



Title	網走における流氷終日予報について
Author(s)	田畑, 忠司
Citation	低温科学, 9, 149-157
Issue Date	1952-12-30
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/17531">http://hdl.handle.net/2115/17531</a>
Type	bulletin (article)
File Information	9_p149-157.pdf



[Instructions for use](#)

Tadashi TABATA 1952 On the Prediction as to the Last Date of Disappearance of Drift Ice at Abashiri in the Southern Okhotsk Coast of Hokkaido. *Low Temperature Science*, 9. (With English résumé p. 157)

## 網走に於ける流氷終日の豫報について\*

田 畑 忠 司

(低温科学研究所 海洋学部門)

(昭和27年8月受理)

### I. 緒 言

近年の定常時系列の解析に関する理論の長足の進歩に伴つて、種々の気象要素の予報にも新しい週期分析の方法が採用されつつある。その目的でいろいろの方法が発表されている中でもつとも厳密なものとして知られているのは N.Wiener<sup>1)</sup> の理論であるが、この理論によつて實際の予報値を求めるには尨大な手数を要するので、筆者は之と本質的には全く同じである、故今堀克巳教授の調和解析による方法<sup>2)</sup>を用いて、網走の流氷終日の予報を試みた。

北海道オホーツク海岸は毎年1月上旬頃より沿岸近くの海が氷り始め、その後間もなく沖に流氷が現われる。これらの流氷及び沿岸近くに来た所謂沿岸結氷はある時には海面を見渡す限りの氷の原と変え、又ある時にはくだけて岸から離れたり、再び岸に寄せたり極めて複雑な運動をし、3月頃から急激に減少し乍らも遅い年には5月頃迄も存在することがある。したがつて冬季これらの流氷の卓越する期間は沿岸海上航通及漁業は殆ど停止される。しかもこの結氷の始まる日及び流氷の終りになる日は——殊に後者は——その年により著しく異なつてゐる。従つてこれらの初日及終日を予め知ることが出来ればこの地方の漁業、航行に役立つ所が多いと考えられる。

多くの年には北海道オホーツク海岸では沿岸の海水の氷り始めた日即ち結氷初日は流氷が沖に始めて現われた日即ち流氷初日より早く起る。しかも沿岸結氷が始まれば航行は停止されるので結氷の初日を予報することが出来れば航行不能になる日を知り得たことになる。この結氷初日は福富教授の研究<sup>3)</sup>で予報することが出来るし、又實際には年による違いはあまり大きくないので筆者の場合には取上げなかつた。

流氷の終日とは沿岸から見て視界に再び氷の現われなかつた日を言う。従つてこの日は沿岸近くについてのことで沖の状態をそのまま忠實に示すわけではないが沖の氷の状態に関しても大凡

\* 北海道大学低温科学研究所業績 第160号

昭和27年4月9日 日本海洋学会年会(東京)に於て発表

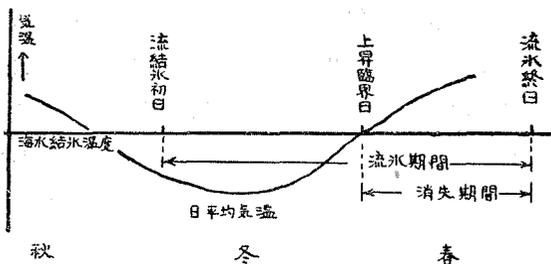
の目安を與えると考えることが出来る。流氷終日は恐らく冬のおホーツク海及其の周邊の寒さ、したがつて海に出来る氷の量、融氷期の風向、風速及日射の多少、気温の上昇の様子等に影響されるのではないかと考えられる。しかし本邦に於ては僅かに網走、根室兩測候所及舊沙那測候所による流結氷初日及流水終日に関する貴重な報告<sup>4)</sup> 以外には結氷期、融氷期のオホーツク海及其の周邊の気象、海象要素、結氷状態に関する観測は殆どない。したがつて流水の終日に関する研究も少く、僅かに須田博士<sup>5)</sup> による網走、沙那に於ける流結氷初期及終期と同地のその月の平均気温との相関関係についての研究、及び福富、楠<sup>6)</sup> 兩氏によるオホーツク海南部の流水終期に関する研究があるにすぎない。後者は1892年以降44年間に網走、根室兩測候所で観測された上記の資料及び同地の気温、風向、風速の資料により統計的に網走の流水終期を示す式として

$$T_A = t_A + 1,37\sqrt{\Sigma\theta_A} - 2,0 V_A + 5,0$$

を得た。此所に  $t_A$  は上昇臨界日（春になつて日平均気温が上昇して海水の結氷温度に到達した日）、 $\theta_A$  は日平均気温の絶対値（海水の結氷点を基準としたそれ以下の気温）、 $V_A$  は海岸線に直角に沖に向つて正をとつた3月中の平均風速の成分である。この式による予報では即往の資料を用ひて比較した結果は±10日の誤差で適中する確率が73%で可成り良い予報率である。ただ少なくとも上昇臨界日（平均3月24日）にならないと予報日を知り得ない欠点があるので新たに前述した方法により予報を試みた次第である。

## II. 豫報に際しての基本的な態度

北海道オホーツク海岸に於ける結氷初日、流水終日、と日平均気温との關係を示したのが第1圖である。即ち時間的に述べれば秋に気温が次第に下つて日平均気温が海水の結氷温度になつて



第1圖 流結氷初日、流水終日と日平均気温の變化との關係

から間もなく結氷初日又は流水初日が現われる。春になつて気温が上昇して再び結氷温度になつた日を福富、楠兩氏<sup>7)</sup> にならい上昇臨界日と呼ぶ。その後程なく流水終日になる結氷初日又は流水初日（以後流結初日と呼ぶ）と流水終日の間を流水期間と言ひ又上昇臨界日以後には理論上は氷が出来ない

で消失するばかりなので上昇臨界日と流水終日との間を消失期間と呼ぶことにする。この流結氷初日及び終日については1892年以降網走、根室及び舊沙那測候所で観測された資料があることは前記のとうりである。そのうち網走に於ける流結氷初日、上昇臨界日、流水終日、流水期間及び消

失期間の1892年以降の平均値は夫々1月15日、3月24日、4月21日、96日及び27日である。それらの年による変化を示したのが第1表及び第2、3図である。

第1表

年次	流初結氷日	流水終日	流水期間	上臨界昇日	消失期間	年次	流初結氷日	流水終日	流水期間	上臨界昇日	消失期間
	月日	月日	日	月日	日		月日	月日	日	月日	日
1892	I 19	IV 22	102	III 22	31	1923	I 4	IV 1	88	III 12	20
93	7	24	103	14	41	24	14	20	93	20	21
94	23	14	82	20	25	25	16	V 3	103	31	33
95	24	24	81	25	30	26	25	21	117	25	57
96	14	10	88	26	15	27	23	IV 20	88	22	22
97	6	24	109	IV 7	17	28	20	15	87	21	25
98	5	20	105	III 30	21	29	13	V 7	115	21	47
99	21	17	87	26	22	30	30	8	93	18	23
1900	10	30	112	30	31	31	15	IV 5	111	24	42
1	22	8	77	19	20	32	29	IV 5	68	28	8
2	10	3	84	21	13	33	22	5	74	31	5
3	II 13	III 11	27	7	4	34	16	9	84	25	15
4	I 16	IV 9	85	22	18	35	23	III 13	19	13	0
5	6	V 8	123	31	38	36	9	IV 4	118	24	41
6	9	IV 25	107	20	36	37	24	IV 13	80	IV 2	11
7	16	20	95	23	28	38	9	13	95	III 17	27
8	3	24	113	20	35	39	13	25	101	28	28
9	9	13	95	22	15	40	14	23	101	17	37
10	25	25	91	23	33	41	23	23	91	26	28
11	3	V 2	120	25	38	42	7	III 31	84	16	15
12	30	3	95	22	35	43	19	V 13	115	20	54
13	前年 XII 22	4	127	20	45	44	8	27	141	IV 3	54
14	I 1	10	130	15	56	45	前年 XII 28	IV 10	103	III 22	19
15	17	IV 28	102	IV 1	27	46	I 11	15	95	27	19
16	8	20	104	III 26	25	47	17	V 9	113	29	41
17	10	13	94	25	19	48	3	IV 10	92	27	14
18	23	9	77	22	18	49	24	23	90	IV 10	13
19	14	26	103	19	38	50	14	30	107	4	26
20	23	3	72	11	23	51	9	III 31	82	III 16	15
21	26	21	88	27	27	52	23	IV 28	97	27	31
22	16	V 8	113	27	42	平均	I 15	IV 21	96日	III 24	27日

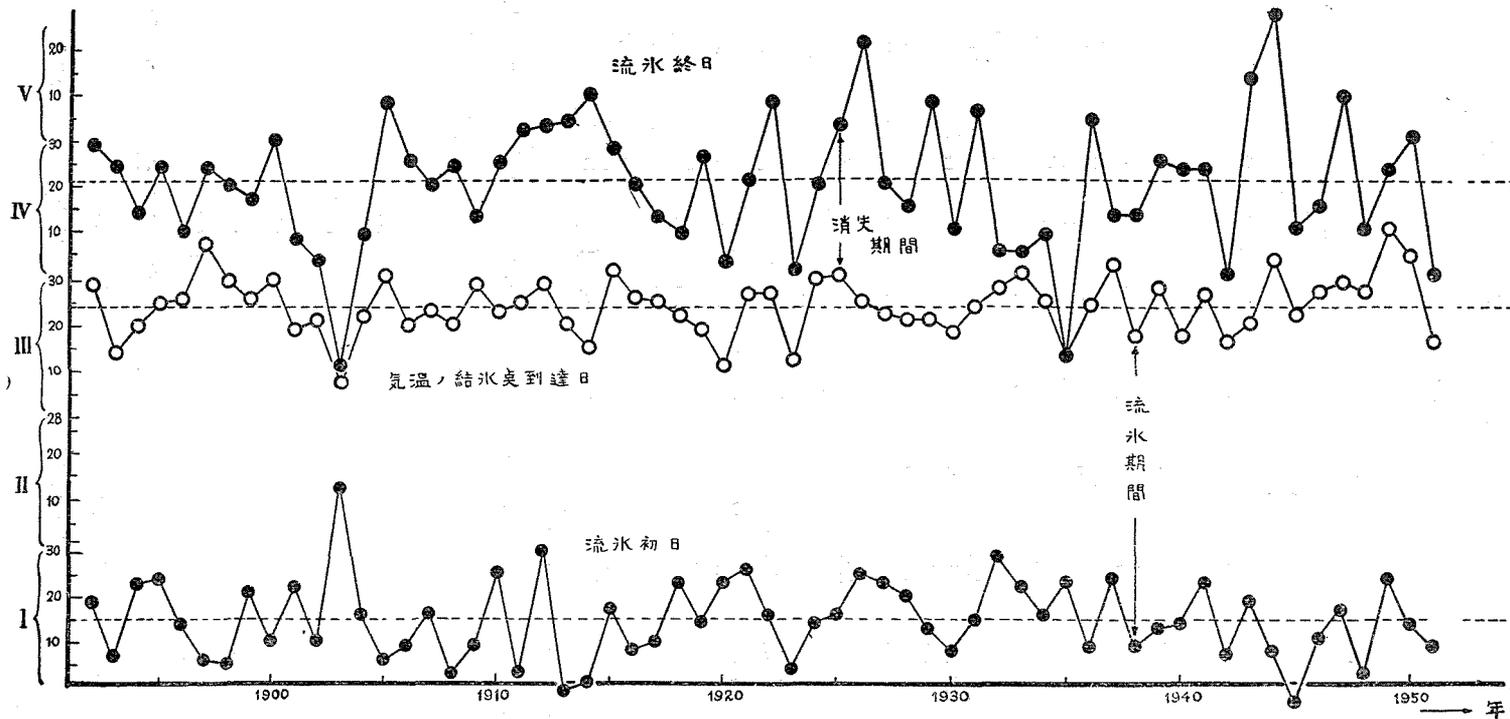
\* 一部の資料は低温科学第3輯に記載済み

第2図及び第3図を見て直ちに知れることは、これらの観測値の間には可成り良い関係があるらしいことである。その大凡の様子を知るために試みに相関係数を求めた結果は次のとおりである。即ち

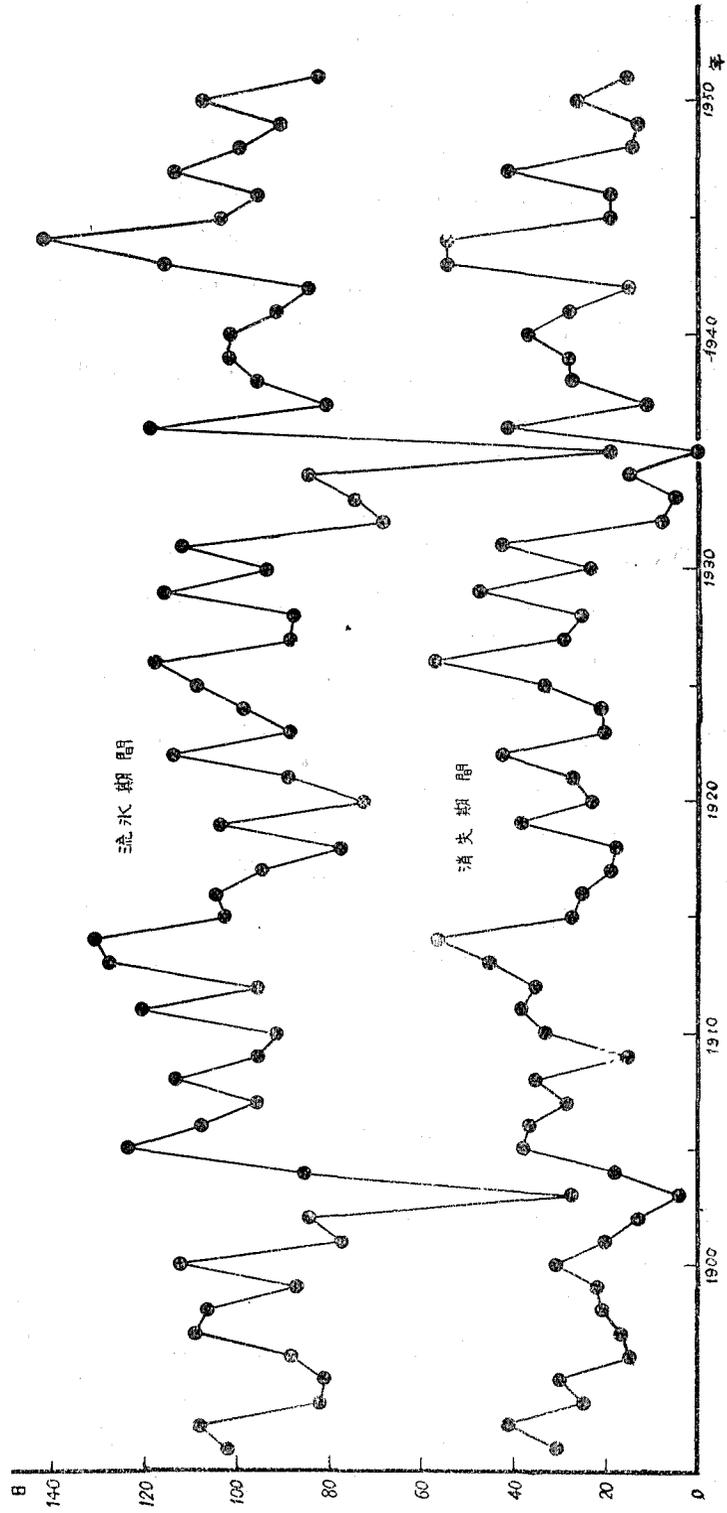
- イ) 結流水初日と流水終日  $-0,21$
- ロ) 結流水初日と流水期間  $-0,60$
- ハ) 流結氷初日と消失期間  $-0,24$
- ニ) 上昇臨界日と流水終日  $0,45$
- ホ) 流水終日と消失期間  $0,70$

現在では相関係数の定量的意味がはつきりしないので(相関係数±1及び0を除いては)この結果から定量的な結論は期待出来ないが次のことは容易に考えられる。

- (1) 一般に流水初日が早ければ流水期間及び消失期間は永くなり、流水終日はおくれる傾向がある。



第2圖 網走に於ける結流水初日、上界臨界日、流水終日の経年変化



第3圖 網走に於ける流氷期間, 消失期間の経年変化

(2) 上昇限界日が早ければ流水終日も早い様である。

(3) 消失期間が短かければ流水終日は早く来る。

以上三つのことから、流水初日を早くする様な気象及び海象条件は何等かの形で流水終日をおそくする様な影響を及ぼすことが想像される。即ち、流結氷初日は12月,1月頃の寒さのきびしさに大きく支配されるから、初冬の寒い冬はその冬中寒さがきびしく、したがって流水終日もおそくなるか又は初冬の寒さがきびしければそれ以後の寒さ如何にはあまり流水終日が影響されないかの何れかであろう。又(2)及び(3)より上昇限界日が早い、言いかえれば、春先になつて気温の上昇が早ければ流水終日が早くなるらしいことが考えられる。故に流水終日を統計的に予報するに当つても流水初日、冬の寒さ、春の気温の上昇等更に又氷をくだいたり、岸から遠ざけたりする働きをなすものとして風と海流を考えに入れて、それぞれの影響の及ぼす割合を考慮し乍ら多次元の予報を行えば良いことが痛感される。然し現在の所多次元の場合の予報については理論的にも充分には解決されていないし、上述した物理量についても前に述べた様に必要な観測値が殆どない。そのために筆者は次の様にして流水終日の予報値を求めた。

(1) 流水終日の観測値の系列のみを抜き出して予報値を求める

(2) 流水期間の長さの系列を外挿してその年の流水期間の長さについて予報値を求め、流水初日が観測された時にその期間を加えて流水終日を予知する方法

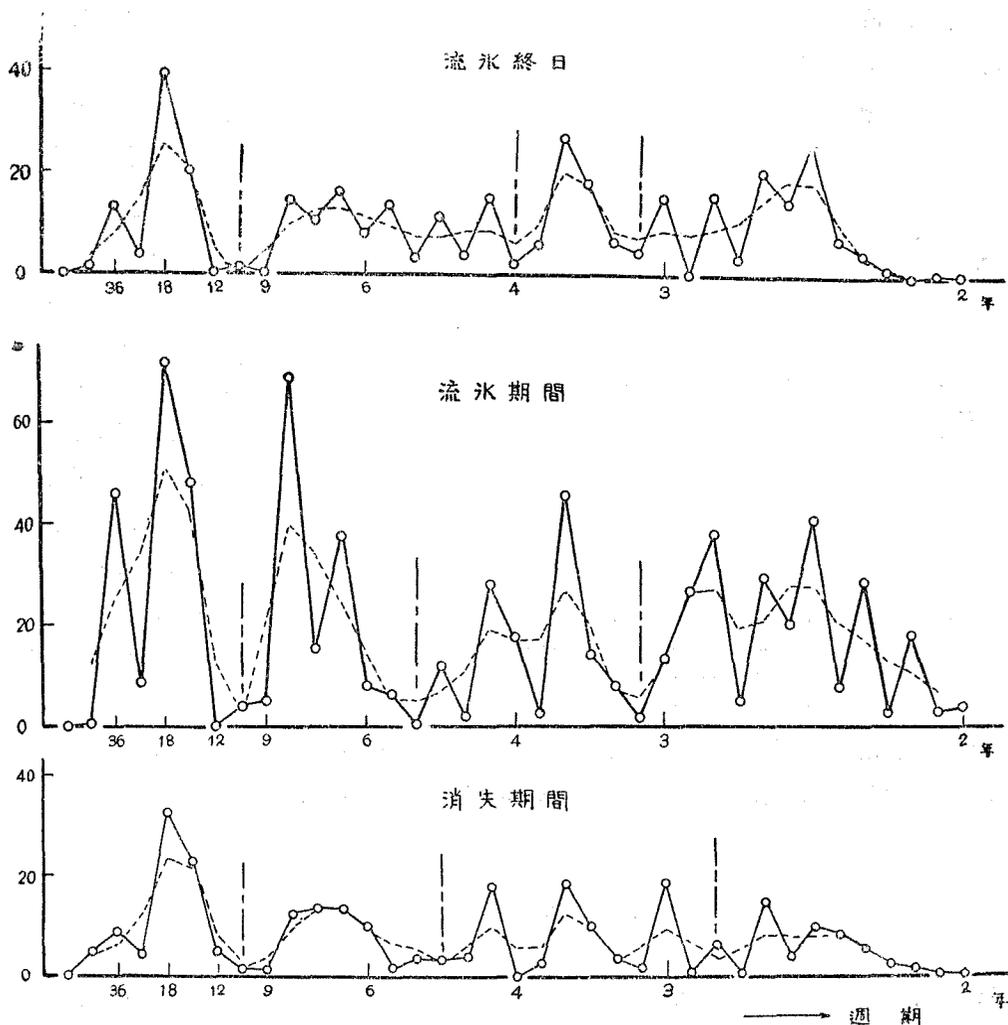
(3) (2)と同様に消失期間の長さの予報値を求めて上昇限界日が観測された時にその期間を加えて流水終日を予知する方法

以上三つの方法を次々に行つた。(1)の方法による予報値は例えば1年前でも知り得るし(2)による結果は大凡その年の1月中旬に、(3)による結果は3月の下旬に知ることが出来る。これらの三つの方法によつて得られた流水終日の予報値は計算に用いた近似計算の誤差の範囲内で一致することが予想される。又甚だしく食違ふ時には流水期間中に気象或は海象に特異な現象が起つたことを意味する。

### III. 豫報値の算出とその結果

予報値の算出は前に述べた様に故今堀克巳教授の調和解析による長期予報の方法を用いて上述した方針のもとに行つた。

着目した三つの母系列即ち、流水終日、流水期間、消失期間は第2,3図に示したとうりである。それらの基準振動を推定するために行つた調和解析の結果を第4図に示した。図からも知れる様に三つの母系列では何れも約18年位の週期をもつとも卓越しているほか大体同じ位の週期が表われているのが注目される。周波数分析に於ける分析時間と周波数の間に成立する不確定性<sup>9)</sup>のためにこれらのスペクトルの山を直ちに母系列の基準振動と考へて計算を行つても無意味なの



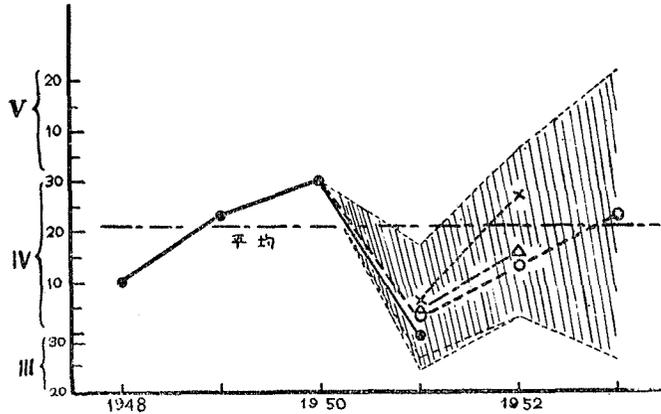
第4圖 網走に於ける流水終日、流水期間及び消失期間の Amplitude Spectrum

で、図中に点線で示した様に適当な加重平均を行つて同じく図中に縦の確線で示した夫々4つの基準振動を考えた。それらの基準振動の週期及び減幅常数 $\beta$ は夫々次表の如くなる。

		I	II	III	IV
流水期間	週期(年)	19,3 <sub>6</sub>	7,2 <sub>0</sub>	3,8 <sub>3</sub>	2,5 <sub>0</sub>
	$\beta$ (/年)	0,033	0,035	0,055	0,086
流水終日	週期(年)	18,7 <sub>0</sub>	5,6 <sub>9</sub>	3,5 <sub>1</sub>	2,5 <sub>6</sub>
	$\beta$ (/年)	0,030	0,087	0,027	0,069
消失期間	週期(年)	18,1 <sub>5</sub>	6,7 <sub>1</sub>	3,5 <sub>2</sub>	2,4 <sub>1</sub>
	$\beta$ (/年)	0,036	0,045	0,083	0,058

初期値は周波数分析に用いた系列の中の後半の36個を用いてその前をすべて零として72項の調和解析を行つて決定した

これらの基準振動の週期、減幅常数、初期値を用いて求めた夫々の予報値を用いて求めた流水



第5圖 網走に於ける流水終日の予報値及び Variance  
 黒丸...観測値 ○...第Ⅱ節(1)の方法によるもの  
 × ...同節(2)の方法によるもの  
 △ ...同節(3)の方法によるもの

終日の予報値は第5図に示したとおりであり、

流水終日によるもの

4月13日

流水初日+流水期間によるもの

4月27日

上昇臨界日+消失期間によるもの

4月15日

である。これを総合すれば、1952年の流水終日は大体4月20日頃で、その variance は±17日位ということになる。

又福富、楠兩氏の式を用いて予報を行うと今年の流水終日は4月20日となる。

尚この計算を終つた後に実際に観測された網走の流水終日は4月28日であつた。

#### IV. 結 語 及 び 吟 味

以上で筆者の行つた計算の結果を示した。結果から見て予報値と實測値の間には8日程の距りがあつたが、現状としては大体満足すべき結果と思われる。

予報された結果を見て先づ気の付くことは variance の大きなことである。このことは言いかえると、流水終日、流水期間及び消失期間は偶発的な要素に支配される部分が非常に多い現象であるということである。具体的に言えば流水は風に對して不安定なものであることにも原因する。例えば見渡す限りの氷の原が一夜沖に向けて強い風が吹いたために翌朝には全く見えなくなるということも珍らしくない。したがつて流水の末期の水量の少い海では流水が視界に現われるか又去つて行くかは風によつて左右される所が大きいであろうと考えられる。したがつて流水終日の予報を行うには別に風向、風速の予報もひつくるめて多次元の問題として予報を行うことの必要が痛感される。しかもその風は月平均とかいう風ではなく、半日かせいぜい数日間の平均の風が必要であらうと思われる。しかしこのことは上述した様に現在では實行出来ない。

この風による影響を少くするために又次の様に考えることも出来る。即ち水量が零になる日

— 流氷終日 — を予報しようとするから風は大きな因子として効いて来るが、実際には沖に多少氷があつても航行、漁業には大した差支えは起らないかも知れない。とすれば氷量がある値になる日例えば全海面の30%とか又は50%以下になる日の予報を行えば風に原因する variance は可成り減少するであろうことは想像に難くない。しかし本質的には予報値の variance が大きいということは以上に述べた様に風の影響を省略した他に、流氷の生成、消失に主役を演ずる冬の気温、春先の気温の上昇する様子等をも無視したことに原因する。

したがつて上に述べた様に流氷の量が實用上差支えないと思われる値に達する日の予報を冬の気温、春先の気温の上昇率、流氷初日、風等を考慮に入れて多次元の予報を行つて始めて充分満足出来る予報値を得ることが出来ると考えられるが次の機会に行つてみたいと思う。

又週期分析で得られたいろいろの週期のもつ物理的意味をも考えてみたいと思つている。

終りに臨み終始懇切な御指導をたまわつた故今堀克巳教授、福富孝治教授並びに資料を拜見させていただいた札幌管区気象台調査課長守田康太郎氏に厚く感謝の意を表する次第である。

#### 文 献

- 1) N. Wiener 1949 Extrapolation, interpolation, and smoothing of stationary time series, New York.
- 2) 今堀克巳 1951 調和解析による長期予報 (その1) 予報研究ノート, 2, 5号.  
同 上 (その2) 同 上 3, 2号.
- 3) 福富孝治 1950 海水の研究 (第3報) 沿岸海水の生成に就いての理論的考察. 低温科学, 3, 131.
- 4) 網走測候所 1929 流氷及び結氷報告 海洋時報, 2, 89.  
根室測候所 1929 流氷及び結氷報告 同誌 1, 61.
- 5) 須自曉次 関和男 1931 ベーリング海, オホーツク海及び近海各港の流結氷初終日. 海洋時報, 3, 679.
- 6) 福富孝治 楠 宏 1950 海水の研究 (第5報) オホーツク海南部沿岸に於ける流氷終期の一近似的予報法. 低温科学. 3, 159.
- 7) 5) に同じ
- 8) 今堀克巳 1949 音響分析 小山書店

#### R é s u m é

The long period forecasting as to the last date of disappearance of drift ice at Abashiri might be of importance for the navigation and the fishery in this district

The author calculated the predicting date using the new method of long period forecasting which has been developed by late Prof. K. Imahori.

The predicted date for 1952 was April 20th, while the actually observed date was April 28th. The agreement is tolerably good. The author hopes it might be further improved by the use of the multiple prediction method in future.