

令和 2 年 6 月 14 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H05792

研究課題名(和文) タイ国ケンクラチャン湖における巨大回遊魚メコンオオナマズの生態解明

研究課題名(英文) Study on the ecology of a huge migratory species Mekong giant catfish at Kaeng Krachan reservoir

研究代表者

三田村 啓理 (MITAMURA, Hiromichi)

京都大学・情報学研究科・准教授

研究者番号：20534423

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,800,000円

研究成果の概要(和文)：メコンオオナマズは世界最大の淡水魚で、全長3m、体重300kgにも成長する。昨今は野生絶滅が危惧されている。タイ国水産局は本種の人工種苗を国内の湖沼に広く放流してきた。我々はタイ国水産局の要請に応じて、タイ国ケンカチャン湖において人工種苗の移動と分布を超音波テレメトリーを用いてモニタリングした。また、あわせて、炭素窒素安定同位体比分析技術を用いて、同湖における本種の餌資源を探索した。人工種苗は、放流後1か月は湖を広く移動したが、その後移動範囲は狭くなった。大型の人工種苗については摂餌に関わる移動をモニタリングできた。また、炭素窒素安定同位体比分析によって、湖内での餌資源を推定できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、タイ国水産局の依頼のもと展開しており、社会的意義は極めて大きい。また、本研究によりメコンオオナマズ種苗の放流後の移動や分布、生残が明らかにされて、タイ国内のダム湖における本種の資源管理に資することは学術的意義が大きい。さらに絶滅危惧種である本種の行動や食性が理解されたことは、本種の保全にもきわめて貢献すると思われる。

研究成果の概要(英文)：The Mekong giant catfish (*Pangasianodon gigas*) is one of the largest freshwater fish, measuring up to 3 m in total length and weighing more than 300 kg. This wild species is endangered. The Department of Fisheries, Thailand has released hatchery-reared juveniles into waterbodies, including reservoirs for stock enhancement in Thailand. In this study we monitored movements and horizontal distribution of juvenile Mekong giant catfish using acoustic telemetry, and tried to determine food sources used by the catfish using carbon and nitrogen stable isotopes. Most of the tagged juvenile catfish were distributed throughout the reservoir within one month after their release, and then their movement ranges became limited. The movements, possibly concerning feeding behaviour, of the larger juvenile catfish near the dam were detected. The carbon and nitrogen stable isotopes analyses provided the trophic interaction in the reservoir.

研究分野：動物生態学

キーワード：メコンオオナマズ 行動 生息地利用 栽培漁業 摂餌 バイオテレメトリー バイオロギング 安定同位体比分析

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

メコンオオナマズ *Pangasianodon gigas* (図1)はメコン水系の固有種であり、全長3m、体重300kgにおよぶ世界最大級の淡水魚である。本種の稚魚はメコン水系の氾濫原や湖などに生息しており、成長に伴い徐々に本流へと移動し、成魚は本流の深場に生息するとされている。雨季に入り河川流量が増えると成魚は産卵のために下流から上流に数1000kmを移動するとされ、タイ国北部チェンライ県のチェンコン周辺域で産卵が確認されている。食性の詳細は明らかではないが、全長14cm程度の稚魚は歯を有していることから、動物食であると考えられている。一方、成魚は歯を有していないことから植物食であると考えられている。本種はタイ国内で文化的にも親しまれており、メコン川流域では「龍神がメコン川を開いた際、最初に川を上った魚である」とか「諸葛孔明の生まれ変わりである」といった伝承が残されている。しかし、その食味の良さから貴重なタンパク源として乱獲され、個体数が激減した。加えて、近年ではメコン川に建設中のダムが、本種の産卵回遊を阻害することも懸念されている。現在本種の野生の成熟個体は残すところあと数100尾とされており、遺伝的多様性も極めて低くなっている。IUCNのレッドリストに掲載されているばかりでなく、CITES 附属書にも掲載されている。



図1. タイ国ケンカチャン湖で漁獲されたメコンオオナマズ *Pangasianodon gigas*。

タイ国水産局は、本種の人工授精技術の開発に取り組み、1983年に稚魚の生産に成功した。そして2001年にはF2の生産に成功しており、タイ国内のダム湖などに広く放流されている。内水面漁業の重要な対象種である本種ではあるが、ダム湖における本種の摂餌、産卵行動など、資源管理の基礎となる知見は確認されておらず、放流効果の確認も行われていない。

我々はタイ国水産局よりダム湖における本種の生態解明を強く依頼された。依頼にもとづき、タイ国西部ベッチャブリー県のケンクラチャン湖で本種の生態解明をはじめたところである。これまでの予備的な研究により、個体の位置を高精度(GPS程度の精度)に把握できるバイオテレメトリー技術を確立した。

2. 研究の目的

本研究は、高精度測位バイオテレメトリーを駆使するとともに、安定同位体比分析をあわせて実施して、ケンクラチャン湖における本種の移動生態、食性の解明をおこなう。

3. 研究の方法

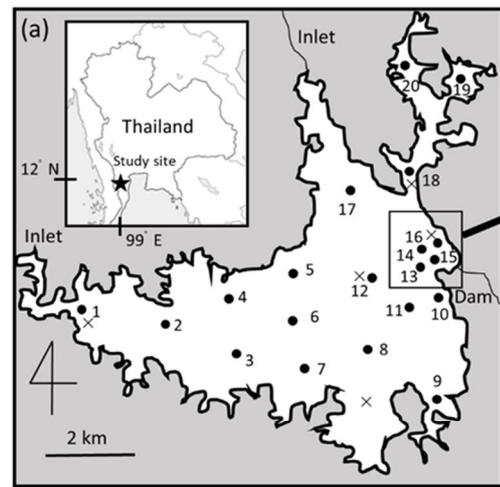
(1) バイオテレメトリーによる移動、分布に関する研究

0-1歳魚の移動、分布

本研究は2016年12月から2018年12月にかけて、タイ国ベッチャブリー県ケンクラチャン湖で行った。人工生産されたメコンオオナマズ0歳魚15個体(全長 20.6 ± 1.2 cm)および1歳魚4個体(全長 45.9 ± 1.6 cm)の計19個体に個体IDを発信する超音波発信機(V7-2LおよびV9-2H, 電池寿命はそれぞれ288日間と802日間, Vemco社)を装着し、放流した。放流後の移動を追跡するために、超音波受信機(VR2W, Vemco社)を湖全体に21台設置した(図2)。

大型幼魚の移動、分布

刺し網によって漁獲された全長204cmの本種個体に、遊泳深度と経験水温を交互に発信する超音波発信機(V16TP-4H, Vemco社)を装着し、放流した。超音波受信機(VR2W, Vemco社)24台を湖の東半分500m間隔で設置し、個体の水平位置を測位するための受信機アレイを構築した。1つの信号が3台以上の受信機に受信されていた場合、その受信時刻差から個体の水平位置を推定した。



● 受信機設置地点

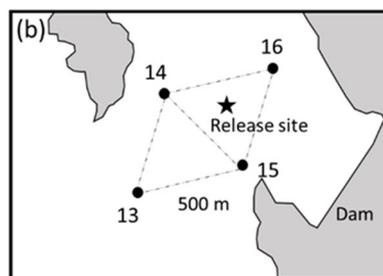


図2. タイ国ケンカチャン湖に設置された超音波受信機の位置(a,b)。湖全域に設置された受信機によって、発信機をついた0-1歳魚の移動をモニタリングした。

(2) 安定同位体比分析による食性研究

濃縮係数の算出

タイ国水産局は本種を野外養殖池で他魚種と混合飼育している。本研究では濃縮係数を定量的に調べるために、飼育環境や個体の状態を綿密に管理・記録している世界淡水魚園水族館アクア・トトギスで2004年から2018年3月まで飼育されていたメコンオオナマズ1個体(全長150.8 cm)を用いた。飼育水温は26.4-30.7°Cで、試供個体はコイ用配合飼料を1日1回、0-780g 摂餌していた。2018年12月に京大生態学センターにて試供個体の筋肉及び飼料の窒素安定同位体比($\delta^{15}\text{N}$)と炭素安定同位体比($\delta^{13}\text{C}$)を測定した。

食性解析

2017年から2018年にタイ国・ケンカチャン湖で漁獲された本種の筋肉およびその他魚類、水生昆虫、藻類など食物網を構成する生物などの試料を幅広く採取した。本種の試料はタイ国原子力研究所において、その他の試料は京大生態研においてEA-IRMSを用いて炭素・窒素安定同位体比を測定した。測定結果から栄養段階を算出し、さらに混合モデルによる餌資源の寄与率推定を行い、本種のダム湖における食性を推定した。

4. 研究成果

(1) バイオテレメトリーによる移動、分布に関する研究

0-1歳魚の移動、分布

0歳魚は最長で252日間、1歳魚は最長で350日間追跡できた(図3)。19個体中18個体が放流後1日から1ヶ月ほど湖全体を広く遊泳し、その後行動範囲が狭くなった。2ヶ月以上追跡できた9個体について、1日あたりに受信された受信機の台数が1台以下であった日の割合は $53.2 \pm 27.3\%$ ($n=9$)であり、1日あたりの行動半径は1.2 km程度であることが分かった。一方、2ヶ月以上追跡できた9個体すべてが1日あたり3 kmを超える移動(全日数の $6.7 \pm 4.8\%$, $n=9$)をすることがあり、捕食者や環境要因によっては大きく移動することが示唆された。

大型幼魚の移動、分布

242日間追跡でき、計15226個の測位点が得られた(図4)。遊泳速度や行動圏に顕著な日周性は見られず、個体が昼夜問わず遊泳していることが明らかになった。FPT解析を行い、ある一定範囲内の場所を集中的に利用するArea Restricted Search (ARS) という行動を計27回抽出した。ARSの半径は 80.4 ± 50.0 m ($n=27$, 平均 \pm S.D.)、持続時間は 61.3 ± 48.1 分 ($n=27$)、ARS中の遊泳深度は 11.5 ± 4.1 m ($n=27$)であった。27回のARSの内、19回は昼(6:00-18:00)、8回は夜(18:00-6:00)に行われていた。メコンオオナマズは付着藻類やプランクトンを食していると考えられており、ARSはその採餌行動を示している可能性がある。

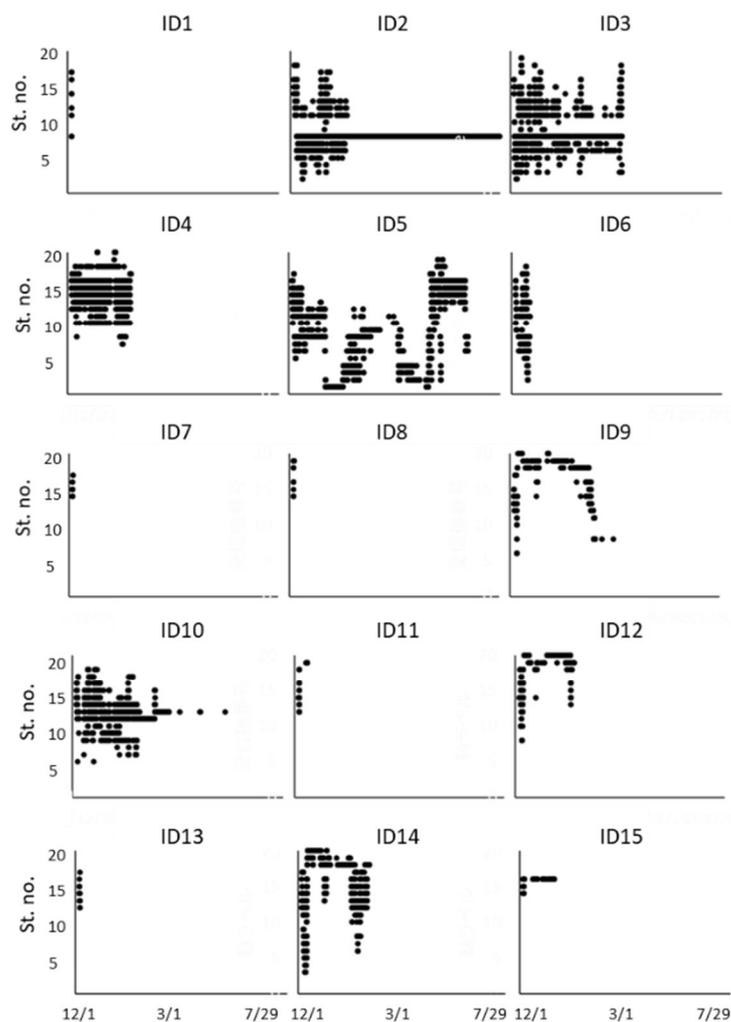
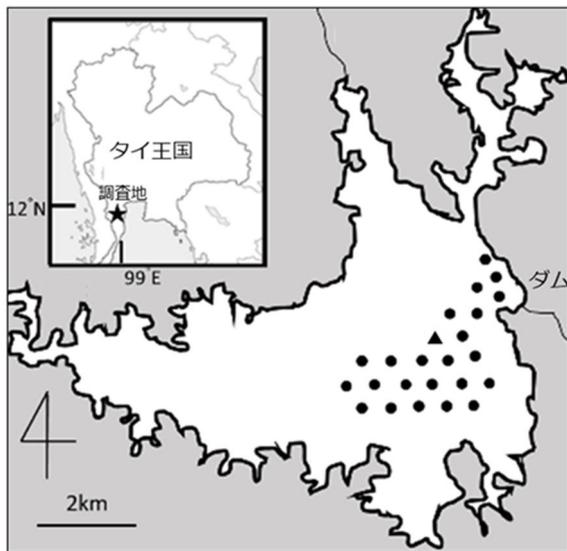
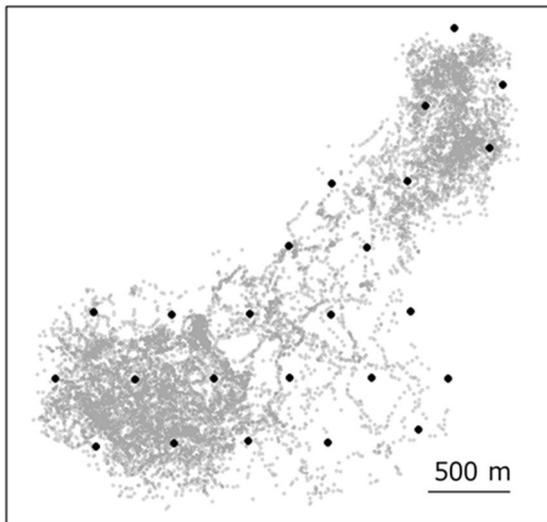


図3. 発信機をついた0歳魚(15個体)の水平移動、分布。縦軸は受信機の設置位置を示し、縦軸を大きく移動すると、湖を広く移動していることを示す。



● 受信機設置地点



● 受信機設置地点
● 水平測位点

図4．タイ国ケンカチャン湖に設置された超音波受信機の位置 (a)。湖東部に設置された受信機によって、発信機をついた全長約2mの幼魚の移動をモニタリングした。高精度に位置を把握できるバイオテレメトリーを駆使することで、個体の詳細な移動を把握できた。

(2) 安定同位体比分析による食性研究 濃縮係数の算出

試供個体の筋肉及び飼料の安定同位体比の値から、メコンオオナマズの濃縮係数は $\Delta^{15}\text{N} = 2.71\text{‰}$ 、 $\Delta^{13}\text{C} = 2.46\text{‰}$ であることが明らかとなった。濃縮係数は一般的に窒素が3-4‰、炭素が約1‰と言われてきたが、近年の研究で魚類の筋肉の濃縮係数は $\Delta^{15}\text{N} = -1.0\text{-}5.6\text{‰}$ 、 $\Delta^{13}\text{C} = 0.2\text{-}3.3\text{‰}$ と報告されている。よって今回得られたメコンオオナマズの濃縮係数は先行研究と一致する結果となった。

食性解析

歯を有していない本種は長らく藻類食性であると考えられてきた。しかし、本種の炭素・窒素安定同位体比はライギョ等の肉食性魚類と近い値を示しており、ダム湖において本種は栄養段階が高い生物を摂食しているかのようにであった (図5)。今後、本種の形態的特徴と安定同位体比が示す食性情報が異なる原因を考察し、実際の本種の食性を推定する。

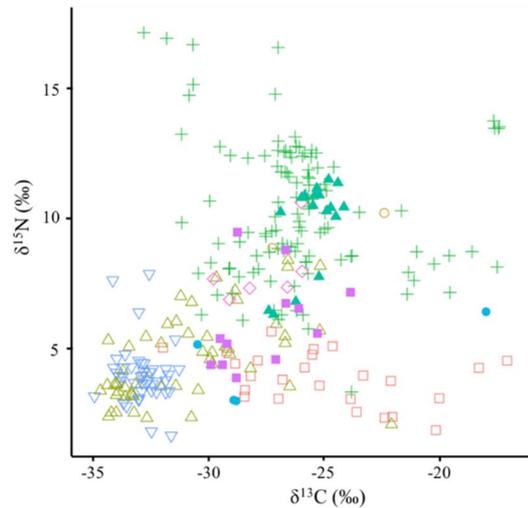


図5．タイ国ケンカチャン湖の藻類、エビ類、POM、水生昆虫、魚類、メコンオオナマズなどの窒素安定同位体比 (^{15}N) と炭素安定同位体比 (^{13}C)。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 横山綾子、荒井修亮、三田村啓理、光永靖、山根央之、Viputhanumas Thavee	4. 巻 85
2. 論文標題 テレメトリーを用いたタイ国ケンカチャン湖におけるメコンオオナマズ0歳種苗の水平分布と日周移動の解明	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本水産学会誌	6. 最初と最後の頁 575-584
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ayano Medo, Hideaki Nishizawa, Ayako Yokoyama, Manabu Kume, Yasushi Mitsunaga, Nobuaki Arai, Hiroyuki Yamane, Koki Ikeya, Thavee Viputhanumas, Hiromichi Mitamura	4. 巻
2. 論文標題 Gut morphometry represents diet preference to indigestible materials in the largest freshwater fish, Mekong giant catfish (<i>Pangasianodon gigas</i>)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Zoological Science	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 横山綾子・三田村啓理・Thavee Viputhanumas・光永 靖・山根央之
2. 発表標題 バイオロギングによる水圏生物の行動情報の取得 3 メコンオオナマズ0-1歳魚の水平移動の解明
3. 学会等名 平成31年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横山綾子・三田村啓理・Thavee Viputhanumas・荒井修亮・光永 靖・山根央之
2. 発表標題 バイオロギングによる水圏生物の行動情報の取得 4 高精度測位システムを用いたメコンオオナマズ大型個体追跡の試み
3. 学会等名 平成31年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 目戸綾乃・池谷幸樹・木庭啓介・大手信人・荒井修亮・光永 靖・三田村啓理
2. 発表標題 バイオロギングによる水圏生物の行動情報の取得 5 メコンオオナマズの炭素・窒素安定同位体比における濃縮係数の算出と食性解析への活用
3. 学会等名 平成31年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横山綾子、三田村啓理、Thavee Viputhanumas、荒井修亮、光永靖、山根央之
2. 発表標題 バイオテレメトリーを用いたメコンオオナマズ稚魚の生残率および水平移動の解明
3. 学会等名 平成30年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 目戸綾乃、大手信人、木庭啓介、荒井修亮、光永靖、大西雄二、三田村啓理
2. 発表標題 炭素・窒素・硫黄同位体比を指標としたダム湖に生息する魚類の摂餌生態推定
3. 学会等名 第9回同位体環境学シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中智一郎、光永靖、久米学、目戸綾乃、横山綾子、荒井修亮、三田村啓理
2. 発表標題 バイオロギングによる水圏生物の行動情報の取得 6 ドローンをを用いた新たなラジオテレメトリー手法の検証
3. 学会等名 令和2年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 目戸綾乃、大手信人、荒井修亮、光永靖、木庭啓介、Thavee Viputhanumas、Kiattipong Kamdee、久米学、三田村啓理
2. 発表標題 バイオリギングによる水圏生物の行動情報の取得 9 炭素・窒素安定同位体比を用いたダム湖におけるメコンオオナマズの食性解析
3. 学会等名 令和2年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 横山綾子、三田村啓理、Thavee Viputhanumas、荒井修亮、光永靖、山根央之
2. 発表標題 高精度超音波テレメトリーによるメコンオオナマズの採餌生態に関する研究
3. 学会等名 令和2年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ayano Medo, Nobuhito Ohte, Keisuke Koba, Nobuaki Arai, Yasushi Mitsunaga, Thavee Viputhanumas, Kiattipong Kamdee, Manabu Kume, Hiromichi Mitamura
2. 発表標題 Stable isotope analysis provides new insight into feeding habit of freshwater fish in a reservoir
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
連携研究者	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	
	(ARAI Nobuaki)		
	(20252497)	(14301)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
連携研究者	光永 靖 (MITSUNAGA Yasushi) (90319658)	近畿大学・農学部・准教授 (34419)	
連携研究者	小山 里奈 (KOYAMA Lina) (50378832)	京都大学・情報学研究科・准教授 (14301)	
連携研究者	市川 光太郎 (ICHIKAWA Kotaro) (70590511)	京都大学・フィールド科学教育研究センター・准教授 (14301)	