

# クニマスの生態解明及び増養殖に関する研究

青柳 敏裕<sup>1</sup>, 加地 奈々<sup>2</sup>, 長谷川 裕弥<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>山梨県水産技術センター, <sup>2</sup>山梨県水産技術センター忍野支所, <sup>3</sup>山梨県衛生環境研究所)

**要約** 2010年に西湖で再発見されたクニマスの保全及び活用を図るため、産卵生態に関する調査及び増養殖試験を行った。その結果、西湖におけるクニマスの産卵は11月から2月にかけて、主として西の越沖の水深30-40mの湖底で行われているものと推定された。クニマスの人工繁殖に成功し、おそらく成魚までは人工飼育が可能であることが示された。これまで知られていなかったクニマスの卵発生及び稚魚の形態はヒメマスに類似しているものと推察された。

## Studies on the ecology and culture of Kunimasu (*Oncorhynchus kawamurae*) in Lake Saiko.

Toshihiro Aoyagi<sup>1</sup>, Nana Kaji<sup>2</sup>, and Yuya Hasegawa<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>Yamanashi Fisheries Technology Center, <sup>2</sup>Yamanashi Fisheries Technology Center Oshino-branch, <sup>3</sup>Yamanashi Institute for Public Health)

**Abstract** We investigated the spawning ecology and aquaculture of Kunimasu, that had rediscovered from Lake Saiko in 2010. As a result of several investigation, it supposed that Kunimasu is spawned in November to February mainly, and the spawning ground will exist at the bottom of lake off the Nishino-koshi that is 30 to 40 meters in depth. We have done the artificial insemination of Kunimasu successfully, and have been expected that are breeding to adult fish. It seems that development of egg and form of fingerling look like a Himemasu.

### 1. 緒言

クニマスは秋田県田沢湖の固有種でベニザケ（ヒメマス）の近縁種とみなされていたが、田沢湖水質の強酸性化により1940年頃に絶滅したと考えられていた<sup>1)</sup>。しかし2010年に山梨県西湖で再発見され<sup>2)</sup>、1935年に発眼卵で移植されたクニマス<sup>3)</sup>の子孫の可能性が高いことが明らかとなった。クニマスは生態及び形態の多くが謎のまま絶滅しており、慎重な同定や保安全管理に向けた生態解明が求められている<sup>4)</sup>。また、再絶滅のリスクを軽減するためには域外保全策として人工下での飼育技術を確立する必要があるとともに、絶滅前に「魚一匹米一升」と称され食用として珍重されたクニマスを養殖し新たな地域特産品として活用することも求められている。

そこで、クニマスの保全並びに西湖のヒメマス漁業との共存に資するため生態や生息環境について明らかにするとともに、クニマスの域外保全並びに養殖事業化に資するため増養殖技術の研究を行うこととした。

予備研究の平成23年度から研究初年度の24年度にかけては絶滅前の知見が残り比較検証が可能な産卵生態について調査を行うとともに、採捕された成熟魚からの人工繁殖及び稚魚飼育に関する試験を行った。平成24年度からは西湖の水環境について水温鉛直分布の経時変化、冬季の光量及び湖内流の観測を行った。研究は生態調査を水産技術センター、増養殖試験を同忍野支所、水

環境調査を衛生環境研究所が担当した。

### 2. 実験方法

#### 2-1 西湖におけるクニマスの産卵生態

##### 2-1-1 成熟魚の出現状況

過去の調査<sup>5)</sup>及び地元漁業者の経験から推定されたクニマスまたはヒメマスの産卵水域に2定点（定点1；水深10-15m、定点2；水深30-40m）、西湖最深部の湖心に1定点（定点3；水深70m）を設け（図1）、2011年9月から2012年3月にかけて毎月1回中旬頃に合計7回、底刺網により産卵場に来遊する成熟魚を採捕し、その出現時期及び水深について検討した。なお本項にいう成熟魚とは、採捕時に排卵または排精が認められた個体、採捕時



図1 刺網調査地点

に未排卵または未排精だが産卵期中に排卵または排精が見込まれる個体、採捕時に放精後または放卵後の個体を指す。

刺網は1ヶ所につき目合6節、丈1.5m×幅20mのものを2枚、目合13節、丈1.5m×幅20mのものを1枚の3枚を連結し、午後3時頃に投入し翌日午前10時頃に回収した。採捕された成熟魚は可能な限り生かしたまま忍野支所に搬入し、人工繁殖試験まで畜養した。

併せて西湖のヒメマス産卵生態を比較するため、2011年10月から2012年3月、2012年10月から2013年3月にかけて根場から西湖漁業協同組合養魚池排水部までの湖の北岸側を対象に、毎週2回程度産卵行動や産卵床など産卵の形跡について目視観察を行った。なお溶岩帯の南岸は踏査しなかった。

刺網調査の採捕魚は採卵後またはへい死するまで忍野支所で飼育し、採卵時または死後に全長、標準体長、体重及び生殖腺重量を計測し10%ホルマリン液で約3週間固定した後70%エタノール液に置換し標本として保管した(付表)。

標本の幽門垂数及び鰓耙数を計数し、両形質から判別分析による種判別を行い、両種の出現時期及び場所を検討した。判別分析のもととなる判別関数の算出には、クニマス集団の形質として西湖で再発見されたクニマスの幽門垂数及び鰓耙数(n=9, 幽門垂数 $54.7 \pm 5.4$ , 鰓耙数 $39.6 \pm 1.8$ , それぞれ平均値±標準偏差)<sup>2)</sup>を、ヒメマス集団の形質として西湖漁協の直近5年間の放流ヒメマスと同由来のヒメマス成魚(阿寒湖漁協, 中禅寺湖漁協, 水産技術センター忍野支所)を入手し幽門垂数及び鰓耙数を計数して用いた(n=58, 幽門垂数 $76.2 \pm 12.2$ , 鰓耙数 $33.3 \pm 1.5$ , 同前)。次の判別関数Zが得られ、Zの値が正の場合クニマス、負の場合ヒメマスと判別されることにより個体ごとに種判別を行った。

$Z = -0.225X_1 + 2.808X_2 - 87.534$  ( $X_1$ : 幽門垂数,  $X_2$ : 鰓耙数。各係数のP値<0.01, 誤判別率=0.009)。

### 2-1-2 産卵環境調査

2011年9月から2012年8月にかけて毎月1回中旬頃、刺網調査の各定点で水温及び溶存酸素量をメモリーDO計(JFEアドバンテック, ARO2-USB)により0.5秒間隔で計測し、同時に記録される深度から水深1m間隔で計測値を抽出した。

## 2-2 クニマスの人工繁殖及び稚魚の飼育試験

### 2-2-1 天然魚からの採卵と受精

2011年10月から2012年1月にかけて定点2で採捕された成熟魚を親魚(図2)とした。親魚は排卵または排精を確認後、雌1個体に対し雄1個体の交配で乾導法による人工受精を行った(図3)。卵は採卵可能であった全個体分を用い、精液は顕微鏡下で精子の運動性を確認し

て良好な個体のみを用いた。未排卵の個体は4℃から5℃の水温に設定した水槽に収容し、週に3回の頻度で排卵の確認を行い、排卵時に採卵を行った。



図2 人工受精に用いた親魚(上:雄,下:雌)



図3 人工受精作業

### 2-2-2 卵管理

受精後の卵は卵管理に適した水温を検討するため、4℃、8℃及び12℃の異なる水温で管理を行った。冷却装置を用いて前述の水温に設定した3槽のFRP製タテ型孵化水槽(縦216cm×横36cm×水深37cm)に網目0.3mmのカゴ(縦12.5cm×横16.5cm×高さ12.5cm)を交配分設置し、各交配の受精卵を3等分して収容し、浮上時まで管理を行った。卵数が多く得られなかった交配については8℃及び12℃、もしくは12℃のみの管理とした。

収容後の卵は発眼日、孵化日及び浮上日までの日平均水温を累積して積算水温を求めた。日平均水温は自動水温記録計により測定した。また、収容卵数に対する発眼卵数、孵化尾数及び浮上尾数の割合を、それぞれ発眼率、孵化率及び浮上率として算出した。3水温区を設けた5交配については、全く発眼が認められなかった水温区がみられた1交配を事故等の要因によるものとして除外し、4交配分を水温別に合計して発眼率、孵化率及び浮上率を算出し、採卵成績を比較した。

### 2-2-3 稚魚飼育

浮上した仔魚は、交配別にプラスチック製の水槽（縦24cm×横44cm×水深15cmまたは縦44cm×横64cm×水深23cm）に移して12℃の井水をかけ流して管理し、給餌を開始した。餌付けには稚魚用初期配合飼料を1日5回給餌し、その後は稚魚の成長に応じて適した粒径のマス用配合飼料に切り替えて飼育を行った。

1月に採卵し、4℃で卵管理を行った試験区については、初期飼育に適した水温を検討するため、異なる水温下で餌付けを行った。冷却装置を用いて6℃及び12℃の水温に設定したFRP製タテ型孵化水槽の中に網目1mmのカゴ（縦34cm×横34cm×水深15cm）を設置し、浮上した仔魚を各交配別に2等分して収容し、前述と同様の給餌方法で飼育を行った。餌付から3ヶ月後に水温別に生残尾数を集計して生残率の比較を行った。

### 2-2-4 形態変化の観察

稚魚の成長に伴う形態変化を観察するため、孵化1ヶ月後から定期的に稚魚をアクリル製の観察水槽に収容し、上面と側面から体色の変化や斑紋の出現等を記録した。また、定期的に全長、体長及び体重の測定を行った。

## 2-3 西湖の水環境に関する調査

### 2-3-1 水温の連続測定

西湖の水温の経時変化、季節変化を明らかにするために水温計（UTBI-001, HOBO）を5カ所の観測測定地点に設置し（図4、表1）、1時間間隔での連続測定を行った。水温計は表1に示す間隔で水深別に設置し、垂直分布を測定した。これと併せて湖岸に気象計（ウェザーステーション）及びデータロガー（DAVIS）を設置し、気象条件（気温や風向、風速、雨量等）を30分間隔で

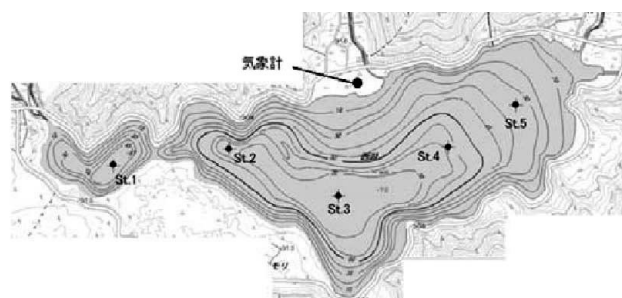


図4 西湖における水温測定地点

表1 水温測定地点と水温計の設置水深

地点名	北緯	東経	水深(m)	水温計の設置水深(m)
St.1	35.498°	138.669°	45	0.5, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 30, 40
St.2	35.499°	138.676°	65	0.5, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60
St.3	35.497°	138.683°	70	0.5, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60
St.4	35.499°	138.690°	55	0.5, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 30, 40
St.5	35.501°	138.694°	33	0.5, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20

連続測定した。水温及び気象条件は、2012年5月25日から連続測定を開始した。

### 2-3-2 水中光量の測定

クニマスの産卵が認められた水深30mから40mにかけての水中の光環境を把握するために、光量子計（LI-CO社 LI-250A, 光量子センサー：地上用 LI-190SA, 水中用 LI-192SA）を用いて水中光量子量を測定した（測定波長：400～700nm）。光量の測定は、図4のSt.3（水深約73m）において、2013年1月より毎月1回、晴天時に実施した。水中の光量子量は太陽光の日射量に影響されるので、湖水面直上と水中で同時に光量子量を測定し、水面直上の光量子量に対する相対光量率（%）で評価を行った。

同時に透明度板を用いて透明度の測定を行った。

### 2-3-3 湖内流観測

西湖の湖内流を水深別に観測するためにGPS内蔵小型発信機（NTT DoCoMo Posiseek）を搭載したパケット通信型漂流ブイ（ZTB-P-1A：以下、漂流ブイ）を使用した。漂流ブイに自作したドロークを図5のように釣り下げて湖に放流し、漂流ブイから緯度と経度の位置情報を10分毎に受信し湖内流の観測を行った。水の抵抗を受けやすい構造になっているドロークは1m, 5m, 10m, 20m, 30m, 40mごとに漂流ブイ（計6基）に取り付け、水深別に湖内の流れを観測した。これと併せて湖岸に設置した気象計及びデータロガーにより、気象条件（気温や風向、風速、雨量等）を10分間隔で連続測定した。

湖内流の観測は、2013年1月～2月に図4の湖心（St.3）及びその周辺において10回行った。

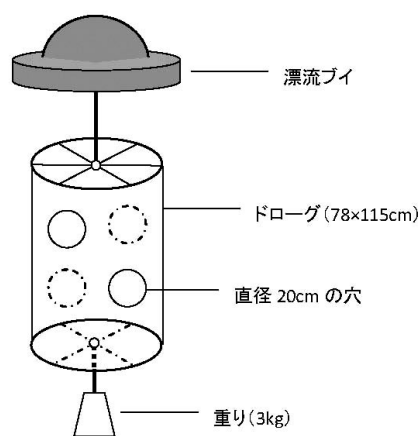


図5 漂流ブイの概略図

### 3. 結果

#### 3-1 西湖におけるクニマスの産卵生態

##### 3-1-1 成熟魚の出現状況

合計7回の刺網調査の結果、定点1で28尾、定点2で118尾の合計146尾の成熟魚が採捕された。また定点3では期間中成熟魚は採捕されなかった。採捕された146尾のうち136尾について判別分析を行ったところ、クニマスが106尾、ヒメマスが30尾であった。残る10尾は畜養中に鯉弁に水カビが着生し鰓耙数の計数ができなかったものであり、DNA判別技術の確立後に同定する予定である。表2, 3に両種の採捕状況を示した。

また両種の生殖腺指数 (GSI: 生殖腺重量/体重×100) の推移を図6から図9に示した。

9月の採捕魚は全て排精前または排卵前で、定点1のみで採捕された。採捕魚のほとんどがヒメマスでクニマ

表2 定点1 (水深10-15m) の採捕状況

	9/14	10/18	11/16	12/16	1/18	2/21	3/15	計
クニマス♂	1	5	0	0	0	0	0	6
クニマス♀	0	0	0	0	0	0	0	0
ヒメマス♂	13	3	0	0	0	0	0	16
ヒメマス♀	4	1	0	0	0	0	0	5
保留	0	0	0	0	1	0	0	1
計	18	9	0	0	1	0	0	28

表3 定点2 (水深30-40m) の採捕状況

	9/14	10/18	11/16	12/16	1/18	2/21	3/15	計
クニマス♂	0	3	31	12	27	3	1	77
クニマス♀	0	2	6	4	11	0	0	23
ヒメマス♂	0	5	4	0	0	0	0	9
ヒメマス♀	0	0	0	0	0	0	0	0
保留	0	0	4	1	4	0	0	9
計	0	10	45	17	42	3	1	118

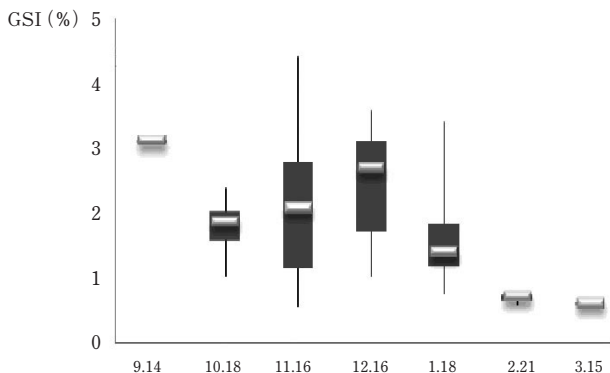


図6 GSIの推移 (クニマス雄, n=83)

各月の標本数は表2, 3の計。箱の下端は第一四分位点, 上端は第三四分位点, 箱内の横棒は中央値で, 中央値の上下各25%内の標本が箱内に含まれる。箱から上下に伸びる縦棒は最大値から最小値までの範囲を示す。以下図9まで同じ。

スは雄1尾が採捕されたのみであった。10月には定点1, 2の採捕数はおおよそ同程度であり, 各定点のクニマスとヒメマスの比率もほぼ同程度であった。10月にはクニマス・ヒメマスともに排精雄が認められたが排卵雌は認められなかった。11月以降両種とも定点1ではほぼ採捕されず, 定点2では採捕魚のほとんどがクニマスであった。採捕時点で排卵または放卵後のクニマス雌は11月から1月にかけて認められ, クニマスの採捕数はこの時期が最も多かった。11月に定点2で採捕されたヒメマスは全て排精雄であった。2月以降採捕数は急減した。採捕魚の性比はいずれの採捕でも雄に偏っていた (雄の比率60-100%)。

クニマス雄のGSIは9月と12月の2つのピークがみられ

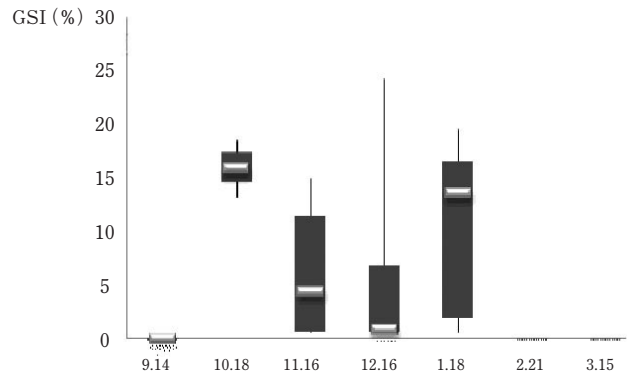


図7 GSIの推移 (クニマス雌, n=23)

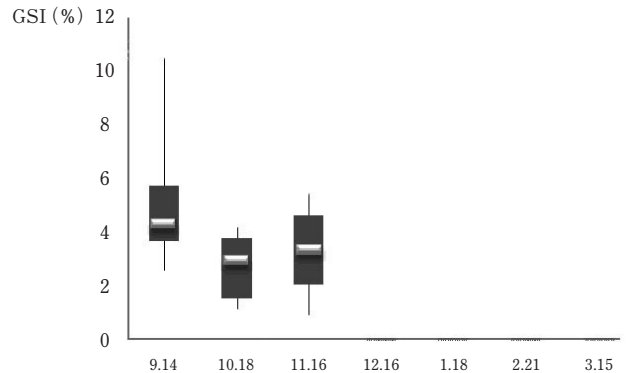


図8 GSIの推移 (ヒメマス雄, n=25)

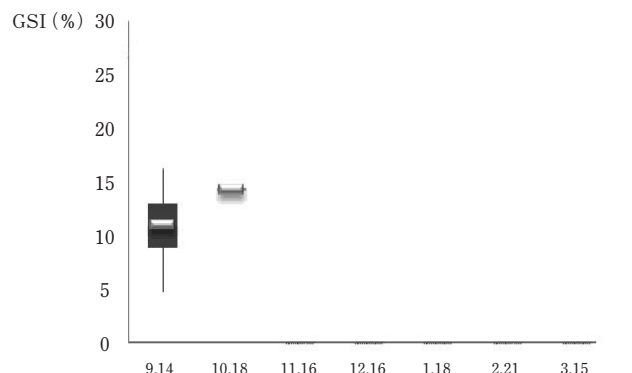


図9 GSIの推移 (ヒメマス雌, n=5)

た。クニマス雌のGSIは雄から1カ月遅れて10月と1月の2つのピークがみられた。ヒメマス雄のGSIは9月をピークに10月から11月にかけて減少した。ヒメマス雌のGSIのピークは10月頃であった。排卵または放卵後のヒメマスはいずれの定点でも採捕されなかった。また2年間の湖岸踏査において目視観察可能な範囲でヒメマスまたはクニマスの来遊や産卵行動、産卵床は確認されなかった。

### 3-1-2 産卵環境調査

2011年9月から2012年8月までの調査において、定点

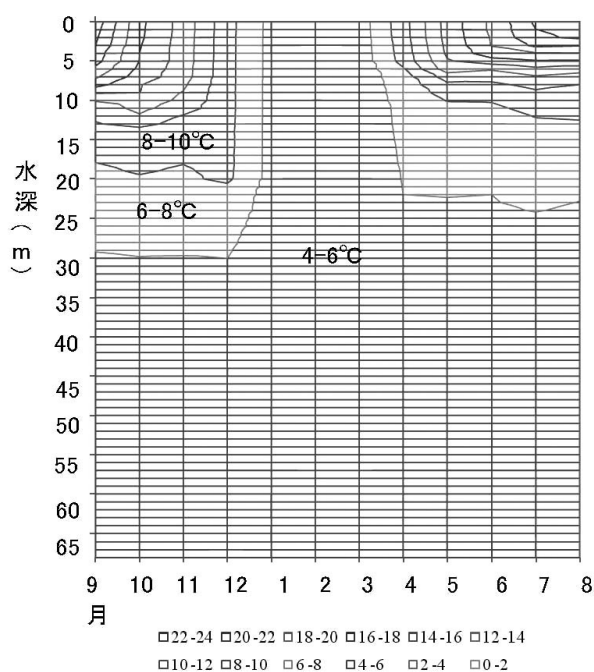


図10 水温の鉛直分布 (代表として定点3)

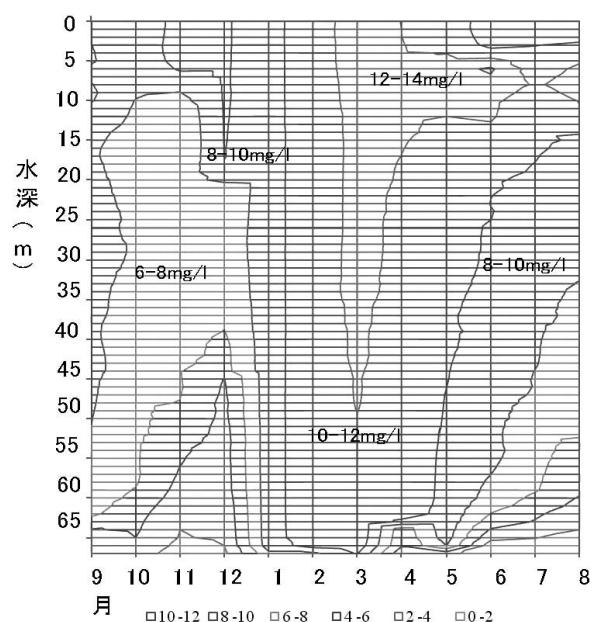


図11 溶存酸素量の鉛直分布 (代表として定点3)

1から定点3まで同様の推移を示したため、代表して定点3の水温及び溶存酸素量の鉛直分布を図10, 11に示した。水深30m以下(定点2と同層)の深層の水温は、年間を通じて4-6°Cの範囲であった。水深10-15m層(定点1と同層)が水温4-6°Cになるのは1月から3月にかけてであった。なお、1月から3月は湖面から深層まで等水温を示した。

溶存酸素量は季節変動が大きく、水深60m以下の深層では6月から12月にかけて0-4mg/lの値を示した。水深40m以上(定点1, 2と同層)では年間を通じて6.7mg/l以上を示した。なお、1月から3月の溶存酸素量は湖面から深層まで10-14mg/lの範囲であった。

### 3-2 クニマスの人工繁殖及び稚魚の飼育試験

#### 3-2-1 天然魚からの採卵と受精

採卵結果を表4に示した。10月1尾, 11月3尾, 12月1尾, 1月8尾の計13個体のメスから合計4,645粒の卵が得られた。1尾あたりの平均採卵数は353.7±149.4粒, 平均1粒卵重は88.2±26.6mgであった(それぞれ平均値±標準偏差)。

表4 採卵結果

No.	採捕日	採卵日	体長 (mm)	体重 (g)	採卵数 (粒)	採卵重量 (g)	1粒卵重 (mg)
1	2011/10/18	2011/10/27	229.5	176.4	372	32.7	88.0
2	2011/11/16	2011/11/16	231.2	196.8	452	22.8	50.4
3	2011/11/16	2011/11/28	322.1	524.0	624	72.3	115.9
4	2011/11/16	2011/12/11	302.2	393.6	321	30.0	93.6
5	2011/12/16	2011/12/16	220.8	146.5	345	27.0	78.3
6	2012/1/18	2011/1/18	265.5	263.3	469	35.9	76.5
7	2012/1/18	2011/1/18	230.9	144.4	198	16.1	81.3
8	2012/1/18	2011/1/18	257.2	240.5	523	39.5	75.5
9	2012/1/18	2011/1/18	245.5	197.8	220	23.3	105.9
10	2012/1/18	2011/1/18	229.8	161.6	309	23.4	75.7
11	2012/1/18	2011/1/18	243.2	163.5	23	3.7	160.9
12	2012/1/18	2011/1/25	239.1	179.9	455	27.7	60.8
13	2012/1/18	2011/1/25	224.8	178.4	334	27.8	83.2
平均			249.4	228.2	357.3	29.4	88.2
標準偏差			29.7	106.7	149.4	15.1	26.6

#### 3-2-2 卵管理

交配別の採卵成績を表5に示した。全ての交配を合計した発眼率, 孵化率及び浮上率はそれぞれ68.3%, 56.2%, 52.0%であり, 4,645粒の卵から2,033尾の浮上魚が得られた。

水温別の採卵成績を図12に示した。4°C, 8°C及び12°Cの各発眼率は80.7%, 90.9%及び89.8%, 孵化率は71.7%, 87.6%及び71.0%, 浮上率は70.1%, 84.0%及び65.9%となり, 発眼率では8°C及び12°Cが, 孵化率及び浮上率では8°Cが有意に高かった (p<0.01, Tukey法による多重比較検定)。

全ての試験区における受精から浮上までの積算水温を図13に示した。受精から発眼までの積算水温は240-310°C, 受精から孵化までは530-710°C, 受精から浮上までの積算水温は880-1,030°Cの範囲であった。

表5 交配別の採卵成績

No.	収容卵数 (粒)	水温 (°C)	発眼卵数 (粒)	発眼率 (%)	孵化尾数 (尾)	孵化率 (%)	浮上尾数 (尾)	浮上率 (%)
1	372	12	361	97.0	343	92.2	311	83.6
2	226	12	204	90.3	81	35.8	70	31.0
	226	8	194	85.8	72	31.9	61	27.0
	208	12	176	84.6	151	72.6	137	65.9
3	208	8	167	80.3	155	74.5	127	61.1
	208	4	0	0.0	0	0.0	0	0.0
4	160	12	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	161	8	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	115	12	102	88.7	98	85.2	87	75.7
5	115	8	104	90.4	97	84.3	92	80.0
	115	4	68	59.1	53	46.1	50	43.5
	156	12	147	94.2	139	89.1	136	87.2
6	157	8	148	94.3	146	93.0	143	91.1
	156	4	149	95.5	145	92.9	144	92.3
7	99	12	93	93.9	89	89.9	86	86.9
	99	8	94	94.9	93	93.9	91	91.9
	174	12	155	89.1	84	48.3	79	45.4
8	175	8	153	87.4	147	84.0	137	78.3
	174	4	131	75.3	118	67.8	114	65.5
9	110	12	103	93.6	98	89.1	95	86.4
	110	8	100	90.9	89	80.9	87	79.1
	103	12	88	85.4	68	66.0	59	57.3
10	103	8	95	92.2	92	89.3	90	87.4
	103	4	94	91.3	77	74.8	76	73.8
11	23	12	17	73.9	16	69.6	11	47.8
12	228	12	61	26.8	29	12.7	23	10.1
	227	8	106	46.7	82	36.1	71	31.3
13	167	12	24	14.4	13	7.8	10	6.0
	167	8	39	23.4	34	20.4	30	18.0
合計	4645		3173	68.3	2609	56.2	2417	52.0

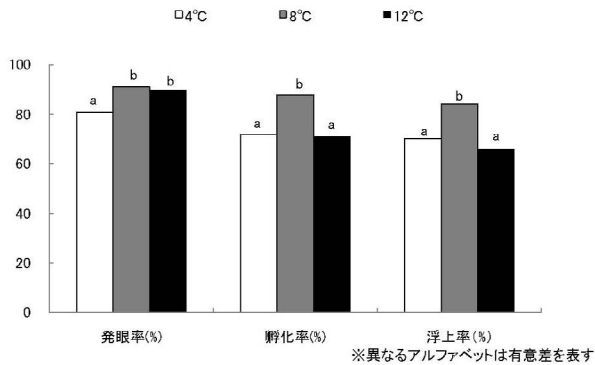


図12 水温別の採卵成績

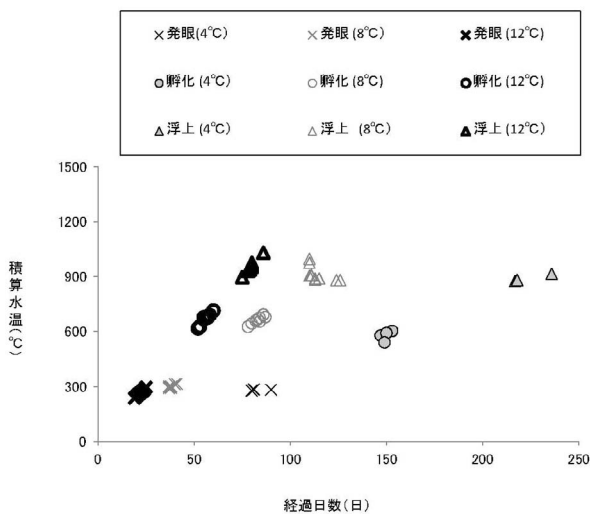


図13 受精から浮上までの積算水温

### 3-2-3 稚魚飼育

餌付け開始後の生残率の推移を図14に示した(展示や標本及び後述の水温別初期飼育試験等に供した試験区は除く)。餌付け開始後1-2ヶ月間は斃死魚が多く、その大半はやせ細った状態であった。3ヶ月目以降は斃死が徐々に減少し、4ヶ月目以降の生残率はほぼ横ばいで推移した。餌付け6ヶ月後の生残率は36.8%であった。

6°C及び12°Cの水温で餌付けを行った試験区について生残率の推移を図15に示した。3ヶ月後の生残率は6°Cが20.4%、12°Cが22.8%となり、両区で有意な差は認められなかった( $\chi^2$ 検定,  $p>0.05$ )。

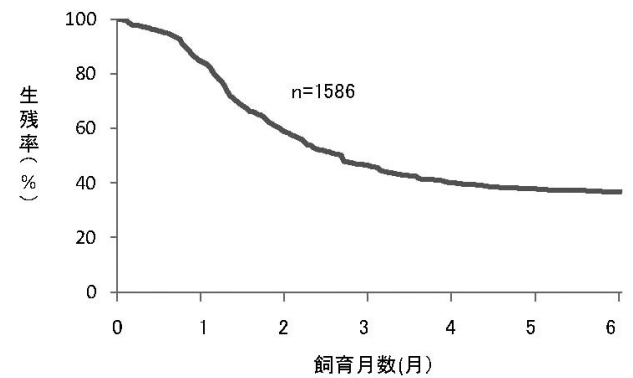


図14 餌付け開始後の生残率

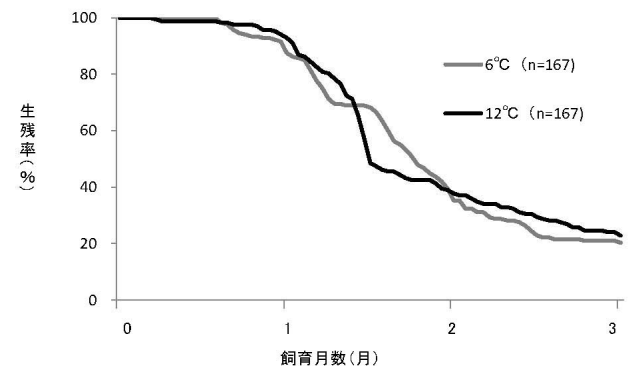


図15 餌付け開始後の生残率(水温別)

### 3-2-4 形態変化の観察

2011年1月に採卵した系群の稚魚の平均体重及び全長の推移を図16に示した。孵化後の経過月数を月齢とすると、月齢10カ月で平均体重18g、全長125mmに達した。稚魚の体色は灰褐色から銀白色を呈し、月齢1ヶ月以降の稚魚の側面には最大9個の側線斑(以下パーマーカー)が確認された(図17, 18)。パーマーカーは月齢5ヶ月、体重1-2gに達した個体では薄くなる傾向がみられ(図19)、月齢7ヶ月以降、体重約5g以上の個体では多くが消失していた(図20)。また、月齢5ヶ月以降、背面に黒色斑を持った個体が多く出現した(図19-21)。

3-3-1 水温の連続測定

2012年5月25日から2013年2月5日までの西湖湖心

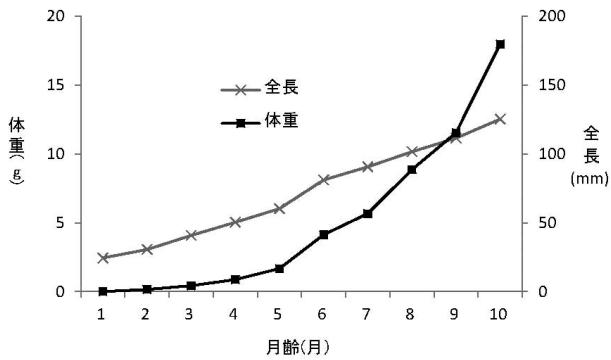


図16 稚魚の平均体重及び全長の推移

(St.3) での水温垂直分布の経時変化を図22に示す。5月25日の時点で水深6~10mで水温躍層を形成し始め、表層水温が20℃を超えると成層期(7~9月)となった。表層水温が20℃を下回る10月頃から少しずつ表層水の混合が始まり(循環期)、12月には全層の水が混合されて等温になった。また、水深30m以下の深層水温は1年



図19 稚魚(月齢5ヶ月)

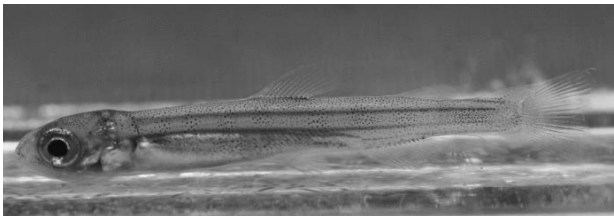


図17 稚魚(月齢1ヶ月)

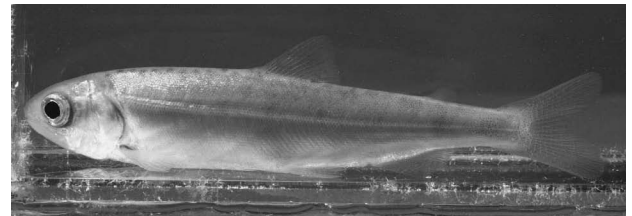


図20 稚魚(月齢7ヶ月)



図18 稚魚(月齢3ヶ月)



図21 稚魚(月齢9ヶ月)

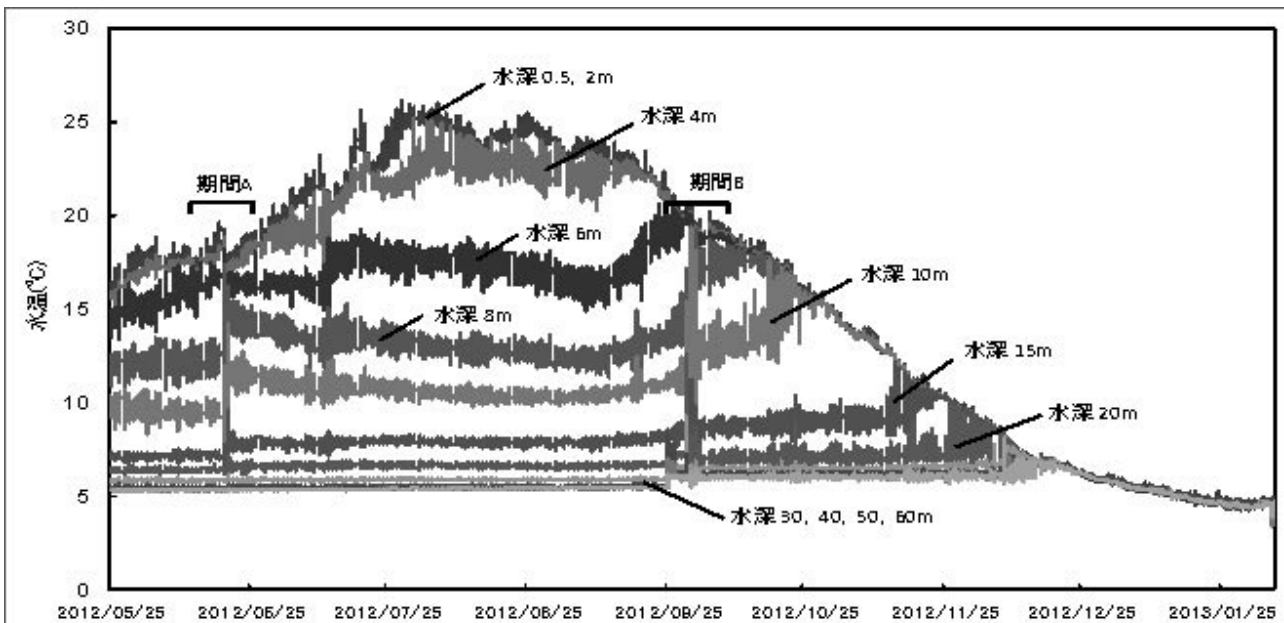


図22 西湖湖心での水温垂直分布の経時変化

中ほぼ等温（約4~6℃）で推移していた。さらに詳しく図22の水温垂直分布をみると、6月19日（期間A）と9月30日（期間B）において水深8~15mの水温が大きく変動していた（図23, 25）。この時の気象データを調べた結果（図24, 26）、6月19日は台風の影響で1時間に

40mm、最大風速20m/sを超える大雨が、9月30日は1時間に16mm、最大風速20m/sを超える集中豪雨が合ったときと重なった。

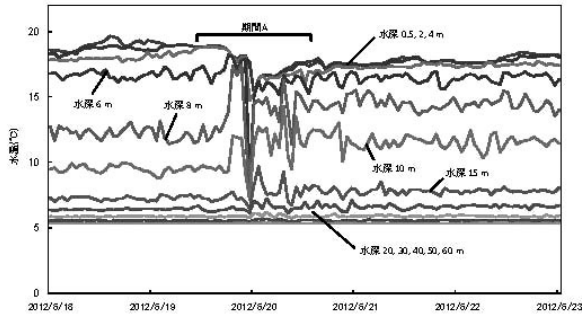


図23 台風通過時（期間A）の水温垂直分布の経時変化

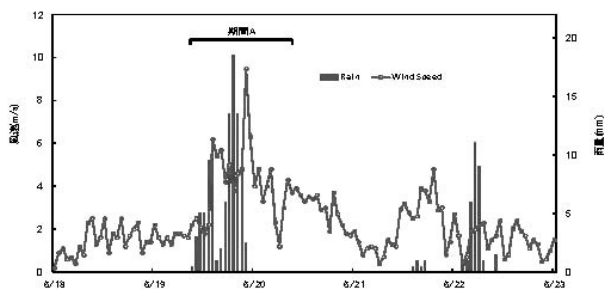


図24 台風通過時（期間A）の風速、雨量の経時変化

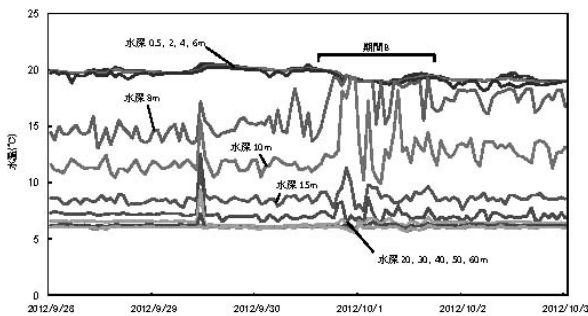


図25 集中豪雨時（期間B）の水温垂直分布の経時変化

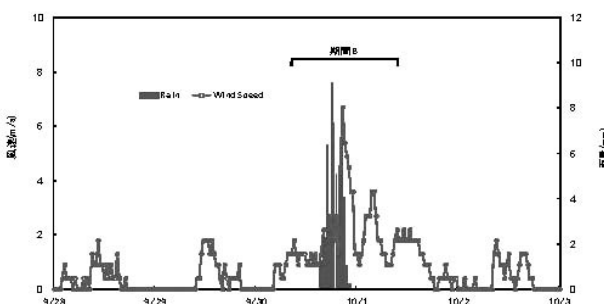


図26 集中豪雨時（期間B）の風速と雨量の経時変化

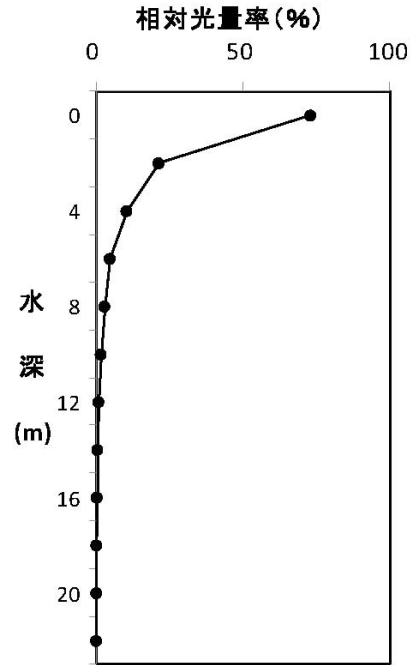


図27 西湖相対光量率の垂直変化  
2013年1月24日 14:00~14:20  
天候：晴れ、透明度：8.0m、風波：微~弱  
相対光量率（%）

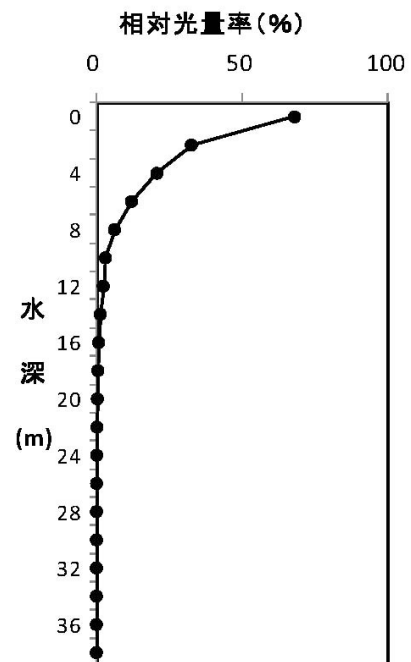


図28 西湖相対光量率の垂直変化  
2013年2月25日 12:10~12:20  
天候：晴れ、透明度：8.6m、風波：微~弱



### 3-3-2 水中光量の測定

図27, 28に2013年1月24日と2月25日に行った調査結果を示した。両測定日の透明度は8.0m, 8.6mとやや2月25日の値が高かった。これに伴い、相対光量率が1%未満に減少した水深が1月では水深12mであったのに対し、2月は16mとやや深部まで光量子が達していた。しかし、いずれの測定においても、水深20mではほぼ光量率は0%となった。

### 3-3-3 湖内流の観測

2012年2月27日～28日に西湖湖心 (St.3) から放流した漂流ブイ6基より受信した位置情報から作成した漂流ブイの軌跡図を図29に示す。表層ブイ (水深1m, 5m) は北東へ移動した後に時計回りに円形の軌跡を描いた。水深10mブイは北東へ移動した後に西へ移動し、再び北東に移動した。水深20mブイは北東へ移動した後に西へ移動しその後は停滞した。水深30mブイは水深10mブイに類似した軌跡を描いた。水深40mブイは北東へ移動した後に時計回りに円形の軌跡を描き、その後に西へ大きく移動した。

2012年2月27日～28日の西湖湖岸で得られた風向風速の経時変化を図30に示す。観測日は、西湖で希にみる静穏な気象条件下での観測であった。観測を始めた27日の11時から17時までの風向風速は0～1.8m/sの南西風

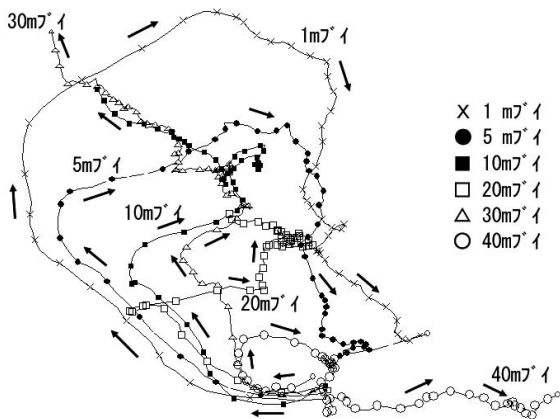


図29 漂流ブイの軌跡

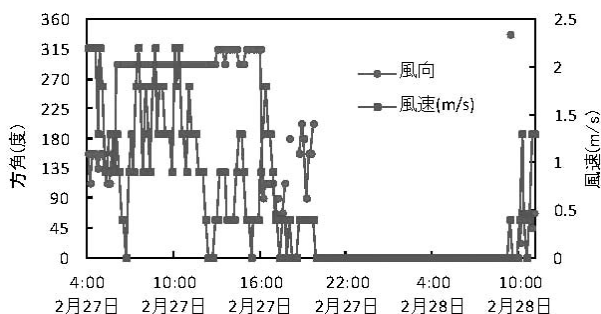


図30 2月27日～28日の風向風速の経時変化

(漂流ブイは北東方向に移動), 17時～28日の10時までの風向風速は0～0.4m/sのほぼ無風か北東風 (漂流ブイは南西方向に移動) であった。図31に気象計の風向と水深1mと40mブイの流向を示した。図32に気象計の風速と水深1mと40mブイの流速を示した。

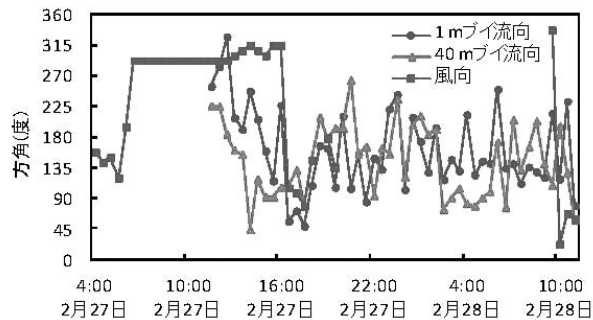


図31 風向と漂流ブイの流向の関係

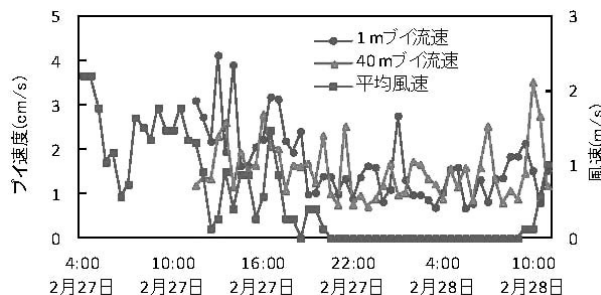


図32 風向と漂流ブイの流速の関係

## 4. 考察

成熟魚の出現状況及びGSIの推移から、西湖におけるクニマスの産卵は基本的に11月頃から2月頃にかけて、主として西の越沖の水深30-40m前後の湖底において行われているものと推定された。またヒメマスの産卵期は過去の調査<sup>5)</sup>と同様10月頃から11月頃にかけてと推定され、クニマスの産卵期はヒメマスより遅く長期にわたることが明らかとなった。ヒメマスの産卵は定点1付近の湖底で行われている可能性があるが放卵後のヒメマスが採捕されず、また湖岸産卵も確認できなかったことから今回の調査では明らかにはできなかった。

西湖では少なくとも1940年から1950年にかけて冬季のヒメマス漁 (底刺網) の際、産卵場付近の深層湖底で産卵後の「クロマス」が時折採捕されており (広報富士河口湖町94, 渡辺大介氏寄稿), 現在も毎年早春のワカサギ漁などで採捕される。このような冬季に低温の深層湖底で産卵するというサケ科魚類として特異な産卵生態は、田沢湖のクニマスの産卵生態<sup>6)</sup>を1935年の移植後から現在まで保持しているためと考えられた。

水環境調査の結果から水深30m以下の水温は周年4-6

℃の範囲にあり、水深20m以下では台風や豪雨など風雨の影響を受けにくいことが明らかとなった。さらに1月から2月にかけての水中光量（水面直上との相対率）は、水深12-16mで1%未満、水深20m以下では0%であることが明らかとなった。また年間を通じてサケ科魚類の生息に適当な溶存酸素量7mg/lを満たすのは水深40m以上であった。水深60m以下の溶存酸素量は6月から12月にかけて0-4mg/lを示し、少なくともこの季節はサケ科魚類の生息には不相当と考えられた。

これらから西湖のクニマスの産卵環境（水深30-40m層）は、周年にわたり水温が4-6℃で安定し溶存酸素量がおおよそ7mg/l以上で、冬季の相対光量率が0%であることが明らかとなった。

クニマスの湖岸や流入河川への来遊産卵は認められず、主な産卵場所を水深30-40mの湖底と推定した。しかし定点1（水深10-15m）でも12月以前（水温8℃以上）に採捕されなかった放卵後の雌が、湖底水温が5℃台に低下した1月の調査では採捕された（付表のYFTC170）。すなわち全層水温が4-6℃になる冬季には定点1のような水深でも適地があれば産卵を行う可能性がある。クニマスの産卵には低水温が重要な要素と推測される一方で、全層水温が4-6℃になる冬季であっても湖岸産卵は確認されなかった。冬季の水深12-16m以下の層（定点1、2を含む層）は相対光量率が1%未満の暗い環境にあり、光条件もまた産卵に関与している可能性がある。

水深30m以下の水温は周年にわたり4-6℃の範囲にあるが、田沢湖のクニマスの特徴とされる周年産卵<sup>7)</sup>については成熟魚の出現状況及びGSIの推移をみる限り、可能性は低いように思われた。成熟に関して特徴的だったのは、標本数は少ないながらクニマス雌雄ともにGSIが二峰性を示していたことであった。田沢湖のクニマスは産卵盛期が9月と2月の2つあったとされる<sup>8)</sup>が、西湖では雌のGSIが減少に転じる11月頃と2月頃の2つ、産卵のピークがある可能性がある。産卵期の採捕調査はクニマス資源に一定の影響を与えられられるため当面の実施予定はないが、将来同様の調査の機会があれば比較検証が必要と考えられる。

今回明らかとなったクニマスの産卵場は西の越地先から湖心部へ広がる扇状地にあるが、この付近の湖底湧水の水源は沿岸北部の鬼ヶ岳と十二ヶ岳の尾根に囲まれた範囲と推定されている<sup>9)</sup>。その範囲内の沿岸付近にある施設の井戸水は2012年1月下旬で水温9℃台であったという（和田2013、私信）。後述するとおり増養殖試験において卵の発生水温は8℃が最良であったことを考えると、クニマスの産卵水温は4-6℃であるが、産卵床内の水温は湖底湧水の影響により9℃近くという可能性がある。一方で産卵床内の水温が湖底水温と同等の4-6℃であった場合、一般的なベニザケ・ヒメマスに比べて低温

下で発生が進むことによる影響（例えば性比の偏り）についても検討が必要と考えられる。いずれにせよ卵の発生水温はふ化時期や浮上時期に影響するため、今後予定するクニマスの成長推定や資源推定（生息数推定）に影響しうる。今後、産卵場湖底の水中映像観察や水質分布の乱れなどから産卵床を探索し、産卵床の環境条件を検討する必要がある。

また、西湖において調査地点のほかには現在クニマスの産卵場は知られていないが、産卵後衰弱して深層から浮かび上がる浮魚<sup>6)</sup>はクニマス産卵場探索の手掛かりとなる。今回冬季の湖内流調査により、表層から深層までの流れは湖面の風向風速に影響されること、無風状態では表層と深層とで流向は必ずしも一致しないことが明らかとなった。今後浮魚の漂着場所と産卵期の湖内流の動向から未知の産卵場を探索するとともに、過去に報告されている湖底湧水についても底質環境やクニマス産卵実態を調査する必要がある。

増養殖試験において、採卵成績は卵質の悪い一部の交配を除いて概ね良好な結果であった。クニマスの産卵生態に関する過去の知見<sup>8)</sup>から、クニマスの卵管理水温は4℃前後の水温が適していると試験開始当初は予想された。しかし増養殖試験で行った水温別の比較では4℃よりも8℃の方が卵発生は良好な結果であった。また、ふ化後の管理水温に関して最も浮上率が低かった12℃においても65%以上の浮上率を示し、事業規模で種苗生産を行うには十分な数値であった。

以上のことからクニマスの受精から浮上までは特に低温を必要とせず、4℃から12℃の水温範囲で飼育可能であることが示された。また、受精から浮上までの積算水温は880-1,030℃であったが、これは既知のヒメマスの値である889-1,096℃<sup>10)</sup>とほぼ同じ範囲にあり、卵発生の経過はヒメマスに類似することが明らかになった。これらの知見は仮に将来、西湖のクニマス産卵環境が何らかの要因で悪化しクニマスの自然産卵が危惧される事態になった場合、絶滅回避の緊急措置として天然親魚を採捕し増殖を図るための基礎ともなる（クニマス増殖事業はかつて田沢湖でも行われていた）。

稚魚飼育については、餌付け後1-2ヶ月の間は斃死魚の多い状態が継続したが、その多くがやせ細っていたことから摂餌不良による餓死と推測された。6ヶ月後の生残率は36.8%と低かったものの餌付いた魚については順調な成長がみられたことから、配合飼料による稚魚飼育は可能であると考えられた。一般に野生魚からのF1世代は生残率が低いため、今後継代を重ねることで生残率が向上する可能性もある。6℃と12℃で実施した水温別の稚魚飼育では、両者の生残率に有意差はみられなかったことから、浮上後についても低水温下で飼育を行う必要性は低いものと考えられた。これらのことから、クニマスの種苗生産は生残率の点で課題は有しているもの

の、成魚まではヒメマスと同様の方法で飼育可能である可能性が高い。しかしながら、クニマスの成熟については未だ知見が不足している。クニマスの産卵場は低水温・暗条件下にあることが今回明らかとなったため、今後の養殖試験において催熟のための水温や光条件の検討が必要と考えられる。また近年確立された魚類精原細胞の異種移植技術を応用して、養殖環境下で成熟することが明らかなヒメマス等のサケ科魚類を用いてクニマスの配偶子を生産させることも検討したい。

クニマスの稚魚期の形態に関する記録はこれまでごく僅かな情報<sup>6)</sup>しか残されておらず不明な点が多かったが、本試験で作出された稚魚の観察結果から、稚魚期の体色やパーマークの出現と消失の過程等、孵化から月齢10ヶ月頃までの稚魚期の形態変化が明らかになった。しかし、これらの形態的特徴はヒメマス稚魚においても観察されることから<sup>11)</sup>、本試験で行った外観上の観察においてはヒメマスとの間に明確な違いを見出すことはできなかった。本試験では飼育個体へのダメージを避けるため、最低限の観察と計測にとどめたが、今後は標本等を用いた細部の比較を行い、ヒメマスとの差異について詳細に検討する必要がある。

## 5. 結 言

2010年に西湖で再発見されたクニマスの保全及び活用を図るため、産卵生態及び環境に関する調査並びに増養殖試験を行った。平成23年度から24年度の研究により次の事項が明らかになった。

- 1) 西湖におけるクニマスの産卵は11月から2月にかけて、主として西の越沖の水深30-40mの湖底で行われているものと推定された。
- 2) クニマスの産卵環境（水深30-40m層）は風雨の影響を受けにくく、周年を通じて水温が4-6℃で安定し、また溶存酸素量がおおよそ7mg/l以上で、冬季には相対光量率0%であった。
- 3) クニマスの卵発生に最適な水温は8℃前後と推定された。種苗生産は4-12℃の範囲で可能と推定された。
- 4) クニマスの稚魚飼育は水温4-12℃の間で可能であった（成魚まで飼育可能と推測される）。また配合飼料により飼育可能であることが示された。
- 5) これまで知られていなかったクニマス稚魚の形態について、少なくとも孵化後10カ月程度まではヒメマスとの間に明確な差異は認めがたいことが明らかとなった。

## 謝 辞

調査にあたりご協力を頂いた、西湖漁業協同組合の三

浦久組合長ほか関係者の皆様に感謝の意を表します。また、株式会社萩原ボーリング技術顧問の和田勉氏には、西の越付近の地下水水質に関する情報をご教示頂きました。記してお礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 環境省編：改訂・日本の絶滅のおそれのある野生動物—レッドデータブック—4 汽水・淡水魚類，P24-25 (2003)
- 2) T. Nakabo et al.: *Oncorhynchus kawamurae* “Kunimasu”, a deepwater trout, discovered in Lake Saiko, 70 years after extinction in the original habitat, Lake Tazawa, Japan. *Ichthyol Res* 58, P.180-183 (2011)
- 3) 杉山秀樹編著：田沢湖 まぼろしの魚 クニマス百科，秋田魁新報社，P210-212 (2000)
- 4) K. Hosoya: The rediscovery of *Oncorhynchus kawamurae*, Kunimasu : problems and perspectives for its conservation. *Ichthyol Res* 58, P.191-192 (2011)
- 5) 大浜秀規・高橋一孝・岡崎巧：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号，P.16-25 (1996)
- 6) 秋田懸水産試験場：國鱒人工孵化試験，明治四十年秋田懸水産試験場事業報告，P.35-38 (1909)
- 7) 大島正満：鮭鱒族の稀種田沢湖の国鱒に就て，日本学術協会報告，16，2，P.254-259 (1941)
- 8) 中坊徹次：クニマスについて—秋田県田沢湖での絶滅から70年，タクサー日本動物分類学会誌—，30，P.31-54 (2011)
- 9) 山梨県指定天然記念物「フジマリモ及び生息地」調査事業報告書 西湖のフジマリモ：P.43-50 (1996)
- 10) 全国湖沼河川養殖研究会養鱒研究会養鱒部会：養鱒の研究，緑書房，P.106 (1976)
- 11) 沖山宗雄：日本産稚魚図鑑，東海大学出版会，P.82-83 (1988)

## 成果発表状況

### 学会発表

- 1) 青柳敏裕，岡崎巧，加地奈々，高橋一孝：西湖のクニマスの産卵実態，第45回日本魚類学会，山口，2012
- 2) 加地奈々，名倉盾：西湖で捕獲されたクニマスの人工採卵について，第45回日本魚類学会，山口，2012

付表 成熟魚出現状況調査採集標本 (その1)

標本番号	同定結果 (計数形質の判別分析による)	雌雄	全長 (mm)	標準体長 (mm)	体重 (g)	採集時の 成熟状態	GS1 (%)	鯉肥数	幽門垂数	採集日	採集地
YFTO-28	ヒメマス ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	♂	253	202	144	未排精	105	27	84	2011.09.14	西湖(西の越水深13-14m)
YFTO-29	ヒメマス ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	♂	255	217	156	未排精	5.4	31	75	2011.09.14	西湖(西の越水深13-14m)
YFTO-30	ヒメマス ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	♂	281	234	208	未排精	6.9	31	76	2011.09.14	西湖(西の越水深13-14m)
YFTO-31	ヒメマス ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	♀	305	251	258	未排卵	4.8	35	71	2011.09.14	西湖(西の越水深13-14m)
YFTO-32	ヒメマス ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	♂	287	246	225	未排精	5.7	31	65	2011.09.14	西湖(西の越水深13-14m)
YFTO-33	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	295	250	243	未排精	3.1	39	49	2011.09.14	西湖(西の越水深13-14m)
YFTO-34	ヒメマス ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	♀	321	252	344	未排卵	16.2	31	82	2011.09.14	西湖(西の越水深13-14m)
YFTO-35	ヒメマス ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	♂	275	227	183	未排精	4.2	32	82	2011.09.14	西湖(西の越水深13-14m)
YFTO-36	ヒメマス ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	♂	261	214	170	未排精	3.0	31	64	2011.09.14	西湖(西の越水深13-14m)
YFTO-37	ヒメマス ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	♂	262	226	200	未排精	2.6	34	75	2011.09.14	西湖(西の越水深13-14m)
YFTO-38	ヒメマス ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	♂	263	212	162	未排精	4.3	32	77	2011.09.14	西湖(西の越水深13-14m)
YFTO-39	ヒメマス ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	♀	336	292	410	未排卵	10.3	33	65	2011.09.14	西湖(西の越水深13-14m)
YFTO-40	ヒメマス ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	♀	260	216	160	未排卵	11.8	32	58	2011.09.14	西湖(西の越水深13-14m)
YFTO-41	ヒメマス ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	♂	259	215	165	未排精	3.7	32	73	2011.09.14	西湖(西の越水深14-16m)
YFTO-42	ヒメマス ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	♂	252	205	146	未排精	4.4	31	67	2011.09.14	西湖(西の越水深14-16m)
YFTO-43	ヒメマス ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	♂	281	236	197	未排精	6.6	32	75	2011.09.14	西湖(西の越水深14-16m)
YFTO-44	ヒメマス ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	♂	356	293	455	未排精	3.9	31	91	2011.09.14	西湖(西の越水深14-16m)
YFTO-45	ヒメマス ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	♂	274	234	202	未排精	3.2	32	70	2011.09.14	西湖(西の越水深11-12m)
YFTO-47	ヒメマス ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	♂	283	242	200	死(不明)	4.0	35	64	2011.10.18	西湖(西の越水深33-43m)
YFTO-48	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	267	223	158	排精	1.0	39	61	2011.10.18	西湖(西の越水深33-43m)
YFTO-49	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♀	268	230	176	未排卵	18.6	41	64	2011.10.18	西湖(西の越水深33-43m)
YFTO-50	ヒメマス ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	♂	283	235	202	排精	1.6	30	52	2011.10.18	西湖(西の越水深33-43m)
YFTO-51	ヒメマス ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	♂	269	231	188	排精	2.9	32	66	2011.10.18	西湖(西の越水深24-31m)
YFTO-52	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	375	319	470	排精	1.7	40	58	2011.10.18	西湖(西の越水深24-31m)
YFTO-53	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♀	271	229	184	未排卵	13.3	39	52	2011.10.18	西湖(西の越水深24-31m)
YFTO-54	ヒメマス ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	♂	263	221	147	排精	1.3	34	62	2011.10.18	西湖(西の越水深31-38m)
YFTO-55	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	259	215	136	排精	1.1	41	63	2011.10.18	西湖(西の越水深31-38m)
YFTO-56	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	275	232	183	排精	1.1	32	74	2011.10.18	西湖(西の越水深38-42m)
YFTO-57	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	436	378	889	排精	1.8	38	61	2011.10.18	西湖(西の越水深4-15m)
YFTO-58	ヒメマス ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	♂	273	239	222	死(不明)	3.6	33	80	2011.10.18	西湖(西の越水深4-15m)
YFTO-59	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	396	346	565	未排精	1.9	40	54	2011.10.18	西湖(西の越水深4-15m)
YFTO-60	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	291	245	206	排精	1.9	38	61	2011.10.18	西湖(西の越水深4-15m)
YFTO-61	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	320	274	318	死(不明)	2.4	38	57	2011.10.18	西湖(西の越水深4-15m)
YFTO-62	ヒメマス ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	♂	249	209	137	排精	3.0	32	58	2011.10.18	西湖(西の越水深3-14m)
YFTO-63	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	361	305	439	排精	2.2	39	55	2011.10.18	西湖(西の越水深3-14m)
YFTO-64	ヒメマス ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	♀	278	235	205	死(未排卵)	14.2	34	66	2011.10.18	西湖(西の越水深3-14m)
YFTO-65	ヒメマス ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	♂	270	233	192	死(不明)	4.2	33	50	2011.10.18	西湖(西の越水深3-14m)
YFTO-66	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	424	366	730	排精	2.1	39	59	2011.11.16	西湖(西の越水深29-37m)
YFTO-67	保留	♂	301	253	249	排精	1.5	>33	71	2011.11.16	西湖(西の越水深29-37m)
YFTO-68	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	333	289	364	排精	1.7	38	56	2011.11.16	西湖(西の越水深29-37m)
YFTO-69	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♀	319	269	236	放卵後	0.6	37	55	2011.11.16	西湖(西の越水深29-37m)
YFTO-70	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	347	295	377	排精	0.6	36	57	2011.11.16	西湖(西の越水深29-37m)
YFTO-71	保留	♂	356	301	379	排精	2.9	>33	52	2011.11.16	西湖(西の越水深29-37m)
YFTO-72	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	418	345	706	排精	2.1	40	58	2011.11.16	西湖(西の越水深29-37m)
YFTO-73	ヒメマス ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	♂	263	229	151	排精	0.9	34	69	2011.11.16	西湖(西の越水深29-37m)
YFTO-74	ヒメマス ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	♂	255	218	142	排精	2.4	32	66	2011.11.16	西湖(西の越水深29-37m)
YFTO-75	ヒメマス ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	♂	270	228	163	排精	5.4	32	65	2011.11.16	西湖(西の越水深29-37m)
YFTO-76	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	251	210	129	排精	0.7	36	56	2011.11.16	西湖(西の越水深29-37m)
YFTO-77	保留	♂	272	238	174	排精	1.2	39	48	2011.11.16	西湖(西の越水深29-37m)
YFTO-78	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	296	248	234	排精	2.0	37	64	2011.11.16	西湖(西の越水深29-37m)
YFTO-79	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	281	233	162	排精	0.7	39	56	2011.11.16	西湖(西の越水深29-37m)
YFTO-80	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	292	241	207	排精	2.8	45	62	2011.11.16	西湖(西の越水深29-37m)
YFTO-81	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	323	270	299	排精	2.1	40	51	2011.11.16	西湖(西の越水深29-37m)
YFTO-82	保留	♂	269	225	158	排精	2.4	>15	55	2011.11.16	西湖(西の越水深29-37m)
YFTO-83	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	377	320	468	排精	1.5	40	64	2011.11.16	西湖(西の越水深37-43m)
YFTO-84	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	285	243	236	死(不明)	4.4	45	67	2011.11.16	西湖(西の越水深37-43m)
YFTO-85	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	291	245	217	死(不明)	3.0	40	50	2011.11.16	西湖(西の越水深37-43m)
YFTO-86	ヒメマス ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	♂	261	221	158	死(不明)	4.3	34	68	2011.11.16	西湖(西の越水深37-43m)
YFTO-87	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♀	268	231	197	排卵	12.4	38	56	2011.11.16	西湖(西の越水深37-43m)
YFTO-88	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	303	259	259	排精	0.8	38	51	2011.11.16	西湖(西の越水深24-30m)
YFTO-89	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	375	323	550	排精	3.1	40	60	2011.11.16	西湖(西の越水深24-30m)
YFTO-90	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	353	298	382	排精	2.4	39	46	2011.11.16	西湖(西の越水深24-30m)
YFTO-91	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	349	298	388	排精	0.6	39	66	2011.11.16	西湖(西の越水深24-30m)
YFTO-92	保留	♂	274	230	183	排精	3.1	>30	67	2011.11.16	西湖(西の越水深24-30m)
YFTO-93	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	394	338	666	排精	0.8	38	50	2011.11.16	西湖(西の越水深24-30m)
YFTO-94	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♀	357	302	394	未排卵	7.9	41	59	2011.11.16	西湖(西の越水深24-30m)
YFTO-95	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	346	295	421	排精	2.6	41	50	2011.11.16	西湖(西の越水深24-30m)
YFTO-96	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	294	253	239	排精	1.9	42	72	2011.11.16	西湖(西の越水深24-30m)
YFTO-97	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♀	372	322	524	未排卵	14.9	37	48	2011.11.16	西湖(西の越水深24-30m)
YFTO-98	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	372	321	515	排精	2.6	40	55	2011.11.16	西湖(西の越水深24-30m)
YFTO-99	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♀	353	301	338	放卵後	0.6	40	64	2011.11.16	西湖(西の越水深24-30m)

付表 成熟魚出現状況調査採集標本（その2）

標本番号	同定結果 (計数形質の判別分析による)	雌雄	全長 (mm)	標準体長 (mm)	体重 (g)	採集時の 成熟状態	GSI (%)	鰾数	幽門垂数	採集日	採集地
YFTC-100	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	368	314	408	排精	3.2	39	69	2011.11.16	西湖 (西の越沖24-30m)
YFTC-101	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	368	306	425	排精	1.0	40	66	2011.11.16	西湖 (西の越沖24-30m)
YFTC-102	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	456	393	885	排精	1.7	41	62	2011.11.16	西湖 (西の越沖24-30m)
YFTC-103	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♀	340	286	213	放卵後	0.8	38	60	2011.11.16	西湖 (西の越沖30-38m)
YFTC-104	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	268	223	152	排精	3.1	39	64	2011.11.16	西湖 (西の越沖30-38m)
YFTC-105	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	409	355	683	排精	2.7	39	64	2011.11.16	西湖 (西の越沖30-38m)
YFTC-106	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	276	233	180	排精	3.4	40	60	2011.11.16	西湖 (西の越沖30-38m)
YFTC-107	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	261	217	127	排精	3.1	40	52	2011.11.16	西湖 (西の越沖30-38m)
YFTC-108	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	378	323	529	排精	2.4	41	62	2011.11.16	西湖 (西の越沖30-38m)
YFTC-109	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	348	321	443	死(不明)	2.5	40	58	2011.11.16	西湖 (西の越沖30-38m)
YFTC-110	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	406	338	551	排精	1.1	39	59	2011.11.16	西湖 (西の越沖38-42m)
YFTC-111	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	350	286	355	排精	3.3	41	68	2011.12.16	西湖 (西の越沖27-34m)
YFTC-112	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♀	265	246	161	放卵後	0.6	39	67	2011.12.16	西湖 (西の越沖27-34m)
YFTC-113	保留	♂	309	261	243	排精	1.9	>28	65	2011.12.16	西湖 (西の越沖27-34m)
YFTC-114	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	381	326	472	排精	1.0	39	55	2011.12.16	西湖 (西の越沖27-34m)
YFTC-115	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	285	245	200	排精	3.0	38	55	2011.12.16	西湖 (西の越沖27-34m)
YFTC-116	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	259	218	139	排精	3.0	39	59	2011.12.16	西湖 (西の越沖27-34m)
YFTC-117	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	256	214	131	排精	2.5	39	63	2011.12.16	西湖 (西の越沖27-34m)
YFTC-118	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	287	234	201	排精	3.6	39	50	2011.12.16	西湖 (西の越沖27-34m)
YFTC-119	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♀	273	229	148	放卵後	0.8	40	60	2011.12.16	西湖 (西の越沖27-34m)
YFTC-120	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♀	252	221	147	排卵	242	41	53	2011.12.16	西湖 (西の越沖27-34m)
YFTC-121	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	292	261	198	排精	3.6	40	67	2011.12.16	西湖 (西の越沖27-34m)
YFTC-122	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	294	246	224	死(排精)	2.9	38	49	2011.12.16	西湖 (西の越沖27-34m)
YFTC-123	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♀	299	265	226	放卵後	0.8	37	56	2011.12.16	西湖 (西の越沖27-34m)
YFTC-124	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	281	236	179	死(排精)	1.7	44	57	2011.12.16	西湖 (西の越沖27-34m)
YFTC-125	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	288	250	236	死(排精)	1.6	40	54	2011.12.16	西湖 (西の越沖27-34m)
YFTC-126	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	378	323	501	死(不明)	1.1	41	64	2011.12.16	西湖 (西の越沖34-42m)
YFTC-127	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	252	209	124	排精	2.4	41	53	2011.12.16	西湖 (西の越沖34-42m)
YFTC-128	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	323	273	289	排精	1.9	42	63	2012.01.18	西湖 (西の越沖27-34m)
YFTC-129	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♀	282	239	180	未排卵	19.5	40	64	2012.01.18	西湖 (西の越沖27-34m)
YFTC-130	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	283	238	170	排精	1.4	40	62	2012.01.18	西湖 (西の越沖27-34m)
YFTC-131	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	275	230	141	排精	0.9	40	62	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-132	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	262	225	143	排精	1.1	39	61	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-133	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	290	241	187	排精	2.0	42	51	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-134	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	263	217	154	排精	3.2	40	52	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-135	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	303	255	209	排精	1.3	41	50	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-136	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	312	267	265	排精	1.5	39	47	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-137	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♀	293	246	198	排卵	136	39	49	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-138	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♀	257	224	134	放卵後	0.7	41	57	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-139	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	281	238	192	排精	1.2	41	64	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-140	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♀	275	240	155	放卵後	0.8	43	58	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-141	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♀	282	243	164	排卵	3.1	40	68	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-142	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	267	227	150	排精	1.7	40	58	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-143	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	351	293	313	排精	2.2	39	55	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-144	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♀	300	257	241	排卵	181	41	59	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-145	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	255	212	116	排精	0.8	39	67	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-146	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	293	250	201	排精	1.2	41	71	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-147	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♀	318	266	263	排卵	136	40	53	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-148	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♀	269	231	144	排卵	126	43	58	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-149	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	243	207	111	排精	1.2	42	53	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-150	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	330	283	304	排精	1.3	39	50	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-151	保留	♂	270	230	152	排精	0.8	>35	48	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-152	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	241	202	112	排精	1.2	38	57	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-153	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	283	235	164	排精	2.7	41	71	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-154	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	325	276	266	排精	3.4	39	56	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-155	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♀	270	225	178	未排卵	16.1	40	57	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-156	保留	♂	290	246	218	排精	1.6	>36	61	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-157	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♀	278	230	162	未排卵	16.8	38	69	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-158	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	283	235	166	排精	2.0	39	55	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-159	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	246	211	119	排精	0.7	39	42	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-160	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	261	225	152	排精	1.7	36	57	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-161	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	284	240	192	排精	1.5	40	62	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-162	保留	♂	265	225	142	排精	3.1	>31	49	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-163	保留	♂	291	251	195	排精	1.3	>34	53	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-164	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	243	204	103	排精	0.8	40	59	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-165	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♀	292	260	161	未排卵	0.9	39	52	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-166	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	276	232	134	死(不明)	1.4	37	65	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-167	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	272	237	128	死(排精)	1.4	38	53	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-168	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	267	229	143	死(排精)	1.6	38	61	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)
YFTC-169	クニマス ( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	328	277	313	排精	1.2	39	60	2012.01.18	西湖 (西の越沖31-38m)

付表 成熟魚出現状況調査採集標本（その3）

標本番号	同定結果 (計数形質の判別分析による)	雌雄	全長 (mm)	標準体長 (mm)	体重 (g)	採集時の 成熟状態	GSI (%)	鰾数	幽門垂数	採集日	採集地
YFTC-170	保留	♀	272	244	160	放卵後	0.6	>35	56	2012.01.18	西湖(西の越沖15-17m)
YFTC-171	クニマス( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	268	223	144	排精	0.7	41	58	2012.02.21	西湖(西の越沖31-37m)
YFTC-172	クニマス( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	254	215	126	排精	0.7	41	55	2012.02.21	西湖(西の越沖26-31m)
YFTC-173	クニマス( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	278	235	144	排精	0.6	36	59	2012.02.21	西湖(西の越沖31-37m)
YFTC-174	クニマス( <i>Oncorhynchus kawamurae</i> )	♂	265	225	123	放精後	0.6	38	47	2012.03.15	西湖(西の越沖42-46m)

注) 同定結果の「保留」は増養殖試験畜養中の鰾弁欠損(水カビ着生)により鰾数が計数できなかった標本。今後DNA判別により同定予定

注) 成熟状態の「死(不明)」は揚網時点で死亡しており排精の有無が不明のもの。いずれも外観上は成熟。

注) 表中の同定結果は今後DNA判別結果に基づき見直す可能性がある