

サケ科魚類における異属間（ブラウン トラウト×カワマス）の天然交雑

上原武則

Hybridization in nature between distinct genera of Salmonid Fishes,

Salmo trutta × *Salvelinus fontinalis*

Takenori Uehara

Summary

The intergeneric hybrids which have been produced by the artificial breeding between *Salmo trutta* and *Salvelinus fontinalis* are usually called "Tiger trout" or "Zebra" in Europe and America, because the colour markings on their body surface resemble the stripes of these animals. These hybrids produce rarely under natural conditions in the river, where the both species intermingle. (James.H.Allan, 1977) In Japan, however, this natural hybridization has scarcely been reported in the past.

On 24 September 1978, a single specimen presumed to be one of "Tiger trout" hybrids was caught from the upper streams of Taishoike Dam, where *Salmo trutta* and *Salvelinus fontinalis* suspected its parental species were crowding together.

Since 1975, about 300 specimens of Salmonid fishes have been caught and examined during our studies of the Taishoike areas. Of all these specimens collected during these 20 years, 102 were *Salvelinus fontinalis* and 47 were *Salmo trutta*. However, only one specimen presumed "Tiger trout" hybrid was caught. Therefore, this hybrid constitutes about 0.7 per cent of the total population of parental species : *Salmo trutta* and *Salvelinus fontinalis*.

The author attempted to ascertain whether or not such a specimen is really a hybrid from these two species, and to analyze the factors for natural hybridization in Taishoike Dan.

The present specimen was male of 3+ years age, 166mm in body length (195mm in total length), 38mm in body breadth, 52.5 g in weight, and its milt weighed only 0.4 g in the early spawning season.

It had golden brown colour with broad, dark brown vermiculations on the lateral surface, dark brown spots on the dorsal and adipose fins. It doesn't seem to look like either of its parental species.

Some measurements of the numerical characters of this hybrid are as follows: 110 scales on lateral line, 15 gill rakers on 1st arch and 57 vertebrae. These measurements showed that this hybrid specimen is between *Salmo trutta* and *Salvelinus fontinalis*.

The characteristics of the present hybrid are similar to those shown in the photograph and the description about the "Tiger trout" (*Salmo trutta* ♀ × *Salvelinus fontinalis* ♂) by Suzuki; Fukuda (1973), except a little difference.

From these facts, it is evident that this natural hybridization occurred from the intercrossing of *Salmo trutta* ♀ and *Salvelinus fontinalis* ♂.

Since 1925, the eggs and fry of *Salmo trutta* and *Salvelinus fontinalis* have been imported into the Taishoike areas from North America and Inawashiroko Lake and others. Especially, the local fishermen continued to stock this water area with *Salvelinus fontinalis* until 1971. Since then, both species have increased in number.

Although the opportunity for natural hybridization may be fairly frequent, the hybrid produced by such intergeneric crossing as *Salmo trutta* × *Salvelinus fontinalis* is rarely to be found in the natural environment due to low fertility of parental species, and low survival rate of F₁-hybrids. Moreover, these F₁-hybrids "Tiger trout" produce neither fertile eggs and milt, and so they are all sterile. (Suzuki;Fukuda, 1971•1973) Because of these facts, this hybridization may exert very little influence upon the normal reproduction of Salmonid fishes in these natural water areas.

Key words; tiger trout, hybridization, Salmonid fishes, Taishoike, *Salmo trutta*, *Salvelinus fontinalis*, intergeneric hybrid.

緒 言

1975年から1995年の間に、筆者は長野県梓川上流大正池水域における主にサケ科魚類について、9回に及ぶ各種の生態調査に係わる機会があった。たまたま、1978年9月24日、魚類相の調査中にブラントラウトとカワマス天然雑種と思われる1個体が、大正池湖首部のやや上流域で6種類のサケ科魚類に混じって採捕された。

その後さらにこの雑種の複数個体を得たうえで、この雑種形成の生態的要因等について検討する予定であったが、1995年に至るまでの間に

再びこの雑種を得ることはできなかった。ちなみに、この水域は中部山岳国立公園特別保護地区に指定されていて全面禁漁となっている。

したがって、過去に得られた1個体の雑種と、その両親と考えられる2種についての形質調査等を行い、さらに生態的要因との関係等について検討した。

本稿ではとくに、外観的・計数的形質の調査結果と既往の文献・資料に基づいて、この天然雑種の系統の確定とその雑種形成の生態的要因や生態系への影響などについて検討・考察して、今後のために記載しておくこととした。

Photo. -

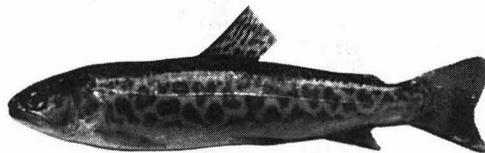
3 species of Salmonid fishes collected from Taishoike Dam in 1978.
Hybrid (Tiger trout), Brown trout. KAWAMASU.



Brown trout ♀
(*Salmo trutta*)



KAWAMASU ♂
(*Salvelinus fontinalis*)



Hybrid ♂ : *Salmo trutta* × *Salvelinus fontinalis*

10cm

イワナ属とサケ属の雑種形成

魚類の異種間または異属間における自然界での雑種形成については、古くから多くの報告がある。海産魚では少ないが淡水魚では、サケ科、コイ科、バス科などで多くが知られている⁽¹⁾。このことは魚類学上課題の多い系統や種分化など、種に関する論議に有効な資料となるばかりでなく、生殖隔離など生態系における自然の統御機構を探る上でも重要である。

日本におけるサケ科の天然雑種については、Oshima (1959) による天竜川上流のアマゴとヤマメ (当時は同属異種とされていた) の種間雑種についての報告がある⁽²⁾。もともと地理的に隔離分布していて異種として扱われていたこの両種は、その後の研究により同種中の2亜種として扱うのが妥当とされるようになった経緯がある。

同属異種のイワナ *Salvelinus leucomaenis* とカワマス *Salvelinus fontinalis* の天然雑種については、Suzuki;Kato (1966) により中禅寺湖に注ぐ地獄沢の6尾について報告されている⁽¹⁾。また、この両種の大正池周辺水域における著しい雑種化については、筆者 (1976、1978) の報告がある⁽³⁾⁽⁴⁾。

サケ科の異属間の天然雑種については、本邦在来種のイワナ *Salvelinus leucomaenis* とヤマメ *Oncorhynchus masou* の雑種化に関する報告は多い⁽⁵⁾⁽⁶⁾。同じ異属間の、本稿で主題とするブラウントラウト *Salmo trutta* とカワマス *Salvelinus fontinalis* の雑種は、欧米では人工交雑で養殖され、その体側の縞模様から“Tiger trout” または “Zebra” などと呼ばれて知られているが、天然での雑種化はきわめて希で、James H. Allan (1977) はカナダ産の

雑種1個体を記載している⁽⁷⁾。この雑種の親とされるブラウントラウトは、ヨーロッパ原産の *Salmo* 属のマス属の1種で、シューベルトの歌曲『鱒』にも歌われており、日本にはアメリカを経て移入された。カワマスは北アメリカ原産の *Salvelinus* 属のイワナの1種で、『アメリカイワナ』とも呼ばれ古くから中禅寺湖など湖や河川に広く放流されている。

我が国では、この両種ともに外来種のため、両種が同じ水系に放流されて生態的条件によく適応して繁殖したうえ、さらに交雑の機会をもてない限りこの雑種形成は起こり得ない。

雑種が生息していた水域の魚類相

異属間で生じたと思われるこの雑種が採捕されたのは、長野県南安曇郡安曇村上高地の大正池の湖首部付近で、梓川本流左岸に田代池から湧水が流入する水域においてであった。この地点で地元の漁業協同組合の熟練した釣り人たちにより同時に釣獲されたのは、この雑種1個体のほか、カワマス18個体、ブラウントラウト1個体、イワナ6個体、イワナとカワマスの雑種13個体であった。(Fig-1)

大正池一帯の水域に生息する魚類はすべてサケ科で、1975年から1995年の間に実施された生態調査の機会に採捕できた魚類総数は299個体であった。⁽³⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾ その魚種別の群構成はTable-1のようである。ブラウントラウトが47 (15.7%)、カワマスが102 (34.1%) で、この外来種2種を合わせて49.8%と約半数を占めた。また、イワナが61 (20.4%)、イワナとカワマスの雑種は75 (25.1%)、ヤマメが5 (1.7%)、ニジマスが8 (2.7%) で、本稿でとりあげたブラウントラウトとカワマスの雑種と思わ

れる個体は1個体 (0.3%) だけで、これは両親とされるブラウントラウトとカワマス

の合計個体数149の僅か0.7%に過ぎない。

Fig.- 1

Map showing the location where the hybrid (Tiger trout) and other salmonid fishes were collected from Taishoike Dam, on Sept.1978.

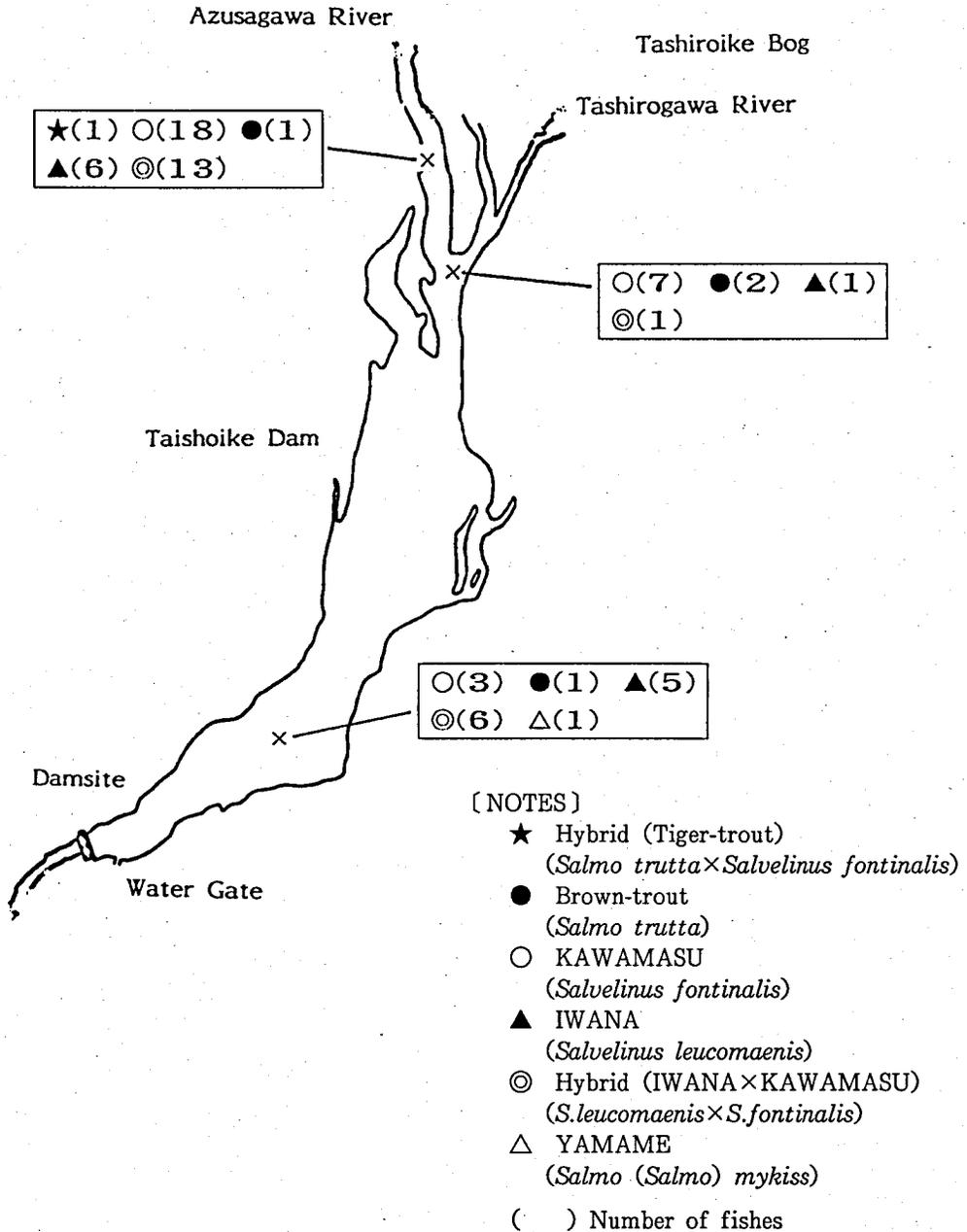


Table-1

Number of each species among Salmonid fishes collected in the past 20 years (1975~1995), in the Taishoike Dam.

Species	Year											Total
	1975	1976	1977	1978	1981	1987	1987	1987	1987	1987	1987	
<i>Salvelinus leucomaenis</i> (IWANA)	5 (19.2)	3 (33.3)	3 (100)	6 (13.6)	12 (18.2)	8 (61.5)	6 (25.0)	9 (36.0)	9 (10.1)	9 (10.1)	61 (20.4)	
<i>Salvelinus fontinalis</i> (KAWAMASU)	6 (23.1)	1 (11.2)	0 (0)	10 (22.7)	28 (42.4)	4 (30.8)	10 (41.6)	2 (8.0)	41 (46.1)	41 (46.1)	102 (34.1)	
<i>S. leucomaenis</i> × <i>S. fontinalis</i> (IWANA × KAWAMASU)	10 (38.5)	2 (22.2)	0 (0)	24 (54.6)	20 (30.3)	1 (7.7)	7 (29.2)	9 (36.0)	2 (2.2)	2 (2.2)	75 (25.1)	
<i>Salmo trutta</i> (BURAUNTORAUTO)	1 (3.8)	0 (0)	0 (0)	4 (9.1)	4 (6.1)	0 (0)	0 (0)	4 (16.0)	34 (38.2)	34 (38.2)	47 (15.7)	
<i>S. trutta</i> × <i>S. fontinalis</i> (BURAUNTORAUTO × KAWAMASU)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1.5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (0.3)	
<i>Salmo masou masou</i> (YAMAME)	0 (0)	3 (33.3)	0 (0)	0 (0)	1 (1.5)	0 (0)	1 (4.2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (1.7)	
<i>Salmo (Salmo) mykiss</i> (NIJIMASU)	4 (15.4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (4.0)	3 (3.4)	3 (3.4)	8 (2.7)	
Total	26	9	3	44	66	13	24	25	89	89	299	

雑種個体の形態的・解剖学的特徴と雑種指数

この雑種個体は、被鱗体長166mm (全長195mm)、体高38mm、体重52.5gの3年魚の雄であった。産卵期に近い9月下旬であったが、生殖巣はピンク色の紐状で発達せず、0.4gと小さく全く成熟の兆しが見られないため不妊と判断できた。

外観的特徴で顕著な点は、ブラウントラウトとカワマスの雑種に固有の体表面の縞模様があって、暗色の地色に明るい虫食い状の模様が鮮明で、背鰭と脂鰭には両親と同様な暗褐色の斑点がある。しかし、両親に見られるような体側の紅色点がなく、ブラウントラウトのように背から体側にかけての黒褐色の斑点もない。またカワマスのような背から体側にかけての灰色の斑点もない。このように、色彩、斑紋などの外観的形質では両親のいずれとも異なり、また中間的傾向も見られず、この雑種に特有の外観を示す。(Photo.)

この水域に生息するブラウントラウト群とカワマス群との間に統計的に有意の差が認められた計数的形質の、側線鱗数、鰓耙数および脊椎骨数のそれぞれの平均値と、この両種の雑種と思われる個体のそれぞれの測定値から、この雑種の雑種指数 (Hubbs; Kuronuma, 1942) を算出したところ、その結果はTable-2 のようであった。

これによれば、この雑種の側線鱗数は110、

雑種指数は25.8%とカワマスに近似で、鰓耙数は15、その雑種指数は53.8%で両種の間傾向を示した。また脊椎骨数は57で、その雑種指数は78.0%とブラウントラウトに近く、いづれの形質についても両種の間にあった。このように、計数的形質についてはブラウントラウトとカワマスの中間的傾向を示した。

雑種個体の系統の確定と雑種形成の要因等に関する論議

- (1) この雑種の外観的形質はSuzuki;Fukuda (1973) ⁽¹⁾ の人工交雑によるブラウントラウト♀とカワマス♂のF₁雑種の外観を示した写真 (PP. 30)と一致するものであった。また、計数的形質についても、同じ人工交雑のF₁雑種30個体の測定値 ⁽²⁾ が、側線鱗数113.0±2.39、鰓耙数15.4±0.52、脊椎骨数56.8±1.32で、筆者が採捕した雑種個体の上記の計測値は、それぞれこの値と近似のものであった。

これらの事実から、この雑種はブラウントラウト *Salmo trutta* の♀とカワマス *Salvelinus fontinalis* ♂ のF₁雑種の“Tiger trout”に間違いないと判断される。

では、どのような生態的要因によってこの両種の天然交雑が生じたのであろうか。この点について問題にしなければならない。

Table-2

Counts⁽¹⁾ of numerical characters of hybrid fish and parent species

	<i>Salmo trutta</i>	<i>Salvelinus fontinalis</i>	Hybrid fish	Hybrid index ⁽²⁾ (%)
Number of specimens	12	10	1	—
Scale on lateral line	119.8±1.3	106.6±1.1	110	25.8
Gill raker on 1st arch	15.6±0.9	14.3±0.6	15	53.8
Vertebrae	58.1±0.6	53.1±0.3	57	78.0

NOTES: (1) Average values±: 95% confidence limit on the mean.

(2) Hybrid index: by HUBBS and KURONUMA (1942).

Computed on the base of fixing the average values of numerical characters for *Salmo trutta* as 100 and *Salvelinus fontinalis* as 0.

(2) この水域への過去の放流記録⁽⁹⁾によれば、ブラウントラウトは1925年から1933年間に当時の長野県水産課による淡水面漁業振興策の一環として移入され、その後は放流されていないが、この子孫はこの水域によく定着して増殖している。いっぽうカワマスは、ブラウントラウトと同じところに猪苗代湖などから卵で移入され、その後も、地元の漁業協同組合により1971年まで卵または稚魚で13回にわたり放流された。

1972年以降においては、イワナの稚魚放流は精力的に行われたが、本稿でとりあげた雑種“Tiger trout”が発見された1978年以前の8年間は、ブラウントラウトとカワマスの放流は皆無であることから、この3年魚の雑種が放流稚魚に混入したものは考えられない。したがって、この雑種は、過去に放流されてこの水域に混棲していた

両種の天然交雑によって生じたものと考えてよい。

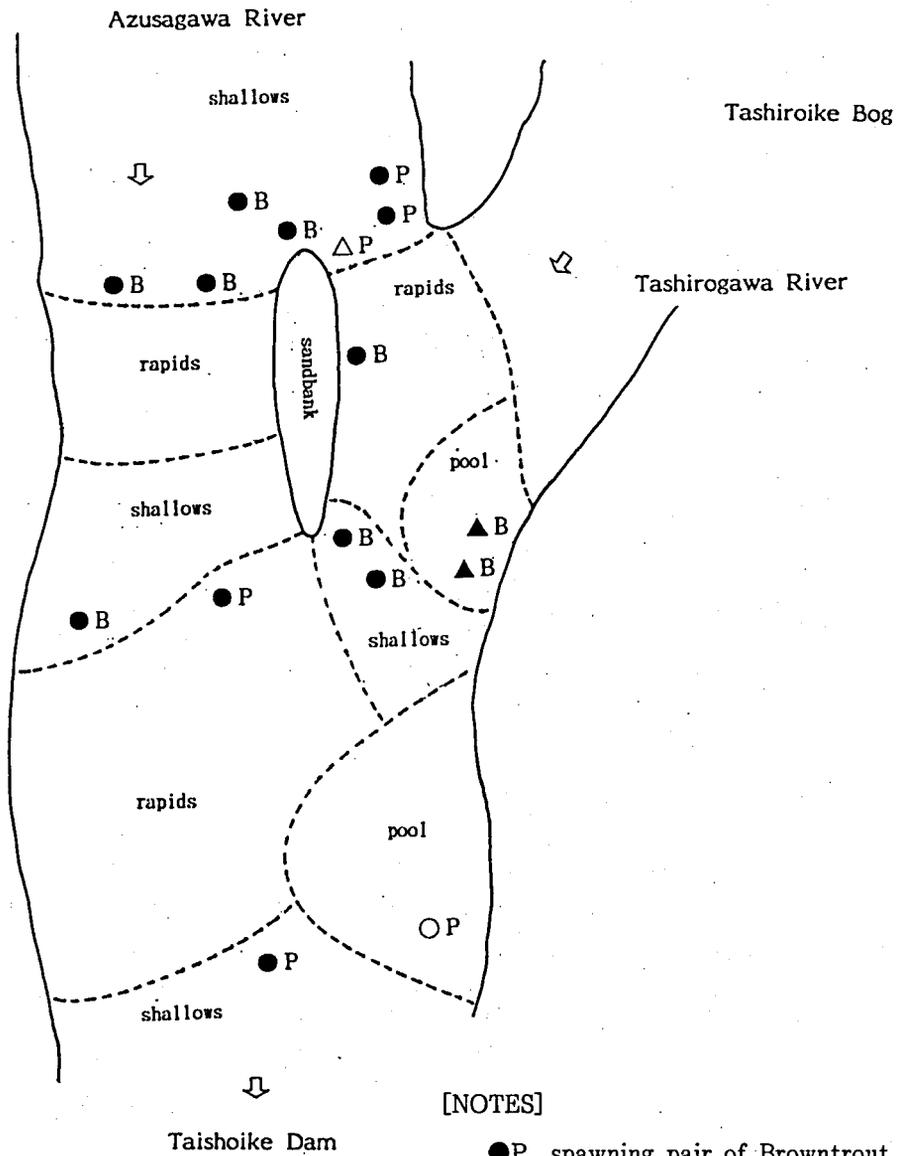
(3) つぎに、この水域で同じ場所で、この両種の産卵期が一致することによって、実際に交雑産卵行動が行われているかどうかを問題にしなければならない。

ちなみに、同じ大正池周辺水域におけるイワナとカワマスの、同属異種間の交雑産卵行動については、野村ほか(1982)、上原・吉田(1984)の報告がある⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾。これによれば、イワナの産卵盛期の10月下旬において、1981年には、34例の産卵群のうち交雑産卵群は4例、そのうち交雑産卵の可能性の高いもの1例が認められた。また1983年には交雑の確率が高いとされたのは、19交雑産卵群のうち3例が確認されている。

属の異なるブラウントラウトとカワマスについては、折内(1995)による大正池上

Fig.- 2

Distribution of spawning locations of Salmonid fishes at the upper streams of Taishoike Dam. (K.ORIUCHI, 13~15. Nov. 1995)



[NOTES]

- P spawning pair of Browntrout
- B spawning bed of Browntrout (found often their figures)
- P spawning pair of KAWAMASU
- ▲B spawning bed of KAWAMASU or IWANA
- △P spawning pair of NIJIMASU

流域の11月中旬における産卵群観察記録の報告がある⁽⁴⁶⁾ (Fig.-2)。これによると、産卵群16例のうちブラウントラウトのペアが4例、産卵床が8例で、合計12例とほとんどをブラウントラウトが占めている。その付近には、カワマスのペアが1例、カワマスかイワナか判然としない産卵床が2例でカワマスは少ない。両種の交雑産卵は認められないが、同じ場所で同じ時期にそれぞれの産卵行動が行われていたのである。

このことは、しかし、成熟の遅れたカワマスと、成熟の早いブラウントラウトの産卵期が重なることを示す事実として重要で、この水域では日照時間、水温などが複合された生態的条件によって、両種の交雑の機会があり得ることを伺わせるものである。

ちなみに、この水域では10月から12月にかけて、イワナ、カワマス、ブラウントラウトの順に産卵がおこなわれるといわれている。

一般に生物の異種の間には生殖隔離の機構があって、地理的または成熟期など生理的に隔離されるため、天然では雑種形成は起こらないとされている⁽⁴⁷⁾。ことに属の異なるブラウントラウトとカワマスの間では、遺伝的機構も働いてさらに難しいと考えられる。しかし、この水域では両属の間に地理的隔離がないことに加えて、生理的な生殖隔離が生態的要因によって破綻する時期があるため、きわめて希に両属間の交雑が誘発されたものと考えられる。

(4) また、この雑種の生残率については、人工交雑によるSuzuki ; Fukuda (1972) によると、カワマス♀×ブラウントラウト♂

では、孵化した仔魚の生残率は著しく低くほとんどが死滅してしまうため、成魚になるのはブラウントラウト♀×カワマス♂の場合だけあるという⁽⁴⁸⁾。

したがって、かりに交雑によって産卵しても、低い生残率のために生育個体数を大きく減じてしまうので、天然ではきわめて希にしかこの雑種は発見されないことになる。

さらに、既に述べたように、本稿でとりあげた雑種は3年魚の不妊と思われる雄であった。このことは、人工交雑で育てた雌雄ともに不妊であったというSuzuki ; Fukuda (1973)⁽⁴⁸⁾と一致する。これらの事実から、天然において希にこの雑種化が生じて、その頻度が著しく低いうえに、その雑種の生殖能力がないことから、魚類生態系におよぼす影響は無視できるものと考えられる。

摘 要

(1) 中部山岳国立公園特別保護地区の梓川上流域の大正池において、1975年から1995年間の魚類相の調査で、ブラウントラウト *Salmo trutta* とカワマス *Salvelinus fontinalis* の属間雑種と思われる1個体を採捕した。

この雑種は産卵期の近い9月においても生殖巣が全く成熟しない3令の雄で、被鱗体長166mm、体高38mm、体重52.5gであった。

- (2) この水域に生息する魚類はすべてサケ科で、この間に採捕できた299個体のうち、ブラントラウトが47個体、カワマスが102個体と多く、この2種で全体の約半数を占めていた。この雑種の両親と推測される外来魚2種は、1925年以降、1971年までの間に移入され、全国的にも珍しいほどによく増殖し混棲しており、両種は互いに地理的に生殖隔離されていない。
- (3) この雑種の色彩、斑紋などの外観的特徴と、計数的形質の計測値、および雑種指数などを検討したうえで、既往の文献等により精査したところ、ブラントラウト♀とカワマス♂の属間雑種に間違いないと判断された。
- (4) この水域のブラントラウトとカワマスは、11月中旬の同じ時期に同じ場所で、それぞれ産卵行動をしていることから、成熟の遅れたカワマスと成熟の早いブラントラウトの産卵期が重なるために、両種間の生理的生殖隔離が破綻する時期があるので、天然交雑が起こり得ることが推測された。また、この雑種は孵化後の生残率が低いことが人工交雑実験で知られているので、希に天然交雑を生じて成魚まで生育する雑種個体数はきわめて少ないことが伺える。
- (5) この雑種は成魚になっても成熟せず不妊であることから、この組み合わせによる雑種化が、自然の魚類生態系におよぼすネガティブな影響はないものとする。

引用文献・資料

- (1) Ryo Suzuki and Teiichi Kato (1996) HYBRIDIZATION IN NATURE BETWEEN SALVELINUS PLUVIUS × SALVELINUS FONTINALIS; Bull. Fresh water Fishes Res. Lab. vol 16, No.2, 83-90
- (2) Oshima M. (1959) Occurrence of the natural hybrid between *Onchorhynchus masou* and *Onchorhynchus rhodunus* in the upper stream of Tenryu R. Zoo. Mag. (Tokyo), 68, 259-262 (In Japanes with English resume)
- (3) 上原武則 (1976) 魚類 ; 大正池周辺動植物生態調査報告書 (東京電力松本発電所) : 45-77
- (4) _____ (1978) 大正池の魚相異変 ; 淡水魚 (淡水魚保護協会) Vol.4;146-150
- (5) 丸山 隆 (1978) イワナとヤマメの自然交雑 ; 淡水魚 (淡水魚保護協会) Vol.4;154-157
- (6) 関泰夫・金子文与・鈴木 亮 (1982) サケ科魚類における不妊の天然雑種 ; 水産育種Vol.7;31-33
- (7) James H. Allan(1977)First Report of the Tiger Trout Hybrid, *Salmo trutta Linnaeus* × *Salvelinus fontinalis Mitchill*, in Alberta; The Canadian Field-Naturalist Vol.91:85-86
- (8) 上原武則 (1979) 大正池周辺の魚類の生態について—大正池浚渫の影響— ; 大正池周辺動植物生態調査報告書 (東京電力株式会社) : 65
- (9) _____ (1987) 魚類 ; 霞沢発電所・大正池調整池周辺環境調査報告書 (東電設計株式会社) : 91-121
- (10) 高山光弘 (1996) 霞沢発電所大正池浚渫工事に伴う河川環境調査委託報告書 (総合環境研究所) 47-71
- (11) Ryo Suzuki and Yoshimi Fukuda (1973) Appearance and Numerical Characters of F1 Hybrids Among Salmonid Fishes; Bull. of Freshwater Fish. Res. Lab. Vol. 23 No.1; 5-32
- (12) _____, _____ (1971) Survival Potential of F1 Hybrids Among Salmonid Fishes; Bull. of Freshwater Fish. Res. Lab. Vol. 21 No.1: 69-83
- (13) _____, _____ (1972) Growth And Survival of F1 Hybrids Among Salmonid Fishes; Bull. of Freshwater Fish. Res. Lab. Vol. 21 No.2: 117-138
- (14) 野村 稔ほか (1982) 上高地・梓川流域におけるイワナに関する検討会報告書 (環境庁)
- (15) 上原武則・吉田利男 (1984) 上高地のイワナ類・とくに在来種の系統保存について ; 上高地の自然 (環境庁中部山岳国立公園管理事務所) : 83-95
- (16) 折内耕一郎 (1996) 田代川合流点付近の梓川におけるサケ科魚類の産卵状況 (私信)
- (17) Dobzhansky Th. (1951) Genetics and the origin of species; Columbia Univ. Press, New York: 364
- (18) Ryo Suzuki and Yoshimi Fukuda (1973) Sexual Maturity of F1 Hybrids Among Salmonid Fishes; Bull. of Freshwater Fish. Res. Lab. Vol. 23 No.2: 57-74