

サケ亜目魚類I型コラーゲンのサブユニット組成

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者	松井, 理佐子 山内, 肇 菅沼, 宏重
巻/号	55巻8号
掲載ページ	p. 1421-1426
発行年月	1989年8月

サケ亜目魚類 I 型コラーゲンのサブユニット組成

松井理佐子, 山内 肇, 菅沼宏重,
石田真巳, 木村 茂

(1989 年 3 月 10 日受付)

Subunit Composition of Type I Collagen from Fish in Salmonoidei

Risako Matsui,* Hazime Yamauchi,* Hiroshige Suganuma,*
Masami Ishida,* and Shigeru Kimura*

It was previously shown that among fishes in the suborder Salmonoidei, chum salmon and rainbow trout which belong to Salmonidae possessed the skin Type I collagens with a subunit composition of $\alpha 1\alpha 2\alpha 3$, contrasted to the collagen with $(\alpha 1)_2\alpha 2$ of ayu which belongs to Plecoglossidae. In this study, soluble skin and/or muscle Type I collagens were isolated from seven fish species in Salmonoidei and characterized with respect to their subunit composition.

Chromatographic and electrophoretic analyses revealed the existence of $\alpha 1\alpha 2\alpha 3$ heterotrimers in the skin Type I collagens of three other salmonid fishes (Japanese char, masu salmon, and coho salmon) and their $\alpha 3$ chains were distinct in chromatographic behaviour on CM-cellulose from those of many other teleosts. The muscle Type I collagen of Japanese char, however, was composed virtually of an $(\alpha 1)_2\alpha 2$ heterotrimer, although the possible presence in trace amounts of an $\alpha 1\alpha 2\alpha 3$ heterotrimer could not be excluded; the same result was previously obtained for the muscle Type I collagen of chum salmon. These composite results indicated the tissue-specific expression in salmonid fish of a Type I collagen $\alpha 3$ gene. On the other hand, the skin or muscle Type I collagens of several non-salmonid fishes (capelin, Japanese smelt, ayu, and icefish) were found to lack an $\alpha 3$ chain characteristic of many groups of teleosts and existed as $(\alpha 1)_2\alpha 2$ heterotrimers.

コラーゲンはすべての多細胞動物に見出される主要な結合組織タンパク質であり、哺乳類、鳥類などの高等脊椎動物では遺伝的に異なる 10 以上の分子種(型)が存在する。現在までのところ、分子種は発見された順序に I 型から XI 型までに分類されており、¹⁾ I 型コラーゲンは真皮と硬骨の主成分であるばかりでなく、体内の諸器官に広く分布している最も主要な分子種である。Piez らは 1963 年に、ラットの真皮と尾髄、コイの鰓およびアブラツノザメの真皮から単離した酸可溶性コラーゲン(現在の I 型)が分子量約 10 万の α 鎖とよばれる 2 種のサブユニット ($\alpha 1$ および $\alpha 2$) を含み、2 本の $\alpha 1$ と 1 本の $\alpha 2$ が 3 本鎖の $(\alpha 1)_2\alpha 2$ ヘテロ分子を構成していることを初めて明らかにした。²⁾ ところが、その 2 年後、硬骨魚類の真骨類に属するタラの真皮コラーゲンは $\alpha 1$ と $\alpha 2$ の他に、 $\alpha 1$ と比較的類似する第 3 の α 鎖 ($\alpha 3$) を含むことが報告された。³⁾ しかし、魚類を含めた

脊椎動物の I 型コラーゲンは長い間、共通の $(\alpha 1)_2\alpha 2$ ヘテロ分子から成ると考えられてきた。

最近、著者らはさまざまな魚類の真皮 I 型コラーゲンを調べ、食用魚の大部分を占める真骨類には $\alpha 3$ を含む $\alpha 1\alpha 2\alpha 3$ ヘテロ分子が広く分布していることを明らかにした。⁴⁻⁶⁾ ダツ目のサンマとトビウオおよびサケ目のアユの真皮コラーゲンはむしろ例外で、これらのサブユニット組成は $\alpha 3$ を欠く $(\alpha 1)_2\alpha 2$ であった。⁵⁾ I 型コラーゲンの $\alpha 3$ は現在、真骨類以外には知られていない。

ところで、サケ科のサケとニジマスの真皮コラーゲンは $\alpha 1\alpha 2\alpha 3$ ヘテロ分子から成るが、その $\alpha 3$ は CM-セルロースイオン交換クロマトグラフィーにおける挙動が他の魚種の $\alpha 3$ と著しく異なり、 $\alpha 1$ よりも $\alpha 2$ に似ていることが特徴的であった。⁵⁾ 一方、サケの筋肉 I 型コラーゲンは真皮コラーゲンと異なり、ごく微量の $\alpha 3$ を含むのみで、主に $(\alpha 1)_2\alpha 2$ ヘテロ分子として存在すること

* 東京水産大学食品生産学学科食品生化学研究室 (Laboratory of Food Biochemistry, Food Science and Technology, Tokyo University of Fisheries, Konan, Minato, Tokyo 108, Japan).

略語: CM-, carboxymethyl-; SDS, sodium dodecyl sulfate.

が見い出された。⁷⁾ すなわち、サケでは $\alpha 3$ 遺伝子の発現に組織特異性が認められた。 $\alpha 3$ 遺伝子の発現に組織特異性のあることは、コイとスケトウダラの鰾が真皮と異なり、 $\alpha 3$ を欠く ($\alpha 1$) $\alpha 2$ ヘテロ分子のみを含むことから知られている。^{2,6)} しかし、真皮コラーゲンに含まれる $\alpha 3$ が同一個体内の筋肉コラーゲンにほとんど存在しないという例は、サケ以外の真骨類では報告がない。このように、サケは $\alpha 3$ の性状のみならず、 $\alpha 3$ 遺伝子の発現においても特異的である。そこで本報では、サケ稚魚を対象として真皮と筋肉から I 型コラーゲンを調製し、 $\alpha 3$ の分布と性状をさらに詳しく調べた。

実験方法

試料 実験に用いたサケ稚魚の魚種を Table 1 に示す。真皮は全魚種から採取したが、筋肉はアユとイワナの普通肉のみを試料に用いた。

真皮 I 型コラーゲンの調製 試料魚の皮を剥離して附着する筋肉、皮下組織、色素層、鱗などを片刃のカミソリを用いて除去し、真皮層を取り出した。なお、シラウオは魚体が小さく真皮も薄いので、アセトンで脱水した後、真皮をピンセットで注意深く剥離した。その後、以下に述べる操作はすべて $4 \sim 6^{\circ}\text{C}$ の低温で行った。まず、真皮を蒸留水で水洗の後、 0.5M 酢酸ナトリウムで洗浄して可溶性物質を除去した。次に、真皮を 2cm 角に細切し、 0.5M 酢酸中で 24 時間攪拌して酸可溶性コラーゲンを抽出した。この抽出液を遠心分離 ($10,000 \times g$ で 1h) の後、得られた粘稠な上清液を常法に準じて NaCl による分別沈殿に付して、I 型コラーゲンを単離した。⁸⁾ 即ち、酸可溶性コラーゲンは 0.5M 酢酸中で

$0.7 \sim 0.8\text{M}$ NaCl および 0.05M トリス塩酸 ($\text{pH } 7.5$) 中で $2.4 \sim 2.6\text{M}$ NaCl によって、ほぼ定量的に沈殿した。得られた沈殿は 0.5M 酢酸に溶解してから 0.1M 酢酸に透析し、十分に脱塩した後、凍結乾燥して -30°C に保存した。なお、カペリンは酸可溶性コラーゲンの量が少なかったため、中性での分別沈殿は省いた。

筋肉 I 型コラーゲンの調製 普通肉を約 4cm 角に細切し、 10 倍量の 0.6M KCl でよくホモジナイズした後、遠心分離 ($1,200 \times g$ で 10min) して沈殿を集めた。この沈殿を 0.6M KCl 中でさらに攪拌洗浄 (一晚) し、ガーゼでろ過して筋隔膜を主とするコラーゲン線維を集めた。ピンセットと片刃のカミソリを用いて附着している色素、筋肉タンパク質などをていねいに除去した後、線維をさらに 0.6M KCl で洗浄した。これらの前処理を 2 回繰返して可溶性物質を取り除いた後、線維を十分に水洗し、必要に応じてアセトン-エーテル ($1:1$) による脱脂を行った。なお、一部のコラーゲン線維については比較のために、Sato らの方法⁹⁾ に準じて 0.1N NaOH によるアルカリ処理を行った。こうして得た筋隔膜を主とするコラーゲン線維を 0.5M 酢酸中で 24 時間攪拌して酸可溶性コラーゲンを抽出し、遠心分離の後、 NaCl による分別沈殿法で I 型コラーゲンを単離した。

電気泳動分析 乾燥試料は 1% SDS - 3.5M 尿素- 0.02M リン酸ナトリウム ($\text{pH } 7.2$) に 1mg/ml のタンパク質濃度に溶かし、また、溶液試料は上記の緩衝液に透析し、 0.1% SDS と 0.1M リン酸ナトリウム ($\text{pH } 7.2$) を含む 3.5% ポリアクリルアミドゲルを用いて連続系による電気泳動を行った。¹⁰⁾ 泳動後のゲルはクマリンリリアントブルー R-250 で染色し、タンパク質のバンドを検出した。

ペプチドマッピング 試料 $200\mu\text{g}$ を $100\mu\text{l}$ の 0.5% SDS - 0.1M リン酸ナトリウム ($\text{pH } 7.2$) に溶解し、 60°C で $10 \sim 15$ 分間の熱変性を行った。これに $5\mu\text{g}$ の *Staphylococcus aureus* V8 プロテアーゼ (Miles laboratories) を含む同緩衝液 $10\mu\text{l}$ を加え、 37°C で 30 分間の反応を行った後、 2% SDS を加えて 3 分間煮沸して酵素を失活させた。V8 プロテアーゼによる限定分解で得たペプチド断片は 7% ゲルを用いる SDS -ゲル電気泳動に付し、ペプチドマップを作成した。

サブユニットの分画 コラーゲン 20mg を 0.06M 酢酸ナトリウム ($\text{pH } 4.8$) に 4mg/ml の濃度に溶解し、 40°C で $4 \sim 5$ 分間の熱変性の後、常法に準じて CM -セルロースイオン交換クロマトグラフィーを行った。¹¹⁾ 即ち、ジャケット付カラム ($0.9 \times 10\text{cm}$) の温度を 37°C に保ち、 CM -セルロース (Whatman CM 52) を充填した後、熱変性コラーゲンを添加した。そして、 200ml の 0.06M 酢酸ナトリウム ($\text{pH } 4.8$) を溶離液

Table 1. Fish species in Salmonoidei for preparation of skin and muscle Type I collagens

Scientific name	Common name	Japanese name
Salmonoidei		
Osmeridae		
<i>Mallotus villosus</i>	Capelin	Caperin
<i>Hypomesus transpacificus</i>	Japanese smelt	Wakasagi
Plecoglossidae		
<i>Plecoglossus altivelis</i>	Ayu	Ayu
Salangidae		
<i>Salangichthys microdon</i>	Icefish	Shirauo
Salmonidae		
<i>Oncorhynchus masou</i>	Masu salmon	Sakuramasu
<i>Oncorhynchus kisutch</i>	Coho salmon	Ginzake
<i>Salvelinus pluvius</i>	Japanese char	Iwana

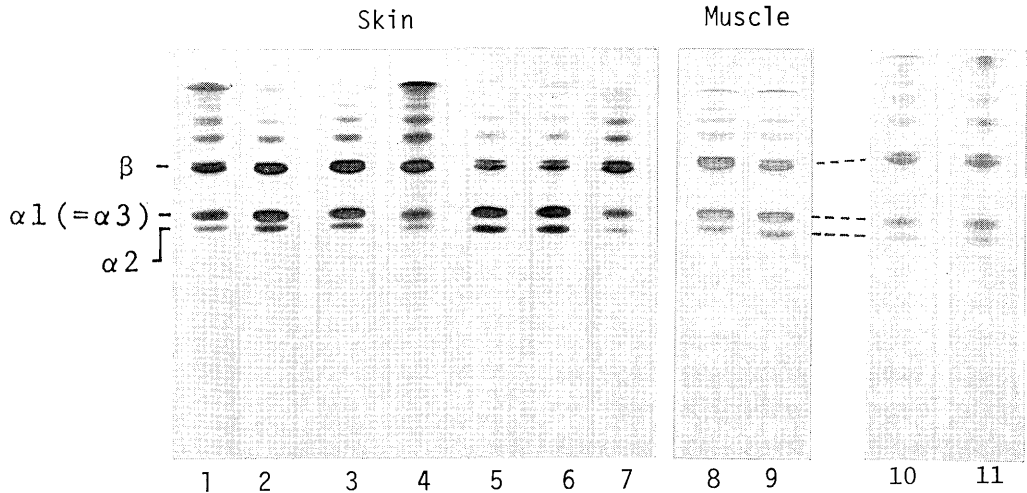


Fig. 1. SDS-polyacrylamide gel electrophoresis of Type I collagens in the skin and muscle of fish in Salmonoidei. Electrophoresis was carried out using 3.5% gels in 0.1 M sodium phosphate, pH 7.2, containing 0.1% SDS and 3.5 M urea. 1: Capelin skin, 2: Japanese smelt skin, 3: Ayu skin, 4: Icefish skin, 5: Masu salmon skin, 6: Coho salmon skin, 7: Japanese char skin, 8: Ayu muscle, 9: Japanese char muscle, 10: 0.5 M acetic acid extracts of collagen fibers from ayu muscle, 11: 0.5 M acetic acid extracts of 0.1 N NaOH-treated collagen fibers from ayu muscle.

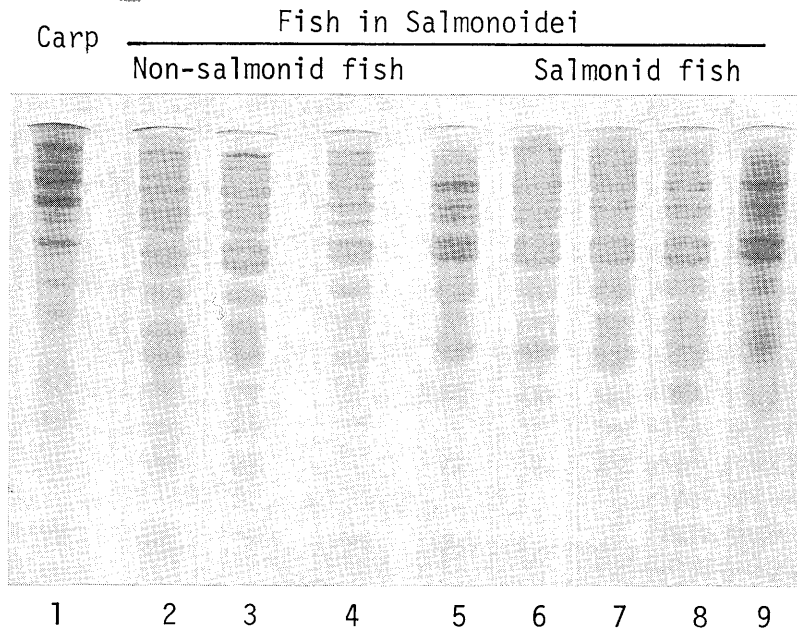


Fig. 2. Peptide mapping of V8 protease digests from the skin and muscle Type I collagens of fish in Salmonoidei. V8 protease digests of the denatured collagens were resolved on 7% gels in 0.1 M sodium phosphate, pH 7.2, containing 0.1% SDS and 3.5 M urea at 8 mA/tube for 4-5 h and visualized with Coomassie Brilliant Blue R-250. The skin Type I collagen of carp was examined for comparison. 1: Carp skin, 2: Capelin skin, 3: Japanese smelt skin, 4: Ayu muscle, 5: Masu salmon skin, 6: Chum salmon skin, 7: Japanese char skin, 8: Japanese char muscle, 9: Rainbow trout skin.

として、0~0.1 M NaCl の linear gradient 法でサブユニットを溶出した。溶出速度は 40 ml/h とし、溶出液の 230 nm における吸光度を測定してサブユニットの溶出曲線を得た。溶出液は 2~3 ml ずつ分画した後、1% SDS-3.5 M 尿素-0.02 M リン酸ナトリウム (pH 7.2) に対して透析し、3.5% ゲルを用いる SDS-ゲル電気泳動によってサブユニットの同定を行った。

実験結果

真皮および筋肉 I 型コラーゲンの単離 サケ亜目魚類から抽出した酸可溶性コラーゲンは NaCl で分別沈殿を行うと、高等脊椎動物の I 型コラーゲンと同一の沈殿特性を示した。Fig. 1-1~9 は精製した真皮および筋肉 I 型コラーゲンの SDS-ゲル電気泳動図であり、すべての魚種に $\alpha 1$ と $\alpha 2$ に相当する 2 種の α 鎖が認められる。しかし、 $\alpha 3$ は $\alpha 1$ と同一の移動度を示すことが知られており、^{5,6)} 電気泳動分析のみから、その存在を推定することはできない。

ところで、魚肉の I 型コラーゲンを調製する際に、0.5 M 酢酸で抽出したコラーゲンは筋肉中に内在するプロテアーゼによって、部分的に分解を受けていることが指摘されている。⁸⁾ そこで、アユ筋肉を用いてコラーゲン線維の調製法を検討した結果、筋肉のコラーゲン線維を 0.6 M KCl で十分に洗浄すれば、0.5 M 酢酸で抽出されるタンパク質はコラーゲン由来のポリペプチドが主成分を占め、夾雑タンパク質はほとんど検出されなかった (Fig. 1-10)。さらに、0.1 N NaOH で処理したコラーゲン線維の 0.5 M 酢酸抽出液を調べても、コラーゲン由来のポリペプチドには有意な変化がなかった (Fig. 1-11)。なお、Fig. 1-11 のゲル最上部付近に存在する微量の高分子量成分はコラーゲンに特徴的なメタクロマジーを示さない非コラーゲン性成分である。それゆえ、コラーゲン線維を 0.6 M KCl で十分に精製すれば、プロテアーゼの作用は無視できることが判明した。

ペプチドマップ サケ亜目魚類 I 型コラーゲンの一次構造を簡便に比較するため、熱変性コラーゲンを V8 プロテアーゼで限定分解し、得られたペプチド断片を SDS-ゲル電気泳動に付してペプチドマップを作成した。Fig. 2 に示すごとく、I 型コラーゲンのペプチドマップは科によって多少の相違が認められるものの、同じ科に属する魚種間では、かなりよく似ている。また、真皮と筋肉では互いによく類似したペプチドマップを示した。因みに、サケ科に属するイワナの真皮と筋肉のコラーゲンはほぼ同一のペプチドマップを示し、組織による顕著な差異は認められなかった (Fig. 2-7, 8)。しかし、サケ亜目魚類はコイ目のコイ (Fig. 2-1) と比較すると、明らかに異なるペプチドマップを示しており、両者の間

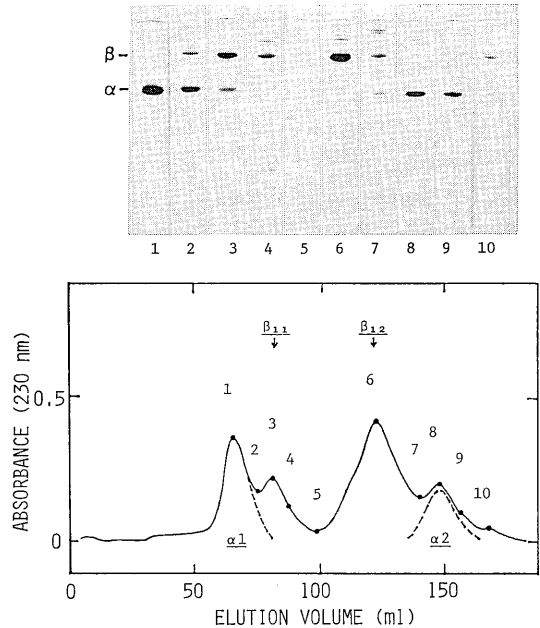


Fig. 3. CM-cellulose chromatography of denatured skin Type I collagen from capelin. Twenty milligrams of the denatured collagen was dissolved in 5 ml of 0.06 M sodium acetate, pH 4.8, denatured at 40°C for 5 min and applied to a column (0.9×10 cm) of CM-cellulose. Elution was achieved at 37°C with a linear gradient of 0-0.1 M NaCl over a total volume of 200 ml at a flow rate of 40 ml/h. Fractions indicated by the numbers were examined by SDS-polyacrylamide gel electrophoresis. The dashed lines indicate the approximate contribution of the individual α chains.

ではコラーゲンの一次構造にかなり大きな変化が生じていることを示唆している。

サブユニット組成 コラーゲンは 3 本の α 鎖がヘリックス構造を形成しているが、熱変性によって、この 3 本鎖は容易に解離する。Fig. 1 に示したサケ亜目魚類 I 型コラーゲンの SDS-ゲル電気泳動図では、 $\alpha 1$ と $\alpha 3$ が同じ移動度をもつため、 $\alpha 3$ の有無を知ることはできなかった。そこで、CM-セルロースによる α 鎖の分画を行い、 $\alpha 3$ の検出を試みた。Fig. 3~6 は熱変性コラーゲンの溶出曲線および曲線上に番号を付したフラクションの SDS-ゲル電気泳動図を示す。

Fig. 3 と 4 はそれぞれカペリンとシラウオの真皮 I 型コラーゲンを分析したもので、典型的な ($\alpha 1$)₂ $\alpha 2$ ヘテロ分子の溶出曲線を示している。すなわち、 α 鎖には $\alpha 1$ と $\alpha 2$ のみが認められ、 $\alpha 1$ の直後と $\alpha 2$ の直前に現われる二量体のピークは溶出位置に基づいて、それぞれ

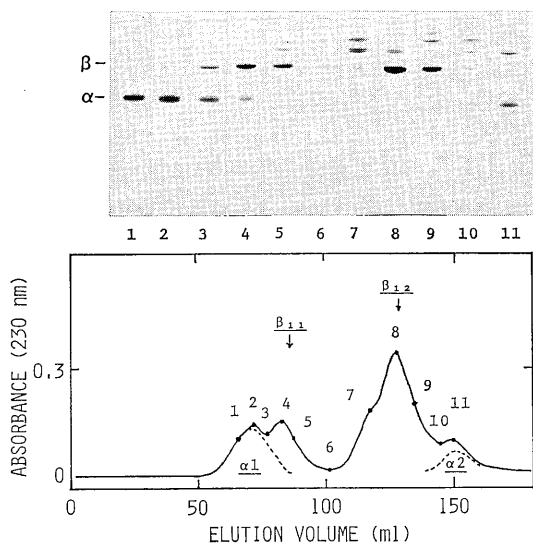


Fig. 4. CM-cellulose chromatography of denatured skin Type I collagen from icefish. Chromatographic conditions are shown in Fig. 3.

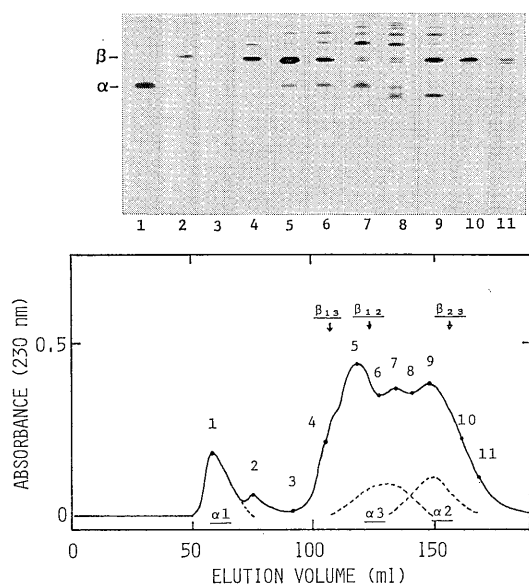


Fig. 5. CM-cellulose chromatography of denatured skin Type I collagen from Japanese char. Chromatographic conditions are shown in Fig. 3.

β_{11} および β_{12} と同定された。図中に破線で示したのは SDS-ゲル電気泳動図から求めた α 鎖の溶出位置である。電気泳動図と溶出曲線下の面積を基に α 鎖の量比を概算すると、 $\alpha 1$ と $\alpha 2$ の割合はほぼ 2:1 であった。それゆえ、これらのコラーゲンは $(\alpha 1)_2\alpha 2$ のサブユニット組成をもつことが判明した。なお、図としては示さな

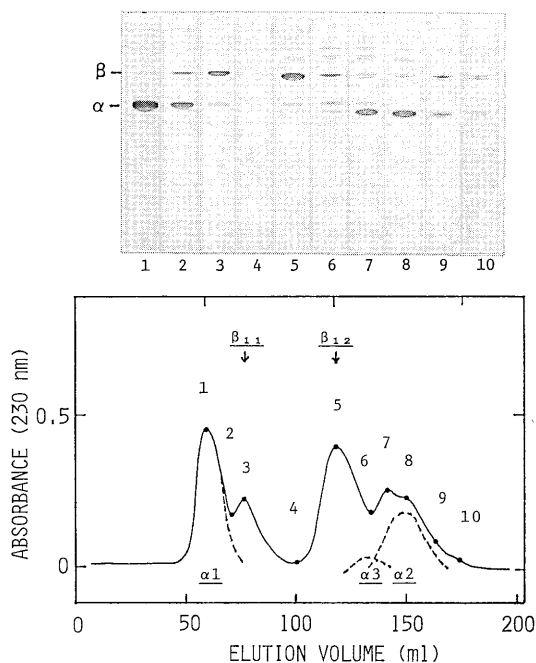


Fig. 6. CM-cellulose chromatography of denatured muscle Type I collagen from Japanese char. Chromatographic conditions are shown in Fig. 3.

かったが、ワカサギの真皮 I 型コラーゲンについても、同様の結果が得られた。さらに、アユの筋肉 I 型コラーゲンは、既報の真皮 I 型コラーゲン⁵⁾ と同一の溶出挙動を示し、そのサブユニット組成は $(\alpha 1)_2\alpha 2$ であった。

他方、サケ科のサクラマス、ギンザケおよびイワナでは既報のサケおよびニジマス⁵⁾ と同様に、真皮 I 型コラーゲンは $\alpha 3$ を含んでいた。その代表例として、Fig. 5 にイワナ真皮コラーゲンの溶出曲線を示す。 $\alpha 3$ は $\alpha 2$ の直前に、また、 $\alpha 3$ の直前には β_{13} と β_{12} が認められた。さらに、 $\alpha 2$ と重なって、主に β_{23} が溶出していた。 α 鎖の量比を曲線下の面積から求めると、およそ 1:1:1 となり、イワナ真皮 I 型コラーゲンのサブユニット組成は $\alpha 1\alpha 2\alpha 3$ と推定された。Fig. 6 に示すのはイワナ筋肉 I 型コラーゲンの溶出曲線である。イワナの筋肉と真皮の $\alpha 1$, $\alpha 2$ および $\alpha 3$ はそれぞれ、同じ溶出位置を示すが、それらの量比は全く異なっていた。主要なピークは溶出順に $\alpha 1$, β_{11} , β_{12} および $\alpha 2$ で、 $\alpha 1$ と $\alpha 2$ はほぼ 2:1 の割合で存在し、さらにごく微量の $\alpha 3$ を含んでいた。それゆえ、筋肉における主要成分は $(\alpha 1)_2\alpha 2$ ヘテロ分子であり、その他に微量の $\alpha 1\alpha 2\alpha 3$ ヘテロ分子も存在するらしい。この結果は、既報のサケ筋肉 I 型コラーゲン⁷⁾ の場合と極めてよく類似している。

Table 2. Subunit composition of Type I collagen in the skin and muscle of fish in Salmonoidei

	Skin	Muscle
Salmonoidei		
Osmeridae		
Capelin	$(\alpha 1)_2\alpha 2$	
Japanese smelt	$(\alpha 1)_2\alpha 2$	
Plecoglossidae		
Ayu	$(\alpha 1)_2\alpha 2^{*1}$	$(\alpha 1)_2\alpha 2$
Salangidae		
Icefish	$(\alpha 1)_2\alpha 2$	
Salmonidae		
Masu salmon	$\alpha 1\alpha 2\alpha 3$	
Chum salmon	$\alpha 1\alpha 2\alpha 3^{*1}$	$(\alpha 1)_2\alpha 2^{*2,3}$
Coho salmon	$\alpha 1\alpha 2\alpha 3$	
Japanese char	$\alpha 1\alpha 2\alpha 3$	$(\alpha 1)_2\alpha 2^{*3}$
Rainbow trout	$\alpha 1\alpha 2\alpha 3^{*1}$	

*1 Reference 5.

*2 Reference 7.

*3 An $\alpha 1\alpha 2\alpha 3$ heterotrimer was assumed to exist as a minor component.

考 察

Table 2 はサケ亜目魚類 I 型コラーゲンのサブユニット組成をまとめたものである。サケ科を除くサケ亜目魚類のカペリン, ワカサギおよびシラウオの真皮コラーゲンは先に報告したアユのコラーゲン⁵⁾と同じく, $\alpha 3$ を欠く $(\alpha 1)_2\alpha 2$ ヘテロ分子から成る。また, アユでは筋肉コラーゲンも $(\alpha 1)_2\alpha 2$ ヘテロ分子から成り, 真皮と筋肉の間には, コラーゲンのサブユニット組成における差異は認められなかった。それゆえ, サケ科以外のサケ亜目魚類はダツ目のサンマとトビウオと同様に, 哺乳類などの高等脊椎動物にも共通する $(\alpha 1)_2\alpha 2$ ヘテロ分子をもち, I 型コラーゲンのサブユニット組成からみると, 真骨類としては特異な魚種といえよう。

一方, サケ科のサクラマス, ギンザケおよびイワナの真皮コラーゲンは既報のサケおよびエジマスのコラーゲン⁵⁾と同じく, 真骨類に特徴的な $\alpha 3$ を含む $\alpha 1\alpha 2\alpha 3$ ヘテロ分子から成る。しかし, イワナとサケの筋肉コラーゲンは $\alpha 3$ を欠く $(\alpha 1)_2\alpha 2$ ヘテロ分子を主成分としており, 真皮コラーゲンの $\alpha 1\alpha 2\alpha 3$ ヘテロ分子とは対照的であった。しかも, これらの筋肉コラーゲンには微量の $\alpha 3$ が存在し, $\alpha 1\alpha 2\alpha 3$ ヘテロ分子を形成しているらしい。それゆえ, サケ科魚類の筋肉では, 線維芽細胞の $\alpha 3$ 遺伝子が発現し難い条件下にあると考えられる。

ところで, コイとスケトウダラの真皮あるいは筋肉の

コラーゲンは $\alpha 3$ を含むが, 鰐のコラーゲンは $\alpha 3$ を全く欠いている。^{2,6)} メルルーサの鰐コラーゲンにも, $\alpha 3$ は存在しない。⁹⁾ すなわち, $\alpha 3$ 遺伝子は鰐において発現しておらず, その発現には明らかに組織特異性が認められる。しかし, サケ科を除くサケ亜目魚類およびダツ目のサンマとトビウオのように, これまでに調べられた真皮あるいは筋肉のコラーゲンがいずれも $\alpha 3$ を欠く真骨類では, $\alpha 3$ 遺伝子が発現していないのか, あるいは $\alpha 3$ 遺伝子を欠いているのかは明らかでない。魚体内の諸器官に分布するコラーゲンを幅広く調べるとともに, 将来は遺伝子レベルの研究が必要となろう。

真骨類 I 型コラーゲンに特有の $\alpha 3$ の起源に関しては明らかでない。しかし, 著者らはサバ⁴⁾とスケトウダラ⁶⁾から単離した真皮コラーゲンの $\alpha 3$ が $\alpha 2$ に比べて $\alpha 1$ と類似した諸性状を有する事実を基に, $\alpha 3$ は $\alpha 1$ から分化したと考えている。本研究の結果, サケ科魚類の $\alpha 3$ は電気泳動的に $\alpha 1$ と同一の移動度をもちながら, CM-セルロースクロマトグラフィーにおいては $\alpha 2$ と似た挙動を示すことが判明した。サケ科魚類の $\alpha 3$ も, $\alpha 1$ から分化したと考えられるのであろうか。この問題を解決する第一歩として, 現在, サケ真皮から $\alpha 3$ の単離を試みている。

文 献

- 1) R. Mayne and R. E. Burgeson: Structure and Function of Collagen Types, Academic Press, Orlando, 1987, pp. 1-281.
- 2) K. A. Piez, E. A. Eigner, and M. S. Lewis: *Biochemistry*, **2**, 58-66 (1963).
- 3) K. A. Piez: *Biochemistry*, **4**, 2590-2596 (1965).
- 4) S. Kimura: in "Biology of Invertebrate and Lower Vertebrate Collagens" (Eds. by A. Bairati and R. Garrone) Plenum Press, New York, 1985, pp. 397-408.
- 5) S. Kimura, Y. Ohno, Y. Miyauchi, and N. Uchida: *Comp. Biochem. Physiol.*, **88B**, 27-34 (1987).
- 6) S. Kimura and Y. Ohno: *Comp. Biochem. Physiol.*, **88B**, 409-413 (1987).
- 7) S. Kimura, X.-P. Zhu, R. Matsui, M. Shijoh, and S. Takamizawa: *J. Food Sci.*, **53**, 1315-1318 (1988).
- 8) K. Sato, R. Yoshinaka, M. Sato, and Y. Shimizu: *Nippon Suisan Gakkaishi*, **53**, 1431-1436 (1987).
- 9) M. A. Paz, M. E. Salazar, and E. E. Gaite: *Arch. Biochem. Biophys.*, **119**, 485-490 (1967).