

パリアン野生生物保護区およびワナガマ演習林と周辺の 各種植栽方式における鳥類の構成と多様性に関する調査

第6年度調査報告

Subeno, Sandy Nurvianto

序論

急速な環境変化と世界全体に及ぶ社会経済的影響力は、生態系の機能とその変遷に影響を与え、かつては互いに全く別々のもののようにみえた生態系に幅広く同じような影響を与えている。歴史的、生態的パターンは異なっても、全ての土地は人的介入による何らかの変化を受けている。外来種の導入、急速な土地転換、生息環境の悪化、および土地細分化は、在来種の多様性と生態系の機能に直接影響を与えることから、熱帯地域を研究する科学者や資源管理者の憂慮を増大させている現象である。

カルストの生態系には類似した人的、生態的歴史があり、経済社会的な関連性も増している。生態系機能とその崩壊の問題は、これら社会の中で共通のテーマとなっている。これら生態系内部での生物多様性の機能と、人間の活動を原因とする生態系機能に対する影響についての知識は、カルスト生態系の生物群集の持続可能性にとって非常に重要である。

パリアン野生生物保護区（PWS）は保護区の一つで、ジャワ島でも人口密度の高い地域に位置する。ジャワ島の歴史を見ると、集中的な人的関与があり、人口はインドネシア国内ばかりではなく世界の中でも高い。この島のほぼ全域が人的利害に基づいて集中的に管理され、土地の細分化の結果、生物多様性の低下を招いた。その中にはPWSも含まれ、1999年には違法伐採や人的侵害などの被害を受けている。PWSには植栽が行われず、野生生物の生息地としての機能も、生態系への貢献という役割も失われていた。

これまで、PWSを復元するためのさまざまな努力が行われてきた。2004年以来PWSで行われている土地再生は、生態系の変化を推進する重要な要素と見られている。これにより、以前は植栽のなかった未耕作地が複雑な生態系へと移行する、という大きな変化をもたらした。この地域の植生構造や構成の変化は、他の生態系の要素にも影響を与えた。PWSで既に変化が起きているかどうかを調べるためには、生態系の変化を捕らえることのできる、わかりやすく、感度の高い代表的パラメーターが必要である。

PWSにおいて生物多様性を生態系変化の指標として使うのは、妥当と思われる。選択した生態系要素の数だけでなく、その量も測定することができるためである。土地の再生は、確実に植生種の数と量を増やし、さらにその結果、野生動物も増加させる。鳥類を対象とする生物多様性の測定は、測定手段、環境変化への感度、および理解の容易さの面で利点がある。鳥類の典型的な性質である高い移動性から、鳥類の出現は環境変化を敏感に示唆するものであるこ

とは広く認められている。さらに、人々は、鳥類の多様性と環境の質の高さとの間に密接な関連があることを理解してきた。

多様性の尺度は、生態系の健全性の指標とみなされることが多い。生物保全の観点から、種の豊富な群集は種の少ない群集よりも優れている、という考え方には根拠がある。「優れた」という言葉には依然として論議の余地はあるが、長期的に見ると、種の豊富な群集は、種の乏しい群集よりもより存続しやすいことは一般に認められている。従って、生物多様性は、生態系の長期的変化の適切な指標である。

PWSでは、土地再生の鳥類群集への影響に関する調査を3年間行なってきた。PWSでは、再生の行われた地域と行われていない地域との間で、鳥類の多様性の変動パターンに差異がある。再生の行われた地域では、4期の観察期間中、鳥類の多様度指数は増加傾向にある。一方、再生の行われていない地域では、指数にゆらぎが生じている。こうした差異は、植林事業の開始と維持という再生プロジェクトに起因する植生の違いによるものであると見られている。

3年間の調査の結果、土地再生に利用されている植栽方式について新たな課題が生じている。即ち、PWSの土地再生に用いられている植栽方式は、生物多様性の維持にとって最善のものなのかということである。この課題に対する回答は、PWS管理者が保護地域内の生物多様性維持の将来の管理方針を決めるために役立つ、非常に重要なものである。適正な植栽方式は、野生動物の多様性に大きく寄与することが予想される。本調査は、カルスト生態系の数種の植栽方式、即ち、アレクロッピング（小路耕作地）、チーク共有林、農地、混合耕作地、混合林において、3つの季節における鳥類の構成、密度、多様性を明らかにするために行ったものである。

方法

調査地域

この調査は、生態系の健全性に対する植栽方式の影響を調べる目的で、数種の植栽方式における生態系の間で鳥類の多様度指数の差異を明らかにするために実施された。観測は全てインドネシア、ジョグジャカルタの中心街から50 kmほど南のジョグジャカルタのサウスマウンテン県で行われた。調査地域は、パリヤン野生生物保護区（PWS）とワナガマ演習林（WEF）内部およびその周囲に位置している（図1）。

PWSとその周辺地域は、40度の傾斜をもつ海拔100～300メートルの丘陵地である。この地域はShcemidtとFergusonの気候分類ではC型に分類され、Q値は42.9%である（BBLHジョグジャカルタ、1997）。PWSでは植栽種が6つの森林区画に分けて植えられ、土地再生が進行中である（図2）。これらの地域には、2004年にチークを中心に樹木種が数種類植えられた。この植林地はGN-RHL/GERHANプロジェクトによって設立されている。2006年初めには、日本の三

井住友海上火災保険株式会社の支援で、土地再生プロジェクトによってPWSにさまざまな植栽種が植えられた。このプロジェクトは現在なお継続している。

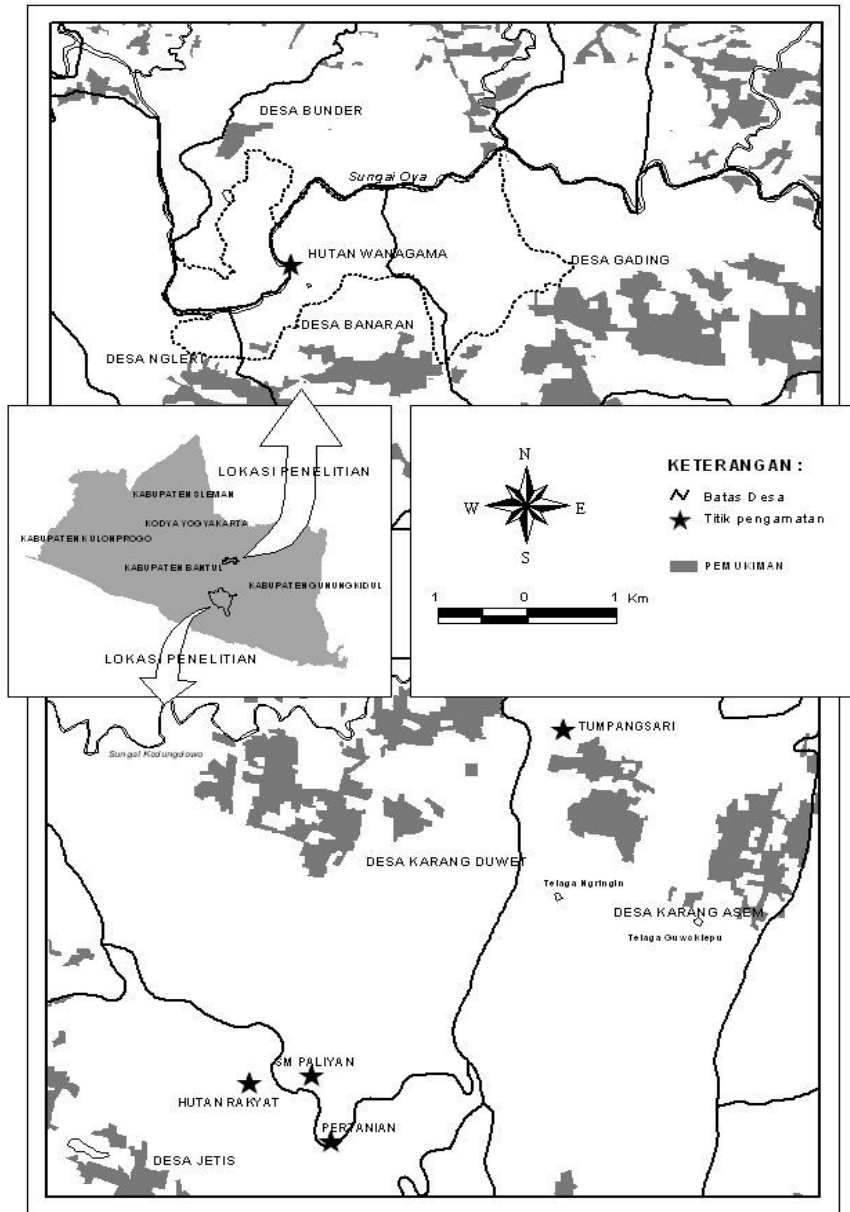


図1. 調査地域図。調査は2地域で実施された。ワナガマ演習林と、農地、混合耕作地、チーク共有林を含むパリヤン野生生物保護区である。

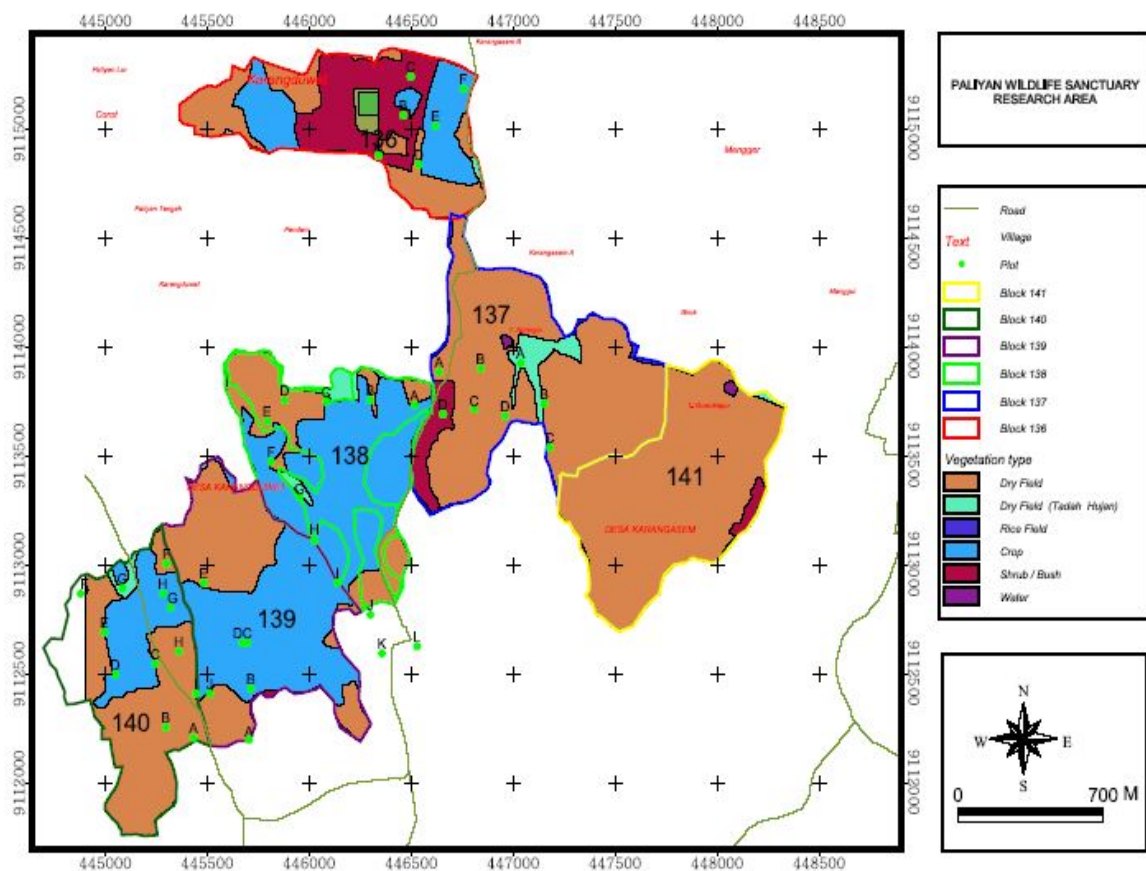


図2. パリヤン野生生物保護区の地図

農地 (Ag) には、主にキャッサバ、ピーナッツ、ダイズ、トウモロコシ、コメ、数種類の野菜などの農作物が、ココヤシ、ジャックフルーツ、その他の木材採取用ではない樹木種とともに植えられている。チーク共有林 (TCF) には、主に平均樹齢が10~20年のチークが植えられている。混合耕作地 (MC) には、農作物とチークを主とした樹木が混合して植えられている。

WEFでは、樹木林の構成と成熟度は多様であり、海拔180~300メートル、40度以上の傾斜地を含む丘陵地である。この地域は、Shcemidt と Ferguson の気候分類では D 型に分類され、Q値は81%である。種々の樹木におおわれ、成熟林に分類される地域である。

データ収集と分析

屋外データ収集には、ポイントカウント法を用いた。効率性がその大きな利点である。全ての地域に、無作為に数箇所の観察ポイントを設定した。Santos (2000) と Bibbyら (1992) に従い、事前に設定した半径の円内で、視力と聴力で検知した全ての鳥を記録した。この方法において、以下のような前提を定めた。即ち、1) 鳥は観察者に近づかず、また逃げない、2) 鳥は観察者により100% 検知可能である、3) 鳥はカウント中あまり移動しない、4) 鳥はお互いに独立して行動する、5) 上記前提条件から逸脱しても、生息地や調査計画の要素とは相互に影響し合わない、6) 距離の推定は正確である、7) 鳥は完全に、正確に特定される。全ての調査地域で、観察ポイントは互いに約200 m以内に接近してはいけない。これよりも少しでも近づいた場合、個々の鳥は2カ所以上のポイントで重複してカウントされる可能性がある。このためサンプル数を誤認し、結果の正確性も失われる。観察時間帯は午前6:00~9:00時と午後3:00~6:00時の間に設定された。観察時間は10分間 (Fuller と Langslow, 1984)、観察開始は観察ポイントに到着してから鳥類が落ち着く2分後とした。観察ポイントは全て半径50 mの円とし、その位置はセンターのGPSで記録された。観察者から鳥までの距離を推定するために、レンジファインダー (距離計) を使用した。円の外側で検知した鳥は記録しなかった。

各ポイントの円形区の中央に、その地域の植生状況データ収集のために正方形の区画も設定した。植生状況を定量化するために、さまざまな大きさの正方形区画を使用した。即ち、草本用には縦横各1メートル、苗木用には同2メートル、幼木用には同5メートル、若木用には同10メートル、成熟木用には20メートルとした。区域の配置状況を図3に示す。

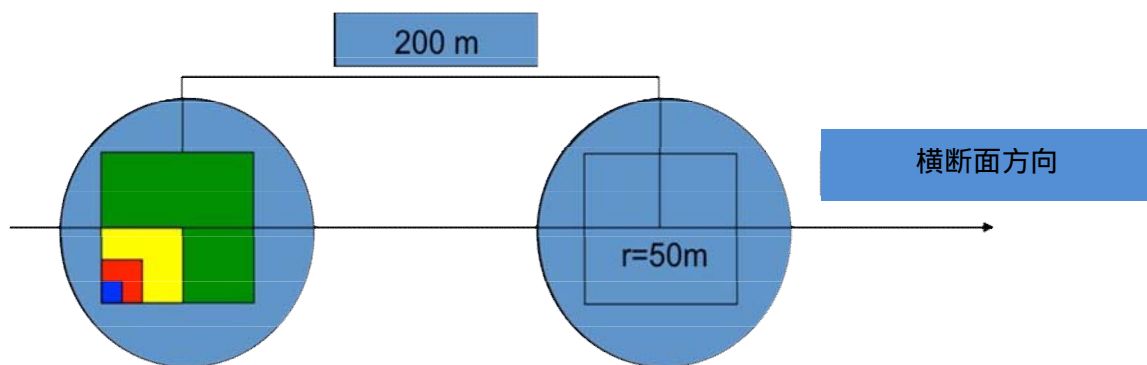


図3. 調査に使用した区域とサンプリングの設計：鳥類群集を特定するための固定半径50メートルの円形区、および各ポイント内の植生状況を特定するための正方形区画

鳥類観察は計3年間、初年度と2年度を3期に、また3年度を3期に分けて実施した。第1期は2008年と2009年の6月、第2期は2008年と2009年の9月、第3期は2009年と2010年の1月である。

このような観察期間は、季節的気候状況による植栽の差異を把握するために選定された。3年度は、前年度よりも期間の間隔を短くして観察を3期に分けた。第1期は2010年10月、第2期は2010年12月、第3期は2011年2月である。3年度の観察期間は栽培活動による植栽変化に対し、変動する鳥類群集を把握するために選定された。

種の豊富さと Shannon-Wiener 多様度指数を推定するために、データ分析を行い、各観察地域、観察期間の指数を比較した。種の豊富さは、全ての地区において検知された種の数として単純計算した。Krebs (1999) に従って、Shannon-Wiener の多様度指数を以下のように算出した。

Shannon-Wiener 指数

$$H = - \sum_{i=1}^s (p_i)(\ln p_i)$$

H = Shannon-Wiener の多様度指数

s = 種の数

$$p_i = n_i/N$$

n_i は i 番目の種の個体数、N は全地区の総個体数

鳥類群集と植生の地域間における類似性を明らかにするために、類似度指数分析を用いた。この指数は、Bray-Curtisの類似度指数 (Ludwig & Reynolds, 1988) を用いて、以下の式により計算した。

$$PS_{jk} = \left(\frac{2W}{A+B} \right) (100)$$

ここで

$$W = \sum_{i=1}^s [\min(x_{ij}, x_{ik})], \quad A = \sum_{i=1}^s x_{ij}, \quad \text{および} \quad B = \sum_{i=1}^s x_{ik}$$

PS_{jk} = j と k の間の類似性距離

x_{ij} = サンプル j における i 番目の種の個体数

x_{ik} = サンプル k における i 番目の種の個体数

結果と考察

地域間の比較

5 地域における多様度と類似度を求めて、双方の指数について比較分析を行った。各地域の全サンプルデータを分析し、その後他の地域のサンプルと比較した。

1. 鳥類の種数

2008年6月にAg、MC、PWS、TCFおよびWEFの屋外調査で検知された鳥類の種数は、WEFで30種と最も多く、続いてPWSとTCFの24種、MCでの20種、Agでの18種であった。続いて、2007年9月、2008年1月にPWSとWEF双方で著しい鳥類の出現頻度の増加が確認された。2008年9月には、WEFの鳥類の種数は最高の42となり、TCFの25、PWSの24、Agの22、MCの20と続いた。2009年1月には、WEFにおいて依然として43という最高の鳥類種数が観察され、続いてTCFの32、PWSの29、MCの26、Agの25となった。これらの結果は、観察期間の間での季節的な種数の変動があることを示している。

2009年6月の野外調査では、前年の調査と同様にWEFで40種と最も多く、続いてAgで29種、MCとTCFで28種、そして最後にPWSで26種という結果であった。2009年9月と2010年1月の調査でも同様のパターンが見られ、WEFはそれぞれ40、46種という調査地域間で最大の種数を示した。それに続き、2009年9月ではTDFで34種、PWSで29種、MCで24種、最後にAgで19種という順であった。2010年1月では、TCFとPWSでは29種、MCでは26種、最後にAgで20種の順であった。

前年よりも観察期間の間隔を短縮したにもかかわらず、観察期間ごとのパターンの変化が、3年度の観察と同様に見られた。2010年10月には、やはりWEFで38種と最も多く、PWSで35種、MCで27種、Agで25種、TCFで24種という順であった。2010年12月には、意外にも最大の種数を記録した地域はPWSで43種であり、WEFで39種、Agで30種、TCFで29種、MCで20種の順であった。2011年2月には、また同様のパターンが見られ、最大の種数を示した地域はPWSで44種であり、WEFで38種、Agで32種、TCFで28種、MCで26種であった。観察期間に応じた地域ごとの鳥類種の変動パターンを図4に示す。

種数の変動は、資源の変化に影響されて起きた。この調査において資源の変化とは、その量と多様さだけでなく、とりわけその植栽も意味している (Begon ら、1990)。鳥類種の減少は気候周期の影響であると予想されるが、気候周期は、調査地域とその周辺の農作パターンや農地植生開発には、より大きな影響を与える。鳥類の種構成、豊富さ、および行動は季節によって異なることが知られている (Wilson 1970、1971 ; Travis 1977 ; Conner 1980、191 ; Rice ら、1980 ; Hutto 1981 ; Lawke 1982 ; Morrison ら、1985)。

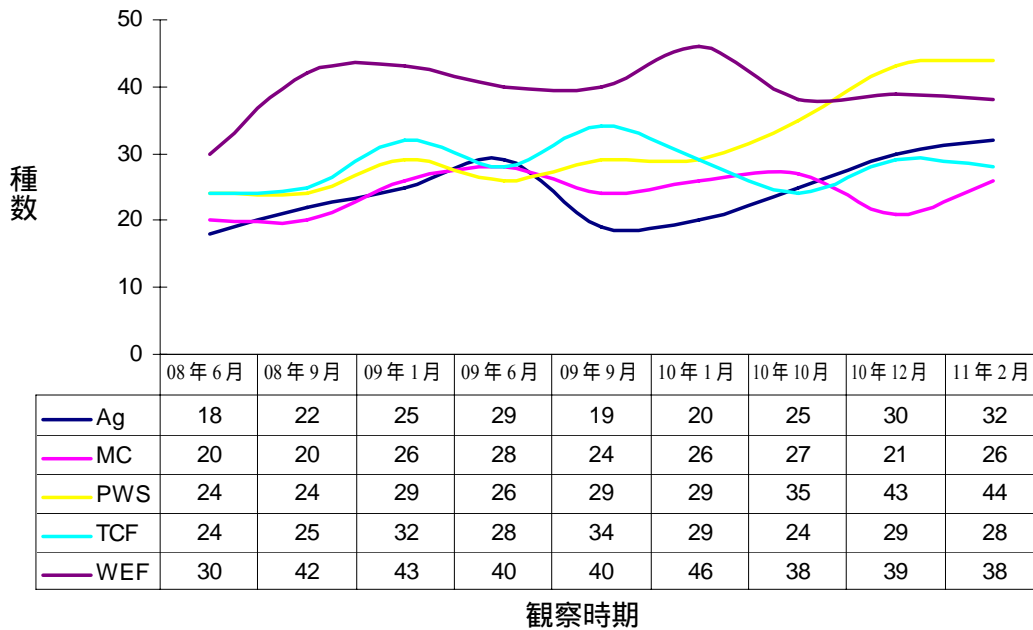


図4. Ag、MC、PWS、TCFおよびWEFにおけるさまざまな観察期間に観察された鳥類種数のグラフ

PWS で再生プロジェクトの枠組に沿って行われた植林は、長期的な鳥類の動向に積極的な貢献をもたらすと期待されてきた。このプロジェクトは、実際に高度に複雑な群集構造を作り上げた。複合的植林は群集構造を特徴づけ、農作パターンに基づく農作物の構成を変化させ、鳥類が入手できる資源を変化させるという影響をもたらした。その一方で、カルストの生態系、特に落葉樹木が優勢な地域では、水が制限要因となる。落葉樹木種の落葉は植生構造を衰退させ、結果的に、生態系に依存している鳥類種の出現頻度に影響を与える。これは、種数の変動が農耕周期だけではなく、その地域の植生の生態的特徴にも影響されることを意味している。

鳥類の密度も、全ての調査地域で季節的変動の傾向を示している。屋外調査の結果、全ての調査地域において、年3回、3年間の観察期間中に鳥類密度の変動が見られた。初年度と2年度の観察期間に鳥類密度が最も高かったのは WEF で、PWS、CTF、Ag、MC と続いた。第3年度に、鳥類密度が他地域と比べて最も高くなったのは PWS であった。WEF と TCF、および Ag と PWS では、同様の鳥類密度変動パターンが見られた。これら2組の地域は、それぞれが植生構造と管理方法に類似点があるが、類似性はそれほど明確ではなかった。こうしたパターンから、植生と管理方法がカルスト生態系での鳥類群集に対して生態学的に大きな意味を持つ重要な要素であることがわかった。自然に近い植生状況にある植栽方式が、健全な生態系を維持し、鳥類群集の保全対策を支援するためには最善の選択である。

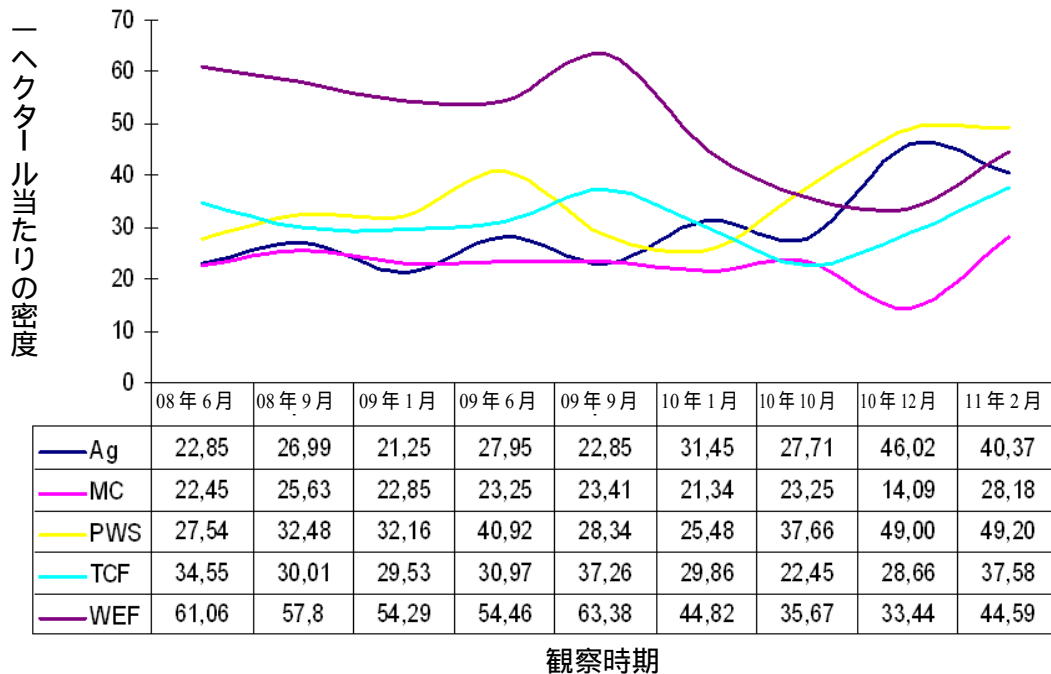


図5. Ag、MC、PWS、TCF、WEFにおいて異なる観察期間中に観察された鳥類密度のグラフ

2. 鳥類の多様度指数

生態系の健全性を測るもう一つの尺度は、鳥類の多様性である。この尺度は、種数だけではなく、その量も考慮しているという理由で、単なる種数よりも優れている。この手法は、環境の質を評価するために広く使われる。Shannon-Wiener 指数は、全ての調査地域の生態系の質を反映する鳥類の多様性を測定するために、この調査に適用された。Shannon-Wiener 指数は、ある群集の不均一性を明示する方法として、Krebs (1999) により推奨されている。理論的には、Shannon-Wiener 指数は、その値が $\log(N/(N-S))$ と $\log(S)$ の間をとる。Nは観察された鳥の個体数であり、Sは種の豊富さを表わす (Krebs、1999)。数値は 0~3.5の間であり、4.5 より大きくなることは稀である (Magurran, 1998)。しかし、この指数は種の多様性に大きく影響を受け、観察されるサンプル数に対して敏感に反応する。Shannon-Wiener指数は、一般に希少種に適用するのが望ましい (Krebs、1999)。

Shannon-Wiener 指数は、それぞれの地域で季節的変動に従って変化していることが分かった。初年度および2年度観察期間において、WEFは他の4地域に比べて最高の値を示し、2008年6月から2010年1月までは、それぞれ2.92、3.11、3.3、2.98、3.07、3.28であった。次いでTCFにおいて2.66、2.73、3.00、2.57、2.86、2.69、PWSで2.48、2.35、2.7、2.25、2.60、2.75、さらに

MC で2.36、2.31、2.8、2.68、2.50、2.63と続いた。多様度指数が最も低いのはAgで、2.12、2.44、2.65、2.55、2.13、2.39であった。3年度観察期間において、WEFは他の地域に比べて依然最っとも高い多様度を示した。2010年10月にWEFは3.04の値を示し、Ag、MC、TCF、PWSそれぞれの値は2.61、2.52、2.41、2.38であった。2010年12月には、WEFは3.09の値を示し、PWS、TCF、MC、Agと続き、それぞれ値は2.84、2.73、2.67、2.61であった。2011年2月には、WEFは3.01、PWS、TCF、Ag、MCは、それぞれ2.72、2.55、2.44、2.36であった。多様度のパターンは種数のパターンと類似しているが、これは多様度が種の豊富さに大きく影響を受けているためである。

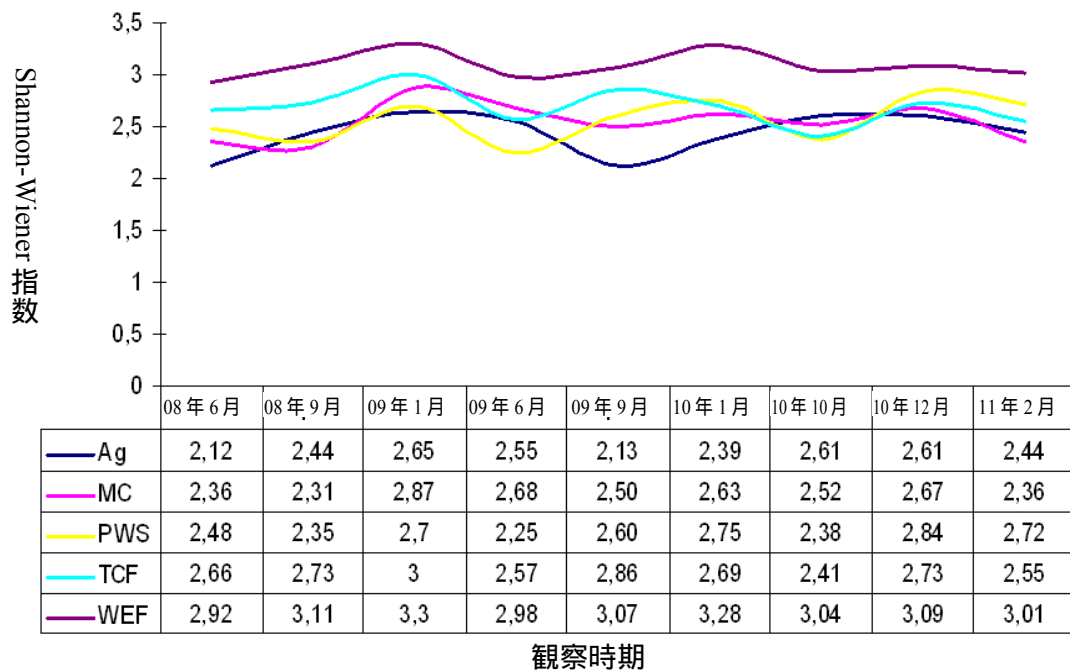


図6. さまざまな観察期間におけるAg、MC、PWS、TCF、WEFの鳥類の多様度指標

結果として、ある地域に樹木の個体数が増え樹木種の数も増えると、その地域の鳥類種も増え、生物学的価値が高くなることがわかった。農業の季節パターンは多様度指数の増加に影響を及ぼしているが、調査地域における樹木の本数や種数の方が、その地域の鳥類の多様性により大きく影響を与えている。

各地域における鳥類の種構成

鳥類は食性により、肉食性（C）、穀物食性（G）、食虫性（I）、果汁食性（N）、雑食性（O）に分類される。鳥類の分類は、屋外調査から得たものではなく、科学文献に従った（MacKinnonら、1992）。これらは、近隣地域の食物の入手可能性に大きな影響を受ける屋外食餌調査のために作成されたものであるが、科学文献データは、さまざまな地域での長期的調査によって確立されたものである。

1. 農地（Ag）

農地では食虫性鳥類が優勢で、雑食性鳥類がそれに続き、肉食性、穀食性、果汁食性鳥類と続く。1年目と2年目は、全ての分類群でその個体数は類似したパターンを示した。こうした変動は、観察期間における食物の入手可能性から影響を受けるためではないかと推測される。農地の植生は、その地域での季節的農作に強い影響を受ける。こうした状況においては、雑食性、

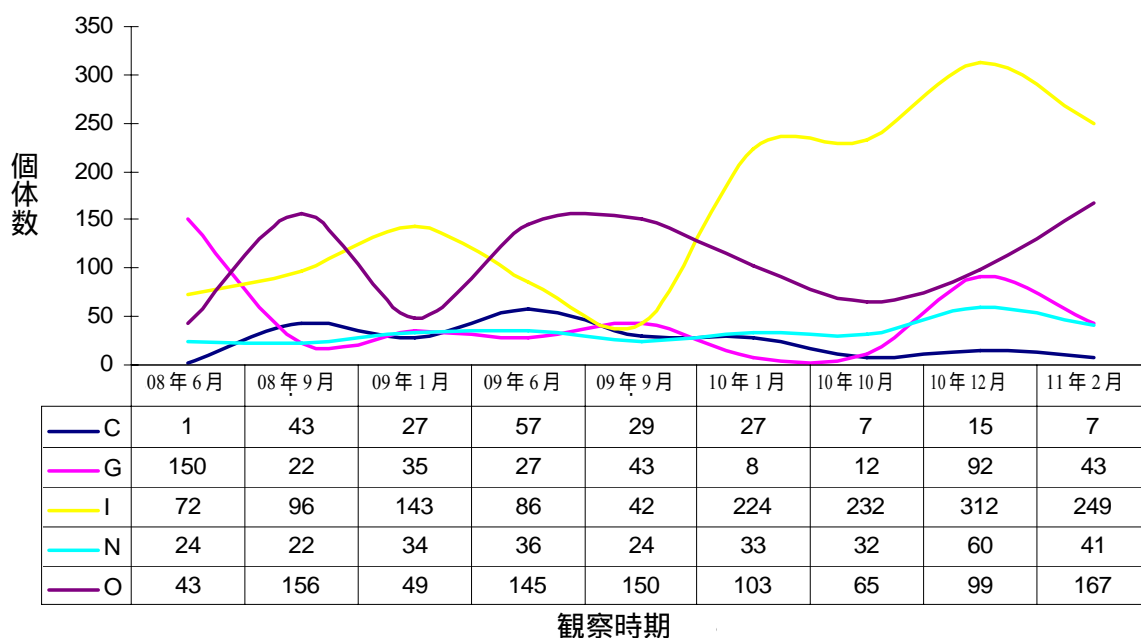


図7. 農地（Ag）におけるさまざまな観察期間での食性分類による鳥類個体数

食虫性、穀食性鳥類のような、植生に直接依存しない鳥類に最大の生存可能性がある。それにも拘わらず、それぞれの種類は季節変化と異なる対応パターンを見せており、それぞれの個体数が最大に達したのは、雑食性鳥類が2009年9月、肉食性鳥類が2009年6月、食虫性鳥類、穀食性鳥類、果汁食性鳥類が2010年12月であった。

2. 混合耕作地 (MC)

混合耕作地の初年度、2年度の屋外観察では、雑食性鳥類が優勢で、食虫性、肉食性、穀食性、そして果汁食性鳥類と続くことがわかった。しかし、3年度は、雑食性鳥類の数は減少し、代わりに食虫性鳥類が個体数において急激に増加した。すべての種類が、季節変化に対して異なる反応を見せた。2年間の観察期間中、2組の分類群が、個体数パターンについて類似した変動を示した。即ち、雑食性と肉食性鳥類、および食虫性と穀食性鳥類である。この2組は互いに正反対のパターンを示し、肉食性と雑食性鳥類が増加傾向を見せる一方、食虫性と穀食性鳥類が減少傾向を見せた。

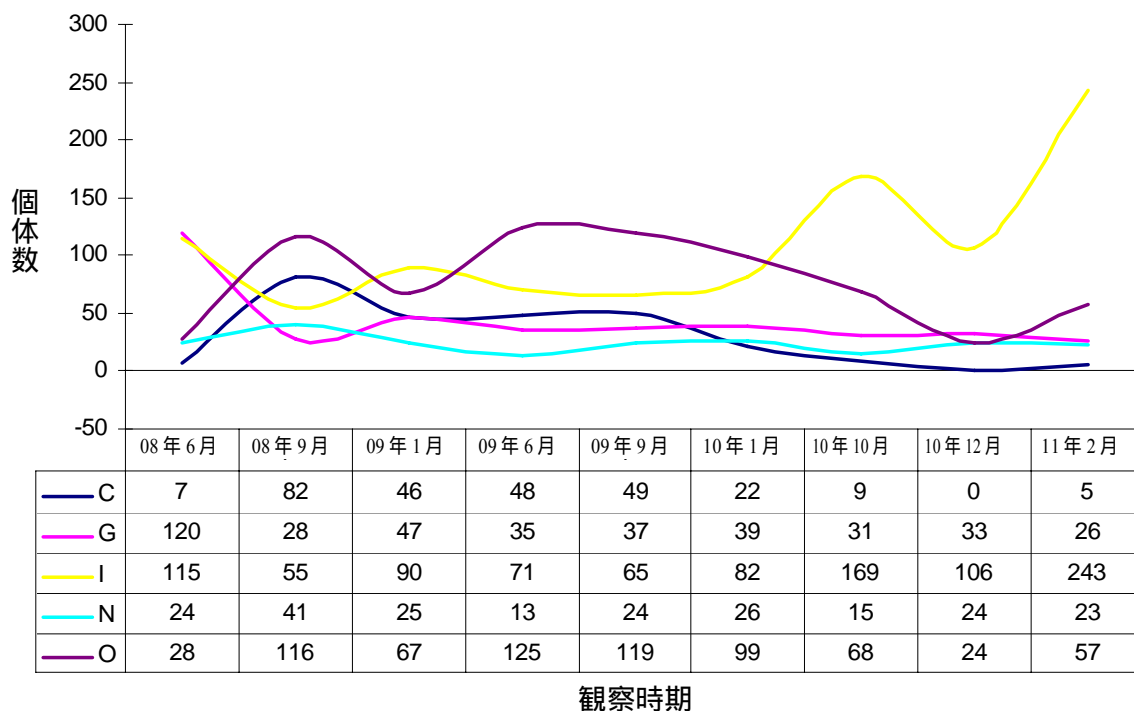


図8. 混合耕作地 (MC) におけるさまざまな観察期間での食性分類による鳥類個体数

3. パリヤン野生生物保護区（PWS）

パリヤン野生生物保護区では食虫性鳥類が優勢で、雑食性、穀食性、肉食性、果汁食性鳥類と続く。混合耕作地と同様に、PWSにおける全ての分類群が季節的变化と異なる反応を見せた。違いは、互いに類似したパターンを見せる分類群がないことである。個体数がピークに達したのは、雑食性、肉食性、果汁食性、穀食性鳥類が2011年2月であり、食虫性鳥類が2010年12月であった。

PWSにおけるそれぞれの分類群は増加傾向のパターンを示した。このような結果は、緑化活動により、PWSの環境収容力が時の経過につれて増加したことを示唆している。時が経つにつれ、植えられた樹木は日々大きく育ち、花や実を付け、昆虫類、爬虫類、鳥類に食物や住み処を提供する。樹木が多くの実を付けるようになれば、さらに多くの昆虫がその地域に出現し、それに伴い、肉食性、食虫性、雑食性の動物が増えることになる。

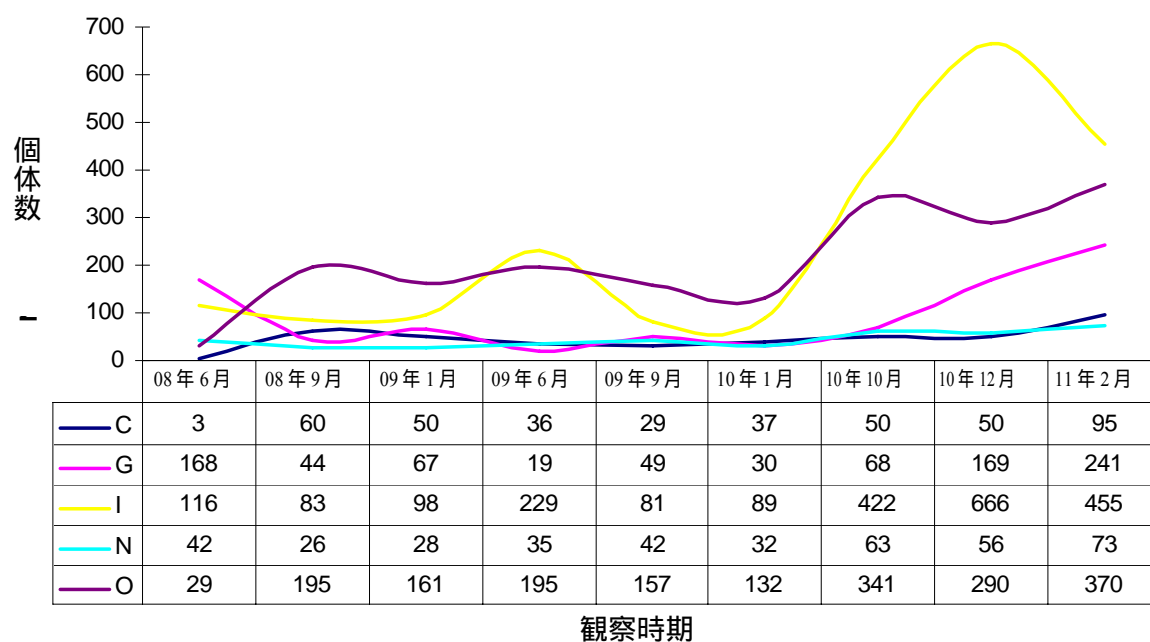


図9. パリヤン野生生物保護区（PWS）におけるさまざまな観察期間での食性分類による鳥類個体数

4. チーク共有林（TCF）

チーク共有林では食虫性鳥類が優勢で、雑食性、穀食性、果汁食性、肉食性鳥類と続く。全グループが季節変動に対して異なった反応を示し、個体数は、食虫性鳥類が2011年2月、雑食

性鳥類は2009年9月、穀食性鳥類は2008年6月、果汁食性鳥類は2008年6月、肉食性鳥類は2008年9月に最高値を示した。

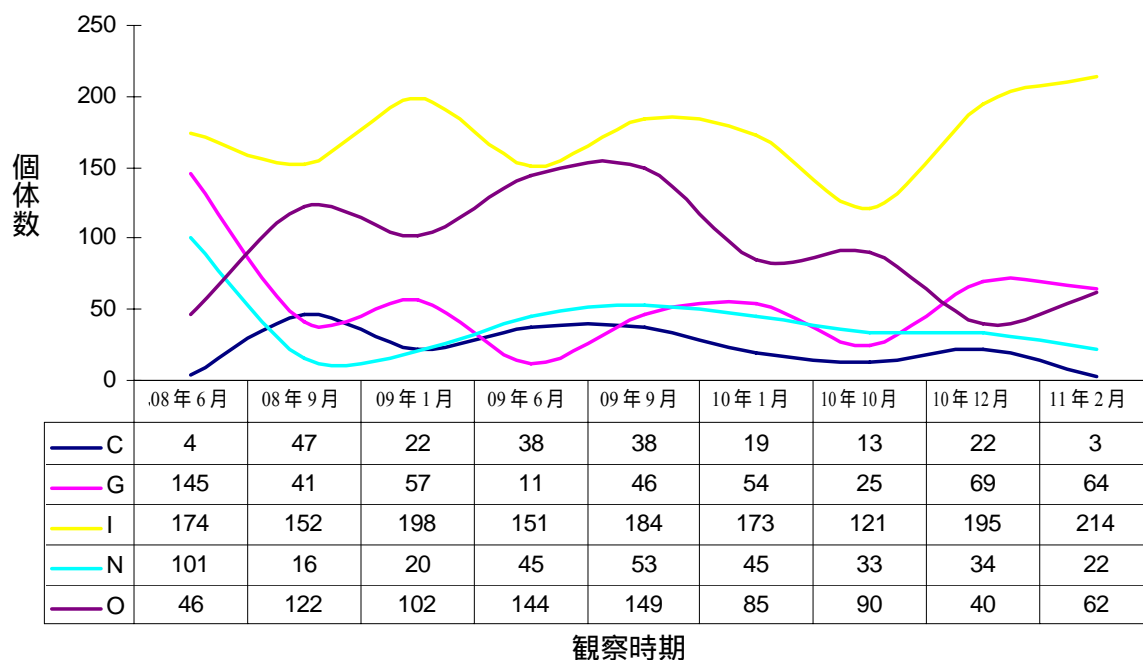


図10. チーク共有林 (TCF) におけるさまざまな観察期間での食性分類による鳥類個体数

5. ワナガマ演習林 (WEF)

ワナガマ演習林の鳥類は食虫性が優勢で、雑食性、果汁食性、肉食性、穀食性鳥類と続く。全グループが季節変動に対して異なった反応を示し、個体数は、食虫性鳥類が2009年1月、雑食性鳥類は2009年9月、果汁食性鳥類は2009年6月、肉食性鳥類は2009年1月、穀食性鳥類は2008年6月に最高値を示した。

全地域の観察データは、4期の観察期間中継続して類似の優勢パターンを示した。最も多く確認されたのは食虫性鳥類であり、果実食性、肉食性、穀食性、果汁食性鳥類と続く。このように構成が安定していることから、鳥類の多様性の増加は、食性による分類構成の考慮なしには説明できないと結論づけられる。昆虫を主体とする食物の入手しやすさは年間を通じて安定していると見られ、食虫性鳥類に十分な食物を提供し、それらを優占鳥類としているが、一方で農耕パターンは季節的周期に従い変化する。鳥類の個体数および分類群についての多様性の

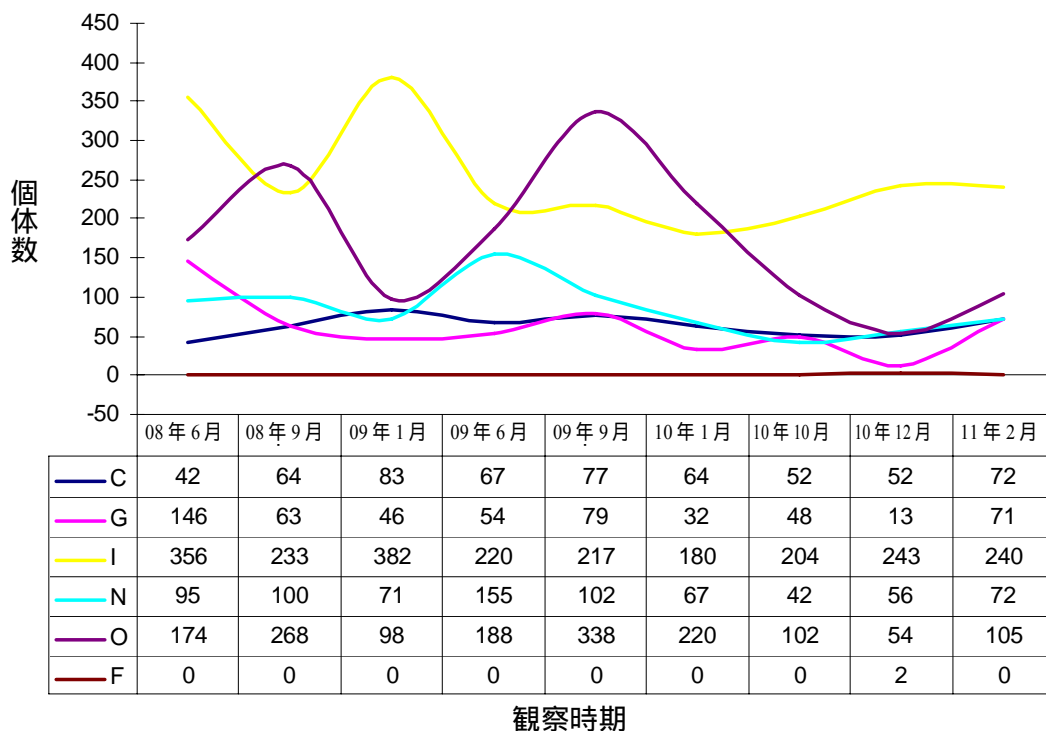


図11 ワナガマ演習林（WEF）におけるさまざまな観察期間での食性分類による鳥類個体群の数

データは、生態系の健全性指標としての役割をもつ。食虫性鳥類は、優占個体群としてだけでなく、直接の昆虫捕食者としても働く。昆虫は全地域に生息するが、分解者として生態系遷移の初期段階である土壌改善プロセスに重要な役割を果たしており、キーストーン種に指定されている。

一方、全地域の鳥類個体群は、基本食性による分類以外に、渡り鳥と留鳥にも分類される。この分類の特徴は、鳥類が移動性動物であることから非常に重要であり、そのため、渡り鳥の存在は群集構造と個体群サイズに大きな影響を与える。初年度、2年度の観察期間では、全ての地域において、渡り鳥と留鳥の構成パターンの変化に類似性が見られた。地域内に定住する種もいれば、雨期あるいは乾期に一時的に生息する種もいて、渡り鳥の種数は常に全ての地域で6月に最高値を示した。3年度では、全ての地域で種数は2011年12月に最高値を示した。

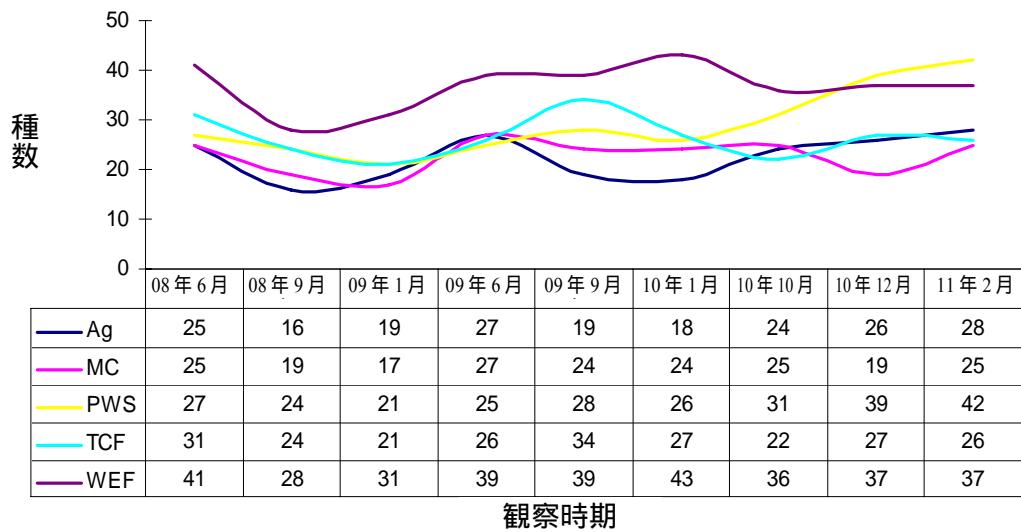


図12. さまざまな観察期間の全地域における留鳥の種数

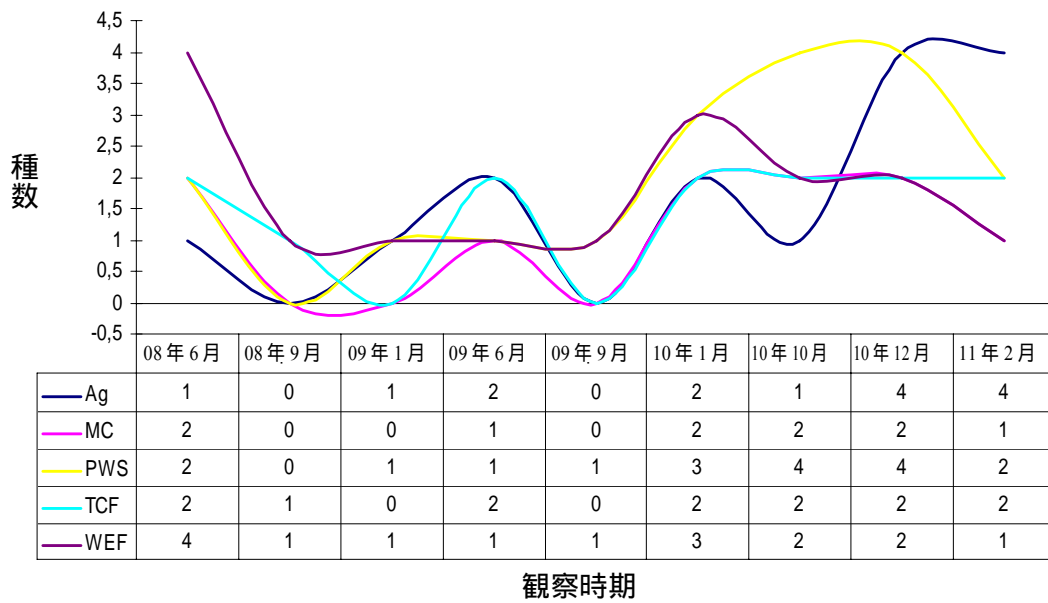


図13. さまざまな観察期間の全地域における渡り鳥の種数

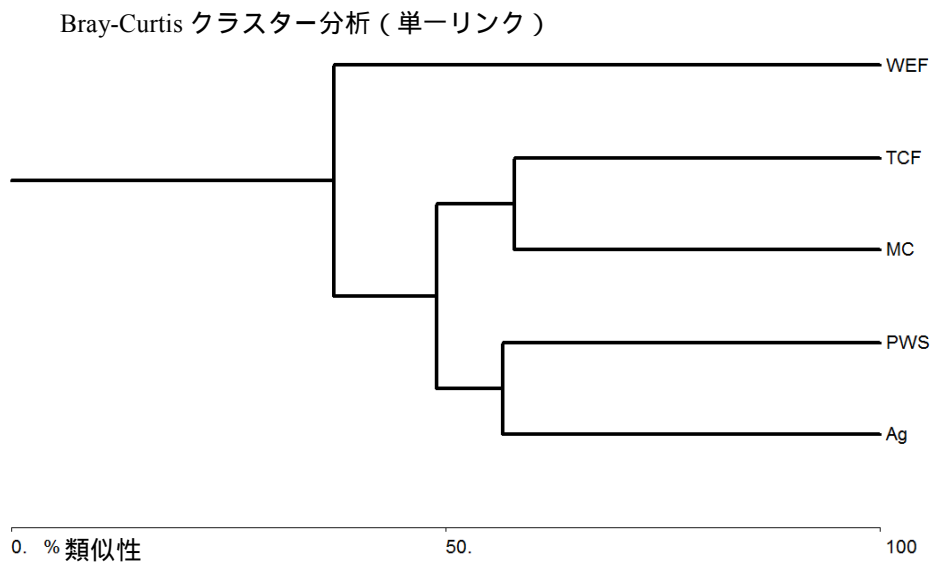


図16. 最乾期における植生構成の地域間類似性を示す樹状図

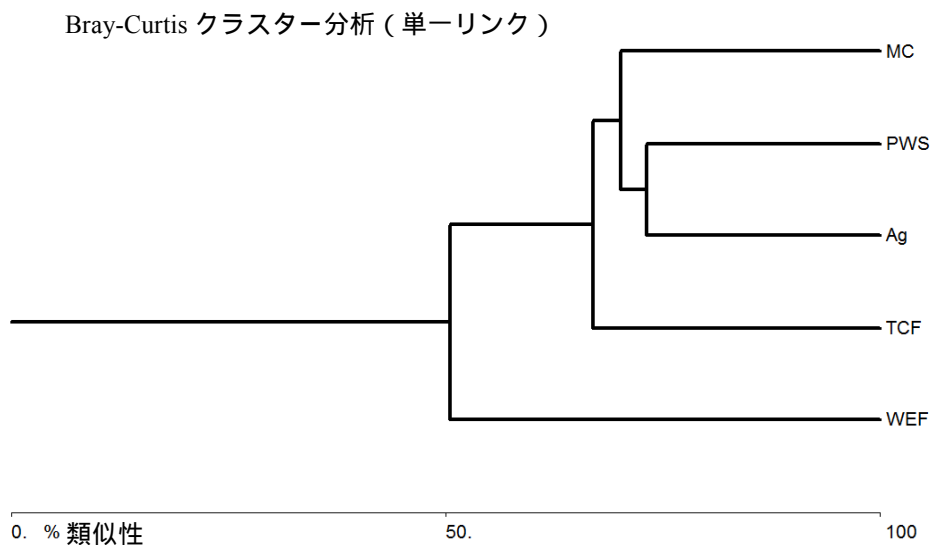


図17. 最乾期における鳥類群集の地域間類似性を示す樹状図

3. 1月 (雨期)

雨期の1月には、植生のなかった地域には既に農産物が植えられ、落葉性樹木は緑化し、その結果、全地域が鳥類にとって豊かな生息地となった。植栽方式は調査地域間で異なっているため植生構成はかなり相違があるが (類似度 < 50%) (図18)、全地域に豊富な資源があるこ

4. 10月（雨期）

3年度の調査では、前年度よりも短期間、2010年10月から2ヶ月ごとにデータ収集を行った。この調査は、観察期間による鳥類と植生の群集パターンを明らかにするために行った。結果から、同じ季節にもかかわらず10月の植生パターンは1月とは異なることが示された。この月にはすでに、全ての土地は土地利用に応じて異なる植生構成で覆われている。植生構成に基づくと、AgとTCFの2カ所は類似した植生構成を有している。両地域とも農作物の植え付けに利用されるが、その構成比率はAgが60%以上、TCFは30%未満と異なる。WEF、PWS、MCの類似性は低く（類似度は50%未満）、地域間の相違は植生構成の相違を意味している（図20）。

鳥類群集のパターンは、その差異がいくつかの地域で明らかに顕著なわけではないが（類似度<50%）、地域間で異なっていた（図21）。このパターンは観察中の植生状況、特に植生構造の影響を受けた。植生構造の点では、WEFとTCFは樹木で、AgとMCは苗木で、それぞれ占められているので、高度に類似していた。

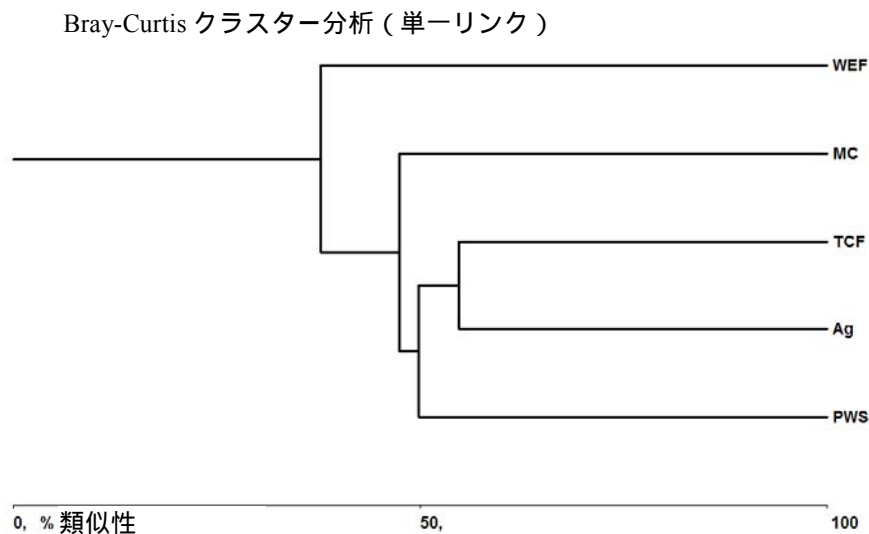


図20. 10月（雨期）の地域間における植生構成の類似性を示す樹状図

Bray-Curtis クラスタ分析 (単一リンク)

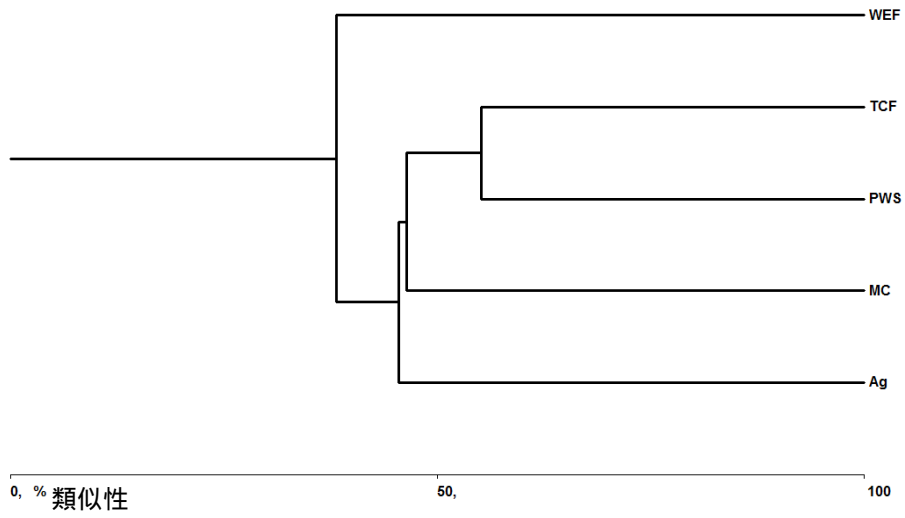


図22. 12月(雨期)の地域間における植生構成の類似性を示す樹状図

Bray-Curtis クラスタ分析 (単一リンク)

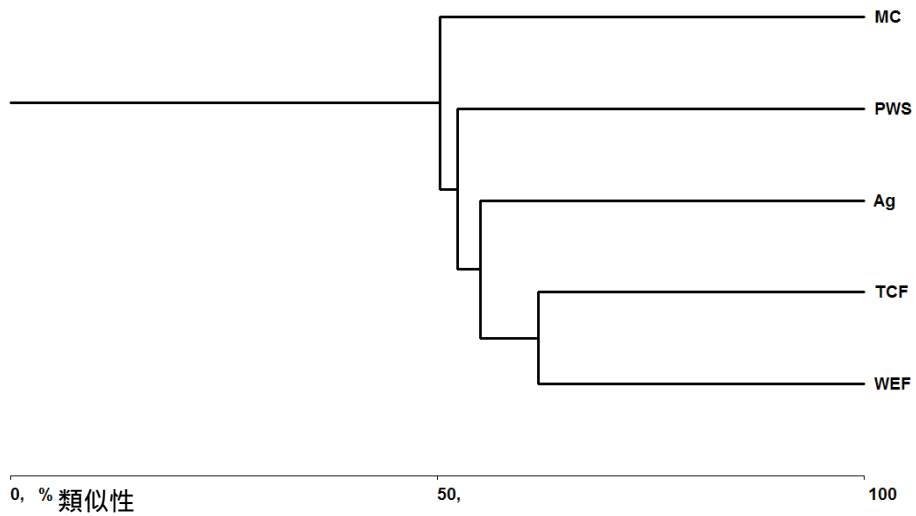


図23. 12月(雨期)の地域間における鳥類群集の類似性を示す樹状図

6. 2月（雨期）

植生構成は地域間で異なっていた。この期間、MC、TCF、PWSは植生構成で高度な類似性を有していた（図24）。これはPWSでの耕作活動が禁止され、PWSの栽培作物が減少したためである。この状況はPWSの鳥類群集、特にコメやトウモロコシを食餌とする穀食性鳥類の集合状況に影響を与えることになる。

この期間、全地域で鳥類群集は高度な類似性を有していた（類似度 > 50%）（図25）。このパターンは、AgとMC、WEFとTCFが他の地域と比べて比較的高度な類似性を示した10月と非常に良く似たパターンであった。このパターンは類似の2地域間の植生構造の類似性により生じた。PWSは、植生の構成と構造の比率が類似していたために他地域と比べて全く異なっていた。

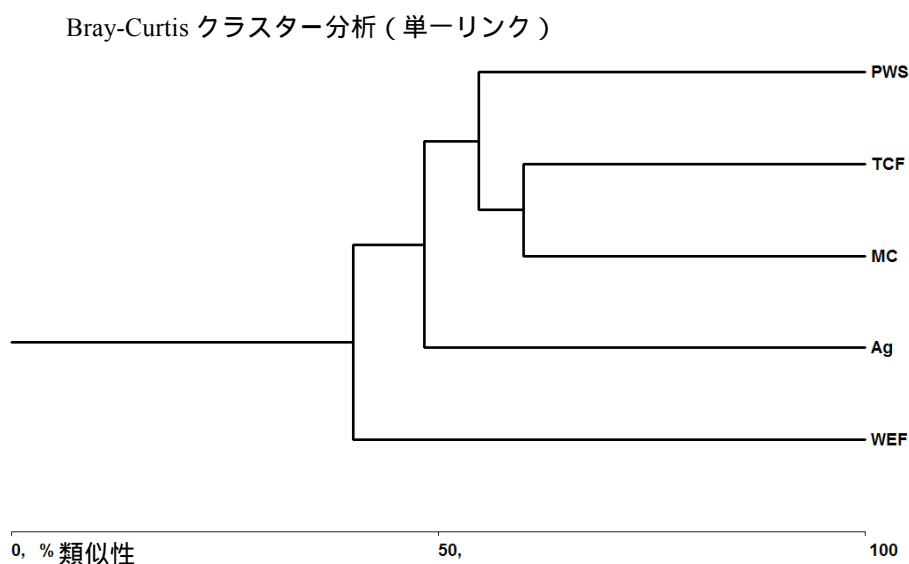


図24. 2月（雨期）の地域間における植生構成の類似性を示す樹状図

Bray-Curtis クラスタ分析 (単一リンク)

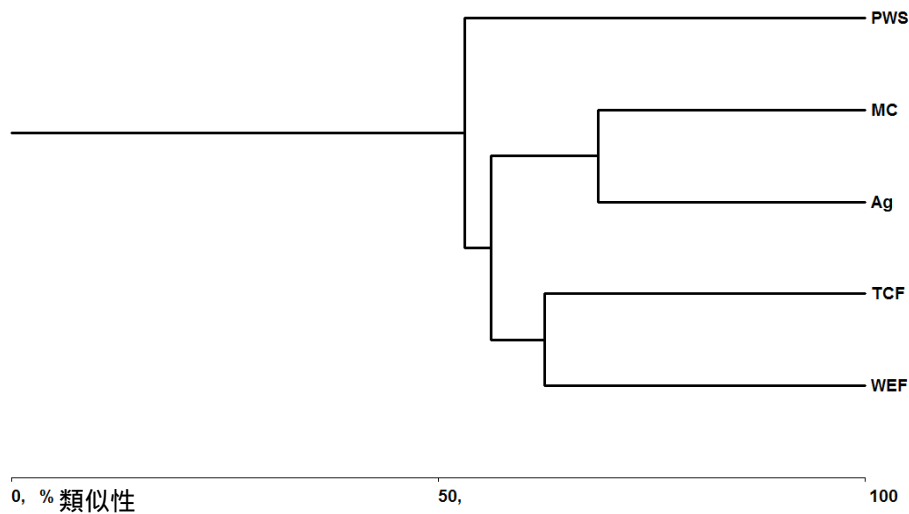


図25. 2月（雨期）の地域間における鳥類群集の類似性を示す樹状図

結論

1. 農地（Ag）、混合耕作地（MC）、パリヤン野生生物保護区（PWS）、チーク共有林（TCF）、およびワナガマ演習林（WEF）において観測された鳥類の多様性には差異があり、その中で多様度指数の最も高いのは WEF で、TCF、MC、PWS、Ag と続いた。
2. 全地域で、観察期間中の鳥類の多様性は季節変動に応じて変動している。このことは、鳥類の多様性の変動が、PWS や WEF 周辺の季節的な農業活動ばかりではなく、全地域の植栽状況に影響されていることを示している。
3. より多くの樹木種が利用される植栽方式ほど、鳥類の多様性に対して正の影響を与える。自然の植生構造および構成に近い植栽方式は、生態系の健全性、特に鳥類の多様性保全に寄与し、好ましい結果をもたらすと結論づけられる。

提言

PWS で行われた土地再生事業は、鳥類群集の生息環境の質を高める上で重要な影響を与えた。再生地の植栽は多くの野生生物に食餌の提供、微気候の安定化、および生息場所として豊かな環境を提供したため、種数や個体数が増加した。野生生物の生息環境の質は土地再生の進み具合に応じて向上していった。はじめから、土地再生事業は、裸地を豊かな植生で覆い、荒廃した土地の再生を促進する目的で設立された。

選定された植物種の適性を裏付けるには、生態系ダイナミズムに関わる更なる研究が求められる。PWS に植栽された植物の多くは、人工的に植えられたものであり、現在までしっかりと育っている。生態系ダイナミズムの観点からは、構成種が次世代の子孫を生み出すために確実に繁殖するならば、群集は正常に定着することになる。構成種が適切に繁殖できない場合、その種は PWS では死滅することになる。そのような事態では、それを阻止する努力が必要となる。地域内で生態系ダイナミズムの働きが確保されるよう、PWS 内に継続調査区を設立することを提案する。この調査区から、管理人は PWS で起こる生態系ダイナミズムに関するさまざまな情報を収集することができる。より正確、的確に調査するために標準化された手続きを用いることで、各植生の成長、種内や種間競争、管理地域に対する気候変動の影響、野生生物の群集動態、土壌の質の変化や環境要素、果食性動物の分布と分散、生存と回復などの情報を集めることが可能となる。この調査区の最終目標は、PWS だけでなく PWS と同じ特徴を持つ地域に役立つ、乾燥地の生態系における確かな再生モデルを作りあげることである。

References

- Adams, L.W., and L.E. Dove. 1989. *Wildlife Reserves and Corridors in The Urban Environment*. National Institute for Urban Wildlife. Columbia.Maryland. 91 pp.
- Anderson, S.H., and H.H. Shugart, Jr. 1974. *Habitat Selection of Breeding Birds in East Tennesse Deciduous Forest*. Ecology 55: 828-837.
- Adams, L.W. 1994. *Urban Wildlife Habitat: A Landscape Perspective*. University of Minesota Press. USA.
- Begon, M., Harper, J.L. and Townsend, C.R., 1990. Ecology: Individuals, populations and communities. 2nd ed. Blackwell Scientific Publication.
- Bibby.C.D., N.D. Burgess, and D.A. Hill. 1992. *Birds Cencus Techniques*. Academic Press. London.
- Burns, J., K.Stenberg, and W.W. Shaw. 1996. *Critical and Sensitive Wildlife Habitats in Tucson, Arizona*; Page 144-150 in K. Stenberg and W.W. Shaw, eds. Wildlife conservation and New Residential Developments. School of Renewable Natural Resources. University of Arizona Tucson.
- Byers, S.M., R.A.Mongomery, and G.V.burger. 1987. *An Assessment of Wildlife and Wildlife habitat in Kane County, Illinois*. Page 238 in L.W. Adams and D.L.Leedy, eds. Integrating man and Nature in Metropolitan Environment. National Institute for Urban Wildlife. Columbia Maryland.donnely, R. and J.M. landscape Context to Urban Bird Conservation Tim.
- Conner,R.N. 1980. *Foraging Habitat of Woodpeckers in Southwestern Virginia*. J.Field Ornith. 51:119-127.
- _____, 1981. *Seasonal Changes in Woodpeckers Foraging Patterns*. Auk 98:562-570
- Donnelly, R. and Marzluff, J.M, 2004. *Importance of Reserve Size and Landscape Context to Urban Bird conservation.....?*
- Fuller. R.J. and D.R. Lang slow. 1984. *Estimating of Birds by Point Counts: How Long Should Last?* Bird Study, 31: 195-202.
- Gavareski, C.A. 1976. *Relation of Park Size and Vegetation to Urban Bird Population in Seattle, Washington*. The Condor 28: 375-382.
- Hilden, O. 1965. *Habitat Selection in Birds*. Ann. Zoology Finnic 2: 53-75.h
- Hutto, R.L, 1981. *Temporal Patterns of Foraging Activity in Some Wood Warblers in Relation to The Availability of Insect Prey*. Behav. Sociobiol. 9:195-198
- James, F.C. 1971. *Ordinations of habitat Relationships Among Breeding Birds*. Wilson Bull. 83: 215-236.
- Judd, M.K. 2005. *Calling Wildlife*. Bureau of Wildlife Management, Wisconsin Department of natural Resources.
- Krebs, C.J., 1999. *Ecological Methodology*. 2nd ed. Benjamin/Cummings. Canada.
- Lawke. E.E. *A Comparison of Foraging Behaviour Among Permanent, Summer, and Winter Resident Bird Group*. Condor 84:84-90

- Leedy, A.L., R.M. Maestro, and T.M. Franklin. 1978. *Planning For Wildlife in Cities and Sub-Urbans*. Rep. No. FWS/ OBS-77/66. U.S. Fish and Wildlife Service. Washington. D.C. 64 pp.
- Mac Arthur, R.W. and J.W. Mac Arthur. 1961. *On Birds Species Diversity*. Ecology. 42: 594-598.
- MacKinnon, J., Phillips, K., and Van Balen, B., 1992. Burung-burung di Sumatera, Jawa , Bali dan Kalimantan. LIPI/BirdLife –Indonesia programme.
- Musyafa, 2006. Kelimpahan dan Keragaman Serangga di Suaka Margasatwa. Papper for Nasional Seminar: Urban Area Conservation in Indonesia. Faculty of Forestry, Gadjah Mada University, Yogyakarta.
- Magurran, A.E.,1998. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. New Jersey. USA.
- Rice, J., B.W. Anderson, and R.D. Ohmart. 1980. Seasonal Habitat Selection by Birds in Lower Colorado River Valley. Ecology 61: 1402-1411
- Rotenbery, J.T. 1980a. *Temporal Variation in Habitat Structure and Shrub-Steppe Bird Dynamic*. Oecologia. 47: 1-9.
- _____.1980b. *Structure, Patchiness, and Avian Communities in North American Steppe Vegetation A Multivariate Analysis*. Ecological. 61: 1228-1250.
- Santos, C.P. 2000. Succession of Breeding Bird Communities After The Abandonment of Agricultural Fields in South-East Portugal. Ardeola 47(2): 171-181
- Travis, J. 1977. *Seasonal Foraging in a Downy Woodpecker Population*. Condor 79:371-375
- Wiens, J.A. 1969. *An Approach to The Study of Ecological Relationships Among Grassland Birds*. Ornithology. Monography. 8: 1-93.
- Wilson, M.F, 1970. *Foraging Behaviour of Some Winter Birds of Deciduous Wood*. Condor 72:169-174
- . 1971. *A note on Foraging Overlap in Winter Birds of Deciduous Wood*. Condor 73:480-481
- _1974.*Avian Community Organization and Habitat Structure*. Ecology. 55: 1017-1029.
- James, F.C. 1971. *Ordinations of habitat Relationships Among Breeding Birds*. Wilson Bull. 83: 215-236.
- Judd, M.K. 2005. *Calling Wildlife*. Bureau of Wildlife Management, Wisconsin Department of natural Resources.
- Krebs, C.J., 1999. *Ecological Methodology*. 2nd ed. Benjamin/Cummings. Canada.
- Lawke. E.E. *A Comparison of Foraging Behaviour Among Permanent, Summer, and Winter Resident Bird Group*. Condor 84:84-90
- Leedy, A.L., R.M. Maestro, and T.M. Franklin. 1978. *Planning For Wildlife in Cities and Sub-Urbans*. Rep. No. FWS/ OBS-77/66. U.S. Fish and Wildlife Service. Washington. D.C. 64 pp.

- Mac Arthur, R.W. and J.W. Mac Arthur. 1961. *On Birds Species Diversity*. Ecology. 42: 594-598.
- MacKinnon, J., Phillips, K., and Van Balen, B., 1992. Burung-burung di Sumatera, Jawa , Bali dan Kalimantan. LIPI/BirdLife –Indonesia programme.
- Musyafa, 2006. Kelimpahan dan Keragaman Serangga di Suaka Margasatwa. Papper for Nasional Seminar: Urban Area Conservation in Indonesia. Faculty of Forestry, Gadjah Mada University, Yogyakarta.
- Magurran, A.E.,1998. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. New Jersey. USA.
- Rice, J., B.W. Anderson, and R.D. Ohmart. 1980. Seasonal Habitat Selection by Birds in Lower Colorado River Valley. Ecology 61: 1402-1411
- Rotenberry, J.T. 1980a. *Temporal Variation in Habitat Structure and Shrub-Steppe Bird Dynamic*. Oecologia. 47: 1-9.
- _____.1980b. *Structure, Patchiness, and Avian Communities in North American Steppe Vegetation A Multivariate Analysis*. Ecological. 61: 1228-1250.
- Santos, C.P. 2000. Succession of Breeding Bird Communities After The Abandonment of Agricultural Fields in South-East Portugal. Ardeola 47(2): 171-181
- Travis, J. 1977. *Seasonal Foraging in a Downy Woodpecker Population*. Condor 79:371-375
- Wiens, J.A. 1969. *An Approach to The Study of Ecological Relationships Among Grassland Birds*. Ornithology. Monography. 8: 1-93.
- Wilson, M.F, 1970. *Foraging Behaviour of Some Winter Birds of Deciduous Wood*. Condor 72:169-174
- . 1971. *A note on Foraging Overlap in Winter Birds of Deciduous Wood*. Condor 73:480-481
- _.1974. *Avian Community Organization and Habitat Structure*. Ecology. 55: 1017-1029.