

湖山池産フナの形態学的・血液学的研究

七條喜一郎*・竹内 崇*・鈴木 實*・福西克弘**
齋藤俊之***・田中善蔵*

Morphological and Hematological Studies in Crucian Carps from Lake Koyama

Kiitiro SITIZYO*, Takashi TAKEUCHI*, Minoru SUZUKI*
Katsuhiko FUKUNISHI**, Toshiyuki SAITO*** and Zenzou TANAKA*

Body's forms (body weight, body length, body depth, body thickness, number of scales, intestine length, number of gill rakers, sex, color of body), blood cell counts, hematocrit values and size of erythrocytes (maximal diameters, minimal diameters) were examined on crucian carps. Blood samples were taken from 42 crucian carps from Lake Koyama by heart puncture. Crucian carps were classified approximately into three classes (Type A, B and C) according to the morphological measurement, namely; type A, ratios of body depth/body length and intestine length/body length were characteristically low, a small gill rakers; Type C, these measured values were characteristically high; Type B, these measured values were intermediated between A and C. The mean of hematological values was: erythrocyte $135.8 \pm 28.9 \times 10^6/\text{mm}^3$, leukocyte $1.78 \pm 1.20 \times 10^6/\text{mm}^3$, hematocrit value $35.3 \pm 6.7\%$. There were no significant differences of hematological values of A, B and C types in the crucian carps. But the ratios of maximal diameter/minimal diameter of erythrocyte in the A type showed a significantly high values in comparison with C and B types.

緒 言

鳥取県の湖山池には古くから石がま漁という独特の漁

法があり^{14,15)}, 現在も文化財保護の目的でその漁法が行われている。この石がま漁は湖底から石垣を積み上げ、冬季にこの石垣に入る魚を一か所に追い集めて捕獲する

*鳥取大学農学部獣医学科家畜生理学教室

*Department of Veterinary Physiology, Faculty of Agriculture, Tottori University

**鐘紡(株)

**Kanebo Co. Ltd.

***鳥取大学農学部獣医学科家畜薬理学教室

***Department of Veterinary Pharmacology, Faculty of Agriculture, Tottori University

方法である。しかし、この方法で捕獲されるフナの多くは湖山池に従来より生息する地(ぢ)フナといわれるもので、他の地区から移入されたゲンゴロウフナなどはほとんど捕獲されないとされている¹⁶⁾。このような現象は在来種と移入種の習性の違いによるものと考えられているが、フナの習性については未だ解明されていない点が多い。また、湖山池に生息するフナの種類及び習性についての研究もほとんどなされていない¹⁶⁾。

そこで、本研究では動物の比較血液学的研究並びに湖山池の自然環境調査の一環として、湖山池に生息するフナの調査を行う目的で、石がま漁及びその他の方法で捕獲されたフナの形態及び血液性状の検索を行い、この池に生息するフナの種類を試みたのでその結果を報告する。

実験材料及び方法

実験には、1992年の2～5月に湖山池で捕獲されたフナを約2カ月間水槽で飼育し、雌雄の別なく42例供試した。

形態計測としては、体色、体重、体長、体高、体幅、鱗数(側線鱗数、側線上横列鱗数、側線下横列鱗数)、腸の長さ、鰓耙数の測定を行い、体長に対する体重比、体高比、体幅比及び腸長比を算出した。

すなわち、体長は口の先端より最後尾の側線鱗末端までの長さを計測し、体高は胸部の腹側端から背側端までの最長部の長さ、体幅は胸部の最厚部の厚さを測定した(Fig.1)。また、鱗数は側線鱗数、側線上横列鱗数(最前列背鰭棘基部より側線へ下ろした垂線上の鱗数)及び、側線下横列鱗数(肛門部より側線へ下ろした垂線上の鱗数)を計測した。

性別の判定は開腹し卵巣及び精巢の有無により行い、腸の長さは腸管を摘出しその長さを計測した。また、鰓耙数は左側最前列の鰓の鰓耙数を算定した。

血液性状の測定は注射器を用いて心臓穿刺により採血

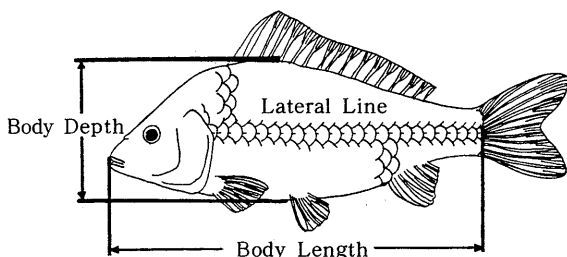


Fig.1 Method of morphological measurement in crucian carp

し、赤血球数はThoma-Zaiss式血球計算盤を用いて5回ずつ算定し、その平均値を測定値とした。

白血球数は、May-Giemsaの二重染色を施した塗抹標本の血球2,000個に対する白血球数から算出した。

$$\text{白血球数} = R \times Y \div 2,000$$

(R; 赤血球数, Y; 血球2,000個に含まれる白血球数) Ht値はMicro-hematocrit法により、1検体につき2本ずつ測定し、その平均値を測定値とした。

赤血球及び核の大きさは、接眼移動測微計(Olympus, OSM)により、塗抹標本の赤血球100個の長径と短径及びその核の長径と短径を測定した。

白血球百分比は、May-Giemsaの二重染色を施した塗抹標本の白血球200個を算定して算出した。

実験成績

1. フナの形態による分類

供試したフナ42例の性別、体色及び各部位の測定値をTable 1に示した。

供試フナは全て性成熟に達しており、体色は金色を帯びるものと銀色を帯びるものに大別した。

Table 1 Morphological parameters in crucian carps

Sex (No. of animals)	Male(14), Female(28)
Body color (No. of animals)	Silver(16), Golg(26)
Body weight (g)	141.2~608.9 (Mean 380.6±129.3)
Body length (cm)	17.6~27.5 (Mean 23.5±2.8)
Body depth (cm)	4.5~12.1 (Mean 8.2±1.5)
Body thickness (cm)	2.9~5.4 (Mean 4.3±6.7)
No. of scales	Along lateral 25~35 (Mean 29.2±1.9)
	Above lateral 5~7 (Mean 5.9±0.5)
	Below lateral 5~6 (Mean 5.0~0.2)
Intestine length (cm)	45~184 (Mean 85.2±40.1)
No. of gill rakers	33~106 (Mean 57.4±19.7)

Fig.2及びFig.3に各計測値のヒストグラムを示したように、鱗数、体重/体長比及び体幅/体長比は、何れもほぼ正規分布を示し、個体によるバラツキも少なかった(Fig.2)。しかし、鰓耙数、体高/体長比(体高比)及び腸長/体長比(腸長比)には大きな個体差がみられた(Fig.3)。

そこで、これらの鰓耙数、体高比、腸長比の相互相関

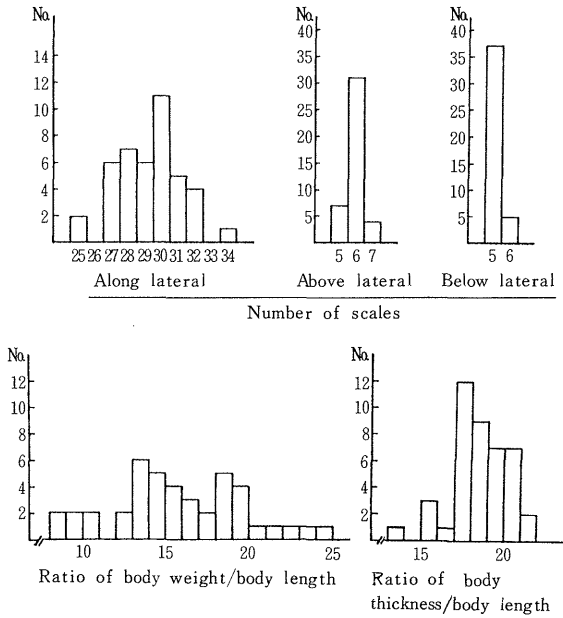


Fig. 2 Histograms of morphological parameters in crucian carps

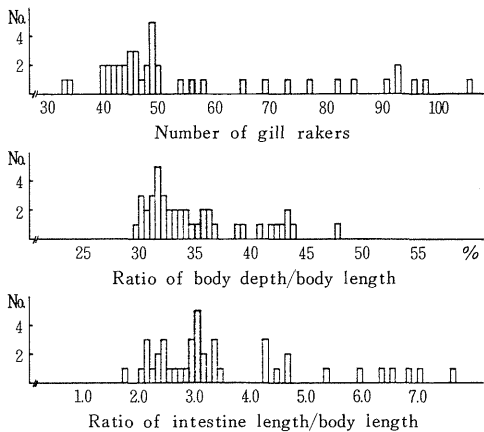


Fig. 3 Histograms of morphological parameters in crucian carps

係数をみると、3者間に何れも高い相関がみられた ($P < 0.8$)。

Fig. 4はこれらの計測値を三次元的に示したものである。この図において、供試フナを形態的に三つのグループに大別できた。すなわち、体高比、腸長比、鰓耙数がともに小さな値を示したものをA群、逆にこれらの値が

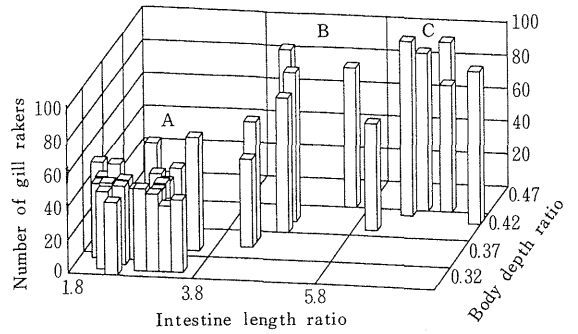


Fig. 4 Three dimensional graph of body depth/body length, intestine length/body length and number of gill rakers in crucian carps

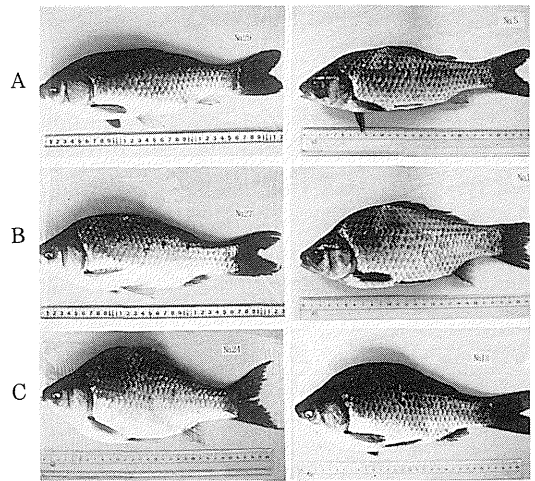


Fig. 5 Crucian carps from Lake Koyama

大きなものをC群とし、中間的な値を示すものをB群とした。

Fig. 5は各グループに属する代表的なフナの写真を示したものである。A群は体色が金(黄)色、あるいは褐色を帯びるものが多く、細長く丸い形態であり、Cグループは体色が銀色で、背部が隆起し体高の高いフナである。Bグループは体色が銀色に近いもの、あるいは金色に近いものなどが混在しており、体形は前2者の中間であった。

このように分類した各グループの鰓耙数、体高比及び腸長比をTable 2に示した。

Table 2 Morphological parameters of A, B and C type in crucian carps

Group	No. of crucian carps	No. of gill rakers	Ratio of body depth	Ratio of intestine
A	29	46.4±0.4	34.2±1.8	2.6±0.4
B	7	76.5±17.5	38.8±3.4	4.5±0.3
C	6	88.3±14.7	42.9±2.7	6.6±0.5
Mean±SD				

2. フナの血液性状

供試したフナ32例の赤血球数、赤血球と核の大きさ、Ht値、白血球数及び白血球百分比の測定値をTable 3に示した。

フナの赤血球数は全例の平均が $135.8 \pm 28.9 \times 10^4/\text{mm}^3$ であり、各タイプ間に明らかな差はみられなかった。

Ht値は全例平均で $35.3 \pm 6.7\%$ であり、B群が他の2群に比べて高値を示した。

赤血球及び核の大きさをみると、フナの赤血球は楕円形を呈し、長径が $18.7 \pm 1.60 \mu\text{m}$ 、短径が $13.0 \pm 0.93 \mu\text{m}$ であった。また、核も同様に楕円形を呈し、全例平均において、長径は $8.1 \pm 0.66 \mu\text{m}$ 、短径は $4.5 \pm 0.32 \mu\text{m}$ であった。

これらの値から赤血球及び核の形状係数（長径/短径）を算出すると、それぞれ、 1.44 ± 0.16 、 1.79 ± 0.22 であり、また、赤血球と核の大きさの比（面積比）は 6.59 ± 0.64 であった。

各グループの赤血球及び核の大きさを比較すると、Aグループの核の短径が他のグループに比べてわずかに低値であったが（ $p < 0.05$ ）、その差は僅かであった。また、赤血球及びその核の形状係数をみると、Aグループの赤血球及び核が他のグループに比べて、より楕円形化していた。赤血球と核の大きさの比率にはグループ間の差はみられなかった。

フナの赤血球の長径と短径のPrice-Jones曲線をみると、長径ではBグループが二峰性を示し、他のグループと明らかに相違していた。短径ではAグループのPrice-Jones曲線が左方偏位を示した。

白血球数は、全例の平均値が $1.7 \pm 1.2 \times 10^4/\text{mm}^3$ であり、Bグループが他の2グループよりも明らかに高値を示した。

白血球百分比は全例平均で、好塩基球0.02%、好酸球0.9%、好中球53.2%、リンパ球31.2%、単球14.5%であり、Cグループの単球が他のグループに比べて僅かに高値を示した他は、各群の間に明らかな差がみられなかった（Table 3）。

Table 3 Hematological values of A, B and C type in crucian carps

Terms	Types	A (n=21)	B (n=6)	C (n=5)	Total (n=32)
Count of erythrocytes		30.4±27.6	150.7±22.6	134.8±32.7	135.8±28.9
Diameter of erythrocytes (μ)					
Maximal		19.0±1.7	18.1±1.4	18.2±0.7	18.7±1.6
Minimal		12.7±0.8	13.4±1.1	13.5±0.7	13.0±0.9
Diameter of nuclei					
Maximal		8.2±0.7	7.9±0.6	7.9±0.4	8.1±0.6
Minimal		4.4±0.2	4.8±0.1	4.8±0.2	4.5±0.3
Hematocrit values (%)		34.2±7.2	41.8±5.7	35.4±5.3	35.3±6.7
Count of leucocytes		125±75	331±158	172±92	178±120
Basophil (%)		0.0±0.1	0.0±0.2	0	0.0±0.1
Eosinophil (%)		0.7±0.6	1.2±1.0	1.3±1.0	0.9±0.8
Neutrophil (%)		54.8±21.2	49.5±16.9	51.1±10.3	53.2±18.9
Lymphocyte (%)		31.2±19.3	34.2±16.1	27.7±7.0	31.2±17.1
Monocyte (%)		13.2±5.9	14.9±8.5	19.0±3.8	14.5±6.4

Erythrocyte : $\times 10^4/\text{mm}^3$, leucocyte : $\times 10^4/\text{mm}^3$, Mean±SD

考 察

1. フナの形態による分類

フナ属魚類は生息地域の環境によって形態が大きく変化するばかりでなく、種々の交雑種が存在するため、魚類のなかでも分類が困難なグループとされている²⁾。

したがって、これまでの報告では、呼び名、学名、類縁関係などが報告者によって異なっており、混乱がみられる。たとえば、比較的定型的な形態を持つゲンゴロウブナにおいても、その学名は*Carassius cuvieri*^{2,8)}とする報告と、*Carassius auratus cuvieri*とする報告^{6,9,17)}がある。また、このフナは全国的にヘラブナあるいはヒラブナと呼ばれているが、琵琶湖地方ではマブナと呼ばれ、大阪地方で養殖したこのフナをカワチブナと呼ばれている^{5,6,9)}。

しかし、フナの形態計測において、報告者による共通点も多い。一般にゲンゴロウブナと呼ばれるフナの特徴は、体高が高く、体色は銀白色で、鰓耙数が多く(106~120⁶⁾, 100~120²⁾, 92~128⁸⁾, 77.4±4.5⁷⁾)、雌雄はほぼ同数で、他のフナとは比較的判別しやすいといわれている。

また、生息地及び分布範囲が限られている種類としては、琵琶湖のニゴロブナ、長野県の諏訪湖及び福井県の三方五湖、北陸、山陰地方に生息するナガブナなどが知られている^{2,5,6,9)}。このうちニゴロブナの鰓耙数はゲンゴロウブナほどではないが、比較的多い(53~72)ことから、ゲンゴロウブナと他のフナの交雑種であろうと推測した報告もある⁶⁾。また、このフナは大型で、体長40 cmに達すると言われている⁵⁾。

一方、ナガブナは体高が低く、背鰭がやや短く、その起点が少し後方に位置し⁵⁾、鰓耙数は45~53で、ギンブナに近いと報告されている⁸⁾。

一般によく知られているキンブナは、関東以北に生息する小型のフナで、体色は黄色を帯び、鰓耙数は36~40⁷⁾, 30~38^{2,17)}, 32~55⁵⁾などと報告されており、フナ属のなかで最も鰓耙数が少ない魚種である。しかし西日本には大型のキンブナが生息するとの報告があり、これをオオキンブナと分類した報告もある⁸⁾。

また、日本全域に分布するギンブナは、一般にマブナと呼ばれ、最も普通に認められるフナである。体色は背部が黒褐色で、腹部に移行するにしたがって銀色を帯びており、鰓耙数は51~73⁵⁾, 41~57²⁾, 42~57⁶⁾, 42~50¹⁷⁾などと報告されている。しかし、ギンブナと形態が近似し、体色に黄色を帯び、鰓耙数がやや少ないフナ

が西日本に多数みられ、これらはキンブナともギンブナとも決めかねるとの報告もある⁹⁾。

以上、先人が報告した日本産フナの形態特性について述べたが、鳥取県の湖山池に生息するフナの学術的な調査研究はほとんどなされていない。田中¹⁶⁾は湖山池のフナを形態によってI-A, I-B, II及びIII型に分類し、III型は鰓耙数が多く、体高が高く、腸管が長いフナで、これをゲンゴロウブナとしている。また、体色が赤褐色を呈し、体高が低いものをI-A及びI-B型と分類し、これは地元ではマブナと呼ばれると述べている。また、II型及びI型とIII型の間中型のものを地元ではヒラブナと呼び、ギンブナの一つであろうと報告している。

本実験においても、田中¹⁶⁾の報告と同様な形態のフナが認められた。これらのフナの鰓耙数、体高比、腸長比を計測したところ、この3者の間に、それぞれ高い相関がみられた。そこで、これらの計測値を三次元グラフにプロットし、その分布によって、A, B, Cの3グループに分類した。

その結果、本実験のCグループのフナは、田中¹⁶⁾の報告したIII型に一致し、小林⁶⁾、川那と水野⁵⁾、細谷²⁾らの分類によるゲンゴロウブナの形態にはほぼ一致していた。

またAグループは、田中¹⁶⁾の報告したI-A及びI-B型に相当するものと考えられるが、体色が赤褐色を呈するものと、銀色を帯びるものがあり、種々なフナの交雑種が含まれているものと推測された。また、その大きさから推測すると谷口¹⁷⁾が報告した西日本に生息するオオキンブナ、あるいは北陸から山陰地方に生息することが知られているナガブナ、あるいは小林⁶⁾が報告している裏日本型ギンブナに相当するものと考えられた。

しかし、これら先人が報告したいずれのフナに属するかは不明であり、今後更に詳細な検討が必要である。

Bグループのフナは、鰓耙数がゲンゴロウブナよりも少ないが76.5±17.5と比較的多いことから、ゲンゴロウブナと他のフナの交雑が疑われ、体高比及び腸長比からは先人^{2,6,7)}の報告によるニゴロブナに相当するものと考えられた。しかし、このグループにはAグループに近似する体形のもの、Cグループに近似する体形ものが混在しており、今後生化学的、遺伝学的な検討が必要である。

2. フナの血液性状について

1) フナの血液性状

魚類の赤血球は、楕円形の有核細胞で、その大きさは一般に進化した魚ほど赤血球が小さく、血球数が多い傾

向を示すといわれている³⁾。例えば原始的な円口類及び軟骨魚類の赤血球は長径が15.0~35.0 μm で、短径が12.0~28.0 μm と大きく、その数は14~31 $\times 10^4/\text{mm}^3$ と少ない。これに対して活発に遊泳するサバ科やマカジキ科の魚類は赤血球が小さく(長径7.2~14.0 μm 、短径6.9~10.0 μm)、血球数が多い(300~390 $\times 10^4/\text{mm}^3$)ことが知られている³⁾。

フナの血液性状に関する報告はほとんどなされていないが、フナと近縁関係にあるコイの赤血球数は216 $\times 10^4/\text{mm}^3$ で、長径は10.4~15.0 μm 、短径は7.0~9.8 μm 、と報告されており³⁾、本実験のフナの赤血球はコイよりも大きく、その数は少なかった。

Ht値は血液の酸素運搬能力の指標として便利のため、各種魚類について測定されている。活発に遊泳するサバ科やマカジキ科の魚ではHt値が高く(37.0~53.0%)、それほど活発でない硬骨魚ではやや低く(18.0~39.0%)、極端に不活発なキアコウは低値を示す(15.5%)ことが知られている³⁾。またフナと同じ分類目に属するコイのHt値は20.3 \pm 0.60%で、フナの亜種であるキンギョのHt値は32.5%であると報告されている¹⁾。

本実験のフナの平均は35.3%であり、キンギョの値にはほぼ一致していた。しかし魚類のHt値は季節によって変動することが知られており、コイでは2月の値が57.4%であったが、5月には50.08%に変化したとの報告¹⁾があり、フナにおいても同様な季節変動があるものと推測され、このことについては、今後更に検討したいと考えている。

魚類の白血球数は魚種によって大きな差がみられる。テラピアでは0.78 $\times 10^4/\text{mm}^3$ 、ブラウンマスで1.15 $\times 10^4/\text{mm}^3$ 、キンギョで2.19 $\times 10^4/\text{mm}^3$ 、コイで4.02 $\times 10^4/\text{mm}^3$ と報告されている¹⁾。本実験のフナの白血球数は全例の平均で1.78 \pm 1.20 $\times 10^4/\text{mm}^3$ であり、近縁関係にあるキンギョに近似した値であった。

魚類の白血球百分率の検索は、ヒト及び哺乳類に行われており、魚類独自の分類方法が確立されていないこと、更には、白血球百分率が健康状態によって大きく変動することなどから⁴⁾、その報告値は研究者によって差がみられる。

コイとゲンゴロウブナ及びこの両者の雑種について白血球百分率を検索した報告によると⁸⁾、フナには好塩基球が認められず、好酸球が10.4%、好異球が53.6%、リンパ球が18.6%であり、類リンパ球が17.4%である。また、フナと近縁関係にあるコイ、キンギョ、ブラウンマス及びテラピアの白血球百分率において、コイ及びキ

ンギョの好塩基球はそれぞれ0.1%、0.2%であり、好酸球は0.7%、2.2%、好中球は60.4%、5.1%、リンパ球は31.9%、92.5%、単球は6.5%、0.0%と報告されている¹⁾。

これらの報告と本実験のフナの成績を比較すると、フナの白血球百分率の特徴は単球が14.5 \pm 6.47%と比較的多い傾向にあった。しかし、白血球百分率も健康状態によって大きく変動することから考えると、更に例数を加えて検討する必要がある。

3. フナの血液性状と形態分類との関係

前述したように、フナはコイと同じ科に属し、古くは同属魚類とされていたが、現在ではフナ属とコイ属に区別されている。

細谷⁸⁾はコイとゲンゴロウブナ及びこの両者の雑種の白血球の違いについて検討し、コイの顆粒球の電子密度がフナよりも高く、雑種はコイに近いと述べている。また、この報告において顆粒の形状もコイとフナでは異なることを指摘している。家畜動物においては、同一種族であっても、品種等によって血液性状に違いがみられることが知られており^{10-15, 18)}、魚類においても、種による相違があるものと推察される。

そこで、本実験において形態によってA、B及びCの3グループに分類したフナの赤血球数、白血球数、Ht値、赤血球の形状及び白血球百分率について検討したところ、白血球数、Ht値、には明らかな差はみられなかった。しかし、赤血球の形状において差がみられ、Aグループの赤血球は、他に2グループに比べて短径が短く、そのPrice-Jones曲線は左方に偏位していた。同様の結果は、核の形状においても認められた。

このような赤血球の形状の違いは、Aグループのフナが田中¹⁶⁾の述べたように湖山池在来のフナであり、Cグループのフナが放流されたゲンゴロウブナであるとすると、在来種と放流種との間に赤血球の形態の違いがあるものと考えられる。また、体形においてAとCの中間型であるBグループのフナは、赤血球の形状においてCグループに近いものと推察された。しかし、このことについては、今後、遺伝学的、生化学的な検索を加えて、さらに検討する必要がある。

以上のように、本実験では比較血液学的な研究の一環として、また湖山池の自然環境調査研究として、フナの形態による分類及び血液性状について検索した結果、湖山池には形態によって少なくとも3グループに分類されるフナが生息していることが明らかになった。また、赤血球の形状において、Aグループのフナは他のフナと異

なることが明らかになった。

総括及び結論

比較血液学的研究及び湖山池の自然環境調査研究の一環として、石がま漁及びその他の方法で捕獲したフナの形態及び血液学的検索によるフナの変異を行った。

フナの形態による分類では、鰓耙数及び体長に対する体高比並びに腸長比によってフナを3群に分類することができた。すなわち、鰓耙数、体高比及び腸長比とも小さな値を示すものをAグループ、逆にこれらの値が大きなものをCグループ、その中間のものをBグループとした。

フナの赤血球数は全例の平均値が $135.8 \pm 28.9 \times 10^4 / \text{mm}^3$ であり、3グループにおいて明らかな差は認められなかった。Ht値は全例の平均値が $35.3 \pm 6.7\%$ でBグループが平均値において他の2グループよりも僅かに高値を示したが、明らかな差はみられなかった。また、フナの赤血球の形状は、短径に対して長径が約1.5倍の楕円形であり、その核もまた楕円形を呈した。各グループ間ではAグループの赤血球及びその核は、他の2グループに比べて楕円形度が大きい傾向が認められた。

フナの白血球数は全例の平均値が $1.78 \pm 1.20 \times 10^4 / \text{mm}^3$ であり、BグループはA及びCグループに比べて有意に高値を示したが、このことについてはフナ健康状態及び年齢などを加味して、更に検討する必要があると思われる。

参考文献

- 1) 江藤久美：実験動物の血液学。関 正利，平嶋邦猛，小林好作編，ソフトサイエンス社，東京（1981）pp.410-417
- 2) 細谷和海：日本産魚類検索——全種の同定——。中坊徹次編，東海大学出版会，東京（1993）pp.212-213
- 3) 板沢靖男：魚類生理学概論，田村 保編，恒星社厚生閣，東京（1977）pp.34-62
- 4) 伊沢久夫，福田芳生，阿部勲雄，中島健次，長林俊彦：水生動物，朝倉書店，東京（1983）pp.123-124
- 5) 川那部浩哉，水野信彦：川と湖の魚1.保育社，pp.112-121（1989）
- 6) 小林 弘：フナの変異とギンブナにみられる雌原発生の細胞遺伝学的検討，遺伝，32 28-38（1978）
- 7) 小島吉雄：魚類雑種の細胞遺伝学，遺伝，32 11-21（1978）
- 8) 宮地傳三郎，川那部浩哉，水野信彦：原色日本淡水魚類図鑑，保育社，東京（1963）pp.128-134
- 9) 宮地傳三郎，川那部浩哉，水野信彦：原色日本淡水魚類図鑑改訂新版，保育社，東京（1976）pp.201-210
- 10) Pickrell, J. A., Schluter, S. J., Belasich, J. J., Stewart, E. V., Meyer, J., Hobbs, C. H. and Jones, R. K. : Relationship of age of normal dogs to blood serum constituents and reliability of measured single values. *Amer. J. Vet. Res.*, 35, 897 - 903（1974）
- 11) 鈴木 實：実験動物の血液学，関 正利，平嶋邦猛，小林好作編，ソフトサイエンス社，東京（1981）pp.354-361
- 12) 鈴木 實，豊澤敬一郎，七條喜一郎，榎原隆夫，上田昭夫：ブタの成長過程における血球動態及び血清タンパクに関する研究，鳥大農研報，30，51-59（1978）
- 13) 鈴木 實，豊澤敬一郎，七條喜一郎，吉田好正：ニワトリの成長過程における血球動態及び血清タンパクに関する研究 I. 血球動態について。鳥大農研報，30，60-65（1978）
- 14) 田中善蔵：湖山池の石がま漁について。鳥大教養部紀要，16，7-36（1982）
- 15) 田中善蔵：石がま漁の経済性についての一考察，鳥大教養部紀要，21，259-310（1987）
- 16) 田中善蔵：湖山池産フナに関する研究 I. 形態及び血清タンパク質のセルロース・アセテート膜電気泳動，鳥大教養部紀要，25，109-118（1991）
- 17) 谷口順彦：西日本のフナ属魚類——オオキンブナをめぐって——，淡水魚，8，59-68（1982）
- 18) Tennant, B., Harrold, D., Reina-Guerra, M., Kendrick, J. W. and Laben, R. C. : Hematology of the neonatal calf : Erythrocyte and leukocyte values of normal calves. *Cornell Vet.*, 64, 516-532（1973）