

ウナギ資源増殖対策事業 (ニホンウナギ生息状況調査：八幡川)

眞鍋美幸, 猪狩忠光, 市来拓海, 吉満 敏

【目的】

ニホンウナギの生息環境の維持保全のため、天然のニホンウナギ（以下「天然ウナギ」と表記）の生息場所と河川環境の関係性および河川内での移動や成長を明らかにする。

なお、本事業は、平成27～29年度は水産庁委託「鰻来遊・生息調査事業」で、平成30～令和元年度は「環境収容力推定手法開発事業」により実施した。

【方法】

1 調査場所

調査場所は図1のとおり、鹿児島市八幡川の河口から約2km地点を基点とし、そこから920m上流の堰までの区間を50m毎に区分し、下流側からSt. 1, St. 2, … St. 19（終点前のSt. 19のみ20m）として19区間（流域面積7,060㎡）を設定した。なお、本河川では過去に養殖ウナギの放流は行われていない。

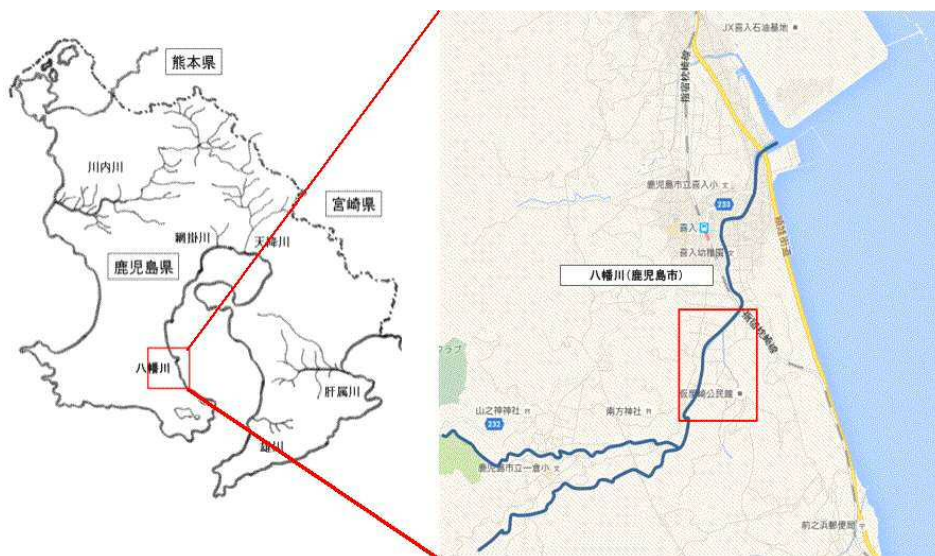


図1 調査場所（鹿児島市喜入町八幡川）

2 天然ウナギ採捕・放流

令和元年5月7日, 7月25日, 10月9日, 令和2年1月15日の年4回実施した, 上記調査区間内で電気ショッカー(有限会社フロンティアエレクトリック社製 FISH SHOCKERⅢS)を用いて天然ウナギを採捕し, 個体毎にミカン袋に入れて採捕地点に浸漬しておき, 調査終了後に袋ごと回収して指宿市宮ヶ浜の当センター実験池に運び25℃の流水下で一晩安置した。翌朝施設内で水産用麻酔薬FA100にて麻酔し全長及び体重を計測した。またPITタグ標識の有無を確認し, 標識が付いていない新規採捕個体はサイズにかかわらず胸びれをカットし, 後日DNA多型解析による個体識別のために国立研究開発法人水産研究・教育機構に送付, 加えて約20cm以上の新規個体については腹腔内にPITタグ(Biomark社製BI08.B.03またはBI012B)を挿入した。採捕した全個体は麻酔からの覚醒を待って, 標識したその日のうちに採捕場所に放流した。

各調査時における推定生息尾数は、非閉鎖系のフィールドで用いられる標識再捕獲法である Jolly-Seber 法を用い、下記の式により求めた。

Mi : 時点iでのサンプリング直前の総個体数

Ni : 時点iでのサンプリング直前の標識個体の総個体数

ni : i時点の採捕数

mi : i時点の採捕数中の標識個体数

Ri : 時点iで標識放流された数

ri : 時点iで標識放流され、その後再捕された合計数

zi : 時点iより前に標識され、iでは捕られずi以降に再捕された個体数

() 内の s-1は時点 i のサンプリング直前を意味する表記

$$\hat{N}_i = \frac{\hat{M}_i n_i}{m_i} \quad (i=2, 3, \dots, s-1)$$

$$\hat{M}_i = \frac{R_i z_i}{r_i} + m_i \quad (i=2, 3, \dots, s-1)$$

また、再捕個体については、個体ごとに放流時と再捕時の体重について比較し、日間換算した瞬間成長率 (Specific Growth Rate (SGR) (%)) を下記の式で算出した。

$$\text{瞬間成長率 (\%)} = 100 \times (\ln(W2) - \ln(W1)) / T$$

W1 : 放流時体重 (g) W2 : 再捕時体重 (g) T : 再捕までの期間 (日)

【結果及び考察】

1 天然ウナギ採捕尾数

表1に調査毎の採捕尾数を示す。令和元年度は計4回で126尾を採捕した。なお、過去の採捕尾数を含めて解析するため、平成29年度以前の採捕尾数も含めると、これまでに19回の調査で合計621尾を採捕した。調査区間別の採捕尾数を図2に示す。下流側のSt. 4~St. 7が40尾以上で多く、特にSt. 6は107尾で最多であった。

表1 月別、年度別採捕尾数

年度	H27		H28				H29					H30				R1				合計	
	調査月	12月	5月	6月	8月	10月	1月	5月	6月	8月	10月	12月	4月	7月	10月	1月	5月	7月	10月		1月
採捕尾数 (尾)	月別	7	29	46	63	35	71	34	23	29	25	30	24	29	17	33	24	38	39	25	621
	年度別	7	244				141					103				126					

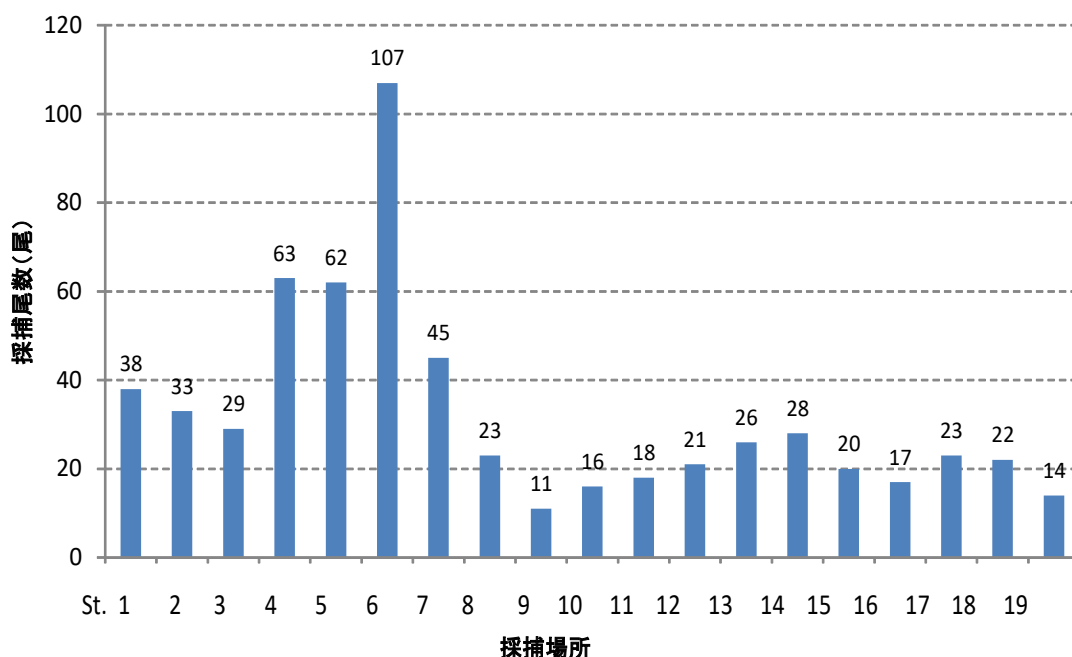


図2 調査区間別の採捕尾数 (19回調査合計)

2 再捕の割合

これまでの再捕割合（1回の調査において、全区間で採捕した天然ウナギ全数のうち、PITタグ標識されたウナギの割合）を表2、図3に示す。令和元年度は33.3%～58.3%で推移し、全調査の平均は32.9%であった。

年度別の再捕割合の季節変動は、放流尾数が少なかった平成28年度を除くと、春季（4～5月）はいずれも50%程度と高く、夏季（7～8月）、秋季（10月）に30%程度に下がり、冬季（12～1月）に再び40%以上に高くなる傾向がみられ、水温が高い時期は活動が活発になり調査区間外から新規個体が移動してくるためと推察された。

表2 再捕の尾数

年度	調査日	測定数	うち新規	うち再捕	再捕割合
1	H27 12/16	7	7	0	0.0%
2	H28 5/13	29	29	0	0.0%
3	6/15	46	40	6	13.0%
4	8/8	63	54	9	14.3%
5	10/13	35	22	13	37.1%
6	1/19	71	48	23	32.4%
7	H29 5/23	34	17	17	50.0%
8	6/29	23	16	7	30.4%
9	8/22	29	19	10	34.5%
10	10/11	25	14	11	44.0%
11	12/20	30	14	16	53.3%
12	H30 4/26	24	13	11	45.8%
13	7/2	29	21	8	27.6%
14	10/3	17	12	5	29.4%
15	1/9	33	18	15	45.5%
16	R1 5/8	24	10	14	58.3%
17	7/25	37	21	16	43.2%
18	10/9	39	26	13	33.3%
19	1/15	25	15	10	40.0%
計		620	416	204	32.9%

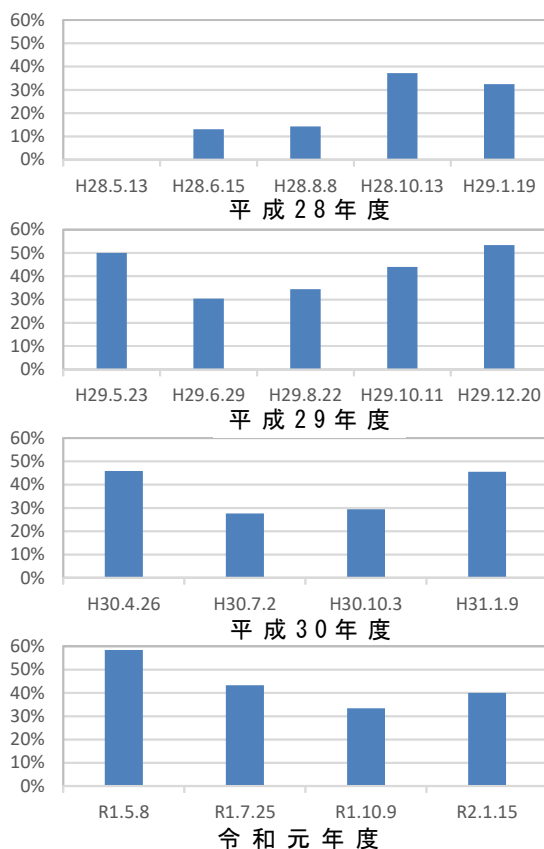


図3 再捕割合の季節変動

3 推定生息尾数

Jolly-Seber 法による平成28年以降の全調査区間における天然ウナギの推定生息尾数と生息密度を表3及び図4に示す。推定生息尾数は87尾～728尾、平均324尾で、100㎡あたりの生息密度に換算すると1.2尾～10.3尾、平均4.6尾であった。季節変動について顕著な傾向はみられず、令和元年10月現在では293尾（4.1尾/100㎡）と推定された。

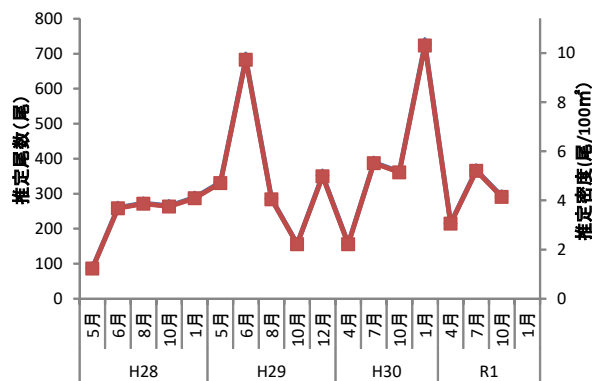


図4 推定生息尾数と生息密度

表3 Jolly-Seber 法による推定生息尾数と100㎡あたりの生息密度

調査年度	H28					H29					H30				R1			平均
	5月	6月	8月	10月	1月	5月	6月	8月	10月	12月	4月	7月	10月	1月	5月	7月	10月	
調査月	5月	6月	8月	10月	1月	5月	6月	8月	10月	12月	4月	7月	10月	1月	5月	7月	10月	
推定尾数(尾)	87	260	273	265	289	332	687	286	157	352	157	389	363	728	216	368	293	
推定密度(尾/100㎡)	1.2	3.7	3.9	3.8	4.1	4.7	9.7	4.1	2.2	5.0	2.2	5.5	5.1	10.3	3.1	5.2	4.1	

4 再捕個体の移動

採捕された616尾のうち、PITタグ標識またはDNA標識により、1回以上の再捕が確認された個体122尾（2回以上再捕された個体も1尾とする）について、初回放流地点から最終採捕地点までの移動距離を図5に、移動状況を図6～8に示す。

放流地点から下流側へ550m～上流側に350mの範囲内で移動し、50m以上下流に移動していた個体は25尾、上下50mの範囲内にとどまっていた個体は66尾、50m以上上流に移動していた個体は31尾であった。

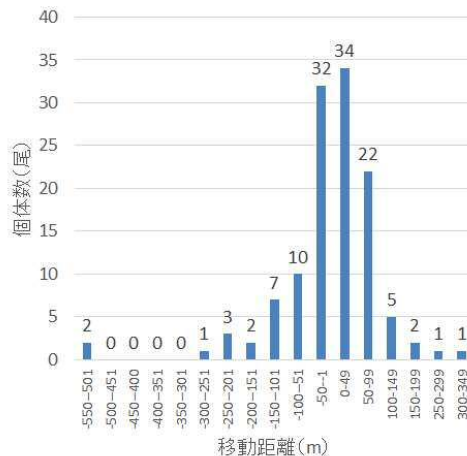


図5 再捕個体の移動距離

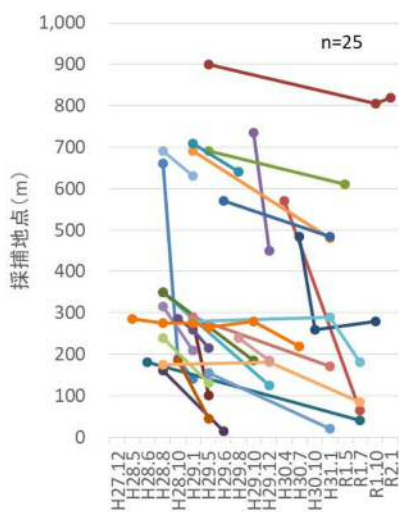


図6 個体別の移動状況
(50m以上下流へ移動)

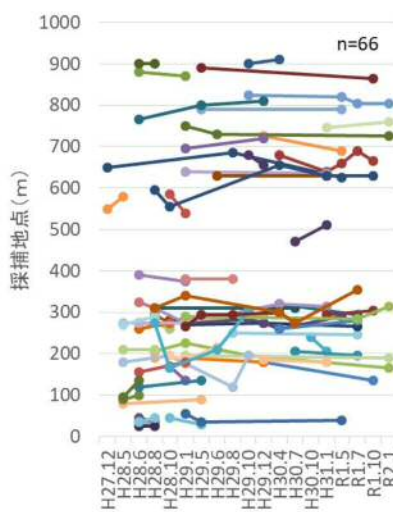


図7 個体別の移動状況
(上下50m以内に定住)

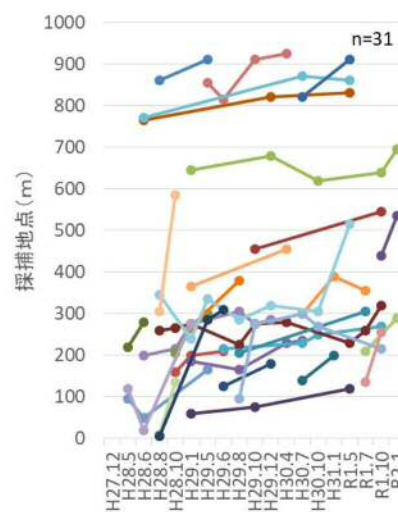


図8 個体別の移動状況
(50m以上上流に移動)

5 再捕個体の成長

再捕が確認された個体122尾（2回以上再捕された個体も1尾とする）のうち、最終採捕時に体重が増加した個体は97尾、減少した個体は25尾であった。

最終採捕時の体重が100g未満の小型個体の体重変化を図9に、100g以上の大型個体の体重変化を図10に示す。

再捕までの期間が短い個体は体重が減少しているものが多く、電気ショックや麻酔、標識装着等によるハンドリングストレスによる一時的な減少と推察された。なお、短期間では減少した個体も以後回復し、長期間を経た後に再捕された個体は増加しているものが大半を占めた。

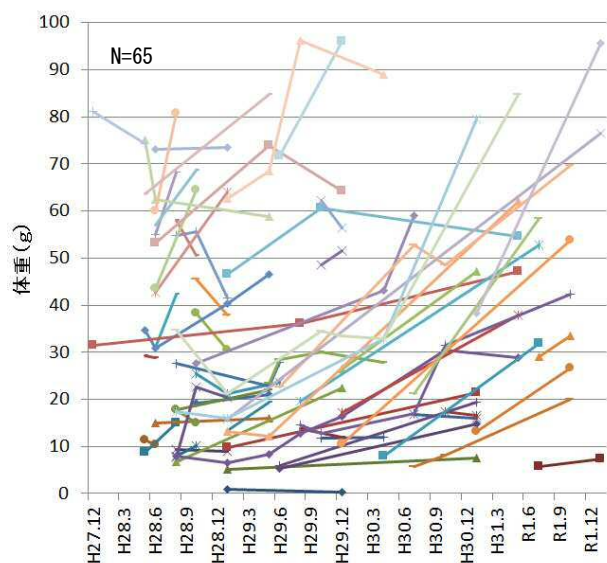


図9 小型個体の体重変化 (100g未満)

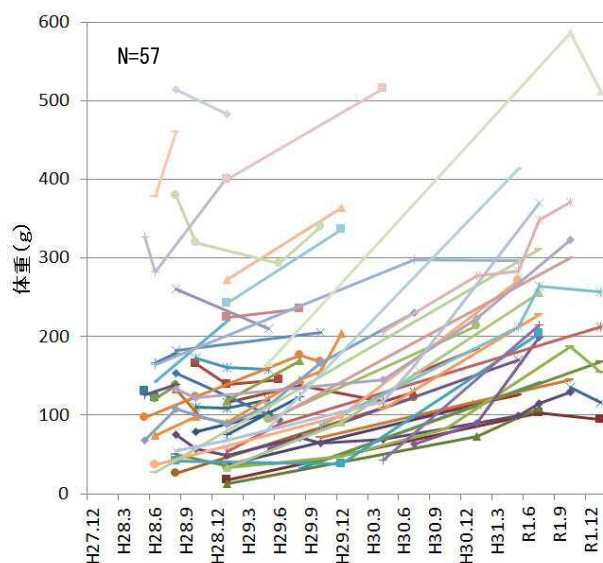


図10 大型個体の体重変化 (100g以上)

6 再捕個体の瞬間成長率

全長の瞬間成長率 Specific Growth Rate (SGR (%/day)) = $100 \times (\ln(L2) - \ln(L1)) / T$ L1 : 放流時全長 (mm) L2 : 再捕時全長 (mm) T : 再捕までの期間 (日) を算出し、その頻度を図11に示した。全長SGRの最頻値は、0~0.05%で、全個体の平均値は0.037%であった。

同様に体重の瞬間成長率 (SGR (%/day)) = $100 \times (\ln(W2) - \ln(W1)) / T$ W1 : 放流時体重 (g) W2 : 再捕時体重 (g) T : 再捕までの期間 (日) を算出し、その頻度を図12に示した。体重SGRの最頻値は、0.1~0.2%で、全個体の平均値は0.108%、ハンドリングの影響を緩和するため、初回放流日から最終採捕日まで100日未満の個体を除く101尾の平均値は0.12%であった。別で報告する枕崎市花渡川の天然個体の平均値は0.17%であり、花渡川よりも成長が若干遅い事がわかった。

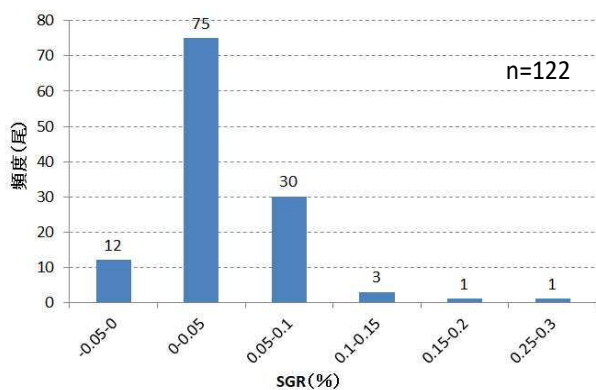


図11 再捕個体の全長SGR

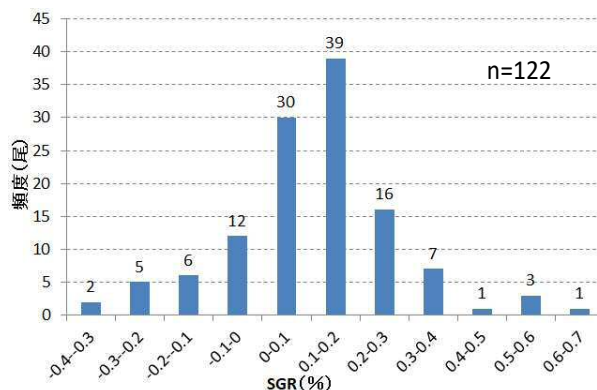


図12 再捕個体の体重SGR

7 再捕個体の日間成長量

全長の日間成長量 Growth Rate (GR (g/day)) = $(L2 - L1) / T$ L1 : 放流時全長 (mm) L2 : 再捕時全長 (mm) T : 再捕までの期間 (日) を算出し、その頻度を図13に示した。全長GRの最頻値は、0~0.1mmで、全個体の平均値は0.126mmであった。

体重の日間成長量 GR (g/day) = $(W2 - W1) / T$ W1 : 放流時体重 (g) W2 : 再捕時体重

(g) T：再捕までの期間（日）を算出し、その頻度を図14に示した。体重GRの最頻値は、0～0.1gで、全個体の平均値は0.093gだった。

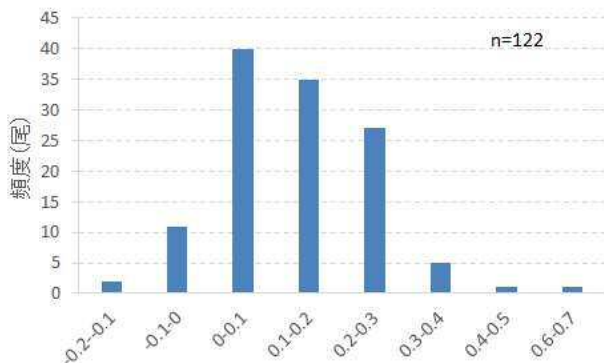


図13 再捕個体の全長GR (mm/day)

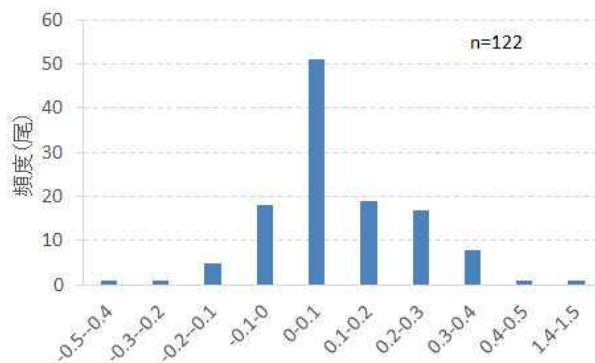


図14 再捕個体の体重GR (g/day)

8 調査区別の環境収容力の検討

各St.の環境収容力を検討するため、St.ごとの成長と密度の関係を図15に示す。成長はSt.ごとの体重SGRの平均（放流日から最終採捕日まで100日未満の個体を除く）、密度は1回あたりの100㎡あたりの採捕数とした。

St. 16, St. 3, St. 8は、密度が低く成長が良いので、環境収容力に余裕がある可能性が示唆された。またSt. 6は、密度は高いが成長は良いので、環境収容力に余裕がある可能性が示唆された。一方St. 4, St. 5は、密度が高く成長が悪いので環境収容力に余裕が少ないと推察された。

なお、St. 9は再捕個体が無く、St. 12は放流から100日以上経過した再捕個体が1個体のみであったため、更なるデータの蓄積による精度の向上が必要である。

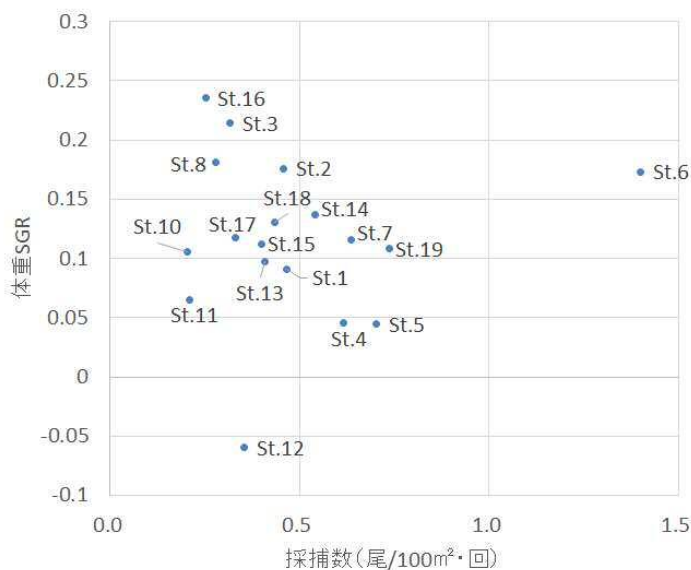


図15 体重SGRと採捕数の関係

【まとめ】

鹿児島市八幡川において、電気ショッカーによりニホンウナギを採捕・標識放流した。

Jolly-Seber 法による調査区間の推定生息数は、令和元年10月時点で293尾（4.1尾/100㎡）と推定された。

再捕された122尾のうち、初回放流日から最終採捕日まで100日以上経過した個体101尾の体重の瞬間成長率（SGR (%/day)）の平均値は0.12であり、枕崎市花渡川の0.17よりも成長が若干遅い事がわかった。

調査区別の環境収容力を検討するため、成長と密度の関係を解析したところ、St. 6やSt. 16等では他の調査区より成長が良く環境収容力に余裕がある可能性が示唆された。一方St. 4, St. 5は密

度が高く成長が悪いので環境収容力に余裕が少ないと推定された。

参考

平成27年度鹿児島県水産技術開発センター事業報告書

ウナギ資源増殖対策事業－Ⅰ（鰻来遊・生息調査事業） 東條智仁，平江多績，猪狩忠光

平成28年度鹿児島県水産技術開発センター事業報告書

ウナギ資源増殖対策事業－Ⅰ（鰻来遊・生息調査事業） 東條智仁，平江多績，猪狩忠光

平成29年度鹿児島県水産技術開発センター事業報告書

ウナギ資源増殖対策事業－Ⅰ（鰻来遊・生息調査事業） 高杉朋孝，平江多績，猪狩忠光

平成30年度鹿児島県水産技術開発センター事業報告書

ウナギ資源増殖対策事業（ニホンウナギ生息状況調査：八幡川）平江多績，猪狩忠光，市来拓海