

箱根芦ノ湖に移殖し繁殖したワカサギHypomesus nipponensisの 鰭条数等に見られた形態形質特性

室伏 誠*1·長谷川 勇司*2·上田 龍太郎*3·柿崎 博美*4· 鈴木 大揮*5·石川 元康*6·鎌倉 俊数*7

Morphological Characteristics of transplanted and bred Japanese Smelt Hypomesus nipponensis (Wakasagi in Japanese) Collected from Hakone-Ashi-Lake, Hakone-Town, Kanagawa-Prefecture, Japan

Makoto MUROFUSHI*1, Yuji HASEGAWA*2, Ryutaro UEDA*3, Hiromi KAKIZAKI*4, Taiki SUZUKI*5, Motoyasu ISHIKAWA*6 and Toshikazu KAMAKURA*7

ABSTRACT

Morphological characteristics of transplanted and bred Japanese smelt Hypomesus nipponensis (Wakasagi in Japanese) from Hakone Ashi-Lake(omit:Ashi-L.) of Hakone-Town, Kanagawa Prefecture Japan were examined. Ashi-L. specimens were collected by small trawl net at April, 2018. Conparison specimens of smelt were collected from Kasumigaura Lake(omit:Kasumi-L.) of Ibaraki Prefecture on April, 2018. The smelt of Ashi-L. mostly large number transplantations were Kasumi-L. from 1918 to 1956. Other smelts of Towada Lake, Chuzen Lake, Fuji Liver(the mouth of a liver), Suwa Lake, Kawaguchi Lake, Shikotu-Lake, and Akan-Lake were also transplanted 1 to 7 times in 1918 to 1968. After 1968, transplantation of smelts to Ashi-L. was suspended. Five hundred million eggs are hatching every year by Ashi-L. Fisheries Cooperative Association Union.

Morphological investigation of the Dorsal fin (D), the Anal fin(A), the Pectoral fin (P1), the Lateral Line scales(LL), Gill Raker(GR) and Vertebra Bone(V) of smelt specimens of Ashi-L. and Kasumi.-L. were counted. Range of D soft ray numbers indicated 8 to 11 of Ashi-L., and 9 to 11 of Kasumi.-L. were counted. Range of A soft ray numbers indicated same numbers of 11 to 14 of Ashi-L. and Kasumi.-L.. Range of P1 soft ray numbers indicated same numbers of 11 to 14 of Ashi-L. and Kasumi-L.. Range of LL numbers indicated 51 to 64 from Ashi-L., and 54 to 62 from Kasumi.-L.. Range of GR numbers indicated 28 to 37 of Ashi-L. and 29 to 36 from Kasumi.-L.. Range Mode of V indicated 53 to 58 of Ashi-L., and 55 to 59 of Kasumi.-L..

D, A, LL and V variations of mode seems to be similar with Ashi-L. and Kasumi.-L.. P1 variations of mode seem to be same with Ashi-L. and Kasumi.-L.. GR mode of Ashi-L. and Kasumi.-L. indicated 2 different mode counts of 32 was Kasumi. L. and 34 was Ashi- L..

The skewness of D, A, P1, LL, GR and V of Ashi-L. and Kasumi.-L. were counted.

Skewness of D, A, P1 and LL indicated no difference with Ashi-L. and Kasumi-L. specimens. D

*2 (有)大浦水産 顧問,Adviser, Ohura Fisheries CO.

横浜市立大学木原生物学研究所、研究員 Ph.D., Yokohama City University *4

Ph.D., Former Professor, Junior College(Mishima *1日本大学短期大学部(三島校舎) 元教授 Campus), Nihon University

日本大学短期大学部(三島校舎) 教授 Ph.D., Professor, Junior College(Mishima Campus), Nihon *3

伊豆・三津シーパラダイス 学芸員, Curator, Izu-Mito Sea Paradise (Aquarium) 日本大学短期大学部(三島校舎) 准教授 Associate Professor, Junior College(Mishima Campus), Nihon University

芦之湖漁業協同組合 組合長 Ashinoko Fisheries Cooperative Association Union, President, .Fisheries Cooperative

and P1 indicated normal distribution of skewnesses. A and LL indicated same accounts of D and LL, but+0.4 indicated A and LL. Different wide of GR and V seems to be indicated. Normal distributions of skewness of Smelt were counted D and P1, but A and LL indicated +0.4. Skewness of GR of Ashi-L. was *(-)0.3 and Kasumi.-L. was *(+)0.1. Skewness of V of Ashi-L. was +1.1 and Kasumi.-L. was*(+)0.3, GR and V also different counts of skewness indicated +1.1 and*(+) 0.3.

(* indicate nomal distribution, —indicate minus, +indicate plus)

1. はじめに

ワカサギ Hypomesus nipponensis (Japanese smelt) (写真1)は、キュウリウオ科、ワカサギ属に 属し、米国のアラスカ沿岸からアラスカ半島、ア リューシャン諸島、ロシアのカムチャッカ半島、 クリル諸島、中国から北朝鮮・韓国沿岸に分布し、 河川や湖沼に遡上する。日本では、北海道から太 平洋沿岸の千葉県までと、日本海沿岸の島根県ま でがワカサギの在来種分布域とされ、在来個体群 であった。一方、在来個体群が国内に分布してい なかった湖沼等に広がり、外来移殖個体群となり、 これまでワカサギが分布していなかった地域の個 体群を外来移殖個体群1)と呼んでいた。しかし、 ワカサギの生息分布はさらに複雑となり、現在は、 在来個体群のみが生息する都道府県はなく、①在 来個体群と外来移殖個体群の両方が混在・分布し ている都道府県のグループである。一方、②外来 移殖個体群として、本来ワカサギが棲息・分布し ていなかった湖沼等に移殖された外来移殖個体群 となる1)。

現在、ワカサギは、沖縄を除きすべての都道府 県に分布していることになる。わが国の都道府県 では、わが国独特の地理的特徴から治水の管理等 が進められる中で、ダム湖や湖沼が地域ごとに分 布し、ワカサギの移殖により分布が全国に進んで いるものと思われる。現在では、各地でワカサギ の移殖が進み、遊漁や地域産品として広がってい る。

2. 芦ノ湖の環境と魚類分布

神奈川県芦ノ湖は、箱根火山の中央が陥没してカルデラ湖として誕生した。標高は723メートル、周囲約20キロメートルの湖で、最も深いところが43.5メートル、平均約25メートルである。なお、水深は、季節により変化するが、湖に流れ込

む川はほとんどなく、湖を満たす水源は大部分湧水である。また、湖から流れ出る川は箱根用水の湖尻水門(トーゴ淵)から早川を経て相模湾に流れる。しかし、トーゴ淵からの流水は芦ノ湖の増水時に限られ、常に流れてはいない。一方、湖の底から湧き出る湧水が豊富で、箱根用水を経て黄瀬川へと流れる。一部は用水路から裾野市深良の水田を潤し黄瀬川に合流する。その後、黄瀬川は狩野川に合流し、駿河湾に流れる²⁾。

芦ノ湖の水温は、表面でほぼ5℃から26℃、湖底では2℃から15℃の範囲で季節変化するが、結氷することはない $^{2)}$ 。

芦ノ湖に生息する魚類は、人為的に持ち込まれ た魚類以外は、神奈川県の相模湾から早川を遡上 し、湖尻水門を経て芦ノ湖に入るか、静岡県の狩 野川から黄瀬川を経て箱根用水から深良水門を経 て遡上する。しかし、芦ノ湖から早川へは通常湖 水が流れ出ておらず、古くは芦ノ湖へウナギが遡 上した記録はあるが、その後は遡上の記録がなく、 ウナギも現在は生息していないといわれている。 一方、芦ノ湖から深良水門を経て黄瀬川へ流れる 用水は、流出量が常に管理されており、堰もあり、 流速は大変早くトンネルとなっていることから、 魚が遡上することは大変難しい。すなわち、芦ノ 湖の生息魚類のほとんどは、前述のとおり人為的 に放流が行われ、芦ノ湖を管理する漁業協同組合 による放流魚である。増殖事業の記録は、明治 12年から今日まで記録が残っており、現在も生 息している最も古い魚はホンマスが明治13年で、 その後サケ科7種、コイ科コイ、ギンブナ、ゲン ゴロウブナ、ウグイ、オイカワ、他に、オオクチ バス、ブルーギル、ワカサギがある。なお、放流 記録はないが、生息しているものに、キンブナ、 ヒガイ、モツゴ、アブラハヤ、オイカワ、ドジョ ウ、ナマズ、ウナギ、ウキゴリ、チチブ、ヨシノ

ボリがある2)。

芦ノ湖における放流魚類のうち、遊漁として人 気のある大型魚はサケ科のマス類やサンフィッシュ 科のブラックバス等の肉食魚である。これら大型 魚の釣りを行うには、漁業協同組合が発行する遊 漁証の購入が必要である。また、ワカサギは大型 魚の餌として放流が行われていたが、現在は遊漁 としての人気も高く、1月から3月までの禁漁期 を除いて、多くの釣り人が遊漁証を得てワカサギ 釣りを楽しんでいる。なお、大型魚の餌となるワ カサギの管理も重要であり、漁業協同組合におい て通年を通して管理している。なお、ワカサギの 放流は、大正7年から芦ノ湖に移殖が行われるよ うになった。主な移殖放流を行ったワカサギは霞 ヶ浦から発眼卵あるいは稚魚で移植された。芦ノ 湖へのワカサギの放流は、他に十和田湖、諏訪湖、 河口湖、中禅寺湖等10ヶ所から昭和18年までの 間行われてきた。その後、ワカサギの移殖は行わ れず、孵化場の設置により33年にわたって毎年 約5億粒から孵化した稚魚を放流している30。

3. 芦ノ湖のワカサギの放流記録の概要

明治3年に始められたサケ・マス類の放流は遊 漁としての目的で進められてきた。カルデラ湖で ある芦ノ湖には、前述のとおり芦ノ湖につながる 河川から遡上する魚類は甚だ少なく、有用魚類の 育成を目的に放流が行われてきた。放流の記録は、 明確に記録されてきた3)。 芦ノ湖に放流された魚 類の中で、遊漁として主要な魚種は、大型魚のマ ス類であるが、これら捕食魚類の餌料としてワカ サギは重要である。その為、ワカサギの孵化放流 は重要な活動の一つである。芦ノ湖では、ワカサ ギは釣りと大型魚の餌となる重要な役割を担って いる。ワカサギには、前述の①在来個体群と②外 来移殖個体群が含まれる3)。移殖に当たっては、 稚魚、受精卵、発眼卵によりワカサギ資源が確保 されている。昭和にかけてから進められてきた芦 ノ湖の放流事業は、サケ・マス類を中心に、漁業 協同組合により行われている。ワカサギの移殖・ 放流については、神奈川県の芦ノ湖は外来移殖個 体群となることから、すべての移殖が記録されて いる。最も多い霞ヶ浦に加え、十和田湖、中禅寺 湖、富士川尻、支笏湖、諏訪湖、小河原湖、河口湖、阿寒湖から移植が行われた。

遊魚として子供から女性まで容易に釣ることのできるワカサギは人気で、1月から3月の禁漁期を除いて、ボートによる釣りが行われている。大型魚の釣りとワカサギの釣りは、芦ノ湖において重要な産業と言える。

本研究では、芦之湖漁業協同組合が、大正7年から進めてきたワカサギの放流記録と昭和10年より進めているワカサギの孵化放流の記録をもとに、現在の芦ノ湖のワカサギの形態形質に見られる異同を明らかにする。対照としては、芦ノ湖に最も多くの発眼卵と稚魚の放流が行われてきた在来個体群である霞ヶ浦産のワカサギを入手し、形態的変異性の比較検討を行った。

本研究に当たり、ブラックバス(松井ら)³⁾,日本産魚類検索全種の同定第三版(中坊)⁴⁾,日本産魚類大図鑑(益田ら)⁵⁾,原色魚類大図鑑(阿部)⁶⁾,日本列島産淡水魚類総説(青柳)⁷⁾,原色日本淡水魚類図鑑(宮地ら)⁸⁾,箱根の魚類(石原ら)²⁾を参照した。

4. 材料および方法

4. 1 材料

本研究において形態形質等の計測に用いた個体は、神奈川県箱根町芦ノ湖で繁殖したワカサギ Hypomesus nipponensis の1年魚82個体を用いた。なお、各地域の湖沼から芦ノ湖に移殖放流されたワカサギの内、最も放流頻度、個体数が多く、かつ他の湖沼からワカサギを移植していない霞ケ浦のワカサギ90個体を比較対象とした。

4. 2 方法

本研究に用いた供試魚の形態は、背鰭条数 (D)、 臀鰭条数 (A)、胸鰭条数 (P1)、側線鱗数 (LL)、 鰓耙数 (GR) および脊椎骨数 (V) について計 測した。

5. 結果·考察

5.1 結果

表1に示すように, 芦ノ湖および霞ケ浦のワカ サギの鰭条数等について比較した。

1)背鰭軟条数(D)

表1に示したように、芦ノ湖と霞ケ浦の背鰭軟条数は、芦ノ湖が8から11軟条で、霞ヶ浦は9から11軟条であった。なお、モードはいずれも10軟条であった。

2) 臀鰭軟条数(A)

表2に示したように、芦ノ湖と霞ケ浦の臀鰭軟 条数はいずれも15から19軟条で、モードも16軟 条であった。

3)胸鰭軟条数 (P1)

表3に示したように、芦ノ湖と霞ケ浦の胸鰭軟条数は11から14軟条であったが、モードは芦ノ湖が13軟条に対し霞ヶ浦は12軟条であった。

4) 側線鱗数(LL)

表4に示したように、側線鱗数は、芦ノ湖が51 \sim 64であったが、霞ヶ浦は54 \sim 62であった。モードは、芦ノ湖では57、58がモードであったが、霞ヶ浦では58であった。

5) 鰓耙数(GR)

表 5 に示したように、鰓耙数は、芦ノ湖ででは $28\sim37$ であったが、霞ヶ浦では $29\sim36$ であった。 モードは、芦ノ湖では34であったが、霞ヶ浦では32であった。

6) 脊椎骨数(V)

表 6 に示したように、脊椎骨数は、芦ノ湖では $53\sim58$ であったが、霞ヶ浦では $55\sim59$ であった。 モードは、芦ノ湖と霞ヶ浦は56であった。

7) 背鰭条数(D), 臀鰭条数(A), 胸鰭条数 (P1), 側線鱗数(LL),鰓耙数 (GR), 脊椎骨数 (V)の歪度

計測を行った各形態形質の測定データについて、 それぞれの分布の歪度を求めた(表 7)。正規分 布に近い歪度を示したのは、芦ノ湖産と霞ヶ浦産 の背鰭軟条数で、歪度はいずれも0.1と正規分布 を示した。また、胸鰭についても、背鰭軟条数よ りわずかに傾くものの0.2とほぼ正規分布を示し た。一方、臀鰭軟条数と側線鱗数の歪度は、いず れも+0.4と高くなっていた。さらに、鰓耙数と脊 椎骨数では、より歪度を示す結果となり、芦ノ湖 産では鰓耙数-0.3、霞ヶ浦産では0.1で0.4の差を 示し、両者の歪度は0.4となった。また、脊椎骨 数では、芦ノ湖産が+1.1と高い数値を示した。一 方、霞 $_{\tau}$ 浦産では+0.3と両者に顕著な差がみられた。

5.2 考察

芦ノ湖産並びに霞ヶ浦産ワカサギの鰭条数、側線鱗数、鰓耙数及び脊椎骨数の歪度を求めた結果、 形質により両湖沼の歪度が一致ないしは比較的一 致であった背鰭軟条数、臀鰭軟条数、胸鰭軟条数、 側線鱗数において、共通な歪度がみられた。一方、 鰓耙数は両者にやや異なる歪度が認められ、脊椎 骨数では顕著な差異を示した。

これらの結果から、芦ノ湖産並びに霞ヶ浦産の 背鰭条数の歪度は0.1を示し正規分布であった。 一方、臀鰭軟条数と側線鱗数では、いずれも0.4 とプラスサイドの歪度が大きかった。

次に、鰓耙数と脊椎骨数の歪度を見ると、鰓耙数では、-0.3の芦ノ湖産に対し、霞ヶ浦産は+0.1で0.4の差が認められた。さらに、脊椎骨数では、芦ノ湖産が+1.1と顕著な歪度を示したが、霞ヶ浦産では+0.3程度で、大きな差が認められた

これら歪度を求めた結果についてみると、比較的バランスのとれた霞ヶ浦産の鰭条数、側線鱗数、脊椎骨数から、歪度の幅は大きくなかった。一方、芦ノ湖産では、脊椎骨数で+の歪度が大きかった。また、歪度の数値で、背鰭条数や胸鰭条数では両者共に正規分布を示し、臀鰭条数や側線鱗数は共通の歪度が認められた。なお、芦ノ湖産のワカサギについては、前述のようにかなり各地から発眼卵や稚魚の移殖が行われており、様々な交配が行われてきていることも考えられる。

6. まとめ

芦ノ湖のワカサギ放流は、大正7年に霞ヶ浦から初めて行われた。その後も、霞ヶ浦からの放流が最も多く進められてきた。加えて、富士川尻、支笏湖、東京都北多摩郡、諏訪湖、小河原湖、河口湖、阿寒湖からも移植が行われ、1968年まで放流が行われた。その後は、他の地域からの移殖・放流が行われておらず、30年前からは芦ノ湖のワカサギ孵化場の開設により、毎年約5億粒の孵化・放流が進められている。今回、最も多く移殖放流が行われてきた霞ヶ浦産ワカサギ(自然の遡

上は行われているが、他地域からの移殖放流が行われていない霞ヶ浦産ワカサギ)と、現在の芦ノ湖のワカサギの形態形質の比較により、鰓耙数、並びに脊椎骨数において他地域からの移植の結果を見ることができた。

わが国に来遊するワカサギは、アラスカからア リューシャン諸島、カムチャッカ半島を回遊し、 日本海の島根県付近まで来遊し、太平洋沿岸の茨 城県から千葉県まで来遊し、それぞれの南限となっ ている。しかし、国際環境研究所では、在来個体 群の多くは移殖により外来地域で繁殖し、外来分 布の拡大が進んでいると言われている¹⁾。

箱根芦ノ湖は、すでに示したように火山の噴火で誕生した湖で、湖は隔離され、明治からの放流活動とその記録は保存されている。その後、芦ノ湖では、ワカサギの他地域からの移殖を中止し、すでに50年が経過した。霞ヶ浦から得た供試魚をもとに、芦ノ湖に生息するワカサギの形態形質について調査し、移植による影響を形態形質から確認でき、貴重のデータとなった。ワカサギの移殖放流は、各地域の湖沼で複雑に行われている。今回の芦ノ湖のワカサギの調査が、生物種としての移殖に関する記録の一助になることを願っている。

謝辞

終わりに臨み、本調査を行うに当たり供試魚の 採集にご協力いただいた、箱根町立森のふれあい 館顧問石原龍雄氏に感謝申し上げる。本研究の一 部は、日本大学国際関係学部生活科学研究所研究 費によった。記して謝意を表する。

文献

- 日本の外来生物、ワカサギ、侵入生物DV、 侵入生物データベース、https://www.nies.go. jp/biodiversity/invasive/DB/ detail/50892.html
- 石原龍雄,橘川宗彦,栗本和彦,上妻信夫ガイドブック 箱根の魚類 ―エビ・カニ・貝類― かなしんブックス 14 箱根叢書―⑥, p 259 (1986)
- 3) 松井廣吉, 所沢和夫, ブラックバス, 芦之

- 湖業協同組合, p 198 (1973)
- 4) 中坊徹次 日本産魚類検索 全種の同定第 三版,東海大学出版会,p 2428 (2013)
- 5) 益田一,尼岡邦夫,荒賀忠一,上野輝禰, 吉野哲夫 日本産魚類大図鑑,東海大学出版 会,p466 (1984)
- 6) 阿部宗明 原色魚類大図鑑, 北隆館, p 1029 (1987)
- 7) 青柳兵司、日本列島産淡水魚類総説、東京 大修館, p 272 (1957)
- 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、全改訂新版,p 462 (1965)

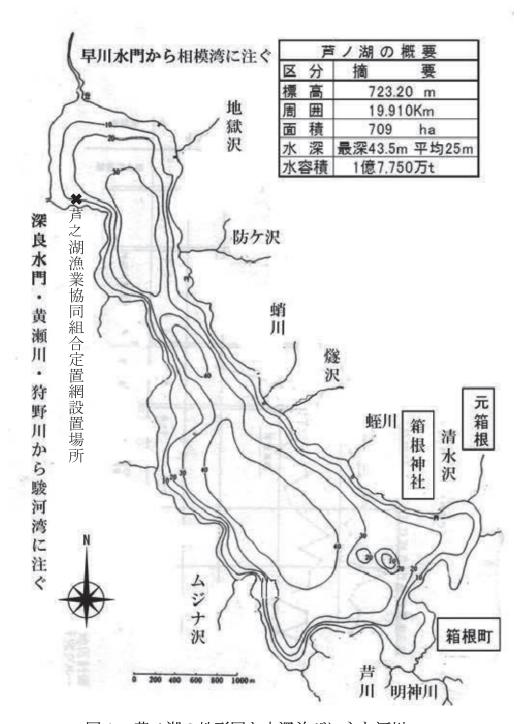
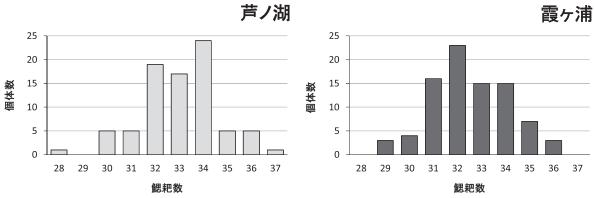


図1 芦ノ湖の地形図と水深並びに主な河川



図・2 芦ノ湖・霞ヶ浦産ワカサギの鰓耙数分布

表・1 芦ノ湖・霞ケ浦ワカサギの背鰭条数

背鳍条数 (D)

月脳栄数(レ)					
軟条数調査地域	8	9	10	11	個体数
神奈川県芦ノ湖	2	36	40	4	82
茨城県霞ヶ浦	-	18	63	9	90

表・2 芦ノ湖・霞ヶ浦産ワカサギの臀鰭条数

暋鳍条数(A)

<u> </u>						
軟条数 調査地域	15	16	17	18	19	個体数
神奈川県芦ノ湖	14	34	24	7	1	80
茨城県霞ヶ浦	13	42	23	10	2	90

表・3 芦ノ湖・霞ヶ浦産ワカサギの胸鰭条数

<u> </u>					
軟条数 調査地域	11	12	13	14	個体数
神奈川県芦ノ湖	11	30	35	16	82
茨城県霞ヶ浦	16	56	17	1	90

表・4 芦ノ湖・霞ヶ浦産ワカサギの側線鱗数

側線総数(II)

1則称辦奴(LL)															
鱗数	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	個体数
調査地域	"	02	00	0 1	00	00	0,	00	00	00	01	02	00	0 1	III IT 3
神奈川県芦ノ湖	1		3	7	5	15	16	16	8	5	1		1	2	80
茨城県霞ヶ浦				1	6	11	11	26	14	8	10	1			88

表・5 芦ノ湖・霞ヶ浦産ワカサギの鰓耙数

鰓耙数 (GR) 合計

<u> </u>	ĀΙ											
鰓耙数調査地域	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	個体数	
神奈川県芦ノ湖	1		5	5	19	17	24	5	5	1	82	
茨城県霞ヶ浦		3	4	16	23	15	15	7	3		86	

表・6 芦ノ湖・霞ヶ浦産ワカサギの脊椎骨数

脊椎骨数 調査地域	53	54	55	56	57	58	59	個体数
神奈川県芦ノ湖	1	1	17	29	23	10		81
茨城県霞ヶ浦			14	37	25	13	1	90

表7 芦ノ湖並びに霞ケ浦のワカサギ鰭軟条数・鰓耙数・側線鱗数・脊椎骨数の歪度

歪度	背鰭 (D)	臀鰭 (A)	胸鰭 (P ₁)	側線鱗数 (LL)	鰓耙数 (GR)	脊椎骨数 (V)
神奈川県芦ノ湖	*0.1	<u>+0.4</u>	*0.2	<u>+0.4</u>	-0.3	<u>+1. 1</u>
茨城県霞ヶ浦	*0.1	<u>+0.4</u>	*0.2	<u>+0. 4</u>	*0.1	*0.3

写真 芦ノ湖産ワカサギ 1年魚

