

## 議事概要

### 第17回メコンオオナマズ学術調査委員会

1. 開催日時 2020年2月21日(金) 13:30~17:00
2. 開催場所 世界淡水魚園水族館アクア・トト ぎふ 多目的ルーム
3. 議事経過
  - (1) 開会挨拶
  - (2) 出席者紹介
  - (3) 2019年度研究および作業報告
    - ・飼育報告「メコンオオナマズの摂餌周期および死亡個体の調査など」
    - ・現地報告「超音波バイオテレメトリーによるメコンオオナマズの行動生態の解明」
    - ・現地報告「タイ国ケンカチャン湖におけるメコンオオナマズの食性」
    - ・文献について
  - (4) 総合討議
  - (5) 2020年度研究の進め方
  - (6) その他
  - (7) 閉会挨拶
4. 出席者
  - (委員)

渡辺 勝敏	京都大学大学院理学研究科准教授
中居 裕	岐阜県水産研究所 所長
池谷 幸樹	世界淡水魚園水族館 館長
  - (特別委員)

小早川 みどり	西南学院大学非常勤講師・福岡工業大学非常勤講師
荒井 修亮	京都大学フィールド科学教育研究センター 教授
三田村 啓理	京都大学大学院情報学研究科生物圏情報学講座 准教授
米倉 竜次	岐阜県水産研究所専門研究員
大原 健一	岐阜県水産研究所専門研究員
  - (オブザーバー)

小林 大介	三菱商事株式会社中部支社
-------	--------------
  - (事務局)

辻ノ上 辰彦	岐阜県都市建築部都市公園整備局都市公園課課長補佐兼係長
--------	-----------------------------

## 議事内容

### 2019年度の研究および作業経過報告

#### 飼育報告「メコンオオナマズの摂餌周期」

池谷 : 開館当初(2004年6月)から一定条件下で飼育(平均水温28.2℃、pH7.2、溶存酸素7.2mg/l)。コイ用の配合餌料にクロレラを混ぜ練り餌にして給餌。メコンオオナマズを個体識別し、毎日の各個体の摂餌量を記録。

- ・2019年は年末までで5個体のうち1個体で30日以上続く絶食を確認。
- ・各個体の摂餌量は2019年において4個体増加を確認。
- ・15年間で絶食日数は、少ない個体で1523日、多い個体で2223日。  
(調査期間の26.8%–39.2%に相当)

#### 摂餌周期の解析

- ・(パワースペクトル分析) 周期日数は個体ごとに違うが、365日周期(2個体)と391日周期(3個体)に収束。
- ・(ウェーブレット変換) パワースペクトル分析で非常にパワースペクトル密度が高く表された個体については、ウェーブレット解析を行っても明瞭な周期性を示す。

#### まとめ

- ・二手法の解析による結果、摂餌周期性というものは未だに顕在。
- ・活発に餌を食べる摂餌期と全く食べなくなる絶食期(あるいは摂餌が不活発な時期)を交互に繰り返すような摂餌周期性は全個体で引き続き観察されている。

#### その他トピック

- ・2018年3月3日に死亡した個体(No.1)を筋肉サンプルとして機能性成分を分析(遊離カルニチン血合筋に11mg/100g、遊離タウリン普通筋に131mg/100g、アンセリン普通筋0mg/100g、カルノシン普通筋0mg/100g)。アンセリンやカルノシンは未検出であったが、遊離カルニチンや遊離タウリンの含有量は他の淡水魚と比較して多めであった。
- ・No.1個体の耳石輪紋画像の輝度解析を行い、昨年9月に日本魚類学会でポスター発表。摂餌量変化のグラフと耳石輪紋画像上の輪紋を横切るライン上の輝度を表したグラフは見た目では似ている。
- ・摂餌量グラフと輝度グラフの相関を示せないか検討中。
- ・タイ国ペッチャブリー県のケンカチャン湖のメコンオオナマズの臀鰭形状により雌雄差を示せないか検討。200cmを超える大型個体では雌雄判別できる可能性があるがサンプル数が少ないため調査を継続する。

- ・ケンカチャン湖でのメコンオオナマズの前腸内容物を食性解析。DNA メタバーコーディングにより、動物由来の遺伝子は CO I 領域を、植物(光合成生物)由来は psbA 領域を株式会社生物技研にて分析。その結果、植物では藍藻類や不等毛植物門、フシナシミドロやアミジグサ、ヒビミドロなど、大型の藻類も検出。動物ではユスリカなどの幼虫、陸生の節足動物等が検出。

#### 質疑・意見等：

- ・食性解析のメタバーコーディング資料が手元資料としてであると良い。
- ・摂餌データが 15 年分蓄積されたので摂餌周期性について 2 本目の論文をまとめる時期に来ている。
- ・論文にまとめるに当たり個体 No.1 死亡後のデータを含めても良いかもしれない。
- ・コイ科のアラーム・サブスタンスのようなもの確認されていないか？  
→確認できていない。他個体が死亡後未摂餌になった原因は不明。死亡個体を取り上げた影響が大きいと考えている。
- ・30 日以内の絶食はどうか？→10 日や 20 日の絶食はたくさんある。
- ・ウェーブレット解析で水温や pH が一定にもかかわらず、1 年に近い周期性のピークが強く表れるのはなぜか？→すべての個体が 1 年周期ではなく約 400 日周期の個体もいるため生物時計が示す自然の周期では。
- ・餌が潤沢にない場合の個体の優劣性、順位制はどうか？→基本的に飽食給餌なので食べたくても食べるできないということはない。
- ・死亡個体（体重 45kg）消費カロリー（181.7kcal/日）は人間の 10 分の一。
- ・導入時と死亡時の体重と摂餌量から同化効率を算出できるか？→導入時の体重がわからないので難しい。
- ・サケ、マス養殖では絶食すると餌料効率が上がる報告がある。絶食後は増体係数が上がることは養殖では明らかである。
- ・耳石の輪紋はおそらく日周輪である。
- ・搬入時のストレスが耳石に残っているのではないか。
- ・耳石にマーカーを入れることを検討するとよい。
- ・臀鰭形状の二次性徴は計測データを蓄積する必要がある、明確なことはまだ言えない。

#### ②現地報告「超音波バイオテレメトリーによるメコンオオナマズの行動生態の解明」

荒井

：タイのケンカチャン湖における調査結果報告。

メコンオオナマズ 0 歳魚を 15 個体、1 歳魚を 4 個体の計 19 個体を調査。

ケンカチャン湖の 20 か所に超音波受信機を設置。

同じ受信機で 20 分間隔以内に同じ ID を受信した場合受信機周辺に存在、30 分以上受信が途絶えた場合受信機周辺には不在とアテンダンスを定義。

- ・ 2 台以上の受信機で受信した場合、その間を移動したものと考える。
- ・ 0 歳魚では最長 252 日、1 歳魚では約 1 年間追跡。
- ・ 放流直後多くの受信機を巡り、広範囲に回遊。
- ・ 時間経過に伴い特定の受信機周辺に留まる。
- ・ 一日当たりすべての個体で 3 km 以上移動。
- ・ 0 歳魚の多くはケンカチャン湖の北部、東部、1 歳魚は北西部に定着。
- ・ 1 歳魚の方が遊泳力も高く、食性も変わり、西部のインレット付近にいるのではないか。
- ・ 脱落もあるので超音波を受信できないことが死亡を意味するわけではないがテレメトリー調査で生残率を推定できる可能性がある。
- ・ 大型魚では直径 16 mm の大きな発信機を使い複数の個体が群れで行動しているのか単独で行動しているのかを調査。
- ・ 水平移動では他個体と同所的に分布した割合は最小で 45.9%、最大で 61.9%。
- ・ 他個体と同所的に分布するのは季節性がありそうである。
- ・ 水温が 30°C を超えると新鮮な水が流入している西部のインレットに集まるようである。
- ・ 500m 間隔で受信機を設置し、高精度測位システムを用いてメコンオオナマズの移動軌跡を正確に測定（15m くらいの精度で）。
- ・ Area Restricted Search（ARS：哺乳類、魚類、爬虫類などに見られる摂餌行動で、むやみに餌を探すのではなく、生物の餌がありそうな場所付近を集中的に探し、その場所で餌を食べ尽くすと別の場所へ移動する探索行動をとる）を First Passage Time（FPT）解析で抽出。
- ・ 結果 75 本のパスから 25 回の ARS を抽出。15m より浅い場所と深い場所でそれぞれ確認された。
- ・ ARS25 回のうち 5 回が湖底で行われた。
- ・ 統計的には有意差はないものの ARS 中の方が遊泳速度は小さく、ARS 後の移動の方が直線的軌道をとる。
- ・ 水温躍層に沿って ARS を行っている。
- ・ 湖底の ARS は摂餌に、中層以浅の ARS は空気呼吸に関連するのでは。

#### 質疑・意見等：

- ・ どのような機器を用いているのか？→基本的に超音波発信機と超音波受信機を使用。発信機 V7-2L（Vemco 社）は直径 7mm の円筒形、だいたい 1cm から 1.5cm。69kHz の超音波のパルス を 8 個出している。パルスの間隔を変

えることで ID を入れる。次の間隔で水温を入れることや水深を入れることができる。VR2W（大きなペットボトル程のレシーバー）に発信機の発する超音波信号を受信するハイドロフォンとそのデータを解析する回路とその結果を記録するメモリ、リチウム電池が入っている。基本的に内部時計で管理されており、何時何分何秒に何番の ID が受信されたか、水温何℃か、あるいは水深何 m かが受信される。それを後で回収し、データをダウンロードして解析するという方法である。

- 他の生き物と比較してメコンオオナマズの移動探索履歴は特徴的なのかどうか？→理論では餌が均一にある場合はブラウン運動をとり、餌がパッチ状に分布する場合にレヴィフライトを行うため、メコンオオナマズの ARS がレヴィフライトすると仮定したが計算するとそうではなかった。そのため水深だけ見れば同じような地形でも餌の分布状況を考慮する必要がある。

### ③現地報告「タイ国ケンカチャン湖におけるメコンオオナマズの食性」

三田村 : 同じ研究室の大手信人先生のお力添えをいただいている安定同位体比分析の結果報告。M2 学生の目戸綾乃さんの修士課程の研究を一部修正して報告。タイ西部にあるケンカチャン湖のメコンオオナマズの食性の話。

#### ビデオで現地の様子を説明

- 漁師からメコンオオナマズが刺し網にかかると連絡あり、その後ピースボートで湖上の捕獲地まで向かう。そこで発信機を取り付けて研究に使うか判断。使わない場合は水揚げされる。
- 漁期の間、一日に 1 個体から 3、4 個体漁獲。
- 漁獲されたメコンオオナマズは鮮魚として市場に売られるものもあれば、活魚として釣り堀などに売られる。
- 漁村を毎朝まわって市場に売られたメコンオオナマズを調査する。
- 大きさを計測、臀鰭を撮影し、計測してデータを蓄積。
- 市場で解体作業が始まると無理を言って作業を中断し、筋肉や胃腸内容物をサンプルとしていただき、データを収集している。
- 2019 年は 35 尾捕獲が許された。
- メコンオオナマズの食性はよくわかっていないが、稚魚については歯があることと、養殖下では共食いが見られるので肉食性だと言われている。
- 大きく成長していくと歯が消失し、胃内容物にはシオグサが含まれていたことから植物食性と考えられている。

#### 安定同位体比分析の結果を C/N マップで説明

- 縦軸が N、横軸が C、縦軸が上へ行くほど高次捕食者。
- メコンオオナマズと共に餌となりそうなものを分析。

- ・メコンオオナマズのサンプルは全長 200cm 前後の個体は漁期に捕獲された 13 個体を使用。
- ・メコンオオナマズの漁期以外に他魚種とともに混獲された 150cm 以下の個体も 4 個体用いた。
- ・メコンオオナマズは C/N マップ上で大きな個体が上に、150cm 個体が真ん中に、35cm 個体が下にプロットされた。
- ・メコンオオナマズ以外は上の方に魚食性魚類が、雑食性魚類が真ん中、低次の動物、植物、POM（粒状有機物）は下の方にプロットされた。
- ・新たに分析し堆積物は N が高いところから低いところまで広く分布。
- ・SIAR（Stable Isotope Analysis in R）を使って餌資源の寄与率を推定。
- ・捕食者がどの餌生物をどれくらいの割合で利用しているのかを推測。
- ・すべての餌資源を使っての分析とメコンオオナマズが食べている可能性の高い餌資源のみを選択した分析の 2 パターンで試した。
- ・すべて使った場合、寄与率が高いのは 35cm の幼魚で A（藻類）と D（プランクトン）。150cm 個体は A（藻類）、B（一次消費者）、C（二次消費者）、D（プランクトン）、E（その他）といろいろなものが寄与。200cm 個体は B と C が卓越して寄与。この結果からは成魚は肉食性かもしれない。
- ・メコンオオナマズが食べている餌資源（藻類、水生昆虫、植物、POM と堆積物）の寄与率は 35cm 幼魚で POM と水生昆虫。150cm は一様にそれぞれ寄与。200cm は堆積物が大きく寄与。
- ・メコン川でシオグサを食べている時期とは異なるので食性が季節ごとに変化している可能性がある。
- ・ダム湖という環境に順応して堆積物を食べるようになったかもしれない。
- ・食性が成長段階で変化しているので、それに応じた保護対策が必要。

#### 質疑・意見等：

- ・食性が変わるのであれば、安定同位体比にはどのくらいで反映されるのか？→安定同位体比のターンオーバーはメコンオオナマズについてはわからないので現在実験中。魚類では一般的に筋肉で 3 か月くらい、血液や肝臓では 1 ヶ月くらいと言われている。
- ・ケンカチャン湖では 12 月に温度躍層がなくなるが、その時期以外は躍層があるために貧酸素な湖底まで行けないと考えられる。そのため堆積物は浅場で食べているのでは？→浅場の堆積物の方が N 値は高いので成魚高い N 値を説明できる。
- ・餌が堆積物という結果は ARS の結果とリンクしてくるのか？→おそらく合ってくる。同じ水深でも ARS を行っているところと行っていないところがある。

それは底質ではないかと考えている。餌が堆積するところとしないところがあるのでは。

- ・ケンカチャン湖の水位変動が堆積物に影響するかもしれない。
- ・C 値や N 値は絶対的な値か？→絶対的だが解析のスタートラインを考慮すべき。
- ・ベイズ推定の際の濃縮計数 C2.5‰は高いのでは？→アクア・トトでの死亡個体と京都大学で飼育している小さな個体から算出した値を用いている。
- ・昨年ケンカチャン湖では珍しく腸内容物が無い個体が確認されたと聞いたが、ケンカチャン湖でもメコンオオナマズが絶食をしているとすると、その場合の安定同位体比はどうなるのか？→メコンオオナマズはわからないが、一般的に N 値は高くなる。
- ・DNA メタバーコーディングされたサンプルを採取した個体の腸はたくさん内容物が詰まっていたのか？→前腸から後腸まで詰まっていた。
- ・その内容物はデトリタス様か？→腸内容物はデトリタス様、泥状。
- ・DNA メタバーコーディングの食性解析の結果だとユスリカ等であり、堆積物が餌であれば整合的。
- ・内部形態からは藻類食、デトリタス食のボラと類似性がある。

#### ④文献について

小早川 : メコンオオナマズ関連の文献は少なくなっている。

- ・一方、パンガシアノドン・ハイポフタルマス (*Pangasianodon hypophthalmus*) の文献は増えている。
- ・メコンオオナマズとハイポフタルマスのハイブリッド魚が野外に放出されたので、それを識別するための遺伝マーカーを作ったという論文。
- ・養殖関係でどのような餌を与えたらいいのかといった論文。
- ・オリゴ糖を添加したらどのような効果があるのか等。
- ・セルフインキャットフィッシュが外来魚としてタイで増えてしまい、養殖メコンオオナマズの餌に混ぜて効果を調べた内容。
- ・ハイポフタルマスの野外での塩分耐性が変化しているという内容の論文。
- ・野外での生態についての論文は皆無。
- ・Pavie(1904)はインターネットからフリーでダウンロード可能。
- ・Pavie(1904)にはメコンオオナマズの白黒の写真が数枚あり、当時の様子もわかり、興味深い記載がある。カンボジアで 11 月に捕獲される際は脂肪が多く、その脂を利用するために捕獲していたと。その脂肪は 2 月にメコン川上流のラオスのブランパパーンに遡上する頃には無くなっていると。

#### 質疑・意見等：

- ・インターネットで検索し易いように書いてあげたらいいのでは。
- ・DOI ナンバーが付いていれば便利です。→文献リストへの DOI ナンバーの挿入を検討する。

#### 総合討議

##### 質疑・意見等：

- ・メコンオオナマズの消化酵素活性は調べられているか？→調べられていないのでは。ボラは機能性無胃魚と言われ、胃腺があるのに胃液が出ない。そのため小魚などは消化できない。メコンオオナマズの胃の形状がボラの胃に似ているのであれば傍証になる。
- ・鰓の構造はプランクトンを食べられるか？→鰓耙は発達していないので食べられない。
- ・堆積物は暑い地域なので有機物の分解が早いために簡単に分解できないものが堆積しているのでは。
- ・消化酵素を調べるには市場で活きのよい個体をサンプリングする必要がある。市場の魚をより活用できるかもしれない。
- ・餌が堆積物だとすると細かい砂や砂利が内容物から出てくるのでは？→今のところ出ていない。
- ・サンプルサイズの制限は粘液など non-lethal（非殺傷）で集めれば国外に持ち出すことが可能でクリアーできるのでは？→生死や部位に関係なく、粘膜でもすべて CITES に抵触するという判断をしている。ただ、研究目的として手続きを踏めばタイから持ち出せるので今後取り組んでいく。

#### 2020 年度の研究の進め方

##### 質疑・意見等：

- ・タイでの脂肪酸分析は分析機の調整が難しい。カセサート大学の機会の専門家ならば調整可能かもしれない。
- ・耳石にマーカーを付けられないか？→展示している F1 個体では難しいが、CITES II のバックヤード個体に関しては検討したい。
- ・水族館の来館者と摂餌行動との関係があるのでは？→以前は相関が無かったが再度分析してみる。
- ・個体が死亡した後の他個体への影響「喪に服す」（絶食）も貴重な観察である。まとめられると良い。
- ・技術革新で 5G や Bluetooth を使った beacon などを使って、人間の行動データを集め、それを AI に学習させていくような事業に投資や出資をしてい

る。行動解析やルート解析、あるいは検品や品質管理における画像解析の技術などは新しいものを取り入れているので今後メコンオオナマズの研究に役立てられそうならば伝える。

#### 課題について

- 今後も摂餌周期性に関しては、引き続き摂餌データを蓄積していく。
- 摂餌周期の論文化を進める。
- 消化酵素については先ずは文献調査を行う。
- メコンオオナマズの雌雄について、ケンカチャン湖の個体で調査継続。
- CITES II 個体の育成。

(以上)