

夏期における漁獲後のハモの生残に及ぼす水温変化の影響

上田幸男*1, 岡崎孝博*2

Effect of change of water temperature on survival of pike conger eel,
Muraenesox cinereus after capture in summer

Yukio UETA*1 AND Takahiro OKAZAKI*2

In order to assess the optimum water temperature for libestock husbandry and live fish transportation of pike conger eel, *Muraenesox cinereus*, 43-50 individuals of 185 to 1,370g in body mass caught by small scale trawler off Tokushima Prefecture in the Kii Channel were reared in 7 tanks (500-2,700L) with the water temperature regulated at 10, 13, 15, 18, 20, 25°C and a tank set under naturally fluctuating running water conditions as control. The change of survival in each tank was examined for 10 days. As the result, the survival rate in the experiment with high water temperature was higher than one with low water temperature. The survival rates after 10 days in experiments of 10, 13°C was below 50%, but ones of 15-25°C and running water were over 75%. The survival rate on the second day in experiments of 15-25°C and running water were 100%. These results show that the rapid lowering of water temperatures by more than 10°C led to the exhaustion and death of fishes by low temperature stress and the optimum water temperature for live fish transportation with high density was about 15°C and ones for livestock husbandry for about 10 days were about 25°C.

キーワード：ハモ, 水温変化, 生残, 畜養, 輸送, 低温ストレス

一般に徳島県で漁獲されたハモ *Muraenesox cinereus* は船上と水揚げ地で活魚と上がり(斃死魚)に選別され、一時的に漁業協同組合、市場等水揚げ地の活魚水槽で畜養される。その後、活魚トラックで徳島市場や京阪神戸市場に出荷される。しかしながら、畜養中や輸送中に漁獲時のストレスが原因で衰弱し、死亡する個体が見られる。これらのハモは「上がり」として著しく安価に取引される。漁獲時のストレスを負ったハモの体力を回復させ、生残率を高めるためには漁獲時の取り扱いに加えて畜養時や輸送時の水温管理が特に重要と思われる。一般的に低水温は魚類の代謝を下げ、沈静させるので畜養や活魚輸送に有効と考えられている(池田1996)。一方で、本来南方系のハモは低水温に弱く、低水温に曝されると衰弱する可能性がある。

ハモの低水温耐性については季節変化に応じて徐々に水温が低下する場合には8.2°C以上あればほとんど死亡することがないことから、生残のための限界水温は8.2°C以下にあることが報告されている(上田2017)。しかし、水温が25°Cを越える夏期の輸送や畜養時のハモにとっての適正な水温帯は明らかにされておらず、夏期の輸送や畜養の場合に他の魚介類に準じて、輸送業者や漁業者の経験に基づき、15°Cに冷却する方法が用いられている。

そこで、より活力の高い高品質のハモを市場に供給する目的で、畜養時および輸送時のハモの適正な水温

帯を明らかにするための飼育試験を実施した。

材料と方法

供試魚

2009年8月19日(試験1)および2009年9月4日(試験2)の14:00~15:00に徳島市漁業協同組合において小型底びき網漁船から水揚げされた各ハモ250, 160個体を購入し、500Lのタンクに通気しながら徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究課鳴門庁舎に搬入した。その中から正常に遊泳する個体を選び、試験区毎に各50個体を無作為に選び供試魚とした(表1)。ただし、供試魚が不足した試験1の流水区は43個体とした。試験開始前に各個体の体重を計測した。供試魚の体重は185~1,370g, 平均体重は626gであった。同時に尾部、胴体、頭部、腹部、臀鰭、肛門、背鰭の出血や傷を肉眼で観察した。無傷魚の割合は28~42%であった。

飼育試験

試験1では10, 15, 20, 25°Cおよび対照となる流水区を設け、10, 15°C区にはヤンマーFRP活魚水槽FS1000Ⅲ(0.7トン(101×101×深さ70cm)を、20, 25°C区には0.5トン水槽(124×97×深さ42cm)をアース養魚機器製温調循環濾過装置で冷却した。流水水槽には3トンのFRP角形水槽(239×145×深さ80cm)を用いた。試験2では13, 18°C区と流水区を設け、13, 18°C区にはヤンマーFRP活魚水槽FS1000Ⅲを、流

*1 徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究所鳴門庁舎(Fisheries Research Institute Naruto Branch, Tokushima Agriculture, Forestry, and Fisheries Technology Support Center, Dounoura, Seto, Naruto, Tokushima 771-0361, Japan)

*2 徳島県南部総合県民局産業交流部水産振興担当

表1. 各試験区における飼育条件と供試魚の性状

試験 No.	試験区	水槽の大きさ	水温(°C)			流水区との温度差(°C)	供試魚						
			最低	平均	最高		漁法	水揚げ地(漁獲海域)	個体数	体重(g)			無傷魚の割合(%)
									最小	平均	最大		
試験1	10°C	縦101cm×横101cm×深さ70cm	9.6	10.5	11.5	-15.7	小型底曳き網	徳島市(紀伊水道)	50	360	673	1,305	36
	15°C	縦101cm×横101cm×深さ70cm	14.7	15.4	16.2	-10.8							
	20°C	縦124cm×横97cm×深さ42cm	18.1	20.0	22.3	-6.2							
	25°C	縦124cm×横97cm×深さ42cm	23.5	24.4	25.3	-1.8							
	流水(対照)	縦239cm×横145cm×深さ80cm	25.9	26.2	26.4	0.0							
試験2	13°C	縦101cm×横101cm×深さ70cm	12.4	13.0	13.8	-13.1	小型底曳き網	徳島市(紀伊水道)	50	225	488	1,340	34
	18°C	縦101cm×横101cm×深さ70cm	15.7	18.4	19.8	-7.7							
	流水(対照)	縦124cm×横97cm×深さ42cm	25.7	26.1	26.4	0.0							

水区には0.5トン水槽をアース養魚機器製温調循環濾過装置で冷却した。いずれの試験区においても試験期間中のハモの生残率を向上させるために上田, 岡崎(2010)を参考に長さ70cm, 直径15cmの塩化ビニール製のパイプ3本を人工巣穴として挿入し, 5~10L/日の流水下, 通

気しながら屋内で10日間飼育した。また, いずれの試験区においても水質の悪化を避けるため, 無給餌とし, 毎日サイフォンにより糞や吐出物を除去した。飼育水槽にはハモが飛び出さないように金網の蓋を被せた。飼育期間中の水温の影響を明らかにするために, 飼育水と同様の海水が流入する水槽にアレック社製記録式水温塩分計STD1000を設置して記録された水温データから, 毎日10時の水温を解析に用いた。

記録と判定

毎日午前8:30を中心に観察を行い, 各試験区の死亡個体数, 浮上個体数, 筒廻りの個体数, 筒内の個体数, および筒間の空隙の個体数に判別して記録した。

結果

試験1

10°C区では1日後に4個体, 2日後に6個体が死亡し, 以

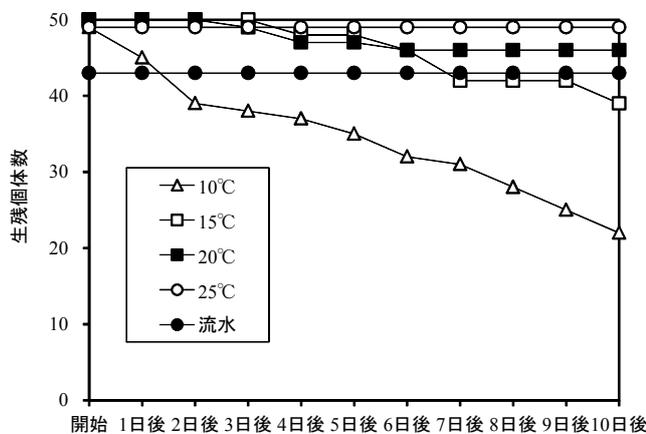


図1 試験1の各試験区における生残個体数の推移

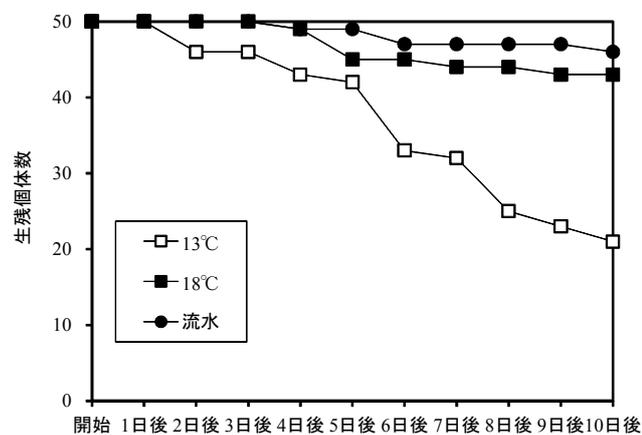


図2 試験2の各試験区における生残個体数の推移

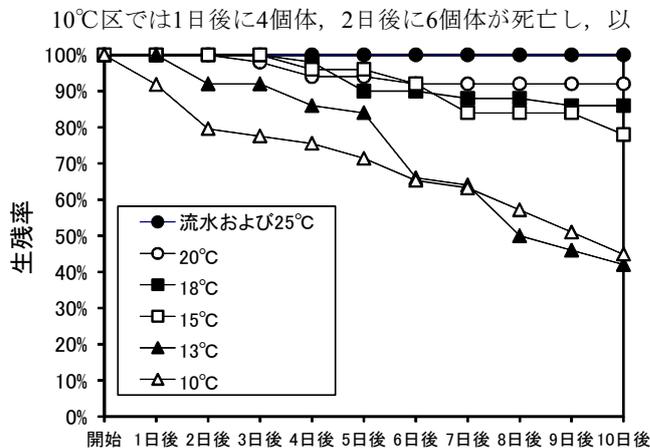


図3 試験1, 2の生残個体数から計算した各水温の生残率の推移

後10日目まで継続して1~3個体が死亡した(図1)。最終的に27個体(55.1%)が死亡した。15℃区では4日後に初めて死亡がみられ、6, 7, 10日目にそれぞれ2, 4, 3個体が死亡し、最終的に11個体(22%)が死亡した。20℃区では3, 4, 6日目に各1, 2, 1個体が死亡し、最終的に4個体(8%)が死亡した。25℃区および流水区では全く死亡する個体なかった。

試験2

13℃区では2日後に4個体、4~10日後に継続して1~9個体が死亡し、29個体(48%)が死亡した(図2)。18℃区では4日後に1個体、5, 7, 9日目にそれぞれ4, 1, 1個体が死亡し、最終的に7個体(14%)が死亡した。流水区では4, 6, 10日目にそれぞれ1, 2, 1個体が死亡し、最終的に4個体(8%)が死亡した。

考 察

ハモは赤道周辺を中心に分布し、日本周辺海域が分布の北限海域になっていることから、本質的に南方系の魚類と考えられる(上田 2007)。また、冬期に水温が15~20℃以下になる瀬戸内海奥部から越冬のため太平洋へ避寒回遊する個体群が存在すること(多々良1953, 岡崎ほか2012)からも20℃以上の暖水を好む傾向があることは明らかである。

一方で鳴門水域から自然海水を汲み上げた飼育試験における季節的な水温変化の下では冬期の8.2℃の低水温でも生残が可能なことや12, 13℃で摂餌を開始することが明らかにされている(上田2016)。

徳島県で漁獲されたハモは冷却機付の活魚トラックや活魚水槽に氷を投入して市場に輸送される。ハモの活魚トラック輸送ではコストを下げるために水量の3~5割程度の高密度で運搬する。このため、水温を15℃以下にしてハモの代謝を下げ、沈静化させている。ハモの漁獲盛期の夏期には自然海水の温度が25℃以上あり、畜養時や輸送時にはハモは常温からの急激な水温低下に曝されることになる。徳島県では経験的に15℃前後の活魚水槽で輸送している業者が多く、受け入れる県外の市場の活魚水槽も15~18℃の活魚水槽を構えているところが多い。しかしながら、15~18℃の水温がこの時期のハモの生残に適切かどうか明らかではなかった。

今回の調査結果から、生息域や船上生け簀より15.7℃低い10℃区では試験開始当初から死亡が継続することから飼育そのものに不適切な水温であることが判明した。同様に13.1℃低い13℃区においても2日目に4個体が死亡し、その後の死亡も著しいことから低水温によるストレスが大きく、飼育に不適切な水温であることが判明した。これに対して10.8℃低い15℃区の3日目で1個体が死

亡したことを除いて、15℃以上の試験区では3日目以内の死亡がほとんどみられないことから概ね短期的な高密度飼育に適した水温と疲弊する水温の境界的な水温帯と考えられる。

まとめると、季節変化により徐々に水温が低下する場合におけるハモの低水温耐性は8.2℃以下にあることが報告されているが(上田2016)、今回のような飼育水温から10.8~15.7℃の急激な水温低下に曝される場合にはハモに疲弊・斃死に至る著しい低温ストレスを与えると考えられる。今回の試験結果から、ハモが順応できる急激な水温低下は生息水温から10℃が限界と考えられる。

マダイの活魚箱輸送においてもハモ同様に10℃以上の急激な水温低下はマダイ著しいストレスを与え、死亡に至ることが報告されている(上田2016)。また、3日を超えるような長期の畜養では少しでも生息水温に近い方がハモに与えるストレスが少なく、飼育に適していると考えられる。

今回の試験では海水トン当たり3.4~7%で比較的密度の低い状態での試験なので20℃以上の飼育水温でも良好な生残率を示した。しかしながら、活魚トラック輸送では30%を超える高密度で収容するために20℃以上の高水温ではハモの代謝が大きくなり、酸欠や疲弊をまねく恐れがあると考えられる。このことから、短期的な高密度の輸送では代謝を下げることを第一義的に考え、通常輸送業者が経験的に採用している「15℃」は妥当と考えられる。ただし、搬送後には常温の新鮮な海水の流水下で飼育することが望ましいし、十分に海水が交換できない場合には飼育海水の水温から10℃以内の低下の範囲で調整することが望ましいと考えられる。

今回の研究から、10日程度の蓄養に適した水温帯と急激な水温低下に対する耐性温度が明らかになったが、漁獲されたハモの活力は日々異なることから、水揚げ時のハモの状態見極めながら、水温や飼育密度を調整する必要があることは言うまでもない。

文 献

池田彌生(1996)第2節 活魚の生理学. 本間昭郎ほか編集, 活魚大全, フジ・テクノシステム, 東京, 16-25.

岡崎孝博・上田幸男・濱野龍夫(2012)標識放流からみた瀬戸内海東部海域におけるハモの分布と移動. 日本水産学会誌, 78, 913-921.

多々良薫(1953)紀伊水道域のハモ *Muraenesox cinereus* (Forsk.) について (I). 内海区水産研究所研究報告, 4, 107-117.

上田幸男. 徳島県におけるハモ, タチウオ, シリヤケイカを対象とした漁業(2014)第24回日中韓水産研究者協議会論文集, 4, 21-30.

上田幸男(2017)飼育試験からみた低水温期におけるハモの生残, 摂餌および体重の変化. 徳島県立農林水産総合技

術支援センター水産研究所研究報告, **11**, 1-4.

上田幸男(2016)活魚箱輸送におけるマダイの最適水温の探索. 徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究所研究報告, **11**, 1-4.

上田幸男, 里圭一郎 (2007)わが国の水産業「はも」. 日本水産資源保護協会, 東京, 1-16.

上田幸男, 天真正勝, 岡崎孝博(2011)徳島県沖で観察された巣穴内のハモ. 徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究所研究報告, **7**, 25-27.

上田幸男, 岡崎孝博(2010)人工巣穴による漁獲後のハモの生残率向上と傷防止効果. 水産技術, **2**, 85-90.