- (17) 西村傳三: " " " 第 8 號
- (18) B. Isvekov: Zur Frage der täglichen Windunges Met. Zeit 1929, s. 1
- (19) Harold Savidge Phil. Mag. 1910, p. 49.
- (20) Watson: Theory of Bessel Functions p. 198.
- (21) 高谷靜馬: 海と空 第 9 卷 第 5 號
- (22) 川高孝次: 海と空 第 9 卷 第 10 號
- (23) G. S. P. Heywood: Quant. Journ. Vol. 57, Oct. 1931
- (24) 瀧秀隆: 中央氣象臺無線塔測風報告
- (25) G. M. B. Dobson: Pilot balloon ascents at the central flying school. Quant. Journ. 1914, p. 123.

地形による風速及風向の變化

The Effects of Topography on the Direction and Velocity of Wind. by H. Arakawa.

荒川 秀俊

川野北澤兩氏の「箱根山及三島上空に於ける風向分布の比較」なる一文は頗る思疎に豊んだ好論文であつた。著者はこゝに理論的な基礎を與へて見ようと思ふ。

流體力學の教科書には二次元的な運動として、 xz 平面内で運動があつて、 xz 面と平行な各々の面内では之と同様な運動をなす場合を取扱つて居る。今之と並行した問題として xz 面と直角なり軸の方向に一定の速度をもつて流

體が流れる場合を考へる。即ち、圖の如く二次元的な形をもつた圓錐を考へ、 x 軸の方向に $U \cos \lambda_0$ なるゼネラル・フローがあるときの速度ポテンシャルを ϕ とすれば、圖示するが如きゼネラル・フローある場合の速度ポテンシャルは

$$\phi = \phi + U \sin \lambda_0 y$$

で與へられる。

いま圓柱が半径 a なる圓柱であつたとき圓の中心を座標の原点にとると

$$\phi = U \cos \lambda_0 \left(1 + \frac{a^2}{x^2 + z^2} \right) + U \sin \lambda_0 y$$

となる。このとき流體の徑路は、 x, z 面内では

$$U \cos \lambda_0 z \left(1 - \frac{a^2}{x^2 + z^2} \right) = \text{常数}$$

で與へられる。無限大な所で ($x \parallel \infty, z \parallel \infty$) から吹いて來た風は

$$\left(x=0, z=\frac{h}{2} + \sqrt{\frac{a^2 + h^2}{4}} \right) \dots\dots\dots (1)$$

を通る。さて風速は

$$\begin{aligned} u = \frac{\partial \varphi}{\partial x} &= U \cos \lambda_0 \left\{ 1 + \frac{a^2}{x^2 + z^2} - \frac{2a^2 x z}{(x^2 + z^2)^2} \right\} \\ v = \frac{\partial \varphi}{\partial y} &= U \sin \lambda_0 \\ w = \frac{\partial \varphi}{\partial z} &= -U \cos \lambda_0 \frac{2a^2 x z}{(x^2 + z^2)^2} \end{aligned}$$

で與へられるから ($x=0, z=z_0=\frac{h}{2} + \sqrt{\frac{a^2 + h^2}{4}}$) なる點では

$$\begin{aligned} u &= U \cos \lambda_0 \left(1 + \frac{a^2}{z_0^2} \right) \\ v &= U \sin \lambda_0 \\ w &= 0 \end{aligned} \quad \left. \begin{aligned} & \\ & \\ & \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

となる。

$z \parallel 0$ なる平面で截斷して考へれば、 $z \parallel 0$ なる平原

の上に半圓柱形の山があつたとき、充分遠い所で x 方向に $U \sin \lambda_0$ の方向に $U \sin \lambda_0$ なる風が吹いて居るとき、この山があるために風の進路及速度の變化する有様が上述の議論

第二圖

によつて大略察知できる。川野北澤兩氏の論文におけるが如く山頂近くの模様が興味ある問題であるから之を考へて見よう。山頂は $(\phi=0, \lambda=0)$ に位置して居るのだから、(2)によつて、山頂より上空に昇るにつれて風速が如何にかはるかがわかる。さて第一圖に圖示したやうに山頂又は山頂の眞上の一點での風向が x 軸となす角を λ とすれば

$$\lambda = \tan^{-1} \frac{v}{u} = \tan^{-1} \left(\frac{tg \lambda_0 \cdot \frac{z_1^2}{z_0^2 + a^2}}{\frac{z_1^2}{z_0^2 + a^2}} \right) \dots \dots \dots (3)$$

となり、之をパラメーター λ_0 で微分すると

$$\frac{d\lambda}{d\lambda_0} = \frac{\frac{z_1^2}{z_0^2 + a^2} \sec^2 \lambda_0}{1 + \tan^2 \lambda_0 \left(\frac{z_1^2}{z_0^2 + a^2} \right)^2} \dots \dots \dots (4)$$

となる。いま充分に遠い所で風速のレザルタントが U で勝手な方向に吹いた場合を考へる。すると第二圖 $(h = \frac{a}{10}, z_0 = 1.051a)$ 第三圖 $(h = a, z_0 = 1.618a)$ 第四圖 $(h = 10a, z_0 = 10.099a)$ の上圖に示してある様にすべて風速が方向によつて可成り著しい變化が見られる。即ち山の背に直角の方向に風速はいちじるしく増すが、山の背に平行な方向には速度の増減はない。しかしてその變化の度は高さの大なるに従て減少することがわかる。次に風向はどうであらうか。之

は(3)式から見られる如くに充分遠い所で吹く風向 λ_0 に對應して山頂眞上の風向 λ が算出されるが、圖には線をもつて示した。即ち充分遠い所で十五度おきに吹く風向をとつて

第三圖

第 四 圖

$$h=100, \quad Z_0=10,0990.$$

次に風向の観測回数を見るために一つの假定をあく。充分遠い所では勝手な方向に同じ公算度をもつて風向観測回数があると考へる。するとそのプロバビリティは任意の風向につき

$$c d\lambda_0 \quad (c: \text{常数})$$

で表はされよう。(4)式によつてこのプロバビリティは

$$\frac{1 + \log^2 \lambda_0 \left(\frac{z_0^2}{z_0^2 + a^2} \right)^2}{\frac{z_0^2}{z_0^2 + a^2} \sec^2 \lambda_0} d\lambda \dots \dots \dots (5)$$

であることがわかる。即ち充分遠い所で風向観測回数がある方向に一樣にプロバブルでも、山があるために山頂附近ではかなりな變化を受ける。即ち方向 λ の函数となることが(5)なる式から看取できる。これも第二、三、四圖に圖示したが、山の背に垂直な方向には回数がかなりに増し、山の背に平行な方向にはかなりに減少する。(これは川野、北澤兩氏の論文の示す所である。)しかしてその變化をうける度合はやはり高さのますにつれて減少する。

考へると、山頂上空では山の背に垂直な方向に近づく狀況がわかる。しかしてその度合はやはり高さのますにつれて減少することがわかる。

から、こゝにはすべて省略しよう。また谷風といふやうな地形の影響によつてあるものも同様に論じられるといふことを一言つけ加へておく。

富士山頂の氣壓と氣溫の相關(第二報)

(中央氣象臺彙報)

佐藤 順 一

Correlation between Atmospheric Pressure and Temperature on the Top of Mt. Huzi. by Z. Sato.

一、冬季富士山頂の日平均氣壓と氣溫の相關 私は一昨年本誌九月號に於て、富士山頂の氣壓と氣溫の相關(第一報)として、昭和五年一月から二月に亙る一ヶ月間の觀測結果に就いて記述した、昭和六年も一月及び二月上旬の觀測が出来たので、同様な調査を行つたが、其相關は可なりの程度に第一報を裏書する結果に達した、其數値及び圖示は次記の通りである。

$$\text{相關係數} = \frac{\sum p_t}{\sqrt{\sum p^2} \sqrt{\sum t^2}} = \frac{881.13}{\sqrt{900.00} \times 1264.19} = 0.826$$

(第一報 0.69)

$$\text{或は } r = \frac{\sum p_t}{n} \frac{1}{\frac{\partial p}{\partial t}} = \frac{22.593}{4.804 \times 5.693} = 0.826$$

$$\text{氣壓の標準偏差} = \sqrt{\frac{\sum p^2}{n}} = \delta p = \sqrt{23.077} = 4.80$$

(第一報 2.65)

第一圖

富士山頂氣壓と氣溫の相關(日平均)

$$\text{氣溫の標準偏差} = \sqrt{\frac{\sum t^2}{n}} = \delta t = \sqrt{32.415} = 5.69$$

(第一報 2.96)

相關係數は昨年比すると一層大となり、〇・八三を現はした、英國にて W. H. Dines の報告した氣壓と氣溫の相關係數は次記の通りであるから、良く其間にはなる。

電 K.M. 1 2

相關係數 42.66

3 4 5 6 7

.77 .84 .85 .86 .86

8 9 10 11

.86 .70 .30 .19

第一圖は氣壓と氣溫日々の變化を圖示したもので、兩者の昇降を共にすることは一目瞭然として居るが、時々一日位遅れた點が眼につくのは、著