

韓國 南部地方에 棲息하는 기름종개屬(*Cobitis*) 魚類의 核型 比較

金 益 秀 · 李 芝 賢
全北大學校 自然科學大學 生物學科
(1986년 3월 5일 수리)

A Chromosomal Study on the Genus *Cobitis* (Pisces: Cobitidae) in the Southern Part of Korea

Ik-Soo KIM and Ji-Hyun LEE

Department of Biology, College of natural sciences, Chonbuk
National University, Chonju 520, Korea

(Received March 5, 1986)

The Chromosomes of five cobitid fishes, *Cobitis taenia taenia*, *C. taenia lutheri*, *C. taenia striata*, *C. longicorpus* and *C. koreensis* were studied. The karyotypic studies were based on the observations from the flame-drying preparations. The results obtained such as the number of somatic chromosomes, the type of chromosomes according to the centromeric loci and the number of chromosomal arm(AN) were as follows: *C. longicorpus*, 2n=50, 12 m-8 sm-30 a, AN=70; *C. koreensis*, 2n=50, 10 m-12 sm-28 a, AN=72; *C. taenia taenia*, 2n=48, 14 m-4 sm-30 a, AN=66; *C. taenia lutheri*, 2n=50, 10 m-6 sm-34 a, AN=66; and *C. taenia striata*, 2n=50, 10 m-6 sm-34 a, AN=66.

Peculiarly, in the case of *C. taenia lutheri* the chromosome number of somatic diploid was found to be 48-51, however, the number of chromosomal arm was 66, irrespective of the difference in the numbers of each somatic genome. It was confirmed there exists the Robertsonian event, one of the chromosomal polymorphism in *C. t. lutheri*.

It was remarked taxonomically that the karyotype of *C. taenia taenia* of Korea having 48 diploid chromosomes was not identical with that of Europe and Japan with 50 chromosomes. Based on the karyotype analysis the Korean cobitid fishes can be classified roughly into three species groups according to arm numbers and diploid numbers; 1) *C. taenia taenia*, *C. taenia lutheri*, *C. taenia striata* 2) *C. koreensis*, *C. longicorpus*, *C. rotundicaudata* and 3) *C. granoei*.

緒 論

기름종개屬(genus *Cobitis*)魚類는 斑紋의 形態의 變異가 아주 多樣하여 種區分에 있어 論難이 많았으나 수컷의 가슴치느러미 基部에 出現하는 骨質盤構造의 差異가 種檢索의 主要 基準이 된다고 報告된 이래(Vladycov, 1935; 池田, 1936·1937) 많은 研究者들이 이에 따랐다. 最近 Kim(1980)과 Kim and Son (1984)은 韓國產 本屬 魚類에 8種 및 亞種 즉 참종개 *Cobitis koreensis*, 왕종개 *C. longicorpus*, 기

름종개 *C. taenia taenia*, 점줄종개 *C. t. lutheri*, 줄종개 *C. t. striata*, 북방종개 *C. granoei*, 새코미꾸리 *C. rotundicaudata* 와 미호종개 *C. choui* 로 區分하여 그들의 地理的 分布에 대하여 報告하고, 또 本屬의 種間 isozyme pattern (金, 1980)과 *C. koreensis* 의 生態(金, 1978·1980) 調査가 있는 이외에 *C. taenia* 亞種의 交雜에 관한 電氣泳動分析(金, 1984)이 報告된 바 있다. 한편 韓國產 *Cobitis* 屬의 染色體에 대한 研究로는 金(1980)이 *C. taenia taenia*, *C. rotundicaudata* 와 *C. koreensis* 의 3種에 대한 核型 및 多型

現象에 對한 報告가 있고, 李等(1983·1984)이 4種의 核型을 發表하였으며, Ueno (1980·1981)는 韓國產 및 日本產 6種을 調査 報告하였으나, 韓國產 *C. taenia* 標本同定에 많은 혼동이 있었다고 본다. 한편 日本產 本屬의 核型에 대해서는 Kobayashi (1976)가 *C. biwae* 를, Kimizuka *et al* (1982)이 *C. takatsuensis* 를 Saitoh *et al* (1984)은 *C. t. striata* 의 3 local races 를 區分하여 2倍體와 3倍體가 出現함을 報告하였으며, 유럽產 *C. taenia* 의 核型도 알려졌으나 (Cataudella *et al.*, 1976; Sofradzija and Beverovic, 1978), 研究者에 따라 結果가 달랐다.

魚類의 核型分析은 細胞遺傳學의 屬內 種間 類緣關係와 關聯지을 수 있어(Miller and walter, 1972) 種 區分 뿐만 아니라 系統을 세우는데도 좋은 資料로 使用되어왔다.

우리나라 南部地方의 錦江, 萬頃江, 榮山江, 蟾津江, 및 洛東江等의 여러 河川에 棲息하는 *Cobitis* 屬 魚類가 河川에 따라 出現種의 組成이 顯著히 다를 뿐만 아니라 個體群에 따라 體側 斑紋의 變異가 多樣하여 分類學의 注目되었었다. 그 가운데 *C. taenia* 의 3亞種은 種區分에 있어 자주 혼동을 일으켜, 分類學의 再檢討를 수행하던 중 이들에 대한 核型分析이 要求되었었다. 따라서 本 研究에서는 *Cobitis* 屬의 여러 種과 種內 여러 集團에 대한 核型比較를 통하여, 分類學의 不分明하였던 內容에 대하여 究明하고, 그들의 類緣關係를 論議하므로써 韓國產 기름중개屬 魚類의 系統分類에 대한 새로운 基礎資料를 얻고자 한다.

材料 및 方法

本 調査에서 使用된 標本은 1984年 6월부터 1985

年 8月까지 우리나라 南部地方의 여러 河川에서 竿 두 (5 mm 網目)와 전기충격기를 使用하여 採集하였다. 材料는 살아있는 상태로 實驗室로 가져와 分類同定한 後 核型分析에 使用하고 標本은 10% formalin 液에 固定 保管하였다.

染色體의 標本은 魚體의 腹腔에 1% colchicine 을 처리한 다음 2~4時間後 鰓葉과 腹部를 切開하여 腎臟組織을 얻어 이들 組織이 遊離될 때까지 잘게 homogenize 하여 여기서 얻어진 細胞를 低張液 (0.075 M. KCl)으로 常溫에서 35~40分間 處理하고, 固定液 (methyl alcohol 3 : glacial acetic acid 1)으로 4回 固定하여 每回 700×g에서 遠心分離後 flame drying 法으로 標本을 만들어 공기중에서 건조한 후 3% giemsa 液으로 染色하였다. 染色體 觀察은 光學

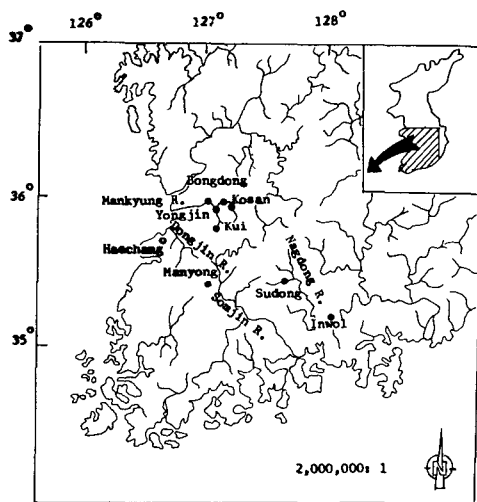


Fig. 1. Map showing the sampling localities of the genus *Cobitis*.

Table 1. Numbers of specimens and localities sampled of five species in the genus *Cobitis* form Korea

Species	No. of specimens		Localitiy
	Female	Male	
<i>Cobitis longicorpus</i>	9	6	Chinan, Maryong (Somjin R.)
	3	2	Hamyang, Sudong (Nagdong R.)
	3	3	Namwon, Inwol (Nagdong R.)
<i>C. koreensis</i>	12	7	Wanju, Kui, Kosan, Yongjin, Bongdong (Mankyong R.)
	30	21	Buan, Haechang (Dongjin R.)
<i>C. taenia taenia</i>	9	6	Hamyang, Sudong, Sudong (Nagdong R.)
	11	2	Namwon, Inwol (Nagdong R.)
<i>C. taenia lutheri</i>	19	10	Wanju, Kui, Bongdong, Yongjin (Mankyong R.)
<i>C. taenia striata</i>	8	3	Chinan, Maryong (Somjin R.)

韓國 南部地方에 棲息하는 기름종개 屬(*Cobitis*) 魚類의 核型比較

顯微鏡下의 1000倍 視野에서 檢鏡하였고 分析이 가능한 中期像을 얻어 사진을 촬영하여 micrometer 로 길이를 測定하여 Levan *et al.*(1964)의 方法에 따라 分析하였다.

調査 標本의 採集地域(Fig.1)과 學名 및 使用된 個體數는 Table 1과 같다.

結 果

우리나라 南部地方에 棲息하는 *Cobitis* 屬 魚類의 2n 는 Table 2에서 보는 바와 같이 *C. longicorpus*, *C.*

koreensis, *C. t. lutheri* 및 *C. t. striata* 가 50이며, *C. t. taenia* 는 48이었다. 이들 種別 核型을 보면 *C. longicorpus* 는 2n=50 이 全體의 83%를 차지하는데 6雙의 metacentric, 4雙의 submetacentric, 15雙의 acrocentric chromosome 으로 구성되었으며 arm number(AN)는 70 이었다(Fig.2-A). *C. koreensis* 의 2n=50이 92.3%로 5雙의 metacentric, 6雙의 submetacentric, 14雙의 acrocentric chromosome 을 가지며 AN 은 72이다 (Fig.2-B). *C. taenia taenia* 의 2n는 48의 頻度가 86%로 7雙의 metacentric, 2雙의 submetacentric, 15雙의 acrocentric chromosome 을 가

Table 2. Chromosome number in five cobitid species

Species	Number of chromosome					
	46	47	48	49	50	51
<i>Cobitis longicorpus</i>	2 (2.4)	4 (4.7)	5 (5.9)	3 (3.5)	70 (83)	
<i>C. koreensis</i>	1 (0.4)	1 (0.4)	2 (0.7)	11 (4)	252 (92.3)	6 (2.2)
<i>C. taenia taenia</i>	1 (0.8)	6 (4.9)	105 (81.1)	3 (2.4)	7 (5.7)	
<i>C. taenia lutheri</i>	2 (1.1)	5 (2.8)	35 (19.8)	20 (11.2)	102 (57)	13 (7.3)
<i>C. taenia striata</i>	1 (1.3)	1 (1.3)	5 (6.5)	6 (7.8)	61 (80.3)	2 (2.6)

Percent frequency in parenthesis.

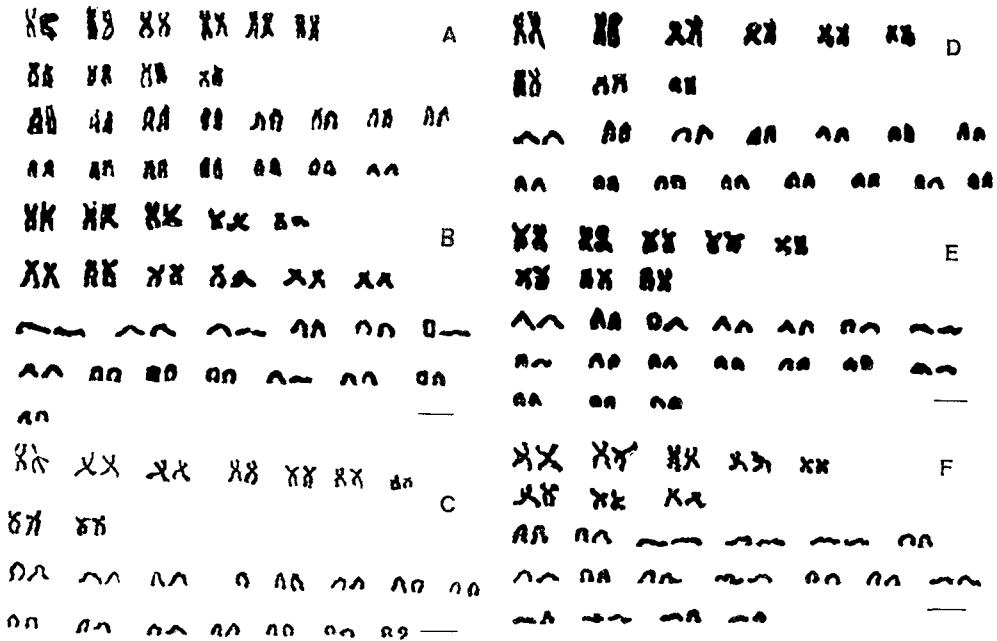


Fig. 2. Karyotypes of A: *Cobitis longicorpus*, B: *C. koreensis*, C: *C. taenia taenia*, D, E: *C. taenia lutheri*, F: *C. taenia striata*. Bars indicate 5 μ m.

지며 AN은 66이다(Fig.2-C). *C.taenia lutheri*는 2n=48이 19.8%이고 2n=49가 11.2%이며, 2n=50이 57%, 2n=51이 7.3%로 數的 多型現象이 나타나며, 2n=50의 경우 5쌍의 metacentric, 3쌍의 sub-metacentric, 17쌍의 acrocentric chromosome을 가지며, 2n=48, 49, 및 51도 높은 頻度로 나타나지만 AN은 모두 66이다(Fig.2-D·E). 그리고 *C.taenia striata*는 2n=50으로 5쌍의 metacentric, 3쌍의 sub-metacentric, 17쌍의 acrocentric chromosome으로 構成되어있으며, AN은 66이다(Fig.2-F). 調査된 5種의 核型에 있어서 種內 여러 地理集團이나 性에 따른 差異는 없이 모두 同一하게 出現하였고, polyploid도 觀察되지 않았다.

考 察

Cobitidae는 biarm보다 monoarm이 많은 mono-arm form의 核型을 가지며, 이들 染色體의 基本數가 50이라고 報告된 바 있고 (Hitotsumachi et al., 1969; Ueno, 1981), 日本에서는 *Cobitis*屬에서 dip-

loid-tetraploid가 報告되었는데, 즉 *C.biwaе*는 48과 96의 染色體型을, *C.t.taenia*에서는 50, 86, 94의 3가지 型이, 그리고 *C.t.striata*의 middle race는 50, small race는 49와 50, large race에서는 98개를 가진 3型이 알려졌다(Table 3).

한편 韓國産의 경우는 Table 3에서 보는 바와같이 *C.t.taenia*의 2n=48인 것을 除外하면 다른 種은 모두 50으로 나타났다.

*Cobitis*屬 가운데 *C.koreensis*와 *C.longicorpus*의 外部形態는 橫斑紋으로 거의 비슷하나 수컷의 가슴지느러미 基部에 出現하는 骨質盤 構造가 현저하게 다르고 地理的 分布도 아주 달라 別種으로 區別되었다. 이 2種의 核型에 있어서 2n은 모두 50으로 同一하였으나 arm number의 數는 Table 4에서와 같이 *C.koreensis*는 72이고 *C.longicorpus*는 70으로서 相異하게 區別됨을 알 수 있었다. 한편 金(1980)과 李等(1984)의 *C.koreensis*의 核型 報告도 2n=50, AN=72로서 本 調査와 一致하였으나 Ueno(1981)의 報告와는 arm number에 있어서 달랐는데 이것은 submetacentric과 acrocentric의 區分상의

Table 3. Chromosome numbers in seven species or subspecies belonging to the genus *Cobitis*

Species	2n	Localites	Reference
<i>Cobitis longicorpus</i>	50	Chinan, Maryong. Hamyang. Sudong Namwon. Inwol	Present study
	50	Buan, Majin	Ueno(1980)
<i>C.koreensis</i>	50	Wanju, Kosan, Kui, Yongjin.	Present study
	50	Kwangreng. Chochong-cheon Kapyong. Wungcheon-cheon	Lee et al(1984)
	50	Korea	Kim (1980)
<i>C.taenia taenia</i>	50	Korea	Ueno (1981)
	48	Hamyang, Sudong. Namwon, Inwol	Present study
	50	Pyungtaeg	Lee et al. (1984)
	50	Kangneung. Yesan	Kim (1980)
	50	Japan	Ueno(1980)
	86	Japan	Ueno(1980)
	94	Japan	Ueno(1980)
	50	Europe (Italy)	Cataudella et al(1977)
50	Europe (Jugoslavia)	Sofradzija (1978)	
75	Europe (Jugoslavia)	Sofradija (1978)	
<i>C.t. lutheri</i>	50	Wanju, Kui, Bongdong, Yongjin.	Present study
	50	Wungcheon-cheno. Tapcheong. Yongchon	Kim (1980)
<i>C.t. striata</i>	50	Chinan, Maryong	Present study
	50	Japan	Ueno (1980)
	98	Japan	Ueno (1980)
<i>C.granoei</i>	50	Yunkog-cheon	Lee et al. (1980)
<i>C.rotundicaudata</i>	50	Youngwol. Samok	Ueno (1980)
	48	Korea	Kim (1980)

Table 4. Number [of somatic chromosomes, karyotypic composition with centromeric loci and number of chromosome arms in the five cobitid species

Species	2N	Karyotype*	AN**
<i>Cobitis longicarpus</i>	50	12- 8-30	70
<i>C. koreensis</i>	50	10-12-28	72
<i>C. taenia taenia</i>	48	14- 4-30	66
<i>C. taenia lutheri</i>	50	10- 6-34	66
<i>C. taenia striata</i>	50	10- 6-34	66

* The number of metacentric-submetacentric-acrocentric chromosome

** Arm number

差異에서 起因된 것으로 思料된다. 그리고 白川産 *C. koreensis* 集團은 生物測定值, 體側斑紋數, 및 脊椎骨數等에서도 本種의 다른 여러集團과 잘 區別되어 別種이나 亞種이 될 가능성이 있다고 示唆한 바 있으나(李, 1984), 本 研究에서 核型分析結果 白川集團도 다른 集團과 同一한 核型을 보여주어 差異點을 찾아 볼 수 없었다.

그리고 韓國産 *C. t. striata*의 體側斑紋의 모양은 日本産의 그것과 비슷하게 보이지만, 꼬리지느러미의 斑紋과 尾柄部 後端에 있는 黑點의 數와 모양은 日本産의 *C. t. striata*와 差異가 있고, 地理的 分布의 立場에서도 不連續의 出現하고있어 分類學的으로 區分될 可能性이 있다고 본다. 그런데 核型 分析 結果는 Table 3과 Table 4에서 보는 바와 같이 日本産처럼 local races 나 polyploid 혹은 polymorphism 이 나타나지 않고 日本産의 middle race의 核型과 類似하였다.

한편 *C. t. lutheri*는 2n=50이나 2n=48, 49, 및 51도 比較的 높은 頻度를 나타내는데 본 조사에 따르면 2n=48, 49, 51의 AN은 66으로, 2n=50의 AN과 同一하므로 2n=50의 acrocentric chromosome이 fusion 되어 2n=48 혹은 49로 되거나 2n=50의 metacentric 혹은 submetacentric이 fission 되어 2n=51로 되는 것으로 해석될 수 있으므로, *C. t. lutheri*에서의 數의인 多型現象은 Robertsonian fusion과 fission의 현상이 아닌가 생각된다. 이러한 染色體의 多型現象은 이미 일부 연어科 魚類 (Ohno et al., 1965; Robert, 1968; Gold and Gall, 1975; Thorgaard, 1976)에서 報告된 바 있는데 例로서 Ohno et al., (1965)은 *Salmo iridius*에서 2n=48~64로 變異幅이 넓은 多型現象을 報告한 바 있고 *S. sala*의 3集團에서는 2n이 53~60으로 分布되어 있으나 AN

이 72로 모두 同一하게 나타나 *S. sala* 集團에서 Robertsonian variation이 일어난다고 하였다(Roberts, 1970).

또한 *Lepomis cyanelus*는 acrocentric chromosome으로만 구성된 2n=48인 것과 1쌍의 metacentric 및 23쌍의 acrocentric chromosome인 2n=46인 것이 報告되었고(Beçak et al., 1966), 日本에서는 잉어科의 남자루亞科인 *Acheilognathus rhombus*는 2n=44, 46, 48로 個體내에 2~3가지 型의 核型이 있으나 AN=48로서 Robertsonian variation으로 報告된 바 있다(Nogusa, 1960).

한편 金(1980)은 *C. taenia taenia*의 核型에서(이 種은 採集地域이 京畿道 光陵인 점으로 보아 *C. taenia lutheri*로 思料됨) 2n=48이 18%이고, 2n=49가 16%이며 2n=50이 48%이고 2n=51이 11%로 나타나 本 研究의 *C. t. lutheri*의 多型現象과 一致되고 있다. 이와같이 *C. t. lutheri*는 同一種의 다른 亞種과는 달리 染色體多型現象을 보이고 있다는 점은, 本 亞種 體側斑紋에서 보여주는 性的 2型의 特徵과 함께 그 集團에서 보여주는 固有한 形質을 나타내는 事實로 보아, 이것을 *C. taenia*內的 亞種이라고 看做하기보다는 別種이 될 가능성이 많다고 보아, 이 점은 추후 精密한 分類學的 調查 檢討가 要求된다.

그리고 韓國의 洛東江産 *C. taenia taenia*는 2n=48로서 從前의 2n=50이라는 報告와는 相異하여 크게 注目된다. 즉 日本産 *C. t. taenia*의 核型(Ueno, 1980)은 6쌍의 metacentric, 2쌍의 submetacentric, 17쌍의 acrocentric으로 從前의 結果보다 acrocentric이 2쌍이 많으며, metacentric chromosome이 1쌍이 적으나 An은 韓國産과 같이 66으로 類緣關係는 가깝다고 思料되나 그러나 유렵産 *C. t. taenia* 중 이태리産은 2n=50으로 6쌍의 metacentric, 3쌍의 submetacentric, 16쌍의 acrocentric chromosome으로 AN은 68이고(Cataudella et al., 1976), 유고産 가운데 수컷은 19쌍의 metacentric 혹은 submetacentric과 6쌍의 acrocentric chromosome으로 構成되어 2n=50이며 AN은 88이고, 암컷은 3倍體로 75個의 染色體이면서 AN이 132라고 報告한 바 있어(Sofradzija and Beberovic, 1978), 韓國과 日本産의 *C. taenia taenia*의 核型과는 AN의 수에있어 현저한 差異를 보여주고 있어, 分類學的으로 區分되리라 쉽게 豫想된다. 한편 이와같은 점을 뒷받침해 주는 것으로는 韓國産 *C. taenia taenia*의 外部形態의 斑紋과 眼下棘(suborbital spine)이 유렵産 *C. taenia taenia*와는 잘 區別되고있어 韓國産의 경우는 이와는 다른 種일 可能

성이 있다.

染色體의 arm number는 種間의 類緣關係에 많이 사용되는 形質로서 Ohno(1974)는 acrocentric chromosome 이 많을수록 祖上型으로 看做하였고, Arai(1983)는 arm number가 系統關係에 대한 polarity(極性)을 決定하는데 重要하고 arm number가 많을수록 分化된 種이라고 報告한 바 있다. 이러한 입장에서 韓國產 *Cobitis* 屬 魚類의 diploid number와 arm number를 比較하였던 바 Fig.3에서와 같이 3개

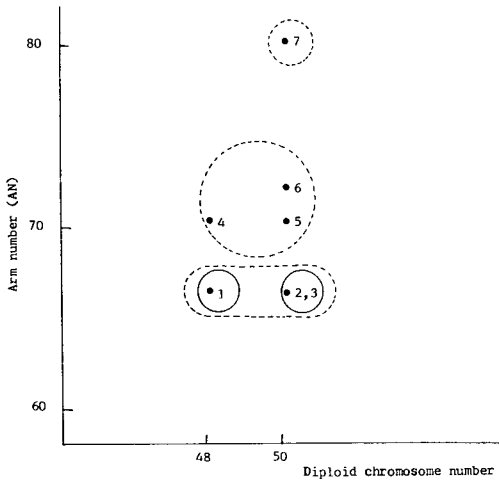


Fig. 3. Scheme for derivation of the karyotypes of the chromosomally known genus *Cobitis* in Korea. 1: *Cobitis taenia taenia*, 2: *C. taenia lutheri*, 3: *C. taenia striata*, 4: *C. rotundicaudata*, 5: *C. longicorpus*, 6: *C. koreensis*, 7: *C. granoei*

의 group으로 나눌 수 있었다. 즉 첫번째 group은 *Cobitis taenia* group으로 *C. taenia taenia*, *C. taenia lutheri*, *C. taenia striata*이며, $2n=48$, 50 이고 arm number는 66 으로 韓國產 기름중개 屬 魚類가운데 가장 原始型이라고 看做되는데, 이들은 보통 河川의 모래바닥에서 棲息하는 共通의 習性을 가지고 있다. 두번째 group은 $2n=48$, 50 이고 arm number는 70 과 72 로서 여기에는 *C. koreensis*, *C. rotundicaudata* 및 *C. longicorpus*인데, arm number가 *C. taenia* group보다도 더 많고, 韓國特產種이라는 점에서 더 分化되었다고 思料된다. 한편 이 group은 모두 河川 上流의 流速이 있는 곳의 바닥에 자갈이나 큰 돌이 있는 곳에서 棲息한다. 세번째 group은 *C. granoei*로 $2n=50$ 이고 arm number가 80 으로 arm number가 가장 많은 수를 나타내고 있어 韓國產 *Cobitis* 屬 魚類가운데 가장 分化된 種이라고 볼 수 있

는데, 이들의 形態의 特徵에 있어서도 *Cobitis* 屬의 다른 種과는 잘 區別되며, 지금까지 報告된 *Cobitis* 屬은 monoarm이 많은데 비해 *C. granoei*는 biarm이 많은 점에서 注目된다. 本 種은 北方系統으로 河川 上流의 모래가 있는 곳에서 棲息하고 있다.

以上에서 본 바와같이 *Cobitis* 屬 魚類의 核型分析 結果는 從來 骨質盤의 構造와 斑紋에 의한 分類를 잘 반영해 주고 있을 뿐 만 아니라 種間의 類緣關係를 理解하는데 좋은 結果를 提示하여주었다고 본다. 앞으로 染色體의 banding 法을 導入하고 生化學的인 研究를 병행하여 調査한다면 *Cobitis* 屬에 대한 類緣關係와 系統을 세우는데 더욱 좋은 結果를 가져오리라 思料된다.

要 約

우리나라 南部地方에 棲息하는 기름중개 屬 魚類의 5種 및 亞種, *Cobitis taenia taenia*, *C. taenia lutheri*, *C. taenia striata*, *C. koreensis*, *C. longicorpus*의 核型分析 結果, $2n$ 의 數, karyotype form (metacentric-submeta centric-acrocentric chromosome), AN (arm number)은 다음과 같다.

C. longicorpus, $2n=50$, 12 m-8 sm-30 a, AN=70;

C. koreensis, $2n=50$, 10 m-12 sm-28 a, AN=72;

C. taenia taenia, $2n=48$, 14 m-4 sm-30a, AN=66;

C. taenia striata, $2n=50$, 10 m-6 sm-34a, AN=66;

C. taenia lutheri, $2n=50$, 10 m-6 sm-34 a, AN=66.

이 가운데 *C. t. lutheri*는 $2n=48$, 49 및 51 도 높은 頻度로 나타나고, 각각의 AN이 66 인 점으로 미루어 Robertsonian 染色體 多型現象을 나타내었다.

그리고 本 調査에서 特히 注目되는 것은 *C. taenia taenia*의 核型은 $2n=48$ 로서 從前의 結果와는 아주 다르고, 또 本 調査集團의 斑紋等 形態의 特徵에 있어서도 유럽產 *C. t. taenia*와 區分되기 때문에 이 個體群은 分類學的으로 別種이 된다고 思料된다.

그리고 本 調査結果 各種의 集團이나 個體內에서는 현저한 變異는 없었으나, diploid number와 arm number를 이용하여 類緣關係를 본 바 다음 3가지의 species group으로 나눌 수 있었다. 1) *C. taenia taenia*, *C. taenia lutheri* 및 *C. taenia striata* 2) *C. koreensis*, *C. longicorpus* 및 *C. rotundicaudata* 3) *C. granoei*

文 獻

- Arai, R. 1983. Karyological and osteological approach to phylogenetic systematics of fishes. Bull. Natn. Sci. Mus., Tokyo, Ser. A.9(4), 175-210.
- Becak, W., M. L. Becak and S. Ohno. 1966. Intraindividual chromosome polymorphism in green sunfish (*Lepomis cyanellus*) as evidence of somatic segregation. Cytogenetics, 5, 313-320.
- Cataudella, S., L. Sola, R. Accamemuratori and E. Capanna. 1976. 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(3), 167-161.
- Gold, J.R. and G.A.E. Gall. 1975. Chromosome cytology and polymorphism in the California high sierra golden trout (*Salmo aguabonita*). Can. J. Genet. Cytol. 17, 41-53.
- Hitotsumachi, S., M. Sasaki and Y. Ojima. 1969. A comparative karyotype study in several of Japanese loaches (Pisces, Cobitidae). Jap. J. Genetics. 44(3), 157-161.
- 金東秀. 1980. 韓國産 기름종개科 魚類 몇種의 核型 및 染色體 多型성에 關한 研究. 漢陽大學校 大學院 碩士學位 論文. 1-30.
- Kim, I. S. 1978. Ecological studies of cobitid fish, *Cobitis koreensis* in Jeonju-cheon creek, Jeonrabug-do province, Korea. The Korea Journal of Ecology. 2(1-2), 9-14.
- Kim, I. S. 1980. 韓國産 기름종개屬 魚類의 系統分類學的 研究. 中央大學校 박사학위 論文. 1-40.
- Kim, I. S. 1980. Systematic studies on the fishes of the family Cobitidae (Order Cypriniformes) in Korea(I). Kor. Jour. Zool. 23(4), 239-249.
- Kim, I. S. 1980. Comparative isozyme patterns in cobitid fish from Korea. Annual Report of Biological Research. 1, 21-27.
- Kim, I. S. and Y. M. Son. 1984. *Cobitis choii*, A new cobitid fish from Korea. Kor. Jour. Zool. 27(1), 49-55.
- 金載洽. 1984. 점줄종개와 줄종개의 잡종에 관한 연구. 인하대학교 석사학위논문, 1-39.
- 池田兵司. 1936. 日本産 トジセウ科의 雌雄性徵とその分類に就こ(1). 日動雜. 48(12), 983-994.
- 池田兵司. 1937. 日本産 トジセウ科 Cobitidae 魚類의 性徵とその分類考察(2). 日動雜. 49(1), 4-8.
- Kimizuka, Y., H. Kobayasi and N. Mizuno. 1982. Geographic distributions and karyotypes of *Cobitis takatsuensis* and *Niwaella delicata* (Cobitidae). Jap. J. Ichthyology, 29(3), 305-310.
- Kobayasi, H. 1976. Comparative study of karyotypes in the small and large race of spinous loaches (*Cobitis biwae*). Zoological Magazine. 85(1), 84-87.
- 李惠英·李賢實·柳在赫·金順圭. 1983. 韓國産 淡水魚 29種에 關한 核型分析 I. 인하대학교 기초과학 연구소 論文集, 第4輯, 79-86.
- 李惠英·李賢實·趙政宇·李庸溫. 1984. 韓國産 淡水魚 29種에 關한 核型分析 II. 인하대학교 기초과학 연구소 論文集, 第5輯, 125-129.
- 李完玉. 1984. 白川(全北 扶安郡)에 棲息하는 참종개(*Cobitis koreensis* KIM) 個體群의 形態 및 生態에 關한 研究. 全北大學校 碩士學位論文 1-45.
- Levan, A., K. Fredga and A.A. Sandberg. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. Hereditas 52, 201-219.
- Miller, P.R. and Walters, V. 1972. A new genus of cyprinodontid fish from Nouvo Leon, Mexico. Contributions Sci. Nat. Hist. Mus. Los Angeles county. 223, 1-13.
- Nogusa, S. 1960. A comparative study of the chromosomes in fishes with particular considerations on taxonomy and evolution. Mem. Hyogo Univ. Agric. 3, 1-62.
- Ohno, S., S. E. Fiasst and M. T. Zenes. 1965. Postzygotic chromosomal rearrangement in rainbow trout (*Salmo irideus*). Cytogenetics, 4, 117-129.
- Ohno. S. 1974. Prochordata, Cyclostomata and Pisces in animal cytogenetics (B. John, ed.). Vol.4 Chordata 1, 1-91.

- Robert, F.L. 1968. Chromosomal polymorphism in North American landlocked *Salmo salar*. Can. J. Genet. Cytol. 10, 865—875.
- Roberts, L. 1970. Atlantic salmon (*Salmo salar*) chromosomes and speciation. Trans. Amer. Fish. Soc. 99(1), 105—111.
- Saitoh, K., A. Takai and Y. Ojima. 1984. Chromosomal study on three local race of the striated spined loach (*Cobitis taenia striata*). Proc. Japan. Acad. 60(61) ser. B, 187—190.
- Sofradzija, A. and Lj. Beberovic. 1978. Diploidno-Tridno Seksuanlni Dimorfizam U vijuna (*Cobitis taenia taenia* L., Cobitidae, Pisces). Genetica. 10(3), 389—397.
- Thorgaard, G.H. 1976. Robertsonian polymorphism and constitutive heterochromatin distribution in chromosomes of the rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Cytogenet. Cell Genet. 17, 174—184.
- 上野紘一. 1981. ドジョウ類の核型. 月刊海洋科学, 13(1), 60—70.
- Valdycov, V.D. 1935. Secondary sexual dimorphism in some Chinese cobitid fish. Jour. of Morph., 57(5), 275—302.