

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)

中村博幸*¹, 知名真智子

Examination about waterless live fish transportation of cultured malabar grouper, *Epinephelus malabaricus*

Hiroyuki NAKAMURA*¹ and Machiko CHINA

水無し状態での養殖ヤイトハタ活魚出荷に関する試験を行った。ヤイトハタを11.5~12.5°Cの冷水に収容すると、10分程度で活動が沈静化して取り扱いが容易になる事が分かった。また、沈静化したヤイトハタを温度12~20°C前後、酸素濃度40~50%程度に保たれた発泡スチロール容器に魚体が倒れないよう収容する事により、8時間以内であれば生残率95%程度で水無し状態のまま保管出来る事が分かった。これにより、ヤイトハタの水無し活魚輸送が可能であることが示された。

本県におけるヤイトハタの養殖は1997年から本格的に行われるようになったが、当初はイリドウイルス病や滑走細菌症による大量斃死、さらには台風被害により安定生産が困難な状況であった。しかし、ヤイトハタに対してイリドウイルス感染症不活化ワクチンの使用が承認(中村ほか, 2011)されたことや養殖技術の向上により、ここ数年は年間生産量80t前後で安定し、今後さらなる生産増が期待されている。その一方、養殖ヤイトハタの知名度の低さにより流通販売の面で多くの課題が残されているため、県と生産者が連携し販路および消費拡大に向けて様々な取り組みを実施しているところである。そのような中、博多や築地といった県外市場、さらには香港の業者からヤイトハタの活魚出荷に関する問い合わせがあり、取引価格も高値になる事が予想された。しかし一般的な活魚出荷は、魚の10倍もの水も一緒に輸送するため(岩本, 1990)、重量増による輸送コスト増大がネックとなっている。一方、コイやウナギ(板沢, 1982)では水無しで活魚輸送する事例が報告されている。そこで、これまでの飼育経験でヤイトハタが乾出に対して強い魚種である事が分かっていた筆者らは、安価で容易に活魚出荷する方法として、水無し状態でのヤイトハタ活魚輸送の可能性を検証したので報告する。

材料および方法

1. 供試魚と沈静化処理

供試魚には、沖縄県水産海洋研究センターの1, 2kL水槽で流水飼育された魚体重700g~2kg前後のヤイトハタを用いた。これらヤイトハタは、2007年~2009年に石垣支所で生産された種苗(魚体重5~10g程度)を本所に輸送し、配

合飼料により飼育されていた魚である。沈静化処理を行う際は、一週間の餌止めを行った。

沈静化処理は、魚体を急速に冷却することによる活力の低下で試みた。飼育水温が25°C前後と30°C前後の時期に、100Lコンテナ容器に魚体が完全に浸る程度の海水を貯めて氷を適量投入し、10.0~11.0°C、11.5~12.5°Cおよび13.5~15.0°Cに冷却した。冷却した海水にタモ網で取り上げたヤイトハタ5尾を直ちに収容し、10分後に素手で取り上げ活力の状態を確認する試験を、冷却水温別に2回ずつ実施した。11.5~12.5°Cの冷水による沈静化試験は、飼育水温が20°C前後の時期にも2回実施した。沈静化処理の確認は、素手で取り上げる際に水中でも捕獲が容易であり、空気中に取り上げる場合にも全く支障をきたさなかった個体を沈静化したと判定した。また、水中で逃げ回り空気中に取り上げる際に激しく抵抗した個体は、暴れた個体と判定した。一方、沈静化したのが急激な温度変化によりショック症状を呈し、体が硬直して全く反応を示さなくなった個体は、沈静化ではなく死亡個体と判定した。

2. 水無し状態での梱包と生残率の確認

2010年10月下旬から2011年2月上旬にかけて、20~23°Cの海水で飼育していた魚体重700g~2kg前後のヤイトハタを11.5~12.5°Cの海水に10分間収容して沈静化処理し、発泡スチロール容器内(株)積水化成品沖縄製専用容器: 50cm×35cm×20cm)に収容および梱包する試験を行った。収容尾数は魚体サイズにより3~5尾とし、梱包は次の手順で行った。まず、沈静状態を長時間継続させるため、沈静化した魚と一緒に-10°Cで冷凍した保冷剤(株)積水化成品

* Email: nakamuhi@pref.okinawa.lg.jp.

沖縄製オキクール) を収容し、容器内温度を12~20°Cの低温状態に維持した。収容する保冷剤のサイズと数を、表1のとおり試験時の外気温により変更し、容器内温度の調整を行った。表1にある保冷剤のサイズと数は、外気温別に対象の発泡スチロール内温度を10°C以上20°C以下に8~10時間程度保持できる事を事前に確認し決定した。容器内の温度変化を測定するため、オンセツ社製ホボペンダントロガーを容器内に収容した。罎蓋が相互に密着した場合、ガス交換面積が激減することが知られている(板沢, 1982)。そこで、魚を収容する際は魚体が倒れて罎蓋が密着しないよう、魚体を立てた状態で両脇に衝立や緩衝材を入れて簡易的に保持した。次に、高酸素濃度による空気中での鰓呼吸の効率向上を期待して、容器をガムテープで梱包した後に、酸素ポンペに接続した注入ガスを発泡スチロールに突き刺して酸素を十分量充填した。なお、12月以降に実施した試験では、新コスモス電機社製酸素濃度計を用いて梱包時と開封時の容器内酸素濃度を測定した。

以上のように梱包した容器を、室内に8時間放置する試験を5回、12時間30分放置する試験を2回、さらには15時間放置する試験を3回実施した。開封後、取り出した魚は約20~23°Cの海水を貯めた水槽に収容し、遊泳状態や魚体の保持状態により活力を確認した。泳ぎ出さない魚がいた場合は、魚体を前後に揺らして鰓に海水が行き渡るようにした。最終的に、水に戻して3~4時間後に生死を確認し生残率を求めた。

表1 外気温別の発泡スチロール内(50cm×35cm×20cm)に収容する保冷剤のサイズと数

外気温度 (°C)	保冷剤のサイズ (g)	保冷剤の数
~17	必要なし	必要なし
17~20	30	3
	50	2
20~23	50	3
23~25	50	6
25~30	100	6
	200	3
30~	250	3

結果と考察

沈静化処理試験の結果を表2に示した。水温25.2°Cと30.6°Cの海水から10.0~11.0°Cの海水に直ちに投入した場合、全ての個体で沈静化出来たと判定した。しかし、温度変化によると思われるショック死がそれぞれ10尾中2尾で観察された。20.6°C、25.2°Cおよび30.6°Cの海水から11.5~12.5°Cの海水に収容した場合は、全ての試験で死亡は観察されず活力が適度に抑えられ、素手で容易に取り扱うことがで

きた。13.5~15.0°Cの海水に収容した場合も、全ての試験において魚は比較のおとなしくなったが、空気中に取り上げる際に暴れ出す個体が多く、素手で取り扱うのは困難であった。沖縄県沿岸の海水温度は年間を通しておおよそ19~31°Cであり、ヤイトハタを沈静化処理する場合、時期に関わらず11.5~12.5°Cの冷水に収容することが最良だと判断した。

表2 飼育水温別および冷却水温別の沈静化処理試験結果

冷却水温 (°C)	飼育水温 (°C)	尾数	処理結果
10.0~11.0	25.2	10	×: 2尾死亡
	30.6	10	×: 2尾死亡
11.5~12.5	20.6	10	○: すべて沈静化
	25.2	10	○: すべて沈静化
13.5~15.0	30.6	10	○: すべて沈静化
	25.2	10	△: 暴れる個体あり
	30.6	10	△: 暴れる個体あり

水無し状態で8~15時間放置した場合の試験結果を表3に示した。8時間の水無し状態を5回試験した結果、1回のみ3尾中1尾が死亡し生残率66.7%であったが、他の4回は生残率100%であった。海水に戻した際の状況は、死んだ1尾をいって、直ちに泳ぎ出す魚がほとんどであった。死亡した1尾は瀕死状態であり、海水に戻しても泳ぎ出さずに死亡した。罎蓋を大きく開けていた状態から、酸欠による死亡と判断した。また、沈静化されたと思われる魚でも、梱包直後から数時間の間に容器内で暴れ出す個体があり、梱包後に容器内で暴れた際に出来たと思われる擦り傷が数尾に確認された。個体によって沈静化の程度に違いがあると判断したが、今回の沈静化処理の方法が最良なのか検討しなければならない課題である。12時間30分の水無し状態を2回試験した結果、66.7% (3尾中1尾が死亡) と100%という生残率であった。死亡した1尾は取り出した際には既に死亡し、死後硬直が起きていた。罎蓋を大きく開けていた状態から酸欠による死亡と判断した。15時間の水無し状態を3回試験した結果、1回は60.0% (5尾中2尾が死亡) の生残率であったが、他の2回は100%の生残率であった。死亡した2尾は、取り出した際に瀕死状態であり、海水に戻しても泳ぎ出さずに死亡した。罎蓋を大きく開けていた状態から、酸欠による死亡と判断した。いずれの試験においても、水に戻して1時間以内に泳ぎ出さない魚はそれ以上経過を観察しても回復せずに死亡する状況であったため、生残率確認には1時間程様子を観察して判断すれば問題ないだろう。12時間30分および15時間放置して魚を水槽に戻した場合、ぐったりと横たわる魚が観察された。魚が横たわった状態で泳ぎ出さない場合、鰓に海水が行き渡るように水中で魚体を前後にゆすると、回復して泳

表3 水無し状態で8, 12時間30分, 15時間放置試験した結果

放置時間	試験No	試験日	魚体重(kg)	収容尾数	死亡尾数	生残率(%)	容器内温度(°C)	酸素濃度(%)		保冷剤のサイズと数
								梱包時	開封時	
8	1	11月29日	1.5~2.0	3	0	100	14.3~17.7	未計測	未計測	50g×6
	2	11月30日	0.8~1.2	5	0	100	13.3~16.9	未計測	未計測	50g×6
	3	12月14日	0.75~1.0	5	0	100	15.1~19.6	56.1	35.8	50g×6
	4	12月21日	1.5~2.0	3	1	66.7	14.8~19.8	54.0	42.0	50g×3
	5	2月9日	1.5~2.0	3	0	100	15.6~18.9	51.3	40.7	50g×3
12.5	6	10月26日	1.2~1.3	3	1	66.7	16.8~21.9	未計測	未計測	50g×3
	7	11月17日	1.5~2.0	3	0	100	測定ミス	未計測	未計測	50g×3
15	8	12月14日	0.7~1.0	5	2	60	14.7~19.8	56.6	47.1	50g×6
	9	12月15日	0.7~0.9	5	0	100	12.0~16.8	56.6	41.5	50g×6
	10	12月27日	1.5~2.0	3	0	100	14.2~14.4	57.0	36.0	50g×3

ぎ出す個体があり, この処理を行う事で活力を取り戻し生残率が高まる事が期待された. さらに, 死亡した個体や死亡はしていないが1時間経過しても泳ぎださない個体の扱いについて, 活魚としての価値は無いものの鮮度は保たれた状態であるため, 開封後即座に適切な処理を行えば鮮魚としての商品価値は残されており, 輸送中に死亡した魚の有効利用にもつながるものとする. ただ, 出荷先でこれらの作業や処理を行うことが可能なのか, 出荷先と十分な調整を行う事が必要である. 一方, 加圧処理により魚体を沈静化し水無しで活魚輸送する技術として, 永井(2009)がヒラメとティラピアの水無し輸送技術について報告している. その技術は, 魚の麻酔処理と輸送後の疲労魚の回復をすることで, 水無しでの活魚輸送を可能としている. 今回筆者らが行った試験と比較し, 空気圧縮器等の機器類を整備する必要があるが, 魚の疲労回復が可能な点は興味もたれるところであり, ヤイトハタの水無し輸送技術への応用についても検討する価値があると思われる.

容器内および外気温推移の代表として, 試験No5, 6, 9を図1a~cに示した. 梱包直後の容器内温度は, 1尾が死亡した試験No6が16.8°Cと最も高く, その他の試験は12.0~15.6°Cの範囲に冷却されていた(表3). 試験No6は水温が比較的高い10月に実施しており, 10分間という沈静化の冷却時間では魚体深部までの冷却が不十分であった可能性が示唆された. また本試験では, 数時間で外気温が25°Cを下回ると予測し保冷剤を収容したが, 放置場所の温度が27°C前後を推移したため開封時の容器内温度は21.9°Cと最も高く, 温度調整が不十分であったと判断した. その他の試験の開封時における容器内の温度は14.4~19.8°Cの範囲で, それぞれ時間の経過とともに緩やかに上昇し外気温に近づいた. 今回の試験は全て外気温が20~27°C程度の秋~春期に行っているが, 夏の高温期における沈静化の冷却時間, 容器内温度維持のための保冷剤の適正量検討など, さらなる知見の

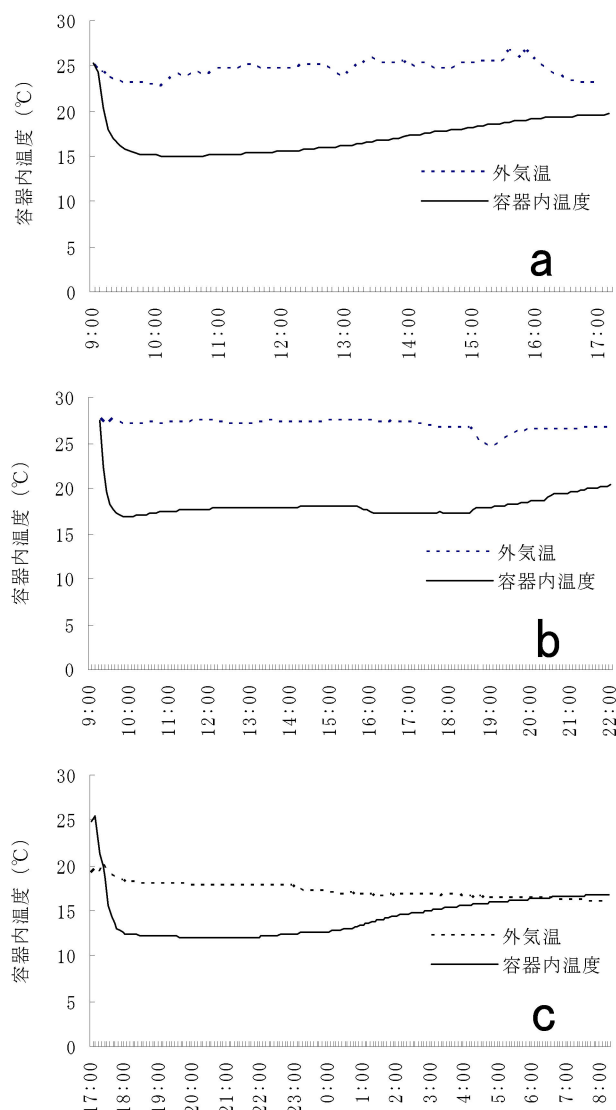


図1 容器内の温度推移. a-8時間放置 No.5, b-12時間30分放置 No.6, c-15時間放置 No.9

収集が必要と考える。

梱包直後における容器内の酸素濃度は50%以上で、開封時の酸素濃度は梱包から8時間後は36~47%、15時間後は36~41%の範囲であった。空気中の酸素濃度を測定した結果、その濃度は20%前後であり、それと比較し約1.8~2.5倍高い濃度が保たれていた事が分かった。酸素充填を行わなかった予備試験では、5~6時間の水無し状態で衰弱個体や死亡個体が確認されているため(中村未発表)、容器への酸素充填は不可欠な処理であると考えられる。しかし、今回の試験において、死亡原因は全て酸欠によるものと判断された。酸欠になった原因として、沈静化処理が不十分であったため容器内で暴れ出し酸素消費量が高まった、鰓蓋が閉じてガス交換効率が悪くなった、容器内温度が適切でなかったために酸素消費量が高まった、などが推測された。

以上の通り、8時間以内であれば今回の方法により95%以上の生残率で水無し状態での活魚輸送が可能な事が分かった。空港での受け取りであれば、沖縄から東京羽田空港までの輸送が可能な時間である。また今回の試験では、15時間という長時間でも水無し状態で活魚輸送出来る可能性が示された。流通手段の整備も必須条件ではあるが、安定した生残率で15時間程度の水無し輸送が可能な技術を確認すれば、沖縄から日本各地への出荷だけでなく、香港や台湾といった近隣諸外国への国外出荷も実現可能となるだろう。そのためには、沈静化処理の方法や容器内温度および酸素濃度の条件についてさらに詳細な知見を収集し、生残率を安定的に高める必要がある。さらに中村ほか(未発表)は、チャイロ

マルハタやスジアラでもヤイトハタと同様の試験を実施し、チャイロマルハタについてはヤイトハタと同程度、スジアラについては3時間程度、水なし状態で活魚保管できるという結果を得ている。その他のハタ類についても水なし活魚輸送出来る可能性があり、今後の技術発展が期待される。

謝辞

本試験の実施にあたり、試験の協力をいただいた水産海洋研究センター技術補佐員の濱川薫氏、水産業改良普及センター普及員の平安名盛正氏、(株)積水化成品沖縄の宮森和夫氏に心から感謝申し上げます。

文献

- 板沢靖男, 1982: I. 輸送中の生理 1. 呼吸, 「活魚輸送」(日本水産学会編), 恒星社厚生閣, 東京, 9.
- 岩本宗昭, 1990: 活ヒラメの空中放置における耐久性について. 島根県水産試験場平成2年度事業報告書, 97-101.
- 永井 慎, 2009: 輸送費の削減へ向けた水なしでの活魚輸送技術「養殖」, 緑書房, 東京, 52-54.
- 中村博幸, 知名真智子, 木村 肇, 真鍋貞夫, 2011: チャイロマルハタに対するイリドウイルス感染症不活化ワクチンの有効性. 水産増殖59(3), 363-366.