

## 酢を用いたサバヒー稚魚の潜行行動抑制方法の検討

野田浩之<sup>\*1</sup>・森 訓由<sup>\*2</sup>・近藤 優<sup>\*1</sup>・久保山俊幸<sup>\*3</sup>

かつお竿釣り漁船の活餌として、サバヒー *Chanos chanos* の稚魚を使用した場合、急速に潜行するサバヒーを追いかけてカツオ魚群が沈下し、釣獲量が減少する。このため、サバヒー稚魚の潜行行動抑制方法として、少量の酢を加えた海水への浸漬の有効性を検討した。平均尾叉長8.1cm (S群)と11.7cm (L群)の供試魚を、酢の濃度を0.5%とした海水に浸漬した後、観察水槽へ投入して行動を観察した。その結果、S群では3~40分、L群では3~20分浸漬した個体に潜行行動の抑制効果が認められた。また、S群の供試魚を、酢の濃度を0.1, 0.3, 0.6, 1.0%とした海水へ浸漬した結果、0.1%の海水では潜行行動は抑制されなかったが、酢の濃度0.3%の海水では、3分間から20分間浸漬した個体に潜行行動の抑制効果が認められた。酢の濃度0.6%と1.0%の海水でも、3分間の浸漬で潜行行動が抑制されたが、10分以内に魚体の側面や腹部を上に向けて水面下で静止する個体が生じた。さらに、S群とL群の供試魚を、酢の濃度を0.3%, 0.5%, 0.75%, 1.0%とした海水に1時間浸漬したのち、海水に戻し23時間後の生残率を求めた結果、酢の濃度0.5%以下の海水では死亡する個体なかった。以上の結果から、サバヒー稚魚の潜行行動の抑制には酢の濃度を0.3%とした海水への浸漬が有効であり、一度浸漬処理した個体の再利用もできる可能性が示唆された。さらに、潜行行動が抑制される浸漬時間とかつお竿釣りの操業時間との関係、作業性等を検討した結果、漁船での投餌作業への応用は十分可能であると考えられた。

キーワード：サバヒー、カツオ、竿釣り漁業、活餌、潜行行動、酢

### はじめに

漁業用活餌の販売は、近年のマイワシ資源量の減少によってカタクチイワシ *Engraulis japonicus* が主流となっているが、カタクチイワシの漁模様によっては活餌不足が生じ、いわし類に替わる活餌の開発が求められている。かつお竿釣り漁船向けの活餌の探索は古くから実施されてきた<sup>1,2)</sup>。また、人工餌料の開発も試みられているが<sup>3,4)</sup>、いわし類以外に実用化されたものは無い。

サバヒー *Chanos chanos* は、台湾、フィリピン、インドネシア等では重要な養殖魚であり<sup>5,6)</sup>、人工種苗生産技術も開発されている<sup>7,8,9)</sup>。日本国内では、かつお竿釣り漁船の活餌として注目され、調査船<sup>3,4,10~16)</sup>によってサバヒー稚魚を用いた試験操業が実施されてきた。これらの調査によっ

て、サバヒー稚魚の船上蓄養における高い生残率が報告されている。また、活餌を全てサバヒー稚魚とした場合には、いわし類の蓄養で実施される低温飼育が必要無いことから、燃油代削減による経済効果も示唆されている<sup>14,15,16)</sup>。漁獲に関しては、餌釣りによる試験操業<sup>13,14)</sup>では、カタクチイワシと遜色ないとの評価がなされている。しかし、疑似餌釣りによる試験操業では、サバヒー稚魚は投餌後に急速に潜行する傾向が強く、魚群も沈下するため釣獲に負の影響を及ぼす事例が多数報告されている<sup>4,10,13,14,16)</sup>。そこで、サバヒー稚魚の潜行行動を抑制するために、氷によって水温を低下させた海水<sup>9,15)</sup>や二酸化炭素を吹き込んだ海水<sup>15)</sup>へ浸漬してから投餌する方法が試みられてきた。しかしながら、これらの方法は投餌する毎に前処理を必要とし、漁獲中に頻繁な投餌が行われるかつお竿釣り漁業では、作業性

2009年2月3日受理

静岡県水産技術研究所(本所)業績第1133号

<sup>1</sup> 静岡県水産技術研究所漁業開発部 現利用普及部

<sup>2</sup> 静岡県水産技術研究所漁業開発部 現産業部水産振興室

<sup>3</sup> 静岡県水産技術研究所遠洋漁業練習指導船富士丸 現船舶管理課

の面で課題が残る。サバヒー稚魚を死亡させることなく、潜行行動が抑制される状態を長時間維持できる方法が開発できれば、漁獲中はいわし類と同様に、水槽から掬った活餌をそのまま投餌することが可能となる。

本研究では、サバヒー稚魚を少量の酢を加えた海水へ浸漬してから、観察水槽へ投入した後の行動を観察することで、酢の濃度及び浸漬時間が潜行行動に与える影響を調べた。そして、潜行行動の抑制に効果的な酢の濃度と浸漬可能時間を求め、漁船上での実用化の可能性について考察した。

### 材料及び方法

本研究に使用したサバヒーは、インドネシアで採卵・ふ化した種苗を、国内の養殖業者が輸入、養成したものである。調査船の試験操業<sup>17)</sup>において、尾叉長7~13cmのサバヒーがカツオ *Katsuwonus pelamis* に摂餌された実績があることから、研究室で17日間予備飼育を行ったのち、S群（尾叉長8.1±0.67cm）とL群（尾叉長11.7±0.53cm）を選別して試験に用いた。いずれの試験も、海水は研究室に隣接する焼津漁港からポンプアップしたものをを用い、酢は市販の醸造酢（ミツカン富貴）を使用した。pHの測定はpHメーター（HORIBA D-14）を使用した。試験は2006年8月17日~28日にかけて実施した。

#### 潜行行動抑制効果の検討

少量の酢を加えた海水中に供試魚を浸漬したのち、静岡県水産技術研究所に設置された水深3m、容積420m<sup>3</sup>の生態研究水槽（以下観察水槽とする）に投入して、供試魚の行動を上面から観察した。試験1は供試魚の大きさを変えて2回実施し（試験1-1, 1-2）、試験2では浸漬する海水中の酢の濃度をかえて4回実施した（試験2-1, 2-2, 2-3, 2-4）。各試験に用いた供試魚と浸漬する海水中の酢の濃度を表1に示した。

供試魚の浸漬処理には、容量70lのポリエチレン製丸型水槽を用い、海水30lと各試験で設定した濃度となる酢を加えて、供試魚の酸素欠乏を防ぐため十分な量のエアレーションを実施した。この中に試験1では70尾程度、試験2では100尾程度の供試魚を收容し、両試験とも浸漬開始5分後までは1分毎、5分後から60分後までは5分毎に3~5尾の供試魚をタモ網で掬い取り、観察水槽に投入した。観察水槽は長円形で、循環ポンプによって一定方向にゆるやかな水流が生じており、スズキ、マダイ、トラフグ等の魚食性魚類が飼育されていた。観察水槽の水温は22.0℃であった。観察水槽投入後の供試魚の行動は、試験1では潜行行動の有無について記録し、試験2では表2に示した3分類に分けて記録した。

表1 各試験の供試魚と浸漬する海水中の酢濃度（潜行行動抑制効果の検討）

| 試験No | 供試魚*1 | 浸漬海水      |     |
|------|-------|-----------|-----|
|      |       | 酢濃度*2 (%) | pH  |
| 1-1  | S     | 0.5       | 4.5 |
| 1-2  | L     | 0.5       | 4.5 |
| 2-1  | S     | 0.1       | 6.6 |
| 2-2  | S     | 0.3       | 5.3 |
| 2-3  | S     | 0.6       | 4.3 |
| 2-4  | S     | 1.0       | 4.0 |

\*1 平均尾叉長 S 8.1cm, L 11.7cm

\*2 海水の容積に対する酢の容積（外割）

表2 観察水槽投入後の供試魚の行動の分類

|       |   |
|-------|---|
| 潜行    | 水槽底へ向けて急速に潜行する                                  |
| 沈下・浮遊 | 魚体の平衡は維持したままゆっくりと沈下するか水面下を遊泳する                  |
| 横転    | 魚体の側面や腹部を上に向けて水面下でほとんど静止する<br>鰓蓋運動のみみられるか全く動かない |

#### 酢を加えた海水浸漬後に通常海水へ戻した場合のサバヒーの生残率

試験区として、浸漬する海水中の酢の濃度を変えた4区（0.3%区、0.5%区、0.75%区、1.0%区）を設定し、供試魚を酢を加えた海水に1時間浸漬したのち、通常海水を張った水槽に移槽して23時間後の生残率を求めた。試験はS群とL群の供試魚を用いて2回（試験3-1, 3-2）実施した。両試験の試験区の設定と供試魚を表3に示した。

飼育容器は容積70l（実水量50l）のポリエチレン製丸型水槽を使用し、供試魚の酸素欠乏を防ぐため十分な量のエアレーションを実施した。温度管理は実施せず試験開始時、1時間後、終了時に水温を測定した。供試魚の生死は鰓蓋の運動とタモ網で掬った際の反応の有無で判別した。

表3 試験区の設定と供試魚（試験3）

| 試験No | 試験区    | 浸漬海水  |     | 供試魚*1 | 供試尾数 |
|------|--------|-------|-----|-------|------|
|      |        | 酢濃度 % | pH  |       |      |
| 3-1  | 0.3%区  | 0.30  | 5.3 | S     | 30   |
|      | 0.5%区  | 0.50  | 4.6 |       | 30   |
|      | 0.75%区 | 0.75  | 4.3 |       | 30   |
|      | 1.0%区  | 1.00  | 4.1 |       | 30   |
| 3-2  | 0.3%区  | 0.30  | 5.3 | L     | 15   |
|      | 0.5%区  | 0.50  | 4.7 |       | 15   |
|      | 0.75%区 | 0.75  | 4.3 |       | 15   |
|      | 1.0%区  | 1.00  | 4.1 |       | 15   |

\*1 平均尾叉長 S 8.1cm, L 11.7cm

潜行行動抑制効果の検討

試験1-1と1-2では、酢を加えた海水への浸漬開始2分後まで、観察水槽へ投入後に潜行行動を示す個体が観察されたが、3分後には潜行する個体は観察されなくなった。しかし、試験1-1では浸漬開始45分後以降、試験1-2では25分後以降に再び潜行行動を示す個体が観察されるようになった(表4)。

試験2-1では、浸漬開始10分後まで、観察水槽に投入した全ての個体に潜行行動が観察され、以降の試験は実施しなかった。試験2-2、2-3及び2-4では、浸漬開始1分後に投入した個体はすべて潜行行動が観察されたが、2分後には沈下・浮遊行動を示す個体が観察されるようになり、3分後には潜行行動を示す個体は観察されなくなった。しかし、試験2-2では浸漬開始25分後以降、試験2-3では55分後以降に再び潜行行動が観察されるようになった。さらに、試験2-3では浸漬開始10~40分後にかけて、試験2-4では浸漬開始5~40分後にかけて横転行動を示す個体が観察された(表5)。

酢を加えた海水浸漬後に通常海水へ戻した場合のサバヒーの生残率

試験3-1の試験中の水温は24.8~26.7℃の範囲にあり試験区間で差は無かった。酢を加えた海水浸漬中の生残率はいずれの試験区も100%であった。通常海水に戻して23時間後の生残率は0.3%区と0.5%区で100%であったが、0.75%区では97%、1.0%区では17%に低下した(図1)。

試験3-2の試験中の水温は25.3~26.8℃の範囲にあり

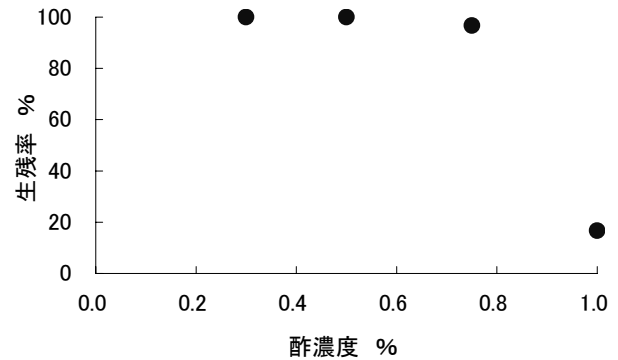


図1 サバヒーを1時間酢を加えた海水に浸漬し通常海水に戻した場合の酢濃度と生残率の関係(試験3-1)

表4 酢を加えた海水への浸漬時間の経過に伴う潜行行動の変化(試験1)

| 試験No | 酢濃度 (%) | 浸漬時間 (分) |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------|---------|----------|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|      |         | 0        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 |
| 1-1  | 0.5     | ×        | × | × | ○ | ○ | ○ | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ×  | ×  | ×  | ×  |
| 1-2  | 0.5     | ×        | × | × | ○ | ○ | ○ | ○  | ○  | ×  | ×  | ×  | ×  | ×  | ×  | ×  | ×  |

× 潜行魚あり ○潜行魚なし

表5 酢を加えた海水への浸漬時間の経過に伴う潜行行動の変化(試験2)

| 試験No | 酢濃度 (%) | pH  |     | 行動    | 浸漬時間 (分) |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |  |  |
|------|---------|-----|-----|-------|----------|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|--|--|
|      |         | 開始時 | 終了時 |       | 0        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 |   |  |  |
| 2-1  | 0.1     | 6.6 | 6.7 | 潜行    | ■        | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  |   |  |  |
|      |         |     |     | 沈下・浮遊 |          |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |  |  |
|      |         |     |     | 横転    |          |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |  |  |
| 2-2  | 0.3     | 5.3 | 5.5 | 潜行    | ■        | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■ |  |  |
|      |         |     |     | 沈下・浮遊 |          |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |  |  |
|      |         |     |     | 横転    |          |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |  |  |
| 2-3  | 0.6     | 4.3 | 4.4 | 潜行    | ■        | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■ |  |  |
|      |         |     |     | 沈下・浮遊 |          |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |  |  |
|      |         |     |     | 横転    |          |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |  |  |
| 2-4  | 1.0     | 4.0 | 4.1 | 潜行    | ■        | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■ |  |  |
|      |         |     |     | 沈下・浮遊 |          |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |  |  |
|      |         |     |     | 横転    |          |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |  |  |

—データ無し

試験区間で差は無かった。酢を加えた海水浸漬中の生残率はいずれの試験区も100%であった。通常海水に戻して23時間後の生残率は0.3%区、0.5%区及び0.75%区で100%であったが、1.0%区では80%に低下した(図2)。

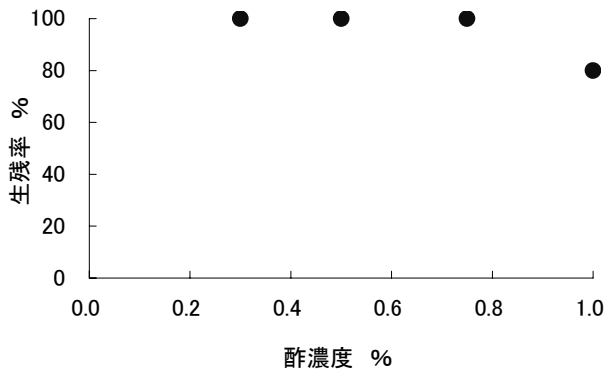


図2 サバヒューを1時間酢を加えた海水に浸漬し通常海水中に戻した場合の酢濃度と生残率の関係(試験3-2)

## 考 察

これまで、投餌後のサバヒューの潜行行動を抑制する方法に関しては、氷によって水温を低下させた海水<sup>9,15)</sup>や二酸化炭素を吹き込んだ海水<sup>15)</sup>へ浸漬する方法が報告されている。

サバヒューを低水温の処理水に浸漬する方法として、著者らは静岡県水産技術研究所遠洋漁業練習指導船富士丸の試験操業で、塩分濃度23%、液温-21℃のブライン凍結液にサバヒューを2~3秒浸漬し、体表が凍った状態のものを投餌する方法を試みた(未発表)。その結果、投餌したサバヒューは水面下を遊泳するか、ゆっくりとした潜行行動を示し、急速な潜行行動は抑制することが可能であった。しかし、サバヒューの体温と気温によって液温の上昇速度が速かったことから、ブライン凍結液や氷等の冷却材を用いる方法では低温の維持が難しく、専用の冷却装置の整備が必要と考えられる。

二酸化炭素を吹き込んだ海水へ浸漬する方法<sup>15)</sup>では、処理時間は15秒~30秒とされている。この報告では投餌する毎に前処理を実施し、漁獲試験を実施した事例が紹介されているが、漁獲中に頻繁な投餌が行われるかつお釣り漁業では、作業性の面で課題が残る。そこで、潜行行動が抑制される状態を継続できる時間を求めるため、著者が尾叉長8cm程度のサバヒューを用いて実施した実験では、浸漬開始後40秒から60秒程度で死亡する個体が生じた(未発表)。

本研究では、海水の容積に対し0.3%以上の酢を加えた

海水にサバヒューを浸漬することで、潜行行動を抑制できることが示された。しかし、酢濃度を0.6%以上にするると浸漬開始10分以内に水面下で横転行動を示す個体が生じた(表5)。したがって、尾叉長8cm程度のサバヒューでは、適正な酢の濃度は0.3%と考えられ、同溶液への浸漬によって潜行行動が抑制できる浸漬時間は、浸漬開始3分後から20分後までの17分間であった(表5)。大きさの異なるサバヒューを用いた試験1において、大型のサバヒューの方が潜行行動が抑制される浸漬時間が短いことが示されたことから(表4)、尾叉長8cmより大型のサバヒューを用いる場合の酢の濃度については、さらに検討が必要と思われる。

かつお釣り時の釣獲曲線について検討した符谷ら<sup>18)</sup>の報告によると、調査の対象となった36魚群のうち27魚群(75%)で操業1回あたりの釣獲時間が17分以内となっている。したがって、潜行行動が抑制される浸漬時間が17分間あれば、大方の魚群では漁獲開始前に浸漬を開始したサバヒューを、漁獲終了まで使用できると考えられる。漁獲が17分で終了しなかった場合でも、浸漬開始時間の異なるサバヒューを常に用意すれば、潜行行動が抑制される状態のサバヒューを、きらずことなく投餌することが可能となる。さらに、酢の濃度0.3%の海水に浸漬したサバヒューを、通常海水中に移し替えても死亡する個体は無かったことから(図1, 2)、酢の濃度0.3%の海水へ浸漬した個体が漁獲終了時に余った場合でも、再利用できる可能性が示唆された。再び浸漬処理を実施する場合の酢濃度や、潜行行動が抑制される浸漬時間については、今後の検討課題である。

以上のことから、サバヒュー稚魚を酢の濃度0.3%の海水へ浸漬してから投餌する方法は、魚にも人にも安全であり、水槽以外には特別な装備を必要とせず、一度処理を行った個体の再利用も可能と考えられる。さらに、漁獲開始前に浸漬を開始しておけば、漁獲中は従来のイワシ類を用いる場合と同様に、水槽から掬った餌をそのまま投餌できることから、漁船上での作業性にも優れていると考えられる。今後は実際の漁場での試験操業を数多く実施し、漁獲の改善効果を検討していく必要がある。

## 謝 辞

研究の実施にあたり、静岡県水産技術研究所遠洋漁業練習指導船富士丸乗組員の皆様にご協力戴いたことに厚く御礼申し上げます。



文 献

- 1) 原田昌幸 (1969) : カツオ 1 本釣り漁業における活餌の種類と需要量について, 静岡県水産試験場研究報告, 3, 21-27.
- 2) 斎藤良司 (1975) : 4 餌料魚の現地補給, 南方カツオ漁業—その資源と技術 (日本水産学会編), 恒星社厚生閣, 東京, 63-81.
- 3) 増田傑・影山佳之・福世傳左エ門・小嶋賢治・大村剛士 (2004) : 代替餌料開発試験, 平成15年度静岡県水産試験場事業報告, 32.
- 4) 野田浩之・近藤優・福世傳左エ門・伊村律次・小嶋賢治 (2006) : 代替餌料開発試験, 平成16年度静岡県水産試験場事業報告書, 31-32.
- 5) 熊谷滋・千田哲資 (1992) : 1 ミルクフィッシュ, I 養殖の現状と問題点, 「東南アジアの水産養殖」(吉田陽一編), 恒星社厚生閣, 東京, 9-21.
- 6) 池ノ上宏・小野征一郎 (1992) : バリ島におけるサバヒー小規模ふ化場の普及—ODA水産技術協力とその成果の普及に関する考察—, *Journal of Tokyo University of fisheries*, 86, 41-54.
- 7) Liao IC, Juario JV, Kumagai S, Nakamima H, Natividad M, Buri P (1979): On the induced spawning and larval rearing of milkfish *Chanos chanos* (Forsk.), *Aquaculture*, 18, 75-93.
- 8) Prijono A, Tridjoko, Giri INA, Poernomo A, Vanstone WE, Lim C, Daula T (1988): Natural spawning and larval rearing of milkfish in captivity in Indonesia, *Aquaculture*, 74, 127-130.
- 9) 鹿児島県水産試験場漁業部・指宿内水面分場 (2004) : サバヒー餌料化試験報告書 (平成12~15年度), 1-80.
- 10) 野田浩之・森訓由・福世傳左エ門 (2007) : 代替餌料開発試験, 平成17年度静岡県水産試験場事業報告書, 43.
- 11) 野田浩之・森訓由・久保山俊幸 (2008) : 代替餌料開発試験, 平成18年度静岡県水産試験場事業報告書, 37-38.
- 12) 野田浩之・久保山俊幸 (2008) : 淡水から海水への移動時の水温低下がサバヒー稚魚の生残に与える影響, 静岡県水産技術研究所研究報告, 43, 1-5.
- 13) 独立行政法人水産総合研究センター (2005) : 平成15年度海洋水産資源利用合理化開発事業 (かつお釣: 太平洋中・西部海域) 調査報告書, 36-46.
- 14) 独立行政法人水産総合研究センター (2006) : 平成16年度海洋水産資源利用合理化開発事業 (かつお釣: 太平洋中・西部海域) 調査報告書, 40-45.
- 15) 独立行政法人水産総合研究センター (2007) : 平成17年度海洋水産資源利用合理化開発事業 (かつお釣: 太平洋中・西部海域) 調査報告書, 40-48.
- 16) 独立行政法人水産総合研究センター (2008) : 平成18年度海洋水産資源開発事業報告書 (資源対応型: 遠洋かつお釣<太平洋中・西部海域>), 19-21.
- 17) 野田浩之 (2005) : かつお一本釣り漁業におけるイワシ代替餌料としてのサバヒーについて, 碧水 (静岡県水産試験場), 112, 1-3.
- 18) 狩谷貞二・堀田秀之 (1970) : カツオ一本釣り機構に関する研究—I 釣獲曲線について, *日本水産学会誌*, 36, 35-41.

## Identification of a method for restraining the diving behaviors of the juvenile milkfish *Chanos chanos* with vinegar

Hiroyuki Noda, Noriyoshi Mori, Masaru Kondo and Toshiyuki Kuboyama

**Abstract** We identified a method for restraining the diving behaviors of juvenile milkfishes with vinegar in order to improve the efficiency of using live juvenile milkfishes as chum on the skipjack pole and line fishing boat. The tested fishes (average fork length, 8.1 cm) were observed in water tanks after they had been immersed in seawater containing 0.1%, 0.3%, 0.6%, and 1.0% vinegar for 1~60 min. The fishes immersed in seawater containing 0.1% vinegar behaved normally; however, the diving behaviors of those that were immersed in seawater containing 0.3% vinegar for 3~20 min was restrained, and the fishes suspended in the water just under the water surface on their sides after the immersed period in the seawater that vinegar occupied 0.6% and 1.0%. In addition, the survival rates of juvenile milkfishes that had been immersed in the seawater containing 0.3%, 0.5%, 0.75%, and 1.0% vinegar for an hour were 100%, 100%, 97%, and 0%, respectively, at 23 h. In summary, immersing juvenile milkfishes in seawater containing 0.3% vinegar was effective in restraining their diving behaviors; further, recycling of the immersed fishes seemed to be possible.

**Key word:** Milkfish (*Chanos chanos*), Skip jack (*Katsuwonus pelamis*), Pole and line fishery, Live bait, Diving behavior, Vinegar