

13.2 河川工事等が野生動物の行動に与える影響予測及びモニタリング手法に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 18～平 22

担当チーム：水環境研究グループ（河川生態）

研究担当者：天野邦彦、傳田正利

【要旨】

平成 20 年度は野生動物自動行動追跡システム（ATS）の実用性向上を目的として、現行 ATS の問題点である、（ア）商用電源利用による設置場所の限定及び初期・維持管理コストの増大、（イ）ATS 制御局と受信局間の通信基盤整備時の機器費・通信機能確認工数の増大、の改良を実施した。その結果、（ア）の問題は太陽電池パネル利用での解決、（イ）の問題は GPS のタイムスタンプ利用での解決に成功した。平成 20 年度の研究成果は、今後、本格的普及を目指す ATS の現地導入を簡易にし、調査期間中の維持コストを低減する可能性が高く、ATS 普及へ大きな進展になると考えられた。

キーワード：野生動物自動行動追跡システム、テレメトリ手法、汎用化、実用性向上、太陽電池パネル

1. はじめに

平成 19 年度までの研究により、野生動物自動行動追跡システム（ATS：Advanced Telemetry System）開発、信濃川水系千曲川での約 5.5 ヶ月間の魚類の行動追跡、魚類行動と流況との因果関係解明及び野生動物行動シミュレーション手法の開発に成功した^{1) 2) 3)}。

本研究では、野生動物行動と物理環境の因果関係の解明を主たる目的とするが、ATS の実用性向上（現地調査で取り扱いやすいシステムへの改良）、ATS の普及化、を付随的な目的としている。ATS の実用性向上・普及を考える場合、現行 ATS は十分な汎用性を持つとは言えない面がある。ATS の設置時に工事などの環境改変を必要とせず、任意の場所に簡易に設置出来、多額の維持コストを必要としない等、調査システムとしての完成度を向上させる必要がある。

このような背景から平成 20 年度は ATS の実用性向上を目的に、ATS の改良点整理、ATS の改良策の検討・試行、改良策実装後の実用性検証を主に実施した。以下にその内容を取りまとめる。

2. ATS 実用性向上に向けた問題点の抽出

図-1 に現行 ATS の概要を示す。ATS は、制御局、複数の受信局により構成される。制御局は無線 LAN を介して受信局の電波到来角計測作業を制御している。受信局は制御局の指令を受けると同時に指向性アンテナを回転さ

せ電波到来角（電波が来る方向）を推定する。各受信局で推定した電波到来角から、三角測量と同様の原理で電波発信機の位置を特定する。

実用性向上に向け、現状の ATS の問題点は、（ア）電源供給に商用電源を利用するため設置場所が限定され、商用電源設置の工事費、維持コストが増大する、（イ）ATS の制御局と受信局間を結ぶ信頼性の高い無線 LAN の構築に高額の無線機器と多くの作業日数が必要になるという 2 点の問題があった。（ア）は条件により異なるが、ATS 受信局導入コストの約 15～20%と占め、（イ）は、ATS 受信局導入コストの約 25%を占める。ATS の実用性向上・普

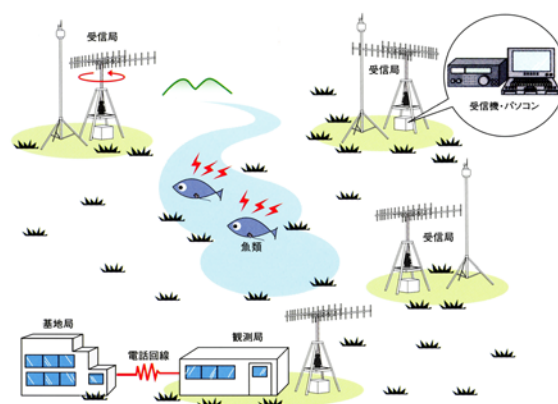


図-1 ATS の概要（改良実施前）



図-2 ATS の概要 (改良前)

及化のためには2点の問題を解消する必要がある。以下にその改良結果とその選定理由を示す。

3. ATS 実用性向上に向けた問題点の抽出

3.1 太陽電池パネルによる電力供給方式の採用

改良後には、商用電源の代わりに太陽電池パネルを利用する方式とした。太陽電池パネルを利用した理由は、ATS 受信局は、電波伝搬環境が良好な場所に設置されることが多い。それは開放的な空間にATS 受信局が設置されることを意味する。そのため、周囲に構造物・遮蔽物がなく晴天時には、太陽光が直射する状態になり、太陽電池パネルを利用し電源供給を行うと同時にATS 受信局



図-3 ATS の受信局設置状況 (改良後)

への直射日光を防ぐ効果も期待した。図-4に太陽電池パネルによる発電・給電方式を示す。太陽電池パネルにより発電した電力をバッテリーに充電し、バッテリーを経由してATS 受信局に電源を供給する形式 (以下、太陽電池パネル形式と記述する) を採用した。しかし、太陽電池パネル形式には、(ア) 太陽電池パネルでは交流・大容量の電流を生産出来ない、(イ) 天候により太陽電池パネルによる発電量が変動する、という2点の問題点があった。

(ア) の問題には、直流・小電流で稼働するATS 受信局への改造で対応した。具体的には現行ATS ではデスクトップパソコンを改造した受信局の制御・解析装置を用いていたが、改良後は消費電力の小さいミニノートPCを受信局制御機に採用した。また、直接ミニノートPCに電源部に改良を加え直流を供給する方式を採用した。(イ) の発電量の問題には太陽電池パネルでの発電量及びATS 受

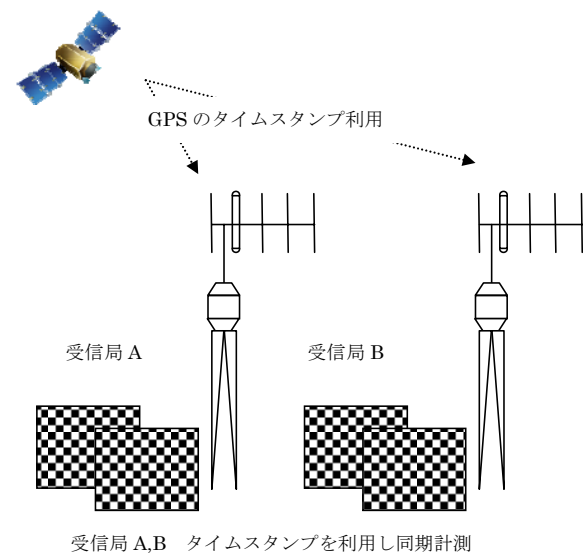
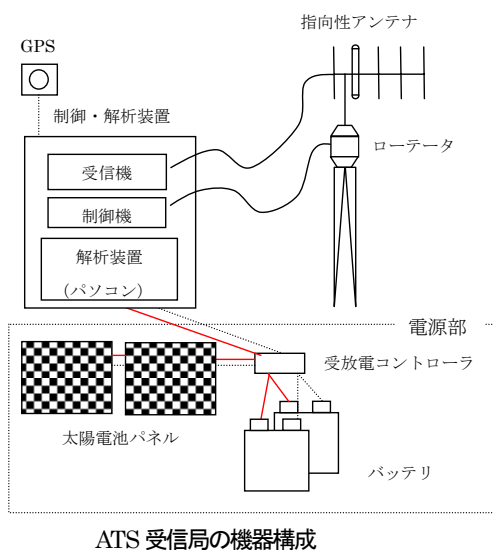


図-4 改良後のATS 概要図

信局の消費電力を計測し、太陽電池パネルの枚数・バッテリー数を設定した。詳細は4章で述べる。

3.2 GPSのタイムスタンプを利用したATS受信局同期方式の採用

現行ATSでは、無線LANを介して制御局が計測命令を送信し、その計測命令を受け、各ATS受信局が同期し、指向性アンテナを回転させ、電波到来角の計測を行う。その後、制御局へ電波到来角データを送信し位置特定を行う。この計測方式の主な目的は、各ATS受信局が同期をとり電波計測を行い、各受信局のデータの付き合わせを行いやすくするためである。

しかし、現行ATSの同期方式だけが唯一の方法ではなく、各受信局の計測開始時間をつき合わせる信頼性の高いタイムスタンプがあれば、現行ATSと同一の制御が可能である。今回の改良では、信頼性の高いタイムスタンプとして、GPSデータに付与される衛星時刻をタイムスタンプとして採用した。GPSデータは上空に遮蔽物がない場合、任意の場所で衛星により高度に管理されたタイムスタンプを各ATS受信局が得られる利点がある。ATS受信局にGPSモジュールを取り付ける改良を行い、GPSの汎用フォーマットであるNMEA-0183フォーマットのタイムスタンプをATS受信局のデータに付与する改造を施した。

3.3 改良策採用後のATSシステムブロック図

図-3に改良策採用後のATSの受信局設置状況、図-4にシステム図をまとめる。電源部は、複数の太陽電池パネル、バッテリー及び受放電コントローラで構成され、12Vの直流電源を制御・解析装置に供給する。各ATSは、GPSモジュールから得られる衛星時間を利用し、設定した同日同時刻に電波到来角計測を開始する。計測した電波到来角データには衛星時刻のタイムスタンプが付与され記録される(図-4右図)。後日、回収された各受信局のATSデータは、ATS制御局のプログラムに開発・付加されたプレイバック機能を用いて解析され現行のATSと同様の位置特定が可能となっている。

改良策採用後のATSでは、リアルタイムに野生動物の行動を確認できる機能は利用できないデメリットがあるが、反面、導入・維持コストを引き上げる電源供給、通信基盤整備に改良を加えた点は実用性向上に大きく寄与すると考えられる。

4. 太陽電池パネルによる発電量の計測とATS受信局の消費電力量の計測

4.1 計測方法

4.1.1 太陽電池パネルによる発電量の計測

天候と太陽電池パネルの発電量の関係性、発電量の時系列変化を把握するため、土木研究所構内で計測実験を行った(図-5)。太陽電池パネル(DENRYO社KC125TJ、最大動作電圧17.4V、最大動作電流7.2A)を南中方向に向け設置した。太陽電池パネルに抵抗(セメント抵抗、1Ω)を取り付け、セメント両端の電圧を計測し、電流値(単位:A、以下、発電電流値)に換算・記録し電流値の時系列図を作成した。

晴天・曇天・雨天の指標として、全天日射量を用いた。つくば市の全天日射量を気象庁HPからダウンロードし電流値の時系列図に重ね、天候変化と発電電流値の関係性を分析した。

4.1.2 ATS受信局の消費電力量の計測

太陽電池パネル(DENRYO社KC125TJ、最大動作電圧



図-5 太陽電池パネルの発電量計測状況



図-6 ATS受信局の消費電力量計測状況

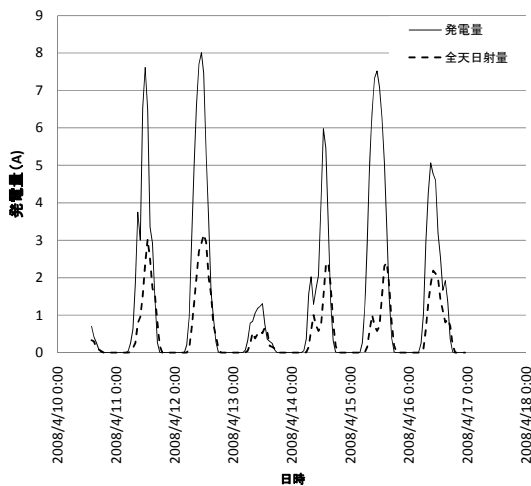


図-7 太陽電池パネルによる発電量・全天日射量の時系列変化

17.4V、最大動作電流 7.2A) で充電したバッテリー (DENRYO 社 KC125TJ、PVX-420T) に ATS 受信局を接続し、連続稼働させ、停止までの連続稼働時間を計測した (図-6)。計測した稼働時間からバッテリーの定格容量(Ah)を決定し、定格容量を稼働時間で除し、ATS 受信局が 1 時間あたりに消費する消費電力量とした。バッテリーを交換しながら 5 回、稼働時間を計測し ATS 受信局が消費する電力量を 12V を基準に算出した。

4.2 計測結果

4.2.1 太陽電池パネルによる発電量の計測

図-7 に計測した太陽電池パネルによる発電量・全天日射量の時系列変化を示す。晴天時 (例: 2008 年 4 月 12 日) と雨天時 (例: 2008 年 4 月 13 日) では、発電電流値は約 6~8 倍であった。1 日の平均発電量は約 35.87Ah、最大は 54.43Ah であった。

4.2.2 ATS 受信局の消費電力量の計測

表-1 に ATS 受信局の消費電力量の計測結果を示す。5 ケースとも同様の値を示し、稼働時間は約 12 時間、1 時間あたりの消費電流値 (Ah) は概ね安定し、約 3.1(Ah) であった。

4.2.3 太陽電池パネルによる ATS 安定稼働に関する考察

太陽電池パネルにより生産された電力量と ATS 受信局により消費される電力量の単純な比較から考えれば、太陽電池パネル約 2 枚で生産する電力量で、ATS 受信局は稼働可能になると考えられる。

しかし、図-7 が示すように太陽電池パネルによる電力生産は天候により大きく変動する特性を持つ。この特

表-1 ATS 受信局の消費電力量の計測結果

Case	稼働時間(h)	1時間の消費電流値(Ah)
1	11.5	3.30
2	12.4	3.06
3	11.8	3.22
4	13.2	2.88
5	12.8	2.97
平均	12.34	3.09

性から考えれば、晴天、曇天・雨天の生起確率 (時系列的な組みあわせ) は、ATS 受信局の安定稼働に重要な要素である。

今後は、ATS の調査を予定している信濃川水系信濃川・魚野川での現地実証実験を通し、実用性の向上を検討する必要がある。

N. まとめ

平成 20 年度は野生動物自動行動追跡システム (ATS) の実用性向上を目的として、現行 ATS 問題点である、(ア) 商用電源利用による設置場所の限定及び初期・維持管理コストの増大、(イ) ATS 制御局と受信局間の通信基盤整備時の機器費・通信機能確認工数の増大、の改良を実施した。その結果、(ア) の問題は太陽電池パネル利用での解決、(イ) の問題は GPS のタイムスタンプ利用での解決に成功した。平成 20 年度の研究成果は、今後、本格的普及を目指す ATS の現地導入を簡易にし、調査期間中の維持コストを低減する可能性が高く、ATS 普及へ大きな進展となると考えられた。

参考文献

- 1) 傳田 正利、天野 邦彦、辻本 哲郎: 魚類自動追跡システムの現地実証実験と魚類行動特性の把握、土木学会論文集B、Vol. 65、No. 1、pp.1-14、2009。
- 2) Masatoshi DENDA, Kunihiko AMANO, Toshitaka IWAMOTO and Tetsuro TUJIMOTO: Development of a spatially explicit Individual Based Model for Stream fishes using fish behavioral data obtained by a new telemetry system, Proceeding of International Conference on Ecological Modeling 2006 in YAMAGUCHI, pp.156-157, 2006
- 3) Masatoshi Denda, Kunihiko Amano, and Toshimasa Sugimoto: Using telemetry and a fish behavioral model to assess fish habitat changes, Proceeding of World Environmental and Water Resources Congress 2008 Ahupua'a, 2008

STUDY ON THE PREDICTION AND MONITORING METHOD OF THE INFLUENCE OF RIVER IMPROVEMENT ON ANIMAL

Abstract : For practical improvement of an automatic tracking system of fishes there are two problems that are (1) place is limited, initial and running cost increases due to the use of commercial power supply,(2)wireless system between ATS control station and receiving station is costly and needs confirmation of many functions. We improved the system by use of solar panel and timestamp of GPS (Global Positioning System) instead of commercial power supply and wireless network. The improvements promote the innovation of the system and can reduce the running cost of the system.

Key words : *Telemetry、Advanced Telemetry System、Generalizing、Practical improvement、Solar panel*