コサギの冬場における就・離場行動と気象要因*

伊藤信義

大阪市旭区 伊藤病院

The Effect of Weather on the Roosting Behaviour of the Little Egret *Egretta garzetta* in Winter

Shingi ITOH

Itoh Hospital, 2-24-20, Shinmori, Asahi-ku, Osaka 535

わが国で繁殖するシラサギ *Egretta* 属のうち、ダイサギ *Egretta alba* とチュウサギ *E. intermedia* はほとんどが夏鳥である (日本鳥学会, 1974). コサギ *E. garzetta* は、留鳥ないし漂鳥として越冬するものが多いが、一部は冬を避けてフィリピンまで渡る (環境庁, 1978). 私はコサギが非繁殖期に就場前集合をすることを報告したが (伊藤, 1984), 本報では日本の冬の気象に対してコサギの就・離場行動がどのように適応しているかについて述べてみたい。

コサギの就・離場と気象要因に関する研究は、これまでに定性的な調査結果 (柿沢・柿沢, 1973) ないし断片的記載 (重野, 1983) があるだけである。私は、就・離場前後の一連の行動と照度・日没ないし日の出の時刻・気温の関係を定量的に検討した。その結果、コサギの冬場における就・離場行動に対して照度がひきがね的に作用し、気温が低いほど就・離場を早めることが明らかになった。

調査地および調査方法

採食地から帰ってきたコサギの多くがいったん一定の場所 (集合所という) に集まって集団で就場する行動を就場前集合 (以下、単に集合という)、集合をせず直接に就場する行動を直接就場と呼ぶことにしたい (伊藤, 1984)。

調査地は、コサギの集合に関する調査を行った7か所 (伊藤, 1984) のうちで最も観察しやすい奈良市尼ヶ辻町・垂仁天皇陵を選んだが、就場行動と天候との関係の考察には、岡山市百間川河口 (1981年10月7日, 17日, 18日) と滋賀県坂田郡山東町・三島池 (1982年11月28日, 1983年1月9日), 同高島郡牧野町中庄 (1982年7月25日) での合計6日間の結果も加えた。

垂仁天皇陵は、周濠に囲まれた周囲 315 m, 面積約 68,000 m², 標高 80 m の前方後円墳で、スギ・ヒノキ・クス・カン・サカキ・アシビなどの老木に覆われている。この場ではタイプ B・C の集合が行われたが、就場群の 81.2% は南の方向から帰った (伊藤, 1984)。ここに就場するサギはほとんどがコサギであるが、若干数のダイサギ・チュウサギも含まれ、ほかにクロトキ *Threskiornis melanocephalus* 1羽が集合と就場をともにした。なお、

* この論文の要旨は、日本鳥学会 1983 年度大会 (東京) で講演ならびにポスターにより発表した。

補助的に観察した3か所の環境については伊藤 (1984) を参照されたい。

就塹行動と気象要因については、1982年12月より1983年4月まで22回(12月5日, 12日; 1月22日, 29日, 30日; 2月5日, 6日, 19日, 20日; 3月2日, 5日, 6日, 12日, 19日, 20日, 23日, 24日; 4月2日, 5日, 9日, 13日, 20日)調査した結果のうち、1月22日以後の分について、定量的に検討した。調査は、遅くとも13時までには現地へ到着し、飛来するサギの集合所への到着、同所から塹への出発、および直接就塹ごとの個体数・時刻・照度・天候などを記録し、暗くなってカウントが不可能となるまで行った。

次に、離塹行動と気象要因についての調査は、1983年1月から5月まで11回(1月23日, 30日; 2月6日, 20日; 3月6日, 13日, 20日; 4月6日, 10日, 17日; 5月19日)行ったが、定量的検討を加えたのは4月10日までの9回分についてである。また、3月6日と13日の夜間(0-1時)に、塹から聞えてくるコサギの鳴き声を調べた。

離塹は一斉に短時間で行われるため、個体数の正確なカウントが不可能であったので、調査前夜の就塹数をもって離塹数とみなすことにした。調査は、周豪を介して塹から約40m隔てた堤防上で、日の出2時間前に始め、まず塹部位から聞えてくるコサギの鳴き声を調べ、ついで目覚め以後の行動を観察し、離塹の開始後はその個体数を記録した。照度の測定は1分ごとに行った。また、2月20日朝、塹の南方1,200m地点の通過状況を調べた。

奈良市と岡山市の日没と日の出の時刻・最高および最低気温・風向・風速は奈良気象台奈良観測所および岡山気象台岡山観測所の観測結果によった。

結 果

(1) 就塹行動と日没時刻

i) 就塹前集合開始時刻と日没時刻

集合開始時刻は、春に向かう日没時刻の遅れとともに遅くなり(Fig. 1), 1-2月には14時台(観察7回中5回), 3月は15時台(同8回中5回), 4月には17時台(同5回中4回)が多く、平均して日没前125.3分(19-176分, $SD = \pm 48.3$ 分, $N = 20$)であった。集合開始時刻と日没時刻の間には有意の相関($r = 0.686$, $P < 0.001$, $N = 20$)が認められた。

ii) 就塹開始および終了の時刻と日没時刻

就塹開始時刻は、平均して日没後3.3分(日没前25分-日没後13分, $SD = \pm 9.7$ 分, $N = 20$)、就塹終了時刻は日没後平均19.6分(日没後6-33分, $SD = \pm 7.2$ 分, $N = 20$)であった(Fig. 1)。

就塹開始時刻も日没時刻との間には高い相関があり($r = 0.852$, $P < 0.001$, $N = 20$)、曇天・雨天には早め、晴天には遅めとなりながら、日没時刻と相前後した(Fig. 2)。

(2) 就塹行動と照度

i) 就塹前集合と照度

集合が始まるときの照度は2,820-32,300 luxで、変動幅が大きく、10,000 lux以下の日が35.0%、10,001-14,000 luxの日が45.0%、14,001 lux以上の日が20.0%であった(Fig. 3)。集合開始時の照度と最高気温の間には、有意の相関がみられなかった($r = -0.046$, P

Fig. 1. Times of pre-roosting assemblies and roosting of the Little Egret in relation to sunset.

Fig. 2. The relationship between arrival at the roost and sunset.

>0.05, N=20).

集合数の70%が集合したときの照度は、75.0%の観察日で700 lux以下であった (Fig. 3). そして、2,500 lux以下の時間帯 (集合時間の25.0–29.8%にあたる) に集合数の90.4–98.2%が集合した。

ii) 就鳩開始時の照度

就鳩開始時の照度は平均355.2 lux (0–2,406 lux, SD=±646.2 分, N=20), 調査日の最高気温は平均13.4°C (4.2–23.9°, SD=±6.0°, N=20) で、両者には有意の負相関 ($r = -0.554$, $P < 0.02$, N=20) があり、その日の気温が低いほど就鳩開始時の照度が高い、すなわち就鳩開始時刻が早くなる傾向が認められた。

iii) 就鳩終了時の照度

就鳩終了時 (直接就鳩が終るとき) の照度は平均4.7 lux (0–28 lux, SD=±8.4 lux, N=20) であった。そして、3月12日までは1日 (3月2日) を除き0 lux以下で、3月19日以後はすべて0 lux以上 (0.4–21.8 lux) であった (Fig. 3)。可照時間の延長に伴い採食時間が伸びて採食度が向上し、かつ採食度の個体差が縮まるために、就鳩終了時刻が次第に早くなるのであろう。

(3) 就鳩行動と気温

i) 就鳩前集合に要する時間と気温

集合所要時間 (集合開始から就鳩開始まで) は平均128.0分 (伊藤, 1984) で、最高気温との間に負の有意相関が認められた ($r = -0.470$, $P < 0.05$, N=20)。4月に集合所要時間の短縮傾向が認められたが、これは気温上昇・可照時間延長に伴い採食度での個体差が縮小することや集合数が減少するためと推測される。

Fig. 3. Cumulative patterns of percentages of pre-roosting birds in relation to light intensity. Horizontal bars represent the 70% level. Total numbers of pre-roosting (A) and roosting birds (R) are shown in the right column.

集合所要時間と集合率・ $A/R\%$ (集合数の就塹総数に対する比率) の相関は有意でないが ($r=-0.351$, $P>0.05$, $N=20$), 負の数値が得られたことは, 寒い日には集合所要時間が長いのに集合率が却って低い傾向があることを暗示している.

ii) 就塹前集合所へ飛来回数・個体数と気温

集合所への飛来回数とその日の最高気温との間には有意の負相関がみられ ($r=-0.605$, $P<0.02$, $N=20$), 気温が高いほどより少ない回数で, 次項で述べるとおりより多くの個体が集合し, 逆に気温が低く集合率の低いとき飛来回数が多く, したがって1回ごとの飛来の個体数が少ない.

採食地での群れ行動は餌条件によっても異なるが, 朝の採食地への出発が後述 (p. 60) の如く厳寒の日にとくに分散的であること, 冬季日中はあまり移動しないこと (山岸ほか, 1980) からみて, 養魚池の水抜き後 (採食の好条件) のような大きな群れ行動を招く採食条件での変化がない限りは, 気温が低いほど採食地で分散する傾向があることを示唆する.

iii) 就塹前集合率と気温

集合率とその日の最高気温との間には有意の相関がみられ ($r=0.659$, $P<0.01$, $N=20$), 気温が高いほど集合率が高い傾向が示された. 4月に入り最高気温がとみに上昇するとともに集合率は平均値を上回り, 88.0%以上となった (Fig. 3).

iv) 就塹前集合開始から就塹終了までの時間と気温

集合開始から就塹終了までの時間は 155.8 分で (伊藤, 1984), 最高気温との間に負の有意相関が認められた ($r=-0.586$, $P<0.01$, $N=20$). その日の最高気温 12°C 以下ではほぼ一定 (189-195 分) で, 12°C を越えると温度の上昇にはほぼ反比例して短縮した.

以上から, 集合率・集合の回数と個体数・集合所要時間・集合開始から就塹終了までの時間・就塹開始時および終了時の照度などと最高気温との関係を整理すれば, 次のようになる. すなわち, 気温が高いほど集合の開始時刻が遅くなり, 集合率が高く, 集合所要時間が短く, 就塹開始時刻が遅くなった. これは気温が高いほど遅くまで採食地にいて採食度の個体差が縮まり, 短時間に集中的に集合してくることを示すものと考えられる. いっぽう, 気温の低い日は就塹が早目に行われる. 例えば, 1月22日や2月19日のように寒さがきびしい日には集合所の引き払いが早く, 照度も高く, 集合率も低かったが, 就塹個体はいまだ一定の採食度に達しないものが多いと推定された (Fig. 1).

v) 気温と林での集合部位

林で集合の行われた方位とその日の風向・風速・最高温度の関係を, Table 1 に示す. この林は周辺の地域よりも高い位置にあって, 冬季は季節風にさらされる. 風向としては調査の22日間を通じて W (西)・N (北) が卓越している. いっぽう, 集合の行われた林の方位は東 11 日, 西 4 日, 南 1 日, 東+西 3 日, 東+西+南 1 日, 東+南 1 日, 西+南 1 日で, 東が用いられなかったのは6日間だけである.

W・N の風を避ける林の方位は東・南であるから, 風を避けたと思われたいのは 12 月中と 3 月 19 日以後での 23 日 (10.5°C) 以外の日日で, これらの日日の最高気温は 13.1°C 以上であった. そして, 林での集合部位は 12 月と 3 月 23 日以後 (計 7 日) は林冠部で, 他はすべて林の中層 (季節風に対する死角部) であった. なお, 塹には外敵に対する安全性のほかに, 防寒に有利な部位が選ばれていた (伊藤, 1984).

Table 1. The effect of wind direction on the location of the roosting assembly.

Date	Wind direction	Wind velocity (m/sec)	Max. temp. (°C)	Location of assembly in the forest		
				E	W	S
1982						
Dec. 5	NNW	3.4	15.9		+	
12	WSW	3.4	13.1		+	
1983						
Jan. 22	NNW	2.2	4.2	+		
29	SW	1.4	13.7	+		
30	N	2.3	14.7	+		
Feb. 5	SW	1.5	10.2	+		
6	SW	2.8	12.0	+		
19	SW	3.8	4.8	+		
20	SW	3.3	6.4	+		
Mar. 2	SW	1.6	15.2	+		
5	NW	2.0	6.7	+		
6	SW	2.4	9.4	+		
12	N	0.9	15.7			+
19	NNE	1.3	13.3	+	+	
20	NE	1.1	17.2	+		
23	NNE	1.9	10.5		+	+
24	NNW	2.3	13.2	+		+
Apr. 2	SW	3.3	16.6	+	+	
5	NNE	1.3	20.6	+	+	
9	NE	1.4	23.1	+	+	+
13	ENE	1.7	23.9		+	
20	N	2.4	18.4		+	

(4) 就峙行動と天候

百間川河口で1981年に天気異なる3日を選んで観察した結果は、10月7日(雨)は集合時間15時30分—17時15分、照度4,000–0 lux, 集合数52羽, 集合回数21回; 10月17日(曇)は集合時間15時10分—17時39分、照度4,500–0 lux, 集合数70羽, 集合回数14回; 10月18日(晴)は集合時間15時—17時47分、照度5,500–0 lux, 集合数80羽, 集合回数25回であって、集合に対し雨の直接的影響は認められなかった。

垂仁天皇陵で天気異なる2日について観察した結果は、1983年3月20日(晴のち曇)は集合時間16時1分—18時25分、照度9,310–444 lux, 集合数435羽, 集合回数145回に対し、同23日(13時まで雨、13時30分—15時濃霧)には集合時間15時14分—18時27分、照度13,630–282 lux, 集合数465羽, 集合回数142回で、濃霧の影響はとくに認められなかった。

さらに、三島池で、1982年11月28日(晴)には、集合時間14時10分—16時58分、照度6,500–100 lux, 集合数56羽, 集合回数31回で、1983年1月9日(雪、風速10–15 m/sec 筆者測定)には集合時間13時30分—17時30分、照度4,000–0 lux, 集合数99羽, 集合回数49回であって、集合に対し明らかな雪の影響は観察されなかった。

このように、それに伴う照度変化の影響は別として、直接雨・霧・雪などの天候条件の集合に対する影響と認めるべき事実は、観察した限りでは見出せなかった。

ただし、1983 年 3 月 6 日 (晴一時雨)、垂仁天皇陵で降雨に際し照度が 5,580 lux からにわか 340 lux に低下した 15 時 14 分に、コサギが集合所に集結し始め、16 時 15 分までに 46 羽となり、天気が回復して 16 時 41 分に照度が 10,750 lux に上昇したとき全部が飛去した。また、1982 年 7 月 25 日牧野町中庄で、14 時にわか雨に伴う照度の著しい低下のとき、約 150 羽のコサギがいったん塹の木に帰ったが、雨が止み照度が上昇したとき飛去した。このような行動は、前記のとおり降雨だけでは観察されなかったのも、雨に伴う照度低下により帰塹行動が招来されたものと解したい。

(5) 離塹前活動

水鳥で離塹前活動 (pre-flight activity; BLACKBILL, 1952) と呼ばれている離塹前の水浴びや潜水・羽ばたきなどに類した行動が、冬塹のコサギについても観察されている (柿沢・柿沢, 1973)。朝の目ざめ前から離塹終了に至る行動の 1 例として、1983 年 3 月 6 日の結果を Table 2 に示した。

冬塹でのコサギは必ずしも終夜沈黙しているわけではなく、深夜でも「クワッ、クワッ」という鳴き声が調査の 2 日とも 1 時間のうちに 2 回ずつ聞えたが、それは朝の離塹前の鳴き声に比べて小さく、1 羽の発声と思われた。また、小競り合いを思わせる鳴き声が 1 日だけ聞えた。

Table 2. An example of pre-flight activities at the roost, between first call and termination of departure on 6 March 1983.

Time	Behaviour (no. of egrets)	Light intensity (lux)	Time	Behaviour (no. of egrets)	Light intensity (lux)
5:23	G	0.00	6:05	10Qs, flapping (4)	6.93
36	2Gs,* awakening (1)		06	moving to the top of the tree (many)	8.96
46	Awakening (almost all)		07	1**, start of departure	11.31
47			08		13.76
48	Head moving (4)		09	1, 1, 1, 1, 1, 1	17.27
49	G	0.20	10	1, 1, 1, 1, 1	22.20
50	2Qs*		11	1, 1, 1, 1, 3	26.80
51	2Qs, preening		12	2, 1, 1, 1, 1	33.60
52	4Qs		13	1, 1	42.50
53	3Qs		14	ca. 200, 1, 2	53.00
54			15	ca. 300, 1, 3	66.90
55	7Qs	0.65	16	ca. 100, 6, 2, 3	81.90
56	3Qs		17	1, 1, 1	104.10
57			18	50	127.00
58	10Qs		19	20, 19	149.70
59			20	4, 1, 2, 2, 1, 1, 1	176.70
6:00	7Qs	2.10	21	3	205.00
01		2.99			
02		3.55			Sunrise
03	10Qs	4.26	22	2, termination of departure	
04	Flapping (1)	5.41			235.00

*G="goah" call; Q="qua-qua" call. **No. of leaving individuals.

Fig. 4. The sequence of behaviours associated with departure in relation to sunrise.

早朝に林内の塹位置から「ゴア」などと長くひく鳴き声（1羽の発声と思われる）が聞えてくると、ほどなく梢の個体の目ざめ（垂れていた首をもたげる）が始まり、静止・整羽・羽ばたき・羽ばたきによる場所移動が観察され、やがて目ざめの個体数がまたたく間に増え、林内から梢への枝移りが目立つようになる。しかし、上空飛翔は観察されなかった。「ゴア」の間隔が次第に縮まり、鳴き声はやがて「クワッ、クワッ」になり、更に「クワッ、クワッ、クワッ」といっせいに鳴くようになる。なお、早朝の第1声は4月17日と5月19日には「ゴア」でなく、「クワッ、クワッ」であった。Fig. 4に調査9日間の離時行動の経過を天候・最低気温とともに示す。早朝の「ゴア」という発声開始は冬塹での離時前活動の始まりの有効な指標と考えられるが、その時刻は日の出前平均40.2分（60-10分，SD=±17.2分，N=9）であった。

発声開始から離時開始までを離時前活動期（pre-flight activity period）と呼ぶことにする。離時前活動期は平均35.2分（13-56分，SD=±14.3分，N=9）で、その日の最低気温との間に正相関の傾向（ $r=0.674$ ， $0.05 < P < 0.06$ ， $N=9$ ）が認められた。なお、「クワッ、クワッ」の始まりから離時開始までは平均11.2分（4-26分，SD=±6.1分，N=9）であった。

(6) 離 時

離時はTable 2に示したパターンで行われた。すなわち、いきなり多くの個体が同時に飛び立つことは1日もなく、飛び立ちの開始は1羽か1羽ずつのばらばらであった。1, 2, 3, 5, 7, 10羽などのわりあいに少ない数での飛び立ちの間に、いちに飛び立つ群れがあった。調査日ごとの30羽以上の群れの数を示せば、1群の日は1日、3群の日は2日、4群の日は6日で、多くは4群であった。また群れのサイズ（およその数）別の度数を示せば、100羽が8、50羽および200羽が各5、30羽が3、60羽および70羽が各2、150羽、250羽、300羽、350羽、400羽、550羽が各1で、50、100、200羽の群れが大半を占めた。

柿沢・柿沢（1973）は最初の1羽が飛び立ってもあとが続かないとき飛び立った1羽が塹のまわりをジグザグに飛ぶのを認め、飛び立ちの誘いかけであろうと解して fluttering と呼んでいるが、私はこの行動を観察しなかった。

離時開始の時刻は日の出前平均16.1分（22-5分，SD=±5.0分，N=9）、照度は平均14.3 lux（2-50 lux，SD=±14.9 lux，N=9）で、離時終了の時刻は平均して日の出前2.1分（日の出前7分—日の出後14分，SD=±6.4分，N=9）、照度は平均393.4 lux（30-1,400 lux，SD=±468.2 lux，N=9）で、離時所要時間は平均18.2分（12-27分，SD=±4.8分，

Fig. 5. The relationship between departure from the roost and sunrise.

N=9) であった。

離埒開始時刻は日の出時刻との間に強い相関関係 ($r=0.989$, $P<0.01$, $N=9$) があり (fig. 5), 最低気温との間に負相関 ($r=-0.706$, $0.02<P<0.05$, $N=9$) が認められた。

雨天の2月13日, 4月10日では離埒終了がそれぞれ日の出後11, 14分で, 平均(日の出前2.1分)からの遅れが目立った (Fig. 4)。しかし離埒終了時の照度はそれぞれ153, 77 lux で, 後述の結氷の朝以外の日と目立った差がない。これは前記 (p. 58) の雨に伴う照度の低下に際して観察された非常に早い時刻での帰埒行動とあわせ考え, 直接雨のためというよりは, 雨に伴う照度上昇の遅れのためと考えられる。

(7) 離埒後の行動

観察9日のうち8日では離埒ののちまっすぐに採食地に向かったが, 1日だけ特異な行動が観察された。

i) 一般的な行動

一般的な行動の1例として2月20日朝の離埒後の行動を示すと, 全数693羽のうち680羽が南の方向に飛去したが, その約70%は3回の大群で飛び立った。そして, 300 mを越えると次第に分散し, 1,200 mまでに45.5%が降下したが, 371羽はさらに南へ飛去した。飛び立ちのときと1,200 m地点通過時の個体数別の頻度は Fig. 6 に示すとおりで, 1羽の頻度は飛び立ちのとき約15%, 1,200 m地点通過時では約40%で, 群れで飛び立っても早い時期に分散するものと想定された。

ii) 特異な行動

最低気温が -5°C で埒の前の周濠が著しく結氷した1月23日だけに, 飛び立ち後の特異な行動が観察された。Fig. 7 に示す如く, 6時47分に離埒が始まり, 235羽が55回の飛び立ちで出発したのち, 7時4分いっきょに351羽が飛び立ったが, 約100 m 去ったところで, 183羽 (全数の31.3%) が引き返し, 21, 37, 125羽の3群に分かれて, 前日の就埒前集合の (林の東側と南側で, 日当たりがよい) 場所に集結し, そのあと3時間にわたり分散的に飛び立った。なお, この日の離埒の終了は日の出後5分で, 照度は1,400

Fig. 6. The frequency distribution of flock size, at departure from the roost.

Fig. 7. Departure from the roost and return to the forest on a very cold morning (temp. = -5°C) 23 January 1983.

lux であった。これは、最低気温と離峙終了時の照度の間に認められた負の相関傾向 ($r = -0.603$, $0.05 < P < 0.06$, $N = 9$), すなわち気温が低いほど離峙終了時の照度の高い傾向が明瞭に示されたものと考えられる。

論 議

(1) 就峙行動と気象要因

就峙前集合・就峙ともに開始時刻が日没時刻との間に正相関 (それぞれ $r = 0.686$, $r = 0.852$) があり、降雨に伴う照度の急な低下に際して異常に早い時刻 (いわば採食度とは無関係) に行われた帰峙行動からみても、就峙行動は種々の複合条件に影響されるとはい

え、照度がまずその主要な要因だと想定される。

就峙要因としての照度については、夏季峙のスミレサギ *Florida Caerulea*, ダイサギ *Casmerodius albus*, ササゴイ *Butorides virescens* (SEIBERT, 1951) で日没時刻, ハシボソガラス *Corvus crone* とハシブトガラス *C. macrorhynchos* (山岸, 1962) で明るさが指摘され、柿沢・柿沢 (1973) は冬峙のコサギの帰峙時刻が基本的には明るさによって決定されると報告している。

照度以外の要因は何か。集合開始から就峙終了までの時間の幅が大きいこと (平均 155.8 分) (伊藤, 1984) は、一定の採食度を得る上での個体差の反映だと解され、帰峙要因として採食度が考えられる。帰峙要因としての採食度はホシムクドリ *Sturinus vulgaris* (BROWN, 1946), ムクドリ *Sturinus cineraceus* (黒田, 1961), トビ *Milvus migrans* (羽田ほか, 1966) でも考えられている。

いっぽう、就峙開始時の照度と最高気温の間には負相関があって、最高気温が低いほど高い照度で就峙が始まる。また、寒いあいだ林での集合部位として季節風の死角部が選ばれ、峙部位の選択条件として外敵の接近し難いことのほかに防寒性が考えられたことから (伊藤, 1984), 気温が就峙に対して強く作用していることが示唆される。重野 (1983) もシラサギの冬季の帰峙行動について、寒冷日には峙への飛来が温かな日よりも早くなると述べ、温かな日のように梢に止まらないとも報じている。このように、同じ時刻まで採食しなければ一定の採食度が得られないと仮定するなら、気温が低ければ就峙時刻が早くなったので、空腹度を満たす欲求よりも、就峙を促す気温の要因の方が強いと考えられる。まとめると、冬峙のコサギの就峙行動に対しひきがね的に作用する要因は照度 (日没) であって、それに気温と採食度がさらに微調整し、この後 2 者のうちでは気温の方が大きく影響するのではないと思われる。

(2) 離峙行動と気象要因

「クワッ、クワッ」という鳴き声の開始時の照度が 0.1–0.6 lux で、これよりも 24.0 分早い「ゴアー」の発声開始時点の照度はまだ 0 lux よりも低かったが、目ざめ・飛び立ちの時刻が林で西側よりもわずかも明るい南側の方で早かったこと、雨に伴う照度低下に際して離峙終了が遅れたことなどから、活動開始の要因は明るさだと考えられる。しかも、離峙の開始時刻と日の出時刻の強い相関関係 ($r=0.989$) からみれば、離峙に対してひきがねとなっている要因は明るさだと想定される。これは、離峙時刻が日の出時刻によって決定されるという柿沢・柿沢 (1973) の報告を定量的に確かめたことにもなる。なお、SEIBERT (1951) は、夏季峙について日の出時刻が 3 種のサギの離峙時刻を規制する最も重要な要因だと報告している。

私の定量的調査では、気温が低いほど、目ざめから離峙開始までの時間が短くなる傾向があり、かつ離峙開始時刻が早くなった。また、最低気温と離峙開始から終了までの時間には有意相関が認められなかった ($r=0.210$, $P>0.1$, $N=9$)。これは、柿沢・柿沢 (1973) が定性的調査で、気温が 0°C に近いかそれ以下になると飛び立ちが日の出から何時間も遅くなるといい、重野 (1983) が寒さがきびしい日は離峙が遅くなり、離峙の開始から終了までの時間が長いと記載していることとは違った結果であるが、低温でエネルギー需要が高まるために空腹の個体の採食地への飛び立ちが早くなるものと考察される。SEIBERT (1951) は、夏季夜間に就峙するサギについて気温が低くなった翌朝の飛び立ちが早いことを観察

して、やはりエネルギー需要の高まりと結びつけて考えている。

以上のことから、冬時のコサギの離時のおもな要因として照度・気温・空腹の3つが考えられるが、ひきがねとして作用する要因は照度（日の出）であって、それに気温と空腹がさらに微調整し、この2者のうちでは気温が強く働くものと考えられる。

(3) 結氷に対する適応行動

最低気温が -5°C で周濠が厚く結氷した朝観察された離時後の特異な行動は、最低気温が 0°C 以下でも周濠の結氷しない4日では観察されなかった。すでに柿沢・柿沢(1973)もいったん飛び立ったコサギが結氷の時期に時に戻ってくることを観察し、結氷の朝の飛び立ちの時刻が氷のとけ始める時刻とかなり一致すると述べている。この行動は、単に厳寒を避けたというよりは結氷に対する適応行動だと解するのが妥当だと思われる。

気温が低ければ離時開始が早くなるのであるが、結氷が著しければ、このようにして採食地への到着が遅れる個体も多くなる。しかも、気温が低いとき就時時刻も早くなるので、採食時間がいよいよ短縮するきびしい結果となる。今後、こうしたきびしい状況下で、コサギがどのように採食の時間配分をしているのかを精査する必要がある。

(4) 気象要因についての就時と離時の比較

就時と離時についてひきがねとなるのは、それぞれ日没と日の出に伴う明るさであって、就時開始は平均して日没後 3.3 分で、照度は平均 355.2 lux、離時開始は日の出前平均 16.1 分で照度は平均 14.3 lux であった。

就時に要する時間は 24.4 分（離時の調査と同日ないし前日で 18–35 分、 $\text{SD}=\pm 5.2$ 分、 $N=9$ ）、離時に要する時間は 18.2 分で、有意の ($0.02 < P < 0.05$) 差はあったが、ともに短い。すなわち、離時・就時ともに短時間に一斉に行われた。離時が帰時に比べて短時間に一斉に行われるという報告（重野, 1970; 山岸ほか, 1980）があるが、私の結果では集合の開始から就時終了までは 155.8 分であったので（伊藤, 1984）、これらの報告では時のごく近くで集合をしていることに気がつかずに、集合から就時終了までの時間を就時時間と捉えたため、そのような解釈になったものと思われる。

コサギは朝目ざめて直ちに離時するのではなく、また夕刻も集合を経て一定の照度に達してはじめて就時する個体が多かったことから、就・離時には照度の一定の閾値があり、かつ離時の閾値の方が就時の閾値よりもずっと低いことは、空腹での離時に対する衝動の方が、一定の採食度を得たうえでの就時に対する衝動よりも強いためであろう。

また、離時行動には就時行動における集合（タイプ B・C で 128.0 分）（伊藤, 1984）に対応するステップがない。強いて求めるならば、それは著しい結氷に際して観察された、結氷に対する適応行動であろう。しかし、これは一般的ではなく、普通は時からいきなり採食地へ向かう。したがって、たとえ離時前活動期（35.2 分）を加えても一連の離時行動は就時行動に比べたいへん短い時間で終る。それは朝の空腹の度合には個体差がほとんどなく、平均的な空腹状態にあるためだと考えられる。なお、就時・離時の両面から、気温が低いほど彼等は 1 羽ずつに分散する傾向が認められ、寒冷に対するひとつの適応行動ではないかと考えられたが、その意義は今後の解明に待ちたい。

謝 辞

この研究にあたり貴重な示唆を賜り、かつこの論文の校閲をしていただいた大阪市立大学理学部生物学教室の山岸哲博士に対して厚く感謝の意を表する。さらに三好 恣・神原博輝・手塚 稔の3氏に観察を、大阪市立大学理学研究科大学院生上田恵介氏に英文作製を手伝っていただいた。また文献については、井上良和・重野保博の両氏および山階鳥類研究所の柴田敏隆・柿沢亮三・岡奈理子の3氏にお世話になった。あわせて謝意を表したい。

摘 要

1982年12月から1983年5月にかけて、奈良市・垂仁天皇陵のコサギの冬場において就・離場行動と気象要因の関連を調査して、次の結果を得た。

(1) 冬場におけるコサギの就・離場行動は、照度がひきがね的要因となり、それに気温と採食度ないし空腹度がさらに微調整し、後2者のうちで気温の方が大きく影響するものと考えた。

(2) 離場開始時(日の出前平均16.1分)の照度(平均14.3 lux)は、就場開始時(平均して日没後3.3分)の照度(平均355.2 lux)よりも低かった。

(3) 離場終了時(平均して日の出前2.1分)の照度(平均393.4 lux)は、就場終了時(日没後平均19.6分)の照度(平均4.7 lux)よりも高かった。

(4) 就場と離場はともに短時間に一斉に行われたが、就場に要する時間(24.4分)は、離場に要する時間(18.2分)よりも長い。就場前集合(128.0分)に始まる一連の就場行動には、離場前活動(35.2分)に始まる一連の離場行動よりもはるかに長い時間がかかった。

(5) 気温が低いほど採食地で分散傾向のあることが示唆された。

(6) 就場行動と気象要因の関連につき分析して、次の結果を得た。

(i) 就場前集合の開始時刻は平均して日没前125.3分で、照度は80%が14,000 lux以下であった。(ii) 就場前集合数の70%が集合したときの照度は、75.0%の調査日で700 lux以下であった。(iii) 気温が高いほど、より多くの個体が、より短い時間に、より少ない飛来回数で就場前集合し、就場時刻は遅くなった。(iv) 林での集合部位には、気温の低いあいだ季節風の死角部が選ばれた。(v) 就場前集合に対する雨・霧・雪の直接的影響は、とくに認められなかった。

(7) 離場行動と気象要因の関連につき分析して、次の結果を得た。

(i) コサギには離場前活動期(平均35.2分)があり、早朝に場位置から聞えてくる「ゴアー」という鳴き声が離場前活動開始の有効な指標である。(ii) 離場前活動は平均して日の出前40.2分(照度は0 luxよりも低い)に始まった。(iii) 気温が低ければ離場の開始が早くなった。(iv) 気温が低ければ離場前活動期が短い傾向があった。(v) 結氷の強い朝、いったん離場してから場の所在する林に引返して何時間もかけて採食地へ飛び立つという、結氷に対する適応と思われる行動が認められた。(vi) 離場の開始は単独飛び立ちであり、大きな群れで飛び立っても早い時期に分散する。(vii) 雨のために照度が低下すれば、離場終了が遅れた。

SUMMARY

The effects of weather on arrival and departure from the roost by Little Egrets *Egretta garzetta*, were investigated between December 1982 and May 1983, at a winter roost, at Suinin-tenno Mausoleum, Nara City, Japan.

(1) Light intensity seems to be the most important factor affecting both arrival at and departure from the roost. Additional factors were temperature, foraging rate, and hunger level, of which temperature seems to be the most important.

(2) The mean light intensity at the start of departure (14.3 lux, 16.1 min before sunrise) was lower than at the start of arrival at the roost (355.2 lux, 3.3 min after sunset).

(3) The mean light intensity at the termination of departure (393.4 lux, 2.1 min before sunrise) was higher than that for arrival (4.7 lux, 19.6 min after sunset).

(4) Both the mean time spent for arrival (24.4 min) and that for departure (18.2 min) were short; however, the former was significantly different from the latter. Time spent for a series of roosting behaviours (including pre-roosting assembly) was much longer than that for departure (including pre-flight activities).

(5) The lower the temperature, the more widely egrets scattered over the foraging site.

(6) (i) Gathering at pre-roosting assemblies started 125.3 min before sunset on average. The light intensity at the time of these gatherings was below 14,000 lux (for 80% of the gatherings). (ii) Light intensity was 700 lux and below when 70% of pre-roosting birds had gathered, on three quarters of all observation days. (iii) Arrival at the roost began earlier on extremely cold days, and was delayed on days of high temperatures. In warm days, more individuals arrived in large flocks over a shorter time. (iv) Egrets chose sites where were not exposed to wind for pre-roosting assembly in the forest during the cold season. (v) No effect of rain, snow, or fog was observed on pre-roosting assembly.

(7) (i) Pre-flight activity began with "goah" calls in the roost. (ii) Activity started 40.2 min before sunrise when the light intensity was below 0 lux, and lasted for 35.2 min. (iii) Departure was hastened by low temperature. (iv) Low temperature shortened the pre-flight activity period. (v) Some departing flocks returned to the forest on freezing morning, stayed in the forest for several hours then left again for foraging sites. (vi) Departure from the roost started with a single individual. Large flocks dispersed immediately after departure from the roost. (vii) Decreasing light intensity caused by rain delayed the termination of departure.

引用文献

- BLACKBILL, H., 1952. Light intensity and Waterfowl flight; pre-flight activities. *Wilson Bull.*, **64**: 242-244.
- BROWN, F. J., 1946. A cheshire starling roost, 1944-5. *J. anim. Ecol.*, **15**: 75-81.
- 黒田長久, 1961. ムクドリの日群行動とその影響要因について. 日生態会誌, **11**: 26-34.
- 羽田健三・小泉光弘・小林建夫, 1966. トビの生活史に関する研究, II. 非繁殖期(1). 日生態会誌, **16**: 71-78.
- 伊藤信義, 1984. コサギの就群前集合. 鳥, **33**: 13-28.
- 柿沢亮三・柿沢佳子, 1973. コサギ (*Egretta garzetta*) の冬群における生活. 長岡市立科学博物館研究報告, (8): 17-26.
- 環境庁, 鳥類観測ステーション運営総合解析報告. 1978: 246.
- 日本気象協会奈良支部, 1982, 1983. 奈良県気象月報.
- 日本鳥学会, 1974. 日本鳥類目録. 改訂5版. 東京, 学習研究社.
- SEIBERT, H. C., 1951. Light intensity and the roosting flight of herons in New Jersey. *Auk*, **68**: 63-74.
- 重野保博, 1970. 仁徳陵及び御廟山におけるサギコロニーの生態. 日本生物教育学会第25回全国大会記念誌: 139-149.
- 1983. 堺・泉北地帯におけるサギコロニーの生態. 大阪府生物研究会発表資料.
- 山岸 哲, 1962. カラスの就群行動について, 第1報長野県下での秋冬の群について. 日生態会誌, **12**: 54-59.
- 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繁殖地と群の配置および採食範囲. 鳥, **29**: 69-85.

(1984年8月1日受領)