

和歌山県における海陸風*

伊藤久徳** 川添俊弘***

要旨

和歌山県における海陸風について、AMeDASの地上風データに基づいて解析を行った。白浜以北においては、風の hodograph は明確に反時計回り回転を示す。この反時計回り回転は、局所的な海風が形成された後、より大きなスケールの風系の影響を受けて出現したものであることが示される。

1. はじめに

ここ10数年来、海陸風の観測的研究はわが国でも大きな発展を見た。発展の契機となった問題意識は多様であるが、その1つは、臨海工業地帯の造成のすすむなかで深刻化した大気汚染問題との関連からである。また日本では、単純な地形の海岸は少なく、多くの部分では複雑な地形を持つため、多様な地形のもとでの海陸風の実態の解明という問題意識も強く存在した。瀬戸内海沿岸は、これら2つの問題がともに存在する地域であり、多くの場所で観測と解析が行われた。例えば、根山(1973, 1974)を見れば、各地で精力的に研究されている様子がよくわかる。しかし同じ瀬戸内海に面する和歌山県(北部)での海陸風研究はこれまでのところ見当たらず、瀬戸内海全体の海陸風の実態を統一的に把握するために、その研究の待たれるところであった。

一方、第2の問題意識に関係するこの間の海陸風研究での大きな発見の1つは、海陸風が時間の経過とともに反時計回りに回転する場合のあることが明らかにされたことである。和歌山県の北に位置する泉南地域では、特にそのことが顕著である(例えば、水間, 1973)。この原因として考えられているのは2つの異なったスケールの風の重合である。すなわち、海風が吹き始める際には、その局地的な場所での海陸の気圧差が効いて、海岸線に

直角に近い方向からの風(西成分の強い風)が卓越するが、時間の経過とともに、もっと大きなスケールの風、つまり近畿地方内陸部と紀伊水道沖の海洋の間の気圧差による風が卓越し始め、南分が強くなり、反時計回り回転の風が吹くということである。この仮説の当否を決定するに際しては、紀伊水道に面する和歌山県における海陸風研究が大きな役割を果たすはずである。森(1982)によると、和歌山市の風の長年にわたる平均 hodograph は反時計回り回転を示しており、泉南地域と一体となった反時計回り回転域の存在を示唆している。しかし彼の研究は、海陸風の出現日以外の日のデータも含めて解析しているため、再吟味されることが必要である。

ここでは以上のような問題意識から、和歌山県各地で海陸風がどのように吹き、どのように回転するか、もし反時計回りに回転する場所があるならばその広がりや原因はどうかを中心的な興味としながら、議論を進めていくことにする。海陸風はもちろん立体的なものであり、上層の観測・解析も合わせて行わねば正確な実態はつかめないが、本論文ではまずその第一段階として、AMeDASのデータに基づく地上風の解析を行う。

2. データ

和歌山県における AMeDAS 4要素の観測点のうち海岸近くに位置するものは、北から順に和歌山・御坊・白浜・潮岬の4地点である(第1図)。他に新宮も海岸近くであるが、本研究の趣旨からはずれるので取り上げない。この4地点の風向・風速のデータ(1時から24時までの毎正時毎)が本研究において用いられた基本データである。また他に和歌山および潮岬の9時と15時にお

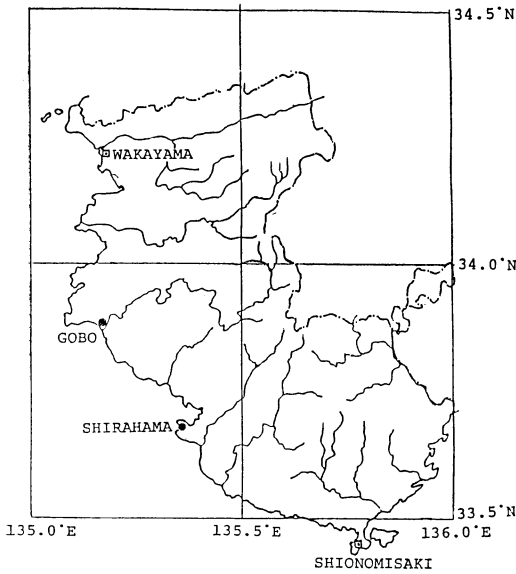
* Land and sea breezes in Wakayama prefecture.

** Hisanori Itoh, 和歌山大学教育学部地学教室。

*** Toshihiro Kawazoe, 大阪府河内長野市立千代田中学校。

—1982年11月1日受領—

—1983年1月12日受理—



第1図 観測所の位置.

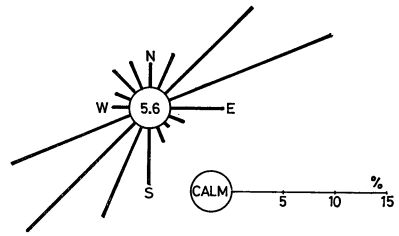
ける海面更正気圧と、潮岬の全天日射量の日積算値も用いたが、これらは和歌山地方気象台および潮岬測候所の日原簿によっている。原データの測定単位は、風向が16方位、風速が1 m/sec、気圧が0.1 mb、日射量が1 cal/cm²である。

解析期間は1979年の暖候期(4月1日~10月31日)で、ここから海陸風が吹いたと思われる日を選び出し、それらの日についてのみ解析を進める。

3. 海陸風出現日の定義と型の分類

海陸風出現日の抽出において最も望ましいのは、4地点で共通に海陸風の吹いた日を取り出すことである。しかし4地点のうち、御坊では夜間は静穏の場合が多く、白浜では昼の風向がかなりばらつき、潮岬では西風と東風が卓越するという性質のあることが西口(1981)に述べられている。したがって、海陸風出現日が比較的簡単に選択できるのは和歌山のみであることが推測される。そこでここでは、和歌山での海陸風出現日を、便宜的に和歌山県全域での海陸風出現日として、解析をすすめることにする。

さらに海陸風は性質を異にするいくつかの型に分けられることが後に示されるが、その型分けも基本的には和歌山の条件のみによって行う。この場合も、和歌山である型が出現した日を、他の3地点でもその型の日として



第2図 海陸風出現日の和歌山における風配図。中心の数字は静穏時の百分率。

区分けすることにする。

海陸風の出現日は、和歌山の海岸線がほぼ南北に走っていることより、次の基準で選んだ。

- ① 9時および15時に、ともに雨の降っている日は除外する。
- ② 6時にE成分(NNE~SSE)の風向または静穏で、15時にW成分(NNW~SSW)の風向を持つ。
- ③ 1日にE成分(静穏を含む)・W成分の風向をとともに4時間以上示す。

その結果、105日が海陸風の吹いた日として選択された。この基準は海陸風出現条件として比較的緩いものであり、選択された105日のうちには風の吹き方が海陸風らしくないものも1, 2見られたが、ごく少数であり、以下の解析を乱すものではないので、105日すべてをそのまま海陸風出現日として残すことにした。この期間の全日数(214日)のはほぼ半数の日に海陸風が吹いたことになる。当然のことながら、月毎の出現数はかなりのばらつきを示し、8月に多く4月に少ない(第1表)。

第2図は、海陸風出現日の全データから取った和歌山における風配図である。これによると、陸風・海風ともそれぞれ真東・真西の風向は少なく、陸風はNEおよびENE、海風はSWおよびWSWの風向をより多く示す。これは和歌山地方気象台近くを流れる紀の川の走向と近く、その影響と考えられる。その他の特徴として、1) SおよびSSWの風向も比較的多い、2) WおよびWNWの風向は少なく、NWおよびNNWの風向の方が相対的に多いことがあげられる。1)の特徴は後ほど考察する。2)は、SW・WSWが海風の主流向であるが、それとは性質の異なる海風向が存在することを示している。和歌山における海陸風の性質を調べるには、これら2つの海風系を区別することが必要と思われる。

第1表 各型の月別出現数.

		計	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
総	数	105	8	17	13	19	22	13	13
N	W 型	13	3	1	0	0	0	2	7
混	合 型	18	2	4	0	3	2	4	3
S W 型	小 計	74	3	12	13	16	20	7	3
	SWG型	13	1	1	4	4	2	1	0
	SWA型	39	2	9	6	7	11	4	0
	SWO型	22	0	2	3	5	7	2	3

るので、われわれはこれを風向により次の3つの型に分類した.

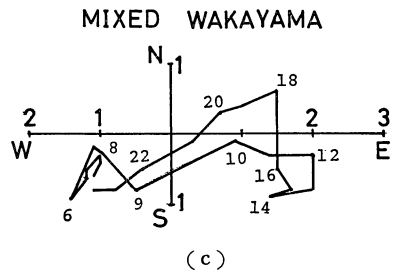
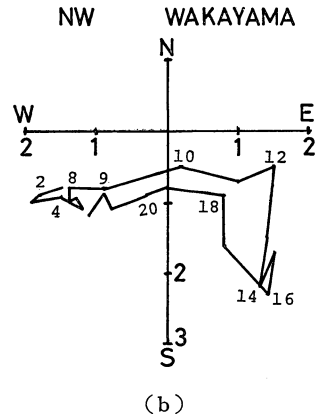
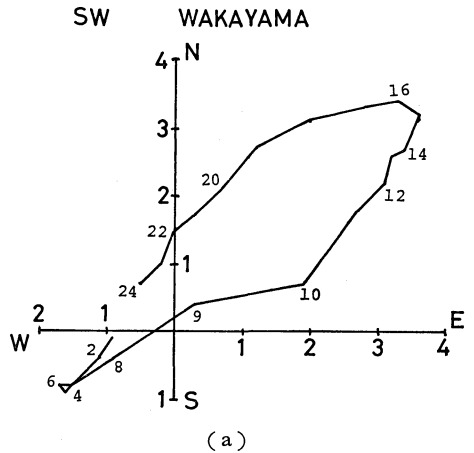
- a) SW 型 WNW~NNW の風向および12~18時の間のNの風向が合わせて2時間以内の場合.
- b) NW 型 WSW~SSW の風向および12~18時の間のSの風向が合わせて2時間以内の場合.
- c) 混合型 a)・b) 以外の場合.

第1表にそれぞれの型の全出現数および月別出現数が示されている. SW型が圧倒的に多く, NW型は少ないことがわかる. さらに, SW型は海陸風が卓越しやすい真夏に多く, NW型は海陸風が比較的出にくい4月・10月(特に10月)に多い. ここから, SW型が和歌山における典型的な海陸風であり, NW型は何らかの変型であることが示唆される.

第3図は各型の平均 hodograph を表わしている. NW型は時計回りの回転を示しているが, SW型は明確に反時計回りに回っている. すなわち, この地域の典型的な海陸風は, 森(1982)の解析と同様に反時計回り回転になるということである. 先程述べた風配図における特徴の1)は, 反時計回り回転の過程でSやSSWの風向が多く出現するということの反映である.

混合型の hodograph は奇妙な形をしている. これは混合型の個々の例を詳しくみると, 大局的には海風向が, 北西から南西へと変わる場合と, 南西から北西へと変わる場合とがあり, それらを単に合成しているためである. 混合型を詳しく調べるには, これら2つの場合を分ける必要があると思われるが, 混合型はSW型とNW型のまさに混合した型と考えられ, それぞれを詳しく調べることで尽くされるであろうから, ここではこれ以上言及しないことにする.

以下, 第4章および第5章で, なぜNW型が出現す



第3図 和歌山における各型の平均 hodograph. (a) SW型, (b) NW型, (c) 混合型. 横軸・縦軸の数字は風速(単位: m/sec), hodograph に付随した数字は時刻を示す.

るかということ, なぜSW型が反時計回り回転を示すかということ, 他の3地点のデータも交えて, 考察を進めることにする.

第2表 各型の平均における潮岬と和歌山の気圧差（〔潮岬の気圧〕-〔和歌山の気圧〕, mb), 潮岬の日射量 (ly/day) と各地点の平均ホドグラフの AI.

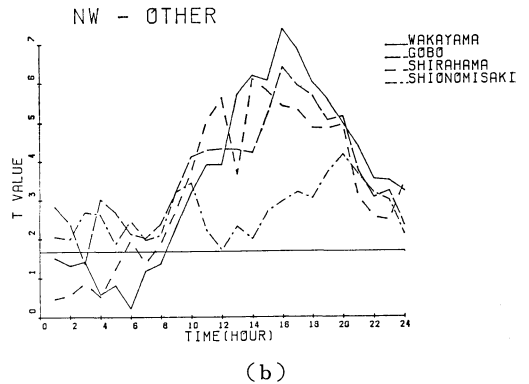
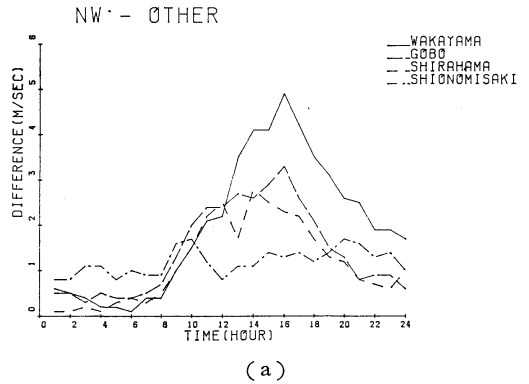
		9時の気圧差	15時の気圧差	日射量	和歌山のA I	御坊のA I	白浜のA I	潮岬のA I
全	平均	-0.1	0.5	435	0.70	0.39	0.23	-0.80
N	W型	-1.0	-0.5	357	-0.25	0.30	0.00	-0.80
混	合型	-0.6	0.1	435	0.22	0.58	0.40	-1.16
S	平均	0.2	0.8	448	0.90	0.38	0.37	-0.78
W型	S W G型	1.0	1.5	444	0.44	0.17	0.20	-1.21
	S W A型	0.0	0.8	482	1.34	0.62	0.38	-0.64
	S W O型	0.0	0.4	389	0.32	0.37	0.13	-0.75

4. NW型の解析

NW型出現の原因としてまず考えられるのは一般場の影響である。ここでは、一般場の影響を潮岬と和歌山の気圧差（〔潮岬の気圧〕-〔和歌山の気圧〕）を指標として考察することにする。潮岬から見て和歌山はおよそ北北西に位置するので、これは近似的に南北の気圧差を表わすとみなすことができる（気圧傾度の向きと大きさは正確には3地点以上のデータから決めなければならないが、ここで知りたいのは南北の気圧差であるので、2地点の差をとることにした。統計的解析ではこの情報だけでも十分有用であろう）。

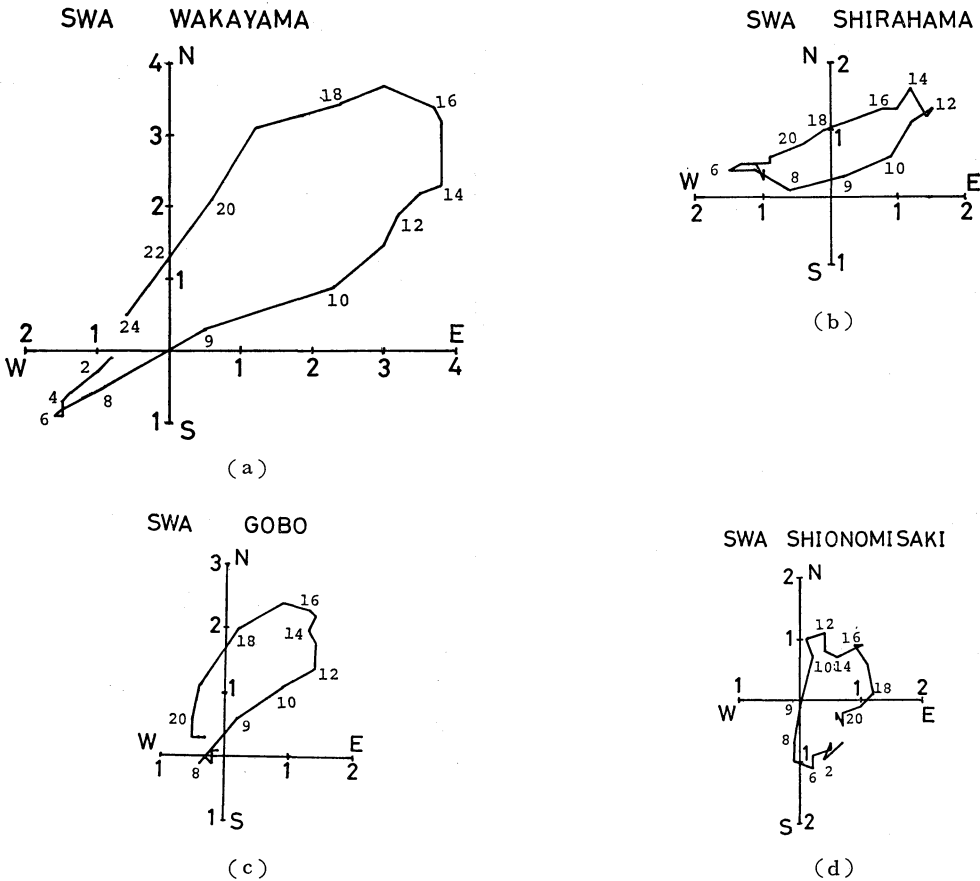
第2表にその結果が示されている。9時には、一般場による気圧差がないとき実際の気圧差もほとんどないと考えられるが（日の出後まだあまり時間が経過していないため。実際、全平均での気圧差は-0.1mbである）、NW型では-1.0mbと和歌山の気圧が非常に高い。これは一般場が北高南低の気圧配置をしていたことを示唆し、当然、このような一般場からは北分を持つ風が入ってくるのが期待される*。

一般場による影響であることは、NW型出現日に御坊・白浜・潮岬において、和歌山と同様の風向を示すことから支持される。すなわち、これら3地点は南に海が開いている（正確には、御坊では南西に、白浜では西および南に、潮岬では東・南・西に海が開いており、さらに白浜の北には小さな湾が存在している。第1図）にも



第4図 和歌山（実線）、御坊（破線）、白浜（点線）及び潮岬（一点鎖線）での（a）NW型とその他の型の風の南北成分における差（〔NW型〕-〔その他の型〕）と（b）そのT値。北風を正にとっている。NW型の出現数13、その他の型の出現数92で、t検定における自由度は103である。（b）図には、そのときの95%の有意水準が横線で入れている。

* 総観規模の現象において、北高南低の気圧場からは北風ではなく東成分を含む風が吹くが（Yoshikado, 1981参照）、この場合、気圧差は北北西-南南東間ととっているため、センスとしては問題ないと思われる。次章の南高北低の気圧場の場合も同様である。



第5図 SWA型における(a)和歌山・(b)御坊・(c)白浜と(d)潮岬での平均ホドグラフ. その他は第3図と同じ.

かかわらず、昼間も含めてほとんどの時間帯でN成分(WNW~ENE)の風向を持つ。さらに、和歌山も含めた4地点で各時刻毎に、NW型と他の型(SW型+混合型)の風の南北成分の差をとると、そのすべてにおいて、NW型の方がより大きい北分値を持つことがわかる(第4図a)。ただし、その差が有意であるとは必ずしも言えないので、そのことを確かめるためにt検定を行った。96個(24時間×4地点)の比較されるべきデータ中、NW型のときに大きい北分値を持つと言えるのは、有意水準95%で81個(99%で65個)にも及ぶ(第4図b)。有意な差が見られないのは主に和歌山と白浜の未明である。未明には鉛直方向の混合が弱く一般風の影響が出にくくなるのに加えて、これら2地点では陸風がよく発達するということがその理由であろう。

以上より明らかに、NW型は北高南低の一般場の影響を受けたところの変形された海陸風であると結論できる。

5. SW型の解析

(1) 一般場によって変形されたSW型(SWG型)の分離

NW型が一般場が北高南低のときの変形された海陸風であるとする、SW型のなかにも、一般場が南高北低のときの変形された海陸風(SWG型)があるはずである。そしてこれを抜き取ったうえで、その他のSW型(SWT型)についてのみ解析を行った方が、「純粋な」海陸風の性質をより良く把握できると考えられる。しかし、風系の特性だけからSWG型を選択することは困難

である。ここでは、NW型における9時の潮岬・和歌山間の気圧差が -1.0 mb であったことから、SWG型を、9時における両地点間の気圧差の平均が逆に 1.0 mb となるようにSW型の中から気圧差の大きい順に取り出すことにする。それによると、全部で13例抜き出され、第1表に各月毎の出現数が示されている。SW型全体と同様の月別分布をしていることがわかる。

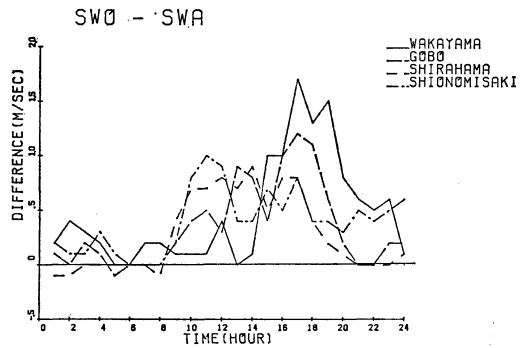
この方法は人為的なように見えるが、風のデータから客観性を持っていることが示される。すなわち、御坊と白浜では1日中S成分(ESE~WSW)を持つ風向を示し、和歌山と潮岬においても夜間のごく数時間を除いて、風向はすべてS成分を持つ。時刻別・地点別にSWG型とSWT型の風の南北成分の差をとると、96個のデータ中わずか2個を除いて、SWG型の方が大きい南分値を示す。さらにt検定を行うことによって、SWG型のとき大きい南分値を持つと言えるのは、95%の有意水準で67個のデータにも及ぶことがわかる(99%で54個)。有意な差を示さないのは主に和歌山・白浜・潮岬の未明で、その理由はNW型の場合と同様であろう。

(2) 反時計回り回転の明確な型(SWA型)の分離

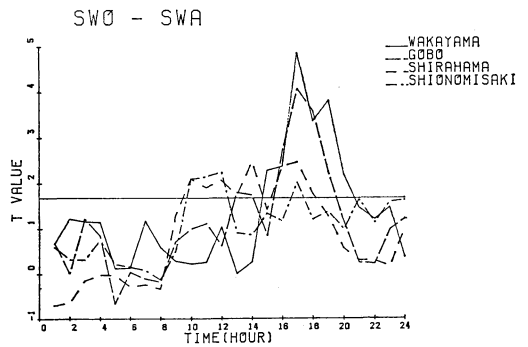
第3図においてSW型のホドグラフが平均的には反時計回り回転であることを示したが、個々の例においては、反時計回り回転が明確でない例や、逆に時計回り回転を示す例も見られる。なぜ反時計回り回転が出現するかを調べる1つの方法は、「純粋な」海陸風SWT型からさらに、明確な反時計回り回転を示すグループとそうでないグループに分け、この両者の間でどのような差異があるかを明らかにすることである。このグループ分けのためには、反時計回り回転の明確さを表わす客観的な指標をまず作る必要がある。われわれは、付録に書かれている方法でこの指標を定義し、これを反時計回り回転度(以下AIと略記する)と呼ぶことにする。

SWT型における和歌山でのAIの平均値(平均ホドグラフのAIではなく、個々のホドグラフのAIの平均)は1.22であり、和歌山のAIがこの値より大きいものを反時計回り回転の明確な型(SWA型)、小さいものをその他の型(SWO型)として分類することにする。各型の月別出現数は同じく第1表に掲げられている。これによると相対的には、SWA型は5月に特に多く、SWO型は10月に多い。

第5図にはSWA型出現日の各地点における平均ホドグラフが、また第2表には各地点におけるSWA型とSWO型の平均ホドグラフのAIが示されている。和歌



(a)

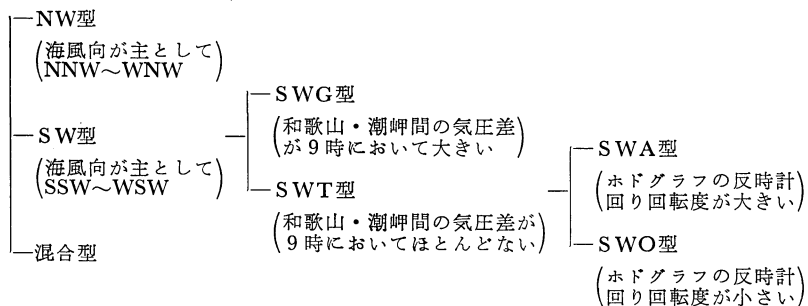


(b)

第6図 (a) SWO型とSWA型の風の南北成分における差([SWO型]-[SWA型])と(b)そのT値。自由度は59(SWA型出現数39, SWO型出現数22)で、その他は第4図と同じ。

山・御坊・白浜が反時計回り回転、潮岬が時計回り回転であることが大きな特徴である。そして御坊・白浜とも、SWA型のAIの方がSWO型のそれより大きい。すなわち、和歌山と同様に両地点でもSWA型の方が反時計回り回転が明確である。

さらに、SWA型とSWO型の風の南北成分における差が第6図に示されている。NW型とその他およびSWG型とSWT型の間の差と異なって、これらの間の差は4地点とも8時以前にはほとんど見られず、9時以降においてのみ現われる。すなわち、反時計回り回転が明確になるかどうかは海風による差のみに基づいている。さらに言うと、海風をひき起こす昼間の条件のみよっているということであろう。



第7図 海陸風の型の分類図。

(3) 反時計回り回転の考察

海陸風ホドグラフが反時計回り回転をする領域が泉南地域から和歌山・御坊・白浜と延びており、これらは同じ機構によるものと判断される。反時計回り回転についての1章で述べた仮説は泉南地域に対するものであったが、和歌山県を含めた仮説としても成り立つものである。そこでまずこの仮説の検討を行うことにする。

この仮説の当否は1つには、南北方向の気圧差の日変化を調べることで直接的に決定される。ここでは前と同様に潮岬と和歌山の気圧差でそれを代表させることにする。第2表には、SWA型とSWO型の9時と15時における気圧差が掲げられている。一般場の影響が強い場合はあらかじめ除かれているので、9時には両者とも気圧差は存在しない。SWA型ではすでに海風が出現している時刻なので(第5図参照)、局地的な海と陸の間には気圧傾度があるが、比較的大きなスケール(以下、中スケールと呼ぶ)での気圧傾度はないということである。一方、15時になると気圧差は両者とも存在するようになるが、SWA型の方が0.8mbと、SWO型の0.4mbよりずっと大きい。t検定によると、T値が2.60(自由度59)と99%以上の有意水準で、この両者は差を持つことが示される。SWA型におけるこのような大きな気圧差は、当然、南分の風を強くし、反時計回り回転を明確にすると考えられ、上述の仮説が妥当であることを示唆している。

なぜこのように中スケールでの気圧差に差が生じてくるかという点、1つには日射量の差が考えられる。すなわち日射量が大きいほど、内陸部で熱的低気圧が発達しやすく、気圧差が大きくなるということである。実際に計算すると、平均の日射量はSWA型で482ly/day、SWO型で389ly/dayと、差が明確である(これは潮岬の日射量であるが、統計的に考える限り、和歌山県全体

の日射量を代表しているとしてよいであろう)。t検定では、T値が2.61と99%以上で有意な差を示す。先にSWA型が5月にしやすいこと、反時計回り回転が明確になるかどうかは昼間の条件のみによることを述べたが、それらも日射量の多少が大きく関与しているということであろう。

最後にこの風系のスケールについて考察する。第5図で和歌山・御坊・白浜とも反時計回り回転を示していることから、この風系をつくる「高圧部の中心(正確に言うと、そこから北へ気圧傾度が生じている場所)は、白浜の南東方にあることが示唆される。しかし、潮岬では時計回り回転を示し、かつ西風成分が卓越している(ここには示されていないが、SWO型では東風成分が卓越している)、それが潮岬の南東方に存在することは考えられない。

一方、南分に最大値の現われる時刻は、第5図より白浜で14時、御坊で16~17時、和歌山で16~18時と、北の方がより遅くなっている。海風の吹き始めの風向からして、南分の増大は中スケールの現象にとまらぬものと考えられるので、このずれは中スケールの風の特性とみなされる。中スケールの風が弱いSWO型では南分最大値を示す時刻の場所によるずれは小さいので、SWA型とSWO型の風の南北成分における差を取った第6図からこのことがより明確にわかる。差の最大および最大有意差は白浜で14時(17時にもほぼ同じ大きさの有意差があるが)、御坊で16~18時、和歌山で17~19時に現われ、より時間的ずれが大きくなっている。以上より、中スケールの現象にとまらぬ南分の風の相対的な増大域が、明確な時間的遅れを持って南から北へと移っているということがわかる。もしここで言う中スケールが和歌山・白浜間の距離に比べてずっと大きければ、このような時間的ずれは生じないはずだから、それはせいぜい和歌山・

白浜間の距離 (約 60 km) の数倍程度であると考えられる。

6. 結論

1) 和歌山における海陸風の型を第 7 図のように分類した。このうち, NW 型・SWG 型は一般場の影響を明確に受けた型であり, SWT 型は一般場の影響のない「純粋な」海陸風である。

2) 一般場の影響を受けていない海陸風 hod グラフは, 和歌山・御坊・白浜で反時計回り回転を示し, 潮岬では時計回りに回転する。

3) この反時計回り回転は, 局所的な海風が形成された後, より大きなスケール (中スケール) の風系の影響を受けて出現したものと解される。それゆえ, 日射量の強さと反時計回り回転の明確さとは良い対応を示す。

4) このスケールの水平スケールは数百 km 以内で, 「高圧部の中心」は白浜の南東方に存在すると思われる。

謝辞

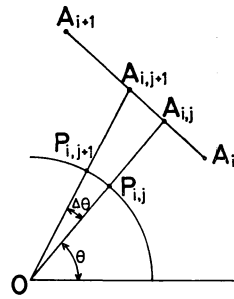
海陸風について多くのことを教えていただいた京大原子炉実験所の水間満郎氏に感謝の意を表します。またデータの提供に対して便宜をはかっていただいた和歌山地方気象台・潮岬測候所の方々にも深く感謝します。

付録

反時計回り回転度 (AI) の定義

反時計回り回転の指標は当然次のような性質を保持していることが望ましい。すなわち, 1) 反時計回り回転とは言っても hod グラフが非常に偏平な場合は小さい値しか持たない, 2) hod グラフが同じ形ならば大きさの大きい方が大きい値を持つ, 3) hod グラフの形と大きさが同じで回転方向が逆の場合は, 絶対値が同じで符号が逆になる, 等々。それゆえここでは, 半径 1 (m/sec) の反時計回りの円への hod グラフの射影として指標 (AI) を定義することにする。

第 A 1 図において, A_i, A_{i+1} はそれぞれ時刻 $i, i+1$ での hod グラフの位置を示す。O は hod グラフの原点ではなく座標の原点で, その位置の決定方法については後ほど述べる。 $\Delta\theta$ 間の射影は $\vec{A}_{i,j}\vec{A}_{i,j+1} \cdot \vec{P}_{i,j}\vec{P}_{i,j+1}$ (2 つのベクトルの内積) となるので, まず $A_{i,j}$ 等の座標を求めることが必要である。 $P_{i,j}, P_{i,j+1}$ は明らかに $(\cos \theta, \sin \theta), (\cos (\theta + \Delta\theta), \sin (\theta + \Delta\theta))$ で, $A_{i,j} (A_{i,j+1})$ は直線 $A_i A_{i+1}$ と $O P_{i,j} (O P_{i,j+1})$ の交点を計算することから求まる。 A_i, A_{i+1} の座標をそれぞれ $(x_i, y_i),$



第 A 1 図 hod グラフと反時計回り円 (半径 1) の一部。

(x_{i+1}, y_{i+1}) とし, $A_{i,j} = (\alpha_j, \beta_j)$ と置くと,

$$\alpha_j = \frac{\cos \theta (x_i y_{i+1} - y_i x_{i+1})}{((x_i - x_{i+1}) \sin \theta - (y_i - y_{i+1}) \cos \theta)} \quad (1)$$

$$\beta_j = \frac{\sin \theta (x_i y_{i+1} - y_i x_{i+1})}{((x_i - x_{i+1}) \sin \theta - (y_i - y_{i+1}) \cos \theta)} \quad (2)$$

となる。 $A_{i,j+1} = (\alpha_{j+1}, \beta_{j+1})$ は, α_j, β_j で θ を $\theta + \Delta\theta$ で置き換えた座標を持つ。それゆえ

$$\begin{aligned} \vec{A}_{i,j} \vec{A}_{i,j+1} \cdot \vec{P}_{i,j} \vec{P}_{i,j+1} &= -(\alpha_{j+1} - \alpha_j) \sin \theta \cdot \Delta\theta \\ &\quad + (\beta_{j+1} - \beta_j) \cos \theta \cdot \Delta\theta \\ &\doteq \frac{(x_i y_{i+1} - y_i x_{i+1}) \Delta\theta^2}{((x_i - x_{i+1}) \sin \theta - (y_i - y_{i+1}) \cos \theta)} \quad (3) \end{aligned}$$

$A_i A_{i+1}$ 間の全射影は, その間を適当にきざんで, $\sum_j \vec{A}_{i,j} \vec{A}_{i,j+1} \cdot \vec{P}_{i,j} \vec{P}_{i,j+1}$ 。hod グラフの全射影は, さらに i で和をとって,

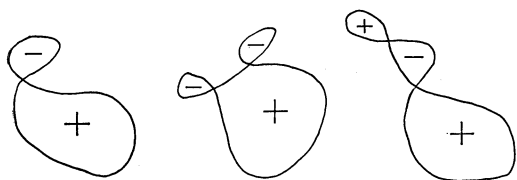
$$ADI = \sum_i \sum_j \vec{A}_{i,j} \vec{A}_{i,j+1} \cdot \vec{P}_{i,j} \vec{P}_{i,j+1} \quad (4)$$

となる。もし hod グラフが半径 r の反時計回りの円ならば, この値は $(2\pi)^2 \cdot r$ となるので, 我々は AI を (4) を $(2\pi)^2$ で割ったもの, すなわち,

$$AI = ADI / (2\pi)^2 \quad (5)$$

として定義することにする。

次にこの計算で用いた O の位置について述べる。AI は O の位置によって異なるので, O をどこに置くかは重要である。まず考えられるのは, O を hod グラフの原点にとることである。しかし, AI は O が hod グラフの閉曲線の外側に位置するときは 0 となり, かつしばしば



第A2図 重心の計算における面積の正負のとり方.

そのような状態が生じるので、適当でない。ここでは、最も自然なとり方、すなわちホドグラフの重心（ホドグラフの閉曲線で囲まれた平面の重心）に O 点をあてるとり方を採用した。ただし、ホドグラフの曲線が交わる時第A2図に示されているように、面積の大きい部分が正の面積を持ち、小さい部分が負の面積を持つとして、重心を求めた。このような計算方法をとったのは、もっぱら計算プログラムを簡便にするためである。正と負の面積が絶対値として近い場合、ホドグラフのかなり端に寄ったところに重心が求まるが、この場合、 O をどこに持ってきても、 AI がそもそも小さくなるので問題

はないと考えられる。

実際の計算においては、 4θ をいくらにとるかが問題になるが、ここではそれを 2° にとって計算した。またホドグラフの24時と1時とは結ばず、 i による総和は1から23までの和として、 AI を算出した。

文 献

- 水間満郎, 1973: 京大原子炉における海陸風の調査過程, 近畿地方大気汚染調査連絡会誌, 7, 42-53.
- 森 征洋, 1982: 日本における風の日変化の気候学的特性について, 天気, 29, 223-230.
- 根山芳晴, 1973: 「瀬戸内海の家陸風に関するシンポジウム」報告, 天気, 20, 63-79.
- , 1974: 「第2回瀬戸内海の家陸風に関するシンポジウム」報告, 天気, 21, 333-345.
- 西口敏久, 1981: アメダス観測所の風向の地域特性について, 昭和55年度和歌山県気象研究会, 138-139.
- Yoshikado, H., 1981: Statistical analyses of the sea breeze pattern in relation to general weather conditions, J. Met. Soc. Japan., 59, 98-107.