

局地風（やまじ風）

大 亀 衛・森 広 志*

岡山理科大学総合情報学部シミュレーション物理学科

*岡山理科大学理学部応用物理学科

(1998年10月5日 受理)

摘 要

複素速度ポテンシャルの理論を用いて、四国山脈の山頂上に強風の現れることが数値計算して求められた。やまじ風の発生の機構が修正され、新たな予報や対策の方法が加えられた。

1. はじめに

我が国で発生する局地風の主なものは広戸風（岡山県）・やまじ風（愛媛県）・清川だし（山形県）などである。これらのうち、広戸風とやまじ風は地形などからみて同じように取り扱えると思われる。そして、両者とも地元の方の協力を受けて、発生の機構・予報・対策・被害状況などの調査や研究がなされている^{1,2)}。

最近になって、理学的な研究が広戸風に加えられ^{3,4)}、論理面での前進がみられている。やまじ風についても、同様の扱いが次になされる。

2. 基礎式と数値解

a) 基礎式

四国山脈の大森山を通る南北の断面形状図1の左部分を図2で示すように単純化する。そして、座標系 $O-XY$ の原点 O を高知県側の山裾に広がる平地と四国山脈の斜面との交線上に取り、 X 軸を水平方向で愛媛県向きに取り、 Y 軸を鉛直方向で上向きに取る。次に、遠方の点 (X_0, Y_0) での風速を Q_0 とする。点 (X_0, Y_0) を通る流線上の任意点 (X, Y) での風速を Q とし、この流線上での最大風速（その位置は山頂上方。）を Q_T とする。山頂からの最大風速点までの高さを h とし、 X 軸から山頂までの高さを H とする。 π/n_1 (π は円周率。) は高知県側の山裾にあるかどの角度であり、 π/n_2 は山頂のかどの角度である。また、四国山脈に向かって吹いて来る一様な風の速さを U 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。かど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、この場合の流速と流線を表す式が求められる。

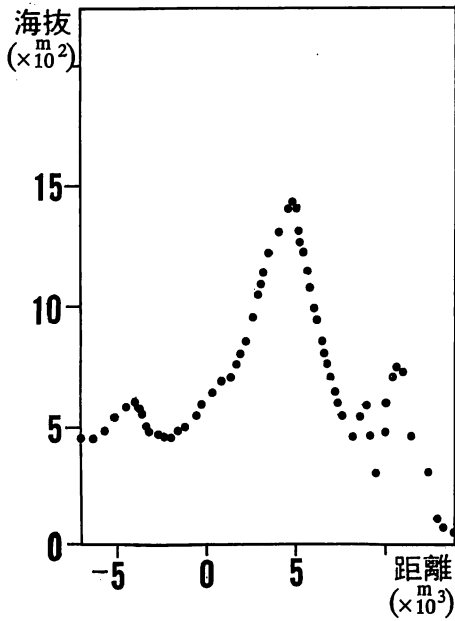


図1 四国山脈（大森山）の南北方向の断面図

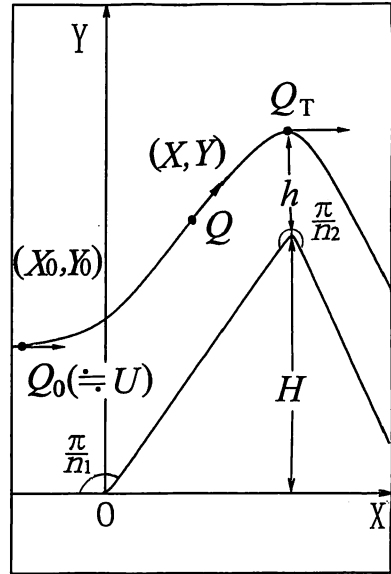


図2 使用した主な記号

b) 数値解

計算を始める点 (X_0, Y_0) を十分遠方にとり ($|X_0|$ は大, $Q_0 \equiv U_0$), 計算の範囲を

$$\left\{ \begin{array}{l} X_0 = -1.000 \times 10^4 \text{ m}, \\ 5.000 \times 10 \text{ m} \leq Y_0 \leq 2.050 \times 10^3 \text{ m}, \\ 1.000 \times 10 \text{ m/s} \leq Q_0 \leq 3.000 \times 10 \text{ m/s}, \\ H = 9.030 \times 10^2 \text{ m}, \\ n_1 = 1.074, \\ n_2 = 8.520 \times 10^{-1} \end{array} \right.$$

とする。また、二つのパラメーター Y_0 と Q_0 のうち的一方を変化させるとき、他方の値は

$$\left\{ \begin{array}{l} Y_0 = 1.000 \times 10^2 \text{ m}, \\ Q_0 = 2.000 \times 10 \text{ m/s} \end{array} \right.$$

とする。

図3と図4はこのようにして得られた流速と流線の数値解である。

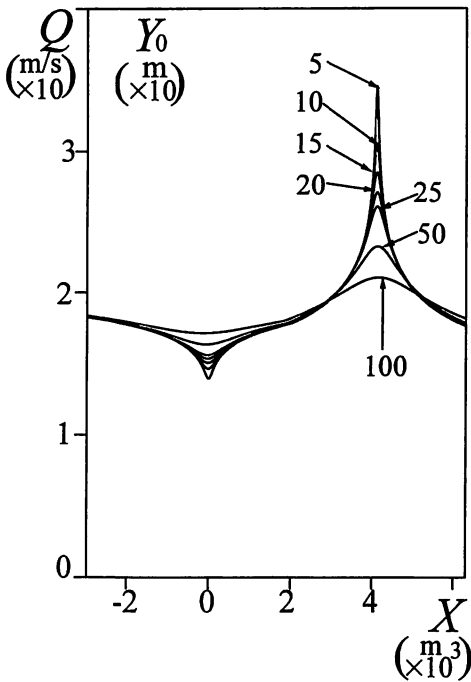


図3 風速 I ($Q_0=2.000 \times 10$ m/s)

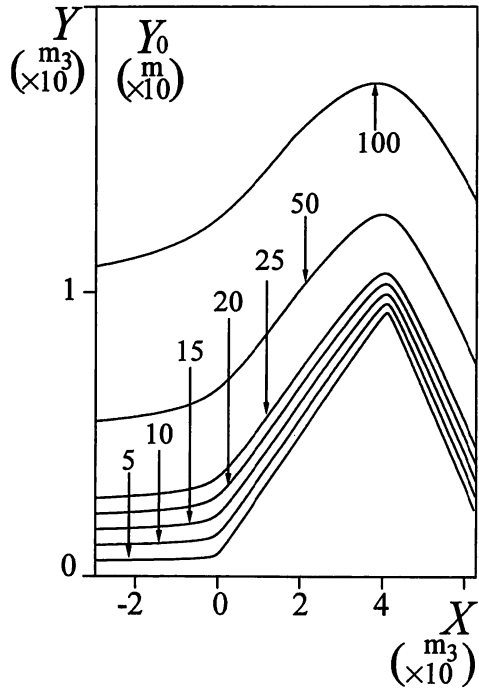


図4 流線 I ($Q_0=2.000 \times 10$ m/s)

3. 考 察

a) 結果の妥当性と限界

縮まない完全流体の二次元的な渦無し流れの流速と流線を求めることのできる複素速度ポテンシャルの理論はこの流体の運動を支配する式 (オイラーの運動方程式とオイラーの連続方程式と状態方程式) から導かれる (ただし, オイラーの運動方程式は気圧を求めるときに用いられる。)。従って, ここでの結果はこの流体の運動を支配する式から得られたものである。

まず, 非圧縮性流体としての扱いはこの場合許されるであろう。次に, レイノルズ数が大きい ($R=1.237 \times 10^9$) から完全流体としての扱いは可能であり, 渦無し流れとしての扱いは境界層と後流を除いた領域で可能である。更に, 地形を単純化したこと (図1, 図2) と無限遠方での一様流の流速 U を 1.000×10^4 m 前方での流速 Q_0 ($Y_0=1.000 \times 10^2$ m) で近似したことに不安を残すが (図5), これまでに観測されている多くの現象²⁾の説明がここで得られた結果を用いると可能である。

b) 最大風速

図6は山頂上方に現れる最大風速 Q_T を表すグラフである。山に向かって吹いて来る風の速さ Q_0 が 2.000×10 m/s でありそして山裾に広がる平地での境界層の厚さが 5.000×10 m ($Y_0=5.000 \times 10$ m) であれば, 山頂上方に現れる最大風速 Q_T は 3.455×10 m/s となって

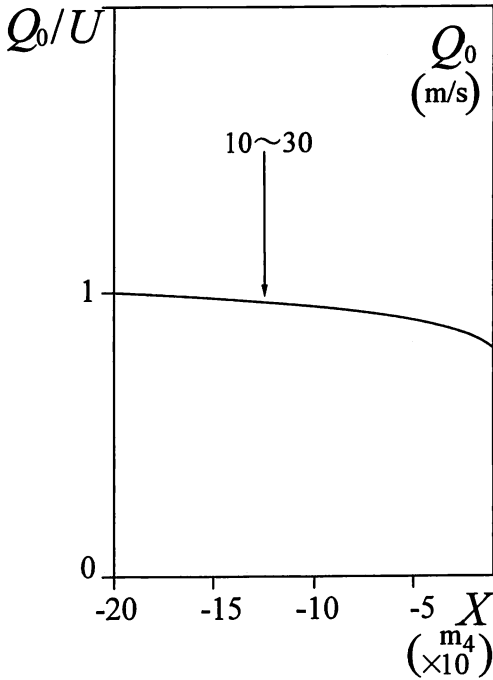
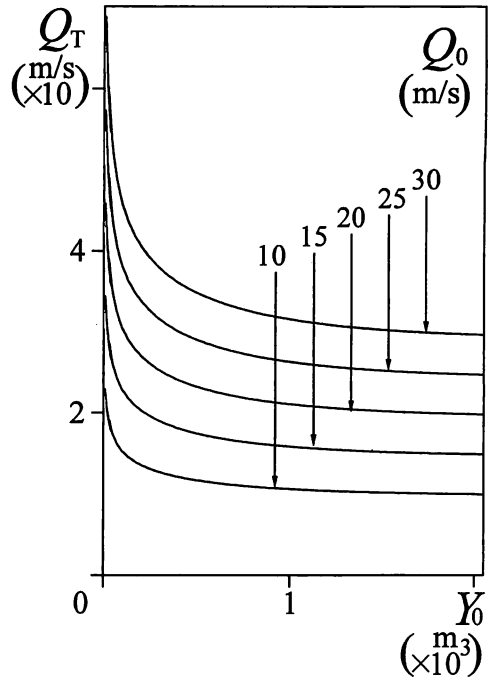
図5 一様流 ($Y_0=1.000 \times 10^2 \text{m}$)

図6 最大風速

いる。この Q_T の値がこのときに現れるやまじ風の最大風速値である。山に向かって吹いて来る風の速さ Q_0 が大きいほど又境界層の厚さが小さいほど、やまじ風の最大風速値は大きくなっている。

高知県側の山裾に広がる地形や低気圧の進路とその速度などは風の速さ Q_0 の強さや吹き続ける時間に関係するから、これらはやまじ風の最大風速値 ($30 \text{m/s} \sim 40 \text{m/s}^2$) や継続時間 (吹き始めると、一昼夜は吹き荒れる²⁾) に影響する。

c) 予 報

山頂で最大風速値 Q_T を直接測定することは好ましいことであるが、他方問題も多い。山の周辺の風の速さ Q は山に向かって吹いて来る風の速さ Q_0 に比例している (図7)。また、流れの様子を表す流線はこの風の速さ Q_0 によって変化しない (図8)。従って、風速の観測所の設置場所は高知県側の山裾の平地でよい。山裾における風の速さ Q_0 によって、山頂に現れる最大風速値 Q_T すなわちやまじ風の最大風速値が予報できる。

また、低気圧の進路の観測や法皇山脈山頂附近の瀬戸内海側の気温とその上を吹き通る強い風の気温との温度差⁵⁾などによるやまじ風の発生の子報が可能である。けれども、温度差の観測と風速 Q_0 の観測はともになされていない。

d) 対 策

先ず、高知県側の山の斜面や山裾に広がる地面を粗にして、境界層の厚さを大きくする

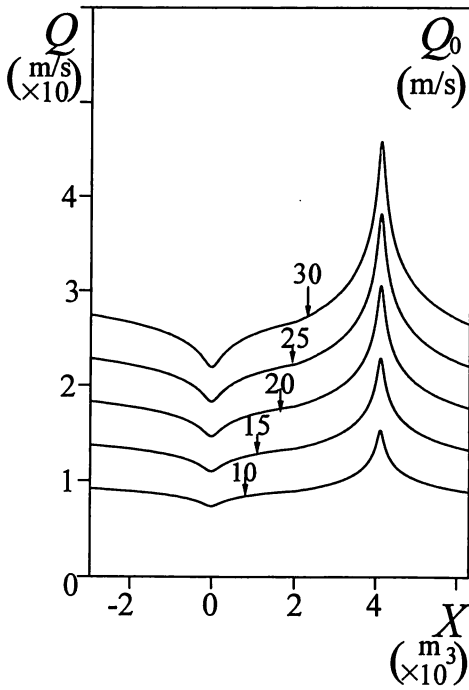


図7 風速II ($Y_0=1.000 \times 10^2 \text{ m}$)

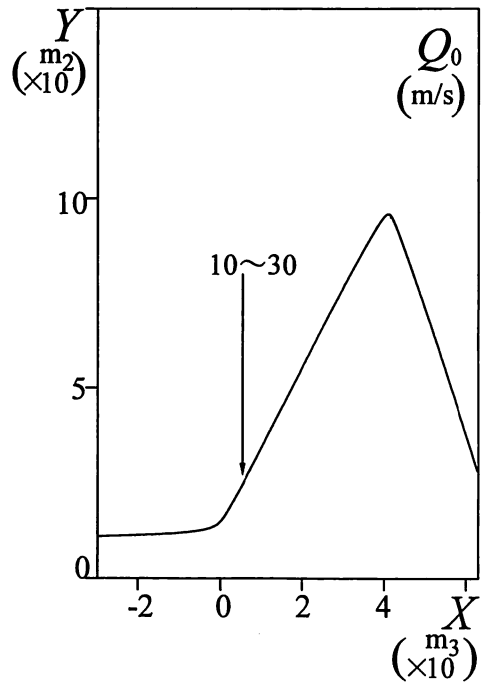


図8 流線II ($Y_0=1.000 \times 10^2 \text{ m}$)

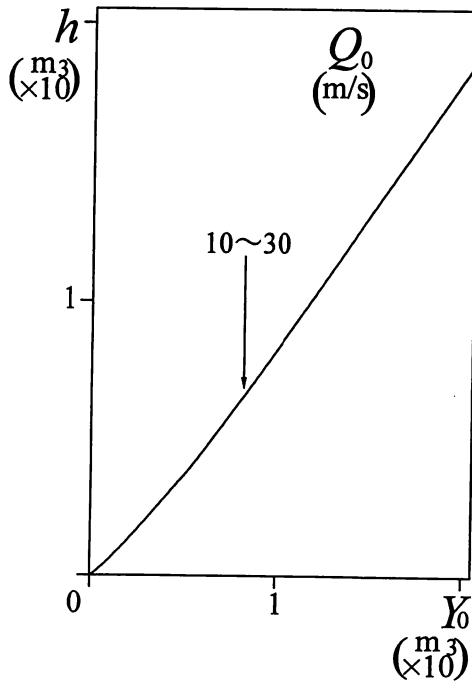


図9 最大風速点

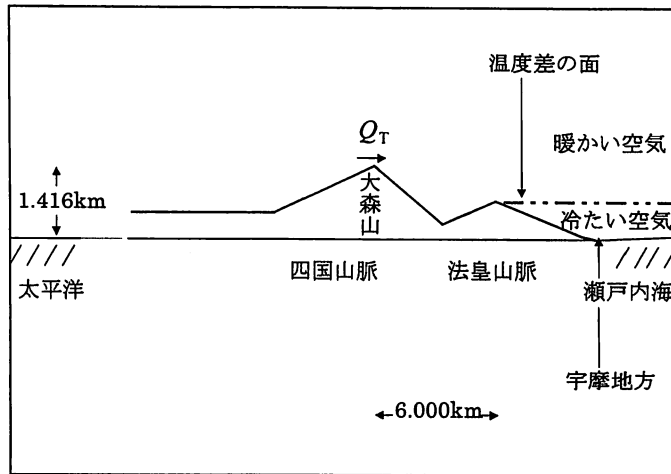


図10 やまじ風の現れるところ

ことが考えられる。境界層の厚さを大きくすると、やまじ風の最大風速値は小さくなる(図6)。そして、山頂から最大風速点までの距離 h が大きくなるから(図9)、風は温度差の面から離れて吹き、温度差の面の振動³⁾が起りにくい。

次に、四国山脈の頂上を丸めることが考えられる。この数値解析が広戸風でなされている⁴⁾。更に、低気圧の進路を変えて、山裾での風速 Q_0 を弱めることなどが考えられる。

e) その他

低気圧の通過や高知県側の地形など²⁾によって強められた風速 Q_0 の風が四国山脈を吹き上がると、山頂上方に風速 Q_T の強風が現れる(図10)。この強風は空気の温度差(密度差)の境界面上をこの境界面を波立たせながら法皇山脈上を通り宇摩地方へと進んでゆく。法皇山脈を過ぎるとこの波動の振幅は増大し、波動の谷が平地に近付き、やまじ風が現れる。ここで、四国山脈や法皇山脈の山頂上方に現れた強風が山の斜面にそって吹き降りると、元の風速に戻ってやまじ風は現れない(図3)。また、“銅山川流域上方での境界面の波動は弱く、宇摩地方上方での波動は強い”ということは“小さい容器の水の波動は弱く、大きい容器の水の波動は強い”ことに似ている。更に、銅山川流域上方での温度差の境界面は冷気の供給源がないので消滅するが、宇摩地方上方の境界面は瀬戸内海から冷気の供給を受けて持続する。事実、瀬戸内海の温度の低い四月から五月にかけて、強いやまじ風が低気圧の通過によって多く発生している²⁾。地元で観察されているその他多くの現象²⁾がここで述べたやまじ風の発生の機構によって説明される。

4. むすび

広戸風に続いて、やまじ風が解明された。次に、山形県の清川だしや香川県のおとしなども調べてみたい。

参考文献

- 1) 志茂山貞二・鈴木 齊：岡山県の局地暴風，広島風に関する調査，研究（岡大資生研，1980），pp. 1 - 211.
- 2) やまじ風対策協議会編：やまじ風（伊予三島地域農業改良普及センター，1995），pp. 1 -116.
- 3) 大亀 衛・森脇三幸：岡山理科大学紀要，第30号，A，pp. 75-82，1994.
- 4) 大野朋美・大亀 衛：岡山理科大学紀要，第32号，A，pp. 49-55，1996.
- 5) 石田五郎・佐橋 謙：岡山の天文気象（KK 日本文教出版，1980），pp. 146-154.

Local Winds (Yamaji-Wind)

Mamoru OHKAME and Hiroshi MORI*

*Department of Simulation Physics Faculty of Informatics,**Department of Applied Physics Faculty of Science*,**Okayama University of Science,**Ridai-cho 1-1, Okayama 700-0005, Japan*

(Received October 5, 1998)

The velocity of Yamaji-wind is calculated with complex velocity potential corresponding to the wind stream around the mountain corner. If the velocity of the wind increases at the foot of the mountain, strong wind rises above the top of the Sikoku-mountain-range. Hence, the mechanism for the generation of Yamaji-wind is modified using this strong wind. And, additional new methods for forecast and prevention are discussed with this mechanism.