東アジアの化石コイ科魚類の時空分布と古地理学的重要性

中島経夫*・山崎博史*

Temporal and spatial distributions of fossil cyprinids in East Asia and their paleogeographic significance

Tsuneo Nakajima* and Hirofumi Yamasaki*

(Abstract)

We compared Cenozoic cyprinid fossils between Chinese Continent and Japanese Islands, and reexamined differences and similarities of them. We have no certain evidence of Paleogene records in Japan, but many cyprinid fossils in Japan were recorded in Early Miocene. The old elements of the Paleogene type cyprinids, which consisted of extinct genera of danionines, barbines, leuciscines, gobionines and cyprines, remained in Miocene cyprinid fauna in China and Japan. We took a notice of three groups, cultrines, xenocypridines and cyprinines (Fig. 2). Both of xenocypridines and cultrines were dominant groups in Miocene cyprinid fauna in Japan. However, they have not occurred in China till Pliocene. On the other hand, two genera *Cyprinus* and *Lucyprinus* of cyprines were common between China and Japan in Miocene cyprinid fauna. These facts lead to the conclusion that there were large lakes between Chinese Continent and Japanese Islands in Early Miocene, and that the secondary radiation of the new cyprinid groups, xenocypridines and cultrines, occurred there. The new cyprinid fauna contaning them spread from Japanese area, the margin of Chinese Continent, to the inside of the continent during Middle Miocene to Pliocene.

はじめに

東アジアの化石コイ科魚類についての主な研究は，古くは，Jordan (1919) による壱岐島産の魚類化石についての記載，中国では，山東省山旺 (Shanwang) 盆地の中新統産の魚類化石群集 (Young and Tchang, 1936) や周口店 (Zhoukoudian) の研究 (Chang, 1936-1937) が有名である．近年になって，中国では，山西省楡社 (Yushe) 盆地の鮮新統産の魚類群集 (Liu and Su, 1962)，広東省三水 (Sanshui) 盆地 (Wang et al., 1981) や勃海湾沿岸地域の古第三系 (Zhang et al., 1985) からの魚類化石の研究，日本列島では，大分県の更新統玖珠層群（上野ほか，1975）や壱岐の中新統壱岐層群若松累層長者原珪藻土層（友

* 滋賀県教育委員会事務局琵琶湖博物館開設準備室　520　大津市打出浜 14-15
Lake Biwa Museum Project Office, 14-15 Uchidehama, Otsu, Shiga Prefecture, JAPAN 520
1992 年 10 月 10 日受理

第1表 古第三紀における東アジアのコイ科魚類化石．データは、Wang *et al.* (1981), Zhang *et al.* (1985), Zhou (1990)より引用した．

Table 1. East Asian cyprinid fossils in paleogene cited from Wang *et al.* (1981), Zhang *et al.* (1985), and Zhou (1990).

時代	亜科	種類	産地および地層
Late Paleocene	Labeoninae	*?Osteochilus sanshuiensis*	Guangtong, Sanshui: Lower Buxin Group
Late Paleocene	Labeoninae	*?Osteochilus longipinnatus*	Guangtong, Sanshui: Lower Buxin Group
Early Eocene	Barbinae	*?Varicorhinus shiwanensis*	Guangtong, Sanshui: Middle Buxin Group
Early Eocene	Barbinae	*?Barbodes (Sinibarbus) sanyenliensis*	Guangtong, Sanshui: Middle Buxin Group
Early Eocene	Labeoninae	*?Osteochilus laticorpus*	Guangtong, Sanshui: Middle Buxin Group
Early Eocene	Gobioninae	gen. et sp. indet.	Guangtong, Sanshui: Middle Buxin Group
Early Eocene	Danioninae	*Rasbora guangzhouensis*	Guangtong, Sanshui: Middle Buxin Group
Early Eocene	Danioninae	*Zacco honggangensis*	Guangtong, Sanshui: Middle Buxin Group
Early Eocene	Danioninae	*Aphyocypris taipingensis*	Guangtong, Sanshui: Upper Buxin Group
Eocene	Labeoninae	*?Osteochilus hunanensis*	Hunan
Eocene	Labeoninae	*?Osteochilus linliensis*	Hunan
Eocene	Gobioninae	gen. et sp. indet.	Jiangsu
Middle Eocene	Gobioninae	*Paleogobio zhongyuanensis*	Henan, Fanxian: Shahejie Group
Late Eocene	Leuciscinae	gen. et sp. indet.	Guangtong, Sanshui: Huayong Group
Late Eocene	Leuciscinae	gen. et sp. indet.	Guangtong, Sanshui: Huayong Group
Paleogene	Cyprininae	gen. et sp. indet.	Shantong, Kenlixian: Shahejie Group
Oligocene	Cyprininae	*?Cyprinus maomingensis*	Guangtong, maoming
Oligocene	Barbinae	gen. et sp. indet.	Yunnan
Oligocene	Cyprininae	gen. et sp. indet.	Liaoning, Dawaxian: Tongying Group
Oligocene	Leuciscinae	*Ctenopharyngodon sp.*	Hebei, Ancixian: Lower Tongying Group

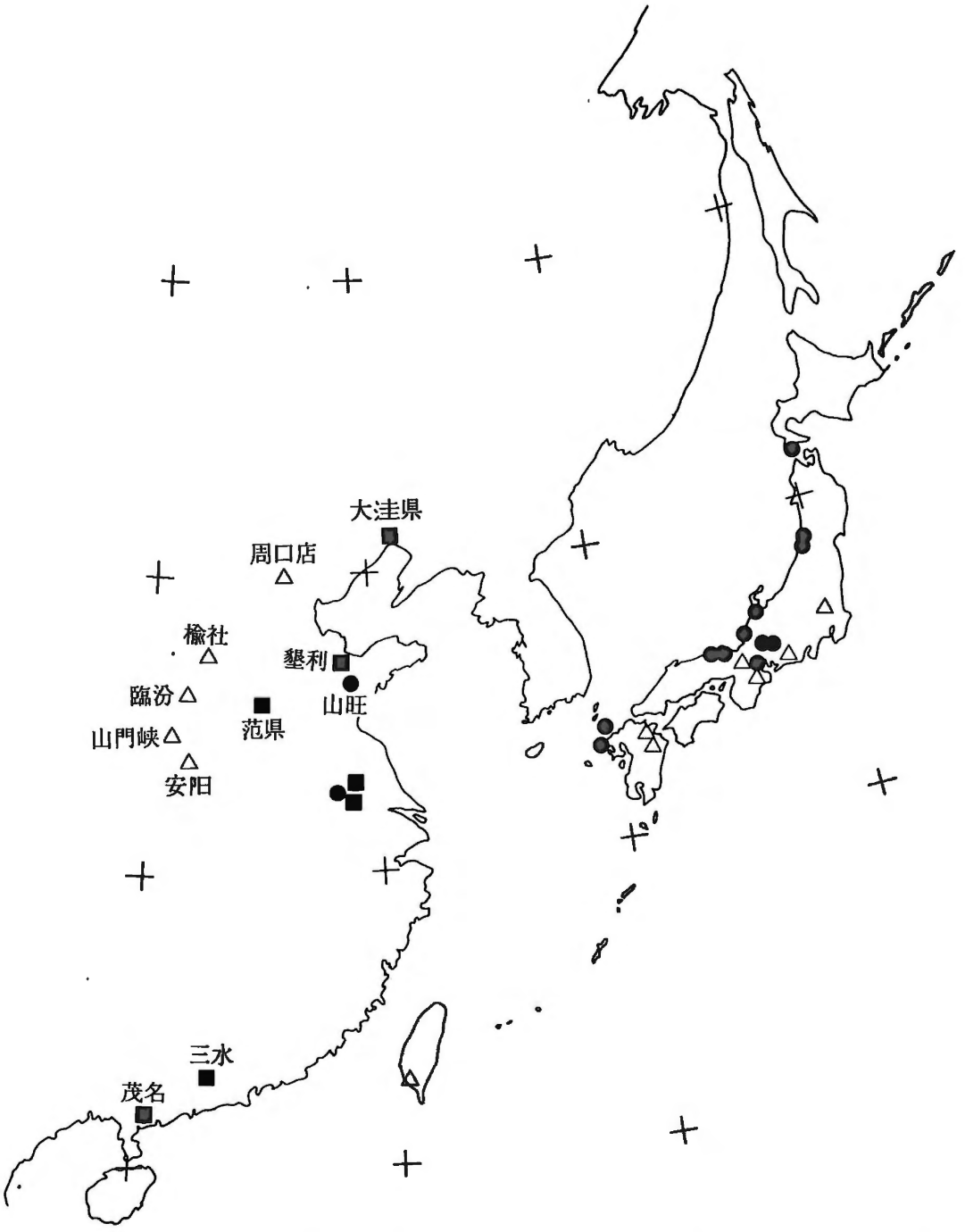
田ほか，1973，1977）からの魚類化石群集についての研究などが行われている．これらの化石群集を比較して，中新世前期まで日本列島は大陸縁辺部を構成し大陸の一部であったにもかかわらず，大陸と日本列島でコイ科魚類相の相違が指摘されている（Nakajima, 1986b; 中島，1987a, b; 安野，1986）．それ以後，山旺のコイ科魚類についての研究が進み，従来の化石についての見直しや、種の記載が新たに行われている(Zhou, 1990)．また，日本列島でも，可児層群（安野，1986； 中島，1991）や古琵琶湖層群（中島 1985； Nakajima, 1986b; 琵琶湖自然史研究会，1986)、北部九州の玖珠層群（中島ほか，1987）や津房川層（中島ほか，1991）などから咽頭歯の化石が大量に発見され，新しい情報が蓄積してきた．そこであらためて中国と日本列島のコイ科魚類相を比較し、両者の化石群集の相違や共通性を詳しく検討してみることにした．また，淡水魚類の地理的分布は，地形や水系に密接に関係していることから，日本列島周辺の古地理を推定する上での今回の再検討結果の意義について述べる．

化石コイ科魚類の時空分布と特性

(1) 古第三紀のコイ科魚類相（第1表，第1図）

日本列島の古第三系からは，今のところコイ科魚類の明確な証拠はみつかっていない．これに対して中国からは，三水盆地の上部暁新統から始新統までの化石が見つかり，三水盆地の化石は，ラベオ亜科の*Osteochilus*, バルブス亜科の*Barbodes*, *Varicorhinus*, ダニオ亜科の*Rasbora*, *Zacco*, *Aphyocypris*といった現生属とされている(Wang et al., 1981)．これに対して，Zhou (1990)は，これらの同定は不十分であり，検討し直す必要性を強調している．また，渤海湾沿岸地方の古第三系からは，絶滅属のものと思われるウグイ亜科，コイ亜科，カマツカ亜科などの属の同定ができていない咽頭歯化石が見つかっている．

今のところ，同定が確かなのはZhou (1990)による湖南省の始新統産の*Paleogobio zhong-*



第1図　東アジアにおける新生代コイ科魚類化石産地．■：古第三紀，●：中新世，△：鮮新・更新世．
Fig. 1.　Cenozoic localities of cyprinid fossils in East Asia. Black square: Paleogene; black circle: Miocene; triangle: Plio-Pleistocene.

yuanensis だけで，中国の古第三紀には現生属は見られず，ダニオ亜科，バルブス亜科，ウグイ亜科，ラベオ亜科，カマツカ亜科，コイ亜科の絶滅属が生息していたことになる．

(2) 中国の中新世のコイ科魚類相（第2表，第1図）

山東省山旺盆地の中部中新統産コイ科魚類群集が中国の中新世の魚類相を代表している．この魚類群集は，はじめTchang and Young (1936)によって研究された．かれらは，この群集を構成するコイ科魚類を全て現生属に同定した．しかし，Zhou (1990)は，これらを再検討し，かれらの同定を改めた．バルブス亜科の現生属絶滅種の*Barbus linchiiensis, B. scotti*をコイ亜科の絶滅属*Lucyprinus*属として記載し，新たにコイ亜科の絶滅属*Platycyprinus*と*Qicyprinus*を記載した．ウグイ亜科の現生属絶滅種の*Leuciscus miocenicus*から絶滅属の*Plesioleuciscus*を創設し，*P. miocenicus*と新たに1種*P. nitidus*を記載した．カマツカ亜科の*Pseudorasora macrocephalus*はタモロコ属*Gnathopogon*に移し，これとあわせて絶滅種の*G. shanwagensis*を記載した．さらに，ダニオ亜科の絶滅属*Miheichthys*を記載した．この他の中新世と思われる化石コイ科魚類は，時代不詳の新第三系からのクセノキプリス亜科，ウグイ亜科，コイ亜科の咽頭歯化石がある(Zhang et al., 1985)．

(3) 日本列島の中新世のコイ科魚類相（第3表，第1図）

日本列島の化石コイ科魚類は，前期中新世に集中し，その代表は，岐阜県の瑞浪層群や可児層群，長崎県壱岐の長者原珪藻土層からの化石群集である．

はじめに前者について概観する．可児層群蜂屋累層からは多量の咽頭歯化石が見つかり，その組成の9割近くがクセノキプリス亜科のもので占められている(中島，1991)．また，魚体化石も見つかっている（小寺・野村，1988)．この咽頭歯化石の中には，山旺で見つかるコイ亜科の*Lucyprinus*属がこれに続き，コイ属*Cyprinus*，タナゴ亜科の絶滅属*Paleorhodeus*，ウグイ亜科，クルター亜科，カマツカ亜科の咽頭歯化石が含まれている(安野，1986)．また，瑞浪層群からは，*Xenocypris*や*Distoechodon*として現生属に同定されているクセノキプリス亜科の化石

第2表 中新世における中国のコイ科魚類化石．データは、Wang *et al.* (1981), Zhang *et al.* (1985), Zhou (1990)より引用した．

Table 2. Chinese cyprinid fossils in Miocene cited from Wang *et al.* (1981), Zhang *et al.* (1985), and Zhou (1990).

時代	亜科	種類	産地および地層
Miocene	Hypophthalmichthyinae	gen. et sp. indet.	Jiangsu
Miocene	Xenocypridinae	gen. et sp. indet.	Jiangsu, Huaizuxian: Xiacaowan Group
Miocene	Cyprininae	*Cyprinus carpio*	Yunnan, Lufeng
Middle Miocene	Danioninae	*Miheichthys shandongensis*	Shantong, Shanwang
Middle Miocene	Leuciscinae	*Plesioleuciscus nitidus*	Shantong, Shanwang
Middle Miocene	Leuciscinae	*Plesioleuciscus miocenicus*	Shantong, shanwang
Middle Miocene	Gobioninae	*Gnathopogon macrocephala*	Shantong, shanwang
Middle Miocene	Gobioninae	*Gnathopogon shanwangensis*	Shantong, shanwang
Middle Miocene	Cyprininae	*Qicyprinus shanwangensis*	Shantong, shanwang
Middle Miocene	Cyprininae	*Lucyprinus linchiiensis*	Shantong, shanwang
Middle Miocene	Cyprininae	*Lucyprinus scotti*	Shantong, shanwang
Middle Miocene	Cyprininae	*Platycyprinus mirabilis*	Shantong, shanwang
Neogene	Xenocypridinae	gen. et sp. indet.	Shantong, Kenlixian: Minghuazhen Group
Neogene	Xenocypridinae	gen. et sp. indet.	Shantong, Kenlixian: Guangtao Group
Neogene	Leuciscinae	gen. et sp. indet.	Shantong, Kenlixian: Minghuazhen Group
Neogene	Leuciscinae	gen. et sp. indet.	Shantong, Kenlixian: Guangtao Group
Neogene	Xenocypridinae	gen. et sp. indet.	Jiangsu, Fengxian

が発見されている．

長崎県壱岐島からは，クセノキプリス亜科の*Xenocypris*，クルター亜科の現生属*Hemiculter, Ancherythroculter, Sinibrama*，タナゴ亜科のタナゴ属*Acheilognathus*，コイ亜科のコイ*Cyprinus carpio*が見つかっている．

この他に，グリーンタフ地域の中新統からクセノキプリス亜科の*Xenocypris*属，ダニオ亜科のオイカワ属*Zacco*，コイ亜科の*Lucyprinus*属，カマツカ亜科，ウグイ亜科の魚体化石や咽頭歯

第3表　中新世における日本のコイ科魚類．データは，中島（1975, 1988），友田ほか（1977），安野（1986），小寺・野村（1988）より引用した．

Table 3. Japanese cyprinid fossils in Miocene cited from Nakajima (1975, 1988), Tomoda *et al.* (1986), and Kodera and Nomura (1988).

時代	亜科	種類	産地および地層
Early Miocene	Cultrinae	*Hemiculter* sp.	長崎県壱岐長者原：若松累層長者原珪藻土層
Early Miocene	Cultrinae	*Sinibrama* sp.	長崎県壱岐長者原：若松累層長者原珪藻土層
Early Miocene	Cultrinae	?*Ancherythroculter* sp. 1	長崎県壱岐長者原：若松累層長者原珪藻土層
Early Miocene	Cultrinae	?*Ancherythroculter* sp. 2	長崎県壱岐長者原：若松累層長者原珪藻土層
Early Miocene	Cultrinae	gen. et sp. indet.	長崎県壱岐長者原：若松累層長者原珪藻土層
Early Miocene	Xenocypridinae	?*Xenocypris cf. yushensis*	長崎県壱岐長者原：若松累層長者原珪藻土層
Early Miocene	Xenocypridinae	?*Xenocypris* sp.	長崎県壱岐長者原：若松累層長者原珪藻土層
Early Miocene	Cyprininae	*Cyprinus carpio*	長崎県壱岐長者原：若松累層長者原珪藻土層
Early Miocene	Acheiolognathinae	*Acheilognathus* sp.	長崎県壱岐長者原：若松累層長者原珪藻土層
Ealy Miocene	Cultrinae	*Sinibrama ikiensis*	長崎県壱岐長者原；若松累層長者原珪藻土層
Early Miocene	Xenocypridinae	*Xencypris* sp.	岐阜県瑞浪市：瑞浪層群中村層
Early Miocene	Xenocypridinae	*Distoechodon* sp.	岐阜県瑞浪市：瑞浪層群中村層
Early Miocene	Cyprininae	?*Cyprinus* sp.	岐阜県瑞浪市：瑞浪層群中村層
Early Miocene	Xenocypridinae	gen. et sp. indet.	岐阜県瑞浪市：瑞浪層群中村層
Early Miocene	Gobioninae	gen. et sp. indet.	岐阜県瑞浪市：瑞浪層群平牧層
Early Miocene	Leuciscinae	gen. et sp. indet.	岐阜県可児市：可児層群蜂屋累層
Early Miocene	Cultrinae	gen. et sp. indet.	岐阜県可児市：可児層群蜂屋累層
Early Miocene	Cultrinae	*Mioculter katabiraensis*	岐阜県可児市：可児層群蜂屋累層
Early Miocene	Xenocypridinae	gen. et sp. indet.	岐阜県可児市：可児層群蜂屋累層
Early Miocene	Xenocypridinae	gen. et sp. indet.	岐阜県可児市：可児層群蜂屋累層
Early Miocene	Acheiolognathinae	*Paleorhodeus okumurai*	岐阜県可児市：可児層群蜂屋累層
Early Miocene	Acheiolognathinae	?*Paleorhodeus* sp.	岐阜県可児市：可児層群蜂屋累層
Early Miocene	Gobioninae	gen. et sp. indet.	岐阜県可児市：可児層群蜂屋累層
Early Miocene	Gobioninae	?*Hemibarbus* sp.	岐阜県可児市：可児層群蜂屋累層
Early Miocene	Cyprininae	*Lucyprinus fukuiensis*	岐阜県可児市：可児層群蜂屋累層
Early Miocene	Cyprininae	*Cyprinus* sp.	岐阜県可児市：可児層群蜂屋累層
Early Miocene	Cyprininae	gen. et sp. indet.	岐阜県可児市：可児層群蜂屋累層
Early Miocene	Cyprininae	*Lucyprinus fukuiensis*	福井県：糸生累層
Early Miocene	Gobioninae	*Hemibarbus* sp.	北海道吉岡：吉岡累層
Early Miocene	Cyprininae	*Lucyprinus yoshiokaensis*	北海道吉岡：吉岡累層
Early Miocene	Cyprininae	?*Lucyprinus* sp.	石川県金沢市郊外：医王山累層
Early Miocene	Danioninae	*Zacco* sp.	石川県金沢市郊外：医王山累層
Early Miocene	Cyprininae	gen. et sp. indet.	京都府宮津市木子：世屋累層
Early Miocene	Xenocypridinae	?*Xenocypris* sp.	京都府宮津市木子：世屋累層
Early Miocene	Gobioninae	gen. et sp. indet.	山形県五十川：五十川累層
Early Miocene	Leuciscinae	gen. et sp. indet.	山形県五十川：五十川累層
Middle Miocene	Xenocypridinae	*Xenocypris* sp.	山形県関川：関川累層
Middle Miocene	Danioninae	*Zacco* sp.	京都府豊岡：豊岡累層下部
Miocene	Gobioninae	gen. et sp. indet.	三重県関町：鈴鹿層群姫谷累層
Late Miocene	Xenocypridinae	?*Xenocypris* cf. *yushensis*	長崎県平戸島女鹿崎

化石が多数発見されている（友田ほか，1977； 安野，1986参照）．

(4) 中国の鮮新・更新世のコイ科魚類相（第4表，第1図）

中国の鮮新・更新世の主な化石産地は，鮮新統の山西省楡社盆地，鮮新・更新統の周口店，更新統の湖南省三門峡(sanmenxia)などがある．

楡社盆地からは，ウグイ亜科の現生属絶滅種の*Leuciscus tchagi*，ソウギョ*Ctenopharyngodon idellus*，アオウオ*Mylopharyngodon piceus*，クルター亜科の現生属絶滅種*Hemiculterella longicephalus*，現生種の*Culter* cf. *mongolicus*，レンギョ亜科のハクレン*Hypophthalmichthys molitrix*，カマツカ亜科のタモロコ属の絶滅種*Gnathopogon macrocephala*，コイ亜科のギンブナ*Carassius auratus*とコイ*Cyprinus carpio*が発見されている(Liu and Su, 1962)．この魚類相は，絶滅種が多く含まれているが，現在の中国のそれに近いものである．

その他の産地からは，ソウギョ，アオウオ，コイが多く，ほかにクルター亜科，バルブス亜科などの化石が見つかっている．

第4表 鮮新・更新世における中国のコイ科魚類化石．データは，Liu and Su (1962)，Zhou (1990)，Zhang *et al.* (1985)，Huang (1957)，Tchang (1933)より引用．

Table 4. Chinese cyprinid fossils in Plio-Pleistocene cited from Liu and Su (1962), Zhou (1990), Zhang *et al.* (1985), Huang (1957), and Tchang (1933)

時代	亜科	種類	産地および地層
Pliocene	Leuciscinae	*Leuciscus tchagi*	Shansi, Yushe
Pliocene	Leuciscinae	*Ctenopharyngodon idellus*	Shansi, Yushe
Pliocene	Leuciscinae	*Mylopharyngodon piceus*	Shansi, Yushe
Pliocene	Cultrinae	*Hemiculterella longicephalus*	Shansi, Yushe
Pliocene	Cultrinae	*Culter* cf. *mongolicus*	Shansi, Yushe
Pliocene	Xenocypridinae	*Xenocypris yushensis*	Shansi, Yushe
Pliocene	Hypophthalmichthyinae	*Hypophthalmichthys molitrix*	Shansi, Yushe
Pliocene	Gobioninae	*Gnathopogon macrocephala*	Shansi, Yushe
Pliocene	Cyprininae	*Carassius auratus*	Shansi, Yushe
Pliocene	Cyprininae	*Cyprinus carpio*	Shansi, Yushe
Pliocene	Cyprininae	*Carassius auratus*	Shansi, Taigu
Pliocene	Xenocyprinidae	gen. et sp. indet.	Jiangsu, Huaianxian
Pliocene	Barbinae	*Barbodes (Sinibarbus) hsichihi*	Beijing, Zhoukoudian
Late Pliocene	Barbinae	*Barbus brevicephalus*	Beijing, Zhoukoudian 14th point
Late Pliocene	Barbinae	*Barbus szechuanensis*	Beijing, Zhoukoudian 14th point
Late Pliocene	Barbinae	*Barbus* cf. *yunnanensis*	Beijing, Zhoukoudian 14th point
Late Pliocene	Barbinae	*Matya hsichihi*	Beijing, Zhoukoudian 14th point
Pleistocene	Leuciscinae	*Ctenopharyngodon idellus*	Jilin, Guxiangtun
Pleistocene	Leuciscinae	*Ctenopharyngodon idellus*	Beijing, Zhoukoudian
Pleistocene	Leuciscinae	*Ctenopharyngodon* sp.	Shansi, Pinluxian
Pleistocene	Leuciscinae	*Ctenopharyngodon idellus*	Shansi, Linfencun
Pleistocene	Leuciscinae	*Ctenopharyngodon idellus*	Beijing, Zhoukoudian
Pleistocene	Cyprininae	*Cyprinus carpio*	Neimenggu, Erdengde
Pleistocene	Cyprininae	*Cyprinus carpio*	Shansi, Linfencun
Pleistocene	Cyprininae	*Cyprinus carpio*	Neimenggu, Zhajinuoer
Pleistocene	Cyprininae	*Cyprinus carpio*	Henan, Sanmenxia
Pleistocene	Cyprininae	*Cyprinus carpio*	Henan, Anyang
Pleistocene	Leuciscinae	*Mylopharyngodon piceus*	Henan, Sanmenxia
Pleistocene	Leuciscinae	*Mylopharyngodon piceus*	Shansi, Linfencun
Pleistocene	Leuciscinae	*Ctenopharyngodon idellus*	Beijing, Zhoukoudian
Pleistocene	Leuciscinae	*Ctenopharyngodon idellus*	Henan, Sanmenxia
Late Pleistocene	Cultrinae	*Culter* sp.	Neimenggu, Zhajinuoer

第5表　鮮新・更新世における日本のコイ科魚類．データは，上野（1965），上野ほか（1975），友田ほか（1977），安野（1983），Nakajima（1984，1986，1992），中島（1986），中島ほか（1983，1987，1991），琵琶湖自然史研究会（1986）より引用．

Table 5. Japanese cyprinid fossils in Plio-Pleistocene cited from Uyeno (1965), Uyeno *et al.* (1975), Tomoda *et al.*(1977), Yasuno (1983), Nakajima (1984,1986,1992), Nakajima *et al.*(1983,1987,1991), and Research Group for Natural History of Lake Biwa (1986).

時代	亜科	種類	産地および地層
Pliocene	Cyprininae	*Cyprinus* sp.	三重県大山田村：古琵琶湖層群上野累層中村部層
Pliocene	Cyprininae	*Carassius* sp.	三重県大山田村：古琵琶湖層群上野累層中村部層
Pliocene	Gobioninae	gen. et sp. indet.	三重県大山田村：古琵琶湖層群上野累層中村部層
Pliocene	Gobioninae	gen. et sp. indet.	三重県大山田村：古琵琶湖層群上野累層中村部層
Pliocene	Cultrinae	gen. et sp. indet.	三重県大山田村：古琵琶湖層群上野累層中村部層
Pliocene	Xenocypridinae	*Acanthobrama* sp.	三重県大山田村：古琵琶湖層群上野累層中村部層
Pliocene	Cyprininae	"*Hypophthalmichthys okuyamai*"	三重県大山田村：古琵琶湖層群上野累層中村部層
Pliocene	Acheilognathinae	gen. et sp. indet.	三重県大山田村：古琵琶湖層群上野累層中村部層
Pliocene	Cyprininae	*Cyprinus (Mesocyprinus) okuyamai*	三重県大山田村：古琵琶湖層群上野累層中村部層
Pliocene	Xenocypridinae	*Distoechodon* sp.	三重県津市野田：奄芸層群楠原累層
Pliocene	Cyprininae	*Cyprinus* sp.	三重県津市野田：奄芸層群楠原累層
Pliocene	Cyprininae	*Carassius* sp.	三重県津市野田：奄芸層群楠原累層
Pliocene	Xenocypridinae	gen. et sp. indet.	三重県阿山町：　古琵琶湖層群阿山累層阿山部層
Pliocene	Cyprininae	*Carassius* sp.	三重県伊賀町：　古琵琶湖層群阿山累層阿山部層
Pliocene	Cyprininae	*Cyprinus* sp.	三重県伊賀町：　古琵琶湖層群阿山累層阿山部層
Pliocene	Cultrinae	gen. et sp. indet.	滋賀県甲南町：　古琵琶湖層群阿山累層甲南部層
Pliocene	Cyprininae	*Carassius* sp.	三重県甲南町：　古琵琶湖層群阿山累層甲南部層
Pliocene	Cyprininae	*Cyprinus* sp.	三重県甲南町：　古琵琶湖層群阿山累層甲南部層
Pliocene	Cyprininae	*Carassius* sp.	滋賀県甲賀町：　古琵琶湖層群甲賀累層佐治川部層
Pliocene	Cyprininae	*Cyprinus* sp.	滋賀県甲賀町：　古琵琶湖層群甲賀累層佐治川部層
Pliocene	Cyprininae	*Carassius* sp.	滋賀県日野町：　古琵琶湖層群蒲生累層迫粘土層
Pliocene	Cyprininae	*Cyprinus* sp.	滋賀県日野町：　古琵琶湖層群蒲生累層迫粘土層
Pliocene	Cyprininae	*Carassius* sp.	滋賀県甲西町：　古琵琶湖層群蒲生累層荒張互層
Pliocene	Cyprininae	*Cyprinus* sp.	滋賀県甲西町：　古琵琶湖層群蒲生累層荒張互層
Pliocene	Acheilognathinae	gen. et sp. indet.	滋賀県甲西町：　古琵琶湖層群蒲生累層荒張互層
Pliocene	Xenocypridinae	gen. et sp. indet.	滋賀県甲西町：　古琵琶湖層群蒲生累層荒張互層
Pliocene	Leuciscinae	gen. et sp. indet.	大分県院内町：　津房川層
Pliocene	Cultrinae	*Culter* sp.	大分県院内町：　津房川層
Pliocene	Cultrinae	*Ischikauia* sp.	大分県院内町：　津房川層
Pliocene	Cultrinae	*Megalobrama* sp.	大分県院内町：　津房川層
Pliocene	Acheilognathinae	*Rhodeus* sp.	大分県院内町：　津房川層
Pliocene	Gobioninae	*Squalidus* sp.	大分県院内町：　津房川層
Pliocene	Xenocypridinae	?*Xenocypris* sp.	大分県院内町：　津房川層
Pliocene	Xenocypridinae	?*Distoechodon* sp.	大分県院内町：　津房川層
Pliocene	Cyprininae	*Cyprinus* sp.	大分県院内町：　津房川層
Pliocene	Cyprininae	*Carassius* sp.	大分県院内町：　津房川層
Pliocene	Xenocypridinae	gen. et sp. indet.	大分県玖珠町：　玖珠層群
Pliocene	Xenocypridinae	*Xenocypris* sp.	大分県玖珠町：　玖珠層群
Pliocene	Xenocypridinae	*Plagiognathopus* sp.	大分県玖珠町：　玖珠層群
Pliocene	Cyprininae	*Cyprinus* sp.	大分県玖珠町：　玖珠層群
Pliocene	Cyprininae	*Carassius* sp.	大分県玖珠町：　玖珠層群
Pleistocene	Danioninae	*Zacco temmincki*	大分県玖珠町：　玖珠層群
Pleistocene	Gobioninae	*Hemibarbus barbus*	大分県玖珠町：　玖珠層群
Pleistocene	Acheilognathinae	*Acheilognathus lanceolata*	大分県玖珠町：　玖珠層群
Early Pleistocene	Cyprininae	*Carassius* sp.	滋賀県大津市：古琵琶湖層群堅田累層虹ケ丘粘土層
Early Pleistocene	Leuciscinae	"*Tribolodon*" sp.	滋賀県大津市：古琵琶湖層群堅田累層喜撰粘土層
Early Pleistocene	Gobioninae	gen. et sp. indet.	滋賀県大津市：古琵琶湖層群堅田累層喜撰粘土層
Early Pleistocene	Cyprininae	*Carassius auratus* ?*gibelio*	滋賀県大津市：古琵琶湖層群堅田累層喜撰粘土層
Early Pleistocene	Cyprininae	*Carassius auratus* subsp.	滋賀県大津市：古琵琶湖層群堅田累層喜撰粘土層
Early Pleistocene	Cyprininae	*Carassius* sp.	滋賀県大津市：古琵琶湖層群堅田累層喜撰粘土層
Early Pleistocene	Cyprininae	*Cyprinus* sp.	滋賀県大津市：古琵琶湖層群堅田累層喜撰粘土層
Early Pleistocene	Cultrinae	gen. et sp. indet.	滋賀県大津市：古琵琶湖層群堅田累層比良園粘土層
Early Pleistocene	Xenocypridinae	gen. et sp. indet.	滋賀県大津市：古琵琶湖層群堅田累層比良園粘土層
Early Pleistocene	Cyprininae	*Cyprinus* sp.	滋賀県大津市：古琵琶湖層群堅田累層比良園粘土層
Middle Pleistocene	Cyprininae	*Cyprinus* cf. *carpio*	滋賀県大津市：古琵琶湖層群堅田累層佐川粘土層
Middle Pleistocene	Cultrinae	*Ischikauia* sp.	滋賀県大津市：古琵琶湖層群堅田累層佐川粘土層
Middle Pleistocene	Cultrinae	*Ischikauia* cf. *steenackeri*	滋賀県大津市：古琵琶湖層群堅田累層佐川粘土層
Middle Pleistocene	Xenocypridinae	gen. et sp. indet.	滋賀県大津市：古琵琶湖層群堅田累層佐川粘土層
Middle Pleistocene	Gobioninae	gen. et sp. indet.	滋賀県大津市：古琵琶湖層群堅田累層佐川粘土層
Middle Pleistocene	Cyprininae	*Carassius* cf. *cuvieri*	滋賀県大津市：古琵琶湖層群堅田累層佐川粘土層
Middle Pleistocene	Cyprininae	*Carassius* sp.	滋賀県大津市：古琵琶湖層群堅田累層佐川粘土層
Middle Pleistocene	Cyprininae	*Cyprinus carpio*	滋賀県大津市：古琵琶湖層群堅田累層佐川粘土層
Middle Pleistocene	Cyprininae	*Cyprinus* sp.	滋賀県大津市：古琵琶湖層群堅田累層佐川粘土層
Middle Pleistocene	Cyprininae	*Cyprinus stridentatus*	滋賀県大津市：古琵琶湖層群堅田累層佐川粘土層
Middle Pleistocene	Xenocypridinae	*Distoechodon* sp.	静岡県谷下
Late Pleistocene	Leuciscinae	*Tribolodon* cf. *hakonensis*	栃木塩原：　塩原湖成層

(5) 日本列島の鮮新・更新世のコイ科魚類相（第5表，第1図）

日本列島の鮮新・更新世の魚類化石産地の代表は，三重県から滋賀県にかけて分布する古琵琶湖層群，大分県の玖珠盆地の玖珠層群，院内盆地の津房川層などである．

後者から説明する．更新統玖珠層群野上部層からは，ダニオ亜科の現生種であるカワムツ *Zacco temminki*，カマツカ亜科のニゴイ *Hemibarbus barbus*，タナゴ亜科のヤリタナゴ *Acheilognathus lanceolata* の化石が見つかる（上野ほか，1975）．また，玖珠層群全体にわたって，咽頭歯化石がみつかり，それらはクセノキプリス亜科の *Xenocypris* 属，*Plagiognathops* 属，コイ亜科のコイ属 *Cyprinus*，フナ属 *Carassius* に同定されている（中島ほか，1987）．また，玖珠盆地に隣接する院内盆地からも咽頭歯化石が大量に発見され，それらはクルター亜科の *Culter* 属，*Megalobrama* 属，ワタカ属 *Ischikauia*，クセノキプリス亜科の *Xenocypris* 属，*Distoechodon* 属，タナゴ亜科のバラタナゴ属 *Rhodeus*，カマツカ亜科のスゴモロコ属 *Squalidus*，コイ亜科のコイ属，フナ属に同定されている（中島ほか，1991）．

古琵琶湖層群からは，ウグイ亜科，クセノキプリス亜科，クルター亜科，タナゴ亜科，カマツカ亜科，コイ亜科の化石の咽頭歯化石が見つかる．この中で注目されるのは，琵琶湖の固有種であるゲンゴロウブナ *Carassius cuvieri* やワタカ *Ischikauia steenackeri* の祖先種と思われるものが堅田累層上部の佐川粘土層になってやっと現れることである（安野，1982； 小寺，1985； 琵琶湖自然史研究会，1986）．

考　　察

1．コイ科魚類の亜科ごとの問題

(1) コイ亜科魚類の問題

古第三系から帰属不明の咽頭歯化石（Zhang et al., 1985）が見つかるほか，広東省の茂名（Maoming）から *Cyprinus maomingensis* が報告されている（Liu, 1957）．後者は，時代が当初中新世であると考えられていたが，後期始新世から漸新世に訂正され，さらに，コイ属でなくコイ亜科の絶滅属の化石であるとされている（Zhou, 1990）．古第三紀には絶滅属のコイ亜科魚類が生息していたようである．

コイ亜科には，フナ型グループとコイ型グループとがあるが，それぞれを別々に説明する．

フナ型グループでは、中新統からは，絶滅属の *Lucyprinus* が中国と日本列島から（Zhou, 1990； 安野，1986），中国ではさらに *Qicyprinus* と *Platycyprinus* が絶滅属として報告されているが（Zhou, 1990），現生属のフナ属 *Carassius* は，中新統からは見つかっていない．鮮新・更新世になると，*Lucyprinus, Qicyprinus, Platycyprinus* といったフナ型の咽頭歯をもつ絶滅属がいなくなり，フナ属 *Carassius* が中国，日本列島ともに出現する．フナ型グループの出現パターンは，中国と日本列島でよく一致している．

コイ型グループでは，中国と日本からコイ属が，*Cyprinus carpio*（友田ほか，1977； Liu, 1985）あるいはこれとは異なる種 *Cyprinus* sp.（友田ほか，1977； 安野，1986）として報告されている．友田ほか（1977）の壱岐島産のコイ属化石は，咽頭歯の形態が *C. carpio* と異なることがすでに指摘されている（小寺，1982）．また Liu（1985）の雲南の中新統産の *C. carpio* は咽頭歯の図から判断する限りにおいて，*Mesocyprinus* 亜属のものが含まれていたり，*C. carpio* のものと異なっており，同定に問題がある．したがって，中新世にはコイ属は成立していたが，現生の *C. carpio* に確実に同定されるものはいなかった，といえよう．

また，古琵琶湖層群からは大量のコイ属の咽頭歯化石が見つかるが，この中で，コイ *C. carpio* と同定されるものは，更新統堅田累層まで出現せず（琵琶湖自然史研究会，1986），堅田累層か

らも絶滅種の*C. stridentatus*が見つかる(Nakajima and Hattori, 1992)．また，現在雲南省や広西省にだけ分布する*Mesocyprinus*亜属の*C. (Mesocyprinus) okuyamai*が上野累層から発見されている（Nakajima, 1993)．楡社盆地(Liu and Su, 1962)や台湾(Uyeno, 1978)の鮮新統ですでに*C. carpio*が報告されているので，日本に*C. carpio*が入ってきたのは，古琵琶湖の歴史の中でかなり新しいのではないかと想像される．

さらに，古琵琶湖の上野累層からレンギョ亜科の*Hypophathalmichthys okuyamai* (Nakajima, 1984)として記載された化石はレンギョ亜科のものではなく，中国の古第三系の帰属不明の咽頭歯化石と同一のものであることが指摘されている(Nakajima, 1986b)．

(2) クセノキプリス亜科魚類の問題

クセノキプリス亜科は，現在の中国ではクルター亜科魚類とならんで繁栄しているグループである．しかし，中国での出現は，あまり早くない．時代不詳の新第三系から咽頭歯化石が見つかり(Zhang, 1985)，鮮新統の楡社盆地から絶滅種の*Xenocypris yushensis*が報告されている（Liu and Su, 1962)．

これに対して，日本列島の下部中新統から，長崎県の壱岐層群，岐阜県の瑞浪（可児）層群，石川県の医王山累層をはじめ多くの報告がある（友田ほか，1977； 安野，1986)．さらに，可児層群の多量の咽頭歯の中で，そのほとんどがこのグループの咽頭歯で占められているというように日本列島の中新世の淡水系には，クセノキプリス亜科魚類が優占していた．日本列島では，つい最近の中期更新世まで生き続けたが，全て絶滅した．

ところで，これらのクセノキプリス亜科魚類は，現生属の*Xenocypris*属と同定されているものが多い．しかし，中新世のクセノキプリス亜科魚類の下顎の形態は，現生のものと違っていることがすでに指摘され(友田，1976；小寺・野村，1988)，絶滅属である可能性が高い．Jordan (1919)が壱岐から記載した*Iquius*属は，初めニシン科とされていたが，コイ科のクセノキプリス亜科であることが，友田ほか（1973）によって述べられている．したがって，多くの中新世のクセノキプリス亜科魚類は，*Iquius*属になる可能性がある．それらは，咽頭歯の形態が，まずクセノキプリス型になり，後に下顎の形態が特殊化していったと考えられる．

(3) クルター亜科魚類の問題

クルター亜科魚類は，中国では現在の繁栄とは対照的に鮮新世まで全く現れていない．日本列島では，前期中新世から現生属の*Hemiculter, Sinibrama, Ancherythroculter*さらに絶滅属の*Mioculter*が報告されている(友田ほか，1977；安野，1986)．この出現のしかたは，クセノキプリス亜科とよく似ている．

鮮新・更新世になると，中国では，楡社盆地から*Hemiculterella*属，*Culter*属，内蒙古から*Culter*属が発見される．日本列島では，古琵琶湖や大分の玖珠，院内盆地から，咽頭歯化石として*Culter*属，*Megalobrama*属，ワタカ属*Ischikauia*，さらに属の同定ができていないものなどが報告されている．日本列島では琵琶湖淀川水系の固有種であるワタカ*I. steenackeri*を除いて絶滅した．

2．コイ科魚類相の変遷

最も古いコイ科の化石は，ヨーロッパの始新統から産出したウグイ亜科の*Blica*属(White, 1931)であるとされてきた．Cavender (1991)は，この同定に疑問をもち，コイ科でないと判断した．このことから，ヨーロッパからは，暁新世から始新世にかけてのコイ科の証拠はなくなった．したがって，中国の三水盆地や湖南省の古第三系の化石が最も古い化石になった．三水盆地の化石は，すでに述べたように同定がまだ不十分な状態にあるが，バルブス亜科やコイ亜科様

の魚が始新世に生息していたようである．今のところ同定が確かなものは，湖南省の始新統から見つかったカマツカ亜科魚類の*Paleogobio*である．

東アジアを離れて，古第三系のコイ科魚類を概観してみる．ヨーロッパでは，フランスの漸新世からウグイ亜科の*Varhosticthys*属と*Paleoleuciscus*属の報告がある(Gaudant and Rousset, 1979)．北アジアのシベリアの漸新統からは，ウグイ亜科の*Rutilus*属，*Paleotinca*属，*Tribolodon*属，バルブス亜科の*Parabarbus*属，*Eodiptychus*属，シゾトラックス亜科の*Schizothorax*属が報告されている(Sytchevskaya, 1986)．東南アジアのスマトラからは，ダニオ亜科の*Rasbora*属，ラベオ亜科の*Thynnichthys*属，*Osteochilus*属，バルブス亜科の*Puntius*属，*Barbus*属，*Eocypris*属の報告がある(Sanders, 1934)．これらの化石のいくつかは現生属と同定されているが，古第三系の化石が現生属であることは考えにくく，検討し直す必要があるように思われる．しかしながら，東アジア，北アジア，東南アジア，ヨーロッパの古第三紀のコイ科化石魚類相は，大きな違いがなく，この時代には，ウグイ亜科，ダニオ亜科，バルブス亜科，ラベオ亜科，カマツカ亜科，コイ亜科を中心にした魚類相が生息していて，この中には，クルター亜科，クセノキプリス亜科といった東アジアを代表するグループは含まれていないことが注目される．

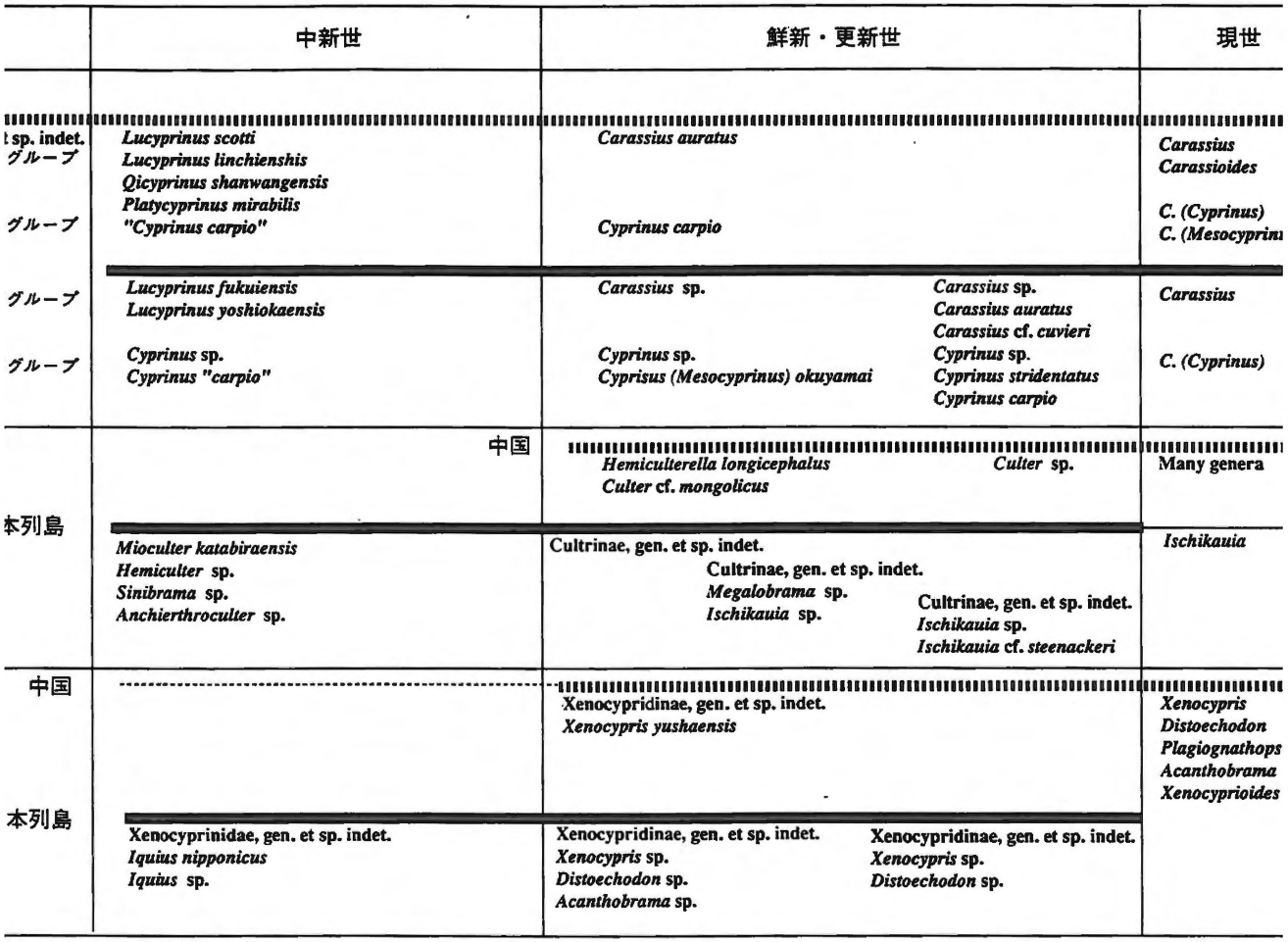
ここで，また東アジアに話を戻す．中新世になっても中国の魚類相は，まだ現代型とはいえず，古第三紀のダニオ亜科，バルブス亜科，ウグイ亜科，カマツカ亜科，コイ亜科魚類を中心とした魚類相の延長上にあるように思える．これに対して，日本列島では，すでに述べたように，クセノキプリス亜科やクルター亜科魚類，さらにタナゴ亜科が中国にさきがけて日本列島に現れる．それらは前期中新世に突然，爆発的に出現するのである．両亜科が加わることによって，亜科のレベルで見るかぎり，東アジア（中国）の現在の魚類相はほぼ完成に近づく．それらが加わった魚類相は，その後，大陸内部に広がり，古い魚類相と鮮新世までに置き代っていった．その過程で，クセノキプリス亜科は，絶滅属(例えば*Iquius*属)から現生属(例えば*Xenocypris*属，*Distoechodon*属)になり，コイ亜科では*Lucyprinus*属や*Qicyprinus*属，*Platycyprinus*属が絶滅し，フナ属*Carassius*が現れた．コイ亜科，クルター亜科，クセノキプリス亜科について，中国と日本列島の化石を第2図にまとめた．

3．新第三紀型魚類相の成立と古地形・古地理

中新世における大陸と日本列島のコイ科魚類相を比較するならば、第2図に示したようにコイ亜科で、絶滅属と現生属の両者で共通の属が見られること、また、新第三紀型ともいえるクセノキプリス亜科、クルター亜科魚類が日本列島で優占し、大陸では、見られないことが挙げられる。

ところで、東アジアのコイ科魚類相を特徴づける新第三紀型コイ科魚類であるクセノキプリス亜科およびクルター亜科は、前期中新世に突然、爆発的に出現するわけであるが、新しい亜科を成立させるような、淡水魚類の大規模な分化が可能となる必要条件の一つとして、非常に広い湖の存在が考えられる．また、大陸と日本列島で共通する属が存在することは、両地域で淡水系の密接なつながりを考えざるをえない。

これまでに明らかにされているクセノキプリス亜科およびクルター亜科の時空分布は，それらが前期中新世の日本で出現し、その後、鮮新世～更新世に至って大陸内部にまで分布を拡大していったことを示している（第2図）．日本列島において上記2亜科を産出する下部中新統（17～19Ma)は，五十川累層，関川累層，医王山累層，世屋累層，豊岡累層，瑞浪層群，可児層群および壱岐層群などが知られている(第1図、第3表)．それらの分布は東北地方から九州北部にまでおよび，主に日本海側に集中している．このような特徴は、上記2亜科が分化した



第２図　新生代における中国と日本列島のコイ科魚類相の比較．コイ亜科，クセノキプリス亜科，クルター亜科の主要産出化石を示した．

Fig. 2.　Comparisson of cyprinid faunas between China and Japan during Cenozoic Era.

場所の一つとして前期中新世当時の日本列島の日本海側周辺地域が有力であることを示している。すなわち，17～19Ma頃，現在の北海道南西部から北九州にいたる地域は一つの湖であったかまたはその地域の水系は魚類が容易に行き来できるように連続していた，と推定される．

中新世の大陸縁辺部でのイベントの１つに日本海形成があげられる．それについてのいくつかのモデルが提案されており，日本列島の古位置は古地磁気データに基づいて復元されている（広岡，1988）．すなわち，前期中新世の日本列島はフォッサマグナを境に西南日本と東北日本に分かれており，それらが大陸の縁に沿って直線状に位置していたと考えられている．これらのモデルでも日本海域に海水が進入する以前に，そこは淡水の滞水域であったと推定されている(Niitsuma and Akiba, 1985)．しかし滞水域の広がりについては詳しく議論されていなかった．魚類化石の分布に基づく上記の議論は，この点に関しての一つの拘束条件を与えるものと考えられる．

また，既に述べたように前期中新世のコイ科魚類化石は日本海側だけでなく岐阜県や三重県でも産出している．このことは，日本海側に広がっていたと考えられる淡水域が中部地方とも連続していた可能性があることを示している。これら２地域は，上記の日本海形成モデルでの西南日本と東北日本の接合部に位置しており，しかも，付加体構成層以外の日本列島の海成中新統の中で，最も古い時代の地層が分布する地域のひとつである．すなわち，古くから日本海側と太平洋側をつなぐ水系があり，しかも海水の進入を最も早くから受けている場所であることから，この地域は古日本海域への海水の流入水路の入口の一つであった可能性が高いと言えよう．

日本海は背孤海盆の一つであり，その形成過程は，一般に前期中新世の背孤リフティングによって開始されたと考えられている(山路･佐藤，1989)。リフティング初期には，多くの場合，生じた地溝中に淡水の滞水域が急速に形成されるものと推定される。事実，日本海の形成に密接に関連していると言われる日本列島の日本海側の下部中新統の中には，リフティングにより形成された堆積盆を河川あるいは湖沼性の堆積物が充填している例が知られている（山路，1989；Yamaji, 1990；幡谷・大槻，1991；山崎，1992)．場所および時期が一致することから、日本海域でのクセノキプリス亜科やクルター亜科の突然の大規模な分化の要因の一つと推定される淡水域の形成は，背孤リフティングと関連していると言えよう。

さらに、大陸の縁辺にはオホーツク海や南シナ海など日本海に類似した形成過程をもつ海域があり，これらの地域も淡水魚類の新しいグループの出現に関して重要な地域となる可能性を持っていると言えよう。

謝辞 本報をまとめるにあたって，研究の自由を与えてくださった(仮称)琵琶湖博物館開設準備室三浦泰蔵理事員ならびに田口宇一郎室長に謝意を表する．また，化石標本を研究する機会を与えてくださった友田淑郎博士，奥山茂美氏，北林栄一氏，鹿野勘次氏に厚くお礼申し上げる．

文　　献

琵琶湖自然史研究会（1986），琵琶湖南西岸の古琵琶湖層群の淡水生化石群集．瑞浪市化石博物館研究報告，(13)，57-103.

Cavender, T. M. (1991) The fossil record of the cyprindae. *In* Winfield, I. J. and Nelson, J. S. (ed.), *Cyprinid fishes,* Chapman & Hau, London, 34-54.

Chang, H.-C. (1936-1937), Fossil fishes from Choukoutien. *Bull. Geol. Soc. China,* 8(3),

432-448.

Gaudant, J. and Rousset, C. (1979), Decouverte de restes de Cyprinidae (Poissons Teleosteens) dans l'Oligocene moyen de Marseille (Bouches-du-Rhone). *Geobios, Lyon,* 12, 331-337.

幡谷龍太・大槻憲四郎 (1991), 山形県小国町付近の地質－東北本州弧前期中新世ハーフ・グラーベンの例－・地質雑, 89, 271—286.

広岡公夫 (1988), 古地磁気から見た新第三紀における日本列島の位置. 土隆一ほか編新第三紀における生物の進化・変遷とそれに関するイベント, pp3-16, 大阪自然史博物館.

Huang, W.-L. (1957), Early Pleistocene fish remains from Sanmen Area, Honan. *Vertebrata PalAsiatica,* 1(4), 313-319.

Jordan (1919), Description of new fossil fish from Japan. *Proc. Calif. Acad. Sci.*, 4th ser., 9(9), 271-272.

小寺春人 (1982), コイ咽頭歯の形態分化に関する研究. 鶴見歯学, 8, 179-212.

———— (1985), ゲンゴロウブナの種の出現に関する古生物学的資料. 地球科学, 39(4), 272-281.

————・中村喬 (1975), 古琵琶湖層群産コイ属化石について. 地質雑, 81, 591-594.

————・野村隆光 (1988), 岐阜県蜂屋累層の前期中新世コイ科魚類化石. 瑞浪市化石博物館研究報告, no.14, 1-12.

Liu, H.-T. (1957), A new fossil cyprinid fish from Maoming, Kwangtung. *Vertbrata PalAsiatica,* 1(1), 151-153.

———— (1985), Fish fossils from the hominoide bearing locality at Shihuiba, Lufeng, Yunnan. *Acta Antholopologica Sinica,* 4(2), 109-111.

———— and Su, T.-T. (1962), Pliocene fishes from Yushe Basin, Shansi. *Vertebrata PalAsiatica,* 6(1), 1-25.

中島経夫 (1975), 金沢市成巽閣所蔵のコイ科魚類化石. 地球科学, 29(4), 192-195.

———— (1985), 三重県大山田地域の古琵琶湖層群伊賀累層産コイ科魚類咽頭歯化石. 地団研専報, no.29, 65-70.

———— (1986a), 奄芸層群楠原累層産コイ科魚類咽頭歯化石. 瑞浪市化石博物館研究報告, no.13, 105-114.

———— (1987a), 琵琶湖の魚類相の成立. 日本の生物, 1(2), 15-17, 1(6), 31-39.

———— (1987b), 琵琶湖における魚類相の成立と種分化. 水野信彦・後藤晃編, 日本の淡水魚類, 東海大出版会, 215-229.

————(1988), 鈴鹿層群姫谷層よりコイ科魚類咽頭歯化石の発見. 瑞浪市化石博物館研究報告, no. 15, 65-68.

———— (1991), コイ科魚類咽頭歯化石による古環境の復元. 化石研究会会誌, 24, 45-48.

Nakajima, T. (1984), A new species of cyprinid fish, *Hypophthalmichthys okuyamai*, from the Early Pliocene Iga Formation of the Kobiwako Group. *Bull. Mizunami Fossil Mus.*, no. 11, 69-72.

———— (1986b), Pliocene cyprinid pharyngeal teeth from Japan and East Asia Neogene cyprinid zoogeography. *In* Uyeno T. et al. (ed), *Indo-Pacific Fish Biology*, Ichthyological Society of Japan, Tokyo.502-513.

———— (1993), A new species of the fossil cyprinid fish, *Cyprinus (Mesocyprinus) Okuyamai,* from the Pliocene Ueno Formation of the Kobiwako Group in the Ueno Basin, Mie Prefecture, Central Japan. *Japan. J. Ichthyol.* (in press)

中島経夫・松岡敬二・吉田寿穂・奥山茂美 (1983), 三重県大山田村中村の伊賀累層産コイ科魚類咽頭歯化石. 瑞浪市化石博物館研究報告, no.10, 143-150.

————・————・北林栄一 (1987), 大分県玖珠層群産コイ科魚類化石. 瑞浪市化石博物館研究報告, no.14, 103-112.

————・————・———— (1991), 大分県院内町産コイ科魚類咽頭歯化石. 地球科学, 45(3), 191-202.

Nakajima, T. and Hattori, N. (1992), A new species of the cyprinid fish, *Cyprinus (Cyprinus) stridentatus*, from the Pleistocene Katata Formation of the Kobiwako Group in Otsu City, Shiga Prefecture, Central Japan. *Earth Science,*46(3), 235-240.

Niitsuma, N. and Akiba, F. (1985), Neogene tectonic evolution and plate subduction in Japanese Island Arcs. *Formation of Active Ocean Margins*, Terra Scientific Puble. Comp., 75-108.

Sanders, M. (1934), Die fossilen fishe der Alttertiaren Susswasserablagerrungen aus Mittel-Sumatra. *Verh. Geo.-mijnb. Genoot., Ned.*, 11, 1-143.

Sytchevskaya, E. K. (1986), Paleogene fresh water fish fauna of the USSR and Mongolia. *Trans. Joint Soviet-Mongolian Paleontological Expedition,* 29, 1-157.

Tchang, T.-L., (1933), Notes on a fossil fish from Shansi. *Bull. Geo. Soc. China,* 12(4), 467-468.

友田淑郎 (1976), ゼノキプリス亜科 (コイ科) 魚類の比較形態学および瑞浪層群産化石咽頭骨の分類学的位置づけについて. 瑞浪市化石博物館研究報告, no.3, 157-162.

————・中島経夫・小寺春人 (1973), 壱岐長者原産魚類化石－第一報. 化石研会誌, no.7, 11-20.

————・小寺春人・中島経夫・安野敏勝 (1977), 日本の新生代淡水魚類相. 地質学論集, no.14, 221-243.

上野輝弥 (1965), 静岡県産鯉科魚類化石の産出と”化石種”の問題. 動物分類学会誌, no.1, 27-29.

———— (1967), 栃木県塩原産コイ科魚類の化石について. 資源科学研究所い報, no.69, 131-134.

Uyeno, T. (1978), A preliminary report on fossil fishes from Ts'o-chen Tainan. *Sci. Rep. Geo. & Paleo.* no.1, 5-17.

上野輝弥・木村清朗・長谷川善和 (1975), 玖珠盆地産新生代後期淡水魚類化石. 国立科学博物館専報, no.8, 57-66.

Wang, J.-K., Li, G.-F. and Wang, J.-S. (1981), The early Tertiary fossil fishes from Sanshui and its adjacent basin, Guangtong. *Paleontologia Sinica*, no. 160 (new der. no. 22.) 1-100.

White, E. I. (1931), The vertebrate faunas of the English Eocene. Vol. 1, British Mus. (Natural History), London, 1-123.

山路敦 (1989), 温海付近の地質と羽越地域における前期中新世のリフティング. 地質学論集, no.32, 305-320.

Yamaji, A. (1990), Rapid intra-arc rifting in Miocene Northeast Japan. *Tectonics,* 9, 365-378.

山路敦・佐藤比呂志 (1989), 中新世における東北本州孤の沈降運動とそのメカニズム. 地質学論集, no.32 339-349.

山崎博史 (1992), 島後層群と南隠岐リッジ. 地質学論集, no.37, 277-293.

安野敏勝 (1982), 中新統可児層群および鮮新・更新統古琵琶湖層群産のクルター亜科魚類の咽頭歯化石. 化石研究会会誌, no.16, 41-46.

———— (1986), 日本の後期新生代産のコイ科魚類の古生物学的研究. 福井県立羽水高校研究集録, no.4, ：61-82.

Young and Tchang (1936), Fossil fishes from the Shanwang siries of Shantung. *Bull. Geol. Soc.*

China, 15, 193-206.

Zhang, M.-M., Zhou, J.-J. and Qin, D.-R. (1985), Tertiary fish fauna from coastal region of Bohai Sea. *Mem. Inst. Vert. Palaeont. and Palaeoanth., Acad. Sinica,* no.17, 1-60.

Zhou, J.-J. (1990), The cyprinidae fossils from middle Miocene of Shanwang Basin. *Vertebrata PalAsiatica,* 28(2), 95-127.