

日本における風のベクトル平均値について*

森 征 洋**

要 旨

日本における地表風および上空風 (850 mb) のベクトル平均の特徴について調べた。上空風の月平均ベクトルの年変化パターンは北緯 30° 付近を境にして、北側の本土と南側の南西諸島とは大きく違っており、また、同じ南側でも南鳥島では本土とも、また南西諸島とも違っている。地表風の月平均ベクトルについてみると、その先端の描く年変化パターンは上空風のものとは本土ではほぼ似た形をしているが、南西諸島や南鳥島では、著しく違っている。1月および7月の地表風と上空風のベクトル平均の分布を示した。特に地表風については、全国各地の約150地点における値を示した。

1. はじめに

風の気候学的特性について、日本全域を対象とした調査・研究としては、風向または風速の特性に関するものとして中原 (1957), 吉野 (1966), 河村 (1977), 光田・林 (1979), 強風に関するものとして斎藤ほか (1957a, b), 高橋 (1957), 河村 (1977), 弱風に関するものとして福岡 (1971) 等がある。これらの調査・研究は風向・風速をそれぞれ独立に取り扱っているものが大部分である。言うまでもなく、風はベクトル量であるから、ベクトル的な取り扱いによる風の気候学的特性が、どうなっているかということも興味ある問題である。しかしながら、地表風については、気象庁が発表している気象統計にそのベクトル平均値は含まれていないので、ベクトル平均風の地域的特性については、これまでほとんど調べられていないのが現状である。

幸いなことに、最近、気象庁統計課で作成した風のデータを収めた磁気テープが利用できるようになった。このテープには全国の地上気象官署 (含山岳測候所) 157地点における11年間 (1967年~1977年) の1日8回 (03時より3時間毎) の風向・風速値が収められている。筆者はこの資料によって、各地点毎の風の月別のベクトル

およびスカラー平均値を求めた。また、上空風として、850 mb (約1500m) の風を選び、“Aerological Data of Japan, 5-yr Period Averages” によって、高層気象官署19地点における10年間 (1966年~1975年) の月別のベクトルおよびスカラー平均値を求めた。地表風および上空風の平均を求めた期間はほぼ重複している。データおよび結果の詳細は森 (1981) に示した。ここではこの結果にもとづいて、日本全域にわたる地表風および上空風のベクトル平均の特徴について調べた。

2. ベクトル平均風

筆者は先に、地表風および上空風の全年のベクトル平均値の特性について調査を行い、地表風は北緯 30° 付近を境にして高緯度側では西よりの風、低緯度側の海洋上の島では東よりの風になること、上空風は本土および南西諸島の一部でも西よりの風となっており、上空風と地表風とは那覇・南大東島では方向が互いにはほぼ正反対になることを示した (森・光田, 1980; 森, 1981)。ここではさらに地表および上空のベクトル平均風の季節による特徴について調べてみた。

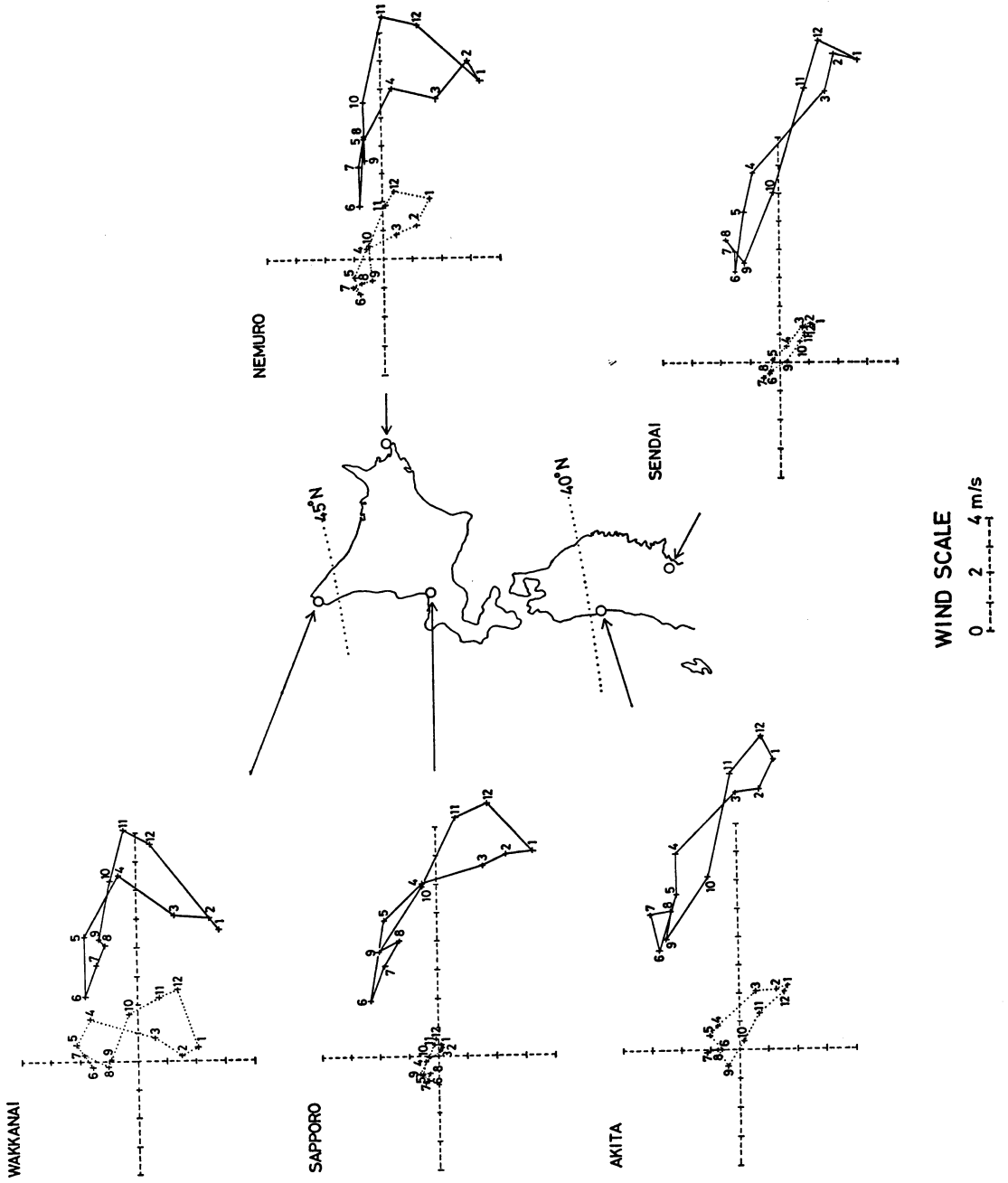
上空風の月別のベクトル平均値を稚内から南鳥島までの17地点について示すと第1図のようになる。この図にはそれぞれの地点の地表風についても同時に示した。ただし、館野については筑波山のものを示したので、この場合は地表風とはいえない。一見して明らかなように、上空風の年変化パターンは本土と低緯度の島とは大き

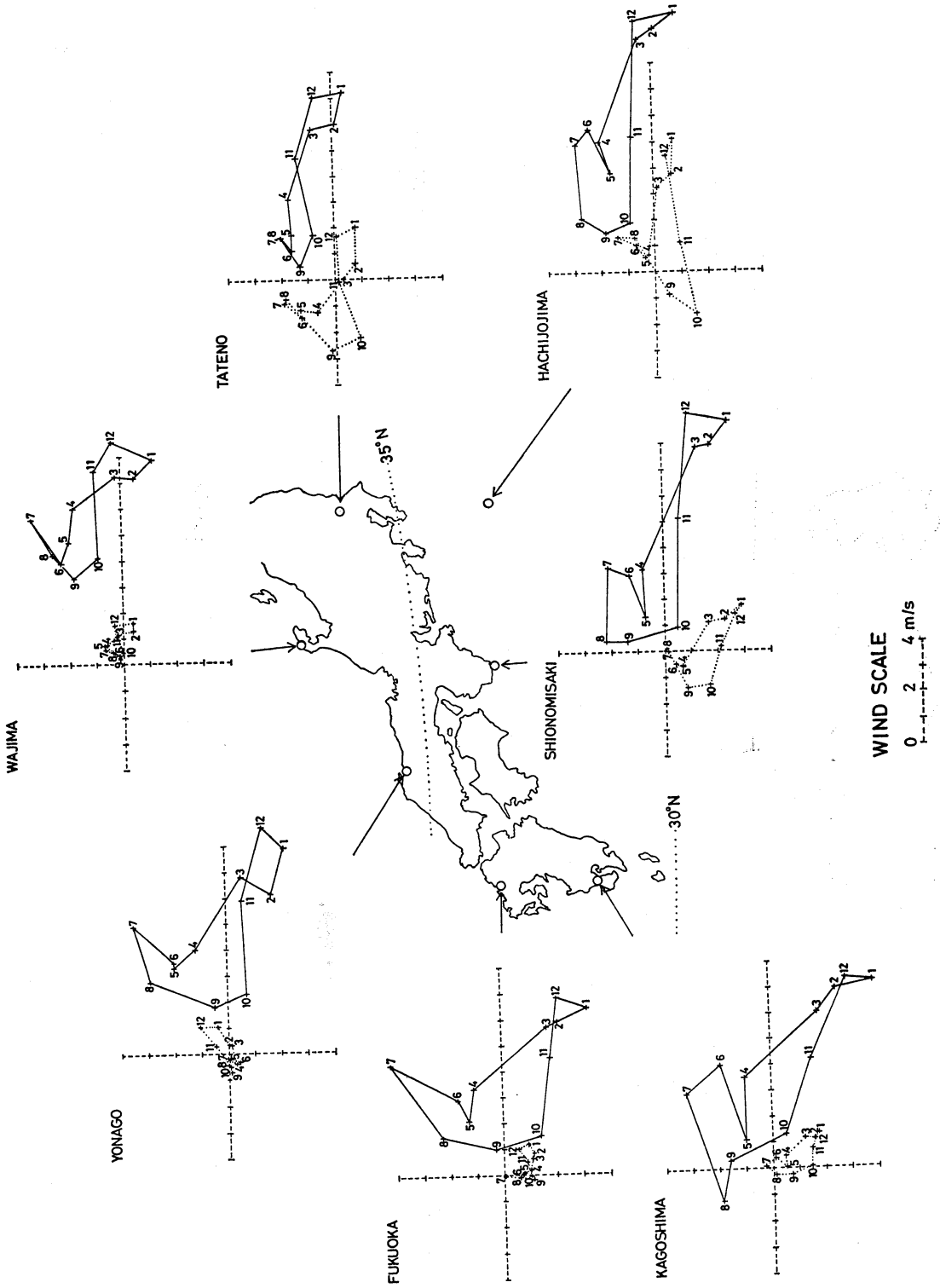
* On Vector Mean Winds in Japan.

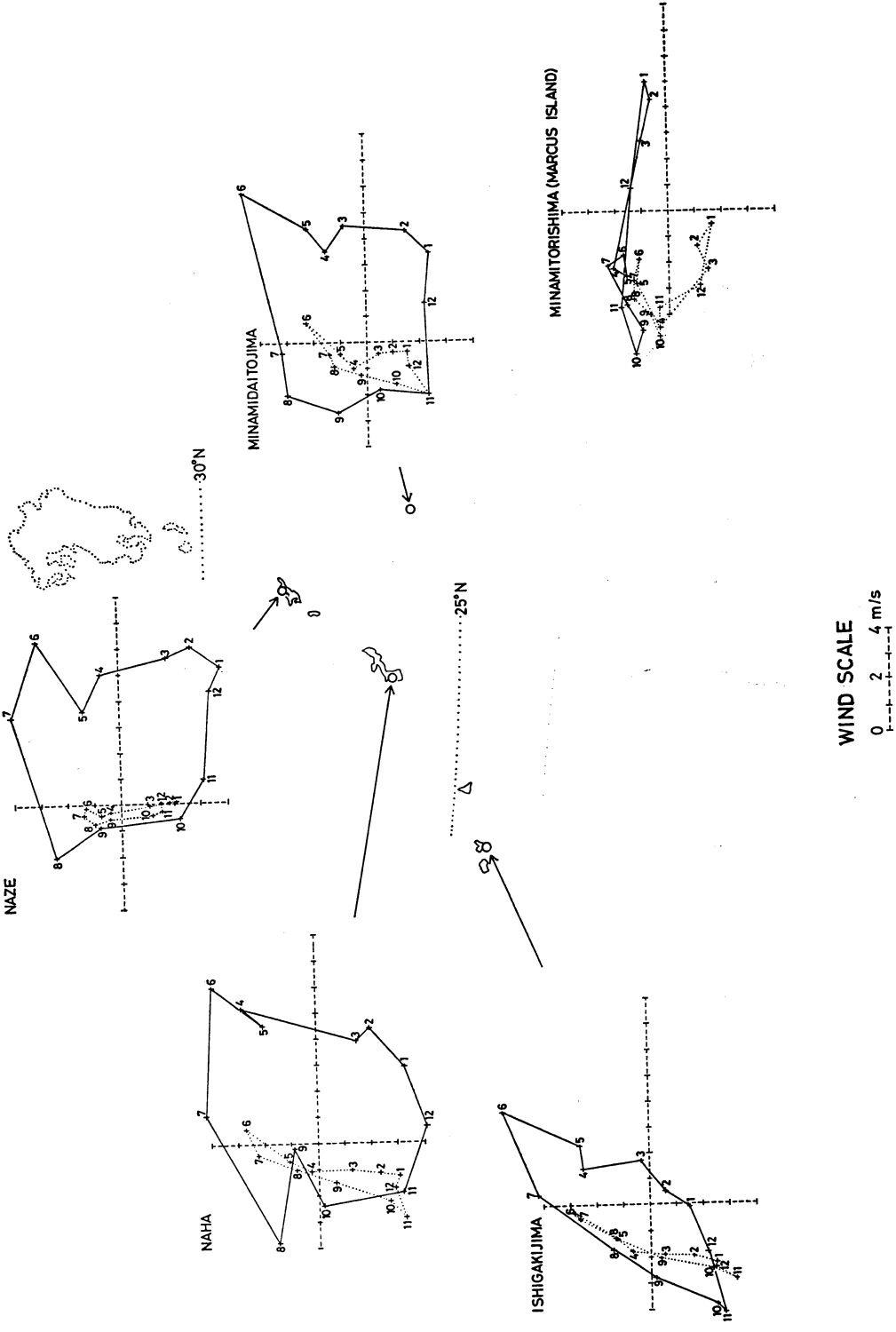
** Yukihiro Mori, 香川大学教育学部地学教室。

——1981年1月26日受領——

——1981年4月14日受理——







第1図 風の月平均ベクトルの年変化。図中の数字は月を表わし、原点から十に引いた線分が平均ベクトル、実線は上空風(850 mb)、点線は地表風を表わす。ただし、箱野の場合、点線は筑波山の値である。

な差が見られる。本土では、月平均ベクトルの東西成分は年間を通してほぼ西風となっており、この西風成分は冬季に大きく、夏季に小さくなっている。月平均ベクトルの年変化は、この西風成分の強弱に南北成分の変化が加わった形をしている。月平均ベクトルの先端は本土の多くの地点で、寒候期には時計廻り、暖候期には反時計廻りに8の字形を描いて変化している。寒候期のループは高緯度の稚内・札幌・根室では大きい、低緯度の福岡・鹿児島では小さくなっている。7月のベクトル平均風が福岡・米子・輪島で、前後の月に比べてきわだって大きな南西風になっている点が注目される。

南西諸島では、月平均ベクトルは1年間に方向が反時計廻りに360°変化し、ベクトルの先端ははっきりとした1つのループを描く。このループの形は名瀬・那覇・南大東島では円に近いが、石垣島では南西-北東方向に長軸を持つ楕円をしており、前の3地点とは少し異なっている。南鳥島では、月平均ベクトルの先端は直線的に変化しており、同じ低緯度にあっても南西諸島におけるものとは大きく違った年変化を示している。ベクトル平均風は1~3月には西風成分、8~11月には東風成分がそれぞれ卓越している。南北成分はどの月も小さな南風成分を持ち、北風成分を持つ月はない。

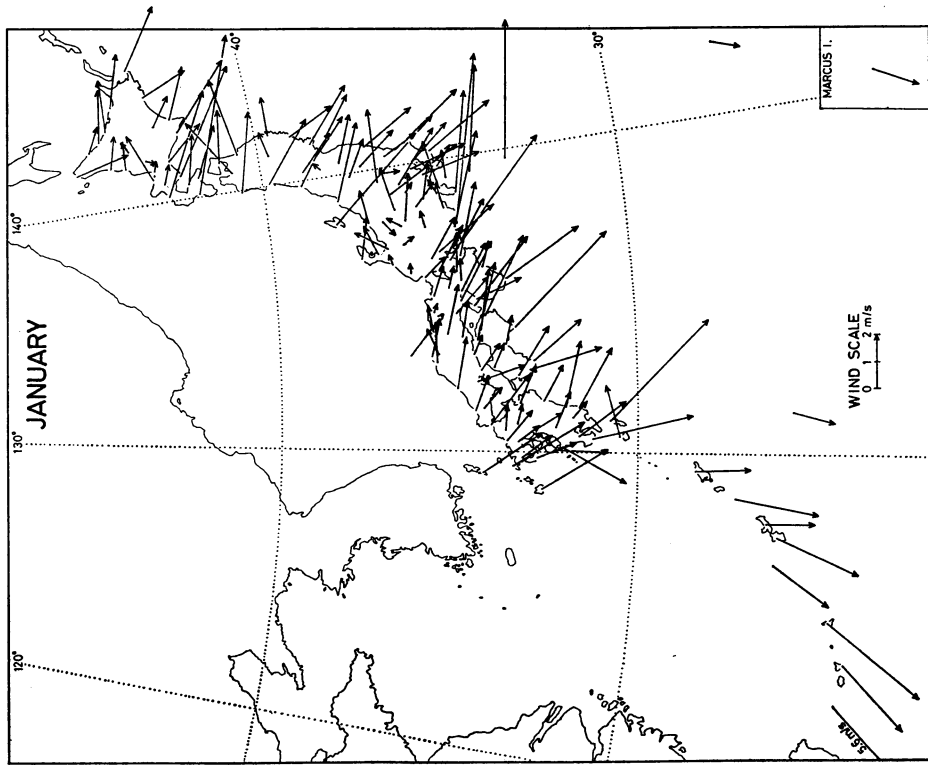
これらの地点の地表風の月平均ベクトルは、本土では上空風ベクトルから大きな西風ベクトルを引いた形をしており、ベクトル先端の描く年変化パターンは上空のものとはほぼ似ている。館野の場合、先に述べたように、地表風ではなくて、海拔869mの筑波山の風を示したが、このような高所における風でも、変化傾向は他の地点の地表風と似ており、850mbの風とは風向に大きな差が見られることは注目される。南西諸島では、地表風の月平均ベクトルの先端はほぼ直線的に南北に変化しており、上空風の場合とは著しく異なった年変化パターンを示す。これらの地点では南北成分は6~7月には南風、11~12月には北風となっており年間の変化は大きい。これに対して、東西成分の年変化は比較的小さい。そのため、上空風が大きな西風成分を示す時期においても、地表風の東西成分は那覇・南大東島で6月に小さな西風を示す以外は、全地点とも零か小さな東風となっており、上空風と地表風との東西成分の差がこの時期には大きい。南鳥島では地表風の月平均ベクトルはどの月も東風成分を持ち、その先端は弓状の曲線にそって、南北に変化している。このことは、東西成分は半年周期、南北成分は1年周期の変動を示すことを意味している。この地点の

地表風について、スペクトル解析を行った結果(Mori, 1980)とこの結果とは一致している。上空風と地表風の月平均ベクトルは、暖候期の5~10月にはほぼ同じ大きさや方向を示しているが、寒候期の12~3月には上空風のベクトルの先端は第1象限にあるにもかかわらず、地表風のは第3象限にあり、方向が大きく異なっている。

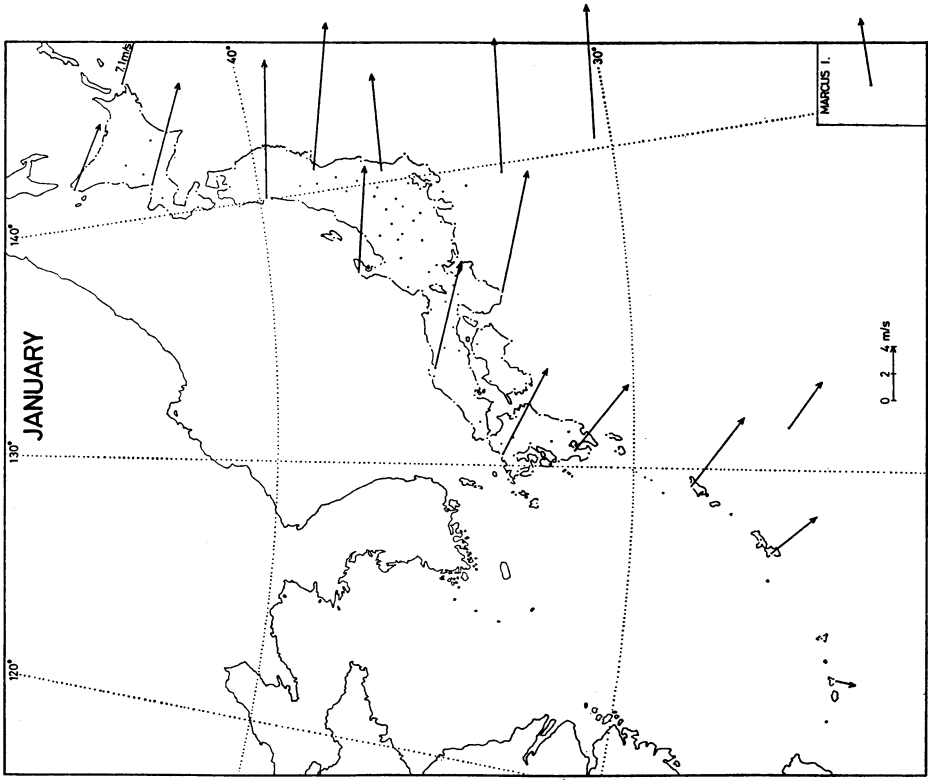
南西諸島や南鳥島で、時期によっては上空風と地表風の月平均ベクトルの間に、方向が互いに反対になるなどの差が見られることは地表面摩擦の効果だけでは説明することができず、温度風や前線等の影響が大きいことを示している。すなわち、地表と上空との間に大きな温度風がある場合、温度風の向きによっては、上空風と地表風との間の偏角は温度風のない場合に比べて著しく大きくなる(Blackadar, 1965)。前線がある場合も同様である。このような温度風や前線による影響は、もちろん本土の地点の風についても考えられる。

次に、冬季と夏季を代表する月として、1月と7月を選び、地表風および上空風のベクトル平均の分布を調べた。地表風については、山岳測候所を除く、全国各地の152地点について調べた。1月の場合は第2図a, bに示す通りである。上空風は石垣島で北風になっている以外は、全地点で北西~西の風となっている。これに対して、地表風は全体として北緯30°より高緯度側の本土では北北西~北西の風、低緯度側の海洋上の島では北~北東の風となっており、北緯30°付近を境として、風系が変っている。南西諸島では名瀬から与那国島にかけて、北風から北東風へと徐々に変化しており、地点によるばらつきはほとんど見られない。一方、本土の地点では、全体的な傾向から大きくずれ、著しい局地性を示す地点も見られる。上空風と地表風の風向は本土では、全体として一致しているが、石垣島を除く、南西諸島や南鳥島では大きな差が見られる。

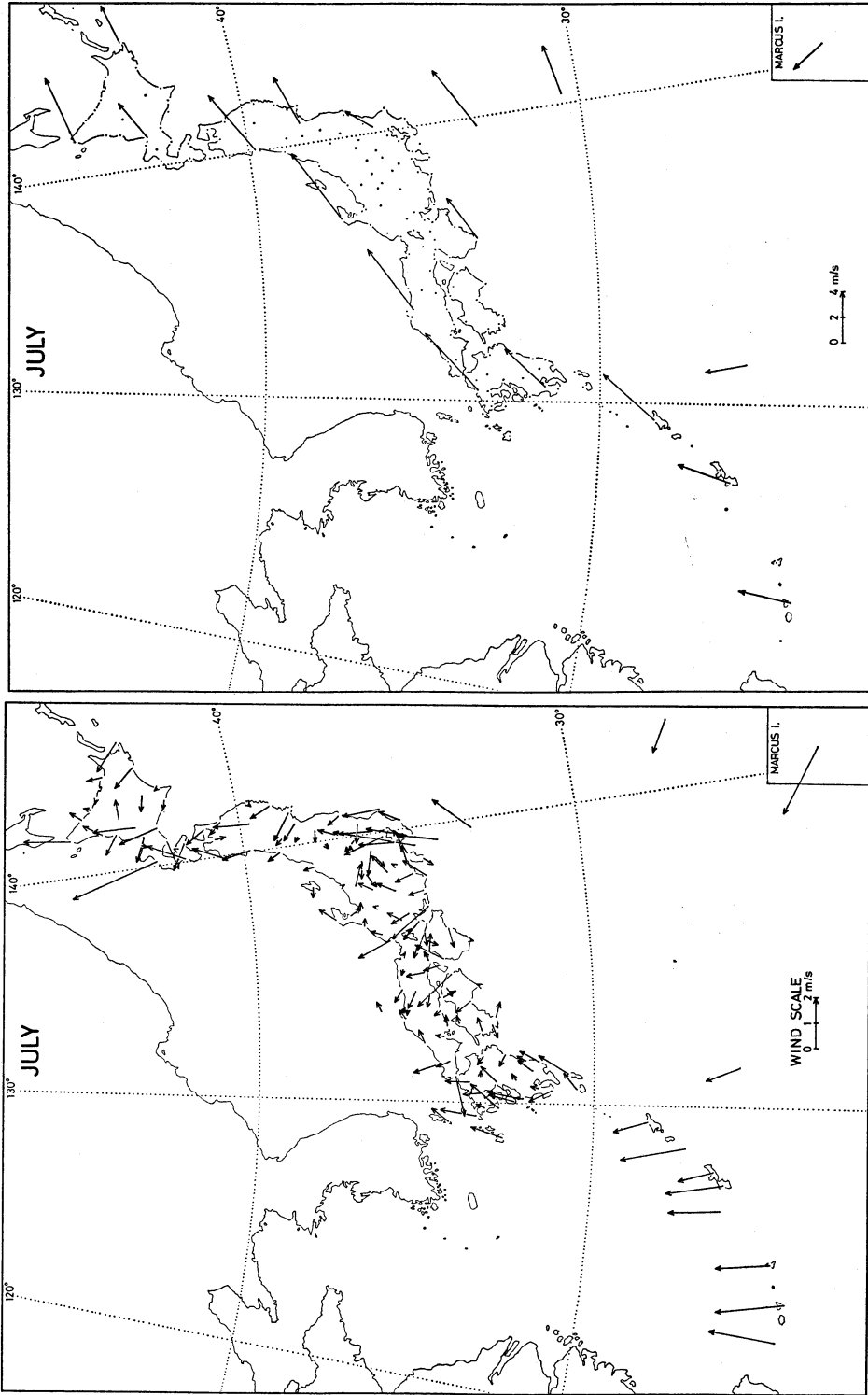
7月の場合は第3図a, bに示す通りである。上空風は那覇より南の南西諸島では南よりの風となっているが、名瀬および本土の地点では南西~西南西の風となっている。南鳥島では南東風となっており、本土とも、南西諸島とも違っている。地表風は南西諸島では全地点ともそろって南よりの風となっており、1月の場合とは風向がほぼ正反対になっている。父島・南鳥島では東南東の風となっており、同じ低緯度にあっても、南西諸島における場合とは幾分違って東風成分が大きくなっている。本土の地点では、全体の傾向として南よりの風とな



第2図 (a) 1月の地表風のベクトル平均の分布。図右下に南鳥島 (Marcus Island) の場合を示す。この島は北緯 24°、東経 154°にある。



(b) 1月の上空風 (850 mb) のベクトル平均の分布。



(b) 7月の上空風 (850 mb) のベクトル平均の分布.

第3図 (a) 7月の地表風のベクトル平均の分布.

っているが、1月の場合に比べて風速は著しく小さく、風向の地点によるばらつきも大きい。これは1月に比べて7月には海陸風など局地的に発生する風の影響がベクトル平均風に大きく利いているためと考えられる。

Mintz・Dean (1952) は1月および7月の全世界の地表風系を求めている。彼らは北米以外の地域については風向の資料によって風系を決定しているが、日本付近についてみると、彼らの求めた結果と、ベクトル平均風でここに示した結果とは全体的なパターンはほぼ一致している。彼らはこれらの月の平均地上気圧分布も求めている。この平均気圧分布に対応する地衡風と上空風のベクトル平均とを比較すると、7月の場合には両者の風向は一致している。一方、1月の場合には地衡風が本土では北風、南西諸島では北東風となっているのに対して、上空風は本土では西よりの風、南西諸島では北西風（ただし石垣島では北風）となっており、両者は90°近く風向が違っている。

4. まとめ

日本における地表風および上空風 (850 mb) のベクトル平均の特徴について調べた。上空風の月平均ベクトルの年変化パターンは北緯30°付近を境にして大きく変化し、北側の本土では西風成分の強弱に、南北成分の変化が加わった形をしているのに対して、南側の南西諸島では、月平均ベクトル自体が1年間に反時計廻りに1回転する形をしている。南鳥島では、月平均ベクトルは東西成分のみ大きな変化を示し、その年変化パターンは本土とも、また南西諸島とも違っている。

地表風の月平均ベクトルの年変化を上空風のある地点についてみると、本土では、ベクトルの先端の描く年変化パターンは上空風とほぼ似た形をしているが、月平均ベクトル自体は上空風に比べて西風成分がずっと小さくなっている。南西諸島や南鳥島では、地表風の年変化パターンは上空風のものとは著しく違った形をしている。

1月と7月の地表風のベクトル平均の分布はMintz・Dean (1952) が全世界について求めた風系の日本付近のものとはほぼ一致している。ここでは、全国約150地点における地表風のベクトル平均の詳細な分布を示した。また、上空風のベクトル平均の分布も示した。

謝辞

この研究は気象庁統計課の「風の地点別・時別値ファイル」を使用して行った。この資料の利用の便宜を計って頂いた同課に感謝します。また「Aerological Data of Japan」を閲覧させて頂いた高松地方気象台に感謝します。

この研究をまとめるにあたって、御助言を頂いた京都大学防災研究所 光田寧教授に感謝します。

計算は香川大学計算センターの FACOM 230-45 S を用いて行なった。

文 献

- Blackadar, A.K., 1965: A single layer theory of the vertical distribution of wind in a baroclinic neutral atmospheric boundary layer. Final Rept., Contract AF (604)-6641, Dept. of Met., Pennsylvania State Univ., 1-22.
- 福岡義隆, 1971: 静穏形成に関する気候学的考察, 地理学評論, 44, 740-750.
- 河村 武, 1977: 全国地上風分布図, 気象庁技術報告, 第91号, 1-76.
- Mintz, Y. and G. Dean, 1952: The observed mean field of motion of the atmosphere, Geophysical Research Papers, No. 17, Air Force Cambridge Research Center, Cambridge, Mass., 1-65.
- 光田 寧・林 泰一, 1979: 日本における風のエネルギーの評価, 天気, 26, 583-594.
- Mori, Y., 1980: Spectrum of long-period fluctuations of surface wind at Marcus Island, Mon. Wea. Rev., 108, 1456-1461.
- 森 征洋・光田 寧, 1980: 日本各地の風のベクトル平均値について, 日本気象学会秋季大会講演予稿集, 87.
- , 1981: 日本各地の風のベクトル平均値について, 香川大学教育学部研究報告, 第II部, 31, 1号, 143-172.
- 中原孫吉, 1957: 本邦主要都市の風の調査, 気象庁彙報, 39, No. 4, 1-154.
- 斎藤鍊一・菊地原英和・井上恵一, 1957 a: 日本各地の瞬間最大風速の分布, 研究時報, 9, No. 1, 51-55.
- , 井上恵一, 1957 b: 10分間平均風速による暴風の記録, 研究時報, 9, No. 3, 39-46.
- 高橋浩一郎, 1957: 災害に関するオペレイションズ・リサーチ, 研究時報, 9, No. 1, 1-34.
- 吉野正敏, 1966: 日本における風の気候学的特性の2・3について, 地理学評論, 39, 20-30.