



— 原著論文 —

GPS アルゴス追跡による東海地方のカワウの行動圏と季節移動

日野輝明^{1,*,**}・石田 朗^{2,***}

¹ (独) 森林総合研究所関西支所 〒 612-0855 京都府京都市伏見区桃山町永井久太郎 68

² 愛知県森林・林業技術センター 〒 441-1622 愛知県新城市上吉田字乙新多 43-1

(2011年11月11日受付；2012年1月8日受理)

キーワード：カワウ，GPS アルゴスシステム，ねぐら，コロニー，個体追跡。

日本鳥学会誌

Japanese Journal of
Ornithology

© The Ornithological Society
of Japan 2012

Teruaki Hino^{1,*,**}, Akira Ishida^{2,***}. 2012. Home ranges and seasonal movements of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* in the Tokai area, based on GPS-Argos tracking. Jpn. J. Ornithol. 61: 17-28.

Abstract. At four cormorant colonies in Aichi and Gifu prefectures (Unoyama, Aichiken Shinrin-koen, Yatomi Yachoen, Funatsuki choju-hogoku), eight individual Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* were captured and tracked using Argos transmitters with GPS receivers. For each individual, the average distance from its roost and/or colony to its foraging grounds (activity areas during daytime) was 2-11 km, and did not exceed 20 km. This result reflected that individuals roosting in coastal woods foraged in estuarine and/or maritime areas, while individuals roosting in inland woods foraged along rivers. Most of the individuals tracked changed roost sites seasonally; the distances between roosts were over 20 km in most cases, and the longest distance was 50 km. In addition, interesting cases involved: two individuals (from different colonies) that moved to the same roost near a river where Ayu or Sweetfish *Plecoglossus altivelis* alevins had been released; an individual that returned to its original colony in the breeding season after changing roosts several times; an individual using a roost outside the breeding colony even during the egg-laying period.

Key words: Great Cormorant, GPS-Argos system, Roost, Colony, Individual tracking.

¹ Kansai Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, Kyoto 612-0855, Japan.

² Aichi Prefectural Forest Research Institute, Aichi 441-1622, Japan.

はじめに

カワウの被害対策はこれまで、採食地となる河川や湖沼と、コロニー・ねぐらとなる森林のそれぞれにおいて、個別の対応がおもに行われてきた。しかし、カワウの行動は採食地とコロニー・ねぐらとの往復を基本とすることから、それぞれの位

置関係を考慮した総合的な防除法を確立が必要である。そのためには、個体追跡調査による個体の移動と行動圏についての基礎的情報が必要である。例えば、カワウのねぐらから採食地までの距離が分かれば、カワウの採食による漁業被害範囲を知ることができる。また、ねぐらを変更する場合の移動距離が分かれば、被害対策としてねぐらからの追い出しを行った場合の分散範囲を推定することができる。さらに、複数のねぐらを同時期に並行して使うのか、ねぐらの変更がどのくらいの頻度で生じるか、その頻度は地域、性、年齢によって違うか、ねぐらの変更をもたらす特別な原因はあるか、あるコロニーで繁殖した個体は翌年に同

* E-mail: hino@meijo-u.ac.jp

** 現所属：名城大学農学部生物環境科学科

〒 468-8502 愛知県名古屋市天白区塩釜口 1-501

*** 現所属：愛知県新城設楽農林水産事務所林業振興課

〒 441-2301 愛知県北設楽郡設楽町田口字小貝津 6-2

doi:10.3838/jjo.61.17

JOI:JST.JSTAGE/jjo/61.17

じコロニーに戻ってくるか、などの多くの情報が、カワウの個体群管理を進めていく上で重要である。しかしながら、国内においては、カワウの個体追跡調査はほとんど行われてきておらず、行動圏や季節移動についての詳しいことは分かっていないのが現状である。

個体の移動と行動圏に関する情報を得る方法は、大きく分けて、足環による標識調査と送信機を装着した個体を追跡するテレメトリー調査がある。関東地方のコロニーで標識したヒナの確認調査によって、定着個体の割合や分散移動した場所や距離が明らかにされている（日本野鳥の会 2004）。また、観察地点の情報から、地域間移動、季節的な移動、寿命などについてのデータも得られている（福田 1987, 佐藤・斉藤 1993, 石田 1997, 坪井ほか 2009）。しかしながら、標識調査は安価に広域調査がおこなうことができる反面、多数の目撃情報を収集するためには相当数の人数と労力が必要になり、標識した同一個体を継続して追跡することも難しい。

一方、テレメトリー調査は、送信機が高価であるものの、同一個体の追跡が可能になるため、移動や行動圏に関する多くの情報を得ることができる。テレメトリー調査は、送信機装着個体の位置情報をどのように得るかで、大きく分けて4つのタイプに分かれる。1つめは、ラジオテレメトリー法と呼ばれるもので、受信アンテナと受信機を用いて、調査者が送信機を付けた個体の位置を特定するものである。愛知県で行われた調査では、送信機をつけた2個体の追跡によってコロニーやねぐらでの滞在状況の周日変化や採食地への移動などが明らかになっている（日本野鳥の会 2002）。しかし、この方法は、セスナ機による追跡調査（Dorr *et al.* 2004）をおこなう場合を除いて、調査者が測位できる範囲に限られるので、長距離を移動した場合は追跡不能になる。2つめは、GPS（Global Positioning System: 全地球測位システム）受信機を装着して、一定期間後に遠隔脱落装置などを用いて回収することで、受信機内に蓄積した測位情報を得る方法である。この方法を使うことによって、25 m以下の誤差の正確でかつ継続的な位置データを得ることができる。しかしながら、受信機を回収する必要があるため、定着性が強い動物に適用するか、調査を短期間に限定しなければならない。そのため、移動性の高いカワウでは、潜水深度や加速度を記録できるデータロガーを一緒に付けて、1~2日間の採食行動を数秒単位で細

かく解析する調査に用いられている（Wilson *et al.* 2008, 佐藤ほか 2010）。3つめは、装着されたアルゴスシステム用の送信機から送られる電波の情報を人工衛星が受信して、それが地上受信局に送られて位置が計算されるものである。この方法は、上述の2つの方法と違って、調査者自身が測位したり受信機を回収したりする必要がないため、長距離移動をする動物を長期にわたって追跡することが可能である。カワウでは、このシステムを用いて、関東、中部、近畿地方で捕獲された48個体について追跡調査が行われ、季節移動やねぐらから採食地まで距離などについて多くの情報が得られている（バードリサーチ 2009）。しかし、測位の精度は150 m~1 kmと低いために、細かいスケールでの位置データの分析には適していない（樋口 2001, Hatch *et al.* 2011）。

4つ目は、GPS受信機で測位した精度の高いデータを、人工衛星を介して回収することのできるもので、GPS受信機とアルゴスシステムの双方の長所を備えたものである（Strickland *et al.* 2011）。本研究は、このGPSアルゴスシステムの送受信機を用いて、愛知県と岐阜県内の4つのコロニーで捕獲したカワウの個体の日常の行動圏とねぐら・コロニー間の移動を明らかにすることを目的に行った。

材料と方法

送受信機GPS-PTTの装着は、2008年から2009年にかけて、愛知県と岐阜県内の4つのカワウのコロニーで行った（図1, 表1）。合計8個体に装着し、その内訳は、2008年4月22日に愛知県知多郡美浜町の「鶴の山コロニー」（34°48'N, 136°53'E）で2個体（ID-79789, ID-79790）、2008年6月2日に愛知県尾張旭市の「愛知県森林公園コロニー」（35°14'N, 137°02'E）で1個体（ID-79791）、2009年3月31日に愛知県弥富市の「弥富野鳥園コロニー」（35°02'N, 136°47'E）で3個体（ID-79792, ID-79793, ID-80591）、2009年4月17日に岐阜県安八郡輪之内町の「船附鳥獣保護区コロニー」（35°17'N, 136°36'E）で2個体（ID-86817, ID-86818）である。

捕獲は、鶴の山と弥富野鳥園のコロニーでは、かすみ網をカワウの飛翔コースに張る方法で行い、愛知県森林公園と船附鳥獣保護区では、経口麻酔薬（ α クロラロース, 東京化成工業）による不動化の方法（佐藤ほか 2010）を用いて行った。後者は、オブラートに包んだ麻酔薬45 mgを口腔内に

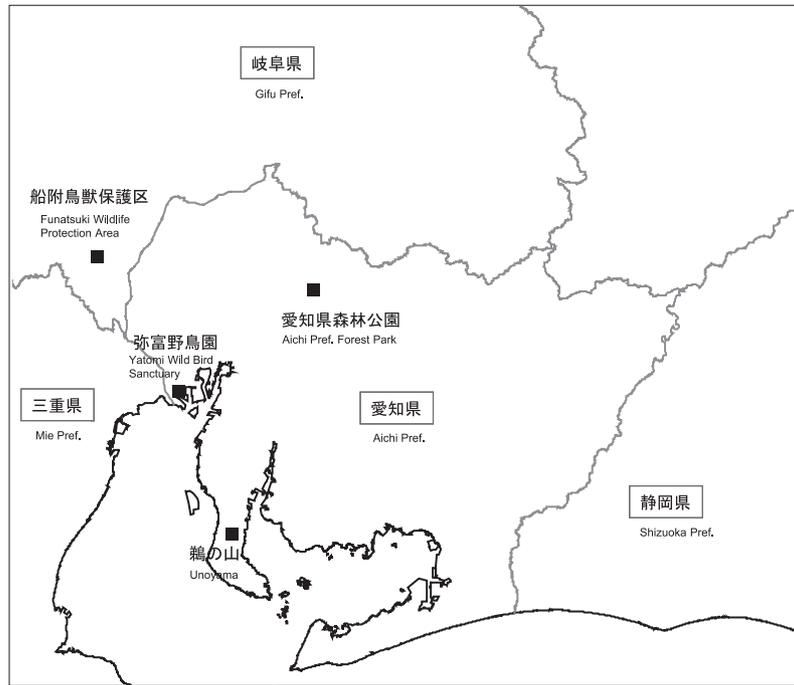


図1. GPS アルゴスによって追跡した8個体の捕獲を行った4つのコロニーの位置.
Fig. 1. Locations of four colonies where eight Great Cormorants were tracked using the GPS-Argos system.

表1. 送信機装着個体の外部形態計測値と福田式（1998）による性判別.

Table 1. External morphology and estimated sex based on Fukuda's discriminant analysis of eight individual Great Cormorants tracked with the GPS-Argos system.

捕獲コロニー Colonies where captured	送受信機 IDPTT ID	捕獲日 Date of capture	体重 Body weight (g)	嘴峰長 Bill length (mm)	嘴高 Bill height (mm)	嘴幅 Bill width (mm)	口裂長 Gape width (mm)	ふ蹠長 Tarsus length (mm)	自然翼長 Wing length (mm)	性判別 Sex estimated
鶺鴒の山 Unoyama	79789	2008. 4.22	1,900	61.0	20.1	—	93.0	58.2	339.0	♂
	79790	2008. 4.22	1,890	62.4	21.3	—	94.7	62.2	339.0	♂
愛知県森林公園 Aichi Prefectural Forest Park	79791	2008. 6. 2	2,000	69.0	20.3	—	100.5	66.8	353.0	♂
弥富野鳥園 Yatomi Wild Bird Sanctuary	79792	2009. 3.11	1,700	62.9	14.7	14.3	89.9	65.3	305.0	♀
	79793	2009. 3.11	2,200	68.5	20.7	16.6	94.4	73.4	313.0	♂
	80591	2009. 3.11	2,050	65.5	21.8	17.3	89.5	68.0	320.0	♂
船附鳥獣保護区 Funatsuki Wildlife Protection Area	86817	2009. 4.17	2,100	64.9	19.9	11.1	92.1	62.1	321.0	♂
	86818	2009. 4.17	1,750	58.3	15.7	10.8	86.6	59.8	319.5	♀

入れた体長 10 cm 程度の魚（ワカサギなど）を営巣中の巣内に置いておき、それを採食した成鳥を不動化する方法である。後者の方法で捕獲した個体は、抱卵もしくは育雛中であることが確認できたが、前者の方法で捕獲した個体については繁殖に関する情報は得ることはできなかった。捕獲した個体は、体重、露出嘴峰長（BL）、嘴高（BH）、嘴幅（BD）、口裂長（GL）、ふ蹠長（TUL）、自然

翼長（WL）の計測を行った。雌雄の判別は、成鳥と仮定して、次の福田の判別式（1998）を用いて行った。

$$Z = 0.231(BL) + 3.208(BH) + 0.015(BD) + 0.321(GL) - 0.137(TUL) + 0.228(WL) - 152.895$$

$Z > 0$ ならばオス, $Z < 0$ ならばメス

外部形態の計測後に、テフロンリボンを用いてハーネス方式で送受信機を背中に装着した（バードリサーチ 2009）。使用した機種は、North Star Science and Technology 社製の太陽電池式の GPS アルゴスシステムの送受信機（Solar GPS Platform Transmitter Terminal, 以下 PTT）で、本体の大きさは 64 mm × 23 mm × 18 mm で、アンテナの長さは 196.8 mm である。重量は 30 g で、捕獲個体の体重 1,700–2,200 g の 2% 以下である。GPS による受信は 6 時間おきに 1 回測位（すなわち 1 日に 4 回）、アルゴス衛星への測位データの送信は 3 日おきに 10 時間送信の設定で行った。即位地点の取得率は、実際の測位地点数を潜在的に可能な測位地点数（= PTT 稼働日数 × 4 地点）で除すことで求めた。測位された点のうち、精度 100 m 以下のデータを分析に用いた（99% のデータが 25 m 以下の精度）。2 地点間の距離は、次の簡易式に緯度と経度のデータを挿入して求めた。この式は 2 地点間の距離をユークリッド式による直線距離に近似できると仮定した上で、緯度と経度 1 度あたりの距離の違いを補正したものである。

$$\text{距離 (km)} = \sqrt{\left(\frac{\text{緯度 1} - \text{緯度 2}}{0.0111}\right)^2 + \left(\frac{\text{経度 1} - \text{経度 2}}{0.0091}\right)^2}$$

結 果

1) 鵜の山コロニー捕獲個体

鵜の山コロニーで捕獲した 2 個体は、2008 年 4 月下旬から 7 月下旬まで追跡できた。福田の性別別式によりどちらもオスと推定されたが（表 1）、繁殖状態はどちらも不明である。両個体とも期間中のねぐらの移動はなく、昼間はねぐらからの平均距離で 7–11 km、最大距離で 16 km の範囲の三河湾内で記録された。三河湾内での利用場所は両個体間で異なり、ID-79789 の個体は知多半島の東岸から三河湾北部の沿岸まで利用したのに対して、ID-79790 の個体は主に知多半島の先端の南東部の沿岸を利用した（図 2、図 3）。

2) 愛知県森林公園コロニー捕獲個体

愛知県森林公園（以下、森林公園）で捕獲した ID-79791 の個体は、2008 年 6 月上旬から 2009 年 6 月下旬までの約 1 年間追跡できた。この個体はオスと推定され（表 1）、捕獲した巣内には巣立ち間際の幼鳥がいた。捕獲後数日で、約 30 km 北方に位置する関市内のゴルフ場（35°30'N, 136°56'E）にねぐらに移した。さらに、2 週間後の 7 月中旬

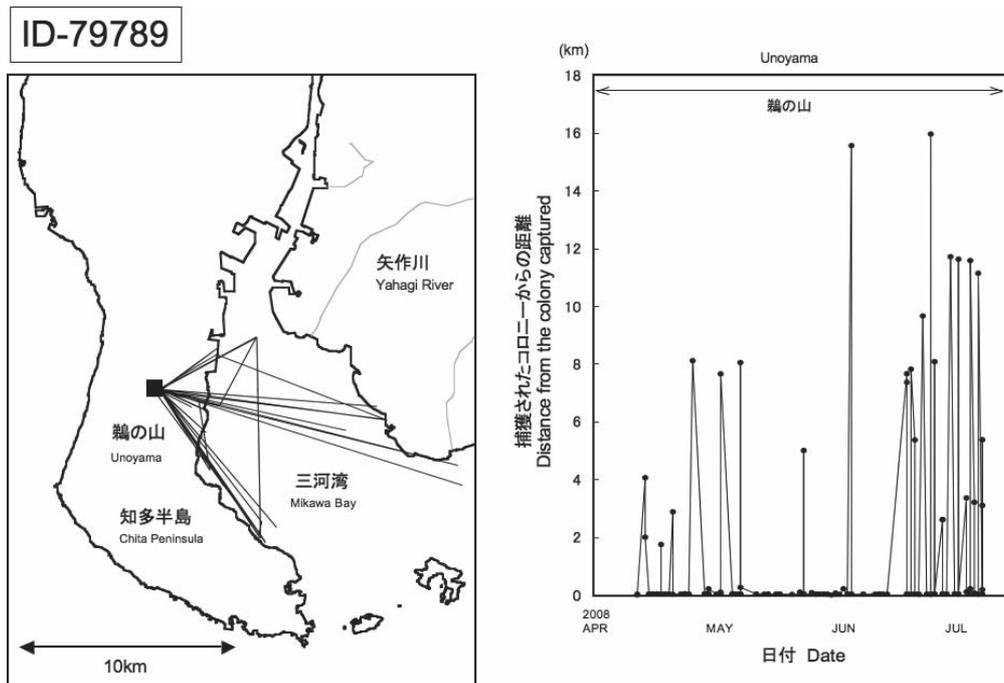


図 2. 鵜の山で捕獲して PTT を装着した個体 (ID-79789)。左図：捕獲コロニー（黒四角）と採食場所間の移動軌跡；右図：捕獲コロニーから測位された場所までの距離の変化（折れ線）。

Fig. 2. Great Cormorant ID-79789 with PTT in Unoyama. Left: Movements between the colony (solid squares) and foraging areas. Right: seasonal change in distance from there to the locations recorded (broken line).

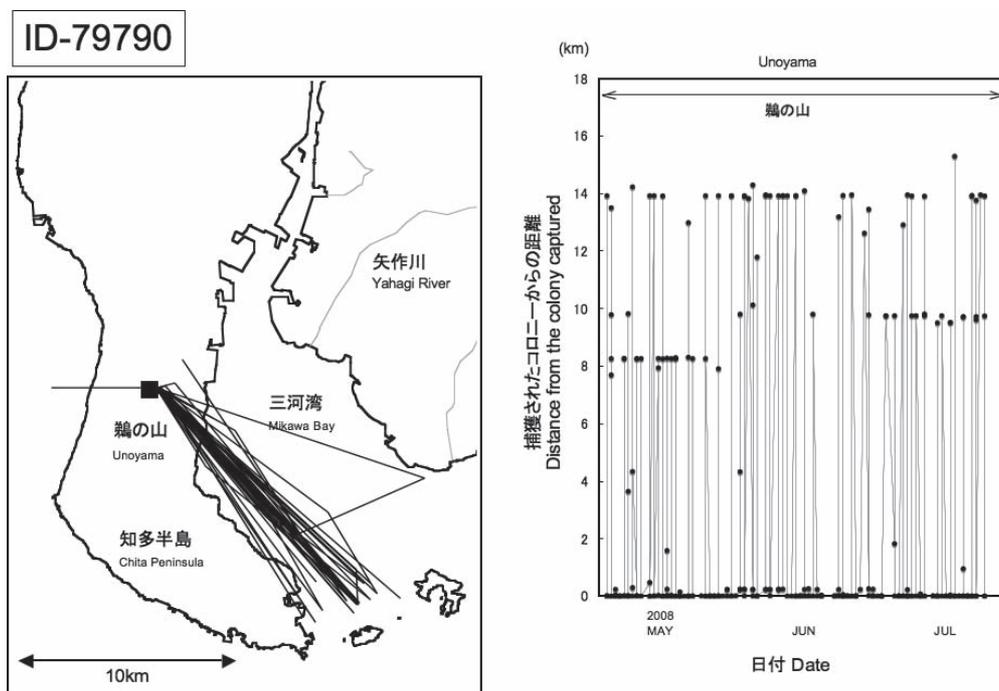


図3. 鵜の山で捕獲してPTTを装着した個体 (ID-79790). 左図: 捕獲コロニー (黒四角) と採食場所間の移動軌跡; 右図: 捕獲コロニーから測位された場所までの距離の変化 (折れ線).
Fig. 3. Great Cormorant ID-79790 with PTT in Unoyama. Left: Movements in the colony (solid squares) and foraging areas. Right: seasonal change in distance from there to the locations recorded (broken line).

には、そこから約 15 km 南東に位置する可児市の今渡ダム近くの河畔林 (35°26'N, 137°04'E) にねぐら移して、約 4 ヶ月間滞在した。このねぐらに滞在中の昼間の活動場所は、ねぐらから 5 km 以内の木曾川沿いであった。11 月中旬以降約 1 ヶ月半、約 50 km 南方に位置する伊勢湾岸で昼間に記録されるようになった。この期間中の夜間に滞在したねぐらの位置が記録されていないが、前後の記録からこの間のねぐらは弥富野鳥園を利用していたと推定された。そして、2009 年 1 月初めに、捕獲地である約 30 km 離れた森林公園に戻り、4 月上旬に主要なねぐらを前年に利用した関市内のゴルフ場に再びねぐら移すまでの 3 ヶ月間滞在した。森林公園での滞在期間中、昼間に記録された場所は、約 10–12 km 離れた庄内川と入鹿池、および 20 数 km 離れた伊勢湾岸であった。伊勢湾岸を利用した場合には、弥富野鳥園をねぐらとして利用していた。この期間中に昼間に最も記録が多かったのは森林公園内であったことから繁殖していた可能性もある (9 時から 15 時までの記録がある 42 日中 32 日)。関市ゴルフ場のねぐらに滞在中は、10–20 km 離れた長良川が昼間の主要な活動場所であった。さらに、前年同様に、今渡ダム近くの河畔林にねぐら移した (図 4)。

3) 弥富野鳥園コロニー捕獲個体

弥富野鳥園で捕獲した 3 個体は、それぞれにまったく異なる行動を示した。ID-79792 の個体 (メスと推定、表 1) は、2009 年 3 月中旬から 8 月中旬まで追跡できた。捕獲して約 1 カ月後の 4 月上旬以降 5 月下旬まで 50 km 北方にある関市ゴルフ場と弥富野鳥園を並行してねぐらとして利用するようになり (記録のあった 55 日中 14 回のねぐら移動)、6 月上旬から中旬はゴルフ場のみをねぐらとして利用した。ゴルフ場をねぐらとして利用するときには、約 5 km 離れた長良川沿いと約 15 km 離れた木曾川沿い上を昼間の主要な活動場所としていた。6 月中旬以降は再び弥富野鳥園のみをねぐらとして利用するようになり、8 km の範囲内で伊勢湾岸を利用した。とくに藤前干潟内で頻繁に記録され、電波が途絶える直前の 8 月下旬の 1 週間は干潟内の堤防上をねぐらにしていた (図 5)。

ID-79793 の個体 (オスと推定、表 1) は 2009 年 3 月中旬から 9 月下旬まで追跡できた。この個体は期間中、弥富野鳥園と北側に 5 km 離れた日光川河畔の 2 つのねぐらを並行して利用していた。5 月中旬までは両ねぐらを行き来しながら、ほぼ同頻度で利用していたが、5 月中下旬以降は、日光

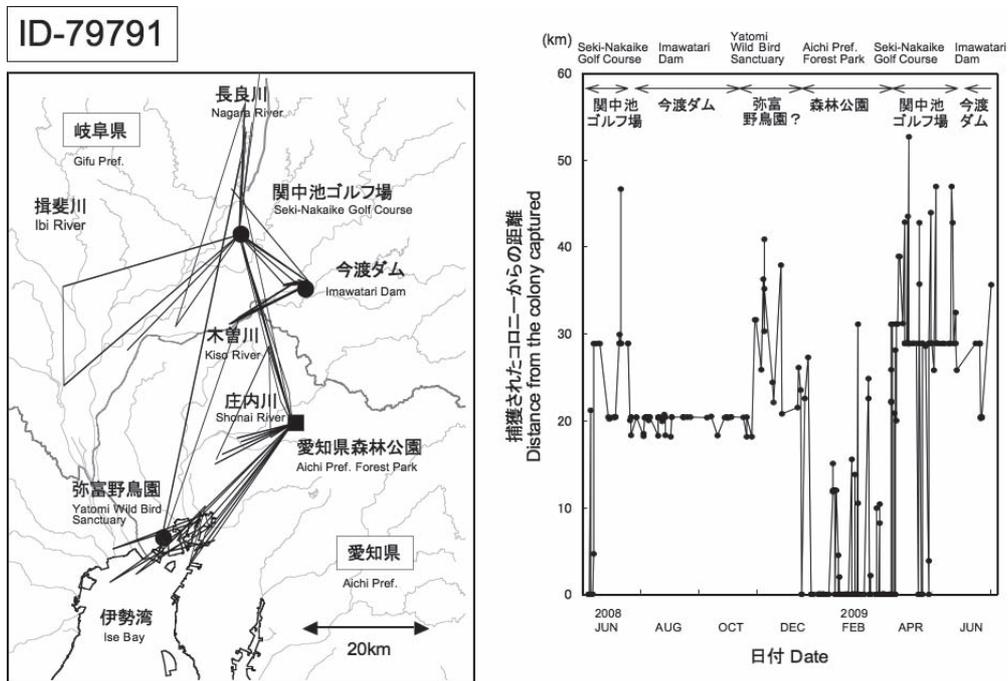


図4. 愛知県森林公園で捕獲してPTTを装着した個体 (ID-79791). 左図: 捕獲コロニー (黒四角) と変更したねぐら (黒丸) および採食場所との間の移動軌跡; 右図: 捕獲コロニーから測位された場所までの距離 (折れ線) と期間内に利用したねぐらの推移 (矢印).

Fig. 4. Great Cormorant ID-79791 with PTT in Aichi Prefecture Forest Park. Left: Movements in the colony where captured (solid squares), different roosts (solid circles) and foraging areas. Right: seasonal changes in distance from there to the locations recorded (broken line) and roosts (arrows).

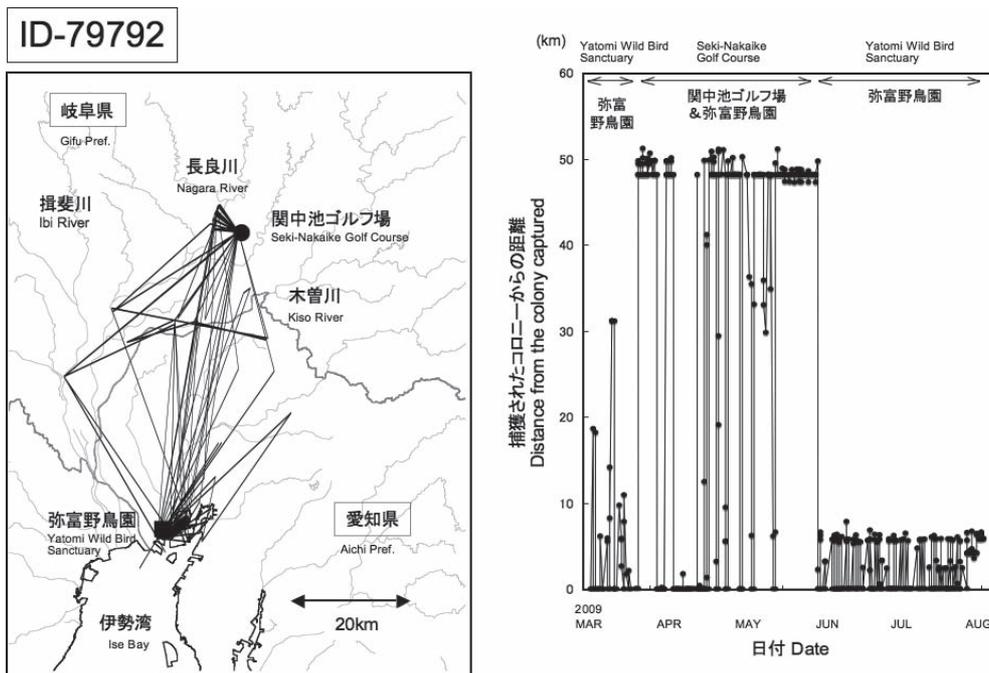


図5. 弥富野鳥園で捕獲してPTTを装着した個体 (ID-79792). 左図: 捕獲コロニー (黒四角) と変更したねぐら (黒丸) および採食場所との間の移動軌跡; 右図: 捕獲コロニーから測位された場所までの距離 (折れ線) と期間内に利用したねぐらの推移 (矢印).

Fig. 5. Great Cormorant ID-79792 with PTT in Yatomi Wild Bird Sanctuary. Left: Movements in the colony where captured (solid squares), different roosts (solid circles) and foraging areas. Right: seasonal changes in distance from there to the locations recorded (broken line) and the roosts used (arrows).

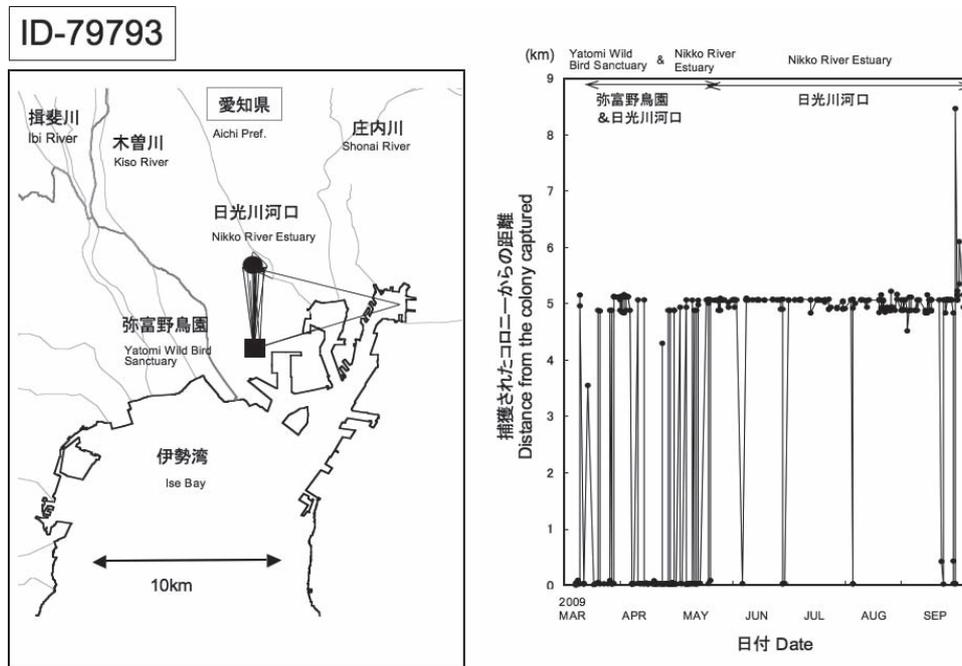


図 6. 弥富野鳥園で捕獲して PTT を装着した個体 (ID-79793). 左図: 捕獲コロニー (黒四角) と変更したねぐら (黒丸) および採食場所との間の移動軌跡; 右図: 捕獲コロニーから測位された場所までの距離 (折れ線) と期間内に利用したねぐらの推移 (矢印).

Fig. 6. Great Cormorant ID-79793 with PTT in Yatomi Wild Bird Sanctuary. Left: Movements in the colony where captured (solid squares), different roosts (solid circles) and foraging areas. Right: seasonal changes in distance from there to the locations recorded (broken line) and the roosts used (arrows).

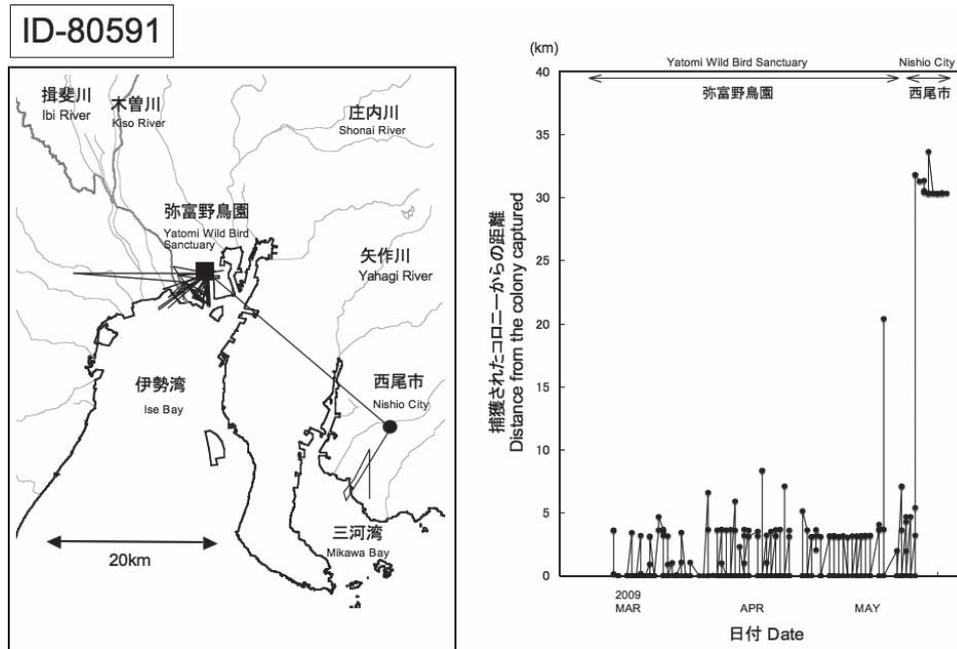


図 7. 弥富野鳥園で捕獲して PTT を装着した個体 (ID-80591). 左図: 捕獲コロニー (黒四角) と変更したねぐら (黒丸) および採食場所との間の移動軌跡; 右図: 捕獲コロニーから測位された場所までの距離 (折れ線) とねぐらの推移 (矢印).

Fig. 7. Great Cormorant ID-80591 with PTT in Yatomi Wild Bird Sanctuary. Left: Movements in the colony where captured (solid squares), different roosts (solid circles) and foraging areas. Right: seasonal changes in distance from there to the locations recorded (broken line) and the roosts used (arrows).

川河畔のねぐらを集中的に利用するようになった。昼間は日光川河口を中心に、ねぐらからの平均距離で2 km, 最大距離でも8 kmの狭い範囲を利用していた(図6)。

ID-80591の個体(オスと推定, 表1)は2009年3月中旬から5月下旬まで追跡できた。捕獲後2ヶ月間は弥富野鳥園をねぐらとして利用し、昼間はねぐらからの平均距離で4 km, 最大距離でも8 kmの狭い範囲で伊勢湾岸内を利用していた。5月下旬に32 km離れた西尾市にねぐらを移した後、電波が途絶えた(図7)。

4) 船附鳥獣保護区捕獲個体

岐阜県輪之内の船附鳥獣保護区(以下、船附保護区)で捕獲された個体のうち、ID-86817の個体(オスと推定, 表1)は、2009年4月下旬から2010年2月上旬まで追跡できた。捕獲時には抱卵中であつたが、約3週間後に約11 km離れた長良川沿いの長良大橋近くの河畔林(35°22'N, 136°41'E)にねぐらを移したことから、おそらく捕獲の影響で営巣放棄したと考えられる。このねぐらに3ヶ月近く滞在したが、昼間は平均距離で約5.5 km離れた長良川沿いでほぼ毎日記録された。8月末に

23 km離れた庄内川水系五条川沿いの中州にあるねぐら(35°11'N, 136°50'E)に移り、3ヶ月ほど滞在した。ここでの昼間の活動場所は、ねぐらから平均距離で5.5 km離れた五条川沿いであつた。さらに12月はじめに約5 km離れた庄内川中州のゴルフ場(35°12'N, 136°53'E)にねぐらを移し、そこで2ヶ月近く滞在した後、電波が途絶えた。ここでの昼間の活動場所もまた、ねぐらから平均距離で5.5 km離れた五条川沿いで、前ねぐらのときに利用していた場所の近くであつた(図8)。

ID-86818の個体(メスと推定, 表1)は、2009年4月下旬から2009年12月中旬まで追跡できた。捕獲時には抱卵中であり、約3週間後にも抱卵中であることが確認された(井上裕紀子 私信)。しかしながら、この抱卵中の期間も含めて約半年の間、捕獲された船附保護区と、そこから約22 km離れた木曾川沿いの川島大橋近くの河畔林(35°22'N, 136°49'E)の両方をねぐらとして利用していた(記録のあつた82日中18回のねぐら移動)。この間に昼間に活動場所として、2つ目のねぐら近くの木曾川沿いのほか、両ねぐらから10数kmの長良川と揖斐川沿いでも記録された。10月下旬に鳥獣保護区から約17 km離れた長良川と木曾川

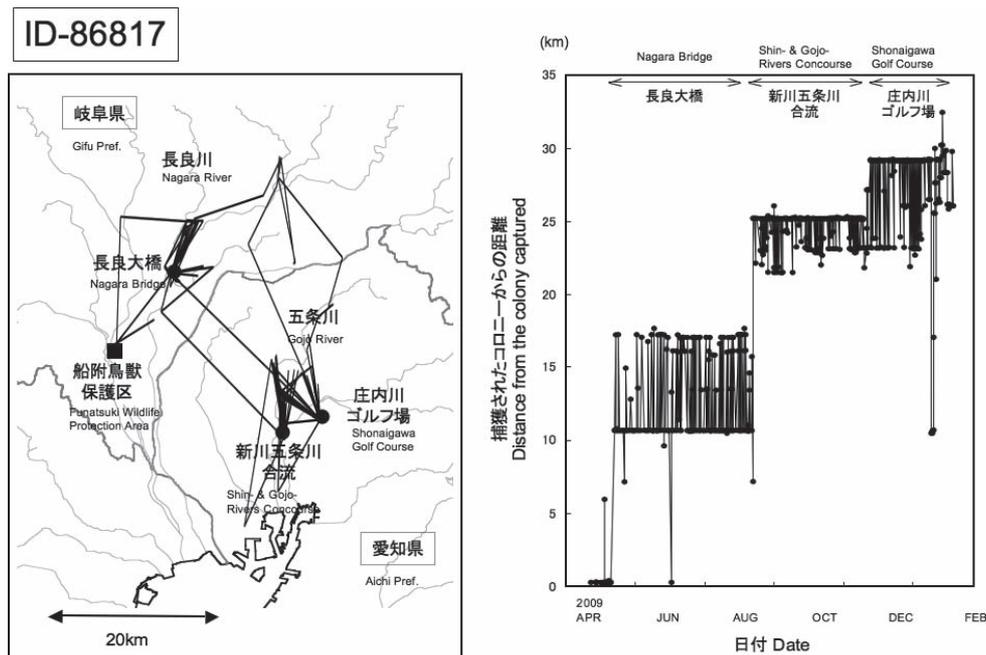


図8. 弥富野鳥園で捕獲してPTTを装着した個体(ID-86817)。左図：捕獲コロニー(黒四角)と変更したねぐら(黒丸)および採食場所との間の移動軌跡；右図：捕獲コロニーから測位された場所までの距離(折れ線)と期間内に利用したねぐらの推移(矢印)。

Fig. 8. Great Cormorant ID-86817 with PTT in Yatomi Wild Bird Sanctuary. Left: Movements in the colony where captured (solid squares), different roosts (solid circles) and foraging areas. Right: seasonal changes in distance from there to the locations recorded (broken line) and the roosts used (arrows).

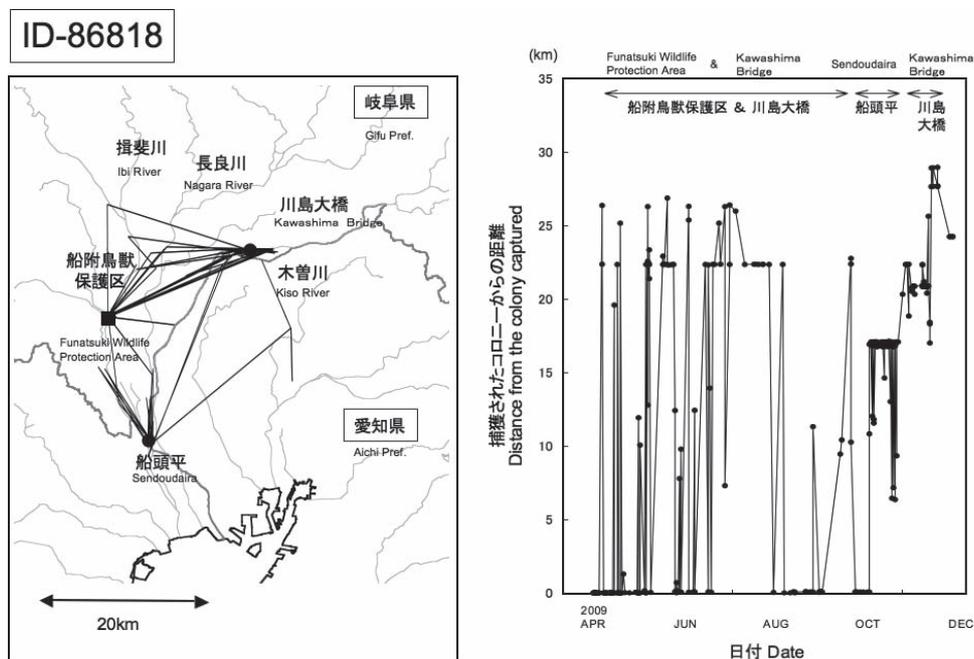


図9. 弥富野鳥園で捕獲してPTTを装着した個体 (ID-86818)。左図：捕獲コロニー (黒四角) と変更したねぐら (黒丸) および採食場所との間の移動軌跡；右図：捕獲コロニーから測位された場所までの距離 (折れ線) と期間内に利用したねぐらの推移 (矢印)。

Fig. 9. Great Cormorant ID-86818 with PTT in Yatomi Wild Bird Sanctuary. Left: Movements in the colony where captured (solid squares), different roosts (solid circles) and foraging areas. Right: seasonal changes in distance from there to the locations recorded (broken line) and the roosts used (arrows).

の合流地点にある船頭平公園の鉄塔 (35°08'N, 136°41'E) にねぐらを移して2週間ほど滞在した後、11月中旬に約27 km離れた川島大橋近くの河畔林に戻ってきた後、電波が途絶えた (図9)。

考 察

本研究では、GPS アルゴスシステムを用いて、愛知県および岐阜県下の4つのコロニーで捕獲した8個体について、3ヶ月から1年の間、それぞれ位置を追跡することができた。使用したPTTは太陽電池式であるため、GPS内蔵にもかかわらず重量が30 gと軽量化されている。その結果、装着個体の体重に対する重量比は2%以下であり、鳥にとって望ましいとされる発信器の重量の4%以下の条件 (樋口2001) をみたしていた。その一方で、6時間おきに1日4地点の測位ができるようにあらかじめ設定してあったが、即位地点の取得率は23~97%であり (表2)、個体によっては数週間にわたって測位点が記録されないこともあった。これは、バッテリーが太陽電池式のため、天候によって日照時間が不足したり、ソーラーパネルが羽毛内に埋まったりすることで、送受信に十分な充電が行われなかったことが原因である可能性が

高い。また、メーカーの仕様によると、太陽電池の使用可能期間は3~5年間ということであったが、実際の追跡期間は最長で1年間であった。とくに、沿岸で採食をおこなっていた鶺鴒の山と弥富野鳥園で装着した個体で追跡期間が短かった。佐藤ほか (2010) が弥富野鳥園で捕獲したカワウ3個体にデータロガーを装着して潜水深度を調べた結果、平均で2~7 m、最大で15 mの深さから採餌することが分かっている。したがって、カワウが潜水採餌をおこなう際に生じる水圧によって装着に用いたテフロンリボンが外れた可能性がある。あるいは、水圧によりPTTの浸水で機器の異常をきたした可能性もある。PTTによるカワウの個体追跡を長期間行うためには、潜水採餌に耐えうる装着方法や耐水圧の改善が必要である。

このように1年以内の個体追跡であったが、今回の調査から、カワウの行動圏や季節移動について、いくつかの新しい情報を得ることができた。まず第一点目として、同じコロニーで捕獲した個体であっても、採食場所と考えられる昼間の活動場所やねぐらの季節的な移動パターンなどが、個体ごとに全く異なっていたことがあげられる。たとえば、船附保護区で捕獲した2個体 (ID-86817

表 2. 送信機装着個体のねぐらから採食地までの平均距離と最大距離.
Table 2. Average and maximum distances from roosts to foraging sites of eight individual Great Cormorants tracked with the GPS-Argos system.

捕獲コロニー Colonies captured	送受信機 IDPTT ID	送信 開始日 Date of start	送信 終了日 Date of finish	測位 地点数 Number of locations recorded	測位地点 取得率* rate of locations recorded*	採食地までの距離 Distance from roosts to foraging sites (km)			変更した ねぐら間 の距離 (km) Distance between the roosts changed
						平均距離 ± SD Mean ± SD	最大距離 Maximum	記録地点数 No. of records	
鶺鴒の山 Unoyama	79789	2008. 4.25	2008. 7.21	130	0.37	7.5 ± 3.9	16.0	24	—
	79790	2008. 4.27	2008. 7.24	317	0.81	11.1 ± 2.8	15.3	95	—
愛知県森林公園 Aichi Pref. Forest Park	79791	2008. 6. 6	2009. 6.27	349	0.23	10.6 ± 5.8	25.6	60	15.1, 31.1, 31.6, 48.6
弥富野鳥園 Yatomi Wild Bird Sanctuary	79792	2009. 3.12	2009. 8.14	607	0.97	5.3 ± 2.5	26.3	167	48.2
	79793	2009. 3.15	2009. 9.27	356	0.45	1.7 ± 2.1	8.3	51	5.1
	80591	2009. 3.12	2009. 5.24	251	0.85	3.8 ± 1.7	8.4	45	31.8
船附鳥獣保護区 Funatsuki Wildlife Protection Area	86817	2009. 4.20	2010. 2. 8	836	0.71	5.5 ± 1.6	9.1	179	5.3, 10.7, 23.2
	86818	2009. 4.21	2009.12.13	236	0.24	9.9 ± 6.3	25.2	41	17.1, 20.3, 26.7

* 即位地点取得率 = 測位地点数 / (PTT 稼働日数 × 4)

* rate of locations recorded = number of locations recorded / (number of days that PTTs worked × 4)

と ID-86818) は、PTT 装着時にはほぼ隣接していた営巣木で抱卵していたが、昼間の活動場所はまったく異なっていた。また、鶺鴒の山で捕獲した 2 個体 (ID-79789, ID-79790) はどちらも三河湾内を昼間の活動場所としていたが、その範囲はほとんど重複していなかった。その一方で、異なるねぐらを利用している個体が、同時期に同じ場所に移動してくる場合があった。森林公園をねぐらとしていた ID-79791 の個体と弥富野鳥園をねぐらとしていた ID-79792 の個体は、2009 年の 4 月上旬のほぼ同じ時期に、ねぐらを開市のゴルフ場に移した。ここでの昼間の主要な活動場所は長良川沿いであったが、この河川での稚アユの放流が毎年 4 月中旬に開始されることから、餌資源が豊富になる時期に合わせてねぐらを移動させた可能性が高い。また、ID-79791 は前年の 2008 年にも開市のゴルフ場をねぐらとして利用していたことから、アユの放流場所への執着性が高い個体であった可能性がある。また、ID-86818 の個体 (メスと推定) のように、抱卵中であつたにもかかわらず、コロニーから 20 km 離れた場所でねぐらをとる個体がいることも分かった。

本研究で得た重要な結果の二点目として、採食地 (昼間の活動場所) までの距離は、個体の平均で 2–11 km であり、ねぐらからかなり近い距離で

行われていたことがあげられる。アルゴス衛星による個体追跡で行われた調査でも、ねぐらから平均 10.3 km (2–22 km, N=48 個体) の距離に 9 割の地点が落ちることを明らかにしており、非常に近い結果が得られている (バードリサーチ 2009)。この結果を反映して、鶺鴒の山や弥富野鳥園のような沿岸でコロニー・ねぐらをとる場合には、近隣の海上または河口を、愛知県森林公園や船附鳥獣保護区などのような内陸でコロニー・ねぐらをとる場合には、近隣の河川を主要な餌場として利用していることが明らかになった。カワウの被害防除を進めていく上で、ねぐらから採食地までの距離は重要である。本研究からその距離が平均で最長 11 km であることが明らかになったので、多めに見積もって餌場から 15 km 以内のねぐらやコロニーを除去すれば、漁業被害を減らせる可能性があるといつてよいだろう。

三点目は、ほとんどの個体が季節によってねぐらを変更し、その際のねぐら間の距離は 20 km 以上、最も長い場合で約 50 km であったことである。ねぐらの変更は鶺鴒の山で捕獲した 2 個体以外で観察され、最も長期間追跡できた森林公園装着の ID-79791 は 1 年間で 6 回ねぐらを移動させた。上述したように、ねぐらから採食地までの距離が平均で 2–11 km であったことから、ねぐらの移動は

採食地の実質的な移動をとまなうことになる。実際に、船附保護区装着の ID-86817 が採食地を替えずに 5 km 離れたねぐらを替えた例を除いて、そのとおりであった。上述のアルゴス衛星による個体追跡においても、48 羽のうち 29 羽でねぐらの変更がみられ、最も多い個体で 8 カ所のねぐらの利用が確認されたことが報告されている（バードリサーチ 2009）。しかしながら、この調査では、ねぐらの変更をしなかった個体が約 4 割存在している。私たちの調査でねぐらの変更がなかったのは、鶉の山の 2 個体であるが、4 月下旬から 7 月下旬までしか追跡できなかつたので、年間を通して 1 箇所にとどまる傾向が強かつたのかどうかは不明である。餌である魚が年間をとおして安定して取れるのであれば、ねぐらを変更する必要はないかもしれない。関東地方では、夏に沿岸部のねぐらの個体数が多く、冬に内陸部のねぐらで個体数が増える傾向が知られている（日本野鳥の会 2004）。その理由として、内湾の広い遠浅の海岸では、冬期の海水温の減少に伴い魚が海の深いところへ移動して採食効率が下がってしまうために、より採食しやすい内陸部へ移動するためではないかと推測されている（亀田ほか 2002）。私たちの調査で沿岸部から内陸部への明確な移動を示したのは、上述したように、弥富野鳥園から関市のゴルフ場に移動した ID-79792 の個体だけであつたが、これは春から夏にかけてのアユの放流と関係づけられ、関東地方とは逆の傾向であつた。実際に、日本海側や関西では、関東地方と逆の傾向があることが知られており（日本野鳥の会 2004）、ねぐらの季節移動の地域差やその要因について、今後明らかにしていく必要がある。

本研究で示された 3 つの主要な結果は、カワウの個体追跡が GPS による 25 m 以内という精度の高い位置情報でおこなわれたにもかかわらず、上述してきたように、アルゴスシステムのみによる 150 m–1 km という精度でおこなわれたバードリサーチ（2009）の調査結果と変わらなかつた。バードリサーチがおこなつた調査地域では、カワウのねぐらやコロニーの位置が比較的安定してすでによく調べられていたために、精度の低い位置情報でも場所の特定は可能だったのであろう。しかしながら、分布の急激な拡大によってねぐらやコロニーが新しく生じているような地域での調査では、精度の高い位置情報が必要となると考えられるため、GPS アルゴスシステムによるカワウの個体追跡は重要性を増してくるに違いない。こ

のシステムを用いて、被害防除のために人為的にねぐらやコロニーから追い出された個体の行動を追跡することができれば、防除効果の検証も可能になるだろう。さらに、採食地までの距離やねぐらの変更などの生態的な意義を明らかにするためには、PTT 装着個体の繁殖状態の調査を個体追跡と並行しておこなっていく必要がある。

本研究を進めるにあたり、高木憲太郎（バードリサーチ）、井上由紀子（北海道大学）、依田 憲（名古屋大学）、新妻靖章（名城大学）、斉藤成人（弥富野鳥園）の各氏、およびの名城大学と名古屋大学の学生には、カワウの捕獲において多大な協力をいただいた。本研究は、農林水産技術会議「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」による研究プロジェクト「カワウによる漁業被害軽減技術の開発」（2007～2009 年度）の一課題として実施された。研究計画や成果のとりまとめに当たっては、研究総括者である村上真由美氏と箱山 洋氏から多くの有益なコメントをいただいた。鳥類の捕獲は、環境省中部地方環境事務所長、愛知県知事、岐阜県知事による許可を得て行った。

摘 要

愛知・岐阜県内の 4 コロニー（鶉の山、愛知県森林公園、弥富野鳥園、船附鳥獣保護区）で捕獲した 8 個体のカワウに GPS アルゴスシステムの送受信機を装着して追跡を行った。コロニーやねぐらから採食地（昼間の活動場所）の距離は、どの個体においても、平均で 2–11 km であることが分かつた。その結果を反映して、沿岸のコロニー・ねぐらを利用する個体は海上と河口を、内陸のコロニー・ねぐらを利用する個体は河川を主要な餌場として利用していた。ほとんどの個体がねぐらの変更を行い、そのねぐら間の距離は、ほとんどの場合で 20 km 以上、最長で 50 km であつた。また、アユの放流時期に合わせてねぐらを移動させる個体がいること、非繁殖期に数カ所のねぐらの移動を行ったあとに繁殖期にはもとのコロニーに戻ってくること、繁殖中にもコロニー以外の場所にねぐらをとる個体がいることなどが明らかになつた。

引用文献

- バードリサーチ (2009) 平成 20 年度魚食性鳥類であるカワウの移動実態の解明に関する研究委託業務報告書。環境省自然保護局、東京。
- Dorr B, King DT, Tobin ME, Harrel JB & Smith PL (2004) Double-crested Cormorant movements in relation to aquaculture in eastern Mississippi and western Alabama. *Waterbirds* 27: 147–154.

- 福田道雄 (1987) カラーリングによって調べたカワウの移動状況 (第1報). 日本鳥類標識協会誌 **2**: 63–70.
- 福田道雄 (1998) カワウの外部計測値による性判別. 日本鳥類標識協会誌 **13**: 70–71.
- Hatch SA, Gill VA & Mulcahy DM (2011) Migration and wintering sites of Pelagic Cormorants determined by satellite telemetry. *J. Field Ornithol.* **82**: 269–278.
- 樋口広芳 (2001) 高度情報通信技術を利用した野生動物の移動追跡. *日生態誌* **51**: 205–214.
- 石田 朗 (1997) 複数のコロニーが集中した地域における標識カワウの移動状況. 日本鳥類標識協会誌 **12**: 20–21.
- 亀田佳代子・松原健司・水谷 広・山田佳裕 (2002) カワウの食性と採食場所選択. *日鳥学誌* **51**: 12–28.
- 日本野鳥の会 (2002) 平成13年度カワウ保護管理方策検討調査報告書. 日本野鳥の会, 東京.
- 日本野鳥の会 (2004) 特定鳥獣保護管理計画技術マニュアル (カワウ編). 日本野鳥の会, 東京.
- 佐藤克文・佐々木幸穂・依田 憲・新妻靖章 (2010) データロガーを用いたカワウの採食行動特性の解明. *日本産誌* **76**: 712.
- Strickland BK, Dorr BS, Pogmore F, Nohrenberg G, Barras SC, McConnell JE & Gobeille J (2011) Effects of management on double-crested Cormorant nesting colony fidelity. *J. Wildl. Manage.* **75**: 1012–1021.
- 坪井潤一・福田道雄・加藤七枝・斉藤成人・石田 朗・須藤明子 (2009) 標識されたカワウの本州内陸部への移入. *日鳥学誌* **58**: 171–178.
- Wilson RP, Vargas FH, Steinfurth A, Riordan P, Ropert-Coudert Y & Macdonald DW (2008) What grounds some birds for life? Movement and diving in the sexually dimorphic Galápagos Cormorant. *Ecol. Monogra.* **78**: 633–652.