

韓國產 통가리屬 魚類의 核型 分析

孫永牧 · 이지현*

西原大學 生物教育科 ; 全北大學校 自然大 生物學科

韓國產 통가리屬 魚類 3 種의 7 集團에 대해서 染色體를 분석하였다. 염색체 수와 核型은 種 間에 그 차이가 뚜렷하여 *Liobagrus andersoni*는 $2n=28$ ($AN=56$)이었고, 9쌍의 meta-centric 염색체와 5쌍의 submetacentric 염색체로 구성되어 있었으며, *L. mediadiposalis*는 $2n=42$ ($AN=84$)로, 14쌍의 metacentric 염색체와 7쌍의 submetacentric 염색체로 나타났다.

*L. obesus*의 경우는 염색체 수가 $2n=20$ ($AN=40$)이고 모두 metacentric 염색체로 구성되어 있어 이제까지 보고된 메기목 어류 중 가장 적은 $2n$ 값을 보였다. 性的二型現象이나 집단간의 염색체 多型現象은 볼 수 없었다. 이상의 결과로 미루어 Robertsonian rearrangement를 위시한 pericentric inversion과 같은 염색체 再排列이 種分化的 중요한 요인이 되었음을暗示하는 것으로 생각되었다.

緒 論

통가리屬 *Liobagrus* 魚類는 통가리科, Amblycipitidae에 속하며 주로 河川의 中·上流水域의 여울에 서식하는 小形淡水魚이다.

본 屬에는 지금까지 13 種이 보고되었고 中國, 日本, 台灣 및 韓國에 分布하는 것으로 알려져 있다. (內田, 1939; 宮地 等, 1976; 朱, 1982; 沈, 1984; Son *et al.*, 1987; 成·鄭, 1987). 韓國產 통가리屬 魚類는 현재 3 種이 기재되어 있으며 이들은 모두 韓國 特產魚이다 (Regan, 1908; Mori, 1936; Son *et al.*, 1987).

한국산 통가리속 어류에 대하여는 그동안 形態, 發生, 分布, 生態 및 蛋白質과 酵素의 分析 등에 관한 報文들이 발표된 바 있으나 (內田, 1933, 1939; 金 等, 1981; 孫, 1988; 孫 等, 1984, 1988; 梁·孫, 1986), 地理的 分布에 있어서 독특한 특징을 보이고 있고 形態的으로도 類似하여 種 分類에 있어 論難이 있어 왔다. 또한 種內 水系別 集團間에도 구분되는 특징적인 형태적 형질이 나타나고 있고 遺傳的 차이도 있음이 보고된 바 있다 (內田, 1939; 孫 等, 1984; 梁·孫, 1986). *Liobagrus*屬 魚類의 染色體에 관한 연구는 Kim *et al.* (1982)에 의해서 韓國產 *L. andersoni*와 *L. mediadiposalis*의 核型이 조사되었고, 中國產 4 種(余 等, 1989) 및 日本產 1 種(小島, 1983)도 보고되어 모두 7 種이 밝혀져 있다.

본 조사에서는 韓國產 *Liobagrus*屬 어류의 系統的 類緣關係 및 種分化的 樣相을 규명하기 위한 一環으로 著者 等(Son *et al.*, 1987)에 의해 新種으로 기재된 *L. obesus* 1 個 集團을 비롯하여 *L. mediadiposalis* 4 個 集團 및 *L. andersoni* 2 個 集團에 대하여 核型을 比較 分析하였다.

材料 및 方法

染色体 分析에 사용된 標本들은 漢江을 비롯한 6 個 水系(Fig.1)에서 죽대를 이용하여 採集한 후 실험실로 生體로 운반하였다. 染色体 標本 製作은 魚體의 腹腔에 1 % colchicine을 體重 1 g當 0.01 ml을 주사하여 3時 間 동안 通氣시킨 후 鰓葉과 腎臟組織을 摘出한 다음 細胞가 遊離되도록 잘 게 자르고 0.075 M KCl 용액으로 처 리한 세포를 carnoy용액으로 數回 固 定하여 flame dring method (Ojima *et al.*, 1972)로 제작하였다. 제작된 슬 라이드는 3 % Giemsa 용액에서 40~50分間 染色하였다.

染色体의 分析은 1,000倍의 현미경 시야에서 사진촬영하여 40個 이상의 中期像에서 染色体 數를 計數하였고 染色体의 分類는 動原體의 位置에 따 라 定하였다(Levan *et al.*, 1964). 各 染色体의 相對的인 길이는 n값 염색 체의 總 길이에 對한 %로 算定하였다 (Tripathy and Das, 1980). Large chromosome(LC)은 LeGrande(1981) 에 따라 n값의 總 염색체 길이의 5 % 를 넘는 염색체로 定義하였으며 LC+ 2n 값은 Arai and Nagaiwa(1976)의 new arm number (NAM)에 準하였다.

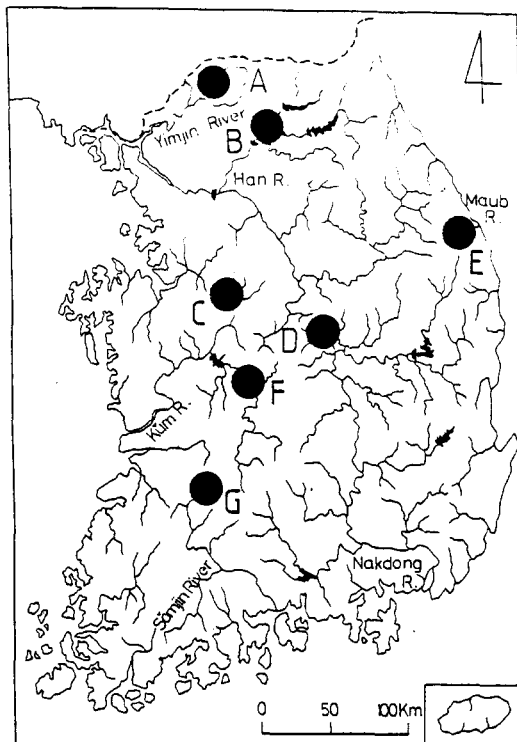


Fig. 1. Map showing the collection area for chromosome studies.

- A: Chŏlwon-gun, Dongsong.
- B: Gapyong-gun, Gapyong.
- C: Jinchŏn-gun, Baeggok.
- D: Mungyŏng-gun, Masong.
- E: Samchŏk-gun, Gundok.
- F: Yŏngdong-gun, Simchŏn.
- G: Jinan-gun, Baegun.

結果 및 考察

조사된 種 및 數系別 7個 集團에 對한 2n 값, FN(fundamental number), NAN(new arm

number) 및 核型 分析의 결과는 Table 1에 나타내었으며 3 種의 核型은 Fig. 2~4와 같다.

*L. mediadiposalis*는 9 個體의 수컷과 10 個體의 암컷에서 얻어진 염색체 수는 $2n=42$ 로 그 핵형은 14 쌍의 metacentric염색체와 7 쌍의 submetacentric염색체로 구성되고 $AN=84$ 였으며 (Table 1, Fig. 2) 水系에 따른 집단 간의 염색체 多型現象이나 性的二型現象은 볼 수 없었다. 염색체 길이의 범위는 $0.93 \mu m \sim 2.94 \mu m$ 이고 이들의 상대적 길이는 2.35~7.50 % 사이였으며 m 값의 총 길이는 $39.18 \mu m$ 였다 (Table 2).

Table 1. Localities, number of specimens, diploid number (2n), karyotype formular, fundamental number (FN), large chromosome (LC) and new number (NAN) estimated in the genus *Liobagrus*

Species	Populations	No. of specimens		2n	Karyotype	FN	LC	NAN
		Male	Female					
<i>Liobagrus mediadiposalis</i>	Nakdong R.	2	3	42	26M-16SM	84	10	52
<i>L. mediadiposalis</i> ssp. 2	Kum R.	2	3	.	.	.	.	.
<i>L. mediadiposalis</i> ssp. 1	Somjin R.	1	2	.	.	.	.	.
<i>L. mediadiposalis</i>	Maub R.	4	2	.	.	.	.	.
<i>L. andersoni</i>	Han R.	2	3	28	18M-10SM	56	12	40
<i>L. andersoni</i>	Yimjin R.	3	2	.	.	.	.	.
<i>L. obesus</i>	Kum R.	2	3	20	20M	40	20	40

Table 2. Total complement length (TCL), ranges of absolute length (AL) and relative length (RL) of each chromosome of the genus *Liobagrus* in Korea

Species	2n	TCL (μm)	Range of AL (μm)	Range of RL (%)
<i>L. mediadiposalis</i>	42	39.18	0.93-2.94	2.35-7.50
<i>L. andersoni</i>	28	32.07	1.27-3.97	4.08-12.78
<i>L. obesus</i>	20	36.72	1.97-5.78	5.36-15.70

또한 Kim *et al.*, (1982) 이 지적한 바 있는 large secondary constriction은 볼 수 없었다.

*L. andersoni*의 경우, 암수 각각 5 個體로 부터 얻은 결과는 염색체 수 $2n=28$, 9 쌍의 metacentric염색체와 5쌍의 submetacentric염색체로 구성되어 $AN=56$ 이었다 (Table 1, Fig. 3). 集團間的 染色體 多型現象이나 性的二型現象은 관찰되지 않았다. 염색체의 길이는 $1.27 \sim 3.97 \mu m$ 사이였고 상대 길이는 4.08~12.78 %였으며 n 값의 총 길이는 $31.07 \mu m$ 였다 (Table 2).

*L. obesus*의 수컷 2 個體와 암컷 3 個體로 부터 얻어진 결과는 염색체 수가 $2n=20$ 이었고 모두 metacentric염색체로 구성되어 있었으며 $AN=40$ 이었다 (Table 1, Fig. 4). 염색체의 길이는 $1.97 \sim 5.78 \mu m$, 상대 길이는 5.36~15.7 %, n 값의 총 길이는 $36.72 \mu m$ 였고 性的二型現象은 없었다 (Table 2).

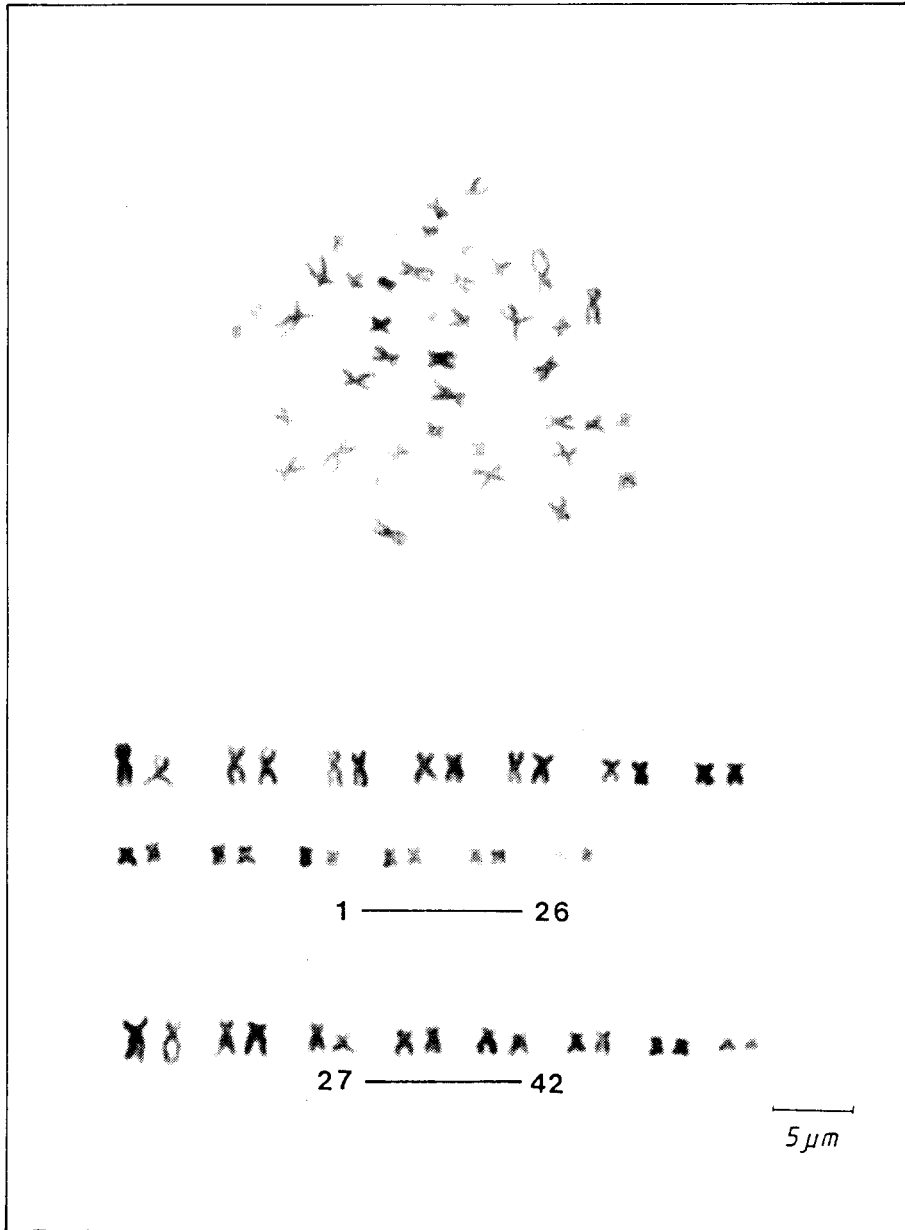


Fig. 2. Metaphase plate and karyotype of *L. mediadiposalis*(2n=42).

以上 種間 염색체 비교에서 2n 값이나 核型이 현저한 차이를 보이고 있어 種 同定の 基準 形質이 됨을 알 수 있다. 또한 韓國產 *Liobagrus*屬 魚類의 核型에 대한 Kim *et al.*(1982)의 결과와 비교할 때 *L. andersoni*와 *L. mediadiposalis*의 2n 값은 본 조사의 결과와 일치하였고 核型에 있어서는 약간의 차이를 보였으나 *L. obesus*의 경우는 염색체의 數 및 核型에서

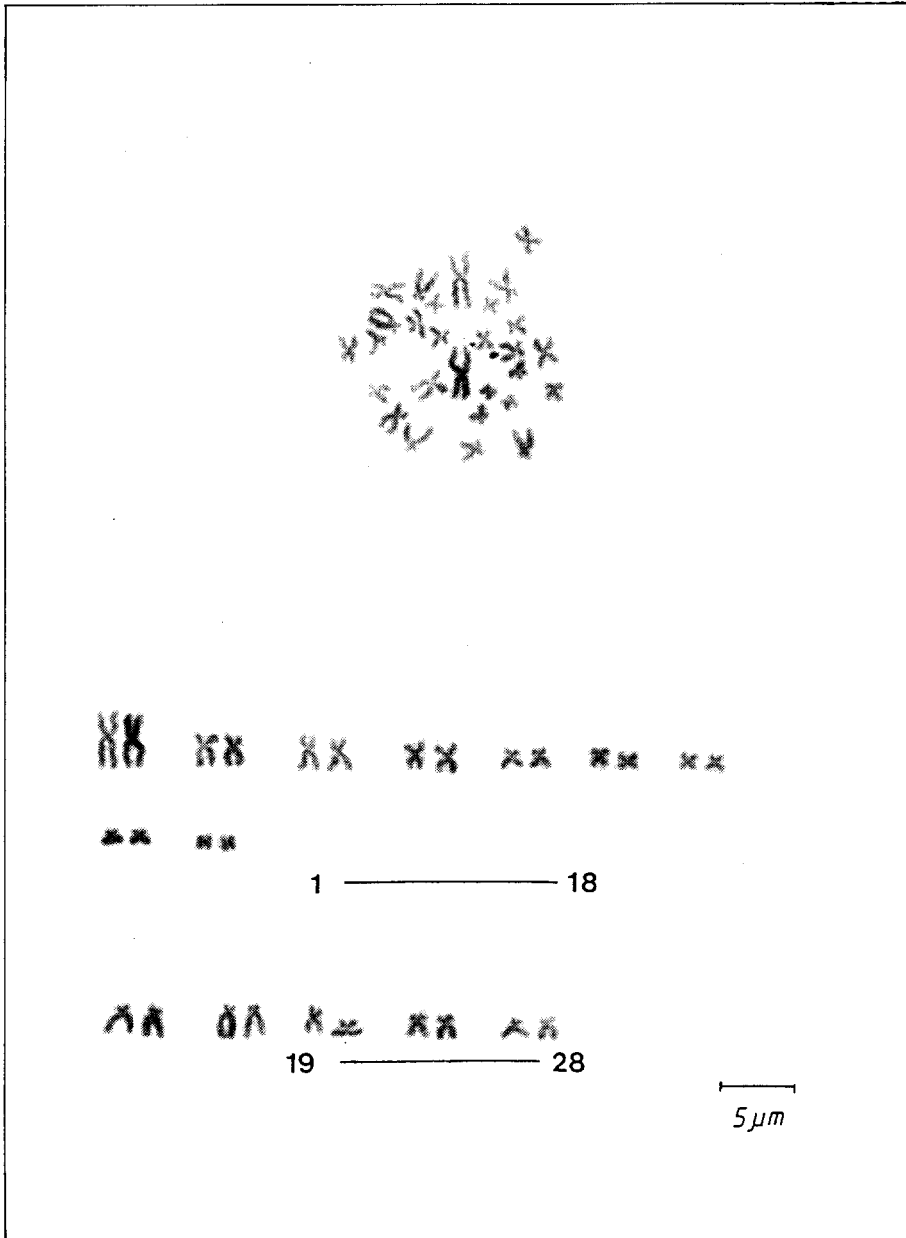


Fig. 3. Metaphase plate and karyotype of *L. andersoni*($2n=28$).

前者와 현저한 차이를 나타내었다.

메기목(Siluriformes) 魚類에서는 $2n$ 값이 $28\sim132$ 로 그 범위가 넓고(小島, 1983) 가장 흔한 값은 56 ± 2 이며 40以下는 극히 드문 것으로 보고되어 있다(LeGrande, 1981). FN값 또한 변이가 다양하나 兩腕染色體의 구성 비율이 커 그 값이 대개 80以上으로 높고 70以下는

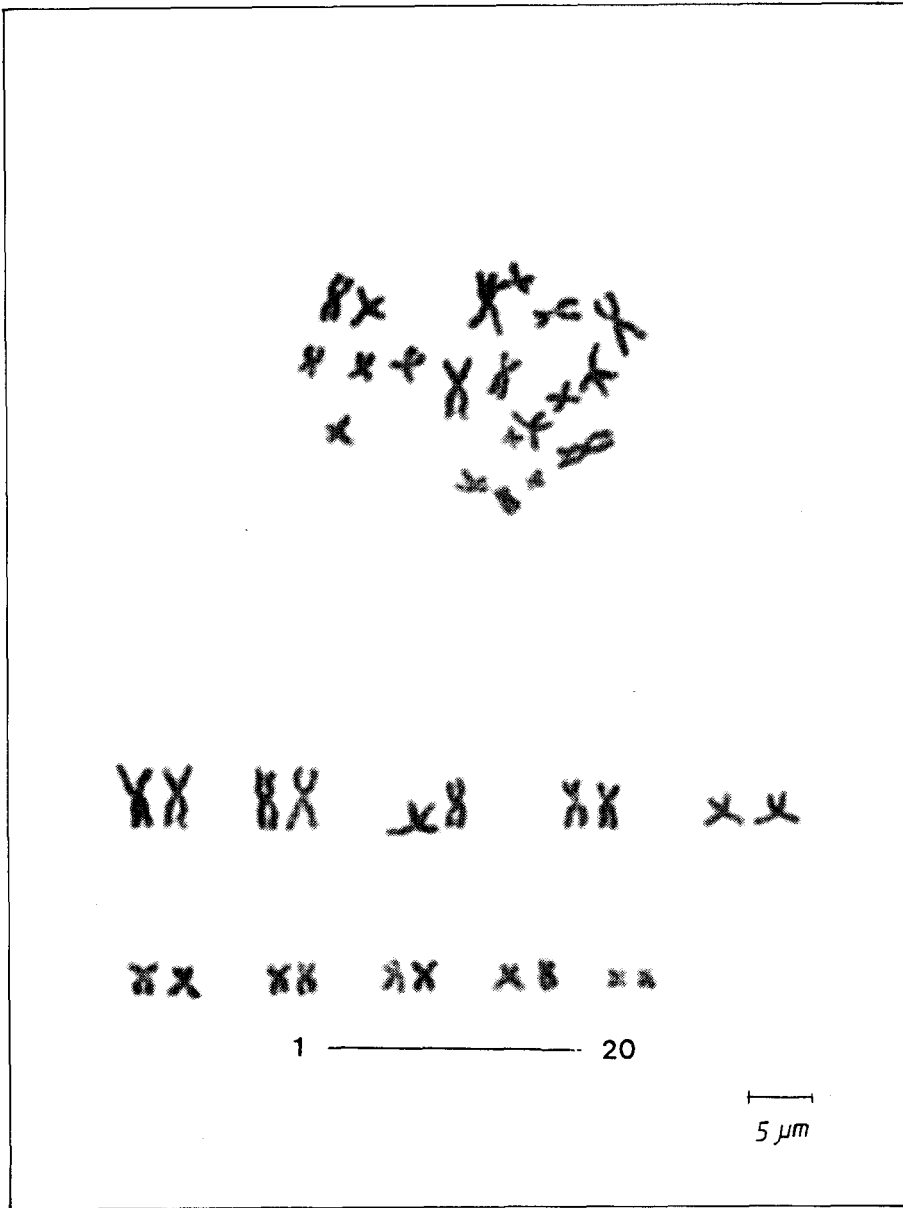


Fig. 4. Metaphase plate and karyotype of *L. obesus* ($2n=20$).

드물어 $2n$ 및 FN에서 높은 數値를 이루는 것이 메기目 核型의 특징이며, 이에 따라 祖上核型은 비교적 높은 FN값(>80)을 갖는 $2n=58$ 일 것으로 推定되기도 한다(LeGrande, 1981). 그러나 韓國產 *Liobagrus*屬 魚類는 $2n$ 값이 42以下로 비교적 적고 그 중에서도 *L. obesus*의 $2n$ 값($2n=20$)은 메기目 魚類 중에서 가장 낮은 수치를 보여주고 있어 매우 흥미로운 결과

로 생각되나 兩腕염색체의 구성비가 높은 것은 메기目 核型的 일반적인 특징과 일치하고 있다.

魚類의 염색체 進化에 있어 흔한 숫적 變化機作은 Robertsonian translocation으로 알려져 있다(新井, 1982). 韓國產 *Liobagrus*屬 어류에 있어서 中國產 및 日本產 *Liobagrus*나 (余等, 1989; 小島, 1983) 北美產 *Ictaluridae*(붕메기科; LeGrande, 1981)와 마찬가지로 $2n$ 값의 減少와 동시에 FN값도 작아지고 있어 Robertsonian rearrangement와는 다른 양상을 보여주고 있다(Fig. 5). 이러한 현상은 Robertsonian alteration 外에 pericentric inversion 및 염색체 융합 등으로 새로이 生成된 large msm염색체가 다시 pericentric inversion에 의해서 large stt elements로 轉換되는 현상과 함께 兩腕 염색체가 centromeric terminalization된 다음 융합이 일어나는 기작 등이 添加된 결과로 LeGrande (1981)는 해석한 바 있다. 이 경우 LC와 $2n$ 값의 크기는 逆의 관계로 되어 Fig. 6과 같은 양상을 보여 주게된다. 그리고 염색체 크기에 대한 分析 결과(Table 2), $2n$ 값이 작을 수록 각 염색체의 크기는 크게 나타나는 경향이 있으나 총 염색체의 길이 및 LC+ $2n$ 값에서는 큰 차이가 없는 것으로 比較되었다. LeGrande (1981)는 北美產 catfish의 祖上은 $2n=58$ 의 染色體 수와 높은 FN(>80)의 핵형을 가졌을

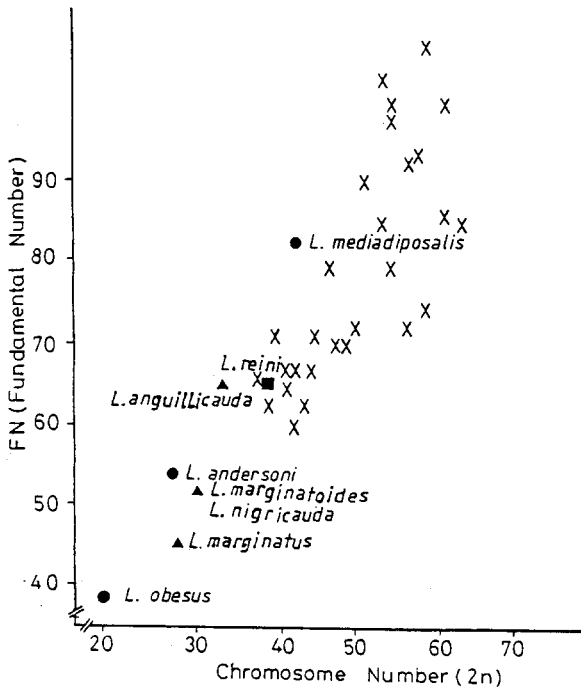


Fig. 5. Relationship between fundamental number(FN) and diploid number($2n$) in the genus *Liobagrus* of Korea(●), Japan(■), Chinese(▲) and the species of family Ictalulidae in North.

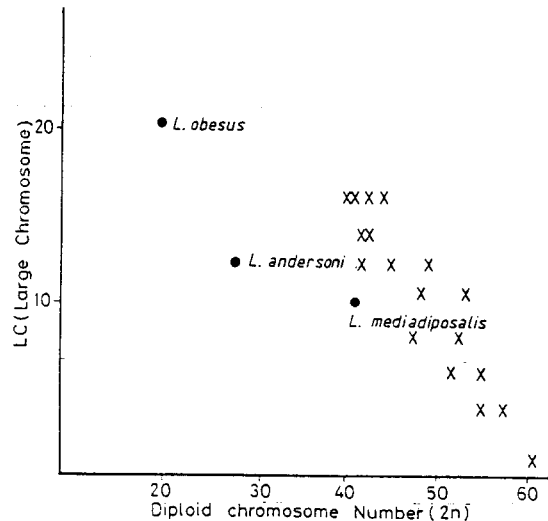


Fig. 6. Relationship between the number of large chromosomes (LC) and diploid number ($2n$) in the genus *Liobagrus* of Korea(●) and the species of family Ictaluridae in North America (×, from LeGrande, 1981).

韓國產 뚝가리屬 魚類의 核形 分析

것으로 추측한 바 있다. 이러한 이론에 입각한다면 韓國產 *Liobagrus*屬 어류에서도 $2n$ 및 FN값이 큰 *L. mediadiposalis*로 부터 *L. andersoni*와 *L. obesus*가 分化되어진 것으로 보아 지며 앞서 논의한 대로 染色體의 再排列이 種分化에 큰 역할을 한 것으로 짐작되어진다. 그러나 heterochromatic second arms이 arm number에 관계하고 있음도 보고된 바 있어 (Pathak *et al.*, 1973) banding pattern이나 genome size 分析등이 遂行되어야 이 문제는 더욱 明確해 질 것으로 생각된다.

引用 文 獻

- 新井良一. 1982. 染色體と魚の進化. 自然科學上海博物館, 49(3) : 22~26.
- Arai, R., and K. Nagaiwa. 1976. Chromosome of tetraodontiform fishes from Japon. Bull. Nat. Sci Mus. Ser. A(Zool.), 2 : 59-72.
- Kim, D. S., E. H. Park and J. S. Kim. 1982. Karyotypes of the Nine Species of the Korean Catfishes (Teleostimi : Siluriformes). Kor. Genet., 4 : 57-68
- 金益秀·李金泳·朱日永. 1981. 韓國產 뚝가리科 魚類의 分類學的 研究. 全北大, 生物學 研究所 研報, 2 : 1~16.
- 小島吉雄. 1983. 魚類細胞遺傳學. 水交社(東京) : 1-272.
- LeGrande, W. H., 1981. Chromosomal evolution in north american catfish with particular emphasis on the madtoms, *Noturus*. Copeia, 1981(1) : 33-52.
- Levan, A., K. Fredga and A. A. Sandberg. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. Hereditas, 5 : 201-220.
- 宮地傳三郎·川那部浩哉·水野信彦. 1976. 原色日本魚類圖鑑, 保育社 : 262~263.
- Mori, T., 1936. Descriptions on new genera and three new species of Siluroidea from Korea. Zool Mag. (Japan), 48(8-10) : 671-676.
- 10) Ojima, Y., M. Hayashi and K. Ueno, 1972. Cytogenetic studies in lower vertebrates X. karyotype and DNA studies in 15 species of Japanese Cyprinidae. Jap. J. Genet., 47(6) : 431-440.
- Regan, C. T., 1908. On freshwater fishes from corea. Proc. Zool. Soc. London, 1:59-63.
- 沈世傑. 1984. 台灣魚類檢索. 台北南天書局發行 : 135~136.
- 孫永牧·崔義烈·安泰仁. 1984. 形態 및 蛋白質 電氣泳動像에 依한 韓國產 뚝가리屬 魚類 比較. 動物學誌, 27(1) : 25~34.
- Son, Y. M., I. S. Kim and I. Y. Choo. 1987. A new species of torrent catfish, *Liobagrus obesus* from Korea. Kor. J. Lim., 20(1): 21-29.
- 孫永牧, 朱日永. 1988. 韓國產 뚝가리屬 (genus *Liobagrus*) 魚類의 生態. 韓陸誌, 21(4) : 243-251.
- 孫永牧. 1988. 韓國產 뚝가리科 魚類의 形態의 形質에 關하여. 基礎科學研究論叢 I輯, 西原大學 : 13-29.
- 成慶泰·鄭葆珊. 1987. 中國魚類系統檢索. 科學出版社, 北京, 1 : 217~218.
- Tripathy, N. K. and C. C. Das. 1980. Chromosomes in three species of asian catfish. Copeia, 1980(4): 916-918.
- Turner, B. J., 1984. Evolutionary genetics of fishes. Plenum Press : 561-586.

- 內田惠太郎. 1933. アカザの卵及び仔魚. 動雜, 45(536) : 290-292.
- 內田惠太郎. 1939. 朝鮮魚類誌 第1卷 糸顎類, 內顎類. 朝水試報, 6 : 43-55.
- 梁瑞永·孫永牧. 1986. 韓國產 통가리屬 魚類의 遺傳 및 形態的 變異에 關한 研究. 韓分誌, 2(2) : 1-12.
- 朱可歲. 1982. 中國淡水魚類原色圖集. 中國科學院 水生生物研究所, 上海自然博物館, 上海科學技術出版社 : 141-142.
- 余先覺·周暉, 李渝成, 李康, 周密. 1989. 中國淡水魚類, 染色體. 科學出版社, 北京 : 120-162.

Karyotypes of Genus *Liobagrus*(Pisces : Amblycipitidae) in Korea

Yeong-Mok Son and Ji-Hyun Lee*

Dept. of Biol., Seowon Univ. Chongju 360-140, Korea ; *Dept. of Biol., Chonbuk National Univ Chonju 560-756, Korea

Karyological characteristics were investigated in 3 species of the genus *Liobagrus* from Korea. The diploid chromosome number in *L. andersoni* was found to be 28, with 9 pairs of metacentrics and 5 pairs of submetacentric chromosomes, and arm number (AN) was 56. *L. mediadiposalis* was found with 2n of 42, consisting of 13 pairs of metacentrics and 8 pairs of submetacentric chromosomes (AN=84). In the case of *L. obesus* 2n was 20, with 20 metacentric chromosomes (AN=40), which was the lowest among the species of the order Siluriformes. Sexual dimorphism or intraspecific polymorphism of the chromosomes was not observed in any species examined.