

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 4月 4日現在

機関番号：16401  
 研究種目：基盤研究（B）  
 研究期間：2009～2011  
 課題番号：21405003  
 研究課題名（和文） すり身加工技術導入による人為的移入魚種の持続的利用と生態系保全の基盤形成  
 研究課題名（英文） Studies of sustainable utilization of alien fish by "Surimi" processing for ecosystem conservation.  
 研究代表者  
 久保田 賢（KUBOTA SATOSHI）  
 高知大学・教育研究部総合科学系・准教授  
 研究者番号：00314980

## 研究成果の概要（和文）：

世界自然遺産候補であるキューバ国サパタ湿地で繁殖するヒレナマズの食利用について検討した。認知度は高いものの食料としての普及については、十分といえない状況であった。サパタ湿地地区における加工の実態は、衛生面と作業効率の面から改善の余地が大きかった。現地でのヒレナマズ肉の製造実演を通じて、関係者の理解が高まるとともに、サパタ湿地地区の地域資源としての活用法について、検討が始まるに至った。

## 研究成果の概要（英文）：

We researched a potential of catfish meat as a regional resource of Zapata swamp area (Cuba), a candidate for World Natural Heritage for conserving the natural environment. Although Cuban government has been promoting the consumption of catfish meat, it seems the Cuban market provides any room for developing the products yet. In the view point of hygienic and effective preparation of the fillet, there were many kinds of problems to be improved at the fish processing factory in Zapata swamp area. By demonstration of the preparation of catfish meat products like a fishball, participants realized the series of the food processing. Now, they have started to discuss the creation of new catfish products and their processing system.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	5,700,000	1,710,000	7,410,000
2010年度	4,300,000	1,290,000	5,590,000
2011年度	3,800,000	1,140,000	4,940,000
年度			
年度			
総計	13,800,000	4,140,000	17,940,000

研究分野：水産利用学

科研費の分科・細目：資源保全学・資源保全学

キーワード：キューバ、サパタ湿地、ヒレナマズ、食用利用、地域振興

## 1. 研究開始当初の背景

魚介類の世界的な需要拡大や海洋環境の激変により、30-40年後には海洋での漁獲量がゼロに近づくとの予測もあり、環境との調和を図った持続的な漁業への転換が求められる。国連海洋法条約で資源管理の重要性が

謳われており、漁獲量が多く経済的価値が高い一部の魚種については、国際問題として協調的な規制に向けた努力が続けられている。しかし、生態系保全の視点でみると、商業ベースに乗らない魚介類については、積極的な資源管理が実施されているとはいいがたい

状況にある。この点については、固有種の保護や移入種の捕獲等にインセンティブを与えるような社会システムの構築もその解決策の一つと思われる。

東西冷戦の終結時に経済危機に陥り、エネルギーやその他の資源、食糧などのあらゆる物資不足に直面したものの、国策による社会システムの大転換により食糧自給システムの構築を実現したキューバにはそのヒントとなる仕組みがあると考えた。そこで、現地の研究者と協働して文献調査や現地調査を行ない、次のような成果を得ていた（高知大学大学院黒潮圏海洋科学研究科研究科長裁量経費等による成果）。

1. 都心部においても農業を奨励するなど、国を挙げた食糧生産の強化が図られていた。
2. 経済格差縮小による貧困層削減の国内政策に対して、国民は一定の理解を示している。
3. 食糧生産の目的で養殖用に人為移入したヒレナマズの侵入・大繁殖により、カリブの宝石と呼ばれる首都ハバナ郊外のサパタ湿地に生息している固有種（ガーパイク）の絶滅が大きな問題となっていた。
4. 国民の平均収入は少ないが、手厚い医療の実現とともに医学生などを中心とした住民への環境・健康教育ネットワークが構築されていた。

以上のことから、国民の生活の基盤となる「食」や「医療」の支援については、コミュニティレベルでの仕組みが成熟しつつあるものの、文化や習慣を十分考慮されなかった政策（ヒレナマズの人為的移入）については、その解決の糸口すら見つかっていない実情であった。

## 2. 研究の目的

本研究では、すり身加工技術を駆使してヒレナマズの食用化を図るとともに、現地の加工、保存技術やインフラ等の実情に合わせた普及体制の構築することを目的とした。また、ヒレナマズの生態調査等を実施することにより、持続可能な食料資源としてのポテンシャルについて検討することを目指した。これらのアプローチにより、人為的なインパクトにより破壊されつつある生態系を保全するとともに、既存の地域ネットワークの活用により、持続的な生産および消費に関する意識の浸透を図り、持続型社会構築のモデルケースの作成にチャレンジすることとした。

## 3. 研究の方法

本研究で実施した調査・研究については、(1)キューバにおけるヒレナマズの食利用に関する検討、(2)サパタ湿地におけるヒレナ

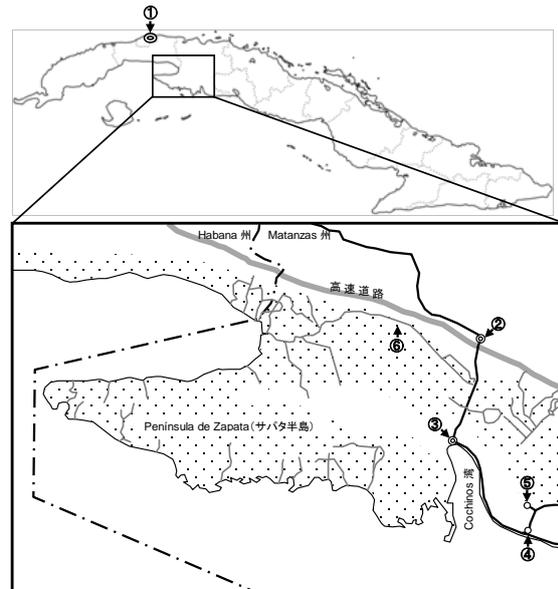


図 1 キューバの首都ハバナ①とサパタ湿地の調査地②～⑥

マズの生態調査および(3)現地でのその利用法の検討の3つに大別される。

本研究における調査は、主にキューバサパタ湿地（図 1）対象とした。また、ヒレナマズの食利用に関する調査は、キューバの首都ハバナ（図 1, ①）でも実施した。

(1)キューバにおけるヒレナマズの食利用に関する検討

ハバナおよびサパタ湿地地区において、食料資源としてのヒレナマズに関して聞き取り調査とアンケート形式による意識調査を行なった。また、ヒレナマズ加工品（すり身製品）の食味試験、日本製市販凍り製品の嗜好調査および日本製市販水産加工食品の嗜好調査を実施し、キューバ人の魚食の嗜好について明らかにするとともにその製品化の方向性について検討した。

(2)サパタ湿地のヒレナマズの生態調査

キューバにおいて、ヒレナマズは食料資源として 1999 年に導入されたが、2001 年のハリケーンにより養殖池より逃げ出し、様々な自然水域で観察されると言われていた。そこで、その実態について聞き取り調査を行なうとともに、サパタ湿地においてサンプリングしたヒレナマズの、性比、年齢と成長、産卵期および食性について調べた。

(3)現地でのヒレナマズの利用法の検討

キューバにおけるヒレナマズの食利用に関する検討および生態調査により、食用資源としての活用可能性が見出されたことから、その実現に向けて現地調査を行なった。キューバにおけるヒレナマズの普及活動の実態や関連組織の実情について調べるとともに、サパタ湿地地区におけるヒレナマズ製品の製造実演を通じて、現地での製品化に向け

た体制構築について探った。

#### 4. 研究成果

##### (1) キューバにおけるヒレナマズの食利用に関する検討

街頭での聞き取り調査では、ヒレナマズを好んで食べるという人がほとんど見受けられず、むしろ泥臭さや見た目の悪さを指摘する人が多くみられ、本種が食用として多くのキューバ国民に受け入れられていないことがうかがえた。アンケート形式の意識調査では、魚の嗜好に関する質問で全体の70%以上が「好き」と回答したものの、魚の摂食頻度に関する調査では、半数近い人が一月に2回以下しか食べていないことが明らかとなった。好きな魚の種類について自由記述で回答を求めたところ、非常に多くの種類が挙げられた。最も多く回答が得られたのは「Pargo (フェダイ属の魚)」で30%に上った。具体的な魚名でなく、「全て」および「海産魚」とした回答もそれぞれ20%程度見られた。ヒレナマズについては、淡水魚として唯一の回答となっており、合計で5%程度を占めた。魚の調理法の嗜好については、揚げ物料理が最も人気が高く、Salsa料理が2割程度とそれに続いた。魚の値段については、8割に上る住民が高いと感じているようであった。ヒレナマズの認知に関する質問については、両群とも80%以上の人々が「知っている」と回答し、ヒレナマズのキューバにおける知名度はかなり高いことが分かった。

決して魚嫌いではないが、ヒレナマズに対するイメージが良くないことが分かったため、ヒレナマズをすり身にして提供すれば食べやすいと感じてもらえると想定し、その試作品の食味試験を実施した。肉団子のような形態にして植物油で揚げたフィッシュボール、甘めに調味したさつま揚げおよびさつま揚げ(野菜入り)のいずれも高い評価を得た。

より受け入れやすいすり身製品の形態を探るため、日本製市販練り製品の嗜好調査を実施したが、上述したフィッシュボールやさつま揚げの試作品の食味試験結果と比較して、「悪い」、「とても悪い」との回答がかなりの割合で出現したが、5段階評点による点数計算では、平均値である3.0を下回るものはなかった。

さらに、缶詰、干物、節といったその他の日本製市販水産加工食品についても嗜好調査でも、概ね試食に供した水産加工品はキューバ人の好みに合うという意見を得た。特に、缶詰やさきいかといった甘辛く濃いめの味の製品が好まれるようであった。当初は見慣れないことから手が伸びなかった骨せんべいやみりん干し等も最終的には高評価であった。ただし、板付かまぼこについては、なじみのない食感であることや味が薄いと感

じられる(日本人にとってはそうではないと思われる)ことなどから、人によっては受け入れ難い場合もあるとの意見もあった。

前述の食味試験や嗜好調査において、多種多様な日本製水産加工食品について、一般的にキューバ人の好みに合うことが期待された。ヒレナマズ肉を現地で調達して製造することを見据えた場合、足の強い(弾力に富んだ)板付かまぼこより、焼き目のついた竹輪、油で揚げたすり身天ぷら、さらには具材を入れた肉団子のようなものが好まれると思われた。また、サパタ湿地地区におけるヒレナマズの漁獲量、調達可能な食材や社会インフラといった様々な事情を考慮すると、すり身に限定することなく様々な水産加工品への展開も考慮することが必要と思われた。

本研究による、食味試験や嗜好調査を通じて、日本では当然の事として行なわれている下処理の方法、味付け、包装材等の関連情報について、多くの質問が寄せられた。魚食文化の乏しいキューバではあるが、水産加工品の普及について強く興味を持っていることを垣間見ることができたことから、このような知識の普及が重要であると思われた。

##### (2) サパタ湿地のヒレナマズの生態調査

聞き取り調査では、ハリケーンにより養殖場から逃げ出したヒレナマズは2005年には南端のカリブ海沿岸域で確認されていた。ヒレナマズ漁師によると、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るという情報が得られた。

サパタ湿地で漁獲されるヒレナマズの性比については、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た。漁獲個体の全長および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。各性の最長個体は雄で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、近似曲線の当てはめを試みた結果、以下の関係式が得られた。

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

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

(TW:体重, TL:全長, R<sup>2</sup>:決定係数, N:試料数)

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歳までの年齢群が得られた。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。各年齢の平均全長から、各性ごとに Logistic 式および von Bertalanffy の成長

式のパラメーターを推定した。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。

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

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

( $t$ =年齢、 $L_t$ = $t$ 歳時における全長 (cm))

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(生殖腺体指数)を算出したところ、雌雄とも夏場で雨季にあたる6月に最も高い値(高い成熟度)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。

胃内容物の調査を行なった合計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50cm未満、50cm以上80cm未満、80cm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50cm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、50cm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 *Cbanichthys cubensis* や、全長16cmのヒレナマズもみられた。また、2007年10-11月の調査では、アカミガメの一種 *Trachemys decssata* の腹甲も胃内から発見された。標本数の多い50cm以上80cm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)。

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た。

### (3) 現地でのヒレナマズの利用法の検討

食料確保を目的とした1999年のヒレナマズ導入以降の主な動向として、国策としては、2005年までは年間1,000トンに満たなかったヒレナマズの生産量を、2010年代の前半までに15,000トン程度まで増やす計画が推進されていた。2012年3月時点の最新データによると、2009年度は6,000トンを超えたが2010年度は5,200トンにとどまっている(Oficina Nacional de Estadística, 2011b)。計画どおりの増産が達成できるかは不明であるが、キューバの重点政策であることは疑いがないようである。一方、サパタ湿地で漁獲される野生化したヒレナマズについては、2009年時点でその漁獲量は乾季で一月当たり20トン程度であった。漁獲量の月別変動に関しては乾季と雨季の差が大きく、乾季では1ヶ月に20トンに上ることもあるが、雨季では0.5~1トンにとどまることもある。雨季に漁獲量が激減する理由としては、ヒレナマズが水路から離れた人手の届かない所に入り込んでしまうためと考えられている。漁獲サイズについては、餌の少ない乾季の終わりにあたる3月頃には平均3kg程度であるが、11月頃には10kgを超える大型個体も漁獲されている。この時期には、平均でも5kg程度になるようである。漁獲データについては、正式に認可された漁師からの報告を集計したものである。非合法で漁獲や流通を行なっている者もいるようであるが、その実態について把握できていない。

ヒレナマズを国民全体の食料資源としてとらえている首都Habanaの食料省担当者と実際に目先の湿地での生態系や住民生活の変遷を目の当たりにしているサパタ湿地の関係者の間で、今後のヒレナマズの普及についての展望は異なっていたが、導入したヒレナマズが自然界に流出して生態系に大きな

影響を与えていると認識している点、その事実を受け止めつつ地域資源としてどのように活用していくかを検討することは意義深いと感じている点について共通項を見出すことができた。

サパタ湿地において、漁獲したヒレナマズは漁師が直接小売りすることではなく、サパタ湿地地区の食料省〔漁業担当〕管轄の加工処理場へ買い取られるシステムとなっていた。この加工場は、サパタ湿地地区の中心地 Playa larga の中心から 1km 足らずの場所にあり、集荷・発送の観点からは悪くない立地条件といえる。魚の処理台を備えた 2 つの加工処理室および冷蔵室のある加工処理室へ入るスペースに分けられている小規模な平屋の建物である。また、建物から 10m 程度離れた位置に公称では -18℃ まで冷却できる冷凍コンテナが 3 つ置かれていたが、そのうち稼働しているのは 1 つだけという現状であった。その他、大型の電子秤、12 名が同時に処理作業を行なえるタイル張りの処理台 2 台の中型電子天秤が設置されている以外に特別な機械は見当たらなかった。建物には魚の搬入口とは別に処理作業者の出入り口が設けられており、処理作業者はその傍らのトイレを使用することで動線が分けられていた。この加工処理作業の視察では、数えきれないほどの解決すべき問題点が明らかとなった。以下に、その主な内容を示す。

1. 処理レベルによる汚染区と衛生区の設定：未処理の魚体から、処理後のフィレーンまで同じ作業台に乗せられていた (図 3c)
2. 作業フローの確立：下処理の従事者が同じ道具を使って、フィレーンまで加工していた
3. 製品の仕分け：魚体サイズ、フィレーンの完成度、魚肉の色など、さまざまなものが混合した状態のものを計量値のみに基づき包装されていた (図 3d)。
4. 温度管理：気温が 25℃ を超える季節に空調がない環境で処理された魚肉を、そのまま -18℃ の冷凍庫へ搬入していた (図 3a) 中に入ってみただけでは、-5℃ にまでも下がっていないと思われる)

これらの主だった問題に限定しても、衛生管理および品質管理という観点で極めて多くの解決すべき問題が明らかとなった。

サパタ湿地地区における事業立ち上げを念頭に置き、現地の人材やインフラを活用して実演を行なった。2011 年 3 月にサパタ湿地で漁獲された 7 匹のヒレナマズ (6.2 kg ~ 0.85 kg) を Estación Hidrobiológica (マンファリ研究拠点) の水槽で 2 日程度活かしておいたものを材料として用いた。魚は即殺後に計量し、脱血後クーラーボックスに入れて運搬した。製造は、Playa Larga のコテージ

タイプのリゾート施設の調理場で実施した。この場所には水道は引かれているものの水の出は悪く、ガスが引かれておらず、調理の火力を木炭に頼っていた。ヒレナマズをフィレーンにして計量した。フィレーンは、すべて肉挽き器を 2 度通してミンチにした。2.5 % の塩と 5 % のコーンスターチを加え、ポイルおよび 180℃ の植物油での油ちょう調理を行なった。それぞれの製品の配合や作り方について、参加者全員へ簡単にその説明を行なったうえで試食を実施した。この製造実演は、サパタ湿地地区の食料担当責任者を招き、2012 年 1 月にも実施した。この製造実演の様相に加え、原料魚の清水馴致の様子や内臓脂肪塊の差異をデジタルビデオカメラで撮影し、7 分間程度に編集した後現地の関係者に配布した。現在、これを参考にして、現地でのヒレナマズ処理作業環境の構築が検討されている。

#### (4) 考察および将来展望

数度の渡航時のミーティングにおいて、漁獲されたヒレナマズ肉の製品化について様々な提案をしたことから、2011 年 2 月および 2012 年 1 月の訪問時に現地での新たな加工処理場の施設建設の申請に向けての相談を受けた。その背景として、従来の中央集権型から各地方の事情に合わせた事業展開への施策への政策転換が影響していると推測された。事業開始時の初期投資のみを支援するキューバにとって初めての公募型の新制度について、初めての評価が実施され時期に当たっていたことから、サパタ湿地地区でもこの提案を画策していると思われる。

しかしながら、魚の鮮度保持、加工工程における作業動線、基礎知識・技術の習得といった様々な問題がようやく見出された状況であり、それらを整理し、作業の見直しや従業員教育といったソフト面での改善を優先して実施するよう要請した。何より重要なことは、「食品としての魚を取り扱う」ことに関する考え方 (哲学) を十分に浸透させることが不可欠であり、実現できない場合には事業が継続しないことを関係者に十分理解してもらうことが課題として残った。

適切な事業規模 著者らは、今後の具体的な計画策定においては、漁獲ヒレナマズ中心の考え方 (獲れた時点の状況判断) からサービスと対価を中心にした考え方 (購買者と提供者の関係) への転換を図ることを提案した。具体的には、事業規模、地域振興および製品の差別化の 3 点がカギになると判断し、議論を重ねた。事業規模に関しては前述の見積りのとおりサパタ湿地地区内での消費を前提とすると、処理数は高々 150 尾にしかならないことから、新たな加工処理場の建設は不要

であるとの結論に至った。またヒレナマズはキューバ全土の淡水、汽水域に流出しており食料資源としてのヒレナマズの価値は各地域で同等であるが、世界的にも貴重といわれる自然資源を有し、海外からの観光客も訪れるサパタ湿地地区のヒレナマズ消費と環境保全を結びつけることで、サパタ湿地地区独自の地域振興を展開できることで同意を得られた。本プロジェクトで実施したヒレナマズの加工処理前の馴致処理や地域食材の添加といった製品の差別化に関連するトライアルが必要と考えられた。

本プロジェクトは、水産分野に関連する様々な自然科学的知見、経験および方法がなければ実施することは不可能であった。しかしながらその一方で、異なった社会的・政治的背景、教育等における重点項目の相違や根本的に異なる価値観等は、これらの知識だけでは対応できないことも実感した。本プロジェクトの目的は、効率的なヒレナマズ加工・流通体制の構築ではなく、あくまでも現地の実情に合わせたヒレナマズ活用による環境保全策である。日本の持つ従来の技術や視点に環境保全を加え、本プロジェクトをケーススタディーの一つとした新しい分野の水産学を作り上げることが肝要と思われる。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計4件)

- ① 大谷和弘、久保田賢、山岡耕作、高橋正征、研究フィールドとしてのキューバ、黒潮圏科学、査読なし、5-2、2012、211-215
- ② 久保田賢、吉富文司、Hurtado, A. M.、大谷和弘、中村洋平、堀 美菜、山本悠、山岡耕作、サパタ湿地地区における移入ヒレナマズの利用に関する検討、黒潮圏科学、査読なし、5-2、2012、197-209
- ③ 山本悠、久保田賢、山岡耕作、キューバにおけるヒレナマズ *Clarias gariepinus* の食利用に関する検討、査読なし、黒潮圏科学、5-2、2012、187-196
- ④ 山本悠、Hurtado, A. M.、中村洋平、久保田賢、山岡耕作、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、黒潮圏科学、査読あり、5-2、2012、175-185

[学会発表] (計1件)

- ① Satoshi Kubota et al.、Invasive alien catfish in Zapata Swamp, 5th Kuroshio Symposium, 2011年12月11日、台湾国立中山大学

[その他]

ホームページ

<http://www.cc.kochi-u.ac.jp/~kubota/cuba.html>

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

久保田 賢 (KUBOTA SATOSHI)

高知大学・教育研究部総合科学系・准教授  
研究者番号：00314980

##### (2) 研究分担者

山岡 耕作 (YAMAOKA KOSAKU)

高知大学・教育研究部総合科学系・教授  
研究者番号：20200587

大谷 和弘 (OTANI KAZUHIRO)

高知大学・教育研究部総合科学系・教授  
研究者番号：20203820

中村 洋平 (NAKAMURA YOHEI)

高知大学・教育研究部総合科学系・助教  
研究者番号：60530483

##### (3) 研究協力者

吉富 文司 (YOSHITOMI BUNJI)

日本水産株式会社・東京イノベーションセンター・研究員