

短報

南極昭和基地で観測された風の周期的急変動*

阿部 豊 雄**

1. はじめに

筆者が昭和基地において気象観測に従事していた1977年、気圧振動を伴う顕著な風速の周期的急変動を観測したので紹介する。

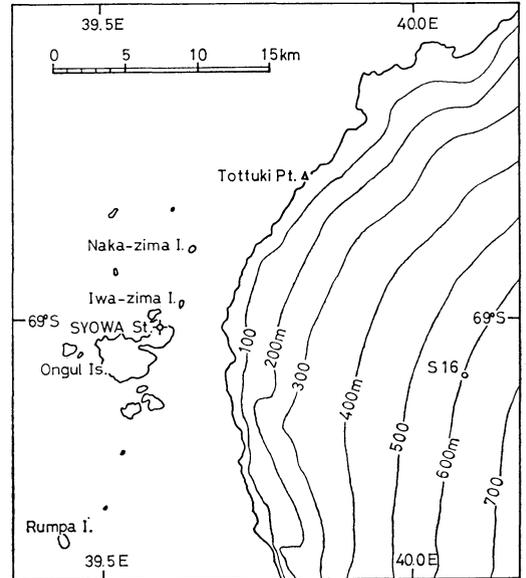
過去に報告されたこの種の周期的変動としては、カリフォルニア西部での観測(周期約6.5分)(Gossard・Munk, 1954)や羽田空港で観測されたもの(周期約10分)(草野・庄山, 1969)等がある。また、村松(1971)は稚内で観測した約1時間の周期的変動を報告している。

昭和基地で観測された現象は、数分から約10分の短い周期的変動と、20~30分程度の比較的長い周期的変動の2種類があった。越冬中に観測された記録のうちで顕著な3例について報告する。

2. 昭和基地の風の特徴

昭和基地は、オングル海峡をへだてて南極大陸から約4 km離れた東オングル島(基地の高度約18 m)に位置している(第1図)。

昭和基地で観測していると、大陸斜面の途中で雪煙の舞い上がっているのがときどき見られる。この現象は、大陸斜面を滑り降りて来た滑降風(Katabatic Wind)が Hydraulic Jump(跳水現象、はね水現象)を起こしていることを推測させる。ホッジマンは、デニソン岬におけるこの様子をスケッチし報告している(1915; 守田, 1973)。事実、大陸斜面に雪煙が目視されるときは昭和基地の地上風は弱い。一方、Hydraulic Jumpを起こしていないときには滑降風に起因する低い地ふぶきが大陸斜面を蛇行運動しながらはい降りるのが観測される。



第1図 昭和基地周辺地形図、数字は等高線(m)。

また、ラジオゾンデを飛揚した直後に(地上風が弱いにもかかわらず)気球が急速に流され、ゾンデ追跡の困難な場合もしばしばあるが、昭和基地は直接斜面下降風(Katabatic Wind)の影響を受けることは少なく、大陸縁辺部に位置する他の基地に比べ比較的風の弱い特異な観測地点である。

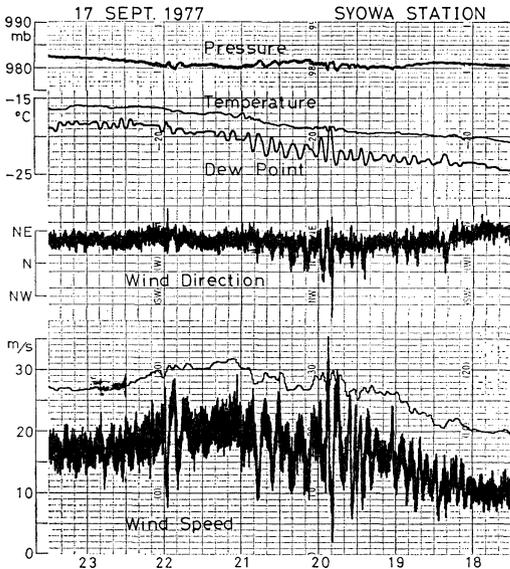
昭和基地の主風向は北東ないし東北東であるが、守田(1968)は、滑降風の風向は東北東ないし東で、シノプティックスケールのじょう乱による強風は北東を中心に吹くと報告している。

昭和基地における各要素の観測高度は、つぎのとおりである。

気圧計(抵抗変化式ステーション型水銀気圧計)の海面上の高さ ……20.7m
 温度計(白金抵抗温度計)の地上の高さ… 1.5m

* Periodic abrupt changes of wind observed at Syowa Station, ANTARCTICA.

** Toyoo Abe, 気象庁海上気象課(現 気象ロケット観測所)
 —1979年2月5日受領—
 —1979年9月12日受理—



第2図 昭和基地で観測された周期的変動の例，1977年9月17日。

風向・風速計（風車型風向風速計）の地上の高さ ……10m

3.1. 現象例 I

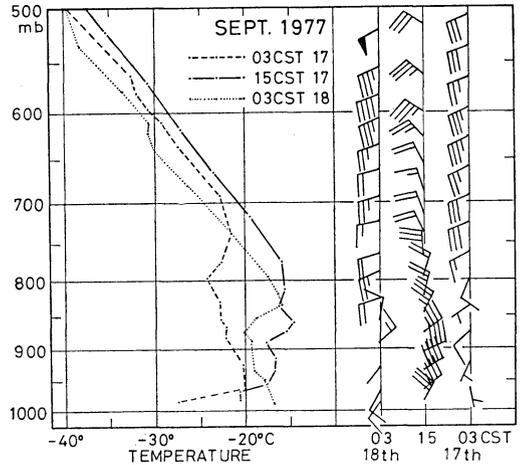
風速の周期的変動を観測した現象例のうちで最も振幅の大きかった（最大両振幅 33.5 m/sec）1977年9月17日の記録を第2図に示す。

時間軸（横軸）は現地時間で目盛ってある。上から順に、気圧、気温、露点温度、風向および風速の記録である。風向・風速の瞬間と平均、気温と露点温度の自記録の時間軸は、自記紙の重ね書きを防ぐために5分ずらし、いずれも後者の方が時間軸より5分遅れている。また、平均風向・風速の目盛はそれぞれ90度、10 m/sec ずらしてある（第5図、第7図とも同じ）。

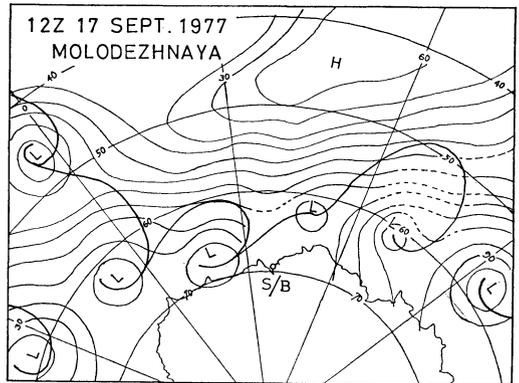
風速の記録ペンは、18時半頃から周期的変動を書き始め、19時20分から21時までの間最も顕著な周期的変動（周期2～10分）を記録したあと約50分後に再び大きな振動を単発に記録した。

気圧計の自記は風速の変動が大きい間、周期は風速とほぼ同じで位相が約180度ずれた周期的変動を記録している。気温はときどき変動を記録し全体的にゆっくり上昇、北東であった風向は現象発生後北寄りに変化した。また、観測野帳の記事によると「地ふぶきのため視程は19時20分に30～150mで変動、19時45分視程5m、19時

1979年11月



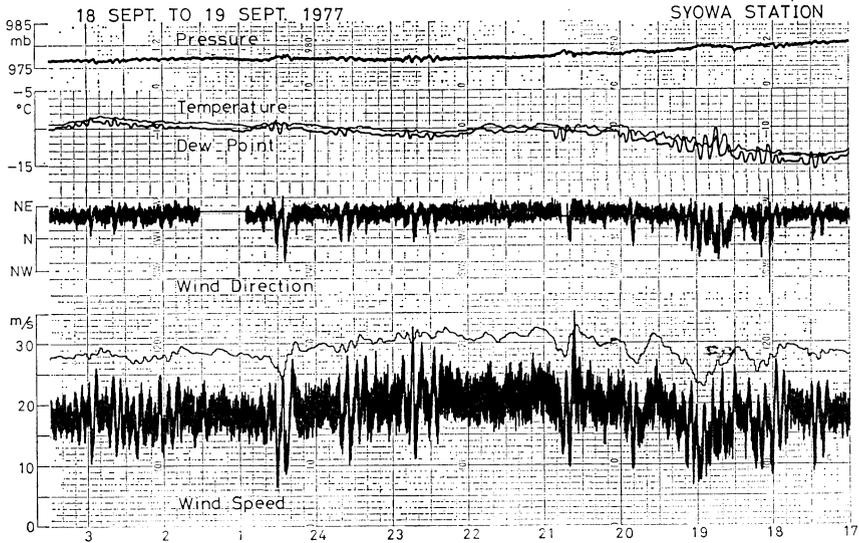
第3図 昭和基地におけるゾンデ観測資料。



第4図 マラジョージナヤ基地（ソ連）放送の地上天気図，1977年9月17日12Z（昭和基地時間同日15時）。

50分同100m、19時52分同5m、19時55分同70m、19時58分同30m、20時07分同100m、……」と視程はめまぐるしく変化した。23時頃から視程はゆっくり回復し、風速が急に弱くなった18日01時半頃から昭和基地ではめずらしい大きな結晶の降雪（シノプティックスケールのじょう乱による降雪と見られる）を観測した。

風速の周期的変動を観測した前後のゾンデ資料（状態曲線および高層風）を第3図に示した。17日03時（破線）に大きな接地逆転が存在しているが、下層の風は弱い。12時間後の観測（実線）では700 mb以下の層に強い暖気の流入があり、18日03時（点線）の観測時には接地逆転は解消したが、何れの場合も地上から800～700 mb



第5図 昭和基地で観測された周期的変動の例, 1977年9月18~19日.

面まできわめて安定な層が存在している.

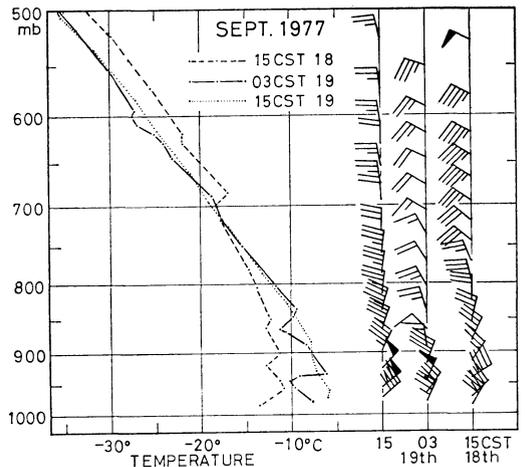
第4図は、マラジョージナヤ基地放送のFAX天気図(1977年9月17日12Z, 昭和基地時間15時)である. 受信状態が悪く低気圧の示度や一部等圧線は不明(点線部分と昭和基地付近)であるが, 昭和基地西方に低気圧があってそれからのびる不連続線が基地の北を通っており, シノプティックスケールのじょう乱をうかがわせる. また, 昭和基地で観測した状態曲線と風の鉛直プロフィール(第3図)は, 17日日中に基地付近を不連続線が通過したことを示している.

3.2. 現象例II

1977年9月18日夕刻から19日早朝にかけ, 長期間にわたり断続的に周期的変動が観測されたときの記録を第5図に, この現象を観測した前後のゾンデ観測資料を第6図に示す.

現象例Iと同様に2~10分の短周期的変動が卓越しているが, 現象の始めの部分にかなり長い周期的変動が重なって現われ, 風向もかなり乱れている. 気圧の下降と気温の上昇および風向が北東よりも北寄りを中心に変動しており, 守田(1968)の調査結果から, このときの現象も現象例Iと同様シノプティックスケールのじょう乱場で観測されたものと推測される.

周期的変動が記録される前の18日15時(破線)のゾンデ資料では弱い接地逆転が見られ, 現象継続中の19日03時(実線)に950 mb面と850 mb面付近に顕著な逆転



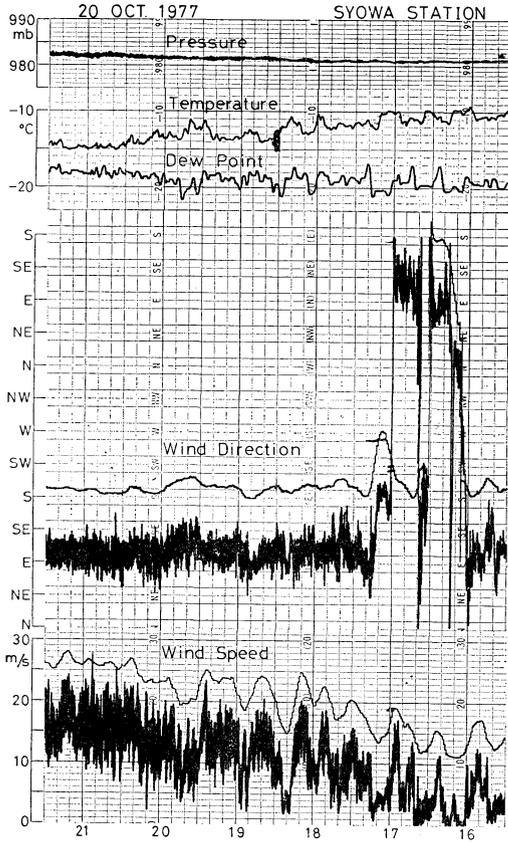
第6図 昭和基地におけるゾンデ観測資料.

層が存在, 19日15時(点線)の観測を除き, 地上と850 mb面の間はきわめて安定な層となっている. 一方, 地面近くに強風層が形成されており風の鉛直シアが認められる.

視程も地ふぶきのため前例同様激しく変化し, 18日20時36分に最短視程1 mを記録, 3分後の39分には同100 mになるといった状況であった.

3.3. 現象例III

前の2例とは異質な周期的変動を観測した1977年10月



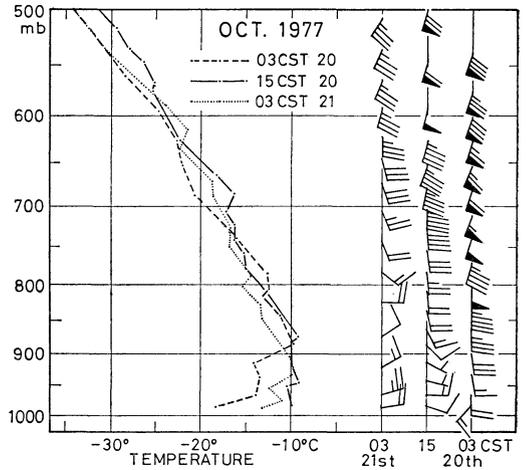
第7図 昭和基地で観測された周期的変動の例，1977年10月20日。

20日の記録を第7図に示す。

すなわち、周期20～30分といった比較的長い周期的変動と1桁小さい2～3分の短い周期的変動が重なって記録されている。19時40分以後は長い周期の変動は不明瞭になり、かわって短い周期的変動が顕著になった。

現象が大きくなりだした18時頃から、気圧は上昇を続け、逆に気温はこきざみに振動しながら下降したことで、風向も前2例と異なり南の成分を持った東南東を中心に記録していることから、大陸高気圧におおわれつつあることを示唆する。

ゾンデ資料によると（第8図）、下層には前2例と同様地上から850 mb 付近まできわめて安定な層が存在しているが、上層風には大きな相違が見られる。すなわち、前記した2例とも北成分を持った風であったが、このときは逆に南成分の風（南ないし南南西）で、強風層は地面近くではなく上層に位置している。



第8図 昭和基地におけるゾンデ観測資料。

第1表 現象発生時の主な項目の比較。

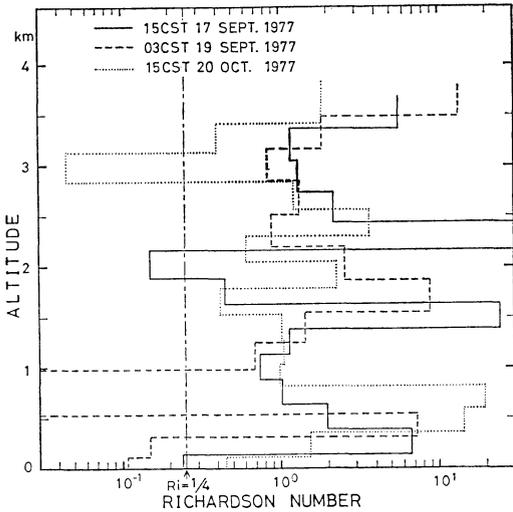
項目	現象例Ⅰ	現象例Ⅱ	現象例Ⅲ
継続時間	5時間	10時間半	8時間半
周期	2～10分	2～10分	2～3分と20～30分
最大両振幅	33.5m/sec	25.5m/sec	18.0m/sec
卓越風向	北北東～北東	北北東～北東	東南東

大気現象の目視観測によると、風速の変動に呼応した地ふぶきによる視程障害はあったが、雲量は18時のとき網雲がわずかに存在したのみで、21時、24時は0で現象出現の間快晴であった。

4. むすび

風速の自記紙に記録された現象と他の観測記録との因果関係についての吟味は今後の課題である。第1表は、現象発生時の主な項目について比較したものである。

逆転層および低リチャードソン数 (R_i) と内部重力波、ケルビン・ヘルムホルツ波との間には密接な関係があり、とくにケルビン・ヘルムホルツ不安定は $R_i < 1/4$ のとき存在する。ゾンデ観測によると、いずれの場合も地上から850～700 mb 面まできわめて安定な層となっている。そこで、現象発生時に最も近いゾンデ資料（9月17日15時、19日03時、10月20日15時）を使い、風速および温度の鉛直プロファイルよりリチャードソン数（層厚200～300m）を次式により計算した。



第9図 リチャードソン数 (R_i) の鉛直分布.

$$R_i = \frac{g}{\theta} \frac{\partial \theta / \partial z}{(\partial u / \partial z)^2} \doteq \frac{g}{T} \frac{(\partial T / \partial z) + \Gamma_d}{(\partial u / \partial z)^2}$$

ただし、 g ：重力加速度、 Γ_d ：乾燥断熱減率、 $\partial \theta / \partial z$ 、 $\partial T / \partial z$ 、 $\partial u / \partial z$ ：温位、気温、風速の鉛直こう配である。計算結果を第9図に示す。例Ⅰ、例Ⅱにおいては、地上付近で $R_i < 1/4$ [Kelvin-Helmholtz 波 (K-H 波) の不安定規準] の層が存在している。しかし、例Ⅲにおいては高さ約 3 km まで $R_i > 1/4$ である。このことから、観測例Ⅰ、Ⅱは K-H 波による可能性も考えられるがさらに詳しい解析が必要であり、観測例Ⅲは前2例とは別な機構であると考えられる。

風の周期的変動は、斜面下降風が基地近くで Hydraulic Jump を起こしそのジャンプ地点が前後した結果により生じたのか、気圧振動を伴っていることから内部重力波に起因したものか、未解明である。また、基地北東に岩

島や海氷上に散在する多くの氷山がありそれらによるカルマン渦との見方もできそうであるが、これについてはとつき岬（基地の北東約 20 km）に設置したロボット気象計（三杯風速計を使用、風向資料なし）にも風速の周期的変動（9月17日19時40分前後が最も顕著で周期約6分であった）が観測されており、否定的見解を抱いている。いずれにせよ、観測事実を説明するには詳しい解析を必要とする。

謝 辞

この報告をまとめるにあたり、終始御指導をいただいた荒川正一先生（気象大学校助教授）、藤沢 格氏（気象庁観測部地震予知情報室、第18次隊定常気象部門チーフ）に感謝の意を表す。

半沢正男氏（気象庁海洋気象部海洋課長、現在舞鶴海洋気象台長）にはこの稿を読んでいただき有益なコメントをいただいた。また、気象庁観測部南極事務室の島貫林治郎氏と倉田鉄男氏（現在気象庁観測部管理課）には資料関係でたいへんお世話になった。記して感謝の意を表す。

文 献

荒川正一, 1973: 対流圏内の重力波, 天気, 20, 571-583.
 Gossard, E. and W. Munk, 1954: On gravity waves in the atmosphere, J. Met., 11, 259-269.
 草野和夫, 庄山卓爾, 1969: 風と気圧の短周期変動, 研究時報, 21, 85-98.
 守田康太郎, 1968: 昭和基地で観測される katabatic 風について (I), 南極資料, 31, 21-22,
 ———, 1973: 2. 天気, 南極, 共立出版, pp. 48.
 村松照男, 1971: 稚内地方における地上風の周期変化について, 天気, 18, 307-313.
 田中 浩, 1975: 内部重力波の理論, 気象研究ノート, 126, 1-45.