

## 第5章 サシバ生息地の環境特性と生息地保全のための課題

本研究は、サシバとその生息地の保全について必要な、特に生息地の環境特性を中心にまとめたものである。まず、サシバという種の分布や一般的生態、そして生息環境の特徴について把握した。これには既往研究を利用した。次に、本種の生息数の増減、生息地の保全状況や繁殖における開発の影響等の分析から、本種の保全の必要性を明示した。ここでは、宮古野鳥の会による沖縄県宮古諸島伊良部島における長期にわたる個体数調査記録にもとづく個体数変動の分析とアンケート調査の分析を行なった。そして、生息地をマクロ、メソ、ミクروسケールの3つのスケールで捉え、生息地の環境特性を把握した。

アンケート調査では、生息地においてマクロからマイクロまでのスケールの項目を含むが、結果を日本全国や地方に集約することで、本種の一般的生態と生息地の環境特性を広域的に一般化して把握した。メソスケール以下では、本種の一般的な生息環境である谷津田のある里地をケーススタディ地域として設定した。メソスケールにおける環境特性の把握では、調査流域における本種の生息分布特性、生息地点の谷幅や土地環境条件、本種の生息地利用における行動圏の内部構造を分析した。ミクروسケールにおける環境特性の把握では、本種の行動圏における採食地点の植生密度、食物動物の発生動態、そして、下位の分類群の環境要求性を分析した。

以上のことをふまえ、本章では、環境特性が把握された本種の生息地がどのような理由で選好されているのかについて、本種の行動追跡による行動特性と生息地および食物利用の分析にもとづき地域生態学的視点からまとめ、本種とその生息地保全についての課題を考察する。

### 第1節 サシバとその生息地の生態学的特性

#### 1-1 地域生態学からみたサシバの生態と生息地の環境特性

本研究は、サシバという特定の種に注目し、その種の存続のための条件を確保することで、同じような制約のもとにある多くの種の存続を保障する考えのもとにたつ「種アプローチ」という保全手法（鷲谷，1999）の考えにもとづいている。この手法で求められることは、指標とした種の存続のための条件をさまざまな生物学的階層から明らかにしていくことにある。生物学的階層には、遺伝子 (gene)、種 (species) または個体群 (population)、群集 (community)、生態系 (ecosystem)、またはランドスケープ (landscape) の4つのレベルがあり、生物多様性の根幹をなしている。

地域生態学（ランドスケープ・エコロジー）の立場から種アプローチに取り組む

場合、生物多様性はランドスケープ・レベルから遺伝子レベルという流れで捉えられる (Takeuchi, *et. al.*, 1995). 本研究では、その中でもランドスケープ・レベルから生態系、個体群、種の相互的な関係についてふれた。本節では、地域生態学およびランドスケープと生物多様性の関係について、Forman and Gordon, (1986), Forman (1995), Fahrig and Merriam(1994)の定義にもとづき、本研究の地域生態学的な位置づけについて考察する。

地域生態学では、ランドスケープの構造は、内部における「パッチ」、「コリドー」、「マトリックス」などの形態や分布を通して把握されるとし、それらが繰り返しによって形成されるモザイク状態を解明することが重要であるとしている。そして、「パッチ」は「比較的均質で非線上の空間であり、周囲の空間からは区別されるもの」、「コリドー」は「線状の空間で隣接する両側の土地から区分され、通路、障壁、生息空間など重要な機能を持ち」、「マトリックス」は「生態系や土地利用のモザイクを捉える際の背景となる部分」としている (Forman, 1995)。また、「コリドー」には「ストリーム・コリドー」、「ストリップ・コリドー」、「ライン・コリドー」の3つの形式がある (Forman and Gordon, 1986)。第1の「ストリーム・コリドー」は段丘崖や河川などの環境傾度の急な場所に形成された自然のコリドーで地形との関連で形成され、残存してきており、生態系の頂点に立つ高次の生物の生息場所となると同時に移動経路としての役割を持っている。第2の「ストリップ・コリドー」は防風保安林や送電線沿いの空地など人為的に残された中規模のコリドーである。第3の「ライン・コリドー」は耕地防風林や街路樹のような人為的に造られた小規模なコリドーである。

ケーススタディ地域とした本研究対象地域の構造をランドスケープ・レベルで捉えると、「マトリックス」に相当するのは下総台地面であり、谷津田とそれに沿った斜面林が「ストリーム・コリドー」に相当する。そして、谷津田と斜面林をひとかたまりの空間とみなすと、それが「パッチ」ということになり、「コリドー」を内包する「パッチ」が谷の分布にしたがって配置されていることになる。繁殖地における「パッチ」の大きさと質、つまり「パッチ」に内在される「コリドー」の大きさや長さや質が、本種の生息条件に関係していると考えられる。

ランドスケープと生物多様性の関係について、Fahrig and Merriam(1994)は、次のように定義した。種の保全を目標とするならば、①生息地のランドスケープの構造の成立を考慮すべき必要があるとしたうえで、今後さらに検討すべき要因として、①生息地の面積や質、②ランドスケープ・エレメント（生態的にほぼ均質な空間）

間の空間的な相互作用，③生物の移動に関わる特徴，④ランドスケープ構造の時間的な変化，が重要であるとした。

これらをうけて，本研究を地域生態学的視点から以下のようにまとめる．まず，①については，サシバの生息地である里地，里山に代表される二次的自然の成立と現状についてまとめた（第1章第2節）．里地や里山は人との関わりもとで成立してきたが，近年，生活様式の変化や農業の近代化等の理由で，雑木林の管理は放棄され，水田や水路の構造が変化し，また，谷津田のような耕作条件の良くない水田では放棄水田が急増するなどの理由から，里地や里山の生物多様性が著しく低下してきている現状を把握した．そして，本種の長年の個体数調査記録から生息数の増減について分析（第2章第1節）し，また，アンケート調査により，本種の生息地の特徴を一般化して分析することで，本種の保全の必要性と保全に関わる基礎的知見を把握した（第2章第2節）．日本における本種の生息数は，1973～1985年まではほぼ横ばいで推移し，その後漸減する傾向が認められた．また，本種の一般的な生息環境の特徴は，森林と水田が含まれた谷地形を有する谷津田のある里地であり，ほぼ全面水田耕作がされた，幅100m未満，奥行き500m未満の小規模な谷津田であることが多く，その周囲を連続した森林や斜面林で囲まれていることが条件としてあげられた．

ここまでは，本種の生息地全般を対象としたものであったが，①以降について，固有の生息地となるように設定したケーススタディ地域におけるランドスケープ・レベルでの分析になる．①については，千葉県印旛沼・手賀沼流域における本種の生息地の成立と構造（第3章第1節），生息分布特性（第3章第2節），生息地点の谷幅（第3章第2節）や土地環境条件（第3章第3節），生息地利用における行動圏の内部構造（第3章第4節）を分析し，「生息地の面積や質」について把握した．

本種の生息地の基盤となる台地面は，標高25～35mの平坦な地形と，5m以下の低地に大別され，平坦面との間は段丘崖によって区切られている．平坦面の大部分が市街地・耕地で，谷底平野の多くは谷津田として利用されている．台地平坦面と低地平坦面との間の段丘崖斜面の多くは斜面林に覆われており，比較的的自然景観を残している．これが生息地の成立と構造の特徴である．

調査対象地の印旛沼流域鹿島川水系では，本種の生息確認地点間の距離は，およそ500～1000mの範囲に集中しており，比較的高密度で分布していることが示された．生息地における谷津田の谷幅は概して200m以内で，その中でも，20～80m程度の幅の狭い谷津田が選好されていることが示された．

本種が生息する手賀沼流域の土地環境条件をまとめると、谷津田面積、斜面林面積、水田耕作面積がそれぞれ  $0.1\text{km}^2$  (10ha)、 $0.22\text{km}^2$  (22ha)、 $0.09\text{km}^2$  (9ha) 以上、また谷津田面積に対する斜面林面積比・水田耕作面積比がそれぞれ 1.45, 0.77 以上、非水田耕作面積比 0.23 以下であることが必要最低条件であるが、十分条件については提示できなかった。しかし、本種の生息には、土地環境の量的基準が十分満たされたうえで、斜面林面積比、谷津田周囲長に対する谷津田斜面林隣接長比、水田耕作面積比で示される均衡性の値が高いほど条件が良いことが示された。

②、③については、本種の行動追跡による生息地利用と行動特性（第3章第4節）を分析し、「ランドスケープ・エレメント間の空間的な相互作用」、「生物の移動に関わる特徴」を把握した。

印旛沼鹿島川水系における本種の生息地は、ほぼ全面水田耕作が行なわれた谷津田とその周りが斜面林で覆われている。斜面林の長い林縁部と谷津田や畑等は採食場所として利用され、また斜面林の林縁部は営巣やパーチとしても利用された。繁殖期間中、1日の活動時間の約90%が採食パーチにおける滞在時間として費やされた。巣から475m以内が全パーチの90%を占める集中利用域（コアエリア）であったが、それ以外の範囲においても採食地として利用された。本種の採食行動様式は、パーチに滞在して食物動物を探し、採食するしないに拘らず、一定短時間で次の近接パーチに移動する一連の行動を繰り返した。これらの行動特性と生息地利用から、環境傾度が大きな、谷津田面と斜面林の立体的な配置と、それが水平的に連続した構造を持つ谷津田のある里地は、本種の繁殖地としては非常に適した環境であるといえる。

④については、本種の採食地点の植生密度（第4章第1節）や採食動物（第4章第2節）、または食物動物（第4章第3節）の季節変化と利用について分析し、「ランドスケープ構造の時間的な変化」を把握した。

繁殖前期における採食地点の利用割合は、「水田面」が全部もしくは大部分を占めるが、繁殖後期には「水田面」の利用割合が減少する。その一方で「斜面林」利用割合が高くなり、7月以降には全て「斜面林」となることが示された。採食地点を規定している要因として、採食地点における植生密度を取り上げ、季節変化に伴う食物の得やすさ（得にくさ）の面から分析した。その結果、「水田面」の植生密度は、繁殖前期には低く、食物を得やすい状態だが、繁殖後期には高くなり、食物を得にくい状態へと変化することが示された。また、実際に利用された採食動物の利用割合をみると、繁殖前期にはカエル類が高く、繁殖後期にはカエル類が低くなる一方、

昆虫類が増加した。これは、食物動物の生息密度の季節変化と同調しており、季節的に生息密度が高い食物動物の採食割合が高いことが示された。

つまり、本種は繁殖地としての谷津田のある里地の季節的な環境構造の変化に適応し、採食地点や利用する食物動物を季節的に変化させながら繁殖活動を営んでいることが示された。

以上のように、ランドスケープの構造と機能、そしてそれらの変化によって生息地を捉える地域生態学的視点によって、繁殖地におけるサシバやその食物動物の生息地利用や行動等との関係をまとめることができた。次に、繁殖地の選好性の理由について、サシバやその食物動物の生態的特徴からまとめ、本種とその生息地の保全について総合的に考察する。

## 1-2 谷津田のある里地を繁殖地として選好する生態的要因

アンケート調査から分析された、本種の広域的かつ一般化された繁殖地の生息環境は、森林と水田が含まれた谷地形を有する谷津田のある里地であり、ほぼ全面水田耕作がされ、また、水路整備が行なわれていない、幅 100m 未満、奥行き 500m 未満の小規模な谷津田であることが多く、その周囲を連続した森林や斜面林で囲まれている、という特徴を持つ。

では、なぜこのような特徴を持つ環境が繁殖地として選好されるのだろうか？それには本種の生態が大きく関係していると思われる。本種は春先日本に渡来し、繁殖活動を開始する。アンケート調査結果から、5月中旬～7月中旬までの約2ヵ月間が育雛期にあたることが示された。この2ヵ月間に十分な食物を確保し雛に給餌できるかが繁殖の成否に関係する。そのためには、できるだけ食物動物の生息密度が高く、また、採食効率の良い繁殖地を選好しなければならない。

1日の活動時間の約90%をパーチでの採食活動に費やすことが示されたように、本種は、パーチ捕食者 = Perched raptor (Ferguson-Lees and Christie, 2001)である。パーチからの採食は、ホバリングや滑翔等の飛翔採食よりは、エネルギー消費は低いが、採食成功率も低い (Torboton, 1978)。また、本種は、カエル類やヘビ類、昆虫類等の主に小型の動物が主食であるため (第2章第2節)、哺乳類や鳥類を主食とするハイタカ属等の種よりは、食物要求量を満たすためには採食個体数が多くなければならず、1日の活動に占める採食活動の割合が高いのだと考えられる。さらに、本種は、待ち伏せ型の採食様式であるため、本種の採食効率は、パーチ周辺に生息する食物動物の生息密度やその発見率に影響を受けると考えられる。

このような生態的特徴を有する本種が採食効率を高め、繁殖活動を遂行するには①植生密度、②食物動物の発生動態、③パーチ選択、④営巣場所選択、⑤採食行動特性の項目において最良な振る舞いをする必要があると考えられる (Newton, 1979; Janes, 1984; Cody, 1985). ①～⑤について、以下に検討していく.

①：生息地、あるいは採食地点の植生密度は、パーチ捕食者の採食効率に大きく影響を与える (Becherd, 1982; Preston, 1990; Yosef and Grubb, 1993). すなわち、植生密度が高い生息地では、採食効率が低くなる. 本種の繁殖地である谷津田のある里地の「水田面」における植生密度と「採食しやすさ・しにくさ (採食利用難易度指数)」の状態は、育雛前期の5月上～下旬では、植生密度と採食利用難易度指数は共に低く、採食しやすい状態であったのに対し、育雛後期にあたる7月上旬では、植生密度、採食利用難易度指数共に高くなり、「水田面」は採食地として不適な状態に変化することが示された. しかし、「水田面」でも、その景観構成要素である、休耕田と放棄田は、5月上旬からすでに採食地としては不適な状態であり、採食地としての機能が低いことが示された. つまり、植生密度の観点からは、水田耕作された「水田面」の採食地としての機能性は、育雛前期には高く、育雛後期には低いと言える. したがって、5月上～下旬頃の育雛前期は、水田耕作された「水田面」で採食するのが効率の良い戦略であると考えられる.

繁殖期を通じて、採食地点の環境割合を見ると、5月上～下旬頃の育雛前期は、「水田面」での採食割合が高く、季節の進行に伴い、徐々に「水田面」は減少し、「斜面林」が増加していき、7月上中旬の育雛後期には、全て「斜面林」で占められた. 「斜面林」の樹冠が、季節による植生密度の変化が少ないことを考えると、このような採食地点の季節的な変化は、「水田面」の植生密度で分析された、効率のよい採食地点利用戦略と合致している.

以上のことから、季節において採食地としての異なる機能を有する「水田面」と「斜面林」を合わせ持つ、谷津田のある里地の構造は、繁殖期を通じての採食地点の確保という観点からは、機能性の高い繁殖地であることが示唆される.

②：食物動物の生息密度や生物量は、パーチ捕食者の採食効率に大きく影響を与える (Baker and Brooks, 1981; Smallwood, 1987, 1988; Preston, 1990; Ontiveros and Pleguezuelos, 2000; Butet and Leroux, 2001). すなわち、生息密度や生物量が低い生息地では、採食効率が低くなる. 本種の繁殖地における食物動物の発生動

態の特徴は、5月上～下旬の「水田面」では、カエル類の生息密度が高く、また、「水田面」と「斜面林」とも昆虫類の生息密度は低い状態であった。このことは、5月上～下旬頃の育雛前期は、食物としてのカエル類の生息の重要性とその生息密度が高い「水田面」の重要性が示唆される。そして、7月上旬になると、「水田面」では、カエル類の生息密度が低下し、昆虫類が激増する。また、「斜面林」では生息密度は低いものの、カエル類、昆虫類の生息密度は上昇する。このことから、育雛後期の7月上旬では、食物としての昆虫類の生息の重要性が示唆される。ヘビ・トカゲ類は、生息密度は低いものの、繁殖期を通じて「水田面」でのみで確認されている。一般的にヘビ・トカゲ類の1個体あたりの生物量は、カエル類や昆虫類よりも高いため、生息密度が低くても重要性が低いとは言えないだろう。繁殖期を通じてこれらの生息が確認される「水田面」の採食地としての重要性は高いと考えられる。

繁殖地における採食動物の割合を、目視観察結果から見ると、4・5月の育雛前期は、カエル類の採食割合が高く、季節の進行に伴い、徐々にカエル類は減少し、昆虫類が増加した。巢内のビデオ撮影の結果でも、育雛後期の7月上中旬は、昆虫類の利用割合が高かった。また、割合は高くないが、ヘビ・トカゲ類は、繁殖期を通じて利用された。このような採食動物の季節的な変化は、食物動物の生息密度で分析された、効率のよい食物動物利用戦略と合致している。

以上のことから、季節において食物動物の選択的利用を保証する多様な食物動物の生息を可能としている谷津田のある里地の構造は、繁殖期を通じての食物動物の確保という観点からは、機能性の高い繁殖地であることが示唆される。

③：好適なパーチの有無は、パーチ捕食者の採食場所選択や採食効率に大きく影響を与える (Marion and Ryder, 1975; Stalmaster and Newman, 1979; Janes, 1984; Thiollay and Colobert, 1990; Widén, 1994)。すなわち、パーチの密度が高いほど採食効率は高くなるが、それはパーチの場所や高さや等に影響を受ける。一般に、高いパーチほど採食範囲は広がるが、採食成功率は低下し、採食地点までの距離が離れるほど、同じく採食成功率は低下する (Thiollay and Colobert, 1990)。本種でも、高いパーチほど採食地点までの水平距離が長くなる関係が認められたが、パーチの高さと水平採食距離の中央値は共に約6mであった。同属のアフリカサシバの水平採食距離の平均が70～80mであったことから比較すると、本種のパーチから採食地点までの距離は非常に短いことが特徴であると言える。繁殖地における本種のパーチ利用については、行動追跡により、繁殖期を通じて谷津田に面した斜面林の

林縁部に沿って巣を中心に細長く分布することが示された。水田に面した側の斜面林の林縁部にパーチしている場合は、水田面、もしくは対岸の斜面林の樹冠で採食し、畑に面した側の斜面林の林縁部にパーチしている場合は、畑等で採食する。繁殖地の谷津田のある里地は、標高の低い谷底低地に造られた、幅の狭い谷津田を中心に、その両側の段丘崖斜面には林が残存しており、さらにその外側の台地面には畑や集落が広がっている。すなわち、谷底低地の谷津田から斜面林の樹冠までは環境傾度の大きな構造をしている。斜面林におけるパーチは、パーチする位置によって高さを自由に選択できる。すなわち、林縁に近ければ低く、林縁から離れば高くなる。また、繁殖地における斜面林は、谷津田との隣接長が長いので、パーチとして利用可能な斜面林が水平方向に連なっている構造をしている。アフリカサシバと比較して本種の採食水平距離が著しく短かったのは、利用可能な多くのパーチのうちで、最適な場所と高さのパーチを選択できたためだと考えられる。したがって、このようにパーチ選択可能性の幅が広い谷津田のある里地の構造は、パーチ選択という観点からは、機能性の高い繁殖地であることが示唆される。

④：繁殖地における営巣場所選択は、パーチ捕食者の採食効率に大きく影響を与える (Bednarz and Dinsmore, 1982; Morris, 1983)。すなわち、営巣場所の周辺が採食適地であれば、採食効率が上がる。大阪府における調査では、52カ所の営巣地は、平均 33.3 度の斜面上の中腹以下に見られ、採食地となる水田等の湿地が近接していることが示されている (Kojima, 1999)。本研究における繁殖地の 10カ所の営巣地は、全て谷津田に面した斜面林の斜面上のスギ広葉樹混交林にあり、巣は谷津田が斜面林にわずかに入り込んだ斜面に多く見受けられた。パーチは、巣を中心にして、斜面林の林縁部に沿って細長く分布し、巣から 475m 以内に全パーチの 90% が含まれ、巣から 75~225m の範囲が頻繁に利用されたように、巣から近距離の範囲が集中利用域となっていることが示された。パーチが巣から近いことは、給餌のための飛翔コストを抑えることができるため、効率の良い生息地利用であると判断できる。

猛禽類全般における営巣場所選択は、地形や営巣可能な構造物の有無、巣材の獲得の容易性、競合種との関係等によって影響を受け、必ずしも採食場所の近くが条件ではない (Newton, 1979; Janes, 1984)。本種の場合、オオタカやハシブトガラス等との競合関係はあるが、斜面林に営巣することでその他の条件はほぼ満たされていると思われる。以上のことから、巣に近接して採食場所を確保できる本種の繁殖地は、採食効率の面から機能性が高いと判断できる。



⑤：繁殖地における採食行動特性は、パーチ捕食者の採食効率に大きく影響を与える (Tarboton, 1978; Thiollay and Colobert, 1990; Sonerud, 1992; Plumpton, 1997). すなわち、種特有に進化的に獲得してきた採食行動様式を取りながら、パーチにおける最適な滞在時間やパーチ間の飛行距離等を判断することにより、採食効率を高めている (Newton, 1979; Janes, 1984). 本種の行動圏内における 1 回あたりのパーチ間の飛行距離は 20m 以内の頻度が最も高く、距離に対して強い負の相関関係が認められた。また、給餌のために飛行した距離と比較して、有意に短いことから、食物の探索のための移動距離を最小にすることで、飛翔コストを抑え、採食効率を高めていると判断される。

パーチにおける滞在時間には 2 つの要素がある。一つは採食 (ハンティング) のために現パーチを離れるまでの時間 (採食滞在時間) と、現パーチでの採食を諦めて、別のパーチへの移動のために現パーチを離れるまでの時間 (非採食滞在時間) である。この両者の滞在時間の中央値を比較すると、採食滞在時間は約 6 分、非採食滞在時間は約 10 分であった。つまり、一つのパーチに約 6 分滞在すれば食物動物を発見できる確率が高いが、一つのパーチで 10 分以上発見できない場合には、同じパーチに滞在するよりも別のパーチに移動するほうが、採食できないリスクを軽減することができることを示している。しかし、越冬地では、本種のパーチ滞在時間は、パーチ周辺の植生密度や採食成功率によって変化し、一定していないことが確かめられている (呉ら, 2002)。繁殖地でも、パーチ滞在時間にはばらつきが認められ、一定していないことが確かめられた。このことは、パーチ周辺の環境や時間、時期による微気候の違い等から、最適なパーチ滞在時間を多くの経験則にもとづいて臨機応変に判断しているのではないかと推察される。

以上のことから、本種は谷津田のある里地において、飛行コストを抑え、パーチでの滞在時間を状況に応じて変化させることで、採食効率を高めた採食行動をしていると考えられる。

## 第 2 節 サシバとその生息地保全に向けての提言

### 2-1 サシバの繁殖地におけるマイクロハビタットの保全

前節の①～⑤において、本種が谷津田のある里地を繁殖地として選好している生態学的な理由を示した。次に、繁殖地の保全について検討する。

上位の捕食者が利用する生息地は下位の動物の生息地をその中に含むという階層構造を有する (守山, 1993)。すなわち、サシバの行動圏の中には、食物動物のカエ

ル類の生息地が含まれている。したがって、上位捕食者であるサシバにとっては、生息に影響をもたらさないかもしれない生息地の微細構造 (microhabitat) が、下位動物のカエル類の生息には、深刻な影響を与えている場合がある。食物動物であるカエル類の生息密度の減少が、サシバの繁殖や生息地選択に直接影響しているかは今のところ確かめられてはいない。ここでは、間接的な影響について考察する。

アンケート結果によると、本種の繁殖地に含まれる水田における「水田面」の整備率は、全国比とほぼ同じであったが、「水路整備されていない水田」の割合は、全国比より有意に高かった。つまり、本種が繁殖地として選好する水田は、水田面は圃場整備されているが、水路が未整備の「素掘水路」のある圃場整備水田ということになる。近年の圃場整備は、暗渠排水施設を埋設するため、水路が深く掘られてコンクリートで護岸されるのが一般的である(中川, 2001)。このことから考えると、本種が選好する水田は、圃場整備されていても過去 20 年以上経過した古いタイプの水田で、近代的圃場整備水田とは、カエル類やヘビ・トカゲ類にとっては、生物学的な生息地としての価値が異なる (Fujioka・Lane, 1997; 長谷川, 1993, 1997) と言える。

本種の繁殖地におけるカエル類のニホンアマガエル、ニホンアカガエル、トウキョウダルマガエルの 3 種は、本種の生息地に同所的に生息するが、環境要求性はそれぞれ異なっており、特に、ニホンアカガエルとトウキョウダルマガエルの 2 種は、圃場整備に伴う生息地の改変、特に水路整備に対して脆弱であることが示された。

千葉県での調査では、圃場整備によるカエル類の生息密度の低下が、それらを主食とするシマヘビやヤマカガシをはじめとするヘビ類の生息密度の低下を招いているという (長谷川, 1993, 1997)。そして、これらを主食としているイタチやサギ類の生息密度の低下を招いている可能性を考察している (長谷川, 1997)。これらのことから、多くのカエル類やヘビ類 (田中・森, 2000) が本種の主要な食物動物となっている (第 2 章第 2 節) ことを考えると、これらの生息密度の低下は本種の生息地選択や繁殖成功率等に影響をおよぼすことが十分考えられる。

水田における耕作放棄もまた、カエル類の生息にとって、負の影響を与える要因となっている。水田の耕作放棄によって、放棄後に植生が発達し、産卵に適した開水面が狭められ、ついには消滅することや、畦の保守管理の放棄により、水路の水が水田全域に流れ込み、水田内の止水環境を消失させることで、産卵に不適な環境へと変化 (長谷川, 1997) することや、ニホンアカガエルでは、そのような場所を忌避する傾向があることが知られている (門脇, 2002)。また、耕作放棄田は、本種

の採食地点としての機能も低いことが示されている（第4章第1節）。

以上のことから、本種のマイクロハビタットの保全には、圃場整備がまだ行なわれていないか、圃場整備後20年以上経過しているような水田をどのように扱うかが重要である。水田管理の簡素化、生産性向上、担い手育成のための圃場の統合化等で圃場整備の必要性はこれまで以上に高まってきている。しかし、通常 of 圃場整備による近代化は、確実に生物多様性低下による地域生態系の単純化をもたらすことが、多くの実証的研究によって確かめられている（例えば、長谷川, 1995a; 斉藤ら, 1988; Fujioka・Lane, 1997; Fujioka, *et. al.*, 2001）。これからの圃場整備には、生態系に配慮した理念と工法が不可欠である。近代的圃場整備は、水田、水路、河川、ため池等の水系の分断化をもたらし、多くの水生生物の生息に負の影響をおよぼす（長谷川, 1995a; 斉藤ら, 1988; Fujioka・Lane, 1997）。このような点を少しでも改善するために、圃場整備後に水路と水田の往来が可能となるような魚道を設置したり、用排水路の機能を地下に埋設して、地表に素掘水路を設置するなどの方法が栃木県西鬼怒（鈴木ら, 2000）や岩手県胆沢（山本ら, 2000）で取り入れられている。

また、小動物の護岸水路への転落防止や、脱出への対策も重要である。新潟県の湿原内の林道に沿った側溝と集水樹で転落死した動物の調査では16種、141個体が確認されており、ヤマアガガエル等の両生類が全体の82%、ニホンカナヘビ、ヘビ類等の爬虫類が6%、ヒミズ等の哺乳類が11%、ヤマドリの雛（鳥類）が1%で、その多くは側溝や集水樹から脱出できないことが示された（倉品・阿部, 1996）。これらの小動物は本種の主要な食物動物と一致している（第2章第2節）。また、側溝での両生類の転落死防止方法についてニホンアカガエルとアズマヒキガエルにおいて側溝にスロープ型脱出装置をつけた場合の効果について確かめられ、効果的な側溝の形態として角度が30度未満の浅いV字溝であることが示されている（大河内ら, 2001）。このような措置は、これから圃場整備を始めるところだけでなく、すでに整備が終わっているところで取り組むことで、生態系の機能回復に貢献できると思われる。

## 2-2 サシバの生息を意図した保全指針

本研究でケーススタディ地域として対象とした、千葉県手賀沼流域における谷津田のある里地について、本種の生息地における土地環境の条件（第3章第3節）について整理し、本種が生息地として選好することを意図した保全指針について提示

する。

千葉県手賀沼流域における谷津田のある里地は、水路整備が行なわれていない、幅 150m 未満、奥行き 500m 前後の小規模な谷津田で、その周囲を連続した斜面林で囲まれているように、アンケート結果で一般化された本種の繁殖地の特徴を有している。調査した地点の水田、斜面林の面積は、谷津田面積  $0.04\text{km}^2$  (4ha)、斜面林面積  $0.05\text{km}^2$  (5ha) ～谷津田面積  $0.47\text{km}^2$  (47ha)、斜面林面積  $0.46\text{km}^2$  (46ha) のものまで 22 地点である。本種の生息の有無は、生息地の土地環境構造の規模によって左右される。本種が生息する土地環境構造の規模をまとめると、谷津田面積  $0.1\text{km}^2$  (10ha) 以上、斜面林面積  $0.22\text{km}^2$  (22ha) 以上、そして水田耕作面積  $0.09\text{km}^2$  (9ha) 以上が必要である。しかし、これらだけでは、生息の有無を判別することはできない。これらの量的規模のほかに、それぞれの土地環境構造の均衡性が保たれてなくてはならない。谷津田面積を基準とした場合で示すと、谷津田面積に対する斜面林面積比は 1.45 (145%) 以上、水田耕作面積比は 0.77 (77%) 以上、そして非水田耕作面積比が 0.23 (23%) 以下であることが必要最低条件である。ここで注意すべき点は、10ha の谷津田面積が存在して、その周りが 145% の斜面林面積 (14.5ha) で覆われていたとしても、最低斜面林面積 22ha に達しないことである。22ha の斜面林で生息地の均衡性を保つには、 $0.15\text{km}^2$  (15ha) 以上が必要である。また、これらの条件を満たすにも拘らず、生息が確認されなかった地点が存在することから、ここで取り上げた土地環境条件だけでは、厳密には生息の有無を判別できない。この精度を高めるためには、斜面林面積比、谷津田周囲長に対する谷津田斜面林隣接長比 (0.57, 57% 以上)、水田耕作面積比で示される均衡性の値を高めることである。したがって、本種が生息している場所においては、谷津田に面した斜面林の残存と谷津田での水田耕作の継続は最重要項目であり、巢の周辺約 500m (第 3 章第 4 節) は集中利用域として利用される可能性が高いので、巢から約 500m (第 3 章第 4 節) の範囲における斜面林の伐採、水田耕作を除く谷津田の改変は厳に慎まなければならない。また、集中利用域外であっても採食地として利用されているため、これらの改変は行なうべきではない。そしてまた、生息していない場所においては、土地環境の量的基準を満たすことと、その均衡性を保つようにすることが最低限必要なことである。この指針は、あくまでも千葉県手賀沼流域の限られた地域を対象としたものであり、十分なサンプルでの分析ではないため、この数値を地域の保全計画に直接あてはめることには、大きな危険を伴うことを認識しておくべきである。

今後さらに、保全のための指針となりえるような科学的知見を蓄積すること、そ

してそれを分析し，提示していくことで，谷津田のある里地における健全な生態系の指標となるサシバとその生息地の保全に関わる研究活動を続けていきたいと考えている．

## 引用文献

- 有田ゆり子(1999) 千葉市近郊の谷津田景観の植生分析－圃場整備と耕作放棄の影響－.  
千葉大学大学院自然科学研究科修士論文, 99pp.
- 有田ゆり子・小林達明(2000) 谷津田の土地利用変化と水田・畦畔植生の特性. ランド  
スケープ研究 **63**(5), 485-490.
- Askins, R.A., Lynch, J. F. and Greenberg, R. (1990) Population declines in migratory birds in  
eastern North America. *Current Ornithology* **7**, 1-15.
- Askins, R. A. (1993) Population trends in grassland, shrubland, and forest birds in eastern North  
America. *Current Ornithology* **11**, 1-34.
- Askins, R. A., Higuchi, H., and Murai, H. (2000) Effect of Forest Fragmentation on Migratory  
Songbirds in Japan. *Global Environmental Research* **4**(2), 219-229.
- 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. 環境  
情報科学論文集 **12**, 239-244.
- 東淳樹・武内和彦(1999a) 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 **63** (5) , 573-576.
- 東淳樹・時田賢一・武内和彦・恒川篤史(1999b) 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 **1**, 253-258.
- Baker, J. A. and Brooks, R. J. (1981) Distribution patterns of raptors in relation to density of  
Meadow Voles. *Condor* **83**, 42-47.
- Bechard, M. J. (1982) Effect of vegetative cover on foraging site selection by Swainson's Hawk.  
*Condor* **84**, 153-159.
- Bednarz, J. C. and Dinsmore, J. J. (1982) Nest-sites and habitat of Red-shouldered and  
Red-tailed Hawks in Iowa. *Wilson Bulletin* **94**, 31-45.
- Berger, J. (1997) Population constraints associated with the use of black rhinos as an umbrella  
species for desert herbivores. *Conservation Biology* **11**, 69-78.
- Brown, D. and Amadon, D. (1968) Eagles, Hawks and falcons of the World. Vol.2, 537-544.
- Butet, A. and Leroux, A. B. A. (2001) Effect of agriculture development on vole dynamics and  
conservation of Montagu's harrier in western French wetlands. *Biological Conservation*  
**100**, 289-295.
- Cairns, J.Jr. (1986) The myth of the most sensitive species: Multispecies testing can provide  
valuable evidence for protecting the environment. *BioScience* **36**, 670-672.

- Channell, R. Lomolino, M.V. (2000) Dynamic biogeography and conservation of endangered species. *Nature* **403**, 84-86.
- 千葉県 (1980) 土地分類基本調査 「佐倉」 図幅, 千葉県企画部企画課, 1-40.
- Cody, M. L. (1985) *Habitat selection in birds*. Academic Press, Inc., New York, p.558.
- Dale, V. and Beyeler, S. C. (2001) Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecological Indicators* **1**, 3-10.
- Debinski, D. N. and Brussard, P. F. (1994) Using biodiversity data to assess species-habitat relationships in Glacier National Park, Montana. *Ecological Appliaance* **4**, 833-843.
- del Hoyo, J., Elliott, A., and Sargatal, J. (eds.)(1994) *Handbook of the Birds of the World*. Vol. 2. New World Vultures to Guineafowl. Lynx Edicions, Barcelona.
- Effenberger, S., and Suchentrunk, F. (1999) RFLP analysis of the mitochondrial DNA of otters (*Lutra lutra*) from Europe--implications for conservation of a flagship species, *Biological Conservation* **90**, 229-234.
- 遠藤孝一・平野敏明 (2001) 宇都宮市の市街地近郊におけるサシバの繁殖状況の変化. *Accipiter* **7**, 1-7.
- Fahrig, L., and Merriam, G. (1994) Conservation of fragmented population. *Conservation Biology* **8**, 50-59.
- Ferguson-Lees, J. and Christie, D. A. (2001) *Raptor of the World*. Houghton Mifflin Company, Boston, 612-613.
- Fleishman, E., Murphy, D.D. and Brussard, P. F. (2000) A new method for selection of umbrella species for conservation planning. *Ecological Appliaance* **10**, 569-579.
- Forman, R. T. T., and M. Godron (1986) *Landscape Ecology*. John Wiley and Sons, New York, 619pp.
- Forman, R. T. T. (1995) *Foundations Landscape Mosaics*. Cambridge University Press, Cambridge, 3-40.
- 藤村忠志 (1994) 多摩丘陵における農用林的利用衰退による二次林の植生変化. 造園雑誌 **57**(5), 211-216.
- 藤田剛・樋口広芳 (1995) 人工衛星を利用した野生動物の移動追跡. 生物科学 **46**, 187-197.
- Fujioka, M. and Lane, S. J. (1997) The impact of changing irrigation practices in rice fields on frog populations of the Kanto Plain, central Japan. *Ecological Research* **12**, 101-108.
- Fujioka, M., Armacost, J. W. Jr., Yoshida, H., and Maeda, T. (2001) Value of fallow farmlands as summer habitats for waterbirds in a Japanese rural area. *Ecological Research* **16**,

555-567.

福井亘・近藤公夫・安部大就・増田昇（1997）神戸市西区の都市近郊農村における農村環境と鳥類生息に関する研究．ランドスケープ研究 **60**（5），553-556.

福井亘・増田昇・安部大就（1998）西神戸と東播磨地区における農地の存続形態と鳥類生息との関連に関する研究．ランドスケープ研究 **61**（5），545-550.

Gifi, A. (1990) *Nonlinear Multivariate Analysis*. Chichester, UK: John Wiley and Sons.

Haberman, S. J. (1973) The analysis of residuals in cross-classified tables. *Biometrics*, **29**, 205-220.

長谷川雅美（1993）両生類，爬虫類調査に関する自然環境への影響予測に係る基礎調査（4）．開発地域等における自然環境への影響予測に係る基礎調査（沼田真編），千葉県環境部環境調査課，48-53.

長谷川雅美（1994）両生類，爬虫類調査に関する自然環境への影響予測に係る基礎調査（5）．開発地域等における自然環境への影響予測に係る基礎調査（沼田真編），千葉県環境部環境調査課，32-39.

長谷川雅美（1995a）環境影響評価における両生類，爬虫類調査の位置づけ．自然環境への影響予測～結果と調査法マニュアル～（沼田真編），千葉県環境部環境調査課，147-160.

長谷川雅美（1995b）谷津田の自然とニホンアカガエル．大沢雅彦・大原隆（編），生物-地球環境の科学．朝倉書店，pp.105-112.

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．日本鳥学会誌 **45**，83-89.

長谷川雅美（1997）湾岸都市千葉市の両生類・爬虫類-谷津田の形状と開発程度が生息種に与える影響-．湾岸都市の生態系と自然保護-千葉市野生動植物の生息状況及び生態系調査報告-（沼田真監修），信山社サイテック，505-521.

浜口哲一・大野正雄（1994）ものさしとして生物をみる．（財）日本自然保護協会編「指標生物」平凡社，19-24.

樋口広芳・森下英美子（1999）アンケート調査からみた夏鳥の減少．夏鳥の減少実態研究報告（樋口広芳編），11-18．東京大学渡り鳥研究グループ，東京．

Higuchi, H., and Morishita, E. (1999) Population Declines of Tropical Migratory Birds in Japan. *Actinia* **12**, 51-59.

樋口広芳・森下英美子・東淳樹・時田賢一・内田聖・恒川篤史・武内和彦（2000）サシバ (*Butastur indicus*) の渡り衛星追跡および越冬地における環境選択．我孫子市鳥



の博物館調査研究報告 8, 25-36.

樋口広芳・森下英美子・Johanna Pierre・時田賢一・内田聖 (2002) サシバの渡り衛星追跡, その2. 日本鳥学会 2002 年度大会講演要旨集, pp.32.

平川浩文・樋口広芳 (1997) 生物多様性の保全をどう理解するか. 科学 67, 725-731.

平野敏明・遠藤孝一・君島昌男・小堀政一郎・野中純・内田裕之 (1998) 渡良瀬遊水地における秋冬期のチュウヒのねぐら. *Strix* 16, 1-15.

平野敏明・金井裕・君島昌男・小堀政一郎 (1999) 渡良瀬遊水地におけるサシバの採食環境と食物. 日本鳥学会 1998 年度大会講演要旨集, pp.80.

堀田昌伸・中村浩志・濱利幸 (2002) 長野県北部におけるサシバ *Butastur indicus* の生息密度と生息環境について. 日本鳥学会 2002 年度大会講演要旨集, pp.31.

一ノ瀬友博 (2001) 鳥類群集を指標とした緑地環境評価手法に関する研究. 兵庫県立淡路景観園芸学校紀要 2, 73-135.

池田善英・堀本尚宏・真崎健 (1994) クマタカ放棄巣にサシバが営巣. *Strix* 13, 230-233.

池野進 (1994) 茨城の現状とその将来-宍塚大池のサシバを中心として-. サシバサミット資料集, 宍塚の自然と歴史の会, 11-12.

井上民二 (1998) モンスーンアジアの生物多様性. 井上民二・和田英太郎編「岩波講座地球環境学 5 生物多様性とその保全」, 岩波書店, pp. 133-159.

石沢慈鳥・千羽晋示 (1967) 日本産タカ類 12 種の食性. 山階鳥研報 5 (1), 13-33.

磯崎博司 (1997) 生命システムを守るための法制度. 科学 67, 799-804.

Janes, S.W. (1985) *Habitat selection in raptorial birds*. Cody, M.L. (ed) *Habitat Selection in Birds*. 159-188. Academic Press, Orlando.

James A. B., and Brooks R. J. (1981) Distribution patterns of raptors in relation to density of meadow voles. *Condor* 83, 42-47.

貝塚爽平 (1998) 発達史地形学. 東京大学出版, pp.24-25.

角野康郎 (1998) 中池見湿地の植物相の多様性とその保全の意義. 日本生態学会誌 48, 163-166.

門脇正史 (1992) 水田地帯に同所的に生息するシマヘビ *Elaphe quadrivirgata* とヤマカガシ *Rhabdophis tigrinus*. 日本生態学会誌 42(1), 1-7.

門脇正史 (2002) ニホンアカガエルの産卵場所の環境条件—特に産卵地点間の水温の違いについて—. 保全生態学研究 7 (1), 1-8.

粕谷英一 (1990) 行動生態学入門. 東海大学出版会, 316pp.

加藤和弘・篠沢健太 (1995) 多変量解析による生物相の分析と, その河川環境管理への

- 応用. ランドスケープ研究 **58** (5), 105-108.
- 鎌田磨人 (2000) 景観と文化ーランドスケープ・エコロジーとしてのアプローチ. ランドスケープ研究 **64** (2), 142-146.
- 環境庁企画調整局 (1994) 環境基本計画. 160pp. 大蔵省印刷局.
- 環境庁自然保護局生物多様性センター (1999) 自然環境保全基礎調査生物多様性調査鳥類調査中間報告書, **82**, 環境庁.
- 川口孫治郎 (1917) 日本鳥類生態学資料. 巢林書房. 141-210.
- Kenward, R. E. (1993) *Wildlife radio tagging*. Academic Press, New York. 222pp.
- 北川淑子 (2001) 管理組合による里地の自然再生ー函師・小野路を例に. 武内和彦・鷺谷いづみ・恒川篤史編「里山の環境学」, 東京大学出版会, 東京, 150-164.
- 小出博 (1973) 日本の国土-自然と開発 (上). 東京大学出版会, 287pp.
- 小板正俊・新井真・遠藤孝一・西野一雄・植田陸之・金井裕 (1996) アンケート調査によるオオタカの分布と生態. 平成7年度希少野生動物種生息状況調査報告書, 53-74. 環境庁, 東京.
- 小泉清明 (1975) 環境の生物学的モニタリングの意義. 日本生態学会環境問題専門委員会編「環境と生物指標 1」 共立出版, 291pp.
- 国土庁計画・調整局 (1992) 国土数値情報. 建設省国土地理院編, 202pp.大蔵省印刷局.
- 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.
- Kojima, Y. (1987) Breeding success of the Gray-faced Buzzard Eagle *Butastur indicus*. *Japanese Journal of Ornithology* **36**, 71-78.
- Kojima, Y. (1999) Nest Site Characteristics of the Gray-faced Buzzard *Butastur indicus*. *Japanese Journal of Ornithology* **48**, 151-155.
- 興水肇・武内和彦・位寄和久・安立植 (1987) 樹木活力度を指標とした多摩丘陵の土地自然特性と開発インパクトの総合評価. 造園雑誌 **50** (5), 131-136.
- 幸丸政明 (1997) 保全を成功に導くための行政の役割. 科学 **67**, 805-812.
- Krebs, J. R. (1980) Foraging strategies and their social significance. *Handbook of Behavioural Neurobiology*, Vol.3 (Ed. by Marler, P. and Vandenberg, J. G.), Plenum Press, New York, pp.225-270.
- Kreman, C. (1992) Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. *Ecological Application* **2**, 203-217.
- 工藤琢磨・米川洋・池田和彦 (2001) ラジオ・テレメトリによるオオタカの位置の測定法. *Japanese Journal of Ornithology* **50**, 31-36.

- 久貝勝盛 (1988) サシバは越冬地で何をしているか. 野鳥, **53**(10), pp.9.
- 久貝勝盛 (1991) 南西諸島における寒露のタカ渡り. *BIRDER* **5**(10), 28-29.
- Kugai, K. (1994) The Relationship between Autumnal Migration of Gray-faced Buzzard-Eagle and the Native People of the Concentration Migratory Points. *Bulletin of the Okinawa prefectural museum* **20**, 97-110.
- Kugai, K. (1995) Genus *Butastur* in the World. *Bulletin of the Okinawa prefectural museum* **21**, 129-158.
- Kugai, K. (1996) Autumnal migration of Gray-faced Buzzard-eagle, *Butastur indicus* in Japan. *Bulletin of the Okinawa prefectural museum* **22**, 153-172.
- 久貝勝盛 (1997) 伊良部の鳥. 平良市総合博物館紀要 **4**, 35-56.
- 久野英二 (1986) 動物の個体群動態研究法 I - 個体数推定法 -. 共立出版株式会社, 東京, 114pp.
- 倉本宣・麻生嘉 (2001) 里山ボランティアによる雑木林管理 - 桜ヶ丘公園を例に. 武内和彦・鷺谷いづみ・恒川篤史編「里山の環境学」, 東京大学出版会, 東京, 135-149.
- 倉品伸子・阿部學 (1996) 落ちた小動物が這い出せる道路側溝. 第 31 回林道研究発表論文集, 53-58.
- Lane, J. S. and M. Fujioka (1998) The impact of changes in irrigation practices on the distribution of foraging egrets and herons (Ardeidae) in the rice fields of central Japan. *Biological Conservation* **83**, 221-230.
- Landres, P. B., Verner, J., and Thomas, J. W. (1988) Ecological use of vertebrate indicator species: a critique. *Conservation Biology* **2**, 316-328.
- 町田貞・井口正男・貝塚爽平・佐藤正・榎根勇・小野有五 (1981) 地形学辞典 第四刷. 二宮書店, 767 pp.
- 前田憲男・松井正文 (1989) : 日本カエル図鑑. 文一総合出版, 198pp.
- 前澤昭彦 (1990) サシバの複数雄をともなった繁殖例. *Strix* **9**, 225-229.
- Marion, W. R. and Ryder, R. A. (1975) Perch-site preferences of four diurnal raptors in north-eastern Colorado. *Condor* **77**, 350-352.
- 松井健・武内和彦・田村俊和 (1990) 丘陵地の自然環境 - その特性と保全. 古今書院, 東京, 202pp.
- 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* **65** (5), 543-546.
- Mills, L. S., Soulé, M.E. and Doak, D. F. (1993) The keystone-species concept in ecology and

- conservation. *Bioscience* **43**, 219-224.
- Michael, M. J. M. (1983) Characteristics of vegetation and topography near Red-shoulder Hawk nests in Southwestern Québec. *Journal of Wildlife Management* **47**, 138-145.
- 美濃和信孝 (1994) : 千葉県佐倉市でのサシバの生態. サシバサミット資料集, 宍塚の自然と歴史の会, p.25.
- 三島次郎・竹中踐・千石正一・大河内勇 (1978) 両生, 爬虫類調査. 多摩川流域環境調査報告書 (第3次調査), 77-98, とうきゅう環境浄化財団.
- 宮古島 (<http://miyakojima.net/>).
- 百瀬浩・植田睦之・藤原宣夫・石坂健彦 (2000) 栃木県宇都宮周辺におけるサシバ *Butastur indicus* の生息状況と環境選好性について. 日本鳥学会 2000 年度大会講演要旨集, pp.22.
- 百瀬浩 (2001a) GIS を活用した希少猛禽類の生息環境解析. 地理情報システム学会バイオリージョン分科会 第9回 BioGIS 研究会「環境マップと GIS」講演要旨.
- 百瀬浩 (2001b) GIS とサシバの生息環境解析—地理情報システムを利用した生息環境の現状把握と未来予測—. 日本生態学会第48回大会講演要旨集, pp.83.
- Moreno J. (1984) Search strategies of Wheaters (*Oenanthe oenanthe*) and Stonechats (*Saxicola torquata*): Adaptive variation in perch height, search time, sally distance and inter-perch move length. *Journal of Animal Ecology* **53**, 147-159.
- 森岡照明・叶内拓哉・川田隆・山形則男 (1995) 図鑑日本のワシタカ類. 文一総合出版, 東京, 172-183.
- 森下英美子・樋口広芳 (1999a) 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 (樋口広芳編), 1-10. 東京大学渡り鳥研究グループ, 東京.
- 森下英美子・樋口広芳 (1999b) 探鳥会および個人の観察記録にもとづく夏鳥の減少. 夏鳥の減少実態研究報告 (樋口広芳編), 19-43. 東京大学渡り鳥研究グループ, 東京.
- 森下英美子・東淳樹・時田賢一・内田聖・恒川篤史・武内和彦・樋口広芳 (2000) サシバ (*Butastur indicus*) の渡り衛星追跡と環境利用. 日本鳥学会 2000 年度大会講演要旨集, pp. 22.
- 守山弘 (1988) 自然を守るとはどういうことか. 農山漁村文化協会, 東京. 260pp.
- 守山弘 (1992) 谷津田の里—人と生物が支えてきたもの—. いきものまちづくり研究会編「エコロジカル・デザイン」 ぎょうせい, 23-41.
- 守山弘 (1993) 農村環境とビオトープ. 農村環境とビオトープ (農林水産省農業環境技術研究所編), 38-66, 養賢堂, 東京.

- 守山弘 (1997) 関東平野の里山・農村空間の配置. 田端英雄編「里山の自然」, 保育社, 20-25.
- 守山弘・飯島博・白木彩子・長田光世 (1992) 谷津田環境の配置がもつトンボの種供給機能. 環境情報科学 **21**(2), 84-88.
- Moser, D. E. (2000) Habitat Conservation plans under the U.S. Endangered Species Act: The Legal Perspective. *Environmental Management* **26**, 7-13.
- 永江弘康・木村伸男 (1986) 農地の集団化と土地利用の高度化-谷津田の整備を事例として-. 千葉県農業試験場研究報告 **27**, 89-106.
- 中川重年 (2001) 里山保全の全国的パートナーシップ. 武内和彦・鷺谷いづみ・恒川篤史編「里山の環境学」, 東京大学出版会, 東京, 124-135.
- 中川昭一郎 (2001) 農業農村整備とビオトープの保全・創出. 農業土木学会誌 **69** (9), 1-6.
- 中村登流・中村雅彦 (1995) 原色日本野鳥生態図鑑 (陸鳥編). 保育社, 東京, 147-159.
- Newton, I. (1979) *Population ecology of raptors*. T & AD POYSER, London.399pp.
- 日本野鳥の会弘前支部 (1985) 野鳥をたずねて二十年.
- Noss, R. F. (1990) Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology* **4**, 355-364.
- 農業工学研究所集落整備計画研究室編 (1994) 農業整備用語辞典. 財団法人 農村開発企画委員会 独立行政法人 農業工学研究所集落整備計画研究室編, 財団法人 農村開発企画委員会, 482pp.
- 農林図書刊行会編 (1983) 農業用語大辞典. 農林図書刊行会, 東京, 524pp.
- 農林水産省構造改善局 (1992) 第3次土地利用基盤整備基本調査. 486pp.
- 沼田眞・中村俊彦 (1997) 千葉市野生動植物の生息状況及び生態系調査結果概要. 沼田眞監修「湾岸都市の生態系と自然保護」-千葉市野生動植物の生息状況及び生態系調査報告-, 1-8. 信山社サイテック, 東京.
- 及川ひろみ・福田篤徳 (1995) サシバの行動圏調査. 宍塚の自然と歴史の会編「宍塚大池地域自然環境調査報告書」, 宍塚の自然と歴史の会, 169-174.
- 岡崎浩子・吉村光敏・八木令子 (1990) 千葉県立印旛手賀自然公園 5. 地形・地質, 千葉県環境部自然保護課編「自然公園自然環境調査報告書」, 61-70.
- Ontiveros, D. and Pleguezuelos, J. M. (2000) Influence of prey densities in the distribution and breeding success of Bonelli's eagle (*Hieraetus fasciatus*): management implications. *Biological Conservation* **93**, 19-25.

- 大河内勇・大川畑修・倉品伸子 (2001) 道路側溝での両生類の転落死防止方法. 日本林学会誌 **83** (2), 125-129.
- 大野啓一 (1990) 千葉県立印旛手賀自然公園 1. 植物, 千葉県環境部自然保護課編「自然公園自然環境調査報告書」, 1-18.
- 大沢雅彦 (1996) 自然保護と景相生態. 沼田真編「景相生態学」朝倉書店, 東京, 139-148.
- Paine, R. T. (1995) A conservation on refining the concept of keystone species. *Conservation Biology* **9**, 962-964.
- Preston, C. R. (1990) Distribution of raptor foraging in relation to prey biomass and habitat structure. *Condor* **92**, 107-112.
- Plumpton, D. L. (1997) Habitat use and time budgeting by wintering Ferruginous Hawks. *Condor* **99**, 888-893.
- 斉藤憲治・片野修・小泉顕雄 (1988) 淡水魚の水田周辺における一時的水域への侵入と産卵. 日本生態学会誌 **38**, 35-47.
- 酒井すみれ・藤田剛・樋口広芳・百瀬浩 (2001) 繁殖地におけるサシバ (*Butastur indicus*) の採食場所選択. 日本鳥学会 2001 年度大会講演要旨集, pp.130.
- 芹沢俊介 (1997) 二次的自然と絶滅危惧生物. 遺伝 別冊 No.9, 60-68.
- 森林野生動物研究会 (1997) フィールド必携 森林野生動物の調査－生息数推定法と環境解析－, 共立出版株式会社, 128pp.
- Simberloff, D. (1998) Flagships, umbrellas, and keystones: is single-species management passe in the landscape era? *Biological Conservation* **83**, 247-257.
- Smallwood, J. A. (1987) Sexual segregation by habitat in American Kestrels wintering in southcentral Florida: vegetative structure and responses to differential prey availability. *Condor* **89**, 842-849.
- Smallwood, J. A. (1988) The relationship of vegetative cover to daily rhythms of prey consumption by American Kestrels wintering in southcentral Florida. *Journal of Raptor Research* **22**, 77-80.
- Sonerud, G. A. (1992) Search tactics of a pause-travel predator: adaptive adjustments of perching times and move distances by hawk owls (*Surnia ulala*). *Behavioural Ecology and Sociobiology* **30**, 207-217.
- Stalmaster, M. V. and Newman, J. R. (1979) Perch-site preferences of wintering Blad Eagles in northwest Washington. *Journal of Wildlife Management* **43**, 221-224.
- 菅沼孝之 (1996) 草地保全と景相生態. 沼田真編「景相生態学」, 朝倉書店, pp. 160-166.

- 杉原重夫 (1970) 下総台地西部における地形の発達. 地理学評論 **43**, 703-718.
- Sugiyama, K., Kurokawa, S., and Okada, G. (1973) Studies on lichens as a bioindicator of air pollution I. Correlation of distribution of *Parmelia tinctorum* with SO<sub>2</sub> air pollution. *Japanese Journal of Ecology* **26**, 209-212.
- 鈴木正貴・水谷正一・後藤章 (2000) 水田生態系保全のための小規模水田魚道の開発. 農業土木学会誌 **68** (12), 19-22.
- 鈴木隆介 (1998) 建設技術者のための地形図読解入門. 第2巻低地. 古今書院, 東京, 554pp.
- 鈴木武・白鳥孝治・三好洋 (1969) 両総谷津田の土壌の性質と水稻の生育 (予報). 千葉県農業試験場研究報告 **9**, 56-61.
- Sætersdal, M. and Birks, H. J. B. (1993) Assessing the representativeness of nature reserves using multivariate analysis: vascular plants and breeding birds in deciduous forests, western Norway (1993) *Biological Conservation* **65**, 121-132.
- Suter, W., Graf, R. F., and Hess, R. (2002) Capercaillie (*Tetrao urogallus*) and Avian Biodiversity: Testing the Umbrella-Species Concept. *Conservation Biology* **16**, 778-788.
- 武田恵世 (1989) 日本におけるタカの渡り. *Strix* **8**, 35-123.
- 武内和彦 (1976) 景域生態学的土地評価の方法. 応用植物社会学研究 **5**, 1-60.
- 武内和彦 (1991) 地域の生態学. 朝倉書店, 東京, 254pp.
- 武内和彦 (1994) 生態系からみた都市・農村環境計画. 都市計画 **189**, 49-53.
- 武内和彦 (2001) 二次的自然としての里地・里山. 武内和彦・鷲谷いづみ・恒川篤史編「里山の環境学」, 東京大学出版会, 東京, 1-9.
- Takeuchi, K., Ide, M., Yokohari, M., and Brown, R. D. (1995) Relationships of landform and biodiversity in Landscape Ecology. *Transactions, Japanese Geomorphological Union* **16**(3), 215-225.
- 田中孝治・森哲 (2000) 日本産ヘビ類の捕食者に関する文献調査. 爬虫両棲類学会報 **2000** (2), 88-98.
- Tarboton, W. R. (1978) Hunting and the energy budget of the Black-Shouldered Kite. *Condor* **80**, 88-91.
- 田崎忠良・牛島忠広 (1974) 土壌重金属汚染地帯による植物の生命. 生物科学 **26** (1), 15-23.
- Thiolly, J. M. and Colbert, J. (1990) Comparative foraging adaptations of small raptors in a dense African savanna. *Ibis* **132**, 42-57.

- 恒川篤史 (2001) 日本における里山の変遷. 武内和彦・鷺谷いづみ・恒川篤史編「里山の環境学」, 東京大学出版会, 東京, 39-50.
- 辻誠治・星野義延 (1992) コナラ二次林の林床管理の変化が種組成と土壤に及ぼす影響. 日本生態学会誌 **42**, 125-136.
- 上田恵介・樋口広芳 (1988) 個体識別による鳥類の野外調査—その意義と方法—. *Strix* **7**, 1-34.
- 上杉哲郎 (1998) 自然環境保全の場としての里山. *ランドスケープ研究* **61**(4), 284-286.
- 呉盈瑩・藤田剛・樋口広芳 (2002) 待ち伏せ型捕食者サシバの採食 パッチ放棄に影響する至近要因. 日本鳥学会 2002 年度大会講演要旨集, pp.105.
- 鷺谷いづみ・矢原徹一 (1996) 保全生態学入門. 文一総合出版, 東京. 270pp.
- 鷺谷いづみ (1997) 生物多様性とは何か—「危機」が生んだ科学用語. 矢原徹一・巖佐庸・遺伝学普及会編「生物多様性とその保全 生物の科学 遺伝 別冊 9 号」, 7-12, 裳華房, 東京.
- 鷺谷いづみ (1999) 生物保全の生態学. 共立出版株式会社, 東京. 181pp.
- 鷺谷いづみ (2001a) 生態系を蘇らせる. 日本放送出版協会, 東京. 227pp.
- 鷺谷いづみ (2001b) 粗朶を通じた里山と湖沼の自然再生. 武内和彦・鷺谷いづみ・恒川篤史編「里山の環境学」, 東京大学出版会, 東京, 164-172.
- 鷺谷いづみ・飯島博 (1999) よみがえれアサザ咲く水辺—霞ヶ浦からの挑戦. 文一総合出版, 東京. 229pp.
- 渡辺仁治 (1962) 北海道常呂川の水質汚濁に対する硅藻の種類数に基づく生物指標. 日本生態学会誌 **12**(6), 216-222.
- White, G. C. and Garrott, R. A. (1990) *Analysis of wildlife radio-tracking data*, Academic Press, New York. 383pp.
- Widén, P. (1994) Habitat quality for raptors: a field experiment. *Journal of Avian Biology* **25**, 219-223.
- 矢原徹一 (1997) 種の多様性と生物多様性. 矢原徹一・巖佐庸・遺伝学普及会編「生物多様性とその保全 生物の科学 遺伝 別冊 9 号」, 13-21, 裳華房, 東京.
- 山本道広・宮元均・北山了 (2000) 田んぼの住人と共生する区画整理構想と評価. 農業土木学会誌 **68** (12), 29-34.
- 山本勝利 (2000) 里地におけるランドスケープ構造と植物相の変容に関する研究. 農業環境技術研究報告書報告, **20**, 1-105.
- 山岡景行・守山弘・重松孟 (1977) 都市における緑の創造 第 2 報 歴史的農業地帯に



おける屋敷林，二次林の生態学的役割.東洋大学紀要 教養課程編（自然科学）**20**, 17-33.

山瀬敬太郎（1998）アカマツ二次林における下層木伐採程度の差によるその後の植生比較. ランドスケープ研究 **61**(5), 567-570.

安富六郎（1995）環境土地利用論. 農文協，東京, 280pp.

Yosef, R. and Thomas, C. G. (1993) Effect of vegetation height on hunting behavior and diet of Loggerhead Shrikes. *Condor* **95**, 127-131.

## 摘要

### 1. 研究の背景と目的

種を保全するためには、生息地をさまざまな空間スケールでとらえ、各スケールにおいて種の行動特性と環境要求性を明らかにすることが有効である。本研究で対象とした里地に生息する中型の猛禽類サシバは、春に日本へ渡ってくる多くの夏鳥と同様に近年個体数が減少してきている。その要因の一つとして越冬地である東南アジア各地の生息環境の悪化が指摘されている。またもう一つの要因として、繁殖地である日本の里地自然の変容が二次的自然環境の生物多様性を低下させており、それが本種の生息に影響を与えていると考えられはじめている。

サシバの生息地は大きさと機能から 4 つのスケールで捉えられる。もっとも大きなスケールは、東アジア全域の生息圏（超マクロスケール）である。生息圏は個々の生息地の集合体であり、その中には繁殖地・越冬地・中継地（マクロスケール）が含まれる。さらにその中には行動圏（メソスケール）が含まれ、最後に行動圏内の微細環境（ミクロスケール）が存在する。本研究では、その中でも繁殖地である日本の里地自然に着目した。

本研究の目的は、生息地の各スケールにおける土地環境の構造や機能とそれらの変化が、サシバの生息にどのように関係しているのかを行動特性と環境要求性を分析し、地域生態学的なアプローチにより明らかにすることによって、本種の保全対策を考察することである。

### 2. サシバの生息数変動と広域的にみた生息環境の特徴

マクロスケールからミクロスケールで捉えられる本種の一般的生息環境とそこでの生態を広域的かつ一般化して把握することを目的とした。

#### 1) 日本に渡来するサシバの個体数変動

沖縄県宮古諸島伊良部島で観察された個体数をもとに、1973年から2001年までの個体数変動を指数平滑化法により分析した。その結果、1973年から1985年まで大きな個体数変動は認められなかったが、1985年以降、漸減していることが明らかとなった。

#### 2) 既往研究

これまでサシバの生態と生息環境については関西・北陸・中部・関東地方、北伊豆諸島、南西諸島で調査された。本州では雑木林と水田のある農村地帯で繁殖し、

小型哺乳類から鳥類，爬虫類，両生類，昆虫類まで幅広く利用していることが示された。

### 3) アンケート調査

猛禽類に関心を持って調査をしている日本各地の個人，団体に対してサシバの一般的生態と生息環境について質問した。東北地方と北陸地方では，本種の生息確認地点数に変化がみられない割合が高いのに対し，それ以外の地域では生息確認地点数が減少している割合が高かった。ある地域の観察地点数の減少は，その地域における開発との関連性が強いことが等質性分析により示された。繁殖地は丘陵地に多く，繁殖地に森林と水田が含まれた観察地点は全体の 74.9%におよんだ。森林では針葉樹が主な営巣木として利用され，水田環境は採食地点として利用された。繁殖地として利用された谷津田のある里地の状況は，耕作放棄田がわずかにあり，谷津田を連続した森林が取り囲んでおり，水田内の水路が未整備である特徴を有するものが多くみられた。繁殖地のほとんどが私有地であり，いかなる保護区にも指定されていないため，41.7%の観察地点が開発による繁殖への影響を受けていた。

## 3. メソスケールから捉えた生息環境

メソスケール以下の分析では，谷津田のある里地である千葉県印旛沼・手賀沼流域ケーススタディ地域とした。この調査地域は，サシバ1個体から数個体の行動圏が含まれる範囲である。ここでは，このメソスケールにおける本種の生息地選択にかかわる景観構成要素の量と質について把握することを目的とした。

### 1) 調査対象地の自然的特性

調査対象地は台地と低地，そして台地平坦面と低地平坦面の間の段丘崖斜面の地形によって構成されていた。台地面は畑地や集落，低地面は谷津田，そして段丘崖は斜面林として土地利用がなされていた。

### 2) 生息分布と生息地点間距離および谷幅の特性

千葉県印旛沼流域鹿島川水系では 22 地点で生息が確認された。生息地点の多くは 500~1000m 間隔で点在し，生息地点の谷津田の谷幅は全体の 77.3%の地点が 20~80m であった。

### 3) 生息の有無と各景観構成要素の土地環境との関係

千葉県手賀沼流域では，生息の有無と各景観構成要素の土地環境計測値との関係について分析した。生息確認地点の谷津田面積，斜面林面積，水田耕作面積は生息未確認地点のそれらより有意に大きかった。また，生息確認地点は谷津田の面積に

対する斜面林の面積比および水田耕作面積比がそれぞれ高く、さらに谷津田の周囲長に対する谷津田と斜面林の隣接長比が高い土地環境であった。そのような土地環境特性が本種の生息と強く結びついていることが判別分析によって明らかにされた。

#### 4) 行動追跡による行動特性

千葉県印旛沼・手賀沼流域において、繁殖オス 11 個体についてラジオ・テレメトリ法による個体追跡調査を行なった。枝等に止まって食物動物を探索する場所（以下、パーチと呼ぶ）を地図上にプロットし、パーチでの滞在時間とパーチ間距離等を計測した。繁殖期間を通して、採食するまでそのパーチに留まった時間（採食滞在時間）のほうが採食をせず次のパーチに移るまでの時間（非採食滞在時間）よりも有意に長かった。しかし、その場合も約 7 分前後の短時間で次の近接パーチに移動した。また、巣からパーチまでの距離とそのパーチにおける滞在時間との間には有意な相関関係がみられなかったことから、行動圏内のすべてのパーチは、採食のためのパーチとしての機能を有していることが示唆された。しかし本種は、利用域の 90% が巣から 475m 以内、また巣から 75~225m の範囲にあるパーチを最も良く利用していたことから、行動圏内には集中的な利用域があることが明らかとなった。そして、位置が高いパーチほど採食地点までの水平距離が遠いという正の相関関係が認められたことから、高いパーチほど採食可能範囲が広いことが示された。さらに、繁殖期間を通して谷津田または畑等の開けた環境に接した斜面林の林縁部がパーチとして利用されることが明らかとなった。

#### 4. ミクروسケールから捉えた生息環境

ミクروسケールの分析では、サシバの行動圏やその中の微細な土地環境における本種の環境選好性や食物動物の生息への影響について把握することを目的とした。

##### 1) 採食地点の季節変化

採食地点を月別にまとめた結果、5 月上中旬は水田や畦等の水田環境であったが、5 月下旬以降は斜面林での割合が漸増し、7 月上旬以降はすべて斜面林に移行した。

##### 2) 採食地点の植生密度

植生密度を示す植被率と草丈は、採食の成否に影響を与えており、特に草丈はそれに大きく関係することが明らかとなった。また、季節の進行に伴い、水田環境は採食には不適な環境になることが示された。

##### 3) 食物動物の発生動態

水田環境における食物動物の発生動態をセンサスした。5 月上中旬はカエル類の生

息密度が高く、6月上旬にはカエル類と大型昆虫等の生息密度に有意差はなく、7月上旬になると大型昆虫等の生息密度が有意に高くなった。また、目視観察と巢内のビデオ撮影による採食動物の調査の分析から、その割合は、食物動物の発生動態とほぼ同様の傾向を示した。

#### 4) 土地環境の微細な構造とカエル類の生息との関係

主要な食物動物であるカエル類について、行動圏内の微細な環境構造の違いと生息密度との関係を分析した。パイプラインによって用水が供給され、コンクリート護岸の排水路では、ニホンアマガエルの生息密度がニホンアカガエルのそれを有意に上回った。またニホンアカガエル生息密度はニホンアマガエルより環境構造に左右されることが数量化Ⅰ類の分析で明らかとなった。また圃場整備の進行に伴い、ニホンアカガエルとトウキョウダルマガエルは減少する傾向があることが示された。

### 5. サシバ生息地の環境特性と生息地保全のための課題

繁殖地として利用した谷津田のある里地の標高は、段丘崖の斜面林が最も高く、台地面の畑や集落等が次に高く、低地面の谷津田が最も低いという垂直構造を示す。一方、水平構造は、谷幅の狭い細長い谷津田とそれに沿って斜面林が連なった特徴を呈している。あたりを俯瞰できる斜面林の中の高い木立をパーチとし、近接パーチ間を転々と移動しながら探索待伏せ型の採食行動をとり、行動圏内のほとんどを採食地点として利用する。田植え前後の谷津田は、植被率、草丈ともに低い植生密度を示すが、それらは季節とともに増加するため、食物動物を得にくい環境構造に変化する。また、非耕作地は繁殖期間を通して草丈が高いため、採食地としては適していない。季節とともに優占する食物動物はカエル類から昆虫類・甲殻類へと変化し、それに合わせて採食動物の割合も変化した。以上のことから、谷津田と斜面林が複合した特徴のある垂直構造とそれが連続した水平構造は採食地として適しており、サシバはその構造と機能が季節にともなって変化するのに順応してその環境を利用し繁殖していることが明らかとなった。

また、行動圏内に生息する主要な食物動物のカエル類は、水田の圃場整備に伴う微細環境の構造と機能の変化によって生息数に影響を受けることが明らかとなった。

以上のことから、サシバの生息地を保全するために、1) 耕作条件の良くない谷津田でも稲作を継続すること、2) 谷津田を圃場整備する際には、カエル類等の小動物の生息に配慮した構造および工法にすること、3) 谷津田に面した斜面林は分断させず残存させることの3点を提言した。

# **Conservation of the Gray-faced Buzzard *Butastur indicus* and its habitat**

## **: a landscape ecological study**

### **Summary**

#### **1. Background and purpose**

To conserve a species we must have a good understanding of its habitat on various scales, and we must clarify the behavioral characteristics and environmental requirements of the species on each of these scales. The Gray-faced Buzzard is a medium-sized bird of prey that lives in rural landscapes in Japan. Its numbers, like those of many other tropical migratory birds that come to Japan from Southeast Asia etc. in spring, have declined in recent years. Destruction of the buzzard's habitat in its wintering grounds in Southeast Asia is one of the reasons for this decline. Another reason may be that changes in the Japanese rural landscape that have reduced ecological diversity in the buzzard's breeding areas are having a serious effect on its survival. The Gray-faced Buzzard's habitat can be viewed on 4 scales in terms of size and function. On the biggest scale is the super-macrohabitat, which covers the whole of East Asia, i.e. the entire range of the bird. Contained within this super-macrohabitat are macrohabitats (breeding places, wintering grounds, and migration pathways); mesohabitats (the buzzard's home range within the macrohabitat); and microhabitats (smaller areas within the home range in which prey live). I focused on the rural landscapes that are the buzzard's breeding places in Japan. My aim was to clarify the relationship between the Gray-faced Buzzard's habitat and the structure and function of land systems and the changes within them. I adopted a landscape ecological approach by analyzing the bird's behavior and environmental requirements in an effort to develop a suitable conservation strategy.

#### **2. Macrohabitat analysis**

In this chapter, I outline the general habitat ecology of the Gray-faced Buzzard at the macro-, meso-, and microhabitat scales.

##### **a) Previous studies**

In previous studies the habitat ecology of the Gray-faced Buzzard has been investigated in the Kansai, Hokuriku, Chubu, and Kanto districts of Honsyu, the Northern Izu Islands, and the Southwestern Islands of Japan. The buzzard's breeding grounds in the rural landscape include coppices and paddy fields in the Honsyu region. The birds prey widely upon small mammals, birds, reptiles, amphibians, and insects.

#### **b) Fluctuation of the population of Gray-faced Buzzards in Japan**

I used an exponential smoothing method to analyze fluctuations in the buzzard population from numbers observed on Irabu Island in the Miyako Islands of Okinawa-Prefecture, Southwestern Japan between 1973 and 2001. The population of the birds did not have great fluctuations, and was almost constant from 1973 to 1985 and decreased gradually from 1985 on.

#### **c) Questionnaire survey**

Our research group used a questionnaire to survey naturalists about the bird's habitat ecology. Although the numbers of buzzards in the Tohoku and Hokuriku regions had increased, those in other regions had decreased. Homogeneity analysis revealed a relationship between reductions in the numbers of birds in an area and local development. The birds' breeding grounds are located mostly in hilly areas. Of the points within breeding habitats at which birds were observed, 74.9% were in woodlands and paddies. The buzzard favored conifers in woodlands as nesting trees, and captured food around the nearby paddy fields. In rural landscapes where there were paddy fields on the valley floors, it is not uncommon to see abandoned paddy fields surrounded by woodlands. Quite often, these abandoned paddies are surrounded by eroded drainage canals. According to the questionnaire, most of the buzzards' habitat was privately owned and unprotected from development; in 41.7% of the observation areas development was considered to have had an effect on breeding.

### **3. Mesohabitat analysis**

I studied rural landscapes in the rice-growing areas of Tega Marsh and Inba Marsh in northern Chiba-Prefecture, central Honsyu, Japan. There are several home ranges of the buzzard in these areas. I aimed to understand the amount and balance of the landscape

elements in relation to the buzzard's choice of habitat on this scale.

**a) Natural features of the research area**

The landforms in the research area can be divided into 3 categories: uplands, woodlands on terrace scarps, and paddy fields on valley floors. The uplands are used mostly for cropping and rural housing.

**b) Distribution of habitats, distances between habitats, and valley width**

Buzzard habitats were confirmed at 22 points around the Kashima River system in the Inba Marsh. Many of the habitat's point were distributed at intervals of 500–1000 m. The valleys were 20 to 80 m wide at 77.3% of the survey points.

**c) Relationship between the presence of buzzards and landscape element values**

I analyzed the relationship between the presence of buzzards and some landscape element values in Tega Marsh. Areas in valley-floor paddy fields, in woodlands on terrace scarps, and on rice farms where buzzards were confirmed to live were significantly larger than non-habitat areas. Moreover, at the confirmed habitat points the ratio of woodland areas and rice farms to that of valley-floor paddy fields was high. Further, the ratio of the length of the paddy field – woodland interface to the perimeter of the paddy field was high at these confirmed habitat points. Discriminate analysis revealed that the buzzard's choice of habitat was relevant to such features of the land system.

**d) Home range monitoring by radio telemetry**

I attached radio transmitters to 11 breeding male buzzards, and during the breeding season I studied how the birds used rural landscapes featuring valley-floor paddy fields in the catchment of the Inba and Tega marshes. On a map I plotted the places where buzzards perched to search for prey, timed how long the birds stayed on each perch, and measured the distances between perches. Throughout the breeding season, the length of time the male buzzards spent perching in the one place before feeding was significantly longer than that spent on a neighboring perch not looking for food. However, even in that case, buzzards moved to neighboring perches after only a short time (about 7 min). There was no correlation between the distance from the nest to each perch and the time spent at that perch.



In summary, the amount of time the male buzzard spent at each perch was similar to that spent on searching for food at each perch. Perches had a long and narrow distribution along the wooded hillsides. Although the longest distance from nest to perch was 1150 m, over 90% of distances were shorter than 475 m. Because buzzards often used perches at a distance of 75 to 225 m from the nest, it became clear that there was a concentrated feeding region in the buzzard's home range. The height of the perch was significantly positively correlated with the horizontal distance to the feeding site; with a high perch the potential range for feeding was wide. In addition, throughout the breeding period the buzzards perched in areas where wooded hillsides bordered open environments such as valley-floor paddy fields or cropping fields.

#### **4. Microhabitat analysis**

I aimed to determine the birds' preferred environment and its influence on the abundance of prey within the home range.

##### **a) Seasonal variation in choice of feeding places**

By totaling up the number of feeding points month after month, I found that the buzzards changed feeding places according to the season. Buzzards fed in the paddy fields in mid- to early May after the rice planting, and began hunting in the wooded hillsides after late May, when the rice had grown too tall for hunting in. After the beginning of July, 100% of the birds' time was spent in the woodlands.

##### **b) Vegetation structure at feeding places**

Vegetation structure, as indicated by the level of vegetative cover and, in particular, plant height, was related to suitability as a feeding place. It was only immediately after the rice planting that the buzzards could hunt in the paddies. As the rice began to grow and the paddy fields became unsuitable for feeding, the buzzards moved into the woodlands.

##### **c) Population dynamics of prey**

I investigated the amount of prey in the paddy field environment. In mid- to early May, the population density of frogs was high. In the first 10 days of June the population number of densities of frogs and insects were almost equal, and in the first 10 days of July

the numbers of insects rose significantly. Observations and video recordings of prey brought back to the nests revealed similar trends.

#### **d) Relationship between microhabitat structure and population density of frogs**

I analyzed the differences in microhabitat structure in some home ranges of the buzzard and their relationship to the population density of frogs, the buzzard's main food animal. In paddy fields where irrigation was supplied by pipelines carrying water from a distance and the water was drained in concrete canals, the population density of the Japanese Tree Frog, *Hyla japonica*, was significantly higher than that of the Japanese Brown Frog, *Rana japonica japonica*. From mathematical quantification theory class I, it became clear that the population density of *R. japonica japonica* was influenced more than that of *H. japonica* by the microhabitat structure. In addition, it was shown that the numbers of *R. japonica japonica* and *R. porosa porosa* tended to decrease as farmland consolidation progressed.

### **5. Ecology of the buzzard's habitat and proposals for its conservation**

The rural landscapes featuring valley-floor paddy fields are structured vertically into woodlands on terrace scarps, croplands and settlements on the upland side, and paddy fields on the lowland side. The horizontal structure of the landform is characterized by long, narrow valley-floor paddy fields adjoining woodlands on terrace scarps. When a buzzard is searching for food, it perches at the top of a tall tree, where it has a good view of the surrounding landscape and can look for prey. While moving between neighboring perches, the buzzard has foraging behavior of searching and lying in ambush for its prey. Almost all of the perches used by the buzzards in their home ranges were used as feeding places. In the rice-planting season the paddy fields on the valley floor have a low vegetation structure, but as the plants start to grow it becomes difficult for the buzzards to hunt. Because the height of the grass in uncultivated paddies is high throughout the breeding period, such places are not suitable as feeding grounds. The birds' prey changed from frogs to insects and crustaceans after the rice-planting season.

So, to summarize, 2 aspects of the buzzard's habitat – the vertical structure of valley-floor paddy fields overlooked by woodlands on terrace scarps, and the horizontal structure whereby both landscape elements are contiguous – make it a suitable feeding

ground. In concluding how buzzards are adapted to the structure and function of the rural landscape and its seasonal changes, it became clear to me that the population density of frogs, the main prey of buzzards in their home range, was in turn influenced by changes in the structure and function of microhabitats brought about by the consolidation of paddy fields.

Consequently, to preserve the habitat of the buzzard, I have 3 proposals, as follows: 1) continue rice farming, even in those valley-floor paddy fields that are less desirable for cultivation; 2) in the process of consolidation of valley-floor paddy fields, adopt structures and construction methods that take into consideration the habitat needs of prey animals such as frogs; and 3) maintain the integrity of the woodlands on the terrace scarps overlooking the valley-floor paddy fields.

## 謝辞

多くの方のお力添えやご支援がなければ、私はここに論文をまとめることはできなかったであろう。私は、博士後期課程から東京大学大学院農学生命科学研究科緑地学研究室に4年間在籍し、在籍期間中、武内和彦教授（元同大学アジア生物資源環境研究センター教授）にご指導いただいた。卒業後3年間が経過しようとしている今、地域生態学の素養もなく、できの悪い私がこうして論文をまとめることができたのは、ひとえに武内先生の辛抱強いご指導と温かい励ましがあったからにほかならない。また、同研究室の恒川篤史助教授には、研究面で有益なご指導を賜り、また、学外活動においても様々なことを教えていただいた。また、東京大学大学院農学生命科学研究科生物多様性科学研究室の樋口広芳教授には、私がサシバという鳥類を対象とした研究を始めたこともあり、研究室が異なるにもかかわらず、入学当初から実に様々なご指導を賜った。特に千葉、茨城、埼玉県をはじめ、石垣島、西表島におけるサシバの渡りや生態調査に同行させていただいたことは、野外調査における様々な見識を培うことにつながったと確信している。ただ、先生の厳しくも温かいご指導にきちんと応えてこられなかったことが悔やまれる。この三氏のご指導がなければ、研究を遂行することはできなかったと考えている。ここに厚く御礼申し上げたい。

論文の審査に際しては、東京大学大学院農学生命科学研究科保全生態学研究室の鷺谷いづみ教授、東京大学農学部附属緑地植物実験所の加藤和広助教授より、それぞれのご専門の立場から、示唆に富むご指摘ご助言を賜った。本論文に反映できなかった部分については、今後の研究の中でより良いものにさせていきたい。

東京大学大学院農学生命科学研究科生物多様性科学研究室の森下英美子非常勤研究員には、共同研究者として、頼りになる先輩として、研究のみならず様々な相談にのっていただき、公私にわたり大変お世話になった。東邦大学理学部の長谷川雅美助教授（元千葉県立中央博物館）には、カエル類の調査法などを教えていただいただけでなく、千葉県の谷津田におけるサシバの保全研究に関してご指南いただいた。日本鳥学会会員で東松山市在住の鳥類研究家である内田博氏には、猛禽類のラジオ・テレメトリ法について懇切丁寧にご指導していただいた。東京大学大学院農学生命科学研究科の石田健助教授には、ラジオ・テレメトリ法に関する機器の操作法についてご指導いただいた。東京大学農学部緑地学研究室の北川淑子非常勤研究員には、植物サンプルの同定をしていただいたり、公私にわたりお世話になった。

（財）日本野鳥の会自然保護センターの小板正俊氏、山崎宏氏、日本オオタカネッ

トワークの遠藤孝一氏には、本論文のアンケート調査の共同研究者としてお世話になった。筑波大学社会工学系緑地環境計画研究室の横張真助教授と松浦俊也氏には、共同研究者としてお世話になった。農業環境技術研究所の守山弘博士、井手任博士には、研究を始めるに際して、地域生態学的な視点からの有益なご助言をいただいた。長崎県野生生物研究所の鴨川誠氏には、九州北部と、平戸島におけるサシバの生息調査記録をいただいた。秋田県自然保護課の泉祐一氏、環境省猛禽類保護センターの関山房平氏、京都野鳥の会の山副茂彦氏には、私信としてサシバの繁殖情報を教えていただいた。また、写真家の中野耕志氏には、調査地周辺の谷津田の写真をお借りした。

このほかにも野外調査において、非常に多くの方々にお世話になったことをここに記し、御礼申し上げたい。東京農業大学短期大学部環境緑地学科の竹内将俊助手には、サシバの野外調査に何度も同行していただき、また、研究室の学生諸氏を動員して、数多くの調査にご協力いただいた。東京農業大学短期大学部環境緑地学科の学生諸氏、東京大学農学部緑地学研究室の学生諸氏、東京大学農学部生物多様性科学研究室の学生諸氏、東邦大学理学部生態学教室の学生諸氏、大坪瑞樹氏、篠木秀樹氏、鈴木美奈子氏には、手弁当で調査を手伝っていただいた。柏市市役所の岡田雅之氏には、野外調査に使用する小型バイクを長期間にわたり快く貸していただいた。

さらに、当時研究室に在籍しておられた、一ノ瀬友博博士（現淡路景観園芸学校助教授）、大久保悟博士（現東京大学農学部緑地学研究室助手）、山本勝利博士（現農業土木研究所）をはじめ、研究室事務職員の近藤智子氏、研究室の同級生、後輩諸氏には、研究活動に際して様々な支援や便宜をはかっていただいた。

最後に、共同研究者として、また時には良き先輩として、常に研究生活を支援してくださった我孫子市鳥の博物館主任学芸員の時田賢一氏と千葉での調査の際にホームステイをさせてくださり、また、サシバの捕獲について手ほどきしてくださった我孫子市在住のナチュラルリストである内田聖（きよし）氏、そして調査の時には午前 2 時に起きて、朝食とお弁当をこしらえてくださった内田夫人の身（ちか）氏には、ひとかたならずお世話になった。この三氏の協力がなければ、研究を続けていくことは到底不可能であった。また、長き学生生活を経済面、精神面で支えてくれた両親と、論文、サマリーを手直ししてくれた父と妹の由理奈にも感謝したい。

以上、本研究の遂行を支えてくださった皆様に厚く御礼申し上げるとともに、御恩に報いるためにも、今後も真摯に研究に取り組んでいきたい。

# (付表 1) サシバ生息概況調査票

ふりがな

記入者名 \_\_\_\_\_

記入期日 199 年 月 日

連絡先住所 〒 \_\_\_\_\_

電話 \_\_\_\_\_

FAX \_\_\_\_\_

E-mail \_\_\_\_\_

個人の観察記録や資料・文献をもとに、あなたのお住まいになっている、あるいはおもに観察なさっている地域の都府県名、および北海道の場合は支庁名におけるサシバの生息および繁殖概況についてお答えください。

(1) 対象となる都府県および支庁名

\_\_\_\_\_ 都・府・県・支庁

(2) 対象都府県および支庁内でサシバが観察されたのはどの時期ですか。\*複数回答可

a) 20年以上前(1977年以前) b) 10~20年前(1978~1987)

c) 3~10年前(1988~1994) d) 3年前~現在(1995~1997) e) 不明

(3) あなたが観察されている地域で、サシバの生息数に変化はありますか。

a) 減っている(\_\_\_\_年前頃から) b) 変わらない(\_\_\_\_年前頃から)

c) 増えている(\_\_\_\_年前頃から) d) 不明

(4) 対象都府県および支庁名内のサシバの生息および繁殖概況：\*複数回答可

a) 留鳥(繁殖確認) b) 留鳥(繁殖未確認) c) 夏鳥(繁殖確認)

d) 夏鳥(繁殖未確認) e) 旅鳥 f) 迷鳥 g) 不明

(5) 対象都府県および支庁内で最近3年間(1995年~1997年)にサシバが観察された市町村名を列記してください。さらにそのうち、繁殖が確認されている市町村を○で囲んで下さい。\*ここでいう繁殖確認とは、営巣(雛のいる巣)、造巣行動(巣材集め)、繁殖行動(求愛給餌、餌運び)あるいは巣立ち直後の雛を確認したことを指します。

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

(6) サシバの生息概況回答の際に参考にした資料・文献などありましたら、執筆者名・発行年・文献名・発行所(掲載誌名)および入手方法について、ご教示ください。

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

(7) 生息概況が不明の場合は、対象地域のワシタカ類の生息状況に明るい方をどなたかご紹介下さい。

ご連絡先 名前 \_\_\_\_\_

電話番号 \_\_\_\_\_

住所 〒 \_\_\_\_\_

ありがとうございました。

なお繁殖を確認している場合は、別紙繁殖状況調査票にご記入下さい。

## (付表 2) サシバ繁殖状況調査票

No. \_\_\_\_\_

記入者名 \_\_\_\_\_ 記入期日 199 年 月 日

以下のA～Eをお読みいただいたうえで、質問にお答え下さい。

A. このアンケートでは、繁殖の可能性をつぎのレベルに分類します（渡りの時期の生息確認とは、はっきり区別します）。

- レベル1) 営巣あるいは造巣行動（巣材集め）および繁殖行動（求愛給餌、餌運び）を確認した。
- レベル2) 渡りの時期以外に対象地域で樹木や電柱などに止まっているのを2回以上観察した。あるいはペアを確認した。\*対象地域とは観察地点（複数箇所ある場合はその中心）から半径約500m内の地域をさします
- レベル3) 渡りの時期以外に対象地域で飛んでいるものや鳴き声を確認した。
- レベル4) 渡りの時期以外に対象地域で姿は確認していないが、鳴き声を確認した。
- レベル5) 渡りの時期以外に対象地域で姿も鳴き声も確認していない。

B. 繁殖地を把握している場合だけご記入下さい \*繁殖地とは観察地点（複数箇所ある場合はその中心）から半径約500m内で繁殖可能性がレベル1またはレベル2であった地域のことをいいます。

C. 1繁殖期・1巣ごとにお書きください。

D. 最近3年間（1995～1997年）のものについてお書きください。もしご面倒でなければ、それ以前の記録についてもご回答していただけるとたいへん助かります。

E. 選択肢のあるものは、指示のない限り最も適切な一つをお選びください。

(1) 繁殖年 19 年 繁殖地の場所: \_\_\_\_\_ 都・府・県・支庁 \_\_\_\_\_ 市町村 \_\_\_\_\_

\*同一市町村内に複数繁殖地がある場合は、最後に記号（A, B など）をつけて区別してください。

(2) 繁殖可能性のレベル: a) レベル1 b) レベル2 c) レベル3 d) レベル4

(3) 繁殖地の地勢: a) 山地（山岳） b) 丘陵地（低山） c) 台地 d) 低地

(4) 繁殖地の標高: 約 \_\_\_\_\_ m \*はっきりわかっている場合は数字に○をして下さい。

(5) 繁殖地の環境: a) 森林 \_\_\_\_\_ b) 伐採地 \_\_\_\_\_ c) 草地 \_\_\_\_\_ d) 水田 \_\_\_\_\_  
e) 畑 \_\_\_\_\_ f) 集落 \_\_\_\_\_ g) 市街地 \_\_\_\_\_ h) 裸地 \_\_\_\_\_ i) 河川 \_\_\_\_\_  
j) 湖 \_\_\_\_\_ k) 沼 \_\_\_\_\_ l) 海岸 \_\_\_\_\_ m) その他 ( \_\_\_\_\_ ) \_\_\_\_\_ (面積の大きい順から番号をふってください) \*複数選択可

★繁殖地にd) 水田があると答えた方、

(6-1) 整備状況: a) 水田は乾田で、用水路はコンクリート護岸である b) 水田は乾田 \_\_\_\_\_ で、

素堀りの用水路である c) 水田は湿田で、素堀りの用水路である d) 不明

(6-2) 形状： a) 大区画水田 b) 谷津(戸)田  
b) 谷津(戸)田, と答えた方

(6-2a) 谷津(戸)田の奥行き： a) 500m未満 b) 500m~1km c) 1km以上

(6-2b) 谷津(戸)田の幅： a) 100m未満 b) 100~500m c) 500m以上

(6-2c) 谷津(戸)田の耕作状況： a) ほぼ100%水田耕作がおこなわれている b) 水田耕作のほかに休耕・耕作放棄田や畑がわずかにある c) 水田耕作のほかに休耕・耕作放棄田や畑がかなりある d) ほとんど水田耕作がされていない e) その他 ( )

(6-2d) 谷津(戸)田周辺の林の状態： a) 谷津(戸)田の周りとその背後も樹木に覆われている(森の中に谷津(戸)田がある状態) b) 谷津(戸)田の周りに沿ってほぼ連続した斜面林が残っているが、その外側は畑や住宅地などに利用されている c) 谷津(戸)田の周りに沿って斜面林が残っているが、ところどころで住宅や道路などによって斜面林は分断されている d) 谷津(戸)田の周りに沿ってわずかな斜面林しか残っていない e) 谷津(戸)田の周りにほとんど樹木はない

★営巣確認をされた方におうかがいします

(7) 繁殖段階とその確認時期：

(7-1) 造巣期： a) 3月上旬 b) 3月中旬 c) 3月下旬 d) 4月上旬 e) 4月中旬 f) 4月下旬 g) 5月上旬 h) 5月中旬 i) 5月下旬 j) 6月上旬 k) 6月中旬 l) 6月下旬 m) それ以降 n) 不明

(7-2) 産卵期： a) 3月上旬 b) 3月中旬 c) 3月下旬 d) 4月上旬 e) 4月中旬 f) 4月下旬 g) 5月上旬 h) 5月中旬 i) 5月下旬 j) 6月上旬 k) 6月中旬 l) 6月下旬 m) それ以降 n) 不明

(7-3) 孵化期： a) 4月上旬 b) 4月中旬 c) 4月下旬 d) 5月上旬 e) 5月中旬 f) 5月下旬 g) 6月上旬 h) 6月中旬 i) 6月下旬 j) 7月上旬 k) 7月中旬 l) 7月下旬 m) それ以降 n) 不明

(7-4) 育雛期： a) 5月上旬 b) 5月中旬 c) 5月下旬 d) 6月上旬 e) 6月中旬 f) 6月下旬 g) 7月上旬 h) 7月中旬 i) 7月下旬 j) 8月上旬 k) 8月中旬 l) 8月下旬 m) それ以降 n) 不明

(7-5) 巣立ち期： a) 6月上旬 b) 6月中旬 c) 6月下旬 d) 7月上旬 e) 7月中旬 f) 8月下旬 g) 9月上旬 h) 9月中旬 i) 9月下旬 j) それ以降 k) 不明

(8) 巣立ち雛数： a) 0羽 b) 1羽 c) 2羽 d) 3羽 e) 4羽 f) 不明

(9) 営巣木の樹種： a) アカマツ b) スギ c) ヒノキ d) その他の針葉樹 ( )  
e) 落葉広葉樹 ( ) f) 常緑広葉樹 ( ) g) その他 ( ) h) 不明



(10) 営巣木の状態： a) 健全 b) 不健全 c) 枯死

(11) 営巣木の周辺の環境（半径約10m内）： a) 落葉広葉樹林の中 b) 常緑広葉樹林の中  
c) 針葉樹林（含植林）の中 d) 針広混交林の中 e) 林縁で水田と接している f)  
林縁で農道以外の道路と接している g) 林縁で住宅と接している h) 林縁で河川と接して  
いる i) 林縁で畑と接している j) その他（ ）

(12) 営巣木の樹高（と巣までの高さ）： 約 \_\_\_\_\_ m（ \_\_\_\_\_ m）\*はっきりわかっている場合  
は数字に○をして下さい。

(13) 営巣木の胸高直径： 約 \_\_\_\_\_ cm \*はっきりわかっている場合は数字に○をして下さい。

(14) 架巣タイプ： a) 又型（幹の又上の部分） b) 樹幹型（幹から横枝が張りだした部  
分） c) 枝先型（幹から1m以上離れた枝先） d) その他（ ）

(15) 繁殖地の土地所有の状況： a) 民有地 b) 公有地 c) 不明

(16) 繁殖地の保護区の指定状況： a) 未指定 b) 鳥獣保護区 c) 鳥獣保護区特別保護地区 d) 銃  
猟禁止区域 e) その他（ ） f) 不明

(17) 繁殖における人の影響の有無と内容：

有・無 内容

---

---

---

(18) 繁殖地における開発の影響や可能性の有無と内容：

有・無 内容

---

---

---

(19) 繁殖失敗の有無と考えられるその理由：

有・無 理由

---

---

---

(20) 繁殖地におけるその他の問題点：

有・無 内容

---

---

---

★これまでに採食行動を観察された方におうかがいします（複数回答可）

(21) 捕っていた食物： a) カエル類（種名 \_\_\_\_\_） b) トカゲ類（種名 \_\_\_\_\_）  
c) ヘビ類（種名 \_\_\_\_\_） d) バック類（種名 \_\_\_\_\_）  
e) 甲虫類（種名 \_\_\_\_\_） f) セミ・トンボ類（種名 \_\_\_\_\_）  
g) その他の昆虫類（種名 \_\_\_\_\_） h) ネズミ・モグラ類（種名 \_\_\_\_\_）

i) 小鳥類 (種名 ) j) その他 ( )

(22) 採食場所: a) 水田 (圃場) b) 畦 c) 農道 d) 車道 e) 土手 f) 水路 g) 河原 h) 斜面林 i) その他 ( )

★その他について

(23) オオタカやその他の鳥類との種間関係の有無とその内容. 例: サシバが捕食されていた, なわばりから追い出される行動を目撃した, など

有・無 内容

---

---

---

(24) その他特記すべきこと:

---

---

---

★最後に

#繁殖地の詳しい地点を地形図におとせますか?: a) はい b) いいえ

#その地形図のコピー (図幅名と縮尺を一緒に) を送っていただくことは可能ですか?:

a) はい b) いいえ

#もしあらためて詳細をお聞きすることになった場合には差し支えありませんか?:

a) はい b) いいえ

以上で, アンケートはすべて終了しました. たくさんの質問項目にお答えくださり, 誠にありがとうございました. みなさまから寄せられた結果は, 慎重に取り扱うとともに, サシバとその生息地の保全に役立てるようにつとめることをお約束いたします.

アンケート実施者