

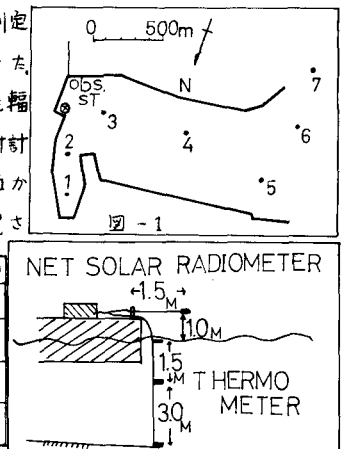
北大工 正員 佐伯 浩
東海大 正員 ○ 泉 湧
北大工 正員 尾崎 晃

§1はじめに、北海道のオホーツク海沿岸から根室半島に存する漁港、港湾は冬期間完全に結氷する。しかし、根室半島の太平洋側にある花咲港は不凍港と云われてきたが、港の外郭施設の整備に伴って結氷の範囲が広がってきた。前回の報告では主に、港内の塩分量と水温の鉛直分布、及び時間変化も調べることにより、港内海水の結氷温度及び港内海水と外海水との交流状況等を明らかにすると共に、海水温に、放射量が大きな効果のある事を述べた。今回は花咲港の水温変化を明らかにするとともに、FUNK示差放射計を用いてNETの放射量も求め、放射量及び熱損失係数を求めた。§2調査方法、調査は昭和47年8月から49年4月まで行なった。

測定項目は港内の水温分布、水温変化、塩分量及び港内の流況、平均流速の測定で、49年2月からは、示差放射計で4本の熱電対を用いて連続観測を行なった。図-1に観測Station 7点の位置が示されている。また同図中のObsは、示差放射計と水温及び気温の観測点である。観測方法と図-2に示す。水温、示差放射計共に、Pon-toonに固定されていて、放射計は潮汐の影響を受ける事なく水面から1mの高さに設置されている。また水温は表面と、-1.5m及び水深に設置されている。§3 結氷温度について、

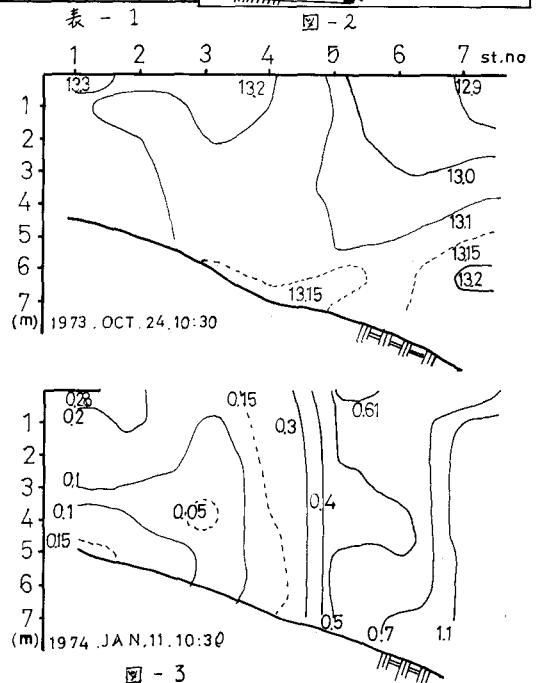
海水の結氷は、塩分量で決定される。ズーボフは結氷温度と塩分量の関係式を求めた。 $t = -0.054 \cdot S \dots (1)$ ここで、 t : 結氷海水温度(°C) S : 塩分量(‰)である。(1)式は一般に外洋海水の場合であるが、一応浅海の港内海水等にも適用できるとすると表-1

	港内(ST.123)		港外(ST.7)	
	塩分量(‰)	結氷温度(°C)	塩分量(‰)	結氷温度(°C)
10月	34.0	1.84	34.6	1.87
11月	28.8	1.56	29.0	1.57
12月	28.2	1.52	29.0	1.57



の如くなる。表にあるように、外洋の平均塩分量が35(‰)前後であるのに対し、冬期の港内は28.2(‰)とかなり塩分量が少ない。これは冬期には塩分量の少ない東カラフト海流の影響を強く受ける事と、港内に都市下水等が流入するからと思われる。とにかく花咲港における港内の結氷温度は-1.5°C付近と思われる。

§4 水温分布について、図-3, 3'に10月、1月の水温分布を示す。一般に夏期は港奥に行くにつれて水温は高くなるのに対して、1,2月以降は逆に港外の方が水温は高い。また、夏期は表面の水温が高くなるため成層になり易い。冬期は1月の温度分布からも明らかのように、表面からの冷却のために対流により、鉛直方向の熱交換が盛んになり、鉛直の温度分布はほぼ一様である。また1月の温度分布から明らかのように、St.6とSt.7の間、つまり、港外と港内の間とSt.4とSt.5の間で水温の差が著しい。この1月の温度分布は、3月まで続く。これが港内の結氷範囲に



影響を与える。図-4に2月初旬の結氷範囲を示す。花咲港においては、まずA領域から結氷が始まり、次にB、Cと広がって行く。これは、この時期の風向は西～北西風が卓越する事と、図-3に示す温度分布の影響と思われる。過去の港内の結氷状況をもて、一番広範囲に凍った領域はSオ-4とSオ-5の間である。図-3の1月の温度分布からと結氷範囲からも明らかなように、港外の海水との交流の範囲はSオ-5から港口までの領域で、港奥の方には、港外海水の影響はあまりない事を示している。これは、凍結のおこる2月頃の花咲港は1日1回潮で、その潮差もあまり大きくなく、潮汐による外海水との交流範囲は極めて小さい事を示している。また実験及び実測においても港内における最大の流速は2cm/sec程であった。

§5 水面における熱の交換機構、一般にAir-Sea間の熱の交換機構に及ぼす因子はたくさんあるが、主なものを考えると次式で示される。 $\Delta Q = (Q_R - Q_{BR}) - Q_E + Q_K + Q_I + Q_C$ --- (2)
 ΔQ : 単位面積の水面における単位時間当りの交換熱量 (Cal/m²·day)
 Q_R : 太陽及び大気からの放射熱量, Q_{BR} : 水面から大気への逆放射量
 Q_E : 水面からの蒸発に費やす熱量, Q_K : Air-Sea間の乱流熱伝達量
 Q_I : 他からの熱の移流量, Q_C : 凝結に必要な熱量, である。

ここで、港内の流況と図-3の温度分布から熱の移流量は無視できるとし、また結氷前と対称にし Q_C も無視すると、(2)式は(3)式で示される。 $\Delta Q = (Q_R - Q_{BR}) - Q_E + Q_K$ --- (3) ここで、我々は差放射計を用いたので、NETの放射量が求まるため、 $Q_{NR} = (Q_R - Q_{BR})$ となるので(3)式は次の(4)式で表わされる。

$\Delta Q = Q_{NR} - Q_E + Q_K$ --- (4) ここで、 Q_E を求める事はなかなか困難であるため、エディンガーやディングマンの方法に従って、熱損失係数の概念を用いて(4)式を次の如く考える。 $\Delta Q = Q_{NR} - K'(T_s - T_a)$ --- (5) T_s : 海面の水温, T_a : 海面上の気温
 これに対してディングマンは次式で表わしている。 $\Delta Q = Q_{NR} - \{Q_0 + K(T_s - T_a)\}$ --- (6)
 Q_0 : 気象条件に關した熱量、ここで、NETの放射量について調べてみると図-5上の如くなる。日射量は緯度及び季節それに雲の有無によって大きく変化するが晴と曇りの日によって分けたものである。晴天の日には、+150 cal/cm²·day 程度の熱の供給があり、曇りの日には+80 cal/cm²·day 程の熱供給がある事を示している。

次に熱損失係数について調べたものが、図-5下である。当然、この係数K'の中には、風速の効果も大きいはずであるが、今回は測定を行なっていないので、晴天と曇天の場合にのみ分けて整理した。これによると晴天の日には、おおよそ $K' = 37 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{day} \cdot ^\circ\text{C}$ で曇天の場合には $K' = 8 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{day} \cdot ^\circ\text{C}$ 程である。水温と気温との差は3℃程度であるから、以上の測定結果より、Air-Sea間の熱の交換量は、 Q_{NR} と $K'(T_s - T_a)$ がほぼ同じくらいの熱量となる事が判る。今後より詳細な測定を行なう予定である。

参考文献、1. Dingman, S.L.: 'Equilibrium Temperatures of water Surfaces as Related to Air Temperature and Solar Radiation, Vol 8, No.1, Water Resources Resarch, Feb. 1972

2. 尾崎, 佐伯, 他: 港湾内の結氷について, 研究発表論文集, 土木学会北海道支部, S48年

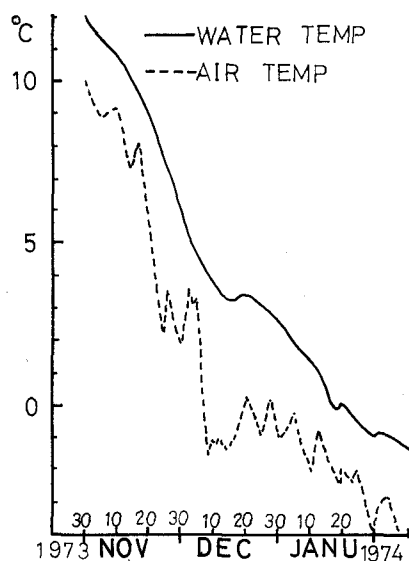


図-3'
1974. FEB.

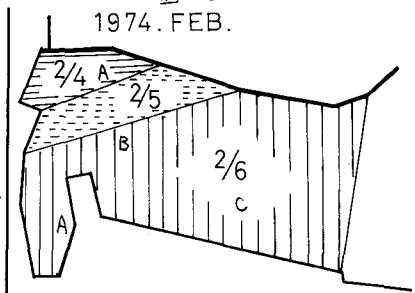


図-4

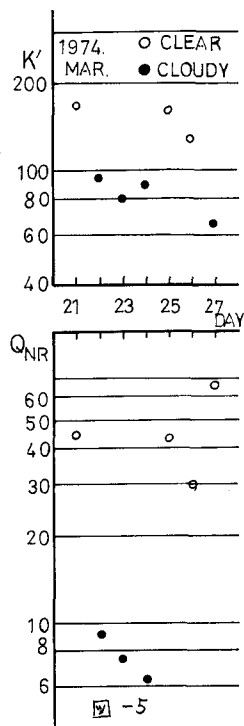


図-5