

オホーツク海南西沿岸域の漁場環境に与える流水の影響*

駒 木 成**

1. はじめに

流水と水産との係わりは、漁業災害型と融氷過程での生物環境に対する影響型との、直接、間接的な形でみられ、その影響度は来遊流水規模の大きさ如何によるであろう。

流水災害の代表的なものとして船舶の海難事故、港湾閉塞があり、加えて漁業面では、漁期制約、定着性生物の損傷、生理障害、漁網や養殖施設被害なども知られている。

流水融解過程で生ずるであろう各種環境条件の変化は、低温・低塩分とともに氷質を反映した融氷水塊の生成から消滅の過程でみられることになるが、沿岸海水を起源とする定着氷もその融氷水塊形成にあずかることから、複合的な、あるいは一般的な結氷融解過程での環境実態としてみざるを得ない場合が多い。

本文では海水の漁場環境に与える影響の事例として、北海道沿岸帯で影響度が大きいオホーツク海の流水を代表として、生物生産につながる氷質(栄養塩)、結氷～融氷に至る間の海況と栄養塩、併せて流水あるいは低温水のコンブ、ホタテに対する影響など、漁場環境に関する研究現状を総観的に述べる。

北海道沿岸域でみられる海水はその大半がオホーツク海で生成した海水の南下流によるものであり、わずかに、オホーツク海南西沿岸、北海道岸と接続湖の結氷による定着氷がみられる程度である。年間生成量 3,000～10,000 億トンと見積られているオホーツク海水はオホーツク海湛水量約 1.3×10^6 億トンの 0.2～0.8% に相当する莫大な量である。毎年11月にオホーツク海北部で生成

した沿岸氷は次第に成長して 12 月には北西部、あるいは樺太タライカ湾以北で結氷域を拡大しつつ、2～3月にかけて最盛期を迎え、エトロフ島沖からカムチャツカ半島南端などを除いての大部分のオホーツク海が氷域に覆われ、約 60% の海域が密接氷域となり、4月に入ると融解期、5月では終氷期となることが知られている¹⁾²⁾。海水生成の経年変動では、現在は水量増加期³⁾といわれるなかでの変動がある³⁾。このオホーツク海の海水は樺太東岸を南下する東樺太海流と北西季節風との作用で流水となって、南西岸の、北海道オホーツク岸一帯に来遊し、太平洋へぬけて、根室花咲、釧路、十勝の各沿岸に漂着し、時には宗谷海峡をぬけて、礼文、利尻二島に姿を現わすこともある。また、このオホーツク流水は融解して、道東岸を南流する親潮接岸分枝水の表面を低温、低塩分水に変質させる。この融氷水はえりも以西から噴火湾に流入し⁴⁾⁵⁾、更には汐首岬を経て函館下海岸の一部にまで及ぶ年もある⁶⁾。

以上のように、オホーツク流水の直接・間接影響範囲は、北海道岸の広域に及んでいるが、その漁場環境としての全ぼうについて、ほとんど知られていない。わずかに、局所的な、断片的な情報が得られているに過ぎないので、寒冷圏に残されている重要な研究課題の一つである。

2. 漁業生物の流水災害

定着性生物が流水接岸によって被害を受ける事例は古くから知られているものの、その災害把握が困難なためか、報文となっているものは案外少い。ここでは、コンブとホタテについて精査された報告を引用、紹介する。

コンブへの流水影響：釧路・根室地方のコンブ

* 1979年1月11日受理, 北海道区水産研究所業績番号 D-72

** 北海道区水産研究所

と流水との係わりについて、佐々木⁷⁾はつぎのように報じている。この海域でのナガコンブは、流水接岸によって葉体が切断される。特に、大規模の流水群が10年に1回ぐらいの割合で来襲するので、その被害も年によって差がある。ナガコンブの豊凶を支配する大きな条件には、流水接岸による磯掃除があり、1961年には水の厚さ最高7m、流水帯の幅数kmの大規模流水が3月30日に接岸、7日間滞留後漁場を見ると、岩爆、投石、あるいは天然礁にある2年以上の大型コンブや着生生物はほとんど完全に剝離され、岩肌が露出しているが、その年のコンブ発芽群は凹みに多く出現したため、流水による被害は少なかった。ナガコンブ漁場全体として、当年漁業の対象となる2年以上が80~90%流亡したため、これらの漁場には新生面が生じたわけであるが、この新着生面には流水接岸後の5月に、ナガコンブ群が大発生して、翌年夏には2年コンブとして採取され、この年の大豊漁の原因となった。この大発生群のコンブ芽は、同氏⁷⁾の考察によると、天然漁場の大型海藻下草となって生長を停止あるいは抑制されていた配偶体が流水による大型藻剝離に伴って、受光などの好条件下で急速に成熟、受精し孢子体を多量に発芽させたことによると報じている。

一方、流水接岸が例年のようにみられるオホーツク沿岸のコンブ漁場では、柳田、垣内、辻⁸⁾によると、コンブ被害は毎年みられるため、コンブ生産量に変動を生ぜしめるような形での被害を明らかにし得ないと報じている。オホーツク沿岸では地先海水による定着海水帯が形成されるので、流水の接岸、退去に伴う物理的災害は、太平洋岸に比べて少ないのかも知れない。この沿岸定着海水が発達しがたい稚内地方での、コンブ生産量と流水接岸日数との相関係数は、気象庁²⁾によると

$$r = -0.88 \quad (n=16)$$

である。即ち、この地方で、流水接岸によるコンブ生産減関係は、危険率1%以下の高い相関性がみられ、太平洋岸と同じ減耗機構と思われる。

ホタテの養殖及び生理への流水影響：前記の沿岸定着水の発達、生成から消失過程での流水接岸

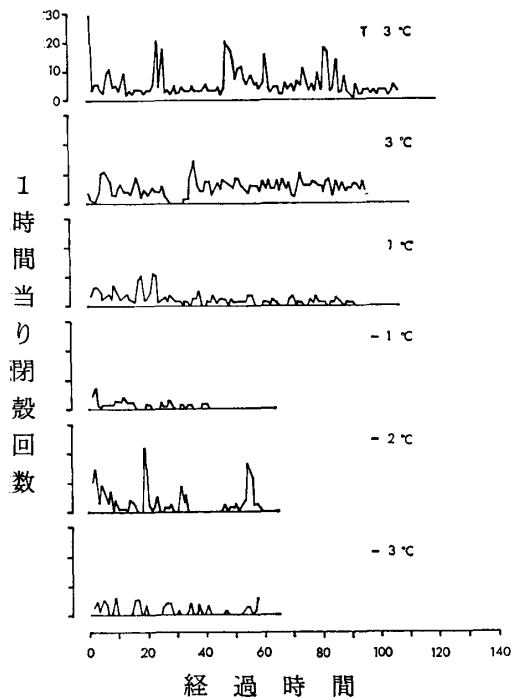
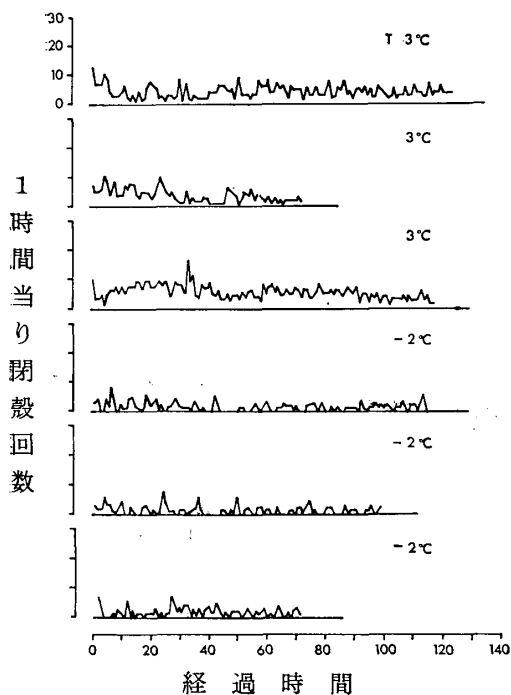
との係わりで、典型的な漁業災害を受けた事例として、オホーツク岸接続湖の代表的なサロマ湖でのホタテ被害がある。この被害はたまたま暖冬年で湖内結氷が発達しなかった1974年1月にオホーツク流水が湖内に侵入し、その後湖内水の結氷に伴って定着したが、3~4月の湖内氷融解後にも残留していた流水塊が湖内を移動し、ホタテ養殖施設をひきずり廻すなどの災害を与えた事例である。その被害はホタテ約12億円、養殖施設資材関係約11億に達する災害であった。このため、緊急に科学技術庁特別促進調整費による流水災害に関する特別研究プロジェクトが昭和49年度単年予算で組まれたので、その年には前年度のような流水動向がみられないまま、終了せざるを得なかったわけである。しかしながら、このプロジェクトは流水に対する産業研究としてはわが国初のことであり、今後への契機となった点で、それなりの意義があったことを蛇足ながら付記したい。ホタテに対する流水の影響は、ここでは結氷海水温下での生理的影響という形で研究された結果を紹介する。

結氷環境におけるホタテガイの性状⁹⁾は肥満度と生殖腺指数からみて、結氷下のホタテガイは代謝活動を抑制しつつも、解氷後の産卵に備えて、栄養物の摂取と蓄積を通じて生殖腺の充実を図っている。空中露出貝の貝殻再生からみて、養殖ホタテはかなり強い耐凍性をもっている。

低温におけるホタテ貝殻の開閉運動¹⁰⁾は、第1図(1年貝)、第2図(3年貝)のごとく、1時間ごとの閉殻回数は1年、3年貝とも、 -2°C では 3°C に比べて閉殻回数が少なくなり、開殻状態は数時間にも及ぶ。閉殻回数は1年貝が3年貝よりも多く、活発である。 -2°C の過冷却状態でも生体は凍ることはないが、代謝機能が低下することを示唆している。

鰓の繊毛運動の速度(mm/min)は $-2, 0, 3, 8^{\circ}\text{C}$ において切片が内径8~10mm、長さ30mmの測定管を5分間直進した移動距離から求めて比較した¹⁰⁾。1年、3年貝ともに、 0°C では 3°C の場合に比べて約1/2に減速し、不活発である。

オホーツク海南西沿岸域の漁場環境に与える流水の影響

第1図 1年貝の殻開閉運動¹⁰⁾.第2図 3年貝の殻開閉運動¹⁰⁾.

また、 0°C と -2°C とでは、ほぼ同程度の速度である。

鰓の酸素消費量は、乾量 1gr 当りの $\text{O}_2 \mu\text{l}\cdot\text{hr}^{-1}$ で表わすと、 -2°C で 0.107 ± 0.029 , 3°C で 0.309 ± 0.132 であり、 -2°C では消費量が 3°C

の場合の約 $1/3$ に減少しており¹⁰⁾、結氷環境におけるホタテガイの代謝生理作用が抑制される度合を示す比率ともいえよう。

3. 流水の水質

流水中の栄養成分：コンブ、ワカメあるいは植物プランクトンなど植物生産への肥沃効果的観点から、その分布・消長、海洋構造、汚染などとの係わりを追っているなかで、オホーツク海の流水と、その対象的意味での沿岸定着の沿岸海水、あるいは氷下海水の栄養成分についても、極めて断片的ながら、根室湾域¹¹⁾¹²⁾、サロマ湖¹³⁾¹⁴⁾、オホーツク海南西域¹⁵⁾で調査が行なわれた。

根室湾は野付崎とノッカマップ崎との間に湾入する開湾でオホーツク海南限域に位置する。大よそ、1月下旬にはオホーツク海からの来遊流水が沿岸海水前縁帯に定着する。1961~64年に根室地方のノリ・ワカメ養殖場の肥沃度を測定した結果によると¹¹⁾¹²⁾、20 m 深程度のごく浅い湾内に流入する沖合水によって11月以降の冬期間はやや高めの肥沃度を示し、水産加工場の盛期、特に10月をピークとして加工場廃水によって肥沃化される。結氷期に測定された流水、沿岸海水、氷下海水の栄養成分のうち、肥沃度の指標として、アンモニア量の分布があげられる。即ち、1962年では青白透明で $\text{Cl}0.38\%$ の流水、不透明軟質の $\text{Cl}0.77\%$ の沿岸海水、氷下海水との三者間では、流水のみが $\text{NH}_4\text{-N} 0.5 \text{ ppm}$ 以上の著量含有していた。ところが、1963年では、やや半透明の $\text{Cl}0.21\%$ の流水と、不透明やや軟質の $\text{Cl}0.77\%$ の沿岸海水と、氷下海水とのうち、流水定着域での氷下海水のみが $0.2 \sim 0.5 \text{ ppm}$ の $\text{NH}_4\text{-N}$ を含有し、流水、沿岸海水共に常量 $50 \sim 80 \mu\text{g/l}$ であった。この氷下海水について垂直分布をみると、露出面から 2 m 深までの著量アンモニア含有層は塩分躍層とよく一致し、干満による時間的鉛直変化は $\text{NH}_4\text{-N} 0.2 \sim 0.5 \text{ ppm}$ の間でふれる程度の安定した層重性がみられ、又細菌分布相からみても、このアンモニア量の来源は流水と共に輸送されてきた海水かあるいは流水塊のアンモニア含量の多い

駒 木 成

外殻の融解によるものか、いずれにしても流水と直接関係するものと考えられる。このような外観、塩分値が異なった流水の生成などの履歴については全く不明であるため、アンモニア著量分布に関する統一的説明はできない¹⁶⁾。この状態の氷下海水（S 29.54 ‰ を最低とする）や流水が根室湾内や太平洋沿岸水に及ぼす肥沃効果は、表層水での稀釈率 6~10 ‰ として付加窒素量は 30~50 $\mu\text{g/l}$ 程度になる¹⁷⁾。

オホーツク海南西縁の、北海道岸に開口する代表的な接続湖であるサロマ湖では12月下旬から湖奥で結氷しはじめ、1月中旬には湖口付近まで本格的に結氷し、4月中旬には完全に解氷するが、暖冬年には結氷がおくれる。前記したサロマ湖内への流水侵入による漁業被害発生は暖冬年に相当している。この年、1973年に採取した湖内のオホーツク流水は Cl 0.35~0.97 ‰, $\text{NH}_4\text{-N}$ 分析感度以下（インドフェノール法）に対して湖内海水は 1970 年氷も含めて Cl 2.65~4.15 ‰, $\text{NH}_4\text{-N}$ 0~122 $\mu\text{g/l}$ であって、沿岸海水であってもアンモニア量が多い場合があることを確めた資料となった。

オホーツク海の家明けは、宗谷海峡側からはじまるので、海明け初期の海洋観測が可能となるのは大よそ3月中~下旬、枝幸~稚内沿岸の北沖周

辺に限定される。1975年からはじめられたこの沖合観測時に採取したオホーツク流水からは Cl : 1.09~3.25 ‰ および $\text{NH}_4\text{-N}$: 86~102 $\mu\text{g/l}$ が得られ、また松永・西村¹⁸⁾ 法（ニューエル変法）による尿素濃度は 20~237 Urea-N $\mu\text{g/l}$ であって、100~200 Urea-N $\mu\text{g/l}$ 台の未汚染沿岸域ではみられないような高濃度の尿素が検出された。

根室、サロマ湖、オホーツク海枝幸北沖での供試流水中栄養塩、尿素の特徴は以上のとおりであって、その高濃度含有条件には海水生成域の水質特性を反映していたのか、あるいは海水上での汚染一例えば流水上に群がる海獣、海鳥からの排泄、餌残滓などによる偶発的なものか、を区分けするには資料が不足の現状である。なお、今後の推理の素材として、沿岸海水と各沿岸結氷前、結氷下の栄養塩、あるいは汚染指標としての尿素濃度などを考慮すると、根室流水はオホーツク北部圏の感潮河川水由来、枝幸北沖流水は氷群上での汚染由来と仮定している。これら流水、沿岸海水の分析結果をまとめて第1表に示し、今後の参考としたい。

つぎに、1961年根室流水中に高濃度の $\text{NH}_4\text{-N}$ が得られたことから、1962年根室海水を試料として、海水細菌の有する尿素分解性とアンモニア産生の活性力と、硝酸塩還元能について、笹島・

第1表 北海道オホーツク岸における海水の水質 (* 単位は $\mu\text{g/l}$)

採水年月日	採水域	水の種類	Cl(‰)	$\text{PO}_4\text{-P}^*$	$\text{NH}_4\text{-N}^*$	$\text{NO}_2\text{-N}^*$	$\text{NO}_3\text{-N}^*$	Urea-N*	文献
1962. 3. 13	根室市弥生町沿岸	流 氷	0.379	10	571	0.0	50	—	11) 12)
"	"	沿岸海水	0.68	6	17	0.8	0	—	"
1963. 3. 14	"	流 氷	0.206	11	68	0.0	0	—	"
"	"	沿岸海水	0.774	13	62	0.0	0	—	"
1964. 3. 24	"	沿岸海水	0.13	0	45	0.1	11	—	"
"	"	"	0.33	0	40	0.1	0	—	"
1972. 3. 15	サロマ湖幌岩	湖内海水	3.2	4	0	0.0	0.0	—	13) 14)
"	"	"	2.65	0	122	0.6	0.0	—	"
"	"	"	3.21	0	85	0.0	0.0	—	"
1974. 2. 14	サロマ湖トカロチ	流 氷	0.97	5	0	0.0	14.0	—	"
"	"	湖内海水	4.15	6	0	0.3	17.8	—	"
1974. 2. 14	サロマ湖トッピン	流 氷	0.35	3	26	0.6	5.9	—	"
"	"	湖内海水	3.25	4	0	0.8	9.2	—	"
1975. 3. 18	枝 幸 北 沖	流 氷	—	25	86	7.0	25.0	157	15)
"	"	"	—	83	91	3.0	32.0	237	"
1976. 3. 17	"	"	1.09	13	102	8.0	19.0	20	"

オホーツク海南西沿岸域の漁場環境に与える流水の影響

第2表 海水菌による培地別アンモニア産生能¹⁹⁾ (単位は $\text{NH}_3 \mu\text{g/l}$)

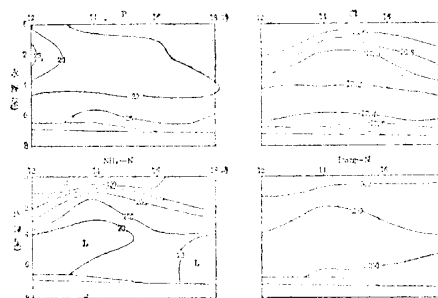
Test strain	30°C, 2 days			2 to 4°C, 7 days		2 to 4°C, 30 days
	Casein	Peptone	Casate	Peptone	Casate	Casate
From drift-ice	0	58	53	25	35	77
From shore ice	0	122	84	22	27	50
<i>Pr. vulgaris</i>	0	281	206	23	17	
<i>Bac. subtilis</i>	69	268	211	15	19	

駒木¹⁹⁾によって検討がなされた。供試海水は前記したような氷下海水にのみ微量の $\text{NH}_4\text{-N}$ が測定された1962年根室氷であり、流水および沿岸海水からそれぞれ海水菌を分離後、対照菌として強力な腐敗菌であるつぎの2種、*Pr. vulgaris*, *Bac. subtilis* を使用し、培地はカゼイン、ペプトン、カザミノ酸の3種、培養条件は30°C 2日、2~4°C 7日、2~4°C 30日の3段階で行った。流水と沿岸海水から分離した海水菌は、両者ともにグラム陰性、 $0.6 \times 0.8 \mu\text{m}$ (流水)、 $(0.2 \sim 0.3) \times (0.4 \times 0.5) \mu\text{m}$ (沿岸海水) サイズの短桿菌で、尿素分解性と硝酸還元性がない。

アンモニア産生能は、第2表のごとく、標準培養条件下の30°C 2日で比べると一般細菌に比し著るしく劣るものの、アンモニア産生に適当な培地、例えばペプトン培地では、流水菌で58 ppm、沿岸海水菌で122 ppmの NH_3 量に達する。2~4°Cの冷温下では対照の腐敗菌よりも産生 NH_3 量が多くなるとともに、流水菌が沿岸海水菌よりもアンモニア産生能が強くなるという興味深い結果が得られている。このことから、海水中に適切な含窒素有機物が含まれておれば、水中での細菌によるアンモニア産生が行い得ることが示唆されたが、量的な把握は今後の問題である。

4. 結氷下の海況・水質

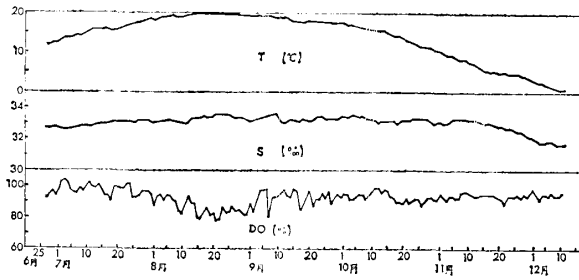
結氷直前から海明けに至る期間のオホーツク海においては、前記したような流水水質についての特性に係わる海況は、観測が困難なために把握するのがむずかしい現状である。わずかに1963年根室沿岸での流水漂着域の経時観測、サロマ湖での冬期観測、オホーツク海枝幸北沖の海明け直後の観測が行われたにすぎない。

第3図 氷下海水水質経時変化 (1963)¹¹⁾¹²⁾

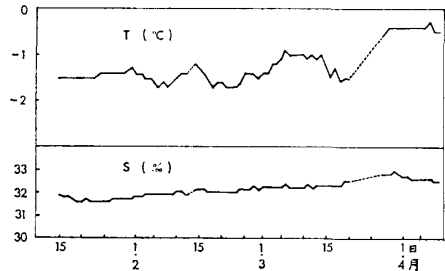
1963年根室結氷下海水水質の鉛直分布¹¹⁾¹²⁾においては、前記したごとく、露出海面下2m以浅層ではClが16.5‰台、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が0.4~0.5 ppmであり、海面下2m以深層では、Clが17.0~17.5‰、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が0.1~0.07 ppmであって、塩分躍層上の上下間で明らかな相違がみられた。塩分躍層での塩分差は $\Delta 0.2 \sim 0.4 \text{ Cl ppt/m}$ である。これに対し、2m以深の $\text{PO}_4\text{-P}$ および $\text{NO}_3\text{-N}$ はそれぞれ20 $\mu\text{g/l}$ および100 $\mu\text{g/l}$ 台で全層ほぼ均一であって、海面下2m以浅の塩分値とともに、結氷直前(1月)の水質値をそのまま持続させている。この鉛直分布の2時間毎4回の経時変動は干満で塩分・アンモニア成層水深が $\pm 1 \text{ m}$ 程度変動する安定した層重性を見せている。これらの状態は第3図に示したとおりであり、2m以浅の氷下海水の透視度は30 cm以上の清澄水である。以上から、流水来遊域の表層2m以浅水は、流水の漂流開始から根室沿岸に漂着するまでの過程において、進行してきた流水融氷水と仮定した。

サロマ湖はオホーツク海に比較してそのスケールは微小であって、周囲面積比 10^{-3} 、容積比 10^{-6} 、河川流入量比 10^{-3} 程度、最大水深約20 m、周囲面積149.2 km^2 、湛水量約13億トン、1潮時毎の

駒 木 成



第4図 水温・塩分・DOの時期変化（水深10m）
—漁場監視装置による—(1974)¹³⁾¹⁴⁾。

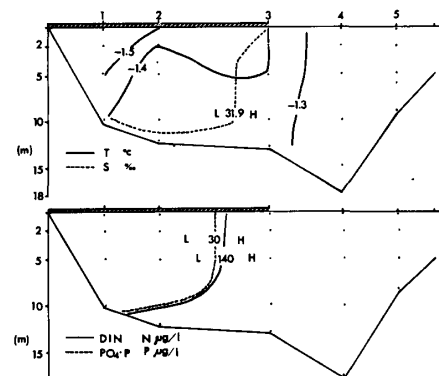


第5図 富士地先定点の水温と塩分 (1975)¹⁵⁾。

第3表 サロマ湖内越冬水中の $\text{PO}_4\text{-P}$, ΣN 量及び相互関係

時 期 (観測年)	$\text{P} \cdot \text{N}$ 平均 $\mu\text{g/l}$	単回帰式と信頼限界 ($\alpha=0.01$ における)	標本数 n	寄与率 r^2
12月 (1974)	$\bar{\text{P}} \ 27.5_7$ $\bar{\text{N}} \ 97.2_4$	$\text{P} = (12.07 \pm 2.82) + (0.16 \pm 0.03) \Sigma\text{N}$	14	0.62
1月 (1975)	$\bar{\text{P}} \ 29.2_2$ $\bar{\text{N}} \ 129.2_7$	$\text{P} = -(5.16 \pm 1.19) + (0.27 \pm 0.01) \Sigma\text{N}$	25	0.89
2月 (1973)	$\bar{\text{P}} \ 27.4_0$ $\bar{\text{N}} \ 113.9_6$	$\text{P} = (17.73 \pm 1.21) + (0.08 \pm 0.01) \Sigma\text{N}$	25	0.62
2月 (1974)	$\bar{\text{P}} \ 17.1_3$ $\bar{\text{N}} \ 70.8_8$	$\text{P} = (22.51 \pm 1.34) + (0.08 \pm 0.02) \Sigma\text{N}$	8	0.62
3月 (1972)	$\bar{\text{P}} \ 25.5_0$ $\bar{\text{N}} \ 116.9_8$	$\text{P} = (7.36 \pm 3.60) + (0.16 \pm 0.03) \Sigma\text{N}$	14	0.60
3月 (1973)	$\bar{\text{P}} \ 21.6_7$ $\bar{\text{N}} \ 109.8_8$	$\text{P} = (10.19 \pm 1.91) + (0.10 \pm 0.03) \Sigma\text{N}$	6	0.69
5月 (1973)	$\bar{\text{P}} \ 8.0_0$ $\bar{\text{N}} \ 15.7_6$	$\text{P} = -(2.67 \pm 0.61) + (0.68 \pm 0.09) \Sigma\text{N}$	15	0.73

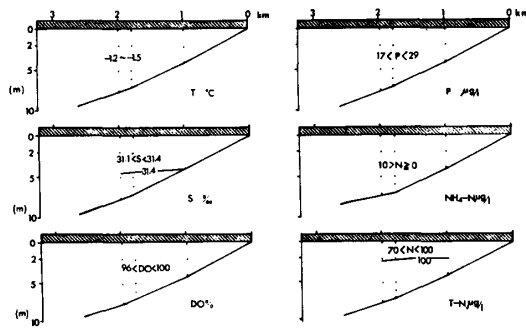
流出量は1978年12月の第2湖口通水以前で平均7,500万トンであるが、例年の型として1月頃から湖奥から結氷し始め、2~3月には流水の激しい湖口付近以外が結氷する。オホーツク海から湖内へ流入する海水は、初夏から秋までの期間が宗谷暖流水であって、11月中・下旬以降からは低温・低塩分の東樺太海流水に交代する。東樺太海流水は樺太東岸を南下流する寒流水であり、北水研サロマ湖無線テレメータによる水温、塩分の動向は第4図に示されているが、11月中旬以降の水塊交代を示し¹³⁾¹⁴⁾、第5図に結氷期¹⁵⁾のそれを示してある。本寒流水は栄養塩が多くかつ P/N の相関が高い安定した肥沃水で、越冬から融氷前まで変質することなく、湖内でその特性を持続している。



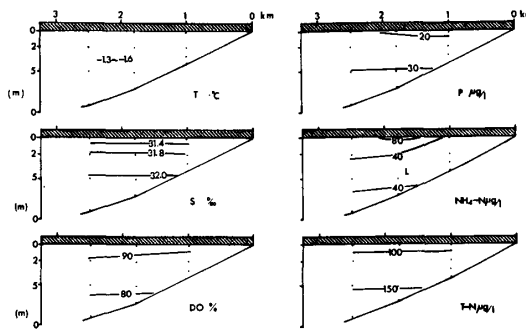
第6図 1月中旬の水温・塩分・栄養塩の断面分布 (1975)¹⁵⁾。

一例を第3表に示す。なお無機窒素総量 ΣN のうち、 $\text{NO}_3\text{-N}$ が主役でその8割以上を占める。サロマ湖の結氷下断面構造は第6, 7, 8, 9図のごと

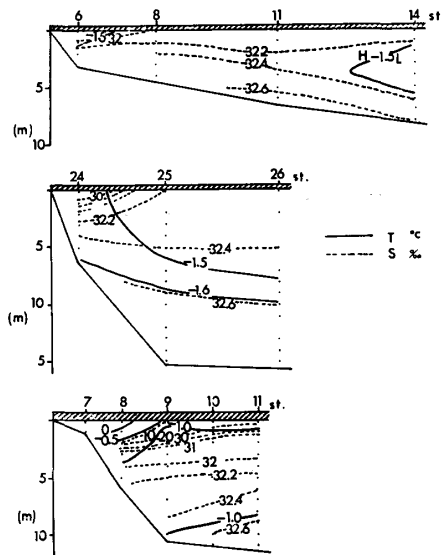
オホーツク海南西沿岸域の漁場環境に与える流水の影響



第7図 幌岩試験区の水温・塩分・溶存酸素飽和度・栄養塩の断面分布¹³⁾¹⁴⁾ (1973. 2. 15).



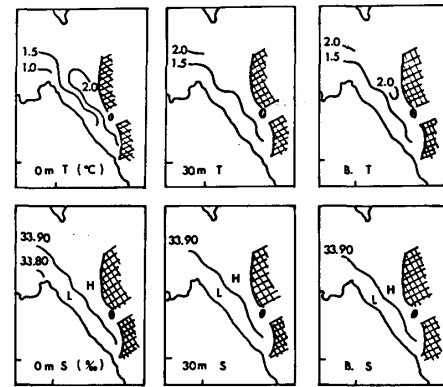
第8図 幌岩試験区の水温・塩分・溶存酸素飽和度・栄養塩の断面分布¹³⁾¹⁴⁾ (1972. 3. 16).



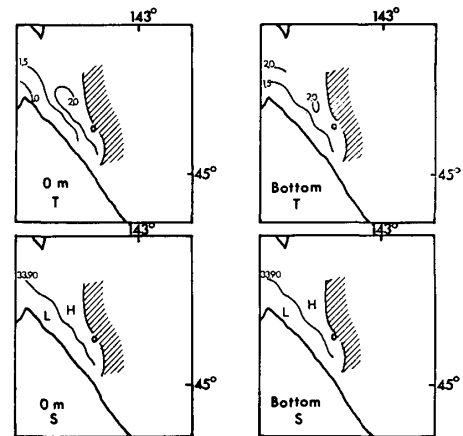
第9図 3月中旬の水温・塩分の断面分¹⁵⁾ (1975).

く、塩分値と水温値からみて、結氷の臨界点の値であるが、水平、鉛直的に安定する場合と不連続性がみられる場合があるが、これらはいずれも結氷下における湖内流動と臨界平衡に至る間の過渡状態として統一されよう。

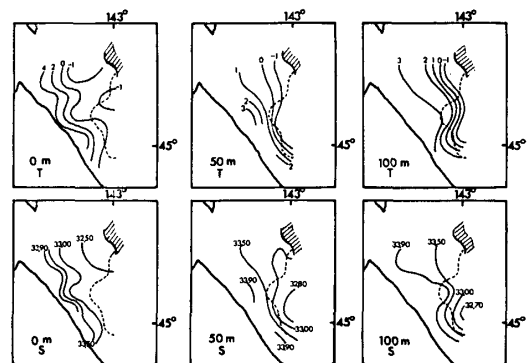
オホーツク海の流水を物語るに欠くことが出来



第10図 宗谷海峡東側、枝幸北沖の1975年3月12~14日の海況¹⁵⁾。



第11図 宗谷海峡東側、枝幸北沖の海況, 1976年3月17~23日。



第12図 宗谷海峡東側、枝幸北沖の海況, 1977年3月17日。

ないオホーツク海自身の様相の調査研究はその環境条件からみて不可能に近い現状であり、北水研調査船探海丸による海明け直後の3月下旬の宗谷海峡周辺観測が船体の危険を犯して実施され始めたのは1975年からのことである。これらの水温・塩分に関する水深別の水平分布は第10, 11, 12図

に示したとおりである。これらの観測はオホーツク海の海明け初期における流水と海況との係わりを明らかにすることを目的とした。流水分布海域は南方海域に比べ、低温、低塩分であろうと予想した。観測の結果、予想どおりの海況を示したのは1976, 77年であるが、1975年は全く逆の傾向、即ち、流水分布域側が南方、道岸に比べて高温、高塩分となった。以上3年間の海明け初期の海況に関する統一的仮定として、オホーツク海南西域での結氷前の海洋構造が1975年の観測時には残存し

第4表 枝幸北沖（宗谷海峡東方）の3月中旬
海明け初期の海況区分と肥沃性

観測年	要素	流水域 (沖合, 冷水)	海明け域 (沿岸, 暖水)
1975	T (°C)	1.29 ~ 2.4	1.1 ~ 1.4
	S (‰)	33.90 ~ 33.99	33.84 ~ 33.87
	σ_t	27.14 ~ 27.20	27.12 ~ 27.15
	PO ₄ -P (μg/l)	17 ~ 30	2 ~ 7
	NH ₄ -N (μg/l)	3 ~ 13	4 ~ 24
	ΣN (μg/l)	74 ~ 210	6 ~ 28
	P/ΣN 単回帰 γ^2	0.91 (n=22)	0.22 (n=9)
	回帰検定	$\alpha \leq 0.01$	$\alpha \geq 0.05$
1976	T (°C)	-1.75 ~ +1.72	2.1 ~ 3.15
	S (‰)	32.30 ~ 33.85	33.90 ~ 33.95
	σ_t	26.00 ~ 27.10	27.04 ~ 27.19
	PO ₄ -P (μg/l)	6 ~ 62	1 ~ 4
	NH ₄ -N (μg/l)	0 ~ 2	0 ~ 4
	ΣN (μg/l)	66 ~ 270	2 ~ 4
	P/ΣN*単回帰 γ^2	0.37 (n=23)	0.94 (n=6)
	回帰検定	$0.01 < \alpha < 0.05$	$\alpha < 0.01$
1977	T (°C)	-1.79 ~ +0.70	2.61 ~ 4.3
	S (‰)	32.65 ~ 33.35	33.88 ~ 34.02
	σ_t	26.27 ~ 26.83	26.96 ~ 27.04
	PO ₄ -P (μg/l)	37 ~ 54	13 ~ 26
	NH ₄ -N (μg/l)	5 ~ 16	0 ~ 12
	ΣN (μg/l)	98 ~ 235	12 ~ 59
	P/ΣN*単回帰 γ^2	0.87 (n=5)	0.71 (n=8)
	回帰検定	$0.01 < \alpha < 0.05$	$\alpha \leq 0.01$

* P/ΣN は $P = a_0 + a_1 \Sigma N$ とする。

γ^2 は P のバラツキに対する N の寄与率

ており、1976, 77年にはオホーツク氷が流水化し始めてからの経過における融氷水生成時の観測結果とした。この3カ年の観測期間は偶々3月中旬となっているので、流水化の契機条件の経年変動が示されているようである。このような海明け初期の海況と全く良く対応していたN, P 的肥沃性、肥沃度を水塊別に示すと第4表のごとく、流水漂流域では道沿岸域に比べてはるかに肥沃している。なお、この南西域で暖流水と寒冷水との混合によって生ずる混合水は3月中・下旬ですでに存在しており、この時点での混合水の混合比を75 m 深の S, N, P から求めると、第5表に示すように、暖流水が 72~86% を占めている。

前記のオホーツク流水中のアンモニア濃度の特異性を結氷から融氷までの海況、栄養塩から類推すると、海水柱 0~100 m 程度での NH₄-N 量は常量であって、むしろこの期間の高肥沃性は NO₃-N 型であることから、海水凍結による濃縮現象とはみなしがたい。

宗谷海峡東方の海明け初期は3月中旬で流水が見られるが、時期が進むにつれて次第に流水が消失し、4月中・下旬になるとほぼ完全な海明けになる。この時期以降の漁場海況は従来から観測されてきた。茄子川²⁰⁾によると、宗谷海峡東側海域の海水消滅直後の海況は、暖流域が狭小で沿岸にあるため、陸水の流入増によって左右され、冷水域では 50~75 m 層で、中間温暖層の混合による消滅と、より低温、高かん水塊の出現によって、変化が大きいとし、また、暖流域では水平、鉛直いずれの方向にも均一であるのに対し、冷水域では水平方向が割合均質、鉛直方向は水塊の層重が維持されている。前記の3月中旬の海況は、明らかに、暖水・冷水域ともに層重性がみられないが、時期の推移、昇温に伴う暖水域の拡大と冷水域と

第5表 1977年における 70~75 m 深の混合水組成

水質 \ 水塊	暖 水	冷 水	混合水	混合水中の水塊含有率 (%)		
	(70m)	(75m)	(75m)		暖 水	冷 水
S (%)	34.00	33.08	33.88	S 基 準	86	14
ΣN (μg/l)	30	240	64	ΣN 基 準	84	16
P (μg/l)	15	54	26	P 基 準	72	28

オホーツク海南西沿岸域の漁場環境に与える流水の影響

第6表 照度の消衰係数の最小値と1%照度水深の最大値

観測年月日	$K_{\min} (m^{-1})$	$Z_{\max} (m)$	備考
1962. 3. 13	0.55	8.5	透明, 青水
1963. 3. 14	0.88	5.3	不透明, 赤水
1962~64			
5~6月	0.16~0.30	28~15	
9~12月	0.20~0.30	23~15	

の混合が次第に発達して、同氏²⁰⁾の指摘した過程に至るものと思われる。

5. 結氷下の植物生産と水柱の明るさ

植物生産を支える肥料はPよりもNの方が主役となるが、結氷下でのN, P濃度は前記したように高い水準にある。一方、結氷下での海水中植物プランクトンはサロマ湖では種類、数量とも問わず、その原因は厚い氷が光の透入を妨げているためである²¹⁾。流水侵入のあった1974年のサロマ湖でのプランクトン沈殿量は、結氷期の5cc/m³以下から、融氷と日照の増大、および表面水温の急昇に伴い、4月下旬には20~80倍近くに達することも知られている²²⁾。この基礎生産培地、肥料は高い水準にあるから、透過光の強弱が引き金になる。海水下水柱の明るさは1961~64年根室海域での反復水中照度測定結果¹¹⁾から、その消衰係数最小値 $K_{\min} (m^{-1})$ と1%照度水深最大値 $Z_{\max} (m)$ を算出すると、第6表の傾向がみられる。

即ち、結氷下水柱での明るさは海明け以降に比べて17~59%であって、赤水の $Z_{\max}$ は青水のその62%となっている。更に結氷面上に積雪があると、その明るさは低下することが明白である。然しながら、外光に対する1%照度水深は結氷下でも5~8m深になり得ることからみると、氷下水柱での植物プランクトン生産能低下には結氷期間の外光度積算値が効いていると思われる。

6. むすび

北海道北東岸の、オホーツク海南西沿岸域における流水と漁場環境との係わりは前記、漁業生産流水災害、流水の水質、結氷下と海明け初期の海

況・水質、結氷下の植物生産に係わる氷下水柱の明るさについて断片的な資料下での報告となり、環境諸側面の問題点が残されている。

ベーリング海の場合、McROY & GOERING²³⁾によると、結氷によって基礎生産力年総量は高まり、本海の南方域よりもむしろ中央、北部域から植物生産が開始される。オホーツク海においても宗谷海峡東側でみられる海明け初期の海岸構造と肥沃特性から類推して共通点が考えられる。海面の結氷から海明けの一過程として生ずる流水現象は、その流水スケールの大小を問わず、必然的な自然現象であることを考えると、流水のもつ漁場環境的評価は更に多面的な沿岸海洋的吟味が必要である。一方、寒冷圏における結氷期の生物生産環境は高い水準の肥沃度によって海明け以降へ高生産のための備蓄として評価出来、いわば生産調整的な機能をもっていることが明らかである。海明け後の生物生産能を0~50m深の窒素消費度で道周辺海流水と比較する²⁴⁾と、津軽暖流水：対馬海流水：西カラフト沿岸水：オホーツク海混合水：親潮沿岸分枝水=1:1.3:3.8:6.0:8.4でオホーツク海南西域にみられる混合水ですら、親潮水についての高生物生産が行われていることを示唆している。

わが国の200カイリ問題で最も強く影響を受けたこのオホーツク海では、狭められた漁場の合理的利用を計り資源管理を正しく行なってその生産コストを下げながらかつ良質の生産物を作り出す以外に国際競争に立向う方法はないと指摘²⁵⁾されていることからみても、流水を含めての結氷水域における高生産性を仮定して、その検討を進める必要を痛感している。終りに臨み、とりまとめに際し使用した資料の一部は、現在進行中の科学技術庁特調費による「オホーツク海に関する総合研究」の一環として、北水研海洋部が調査中の資料であることを付記する。

参 考 文 献

- 1) 渡辺貫太郎(1964): 北海道周辺の海況および気象の特色。沿岸海洋研究ノート, 3(2), 23-30.
- 2) 気象庁(1975): I 流水の挙動と災害特性に関する

- 研究. 流水災害に関する特別研究報告書, 科学技術庁, 17-210.
- 3) 第一管区海上保安本部 (1978): 北海道周辺の海水状況. 海洋概報, 昭53年4巻, 1-23.
 - 4) 小藤英登 (1950): 1. 噴火湾近海海洋観測報告. 噴火湾近海海洋調査報告, 室蘭市, 2-62.
 - 5) 大谷清隆, 秋葉芳雄, 吉田賢二, 大槻知寛 (1971): Ⅲ 親潮系水の流入・滞留期の海況, 北海道大学水産学部研究彙報, 22(2), 129-142.
 - 6) 駒木 成, 藤井 浄, 阿部深雪, 佐藤芳和, 久保正 (1978): Ⅲ 漁場分布及びその移動と海況変動との関連の解明 — 北海道南西水域における津軽暖流の影響. 津軽暖流域に関する総合研究, 科学技術庁 (印刷中).
 - 7) 佐々木 茂 (1969): 釧路地方におけるコンブ *Laminaria angustata* var. *longissima* (MIYABE) Miyabe の生態学的研究—I. 冬期発芽群の生活様式. 北海道立水産試験場報告, 10, 1-42.
 - 8) 柳田克彦, 垣内政宏, 辻 寧昭 (1971): オホーツク海沿岸紋別付近におけるシリコンブ *Laminaria japonica* var. *ochotensis* (MIYABE) Okam の生態学的研究. 北海道立水産試験場報告, 13, 1-18.
 - 9) 和久井卓哉 (1975): Ⅲ 流水期における沿岸海洋状況の特性と生物に与える影響に関する研究, 3. サロマ湖の結氷期における生物生産状況. 流水災害に関する特別研究報告書, 科学技術庁, 257-285.
 - 10) 中西 孝 (1975): Ⅲ 流水期における沿岸海洋状況の特性と生物に与える影響に関する研究, 3. サロマ湖の結氷期における生物生産状況. 流水災害に関する特別研究報告書, 科学技術庁, 286-288.
 - 11) 駒木 成, 佐藤芳和, 米沢千鶴子 (1967): 根室海域におけるノリ・ワカメ養殖場の水質調査の概要と資料. 根室漁業協同組合, 1-54.
 - 12) 駒木 成, 佐藤芳和 (1967): 根室地方におけるノリ・ワカメ養殖場の調査研究. 北海道区水産研究所業績C集, 68, 69, 70, 1-65.
 - 13) 久保 正, 佐藤芳和, 駒木 成 (1973): Ⅲ サロマ湖・オホーツク沿岸ホタテガイ漁場開発, サロマ湖実証実験漁場環境調査. 浅海域に於ける増養殖漁場の開発に関する総合研究 (別梓研究), 昭47報告資料集, 東北区水産研究所, 124-133.
 - 14) 久保 正, 佐藤芳和, 駒木 成 (1975): Ⅱ サロマ湖・オホーツク沿岸ホタテガイ漁場開発, サロマ湖実証実験漁場環境調査. 浅海域に於ける増養殖漁場の開発に関する総合研究 (別梓研究), 昭49報告資料集, 東北区水産研究所, 86-96.
 - 15) 駒木 成, 久保 正, 藤井 浄, 佐藤芳和 (1975): Ⅲ 流水期における沿岸海洋状況の特性と生物に与える影響に関する研究, 1. オホーツク海沿岸の流水期における海洋状況および 2. サロマ湖の結氷期における湖水状況. 流水災害に関する特別研究報告書, 科学技術庁, 257-283.
 - 16) 駒木 成 (1964): 浅海漁場における水質の問題点. 沿岸海洋研究ノート, 3(2), 18-22.
 - 17) 駒木 成 (1972): Ⅲ 水産海洋研究会昭和46年度秋季シンポジウム「北方冷水域海洋開発の基礎」, 北海道の浅海域肥沃構造に与える親潮系水の影響. 水産海洋研究会報, 20, 89-95.
 - 18) 松永勝彦, 西村雅吉 (1972): 水中尿素定量法の改良法の検討. 分析化学, 21, 1387-1389.
 - 19) 笹島正秋, 駒木 成 (1973): 海水中のウレアーゼ活性および海水中のアンモニア産生に関する細菌学的知見. 北海道区水産研究所研究報告, 39, 89-92.
 - 20) 茄子川郁夫 (1961): 宗谷海峡東側海域の海水消滅直後の海況にみられる現象について. 北海道立水産試験場月報, 18(10), 1-12.
 - 21) 近江彦栄, 田村 正, 富士 昭, 中尾 繁 (1968): サロマ湖の冬期間における環境の研究. 北海道大学水産学部研究彙報, 18(3), 209-217.
 - 22) 清川 進 (1975): サロマ湖の流水対策に関する調査研究 — プランクトン調査. 北海道立網走水産試験場, 156-157.
 - 23) McROY, C. P. and J. J. GOERING (1972): The influence of ice on the primary productivity of the Bering Sea. *Oceanography of the Bering Sea*, University of Alaska, 403-421.
 - 24) 駒木 成 (1975): B-5 浅海漁場開発と外海条件, 1975年度(第11回)水工学に関する夏期研修会講義集, Bコース. 土木学会水理委員会, 1-20.
 - 25) 長谷川由雄 (1977): 北方海域の水産増養殖研究の諸問題, 主として浅海域の生産力の合理的利用について. 第5回日ソ水産増養殖シンポジウム, 於札幌昭和52年9月.

質 礎 応 答

問: 流水(または海水)中にアンモニア, 尿素の濃度が高い原因は海獣, 海鳥の排泄作用と関連があるのであろうとのことだが, オホーツク海海水上の海獣, 海鳥の分布量はどの程度か.

(北大・水産, 志賀直信)

答: 氷上域での偶発的汚染も事例因として考えた. 御承知のごとく, 海鳥獣の氷上生活は事実としても, その分布量, 生態は専門外であり, その方面の研究者の御教示をいただければ幸いである.

問: 流水は漁業の再生産に対して積極的な役割を演じているか. (北大・低温研, 田畑忠司)

答: 流水現象を大きなスケールでみると, 結氷→海明け→結氷サイクルの水圏での漁業再生産に与える効果は極めて高いと考えている. 一方, 流水自体の漁業災害例が多いことから, 特定漁

オホーツク海南西沿岸域の漁場環境に与える流水の影響

業に対しての流水災害防止技術開発が必要と思われる。

問：第6表中の K の値 0.55 と 0.88 は氷も含めた値か。また、41ページの「外光」は氷上での照度か。それとも海水直下の照度か。

(編集委員会)

答： K の値はいずれも氷を含めた観測値である。

「外光」は氷上での外光で、氷上での観測は、まず比較的平坦な氷上をえらんでクレバスを削って水中照度計を海水に入れ、照度計の直上が氷下になるようにケーブルをクレバス沿いに移動するか、あるいは削った氷をすきまにつめて測定する。