

水氷による漁獲物の冷却 魚類に対する浸漬水の至適塩分量

佐野 茂

漁獲物の鮮度は漁船上での処理操作が著しく影響する。鮮度低下を抑止するには漁獲直後に即殺することが不可欠であり、適当な方法で冷却するのが常法とされている。

魚体の冷却にはいろいろな方法があるが、水氷は簡便でかつ冷却効果が大きいため、沿岸、近海ではほとんどの漁業に常用されている。

著者は先にケンサキイカ等、軟体類を材料として水氷に関する一連の実験^{1,2)}を行い、処理条件中で浸漬水塩分量が鮮度に及ぼす影響の大きいことを明らかにしたが、ここではマイワシ、ハツメ等比較的小型な魚類を材料として浸漬水塩分量の至適濃度を吟味したのでその結果を報告する。

実験方法と結果

水氷塩分量の検討材料として実験に供したのはサバ、イワシ及びハツメの3魚種である。それぞれの魚体は表一に示す大きさであった。サバは釣獲したものであり、イワシはまき網、ハツメは底びき網で漁獲したものであって、実験の性質上漁獲直後に船上で直ちに供試した。実験方法としては、水道水で数通りに希釈した海水に

表一 実験に供した魚体の大きさ

魚種	豆サバ	小イワシ		ハツメ
		マイワシ70%	カタクチ30%	
体長 cm	—	9.88	9.31	—
体重 g	66.95	10.14	8.03	34.43

体重既知の魚体を浸漬し、一定時間後にとりあげて重量の変化を測定した。またこの際に供試魚の体色と魚体の硬さを官能的に判別した。なお浸漬水の塩分濃度は赤沼式比重計で測定した。

1 豆サバの浸漬

塩分量34.1%の海水を6通りの濃度に希釈し、ポリ容器に納めて冷蔵庫内で9°Cに冷却した。次に釣獲直後の豆サバを5尾づつまとめて体重を秤り、これを先に冷却した各区の希釈海水中に浸漬し、約48時間後にとり揚げて再び秤量し、重量の増減を算出した。各区の重量変化率（後述する如く魚体重量の増減は吸水又は脱水により生ずると考えられるから以下吸水率と呼ぶ）は図一に示した。水道水の区で吸水率が最大であり、原海水区で最少であって、全体としては塩分量が増加するほど吸水率が減少する傾向を呈するが、13%付近には

小さな谷を生じている。魚体の外観は 20.5% 以下の区で光沢を失い 0% では白色を呈していた。肉は各区とも膨潤気味であって、特に 0~6.5% 区では軟化が進んでいる。

2 小イワシの浸漬

塩分量 33.6% の海水を 7 通りに希釈し、ポリビンに 600 ml づつ入れ、フタをして秤量する (W_1)。これを漁

場に持参し、漁獲直後の小イワシを 45 尾づつとって金網上で 5 分間水を切った後、しぶきを飛ばさないよう静かに前記ポリビンに入れる。フタをして外から碎水で冷却しながら実験室に持ち帰り、ビンの外面の水分をよくぬぐって秤量した (W_2)。これを冷蔵庫内で保冷し、漁獲から 9 時間及び 12 時間経過した後、魚体をビンから取出して 5 分間の水切り後に秤量し (W_3)、体重 ($W_2 - W_1$) に対する吸水量 $\{ W_3 - (W_2 - W_1) \}$ の比率を求めた。各試験区における 9 時間及び 12 時間浸漬による吸水率は図-2 に示す。小サバの場合と同様に塩分

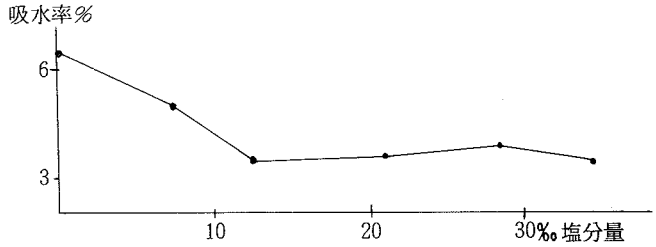


図-1 浸漬水塩分量と豆サバの吸水率 (48時間浸漬)

表-2 小イワシの浸漬水塩分量と浸漬時間ならびに吸水率の関係

塩分量 %	6.5	9.4	14.3	19.7	24.0	29.0	33.6
9 時間後吸水 %	8.3	6.0	4.0	1.6	0.9	0.4	-0.8
12 " %	8.2	7.2	5.7	3.3	1.6	1.5	0.2

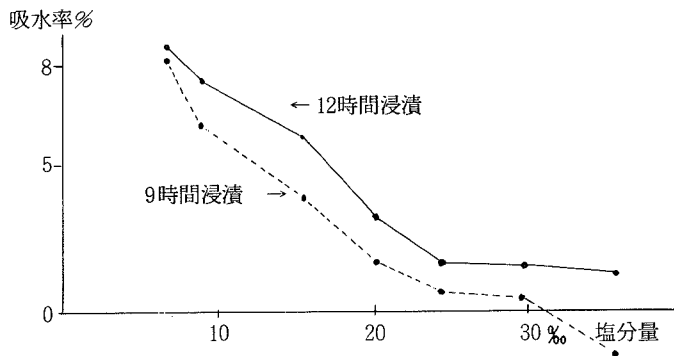


図-2 浸漬水塩分量と小イワシの吸水率

量が増加するほど吸水率は減少しており、33.6% 区では当初の 9 時間において吸水は全く行われず、逆に脱水現象すら呈していた。一方 6.5% 区では浸漬開始 12 時間ですでに吸水のピークを越えて減少傾向を呈している。

魚体の色沢は塩分量を減ずるほど劣化し青色を失っている。肉質も低塩分量区ほど軟化の傾向を呈していた。

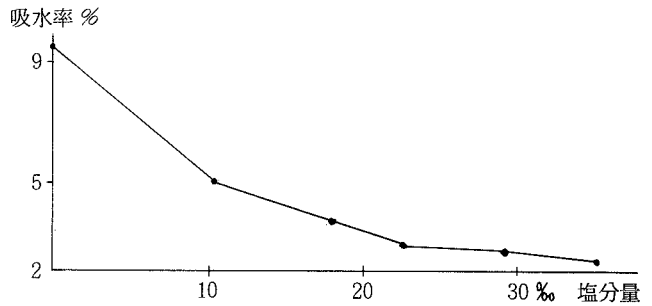
3 ハツメの浸漬

小イワシと同様な方法で魚体吸水量の測定を行った。13 時間浸漬後における各試験区の塩分量と魚体の吸水率は表-3 及び図-3 のとおりである。実験終了時の水温は 4.0℃ であった。図-3 に見る如く吸水率は塩分

表一 3 ハツメの浸漬水塩分量と吸水率の関係

塩分量 %	0	10.3	16.7	22.6	27.5	34.1
13時間後吸水 %	9.5	5.0	3.8	2.8	2.6	2.1

量が増加するに従って減少しており、他の2魚種と全く同一な傾向を示している。この実験では眼球の白濁現象を特に注意して観察したが、各区とも大差なく若干の白濁が認められた。



図一 3 浸漬水塩分量とハツメの吸水率 (13時間浸漬)

考 察

水氷による漁獲物の処理については幾つかの報告がある^{1,3,4,5,7)}。それらのほとんどが浸漬水塩分量と鮮度の関係を論じているのは、処理条件のうちで塩分量の影響が特に大きいためであろう。結論を要約すると、

スルメイカの場合、冷却海水が最も保鮮効果がすぐれており⁵⁾、ケンサキイカでも浸漬水を原海水と同一濃度に保つことが不可欠である¹⁾。またホッコクアカエビの場合には浸漬水塩分量が原海水と同一の時に体色が最良であり、25%以下に希釈されると色素が溶出し肉が吸水する³⁾。その他マガキの剥身は淡水に漬けると吸水して1~2時間後には活力を失うが、海水に浸しておけば7日間ぐらひは活きているという⁶⁾。すなわち、これら無脊椎動物の場合には浸漬水塩分量の至適濃度は海水と同一で約34%とすることで諸説が一致している。一方、魚類についてはハマチの場合、原海水(34.2%)とこれを $\frac{3}{4}$ ~ $\frac{1}{2}$ に希釈したものでは硬直時間に差がないものの、 $\frac{1}{2}$ 希釈海水に浸した魚体が一番鮮明であり¹⁾、マダイも体色が美しく、かつ眼球が白濁しない塩分量は原海水の $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ であるとされており³⁾、一般に魚類の水氷では至適塩分量を海水の $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ とする説が有力である。これらの報告では魚類に対する塩分量の影響を眼球や体色の鮮明さに基づく判断により示していて、必ずしも魚肉の活きのよさ——生活反応の持続性——を拠りどころとはしていない。ここでは魚体の外観にこだわらず肉質への影響を中心に魚類に対する水氷の至適塩分量を改めて論議したい。

1 浸漬水塩分量と吸水率

魚肉を真水に漬けるとATPを消費して生きのよさを失う。この現象はCaCl₂によって促進されMgCl₂、KClやNaClによって阻害される⁷⁾。したがって漁獲物を水に浸漬する際には水が魚肉中に浸透することを極力防止し、ATPの消費を抑制する措置が必要である。

魚肉を濃厚な蛋白質ゾルとみなすと、水に浸漬した魚体への水分の浸透は、模式的には魚皮をへだてた魚肉と浸漬水の2相間の浸透圧の差によって決定される。すなわち、浸漬水の塩分量を増加してやれば水分の浸入が抑制できるわけであり、水と魚肉の浸透圧が等しくなった時点で水分の往来は停止する。更に塩分量を増してやれば逆に脱水が起って魚肉蛋白は濃厚になることが考えられる。実験1~3の結果はこの推論とよく一致しており、どの魚類においても浸漬水塩分量が大きくなる程、魚肉の吸水率は低下している。また予見したとおり小イワシの実験において33%以上の濃厚な海水に漬けた魚体では9時間後に脱水が起っているが、同様な現象はマダイについても報告されている³⁾ところであって、魚肉ゾルの見かけ上の浸透圧は33%前後とみなされる。したがって漁獲直後における浸漬水としては塩分量33%ぐらい(通常の外洋水)が最適であると著者は考える。

2 魚体の大きさと吸水速度

水水の条件が鮮度に影響しやすい代表例に小イワシ(ヒラゴ)がある。漁獲から陸揚げまでの僅か2~5時間、水に漬けている間に船によって鮮度に差が生じており、ハラギレを呈するものもある。どの船でも陸揚げ時まで砕氷が融けきらずに残っているとこからみて、ここに生じた鮮度の差は冷却不十分のために生じた鮮度低下ではなく、もう一つの処理条件、塩分量が不適当なために生じた現象と考えられる。この漁獲物に限ってマジオする者があるのもこのためだろう。他の漁獲物と違って小イワシの鮮度が特に低下しやすい原因として、著者は魚体の大きさが関係しているものとする。

論議を推めるために、同一魚種にあつてはすべての個体が大小に関係なく等質であり、かつ互に相似形をなしていると仮定しよう。体長をLとすればこの魚種に属するすべての個体の各部位の大きさは模式的に次式によって示すことができる。

$$\text{魚皮の厚さ } A = Lk_1 \quad \text{魚体の表面積 } S = L^2k_2 \quad \text{魚体の体積 } V = L^3k_3$$

$$\text{体重 } W = V \cdot D \quad (D \text{ は魚体の密度})$$

浸漬水が単位時間内に単位面積の魚皮を通過して肉質に浸透する量を X とすると、 X/A は魚皮の厚さAによって異なり、およそAに反比例すると考えられる。

$$\frac{X}{A} = \frac{1}{A} k_4 \quad \text{————— (1)}$$

したがって魚体が単位時間内に全表面から吸水する量Qは

$$Q = \frac{X}{A} \cdot S = \frac{S}{A} k_4 = \frac{L^2 \cdot k_2 \cdot k_4}{L \cdot k_1} = L \cdot \frac{k_2 \cdot k_4}{k_1}$$

よって単位時間における魚体の吸水率は、

$$\frac{Q}{W} = \frac{L}{V \cdot D} \cdot \frac{k_2 \cdot k_4}{k_1} = \frac{L}{L^3} \cdot \frac{k_2 \cdot k_4}{k_1 \cdot k_3 \cdot D} = \frac{1}{L^2} \cdot \frac{k_2 \cdot k_4}{k_1 \cdot k_3 \cdot D}$$

ここに k_1 、 k_2 、 k_3 、 k_4 及び D はいずれも常数であるから

$$\frac{Q}{W} = \frac{1}{L^2} k \quad (k \text{ は常数}) \quad \text{--- (2) となる。}$$

すなわち同一魚種にあっては吸水率が体長の二乗に反比例することがわかる。一般に魚体の小さなものほど水処理の優劣が顕著に鮮度へ反映し易いことが(2)式によって説明できる。また異った魚種の間においてもこの関係式がおおよそ適用できるとすれば、先の実験において小イワシにくらべてハツメや豆サバの吸水速度がおそいことや、タイやハマチを材料とした実験において原海水とこれを $\frac{1}{2}$ 乃至 $\frac{1}{3}$ に希釈したものを比較した場合に、硬直状態に差が認められなかったこと等も理解できる。また同じ理由により、魚類に対する至適塩分量を検討するに当って、大型の魚を材料とした実験結果をそのまま小型の魚類に適用するのは不合理であり、むしろ小型魚によって得られた知見をもって普遍的な至適塩分量であるとするのが妥当であると考えられる。

3 浸漬時間と吸水速度

小イワシの実験において特に注目したいのは浸漬水塩分量と吸水速度の関係である。図-4には吸水率の経時的变化を示したが、折線の勾配は魚肉の吸水速度を表す。図において14.3%区に浸漬した魚体は、吸水の速さが漁獲時より12時間後までを通してほぼ直線的であり、等速度的に吸水している。これよりも高塩分量の試験区では浸漬初期において吸水が緩慢であり、前述のとおり33.6%区では逆に脱水さえ生じているが、12時間後になると速度が急激に増大して初期とは異った吸水の様相を呈している。一方、14.3%よりも低塩分量区では浸漬初期に吸水速度が大きいのが、12時間後にはかなり緩慢になっており、ことに6.5%区ではすでに吸水のピークを超えて減少傾向さえ呈していた。

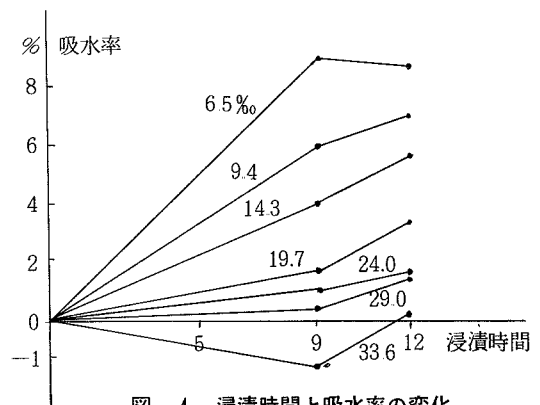


図-4 浸漬時間と吸水率の変化

このように、浸漬の初期において魚肉が吸水したり、後期になって低塩分量区の吸水が緩慢となる現象は、前述したとおり、魚体と浸漬水との浸透圧の差に支配され、水分が往来するものとして説明できるが、高塩分量区の吸水が9時間後には急速に早まったり、一たん脱水した区まで再び吸水が起っているのは、浸透圧の他に異った吸水機構が生じたと考えねば説明できない。既往の研究によれば、これは水分の浸入に先だって魚肉中に浸透した塩類の作用により肉が吸水性を帯びたためという⁵⁾。すなわち、脱水するほど濃厚な海水に漬けた場合でも、浸漬時間が永びくと塩類が次第に魚肉中に浸入し、次いで魚肉に2次的な吸水機構が発生して、逆に重量が増大するものと解される。海水中に最も多量に溶存するのはNaClであるから、魚肉に浸入するのもNaClが主体をなしているものと考えられるが、前述した如くNaClにはATPの分解を抑制して生きのよさを保持する作用があるので、この点からみても希薄な海水よりも原海水またはマシジオした海水の方が魚体の浸漬に適しているといえよう。

陸揚げ時に鮮度が劣化しているヒラゴをみると、魚体が膨潤しておりハラギレしたものが多い。これは融水によって浸漬水の塩分が希薄になったため、吸水が急速に進行してATPを消費し解硬したので、肉が固さを失って軟くなり、ハラギレを生じたものと考えられる。

一方、氷水による冷却法自体についても、シラスやヒラゴのような小型魚は漁獲から陸揚げ時まで浸漬したまま放置するのが通例であるのに対して、サバやブリのような大中型では数時間の冷却後、浸漬水はぬき取って運搬する等の相異点があり、小型魚ほど浸漬水の影響を顕著に受ける結果となっている。

この氷水浸漬における鮮度の低下を抑える手段としては先に考察したとおり、浸漬水の塩分量を原海水と同一量に保って、砕水の融解による塩分量の低下を極力防止することが必要である。一般的な対策としては氷がとけるに従って融解量に対応したマジジオする方法があるが、その分量を海上で決定することはかなり困難であって実行する者が少い。著者はすべての魚種に対する最善の氷水冷却法として、漁獲物が少量の場合には包装氷法（砕水をビニール袋等に包んで融水が外にもれないようにしたもの）を推奨し、やや多量の場合には冷却器による海水冷却法（例えばシークーラーSS型等）などの使用をすすめてきた。本来、氷水による魚体の冷却は氷蔵に先だつ予冷法として漁場で行われる場合が多く、先述したシラス、ヒラゴの場合でも漁場から陸揚げ地まで運搬中の冷却法であって浸漬時間は比較的短いので長期浸漬による2次の吸水機構は別に懸念する必要はない。しかし、漁獲物を陸揚げ後、消費時まで保冷するのに氷水を応用しようとする試みが最近各地で行われている。この場合、当然浸漬時間が長くなるので、先述したとおり塩類の浸透による吸水機構の副次的な発生や、これにともなう肉質の変化、更には嫌気的な変敗の進行など好気的な条件下で氷冷蔵した魚体には見られない様式の鮮度低下が進行する恐れがある⁵⁾。これは企業に着手する以前に当然予測しておかねばならぬことであり、本来氷水は漁獲物の長期にわたる鮮度保持法としては好ましい方法ではない。十分な資料はないが著者の体験によれば4℃程度で2昼夜ぐらいが保蔵の限度ではないかと考えるが、機会をみて吟味したいと考える。山本らの研究によるとスルメイカの場合、この方法による保蔵期間はおよそ36時間程度⁵⁾とされていることを付記しておく。

文 献

- 1) 佐野 茂 : ケンサキイカの鮮度保持, 水産物の利用に関する共同研究7集, (1966)。
- 2) 佐野 茂 : シイラの鮮度判定について, 水産物の利用に関する共同研究8集, (1967)。
- 3) 山本 巖 : 氷水の塩分濃度が鮮度に与える影響, 水産物の利用に関する共同研究4集, (1964)。
- 4) 山本 巖 : 第1回水産物利用加工ブロック会議, 水産庁, (1964)。
- 5) 山本常治、野口栄三郎 : 漁獲物の鮮度保持に関する研究VIII~XI, 日水研研究年報4号, (1958)。
- 6) 持永泰輔、田口 昭 : 貝類の酵素化学的簡易迅速鮮度判定法, 食衛誌4巻4号, (1963)。
- 7) 野口栄三郎、山本常治 : 漁獲物の鮮度保持に関する研究I, 日水研研究報告2号, (1955)。