

## 問題抽出

植田 貢 (日魯漁業気象班)

### § 1 序

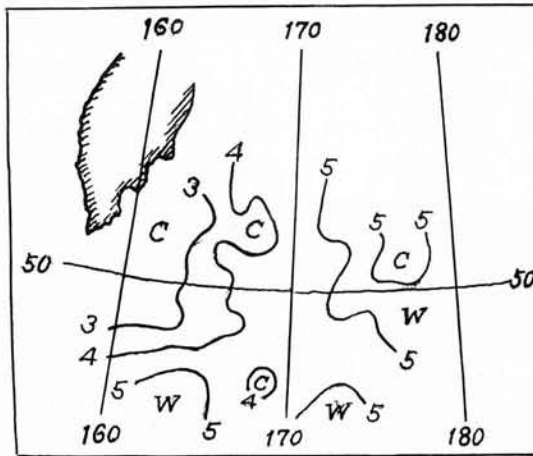
我が国の水産業で、遠洋漁業のうち北洋漁場の占める比重は極めて大きいにも拘らず、この海域における気象学的、海洋学的調査が他の部門に比べてかなり遅れていることは事実である。戦後北洋サケ・マス沖取漁業が再開され逐年事業も拡張され、現在ではサケ・マス流網漁業のみならずカニ刺網、底曳延縄漁業へと発展し、ことに底曳漁業では種々の自然的悪条件を排除して周年操業が行われるようになって来た。この間の貴重な観測資料が残されている筈であるが、水産関係各社の経営的あるいは政治的理由からその大部分は総合調査されることなく、死蔵されているのが現状であると考えられる。各母船に専門の気象技術者が乗り込み現地で気象観測をやり、所属船団に対する予報サービスを開始してからすでに10年を経過し、各この手持資料だけでも莫大な量に達しているが、北洋に南氷洋に間断なく仕事に追いまくられ、整理するいとますらないまま現在に立ち至っている。現地で体験で北洋気象の実体が一部そのヴェールをとつて呉れたと思われる面もあるにはあるが、全体としては到底1個人の力ではその実状を明らかにすることはできない。

北洋漁場の形態が如何にあるべきかについて、気象学的、海洋学的、あるいは生物学的な面から、筆者は前から総合調査研究を強力に推進する機関の設立を待望していた者の一人であるが、さいわいここに宇田道隆先生の努力によつて水産海洋研究会が発足したのを機会に、気象学的な部門から見た問題を提起したい。

### § 2 北洋における低気圧の発生と発達

主題の問題に入る前に、北洋における局所的な気象の特性に触れて置こう。大局的な気圧系の動きから将来の天気変化を予知することは比較的容易であるが、局地に限られた天気の急激な変化例えば高気圧圏内の突風などはその予知が困難であることは勿論、その機構さえも判っていないものが多い。

筆者が昭和29年から現在まで主として夏季カムチャツカ南東沖で高圧帯中に起る小規模な突風について解析した結果は次のようなものである。この附近の海域には、暖冷さまざまの水塊が形成される。表層水温は周知の如く保存性が強く分断された水塊はかなり長期に亘つて消滅しない。その間多少の移動はあるが速度はおそい。図-1は気象庁海洋課で作成した表面水温の半月平均の1例であるが、これによつてもかなりはつきりした水塊が存在することが判る。したがつてこの水塊の上に滞留した空気が海水表面の影響を受けて変質し物理的性質のちがつた気塊が隣



図一 1 半月平均表面水温  
(昭和34年5月21日~25日)

り合つてできることは容易に考えられる。この異質な気塊の境界にどのような天気現象が起るであろうかという問題は、気団の境界である前線帯の波動をビヤークネス、ゾールベルグが論じた大規模なもの以外、中緯度以北の海域についての研究は非常に少ない。気象研究所の高橋喜彦博士は、昭和11年6月9日の関東地方の高気圧域内における細雨の原因を究明し、小名浜沖の冷水塊による局部的高気圧のため関東地方に不連続線が発生して細雨を降らせたと指摘しているが、これと同じ現象が北洋

海域でも起り得ることは想像に難くない。筆者は昭和31年7月下旬の北洋における局地的(50°N, 160°E 附近)な突風について解析した結果、前記と同様の理由によつて突風が起るものであることを確めた。また状況によつてはこのような水塊の分布が低気圧発生の原因ともなり得るのである。これらの水塊に対応した各気塊の境界では気層転倒のため不安定性が解消する際、エネルギーの転換によつてある程度の突風が起るということは、マルグレスが計算によつて証明しているが、単にこれだけでは短時間の強風が起るだけで、不安定が解消すればこの現象はやみ、突風の原因となり得るにとどまり、低気圧の成因とはなり得ない。

低気圧となつて継続的な暴風を起すためには、気層の熱力学的な不安定性を破壊して引続き運動エネルギーを補給してやる必要がある。それには次の2つの場合が考えられる。オ一には下層に熱の流入があつて暖められること、オ二には上層に寒気の侵入があつて不安定性を増すことであるが、海上では陸地のように熱雷の原因となるような極端な昇温はあり得ないし、また実測によつてもこのような事実はない。そこで低気圧性の暴風が起つた場合オ二の上層に寒気の侵入があつたかどうかを調べるために500 mb 天気図をもととして調査したところ上層のトラフがその海域の西側約10°(経度にして)のところであれば、最初小さな低気圧として発生したものが急速に発達し、そうでない場合は発生しても非活動性で寿命が短いか、上層の峯に対応した時は発生までには至らないことが判つた。実例を1.2あげておこう。

昭和30年8月29日朝アツツ島附近に発生した弱い低気圧は24時間に気圧が30 mb 急降して30日朝には中心示度986 mb 最大風速25 m/s となり31日アラスカ方面に去つた。この時の上層(500 mb)のトラフを調べてみると、地上低気圧発生当時はカムチャツカ東岸沿

いに存在していたが、その後低気圧の西側約 $10^{\circ}$  long. のところをほぼ同じ位の速度で東進した。このトラフは寒冷低気圧を伴っており、上層にかなり顕著な寒気を送り込んだことは明らかである。

昭和31年7月28日早朝 $51^{\circ}$ N,  $160^{\circ}$ E 附近に $12\text{ m/s}$ の突風があつたが継続時間は僅かに数時間でおさまつた。この時の上層のトラフは甚だ弱く、天気図ではほとんど判別できないくらいであつた。前の例とは全く逆でエネルギーの補給がなかつたことを示すものである。

このように漁場として宝庫である北洋が、今まであまり知られなかつた低気圧の主な発生地の一つであるという事実に対して、水産業者はただ自然現象として放置することなく、調査研究をゆるがせにできないことを銘記すべきである。

### § 3 寒冷前面の波動

上記の現象は主として夏季に起り易い。冬でもこのような機構による突風が起らないとはいえないだろうが、活発な極前線活動と強い季節風のため、単独には判別できないと考えてよいだろう。冬の突風は多くの場合別の形になつて現われる。よく知られているように高緯度地方の閉塞低気圧は中心から少し離れた所に巾 $100$ 哩位の強風帯ができるものが多いがこの強風帯から外れて風を期待していると、その後 $50\sim 90$ 分間隔に数字に亘つて突風を起すことがある。先ず水平線上に堤防状の横乱雲が現われ、 $30\sim 60$ 分後にしゅう雨性降

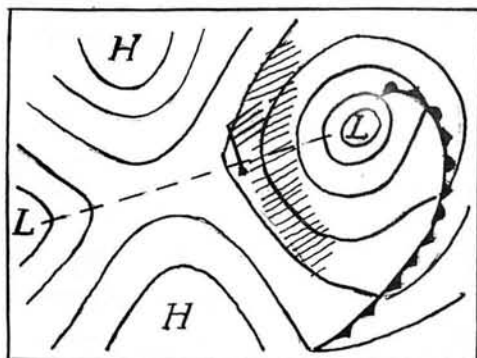


図-2 突風の起り易い気圧配置  
斜線は強風帯

水を伴つた $15\sim 20\text{ m/s}$ の突風が襲来する。この突風は何に起因するかその正体ははつきりしないが、低気圧が東

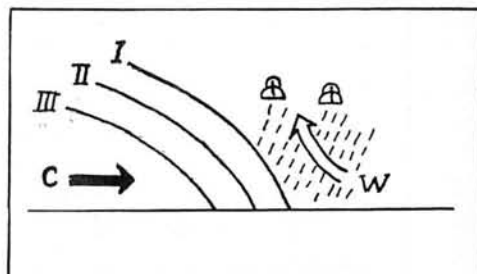


図-3

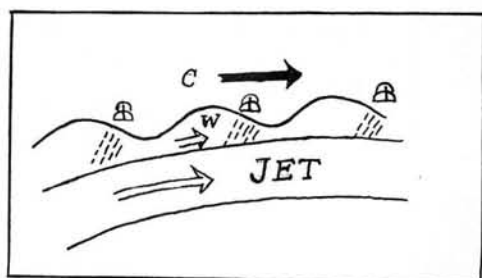


図-4

へ通過後、大規模な Circulation のため極地方から寒気の溢出を促がし、その寒冷前面に起る現象で次の2つが考えられる。

オ1に寒冷前線通過によつてオ1次の吹き出しのあと、変質度の異なる寒気が数次に亘つて丁度磁浪が押し寄せるように突風をもたらす場合(図-3参照)

オ2に寒冷前面の進行性波動である。(図-4参照)

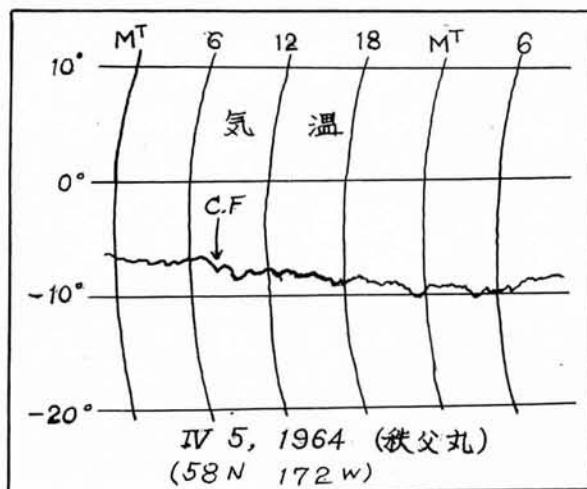


図-5

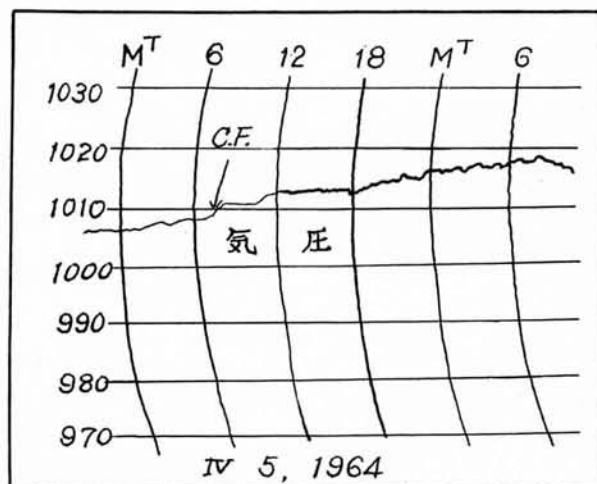


図-6

先ずオ1の場合を検討してみよう、顕著な実例として昭昭39年4月5日の突風について気圧と気温の変化を調べてみると図-5.6のとおりであるが、当時の模様は低気圧が通り過ぎて強風帯のへりとなり、天気は回復期にあつた。もしオ1の仮定が成立するならば気圧も気温も階段状に変化するはずであるが、このような事実は見当たらない。もつともこの辺の海域では気温傾度が非常に小さく、寒冷前線とはいえないかも知れないが、風速についてははつきりした不連続が認められるので、不連続面が存在することは確かである。したがつてこのような天気変化から見て、オ2の仮定が成立するように思われる。観測資料が少ないので断定はできないけれどもこれによつて考えを進めてみよう。

Helmholtz は力学的に安定した流体の不連続面に起る波動について次の式を与えている。

$$C = \frac{\rho U + \rho' U'}{\rho + \rho'} \pm \sqrt{\frac{g \lambda}{2\pi} \frac{\rho - \rho'}{\rho + \rho'} - \frac{\rho \rho' (U - U')^2}{(\rho + \rho')^2}}$$

ここに  $C$  は波の進行速度、 $\rho$  は密度、 $U$  は風速、 $\lambda$  は波長を示し、 $\rho'$  側の量に ' を付してある。波動の波長があまり短くなると上式の根号内が負となつて成立しない。その臨界波長は根号内を 0 と置くと得られる。密度のかわりに温度を用いると臨界波長は

$$\lambda = \frac{2\pi}{g} \cdot \frac{(U - U')^2}{(T' - T)(T' + T)}$$

となる。いま  $T' - T = \Delta T$  ,  $U' - U = \Delta U$  としていろいろの値に対し計算された臨界波長を借用転載させて貰うと次の表のとおりになる。

$\Delta U$ m/s $\Delta T$ °C	4	8	12	16	20
2	704	2416	6336	11236	17578
4	352	1408	3168	5616	8789
6	248	993	2233	3961	6206
8	177	709	1595	2829	4426

すでに述べたように北洋では気温傾度があまり大きくなく、図-5からも判るように  $\Delta T$  の値は大きく見積つてもせいぜい  $2^\circ\text{C}$  くらいであるが、風速のちがいは  $1.0 \sim 1.5 \text{ m/s}$  におよぶことは珍らしくない。また水平線上から観測地点に到着する時間から  $C = 1.5 \sim 2.0 \text{ km/h}$  であろう。Helmholtz の式から概算すると波長  $\lambda$  は  $1.0 \sim 1.5 \text{ km}$  程度で、上記の表にも矛盾しない。

以上のことから冬の北洋の突風は Helmholtz wave であろうと考える。今後海上の観測網をもつと充実して調査研究すればその正体が次才に明らかとなる。

#### §4 北極地方の温暖化

長い年月の間には気候が変動しているということは多くの学者によつて論議されている。地質時代の氷河の消長は非常に長い週期の気候変動の証左であるという議論の1つの根拠となつている。19世紀の末からいろいろ観測によつて、世界の気候は徐々に温暖化されつつあるということが実証されている。とくに極地方の気温がここ半世紀くらいの間に著しい上昇を来していることは、気候の温暖化は否定することのできない事実で、これに関係の深い北極地方を

始め、各国の気象学者によつて真剣に研究討議せられるようになって来た。気候の温暖化現象が氷河の消長から考えられるように果して非常に長週期の気候変動によるもので、現在の状態からさらに極大に達するまで昇温し続けるものであるか、あるいは別の理由による一時的な変動であるかは早急に結論を出すわけには行かない。C. E. P. Brooks によると氷河期の最盛期には現在より約  $3^{\circ}\text{C}$  低温、地質時代の温暖な時期には現在よりも約  $5^{\circ}\text{C}$  高温であつたと推定されている。いずれにしても極地方の温暖化が北太平洋やベーリング海などの比較的低緯度海域における気象、海象あるいは生物におよぼすであろう影響というものを無視するわけにはいかない。

今後、非常に長年月の間には地球上のすべてのものがどのように変わるかは誰にも判らないことであるし、またわれわれの食生活の中で動物蛋白質の占める比重が将来水産業を必要としなくなる時期があるいは到来すると仮定しても、現在の段階においては北洋漁場の自然環境変化から目を掩つて調査研究を怠つては、漁場形成や漁業型態の在り方について後悔のホゾをかむようになるのは当然と考えるべきである。

気候変動の問題については前記の Brooks の外にも色々な議論がある。Otto Petterssen は天体の影響によつてできる内部波が熱エネルギーを極地方に輸送して温暖化を来していると述べ、Traison は地球自転の歳差運動による気候の変動を論じている。また太陽黒点の活動が気候に影響を与えるという説をなす人もあり、関口鯉吉博士(1917)は太陽黒点とアリウシヤン低気圧の関係について論及しているが、これも決定的な解決は与えていない。このように北洋漁場の自然環境がどのような変化を来すかについての資料は現在ほとんどないといつてもよい位である。

いま極地方の温暖化がどのような変化をベーリング海域ならびにその周辺におよぼすだろうかということを経験学的、海洋学的な面から推測してみよう。

## § 5 極地方の温暖化とベーリング海の気象

極地方が温暖するためには、その変動が周期的であろうと、永年のであろうと何らかの形で熱の供給がなければならぬ。これには次の4項が考えられる。

- A 大気環流による低緯度からの熱輸送の増大
- B 海水循環による低緯度からの熱輸送の増大
- C 地球内部からの熱の供給
- D 上記以外の外部からの熱の供給

地球表面に対する熱はそのほとんどが太陽からの放射によるといわれた地球表面から失われる熱との間にその収支が平衡状態にあるとされている。上記4項目のうちC, Dは到底地上の温度を変化させるだけの量がないことは明らかでありまたその根拠もないので無視することができるとして、問題はAおよびBに限定されるが、もし厳密に太陽からの熱収支が平衡状態であるならば、極地方の温暖化は他の地域の一部あるいは全部に低温化が認めなければならない。しかしながら

気候の温暖化が世界的である以上、当然地球表面の熱収支のバランスが崩れ、保存された残りの熱量がA, Bの方法によつて着実に極地方へ輸送されていると考えなければならない。

現在2年とか9年或いは13年などの比較的短週期の気候変動が論ぜられている現状から見て、毎年同じペースで熱輸送が行われているのではなく、ある時は増大期となり、またその後には減少期を繰返し、これらの現象が累積されて極地方の温暖化が促進されているのであろう。まずAの大気環流による熱輸送の増大が極地方の温暖化をもたらしした結果が、北洋漁場の気象に対しておよぼす影響について考えてみよう。熱輸送の増大は当然 Zonal index が小さくなり、低気圧の勢力は活発化して平均的にはいわゆる Aleutian 低気圧はかなり深くなる。反対に熱輸送の減少は Zonal index の増加を意味し、Polar-jet は活発化して、低気圧の通過を早くするので、北洋の暴風は時間的に少くなる。これらは何も特に極地方の温暖化が顕著でなくとも現われ得るのであるから、ここでは単に極地方の温暖化のみに限定して考えることとしよう。

気候の温暖化が世界的現象であり、特に極地方の昇温が著しいということは南北方向の気温傾度の緩慢化を意味する。したがつて極気団ないし大陸性寒帯気団と海洋性熱帯気団との気温差の減少によつて極前線活動の弱化が起るであろうが大気の攪乱そのものがこれに伴つて弱体化すると考えるのは早計であろう。何故ならば全般的な昇温による内部エネルギーの増加を無視することができないからである。極地方の温暖化による大陸高気圧の弱体化が極前線活動にある程度の制約を加えると考えることはできるが、同時に北太平洋高気圧に対する影響が判らない以上、極地方の温暖化現象が直接北洋漁場にどのような変化を与えるかを速断することは許されない。今後の調査研究が俟たれる大きな問題である。気候学的な面から若し安定期と不安定期がはつきりして来るならば推計学的に北洋における長期予報の可能性を期待することができる。

## § 6 海洋および漁場におよぼす影響

極地方への熱輸送の増大が海水の循環による場合も勿論考慮に入れておかなければならないが、大気環流の場合とちがつて、大陸や海洋の分布による地理的制限のため、この現象は大西洋だけに限られる。北太平洋とくに北洋では北極海と直接連なっているベーリング海峡がせまい上に浅いので海水循環による影響はほとんどなく、むしろ極地方の温暖化がもたらす気象の変化が海洋に与える影響の方が、海洋自体の変化よりも遙かに大きいに違いない、気象変化の様相がはつきりしない以上、ベーリング海の海象変化を直ちに云々することはできないという一部の人々の議論はまことに尤もである。

しかしながら北洋漁場において、非常に徐々にではあるが表面水温がここ10年の間昇温傾向を続けているという現実から眼を掩うわけにはいかない。北極海とベーリング海とは関連がうすいとはいつても一つ海峡によつてつながりを持ちベーリング海峡を閉鎖するとすれば北

太平洋の気候も変えられるといわれる位であるから、極地方の温暖化から当然何らかの形で影響が現われないわけがない。

北太平洋の代表的寒流である親潮の根源が果して北極海にあるか、ベーリング海という縁海内の環流だけに起因しているかということは詳かではないが、水面が続いていることから極地方の温暖化が親潮を弱体化せしめているだろうということは極めて自然に納得できることである。表面水温の昇温の原因がすべてこのためと考えるのは早計であろうが、少なくとも原因の一部たり得ることがいえるであろう。

年 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
昭 気 温	-1.1	2.0	-0.1	* -0.1		** 5.7	8.9	8.6	7.1	4.5	* 2.2	
37 表面水温	2.5	2.7	1.9	0.9		4.7	7.7	8.4	7.5	5.6	3.2	
昭 気 温	** 3.2	-2.9	0.4	-0.3	1.8	3.5	* 5.1	** 7.9	7.1	3.6	1.3	1.0
38 表面水温	2.7	2.0	2.1	1.7	1.8	3.4	5.3	8.3	8.0	5.9	4.7	4.2
昭 気 温		-3.1	-2.1	-1.1	2.4	* 4.9	** 7.0	8.4	6.8	4.4		
39 表面水温		3.4	2.4	2.1	3.6	5.0	8.7	9.2	6.5	5.4		

表一 1 気温と表面水温の変化

\* 月の前半のみ

\*\* 月の後半のみ

ベーリング海の海水については、流氷となつて南下してくるものはベーリング海で生成されたものであつて、北極海の氷が流れ出して来るという報告はない。北大西洋や南氷洋とちがつて、北太平洋の氷山がないということは地理的条件が最も大きい原因であるが、東シベリヤ及びアラスカの陸棚にできる氷は屢々吹送流に乗つて南下して来る。水温の上昇によつて海水そのものの絶対量が少なくなることは明らかであるが、流水の南限は気象によることが多いので、この場合にも気象状況によつて左右されると考えなければならぬ。似たような環境にあるオホーツク海の水温変化と比較したならば興味深いであろう。表一 1 はプリピロフ諸島附近の表面水温を観測したものである。非常に狭い海域のデータで、とてもベーリング海を代表しているとは考えられないが参考までに掲げて置く。この附近ではこのような表面水温の上昇を来しているが、底水温の方はあまり変化はないようである。（データは整理中につき省略）

極地方の温暖化がもたらす気象や海況の変化が § 2 , § 3 で述べた北洋の突風や豆低気圧にどの程度の影響をおよぼして来るのであろうか、§ 3 の突風は気象だけの問題であるからとも角として、§ 2 の場合には海況の変化がかなり顕著にひびいてくるであろう。



## § 7 む す び

北洋における漁場形成の面から見て、若し親潮の弱体化が事実となつてくるとすれば、南北の水温傾度が少なくなり、水産資源としての生物の適応環境が変化して現在とはまたちがつた姿となつて我々の前に現出してくるに違いない。この海域の観測資料が入手困難なため（決して少ないとはいえない）と調査研究が遅れているため、ここで早急に結論を出すわけにはいかない。国際的な政治問題もあろうが、事実ここ数年の間にサケ・マス漁場はかなり高緯度海域にまでひろがつて来ていることを考えると、すでに漁場変貌の一端が現われかけていると見てよいだろう。

目下の急務である漁場の調査研究機関の一つとして水産海洋研究会が発足したということは非常に喜ばしいことであるが、更に前進を続けて一段と強力な機関に育成するとともに、実際現場において作業をするものが操業能率を一層高めるために、気象、海洋、漁況その他必要な事項を迅速正確に周知させるための通報センターの設立を提唱したい。（1964. 6. 14 秩父丸にて）

## 討 論 結 果 概 要

渡 辺 貫 太 郎 （函館海洋气象台）

本討論においては、最初に滝波千之介氏（函館海洋气象台、以下単に函海気と書く）より北洋の気象の気象学的概観が行なわれ、続いて馬場邦夫氏（日本水産）が異常であつた今冬来の気象を動気候学的に概観して、その海況・漁況への影響という点に問題を抽出された。また出漁中のためこの討論会に出席はされなかつたが、植田 貢氏（日魯漁業）から、北洋における気象変化の特色とその機構とについての興味ある原稿が寄せられたので、筆者が代読紹介した。続いて全参加者による活発な討論が行なわれた。浅学非才の筆者にとっても出来ることではないが、求めにしたがつてこゝに討論結果をまとめる。当然多くの誤りが出ることであろうが、それはすべて筆者の責任である。

### 1. 平年の気象状況（滝波氏の講演より）

一般に、アリューシャン海域は、冬季顕著な低圧部となり、本邦附近を通過する低気圧はほとんどこれに吸収される。そして大陸でかん養される高気圧との間に大きな気圧傾度が出来るため、冬季は衆知のように本邦附近、オホーツク海、およびカムチャツカ半島南沖のあたりで、北ないし北西の強い季節風が卓越する。その結果、北洋の西半分を含むこの海域で、