

養殖ヤイトハタの水無し活魚輸送の生残率向上に関する研究 (養殖魚介藻類の感染症対策)

仲盛 淳*

Studies on the survival rate improvement of waterless live fish transportation of Cultured malabar Grouper, *Epinephelus malabaricus*

Jun NAKAMORI*

水無し状態での養殖ヤイトハタ活魚輸送の生残率向上に関する試験を行った。沈静化処理開始から15～20分までは魚体重が軽いほど早く体温低下が見られ、30分以降は同程度の体温で50分以上経過すると沈静化水温と同等となった、よってヤイトハタを沈静化させる時間は30～60分が良いと考えられた。水無し輸送に供するヤイトハタは運動や疲労により血中の乳酸値が安静時の5～10倍近く上昇し、死亡原因として大きく関与していることが分かった。

本県魚類養殖において、主流となっているヤイトハタ(*Epinephelus malabaricus*)の生産量は、養殖技術の向上により、年間生産量80t前後で安定し、今後更なる生産増が期待されている。一方、養殖ヤイトハタの知名度の低さから流通販売面で多くの課題が残されている。その中で流通コストの削減を目的として、養殖ヤイトハタの水無し活魚輸送技術が検討され、冷水収容により沈静化後、専用発泡スチロール容器に収容することで、8時間以内であれば高い生残率で保管できることが明らかとなった(中村他, 2011)。しかし、その生残率は60～100%と変動があり、養殖ヤイトハタ取扱業者からは95%以上の安定した生残率が望まれている。そこで養殖ヤイトハタの水無し活魚輸送時の生残率改善に関して幾つかの試験を実施し、良好な結果を得たのでここで報告する。

材料と方法

試験魚には、沖縄県水産海洋研究センターの海面筏生簀および1.2kl水槽で飼育されたヤイトハタを用いた。これらのヤイトハタは2009年～2010年に石垣支所及び沖縄県栽培漁業センターで生産された種苗(魚体重10g程度)を輸送し、配合飼料により飼育した魚で、試験実施前には1週間の餌止めを行った。

沈静化方法は中村ら(2011)の方法に従って行い、沈静化後、ヤイトハタの全長と体重を記録し、沸騰水化成沖縄製専用容器に収容し梱包し静置した。12時間または16時間後、開封後に魚を海水中に収容し、活力状態を調べた。鰓呼吸や遊泳などが見られない状態を「死亡」とし、水中で平衡失調、硬直が見られるものの鰓呼吸や鰭運動が認められる個体を「瀕死」、活力があり水中に戻し直ぐに泳ぎだす個体や「瀕死」の状態からおよそ1時間以内に覚醒した個体は「生残」とした。

1. 沈静化時間の検討

1kl円形水槽に収容した平均体重1,015(758～

1,411)g、平均全長409(375～451)mmのヤイトハタをタモ網で1個体毎に沈静化水槽へと収容し、各試験区5尾を10分及び30分沈静化し、梱包静置して、16時間後の死亡、瀕死、生残尾数を調べた。

2. 沈静化における体内温度の変化

1,000g以下、1,000g台、2,000g以上の異なる体重のヤイトハタを用い、ESPEC社製RTW-30Sのセンサー部分を肛門から挿入し、沈静化処理中の体内温度を測定した。測定はセンサー挿入により暴れださないよう、沈静化処理開始15分後から行ない、50分後まで観察した。

3. 沈静化前の扱いが与える影響試験

平均体重1,413(774～1,770)g、平均全長448(402～478)mmのヤイトハタを用い、1kl角型水槽に三甲株式会社製網目コンテナ(外寸521×364×305mm)4個に4～5尾を収容し一晩静置した後に籠ごと沈静化処理を行う「安静区」、安静区同様だが、沈静直前に籠中の魚をタモですくい戻したり、1分間空中露出した後に沈静化を行う「ストレス区」を設けて梱包静置後の生残率の比較試験を実施した。また、籠沈静区と籠沈静区の魚を一旦、500kl水槽に収容、タモで追いかけまわし、沈静化処理を行った「疲労区」で比較を行った。

4. 過度な運動負荷と血中乳酸値の変化

全長430～530mm、体重1,214～2,224gのヤイトハタを用い、三甲株式会社製網目コンテナ(外寸521×364×305mm)に5尾ずつ収容して試験を行なった。安静区として一晩静置したヤイトハタを籠ごと麻酔剤(FA100)の入った水槽に暴れさせないように静かに収容し、十分に麻酔がかかったことを確認して、尾柄部より約1mlの採血を行い直ちに凍結し、乳酸値測定まで保存した。また、疲労区では一晩静置したヤイトハタの尾柄部を手で掴み暴れさせ、振りほどけなくなるまで体力を消耗させ、麻酔後採血を行い、安静区同様に採血、保存を行なった。採血した血中の乳酸値測定にはロッッシュ・ダイアグノスティクス社の食品分析試薬

*Email: nakmorij@pref.okinawa.lg.jp 本所

F-キット L-乳酸を用いて測定した。

5. 過度な運動後の血中乳酸値の経時変化

試験には30尾のヤイトハタ、全長361～517mm、体重768～2,480gをランダムに各10尾ずつに分けた。分けた3郡はそれぞれ前述の疲労区と同様の手順でヤイトハタを暴れさせ、直後に採血を行なう0時間区及び16時間区、24時間区の試験区とした。採血は前述同様に尾柄部から行い、凍結保存し測定に用いた。

結果と考察

沈静化時間毎の生残状況を表1に示した。試験は平成24年3月1日、9日、13日の3回実施した。1回の試験には各5尾を用い、各試験区延べ25尾のヤイトハタを用いた。10分の沈静化を行った試験No. 1, 2では16時間後には全て死亡しており、試験No.3, 4, 5では死亡魚はいなかったものの、平衡失調、硬直状態の魚が殆どであった。述べ25尾中生残尾数は試験No. 5の2尾だけで、生残率は8.0%となった。試験No.6, 7, 10で其々4, 2, 1尾の死亡が確認されたが、試験No.6～10で1または2尾の生残魚が必ず見られた。述べ25尾中生残尾数は7尾で生残率28%となった。何れの試験でも専用箱への梱包作業時には活力が適度に抑えられた状態で、素手で容易に取り扱うことが可能であり、沈静化処理としては成功していたと思われる。沈静化処理を約1時間程度継続した場合でも死亡は見られず、常温海水に戻しても活力は良好であった。図1に示した沈静化処理中の体内温度変化でも沈静化処理後15～20分までは魚体重が軽いほど早く体温低下が見られ、30分以降は同程度の水温で50分以上経過すると冷水温と同じになった。10分沈静化に比べ、30分では約3倍強の生残数であることを踏まえ、より安全に水無し輸送を行うには30～60分の範囲で沈静化処理を行うことが良いと考えられる。しかし、今回の生残数と死亡及び衰弱尾数との関係をフィッシャーの直接確率計算法により比較した結果、有意差は見られなかった ($P=0.066$)。このことは沈静化時間が生残に最も影響を与える要因ではなく、別要因の存在を示すと考えられた。今回の試験結果が中村ら (2011) の試験結果(10分間の沈静化時間、15時間後の生残率60～100%)に比べ極端に低い生残率であることから別要因が類推された。聞き取りによって試験方法を確認したところ、水温別の沈静化処理試験では、今回の試験同様に水槽からタモ網で魚をすくい取っていたが、他の試験では前日より籠に収容して、静かに籠を沈静化処理に供していた(中村博幸私信)。また、沈静化処理中に暴れだす個体は、水無し輸送には向かないとの判断で感覚的に取捨して試験を行っていた。水槽から

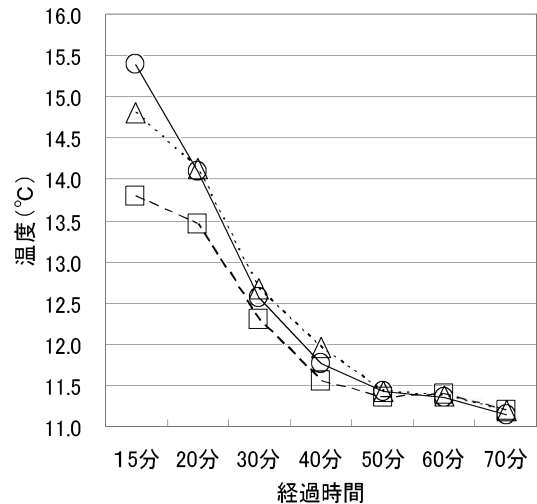


図1 沈静化処理中のヤイトハタ体内温度変化

○: >2kg △: 1-2kg □: <1kg

タモ網ですくい取る場合、程度の差はあるもののヤイトハタは逃避行動をとり、通常よりも運動量が増加していると考えられる。そうした状況をふまえ、安静区、ストレス区、疲労区における16時間後の生残率への影響を試験した結果を表2に示した。安静区とストレス区の試験No.1, 2, 3では死亡魚は確認されず、瀕死魚が3, 4尾で生残魚が5, 6尾となっていた。一方、疲労区では全ての個体が死亡していた。生残率では安静区が55.6%であるのに対し、ストレス区では66.7%, 疲労区では0%と疲労させることで明らかに死亡魚が増加していた。フィッシャーの直接確率計算法により疲労区と安静区の間に明らかな有意差 ($P<0.01$) が認められた。また、ストレス区と疲労区の間でも同様に有意差 ($P<0.01$) が認められることから過度な運動が生残率低下の大きな要因であると考えられた。魚類で

表2 沈静化処理前の状態が与える影響試験結果

試験区	試験No.	試験日	死亡尾数	瀕死尾数	生残尾数	生残率 (%)
安静区	1	H24.3.21	0	4	5	55.6%
	2	H24.3.27	0	4	5	55.6%
ストレス区	3	H24.3.21	0	3	6	66.7%
疲労区	4	H24.3.27	9	0	0	0.0%

表1 沈静化時間と生残状況

試験No.	試験日	沈静化水温	沈静化時間	死亡尾数	瀕死尾数	生残尾数	生残率 (%)	平均生残率 (%)	標準偏差
1	H24.3.1	11.4	10min	5	0	0	0.0%	8.0%	0.17889
2		11.4		5	0	0	0.0%		
3		11.4		0	5	0	0.0%		
4	H24.3.9	11.4	30min	1	4	0	0.0%	28.0%	0.10954
5		11.5		1	2	2	40.0%		
6		11.4		4	0	1	20.0%		
7	H24.3.1	11.4	30min	2	2	1	20.0%	28.0%	0.10954
8		11.4		0	3	2	40.0%		
9		11.4		0	4	1	20.0%		
10	H24.3.13	11.5		1	2	2	40.0%		

は遊泳運動が活発になると酸素消費量が増加し、エネルギーを得るための解糖が好氣的代謝から嫌氣的代謝へと変わり、乳酸が体内に蓄積する（会田，2008）。このことから血中の乳酸値が水無し輸送の成否判断の指標と成りうると考えた。そこで，図2に示すように疲労区及び安静区の体重別ヤイトハタ血中乳酸値を調べ，過度な運動と血中乳酸値の関係を調べた。安静区の血中乳酸値はその殆どが5～20mg/lの範囲であったのに対し，疲労区では70～350mg/lの値で，5～10倍近い差があり，マン・ホイットニー検定(両側検定)でも明らかに有意($P<0.000$)な差があった。しかし，安静区の体重2kg弱の個体の中には100mg/l近い値が検出され，疲労区の6個体と近い値を示す場合があった。麻酔中に暴れるような行動は観察されなかったことから，値上昇の原因は不明であった。また，血中乳酸値の経時変化を示した図3のように，24時間経過しても高い値を示す個体が存在しており，生簀などからヤイトハタを収穫する際の運動状況も輸送に影響すると考えられた。永井(2009)は麻酔処理と疲労回復を加圧処理することで水なしで活魚輸送を可能としており，加圧による疲労魚の回復効果として，ティラピアの筋肉中の乳酸値が減少することを報告した。この方法は加圧により，酸素分圧を高め魚体内に多くの酸素を取り込ませることで活魚輸送を可能にしている。乳酸値は水無し輸送の成否を判断する1つの指標として有効だと考えるが，これ以外にも血中酸素分圧や二酸化炭素分圧なども指標となりえると考えられた。医療現場では指先に取り付けたセンサーにより，酸素と結合したヘモグロビンと酸素を離したヘモグロビン

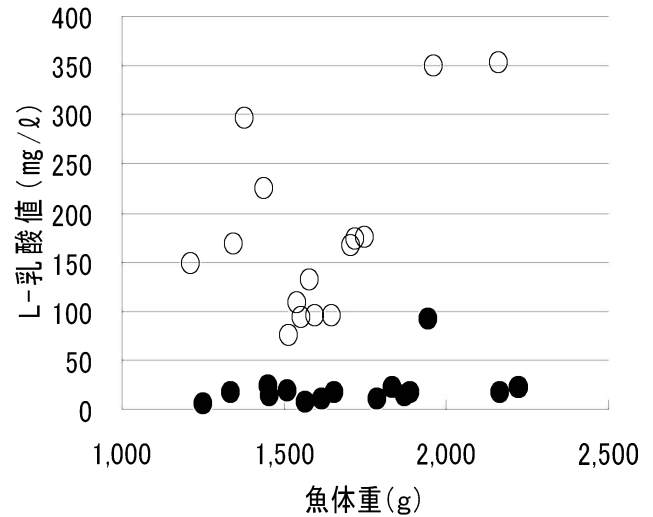


図2 魚体重とヤイトハタ血中乳酸値濃度
●: 安静区 ○: 疲労区

の吸光度計数が異なることを利用し，血液中の酸素分圧や二酸化炭素分圧を測定している。また，同様の測定波長(600～1,100nm)を利用し，果実の糖度や魚類(マグロ・カツオ等)の脂質含量を非破壊的に測定する機器が現場において利用されている。これ等の技術を応用し，水無し輸送の成否判別指標とすることや，水無し輸送時のヤイトハタ生残に影響する閾値を明らかにする必要がある，今後の技術開発が求められる。

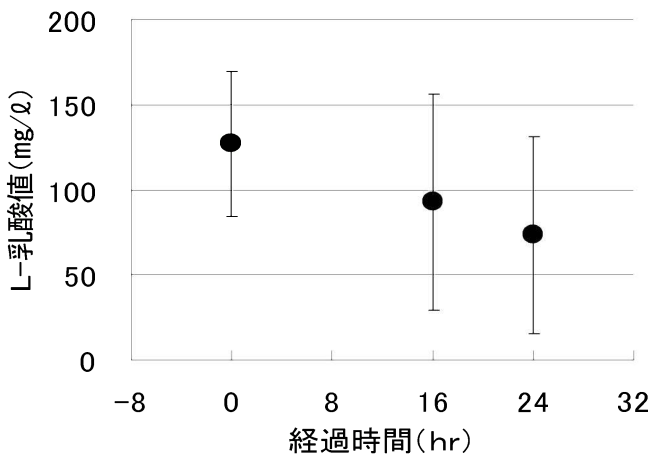


図3 ヤイトハタ血中乳酸値の推移
バーは標準偏差を現す。

文 献

- 中村博幸，知名真智子，2011：養殖ヤイトハタの水無し活魚輸送に関する試験(安全・安心な養殖魚生産体制整備事業).平成22年度沖縄県水産海洋研究センター事業報告書 72，44-47.
- 会田勝美編 2008:魚類生理学の基礎, 恒星社厚生閣, 東京, 45-66.
- 永井 慎, 2009: 輸送費の削減に向けた水なしでの活魚輸送技術「養殖」, 緑書房, 東京, 52-54.