

海水魚数種の低温致死限界について

田名瀬英朋・荒賀 忠一・太田 満・山本 泰司

Survival Limits of Some Marine Fishes at Low Temperature

HIDETOMO TANASE, CHUICHI ARAGA, MITSURU OHTA and TAIJI YAMAMOTO

I はじめに

水生生物を陸上水槽で飼育する場合、飼育水の温度は気温の影響を受けて、本来の自然環境より大きく変化する。そのため暖流系生物の長期飼育については、冬季の保温が不可欠になる。京都大学白浜水族館の101号水槽（容量245トン）では、主として暖流系の大型魚類を飼育展示しているため、例年12月初めからヒートポンプ方式（荒賀・森，1978）により飼育水を保温している。1985年11月下旬、保温運転に先立って点検したさい、ヒートポンプに重大な故障が発見されたが、古い機種なので部品の調達に時間がかかり、復旧は大幅に遅れた。加えて例年より早く12月9日に第一級の寒波が襲来したため、飼育水温は13.6℃まで低下し、飼育していた魚類30種436個体のうちヒラアジ類など12種78個体

が死亡した。

飼育水温の低下による魚類の死亡については、山内(1936)、茨城県立大洗水族館(1958)、岡本・窪田(1961)、奥野・西口(1961)、西口・奥野(1964)などの報告がある。また水産学上、より広い見地から『水産生物適水温図』(1980)がまとめられているが、低温致死限界を明示した記録は少ない。今回の低温致死例は、断片的ではあるが適正飼育温度設定の資料として役立つと思われるので、その経過を報告する。

II 飼育水温の変化と死亡魚の発生

1985年12月1日から1986年1月15日までの気温および101号水槽の水温（午前9時測定）と通常年（1980年～1984年5年間の平均）の同槽の水温を比較して図1に示す。保温中の通常年における同時期の平均飼育水

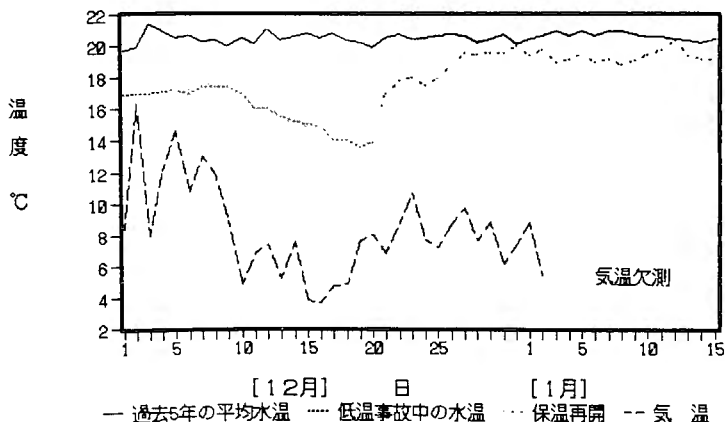


図1 No.101水槽 飼育水温・気温の変化 1985年12月～1986年1月（午前9時測定）

温は 20.5℃を維持していた。一方、1985 年 12 月は保温ができなかったため、飼育水温は 10 日まで 17℃前後を維持していたが、9 日から始まった寒波の影響を受けて徐々に低下し、12 月 19 日には 13.6℃に達した。復旧工事終了後、20 日以降の保温は急速な上昇をさせて 7 日間で通常年と同様の 20±1℃に戻した。

17℃前後を維持していた 12 月 10 日までの飼育魚類の状態は、水温の低下による摂餌量の減少以外の目立った変化がなかった。しか

し、17℃以下ではギンガメアジに無摂餌、遊泳速度の低下、タモ網等に対する逃避行動の低下が見られた。低温致死魚は、12 月 15 日のアミモンガラを皮切りに、最低水温となった 19 日前後にピークとなり保温再開後も低水温時の後遺症と思われる死亡が 1 月 22 日まで断続的に続いた。

III 飼育魚の種類と死亡状況

101 号水槽における全飼育魚の種類と個体数・低温により死亡した種類と個体数・種類

表 1 No.101 水槽 飼育魚種と死亡状況

種 名	飼育 個体数	死亡 個体数	生存 個体数	死亡率 %	死亡魚 平均全長 cm
シロザメ	9		9	0.0	
ドチザメ	2		2	0.0	
マダラエイ	2		2	0.0	
ヒラスズキ	9		9	0.0	
ブ リ	1		1	0.0	
ヒラマサ	2		2	0.0	
カンパチ	11		11	0.0	
シマアジ	28	1	27	3.6	64.8
ギンガメアジ	79	56	23	70.9	63.5
カスミアジ	1	1		100.0	61.7
ロウニンアジ	8	2	6	25.0	58.8
コガネシマアジ	1	1		100.0	70.0
イトヒキアジ	3	3		100.0	26.1
マツダイ	3	3		100.0	57.3
ヒメダイ	1		1	0.0	
アオチビキ	31	3	28	9.7	63.0
イサキ	37		37	0.0	
コトヒキ	29		29	0.0	
マダイ	150		150	0.0	
ヘダイ	4		4	0.0	
クロダイ	5		5	0.0	
キチヌ	1		1	0.0	
ナンヨウツバメウオ	2	2		100.0	31.1
イ ラ	7		7	0.0	
タキベラ	2		2	0.0	
コブダイ	1		1	0.0	
テングハギ	1	1		100.0	39.6
アミモンガラ	2	2		100.0	24.4
ソウシハギ	3	3		100.0	43.5
シマフグ	1		1	0.0	
合 計 30 種	436	78	358		

当初飼育数 30 種 436 個体 死亡数 12 種 78 個体 生存数 22 種 358 個体

ごとの死亡率・死亡個体の平均全長を表1に示す。この30種のうち、シロザメ・ドチザメ・マダラエイ・ブリ・ヒラマサ・カンパチ・ヒメダイ・イラ・タキベラ・コブダイ・テングハギ・ソウシハギ・シマフグの13種は、若魚ないし成魚のサイズで入手したものであるが、それ以外の17種は、いずれも幼魚期から当館で育成したものである。生存個体個々の体長は実測していないが、一部が死亡した種類では、生存魚と死亡魚の全長に大きな差は見られなかった。

表1の各魚種を全個体生存種と死亡個体出現種の2つに区分し、後者では死亡時の水温、または死亡が始まった時の水温を()内に示した。また、他の報告で低温致死水温が記録されている場合は、そのデーターを[]内に示した。

(1) 全個体生存種

今回の異常低温で被害をうけなかったのは、次の18種で、その総数は274個体であった。

シロザメ *Mustelus griseus* Pietschmann
[平均7.7°C 奥野・西口, 1961]

ドチザメ *Triakis scyllia* Müller et Henle
[平均5.6°C 奥野・西口, 1961]

マダラエイ *Taeniura melanospila* (Bleeker)

ヒラスズキ *Lateolabrax latus* Katayama
ブリ *Seriola quinqueradiata* Temminck et Schlegel [7°C 伊藤, 1962]

ヒラマサ *Seriola lalandi* Valenciennes
カンパチ *Seriola dumerili* (Risso)
[9°C前後 原田, 1967]

ヒメダイ *Pristipomoides sieboldii* (Bleeker)

イサキ *Parapristipoma trilineatum* (Thunberg)
[平均5.8°C 奥野・西口, 1961]

コトヒキ *Terapon jarbua* (Forsskal)

[平均7.4°C 奥野・西口, 1961]

マダイ *Pagrus major* (Temminck et Schlegel)

[平均6.3°C 奥野・西口, 1961]

ヘダイ *Sparus sarba* (Temminck et Schlegel) [5.9°C 奥野・西口, 1961]

クロダイ *Acanthopagrus schlegeli* (Bleeker) [3.5°C以下 北島, 1965]

キチヌ *Acanthopagrus latus* (Houttuyn)
[2°C前後 原田, 1967]

イラ *Choerodon azurio* (Jordan et Snyder)

タキベラ *Bodianus perditio* (Quoy et Gaimard)

コブダイ *Semicossyphus reticulatus* (Valenciennes) [4°C 西口・奥野, 1964]

シマフグ *Takifugu xanthopterus* (Temminck et Schlegel)

(2) 死亡個体出現種

異常低温により被害をうけたのは次の12種78個体で、低温致死例の発生は13.6~14.0°Cの範囲に集中していた。

シマアジ *Pseudocaranx dentex* (Bloch et Schneider) (13.6°C)
[8°C以下 原田, 1986]

ギンガメアジ *Caranx sexfasciatus* Quoy et Gaimard (14.0°C)
[13°C前後 上村, 1989]

カスミアジ *Caranx melampygus* Cuvier (13.6°C)

ロウニンアジ *Caranx ignobilis* (Forsskal) (13.6°C)
[13°C前後 上村, 1989]

コガネシマアジ *Gnathanodon speciosus* (Forsskal) (13.6°C)

イトヒキアジ *Alectis ciliaris* (Bloch) (14.0°C. 13.9°C)

マツダイ *Lobotes surinamensis* (Bloch) (13.6°C)

アオチビキ *Aprion virescens* Valenciennes

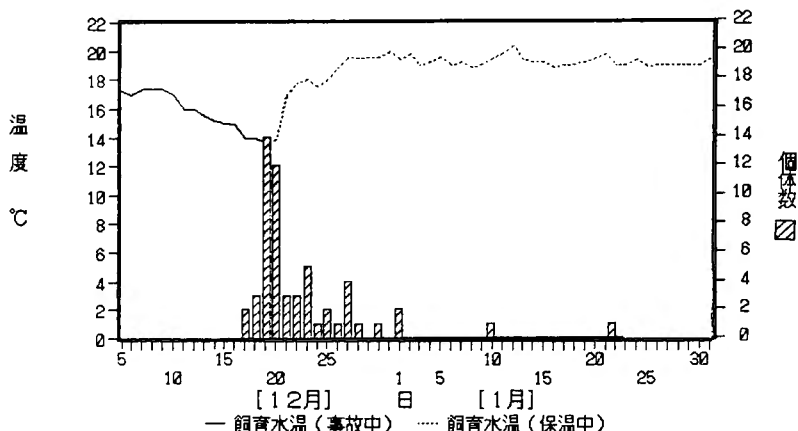


図2 ギンガメアジ死亡個体数と飼育水温の変化

nes (13.6°C)

ナンヨウツバメウオ *Platax orbicularis*
(Forsskal) (14.0°C)

[14°C 茨城県立大洗水族館, 1958]

テングハギ *Naso unicornis* (Forsskal)
(13.6°C)

アミモンガラ *Canthidermis maculatus*
(Bloch) (15.0°C)

ソウシハギ *Aluterus scriptus* (Osbeck)
(14.0°C)

死亡個体数が最も多かったギンガメアジについて、水温と死亡個体数の推移を図2に示す。本種は、12月17日水温14.0°Cから死亡が始まり、最低水温(13.6°C)を示した19日に14個体、20日(13.9°C)に12個体が死亡した。20日以後、保温再開により水温が上昇したにもかかわらず死亡は続き、1月22日までに大多数の56個体が死亡した。生存魚もこの異常低温により生理的に変調をきたしたらしく、水温が安定した後でも1カ月以上にわたって全く摂餌しない状態が続いた。

IV 考 察

今回の異常低温で死亡例がなかった18種のうち、シロザメ・ブリなど低温致死水温の記録がある11種についてみると、その温度は今回の最低水温(13.6°C)をはるかに下回るもので、全個体の生存は当然である。低温致死

水温の記録がない7種のうち、ヒラスズキ・イラ・シマフグは、その分布域(益田他, 1988)からも明らかなように、温帯性の魚類であり、マダラエイ・ヒメダイ・タキベラは元来、インド・太平洋域に分布する熱帯種だが、本州沿岸では大陸棚縁辺の深みにも生息することから、かなりの低温にも耐え得るはずで、これらの低温致死限界は10°C以下と推察される。

全個体が死亡したのはカスミアジ・コガネシマアジなど8種である。これらの飼育数は1~3個体と少なかったため、この事例だけから低温致死限界を断定するのは早計かもしれない。しかし、この8種はアミモンガラをのぞき、いずれもインド・太平洋域を分布の中心とする熱帯性魚類で、本州中部が分布の北限であり、それも黒潮によって高温期に南方から運ばれた幼魚がほとんどであることから、低温に弱いことは間違いない。アミモンガラは全世界の温帯・熱帯地域に分布し、日本では北海道でも記録されているが、北限水域への分布は主として流れ藻について運ばれた幼魚のもので、成魚は主として暖流域の外洋の中・表層に生息することから、低温に対する抵抗力は弱いはずで、今回の事例でも最も高い15°Cで死亡した。

飼育魚の一部が死亡した4種のうち、最も

死亡数が多かったギンガメアジは、全滅したカスマアジやコガネシマアジと分布域を同じくする熱帯種で、夏から秋にかけて南紀沿岸に来遊するヒラアジ類幼魚の中では最も多いものである。本種の最多死亡水温（13.6～13.9℃）は上村（1989）が野外観察した死亡水温（南伊豆において13℃台で幼魚が死亡）とよく一致する。約20%が生き残ったとはいえ、それらも長期にわたって摂餌しないという異常な状態が続いたことから、今回の最低水温は本種にとって致命的であったと言わなければならない。

ロウニンアジは当地方へ来遊するヒラアジ類の幼魚のうちでギンガメアジ・シマアジに次いで多い種類であるが、成魚の主な生息場所はサンゴ礁という典型的な熱帯種である。したがってヒラアジ類中、低温に対する抵抗力は最も弱いと予測されたが、75%が生き残ったのは意外であった。

シマアジの死亡は28個体中1個体だけであり、原田（1986）の報告ではその致死水温は8℃以下となっていることから、何らかの原因で体調に異常をきたした個体が、たまたま今回の低温事故中に死亡したものと考えらるべきであろう。

アオチビキはインド・太平洋サンゴ礁域の普通種で、当地方を含む南日本を分布の北限とする。この分布域からは典型的な熱帯種と考えられるのに、約90%が生き残った。本種が含まれるハマダイ亜科魚類はインド・太平洋の熱帯海域に多いが、そのほとんどは大陸棚縁辺の深み（即ち低温域）に生息する。アオチビキはこの類では例外的に浅海種だが、この分類群に共通の性質として、低温に対する抵抗力が他の典型的な熱帯種よりは強いものと考えられる。

以上の事例から、暖流系の魚類を飼育する水槽の保温装置になんらかの異常が生じた場合、完全復旧までの応急処置で低温致死を食い止める限界は15℃前後ということがで

きる。

V お わ り に

稿を終るにあたり、魚類の飼育温度に関する文献を紹介いただいた近畿大学水産研究所 村田 修講師、死亡魚および水温の測定等に尽力いただいた当実験所 榎山嘉郎・津越健一両技官に感謝の意を表す。尚、101号水槽の保温装置は、第2水槽室各槽を保温しているボイラーの温水を利用して仮復旧し、本来の熱源であるヒートポンプは翌1986年に復旧した。現在、この大水槽はヒートポンプ方式でもボイラー方式でも保温が可能である。

参 考 文 献

- 荒賀忠一・森 裕. 1978: 温度調節, in 日動水教育指導部編, 飼育ハンドブック (水族館編), 36-43, 日本動物園水族館協会, 東京.
- 伊藤健雄. 1962: 海水魚の越冬飼育試験. 動物園水族館雑誌, 4 (4), 84-87.
- 茨城県立大洗水族館. 1958: 水温とへい死魚種について. 日本動物園水族館協会編 第2回水族館技術者研究会における研究発表, 3-13.
- 上村信夫. 1989: 低水温のため青野川河口域でギンガメアジなどがへい死. 伊豆分場だより, 234, 12-13.
- 岡本仁氏・窪田正文. 1961: 海水魚の低水温における致死限界の数例. 動物園水族館雑誌, 3 (1/2), 14-15.
- 奥野良之助・西口満佐男. 1961: 海水魚の低温致死限界について. 動物園水族館雑誌, 3 (4), 91-94.
- 北島 力. 1965: クロダイ. in 大島泰雄ほか監修, 浅海養殖60種, 51-55, 大成出版社, 東京.
- 西口満佐男・奥野良之助. 1964: 海水魚の低温致死限界追記. 動物園水族館雑誌, 6 (2), 45-46.
- 新田忠雄・板沢靖男. 1980: 水産生物適水温図. 63, 日本水産資源保護協会, 東京.

原田輝雄. 1967: ハマチ・カンパチ, in 川本
信之編, 養魚学各論, 453-493. 恒星社厚
生閣, 東京

原田輝雄. 1986: シマアジ養殖の現状と問題
点. 養殖, 23 (8), 48-51. 緑書房, 東京

布施慎一郎. 1987: 気象・海象データ 1985.

瀬戸臨海実験所年報 第1巻 62-74.

益田 一他. 1988: 日本産魚類大図鑑 (第二
版). 466 pp. 東海大学出版会, 東京.

山内年彦. 1936: 冬期水温と魚類. 動物学雑
誌, 48, 142.