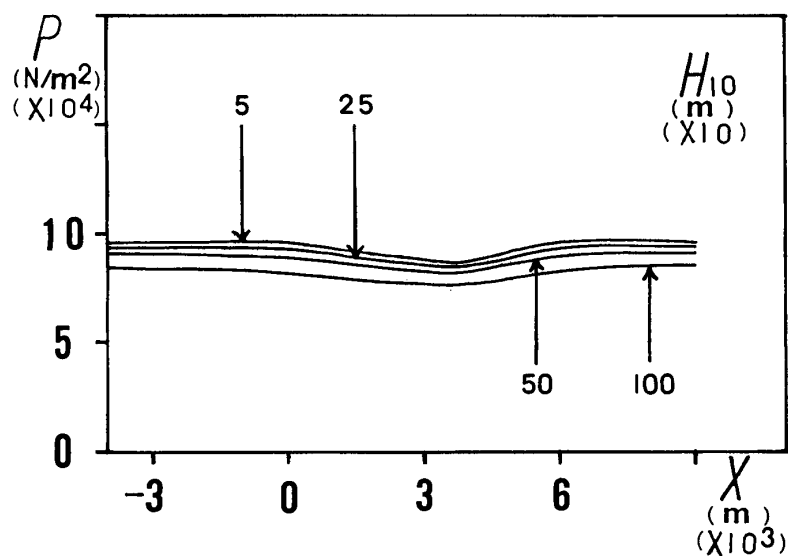


図5 気圧 ($L_{10}=4.000 \times 10^3$ m, $Q_{10}=1.500 \times 10$ m/s)

i) 台風の進路を逸らせたり勢力を弱めたりすることが出来れば、鳥取県側の山裾における風速が弱まり、山頂附近の風速は弱まる。

ii) 鳥取県側の山裾に高木を植えるなどして大気境界層の厚さを厚くすれば、山頂附近の境界層の厚さが厚くなり、山頂附近の風速は弱まる。

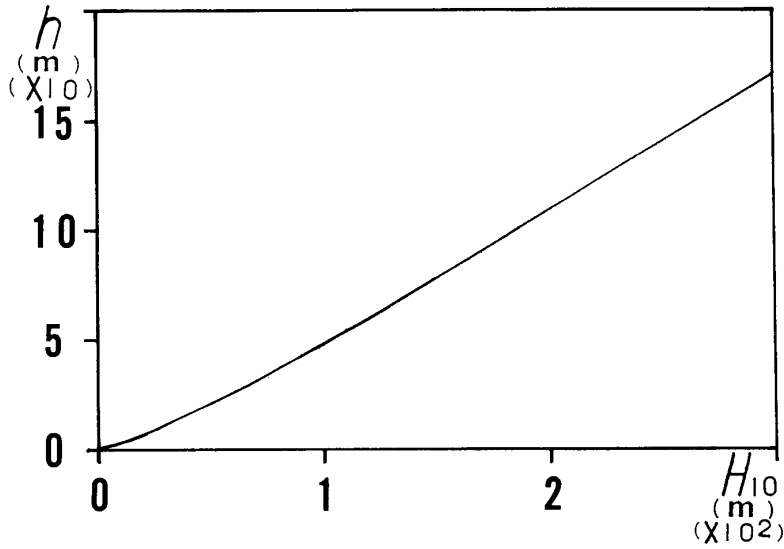


図6 山頂から流線までの高さ ($L_{10}=4.000 \times 10^3$ m, $Q_{10}=1.500 \times 10$ m/s)

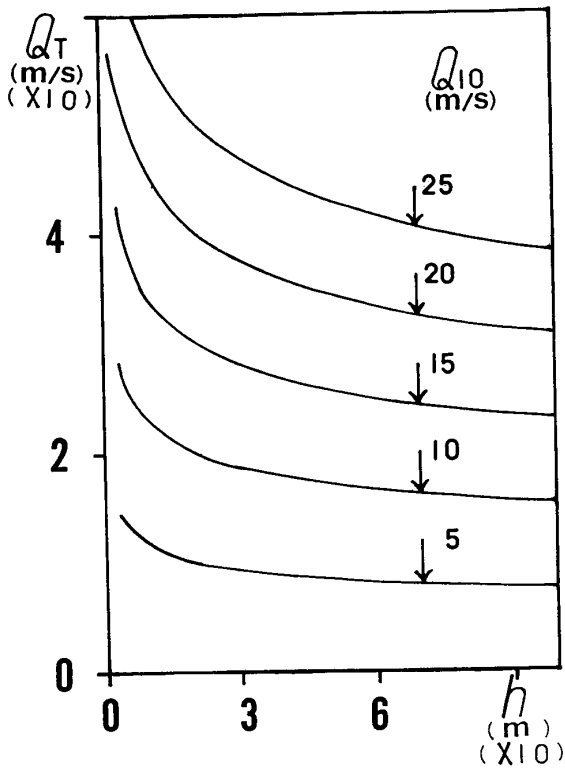


図7 山頂上方の風速 I
($H_{10}=1.500 \times 10^2$ m, $L_{10}=4.000 \times 10^3$ m)

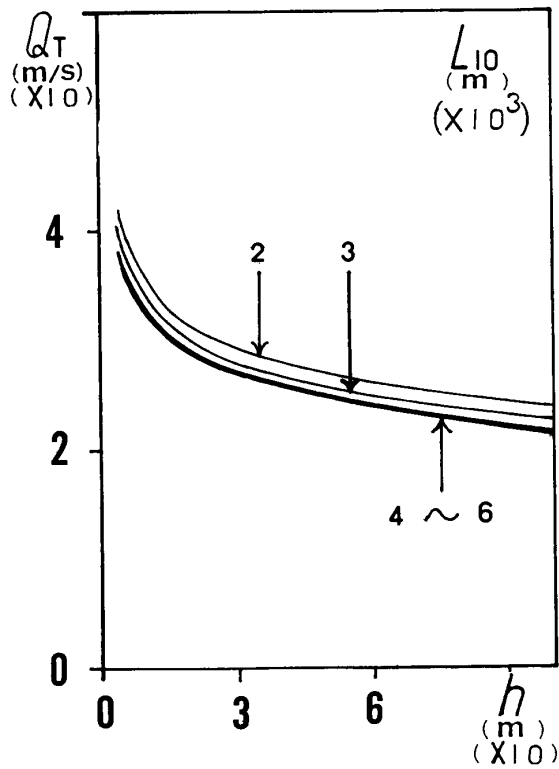


図8 山頂上方の風速 II
($H_{10}=1.500 \times 10^2$ m, $Q_{10}=1.500 \times 10$ m/s)

iii) 山を削ったり木を植えたりして山の形を変えれば（例えば、山頂に丸みをもたせる⁸⁾。), 山頂の角による影響が薄れ, 山頂附近の風速は弱まる。

e) その他

山頂附近に現われた強風が山の斜面にそって吹き降るのであれば, 山裾（日本原）でのその風は弱風である（図3, 図4）。この強風は山頂ではがれ風下波（山岳波）となって日本原へ達するのであろう⁹⁾。

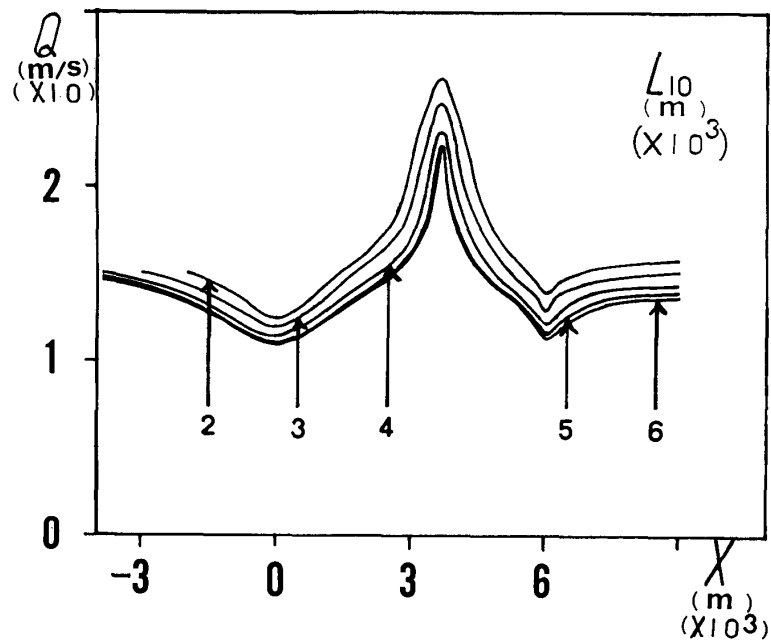


図9 風速II ($H_{10}=1.500 \times 10^2$ m, $Q_{10}=1.500 \times 10$ m/s)

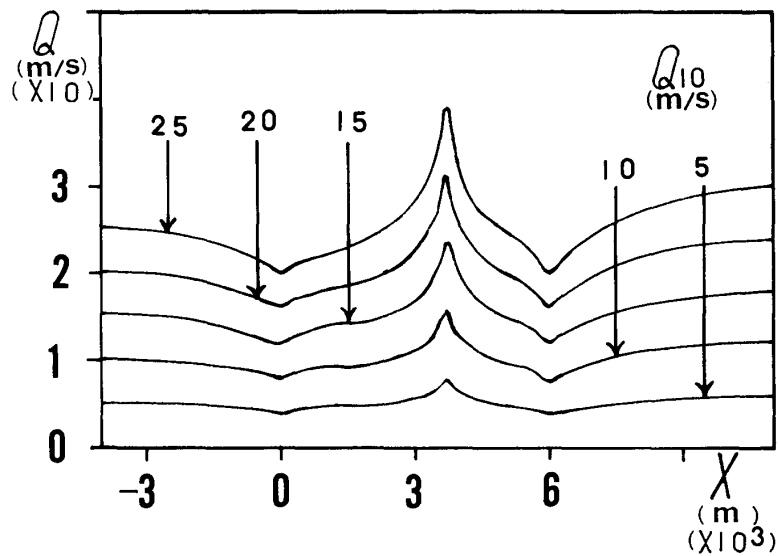


図10 風速III ($H_{10}=1.500 \times 10^2$ m, $L_{10}=4.000 \times 10^3$ m)

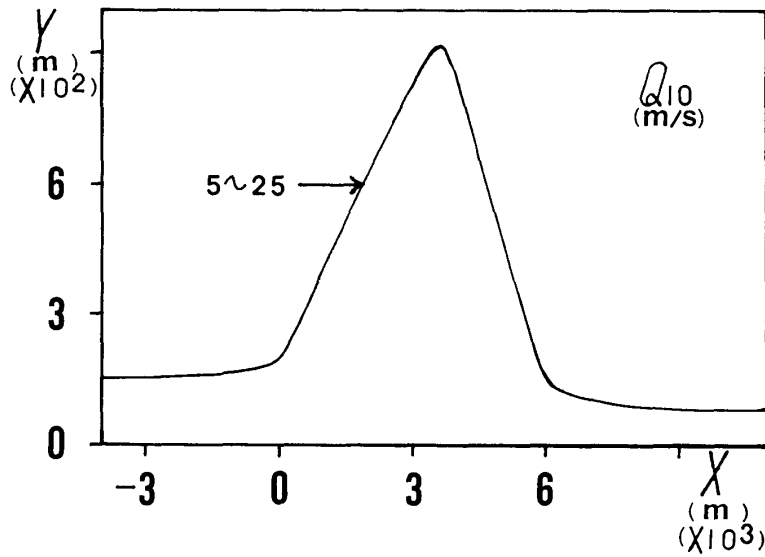


図11 流線Ⅱ ($H_{10}=1.500 \times 10^2$ m, $L_{10}=4.000 \times 10^3$ m)

4. む す び

更に、広戸風対策を考えてみたい。また、他の局地風についても調査したい。

参 考 文 献

- 1) 和達清夫監修：気象の事典（KK東京堂出版，東京，1993）初版，p. 146
- 2) 真木太一：風と自然（KK開発社，東京，1989）初版，p. 3
- 3) 気象ハンドブック編集委員会編：気象ハンドブック（KK朝倉書店，東京，1992）初版10刷，p. 475
- 4) 石田五郎・佐橋 謙：岡山の天文気象（岡山文教出版KK，岡山，1985）2版，p. 146
- 5) 塩谷正雄：強風の性質（KK開発社，東京，1992）三訂新版，p. 143
- 6) 東京天文台編纂：理科年表（丸善KK，東京，1967）第40冊，地学部，p. 130
- 7) 日本化学会編：化学便覧基礎編Ⅱ（丸善KK，東京，1966）初版，p. 431
- 8) 今井 功：流体力学（KK裳華房，東京，1984）12版，p. 120
- 9) 佐橋 謙：天気，Vol. 35, No 8, (1988), p. 497

The Wind Above the Top of Mt. Nagi

Mamoru OHKAME and Mituyuki MORIWAKI

Department of Applied physics

Okayama University of Science

Ridaicho 1-1, Okayama 700, Japan

(Received September 30, 1994)

The velocity of the wind and stream lines around Mt. Nagi are culculated with complex velocity potential corresponding to the wind stream around the mountain corner. Pressure is figured by using Bernoulli's theorem.

If the velocity of the wind increases at the foot of the mountain, strong wind rises above the top of the mountain. Its velocity increases in proportion to that at the foot of the mountain. Thus, the strong wind above the top of the mountain is estimated based on the wind velocity at the foot of the mountain.