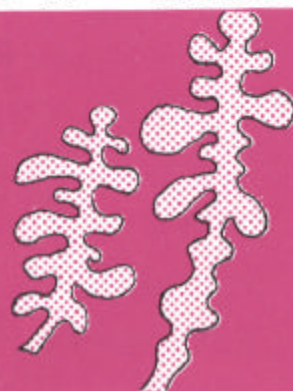


北水試だより

▷ 浜と水試を結ぶ情報誌 ◁



目次	網走湖の環境について	1
	最近の試験研究成果から得られた結果について..... (磯焼け地先からウニを移殖し続けたら)	9
	資源・増殖シリーズ ホタテガイの性転換	14
	加工シリーズ 調味かずのこの保蔵性向上試験	17
	トピックス ベニズワイのはさみ脚掌部の奇形	21
	人事の動き	22

第23号
1993/11

北海道中央水産試験場



0000381727

水試だより No. 23

北海道立水産試験場

網走湖の環境について

大槻 知寛・多田 匡秀

1. はじめに

網走湖は冬季の氷下でも漁獲されるワカサギの生産地として有名であり、今ではその受精卵の全国的な供給基地となっています。また、ヤマトシジミは現在網走湖で最も漁獲量の多い水産資源となっており、1991(H3)年には800 t近い生産を上げています。このヤマトシジミは淡水環境では産卵できず、また、逆に塩分が高すぎても産卵が抑制され、その中間の適度な塩分環境下で再生産を行うという微妙な生態系バランスの中で生活しています。

網走湖のシジミは、網走湖が淡水湖から汽水湖へ変化したあと藻琴湖から移殖され、1955(S30)年以降急速に生産が増大してきました。もともとその供給先であった藻琴湖は今では海水化が進んで再生産が抑制され、網走湖(川)から逆に移殖し、網走湖が結氷して生産できない冬季に漁獲をしています。湖は非常に長い歴史のスケールの中で発達や消滅を繰り返す宿命にありますが、現在ある環境下で資源の最大限の有効利用を図っていく必要があります、その環境変化を絶えず把握しておくことは重要なことです。

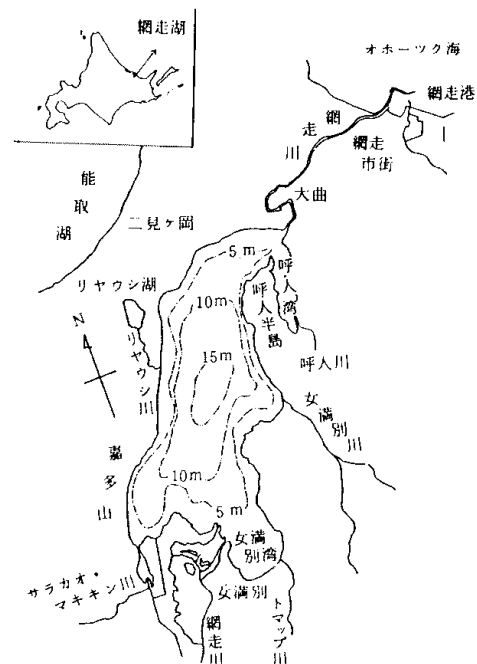


図1 網走湖周辺地形図

2. 網走湖の形状とその特徴

図1に示したように、網走湖は北東～南西方向へ長軸をもった比較的細長い湖です。湖の中央部にある最深部の深さは過去には北海道庁土木部河川課の測量で58尺すなわち17.57mと記録されていますが、最近の北海道公害防止研究所(現在の環境科学研究センター)の報告では16.8mとなっており、理科年表では16.1mです。おそらく堆積物により昔よりは若干浅くなっていると思われます。

網走湖には大小6河川が流入しますが、大きな流入源は湖南部に流入してくる網走

川で、湖南域は三角洲状の湿地帯となっています。流出口は湖北東部の1カ所で約7 km余の網走川でオホーツク海と通じています。網走湖の平均的な水面標高は約35 cmであり、オホーツク海外海との水位差は小さなものです。従って、特に冬季など、降水量が減少する時期の高潮時には海水が逆流し湖内に流入します。海水の密度は大きいので下層へ沈みこんでいき、上層の汽水層とは混合しない状態となります。

冬季は湖のごく一部、北東部の網走川流出口を除いて全面結氷します。結氷期間は長い時で12月中旬から4月上・中旬までのおよそ4カ月間にも及びます。湖北東部の流出口付近では海水が逆流してくるので凍らず、時にはアザラシなどが入り一つの風物詩にもなっています。冬季は当然季節風の強い場合が多くなります。しかし、冬季の結氷層がオホーツク海の流氷と同様、強い季節風から水中の上下^{かくはん}攪拌を防ぐ天然のふたという役割も果たしています。

3. 網走湖の歴史と汽水化

網走湖の構造を理解する上で網走湖自身の変遷過程を知っておくことが不可欠です。網走湖は現在は汽水湖ですが、もともとは海の一部を形成していた湾でサロマ湖などオホーツク海沿岸の湖沼群と同様のいわゆる海跡湖です。これら湖沼群の変遷過程は、湊ら(1954)によると大きく4期に区分されていますが、3,000年以前には現在の能

取湖とも完全につながった湾を形成し海の一部でした。また、尾形ら(1987)の湖底堆積物コアのボーリングによる採取・分析結果からも、海湾から淡水湖へ、そして淡水湖から汽水湖へといった変遷が明らかにされています。現在は汽水化が進んでいるという状態にありますが、いわゆる鹹^{かん}水湖までには至っていません。

今、塩分が0.5‰(=500mg/ℓ)以下を淡水湖の基準として、過去の知見から底層の塩分を比較すると、1927(S2)年以前は塩分に換算してもおよそ0.5‰以下ですが、1932(S7)年には約14‰(塩素量で8,000mg/ℓ)近くに高まっています。従って、その間の1930(S5)年前後をはさんでそれ以降、淡水湖から汽水湖へ急速に移行していったものと考えられます。中尾(1984)によれば、その根本的原因については上流域での水利用の増大等の人為的要因は別とすれば、まず降水量の減少により海水の逆流が多くなったことが第一因に挙げられています。

4. 今までの調査について

網走湖では今までいろいろな分野の調査が行われてきました。著者らの知る範囲では最初のまとまった報告としては、高安ら(1930)の湖沼調査報告があげられます。これには当時の水質調査の結果もみることができます。網走水試でも汽水域の重要な地域資源であるワカサギやヤマトシジミと

いった漁獲対象種の漁場、分布、資源量、成長、再生産等の調査やその生活場の環境調査を地元漁協と共同で行ってきました。

網走湖では以前から“網走湖環境保全対策推進協議会”により、網走湖の環境保全に係る基本方針が出されていましたが、特に、1987(S62)年に起こった「青潮」による魚類の酸欠死をきっかけに、国(北海道開発局)や道が同年それぞれ“網走湖水質保全検討協議会”、“網走湖水産資源問題検討協議会”を発足させ、1989(H1)年までの3カ年にわたる調査が行われました。網走水試でも内水面漁場環境調査として、本格的に無酸素層の変動調査を行ってきま

した。これらの成果は各年度事業報告書以外にも網走湖漁場環境調査報告書として報告されています。また、開発局によっても青潮の発生予測・評価を含めた総合的報告書が出されています。

最近では、総合的な調査として網走市が東京農大や水産孵化場に委託して1990(H2)～1992(H4)年まで3カ年の網走湖を含む「網走市湖沼環境総合調査事業」が実施され、成果が出されつつあります。

5. 網走湖の構造的特徴

図2にメモリー式STD(塩分・水温・水深連続測定機器)の1m間隔の観測による

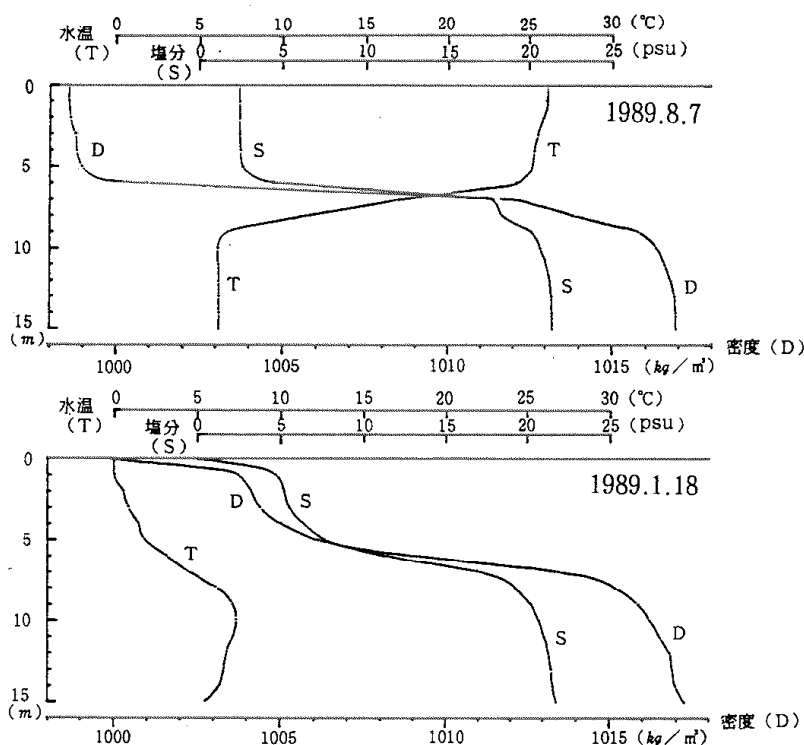


図2 水温、塩分、密度の各鉛直分布の典型例(上:夏季、下:冬季)
(西網走漁協・網走水試によるメモリーSTD生データ記録から、
T:水温、S:塩分、D:密度)

※ psuはPractical Salinity Unitの略で実用塩分のこと、数値的には従来の千分率(‰=パーミル)とほぼ同様に扱ってよい。

る網走湖中心部の夏季並びに冬季の水温、塩分、密度の鉛直分布の典型例を示しました。一般に夏季の湖では著しい水温の成層状態(水温躍層)を示しますが、網走湖では水温とともに、顕著な塩分躍層も形成されていることがわかります。水温、塩分はともに5～10m間、特に7m前後で大きく変化しています。表面水温はこの場合日射により26℃にまで昇温していますが、10m以深では6℃でほとんど一定です。塩分は5m以浅では2psu*台ですが、下層では21psu台を示しています。

密度は一般に水圧（水深）とともに水温、塩分とで決定され、下層ほど大きくなります。特に水温が低く、かつ塩分が高いほど密度は大きくなりますから、上記の水温、塩分分布はより安定した堅固な成層状態を形成し、顕著な密度躍層を示すこととなります。この躍層がいわゆる塩淡水境界層で、網走湖が二重構造を示す原因となっています。このように網走湖は表層と下層との密度躍層が強く、表層しか循環しない「部分循環湖」あるいは、「異^{かん}鹹湖」とも呼ばれる（芳賀ら、1986）^{ゆえん}所以です。

網走湖は例年早い時で12月中旬以降から結氷し始めますが、冬季の場合、水温は表面から1 mまではほぼ0℃です。それより以深では下層ほど暖かくなっているわけではなく、10 m深で7℃くらいの最高水温が維持されています。これはおそらく堅固な境界層のため、冬季の冷却が下層までは届かず、上層のみで冷却が終わり、秋季の循環期に相対的に暖められた下層水が維持されるためと思われます。この時期、氷を開けた表面水の塩分は0で、1 mでは5 psu程度となっています。このことは、結氷直下に河川からの流入水がごく薄く広がっていることを示しており、この淡水層がその下層と小さな躍層状態を示しています。しかし、主塩分躍層は夏季と同じ6～7 m前後にみられ、下層でやはり21 psu程度を示しています。

このように、網走湖はいわばオホーツク

海の海洋構造と同様、上層と下層で塩分が違ふ二重構造を示すのが特徴的ですが、網走湖の無酸素層の上端には鉄バクテリアを含むという黒く薄い変水層が存在しています。また、この境界層には光合成細菌が存在し、安富（1993）によると緑色イオウ細菌の一種であることが判明されています。これがまた下層の硫化水素の拡散を防ぎ、網走湖の生態系の中で重要な役割を果たしている可能性も指摘されつつあります。

6. アオコ

網走湖に生息する生物にとって、湖の環境条件として重要なことは、水温などとともにいわゆる青潮とアオコ（青粉）の問題です。青潮に触れる前にまずアオコに触れておきます。

この名前については、古く大正末期から「所謂水ノ華又ハあをこ（water blossom）」として記述されています（高安ら、1930）。網走湖はもともと富栄養な湖でしたが、近年は富栄養化が一段と進み、夏季を中心に毎年のようにアオコの発生がみられています。特に目立つようになったのは1975(S50)年代に入ってからようです。

アオコはいわゆる赤潮の一種で、植物プランクトンの異常増殖によって水の色が緑色状に変わる現象で、淡水赤潮や水の華とも呼ばれます。網走湖ではラン藻類のアナベナ（*Anabaena*）属によるアオコが多いようです。アオコの発生に対する抜本的な

対策は現状では特に確立されているわけではありませんが、幸いなことに、後述の青潮と違って今のところ特に生物への大きな被害があるという状況にはありません。アオコは富栄養化に伴う植物プランクトンの大增殖という自然の姿でもあります。しかし、富栄養になりすぎる要因のうち、少なくとも家庭排水などの人為的な要因は無くしていく努力が重要です。

7. 塩淡水境界層と青潮

網走湖では1987（S62）年4月に突然湖南部の女満別湾内でウグイ、カワガレイなどの魚類の死亡が起きました。この原因

は南寄りの強風が持続して吹いて湧昇現象が起こり、それによって底層に存在する無酸素水が表層まで上がってきたことによる酸欠でした。これは東京湾でもみられるいわゆる“青潮”という現象です。青潮とは一般に海の色が青白く濁って、ゆで卵が腐ったような臭いを呈する現象で、多くの場合、水温が低くて塩分は高く、無酸素状態で、硫化水素などの有害物質が含まれています。

1987（S62）年に初めて確認報告されてから今までにみられた青潮とその発生場所は表1、図3のとおりです。それによると、今まで青潮の発生が確認されているのは計13回（14地区）であり、すべて最大平均風

表1 青潮（無酸素水の湧昇）の発生状況

年	月日	発生場所	湧昇時の風向と最大平均風速（瞬間最大風速・風向）		
1987（昭和62）	4／21	女満別湾	S	11.0	（S 14.7）
	4／22	嘉多山	S	19.4	（SSW 29.9）
	5／5	嘉多山	SW	12.1	（SW 20.2）
	5／10	嘉多山	SSW	10.9	（SSW 16.3）
	5／15	女満別湾	S	11.5	（S 15.9）
	7／7	女満別湾	S	13.0	（S 16.4）
	9／1	嘉多山、女満別湾	SSW	14.5	（SW 27.9）
	9／21	嘉多山	SSW	12.6	（SSW 18.5）
1988（昭和63）	4／19	女満別湾	E	10.2	（S 16.8）
	5／13	網走川流出口	ENE	12.4	（ENE 21.2）
	10／31	二見ヶ岡	NNE	13.1	（NNE 23.9）
1989（平成1）	確認されず				
1990（平成2）	4／26	女満別湾	S	13.3	（S 25.7）
1991（平成3）	確認されず				
1992（平成4）	4／28	女満別湾	S	10.1	（S 17.4）
1993（平成5）	（10月下旬現在）確認されず				

（注）風速の単位はm／秒

速が $10\text{m}/\text{秒}$ 以上の時に起きています。そして、南寄りの風の時、春季、湖南部に多いことがわかります。しかし、秋季や夏季にもみられ、また、湖北部でもみられる場合があります。網走地方は春先には南寄りの風が卓越する場合が多く、湧昇はその風上側で起こります。

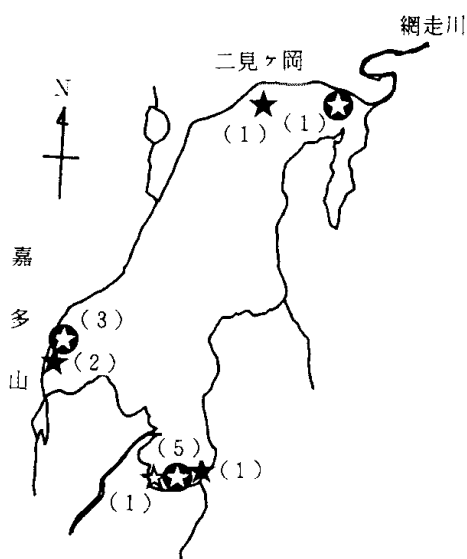


図3 過去の青潮発生場所
 (●):春季 ☆:夏季 ★:秋季
 (カッコ内は発生回数を示してある)

先に述べましたように網走湖は北東～南西方向へ長軸をもっているということが地形的特徴であり、この長軸方向に沿った卓越風が基本的に青潮現象と密接に関連します。本年は幸いなことにまだ青潮は確認されていませんが、これらの原因は主に風系による湧昇ですから、今後も風の吹き方と強さや時間には注意すべきです。

網走湖底層の無酸素層はいつごろから存在したのでしょうか？ 坂崎(1989)によると、昭和初期の無酸素層の上限位置はおよそ 15m 前後です。すなわち、無酸素層が

あったとしても、ごく底層にしかなかったということです。過去の溶存酸素量の比較でも、急速に汽水化が始まった1930(S5)年代以降とその変遷がよく対応していますので、汽水化とともに無酸素層が上がっていったと思われます。

問題はその無酸素層の上限位置(塩淡水二層構造の境界～ここでは境界層と呼んでいる)が昔より近年さらに上がってきたことです。図4に1945(S20)年以降の境界層位置の経年変化を示しました。それによると、無酸素層は1980(S55)年ころまでは $8\sim 10\text{m}$ 前後で、比較的安定していましたが、1985(S60)年ころから急速に $5\sim 6\text{m}$ くらいまでに上昇してきたことがわかります。

8. 青潮の予測と資源への影響

無酸素層の上限位置が深度 5m 前後にあり、平均風速が $10\text{m}/\text{秒}$ 、瞬間最大風速 $15\text{m}/\text{秒}$ 以上の強風が続くこと、これらが無酸素水の湧昇しやすい気象および湖環境の条件として明らかにされています。青潮の挙動を支配する主たる原因は風であり、上下層の密度差が小さくなって成層がやや不安定な状態になる春季と秋季に起こりやすくなります。また、風速 $10\text{m}/\text{秒}$ 以上を青潮の発生条件とすれば、青潮の発生を警戒すべき日は、年間に約13日あることが予測されています。

実際には風速に加えその時の境界層の位

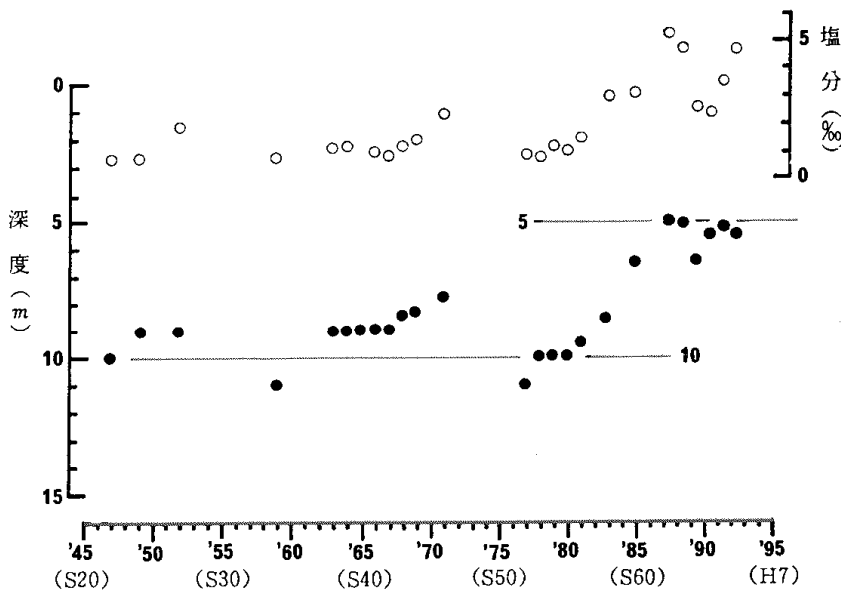


図4 夏季における無酸素層の上限位置(●印)および表層塩分(○印)の長期変動

注1) 昭和63年度網走水試事業報告書(1989、P244図6)にその後のデータを追加し、図を書き直した。

注2) 塩分の単位は、現在は電導度比のみで決定される無次元量の实用塩分(PSU)となっているが、ここでは便宜上、塩素量表示から従来の関係式で塩分に換算した千分率でそのまま示してある。

置が重要で、数値シミュレーションによると、平均風速が10m/秒続いた場合、境界層が5m以浅の時には青潮発生の可能性が極めて高いなどの予測が出されています。また、この境界層の上昇に最も関わりのあるのは、開発局の調べでは近年の少雨傾向と考えられています。図5に1890(M23)年からある網走での年降水量の長期変動を示しました。この100年余の年間降水量は最大1,231mm(1912年)～最小545mm(1905年)の範囲で平均826mmですが、明治末期の1910年くらいまでと近年の1980(S55)年ころ以降は明らかに少雨傾向にあることは興味深い点です。

1992(H4)年3月には境界層深度が、

1987(S62)年の結氷期に確認されて以来の4mまでに上昇し、解氷後に(強風が続けば)青潮の起る可能性が危惧されていました。案の定、実際その春に湧昇による青潮がみられました。本年3月はじめの観測では境界層深度は5.7mに下がっていたため、春季の青潮は起こりませんでした。これらの事実は、今まで多くみられている春季に青潮の起る可能性が、渇水期である解氷前に決まっ

ており、この時期の観測から青潮発生の可能性を予測することができることを示しています。このように年々の水質調査により、無酸素層の上限位置を知ること、青潮の起こる予測が可能です。

青潮が生物、特にワカサギなどと違って移動の出来ないヤマトシジミへ及ぼす影響が懸念されています。しかし、幸いなことに青潮が比較的短期間で終わっていることや、ヤマトシジミには無酸素下でもある程度の耐性がある(水温が約15℃下ではほぼ4日間は生存できる)などにより、ストレスによる成長への影響等を別とすれば、現状では直接的な影響は心配されてはいません。それでも境界層の恒常的な上昇はヤマ

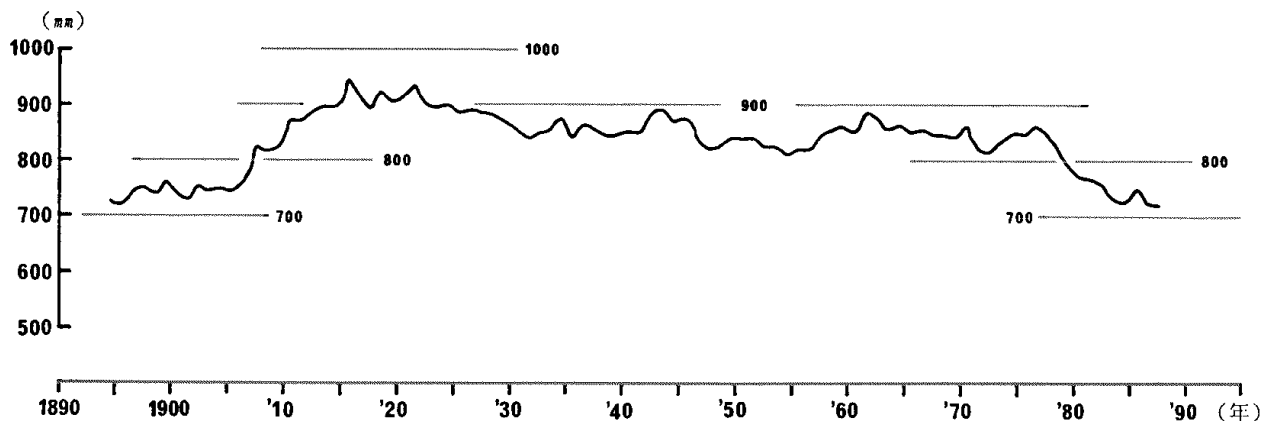


図5 網走における年間降水量の長期変動

(1890～1992年のデータから10年の移動平均をかけたもの)

トシジミなど水産生物の生息域を狭めることとなります。今以上に境界層の上昇が進まないことを願うのはヤマトシジミばかりではありませんが、今後も漁場環境を監視していくことが大切です。

9. おわりに

ヤマトシジミなどは長い目でみれば自然の中の微妙なバランスの上に成り立っている生態系の中で生活しています。現在、無酸素層が5～6 mくらいまであることはヤマトシジミにとって穏やかでない環境ですが、一方、湖の塩分環境は再生産上よい状況下にあります。従って、微妙な生態系を壊すことのないよう上手に利用しながら資源の有効利用を図っていくことが基本的に重要です。

網走湖は物理構造上、無酸素層を作りや

すい環境にあります。現状では無酸素層を完全に無くすることは困難であり、降水量といった自然条件を変えることも無理です。しかし、今以上に無酸素層が上昇することは、ヤマトシジミなどの生活場所そのものを脅かすことになります。従って、これ以上に無酸素層を増大させるような要因と成りうる富栄養化が進まないように、少なくとも生活排水等の人為的要因は取り除く努力が不可欠です。

今、網走湖では人為的な富栄養物質の抑制とともに、水草の除去や底層のいわゆるヘドロの除去といった湖の浄化が国などによりようやく本格的に始まろうとしています。これらが湖の生態系に与える影響とともに今後の動向を注目していくべきです。

(おおつき ともひろ 網走水試 増殖部
ただ まさひで 函館水試 室蘭支場
報文番号 B2038)

最近の試験研究成果から得られた結果について

(磯焼け地先からウニを移植し続けたら)

門 間 春 博

はじめに

今年は釧路沖地震、南西沖地震、異常低温など異変続きの年ですが、ごく身近なところに、これだけ科学の発達した今日でも理論づけられない事象やいまだ未解明な現象があります。特に、海洋関係には多いようです。

北海道の日本海側では、今、皆さんもよくご存じのとおり“海の砂漠化”ともいわれるいわゆる「磯焼け現象」が大きな問題になっておりますが、その全容について少しずつ解明されつつあります。この現象の解明のため北海道水試では各地で調査研究を実施していますが、その一端を次に紹介します。

この磯焼け漁場の特徴について、菊地(1978)は、「植物相では、藻食性動物にとって餌料価値の乏しい無節石灰藻類が優占し、コンブやワカメなどの生育がほとんどみられないこと、動物相では、ウニやアワビが優占種であるが、これらの動物は、餌料となる藻類が少ないために成長が悪く、漁獲の対象に達し得ない状態におかれていることである」と説明しています。

一方、道東太平洋側の海域でも、近年、コンブが少なくなる磯焼けに似た現象が起

きています。そこで、北海道では、道内の磯焼けに関する調査担当者間で、道東のコンブ荒廃漁場が日本海の磯焼け漁場と混同されないために、この磯焼け現象の説明を、よりふさわしい表現にするための話し合いが現在も続けられています。

定点調査について

ここでは、利尻富士町湾内地先で実施された磯根資源量調査の経過について紹介したいと思います。

調査は、利尻地区水産技術普及指導所、鷺泊漁業協同組合、利尻富士町、稚内水産試験場が共同で実施しました。

まず、これまでに行われたこの地先での磯根資源の調査資料をみてみましょう。

図1に示した利尻富士町湾内地先に設置されている沖出し200mの調査定線44、48で、平成2年度と5年度に全く同じ方法によって実施されたものがあります。

資料では、この定線沿いの20m間隔の地点に1㎡枠を設置し、枠内の生物をすべて採集し、採集した生物の種類ごとの重量が測定記録されています。

調査は、海藻生育量が最も多いと考えられる6月に実施されました。調査定線48で

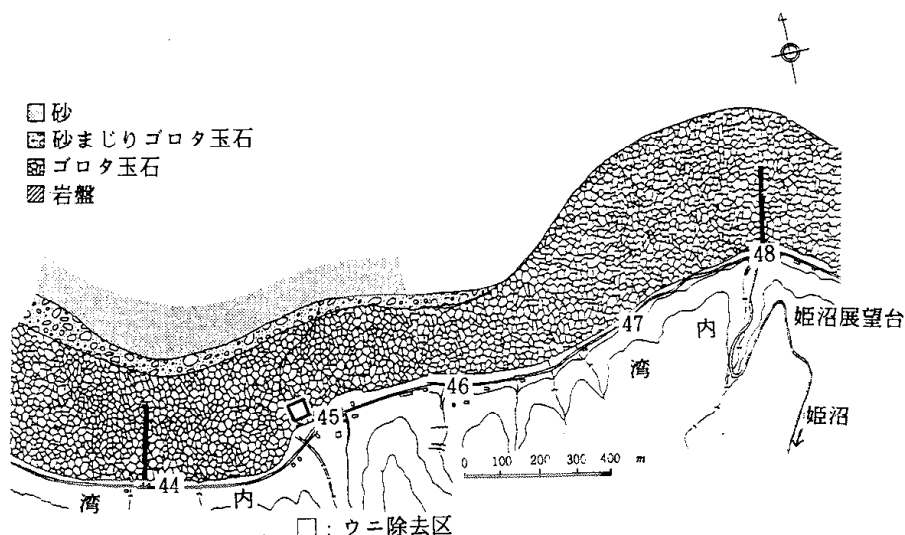


図1 磯根資源調査定線およびウニ除去試験地先
(利尻富士町鵜泊漁業協同組合管内)

は、いずれの年にも海藻が 1 m^2 あたり $2 \sim 4\text{ kg}$ 生育していたことが分かります(表1)。

一方、ここから西側へ 1 km ほど離れた定線44および45(後で述べる実験の対照区)では、海底の傾斜や底質が調査定線48とほぼ等しいにもかかわらず、藻食性動物にとっては餌料価値の乏しい無節石灰藻が優占し、コンブやワカメなどの生育が全くみられませんでした(表1)。

今回、試験調査を行っている湾内地先に生息していた藻食性動物は、エゾバフンウ

ニ(60%以上)とキタムラサキウニ(30%程度)の2種のウニ類が95%以上を占めていました。このほかにはエゾアワビなどが少しみられました。

各調査定点で求めたウニ類の現存量(湿重量)を図2に示しました。

ここで、餌料となる海藻の生育が全くみられない定線44及び45(対照区)の地先は、ウニやアワビの漁場として、ほとんど利用されていないことは明らかですが、海藻が繁茂する定線48の地先に比較して、ウニや

表1 同一地先で隣接する定線観測による海藻生育量の経年比較

調査線番号	第44線	対照区	第48線	第44・48線の平均値
平成2年	0 ± 0	0 ± 0 [*]	2364 ± 3043	1182
平成5年	0 ± 0	0 ± 0	3376 ± 3089	1688

調査は^{*}のみ5月、他は総て6月に実施した。

数値は11定点(ただし、対照区は3定点)の海藻湿重量(g/m^2)の平均値±標準偏差を示す。

アワビの生育密度が決して低いというわけではありません。いずれの定点でも、ウニやアワビ等の藻食性動物が $200 \sim 300\text{ g}$ 生息していました。

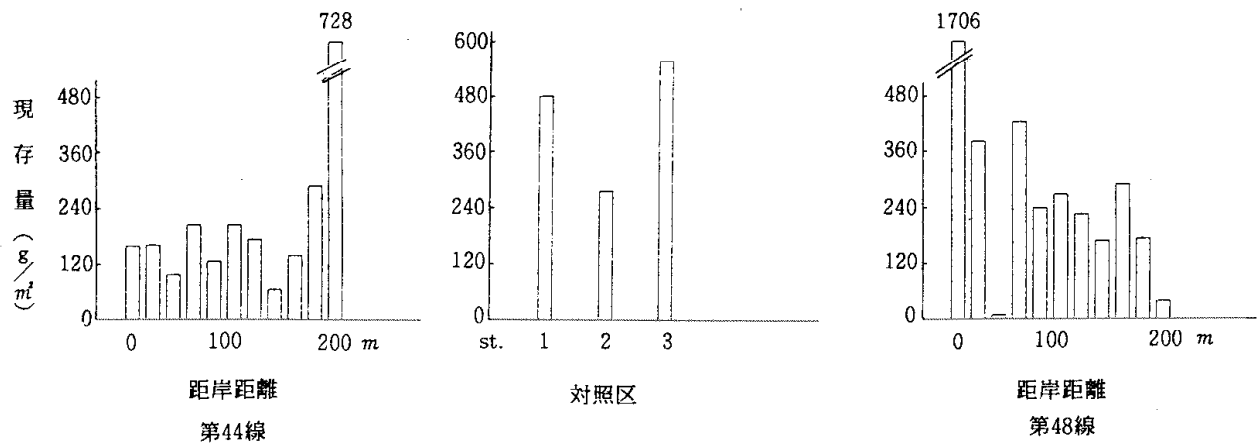


図2 平成5年度における各調査定点のウニ類現存量(殻付き重量)

このように、定線44及び45(対照区)の地先は、ウニ類が優占種となっていますが、これらのウニは、餌料となる藻類が極端に少ないために成長が悪く、ほとんどの個体が、漁獲対象となる大きさまで大きくなれない状態におかれていることが分かりました。

ウニ類の除去試験について

今、お話ししましたとおり、図1に示した調査定線44及び45(対照区)の地先は、藻食性動物にとっては餌料価値の乏しい無節石灰藻が優占し、コンブやワカメなどの生育が全くみられず、ウニが優占しています。

そこで、図1に示したとおり、調査定線45の岸側の地点に50m×50mのウニ除去試験区を設定し、区内に生息するウニ類を表2に示したとおり、随時繰り返し除去し、これらのウニを第48線の沖側の海藻が繁茂

している地先に移植し続けました。

このような試験区内で、2～3ヵ月ごとに区域内の定点に1m²枠を設置し、枠内の生物を全て採集し、採集された生物の種類ごとの重量などを測定記録しました。

それぞれの調査時には、調査定線45の岸側で、試験区から約100m東側の天然の場所を比較対照の定点とし、同じような調査を実施しました。

これらの調査から、ウニ除去試験区内の定点と対照の定点で、それぞれ生育していた海藻の平均湿重量を求め、その推移を図3に示しました。

調査定線45の地先は、対照区定点の調査結果から明らかなとおり、この間、常に藻食性動物にとっては餌料価値の乏しい無節石灰藻が優占しています。平成4年5月に若干のケウルシグサの生育がみられた例を除くと、コンブやワカメなどの生育は全くみられませんでした。

表2 湾内ウニ除去試験区におけるウニ類除去年月日および除去個体数

年 月 日	エゾバフンウニ	キタムラサキウニ	計
平成元年 9	—	—	120,000
10	—	—	
平成2年 6. 8	3,800	2,100	5,900
7. 6	8,200	2,900	11,100
10	10,100	3,800	13,900
10. 8	5,600	2,000	7,600
12. 5, 6	8,500	7,100	15,600
平成3年 9. 24	4,204	3,552	7,756
25	4,400	1,400	5,800
11. 28	3,167	1,273	4,440
12. 16	5,439	1,113	6,552
17	6,295	1,298	7,593
18	2,186	429	2,615
平成4年 5. 18	2,605	850	3,455
6. 23	7,090	2,850	9,940
7. 20	724	650	1,374

試験区：50m×50m=2,500m²

除去方法：スキューバ潜水による手取り採集

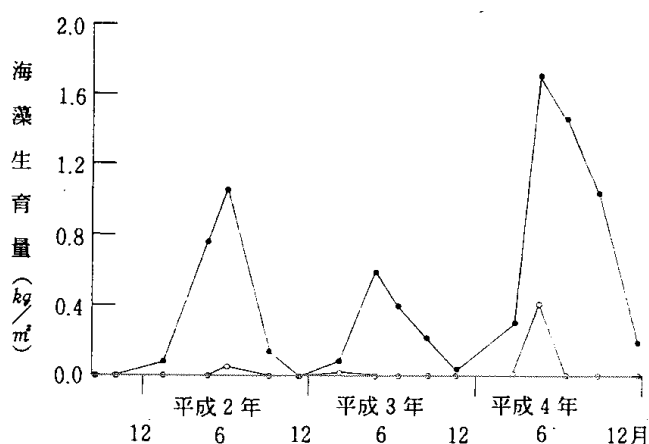


図3 ウニ除去区および対照区における海藻生育量の推移

●：ウニ除去区 ○：対照区

次に、ウニ除去試験区内の定点の状況を見てみましょう。平成2、3年の両年は、生育していた海藻の平均湿重量が、繁茂期（5月）には1m²あたり500g以上に達しますが、海藻の枯渇期（12月）には、ほとんど採集できなくなるという年周期性がみられました。しかし、平成4年には、繁茂期の生育量が1kg以上に達し、海藻の枯渇期にも前年発生したコンブが再生し、その生

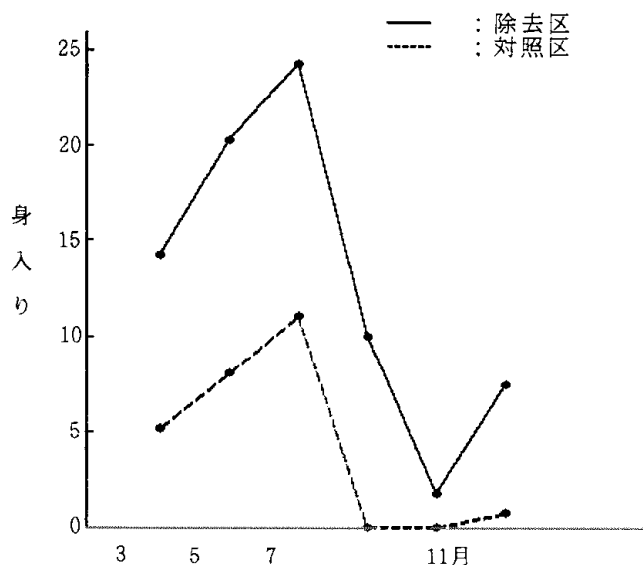


図4 平成4年度ウニ除去区および対照区におけるエゾバフンウニの身入りの季節変化

$$(\text{身入り} = \frac{\text{生殖巣重量}}{\text{体 重}} \times 100 (\%))$$

育量は 1 m^2 あたり 200 g が維持されていました。

なお、平成4年度にウニ除去試験区及び対照区に生息していたエゾバフンウニの身入りを調べたところ、図4に示したとおり、ウニ除去試験区では対照区より常に高い値が得られました。

日本海北部に位置する利尻島で実施したウニ除去試験の結果は以上のとおり、ウニ除去を3年間継続したのちに小規模ながらコンブ群落が発達しました。

最後に中央水試と網走水試がそれぞれ日本海中部に位置する寿都町と、オホーツク海に面した雄武町で実施したウニ除去試験の結果の紹介を兼ねて、ウニ除去が磯根の海藻群落形成に及ぼす効果について、若干考察しておきたいと思います。

結論から先に述べますが、磯焼け状の岩

礁地帯でウニを除去した結果、日本海北部の例と同様に、翌年以降、海藻が生育し始めたことが報告されております。

ところが、日本海中部の例では海藻の種類数は50種にも及び、極めて複雑な海藻群落を形成するにもかかわらず、この重量組成を見るとコンブの占める割合は1割にも遠く及ばないのに、オホーツク海の例ではコンブが8割を占めております。

ここで紹介した3つの例では、ウニ除去によって形成される海藻群落の組成やそのなかでコンブが占める割合が、北海道の沿岸を時計廻りの方向で傾斜している様子が伺えます。

まとめ

磯焼け漁場に高密度に生息する小型ウニを除去し、これらの小型ウニを海藻が繁茂している地先に移殖し続けることによって、磯焼け地先においてもコンブ群落の形成が可能であることが明らかになりました。しかし、どのような時期に、どの程度の範囲で、どの程度の密度まで、どんな方法によってウニを除去することが、漁業生産にとってもっとも有効であるかなど検討すべき課題も多く残されています。いずれにしても、ウニ類を人為的に管理することが、磯焼け漁場の有効利用のひとつの具体的方策になりうるということが再確認されました。

(もんま はるひろ 稚内水試 増殖部
報文番号 B2039)

ホタテガイの性転換

はじめに

北海道沿岸でホタテガイ養殖が盛んになって20年余りになります。この間に、養殖技術やそれに関連してホタテガイの知識習得を目的とした研修会が何度も開かれてきました。そのおかげで、ホタテガイ養殖漁業者の多くの方々の間で、ホタテガイが性転換をする貝だということが一般常識の1つになってきているようです。

ところで、この“性転換”という言葉を聞くと、一般の方には、外科的手術による性転換のことを連想される方も多いことでしょう。

しかし、ここではホタテガイが自然状態で雄から雌に性が変わることについて最近の調査結果に基づいて紹介することにします。

従来の見解

今までの研修会のテキストや最近発刊された書物の中では、「ホタテガイは生まれた年（当年貝）と1年貝ではすべて雄であるが、2年貝になるとそのうちほぼ半分が雌に性転換して雌雄のバランスがとれるようになる」、「ホタテガイは雌雄異体であるが、成長にともない雄の一部が雌に性転換する。天然貝では0年貝と1年貝ではす

べて雄であるが、2年貝に移行する間に性転換し、2年貝ではほぼ半数が雌になる。一方、放流貝と養殖貝では近年の種苗の大型化によって1年貝ですでに性転換を終えた雌がみられる」などのように紹介されています。

ここで詳しく述べられている天然ホタテガイは、現在調査することも口にする機会も非常に少ない存在になっています。

町の料理店や私たちの食卓で出会うホタテガイは、ほとんど間違いなく、養殖貝か放流貝のいずれかです。ところが多くの場合放流貝は越冬した後に（ほぼ1年貝で）放流されており、その貝は後で述べるように既に性転換してしまっている個体が大部分です。

その意味でホタテガイの性転換を紹介するには、垂下養成中のホタテガイの性転換を紹介するのが実際的なので次に述べます。

最近の見解

既に何度か紹介してきたことに新たな知見を加えて整理しますと、垂下養成中のホタテガイの性成熟は次のようになります。

北海道では4月から7月までの間に産卵期があり、約1カ月余り後に浮遊幼生が採苗器に付着し、稚貝が垂下養成されるよう

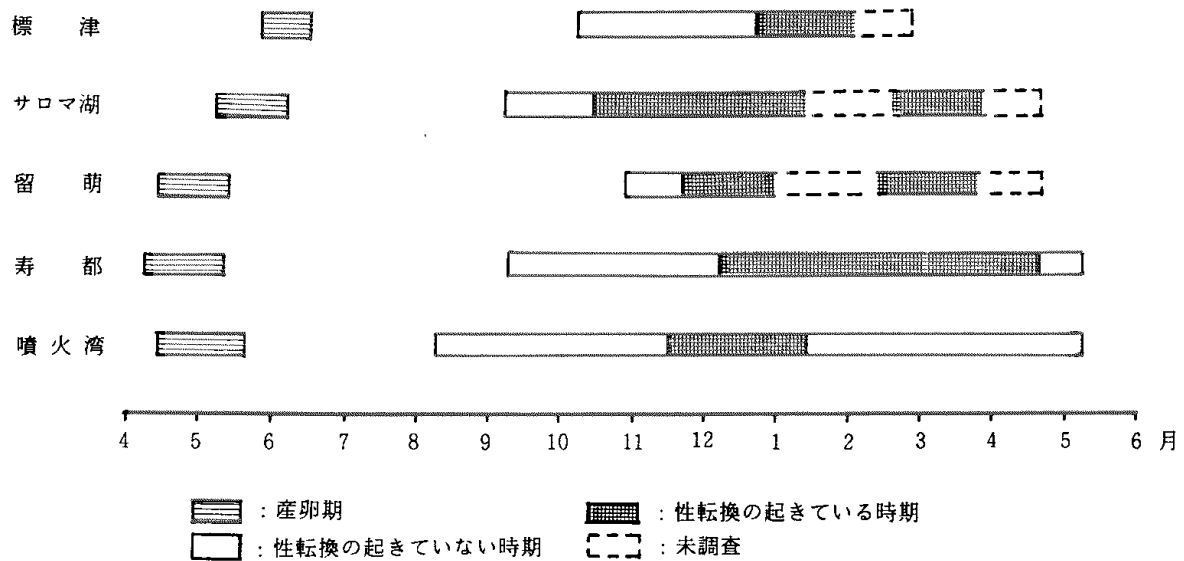


図 北海道における養殖ホタテガイ 0 年貝の性転換時期

になります。この稚貝は殻長 2～3 cm までは性的には雌雄のいずれでもなく、中性です。3 cm を超えた生後 5 カ月ころには全ての個体が雄に性分化します。この雄は一度精子を持つまでに成熟しますが、その一部（数%から半数近く）の個体はその後晩秋から春にかけて、生殖腺の内部で精子などの生殖細胞の退化・吸収がすすむ一方で雌の生殖細胞の形成がすすみ、生殖腺全体が雌になっていくのです。この過程が性転換と呼ばれ、北海道の各海域では 11 月から 5 月までの間に起きています（図）。春になり満 1 歳のころには雌雄ともに成熟した生殖細胞を持つまでに成熟が進みますが、雄はほとんどの個体が精子を放出するのに対して、雌は卵を放出する個体が少なく個体群としては満 1 歳で産卵活動をするとは言えないのです。

このように複雑な性成熟過程を経るので、実際に手をかけた人以外には理解しにくく、

従来の天然ホタテガイの性転換が主に紹介されているようです。

しかも、養殖ホタテガイではこの後、初夏から夏にかけて極一部の雄ではありますが雌に性転換する個体もあります。その結果 1 歳の秋から冬には雌雄の比率がほぼ 1 対 1 になるのです。秋から成熟も始まり、満 2 歳の春には雌雄がそれぞれ卵や精子を放出して産卵するのです。

まとめ

以上のことから、ホタテガイが満 2 歳で個体群として初めて産卵するということは、養殖貝も天然貝でも共通していますが、垂下養成中のホタテガイでは雄から性転換して雌が出現することが天然貝よりも 1 年近く早く起きるのが特異的です。この原因については、垂下養成中の餌料条件が天然貝の場合よりも良く、成長が良いことと深く関連していることは間違いのないことです。

が、詳細については今後の研究に待っしかありません。

また、垂下養成中の性転換の時期や雄から雌になる割合なども、稚貝の分散作業の時期や収容密度などとも密接に関係しあって微妙に変わることも最近の調査で分かってきました。それによると、分散時期を早くし、収容密度を低く抑えることによって成長の良い養殖用種苗を作る技術が、性転換の起きる時期が早く、満1歳での雌の割合が多い貝を作っているようです。また、

収容密度を高くし成長が遅れぎみな放流用種苗を作る技術が、性転換の時期が遅く雌の割合が少ない貝を作っているのです。

ところで養殖貝では大量へい死が起きたり、生殖周期の乱れが起きたりして問題となっていますが、その原因のひとつに性成熟過程の異常が考えられています。その意味で、養殖管理技術とホタテガイの成熟との関係について、生理学的な観点から調べる必要があると思います。

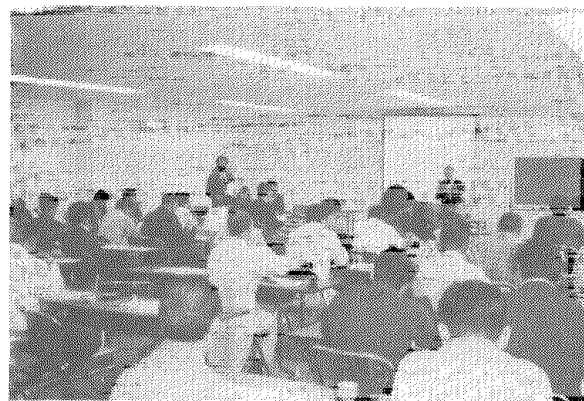
(川真田憲治 栽培センター 沿岸部
報文番号 B2040)

トピックス

魚病対策を学ぶ

ーヒラメ養殖防疫技術研究会開催ー

去る9月7日、渡島管内の福島町福祉センターで、標記研究会が開催されました。これは、(社)日本水産資源保護協会が実施する魚病コンサルタント派遣事業として行われました。当日は、関係漁協をはじめ市町村の職員や道の関係機関などから合わせて55人ほどが参加しました。



研修では、まずはじめに水産庁の野牛魚類防疫技術専門官から、「病原微生物と水産用医薬品の使い方について」の講演がありました。次に、愛媛県三瓶^{みかめ}漁業協同組合の水野魚病研究室長から「ヒラメ養殖におけるエドワジェラ症対策について」と題する講演が行われました。内容は、病気予防や治療対策の事例を主体とした、大変有益なお話でした。

このあと全体質疑に入り、参加者から活発な質問が出されました。講師の的確な説明に、参加者は熱心に耳を傾けていました。

(中央水試 企画情報室)

加工シリーズ

調味かずのこの保蔵性向上試験

はじめに

“かずのこ”は数年前までは、塩かずのこに加工され、主に年末商品として扱われていましたが、調味かずのこが開発されてからは、日常の惣菜となり、いつでも家庭の食卓に載る通年商品となりました。調味かずのこは、塩かずのこと異なり、低塩分、多水分で非常に変敗が早いので、製造業者から販売に係わる人々のこの商品に対する認識も変わり、ほとんどが小パックになり、冷凍で扱われるようになりました。しかし小売り市場では店頭をにぎやかにするために、常温で樽を広げた状態で坪売りを行ったり、家庭における扱いが不十分で、数日の内に変敗を起こすなどトラブルが時々おきています。そのため、調味かずのこの保存性を高める方法として、原卵の殺菌方法と調味液に保蔵性に効果のある天然物を加

える方法について、若干の試験を行いましたので、その経過を報告いたします。

原卵の殺菌方法

抗菌性のある添加物（エタノール、乳酸、次亜塩素酸ソーダ、ノイペクチン、プロタミン）を溶かした溶液、オゾン溶かした溶液に一定時間漬けて、その殺菌効果と品質について検討しました。

調味かずのこの処理方法

調味液に表1のとおり、エタノール、リゾチーム製剤を溶かして、20時間漬け込み、液切りした後、真空包装を行った試験区と表2のとおり、調味液にエタノール、有機酸を溶かして、20時間漬け込み後、液切り、真空包装を行った2つの試験区で行い、10℃で貯蔵試験を行いました。

表1 エタノール、リゾチーム製剤を使用した試験区
(調味液に対する%)

区分	エタノール	リゾチーム	CD*
1 (対照)	—	—	—
2	4	—	1
3	6	—	1
4	4	2	1
5	6	2	1

* CD：分岐型サイクロデキストリン

調味液の配合は醤油25%、ソルビット12%、みりん5%、グルタミン酸ソーダ2%、水56%です。

また表中のCDとは分岐型のサイクロデキストリンで、リゾチーム製剤は鶏卵の白身から抽出した天然の抗菌剤（リゾチーム）を配合した製剤を使用しました。

表2 エタノール、有機酸を使用した試験区
(調味液に対する%)

区分	エタノール	有機酸	C D
1 (対照)	—	—	—
2	4	—	1
3	4	酢酸で pH を 5.0 に調整	1
4	4	クエン酸で pH を 5.0 に調整	1

※ C D : 分岐型サイクロデキストリン

原卵の殺菌効果

エタノールによる殺菌効果は有機酸と併用しても20%以上の濃さがないと殺菌効果が小さく、20%のエタノールに0.2%の乳酸を加えた溶液に30分漬けると、細菌数は100分の1に減少しましたが、卵が変性し、味も苦みがあり、実用性がありません。次亜塩素酸ソーダは5,000ppmを使っても、殺菌効果はありませんでした。ノイペクチンは1%の溶液に60分漬けると10分の1に減少しますが、保蔵性を良くするには、不十分でした。プロタミンも10分の1程度に減少するだけで、ノイペクチンと同様に保蔵性を良くするには不十分でした。オゾン溶液はオゾン量を約1時間に0.3gの量を吹き込みながら、1～8時間漬けましたが、時間による違いはほとんどなく、その殺菌効果も小さく、全てのものに強い異臭がつき、これも実用性がありません。食品の保蔵性を良くするためには、原料の細菌数が少なければ少ないほど良くなるのですが、これらの方法では、殺菌が不足か、または

良くても卵を痛めてしまうため、原卵の殺菌を行うことは非常に困難であることが分かりました。

エタノール、リゾチーム、有機酸による保蔵効果

調味液にエタノール、リゾチーム製剤を加えた試験区の10℃での貯蔵中の細菌数、pH、官能評価は表3に示したとおりです。

エタノールを4%加えたものは、何も加えない対照に比べ約1.7倍、6%加えたものは約2.2倍保存期間が延びました。エタノールとリゾチーム製剤を加えたものは、エタノール単独のものとはほぼ同じ結果で、リゾチームの効果はありませんでした。また、アルコール臭を消すためにサイクロデキストリンを加えましたが、その効果は大きく、においはほとんど感じられず、むしろ風味は対照よりも向上しました。

調味液にエタノールと有機酸を加えた試験区の10℃貯蔵中の細菌数、pH、官能評価は表4に示したとおりです。

表3 エタノール、リゾチーム製剤の保蔵効果

		0日	21日	22日	28日	36日	47日
1	細菌数	$10^2 >$	7.6×10^7		1.6×10^8		
	pH	5.64	5.62		5.30		
	官能評価		±		+		
2	細菌数	$10^2 >$		3.1×10^6	7.9×10^6	6.2×10^7	
	pH	5.70		5.65	5.65	5.50	
	官能評価					±	
3	細菌数	$10^2 >$		1.5×10^4	4.4×10^5		1.1×10^7
	pH	5.68		5.67	5.68		5.68
	官能評価						±
4	細菌数	$10^2 >$		3.5×10^5	8.5×10^6	6.5×10^7	
	pH	5.65		5.67	5.68	5.61	
	官能評価					±	
5	細菌数	$10^2 >$		8.9×10^5	1.3×10^7	3.5×10^5	2.4×10^8
	pH	5.70		5.60	5.65	5.67	4.62
	官能評価						+

※ 官能評価：± 初期腐敗、+ 腐敗

表4 エタノール、有機酸の保蔵効果

		0日	19日	26日	31日	37日	41日
1	細菌数	$10^2 >$	4.6×10^7	1.3×10^8			
	pH	5.58	5.64	5.40			
	官能評価		±	+			
2	細菌数	$10^2 >$	2.7×10^6	6.5×10^7	2.1×10^8		
	pH	5.63	5.66	5.58	5.38		
	官能評価			±	+		
3	細菌数	$10^2 >$	1.2×10^4		1.5×10^5		2.2×10^7
	pH	5.41	5.38		5.37		5.38
	官能評価						±
4	細菌数	$10^2 >$	1.1×10^6	1.4×10^6	6.3×10^6	7.4×10^7	1.1×10^8
	pH	5.47	5.45	5.45	5.41	5.17	5.35
	官能評価					±	+

※ 官能評価：± 初期腐敗、+ 腐敗

保蔵効果は、エタノール4%とサイクロデキストリンを加えた区分が、対照区に比べ約1.4倍、これを酢酸でpHを5.0に調整したものは約2.2倍、クエン酸でpHを調整したものは約2倍保存期間を延ばすことができました。また有機酸でpHを調整した区分は、エタノール4%、サイクロデキストリンを加えた区分に比べても、それぞれ約1.6倍、1.4倍保存期間が延びました。

以上のことから調味液にエタノールを4～6%加え、有機酸でpHを5.0に調整し、サイクロデキストリンを加えてエタノール臭を消すのが良い方法でしょう。

おわりに

原料となるかずのこ原卵の細菌数を調べてみましたが、1g中に100以下のものから1万以上のものまでありました。良い加工品であり、保蔵性の高い製品を作る基本はやはり良い原料を選ぶことであり、清潔な環境のもとで、低温で、すばやく製造し、製造中の細菌を増やさないことが必要です。かずのこも同じことがいえるでしょう。また、調味かずのこは低塩分、多水分で、そのまま食卓に載る惣菜ですので、販売に際しても低温で、清潔な環境が必要です。そして家庭でも購入したらすぐ冷蔵庫に入れるなど心がけたいものです。

(加藤 健仁 中央水試 加工部
報文番号 B2041)

訂 正

本誌第22号の「サンマ入門」につきまして、誤りがありましたので、お詫びして訂正します。

ページ	箇所	誤	正
P 1	左段 下から1行目	太西洋	→ 大西洋
	〃 2行目		
P 3	左段 本文 6行目	専 業	→ 兼 業

トピックス

ベニズワイのはさみ脚掌部の奇形

平成2年12月上旬、北海道大学忍路臨海実験所の信太氏からベニズワイのものと思われるカニのつめが提供されました。これはズワイガニ類の奇形のなかでも珍しいものでした。これまでの報告を調べると、ケガニについて同じような奇形の報告があり、ズワイガニ類でも2例ありました。また、はさみ脚掌節の付け根にもう1つのはさみが貧弱な形で突出しているズワイガニについての報告も数例ありました。

このベニズワイは、平成2年の11月下旬に積丹半島西沖の水深約1,000mの海底でカニ籠漁船により漁獲されたものです。標本は、はさみの部分だけしかいないため、全体の大きさ（甲幅：ズワイガニ類では甲らの幅でそのカニの大小を決める）や体重は分かりません。

このはさみの奇形は図1の通り、可動指の付け根の部分から二股に分かれた指節が突出していて一方が可動指の役割をするような形状（a）を示し、もう一方は不動指の役割をするような形状（b）を示しています。

各部位（図2参照）の計測値は掌節+不動指が105.6mm、可動指が48.6mm、奇形指の可動指数状（a）が約60mm、奇形指の不動指形状（b）が約40mmでした。また指節それぞれの咬合面の鋸状歯の形状をみると、大きなはさみ型を形成するものは歯が鋭く大きい、また小さなはさみ型を形成するものは歯が小さく貧弱でした。特に大きなはさみが生時に機能していたかどうかは疑問です。また、このような奇形が現れた原因については不明です。

最後に、この標本を提供して頂いた北海道大学忍路臨海実験所の信太和郎氏に深くお礼申し上げます。

（三橋 正基 稚内水試 漁業資源部）

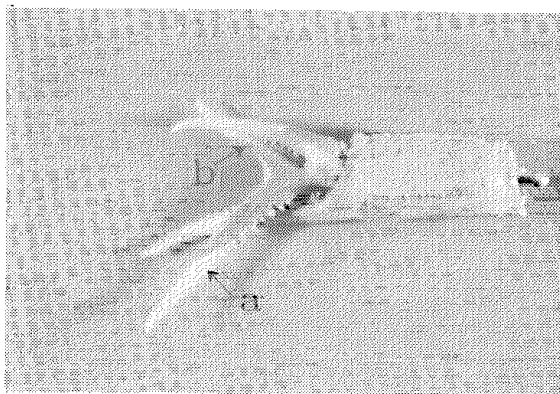


図1 ベニズワイの奇形鉗脚

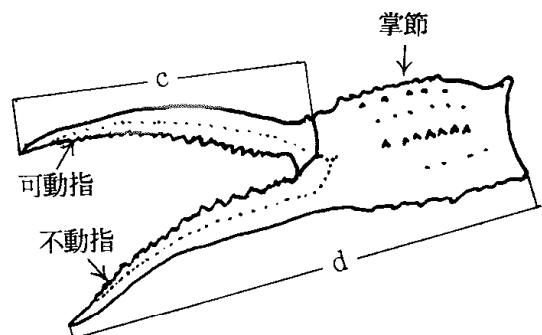


図2 ベニズワイの正常な鉗脚

c : 可動指長

d : 掌節+不動指長

人事の動き

平成5年8月 () は前職

異動

○平成5年8月20日付

企画振興部南西沖地震災害復興対策室主査

中央水産試験場企画情報室情報課長

(中央水産試験場企画情報室情報課長)

(後志支庁経済部水産課漁場整備係長)

等々力 順 祐

小 森 隆

「見て・さわって・考えて」得しちゃった！ —'93試験研究機関おもしろ祭り開催される—

このところ恒例となっている道立試験研究機関の公開講座が今年も10月19日(火)、午前10時から札幌市のJR札幌駅1階、北口西コンコース横のライラックパセオで開催され、約1,800人の来場者で賑わいました。

これは、平成3年度からお祭り形式で実施されているもので、13の道立試験研究機関が参加しました。

日ごろは、道民の皆さんと身近に接する機会が少ない研究機関ばかりですが、『どこで、どういう試験研究機関が、どんな研究をしているのか』をぜひ知ってもらいたいということで、各機関工夫をこらした出展を行っています。

今回、水試からは、ヒラメとクロソイの水槽・パネル展示をはじめ、水産加工試作品の展示やサケを使った加工試食品などが出品されました。

また、アンケートやクイズに答えてくれた方全員に、記念品として水試で作ったガラス製の浮き玉などがプレゼントされ、人気を集めていました。



(中央水試 企画情報室)

未来の扉を開く子供たち

本誌は、下記の道立水産試験場・栽培センターの広報誌です。質問、ご意見がありましたら
最寄りの水試・栽培センターまでお寄せ下さい。

北海道立中央水産試験場

046 余市郡余市町浜中町 238

電話 0135 (23) 7451

FAX 0135 (23) 3141

北海道立函館水産試験場

042 函館市湯川町1-2-66

電話 0138 (57) 5998

FAX 0138 (57) 5991

北海道立函館水産試験場室蘭支場

051 室蘭市舟見町1-133-31

電話 0143 (22) 2327

FAX 0143 (22) 7605

北海道立釧路水産試験場

085 釧路市浜町2-6

電話 0154 (23) 6221

FAX 0154 (23) 6225

北海道立釧路水産試験場分庁舎

085 釧路市仲浜町4-25

電話 0154 (24) 7083

FAX 0154 (24) 7084

北海道立網走水産試験場

099-31 網走市鱒浦 31

電話 0152 (43) 4591

FAX 0152 (43) 4593

北海道立網走水産試験場紋別支場

094 紋別市港町 7

電話 01582 (3) 3266

FAX 01582 (3) 3266

北海道立稚内水産試験場

097 稚内市宝来4-5-4

電話 0162 (23) 2126

FAX 0162 (23) 2134

北海道立栽培漁業総合センター

041-14 茅部郡鹿部町字本別539-112

電話 01372 (7) 2234

FAX 01372 (7) 2235