

PHSによる野生動物の位置探索

長戸 理恵[†] 森下 英美子[†] 樋口 広芳[†] 板生 清[‡]

近年ゴミを荒らすカラスの問題が大きく取り上げられるようになってきている。しかしその生態については、出没個所やその数などは分かっているものの一羽一羽のカラスがどのような動きをするかということがはっきりわかっていない。その原因の一つに空を飛ぶカラスを地上から追うことの難しさがあった。そこでPHSを使ってカラスの移動を追跡しようという試みを行った。まずカラスの生息高度でもPHSによる追跡が可能であることを検証した後、軽量化した PHS 端末を上野動物園で捕獲したカラスに装着、追跡を行った。追跡の結果、カラスの行動範囲で既存の PHS 電波を使って行動を追跡できること、またその行動範囲が予想されているより広いこと等がわかった。またウェアラブルコンピュータによる動物センシングシステム確立の可能性を示唆した。

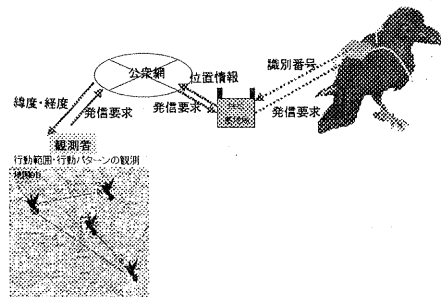
Wild animal chase by PHS (Personal Handyphone System)

Rie Nagato[†], Emiko Morishita[†], Hiroyoshi Higuchi[†], Kiyoshi Itao[‡]

Crows are urban birds, and are increasing in number and causing such problems as eating garbage. In order to trace their movements, a new chasing method using position-tracking function of PHS has been made. Network areas of PHS correspond to the living areas of crows. As the weight of devices attached to animals should be designed under 5 % of their body weight, the device weight was required to be less than 30 grams. We achieved devices by remodeling commercially available lightest PHS cells, and attached them to five jungle crows which were caught in Ueno Zoo, and traced them for 2 to 6 days. Four crows flew around Ueno, but one of them flew away to Nippori, about 2 km away from Ueno. Through these experiments the devices originally made for human using were useful for tracing crows, and we suggested new application of wearable computer to animal researches.

1. はじめに

近年ゴミを荒らすカラスの問題が大きく取り上げられるようになってきている。住宅街や繁華街を飛びまわるカラスを目にしない日はないが、その生態については出没個所やその数などは分かっているものの一羽一羽のカラスがどのような動きをするかとい



【Fig.1 PHSによるカラスの追跡システムの概要】

[†] 東京大学 (文京区本郷 7-3-1)

[‡] University of Tokyo(7-3-1Hongou,Bunkyo-ku)

うことははっきりわかっていない。その原因の一つに空を飛ぶカラスを地上から追うことの難しさがあった。そこでPHSを使ってカラスの移動を追跡しようという試みを行った。

2. 研究背景

2.1 既存の野鳥の追跡方法

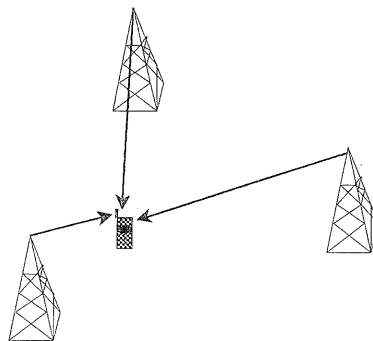
生態計測においては動物の自然のままの移動を追跡する必要がある。そのためにさまざまな手法があるが、ほとんどの手法が人手を多く必要としている（表1）。とくにカラスなど中型鳥類の追跡方法としては足環や翼タグをつけるなどのマーキング方式やテレメトリ方式が一般的である¹⁾。マーキングによる追跡では追跡する対象をマーキングし、各地にいる観察者から情報提供を受ける。テレメトリ方式では電波発信機（テレメーター）を装着し、発信電波を人間の持つアンテナで追う。これらの方法では空を飛ぶ相手の場合対象を見失いやすく、継続的な追跡が難しい。そのためいままでもカラスの行動範囲や生態について確かなことはわかっていなかった²⁾。

2.2 PHSによる野生動物の位置追跡方法

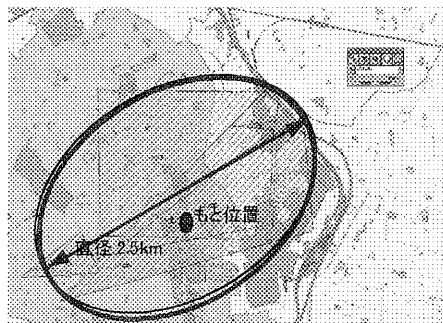
本研究では継続追跡できること、カラスの繁殖地域においてインフラが整備されていることから PHS による追跡方法に目をつけた。PHS を含めたセル方式による移動通信システムでは、固定電話と違い、端末そのものが空間的に移動するために接続を自動的に行うには端末の場所をネットワーク側で常に把握している必要があり、端末の位置は常にネットワーク側に位置登録されている³⁾。中でも PHS は1つの基地局の発信するアンテナ出力が 20mW から 500mW と小さく、数十 m から数百 m の間隔で設置されているため、100m 程度の精度で位置特定が可能である。そのため本研究では PHS による位置特定法に着

【Table1 既存の生態追跡法】

追跡方法	調査内容	欠点
足環, 耳環による識別	移動経路	人手が多く必要・情報が断片的
テレメトリ法	個体ごとの季節移動や環境利用	個体の後を追う必要がある
アルゴシステム(衛星追跡)	渡り鳥の渡りの経路	精度が低い・高額な通信料



【Fig.2 PHSによる位置特定方法】



【Fig.3 高さによる誤差】

目した（図2）。

3. カラスに装着するための端末仕様

人間のために作られた PHS システムをカラスに使うに当たって、問題となるのが端末重量と位置精度である。まずこの二つの項目を PHS 位置特定システムが満たすかどうか検証を行った。

3.1 端末重量

野生動物を調査する際には装着する実験装置は動物体重の 4-5%以内が望ましいとされている⁴⁾。カラスの平均体重は 500g~750g であり、望ましい端末重量は 20g から 35g 程度と考えられる。現在普及している PHS 端末は最軽量でも約 70g である。しかしその重量の内訳は電池が約 30%、筐体約 20%、プリント基盤 20%、ディスプレイ約 5%、その他約 25%と見積もることが出来⁵⁾、電池、筐体を半分以下の重量にし、ディスプレイやボタンなどを取り除けば 35g までの軽量化は可能になる。

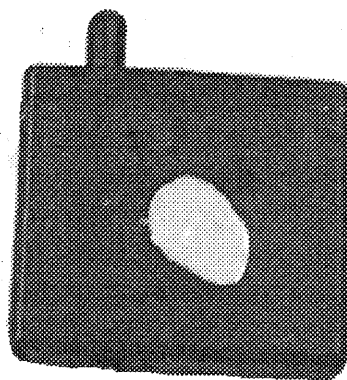
3.2 高さによる位置精度への影響

PHS による位置特定システムは本来人間の行動範囲でのみ精度を保証されている。そこでカラスの行動範囲で追跡可能かどうか確かめるため検証実験を行った。

建物を使って高さを変え、高さによってデータがどれほどばらつくか実験を行った。その結果(図 3)、高さが高く(10階)開けた場所では誤差が最悪で半径 1.3km にデータがばらつく事がわかった。カラスの行動範囲は通常高さ 15~20m(建物の 3から 4階)、高いときには 60m以上(12階程度)の高さにまで見られることがある。実験から、カラスが 15m 程度の高さを飛んでいる場合には殆どデータに影響はないが、高く舞い上がった場合は端末の位置の高さが高く、見晴らしが良くなるので 1km から 1.5km 誤差が出るおそれがあることが分かった。このように見晴らしのいい高いところでは位置データが飛ぶとともにばらつくため、得た位置データを前データと後ろのデータから修正する必要がある。

4. PHS の軽量化および装着構造

市販されている端末重量は通話機能のない最軽量のものでも約 60g であり、軽量



【Fig.4 追跡に用いた黒色端末】

※中央部の印は端末識別用



【Fig.5 上野動物園内に設置されたカラス捕獲小屋】



【Fig.6 端末を装着されたハシブトカラス】

化の必要があった。そこで、アルプス電気社製位置専用端末をセイコーインスツルメンツ株式会社の協力を得て筐体を削って薄くし、電池をボタン電池(CR2412)に付け替えて軽量化した。改造した端末については無線設備としての法的対応済みである。この端末に装着用の紐を取り付け、黒く塗った(図4)。総重量は端末のみで約40g、紐を含めて約44gとなった。黒く塗ったのはより目立たなくするためであるが、実際にはカラスが色を気にすることはなかった。

5. 上野動物園でのカラス捕獲及び装着実験

上野動物園及び株式会社CICの協力を得てカラス捕獲小屋を動物園内に設置し(図5)、カラスを捕獲した。捕獲したカラスには実験に使うものと同じ重量・形状のダミーを付けて気にする様子を観察し、さらに装置に馴らした。この段階でカラスは色を気にすることはないことが分かった。また当初背中に背負わせる予定だったが、背中に装着スペースが幅3cmしかないため、胸にゼッケンのように装着することにした(図6)。

ダミーになれた個体のうち3羽にPHS端末を取り付け放鳥、次に2羽に前回より5g重い電池寿命が3倍のPHS端末を取り付け放鳥した。また再捕獲されたカラス1羽に再度軽いほうの端末をつけ放鳥した。カラスが行動しない夜間は通信を中止し、AM4:00~PM8:00の間に追跡した。また鳥の動きに合わせて通信頻度を変えた。実験に使用したのは、アルプス電気株式会社によって提供されている東芝製PHS位置情報システムで、老人、心身障害者、幼児などの位置情報サービスで福祉分野に利用されている。表2に端末の重量や通信頻度、稼働時間を、表3に端末を取り付

けた個体の特徴を示す。今回は端末総重量がカラスの体重の6-7%と重くなってしまったが装着後にカラスの飛翔に負担になっている様子は見られなかった。今回はPHSによるカラスの追跡の第一次実験でもあり、軽量化は今後の課題としたい。

表3に示した通り、追跡の結果、上野で生活するカラス、日暮里から通うカラス、上野の動物園内だけにとどまるカラスがいた。

【Table2 端末の仕様】

番号	重量 [g]	電池容量 [mAh]	通信頻度 [回/h]	通信数 [回]	稼働時間 [h]
1	44	100	3	41	24.5
2	44	100	0.5	60	44
3	44	100	2	69	80
4	50	300	2	205	102.5
5	50	300	1	111	167
6	44	100	3	20	25

1999年8月、9月実施
夜間20:00~4:00、通信停止

【Table3 端末を取り付けた個体の特徴】

番号	体重[g]	移動の特徴	体重にたいする割合[%]
1	670	上野公園周辺を移動	6.6
2	740	上野公園から西日暮里あたりまで移動	5.9
3	740	上野動物園内を移動・再捕獲	5.9
4	630	上野公園周辺を移動	7.9
5	750	上野公園周辺を移動	6.6
6	630	上野公園周辺を移動	7.0

6. 実験によって得たこと

(1) 地上から観察している際には予測できなかったカラスの生態に関する事実が確認された。

例えば、定住するカラスと一個所に留まらないカラスがいる、ねぐらが一定でないカラスがいる、同じ場所にいるカラスでも行動形態が異なるなどということが分かった。

(2) カラスにPHSのような通信装置を装着する方法を確立できた。カラスは装着装置をあまり気にせず、このような装着実験に適していること、カラスに適切な装着位置、再捕獲率が意外に高い(3羽/7羽)ことなどがわかった。

(3) PHSによって野生動物の位置追跡が可能であるということがわかった。

(4) 人間用端末でも強度、アンテナの電波受信状況において野生動物の生息環境に適用できることがわかった。

7. 今後の展望と課題

今回の実験によって、PHSという人間用に作られた端末とシステムでもそのまま野生動物の生息環境に適用できることが分かった。このシステムを応用して野生動物の生態情報の収集や更に野生動物による環境情報の収集などが考えられる。

今後は端末の重量の更なる軽量化、並びに長寿命化を図るとともに他の野生動物への応用、さらに収集する情報の多様化によって、野生動物によるウェアラブルコンピュータを使った環境情報センシングシステムの確立を目指す。

謝 辞

本研究の遂行に当たって多大なるお力添えを頂いたセイコーインスツルメンツ株式会社のかたがた、アルプス電気株式会社のかたがたに深く感謝致します。実験に欠かせないインフラや装置を提供して下さい、ローカス株式会社のかた、また色々なアイデアを頂いたNTTドコモのかたがた、ディースキャンサービスのかたがたに感謝いたします。数々の助言、指導頂いた東京大学保坂寛教授、小林郁太郎教授に感謝いたします。

実験に協力していただいた上野動物園の飼育課のかたがた、株式会社CICのかたがた、および東京大学農学部野生動物学研究室の学生のみなさまに感謝いたします。

参 考 文 献

1) 唐沢孝一著：カラスはどれほど賢いか～都市鳥の戦略～中央公論社、1988.5

2) 佐々木洋著：カラスの思惑～人に一番近い鳥、その構造を検証する～、東京広美出版事業部、1997.2

3) <http://www.nttdocomo.co.jp/corporate/rd/homepage.html>、NTTドコモR&Dセンター

4) 樋口広芳編：宇宙からツルを追う～ツルの渡りの衛星追跡～、読売新聞社、1994.5.30

5) 三宅常之：携帯電話が50g台に突入へ、
NIKKEI ELECTRONICS
1998.8.24(no.724)pp54-60