

活ヒラメの空中放置における耐久性について

岩本宗昭

近年、消費者のグルメ志向を背景に活魚の需要が増大している。これら活魚は消費段階まで水槽に生かした状態で流通する場合と、消費地市場または産地で即殺され「活けしめ魚」として流通する場合がある。前者は魚の10倍もの水を入れて輸送するのでコストの面で難点があり、後者は魚体が硬直してしまうと商品価値が低下するので流通時間が限定される。

一方、魚の低温域における生死の臨界温度を、段階的に水温を降下させるなどの処理を行い、人為的に氷結点付近まで降下させることによって、代謝や自発運動を抑制して、長期の生体保存を図るとともに、それを水無し状態で輸送する方法（氷温輸送）が検討されつつある^{1) 2) 3)}。長谷尾ら²⁾はフナ、コイ、ヒラメを寒冷麻痺状態としたのち、水中より取り出して無水状態（0℃）で6時間トラック輸送し、再び水に戻したときの蘇生状態を検討している。その結果によると、水中取り出し10時間後の蘇生率は、コイとヒラメでは鰓の部分以外をポリエチレンシートで覆った場合、コイで100%、ヒラメで50%を示したが、シートで覆わない場合はいずれも蘇生率0%であった。また、フナについてはいずれの場合も100%蘇生している。

活魚の水温域での長期蓄養については、その温度管理や経済的効果に問題があるが、上記実験のように、魚類が空中で長時間生命を維持し得ることは注目すべき現象である。そこで、この水無し状態での魚の輸送に関連して2～3の検証実験を行ったので、その概要を報告する。

実 験 方 法

試 料 実験Ⅰ～Ⅳでは人工種苗により養殖したマダイ、ヒラメを入手後1年以上水槽で蓄養したものを供試した。供試魚の平均体重・体長はマダイ0.8kg、29cm、ヒラメ1.9kg、41cmである。実験Ⅴでは養殖業者より入手したヒラメを16日間水槽で蓄養したのち供試した。供試魚の平均体重・体長は0.7kg、33cmで、蓄養中ほとんど攝餌していなかった。

空中放置の方法 発砲スチロールの魚函に冷却海水を吸水させた合成樹脂製のクッションを敷いて、その上に試料魚を1尾ずつ置いて室温に放置した。

ATP関連化合物の定量 背部の精肉を採取し、その10%過塩素酸抽出液を試料として高速液体クロマトグラフィーにより分別・定量した。

乳酸の定量 上記の過塩素酸抽出液を試料として、Barker-Summerson法により比色定量した。

結果および考察

実験 I-(1) マダイ 2尾を15°Cの蓄養水槽から3~5°Cの氷冷海水中に移したところ、興奮状態を呈し10分後、20分後にそれぞれ斃死した。また、死後室温(15°C)に放置したところ5時間後に完全硬直状態に達した。致死時および5時間後のATP関連化合物量は表1に示すとおりで、致死時のATP量2.3~2.8 $\mu\text{mol/g}$ は即殺マダイの3~4 $\mu\text{mol/g}$ ⁴⁾に比べてやや低い値となっている。

実験 I-(2) マダイ 1尾を15°Cの水槽から取り出して、室温(15°C)に放置したところ、約1時間後に鰓蓋運動を停止し、2.5時間後に完全硬直状態に達した。致死時および2.5時間後のATP関連化合物量は表1に示すとおりで、致死時のATP量は即殺マダイの1/2程度であった。

実験 I-(3) マダイ 1尾を(2)と同様に空中に放置し、15分後に鰓蓋運動が微弱になったので水中に戻し、充分に通気した結果、25分後に正常に泳ぎ始めた。

表1 マダイ死後のATP関連化合物量 ($\mu\text{mol/g}$)

区 分	ATP	ADP	AMP	IMP	HxR+Hx	計
実験 I-(1)						
試料 (a) 致死時	2.35	1.17	1.05	3.93	0.31	8.81
	5時間後	2.30	0.99	0.88	4.64	0.21
試料 (b) 致死時	2.85	1.43	1.33	5.64	0.07	11.32
	5時間後	1.38	0.91	0.99	5.21	0.31
実験 I-(2) 致死時	1.74	1.14	1.09	6.45	0.00	10.42
	2.5時間後	1.34	1.00	1.13	7.55	0.13

実験 II ヒラメ 5尾を15°Cの蓄養水槽から4~8°Cの氷冷海水中に移したところ、ほとんど静止状態にあり1時間後でも異常はなかった。1時間経過後に5尾を一緒に活魚用発砲スチロール魚函(商品名:びち丸15, 内容積55×29×23cm)へ移し、全魚体が水中に漬かる程度の氷冷海水を注入して放置したところ、約2時間後には5尾とも窒息死していた。収容尾数と水量に問題はあがるが、この結果から魚体温を降下させ酸素消費量を低下させても、通気しない状態での長時間の生存は難しいと推察された。

5尾の致死時におけるATP関連化合物量を表2に示した。致死時ATP量の平均値は2.7 $\mu\text{mol/g}$ で、即殺ひらめの4~6 $\mu\text{mol/g}$ ⁴⁾に比べて低水準にあり、窒息死の場合はATPの消費が大きいことを示している。また、2尾については0°C(試料a)と10°C(試料d)に貯蔵してATP関連化合物および乳酸生成量の消長をみた。その結果は図1に示すとおりである。なお、27時間後の観察ではすでに完全硬直状態にあったので、以後は10°C貯蔵試料魚も0°C貯蔵に切り替えた。硬直指数は3時間経過後に0°C貯蔵試料魚が67%、10°C貯蔵試料魚は60%を示し、6時間以降

表2 ヒラメ致死時のATP関連化合物量 ($\mu\text{mol/g}$)

区 分	ATP	ADP	AMP	IMP	HxR+Hx	計
試料 (a)	1.86	0.71	1.20	4.45	0.16	8.38
(b)	3.11	1.20	1.02	0.83	0.16	6.32
(c)	4.42	1.29	1.56	1.99	0.26	8.38
(d)	1.74	0.81	1.07	3.19	0.12	6.93
(e)	2.55	0.91	1.25	2.30	0.12	7.13

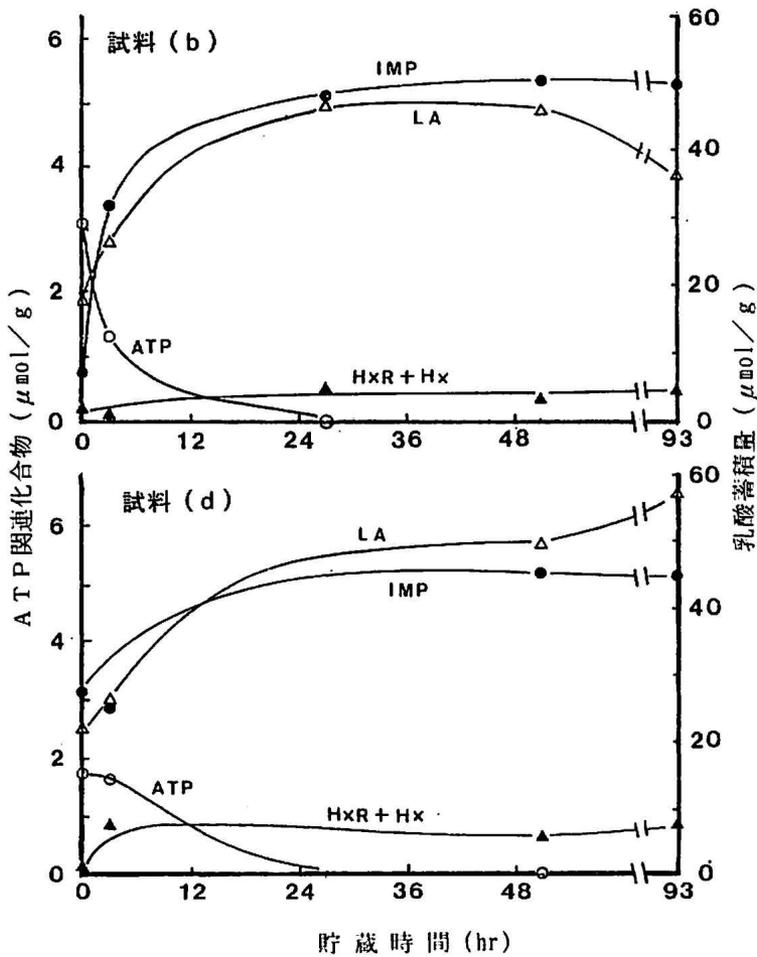


図1 窒息死ヒラメのATP関連化合物および乳酸量の消長
 試料b: 0°C 貯蔵, 試料d: 10°C 貯蔵(27時間以降 0°C)

から硬直し始める即殺ヒラメ⁴⁾に比べて硬直の進行は速やかであった。致死時の乳酸量はいずれも最大蓄積量の38%と高い水準を示し、苦悶死ではグリコーゲンの消耗が激しいことが伺える。また、K値は96時間後で7.8, 12.6%と低い水準にあり、致死方法は硬直後の鮮度変化にさほど影響しないことを示している。

実験 III ヒラメ1尾を15℃の水槽から取り出して、5℃の氷冷海水中に移し、30分間冷却したのち空中に放置した。255分(4時間)経過時点で鰓蓋運動が微弱になったので、水中に戻し充分に通気したが、蘇生しなかった(図2試料M)。なお、致死時の体温は13℃であった。

以上実験I~IIIの結果から、急激な寒冷や空中放置に対する耐久力は、マダイとヒラメでは大きな差異が認められ、ヒラメについては水無し輸送の可能性が伺われた。

実験 VI ヒラメ2尾を15℃の水槽から取り出して、1尾は冷却しないで、他は5℃の氷冷海水中に移し30分間冷却したのちそれぞれ空中に放置した。前者は270分、後者は415分経過時点で、鰓蓋運動が微弱になったので、水中に戻し充分に通気したところ、いずれも蘇生した(図2試料K, L)。

実験II~IVに供試したヒラメは平均体重1.9kgと大型であったが、魚体の大小による差異をみるため、平均体重0.8kgのヒラメについて同様の実験を行った。

実験 V-(1) ヒラメ10尾を20℃の水槽から取り出して、6~7℃の氷冷海水中に移し、30分間冷却したのち空中に放置した。鰓蓋運動が微弱となり、痙攣を起こすなど末期的状態を示し始めた時点で、水中に戻し充分に通気して、完全に蘇生するかどうかを確認した。空中での耐久時間は80~255分と個体によりバラツキがあり、蘇生率は50%であった(図2試料A~J)。

実験 V-(2) 上記(1)の実験で蘇生した5尾のうち、衰弱していた1尾を除いて、2日経過後に再度同様に処理して空中に放置した。空中での耐久時間は165~325分で、蘇生率は100%であった(図2試料A, C, D, F)。

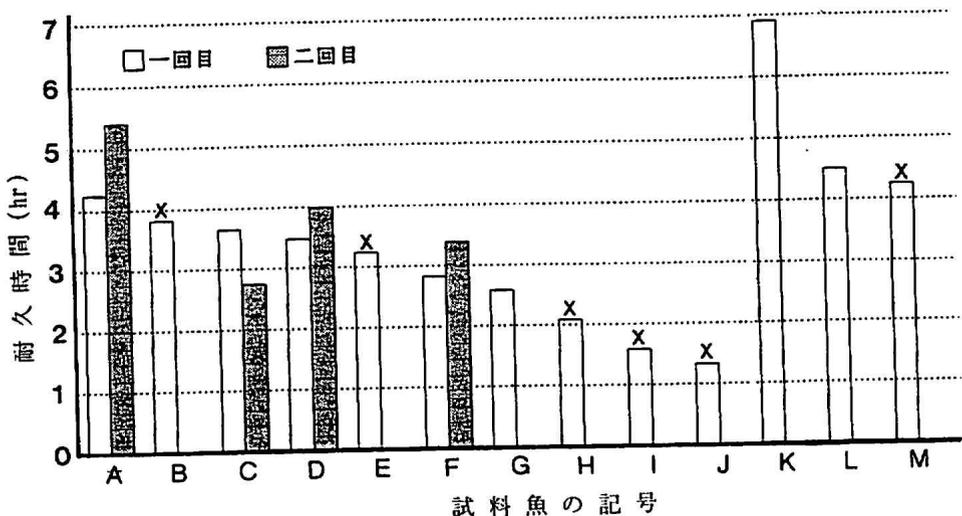


図2 活ヒラメの空中放置耐久時間

表3 活ヒラメ空中放置時間と蘇生率

	1 hr	2 hr	3 hr	4 hr	備 考
A：ヒラメ（小）	100%	85%	57%	21%	0.7kg, 33cm (N=14)
B：ヒラメ（大）	100	100	100	100	1.9kg, 41cm (N=3)
A+B	100	88	65	29	(N=17)

以上の実験結果から、マダイについては水無し輸送は容易でないが、ヒラメは冷却時や空中放置時にもほとんど静止状態にあり、水温の急変や寒冷に比較的によく順応し、空中における耐久力も強いことが確認された。ヒラメ13尾の空中放置時の耐久時間は、単純平均値で212分（3.5時間）であるが、個体により80～415分の差がみられ、現場応用に当たっては個体差と蘇生率が課題となろう。

図2および表3に示すように、魚体の小さい試料A～Jは3時間以上の耐久力を示す比率は57%であるが、魚体の大きい試料K～Mはいずれも4時間以上の耐久力を示しており、魚体の大小により耐久力に差があるものと推察される。また、活力のないものほど冷却時や空中放置時に自発運動が激しく、鎮静化しない傾向が認められた。なお、空中放置などにより窒息死した場合は、即殺魚に比べて致死時のATP量が少なく、死後硬直の進行が速いものと推察される。

今回の実験では、魚函を積み重ねると興奮する傾向がみられたので、魚函は積み重ねないで室温に静置した。輸送時には振動その他でさらにストレスが高まることが予想されるので、その点の影響についての検討や、予冷温度、空中放置温度の調節効果およびその至適温度を明らかにする必要がある。

文 献

- 1) 圓川憲夫：生態水温，日本水温食品協会研究誌「水温」Vol.1, No.4, 1-2(1989)
- 2) 長谷尾 守：山根昭実：生態水温領域における活魚保存（第一報），日本水温食品協会研究誌「水温」Vol.1, No.4, 3-5(1989)
- 3) 山根昭実：活魚の水温輸送，「養殖」Vol.27, No.1, 67-68(1990)
- 4) 岩本宗昭：魚類の生きの保持に関する研究，鳥根水試研報 No.6, 1-59(1989)