

船舶の安全運航における気象・海象情報の活用について

東京海洋大学 教授 庄司 りり

◆ はじめに

過去の5億年にわたり地球の気候は変動してきたが、現代は地球に氷河が存在する時期、すなわち氷河期であり、1万数千年前に氷期が終了し、現在まで間氷期が続いているとされている。産業革命期以降は一貫して地球の平均気温は上昇し続け、世界の年平均気温は19世紀後半以降100年あたり0.72℃の割合で上昇している。このような平均気温の上昇は過去1万数千年の間にはみられなかった変化であり、二酸化炭素（以下、CO₂）など人類起源の温暖化ガス排出量の増加に伴う温室効果によるもの（地球温暖化）であるということが気候科学者によってほぼ断定されている。

地球温暖化による平均気温の上昇は、大気中の水蒸気を増大させて大雨の頻度を徐々に増やすが、一方で年間の降水の日数は減少し、渇水をもたらすこととなる。また、降雨パターンが変動し、水害、森林火災、台風などの巨大化や熱波の発生数増加が引き起こされる。気温上昇による北極海氷面積の減少や南極などの氷床の不安定化は、生態系への影響や海面水位上昇による国土消失の危機につながっている。その他、農作物への影響による食料不足、暑熱による死亡リスクの増加、洪水、土砂災害の増加、河川流量変化の増大など、身近なところでも大きな影響が懸念されている。近年は集中豪雨や熱波といった異常気象といわれる自然災害が世界各地で頻発しているが、この異常気象は地球温暖化との関係が指摘されることがある。ただし、利用される過去の記録には種々の問題点も多く、将来の変化についてはまだ不確実な点も多いとされている。

本稿では、最近の気象・海象の変化として強化しているといわれている台風について、風・波が船の航行に与える影響や安全運航に向けた気象情報の活用について述べていく。

◆ 船舶運航における地球温暖化への対処

2015年12月合意され、2020年始動するパリ協定では、産業革命以降の世界の気温上昇を2℃未満に抑え、1.5℃未満を目指すことを目的に、21世紀後半に人間による温室効果ガスの実質的排出量をゼロにすることを目標とした。船舶運航に関しては、2014年の国際海事機関（IMO）の調査によると、国際海運から排出される温室効果ガス（GHG）はそのほとんどがCO₂であり、2012年の排出量は約8億トンとされている。これは、世界全体から排出されるCO₂の総排出量の約2.2%であり、ドイツ1国分の排出量に相当する。2016年に開催されたIMOの第70回海洋環境保護委員会（MEPC70）で議論が開始され、2018年のMEPC72において、GHG削減目標とGHG排出削減策を盛り込んだ日本提案が

「船舶から排出される温室効果ガス削減に関する IMO 初期戦略」として採択された。

温室効果ガス削減に関する詳細は、国土交通省や IMO の情報を参照されたい。^{1),2)}

◆ 最近の気象・海象の変化と船舶運航

地球温暖化は地球の平均気温を数度上げるというだけでなく、大気や海洋の大きな流れの変化などを通じて、温帯低気圧の経路、台風、豪雨や干ばつの頻度や強度など、様々な気象現象の様相を変化させている可能性がある。特に台風の強大化に伴う高潮偏差の増大・波浪の強大化、海面水位の上昇による災害リスクの高まりなどは、船舶運航や関連港湾施設に影響が大きい。熱帯低気圧の将来予測としては、「その発生個数は減るが強い台風の割合は増える」というのが有力な説であるが、さらなる研究が必要とされている。台風第 23 号(ハーロン)は、2019 年 11 月 5 日 21 時に、南鳥島近海で中心気圧 905 hPa、最大風速 60 m/s (中心付近)、最大瞬間風速 85 m/s の「猛烈な台風」に発達し、今年最強の台風となった。

温暖化により大気の循環が変わり、東アジアではジェット気流を北縁に持つチベット高気圧が縮小するため日本付近でジェット気流の北上が遅れるといわれている。ジェット気流の北上が遅れると、梅雨の期間が長引き、雨の降り方が変わってくる。また、ジェット気流の変化により、日本の南海上で西風が強まり、台風はこれに流されるように、より東寄りの進路をとるようになる。ジェット気流の変化により日本の南海上で移動方向が東寄りに変化すると、現在では朝鮮半島や西日本に上陸する台風のうちのいくつかは、東日本に上陸するか日本の東海上を進むようになると考えられる³⁾。また、日本の南東海域は台風を中心に近くなり、台風の右側半円(危険半円)の海域が東側に広がることとなる。これにより、日本の太平洋側を航行する船舶への影響が大きくなる。

2019 年 10 月の台風 19 号について、図 1 に経路(気象庁ホームページより)を、図 2 に 10 月 12 日 18:44 の波の状態を示す(東京海洋大学先端ナビゲートシステムによる沿岸波浪数値予報モデル GPV より)。図 2 では、高波高域が日本の東側に広がっており、台風から避難するためには離れた海域への移動が必要となる。

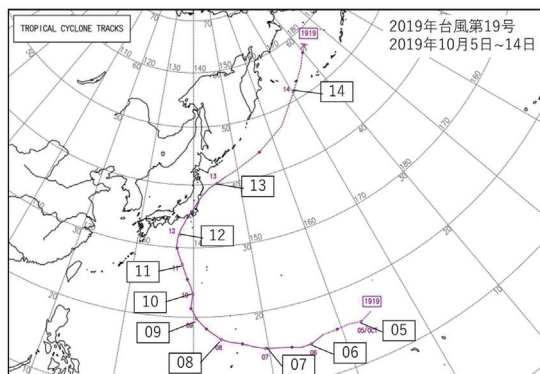


図 1 2019 年台風第 19 号の経路
出典：気象庁ホームページより

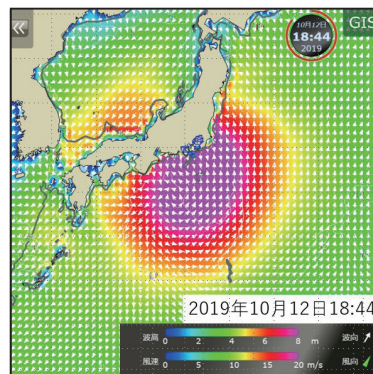


図 2 2019 年台風第 19 号の波
出典：東京海洋大学先端ナビゲートシステムによる
沿岸波浪数値予報モデル GPV より

図3は、図2とほぼ同時刻の拡大図で、東京湾の川崎沖まで4m以上の波高域となっている。なお、図中の△（航行中）や□（停泊・錨泊中）はAISによる船舶を示している。この時東京湾に錨泊していた船舶は約300隻で、平成30年9月の台風第24号接近時の錨泊最大隻数492隻より大幅に減少した。図3の駿河湾東側に、台風避難のため漂流している船舶が確認できる。

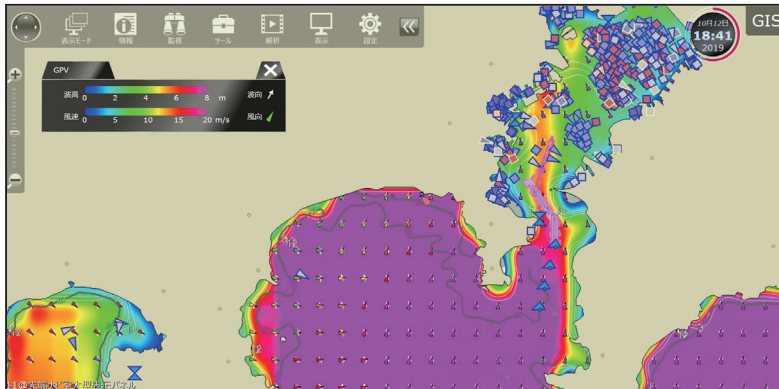


図3 2019年10月台風第19号接近時の東京湾付近の状況

波浪の将来変化については、IPCC（第5次評価報告書（2013年））によると、北半球中緯度における平均的な波高の減少（日本周辺は将来変化が大きく、波高が10%および周期が5%前後減少すると予測されている）や、南半球中高緯度における平均的な波高の増加が予測されているが、わずか4つの予測結果をまとめたもので、予測の不確実性や温暖化シナリオ毎の評価まで至っていない。

◆ 風・波による船舶運航への影響

航行中の船舶は、風や波の影響を受けることで船速が低下し、機関出力が変化し、船体運動が引き起こされる。大洋航海をする場合に、より最適な航路選定を行うには、これらの影響を出来るだけ精度良く推定する必要がある。

風や波による船速低下、機関出力、船体運動などについては、船体運動をストリップ法や運動方程式から理論的に推定する方法^{4), 5)}と、実航海のログブックの解析や波高計データ解析などの航海実績のデータを基に推定式を作成して推定する方法^{6), 7), 8)}などが用いられている。また最近は、AIの手法を用いる研究も進められている。

波浪中の速力やエンジン出力を求められれば、等時間曲線法やダイナミックプログラミングなどの最適化手法を用いて、最適航路選定シミュレーションを行い、最適航路を求めることができる。図4は、最適航路の考え方を図示したものである。最適航路は戦略的な航路選定であり、局所的な荒天域を避けるといった戦術的な荒天避航とは異なることに留意する必要がある。

図5は、コンテナ船（41442G/T、247.85mLpp、32700psのディーゼルエンジン1

基搭載) のポエジレコーダから得られた遭遇波高、機関軸馬力、プロペラ回転数、風向の各データを用いて、プロペラ回転を 72rpm とした場合の、波浪中における速力を解析した結果である。速力を推定する場合、船体動揺による運航限界を考慮する必要があり、ここでは船首上下加速度の限界値を 0.8 g、その限界発生確率を 1/1000 と設定して、その確率が発生する速力を運航限界速力とした。シミュレーションでは、速力が運航限界速力以下となるまでプロペラ回転数を下げる必要がある。図 5 より、プロペラ回転数が 72rpm の場合、船首からの波向きが 0°のときは波高 5.6m、30°のときは波高 6.1m、60°のときは波高 8.1m で速力が運航限界速力を超えることがわかる。エンジン出力については、エンジン負荷が増大(エンジン過負荷)しないように制限する必要がある。

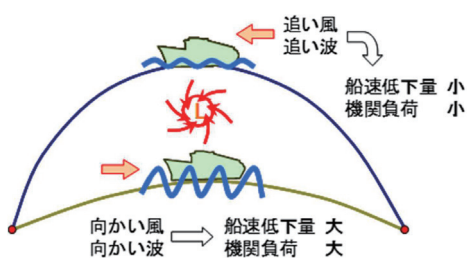


図 4 最適航路の考え方

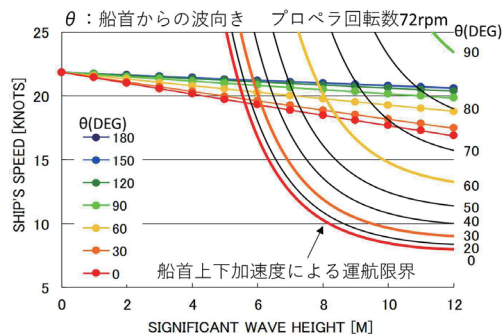


図 5 コンテナ船の速力曲線

また船体動揺については、図 6 に示すような、様々な危険な状況避ける必要がある。航海中の船舶は、複数方向からの風浪やうねりを受けるため、波の力によって上下揺れ、縦揺れ、横揺れが繰り返される。また波の波長と船長との関係で、ホギング、サギング、ツイストといった、大きなたわみが船体に発生し、船体破損を招くこともあり、注意が必要である。

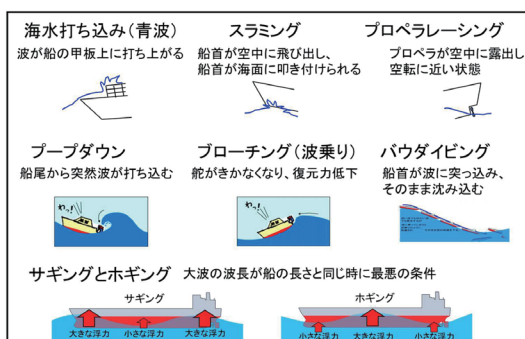


図 6 様々な船体動揺と危険な状態

図 7 および図 8 は、東京 - サンフランシスコ間の東航および西航について、冬季 4 カ月分の 5 日ごとの最適航路の計算結果を示したものである。冬季の北太平洋は、低気圧が黒点線で示すように、大陸から日本を横切りアラスカ湾に東進する特徴がある。図 7 の東航については、低気圧の経路が多少ずれた場合でも、東進する低気圧の南側に航路を設定することで追い風・追い波の状態で航行することができるため、比較的まとまった最適航路群が得られる。図 8 の西航については、低気圧の経路が南北にずれた場合の強い向かい風・高い向い波を避けるため、最適航路がベーリング海経由からラムライン付近ま

での広がりを持つことになる。この場合、それぞれの最適航路では、航海時間、航行距離、燃料消費量が大きく異なるが、遭遇する気象・海象状況も異なることになる。

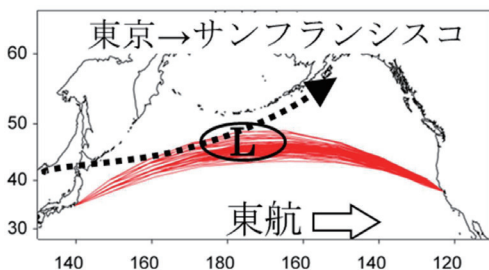


図7 冬季の最適航路群例（東航）

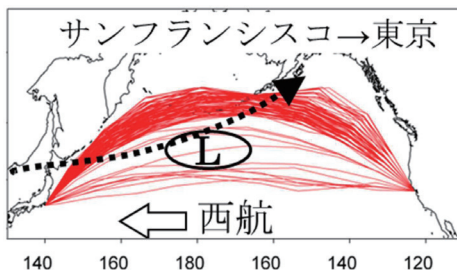


図8 冬季の最適航路群例（西航）

◆ 気象情報などの活用について

最適航路選定を行うためには、その船舶が航海する可能性のある全海域について、予測される全航海期間についての、風、波、海流などの予測値が必要である。これらについては、気象や波浪モデルを利用して数値シミュレーション計算も可能であるが、気象機関や気象会社などから提供される数値予報モデルの出力を利用することが多い。気象機関では、予報する目的に応じて幾つかの数値予報モデルが運用されている。図9に気象庁の数値予報モデルが対象とする気象現象の水平および時間スケール例を示す。詳細については、気象庁ホームページを参照されたい。数値予報結果の誤差の原因は、カオス現象である気象の初期値に含まれる誤差の拡大と数値予報モデルの不完全性である。近年では、少しずつ異なる初期値を多数用意するなどして多数の予報を行い、その平均やばらつきの程度といった統計的な性質を利用して最も起こりやすい現象を予報するアンサンブル予報も行われている。図10はアンサンブル予報から得られた台風進路の5日予報の例で、初期状態のわずかな違いにより、オレンジ色の線で示された台風の予報進路が時間とともに広がることが示されている。青線は初期値の誤差を与えていない予報で、黒線の実際の進路より西よりの進路を予測していたが、実際の進路はオレンジで示された予測のばらつきの範囲内に含まれていることがわかる。

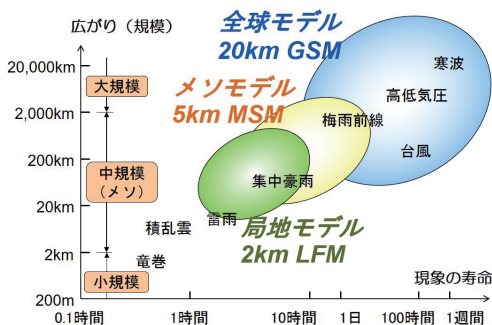


図9 気象庁の数値予報モデルが対象とする気象現象の水平及び時間スケール⁹⁾

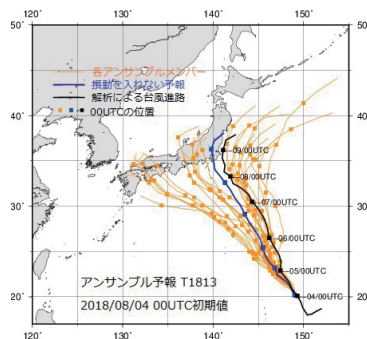


図10 台風進路のアンサンブル予報の例⁹⁾

爆弾低気圧のように急速に発達する低気圧や台風などの荒天域を避けたり避難したりするためには、最新の気象・海象情報を入手して利用する必要がある。現在は、気象庁をはじめとする関連機関や関連企業から、わかりやすく利用しやすい情報の提供がなされている。ここでは、船舶の安全運航に有用な海上保安庁の情報について示す。

海上保安庁の海の安全情報（沿岸域情報提供システム、MICS）¹⁰⁾ は、プレジャーボートや漁船などの船舶運航者やマリンレジャー愛好者を対象に、全国の灯台などで観測した風向、風速、波高などの局地的な気象・海象現況、海上工事状況、ライブカメラなどの「海の安全情報」をリアルタイムに提供している。

また海上保安庁は、2011年から運用してきた「海洋台帳」¹¹⁾の技術を活用し、関係府省および政府関係機関が収集・保有している海洋情報の集約、衛星情報や海上情報の一元化と日本の海洋状況把握（MDA）の能力強化の一環として、2019年4月から、気象の情報などを地図上で重ね合わせて表示できる情報サービス「海洋状況表示システム（愛称:海しる）」の運用を開始した。「海しる」は、海上安全、自然災害対策、海洋環境保全、海洋産業振興といった様々な分野での利活用を目的としており、リアルタイム情報にも対応するものである。図10は、2画面表示モードにより、左側に表層海流や流向などを重ねた海流情報を、右側に有義波高情報を表示した。自分の知りたい情報を自由に組み合わせたオリジナルの地図を作って利用することが可能となっている。

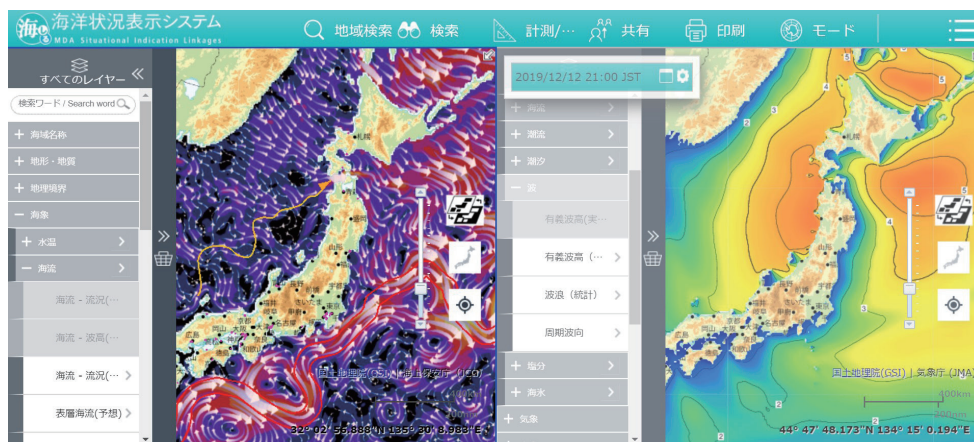


図11 海洋状況表示システム（海しる）表示例 <https://www.msil.go.jp/>

◆ おわりに

地球温暖化の影響で異常気象の発生頻度が高まっていると言われることが多く、その可能性はありそうだが、証明にはいたっていないのが現状である。しかし、急激な低気圧の発達や台風の強大化は、船舶の運航に大きな影響があり、安全を確保するには、精度の高い最新の情報を利用する必要がある。

本稿では、地球温暖化により起こる可能性のある、船舶運航に影響する気象・海象、航行する船舶への風や波の影響および活用しやすくなった船舶運航のための気象・海象の提

供状況について述べた。また、本稿において「運航」という場合は、管理側の対応を含んだものとして使用している。

2018年の台風第21号による関西国際空港の被害以来、船舶の走錨や避難について注目されており、台風接近時について様々な対策や工夫が進められていることから、本稿では船舶の走錨については触れなかった。大きな被害をもたらした事故であったが、現在進められている対策は、船舶運航に関わる全ての関係者や関係機関全体が協力することをベースに進められており、大きな意義のあることと考える。

より安全で、効率的かつ環境に配慮した船舶運航の実現には、気象・海象情報の予測精度を高めて、それらを有効に活用していくことが必要不可欠なことである。

【参考文献】

- 1) 国土交通省ホームページ, 国際海運 GHG ゼロエミッションプロジェクト
http://www.mlit.go.jp/maritime/maritime_tk7_000026.html
- 2) IMO ホームページ, Greenhouse Gas Emissions
<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/GHG-Emissions.aspx>
- 3) 高薮縁 他, 暑いだけじゃない地球温暖化 2, 環境省環境研究総合推進費 2A-1201 「CMIP5 マルチモデルデータを用いたアジア域気候の将来変化予測に関する研究」, 2015.
- 4) SR244, 実海域対応の船舶性能設計システムの研究, 日本造船研究協会, 1999 ~ 2002.
- 5) 辻本 勝, 内藤 林, 実海域における船舶の性能評価に関する研究 - 船速, 燃料消費量, 主機馬力について -, 関西造船協会誌, 第 229 号, 69-78, 1998.
- 6) 田中稔, 溝口純敏, 船舶の就航実績解析プログラムと解析例, 石川島播磨技報, 第 21 巻第 2 号, 99-105, 1981.
- 7) 石塚正則, 大津皓平, シーマージンの統計的研究 -I., 日本航海学会論文集第 77 号, 11-20, 1987.
- 8) 乾真, 大津皓平, 井関俊夫, 石塚正則: 航海撮要日誌の統計解析に関する一考察, 日本航海学会論文集第 85 号, 41-50, 1991.
- 9) 気象庁ホームページ, <https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/whitep/1-3-1.html>
- 10) 海の安全情報, <https://www6.kaiho.mlit.go.jp/>
- 11) <http://www.kaiyoudaichou.go.jp/index.html>

気象変化と洋上での注意点

一般財団法人日本気象協会 主任技師 村山 貴彦

昨今、これまでに経験したことがない自然災害が発生し、各地で甚大な被害がでています。災害の巨大化は地球温暖化が原因ではないか、とも指摘されていますが、現在の気象は過去と比べてどのように変化してきているのか、また将来どうなっていくのか、は多くの人に関心を持っていることではないでしょうか。

本稿では、統計的な視点から気象変動の動向を整理するとともに、これから冬季に向けて洋上での注意すべき点についてまとめました。

近年、気象・海象は本当に変わってきているのか

最近の気象・海象を考えると、誰しも地球温暖化との関連性が気になることでしょう。地球温暖化が進むと、気温が上昇するだけでなく地球全体の気候が大きく変化します。IPCC（気候変動に関する政府間パネル）の第5次評価報告書によると、すでに世界各地では、そのさまざまな影響が現れ始めており、自然環境や人の暮らしにも重大な問題を引き起こしています。こうした問題は、温暖化への対策を充分に行わない場合、さらに深刻化し、地球規模の深刻な被害をもたらす危険性が指摘されています。

地球温暖化とは、大気中にある二酸化炭素（CO₂）やメタン、フロンなどの温室効果ガスが増加することで、地球で発生した熱が十分に宇宙に放射されず、大気中に留まることで気温が上昇する現象です。地球の気候は、太陽活動や惑星間の重力バランスの影響などの天文学的な現象や火山活動などの自然要因によって、過去から氷河期と温暖な気候（間氷期）を何万年というサイクルで繰り返してきました。しかし、現在の温暖化は、人間活動の要因が加わることによって、気温の上昇が急速に進んでいます。気候変動監視レポート2018によると、大気中のCO₂濃度は近年地球全体的にみて増加しており、特に北半球の高緯度ほど顕著であるようです（図1）。これは人間活動の地域とも一致しています。

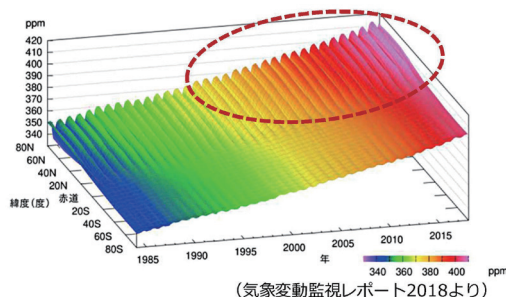


図1 大気中の二酸化炭素濃度の推移（緯度別）

科学者は20世紀後半以降の世界平均気温の上昇を人間活動を入れたシミュレーションと入れないシミュレーションで再現実験を行いました。人間活動を入れないシミュレーション、つまり太陽と火山活動だけの影響で世界の平均気温が変化したらどうなるかと、人間活動によるCO₂などの温室効果ガスの増加を入れた

シミュレーションとで比較すると、図2のようになります。人間活動を入れたシミュレーションでなければ観測された気温上昇の説明ができないのです。これは、人間活動によるCO₂などの増加が温暖化の主な要因ということの強い根拠となっています。

IPCCの第5次評価報告によると、世界全体の海洋は、ほぼ確実に1970年より昇温しており、気候システムにおける余剰熱の90%を超える熱を取込んできました(図3)。1993年より、海洋の昇温速度は2倍を超えて加速しています。海洋熱波(極端に高い海面水温が長期間継続する現象)は、1982年から、頻度が2倍に増大した可能性が非常に高く、その強度は増大しています。海洋がより多くのCO₂を吸収することによって、海面の酸性化が進行しています。世界平均海面水位(GMSL)は、グリーンランドおよび南極の氷床から氷が消失する速度の増大、氷河の質量の消失および海洋の熱膨張の継続により、ここ最近の数十年加速化して上昇しています。熱帯低気圧による風および降雨の増大、ならびに極端な波の増加は、相対的な海面水位の上昇と組み合わせると、極端な海面水位の現象および沿岸域の災害の危険性を悪化させているようです。

国内では、今年台風15号と台風19号が強い勢力を保ちながら本土に接近・上陸し、大きな被害をもたらしたことは記憶に新しいと思いますが、近年の本土への台風来襲が増えているように感じられているのではないのでしょうか。そこで、台風の経年変化を統計的に整理した資料を図4に示します。この図は、1951年から2018年の間に、各年の台風が本土に上陸・接近した数を示したもので、比較のために台風の発生数と北太平洋の海面水温の平年差も併記しています。近年の上陸・接近数をみると、2008年ころから増加傾向にあり、我々の感覚と一致しています。一方、1951年に遡り5年移動平均値をみると、1951-60年代前半および1990-2000年代前半は、台風の存在数が多く台風が衰えないまま北上し上陸接近することが多い期間でした。また、1970-80年代の台風は、進路が

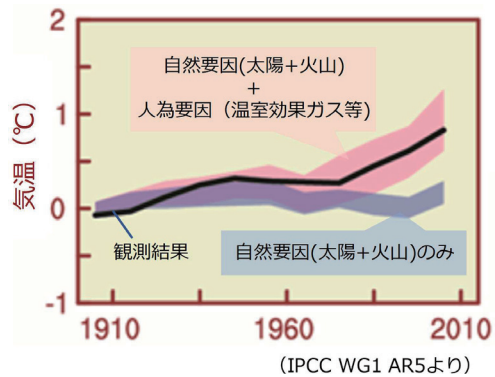


図2 気温の推移

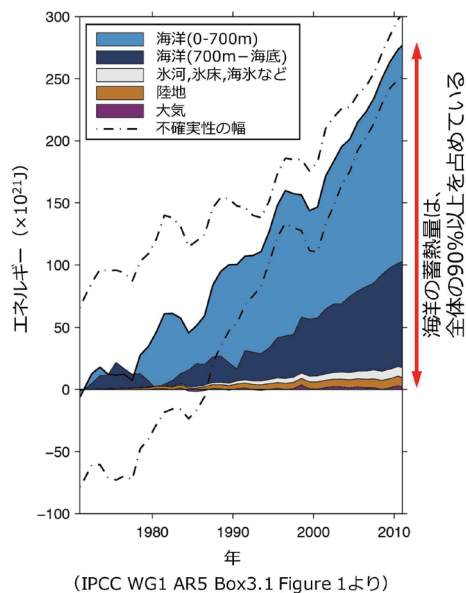
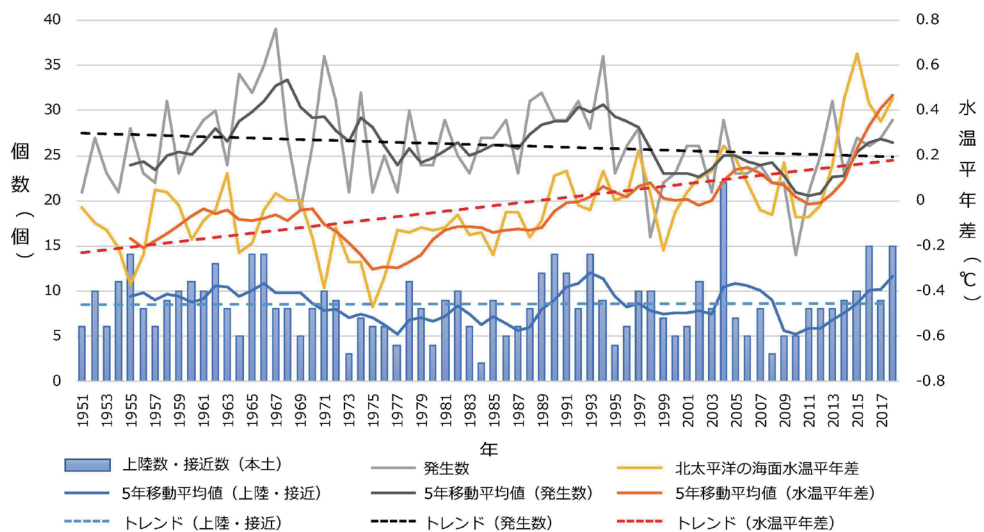


図3 気候システムにおける蓄積されたエネルギー量

南寄り・東寄りで、東方海上にそれるか、フィリピン～南シナ海に向かうものが多く、台風が存在数も少なく活動は不活発な傾向がみられました。台風が活発な時期は、北太平洋の海面水温の年差の平均偏差が前後の時期よりも高かった時期とほぼ一致します。さらに、台風の上陸・接近数、台風の発生数、および海面水温の年差のそれぞれの長期変動傾向（トレンド）に着目すると、台風の上陸・接近数の長期変動はみられませんが、台風の発生数はわずかに減少している一方で、海面水温の年差は増加している傾向がみられます。台風は海水温が高いほど発達しやすいことから、これらの結果は、将来的に台風の発生数が減少する一方で、個々をみればこれまでよりも大型で勢力の強い台風が来襲する可能性のあることを示唆しているものと考えられます。



※ データは気象庁ホームページより入手したものを利用している。
 ※ 「上陸」は台風の中心が北海道、本州、四国、九州の海岸線に達した場合を指す。
 ※ 「本土」は本州、北海道、九州、四国のいずれかの気象官署から300km以内に入った場合を指す。
 ※ 海面水温の年差は、1981年～2010年の30年平均である。

図4 大気中の二酸化炭素濃度の推移（緯度別）

他方、日本近海の波浪の経年変動の傾向については、港湾空港技術研究所が1960年から2000年の41年間について、日本沿岸の8か所の地点について長期の波浪推算を行ったところ、年平均有義波には、顕著な経年変化の傾向は確認されませんでした。しかし、季節別の平均有義波では、海域による季節的な特性が確認され、日本海における冬季の波高などでは年変動が大きいことがわかりました（図5）。

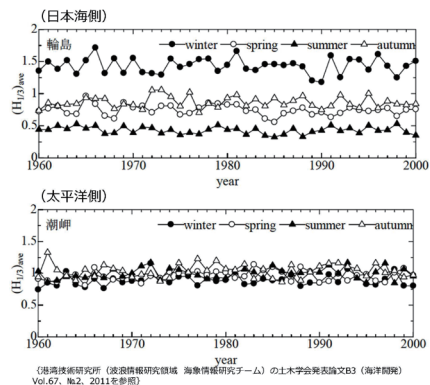


図5 季節別平均有義波高の推移

■ 冬の海はこんな天気図をみたら要注意！

これから冬季を迎えるにあたり、冬の海で気をつけなければいけない気象について幾つか事例をご紹介します。まず、冬の海を決定づける最も大きな要因である「季節風の吹き出し」を知っておく必要があります。季節風とは大きく分けて、夏の蒸し暑い空気運んでくる太平洋高気圧が海上の湿った空気を大量に持込み、日本付近に強い南風を吹かせる季節風と、冬のシベリア方面から流れ込む冷たい空気を持つ大陸高気圧の吹き出しによる季節風とがあります。両者ともに、強い空気の流れの中に海難事故を引き起こす要因が潜んでいます。

高気圧の発達には空気の層が厚くなり、低気圧の発達には空気の層を低くします。このため、高気圧と低気圧の間の気圧傾度が大きくなり、流れも速くなるので強い風が発生します。冬の季節風が強まっているときの天気図を図6に示します。このような気圧配置を、日本列島を中心とみると、西の大陸に高気圧、東海上に低気圧があるため、西高東低の気圧配置といえます。西高東低の特徴は、上空に強い寒波が流れ込み、日本海側では雪で、太平洋側ではフェーン現象により良く晴れて空気がとても乾燥します。そして、海域では高波が発生します（図7参照）。

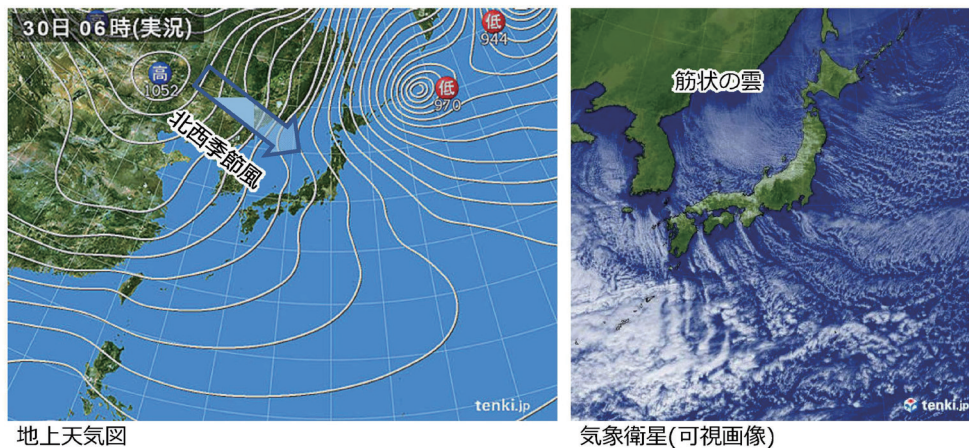
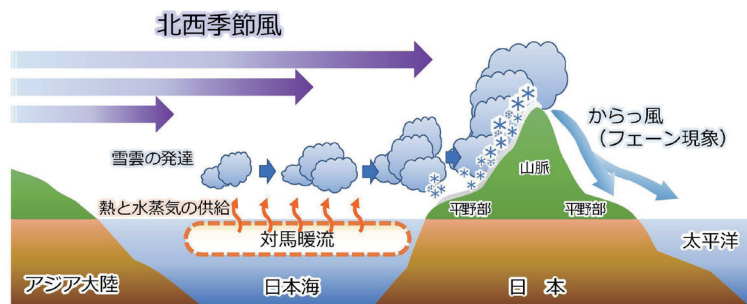


図6 代表的な冬型気圧配置と雲分布（2018年12月30日）



(北西季節風が卓越すると、日本海側は雨か雪、太平洋側は晴れて乾燥、海上は高波発生)

図7 冬の季節風と気象現象

図8の天気図は、先の天気図パターンよりもさらに強い寒気が入り込み、関東南海上や三陸沖は大荒れの天気で波浪も非常に高くなるため、厳重な注意が必要なパターンです。冬の西高東低の気圧配置で、三陸沖の発達した低気圧から南西に延びる前線は、一つだけでなく、天気図には示されていない二次線、三次線（図中の点線など）が存在していることも認識することが重要です。過去には、これらの前線が通過するとき、突風現象が発生し、海難事故に結びついています（天気図の事例では、秋田市沿岸および陸奥湾内で、それぞれ約1万7000総トンと約3000総トンの貨物船の乗揚げ事故が発生していました）。

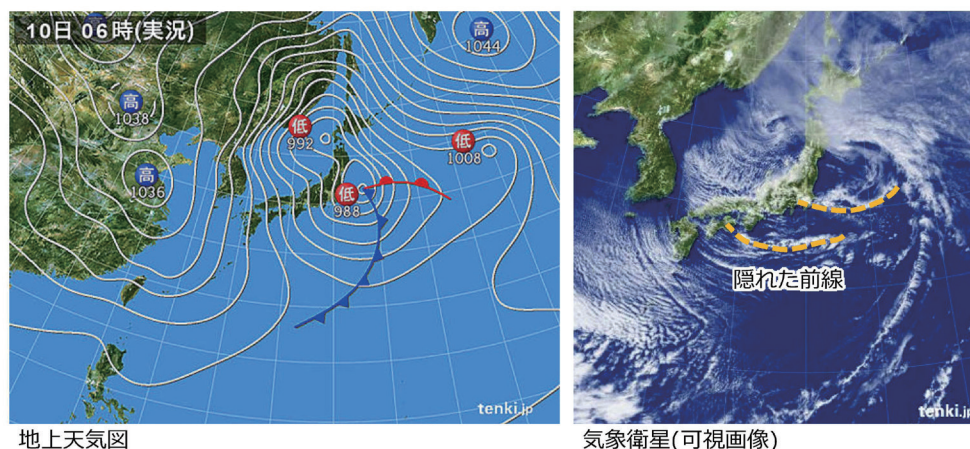


図8 強い冬型気圧配置と雲分布（2015年3月10日）

もう一つ気をつけたいのが、ポーラーロウ（Polar Low）と呼ばれる現象です。ポーラーロウは冬季の中高緯度の海洋上で発達する小型の低気圧で、バレンツ海、ノルウェー海、北海、グリーンランド海、ラブラドル海、ベーリング海、南極海など高緯度の多くの海洋上で発達し、比較的緯度が低い日本海でも発達します。これらの海域で発達するポーラーロウは強風・大雪・高波を伴い、漁業・海運・海底油田・沿岸域の生活など社会に大きな影響を及ぼしています。これらの海域を航行する外航船舶は特に注意が必要です。

日本海上のポーラーロウは、西高東低の冬型の気圧配置のときに、日本海の上層にさらに強い寒気が降りてくると、大気はますます不安定となり、深い積雲対流が活発化することで、しばしば発生します（図9）。水平スケールは200～1000kmと、温帯低気圧や台風と比べてサイズは小さいですが、海上で急速に発達し強風や大雪を伴うために、海難事故以外にも社会的な影響も大きな現象です。日本海側地域の里雪型豪雪の一因とされるほか、強風による山陰線余部鉄橋での列車転落事故（1986年12月）や、北海道沖での約6千トンの旧ソ連船の海難事故（1981年2月）などを引き起こしています。

ポーラーロウの雲パターンは、その発達メカニズムの違いから事例ごとに大きく異なります。あるものはスパイラル状の雲パターンや目（中心部の雲が無い領域）を持つため、「冬のミニ台風」や「極域のハリケーン」などと例えられることもあります。図9の事例は、

このパターンに相当します。また、低気圧の中心から一本の長い尾が伸びた雲パターン（記号のコンマのような形をしていて、温暖前線・寒冷前線を持つ中緯度の温帯低気圧に似た形）を示すものや、スパイラル状ともコンマ状とも分類しにくい事例もあります。

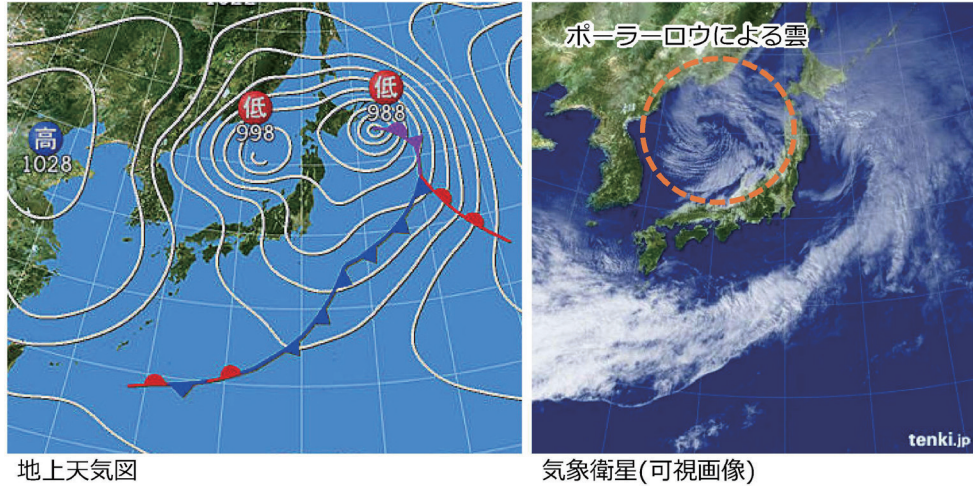


図9 日本海のポーラーロウとその雲分布（2015年3月4日）

■ 強風が船に与える影響とは

次に、海難事故の多くの要因となっている強風について、強風が船に与える影響を考えてみます。一般に風速が大きくなると、風当たりが強くなることは誰でも経験されていることでしょう。風の強さが面積に与える力は、風速の上昇とともに一定の加圧となるのではなく、風速の二乗に比例します。ここで、船舶に与える風速と風圧の関係を図10に示します。この図の曲線をたどると、現在吹いている風が船舶の単位面積（1m²）あたりにかかる力を知ることができます。例えば、海上の風速が10m/sのときは、風圧は1m²あたり10kgの力が掛かっていることがわかります。これが、風速が3倍の30m/sとなると、風圧は9倍の90kgとなってしまいます。風速がこのように一度に変わることはないと思われませんが、実際に海上で遭遇する突風現象や、前線通過による風向の急変が、瞬間的に風速の増大となることを十分に知っておく必要があります。特に、冬の西高東低の気圧配置のときは、風の息が強く、風速が常に変化しているもので、低気圧の中心から伸びる寒冷前線は、前述したように、二次線、

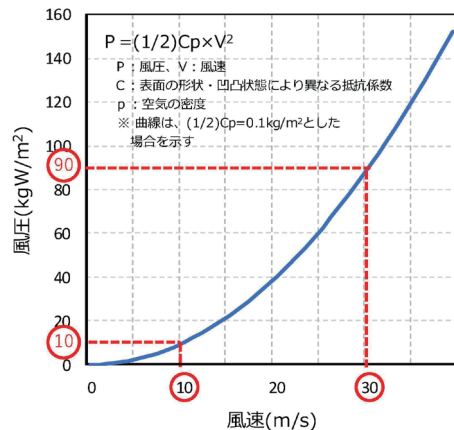


図10 風速と船舶が受ける風圧の関係

三次線が存在し、通過のたびに突風現象を伴っているため、十分に注意する必要があります。

船舶の遭難は毎年数多く発生しており、冬の季節風の吹く相模湾南沖や三陸沖、オホーツク海での漁船などで大量の漁船が、一つの現象で遭難を起こした例は多くの記録に残っています。ましてや近海、沿岸の海上にあるレジャー用の船舶は、冬の季節風による遭難が全国的に年々増加傾向にあります。

風の息が激しくなると、毎秒 10m、ときには 30m くらいの強い風が突然吹き出し、数分から数 10 分で急に弱くなることがあります（これを突風といいます）。強い風でも一様に吹いていれば、船舶は割合安定するものですが、風が急に強くなったり、弱くなったりすると、そのあおりで船は転覆の危険にさらされます。突風のときは、風向も急変することがありますので、一層危険になります。突風には大きく分けて暖気突風と寒気突風の二つのタイプがあります。それぞれの特徴は表 1 に示すとおりです。

表 1 突風の特徴

	暖気突風	寒気突風
発生場所	低気圧の暖域、寒冷前線の前方200～300kmのところ、西～南西風の中	低気圧の寒域、寒冷前線の後方、潮境をこえた暖水面上西～北西風の中
範囲と持続性	割合狭い範囲、短時間でやむ。1回限り。	広い範囲、持続的、短時間の間隔で繰り返し起こる。
主な要因	寒冷前線の前方で、下層に南西～西の暖気が吹き込んでいるところへ、中層に西よりの寒気が流れ込み、激しい対流が起こり積乱雲が発生し、上の強い南西風を海面にひきおろす。暖水面の存在が発達に一役。	寒冷前線の後方で、波状的に押し寄せる寒気が、暖水面上で下層だけ暖められるため激しい対流が起こり、積乱雲が発生し、上の強い北西風を海面にひきおろす。
模式図		

※社団法人 関東小型船安全協会 「小型船舶安全運航のための観天望気を入れた気象海象のはなし」の表を参考に模式図を追加

■ 風が弱くても安心できない！？

船舶の運航や海上での作業においては、前述したように特に突風には気をつける必要がありますが、突風が吹くような状況ではそもそも強風が吹き続けていますので、海上では大しけになることがあります。風が吹くことによって生じる波のことを「風浪」といいますが、風浪は一般的に不規則で尖った形をしていて、比較的短い時間間隔（周期）で変動します。その波が遠方まで伝わると、尖った波の成分が小さくなり、風浪と比べて丸みを

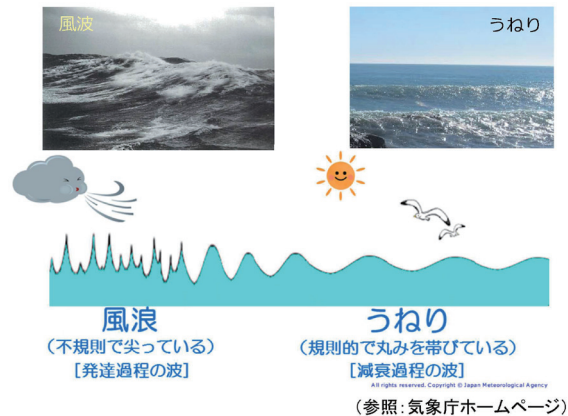


図 11 風浪とうねりの特徴

帯びた形で、変動の周期も長くなってきます。このような波のことを「うねり」といいます (図 11)。船舶の運航において、向波や追波中の波長（波の山と山の距離）が船の長さと同程度の場合に、転覆する可能性が高くなります。これを防止するためにも、「風浪」だけでなく「うねり」についても注意することが重要です。また、風がなく比較的穏やかな天気だと思っても、突然大きな

「うねり」と遭遇することがあり、台風や発達した低気圧の風の影響が小さいからといって安心はできません。

実際の波浪は、方向が異なる無数の波が合わさって不規則な波を形成しています。波浪を周波数 (= 周期の逆数) と方向に対して、個々の波 (成分波) のエネルギーの分布を調べることで、

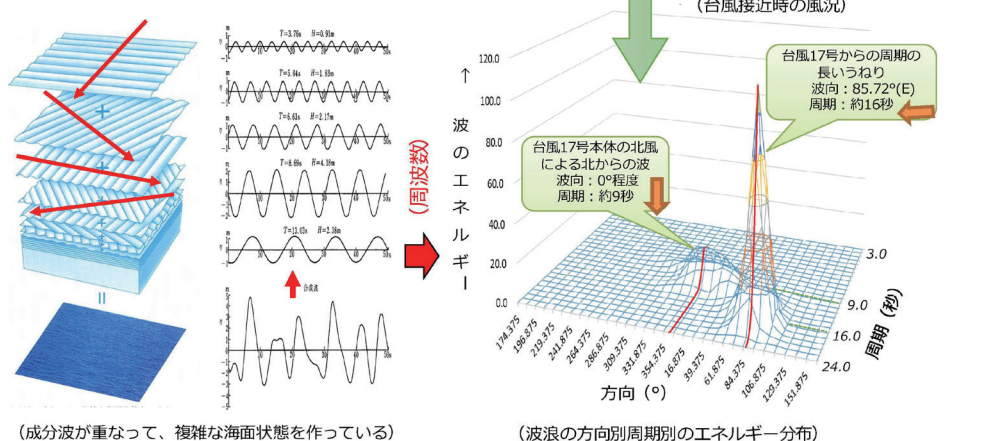


図 12 波浪のエネルギー分布の概念図

風浪とうねりを分離してみることができます（図 12）。図 12(右図) の事例は、台湾西方海上の地点で予測された波浪のエネルギー分布を示しています。このとき、予測地点では、台風 17 号が台湾の東海上にあって、台風に伴う強風による風浪と、台風中心方向から伝播する周期の長いうねりが卓越しており、波のエネルギーは風浪よりもうねりの方が大きいことがわかります。

■ 常に最新の気象情報を早期に入手することが大切！

これまで述べてきたように、船舶の運航や海上での作業では、天候に十分注意し常に最新の気象情報を早期に入手することが大切です。そのためのサービスが、国内では気象庁や民間の気象事業者から提供されています。

最後に、気象海象の将来を予測するためには、今の状態を正確かつ詳細に知る必要があります。今の状態を知る方法に各種センサを使った観測があり、これまで観測点が整備されてきており、陸上観測点はかなり稠密的に展開されてきてはいるものの、海上観測点は未だ不十分で、地球全体をみたときにまだまだ偏りがある状況です。海洋は地球全体の 7 割を占めていることから、気象海象の予測精度を向上させるためには、海上での信頼ある観測情報を得ることは不可欠です。このようなことから、船舶や海上施設での気象海象の観測点の整備の充実が図られることを期待しています。

【参考資料】

- ・ 気候変動監視レポート 2018, 気象庁, 2019
- ・ IPCC 第 5 次評価報告書, <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>
- ・ 環境省 IPCC 関連情報ホームページ, <http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ipccinfo/>
- ・ 気象庁ホームページ, <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>
- ・ 川口浩二, 長期波浪推算結果に基づく日本沿岸の波浪特性, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol.67, No.2, 2011
- ・ 東京大学大気海洋研究所ホームページ, ポーラーロウ～冬の海上の不思議なうずまき～, <https://dpo.aori.u-tokyo.ac.jp/dmmg/people/yanase/polarlow/polarlow.html>
- ・ 小型船舶安全運航のための観天望気を入れた気象海象のはなし, 社団法人 関東小型船舶安全協会
- ・ 冬期日本海における海難事故の防止について, 第二管区海上保安本部, 2015
- ・ 日本気象協会 / ALiNK インターネット ホームページ, <https://tenki.jp/>

気象・海象を一因とする海難事故事例

本稿は、運輸安全委員会が公表している「船舶事故ハザードマップ」より過去5年間で気象・海象（台風を除く）が一因と思われる海難事故を日本海難防止協会が抜粋・編集し、取りまとめた海難事故事例です。

詳細な船舶事故等調査報告書をご覧になりたい場合は、運輸安全委員会の船舶事故ハザードマップより検索をお願い致します。

※船舶事故ハザードマップ <https://jtsb.mlit.go.jp/hazardmap/>

発生日時：2017年11月18日	場所：北海道苫小牧市苫小牧港西方
事故種類：乗揚げ	船種：貨物船（499トン）
気象・海象	天気：曇り 風向：南 風速：20m/s 波高：3.5m
<p>【原因】 本事故は、夜間、本船が、苫小牧港港外の本件錨地において、強風及び波浪注意報が発表されている状況下、船長が、右舷錨を5節伸出して単錨泊したため、走錨し、走錨していることに気付いて揚錨した後、安全な海域に避難しようとしたものの、風波を右舷方に受けて大きく横揺れするうちに主機が停止して操船不能となり、圧流されて苫小牧港西方の海岸に設置された消波ブロックに乗り揚げたものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荒天時に錨泊する場合は、錨泊方法や錨鎖の伸出量に留意し、主機を使用可能な状態にするとともに、守錨直直を配置したうえで、船位の確認を適切に行って走錨の早期検知に努め、走錨を検知した場合は、早めに安全な海域に避難すること。 ・苫小牧港及びその周辺海域では、南寄りの風波が大きいときは錨泊中に走錨して陸岸に乗り揚げる危険性があるので、当該海域で錨泊する場合は、最新の気象情報を入手して錨泊方法に十分留意し、南寄りの風波の増勢が予想される場合は、沖出しして洋上避難することを検討することが望ましい。 	

発生日時：2018年7月4日	場所：青森県東通村尻屋崎北東方沖
事故種類：乗揚げ	船種：貨物船（499トン）
気象・海象	天気：雨 風向：東南東 風力：8 波高：4.0m
<p>【原因】 本事故は、夜間、本船が、海上強風警報が発表されている状況下、尻屋崎東方沖を南進中、船長が、陸奥湾に避難する目的で反転し、尻屋崎北方沖に向けて北北西進した際、レーダーや電子海図による船位の確認を行わず、尻屋崎北東方沖の浅瀬に接近していることに気付かず航行したため、同浅瀬に乗り揚げたものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・夜間、陸岸付近を航行する場合には、レーダーや電子海図等の航海計器を活用し、船位を確認すること。 ・荒天時に航行する場合には、浅瀬から十分に離れた針路を設定すること。 	

発生日時：2014年11月7日	場所：宮城県女川町出島漁港
事故種類：衝突	船種：A 押船（19トン） B バージ C 交通船（5トン）
気象・海象	天気：曇り 風向：南西 風力：6～7 波高： m
<p>【原因】 本事故は、A 船押船列が、出島漁港の東側岸壁に着岸作業中、船長Aが同岸壁前方に着岸中の漁船に注意を向けて右旋回を行っていた際、右舷側に南西風を受けて圧流されたため、北側岸壁に着岸中のC船と衝突したことにより発生したものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・着岸する際には、風やうねりに圧流されて岸壁や着岸中の船舶等に衝突するおそれがあるので、慎重な操船に努めること。 	

発生日時：2018年12月5日	場所：宮城県仙台塩釜港塩釜第3区
事故種類：乗揚げ	船種：貨物船（499トン）
気象・海象	天気：晴れ 風向：北西 風力：6 波高： m
<p>【原因】 本事故は、日没後の薄明時、本船が、本件航路を航行中、強風注意報が発表されている状況下、船長が本件浅所の存在を知らなかったため、本件航路外に出て本件浅所付近を航行し、風力6の北西風に圧流され、本件浅所に乗り揚げたものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・航行する水域について、水路調査を十分に行い、浅所等の位置を把握しておくこと。 	

発生日時：2019年2月18日	場所：宮城県石巻港日和ふ頭6号岸壁
事故種類：衝突	船種：A貨物船（3745トン）B貨物船（498トン）
気象・海象	天気：晴れ 風向：西北西 風速：20m/s 波高：0.5m
<p>【原因】 本事故は、A船が、気象が急変して強風の状況下、本件ふ頭に北進して右舷方の岸壁に係留していたB船と十分な距離がない状態で着岸操船を行ったため、西北西の突風を受け、右舷方に流されてB船に接近し、主機を全速力後進として左舷錨を投入したものの、間に合わず、B船に衝突したものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・着岸操船時には、風の影響を考慮して、他船及び岸壁との距離を十分にとること。 ・入港前に最新の気象情報を確認し、必要に応じてタグボートを使用することが望ましい。 	

発生日時：2016年1月26日	場所：秋田県秋田船川港秋田区第1区
事故種類：衝突	船種：貨物船（2992トン）
気象・海象	天気：曇り 風向：南南東 風速：12m/s 波高：0.3～0.5m
<p>【原因】 本事故は、夜間、本船が、強風注意報が発表されている状況下、本件岸壁に左舷着けする目的で右回頭中、約12m/sの南南東風に圧流されたため、本件岸壁に衝突したことにより発生したものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・強風下で離着岸作業を行う際には、タグボートを適宜使用することが望ましい。 	

発生日時：2019年1月29日	場所：福島県いわき市小名浜港第1西防波堤
事故種類：衝突	船種：ケミカルタンカー（499トン）
気象・海象	天気：晴れ 風向：北西 風速：20～25m/s 波高：1.0～2.0m
<p>【原因】 本事故は、本船が、強風及び波浪注意報が発表されている状況下、荒天避難の目的で錨泊中、船長が、港内で風が強くなることはないと思い、錨鎖2節半を繰り出して単錨泊とし続けたため、把駐力を上回る外力を受けて走錨し、本件防波堤に衝突したものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荒天により避泊する場合、風等の外力を過小評価することなく十分な長さの錨鎖を伸出するなど、適切な錨泊方法とすること。また、当直を立てて主機をいつでも使用できる状態にすることが望ましい。 	

発生日時：2014年5月26日	場所：千葉県千葉港千葉第3区 SNC・JTT 共同棧橋
事故種類：衝突	船種：貨物船（499トン）
気象・海象	天気：曇り 風向：南南西 風速：15m/s 波高：0.5m
<p>【原因】 本事故は、強風注意報が発表されている状況下、千葉港千葉第3区において、本船が、本件岸壁へ着岸操船中、船長が、本件岸壁近くにムアリングドルフィンがある状況で、錨を使用せずに単独で着岸が可能であると思い、着岸操船を行ったところ、風により本件岸壁の西方へ圧流されたため、着岸をやり直そうとして機関を後進にかけたものの、本件棧橋に向けて圧流され、本件棧橋と衝突したこと</p>	

により発生したものと考えられる。
【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。 <ul style="list-style-type: none"> ・船長は、着岸予定場所の状況及び気象状況を考慮して入港の可否判断を行うこと。 ・強風下で着岸作業を行う際、錨を使用できないときは、引船の使用を考慮すること。

発生日時：2015年1月6日	場所：千葉県千葉港葛南区京葉食品 船橋2号岸壁
事故種類：衝突	船種：貨物船（1997トン）
気象・海象	天気：曇り 風向：南西 風速：12m/s 波高： m
【原因】 本事故は、本船が、強風注意報が発表されている状況下、千葉港葛南区において、左舷着けする目的で、右舷錨を投じて右回頭していたところ、約12m/sの南西風に圧流されたため、左舷船尾が岸壁に衝突したことにより発生したものと考えられる。	
【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。 <ul style="list-style-type: none"> ・強風下で航行するときは、適宜バラストを調節し、適正な喫水を保つこと。 ・強風下で離着岸作業を行う際には、タグボートを適宜使用すること。 	

発生日時：2015年4月21日	場所：東京都八丈町神湊港南東方沖
事故種類：乗揚げ	船種：漁船（69トン）
気象・海象	天気：雨 風向：南南西 風速：6.8m/s 波高：2.0m
【原因】 本事故は、夜間、本船が、強風、波浪注意報が発表されている状況下、神湊港南東方沖で漂泊中、単独で船橋当直中の漁労長が居眠りに陥ったため、陸岸に向けて圧流されていることに気付かず漂泊を続け、神湊港南東方の浅所に乗り揚げたことにより発生したものと考えられる。	
【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。 <ul style="list-style-type: none"> ・眠気を催した場合は、船橋当直の交替を行い、睡眠をとること。 ・漂泊する際には、船位を確認し、風潮流による圧流の影響に注意すること。 	

発生日時：2016年12月9日	場所：神奈川県横須賀市観音埼東方沖浦賀水道航路
事故種類：衝突	船種：A自動車運搬船（4万8927トン）B貨物船（2347トン）
気象・海象	天気：曇り 風向：西南西 風速：14m/s 波高： m
【原因】 本事故は、浦賀水道航路において、強風注意報及び波浪注意報が発表され、風力6の西南西風が吹く状況下、A船及びB船が浦賀水道航路に沿って南東進し、本件屈曲部に達し、それぞれ右旋回しながらA船がB船の右舷方を追越し中、水先人Aが、B船に対する見張りを適切に行っていないため、A船が横流れしてB船の前路に接近する態勢で航行していることに気付かず、また、船長Bが、右旋回を終えたのち、針路及び速力を維持して航行したため、両船が衝突したものと考えられる。	
【再発防止策】 同種事故の再発防止のため、次の措置を講じることが望まれる。 <ul style="list-style-type: none"> ・原則として本件屈曲部付近での追越しを行わないこと。 ・本件屈曲部付近での追越しが避けられない場合には、追い越される船との正横距離を考慮して十分に安全な距離を維持して追い越すこと。 ・本件屈曲部付近での追越しを開始する際、VHF等で追い越される船と連絡をとるとともに、追い越される船から十分に遠ざかるまで、その船に対する見張りを適切に行うこと。 ・風圧面積が大きい自動車運搬船等は、風の影響を強く受けて風下に圧流されやすいことに注意すること。 	

発生日時：2017年12月5日	場所：神奈川県三浦市城ヶ島南方沖
事故種類：船体傾斜	船種：ケミカルタンカー（2198トン）
気象・海象	天気：晴れ 風向：西 風力：5 波高：2.0m
【原因】 本インシデントは、本船が、城ヶ島南方沖を南西進中、強風及び波浪注意報が発表されている状況下、左舷船首に波を受けて船体が激しく動揺し、左舷上部甲板が波に浸かるようになった際、バラストタンクなどの空気管の管頭金物が錆びて浸水防止機能が働かなかったことから、同管から海水が流	

<p>入し、船体の動揺に伴い、遊動水となって左舷側へ移動するとともに左舷へ大きく船体が傾斜したことにより発生したものと考えられる。</p> <p>【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 逆止弁としてディスクフロート型の管頭金物を使用している空気管については、錆びて機能しなくなる可能性が高いことから、定期的に保守整備を行うこと。 ・ 管頭金物は、錆び付きによる機能低下の少ないボールフロート型を使用することが望ましい。 ・ 上甲板上に波が打ち込む可能性がある場合には、空気管に防水性カバーを装着するなど浸水を防止する措置をとること。
--

発生日時：2015年6月5日	場所：阪神港神戸区ポートアイランド16号岸壁
事故種類：衝突	船種：Aコンテナ船（9949トン）Bコンテナ船（749トン） Cコンテナ船（499トン）
気象・海象	天気：曇り 風向：北東 風力：5 波高：m
<p>【原因】（1件目の事故）本事故は、A船が、離岸したのち、強風を右舷側に受けて圧流されたため、B船に衝突したことにより発生したものと考えられる。</p> <p>（2件目の事故）本事故は、A船が、B船と衝突したのち、引き続き強風を右舷側に受けて圧流されたため、C船に衝突したことにより発生したものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 強風下の出港操船では、船首尾にタグボートを使用することが望まれる。 	

発生日時：2017年8月7日	場所：香川県三豊市詫間港外
事故種類：衝突	船種：A貨物船（1万7019トン）B液化ガスばら積船（2230トン）
気象・海象	天気：雨 風向：北東 風速：21～22m/s 波高：2.0m
<p>【原因】 本事故は、A船が、台風5号の接近により、四国北方沖を含む瀬戸内海に海上暴風警報が発表されている状況下、荷役待機のために詫間港で単錨泊中に走錨したため、船長Aが、揚錨後、安全な海域へ避難せずに、再びA船投錨地点付近に戻って再投錨したため、効果を得られず、揚錨中に操船が困難となり、圧流されてB船に衝突したものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】 同種事故の再発防止のため、次の措置を講じることが望まれる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 台風等による荒天が予想される際、暴風荒天時の点検項目の確認をすることで荒天時に必要な錨鎖の伸出量及び強風に対する手段を把握させて確実な錨泊態勢をとること及び緊急時に安全な海域に避難することについて管理船舶の船長を指導すること。 ・ 荒天時における避泊地では、多数の避泊船で混雑し、大型船が思い通りの船間距離を確保することが難しい場合があることから、避泊できる別の安全な海域についての情報を積極的に提供すること。 	

発生日時：2016年1月24日	場所：愛媛県大洲市長浜港
事故種類：乗揚げ	船種：貨物船兼砂利運搬船（491トン）
気象・海象	天気：雪 風向：北西 風速：10m/s 波高：2.0m
<p>【原因】 本事故は、夜間、本船が、北西風及び北西からの風浪を船尾に受けて離岸操船中、荷崩れを起こして左舷側に傾き、操船困難な状態となったため、強風及び風浪により圧流され、晴海岸壁南西側に敷設された消波ブロックに乗り揚げたことにより発生したものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 荒天が予想される場合、堪航性を考慮し早めに避難するなり、出港を見合わせる事。 	

発生日時：2018年3月1日	場所：愛媛県松山市松山港
事故種類：衝突	船種：旅客フェリー（4238トン）
気象・海象	天気：曇り 風向：西 風力：8 波高：0.8m
<p>【原因】 本事故は、夜間、松山港において、強風注意報が発表されている状況下、船長がふだんと同じ航進目標を用いた進路で入航したため、本船を停止位置で止めることも、平行着岸させることもできず、本件岸壁に衝突したものと考えられる。</p>	

<p>【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・船長は、強風下、対地針路（本船を停止位置に向けること）及び船首方位（本船を本件岸壁と平行にすること）を短時間で制御することは容易でなく、入航前の余裕がある時期に、対地針路及び船首方位の制御に要する時間及び操船水域を勘案した入航進路を検討しておくこと。

発生日時：2018年3月1日	場所：愛媛県八幡浜市八幡浜港フェリー棧橋西端
事故種類：衝突	船種：旅客フェリー（2918トン）
気象・海象	天気：曇り 風向：南西 風速：9.6～11.4 m/s 波高：0.3m
<p>【原因】 本事故は、夜間、本船が、八幡浜港において、強風注意報が発表され、平均風速約9.6～11.4 m/sの南西～西南西風が吹く状況下、船長が、第2岸壁西方沖に向けて後進して着機体勢を立て直す際、両舷主機を微速力前進としたため、前進行きあしとなって第2岸壁西端に衝突したものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・船長は、自船の性能を正確に把握して気象状況を十分に考慮した操船を行うこと。 	

発生日時：2013年9月25日	場所：高知県土佐市宇佐漁港萩崎防波堤南端西方沖
事故種類：転覆	船種：漁船（2.2トン）
気象・海象	天気：晴れ 風向：北西 風力：2 波高：4.0m
<p>【原因】 本事故は、夜間、本船が、宇佐漁港において、波浪注意報及び海上強風警報が発表された状況下、東水路を南南西進中、本件波を左舷船首方に認め、船首を波に立てようとして左舵を取ったところ、本件波を左舷船首方から受けたため、転覆したことにより発生したものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・気象及び海象の情報を常に確認し、海象が回復していない情報を得たときには出港を控えること。 	

発生日時：2018年3月10日	場所：高知県室戸市室戸岬北東方沖
事故種類：乗揚げ	船種：セメント運搬船（456トン）
気象・海象	天気：晴れ 風向：北西 風力：4～5 波高：2.5m
<p>【原因】 本事故は、夜間、本船が、強風注意報及び波浪注意報が発表されている状況下、室戸岬北東方沖を自動操舵で南南西進中、航海士Aが、本件定置網の詳細な敷設位置を知らなかったため、陸岸寄りの本件定置網に向かう進路で航行を続け、本件定置網に乗り揚げたものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・事前に航行予定海域における定置網等の敷設場所を含めて水路状況を確認しておくとともに、避険線を設定するなどし、定置網から十分な距離を隔てて航行すること。 ・波浪の影響を受ける場合でも、小物標を消すことがないよう、レーダーの海面反射抑制機能を適切に調整すること。 	

発生日時：2018年1月9日	場所：山口県宇部港
事故種類：衝突	船種：Aセメントタンカー（1万3787トン）B貨物船（378トン）
気象・海象	天気：曇り 風向：西北西 風力：7 波高：1.5m
<p>【原因】 本事故は、夜間、強風注意報及び波浪注意報が発表されている状況下、B船が、宇部港で錨泊中、船長Bが、風が強まっても翌朝頃からと思い、錨鎖3節を伸出して単錨泊としていたため、係駐力を上回る外力を受けて走錨し、錨泊中のA船に衝突したものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・船長は、気象及び海象情報を適切に入手し、予想最大風速を考慮した錨鎖伸出量や錨泊方法とすること。 ・気象及び海象の状況に応じて守錨当直者を配置することが望ましい。 	

発生日時：2017年5月9日	場所：関門港若松第1区
事故種類：乗揚げ	船種：貨物船（199トン）
気象・海象	天気：雨 風向：南東 風力：6 波高：0.5m
<p>【原因】 本事故は、本船が、強風注意報が発表され、風力6の南東風が吹く状況下、2号岸壁から離岸して右回頭を続けたため、圧流されて10号灯浮標付近の浅所に接近し、機関を全速力後進としたものの、前進行きあしを止められず、浅所に乗り揚げたものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】 A社は、本事故後、以下の再発防止策を取り決めて安全を向上させることとした。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・船長は、本船の運航に関し、気象及び海象が運航管理規程に定められた運航の可否判断の各条件に達していない場合であっても、必要に応じて運航管理者と協議し、安全な措置をとること。 	

発生日時：2018年3月9日	場所：関門港響新港区
事故種類：衝突	船種：貨物船（499トン）
気象・海象	天気：曇り 風向：北 風力：6 波高：平穏
<p>【原因】 本事故は、本船が、関門港響新港の専用岸壁において、強風波浪注意報が発表され、風力6の北風が吹く状況下、タグボートを使用するなどして離岸操船を適切に行っていなかったため、圧流されて岸壁に衝突したものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・強い風を受ける場合、風の影響を考慮し、タグボートを使用するなどして離岸操船を適切に行うこと。 	

発生日時：2017年1月8日	場所：大分県杵築市守江港南東方沖
事故種類：衝突	船種：A貨物船（499トン）B油タンカー（199トン）
気象・海象	天気：雨 風向：北東 風力：6 波高：1.5m
<p>【原因】 本事故は、日出前の薄明時、強風注意報及び波浪注意報が発表されている状況下、守江港南東方沖において、A船が錨鎖4節半を伸出させて単錨泊中、B船が錨鎖3節半を伸出させて単錨泊中、B船が、係駐力を上回る外力を受けて走錨したため、A船に衝突したものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・予想最大風速に耐えることができる錨泊方法を講じること。 	

発生日時：2014年11月26日	場所：長崎県新上五島町似首漁港南方海岸
事故種類：乗揚げ	船種：漁船（4.94トン）
気象・海象	天気： 風向： 風速：m/s 波高： m
<p>【原因】 本事故は、本船が、強風波浪注意報が発表されている状況下、似首漁港南方の海岸付近において、流された本件灯浮標の回収作業中、切断した本件灯浮標用アンカーロープがプロペラ軸に絡んだため、運航不能となり、風波により圧流されて同海岸に乗り揚げたことにより発生したものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・風波が強い状況下において、海岸から近い場所で作業を行うときは、圧流の防止策を講じた上で作業を行うこと。 ・緊急時に対応するため、錨を備えておくことが望ましい。 ・小型船舶の暴露甲板で作業等を行うときは、救命胴衣の着用に努めること。 ・緊急時に救助要請ができるよう、防水型の携帯電話を常時携帯することが望ましい。 	

発生日時：2017年8月9日	場所：長崎県平戸市下枯木島西方沖
事故種類：転覆	船種：漁船（4.7トン）
気象・海象	天気：雨 風向：南西 風速：4.4m/s 波高：m
<p>【原因】 本事故は、本船が、平戸市に強風注意報及び竜巻を付加事項とした雷注意報が発表されている状況下、ごち網の揚網作業中、左舷船尾方から突風を受けたため、右舷側に傾斜し、海水が船内に流入して右舷側に転覆したものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止及び被害の軽減に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・救命胴衣を着用すること。 ・気象情報の詳細を確認すること。 	

発生日時：2017年12月16日	場所：長崎県対馬市厳原港南東方沖
事故種類：転覆	船種：漁船（7.3トン）
気象・海象	天気：曇り 風向：北北西 風力：4～5 波高：2.5～3.0m
<p>【原因】 本事故は、本船が、強風波浪注意報が発表されている状況下、下島南東方沖で操業を続けていたため、操業を終えて北西進中、船首方から波を受けて甲板上に打ち込んだ海水が滞留し、船長が排水しようと針路を反転させて南東進を開始したものの、滞留した海水が自由水となって移動し、左舷側に大きく傾斜したことで舷縁を越えて更に海水が流入し、左舷側に転覆したものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・操業中、気象及び海象の悪化が予想される場合、甲板上に海水が打ち込んで船体のバランスを崩すことのないよう、気象の変化に注意し、移動時間も考慮して、早期に操業を終えて帰港するか安全な海域へ避難すること。 	

発生日時：2018年3月5日	場所：長崎県島原市島原港
事故種類：衝突	船種：A 旅客フェリー船（1674トン）B 台船
気象・海象	天気：曇り 風向：西南西 風速：18～20m/s 波高：m
<p>【原因】 本事故は、島原外港において、強風注意報が発表され、当時の気象情報によれば入港中止基準を超える風が吹く可能性がある状況下、A船が着岸作業中、B船が係留中、船長Aが、同港の入港作業を続けたため、A船が西南西風に圧流されてB船に衝突したものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水域に制限のある港へ入港する際は、入手した気象情報を慎重かつ的確に分析し、入港中止基準に基づき、待機場所への入航可能な時間的余裕のある時点で入港中止等の判断を行うこと。 	

発生日時：2018年3月17日	場所：長崎県五島市岐宿港北西方沖
事故種類：転覆	船種：漁船（0.5トン）
気象・海象	天気：晴れ 風向：北東 風速：7m/s 波高：2.0m
<p>【原因】 本事故は、本船が、強風注意報及び波浪注意報が解除されて間もない頃で、岐宿港北西方沖付近には高い波が残っている可能性がある状況下、出漁して航行していたため、左舷正横に波高約2mの波を受けて左舷側が持ち上がり、右舷側に転覆したものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止及び被害の軽減に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・小型の漁船は、堪たん航性、気象及び海象等を十分に考慮し、出港の可否を判断すること。 ・救命胴衣を常に着用すること。 	

発生日時：2018年12月28日	場所：宮崎県日南市外浦港東方沖
事故種類：乗揚げ	船種：漁船（7.9トン）
気象・海象	天気：晴れ 風向：西北西 風力：6 波高：1.0m

<p>【原因】 本事故は、夜間、本船が、強風注意報が発表されている状況下、定置網付近で錨泊したため、走錨して定置網に乗り揚げたものと考えられる。</p>
<p>【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・錨泊する際は、風向などを考慮し、定置網等から十分に離れた海域を選ぶこと。

発生日時：2018年7月5日	場所：鹿児島県西之表市西之表港
事故種類：衝突	船種：貨物フェリー（2557トン）
気象・海象	天気：晴れ 風向：南南西 風力：5 波高：3.0m
<p>【原因】 本事故は、本船が、西之表港新港地区東岸壁に船尾着けとして着岸中、南寄りの強風及び突風を受けて船首が右方に振られ、左舷船尾部の係留索に張力が掛かって破断したため、風により新港地区中央岸壁の方へ圧流され続け、右舷船尾部が同中央岸壁に衝突したものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・着岸中であっても、風速の変化に注意を払うこと。 	

発生日時：2016年10月29日	場所：沖縄県伊江村伊江島南方沖中ノ瀬
事故種類：乗揚げ	船種：漁船（11.57トン）
気象・海象	天気：晴れ 風向：北北東 風速：8.0m/s 波高：1.5m
<p>【原因】 本事故は、本船が、強風及び波浪注意報が発表されている状況下、伊江島と水納島との間を東北東進中、船長が伊江島の南方沖に中ノ瀬が存在することを知らなかったため、中ノ瀬に向かう態勢であることに気付かず、中ノ瀬に乗り揚げたものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発航前に、GPSプロッターなどを利用して水路調査を行うこと。 ・常時適切な見張りを行うとともにGPSプロッター等により船位を確認すること。 	

発生日時：2017年3月2日	場所：沖縄県南大東村南大東島北岸
事故種類：乗揚げ	船種：漁船（14トン）
気象・海象	天気： 風向：北北西 風速：4.0m/s 波高：4.0m
<p>【原因】 本事故は、夜間、本船が、南大東村に強風及び波浪注意報が発表され、風向が南から北に変わる予報が出されている状況下、船長が、風向が北に変わるまで南大東島北岸沖で待機しようと思って漂泊中に居眠りに陥ったため、その後、北寄りに変化した風に圧流されて同島北岸に乗り揚げたものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・漂泊する際には、風潮流の変化に注意すること。 ・漂泊中は、レーダーやGPSプロッターの警報機能等を利用すること。 	

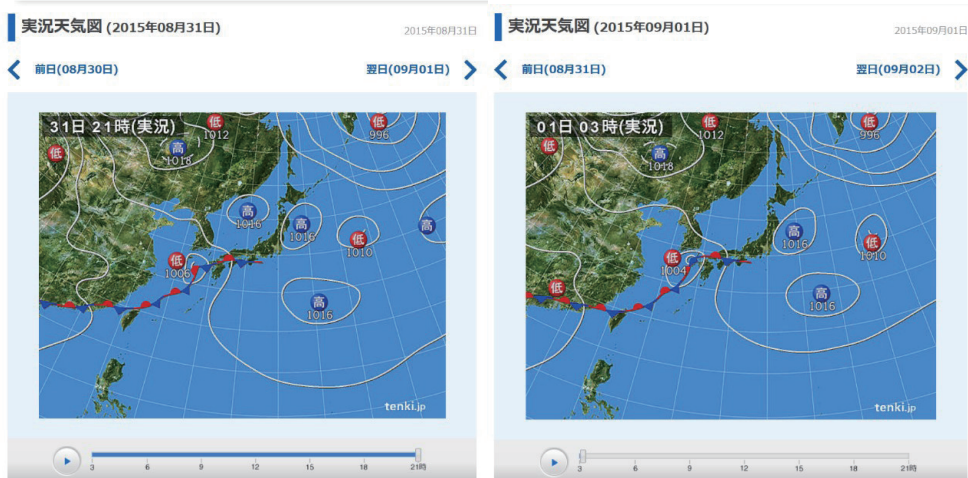
発生日時：2017年12月24日	場所：沖縄県大宜味村塩屋湾
事故種類：浸水	船種：漁船（1.6トン）
気象・海象	天気：曇り 風向：北北西 風速：6.7m/s 波高：0.5～1.0m
<p>【原因】 本事故は、夜間、本船が、塩屋湾において錨索が推進器に絡まって航行できない状態で錨泊中、強風注意報及び波浪注意報が発表されている状況下、船尾方から本件開口部を通して打ち込んだ海水が操縦区画の船尾側に滞留したため、船内に浸水したものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】 今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・甲板上の排水状況を定期的に確認すること。 ・錨泊中に機関を使用する場合には、推進器の付近に錨索がないことを確認してから行うこと。 	

【コラム】対馬と下関沖で発生した漁船転覆事故

2015年9月1日未明から朝にかけて対馬市沖（5隻）と山口県下関市沖（1隻）で計6隻のイカ釣り漁船が転覆する海難が発生した。当時の新聞報道によると、転覆した漁船6隻の乗組員のうち4人は救助されたものの、4人が死亡、2人が行方不明となり、対馬海上保安部（対馬市）によると、対馬市沖で転覆した船の僚船の乗組員は「激しい雨が降り、突風が吹いた」と話しており、第7管区海上保安本部（北九州市）は荒天による突風が事故原因の可能性があるとみて調べていると報じられている。

また、2019年4月には、この事故に関し、東京大学と気象庁気象研究所の研究グループの研究成果が米気象学会誌電子版に掲載され、当時の気象状況を再現したところ、直径約30キロの大気の渦の中で、竜巻状の小さな渦が次々と発生した可能性があることが分かった。現場付近の上空には当時、直径約30キロの大きな渦があり、研究グループがスーパーコンピューター「京」を使い詳細にシミュレーションした結果、直径1キロ以下の竜巻状の渦が10個以上発生していた。大きな渦内部で風向きや風速が急激に変化したためとみられ、事故につながった強風は最大風速が50メートル以上だった可能性があるという。

海難事故発生当時の天気図



出典：日本気象協会 Tenki.jp 過去の天気 <https://tenki.jp/past/2015/09/chart/>

対馬市沖で発生した海難事故の船舶事故等調査報告書（抜粋）

発生日時：2015年9月1日	場所：長崎県対馬市上島東方沖
事故種類：転覆	船種：漁船（12トン）
気象・海象	天気：雨 風向：南 風力：8～10 波高：3.0m
<p>【原因】本事故は、夜間、本船が、上対馬及び下対馬地区に強風注意報及び竜巻を付加事項とした雷注意報が発表され、風力8～10の南風が吹き、波高約3mの波が生じている状況下、上島東方沖において西進中、突風と波浪を左舷正横付近から受ける態勢となって右舷側に傾斜し、ブルワーク上端が没水して復原しにくい状況となったため、引き続き風浪を受けて右舷側へ転覆したことにより発生したものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】今後の同種事故等の再発防止及び被害の軽減に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・救命胴衣の常時着用を徹底すること。 ・気象及び海象情報を入手すること。 	
事故種類：転覆	船種：漁船（18トン）
気象・海象	天気：雨 風向：南 風力：8～10 波高：3.0m
<p>【原因】本事故は、夜間、本船が、上対馬及び下対馬地区に強風注意報及び竜巻を付加事項とした雷注意報が発表されていた状況下、上島東方沖において、約20～30m/sの南風及び東方から波高約3mの波を受けてパラシュートアンカーで漂泊中、船尾から打ち込んだ海水が機関室に流入し、船体が左舷側に傾き、転覆したことにより発生したものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】漁協は、今後、同漁協に所属する組合員に対して対馬漁業無線局を通じて気象及び海象情報を積極的に得るなどの指導及び救命胴衣着用の徹底を強化するとともに、操業時の安全性確保のため、次の事項を検討することが望まれる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・放水口等の適切な管理すること。 ・荒天時における開口部の閉鎖の徹底すること。 	
事故種類：転覆	船種：漁船（17トン）
気象・海象	天気：雨 風向：南 風力：8～10 波高：3.0m
<p>【原因】本事故は、夜間、本船が、上対馬及び下対馬地区に強風注意報及び竜巻を付加事項とした雷注意報が発表され、風力8～10の南風が吹き、波高約3mの波が生じている状況下、上島東方沖で転覆したことにより発生したものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】今後の同種事故等の再発防止及び被害の軽減に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・救命胴衣の常時着用を徹底すること。 ・ロープは、積み込む際には倉庫に保管すること。 	
事故種類：転覆	船種：漁船（10トン）
気象・海象	天気：雨 風向：南 風力：8～10 波高：3.0m
<p>【原因】本事故は、夜間、本船が、上対馬及び下対馬地区に強風注意報及び竜巻を付加事項とした雷注意報が発表され、風力8～10の南風が吹き、波高約3mの波が生じている状況下、上島東方沖で転覆したことにより発生したものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】今後の同種事故等の再発防止及び被害の軽減に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・救命胴衣の常時着用を徹底すること。 ・放水口は、機能を損なわないこと。 	
事故種類：転覆	船種：漁船（18トン）
気象・海象	天気：雨 風向：南 風力：8～10 波高：3.0m
<p>【原因】本事故は、夜間、本船が、上対馬及び下対馬地区に強風注意報及び竜巻を付加事項とした雷注意報が発表され、風力8～10の南風が吹き、波高約3mの波が生じている状況下、上島東方沖で転覆したことにより発生したものと考えられる。</p>	
<p>【再発防止策】今後の同種事故等の再発防止及び被害の軽減に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・救命胴衣の常時着用を徹底すること。 ・放水口は、ふだんから点検して固着させないこと。 ・放水口は、海水が船外から船内に流入しない構造にすること。 	