サシバ (*Butastur indicus*) の営巣場所数に影響する環境要因

Factors Affecting the Number of Breeding Grey-faced Buzzard-Eagles *Butastur indicus*

百瀬 浩* 植田 睦之**、*** 藤原 宣夫**** 内山 拓也*** 石坂 健彦*****
森崎 耕一***** 松江 正彦***

Hiroshi MOMOSE Mutsuyuki UETA Nobuo FUJIWARA Takuya UCHIYAMA
Takehiko ISHIZAKA Koichi MORISAKI Masahiko MATSUE

Abstract : Nesting locations of gray-faced buzzard eagles were studied in two areas of about 348km² in Tochigi prefecture. Their food items were also monitored. From the nesting data, a multiple regression model was constructed to predict the number of nesting locations within a 2x2 mesh grid from several environmental factors such as vegetation and human population size. The resulted model could explain about 70% of the variation in the number of nests ($r^2=0.71$). Factors used in the model were length of forest edge facing paddy fields in a mesh grid and in surrounding eight meshes grids (positive factor), and population (negative factor). In the study area gray-faced buzzard eagles were feeding mainly on frogs, and the birds were observed to perch on the tree top in the forest-paddy field edge waiting for frogs to appear. The preference on forest-paddy field edge shown by the model might reflect the importance of such habitat as the species' hunting area. In our study area, the gray-faced buzzard eagles were especially abundant in continuous 'Yatsu' area, a landscape in which a low tableland is eroded by rivers to create a fractal shaped network of valleys. Our results, along with other published data, indicate that the Yatsu landscape is an important breeding habitat for this species.

Keywords: Yatsu landscape, raptors, habitat model

キーワード: 谷津景観, 猛禽類, 生息場所モデル

1. はじめに

サシバ*Butastur indicus*は、日本および極東アジアで繁殖し、南西諸島から東南アジアにかけての地域で越冬する渡り性の猛禽類であるが¹⁾、近年個体数の減少が指摘されている²⁾。また、サシバは水田と樹林とが組み合わされた谷津田に生息し、近年の開発や、水田の休耕田化や土地改良事業などで質的にも変化している谷津環境のシンボルとして注目され、研究されている^{3,4,5)}。

サシバの環境選好性については小島^{6,7)}の大阪における営巣場所選択の研究や東ほか³⁾による千葉県印旛沼流域での研究があり、営巣場所である斜面林と採食場所の水田の重要性が指摘されている。また、伊豆諸島での研究では谷状になった部分にサシバが生息していることが報告されている⁸⁾。しかし、これらの研究は、サシバの生息地としては特殊な島嶼部や、林地と水田が接した環境のみでの調査結果で、さまざまな環境を含んだ広域的な調査を行ない、環境選好性について検討した研究はない。広域的に生息環境を解析することで、解析結果の汎用性を増し、さまざまな地域への応用を図ることができるだろう。そのような情報は、開発計画などがサシバの生息にもたらす影響を予測する場合などに有効だと考えられる。

そこで本論文では、市街地、水田地帯、台地、低山帯を含む栃木県の鹿沼市および宇都宮市から芳賀郡にかけての範囲でサシバの分布状況を調べ、その環境選好性を明らかにする目的で環境要素との関係を解析した。

2. 調査地と研究方法

(1) 調査地

栃木県鹿沼市付近の南北 12km、東西 6 km の範囲 (面積約 72km²) の地域 (以下鹿沼地域と呼ぶ) と、宇都宮市から芳賀郡にかけて

図-1 調査地の植生分布とサシバの営巣場所数の分布状況
背景図は環境省作成の自然環境 GIS (現存植生図) を統合したものを用いた。

の南北約 12km、東西約 23km の範囲 (面積約 276km²) の地域 (以下宇都宮地域) を調査地とした。鹿沼地域は低山帯で、宇都宮地域は西側から都市域 (宇都宮市) とその近郊住宅地が広がり、鬼怒川を挟んで東側は鬼怒川氾濫原の上に発達した水田地帯、そして台地と入り組んだ谷から構成される市貝町付近の谷戸地帯へと続いている (図-1)。樹林地は、コナラ *Quercus serrata* を主とした落葉二次林と、これにアカマツ *Pinus densiflora* の混じった混交林が主で、そこにスギ *Cryptomeria japonica* やヒノキ *Chamaecyparis obtusa* の植林 (約 14%) が混在している。

(2) サシバの営巣場所の調査

宇都宮地域での調査は 1999 年 4 月中旬から 7 月にかけてのサシバの繁殖期に行なった。この期間に 3 回から 5 回、調査地全域の林縁部を中心に徒歩あるいは自転車を使用して踏査し、サシバの分布状況を確認した。巣を発見した場合は、その場所をサシバ

* (独) 中央農業総合研究センター ** バードリサーチ *** 国土技術政策総合研究所 **** 愛知県建設部 ***** 日本道路公団

の営巣場所とし、見つけれなかった場合については、複数回同一場所でくり返しサシバが記録された場所を営巣場所とした。巣を発見した場所の周囲ではサシバがくり返し観察されたので、この判断は妥当なものと考えられる。鹿沼地域では2000年4月中旬と7月上旬に同様の調査を行なった。

（3）サシバの食物の調査

宇都宮地域の大畑と椎谷にあるサシバの巣についてサシバの育雛期にあたる2000年6月15日から21日の5:00～9:00に、それぞれ6日間、4日間の直接観察を行ない、食物を記載した。この時間帯は調査地のサシバが1日のうちで最も頻繁に食物を運搬する時間帯である（石昌樹氏 私信）。また、親鳥が摂食する食物とヒナへ給餌する食物が異なっており、巣での観察では、実際にサシバが利用している食物を把握しきれないことも考えられるので、2000年5月28日から30日と6月13日から21日の任意の時間帯に調査地内を自動車で行き、発見したサシバを追跡し、捕食した獲物を記録した。この調査では、できるだけ多くの個体の採食行動を観察することに努め、基本的に1個体1データとしたが、違う日に同じ場所でサシバを発見した場合など、同一個体から複数の記録を得たと考えられる場合は、その個体の捕食した食物の割合を解析に用いた。つまり2回記録を得て、それぞれが違う食物だった場合は、それぞれを0.5とし、個体の食物の選好性が結果に影響をおよぼさないようにした。

（4）サシバの営巣場所数と環境要素との関係解析

サシバの営巣場所選択に関わる環境要因を明らかにすることを目的に解析を行った。解析に当たっては、実際の巣がわかっていない場所も多く、小さなメッシュを使うと実際の巣のあるメッシュとサシバが頻繁に目撃されたメッシュとが異なる可能性が高くなると判断したため、調査地を標準地域メッシュの3次メッシュ（経度45秒×緯度30秒）を縦横とも2倍した大きさのメッシュ（一辺が約2km）84個に分割し、その中のサシバの営巣場所数とそれぞれの土地利用区分が占める面積、地形の状況との関係について関係解析を行なった。なお、サシバの巣と、とまり場所との距離は千葉県での調査の結果、224.1±192.5mであり³⁾、サシバが頻繁に目撃され繁殖地と推定した場所と実際の巣の場所が違うメッシュになってしまうことは少ないと考えられる。

各メッシュ内の環境要素の面積などの算出には、ESRI社製のArcView Ver.3.2およびArcInfo Ver.7.2を使用した。解析に用いた環境要素は以下の通りである。

（i）植生

環境庁自然保護局が作成した自然環境GISの植生図（第2・3回現存植生図に基づく5万分の1植生図）を用いた。この植生図の作成後に環境が改変されており、現在の状況と合わない部分を現地踏査により修正して使用した。樹林は、サシバがアカマツやスギ、ヒノキをおもな営巣木としているので⁶⁾、そのような営巣木となりうる樹木の存在するアカマツ林、落葉二次林、スギ・ヒノキ・サワラ植林を「樹林」と1つの植生区分とし、営巣木となりうる樹木が少ないと考えられる河畔林、その他林地を「その他樹林」とした。

解析にあたっては基本的に面積を使用した。東ほか⁴⁾が、水田の幅が狭いこと、水田と林地の境界線の長さが重要であることを示している。それらを反映する水田面積と周辺長との比、水田と樹林の境界線の長さ、そして潜在的な採食場所と考えられる草地と樹林の境界線の長さも要素に含めた。また、周囲の環境の連続性も重要と考えられたので、環境の連続性を示す指標として、当該メッシュと周囲の8メッシュの合計値も用いた。解析に用いた植生要素と、植生凡例の統合方法は以下の通りである。

- ・樹林：アカマツ林、落葉二次林、スギ・ヒノキ・サワラ植林
- ・その他樹林：河畔林、その他林地

- ・水田
- ・草地：畑地、草地
- ・住宅地
- ・水域
- ・その他
- ・水田面積と周辺長との比
- ・樹林と水田の境界線の長さ
- ・樹林と草地の境界線の長さ

表－1 サシバが巣に運搬した食物と採食場所で捕食した食物

分類群	和名	学名	巣場所での観察		採食場所での観察	計	分類群計	割合
			大畑	椎谷				
両生類	ニホンアカガエル	<i>Rana japonica</i>		2	1	3		
	トウキョウダルマガエル	<i>Rana porosa</i>	1	2	4	7	49.3	54.8%
	ニホンアマガエル	<i>Hyla japonica</i>	1	7	8	16		
	カエル類		12	8	3.3	23.3		
爬虫類	ヘビ類		3			3	5.7	6.3%
	トカゲ類				2.7	2.7		
哺乳類	ネズミ類・モグラ類		3	2		5	5.6%	
鳥類	スズメ	<i>Passer montanus</i>		1		1	1.1%	
昆虫類	チョウ目幼虫		6	1		7		
	バッタ目の昆虫		1		2	3	11	12.2%
	カブトムシ	<i>Allomyrina dichotoma</i>		1		1		
不明			6	12		18	18	20.0%
			33	36	21	85	90	100.0%

（ii）地形、人口

国土地理院発行の「数値地図50mメッシュ（標高）」を使用した。メッシュの中心点を通り東西、南北に2分割する線を設定し、その線に沿った地表距離の合計値と直線距離との比を起伏量として、地形の起伏を示す指標として用いた。また、総理府の国勢調査メッシュ統計（3次メッシュ）により、メッシュ内の人口も用いた。

解析に当たっては、まずこれらの要素とサシバの繁殖数との単相関をとり、各要素間の相関をとった。そしてサシバとの相関の高い要素を採用して重回帰分析を行った。また、採用した要素間の相関が高く、重回帰分析に盛りこむ上で不適切な場合は、よりサシバとの相関が高いかあるいは、生態的に妥当と考えられるものを採用し、もう一方を削除した。重回帰分析には株式会社エスミ開発の「Excel 多変量解析」を用いた。

3. 結果

（1）サシバの営巣場所調査の結果

宇都宮地域では、116か所のサシバの営巣場所を確認し、内39か所で巣を発見した（図－1）。樹種を記録した35巣のうちアカマツが30巣で、スギが4巣、モミが1巣だった。複数回確認されず、営巣場所であるかどうか明らかでなかったのは7か所のみで、内3か所は4月中旬の渡来直後の記録であった。これらについては、まだ営巣場所に定着していない個体が、渡りの途中の個体だった可能性が高い。また、鹿沼地域では、19の営巣場所を確認した。巣を発見した場所はなかった。

図－1からわかる通り、宇都宮調査地の東端にあたる、芳賀郡市貝町付近の谷津景観が連続的に見られる地域で特に多くのサシバ営巣場所が発見された。

（2）サシバの食物調査の結果

巣での直接観察および採食場所での観察により確認された食物を表－1に示した。

巣での直接観察では、ニホンアカガエル*Rana japonica*、トウキョウダルマガエル*R.porosa*、ニホンアマガエル*Hyla japonica*、ヘビ類、ネズミ類、モグラ類、スズメ*Passer montanus*、チョウ目の幼虫、バッタ目の昆虫、カブトムシ*Allomyrina dichotoma*が確認された。親鳥が食物を搬入してきた方向によっては、搬入された食物が枝に隠れて見え、食物の判別ができないこともあったが、そのようなものを除くと、カエル類が大畑の巣で42.4%（n=14/33）、椎谷の巣で52.8%（19/36）と最も

多く、大畑ではチョウ目の幼虫も 18.2 (6/33) と多かった。

採食場所での観察では、トウキョウダルマガエル、ニホンアマガエル、トカゲ類、バッタ目の昆虫が確認され、カエル類が 77.67 (16.3/21) と多かった。採食場所での観察では、捕獲した獲物を巣へ運ばずに、そのまま食べることも多く (73.1%, 15.33/21)、巣へ運搬する食物と、親鳥が摂食する食物が異なっていることも考えられるが、採食場所の観察で捕獲した獲物のうちカエル類が占める比率は、巣で観察された比率と有意な差は認められなかった ($\chi^2 = 1.17$, $P > 0.05$)。また、種まで判別することのできたカエル類だけをとりだし、カエル類の中に占めるトウキョウダルマガエルとニホンアマガエルの比率を見ても、それぞれ、30.8% (採食場所：ダルマ 8/13) と 23.1% (巣：ダルマ 3/13)、61.5% (採食場所：アマ 8/13) と 61.5% (巣：アマ 8/13) と有意な差は認められなかった (Fisher の正確確率検定 $P = 0.50$, 0.69)。採食は主に水田で観察されたが (71.4%, 15/21)、樹冠部でも観察され (28.6%, 6/21)、樹冠部で捕食したのはすべてニホンアマガエルで、ニホンアマガエルの 75.0% (6/8) は樹冠部で捕食した。

(3) サシバの分布と環境要素との関係

表 2 に、サシバの営巣場所数と各環境要素との単相関を示した。サシバ営巣場所数との相関については、人口が -0.398 と負の相関が認められ、樹林と水田の接線の長さが 0.843 、樹林面積が 0.343 、環境の連続性を示す当該メッシュと周囲のメッシュの樹林-水田接線長が 0.834 、樹林と草地の接線の長さが 0.571 と正の相関が認められた。

樹林と水田の接線長は、周囲メッシュを含んだ樹林-水田接線長と高い相関 (0.933) があり、変数選択で採用されなかったため解析からはずし、周囲メッシュを含んだ樹林-水田接線長と人口を環境要素として重回帰分析を行なうと、サシバの営巣場所数との間の決定係数は $r^2=0.70$ で、有意な関係が認められた (表 3 ; $P<0.001$)。

それぞれの環境要素について見ていくと、標準偏回帰係数は周囲メッシュの樹林-水田接線長が 0.798 と最も高く、人口が -0.098 となった。周囲メッシュの樹林-水田接線長 ($P=0.000$) に有意な影響が認められた。

4. 考察

今回の調査では 135 か所のサシバの営巣場所を確認した。サシバは林縁の木や電柱などにとまって採食するので³⁾、容易に発見できること、そして、ほとんどの場所では複数回くりかえし同じ場所で観察され、営巣場所を確認できたことより、本調査では、調査地で営巣しているサシバの大部分を記録することができたと思われる。

本研究では複数回くりかえし同じ場所でサシバが観察された場合にそこにサシバの営巣場所があると判断した。もし、巣を発見

したつがいを観察して実際の巣に加えてさらに営巣場所があると判断してしまった場合には営巣密度を過大評価してしまう可能性が考えられる。そこで、巣を多く発見できた 1440ha の地域を対象に、巣を発見した場所から一番近い巣までの距離と営巣場所を推定した場所から一番近い巣もしくは推定営巣場所までの最短巣間距離を比べると 477.9 ± 187.3 (SD) m ($N=20$) と 393.1 ± 98.6 m ($N=18$) で、両者に有意な差はなかった ($U=155$, $P=0.46$)。したがって、過大評価の可能性は低いと考えられる。

サシバの営巣場所数と環境要素との間の重回帰分析では、周囲メッシュも含んだ樹林-水田接線長に特に強い関係が認められた。樹林と水田の接線長が長い環境は谷津田の多い環境を示しており、そのような環境がサシバの生息地として特に好適であることを示している。また、当該メッシュでなく、周囲のメッシュも含んだ樹林-水田接線長がサシバの営巣場所数を説明するモデルに採用されたことから、谷津田が断片的に残っているような環境はサシバの生息には適しておらずに、まとまって存在することが重要と考えられる。サシバの食物のうち、アカガエルとヘビ類については断片的に残った水田では生息密度が減少することが知られているので¹⁰⁾、環境の断片化による食物の減少がサシバの生息数の減少につながっているのかもしれない。

表 3 サシバ営巣場所数と各環境要素との重回帰分析の結果。

説明変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	F 値	P 値	T 値	標準誤差	偏相関	単相関
周囲樹林-水田接線長	0.0000547	0.798	149.66	0.000	12.23	0.00000	0.806	0.834
人口	-0.0000591	-0.098	2.26	0.137	-1.50	0.00004	-0.165	-0.398
定数項	-0.4044826				-1.42	0.28544		

決定係数 $R^2=0.70$, $P<0.001$, $AIC=288.54$

東ほか⁴⁾ は千葉の谷津田でサシバの生息の有無に影響する環境要因を解析し、稲作面積が大きいこと、谷津田の周囲が斜面林におおわれていることが重要だと述べている。本調査の結果では、樹林と水田の接線の長さが重要な要素として示され、東ほか⁴⁾の結果と同じように水田の周囲が樹林におおわれていることが重要な要素として示されたが、水田の面積については逆に負の相関が認められた。これは、東ほか⁴⁾が谷津田のみを対象にして解析を行なったのに対して、本調査では市街地、水田地帯、谷津田のすべてを含む広い範囲を対象として解析したためと考えられる。本調査地で水田の面積が大きいということは、谷津田のある環境というよりもむしろ大規模な水田地帯を意味し、そのような環境にはサシバは少なかった。

猛禽類の繁殖密度は主に営巣場所と採食場所によって決まってくると考えられている⁹⁾。サシバは小面積の屋敷林でも繁殖している (著者ら 未発表)。したがって、大規模な水田地帯にも営巣するのは十分な屋敷林が点在していたにも関わらずサシバが少なかったのは食物の量と採食のしやすさによるものと思われる。サシバは林縁の木や電柱にとまり、そこから目視によって獲物を

表 2 サシバ営巣場所数と各環境要素との単相関 環境要素についての説明は本文参照。表上側の要素名は省略して記してあるが、左端に記した環境要素と同じものであり、順番も同じである。

	サシバ	樹林	他樹林	水田	草地	住宅地	水域	その他	樹林-水田	樹林-草地	人口	水田形状	周囲樹林	周囲接線	地形起伏
サシバ	1.000														
樹林面積	0.343	1.000													
その他樹林面積	-0.038	-0.299	1.000												
水田面積	-0.240	-0.513	-0.130	1.000											
草地面積	0.309	-0.035	0.359	-0.290	1.000										
住宅地面積	-0.358	-0.543	0.085	-0.198	-0.335	1.000									
水域面積	-0.245	-0.298	0.156	0.206	0.054	-0.028	1.000								
その他面積	-0.133	-0.072	0.199	0.015	0.099	-0.157	0.554	1.000							
樹林-水田接線長	0.843	0.363	-0.089	-0.175	0.358	-0.452	-0.254	-0.095	1.000						
樹林-草地接線長	0.571	0.489	-0.097	-0.403	0.586	-0.470	-0.273	-0.110	0.665	1.000					
人口	-0.398	-0.514	0.267	0.185	-0.218	0.477	0.213	0.186	-0.346	-0.467	1.000				
水田形状	0.362	0.227	-0.043	-0.662	0.145	0.292	-0.186	-0.122	0.353	0.349	-0.220	1.000			
周囲樹林面積	0.261	0.950	-0.387	-0.412	-0.060	-0.558	-0.224	-0.065	0.289	0.477	-0.530	0.177	1.000		
周囲樹林-水田接線長	0.834	0.300	-0.123	-0.119	0.363	-0.435	-0.208	-0.143	0.933	0.611	-0.376	0.328	0.268	1.000	
地形起伏	-0.019	0.834	-0.377	-0.391	-0.158	-0.387	-0.184	0.043	0.066	0.327	-0.377	0.118	0.877	0.002	1.000

図ー 2 サシバ営巣場所数を予測する重回帰モデルの予測値と、各メッシュにおける実際の営巣場所数との関係
それぞれの点は、2 kmメッシュを調査地の西側から順に並べたもので、大まかな位置を下部に示してある。予測値が負のものはゼロとした。

探索し、捕食する³⁾。したがって、大規模な水田より、水田が樹林に囲まれてとまり場所と採食場所である水田との距離の近い谷津田の方が採食可能な場所が多く、採食しやすいものと考えられる。食物量については、サシバは5～6月にかけては、林縁や水田で採食するが、その後は樹冠部での採食頻度が増加する³⁾。本調査でも採食行動の28.6%は樹冠部で観察され、巣に運搬してきた食物のうち明らかに樹冠で捕食したと思われるチョウ目の幼虫や、樹冠で捕食した可能性の高いニホンアマガエルが大きな割合を占めていた。東ほか³⁾は繁殖後期の樹冠での採食頻度の増加は、繁殖後期には水田の稲が生長し、食物が見つげにくく、捕食しにくくなるので、採食場所を樹冠に変えるのではないかと考えた。したがって樹林面積の少ない水田地帯よりも、水田も樹林もある谷津田の方が、サシバが繁殖期を通して利用できる食物が多いのかもしれない。また、サシバの主要な食物であるカエル類のうち、ニホンアカガエルは水田で繁殖し、成体は樹林を生息地に使うなど、生息のために樹林と水田の両方が必要であること¹⁰⁾、大規模な水田地帯の方が一般に基盤整備が進んでいることが多く、基盤整備の進んだ水田にはニホンアカガエルやトウキョウダルマガエルは少ない^{11,12)}など、水田だけに着目しても、谷津田の方が食物の現存量が多いと考えられる。

本研究の知見は、最近日本でも取り組みが進みつつある事業影響の予測評価（環境アセスメント）における定量的手法、例えばハビタット適正指数（HSI）モデルを利用した評価手順（HEP）とも関係が深く、今後はその適用についても検討する必要がある¹³⁾。本研究で得られた予測モデルは、一般的な環境情報を用いて広域的な予測を行うものであり、事業の計画段階における検討や、広域的な土地利用計画の策定のために役立つと考えられる¹⁴⁾。個別事業計画地内部における影響の程度を検討するためには、さらに詳細なスケールのHSIモデルを構築して、両者を併用することが効果的と思われる。また、本研究で示された、好適な環境が連続的に存在することが種の生息にとって重要であるという結果は、狭い範囲で生息環境を評価する際にも、忘れてはならない観点であると考えられる。

今後は本論文で示されたサシバの営巣場所数の予測式を他の調査地についても当てはめ、修正していくことによって、より汎用性の高いサシバの営巣場所数の予測式をつくり、個体数の減少し

ているサシバの保全計画の策定や、減少要因の解明などに役立てていきたいと考えている。

謝辞：本研究を進めるにあたり、樋口広芳、中村浩志、尾崎清明、遠藤孝一、内田博、金井裕、茂田良光、長谷川雅美、東淳樹、西廣淳の各氏に有益な助言をいただいた。野外調査の実施、およびその後のデータ作成にあたっては、内田博、青山信、木部直美、田中隆、廣瀬三枝子、青山信、林三浩、石昌樹、鄭鍾烈、呉盈瑩、山浦悠一、高永博実、(株)ブレイク研究所、(財)日本野鳥の会および同栃木県支部、アジア航測(株)、パシフィックコンサルタンツ(株)、(株)パスコの各氏（機関）にご協力をいただいた。環境省自然保護局、栃木県土木部道路建設課、栃木県林務部自然環境課には、資料のご提供をいただいた。ここに記して謝意を表する。

引用文献

- 1) del Hoyo, J., Elliott, A. & Sargatal, J. (eds.), 1994. *Handbook of the birds of the world*. Vol. 2. Lynx Edicions, Barcelona.
- 2) 森下英美子・樋口広芳(1999)：文献調査にもとづく夏鳥の減少：夏鳥の減少実態研究報告、1-10、東京大学渡り鳥研究グループ、東京
- 3) 東淳樹・武内和彦・恒川篤史(1998)：谷津環境におけるサシバの行動と生息条件：第12回環境情報科学論文集、239-244
- 4) 東淳樹・時田賢一・武内和彦・恒川篤史(1999)：千葉県手賀沼流域におけるサシバの生息地の土地環境条件：農村計画論文集 1999年11月、253-258
- 5) 松浦俊也・横張真・東淳樹(2002)：数値地理情報を用いた谷津の景観構造の把握によるサシバ生息適地の広域的推定：ランドスケープ研究 5, 543-546
- 6) Kojima, Y., 1999. Nest site characteristics of the Grey-faced buzzard *Butastur indicus*. *Jpn. J. Ornithol.* 48: 151-155.
- 7) 小島幸彦(1982)：サシバ (*Butastur indicus*) のテリトリーとテリトリー行動：鳥 30, 117-147
- 8) 長谷川雅美・浅田正彦・谷口薫美・黒野博之(1996)：北伊豆諸島におけるサシバ *Butastur indicus* の行動圏の分布：日鳥学誌 45, 83-89
- 9) Newton, I., 1979. *Population ecology of raptors*. T & AD Poyser, Berkhamsted.
- 10) 長谷川雅美(1995)：谷津田の自然とアカガエル 大沢雅彦・大原隆（編）生物-地球環境の科学 一南関東の自然誌一、105-112、朝倉書店、東京
- 11) Fujioka, M. & Lane, S.J., 1997. The impact of changing irrigation practices in rice fields on frog populations of the Kanto Plain, central Japan. *Ecol. Res.* 12: 101-108.
- 12) 東淳樹・武内和彦(1999)：谷津環境におけるカエル類の個体数密度と環境要因の関係：ランドスケープ研究 62, 573-576
- 13) 雨嶋克憲・小松裕幸・伴武彦・諸藤聡子・田中章(2003)：トウキョウサンショウウオのハビタット適正指数（HSI）モデル（案）の作成とHEPのケーススタディについて：環境アセスメント学会誌 1(2), 31-39
- 14) 百瀬浩(2003)：国土情報基盤を活用した環境影響評価と希少猛禽類の保全：環境アセスメント学会誌 1(2), 21-24