

筑前海区いかかご漁業の漁具診断

金澤 孝弘¹・永松 公明²

(¹水産海洋技術センター・²国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産大学校)

漁具改良（いかかごの変更）による省力化を目的に、筑前海区いかかご漁業で使用されている「竹枠籠」および「鉄枠籠」の漁具診断（漁具力学試験，漁獲試験，漁労作業分析）を実施した。その結果，全試験において鉄枠籠は，竹枠籠と比し遜色ない，もしくは優位性が認められた。また，操業（揚籠）形態等の見直しによって，さらなる省力化が期待でき得る副次的効果も見込めることから，筑前海区いかかご漁業の存続のため，鉄枠籠の導入について検討をはじめめる必要がある。

キーワード：筑前海，コウイカ，いかかご，漁具改良，OWAS法，AC

コウイカ *Sepia esculenta* は，筑前海区を代表する冬季の重要な魚種のひとつであり，その漁獲量のほとんどを「いかかご漁業¹⁾」の水揚げが占めている²⁾。いかかご漁業については，従来から漁業者数の漸減傾向を指摘し，懸念を示してきた^{3,4)}。近年では，高齢化や労働力不足を理由に廃業する漁業者が増加し，さらなる拍車が掛かりつつある。こうしたなか，いかかご漁業を永続的に操業できるよう漁具改良による省力化を期待する漁業者の意見を踏まえ，筑前海区で主に使用されている2種類の「いかかご（以下，「籠」と記載）」を漁具診断し，総合的な評価を基に，漁具改良（籠の「変更」）による省力化を提案，いかかご漁業の存続に期すべき一助と成すことを目的とした。

方 法

主たる2種類の籠のうち，筑前海区で最も一般的な籠を図1に示した。外観は，鉄製の底面と竹製枠の天井面を竹製支柱で支える円柱状の構造体で，側面の1ヵ所に漏斗網の開口部を備えた横口籠である（以下，「竹枠籠」と記載）。竹枠籠のサイズは底面が直径1.0m，高さが0.4m，空中重量が7.7kgで，6節のポリエチレン製（蛙又結節）網地で覆われ，開口部の狭所は直径0.2mである。なお，漁獲物の取り出しは，天井面にある紐を解いて取り出す方法を採用している。

次に，筑前海区 北部海域の一部で使用され，広がりを見せつつある籠を図2に示した。外観は，底面が鉄製で円形を成し，折りたたみ可能な鉄製枠で半球状の構造体で，側面の1ヵ所に漏斗網の開口部を備えた横口籠で

ある（以下，「鉄枠籠」と記載）。鉄枠籠のサイズは底面が直径1.0m，高さが0.5m，空中重量が3.0kgで，6節のナイロン製（蛙又結節）網地で覆われ，開口部の狭所は直径0.2mである。なお，漁獲物の取り出しは，底面の留金を外し籠を展開して取り出す方法や底面の網地に取り出し口を設け，そこから取り出す方法があり，工夫されている。

籠の多くは漁業者が，それぞれ自主製作しているが，その形状やサイズ等は概ね酷似していることから，本報では以下の全試験において，前述の竹枠籠ならびに鉄枠籠を使用することとした。なお，各籠の前面には，実際の操業時と同様，「いかかご漁業」で広く導入されてい



図1 竹枠籠の外観および漁獲物の取り出し方法



図2 鉄枠籠の外観および漁獲物の取り出し方法の一例

るイヌツゲ等の枝を束ねたもの（本報では「葉」の付いたイヌツゲを用いることとし、以降、「柴」と記載^{1, 5, 6)}を取り付けた。

1. 漁具力学試験

海底に施設した籠は、もっぱら外的要因である潮流によって動作すると考えられる。そこで、籠が滑り始める流速（以下、「滑始流速」と記載）および籠が転倒する流速（以下、「転倒流速」と記載）を金ら⁷⁾の手法に準じて数値化するため、抗力および静止摩擦力の測定⁸⁾を行った。

(1) 抗力の測定

抗力の測定は、国立研究開発法人 水産大学校が所有する大型回流実験水槽（JAPAN AQUA TEC 社製 1インペラ式水平循環型：全長×同幅×同高=13.6×5.1×1.9m、観測部位長×同幅×同高=6.0×2.2×1.4m）を使用した（図3）。実験には、流れによる籠底面の影響を排除し、流体安定性を確保するため、鏡像構造化した籠をそれぞれ用いた（図4）。測定には、抗力機（共和電業 LU-10KA）を使用し、増幅器（共和電業 DPM-611B）で電気信号を増幅させ、受信マルチレコーダー（GRAPHTEC GL900-S）でデジタル信号を記録した。流速は、測定機器の能力を考慮し、竹枠籠については、

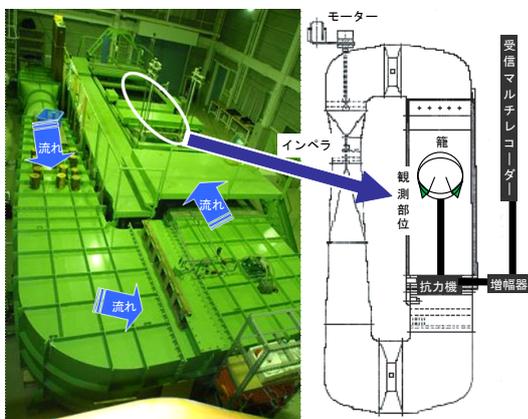


図3 大型回流実験水槽の概要



図4 鏡像構造化した籠
(竹枠籠 ver.)

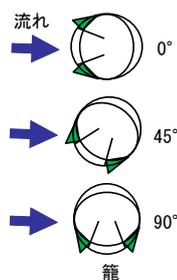


図5 流れに対する籠の角度

0.2m/s から0.4m/s まで0.1m/s ごとに3段階、鉄枠籠については、0.2m/s から0.5m/s まで0.1m/s ごとに4段階とした。流れに対する籠の角度は、図5のとおり3段階（0°，45°，90°）に変化させ、各籠の角度別抗力を測定した。流水中の抗力は、流速のべき乗に比例することから次式⁹⁾で表した。ただし、Dは抗力（N）、Vは流速（m/s）とした。

$$D = a V^b \dots \textcircled{1}$$

(2) 静止摩擦力の測定

静止摩擦力の測定は、底材に天然漁場の砂（粗砂：Md $\phi=0.16$ ，含泥率1.3%）を敷き、底材が浸る程度に海水を入れ、籠を設置した。籠の重心位置でテトロン糸を繋ぎ、海水面と平行になるよう定滑車を設け、垂直方向にニュートンバネ秤を曳くことにより、籠が動き始める値を読みとった。次に、0.5kgの錘を籠に載せ、同様の実験を行い、合計2kgになるまで0.5kgずつ錘を追加、繰り返し行った。こうして得られた測定値から次式⁸⁾により各籠ごとの静止摩擦力 F (N) を算出した。ただし、 μ は静止摩擦係数、Nは垂直力（N）、Aは粘着力を鑑みた定数である。

$$F = \mu N + A \dots \textcircled{2}$$

(3) 滑始流速と転倒流速の試算

滑始流速は、①式および②式の関係から海底面が平坦で籠の揚力は極めて小さく無視できると仮定し、各籠の水中重量をそれぞれ用いて次式により求めた。ただし、 V_s は滑始流速（m/s）、 W_w は籠の水中重量（kg）、 g は重力加速度（m/s²）とした。

$$V_s = \exp [1/b \ln ((\mu W_w g + A) / a)]$$

転倒流速は①式から、籠底面棒の一点が支点となり、転倒を生起するとき、抗力の作用位置は投影面積の中心にあると仮定して次式により求めた。ただし、 V_T は転倒流速（m/s）、 L_o は籠重心から支点までの水平距離（mm）、 H は投影面積の中心から籠底面棒までの垂直距離（mm）とした。

$$V_T = \exp [1/b \ln ((W_w g L_o) / a H)]$$

2. 漁獲試験

2019年3月から4月および2020年3月から4月にかけて延べ53回、竹枠籠と鉄枠籠を筑前海区 西部海域のコウイカ主漁場の海底に施設し、コウイカの入籠尾数の差を明らかにした。

3. 漁労作業分析

2019年4月および2020年3月から4月、漁船に乗船し、操業における一連の漁労作業をビデオカメラで撮影、延べ16籠分の映像を各籠ごとに、次の3工程に分類した。

①「揚籠」は、海面に籠が浮上してから舷側へ曳き揚げるまで。②「処理」は、舷側へ籠を曳き揚げてから漁獲物を取り出すまでの一連の作業とした。なお、各籠ともに漁獲物の有無で作業状況が大きく異なるため、漁獲物のコウイカが入籠している場合には「処理あり」、入籠せず空（カラ）の場合には「処理なし」として区分した。③「収納」は、②以降、海中へ籠を再投入するための準備（配置）までの6秒間とした。

(1) 漁労作業の所要時間

3工程の漁労作業について、各籠の所要時間を計測、比較した。

(2) 漁労作業の姿勢負担評価

農業等の分野¹⁰⁻¹³⁾で広く利用されている Ovako 式作業姿勢評価法 (Ovako Working Posture Analysing System: 以下、「OWAS 法」と記載) を用いた¹⁴⁾。OWAS 法とは、一定間隔ごとに荷重および身体部位 (背部, 上肢, 下肢) の状態を捉え、表1に示した該当コードを選択することにより、その時点ごとの Action Category (以下、「AC」と記載) を判定する手法である。AC とは、4段階の作業姿勢負担度および作業改善要求度を評価したもので、AC が大きいほど作業姿勢負担度は増大し、作業改善要求度が高くなることを意味する (表2)。

表1 OWAS 法における作業姿勢コード

1. 背部	1) まっすぐ
	2) 前または後ろに曲げる
	3) ひねるまたは横に曲げる
	4) ひねりかつ横に曲げる、または斜め前に曲げる
2. 上肢	1) 両腕とも肩より下
	2) 片腕が肩の高さあるいはそれより上
	3) 両腕が肩の高さあるいはそれより上
3. 下肢	1) 座る
	2) 両脚をまっすぐにして立つ
	3) 重心をかけている片脚をまっすぐにして立つ
	4) 両膝を曲げて立つか中腰
	5) 重心をかけている片脚を曲げて立つか中腰
	6) 片方または両方の膝を床につける
	7) 歩行か移動
4. 荷重	1) $W \leq 10$ (kg)
	2) $10 < W \leq 20$ (kg)
	3) $W > 20$ (kg)

表2 AC (作業姿勢負担度および作業改善要求度) 一覧

AC1	姿勢による筋骨格系負担に問題なし。改善不要。
AC2	姿勢による筋骨格系に有害。改善すべき。
AC3	姿勢による筋骨格系に有害。早期に改善すべき。
AC4	姿勢による筋骨格系に非常に有害。至急改善すべき。

本報では、1秒ごとに映像を抽出、OWAS 法のアルゴリズムを搭載した日本語版 Ovako 式作業姿勢分析システムソフトウェア (JOWAS ver. 0.92.1)¹⁵⁾ に入力し、その時点ごとの AC を判定、各籠ごとの工程別 AC を集計した。また、AC1は筋骨格系に「負担なし」、AC2以上は「負担あり」として集約、2群に分け各籠ごとの工程別 AC 負担度を比較した。

結 果

1. 漁具力学試験

(1) 抗力の測定

流れに対する籠の角度別抗力について、竹枠籠の結果を図6、鉄枠籠の結果を図7に示した。各籠ともに、すべての角度において流速が速くなるほど抗力は増加した。また、竹枠籠の抗力は、すべての角度で鉄枠籠を上回った。抗力が最大となる流れに対する籠の角度、つまり「流体抗力最大角度」は、各籠ともに45°であった。ただし、竹枠籠では、その差は僅かであった。一方、鉄枠籠では、45°、0°、90°の順で高い抗力を示し、籠前面に取り付けた柴の影響を反映した結果となった。

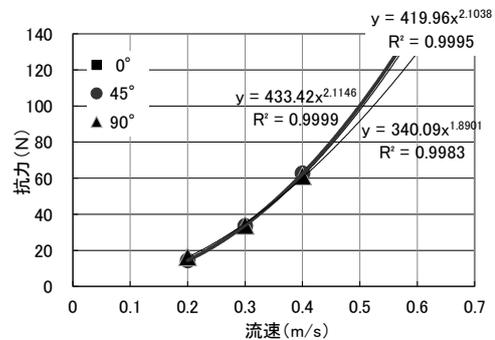


図6 角度別抗力 (竹枠籠) 結果

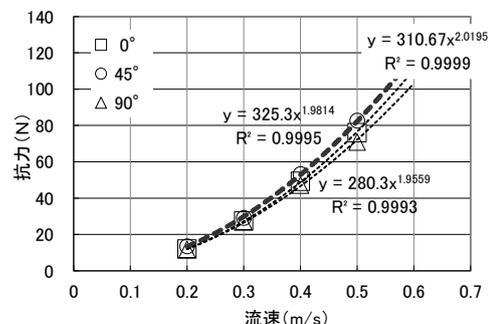


図7 角度別抗力 (鉄枠籠) 結果

(2) 静止摩擦力の測定

各籠における静止摩擦力の結果を図8に示した。静止摩擦力は、いずれも竹柵籠が鉄柵籠を大きく上回った。

(3) 滑始流速と転倒流速の試算

試算は、「流体抗力最大角度」の回帰式をそれぞれ使用することとし、各籠ともに 45° を選択した結果を表3に示した。滑始流速の試算値は、竹柵籠で0.27m/s、鉄柵籠では0.23m/sであった。また、転倒流速は竹柵籠で0.47m/s、鉄柵籠では0.38m/sであった。滑始流速および転倒流速ともに、竹柵籠が鉄柵籠を上回った。

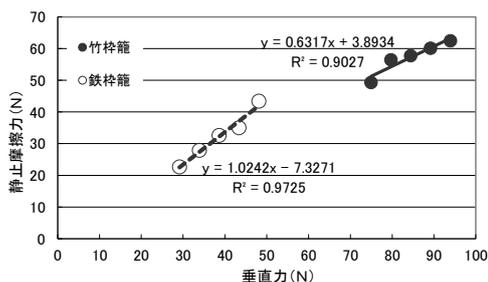


図8 各籠の静止摩擦力結果

2. 漁獲試験

図9に、漁獲試験の結果を示した。竹柵籠の最大漁獲尾数は4尾、平均漁獲尾数は0.7尾であった。一方、鉄柵籠の最大漁獲尾数は6尾と竹柵籠の1.5倍、平均漁獲尾数は1.4尾と竹柵籠の2.0倍で、有意な差が認められた (Mann-Whitney U-test $p < 0.05$)。

3. 漁労作業分析

(1) 漁労作業の所要時間

3工程の漁労作業のうち、揚籠は揚籠機の巻揚速度に起因した外的要件が主であり、収納は観測時間を規定した関係上、これら2工程における所要時間の差は各籠ともに、ほとんどみられなかった。

図10に、全工程および処理における各籠の所要時間結果を示した。すべての工程で竹柵籠は、鉄柵籠の平均値を1.5倍以上で上回り、全工程ならびに処理ありでは有意な差を示した (χ^2 -test $p < 0.05$)。特に、処理ありでは、鉄柵籠の平均値を竹柵籠の第3四分位数は上回っており、所要時間の長さが顕在化していることを示唆した。なお、有意な差が認められなかった処理なしについても、鉄柵籠は竹柵籠の平均値と第3四分位数の範囲にあって極めて短時間であった。

(2) 漁労作業の姿勢負担評価

図11に、各籠ごとの工程別 AC 集計結果を示した。各籠ともに、すべての工程で「姿勢による筋骨格系に非常に有害。至急改善すべき。」とする AC4は、観察されなかった。次に、「姿勢による筋骨格系に有害。早期に改善すべき。」とする AC3は、竹柵籠の場合、全工程で50%、揚籠で0%、処理ありで83%、処理なしで0%、収納で8%であった。一方、鉄柵籠の場合、全工程で7%、揚籠で0%、処理ありで15%、処理なしで0%、収納で7%であった。さらに、「姿勢による筋骨格系に有害。改善すべき。」とする AC2は、竹柵籠の場合、全工程で37%、揚籠で57%、処理ありで14%、処理なしで67%、収納で

表3 滑始流速および転倒流速の試算結果

籠の種類		竹柵籠	鉄柵籠
水中重量 (kg)	Ww	3.79	2.50
流体抗力最大角度 °		45	45
流体抗力最大係数	a	433.42	325.30
	b	2.11	1.98
静止摩擦力係数	μ	0.63	1.02
	A	3.89	-7.33
滑始流速 (m/s)	Vs	0.27	0.23
水平距離 (mm)	Lo	483	520
垂直距離 (mm)	H	200	265
転倒流速 (m/s)	Vt	0.47	0.38

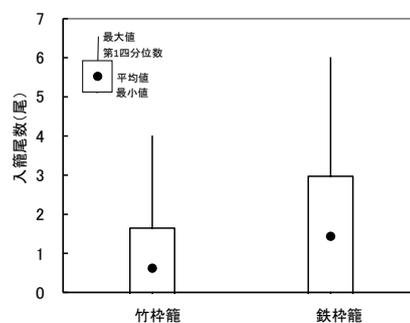


図9 漁獲試験結果

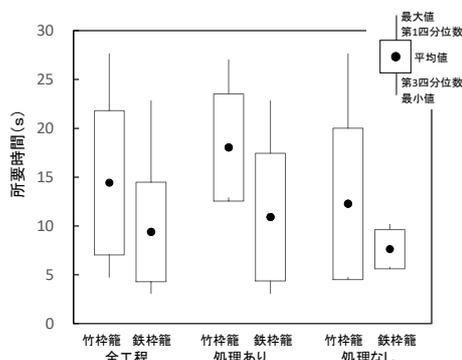


図10 各籠の所要時間結果

80%であった。一方、鉄枠籠の場合、全工程で40%、揚籠で38%、処理ありで59%、処理なしで17%、収納で28%であった。最後に、「姿勢による筋骨格系負担に問題なし。改善不要。」とする AC1は、竹枠籠の場合、全工程で13%、揚籠で43%、処理ありで3%、処理なしで33%、収納で12%であった。一方、鉄枠籠の場合、全工程で53%、揚籠で62%、処理ありで26%、処理なしで83%、収納で65%であった。総じて、その比率に差はあるものの、各籠とも工程別 AC ごとの傾向については、類似性がみられるとともに、竹枠籠の AC2および AC3の比率は、鉄枠籠の AC2および AC3の比率と比べ、工程に関係なく57%以上と、常に高い割合を占めた。

図12に、各籠ごとの工程別 AC 負担度比較結果を示した。AC2以上では、いずれの工程も竹枠籠が、鉄枠籠より高い割合であり、揚籠を除いたすべて工程において有意な差が認められた (χ^2 -test $p < 0.05$)。

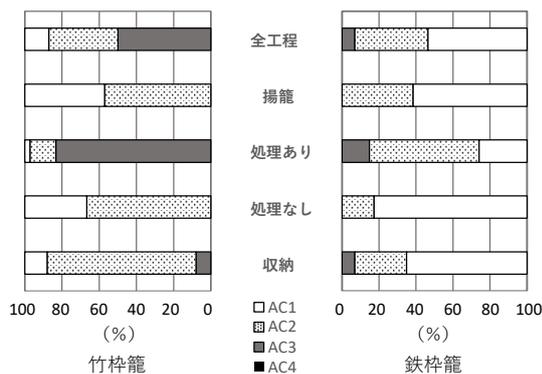


図11 各籠ごとの工程別 AC 集計結果

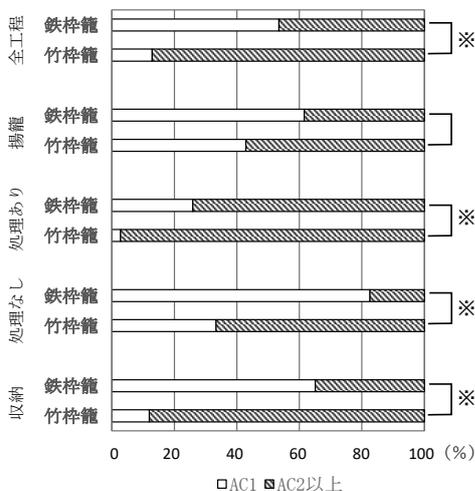


図12 各籠ごとの工程別 AC 負担度比較結果

考察

漁具力学試験では、竹枠籠の滑始流速は0.27m/s、鉄枠籠は0.23m/s、竹枠籠の転倒流速は0.47m/s、鉄枠籠は0.38m/s との試算値から、漁具力学的見地上、各籠の使用に際し、支障はないものと判断された。各籠における滑始流速および転倒流速の試算値は、いずれも想定外の低い値であり、籠のサイズならびに水中重量、籠前面に取り付けた柴の影響を反映した。しかしながら、①枝縄による海底との摩擦力があること。②漁期中、籠前面に取り付けた柴の付け替えは稀であり、漁期経過に伴い、柴の「葉」は枯れて流失し、柴の「枝」と産み付けられたコウイカの「卵」のみとなることから、各籠の抵抗は初漁期よりも低下すると考えられること等を鑑みた場合、各籠の滑始流速および転倒流速は、試算値を上回るものと考えられた。

冬季における対馬暖流の表層流は、0.4~0.7kt (0.21~0.36m/s)¹⁶⁾であること、いかかご漁業が盛んな唐津湾内に位置する引津湾において、湾口北部海域 (3m層) の夏季における最大流速は31.5cm/s (0.32m/s)、平均流速は 10.0±6.3cm/s (0.10±0.06m/s)¹⁷⁾であることから、冬季におけるコウイカ漁場の底層流は、これを下回る¹⁶⁾。これらの報告値であれば、各籠の滑走や転倒は起きにくいと推察された。今後、漁場の海底に自記式流向流速計ならびに3軸加速度計を設置した籠を施設し、漁具力学試験の検証を行うことはもちろんのこと、「潮流が相対的に遅くなる小潮直近の中潮から小潮にかけて、コウイカの入籠が増加する傾向がみられる^{18, 19)}。」とするコウイカ生態面からの一般的な考察のみならず、漁具力学的視点からの考察を加えることができよう。なお、籠前面に取り付けた柴の抵抗を減じる一方策として、かつ高額な柴の代替品²⁰⁾として近年、筑前海区 北部海域の一部の漁業者は「ノリ網 (図 13)」を活用し、幾年も繰り返し使用している。この場合、「初漁期の入籠尾数は柴より劣るものの、それ以降は大差ない。」との話



図13 柴の代替品 (ノリ網) を取り付けた鉄枠籠

も聞かれることから、周辺海域で操業する全漁業者が一斉に漁具改良（籠の「変更」）に取り組み、不公平感を払拭することが肝要となる。

次に、漁獲試験では今回、鉄枠籠の最大漁獲尾数および平均漁獲尾数は、竹枠籠の1.5倍および2.0倍と、鉄枠籠の優位性が際立つ結果となった。鉄枠籠の優位性についての明確な理由は不明であるが、コウイカの産卵基質への接近や入籠には視覚的コントラストの強弱が影響するとの報告^{21, 22)}があることから、海中における鉄枠籠の施設状況について説明を進めていく必要がある。なお、「コウイカは籠に対する視覚的および社会的誘引や空間占拠習性によって能動的に入籠するのであり²²⁾、籠の種類や柴の有無による差はなく^{22, 23)}、産卵群のみを選択的に漁獲するのではない^{24, 25)}。」との報告がある。いずれにせよ、コウイカが鉄枠籠へ有意に入籠しないと理解できない。

最後に、漁労作業分析では、漁労作業の所要時間ならびに姿勢負担評価のいずれも、鉄枠籠の優位性が認められた。漁労作業の所要時間をみると、竹枠籠は鉄枠籠の平均値を1.5倍以上で上回り、姿勢負担評価をみると、竹枠籠の AC2および AC3の比率は、鉄枠籠の AC2および AC3の比率と比べ、常に高い割合を占めた。また、AC2以上では、いずれの工程も竹枠籠が鉄枠籠より高い割合であった。この大きな要因は、籠構造の差異、つまり各籠における漁獲物の取り出し方の違いが挙げられる。竹枠籠の漁獲物の取り出しは、天井面にある紐を解いて取り出す方法を採用しているため、図1に示したように、その作業（処理あり）は、どうしても中腰となり、背部および下肢への負担増に繋がる。さらに、漁獲物を取り出したあとも天井面の紐を結び終えるまでは、連続的作業が継続し、姿勢負担が長時間に及ぶ。一方、鉄枠籠の漁獲物の取り出しは、底面の留金を外し籠を展開して取り出す方法や底面の網地に取り出し口を設け、そこから取り出す方法など工夫されているため、図2に示したように作業（処理あり）中でも中腰になる機会が少なく、背部および下肢への軽微な負担で漁獲物を取り出すことができる。あわせて、漁獲物を取り出したあとも留金を留めるだけで、あるいは特別な作業をすることなく、短時間で処理を終えることができる。

また、さらなる要因として、各籠の荷重（空中重量）の違いが挙げられる。OWAS 法における作業姿勢コードに倣い、各籠の荷重については今回、同じカテゴリで取り扱ったが、竹枠籠の空中重量は7.7kg、鉄枠籠の空中重量は3.0kg と、2.5倍の差がある。竹枠籠は必然的に両手ならびに中腰での連続作業となるが、鉄枠籠は片手でも作業可能である。竹枠籠の荷重を OWAS 法に

おける作業姿勢コード、「10 < W ≤ 20kg 以上」のカテゴリで取り扱った場合、すべての工程で AC3の割合が増加するとともに、処理ありにおいて「姿勢による筋骨格系に非常に有害。至急改善すべき。」とする AC4が発生する。こうしたことから、竹枠籠の作業姿勢負担および作業改善要求度が、潜在的に常に高い状態であることが伺えた。

これら漁具力学試験、漁獲試験、漁労作業分析における漁具診断の評価から鉄枠籠は竹枠籠と比して遜色ない、もしくは優位性が認められた。このほか、鉄枠籠を使用する筑前海区 北部海域の一部では、漁業者の従事者数が1隻あたり1~2名と、竹枠籠を使用する漁業者の従事者数と比べ相対的に少ないことから、操業（揚籠）形態等の見直しを加えることにより、漁具改良（鉄枠籠への変更）の副次的効果も期待でき得る。以上の事由により、筑前海区いかかご漁業の存続のため、鉄枠籠の導入について検討をはじめめる必要がある。

謝 辞

漁獲試験および漁労作業分析に協力いただいた弘洋丸の塚本武広氏、西崎順司氏、塚本懐氏、塚本椋氏、木戸貴臣氏、漁獲試験に協力いただいた福丸の谷口利幸氏、谷口弘幸氏に深謝します。また、貴重な情報を提供していただいた磯丸の磯井清次郎氏に謝意を表すとともに、快く竹枠籠を提供していただいた福栄丸の田畑政義氏にお礼申し上げます。

最後に、漁具力学試験に協力いただいた国立研究開発法人 水産大学校（現在：国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産大学校）海洋生産管理学科の石橋洋吾氏、山角瑞穂氏、平湯千里氏に感謝いたします。

文 献

- 1) 福岡県水産林務部漁政課. 福岡県の漁具漁法, 福岡. 1991; 121-122.
- 2) 国立研究開発法人 水産研究・教育機構. 令和元(2019)年度 資源評価報告書 コウイカ(唐津湾). <http://abchan.fra.go.jp/digests2019/trends/201923.pdf>, 2020年10月15日閲覧
- 3) 伊藤輝昭, 秋元聡. 資源管理型漁業推進総合対策事業(2)コウイカ. 平成10年度 福岡県水産海洋技術センター 事業報告 2000; 106-108.
- 4) 伊藤輝昭, 秋元聡. 糸島地区におけるコウイカ資源量の推定. 福岡県水産海洋技術センター 研究報告 2001; 11: 65-69.

- 5) 九州水産振興開発協議会. 九州沖縄「海と魚」の文化 平成8年, 福岡. 1996 ; 105.
- 6) 安田治三郎. コウイカ *Sepia esculenta* Hoyle 生態の二・三に就いて. 日本水産学会誌 1951 ; 16(8) : 350-356.
- 7) 金成勲, 平石智徳, 山本勝太郎, 李珠熙. 北海道で使用されている3種のエビ籠の海底での安定性. 日本水産学会誌 2008 ; 74 (6) : 1030-1036.
- 8) 曾田範宗. 摩擦の話, 岩波書店, 東京. 1971.
- 9) Li Y, Yamamoto K, Hiraishi T, Nashimoto K. Stability of fish raps for catching arabesque greenling used in mastsumae Hokkaido. *Fisheries Engineering* 2003 ; 39 : 219-225.
- 10) 宮寄朋浩, 片岡正登. イチゴ栽培システムにおける作業姿勢に基づく農作業の労働負荷測定および評価法の確立. 長崎県総合農林試験場 研究報告(農業部門) 2004 ; 30 : 30-39.
- 11) 森川信也, 三輪由佳, 細見彰洋. イチジク主枝高設樹形導入による収穫姿勢の改善効果. 大阪府立環境農林水産総合研究所 研究報告 2015 ; 2 : 14-15.
- 12) 沢田英一, 羽根義. OWAS 法による建設作業員の作業負担の評価. 人間工学 2002 ; 38(特別号) : 522-523.
- 13) 山本華代, 神代雅晴, 衛藤理砂, 藤井敦成, 赤築秀一郎, 鈴木秀樹. 某製造工場における腰痛と作業姿勢及び生活習慣との関係. 産業衛生学雑誌 2004 ; 46 : 78-88.
- 14) Karhu O, Kansu P, Kuorinka I. Correcting working postures in industry. A practical method for analysis. *Applied Ergonomics* 1977 ; 8(4) : 199-201.
- 15) 国立大学法人 宮崎大学農学部 Mitarai's Home Page. JOWAS 姿勢解析ソフトとデータ(作成: 瀬尾明彦). <http://www.cc.miyazaki-u.mitarai/room707/soft%20OWAS.html>, 2020年3月15日閲覧
- 16) 鎌田康彦, 近藤寛, 三井田恒博. 玄界灘の表層堆積物. 長崎大学教育学部 自然科学研究報告 1988 ; 39 : 73-82.
- 17) 松井繁明. マガキの養殖漁場の水質について. 福岡県水産海洋技術センター 研究報告 2011 ; 21 : 87-93.
- 18) 山口恭弘・西ノ首英之・山根猛. 島原湾におけるコウイカ *Sepia esculenta* の漁獲と潮流の関係について. 日本水産学会誌 1998 ; 64(1) : 121-122.
- 19) 金澤孝弘, 伊藤輝昭. 有明海福岡県海域におけるコウイカの漁獲実態と生態. 福岡県水産海洋技術センター 研究報告 2006 ; 16 : 77-82.
- 20) 佐野二郎. コウイカの資源増大に関する研究. 福岡県水産海洋技術センター 研究報告 2006 ; 16 : 51-62.
- 21) 藤田孝康, 平山泉, 松岡達郎, 川村軍蔵. 雌コウイカの産卵行動と産卵期質の選択. 日本水産学会誌 1997 ; 63(2) : 145-151.
- 22) Watanuki N, Hirayama I, Kawamura G. Why do cuttlefish *Sepia esculenta* enter basket trap? Space occupation habit hypothesis. *Fisheries Science* 2000 ; 66 : 190-197.
- 23) 金澤孝弘, 伊藤輝昭, 宮本博和, 内藤剛, 熊谷香. 水産資源調査(2)魚介類調査. 平成17年度 福岡県水産海洋技術センター 事業報告 2007 ; 200-202.
- 24) 綿貫尚彦, 岩下徹. 水中テレビによるコウイカのかご漁具に対する行動観察. 平成4年度 イカ資源・漁海況検討会議 研究報告, 遠洋水産研究所 1994 ; 96-99.
- 25) Watanuki N, Iwashita T, Kawamura G. Cuttlefish spawning and visually mediated entry into basket traps. *Fisheries Science* 2000 ; 66 : 185-189.