

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

加地弘一・青柳敏裕

これまでの調査で、西湖のクニマス *Oncorhynchus kawamurae* の産卵期である 11 月から翌年 2 月頃にかけて、ヨーロッパウナギ *Anguilla anguilla* がクニマス卵を捕食していることが明らかになっており、クニマス個体群への影響が懸念されている¹⁾³⁾。水産技術センターでは、西湖漁協に委託してクニマス産卵期にクニマスの産卵場周辺で延縄によるヨーロッパウナギの駆除を行っており、これまでに 10 尾のヨーロッパウナギを採捕した。一方、延縄はクニマスの産卵場がある水深 30m の深部でクニマス産卵期の 11 月～2 月の厳冬期に行う事から、漁協組合員が通常夏期に水深 10m 前後で行うニホンウナギ漁に比べ捕獲効率が極めて悪く（三浦久氏、私信）、クニマス産卵期に産卵場周辺でヨーロッパウナギを効率的に捕獲できる漁具の開発が急務となっている。そこで、産卵場周辺からウナギを効率的に捕獲する手法について検討を行った。

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。

材料及び方法

1. 漁具の選択性試験

供試魚には西湖で捕獲したヨーロッパウナギ 4 尾を用いた（表 1）。試験に使用したウナギは後日 DNA 判別によりヨーロッパウナギであることを確認しているが、個体 C については飼育試験中に逃亡したため DNA 判別が行えなかったが、外観的特徴（大型・銀毛）から本試験ではヨーロッパウナギとして扱った。

試験は 2018 年、2019 年に実施した。井水（水温約 18℃）を注水した長方形のコンクリート池（6.0m × 0.95m）の上流側に形状の異なる漁具を複数設置し、下流側にウナギを 1 尾放養して一定時間経過後に各漁具の中を確認し、ウナギが入っていた漁具を選択した判断した（図 1）。同じ漁具を配置した 2 面の池に各 1 個体のウナギを放養し、反復区とした。各試験項目と試験の詳細は次のとおりとした。なお、各試験とも設置した漁具をすべて等しく利用した場合を期待値としてカイ 2 乗検定を行った。

表 1 供試魚の測定結果

個体	全長 (mm)	体重 (g)	頭部高 (mm)	頭部幅 (mm)	体高 (mm)	体幅 (mm)	備考
A	811	965	48	46	55	50	2018年度の供試魚
B	850	1,145	53	44	55	50	〃
C	未計測	未計測	未計測	未計測	未計測	未計測	2019年度の供試魚
D	775	738	〃	〃	〃	〃	〃

筒漁具の材質

青竹 2 本（内径 40mm, 50mm 各 1 本）と、塩ビ管 3 本（内径 40mm, 50mm, 75mm 各 1 本）の合計 5 本の筒を設置した選択性試験を、合計 3 回実施した。

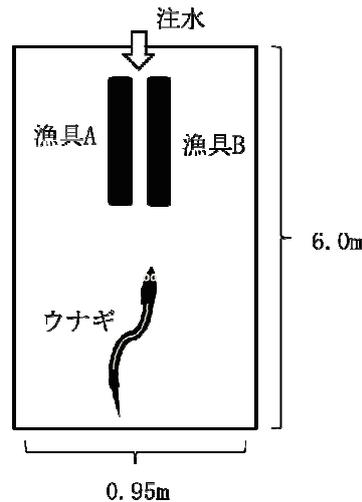


図1 試験に使用した池の形状と漁具の設置状況

筒漁具の内径

内径の異なる塩ビ管9本（内径30mm、1本・40mm・50mm・65mm・75mm、各2本）を設置した選択性試験を、合計7回実施した。

筒漁具の長さ

長さの異なる塩ビ管4本（内径65mm、長さ80cm・100cm・120cm・150cm）を設置した選択性試験を、合計4回実施した。また、各池に、長さの異なる塩ビ管3本（長さ80cm・100cm・120cm）を設置した選択性試験を、合計3回実施した。

筒漁具の束ね方

塩ビ管（内径65mm、長さ120cm）単独と、同形状の塩ビ管（内径65mm、長さ120cm）3本を束ねたもの各1個を設置した選択性試験を、合計10回実施した。

筒漁具のカエシの有無

入り口に市販のアナゴ胴（fn-51、三谷釣漁具店）用カエシを付けた塩ビ管（内径65mm、長さ120cm）と、カエシの無い塩ビ管（内径65mm、長さ120cm）各1本を設置した選択性試験を、合計10回実施した。

カエシの形状

入り口に市販のアナゴ胴（fn-51、三谷釣漁具店）用のカエシを付けた塩ビ管（内径65mm、長さ120cm）と、ウナギ胴（fn-54、三谷釣漁具店）用のカエシを付けた塩ビ管（内径65mm、長さ120cm）各1本を設置した選択性試験を、合計10回実施した。

集魚灯（LED）の有無

各色の集魚灯LED（FIRE FISH クワトロ、LUMICA 社製）を入れた塩ビ管（内径65mm、長さ120cm）と、入れない塩ビ管（内径65mm、長さ120cm）各1本を設置した選択性試験を実施した。青色とUVは各10回、緑色

は15回、赤色は17回それぞれ実施した。なお、集魚灯は筒の最奥部に設置した。

餌の有無

餌（ホンモロコ活魚、冷凍オキアミ、冷凍アユ仔魚）を入れた塩ビ管（内径65mm、長さ120cm）と、入れない塩ビ管（内径65mm、長さ120cm）各1本を設置した選択性試験を実施した。

ホンモロコ活魚の試験ではウナギ2個体を使用し、合計15回実施した。冷凍オキアミと冷凍アユ仔魚の試験ではウナギ1個体を使用し、各10回実施した。なお、ホンモロコ活魚はケースに入れて、筒の最奥部に設置した。

冷凍オキアミと冷凍アユ仔魚は茶こし用の不織布製に入れ、筒の最奥部に設置し、ビニールホースで注水し餌を通過した水が筒の内部を通るように工夫した。

筒漁具と市販のモンドリ

塩ビ管（内径65mm、長さ120cm）と、市販のモンドリ（fn-10c、三谷釣漁具店）各1個を設置した選択性試験を、合計10回実施した。

2. 産卵場周辺でのウナギ捕獲試験

2019年10月4日から2020年3月18日の間に、西の越地先のクニマス産卵保護区周辺で、延縄および筒漁具によるウナギの捕獲を実施した。

延縄には長さ約70mで、ウナギ針50本のものを使用し、餌として冷凍ワカサギまたはドバミミズを用いた。1回あたり5～8本の延縄を用い、調査期間中に13回（延縄65本）の捕獲を実施した。設置場所の水深は約10～40mで、設置1～2日後に回収を行った。なお、延縄による捕獲は西湖漁協に委託して行った。

筒漁具には塩ビ管（内径65mm、長さ120cm）を用い、入り口にアナゴ用のカエシを設置した。筒には適宜集魚資材として集魚灯（LUMICA社製FIRE FISHクワトロ）と餌（冷凍オキアミまたは水に溶かしてから冷凍した粉末餌（商品名：寄せアミ））を入れた。1回あたり4～13本の筒を用い、調査期間中に7回（筒漁具52本）の捕獲を実施した。設置場所の水深は約30mで、設置8～39日後に回収を行った。

採捕したウナギは採捕場所（保護区内か保護区外の別）を記録し、全長と体重の測定を行った。また、mtDNAの16SrRNA領域の部分塩基配列（約550bp）の決定による種の同定を行った。一部の個体は活かして水産技術センター内に持ち帰り、漁具の選択性試験に供した。

結果

1. 漁具の選択性試験

筒の材質

2個体とも3回の試験全てで塩ビ管を選択し、内径は個体Aが40mmを1回、50mmを2回、個体Bが、40mm、50mm、75mmをそれぞれ1回選択した（表2）。青竹の内径は各個体を選択した塩ビ管の内径とほぼ等しかった。

表2 筒の材質別の選択頻度

個体	青竹① (φ 40mm)	青竹② (φ 50mm)	塩ビ管 (φ 40mm)	塩ビ管 (φ 50mm)	塩ビ管 (φ 75mm)
A	0	0	1	2	0
B	0	0	1	1	1
計	0	0	2	3	1

筒の内径

2個体とも内径 50mm を 4 回, 内径 65mm を 3 回選択し, それ以外の径は選択しなかった (表3)。最も多く選択したのは内径 50mm で, 供試魚の頭や体の幅や高さとはほぼ同じ大きさであった。

表3 塩ビ管の内径別の選択頻度

個体	φ 30mm	φ 40mm	φ 50mm	φ 65mm	φ 75mm
A	0	0	4	3	0
B	0	0	4	3	0
計	0	0	8	6	0

筒の長さ

前半の試験では, 2個体とも長さ 100cm を 1 回, 長さ 150cm を 3 回選択し, それ以外の長さは選択しなかった (表4上)。

後半の試験では, 個体 A は 2 回とも 120cm を選択し, 個体 B は 100cm と 120cm をそれぞれ 1 回選択した (表4下)。

いずれの試験も供試した中で最も長い筒を多く選択し, 供試魚の全長よりも短い 80cm は選択しなかった。

表4 塩ビ管の長さ別の選択頻度 (上: 1~4 回目試験, 下: 5~6 回目試験)

個体	80cm	100cm	120cm	150cm
A	0	1	0	3
B	0	1	0	3
計	0	2	0	6

個体	80cm	100cm	120cm
A	0	0	2
B	0	1	1
計	0	1	3

筒の本数

2個体とも 1 本単独を 4 回, 3 本を束ねたものを 6 回選択し, 選択性に差は見られなかった (カイ 2 乗検定, $p=0.371$) (表5)。

表5 塩ビ管の本数別の選択頻度

個体	1本	3本
C	4	6
D	4	6
計	8	12

カエシの有無

個体Cはカエシ有りを4回、カエシ無しを6回、個体Dはカエシ有りを6回、カエシ無しを4回選択し、選択性に差は見られなかった（カイ2乗検定、 $p=1.000$ ）（表6）。

表6 カエシの有無別の選択頻度

個体	カエシA※	無し
C	4	6
D	6	4
計	10	10

※ アナゴ用

カエシの形状

個体CはカエシA、カエシBとも5回ずつ、個体DはカエシAを8回、カエシBを2回選択し、カエシの種類による選択性に差は見られなかった（カイ2乗検定、 $p=0.179$ ）（表7）。

表7 カエシの形状別の選択頻度

個体	カエシA※ ¹	カエシB※ ²
C	5	5
D	8	2
計	13	7

※1 アナゴ用 ※2 ウナギ用

集魚灯(LED)の有無

青色は、個体Cが集魚灯あり7回、無し3回、個体Dがあり6回、無し4回選択した（表8）。

赤色は、個体Cが集魚灯あり11回、無し5回、個体Dがあり10回、無し7回選択した。

緑色は、個体Cが集魚灯あり8回、無し7回、個体Dがあり11回、無し4回選択した。

UVは、個体Cが集魚灯あり5回、無し5回、個体Dがあり6回、無し4回選択した。

いずれも選択性に統計的な有意差は無かった（青： $p=0.180$ 、赤： $p=0.117$ 、緑： $p=0.144$ 、UV： $p=0.654$ いずれもカイ2乗検定）。

一方、全ての色をまとめて集計したところ、集魚灯あり64回、集魚灯無し39回で、集魚灯有りのほうを有意に多く選択した（カイ2乗検定、 $p=0.014$ ）。

表8 集魚灯の有無別の選択頻度

個体	LED(青)	無	個体	LED(赤)	無
C	7	3	C	11	5
D	6	4	D	10	7
計	13	7	計	21	12

個体	LED(緑)	無	個体	LED(UV)	無
C	8	7	C	5	5
D	11	4	D	6	4
計	19	11	計	11	9

餌の有無

ホンモロコ活魚は、個体Cが餌あり8回、無し7回、個体Dが餌あり5回、無し10回選択した(表9)。冷凍オキアミは個体Dのみ実施し、餌あり5回、無し5回選択した。冷凍アユ仔魚は個体Dのみ実施し、餌あり4回、無し6回選択した。

いずれの餌も、餌の有無で選択性に違いは見られなかった(ホンモロコ: $p=0.465$ 冷凍オキアミ: $p=1.000$ 冷凍アユ仔魚: $p=0.527$, いずれもカイ2乗検定)。

表9 餌の有無別の選択頻度

個体	ホンモロコ(活魚)	無	個体	オキアミ(冷凍)	無
C	8	7	C	—	—
D	5	10	D	5	5
計	13	17	計	5	5

個体	アユ仔魚(冷凍)	無
C	—	—
D	4	6
計	4	6

漁具の種類

2個体ともすべての試験で塩ビ管を選択し、モンドリは全く選択しなかった(表10)(カイ2乗検定, $p=1.000$)。

表10 漁具別の選択頻度

個体	塩ビ管	モンドリ
C	10	0
D	10	0
計	20	0

2. 産卵場周辺からのウナギの捕獲

調査期間中に延縄で4尾、筒で1尾のウナギを採捕した(表11)。DNA判別の結果、ヨーロッパウナギ1尾、ニホンウナギ3尾であった。ヨーロッパウナギは全長775mm、体重738gで、体色と眼径から銀ウナギ⁶⁾と判断された。ニホンウナギは全長707mm~884mm、体重618g~1,320gであった。なお、ニホンウナギ1尾は飼育中に獣害により個体が損壊したため測定を行う事ができなかった。1個体は飼育中に逃亡したためDNAによる種判別できなかったが、生時の目視による特徴(大型魚、銀ウナギ)から、ヨーロッパウナギと判断した。

表11 捕獲したウナギの測定結果及び種判別の結果

採捕日	採捕場所	採捕漁具	全長 (mm)	体重 (g)	DNA判別結果	備考
191004	西の越	延縄	-	-	ニホンウナギ	飼育中に獣害により損壊
191013	西の越	延縄	775	738	ヨーロッパウナギ	2019年度飼育試験供試魚(個体D)
191013	西の越	延縄	-	-	不明	2019年度飼育中に逃亡(個体C)
191102	西の越	延縄	884	1,320	ニホンウナギ	
200123	西の越(保護区内)	筒	707	618	ニホンウナギ	

漁具別の実施数と捕獲結果を表12に示した。延縄でニホンウナギ2尾、ヨーロッパウナギ2尾、筒はでニホンウナギを1尾捕獲した。ヨーロッパウナギは延縄でのみ捕獲され、CPUEは0.03尾/本であった。

表12 漁具別の捕獲結果とヨーロッパウナギのCPUE

漁具	実施数 (本・個)	採捕数(尾)		ヨーロッパウナギのCPUE
		ヨーロッパウナギ	ニホンウナギ	
延縄	65	2 [*]	2	0.03
筒	18	0	1	0.00
筒(集魚灯(青)+餌)	10	0	0	0.00
筒(集魚灯(UV)+餌)	8	0	0	0.00
筒(集魚灯(赤)+餌)	9	0	0	0.00
筒(集魚灯(緑)+餌)	7	0	0	0.00

※ ウナギの種判別はDNAに基づくが、ヨーロッパウナギ1尾は外部形態の特徴から判断した。

考 察

ヨーロッパウナギの原産地では、筒状の漁具(Refuge trap, Eel basket)、定置網(fyke net)、地引網(Seine net, Trawling)、鉤状漁具(Spear)、電気漁具(Electric gear)など、さまざまな漁具が用いられている^{4,5)}。しかし、クニマス産卵場でのヨーロッパウナギの捕獲は、実施場所が湖沼の深部であることから、定置網などの大型漁具の設置は現実的手法とは言えない。そこで、西湖の深部でも設置が比較的容易な漁具として、筒漁具による捕獲を試みた。筒漁具は、全長70mで50本の針全てに餌を付ける延縄にくらべ、設置と回収ははるかに容易であったが、延縄でヨーロッパウナギが捕獲されたのに対して筒漁具で捕獲することができなかった。筒漁具で捕獲できなかった原因として、70mと設置範囲が長い延縄に比べ、筒漁具は設置範囲が狭く、ウナギが蟄集する狭小なク

ニマス産卵場礫地に投入できていない可能性が考えられた。また、産卵場周辺は礫地以外深い泥底であることから、礫を外した場合は泥に筒が埋没し入り口が閉塞していた可能性も考えられた。実際、回収した筒漁具の多くの中に泥の付着が確認されている。これらの問題点を解消するために、今後筒漁具の軽量化をはかった上で複数を広範囲に設置するなどにより礫地へ確実に投入できる方法の開発や、泥に埋まらない形状の検討なども必要と考えられた。

捕獲に用いた筒漁具には、内径 65mm、長さ 120cm で、入り口にカエシを付けた塩ビ管を用いたが、捕獲効率を改善するために、筒の素材、径、長さ、集魚資材について検討をした。その結果、筒の素材として塩ビ管が良いこと、入り口にカエシを付けても選択性は変わらなかったため、今回用いた筒素材とカエシについては問題ないと考えられた。一方、筒の内径は 50mm を良く選択し、また長いほど良く選択することが明らかになった。内径 50mm は、実験に使用したウナギの頭部や体部のサイズにほぼ等しい。これまでに西湖で捕獲したヨーロッパウナギの全長は 771~938mm (平均 849mm) と試験個体とほぼ変わらないため、使用した内径 65mm は大きかった可能性が考えられた。長さは長いほうが良いと考えられるが、今後は作業性も考慮して長さを検討する必要がある。集魚資材については、集魚灯を入れることで選択性が向上したことから、実際の使用でも集魚灯を使用するとともに、設置場所などの検討も必要と考えられた。餌については今回検討したものには選択性が確認できなかったが、他の餌の選択性についても検討を行う必要がある。

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、ウナギの採捕を始め調査実施にご協力いただいた。ここに感謝申し上げる。

要 約

1. 西湖で採捕されたヨーロッパウナギを用いて、漁具の選択性試験を実施した。
2. 筒漁具の材質として青竹より塩ビ管を良く選択し、直径は 50mm、長さは長いほど良く選択した。
3. 筒漁具の入り口のカエシの有無による選択性に差はなかった。また、カエシ形状は市販のアナゴ用を良く選択した。
4. 集魚資材による誘引を検討したところ、餌（ホンモロコ、冷凍オキアミ、アユ仔魚）による選択性は見られなかったが、集魚灯を入れた筒を良く選択した。
5. 延縄と筒漁具を用いて西湖で漁獲試験を行ったところ、ヨーロッパウナギは延縄でのみ捕獲され CPUE は 0.03 尾/本であった

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) Hoops H. : SAMPLING EELS. GUIDELINES FOR SAMPLING FISH IN INLAND WATERS.

<http://www.fao.org/3/AA044E12.htm>.

- 5) Chisnall B. L., West D. W. (1996) : Design and trials of a large fine-meshed fyke net for eel capture, and factors affecting size distribution of catches. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 30, 355-364.
- 6) Pankhurst N. W. (1982) : Relation of visual change to the onset of sexual maturation in European eel *Anguilla anguilla* (L.), *Journal of Fish Biology* 21, 127-140.