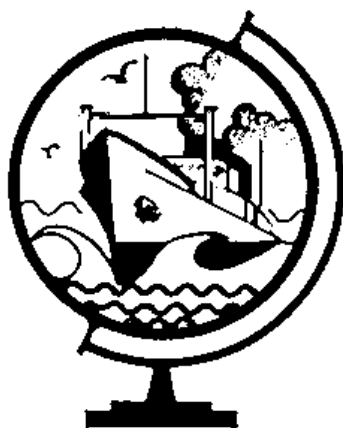


船舶氣象觀測指針

改訂第8版



氣象庁

2019

目 次

第1章	総説	1頁
1.1	船舶気象観測の目的とその意義	1
1.2	必要な気象測器	1
1.3	観測の技術基準	2
1.4	観測に際しての留意事項	3
1.5	観測・通報の回数と時刻	4
1.6	観測の順序	5
1.7	観測結果の利用	6
第2章	気圧の観測	9頁
2.1	定義・単位	9
2.2	使用測器と設置条件	9
2.3	アネロイド型指示気圧計	10
2.4	電気式気圧計	10
2.5	器差補正	11
2.6	海面更正	11
2.7	自記気圧計	12
第3章	気温と露点温度の観測	13頁
3.1	定義・単位	13
3.2	使用測器と設置条件	13
3.3	乾湿計	15
3.4	隔測温湿度計	20
第4章	風の観測	25頁
4.1	定義・単位	25
4.2	使用測器と設置条件	25
4.3	風向の観測	26
4.4	風速の観測	27
4.5	真風向・風速の算出	27
4.6	真風向風速計	29
4.7	目視による観測	29
第5章	雲の観測	39頁
5.1	雲の観測	39
5.2	雲形の解説	41
5.3	雲の状態($C_L \cdot C_M \cdot C_H$)の観測	49
第6章	視程の観測	69頁
6.1	視程の定義	69
6.2	昼間の観測	70
6.3	夜間の観測	70

第7章	大気現象と天気の観測	71頁
7.1	大気現象の種類と定義	71
7.2	大気現象の観測及び記録	78
7.3	現在天気と過去天気	79
第8章	海面水温の観測	83頁
8.1	インテイク法	83
8.2	ハルコンタクトセンサー法	83
8.3	採水バケツ法	84
第9章	波浪の観測	85頁
9.1	波浪の種類	85
9.2	波浪の観測要素	86
9.3	目視による観測	86
9.4	測器による観測	90
第10章	海氷の観測	93頁
10.1	海氷観測	93
10.2	海氷用語とその解説	97
第11章	船舶の着氷の観測	105頁
11.1	船舶の着氷(船体着氷)	105
11.2	着氷の状態の観測	106
第12章	気象測器の検定及び点検	109頁
12.1	気象測器の検定	109
12.2	港湾気象官等による点検	111
第13章	関係法令等	115頁
13.1	海上気象観測関係	115
13.2	気象測器の検定関係	115
13.3	関係法令条文	116
付録1	船舶の気象観測報告用資料及び消耗品一覧表	付録. 1
付録2	飽和蒸気圧表	付録. 3

第1章 総説

1.1 船舶気象観測の目的とその意義

船舶の運航と気象とは、非常に密接な関係があることはここで改めて触れるまでもないことであろう。気象観測は、航海術とともに発達し、天気予報の歴史は船舶の安全のために始まったとも言える。事実、世界の天気予報の始まりであるフランスの暴風警報の開始(1856)は、クリミア戦争中、黒海のセバストポリ沖合に集結中の英仏連合艦隊に突如襲来した暴風雨が、多数のフランス軍艦を沈没させてしまった(1854年11月14日)ことを契機としている。

船舶における気象観測は船舶の航行安全を主要な目的とするもので、観測が直ちに自船の航行保安に役立つばかりでなく、気象衛星や気象レーダー、陸上における観測などとともに気象や波浪の解析・予報に利用され、再び船舶の航行保安に役立てられる。また陸上の各種産業・交通その他国民生活に影響を及ぼす気象災害の防止・軽減に重要な貢献をしている。

また、近年地球温暖化など気候問題への対応が人類共通の急務となりつつあり、気象観測の少ない大洋上の観測結果は、地球規模での気候変動の監視等において非常に貴重な役割を担っている。

我が国では、このように重要な意味を持つ船舶による気象観測・通報に関連して、気象業務法及び関連法令により、船舶に対して、

- (1) 必要な気象観測測器を備え付けること
- (2) 観測を実施すること
- (3) 観測成果を気象庁に報告すること

を義務付けている(詳細は「第13章 関係法令等」を参照のこと)。

また気象業務はその性格上、広範な国際協力のもとに成り立っている。国際連合の専門機関の一つである世界気象機関(WMO)においては、「1974年の海上における人命の安全のための国際条約(SOLAS条約)」を船舶気象観測・通報の国際規範とし、これを基に技術規則に海上気象業務に関連する事項を種々取り決め、これによって加盟国間の観測の技術基準、船舶気象報の形式等の国際的統一を図っている。我が国もWMOの一員として、観測や通報の基準について全面的に同機関の規定に沿ったものとしている。

1.2 必要な気象測器

船舶に備え付けなければならない測器として、気象業務法施行規則第3条で次のものを規定している。

- (1) 船舶用アネロイド型気圧計又は船舶用電気式気圧計
- (2) 温度計
- (3) 湿度計(漁船以外の船舶に限る。)

第1章 総説

(4) 風速計(漁船以外の船舶であって、遠洋区域を航行区域とするものに限る。)

(5) 風向計(同上)

気象業務法第9条により、(1)から(4)に示す測器は全て検定を受けたものでなければならない。

個々の測器の詳細についてはそれぞれの観測の章で述べるが、一般に測器の取り扱い、保管場所などについては、常に細心の注意を払い、測器はたびたび手入れを行って、その性能・精度を維持するように努めなければならない。

気象測器の検定の有効期間は気象業務法第31条及び気象測器検定規則第15条で定められているが、海上においてはその使用環境等から、測器に狂いが生ずることが陸上に比べてはるかに多いので、検定の有効期間内であっても時々点検を受けることが望ましい。

特に船舶用アネロイド型指示気圧計は構造が複雑な測器であり、少なくとも年2回は比較点検を受けることが望ましい。

これらに対応するため、各国は、WMOの技術規則に基づき、主要港において船舶に対する港湾気象業務として、気圧計その他の測器の比較点検や気象観測に関する指導などを行っている。我が国では現在、横浜・名古屋・神戸地方気象台に港湾気象官を配置し、また札幌・仙台・大阪・福岡管区気象台、沖縄気象台及び気象庁本庁においてもこの港湾気象業務を実施している(詳細は「第12章 気象測器の検定及び点検」を参照のこと)。

1.3 観測の技術基準

船舶による海上気象観測データは、天気予報など防災への利用を目的としていることから、その観測には一定の精度をもった気象測器を使用するとともに、一定の技術基準で行う必要がある。

前節でも触れ第12章で詳しく述べる気象測器の検定は、測器の精度を一定の基準に保つための制度である。一方、観測の技術基準は気象業務法施行規則第1条の3に「気象庁以外の者の行う観測の技術上の基準」として、観測の手段、観測値の最小位数等を規定している。

さらに目視の種目に関しては、下記の各種の表を告示で定めている。

気象庁風力階級表(ビューフォート風力階級表)

気象庁雲形種類表

気象庁雲の状態種類表

気象庁視程階級表

気象庁天気種類表

気象庁風浪階級表

気象庁うねり階級表

気象庁海氷状態表

気象庁船舶着氷状態表

このうち船舶の観測に関連する要素については、それぞれの観測の章で述べる(規定関係の詳細は「第13章 関係法令等」を参照のこと)。

1.4 観測に際しての留意事項

1.4.1 観測上の注意

船舶において気象観測を行う際、欠測がないようにするのはもちろんであるが、船体の動揺・振動、排気、排水、波、しぶき等の影響を受けないように細心の注意を払い、常に周囲の状態に注意して誤観測のないようにすることが必要である。

測器の示度・周囲の気象・波浪の状態に注意を払うことは、観測をよりよいものとするために重要な意味がある。例えば、「気圧」が下がってきているとき、どのような変化が考えられるだろうか。まず、台風あるいは低気圧が近づいている場合、「風」が強くなってくるだろう。前線が近づいている場合には、「風向」も変化するだろう。また、「風浪」も高まってくるだろう。このような気象状況の変化に注意を払っていれば、計器を読み取るときにも読み誤りを減らすことができ、測器の故障にも早く気付くことができる。

観測した結果は、直ちに船舶気象観測表に記入しなければならないが、下記のような観測項目については、まず、観測値等を他の紙片に記入し、計算する必要がある。

気 圧	観測は正時に行うこと。 読み取り値を海面の高さの気圧に更正することが必要。
露点温度	気温、湿球温度、気圧から求めることが必要。
風向・風速	航走中は、見かけの風と船の運動から真の風にするため、ベクトル計算が必要。
天 気	天気については、観測前3時間あるいは6時間の変化の情報が 必要であり、変化を常に記録しておくことが必要。

これらの項目について整理し、記入しやすい様式用の紙を準備するのが最も有効である。いずれの場合でも、記憶に頼って後で記入することは厳に慎まなければならない。

船舶気象報及び船舶気象観測表の作成を容易にするため、パソコン上で動作するオランダの気象機関が作成したソフトウェア「TurboWin」を配布している。TurboWinの基本画面を第1.1図に示す。



第 1.1 図 TurboWin の基本画面

1.4.2 目視による観測

気象現象を解析する場合、測器により観測される気圧、気温や風の変化等はもちろん重要な検討要素であるが、それと合わせて、天気の変化、雲の状態、視程などの目視観測要素も、台風・低気圧の動きや規模を推定するうえで重要な気象要素となる。波浪については、測器による観測は現在はまだ一部の研究船や観測船だけであり、その数は非常に少なく、従って商船等の目視による観測は波浪の解析・予報のために欠かすことができないものとなっている。

1.4.3 欠測・誤観測

気象観測においては、欠測したときの観測値は二度と得られないことを銘記しなければならない。また誤観測は予報あるいは研究に対して誤った結果を与えることになる。広大な大洋上においては、気象衛星の資料が得られる今日においても、船舶の資料は、台風や低気圧の規模、風の強さなど実際にその現象に直面しての観測値なので、予報・警報を検討するうえで最も貴重な資料である。これに誤りがある場合には、予報・警報に直接影響が及び、他の船舶あるいは地上において危険を生む可能性も出てくることとなる。

1.4.4 観測結果の点検

観測終了後は、自分の行った観測そのもの及び計算、通報電文の作成などについて誤りがないかどうかを必ず点検する習慣をつけるようにしたい。共同で作業する人がいるような場合には、お互いに行った内容を点検するようにするとより効果的である。

1.5 観測・通報の回数と時刻

船舶における観測・通報は、全て協定世界時(UTC)を用いる。

気象業務法施行規則第4条及び第5条においては、船舶による観測及び成果の通報について次のように定めている。

(1) 観測

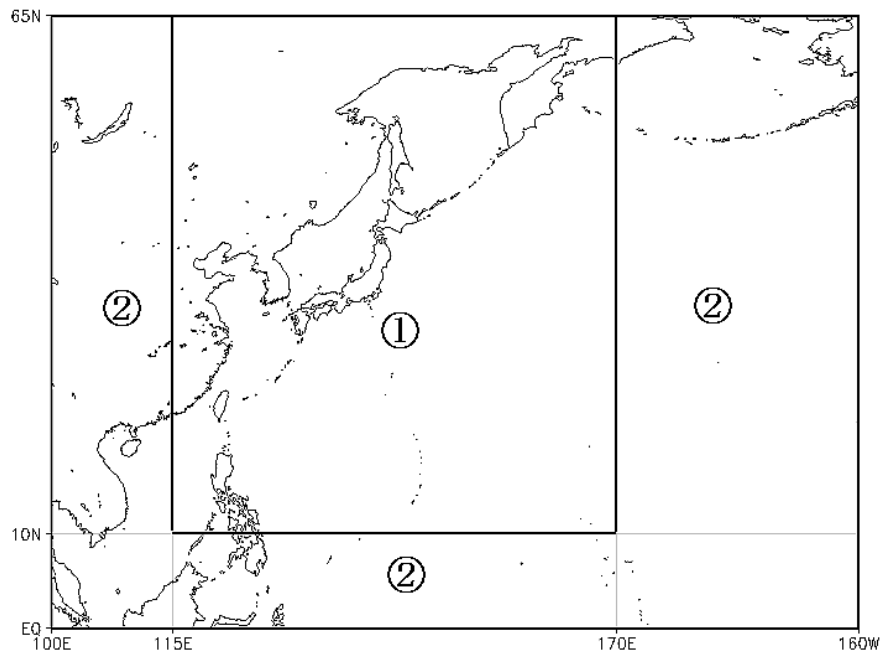
第1.2図の①及び②の海域について毎日00、03、06、09、12、15、18、21 UTCに観測を行う。

(2) 通報

第1.2図の①の海域においては、上記の観測時刻の観測成果を通報する。

第1.2図の②の海域においては、00、06、12、18 UTCの観測成果を通報する。

また、上記の海域外においても、WM0技術規則による国際観測通報船舶については、00、06、12、18 UTCの観測・通報が求められている。



第1.2図 気象業務法施行規則による観測海域（上記の海域外でも観測・通報の実施が望ましい）

1.6 観測の順序

気象現象は時々刻々に変化するものであるが、全ての気象要素を全く同時に観測することは實際上不可能であり、必要な観測を正時の前後なるべく短時間内に実施し、正時の観測とする。

観測を行う際に、目視による観測は続けて行い、測器を用いる観測と目視観測とを交互に行わないようにする。海上において夜間の暗さに目が慣れるにはかなり時間を要することから、夜間の観測においては特に大切な心得である。

観測の順序は、おおむね次のように行うのがよいが、船舶の実情に応じて自船に最も適する順序を定めて行って差し支えない。

(1) 海面水温（採水用バケツを使用する場合）

(2) 目視による観測

視程

雲量・雲の状態等

波浪（風浪・うねり）

風向・風力（目視により観測する場合）

(3) 測器による観測

風向・風速（測器により観測する場合）

気温・湿球温度（乾湿式湿度計を使用する場合）

気温・露点温度（露点式湿度計を使用する場合）

海面水温（電気式水温計を使用する場合）

気圧（必ず正時に観測する）

(4) 計算・コード化

(5) 船舶気象観測表への記入

第1章 総説

(6) 船舶気象報の電文作成

(7) 作成した電文の点検・送信

天気現象などについては、1.4.1項に記したように随時観測することが必要である。

常に周囲の状況に注意を払うことは、誤観測、欠測を防ぐうえで大切なことであり、正時に観測をスムーズに行ううえでも有効である。なお、TurboWinのような船舶気象報作成ソフトウェアを用いると、手順(4)から(6)をソフトウェア上で行うことができる。

1.7 観測結果の利用

船舶における気象観測値は、直ちに「船舶気象報」として気象庁に通報するとともに、航海終了後に「船舶気象観測表」の形で気象庁に送付することとなっている。これらのデータがどのように利活用されているか例を挙げながら述べる。

1.7.1 船舶気象報の利用

船舶気象報の形で気象庁に報告された観測値は、主として天気予報・警報やその他の気象情報の作成に即時利用される。海上予報・警報は、海上保安庁所属通信所より無線電話により放送されるとともに、GMDSS(海上における遭難及び安全の世界的な制度)の導入に伴い、インマルサット・セーフティネットとナブテックス向けにも放送されている。また、観測資料は、解析図・予報図にも反映され、FAX図として放送されるほかインターネットでも提供されている。

天気予報の作業では、その目的に応じて各種の天気図が作成される。船舶からの観測資料は、海洋上のデータ空白域を埋める基本資料として地上天気図の作成に利用され、高・低気圧や前線系が解析される。また、電子計算機を用いた数値予報の手法が現在では最も重要な方法となっており、このためには、太平洋だけでなく、インド洋、大西洋など全世界の海洋における気象観測資料が欠くことができないものとなっている。

気象庁ではまた、北西太平洋海域の外洋波浪や沿岸波浪の実況図及び予報図を作成し、FAX放送するほかインターネットでも提供している。これらの情報の作成に際しては、特に同海域の海上気象の資料(風、気圧、気温、波浪等)が重要である。

観測資料は日本において利用されるだけでなく、国際通信回線を通じて世界各国の気象機関に送られ、気象や波浪の解析に利用される。また、世界の海で観測された資料は、このような回線を通じて逆に日本に送付され、気象庁において利用される。

近年は、気象レーダーや航空機による観測等が、天気予報に活用されている。しかし、これらの観測は、カバーする領域が限られていたり、得られる要素に制約があるなど万能ではない。気象衛星は、広範囲の気象状況を捉えることができるが、それは海上の各点の観測値による校正なしでは使えず、船舶からの観測値と一緒にして初めて大きな威力を発揮する性質のものである。船舶からの観測値は海上のデータ空白域の基本値として、また気象衛星等による遠隔測定値の海上での基準値として、今後も重要な役割を担うこととなる。

1.7.2 船舶気象観測表の利用

船舶気象観測表として送付された海上気象観測資料は、磁気媒体に入力され、計算機による品質管理を行ったうえで保存される。各国で収集された船舶による海上気象観測資料は、世界の海上気象資料のデータベース作成を目的として国際交換されている。

近年の地球温暖化などの気候変動の把握・解明に際して、船舶による気象観測は、観測資料の少ない大洋上において、非常に貴重な資料である。船舶気象観測表の形で収集された観測資料は、国際交換された観測資料も含めて、各国において気候変動の監視、気候に関する数値予測モデルの開発・改良等に役立てられている。

第 1 章 総説

第2章 気圧の観測

天気図などで一般に知られているとおり、気圧は大気の状態を表す最も基本的な要素である。気圧の分布あるいはその時間変化は、天気や風の変動を知るための重要な指標となっている。

2.1 定義・単位

気圧は、静止した大気の圧力として定義される。従って、海面上における気圧は、単位面積上の鉛直な空気柱の質量に、重力の加速度を乗じたものに等しい。

気圧を表す単位は、ヘクトパスカル(hPa)であり、観測及び通報にはこの単位を用いる。パスカル(Pa)は圧力の単位で、1パスカルは1平方メートル(m²)の面積に1ニュートン(N)の力が一様に加わったときの圧力である。1Nとは1キログラム(kg)の質量を持つ物体に1メートル/秒²(m/s²)の加速度を与える力である。1hPaは100Paとなる。

これまで、気圧の単位として、ミリバール(mb)、水銀柱ミリメートル(mmHg)、水銀柱インチ(inchHg)などが使われてきている。1mbは1hPaであり同じ値である。1mmHgや1inchHgは、単位高さの水銀柱が1平方センチメートル(cm²)の面積に及ぼす圧力である。参考までにこれらの単位間の関係を記しておく。

$$1 \text{ hPa} = 100 \text{ Pa} = 1 \text{ mb}$$

$$1 \text{ mmHg} = 1.33322 \text{ hPa}$$

$$1 \text{ inchHg} = 33.8639 \text{ hPa}$$

mmHgからhPaへの換算表は、気象庁から別途配布されている「船舶気象観測表による報告および船舶気象報通報の手引」に掲載されている。

2.2 使用測器と設置条件

気圧の観測のため、船舶用アネロイド型気圧計又は船舶用電気式気圧計（静電容量式気圧計や振動式気圧計）の設置が必要である。定時の気圧の観測には、船舶用アネロイド型指示気圧計や船舶用電気式気圧計を使用し、気圧の変化傾向は自記気圧計の記録紙から読み取る。これら観測に使用する気圧計は、検定を受け、それに合格したものを使用しなければならない。

気圧計の設置にあたっては、その機能の如何にかかわらず、次のようなことに留意しなければならない。

- (1) 直射日光を避け、温度変化の少ない所に設置する。
- (2) 機関の振動や波浪の影響による衝撃を除去するため、側面及び下面にスポンジラバーなどのクッションを敷いて設置するのがよい。
- (3) 船舶用アネロイド型指示気圧計は水平に設置するのが原則であるが、止むを得ず壁に垂直に取り付ける場合には、水平にした場合と、垂直にした場合とで、指示値の差が0.5hPa以内

第2章 気圧の観測

のものでなければならない。また、取り付けに当たっては、水平に取り付ける場合と同様に、振動や衝撃が気圧計に伝わらないようにしなければならない。

2.3 アネロイド型指示気圧計

アネロイド型気圧計は、小型で、取り扱い及び測定が簡単で、重力加速度の影響を受けないなどの特徴がある。アネロイド型指示気圧計は、空ごう（金属製のうすい円板を2枚向かい合わせにし内部を真空にしたもので、ベローズとも呼ぶ）が、気圧の変化によって伸縮することを利用して伸縮量をてこや滑車で拡大して指示針に伝え、気圧を表示する構造になっている。この空ごうは、気圧の変化のみではなく、温度変化によっても僅かながら伸縮するので、それを補正するために、空ごうの上端にバイメタルを取り付け、それを介して、てこに動きを伝えている。

アネロイド型指示気圧計(第2.1図)には、一般用の他に船舶用のものがあるので、船ではこれを使う必要がある。船舶用の気圧計は、空ごうを2個、回転軸に対称の位置に取り付けて、振動の影響を相殺し、拡大機構の各点でも平衡を取り、示針の振れが小さくなるような構造にしてある。

気圧を読み取るときは、まず、示針が軽く振動するように、ガラス面を指先でノックする。次いで、片方の目を示針の真上（または真前）に持って行ってその目で目盛りを読む。気圧計のガラスを通して示針を見たとき、示針とガラス面に写った自分の目とが重なっていれば、目の位置は正しい。目盛板に鏡が付いている気圧計を使用すれば、目の位置を正確にとって値を読み取ることが可能となる。

波が高い場合には、船体が動揺して、その上下の加速度や位置の変動が気圧計に加わり、示針が左右に振れるようになる。この場合は、示度の最大の値と最小の値とを数回読み、それらの平均値を観測値とする。風の強いときには、波による影響の上に、風の息による影響が加わる。風による影響は、一般に屋内の気圧を低くする傾向にあると言われているが、その量は気圧計の設置してある部屋の構造や風速によって変わり、一般的な補正方法は今の所ないので、無視せざるを得ない。

気圧の観測は、定められた各観測時間の正時ちょうどに読み取り、hPaの1/10の値まで読む。

2.4 電気式気圧計

2.4.1 振動式気圧計

振動式気圧計には2種類の型があり、その1つは、水晶振動式気圧計で、これは空ごうの一端を固定し、その他端に水晶振動子を取り付け、気圧の変化によって空ごうに生ずる力を水晶振動子に伝え、それによって水晶振動子の振動数が変化することを利用したものである。他の1つは円筒振動式気圧計で、これは二重にした円筒の外側と内側の間を真空にし、内側の薄い円筒が気圧によって常時ふくらまされている状態にしてある。西洋打楽器のティンパニーが皮の張りを変えて音の高低を変えているのと同じように、気圧による内筒の張力が気圧の変化によって変わり、固有振動数が変わるのを利用して気圧を求めている。

第2章 気圧の観測

いずれも瞬間値ではなく、短いながらもある時間の平均値をデジタル表示しているから、動揺する船舶の上でも精度のよい観測が期待できる。また両者とも、アナログ出力やデジタル出力を備えているので、その出力に見合ったレコーダやプリンタを組み合わせれば、気圧のアナログ記録やデジタル印字が得られる。デジタル表示の機器は、視差がない、すぐ近くに寄らなくても読み取れる、読み取りの際の個人的な癖が入り込まない、読み取りの誤りがほとんどない、など利点が多い。

この気圧計を設置するときの注意や、観測時刻、最小位数、波が高いときの処置等は、アネロイド型指示気圧計と同じである。

2.4.2 静電容量型気圧計

静電容量型気圧計の感部は、単結晶シリコン等の弾性体で構成され、その内部は真空となっている。この空間の容積が気圧によって変化することを利用して、真空部の上下にある電極間の静電容量の変化を測り、気圧の変化量を測定する。気圧の値は、デジタル表示される。電気式気圧計は故障等の異常を自動的に検出する機能を有しているものが多い。

2.5 器差補正

気圧計の指示値は、真の気圧の値とは多少異なっている(これを「器差」という)。真の気圧の値を求めるためには、この差を考慮しなければならない場合がある。気圧計の検定を受けており、検定証書に「良」と記載され、かつ、検定の有効期間内である場合には、気圧計の読み取り値をそのまま「現地気圧」(2.6節の説明参照)として差し支えない。港湾気象官等による点検等により器差による補正值が明らかになっている場合には、気圧計の読み取り値に補正值を加えた値を「現地気圧」とする。

「補正值」がある場合には、「現地気圧」=「気圧計の読み取り値」+「補正值」となる。

2.6 海面更正

天気図に記入される気圧は、海面上における値である。そこで、各地で観測された気圧は、設置されている気圧計の海拔高度から、平均海面上の値に換算される。これを海面更正といい、求められた気圧を「海面気圧」という。これに対して、海面更正を行わない気圧が「現地気圧」である。船舶気象報で通報する気圧や、船舶気象観測表に記入する気圧は「現地気圧」ではなく「海面気圧」でなければならない。現地気圧は、いわば観測点より上に存在する空気の重さであり、高い観測点ほどその上に存在する空気が少なくなるため、気圧は低くなる。海面更正とは、観測点から海面までの空気の重さを「現地気圧」に加えることである。空気の密度は気圧や気温によって変わるため、海面更正値は、気圧計の海面上の高さのほか、気圧、気温によっても変わる。

海面更正値は、別途配布される「船舶気象観測表による報告および船舶気象報通報の手引」の「海面更正値表」に記載されている。空荷のとき、満載のときの気圧計の海面からの高さを調査して、その各々の高さに該当する部分を抜き書きして、気圧計の近くに貼っておくとよい。

第2章 気圧の観測

喫水が±1メートル以内の変動しかない船は、その平均の喫水から気圧計の海面上の高さを求め、常時その高さで海面更正を行えばよい。例えば、現地気圧が997.4hPa、気圧計の海面上の高さが6m、外気温が13.2℃であれば、補正值は表より0.7hPaとなり、海面気圧は、

$$(\text{現地気圧}) + (\text{海面更正値}) = (\text{海面気圧})$$

$$997.4 \quad + \quad 0.7 \quad = \quad 998.1 \text{ hPa}$$

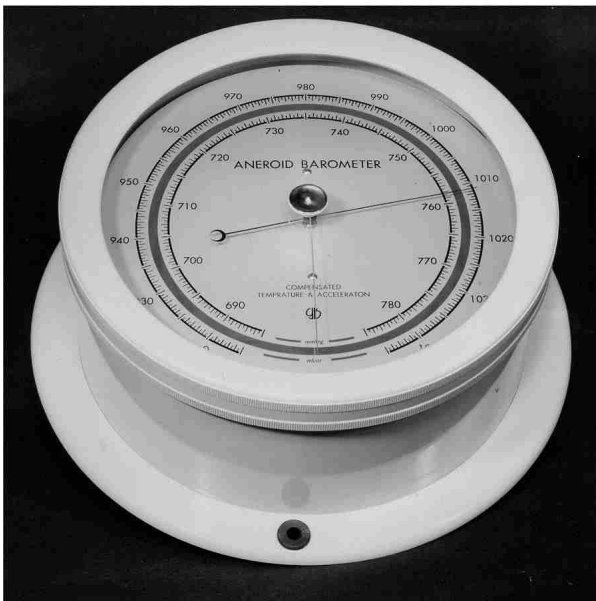
となる。

2.7 自記気圧計

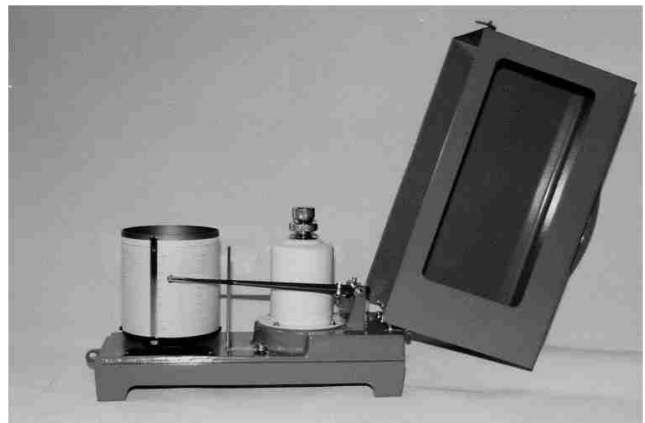
自記気圧計は、第2.2図に示すが、空ごうの一端の動きを拡大し、その動きを、時計を内蔵した円筒に巻き付けた自記紙上に、ペン書きするものである。自記気圧計には、1日用と7日用とがあり、気圧の変化傾向を判断しやすいという点では、1日用より7日用の方がよい。

自記気圧計は、観測値のチェックや、気圧の変化傾向と気圧変化量の決定に便利である。また、気象変化の傾向を見ることにより、低気圧や高気圧、気圧の峰や谷などが、近づくか、遠ざかるかのある程度の目安をつけることができ、天気が回復するか、悪化するかの傾向を推察することができるので、できるだけ設備するのが望ましい。

自記気圧計の設置場所や取り付け方などは、指示気圧計と同じである。



第2.1図 アネロイド型指示気圧計



第2.2図 自記気圧計

第3章 気温と露点温度の観測

大気の熱収支には地域的な差異があり、そのため大気に温度分布が生ずる。その結果として大気には密度の空間分布が生じ、流れ(風)が起こり、雲や降水現象が発生する。したがって気温の観測結果は、総観的な気象解析を行う際の基本要素の一つとされる。

また大気中の水蒸気は、雲を生じて降水現象のもとになるほか、蒸発や凝結によって潜熱の形で熱の輸送に関与し、また赤外線を吸収または放射する作用で、大気の放射量の変動を支配している。このため水蒸気は、大気中に起きる現象及びその変化について重要な要素となっている。

3.1 定義・単位

大気の温度を気温という。

大気中に含まれている水蒸気の分圧を水蒸気圧といい、気象では単に蒸気圧という。また水蒸気張力とも呼ばれる。ある温度のもとでは、大気中の蒸気圧の最大値は決まっており、それを飽和蒸気圧という。大気の接する面が水と氷とでは、同一気温でも飽和蒸気圧は異なる。

そのときの気温における飽和蒸気圧に対する蒸気圧の比率を相対湿度という。

圧力一定のもとで、現在の蒸気圧を飽和蒸気圧とするような温度を露点温度という。

気温・露点温度は摂氏度(°C)の単位で表し、その1/10の位までの値で示す。参考までに°Cと華氏度(°F)、絶対温度(K)の関係を示す。

$$\text{絶対温度 (K)} = \text{摂氏による温度 (°C)} + 273.15$$

$$\text{華氏による温度 (°F)} = 1.8 \times \text{摂氏による温度 (°C)} + 32$$

3.2 使用測器と設置条件

気温及び露点温度の観測には、通風型乾湿計(第3.1図)、携帯用通風型乾湿計(アスマン型)(第3.2図)、振り回し式乾湿計(第3.3図)等を使用する。観測船などでは、専用の通風筒に納めた隔測温湿度計(第3.4図)を使用している場合も多い。

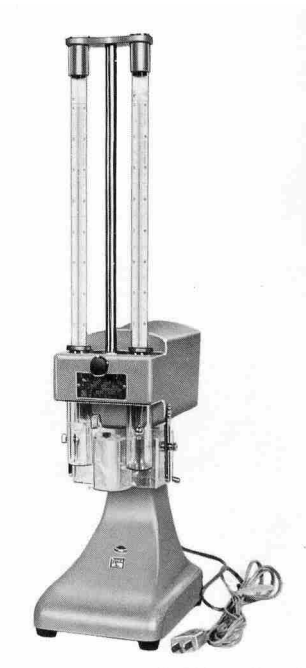
無通風型乾湿計は乾球や湿球のごく近くの温度を示すことが多く、必ずしも観測点付近の大気を代表した値とはいえないので、この測器の使用は薦められない。

乾湿計は、通常、百葉箱(第3.5図)に納めて観測する。

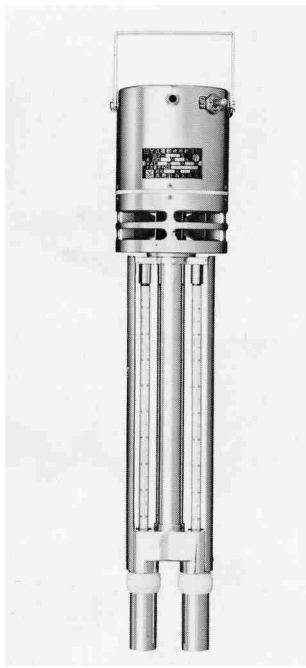
携帯用や振り回し式は、あまり海面に近くない所(できれば海面上3m以上)で、日陰の、降水やしぶき、煙、船内からの排気などをかぶらない場所を選んで観測する。携帯用は、小型の百葉箱で観測する場合もある。

百葉箱や通風筒を設置するときも煙や船内からの排気などを避けられる場所を選ぶ。

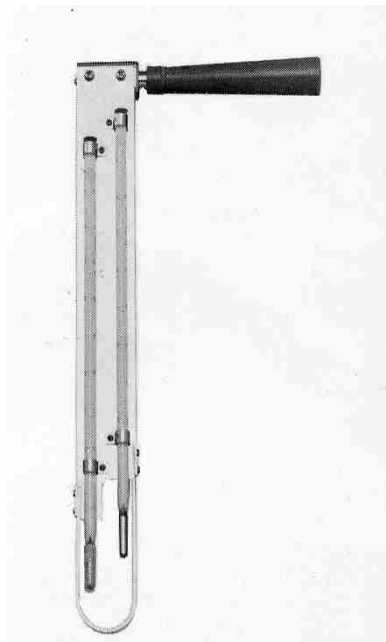
第3章 気温と露点温度の観測



第3.1図 通風型乾湿計



第3.2図 携帯用通風型乾湿計



第3.3図 振り回し式乾湿計

(アスマン型)



第3.4図 通風筒に納められた隔測温湿度計



第3.5図 乾湿計を設置する百葉箱

3.3 乾湿計

3.3.1 ガラス製温度計

乾湿計にはガラス製温度計が使われる。

ガラス製温度計には棒状温度計と二重管温度計とがある。

通風型乾湿計や携帯用通風型乾湿計に使われているものは、二重管温度計である。これらの通風型乾湿計に使っていた温度計が破損した場合には、前と同じ規格の温度計を取り付けなければならない。規格の違う温度計を取り付けて球部の形や大きさが変わると、球部のまわりの通風速度が変わって、正しい測定ができなくなる。

二重管温度計は、細い毛細管とその後に目盛板を備え、全体を球部につながるガラス管に封入しているので、構造上破損しやすい。特に目盛板を受け止める部分(朝顔という)が破損しやすいので、温度計の取り扱いには細心の注意が必要である。

棒状温度計は、ガラス棒の中心に毛細管があり、棒の表面に目盛りを刻み、目盛りの背面を着色して読みやすくしてある。構造上、二重管温度計よりは頑丈なので、水温の測定などに使用される。

観測に使用する温度計は、検定に合格したものでなければならない。

ガラス製温度計には水銀温度計の他にアルコール温度計もあるが、アルコール温度計は器差の変動や経年変化が大きく、液切れしやすいなどの点で水銀温度計より劣るので、長期にわたって気象観測に使用するのには適当ではない。

3.3.2 湿球の手入れ

乾湿計では、2本の同一規格・寸法の温度計を使用する。一方はそのまま使い、これを乾球という。他の一方には球部に布を巻き、観測時にはその布を水で湿らせる。これを湿球という。

通風型乾湿計では向かって左側を、振り回し式では外側に突き出た方を湿球にする。

球部に巻く布はガーゼがよい。ガーゼをよく洗って、のりや油気を取り去って使用する。この布は、汚れがついたり、塩分を含んだりすると誤差が大きくなるので、毎月1回ぐらいは取り換えるのが望ましい。観測時には常に注意し、汚れていたら直ちに交換する。

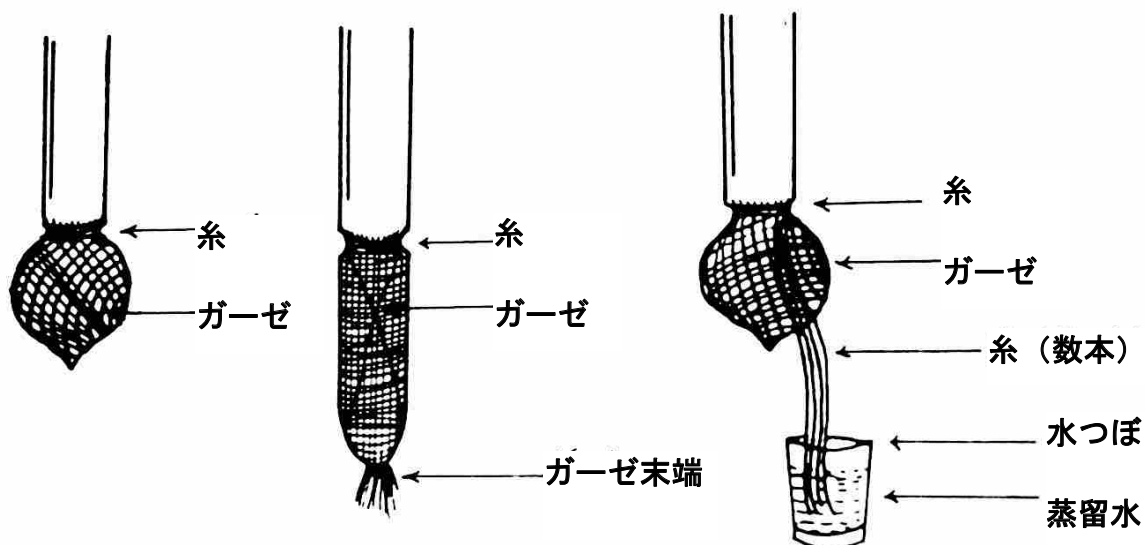
湿球として長く使われた温度計の球部には、ガラス面に水あかが付着していることがある。布を交換するとき、ガラス面を清浄な布で拭いて汚れを落とし、それでも落ちないものは、希塩酸に浸して汚れを溶かし、その後十分水洗をする。そのとき乾球も一緒に点検し、汚れが付いていれば落とす。

球部が細長い温度計にガーゼを巻くときは、ガーゼを、長さは球部よりやや長め、幅は球部を十分包める幅に切り取り、水でぬらして球部にはり付け、球部上部のくびれた部分に木綿糸で2～3回巻いて縛り付ける。次に、布の合わせ目以外には重なりがなくしわもないようにして、球部の先端のガーゼを引っ張りながら、球部の先端にできるだけ近い所を、糸で巻いて縛る。余分なガーゼは、上下とも切り落とす。糸からはみ出しているガーゼはできるだけ少ない方がよい。

第3章 気温と露点温度の観測

球部が丸いものは、ガーゼを約3cm角に切り取り、球部上部のくびれた所で縛る。重なりやしわがないようにすること、余分なガーゼの切り落としなどは前と同様である。

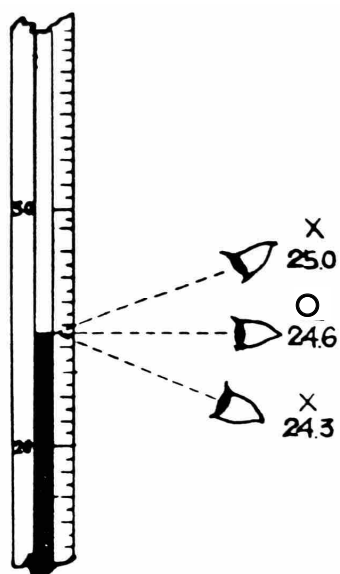
第3.6図に、ガーゼを巻き付けた状態を示す。



第3.6図 ガーゼを巻きつけた湿球の球部

3.3.3 乾湿計による観測の方法

観測時の約10分前に、付属のスポイトを用いて蒸留水または清潔な軟水で湿球をぬらす。ぬらす水の量は、多過ぎて下に水が落ちるようではいけない。また、勢いよくスポイトを押して、通風筒や温度計の管部にまで水を飛び散らせるようなことをしてはいけない。ぬらす水の温度は、できるだけ気温に近い方がよい。湿球を覆う布から糸を数本垂らしその先に水つぼを備えた乾湿計もある（第3.6図の右端の図）。水つぼの水量は過不足のないよう注意を払う必要がある。



温度計の示度を読み取るときは、乾球、湿球の順に素早く読み取る。しかも、小数位を先に読み、1位、10位はその後で読む。これは、観測者の体温や息が温度計に影響を与えないうちに読み取るためである。温度を読み取るときは、目の位置による読み取り誤差(視差またはパララックスという)に注意しなければならない。

視差は、第3.7図に示すように、目盛りを読み取る目の位置が正しい位置より高いと温度を高く読み、低ければ低く読み取ることによって生ずる。棒状温度計は毛細管の肉厚が厚いので視差が大きくなりやすい。二重管温度計でも不注意な読み方をすれば視

第3.7図 棒状温度計の読み方

第3章 気温と露点温度の観測

差を生じるが、水銀柱の頭部に最も近い毛細管の後にある目盛線が直線に見えるよう(目の位置が悪ければ、目盛線が曲がって見える)にすればよいので、棒状温度計よりは正しく目の位置を定めやすい。

ガラス製温度計の最小目盛は、 0.5°C と 0.2°C とが一般である。気象観測には 0.2°C 目盛りのものがよく、通風型乾湿計に使われているものも一般に 0.2°C 目盛りである。 0.2°C 目盛りで観測すると、気温の10分位を奇数に読むことが多い人、偶数に読むことが多い人などがいる。このような個人的な偏りの癖を避けるために、常々自分の観測値を点検して、そのような癖を矯正するよう心掛ける必要がある。

気温が高く大気が乾燥しているときには、温度計を読み取るまでに湿球が乾いてしまうこともあるが、そのような場合は繰り返しぬらす。

気温が低く湿球が氷結するときは、いったんぬるま湯で前の観測時から残っている氷を解かし、清潔な筆で水を吸い取り、新しく水をつけて氷の薄い皮膜ができるようにする。

示度が安定するまでに必要な通風時間は、 0°C 以上の場合通常5分前後であるが、湿球が氷結するようなときは10～20分を要するときもある。湿球の水が凍るときは、最初は過冷却で 0°C 以下に下がり、次いで水が凍るために潜熱を放出して 0°C 付近まで上昇し、水が全部凍ってから再び下降するので、湿球が氷結しないときより長時間を要するためである。湿球の温度を読み取るとき、上記の 0°C 付近に上昇しているときの温度を読み取らないよう、注意する必要がある。

湿球温度が 0°C よりやや低い程度るときには、湿球が氷結しているときと、過冷却のままで氷結していないときがある。氷結しているときとしていないときとでは、露点温度を求める際に使用する表が異なるので、示度を読み取った後注意深く観測する必要がある。氷結しているか否か目視で判断がつかないときは、針のようなどがったもので、ガーゼを軽く突いてみるとよい。確認後、観測値の右肩に、氷結していれば「I」、氷結していなければ「W」と記号を付けて区別しておく。

霧の中で観測したときには、湿球温度が乾球温度より高く出ることがある。その場合は、乾球の示度を湿球の示度と見なす。

百葉箱を使用している場合には、その扉を開いたとき、百葉箱の中に日射が直接差し込むようであってはいけない。そうならないよう扉を開く前に、適当な日よけをして防ぐ工夫が必要である。

(携帯用通風型乾湿計(アスマン型)の使用上の注意)

携帯用は観測に適当な位置につるして測定するが、船の動揺で落ちたり他の器物に当たったりして破損することがないようにしておく必要がある。また、船の針路や風向などで観測場所を変更する必要があるなら、あらかじめ何箇所か観測に適した所を選定しておいた方がよい。なお、電池を動力としているものは通風速度が遅くなると正確な値を得られなくなるので、常にファンの回転音に注意し、その音が低く小さくなり始めたら電池の電圧低下の兆候であるから、直ちに新しい電池と交換する。

(振り回し式乾湿計の使用上の注意)

振り回し式は、腕を風上に伸ばして温度計をできるだけ身体から離すようにし、毎秒4回ぐらいの割合で回転させる。また、湿球をぬらすとき、乾球までぬらしてしまわないよう注意しなければならない。

3.3.4 乾湿計による気温・露点温度の計算

気温は、乾球の示度の読み取り値である。

露点温度は、乾球温度及び湿球温度から「露点温度を求める表」（別途気象庁配布）あるいは「飽和蒸気圧表」（本指針巻末付録）を用いて求める。

なお、「TurboWin」を利用すれば、気温、湿球温度（湿度）を入力するだけで露点温度の計算を自動的にを行い、電文に含めた形で出力されるため、以下の露点温度の計算は不要である。

(1) 「露点温度を求める表」を用いる方法

この表は「乾球温度と湿球温度との差($t-t'$)」と「湿球温度(t')」から露点温度を求めるものである。0.5℃単位で書かれているので、下に述べるような方法で露点温度を求める。

(ア) 湿球が氷結しないとき

例1) 乾球温度 $t=20.8^{\circ}\text{C}$ 、湿球温度 $t'=19.4^{\circ}\text{C}$ の場合

$t' = 19.4 \rightarrow$ 二捨三入して19.5とする。

$t-t' = 1.4 \rightarrow$ 二捨三入して1.5とする。

「露点温度を求める表」の「湿球が氷結していないとき」の

縦の段、 $t' = 19.5$

横の列、 $t-t' = 1.5$

に対応する値、18.8℃が露点温度となる。

例2) 乾球温度 $t= 1.2^{\circ}\text{C}$ 、湿球温度 $t' = -2.7^{\circ}\text{C}$ のとき

$t' = -2.7 \rightarrow$ 二捨三入して-2.5とする。

$t-t' = 3.9 \rightarrow$ 二捨三入して4.0とする。

「露点温度を求める表」の「湿球が氷結していないとき」の

縦の段、 $t' = -2.5$

横の列、 $t-t' = 4.0$

に対応する値、-12.1℃が露点温度となる。

(イ) 湿球が氷結したとき

$t' = -2.7 \rightarrow$ 二捨三入して-2.5とする。

$t-t' = 3.9 \rightarrow$ 二捨三入して4.0とする。

「露点温度を求める表」の「湿球が氷結しているとき」の、

縦の段、 $t' = -2.5$

横の列、 $t-t' = 4.0$

に対応する値、-11.1℃が露点温度となる。

(2) 飽和蒸気圧表(本指針巻末付録)によって求める方法

(1)で記述した「露点温度を求める表」は、この方法で、気圧の値を1013.25hPaと仮定して計算したものである。気圧の値を仮定しない場合の露点温度は次のように計算する。

(ア) 蒸気圧

第3章 気温と露点温度の観測

通風型乾湿計の乾球示度の値を $t^{\circ}\text{C}$ 、湿球示度の値を t' $^{\circ}\text{C}$ 、気圧(現地気圧)の観測値を P hPa、湿球温度における飽和蒸気圧を E' hPaとすれば、蒸気圧 e hPaは次のスプリングの式から算出される。

$$e = E' - \frac{A}{755} P (t - t')$$

ただし、湿球が氷結したときは、 E' は氷の飽和蒸気圧とする。また、 A は定数で、湿球が氷結しない場合は0.50、氷結した場合は0.44である。

上式の計算は、まず第1項の E' を巻末の飽和蒸気圧表から t' に対応する値として求め、第2項は観測値から求め、両項の差を e とする。定数 A は氷結した場合と氷結しない場合では、値が異なるので注意を要する。

このようにして計算した蒸気圧が、負の値となった場合は0.0 hPaとする。

計算機を用いて飽和蒸気圧を計算する場合は、データを倍精度浮動小数点型として値を計算し、最後に1/1000の位を四捨五入して1/100の位で出力するとよい。

(イ) 露点温度

露点温度は、巻末付録の飽和蒸気圧表から上の式で計算した蒸気圧 e に対応する温度を求める。蒸気圧が低い場合は、蒸気圧の1/100の位までの値で内挿して求める。蒸気圧が0.05 hPa以下の場合の露点温度は $<-50.0^{\circ}\text{C}$ とする。

(ウ) 飽和蒸気圧表による計算例

乾球温度 $t = 19.8^{\circ}\text{C}$

湿球温度 $t' = 17.3^{\circ}\text{C}$

現地気圧 $P = 985.2$ hPa

飽和蒸気圧表から、 $t' = 17.3^{\circ}\text{C}$ に対応する E' は

$$E' = 19.74 \text{ hPa}$$

$(t - t') = 2.5^{\circ}\text{C}$ 、 $P = 985.2$ hPaに対応する第2項の値は、

$$\frac{A}{755} P (t - t') = 1.63 \text{ hPa}$$

となり、したがって蒸気圧は

$$e = 19.74 - 1.63 = 18.11 \text{ hPa}$$

となる。巻末付録の表から、18.11hPaの近傍の飽和蒸気圧は

気温 15.9°C のとき、18.06hPa

気温 16.0°C のとき、18.17hPa

なので、飽和蒸気圧18.11hPaに対応する温度すなわち露点温度 (t_d) は、

$$18.11 - 18.06 = 0.5$$

$$18.17 - 18.11 = 0.6$$

から、15.9と16.0を5:6に内分して、

$$t_d = 15.945 \approx 15.9^{\circ}\text{C}$$

となる。

3.4 隔測温湿度計

隔測温湿度計は、電気式温度計と露点式湿度計または電気式湿度計で構成されている。

3.4.1 電気式温度計(白金測温抵抗体)

(1) 感部の測定原理

電気式温度計の感部は、白金線を使用した測温抵抗体である。この測温抵抗体は、白金線の電気抵抗値が温度によって変わる性質を利用したものである。温度が変われば抵抗値も変わる。これは金属一般の性質であるが、白金は、純度が高ければ、温度と抵抗値との関係が一定かつ安定しており、その上柔軟で加工しやすく、しかもさびないのでさびのために線が細くなって抵抗値が変わるようなことがない、などの特質から測温抵抗体の素線に使われている。

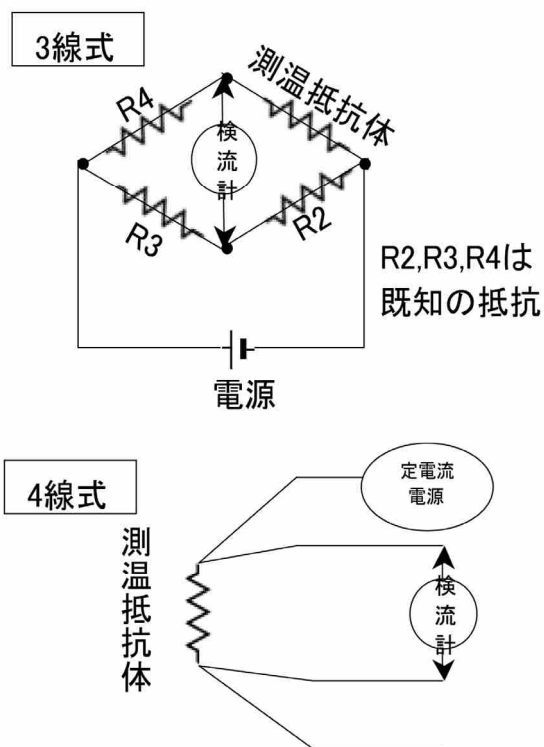
測温抵抗体は、日本工業規格で、その0℃のときの抵抗値は100Ωと定められ、各温度における抵抗値も定められている。また、導線の数が、2本、3本、4本のものがあり、2本のものを2線式、3本のものを3線式、4本のものを4線式と呼んでいる。

導線が2本のものは、導線の温度による抵抗値の変化がそのまま誤差として加わるので、感部と変換器との距離がごく短く、導線の温度影響が無視できるとみなせる場合以外は好ましくない。

3線式の測温抵抗体の場合は、定電圧の発生器とホイートストン・ブリッジの3辺に抵抗を組み込み、測温抵抗体とそのブリッジの一边に結線して一定の電圧を加え発生する不平衡電圧を測定して温度に換算する。2線式に比べ導線の抵抗値による誤差が軽減されるが、導線1本当たりの抵抗値が1Ωを超えると気温の測定値に0.1℃を超す誤差が生じるので、1本ごとの抵抗値を1Ω以内にしなければならない（第3.8図参照）。

4線式の測温抵抗体を使用する場合には、2本の導線で一定の電流を常に流しておき、残り2本の導線で、白金線の両端の電圧を測定し、抵抗値を求め、温度に変換する。4線式のものは導線の抵抗値による誤差をほぼ除去することができる。

なお、測温抵抗体で温度を測定する場合、白金の抵抗値と温度との関係は、厳密に言えば直線的な関係にはないので、測定した抵抗値を温度に換算する際に、その補正を行っているものでなければ、気象観測に使用できない。



第3.8図 3線式、4線式の回路模式図

(2) 点検

測温抵抗体の抵抗値の温度による変化量は、1℃当たり約0.4Ωと非常に小さいので、ターミナル、コネクタ等の接触抵抗、線間の絶縁抵抗には、常に十分注意する必要がある。

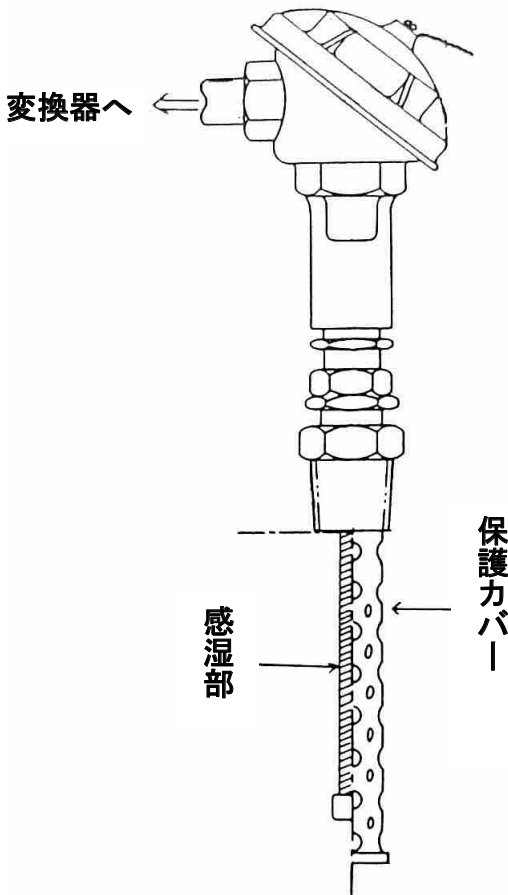
そのため、電気式温度計の点検を行うときは、指示器や記録器の検査も行う必要がある。点検時、導線の先端に測温抵抗体の代わりに試験抵抗器を接続し、指示器や記録器が何度を示すか点検する。試験抵抗器が示すはずの温度から0.5℃以上異なった温度を示していたら、導線や各端子の接触抵抗、絶縁抵抗を点検し、不良箇所をなくす必要がある。

(3) 通風筒

電気式温度計で気温を観測する場合、風通しのよい場所に据え付けられていて、内部の換気が十分行われているような百葉箱の中に感部を取り付けてもよいが、一般には通風筒を使い、その中に感部を取り付ける。この通風筒は、太陽の直射や地表(甲板)面からの反射の影響を防ぐ構造を備え、合わせて気温の変化によく追随するよう、感部の回りを6～8m/sの速度で通風している。この通風が止まると、日中太陽の直射がある場合、内部が昇温して気温より高くなる

ので、常に通風モータの回転音に注意し、異常が感じられたら直ちにその通風モータを交換する。陸上では5年ぐらいもつモータでも、船舶上では2～3年で交換することが望ましい。

なお、通風筒の取り付け場所は、気温に船の影響が及ばない自由大気を吸入するような所でなければならない。また、長い間通風筒の手入れをせずに放置すると、測温抵抗体の周囲に塵埃や塩分が付着し、それに水分が吸収されると、乾湿式温度計の湿球と同じ原理により、正確な気温の測定はできなくなるので、常に点検し、通風筒の内部や測温抵抗体を清浄にしておかなければならない。



第3.9図 露点式湿度計の感部の外観

3.4.2 露点式湿度計

(1) 感部の測定原理

露点式湿度計の感部は、塩化リチウム露点計、またはデューセルと呼ばれている。塩化リチウムには潮解性があり、その飽和水溶液の蒸気圧が、水溶液の温度によって変わる性質を利用したものである。この塩化リチウム

を使った露点式湿度計は、相対湿度が低い場合(約10%以下)には動作しない。

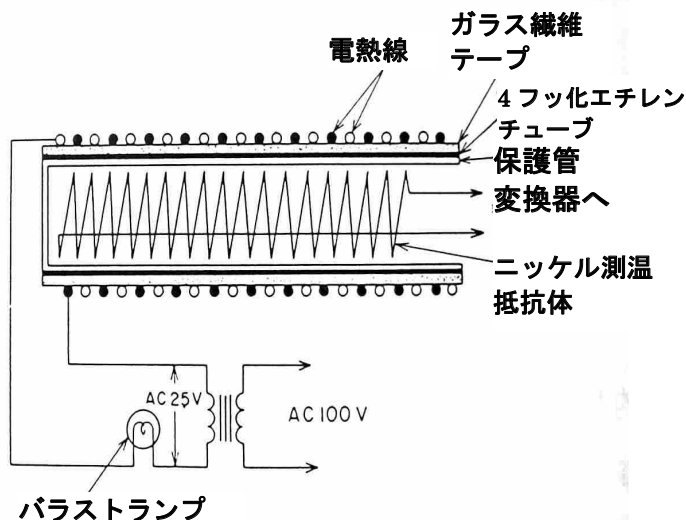
第3.9図に露点式湿度計の感部の外観を、第3.10図にその構造を示す。図に示すとおり、ステンレス製の保護管にはニッケルの測温抵抗体が組み込まれ、保護管に電気絶縁処理をした後、

第3章 気温と露点温度の観測

ガラス繊維のテープを巻き付け、その上に細い金線、または金メッキした銀線を2本、平行にらせん状に巻き付けて電熱線としている。この2本の電熱線にそのまま電圧をかけても電流は流れないが、ガラステープに塩化リチウムの水溶液を塗布すると、塩化リチウムの水溶液に導電性があるので、電熱線間に電流が流れジュール熱が発生する。この熱で水溶液の温度が上昇し、水分が蒸発して水溶液の濃度が濃くなり、ついには塩化リチウムの結晶が析出してくる。結晶が析出すると電気抵抗が大きくなって電流は小さくなり、温度が下がってくる。温度が下がって水溶液の蒸気圧が、大気の水蒸気圧より小さくなると、大気中の水の分子が水溶液に吸収され、再び電流が流れ、遂には飽和水溶液の蒸気圧と大気の水蒸気圧とが平衡した状態になる。

このときの飽和水溶液の温度は、大気の水蒸気圧と密接な関係にあるので、この温度を測定して露点温度に換算する。ただし、飽和水溶液そのものの温度は直接測れないので、実際には第3.10図に示すとおり、内部に組み込んだニッケル測温抵抗体の抵抗値を測定し、保護管内の温度を測っている。

抵抗値の測定は、気温と同じように、導線抵抗を各線とも 1Ω にして、ホイートストン・ブリッジの不平衡電圧から求める方法と、測温抵抗体に一定の電流を流して、抵抗体の両端の電圧から求める方法とがある。



第3.10図 露点式湿度計の感部の構造

(2) 通風筒

露点式湿度計は、雨や雪、太陽の直射を避けるため、通風筒の中に取り付けられており、感湿部は保護カバーで覆われている。

前項で記したように、この感部は発熱体であるから、電気式温度計と一緒に百葉箱に取り付けると、その中を外気温より高い温度にしてしまうので、温度計との同居は避けなければならない。

感湿部の周囲には常に新しい空気が供給されている必要があるため、通風筒は強制通風のものがよく、感湿部周囲の風速は 15cm/s 程度が適当である。

強風の中では感湿部周囲の空気が乱され、その影響で指示や記録が乱れる場合が多い。そのようなときは、平均的な値を読み取ればよい。

(3) 塩化リチウムの塗り替え

この露点式湿度計で露点温度を観測する場合には、気象業務法施行規則第1条の3に従って、随時、乾湿式湿度計と比較点検しなければならない。

感湿部に塗り付けられた塩化リチウムは、空気中に含まれる微量のガスによって、時間と共に変質していく。その変質が、ある程度を超すと露点温度に誤差を生ずるが、その程度を確かめるには、乾湿式湿度計と比較観測を行う必要がある。

第3章 気温と露点温度の観測

比較観測に使用する乾湿式湿度計は、携帯用通風型乾湿計がよい。これを、夜間の風が弱いときを選んで、露点式湿度計の近くにつるして観測し、両者から求めた露点温度を比較して、その差が1℃以上であったなら、その露点式湿度計で観測してはいけない。そうならないうちに、塩化リチウムを塗り替える必要がある。

船舶においては、露点式湿度計感部の塩化リチウムは1カ月程度を目安に塗り替えるのが望ましい。

塗り替えの作業は、機器に添えられている取扱説明書に従って実施するが、特に注意を要するのが洗浄である。洗浄が不十分で、古い液が完全に洗い流されていない状態で新しい液を塗ってしまうと、当座は良好に見えても、すぐに誤差が大きくなってしまうので、入念に洗浄するのが肝要である。

洗浄の際には柔らかい筆や刷毛を使い、流水で洗った後、1日以上水(できれば蒸留水)に浸しておくといよい。この場合、先端から感湿部までの部分以外には水を付けないよう、また電熱線に手を触れたり傷を付けないよう注意する必要がある。

3.4.3 電気式湿度計(静電容量型)

この湿度計の感部は、高分子フィルムを絶縁体としたコンデンサ構造をしており、この高分子フィルムは周囲の水蒸気量により水分子を吸収したり放出したりする性質がある。この吸湿性を利用し、相対湿度の変化による静電容量の変化を電気信号に変換する。

通常、気温を測る温度計と同じ通風筒に収め、感部付近を約4m/sで通風する。

感部は、大気の汚れの影響を受けやすいので保護フィルターを付ける必要があり、このフィルターを、気象庁の陸上官署では、通常6ヶ月で交換している。船舶では、使用環境を考慮すると、これより短期間で交換することが望ましいが、交換が困難な場合は、頻繁に点検・清掃を実施するとよい。

電気式湿度計で露点温度を観測する場合には、露点式湿度計と同様に気象業務法施行規則第1条の3に従って、随時、乾湿式湿度計と比較点検しなければならない。

第4章 風の観測

風は、気圧配置と密接に関連し、高気圧・低気圧の分布、その強さなどを知るうえで指標となる、重要な気象要素である。風速は気圧傾度に比例し、風向は中緯度の海上において、一般に等圧線と約15度の傾きを持っている。

海上における風の観測値は、通報資料が気象の解析や予報・警報に役立っているほか、その統計資料は、船舶、航空機の運航など多方面で利用されている。近年は、衛星による風の観測が行われているが、船舶やブイによる現場での観測が不可欠であることは変わらない。

4.1 定義・単位

風は風向と風速によってベクトルで表される。また、観測時前10分間の平均値で表す。ただし、観測時前10分間に風向の不連続な変化があったときは、その変化後、観測時までの風向をとる。

風速を観測する際の単位はメートル/秒(m/s)を用い、その10分位までの値で示すが、通報にはノット(kt)の1位までの値で表す。

$$1 \text{ m/s} = 1.9438 \text{ kt}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ kt} &= 1 \text{ 海里 (nautical mile) / 時 (hour)} \\ &= 1.852 \text{ キロメートル / 時} \\ &= 0.5144 \text{ m/s} \end{aligned}$$

風向とは、風の吹いて来る方向をいい、船舶による観測では36方位(時計回りに角度の100位と10位をとり、北を36とする)で表す。ただし、風速が0.2m/s(0.4kt)以下の場合の風向は、静穏(calm)とする。

瞬間風速は、変動する風速の瞬間値である。

4.2 使用測器と設置条件

風向・風速の観測には、風車型風向風速計が一般に用いられている。

風車型風向風速計は、第4.1図に示すが、4枚羽根のプロペラの風による回転の速さと、胴体が風向に追従する動きとを電氣的に指示器(第4.2図、第4.3図)や自記器に伝えて、風向・風速を指示し記録する。また、分電箱を使用して、ブリッジその他必要な場所に出力を分岐し、風向・風速を指示させることができる。

風車型風向風速計の出力は、風向風速の瞬間値であるから、風の息によって、針やペンは常に振れている。

この他に、プロペラの回転数を風程信号として取り出す機構を備えているもの、風向信号の演算機能を備えているものもあって、これらは、平均風速・平均風向の観測に便利である。

第4章 風の観測

風車型風向風速計を取り付ける場所は、船の構造物が風に及ぼす影響をできるだけ避けられる場所の中から、故障修理の際の便も考慮して選ぶ。

取り付けに際しては、風車の先端を船首に向けたとき、指示部の指針が 0° (360°)を示すようにしなければならない。風向風速計の台座にNと記されているものは、それを船首に向ける。初めは仮止めして置き、風車の先端を、正しく船首、右舷 90° 、船尾、左舷 90° に合わせたとき指示部の指針が、それぞれ 0° (360°)、 90° 、 180° 、 270° を示しているかどうかを調べ、いずれも $\pm 5^{\circ}$ 以内に納まっているのを確かめてから、改めて取り付けネジを締め付ける。 $\pm 5^{\circ}$ 以内に納まらない測器は、修理するか、別の良品と交換する必要がある。

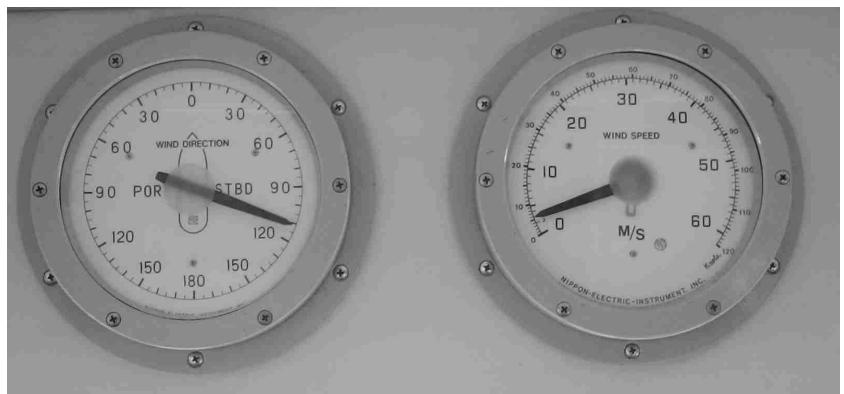
ケーブルのコネクタや引き込み口などには、雨や海水のしぶきが浸み込まないように、グリースやパテ等を詰めておくといよい。

なお、観測に使用する風向風速計は、検定に合格したものでなければならない。風杯型風速計や風車型風速計の検定の有効期間は5年であるから、一度検定を受けたものでも、有効期間が過ぎないうちに、ドック入り等の際に、取り外して分解修理を行い、再度検定を受けなければならない。

風は、WMOの技術規則で海面から10mの高さの10分平均値を観測することとなっているが、船体構造によってはその高さに風速計を設置することは難しい場合もある。そのような場合にもデータを補正して正しく気象情報の作成等に利用することができるよう、気象業務法施行規則第50条により風速計の高さを報告することが重要である。



第4.1図 風車型風向風速計



第4.2図 風向指示器

第4.3図 風速指示器

4.3 風向の観測

自記器を備えている場合には、自記紙上で、観測時の10分前から、観測時までの変動の大勢を見て判定する。自記紙上の最も密に記録された部分の中央が、平均風向を示すものと見てよい。自記器を備えていない場合には、約1分間の指針の振れを見て、その平均的な値を読み取る。風向の変化が激しいときには読み取りが困難であるが、習熟することによって、正しく読み取れるよう努める。風向には、船の動揺による影響も加わっているが、これを取り除くには、平均的な数値を読み取る以外に方法はない。

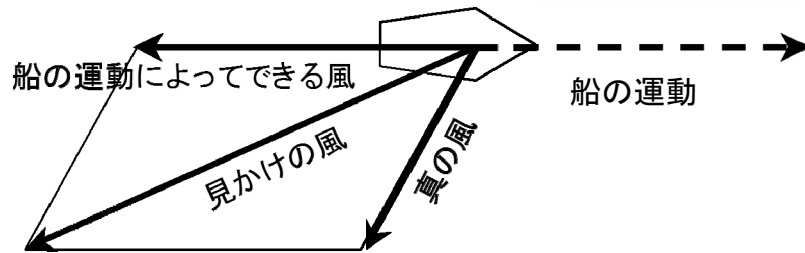
4.4 風速の観測

自記器を備えている場合には、観測時の10分前から観測時までの記録を見て、風速変動の中央付近を読み取る。自記器を備えていない場合は、約1分間、指針の振れを見て、最大、最小を捨て、振れのほぼ一定したところを読み取る。風の息が大きく、風速の変化が激しいときには、風向と同じく習熟により正しく読み取れるよう努める。風向と同様、風速には、船の動揺による影響も加わっているが、これを取り除くには、平均的な数値を読み取る以外に方法はない。

4.5 真風向・風速の算出

航行中の船上で得られた風の観測値は、見かけの風（視風向・風速）であって、真の風（真風向・風速）ではない。

見かけの風は、第4.4図に示すように、真の風と、船の運動（進路、船速）によってできる風とが合成されたものであり、



第4.4図 船の運動のベクトルと風のベクトルの合成

ベクトルで扱えば、

$$\overrightarrow{\text{見かけの風}} = \overrightarrow{\text{真の風}} - \overrightarrow{\text{船の運動}}$$

となる。従って、真の風を求めるには、見かけの風に、船の運動をベクトル的に加算しなければならない。この場合、風向は風が吹いて来る方向であり、船の進路は船が進む方向であることに留意しなければならない。

$\vec{a}$ を真の風のベクトル、 $\vec{b}$ を船の運動のベクトル、 $\vec{c}$ を見かけの風のベクトル、それぞれのベクトルの大きさを $|\vec{a}| = a$ 、 $|\vec{b}| = b$ 、 $|\vec{c}| = c$ 、 α を見かけの風の船首からの方位、 β を船の針路、 γ を真の風の船首からの方位とすると、

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \times \cos \alpha \quad (1)$$

$$\sin \gamma = c \times \frac{\sin \alpha}{a} \quad (2)$$

の関係式が成り立つ。(1)、(2)により真風速 a が求まり、 $\gamma + \beta$ が真風向となる。

第4章 風の観測

今、針路 95° 船速 10 ノットで航行中の船上で左舷 50° 、27 ノットの風を観測したとする（第 4.5 図）。この例の真風向・風速を上の関係式から求めると、 $\alpha = 310^\circ$ （左舷 50° は時計周りで 310° ）であるから、

$$\cos \alpha = 0.64 \quad (3)$$

この値と $b=10$ 、 $c=27$ をそれぞれ (1) 式に代入すると

$$a = 21.95 \quad (4)$$

となる。(4) と $\sin \alpha = -0.77$ 、 $c=27$ を (2) に代入すると

$$\gamma = -70.4$$

となる。船の針路 β は 95° であったから、真の風のベクトルの方位は、

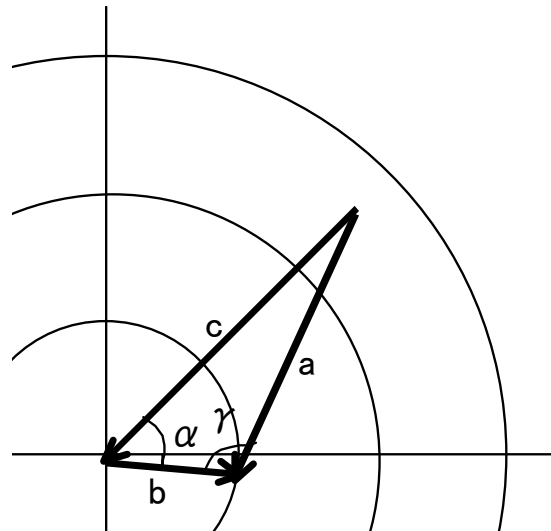
$$-70.4 + 95 = 24.6$$

となり、真風速 22 ノット、真風向 25° を得る。

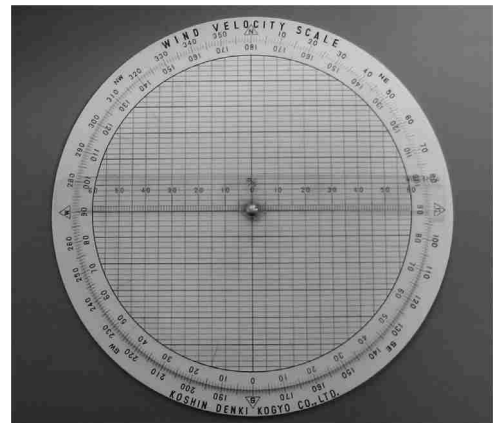
真風向・風速を求めるのに真風向風速計算尺（第 4.5 図）を用いる方法もある。

真風向風速計算尺の一番下の円盤を方位盤、中の円盤を風向盤、一番上の物差し状の尺を風速尺という。真の風の計算には、まず風向盤の 0 を方位盤の船首方向（上の例では 95° ）に合わせ、次に風速尺を回して視風向（例では左に 50° ）に合わせる。風速尺上の視風速（例では 27 ノット）の点から縦線に平行に、下方へ船速相当目盛り分（例では 10 ノット）おろした点を C 点とする。風速尺を C 点まで回すと、風速尺の C 点での目盛りは真風速を示し、風速尺と風向盤との交点は真の風の船首からの方位を示し、方位盤との交点が真風向となる。

なお、真風向・風速を計算で求めた場合には、「4.7 節 目視による観測」で記してあるように、風浪が進んでくる方向は、ほぼ真風向と一致しているので、風浪の進行方向を確かめ、求めた真風向と比較すれば、計算の誤りを発見することができる。



第 4.5 図 計算例の真の風 ($\vec{a}$)、船の運動 ($\vec{b}$)、見かけの風 ($\vec{c}$) をベクトル表示したもの



第 4.6 図 真風向風速計算尺

4.6 真風向風速計

真風向風速計は、前述の風車型風向風速計から視風向・風速を、船に備え付けてあるジャイロコンパスやログから針路や船速を入力して、両者をベクトル演算し、真風向・風速を直接、指示、記録するものである。

4.7 目視による観測

風向風速計が故障して使用できない場合、また、風向風速計を備えていない場合に風の観測をするときは、風向は次に記載するような方法によって求め、風速は、同じくその後に記載する風力階級から求める。

4.7.1 風向

航行中の船上で受ける風は、「見かけの風」であるが、風浪の進んでくる方向はほぼ真風向と一致するので、目視による風の観測の場合は風浪の方向から風向を求める。この場合、ジャイロコンパスの器差を修正した真方位を 10° 単位で観測する。観測者はできるだけ周囲の海面の状況が見渡せる場所にあるジャイロコンパスの近くで観測するのがよい。そして、波頭やしぶき、及び白い泡筋等の方向から風向を求めると比較的よい結果が得られる。

海面状態から風向を観測するには、次の各項に留意する必要がある。

- (1) 船の近くの風浪は、自船の影響で波の方向が乱されるので、船からある程度離れた風浪に着目する。
- (2) 風向が急変した場合、以前からの波がしばらく残っていて、その波向は真風向と異なるから、波頭を注意して観測する必要がある。
- (3) 風が弱く、例えばチリメン状の波ができているときは、風向を見定めるのが難しく、風向を反対に採ったり、 90° 違って採ったりすることがあるため、船上で感じる風の方向や針路、船速等を参考にして決める。
- (4) 陸岸や海氷の近くの風浪の方向は、その海面の正しい風向を示すとは限らない。
- (5) 夜間及び視程の悪いとき(豪雨、雪、霧等の中)は、風浪の観測が難しいから、テープや煙等によって推測する。
- (6) 普通、船上の風上側で観測するのがよいが、太陽の位置や海面の反射等のため見にくいときは、風下側でもやむを得ない。

4.7.2 風力

海面状態から風力を求めるには、第4.1表に示す気象庁風力階級表に従い、本章末尾の風力階級の写真を参照して、該当する風力に当てはめる。第4.1表の風力階級の相当風速は、海面上10mの高さの風速である。この表により風力を推定する際には、次の各項に留意しなければならない。

第4章 風の観測

- (1) 風が強くなっても、海面状態(波長・波高)が変わるまでに時間の遅れがある。逆に風が弱くなった場合も同様である。
- (2) 風の強さが同じでも、風の吹送距離によって波の大きさが異なる。風上側に陸地がある海上の波と、外洋の波とで、波の大きさが異なるのはこの理由が多い。
- (3) 潮流や海流の強いところでは、風力と海面状態が同調しないことが多い。特に、潮境には特殊な波が目立つ。
- (4) 海の深さが波の出来方に影響する。
- (5) うねりの影響が大きくなると、風浪を判別するのが困難になる。
- (6) 夜間は風力を推定するのは多少困難であるが、風力4~5ぐらいから白波が見え出すことが多いので、風浪から推定する風力は多少大きく見積もる必要がある。
- (7) 降水は海面状態を滑らかにする傾向があり、特に強い降水ほど、その作用が大きい。従って激しい降水の中での風力の推定は、多少大きく見積もる必要がある。
- (8) 風浪の高さは気温と水温の差によって異なるので、気温が水温よりも低い場合は、風浪から推定される風力よりやや弱い風力を採用するとよい。

第 4 章 風の観測

第4.1表 気象庁風力階級表(ビューフォート風力階級表)

風力 階級	相当風速		海面の状態	※参考波高
	ノット	メートル毎秒		メートル
0	1 未満	0.0 から 0.3 未満	鏡のような海面	—
1	1 以上 4 未満	0.3 以上 1.6 未満	うろこのようなさざなみができるが、波がしらにあわはない。	0.1(0.1)
2	4 以上 7 未満	1.6 以上 3.4 未満	小波の小さいもので、まだ短いがはっきりしてくる。波がしらはなめらかに見え、砕けていない。	0.2(0.3)
3	7 以上 11 未満	3.4 以上 5.5 未満	小波の大きいもの。波がしらに砕けはじめる。あわはガラスのように見える。ところどころ白波が現われることがある。	0.6(1)
4	11 以上 17 未満	5.5 以上 8.0 未満	波の小さいもので、長くなる。白波がかなり多くなる。	1(1.5)
5	17 以上 22 未満	8.0 以上 10.8 未満	波の中ぐらいのもので、いっそうはっきりして長くなる。白波がたくさん現われる。(しぶきを生ずることもある。)	2(2.5)
6	22 以上 28 未満	10.8 以上 13.9 未満	波の大きいものができはじめる。いたるところで白くあわだった波がしらの範囲がいっそう広がる。(しぶきを生ずることが多い。)	3(4)
7	28 以上 34 未満	13.9 以上 17.2 未満	波はますます大きくなり、波がしらに砕けてできた白いあわは、すじをひいて風下に吹き流されはじめる。	4(5.5)
8	34 以上 41 未満	17.2 以上 20.8 未満	大波のやや小さいもので長さが長くなる。波がしらの端は砕けて水けむりとなりはじめる。あわは明りょうなすじをひいて風下に吹き流される。	5.5(7.5)
9	41 以上 48 未満	20.8 以上 24.5 未満	大波。あわは濃いすじをひいて風下に吹き流される。波がしらはのめり、くずれ落ち、逆巻きはじめる。しぶきのため視程がそこなわれることもある。	7(10)
10	48 以上 56 未満	24.5 以上 28.5 未満	波がしらに長くなるのしかかるような非常に高い大波。大きなかたまりとなったあわは濃い白色のすじをひいて風下に吹き流される。海面は全体として白く見える。波のくずれかたは、はげしく衝撃的になる。視程はそこなわれる。	9(12.5)
11	56 以上 64 未満	28.5 以上 32.7 未満	山のように高い大波(中小船舶は、一時波の陰にみえなくなることもある。)海面は、風下に吹き流された長い白色のあわのかたまりで完全におおわれる。いたるところで波がしらの端が吹きとばされて水けむりとなる。視程はそこなわれる。	11.5(16)
12	64 以上	32.7 以上	大気は泡としぶきが充満する。海面は、吹きとぶしぶきのために完全に白くなる。視程は、著しくそこなわれる。	14(—)

備考 ※印の欄は、陸岸から遠く離れた外洋において生ずる波の高さのおおよその目安を与えるだけのものである。

波高のみを観測し、逆に風力を推定するのに用いてはならない。内海あるいは陸岸近くで、沖に向う風の場合には波高はこの表に示された数値より小さくなり、波はとがってくる。括弧内は、おおよその最大の波高を示す。

第4章 風の観測



風力階級0

風速1ット未満

参考波高 —



風力階級1

風速1-3ノット

参考波高 0.1メートル
(最大0.1メートル)



風力階級2

風速4-6ノット

参考波高 0.2メートル
(最大0.3メートル)

第4章 風の観測



風力階級3

風速7-10ノット

参考波高 0.6メートル
(最大1メートル)



風力階級4

風速11-16ノット

参考波高 1メートル
(最大1.5メートル)



風力階級5

風速17-21ノット

参考波高 2メートル
(最大2.5メートル)

第4章 風の観測



風力階級6

風速22-27ノット

参考波高 3メートル

(最大4メートル)



風力階級7

風速28-33ノット

参考波高 4メートル

(最大5.5メートル)



風力階級8

風速34-40ノット

参考波高 5.5メートル

(最大7.5メートル)

第4章 風の観測



風力階級9

風速41-47ノット

参考波高 7メートル

(最大10メートル)



風力階級10

風速48-55ノット

参考波高 9メートル

(最大12.5メートル)



風力階級11

風速56-63ノット

参考波高 11.5メートル

(最大16メートル)

第4章 風の観測



風力階級12

風速64ノット以上

参考波高 14メートル以上

第5章 雲の観測

雲は、微少な水滴や氷の粒からできており、それらが集まって空中に浮かんで見えるものである。それらが海面に接している場合は霧である。

雲が様々な外観を持つのは、雲が水滴からできているか氷の粒からできているかの違いや、粒の大きさと数、光の当たり方、気流の状態などの違いによるもので、これらは絶えず変化している。したがって、外観によって雲を区別するには、雲の大きさと形、構造と組織、明るさ、色合いなどを参考にするが、これらの変化を絶えず注意しておくことも必要である。

雲の観測結果は、大気の状態を間接的に示すとともに気象じょう乱(台風や低気圧など)に関連した分布をするので、総観的な気象解析に利用される。

5.1 雲の観測

雲の観測は、

雲量(全雲量、雲の種類毎の雲量)

雲形

雲の高さ

雲の状態 (C_L 、 C_M 、 C_H)

について行う。観測結果は、全雲量、最下層の雲の雲量、最下層の雲の高さ及び下層・中層・上層の雲の状態について通報する必要がある。最初に全雲量を観測し、次に雲の種類を識別し、それぞれの状態を認識することが基本となる。雲の種類や状態は、低い雲から高い雲の順に、また、高さが同じなら、雲量の多いものから順に観測する。

5.1.1 雲量

雲量とは、雲に覆われた部分の全天空に対する見かけ上の割合である。

いろいろな種類の雲が現れている場合には、それら全ての雲によって覆われている部分の全天空に対する割合を「全雲量」という。

これに対して、ある種類の雲が単独で占める部分が全天空に対する割合をその雲の「雲量」という。一般に、雲は幾重にも重なって現れる場合が多いので、それぞれの雲の雲量の合計は全雲量より大きくなってよい。

雲量は、天空に全く雲がない場合を0、天空が全部雲で覆われている場合を10とし、0から10までの整数で表す。ただし、雲があっても雲量1とするに足らない場合は 0^+ 、雲量が10であっても、多少のすき間がある場合は 10^- とする。観測に際しては、雲量が多いか少ないかのおおよその程度を初めに観測し、雲量の ± 1 ぐらいは個人誤差にも含まれるので、あまり神経質になることなく大勢を誤らないようにする。

第5章 雲の観測

雲量を観測する場合に注意すべきことを次に述べる。

- (1) ある雲の雲量を定める際に、雲が重なり合って、その雲の一部分だけが見える場合は動きに注意する。一般に低い雲の見かけの動きは高いものに比べて速いので、相対的な雲の動きからそれぞれの雲量を推定できる場合もある。
- (2) 水平線に近いところでは雲にすき間があるかどうかの見分けがつかないことがあるから、頭上付近の同じ種類の雲についてすき間の有無を考慮して雲量を定める。
- (3) 夜間の観測は昼間に比べて難しい。明るい室内から外に出て観測する場合は、十分に目を慣らしてから行う。雲がはっきり見えないときは、星の光の見えない部分は雲に覆われているものとみなして雲量を定める。雲量がはっきりしないときには無理な推定を行わず不明とする。
- (4) 濃霧のために空が全く見えなければ、雲量を不明とする。
(注)もし霧を通して、あるいは霧のない部分から天空や雲が見える場合は、その程度に応じて雲量を定める。
- (5) 煙霧・黄砂・降灰等が天空の全体、又は一部分を覆って雲を判断することができない場合にも濃霧の例にしたがう。
- (6) 霧・煙霧・黄砂・降灰等が天空を覆っているが、それらが薄く、天空全体が透かして見える場合は、通常どおり雲量を観測する。
- (7) 天空の一部が雨や雪などで隠されている場合には、それらを降らせているもとの雲がその部分を覆っているものとみなして雲量を定める。

5.1.2 雲形

雲形は10の類(一般には「10種雲形」と呼ばれる)に分けて観測する。雲形は絶えず変化しており基本的な雲形が現れるとは限らない。したがって現在現れている雲が、どの形に属するかを正しく判断して観測することがまず必要である。それには、観測者は雲形についてよく理解する必要がある(雲形の解説は5.2節で述べる)。夜間には、雲形の判別が困難な場合が多いが、この様なときは、無理な推定を行わず不明とする。

天空の一部が降水で隠されている場合には、降水を生じているもとの雲が、その部分を覆っているものとみなす。また、霧・煙霧・黄砂等を通して雲が見える場合はその雲形を観測する。

5.1.3 雲の高さ

雲の高さとは、海面から雲底までの高さをいい、各雲形別に100m単位で観測する。

雲は海面から10km内外の高さにわたって現れる。雲は現れている高さによって、上層、中層、及び下層の3段階に分類する。各層の高さの限界は緯度によって異なり、赤道地方では比較的高く、極地方では低い。雲形の判定が困難な場合でも雲の高さを知ることができれば雲形を決めるのに役立つことがある。

一般の船舶では、通報する際に詳細な高さが必要なのは最も低い雲の高さが2,500m未満の場合であり、海上では目測により雲の外観から高さを観測する。目測は経験によるしかないから、沿岸を航行する際に、山を横切るような雲の底によって、目測の練習をしておくといよい。

第5章 雲の観測

なお、雲のよく現れる高さについては、10の類の雲形とともに第5.1表に示してある。

5.1.4 雲の状態

C_L 、 C_M 、 C_H は、雲形の観測結果を国際気象通報式により通報する場合に雲の状態を数字で表すものであり、観測結果の記録にも用いられる。この数値符号化は5.3節に記載した方法による。

5.2 雲形の解説

雲は、雲粒(雲を構成する水滴、氷晶)の大きさや数、水滴か氷晶かの違い、大気の運動の状態などによって、形、広がり、明るさ、色などが様々に変わる。雲は、主として形の特徴によって第5.1表に示すように10の類に大別され、細部の特徴、透明の程度などによってさらに細分される。10類の雲は大まかに上層の雲・中層の雲・下層の雲に分けられる。

第5.1表 10類の雲形の名称とよく現れる高さ

層	名 称	英 名	略 語	よく現れる高さの説明		
上層 (CH)	巻 雲	Cirrus	Ci	極地方	温帯地方	熱帯地方
	巻積雲	Cirrocumulus	Cc	3～8 km	5～13 km	6～18 km
	巻層雲	Cirrostratus	Cs			
中層 (CM)	高積雲	Alto cumulus	Ac	極地方	温帯地方	熱帯地方
	高層雲	Altostratus	As	2～4 km	2～7 km	2～8 km
	乱層雲	Nimbostratus	Ns	As：普通中層に見られるが、上層まで広がっていることが多い。 Ns：普通中層に見られるが、上層及び下層まで広がっていることが多い。		
下層 (CL)	層積雲	Stratocumulus	Sc	極地方	温帯地方	熱帯地方
	層 雲	Stratus	St	海面付近～	海面付近～	海面付近～
	積 雲	Cumulus	Cu	2 km	2 km	2 km
	積乱雲	Cumulonimbus	Cb	Cu、Cb：雲底は普通下層にあるが、雲頂は中、上層まで達していることが多い。		

ここでは、WM0による雲形の解説に基づいて、10類の雲形について上層の雲・中層の雲・下層の雲に分けて、次の項目の順に解説する。

- (ア) 概要：雲の外観の基本的な特徴
- (イ) 詳細：雲の塊の配列の型、透明度の相違や、雲内部の構造上の相違など
- (ウ) 似た雲形との違い
- (エ) 発生や変化
- (オ) 降水との関係

なお、雲形と降水との関係については第5.2表にも示した。

第5章 雲の観測

第5.2表 雲形と降水現象

雲形 降水現象	As	Ns	Sc	St	Cu	Cb	雲 なし
雨	○	○	○		○	○	
霧雨				○			
雪	○	○	○	○	○	○	
霧雪				○			
雪あられ			○		○	○	
細氷							○
ひょう						○	
氷あられ						○	
凍雨	○	○					

(注) International Cloud Atlas Vol.1 (1975)による。

用語については以下に定義する。

- (1) 半透明 雲を通して太陽や月を見るとき、すりガラスを通して見るように輪郭がぼやけて見える程度
- (2) 不透明 太陽や月の輪郭が分からなくなる程度
- (3) 悪天時 降水時及びその前後

5.2.1 上層の雲

(1) 巻雲 英字略語(Ci)

(ア)概要

毛のように見え、絹のような光沢がある離ればなれの雲で、白い繊細な線又は細い帯、あるいは塊などの形をしている。この雲は氷晶が集まってできている。

(イ)詳細

線状のCiには、直線に近いもの、不規則に曲がったもの、もつれているものなどがある。また、コンマや房のような形になったり、先端がかぎのように曲がったりしているものもある。

太陽の方向にある濃いCiは、灰色がかったり、ときには太陽の輪郭をぼかしたり、太陽をほとんど隠してしまうことさえある。まれには、丸みのある小さな房のような形をして尾を伴い、孤立して現れるCiもある。また、濃いCiの塊から、いくつかの小さなこぶや塔のような形をした突起が立ち上がり、ときにはそれがのこぎりの歯のように見えることもある。

日中、水平線から離れているときは、Ciは他の雲よりさらに白く見える。また、水平線近くでは黄色やオレンジ色を帯びるが、他の雲よりは白っぽい。日没には、Ciの色は、黄、ピンク、赤と変わり、ついには灰色となる。夜明けには色が逆になる。

太陽や月のかさが現れることもあるが、Ciは空いっぱいに一様に広がることはないので、かさは輪にならない。

第5章 雲の観測

(ウ)似た雲形との違い

CiとCsとの区別：雲が離ればなれになっていればCi、ベール状につながっていればCsとする。

(エ)発生や変化

Ciは、CcやAcが尾を引いてできたり、Cbの頂部が広がってできることが多い。また、Csの薄い部分が蒸発してCiに変わることもある。雲のないところにCiが新たに発生することもある。

(2) 巻積雲 英字略語(Cc)

(ア)概要

非常に小さな雲の塊が、小石を並べたように集まった白い雲で、空の一部にまとまっていることが多いが、全天に広がることもある。

小さな雲塊は、互にくっついてとけ合っていることも、離ればなれになっていることもあるが、全体としてはかなり規則的な配列をしていて、ときにはそれがさざ波状に見える。雲が水平線上30°以上の高さにあるときの雲塊の見かけの大きさは視角1度(腕をいっぱい伸ばした時の小指の幅に相当)以下である。この雲は氷晶が集まってできている。一時的に著しく過冷却となった水滴が混じることもあるが、急速に氷晶に変わる。

(イ)詳細

Ccは、ときにはその輪郭がレンズ状になる。また、雲層には、多少規則的な配列をした小さな丸い穴があいて、はちの巣のように見えることがある。それぞれの雲塊には、小さな塔やこぶのような突起ができることがあり、また、房状になって底がほつれることもある。

Ccには陰影がなく、雲を通して太陽や月の位置が分かるほど薄い。光冠や彩雲の現れることがある。

(ウ)似た雲形との違い

CcとCiやCsとの区別：雲層全体が繊維状をせず非常に小さい雲塊が見られるときは、CiやCsではなくCcとする。

CcとAcとの区別：雲が水平線上30°以上にあるときの雲塊の大きさが視角1°以下で、陰影がなければ、AcではなくCcとする。また、CcはCiやCsと共存するか、又はそれから変化してできる場合が多いので、その雲形の周囲の雲形を見ることによりCcとAcの区別をすることができる場合もある。

(エ)発生や変化

CcはCiやCsから変化してできたり、Acの雲塊が小さくなってできたりするが、新たに発生する場合もある。

(3) 巻層雲 英字略語(Cs)

(ア)概要

ベール状の白味がかった薄い雲で、筋のあることも、筋がなく一様に見えることもある。この雲は、空の一部を覆ったり、全天に広がったりする。

この雲は氷晶の集まりで、通常は太陽や月のかさが現れる。

第5章 雲の観測

(イ) 詳細

Csは、はっきりした筋目が見えることもあり、それが見えず霧のように一様なベールとなっていることもある。Csの縁辺は、はっきりしていることも、ぼけてCiになっていることもある。

Csは、普通は薄い雲であるため、太陽高度が低くなければ、太陽は地物に影を作る。非常に薄いときは、太陽や月のかさによって初めてCsのあることが分かる。

Ciの色についての説明は、Csにも当てはまる。

(ウ) 似た雲形との違い

次のようにしてCsとAs、Stあるいは煙霧などとを区別する。

Csを通して見る太陽は、輪郭がはっきりしていて、その光は地物に影を作る。これに対してAsは、すりガラスを通したように見え、影はできない。また、Asには太陽の月やかさが現れず、Csは、外観や厚みの変化、動きなどがAsに比べゆっくりしている。しかし、地平線近くにある場合はその判断が難しい。

Stは、太陽の方向では非常に白く見えるが、普通は灰色がかって毛状の筋がなく、非常に低温でない限り太陽や月のかさができない。

煙霧は普通、汚れた黄色ないし茶色っぽい色をしている。

(エ) 発生や変化

Csは、広い範囲の気層が高空でゆっくり上昇してできる。また、Ci又はCcの雲辺がとけあったり、Ccから降下した氷晶が広がったり、Asが薄くなったり、Cbのかなとこの部分が広がったりしてできる場合もある。

5.2.2 中層の雲

(1) 高積雲 英字略語(Ac)

(ア) 概要

薄い板、丸味のある塊、ロール状などの雲塊が集まってできた白か灰色の雲で、普通は陰影が見られる。その広がり、小さいこともあるが、全天を覆うほどのものもある。

雲塊の一部が毛状になったり、乱れていることがある。また、互いにくっついていることも、離ればなれのこともある。やや規則的に並んだ雲塊の見かけの大きさは、普通1～5°である。

Acの大部分は、普通水滴の集まりであるが、非常な低温では、一部が氷晶になる。

(イ) 詳細

広い範囲に広がった雲層は、2層以上重なっていることがある。雲層に小さな穴がいくつもあいていて、規則的に並び、はちの巣のように見えることがある。雲底は、ときには波状や浮き彫り状の起伏をしていることがある。太陽や月の位置が分かるほど薄いものもあり、また太陽や月を隠してしまうほど厚いものもある。

一つの雲塊あるいは多くの小さな雲塊の集まりが、なめらかな外観を呈してレンズの形に見えることがある。

共通の雲塊から、小さなこぶや塔のようなものが並んで盛り上がったたり、上部が盛り上が

第5章 雲の観測

った離ればなれの雲塊の底がほつれて、房のような形となることがある。これは、雲のある気層が不安定なことを示している。

薄いAcが月の近くにあるときは光冠がよく現れ、太陽の近くにあるときには彩雲が見られることがある。

(ウ)似た雲形との違い

AcとAsとの区別：薄板や塊、ロールなどの形が認められる雲はAcとする。

AcとScとの区別：水平線上30°以上の高さにある雲塊の大きさが5°以下ならAcとする。

AcとCuとの区別：Acの雲塊は比較的小さく、雲底がほつれて毛状をしたり、尾を引いていることが多いことなどを手がかりとする。

(エ)発生や変化

Acは、広い範囲の気層が上昇するときその縁辺の部分にできたり、中層にあるじょう乱や対流でできることが多い。

Acは、Ccの雲塊が大きくなったり厚くなったりしてできるほか、Scの雲層が分裂したり、As又はNsが変化してできることもある。また、CuやCbが広がってできることもある。

レンズの形をしたAcは、山岳や島の風下側にできる波状の気流の影響でできることが少ない。

(2) 高層雲 英字略語(As)

(ア)概要

灰色又は青味がかった薄墨色の雲で、筋やしまが見られることもあり、むらがなく一様な外観をしていることもある。空の一部あるいは全天を覆い、薄い部分では、すりガラスを通して見たようにぼんやり太陽や月の存在が分かる。太陽や月のかさは現れない。

この雲は、水滴と氷晶の集まりで、雨滴や雪片が含まれていることもあり、雲の上部は大部分が氷晶でできている。非常に低温のときは、ほとんど全部が氷晶でできていることがある。

この雲の規模は、水平方向(数10～数100km)にも、鉛直方向(数100～数1000m)にもかなり大きい。

(イ)詳細

ほとんど同じ高さの二つ以上の雲層が重なりあい、それらの一部がくっついていることがある。また、波状をしていたり、雲底が乳房状になったり、降水による尾が現れたりすることがある。

降水が蒸発して雲の下の方の乱れた気流が飽和すると、ちぎれた雲ができる。ちぎれ雲は、はじめ小さく、Asの雲底からかなり離れたところにあるが、Asが厚くなり雲底が低くなると、ちぎれ雲も数と大きさを増し、ついには一緒になってしまう。

(ウ)似た雲形との違い

AsとNsとの区別：AsはNsに比べ明るい灰色をしていることや、太陽の位置が分かるほど薄い部分があること、雲底が一様でないことなどが手がかりとなる。月のない夜など、区別ができないときは、雨か雪が降っていればNsとする。

AsとStとの区別：雲を通して太陽を見たとき、Asではくもりガラスを通したようにぼんやり

第5章 雲の観測

見え、また太陽の方向ではStは白いが、Asは白くないことなどによる。

(エ)発生や変化

Asは、普通広範囲の気層がゆっくり上昇してできる。Csが厚くなったり、Nsが薄くなってできることもあり、広い範囲にわたって氷晶の尾を伴ったAcから成長することもある。熱帯地方では、Cbの上部又は、中部が広がってできることがある。

(オ)降水との関係

Asからの降水は、連続した雨、雪又は凍雨となる。

(3) 乱層雲 英字略語(Ns)

(ア)概要

暗灰色の厚い雲で、雨や雪のためぼやけて見えることが多く、太陽は雲に隠されてしまう。

この雲の下にはちぎれ雲が発生することが多く、ちぎれ雲は上の雲につながることもある。

NsはAsと同じように非常に広がりが大きく、厚い。

この雲は、水滴、雨滴、氷晶及び雪片、あるいはこれらの混合したものでできている。

(イ)詳細

Nsは普通全天を低く覆い、この雲の下に発生したちぎれ雲は、くっついて連続した雲層になることがあり、上の雲を隠すようになる。このため、ちぎれ雲の下面とその上のNsの下面とが混同されやすい。

Nsは熱帯地方では、雨の小やみのときに、一時的にいくつかの雲層に分裂することがある。

(ウ)似た雲形との違い

NsとStとの区別：Nsは太陽を隠してしまうほど厚く、見かけは非常に湿っぽい感じがするのに対して、Stは薄い部分から太陽や月の輪郭がはっきり見え、見かけは乾いた感じがする。また、降水が雨か霧雨かも判別の手がかりとなるが、この場合、Stの上にNsがあって雨が降っていることがあるので注意する必要がある。

NsとCuとの区別：降水がしゅう雨性であればCuとする。

NsとCbとの区別：電光、雷電、ひょう又はしゅう雨性降水があればCbとする。

(エ)発生や変化

NsはAsが厚くなってできることが多いが、Cbが広がってできることもある。また、まれではあるが、AsやScが厚くなったり、Cuが広がってできることがある。

(オ)降水との関係

この雲からの降水は、連続した雨、雪又は凍雨となる。

5.2.3 下層の雲

(1) 層積雲 英字略語(Sc)

(ア)概要

丸味のある塊、薄い板、ロールなどの形の雲塊が集まった白又は灰色の雲の層で、暗い影の部分がある。この雲は空の一部又は全天に広がって現れる。雲塊は、互いにくっついてい

第5章 雲の観測

ることも、離ればなれになっていることもある。水平線上 30° 以上の高さにある雲塊の見かけの大きさは、普通 5° 以上である。

この雲は、普通は水滴の集まりで、毛状の部分はない。ただし、非常に寒いときは、氷晶を伴い、尾を引いたように氷晶が落下して輪郭がぼけることがある。

(イ)詳細

雲塊は、ときにはレンズ状になることがあり、やや規則的な配列をしていることもある。

並んだ丸い穴ができて、はちの巣状になったり、雲底が一様でなく、雲の塊が浮き彫りとなってはっきり見えたりする。共通の雲底から立ち上がった塔のような形のものもある。

雲の厚さはまちまちで、太陽を隠してしまうほど厚いこともあり、ときには二層以上も重なっていることもあるが、またときには、太陽の位置が分かるほど薄いこともある。雲が薄いときは、光冠や彩雲の現れることがある。

(ウ)似た雲形との違い

ScとCuの区別：雲塊がやや平たく、群れをなしているようならScとする。Scは雲頂が塔のように立ち上がることがあるが、つながった共通の雲底から立ち上がっていることによってCuと判別する。

(エ)発生や変化

Scはそれほど不安定でない大気中にできることが多い。普通は新たに発生するが、CuやCbが広がってできることも多く、また、Ac、Ns、又は、Stなどが変化してできることもある。

(オ)降水との関係

Scは、弱い雨、雪及び雪あられを伴うことがある。

(2) 層雲 英字略語(St)

(ア)概要

雲底の高さがほぼ一様な灰色の雲層である。この雲を通して太陽が見えるときは、その輪郭がはっきりしている。ときにはほつれたちぎれ雲となることがある。

この雲は普通水滴でできている。しかし、非常に低温のときには、微小な氷の粒が含まれていることがあり、ごくまれには、太陽や月のかさが現れることがある。

(イ)詳細

Stは、霧のような一様な雲層として現れることが多く、丘や高い建物の上部を隠してしまうことがある。雲を通して太陽や月の位置が分かるときには、光冠が現れることがある。ときには太陽や月を隠してしまうほど厚いこともあり、雲底が波状になることもある。

降水があるときやその前後など悪天の際は、As、Ns、Cu及びCb等の下にStの黒ずんだちぎれ雲がよく現れる。(As、Nsの項参照)

(ウ)似た雲形との違い

ちぎれ雲がStかCuかを見分けるには、Cuのほうが、白く厚ぼったく、鉛直方向にいくらか丸味をもった盛り上がりが見られることなどを手がかりとする。

(エ)発生や変化

Stは、地面が暖められ、あるいは風が強くなって、霧の層がゆっくり上昇してできることが多い。また、海上に発生した霧が陸上に流れてきてStとなることもある。

第5章 雲の観測

Stのちぎれ雲は、Stの雲層が発生する前や消滅するとき、あるいは雲層の縁辺部などに現れる。悪天の際に現れるちぎれ雲は、降水によってAsやNsなどの下の乱れた気層が飽和して発生する。

StはScが変化してできることがある。

(オ)降水との関係

Stからは霧雨、霧雪又は雪が降ることがある。

(3) 積雲 英字略語(Cu)

(ア)概要

離ればなれの雲で、雲塊は厚ぼったく、輪郭がくっきりしている。鉛直に盛り上がり、塔やドーム又は丸い丘のような形をすることが多い。その上部はときには、カリフラワーのような形になる。太陽に照らされた部分は、白く輝いているが、雲底は比較的暗く、ほぼ水平である。またほつれたちぎれ雲になることがある。降雪を伴うときは輪郭がぼけることが多い。この雲はおもに水滴の集まりで、雨滴や雪片が含まれていることもある。非常な低温の部分には、氷晶が発生することがあるが、その場合はCbに変化する。

(イ)詳細

Cuは鉛直方向に発達する程度によって、平たい形(厚さ数10～数100m)、中程度に伸びて頭にこぶのある形(厚さ数100～約2000m)、及び、大きく盛り上がり頭がカリフラワーのような形(厚さ約2000～5000m)などになる。これらの雲は、ほつれた白いちぎれ雲を伴う場合がある。発達の各段階にある雲は、同時に現れることがあるが、雲底の高さはほぼ同じである。

悪天のときには、As、Ns、Cu及びCbの下にCuの黒ずんだちぎれ雲がよく現れる。(As、Nsの項参照)

(ウ)似た雲形との違い

Cbは普通、Cuが発達してできるので、発達したCuとCbとは区別しにくい。このような場合は、雲の頂部に着目し、その輪郭がはっきりしていてかなとこ状に平らな部分がどこにも見られず、毛状や筋状の外観がなければCuとする。雲の頂部を見ることができない場合は、電光、雷電又はひょうなどがなければCuとする。

(エ)発生や変化

Cuは、地表が日射によって熱せられたり、相対的に暖かい地面や海面上で寒気が暖められて起こる対流の中で発生することが多い。Cuは、始め煙霧の塊のようなものができ、それが雲塊に成長してできることがしばしばある。

Cuは、Ac、Sc、及びStが変化してできることがある。悪天の際のちぎれ雲は、同様なときに出来できるStのちぎれ雲と成因がほとんど同じである。

(オ)降水との関係

しゅう雨性の降水を伴うことがあり、発達した雲からの降水はかなりの強さになることがある。

(4) 積乱雲 英字略語(Cb)

(ア)概要

第5章 雲の観測

鉛直方向に伸びた厚い雲で、山か巨大な塔のような形をしている。雲の頂の一部は、ほつれているか毛状をしていて、平たくなっていることが多い。この部分は、しばしば、かなとこ状あるいは羽毛状に広がっている。雲の底は非常に暗く、その下にちぎれ雲を伴い、ときには降水による尾を引いている。

この雲は、水滴と氷晶でできている。特に頭部は氷晶である。また、大きな雨滴、雪片、氷あられ、雪あられ、ひょうなどを含んでいて、高い部分の水滴や雨滴は過冷却している。

(イ) 詳細

この雲は非常に大きく高いので、近くでは全体の特徴がつかみにくい。初期のCbの頭部にはまだ丸いこぶが残っているが、さらに発達すると完全に毛状又は筋状に変わる。気温が低いときには、鉛直にさほど発達しなくても上部が毛状となる。また、非常な低温では、雲の大部分が毛のような構造となることがある。

Cbは単独の雲塊として現れることもあり、また、一列に並んで大きな壁や土手のように見えることもある。頭上近くにあるときは、その雲底は非常に暗く、ちぎれ雲を伴うことがある。Cbの雲底には乳房状や漏斗状の垂れ下がりができることがある。Cbの上部は、As又はNsとくっついてしまうことがある。またCbがAs又はNsの中に発達することもある。

(ウ) 似た雲形との違い

CbとNs又はCuとの違いについては、乱層雲及び積雲の項参照。

(エ) 発生や変化

CbはCuが発達してできる。Ac、As、Ns又はScが発達してできることもある。

(オ) 降水との関係

Cbは強いしゅう雨性の降水を伴うことが多く、ときにはひょうを伴う。また、雷電や突風の起こることもある。

5.3 雲の状態($C_L \cdot C_M \cdot C_H$)の観測

$C_L \cdot C_M \cdot C_H$ は、雲形の観測結果を通報するためのもので、 C_L は下層の雲の状態、 C_M は中層の雲の状態、 C_H は上層の雲の状態を示すものである(第5.1表参照)。雲の状態をこれらの数文字符で表すには、先に述べた10類の雲形のみでなく、雲形の細かな特徴、それぞれの雲の量・厚さとそれらの変化、雲形の組合せなどを観測する必要がある。このため観測にあたっては、時間的な変化にも気を付ける必要があり、観測時間外でも注意を払い、雲の観測に熟練しておくことが大切である。

$C_L \cdot C_M \cdot C_H$ の数文字符のうち0は、それぞれに属する雲がない場合に用いる。又、霧・煙霧・黄砂などの現象や、連続した低い雲のため、その上の雲を観測できない場合は×の符号で表す。×は暗くて雲が観測できない場合にも用いる。

5.3.1 C_L (対象となる雲: Sc・St・Cu・Cb)

(1) $C_L=1$ Cu へん平な積雲

形成の初期又は消散期のCu。

雲頂は平たいかしばんだ形をしている。雲頂がいくぶん丸くふくれているものもあるが、

第5章 雲の観測

カリフラワーのような外観はない。ときには強い乱れた風のためほつれていて、一部はちぎれ雲となっている。ただしこのちぎれ雲は色が白く、悪天のときにAs、Ns、Cbなどの下に見られる黒ずんだちぎれ雲ではない。Cbはない。発達したCu、あるいはCuやCbから変化したScはない。Stや悪天のときのちぎれ雲、又は、雲底の高さが同じで、Cuから発達したものではないScはあるが、それらの量は前記のCuの量よりも少ない。

(2) $C_L=2$ Cu 並又はそれ以上に発達した積雲

中程度以上に発達したCu。

鉛直方向にかなり盛り上がったCuが、塔のような形になっていることもある。雲塊には塔又はドームのような形の突起があつて、ときにはそれらがカリフラワーのような形になる。このCuと同じ雲底の高さで、 $C_L=1$ のCu、又はScが同時に現れることもある。Cbはない。CuやCbから変化したSc、又は、この雲と雲底の高さが違うScはない。

(3) $C_L=3$ Cb 無毛状の積乱雲

はっきりした羽毛状やかなとこ状の外観が現れていないCb。

雲頂の一部では、くっきりした輪郭が崩れ始めていることが多い。発達したCuに見えても、電光、雷電又はひょうなどがあつた場合は、Cbとし、 $C_L=3$ を適用する。Cbが現れている場合の C_L は、3又は9のいずれかを使用する。

(4) $C_L=4$ Sc 積雲が広がってできた層積雲

Cuが広がってできたSc。

Cuが共存していることがある。St又は $C_L=5$ のScがあつてもよい。Cbはない。

(5) $C_L=5$ Sc 積雲が広がってできた層積雲以外の層積雲

Cuが広がってできたものではないSc。

Cuが広がってできたSc、中程度以上に発達したCu、雲底の高さの違うCu、又はCbはない。その他のCu、又はSt、あるいは悪天の際のちぎれ雲があつても、その量がScの量より少ない。

(6) $C_L=6$ St 安定気層の中で発生する層雲

悪天の際のちぎれ雲を除くSt。

Cuが広がってできたSc、中程度に発達したCu、雲底の高さの違うCuとSc、又はCbがない。その他のCu又はSc、あるいは悪天の際のちぎれ雲があつても、その量がStの量より少ない。

(7) $C_L=7$ Cu、St 悪天時のちぎれた積雲又は層雲

悪天の際のちぎれ雲。

Cuが広がってできたSc、中程度に発達したCu、雲底の高さの違うCuとSc、又はCbはない。その他のCu又はScがあつても、その量が悪天の際のちぎれ雲より少ない。

(8) $C_L=8$ Cu・Sc 雲底の高さが違う積雲と層積雲

雲底の高さが違うCuとScが共存。Cuから変化したScはない。

Scの下にCuがある場合や、Cuの頂部がその上にあるScに達したり、さらにそれを突き抜けている場合などがある。また、Scの上にCuがある場合もある。しかし、Cuが広がってScに変わるようなことはない。Cuから変化してできたSc、あるいはCbはない。他に C_L の雲があつても $C_L=3$ 、4、9に当てはまるものを除き、この数数字号を優先する。

(9) $C_L=9$ Cb 多毛状の積乱雲

雲頂は羽毛状の形がはっきり現れたCb。

第5章 雲の観測

羽毛状の部分がしばしばかなとこのような形になる。頭上をCbが覆っていて、 $C_L=3$ か9かの判別がしにくい場合は、電光、雷電、又はひょうがあれば、 $C_L=9$ とする。

5.3.2 C_M (対象となる雲 : $Ac \cdot As \cdot Ns$)

(1) $C_M=1$ As 半透明状の高層雲

太陽や月の位置が分かる程度に薄い As 。

Ac 又は Ns はない。

(2) $C_M=2$ As 、 Ns 不透明状の高層雲又は乱層雲

太陽や月を隠してしまうほど厚い As 、あるいは Ns 。 Ac はない。

(3) $C_M=3$ Ac 半透明状の高積雲

雲の薄い部分から太陽や月の位置が分かる程度の Ac 。

雲は1層になっていて、全体として空に広がる傾向や厚くなる傾向がなく、雲片や雲塊は変化が遅い。塔状の盛り上がりがある Ac 、 Cu や Cb から変化した Ac 、 As 、又は Ns はない。

(4) $C_M=4$ Ac 半透明状の高積雲（レンズ状）

雲の薄い部分から太陽や月の位置が分かる程度の Ac 。

形は常に変化していて、その高さもまちまちなことが多く、レンズのような形で現れることが多い。雲は全体として空に広がる傾向はない。 Cu や Cb に伴って現れることもある。塔状の盛り上がりがある Ac 、 Cu や Cb から変化した Ac 、 As 又は Ns はない。

(5) $C_M=5$ Ac 空に広がる傾向がある半透明状の高積雲

空に広がる傾向、あるいは全体として厚くなる傾向のある Ac 。

太陽や月の位置が分かる程度の厚さの波状や、帯状又はロール状の Ac 、あるいは、それより厚い Ac 。幾層にも重なっていることがある。雲層は、はじめに雲が現れた方向の地平線に近いほうが厚いことが多い。雲層の先端が、雲の現れたところとは反対側の地平線に達したり、先端の伸びが止まった後は $C_M=5$ としない。塔状の盛り上がりがある Ac 、 Cu や Cb から変化した Ac 、 As 、又は Ns はない。

(6) $C_M=6$ Ac 積雲又は積乱雲から発生した高積雲

Cu や Cb が広がってできた Ac 。

しばしば Cu 又は Cb と共存している。塔状の盛り上がりのある Ac 、 As 、又は Ns はない。

(7) $C_M=7$ Ac 、又は Ac と $As \cdot Ns$ 多重層の高積雲（半透明、不透明）

太陽や月の位置が分からないほど厚い Ac 。あるいは2層以上の Ac 。

全天に広がる傾向はなく雲塊は常に変化しない。又は、 As か Ns を伴う Ac 。 As か Ns と共存している場合は、雲層は1層のこともあれば、2層に分かれていることもある。この状態は、 Ac が部分的に、 As 又は Ns に変化したり、逆に、 As や Ns が分裂して部分的に Ac に変わる場合に見られる。また、ときには Ac の上に As が存在するような場合もある。塔状の盛り上がりのある Ac はない。

(8) $C_M=8$ Ac 塔状又は房状の高積雲

小さな塔が並んだり、小さなこぶが盛り上がっている Ac 。又は、 Cu のように盛り上がって丸味のある Ac 。

第5章 雲の観測

下部がほつれて房状をしたり、尾を引いていることがある。

(9) $C_M=9$ Ac こんとんとした空に現れる高積雲

こんとんとした陰悪な空模様で、種々の高さに種々の形のAcが現れ、重苦しく、よどんだように見える。雲はちぎれていたり、Cuのように盛り上がっていたり、レンズ状をしていたり、形がまちまちである。又、Asの毛状のベールが部分的に見られることもある。

5.3.3 C_H (対象となる雲: Ci・Cc・Cs)

(1) $C_H=1$ Ci 毛状の巻雲、かぎ状の巻雲

離れ離れの毛状のCi。

直線に近いか不規則に曲がった線状のCiである。ときには、コンマの形をしたり、線の間がかぎのように曲がっていることがある。空に広がる傾向はない。 $C_H=2$ の濃いCi、あるいはCcがあっても、その量はこのCiの量より少ない。Csはない。Cbから生じたCiはない。

(2) $C_H=2$ Ci 濃密な巻雲

濃いCi。

丸味を帯びた房のような形をしたり、小さなこぶが立ち上がっているような形のものがある。空に広がる傾向はない。 $C_H=1$ の薄いCi、あるいはCcがあっても、その量はこのCiの量より少ない。Csはない。Cbから生じたCiはない。

(3) $C_H=3$ Ci 積乱雲から発生した濃密な巻雲

Cbから生じたCi。

普通は濃い部分がある。たいてい、全天を覆うほど広がらない。Ccがあってもその量はCiの量より少ない。Csはない。空に広がる傾向のあるCiはない。

(4) $C_H=4$ Ci 空に広がりつつあるかぎ状又は毛状の巻雲

地平線から空に広がりつつあるCi。

普通は全体として厚くなってゆく。Ciは初め地平線の一部に現れ、雲の前面が次第に反対方向の地平線に向かって広がる。普通このCiは、端がかぎのような形に曲がっていたり、コンマの形をしていることが多く、帯状に並んで空を横切り、水平線上の1点又は相対する2点に収束しているように見えることが多い。Ccがあってもその量はCiの量より少なく、Csはない。

(5) $C_H=5$ Ci・Cs 巻雲と巻層雲又は巻層雲単独

CiとCs、又はCs。

$C_H=4$ に述べたような空に広がる傾向がある。普通は全体として厚くなってゆくが、連続したベール状の部分は水平線上45°以上の高さには達していない。広がりつつあるCsの縁辺に現れるCiは、端がかぎのような形に曲がっていることが多い。Ccがあってもその量はCiとCsの総量より少ない。

(6) $C_H=6$ Ci・Cs 巻雲と巻層雲又は巻層雲単独

$C_H=5$ と同じ状態であるが、連続したベール状の部分は、水平線上45°以上の高さには達していない。

普通は $C_H=5$ から変化する。

(7) $C_H=7$ C_s 巻層雲

全天を覆う C_s 。

普通は $C_H=6$ から変化する。下層の雲、霧あるいは煙霧などのため、 C_s が全天を覆っているかどうか、推定もできない場合は $C_H=8$ とする。

(8) $C_H=8$ C_s 巻層雲

完全に全天を覆ってはいない C_s 。

$C_H=5, 6$ の C_s のように、次第に広がる傾向はない。又は、空の一部だけにある C_s で、この場合は量が増加してもよい。 C_i や C_c があってもよい。 C_c の量は C_i と C_s の総量より少ない。

(9) $C_H=9$ C_c 巻積雲

C_c だけ現れているか、 C_i や C_s があっても、それらの総量は C_c の量より少ない。

5.3.4 $C_L \cdot C_M \cdot C_H$ の数値符号の選び方

$C_L \cdot C_M \cdot C_H$ の数値符号を選ぶ場合、選び方に優先順位がある。ここでは、それらの符号の選び方や、同時に二つ以上の数値符号に相当する状態が現れた場合の符号の選び方について述べる。なお、数値符号を選ぶ場合には、第5.1図、第5.2図、第5.3図の各図を使用すると便利である。

(1) C_L (対象となる雲= Sc, St, Cu, Cb)

C_L は、 C_b があるかどうかで2つのグループに分かれる。 C_b がある場合には $C_L=3$ 又は9になり、ない場合は1、2、4、5、6、7、8の中から選択する。その優先順位は次のとおりである。

$$C_L: 9, 3, 4, 8, 2, \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \end{array} \right.$$

ただし、1、5、6、7の優先順位は雲量の多いものの順とする。

(2) C_M (対象となる雲= Ac, As, Ns)

C_M は、 Ac があるかどうかで2つのグループに分かれる。 Ac がない場合には、 C_M は2又は1となり、ある場合はさらに、 Ac だけの場合と、 As, Ns と共存する場合に分けられる。 Ac だけの場合は、 C_M は、6、5、4、7、3であり、 As, Ns と共存する場合は、 C_M は、9、8、7の中から選択する。その優先順位は次のとおりである。ただし、 C_M の7は、そのときの状態により、優先順位は異なる。

$$C_M: 9, 8, 7^{(1)}, 6, 5, 4, 7^{(2)}, \left\{ \begin{array}{l} 7^{(3)} \\ 2, 1 \\ 3 \end{array} \right.$$

$7^{(1)}$ Ac と Ns 又は Ac と As が共存している。

$7^{(2)}$ 2層以上の Ac 。

$7^{(3)}$ 単層の Ac で太陽や月を完全に隠してしまうほど濃いもの。

なお、 $7^{(3)}$ と3の優先順位は雲量の多いものを優先する。

(3) C_H (対象となる雲= Ci, Cs, Cc)

C_H は、 C_c だけの場合、あるいは C_H の中で C_c が卓越している場合の $C_H=9$ とそれ以外の場合に分

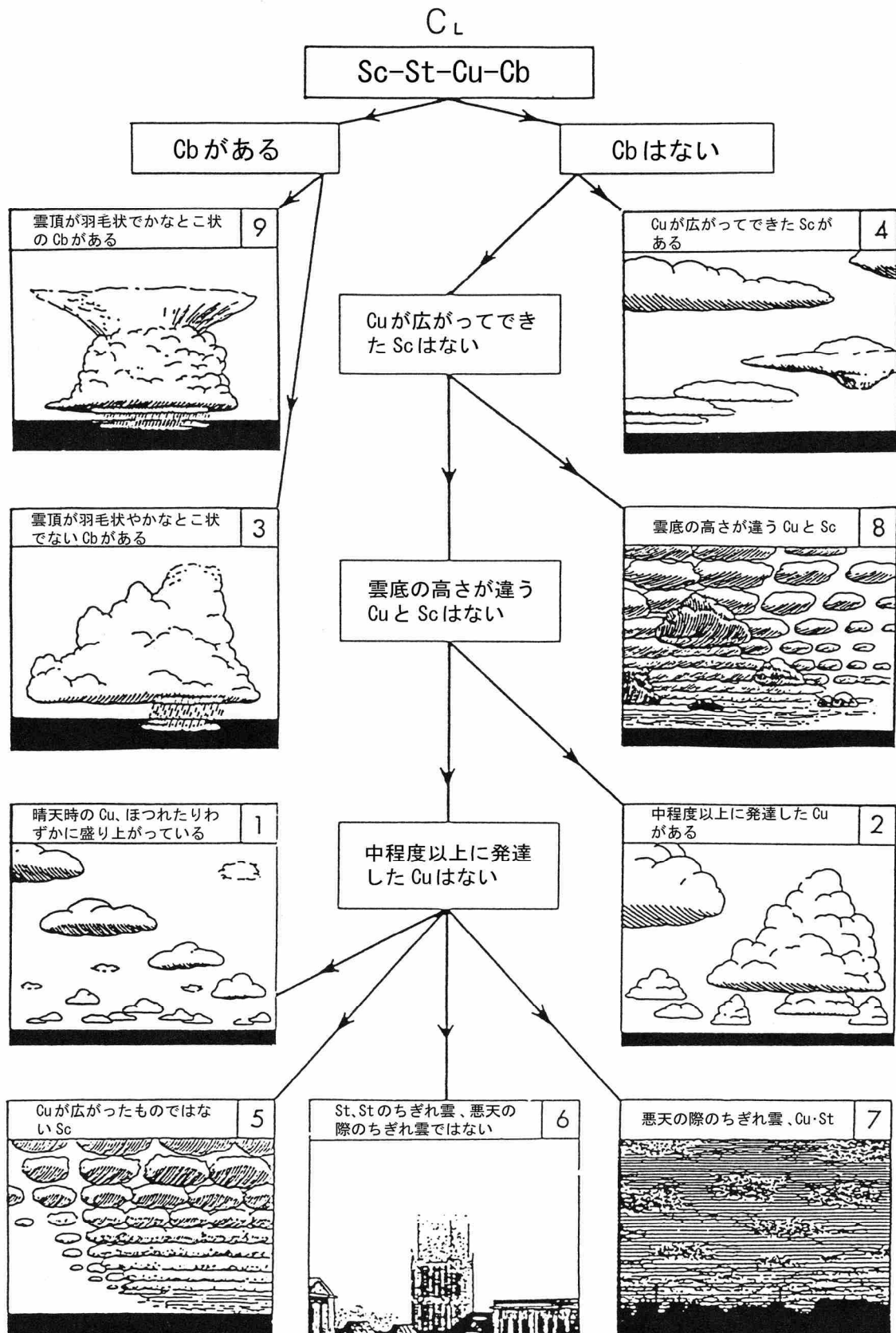
第5章 雲の観測

かれ、 $C_H=9$ 以外のグループは、 C_S が有るかどうかでさらに、二つのグループに分かれる。 C_S がある場合は C_H は5、6、7又は8、 C_S がない場合には1、2、3又は4となる。

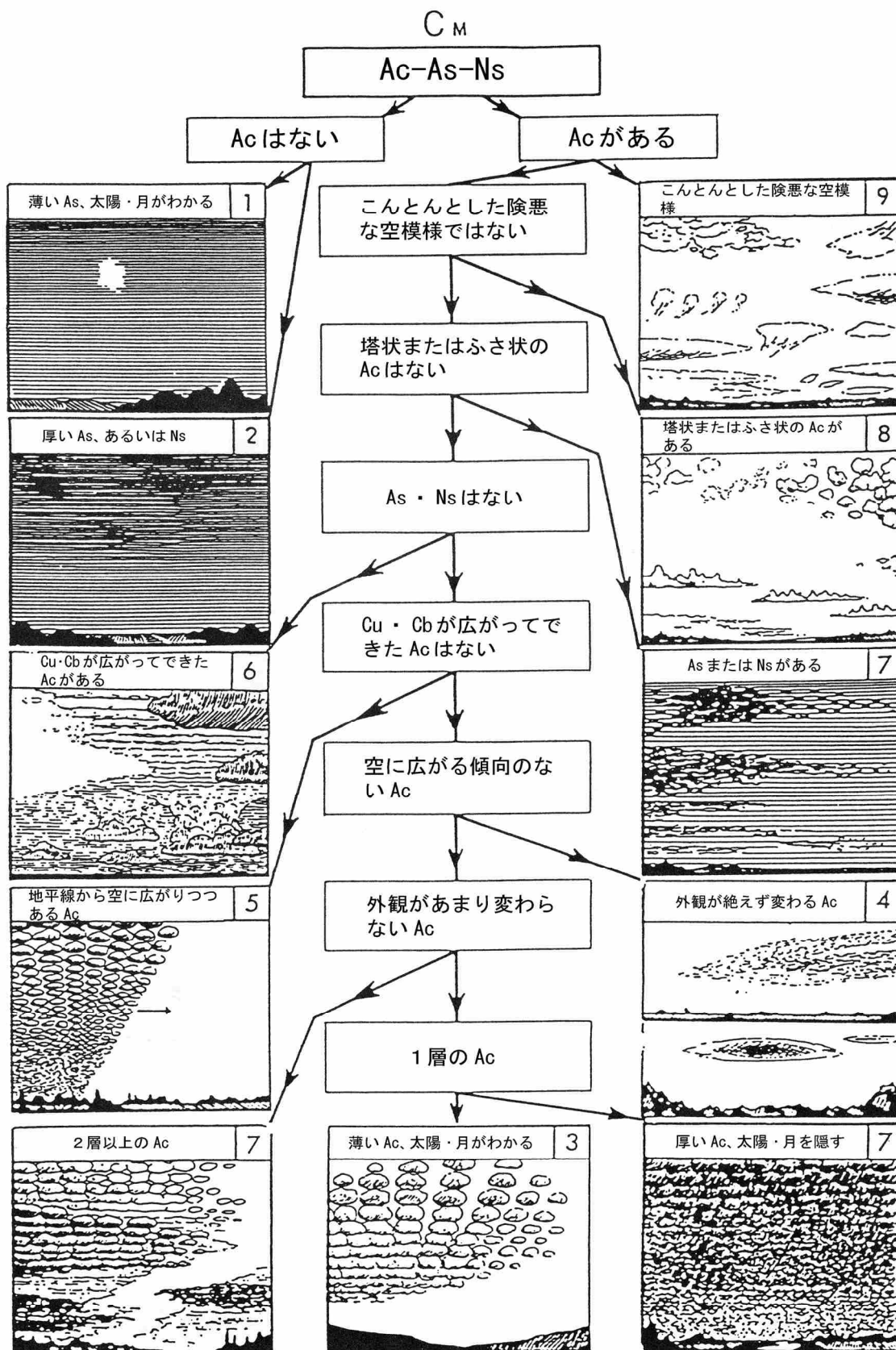
その優先順位は、次のとおりである。

$$C_H: 9, 7, 8, 6, 5, 4, 3 \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ 2 \end{array} \right.$$

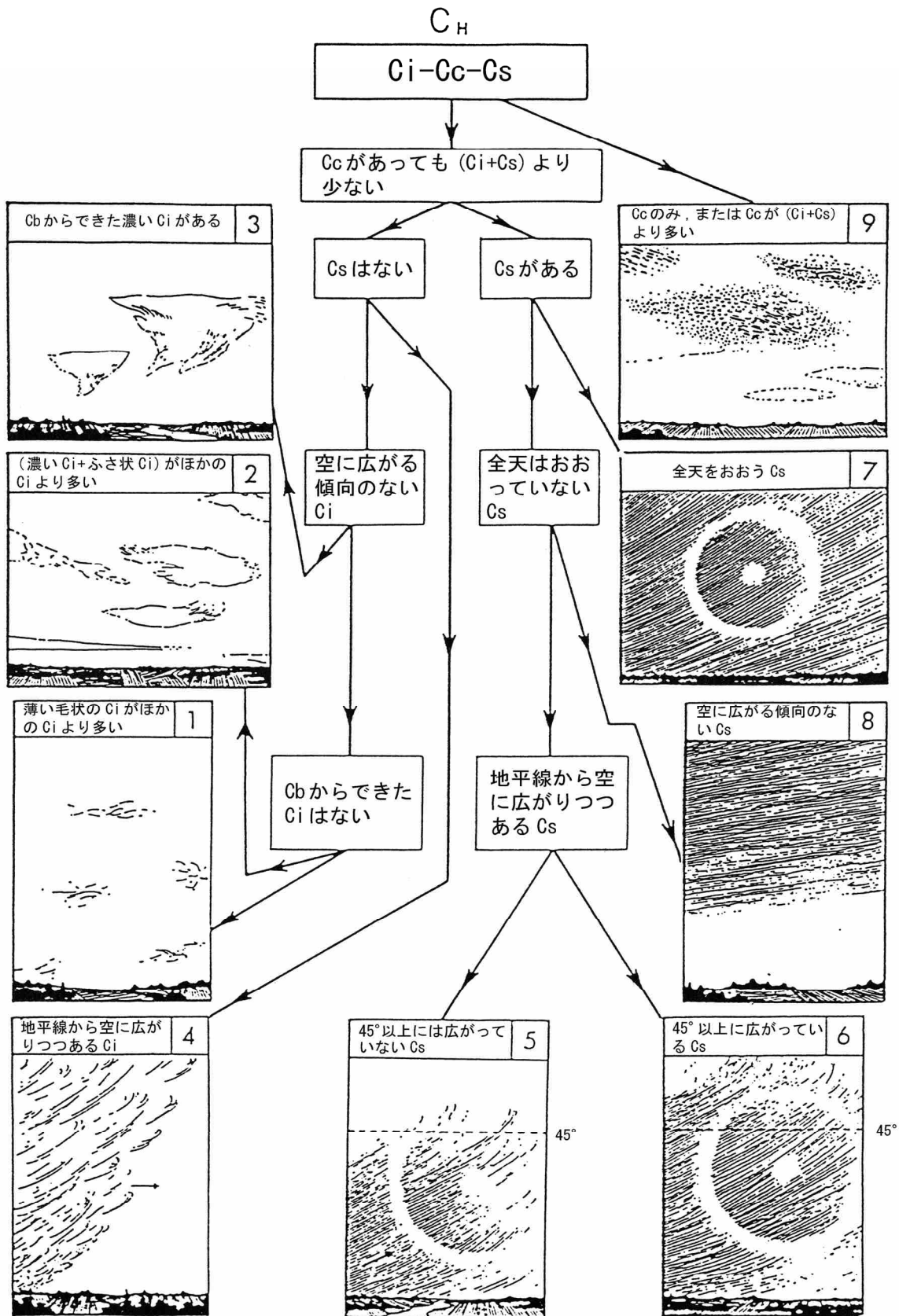
ただし、1、2の優先順位は、雲量の多いものの順とする。



第5.1図 C_L の数字符号の選択



第5.2図 C_M の数字符号の選択



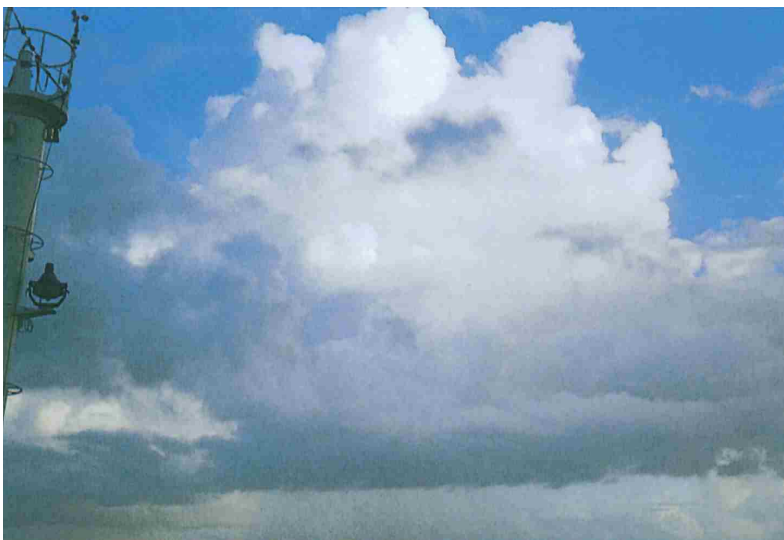
第5.3図 C_H の数字符号の選択



$C_L=1$ ほとんど鉛直に伸びていない
へん平な積雲、又は悪天候下のもので
ないときの積雲のちぎれ雲。



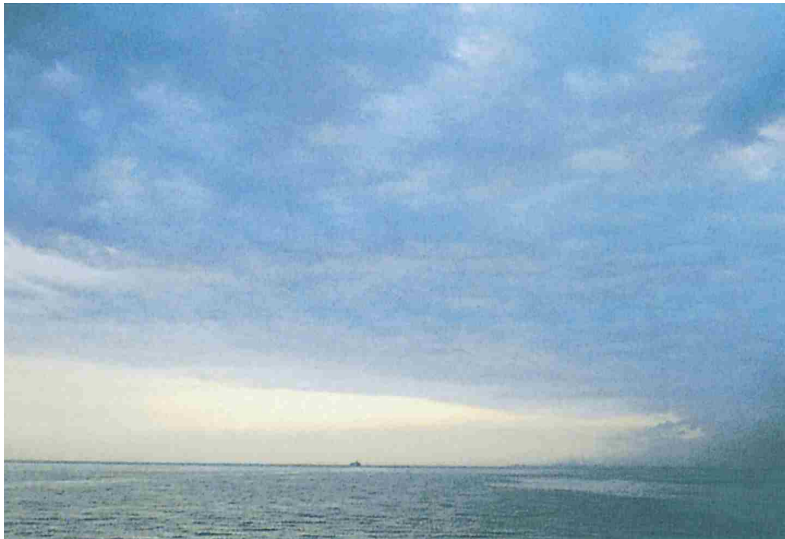
$C_L=2$ 並の積雲、又は雄大積雲。
雲底が同じ高さであれば、積雲のちぎ
れ雲、へん平な積雲、層積雲があつて
もよい。



$C_L=3$ 無毛の積乱雲。
雲の頂部は明瞭な筋状又は繊維状を
していない。
積雲、層積雲、層雲があつてもよい。



$C_L=4$ 積雲が広がってできた層積雲。
積雲があってもよい。



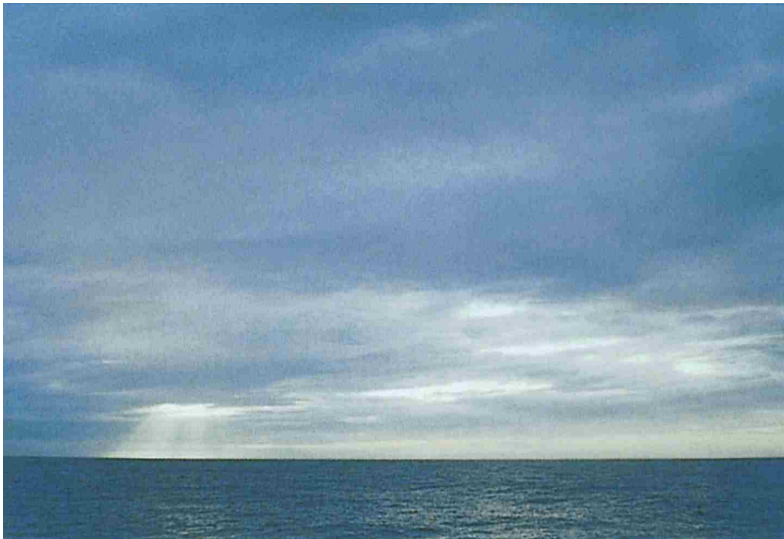
$C_L=5$ 層積雲。
ただし積雲が広がってできた層積雲
ではない。



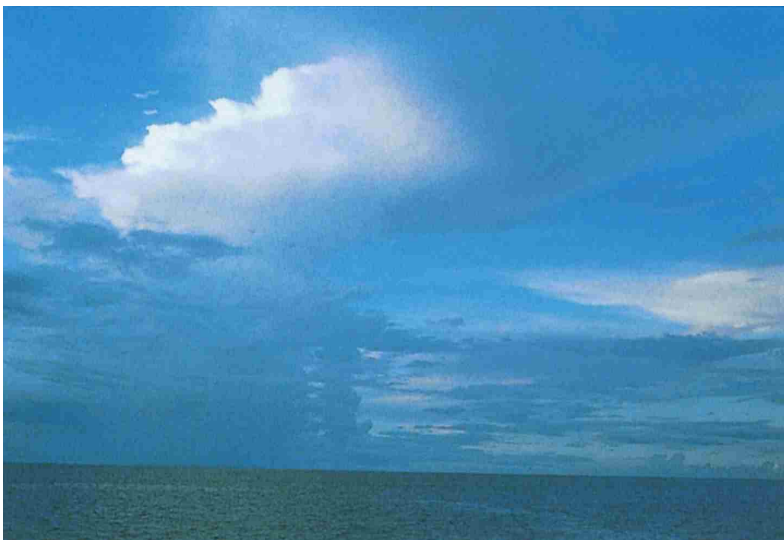
$C_L=6$ 灰白色で一様な霧状の層雲、又
は悪天候でないときの層雲のちぎれ
雲。



$C_L=7$ 悪天候下の層雲のちぎれ雲、又は積雲のちぎれ雲。
通常、高層雲又は乱層雲の下にある。



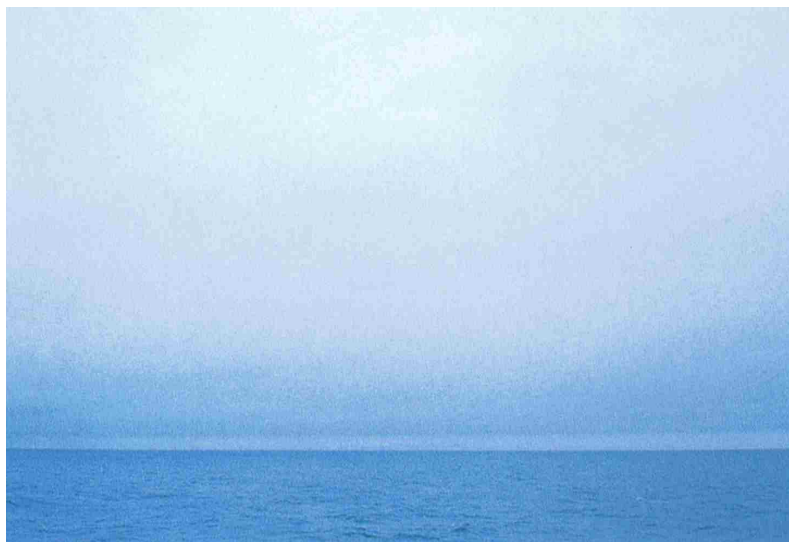
$C_L=8$ 雲低の高さが違う積雲と層積雲。



$C_L=9$ 多毛の積乱雲(かなとこ状をしていることが多い)。
無毛の積乱雲、積雲、層積雲、層雲、ちぎれ雲があってもよい。



$C_M=1$ 半透明の高層雲。
太陽や月が曇りガラスを通して見る
ようにぼんやりと見える。



$C_M=2$ 不透明の高層雲、又は乱層雲。
太陽や月を隠すほど濃い。



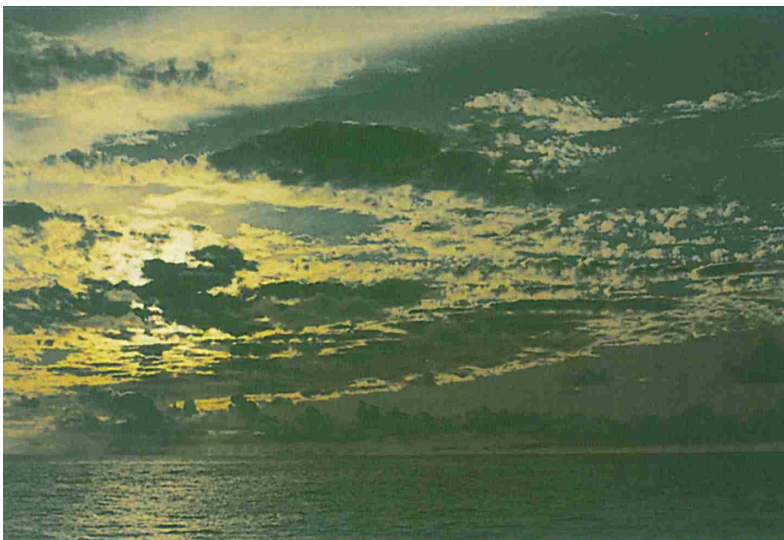
$C_M=3$ 半透明の高積雲。
1層で、空に広がる傾向はない。



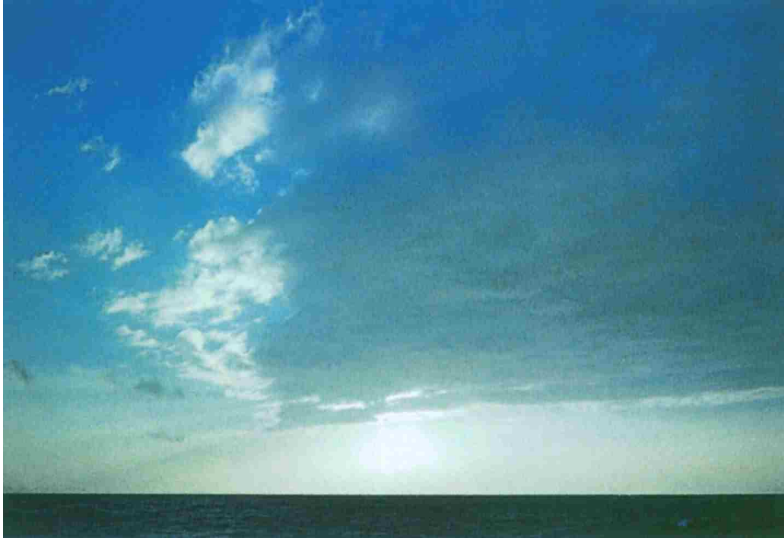
$C_M=4$ レンズ状の半透明の高積雲。
絶えず形が変化し、また、できたり消えたりする。空に広がる傾向はない。



$C_M=5$ 帯状又はロール状の半透明の高積雲。
次第に空に広がっていく、あるいは全体が厚くなっていく。



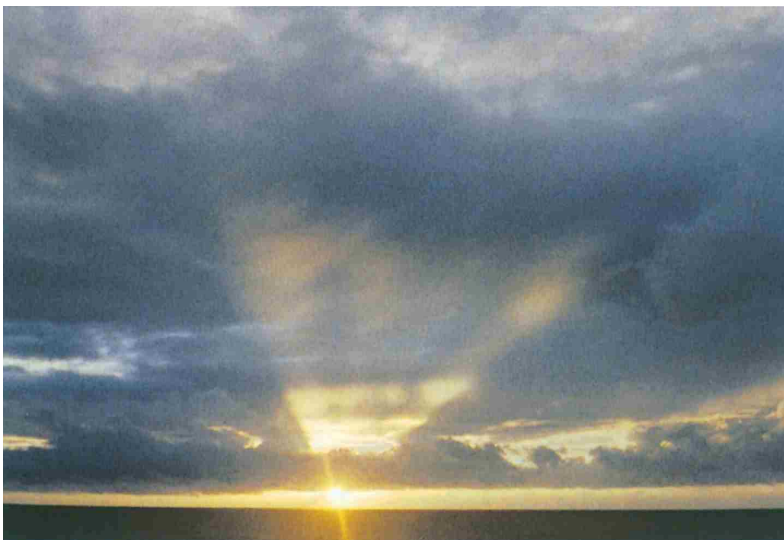
$C_M=6$ 積雲又は積乱雲が広がってきた高積雲。



$C_M=7$ 2層以上の半透明か不透明の高積雲、又は高層雲か乱層雲を伴う高積雲、又は空に広がる傾向のない不透明の高積雲。



$C_M=8$ 塔状の高積雲、又は房状の高積雲。



$C_M=9$ こんとんとした空の高積雲。一般にいくつかの層になっている。



$C_H=1$ 毛状の巻雲、又はかざ状の巻雲。

空に広がる傾向はない。



$C_H=2$ 濃密な巻雲。

空に広がる傾向はなく、積乱雲からできたものではない。

又は塔状の巻雲、房状の巻雲。

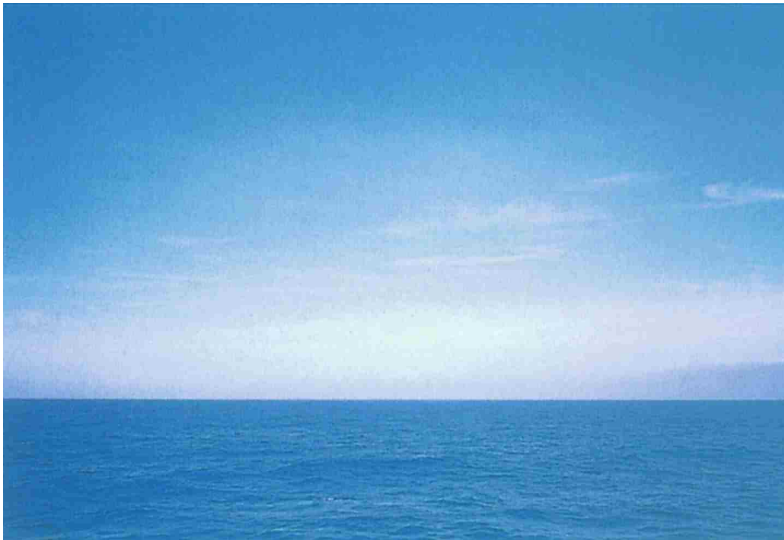


$C_H=3$ 積乱雲からできた濃密な巻雲
(かなとこ状をしていることが多い)。



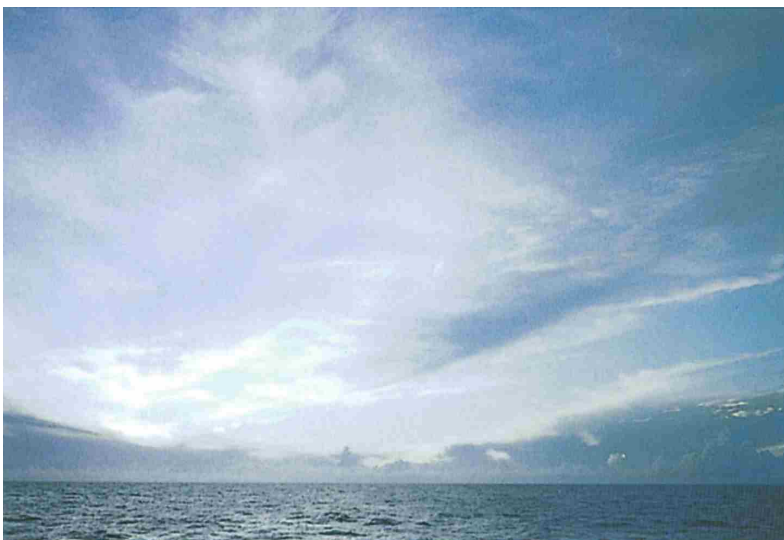
C_H=4 かぎ状の巻雲、又は毛状の巻雲。

次第に空に広がっていく。



C_H=5 巻雲(しばしば放射状である)と巻層雲、又は単に巻層雲。

次第に空に広がっていくが、水平線上45度以上には達していない



C_H=6 巻雲(しばしば放射状である)と巻層雲、又は単に巻層雲。

次第に空に広がっていき、水平線上45度以上に広がっているが、全天を覆ってはいない。

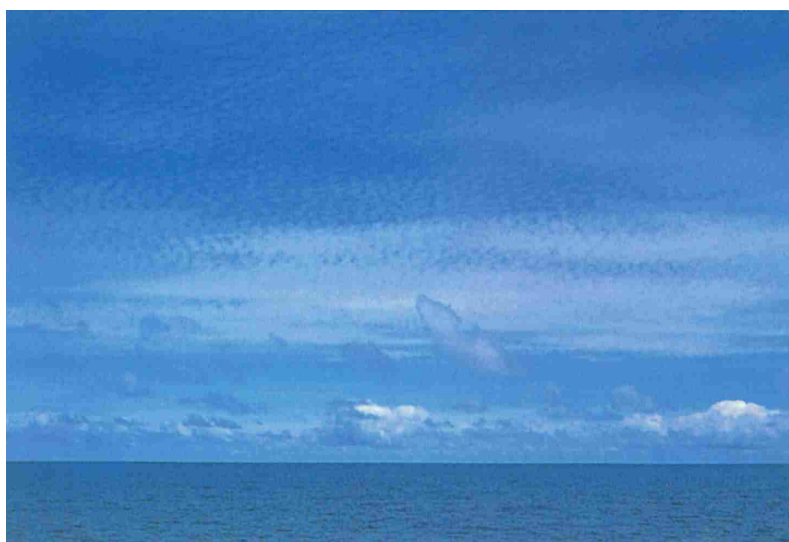


$C_H=7$ 全天を覆う巻層雲。



$C_H=8$ 巻層雲。

全天空を覆ってはいないし、また、それ以上空に広がる傾向はない。



$C_H=9$ 巻積雲。

巻積雲のみ又は巻雲や巻層雲を伴うが、巻積雲が卓越している。

第6章 視程の観測

視程は、どのくらい見通しがきくかという情報を与えるほか、大気の安定度を示す一つの目安となる。

大気中には霧・雨・雪などの水滴や、砂じん・ばい煙・海水のしぶきから生じた塩の結晶などの固体の粒子が浮遊していて視程を悪くする。また大気中に密度の異なる部分があってかげろうが発生するような場合にも光の屈折や散乱が起こり視程を悪くする。

このため、視程の観測結果は、気象解析のほか、視程障害時の交通機関の運航管理や大気汚染の状況把握などの資料として利用される。

6.1 視程の定義

視程は、水面付近の大気の混濁の程度を距離で表したもので、昼間の視程は、その方向の空を背景とした黒ずんだ目標を肉眼で認められる最大距離、夜間の視程は、昼間と同じ明るさにしたと仮定した場合に、目標を認めることのできる最大距離である。したがって、混濁状態が同一の大気では、昼間、夜間に関係なく視程は同じである。

目標を認めるとは、目標の存在を確認できるだけでなく目標の形まで識別できることで、たとえば、船舶を船舶として認められることをいう。

視程が方向によって違う場合は、最短の距離で表す。

視程の観測は正常な視力の裸眼で行うもので、眼鏡等の視力の矯正は必要であるが、双眼鏡・望遠鏡・六分儀等を使用してはいけない。

観測した視程を船舶気象観測表に記入する場合及び通報する場合には、90～99の10階級の数字符号(第6.1表)を用いる。

第6.1表 視程の階級区分

VV	視 程	VV	視 程
90	50m未満	95	2km以上 4km未満
91	50m以上 200m未満	96	4km以上 10km未満
92	200m以上 500m未満	97	10km以上 20km未満
93	500m以上 1km未満	98	20km以上 50km未満
94	1km以上 2km未満	99	50km以上

第6章 視程の観測

6.2 昼間の観測

海上の観測では陸上のように固定された目標を利用できる機会は少ないので、視程の観測に際しては経験と熟練が必要である。

視程を観測するには、通常ブリッジ付近の見晴らしのよい場所を選ぶ。

霧などにより視程がきわめて悪いときには、自船の構造物を目標にして視程を決める。船体の下部のみ霧に包まれているようなときは、霧の最も濃い高さで観測する。

陸岸・山・島や航行中の他の船舶などが見えるときには、海図やレーダーにより距離を測定して、目標として用いると視程の推定が容易である。

外洋で全く目標がない場合には水平線までの距離を手がかりにする。船上の観測者から水平線までの距離 L (km)は、海面からの観測者の目の高さ h (m)によって値が変わり、その間には

$$L = 3.6 \times \sqrt{h}$$

(km) (m)

の関係がある。

第6.2表 目の高さ と 水平線までの距離

目の高さ h (m)	2	4	6	8	10	15	20	25	30	40
水平線までの距離 L (km)	5	7	9	10	11	14	16	18	20	23

第6.2表はこの式から計算したもので、いろいろな高さから見た水平線までの距離を示す。例えば、15mの高さのブリッジでは水平線がぼやけて見えたが、8mの高さの甲板からはよく見えたとき、視程は14kmと10kmの間のおおよそ12km程度と推定できる。

水平線がよく見えるときの視程は水平線までの距離と同程度か、又はそれ以上であるから、視程を何kmにするかはそのときの大気の澄み具合を観察して推定する。そのためには、陸上の目標が利用できる沿岸航行中あるいは港湾停泊中などに視程の観測を行い、そのときの水平線の見え具合、鮮明さなどを記憶しておく。

6.3 夜間の観測

夜間の観測は、昼間に比べて難しい。明るい室内から外に出て観測する場合は、十分に目を慣らしてから行う。

夜間には他船の航海灯や陸地の明り、また水平線付近の星の輝きなどの程度なども参考とする。そのためには、これらの見える程度と視程の関係を知っておく必要がある。

第7章 大気現象と天気の観測

大気現象は大気水象・大気じん象・大気電気象・大気光象に大別される。これについて7.1節、7.2節で説明する。なお大気光象は、太陽・月の「かさ」や虹など、通報内容と関連が小さいので説明は省略する。

天気とは、雲と大気現象とに着目した総合的な大気の状態をいう。本章で説明する天気とは、船舶気象報規則による通報及び船舶気象観測表の記入の際に参考とするためのものである（通報及び船舶気象観測表の記入は、「船舶気象観測表による報告および船舶気象報通報の手引」を参照）。

7.1 大気現象の種類と定義

7.1.1 大気水象

大気水象は水滴又は氷粒が大気中を落下したり、浮遊したり、地表から風によって吹き上げられたり、あるいは地面又は地物に付着している現象である。

雨、雪、みぞれについては一様性の降水かしゅう雨性の降水かを区別して観測する。

しゅう雨性降水は急に始まり急に終わること、又は急にあるいは大きく雨の強さや量が変化することによって判別される。しゅう雨性降水では、個々の粒子（水又は氷）は一様な降水の場合に比べて一般に大きい。また一様な降水になるか、しゅう雨性となるかは降水をもたらす雲に関係する。すなわち、しゅう雨性降水は厚い対流性の雲（主に積乱雲）から降るが、一様な降水は普通層状の雲（主に高層雲、乱層雲）から降る。

大気水象の種類と定義は第7.1表のとおりである。記号は記事の記入に用いられるものである。しゅう雨性降水の場合には、大気現象の記号に▽を付して表す。

第7.1表 大気水象の種類と定義

種 類	記号	定 義 解 説
雨 Rain	●	水滴からなる降水。直径は多くは 0.5 mm 以上であるがもっと小さいものがまばらに降ることもある。雨滴の直径と集中度は雨の強さや降り方によりかなり変化する。
しゅう雨 Rain shower	● ▽	雨滴は普通霧雨の粒よりも大きい。しかし降雨域の端で降っている雨滴は、蒸発のために霧雨の粒と同程度の小粒になることがある。その場合には粒が分散して降るので霧雨と区別できる。
着氷性の雨 Freezing rain 過冷却の雨 Supercooled rain	～	0℃より低温の雨である。 地面や地物又は飛行中の航空機にあたって着氷（水と 0℃の氷の混在）を起こす。

第 7 章 大気現象と天気観測

霧 雨 Drizzle		きわめて多数の細かい水滴(直径 0.5 mm 未満)だけがかなり一様に降る降水。粒はほとんど浮遊しているように見え、そのために空気の僅かな動きにも従うのが見える。 霧雨はかなり連続した濃い層雲から降る。この層雲は普通は低く、ときには地面に達して霧となる。特に海岸沿いや山岳地帯では、霧雨による降水量は、1 時間に 1 mm 以上になることは少ない。
着氷性の霧雨 Freezing drizzle 過冷却の霧雨 Supercooled drizzle		0℃より低温の霧雨である。 地面や地物又は飛行中の航空機に当たって着氷(水と 0℃の氷の混在)を起こす。
雪 Snow しゅう雪 Snow shower	 	空気中の水蒸気が昇華してできた氷の結晶の降水。 雪の降り方、大きさ、結晶は雪が成長、形成される過程での状況により、かなり変化する。雪の結晶には星状、角柱状、板状、それらの組み合わせや、不規則な形をしたものがある。気温が約 -5℃より高いと結晶は一般に雪片化する。 過冷却した水滴が凍結してできた微少な氷の粒を少しつけたものや多少水分を含んだものもある。このような結晶が多数くっつき合っって雪片(Snow flakes)をなして降ることが多いが、結晶が個々離れ離れの状態で降る単独結晶の雪もある。
み ぞ れ Rain and snow mixed しゅう雨性のみぞれ Shower of rain and snow mixed	 	雨と雪とが混在して降る降水。
雪 あ ら れ Snow pellets		白色で不透明な氷の粒の降水。粒は円すい状又は球状である。直径は約 5 mm に達することがある。この粒は、堅い地面にあたるとはずんでよく割れることがある。砕けやすく、容易につぶれる。 雪あられは、中心の氷の粒(普通は氷晶)が急速に凍った雲粒で覆われている。中心の氷晶と凍りついた雲粒との間にすき間があるので雪あられの密度は一般に小さく $0.8\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 未満である。 雪あられの降水は、普通は地面近くの気温が 0℃に近いときに雪片とともにしゅう雨性降水として降る。
霧 雪 Snow grains		ごく小さい白色で不透明な氷の粒の降水。粒は雪あられに似ているが、へん平な形をしているか又は細長い形をしている。その直径は一般に 1 mm より小さい。 この粒は、堅い地面に当たってもはずまないし、こわれもしない。降る量は普通非常に少なく、層雲か霧から降る。しゅう雨性降水の形では降らない。気温が約 -10℃～0℃のときに生じる霧雨に相当する。
凍 雨 Ice pellets		透明の氷の粒の降水。粒は球状又は不規則な形でまれに円すい状である。直径は 5 mm 未満である。凍雨は一般に高層雲か乱層雲から降る。 この粒は、普通堅い地面に当たるとはずみ、音をたてる。また容易につぶれない。凍雨は部分的には液体であってもよい。凍雨の密度は氷の密度($0.92\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)に近い、あるいはそれ以上である。しゅう雨性降水としては降らない。

第 7 章 大気現象と天気観測

氷 あ ら れ Small hail	△	半透明の氷の粒の降水。粒はほとんどいつも球状で、ときに円すい状のとがりをもつ。直径は 5 mm に達し、まれに 5 mm を超えることがある。 この粒は簡単にはつぶれず、堅い地面に当たると、音をたててはつぶむ。 氷あられは全体的又は部分的に、すき間が氷或いは氷と水でみたされた単にうすい殻が凍結しただけのような雪あられでできている。このため氷あられは比較的密度が高く $0.8\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 以上であり、まれに $0.99\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ となることもある。 氷あられは常にしゅう雨性降水で起こる。氷あられは雪あられとひょうの中間状態であり、その部分的に滑らかな表面と高密度で雪あられと区別できる。またその大きさの小さいことからひょうと区別される。
ひ ょ う Hail	▲	氷の小粒又は塊の降水。直径 5 mm から 50 mm の範囲で、ときにはそれ以上のものもある。単独に降るか又はいくつかがついて、不規則な塊となって降る。 ひょうは透明な氷又は透明な層(厚さ 1 mm 以上)と半透明な層とが交互に重なってできているものや、透明又は不透明な氷そのものもある。 ひょうは一般に強い雷電に伴って降る。
細 氷 Diamond dust	↔	晴れた空から降ってくるごく小さな氷の結晶の降水で、大気中に浮遊しているように見える。 細氷は非常によく晴れた静穏の寒い日に起きやすく、気団が急激に冷え込み、気温が -10°C 未満に下がるとできる。一般には板状結晶のものが多く、その直径は約 $30 \sim 200\ \mu\text{m}$ である。 この結晶が太陽光の中ではきらきら輝いて見える、また顕著なかさ現象をしばしば見ることができる。 水平視程は激しく変動するが、その下限は 1 km 以上である。
霧 Fog	≡	ごく小さな水滴が大気中に浮遊する現象。水平視程が 1 km 未満の場合をいう。 十分に光があたっているときには、一つ一つの霧粒が肉眼で見分けられることがあり、そのときには霧粒がいくぶん不規則に動いているように見える。霧の中の空気は通常湿っぽく冷たく感ずる。霧の中の相対湿度は一般に 100% に近い。全体としては白みがかっているが、工場地帯では煙とじんあいのため灰色又は黄色みを帯びる。 霧と煙が混じったものをスモッグ(smog)ということもある。
低 い 霧 Low fog	≡	目の高さの水平視程は 1 km 未満であるが、天空がかすかに見えるくらいに霧が薄い場合は、低い霧という。
地 霧 Shallow fog	≡	目の高さの水平視程は 1 km 以上であるが、地面近くに霧がある場合は、地霧とする。
氷 霧 Ice fog	↔	多数のごく小さな氷の結晶(直径約 $2 \sim 30\ \mu\text{m}$)が大気中を浮遊する現象。水平視程を著しく減少させる。 この結晶は日がさしていると輝いて見える。氷霧に細氷が混じるとかさなどを生ずることがある。 一般に高緯度地方・山岳地方で気温 -30°C 以下の静穏な晴天のときに現れる。
も や Mist	≡	ごく小さい水滴又は湿った吸湿性の粒子が大気中に浮遊している現象。水平視程は 1 km 以上の場合をいう。 もやの中の空気は霧の中でのように湿っぽくも冷たくも感じない。もやの中の相対湿度は一般に霧の場合よりも小さく、目安としては 75% 以上が多いが 100% になることはない。もやは一般に多少とも灰色がかっている。

第 7 章 大気現象と天気観測

地ふぶき Drifting and Blowing snow	+	地ふぶきは、積もった雪が吹き上げられる高さの違いにより、低い地ふぶき及び高い地ふぶきの 2 種類がある。
低い地ふぶき Drifting snow	+	積もった雪が地表から僅かの高さに吹き上げられる現象。目の高さの水平視程はほとんど減じない。雪の粒子は地表をはうように移動し、このため非常に低い地物はぼんやり見えたり隠されたりする。
高い地ふぶき Blowing snow	+	積もった雪が地上高く吹き上げられる現象。目の高さの水平視程は一般に非常に悪い。吹き上げられた雪はときには全天を覆い、太陽さえも隠すほどになることがある。これらの雪は絶えず風によって激しくかき回される。
ふぶき Snow storm	+	高い地ふぶきと雪とが同時に起こっている現象。
しぶき Spray	⌒	広い水面、一般的には波頭から、風により水滴が吹き飛ばされる現象。水面が荒れた状態では、泡を伴うことがある。 台風、季節風など広範囲の強い風にともない発生し、視程障害を発生させた場合に記録する。
露 Dew	⌒	地面や地物などに大気中の水蒸気が凝固し水滴となって付着したもの。草や木の葉だけにできたものは除く。
凍露 White dew	⌒	露の粒が凍結したもの。
霜 Hoar-frost	⌒	大気中の水蒸気が昇華して、地面又は地物に付着した氷の結晶。一般にうろこ状、針状、羽状又は扇子状をしている。
霧氷	⌒	樹木や地物に白色ないし半透明の氷層が付着したもので、樹霜、樹氷、粗氷の 3 種類がある。
樹霜 Air hoar	⌒	おもに水蒸気の昇華によって生じた氷の結晶からなり、針状・板状・コップ状などの結晶形が明らかに認められることが多いが、凍った霧粒が混じってついていることもある。物体の風上側に生長しやすい。
樹氷 Rime 又は Soft rime	∨	おもに過冷却した霧粒又は雲粒(山岳域)が、地物に吹きつけられてできた白色不透明のもろい氷で、うすい針状、又は尾びれ状の塊が集まってできている。側面に樹霜ができていることもある。弱い風の下では地物の全方向に付着する。
粗氷 Rime 又は Hard rime	∨	樹氷と同じようにしてできる。半透明か、又は透明に近い氷の塊で、霧粒が大きく、気温が $-2^{\circ}\text{C} \sim -10^{\circ}\text{C}$ の間でできやすい。また風上方向に発達する。
雨氷 Glaze 又は Clear ice	~	一般に均質で透明な氷層が地物に付着した現象。過冷却した霧雨又は雨(着氷性の霧雨又は雨)が、 0°C 以下又は 0°C より僅かに高い温度(過冷却でない場合は 0°C 以下)の地面や地物にあたって凍結したものである。
結氷 Freezing	⌒	屋外にある水が凍る現象。
竜巻 Spout	⌒	激しいうず巻。柱状又は漏斗状の雲が積乱雲の底から、たれ下がり、海面から巻き上げられた水滴、又は地面から巻き上げられたちり、砂などが、尾のように立ち上がっている。 漏斗状の雲の軸は鉛直か又は傾いている。ときには曲がりくねっていることもある。漏斗の先が、地面又は海面からの「尾」とつながっていることが珍しくない。 竜巻の中の空気は、低気圧性に急速に回転することが多い。積雲の下に弱い竜巻が観測されることがある。

第7章 大気現象と天気の観測

着氷 Ice accretion		雨、霧、海水のしぶき等が船体上部構造物に付着して凍結したものをいう。
---------------------	--	------------------------------------

7.1.2 大気じん象

大気じん象は、水又は氷をほとんど含まない主として固体の粒が大気中に浮遊していたり、地面から風によって吹き上げられたりしている現象である。

大気じん象の種類と定義は第7.2表のとおりである。

第7.2表 大気じん象の種類と定義

種類	記号	定義	解説
煙霧 Haze	∞	肉眼では見えないごく小さい乾いた粒子が、大気中に浮遊している現象。数が多いために空気が乳白色に濁って見える。 遠距離の明るい物体や光源は、煙霧を通して見ると黄色味を帯びるか赤っぽい色に見え、一方暗い物体は青色がかって見える。これはおもに煙霧の粒子による光の散乱効果である。これらの粒子はそれ自身の色をもつことがあり、その場合にはその色が景色を色づける。 煙霧の中の相対湿度は、75%未満のことが多い。	
ちり煙霧 Dust haze	S	風によって地面から吹き上げられたちり又は小さな砂の粒子が、風じんがおさまった後まで、又は風じんの発生場所から離れた場所に、浮遊している現象。明らかに風じんによると判断された場合に限り、ちり煙霧とする。風じんによることが明らかでない場合には煙霧とする。	
黄砂 Yellow sand	☐	主として大陸の黄土地帯で吹き上げられた多量の砂じんが空中に飛揚し、天空一面を覆い、徐々に降下する現象。甚だしいときは天空が黄かっ色となり、太陽が著しく光輝を失い、雪面は色づき、地物の面には砂じんが積もったりすることもある。	
煙 Smoke	☼	燃焼により生じた小さな粒子が大気中に浮遊している現象。 煙は地面近くに存在して視程を悪くすることがあり、また、上空に存在して天空を覆うこともある。 煙を通してみると、太陽は日の出時や日の入時には、非常に赤く見え、日中はだいたい色がかって見える。都市又はその近くでは、煙はかっ色、暗い灰色又は黒色になる。近くの森林の火災から広がった煙は、太陽光線を散乱させるので、空は緑がかった黄色になる。非常に遠距離にある発生地から広がり一様に分布した煙は、一般に薄い灰色がかった色か、青味がかった色である。煙が多量に存在するときは、煙は臭いによって識別できることがある。 煙の発生源が明らかに判断される場合に限り煙とする。そうでない場合は、煙霧とする。	
降灰 Ash fall	☼↓	火山の爆発によって火山灰が空中に吹き上げられ、それが徐々に地面に降下する現象。	

第7章 大気現象と天気観測

風じん Drifting and blowing dust 又は Drifting and blowing sand 低い風じん Drifting dust 又は Drifting sand 高い風じん Blowing dust 又は Blowing sand	\$ \$ \$	ちり又は砂が、地面から吹き上げられる現象で、吹き上げられる高さの違いにより、低い風じん及び高い風じんの2種類がある。 ちり又は砂が、地面から僅かの高さに吹き上げられる現象。目の高さの水平視程はほとんど減少しない。 ちり又は砂が、地上高く吹き上げられる現象。目の高さの水平視程は一般に非常に悪い。
砂じん嵐 Dust storm 又は Sand storm	☼	ちり又は砂が、空中高く、強い風のために激しく吹き上げられる現象。砂じん嵐の前面は、幅の広い高い壁が急速に進んでくると見えることがある。この壁の後ろには積乱雲を伴うことが多い。また、この壁は寒気の前面に雲を伴わないで発生することもある。目の高さの水平視程は非常に悪く1 km未満になる。
じん旋風 Dust whirl 又は Sand whirl (Dust devil)	☼	地面から吹き上げられたちり又は砂が、柱状になってときにはまき散らしながら旋回している現象。柱の直径は小さく、軸はだいたい鉛直で、その高さは変動する。 じん旋風は、地面近くの空気が非常に不安定なとき、地面が日射で強く加熱されたりすると発生する。

7.1.3 大気電気象

大気電気象は、大気中の電気現象のうち、目視又は聴音により観測される現象である。

大気電気象の種類と定義は第7.3表のとおりである。

第7.3表 大気電気象の種類と定義

種類	記号	定義解説
雷電 Thunderstorm	⚡	電光が見え、雷鳴が聞こえる急激な放電。雷電はしゅう雨性降水を伴う場合が多い。
電光 Lightning	⚡	雲と雲との間、又は雲と地面との間の急激な放電による発光現象。
雷鳴 Thunder	⚡	電光に伴う鋭い音又はゴロゴロとなる音。一般的に20 km以上離れている場合音は聞こえにくい。

7.1.4 現象の強度

現在天気、過去天気の情報及び記録に関しては、大気現象の強度も観測する必要がある。第7.4表にその強度の目安をあげる。

なお、強度0(弱い)、1(並)、2(強い)の数字は現象を書き表すときに用いる。

第7章 大気現象と天気観測

第7.4表 大気現象の強度

記号	強度 現象(注1)	判定の てがかり	0	1	2
● ▽ ~	雨 しゅう雨 着氷性の雨 (過冷却の雨)	降水量	瞬間強度 0.0 mm/h 以上～ 3.0 mm/h 未満	瞬間強度 3.0 mm/h 以上～ 15.0 mm/h 未満	瞬間強度 15.0 mm/h 以上
		目視	大きな雨粒がぱらぱら降るか、多くの小さな雨粒が降る。甲板にたまる速度は小さく塊のできるのも遅い。	個々の雨粒は見分けられない。しぶきが跳ねる。すぐに水たまりができる。音はざーという音から穏やかなりまで。	とどろくような音をたてて甲板に降る。跳ねかえったしぶきがもやのような細かい水滴となって漂う。
● ~	霧雨 着氷性の霧雨 (過冷却の霧雨)	視程	1 km 以上	0.5 km 以上～ 1 km 未満	0.5 km 未満
✕ ◇	雪 しゅう雪	降水量	瞬間強度 0.0 mm/h 以上～1.0 mm/h 未満	瞬間強度 1.0 mm/h 以上～3.0 mm/h 未満	瞬間強度 3.0 mm/h 以上
		視程	概略 1 km 以上	概略 0.2 km 以上～1 km 未満	概略 0.2 km 未満
		降り方	数分間屋外に出ていると、着衣等に雪片がひととおりつく。	数分間屋外に出ていると、着衣等に雪片が一面につき地面がほとんど見えない。	数分間屋外に出ていると着衣等に雪片が積もる。
✕ ◇	みぞれ しゅう雨性のみぞれ	降水量	瞬間強度 0.0 mm/h 以上～ 1.0 mm/h 未満	瞬間強度 1.0 mm/h 以上～ 3.0 mm/h 未満	瞬間強度 3.0 mm/h 以上
✕ △ △ ▲	雪あられ 霧雪 凍雨 氷あられ ひょう	音	弱い	並	強い
		降り方	僅かに降る	相当に降る	多量に降る
		積もり方	ほとんど積もらない	いくらか積もる(短時間に、一面に薄く積もる)	見る見るうちに積もる
✕ ✕ \$ \$	ふぶき 高い地ふぶき 高い風じん 砂じん風	視程	通常 1 km 以上	0.5 km 以上～ 1 km 未満	0.5 km 未満
⚡	雷電		雷鳴が 0 で電光を伴う	雷鳴が 1 で電光を伴う	雷鳴が 2 で電光を伴う
く	電光	昼	ようやく認められる程度	0 と 2 の中間状態	周囲に明るさを感じる程度
		夜	楽に正視しうる程度の強さ	0 と 2 の中間状態	光輝が激しく全身に光をあびる感じ
T	雷鳴		雷鳴があるのを知る程度、通常遠雷とみとめられる程度の強さ。	0 と 2 の中間状態	雷鳴が激しく、人を驚かす。

(注1) 低い地ふぶき・低い風じん・じん旋風は、出現の様子が観測場所によって異なるため、その地域に応じた階級を定める。

7.2 大気現象の観測及び記録

7.2.1 大気現象の観測

大気現象は、大気水象、大気じん象、大気電気象、について、次の4つの事項を観測して記録する。

- (1) 発現時刻
- (2) 現象の種類
- (3) 現象の状態
- (4) 終了時刻

記録は概略でよいが、一定の用紙にその変化を記入しておき、これにより現在天気、過去天気を判断したうえで船舶気象観測表に記入するとよい。

現象の状態は、大気現象の強度(第7.4表)及び現象の変化を目安に、第7.5表に倣い記入する。

第7.5表 現象の状態を表す記号

状態の種類	記号	解 説	観 測 方 法
しゅう雨性	$\begin{matrix} X \\ \nabla \end{matrix}$	降水現象 X は、しゅう雨性の降水である。	しゅう雨性の判別方法は、個々の降水粒子(水又は氷)が、一様性の降水に比べて一般に大きく、急に始まり急に終わること、又は、急に、あるいは大きく変化することにより判別する。 また、降水がしゅう雨性の降水となるかどうかは、降水をもたらす雲に関係する。すなわち、しゅう雨性の降水は、対流性の雲から降るが、一様性の降水は、通常、層状の雲から降る。
強度の変化	X	定められた観測時刻における現象 X の強度が、以前より強くなった。	定められた観測時刻の前 1 時間内における状況から判断するが、変化が見られない場合は「 」を記録しない。
	X	定められた観測時刻における現象 X の強度が、以前より弱くなった。	
視 界 内	(X)	観測所にはないが、視界内(およそ 5 km 未満)に、現象 X がある。	視界内の現象の有無は、目視により観測する。 現象までの距離の観測が、困難な場合は、5 km 未満としてもよい。
	)X(	観測所にはないが、視界内(およそ 5 km 以上)に、現象 X がある。	
視程障害	VIS ₂ X	現象 X により、水平視程が、およそ 2 km 未満である。	大気現象の発現により、水平視程が左の区分に該当することを観測した場合は、該当する記号とその時刻を記録する。
	VIS ₁ X	現象 X により、水平視程が、およそ 1 km 未満である。	
	VIS _{0.5} X	現象 X により、水平視程が、およそ 500m 未満である。	
	VIS _{0.1} X	現象 X により、水平視程が、およそ 100m 未満である。	

第7章 大気現象と天気観測

強 度	$X_{\text{強度}}$	現象 X の観測時における強度を表す。	第 7.4 表に示した現象の種類、区分について観測する。ただし、雷現象以外の現象は、定められた観測時刻のみの観測とする。
方 向	$X_{\text{(方向)}}$	現象 X の方向を表す。	目視により 8 方位で観測する。 方位の確認が困難な場合は、記録しなくてもよい。
距 離	$X_{\text{(距離)}}$	観測所から、現象 X までの距離を表す(単位はkm)。	目視又は聴音により観測(視界内現象を除く)する。距離の観測が困難な場合は、記録しなくてもよい。
状 況	$X_{\text{(説明)}}$	現象 X についての特記事項を表す。	観測した現象の状況を記録する必要がある場合は、目視により観測する。

(注) X は大気現象の記号を示す。VIS は視程が 2km 未満の場合に用いる。

7.2.2 大気現象の記録

気象庁で採用している記事の書き方を示す。ただし必ずしもこの方法によらなくてもよい。以下に簡単な例を示す。時間はいずれも協定世界時を用いている。

例1) 「10時10分に雨が降り始め、12時の観測時には現象強度1(並の雨)で、11時から12時の間に傾向として強くなった。15時の観測時には現象強度0(弱い雨)、14時から15時の間には特に変化はない。その後17時30分に雨が止む。」

1010●— | ●¹₁₂—●⁰₁₅—1730.

例2) 「6時10分に雪が降り始め、7時20分にはみぞれとなる。7時45分には凍雨となり、8時20分に止む。」

0610✕—0720✕—0745△—0820.

例3) 「2時30分より前に、もや発現(いつ始まったかは不明)、4時50分には霧となり、水平視程は1km未満で5時から6時にかけて霧は濃くなりつつある。」

前0230≡—0450VIS_i≡—VIS_i|≡₀₆—

例4) 「15時05分雷鳴を聞く、強度0(弱い雷鳴)、この雷現象は活動中と判断される。

15時10分には雷電があり、15時29分の雷電により本船に落雷したが被害なし。」

1505T⁰—1510R—1529R(本船に落雷したが被害はなかった。)—

7.3 現在天気と過去天気

天気は、現在天気と過去天気に分け、国際気象通報式のコード(符号)を用いて通報・記録する。通報コードについては「船舶気象報符号表」及び「船舶気象観測表による報告および船舶気象報通報の手引」を参照する。

また、気象庁天気種類表では一般向けなどに利用される簡単な表現の天気記号を示しており、気象庁の陸上官署ではこれも記録している。第7.6表に天気記号と船舶気象報に用いられる現在天気符号等との対応を示す。

第7章 大気現象と天気観測

第7.6表 気象庁天気種類表の天気記号と船舶気象通報式の符号(ww, N, VV)との対応

天気記号	記号	対応する船舶気象通報式の符号			
		天気符号(ww)	全雲量符号 (N:8分雲量)	視程符号 (VV)	備 考
快 晴	○	00～16 18～32 36～38 40・41、76	0、1	≥94 (≥1 km) (ww=40、41 の場合を除く)	薄曇は、雲量が9以上であって、Ci、Cc 又は Cs が見かけ上最も多い状態。
晴	①		2～6		
薄 曇	②		7・8		
曇	◎				
煙 霧	∞	04～06	9	<94 (<1 km)	N 又は VV の条件を満たす。
砂じん嵐	☼	30～35			VV の条件を満たす。
高い地ふぶき	⚡	38・39			
霧	≡	42～49			
霧 雨	☉	50～57			
雨 ^(注)	●	58～67、80～82、91、92			
み ぞ れ ^(注)	✱	68・69、83・84、93・94			通報資料のみによって天気を表わす場合で、ww=93・94 のときは、暖候期は、ひょう、寒候期は、雪とする。
雪 ^(注)	✱	70～75、77・78、85・86 93・94			
あ ら れ	△	79、87・88、93・94			
ひ ょ う	▲	89・90、93・94			
雷	⚡	17、95～99			

(注) 雨、雪は必要に応じ、強い雨・しゅう雨・しゅう雪と細分して天気を表わす。この場合、強い雨はww=64、65に、しゅう雨はww=80～84、しゅう雪はww=85、86及び寒候期の93、94に対応する。

7.3.1 現在天気(ww)

現在天気は、観測時又はその前1時間内の天気の状態を示す。大気現象や雲量に着目した天気の総合的な状態に応じて、通報式の中の「ww 現在天気」(00～99)の中から該当する符号を選んで通報・記録する。

[分類方法]

- (1) 該当する大気現象があるときにはそれによって決め、それがないときは雲量によって決める。
- (2) 2つ以上該当する事項があるときは、最も大きな数字の符号とする。但し符号17は符号20～49より優先する。
- (3) 数文字の最初の一字は天気のおおまかな区分を示す。

第7章 大気現象と天気の観測

[分類の注意]

- (1) 雨、雪等でしゅう雨性としゅう雨性でないものがあるときにはそれらを区別する。
- (2) 霧は低い霧(空が透視できる霧)とそうでない霧(空が透視できない霧)とを区別する。
- (3) 霧は視程が1km未満のときだけとる。
- (4) 雷は観測時前10分以内に雷電あるいは雷鳴のある場合とし、電光のみのときはとらない。

7.3.2 過去天気(W₁W₂)

過去天気は、観測時前6時間又は3時間の天気を現在天気との組み合わせで、できるだけ完全に大気現象を記述できるように符号を選んで記述する。天気の型がその時間内に変化したときは、現在天気(ww)で示される天気の型が始まる前に卓越していた天気を過去天気(W₁W₂)で表す。

観測時と過去天気の対象時間との関係は下表のとおりである。

第7.7表 過去天気の対象時間

観 測 時	過去天気の対象時間
00、06、12、18 UTC	観測時前6時間
03、09、15、21 UTC	観測時前3時間
上記以外の時刻	観測時前1時間

通報コードは、過去天気に応じて第7.8表により0～9を用いる。

第7.8表 過去天気の通報コード

W ₁ W ₂	天気記号	過 去 天 気
0	○①	全時間を通じて、雲量が5以下である。
1	○①③④	全時間を通じて、雲量が5以下のときもあり、6以上のときもあった。
2	①③④	全時間を通じて、雲量が6以上であった。
3	☼+	視程1キロメートル未満の砂じん嵐又は高い地ふぶきがあった。
4	≡≡∞	視程1キロメートル未満の霧若しくは氷霧又は視程が2キロメートル未満の濃い煙霧があった。
5	●	霧雨があった。
6	●	雨があった。
7	✕✕	雪又はみぞれがあった。
8	⚡⚡⚡▲	しゅう雨性の降水があった。
9	⚡	雷があった。

[分類上の注意]

符号がいくつもの数字に該当する場合は最も大きい数字符号のものをW₁で、次に大きいものをW₂で報ずる。

過去天気が1つしかないときはW₁、W₂とも同じ数字符号を報ずる。

第8章 海面水温の観測

海面の水温を測ることは、風や気温などの大気の状態を観測することと同様に、海洋と気象との相互関連を知るために欠くことのできない要素である。気温と海面水温との差は、気層の安定度の判定、大気海洋間の熱交換量の算定などのための基礎的要素となっている。

海面水温の観測に際しては、海面下1～2m間のよく混合した海水温を測定する。海面水温の観測方法には、インテイク法、ハルコンタクトセンサー法、採水バケツ法などがあるが、高速で航行中の船上からバケツで採水して観測するのは危険を伴うので、一般船舶ではインテイク法かハルコンタクトセンサー法が用いられることが多い。

海面水温の観測に用いる温度計も、気温の観測に使われるものと同様に、検定を受け、それに合格したものを使用しなければならない。

8.1 インテイク法

機関の冷却水の温度を測るため、インテイクパイプのくぼみに温度計を差し込んだ方式で、ここで測った温度を海面水温と見なしている。

積荷によって喫水の深さが変わったり、機関室の熱気によってインテイクパイプの温度が変化したり、また、直接海水に接して測温しないなど、海面水温の観測法として問題はあるが、採水バケツ法よりも安全で、便利なので次第にこの方法が使われるようになった。

この方法で測温する場合の注意は次のとおりである。

- (1) 風の弱いとき(風力3以下)や、低緯度海域では水温の鉛直方向の温度傾度が大きいので、採水バケツを併用するとよい。
- (2) 停船中は船体の影響を受けたり、冷却水が循環しないので、採水バケツ法で測温する。

8.2 ハルコンタクトセンサー法

船底などへ受感部を設置し指示部を船室内に置いて海水の温度を測る装置で、白金の抵抗温度係数が大きいことを利用し、電気抵抗を測定して温度に換算する。通常、増幅器の出力をメータに導いた直示型と、記録計を接続した自動記録型とがある。

感部を直接船体の外側につけるタイプ（スルーハル）と船体の内側に貼り付けるタイプ（リンペット）がある。前者の方が反応は早い。

8.3 採水バケツ法

採水バケツ(ズック製容量4~6リットル入り)で水をくみ上げて、それを捨て、これを三、四回繰り返した後さらにくみ上げて、その中に温度計を入れ、よくかきまわして、温度の示度が一定したところ(時間にして40秒~1分くらい)を読み取る。

三、四回くんだり捨てたりするのは、バケツの温度を海水の温度に等しくするためである。なお、海水はバケツいっぱいにくみ上げることが必要である。

バケツは断熱性の高いものがよい。容量が小さいものや断熱性の悪い素材のバケツを使用すると測定精度が落ちる。

次に水温を測る場合の注意事項を以下に述べる。

- (1) 海水をくみ上げるには、機関、ちゅうぼう(厨房)その他の排水口の近くでは、船内から放出される温排水などが海水に混じる恐れがあるから、これらの場所は極力避けて、なるべく船首に近い所で採水するのがよい。

停船中の場合は、風上側の船首に近い所で採水する。

また、静穏で日射が強くごく表面だけが高温になっているような場合には、採水バケツを海中で数回上下し、海水をよくかき混ぜて測ったり、場所を変えて数回測温してみるとよい。

- (2) くみ上げた海水をそのまま放置しておくとう気温や日射の影響を受けて水温が変化するから、くみ上げたら速やかに測温する。また、風の吹きさらしの所や、日射の強い所では、採水された水の温度が変化しやすいから、これらの場所を避けて測温する。

- (3) 温度計を水中に入れて測温する際には、球部だけではなく管部も水中に入れ、管中の水銀糸頭を僅かに空気中に出して読み取るようにする。球部は水面から出してはならない。

示度を読み取るときは、温度計を視線に垂直に保って正視する。斜めに見上げたり、見下ろしたりしてはならない。

- (4) 海面水温を測るには、棒状水銀温度計を用いる。 -5°C から $+40^{\circ}\text{C}$ くらいの範囲の、 0.2°C 又は 0.1°C の目盛りのものを使って 0.1°C まで読み取る。

温度計の取り扱いについては気温の項を参照されたい。

- (5) 使用後のバケツは日陰に置くようにし、もし日陰がないときは海水を入れたままにしておいて、次の観測に備えた方がよい。温度計は破損の恐れのない場所に保管しておく。

第9章 波浪の観測

船舶の運航に最も大きな影響を与えるものは風と波であり、海難防止や経済運航等のために正確な波浪情報が必要であることはいうまでもない。

近年、人工衛星による波浪観測等も行われるようになってきたが、船舶による波浪観測資料の重要性は減じていない。波浪観測の通報資料は波浪の実況図及び予想図を作成する際の基礎資料となり、この放送図は船舶の運航、安全対策、沿岸海域での作業計画等に利用される。

9.1 波浪の種類

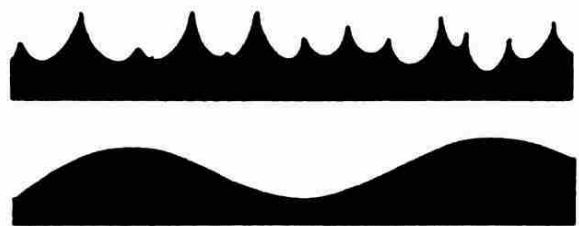
海には種々の原因によって波高・周期の異なる多くの波が発生し、このため海面は絶えず複雑な昇降を繰り返している。それらの波の中で、海面上の風に起因したものを波浪という。波浪の周期は1秒前後から30秒程度である。

波浪は、風浪とうねりに大別される。また、風浪やうねりが海岸に近づいて変形した「いそ波」や、強い海潮流にぶつかって変形した「しお波」などがある。

(1) 風浪

風浪は「観測時にその場所付近を吹く風によって直接起こされた波」であって、成長しつつある波と言える。その成長の程度は風に関する三つの要素、すなわち、風速、吹送距離(ほぼ一定の方向と強さを持った風の海面上の吹送域の長さ)、吹続時間(ほぼ一定の方向と強さを持った風が海面上の吹送域を吹き続けている時間)で定まる。

風浪の重要な特性はその不規則性である。第9.1図の上段に示すように、海面は険しい峰が連なった山脈に似ており、波の峰も長く続かずむしろ切れ切れであり、波の方向も平均的には風の方向と一致するが、これより多少(20°前後)ずれて進む波もある。発達すると波の峰の一部が砕けて白波が見られるが、さらに発達すると海面全体が白波に覆われて、ついにはしぶきのため海と大気との境が分からなくなる。



第9.1図 風浪(上)とうねり(下)

(2) うねり

うねりは「観測場所付近を吹く風によって直接起こされたものでない波」であって、風浪が発生域を離れて他の静かな海面や別の風域内に伝播してきたもの、あるいは発生域で風が止んだり、風向が急変した後に減衰しながら残っている波などがこれに相当する。したがって、うねりは減衰しつつある波で、その場所の風向と異なる伝播方向をとることが多い。風浪に比べると規則性が強く、第9.1図の下段に示すように、波形はゆるやかで波頭は丸みをも

ち、波の峰も長く続いている。

9.2 波浪の観測要素

波浪の主な要素は次のとおりである。

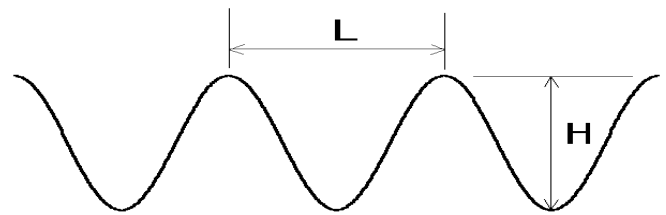
- (1) 波の向き：波が進んでくる方向。
- (2) 周期：一地点を山(谷)が通過してから次の山(谷)が通過するまでの時間。
- (3) 波高：波の山から谷までの鉛直距離(第9.2図のH)。
- (4) 波長：波の山(谷)から山(谷)までの水平距離(第9.2図のL)。
- (5) 波速：波の山(谷)の進行速度、位相速度ともいう。

波速(C)、波長(L)、周期(T)の間には次の関係がある。

$$C = \frac{L}{T} \quad (1)$$

又、水深が波長の半分よりも大きい場合(深海波)は、

$$C = \sqrt{\frac{gL}{2\pi}} \quad (2)$$



第9.2図 波高(H)と波長(L)

ここでgは重力加速度である。g=9.81m/s²、π=3.14として、C[m/s]、L[m]を表すと(2)式は、

$$C = 1.25\sqrt{L} \quad (2)'$$

となる。また、(2)'、(1)により次の関係が導かれる。ここでTは[sec]で表している。

$$C = 1.56T \quad (3)$$

$$L = 0.64C^2 = 1.56T^2 \quad (4)$$

$$T = 0.80\sqrt{L} = 0.64C \quad (5)$$

ただし、これらの関係は、波高の小さい正弦波形の波(深海波)について求められたもので、複雑な海面での実測値については当てはまらない場合もある。しかし、波の各要素についての概略的な値を知るうえで便利な式である。

9.3 目視による観測

近年になって、測器による波浪観測も広く行われるようになってきたが、外洋ではまだ数が少なく、目視観測の重要性は依然として大きい。目視観測の通報資料がなければ、精度の高い波浪の実況図及び予想図、あるいは統計資料等を作成することは困難である。

波浪の目視観測は個人差もあるが、十分な訓練を積みれば精度の高い観測を行うことができる。

第9章 波浪の観測

波浪は一見、規則性の全くない現象のように見えるが、風速と風浪の波高、あるいは周期と波高との間には規則性があり、通報資料の中でそれらが矛盾している場合は、正しい観測要素も誤りとして棄てられてしまう場合があるので、正確な観測が望まれる。

9.3.1 目視観測の方法

波浪の目視観測では波の向き、周期及び波高の3つの要素を観測する。異なる系統の波列(例えば風浪とうねり、あるいは2方向からのうねりなど)がある場合は、その各々の波列について三つの要素を観測する。比較的大きめのはっきりした波をいくつか観測し、それを平均したものを観測値とする。最も大きな波のみにとらわれないように注意しなければならない。

個々の波の周期、波向きには幅があるので、同じ波列の波を異なる波列の波として重複して通報しないように注意する必要がある。合成波高(それぞれの波高を2乗して足しあわせたものの平方根をとったもの)が過大になっていないかを見ることによって重複通報を防ぐことができる。

暗い夜など正確な観測が困難な場合には、無理な推定は避け、確かな観測要素以外は不明とする。なお、航海用レーダーに映るシークラッター(海面からの散乱波)を利用すると、波の向きや波長(周期)の観測の参考になる。

(1) 波の向き

波の向きは波の来る方向であり、36方位で観測する。それにはジャイロコンパスを用い、船から少し離れた場所の波列の向きを測定すればよい。船に近すぎると船との相対運動を見ることになって方向を誤りやすい。沖合では、風浪の向きは風向とほぼ一致するが、うねりと風浪が混在し両者の方向が異なる場合が多いので、混同しないよう注意して観測する。

(2) 周期

ストップウォッチを用いて、秒単位で観測する。測定するときは、船からできるだけ遠くの水面上の見分けやすい泡、その他の浮遊物を目標として利用する。これを目標に、波の山が通過してから次の波の山が通過するまでの時間を測定する。波の周期が常に一定の値となることはほとんどない。比較的是っきりした山と谷を持った波を選んで何回か測り、平均値を求める。

航走中には、向い波の周期は短めに取りやすい。船の長さと比較して波長を求めたり、波長と周期の関係式(9.2の(5)式)を用いて計算するのも一つの方法である。

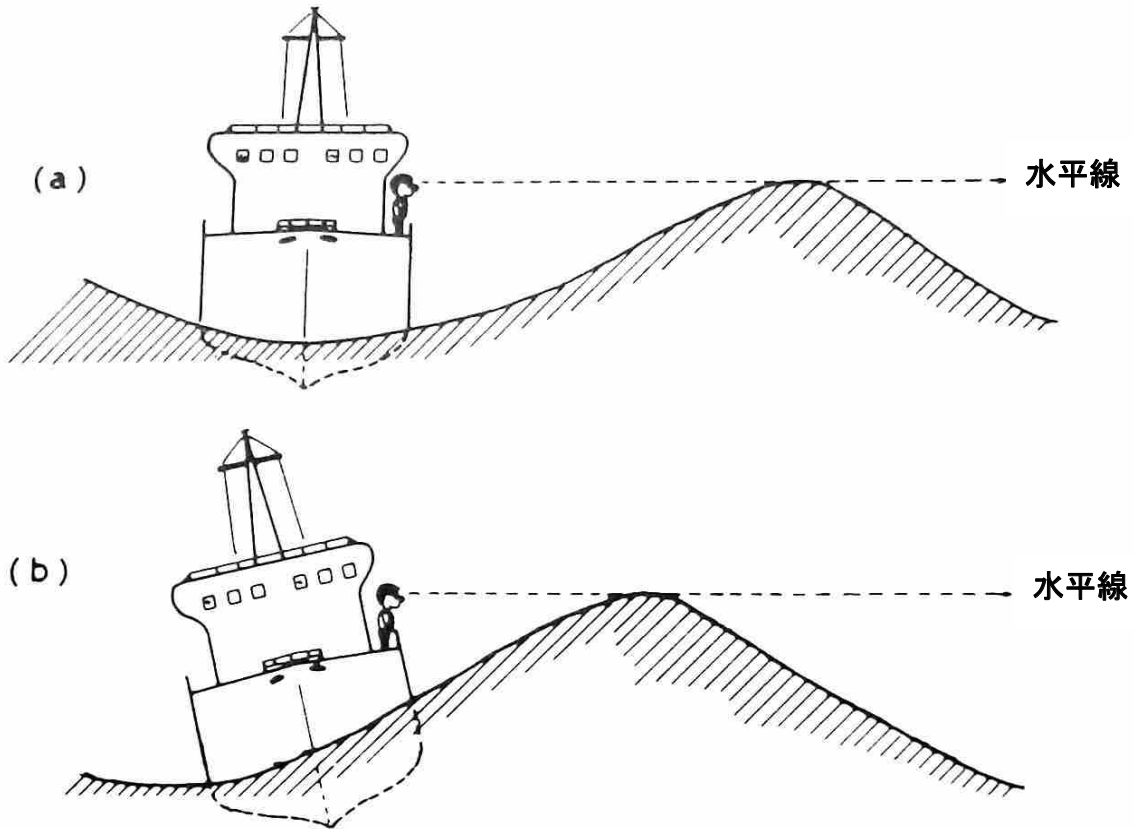
また外洋で安定して伝播する波の波形勾配(波高と波長の比)は $1/7$ が限界であると理論計算されている。たとえば、周期が3秒のとき深海では波長は14mとなり、波高は2メートルが限界となる。目視観測通報ではこの値を超える波が通報される場合があるが、周期を実際より短く観測したと思われるものが多い。急峻な短周期の波に目を奪われ、緩やかな波を見落したり、あるいは長周期の別のうねりを見落としたのが原因と考えられるので注意が必要である。

(3) 波高

波高の目視観測は、船の高さなどを基準にして、正確に測れるよう経験を積む必要がある。

第9章 波浪の観測

波が低い場合は、船のできるだけ低い位置で、ピッチングが小さくなる船の中央部の、波の来る側の舷を観測場所とし、既知の船の部分長などを基準にして観測する。波が高い場合は、ピッチングの影響のなるべく少ない場所を選び、甲板階段を昇り降りし、船が波の谷にきてロール角が0となったときに、波の山が水平線と一直線に見通し得るように目の位置を定める。そのとき、船の喫水線から目の高さまでが波高である(第9.3(a)図)。



第9.3図 波高の観測 (a) 正しい観測 (b) 誤った観測

満船のときと空船のときとでは同じ場所でも喫水線からの高さが変わってくるので注意が必要である。ローリングが激しい場合に、第9.3図(b)のように波高を過小に観測したり、逆に過大に観測したりすることのないようにしなければならない。

風浪の場合は、風速に対して起こりうる波高に上限がある(第4.1表：気象庁風力階級表)。風速に対して波高が大きすぎる場合はうねりが共存していると考えられるべきである。特に風が弱まった場合に風浪の波高を過大に観測しないようにしなければならない。

経験の浅い観測者は、大きな波は過大に、小さな波は過小に見積りやすい。また、向い波の場合は停船時に比べて高めに、追い波の場合は低めに見積りやすい。ローリングの激しいときは、波高を過大に見積りやすく、また風浪が卓越してうねりが分かりにくい海面状態では、うねりの波高を低く見積りやすい。

9.3.2 波浪の階級

気象庁では、波浪の目視観測から簡便に海面状態を表すための、風浪及びうねりの階級を第9.1表及び第9.2表のように定めている。風浪は、その波高により第9.1表の10階級に分け、うねり

第9章 波浪の観測

は、その波高及び波長(周期)により第9.2表の10階級に分けられている。

第9.1表 気象庁風浪階級表

風浪階級	風浪階級の説明	波の高さ(メートル)
0	鏡のようになめらかである。	
1	さざ波がある。	0 をこえて1/10 まで
2	なめらか、小波がある。	1/10 をこえて1/2 まで
3	やや波がある。	1/2 をこえて1 1/4 まで
4	かなり波がある。	1 1/4 をこえて2 1/2 まで
5	波がやや高い。	2 1/2 をこえて4 まで
6	波がかなり高い。	4 をこえて6 まで
7	相当荒れている。	6 をこえて9 まで
8	非常に荒れている。	9 をこえて14 まで
9	異常な状態。	14 をこえる

第9.2表 気象庁うねり階級表

うねり階級	うねり階級の説明
0	うねりがない。
1	短くまたは中位の 長く } 弱いうねり(波高2m未満)
2	
3	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">短く</div> <div style="font-size: 3em; margin-right: 10px;">}</div> <div data-kind="parent" data-rs="3">やや高いうねり(波高2m以上4m未満)</div> </div>
4	
5	
6	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">短く</div> <div style="font-size: 3em; margin-right: 10px;">}</div> <div data-kind="parent" data-rs="3">高いうねり(波高4m以上)</div> </div>
7	
8	
9	2方向以上からうねりがきて海上が混乱している場合

(注)1.「短く」とは、波長100m未満(周期8.0秒以下)の程度をいう。

2.「中位の」とは、波長100m以上200m未満(周期8.1秒から11.3秒まで)の程度をいう。

3.「長く」とは、波長200m以上(周期11.4秒以上)の程度をいう。

これらの階級表は、現在では灯台における気象観測、航海日誌等に使用されるのみで、船舶気象報、波浪予報には使われていないが、目視観測をする際の目安として参考とすることができる。また天気概況等で用いられる予報用語と波高との対応は第9.3表となっている。あわせて参考としていただきたい。

第9章 波浪の観測

第9.3表 波浪予報の用語(気象官署予報業務実施要領第9条)

波高区分	波 高 (m)	用 語
1	0から1/10まで	おだやか
2	1/10をこえ1/2まで	おだやかなほう
3	1/2をこえ1 1/4まで	多少波がある
4	1 1/4をこえ2 1/2まで	波がやや高い
5	2 1/2をこえ4まで	波が高い(しけもよう)
6	4をこえ6まで	しける
7	6をこえ9まで	大しけ
8	9をこえる	猛烈にしける

(注) 1. 波高は有義波高

2. 括弧内は、たとえば波高区分3または4から5に変わるような場合に用いる。

9.4 測器による観測

気象庁及び大学等の研究機関の観測船の多くには船用波浪計が搭載されており、測器を用いた波浪観測が行われている。一般船舶において用いることのできる波浪計もある。これらの測器による観測は、加速度計、水圧計、マイクロ波送受波器等を単独、あるいは組み合わせて海面の上下動を計測し、波高を計算している。

測器による観測では、有義波の波高、周期を通報する。有義波とは一連の観測で得られた個々の波を、波高の大きい順に並び替え、高い方から数えて全体の1/3の数の波について平均値をとったものである。目視観測による波高は有義波高とほぼ等しいといわれている。測器のシステムの仕様等により、観測した波全体の平均値しか得られないような場合は、有義波高は平均波高の約1.6倍であるという統計に基づき有義波高に換算したものを通報する。船が航走しながら計測した周期は、船の運動に対する相対的な周期であり、観測通報値としては不明とする。

現在のほとんどの波浪計では波向きの観測、風浪とうねりに分けた観測は不可能であるので、測器による観測・通報を行う場合でも、あわせて目視による観測・通報を行うべきである。

9.4.1 船用波浪計等による観測

(1) タッカー式波浪計

船体の喫水線より下方の、常に水中に没している位置に設置した水圧計により、船体に相対的な水面の上下動を計測し、同時に水圧計付近に併置した加速度計により船体そのものの上下動を計測し、両者を足しあわせることにより水面の上下動を求める。

船体が波向に対して角度がある場合は、卓越波が来る側の値を利用する。航走中は動圧により水圧計出力と波高との対応が悪くなると思われるので、船を停止させた状態で観測することが望ましい。

(2) マイクロ波式波高計

船体の喫水線より上方に設置したマイクロ波送受波器から海面に向けてマイクロ波を放射

第9章 波浪の観測

し、海面からの反射波を受波する事により、船体と相対的な水面の上下動を計測し、同時にマイクロ波送受波器付近に併置した加速度計により船体そのものの上下動を計測し、両者を足しあわせることにより水面の上下動を求める。マイクロ波送受波器は、航走中でも船体の影響を受けない波が計測できるよう、船首から前方に出したブームに設置するのが一般的である。

マイクロ波の代わりに超音波を利用したものもある。

(3) 船体運動計測による波浪計算

波浪中の船体運動をあらかじめ理論計算して運動応答関数を求めておき、傾斜計等により実際に船上で計測された船体運動から波浪状況を推定する方法である。船速、波向を入力として与える必要があり、また、積み荷の状況が大きく変化するような船では運動応答関数をいくつか用意しておく必要があるが、測器を設置するための船体工事を必要としない利点がある。

9.4.2 測器の保守・点検等

船舶で用いる波浪計測機器は、精密な機器で構成されており、常に正確な観測値を得るためには定期的な保守点検を心がけなくてはならない。各機器に添付の取扱説明書の指示に従って行うこと。とくに普段手を触れることのできない水中部分がある場合はドックのときに念入りに清掃、点検を行わなければならない。

第10章 海水の観測

海面を漂う氷にはその成因によりいくつかの種類がある。その中で最もよく見られるのが、海水が凍結してできた海水氷である。海水氷のほかには、氷山のように陸でできた陸氷、湖でできた湖水や河川でできた河水がある。これらが浮かんでいるものを総称して浮氷という。日本近海で見られる浮氷は、ほとんど海水氷であるが、北極域や南極域では広い海域で陸氷が存在する。また、海水氷は海岸に定着しているか漂流しているかによって、定着氷と流氷に分けられる。

本章では、一般船舶が海水氷・陸氷を認めた場合に行う観測の要領及び海水氷用語とその解説を記載する。ここで用いる海水氷用語は、WMOによって1970年に刊行された海水氷用語集2014年版に準拠しており、気象庁が天気予報等で用いるものとは異なる用語を含んでいる。

10.1 海水観測

10.1.1 海水観測の種目

海水氷の状態は、氷域内やその付近を航行する船舶にとって、非常に重要な情報となるので、大切な観測種目である。船舶で行う海水氷観測は、次の項目について目視により行う。

海水氷の密接度又は配列

海水氷の発達過程

陸氷の数

主要な氷の縁の方位

氷の観測時の状態と前3時間の状態の変化

観測の成果は、定められた通報形式で通報することになっている。このほか、海水氷分布に関係のある大気現象などを観測した場合は、別に記録しておくことよい。

なお、通報形式については「船舶気象観測表による報告および船舶気象報通報の手引き」（別冊子）を参照のこと。

10.1.2 海水氷の密接度又は配列(c)

密接度は氷域内で氷塊が密集している度合いを示すもので、海水氷域に対し、氷塊が占める面積の割合をいう。船上から密接度を観測する場合は、全海面が見渡せる位置で、各所に浮いている氷を一箇所に集めたとし、その面積が全海面あるいは海水氷域に対して、何割に当たるかを見ればよい。

密接度は第10.1表に示すように11階級で表す。例えば密接度の階級4は4/10と書くが、これは氷塊の占める面積と、それらの間にある海水水面の面積が4:6の割合になっていることを意味する。海水氷域はその密接度の大小により、第10.1表のように、全密接氷域・最密氷域・密氷域・疎氷域・分離氷域に分類される。

密接度は、船から遠い海域の状態は分からないので、船の周辺海域(およそ0.5海里以内)の

第 10 章 海氷の観測

海氷について見ればよい。

密接度の観測では、新成氷などは密接度を小さく見積りやすいので注意を要する。また、視界の悪いときは、見える範囲内で密接度を観測し、無理な推定は避けるようにする。

第10.2表に、氷の密度又は配列と通報時の符号（ci）の対応を示す。

第10.1表 密接度の階級

階級	対象氷域に対する流氷の占める割合	
0	0/10	海氷なし
1	1/10	分離氷域
2	2/10	
3	3/10	
4	4/10	疎氷域
5	5/10	
6	6/10	
7	7/10	密氷域
8	8/10	
9	9/10	最密氷域
10	10/10（海水面なし）	全密接氷域

第 10.2 表 氷の密接度又は配列と通報時の符号(ci)

ci	海 氷 の 密 接 度 又 は 配 列		
0	視界内に海氷はない。		
1	船は幅1.0海里を超える開放水路の中にいるか、又は境界を認めることのできない定着氷の中にいる。		
2	海氷の密接度は、3/10 以下である。	海氷の密接度 は、観測海域 で一樣である。	船は、氷の中又は 氷の縁から 0.5 海里 以内にいる。
	(開放水面又は分離氷域の流氷)		
3	海氷の密接度は、4/10 以上 6/10 以下である。		
	(疎氷域の流氷)		
4	海氷の密接度は、7/10 以上 8/10 以下である。		
	(密氷域の流氷)		
5	海氷の密接度は、9/10 以上 10/10 未満である。		
	(最密氷域の流氷)		
6	小氷帯と流氷原があり、間に開放水面を伴う。	海氷の密接度 は、観測海域 で一樣でない。	
7	小氷帯と密氷域又は最密氷域の流氷原があり、 間により小さな密接度の氷域を伴う。		
8	定着氷があり、その海側に開放水面、分離氷域 の流氷又は疎氷域の流氷がある。		
9	定着氷があり、その海側に密氷域の流氷又は最 密氷域の流氷がある。		
×	暗夜もしくは視程不良のため又は船が氷の縁から 0.5 海里を超えて離れているため報告できない。		

10.1.3 海氷の発達過程(Si)・陸氷の数(bi)

海氷の種類については、海氷の発達・融解過程、形態(厚さ・大きさなど)、表面の特徴により海氷用語から決める。種類を決める際には、海氷の発達過程によって表面の色合いが違って

第 10 章 海氷の観測

いるので、この点に注目するのも一つの方法である。例えば、新成氷や板状軟氷などは一年氷のような明るさがなく、厚さが5cm以下の場合には非常に暗い灰色で、それ以上の厚さになると明るい灰色となる。一年氷は白さが増してきて、厚くなると明白色を呈するようになる。ただし、積雪の状況によって白さが異なる。

海氷の厚さは、平坦な氷の場合は割れ目などから推定できるが、起伏したり重なったりした氷は観測できないことが多い。海氷の上に積雪があった場合は、雪の層も海氷の厚さに加える。

陸氷は氷山のように陸でできた氷で、船から見える範囲内で氷山、氷岩、氷山片の個数およびその有無について観測を行う。

海氷又は陸氷の大きさを観測する場合は、遠方のものは一般に観測できないが、船に近いものについては、船の長さなどや航行距離と比較すれば、大体見積ることができる。

第10.3表に海氷の発達過程と通報時の符号(Si)を、第10.4表に陸氷の数と通報時の符号(bi)を示す。

第 10.3 表 海氷の発達過程と通報時の符号(Si)

Si	海 氷 の 発 達 過 程
0	新成氷(晶氷、グリース・アイス、雪泥及びスポンジ氷)のみある。
1	ニラス又は氷殻がある(厚さは10cm未満)。
2	板状軟氷(厚さは10cm以上30cm未満)がある。
3	大部分は新成氷又は板状軟氷であり、一部に一年氷がある。
4	大部分は薄い一年氷(厚さは30cm以上70cm未満)であり、一部に新成氷又は板状軟氷がある。
5	すべてが薄い一年氷である。
6	大部分は並の一年氷(厚さは70cm以上120cm以下)及び厚い一年氷(厚さは120cmを超える)であり、一部にやや薄い一年氷がある。
7	すべてが並の一年氷及び厚い一年氷である。
8	大部分は並の一年氷及び厚い一年氷であり、一部に古い氷(通常厚さは2m以上)がある。
9	大部分が古い氷である。
×	暗夜若しくは視程不良のため、陸氷のみ見えるため又は船が氷の縁から0.5海里を超えて離れているため報告できない。

第 10.4 表 陸氷の数と通報時の符号(bi)

bi	陸 氷 の 数
0	陸氷はない。
1	1個以上5個以下の氷山がある。氷岩又は氷山片はない。
2	6個以上10個以下の氷山がある。氷岩又は氷山片はない。
3	11個以上20個以下の氷山がある。氷岩又は氷山片はない。
4	1個以上10個以下の氷岩及び氷山片がある。氷山はない。
5	11個以上の氷岩及び氷山片がある。氷山はない。
6	1個以上5個以下の氷山がある。氷岩及び氷山片を伴う。
7	6個以上10個以下の氷山がある。氷岩及び氷山片を伴う。
8	11個以上20個以下の氷山がある。氷岩及び氷山片を伴う。
9	21個以上の氷山がある。氷岩及び氷山片を伴う。航行に重大な危険を及ぼす状態である。
×	暗夜若しくは視程不良のため又は海氷のみ見えるため報告できない。

10.1.4 主要な氷の縁の方位(Di)

氷の縁の方位の観測は、定着氷や流水野・流水原・流水帯などの、船から最も近い氷の縁について、どの方位にあるかを観測することである。いろいろな方位に氷の縁が見られるときは、

第10章 海氷の観測

航行に最も重要と思われるものをとる。

氷の縁の観測は、船舶においては、レーダーも利用できる。これまでの経験によると、海氷は3～4海里離れると、レーダーには映りにくくなり、有効範囲は2～3海里の範囲内であると言われている。第10.5表に主要な氷の縁の方向と通報時の符号(Di)を示す。

第10.5表 主要な氷の縁の方向と通報時の符号(Di)

Di	主 要 な 氷の縁 の 方 向
0	船は、沿岸水路又は分離帯水路の中にいる。
1	北東に氷の縁がある。
2	東に氷の縁がある。
3	南東に氷の縁がある。
4	南に氷の縁がある。
5	南西に氷の縁がある。
6	西に氷の縁がある。
7	北西に氷の縁がある。
8	北に氷の縁がある。
9	船が氷の中にいるため、氷の縁の方位が決定できない。
×	暗夜若しくは視程不良のため又は陸氷のみ見えるため報告できない。

10.1.5 氷の観測時の状態と前3時間の状態の変化(zi)

氷の現在の状態と前3時間の状態の変化は、観測した船の航行に対して、氷がどのように影響しているかを見るものである。

視界内に海氷が認められる海域を航行中の場合や、氷域の中を航行あるいは氷域内に船が閉じ込められた場合は、なるべく頻繁に海氷の状態を観測し、記録しておくことが、船の安全のために必要である。第10.6表に氷の観測時の状態と前3時間の状態の変化と通報時の符号(zi)を示す。

第10.6表 氷の観測時の状態と前3時間の状態の変化(zi)

Zi	氷の観測時の状態と前3時間の状態の変化
0	船は視界内に浮氷のある開放水面にいる。
1	船は氷を容易に突き抜けることができる。氷の状態は良くなっている。
2	船は氷を容易に突き抜けることができる。氷の状態は変化していない。
3	船は氷を容易に突き抜けることができる。氷の状態は悪くなっている。
4	船が氷を突き抜けることは困難である。氷の状態は良くなっている。
5	船が氷を突き抜けることは困難である。氷の状態は変化していない。
6	結氷しつつあるか、氷盤が互いに凍結しつつある。
7	弱い圧迫氷がある。
8	並又は強い圧迫氷がある。
9	船は氷にとり囲まれて動けない。
×	暗夜又は視程不良のため報告できない。

船は氷の中
にいる。

船が氷を突き抜けることは困難である。氷の状態は悪くなっている。

10.1.6 その他の観測

以上で述べたほか、次に述べるもののうち、船の安全のために必要と思われるものは、特殊現象記事として平文で報ずる。

海氷の移動方向及び速さについて観測する場合は、個々の氷塊を対象としないで流氷野・流

第10章 海水の観測

氷帯のように、氷塊の集合体の移動を対象とする。しかし、冰山や氷盤岩など単独で移動するのは、それぞれを観測する。移動方向(進行方向)は8方位、速さはノットを用いる。船上で実際に流氷の移動を観測するには、船を止めて漂流させ、氷域内に目標を選んで適当な時間これを追跡する必要がある。したがって、航行中は漂流状況の観測は一般に困難である。

なお、航行中海氷が視界内にないときでも、海水域に近づくと、水空や氷映などの大気現象(次節「海水用語とその解説」参照)が見られることもあるので、氷域に近づいたと思われるときは注意を要する。

10.2 海水用語とその解説

10.2.1 海水の種類に関する用語

発達過程の氷、融解過程の氷、定着氷の形態、流氷の形態、陸氷及び氷の表面の特徴に着目して海水の種類を分類する。

(発達過程の氷)

(1) 新成氷(New ice)

新しくできた氷に対する総称で、晶氷、グリース・アイス、雪泥、スポンジ氷などが含まれる。この種の氷は、僅かに凍結している程度である氷の結晶からできており、浮いている場合のみ明確な形になる。

(ア) 晶氷(Frazil ice)

水中を漂う微細な針状あるいは板状の氷。

(イ) グリース・アイス(Grease ice)

晶氷より後の凍結段階で、氷の結晶が集まって水面にスープ状の層を作っている。グリース・アイスは光をあまり反射しないので海面は光沢がなく見える。

(ウ) 雪泥(Slush)

陸上又は氷上の水を十分含んだ雪、又は大雪後に水中を浮遊する粘りのある雪の塊。

(エ) スポンジ氷(Shuga)

直径数cmの海綿状の白い氷の集合体。グリース・アイス、雪泥、時にはいかり氷が海面に浮上してできる。

(2) ニラス(Nilas)

薄い弾力のある氷で、波やうねりでたやすく曲げられ、強く押されると指を組み合わせたような形になる。表面は光沢がなく厚さは10cm未満、暗いニラスと明るいニラスとに分けられる。

(ア) 暗いニラス(Dark nilas)

厚さ5cm未満の非常に暗い色のニラス。

(イ) 明るいニラス(Light nilas)

厚さ5cmより厚いニラスで暗いニラスよりかなり明るい色をしている。

(ウ) 氷殻(Ice rind)

穏やかな海面で直接結氷するか、又はグリース・アイスから形成されるもろくて輝いた表面の硬い氷。通常塩分の低い水にできる。厚さはおよそ5cm、風やうねりによってたやす

く割れ、よく長方形の氷片になる。

(3) はす葉氷 (Pancake ice) (→流水の形態)

(4) 板状軟氷 (Young ice)

ニラスから一年氷への移行の段階で、厚さは10～30cmの氷、薄い板状軟氷と厚い板状軟氷とに分けられる。

(ア) 薄い板状軟氷 (Grey ice)

厚さ10～15cmの板状軟氷で灰色を呈し、ニラスより弾力がなく、うねりによって割れる。通常は圧力によって積み重なる。

(イ) 厚い板状軟氷 (Grey-white ice)

厚さ15～30cmの板状軟氷で灰白色を呈し、圧力によって積み重なるよりも隆起することが多い。

(5) 一年氷 (First-year ice)

板状軟氷から発達し、一冬を越えない海氷で厚さ30cm～2m、薄い一年氷(白い氷)、並の一年氷、厚い一年氷に分類される。

(ア) 薄い一年氷(白い氷) (Thin first-year ice/White ice)

厚さ30～70cmの一年氷。第1段階(first stage)厚さ30～50cmと、第2段階(second stage)厚さ50～70cmに分けられる。

(イ) 並の一年氷 (Medium first-year ice)

厚さ70～120cmの一年氷。

(ウ) 厚い一年氷 (Thick first-year ice)

厚さ120cmを超える一年氷。

(6) 古い氷 (Old ice)

少なくとも一夏はとけずに残っている氷。厚さ3m以上。一年氷より滑らかになっている。二年氷 (Second-year ice) と多年氷 (Multi-year ice) に分類される。

(融解過程の氷)

(1) パドル (Puddle)

氷上にとけた水がたまったもので、主に積雪の融解によるものであるが、さらに進んだ段階では氷自身の融解にもよる。初期の段階では融雪の斑点ができる。

(2) 底無しパドル (Thaw holes)

パドルが海氷の下海水まで突き抜けた時に形成される海氷中の鉛直の穴。

(3) かわき氷 (Dried ice)

クラックや底無しパドルができて、氷上にたまっていたとけた水が流れ去った後の氷。乾燥している間、表面は白みがかっている。

(4) はちの巣氷 (Rotten ice)

はちの巣状になり崩壊の進んだ海氷。

(5) 浸水氷 (Flooded ice)

融水や河の水が染み込み、水や湿った雪で重くなった海氷。

(定着氷の形態)

(1) 定着氷 (Fast ice)

第10章 海氷の観測

沿岸に形成され定着している海氷。海岸、氷河壁、浮氷壁に接して定着している。また、浅瀬の間や座礁している冰山の間に張っている。水位の変化で垂直な上下動が見られる。定着氷はその場の海水が凍結するか、流水が海岸に凍結して形成される。幅は海岸から数mから数100kmに達する。定着氷は一年以上存在するものは存在年によって分類される(古い、二年、多年)。もしその厚さが海面上2m以上になれば棚氷という。

(ア) 初期沿岸氷 (Young coastal ice)

ニラスや板状軟氷からなる定着氷の初期の段階で、その幅は海岸線より数mから約200mまでに及ぶ。

(イ) 氷脚 (Icefoot)

沿岸に付着した狭く長い氷で、潮汐によって動かされることもなく、定着氷が動き去った後も残っている部分。

(ウ) いかり氷 (Anchor ice)

海底に付着又は固着している水中の氷。

(流氷の形態)

(1) 流氷 (Drift ice/Pack ice)

定着氷以外のすべての海氷を含める広義の用語で、形態に関係しない。なお英語では密接度が7/10以上の場合には、Drift iceの代わりにPack iceを用いてもよい。

(2) はす葉氷 (Pancake ice)

互いにぶつかり合って縁がまくれ上がったほぼ円形の氷塊。直径30cm～3m、厚さは約10cmになる。グリース・アイス、雪泥、スポンジ氷などが弱いうねりを受けてできたり、氷穀やニラスが壊れてできる。また、波やうねりの激しいときは薄い板状軟氷が壊れてできる。また、ある深さで物理的性質の異なった水塊間の境界面でできて表面に浮いてくることがあり、急速に広い海面を覆う。

(3) 氷盤 (Floe)

比較的平らな海氷塊で、次のように分類される。

(ア) 巨大氷盤 (Floe giant)

直径10km以上。

(イ) 巨氷盤 (Floe vast)

直径2km～10km。

(ウ) 大氷盤 (Floe big)

直径500m～2,000m。

(エ) 中氷盤 (Floe medium)

直径100m～500m。

(オ) 小氷盤 (Floe small)

直径20m～100m。

(カ) 板氷 (Ice cake)

直径20m未満。

(キ) 小板氷 (Small ice cake)

直径2m未満。

(4) 氷盤岩 (Floeberg)

第10章 海氷の観測

一つの氷丘又はいくつかの氷丘が凍りついてできた大きな海氷塊で、周囲の海氷と離れている。代表的なものは海面上5mに及ぶ。

(ア) 氷盤片 (Floebit)

比較的小さな海氷塊で、通常は直径10m以下、氷丘や互いに凍りついた氷脈からできており、周囲の海氷と離れている。代表的なものは海面上2mに及ぶ。

(5) モザイク氷 (Ice breccia)

いろいろな発達過程の氷が一緒に凍結している氷塊。

(6) 砕け氷 (Brash ice)

直径2m以下の氷片で、さまざまな形に砕けた浮氷が集まっているもの。

(陸氷－陸で作られた氷)

(1) 氷河氷 (Glacier ice)

氷河の中、又は氷河からできた氷。陸上にあるか又は冰山、冰山片、氷岩のように海に浮いているかは問わない。

(2) 棚氷 (Ice shelf)

海面上2～50m又はそれ以上の高さがあり、かなりの厚さの海岸に固着し浮いている氷床。通常水平方向に大きく広がり、表面は平らか緩やかな起伏をしている。積雪と、ときには陸上の氷河が海へ張り出すことによってできる。氷の一部は海底に着いていることもある。海側のへりは浮氷壁 (Ice front) と呼ばれる。

(3) 陸氷の分離したもの (Calved ice of land origin)

(ア) 冰山 (Iceberg)

氷河から割れてできた海面上5mより高く突き出ている様々な形の大きな氷塊で、浮いているか座礁している。冰山には卓状型、ドーム型、傾斜型、せん塔型、風化型又は氷河冰山がある。

(イ) 氷河冰山 (Glacier berg)

不規則な形をした冰山。

(ウ) 卓状冰山 (Tabular berg)

頂上が平らな冰山。多くは棚氷から割れてでき、水平なしماが見られる。

(エ) 冰山舌 (Iceberg tongue)

海岸から張り出している冰山群の大集合域で座礁したり定着氷で連結されていたりする。

(オ) 氷島 (Ice island)

北極の棚氷が割れた海面上約5mの高さがある大きな浮氷で、厚さ30～50m、面積は数1,000m²～500km²又はそれ以上、通常、表面は規則的な起伏があり、航空機から見るとろっ骨状に見える。

(カ) 冰山片 (Bergy bit)

浮いている氷河氷の大きな氷片で、通常、海面上の高さは1mを超え5m未満で、面積は約100m²～300m²である。

(キ) 氷岩 (Growler)

冰山片や氷盤岩より小さな氷塊で、ほとんど白く見えるが、しばしば透明又は青緑色に見える。海面上の高さは1m未満で、通常、面積は約20m²である。

(氷の表面の特徴)

(1) 平たん氷 (Level ice)

変形を受けていない海氷。

(2) 変形氷 (Deformed ice)

互いに押し合い所によっては押し上げ又は押し下げられたりしている氷の総称で、いかだ氷、氷脈氷、氷丘氷に分けられる。

(ア) いかだ氷 (Rafted ice)

氷塊が互いに重なりあっている変形氷の一種。

(イ) 氷脈 (Ridge)

圧力によって押し上げられた、壊れた氷の線状あるいは壁状の部分。新しいものと風化したものがある。圧力によって押し下げられた氷脈の下の水中の部分はりゅう骨氷という。

(ウ) 氷脈氷 (Ridged ice)

氷片が不規則に積み重なりあって山脈状や壁状になった氷。通常一年氷に見られる。

(エ) 氷丘 (Hummock)

圧力によって押し上げられ壊れた氷の丘。新しいものと風化したものがある。圧力によって押し下げられた氷丘の下の水中の部分をさかさ氷丘という。

(オ) 氷丘氷 (Hummocked ice)

氷片が不規則に積み重なった起伏のある海氷。風化するとなだらかな丘になる。

(3) はだか氷 (Bare ice)

積雪のない氷。

(4) 冠雪氷 (Snow-covered ice)

雪をかぶった氷。

10.2.2 海氷の分布状態などに関係のある用語

(密接度等)

(1) 密接度 (Concentration)

ある氷域に対し、その中の氷に覆われている海表面の占める割合を10分位法で表したものをいう(氷域内で氷が密集している度合いを示す)。氷域内のすべての発達過程の氷を対象とした場合を全体密接度 (Total concentration)、特定の発達過程又は特定の形態の氷を対象とした場合を部分密接度 (Partial concentration) という。

(ア) 全密接氷域 (Compact ice)

密接度10/10で、海水面が全く見られない氷域。

(イ) 凍結密氷域 (Consolidated ice)

密接度10/10で、氷盤が互いに凍りついている氷域。

(ウ) 最密氷域 (Very close ice)

密接度9/10～<10/10の氷域。

(エ) 密氷域 (Close ice)

密接度7/10～8/10で、氷盤の集まりからなる氷域。氷盤はだいたい接触している。

(オ) 疎氷域 (Open ice)

第10章 海氷の観測

密接度4/10～6/10で、多くの水路や氷湖がある氷域。氷盤は通常接触していない。

(カ) 分離氷域 (Very open ice)

密接度1/10～3/10で、氷より水面の方がはるかに多い氷域。

(キ) 開放水面 (Open water)

航行可能な広い海域で、海氷があっても密接度1/10未満で、陸氷はない。

(ク) 氷山海面 (Bergy water)

航行可能な海域で、陸氷は密接度1/10未満で海氷があっても全体密接度が1/10を超えない。

(コ) 無氷海面 (Ice-free)

氷が全くない海面。氷があればこの用語は使用しない。

(海氷の配列)

(1) 流氷野 (Ice field)

いろいろな大きさの氷盤群からなる流氷域で直径は10kmより大きいもの。なお、直径10km未満のものを流氷原 (Ice patch) という。

(ア) 大流氷野 (Large ice field)

直径20kmを超える。

(イ) 中流氷野 (Medium ice field)

直径15～20km。

(ウ) 小流氷野 (Small ice field)

直径10～15km。

(2) 流氷帯 (Belt)

幅1kmから100km以上に及ぶ長く大きな流氷の帯。

(3) 氷舌 (Tongue)

風や海流によって氷の縁が数km張り出したもの。

(4) 小氷帯 (Strip)

幅が約1km以下で通常流氷の本体から分離した小氷片からなる細長い流氷帯。風、うねりあるいは海流の作用で寄り集まって漂流する。

(5) 入江 (Bight)

氷の縁の中で広く三日月状に入り込んだ部分。風や海流によってできる。

(6) アイス・ジャム (Ice jam)

狭い海峡や水道などで、砕けた河水や海氷が詰まった状態。

(7) 氷の縁 (Ice edge)

さまざまな形の海氷と開放水面との任意の時刻における境界。定着しているか漂流しているかを問わない。密な氷の縁と拡散した氷の縁とに分けられる。

(8) 氷域境界 (Ice boundary)

任意の時刻における、定着氷と流氷との境界又は異なった密接度の流氷域の境界。

(氷域中の海水面)

(1) 割れ目 (Fracture)

変形作用の結果、最密氷域、全密接氷域、凍結密氷域、定着氷、又は単独の氷盤に起こる

第10章 海氷の観測

切れ目や裂け目。割れ目には砕け氷があり、ニラスや板状軟氷が張りつめていることもある。長さ数mから数kmに及ぶものもある。

(ア) クラック (Crack)

定着氷、凍結密氷域又は単独の氷盤に起こる幅数cm～1mの割れ目で、これにより氷が分離することがある。

(イ) タイド・クラック (Tide crack)

動かない氷脚又は氷河壁と定着氷との接合部にあるクラックで、定着氷は潮汐によって上下する。

(ウ) 分離帯 (Flaw)

流氷と定着氷との間の狭い分離帯で、その中は氷片が混乱した状態になっている。強風や海流によって氷域境界に沿って流氷が切り取られてできている。

(エ) 微小割れ目 (Very small fracture)

幅1～50m。

(オ) 小割れ目 (Small fracture)

幅50～200m。

(カ) 中割れ目 (Medium fracture)

幅200～500m。

(キ) 大割れ目 (Large fracture)

幅500mを超える。

(2) 割れ目域 (Fracture zone)

多数の割れ目のあるところ。

(3) 水路 (Lead)

海氷域の中で、航行可能な割れ目又は通路。

(ア) 沿岸水路 (Shore lead)

流氷と海岸、あるいは流氷と浮氷壁との間の水路。

(イ) 分離帯水路 (Flaw lead)

流氷と定着氷との間の航行可能な水路。

(4) 氷湖 (Polynya)

氷で囲まれた直線的でない開水面。氷湖には砕け氷があり、新成氷、ニラス、板状軟氷で覆われていてもよい。

(ア) 沿岸氷湖 (Shore polynya)

流氷と海岸、あるいは流氷と浮氷壁との間の氷湖。

(イ) 分離帯氷湖 (Flaw polynya)

流氷と定着氷との間の氷湖。

(ウ) 再現氷湖 (Recurring polynya)

毎年同じ場所に現れる氷湖。

(海氷に関係する大気中の現象)

(1) 水空 (Water sky)

低い雲の下面の暗いしまで、海氷域付近に海水面があることを示している。

(2) 氷映 (Ice blink)

第10章 海氷の観測

遠方にある氷の集団の上の低い雲が白っぽく輝いて見える現象。

(3) 氷煙 (Frost smoke)

氷域中の開水面や氷の縁の風下に現れる霧で、氷上を移動してきた寒気が、それより暖かい水面に接して生じたもので、氷が張るまで持続する。

(4) 幻氷 (Mirage of ice)

水温が異常に低いときなどに起こる、水平線付近の氷が浮かび上がって見える一種のしんき楼現象である。

10.2.3 船舶の航行に関係のある用語

(1) ビセツト (Beset)

船が氷に取り囲まれ動けない状態。

(2) 氷塞 (Ice-bound)

湾や入江などが氷のために船の航行が妨げられるときにいう。ただし、砕氷船の援助の可能性があればこの用語は使用しない。

(3) ニップ (Nip)

氷が船を強く押し付けた状態。氷に挟まれている船が損害を受けていなくてもニップを受けているという。

(4) 圧迫氷 (Ice under pressure)

変形作用が活発に行われている氷で、そのため航行の障害や危険が起こる恐れがある。

(5) 難航氷域 (Difficult area)

ある海域で航行が困難なほど厳しい状態が卓越している氷域。一般に船の大きさ、機能などにより定性的に表現する。

(6) 可航氷域 (Easy area)

ある海域で航行が困難でない状態が卓越している氷域。一般に船の大きさ、機能などにより定性的に表現する。

(7) アイス・ポート (Ice port)

浮氷壁に入りこんで形成された湾で、多くの場合一時的なもの。アイス・ポートでは船を横付けして直接棚氷の上に荷揚げできる。

第 1 1 章 船舶の着氷の観測

水滴が物体に付着凍結してできた氷や、大気中の水蒸気が物体に付着凝固してできた氷、又はこれらの現象を着氷という。船舶の着氷は、海上を航行する船舶の上部構造物等に着氷が起こることであるが、通常これを船体着氷とっている。船体着氷が激しくなると、アンテナが切れて通信不能となったり、氷の重みで船体の復元力が著しく低下して、ときには転覆事故に結びつくことがある。したがって、船体着氷の観測は船の安全の上からも、重要なものである。

船体着氷が認められた場合は、定められた通報形式により通報する。通報の内容は、着氷の種類、着氷の厚さ、着氷の速度の3項目となっている。通報形式については「船舶気象報符号表」あるいは「船舶気象観測表による報告および船舶気象報通報の手引き」(別冊子)を参照のこと。

1 1.1 船舶の着氷(船体着氷)

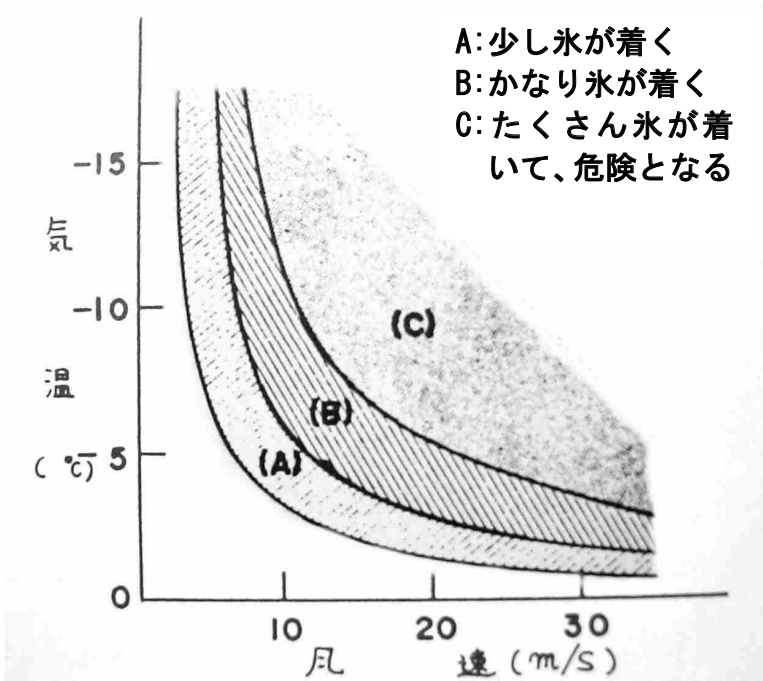
船体着氷は、その発生原因から見て次の三つの場合がある。

- (1) 海水のしぶきが凍りついたもの。
- (2) 過冷却した霧粒や雨滴などが凍りついたもの。
- (3) 雪が付着したもの。

このうち、(3)による着氷は風で吹き飛ばされることが多く、また(2)による着氷は発生頻度が少ないといわれている。このため(2)、(3)の原因のみによって、着氷が大きく発達することではなく、船体着氷の原因として重要なものは、(1)の船上に打ち上げられた海水のしぶきが凍りつくことによる着氷である。また、海水が甲板を洗うような状態のときに、甲板の排水が良くないと急に氷が発生し、特に既に着氷がある場合はこれを急成長させる。このため、海水が甲板上にあふれることを原因の一つに加えることもある。

船体着氷が発生する気象条件は、主にそのときの風(風向・風速)、気温、海面水温及び波浪(風浪・うねり)であるが、発生状況は船の大小や構造によって異なるし、また、風や波に対する相対的な船の進行方向や、船速、又は積荷の状態によっても異なる。しかし、北西太平洋における着氷の調査によると、この海域における着氷と気象との関係は、おおむね次のようである。

海面水温4℃以下の海域であれば、気温が-3℃、風速が8m/sに達すると着氷が始まり、気温が-6℃以下、風速が10m/sを超えると強い着氷(1時間に2cm以上の成長速度)が起こってくる。海面水温2℃以下の海域では気温が-2℃まで下がると着氷が始まる。気温と風速及び着氷の強さとのおよその関係は第11.1図で示される。ただし、気温が-17℃以下に下がると、海水のしぶきは船体に衝突する以前に凍って、逆に着氷速度がにぶる。海面水温が4℃以下の海域で、今後強い着氷の起こるような低温と強風が予想される場合は、船体着氷による災害の発生する可能性があるので、十分な注意が必要である。



第 11.1 図 気温と風速による着氷

1 1.2 着氷の状態の観測

1 1.2.1 船舶の着氷の種類(Is)

着氷の種類は、次の5種類に分けられる。

第 11.1 表 着氷の種類

着氷の種類	Is
海水のしぶきによる着氷	1
霧による着氷	2
海水のしぶき及び霧による着氷	3
雨による着氷	4
海水のしぶき及び雨による着氷	5

これらは観測時の天気及び過去の天気によって決める。

1 1.2.2 船舶の着氷の厚さ(EsEs)

着氷の厚さはcm単位で測る。この場合、船体のどこの、どの部分の厚さをとるかが問題になるが、舷側や甲板上の構造物で、最も厚く着氷しているところを対象とすればよい。ただし、しぶきや海水などが次々にかかって、下方に伸びているようなところは厚さにいれない。

1 1.2.3 船舶の着氷の速度(Rs)

着氷の速度は、3時間前の着氷の厚さと観測時の厚さとを比較して、次のように5段階に分ける。

第11.2表 着氷の速度

着氷の速度	Rs
着氷は進行していない。	0
ゆるやかに着氷	1
急速に着氷	2
氷はゆるやかにとけ、又は崩壊している。	3
氷は急速にとけ、又は崩壊している。	4

すなわち、着氷が進行している状態か、あるいはとけて(又は崩壊して)いる状態かを、ゆるやかと急速に分けて観測することになる。ゆるやかと急速との区別は、前3時間と比較して、その差が5cm未満か5cm以上かを目安にすればよい。着氷の進行速度が特に大きくなった場合は、危険防止の対策の上からも、なるべく観測回数を多くすることが望ましい。

なお、WM0では着氷の進行状況を次のように分類しているので、参考として記しておく。

着氷の進行状況	3時間前からの厚さの増加量
ゆるやか	< 1cm
普通	1cm～ 5cm
激しい	6cm～12cm
非常に激しい	> 12cm

これらの観測項目のほか、着氷時の気象・海象なども一緒に記録しておく、後で役に立つことが多い。

第12章 気象測器の検定及び点検

正確な気象の観測を維持していくためには、これまでの章で述べてきたように測器をきちんと扱い、正確な読み取りを行うことが必要であるが、これとともに重要なのが測器の選定と保守点検である。

第13章で述べるように、防災や気象通報等の目的で行う気象観測に用いる測器は、検定に合格したものでなければならないと気象業務法で規定されている。船舶に備え付ける測器もこれに該当しており、検定合格品を選定する必要がある。

測器の選定に当たり、船舶用アネロイド型気圧計のように船舶用の測器として製作されているものがあるときは、それらを整備した方が振動等の影響による故障や経年変化が少なく、故障による修理や欠測等を考え合わせると、かえって負担が少ないと考えられる。

常に動揺や振動等にさらされている船舶は測器にとって厳しい環境にあり、特に屋外に設置されている風向風速計、温度計、湿度計等は、塩分や多湿の影響で測器が劣化しやすい状況にある。室内に置かれた測器でも振動や湿度の影響を受けやすい。したがって、運用に当たっては、定期的に検定を受けるほか日常の保守点検が必要である。

12.1 気象測器の検定

船舶の航行安全には観測データの精度を確保することが必要であり、船舶が気象観測で使用する温度計、気圧計、湿度計、風速計等については、検定が義務づけられている。検定は、気象庁長官の登録を受けた「登録検定機関」(第12.1表に示す)で行う。また、型式証明を受けた型式の気象測器については、気象庁長官が検査能力を認めた「認定測定者」が器差の測定を行い、その測定結果報告書を登録検定機関に提出して書類審査で検定を受けることができる。認定測定者の一覧は、気象庁ホームページ(<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/shinsei/ken-tei/index.html>)に掲載されている。

第12.1表 登録検定機関

機関名	連絡先
一般財団法人気象業務支援センター	〒101-0054 東京都千代田区神田錦町三丁目17番地 (東ネンビル) 電話 03-5281-0440(代表) http://www.jmbse.or.jp/

検定では構造検査と器差検査を実施する。構造検査の合格の基準は、気象測器の種類に応じて、材料、部品及びその組合せ、目盛若しくは数字表示、表記、性能について、一定の基準に適合することが必要となる。また、器差検査の合格の基準は、気象測器の種類に応じて、個別の器差、較差又は極差について一定の基準(検定公差)を超えないことが必要である。なお、型

第 12 章 気象測器の検定及び点検

式証明を受けた型式の測器は構造検査を省略できる。

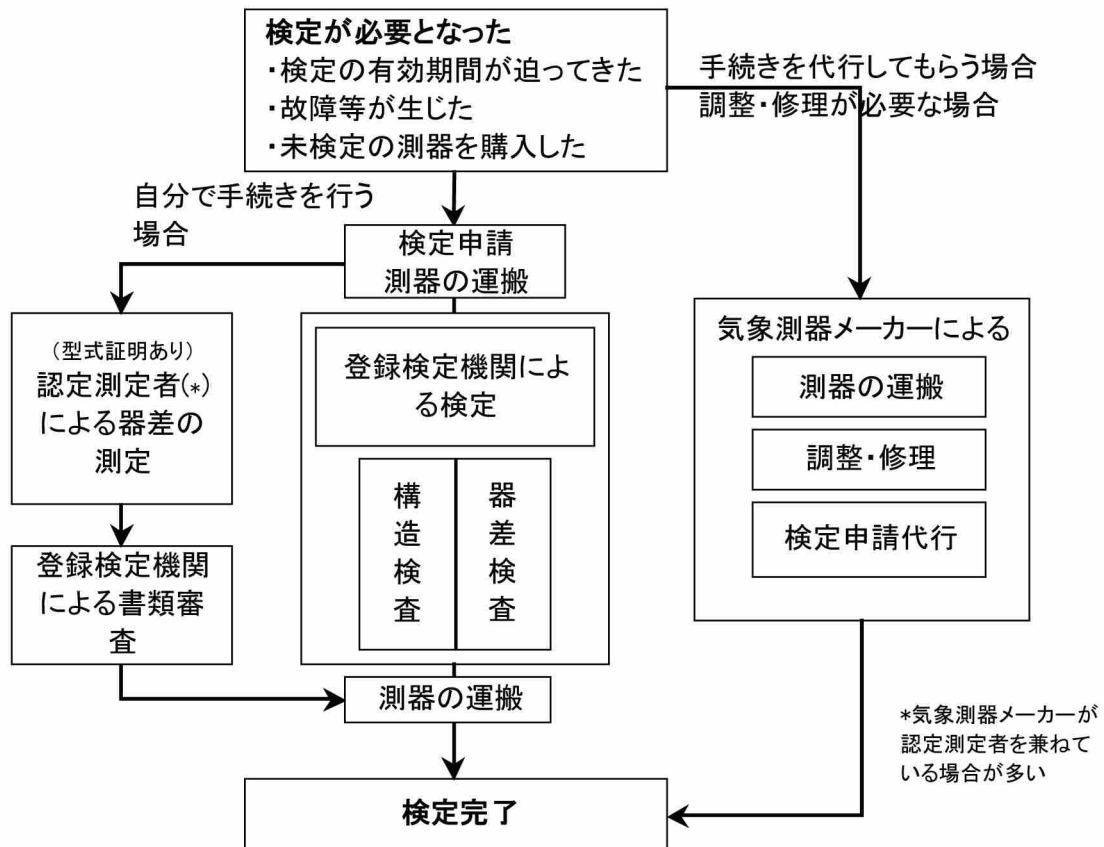
船舶で使用する気象測器の検定有効期間は、アネロイド型気圧計及び風杯型風速計、風車型風速計が5年で、電気式気圧計、超音波式風速計、温度計、湿度計は有効期間が定められていない。

検定に合格すると、検定証書が発行され、測器には第12.2表に示す検定証印が附される。

第 12.2 表 検定証印の形状

形状	寸法	備考
	直径5ミリメートル以上 8ミリメートル以下	形状において、その中の数字は、西暦年数の10位以下を表すものとする。

検定を受けるのに必要な手続きなどは、登録検定機関が定めて気象庁長官へ届け出る事項となっており、最新の情報は気象庁ホームページ（<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/shinsei/kentei/index.html>）に掲載される。検定の実施手続きの流れを、以下に示す。



第 12.1 図 検定実施手続きの流れ

第12章 気象測器の検定及び点検

気象測器メーカーに検定の代行を依頼すると、測器の運搬、検定機関への事務手続きの代行、必要であれば測器の調整が行われる。船舶の運航上、検定を受けることが時間的に困難な場合も考えられるため、気象庁では検定期間中気圧計の貸出を行っている。気圧計の貸出しについては第12.3表に示す気象官署に照会していただきたい。

第12.3表 気圧計貸与機関一覧

機関名	連絡先
横浜地方気象台	〒231-0862 神奈川県横浜市中区山手町 99
名古屋地方気象台	〒464-0039 愛知県名古屋市千種区日和町 2-18
神戸地方気象台	〒651-0073 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通 1-4-3 神戸防災合同庁舎内
札幌管区気象台 地球環境・海洋課	〒060-0002 北海道札幌市中央区北 2 条西 18-2
仙台管区気象台 地球環境・海洋課	〒983-0842 宮城県仙台市宮城野区五輪 1-3-15 仙台第 3 合同庁舎
大阪管区気象台 地球環境・海洋課	〒540-0008 大阪府大阪市中央区大手前 4-1-76 大阪合同庁舎第 4 号館
福岡管区気象台 地球環境・海洋課	〒810-0052 福岡県福岡市中央区大濠 1-2-36
沖縄気象台 地球環境・海洋課	〒900-8517 沖縄県那覇市樋川 1-15-15 那覇第一地方合同庁舎

12.2 港湾気象官等による点検

12.2.1 港湾気象官の制度

広大な海上における気象観測データは、天気図の作成や海上の予報・警報の発表等に欠かすことのできないものであるが、海上のデータの大部分は商船等の一般船舶による観測に依存している。港湾気象官(PMO: Port Meteorological Officer)は、一般船舶に対する気象観測通報の奨励や船舶が行う気象観測の精度の維持・向上を図るとともに、船舶に対する気象サービスの充実に関する国際的な協力体制を確立するために、国連の専門機関の一つである世界気象機関(WMO)の勧告に基づいて、世界の主要港湾に配置されている。我が国では神戸、名古屋及び横浜の各地方気象台に、それぞれの港を対象に港湾気象官が配置されている。

港湾気象官の業務の内容は、ほぼ世界共通で下記のとおりであり、港湾気象官のこれらのサービスは無料である。

- (1) 気圧計を中心に船舶に備え付けられている気象測器を点検して、必要な助言を行う。
- (2) 気象や海洋に関すること、特に海上気象観測及び通報に関する質問や照会に応じて、助言や指導を行う。
- (3) 観測指針や気象観測表、気象報符号表等の解説を行い、要求があれば提供も行う。
- (4) 気象機関が船舶向けに放送している無線ファクシミリの放送スケジュール、その利用方法等の解説を行う。

これらの業務はほとんどの場合、港に停泊中の船舶を訪問(訪船)して行われる。このように港湾気象官は、一般船舶に対し陸上の気象機関の窓口の役割を担っている。なお、我が国では

第12章 気象測器の検定及び点検

横浜、名古屋、神戸のほかに札幌、仙台、大阪、福岡の各管区気象台、沖縄気象台及び気象庁本庁でもサービスを行っている。次表に、日本の港湾気象業務を行う官署一覧を示す。

第12.4表 港湾気象業務担当官署一覧

官署名	連絡先	備考
横浜地方気象台	〒231-0862 神奈川県横浜市中区山手町99 ファックス 045-622-3520 電話 045-621-1991 E-mail pmo@climar.kishou.go.jp (注)	港湾気象官配置
名古屋地方気象台	〒464-0039 愛知県名古屋市千種区日和町2-18 ファックス 052-762-1242 電話 052-752-6364 E-mail pmo@climar.kishou.go.jp (注)	港湾気象官配置
神戸地方気象台	〒651-0073 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通1-4-3 神戸防災合同庁舎内 ファックス 078-222-8945 電話 078-222-8918 E-mail pmo@climar.kishou.go.jp (注)	港湾気象官配置
札幌管区気象台 地球環境・海洋課	〒060-0002 北海道札幌市中央区北2条西18-2 ファックス 011-611-3206 電話 011-611-6174 E-mail pmo@climar.kishou.go.jp (注)	
仙台管区気象台 地球環境・海洋課	〒983-0842 宮城県仙台市宮城野区五輪1-3-15 仙台第3合同庁舎 ファックス 022-291-8110 電話 022-297-8107 E-mail pmo@climar.kishou.go.jp (注)	
大阪管区気象台 地球環境・海洋課	〒540-0008 大阪府大阪市中央区大手前4-1-76 大阪合同庁舎第4号館 ファックス 電話共通 06-6949-6160 E-mail pmo@climar.kishou.go.jp (注)	
福岡管区気象台 地球環境・海洋課	〒810-0052 福岡県福岡市中央区大濠1-2-36 ファックス 092-761-1726 電話 092-725-3613 E-mail pmo@climar.kishou.go.jp (注)	
沖縄気象台 地球環境・海洋課	〒900-8517 沖縄県那覇市樋川1-15-15 那覇第一地方合同庁舎 ファックス 098-833-4292 電話 098-833-4065 E-mail pmo@climar.kishou.go.jp (注)	
気象庁 地球環境・海洋部 海洋気象課	〒100-8122 東京都千代田区大手町1-3-4 ファックス 03-3211-3047 電話 03-3212-8341(内線5144) E-mail vos@climar.kishou.go.jp	ホームページ「船舶気象観測・通報のページ」 (https://marine.kishou.go.jp/)を開設

(注) 港湾気象業務担当官のメールアドレス(pmo@climar.kishou.go.jp)は8官署共通。

1 2 . 2 . 2 港湾気象官の訪船点検

船舶に備え付けられているアネロイド型気圧計は、陸上と異なり振動や動揺のある厳しい環境におかれているので、前節で述べた検定の有効期間内であっても少なくとも年に2回は港湾気象官の訪船により比較点検することが望ましい。

港湾気象官は比較点検用の基準気圧計を持って港に停泊している船舶を訪船する。

訪船する船舶は、国際観測通報船舶*(脚注を参照)としての登録種別、船舶の国籍又は登録国、前回の気圧計点検時期等を考慮して選択されるが、船舶からの要望による訪船もある。

港湾気象官の訪船点検を受けた気圧計には、第12.2図に示す「アネロイド型気圧計比較点検票」が気圧計の適当な部分に貼付される。気圧計が検定の有効期間内でかつ器差が検定公差(0.7hPa=0.5mmHg)以内の場合には、補正值の欄には「良」又は「good」と記入される。

Barometer Correction Card		
Serial No. []		
Date: Port:		
True value (a)	Barometer reading (b)	Correction for instrumental error (c) = (a) - (b)
Height above draft	Correction to sea level (d)	Total correction (e) = (c) + (d)
full load		
in ballast		
Please add (e) to the barometer reading.		
Japan Meteorological Agency		

気圧計製造番号

点検年月日及び点検場所

(a) 基準気圧計の値

(b) 船舶の気圧計の値

(c) 補正值

(d) 海面更正値

(e) 全補正值

第12.2 図 アネロイド型気圧計比較点検票

1 2 . 2 . 3 FAX 又は電子メールによる気圧計の点検

我が国では、第12.4表に示した官署最寄りの港で訪船による点検を行っているが、これらの港に全く寄港しないか長期間寄港しない船舶は、下記の方法で気圧計の点検を行うことができる。

(1) 外国の港に寄港したときに港湾気象官の訪船点検を受ける。

上で述べたように世界の主要港には港湾気象官が配置されており、寄港時に要望すれば船舶の国籍を問わず訪船点検を受けることができる。WMOの国際観測通報船舶として登録し、通報を行っている場合は、優先的に訪船サービスを受けることができる。

(2) 上で述べた港以外の日本の港に入港したときには、FAX又は電子メールにより気圧計の点検を行うことができる。これは、停泊港の最寄りの気象官署の気圧計と照合することによって

*WMO では海上の気象観測ネットワークの一環として、一般船舶による気象観測通報体制を確立するため、篤志観測船(Voluntary Observing Ship)計画を推進している。そして加盟国の気象機関に対して、船舶を気象観測に参加させること、船舶の観測通報を支援すること等を勧告している。気象庁を通じて WMO の篤志観測船として登録されている船舶のことを、我が国では国際観測通報船舶と呼んでいる。

第 12 章 気象測器の検定及び点検

気圧計の点検を行うものである。点検を希望するときは最寄りの港湾気象業務担当官署あてに問い合わせいただきたい。

なお、港湾気象官の訪船点検は、前節で述べた検定の代替にはならないので、定められた期間毎に気象庁の検定を受ける必要がある。

第13章 関係法令等

13.1 海上気象観測関係

一般船舶による海上気象観測の成果は、天気、波浪及び海面水温の解析や海上の気象統計に利用され、海上の予報・警報、波浪情報及び海況情報の発表や気候統計資料の刊行等を通じて、海難の防止、海上交通安全の確保、海運・漁業・水産業等の産業の興隆等、公共の福祉の増進に寄与している。

このように、観測の成果が有効かつ適切に利用されるためには、その成果が一定の技術基準（観測の手段、観測値の最小位数等）に従って観測されたものであると同時に一定の精度を持ったものであることが必要である。

気象業務法（昭和27年法律第165号）は、観測、予報・警報、測器の検定など気象業務の基本的な枠組みを規定している法律である。気象観測の技術的な統一を図るために、一般船舶を含む気象庁以外の者が行う気象観測の技術上の基準等を規定しているものが、気象業務法第6条をはじめとする法令である。また、気象業務法第7条等では、観測・報告に関して規定している。

13.2 気象測器の検定関係

前節で述べたように観測の成果が有効・適切に利用されるためには、その観測値が一定の精度を持ったものであることが必要である。不適格な測器により観測された値、これらの値に基づく予報・警報や情報が発表された場合、災害の防止対策に遅れや誤りを生じて、人命や財産にかかわる重大な被害を被ることにもなりかねない。このため成果を公表したり成果を災害の防止に利用するために行う気象観測に使用する測器については、観測精度の維持、統一を図るために検定の制度が設けられている。

一般船舶の場合には、気象業務法第9条をはじめとする法令等で、検定済み気象測器の備え付け及び使用が規定されている。

13.3 関係法令条文

船舶の気象観測通報に関する法令を以下にあげる。ここでは、特にことわりのない場合は、「法」は気象業務法を、「政令」は気象業務法施行令を、「国土交通省令」は気象業務法施行規則、気象測器検定規則を指している。

○気象業務法(昭和27年法律第165号)(抄)

第2章 観測

(気象庁以外の者の行う気象観測)

第6条 気象庁以外の政府機関又は地方公共団体が気象の観測を行う場合には、国土交通省令で定める技術上の基準に従つてこれをしなければならない。但し、左に掲げる気象の観測を行う場合は、この限りでない。

- 一 研究のために行う気象の観測
- 二 教育のために行う気象の観測
- 三 国土交通省令で定める気象の観測

2 政府機関及び地方公共団体以外の者が次に掲げる気象の観測を行う場合には、前項の技術上の基準に従つてこれをしなければならない。ただし、国土交通省令で定める気象の観測を行う場合は、この限りでない。

- 一 その成果を発表するための気象の観測
- 二 その成果を災害の防止に利用するための気象の観測

3 前2項の規定により気象の観測を技術上の基準に従つてしなければならない者がその施設を設置したときは、国土交通省令の定めるところにより、その旨を気象庁長官に届け出なければならない。これを廃止したときも同様とする。

4 気象庁長官は、気象に関する観測網を確立するため必要があると認めるときは、前項前段の規定により届出をした者に対し、気象の観測の成果を報告することを求めることができる。

注 第1項「国土交通省令」=本法施行規則第1条の3

第7条 船舶安全法(昭和8年法律第11号)第4条の規定により無線電信を施設することを要する船舶で政令で定めるものは、国土交通省令の定めるところにより、気象測器を備え付けなければならない。

2 前項の船舶は、国土交通省令で定める区域を航行するときは、前条第1項の技術上の基準に従い気象及び水象を観測し、国土交通省令の定めるところにより、その成果を気象庁長官に報告しなければならない。

注 第1項「政令」=本法施行令第1条

第1項・第2項「国土交通省令」=本法施行規則第3条～第5条

(観測に使用する気象測器)

第9条 第6条第1項若しくは第2項の規定により技術上の基準に従つてしなければならない気象

第13章 関係法令等

の観測に用いる気象測器、第7条第1項の規定により船舶に備え付ける気象測器又は第17条第1項の規定により許可を受けた者が同項の予報業務のための観測に用いる気象測器であつて、正確な観測の実施及び観測の方法の統一を確保するために一定の構造(材料の性質を含む。)及び性能を有する必要があるものとして別表の上欄に掲げるものは、第32条の3及び第32条の4の規定により気象庁長官の登録を受けた者が行う検定に合格したものでなければ、使用してはならない。ただし、特殊の種類又は構造の気象測器で国土交通省令で定めるものは、この限りでない。

注 ただし書「国土交通省令」=本法施行規則第7条

(観測の実施方法の指導)

第10条 気象庁長官は、第6条第1項若しくは第2項の規定により技術上の基準に従つてしなければならぬ気象の観測を行う者又は第7条第1項の船舶若しくは第8条第1項の航空機において気象の観測に従事する者に対し、観測の実施方法について指導をすることができる。

(費用の負担等)

第12条 気象庁長官は、第6条第4項、第7条第2項又は第8条の規定により報告を行う者に対し、政令の定めるところにより、予算の範囲内において、その費用を負担することができる。

2 気象庁長官は、必要があると認めるときは、第6条第4項の規定により報告を行う者又は第7条第1項の船舶に対し、政令の定めるところにより、気象測器その他の機器を貸し付けることができる。

注 第1項「政令」=本法施行令第2条

第2項「政令」=本法施行令第3条

第5章 検定

(合格基準等)

第28条 第9条の登録を受けた者(以下「登録検定機関」という。)は、別表の上欄に掲げる気象測器について、検定の申請があつたときは、その気象測器が左の各号に適合するかどうかについて検査し、適合すると認めるときは、合格の検定をしなければならない。

一 その種類に应じて国土交通省令で定める構造(材料の性質を含む。)を有すること。

二 その器差が国土交通省令で定める検定公差を超えないこと。

2 登録検定機関は、第32条第1項の型式証明を受けた形式の気象測器について、前項の検査を行う場合には、同項第1号に適合するかどうかの検査を行わないことができる。

3 前項の規定により第1項第1号に適合するかどうかの検査を行わない場合における同項第2号に適合するかどうかの検査については、第32条の2第1項の認定を受けた者が国土交通省令で定めるところにより器差の測定を行つたときは、その測定の結果を記載した書類によりこれを行うことができる。

注 第1項「国土交通省令」=気象測器検定規則第14条

第3項「国土交通省令」=気象測器検定規則第34条

第13章 関係法令等

(検定証印及び検定証書)

第29条 検定に合格した気象測器には、国土交通省令の定めるところにより、検定証印を付する。ただし、その構造上検定証印を付することが困難な気象測器であつて、国土交通省令で定めるものについては、この限りでない。

2 気象測器が検定に合格したときは、登録検定機関は、検定を申請した者に対し、検定証書を交付しなければならない。

注 第1項「国土交通省令」=気象測器検定規則第13条

(検定の有効期間)

第31条 構造、使用条件、使用状況等からみて検定について有効期間を定めることが適當であると認められるものとして国土交通省令で定める気象測器の検定の有効期間は、その国土交通省令で定める期間とする

注 「国土交通省令」=気象測器検定規則第15条

(測定能力の認定)

第32条の2 気象庁長官は、申請により、気象測器の器差の測定を行う者について、国土交通省令で定める区分に従い、その事務所ごとに、次の各号に適合している旨の認定をすることができる。

- 一 気象測器の器差の測定を行う者の能力が国土交通省令で定める基準を満たすものであること。
- 二 気象測器の器差の測定に用いる国土交通省令で定める測定器その他の設備が、国土交通省令で定める期間内に気象庁長官による校正その他国土交通省令で定める校正を受けたものであること。
- 三 気象測器の器差の測定に係る業務の実施の方法が適正なものであること。

2～3 (略)

注 第1項「国土交通省令」=気象測器検定規則第25条～第27条

(登録)

第32条の3 第9条の登録は、気象測器の検定の実施に関する事務(以下「検定事務」という。)を行おうとする者の申請により行う。

(実施細目)

第34条 検定証印の様式、検定証書及び型式証明書の様式及び再交付その他検定及び型式証明並びに認定測定者及び登録検定機関に関する細目的事項は、国土交通省令で定める。

注 「国土交通省令」=気象測器検定規則

第6章 雑則

(報告及び検査)

第41条 気象庁長官は、この法律の施行に必要な限度において、第17条第1項若しくは第26

第13章 関係法令等

条第1項の規定により許可を受けた者又は第7条第1項の船舶に対し、それらの行う気象業務に関し、報告させることができる。

- 2 気象庁長官は、この法律の施行に必要な限度において、指定試験機関、センター又は登録検定機関に対し、その業務に関し、報告させることができる。
- 3 気象庁長官は、この法律の施行に必要な限度において、認定測定者に対し、その業務に関し、報告させることができる。
- 4 気象庁長官は、この法律の施行に必要な限度において、その職員に、第17条第1項若しくは第26条第1項の規定により許可を受けた者若しくは第6条第1項若しくは第2項の規定により技術上の基準に従つてしなければならない気象の観測を行う者の事業所若しくは観測を行う場所又は第7条第1項の船舶に立ち入り、気象記録、気象測器その他の物件を検査させ、又は関係者に質問させることができる。
- 5 気象庁長官は、この法律の施行に必要な限度において、その職員に、指定試験機関、センター又は登録検定機関の事務所に立ち入り、業務の状況若しくは帳簿、書類その他の物件を検査させ、又は関係者に質問させることができる。
- 6 気象庁長官は、この法律の施行に必要な限度において、その職員に、認定測定者の事務所に立ち入り、業務の状況若しくは帳簿、書類その他の物件を検査させ、又は関係者に質問させることができる。
- 7 前3項の規定による権限は、犯罪捜査のために認められたものと解釈してはならない。

第7章 罰則

第46条 次の各号の一に該当する者は、50万円以下の罰金に処する。

- 一 第9条の規定に違反した者
- 二～七 （略）

第47条 次の各号のいずれかに該当する者は、30万円以下の罰金に処する。

- 一 第20条の2(第26条第2項において準用する場合を含む。)の規定による命令に違反した者
- 二 第38条第1項の規定による立入りを拒み、又は妨げた者
- 三 第41条第1項又は第3項の規定による報告をせず、又は虚偽の報告をした者
- 四 第41条第4項又は第6項の規定による検査を拒み、妨げ、若しくは忌避し、又は質問に対して陳述をせず、若しくは虚偽の陳述をした者

別表（第9条、第28条、第32条の4、第32条の7関係）

気象測器	測定器及び設備	
温度計	測定器	電気式温度計
	設備	恒温検査槽
気圧計	測定器	電気式気圧計
	設備	圧力検査装置
湿度計	測定器	通風型乾湿計、電気式湿度計又は鏡面冷却式露点計を用いた露点式湿度計
	設備	湿度検査槽

第13章 関係法令等

風速計	測定器	超音波式風速計、ピトー管、差圧計
	設備	風洞
日射計	測定器	電気式日射計
雨量計	測定器	ビュレット
雪量計	測定器	長さ計

○ 気象業務法施行令(昭和27年政令第471号)(抄)

(気象測器の備付けを要する船舶)

第1条 気象業務法(以下「法」という。)第7条第1項の政令で定める船舶は、次のとおりとする。

- 一 電気通信業務を取り扱う船舶
- 二 気象庁長官の指定する船舶

(費用の負担等)

第2条 法第12条第1項の規定により国が負担する費用の額は、通信料、消耗品費その他報告に要する費用について、気象庁長官が定める額とする。

第3条 法第12条第2項の規定による気象測器その他の機器の貸付は、左に掲げる場合において、原則として1年以内の期間を限り行うことができる。

- 一 法第6条第4項の規定により報告を行う者又は法第7条第1項の船舶の気象測器が法第5章の規定による検定のために使用することができない場合
- 二 前号の気象測器が災害その他の事故により、破損し、又は滅失した場合
- 三 気象に関する観測網を確立するため気象庁長官が必要と認める場合

○ 気象業務法施行規則(昭和27年運輸省令第101号)(抄)

(気象庁以外の者の行う観測の技術上の基準)

第1条の3 法第6条第1項の国土交通省令で定める技術上の基準は、次の表の上欄に掲げる種目ごとに、同表の中欄に掲げる手段で、同表の下欄に掲げる最小位数の観測値が得られるものでなければならない。ただし、(中略)気象業務法施行令(昭和27年政令第471号。以下「令」という。)第1条の船舶が第4条の規定により、気圧、気温及び水温の観測を行う場合における最小位数は気圧については0.1ヘクトパスカル、気温及び水温については0.1度(摂氏)とする。

一 気圧	気圧計(自由大気にあつては、ラジオゾンデ等)を用いて、ヘクトパスカルで測定する。	1ヘクトパスカル
二 気温	温度計又は気温を測ることのできる湿度計(自由大気にあつては、ラジオゾンデ等)を用いて、度(摂氏)で測定する。	1度
三 削除		
四 露点温度	湿度計を用いて、度(摂氏)で測定する。	1度
五 相対湿度	湿度計(自由大気にあつては、ラジオゾンデ等)を用いて、パ	1パーセント

第 13 章 関係法令等

	一セントで測定する。	
六 風		
イ 風向	風向計(自由大気にあつては、測風気球等)を用い、又は目視により、十六方位又は八方位(自由大気にあつては度)で測定する。	自由大気にあつては 1 度
ロ 風速	風速計(自由大気にあつては、測風気球等)を用いて、メートル毎秒で測定する。	1 メートル毎秒
ハ 風力	目視により、気象庁風力階級表を用いて、測定する。	
七 降水量	雨量計又は雪量計を用いて、ミリメートルで測定する。	1 ミリメートル
八 積雪の深さ	雪量計を用いて、センチメートルで測定する。	1 センチメートル
九 雲		
イ 雲量	測雲器を用い、又は目視により、十分比で測定する。	
ロ 雲形	目視により、気象庁雲形種類表を用いて、測定する。	
ハ 雲の高さ	測雲器若しくは測雲気球を用い、又は目視により、メートルで測定する。	100 メートル
ニ その他の状態	目視により、気象庁雲の状態種類表を用いて、測定する。	
十 視程	視程計を用い、又は目視により、気象庁視程階級表を用いて、測定する。	
十一 日照時間	日照計又は日射計を用いて、時で測定する。	0.1 時
十二 日射量	日射計を用いて、メガジュール毎平方メートルで測定する。	0.1 メガジュール毎平方メートル
十三 天気	目視及び聴音により、気象庁天気種類表を用いて、測定する。	
十四 水温	温度計を用いて、度(摂氏)で測定する。	1 度
十五 波浪		
イ 方向	目視により、十六方位で測定する。	
ロ 高さ	波浪計を用い、又は目視により、メートルで測定する。	0.5 メートル
ハ 周期	波浪計を用い、又は目視により、秒で測定する。	1 秒
ニ その他の状態	目視により、気象庁風浪階級表及び気象庁うねり階級表を用いて、測定する。	
十六 海水の状態	目視により、気象庁海水状態表を用いて、測定する。	
十七 船舶の着氷の状態	目視により、気象庁船舶着氷状態表を用いて、測定する。	

- 2 前項の規定により、金属製温度計を用いるときはガラス製温度計と、毛髪製湿度計、露点式湿度計又は電気式湿度計を用いるときは乾湿式湿度計と随時比較点検しなければならない。
- 3 第1項の気象庁風力階級表、気象庁雲形種類表、気象庁雲の状態種類表、気象庁視程階級表、気象庁天気種類表、気象庁風浪階級表、気象庁うねり階級表、気象庁海水状態表及び気象庁

第13章 関係法令等

船舶着氷状態表は、気象庁長官が定める。

注 第3項「気象庁長官の定め」=気象庁風力階級表等を定める件

(船舶の備え付ける気象測器)

第3条 令第1条の船舶は、航海中、次に掲げる気象測器を備え付けなければならない。

- 一 船舶用アネロイド型気圧計又は船舶用電気式気圧計
- 二 温度計
- 三 湿度計(漁船以外の船舶に限る。)
- 四 風速計(漁船以外の船舶であつて、遠洋区域を航行区域とするものに限る。)
- 五 風向計(漁船以外の船舶であつて、遠洋区域を航行区域とするものに限る。)

(船舶による気象及び水象の観測)

第4条 令第1条の船舶は、東は西経160度、西は東経100度、南は緯度0度、北は北緯65度の線により限られた海域において、毎日協定世界時の0時、3時、6時、9時、12時、15時、18時及び21時(その時刻が、当該船舶に現に乗り組んでいる観測の成果の報告に従事する者の執務時間の終了時刻となる場合であつて、その時刻の観測の成果を観測後直ちに報告することが困難となるときは、1時間繰り上げた時刻とする。)に、次に掲げる種目について、気象及び水象の観測を行わなければならない。

- 一 気圧
- 二 気温
- 三 露点温度(前条第3号に掲げる気象測器を備え付けている船舶に限る。)
- 四 風
 - イ 風向
 - ロ 風速(前条第4号に掲げる気象測器を備え付けている船舶に限る。)
- 五 雲
- 六 視程
- 七 天気
- 八 水温
- 九 波浪
- 十 海氷の状態
- 十一 船舶の着氷の状態

(船舶による観測の成果の報告)

第5条 前条の船舶は、同条の規定に従い気象及び水象の観測を行つたときは、次の各号に掲げる航行の区分に応じ、当該各号に掲げる時刻の観測の成果を、観測後直ちに、気象庁長官の定める形式により、気象庁長官に報告しなければならない。ただし、その時刻が当該船舶に現に乗り組んでいる観測の成果の報告に従事する者の執務時間の終了時刻である場合であつてその時刻の観測の成果を観測後直ちに報告することが困難なとき、又はその時刻がこれらの者の執務時間外であるときは、この限りでない。

第13章 関係法令等

- 一 東は東経170度、西は東経115度、南は北緯10度、北は北緯65度の線により限られた海域を航行しているとき(本邦(離島を除く。))の海岸から50海里以内を航行しているときを除く。) 0時、3時、6時、9時、12時、15時、18時及び21時(観測の時刻を一時間繰り上げたときは、その時刻とする。)
- 二 東は西経160度、西は東経100度、南は緯度0度、北は北緯65度の線により限られた海域(前号の海域を除く。)を航行しているとき 0時、6時、12時及び18時(観測の時刻を一時間繰り上げたときは、その時刻とする。)
- 2 前項の場合において、組をつくつて同一の行動をとる船舶にあつては、その中の一の船舶が報告すればよい。
- 3 前条の船舶は、航海終了の日(国際航海に従事する船舶にあつては、外国の港から最初に本邦の港に到達した日)から10日以内に、気象庁長官の定める観測表を、気象庁長官に提出しなければならない。

第49条 法第5章の検定に係る気象測器の構造、検定公差その他検定及び型式証明並びに認定測定者及び登録検定機関に関する細目的事項は、別に定める。

注 「別の定め」=気象測器検定規則

(報告)

第50条 法第7条第1項の船舶及び法第17条第1項又は法第26条第1項の規定により許可を受けた者は、気象庁長官が定める場合を除き、次の各号に掲げる場合に該当することとなったときは、その旨を記載した報告書を気象庁長官に提出しなければならない。

- 一 法第7条第1項の船舶に該当することとなった場合
- 二 その後1月1日において引き続き法第7条第1項の船舶に該当する場合
- 三 前二号に掲げる場合において、別記第4号様式に記載した事項(航路を除く。)に変更があったとき
- 四～七 (略)
- 2 前項の報告は、報告事由の発生した後遅滞なく(同項第一号から第三号までに掲げる場合にあっては、30日以内に)行わなければならない。
- 3 第1項第一号から第三号までの報告をしようとするときは、報告事由が発生した日現在において別記第4号様式の報告書を作成し、提出しなければならない。
- 4～5 (略)

○気象測器検定規則(平成14年国土交通省令第25号)(抄)

(定義)

- 第1条** この省令において使用する用語は、気象業務法(以下「法」という。)において使用する用語の例による。
- 2 この省令において「ラジオゾンデ」とは、温度計及び湿度計又は温度計、湿度計及び気圧計が構造上一体となっており、それぞれが測定した値を無線で送信するもので、高度ごとの自由大気の温度及び湿度又は温度、湿度及び気圧を観測するためのものをいう。

第13章 関係法令等

- 3 この省令において「個別の器差」とは、個別の検査点において気象測器の表す量が真実の量を超える場合におけるその超過量又は気象測器の表す量が真実の量に足りない場合におけるその不足量をいう。
- 4 この省令において「較差」とは、隣り合う検査点における個別の器差の差をいう。
- 5 この省令において「極差」とは、個別の器差の最大値と最小値の差をいう。

(気象測器の種類)

第2条 法第9条の検定は、次の各号に掲げる気象測器の種類に応じて行うものとする。

- 一 ガラス製温度計
- 二 金属製温度計
- 三 電気式温度計
- 四 ラジオゾンデ用温度計
- 五 液柱型水銀気圧計
- 六 アネロイド型気圧計
- 七 電気式気圧計
- 八 ラジオゾンデ用気圧計
- 九 乾湿式湿度計
- 十 毛髪製湿度計
- 十一 露点式湿度計
- 十二 電気式湿度計
- 十三 ラジオゾンデ用湿度計
- 十四 風杯型風速計
- 十五 風車型風速計
- 十六 超音波式風速計
- 十七 電気式日射計
- 十八 貯水型雨量計
- 十九 転倒ます型雨量計
- 二十 積雪計
- 二十一 複合気象測器(ラジオゾンデその他の前各号に掲げる気象測器の二以上が構造上一体となっているものをいう。)

(検定証印等)

第13条 検定証印は、刻印、ゴム印又はシールとし、気象測器の適当な部分に附すものとする。

この場合において適当な部分がないときは、容易に離脱しない方法により、気象測器に緊着した金属片その他のものにこれを附することができる。

- 2 前項の検定証印の形状、寸法等は、次の表のとおりとする。
- 3 検定証書の様式は、第1号様式のとおりとする。

注 表は第12章(第12.2表)に掲載しているため、省略

(合格基準)

第13章 関係法令等

第14条 気象測器の構造は、第2条に掲げる気象測器の種類に応じて、材料、部品及びその組み合わせ、目盛若しくは数字表示、表記又は性能について告示で定める基準に適合するものでなければならない。

2 気象測器の器差は、第2条に掲げる気象測器の種類に応じて、個別の器差、較差又は極差について告示で定める検定公差を超えないものでなければならない。

(検定の有効期間)

第15条 法第31条の国土交通省令で定める気象測器は、次の表の上欄に掲げるものとし、その検定の有効期間は、同表の下欄に掲げるものとする。

液柱型水銀気圧計 アネロイド型気圧計 風杯型風速計 風車型風速計 電気式日射計 貯水型雨量計（自記式のものに限る。） 転倒ます型雨量計	5年
ラジオゾンデ用温度計 ラジオゾンデ用気圧計 ラジオゾンデ用湿度計	1年

- 2 複合測器の検定の有効期間は、これを構成する各気象測器の検定の有効期間のうち最も短いものと同じ期間とする。
- 3 船舶で用いる気象測器の検定の有効期間は、船舶が航行中又は外国の港に停泊している間に前2項の期間が経過する場合は、前2項の規定にかかわらず、その後最初に本邦の港に到着した日までとする。

○気象庁風力階級表等を定める件(昭和28年運輸省告示第58号)

気象業務法施行令(昭和27年政令第471号)第2条第2項[現行=気象業務法施行規則第1条の3]の規定に基づき、中央気象台風力階級表等を次のように定める。

- 一 気象庁風力階級表(ビューフォート風力階級表)(略)
- 二 気象庁雲形種類表(略)
- 三 削除
- 四 気象庁雲の状態種類表(略)
- 五 気象庁視程階級表(略)
- 六 気象庁天気種類表(略)
- 七 気象庁風浪階級表(略)
- 八 気象庁うねり階級表(略)
- 九 気象庁海水状態表(略)
- 十 気象庁船舶着氷状態表(略)

編注 第一号～第十号(第三号を除く)の表の内容については、本指針の第4～7章及

第13章 関係法令等

び第9～11章のそれぞれ該当する気象要素の章を参照

○船舶安全法(昭和8年法律第11号)(抄)

第4条 船舶は国土交通省令の定むる所に依り其の航行する水域に応じ電波法(昭和25年法律第131号)に依る無線電信又は無線電話にして船舶の堪航性及人命の安全に関し陸上との間に於て相互に行ふ無線通信に使用し得るもの(以下無線電信等と称す)を施設することを要す 但し航海の目的其の他の事情に依り国土交通大臣に於て已むことを得ず又は必要なしと認むるときは此の限に在らず

② 前項の規定は第2条第2項に掲ぐる船舶其の他無線電信等の施設を要せざるものとして国土交通省令を以て定むる船舶には之を適用せず

付録 1 船舶の気象観測報告用資料及び消耗品一覧表

観測資料

- 「船舶気象観測表による報告および船舶気象通報の手引き（日英両版）」
- 「船舶気象観測指針(日本語版)」
- 「船舶気象観測指針(英語版：Guide to Weather Observations for Ships)」
- 「船舶気象観測表（日英両版）」
- 「観測表送付用封筒（日英両版）」
- 「観測表送付用封筒 CD 用（日英両版）」
- 「船舶気象報符号表」（日本語版）
- 「船舶気象報符号表」（英語版）
- 「気象常用表」（露点温度を求める表）（日英両版）
- 「気象庁雲の状態種類表」（日英両版）
- 「気象庁風力階級表」（日英両版）

船舶気象報作成ソフトウェア関連資料

- 「TurboWin（インストール用 CD-ROM）」
- 「TurboWin 利用マニュアル」
- 「データ保存用 FD」
- 「データ保存用 CD」

パンフレット

- 「船舶による海上気象観測と港湾気象サービス」（日英両版）
- 「船舶向け気象と海洋の情報」

船舶向け広報誌

- 「船と海上気象」

上の資料の請求先

〒100-8122 東京都千代田区大手町 1-3-4

気象庁 地球環境・海洋部 海洋気象課

TEL 03-3212-8341（内線 5144）

FAX 03-3211-3047

E-mail VOS@climar.kishou.go.jp

付録 2 飽和蒸気圧表

水の飽和蒸気圧表

温度 (°C)	温 度 10 分 数									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	hPa	hPa	hPa	hPa	hPa	hPa	hPa	hPa	hPa	hPa
0	6.11	6.15	6.20	6.24	6.29	6.33	6.38	6.43	6.47	6.52
1	6.57	6.61	6.66	6.71	6.76	6.81	6.86	6.90	6.95	7.00
2	7.05	7.10	7.16	7.21	7.26	7.31	7.36	7.42	7.47	7.52
3	7.57	7.63	7.68	7.74	7.79	7.85	7.90	7.96	8.02	8.07
4	8.13	8.19	8.24	8.30	8.36	8.42	8.48	8.54	8.60	8.66
5	8.72	8.78	8.84	8.90	8.96	9.03	9.09	9.15	9.22	9.28
6	9.35	9.41	9.48	9.54	9.61	9.67	9.74	9.81	9.88	9.94
7	10.01	10.08	10.15	10.22	10.29	10.36	10.43	10.50	10.58	10.65
8	10.72	10.79	10.87	10.94	11.02	11.09	11.17	11.24	11.32	11.40
9	11.47	11.55	11.63	11.71	11.79	11.87	11.95	12.03	12.11	12.19
10	12.27	12.35	12.44	12.52	12.60	12.69	12.77	12.86	12.94	13.03
11	13.12	13.21	13.29	13.38	13.47	13.56	13.65	13.74	13.83	13.92
12	14.02	14.11	14.20	14.30	14.39	14.49	14.58	14.68	14.77	14.87
13	14.97	15.07	15.16	15.26	15.36	15.46	15.57	15.67	15.77	15.87
14	15.98	16.08	16.18	16.29	16.40	16.50	16.61	16.72	16.82	16.93
15	17.04	17.15	17.26	17.37	17.49	17.60	17.71	17.83	17.94	18.06
16	18.17	18.29	18.41	18.52	18.64	18.76	18.88	19.00	19.12	19.24
17	19.37	19.49	19.61	19.74	19.86	19.99	20.11	20.24	20.37	20.50
18	20.63	20.76	20.89	21.02	21.15	21.29	21.42	21.55	21.69	21.83
19	21.96	22.10	22.24	22.38	22.52	22.66	22.80	22.94	23.08	23.23
20	23.37	23.52	23.66	23.81	23.96	24.10	24.25	24.40	24.55	24.71
21	24.86	25.01	25.17	25.32	25.48	25.63	25.79	25.95	26.11	26.27
22	26.43	26.59	26.75	26.92	27.08	27.25	27.41	27.58	27.75	27.91
23	28.08	28.25	28.43	28.60	28.77	28.95	29.12	29.30	29.47	29.65
24	29.83	30.01	30.19	30.37	30.55	30.74	30.92	31.11	31.29	31.48
25	31.67	31.86	32.05	32.24	32.43	32.62	32.82	33.01	33.21	33.41
26	33.61	33.81	34.01	34.21	34.41	34.61	34.82	35.02	35.23	35.44
27	35.65	35.86	36.07	36.28	36.49	36.71	36.92	37.14	37.36	37.57
28	37.79	38.01	38.24	38.46	38.68	38.91	39.14	39.36	39.59	39.82
29	40.05	40.28	40.52	40.75	40.99	41.23	41.46	41.70	41.94	42.18
30	42.43	42.67	42.92	43.16	43.41	43.66	43.91	44.16	44.42	44.67
31	44.92	45.18	45.44	45.70	45.96	46.22	46.48	46.75	47.01	47.28
32	47.55	47.82	48.09	48.36	48.63	48.91	49.19	49.46	49.74	50.02
33	50.30	50.59	50.87	51.16	51.44	51.73	52.02	52.31	52.61	52.90
34	53.20	53.49	53.79	54.09	54.39	54.70	55.00	55.31	55.61	55.92
35	56.23	56.55	56.86	57.17	57.49	57.81	58.13	58.45	58.77	59.09
36	59.42	59.75	60.07	60.40	60.74	61.07	61.40	61.74	62.08	62.42
37	62.76	63.10	63.45	63.79	64.14	64.49	64.84	65.19	65.55	65.90
38	66.26	66.62	66.98	67.34	67.71	68.07	68.44	68.81	69.18	69.56
39	69.93	70.31	70.68	71.06	71.45	71.83	72.22	72.60	72.99	73.38
40	73.77	74.17	74.56	74.96	75.36	75.76	76.17	76.57	76.98	77.39
41	77.80	78.21	78.63	79.04	79.46	79.88	80.30	80.73	81.15	81.58
42	82.01	82.44	82.88	83.31	83.75	84.19	84.63	85.08	85.52	85.97
43	86.42	86.87	87.32	87.78	88.24	88.70	89.16	89.62	90.09	90.56
44	91.03	91.50	91.98	92.45	92.93	93.41	93.90	94.38	94.87	95.36
45	95.85	96.34	96.84	97.34	97.84	98.34	98.85	99.35	99.86	100.38
46	100.89	101.41	101.92	102.45	102.97	103.49	104.02	104.55	105.08	105.62
47	106.15	106.69	107.24	107.78	108.33	108.87	109.43	109.98	110.54	111.09
48	111.65	112.22	112.78	113.35	113.92	114.49	115.07	115.65	116.23	116.81
49	117.40	117.98	118.57	119.17	119.76	120.36	120.96	121.57	122.17	122.78
50	123.39	124.00	124.62	125.24	125.86	126.48	127.11	127.74	128.37	129.01

水の飽和蒸気圧表（過冷却）

温度 (°C)	温 度 10 分 数									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	hPa	hPa	hPa	hPa	hPa	hPa	hPa	hPa	hPa	hPa
-50	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
-49	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06
-48	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07
-47	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
-46	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
-45	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10
-44	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11
-43	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
-42	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14
-41	0.17	0.17	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
-40	0.19	0.19	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17	0.17
-39	0.21	0.21	0.21	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.19	0.19
-38	0.23	0.23	0.23	0.23	0.22	0.22	0.22	0.22	0.21	0.21
-37	0.26	0.25	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
-36	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27	0.26	0.26
-35	0.31	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.30	0.29	0.29	0.29
-34	0.35	0.34	0.34	0.34	0.33	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32
-33	0.38	0.38	0.37	0.37	0.37	0.36	0.36	0.36	0.35	0.35
-32	0.42	0.42	0.41	0.41	0.41	0.40	0.40	0.39	0.39	0.39
-31	0.46	0.46	0.45	0.45	0.45	0.44	0.44	0.43	0.43	0.42
-30	0.51	0.50	0.50	0.49	0.49	0.49	0.48	0.48	0.47	0.47
-29	0.56	0.55	0.55	0.54	0.54	0.53	0.53	0.52	0.52	0.51
-28	0.61	0.61	0.60	0.60	0.59	0.59	0.58	0.58	0.57	0.56
-27	0.67	0.67	0.66	0.65	0.65	0.64	0.64	0.63	0.63	0.62
-26	0.74	0.73	0.72	0.72	0.71	0.70	0.70	0.69	0.69	0.68
-25	0.81	0.80	0.79	0.79	0.78	0.77	0.76	0.76	0.75	0.74
-24	0.88	0.88	0.87	0.86	0.85	0.84	0.84	0.83	0.82	0.81
-23	0.97	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.92	0.91	0.90	0.89
-22	1.05	1.04	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00	0.99	0.98	0.97
-21	1.15	1.14	1.13	1.12	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06
-20	1.25	1.24	1.23	1.22	1.21	1.20	1.19	1.18	1.17	1.16
-19	1.37	1.35	1.34	1.33	1.32	1.31	1.30	1.29	1.28	1.27
-18	1.49	1.48	1.46	1.45	1.44	1.43	1.41	1.40	1.39	1.38
-17	1.62	1.61	1.59	1.58	1.57	1.55	1.54	1.53	1.51	1.50
-16	1.76	1.75	1.73	1.72	1.70	1.69	1.67	1.66	1.65	1.63
-15	1.91	1.90	1.88	1.87	1.85	1.83	1.82	1.80	1.79	1.77
-14	2.08	2.06	2.04	2.03	2.01	1.99	1.98	1.96	1.94	1.93
-13	2.25	2.23	2.22	2.20	2.18	2.16	2.14	2.13	2.11	2.09
-12	2.44	2.42	2.40	2.38	2.36	2.34	2.33	2.31	2.29	2.27
-11	2.64	2.62	2.60	2.58	2.56	2.54	2.52	2.50	2.48	2.46
-10	2.86	2.84	2.82	2.80	2.77	2.75	2.73	2.71	2.69	2.67
- 9	3.10	3.07	3.05	3.03	3.00	2.98	2.95	2.93	2.91	2.89
- 8	3.35	3.32	3.30	3.27	3.25	3.22	3.20	3.17	3.15	3.12
- 7	3.62	3.59	3.56	3.53	3.51	3.48	3.45	3.43	3.40	3.37
- 6	3.91	3.88	3.85	3.82	3.79	3.76	3.73	3.70	3.67	3.65
- 5	4.21	4.18	4.15	4.12	4.09	4.06	4.03	4.00	3.97	3.94
- 4	4.54	4.51	4.48	4.44	4.41	4.38	4.34	4.31	4.28	4.25
- 3	4.90	4.86	4.83	4.79	4.75	4.72	4.68	4.65	4.61	4.58
- 2	5.28	5.24	5.20	5.16	5.12	5.08	5.05	5.01	4.97	4.93
- 1	5.68	5.64	5.60	5.55	5.51	5.47	5.43	5.39	5.35	5.31
- 0	6.11	6.06	6.02	5.98	5.93	5.89	5.85	5.80	5.76	5.72

氷の飽和蒸気圧表

温度 (°C)	温 度 10 分 数									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	hPa	hPa	hPa	hPa	hPa	hPa	hPa	hPa	hPa	hPa
- 0	6.11	6.06	6.01	5.96	5.91	5.86	5.81	5.76	5.72	5.67
- 1	5.62	5.58	5.53	5.48	5.44	5.39	5.35	5.30	5.26	5.22
- 2	5.17	5.13	5.09	5.04	5.00	4.96	4.92	4.88	4.84	4.80
- 3	4.76	4.72	4.68	4.64	4.60	4.56	4.52	4.48	4.45	4.41
- 4	4.37	4.33	4.30	4.26	4.23	4.19	4.15	4.12	4.08	4.05
- 5	4.01	3.98	3.95	3.91	3.88	3.85	3.81	3.78	3.75	3.72
- 6	3.68	3.65	3.62	3.59	3.56	3.53	3.50	3.47	3.44	3.41
- 7	3.38	3.35	3.32	3.29	3.26	3.24	3.21	3.18	3.15	3.12
- 8	3.10	3.07	3.04	3.02	2.99	2.96	2.94	2.91	2.89	2.86
- 9	2.84	2.81	2.79	2.76	2.74	2.71	2.69	2.67	2.64	2.62
-10	2.60	2.57	2.55	2.53	2.51	2.48	2.46	2.44	2.42	2.40
-11	2.38	2.35	2.33	2.31	2.29	2.27	2.25	2.23	2.21	2.19
-12	2.17	2.15	2.13	2.11	2.09	2.08	2.06	2.04	2.02	2.00
-13	1.98	1.97	1.95	1.93	1.91	1.90	1.88	1.86	1.84	1.83
-14	1.81	1.79	1.78	1.76	1.75	1.73	1.71	1.70	1.68	1.67
-15	1.65	1.64	1.62	1.61	1.59	1.58	1.56	1.55	1.53	1.52
-16	1.51	1.49	1.48	1.46	1.45	1.44	1.42	1.41	1.40	1.38
-17	1.37	1.36	1.35	1.33	1.32	1.31	1.30	1.28	1.27	1.26
-18	1.25	1.24	1.23	1.21	1.20	1.19	1.18	1.17	1.16	1.15
-19	1.14	1.12	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04
-20	1.03	1.02	1.01	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.96	0.95
-21	0.94	0.93	0.92	0.91	0.90	0.89	0.88	0.88	0.87	0.86
-22	0.85	0.84	0.83	0.83	0.82	0.81	0.80	0.79	0.79	0.78
-23	0.77	0.76	0.76	0.75	0.74	0.73	0.73	0.72	0.71	0.71
-24	0.70	0.69	0.69	0.68	0.67	0.67	0.66	0.65	0.65	0.64
-25	0.63	0.63	0.62	0.61	0.61	0.60	0.60	0.59	0.58	0.58
-26	0.57	0.57	0.56	0.56	0.55	0.54	0.54	0.53	0.53	0.52
-27	0.52	0.51	0.51	0.50	0.50	0.49	0.49	0.48	0.48	0.47
-28	0.47	0.46	0.46	0.45	0.45	0.44	0.44	0.43	0.43	0.43
-29	0.42	0.42	0.41	0.41	0.40	0.40	0.40	0.39	0.39	0.38
-30	0.38	0.38	0.37	0.37	0.36	0.36	0.36	0.35	0.35	0.35
-31	0.34	0.34	0.34	0.33	0.33	0.33	0.32	0.32	0.31	0.31
-32	0.31	0.31	0.30	0.30	0.30	0.29	0.29	0.29	0.28	0.28
-33	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27	0.26	0.26	0.26	0.25	0.25
-34	0.25	0.25	0.24	0.24	0.24	0.24	0.23	0.23	0.23	0.23
-35	0.22	0.22	0.22	0.22	0.21	0.21	0.21	0.21	0.20	0.20
-36	0.20	0.20	0.20	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.18	0.18
-37	0.18	0.18	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.16	0.16
-38	0.16	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
-39	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13
-40	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
-41	0.12	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10
-42	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09
-43	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08
-44	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07
-45	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
-46	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
-47	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
-48	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
-49	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
-50	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04

解 説

1. 水の飽和蒸気圧表

水と熱力学的平衡状態にある水蒸気の圧力を e_w hPa とし、絶対目盛りで表した温度を T 、水の三重点の温度を $T_1=273.16\text{K}$ とすると、実験的に次の関係式が導かれている。

$$\begin{aligned}\log_{10} e_w = & +10.79574 \left(1 - \frac{T_1}{T} \right) - 5.02800 \log_{10} \left(\frac{T}{T_1} \right) \\ & + 1.50475 \times 10^{-4} \left(1 - 10^{-8.2969 \left(\frac{T}{T_1} - 1 \right)} \right) \\ & + 0.42873 \times 10^{-3} \left(10^{4.76955 \left(1 - \frac{T_1}{T} \right)} - 1 \right) \\ & + 0.78614\end{aligned}$$

水の飽和蒸気圧表はこの式によって計算したものである。 0°C (273.15K) 以下の温度に対する蒸気圧は過冷却した水に対して飽和した場合である。

2. 氷の飽和蒸気圧表

氷と熱力学的平衡状態にある水蒸気の圧力を e_i hPa とし、 T を上と同様に絶対温度とすれば

$$\begin{aligned}\log_{10} e_i = & -9.09685 \left(\frac{T_1}{T} - 1 \right) - 3.56654 \log_{10} \left(\frac{T_1}{T} \right) \\ & + 0.87682 \left(1 - \frac{T}{T_1} \right) + 0.78614\end{aligned}$$

氷の飽和蒸気圧表はこの式によって計算したものである。