



Title	カンキョウカジカ <i>Cottus hangiongensis</i> の晩熟大型雄個体の特徴
Author(s)	碓井, 和也; USUI, Kazuya; 後藤, 晃 他
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 38(1), 38-49
Issue Date	1987-02
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/23940
Type	departmental bulletin paper
File Information	38(1)_P38-49.pdf



カンキョウカジカ *Cottus hangiongensis* の晩熟大型雄個体の特徴

碓井和也*・後藤晃*

Characteristics of the Large-sized Altricial Males
in the River Sculpin, *Cottus hangiongensis*

Kazuya Usui* and Akira Goro*

Abstract

Large-sized immature males of an amphidromous sculpin, *Cottus hangiongensis*, inhabiting the upper reaches of the Daitobetsu River were studied morphologically, ecologically and biochemically to elucidate whether they are able to achieve sexual maturity and to consider a mechanism by which they may have originated in this species.

In spite of a body size of larger than the minimum body size (about 70 mm SL) at first maturity of the males inhabiting the lower reaches, the males inhabiting the upper reaches did not show such secondary sexual characteristics as a broader mouth and longer anal fin rays which usually develop in mature males. They also had a thin testis which, judging from histological observation, had no functional role, even during the breeding period of this species.

From a comparison of the isozyme patterns detected through starch gel electrophoresis of the mature males and the large-sized immature males of *C. hangiongensis* inhabiting the lower and upper reaches respectively and mature males of the closely related cohabiting species *C. nozawae*, it was distinctly demonstrated that those large-sized immature males never resulted from natural crossing between the two species.

The experimental rearing of males captured in the lower and upper reaches showed that not only the former but also the latter attained sexual maturity when they were kept together in an other stream.

The data on the length distribution of males monthly captured in the upper reaches indicated that the male population in the upper reaches was recruited and maintained by the immigration of 1+ aged young individuals from the lower reaches in summer.

These results suggest that the large-sized males inhabiting the upper reaches are not inherently sterile individuals but altricial ones which appear to be epigenetically inhibited from sexual maturation by some unknown environmental factors until they reach sufficiently great body size.

結 言

カンキョウカジカ *Cottus hangiongensis* は、日本海北部周縁にあたる沿海州から朝鮮半島東部および日本の本州東北部と北海道に分布するカジカ亜科の淡水魚である (宮地ら, 1976)。その産卵習性や生活史に関しては、河川の下流域で浮き石の下面に卵を付着させて産卵すること、孵化した浮遊仔魚は直ちに流下して海に入り、約1カ月間海洋生活を経ること、および、稚魚期に川に

* 北海道大学水産学部発生学・遺伝学講座
(Laboratory of Embryology and Genetics, Faculty of Fisheries Hokkaido University)

遡上し、河川で底生生活を送ることが知られている（佐藤・小林，1953；後藤，1981；Goto, 1984a, 1986）。

後藤（1974）は、北海道南部の大当別川に生息する本種の個体群構造を調査する過程で、産卵域（河口から約3 km 以内）を離れその上流域に生息する個体群は、ほとんど雄魚によって構成されること、および、これらの雄は、下流域の雄の初成熟体長約70 mm (SL) を大きく上回り100 mm (SL) 以上に達するにもかかわらず繁殖期（4月-5月）になっても生殖腺が未発達であることを見いだした。しかし、これらの未成熟大型雄個体の出現機構やその種族維持へのかかわりについては、明らかにされていない。

本研究では、大当別川の上流域に生息する未成熟大型雄個体の形態的・生態的特徴、生化学的特徴を把握し、その出現機構を明らかにすることを目的として調査を行った。その結果、これらの雄が性成熟の抑制された晩熟の大型個体であることが明らかになったので報告する。

本文に入るに先立ち、本研究の過程で、終始指導と助言を頂いた前北海道大学水産学部教授浜田啓吉博士、ならびに種々有益な御教示を頂いた同水産学部山崎文雄教授に深謝の意を表する。

材料および方法

調査は、1983年から1984年にかけて、北海道南部に位置する大当別川と戸切地川で行った。両河川は、津軽海峡に流入する急峻な勾配を持つ小河川であり、その流程は、前者が約17 km、後者が約24 kmである（Fig. 1）。本種の生息域を制限する要因として大当別川には、河口から約4 km 上流地点に高さ約2 mの堰堤が、また、戸切地川には、河口から約2 km 上流地点に高さ10数mの堰堤がそれぞれ設置されている。戸切地川では、このために堰堤より上流域へのカンキョウカジカの遡上移動が完全に妨げられる。一方、大当別川の堰堤は、本種の遡上移動を完全に妨げるほどではないが、障害となるために、堰堤より上流域に生息する個体群の密度は著しく低くなる（Goto, 1986）。

カンキョウカジカの採集は、大当別川の堰堤より下流部にあり繁殖期には産卵場となるSt. 1と堰堤より上流部のSt. 2で周年行った。戸切地川では、大当別川個体群と比較する目的で適宜実施した（Fig. 1）。採集には、三角網（間口1.2 m、目合3 mm）を用い、足で川底の浮き石を動かし、下手に張った網に追い込んで採集した。

本研究では、以下の4項目の調査を行った。1) 形態学および組織学的調査：産卵期に大当別川のSt. 2と戸切地川でそれぞれ採集後、10%ホルマリンで保存した本種の標本を用いてそれらの形態的特徴を比較した。計測は、体長、体重などの一般的形質のほか、本種の雄の二次性徴形質である口幅および臀鰭の後部から5番目の軟条長（Goto, 1984b）について行った。さらに、生殖腺の発達の状態を組織学的に検討するために、成熟体長（70 mm）以上の雄個体から精巢を摘出し、ブアン氏液で固定、脱水後、ティッシュプレップに包埋し、7 μ の切片を作製した。染色は、ヘマトキシリン・エオシンの二重染色を施し、光学顕微鏡によって観察した。2) 電気泳動法による遺伝学的調査：非成熟大型雄の出現が、上流域で同所的に分布するカンキョウカジカと近縁なハナカジカ *Cottus nozawae* との交雑の結果であるか否かを判定するために、両種およびカンキョウカジカの未成熟大型雄の生化学的特徴をデンブングル電気泳動法によって解析した。各個体の眼および筋肉、鰓、心臓、肝臓を材料として、デンブングルを用いて4 mA/cm²の電流で3時間泳動を行った。その後、乳酸脱水素酵素（LDH）、リンゴ酸脱水素酵素（MDH）、イソクエン酸脱水素酵素（IDH）、アルコール脱水素酵素（ADH）、エステラーゼ（EST）、筋肉蛋白（MP）を特異的に染色した。デンブングルには、電気泳動用加水分解デンブン（Amylan, 常光 K.K.）を用い、0.1 M, C-APE（クエン酸アミノプロピル・ジェタノールアミン）、pH 6.9原液を50倍に稀釈した緩衝液

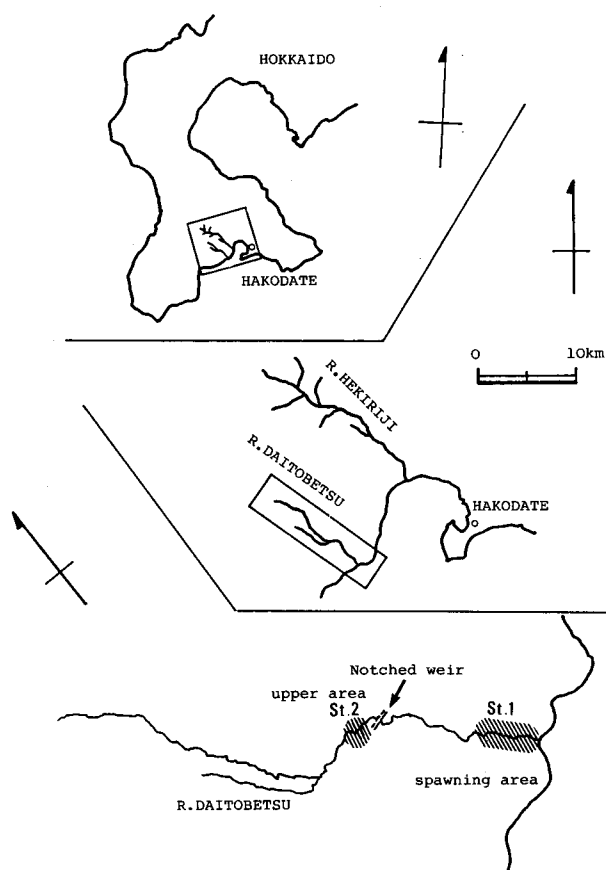


Fig. 1. Maps showing the locations and the sampling sites of the Daitobetsu River and Hekiriji River.

で、ゲル濃度が11%になるように調整し、電極用緩衝液には2.5倍稀釈原液を、また、染色用緩衝液には0.1 M, Tris-HCl (ハイドロキシメチルアミノメタン-HCl), pH 8.7原液を2.5倍に稀釈して使用した。3) 同一環境条件下での飼育実験：大当別川上流に生息するカンキョウカジカの大型雄魚の非成熟が交雑を除く他の遺伝的原因によって、先天的に生じるか否かを検討するために、大当別川の上流域と下流域で採集された雄個体を同一環境条件下で飼育し、その成熟の有無を調べた。すなわち、1983年5月から8月までの期間に、大当別川のSt. 2において体長53.3 mmから132.0 mmまでの雄10個体を採集し、またSt. 1では、二次性徴の発現した体長80 mm以上の雄成魚10個体を採集し、その都度北海道大学水産学部七飯養魚実習施設に運んだ。St. 1で採集された個体のみ、腹鰭の切除によるマーキングを施した後、施設内を流れる小川に設置した網生簀に移し、両群を混合飼育した。飼育期間中には、イサザアミを餌として適宜与えた。その後、1983年12月に両群の中から、本種の初成熟体長である約70 mm以上 (Goto, 1984b) に達した雄魚をそれぞれ6個体ずつ採り上げ、その成熟の有無を前記した組織学的調査と同様の方法で調べた。また、飼育個体については10%ホルマリン液で固定後、体各部の測定を行った。4) 上流への個体の補給時期の推定調査：カンキョウカジカは両側回遊魚であり、仔魚期を海で送った後、稚魚期に

川に遡上する(後藤, 1981; Goto, 1984a)。したがって、大当別川上流域に生息する本種の個体群は、その下流域に生息する個体群の一部が遡上移動することによって補給されることは間違いない。そこで、個体発生いつの時期に下流域から上流域へと移動し補給されるかを明らかにするために、大当別川の St. 2 において、4 月から 11 月までの期間毎月定期的に採集を行い、各月における個体群の体長組成を比較した。

結 果

1. 形態学および組織学的調査

1) 産卵期の雄魚の精巢の組織観察

1983 年の産卵期(4 月から 6 月)に、大当別川 St. 1 で採集された雄成魚 4 個体(99.9-134.2 mm SL)では、精巢のすべての包囊には、精子あるいは精子変態中の精細胞の塊(spermatid mass, Hann, 1927)が観察された(PL-A)。一方、同時期に産卵域から離れた St. 2 で採集された大型の雄 3 個体(109.7-132.0 mm SL)では、生殖腺熟度指数(GSI)が、0.01-0.1%と著しく低く、精巢の一部の包囊には精子変態中の精細胞塊を含むが、大部分の包囊は精原細胞あるいは精母細胞によって満たされているにすぎなかった(PL-B)。以上の観察結果は、大当別川の上流域に生息する大型雄には、産卵期においても生殖腺が機能的な成熟状態に達しない個体が存在することを示している。この結果は、1972 年から 1973 年にかけて大当別川の本種で観察された結果(後藤, 1974)と基本的に一致する。

2) 上流非成熟大型雄の形態的特徴

a) 臀鰭に見られる二次性徴

産卵期に戸切地川下流域で採集されたカンキョウカジカ雄 50 個体(37.5-104.7 mm SL)と雌

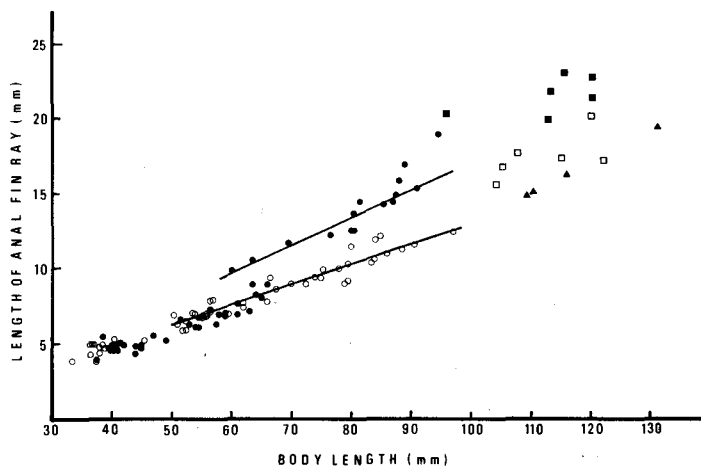


Fig. 2. Relationships between body length and length of longest anal fin ray of *Cottus hangiongensis*.

○, females collected from the Hekiriji River; ●, males collected from the Hekiriji River; ▲, males collected from the upper reaches of the Daitobetsu River; □, males which were captured in the upper reaches of the Daitobetsu River and then reared in the streamlet at the Nanae Fish Culture Experimental Station; ■, males which were captured in the lower reaches of the Daitobetsu River and then reared in the streamlet at the Nanae Fish Culture Experimental Station.

50 個体 (33.4-97.1 mm SL) を用い、標準体長と臀鰭の後端から 5 番目の軟条の長さとの関係を示した (Fig. 2)。臀鰭の軟条の長さは、標準体長約 50 mm を境に、それ以上の体長の個体では雌雄間で明瞭に異なり、雄には二次性徴として雌では見られない臀鰭の後端の伸長が認められた。これらの関係式は、雄の成熟個体においては $AL=0.185 BL-1.40$ (AL: 臀鰭の軟条長, BL: 体長), 雌の成熟個体では $AL=0.134 BL-0.40$ で表された。一方、同時期の大当別川上流の雄成魚個体では、臀鰭の後端の伸長は認められず、雌的な特徴を示した (Fig. 2)。

b) 口幅に見られる二次性徴

戸切地川で採集された個体の標準体長と口幅長との関係を示した (Fig. 3)。体長約 50 mm を境にそれ以上の体長の個体では、雌雄間に口幅長の差が認められた。つまり、雄では二次性徴として、同一体長の雌に比べて口幅が大きいことを示した。これらの関係式は、雄では $MW=0.312 BL-7.50$ (MW: 口幅長, BL: 体長), 雌では $MW=0.206 BL-2.95$ で表された。一方、大当別川上流の雄個体では口幅が増大する二次性徴が見られず、雌的な特徴を示した (Fig. 3)。

c) 産卵期の雄の肥満度

産卵期における大当別川上流雄個体と下流雄成魚の肥満度を比較した (Fig. 4)。両者の肥満度にはほとんど差異がなく、少なくとも上流個体は下流個体よりやせているということとはなかった。一方、戸切地川産の個体と比較すると、大当別川産の個体の肥満度はいくぶん低い傾向にあった (Fig. 4)。

2. 電気泳動パターンの比較

大当別川下流域で採集されたカンキョウカジカの眼における LDH の泳動像には、陽極にのみ 4 本のバンドが観察された (Fig. 5. A, B, D)。また、同所で採集されたハナカジカでも同じく陽極側にのみ 4 本のバンドが観察された (Fig. 5. E-H)。LDH は 4 量体酵素であるので、これらのバンドは Fujio and Kaneko (1980) に従い、原点側からそれぞれ A_4 , G_4 , $E2_4$, $E1_4$ の遺伝子座によって

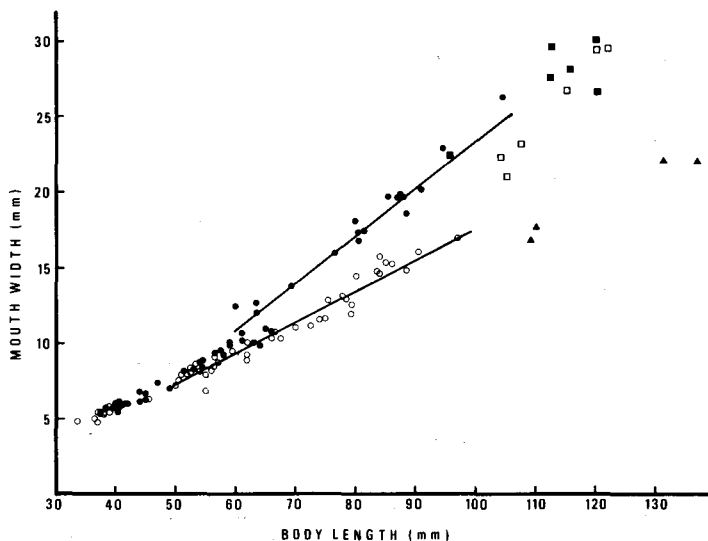


Fig. 3. Relationships between body length and mouth width of *Cottus hangiongensis*. Symbols indicate the same as Fig. 2.

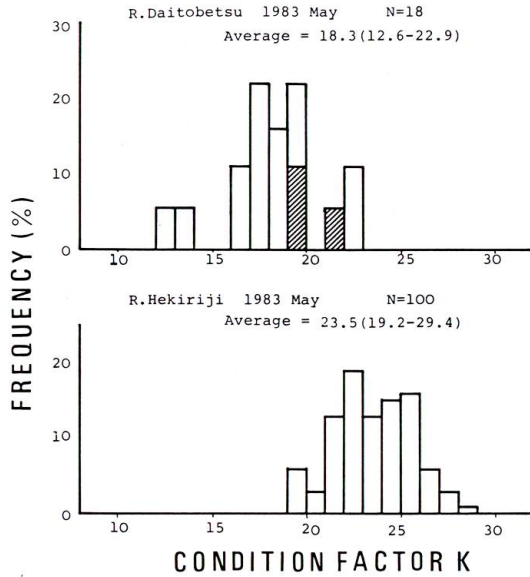


Fig. 4. Frequency distributions of condition factor of male *Cottus hangiongensis* in the spawning season.

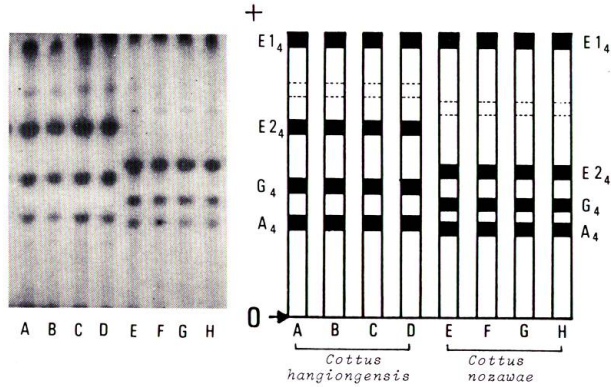


Fig. 5. LDH isozyme patterns of eyes in *Cottus hangiongensis* and *Cottus nozawae*.
 A, B, D, Individuals of *Cottus hangiongensis* taken from the spawning area; C, Individual of *Cottus hangiongensis* taken from the upper reaches; E-H, Individuals of *Cottus nozawae* taken from the upper reaches.

支配されていると推定された。そして、両種間ではGとE2のバンドの移動度がはっきりと異なることによって識別された。しかし、カンキョウカジカの上流雄個体の泳動パターン (Fig. 5. C) は下流成熟雄個体のものと同一であり、ハナカジカとのハイブリッドバンドは全く認められなかった。また、カンキョウカジカの筋肉におけるMPは、陽極側に3本、陰極側に1本の合計4本 (Fig. 6. A, B, D)、またハナカジカでも陽極側に3本、陰極側に1本の合計4本のバンドで構成されており (Fig. 6. E-H)、両種間では原点から陽極に向かって2本目のバンドの移動度によって明瞭に区別された。しかし、LDHの場合と同様に、カンキョウカジカの上流雄個体のMPの泳動パ

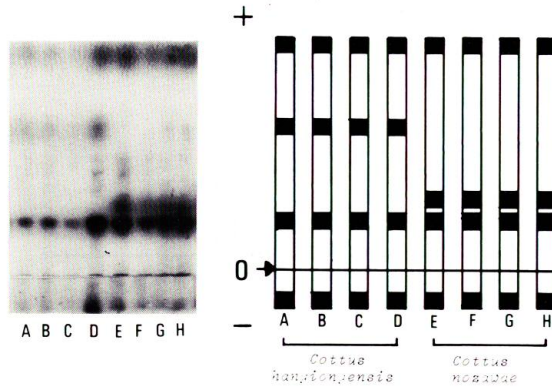


Fig. 6. Muscle protein (MP) patterns of *Cottus hangiongensis* and *Cottus nozawae*. Refer to Fig. 5 for detailed explanation.

Table 1. *Cottus hangiongensis* collected in the upper reaches of the Daitobetsu River.

Date	Body length (mm)	Number of individuals
Apr. 20, 28	115.2-116.0	2
May 11	109.7-131.4	3
Jun. 3	125.0-132.0	2
Aug. 1, 15	53.3-108.0	5
Sep. 26	77.0- 81.7	3
Oct. 18	69.8-111.7	5
Nov. 26	61.8-137.6	8

ターン (Fig. 6. C) は下流成魚雄個体のものと同一であり、ハナカジカとのハイブリッドバンドは全く認められなかった。

3. 大当別川上流域に生息する雄の体長組成

1983年4月から11月までに、大当別川の上流域 (St. 2) で採集された雄個体の体長、体重および肥満度を示した (Table 1)。4月から6月までに採集された7個体はいずれも体長100 mm以上の大型魚であり、耳石による年齢査定から、3歳以上の年齢であると推定された。一方、8月以後に採集された標本中には、体長100 mm以下の小型魚が含まれた。それらの中の最小体長の個体は、8月1日に採集された53.3 mmの個体であり、その年齢は耳石輪紋から1+であると推定された。また、8月15日以降には、体長60-70 mmの個体が連続して採集された。

4. 同一環境下での飼育による成熟の有無

大当別川の下流域 (St. 1) と上流域 (St. 2) でそれぞれ採集され、七飯養魚実習施設の小川で12月まで飼育された雄魚の12月時点での体長、体重、肥満度およびGSIを示した (Table 2)。各個体の体長は、下流採集魚 (LW 01-06) が体長96.0-120.7 mm、上流採集魚 (UP 01-06) が体長104.8-122.4 mmの範囲にあり、いずれの個体も本種の雄の初成熟体長である約70 mm (Goto, 1984b) を大幅に上回っていた。下流採集魚と上流採集魚のGSIを比較すると、GSI値が0.25%で

Table 2. *Cottus hangiongensis* reared in the streamlet.

No.	Body length (mm)	Body weight (g)	Condition factor K	G.S.I.
UP01* ¹	122.4	47.6	26.0	2.45
UP02	120.4	44.3	25.4	2.55
UP03	115.5	33.1	21.5	2.14
UP04	105.3	25.5	21.8	0.25
UP05	104.5	26.5	23.2	2.17
UP06	108.2	27.8	21.8	2.02
LW01* ²	113.6	35.1	23.9	2.21
LW02	116.1	37.2	23.8	1.89
LW03	113.2	39.4	27.2	2.96
LW04	120.3	43.6	25.0	2.28
LW05	120.7	26.6	15.1	1.03
LW06	96.0	23.0	26.0	2.43

*¹ UP; Males captured in the upper reaches of the Daitobetsu River and then reared in the streamlet.

*² LW; Males captured in the spawning area of the Daitobetsu River and then reared in the streamlet.

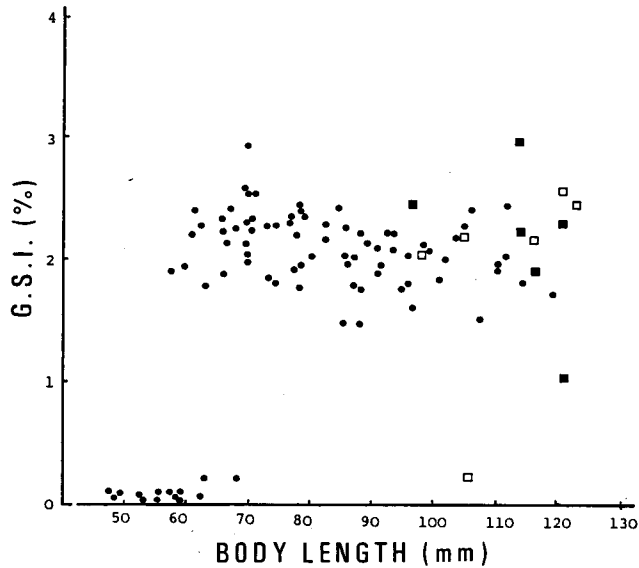


Fig. 7. Relationships between body length and gonad-somato-index (GSI) of male *Cottus hangiongensis* in the spawning season.

●, fish collected from the spawning area of the Hekiriji River; □, fish which were captured in the upper reaches of the Daitobetsu River and then reared in the streamlet; ■, fish which were captured in the spawning area of the Daitobetsu River and then reared in the streamlet.

あった上流採集魚の一個体 (UP 04) を除きいずれも 1% 以上の高い値を示した。そして、これらの飼育魚の GSI 値は産卵期 (5 月から 6 月) に戸切地川で採集された自然個体群の雄の GSI 値と比較して、1 個体 (UP 04) を除くとほぼそれらの産卵期の成熟雄の値に相当した (Fig. 7)。上流採集魚の 1 個体 (UP 04) は、体長が 105.3 mm と大型であるにもかかわらず、その GSI 値 (0.25%) は戸切地川の体長 70 mm 以下の未成熟魚 (0.3% 以下) に近い値であった。

飼育魚の精巣の組織観察を行ったところ、下流採集魚 6 個体と UP 04 を除く上流採集魚 5 個体の精巣は、精原細胞から精子変態中の精細胞、および一部には精子までの各ステージにある細胞によって満たされていた (PL.-C, D)。そして、これらの飼育魚の精巣は、12 月に大当別川の下流域 (St. 1) で採集された自然個体群の雄成魚の精巣 (PL.-E) と組織学的にほぼ同じ状態であった。一方、GSI が 0.25% と著しく低かった上流採集魚の 1 個体 (UP 04) の精巣の包囊は、ほとんど精原細胞あるいは、第一次精母細胞によって占められていた (PL.-F)。

考 察

北海道南部の大当別川上流域に見られるカンキョウカジカの未成熟の大型雄の出現の原因に関して、後藤 (1974) は、1) 同所的に分布するハナカジカとの交雑の結果生じた不稔魚である可能性、および、2) カンキョウカジカの生活習性や河川の上、下流域の生息環境の相違などの生態的要因によって後天的に生じる可能性の二点を挙げた。そして、第一の可能性については、カンキョウカジカの雌魚にはこのような未成熟な大型個体が存在しないこと、および大型雄の形態の形質にはハナカジカの形質が全く認められないことから、それが原因である可能性は低いと指摘した。本研究では、まず、この点を検討するために電気泳動法を用いて、カンキョウカジカの上流域の未成熟な大型雄個体、下流域の成熟雄個体および、上流域に生息するハナカジカにおける眼の LDH、筋肉の MP の泳動像を比較した。その結果、カンキョウカジカの上流大型雄はいずれも下流域の雄成魚と同一の泳動パターンを示し、ハナカジカとの交雑の場合に想定されるハイブリッドバンドは全く認められなかった。このことは、カンキョウカジカの上流大型雄はハナカジカとの交雑に起因して生じるのではないことを明瞭に示している。

それでは、何に起因して、上流で未成熟な大型雄が生じるのであろうか? 同一環境条件下での飼育実験結果は、ある条件下では、大当別川上流で採集された大型雄が、下流で採集された雄成魚と同様に性成熟に向かうことを示した。このことは、上流大型雄は本来性成熟しうる潜在的能力を有しているが、なんらかの後天的な要因によって性成熟が抑制されている個体であることを示唆する。また、大当別川の上流域で採集された体長 100 mm を超える雄個体に二次性徴が発現していないことは、これらの雄がそれ以前に成熟歴を持たないことを示唆している。したがって、大当別川の上流域で見いだされる大型雄は、不稔魚ではなく、体長 100-120 mm まで成熟することなく成長を続けている性成熟が抑制された晩熟個体であると考えられる。

一般に、魚類における初成熟は同一種や同一個体群ではほぼ一定の体長あるいは年齢に達するときに起こると考えられてきた (Alm, 1959)。しかし、最近、Stearns and Crandall (1984) は、この考えを批判して、初成熟体長や年齢は遺伝的制約を受けつつも可塑性があり、各個体の繁殖適応度を最大にする方法で各々の生息環境に反応しうることを、モデルと実際のデータに基づいて示した。カジカ属魚類に関しても、イギリスの *C. gobio* の雌において、その初成熟年齢とサイズおよび繁殖回数が北部と南部の地域で著しく変異すること、またそれらの形質は各々の環境に適応的であることが報告されている (Fox, 1978; Mann *et al.*, 1984)。大当別川上流に生息するカンキョウカジカの雄が、下流域に生息する雄に比べて性成熟が抑制され、より大型となって初成熟に達するという現象は、本種の遺伝子型が河川の流程に沿った環境条件の変化に反応して十分な

表現型的可塑性をもつことを示唆する。

ところでカンキョウカジカは、両側回遊性の生活環を送り、孵化した仔魚は、流下して海に入り、稚魚期に川に遡上する(後藤, 1981; Goto, 1984a)。それゆえ、上流域に生息する個体は、遡上後、下流域で生息する個体群の一部が個体発生のいつの時期かに移動し、上流域で定住するようになったものであることは間違いない。大当別川の上流域(St. 2)において4月から11月までの時期に採集されたカンキョウカジカの雄の体長分布の月別変化は、このような下流域から上流域への雄の移住が1⁺の夏期以降に起こり、上流域の雄個体群に添加されることを示唆する。したがって、こうして上流域に移住し定着した雄個体は、そこでの生息環境条件との関係で性成熟が抑制されるのであろうと考えられる。上流域のどのような環境条件が雄の性成熟を抑制し、体サイズがより大型になって性成熟するのかは不明であるが、これらのことは、大当別川のカンキョウカジカ個体群の雄における、河川の下流、上流という生息環境条件の違いに対応した生活史の変異、つまり下流域では小型・低年齢(2-3歳)で、一方、上流域では大型・高年齢(4歳以上)で初成熟するという変異の存在(Goto, in press)とかかわっている可能性を示唆する。そして本種の繁殖システムは一夫多妻であり、より大型の雄は一繁殖シーズンにより多くの雌と産卵するという事実(Goto, 1987)から考えると、上流域に移住し、大型・高年齢で初成熟する雄の存在は、本種個体群の種族維持に寄与しているだけでなく、一つの適応的な繁殖戦略であるかもしれないと推測される。

要 約

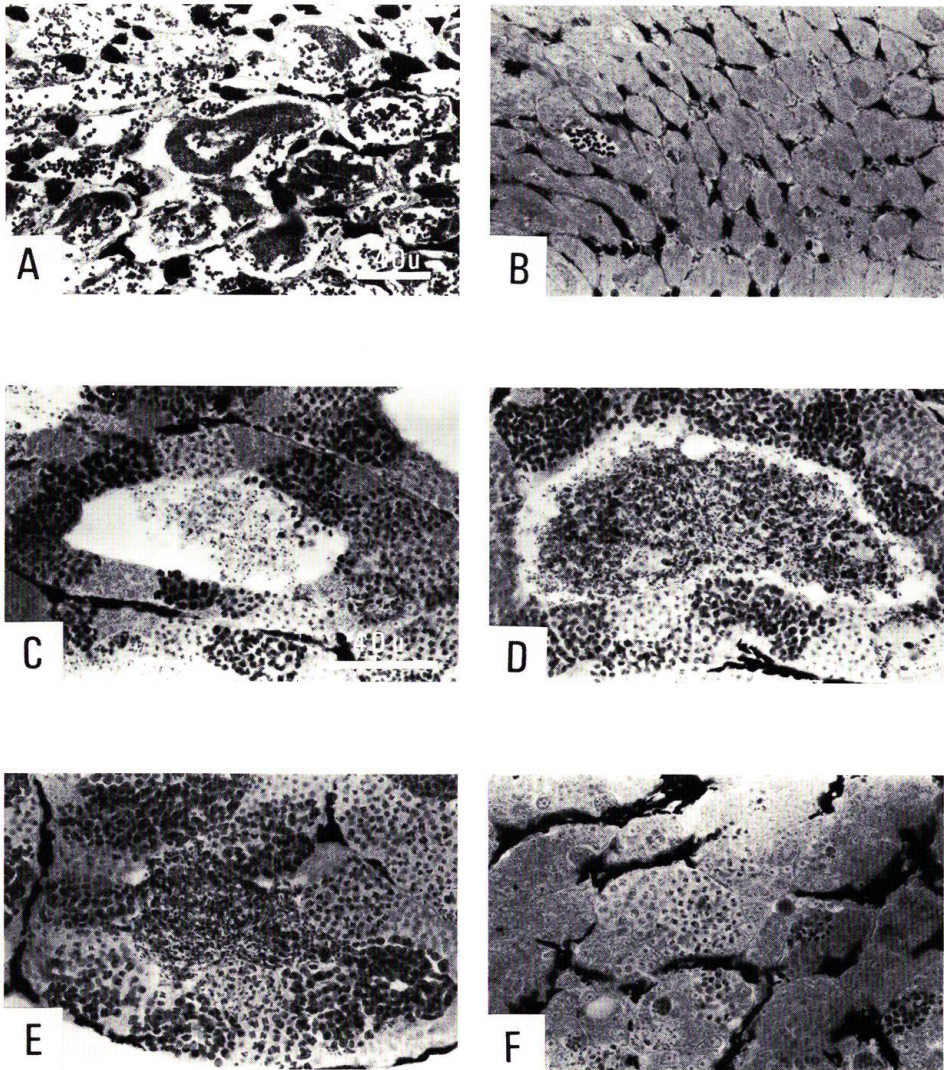
北海道南部の大当別川上流域に生息するカンキョウカジカの未成熟大型雄個体の形態的・生態的特徴、生化学的特徴を把握し、その出現機構を明らかにすることを目的として調査を行い、以下の結果を得た。

1. これらの雄は、最小成熟体長 70 mm を超えても、成熟雄に見られる口幅長の増大、臀鰭の軟条長の伸長という二次性徴が見られず、また、産卵期になっても、精巣は未発達であった。
2. アイソザイムパターンと比較によって、これらの雄の出現は、同所的に分布する近縁種のアナカジカとの交雑に起因するのではないことが明らかになった。また、これらの雄の肥満度は成熟雄と比べて低くないことから非成熟の原因がその生活環境の栄養条件の劣悪さにあるのではないことが示唆された。
3. 下流に生息する個体と同一条件下で飼育した場合、これらの雄は、形態的にも、機能的にも性成熟することを示した。
4. 上流個体群の形成は、下流域に生息していた1⁺未成魚が夏期に上流に移動し、そこに定着することに起因することが示された。
5. 以上のことから、これらの雄は、先天的要因による不稔魚ではなく、何らかの後天的な要因によって下流個体群の成熟体長を超えても成熟せずに成長し、その後成熟する晩熟個体であると考えられた。また、本種の雄には、河川の上流、下流という生息環境条件に対応した生活史の変異、すなわち、下流では小型早熟、上流では大型晩熟という変異の存在が示唆された。

文 献

- Alm, G. (1959). Connection between maturity, size, and age in fish: Experiments carried out at Kalarne Fishery Research Station. *Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm* 40, 1-145.
- Fox, P.J. (1978). Preliminary observations on different strategies in the bullhead (*Cottus gobio* L.)

- in northern and southern England. *J. Fish Biol.* **12**, 5-11.
- Fujio, Y. and Kaneko, S. (1980). Differentiation of lactate dehydrogenase isozymes in fish. *Tohoku J. Agri. Res.* **31**, 61-73.
- 後藤 晃 (1974). カンキョウカジカの産卵期の雄成魚に見られる未熟精巢. 北大水産彙報 **24**, 139-143.
- 後藤 晃 (1981). カンキョウカジカ *Cottus hangiongensis* の生活史と分布. 北大水産彙報 **32**, 10-21.
- Goto, A. (1984a). Comparative ecology of young-of-the-year between two amphidromous species of *Cottus* in Hokkaido I. Upstream migration and growth. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* **35**, 133-143.
- Goto, A. (1984b). Sexual dimorphism in a river sculpin *Cottus hangiongensis*. *Japan. J. Ichthyol.* **31**, 161-166.
- Goto, A. (1986). Movement and population size of the river sculpin *Cottus hangiongensis* in the Daitobetsu River of southern Hokkaido. *Japan. J. Ichthyol.* **32**, 43-51.
- Goto, A. (1987). Polygyny in the river sculpin, *Cottus hangiongensis* (Pisces: Cottidae), with special reference to male mating success. *Copeia* **1987**, 32-40.
- Goto, A. Life history variation in males of the river sculpin, *Cottus hangiongensis*, along the course of a river. *Env. Biol. Fish.* (in press).
- Hann, H.W. (1927). The history of the germ cells of *Cottus bairdii* GIRARD. *J. Mor. Physi.* **43**, 427-497.
- Mann, R.H.K., Mills, C.A. and Crisp, D.T. (1984). Geographical variation in the life-history tactics of some species of fresh water fish. pp. 171-186. In G.W. Potts and R.J. Wootton (ed.) *Fish Reproduction: Strategies and Tactics*. Academic Press, London.
- 宮地伝三郎・川那部浩哉・水野信彦 (1976). 原色日本淡水魚類図鑑. 462頁. 保育社, 大阪.
- 佐藤信一・小林喜雄 (1953). 淡水産カジカ類の生態について. 1. *Cottus hangiongensis* Mori の産卵習性. 北大水産彙報 **3**, 233-239.
- Stearns, S.C. and Crandall, R.E. (1984). Plasticity for age and size at sexual maturity: A life-history responses to unavoidable stress. pp. 13-33. In G.W. Potts and R.J. Wootton (ed.) *Fish Reproduction: Strategies and Tactics*. Academic Press, London.



Explanation of PLATE

- A, Testis of adult male *Cottus hangiongensis* taken from the spawning area of the Daitobetsu River on May 18, 1983. Body length 134.2 mm.
B, Testis of adult male taken from the upper reaches of the Daitobetsu River on May 11, 1983. Body length 131.4 mm.
C, Testis of adult male which was taken from the spawning area of the Daitobetsu River and then reared in the streamlet. Body length 113.6 mm on December 16, 1983.
D, Testis of adult male which was taken from the upper reaches of the Daitobetsu River and then reared in the streamlet. Body length 115.5 mm on December 16, 1983.
E, Testis of adult male taken from the Hekiriji River on December 25, 1983.
F, Testis of adult male which was taken from the upper reaches of the Daitobetsu River and then reared in the streamlet. Body length 105.3 mm on December 16, 1983.