

日本海北部を通る寒冷渦による突風*

宮内 駿一 成田 月 昶**

要 旨

北海道近海の高気圧は発達しつつある低気圧の通過と、季節風の吹きだしたときに発生することが多いが、日本海北部や南樺太周辺で時々目ぼしい低気圧や、前線のないときに吹きだす強風で事故がおきている。この種の強風は狭い区域に短時間しか吹かないので、広い地域を見る天気図では予報はむづかしい。単なる着氷事故と見られている場合もこの種の強風が原因で着氷を起こしている。昭和45年1月17日夜檜山沖で遭難した波島丸の例では、狭い区域に短時間吹く強風は上層の寒冷渦の通過に伴って起こることが判った。昭和44年11月27日夜沿海州ベルキナ岬南東50km沖で転覆した第三幸栄丸(96t)、昭和42年1月30日南樺太西岸の著しい着氷現象など、この寒冷渦によるものと見ることができる。この種の強風による海難は南日本ではあまり見られない。ここで特に注意すべきことは寒冷渦は二段階に南下することと、500mbが顕著であって追跡するのが容易であることである。

1. はじめに

冬期、日本海北部では局地的に吹く強風で船が沈んだり、着氷現象を起こし漁船が遭難することがある。これらの現象は地上天気図だけでは予報困難であるが、500mbの上層天気図の寒冷渦に目をつけるとある程度予報できる。

2. 道南檜山管内、鶴泊沖で波島丸(2302t)の沈んだときの強風

昭和45年1月17日の夜、貨物船波島丸は留萌から石炭3600tを積んで和歌山へ向う途中、突然吹き出した強風のため大浪が発生してハッチカバーが破れ浸水し沈んだ。この時の強風は第1図の局地天気図に示すように渡島半島の一部に吹いたものである。図を見ると×印の事故現場付近で35~40ktの強風は21時だけで、事故の発生する前の18時は全く吹いておらず、事故の後の24時には止んでいる。吹き方が変わっているので事故の発生地点に最も近い寿都の風の自記紙を示すと第2図のようになる。強風は18時30分ころに突然吹き出し、15~20m/s吹いたが22時ころからやや弱まり15m/s以下になり、18日3時には10m/s以下になっている。事故を起こした強風

はせいぜい2~3時間しか吹かない。このように狭い区域に短時間しか吹かない風でも事故が発生する。

3. 強風の原因

(1) 地上天気図

強風の原因を第3図に示す13日から18日までの6日間の地上天気図から見る。6日間の天気図を載せたのはこの期間の中で、何日が強風の吹きやすい日であるかを見るためである。この期間中に道南地方で一番風が吹きやすいと見られるのは低気圧の通った後の14日で、次に吹きそうに見えるのは16日と17日である。16日と17日は北海道の西岸に小さい低気圧があるので、この小低気圧が東進すると、その後に混んだ等圧線の部分が東進してきそうに見えるからである。しかしこの小低気圧に目を付けても風は16日は吹かず、17日に吹いたのであるから、この小低気圧だけでは強風の予報の目安にはならない。

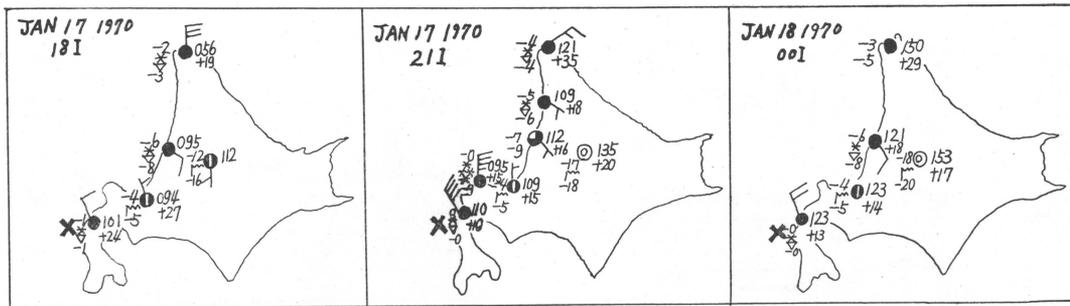
(2) 寿都の実況

天気図ではわからないので、この期間の寿都の実況を図示すると第4図のようになる。13日から14日は低気圧が近づいて気圧が下り、中心が通り過ぎ気圧が上がり始めると風が吹き出し、半日位吹いており常識的な吹き方をしている。しかし17日夜の風は21時だけ40knotも吹き、その後は急に弱くなっている。気圧の変化を見ると13日から14日のような急降、急昇は認められず、16日、17日はやや低い位で気圧傾向からは強風の予想はできない。ただし17日 12, 15時に気圧下降が見られ、また風向が南

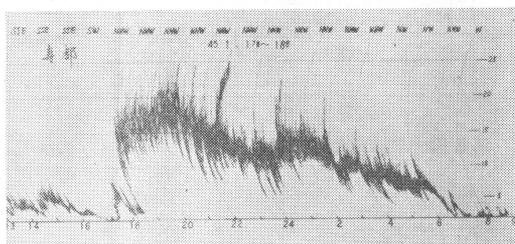
* Gust caused by Cold Vortex passing through Northern Japan Sea

** S. Miyauchi 旭川地方気象台, 現在前橋地方気象台, G. Narita 旭川地方気象台, 現在稚内地方気象台

—1972年4月12日受理—



第1図 北海道西部の昭45年1月17日～18日の地上実況



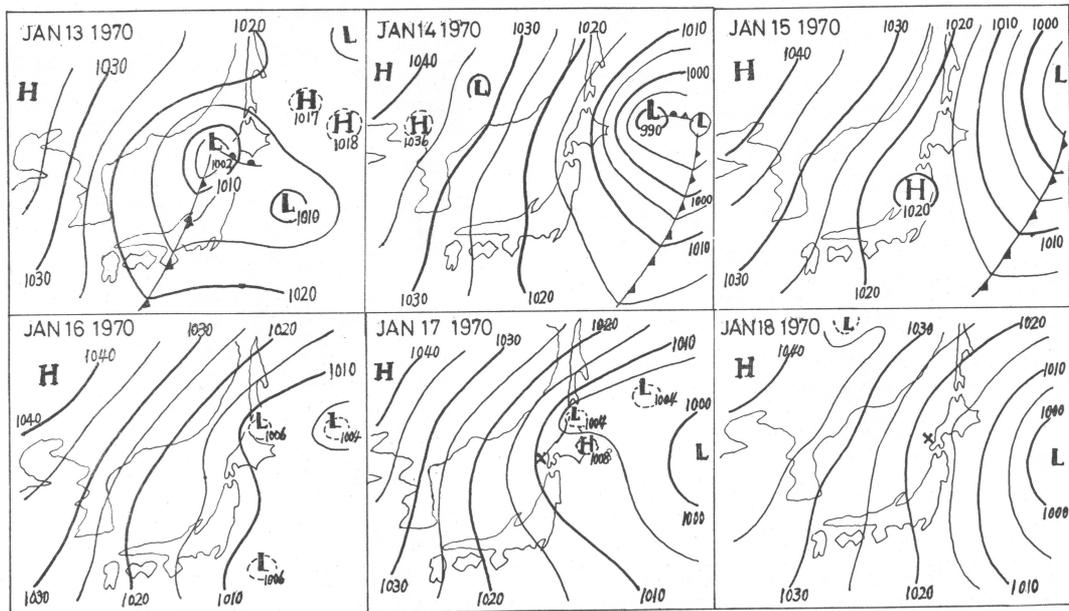
第2図 寿都の風速日記紙(昭45年1月17日～18日)

々東になっている。これはメソトラフが通過中であることを示し、メソリッジが到達している21時頃強風が吹いていることになる。このメソ系ならびにそれに伴う一時的強風が、上層の寒冷渦とその移動に密接に結びついて

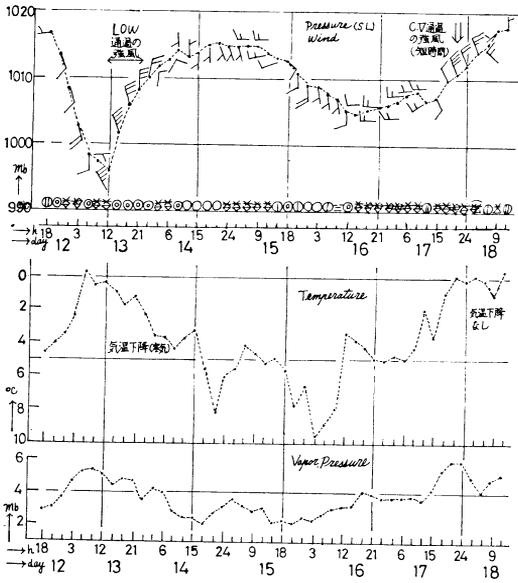
いることは(3)、(4)に明らかにする。なお第4図の下の気温と蒸気圧の変化を見ると13日に風が吹き出すと気温と蒸気圧は下り傾向になっているから寒冷前線の通過があったことがわかるが、17日夜の場合は北風が強くなっても気温と蒸気圧は上り傾向を示しているので、さきのメソ系は寒冷前線の通過とは受けとれない。また風向、気圧配置からみると温暖前線とも受けとれない。17日夜の一時的強風は前線では説明できない。

(3) 上層の気温と風向の変化

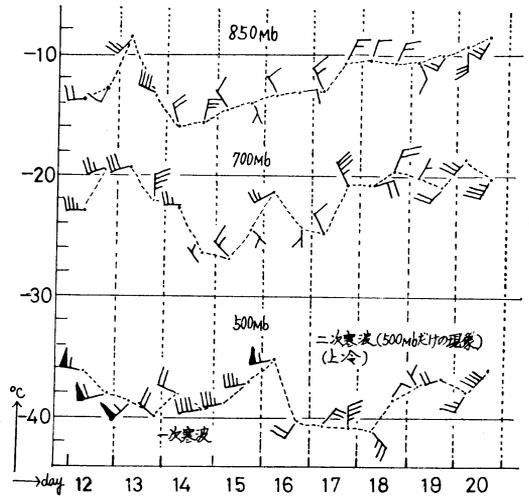
この事故の発生する前後の札幌上空の気温と風の変化を示すと第5図のようになる。850mb, 700mb, 500mbと3本の線で示したのは各層により気温、風の変化が異



第3図 昭45年1月13日～18日の3時地上天気図



第4図 昭45年1月12日～18日寿都の観測値 (3時間毎)



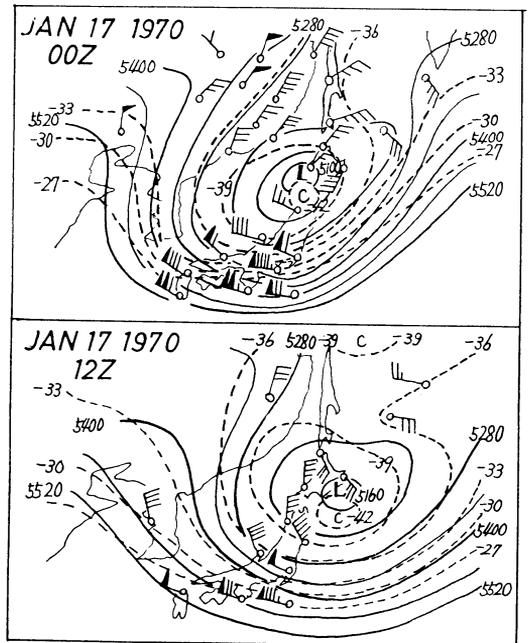
第5図 昭45年1月12日～20日札幌上層風と温度 (9, 21h)

なるからである。850mb面における変化を見ると、14日の低気圧の通った直後に気温は急降し北風が強くなっているが、その後の気温は上昇し風も弱くなっている。700mbにおける状態を見ると850mbとは違っており、気温の下っているのは14～15日と16～17日で2回ある。そして17日21時は北風35ktと強くなって、700mbの変化傾向は地上とは異なる。500mbでは700mbより一層はっきりしており、気温の低下は二回あって17日の低温の方が14日より著しい。そして17日21時は700mbと同様に北風が強くなっている。これら3本の線で示す各層の変化では500mb付近では下層の850mb面以下に現われない変化が起っていることを示す。この変化は寒冷渦が通ったからである。寒冷渦は海上に出ると下層は暖たまって消滅するが高い所ではしばらく残存するので、この図で示すように高い所程鮮明に現われる。

17日21時に700mbと500mbの風が北に変わって強くなっているのは上層の寒冷渦が通過したことを示すもので500mbの上層天気図を見るとはっきりわかる。

(4) 500mbの寒冷渦

第6図の500mb上層天気図を見ると強風が吹き出す前の17日9時には寒冷渦は津軽海峡西にある。このため稚内、札幌は北東風になっており、根室は南西風、秋田は北西風で一つの渦を作っている。この寒冷渦は17日21時には津軽海峡の東方に進んだので、札幌と秋田は渦の上

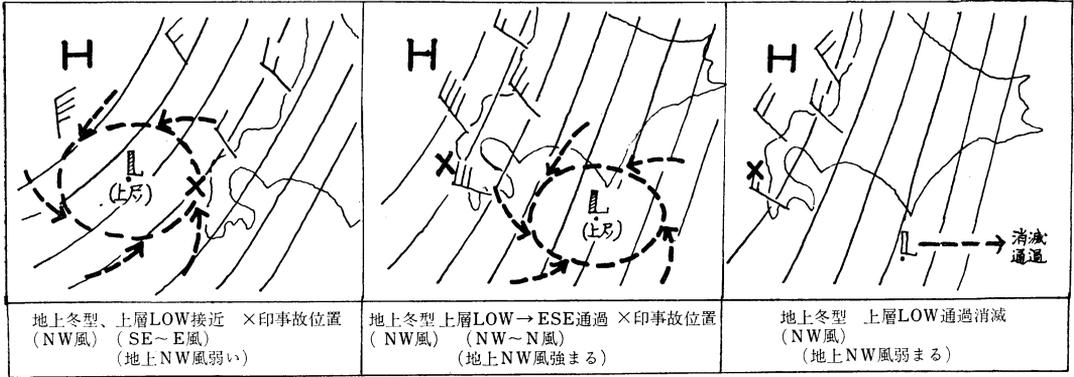


第6図 昭45年1月17日の500mb天気図 (9, 21h)

空の風向が北になるとともに、地上では一時的な強風が吹いた。

(5) 強風の吹く機構

今回の一時的な北よりの強風は、地上におけるメソリッジの到達、ならびに上層の寒冷渦の東方への移動と時期を同じくしていることは先に述べた。第7図は上層の

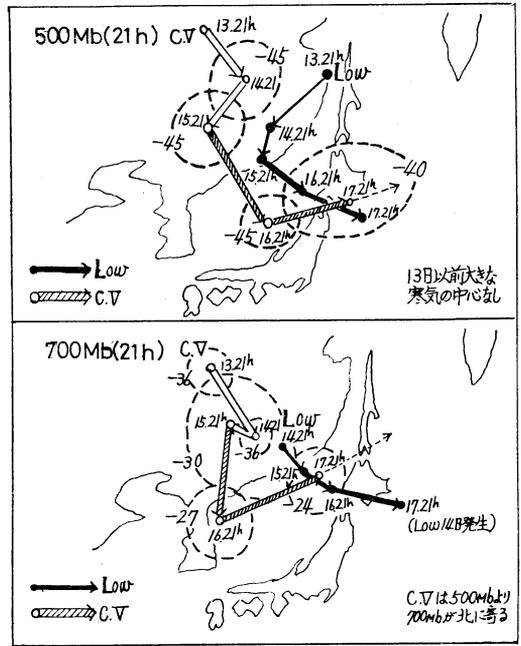


第7図 地上風と上層風

寒冷渦の位置と地上風の分布を模式的に示したものである。このような状態において強風の発生機構を考察する。この上層渦の場合でも、総観規模のトラフ・リッジに伴う発散・収束が期待され、その前面では上層の発散・下層の収束、後面では上層の収束・下層の発散が考えられる。上層渦の前面の地上部分では、下層の収束に伴うトラフ、後面では発散に伴うリッジが生成される。なおこのトラフの発生には、季節風がゆるみ、北海道内陸に高気圧が発生し、その後面の海面上において、顕熱、潜熱の補給が行なわれ、特に下層大気が昇温する効果も加わっているものと思われる。メソリッジに伴う強風は第4図の寿都の気圧自記紙から見られる気圧傾度のみでは説明できないが、寒気が海面から熱の供給をうけ不安定化し対流が発生する。そのさい対流雲の前面で上層から空気が下降し風が強くなることが考えられる。このこととまた上層の寒冷渦が台風に比し小さく、それに伴う地上におけるメソスケールの発散域が狭いため、強風が狭い区域に短時間しか吹かないことになる。

4. 寒冷渦の移動

このように短時間に狭い区域に吹く強風の原因となる上層寒冷渦の進んでくる模様を示すと第8図になる。500mbと700mbで少し異なるので両方を示す。太い実線は渦の中心の移動を、細い2本の線は寒気中心の移動を示す。850mbを略したのは、この高度では寒冷渦は陸上だけで、海上に進むと急に消滅してしまうからである。先づ500mbを見ると13日に樺太の西方に発生した渦が14日には宗谷海峡の西方に南下し、その後ゆっくり南下し15日には沿岸州南部にある。16日になると速度をはやめながら東進し渡島の西に、また17日には北海道の南東沖に進み、その後消滅している。この渦の動きで特



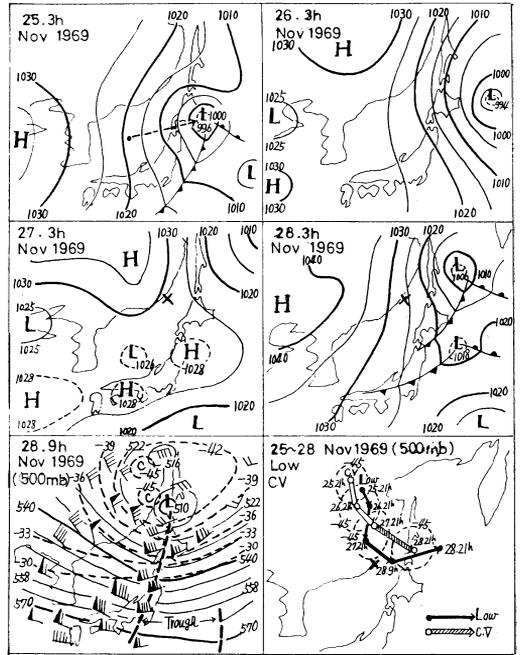
第8図 昭45年1月13日~17日 500mb, 700mb の低気圧, 寒冷渦 (C.V.) の経路

徴のあることは13~14日は速く、14~15日は遅く、15~16日、16~17日とは再び速くなったことである。13日から14日にかけて上層の寒冷渦が早く動くとともに、北海道付近の低気圧は急速に発達している。14日から15日にかけて、低気圧は急速に北東進し、カムチャッカの南に去り、寒冷渦は大陸の沿岸に置き去られて移動は遅くなった。また寒冷渦は15日~16日再び早く移動し始め、地上においては本州の東側にある谷が深くなっている。この

寒冷渦の移動が局地的強風のきっかけとなった。一般には低気圧の後面（西側）の上層には寒冷渦があって低気圧の東進と共に移動することはよく知られているが、再び動き出す時は予報者が注意しないことが多いので、着氷事故などが起こると原因不明の事故とされることがある。図の中で渦と寒気の進路を15日以前、以後に区別して示したのは、渦や寒気の動きが一様でないことを明示するためである。また700mb面上の渦と寒気の進路も同様に示してあるのは高度により進路が幾分違うことを示すためである。海上に出ると700mb面上の方が500mb面より北より渦のボケ方が早い。

5. 上層の寒冷渦による事故の例

(1) 昭和44年11月27日夜の第三幸栄丸（96t）の場合
 沿海州のベルキナ岬の南東沖 50km の海上で操業していた第三幸栄丸は27日21時の定時連絡を最後に消息を断ち乗組員11名は死亡した。27日夜の現場付近の海域は風速 10m/s で比較的穏やかだったが、寒さは零下 10℃ と厳しく、船体に氷が着きやすい状態だったことから小樽海上保安部では「着氷によって SOS を出す暇もなく転覆したとの見方をしている。」と伝えられた。この例の場合は風はあまり吹かなくても起こる着氷事故と見られているが、上層寒冷渦の立場から見ると短時間に狭い区域に強風が吹いて着氷事故になったようである。第9図はこの事故の発生する前後の地上天気図と事故の発生したと思われるころの 500mb の上層図と寒冷渦の動きを示す。地上天気図では25日に北海道付近を低気圧が東北東に進み、26日と27日は日本海北部の事故現場（×印）付近は低気圧はもちろん前線もなく、風もあまり強く吹いたとは思われない。28日になると樺太の東に 1006mb の低気圧が発生しているが事故の位置から遠い。事故は27日の夜に発生したのに27日の天気図からは強風の吹くことは予想できない。次ぎに28日9時の 500mb 上層天気図を見ると寒冷渦の中心は樺太南部にある。渦の進路を見るとシベリヤ東部から南下して来て、27日の夜は事故現場を通り28日に樺太南部を通りオホーツク海に抜けている。事故はこの寒冷渦の通過の直後に起こっている。寒冷渦の通過の直後は前記例で示したように局地的に短時間の強風が吹きやすいので第三幸栄丸は強風のために沈んだと見られる。強風と言っても 10~15m/s くらいであるから着氷現象は起こりやすい。この事故は単なる着氷でなく、寒冷渦の通過→強風→着氷の経過をとったものと筆者等は判断する。寒冷渦の通過と風の間接的な関係を見るために稚内の資料を使って示すと第10図のようになる。図

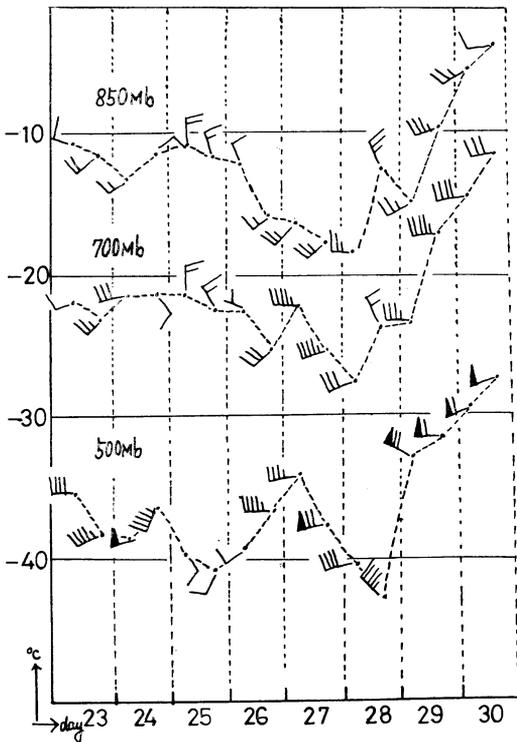


第9図 昭44年11月25日~28日地上および500mb 天気図と低気圧、寒冷渦の経路

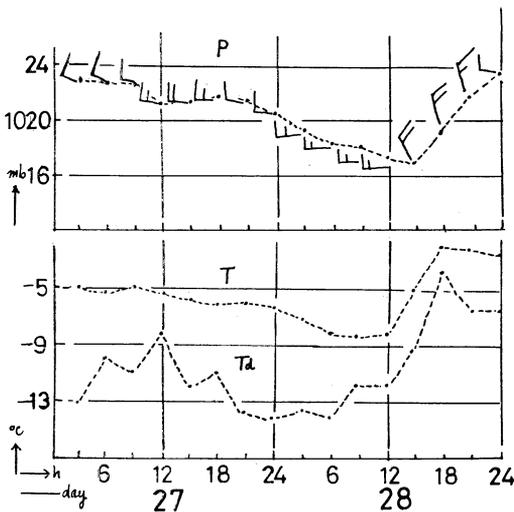
の上段はゾンデの資料であるが500mbの変化を見ると25日と28日に下っており、風向も25日は南よりから西風になり、27~28日は西南西から北西に変わっており、寒気の通過を示し、後者は明らかに寒冷渦の通過を示している。下段の図は稚内の気圧と風、気温と露点温度の変化を示す。28日の午後には西風から北風になり20ktくらいの強風になっており気温と露点温度は共に上昇している。上層の寒冷渦が通過すると北日本では地上気温が昇温することが多い。ここで稚内の資料を使ったのは沿海州のベルキナ付近の資料がないためである。沿海州沿岸は地形の関係で稚内より北風は吹きやすいようなので一時20kt以上の風が吹いたと思われる。

(2) 昭和42年1月30日の南樺太西沖の著しい着氷

この例は事故は発生しなかったが著しい着氷が起こった例である。第11図の地上天気図を見ると29日から30日にかけての樺太西側は低気圧や前線の通過はなく割合穏やかと見られる。それで風力5位（10m/sec）のあまり風の吹かない場合の着氷としてあげたものであるが500mb面の天気図では、29日樺太の北方にあった寒冷渦が30日には樺太の東側に進んでいる。このため樺太・北海道の上空は西風から北西風になってやや強くなっている。



第10図 A図 昭44年11月23日～30日稚内上層風と温度(9, 21h)



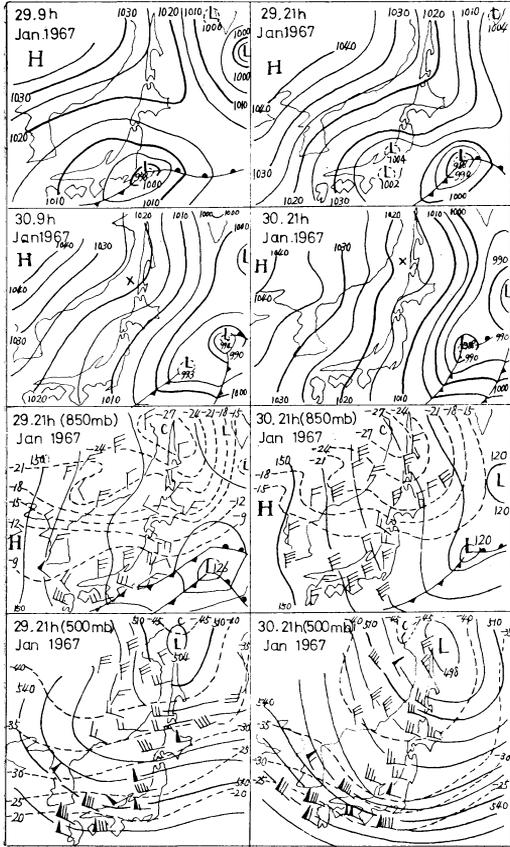
B図 昭44年11月27日～28日の稚内地上気圧・気温・露点温度

天気図上の資料では風が弱く報告されても、このような上層風の変化の時に船の付近で10m/sec以上の風が吹いたと思われる。850mb天気図では寒冷渦は見られず、寒気を中心位置は29日と30日とほぼ同じで、ただ風だけが29日より30日の方が強くなっている。従って850mb面では風向、風速の変化を予想するのは困難である。500mb面ならば渦の移動から北風に変り風が強くなりそのようなことは予想できる。筆者らが500mb面上の寒冷渦を強調するのはこのような理由による。29日の850mbと500mb天気図を比較すると南端太近海の風は850mbでは北風、500mbでは西風で風向が異なる。30日の850mbと500mbでは両方とも北よりの風である。30日に見られるように寒冷渦が通過し、上層と下層の風向が一致する場合海上の風が強くなる場合が多い。さきにも述べたように寒冷渦付近では海上において気層が不安定となるのも風速が増加する一因と考えられるが、風の息も大きくなり波の飛沫を上げ易くするので着氷現象を促進する。

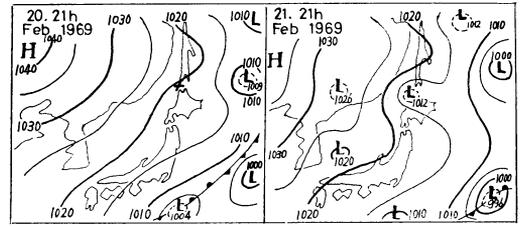
(3) 東風でも着氷事故が発生

(昭和44年2月22日宝来丸96t)

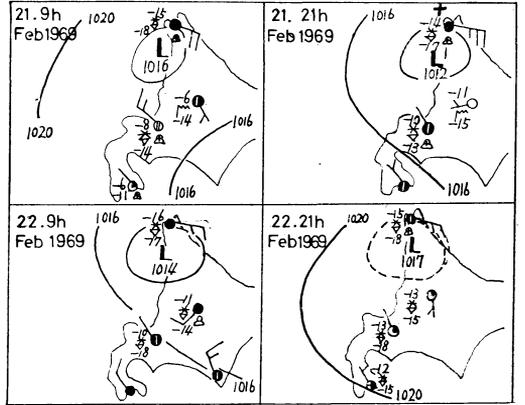
上層の寒冷渦の通過後の着氷は北-西風で発生するが、稀ではあるが東風の時の着氷事故は寒冷渦の接近しつつある時に発生する。2月22日の0時20分ころ、稚内のノサップ岬沖25kmの地点で帰港中の宝来丸が激しい着氷のため沈んだ。この時の天気図を見ると第12図の上段A図のようで、前日の20日21時と、事故の発生した時刻に近い21日21時の天気図を比較すると大きな気圧配置の変わりはないが、21日の夜は稚内付近に小さな低気圧が発生した。このため事故の気象的原因はこの小低気圧であるとされているが、この小低気圧が原因とする問題がある。この小低気圧は21日から23日まで引続き稚内付近にあるので、事故はもっと続いて発生してもよいはずであるのに事故は宝来丸だけであった。これは小低気圧だけの原因ではない。第12図の中段B図の21日9時から22日21時まで4枚の局地天気図で小低気圧の変化を見ると、21日9時は1016mb、21日21時は1012mb、22日9時は1014mb、22日21時1017mbで21日21時の1012mbが一番低い。事故は小低気圧の中心の気圧が一番下ったところに発生している。また稚内の風を見ると21日9時東南東20kt、21日21時東南東25kt、22日9時東南東15kt、22日21時東南東15ktで、21日21時ころが一番強い。着氷は25ktくらい(12~13m/s)の風の時一番発生しやすいので、このころ事故が発生したものと思われる。もっと強い風が吹いて着氷するのであれば風の子報もしやすいが、15~20



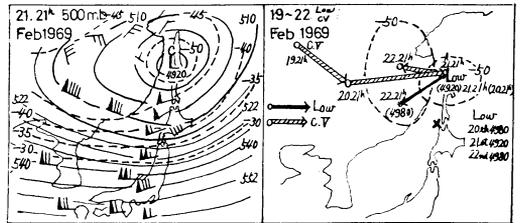
第11図 昭42年1月29日～30日地上および850mb, 500mb 天気図



A



B



C

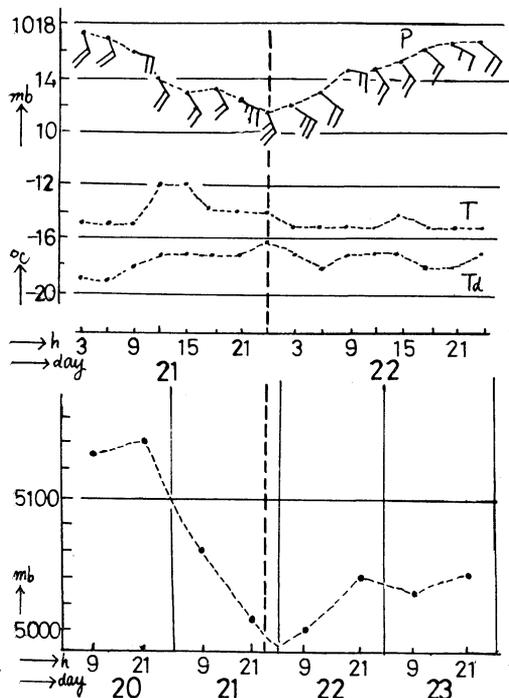
第12図 昭44年2月20日～22日地上および500mb 天気図と経路

kt くらい風の強さが25kt前後に強まるといった小さい変化を予想するには地上天気図だけではむづかしい。第12図の下段C図は事故の発生したところに最も近い上層500mbの天気図である。この図を見ると寒冷渦が樺太中部にあるので、稚内付近では空気は不安定で対流の発生しやすいことがわかる。そしてシベリヤから来た寒冷渦の経路図を見ると前の2例と異なり、樺太中部から逆に西進して大陸に戻っている。稚内の風が事故の発生した時刻の前後だけ25ktに強まり、その前と後が弱くなっていることは第13図Aを見るとわかる。第13B図500mbにおける稚内の21日から22日にかけての風の資料、すなわち21日21時、南西50knot、22日9時、北北西15knotであることから類推すると、この間において、上層トラフ前面にある強い発散場の（メソスケールの気圧下降場）の存在が示唆される。これは13A図の上段にある地上気圧の記録に見られる事故の起こった時刻に近い22日0時頃が最低気

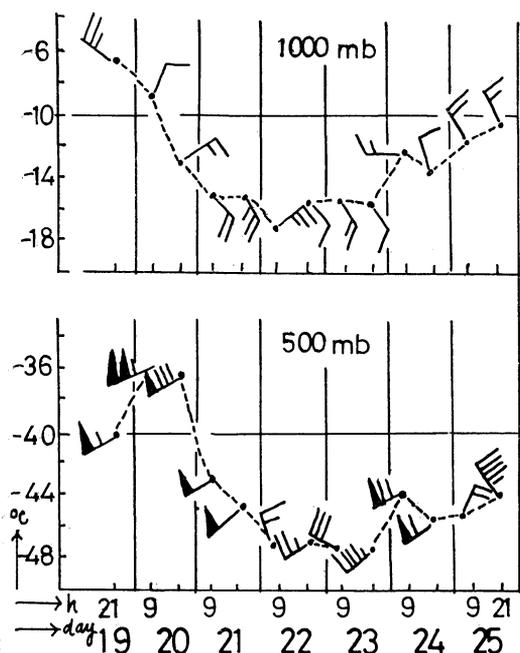
圧となっていることと符合している。

しかし稚内上空を通過した寒冷渦は21日21時に示される寒冷渦の分裂した一部であって、東に進むとすぐ消えたので22日21時の渦は逆に西進したように見えるものと思われる。この点についてはもっと資料を集めて検討する必要があるが、今回はただ最低気圧の起時が21日21時と22日9時の間に起こったという判断が必要なのである。

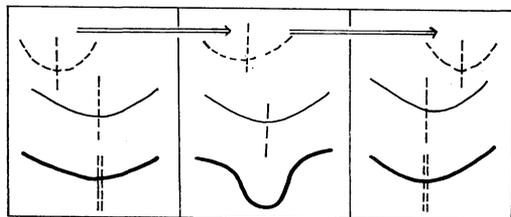
第14図は稚内付近に発生して停滞した小低気圧と上層の寒冷渦の組合せをモデル化したものである。上部の破線は上層の寒冷渦に伴うトラフである。下部の太い線で示したのは、地上における気圧場である。左端は小低気圧が停滞している所へ西の方から、上層のトラフが東進



第13図 A図 稚内地上気圧・気温・露点温度と500mb高度(昭44年2月20日~23日)



B図 稚内上層風と温度(昭44年2月19日~25日)



第14図 上層低気圧の移動による小低気圧の強弱

してきた場合である。このトラフがどの程度西方に到達すると、地上において最低気圧となるかは資料が少ないため明らかではないが、一応第14図の中間の図のとき最低気圧となると考える。この状態が21日夜半前後に相当する。このため小低気圧その北東側で東風が最も強くなる。右側の図は上層トラフが通過した場合で、上層層の西側の収束に当る地上低気圧の示度は浅くなり東風は弱まる。これは22日9時の状態である。天気図上の寒冷渦の動きを見ると西に戻っているので、右側の図でなく左側の図に戻ったと見てもよい。要するに21日夜半前後に稚内付近において、風がやや強まったのは地上に停滞する小低気圧が、上層の寒冷渦の移動と共にある時点において最も深くなったことによる。したがって風速がやや強くなることを予想するには上層の寒冷渦を追うことが必要になる。

6. 結び

発達した低気圧の進行に伴って上層の寒冷渦が移動し、その通過する頃地上、特に海上で風雪が強くなることはよく知られている。しかしこの調査で述べるように低気圧と離れた寒冷渦が動き出し、海上で局地的な強風を吹かせ漁船の事故を起こし易いことはあまり知られていないので報告する。地上資料が充分でないため上層の寒冷渦とメソスケールのトラフ、リッジの関連については第1例(波島丸)と第4例(宝来丸)について概括的に触れる程度に留った。第2例(第三幸栄丸)および第3例についても寒冷渦の移動がメソスケールの気圧系を伴っており、これが一時的強風の原因となったものと考えられる。海上において下面からの熱の補給がメソ低気圧あるいはトラフの発生に関係している。また対流の発生が一時的強風の誘因となっているものと思われる。

なおこの種寒冷渦の調査には850mb天気図では不可能である。この寒冷渦による海上の強風は、北海道および南樺太近海に現われやすい現象である。

文 献

- 1) 粕谷光雄, 1969: 船体着氷を起ししやすい気圧配置について宗谷地区海難防止連絡協議会・日本気象学会北海道支部共催講演会資料.
- 2) 沢田照夫, 1966: 千島海域における船体着氷予

報の一方法. 研究時報, 18, 665-673.

- 3) 沢田照夫, 1969: オホーツク海の船体着氷, 気象研究ノート, 第101号. 492-497.
- 4) 三輪健治, 1969: 海難と西岸小低気圧について, 昭和44年度北部管区気象研究会誌. 146-149.

(以下 349 ページの続き)

これらは「科学を産業・国民生活に反映・浸透させる」という任務を改めて重視するもので, 第8期にまとめた「1970年代以降の科学・技術」の継続の発展であるといってもよい.

「考え方」は, 各種委員会の平等性, 一体性, 特別委員会の性格(臨時, 緊急), 研連の任務, 整備, 方針を明示し, 今後の機構改革の原則を示すものである.

「措置」は, 前記「要綱」の審議課題に対処し, 「考え方」の方針に従って10特別委員会を設置したが, さらに, 各種委員会の検討については, 関係学・協会とも連絡し, 第62回総会までに検討を行なうことを定めている.

3. 沖縄問題について

沖縄県在住科学者を代表するオブザーバーから日本学術会議に対する卒直な意見, 要望, また沖縄の科学者や大学のきびしい実状がのべられ全会員の襟を正させた. こうして沖縄の復帰にともなう措置として提出された3

提案(「日本学術会議会員選挙規則の一部改正について」, 「沖縄統治関係資料の保存・利用等について」, 「沖縄復帰に伴う日本学術会議の諸事業遂行に必要な予算に関する特別措置について」)が満場一致で採択され, 後2者は政府に申し入れることになった. なお, 今後ひきつづき検討すべき重要課題があるため沖縄問題特別委員会(沖縄の科学者1名を含む)が設置された.

4. 国際学術交流について

国際学術交流, とくに日中学術交流の強化について, 学術交流委員会と原子核特別委員会から, それぞれ提案がなされたが, 審議の結果, 日本学術会議の国際学術交流五原則を確認した学術交流委員会の原案に, 朝鮮民主主義人民共和国との学術交流強調と, 学・協会等の意見もきき, 日中学術交流は, 学術会議が中華人民共和国の中国科学院を相手として促進に努力し, 中華人民共和国を国際学術団体に加盟させるための努力をはらうなどの点を加えた修正案が多数で可決された.

第19回風に関するシンポジウム開催要領

1. 期 日: 1972年11月22日(水) 9時30分

2. 会 場: 気象庁講堂

東京都千代田区大手町1-3-4

電話 212-8341 (代表)

地下鉄: 竹橋(東西線), 大手町下車

3. 共催学会: 地震学会, 土木学会, 日本海洋学会, 日本気象学会(幹事学会), 日本建築学会, 日本航空宇宙学会, 日本地理学会, 日本農業気象学会, 日本林学会

4. 講演申込締切期日: 1972年9月30日(土)

5. 講演申込方法: 9月30日までに題目, 講演者氏名(連名の場合は講演者に○印をつける), 勤務先, 連絡先, スライド, 図面等の有無を明記し, 学会事務局宛お申し込み下さい.

6. 講演時間: 1講演15分程度

7. その他: シンポジウムの前刷集は作成しませんのでご了承下さい. なお, 講演者が各自プリントのうえ, 会場で参加者に配布されることは差しつかえありません. 終了後, 懇親会を開きますので多数ご出席下さい.