

# 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

Identification of Potential Habitats of Gray-faced Buzzards in Yatsu Valleys Based on DEMs and Vegetation Data

松浦俊也\* 横張 真\*\* 東 淳樹\*\*\*

Toshiya MATSUURA, Makoto YOKOHARI, Atsuki AZUMA

摘要：数値標高モデルと現存植生データを用い、谷津の景観構造を数量的に把握し、谷津における高次捕食者であるサシバの生息を規定する土地環境条件を推定した。解析対象地域内の台地における繁殖期のサシバの生息環境は、①谷の横断方向に樹林地-水田-樹林地となる土地利用配列、②樹林地と水田の隣接長、③谷底低地の幅、の3点と関係がみられた。サシバの生息の有無を目的変数とした判別分析の結果、①谷の横断方向の土地利用配列により、7割以上のサシバの生息環境が推定可能であることが明らかとなった。これらの特徴は、サシバの採食効率の面から解釈できると考えられた。以上の条件を用い、サシバの生息適地を広域的に推定した。

## 1. はじめに

近年、里山、里地とよばれる身近な空間に生息する生物相の保全が重要な課題となっている。これらの生物相の保全のためには、特定の空間の保護だけでなく、広域的に生息環境を把握し、保全策をたてる必要がある。また、生物相の生息をメタ個体群として捉える場合、現状の生息地だけでなく、潜在的な生息適地をも保全対象とする必要がある<sup>1)</sup>。一方、近年の地形や植生などに関する数値地理情報の広域的な整備は、自然環境の広域的な把握を可能にしている。これらのデータを用いて生物相の必要とする特徴を同定できれば、その生物相の潜在的な生息適地の広域的な推定が可能と考えられる。

こうした広域かつ潜在的な生息適地の保全の必要性をもつ里山・里地の生物相として、猛禽類のサシバが挙げられる。サシバは、3月から10月にかけて本州の低地から低山地に渡来し、開けた環境に接する林縁部に繁殖する夏鳥である<sup>2)</sup>。とくにサシバは、谷津(あるいは、谷戸)と呼ばれる、台地や丘陵地を樹枝状に開析する谷地形に好んで生息することが知られている<sup>3,4)</sup>。サシバは、両生・爬虫類や大型の昆虫を主食とすることから<sup>2)</sup>、谷津におけるアンブレラ種としての地位をもつと考えられている<sup>3)</sup>。サシバの保全のためには、現状におけるサシバの生息地の情報にもとづいて類似する特徴をもつ空間を広域的に同定し、生息適地として把握する必要がある。ここで、谷津の地形の特徴については、数値標高モデルを用いた広域的な把握分類手法が開発されている<sup>5)</sup>。サシバの生息確認地点における地形や土地利用の特徴を広域的に整備された数値地理情報を用いて同定できれば、サシバの潜在的な生息適地の広域的な推定が可能と考えられる。

以上より、本研究では、サシバの生息適地の広域的推定にむけて、①谷津の地形や植生の特徴を広域的に把握するモデルの開発、②サシバが必要とする生息環境の特徴の同定、③潜在的なサシバ生息適地の広域的推定、の3点を目的とした。

## 2. 用いたデータと解析単位

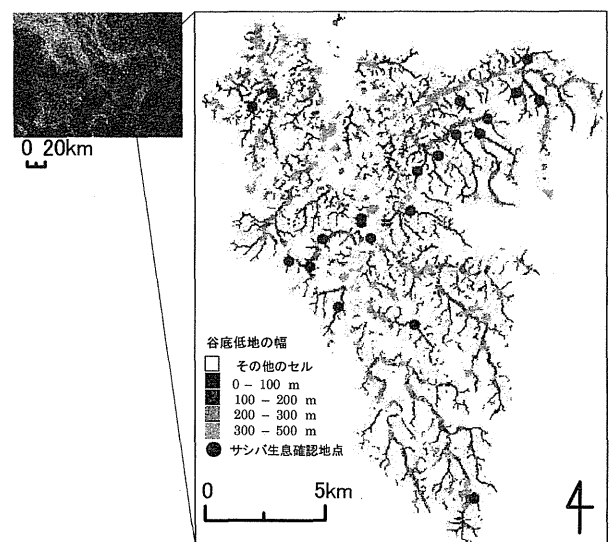
### (1) 研究の構成

まず、サシバの生息環境の把握に先立ち、谷津の卓越する地域において、サシバの生息調査を行った。次に、サシバの生息が確認された谷津の特徴を把握するために、地形と植生に関する既存

の数値地理情報を用い、谷津の地形および土地利用の特徴を表現する複数の指標を考案した。次に、サシバの生息地がもつ特徴を同定するために、サシバの生息確認地点と生息が確認されていない調査地点とを比較し、生息確認地点に特徴的にみられる条件を把握した。以上で把握された特徴により、サシバの潜在的な生息適地を広域的に推定した。

### (2) 解析対象地域

解析対象地は、北緯 35° 30' ~45' , 東経 140° 7' ~22' に位置し、千葉県千葉市から佐倉市にかけてひろがる下総台地の平坦面を刻んで印旛沼に入る鹿島川水系および手線川水系に含まれる全ての谷底低地および斜面地である(図1)。同地域は、国土地理院刊行の1/25000地形図「佐倉」「酒々井」「千葉東部」「八街」「蘇我」「東金」の6図幅に含まれる。主な土地利用は、谷底低地は水田、斜面地は樹林地、台地面は畑地となっている。近年、台地、低地ともに宅地造成が進み、台地面では工業団地の進出が



千葉県印旛沼流域鹿島川手線川水系 (50mDEMを用いた谷底低地抽出・分類手法5)により作成)

図-1 解析対象地域図

\*筑波大学大学院環境科学研究科 \*\*筑波大学社会学系 \*\*\*岩手大学農学部

めだっている。また、幅の狭い谷津では放棄水田が広がりつつある。

(3) 用いた数値地理情報

用いたデータは、国土地理院刊行の50mメッシュ標高データ(50mDEM:50m-Digital Elevation Model)および、環境庁自然保護局刊行の自然環境情報GISに含まれる現存植生データである。現存植生データは、第3回から第5回の環境庁自然環境保全基礎調査を集成して作成されたポリゴンデータである。解析単位を統一するため、現存植生データと50mDEMとを同一の50mメッシュサイズに変換して解析に用いた。メッシュデータへの変換においては、各メッシュの中心付近に重なる植生をそのセルの植生として代入した。現存植生図は、樹林地(果樹園、苗圃以外の木本植生)、草地(草本植生)、畑地(畑地、果樹園、桑畑、茶畑)、水田、放棄水田、市街地および造成地、緑の多い市街地、ゴルフ場に再分類した。このうち本研究では水田および樹林地を解析に用いた。これらの土地利用は、解析対象地域におけるテレメトリ調査によりサンバの行動特性との関係が指摘されている<sup>3)</sup>。

(4) サンバの生息分布調査

サンバの生息分布調査は、サンバの繁殖期間中にあたる1998年5月1日から6月5日にかけて、千葉県印旛沼流域鹿島川水系および手線川水系のすべての調査地(谷津田または斜面林)をくまなくセンサスし、サンバの生息分布状況を目視により確認することによって、調査は毎日おこない、1回でサンバの生息が確認された地点を除いては、最低2回以上踏査し、サンバの生息確認を行った。生息確認の基準は、1997年の繁殖期に行われたセンサス<sup>3)</sup>と同一とし、生息の確認を、サンバが谷津田および斜面林で採食しているもしくは止まっているものに限る、谷津田上空を通過もしくは旋回しているものは、そこでの生息が十分に確認されなかったものとして調査から除外した。

3. 谷津の景観構造把握手法の開発

台地域の谷津における繁殖期のサンバの生息環境の特徴を把握するために、サンバの生息に関する既往研究にもとづき、谷津の特徴を数量的に示す複数の指標を設定した。本解析地域におけるサンバの行動範囲がおもに斜面林および谷底水田とされることから<sup>3)</sup>、(1)谷津の地点ごとの景観特徴を谷の横断方向において集計した。さらに、サンバの行動圏を表現するために、(2)生息確認地点ごとに周囲にバッファを発生させ、その中に含まれる谷の断面方向の特徴を面的に集計した。集計結果を、サンバ生息確認地点および生息確認のない地点それぞれの位置座標(x, y)に対応したデータベースにまとめ、両者の特徴を比較した。

(1) 谷津の横断方向における景観特徴の把握

谷津の横断方向の特徴は、i)谷底低地、ii)谷壁斜面、iii)谷底と谷壁の組合せに分けて把握できる(図2)。林縁部を中心に谷底低地および斜面林の両方で採食行動をとるサンバの行動特性<sup>3)</sup>を表現するために、上記のi)~iii)の特徴を谷底低地の辺縁部において集計し、谷津の景観の特徴を総合的に把握した。既往研究においてサンバの生息に関連するとされる谷津の特徴は、谷津田や斜面林の規模や隣接性<sup>3)</sup>、営巢木の存在<sup>5)</sup>などである。このうち地形と土地利用の数値地理情報による把握に適すると考えられる指標として、表1、図2に示す6指標を算出した。

(i) 谷底低地の幅(図2のa)

谷津の地形の特徴は谷底の狭さと平坦さから捉えられ、斜面の垂直断面形(最大傾斜方向への地表面の断面形)と視界の遮蔽という2つの特徴(図3)を用いて谷底の幅や傾斜度を分類する手法が考案されている<sup>5)</sup>。同手法を用い、谷底低地の幅(図2)

(ii) 谷壁斜面の比高・奥行き・傾斜度(図2のb1, b2, b3)

表-1 算出した指標

位置	区分	指標
i)谷底低地	地形	谷底の幅(a)
ii)谷壁斜面	地形	谷壁斜面の比高(b <sub>1</sub> )・奥行き(b <sub>2</sub> )・傾斜度(b <sub>3</sub> )
iii)くみあわせ	土地利用	水田・樹林地隣接長(c <sub>1</sub> )
	土地利用	谷の横断面方向への卓越土地利用配列(c <sub>2</sub> )

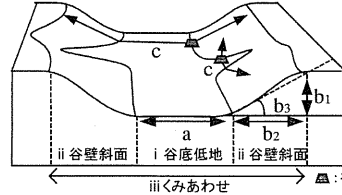


図-2 谷津の景観構造の概念図(凡例は表1と対応)

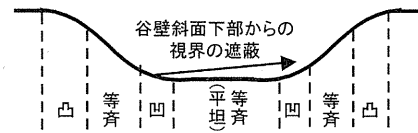


図-3 谷津の谷底低地抽出手法の概念図(文献<sup>5)</sup>をもとに作成)

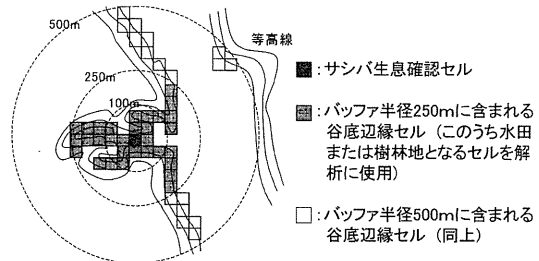


図-4 サンバ生息確認地点における谷津の景観特徴の面的集計

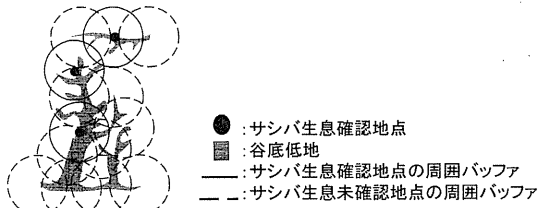


図-5 サンバ生息確認地点と未確認地点における生息環境条件の集計

谷壁斜面の特徴として、谷底から斜面上部までの比高、奥行き、傾斜度を計測した。計測方法は、谷底低地の縁にあたる凹型斜面下部セルから斜面上部に向かい、傾斜変換点となる凸型斜面上部セルまでの比高、水平距離、平均傾斜度とした。

(iii) 土地利用の隣接と配列(図2のc)

土地利用のくみあわせとして、水田と樹林地の隣接性、谷の横断方向への土地利用配列を把握した。水田と樹林地に着目した理由は、国内のサンバ生息環境の80%が水田および森林を含み、内84%の水田が谷津田であり、さらにそのうちの95%が谷津田の周りに斜面林を含むというアンケート調査結果があること<sup>1)</sup>、本解析対象地内におけるサンバの行動圏の大半が水田または斜面林であるとの結果<sup>3)</sup>をうけたことによる。とくに、水田と樹林地の隣接性については、既往研究において、サンバの生息環境を規定していることが指摘されている<sup>4)</sup>。土地利用の隣接性は、各セルの4方位の隣接辺数から求めた。一方、土地利用配列は、谷底低地に含まれるセルから谷の左右両側の横断方向に連続するセルを記録することにより把握し、とくに、樹林地-水田-樹林地の配列となるセルを記録した。両指標の計測が、方位、セルともに重なる場合、土地利用配列の計測を優先し、指標間の重複をさけた。ただし、両指標を単独で解析に用いた場合には、計測を重複させ

た結果を用いた。

## (2) 谷津の景観特徴の面的な集計

### (i) サシバ生息確認地点の特徴の把握

繁殖期のサシバの生息環境は、谷にそって水田や樹林地といった地形や土地利用の特徴を多く含んでいることが把握されている<sup>7)</sup>。とくに、本解析対象地内におけるテレメトリ調査により、サシバが谷に沿った細長い行動圏をもつこと、おもに林縁部の斜面林上にパーチし、水田や樹林地において待ち伏せ型の採食行動をとることが観察されている<sup>3)</sup>。一方50mセルごとに把握される地形や土地利用の特徴は、サシバの行動圏に比べて狭く、サシバの行動特性を考慮した集計手法が必要となる。そこで、各生息確認地点に最も近接する谷底低地の辺縁部セルを中心とする円形バッファを発生させ、その中に含まれる谷津の谷底および谷壁にそった線状空間の特徴を集計し、サシバ生息確認地点における行動圏の特徴把握を試みた(図4)。なお、バッファのエッジ付近に存在する谷底低地の辺縁部セルにおいては、地形や土地利用配列の計測範囲がバッファ外におよぶ場合が多く存在する。バッファによる集計結果は、類似した環境がバッファ内にどの程度存在するかを示すため、バッファのエッジ付近においても、バッファ内に含まれるすべての辺縁部セルを集計に用いた(図4)。

一方、既往研究においてサシバの行動圏は、丘陵地においては直径1562.4m<sup>6)</sup>、本解析対象地内におけるテレメトリ調査においては巣からパーチまでの距離が224.1±192.5m(n=465)、0~1150mまでの距離が幅広く存在したことが把握されている<sup>3)</sup>。以上をうけ、バッファの半径を100m、250m、500m、750m、1000mの5段階で集計し、サシバの生息確認地点の特徴を集計した(図4)。なお、本解析におけるサシバの生息確認地点は営巣地の近傍とは限らないが、本解析対象地内における上述のテレメトリ調査においてサシバの採食行動が行動圏内の林縁部で一定時間ごとにパーチを移動する均質な行動であることが観察されている<sup>3)</sup>。そこで、生息確認地点を中心とするバッファ内の特徴を集計することで、サシバの生息環境の特徴を代表させられるものと判断した。

### (ii) サシバ生息確認地点以外における特徴の把握

本解析におけるサシバ生息分布調査は、調査対象水系内のすべての谷津田および斜面林で行った。これらの調査対象地を数値地理情報により把握すると、調査対象水系に含まれるすべての谷底低地または斜面地のうち、谷の横断方向に水田または樹林地を少なくとも1セル以上含む地域となる。本解析では、サシバの採食行動にもとづき斜面の辺縁部に水田または樹林地が存在するセルを調査対象地の母集団として捉えている。ただし、これらのセルのうちサシバの生息確認がなされた20セル以外をすべて生息未確認地点とすると、サシバの生息確認地点に隣接する地点には、生息確認地点とほぼ同一の特徴をもつ生息未確認地点が多数含まれることになる。そこで、サシバ生息確認地点を中心とした各バッファ半径領域に含まれないセルについて同一半径のバッファを発生させ、その地点における谷津の横断方向の特徴を集計することで、サシバ生息確認のない地点の特徴を代表させた(図5)。

一方、既往研究において、隣り合うサシバのテリトリーは互いに重なり合うという結果が得られている<sup>6)</sup>。本解析手法では、サシバの生息確認地点とそれ以外の地点の集計範囲はバッファの半径分が重複する(図5)。同手法を用いて、サシバの行動圏を考慮したサシバの生息環境の把握が可能と考えられた。以上により把握される地点を

生息未確認地点とし、生息確認地点と比較することによってサシバ生息確認地点に有意な特徴を推定した。統計解析にはSPSS10.0を用いた。

## 4. 結果

### (1) サシバの生息分布

サシバ生息分布調査の結果、対象地域内の20地点でサシバの生息が確認された(図1)。

### (2) サシバ生息環境の特徴

#### (i) 個別指標ごとの差

サシバ生息確認地点とそれ以外の調査対象地との谷津の土地環境条件について、各指標の中央値の差を、Mann-WhitneyのU-testによって検定した(表2)。指標間の差が有意な順に、谷の横断方向の土地利用配列>水田と樹林地の隣接辺数>谷底低地の幅、となった。各指標間の有意確率は、バッファ集計範囲ごとに大きな変化は見られなかったものの、半径500mにおいて最も高くなった。半径500mにおける集計結果を表2に示す。

#### (ii) 指標全体の差

サシバの生息確認の有無を被説明変数とし、谷津の土地環境条件に関する6指標を説明変数として、ステップワイズ法による正順判別分析をおこなった。すべてのバッファ半径における集計において有意となった指標は、谷の横断方向への土地利用配列であった。バッファ半径ごとの判別結果は76.6~79.3%となった(表3)。すなわち、土地利用配列のみによって、サシバの生息の有無の約7~8割が説明されることが明らかとなった。一方、土地利用配列を除いて同様の判別分析を行うと、水田樹林地隣接長のみが選択され、判別率は61.9~71.9%となった(表3)。バッファ半径が100mの場合に水田樹林地隣接数の判別率が61.9%と低くなった理由は、集計範囲が狭い場合、隣接数の差が出にくいと考えられた。さらに水田樹林地隣接数を除くと、サシバの生息の有無を判別する変数は選択されなかった。

以上、サシバの生息確認地点は、地形や土地利用に関する複数の指標に差が見られたものの、全指標を判別分析にかけると、両側が斜面林で谷底が水田となる土地利用配列となるセル数のみによって約7~8割の生息地が判別されることが示された。有意差のみられた他の変数は、同変数との相関が高かった(有意水準5%)ため、判別モデルに採択されなかった。サシバの生息地とそれ以外の地点では、両側が斜面林で谷底が水田となる土地利用配列となるセル数に有意な差がみられた(Mann-Whitney test,  $U = 2094, p < 0.0001$ )(表2)ことから、同土地利用配列数が多いほどサシバが生息しやすいと考えられた。

### (3) サシバ生息適地の広域的推定

判別分析により決定された、谷の横断方向への土地利用配列において樹林地-水田-樹林地となるセル数のみを用い、サシバの生息推定図を作成した。本研究においてサシバ生息適地と推定された樹林地-水田-樹林地の土地利用配列をもつ地域は、解析対象地域内に多く存在するものの、この配列がとくに集中する地域

表-2 サシバ確認の有無に関する各指標の中央値の差の検定結果

	水田樹林地隣接数	土地利用配列数	斜面幅	斜面比高	斜面傾斜	谷底幅
Mann-WhitneyのU	2094	1962	4341	4617	4911	3995
WilcoxonのW	146010	145878	148257	148533	148827	4205
Z	-4.6	-4.8	-1.4	-1.1	-0.7	-2.4
漸近有意確率(両側)	<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>	0.1485	0.2850	0.5155	0.0177

表-3 各バッファ半径における土地利用配列による判別率

バッファ半径	土地利用配列判別率(%)	水田樹林地隣接判別率(%)	サンプル数N	
			サシバ非生息地点	サシバ生息地点
100m	76.6	61.9	2746	20
250m	78.7	71.5	1259	20
500m	79.3	71.9	536	20
750m	77.7	71.5	289	20
1000m	78.2	70.5	173	20

は散在していることが目視により確認できる。

## 5. 考察

本解析結果は、既往研究で指摘されているサシバの生息条件である谷津田の幅の狭さ<sup>3)</sup>や、水田と樹林地の隣接長<sup>4)</sup>といった特徴が、谷底低地を中心とした地形と土地利用の特徴に分解して捉えられることを示していると考えられた。また、土地利用配列の特徴は、サシバの生息にとって、谷底に水田が存在し両側に斜面林が存在する谷津田という景観構造が重要であることを示すものと考えられた。以上の特徴をサシバの生息行動に基づき考察すると、幅の狭い水田の両側に斜面林が連続した景観構造をもつ谷津は、林縁部において待ち伏せ型の採食行動をとるサシバ<sup>2)</sup>にとって、採食効率のよい空間である<sup>3)</sup>という既往研究の結果を支持するものと考えられた。谷津のもつこれらの特徴は、農業生産の面からは評価されにくい谷津の景観の特徴である土地利用の配列や隣接、谷幅の狭さが、サシバの生息の面からは重要であること、両側を斜面林に囲まれた谷津において水田耕作を維持することの重要性を示すものと考えられた。

本解析結果から、これまで地形図や空中写真の判読、現地調査によって把握されてきたサシバの生息環境の特徴が、既存の数値地理情報からもある程度把握できることが示された。本解析で捉えた地形にそった土地利用の特徴は、国内の他地域におけるサシバの生息においても重要と考えられている<sup>7)</sup>。とくに関東地方の台地域のような、本解析対象地域と類似する地形や土地利用の特徴をもつ地域では、本解析手法による生息地の推定はある程度あてはまる可能性がある。

## 6. 今後の課題

### (1) 丘陵地、低山地におけるサシバ生息適地の推定

サシバの生息は、丘陵地や低山地においてもみられ<sup>6)</sup>、その生息行動は、台地とは異なる地形や土地利用の条件に規定されていると考えられる<sup>9)</sup>。今後、これらの地域における生息環境推定手法を検討する必要がある。

### (2) 谷津における詳細なデータを用いた他生物相生息適地の推定

谷津は、サシバの他にも様々な生物相の生息を担保する条件をもつ空間として捉えられており、他の餌生物の生息環境を確保す



図-6 サシバ生息適地推定図

(谷の横断方向に樹林地・水田・樹林地となる土地利用配列数をしめす。セル数が多い(濃いセル)ほどサシバ生息可能性が高い)

ることがサシバの保全にも重要となる<sup>10)</sup>。これらの生物相は、より微小な空間の特徴に依存した生息環境をもつと考えられる。今後、より詳細なデータを用いた場合における、他の生物相を含めた生息環境推定手法を検討する必要がある。

### 謝辞

我孫子市鳥の博物館の時田賢一氏に、サシバの生息環境について有益なご助言を頂きました。記して感謝の意を表します。

## 引用文献

- 1) 鷲谷いづみ・矢原徹一 (1996): 保全生態学入門—遺伝子から景観まで: 文一総合出版, 272pp
- 2) 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, 172-183
- 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: 環境情報科学論文集 12, 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 1, 253-258
- 5) 松浦俊也・横張真 (2001): 数値標高モデルを用いた谷津の地形解析: 環境情報科学論文集 15, 25-30
- 6) 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
- 7) 東淳樹・森下英美子・山崎宏・小坂正俊・遠藤孝一 (2000): アンケート調査による繁殖期のサシバの分布と生態の把握: 日本鳥学会 2000 年大会講演要旨集, 39
- 8) 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 年大会講演要旨集, 16
- 9) Kojima Yukihiko (1999): Nest site characteristics of the Grey-faced Buzzard *Indicus*: Jpn. J. Ornithol., 48, 151-155
- 10) 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 (5), 573-576

**Summary:** The distribution of Gray-faced Buzzard *Butastur indicus* was studied in a countryside environment in northern Chiba-Prefecture, central Honshu, Japan. The study area was located in the watershed of Inba Marsh, a shallow wetland formed along the Tone River. The environments consist of narrow and shallow valleys known as yatsu of yato dissecting into the diluvial uplands. The landscape patterns of yatsu valleys are classified using 50m-DEMs (50m-Digital Elevation Models) and digitized vegetation data. Gray-faced Buzzard habitats are related to the followings, 1) the landscape pattern of valleys which paddy in the valley floors and wood in the valley walls, 2) the number of adjacent land use of wood and paddy, 3) the width of valley floors. Potential habitats of Gray-faced Buzzard are estimated in the watershed in 20km×30km area.