

養殖用金網材 C45470 「UR30ST」 の開発

田中真次¹⁾ 大石恵一郎²⁾ 吉川勉³⁾

1. 開発の背景

世界人口が急増する中、蛋白源の不足が深刻な問題となっている。良質な蛋白源の1つに魚貝類が挙げられ、魚貝類の生産量は年々増加しているが、漁業捕獲量が頭打ちとなる中、養殖業の占める割合が高くなり、その重要性が高まっている。図1に世界の漁業・養殖業の生産量の推移を示す⁽¹⁾。

養殖の中で魚類の海面養殖は主に化学繊維製(以後、化繊網という)あるいは亜鉛メッキ鉄製(以後、鉄網という)の網を使用し、生簀として組み立てられている。これらの化繊網あるいは鉄網は藻や貝が付着するのを防ぐ効果(防汚性)がないため、海洋環境にもよるが短時間で藻・貝類が付着・生育し、網の目を覆ってしまう。このような状況になると生簀の中と外の海水の入れ替えが妨げられ、養殖環境が悪化し、養殖魚に大きな負担を与える。

図2に、銅合金製金網を使用した生簀の事例を示す。銅合金の優れた殺菌効果は、海中では防汚効果として現れる。過去にはCu-Ni合金など耐海水性のある銅合金を用いた生簀が検討されたが、耐久性の問題で実用化まで至っていない。

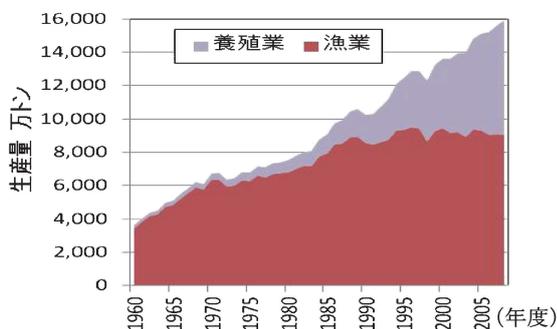


図1 世界の漁業・養殖業の生産量。

* 三菱伸銅株式会社
 三宝開発部：1) 主席研究員 2) シニアフェロー・部長
 三宝製作所生産技術部：3) 技術主幹
 Development of Wire Mesh Copper Alloy C45470 “UR30ST”
 for Aquaculture; Shinji Tanaka, Keiichiro Oishi and Tsutomu
 Yoshikawa (Mitsubishi Shindo Co. Ltd.)
 2012年10月31日受理

2. 開発の概念

我々は、「養殖魚、環境、ひとにやさしい」を基本概念として、薬剤フリー・メンテナンスフリーで優れた海洋養殖環境を作り上げると同時に、銅合金製網を普及させるために、耐久性の優れた養殖用金網材料の開発を目指した。

1998年に従来素材の問題点を解決した養殖用銅合金UR30を開発し、好評を得ていたが、さらに改良研究を重ね、耐久性を向上させたUR30STを開発した。

養殖魚は、鯛、河豚、サーモン類や回遊魚：カンパチ、ハマチなど多岐に渡る。また養殖海域は入り江内の穏やかな環境から潮流が速く、波の影響も大きい外洋など厳しい環境など様々である。生簀で養殖する期間は、金網で養殖できる大きさの稚魚から出荷できる成魚になるまでがひとつの単位になり、魚種にもよるが、1年が目安となる。したがって耐久性を向上させるにしても1年単位で寿命を延ばす必要がある。

我々は、様々な魚種、海面養殖環境においても従来のUR30材より少なくとも1年以上使用できることを目標として、表1に示す65/35の黄銅をベースに微量のSnおよびAlを添加した漁網用金網材料「UR30ST」を開発した。UR30STはCDAにC45470として登録されている。

3. 開発合金の諸特性

(1) UR30STの耐久性

UR30STの耐久性を確認するために生簀の横に全長600



図2 養殖用金網生簀(UR30ST)。

表1 開発合金の化学成分/mass%.

	Cu	Sn	Al	Zn
UR30ST	66.5	0.65	0.55	残部



図3 海中暴露試験状況.

mmの線材(φ4 mm)を図3に示すように設置し、豪州タスマニア島北部のサーモン養殖場で、1年間暴露した。環境は、鉄網使用の場合、約6カ月で局部破断にまで至る過酷な条件である。暴露材は、UR30ST, UR30(従来材, 64Cu-0.6Sn-0.3Ni-Zn)および比較材としてC2200(90Cu-10Zn), C7060(90Cu-10Ni), C4430(70Cu-1Sn-Zn)を準備した。

図4に海水中の線径減少を示す。線材の線径は海面下100 mmまでが大きく減少する傾向にあり、この傾向の材料による差は認められない。UR30は、耐海水性に優れるとされているC7060, C4430やCu濃度が高いC2200よりも耐食性が良く、そのため養殖用金網材料として使用されてきた。

UR30STは最大線径減少量でUR30の約2/3となり、全体的な線径減少も小さい。実際のUR30網においても海面下直近の部分の線径減少が顕著であり、線径減少の状況を見て金網の寿命が決定される。UR30網の寿命が3年である厳しい海域で、UR30ST網は4年間継続して使用できる。

図5にUR30STの1年暴露サンプル表面を含む断面のEPMA分析結果を示す。UR30STの表面は、添加元素Sn, Alが濃化し数ミクロン程度の被膜を形成している。これらの生成皮膜はアノード防食としての役割を果たすことで耐食性が向上したと考えられる。なお、Sn, Alそれぞれが単独で存在するのではなく、共存することにより高い耐久性が得られる。

(2) UR30ST 使用生簀の優位性

(a) 防汚性

図6に1年程度使用したUR30ST網、化繊網および鉄網を用いた生簀の状況を示す。化繊網、鉄網ともに1年に満たない使用で藻類が多く付着・生育し、網目をほぼ覆ってしまっている。一方、UR30ST網は使用期間1年を過ぎても藻の付着はなく、素材の持つ黄金色を保っている。使用期間が数年に及ぶと表面には緑青色生成物が形成されるが、そのような状況になっても藻の付着はほとんどなく、防汚性は生簀寿命まで発揮される。

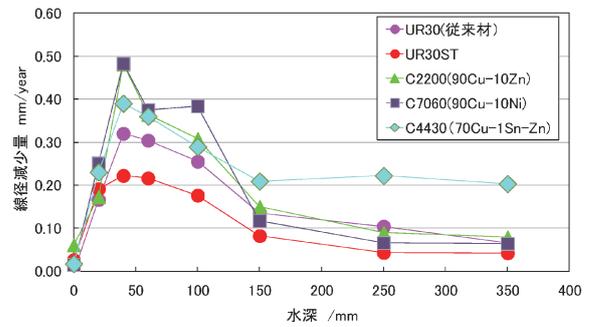


図4 水深による線径減少量.

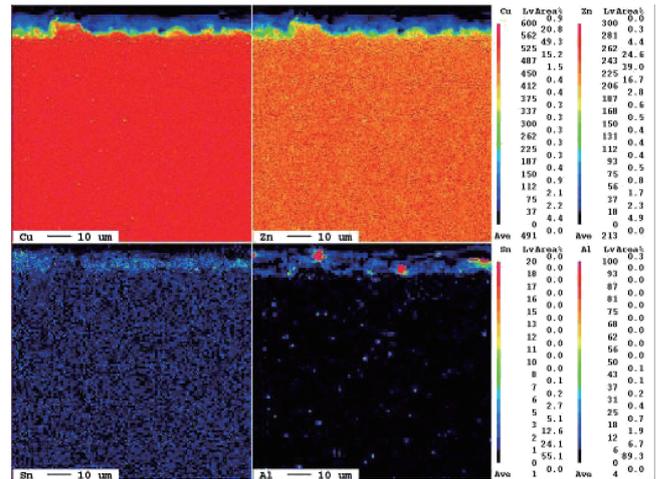


図5 UR30ST 暴露サンプルの断面マッピング分析.

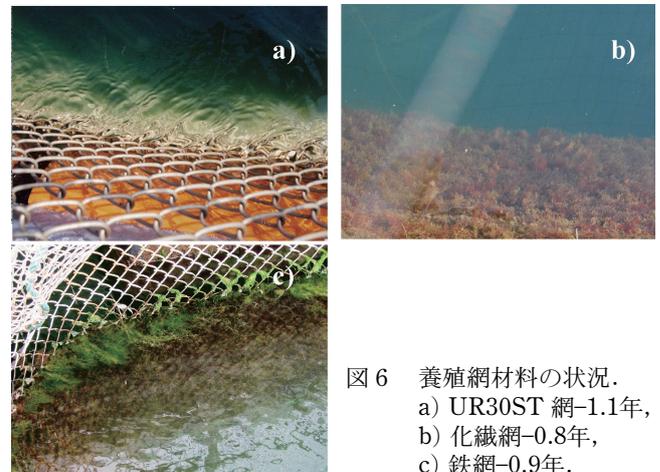


図6 養殖網材料の状況。
a) UR30ST網-1.1年,
b) 化繊網-0.8年,
c) 鉄網-0.9年.

(b) 養殖魚の成長率および致死率

日本におけるカンパチの生産実績事例によると、UR30ST網と化繊網で養殖した場合、UR30ST網は、同じ養殖期間と比較すると魚体重量が10~20%増加し、魚体の成長では魚体重量が同じになるのに約1カ月早くなる結果が得られている。同様にチリでのサーモン養殖の場合、UR30ST網を使用すると、化繊網使用に比べ9カ月養殖で8%魚体重量が増加し、致死率が5%減少し、最終的に収率が10%増加する結果が得られている。

図7に、チリ南部の養殖場において化繊網とUR30ST網を使用した時のサーモンの致死率の変化を示す。両生簀とも2010年6月に急激に致死率が増加し、チリでピスキリケッ

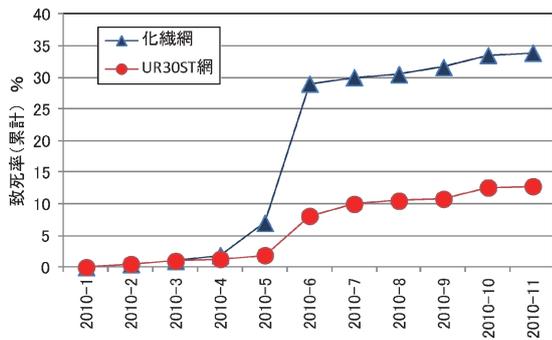


図7 サーマン養殖での致死率推移.



図8 UR30ST 網内のサーモン.

チア感染症が流行した時期と一致している。致死率との関連性については究明中であるが、最終的に UR30ST 網は化繊網と比較し、致死率が20%改善されている。

図8に、豪州タスマニア島で、UR30ST 網を用いた生簀で養殖されるサーモンを示す。良好な環境で養殖されることが、サーモンの成長率を向上させ、致死率を低下させていると考えられる。

(c) 養殖環境の負荷の低減

化繊網は一般的に防汚剤を含浸させて使用される。しかし UR30ST は素材に防汚性があるため、防汚剤は必要ない。

図9に寄生虫に感染したハマチを示す⁽²⁾。このような寄生虫に感染した養殖魚は淡水に消毒用の薬液を含んだ消毒液に浸漬させることにより治療される。図10は消毒作業の風景であるが、海上の生簀内に消毒液のための槽を作成し、その中に養殖魚を移し治療される。消毒は養殖魚に大きなストレスを与え、食欲不振など悪影響を及ぼす。また、消毒作業や網に生育した藻類の除去作業は、養殖魚だけでなく、“ひと”にも大きな負荷・負担を与える。

UR30ST 網と化繊網を海中に暴露し、それぞれの網に存在する寄生虫の卵の数を測定する実験がハワイで実施された⁽²⁾。UR30ST 網に存在する寄生虫の卵の数は、化繊網の3桁近く低い結果が得られた。UR30ST 網では養殖魚と寄生虫の接触する頻度が低くなり、罹患率が低下すると推測される。実際、UR30ST 網使用の養殖魚は、消毒経験のないまま、少なくとも消毒回数を大幅に減らして出荷される。

また、化繊網や鉄網の廃棄物は産業廃棄物として処分されるが、藻や貝の付着がないので UR30ST は容易に回収され、新しい UR30ST へとリサイクルされている。



図9 寄生虫による感染.



図10 海上での消毒作業.



図11 UR30ST 網の使用例.

(a) φ40 m 生簀：チリ, (b) 沈降式生簀：ハワイ.

銅合金、UR30ST の持つ殺菌性は、養殖環境では、防汚効果を長期間持続し、養殖魚の成長促進、寄生虫による感染率の低下をはじめ養殖環境の負荷の低減となって現れている。

(d) UR30ST の今後の展望

UR30ST を使用した生簀は、現在、日本、豪州、チリで、テスト用として米国、中国、メキシコ等で設置されている。図11に示すように、2010年にチリで直径 40 m の生簀が商業養殖を開始し、ハワイでは近未来の養殖：沈降式のテスト生簀が設置された。今後も、「養殖魚、環境、ひとにやさしく」、様々な環境や養殖方式に適合した素材開発を推進していく。

4. ま と め

- (1) UR30ST は、耐久性を大幅に改善し、厳しい養殖環境でも長期間の使用に耐える材料である。
- (2) UR30ST は優れた防汚性を長期間維持する。その結果、養殖魚の成長を早め、致死率も低くなり、また寄生虫の影響を低減させる効果が得られている。
- (3) UR30ST 生簀は防汚剤、消毒剤等の薬剤不使用あるいは大幅削減、およびリサイクルが容易であるなど海洋環境への負荷を下げる。

5. 特 許

国内では特許第4094044号として成立し、国外にも出願・登録されている。

文 献

- (1) 水産庁 HP, http://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/h21_h/trend/1/t1_2_2_1.html, (2012) 10.28.
- (2) Jennica Lowell, ICA Study Number: TEK 10049-7, (2012).