

女木島における局地的強風「オトシ」について — 現地観測（その2） —

吉田真純¹⁾・森 征洋²⁾

The Strong Local Wind 'Otoishi' at the Island of Megijima
— Site Observation : Part 2 —

Masumi YOSHIDA 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 'Otoishi' .

The 'Otoishi' has been investigated by site observations. The 'Otoishi' 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 its 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 'Otoishi' .

Additional observations of the 'Otoishi' have been made during the winter of 2004 to 2005. When the prevailing westerly wind blows, mean wind speed at Higashiura is almost equal to that at the hilltop near the central part of Megijima. Moving observations of wind along the east coast have shown that the wind speed gradually increases and reaches a maximum at Higashiura.

1) 日本気象協会（香川大学大学院教育学研究科2005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よりの強風が吹く。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るしぶきから家屋を守るため、海岸近くの民家では「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。この地域で防風垣をオーテと呼び、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前報（渡邊・森，2004）で論じた。

冬季、季節風の風下側になるとと思われる地域で、このような防風垣が設けられるほどの強風が吹き、島の住人の生活にも大きな影響を与えている特異な現象について、これまで、定量的な観測はほとんど行われてこなかった。渡邊・森（2004）はオトシの実態をとらえるために、現地で冬季に固定観測地点を設けて風の観測を行った。その結果、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が発生し、風下側の東浦での風速は風上側の西浦より大きく、さらに中央付近の山頂での風速よりも大きくなる場合があることを観測により明らかにした。オトシ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、女木島南端で気流が地形によって曲げられて、島を回り込んで北東～北北東に進み、東浦で南よりの強風となることが分かった。しかしながら、南端付近で固定観測は行わなかったため、今回、南端の峰に観測点を設置するとともに、より詳細な移動観測を行って、南端を回り込んで東浦に向かう気流について詳しく調べた。

2. 女木島の地形とオーテ

女木島は高松港から沖合約4kmの位置にある。島の地形的な特徴については前報で詳しく述べた。図1に女木島の北部を除く地形図を示す。島の中央北側に、標高187mの鷺ヶ峰と呼ばれる円錐形状の峰がある。この峰から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の峰がある。この峰には名前は付けられていないが、ここでは仮に南峰と呼ぶことにする。これら2つの峰の間に小さな峰があり、この峰と鷺ヶ峰の間は鞍部となっている。南峰から南端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。

オーテの外観については前報でも示したが、別の角度から写した写真を図2に示す。石を積み上げて作られた堅固な構造をした垣が家屋をオトシから守るために南に面して、東西に延びる道路に沿って連なっている。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みられない（高松市商工観光課，1957）。

3. 観測方法と観測結果

3.1 使用測器と観測点の配置

今回の観測では図1に示す3地点（東浦、鷺ヶ峰、南峰）で風の定点観測を行った。風向風

女木島における局地的強風「オトシ」について

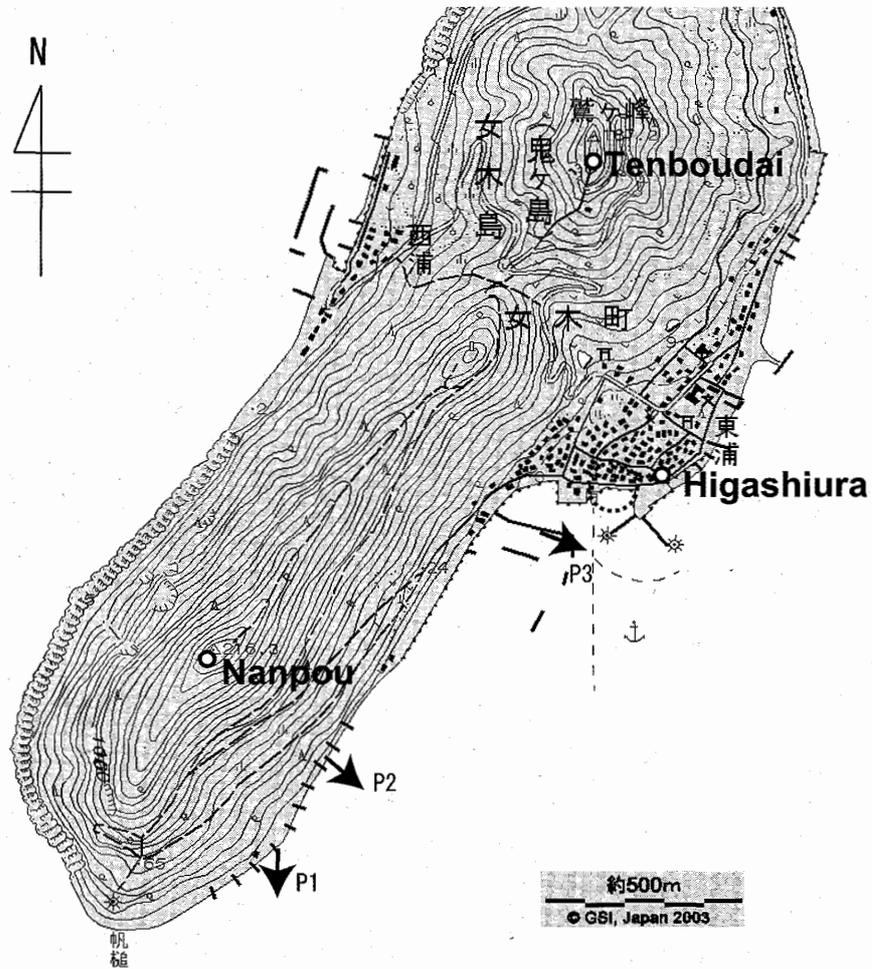
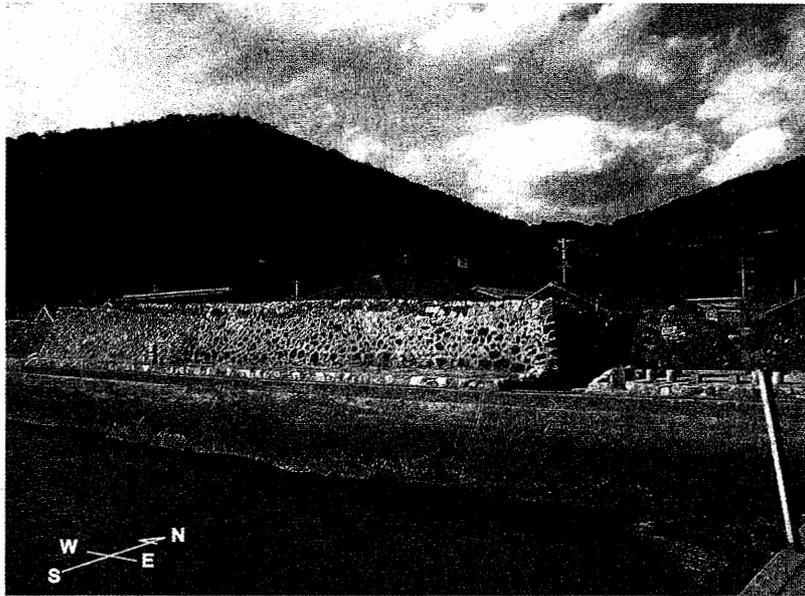


図1 女木島の地形図。建設省国土地理院25000分の1の地形図を使用。丸は定点観測を行った鷺ヶ峰展望台 (Tenboudai), 東浦 (Higashiura), 南峰 (Nampou) の位置。小円 (点線) は図2のオオテの位置。P1, P2, P3は図10の海面を撮影した位置。

速計を、3地点のうち、東浦と鷺ヶ峰は前回と同じ、高松市消防局女木東浦屯所の櫓の最上部と鷺ヶ峰山頂展望台にそれぞれ設置した。風向風速計の設置状況は前報の図6と同様である。今回新たに観測点を設けた南端付近の地形を図3に示す。南峰では図4に示すように、最高点にある二等三角点の近傍に風向風速計を設置した。各観測地点における風向風速計およびその設置高度などは表1に示した。

3.2 オトシの事例

ここでは、観測データの中から2005年1月31日から2月2日に見られたオトシについて、その特徴を見てみる。この期間の総観場は図5の地上天気図に示すように、1月30日に北海道を通過した温帯低気圧がオホーツク海で発達し、1月31日から2月2日まで、西高東低の強い冬型の気圧配置が継続した。とくに西日本では気圧場から求められる地表地衡風の風向が北北西となり、



(a)



(b)

図2 オーテの写真。図1の小円（点線）で示したところを南東側 (a) および南西側 (b) から撮影。南西側からの写真は女木島漁業協同組合事務所2階より撮影。2004年10月14日撮影。

女木島における局地的強風「オトシ」について

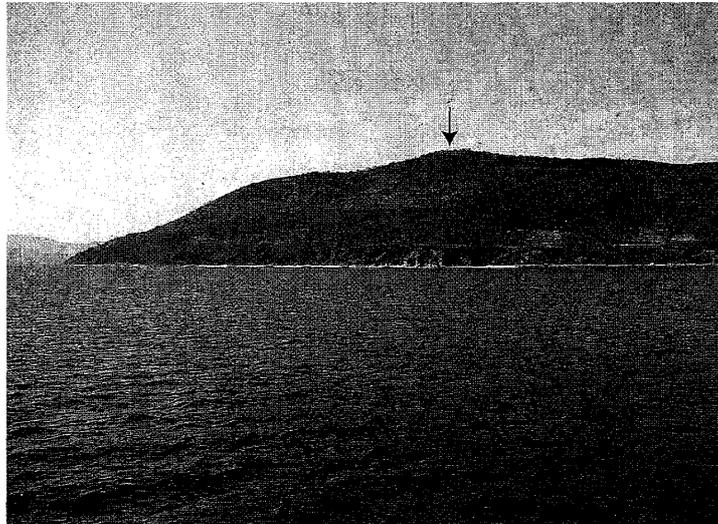


図3 女木島南端付近の地形。東側より撮影。
矢印は風向風速計の設置場所。

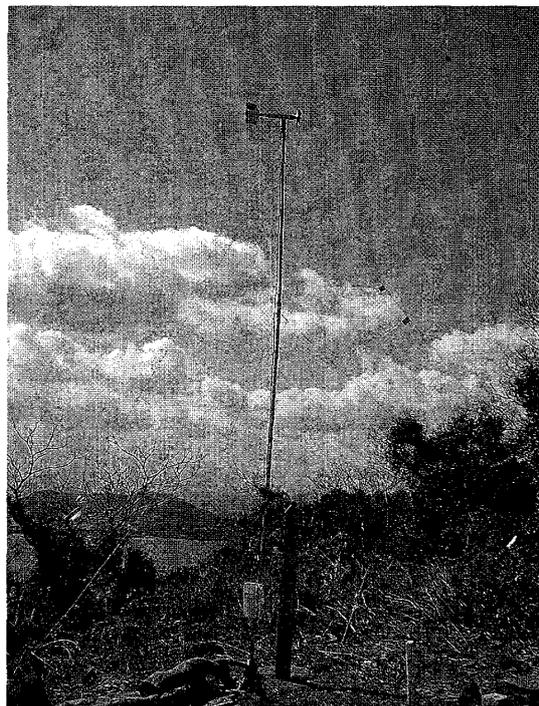


図4 南峰における風向風速計の設置状況。
右側下の石柱は三角点。

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
南峰	216m	風車型風向風速計, コーナシステム, KADEC-KAZE	5.4m
移動観測		風車型風向風速計, コーナシステム, KADEC-KAZE	3.5m

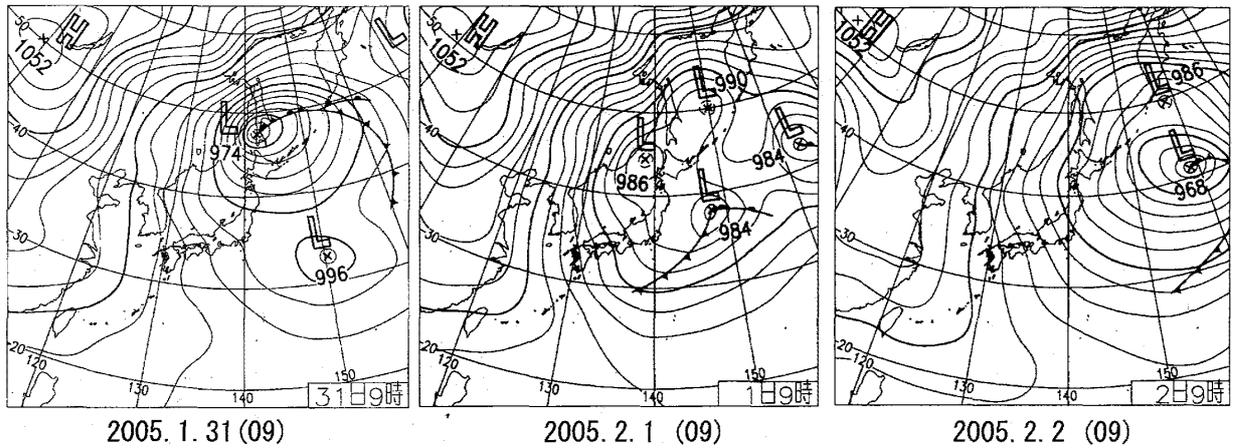


図5 2005年1月31日から2月2日までの地上天気図。

瀬戸内海地方中央部で西よりの強風が吹きやすい気圧場が持続した (森, 1985)。

この期間 (1月31日 - 2月2日) について, 女木島近くの気象観測所である高松地方気象台 (以下高松と略記) と多度津特別地域気象観測所 (以下多度津と略記) における風について見ると, 両地点とも西よりの風が吹き続き, 2月1日に高松で最大風速11.1m/s (西), 最大瞬間風速24.2m/s, 多度津で最大風速11.1m/s (北西), 最大瞬間風速21.2m/s (西) を記録した。高松のAMeDAS (地域気象観測網) の10分ごとの10分間平均風速と風向の時系列を図6に示す。この図には女木島の展望台における風も比較のため示した。展望台での風の観測中, 2月1日16時に風向風速計を取り付けた支柱の支線の一つが強風によりはずれたため, 方位の設定に16方位でほぼ1方位に相当する時計回りのずれが生じた。そのため, この図では以降の風向のデータは除いた。高松の風向はほぼ西南西から西北西の間を変動している。高松と展望台の風向を比較すると, 高松で西南西の場合, 展望台では西となり, 高松で西から北西の場合, 展望台では西北西の風となる傾向がある。展望台での風速は高松の2倍程度の大きさで, ほぼ同じ形の時間変化をしているが, 1月31日12時ころのように, 展望台と高松の風速が接近する場合もある。高松の風向別に, 高松の風速に対する展望台の風速比を求めてみると, 高松の風向が西南西, 西, 西北西, 北西の場合, 風速比はそれぞれ1.4, 1.9, 2.0, 2.1となる。したがって, 高松における風向が西から北西の場合に, 展望台では風向が西北西で風速は高松の約2倍になる。一方, 高松の風向が西南西の場合には,

女木島における局地的強風「オトシ」について

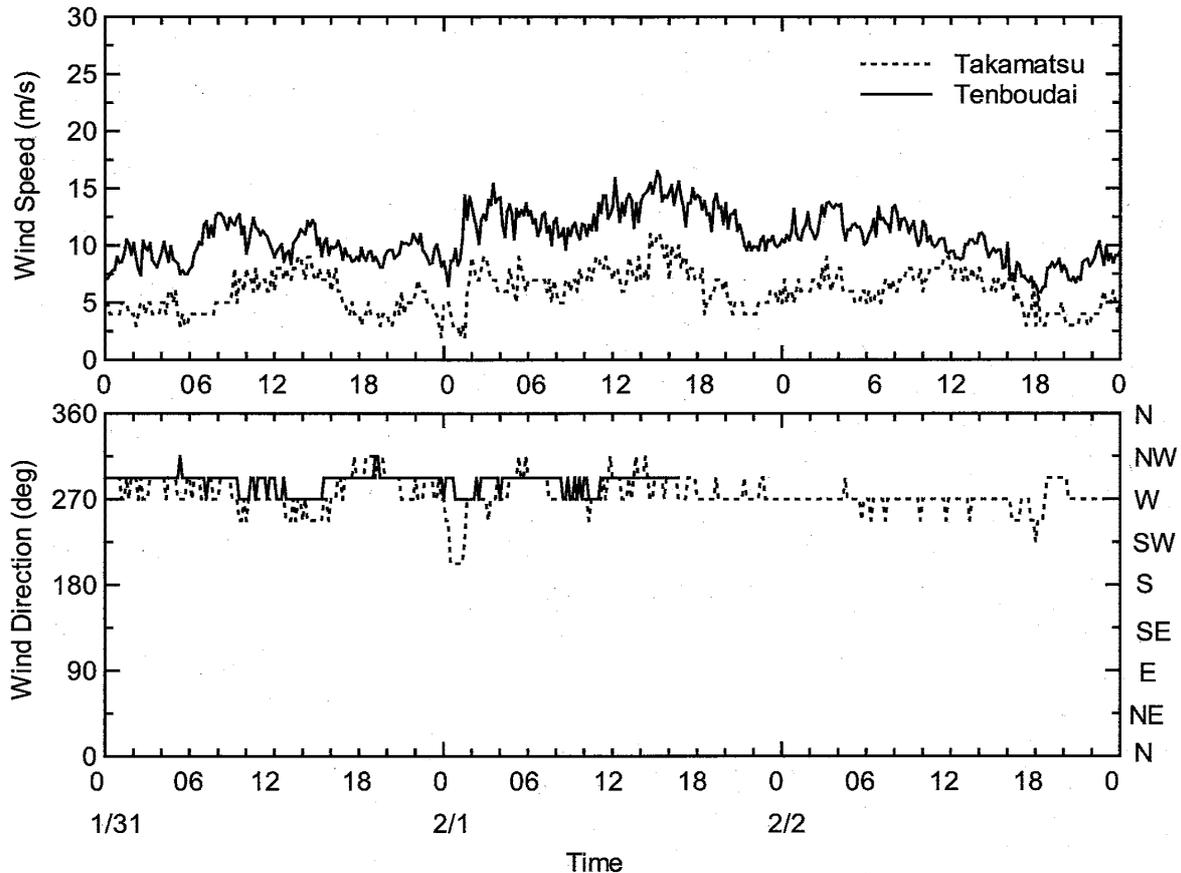
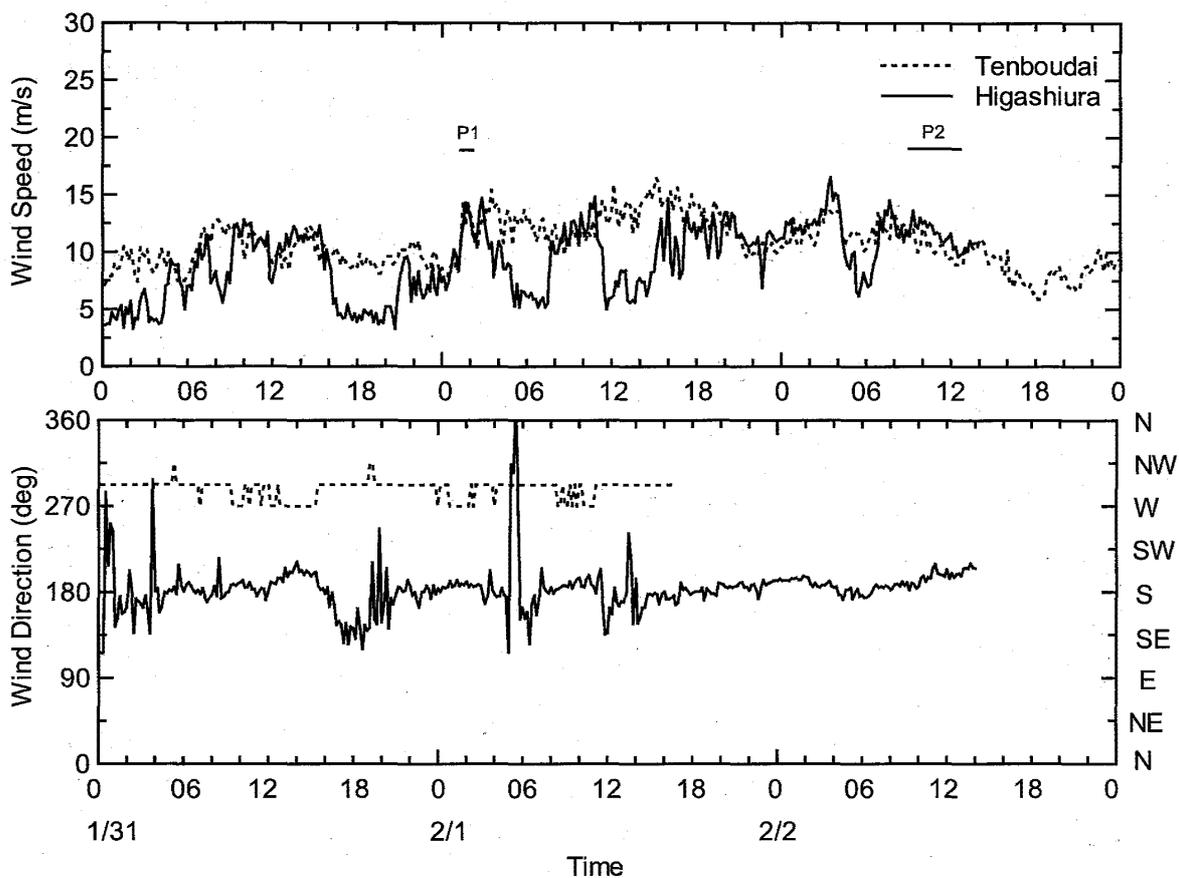


図6 2005年1月31日から2月2日までの高松と展望台における風の時系列。風向・風速ともに10分ごとの10分間平均値。実線は展望台，点線は高松。

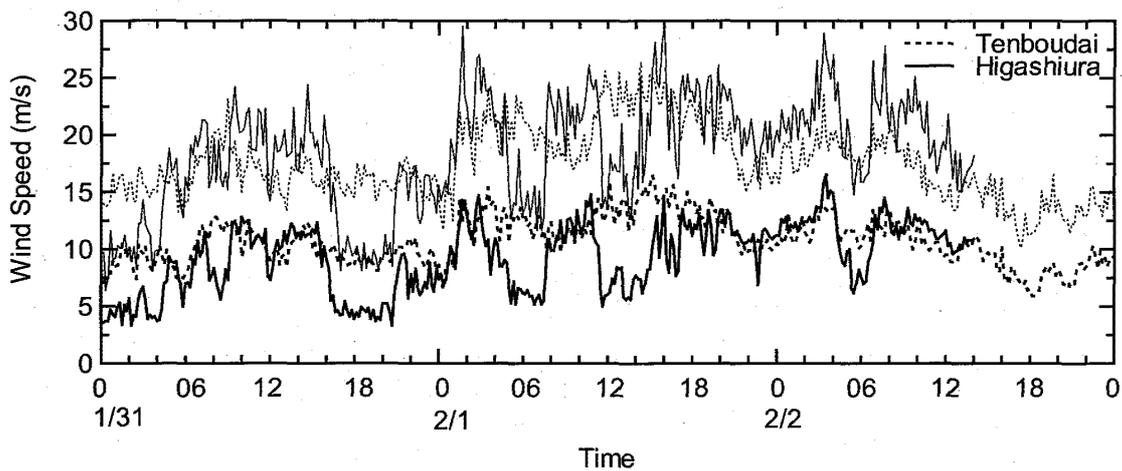
展望台では風向が西で風速は高松の1.4倍となり，高松と展望台の風速の差は小さくなる。

この期間の東浦と展望台における10分ごとの10分間平均風向・風速と最大瞬間風速の変動を図7に示す。先に述べた事情により展望台の風向は2月1日16時までしか示していないが，その後の風向も補正をすると西または西北西で，この間，西よりの風が吹いている。東浦では平均風向の変動の大きいところもあるが，全体的に南よりである。平均風速は変動が大きい，10m/sを超える強風がしばしば吹き，オトシが発生していたことを示している。展望台と東浦の平均風速を対比すると，例えば，1月31日の13時から15時のように東浦の風速が展望台とほぼ同程度になる場合と，1月31日16時から21時のように東浦の風速が展望台の半分程度になる場合がある。東浦の平均風速が展望台と同程度になる場合は，最大瞬間風速は展望台より東浦の方が大きくなる傾向がある。

両者の風向・風速データがそろっている期間における10分間ごとのデータセットは244あり，そのうち展望台の風向が西の場合が50例（20%），西北西の場合が191例（78%）で合わせて241例（98%）ある。そこで，西よりではあるが1方位だけ異なるこの2つの風向について東浦の風との対応関係を調べてみた。



(a)



(b)

図7 2005年1月31日から2月2日までの東浦と展望台における風の時系列。(a) 平均風速・平均風向。実線は東浦，点線は展望台 (b) 平均風速と最大瞬間風速。細い実線は東浦，細い点線は展望台。平均風速・風向は10分ごとの10分間平均値，最大瞬間風速は10分ごとの値。

女木島における局地的強風「オトシ」について

展望台の風向が西の場合、東浦での風向は南（58%）または南南西（42%）である。展望台に対する東浦の平均風速と最大瞬間風速（10分間）の比の平均は、東浦の風向が南の場合は、それぞれ1.0と1.2、南南西の場合は1.1と1.2で、東浦では、展望台での平均風速と同程度か、やや大きい値となり、最大瞬間風速は2割程度大きな値となる。

展望台の風向が西北西の場合、東浦の風向は南（58%）、南南東（19%）、東（9%）、南南西（7%）、その他7方位（合わせて7%）で、ばらつきが大きい。展望台に対する東浦の平均風速と最大瞬間風速の比の平均は、東浦の風向が南の場合、0.8と1.0、南南西の場合、0.6と0.9であるが、その他の風向の場合、0.5程度、0.6～0.7程度となる。これらのことから、図7の時系列に見られる両地点の風速の対応関係は展望台における風向の小さな変化によって大きく変化することが分かる。展望台の風向が16方位で西から西北西の45度の範囲内にあつて、さらに狭い特定の範囲にある場合に、東浦で強風が吹くと考えられる。孤立峰にある展望台における風向は一般的な風向を反映しやすいと考えられるので、一般風の風向が西よりで特定の狭い風向範囲のときにオトシは発生すると考えられる。

先の期間における展望台と南峰の風の変動を図8に示す。南峰の平均風速は展望台の半分程度で、南峰の最大瞬間風速が展望台の平均風速と同程度となっている。南峰の風向は展望台の風向より16方位の1方位時計回りにずれる傾向がある。例えば、展望台で西の場合、南峰では西北西となる。

オトシが吹いている時の風速分布の例として、2月1日01時10分～02時10時の1時間（図7aの図中のP1に相当）の場合について見てみる。この1時間の平均風速・平均風向をベクトルで、また、平均風速 V および最大瞬間風速 V_{max} を数値で図9に示す。平均風向をみると、展望台では西風となっているのに対し、東浦では南風となっている。平均風速は展望台で12.9m/s、東浦で12.7m/sとなっており、両地点とも同程度である。南峰では風向は西北西となり、平均風速は6.3m/sで、展望台・東浦の約半分となる。最大瞬間風速についてみると展望台21.2m/s、東浦29.5m/s、南峰16.9m/sとなっており、東浦では展望台の1.4倍となっている。南峰は標高が女木島で一番高いにもかかわらず、平均風速も最大瞬間風速も展望台より小さくなっている。

3.3 オトシの移動観測

オトシが発現しているときの風の分布を調べるため、2005年2月2日に移動観測を行った。観測を行った時間は8時50分から12時40分までの3時間50分で、図7(a)の図中のP2に相当する。これまでの研究でオトシが発生するとき、南よりの風が出現し始めるとされている島の南端の東側海岸より海岸線に沿って観測を行った。図10(中)に示すように、風向風速計を長さ3.5mの支柱に取り付け、測定予定地点を順に移動しながら、それぞれの地点で10分間の平均風向風速の観測を行った。移動観測中の展望台での風は、風向計の初期設定がずれたため図7(a)では風向はプロットしていないが、ずれを補正すると西または西北西となっていた。また、平均風速は10.3m/sであったが、風速は一定ではなく、観測を開始した09時ころは約12m/sであったが、その後ゆるやかに低下し、最後の観測を行った12時40分には約9m/sとなった。そこで、移動観測を行った地点の風速を、それぞれの観測時刻における展望台の風速に対する相対比で表した。

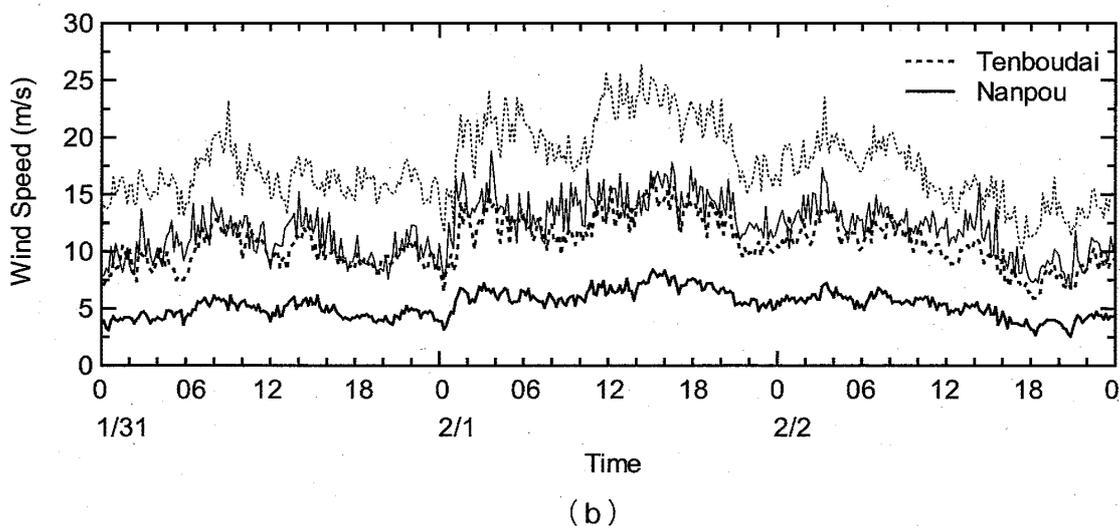
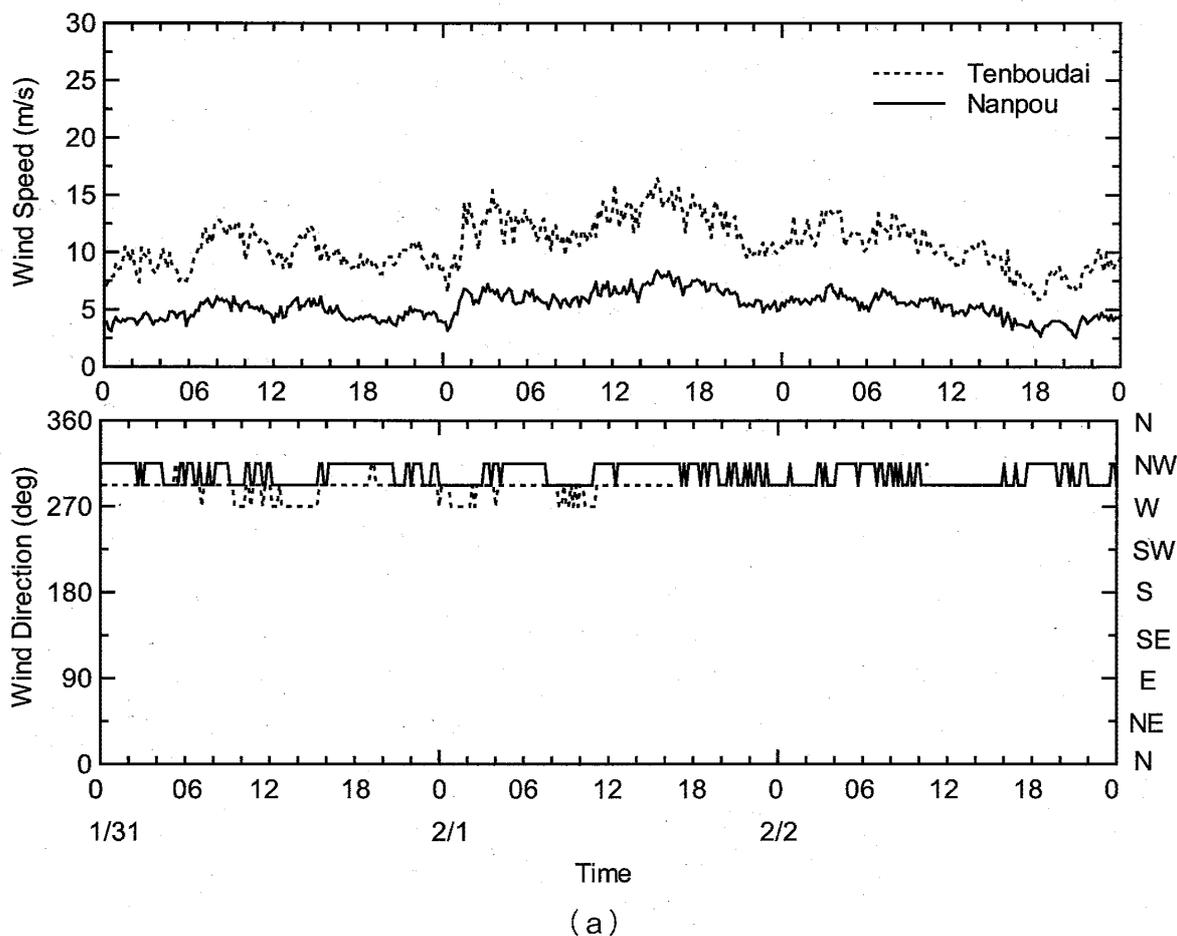


図8 2005年1月31日から2月2日までの南峰と展望台における風の時系列。(a) 平均風速・平均風向, 実線は南峰, 点線は展望台。(b) 平均風速と最大瞬間風速。細い実線は南峰, 細い点線は展望台。平均風速・風向は10分ごとの10分間平均値, 最大瞬間風速は10分ごとの値。

女木島における局地的強風「オトシ」について

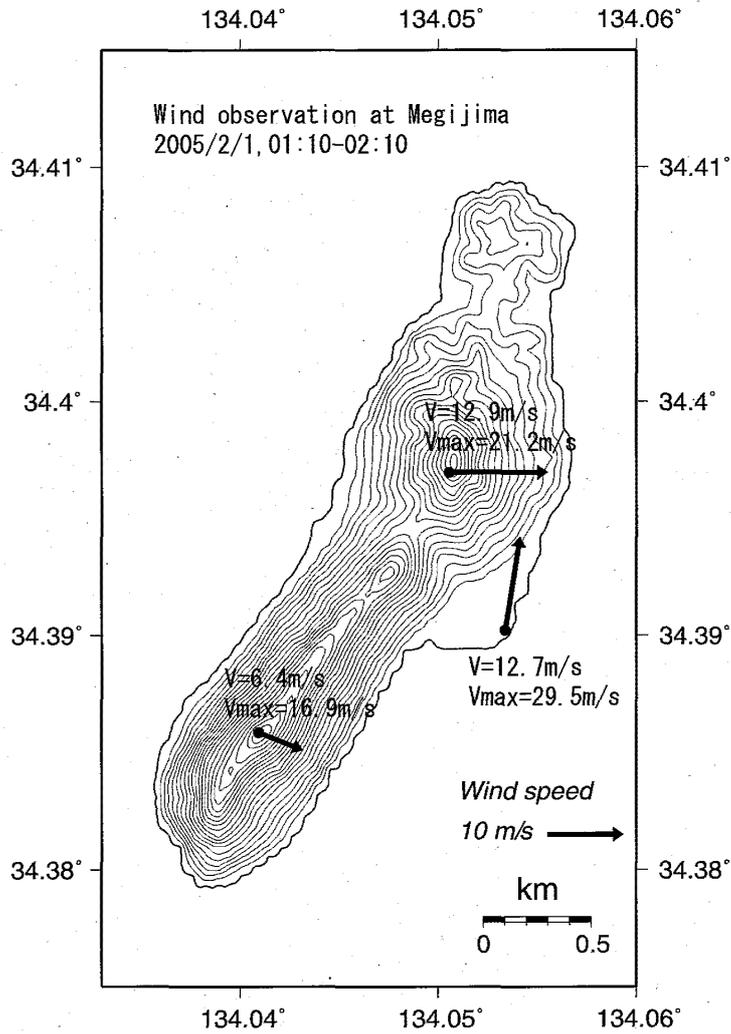


図9 オトシ発生時における風の分布の例 (2005年2月1日, 01:10-02:20)。1時間の平均風向・風速をベクトルで示し, 1時間の最大瞬間風速を数値で示す。

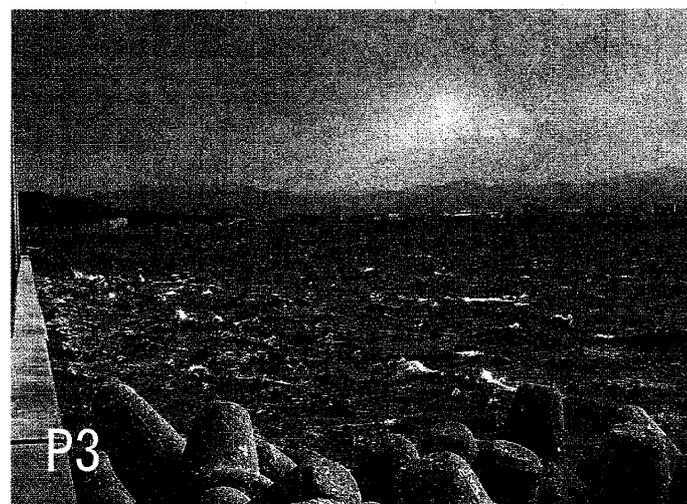
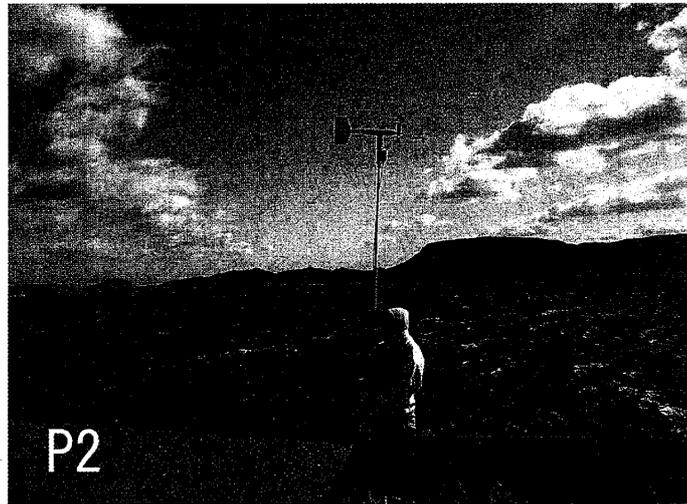


図10 移動観測時の海面の様子（2005年2月2日）。
P1, P2, P3の位置は図1に示す。

女木島における局地的強風「オトシ」について

展望台での風速を1として規格化した移動観測の結果および、この間における展望台、東浦、南峰の平均風速・平均風向を図11に示した。展望台・南峰では西北西の風が吹いている。島の南端東側から東浦までの海岸線付近では風向は南よりの風となっている。しかしながら、風向にはばらつきがあり、海岸線の走向に沿う南西から南南西の場合以外に、島の南東側斜面に向かう南南東となる地点もある。このような尾根上の風向とは逆向きに近い風向となることが観測され、反流が形成されていることを示すものとして注目される。このような傾向は、これまでの観測においても見られている（渡邊・森, 2004）。南峰の風速は山頂にあるにもかかわらず展望台の半

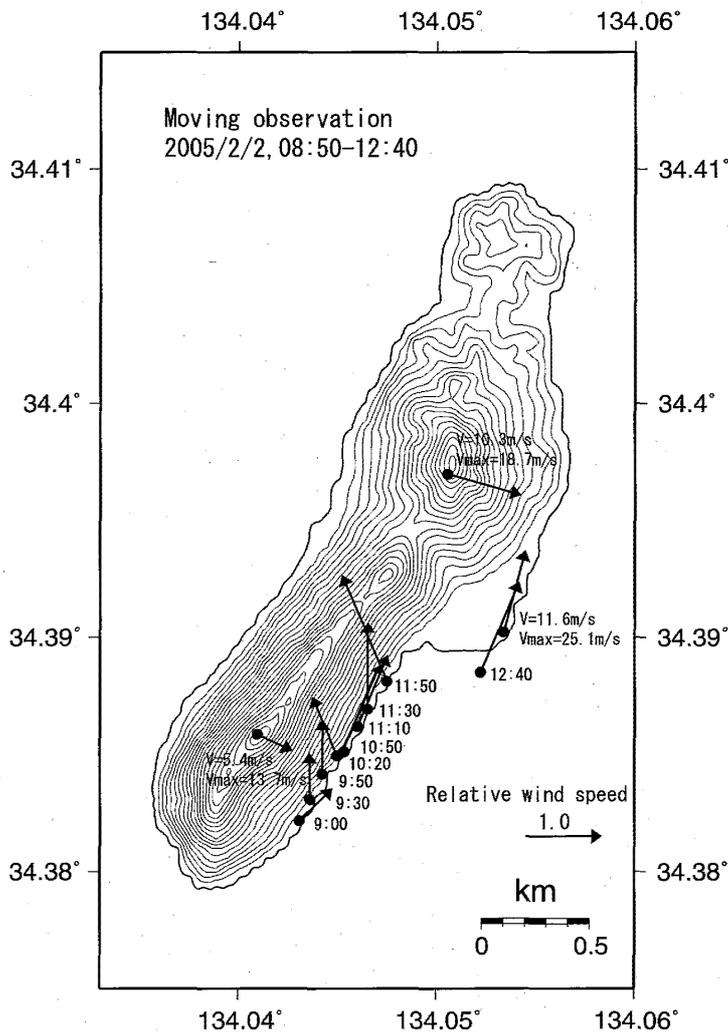


図11 移動観測によるオトシ発生時の風の分布。移動観測時の各地点の風速は、観測時刻の展望台の風速に対する比で表してある。定点観測地点については、移動観測時間（3時間50分）における平均風速を展望台の風速に対する比で表し、最大瞬間風速Vmaxを数値で示す。

分程度である。南峰の東側の海岸では風向は南よりで、風速は南峰と同程度である。風速は海岸線に沿って東浦に近づくと大きくなっており、東浦では展望台の風速より大きくなっている。

移動観測中、海面の観察も行った。図10に3地点から見た海面の様子を示す。島の南端付近(図1のP1)から南方向の海面について見ると、西側(右側)から中央付近までは風波の波頭は砕けていないが、東側では一部、波頭が砕けて白く見える部分がある。小さな波が立った状態であり、気象庁風力階級では風力4に相当する。この場所より東浦に近いところ(P2)では、波頭が砕けているところが多くなっている。波頭が立っている状態なので、風力5に相当する。東浦(P3)では、海面が激しく波立っており、泡やしぶきが飛ぶ状態で、風力6に相当する。このようなオトシ発生時の海面の様子は渡邊・森(2004)の目視観測の結果とも一致する。ただし、今回の事例では、オトシに伴ってしぶきが高く巻き上げられるという現象は見られなかった。

4. まとめ

女木島の東浦で発生する局地的強風「オトシ」は、瀬戸内海地域で西より風が卓越するときに発生し、女木島南端で気流が地形によって曲げられて、島を回り込んで進み、東浦で強風が吹くことが明らかにされている。今回はこれまで行われることのなかった南端付近の峰に観測点を設置し、定点観測を行うとともに、より詳細な移動観測を行って、南端を回り込んで東浦に向かう気流について詳しく調べた。

その結果、西よりの季節風が吹くとき、南端付近の山頂の風速は中央付近の山頂の半分程度であり、南端の東側の海岸付近における風速も南端付近の山頂と同程度であることが分かった。南端付近から東浦に向かうにつれて風速は次第に増加し、東浦で最大となる。オトシは一般風の風向が西よりの特定の狭い風向範囲のときに発生し、東浦では風向は南よりで、平均風速で見ると、中央北側の山頂と同程度かそれよりやや大きい風が吹き、最大瞬間風速で見ると、山頂のそれより2割くらい大きな突風が吹くことが明らかになった。

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、鷲ヶ峰山頂展望台に設置させていただいた香川県、および南端山頂に設置させていただいた高松市雌雄島財産区に感謝します。写真撮影の便宜をいただいた女木島漁業協同組合事務所に感謝します。また、観測を手伝っていただいた香川大学教育学部学生・大学院生(当時)の吉原智映君、紀井伸章君、平木義章君、高橋一栄さんに感謝致します。

参考文献

森征洋, 1985: 地衡風と地表風の対応について—多度津・岡山の場合—, 天気, 32, 523-529.

高松市商工観光課, 1957: 鬼が島: 観光学術読本編, 103p.

渡邊匡央, 森征洋, 2004: 女木島における局地的強風「オトシ」について—現地観測—, 香川大学教育学部研究報告, 第II部, 54, 75-101.