展 望

水産資材用繊維の新しい動向

福 岡 登久治

はじめに

最近、海洋開発審議会より「長期的展望にたつ海洋開発の推進方策について¹⁾」と題して第二次答申がなされた。その中で海洋生物資源について、1976年の漁獲高、1066万トンに対し、1990年には1200～1400万トン、2000年には1300～1600万トンの目標数値が示された。これらは日本国民の動物性蛋白質源の確保のための水産業界の指標としてのみならず、国家的な水産政策の立案と評価し、早急に具体的な実施を政府に強く要望したい。

「200カイリ3年目」の変革途上の水産業界にあって、第2次オイルショックとも称せられる原油価格の大幅なる値上げは、すべての物の新しい価格体系の時代として対応せざるを得ない情勢下にある。

かように漁獲量の増大確保と、漁獲水域の縮小、あらゆる資材の節減、高騰という相反する条件の中で、水産資材用繊維の将来を繊維の性能とコスト面からの一考察

を試みる。

1. 需 要 量

水産資材用繊維の代表的な漁網の生産量の13年間の推移は表1の通りである。

昭和48～49年の第一次オイルショックによる過大な需要の影響を受けた異常値も見られるが、昭和44年を100%として、年間平均40%の伸びが算定できる。将来にわたっても、その成長トレンドが変わらないだろうというのが大方の見方であり、これは又漁網業界の世界に対する実力と評価したい。

表2に素材別ロープの生産実績を示す。

過去10年間の平均生産量は、57,000トンであるが、今後50,000トン前後で推移すると思われる。

各素材間の漁網、ロープの占有率を図1, 2に示す。

図1の漁網では、10年前、ナイロンーポリエチレンービニロンービニリデンーポリエステルが、現在、ナイ

表1 素材別漁網生産高

単位：トン

年代 昭和	合 計	合 成 繊 維								天然繊維	
		ナイロン	ビニロン	ビニリデン	ポリ塩化 ビニル	ポリエステル	ポリエチ レン	ポリプロ ピレン	小 計	綿	他
42	18,765	10,283	2,933	869	183	407	3,559	150	18,384	381	
44	20,816	10,151	3,995	1,062	57	984	3,995	249	20,493	323	
46	23,187	10,856	3,544	878	17	1,401	6,158	119	22,973	214	
48	31,019	13,648	3,428	1,328*		2,293	10,032	116	30,839	180	
50	21,352	9,895	1,779	1,577		1,794	6,052	207	21,303	49	
51	25,159	11,282	1,610	1,678		1,920	8,443	206	25,129	30	
52	27,903	13,092	1,662	2,057		2,901	7,966	185	27,863	40	
53	28,489	12,740	2,343	1,978		3,118	8,119	161	28,459	30	
54	29,921	11,990	3,009	2,397		3,523	8,764	206	29,889	32	

出所：通産省繊維統計

* 昭和48年以降「その他」で分類

New Application of Fibers in Fish Net and Rope Usages

TOKUJI FUKUOKA

UNITIKA LTD.

Industrial Textile Marketing and Technology

Dep't, Manager

ユニチカ株式会社産業資材販売部 主管

表2 素材別ロープ生産高

単位：トン

年代 昭和	合 計	合 成 織 維							天 然 織 維
		ナイロン	ビニロン	ポリエチレン	ポリプロピレン	ポリエステル	その他	小 計	麻・その他
42	52,814	2,496	8,999	10,193	3,577		1,040	26,305	26,509
44	56,816	2,870	7,544	12,466	7,293		790	30,963	25,853
46	64,487	4,908	8,328	14,709	12,459		915	41,319	23,168
48	70,238	5,855	7,104	17,726	18,137	1,297	1,103	51,222	19,016
50	44,929	4,774	4,194	11,160	13,103	660	831	34,782	10,417
51	48,884	5,080	4,723	12,871	15,445	938	1,393	40,450	8,434
52	48,952	4,954	4,338	12,711	15,671	1,287	1,182	40,413	8,809
53	46,852	4,145	4,185	13,280	15,232	1,316	1,165	39,323	7,529
54	51,183	3,976	4,301	14,452	17,379	1,739	1,374	43,221	7,962

出所：通産省繊維統計(トウィン・コードを含む)

図1 漁網素材占有率

図2 ロープ素材占有率

ロンーポリエチレンーポリエステルービニロンービニデンと変わってきている。図2のロープでは、10年前、天然繊維ーポリエチレンービニロンーポリプロピレンーナイロンから、現在、ポリプロピレンーポリエチレンー天然繊維ービニロンーナイロンーポリエステルの順になっている。合繊化は漁網で99.9%、ロープで84%になったが、各素材間の競争は激しく、用途に応じた素材の〔性能×コスト〕の相対的な位置づけの変遷が、そのまま生産量の占有率になっている。これらの歴史的裏付けが、水産資材用繊維の将来にも、当然当てはまると考えてよい。

2. 性 能

〔性能×コスト〕の性能は、最終製品(漁網、ロープ)の性能を意味する。したがって各種繊維素材の基礎物性を、漁網・網の生産者が充分把握理解し、加工(燃糸、編網、製網、処理等)による物性の変化(劣化)を最小限にすることによって、市場ニーズにこたえた商品にすることにある。

2.1 強 度

図3に水産資材用として用いられている各種繊維の代表的な応力-歪曲線²⁾を示した。表3には、繊維の諸特性³⁾と最終製品との関連を一覧にした。

表3にあげた各種ポリマーによる高強度、低伸度の数値を書きあらためるような大きな進展は、今後期待できない。しかし、結節強度は直線強度と切断伸度のあるバランスによって決まる数値で、糸の柔軟性(共重合や油剤)の改良や後処理によって変わり得る要素をもっている。燃による強力利用率の変化の一例は、図4に示される。これらは、構成するフィラメントの均一性、繊維油剤、燃糸条件によって微妙な差異を生ずる。マルチフィラメントでの漁網、ロープは、染色等の工程があっても、

図3 繊維の応力-歪曲線

油剤が最終製品に残り、強度利用率に関係する。これらは、繊維油剤の種類とロープ強度に関する特許⁴⁾にも現われている。

2.2 衝撃エネルギー

網地やロープは操業中、揚網作業の機械化によって、衝撃が問題になるケースが多くなっている。アーム式衝撃試験機を用い、ポリエステルを主な試料としたテスト

図4 撚数と強度

結果⁵⁾を、図5, 6, 7に示す。図5は、ポリエステルの原糸製造条件を変え、その糸の応力-歪曲線から得たタフネスと衝撃エネルギーとの関係で、一次の相関関係が認められる。図6は、ナイロン、ポリエステルを用い、同一のタフネスでフィラメントデニールの異なる糸の衝撃エネルギーは、この範囲では構成単糸デニールが小さい程大きくなることを示している。図7は、ポリエステルの網地と衝撃エネルギーの関係であるが、同一伸度の原糸であっても、網地構成によって、網の伸度が異なり、衝撃エネルギーに関係することを示している。従来一般的にポリエステルで構成された網は、ナイロンの網より

表3 水産資材用繊維の一般的諸特性

物性	繊維	ナイロン6	ポリエステル	ポリエチレン	ポリプロピレン	ビニリデン	ビニロン	アラミド (ケブラー)
引張強度 (g/d)		6.4~9.5	6.3~9.5	5.0~9.0	7.5~9.0	1.5~2.8	6.0~9.5	22.0~25.0
引掛強度 (g/d)		10.7~14.3	9.0~11.0	6.2~13.0	11.0~14.0	1.0~2.5	7.0~13.0	12.0~13.0
結節強度 (g/d)		5.4~6.5	4.3~4.8	3.5~5.7	4.5~6.0	1.0~2.0	2.7~5.0	4.0~5.5
切断伸度 (%)		16.0~25.0	10.0~30.0	8.0~35.0	15.0~25.0	18.0~33.0	8.0~22.0	3.0~5.0
ヤング率 (g/d)		27~50	90~160	35~100	40~120	6~15	70~250	450~550
比重		1.14	1.38	0.94	0.91	1.70	1.26~1.30	1.44
水分率 (公定) (%)		4.5	0.4	0	0	0	5.0	3.5
無的性質軟化点 (℃)		180	238~240	100~115	140~160	145~165	220~230	500 分解
融点 (℃)		215~220	255~260	125~135	165~173	165~185	不明瞭	—
対象漁網		刺・旋敷・曳	旋・敷建	曳・建養殖	曳	建	海苔養殖	—
漁業用ロープ		捕鯨シーアンカー	底びきマグロハエナワ	浮子巾着養殖	筋縄錨縄	—	浮子・沈子筋縄・もやい	—
船舶用ロープ		ホーサータグローブブイロープ	ホーサータグローブヨット	ホーサータグローブ	ホーサータグローブステージロープ	—	ガイローブフラグライン救命	海洋ロープ海底ケーブル

図5 ポリエステル原糸のタフネスと衝撃破壊エネルギー

図6 フライメントの太さと衝撃破壊エネルギー

衝撃エネルギーが小さいとされてきたが、ポリエステルの原糸の物性と網地構成の検討によって、ナイロンと同等以上の衝撃エネルギーを持った網もできる。原糸の製造条件や網、ロープの加工条件と衝撃エネルギーに関する研究は、非常に少ないが、今後の検討すべき分野である。

2.3 比重

海洋繊維資材として非常に重要な特性の一つに、構成物の浮揚性と沈降性(比重小と大)がある。表3に示したようにポリプロピレンの0.91からビニリデンの1.70まであり、これらは、ポリマーによって支配的な数値で、糸の製造条件では±0.01程度しか変えられない。より高比

図7 網地と衝撃エネルギー

重を求めて鉛などの高比重金属とポリマーの芯鞘繊維が開発され網として用いられている。しかしながら、これらの素材は比重2.0~2.2で、強度が1.0~1.5 g/Dと弱く、今後比重2.5以上で高強度素材の開発が望まれている。例えば定置(建網)用ロープの場合、ワイヤーと繊維を組み合わせた6打のコンパウンドロープ(C.P.R.)やコンビネーションロープ(C.B.R.)、繊維束を樹脂で被覆のストランドで構成したパラエイトロープやコンボーズロープ、鉛線を樹脂で被覆して繊維と複合したロープ、海に浮くポリエチレン、ポリプロピレンの3打ロープ等多様化している。かように各素材の特性を生かし、商品として強力や伸び、単位長さ当りの重量、経済性等の特徴を出している。

2.4 耐摩耗

繊維間、繊維と船、繊維と金属(揚網機)との摩擦が長期間の後、構成物の強度を減少せしめ、耐久性の大小になる。一般に高分子材料は耐摩耗性が高い部類に属するが、摩擦時の温度、単糸の形態、単糸の撓度、摩擦圧力、摩擦物体などの条件によって大幅な変動がある。一例として表4に繊維の摩耗試験結果⁶⁾を示した。耐摩耗

表4 各種繊維の耐摩耗性

単位: 切断迄の回転数

試料	条件	荷重 0.1 g/D	荷重 1.0 g/D
ナイロン		118	39
ポリエステル		81	28
ポリエチレン		32	12
ポリプロピレン		35	9
アラミド		223	41

図8 アトラス® ロープ

性はオレフィン系よりポリエステル、ナイロンは強いが、ケブラーのように荷重が大きくなると急激に低下するものもある。

耐摩耗性を上げるよう設計されたロープに、東京製綱（株）のパラエイト® ロープや、バイエル社のアトラス® ロープがある。前者はマルチのストランドの外側に樹脂コートしたものであり、後者は図8のように2~4mmφのナイロンモノフィラメントとマルチフィラメントの組み合わせロープである。

2.5 耐候性

長期間屋外で使用する資材は紫外線による劣化、すなわち耐候性が重要な特性になる。一般的には図9に示されるようにビニロン・ポリエステル・ナイロン・ケブラー・ポリエチレンの順に劣化し易くなる⁷⁾。図10は染色や原液染と耐候性の関係を示すもので、原液染は、長期

図9 各種繊維の耐候性

図10 原着系と後染系の耐候性

間色変わりしないことと相まって、耐候性の大幅な改良をもたらす。

大部分の魚は色覚を持っており、集魚灯の実験から魚の集まり易い傾向の色は、青、青緑、赤、昼光色で、反対に黄、橙、紫色ではよい結果が得られない⁸⁾。従って、定置の垣網や運動場には黄、橙の網が良く、箱網は黒等おとなしい色調が良いとされている。オレフィン系以外にポリエステルの原液染系が開発されたので、各種の網

図11 網地での水切れ易さ

の色の研究も深まると思われる。

2.6 防藻、抱水量

のり網、海藻種網のビニロンのように付着することを目的の繊維の使われ方もあるが、一般的には藻や貝の付着は潮の流れを悪くし、網を重くする。防藻薬剤の開発もされているが、今の所、安全で長期間有効な薬剤になく、今後の研究課題である。

繊維種類と抱水量の関係は図11に示す。水の切れ易さの目安となる。

3. 繊維のコスト

原油1バレル(159 l) 30ドル台時代に入り、合繊原料としてのナフサの国際相場は6万円/kgと昭和53年の約3.0倍にもなり、化学工業製品全般に本来の意味での新価格体系作りの必要性が高まってきている。

ナフサの価格推移を、表5に示す。量は53年で国産ナフサは 19.095×10^8 kl、輸入比率は33.0%である⁹⁾。

これらの価格動向に加えて、アメリカにおけるガソリンの高オクタン価の規制によるBTXの不足により、ナフサ価格に先行してカプロラクタム、DMT/PTA、EG、

表5 ナフサの価格推移

単位：円/kg

昭和・年・月	国産	輸入
35・	7,300	
45・	6,100	5,431
48・12	12,000	7,175
49・12	25,000	25,410
50・12	26,500	24,525
51・12	29,000	27,268
52・12	26,000	23,204
53・12	23,000	21,800
54・4	29,500	36,000
54・10	41,800	51,300
55・12	51,000	56,400
55・1	55,000	
55・2	56,200	
55・3	(62,000)	

表6 基礎原料価格の推移

単位：円/kg ()は交渉中

昭和・年・月	53/3	54/4	54/10	55/1	55/2	55/3
エチレン	87	102	130	175	190	190
プロピレン	67	77	110	145	160	160
ベンゼン	70	90	130	145	155	160
パラキシレン	70	115	165	(195)	(195)	(195)

表7 合繊原料の価格推位

単位：円/kg ()は交渉中

昭和・年・月	53/3	54/4	54/10	55/1	55/2	55/3
カプロラクタム	250	280	355	395	415	425
DMT/TPA	130	160	205	225	225	225
エチレングリコール	120	140	165	170	192	192
アクリロニトリル	130	160	200	(240)	(240)	(240)
ポリエチレン	175	205	270	285		
ポリプロピレン	170	200	270	285		

アクリロニトリル等の合繊原料の値上げを速めた。石油化学基礎原料の価格推移は、表6に示す。合繊原料の価格推移は表7の通りである。

ナフサ 50,000 円/kg に対応した価格体系が確立しつつあるが、昭和55年4月以降のナフサ 60,000 円/kg 以上に対して如何なる価格体系になるか需要動向も勘案して注視する必要がある。

かような原燃料価格の上昇による合繊のコストアップは製品価格に転嫁せざるを得ない。第一次オイルショックのような需要家に不信感をもたせた価格の急騰後の値崩れはあり得ない。それは仮需も含めた量の拡大に対応できる設備のあった時代と原料および合繊製造設備の廃棄後の減量経営体制下の今日の相異による。合繊の新価格は天然繊維との競合や国際価格もふまえ、当面まだ流動的である。水産資材に用いられる各繊維の動向は〔性能×コスト〕の理にのっとり、自ずと変わりうる可能性がある。

おわりに

日本国民の動物性蛋白質源確保のために、成長しなければならない水産業界における繊維の位置づけ、使用されている素材の特性と今後の技術的課題、昨今の繊維の価格問題を概略述べた。

資源の有限時代に、技術も資源だという認識をもってより高品質、高付加価値製品を水産界に供せられるよう努力すべきである。そのためには、水産業者、漁具資材メーカー、合繊メーカーなどの関連業界が益々コミュニケーションの場を広め、強めなければならない。

文 献

- 1) 海洋開発審議会；海洋開発審議会第二次答申(S 55. 2)
- 2) 日本繊維機械学会；産業用繊維資材ハンドブック

- (S54. 6)
 3) 日本化学繊維協会; 化繊ハンドブック 1979 (S 53. 12)
 4) 帝人; 特開昭 54-64129
 5) ユニチカ; 未発表資料
 6) 辻, 浅井; 化繊月報 Vol. 29, No. 8, 57 (1976)

7) 川上, 池沢; 繊維学会誌 Vol. 33, No. 10, 515 (1977)

8) 北海水産新聞社; 水産資材便覧 (S 48. 12)

9) 化学経済; Vol. 26, No. 9, 9 (1977)

(昭和 55 年 4 月 22 日受理)

用語解説

Controlled Low-Add-On

樹脂加工の際, 布に付与する樹脂液量 (Pick up) を少なくすることは, 次の乾燥工程の熱エネルギー節減にとって決定的に重要なことである。この pick up を少なくするには, 原理的には (1) 布に樹脂液を飽和後, 過剰の液を強く限度まで搾液する方法と, (2) 布に制限された所定量の樹脂液を付与する方法とがあるが, Controlled Low-Add-On は後者の方法による加工プロセスで, 具体的な工程として次の 3 種類が代表的であり実用化されている。

1. 発泡液利用付与法 (Foam Application)
2. 転写パッド法 (Transfer Padding)
3. キスロール付与法 (Kiss Roll Technique)

これらの方法によると布に対する樹脂液の Pick up は約 25%~40% と低く, 従って従来のパッドスクイーズ法の 1/4~1/2 に減少出来る。Triatex; MA プロセスはキスロール法の 1 つで自動的な付与量制御機構を備え, 高速連続レンジに組込まれる。省エネルギー時代に見直される加工法である。

参考文献

1. M. Schwemmer, H. Bors, A. Götz, Der Kontrollierte Minimalauftrag von Veredlungsflotten. [Textilveredlung, 10, 15-20 (1975)]
2. H. B. Goldstein, The Most effective Way to save Energy in Finishing is to reduce Wet Pick-up. [Textil chemist. and colorist, 11, 148-152, July (1979)]

逆浸透

図のように半透膜で溶液と水とを隔離すると, 水の溶液側への拡散が起る。この水の拡散に見合うだけの溶液側からの水の流れを生じさせる圧力が, よく知られる浸透圧である。

溶液側にこの浸透圧以上の圧力をかけると水の流れが逆転する。これが逆浸透である。ただし, 一般には, 溶質が低分子で浸透圧の関与が著しい場合のみ逆浸透といい, 溶質が高分子やコロイドのように浸透圧をほとんど示さないもの場合には限外濾過という。この現象を利用したかん水や海水の淡水化が近年さかに行われるようになった。蒸発法に較べてエネルギー的に有利 (理論的には約 1/10) な点が注目されている。また電子工業における IC, LSI, 超 LSI などの製造に不可欠の超純水の製造などにも用いられている。膜材料にはセルロースアセテートや芳香族ポリアミドなどが用いられ, 中空糸などに加工して使用される。

参考図書

- 1) 逆浸透法・限外濾過法 I 理論 大矢晴彦著 幸書房
- 2) 逆浸透法・限外濾過法 II 応用 膜利用技術ハンドブック 大矢晴彦著 幸書房