

# 西湖における効率的なヨーロッパウナギ捕獲方法の検討—II

## ～湖内での捕獲と飼育試験による誘引物質の検討～

加地弘一・青柳敏裕

西湖北岸の水深約 30m 付近にあるクニマス *Oncorhynchus kawamurae* の産卵場では、ヨーロッパウナギ *Anguilla anguilla* がクニマス卵を食害していることが確認されており、クニマス資源への影響が懸念されている<sup>14)</sup>。そこで、水産技術センターでは 2017 年度から産卵場周辺でヨーロッパウナギの捕獲を行うとともに、西湖におけるヨーロッパウナギの生息実態把握などの調査を実施している。クニマス卵の捕食は産卵場周辺に滞在している特定のヨーロッパウナギ個体が行っている可能性があることから、産卵場での効率的な除去技術の開発が課題となっている。そこで、今年度も継続して産卵場周辺でのヨーロッパウナギの捕獲を継続するとともに、捕獲効率向上を目的に漁具と併用する誘引物質の検討を行ったのでその結果を報告する。

なお、本研究は山梨県総合理工学研究機構の「クニマスの保全及び養殖技術に関する研究」として実施した。

### 材料および方法

#### 湖内でのウナギの捕獲

2020 年 9 月 12 日から 2021 年 3 月 15 日にかけて、延縄（延べ 65 本）、胴付き釣り仕掛け（延べ 62 本）、筒漁具（塩ビ管製延べ 126 本、有孔排水管製延べ 120 本）、定置網による捕獲を実施した（図 1）。なお、定置網による捕獲結果の詳細については別途報告する<sup>5)</sup>。

延縄は、幹糸約 75m でウナギ針が約 50 本のもを用い、西湖北岸西の越地先の水深約 30m に位置するクニマスの産卵場を中心に実施した。餌は主にワカサギを用い、適宜ドバミミズまたはテナガエビを用いた。1 度に 5 本程度を敷設し、1～2 日後に仕掛けを回収した。捕獲作業は西湖漁協に委託した。

胴付き仕掛けは、幹糸（フロロカーボン 10 号）100cm、底から 30cm と 60cm の位置に枝針（ハリス：フロロカーボン 4 号約 30cm、針：ウナギ針 12 号）を付け、80 号のナス型オモリを用いた。餌にはワカサギを用い、GPS 情報を基に船で礫地直上に可能か限り近づけて仕掛けを投下した。仕掛けは 7 日後に回収した。

筒漁具は従来から使用している塩ビ管製（口径 65mm、長さ 120cm、VU 管）に加え、有孔排水管製（口径 50mm、長さ 120cm、TDW50、デンカ（株））を用いて作成した。片側はキャップで塞ぎ、反対側には市販筒漁具用のカエシを設置した。入り口には集魚灯（クアトロ（赤色または青色）、（株）ルミカ）を付け、適宜に餌としてワカサギを入れた。塩ビ管は西湖東岸の前浜地先に 6～10 本/回敷設し、7～10 日後ごとに回収と再設置を繰り返し行った。有孔排水管は 1m 間隔に 6～10 本を連結して使用し、産卵場周辺に敷設し 7～10 日後ごとに回収と再設置を繰り返し行った。

捕獲したウナギ類は魚体測定の後、DNA 解析または判別分析<sup>9)</sup>により種を同定するとともに、耳石による年齢査定を行った。

## 組合員のウナギ捕獲実態

ウナギ漁を実施している西湖漁協の組合員 5 名に対し、2020 年の春季から夏季にかけてのウナギ漁の実態をアンケートにより調査した。聞き取り項目は、漁場、漁獲方法、漁期中のウナギ漁獲数、うちヨーロッパウナギの漁獲数とした。



図1 調査位置図（延：延縄，筒：筒漁具，胴：胴付き仕掛け，定：定置網の各実施場所，組：組合員のウナギ漁場）

## 誘引物質による漁獲効率向上試験

試験には西湖で捕獲したヨーロッパウナギとニホンウナギ *A. japonica* を用いた（表1）。試験方法の概略を図2に示した。試験池（長さ 6.0m×幅 0.95m）の上流の左右にウナギの隠れ家となる塩ビ管（VU管，φ65mm×長さ 120cm）を設置した。塩ビ管の上流側は水面上に立ち上げ，ビニールホース（φ13mm）を挿入して井水（水温 18℃）を注水し供試物質が下流に向けて流出するようにした。筒の下流側にはカエシを設置し，進入したウナギが脱出できないようにした。試験池の下流には仕切り網を設置してウナギを1尾放養した。ウナギが落ち着いたことを確認し，筒の一方に供試物質を練り混んだコーンスターチ団子を，もう一方には対照として蒸留水で練ったコーンスターチ団子を投入した。その後仕切り網を外し，一定時間経過後にウナギがどちらの筒を選択したか記録した。各供試物質について2～4個体のウナギを用い8～10回の試行を行い，全試行結果を合計し各筒を1:1で利用した場合を帰無仮説としたカイ2乗検定を行った。

供試物質は，ウナギへの誘引効果が報告<sup>7)9)</sup>されているアミノ酸3種（アルギニン，システイン，ベタイン）または5種（前述3種と，アラニン，グルタミン）を各アミノ酸 1mMになるよう蒸留水で調整した溶液，ドバミミズ，ワカサギ，イクラをそれぞれホモジナイズしてエタノールに溶解後遠心分離した上清，市販の集魚剤（グレにこれだ，（株）マルキュー）とし，各溶液 10ml を 10g のコーンスターチ（コーンアルファ，三和澱粉（株））に練り混み団子状にして供試した。

表1 試験に用いたウナギ

個体番号	種類(※)	採捕日	採捕場所	全長 (mm)	体重 (g)
R1 No. 13	ヨーロッパウナギ	2019年10月13日	西ノ越	776	738
No. 6	ヨーロッパウナギ	2020年11月	前浜	887	1387
No. 7	ヨーロッパウナギ	2020年11月25日	ヒラー	729	845
No. 8	ニホンウナギ	2020年11月25日	ヒラー	718	611
No. 13	ニホンウナギ	2020年12月25日	西ノ越	未計測	未計測
No. 14	ヨーロッパウナギ	2021年2月3日	西ノ越	未計測	未計測

※ DNA解析による種判別に基づく。

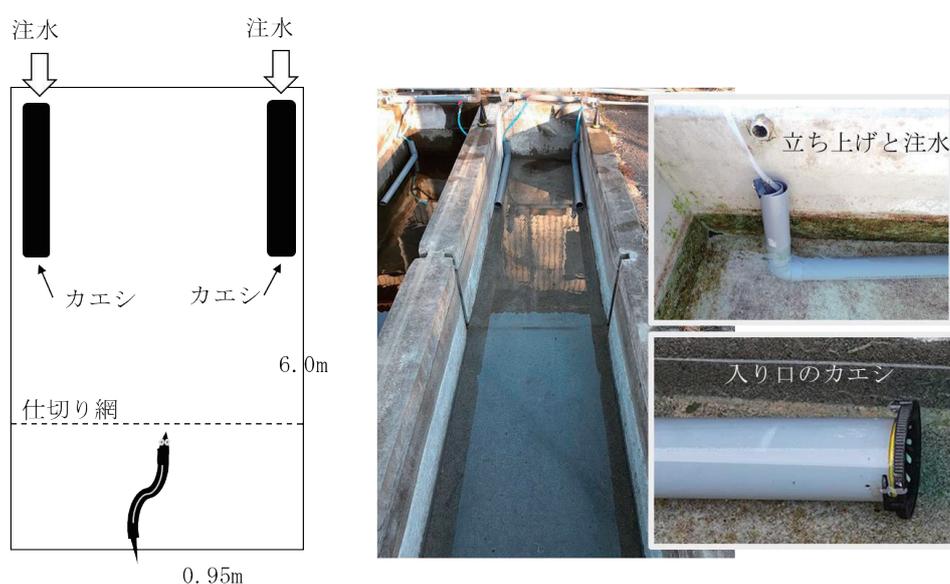


図2 試験池の概要 (左：模式図, 中：試験状況写真, 右上：注水部, 右下：筒のカエシ)

## 結果

### 湖内でのウナギの捕獲

漁具別の捕獲結果を表2に示す。ウナギは延縄で13尾、定置網で1尾を捕獲したが、その他の漁具では捕獲できなかった。捕獲したウナギの捕獲情報と測定結果を表3に示す。遺伝子判別の結果10尾がニホンウナギ、4尾がヨーロッパウナギであった。ヨーロッパウナギの捕獲場所は西の越1尾、ヒラー2尾、前浜1尾で、漁具別には延縄で3尾、定置網で1尾であった。ヨーロッパウナギ2尾の全長、体重、年齢は、それぞれ887mm、1387g、34歳と、729mm、845g、27歳であった。

表2 漁具別の実施回数とウナギの捕獲数

実施漁具	延べ 実施数	捕獲数(尾)		備考
		ヨーロッパ ウナギ	ニホン ウナギ	
延縄(50針/本)	65本	3	10	餌：ワカサギ、ドバミミズ、エビ 餌：ワカサギ 入り口に集魚灯設置、餌：ワカサギ(適宜) " 別途報告
胴付き(2針/本)	2本	0	0	
筒(塩ビ管)	126本	0	0	
”(有孔排水管)	120本	0	0	
定置網	101日	1	0	

表3 ウナギ捕獲情報と測定結果

捕獲日	種類(※)	捕獲場所	捕獲漁具	全長(mm)	体重(g)	年齢(歳)	備考
1 200801	ヨーロッパウナギ	ヒラー	延縄	-	-	-	組合員捕獲個体
2 201026	ニホンウナギ	西ノ越	延縄	606	303	13	
3 201104	ニホンウナギ	西ノ越	延縄	685	455	17	
4 201116	ニホンウナギ	西ノ越	延縄	503	134		
5 201116	ニホンウナギ	西ノ越	延縄	764	790	15	
6 201121	ヨーロッパウナギ	前浜	定置網	887	1387	34	
7 201125	ヨーロッパウナギ	ヒラー	延縄	729	845	27	
8 201125	ニホンウナギ	ヒラー	延縄	718	611	19	
9 201125	ニホンウナギ	ヒラー	延縄	669	403	24	
10 201125	ニホンウナギ	ヒラー	延縄	607	305	18	
11 201207	ニホンウナギ	西ノ越	延縄	593	246	-	
12 201207	ニホンウナギ	西ノ越	延縄	707	559	-	
13 201225	ニホンウナギ	西ノ越	延縄	-	-	-	
14 210203	ヨーロッパウナギ	西ノ越	延縄	-	-	-	

※ No. 1~No. 10はmtDNAの部分塩基配列、No. 11~No. 12は判別分析<sup>6)</sup>、No. 13~No. 14は目視によりそれぞれ判定した。

### 組合員のウナギ捕獲実態

聞き取りの結果、5人の組合員が9か所の漁場で1人6尾~22尾、合計74尾のウナギを捕獲していた(表4図1)。このうちヨーロッパウナギと思われる個体は3尾で、捕獲ウナギ全体の4.1%であった。ヨーロッパウナギの捕獲場所は根場、ヒラー、駒形であった。

表4 組合員によるウナギ漁の捕獲結果

組合員名	捕獲方法	漁場	捕獲尾数 (尾)	うちヨーロッパウナギ	
				捕獲尾数	捕獲場所
A	延縄・筒	根場・ヒラー・小ジラ・長崎	20	2	根場・ヒラー (※)
B	延縄	根場・ヒラー・小ジラ・長崎	8	0	
C	延縄	前浜・津原・駒形	18	1	駒形
D	延縄	前浜・津原・駒形・桑留尾	22	0	
E	延縄	駒形・西の越・桑留尾	6	0	

※ 表3中の個体No. 1

### 誘引物質による漁獲効率向上試験

供試物質別の試験結果を表5に示す。アミノ酸3種の試験は4個体で10試行の合計40試行実施し、供試物質有り20回、無し20回選択し、有意差は無かった ( $p=1.00$ )。アミノ酸5種の試験は4個体で10試行の合計40試行実施し、供試物質有り16回、無し24回選択し、有意差は無かった ( $p=0.37$ )。ドバミミズ抽出物の試験は4個体で8試行の合計32試行実施し、供試物質有り15回、無し17回選択し、有意差は無かった ( $p=0.80$ )。イクラ抽出物の試験は2個体で10試行の合計20試行実施し、供試物質有り11回、無し9回選択し、有意差は無かった ( $p=0.75$ )。ワカサギ抽出物の試験は2個体で10試行の合計20試行実施し、供試物質有り9回、無し11回選択し、有意差は無かった ( $p=0.75$ )。市販集魚剤の試験は4個体で10試行の合計40試行実施し、供試物質有り19回、無し21回選択し、選択性に有意差は無かった ( $p=0.82$ )。

表5 選択性試験の結果

アミノ酸3種			アミノ酸5種			ドバミミズ抽出物		
供試魚番号	有り	無し	供試魚番号	有り	無し	供試魚番号	有り	無し
<i>RINo. 13</i>	5	5	<i>No. 6</i>	5	5	<i>No. 6</i>	4	4
No. 6	6	4	<i>No. 7</i>	3	7	<i>No. 7</i>	3	5
No. 7	6	4	No. 8	4	6	No. 8	5	3
No. 8	3	7	<i>No. 13</i>	4	6	<i>No. 13</i>	3	5
合計	20	20	合計	16	24	合計	15	17
$p=1.00$			$p=0.37$			$p=0.80$		
イクラ抽出物			ワカサギ抽出物			市販集魚剤		
供試魚番号	有り	無し	供試魚番号	有り	無し	供試魚番号	有り	無し
No. 13	6	4	No. 13	5	5	<i>RINo. 13</i>	4	6
<i>No. 14</i>	5	5	<i>No. 14</i>	4	6	<i>No. 6</i>	5	5
合計	11	9	合計	9	11	<i>No. 7</i>	5	5
$p=0.75$			$p=0.75$			<i>No. 8</i>	5	5
							19	21
						$p=0.82$		

※1 右下の数字は、有りと無しを等しく利用した場合を帰無仮説とした $\chi^2$ 乗独立性検定の $p$ 値

※2 斜体はヨーロッパウナギ

## 考 察

これまでヨーロッパウナギの捕獲は西湖漁協に委託して延縄で実施し、2016年から2020年に17尾のヨーロッパウナギを捕獲している（表6）。延縄は長さ70mほどの幹糸に50本程度のハリが付いており、全てに餌を付けるため作業が煩雑である。また、仕掛けを絡ませないように敷設するためには湖底の状況を熟知している必要があり、水深30m付近のクニマス産卵場に正確に投入する為には高度な技術を要する。そこで、昨年度は作業が簡便で比較的正確に投下できる筒漁具に着目し産卵場周辺で捕獲試験を行ったが、ヨーロッパウナギを捕獲する事は出来なかった。今年度は有孔排水管で作成した筒漁具や胴付き仕掛けを用いて捕獲を試みたが、ヨーロッパウナギを捕獲する事は出来なかった。これらの漁具は延縄や既存の塩ビ管製筒漁具に比べ投入が簡便である一方、延縄に比べ設置範囲が限定されるため、ヨーロッパウナギが漁具と遭遇する確率が低いことが捕獲できなかった一因と考えられた。そのため、今後はヨーロッパウナギが頻繁に出現するクニマス産卵場礫地に漁具を的確に投入する技術を開発し、漁具とウナギの遭遇確率を高める必要があると考えられた。なお、漁獲効率向上には漁具の正確な投入技術のほか、漁具への誘引方法を検討することも重要である。昨年度は集魚灯の使用で選択性が向上する事を飼育試験により確認したが、実際に集魚灯を付けた筒漁具でウナギを捕獲する事はできなかった。今年度は嗅覚による誘引を検討した<sup>10)</sup>が、今回の試験方法では選択性が向上する物質を見出す事が出来ず、今後試験方法を含めて再検討する必要がある。

2016年から2020年に捕獲したヨーロッパウナギ9尾は、年齢査定の結果16歳から34歳と推定されている（表6）。一般的にウナギの放流は0歳で行われるため捕獲時の年齢から放流年を推定する事ができ、これらのヨーロッパウナギは1987年から2000年頃に放流されたものと推定された。ちょうどこの時期はニホンウナギの種苗不足を補うためにヨーロッパウナギが養殖に用いられていた時期である。西湖に生息しているヨーロッパウナギはこの頃に何らかの原因でウナギの放流種苗に混入したと考えられた。西湖では第5種共同漁業権の設定に伴う義務放流のため毎年ウナギが放流されており、1987年から2000年には合計135kg、5,114尾が放流されている（表7）。この全てがヨーロッパウナギであったとしても、組合員によるウナギ漁業が毎年行われ、自然減耗も考慮すると現在西湖に生息するヨーロッパウナギは多くないと考えられる。しかし、組合員が普段漁業を行わない水温の低い深部（水深30~40m、5℃前後）で漁獲されることや、組合員が漁獲するウナギにヨーロッパウナギが混入する事から、ある程度の数が生息していると思われ、今後もヨーロッパウナギの捕獲を継続していく必要がある。今のところヨーロッパウナギは延縄でのみ捕獲されている事から、延縄での捕獲回数を増加することで捕獲数を増やす必要があるが、より効率的な捕獲方法についても検討を継続する予定である。また、今後は外来ウナギの混入が行われないよう、遺伝子解析による放流種苗の判別法の開発なども必要である。

表6 これまでの西湖でのヨーロッパウナギの捕獲実績と測定結果

年度	捕獲日	捕獲場所	捕獲漁具	全長 (mm)	体重 (g)	年齢	推定放流年
2016	170312	西ノ越	延縄	771			
	170312	西ノ越	延縄	868			
2017	180119	ヒラー	延縄	850	1085	19	1999
	180308	西ノ越	延縄	854	1155	26	1992
	180308	西ノ越	延縄	938	1530	26	1992
2018	181127	西ノ越	延縄	811	965	20	1998
	181204	西ノ越	延縄	850	1145	18	2000
2019	190611	のどクビ	延縄		1540		
	190611	のどクビ	延縄		1100		
	190611	のどクビ	延縄		400		
	191013	西ノ越	延縄	776	738	20	2000
	191102	西ノ越	延縄	884	1320	30	1990
	191013	西ノ越	延縄				
2020	200801	ヒラー	延縄				
	201121	前浜	定置網	887	1387	34	1987
	201125	ヒラー	延縄	729	845	27	1994
	210203	西ノ越	延縄				
		平均		838	1101	24	1995
		標準偏差		61	333	6	5
		最大		938	1540	34	2000
		最小		729	400	18	1987

表7 西湖のウナギ放流実績

放流年	体重 (g)	重量 (kg)	尾数 (尾)	放流年	体重 (g)	重量 (kg)	尾数 (尾)
1986	25	15	600	2002	13	25	1,875
1987	25	15	600	2003	32	60	1,875
1988				2004	35	60	1,714
1989	25	10	400	2005	35	40	1,714
1990	25	15	600	2006	35	50	1,429
1991	25	10	400	2007	25	50	2,000
1992	25	10	400	2008	25	30	1,200
1993				2009	27	50	1,852
1994	25	10	400	2010	25	30	1,200
1995	25	10	400	2011	25	20	800
1996	25	5	200	2012	15	15	1,000
1997	25	5	200	2013	15	10	667
1998	25	10	400	2014	20	10	500
1999	25	10	400	2015	50	20	400
2000	35	25	714	2016	50	15	300
2001	35	25	714	2017	50	10	200

西湖漁協からの聞き取りにより作成  
 網掛け：ヨーロッパウナギ混入の可能性が高い時期

## 謝 辞

西湖漁業協同組合の三浦久組合長、渡辺安司氏を始め組合員の方々には、ウナギの採捕や漁具の設置についてご協力いただいた。ここに感謝申し上げます。

## 要 約

1. 西湖内でのヨーロッパウナギの捕獲と、飼育試験によるヨーロッパウナギの誘引物質の検討を行った。
2. 延縄で13尾、定置網で1尾の合計14尾のウナギを捕獲した。その他の漁具でウナギを捕獲する事は出来なかった。
3. 捕獲したウナギのうち10尾はニホンウナギ、4尾はヨーロッパウナギであった。ヨーロッパウナギはクニマス産卵場がある西の越で1尾、ヒラーで2尾、前浜で1尾捕獲した。
4. 捕獲したヨーロッパウナギ2尾の年齢査定を行った結果27歳と34歳と推定され、それぞれ1994年と1987年頃に放流された個体と推定された。
5. シーズン中のウナギ漁業実態について、組合員5人に聞き取り調査を行ったところ、9か所の漁場で合計74尾のウナギを捕獲していた。このうちヨーロッパウナギと思われる個体は3尾(4.1%)であった。
6. 漁獲効率の向上を目的に嗅覚を刺激する誘引物質を検討したが、選択性が有意に向上する物質は明らかにできなかった。

## 参考文献

- 1) 大浜秀規・青柳敏裕・芦澤晃彦・長谷川裕弥(2018):西湖におけるクニマスの産卵環境—II. 山梨県水産技術センター事業報告書, 45, 13-22.
- 2) 加地弘一・青柳敏裕・大浜秀規・塚本勝巳(2019):西湖におけるクニマスの産卵環境—III. 山梨県水産技術センター事業報告書, 46, 46-59.
- 3) 加地弘一・青柳敏裕・大浜秀規(2020):西湖におけるクニマスの産卵環境—IV. 山梨県水産技術センター事業報告書, 47, 41-47.
- 4) 加地弘一・青柳敏裕(2021):西湖におけるクニマスの産卵環境—V. 山梨県水産技術センター事業報告書, 48, 59-66.
- 5) 加地弘一・青柳敏裕・長谷川裕弥(印刷中):西湖における効率的なヨーロッパウナギ捕獲方法の検討—III ~ウナギの産卵回遊行動に着目した捕獲方法の検討~. 山梨県水産技術センター事業報告書, 49
- 6) 岡村明弘・張寰・山田祥朗・宇藤朋子・三河直美・堀江則行・田中悟・元信堯(2001):判別関数式によるニホンウナギとヨーロッパウナギの識別. 日本水産学会誌. 67(6), 1056-1060.
- 7) 橋本芳郎・鴻巣章二・伏屋伸宏・能勢健嗣(1963):アサリエキス中のウナギ誘引物質—I Omission test による有孔物質の検索. 日本水産学会誌 34, 73-78.
- 8) 庄司隆行(2009):アミノ酸を鼻でも味わうさかなたち. 日本味と匂学会誌. 16(2), 163-169.
- 9) 滝井健二(1987):ウナギの摂餌促進物質とその配合飼料への応用に関する研究. 東京大学学位論文
- 10) 加地弘一・青柳敏裕(2021):西湖における効率的なヨーロッパウナギ捕獲方法の検討. 山梨県水産技術センター事業報告書, 48, 67-75.