

原著論文

定置網の垣網の網成りを良好に保つための立碇の効果

辻 俊宏^{*1}・酒井秀信^{*2}・石戸谷博範^{*3}Effect of Using *Tachi-Ikari* to Prevent Deformation of the Leader Net of a Set-net

Toshihiro TSUJI, Hidenobu SAKAI, and Hironori ISHIDOYA

A *Tachi-Ikari* is a vertical anchor rope standing up in the seabed which is set by the side of the leader net of a set-net. *Tachi-Ikari* has been the traditional tool to prevent deformation of the net by flow. We investigated the effect of *Tachi-Ikari* at a set-net around Noto peninsula in the Sea of Japan. The depths of the bottom edge of the leader net and current velocity and direction at a depth of 20 m were measured for 143 and 231 days with and without *Tachi-Ikari* respectively. The edge with *Tachi-Ikari* didn't leave the seabed until approximately 1.6 times higher mean velocity than without *Tachi-Ikari*. The edge with *Tachi-Ikari* rose up less than 3.5-15.2 m away from the seabed than the one without *Tachi-Ikari* at 15 cm/s and over current from the bag to playground, or at 20 cm/s and over current to opposite direction. The net, either with or without *Tachi-Ikari*, showed great deformations exceeding 25 cm/s. These results demonstrated that *Tachi-Ikari* is more effective at preventing deformation of the set-net at the current speed of 15-25 cm/s.

2012年7月20日受付, 2012年10月17日受理

定置網は我が国の最も重要な漁法の一つで、日本各地の沿岸域に敷設されている。定置網の網型は台網、大敷網、大謀網を経て、現在では落網が全国に最も普及している¹⁾。なかでも、日本海側の大型定置網においては片側二段（又は三段）箱式落網が主に採用されている²⁾。同網は、垣網、運動場、昇網、第1,2(3)箱網（運動場から箱網までを総称して「身網」という。）から成り、側張りロープ（定置網の骨組みともいえるもので、碇網と浮子により海面上の一定の位置に敷設されている。）から、それぞれの網が垂下されており、網自体は基本的に海底に固定されていない。したがって、定置網の水中形状（以下、「網成り」という¹⁾）は潮流により容易に変化し³⁾、それに伴い漁獲機能が大きく変化することが予想される。そのため、網成りを如何に良好に保つかが、定置網漁業者の最大の関心事となっている⁴⁾。

網成りを良好に保つための方法は、次の3つに大別される。第一は、網地の流水抵抗を減らす方法であり、目

合の拡大や網糸を細くすること^{5,6)}がこれにあたる。第二は、網を重くする方法であり、網裾などに鉛ロープなどの沈子を付加するほか、鉛網とよばれる高比重網を要所に配置して仕立てることがおこなわれている⁷⁾。第三は、立碇と呼ばれる碇網により、直接的に網の変形を抑制する方法である。立碇は、主に垣網や運動場の網の横や端に碇網を海底からほぼ垂直に海面まで立ち上げるにより、下流側への網の吹かれ（当初の形状との相違のこと¹⁾。以下同じ。）を抑える働きをするものである^{1,6,8)}。立碇には、リングを通じて網地と連結する輪潜（わくぐり）碇と網地と連結しない真立碇との2種類が存在する⁸⁾。運動場の角部分や、運動場および垣網のいわゆる障子先には前者が良く用いられている。一方、後者は運動場と垣網のほか昇り網にも設置されている。設置間隔などの配置方法は漁場により様々であり、垣網の前面・後面（運動場側を前面、箱網側を後面という。）の両方に網を挟み込むように設置したり、後面のみに設

*1 石川県水産総合センター

〒927-0435 石川県鳳珠郡能登町宇出津新港 3-7

Ishikawa Prefecture Fisheries Research Center, 3-7, Ushitsushinko, Noto, Housu, Ishikawa 927-0435, Japan

t-tuji@pref.ishikawa.lg.jp

*2 鹿渡島定置網組合

*3 神奈川県水産技術センター相模湾試験場

置したりする場合もある。なお、本報告では単に「立碇」とした場合、後者のみを指すこととする。このような立碇は優れた定置網の吹かれ防止策として、古くから富山湾の漁業者を中心に認知され、多くの漁場で採用されている（筆者ら、未発表）。しかしながら、立碇は、多量の資材（ロープおよび土俵）を必要とすることに加えて、立碇同士の変位により網が海底まで正常に垂下されないことや立碇網の付着物（特にイガイ類やフジツボ類など）と網との接触により破網することなど⁹⁻¹²、欠点も多い。

定置網の網成りの変化に関しては、これまで多くの研究がおこなわれている。宮本¹³は、模型実験により種々の網型の網成り変化を報告している。また、石戸谷¹⁴は同じく模型実験により急潮時の網成り変化を詳細に報告している。一方、実物の定置網においては、京都府水産試験場・京都府定置漁業協会¹⁵が魚群探知器を用いて、42漁場で網成り調査を実施している。また、流速計と深度計を組み合わせた研究も数多く実施されている^{5, 16, 17}。しかしながら、これらの研究では、立碇の有無やその効果については言及されていない。立碇に関する研究は、井上・田原¹⁸および石戸谷ら¹⁹の模型実験に限られており、これまで実物の定置網においてその作用や効果を調べた事例は見当たらない。

そこで我々は、能登半島東岸に敷設された大型定置網の垣網に深度計を取付け、立碇のない場合とある場合で、それぞれの垣網の底側先端部（以下、「網裾」という。）の深度変化を漁場の流速とともに観測した。ここでは、その結果を報告するとともに、垣網の網成を良好に保つことに対する立碇の有効性について検討した。

材料と方法

石川県七尾市鶴浦町約3 km 沖合に敷設されている片側三段箱式落網（身網長約450 m、身網水深45～47 m）で試験を実施した（図1）。垣網は、身網から西側（陸側）に約600 m 延ばし、その先から南側に約240 mの長さで折り（垣網の部分名称）が敷設されている。垣網は、目合360 mmのポリ塩化ビニルデン（比重1.7）製の網地を主に用い、仕上がりの網丈が水深の130～140%になるように仕立てられている。ここで、網成りを良好に保つことを目的として、海底に接するラインに沿って鉛網と呼ばれる高比重網（比重約3.5）10目又は20目分が通常網に代わり配置されている。この網に続く部分は水深より長くなる余裕の網地であり、「捨て網」と呼ばれている。さらに網裾には、直径24 mmの鉛ロープが付加されている（図2）。

深度計（MDS-D：アレック電子社製、精度±2 m）を身網（端口）から約100 m西側（陸側）に位置する垣網の網裾（水深約42 m）に取り付け（図2）、その深度を10分間隔で測定した。さらに同漁場の流況を、網自体の抵抗による流れの変化を避けるため垣網から後面側

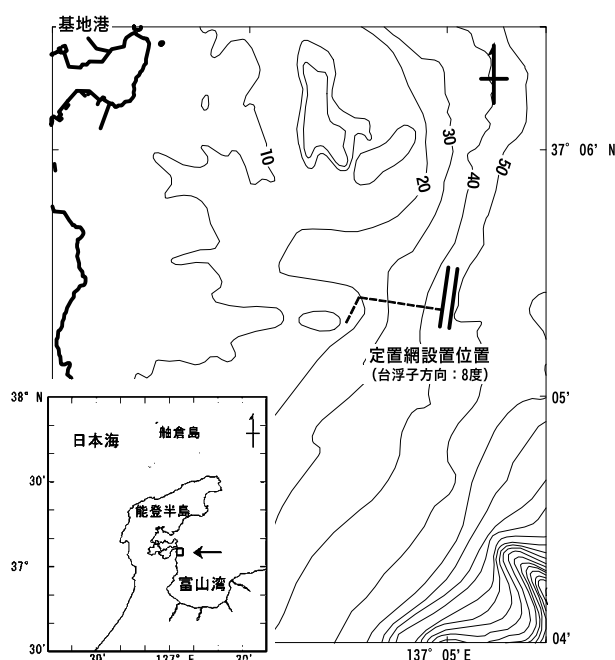


図1. 試験定置網の設置位置
2本線（太線）は身網を、破線は垣網を示す
等値線は等深線（太線は海岸線）を示し、図中の数字は水深（m）を示す

約100 m、身網から約100 m陸側（水深40 m）の位置において、水深の中間となる水面下20 mにドップラー流速計（RCM-11：アーネンダー社製）を係留し（図2）、流速および流向（磁方位偏差を7度とし、真方位に変換）を10分間隔で観測した。

まず、立碇のない状態（以下、「立碇なし」という。）として、2005年7月25日から2006年5月23日まで計測を行った。ただし、垣網および運動場の障子先には、輪潜りを設置した。その後、2006年9月に立碇を設置した。立碇を垣網の前面と後面の両面に、それぞれ12 m間隔で垣網より6～8 m離して投下した。垣網の他、運動場（障子網を含む）の全域にも同様に立碇を設置した（図2）。この立碇のある状態（以下、「立碇あり」という。）として2006年10月13日から2007年3月28日まで計測を行った。調査期間中に機器の交換等で欠測が生じたため、流速計と深度計の両データが揃った期間に限り解析を行った。一時的な流れの変動が網成りに与える影響は少ないとして、流速計および深度計の観測値を3時間移動平均し短時間の変動を除いた。また、網裾の深度値と深度計設置箇所の海底水深（42 m）との差を網裾の吹き上がり距離として定義した。立碇の有無と漁獲量の関係を見るため試験定置網の操業ごとの総漁獲量を記録した。

結 果

立碇なしとして通算231日、立碇ありとして通算143日のデータを得た。両調査期間における平均流速は、

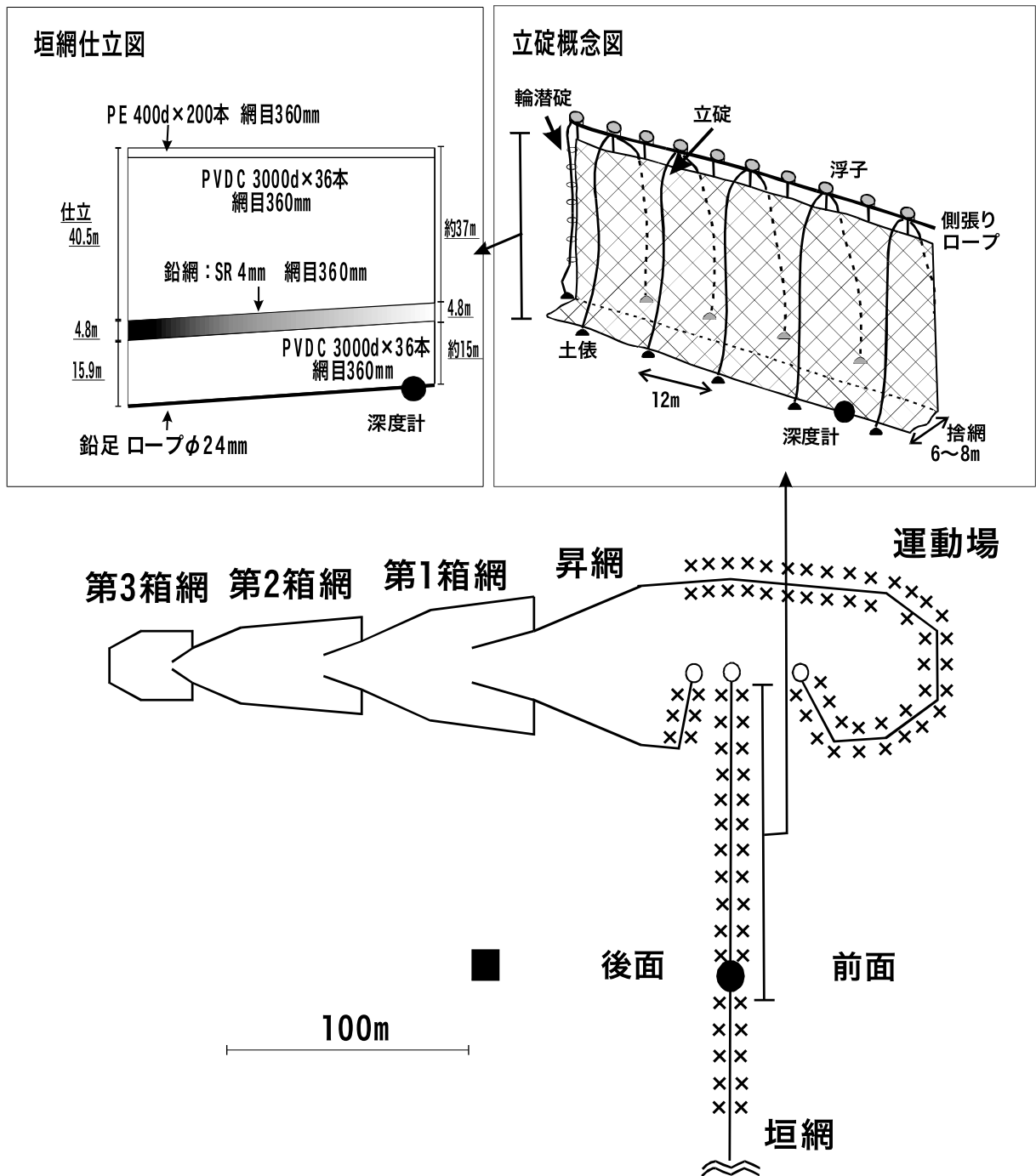


図2. 各測器と立碇の設置位置, 垣網の仕立および立碇の概念図
 ×: 立碇, ○: 輪潜碇, ■: 流速計, ●: 深度計
 PVDC: ポリ塩化ビニルデン (比重 1.7), SR: シクロン (比重 3.5), PE: ポリエチレン系繊維 (比重 0.95)

11.1 cm/s (立碇なし) および 10.4 cm/s (立碇あり) と大きな違いはなく, 流向・流速の分布も概ね一致していた。また, 両期間とも, 試験定置網の身網方向 (真方位 8-188 度) に概ね沿った明瞭な流軸が存在していた (図 3)。垣網は, この流軸に対し概ね直交して敷設されていることから, 流軸方向の流速成分が垣網の吹かれに最も影響を与えると考えられる。そこで箱網方向 (真方位 8 度) を正值とした流速成分値 (以下, 「流速」という。) を解析に用いた。なお, 流速成分の正值は順流 (運動場から箱網への流れ¹⁴⁾), 負値は逆流 (箱網から運動場へ

の流れ¹⁴⁾) として示した。

流速階級 (5 cm/s 間隔。以下同じ。) ごとの発生頻度分布は, 立碇なしにおける -20 ~ -30 cm/s (逆流) の頻度が, 立碇ありに比べ若干高かったことを除けば, 両調査期間とも概ね同様の形状を呈した (図 4)。逆流と順流の発生頻度は, 立碇なしで 49%, 51%, 立碇ありで 47%, 53% とほぼ同じであった。

本研究では, 深度計の精度 (± 2 m) を考慮し, 吹き上がり距離が 2 m 以上を示した場合に網裾が離底, 2 m 未満の時に着底していると判断した。比較的流速変化

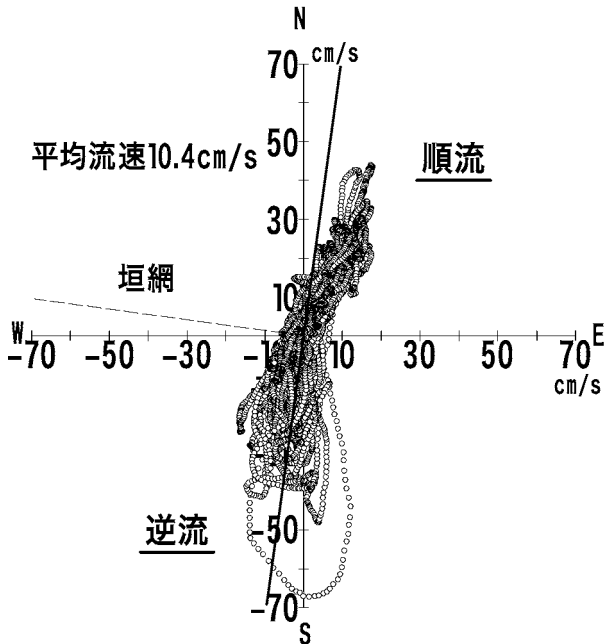
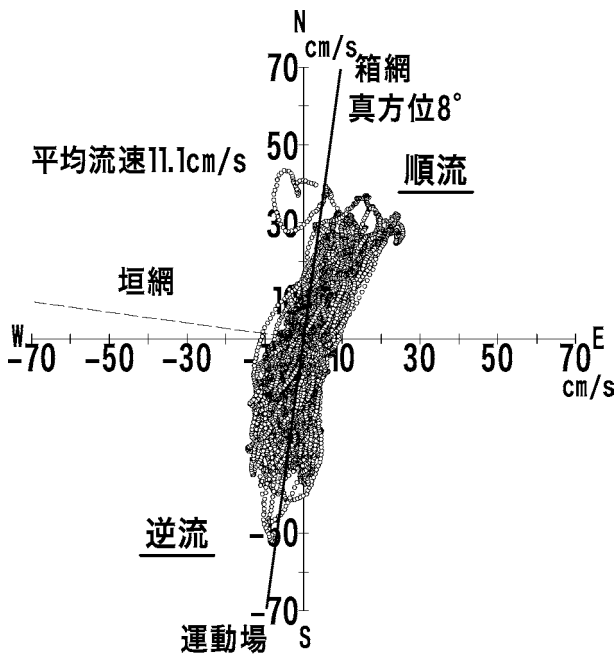


図3. 試験漁場における流向・流速分布 (深度20m)
上段: 立碇なし, 下段: 立碇あり

が大きく垣網の吹き上がり頻度の多かった11月および1月の流速と吹き上がり距離の時系列変化を図5に例示した。期間中の多くは着底状態を示していたものの、流速絶対値がある程度大きくなると、吹き上がり距離は流速の増減に伴って変化した。その極大値の多くは10~20mであったが、時には40m近くに達することもあった。これらの傾向は他の期間も同様であった。

調査期間に占める離底時間の割合は、立碇なしで25%、立碇ありで11%であった。また、離底から着底までを1回の吹き上がりとし、その発生頻度を求めたところ、立碇なしで0.52回/日、立碇ありで0.20回/日であった。

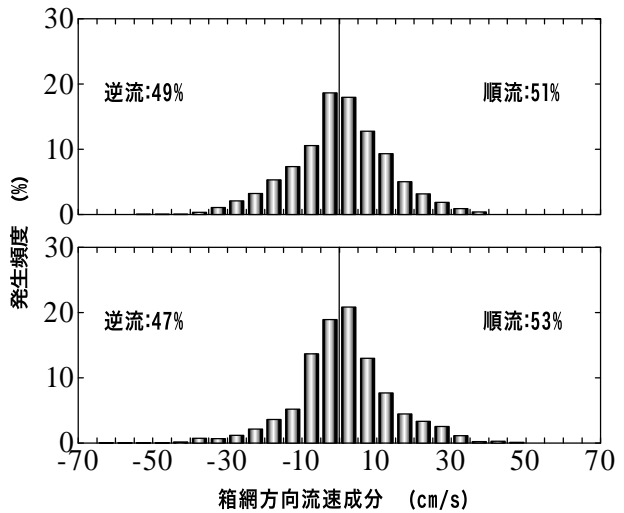


図4. 試験漁場における流速別発生頻度
上段: 立碇なし, 下段: 立碇あり
図中の数字は逆流時, 順流時におけるそれぞれの合計頻度 (%) を示す

表1. 垣網網裾の離底時および着底時の流速の平均値 (cm/s)

	離底時		着底時	
	立碇なし	立碇あり	立碇なし	立碇あり
逆流*	11.2	18.8	9.7	13.4
順流*	15.7	26.2	14.0	17.6
全流向	13.2	21.8	11.4	15.0

* 逆流は箱網から運動場への流れ, 順流はその反対方向の流れ

次に、離底開始時およびその後の着底時における流速の絶対値を立碇なし、立碇ありで平均すると、離底開始時でそれぞれ13.2 cm/s、21.8 cm/s、着底時で11.4 cm/s、15.0 cm/sであった。さらに、逆流時と順流時で比べると、いずれの場合も順流時の方が4~8 cm/s 大きな値となった (表1)。

流速と吹き上がり距離の関係を見るために、流速階級別に吹き上がり距離の平均値と標準偏差を求めた (図6)。立碇なしでは、流速-10~15 cm/s における平均吹き上がり距離は2m未満 (着底状態) であったが、これらを超える階級になると平均吹き上がり距離は2m以上 (離底状態) を示した。逆流時・順流時とも流速の増加にともない、平均吹き上がり距離は急激に増加した。同じ流速階級における平均吹き上がり距離は、順流時に比べて逆流時の方が大きい傾向が見られた。

立碇ありでは、立碇なしに比べて、逆流時で2階級、順流時で1階級速い流速 (-20~20 cm/s) まで、平均吹き上がり距離が2m未満 (着底状態) であった。一方、これらを超える流速階級では、立碇なしと同様に流速階級の上昇に合わせて平均吹き上がり距離は急激に増加するが、その増加割合は立碇なしに比べて明らかに小さかった。また、平均吹き上がり距離の最大値は、立碇なしでは29.1m (流速-40~-35 cm/s 時) であったが、

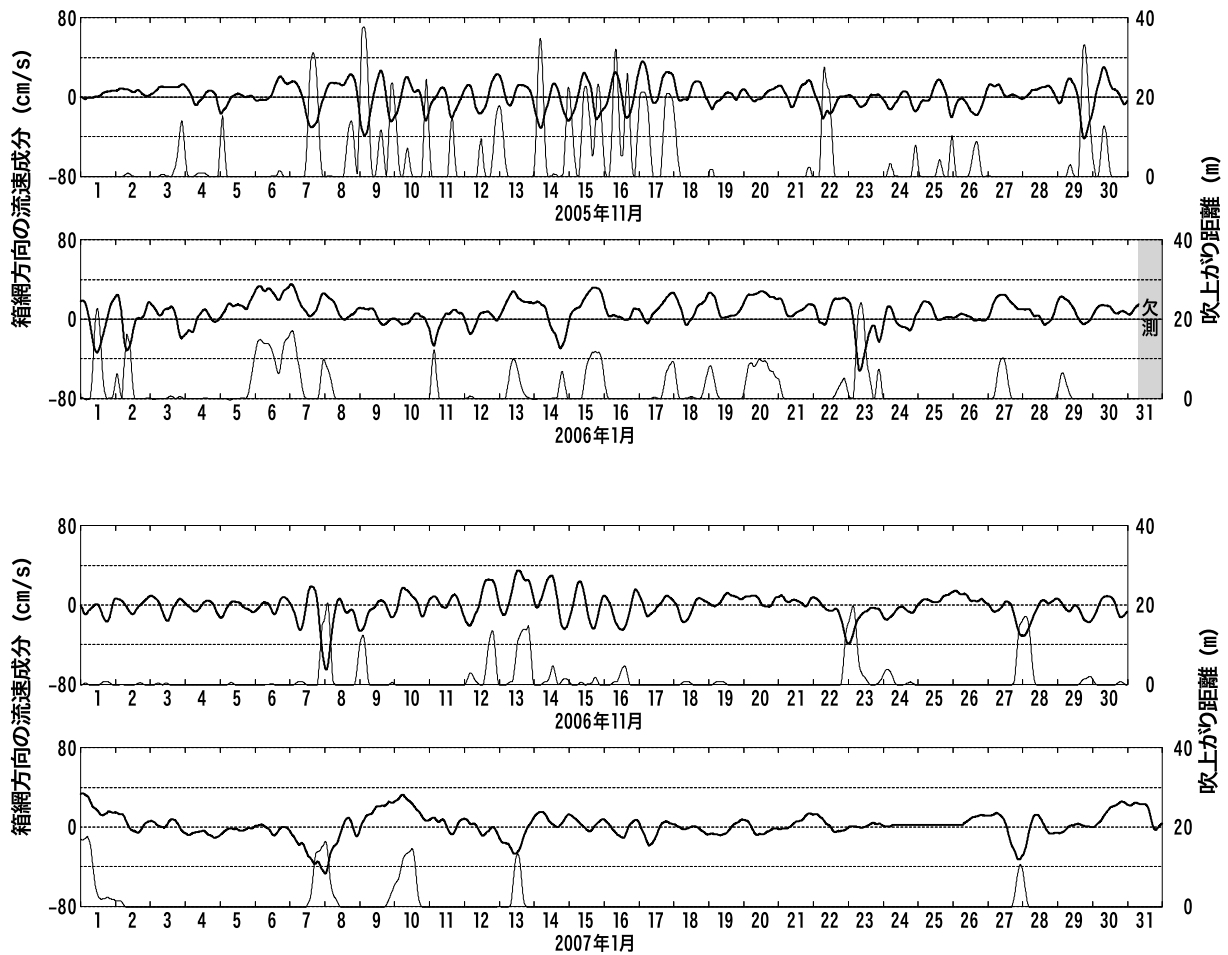


図5. 成分流速と垣網網裾の吹き上がり距離の時系列変化例
太線は流速成分，細線は吹き上がり距離を示す
上段：立碇なし，下段：立碇あり

立碇ありでは18.9 m(流速-70~-65 cm/s時)であった。

同じ流速階級における平均吹き上がり距離を立碇のあり・なしで比べると，すべての階級において，立碇ありが，有意(t検定，危険率1%未満)に小さかった。流速-15~20 cm/sにおいては，その差は両者とも2.2 m未満と僅かであったが，これ以上の階級における差は，3.5~15.2 mを示し，立碇の効果が顕著であった。

本漁場では，概ね4~8時の間に揚網が行われている。そこで，揚網時刻を4時とし，その24時間前までの流速絶対値の平均値が漁獲に影響を与えるのではと想定し，その関係を見た。その結果，流速が大きくなるほど，漁獲量2トンを超える好漁日の出現回数が減少していき，平均流速18 cm/s以上では，いずれの漁獲量も500 kg未満であった(図7)。しかしながら，このような傾向は，立碇のあり・なしに関わらず同様であり，流速と漁獲量の関係に立碇の有無による明瞭な違いは認められなかった。

考 察

垣網は来遊魚群の進路を遮り，魚群を身網へ誘導する

作用を持ち¹³⁾，定置網において重要な役割を担っている¹⁸⁾。一般的に定置網の身網は漁場で卓越する潮流の方向と平行になるように，垣網は卓越流向を横切るように敷設されていることが多く²⁰⁾，本試験漁場でも同様であった。そのため，垣網は流れによる抵抗を強く受けることとなる。また，垣網は海面上の側張りから単純に垂下されているため(図2)，側張りを支点として，柵びく様に容易に変形する(図8)¹⁹⁾。垣網の変形と魚群行動についての科学的知見は乏しいが，垣網が十分機能を発揮するためには可能な限り吹き上がりを少なくすることが必要と考えられ¹⁸⁾，吹き上がり防止のための手段として，高比重網糸の開発，沈子の配置，立碇など，多様な工夫が施されている¹⁾。とりわけ，定置網漁業者は網裾が海底を離れることを極度に嫌っており⁶⁾，井上・田原¹⁸⁾の模型実験も網裾が海底を離れた状態を悪い状態として解析している。そこで本論では，計測された垣網の網裾の吹き上がり距離と流向・流速との関係から立碇の作用について検討した。

調査漁場における順流と逆流の発生割合と流速階級ごとの頻度分布は，両試験(立碇なし・あり)で概ね同じであった。しかしながら，網裾の離底・着底時における

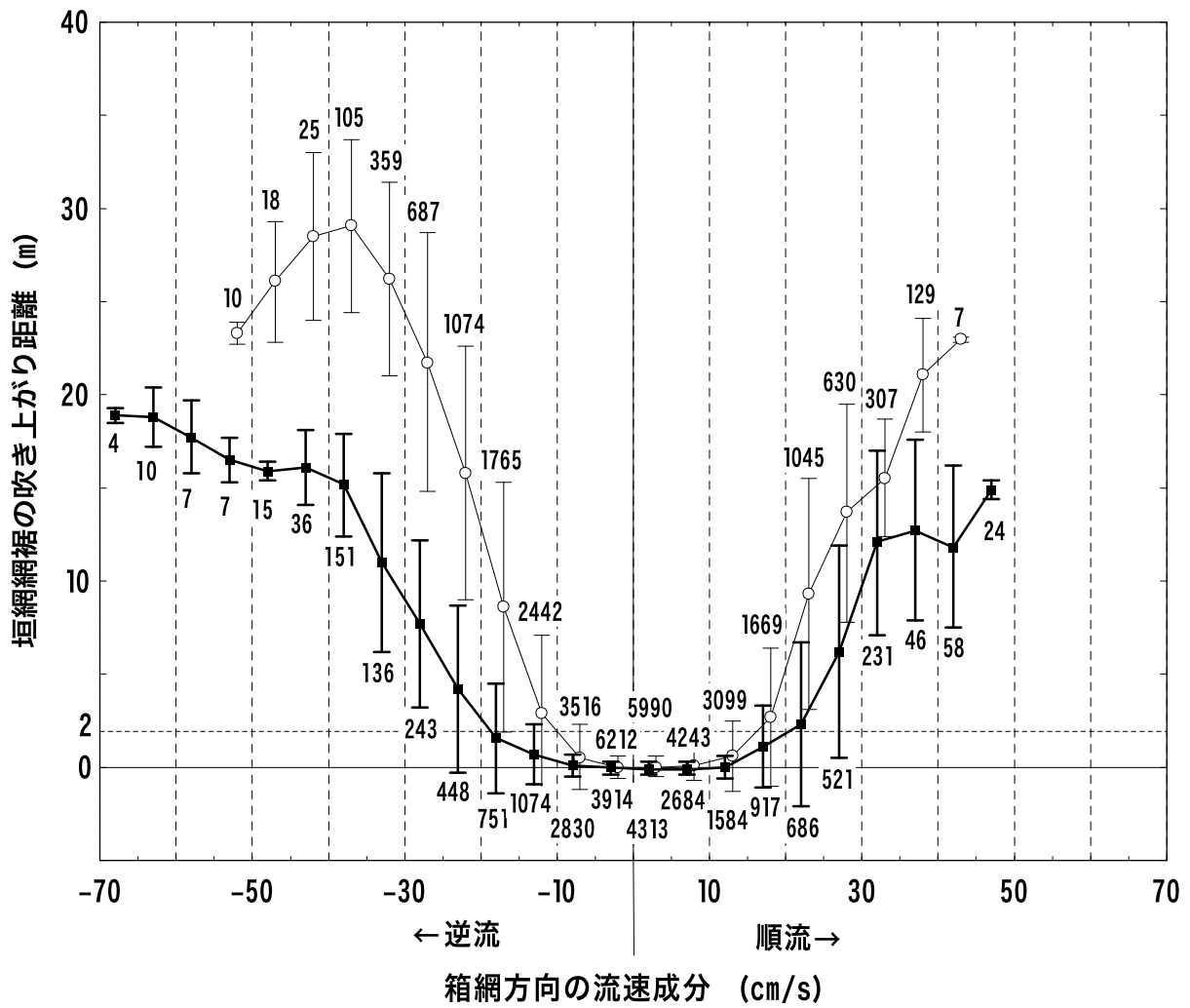


図 6. 立碇の有無による流速と垣網網裾の吹き上がり距離との関係の比較
 太線・■：立碇あり，細線・○：立碇なし
 平均±標準偏差を示す
 図中の数字はデータ数を示す

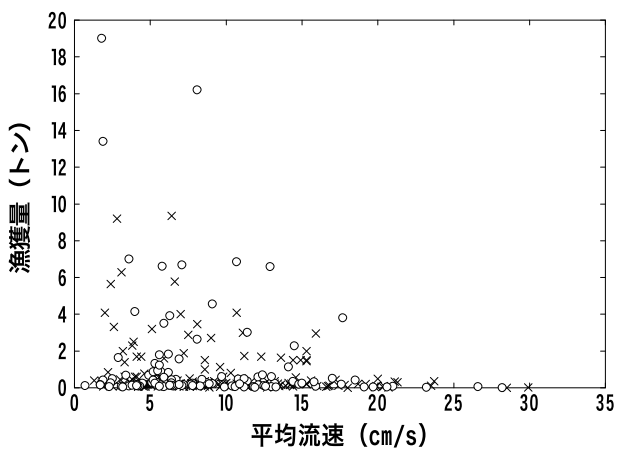


図 7. 操業前 24 時間の平均流速と漁獲量の関係
 ○：立碇あり，×：立碇なし

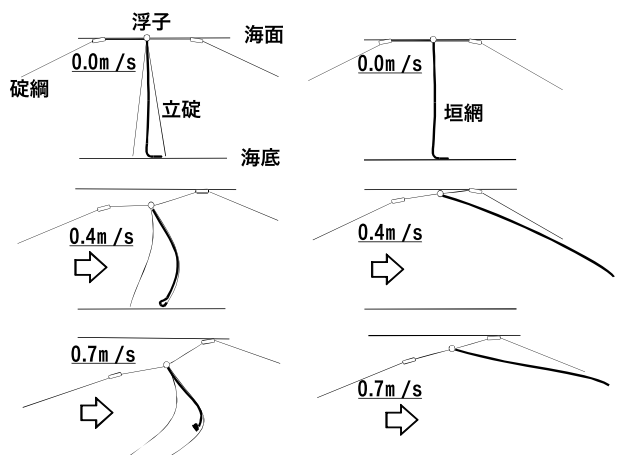


図 8. 流速増加にともなう垣網の網成り変化
 石戸谷ら¹⁹⁾を改編。矢印は流れの向きを，数字は流速を示す。
 左段：立碇あり，右段：立碇なし

流速値や流速階級ごとの平均吹き上がり距離から判断すると、順流時と比べて逆流時の方が、吹き上がりが生じやすい結果が示された。箱網、昇り網の網成りの変化が流れの方向により異なることは、多くの研究で報告されている^{13,14,17,21)}。これらのことは、箱網、昇網そして運動場と続く一連の網の構造が複雑で前後に非対称であることが大きな要因と考えられる。一方、本漁場における垣網は、側張りの渡しロープ（垣網と碇網の浮子を繋ぐロープ）が端口幅に合わせているため、前面側が約15 m長いことを除けば、両面とも同じ構造になっている。よって、本報告で見られた流向に対する吹き上がり距離の違いは、垣網の構造的な原因によるものとは考えにくい。深度20 mの1点による観測値では捉えられないような、流れの鉛直構造の違いが、逆流時と順流時において存在していたのかもしれない。

垣網の網裾は大部分の期間において海底に着いているものの、強い流れの発生とともに吹き上がり、立碇なしでは、平均流速13.2 cm/sで、立碇ありでは、同21.8 cm/sで海底を離れた。さらに、流速の増大とともに網裾は大きく吹き上がり、立碇なしでは、逆流25 cm/s、順流35 cm/s以上になると、平均吹き上がり距離は20 m以上にも達した（図6）。この時の網成りは、模型実験¹⁹⁾や潜水観察⁹⁾でも見られるとおり、ほぼ真横にたなびいている状態なのであろう（図8）。一方、立碇ありでは、網裾の平均吹き上がり距離は流速の上昇とともに増加するものの最大でも20 mに達することはなかった。石戸谷ら¹⁹⁾は、立碇がある場合の垣網の網成りを、網地が立碇に沿って下部から上部に折り重なる様にしてズリ上がると報告している（図8）。同様の形状は潜水観察でも確認されている⁹⁾。同じ現象が本漁場でも発生していたと考えられる。

これまでの模型実験から網裾が離底し始める流速は、立碇のない場合（沈子の付加あり）で、0.51ノット（約26 cm/s）¹⁸⁾および30 cm/s¹⁴⁾と報告されている。また、立碇のある場合（沈子、鉛網の付加あり）として、0.7ノット（約36 cm/s）以上¹⁸⁾および40 cm/s以上¹⁹⁾と報告されており、本結果はこれよりも小さい。垣網の仕様（網丈、目合、材質など）は、報告によりそれぞれ異なっており、単純に比較することはできないが、実物の定置網を用いた本報告では、付着物による抵抗増加のため、より吹き上がりやすい状況にあった可能性も考えられる。

本研究で用いた垣網は、鉛網・鉛ロープに加えて、水深の30～40%の長さの捨網が付加されている（図2）。本調査結果では、立碇の有無にかかわらず、流速15 cm/s未満の比較的緩やかな流れでは、網裾は吹き上がりずに着底したままであった。しかしながら、立碇なしでは、それ以上の流速になると急激な吹き上りを示した。このことから、鉛網・鉛ロープの付加による吹き上がり防止策は15 cm/s未満の比較的緩やかな流れの場合においては効果的であるが、それを超える流れでは、そ

の効果が急激に低下することが示唆された。強い流れの下では、立碇や沈子などによる吹き上がり防止効果があまり期待できないことは、潜水観察⁹⁾や模型実験¹⁸⁾からも指摘されている。

流向によって多少の違いがあるものの、概ね15 cm/s以上の流れにおいて立碇の有無による吹き上がり距離に大きな差が認められた。また、網裾の離底開始時および着底時流速に、それぞれ8.6 cm/s、6.8 cm/sの差が生じ、立碇が網裾を海底から離れにくくし、戻りやすくする機能を果たすことが示された。この結果として、立碇装備時において網裾が海底を離れる発生頻度が約半分減少したと判断される。このように、立碇を装備した場合において網成りを良好に保つことは明らかであった。しかしながら、流速が25 cm/s以上となると、立碇がある場合においても吹き上がりは約10 m（逆流時・順流時平均）に達し、垣網の網成りは著しく変化^{9,19)}していると推定される。さらに、このような強い流れでは、運動場や箱網の網成りも大きく変化する^{13,14)}うえに、揚網そのものも困難^{13,17)}となってくる。よって、このような状態では、定置網の漁獲機能の大半が喪失し、立碇の有無により、吹き上がりの距離に差が認められたとしても、立碇が有効に機能しているとは言い難い。以上のことから、立碇は流速15～25 cm/sにおいて、もっとも効果的に機能するものと判断される。

一方、流速と漁獲量の間を見るとき、流速15～25 cm/sであった日を含め、立碇の有無によって明瞭な違いは見られなかった（図7）。定置網の漁獲効率は、垣網のみならず、身網の網成りにも大きく左右される。また、漁獲量の多寡は、漁獲対象種の来遊量や漁場環境など多くの要因により決定される。このため、漁獲量増減に対する効果を評価するためには、さらに多くのデータを収集し、詳細な検討が必要であらう。

研究対象とした定置網では、合計約200本の立碇が敷設されており、延べ約8000 mのロープ、10,000俵の土俵（1土俵約50 kg）が用いられている。この立碇の配置（間隔および数）は、この漁場で通常行われているものであり、近隣の定置網では、同様若しくはさらに多くの立碇（間隔を狭く）を敷設している（筆者ら、未発表）。このように密集した立碇の設置および管理には多大な労力と注意を要し、それに加えて、前述したとおり破網の原因となるなどのリスクを負う技法でもある。それ故、立碇の設置にあたっては、その費用（リスクも含めた）とその効果を十分検証して決定する必要がある。

本調査から、立碇は垣網の吹き上りを防止する作用が実物の定置網において確認され、とりわけ流速15～25 cm/sの流れの発生頻度の高い漁場においては、その効果が期待されることが示唆された。しかしながら、その効果が実際に漁獲量増加にどの程度寄与するかについて評価するには至らなかった。今後、立碇の設置の是非（費用対効果）の判断のためには、フィールド実験や模

型実験のみならず統計学的手法も用いて、さらに多くの研究を実施していく必要がある。

謝 辞

調査機器を貸与していただいた京都府立海洋センターおよび中外製網株式会社には、厚く御礼申し上げます。また、観測機器の設置・回収および漁獲量日誌の記載に協力していただいた鹿渡島定置網組合の順毛弘秀船頭および石崎秀夫元副船頭、調査方法についてご教示いただいた京都府立海洋センター上野陽一郎主任研究員、並びに、本稿をまとめるにあたって有益なご助言を賜った、九州大学応用力学研究所千手智晴准教授、同広瀬直毅准教授および石川県水産総合センター大慶則之博士には、この場を借りて深く感謝いたします。

文 献

- 1) 井上喜洋 (2002) 定置網 (漁業) の総論. 「定置網技術総覧」(井上喜洋編), 北日本海洋センター, 札幌市, 9-45 pp.
- 2) 新潟県水産海洋研究所・富山県農林水産技術センター水産研究所・石川県水産総合センター・福井県水産試験場・京都府立海洋センター・神奈川県水産技術センター相模湾試験場・東京海洋大学海洋科学部・九州大学応用力学研究所・(独) 水産総合研究センター日本海区水産研究所 (2009) 日本海における急潮予報の精度向上と定置網防災策の確立研究成果報告書. 131 p.
- 3) 井上喜洋 (2002) 定置網の水中性状と付着物 網地の受ける抵抗と吹かれ. 「定置網技術総覧」(井上喜洋編), 北日本海洋センター, 札幌市, 417-466 pp.
- 4) 酒井光雄 (1970) 定置網漁業・大漁の条件. 「漁具・漁法実例第3集 (100例)」(茶碗谷洋編), 北海水産新聞社, 札幌市, 262-268 pp.
- 5) 上野陽一郎・和田洋藏・戸嶋 孝・傍島直樹 (2000) 落とし網型定置網における漁獲量増加のための一手法. 京都海洋セ研報, 22, 16-21.
- 6) 岸信良樹 (1978) 垣網考. ていち, 54, 15-23.
- 7) 井上喜洋 (2002) 定置網設計 定置網垣網部の構成. 「定置網技術総覧」(井上喜洋編), 北日本海洋センター, 札幌市, 104-106 pp.
- 8) 浜野憲一 (1987) 生きた定置網 (実技への手引書). 北日本海洋センター, 札幌, 45-51 pp.
- 9) 恵利暢博 (1976) 定置網潜水調査による網成り事故の実例について. ていち, 50, 10-14.
- 10) 臼井章二 (1977) 定置網張立状況の潜水観察について (第三報). ていち, 53, 37-43.
- 11) 臼井章二 (1979) 潜水観察による立ち碇網の故障とその対策について 第六報. ていち, 57, 21-28.
- 12) 松平良介 (2009) 定置網漁場における水中カメラ調査の必要性和トラブルの実例. ていち, 115, 9-14.
- 13) 宮本秀明 (1951) 定置網の研究. 東海区水産研究所報告, 2, 1-122.
- 14) 石戸谷博範 (2001) 相模湾における急潮と定置網の防災に関する研究. 神奈川県水産総合研究所論文集, 1, 108 pp.
- 15) 京都府水産試験場・京都府定置漁業協会 (1963) 定置網網成調査報告 第1部. 60 p.
- 16) 河岸 賢・井上 壽・西岡 純・飯塚 覚 (1984) 定置網の網成り調査の一例. 京都海洋セ研報, 8, 15-21.
- 17) 森山 豊 (1992) 定置漁場の流況と網成りについて. 千葉水試研報, 50, 1-7.
- 18) 井上喜洋・田原陽三 (1990) 水槽模型による垣網の吹かれ. ていち, 78, 40-49.
- 19) 石戸谷博範・辻 俊宏・丸山克彦・井野慎吾・前田英章・松宮由太佳・瀬戸久武・熊木 豊・上野陽一郎 (2011) 二段箱式落網の立ち碇の作用について. かながわていち, 84, 2-7.
- 20) 稲田博史・小池 篤・竹内正一・平元泰輔 (1996) 垣網の撤去が定置網の漁獲に及ぼす影響. 東水大研報, 82, 161-172.
- 21) 稲田博史・小池 篤・竹内正一・平元泰輔・石戸谷博範 (1997) 落とし網の箱網の流れによる容積変化. 東水大研報, 83, 139-152.