

# 水田水域の魚類の生態解明に向けたバイオテレメトリーの可能性 —ナマズに関する基礎的研究を事例として—

Availability of Biotelemetry to analyze behavioral ecology of fish in paddy field water zones

○森 晃\*・水谷正一\*\*・後藤 章\*\*

MORI Akira, MIZUTANI Masakazu, GOTO Akira

## 1. はじめに

近年、水田環境の変化によりさまざまな生物の個体数が減少している。このような背景から、保全のために存続の危ぶまれる種の行動生態学的情報の収集が重要となっている。従来の調査手法では標識再捕法等により個体の移動や個体数の推定が行われていたが、標識再捕法で得られる情報としては、放流点と再捕点の2点に限られるためにその間の移動経路や周囲の環境情報は推測に頼らざるを得ない<sup>1)</sup>。これに対し、バイオテレメトリーと呼ばれる手法は従来の手法では得ることの難しかった生物の詳細な行動(移動経路、遊泳速度等)、生理(体温、心拍数等)、環境(水温、水深等)に関する情報を連続的に取得することが可能である<sup>2)</sup>。これまでに、水田周辺の様々な生物に適用され行動生態解明に寄与している(表1)。このことから、今後バイオテレメトリーを水田の生物に適用する研究者が増えると考えられる。しかし、適用の際にはバイオテレメトリーの性質や方法について正しく理解する必要がある。そこで本稿では、バイオテレメトリーの特徴を概観し、筆者が現在取り組んでいる研究事例に基づきながらその適用方法について解説したい。

## 2. バイオテレメトリーとは

バイオテレメトリーとは超音波や電波といった搬送波を発信する発信機を個体に装着し、生体情報ないし環境情報を遠隔測定する手法である<sup>3)</sup>。バイオテレメトリーは超音波テレメトリーと電波テレメトリーに分類され、さらに受信機の種類により追跡型と設置型に分けられる(表2)。電波テレメトリーは淡水から陸上まで使用することが可能で、古くから陸域の野生動物の行動研究に用いられてきた。調査者が八木アンテナとレシーバーを携行し、発信機からの電波信号が最大になる方向を2点以上得て、発信源の位置を推定する三角測量法が一般的な追跡方法である(図1)。超

表1 水田周辺の生物に対するバイオテレメトリーの適用例

Application example of biotelemetry for the animals in paddy field environment

分類群	対象生物
両生・爬虫類	トウキョウダルマガエル(戸金ら2010)
魚類	ナマズ(森ら審査中)・ニゴロブナ(米山ら2010)・コイ・フナ・カワムツ・ウグイ・カマツカ(佐々木ら2001)
甲殻類	アメリカザリガニ(Bubb et al.2002)
昆虫類	タガメ(日鷹2000)・トンボ類(Wikelski et al. 2006)

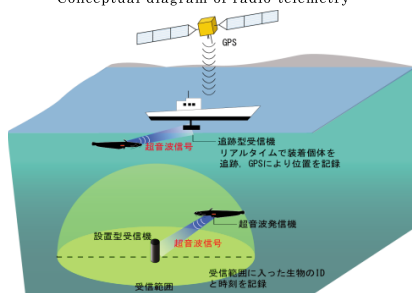


表2 電波・超音波テレメトリーの長所と短所  
Strong point and weak point of radio-telemetry and acoustic-telemetry

タイプ	長所	短所	
発信機	電波	・淡水・空気中問わず電波を発信可能 ・比較的小型で安価	・海中では電波を送信できない ・電波法に抵触するおそれがある
	超音波	・淡水・海水問わず広範囲に信号を発信可能 ・比較的高寿命	・空気中では音波を送信できない ・比較的高価で大型
受信機	追跡型	・測器にかかる費用が少ない ・リアルタイムに情報を取得可能	・信号を受信できなければデータを取得できない ・追跡にかかる労力と費用がとて大きい
	設置型	・調査作業全体にかかる労力が少ない ・同時に多くの個体から信号受信可能	・受信範囲は受信機の数に依存 ・受信範囲に対象生物がいなければデータを取得できない

\*追跡型超音波受信機:ハイドロフォン、追跡型電波受信機:八木アンテナ+レシーバー

\*東京農工大学大学院連合農学研究科 (United Graduate School of Agricultural Science Tokyo University of Agriculture and Technology) \*\*宇都宮大学 (Utsunomiya University) キーワード バイオテレメトリー・水田水域・ナマズ

音波テレメトリーは陸上では使えないが、淡水・海水問わず使用することができる。主に湖沼や沿岸域で使用されることが多く、設置型の受信機を任意の場所に設置し、装着個体が受信範囲内に侵入すると識別番号と時刻が受信機内に記録される。また、追跡型の受信機はハイドロフォンを使い、音波の発信源である装着個体をモニターしながら船舶等により移動しリアルタイムに追跡、位置を特定する(図 2)。電波と超音波、追跡型と設置型にはそれぞれ長所と短所が存在することを念頭に置き、調査目的、場所、人員、予算、期間等を考慮し適当な機材を選択する必要がある。特に使用する発信機のサイズ、装着方法は生物の行動に影響を与える可能性があり、予め影響の評価をする必要がある。

### 3. バイオテレメトリーの適用—ナマズを例にして—

筆者は栃木県宇都宮市西鬼怒川地区の谷川をフィールドとして、ナマズを対象に超音波テレメトリーを適用し長期間の行動追跡に成功した。その一連の手順を図 3 に示した。ナマズは夜行性であり、直接観察や採捕が困難であることからテレメトリーを適用しようと考えた。ナマズにバイオテレメトリーが適用されるのは初めてであったので、発信機装着による影響を検証する室内実験を実施した。その結果、装着した個体に死亡は見られず、装着によるナマズの成長および繁殖への影響はわずかであることがわかった。

発信機装着可能性が示されたことから、続けて野外において超音波テレメトリーを用いた追跡調査を実施した。谷川において供試魚 5 尾を採捕し、すべてに超音波発信機(V9-2L:直径 9mm, 長さ 29mm, 水中重量 2.9g, 平均発信間隔 60 秒, 電池寿命約 300 日)を装着し放流した。調査は 2010 年 6 月 20 日から 2011 年 6 月 3 日まで実施した。超音波受信機(VR-2W) 2 台を 3 つの受信機設置地点のうち装着個体の存在が確認された地点に設置し(図 4), 受信範囲内における行動をモニタリングした。その結果、5 個体のうち 3 個体は 100 日以上での長期の追跡に成功した(表 3)。また、各装着個体の滞在場所の変化を見ると、12 月以降に 3 個体が St.A に集まり、うち 1 個体が翌年の 5 月まで滞在していたことから越冬したことがわかった。St.A は谷川中流部で井桁護岸敷設され、水生植物が繁茂しており、ナマズの隠れ家環境が形成されていた。このことから、St.A はナマズの越冬場として機能した可能性が示唆された。

発信機装着可能性が示されたことから、続けて野外において超音波テレメトリーを用いた追跡調査を実施した。谷川において供試魚 5 尾を採捕し、すべてに超音波発信機(V9-2L:直径 9mm, 長さ 29mm, 水中重量 2.9g, 平均発信間隔 60 秒, 電池寿命約 300 日)を装着し放流した。調査は 2010 年 6 月 20 日から 2011 年 6 月 3 日まで実施した。超音波受信機(VR-2W) 2 台を 3 つの受信機設置地点のうち装着個体の存在が確認された地点に設置し(図 4), 受信範囲内における行動をモニタリングした。その結果、5 個体のうち 3 個体は 100 日以上での長期の追跡に成功した(表 3)。また、各装着個体の滞在場所の変化を見ると、12 月以降に 3 個体が St.A に集まり、うち 1 個体が翌年の 5 月まで滞在していたことから越冬したことがわかった。St.A は谷川中流部で井桁護岸敷設され、水生植物が繁茂しており、ナマズの隠れ家環境が形成されていた。このことから、St.A はナマズの越冬場として機能した可能性が示唆された。

### 4. これからの展望

ナマズを対象に超音波テレメトリーを適用し、実際に野外での追跡により貴重な行動生態に関する情報を収集することができた。筆者はさらに電波テレメトリーを適用し、ナマズの生息地選好性や行動圏の解析をしようと考えている。ナマズは比較的大型魚で発信機の装着の影響も少なかった。水田水域に生息する魚類は小型魚が多いので、適用の際には発信機の選定から、装着法の確立まで十分に検討する必要があると考えられる。

<参考文献> 1) 光永靖ら(2003) 海洋理工学会誌 8(1):25-33. 2) 日本バイオリギング研究会(2009) 京都通信社, 京都. 3) 佐藤克文(2010) 魚類生態学の基礎, pp.144-160, 恒星社厚生閣, 東京. 4) 戸金大ら(2010) 爬虫両棲類学報 1:1-10. 5) 米山和良ら(2008) 日本水産学会誌 74(5):864-866. 6) 佐々木丞ら(2001) 環境工学研究論文集 38:13-19. 7) Bubb D. H. et al. (2002) Hydrobiologia 483:111-119. 8) 日鷹一雅(2000) 昆虫と自然 35(9):14-18. 9) Wikelski M. et al. (2006) Biology letters 2: 324-239.

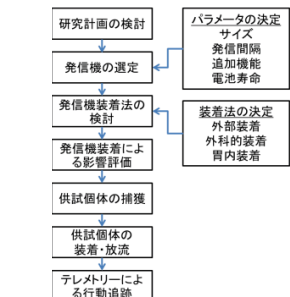


図 3 テレメトリー研究のフロー  
Flow of the biotelemetry study



図 4 調査水域と受信機設置場所  
Map of study site(a) and receiver locations(b)

表 3 装着個体とその受信記録

Summary of tagged fish and detection data by acoustic receivers										
Fish ID	性別	全長 (cm)	体重 (g)	捕獲法	放流日	最終受信日	受信期間	各 St. における受信回数		
								St.A	St.B	St.C
No.1	F	48.5	864	ジョッカー	2010/06/20	2010/07/02	7	2	0	1131
No.2	M	34.5	260	もんどり	2010/08/09	2011/03/12	128	34247	4280	555
No.3	M	34.0	244	ジョッカー	2010/08/20	2010/09/16	8	1079	0	0
No.4	F	46.0	460	ジョッカー	2010/08/20	2011/01/28	117	42126	50	0
No.5	M	35.5	355	もんどり	2010/09/18	2011/06/03	138	43492	18	4751