

## 海水培地中での生糸の生分解

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者	中山, 昭彦 井上, 喜洋 田原, 陽三
巻/号	64巻4号
掲載ページ	p. 636-644
発行年月	1998年7月

## 海水培地中での生糸の生分解

中山昭彦, 井上喜洋, 田原陽三, 小林正三, 横山雅仁

(1997年8月21日受付)

## Biodegradation of Raw Silk in Seawater

Akihiko Nakayama,<sup>\*1,\*3</sup> Yoshihiro Inoue,<sup>\*2</sup> Yoza Tahara,<sup>\*2,\*4</sup>  
Shozo Kobayashi,<sup>\*1,\*5</sup> and Masahito Yokoyama<sup>\*1</sup>

It is said that lines could be still made with silk as used to be done in Japan as a countermeasure against pollution by nylon fishing lines. However, it is not clear whether or not silk fishing lines would be decomposed biologically in marine environments. To answer this question, seawater was collected at six stations at the entrance of Tokyo Bay and sterile raw silk threads (27-denier) were added to these seawaters. The final concentrations of raw silk threads in the seawaters were 0.5%. The six seawaters with raw silk threads [silk-decomposing seawater media (SDS media)] were incubated for 2 months at 20°C. The tensile strengths of the raw silk threads in the three SDS media were clearly decreased at least after 2-month incubation. The degree of decomposition of the raw silk threads, which were observed visually, correlated approximately with the ammonia contents of the SDS media. When the incubated raw silk threads were examined microscopically, it was shown that the raw silk threads were split into more and finer filaments after 1- and 2-month incubation. These results suggest the possibility of decomposition of raw silk threads in marine environments.

キーワード: 生糸, 絹釣糸, セリシン, フィブロイン, マリンデブリ, ナイロンテグス, 生分解性, プラスチック

合成繊維素材の漁網, 釣り糸等の非生分解性プラスチック類の海洋流失投棄物(マリンデブリ)は, 今や漁場環境ばかりでなく海洋生態系全体の問題として, 国際的にも急速に関心が高まり, 使用後の非生分解性プラスチックの回収・リサイクルや生分解性プラスチックの使用等について問題提起がなされてきている。<sup>\*6</sup>このような動きの中で, ナイロンテグスに代わるものとして, かつて戦前まで実際に使用されていた家蚕テグス等の絹釣糸は, 現在も開発可能であることが示された。<sup>1)</sup>

しかし, 絹糸のような天然繊維の海洋環境下での分解に関する研究は, 50年ほど前の綿糸漁網の海洋環境下での分解に関する一連の門田による研究<sup>2-5)</sup>が見られるのみで, 絹糸の海洋環境下での分解に関する研究はほとんど行われていない。即ち, 実際に絹釣糸が使用された

場合, 海洋環境においてどの様に分解され, また, それが海洋環境に与える影響については全く不明である。そこで, 先ず海水中における生糸の分解の可能性を検討した。

## 実験材料および実験方法

**使用海水** 1989年11月20日, Fig. 1に示した東京湾口のSt. 5からSt. 10の約3マイル毎の6採水点で, 表面海水約15 lを現場海水で良く濯いだ18 lポリタンクに採取した。この海水を約10°Cに保存し, 15日以内に実験に使用した。なお, St. 5, St. 6, St. 7, St. 8, St. 9, およびSt. 10の表面水温は, それぞれ, 16.4°C, 16.8°C, 17.3°C, 20.9°C, 21.1°C, および21.2°Cであった。

**使用生糸** 使用した生糸は, 農林水産省蚕糸・昆虫農

<sup>\*1</sup> 水産庁中央水産研究所利用化学部 (Marine Biochemistry Division, National Research Institute of Fisheries Science, Fukuura, Kanazawa, Yokohama 236-8648, Japan).

<sup>\*2</sup> 水産庁水産工学研究所漁業生産工学部 (National Research Institute of Fisheries Engineering, Hasaki, Kashima, Ibaragi 314-0421, Japan).

<sup>\*3</sup> 現所属, 近畿大学農学部 (Faculty of Agriculture, Kinki University, Nara, 631-8505, Japan).

<sup>\*4</sup> 現在, 退官 (Retired).

<sup>\*5</sup> 現住所: 千葉県水産試験場 (Chiba Prefectural Fisheries Experiment Station, Hiraiso, Chikura, Awa, Chiba 295, Japan).

<sup>\*6</sup> 水産庁漁場保全課: マリン・デブリ (海洋廃棄物) 問題資料, 平成元年3月。

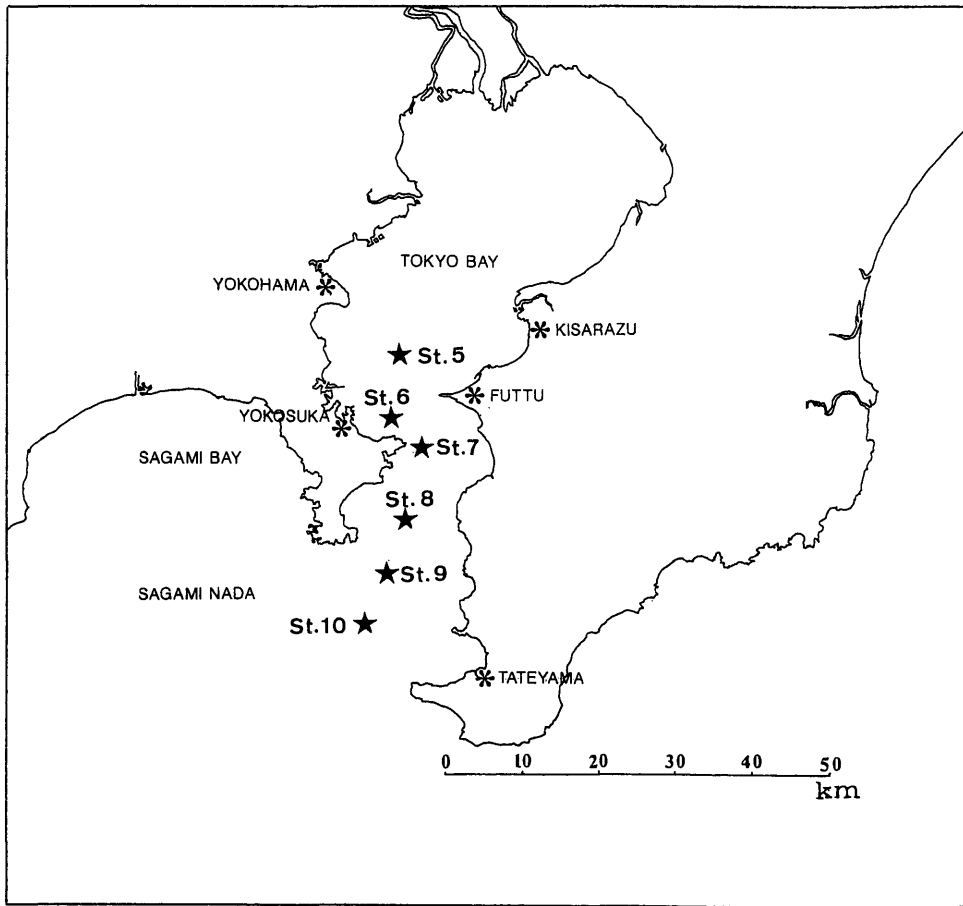


Fig. 1. Sampling stations.

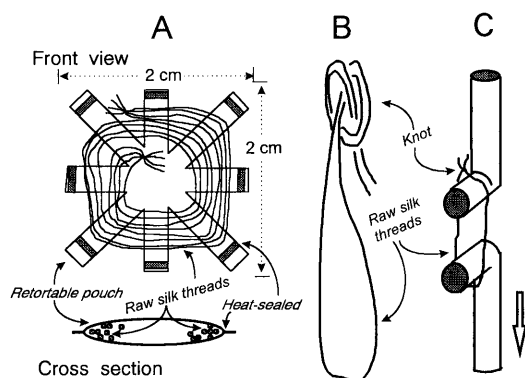
業技術研究所より分与された27デニールのものを用いた。生糸は、絡まらないように30cmの長さのもの10本を東ね両端を結び、Fig. 2Aに示した様にレトルトパウチを加工したホルダーに固定した。この10本束ねたものは、12mgであった。

**生糸分解実験** 100mlの三角フラスコに、このホルダー5個(生糸60mg)と3~5mmの長さに細かく切断した生糸190mgを添加し(合計生糸250mg)、綿栓をして滅菌(121°C, 20分)した。分解実験用としては、この三角フラスコに各採水点の海水50mlを無菌的に添加した。コントロールとしては、各採水点の海水50mlをマイレックスGS(ミリポア社, pore size: 0.22 μm)で濾過除菌し無菌的に添加した。従って、これら海水培地中の生糸の濃度は、0.5%に調整されたことになる。培養は、20°Cで、毎分80往復の振盪条件下で行い、培養期間は2ヶ月とした。なお、各実験条件につき三角フラスコは2個用いた。

**生糸の引っ張り強度試験** 生糸の引っ張り強度は、実

験開始時、培養1ヶ月後、および培養2ヶ月後に測定した。10本束ねた生糸の一本を取り出し、これを20cmに切断し、両端を揃えてFig. 2Bに示したように結んだ。こうして出来た生糸の輪は、この結び目を上にして、志水式引っ張り強度試験用プランジャー(FUDOHレオメーター専用アダプター⑩引張用)を用い、不動工業株式会社のレオメーター(Fudoh Rheo Meter, NRM-2002J)で引っ張り強度および伸びを湿潤状態で測定した(Fig. 2C)。引っ張り強度試験は、温度23°C、湿度70%、荷重範囲0~2kg(荷重精度±0.5%)、引っ張り試験長10cm、および引っ張り試験速度6cm/minの条件で行った。なお、実験開始時は5本、培養1ヶ月後および培養2ヶ月後は10本の試料について引っ張り強度を測定した。

**生菌数の測定** 生菌数の測定用培地には、Difcoのマリンアガーを用いた。各採水点の海水の生菌数測定用の10倍希釈液には、それぞれの採水点の海水をマイレックスGSで濾過除菌して用いた。滅菌シャーレへの接種



**Fig. 2.** Holder for 10 threads of raw silk, ring of raw silk thread, and plunger for tensile strength.

(A) Ten threads of raw silk were held between two sheets of retortable pouch formed into an asterisk-like shape to prevent the threads of raw silk from becoming entangled with each other during incubation. (B) A thread of raw silk knotted to make a ring with a knot. (C) Diagram for measurement of tensile strength of raw silk threads by a Fudoh Rheo Meter (NRM-2002J) equipped with a plunger (Fudoh Rheo Meter Adapter ㉞) for tensile strength.

量は  $1 \text{ ml}$  とし, 約  $20 \text{ ml}$  のマリンアガーで混和し, 平板を調製した。培養温度は,  $20^\circ\text{C}$  で 2 週間培養し, 出現したコロニーを計数し, 生菌数を算出した。なお, 各希釈段階につき, シャーレは 2 枚使用した。

分解実験用フラスコおよびコントロール用フラスコの海水培地中の遊離アミノ酸分析 試料の調整は, 培養液をマイレックス GS で濾過後, スルホサルチル酸を最終濃度 2% になるように添加し, さらにマイレックス GS で濾過後, アミノ酸自動分析機 (日立 835 型) を用いて分析した。

**肉眼的観察** 生糸分解の程度の肉眼的判定は 5 段階とし, コントロールと比較して全く変化が認められないものは (-), 生糸が数本に分かれているものが見つかれば (+), 半数以上の生糸が数本に分かれているものが見つかれば (+), ほとんどの生糸が十本近くに分かれている場合は (++) と表示, さらに細かいフィラメントに分かれ各生糸毎の区別がかなり難しくなった場合は最大の (+++) とした。

**光学顕微鏡観察** 生糸の顕微鏡観察および写真撮影には, オリンパスシステム生物顕微鏡 (Model BH2) および全自動顕微鏡写真撮影装置 (Model PM-10AD) を用いた。

#### 実験結果および考察

**生菌数と培養液の変化** 生菌数と培養液の色の変化は, Table 1 に示している。使用した海水の生菌数は,

**Table 1.** Viable counts and color of silk-decomposing seawater media (0.5% silk seawaters with microorganisms) incubated at  $20^\circ\text{C}$  for 2 months

Station No.	Flask No.	Incubation periods					
		0 month		1 month		2 months	
		Viable count* <sup>1</sup>	Viable count* <sup>1</sup>	Color of media	Viable count* <sup>1</sup>	Color of media	
5	5-1	$1.4 \times 10^4$	$9.7 \times 10^6$	yellow	$1.4 \times 10^7$	yellow	
	5-2	$1.4 \times 10^4$	$2.5 \times 10^6$	white	$2.7 \times 10^6$	white	
6	6-1	$1.6 \times 10^4$	$6.0 \times 10^5$	light orange	$9.0 \times 10^6$	yellow	
	6-2	$1.6 \times 10^4$	$1.6 \times 10^7$	orange	$1.8 \times 10^7$	orange	
7	7-1	$1.2 \times 10^4$	$5.1 \times 10^6$	light yellow	$4.7 \times 10^6$	light yellow	
	7-2	$1.2 \times 10^4$	$1.3 \times 10^5$	dark orange	$2.3 \times 10^6$	dark orange	
8	8-1	$1.3 \times 10^4$	$1.3 \times 10^6$	dark orange	$1.1 \times 10^7$	dark orange	
	8-2	$1.3 \times 10^4$	$1.1 \times 10^6$	white	$1.2 \times 10^6$	white	
9	9-1	$1.0 \times 10^4$	$5.1 \times 10^6$	white	$6.7 \times 10^6$	white	
	9-2	$1.0 \times 10^4$	$5.1 \times 10^6$	white	$3.8 \times 10^6$	white	
10	10-1	$2.7 \times 10^4$	$2.5 \times 10^6$	light yellow	$7.0 \times 10^6$	light yellow	
	10-2	$2.7 \times 10^4$	$4.6 \times 10^6$	yellow	$1.1 \times 10^7$	yellow	

\*<sup>1</sup> cell/ml.

6 採水点とも実験開始時は、 $1.0\sim 2.7\times 10^4/ml$ であった。培養1ヶ月後では $1.3\times 10^5\sim 1.6\times 10^7/ml$ となり、培養2ヶ月後では、一部は1桁程度増加し、一部はほぼ同じ菌数を保っていた。同じ条件で2個ずつ三角フラスコを使用しているが、それぞれの培養液の色が、同じもの (St. 9), 同系色で濃さが異なるもの (St. 6, 7, および 10), および完全に色が異なるもの (St. 5 と 8) と様々であった。この原因は不明だが、同じ海水を使用しても、最終的には菌相が異なった可能性を示唆している。

引っ張り強度の経時的变化 St. 5, 6, 7, 8, 9, および 10 の海水培地中での生糸の引っ張り強度の変化は、それぞれ Fig. 3, 4, 5, 6, 7, および 8 に示した。A は培養開始時、B は培養1ヶ月後、および C は培養2ヶ月後

### STATION NO. 5

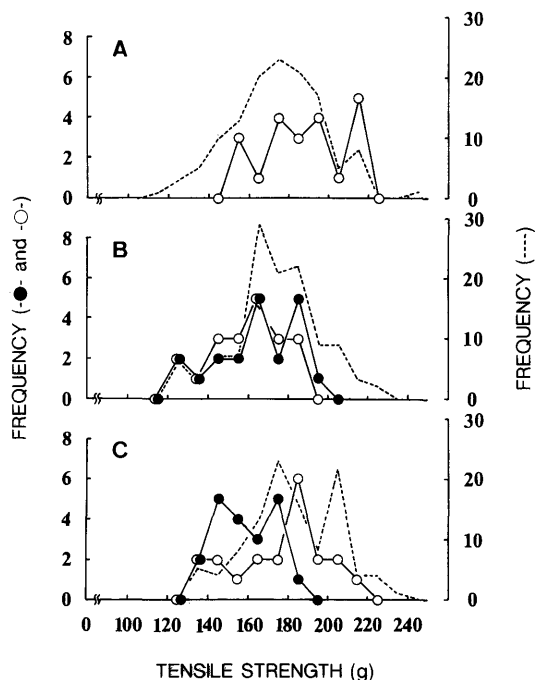


Fig. 3. Tensile strengths of raw silk threads in silk-decomposing seawater media and control seawater media prepared with seawater at St. No. 5 incubated at  $20^{\circ}\text{C}$  for 2 months (A, at the beginning; B, after 1-month incubation; C, after 2-month incubation).

....., frequency of tensile strengths of all raw silk threads in all control seawater media; —○—, frequency of tensile strengths of 20 raw silk threads in two control seawater media; —●—, frequency of tensile strengths of 20 raw silk threads in two silk-decomposing seawater media.

の結果を示している。横軸は引っ張り強度、縦軸は生糸の引っ張り強度の10g幅の頻度数である。

点線で示しているのは、培養開始時、培養1ヶ月後、および培養2ヶ月後の全ての採水点のコントロールの生糸の引っ張り強度の頻度数を示している。従って、すべての図でこのコントロールの点線の同じ形状を示している。培養開始時、培養1ヶ月後、および培養2ヶ月後の全ての採水点のコントロールの生糸の引っ張り強度の平均値は、それぞれ173.1g, 174.8g, および182.6gであり、その差は10g以内であったが、引っ張り強度の最大と最小では、約2倍の差があった。即ち、約120gから約240gまでの個体差が生糸試料間にあった。

そこで、各採水点の各培養期間毎のコントロールの引っ張り強度の頻度数の分布パターン(—○—)と分解実験用のフラスコの生糸の引っ張り強度の頻度数の分布パターン(—●—)とを比較し、後者の分布パターン(—●—)が前者の分布パターン(—○—)よりも経時的に左に移動していれば、その海水中に存在した微生物

### STATION NO. 6

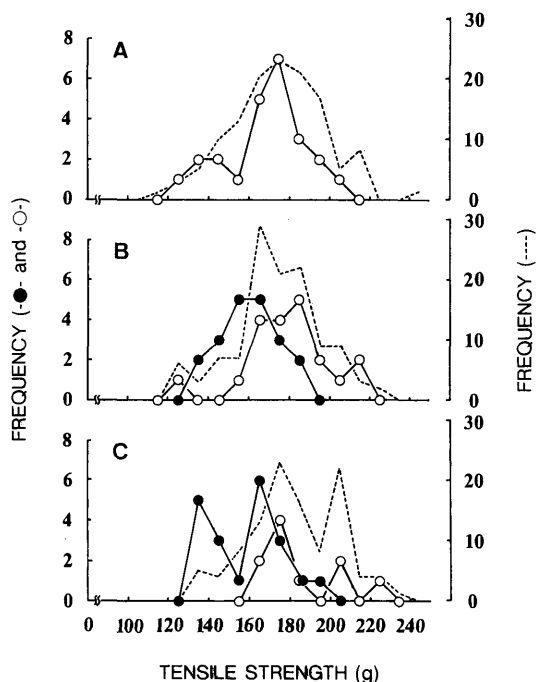


Fig. 4. Tensile strengths of raw silk threads in silk-decomposing seawater media and control seawater media prepared with seawater at St. No. 6 incubated at  $20^{\circ}\text{C}$  for 2 months (A, at the beginning; B, after 1-month incubation; C, after 2-month incubation).

Symbols are the same as in Fig. 3.

## STATION NO. 7

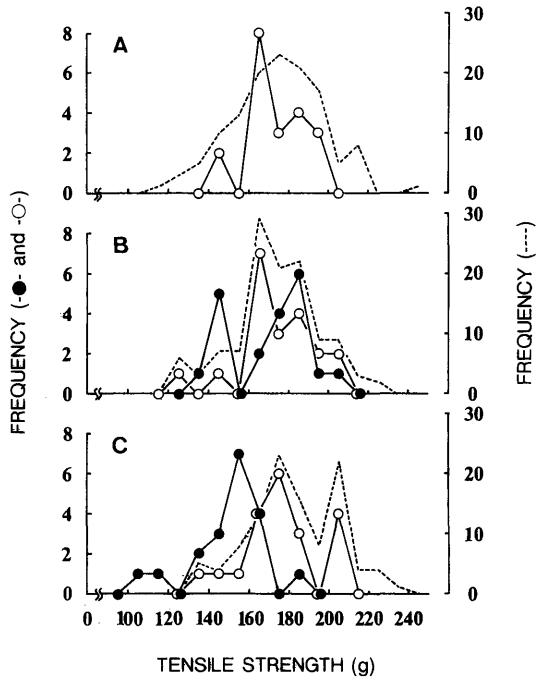


Fig. 5. Tensile strengths of raw silk threads in silk-decomposing seawater media and control seawater media prepared with seawater at St. No. 7 incubated at 20°C for 2 months (A, at the beginning; B, after 1-month incubation; C, after 2-month incubation).

Symbols are the same as in Fig. 3.

## STATION NO. 8

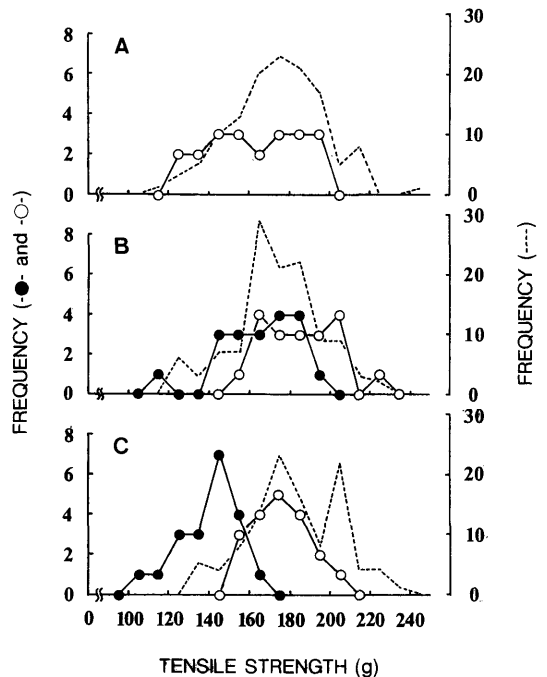


Fig. 6. Tensile strengths of raw silk threads in silk-decomposing seawater media and control seawater media prepared with seawater at St. No. 8 incubated at 20°C for 2 months (A, at the beginning; B, after 1-month incubation; C, after 2-month incubation).

Symbols are the same as in Fig. 3.

により何らかの作用を受け生糸の引っ張り強度が低下したと推定した。なお、頻度数は、表示を明確にするため各条件 2 個のフラスコの生糸の合計で示している。

培養 1 ヶ月後、培養 2 ヶ月後と、経時的に引っ張り強度の低下が最も顕著に見られたのは、St. 8 の場合であった (Fig. 6)。この経時的引っ張り強度の低下が明確なのは St. 6 と 7 の場合 (Fig. 4 と Fig. 5)、わずかに見られるのは St. 5 と 10 の場合 (Fig. 3 と Fig. 8)、および、ほとんど分からないのは St. 9 の場合 (Fig. 7) であった。

このように、3 採水点で明確に引っ張り強度の低下が見られた。しかし、残る 3 採水点では、余り明確な引っ張り強度の低下は観察されなかった。いずれにしても、生糸はこの海水培地中で何らかの分解を受けていると考えられた。

なお、引っ張り強度測定時の伸びは (半数、即ち、各条件一つのフラスコ) について示すと、実験開始時の平均は 13.3 mm (標準偏差 2.4 mm)、コントロールの 1

ヶ月後および 2 ヶ月後の平均 (標準偏差) は、それぞれ 10.7 mm (0.8 mm) および 10.9 mm (0.8 mm) であった。分解実験区の 1 ヶ月後および 2 ヶ月後の平均 (標準偏差) は、それぞれ 9.3 mm (1.0 mm) および 11.0 mm (1.3 mm) であった。このように、コントロールと分解実験区との間、また各採水点の海水毎には大きな差はなく、生糸分解との相関は見られなかった。しかし、培養 1 ヶ月後および 2 ヶ月後では実験開始時の約 8 割程度に伸びは減少していた。

分解実験用フラスコおよびコントロール用フラスコの海水培地中の遊離アミノ酸およびアンモニアの経時的変化 各三角フラスコ毎の海水培地中のアミノ酸分析の結果、フラスコ No. 6-1、即ち、St. No. 6 の分解実験用フラスコ 2 個の内の 1 つ以外は、全てアンモニアのみ検出された。

Table 2 に、フラスコ No. 6-1 および 6-1C のアミノ酸分析の結果を示した。コントロール用フラスコ (No. 6-1C) では、培養 1 ヶ月後および培養 2 ヶ月後ともわ

STATION NO. 9

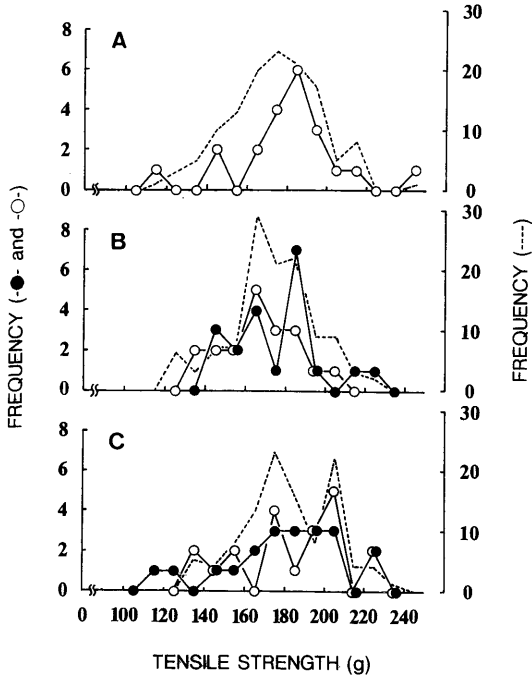


Fig. 7. Tensile strengths of raw silk threads in silk-decomposing seawater media and control seawater media prepared with seawater at St. No. 9 incubated at 20°C for 2 months (A, at the beginning; B, after 1-month incubation; C, after 2-month incubation). Symbols are the same as in Fig. 3.

STATION NO. 10

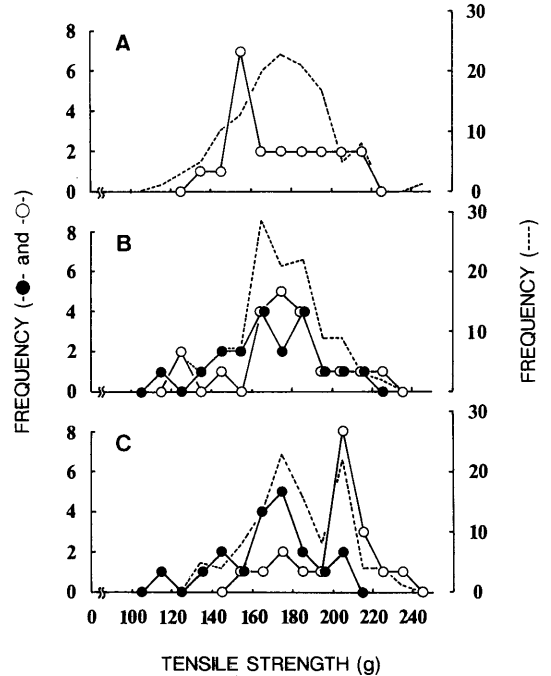


Fig. 8. Tensile strengths of raw silk threads in silk-decomposing seawater media and control seawater media prepared with seawater at St. No. 10 incubated at 20°C for 2 months (A, at the beginning; B, after 1-month incubation; C, after 2-month incubation). Symbols are the same as in Fig. 3.

ずかなアンモニアが検出されただけである。しかし、分解実験用フラスコ（フラスコ No. 6-1）では、培養 1 ヶ月後では、セリン、トレオニン、アラニン、グリシン、アスパラギン酸、バリン、シスチン、およびアンモニアが見られ、培養 2 ヶ月後では、グリシン、トレオニン、アラニン、セリン、およびアンモニアが見られた。この結果は、生糸構成アミノ酸<sup>6)</sup>が、一度、遊離され、経時的に分解されたことを示している。

すべての分解実験用フラスコおよびコントロール用フラスコのアンモニアの量を Table 3 に示した。コントロール用フラスコでは、培養 1 ヶ月後および培養 2 ヶ月後は、それぞれ 0.9~1.2 μg/ml および 1.0~1.5 μg/ml であり、ほとんど変化しなかった。しかし、分解実験用フラスコでは、培養 1 ヶ月後および培養 2 ヶ月後は、それぞれ 19~77 μg/ml および 23~110 μg/ml であり、経時的にアンモニアの増加が認められた。このことは、生糸が最終的にはアンモニアまで分解されたと考えられる。

そこで、このアンモニアの量と分解の程度の比較を Table 4 に示した。生糸の視覚的分解の程度が (++++) の分解実験用フラスコのアンモニアの量は 75~110 μg/ml、(+++) の分解実験用フラスコのそれは 42~94 μg/ml、(++) の分解実験用フラスコのそれは 30~68 μg/ml、および (±) の分解実験用フラスコのそれは 19~33 μg/ml と、生糸の分解の程度とアンモニアの量との間には、ある程度の相関が認められた。したがって、この相関からも、生糸は遊離のアミノ酸を通して最終的にはアンモニアまで分解されることが推察される。

培養された生糸の顕微鏡観察 すべての実験条件の生糸は、対物レンズ 4 倍および 10 倍で観察し写真撮影した。Fig. 9 に Table 2 に示した St. 6 の分解実験用フラスコ (Flask No. 6-1) とコントロール用フラスコ (Flask No. 6-1C) の培養 1 ヶ月後の生糸の写真を示した。このようにコントロール用フラスコの生糸(写真下)は全く変化は見られないが、分解実験用フラスコの生糸(写真上)は縦に裂け十数本の細い糸に分かれていた。

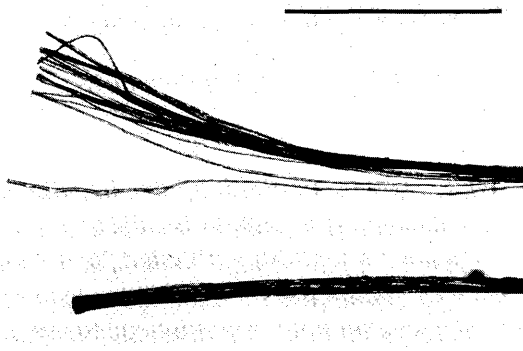
**Table 2.** Free amino acid and ammonia contents of silk-decomposing seawater medium (Flask No. 6-1) and control seawater medium (Flask No. 6-1C) incubated at 20°C for 2 months

Amino acids	Incubation periods			
	1 month		2 months	
	Control seawater medium* <sup>1</sup>	Silk-decomposing seawater medium* <sup>2</sup>	Control seawater medium* <sup>1</sup>	Silk-decomposing seawater medium* <sup>2</sup>
Asp	—* <sup>3</sup>	1.5* <sup>3</sup>	—* <sup>3</sup>	—* <sup>3</sup>
Thr	—	7.8	—	3.0
Ser	—	14	—	1.8
Gly	—	2.5	—	7.0
Ala	—	4.6	—	2.3
val	—	1.1	—	—
Cys	—	0.1	—	—
Ammonia	1.0	56	1.5	62

\*<sup>1</sup> Control seawater medium (Flask No. 6-1C): 0.5% silk seawater without microorganisms.

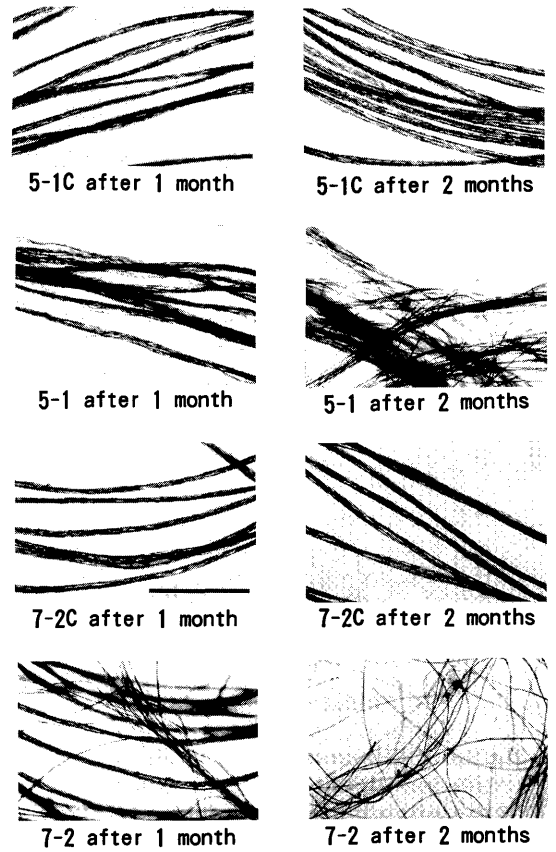
\*<sup>2</sup> Silk-decomposing seawater medium (Flask No. 6-1): 0.5% silk seawaters with microorganisms.

\*<sup>3</sup>  $\mu\text{g/ml}$ .



**Fig. 9.** Photograph of two raw silk threads in the control seawater medium and the silk-decomposing seawater medium prepared with the seawater at St. No. 6 after 1-month incubation at 20°C.

The Upper raw silk thread and lower raw silk thread were in the silk-decomposing seawater medium (Flask No. 6-1) and in the control seawater medium (Flask No. 6-1C), respectively. Bar shows 1 mm.



**Fig. 10.** Photographs of raw silk threads in the seawater media after 1-month and 2-month incubation.

5-1C, raw silk threads in the control seawater medium prepared with the seawater at St. No. 5; 5-1, raw silk threads in the silk-decomposing seawater medium prepared with the seawater at St. No. 5; 7-2C, raw silk threads in the control seawater medium prepared with the seawater at St. No. 7; 7-2, raw silk threads in the silk-decomposing seawater medium prepared with the seawater at St. No. 7. Bar shows 1 mm.

さらに、視覚的分解判定で分解の程度が高かった、即ち、Table 4で(+++)と判定した分解実験用フラスコ No. 5-1 と No. 7-2 およびそれぞれのコントロール用フラスコ No. 5-1C と No. 7-2C の生糸の写真を Fig. 10 に示した。いずれの場合もコントロール用フラスコの生糸は全く変化は見られないが、分解実験用フラスコの生糸では、培養1ヶ月では縦に裂け始め、培養2ヶ月後にはさらに多くの細いフィラメントに分けられていた。また、この現象は全ての分解実験用フラスコの生糸



**Table 3.** Ammonia contents of silk-decomposing seawater media and control seawater media incubated at 20°C for 2 months

Station No.	Incubation periods			
	1 month		2 months	
	Control seawater media* <sup>1</sup>	Silk-decomposing seawater media* <sup>2</sup>	Control seawater media* <sup>1</sup>	Silk-decomposing seawater media* <sup>2</sup>
5	0.9* <sup>3</sup> ( 5-1C)* <sup>4</sup>	61* <sup>3</sup> ( 5-1)* <sup>4</sup>	1.4* <sup>3</sup> ( 5-1C)* <sup>4</sup>	75* <sup>3</sup> ( 5-1)* <sup>4</sup>
	1.1 ( 5-2C)	30 ( 5-2)	1.4 ( 5-2C)	38 ( 5-2)
6	1.0 ( 6-1C)	56 ( 6-1)	1.5 ( 6-1C)	62 ( 6-1)
	— ( 6-2C)	60 ( 6-2)	— ( 6-2C)	68 ( 6-2)
7	1.0 ( 7-1C)	25 ( 7-1)	1.5 ( 7-1C)	33 ( 7-1)
	1.0 ( 7-2C)	71 ( 7-2)	1.4 ( 7-2C)	110 ( 7-2)
8	0.9 ( 8-1C)	77 ( 8-1)	1.4 ( 8-1C)	94 ( 8-1)
	1.0 ( 8-2C)	51 ( 8-2)	1.3 ( 8-2C)	38 ( 8-2)
9	1.2 ( 9-1C)	37 ( 9-1)	1.5 ( 9-1C)	42 ( 9-1)
	1.0 ( 9-2C)	19 ( 9-2)	1.2 ( 9-2C)	23 ( 9-2)
10	1.0 (10-1C)	26 (10-1)	1.0 (10-1C)	31 (10-1)
	1.0 (10-2C)	42 (10-2)	1.3 (10-2C)	47 (10-2)

\*<sup>1</sup> Control seawater media: 0.5% silk seawater without microorganisms.\*<sup>2</sup> Silk-decomposing seawater media: 0.5% silk seawaters with microorganisms.\*<sup>3</sup> µg/ml.\*<sup>4</sup> Flask No. in parenthesis

に見られた(写真示さず)。以上の結果は、生糸の海水培地中での分解では、培養1ヶ月後では、生糸のフィブリンを束ねているセリシンといわれる比較的分解されやすい部分<sup>6)</sup>が分解され、フィブリンの束がバラバラになり始め、培養2ヶ月後では、このフィブリンの束がさらに縦に細かく分かれていくという分解の過程を通るように思われる。

以上の写真からの分解様式の推測は、アンモニアの増加が著しい培養1ヶ月後においても引っ張り強度が余り低下していないという結果とよく一致しているように思われる。

**海中での生糸の生分解の可能性** 今回の研究では、完全滅菌ができない18lポリタンクを用い、現場表面海水でよく濯いで表面海水を採取した。したがって、使用した表面海水中には、海水中に生息していた微生物以

外の汚染微生物の存在の可能性も否定できない。しかし、使用した生糸は、完全に滅菌したものを使用しているので、生糸に付着している微生物の生糸分解への関与は考えられない。

今回の実験条件では、海中で生糸分解に関与した微生物はすべて海洋微生物であったとは断言できないが、本研究では、少なくとも、in vitroの海中でも生糸は分解され、その分解過程では、先ずセリシンが分解され生糸は縦に裂け、フィブリンの束がバラバラになり、経時的により細いフィブリンの束になっていくことが確認された。この分解過程は、フラスコNo. 6-1での培養1ヶ月後で、セリシンの主構成アミノ酸のセリン<sup>6)</sup>が最も多量に存在したことも良く一致している。

以上の結果は、海洋の現場条件下でも生糸が生分解される可能性を示唆している。今後は、実際の海洋環境下

**Table 4.** Ammonia contents of silk-decomposing seawater media (0.5% silk seawaters with microorganisms) and the degree of decomposition of raw silk in the media incubated at 20°C for 2 months

Station No.	Flask No.	Incubation periods			
		1 month		2 months	
		Ammonia conc.*1	Decomp.*2	Ammonia conc.*1	Decomp.*2
5	5-1	61	+	75	卅
	5-2	30	+	38	+
6	6-1	56	卅	62	卅
	6-2	60	+	68	+
7	7-1	25	—	33	±
	7-2	71	+	110	卅
8	8-1	77	卅	94	卅
	8-2	51	+	56	卅
9	9-1	37	+	42	卅
	9-2	19	±	23	±
10	10-1	26	±	31	±
	10-2	42	+	47	卅

\*1  $\mu\text{g/ml}$ .

\*2 The degree of decomposition of raw silk was observed visually (卅, decomposed very much; 卅, decomposed very; +, decomposed; ±, decomposed a little; —, not decomposed)

に生糸を浸漬し、海洋における分解様相および分解に関与する微生物の検討を予定している。

#### 文 献

- 1) 蚕糸科学研究所絹糸研究委員会：無公害絹糸の開発に関する研究。蚕糸科学研究所彙報, 37, 29-70 (1989).
- 2) 門田 元：網糸の腐食に関する微生物学的研究 第1報 海水中に存在する好気性繊維素分解細菌に就いて。日本誌, 16, 63-70 (1951).
- 3) 門田 元：網糸の腐食に関する微生物学的研究—II 海水

性好気性繊維素分解細菌の繊維素分解機構について。日本誌, 19, 83-87 (1953).

- 4) 門田 元：網糸の腐食に関する微生物学的研究—N 海水中に存在する好気性繊維素分解細菌について (その2)。日本誌, 20, 120-124 (1954).
- 5) 門田 元：網糸の腐食に関する微生物学的研究— 海洋性 *Cytophage* 属繊維素分解細菌の分類について。日本誌, 20, 125-129 (1954).
- 6) 加藤 弘：繭糸の構造, 「タンパク質化学 4—構造と機能(1) —」, 共立出版, 東京, 1978, pp. 269-276.