

女木島における局地的強風「オトシ」について

—現地観測—

渡邊匡央¹⁾・森 征洋²⁾

The Strong Local Wind 'Otoshi' at the Island of Megijima

— Site Observation —

Masahiro WATANABE and Yukihiro MORI

Abstract

When the winter monsoon occurs and the westerly wind blows over the Seto Inland Sea district, a strong wind occurs not at the expected windward (west) side of the island of Megijima but at the leeward (east) side. The strong wind lashing the east side is known locally as the 'Otoshi'.

The 'Otoshi' has been investigated by site observations. The 'Otoshi' is a very strong and gusty southerly wind containing a spray of seawater. The airflow hitting the southwestern end of the island is forced to change the direction and moves along the island toward the northeast. The airflow is strengthened by some topographic effects of the island body and lashes against the coast at Higashiura, and is known as the 'Otoshi'. During the two winter seasons of observation, a maximum mean wind speed of 20.3 m/s and a maximum instantaneous wind speed of 35.2 m/s were observed on 27 January 2002.

1) 松江地方気象台 (香川大学大学院教育学研究科2003年3月修了)

2) 香川大学教育学部地学教室

1. はじめに

瀬戸内海の高松市沖に浮かぶ女木島には、島の東側に位置する東浦集落と西側に位置する西浦集落がある。冬季、西よりの季節風が卓越するとき、瀬戸内海の島では、島の西側で風が強く吹くと思われるが、この女木島では、風上側にあたる西浦よりも、風下側になるとと思われる東浦で南から南西の強風が吹く。この強風のことをこの地域では「オトシ」と呼んでいる。東浦では「オトシ」やそれに伴って海から吹きつけてくる霧状のしぶきから家屋を守るため、沿岸の民家では「オーテ」と呼ばれる石積みで作られた防風垣を備えている。海岸線に沿って連なる「オーテ」は、この地域特有の景観を形成している。

冬季、季節風の風下側になるとと思われる島の地域で、強固な防風垣が設けられるほどの強風が吹き、住人の生活にも大きな影響を与えている特異な大気現象について、これまで、定量的な観測は行われておらず、詳しい研究もなされていない。そこで、ここでは「オトシ」の実態をとらえるために、現地で風の観測を行った結果について報告する。

2. 女木島の地形および「オーテ」と「オトシ」

瀬戸内海における女木島の位置を図1に示す。開けた海域の中央に二つの島が南北に並んでいる。南が女木島、北が男木島で二つ合わせて雌雄島と呼ばれる。女木島は高松港から沖合約4 kmの位置にある。女木島は図2に示すように、南半分は幅600~700mで北東-南西方向に約2 km細長く伸びた形をしており、北半分には円錐形状の峰とそれに連なる小地形がある。北部を

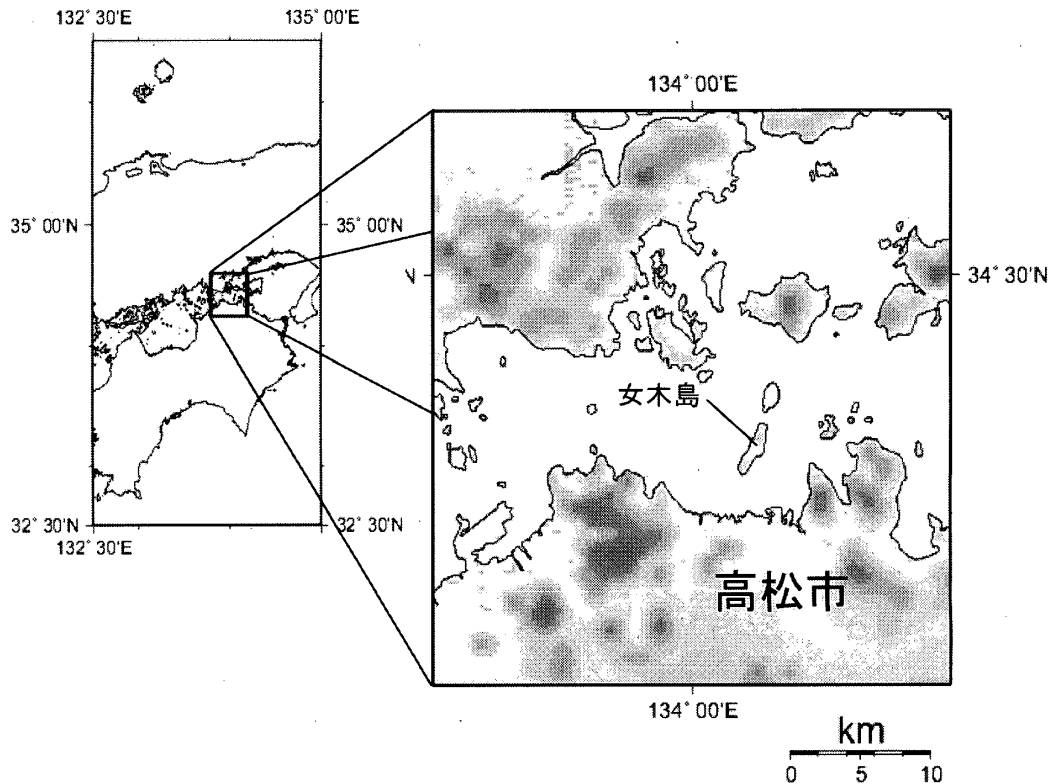


図1 瀬戸内海における女木島の位置

女木島における局地的強風「オトシ」について

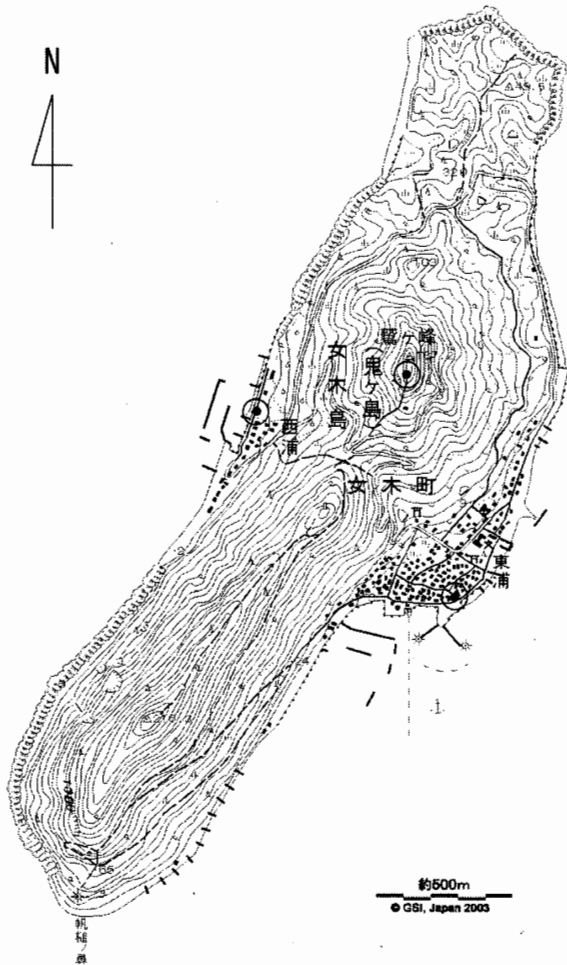


図2 女木島の地形図（国土地理院の2万5千分の1の地形図を利用）
図中の黒丸が風の観測地点（東浦、展望台、西浦）を示す。

除けば稜線に対して対称形をした比較的単純な形をしている。女木島の地形断面図を図3に示す。島の北端から南端までの稜線に沿った長さは約3.7kmである。一方、幅はもっとも広くなるところ（東浦海岸から西浦海岸まで）でも約1.1kmである。島の北側にある円錐形状の峰Bは鷲ヶ峰と呼ばれ、標高187mである。この峰の南側は南西方向に尾根が延び、南端近くに島の最高点である標高216mの峰Dがある。これら2つの峰の間に比較的小さな峰Cがあり、BとCの峰の間は鞍部となっている。最高点Dから南端Eまでは急斜面となっており、その平均傾斜角は約15°である。

青山（1991）の調査による「オーテ」の分布を図4に示す。この図では石垣をすべて記入しているが、防風垣として機能している「オーテ」は海岸線沿いのもので、高さは3～4mのものが多く、このような防風垣は女木島でも東浦集落において見られるのみで、西浦集落では見られず、隣の男木島でも、また瀬戸内海の他の島嶼でも見られない。「オーテ」の外観を図5に示す。石を積み上げて作られた堅固な構造をしている。このような防風垣を「オーテ」と

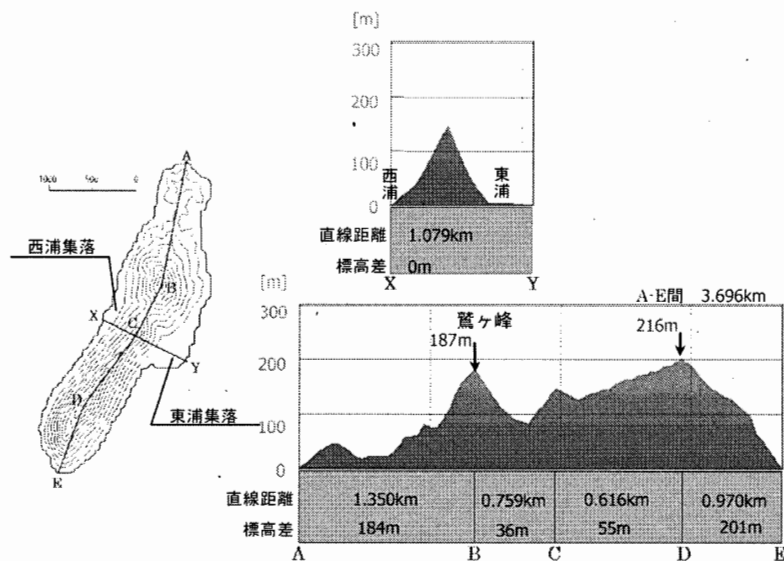


図3 女木島の断面図 上の図は西浦から東浦までの直線（X-Y）に沿う断面図
下の図は稜線（A-E）に沿う断面図

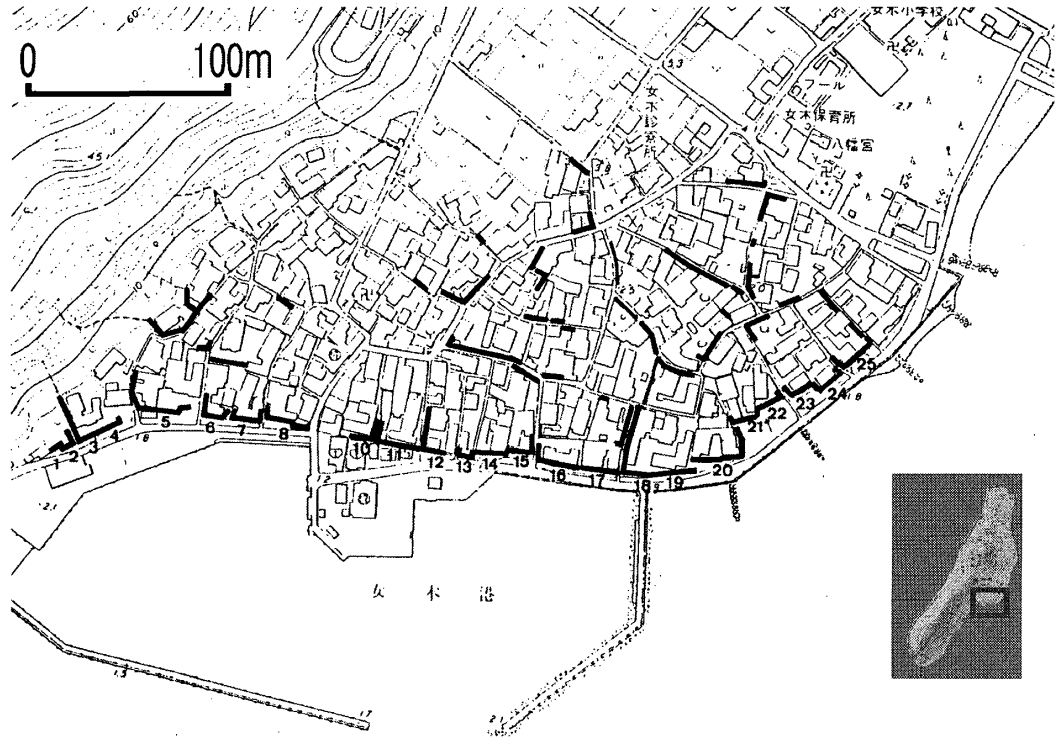
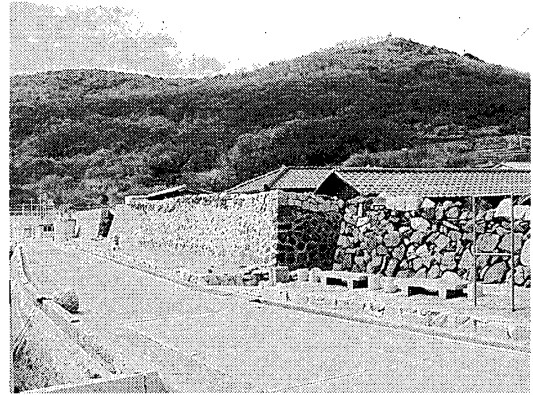


図4 「オーテ」の分布 青山(1991)の第11図より引用



(a)



(b)



(c)



(d)

図5 「オーテ」の写真

(a)図4の7, (b)図4の8, (c)図4の16, 17, (d)南側の海上より写したもの(図4の5から12)
(a)と(c)で石垣に立てかけたポールは長さ2m。

女木島における局地的強風「オトシ」について

呼ぶのはこの地域独特の呼び名である。香川大学調査班の女木島調査によって書かれた観光学術読本「鬼が島」（高松市商工観光課，1957）には、「オーテとよばれる防風垣は瀬戸内海島嶼には他に見られない。柳田國男監修『総合日本民俗語彙』には『広島県には垣を大手という言葉があるが、これは表入口に面した部分だけ特に一種の垣を結ったもので、即ち大手垣の略称かと思われる』とあるが、女木島の（オーテ）にはふれていない。」という注釈がある。「日本国語大辞典」によるとオオテ（大手）には「城の正面。表門。大手門」という意味があり、方言で「家の周囲」（徳島県）や「屋根のある土堀」（広島県比婆郡）を意味する言葉として用いられている。「全国方言辞典」によれば、「家の周囲」という意味の「オーテ」という方言が愛媛県越智郡にもある。防風垣を意味する女木島の「オーテ」はこれらの辞典には取り上げられていないが、「大手」から派生した同じ系統の方言と考えられる。

女木島の東浦およびその周辺の限られた海域で吹く強風を「オトシ」と呼ぶ由来についてははっきりしない。しかしながら、「オトシ」という風の名前は女木島以外にも存在する。風の名前の全国調査で、「オトシ」が最初に採録されたのは「増補風位考資料」（1942）においてである。ここには「オトシ：山に当り或いは、折れて麓へ吹き下す風。島根県隠岐島」という説明がある。「総合日本民俗語彙」（1955）には漁業に関する言葉として「オトシ：カワシとも（いう）。壱岐（長崎県）で軟風が急に風向をかえるとともに強くなることをいう。」という説明がある。関口（1985）が全国漁業協同組合に依頼して行った風の地方名の調査結果（「風の事典」）によると、「オトシ」という風の名前が三重県鳥羽市、佐賀県玄海町、島根県隠岐島、香川県志度町、長崎県対馬町で、冬季などに、急に吹き出す強風の意味で用いられている。ただし、この事典では女木島には言及されていない。

一方、「全国方言辞典」（1951）と「日本方言大辞典」（1989）によると、次のような地域で「オトシ」という方言がある。

- ① 山から吹き降ろす風。山梨県南巨摩郡、静岡県磐田郡、島根県隠岐島、岡山県児島郡、香川県小豆島、香川県塩飽諸島、愛媛県（三崎；地名は「日本国語大辞典」による）
- ② 突発性の強風。広島県豊田郡、島根県隠岐島

これらの方言辞典でも女木島の「オトシ」は取り上げられていない。関口（1985）による調査では「オトシ」という風の名前が使われる地域は西日本以外にはなかったが、これらの方言辞典によれば山梨県南巨摩郡、静岡県磐田郡にもある。ただし、これらはいずれも内陸部の地域で、「オトシ」は山から吹き下ろす風という意味で使われる。これらの地域以外で、「オトシ」という風の名前があるのは、すべて西日本の沿岸部である。このことから女木島における「オトシ」は、山から吹き下ろす風、あるいは急に吹き出す強風という意味で西日本の漁業者の間で使用されてきた風の名前が残ったものと考えられる。

「オトシ」の発生原因は、何らかの島特有の地形による効果で、西よりの冬季季節風が曲げられ南よりの風となって吹くと説明され、青山（1991）は次のような二つの説を紹介している。

- ① 女木島に吹きつける西風は、山の斜面を駆け上り、東浦の上空で複雑な気流を作り、海上に吹き降ろして海面をたたき、水沫を吸い上げながら風向きを変え、南から集落を襲う。
- ② 冬になると北西の季節風が山頂にあたり方向を変えて吹き降ろしてくる。（高松市教育委

員会、オーテの説明板)

どちらも、冬季の季節風が女木島の地形の影響で向きを変えられ、東浦に吹き付けてくる風が「オトシ」とされているが、①では地上付近の風が山脈状の山を越え、島の風下側海面に達してから南よりに曲げられるとある。そして、②の説明では山頂付近の風が山頂に当たったときに向きを変えられ、地形に沿って下降し、海面に達してから東浦に吹きつけるとしている。しかしながら、これらの説明の根拠は示されていない。

3. 観測方法

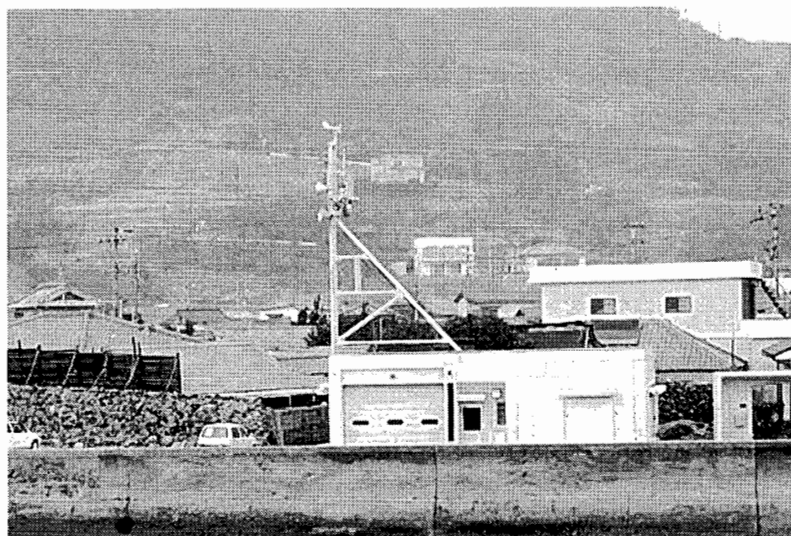
3.1 使用測器と観測点の配置

「オトシ」を観測するため、図2に示すように東浦に観測点を設けた。また、比較のため、鷲ヶ峰山頂（展望台）と西浦にも観測点を設けた。各観測地点における風向風速計およびその設置高度は表1に示した。東浦では白金抵抗温度計を用いて気温の観測も行った。図6に各観測地点における風向風速計の設置状況を示す。東浦では風向風速計を高松市消防局女木東浦消防屯所の櫓の最上部に設置した。この地点の海拔は1mでセンサーまでの地上高は12mであり、これより高い建物は周辺には見られず、近くの建物より数mの高さがある。すぐ東側には道幅5m程度の道路を挟んで海に面している。この場所には地上約1mのところに温度計を設置した。近くには「オーテ」が見られる。西側の「オーテ」では、石垣の上にさらに木板で作ったパネルを載せて、垣の高さを高くしている。西浦では、現在は使用されていない焼却炉の煙突に掛けられているはしごの上に設置した。標高は3m、センサーまでの地上高は10mである。ここも東浦と同様に周囲に高い建物は見られず、すぐ西側は防波堤を挟んで海に面している。鷲ヶ峰山頂では、展望台に風向風速計を設置した。ここは標高180m、地上高9mである。以下では、この観測点を展望台と呼ぶことにする。

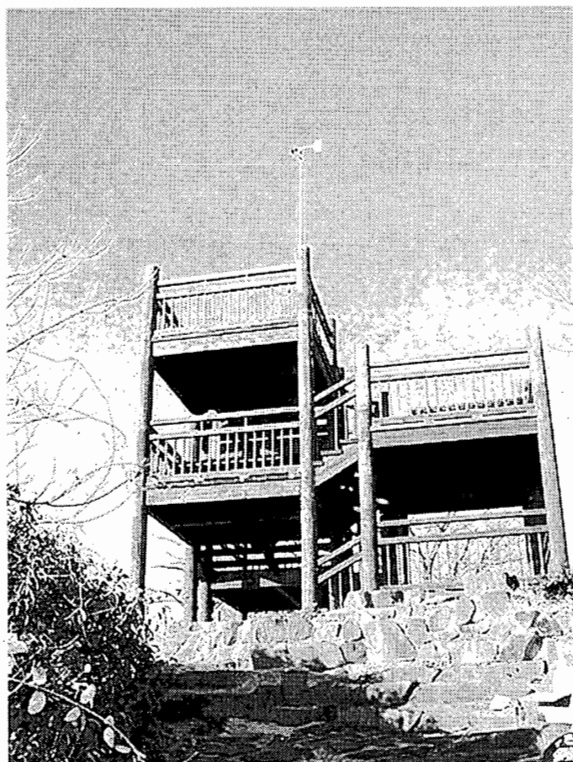
表1 風の観測地点と使用した風向風速計

| 観測地点 | 標高 | 風 向 風 速 計 | 風向風速計の地上高 |
|------|------|-------------------------------|-----------|
| 東 浦 | 1 m | 風車型風向風速計, 大田計器製作所, DYNAVANE | 12m |
| 展望台 | 180m | 風車型風向風速計, コーナシステム, KADEC-KAZE | 9 m |
| 西 浦 | 3 m | 風車型風向風速計, コーナシステム, KADEC-KAZE | 10m |

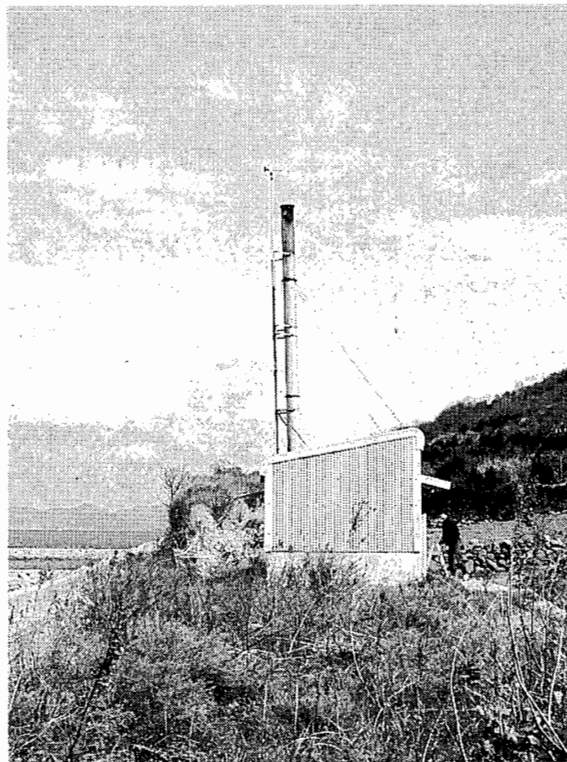
女木島における局地的強風「オトシ」について



(a)



(b)



(c)

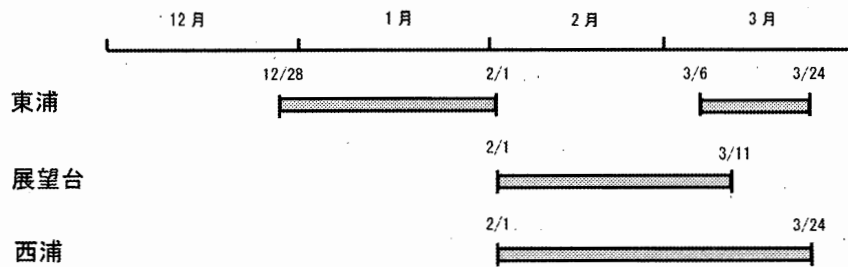
図6 各観測地点における風向風速計の設置状況

(a)東浦観測点(女木東浦消防屯所), (b)展望台観測点(鷲ヶ峰山頂), (c)西浦観測点(高松市西浦焼却炉)

3.2 観測期間

観測は図7に示すように、冬季の2001年11月-2002年3月(第1回)および2002年11月-2003年3月(第2回)に行った。第1回の観測期間には測器の設定, 電池切れ, 停電のため, データ

2001年12月—2002年3月



2002年12月—2003年3月

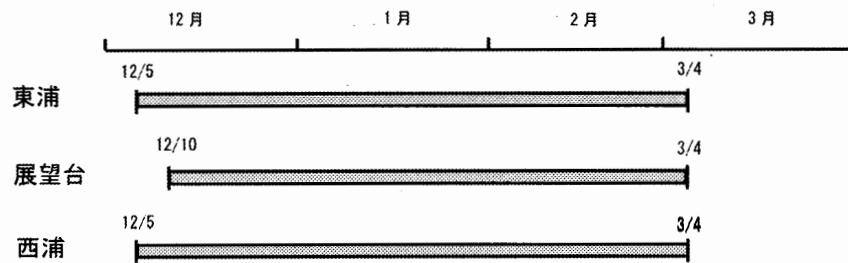


図7 各観測地点における観測期間

の取得はばらつきが大きかった。展望台と西浦は2月1日から開始したが、展望台はデータ記録装置の電池切れで、3月11日以降のデータが欠測していた。また、センサーの支柱の設置方法に問題があり、強風により風向計の設定方向がずれたため、風向のデータに信頼性がなくなった。このため、展望台のデータは風速データのみ扱うこととした。さらに、西浦ではデータロガーの初期不良により、記録されたデータが平均風向風速の記録ではなくて、移動平均最大風速および最大風速時の風向となっていた。第2回の観測時における西浦の観測データを見ると、平均風向・平均風速の値と移動平均最大風速および最大風速時の風向の値が極めて近い数値を示している。そこで、西浦は10分間移動平均最大風速、最大風速時の風向の記録を平均風速・風向の代用することにした。

4. 観測結果

風の解析には、3地点における定点観測データの他、観測期間中に行った移動観測によるデータも用いた。この他に、高松地方気象台の地上気象観測データと香川県と岡山県の地域気象観測システム (AMeDAS) 観測点のデータを用いた。

4.1 2002年1月7日から9日の観測記録

2002年1月7日から8日にかけて、上空に強い寒気を伴った温帯低気圧が図8に示すように日本海を発達しながら北東に進んでいった。この低気圧の中心から延びる寒冷前線が7日18時から19時にかけて高松地方気象台を通過した。その後、冬型の気圧配置が強まり、日本付近は南北に

女木島における局地的強風「オトシ」について

延びる等圧線の間隔が狭まった。

このとき、図7に示すように、女木島では東浦でしか観測データが得られなかったが、強風が観測された。2002年1月7日から9日までの東浦と高松地方気象台の観測データを図9に示す。高松では当初、南よりの弱風であったのが、1月7日14時ころから南西の風が強まった。18時30分に風向は西南西に変化し、平均風速は8 m/sを記録した。この時刻に寒冷前線が通過したと思われる。それ以降は10m/s前後の強い西よりの風で、8日15時30分ころまでほぼ一定していた。ここで東浦の観測データを見てみると、7日18時30分ころから9日の18時10分にかけて、「オトシ」と思われる強風がおよそ2日間に渡って吹き続けている。この間、8日7時40分に平均風速20.2m/s、最大瞬間風速は34.0m/sを記録している。高松の観測地点は女木島の南に位置し、約8 km離れている。風向の変化をみると、前線通過前4時間は同様な変化を示していたが、高松で風向が南西から西に次第に変化し、風速も強まると、東浦では南西風が強まっていることがわかる。これは、東浦から北西約14kmの位置にある玉野観測点のデータと比較しても明らかに異なっていた。

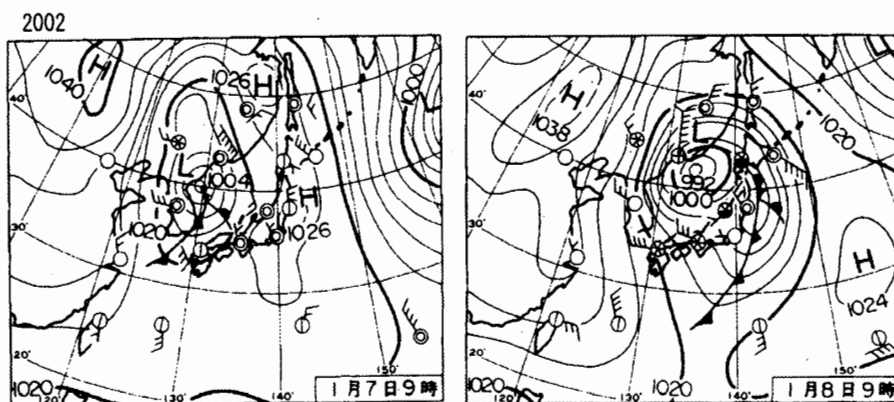


図8 2002年1月7日、8日09時の地上天気図

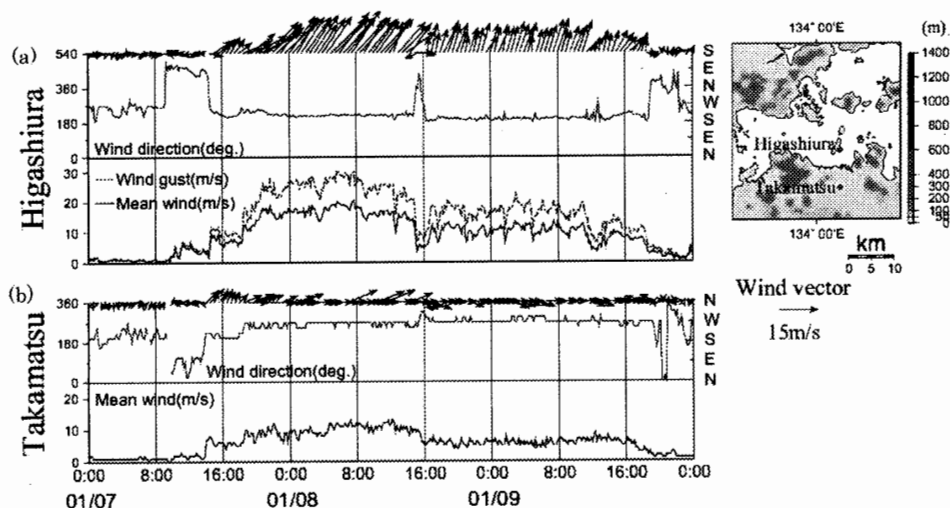


図9 2002年1月7日から9日の(a)東浦および(b)高松における風の記録それぞれ、上段が10分間の平均風向、下段が平均風速。東浦のみ点線で最大瞬間風速を示す。風ベクトルは30分間隔でプロット。

4.2 2002年3月6日から7日に観測記録された「オトシ」

2002年3月5日，東シナ海に中心を持つ低気圧が，図10に示すように5日から7日までの間に急速に発達しながら北東進し，日本列島を通過していった。それに伴って，低気圧通過後の6日から7日にかけて冬型の気圧配置が強まった。

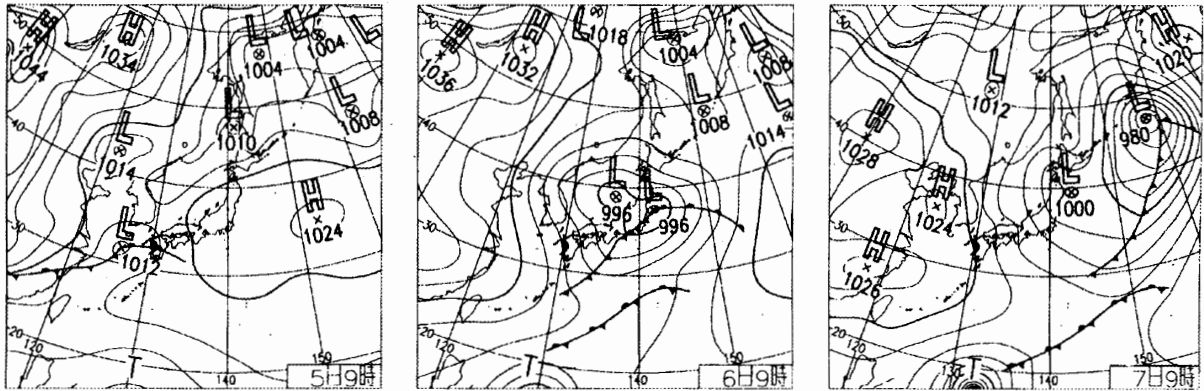


図10 2002年3月5日～7日09時の地上天気図

図11に3月6日から7日までの西浦，展望台（風速のみ）および東浦のデータを示す。「オトシ」は7日の15時ころまでの間，断続的に起きており，6日の13時10分，7日の03時40分と13時20分などにピークがあり，6日13時10分のピーク時には最大瞬間風速30.1m/sを記録している。

「オトシ」は先の2002年1月7－8日の事例と同様に，玉野や高松のアメダス観測点を含めた他の観測点で西よりの風が吹いているときに起きている。東浦と西浦の風の変化を追っていくと，3月6日14－15時の例のように西浦で西南西の風のととき，東浦で強い南西風がみられ，さらに西浦の風が西南西から西北西に変化すると東浦では南風となり，風は極端に弱まっている。

図11に示した2つの「オトシ」発現期間（風速8 m/s以上，風向SSW－WSW）における東浦・西浦・展望台の風の統計値を表2に示す。平均風向についてみると，期間aでは西浦が西南西，東浦が南西となっているが，期間bでは西浦が西となり時計回りに変化しているのに対して，東浦は南南西へと反時計回り変化している。東浦では西浦に比べて，平均風速は期間aで1.3倍，期間bで1.4倍であるが，最大瞬間風速は期間aで1.7倍，期間bで2.1倍となっており，最大瞬間風速の違いが大きい。東浦と展望台とを比較すると，2つの期間とも平均値はほぼ同程度であるが，最大瞬間風速は東浦の方が大きい。

女木島における局地的強風「オトシ」について

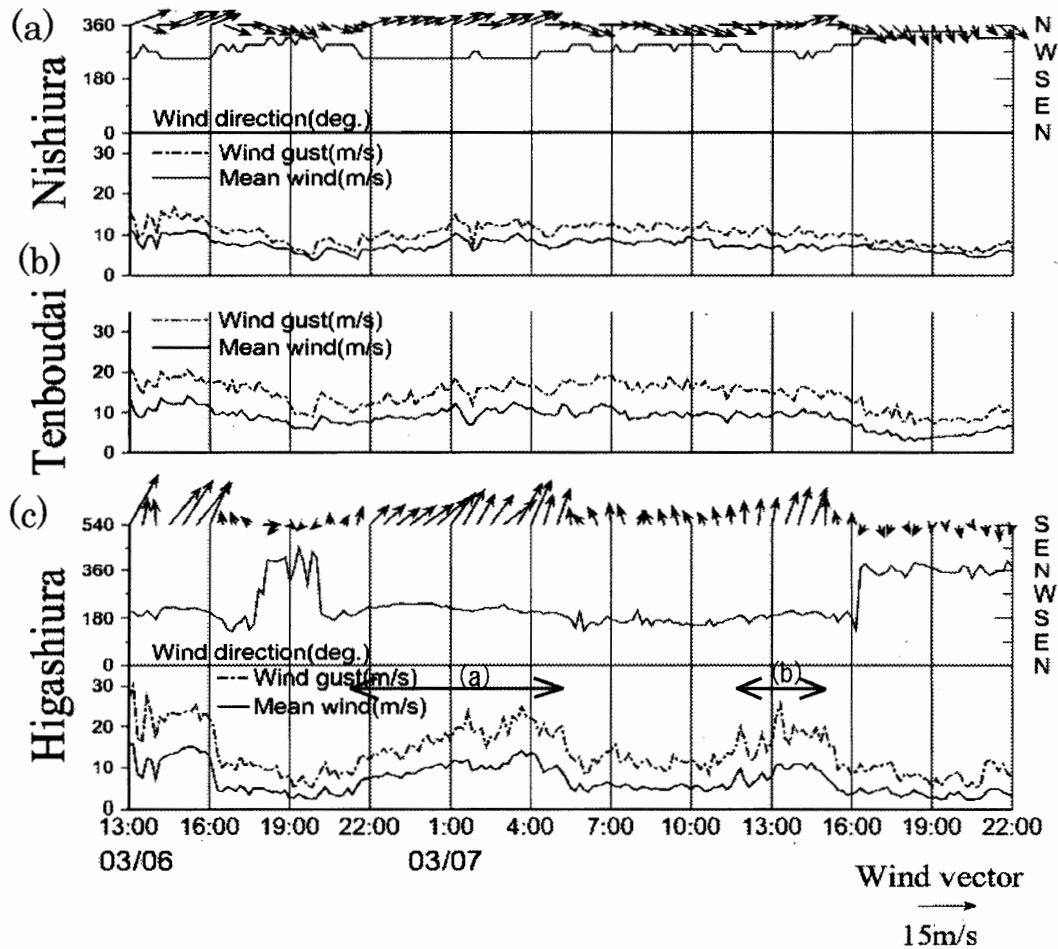


図11 2003年3月6日から9日の(a)西浦, (b)展望台, (c)東浦における風の記録
 それぞれ, 上段は10分間の平均風向, 下段は平均風速(実線)と, 最大瞬間風速(点線)を表す。ただし, 展望台は風速のみ。風ベクトル(西浦, 東浦)は30分間隔でプロット。

表2 2002年3月6日から7日の「オトシ」発生期間(風速8 m/s以上, 風向ssw-wsw)における風向・風速の平均値と風速の最大値。平均風速・風向は各期間の平均値。最大平均風速はその期間内の10分間平均風速の最大値。

| 2002年3月 | (a) 3/6 21:40 - 3/7 5:20 | | | (b) 3/7 11:40 - 15:00 | | |
|-------------|--------------------------|----------------|--------|-----------------------|--------------|--------|
| | 東浦 | 西浦 | 展望台 | 東浦 | 西浦 | 展望台 |
| 平均風速(m/s) | 9.9 | 7.7 | 9.7 | 9.4 | 6.8 | 9.6 |
| 平均風向(°) | 216.4 (SW) | 251.8 (WSW) | — — | 193.5 (SSW) | 267.5 (W) | — — |
| 最大平均風速(m/s) | 14.1 | 10.3 | 12.4 | 11.1 | 7.7 | 10.8 |
| 最大瞬間風速(m/s) | 24.9 | 14.8 | 18.7 | 25.6 | 12.2 | 16.9 |

4.3 2002年2月18日の移動観測

「オトシ」が吹いているときの風の分布を調べるため、2002年2月18日に移動観測を行った。このときの展望台の記録（風向不明）を図12に示す。移動観測では3杯風速計と矢羽根で構成される手持指示風向風速計（図22 d）を使用した。風向風速計センサーを2 mの長さの支柱先端に取り付け、風速は手元の風速指示メーターから目で読みとり、風向は方位磁針で矢羽根の向きを読み取った。1地点につき1分間の平均風向・風速を読み取り、それを3回行った。その結果を図13に示す。データは3つのうち風向が中間の値のものを用いた。また、風速は展望台観測点のデータを基準にして、移動観測による風速とその時刻における展望台の風速との比をプロットした。冬型の気圧配置が強まっており、西から西北西の8 m/s前後の風が吹いていた。最初に観測を行った東浦の防波堤では平均風速14.5m/sで西南西の風、最大瞬間風速は20m/sを観測した。島の南東側斜面では島に沿って吹いているような風が見られ、南端では岬を迂回するような北西の風が観測されている。これは青山（1991）の1990年12月22日の移動観測の結果ともほぼ一致する。稜線上では稜線を越える風が吹いている。西浦では西の風が吹き、この近くの防波堤上で行った移動観測では南西の風が観測されている。16時以降に観測された東側の地点では北よりの風となっており、観測を始めた10時42分の時とは風向が大きく変わっているのは、一般場の風が変化したためと考えられる。

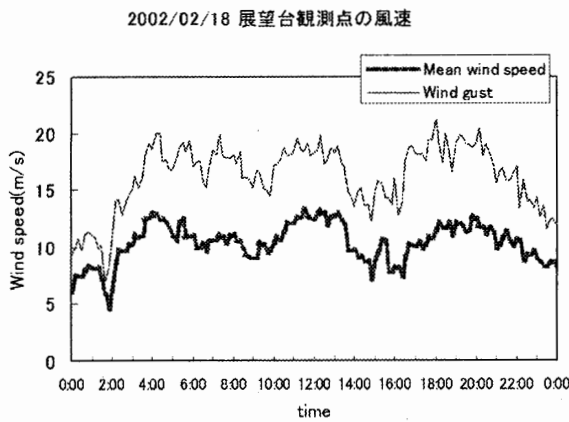


図12 2002年2月18日の展望台観測点における風の記録

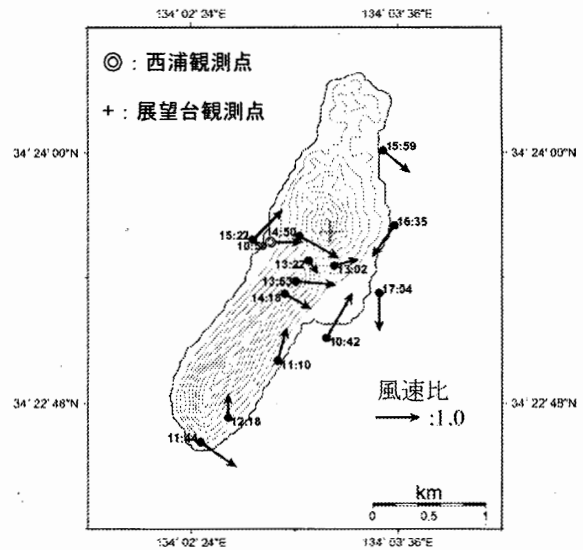


図13 2002年2月18日の移動観測の結果
各観測地点での風速の大きさはその時刻に対応する展望台の風速を1とする比で表した。観測点の横の数字は観測時刻。

2003. 01

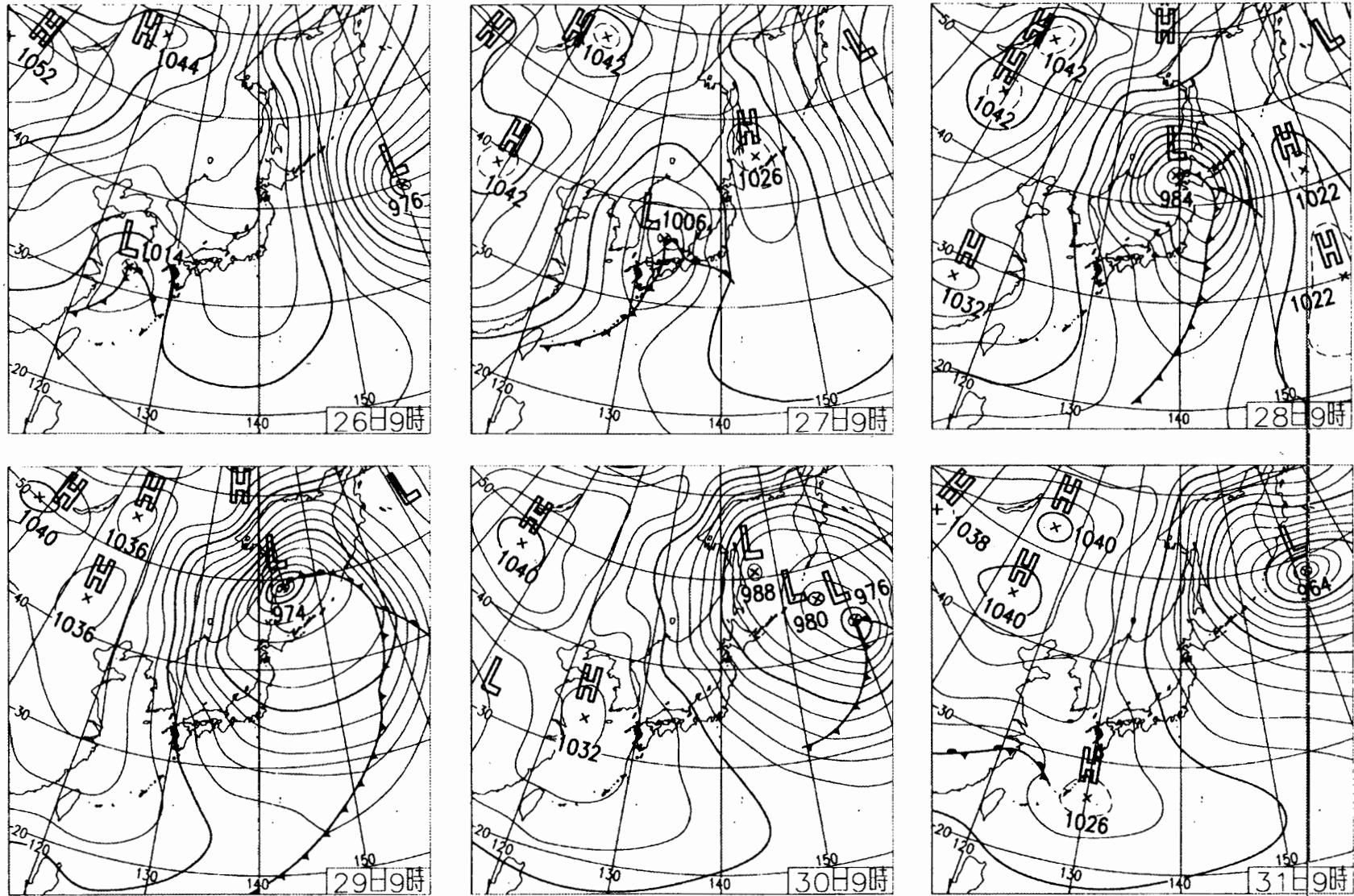


図14 2003年1月26日から31日の09時の地上天気図 (a) 26日, (b) 27日, (c) 28日, (d) 29日, (e) 30日, (f) 31日

女木島における局地的強風「オトシ」について

4.4 2003年1月27日から31日に観測された「オトシ」

2003年1月26日から31日までの09時の地上天気図を図14に示す。26日09時の地上天気図をみると、済洲島の西には1014hPaの温帯低気圧がある。この低気圧の中心から温暖前線が南西諸島まで延びており、寒冷前線が中国大陸の華南まで延びている。この低気圧は、27日09時にはその中心が日本海西部に移動し、中心気圧は1006hPaとなり発達した。この低気圧は北東進しながら発達を続け、29日09時には中心はサハリン付近まで移動し、中心気圧は976hPaとなり、非常に発達した。この低気圧の移動に伴い、日本付近は閉塞前線あるいは寒冷前線通過後、強い冬型の気圧配置となった。

1月27日から2月1日までの高松地方気象台（以降、高松と呼ぶ）における風向風速・気圧・降水量・気温・露点温度・相対湿度の時間変化を図15に示す。高松では、27日05時までは気温は上昇していたが、05時から06時にかけて一時的に気温が2℃下降した。これと同時に風向がそれまで東よりであったのが、南西に変化した。このため、閉塞前線がこの間に通過したものと考えられる。しかし、この後すぐに風速は強まることなく、気温も再び上昇した。27日07時から14時にかけては12mmの降水が観測されており、相対湿度が90%を超える状態がまだ続いていた。風速は27日17時以降に増加し始め、同時に相対湿度も急に減少し始めた。乾燥寒気の流入に伴う気温低下、および気圧上昇は遅れて18時以降にみられた。これに伴って、27日18時の気温12℃から-2.2℃（29日19時）に14.2℃気温降下し、同じく気圧は27日18時には1003.6hPaであったものが30日10時には1025.2hPaへと21.6hPaの気圧上昇がみられた。この間に、10分間の平均風速の最大値は12.3m/s（28日01時、風向は西南西）に達し、西よりの強風（以下では西風強風と呼ぶ）が吹いた。高層天気図の解析から、備讃瀬戸付近において西風強風となった原因は、①備讃瀬戸を前線が通過した直後に低気圧が急速に発達し、気圧傾度が非常に強まったこと、②備讃瀬戸の東西に海の開いた地形と、寒冷低気圧南縁周辺の接線方向である東西方向とが重なったこと（高橋・土井，2002）、③乾燥寒気の沈降と強い寒気移流が考えられる。

2003年1月27日から31日までの西浦・展望台・東浦における風の観測データを図16に示す。高松で風が強くなり始めた27日17時ころから各地点とも風速が急に増加し、風向が西浦では南西から西、展望台では西南西から西北西、東浦では南西から南となった。東浦では、平均風速15m/s前後の強風がみられ、27日23時00分に最大平均風速18.2m/s（そのときの最大瞬間風速30.4m/s）、29日04時20分には最大瞬間風速33.0m/sを記録した。東浦の風向の変化は、展望台や西浦とは異なった特徴を示しており、展望台や西浦で風向の変化が小さい場合でも、大きく変化する場合があります。風向が180°異なる、すなわち正反対になる場合が見られる。例えば、1月29日05時ころ、西浦の風が西南西から西あるいは西北西に変わり、展望台の風が西から西北西に変化すると、東浦の風は南南西から北よりになったり、南よりになったり大きく変動し、平均風速も約15m/sあったものが半分程度に減少している。東浦での強風は断続的に起こっており、強風が吹くとき、その風向は南南西から南であった。

女木島における局地的強風「オトシ」について

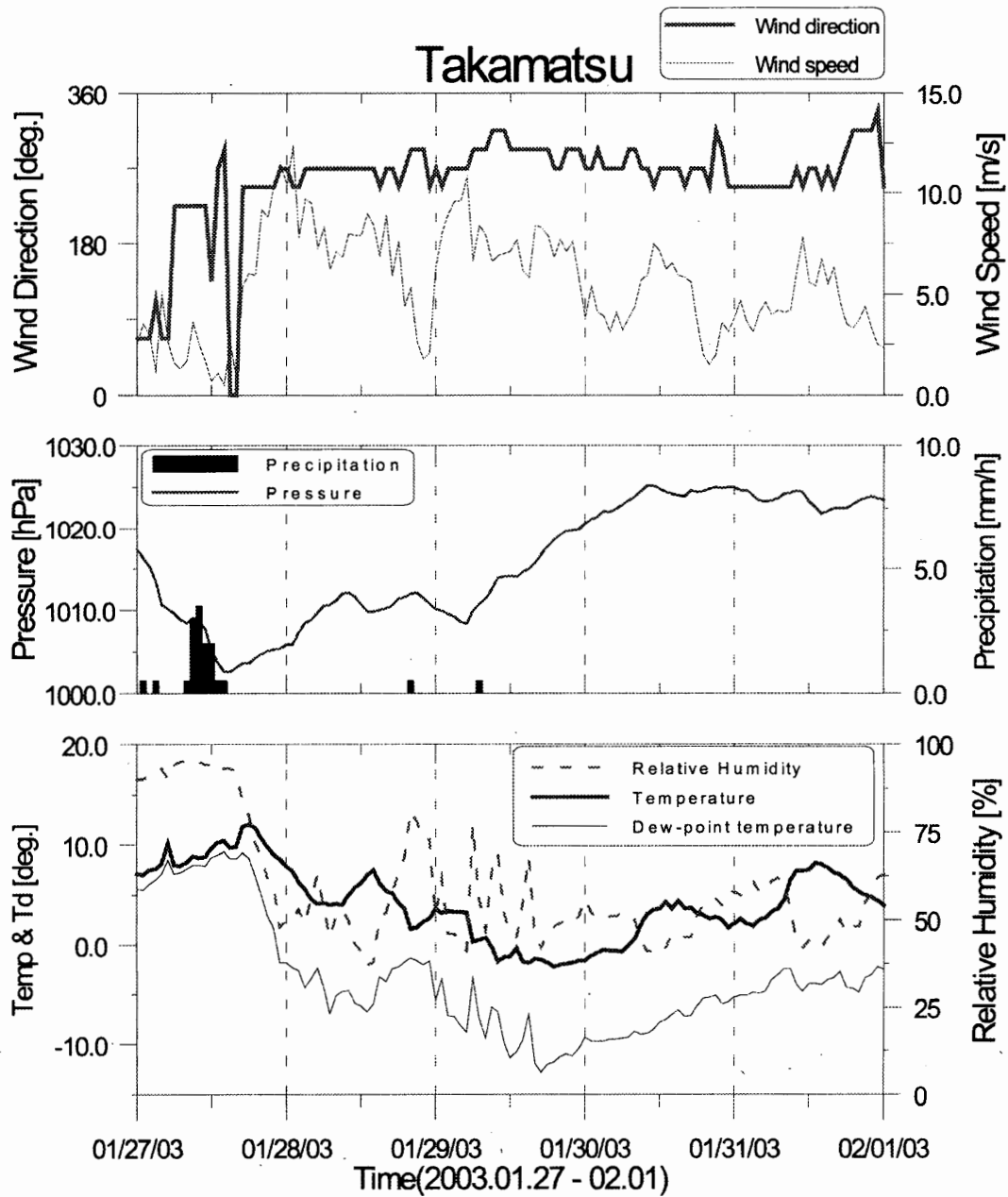
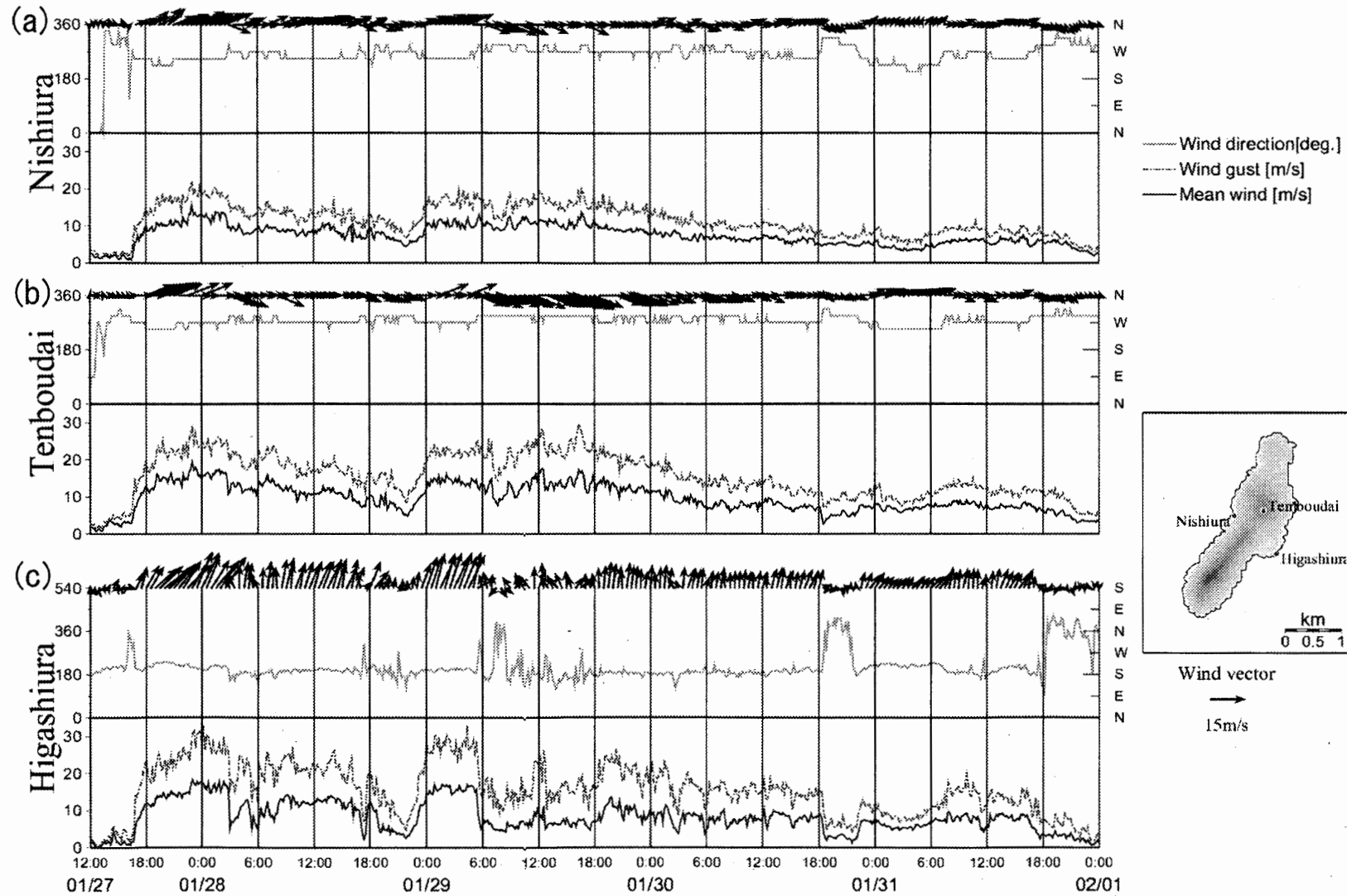


図15 2003年1月27日から2月1日までの高松地方気象台における1時間ごとの風向風速・気圧・降水量・気温・露点温度・相対湿度の記録



波邊匡央・森 征洋

図16 2003年1月27日から2月1日までの (a) 西浦, (b) 展望台, (c) 東浦における風の記録。それぞれ上段が10分間平均風向, 下段には実線で10分間平均風速を示し, 破線で最大瞬間風速を示す。風ベクトルは30分間隔でプロット。右端に観測点の位置を示す。

女木島における局地的強風「オトシ」について

4.5 「オトシ」の風の性質

東浦での風の特徴から、「オトシ」の発現期間を以下のように定義し、「オトシ」の特徴をさらに調べる。例を多くするため、表2の場合に比べて、風速の閾値を1 m/s下げた。

- ・10分間平均風向が 180° (南)～ 257.5° (西南西)
- ・10分間平均風速が7 m/s以上
- ・発現期間の始まりを前20分間の平均風速との差が2 m/s以上の時刻
- ・発現期間の終わりを前20分間の平均風速との差が-2 m/s以下の時刻

このように「オトシ」を定義した場合、2003年1月27日16時50分から31日16時30分にかけて、計12回発現したことになる。

2003年1月27日12時から31日00時までの東浦と高松の気温・東浦の風向の標準偏差・東浦と展望台および西浦の風速の標準偏差を図17に示す。気温は高松に比べると、夜間1～2℃東浦の方が高くなる傾向がある。これは内陸にある高松に対し、東浦は海岸線沿いにあり、海の影響を受けているためと思われる。しかし、変化傾向は高松とほぼ同じである。「オトシ」発現時に高松における気温の変化とは異なる特徴は見られなかった。風向の標準偏差の時間変化は、安定

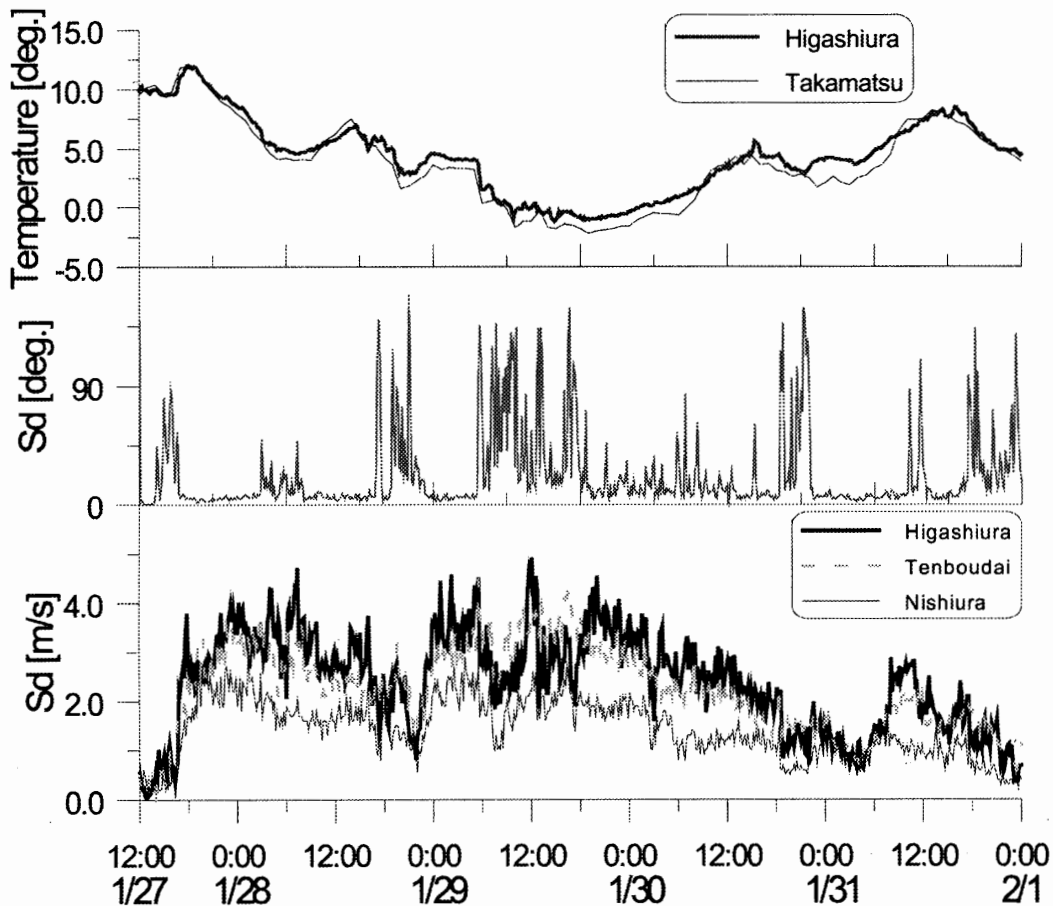


図17 1月27日12時から31日0時までの東浦と高松の気温、東浦の風向の標準偏差、東浦と展望台および西浦の風速の標準偏差

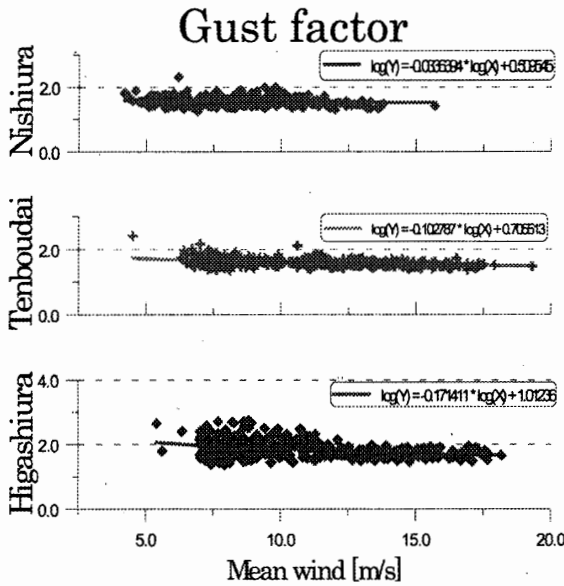


図18 西浦(上) 展望台(中) 東浦(下)の「オトシ」
発現時の突風率 実線は近似曲線を示す。

して小さい値を示すところと、部分的に大きく変動するところがある。「オトシ」発現時には、比較的小さな値となる。風速の標準偏差は東浦、展望台で大きく、西浦では比較的小さい。

3地点の突風率を図18に示す。突風率は平均風速が大きくなると小さくなる傾向があるが、風速依存性は比較的小さい。突風率の値は、西浦や展望台では2.0を超える場合はほとんどないのに、東浦では2.0を超える場合も多く見られ、ばらつきも大きい。

ここで先に定義した12回の「オトシ」発現期間における3地点の平均風速・風向などの統計値を表3にまとめておく。西浦でも季節風による西または西南西の強風は吹いているが、平均風速は東浦の方が1例(第5回)を除いて、西浦より大きく、風向は南西～南となっている。西浦の平均風

向は西または西南西であるが、西浦の風向が西と西南西のとき、東浦ではそれぞれ南と南南西になる傾向が見られる。

最大瞬間風速はすべての期間で東浦の方が西浦より大きくなっている。東浦と展望台を比較すると、東浦の平均風速は展望台のそれとほぼ同じか上回っている場合がほとんどで、東浦の方がはっきりと小さくなるのは3例(第1回、第5回、第6回)に過ぎない。その場合、東浦の風向は南となっている。最大瞬間風速は東浦の方が展望台より2例(第5回、第9回)を除いて大きくなっている。ただし、第9回の場合、差は0.7m/sに過ぎない。

それぞれの期間における10分間平均風速の最大値(最大平均風速)について、東浦と西浦とを比較してみると、1例(第5回)を除いて、東浦の方が大きくなっていた。東浦と展望台とを比較してみると、半分(6例)は東浦の方が大きく、残りの半分(6例)は展望台の方が大きくなっていた。

風の乱れの強さ(風速の標準偏差/平均風速)についてみると、西浦では0.19~0.22であるが、東浦では0.21~0.47となっており、ばらつきが大きい。東浦では風の乱れの強さが西浦や展望台より大きくなっている。

冬季、第2回目の観測の時、東浦では、風向の乱れの観測も森・宮崎(1987)に示す方法で実施した。この結果も表3に示す。風向の標準偏差は5.1°~28.0°にわたっているが、おおよそ10°前後の場合が多く、風向の乱れは小さい。

これまでのことから、一般風の風向の小さな違いによって、東浦の風は大きく影響を受けることが明らかである。そこで円錐形状の峰の頂上にある展望台の風と東浦の風との対応関係を調べてみた。展望台の風向が北西、西北西、西、西南西のときの東浦における風ベクトルを図19に示す。風速は展望台の風速に対する比で表してある。展望台の風向が北西の場合、東浦では北北東

女木島における局地的強風「オトシ」について

表3 2003年1月27日から31日の「オトシ」発現期間における風の統計値
 乱れの強さは風速の標準偏差を平均風速で割ったもの。東浦では風向の標準偏差の測定も行った。

| 2003年 1月27-31日 | 「オトシ」発現期間 | | | | | | | | |
|------------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| | 1) 01/27 16:50-01/28 02:50 | | | 2) 01/28 03:40-05:40 | | | 3) 01/28 06:10-18:50 | | |
| | 東 浦 | 展望台 | 西 浦 | 東 浦 | 展望台 | 西 浦 | 東 浦 | 展望台 | 西 浦 |
| 平均風速(m/s) | 14.2 | 14.5 | 11.0 | 10.5 | 12.3 | 8.6 | 11.2 | 11.1 | 8.4 |
| 平均風向(°) | 213.8 (SW) | 260.8 (W) | 243.4 (WSW) | 186.1 (S) | 276.8 (W) | 261.0 (W) | 196.9 (SSW) | 272.3 (W) | 254.2 (WSW) |
| 最大平均風速(m/s) | 18.2 | 19.3 | 15.7 | 12.9 | 13.8 | 10.5 | 14.2 | 15.7 | 10.8 |
| そのときの 最大瞬間風速 (m/s)及び起時 | 30.4 1/27 23:00 | 28.5 1/27 23:00 | 22.2 1/27 23:00 | 23.7 1/28 4:50 | 20.9 1/28 3:50 | 15.4 1/28 4:00 | 25.1 1/28 9:10 | 23.0 1/28 7:00 | 14.5 1/28 13:40 |
| 最大瞬間風速(m/s) | 32.8 | 28.5 | 22.2 | 25.0 | 22.1 | 15.4 | 27.2 | 24.0 | 16.9 |
| 起 時 | 1/28 0:10 | 1/27 23:00 | 1/27 23:00 | 1/28 4:10 | 1/28 3:40 | 1/28 4:00 | 1/28 2:40 | 1/28 7:40 | 1/28 7:00 |
| 乱れの強さ 風向の標準偏差(°) | 0.21 5.1 | 0.19 - | 0.19 - | 0.35 12.2 | 0.23 - | 0.22 - | 0.26 12.1 | 0.22 - | 0.19 - |

| | 4) 01/28 23:00-01/29 05:20 | | | 5) 01/29 11:20-12:30 | | | 6) 01/29 17:50-1/30 2:10 | | |
|------------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | 東 浦 | 展望台 | 西 浦 | 東 浦 | 展望台 | 西 浦 | 東 浦 | 展望台 | 西 浦 |
| 平均風速(m/s) | 15.0 | 13.5 | 9.9 | 9.1 | 16.1 | 11.0 | 9.4 | 12.2 | 8.9 |
| 平均風向(°) | 198.4 (SSW) | 268.8 (W) | 250.4 (WSW) | 183.9 (S) | 278.4 (W) | 270.0 (W) | 183.9 (S) | 280.1 (W) | 267.8 (W) |
| 最大平均風速(m/s) | 17.1 | 16.0 | 12.1 | 11.3 | 17.6 | 11.6 | 13.6 | 15.6 | 11.9 |
| そのときの 最大瞬間風速 (m/s)及び起時 | 30.0 1/29 0:50 | 23.7 1/29 2:10 | 18.3 1/29 4:30 | 26.2 1/29 12:30 | 28.4 1/29 12:20 | 19.2 1/29 12:10 | 24.8 1/29 19:50 | 24.7 1/29 17:50 | 17.7 1/29 18:00 |
| 最大瞬間風速(m/s) | 33.0 | 24.6 | 19.6 | 26.2 | 28.4 | 19.2 | 26.6 | 24.7 | 18.7 |
| 起 時 | 1/28 4:20 | 1/29 5:20 | 1/29 4:00 | 1/29 12:30 | 1/29 12:20 | 1/29 12:10 | 1/29 20:20 | 1/29 17:50 | 1/29 19:00 |
| 乱れの強さ 風向の標準偏差(°) | 0.23 5.7 | 0.21 - | 0.22 - | 0.47 28.0 | 0.22 - | 0.21 - | 0.37 14.8 | 0.25 - | 0.21 - |

表3 (続き)

| | 7) 01/30 3:10-05:30 | | | 8) 01/30 6:20-07:50 | | | 9) 01/30 8:50-18:20 | | |
|------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | 東 浦 | 展望台 | 西 浦 | 東 浦 | 展望台 | 西 浦 | 東 浦 | 展望台 | 西 浦 |
| 平均風速(m/s) | 8.4 | 8.9 | 6.9 | 8.2 | 7.9 | 6.9 | 7.9 | 7.6 | 6.2 |
| 平均風向(°) | 188.1 (S) | 280.5 (W) | 268.5 (W) | 193.1 (SSW) | 288.0 (WNW) | 276.8 (W) | 190.3 (S) | 272.7 (W) | 257.2 (WSW) |
| 最大平均風速(m/s) | 9.3 | 10.4 | 8.1 | 10.2 | 9.1 | 7.6 | 10.1 | 9.8 | 7.6 |
| そのときの 最大瞬間風速 (m/s)及び起時 | 17.2 1/30 3:30 | 16.5 1/30 4:20 | 11.0 1/30 5:30 | 17.6 1/30 7:50 | 14.8 1/30 7:30 | 10.7 1/30 6:50 | 18.0 1/30 12:10 | 14.5 1/30 12:40 | 11.2 1/30 12:10 |
| 最大瞬間風速(m/s) | 20.2 | 16.5 | 14.3 | 17.8 | 15.7 | 11.4 | 18.6 | 15.6 | 11.2 |
| 起 時 | 1/30 4:00 | 1/30 4:20 | 1/30 4:30 | 1/30 7:30 | 1/30 7:40 | 1/30 7:20 | 1/30 12:50 | 1/30 12:50 | 1/30 12:10 |
| 乱れの強さ 風向の標準偏差(°) | 0.33 11.2 | 0.26 - | 0.22 - | 0.36 16.2 | 0.28 - | 0.17 - | 0.29 10.2 | 0.25 - | 0.19 - |

| | 「オトシ」発現期間 | | | | | | | | |
|------------------------------|----------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | 10) 01/30 22:20-01/31 0:20 | | | 11) 01/31 6:00-11:10 | | | 12) 01/31 12:20-16:30 | | |
| | 東 浦 | 展望台 | 西 浦 | 東 浦 | 展望台 | 西 浦 | 東 浦 | 展望台 | 西 浦 |
| 平均風速(m/s) | 7.0 | 7.5 | 5.4 | 7.9 | 8.0 | 5.6 | 8.2 | 7.3 | 6.0 |
| 平均風向(°) | 207.4 (SSW) | 266.5 (W) | 244.0 (WSW) | 198.9 (SSW) | 269.3 (W) | 253.8 (WSW) | 203.0 (SSW) | 269.1 (W) | 250.1 (WSW) |
| 最大平均風速(m/s) | 7.9 | 8.4 | 6.1 | 9.9 | 9.1 | 6.5 | 9.1 | 8.5 | 7.6 |
| そのときの 最大瞬間風速 (m/s)及び起時 | 12.3 1/31 0:00 | 13.8 1/31 0:00 | 9.3 1/31 0:20 | 17.9 1/31 7:50 | 13.9 1/31 9:50 | 9.6 1/31 9:50 | 14.6 1/31 13:40 | 13.2 1/31 16:10 | 10.4 1/31 16:00 |
| 最大瞬間風速(m/s) | 13.1 | 13.8 | 10.0 | 19.7 | 15.1 | 11.4 | 16.1 | 13.2 | 10.4 |
| 起 時 | 1/30 22:40 | 1/31 0:00 | 1/30 22:50 | 1/31 9:50 | 1/31 10:30 | 1/31 10:50 | 1/31 16:20 | 1/31 16:10 | 1/31 16:00 |
| 乱れの強さ 風向の標準偏差(°) | 0.21 6.7 | 0.20 - | 0.20 - | 0.29 11.1 | 0.23 - | 0.20 - | 0.22 6.8 | 0.22 - | 0.17 - |

女木島における局地的強風「オトシ」について

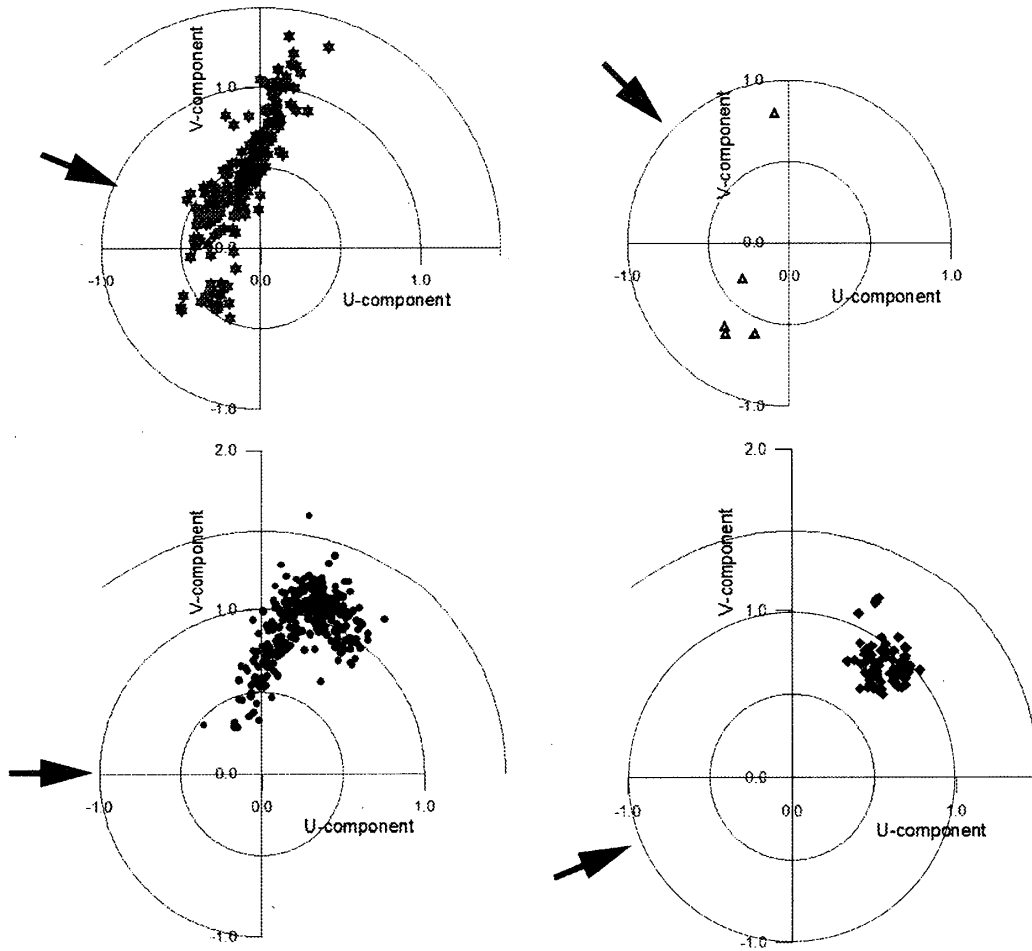


図19 展望台の風向（北西，西北西，西，西南西）別の東浦における風ベクトル
 展望台の風向は矢印で表した。東浦での風速の大きさは展望台の風速を1と
 する比で表し，座標軸の原点を始点として，風ベクトルの先端を点で表した。

から東北の風となる場合が4例，南よりになる場合が1例みられる。いずれも東浦の風速は展望台より小さい。展望台の風向が西北西の場合，東浦の風向は南南西から時計回りに北北東まで，ほぼ180°の範囲にわたっている。東浦の風向が南南西～南になる場合に，風速が展望台を超える場合がある。これ以外の場合には東浦の風速は展望台の風速の半分以下になる傾向がある。これは季節風が島の稜線の走向に対して直角になる場合，島の遮蔽効果により，風が弱くなるためであると考えられる。東浦では展望台の風向とは正反対の東南東の風になる場合も見られる。展望台の風向が西の場合，東浦の風向は南西から南東までにわたっている。東浦の風向が南西～南になる場合，風速が大きく，展望台を超える場合も多く見られる。展望台の風向がこれ以外の場合，東浦の風速は展望台より小さくなる。展望台の風向が西南西の場合，東浦の風向は南西から南南西の間にまとまっている。東浦の風速は展望台の風速の8割くらいを中心に分布しているが，展望台を超える場合も見られる。

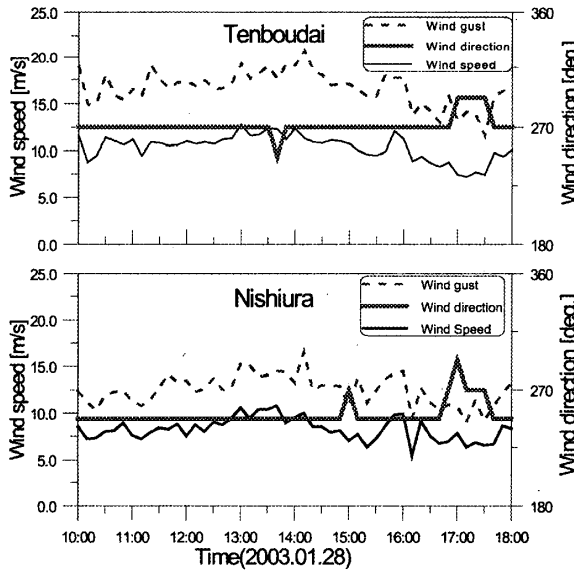


図20 1月28日10時から18時までの展望台(上)と西浦(下)における風の記録
太実線で風向, 破線で最大瞬間風速, 細実線で風速を示す。

4.6 2003年1月28日の移動観測

2003年1月28日にも移動観測を実施した。天気は午前中曇りで, 14時30分ころから雪一時みぞれとなり, 16時ころには止み, 曇りとなった。高松地方気象台の観測によると, 日中の天気は「雪時々晴れ一時曇みぞれを伴う」であった。雲は主にCu(積雲)がみられた。1月28日10時から18時までの3地点の平均風向, 平均風速, 最大瞬間風速を図20に示す。移動観測では風の観測は計14地点で行った。1地点につき1分間の平均風向・風速を読み取り, それを3回行った。データは3つのうち風向が中間の値のものを用いた。また, 移動観測の場合, 各観測地点間のデータに時間的なずれがある。このため, 風の分布を調べるためには, より大きな風の場合が一定であることが望ましい。図20の西浦の記録をみると, 風速については, 観測期間中の10時40分から16時40分に

かけて, 7~11m/sの風が吹き続けていた。風向については, ほぼ西風で一定していたが, 15時40分に一時的に西南西に変わっている。これは, より大きな流れの場合が一時的に変わったことを示している。このため, 観測地点14地点のうち13時45分~47分に観測を行ったデータを除き, 計13地点のデータを解析に使用した。展望台の風速には変動もあるので, 展望台の風速データを基準にし, 移動観測による風速とその時刻における展望台の風速との比をとった。

移動観測によって調べられた風の分布を図21に示す。最初に観測を行った東浦の防波堤では平均風速14.5m/sの西南西の風を記録し, 最大瞬間風速については24m/sであった。同時刻の東浦観測点では平均風速12.5m/sで南南西の風であった。また, 同時刻の西浦観測点は平均風速8.9m/sで西南西の風, 展望台では平均風速10.6m/sで西の風であった。風の分布は稜線より西側斜面で西から西北西の風となっており, 島の南部, 東側斜面では島に沿って吹いている。これは青山(1991)の1990年12月22日の移動観測の結果ともほぼ一致する。さらに, 観測中に島の南端付近から海面上に強風によって吹き上げられたしぶきが確認できた。このしぶきは島の南端付近からでき始め, 海岸線に沿って東浦に向かって進んでいた。

これまでの観測データからわかるように, 「オトシ」の風向は南西から南である。そのため「オトシ」は, 南側の海上から東浦に吹き付けることになる。「オトシ」の始まりを知るためには海上の風の分布を知ることが重要である。そこで, ビューフォート風力階級を用いて目視観測で海上風の分布を推定した。図22に東浦の南側と西浦の西側の海上, および女木島南端付近の東側と南側の海上の様子を示す。まず, 西浦の西側海上(図22b)では白波が多く見られ, 風力は4と推定した。これに対し, 東浦の南側海上(図22a)では白波に加えてしぶきが多く見られ, 海面が周りと比べて白っぽく見えるため, 風力は6~7と推定した。また, 島南端の南側(図2

女木島における局地的強風「オトシ」について

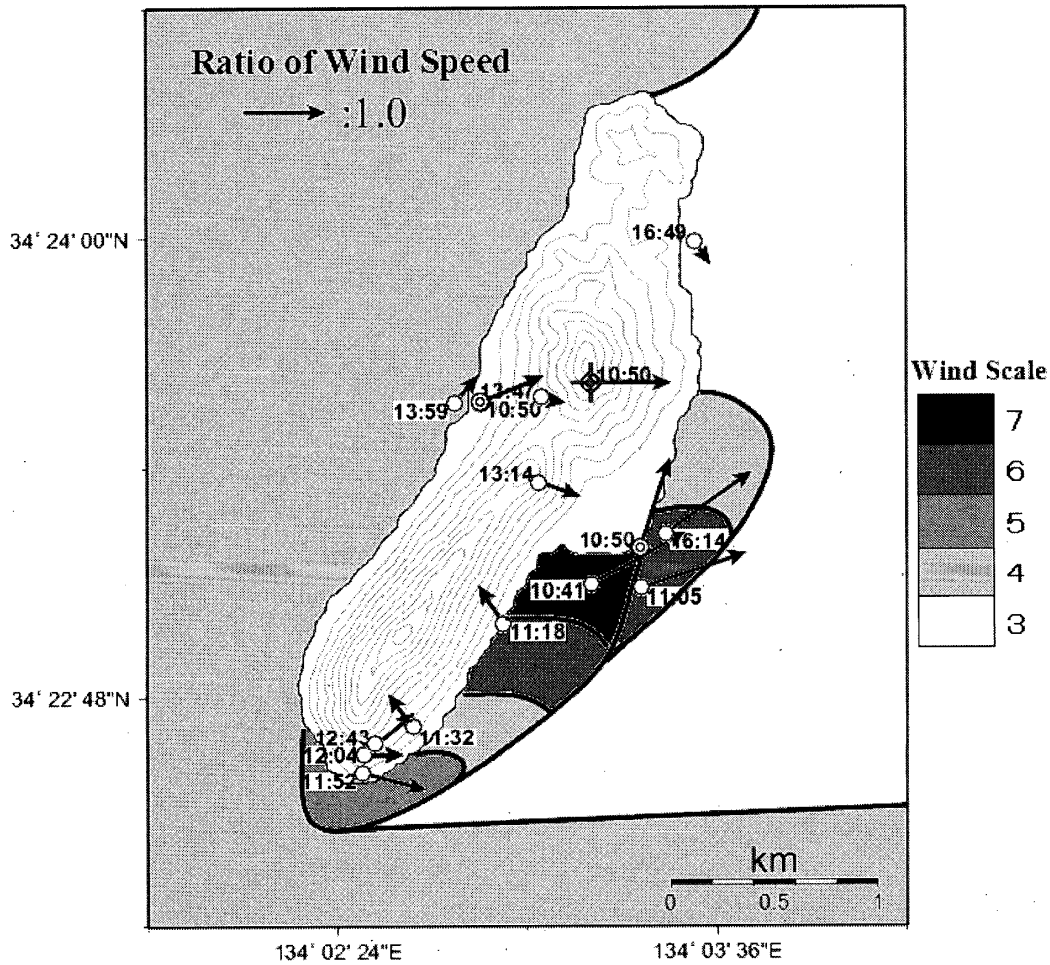


図21 移動観測による風の観測と海面の観察結果

各観測地点での風速の大きさはその時刻に対応する展望台（「十」印）の風速を1とする比で表した。観測点横の数字は観測時刻（時：分）、○は定点観測点（風向風速は10分値データを使用）。

d) は波の大きさは中くらいで、白波がたくさん現れているので、風力は5と推定した。しかし、島の南端の東側海面（図22c）では白波が見られるが、しぶきは生じていないので、風力は4と推定した。東浦の北東側では防波堤の効果もあるためか、海面は徐々に穏やかになっており、鷲ヶ峰の北東側海面では風力3であった。これらの海上の風力分布も図21に示した。南端付近から東浦に向かって徐々に風力が増している。

4.7 「オトシ」に伴うしぶき

移動観測の際に確認された「オトシ」に伴うしぶきは、2002年12月10日、展望台に観測点を設置するため女木島に訪れた際にも確認できた。この時は標高180mの見晴らしの良い展望台や、その約20m下にある駐車場からしぶきの移動を捉えることができた。図22 a)に相当する方向から見た場合および西側を見た場合の海面の写真を図23に示す。この写真から推測されるしぶきの移動方向も矢印で示した。しぶきの列は島の最南端（図22のD点）の東側海上付近で現れている

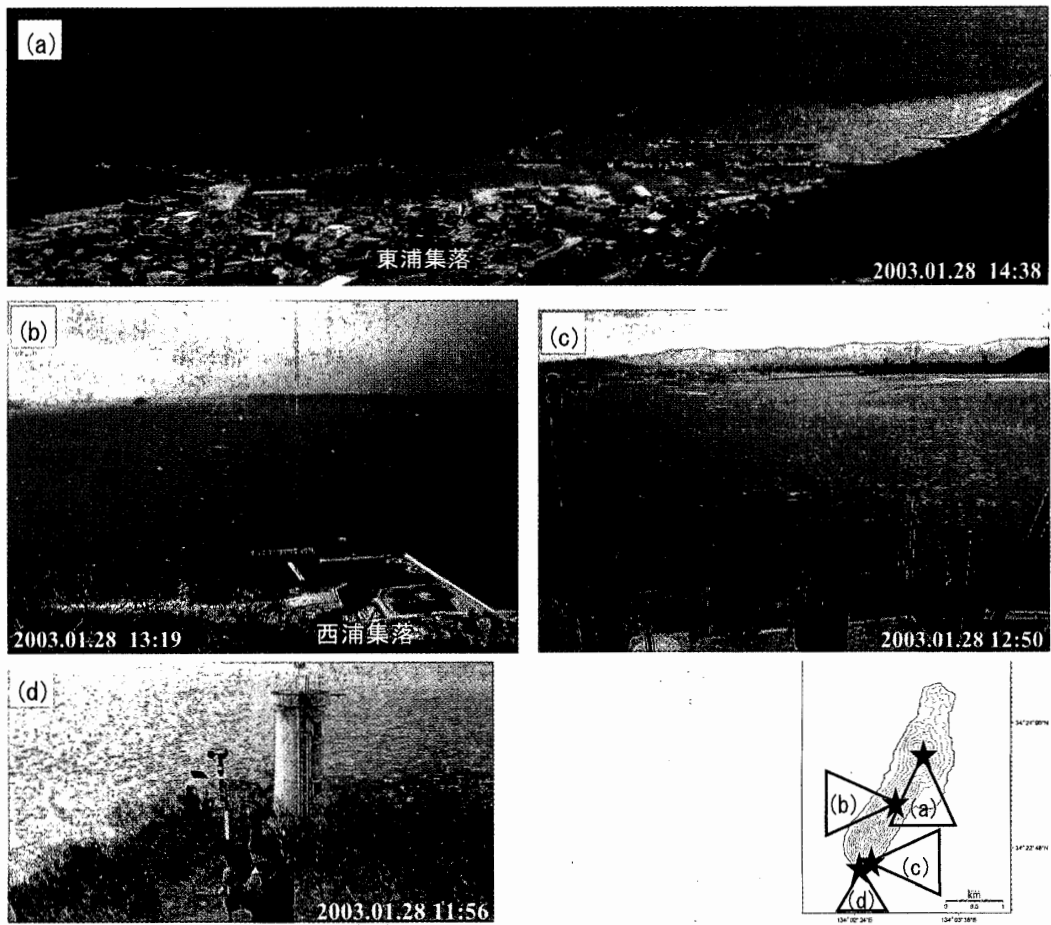


図22 「オトシ」(2002年1月28日)発生時の海面の様子
(a)東浦, (b)西浦, (c)女木島南端付近の東側, (d)南側. 日時は撮影時刻を示す. 右下の地図上に星印で撮影地点, 三角形で撮影方向を示す.

女木島における局地的強風「オトシ」について

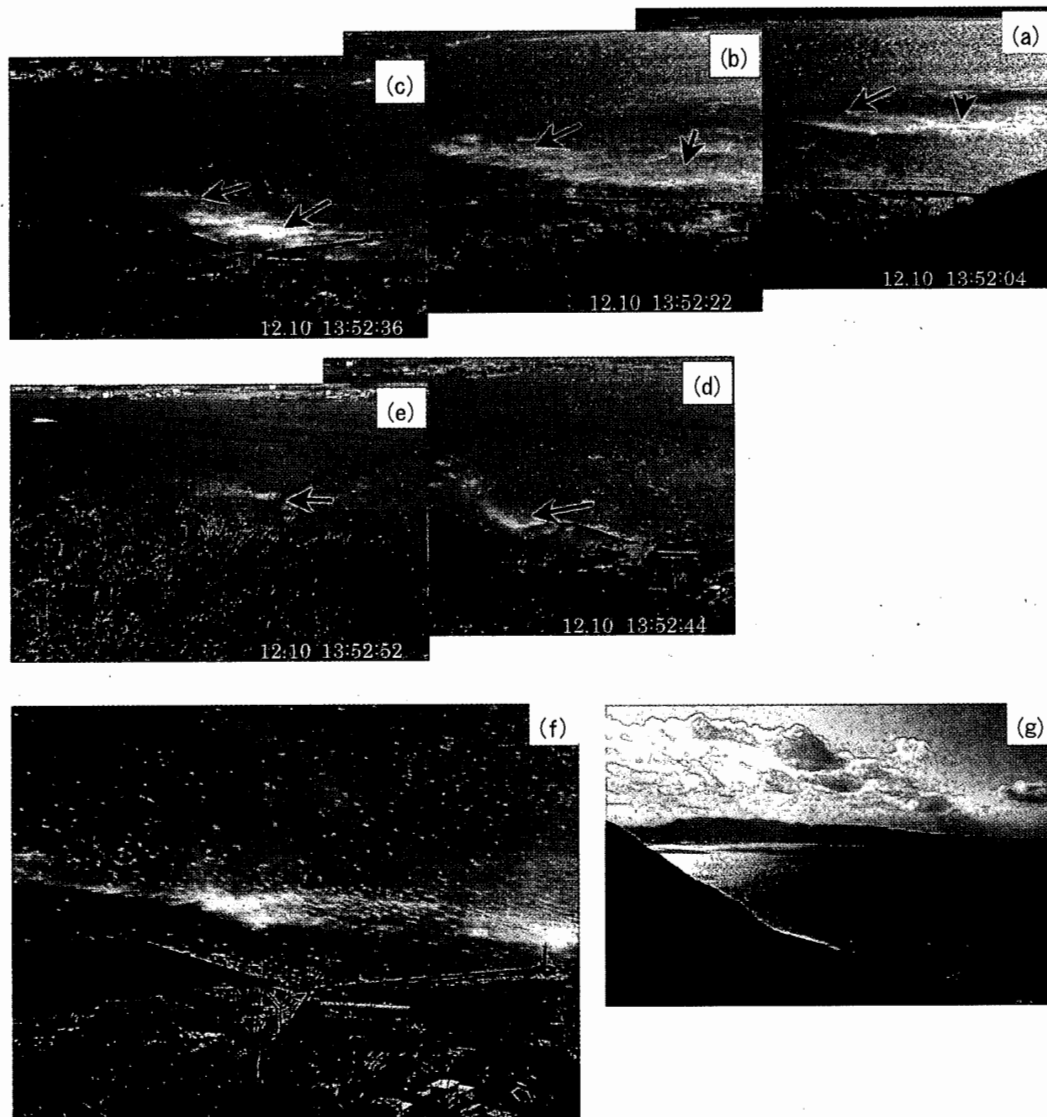


図23 「オトシ」(2002年12月10日)に伴うしぶき

(a)~(e)はしぶきの連続写真。矢印はしぶきの列の移動方向。日時は撮影時刻。(f)はしぶきが東浦の防波堤付近で吹き上げられている様子を示す。(g)は展望台より南西方向を写したもの。女木島の南西側における海面の様子を示す。

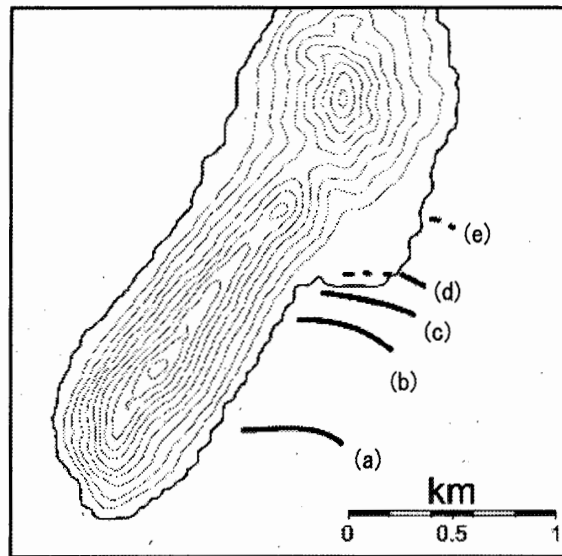


図24 写真から推定したしぶきの移動の様子
(a)～(e)は図23に見られるしぶきの列に対応している。

(図23 a)。その規模は、幅は数十mまたはそれ以上で、長さは最長約500mでやや弓状になっている。海岸線にほぼ直角方向のしぶきの列が、島の地形に沿って進行し、東浦に吹き付けている様子がわかる(図23 d)。一方、東浦に当たらなかったしぶきはそのまま北東に進み、展望台の東南東方向の海面付近で、上昇しながら消えていった(図23 e)。しぶきが東浦の防波堤付近で数10mの高さまで吹き上げられている様子を図23 f に示す。このように女木島の南東側ではダイナミックな現象が起きている。一方、その反対側である南西側海上(図23 g)では、白波は見られたが、島の南東側で見られるようなしぶきは見られなかった。

5. まとめ

女木島の東浦で発生する局地的強風「オトシ」の現地観測を2回の冬季に行った。「オトシ」は日本付近を低気圧が通過した後、冬型の気圧配置が強まり、瀬戸内海地域で西南西から西の風が卓越するときに発生する。「オトシ」の発現時間の長さは短いときで数時間、長いときで約4日間続くことがあり、ほぼ冬型の気圧配置の持続時間と一致する。「オトシ」は、南西から南にかけての強風で、これまでの観測で、最大平均風速20.2m/s、最大瞬間風速35.2m/s(2002年1月27日)を観測している。「オトシ」が吹くとき、風向の変動は少ないが、風速の変動は大きく、突風率も大きい。

「オトシ」の発生時における移動観測や目視による海面の観察から、西よりの季節風が卓越するとき、女木島南端に吹き付けた気流が地形によって曲げられて、島を回り込んで東浦に向かって進むことが分かった。しかし、風下側で風が強化される原因や、季節風に対して島影になると思われる地域で強風域が形成される原因については限られた観測データだけでは解明できない。今後、コンピュータを用いた数値シミュレーションなどによる検討が必要である。

女木島における局地的強風「オトシ」について

謝 辞

この研究を行うにあたって、観測期間中に風向風速計を女木東浦消防屯所に設置させていただいた高松市消防局、山頂展望台に設置させていただいた香川県および西浦に設置させていただいた高松市に感謝します。香川大学教育学部新見 治教授には貴重な意見をいただき、また、移動観測用の風向風速計を利用させていただいたことに感謝します。また、この研究を進めるにあたって、観測を手伝っていただいた吉田真純君（当時岡山理科大学学生、現香川大学教育学研究科大学院学生）に感謝します。

参考文献

- 青山茂行，1991：備讃瀬戸地域の島嶼における集落立地と風，香川大学教育学部卒業論文，地理学教室。
- 高橋清和，土井ひかる，2002：寒冷低気圧に伴う備讃瀬戸の西風強風について－2001年末～2002年の事例から－，日本気象学会関西支部，例会要旨集，第98号，25－28。
- 東條 操編，1951：全国方言辞典，東京堂出版。
- 徳川宗賢監修，1989：日本方言大辞典，小学館。
- 森 征洋・宮崎 勉，1987：マイクロコンピュータを利用した気象観測システムの開発－風の計測法の問題点の検討－，香川大学教育学部研究報告第Ⅱ部，第37巻，第1号，9－25。
- 日本国語大辞典刊行会編集，1973：日本国語大辞典，第三巻，小学館。
- 関口 武，1985：風の事典，原書房，961p。
- 高松市商工観光課，1957：鬼が島：観光学術読本編，103p。
- 柳田国男監修，民俗学研究所編，1955：総合日本民俗語彙，平凡社，第1巻，オオテ（p.210），オトシ（p.264）。
- 柳田国男編，1942：増補風位考資料，総合日本民俗語彙，明世堂。