

やまじ風について*

古川 武彦**

要旨: 局地悪風の研究を進めて行く第1段階として、「やまじ風」を取り上げ既存の資料を用いて再吟味を行なった。

山脈の風下側における風の変動、やまじ風の推移に伴う一般場との関連を調べた。「やまじ風」卓越時におけるその場の中での風の変動が注目された。「やまじ風」の発現に伴って形成される燧灘の低圧部及び、風のプロフィール及び上層の不連続面などとの関連において将来における知見を得ることが出来た。

1. まえがき

局地風の機構を明らかにしてゆく第1段階として「やまじ風^{1),2),3)}」を取り上げた。

一般に「やまじ風」と呼ばれるものは、四国の瀬戸内海に面した燧灘沿岸の狭長な地域にのみ卓越する強い南寄りの風に対する名称である。この風は、風上に位置する法皇山脈が大気の垂直波動を生じやすい形状であり、いわゆる風下波^{8),9),10)}の一種と説明されて来ている。

「やまじ風」はその発生度数が大であり、しばしば家屋や農作物に大きな災害を与え⁴⁾、早くから「広島風⁵⁾」、「清川だし⁶⁾」などと共に局地悪風のひとつとして注目されて来た。1951年に到り愛媛県が中核となって「やまじ風対策協議会」が組織されて、松山、高松両地方気象台が参加し「やまじ風」に対する研究が軌道に乗せられた。1958年に「やまじ風総合調査報告⁷⁾」が刊行されて、「やまじ風」の実態が明らかになり、発生機構に対する解明が試みられた。

この論文は、この種の局地風の機構を明らかにする目的のもとに、既に解析された事例¹⁾について再吟味し、現在ある資料でどこまで理解できるかを検討しはじめた第1報である。

2. 観測所および資料

やまじ風対策協議会によって展開された特別観測網は第1a図に示されるように、法皇山脈に沿ってほぼ東西に位置しており、富郷のみは山脈の風上側の谷にある。また第1b, 1c図によれば各観測所とも燧灘側の ridge はほぼ同じ断面を有していることがわかる、しかしながら、ほぼ豊岡を境に東側の松柏、金田と西側の小富士、

土居とで最初の ridge から、より風上側(南側)でその地形を異にしている。

これらの観測点における風速の観測はすべて、4杯のロビンソン式風速計であるため、解析は10分間平均の状態に限られる。その他、日巻による気温、湿度の観測があり、豊岡にのみ自記気圧計が設置されている。上記の各観測所について対象としている期間について、解析可能な記録を得ることは測器の保守、経費の点から困難な状況にあったようで、今回の解析では、小富士、豊岡、富郷、金田の風の資料を用いることを余儀なくされた。

次にやまじ風と四国地方の一般場との関連性を調べるために、第2図に示した観測所より毎時風向、風速、気温、気圧などの資料をいただき、主として、流線解析および気圧場などの解析を行なった。

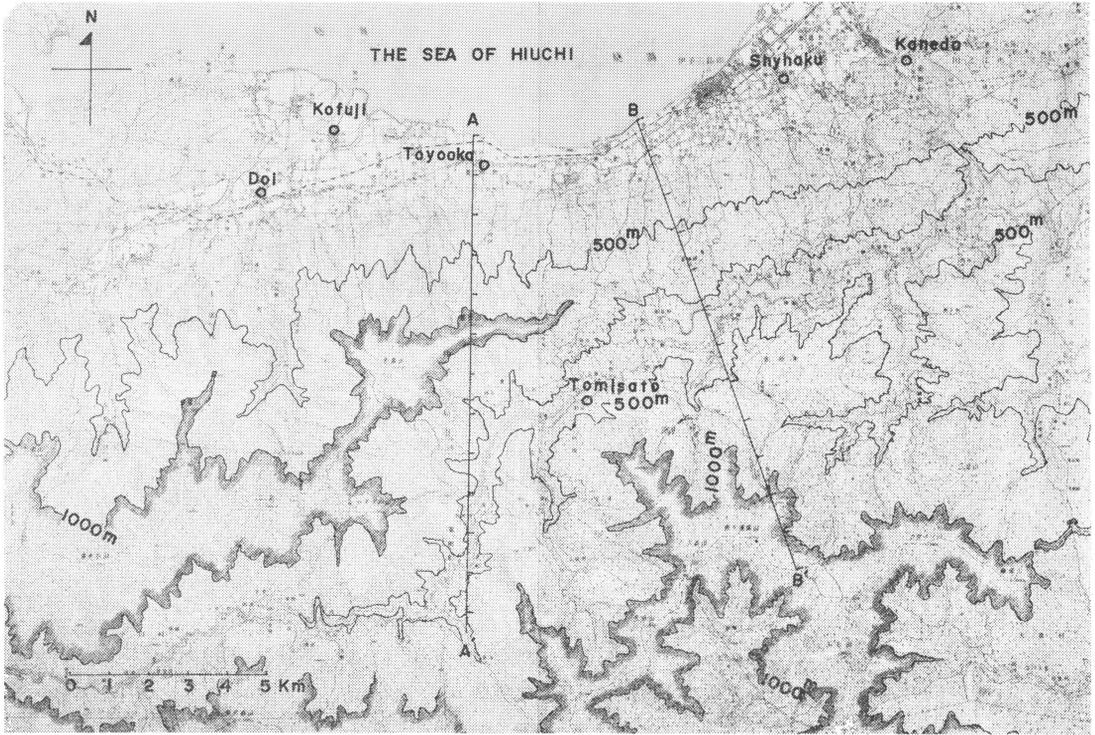
解析の対象としたやまじ風は1955年4月23~24日にかけて発生したもので¹⁾、やまじ風の強さとしては中程度のものである。解析を行なった期間はやまじ風の卓越前後にわたって約30時間である。

3. 山ろくにおける風の変動

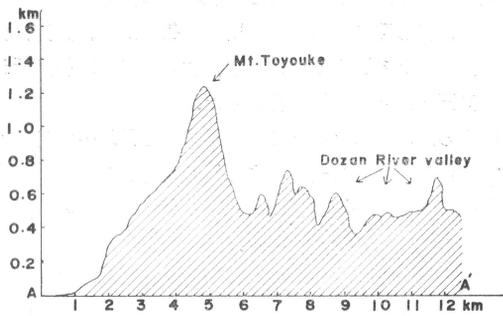
自記紙から10分間隔で風向、風速を続取り取った。風速は第3図に示されるように各観測所で特徴的な変動をしている。すなわち豊岡、金田では19時30分ごろから風速が増加し、23時すぎには金田で12m/secに達した。しかし2時すぎには風速は急減し、再び5時10~20分にいたって急増し、10時ころまでこの状態が持続していた。豊岡には欠測部分があるため判定しがたいが、10~20分の time-lag を持って、現象は先行し、ほとんど類似の変動をしている。自記紙の時間の補正は吟味し得なかったからこの time-lag の有意性は議論出来ない。一方西端の小富士では現象はかなり遅れており、前2地点の変動とは少し異なっている。風上の谷にある富郷では13時

* On the "Yamaji Wind"

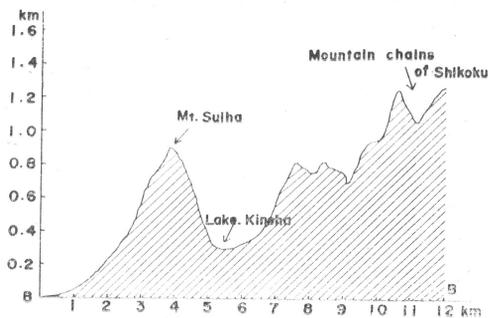
** Takehiko Furukawa, 気象研究所台風研究部
—1966年3月20日受理—



第1a図 やまじ風が吹く地域の地形図 海岸より4~5 Km 南を東西に走っているのが法皇山脈 実線は 500m の等高線、影をつけた部分は高度 1000m 以上を示す。○印は特別観測網を示す。



第1b図 第1a図上の A-A' 線上の地形断面図



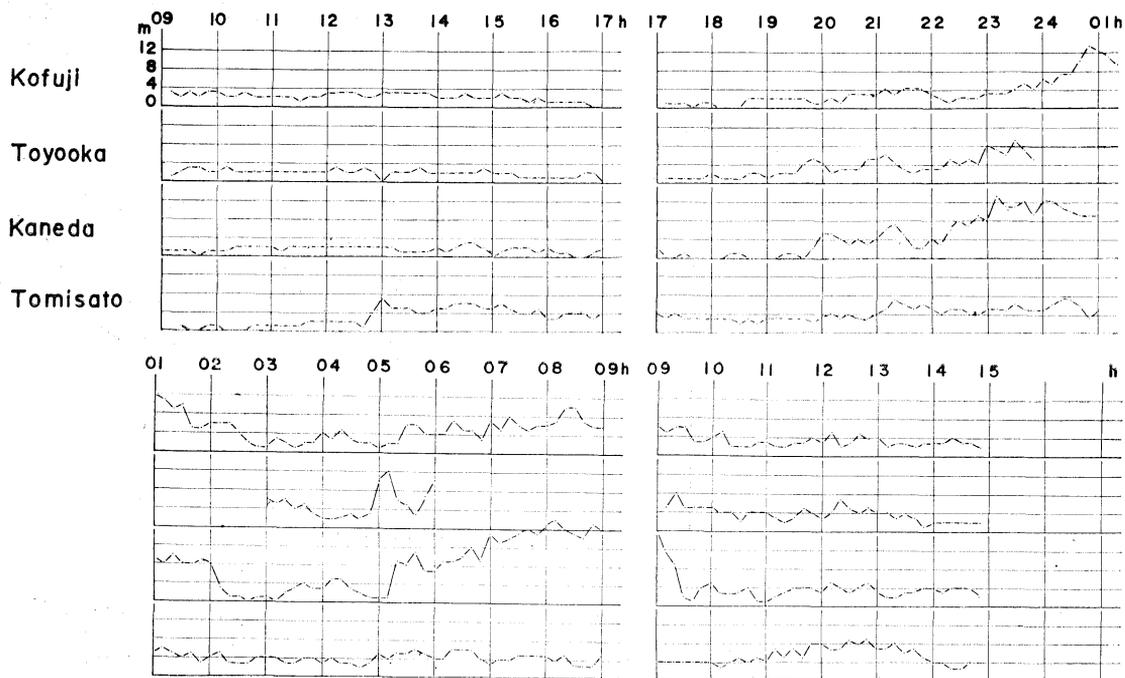
第1c図 前図と同様 (ただし B-B' 線上)



第2図 瀬灘沿岸及び四国地方の観測網

前に風速が 6 m/sec 以上に増加し、その後の変動はほぼ定常である。

次にやまじ風の発生起時および卓越時の風速変動の特徴を理解するために、風向、風速について前10分間との差を計算し、次いでそれを20分間移動平均した。第4図に見られるように風向、風速は相当変動している。19時



第3図 秋山ろく附近の観測所における風速の時間変化 1955年4月23日～24日

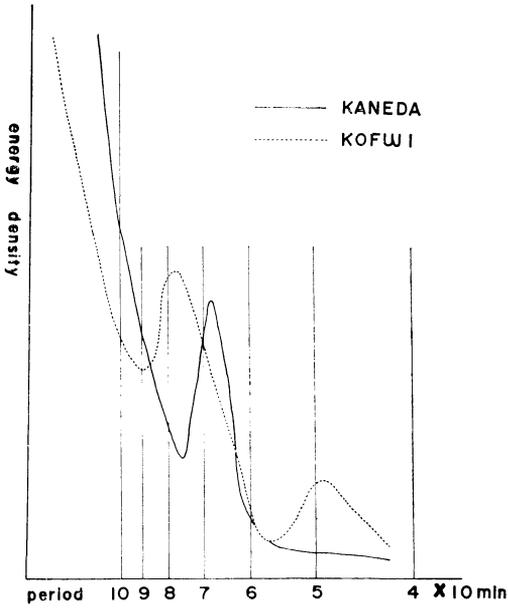


第4図 第3図の風速についての前10分との差を求め、20分の移動平均

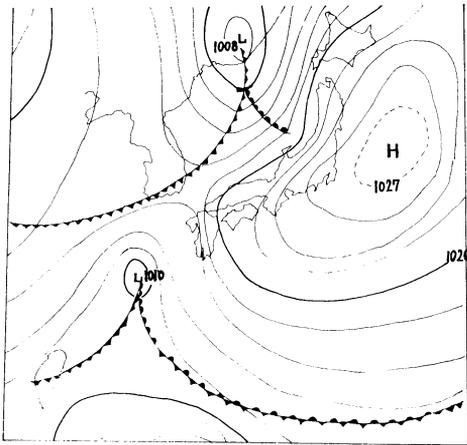
30分すぎには豊岡、金田で10分間に +2m/sec の増加となり、やまじ風の始まりと思われる。その後はほぼ 2 m 前後の増減を示し、5時前には +4m/sec と急増した。一例だけであるが、東部に位置する、豊岡、金田で +2 m/sec の風速増加がやまじ風の発生時を示す指標であるように見える。これらの風速増加は次に引用した秋山の解析結果¹⁾と一致する点が多い。この先議論を進める都合上、この例に対する秋山の論文を抄録すると『20時に

は金田に弱いやまじ風が現れた。19時と比べて気温が6度も上昇しているのに注意されたい。21時には松柏、豊岡も気温が上昇して全般にやまじ風が吹くようになった……。6時前より又やまじ風が吹く……。7—9時はやまじ風の最盛期である。9時には西部では次第に西よりの風になり衰えてゆく……。東部では西寄りの風が残っており弱いやまじ風がまだ吹いているものと考えられる。』と報告されている。

ものと考えられる。この解析に現れた風速変動がやまじ風特有の現象かどうか検討する必要があり、又やまじ風

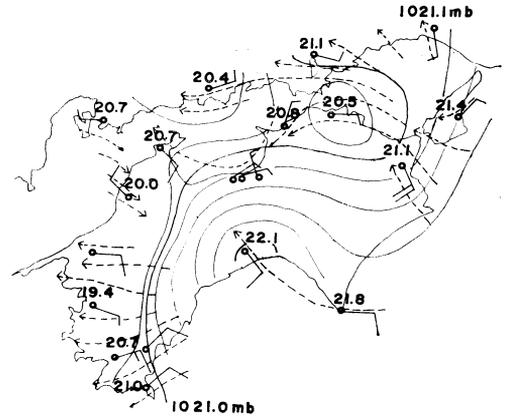


第5図 風速実況値の Auto-Power Spectra (23日19時~24日11時). エネルギー密度の絶対値は更正されていない.

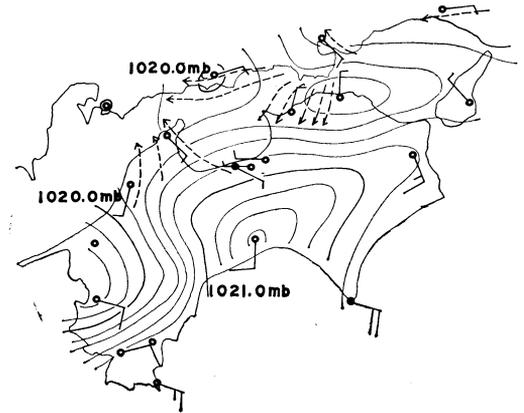


第6図 地上天気図, 1955年4月23日21時

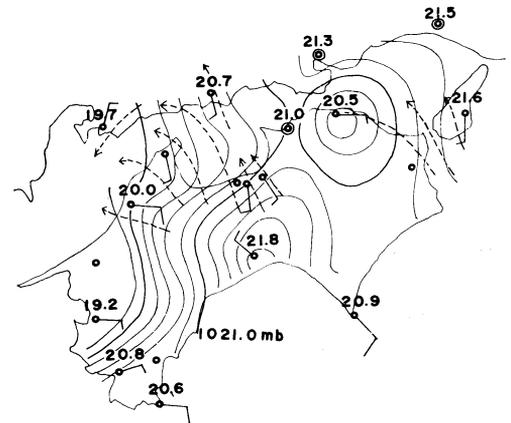
第3, 4図で風速の変動が目立ち, 周期的なものが見受けられる。そこで金田, 小富士について, その変動の特性を見るために 風速実況値の Auto-Power Spectrum 解析を行なった。第5図によれば, 金田では68分, 小富士では78分, 49分にピークがある。豊岡では欠測期間があるため除いたが, 第3図から推定されるように, やはり金田と同様のスペクトルが期待される。この2地点におけるスペクトルの相違は, 地形により風が変形された



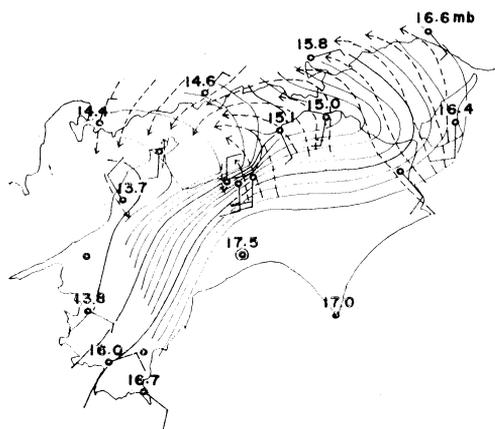
第7a図 地上天気図 1955年4月23日15時
実線は0.2mb毎の等圧線, 点線は流線を示す



第7b図 前図に同じ, ただし1955年4月23日17時



第7c図 前図に同じ, ただし1955年4月23日19時



第7d図 前図と同じ、ただし1955年4月24日06時

卓越前後でこれらのスペクトラムがどうなるか今後事例を増やす一方、time const. の短いエエロベンなどの連続記録を用いて吟味する必要がある。

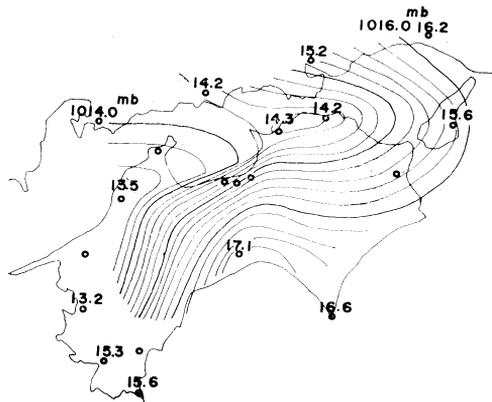
4. 四国、瀬戸内地方の風および気圧場

第6図はやまじ風最盛期前数時間前のシノプティックな状況を示す。華中から移動した高気圧の中心が本邦の東方海上にあり、西日本はその後面にあった。最大気圧傾度の方向はNW-SE方向で、四国地方は南寄りの風が吹きやすい場にあった。瀬戸内沿岸は海陸風が卓越していた。一方東シナ海から温暖前線が接近し、四国上空に前面が存在していた。上層風および不連続面については6で触れる。

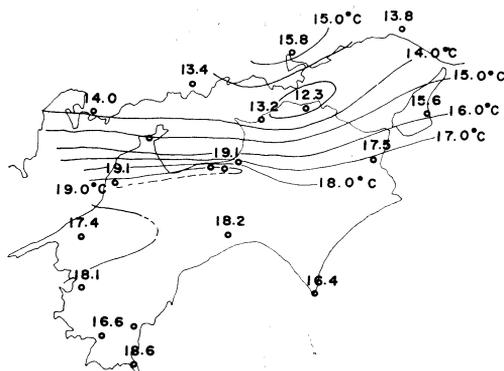
やまじ風時における四国、瀬戸内地方の場との関連を調べるために毎時流線、気圧解析を行なった。やまじ風の推移に伴う特徴的な気圧、風のパターンを第7a, b, c, d図に、又やまじ風最盛時における平均気圧パターンを第8a図にそれぞれ示す。

この種の解析では、対象としている現象のスケールを理解した上で、観測値の内挿を考慮しなければならない。ここでは四国、瀬戸内地方の特徴的な風系および気圧パターンをはあくすることを主眼とした。風については内挿しようとする2地点間に大きな風向の差異がない限度において内挿し、他の場合は観測所の付近のみ同一風向を外挿した。気圧の解析には、その空間的、時間的連続性を考慮して行なった。燧灘の気圧は、単に松山、多度津間を線型に内挿することによって求められたため、その有意性が問題である。等圧線の間隔を0.2mbとしても、各図に連続性が保たれた。やまじ風の推移に伴って、パターンは第7a→b→c→d図のように変化した。

第7a図では瀬戸内海東部を吹走する東寄りの風、および波止浜付近における風の収束域が特徴づけられる。又瀬戸内海東部に弱い低圧部が見られる。第7b図はその2時間後であるが、前図と本質的な場の変動は見受けられない。ただ呉で静穏となり、四国東部で南風になっており、問題にしているやまじ風地方では、風は複雑に変化している。次に19時の状況である第7c図ではやまじ風地方では南風にかわり、燧灘に及んでいる。気圧傾度はやまじ風地方で大となる。等圧線の走行は南北となり、低気圧性の曲率が見られ、やまじ風が吹き始めた。第7d図は最盛期のものである。すなわち燧灘沿岸で南風が強まり、逆に中国地方の瀬戸内側で北東風が吹くようになる。このことは、沿岸の漁師が燧灘の沖合いでは北風が吹いていることがあるとの報告と関連があると思われる。この状況はやまじ風卓越期間中継続して見られた風系であり、燧灘に低気圧性の風のシャワーがあると推定さ



第8a図 地上の平均気圧図 1955年4月24日5時～24日9時 実線は0.2mb毎の等圧線



第8b図 地上の平均気温図 1955年4月23日23時～24日02時、実線は等温線

れる。しかし西部の小富士では、風向変化が著しく、その東の観測所との間に不連続が存在しており、局地的な渦動が寄与しているらしい。気圧場は燧灘を東西に走るトラフが顕著になり、山ろく付近の気圧傾度は急峻となる。豊岡、金田では風は等圧線にはほぼ直交して吹いているが、西の小富士では逆に高圧部に向かって吹くことになりこのスケールの解析では説明し得ない。海面更正の都合上、豊岡の気圧観測値は考慮しなかったが、山越え気流の性質から、実際はより上に述べたパターンが強調されるのではないかと思われる。第8a図に示すように平均状態でも、山ろく付近の強い気圧傾度および燧灘の低圧部が解析される。このような気圧パターンの生成、消滅などの詳細な現象のはあくは今後の課題である。

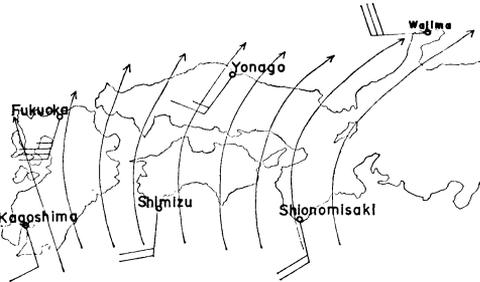
5. 四国、瀬戸内地方の温度場

温度場の解析には、山ろく風下の豊岡の観測値を加えて行なった。やまじ風卓越時の平均状態を第8b図に示す。四国北岸に高温域が存在し、四国山脈の系統的な下降気流の中で、特に豊岡付近により強いフェーン効果がかがえる。瀬戸内北岸および、高松地方では数度低い気温を示し、燧灘に南北方向の強い温度傾度が存在する。

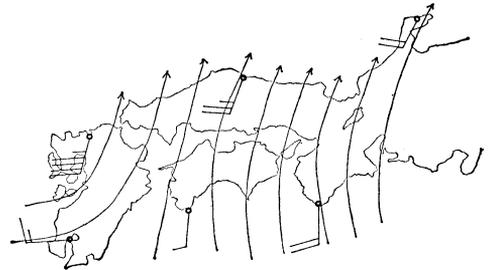
6. 高層風および不連続面

風の鉛直プロフィールがこの種の山越え気流に対して重要な役割を果すことが理論的にも説明されており、米子における上層風観測においても、正の鉛直シャーが強いほど、強いやまじ風をもたらすことが報告されている。

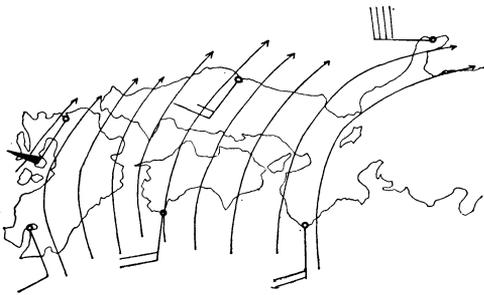
高層風は第9a, b, c, 10a, b, c図に示すようにほぼ2kmまで南風が卓越し、準定常状態が持続していた。



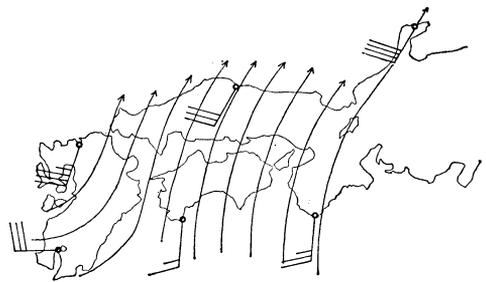
第9a図 高層流線図 1.0km 1955年4月24日0時



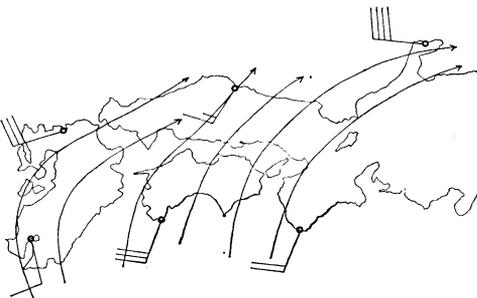
第10a図 高層流線図 1.0km 1955年4月24日12時



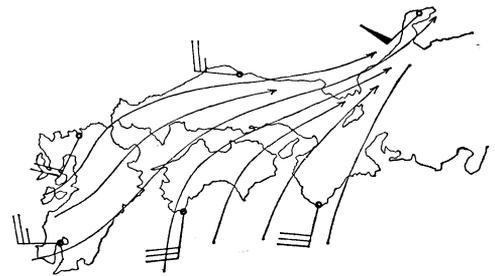
第9b図 前図と同じ、但し 1.5km



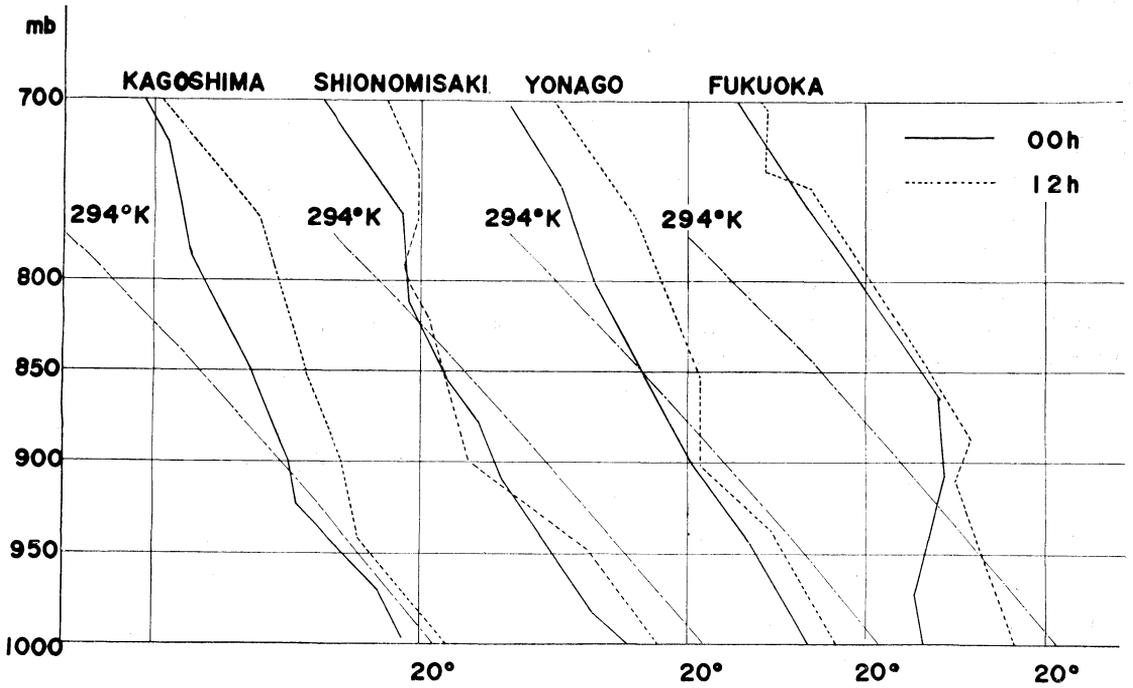
第10b図 前図と同じ、但し 1.5km



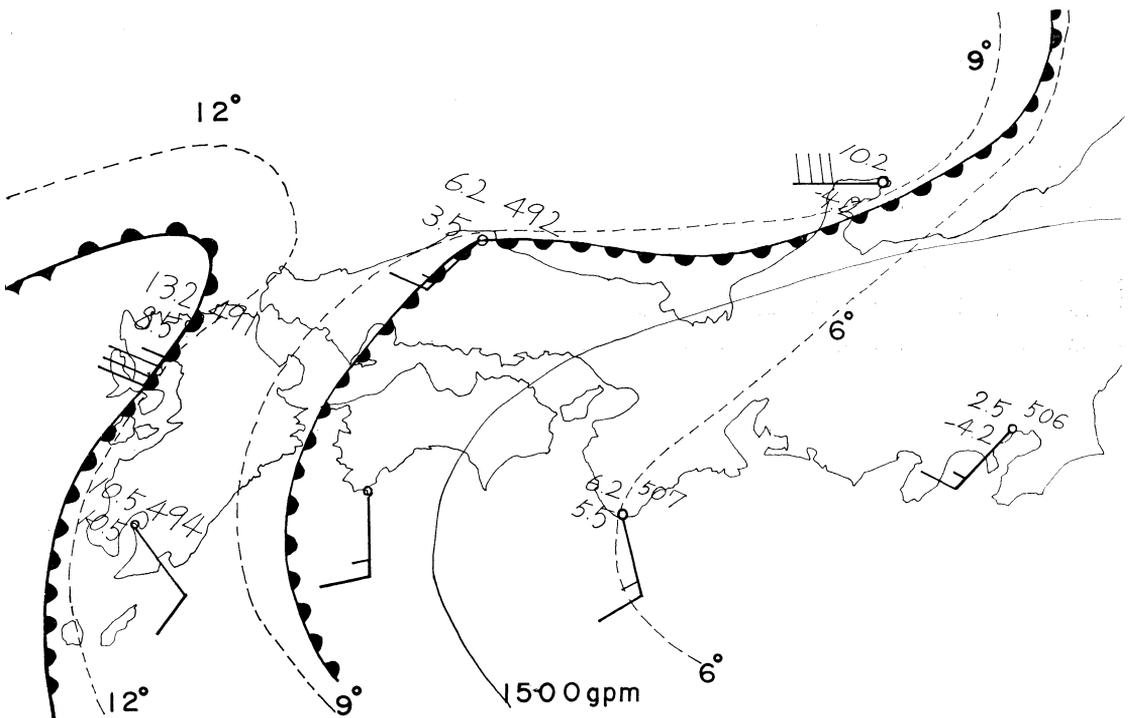
第9c図 前図と同じ、但し 2.0km



第10c図 前図と同じ、但し 2.0km



第11図 西日本におけるゾンデ観測 1955年4月24日
 実線は気温のプロファイル 傾斜した細鎖線は 294°K の乾燥断熱線



第12図 850mb 天気図 1955年4月24日0時

この気流の強さおよび持続時間はやまじ風の機構および維持にとって重要な要素であるといわれているが、現段階では定量的な臨界を見出すことは困難である。同様に大気の安定度も重要なパラメーターであるが、定量的な取り扱いには困難である。

第3図で見られたようにこの例では風速に二つのピークが認められた。この期間を通じて地上のパターンには目だつ変化は現れていない。このことは上層の不連続面と山脈との相対的な位置関係がやまじ風の機構に寄与しているものと推定される。第11, 12図によれば850mb天気図に解析されている、四国西部の2次前線面の移動と後半のやまじ風の吹き出しとの相互関係に興味がある。

7. ま と め

既存の資料を用いて、1例ではあるが既になされた解析例を吟味するなかで、次の点が結論される。

(1) やまじ風卓越時は風向に比べて、風速の変動が顕著である。10分間に +2m/secの変動が現われる最初の時刻がやまじ風の発生時の目安となる。その有意性は今の段階では判定しがたいが、山ろく付近の観測所における風の Auto-Power Spectrum の卓越周期に差異が見られる。

(2) やまじ風の吹き始めと共に燧灘に東西に走るトラフが顕著になる。山ろくから燧灘にかけて強い気圧傾度およびその風下に低圧部が形成される。風系と気圧系はほぼ適合しているが、局所的には全く矛盾する場合がある。

(3) フェーン現象による昇温のため燧灘の気温のコントラストは強くなる。

(4) ほぼ3 kmまで南風が卓越し、四国山脈近傍に温暖前線面の存在が推定される。

今回の解析で「やまじ風」という局地風現象の詳細を明らかにするためには、風の鉛直プロフィール、大気の成

層状態およびフェーン現象などを理解するための上層観測が必要視された。又既存の地上観測網を拡充する必要性は言うまでもない。

われわれは、さらに既存の資料に基いてこの点を更に検討し、観測網をいかに設置したら良いかについても検討を加えてゆく考えである。

最後にこの調査にあたり終始ご指導いただいた奥田稯室長および種々ご討論願った第2研究室の方々に深謝致します。また貴重な資料をご送付いただいた現地の方々に厚くお礼を申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 私山敏夫(1955): やまじ風の気象学的調査報告, 宇摩郡やまじ風調査報告 第6報, 49~75.
- 秋山敏夫(1956): やまじ風の機構に対する考察, 研究時報, 8, 627~641.
- 2) 大谷東平(1955): 「やまじ」を含む「おろし」について, 宇摩郡やまじ風調査報告 第6報, 47~48.
- 3) 小林清一(1955): やまじ風調査の今後の問題について, 宇摩郡やまじ風調査報告 第6報, 76~77.
- 4) 箱田顕雄, 秋山敏夫(1952): やまじ風による風害の実例, 宇摩郡やまじ風調査報告 第2報.
- 5) 大阪管区気象台(1956): 広戸風総合調査報告.
- 6) 仙台管区, 秋田営林局, 山形県(1950): 「清川ダシ」風害調査報告.
- 7) 大阪管区気象台(1958): やまじ風(総合調査報告).
- 8) WMO Technical Note, No. 34, "The Airflow over Mountains" published in 1960.
- 9) Sawyer, J. S. (1962): Gravity waves in the atmosphere as a three-dimensional problem, Quart. J. Roy. Met. Soc., 412~425.
- 10) Ray Booker, D. (1962): Characteristics of Lee Waves over the Allegheny Mountains. The Pennsylvania State University.