Aquatic Animals

水生動物 第 2020 巻
令和 2 年 4 月

# 西湖におけるクニマス *Oncorhynchus kawamurae* の再生産
# I. 産卵環境

# Reproduction of Kunimasu, *Oncorhynchus kawamurae* (Salmonidae), in Lake Saiko, Yamanashi Prefecture, Japan
# I. On the environmental condition of the spawning ground

大浜秀規*・谷沢弘将・青柳敏裕

Hideki Oohama*, Kosho Tanizawa, Toshihiro Aoyagi

山梨県水産技術センター，山梨県甲斐市牛句497
Yamanashi Prefectural Fisheries Technology Center, 497 Kai, Yamanashi 400-0121, Japan.
*Corresponding author; e-mail: oohama-sdj@pref.yamanashi.lg.jp, Tel: + 81-55-277-4758.

## Abstract

Kunimasu, *Oncorhynchus kawamurae*, spawning is poorly understood. At the only identified spawning site in Lake Saiko, Japan, we observed a spawning aggregation on a gravel area at ~30 m depth. Spring water is crucial for salmonid spawning; however, spring water discharge is limited to a few positions in Lake Saiko. The magnitude of spring water discharge can be extrapolated from the difference between the underground and lake-bottom-water temperatures. Here, to assess the effects of spring water discharge, eyed eggs were buried at two positions with different spring water discharge magnitudes. Because *O. kawamurae* eyed eggs were not available, those of the closely related Himemasu, *Oncorhynchus nerka*, were used. We found that eggs buried in gravel with little spring water discharge did not survive at all, whereas eggs buried in gravel with high spring water discharge showed high survival rates. Given these results, maintenance and management of spring water is essential for *O. kawamurae* conservation.

**Key words:** Kunimasu; spawning; scuba diving; spring water; gravel area

## 緒言

クニマス *Oncorhynchus kawamurae*（*Oncorhynchus nerka kawamurae*）は 1925 年にジョルダンとマグレガーによって新種記載された秋田県田沢湖の固有種である。学術的にも水産資源としても非常に重要なものであったが、強酸性の玉川からの導水により田沢湖の水質が強酸性になったため 1940 年頃に絶滅している（杉山 2000）。日本各地へ発眼卵が移植された記録が残っていることから長い期間にわたって探索が行われたものの発見には至らなかった。しかし、2010 年に山梨県の西湖で 70 年ぶりに発見され（Nakabo et al. 2011）、これは 1935 年に田沢湖から移植された 10 万粒の発眼卵に由来すると考えられている（中坊 2011）。クニマスはヒメマス *Oncorhynchus nerka* の近縁種とされているが、産卵がほぼ周年に及ぶこと、産卵場が湖底深部であることなどヒメマスと生態が異なる（杉山 2000）。また、西湖ではマイクロサテライト遺伝子解析により同所的に生息するヒメマスとは、交雑していないことが示唆されている（Nakabo et al. 2011）。田沢湖での発見から絶滅までの期間が短いこともあり、生態的には不明な点が多いクニマスではあるが、西湖で存続してきた理由として、再生産が水

深 30 m の湖底にある礫地で行われたことが指摘されている（中坊 2011）。つまり、西湖にのみ現存するクニマス野生個体群の保全を図るためには、産卵を止水域である湖底深部で行うというサケ科魚類として特異的な産卵生態（Nakabo et al. 2011）を明らかにすることが重要と考えられる。

これまでに我々が進めてきた調査により、礫地の位置と数に加え、礫地には地中温度の高い場所があり、産卵期にはクニマスが蝟集することが明らかになっている（青柳ら 2015; 大浜ら 2017）。サケ・マス類の産卵は河川の淵尻にある礫地で行われ（丸山 1981; Nakamura 1999）、産卵場所の選択や卵の生残には伏流水や湧水が深く関与するとされている（佐野 1959; 小林 1968; 鈴木 1999; 近藤ら 2006; 有賀ら 2011; Kondou et al. 2001）。湧水は河川以外の海底や湖底にも存在しており、海底湧水については、海水の揺らぎ、塩分濃度や水質、水温の違いから湧水の湧出が確認されている（小山ら 2005; 谷口 2017）。湖底湧水については、湖水と湧水に塩分濃度の差がないためその存在が証明しにくいが、事例は少ないものの水温、周辺の地中温度との差、電気伝導度の違いから調べられている（丸井ら 1995; 大浜ら 1996; 山本ら 2017）。今回調査を行った西湖の水深 30 m の湖底は、一面泥に被われているが僅かに礫の露出している場所があり、成立要因は不明であるものの湧水が関連していると考えられる。そこで、クニマスの産卵環境を明らかにするためスキューバ潜水により礫地の位置と規模、更に各礫地の湧水湧出状況を調査した。産卵場の礫地は、陸上から続く扇状地の水深約 30 m 付近にあるが、西湖でクニマスが再発見された後に、扇状地の陸域で地下水利用が増加しており、湧水の減少が懸念された。従前の湖底湧水の湧出量が不明であるため、現在の湧出量を測定しても、どの程度湧出量が減少したのかは明らかにできない。そこで、現在の湧出量がクニマスの産卵環境として良好であるか否かを評価するため、近縁種であるヒメマス発眼卵を産卵場に設置して生残を調査した。ヒメマス発眼卵を用いたのは、人工飼育したクニマスから良質な成熟卵を得ることが調査時点では困難であったこと（岡崎ら 2019）、西湖のクニマス天然親魚から採卵することはクニマス野生個体群の保全に影響を与える可能性があること、ヒメマスはクニマスの近縁種で発眼・孵化までの積算水温がほぼ同じであること（青柳ら 2013）による。その上でこれら調査により明らかになったクニマスの産卵環境から、クニマスの保全について検討を行った。

## 材料および方法

調査を行った西湖は、富士山の北麓に位置する富士五湖の一つで、標高 902 m、面積 2.1 $km^2$、最大水深 76 m、富士山の溶岩による堰止め湖で、年間を通じて流入している河川はない（Fig. 1）。今回の調査場所は西湖北岸の沖合であるが、西湖における産卵場は 1 区域しか確認されてないことから（青柳ら 2015; 大浜ら 2017）、保全のため明示しない。

### 礫地の位置と規模

湖底礫地の位置と規模及び湧水の湧出状況について、2016 年 10 月 31 日から 11 月 10 日のうちの 7 日間、延べ 14 回の潜水により調査した。礫地の位置と規模について、最大の礫地 No. 1 の南端中央部に設置したマーカーを基点にして、メジャー（30 m、10 m）、箱尺

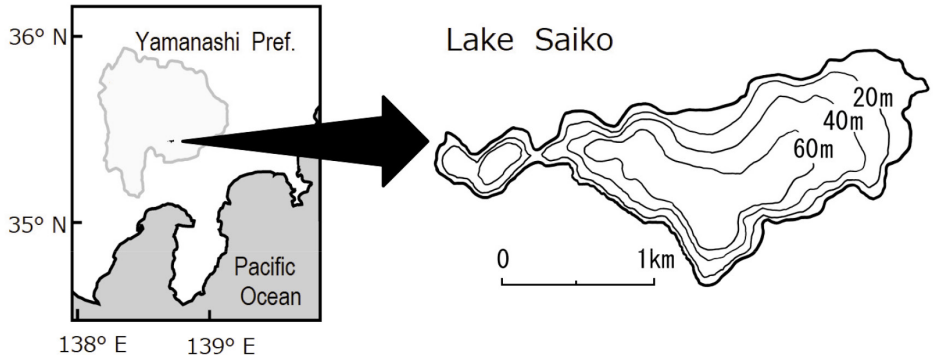


Fig. 1. Location and size of Lake Saiko in Yamanashi Prefecture, Japan.

（3 m）、コンパス、ダイブコンピューター（Apeks 社、Quantum）を用いて距離、方向、規模、水深を測定し、図面上に記録した。

**湧水の湧出状況**

湖底礫地における地中温度の測定については、上記の調査で発見された 8 カ所の礫地を対象とした（Fig. 2）。最大の礫地 No. 1 を 2015 年 10 月 20 日から 11 月 4 日のうちの 6 日間、延べ 12 回の潜水により、礫地 No. 2–8 の 7 カ所を 2016 年 10 月 31 日から 11 月 10 日のうちの 7 日間、延べ 14 回の潜水により地中温度の測定を行った。礫地 No. 1 では礫地南端中央部の起点から北方向へ基線を設置し、箱尺（3 m）とメジャー（10 m）を用いて、礫地が含まれる 7×9 m の範囲に 1 m メッシュのセルを設けた。セルの中心点にナンバープレート（アルミ製、45×30×3 mm）を設置し測定場所とした。礫地 No. 2－8 については、礫地の長径及びそれに直交する短径上を 1 m（規模が小さい一部の礫地では 50 cm）間隔で測定した。測定には、デジタル式温度計（T&D 社　TR-71U、精度±0.3 ℃　センサー：TR1220）をデジタルカメラの耐圧ハウジングケースに収納し、センサー先端部を湖底から深さ 5 cm まで貫入させて測定した。なお、センサーが 5 cm

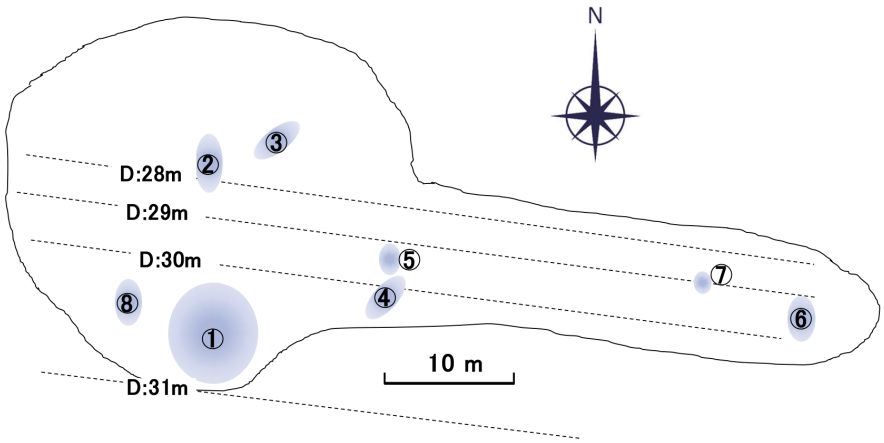


Fig. 2. Eight gravel areas (designated by No. 1 to 8, light blue) in the Kunimasu spawning ground of Lake Saiko, which were subjected to direct observation by scuba diving. Dotted lines show water depths of the spawning grounds. See Table 1 for detail.

貫入しなかった場合でも、その状態で測定された温度を地中温度として扱った。最大礫地 No. 1 では、測定温度に基づき測定場所の範囲内にある 6×8 m について等温線図を作成した。この湖底礫地の産卵場は陸上から続く扇状地の水深 30 m 付近にあり、周辺の湖底水温は周年 4–6 ℃の範囲内にあるが（青柳ら 2013）、この扇状地の陸域にある井戸の水温は約 9 ℃とされている（大浜ら 2017）。これらのことから、調査時に測定された湖底水温の最高値より地中温度が高い地点を湧水が湧いている地点、温度が高いほど湧水の湧出量が多い地点と判定した（大浜ら 2017）。

### ヒメマス発眼卵の生残

短く切断した塩化ビニル製パイプ（内径 60 mm、長さ 30 mm）の両端をポリエチレン製ネット（3 mm 目）で閉じ、これに潜水時までクーラーで保冷しておいたヒメマス発眼卵 80 粒を収容した。これを 2 個（#1、#2）（合計 160 粒）と水中用温度記録計（Onset 社 UTBI-001、20 秒間隔、精度±0.2 ℃）1 個を結束し 1 セットとして、同一ロットの卵を用い 4 セットを作成した。このセットを礫地 No. 1 の地中温度の高い礫地中央寄りの地点の湖底上と地中 10 cm へ、同様に温度の低い礫地周辺寄りの地点の湖底上と地中 10 cm へ 1 セットずつ設置し、各々湧水多－湖底区、湧水多－埋設区、湧水少－湖底区、湧水少－埋設区とした。設置期間は 2015 年 10 月 28 日から 11 月 4 日までの 8 日間で、回収後に発眼卵の生残状況を確認した。なお、設置時（10 月 28 日 13:30）の表層水温は 18.3 ℃であった。

### 解析方法

ヒメマス発眼卵の生残率については正規分布化を図るために逆正弦変換を行い、Scheffe's multiple comparison test により各区間の検定を行った。

## 結果

### 礫地と湧水の湧出状況

東西 65 m、南北 30 m の範囲を潜水目視し、8 カ所の礫地を確認した（Fig. 2）。礫地は水深 27–31 m にかけて散在し、その大きさは最大 7×9 m（No. 1）、最小 1×2 m（No. 7）で、周辺は容易に手が 30 cm 程度は埋まる泥であった（Table 1）。8 カ所の礫地のうち 6 カ所は南北方向に長く、礫地 No. 3、4 の 2 カ所のみ南北方向の北がやや東に傾く形で分布していた（Fig. 2）。

最大礫地 No. 1 の地中温度は 5.5–9.1 ℃、周

Table 1. Size, underground temperature, and bottom water temperature at eight gravel areas.

| gravel area No.* | size (m) | | underground temperature (℃) | | bottom water temperature (℃) |
|---|---|---|---|---|---|
| | major axis | minor axis | mean ± SD | min. – max. | min. – max. |
| 1 | 9.0 | 7.0 | 6.2 ± 0.6 | 5.5 – 9.1 | 5.2 – 5.9 |
| 2 | 5.5 | 2.0 | 7.6 ± 1.3 | 6.3 – 10.0 | 6.2 – 6.4 |
| 3 | 4.0 | 2.0 | 7.8 ± 0.6 | 7.0 – 8.4 | |
| 4 | 5.0 | 2.0 | 6.8 ± 0.3 | 6.4 – 9.0 | |
| 5 | 3.0 | 1.5 | 7.0 ± 0.4 | 6.5 – 7.6 | |
| 6 | 4.0 | 2.0 | 7.5 ± 0.8 | 6.7 – 9.1 | |
| 7 | 2.0 | 1.0 | 7.5 ± 0.5 | 6.9 – 8.0 | |
| 8 | 4.0 | 2.0 | 7.5 ± 0.8 | 6.5 – 8.8 | |

*see Fig. 2.

辺の湖底水温は 5.2–5.9 ℃であった。礫地 No. 1 で地中温度を測定した 63 地点のうち、湧水がない又は非常に少ない地点（地中温度 5.9 ℃以下）は 47.6 %（30 地点）、湧水が多い地点（地中温度 7.0 ℃以上）は 12.7 %（11 地点）であった。礫地全面から湧水が湧出しているわけではなく、Fig. 3 に示すように湧水の多い場所は局所的であった。礫地 No. 2–8 の地中温度は 6.3–10.0 ℃、周辺の湖底水温は 6.2–6.4 ℃であった（Table 1）。No. 2–8 の礫地すべてで、湧水の湧出により地中温度の高い地点があったが、各礫地内での湧出量は均一でなかった。

Table. 2. Survival rate of Himemasu eyed eggs placed on or buried in No. 1 gravel area with different spring water discharge. All experiments were started with 80 eggs.

| eggs/spring water discharge | underground temperature (℃) | | No. alive eggs* | | survival rate (%)† |
|---|---|---|---|---|---|
| | mean ± SD | min. – max. | #1 | #2 | |
| placed/high | 6.0 ± 0.3 | 5.3 – 6.6 | 80 | 80 | 100.0[A] |
| buried/high | 8.6 ± 0.1 | 8.0 – 8.8 | 78 | 80 | 98.8[A] |
| placed/low | 5.4 ± 0.1 | 5.2 – 5.9 | 69 | 80 | 93.1[A] |
| buried/low | 5.6 ± 0.0 | 5.5 – 5.7 | 0 | 0 | 0.0[B] |

*Number of eggs observed alive after 8 days.

†Values carrying the same superscript are not significantly different one another ($p > 0.05$).

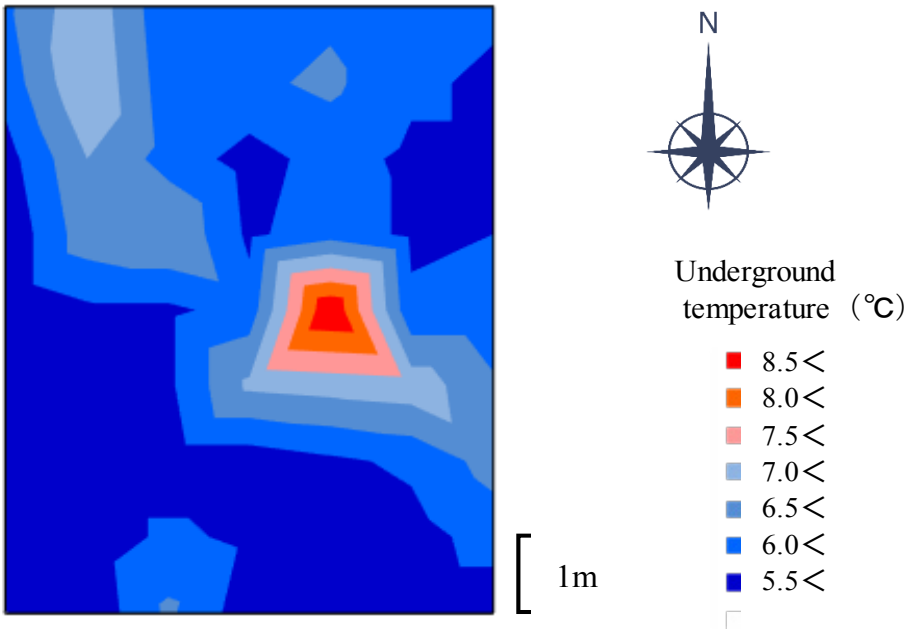


Fig. 3. Distribution of under-ground temperature at No. 1 gravel area in Lake Saiko. Higher water temperatures show more underground spring waters. The water temperature of the bottom layer of the lake was 5.2–5.9 °C.

**ヒメマス発眼卵の生残**

ヒメマス発眼卵設置 1 時間後から回収直前までの各区の地中温度の平均値は、湧水多－湖底区が 6.0 ℃、湧水多－埋設区が 8.6 ℃、湧水少－湖底区が 5.4 ℃、湧水少－埋設区が 5.6 ℃で、地中温度の平均値は湧水多－埋設区

が一番高く、湧水少ー湖底区が一番低かった（Table 2）。ヒメマス発眼卵の生残率は、湧水多ー湖底区 100 %、湧水多ー埋設区 98.8 %、湧水少ー湖底区 93.1 %と 9 割以上の生残率でこれら 3 区の間に差は認められなかった（Scheffe's multiple comparison test, $p > 0.05$）。湧水少ー埋設区は生残率 0 %で 160 粒全てが白濁した死卵であり、他の 3 区よりも有意に生残率が低かった（各々$p < 0.01$、$p < 0.01$、$p < 0.05$）。

## 考察

### 礫地と湧水の湧出状況

西湖のクニマス産卵場については、魚群探知機による湖底の基質反応（青柳ら 2014）、産卵後の親魚の漂着場所と湖内流（青柳ら 2015）、バイオテレメトリー調査（瀬部ら 2019）、いずれにおいても、この 1 区域以外に産卵場となる礫地があるという情報は得られていない。今回の潜水により、西湖における唯一のクニマス産卵場と考えられるこの 1 区域のほぼ全域を潜水目視し、8 カ所の礫地があることが明らかになった。

今回の調査で、礫地において湖底湧水が揺らいで見えたり砂や浮遊物を巻き上げたりする様子は確認できなかった。湧水の湧出量を直接計ってないものの、地中温度と湖底水温の違いから礫地における湧水の分布について把握することはできた。その結果、礫地全域においても湧水の多い場所は少なく、一番大きい礫地においても湧水の多い場所は局所的にしか存在しないことが明らかになった。

### ヒメマス発眼卵の生残

埋設したヒメマス発眼卵は、湧水の多い区で 98.8 %生残していたが、湧水の少ない区では全数死卵となった。地中温度と湖底水温がほぼ等しい区ではほとんど湧水がなかったと考えられる。また、湖底に設置したヒメマス発眼卵は、湖底水温が 6 ℃以下と低かったものの、両区とも生残率が 90 %以上と良好であった。湧水が多い地点（地中温度 : 8.6–8.9 ℃）の溶存酸素量は 8.3–8.4 mg/L（溶存酸素飽和度 : 80–81 %）と高いことが確認されている（大浜ら 2017）。このことから、酸素が十分補給されていれば水温が低くても生残に影響は与えないため、湧水の少ない区へ埋設した発眼卵は、酸欠により斃死したと考えられる。

クニマスの産卵行動については未解明な部分が多い。掘り行動が行われ、地中 10 cm 以深で卵が確認されているが、産卵後に礫で埋め戻す行動は確認できていない。クニマスと同様に湖底で産卵するレイクトラウト *Salvelinus namaycush* のように産卵床の埋め戻しをしない可能性もある（Binder et al. 2015）。クニマスが埋め戻しをしないのであれば、湧水が無くとも良好な生残が想定されるが、埋め戻しをする場合にはクニマスにおいてもヒメマス発眼卵と同様に湧水の多いことが良好な生残の必要条件となり、湧水の減少や枯渇は酸欠による生残率の低下を招くことが推察される。

なお、クニマスは湖底で産卵するという特異な生態を持つことから、発眼卵の低酸素耐性がヒメマスより高い可能性もある。このため、クニマス卵が必要とする溶存酸素濃度について実験的に検討すると共に、湧水湧出量とクニマス産着卵の分布・生残状況について確認することが必要であろう。また、止水中におけるマス類の産卵様式についても不明な点が多いことから、埋め戻し行動の有無について動画撮影などにより確認する必要がある。

**湧水と再生産**

西湖の東に位置する河口湖の湖底湧水では、潜水目視できるほどの揺らぎが有り、湧水が停止すると礫の露出範囲が浮泥の堆積により縮小するとの情報がある（芹沢　未発表）。西湖でクニマスの産卵場となっている湖底湧水の上流域では、近年地下水の取水量が増加しており、過去に比べ湧出量が減少している可能性がある。クニマス産卵場においても湧出量が少ないと、礫の露出する範囲が減少しクニマス親魚が蝟集しなくなり、産卵床を掘っても産卵が行われなくなる可能性がある。

ヤマメ *Oncorhynchus masou* は産卵床の水の通りが悪いと産卵床を掘っても産卵を行わない傾向があり、また通水状況の悪い産卵床は卵の生残率が悪い（近藤ら 2006）。また、ヒメマス同様陸封型ベニザケの 1 タイプである北米のブラックコカニーは、クニマスと同様に深い湖底で地下水が湧出する場所を選択して産卵している（Morris 2004）。西湖のクニマスでも、湧出量が減少すると産みつけられた卵の生残が低下するおそれがある。これらのことから、産卵場の湧水の保全は礫地の維持およびクニマス卵の生残のために重要である。

クニマス産卵場の湧水湧出量は、降水量や集水域における取水の影響により変動すると思われる。このため、シーページメータ等により湖底湧水の由来や湧出量を明らかにして、この地域における地下水資源の水文学的検討を進め、湧水の季節変動や降水量、地下水取水量との関連について明らかにする必要がある。

以上のことから、地下水取水量と湧水量の関係は現時点では明らかになっていないものの、クニマスの再生産が円滑に行われるためには、予防的観点に立って、現在以上の地下水取水を行わず、できれば取水量を低減させることで産卵礫地と湧水の環境を維持することが望ましいと考えられる。

## 謝辞

西湖漁業協同組合の三浦久組合長を始め組合員の方々には、調査実施にご協力いただいた。皆様に厚くお礼申し上げる。今回の潜水調査は、標高 900 m、水深約 30 m、水温 5－6 ℃、相対光量子率が 0.06 %程度の低照度、加えて厳冬期にも潜水を行うなど過酷な条件下であった。本調査が円滑に実施できたのは潜水に同行し多くの作業を担っていただいたプロダイバーの下司秀樹氏と大谷光弘氏のおかげである。ここに心から感謝申し上げる。また、本研究を進めるにあたって、新たな視点から貴重な意見を与えてくれた故大浜奈美に感謝する。有益で的確な指摘を丁寧にいただいた編集委員及び査読者の方々に深謝申し上げる。さらに、本論文の主旨については大浜ら（2017）で報告を行っているが、本誌に掲載していただいたことに感謝申し上げる。本研究は、山梨県総合理工学研究機構の「クニマスの保全並びに活用に関する研究」の一部として実施した。

## 引用文献

青柳敏裕・加地奈々・長谷川裕弥 (2013). クニマスの生態解明及び増養殖に関する研究. 山梨県総合理工学研究機構研究報告書 8: 89–102.

青柳敏裕・岡崎 巧・加地奈々・大浜秀規・長谷川裕弥・勘坂弘治・市田健介・吉崎悟朗 (2014).クニマスの生態解明及び増養殖に関する研究（第 2 報）. 山梨県総合理工学研究機構研究報告書 9: 49–65.

青柳敏裕・岡崎 巧・大浜秀規・三浦正之・谷沢弘将・小澤 諒・長谷川裕弥・吉澤一家・坪井潤一・勘坂弘治・市田健介・Lee Seungki・吉崎悟朗・松石 隆 (2015). クニ

マスの生態解明及び増養殖に関する研究（第 3 報）．山梨県総合理工学研究機構研究報告書 10: 43–65.
有賀 誠・山田直佳・伊藤洋満・有賀 望・宮下和士 (2011). 石狩川上流におけるサケ *Oncorhynchus keta* の自然産卵．旭川市博物科学館研究報告 4: 35–46.
Binder, T. R., Thompson, H. T., Muir, A. M., Riley, S. C., Marsden, J. E., Bronte, C. R., Krueger, C. C. (2015). New insight into the spawning behavior of lake trout, *Salvelinus namaycush*, from a recovering population in the Laurentian Great Lakes. Environ. Biol. Fish. 98: 173–181.
小林哲夫 (1968). サケとカラフトマスの産卵環境．北海道さけ・ますふ化場研究報告 22: 7–13.
近藤卓哉・竹下直彦 (2006). ヤマメの繁殖生態 ー渓流のどこで産卵する？ー. 魚類生態学入門.（編）猿渡敏郎．東海大学出版会，平塚，p. 23–50.
Kondou, T., Takeshita, N., Nakazono, A., Kimura, S. (2001). Egg survival in a fluvial population of masu salmon in relation to intragravel conditions in spawning redds. Trans. Am. Fish. Soc. 130: 969–974.
小山裕樹・張 勁・萩原崇史・佐竹 洋・浅井和見 (2005). 富山湾東部における広域海底湧水湧出量の測定．地球化学 39: 149–155.
丸井敦尚・安原正也・河野 忠・佐藤芳徳・垣内正久・檜山哲哉・鈴木裕一・北川光雄 (1995). 富士山北麓西湖の水質と湖底湧水．ハイドロロジー 25: 1–12.
Maruyama, T. (1981). Comparative ecology on the fluvial forms of *Salmo* (*Oncorhynchus*) *masou masou* (BREVOORT) and *Salvelinus leucomaenis* (PALLAS) (Pisces, Salmonidae) I. Structure of spawning redds and spawning sites in Kamidani, River Yura. Jpn. J. Ecol. 31: 269–284 (in Japanese with English abstract).
Morris, A. R., Caverly, A. (2004). 2003–2004 Seton and Anderson Lakes kokanee assessment, report to British columbia conservation foundation and ministry of water, land and air protection, Kamloops.
Nakabo, T., Nakayama, K., Muto, N., Miyazawa, M. (2011). *Oncorhynchus kawamurae* “Kunimasu”, a deepwater trout, discovered in Lake Saiko, 70 years after extinction in the original habitat, Lake Tazawa, Japan. Ichthyol. Res. 58: 180–183.
中坊徹次 (2011). クニマス *Oncorhynchus kawamurae*−絶滅から復活，そして今後−. 日本水産学会誌 77: 469–472.
Nakamura, T. (1999). Comparison of physical characteristics of the spawning redds between the fluvial Japanese charr *Salvelinus leucomaenis* and the masu salmon *Oncorhynchus masou masou* in the headwaters of the Kinu River, central Japan. Nippon Suisan Gakkaishi 65: 427–433 (in Japanese with English abstract).
岡崎 巧・平塚 匡・小澤 諒・加地奈々・三浦正之 (2019). クニマス池産養成親魚（3〜6 歳）の成熟と採卵．山梨県水産技術センター事業報告書 46: 60–67.
大浜秀規・高橋一孝・岡崎 巧 (1996). ヒメマス増殖技術の開発．山梨県水産技術センター事業報告書 24: 16–25.
大浜秀規・青柳敏裕・谷沢弘将・長谷川裕弥 (2017). 西湖におけるクニマスの産卵環境．山梨県水産技術センター事業報告書 44: 45–53.
佐野誠三 (1959). 北日本産サケ属の生態と蕃殖について．北海道さけ・ますふ化場研究報告 14: 21–90.
瀬部孝多・下野晃生・光永 靖 (2019). クニマスとヒメマスの行動比較Ⅱ（概要）．山梨県水産技術センター事業報告書 46: 102–107.
杉山秀樹 (2000). クニマス百科　田沢湖まぼろしの魚．秋田魁新報社，秋田.
鈴木俊哉 (1999). 遊楽部川におけるサケの自然産卵環境調査．さけ・ます資源管理センターニュース 4: 1–4.
谷口真人 (2017). 地下水学と海洋学との学際研究．地下水・湧水を介した陸ー海のつながりと人間社会（編）小路 淳・杉本 亮・富永 修．恒星社厚生閣，東京，p. 12–18.
山本真也・中村高志・内山 高 (2017). 富士山北麓，河口湖で新たに見つかった湖底湧水．日本水文科学会誌 47: 49–59.

# 西湖におけるクニマス *Oncorhynchus kawamurae* の再生産
# I. 産卵環境

大浜秀規・谷沢弘将・青柳敏裕

山梨県水産技術センター，山梨県甲斐市牛句 497

クニマスの産卵生態には不明な点が多い。現在のところ唯一の生息地である山梨県の西湖では、スキューバ潜水により約 30 m の湖底にある 1 区域の礫地でのみ産卵のために蝟集していることが観察されている。湧水はサケ類の産卵に重要と考えられるが、西湖での湧水箇所はごく限られている。湧水量は地中温度と湖底水温の差から推定できる。湧水の影響を評価するために、湧水量の異なる場所に発眼卵を埋設した。卵はクニマス代用として近縁種であるヒメマスの発眼卵を用いた。その結果、湧水がほとんど無い場所に埋設された卵は全て斃死したが、湧水の多い場所に埋設された卵の生残率は高かった。西湖におけるクニマス個体群存続のためには礫地および湧水の保全と管理が重要である。

Received: 6 February 2020 | Accepted: 29 March 2020 | Published: 9 April 2020