

キューバ特集／研究論文

## キューバ・サパタ湿地における移入ヒレナマズ *Clarias gariepinus* の生態

山本 悠<sup>1)</sup>・Andrés M. Hurtado Consuegra<sup>2)</sup>・中村洋平<sup>3)</sup>・  
久保田賢<sup>4)</sup>・山岡耕作<sup>3)</sup>\*

### 要 旨

1990年代に深刻な経済危機に陥ったキューバでは、食料確保の目的で1999年にアフリカヒレナマズを導入した。しかしながら、2001年のハリケーンで自然界へ大量に流出し、水域の生態系に悪影響を及ぼすことが懸念されている。本研究では、世界自然遺産候補であるサパタ湿地に生息するヒレナマズに着目し、その生態学的知見を解明することを目的として、性比、年齢と成長、産卵期および食性について調べた。年齢の範囲は0歳から8歳で、漁法や性別によらず多数の雄が捕獲された。生殖腺体指数は、雌雄ともに6月に最も高い値を示した。胃内容物には植物、魚類、貝類が顕著に現れ、昆虫やエビ類も出現した。魚類は比較的大型の個体に、デトリタスは小型の個体に高頻度で確認された。

キーワード：キューバ、サパタ湿地、ヒレナマズ、生態

キューバは、約111,000 km<sup>2</sup>の本島、西南部に位置する3,056 km<sup>2</sup>の青年の島（スペイン語：Isla de la Juventud）および4,000を超える諸島群からなるカリブ海最大の国である。生物地理区としては新熱帯区の最北部に位置する。動物相が多様であることに加え、確認されている40種の哺乳類のうち23種、鳥類では350種中の70種、両生類では46の現存種のうち約90%を占めるように多くの固有種を含むことが知られている（Domech and Glean, 2002）。

キューバの自然を特徴づけるものとして、広大な湿地帯が挙げられる。湿地はキューバ本土および青年の島を合わせた面積の8.26%を占めている。マタンサス州南部には最大の湿地帯Ciénaga de Zapata（以下「サパタ湿地」）が存在し、4,000 km<sup>2</sup>以上が国立自然公園に指定されている（CNAP, 2005）。サパタ湿地には、およそ900種の植物が自生し、175種以上の鳥類、31種

の爬虫類、12種の哺乳類、および1,000種以上の無脊椎動物が確認されている（WWF, 2002; UNESCO, 2003）。また、古代魚であるマンファリ *Atractosteus tristoechus* を代表とするキューバ固有の魚類も数多く生息する生物多様性に富んだ地域である（Dopico, 1997）。

キューバでは、1950年代後半のキューバ革命以降、旧ソビエト連邦による経済援助を受けながら社会主義国としての道を歩んできた。その中で、革命以前から主要な産業であった砂糖製造は継続され、1980年代になっても砂糖モノカルチャー構造は克服されなかった（新藤, 2007）。そして、キューバ経済が旧ソ連との貿易に依存した結果、様々な資材を輸入に頼らざるを得ず、貿易の70%を旧ソ連、15%を東欧諸国が占めるまでに至った。食料に関していえば、1989年には国民によるエネルギーおよびタンパク質消費の約半分を輸入で賄っていた（Garfield and Santana, 1997）。しかし、1991年に旧ソ連が崩壊したことにより、キューバは突如として深刻な経済危機に陥った。さらに、キューバ革命後から現在に至るまで受け続けている、アメリカ合衆国による経済封鎖の強化も追い打ちをかけた。食料輸入量は1989年から1993年の間におよそ50%落ち込み、エネルギーおよびタンパク質における供給可能量は、1989年から1992年の間に1人当たりそれぞれ、18% および25% 減少した。こうした食料危機を背景

2012年1月26日受領；2012年3月16日受理

- 1) 高知大学農学部水族生態学研究室  
〒783-8502 高知県南国市物部乙200
  - 2) Estación Hidrobiológica, Parque Nacional Ciénaga de Zapata  
Ciénaga de Zapata, Matanzas, Cuba
  - 3) 高知大学黒潮圏科学部門生物資源生産分野  
〒783-8502 高知県南国市物部乙200
  - 4) 高知大学黒潮圏科学部門海洋健康医科学分野  
〒783-8505 高知県南国市岡豊町小蓮
- \* 連絡責任者 e-mail address: yamaoka@kochi-u.ac.jp

に、キューバ政府は食料生産を経済活動の第一の目標に置いた(新藤、2007)。

このような背景のもと、1999年に動物性タンパク質源の確保を目的として、タイ王国およびマレーシアより北アフリカヒレナマズ *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) (以下「ヒレナマズ」) の緊急移入が行なわれた。ヒレナマズ科魚類は、これまでに全世界で約14属100種以上が知られており、アフリカからアジアにかけて広く分布する (Teugels and Adriaens, 2003; 小早川, 2008)。その中で本種は雑食性で成長が速く、飼育が容易であることから世界中で養殖が行なわれ、今日では熱帯・亜熱帯において最も重要な淡水養殖魚の一種となっている (Adewolu *et al.*, 2008)。本種はキューバ各地の屋外養殖池で飼育されていたが、2001年11月、キューバを襲った巨大なハリケーン・ミッチェルにより、マタンサス州中部にある養殖池の水位が上昇し氾濫したことで河川へ大量に流出した。また、河川等の淡水域のみならず、東部Granma州Guacanayabo湾にあるCauto川の河口域でも見つかり、汽水域での適応とそれに伴う食物連鎖網の変化が推測されている (Medero and Campbell, 2008)。ヒレナマズの出現は、国立自然公園等の保護区域でも例外ではない。筆者らは、数度の潜水調査等により、多くのヒレナマズがサパタ湿地内にも生息することを確認してきた (山本・山岡, 2008)。

最大で全長1.7 m、体重60 kgに及ぶヒレナマズは、養殖魚として重宝されている一方で、その貪欲さや凶暴な性格から近年ではアフリカ南部やブラジルにおいては侵略的外来種として、生態系への影響を危惧する声が上がっている (Cambray, 2003; Vitule *et al.*, 2006)。サパタ湿地でも、淡水ガメの生息数が減少していることが明らかとなっており、関与が示唆されている (Medero and Campbell, 2008)。

生態系保全という見地に立つと、野生化したヒレナマズの生態を把握して生態系への影響を評価する必要がある。ヒレナマズの生態学的な研究は、これまでアフリカを中心に行なわれてきたが、サパタ湿地におけるヒレナマズの一般生態に関する知見は見当たらない (Bruton, 1979a and 1979b; Merron, 1993; Hanika and Kramer, 2000)。サパタ湿地の豊かな生態系を取り戻すために、ヒレナマズの生態を把握し、その影響についての評価および具体的な対策が必要と思われる。

そこで、本研究ではサパタ湿地で野生化したヒレナマズの一般生態について調査し、自然環境に対する影

響評価の一助となるような基礎的知見を見出すことを目的とした。

## 調査場所、調査時期および方法

**調査地** 本研究はキューバ共和国マタンサス州サパタ湿地地区(中心地: Playa Larga、人口: 9,423人 [2010年]、北緯22°28'、西経81°20')で行なった。ヒレナマズの採取は、主にサパタ湿地内に掘られた幅20m-40m、水深2m-4m程の灌漑用水路で行った。また、採取時には現地漁業者の協力を得た。

**聞き取り調査** サパタ湿地におけるヒレナマズの出現、漁業やそれらに関連した情報について、現地の研究者および漁業者に対して聞き取り調査を行なった。

**供試魚** 2007年10月下旬-11月上旬、2008年3月上旬、6月中旬、11月中旬に延縄、刺網(目合55-90mm)、および釣りによって採捕されたものを用いた。日本と同様に北半球に位置するキューバの気候は、5月-10月にかけての雨季と11月-4月にかけての乾季に大別される。雨季に入ると徐々に灌漑用水路の水位が上昇し、氾濫して湿地が広範囲において水に浸かるため、ヒレナマズが湿地に分散する。一方、乾季になると水位が下がり、ヒレナマズが残された水域に集まる傾向にある。夜行性であるヒレナマズの習性を考慮し、仕掛けは夕方から夜にかけて投入した。刺網は翌朝午前9時頃に引き揚げた。延縄については、最初に仕掛けを投入してから約1時間ごとに見回った。その都度、餌の付け替え、および釣針に掛った魚を引き上げる作業を行ない、午前3時頃まで繰り返した。その後、午前9時頃に全ての仕掛けを回収した。

得られた合計401個体の供試魚は全て、1mmの精度で全長を測定し、300g以下の個体については0.1g、それ以上については50gの精度で計量した。

**性比** 2007年10月-11月、2008年3月、6月、11月に得られた合計401個体のヒレナマズについて、外部生殖器の形態から性判別を行なった。外部形態で判別し難い小さな個体については腹部を切開し、卵巣および精巣を確認して判断した。また、本種には形態学的に雌雄両方の特徴をもつ中性的な個体の存在が報告されている (Bruton, 1979a)。本研究においても雌雄の判別が困難な個体が数個体確認されたが、今回はこれ

らを標本から除外した。性比 (SR) は調査時期および漁法ごとに、

$$SR = NM/NF$$

で計算した。NM=「雄の個体数」、NF=「雌の個体数」である。

**年齢と成長** 合計134個体 (雄86個体、雌48個体) について、Clay (1982) に従って脊椎骨による年齢査定を行なった。ヒレナマズの脊椎骨には、成長が速い夏季に不透明帯、遅い冬季には透明帯と呼ばれる輪紋が、年に1輪ずつ形成されることが知られている (Clay, 1982)。また、本種は第2、第3および第4脊椎骨が結合しており (Nawar, 1954)、年齢査定には第5 - 第7脊椎骨が用いられている (Yalçin *et al.*, 2002)。供試魚から得られた脊椎骨は70% エタノール水溶液で保存した。その後研究室に持ち帰り、肉片を取り除いて椎間部位でそれぞれの椎骨に切り離し、風乾して錐体凹面に見られる透明帯の数を計数した。輪紋の計数には目視および実体顕微鏡 (OLYMPUS) を用いた。判読が困難な場合にはファイバー照明器 (OLYMPUS) を使用し、反射光または透過光を照射した。輪紋の計数は、判読誤差を最小限に抑えるために、2名の査定者で繰り返し行なった。

年齢査定によって得られた各々の年齢の個体について、Student t-test を用いて雌雄の平均全長の差を有意水準5%で検定した。なお、検定前に全長データは全て対数変換した。

各年齢の平均全長をもとに、Logistic式およびvon Bertalanffy の成長式への当てはめを試みた (赤嶺, 1995)。各パラメーター ( $L_{\infty}$ 、 $K$ 、 $t_0$ ) の算出は、MS-

Excel (Microsoft) のソルバーを用いた非線形最小2乗法によって決定した。式を以下に示す。

・ Logistic式

$$L_t = L_{\infty} / \{1 + \exp[-K(t - t_0)]\}$$

・ von Bertalanffy の成長式

$$L_t = L_{\infty} \{1 - \exp[-K(t - t_0)]\}$$

ここで、 $t$ =年齢、 $L_t$ = $t$ 歳時における全長、 $L_{\infty}$ =極限全長、を表わす。

**産卵期** 産卵期は、雌雄におけるGSI (生殖腺体指数) の季節変動、および目視観察による生殖巣の成熟段階から推定した。

2008年3月、6月、11月に得られた合計292個体 (雄180個体、雌112個体) について、卵巣および精巣を摘出し0.1gの精度で計量した。生殖巣重量が0.1gに満たない個体については、全て0.1g とみなした。GSIは、以下の計算式を用いて算出した。

$$\%GSI = \{GW / (BW - GW)\} \times 100$$

ここで、GW=生殖巣重量 (g)、BW=体重 (g) である。

成熟段階の判別は、雌についてはYalçin *et al.* (2001a and 2001b) に従った。卵巣を目視観察によってStage 1 - Stage 6に区分し (表1)、季節ごとに各々のStageの出現頻度を調べた。また、雄に関しては2008年6月および11月の野外調査において、精巣を中央部で切断して指で圧搾し、白濁色の精液の有無を確認した。

**食性** 2007年10月下旬 - 11月上旬、2008年6月中旬、

表1 卵巣の成熟段階

Stage 1 :	未成熟. 卵巣は薄いリボン様構造をしており, 乳白色
Stage 2 :	成熟しておらず, 嚢状で赤く滑らか
Stage 3 :	ほぼ成熟している. 肉眼で所々大きな卵が見られ, 卵巣が満たされつつある. 卵巣膜は薄い.
Stage 4 :	成熟している. 卵巣膜は非常に薄い. 卵は目視可能で, 腹部を圧迫しても放出しない.
Stage 5 :	完全に成熟している. 卵は最も大きく, 腹腔は卵巣で充満している. 卵巣膜は薄く, 緑色で透き通っている. 卵は腹部を圧迫すると放出される.
Stage 6 :	放卵後. 卵径および卵の色は様々.

11月中旬に得られた合計308個体のヒレナマズについて、胃内容物を調べた。胃は食道終端および幽門部で切り離して摘出し、切開して内容物の目視観察を行った。餌生物の多くは消化による分解が進んでいたため、魚類、植物、貝類、昆虫、エビ類、爬虫類およびデトリタスの7項目に類別するにとどめた。延縄漁と釣りを用いられたエサについては胃内容物から除外し、確認された餌生物の出現頻度（ある餌種を含んでいた個体の割合、% F）を求めた。

## 結果

**聞き取り調査** 1997年代後半にキューバに移入されたとされるヒレナマズは、サパタ湿地の属するマタンサス州においても国内の別の場所から移植された種苗により養殖されており、2001年11月のハリケーンでその養殖場から逃げ出したようである。その月の下旬にはすでにサパタ湿地の北端で近隣の住民によって目撃されており、2005年には南端のカリブ海沿岸域においても確認されていることが分かった。サパタ湿地周辺において漁業を営んでいる現地漁師によると、ヒレナマズの出現以降、サパタ湿地でもこれを対象とした漁業が行なわれており、その個体数は増え続けるとともに、最大18,000gを超える個体も漁獲されていた。その

一方で、同湿地に生息するキューバの固有種であるマンファリはヒレナマズ漁に用いる刺網に多数掛かって死んでいたのが目撃されていた。保護対象魚として指定されているため、ヒレナマズ漁で混獲されている事実を漁業者が伏せたまま漁が継続され、発覚するまでに時間がかかった経緯もあるようである。数年の間にヒレナマズ漁が行なわれている場所では全く姿が見られなくなったとの情報も得られた。漁業者らが魚を追いかけるヒレナマズを目撃するとともに、以前には普段から聞かれていたカエルの鳴き声が、数年前から全く聞かれなくなったようである。

**性比** 得られた401個体の性比（SR）を求めたところ、2.16であった。また、時期によって性比に差が表れた（表2）。2007年10月下旬-11月上旬では、性比（SR）は5.94と最も高い値を示し、逆に最も低い時期は2008年6月の1.39であった。それぞれの漁法において、時期ごとの性比を求めた結果、サンプル数が少ない2008年6月の釣りによるものを除いて、常に雌よりも多くの雄が捕獲されていた。とりわけ、2007年10月下旬-11月上旬に刺網によって捕獲された個体は圧倒的に雄の方が多く、雌が4個体であったのに対し、雄44個体であった。

表2 ヒレナマズ*C. gariepinus*の性比

採取時期		採取方法			
		延縄	刺網	釣り	合計
2007年 10月-11月	個体数(尾) ♂+♀	63	48	-	111
	♂	51	44	-	95
	♀	12	4	-	16
	性比(SR) ♂/♀	4.25	11	-	5.94
2008年 3月	個体数(尾) ♂+♀	71	-	18	89
	♂	47	-	14	61
	♀	24	-	4	28
	性比(SR) ♂/♀	1.96	-	3.50	2.18
2008年 6月	個体数(尾) ♂+♀	75	31	4	110
	♂	44	19	1	64
	♀	31	12	3	46
	性比(SR) ♂/♀	1.42	1.58	0.33	1.39
2008年 11月	個体数(尾) ♂+♀	42	31	18	91
	♂	24	20	10	54
	♀	18	11	8	37
	性比(SR) ♂/♀	1.33	1.82	1.25	1.46
合計	個体数(尾)	251	110	40	401

年齢と成長 全長、体重の測定結果から、漁法によって漁獲サイズに差が認められた(表3)。延縄では比較的大型の個体(68.1±18.3 cm、平均値±標準偏差)が漁獲され、刺網(59.6±10.6 cm)、釣り(34.7±11.8 cm)の順に小さくなる傾向がみられた。各性の最大個体は雄で112cm、雌では109cmであった。一方、最小個体は雄で24.5cm、雌では19.5cmであった。

各性における全長と体重の関係について、図1に示した。縦軸に体重、横軸に体長をとり、プロットした

データに対してMS-Excelを用いて近似曲線の当てはめを試みた。その結果、当てはまりの良い式が得られた。以下に関係式を示す。

雄  $TW=0.0091TL^{2.9153}$  ( $R^2=0.9722, N=274$ )

雌  $TW=0.0068TL^{2.9948}$  ( $R^2=0.9825, N=127$ )

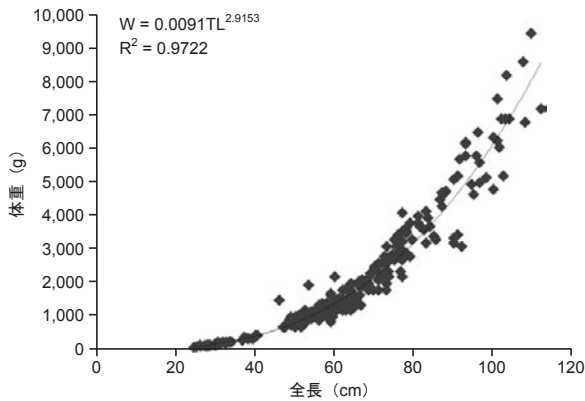
ここで、TW=体重、TL=全長、 $R^2$ =決定係数、N=サンプル数である。

合計134個体のヒレナマズについて、脊椎骨による年齢査定を行なった結果、0-8歳までの年齢群

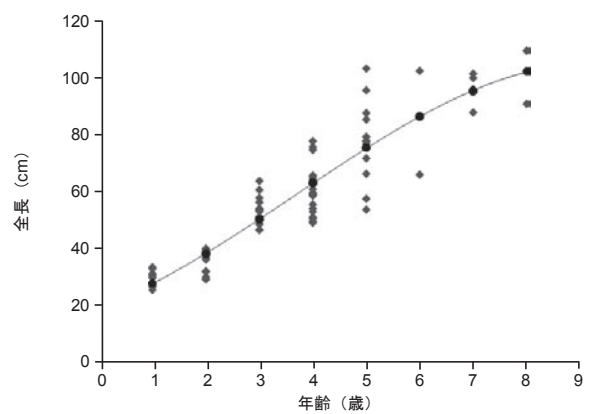
表3 ヒレナマズ*C.gariepinus*の全長と体重の漁法別比較

漁法	性別	個体数(尾)	全長			体重		
			平均値(cm±SD)	最大値(cm)	最小値(cm)	平均値(g±SD)	最大値(g)	最小値(g)
延縄	♂+♀	251	68.1±18.3	112	27.1	2474±1986	9600	135.5
	♂	166	68.4±19.5	112	27.1	2451±1986	9450	135.5
	♀	85	67.4±18.4	109	28.5	2520±2071	9600	152.0
刺網	♂+♀	110	59.6±10.6	103	46	1579±1120	6900	750
	♂	83	60.0±11.0	103	46	1611±1176	6900	750
	♀	27	58.7±9.1	89	50.3	1148±939	5500	800
釣り	♂+♀	40	34.7±11.8	75	19.5	407±613	3300	52.0
	♂	25	34.5±12.0	75	24.5	403±672	3300	87.7
	♀	15	35.2±12.0	61.5	19.5	414±521	1700	52.0

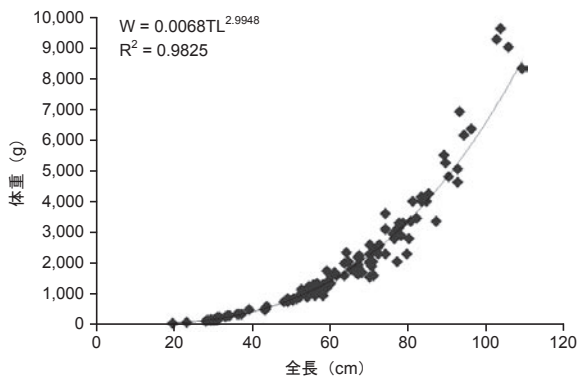
A. ♂ (オス)



A. ♂ (オス)



B. ♀ (メス)



B. ♀ (メス)

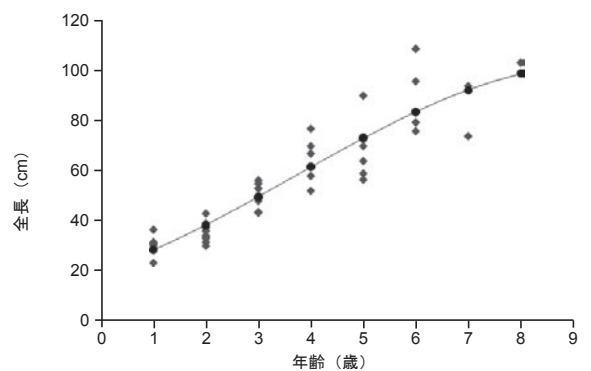


図1 採捕個体の全長と体重の関係

図2 採捕個体の年齢と全長の関係

が得られた (表4)。4歳魚が最も多く出現し (20.1%)、次いで3歳魚 (18.7%)、1歳魚 (17.2%)、2歳魚 (14.9%) の順であった。Student t-testを用いて雌雄の平均全長の差を有意水準5%で検定したところ、どの年齢においても有意差はみられなかった (0歳:  $t=0.486$ ,  $df=3$ ,  $p=0.66$ , 1歳:  $t=0.265$ ,  $df=21$ ,  $p=0.79$ , 2歳:  $t=0.069$ ,  $df=18$ ,  $p=0.95$ , 3歳:  $t=1.731$ ,  $df=23$ ,  $p=0.10$ , 4歳:  $t=0.741$ ,  $df=25$ ,  $p=0.47$ , 5歳:  $t=1.355$ ,  $df=15$ ,  $p=0.20$ , 6歳:  $t=0.381$ ,  $df=6$ ,  $p=0.72$ , 7歳:  $t=-1.625$ ,  $df=4$ ,  $p=0.18$ , 8歳:  $t=0.226$ ,  $df=1$ ,  $p=0.86$ )。年齢 (1~8歳の各個体) と全長の関係を図2に示した。各年齢の平均全長 (表4) から、各性ごとに Logistic 式および von Bertalanffy の成長式のパラメータを推定した。それらを代入して得られた成長式を以下に示す。

・ Logistic式

$$\text{雄 } L_t = 113.9 / \{ 1 + \exp [-0.45 (t - 3.47)] \}$$

$$\text{雌 } L_t = 121.6 / \{ 1 + \exp [-0.38 (t - 4.01)] \}$$

・ von Bertalanffy の成長式

$$\text{雄 } L_t = 218.7 \{ 1 - \exp [-0.0721 (t + 0.80)] \}$$

$$\text{雌 } L_t = 448.0 \{ 1 - \exp [-0.03 (t + 1.367)] \}$$

ここで、 $t$ =年齢、 $L_t$ = $t$ 歳時における全長 (cm) である。

Logistic式では、雄の極限全長は113.9 cmとなり、雌では121.6 cmであった。一方、von Bertalanffy の成長式では雄の極限全長は218.7 cm、雌は448.0 cmであった。このように、両式の間で極限全長に大きな差がみられた。また、Logistic 式についてはどちらの性に対しても当てはまりが良かったので、年齢と全長の関係を表わす成長式として採用した。

表4 ヒレナマズ *C.gariepinus* の年齢別全長

年齢 (歳)	♂		♀		♂ + ♀		出現頻度 (%)
	全長 (cm±SD)	個体数 (尾)	全長 (cm±SD)	個体数 (尾)	全長 (cm±SD)	個体数 (尾)	
0	26.4±1.3	3	24.9±7.6	2	25.8±4.0	5	3.7
1	29.7±2.4	15	30.1±3.7	8	29.8±2.8	23	17.2
2	35.2±4.2	11	35.3±4.0	9	35.2±4.0	20	14.9
3	53.8±4.7	15	50.5±4.7	10	52.5±4.8	25	18.7
4	61.3±8.8	21	64.3±8.9	6	62.0±8.7	27	20.1
5	78.0±14.3	12	67.9±13.5	5	75.0±14.4	17	12.7
6	85.1±18.1	3	88.8±13.5	5	87.4±14.3	8	6.0
7	96.4±6.0	4	84.1±14.2	2	92.3±10.1	6	4.5
8	100.3±13.1	2	103.5	1	101.3±9.4	3	2.2

表5 ヒレナマズ *C.gariepinus* の生殖腺指数 (GSI)

採取時期	♀				♂			
	%GSI (%±SD)	個体数 (尾)	最大値 (%)	最小値 (%)	%GSI (%±SD)	個体数 (尾)	最大値 (%)	最小値 (%)
2008年3月	1.33±1.64	29	6.34	0.17	0.13±0.13	63	0.66	0.01
2008年6月	2.19±2.58	46	10.12	0.16	0.14±0.19	63	1.48	0.02
2008年11月	0.33±0.35	37	2.26	0.11	0.05±0.35	54	0.35	0.01

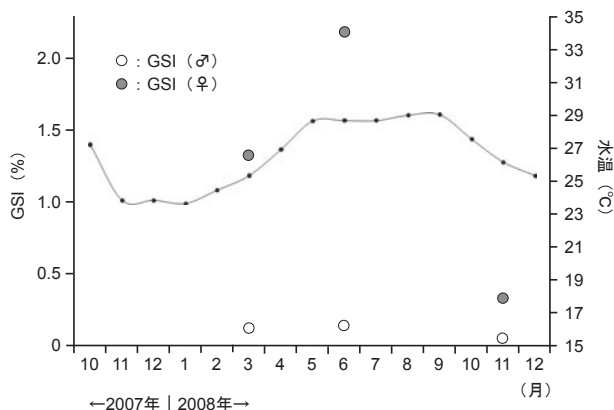


図3 採捕個体のGSIとサパタ湿地の水温の季節変動

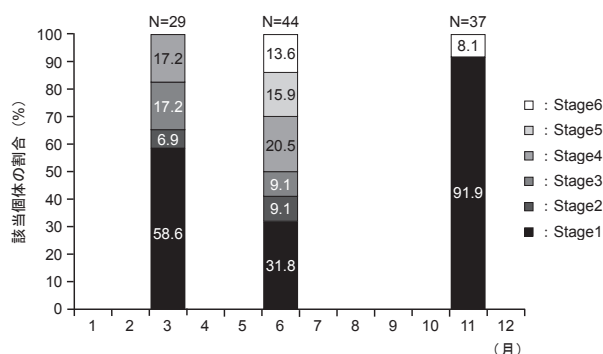


図4 採捕個体の卵巣成熟度の季節変動

産卵期 2008年3月、6月、11月に得られた292個体（雄180個体、雌112個体）の平均GSIを算出し（表5）、サバタ湿地内の水路で観測された表層水温の月間平均値とともに図3に示した。雌雄とも、夏場で雨季にあたる6月に最も高い値になり、雨季から乾季へと移行する11月には最も低い値を示した。

卵巣の成熟度は、季節によって差がみられた（図4）。2008年3月初旬では、全標本の58.6%をStage 1が占めていた。卵巣膜が薄く、肉眼で確認できる程の大きな卵をもつStage 3およびStage 4の個体もそれぞれ17.2%ずつ確認された。産卵直前のStage 5および

産卵後のStage 6の個体はみられなかった。2008年6月中旬には、Stage 1の個体割合は31.8%に減少した。Stage 2, Stage 3, Stage 4の個体はそれぞれ9.1%, 9.1%, 20.5%の頻度でみられた。また、Stage 5の個体が15.9%確認され、Stage 6の個体も13.6%みられた。一方、2008年11月中旬には未成熟なStage 1および産卵後のStage 6の個体のみが確認された。その大部分がStage 1で、91.9%の頻度で確認された。

食性 調査した合計308個体のヒレナマズのうち、空胃個体は209個体で、全体の67.9%を占めた。最も多くの個体によって捕食されていたのは植物（%F=55.6）で、次いで貝類（%F=34.3%）、魚類（%F=15.2）、デトリタス（%F=12.1）の順であった（表6）。

体サイズおよび時期による餌生物の出現頻度を図5に示した。体サイズは、全長50 cm未満、50 cm以上80 cm未満、80 cm以上の3階級に区分した。どの時期においても植物、魚類、貝類が高頻度でみられたが、体サイズによって魚類およびデトリタスの出現頻度に差がある傾向が示された。魚類は全長50 cm未満の個体では出現せず、大型の個体に多くみられた。逆に、デトリタスは大型個体よりもむしろ、50 cm未満の個体に高頻度でみられた。同定可能な魚類の中には、卵性メダカ的一种*Limia vittata*および*Cubanichthys cubensis*や、全長16 cmのヒレナマズもみられた。また、2007年10-11月の調査では、アカミミガメ的一种*Trachemys decssata*の腹甲も胃内から発見された。標本数の多い50 cm以上80 cm未満の個体を季節で比較すると、2007年10月下旬-11月上旬および2008年11月中旬に比べ、夏で雨季にあたる2008年6月中旬では植物の出現頻度が高い値を示した（%F=69.7）。

表6 *C. gariepinus*の胃内容物

胃内容物	個体数 (尾)	出現頻度 (%)*
魚類	15	15.2
植物	55	55.6
貝類	34	34.3
昆虫	4	4.0
エビ類	3	3.0
爬虫類	1	1.0
デトリタス	12	12.1

\*餌生物が見られた99個体中の割合

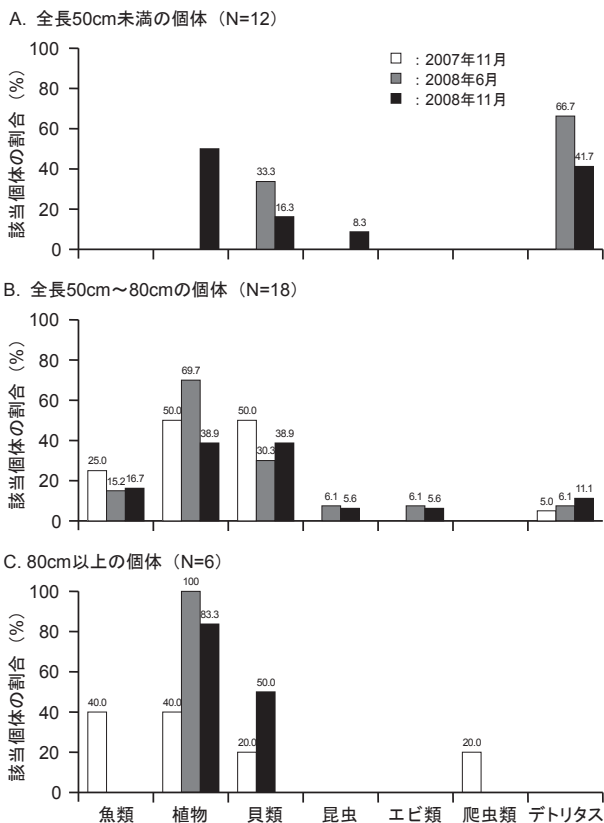


図5 採捕個体のサイズ別餌生物の出現頻度

### 考察

サバタ湿地におけるヒレナマズ個体群では、雌よりも多数の雄が確認された。本研究では延縄、刺網、釣りによって供試魚が採捕されたが、どの漁法においても雄の割合が多い結果となった。特に、2007年10月中旬-11月中旬にかけて行なわれた調査では、刺網において雌に対して11倍もの雄が捕獲されている（表2）。しかし、2008年11月中旬においては、同漁法で捕獲された31個体の性比（SR）は1.82であり、同じ漁法、時期でありながらかなりの差がみられた。トルコでは、

繁殖期には2歳魚および3歳魚では捕獲される雌の割合が高かったが、これは繁殖のために浅場に集まった個体を多く捕獲した結果であると考えられる (Yalçin *et al.*, 2001a)。しかし、全体では雌雄の性比に有意差はみられていない (Yalçin *et al.*, 2002)。一方、例えばアフリカ南部に位置するマラウイ共和国のシレ渓谷では雌よりも多数の雄が捕獲されている (Willoughby and Tweddle, 1978)。本研究では、最も生殖巣が発達していた2008年6月の性比 (SR) は1.39であり、どの調査時期よりも小さな値となったが、2007年10月–11月において圧倒的多数の雄が捕獲され (SR=5.94)、これが全体の値を引き上げる要因となっている。また、供試魚には漁業者によって漁獲されたものを用いたため、環境が良く似た灌漑水路内であっても、捕獲場所の若干の違いも得られたデータに影響していることが考えられる。当然の事ながら漁業者は実際に、魚が集まる場所を選んで漁具を仕掛けています。さらに、季節によって湿地の水域面積も大きく変動することから、より正確なデータを得るには、これらの事を十分考慮したサンプリングが必要である。

ヒレナマズの年齢査定には、胸鰭の棘条が用いられる事もあったが (van der Waal and Schoonbee, 1975)、年齢を過小評価するおそれがあり (Clay, 1982)、近年では脊椎骨が用いられている。しかし、脊椎骨においても、判読する輪紋が実年齢より多くみられることなどが指摘されている (Clay and Clay, 1981)。サパタ湿地における脊椎骨を用いた年齢査定の結果、0–8歳までの年齢群が得られた。本種が逃げ出したマタンサス州にある養殖場では種苗生産は行われていないことや通常は孵化後数か月で市場に流通することから、2001年のハリケーンによって自然界へ流出した時点で高齢魚が飼育されていたとは考えにくい。このことから、年齢を過小評価している可能性は低いと思われる。また、5歳魚や6歳魚の中にも全長1 mを超える個体が含まれていることから、標本数の少ない高齢個体において正確な年齢査定が難しく、むしろ過大評価である可能性も考えられる。

年齢査定によって得られたデータを元に、Logistic式およびvon Bertalanffyの成長式への当てはめを行ったところ、極限全長に大きな差がみられた。このような結果となった理由に、年齢査定の精度に加えて標本数の少なさが考えられる。Zivkov *et al.* (1999) は、成長式のパラメーターは標本の年齢構造に大きく左右されると指摘している。また、より正確な成長式を得

るには、年齢査定における誤差や漁法による選択性も考慮する必要がある (田中, 1997)。よって、今回得られた成長式から推測される極限全長は、あくまでも目安として捉えることが妥当であるかもしれない。

実測値による平均全長をこれまでの研究と比較すると、本研究では雄の6歳魚で85.1 cm、雌の6歳魚では88.8 cmであったのに対し、南アフリカのLake Sibayaにおける研究では、雄の8歳魚で72.6 cm、雌の7歳魚では64.8 cmであった (Bruton and Allanson, 1980)。また、年齢査定に胸鰭棘条が用いられた研究においても、雌の6歳魚では72.8 cmであった (van der Waal and Schoonbee, 1975)。さらに、近年トルコのAsi Riverで行なわれた研究によれば、6歳魚において、雄で52.23 cm、雌では52.94 cmであった (Yalçin *et al.*, 2002)。魚類の成長は、その生息環境に大きく影響を受けるが、これらの結果を踏まえると、サパタ湿地におけるヒレナマズは成長速度が速い可能性がある。

GSIの季節変動および生殖巣の成熟段階から、サパタ湿地におけるヒレナマズの産卵期は雨季にあたる夏場であることが推察された。本種は、夏場の降水量が多い時期に集団で浅場に集まり繁殖を行なうことが知られている (Bruton, 1979; Clay, 1979; Yalçin *et al.*, 2001a)。サパタ湿地では、5月頃から雨量が多くなり、徐々に水位が上昇し始める。6月には、乾季の間干上がっていたイネ科植物などの草本が生えた区域も数十センチメートルの高さまで水で覆われる。このことから、サパタ湿地においても他の地域と同様に、雨季に向かって生殖巣が成熟し、水位の上昇によってできる草本の多い浅場で産卵を行なっていると考えられる。

胃内容物調査では、植物、魚類、貝類をはじめとし、様々な生物が観察された。植物は夏場の6月に高頻度でみられたが、その中でも、イカコ *Chrysobalanus icaco* という熱帯アメリカ産の陸上植物の果実が多く見つかった。南アフリカにおける人造湖においても、これと同様に夏場に植物が高頻度で出現している (Dörgeleh, 1994)。しかし、主要な餌生物は魚類であるとする研究結果や (Spataru *et al.*, 1987)、陸上無脊椎動物、デトリタス、プランクトンなどが高頻度で見つかったという報告もあり (Groenewald, 1963)、地域によって様々であることがうかがえる。サパタ湿地においては、キューバ固有種で卵生メダカ的一种である *Cubanichthys cubensis* や、アカミミガメの一種 *Trachemys decussata* の腹甲も胃内から発見された。小型の個体で



はデトリタスが多く出現したのに対し、大型個体では魚類が高頻度で観察された(図5)。このことから、成長するにつれて魚食性が強くなることが推測される。なお、胃内容物調査は目視観察によるものであったため、餌項目を細かく区分しなかった。動物プランクトンや双翅目の幼生が主要な餌生物であったという研究結果も出ていることから(Burton, 1979a; Yalçin *et al.*, 2001b)、さらに詳細な調査が必要である。聞き取り調査の結果、鳴き声が聞かれなくなったと言われているカエルについては一個体も発見されなかった。この結果は、すでにカエルの個体数が激減してしまったことを裏付けている可能性が高い。さらに、胃内容物からはヒレナマズの稚魚も確認されている。このことはサパタ湿地における本種の個体群密度が非常に高くなっており、餌となる生物が減少していることを示している可能性がある。以上のことから、本種はサパタ湿地においてありとあらゆる生物を食物にしており、すでに自然環境に対して甚大な影響を及ぼしていることが推察された。

サパタ湿地において野生化したヒレナマズは、植物、魚類、貝類、デトリタス、昆虫、エビ類、といった様々な生物を食物として利用していることが本研究で明らかとなった。主要な餌生物を特定するには更なる調査が必要であるが、これらを捕食した結果として、比較的速く成長していることが示唆された。さらに、サパタ湿地において本種は栄養段階の上位に位置しながら、個体群密度は高いと考えられることから、自然界に与えている影響が大きいことが容易に推測される。自然生態系保全のために一刻も早い駆除が必要であることは言うまでもない。これを実現するには、捕獲時期の選定が重要になる。GSIの季節変化から、サパタ湿地では、雨季が始まる5月-6月頃の集中的な降雨や、水位の上昇といった要因が産卵の合図になっていると推測される。このことから、水位が低下し、本種の生息場所が比較的狭い範囲に制限されている乾季の間に集中して捕獲することで、効率的な駆除が行なえると確信している。サパタ湿地では、一般人が遊漁によって捕獲したヒレナマズを漁業省が買い取るといった、新たな施策案も打ち出されている。これにより、本種の個体数減少に拍車がかかることが期待されるが、刺網に多数掛かって死んでいたマンファリの目撃情報があることから、ヒレナマズ漁によって与える他の生物への影響も十分考慮しなければならない。また、マンファリが激減している主な原因として

刺網による混獲が影響している可能性も拭いきれないことから、ヒレナマズの繁殖により大きく乱されたサパタ湿地の資源保全においては、現地での社会的環境等の影響も十分に考慮する必要があると思われる。

## 謝辞

本研究は、平成21年度-平成23年度文部科学省科学研究費(21405003)、平成20年度笹川科学研究奨励賞(20-632K)、高知大学国際交流基金、高知大学大学院黒潮圏海洋科学研究科長裁量経費および高知大学黒潮圏総合科学専攻長裁量経費により実施されたものである。ヒレナマズの測定データの解析について貴重な助言をいただいた高知大学農学部池島耕准教授に感謝の意を表す。

## 引用文献

- Adeyolu, M. A., Adeniji, C. A., and Adejobi A. B. 2008. Feed utilization, growth and survival of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) fingerlings cultured under different photoperiods. *Aquaculture* 283: 64-67.
- 赤嶺達郎. 1995. 水産資源学における成長式に関する数理的研究. 中央水産研究所研究報告, 7, 189-263.
- Bruton, M. N. 1979a. The breeding biology and early development of *Clarias gariepinus* (Pisces, clariidae) in Lake Sibaya, South Africa, with a review of breeding species of the subgenus *Clarias* (Clarias). *Transactions of the Zoological Society of London* 35: 1-45.
- Bruton, M. N. 1979b. The food and feeding behavior of *Clarias gariepinus* (Pisces: Clariidae) in Lake Sibaya, South Africa, with emphasis on its role as a predator of Cichlids. *Transactions of the Zoological Society of London* 35: 47-114.
- Bruton M. N. and B. R. Allanson. 1980. Growth of *Clarias gariepinus* in lake Sibaya, South Africa. *South African Journal of Zoology* 15: 7-15.
- Cambray J. A. 2003. The need for research and monitoring on the impacts of translocated sharptooth catfish, *Clarias gariepinus*, in South Africa. *African Journal of Aquatic Science* 28: 191-195.
- Clay, D. 1979. Sexual maturity and fecundity of the African catfish (*Clarias gariepinus*) with an observation on the spawning behaviour of the Nile catfish (*Clarias*

- lazera*). *Zoological Journal of the Linnean Society* 65: 351-365.
- Clay, D. and Clay, H. 1981. Back calculated age and growth of the catfish, *Clarias lazera*, in Israel. *Israel Journal of Zoology* 30: 16-21.
- Clay, D. 1982. A comparison of different methods of age determination in the sharptooth catfish *Clarias gariepinus*. *Journal of the Limnological Society of Southern Africa* 8: 61-70.
- CNAP. 2005. Sistema Nacional de Áreas Protegidas (On-line), Ciudad de La Habana. CNAP. <http://www.snap.cu/> (Last access: 2012/3/13)
- Domech, R. G. and Glean, M. R. 2002. Cuban Nature. translated by Laplace J. E., Ciudad de La Habana, Editorial José Martí.
- Dopico A. N. 1997. La fauna silvestre de la Ciénaga de Zapata. Ciudad de La Habana, Editorial Científico-Técnica.
- Dörgeleh, W.G. 1994. Diet and food selection of *Barbus aeneus*, *Clarias gariepinus* and *Oncorhynchus mykiss* in a clear man-made lake, South Africa. *Water SA*. 20: 91-98.
- Garfield G. and Santana, S. 1997. The impact of the economic crisis and the US embargo on health in Cuba. *American Journal of Public Health* 87: 15-20.
- Groenewald, A. A. V. J. 1964. Observations on the food habits of *Clarias gariepinus* Burchell, the South African freshwater barbel (Pisces: Clariidae) in Transvaal. *Hydrobiologia* 23: 287-291.
- Hanika, S. Kramer, B. 2000. Electrosensory prey detection in the African sharptooth catfish, *Clarias gariepinus* (Clariidae), of a weakly electric mormyrid fish, the bulldog (*Marcusenius macrolepidotus*). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 48: 218-228.
- 小早川みどり. 2008. ナマズの世界. 鯰 - イメージとその素顔. 前畑政善, 宮本真二編集, 東京, 八坂書房, pp. 142-160.
- Medero, D. R. and Campbell, L. 2008. Implication of *Clarias gariepinus* (African catfish) propagation in Cuban waters. *Integrated Environmental Assessment and Management* 4: 521-522.
- Merron G. S. 1993. Pack-hunting in two species of catfish, *Clarias gariepinus* and *C. ngamensis*, in the Okavango Delta, Botswana. *Journal of fish Biology* 43: 575-584.
- Nawar, G. 1954. On the anatomy of *Clarias lazera* L. Osteology. *Journal of Morphology, Khartoum* 94 : 551-586.
- Spataru, P., Viveen, W. J. A. R. and Gophen, M. 1987. Food composition of *Clarias gariepinus* (= *C. lazera*) (Cypriniformes, Clariidae) in Lake Kinneret (Israel). *Hydrobiologia* 144: 77-82.
- 新藤通弘. 2007. キューバにおける都市農業・有機農業の歴史的位相. *アジア・アフリカ研究*, 47, 1-20.
- 田中栄次. 1997. 6. パラメータ推定法, 水産動物の成長解析, 赤嶺達郎, 麦谷泰雄編集, 東京, 恒星社厚生閣, pp. 62-71.
- Teugels, G. G. and Adriaens, D. 2003. Taxonomy and phylogeny of clariidae - An overview. Catfishes. ed. by Arratia, G., Kapoor, B.G., Chardon M., and Diogo, R. Vol. 1, pp. 465-487. Enfield, Science Publishers, Inc.
- UNESCO. 2003. Ciénaga de Zapata national park. Tentative lists database, World Heritage (On-line), UNESCO. <http://whc.unesco.org/en/tentativelists/1801/> (Last access: 2012/03/13)
- Vitule, J. R. S., Umbria, S.C. and Aranha, J. M. R. 2006. Introduction of the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) into Southern Brazil. *Biological Invasions* 8: 677-681.
- van der Waal, B. C. W. and Schoonbee, H. J. 1975. Age and growth studies of *Clarias gariepinus* (Burchell) (Clariidae) in the Transvaal, South Africa. *Journal of Fish Biology* 7: 227-234.
- Willoughby, N. G. and Tweddle, D. 1978. The ecology of the catfish *Clarias gariepinus* and *Clarias ngamensis* in the Shire Valley, Malawi. *Journal of Zoology (London)*, 186: 507-534.
- WWF. 2002. Humedales de la Cienaga de Zapata se beneficia de un programa educativo popular. Sala de Redacción (On-line), WWF. [http://www.panda.org/es/sala\\_redaccion/noticias/?2516](http://www.panda.org/es/sala_redaccion/noticias/?2516) (Last access: 2012/03/13)
- Yalçın, Ş., Solak, K. and Akyurt, I. 2001a. Certain reproductive characteristics of the catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) living in the river Asi, Turkey. *Turkish Journal of Zoology* 25: 453-460.
- Yalçın, Ş., Akyurt, I. and Solak, K. 2001b. Stomach contents of the catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) in the River Asi (Turkey). *Turkish Journal of*

*Zoology* 25: 461-468

Yalçın, Ş., Solak, K. and Akyurt, I. 2002. Growth of the catfish *Clarias gariepinus* (Clariidae) in the river Asi (Orontes), Turkey. *Cybius* 26: 163-172.

山本悠・山岡耕作. 2008. キューバの漁業の現状 (2) キューバに移入されたヒレナマズ. *海洋と生物*, 30, 583-588.

Zivkov, M. T., Trichkova, T. A. and Raikova-Petrova, G. N. 1999. Biological reasons for the unsuitability of growth parameters and indices for comparing fish growth. *Environmental Biology of Fishes* 54: 67-76.

by year-ring on the vertebra was from 0 to 8. The individual number of males was larger than that of females. The gonad somatic index reached the maximum in June in both sexes. Stomach contents consisted mainly of plants, fishes, shells and detritus. Larger fish tended to take fishes and smaller one detritus frequently.

**Key word:**

*Clarias gariepinus*, Cuba, Zapata Swamp, Ecology

Ecology of the African catfish *Clarias gariepinus* in the Zapata Swamp, south-central Cuba

Yu Yamamoto<sup>1)</sup>, Andrés M. Hurtado Consuegra<sup>2)</sup>,  
Yohei Nakamura<sup>3)</sup>, Satoshi Kubota<sup>4)</sup>  
and Kosaku Yamaoka<sup>3)\*</sup>

<sup>1)</sup>Laboratory of Aquatic Ecology, Faculty of Agriculture,  
Kochi University, Monobe, Nankoku,  
Kochi 783-8502, Japan

<sup>2)</sup>Estación Hidrobiológica, Parque Nacional,  
Ciénaga de Zapata

Ciénaga de Zapata, Matanzas, Cuba

<sup>3)\*</sup>Laboratory of Marine Bioresource Production,  
Division of Kuroshio Science, Kochi University,  
Monobe, Nankoku, Kochi 783-8502, Japan

<sup>4)</sup>Laboratory of Human Health and Medical Science,  
Division of Kuroshio Science, Kochi University,  
Okochi, Nankoku, Kochi 783-8505, Japan

**Abstract**

Under the economic crisis during the 1990s in Cuba, the government introduced African catfish, *Clarias gariepinus*, an alien species, in 1999 for the aim of securing animal protein by aquaculture in fish ponds. However, attacks by hurricanes in 2001 destroyed the ponds and many catfish ran away into natural environments. This accident drew the concern about bad impact on the balance of surrounding ecosystems. In this study, we conducted the research on ecological traits of the catfish, mainly growth, age, sex ratio, maturity and food habit at Zapata Swamp in Cuba, one of the candidates of the World Natural Heritage. The range of age analyzed