日本産モロコ類の核学的分類

上野 紘一, 葉 雲娟, 梅岡 隆

(1992 年 1 月 13 日受付)

A Comparative Study of Chromosomes in the Cyprinid fish Genera
Gnathopogon and *Squalidus* of Japan

Koichi Ueno,* Yun-Juan Ye,* and Takashi Umeoka*

Karyotypes of all species of *Gnathopogon* and *Squalidus* inhabiting Japan (*G. elongatus*, *G. caeruleus*, *S. chankaensis biwae*, *S. c.* subsp. (Japanese name: korai-moroko), *S. japonicus japonicus*, and *S. gracilis gracilis*) were analyzed by conventional staining and Ag-NOR banding techniques. Both *Gnathopogon* species had 50 chromosomes in diploid number, and their chromosome complements each consisted of 7 pairs of metacentric and 18 pairs of submeta- and subtelocentric chromosomes (including 2 pairs of sat-chromosomes, with NORs). Of the four *Squalidus* species, each had a diploid chromosome number of 50, and the chromosome complement in each case consisted of 10 pairs of metacentric and 15 pairs of submeta- and subtelocentric chromosomes (including a single pair of sat-chromosomes, with NORs). In this study, karyotype of F₁ hybrids types of *S. g. gracilis* (female) and *G. caeruleus* (male) were examined. According to the chromosomal configuration of both parental species, chromosome size in *Gnathopogon* was found to be essentially the same as that of *Squalidus*.

Fish belonging to these genera have been classified into genus *Gnathopogon* collectively, or into genera *Gnathopogon* and *Squalidus* separately. Karyotypic data presented here support the latter classification. It has recently come to be considered that *Gnathopogon* should be assigned not to the subfamily Gobioninae but to Barbinae. However, no precise solution to the problem could be obtained by the karyotype analysis.

日本産コイ科魚類の核型は、すでに大部分の種について明らかにされ、それらは主に本科の系統や進化の方向を計る資料として役立てられてきた。しかし、モロコ類(タモロコ属 *Gnathopogon* とスゴモロコ属 *Squalidus* の魚に対する総称)の核型に関してはまだほとんどの種について分かっておらず、核学的分類に関する論議もみられない。従来のモロコ類の分類をみると、下位分類に対する見解は一樣でなく、これらの魚はタモロコ属 1 属にまとめて^{1,2)}あるいはタモロコ属とスゴモロコ属の 2 属に分けて³⁻⁵⁾分類されてきた。また両属はカマツカ亜科に置かれてきたが、最近、タモロコ属についてはカマツカ亜科に含めるべきではなく、むしろバルブス亜科に所属させるのが適切であるという意見が提出された。^{6,7)}一方、魚類の染色体研究において、染色体の大きさや腕比は、多くの場合、撮影した染色体像を直接肉眼的にみて決定されてきたが、最近、これらは画像解析等によって得られた数値をもとに客観的に表されるようになり、また分染法の導入により染色体の特徴が内部構造に及んでより詳細に示されるようになった。本研究では、これ

らの技法を取り入れて日本産モロコ類の核型分析を行い、それらの 1) 種間の類縁関係、2) 属の統合・分離の問題、および 3) コイ科に占るタモロコ属の分類学上の位置について検討した。

材料および方法

材料魚 1986 年から 1988 年にかけて日本産モロコ類の全種類を本州西部地域から採集した。魚種、採集地、雌雄、分析個体数は以下の通りである。

タモロコ *G. elongatus*; 滋賀県甲賀郡杣川 (♀ 3, ♂ 1), 同県坂田郡瀬田用溜池 (♀ 2, ♂ 2)

ホンモロコ *G. caeruleus*; 滋賀県守山市琵琶湖 (♀ 4, ♂ 3)

スゴモロコ *S. chankaensis biwae*; 滋賀県大津市琵琶湖 (♀ 1, ♂ 2)

コウライモロコ *S. c.* subsp.; 兵庫県加古川市加古川 (♀ 2, ♂ 3), 岡山県邑久郡吉井川 (♀ 2, ♂ 2)

デメモロコ *S. japonicus japonicus*; 滋賀県守山市琵琶湖 (♀ 3, ♂ 3)

* 近畿大学農学部 (Faculty of Agriculture, Kinki University, Nakamachi, Nara 631, Japan).

イトモロコ *S. gracilis gracilis*; 滋賀県甲賀郡杣川 (♀ 4, ♂ 2), 岡山県真庭郡旭川 (♀ 2, ♂ 1)

なお, 材料魚にイトモロコ雌 (杣川産) とホンモロコ雄 (琵琶湖産) の雑種 F_1 (♀ 2, ♂ 2) を加えた。これらの雑種は人工的に採苗し, 2 年魚まで飼育した後分析に供した。

染色体標本の作製 Ojima and Kurishita⁹⁾ の方法に準じて, 供試魚に生理的塩類溶液で 10 倍に希釈したコイの血漿を筋肉注射し (体重 1 g 当り 0.2 ml ずつ 2 回注射, 第 1 回の注射後 3 日目に 2 回目の注射を行い, 翌日分析), 腎細胞の増殖を図った。腎臓摘出の 3 時間前に, 100 $\mu\text{g/l}$ のコルセミド溶液を魚体重 1 g 当り 0.5 μg となるように腹腔内注射した。染色体標本は, 低張処理 (0.045 M KCl 溶液で 40 分間) とカルノア固定 (メタノール 3: 酢酸 1 の混合液で 3 回, 各 10 分間) を用いた通常の air-drying 法によって作製し, リン酸緩衝液 (pH 6.8) により 20 倍に希釈したメルク社ギムザ液で染色した。仁形成部位 (NORs) の銀染色は, Howell and Black⁹⁾ の 1-step 法 (処理温度は 40°C に変更) によって行った。

染色体数の計数 各個体から, 染色体の散らばり状態が良好な中期核板を 30 個以上選んで顕微鏡撮影し, ネガを引き伸ばし機で拡大, その数を読み取った。

染色体構成の分析 採集地が 1 か所の場合 5 個体について, 数カ所の場合各 3 個体について, それぞれ染色体標本の中から核板 1 個を取り上げ, その構成を調べた。また各魚種 1 個体から明瞭な中期核板を数個選び, ニコン画像解析ソフトとデジタイザを用いて染色体の腕長を測定, その数値に基づいて全長, 腕比, 相対長 [(各染色体の全長/全染色体の全長の和) $\times 1000$] を求め, 染色体構成を詳細に分析した。染色体の形態的区分は Levan *et al.*¹⁰⁾ に従った。核型の表示に際し染色体の各対は中部着糸型と次中部・次端着糸型の 2 群に分けた。

NORs の分析 各個体の分染標本から明瞭な像をそれぞれ 20~30 個選び, NORs がいずれの染色体に存在するか, 染色体上のどの部分に位置するか, また銀染色された NORs (Ag-NORs) の形状についてそれぞれ調べた。

結 果

タモロコとホンモロコの核型 染色体数は両魚種共に $2n=50$ であった。また, 染色体構成も魚種間で異ならず, 中部着糸型 7 対と次中部・次端着糸型 18 対で表された。後者のグループに属する染色体のうち 2 対に, 通常, 付随体が観察され, その付随体領域には NORs が存在した (Fig. 1A, Fig. 2A, B)。

染色体の各対を単位とする相対長と腕比の平均値は両

Fig. 1. Silver-stained metaphases of *G. elongatus* (A) and *S. j. japonicus* (B) showing the NOR-bearing chromosomes (arrows).

Fig. 2. Karyotypes of *G. elongatus* (A) and *G. caeruleus* (B). The top group of chromosomes in each karyotype are metacentric chromosomes, the second and third groups are submetacentric-subtelocentric chromosomes. Arrows indicate the NOR-bearing chromosomes, and the lines are equal to 10 μm .

魚種を通じてほぼ同一の値を示した。すなわち, 相対長は, 共に中部着糸型グループでは 49.4 (No. 1)~30.9 (No. 7), 次中部・次端着糸型グループでは 64.6 (No. 8)~31.1 (No. 25) の間に分布し, 各対の染色体の長さはこの範囲内でわずかながら異なって連続的に変化した。一方, 腕比は, 両種共に中部着糸型グループでは 1.1~1.7, 次中部・次端着糸型グループでは 1.8~3.1 の値を示した。No. 21 の腕比の範囲は 1.6~2.0 に分布し, 一部の核板の染色体では中部着糸型として同定された。また, No. 12, 13, 14, 16 の腕比は核板によって 2.7~3.7 の範囲に分布し, これらは次端着糸型と判定された。2 対の付随染色体は, 相対長から第 16 番目と第 23 番目に位置づけられた。NORs は, 通常この 2 対の染色体に認められたが, 一部の個体では, このうちの 1 対において相同

の片方の染色体だけに確認された。Ag-NORs はいずれも粒状を示し、形態上の多型はみられなかった。なお異形対染色体は両魚種を通じて雌雄双方の核板に確認されず、両性の核型は同一とみなされた。

スゴモロコ, コウライモロコ, デメモロコおよびイトモロコの核型 染色体数は各魚種を通じて $2n=50$, その染色体構成はいずれも中部着糸型 10 対と次中部・次端着糸型 15 対で表された。後者のグループに属する染色体のうち, 1 対は付随体を有し, NORs はその付随体領域に認められた (Fig. 1B, Fig. 2A~D)。染色体の相対長は, 中部着糸型グループでは 49.9 (No. 1)~26.5 (No. 10), 次中部・次端着糸型グループでは 61.2 (No. 11)~27.1 (No. 25) の範囲に分布し, 各対の値はこの間で大から小へ漸次変化した。腕比の値は, 中部着糸型グループでは 1.0~1.7, 次中部・次端着糸型グループでは 1.9~3.2 を示したが, イトモロコの No. 7, 8 の腕比は, 1.7 付近にあって, 両グループのいずれに属するかを正確に決定することは難しかった。デメモロコの No. 19, イトモロ

Fig. 3. Karyotypes of *S. chankaensis biwae* (A), *S. c. subsp.* (B), *S. j. japonicus* (C) and *S. g. gracilis* (D). The top group of chromosomes in each karyotype are metacentric chromosomes, and the second and third groups are submetacentric-subtelocentric chromosomes. Arrows indicate the NOR-bearing chromosomes, and the lines are equal to 10 μ m.

Fig. 4. Metaphase (A, conventional staining; B, silver staining) and karyotype (C) of *G. elongatus* ♀ × *S. g. gracilis* ♂ hybrid. GC and SG symbols indicate NOR-bearing chromosomes from *G. caerulescens* and *S. g. gracilis*, respectively.

コの No. 16 と No. 19 の腕比は, 3.0~3.2 の値を示し, これらは次端着糸型と考えられた。付随染色体は, その相対長からスゴモロコとコウライモロコでは第12番目に, またデメモロコとイトモロコでは第 11 番目に位置を占めた。NORs は, 通常この付随染色体に認められたが (Fig. 1B), 一部の核板では相同の片方の染色体のみに存在した。Ag-NORs は, 通常, 染色体腕に沿って楕円状に濃染された。しかしデメモロコとイトモロコの各 1 個体にはその形状に楕円状と長い棒状の 2 型がみられた。なお, これらの魚種についても雌雄双方に異形対染色体は認められなかった。

雑種 F₁ の核型 雑種 F₁ の 1 細胞中に含まれる両親由来の染色体は, 標準作製時に全く同じ物理・化学的条件下で処理される。イトモロコとホンモロコとの雑種 F₁ の核型調査は, スゴモロコ属とタモロコ属の核型を比較するために行った。雑種の核型は両魚種の半数染色体組の和で成り立ち, 染色体数は $2n=50$ (Fig. 4A) であり, それらは 17(=7+10) の中部着糸型と 33(=18+15) の次中部・次端着糸型 (3 つの付随染色体を含む) に区別できた。また, NORs はすべての付随染色体に認められ, ホンモロコの Ag-NORs の形状はいずれも粒状, イトモロコのそれは長い棒状を示した (Fig. 4B, C)。全染色体のうちイトモロコ由来の付随染色体は最大で, ホンモロコのそれらはほぼ中位とやや小形の大きさをもっていた。マーカーとなるこれらと他の染色体との比較から, 双方の核型を構成する大小の染色体はそれぞれ似通った大きさを持つことが分かった。

考 察

種間の類縁関係 日本産モロコ類のうち、タモロコについてはすでに核型が報告されているが、¹¹⁾ その染色体構成は本研究で得られた結果と若干異なる。しかし、報文の図を参考にすると、この相違は腕比の取り方によって生じたもので、両者の構成は基本的に同一とみなされた。NORs の特徴は、最近、日本産モロコ類の 4 種について示され、タモロコとホンモロコでは端部着糸型の 1 対に、またスゴモロコとイトモロコでは次中部着糸型の 1 対にそれぞれその存在が確認されている。¹³⁾ しかし、タモロコとホンモロコの NORs に関しては、本研究で明らかにされたように 2 対の染色体に存在すると思われる。銀染色において、NORs の数の変異と Ag-NORs の形状の多型が観察されたが、これらは不等交叉により二次的に生じた (NORs 領域の重複と欠失) 可能性が高い。タモロコとホンモロコの核型は、それぞれ染色体の数と構成が同じで、相対長に基づいて配列された各対はほぼ同じ腕比を示し、また NORs を備えた染色体の形態、NORs の数とその存在位置、および Ag-NORs の基本的な形状にも差異がなく、これらは両魚種の類縁関係が極めて近いものであることを示唆した。またスゴモロコ、コウライモロコ、デメモロコ、イトモロコの間では腕比の値に若干の相違がみられたが、核型は同一の構成で表すことができ、NORs の数や Ag-NORs の基本的形状もほぼ同じであった。したがって、これらは互いに近縁な関係にあると思われた。

日本産モロコ類各魚種の種や亜種としての見解は様でなく、中村³⁾は雑種 F₁ が妊性をもつという理由でタモロコとホンモロコを 2 亜種に分けたのに対し、宮地⁴⁾は両者の生態的相違を重視してホンモロコを独立の種としている。また、中村³⁾は、形態的に極化するが生態的にかなりの違いがみられることから、亜種に位置づけられていたスゴモロコとデメモロコをそれぞれ種に昇格させている。同属間魚種で核型が著しく異なる場合には、種レベル以上の分化を想定できるが、上記のようにタモロコとホンモロコ、スゴモロコとデメモロコの各間の核型には明瞭な差異が認められず、下位分類に関するこれらの問題を核学的に言及することは困難であった。各魚種間の識別形質の相違は、通常の核型分析ではとらえることのできないような微小な染色体構造変異や、遺伝子自体の変異によって引き起こされたと考えられる。

属の分離・統合の問題 内田,¹⁾ Okada,²⁾ は、モロコ類の各種をタモロコ属 1 属にまとめている。しかし、中村,³⁾ 宮地⁴⁾、羅⁵⁾は、口、肛門、胸鰭、尻鰭の位置等の違いによってこれらの種をタモロコ属とスゴモロコ属の 2 属に分けている。先にみたように、日本産の 6 種は

染色体の数とその大きさにおいて特に異ならなかったが、染色体構成と NORs の特徴から明瞭に 2 群に分けることができ、その一方には従来の分類においてタモロコ属に含まれていた種が、他方にはスゴモロコ属に含まれていた種がそれぞれ明瞭に分属した。最近、Yu *et al.*¹³⁾ は中国産モロコ類 *G. argentatus* の核型が中部着糸型 11 対、次中部着糸型 13 対、次端部着糸型 1 対、*G. sihuensis* の核型が中部着糸型 11 対、次中部着糸型 12 対、次端部着糸型 2 対よりなると報告した。¹³⁾ これらは本研究で明らかにした日本産スゴモロコ属の核型に極めてよく類似していた (著者らは両魚種をタモロコ属に所属させているが、羅⁵⁾ はスゴモロコ属として分類している。また、同報文にとりあげられている他の 1 種 *G. imberbis* については、種の同定に誤りがあると思われる)。恐らく日本以外の地域に分布するモロコ類についてもここで得られた 2 つのタイプの核型のいずれかを所有するものと考えられる。これまでの魚類の核学的分類に関する研究を通覧すると、核型は、一般に種グループ内では変わらず、属以上の分類群間で相違する場合が多い。モロコ類にみられた 2 つの核型の差異は、属群間のそれに匹敵することから、本類はタモロコ属とスゴモロコ属の 2 属に分けるのが適切であると思われた。

コイ科に占めるタモロコ属の位置 コイ科魚類の亜科の検索に用いられてきた咽頭歯の配列状態、ひげの数、背鰭・尻鰭条数に着目すると、タモロコ属はバルブス亜科よりもカマツカ亜科のもつ特徴をより多く備えている。しかし、骨格系と頭部側線系、特に第 2 前篩骨軟骨の有無、仔稚魚期における孔器・管器の形成状態からすると、タモロコ属はカマツカ亜科の特徴を有せず、バルブス亜科のそれに類似することが知られている。^{6,7)}

現在までにカマツカ亜科 40 種^{11,14-19)} とバルブス亜科 57 種²⁰⁻³⁰⁾ について核型が明らかにされている。これらの染色体数をみると、カマツカ亜科では 1 種 ($2n=52$, *Gobio uranoscopus*) を除き $2n=50$ であるが、バルブス亜科では、 $2n=48$ を有するもの 1 種 (*Puntius sophore*)、 $2n=50$ を有するもの 48 種、および 4 倍体型染色体をもつ魚種 13 種 ($2n=96$, *Sincyclocheilus* 3 種; $2n=98$, *Acrossocheilus*, *Percocypris*, *Schizothorax* および *Schizothoracichthys* の各 1 種; $2n=100$, *Barbus* 4 種, *Spinibarbus* 3 種, *Tor* 3 種および *Aulopyge huegeli* 1 種) がみられる。コイ科魚類の中で、特にカマツカ亜科とバルブス亜科の分類は混乱した状態にあって、従来の分類に基づいて、両亜科の核型の特徴を論ずることは適切でないが、少なくとも両者の基本染色体数が $2n=50$ であり、バルブス亜科に限って染色体倍化により生じた 4 倍体種が含まれること、また両亜科を通じて、染色体構成が 2 腕型と単腕型染色体の混合で成り立つことはその特徴と

して動かぬところと考えられる。カマツカ亜科とバルブス亜科の2倍体型魚種の中には、タモロコ属のそれと類似した染色体構成をもつものが数種みられる。しかしそれらとの間には形態的にかなりの隔たりがみられ系統的つながりは考え難い。両亜科には核型が判明していない魚種がまだ多く含まれ、今後それらと相互比較が必要である。

NORs に関する研究は、モロコ類を除くとカマツカ亜科4種（ヒガイは次中部および端部着糸型各1対、¹²⁾ カマツカは中部着糸型1対、¹³⁾ ニゴイ*は端部着糸型2対、¹²⁾ また *Paracanthobrama guichenoti* は次中部着糸型二対³¹⁾にそれぞれ NORs を所有する）について行われているに過ぎず、亜科間でその特徴を論ずるには至らなかった。

謝 辞

本研究を遂行するに当たり、滋賀県琵琶湖文化館から材料魚を提供して頂いた。また水産庁養殖研究所遺伝育種部の細谷和海博士には貴重な助言を頂いた。ここに記して感謝の意を表す。

文 献

- 1) 内田恵太郎：朝鮮魚類誌第一冊，絲頸類内頸類，朝鮮總督府水産試験場報告，釜山，6，1939，pp. 194-210.
- 2) Y. Okada: Studies on the freshwater fishes of Japan. *J. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie.*, 4, 260-860 (1959-1960).
- 3) 中村守純：日本のコイ科魚類。（財）資源科学研究所，東京，1969，pp. 112-142.
- 4) 宮地伝三郎，川那部浩哉，水野信彦：原色日本淡水魚図鑑。保育社，東京，1976，pp. 172-183.
- 5) 罗 云林：鈎亚科。「中国鱼类系统检索（上册）」（成 庆泰，郑 葆珊編），科学出版社，北京，1987.
- 6) K. Hosoya: Interrelationships of Gobioninae (Cyprinidae), in "Indo-Pacific Fish Biology, Proceedings of the Second International Conference on Indo-Pacific Fishes" (ed. by T. Uyeno, R. Arai, T. Taniuchi, and K. Matsuura), Ichtyol. Soc. Japan, Tokyo, 1986, pp. 484-501.
- 7) 細谷和海：タモロコ属魚類の系統と形質置換。「日本の淡水魚類 その分布，変異，種分化をめぐって」（水野信彦，後藤 晃編），東海大学出版会，東京，1990，pp. 31-80.
- 8) Y. Ojima and A. Kurishita: A new method to increase the number of mitotic cells in the kidney tissue for fish chromosome studies. *Proc. Japan Acad.*, B, 56, 610-615 (1980).
- 9) W. M. Howell and D. A. Black: Controlled silver-staining of nucleolus organizer regions with a protective colloid developer: a 1-step method. *Experientia*, 36, 1014-1015 (1980).
- 10) A. Levan, K. Fredga, and A. A. Sandberg: Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas*, 52, 201-220 (1964).
- 11) Y. Ojima, M. Hayashi, and K. Ueno: Cytogenetic studies in lower vertebrates. X. Karyotype and DNA studies in 15 species of Japanese Cyprinidae. *Japan. J. Genetics*, 47, 431-440 (1972).
- 12) A. Takai and Y. Ojima: Some features on nucleolus organizer regions in fish chromosomes, in "Indo-Pacific Fish Biology, Proceedings of the Second International Conference on Indo-Pacific Fishes" (ed. by T. Uyeno, R. Arai, T. Taniuchi, and K. Matsuura), Ichtyol. Soc. Japan, Tokyo, 1986, pp. 899-909.
- 13) X. Yu, T. Zhou, K. Li, Y. Li, and M. Zhou: On the karyosystematics of cyprinid fishes and a summary of fish chromosome studies in China. *Genetica*, 72, 225-236 (1987).
- 14) Y. Ojima, M. Hayashi, and K. Ueno: Cytogenetic studies in lower vertebrates, IX., A study of the chromosomes of five species of cyprinid fishes of Japan. *CIS*, 11, 27-29 (1970).
- 15) P. Raicu, E. Taisescu, and P. Banaresco: A comparative study of the karyotype in the genus Gobio (Pisces, Cyprinidae). *Cytologia*, 238, 731-736 (1973).
- 16) Y. S. Kang and E. H. Park: Studies on the karyotypes and comparative DNA values in several Korean cyprinid fishes. *Korean J. Zool.*, 16, 97-108 (1973).
- 17) Lj. Berberović and A. Sofradžija: A review of the karyological data regarding fresh-water fishes of Yugoslavia. *Acta Biol. Jugoslavica*, 4, 1-21 (1972).
- 18) R. Arai: A chromosome study on two cyprinid fishes, *Acrossocheilus labiatus* and *Pseudorasbora pumila pumila*, with notes on Eurasian cyprinids and their karyotypes. *Bull. Natn. Sci. Mus.*, A (Zool.), 8, 131-152 (1982).
- 19) K. Ueno and Y. Ojima: A chromosome study of nine species of Korean cyprinid fish. *Japan. J. Ichthyol.*, 31, 338-344 (1984).
- 20) S. Ohno, J. Muramoto, L. Christian, and N. B. Atkin: Diploid-tetraploid relationship among Old-World members of the fish family Cyprinidae. *Chromosoma* (Berl.), 23, 1-9 (1967).
- 21) A. R. Khuda-Bukhsh: Somatic chromosomes of an exotic fish *Puntius japonicus*. *J. Cytol. Genet. Congr.*, Suppl., 118-120, pl. 1. (1975).
- 22) Y. Taki, T. Urushido, A. Suzuki, and C. Serizawa: A comparative chromosome study of *Puntius* (Cyprinidae: Pisces). I. Southeast Asian species. *Proc. Japan Acad. B*, 53, 231-235 (1977).
- 23) Y. Taki and A. Suzuki: A comparative chromosome study of *Puntius* (Cyprinidae: Pisces). II. Indian and Ceylonese species. *Proc. Japan Acad. B*, 53, 282-286 (1977).
- 24) S. Cataudella, L. Sola, R. Accame Muratori, and E. Capanna: The chromosomes of 11 species of Cyprinidae and one Cobitidae from Italy, with some remarks on the problem of polyploidy in the Cypriniformes. *Genetica*, 47, 161-171 (1977).
- 25) R. Hafez and R. Quiller: Aneuploidie observée chez des populations de Gadons (*Rutilus rutilus* L.) et d'Ablettes (*Alburnus alburnus* L.) de la Région Midi-Pyrénées. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 114, 85-92 (1978).
- 26) A. R. Khuda-Bukhsh: A high number of chromosomes in the hillstream cyprinid, *Tor putitora* (Pisces). *Experientia*, 36, 173-174 (1980).
- 27) A. Suzuki and Y. Taki: Karyotype of tetraploid origin in a tropical Asian cyprinid, *Acrossocheilus sumatranus*. *Jap. J. Ichthyol.*, 28, 173-176 (1981).
- 28) A. R. Khuda-Bukhsh: Karyomorphology of two species of *Tor* (Pisces: Cyprinidae) with a high number of chromosomes. *Experientia*, 38, 82-83 (1982).
- 29) A. R. Khuda-Bukhsh and K. Nayak: Karyomorphological study in two species of hillstream fishes from Kashmir, India. Occurrence of a high number of chromosomes. *CIS*, 33, 12-14 (1982).
- 30) K. K. Rishi, J. Singh, and M. M. Kaul: Chromosomal analysis of *Schizothoracichthys progastus* (McClell.) (Cyprinidae: Cypriniformes). *CIS*, 34, 12-14 (1983).
- 31) 周密，康 杨，李 渝成，周 敏：鲤科七种鱼的核型研究。动物学研究，9，225-228 (1988).

* *Hemibarbus* は，近年カマツカ亜科の原始的属とみなされるようになった。