Original Article (原著論文)

吉野川のミサゴ～繁殖と採餌生態～

江崎 保男^{1,*}・田 悟 和 巳²

Breeding and Foraging Ecology of Ospreys at the Yoshino River

Yasuo Ezaki^{1,*} and Kazumi Tago²

Abstract. We studied the ecology of Ospreys *Pandion haliaetus* from 1998 to 2000, along a 30 km east to west stretch of Tokushima Plain, from a 3 km section of seacoast to 27 km up the Yoshino River. Ospreys, including wintering birds, were resident throughout the year and numbered 10 to 20 birds. In the breeding season of 2000, six pairs nested and at least eight chicks fledged successfully. Five of the six nests were dispersed loosely-colonially within a few kilometers of each other. The prey were fish, both marine and freshwater species. The main hunting sites were just below the Daiju Dam throughout the year, and the seacoast area in the non-breeding season: the former 2 km area supplied 43% of total food to the Osprey population during the breeding season. Hunting sites of loosely-colonial pairs overlapped markedly and were concentrated just below the Daiju Dam. Large numbers of fishes seemed to be aggregating there, making this location an attractive hunting site for Ospreys.

Key words: Fish, Foraging ecology, Large dam, Loose colony, Osprey.

キーワード: 魚類, 採餌生態, 大規模堰, ルースコロニー, ミサゴ.

はじめに

ミサゴ *Pandion haliaetus* は、淡水域・海水域を問わず全世界の水辺に広く分布する魚食性、原則一夫一妻の猛禽である (Cramp & Simmons 1980; del Hoyo et al. 1994)。日本では北海道・本州・佐渡・伊豆諸島・四国・九州・対馬・甌島列島とそれらに付属する小島で繁殖し、北日本のものは冬季に南へ移動することが報告されている (森岡ら 1995)。

本種に関して海外では、Breeding Biology (Poole 1982; Fisher et al 2001a; Dennis 2007 など)、食性や採餌生態 (Grubb 1977; Swenson 1978, 1979; Jamieson et al. 1982; Machmer & Ydenberg 1990; Steeger et al. 1992; Fisher et al. 2001b; Clancy 2005 など) はもとより、個体数の衰退と回復

Received 14 July 2019, Accepted 1 July 2020.

¹ 兵庫県立コウノトリの郷公園, 〒668-0814 兵庫県豊岡市祥雲寺 128.

* 責任著者. E-mail: ezaki@stork.u-hyogo.ac.jp

² いであ株式会社, 〒224-0025 神奈川県横浜市都筑区 2-2-2.

¹ Hyogo Park of the Oriental White Stork, Shounji 128, Toyooka, Hyogo 668-0814, Japan.

* Corresponding author. E-mail: ezaki@stork.u-hyogo.ac.jp

² IDEA Consultants, Inc., Hayabuchi 2-2-2, Tuzuki-ku, Yokohama 224-0025, Japan.

doi.org/10.3312/jyio.52.83

(Kenyon 1947; Tishechkin & Ivanovsky 1992; Dennis 1995; Kohler 1995; Ewins 1997; Saurola 1997; Lohmus 2001; Bretagnolle et al. 2008 など) を中心とする多種多様な研究が行なわれてきた。

いっぽう国内では、食性 (馬場 2005; Sakakibara et al. 2020), 分布と営巣場所 (小林 1953; 川口 2004; Shoji et al. 2011), 繁殖生態 (白井ら 2006) などに関する少数の研究があるにとどまっている。

また海外の研究では、本種がルースコロニーで繁殖することが報告されており (Ogden 1975, Greene 1987; Hagan III & Walters 1990 など), 国内の研究でも川口 (2004) と白井ら (2006) がこのことを報告している。

本研究は、20世紀末における四国・吉野川下流域でのミサゴの生態を明らかにするものである。なかでも河川下流域に位置する大規模な河川横断構造物 (第十堰) とミサゴの採餌行動の関係に着目する。

方 法

1) 調査地

調査地は徳島県吉野川の、河口・海岸を含む下流域である ($34^{\circ}4'N$, $134^{\circ}30'E$)。この地は幅6~10 km程度の平地 (徳島平野) とアカマツ *Pinus densiflora* 林を主体とする山地に区分でき、平地は市街地と農耕地からなっている。吉野川本川は徳島平野の中央を流れており、周辺には旧吉野川をはじめとする複数の支流がある。

調査地内には、吉野川本川左岸の14 km地点と右岸の15 km地点を結ぶ形で第十堰、そして24.5 km地点に柿原堰がある (図1)。柿原堰が農業利水を目的とし、流路に対して直角方向に河川を横断する一般的な堰であるのに対し、第十堰は左岸の15 km地点で本川から分流する旧吉野川への分水を目的として造られた、延長500 mを超える (社団法人土木学会 2007) 大規模な「斜め堰」である。

なお、吉野川本川においては、研究を行なった20世紀末時点では、第十堰をはさんで約4 mの水位差があり、上流の淡水域と下流の汽水域が明確にわかれていた (社団法人土木学会 2007)。

2) 河川での同時定点調査

調査を開始したのは1998年8月24日であるが、これに先立つ8月17日から21日にかけて、調査地内を踏査し、吉野川本川堤防上の見渡しのきく地点を数多く抽出した。これらの地点からは半径3 km以内に出現するミサゴをほぼ確実に発見できたので、各地点 (定点) から見渡せる3 km半径の範囲を示す視野図を作成した。そして、これら視野図の組み合わせにより、海岸から沖に向かって3 kmの範囲及び、吉野川本川の河口から柿原堰の上流にあたる27 km地点まで、全体で30 kmの範囲を見落としなく調査できる定点の組み合わせを選びだしたところ、ミサゴをもれなく発見するためには、最低7つの調査定点での同時観察が必要であることがわかった (図1参照)。

そこで、1998年8月から翌年8月の13か月のうちの10か月、具体的には1998年の8月・10月・11月・12月及び1999年の2月・3月・4月・5月・6月・8月に、堤防上の7~10定点に各1名の調査者を配置し、1日あたり4~11時間の「同時定点調査」を連続5日間 (1999年4月のみ

図1. 徳島平野と調査地。河川同時定点調査での調査範囲を実線で囲んである。濃い部分は山地、薄い部分は農地、斜線部は市街地、白い部分は水域を、またアルファベット (A, B, C, D, E, F) はミサゴの巣場所を示す。黒丸は、調査定点の代表例を示し、各定点を中心とする3 kmの視野範囲が破線の円で示されている。

Fig. 1. Study site in Tokushima Plain. Dark, pale dark, shaded and blank areas indicate hilly, cultivated, urban and water areas, respectively. A solid line encircles the observation area between seacoast and 27 km up from the river mouth. Solid circles indicate an example of seven observation points on the bank of the Yoshino River, and the visible area of 3 km radius from each observation point is shown by a dashed line. Six letters (A, B, C, D, E, F) show nest sites of Ospreys.

4日間) 行なった。なおこの際、出現したミサゴ個体を連続的に追跡するため、調査者間で無線連絡をとり、その飛跡と行動を可能な限り連続的に記録した。これらの総観察時間は49日383時間(1日当たり平均7.8時間)である。

3) つがいの餌場調査

河川から飛び去るミサゴを望遠鏡で追いかけて、姿を消した場所を探索することにより、平野北部の山林内において、1999年には4か所(A, B, C, D)でミサゴの巣を発見した。2000年にはこれら4か所で、前年と同じ巣の使用を確認するとともに、新たな2か所で巣(E, F)を発見した(図1参照)。なお、これら6巣はいずれもアカマツの樹上に架けられていた。

そこで、1999年の4月・5月・6月・8月には、前述の河川での同時定点調査当日に、3名の調査者を営巣地付近の3定点に追加配置し、これら4巣の観察を行なうとともに(A巣とD巣は隣接する谷に位置していたので、1名の調査者がこれら2巣の観察を行うことが可能であった)、親鳥が営巣地から飛び去った場合、あるいは河川で餌をとった個体が営巣地の方向へ飛

び去った場合には、河川堤防上の調査者との無線連絡により、当該個体を連続追跡し、その飛跡と行動を記録する「つがい別餌場調査」を行なった。また上述のように、河川での同時定点調査は1999年7月には実施しなかったため、営巣継続の有無を確認するため、7月15日に1名の調査者が営巣地を訪れた。

翌2000年の3月・6月・7月には、新たに発見したEとFの2巣を加えた6つの巣付近と吉野川本川の堤防上に、合計9～12名の調査者を配置し、前年同様、営巣地でのミサゴの観察と並行して、河川堤防上の調査者との無線連絡により、これを連続追跡する「つがい別餌場調査」を行なった。この調査の総観察時間は、31日232時間（1日当たり平均7.5時間）である。

4) 行動の記録

前述の2つの調査には、8倍の双眼鏡と25倍の望遠鏡をもちい、ミサゴの確認地点と飛跡の記録には2万5千分の1の地形図を使用した。

なお、河川での同時定点調査においては、隣接定点間の距離が平均で4 km以下と短い上に、ミサゴが空を背景に飛翔するため、個体の視認が容易であったので、他地点調査者と無線交信を行なうことにより、同一個体を比較的容易に連続追跡できた。

いっぽう、つがい別餌場調査においては、営巣地と河川との距離が5 km以上あったこと、河川での調査と異なりミサゴが山地を背景に飛翔するため、遠距離における個体の視認が困難であったことなどから、飛び去ったミサゴを見失うことが多く、巣と餌場間の飛翔を完全に追えた例数は必ずしも多くなかった。

ところで、ミサゴが足に餌を持っている場合には、餌の種類と体長を記録したが、獲物の体長はミサゴの脚長（ふしよ長で約5 cm；清棲 1978）と比較しながら5 cm刻みで記録した。なお、複数のミサゴが100 m以内に接近した場合を「出会い」として記録した。

ミサゴの行動で特に注目したのは「狩り」である。本研究においてミサゴは、水中への初回ダイビングで餌を捕ることが多かったものの、これに失敗した場合でもダイビング地点上空にとどまり、繰り返す、初回ダイビング地点近くの水面を狙ってダイビングを行なう傾向があったので、これら一連のダイビングを1回の「狩り」と定義した。なお、狩りに成功した場合はもちろんのこと、失敗した場合にも、当該地点から飛び去ったので、1回の狩りは明確であった。また、1回の「狩り」のなかで、獲物が捕れた場合を「成功」、捕れずに飛び去った場合を「失敗」、成功数を狩りの回数で割った値を「成功率」と定義した。

なお、河川での同時定点調査のデータについては、海岸部の3 km区間を除いて、河口から27 km地点までの狩りの回数と成否を、1 km単位で整理・解析した。

結 果

1) ミサゴの繁殖

ミサゴの巣はいずれも、徳島平野の北方山中で発見されたが、6巣のうち5巣（A～E）は、第十堰から直線距離で5～8 km離れた森林内谷部に位置しており、隣接巣の巣間距離は近いもので366 m（AとD）、遠いものでも2,445 m（BとE）と、3 km以内であった。いっぽうF巣は、これら5巣から西へ10 km以上離れた森林内谷部に位置しており、柿原堰からの直線距離は約6 kmであった（図1参照）。

表1. ミサゴ親子の巣での滞在と行動 (aは1999年, bは2000年). 括弧内の数値はヒナの数を表す. 1999年の2巣(A, B)と2000年の5巣(F以外)では, 7月末あるいは8月上旬にヒナが巣の周りで飛び回っていたので, 繁殖に成功したとみなせる. 陰影をつけたセルは巣が発見される以前もしくは観察が不十分な日を示す. また, #は巣とその周辺に成幼を問わずミサゴがまったく見られなかったことを示している.

Table 1. Information on existence and behaviour of parent and young Ospreys in the nest in 1999 (a) and 2000 (b). Numerical values in parentheses indicate number of chicks. Two (A and B) of the four nests in 1999 and five of the six nests except F in 2000 are judged to have produced fledglings, because they had young departing from or flying around the nest in late July or early August. Shaded cells indicate that the nest was either not yet discovered or observed enough on the day, and the symbol # shows that no Ospreys, neither adult nor young, were observed in or near the nest.

a)					b)						
日付 Date	巣 Nest name				日付 Date	巣 Nest name					
	A	B	C	D		A	B	C	D	E	F
28-Apr	NB	PN		PN	13-Mar	PN, CPL	NB, CPL	PT	PN		
24-May	IC	IC		#	14-Mar					NB, PN	
25-May	IC	IC		#	15-Mar		PN				
26-May	IC	IC		#	16-Mar						
27-May	IC	IC		#	17-Mar		PN		PN		MT
28-May	IC	IC		#	26-Jun	YN (2)	FY (1)	FY (1)	FY (2)	FY (2)	
21-Jun	FY (2)	IC	PN	#	27-Jun	YN (2)	YN (1)	FY (1)	FY (2)		
22-Jun	BY, FY (2)	BY, FY (2)		#	28-Jun	FY (2)	YN (1)	FY (1)	YN (2)	FY (2)	
23-Jun	BY, FY (2)		PN	#	29-Jun	FY (2)	FY (1)	FY, FLP (1)	YN (2)	FLP (2)	
24-Jun	BY, FY (2)	BY, FLP (2)	PN	#	30-Jun	FY (2)	YN (1)	FY, FLP (1)	YN (2)	FLP, FLY (2)	
25-Jun	BY, FY (2)			#	24-Jul	FY, FLP, FLY (2)	YN (1)	DPT (1)	FLY (2)	FLY (2)	
15-Jul	BY, FY (2)		#		25-Jul	FLY (2)	YN (1)	DPT (1)	DPT (2)		
2-Aug	FY, DPT, FLP (2)	DPT (2)	#	#	26-Jul	DPT (2)	FY, FLY (1)	DPT (1)	DPT (2)		
3-Aug	FY, DPT, FLP (2)	DPT (2)	#	#	27-Jul	FY, DPT (2)	DPT (1)	FLY (1)		FLY (2)	
4-Aug	FLP, FLY (2)	DPT (2)	#	#	28-Jul	FY, DPT (2)	FY, FLY (1)	DPT (1)	FY (2)		YN (1)
5-Aug	FY, DPT (2)	FY, DPT (2)	#	#							
6-Aug	FY, DPT (2)	DPT (2)	#	#							

BY: 抱雛; CPL: 交尾; DPT: 巣から出たヒナ; FLP: 羽ばたくヒナ; FLY: ヒナの飛翔; FY: ヒナへの給餌; IC: 抱卵; MT: マウンティング; NB: 造巣; PN: 巣内にいる親; PT: 巣の近くの木にいる親; YN: 巣内にいるヒナ.

BY: brooding young; CPL: copulation; DPT: young's departure from the nest; FLP: young flapping; FLY: young flying; FY: feeding young; IC: incubation; MT: mounting; NB: nest building; PN: parent in the nest; PT: parent on a tree near the nest; YN: young in the nest.

各巣で記録された親鳥あるいはヒナの在巣状況と行動を表1に示す。A・B・Dの3巣を発見した1999年4月28日には、各巣において成鳥が造巢中あるいは巣に座っていることが確認された。5月下旬にはA・Bの2巣で抱卵が確認されたが、D巣ではミサゴの姿は確認されず、6月・8月にも、D巣ではこの状態が続いた。またC巣は、6月21日に発見され、6月中は成鳥が巣に座っていることが確認されたものの、7月以降の調査においては、巣にミサゴの姿が確認されることはなかった。いっぽう、A・Bの2巣では6月以降、抱雛とヒナへの給餌が確認され、8月上旬にはヒナが成長し、巣を一時的に離れるまでになっていたもので、これら2巣ではともに2羽のヒナが巣立ったとみなした。

2000年の営巣地調査は3月13日に開始したが、この時点で前年の4巣すべて(A・B・C・D)において成鳥が確認され、B巣では造巢行動が見られた。翌14日には新たにE巣を発見し、ここでも造巢行動を確認した。また3月17日には、この日発見したF巣でマウンティング(総排泄腔の接触が認められない疑似交尾行動)が認められた。次いで6月26日には、A・B・C・D・Eの5巣に、それぞれ2羽・1羽・1羽・2羽・2羽のヒナの存在が確認でき、A以外の4巣では給餌が観察された。その後、7月下旬の調査ではA～Fの6巣全部でヒナが確認され、このうちFを除く5巣では、成長したヒナが巣を一時的に離れる、あるいは巣の周囲を飛び回る行動が観察されたので、これらの5巣では1もしくは2羽のヒナが無事巣立ったとみなした。F巣に関しては、この年最後、つまり7月28日の調査で1羽のヒナが巣上にいることを確認するにとどまった。

このように、1999年には発見した4巣のうち2巣から計4羽のヒナが巣立ち、2000年には6巣のうち少なくとも5巣から計8羽のヒナが巣立った。

2) ミサゴの個体数

河川での同時定点調査においては、ミサゴを4,076回発見し、のべ1,816時間追跡した。調査地でミサゴは周年記録され、冬季に同時観察できた個体数の最大は、1998年12月18日の20であり、この内16羽が河口と海岸で観察された。

いっぽう前述のように、1999年には少なくとも4つがいが営巣していたので、一夫一妻を仮定すると、繁殖期には8羽の成鳥がいたことになる。ただし、2000年に発見された2巣が未発見であった可能性を否定できないので、繁殖期には少なくとも10羽程度のミサゴが調査地に生息していたと考えるのが妥当である。すると1年を通して、10～20羽のミサゴが調査地内に生息していたことになる。なお、2000年には、6巣から最低8羽のヒナが巣立ったので、親鳥12羽とあわせると、2000年の繁殖期終了時点には少なくとも20羽のミサゴが生息していたと捉えることも可能である。

ところで、前述のように冬季には河口と海岸に越冬個体とみられるミサゴが多数見られたが、季節的に最も遅い記録は1999年3月4日のものであり、河口に11羽が認められた。いっぽう1999年と2000年ともに、遅くとも4月には営巣が開始され、8月にはヒナが巣立った(表1参照)。そこで、これ以降、4月から8月までを繁殖期、9月から3月までを非繁殖期とみなすことにする。

3) ミサゴの餌

調査を行なった1998年から2000年の間に、ミサゴが餌を持っているのを928件目撃した。このうちの411件では捕獲の現場を目撃したが、残りの517件ではすでに餌を持っていた。これら928件の餌のうち86%にあたる801件の餌は魚類であることが確認できたが、残りの127件については分類群を特定できなかった。

餌が魚であった801件のうち179件を除く622件で体長を記録できたが、最大のもので50 cm前後、小さいものでも5 cm以上であった。なお魚類全体の99.8% (621/622) が10 cm以上であったが、最頻値は20~24 cmにあり、35 cm以上の個体は全体の3% (24/801) に過ぎなかった。

いっぽう、魚種まで識別できたのは34件に過ぎないが³、この内26件（76.5%）はボラ *Mugil cephalus*であった。これ以外にはボラと同じ海産魚のクロダイ *Acanthopagrus schlegelii*、あるいはコイ *Cyprinus carpio* やオイカワ *Zacco platypus* といった純淡水魚、アユ *Plecoglossus altivelis* のような回遊魚が確認された（表2）。

表2. ミサゴが捕獲した魚種とその体長分布 (cm).
Table 2. Fish species and their size distributions (cm) captured by *Pandion haliaetus*.

魚種 Prey	餌の体長 (cm) Number of prey fish of the size (cm)											合計 Total	
	0-4	5-9	10-14	15-16	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50以上 50 or more		不明 not identified
ボラ Mullet <i>Mugil cephalus</i>					8	4	11	2				1	26
クロダイ Black porgy <i>Acanthopagrus schlegelii</i>						1							1
アユ Ayu fish <i>Plecoglossus altivelis</i>					1								1
コイ Carp <i>Cyprinus carpio</i>			1			1							2
オイカワ Common minnow <i>Zacco platypus</i>					1								1
オオクチバス Largemouth bass <i>Micropterus salmoides</i>					2				1				3
フナ類 Carp type 1 <i>Carassius</i> sp.					2	1							3
コイ科 Carp type 2							1						1
Cyprinidae gen. sp. 属不明		1	30	76	253	91	113	7	13		1	178	763
Fish genus not identified													
合計 Total		1	31	76	267	98	125	9	14		1	179	801

4) 狩り場と狩りの成功

前述のようにミサゴによる狩りの成功（捕獲）を411件目撃したが、このうち399件は吉野川本川，11件は支川，1件はため池での記録であった。これらすべての場合においてミサゴは，上空から水面を見下ろしつつ飛翔（探餌飛翔とよぶ），餌を見つけると空中から水中に

図2. 繁殖期（4月から8月，上段）と非繁殖期（9月から3月，下段）における探餌飛翔の空間分布。個々の探餌飛翔は赤色の細長い矢印で示されている。

Fig. 2. Spatial distribution of prey-seeking flights during the breeding season (April to August, top) and the non-breeding season (September to March, bottom). Each flight is indicated by a long and fine red arrow.

図3. 海岸の3 km区間, 及び吉野川の河口(0 km)から27 km地点までの, 各1 km区間における狩り(実線)とその成功数(破線)の頻度分布. 河川における同時定点調査の結果を繁殖期(上)と非繁殖期(下)に分けて示す.

Fig. 3. Frequency distribution of hunting (solid line) and its success (dashed line) at the seacoast (3 km section) and in each 1 km section of the Yoshino River from the river mouth to the point 27 km upstream. Data obtained in simultaneous observations over the study area are given for breeding season (upper) and non-breeding season (bottom).

ダイビングする方法をとった。なお、ダイビングに先立つホバリングも、しばしばみられた。

探餌飛翔の軌跡をまとめると(図2), 繁殖期(4~8月)・非繁殖期(9~3月)を問わず, 周年調査地内の吉野川全域を狩り場とし, 非繁殖期には海岸もよく利用していたことがわかる。

次に, ミサゴの主要な狩り場を明らかにするために, 狩りとその成功回数を, 海岸(沖に向かって3 kmの範囲), 及び河口から27 km地点までの1 km刻みの27区間, 計28区間にわけて図示した(図3)。なお, ここで用いたデータは海岸及び河川で同時定点調査を行った1998年8月~1999年8月のものであり, 長さ30 kmの調査範囲内を均等に観察した結果とみなせる。

その結果, 繁殖期・非繁殖期ともに河川区間において, 狩りとその成功回数(獲物数)が飛

びぬけて多かったのは、第十堰の直下流、つまり13～14 km区間であった（繁殖期には53回の狩りを行ない41回成功：成功率は77%；非繁殖期には38回の狩りを行ない26回成功：成功率は68%）。そして、これに続いたのは、12～13 km区間であったので（繁殖期には39回の狩りを行ない30回成功：成功率は77%；非繁殖期には29回の狩りを行ない22回成功：成功率は76%），1年を通じて第十堰直下の2 km区間（12～14 km）が主要な餌場になっていたのは明らかである（付表1）。

言い換えると、全30 km調査区間のわずか7%（2/30）にあたる第十堰直下の2 km区間で、繁殖期には、狩り全体の39%（92/237）が行なわれ、獲物全体の43%（71/164）が捕えられた。そして非繁殖期には、狩り全体の22%（67/302）が行なわれ、獲物全体の25%（48/194）が捕えられたことになる。また、この2 km区間での狩りの成功率は、繁殖期には77%（71/92），非繁殖期には72%（48/67）と計算できる。

次に、非繁殖期には河口・海岸でも探餌飛翔が多く見られたので、これと比較するために、河川27 kmのデータを3 kmごとの9区間にまとめ、海岸の3 km区間を含めた10区間で比較を行なうことにする。この場合、第十堰の直下流区間（12～14 km）に、斜め堰が河川を横切る

図4. 4繁殖ペア（A：左上；B：右上；C：左下；D：右下）の巣と狩り場間の飛跡（赤色の線）。巣場所から河川の狩り場に至る往路は、A, B, C, Dそれぞれについて5回、5回、1回、2回、一方、狩り場から巣場所までの復路は、それぞれ6回、5回、9回、3回だけ連続追跡に成功したので、これらの飛跡を重ねて示してある。

Fig. 4. Trace of flights (red lines) between the nest-site and the hunting-site for Pair A (upper left), Pair B (upper right), Pair C (bottom left) and Pair D (bottom right). Trips from the nest to the hunting site were tracked successfully for 5, 5, 1 and 2 times, and trips in the reverse direction for 6, 5, 9 and 3 times, for Pair A, B, C and D, respectively. The traces are put together for each pair.

14～15 km区間（半分は堰上流）のデータが混入するという欠点があるものの、繁殖期にはこの3 km（12～15 km）区間において、狩り全体の46%（110/237）が行なわれ、獲物全体の51%（83/164）が捕らえられたことになる。また非繁殖期については、狩り全体の31%（93/302）、獲物全体の34%（65/194）という値になり、海岸（狩り全体の17%：51/302、獲物全体の20%：39/194）、及びそれ以外の3 km区間を大きく上回った（付表1）。

いっぽう、狩りの成功率は平均的には、繁殖期が69%、非繁殖期が64%であり（付表1）、両者には差が認められなかった（ $\chi^2=1.46$, $df=1$, $P=0.23$ ）。また調査地を上述のように、3 kmずつの10区間に分けた場合、狩りの回数と成功率の順位間には、繁殖期に有意な正の相関（ $r_s=0.802$, $n=10$, $P<0.01$ ）が認められた。ただし、非繁殖期の相関関係は有意ではなかった（ $r_s=0.406$, $n=10$, $P>0.05$ ）。

5) つがいごとの狩り場

前述のように、調査地での営巣が確認された6つがいのうち5つがい（A, B, C, D, E）は数km以内に固まって営巣していたが、このうちA・B・Cの3つがいについては巣から狩りの現場、あるいはその逆の飛翔に関して10回以上、またDつがいについては5回の連続記録が得られた。この飛跡を図4に示すが、どのつがいも第十堰の直下流を狩り場として頻繁に利用していた。

6) 個体間の排他的行動

繁殖期に狩り場でミサゴ同士が出会ったのは17回であり、非繁殖期の263回にくらべて稀であり、かつ17回の出会いのうち、排他的行動が見られたのは、2回（12%）にすぎなかった。このように、出会い時に個体間の干渉がほとんど見られないのは、非繁殖期においても同様であった。具体的には、非繁殖期において第十堰の直下流に次いで重要な狩り場であった海岸には、ほぼ常に複数個体が100 m以内に存在していた（出会っていた）にもかかわらず（206回）、排他的行動が確認されたのは2回（1%）にすぎず、これら以外の狩り場でも、57回の出会いのうちの4回（7%）で排他的行動がみられたにすぎなかった。そしてこれらいずれの場合も、排他的行動は、「威嚇」「飛びかかり」「追い払い」であり、これらが双方向の「闘争」に発展することはなかった。

なお、繁殖期の営巣地でも20回の出会いの中で、2回の排他的行動が記録されたが、これらはそれぞれ、約30 mと約60 mの個体間距離のときに記録されたものであった。ただし50 m未満の個体間距離でも排他的行動がみられなかったことが4回あったので、一定距離以内に近づくと必ず排他的行動が生じるというわけではない。

論 議

本研究により、20世紀末の吉野川下流域には1年を通してミサゴが10～20羽程度生息し、4～5の繁殖つがい山地森林に比較的まとまったルースコロニーの状態で営巣していたことが明らかになった。

ミサゴのルースコロニーについては、川口（2004）が瀬戸内海に面した屋島において、本研究でえられた結果以上の高密度でミサゴが互いに近接して繁殖することを報告しており、白井

ら(2006)は河北潟の周辺地域において、1 km四方に6つがいが営巣し、巣間距離の最短は200 mであったことを報告しているため、国内においてもルースコロニーの形成は珍しくないものと考えられる。また屋島と河北潟の双方においても本研究と同様に、単独営巣するペアが存在したので、ルースコロニー形成がミサゴの繁殖にとっての必要条件ではないことは明らかである。

いっぽう、ミサゴが魚食スペシャリストであることは広く認識されており(Cramp & Simmons 1980; del Hoyo et al. 1994)、本研究でもこのことが確認された。瀬戸内ではボラ・ウマヅラハギ *Thamnaconus modestus*・フナ属 *Carassius* sp. (馬場 2005)、岩手県内のダム湖と河川では淡水性の外来種オオクチバス *Micropterus salmoides*、回遊性のサクラマス *Oncorhynchus masou*、コイ科の淡水魚を含む多様な魚が主要な餌種であることが報告されており(Sakakibara et al. 2020)、本研究でも非常に限られた情報とはいえ、海産魚・淡水魚・回遊魚のいずれもが狩られていたので、ミサゴが淡水産あるいは海産にこだわらず、魚類を餌とするという一般的な事実(Cramp & Simmons 1980; del Hoyo et al. 1994)が再確認されたことになる。

さて、本研究が示している興味ある事実は、河口から14~15 kmに位置する第十堰の直下流(12~14 kmの2 km区間)が年間を通して、ミサゴ個体群に好適な餌場を提供しており、特に繁殖期には獲物全体の40%以上を提供していたこと、そしてこの場所が複数の繁殖つがいによって頻繁に利用されていたことである。

また、吉野川全体での平均的な捕獲成功率は繁殖期・非繁殖期ともに60%以上であり、特に主要な餌場である第十堰直下流の2 km区間では繁殖期に77%、非繁殖期には72%と、高い値を示した。

鳥が上空から常に餌のありかを探索しているのは当然のことであり、一時的に餌の密度が高まった場所にサギ類が捕食のために集合することが知られている(山岸ら 1980; 工・江崎 1998 など)。また、ミサゴが魚類の空間分布の変化にともなって餌場を変えることも知られているので(Jamieson et al. 1982)、本研究で得られた、繁殖期の狩りの回数と成功率間の正の相関関係は、成功率の高い場所でミサゴが頻繁に狩りを行っていたことを示唆している。

堰をはさんで約4 mの水位差がある第十堰には、魚道が設置されているとはいっても、堰の上流及びここから流される水は淡水であり、海産魚がこれを遡上することはありえない。また実際に、堰の上流部では海産魚は確認されていない(建設省徳島工事事務所 1996)。また1973年から1993年にかけて、21年間の記録によると、魚道全面に水の流れない日が年によっては100日以上あったことがわかっており(建設省徳島工事事務所 1997)、回遊魚であっても魚道を遡上するのが困難な日もあったと考えられる。いっぽう、堰の漏水に伴い、汽水域である直下流には多数の淡水魚が生息していたこともわかっている(建設省徳島工事事務所 1996)。これらのことは、第十堰の直下流には大量の魚類が滞留し、ミサゴに好適な餌場を提供していたことを示唆している。

なお先行研究において、ダムという河川横断構造物の建造、及び結果としての人工的な貯水池の誕生が、内陸部でのミサゴ個体群の増大をもたらしたことが示唆されており(Van Daele & Van Daele 1982; Henny 1983; Casado & Ferrer 2005; Sakakibara et al. 2020)、一般的に、堰やダムといった河川横断構造物の存在が、ミサゴの餌としての魚類の分布や量に多大な影響を与える可能性を指摘できる。

ところで、非繁殖期の海岸と河口域がミサゴの好適な餌場となっていたことは、季節回遊魚の移動から説明可能である。これらの魚は秋・冬季には水温の低下する淡水域には分布せず比較的水温の高い河口・海岸に分布するからである（川那部ら 1989）。これらの豊富な餌資源をもとめて、ミサゴが河口域で越冬していたものと推測できる。

さらにミサゴは、営巣地であれ餌場であれ、出会っても滅多に攻撃しあうことがなかった。このことは、個体間の寛容さがルースコロニー形成に重要な役割を果たしていることを示唆している。

謝 辞

本研究の実施及び論文作成にあたって、国土交通省徳島河川国道事務所には調査データを提供して頂いたほか、さまざま便宜をはかっていただいた。いで株式会社渡辺 晋氏には魚類の生態に関するさまざまな助言をいただき、北海道大学大学院の榊原貴之氏と国土交通省徳島河川国道事務所の中塚 光氏には文献収集でお世話になった。また、査読者と編集者の方々には原稿に対して的確な助言を頂戴した。これらの方々に厚く御礼申し上げる。

摘 要

吉野川の海岸つまり沖に向かって3 kmの区間、及び河口から27 km地点にいたる、徳島平野の東西30 km区間を調査地として、1998年から2000年にかけてミサゴの生態調査を行った。この地域には越冬個体を含め、1年を通して10～20羽程度のミサゴが生息していたが、2000年の繁殖期には6つがい営巣し、これらから少なくとも8羽のヒナが巣立った。6巣のうち5巣は東西方向30 kmにもおよぶ調査地のなかで、隣接巣と3 km以内、近いものでは400 m以内の距離で営巣し、ルースコロニーを形成していた。ミサゴの餌は海産・淡水産を問わず魚類であり、狩りの頻度と獲物数は、1年を通して河口から14～15 kmに位置する第十堰の直下流においてピークを示し、非繁殖期にはこれに加えて海岸で高かった。繁殖期において、第十堰直下流の2 km区間は餌の43%をミサゴ個体群に提供していた。また、ルースコロニーを形成していたつがいの繁殖期の狩り場は大きく重複し、第十堰直下流に集中していたので、餌となる魚類が第十堰直下流に滞留していたことが示唆される。

引用文献

- 馬場智子 (2005) 香川県高松市屋島におけるミサゴの食性. 日鳥学誌 54: 45–48.
- Bretagnolle V, Mougeot F & Thibault JC (2008) Density dependence in a recovering osprey population: demographic and behavioural processes. J Anim Ecol 77: 998–1007.
- Casado E & Ferrer M (2005) Analysis of reservoir selection by wintering ospreys (*Pandion haliaetus*) in Andalusia, Spain: A potential tool for reintroduction. J Raptor Res 39: 168–173.
- Clancy GP (2005) Feeding behaviour of the osprey *Pandion haliaetus* on the north coast of New South Wales. Corella 29: 91–96.
- Cramp S & Simmons KEL (eds) (1980) *The birds of the western Palearctic, vol 2*. Oxford University Press, Oxford.
- del Hoyo J, Elliott A & Sargatal J (eds) (1994) *Handbook of the birds of the world, vol 2*. Lynx Edicions, Barcelona.
- Dennis R (1995) Ospreys *Pandion haliaetus* in Scotland—a study of recolonization. Vogelwelt 116: 193–196.
- Dennis TE (2007) Reproductive activity in the osprey (*Pandion haliaetus*) on Kangaroo Island, South Australia. Emu 107: 300–307.

- Ewins PJ (1997) Osprey (*Pandion haliaetus*) populations in forested areas of north America: changes, their causes and management recommendations. *J Raptor Res* 31: 138–150.
- Fisher PR, Newton SF, Tatwany HMA & Goldspink CR (2001a) The status and breeding biology of the osprey *Pandion haliaetus* in the Middle East. *Vogelwelt* 122: 191–204.
- Fisher PR, Newton SF, Tatwany HMA & Goldspink CR (2001b) Variation in the diet of ospreys *Pandion haliaetus*, Farasan Islands, southern Red Sea-preliminary observations. *Vogelwelt* 122: 205–218.
- Greene E (1987) Individuals in an osprey colony discriminate between high and low quality information. *Nature* 329: 239–241.
- Grubb Jr TG (1977) Weather-dependent foraging in ospreys. *Auk* 94: 146–149.
- Hagan III JM & Walters JF (1990) Foraging behavior, reproductive success, and colonial nesting in ospreys. *Auk* 107: 506–521.
- Henny CJ (1983) Distribution and abundance of nesting ospreys in the United States. In: Bird D (ed) *Biology and management of Bald Eagles and Ospreys in the United States*: 175–186. Harpell Press, Anne de Bellevue, Quebec.
- Jamieson I, Seymour NR & Bancroft RP (1982) Use of two habitats related to changes in prey availability in a population of ospreys in northeastern Nova Scotia. *Wilson Bull* 94: 557–564.
- 川口 敏 (2004) 香川県東部地域におけるミサゴ *Pandion haliaetus* の営巣場所. *日鳥学誌* 53: 36–39.
- 川那部浩哉・水野信彦・細谷和海(編) (1989) 日本の淡水魚. 山と溪谷社, 東京.
- 建設省徳島工事事務所(編) (1996) 第十堰環境調査報告書, 自然環境の現況編. 建設省徳島工事事務所, 徳島.
- 建設省徳島工事事務所(編) (1997) 第十堰改築事業に関する質問への答え. 建設省徳島工事事務所, 徳島.
- Kenyon KW (1947) Breeding populations of the osprey in lower California. *Condor* 49: 152–158.
- 清棲幸保 (1978) 日本鳥類大図鑑II. 講談社, 東京.
- 小林桂助 (1953) 日本に於けるミサゴの蕃殖について. *鳥* 13: 35–60.
- Kohler W (1995) Breeding population of the osprey *Pandion haliaetus* in Mecklenburg-Vorpommern. *Vogelwelt* 116: 177–179.
- Lohmus A (2001) Ospreys *Pandion haliaetus* in Estonia: a historical perspective. *Vogelwelt* 122: 167–171.
- Machmer MM & Ydenberg RC (1990) Weather and osprey foraging energetics. *Can J Zool* 68: 40–43.
- 森岡照明・叶内拓哉・川田 隆・山形則男(編著) (1995) 図鑑日本のワシタカ類. 文一総合出版, 東京.
- Ogden JC (1975) Effect of bald eagle territoriality on nesting ospreys. *Wilson Bull* 87: 496–505.
- Poole A (1982) Brood reduction in temperate and sub-tropical ospreys. *Oecologia* 53: 111–119.
- Sakakibara T, Noguchi M, Yoshii C & Azuma A (2020) Diet of the osprey *Pandion haliaetus* in inland Japan. *Ornithol Sci* 19: 81–86.
- Saurola PL (1997) The osprey (*Pandion haliaetus*) and modern forestry: a review of population trends and their causes in Europe. *J Raptor Res* 31: 129–137.
- 社団法人土木学会(編) (2007) 吉野川第十堰技術評価特別委員会報告書. 社団法人土木学会, 東京.
- 白井伸和・高橋 久・川原奈苗・永坂正夫・深沢 愛・三浦淳男 (2006) 河北潟の周辺地域におけるミサゴの繁殖生態 第一報 営巣地の分布と最近6年間の繁殖状況について. *河北潟総合研究* 9: 1–6.
- Shoji A, Sugiyama A & Brazil M (2011) The status and breeding biology of ospreys in Hokkaido, Japan. *Condor* 113: 762–767.
- Steeger C, Esselink & Ydenberg RC (1992) Comparative feeding ecology and reproductive performance of ospreys in different habitats of southeastern British Columbia. *Can J Zool* 70: 470–475.
- Swenson JE (1978) Prey and foraging behavior of ospreys in Yellowstone Lake, Wyoming. *J Wildl Manage* 42: 87–90.
- Swenson JE (1979) The relationship between prey species ecology and dive success in ospreys. *Auk* 96: 408–412.
- 工 義尚・江崎保男 (1998) ため池・水田地域におけるサギ類の生息場所分離. *日生態学誌* 48: 17–26.
- Tishechkin AK & Ivanovsky VV (1992) Status and breeding performance of the osprey *Pandion haliaetus* in northern Byelorussia. *Ornis Fennica* 69: 149–154.
- Van Daele LJ & Van Daele HA (1982) Factors affecting the productivity of ospreys nesting in west-central Idaho. *Condor* 84: 292–299.
- 山岸 哲・井上良和・米田重玄 (1980) 奈良盆地におけるサギ類の集団営巣地と餌の配置および採食範囲. *鳥* 29: 69–85.