

# 環動昆

原 著

松本和馬：東京都多摩市の森林総合研究所多摩試験地および 都立桜ヶ丘公園のチョウ類群集と森林環境の評価 .....	1
東條達哉・桜谷保之：里山林を含む大学キャンパスにおける チョウ類群集の環境選択性 .....	17
久保田俊一・庄野美徳・水戸信彰・角田邦夫：フェノブカルブ およびパーメスリンのイエシロアリおよびヤマト シロアリに対する効力比較（英文） .....	31
解 説	
田付貞洋：特定外来生物“アルゼンチンアリ”の分布・生態・防除 .....	39
市川憲平：里地の水生昆虫の現状と保全 .....	47
書 評 .....	51
会 報 .....	53
投稿規定 .....	55

Vol. 19

1

日本環境動物昆虫学会

2008

## 東京都多摩市の森林総合研究所多摩試験地および都立桜ヶ丘公園の チョウ類群集と森林環境の評価

松本和馬

独立行政法人森林総合研究所多摩森林科学園

(受領 2007年7月14日；受理 2008年2月26日)

Butterfly assemblages and assessment of the forest environment in the Tama Experimental Station of Forestry and Forest Products Research Institute and the Tokyo Metropolitan Sakuragaoka Park in Tama City, Tokyo. Kazuma Matsumoto. Tama Forest Science Garden, Forestry and Forest Products Research Institute, Hachioji, Tokyo 193-0843, Japan.

### Abstract

Butterfly assemblages were monitored in 2003, 2004 and 2005 by transect counts in and around the forests of the Tama Experimental Station of Forestry and Forest Products Research Institute and the adjoining Sakuragaoka Park in Tama City, Tokyo Metropolis, to evaluate environmental status of these areas. A total of 46 species was recorded by the transect census at both areas during the three year period. Diversity indices varied by year, but were similar between the two study areas in the same year. In the Sakuragaoka Park forest where bamboo grass undergrowth was regularly cleared, more species were found than in the Tama Experimental Station forest where uncontrolled bamboo grass grew densely. However, the density of individuals was relatively high in the Tama Experimental Station forest compared to the Sakuragaoka Park forest because of the high abundance of bamboo grass that acts as feed for *Lethe diana* (Butler) and *L. sicelis* (Hewitson), Sunose EI indices indicated that the environmental conditions of the two study areas were of moderate level, whereas Tanaka ER indices indicated that the study areas could be classified as in a "primitive stage" (Tama Experimental Station in 2003), close to a "primitive stage" (Tama Experimental Station in 2004; Sakuragaoka Park in 2003 and 2005), and "afforested stage" (Sakuragaoka Park in 2004), or the ER values showed an irregular pattern with a very high value for a primitive stage (Tama Experimental Station in 2005). The two study areas were considered to maintain butterfly fauna that typically occurred in the coppice woods of Tokyo's suburbs. However, the abundance of the species that depended on coppice woods was rather low, except for bamboo grass feeding Lethini (Nymphalidae; Satyrinae).

**Key words :** Butterfly assemblage, Urban forest, Transect census, Diversity

東京都多摩市の森林総合研究所多摩試験地と隣接する東京都立桜ヶ丘公園はともにコナラークヌギ林が過半を占め、多摩試験地では林床のササが放置され密生しているが、桜ヶ丘公園では林床のササを刈って管理している。この両地で2003年から2005年までトランセクト法によるチョウ類群集の調査を行い、チョウ類群集の比較を行った。多摩試験地、桜ヶ丘公園ともに3年間のセンサスで46種が記録され、種数では差がなかった。多様性指数も年較差はやや大きかったが、同一年の比較では2箇所で大差はなかった。両調査地間の類似度は比較的高かったが、林内に限って比較すると、桜ヶ丘公園の方が一部の草原性種や明るい林を好む種が加わるため、多摩試験地よりも種数が多かった。一方多摩試験地の林内ではクロヒカゲとヒカゲチョウの個体数が多かったため、生息密度は比較的高かった。各年および3年間の累計値に基づいたEI指数は、多摩試験地、桜ヶ丘公園ともに農村等に当たる「中自然」を示した。ER指数による評価は、2003年の多摩試験地は原始段階、2004年の多摩試験地および2003年と2005年の桜ヶ丘公園はERpsとERrsの値が近い原始段階的なパターン、2005年の多摩試験地は原始段階の値が強調された特異なパターン、2004年の桜ヶ丘公園は二次段階を示し、現状との不一致はあったが比較的高い自然度を示唆する結果が得られた。多摩試験地と桜ヶ丘公園には東京近郊の里山林的なチョウ類相が維持されていると評価できたが、ササ食のヒカゲチョウ族以外は個体数が少なかった。

## はじめに

1970年代以降、ニュータウン建設を中心に急速に都市化が進んだ多摩丘陵には、残存する薪炭林由来の雑木林（里山林）を主体に公園化したところがある。これらの公園では生物の保全を考慮した植生の管理が行われていることが多い。このような環境で本来の里山林のチョウ類群集が維持されているかどうかは、都市近郊林における里山的生物の保全の方向性を探る上で、また現在の管理の妥当性の検証の意味でも興味深い。

筆者は先に、多摩丘陵上に位置する東京都多摩市の森林総合研究所多摩試験地と隣接する都立桜ヶ丘公園でゴミムシ類を調査し、その群集がササを刈って林床植生を管理している桜ヶ丘公園で貧弱であり、放置されてササが繁茂した多摩試験地の林内ではより多様度高いことを報告した（松本, 2005a）。しかし、ササの繁茂は林床性の草本植物の生育を困難にさせることも実証的なデータによって示されている（中静・飯田, 1996）。このように生物を指標として環境の評価を行おうとする場合には、対象とする生物により異なる結論が導かれることも考慮し、複数の分類群に基づく総合的な評価を行うことが望ましい。

本研究では、林内植生の管理形態が異なる多摩試験地と桜ヶ丘公園のチョウ類群集を調査対象とし、両者を比較しつつ環境評価を行うこととした。チョウ類群集を指標として環境評価を行う手法は定着しており、野外での調査法として通常採用されるのは、一定ルートに沿って歩いて遭遇したチョウ類を目視同定により記録するトランセクト法である。このような調査は近畿地方を中心に実行例が多く、環境とチョウ類群集の解析結果を関連付けた論議が盛んである（日浦, 1973, 1976；田中, 1988；石井, 1996；石井ら, 1991, 1995；今井, 1995；関谷, 1998；尾崎ら, 2004；竹中ら, 2004；吉田, 2004, Nishinaka and Ishii, 2006, 2007；他）。関東地方の森林環境では Inoue (2003) が北茨城市の冷温帯的な要素の強い各種森林および草地環境, Kitahara and Fujii (1994) が筑波山麓の雑木林2箇所, 山本 (1983 他) と巢瀬 (1986, 1993) が雑木林を一部に含む田園環境で調査を行っている。しかし東京都では、赤坂御用地（吉田・安藤, 2002）、野川公園, 小金井公園（吉田ら, 2004）の3箇所の緑地や都市公園での調査、および高齢の人工林と長期にわたる植生遷移を経た常緑樹二次林を主とする森林総合研究所多摩森林科学園での調査（松本, 2007a）の例があるにすぎず、多摩丘陵に広く存在するコナラ、クヌギを主とする薪炭林由来の雑木林のチョウ類群集の現状はこれまで調査されたことがない。そこで本報では2つの調査地のチョウ類群集を、他地域の里山的环境や都内の緑地環境での先行研究の結果とも比較し、調査地のチョウ類群集がどのように位置づけられ

るかを検討した。なお「里山」は広義には耕作地や、茅場、秣場などを含む田園景観、狭義には農用林（薪炭肥料林）を指すが（石井, 2001）、本報では専ら雑木林のチョウ類を問題とするため後者の意味で「里山林」を用いる。また多摩試験地は2007年4月より「森林総合研究所連光寺実験林」となっているが、ここでは現地調査を行った2006年までの名称を用いる。

## 材料および方法

## 1. 調査地と野外調査法

東京都多摩市の森林総合研究所多摩試験地とこれに隣接する都立桜ヶ丘公園（標高約70~230m）で2003年から2005年まで調査を行った（図1）。多摩試験地の林内では植生を管理していないのに対し、桜ヶ丘公園では林床のアズマネザサ *Pleioblastus chino* (Fr. et Sav.) Makino（以下単に「ササ」という）を刈って管理している。



図1 森林総合研究所多摩試験地と東京都立桜ヶ丘公園（飛び地部分は省略）の概況と調査ルート。網かけ部分は森林（ほとんどがコナラを主とする落葉広葉樹林）、等高線は海拔100mおよび120mを示す。——、雑木林内部を通るルート；//////、樹木園、林縁、広場、樹冠に覆われない広い道、雑木林以外の林などを通過するルート；○、起点；◎、多摩試験地と桜ヶ丘公園の境界点；●、終点。

多摩試験地の面積は 5.1 ha で、東側の高台は樹冠を構成する樹種にコナラ *Quercus serrata* Murray を主体とし、クヌギ *Q. acutissima* Carruthers, アラカシ *Q. glauca* Thunb, スダジイ *Castanopsis cuspidata* var. *steboldii* (Makino) Nakai, ヤマザクラ *Prunus jamasakura* Sieb. ex Koidzumi, アカマツ *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc. が混じる雑木林がある。これら上層木は長期間（おそらく 50 年程度）伐採されず、かなり大きくなっている。林内は高さ約 3 m のササが密生しているところが大部分であるが、スダジイ、アラカシなどの常緑樹が多く混じり、林床植生の発達が悪い部分も存在する。ササの密生地の中には幅 10 m, 長さ 200 m のベルト状に地際まで刈り込んだ区域（動物観察のため他の研究者が設定）があるが、これ以外の植生管理は行われていない。西側の低地には樹木園があり、各種樹木が比較的広い間隔で植えられていて明るく、草本の生育が旺盛なため、草刈り機による除草が 5 月から 9 月までの間に 2~3 回行われている。

桜ヶ丘公園は面積 27.9 ha で、コナラが優占する雑木林を中心とする公園である。上層木の構成は多摩試験地と同様で、やはり長期間伐採されていない。生物多様性の維持に配慮した林内植生の管理を行っており、ササの高さが 1.5 m ほどになったところで草刈り機による刈り取りが行われている。雑木林の外側は芝生に覆われた広場、庭園植物の植え込みなどがある。

図 1 に多摩試験地と桜ヶ丘公園の概略および調査ルートを示した。まず多摩試験地の林内、ついで樹木園を一巡した後、桜ヶ丘公園の北側の雑木林に入り、芝生の広場を通る大通りを通って南の「こならの丘」に登り、小面積の雑木林、クリ林、ウメ林が連続する区間を通って隣接する多摩市立連光寺公園との境界に達したところで終点とした。ルート長は多摩試験地が 1.1 km, 桜ヶ丘公園が 1.4 km である。調査は 4 月から 11 月までとし、2003 年には月 1 回、2004 年と 2005 年は毎月 2 回調査した。調査に当たってはルートを歩きながら、両側および前方 5 m 以内に出現したチョウ類を目視同定し、種名、個体数、時刻、場所などを記録した。またセンサス開始前や終了後、および他の機会に調査地を訪れた際に目撃されたチョウ類も記録し、調査地の生息種をできる限り明らかにするよう努めた。センサス結果は多摩試験地、桜ヶ丘公園それぞれの全ルートについて集計したほか、多摩試験地と桜ヶ丘公園の雑木林内部のチョウ相の比較のため、小径が雑木林の林内のみを連続的に通る多摩試験地の A 区間 (0.66 km), 桜ヶ丘公園の B 区間 (0.27 km) と C 区間 (0.33 km) についても別途集計した (図 1)。

## 2. 解析法

チョウ類群集を種数、個体数、種多様度、環境評価指

数で評価した。種多様度の指数として Simpson (1949) の多様度指数 ( $=1/\lambda$ ), Pielou (1969) の均衡度指数  $J'$  を計算した。ただし、

$$\lambda = \frac{\sum N_i(N_i-1)}{N(N-1)}$$

$$J' = \sum \left\{ \left( \frac{N_i}{N} \right) \log_2 S \left( \frac{N_i}{N} \right) \right\}$$

$N_i$  は  $i$  番目の種の個体数,  $N$  は全種の個体数の合計である。環境評価指数として田中 (1988) の環境存在比 ( $ER$ ) と巢瀬 (1993) の  $EI$  指数を計算した。

$$ER = \frac{\sum X_i \cdot N_i \cdot I_i}{\sum N_i \cdot I_i}$$

$$EI = \sum x_i$$

$X_i$  は各環境段階における種  $i$  の生息分布度,  $I_i$  は種  $i$  の指標値,  $x_i$  は巢瀬 (1998) の定める種  $i$  の重み付け指数である。

群集間の類似度の指数として Pianka (1973) の  $\alpha$  指数を計算した。

$$\alpha = \frac{\sum p_{1i} \cdot p_{2i}}{\sqrt{\sum (p_{1i})^2} \sqrt{\sum (p_{2i})^2}}$$

$$p_{1i} = \frac{n_{1i}}{N_1}, \quad p_{2i} = \frac{n_{2i}}{N_2}$$

$n_{1i}$ ,  $n_{2i}$  はそれぞれ群集 1 と群集 2 の種  $i$  の個体数,  $N_1$ ,  $N_2$  はそれぞれ群集 1 と群集 2 の総個体数である。

チョウ類の種名、分類体系は概ね矢田 (2007) に従った。記録された種の生息場所特性を、田中 (1988) にしたがって森林性種と草原性種に識別した。

## 3. 近畿地方の里山環境、東京都の緑地および森林環境との比較

チョウ類群集が里山的か否かを判断する一つの目安として、生息密度と多様度指数の関係がある (石井ら, 1995)。そこで、多摩試験地と桜ヶ丘公園の 3 年間の調査結果を、都内の緑地である赤坂御用地 (吉田・安藤, 2002), 小金井公園, 野川公園 (吉田ら, 2004), 多摩森林科学園 (松本, 2007a), 近畿地方の林地を主とする里山環境である大阪府能勢町三草山 (石井ら, 1995; Nishinaka and Ishii, 2006, 2007), 神戸市神山田自転車道路沿いの 2 区間 (関谷, 1998), 神戸市「しあわせの村」(竹中ら, 2004) とともに多様度指数, 生息密度を両軸としたプロットを行って比較した。以上の生息密度と多様度指数の関係からは、里山林に依存する個々の種が衰退しているかどうかなどの生息状況は判断できない。また、

里山林に生息する森林性チョウ類には、都市近郊では里山林以外に主たる生息場所を持たない種と、里山林以外の環境にも生息しうる種（アオスジアゲハ、キタキチョウなど）が共存している。そこで、これまでの先行研究（石井ら、1995；石井、2001；Nishinaka and Ishii, 2006；竹中ら、2004）でも「里山のチョウ」あるいは里山環境を特徴づける種として扱われているエノキ属食のタテハチョウ科（テングチョウ、ヒオドシチョウ *Nymphalis xanthomelas japonica* (Stichel), ゴマダラチョウ、オオムラサキ *Sasakia charonda* (Hewitson)), 落葉性コナラ属食のミヤマセセリ *Erynnis montanus* (Bremer) とミドリシジミ族 (Theclini) 4種（アカシジミ、ウラナミアカシジミ、ミズイロオナガシジミ、オオミドリシジミ）、森林性スミレ属（主にタチツボスミレ *Viola gryoceras* A. Gray）食で林内や林縁で産卵するヒョウモンチョウ類4種（ミドリヒョウモン、メスグロヒョウモン、クモガタヒョウモン *Nephargynnis anadyomene midas* (Butler), オオウラギンスジヒョウモン *Argyronome ruslana* (Motschulsky)), ササ食のコチャバネセセリ、オオチャバネセセリとヒカゲチョウ族 (Lethini) 3種（ヒカゲチョウ、クロヒカゲ、サトキマダラヒカゲ）の生息密度を、多摩試験地、桜ヶ丘公園と近畿地方の4つの調査地との間で比較した。これらの種は関東、近畿の大都市圏の低標高地においては、コナラ、クヌギを主とする落葉樹林以外に主たる生息場所が無いので里山林に対する依存度が高い種と考えられる（以下単に「里山林（に）依存（する）種」という）。田中（1988）が草原性としたオオチャバネセセリもササ類を食草として利用することが多く、かつ近年関東地方南部では里山林の放置や消失に伴って減少している可能性が指摘されているので（中村・高桑、2006）、ここでは現状で衰退の可能性がある里山林依存種に含めた。また、三草山で記録されている落葉性コナラ属食のミドリシジミ族の内、関東地方の低地に生息しないウラミスジジミ、ウラジロミドリシジミ、ヒロオビミドリシジミは無視した。

これら4箇所と多摩試験地、桜ヶ丘公園は、チョウ類の生息密度に影響を及ぼすと考えられる周囲の樹林の連続性と林内植生の管理状態に違いが見られる。周囲の樹林の連続性の基準として、調査ルートを含む4km四方の樹林の割合を「航空写真」（Google マップ）で判断すると、三草山（樹林面積は約90%）>神出山田自転車道A区間（約70%）>神出山田自転車道A区間（約50%）＝「しあわせの村」（約50%）>多摩試験地・桜ヶ丘公園（約10%）の順で位置づけられる。林内植生の管理状態等については、三草山では下層植生の刈取りや萌芽更新などの植生管理が行われている（石井ら、1995；Nishinaka and Ishii, 2006, 2007）。竹中ら（2004）は「しあわせの村」のアカマツ・コナラ林では遊歩道を

確保するための不定期な下草刈りが行われているだけで、実質的には放置されているとしている。関谷（1998）は調査地の林内の植生管理状態を述べていないが、林内遊歩道等の特別な利用目的がないならば放置されている可能性が高い。ただし、写真（同論文の「図2」）を見ると林縁部にあたる自転車道沿いは人工的に植えられた高木や低木が見られ、マント群落の発達や道路上に延びだした枝が見られないなど整然としており、除草や刈払いなどの植生管理も行われているように見受けられる。

三草山では繰り返しトランセクト調査が行われているが、1999年と2001年の4月から10月まで月2回の調査が行われた Nishinaka and Ishii (2006) のデータが、調査頻度や調査年数が本研究と近いのでこれを採用した。竹中ら（2004）の調査も2000～2002年の4月から10月まで月2回行われた。関谷（1998）の調査は1994年10～11月と1995年4～9月に行われ、1994年11月の調査は1回、他の月は2回の合計15回の調査が行われている。これらのデータとなるべく同じ基準で比較するために本調査で得られた11月のデータは無視した。

## 結 果

### 1. 種構成と個体数

多摩試験地、桜ヶ丘公園とも3年間で5科46種が記録された（表1、表2）。このほかにセンサス時以外に、多摩試験地ではオナガアゲハ（2003年4月29日）、ウラゴマダラシジミ *Artopoetes pryeri* (Murray) (2004年6月16日)、ムラサキツバメ（2005年10月13日）、ゴイシシジミ（2005年8月27日）、アカタテハ *Vanessa indica* (Herbst) (2003年9月12日)、桜ヶ丘公園ではミヤマセセリ（2005年4月8日）、ゴイシシジミ（2004年6月16日）、ミスジチョウ *Neptis philyra* Ménétriés (2005年6月28日)、クロコノマチョウ（2003年9月12日）、アカタテハ（2005年10月13日）が目撃されているので、両調査地とも51種が確認されていることになる。

表3に両調査地における個体数上位5種を示した。多摩試験地ではヤマトシジミ、クロヒカゲ、ヒカゲチョウ、ヒメウラナミジャノメが毎年上位5種に含まれ、特にクロヒカゲ（1位2回）とヤマトシジミ（1位1回）が多かった。桜ヶ丘公園では個体数1位の種は、2003年から2005年までサトキマダラヒカゲ、イチモンジセセリ、ヤマトシジミと入れ替わったが、ヤマトシジミは2003年と2004年も2位で、桜ヶ丘公園においても特に多い種であり、ほかにキタキチョウが毎年、スジグロシロチョウが2回上位5種に含まれた。このほか多摩試験地ではイチモンジセセリ、スジグロシロチョウ、キタキチョウ、サトキマダラヒカゲが、桜ヶ丘公園ではモンキチョウ、ツバメシジミ、ベニシジミ、クロヒカゲが各1



表1 多摩試験地におけるトランセクト調査で目撃されたチョウ類各種の生息密度(個体数/km/センサス)と年間総個体数(括弧内)

種名	2003年	2004年	2005年	2003-2005年合計
<b>ヒセリチョウ科 HesperIIDae</b>				
ダイミヨウセセリ <i>Daimio tethys</i> (Ménétriés)	—	0.06 (1)	—	0.02 (1)
コチャバナセセリ <i>Thoressa varia</i> (Murray)	0.52 (4)	0.17 (3)	—	0.16 (7)
ヒメキマダラセセリ <i>Ochlodes ochraceus</i> (Bremer)	0.39 (3)	0.51 (9)	0.63 (11)	0.54 (23)
ヤマダラセセリ <i>Potanthus flavus</i> (Murray)	—	0.28 (5)	0.11 (2)	0.16 (7)
オオチャバナセセリ <i>Polytremis pellucida</i> (Murray)	0.13 (1)	—	0.06 (1)	0.05 (2)
チャバナセセリ <i>Pelopidas mathias oberthueri</i> Evans	—	—	0.06 (1)	0.02 (1)
イチモンジセセリ <i>Parnara guttata</i> (Bremer et Grey)	0.52 (4)	3.01 (53)	0.51 (9)	1.54 (66)
<b>アゲハチョウ科 Papilionidae</b>				
ジャコウアゲハ <i>Byasa alcinous</i> (Klug)	0.13 (1)	0.17 (3)	0.51 (9)	0.30 (13)
アオスジアゲハ <i>Graphium sarpedon nipponum</i> (Fruhstorfer)	0.52 (4)	0.17 (3)	0.40 (7)	0.33 (14)
アゲハ <i>Papilio xuthus</i> Linnaeus	0.13 (1)	0.17 (3)	0.17 (3)	0.16 (7)
キアゲハ <i>Papilio machaon hippocrates</i> C. et R. Felder	0.13 (1)	0.11 (2)	0.11 (2)	0.12 (5)
クロアゲハ <i>Papilio protenor demetrius</i> Stoll	0.13 (1)	0.17 (3)	0.06 (1)	0.12 (5)
カラスアゲハ <i>Papilio dehaanii</i> C. et R. Felder	0.13 (1)	0.11 (2)	0.06 (1)	0.09 (4)
<b>シロチョウ科 Pieridae</b>				
ツマキチョウ <i>Anthocharis scolymus</i> Butler	0.26 (2)	0.11 (2)	0.06 (1)	0.12 (5)
モンシロチョウ <i>Pieris rapae crucivora</i> (Boisduval)	0.13 (1)	0.11 (2)	—	0.07 (3)
スジグロシロチョウ <i>Pieris melete</i> (Ménétriés)	1.69 (13)	1.7 (30)	0.63 (11)	1.26 (54)
キタキチョウ <i>Eurema mandarina</i> (de l'Orza)	1.04 (8)	0.68 (12)	1.19 (21)	0.96 (41)
モンキチョウ <i>Colias erate poliographus</i> Motschulsky	—	—	0.06 (1)	0.02 (1)
<b>シジミチョウ科 Lycaenidae</b>				
ウラギンシジミ <i>Curetis acuta paracuta</i> de Nicéville	—	0.23 (4)	0.34 (6)	0.23 (10)
ムラサキシジミ <i>Narathura japonica</i> (Murray)	0.26 (2)	0.28 (5)	0.63 (11)	0.42 (18)
アカシジミ <i>Japonica lutea</i> (Hewitson)	—	0.06 (1)	—	0.02 (1)
ウラナミアカシジミ <i>Japonica saepestriata</i> (Hewitson)	—	—	0.11 (2)	0.05 (2)
ミズイロオナガシジミ <i>Antigius atilia</i> (Bremer)	—	0.06 (1)	0.23 (4)	0.12 (5)
コツバメ <i>Callophrys ferrea</i> (Butler)	—	—	0.06 (1)	0.02 (1)
トラフシジミ <i>Rapala arata</i> (Bremer)	—	0.06 (1)	—	0.02 (1)
ベニシジミ <i>Lycaena phlaeas daimio</i> (Matumura)	0.78 (6)	0.80 (14)	0.40 (7)	0.63 (27)
ウラナミシジミ <i>Lampides boeticus</i> Linnaeus	—	—	0.06 (1)	0.02 (1)
ヤマトシジミ <i>Zizeeria maha argia</i> (Ménétriés)	5.84 (45)	10.73 (189)	4.77 (84)	7.41 (318)
ツバメシジミ <i>Everes argiades</i> (Pallas)	—	0.23 (4)	0.06 (1)	0.12 (5)
ルリシジミ <i>Celastrina argiolus ladonides</i> (de l'Orza)	—	0.17 (3)	0.11 (2)	0.12 (5)
<b>タテハチョウ科 Nymphalidae</b>				
テングチョウ <i>Libythea lepita celtoides</i> Fruhstorfer	—	—	0.17 (3)	0.07 (3)
キタテハ <i>Polygonia c-aureum</i> (Linnaeus)	—	0.06 (1)	0.11 (2)	0.07 (3)
ルリタテハ <i>Kaniska canace no-japonicum</i> (von Siebold)	—	—	0.11 (2)	0.05 (2)
メスグロヒヨウモン <i>Damora sagana liane</i> (Fruhstorfer)	0.13 (1)	0.28 (5)	0.11 (2)	0.19 (8)
ミドリヒヨウモン <i>Argynnis paphia tsushimaana</i> Fruhstorfer	—	—	0.06 (1)	0.02 (1)
ツマグロヒヨウモン <i>Argyreus hyperbius</i> (Linnaeus)	—	—	0.17 (3)	0.07 (3)
コムスジ <i>Neptis sappho intermedia</i> W. B. Pryer	0.38 (4)	0.45 (8)	0.45 (8)	0.47 (20)
イチモンジチョウ <i>Limnitis camilla japonica</i> (Ménétriés)	—	0.11 (2)	—	0.05 (2)
ゴマダラチョウ <i>Hestina japonica</i> (C. et R. Felder)	0.13 (1)	—	0.06 (1)	0.05 (2)
ヒメウラナミジャノメ <i>Ypthima argus</i> Butler	2.47 (19)	1.08 (19)	0.74 (13)	1.19 (51)
コジャノメ <i>Mycalesis francisca perdiccas</i> Hewitson	1.95 (15)	0.40 (7)	0.06 (1)	0.54 (23)
ヒメジャノメ <i>Mycalesis gotama fulginia</i> Fruhstorfer	0.13 (1)	—	—	0.02 (1)
クロコノマチョウ <i>Melanites phedima oitensis</i> Matumura	—	0.11 (2)	—	0.05 (2)
クロヒカゲ <i>Lethe diana</i> (Butler)	5.97 (46)	1.82 (32)	6.19 (109)	4.36 (187)
ヒカゲチョウ <i>Lethe sicelis</i> (Hewitson)	5.84 (45)	0.57 (10)	1.14 (20)	1.75 (75)
サトキマダラヒカゲ <i>Neope goschkevitschii</i> (Ménétriés)	4.42 (34)	0.11 (2)	0.06 (1)	0.86 (37)
合計	34.29 (264)	25.17 (443)	19.09 (366)	25.01 (1073)

表2 桜ヶ丘公園におけるトランセクト調査で目撃されたチョウ類各種の生息密度(個体数/km/センサス)と年間総個体数(括弧内)

種名	2003年		2004年		2005年		2003-2005年合計	
セセリチョウ科 Hesperidae								
ダイミョウセセリ <i>Daimio tethys</i> (Ménétriés)	—		0.24	(5)	0.14	(3)	0.16	(8)
コチャバネセセリ <i>Thoressa varia</i> (Murray)	0.22	(2)	0.19	(4)	0.14	(3)	0.18	(9)
ヒメキマダラセセリ <i>Ochlodes ochraceus</i> (Bremer)	0.11	(1)	0.19	(4)	0.10	(2)	0.14	(7)
キマダラセセリ <i>Potanthus flavus</i> (Murray)	—		0.14	(3)	—		0.06	(3)
チャバネセセリ <i>Pelopidas mathias oberthueri</i> Evans	0.11	(1)	0.19	(4)	0.14	(3)	0.16	(8)
イチモンジセセリ <i>Parnara guttata</i> (Bremer et Grey)	2.42	(22)	9.62	(200)	0.63	(13)	4.64	(235)
アゲハチョウ科 Papilionidae								
アオスジアゲハ <i>Graphium sarpedon nipponum</i> (Fruhstorfer)	0.11	(1)	0.10	(2)	0.53	(11)	0.28	(14)
アゲハ <i>Papilio xuthus</i> Linnaeus	0.11	(1)	0.19	(4)	—		0.10	(5)
キアゲハ <i>Papilio machaon hippocrates</i> C. et R. Felder	—		0.05	(1)	—		0.02	(1)
クロアゲハ <i>Papilio protenor demetrius</i> Stoll	0.99	(9)	0.14	(3)	0.10	(2)	0.28	(14)
オナガアゲハ <i>Papilio macilentus</i> Janson	0.33	(3)	—		—		0.06	(3)
カラスアゲハ <i>Papilio dehaanii</i> C. et R. Felder	—		0.10	(2)	—		0.04	(2)
シロチョウ科 Pieridae								
ツマキチョウ <i>Anthocharis scolymus</i> Butler	0.55	(5)	0.05	(1)	0.10	(2)	0.16	(8)
モンシロチョウ <i>Pieris rapae crucivora</i> (Boisduval)	—		0.14	(3)	0.14	(3)	0.12	(6)
スジグロシロチョウ <i>Pieris melete</i> (Ménétriés)	3.19	(29)	2.79	(58)	0.67	(14)	1.99	(101)
キタキチョウ <i>Eurema mandarina</i> (de l'Orza)	3.19	(29)	2.02	(42)	2.69	(56)	2.50	(127)
モンキチョウ <i>Colias erate poliographus</i> Motschulsky	0.77	(7)	0.67	(14)	1.54	(32)	1.05	(53)
シジミチョウ科 Lycaenidae								
ウラギンシジミ <i>Curetis acuta paracuta</i> de Nicéville	0.11	(1)	0.10	(2)	0.24	(5)	0.16	(8)
ムラサキシジミ <i>Narathura japonica</i> (Murray)	0.44	(4)	0.19	(4)	0.10	(2)	0.20	(10)
ムラサキツバメ <i>Narathura bazalus</i> (Hewitson)	—		0.05	(1)	—		0.02	(1)
アカシジミ <i>Japonica lutea</i> (Hewitson)	—		0.05	(1)	—		0.02	(1)
ウラナミアカシジミ <i>Japonica saepestriata</i> (Hewitson)	—		—		0.05	(1)	0.02	(1)
ミズイロオナガシジミ <i>Antigius attilia</i> (Bremer)	—		0.05	(1)	0.14	(3)	0.08	(4)
オオミドリシジミ <i>Favonius orientalis</i> (Murray)	—		0.05	(1)	—		0.02	(1)
トラフシジミ <i>Rapala arata</i> (Bremer)	—		—		0.05	(1)	0.02	(1)
ベニシジミ <i>Lycaena phlaeas daimio</i> (Matumura)	0.66	(6)	0.38	(8)	0.77	(16)	0.59	(30)
ウラナミシジ <i>Lampides boeticus</i> Linnaeus	—		—		0.05	(1)	0.02	(1)
ヤマトシジミ <i>Zizeeria maha argia</i> (Ménétriés)	5.16	(47)	8.94	(186)	7.07	(147)	7.50	(380)
ツバメシジミ <i>Everes argiades</i> (Pallas)	0.11	(1)	1.15	(24)	0.38	(8)	0.65	(33)
ルリシジミ <i>Celastrina argiolus ladonides</i> (de l'Orza)	—		—		0.10	(2)	0.04	(2)
タテハチョウ科 Nymphalidae								
テングチョウ <i>Libythea lepita celtoides</i> Fruhstorfer	—		0.10	(2)	0.19	(4)	0.12	(6)
ヒメアカタテハ <i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus)	—		0.19	(4)	—		0.08	(4)
キタテハ <i>Polygonia c-aureum</i> (Linnaeus)	0.11	(1)	—		—		0.02	(1)
ルリタテハ <i>Kaniska canace no-japonicum</i> (von Siebold)	0.33	(3)	—		—		0.06	(3)
メスグロヒヨウモン <i>Damora sagana liane</i> (Fruhstorfer)	0.22	(2)	0.14	(3)	0.38	(8)	0.26	(13)
ミドリヒヨウモン <i>Argynnis paphia tsushimana</i> Fruhstorfer	0.11	(1)	—		0.05	(1)	0.04	(2)
ツマグロヒヨウモン <i>Argyreus hyperbius</i> (Linnaeus)	—		0.14	(3)	0.34	(7)	0.20	(10)
コミスジ <i>Neptis sappho intermedia</i> W. B. Pryer	0.33	(3)	0.58	(12)	0.14	(3)	0.36	(18)
イチモンジチョウ <i>Limenitis camilla japonica</i> (Ménétriés)	0.88	(8)	0.10	(2)	0.24	(5)	0.30	(15)
ゴマダラチョウ <i>Hestina japonica</i> (C. et R. Felder)	0.22	(2)	0.05	(1)	—		0.06	(3)
ヒメウラナミジャノメ <i>Ypthima argus</i> Butler	0.99	(9)	0.19	(4)	0.14	(3)	0.32	(16)
コジャノメ <i>Mycalesis francisca perdiccas</i> Hewitson	0.22	(2)	0.14	(3)	0.10	(2)	0.14	(7)
ヒメジャノメ <i>Mycalesis gotama fulginia</i> Fruhstorfer	0.11	(1)	—		—		0.02	(1)
クロヒカゲ <i>Lethe diana</i> (Butler)	1.65	(15)	0.19	(4)	1.06	(22)	0.81	(41)
ヒカゲチョウ <i>Lethe icelisis</i> (Hewitson)	1.21	(11)	0.67	(14)	0.53	(11)	0.71	(36)
サトキマダラヒカゲ <i>Neope goschkevitschii</i> (Ménétriés)	7.36	(67)	0.05	(1)	0.29	(6)	1.46	(74)
合計	32.31	(294)	30.34	(631)	19.33	(402)	26.17	(1327)

表3 多摩試験地と桜ヶ丘公園における優占種と占有率

多摩試験地				
	2003	2004	2005	3年間累計
1位	クロヒカゲ 17.4%	ヤマトシジミ 42.7%	クロヒカゲ 29.8%	ヤマトシジミ 29.6%
2位	ヤマトシジミ・ヒカゲチョウ 17.0%	イチモンジセセリ 12.0%	ヤマトシジミ 23.0%	クロヒカゲ 17.4%
3位	—	クロヒカゲ 7.2%	キタキチョウ 5.7%	ヒカゲチョウ 7.0%
4位	サトキマダラヒカゲ 12.9%	スジグロシロチョウ 6.8%	ヒカゲチョウ 5.5%	イチモンジセセリ 6.2%
5位	ヒメウラナミジャノメ 7.2%	ヒメウラナミジャノメ 4.3%	ヒメウラナミジャノメ 3.6%	スジグロシロチョウ 5.0%

桜ヶ丘公園				
	2003	2004	2005	3年間累計
1位	サトキマダラヒカゲ 22.8%	イチモンジセセリ 31.7%	ヤマトシジミ 36.6%	ヤマトシジミ 28.6%
2位	ヤマトシジミ 16.0%	ヤマトシジミ 29.5%	キタキチョウ 13.9%	イチモンジセセリ 17.7%
3位	スジグロシロチョウ・キタキチョウ 11.6%	スジグロシロチョウ 9.2%	モンキチョウ 8.0%	キタキチョウ 9.6%
4位	—	キタキチョウ 6.7%	クロヒカゲ 5.5%	スジグロシロチョウ 7.6%
5位	イチモンジセセリ 7.5%	ツバメシジミ 3.8%	ベニシジミ 4.0%	サトキマダラヒカゲ 5.6%

表4 多摩試験地と桜ヶ丘公園の森林性種と草原性種の種数と個体数

	多摩試験地		桜ヶ丘公園	
	森林性種	草原性種	森林性種	草原性種
種数	32 (69.6%)	14 (30.4%)	32 (69.6%)	14 (30.4%)
個体数	626 (58.3%)	447 (41.7%)	554 (41.7%)	773 (58.3%)

回上位5種に含まれた。

表4に両調査地で3年間に記録された森林性種と草原性種の総種数と総個体数を比較した。種数では両調査地とも森林性種32種、草原性種14種と等しかったが、個体数では多摩試験地で森林性種が、桜ヶ丘公園で草原性種が上回った。草原性種のヤマトシジミは両調査地で多かったが、この点を別にすれば、多摩試験地では森林性種のクロヒカゲが非常に多く、桜ヶ丘公園ではモンキチョウ、ツバメシジミ、ベニシジミのように芝生広場に発生する草原性種の個体数が比較的多かったことが個体数比の違いをもたらしている。

イチモンジセセリとサトキマダラヒカゲは個体数の年次変動が激しかった。2003年に多摩試験地で4位、桜ヶ丘公園で1位となったサトキマダラヒカゲは、2004

年の目撃数が両調査地とも非常に少なく、2005年も少なかった。イチモンジセセリは桜ヶ丘公園では2003年にも個体数5位で比較的多かったが、2004年には著しく増加し、2005年には少なかった。桜ヶ丘公園のツバメシジミも個体数の年次変動が比較的大きく、2003年にはほとんど見られなかったが、2004年には芝生広場に多数出現し、2005年にはまた減少した(表1, 表2)。

両調査地間のPiankaのa指数は0.838であり、比較的よく似た種構成であると考えられた。センサスにより多摩試験地でのみ記録された種は、オオチャバネセセリ、ジャコウアゲハ、コツバメ、クロコノマチョウの4種、桜ヶ丘公園でのみ記録された種はオナガアゲハ、ムラサキツバメ、オオミドリシジミ、ヒメアカタテハの4種であった。ただしセンサス時以外の目撃種も含めるとクロ



コノマチョウは桜ヶ丘公園で、オナガアゲハとムラサキツバメは多摩試験地でも目撃されており、その一方ウラゴダラシジミが多摩試験地で、ミヤマセセリとミスジチョウが桜ヶ丘公園でのみ目撃されている。

2. 多様度指数

多摩試験地と桜ヶ丘公園の個体数順位曲線（3年分合計）は互いによく一致し両調査地の種多様度に大きな差がないことが示唆された（図2）。多様度指数（ $1-\lambda$ ）と均衡度指数（ $J'$ ）は年次間の違いが大きいですが、同じ年の両調査地の値はほぼ等しく、ともに突出して個体数が多い種がない2003年の値が最も高かった（表5）。逆に2004年は両調査地とも多様度指数、均衡度指数が最も低かったが、これはヤマトシジミとイチモンジセセリが増加したことの影響が大きい。

3. 環境評価指数

毎年のEI指数は、多摩試験地が50~71、桜ヶ丘公園が59~69で、ともに「農村・人里」に当たる「中自然」を示した。3年分合計でも多摩試験地が90、桜ヶ丘公園が88でほぼ等しく（表5）、「中自然」の上位を示し

た（トランセクト調査で確認された種のみによる）。

ER指数による評価は両調査地間および年次間では一定しなかった。2003年の多摩試験地は原始段階の典型的なパターンを示し、2004年の多摩試験地、2003年と2005年の桜ヶ丘公園は原始段階的ではあるが、ERpsとERrsの値が比較的近いやや二次段階寄りのパターンを、2004年の桜ヶ丘公園は二次段階の典型的なパターンを、2005年の多摩試験地はERpsの値がかなり高い特異なパターンを示した（図3）。

4. 両調査地の雑木林内の比較

多摩試験地のA区間および桜ヶ丘公園のB-C区間（合計）の雑木林内で記録されたチョウ類について計算した $\alpha$ 指数は0.533で、林内に限れば類似度は低かった。表6にA区間とB-C区間の種数、個体数、多様度指数、種構成を比較した。種数は多摩試験地よりも桜ヶ丘公園の林内で多かった。多摩試験地の林内はクロヒカゲ、ヒカゲチョウ、コジャノメ、ムラサキシジミなどの少数の森林性種の占有率が高く、草索性種はイチモンジセセリが2005年に1個体確認されたただけであったのに対し、桜ヶ丘公園の林内では個々の種の占有率が低く、ツマキ

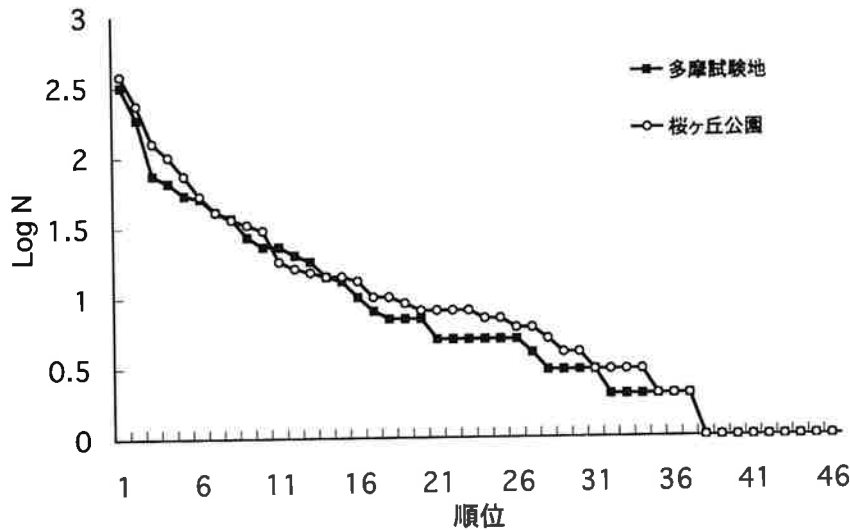


図2 多摩試験地と桜ヶ丘公園でトランセクト調査により目撃されたチョウ類の個体数-順位曲線。種あたり個体数（3年分合計）の順位に対し種あたり個体数（N）の対数をプロットした。

表5 多摩試験地と桜ヶ丘公園のチョウ類群集の多様度指数と環境評価指数

	多摩試験地				桜ヶ丘公園			
	2003	2004	2005	3年間合計	2003	2004	2005	3年間合計
$1-\lambda$	0.885	0.790	0.847	0.864	0.890	0.797	0.836	0.864
$J'$	0.753	0.656	0.693	0.682	0.765	0.601	0.712	0.675
EI	50	67	71	90	59	69	65	88

チョウ, モンキチョウ, ヤマトシジミ, ツバメシジミ, ツマグロヒヨウモン, チャバネセセリ, イチモンジセセリの7種の草原性種も見られた。このため多摩試験地の林内では桜ヶ丘公園の林内に比べて多様性指数はかなり低かったが、クロヒカゲやヒカゲチョウの個体数が多かったため生息密度は比較的高く、クロヒカゲが非常に多

かった。2005年の多摩試験地の林内の生息密度は桜ヶ丘公園を大幅に上回った。また、多摩試験地の林内ではササ食のヒカゲチョウ族の内クロヒカゲが毎年最多であったのに対し、桜ヶ丘公園の林内では2003年はサトキマダラヒカゲが非常に多く、2004年はヒカゲチョウが最も多かった。

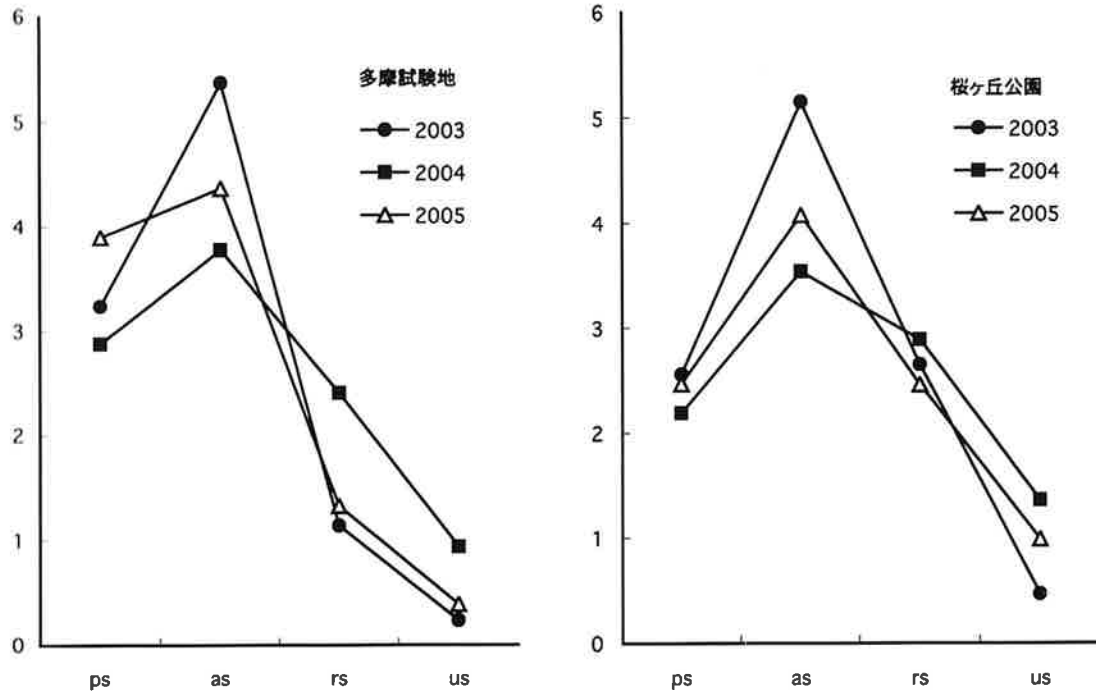


図3 多摩試験地と桜ヶ丘公園でトランセクト調査により目撃されたチョウ類の環境階級存在比 (ER).  
ps, 原始段階; as, 二次段階; rs, 三次段階; us, 都市段階.

表6 多摩試験地および桜ヶ丘公園の林内区間(A, B, C)におけるチョウ類の種数, 生息密度, 多様性指数(1-λ), 森林性種の占有率, 個体数上位3種とその占有率

	多摩試験地林内				桜ヶ丘公園林内			
	2003	2004	2005	3年間合計	2003	2004	2005	3年間合計
種数	7	9	11	15	14	23	19	29
生息密度	17.75	3.96	12.37	10.08	14.46	6.92	4.96	7.68
1-λ	0.720	0.630	0.397	0.586	0.795	0.928	0.916	0.922
森林性種の占有率								
種数	100%	100%	90.9%	93.3%	78.6%	78.3%	78.9%	75.9%
個体数	100%	100%	99.2%	99.6%	95.7%	77.6%	89.6%	87.6%
個体数上位3種の占有率								
	クロヒカゲ 41.5%	クロヒカゲ 59.5%	クロヒカゲ 77.1%	クロヒカゲ 61.8%	サトキマダラヒカゲ 41.4%	ヒカゲチョウ 16.4%	スジグロチョウ・ クロヒカゲ 18.8%	サトキマダラヒカゲ 16.8%
	ヒカゲチョウ 29.8%	コジャノメ 11.9%	ヒカゲチョウ 9.2%	ヒカゲチョウ 16.1%	クロヒカゲ 12.9%	キタキチョウ 13.4%	—	ヒカゲチョウ 11.9%
	サトキマダラヒカゲ 11.7%	ムラサキシジミ 9.5%	ムラサキシジミ 4.6%	コジャノメ 6.0%	スジグロシロチョウ 10.0%	スジグロシロチョウ 11.9%	ヒカゲチョウ 10.4%	クロヒカゲ 10.8%

5. 近畿地方の里山環境、東京都の緑地および森林環境との比較  
 本調査および比較対象とした他地域のチョウ類群集の多様度指数-生息密度のプロットを図4に示した。赤坂御用地、小金井公園、野川公園は、生息密度は様々であり多様度指数は低かったが、その中でも雑木林を園内に持つ野川公園は多様度指数が比較的高かった。多摩森林科学園は、多様度指数は高いが生息密度は低かった。これに対し、多摩試験地と桜ヶ丘公園の多様度指数-生息

密度関係は年次変動が大きく、2004年は多様度指数が大幅に低下したものの、概ね近畿地方の里山環境のデータの散点範囲に含まれた。

里山林に依存するエノキ食、落葉性コナラ属食、スミレ食、ササ食のチョウ類の生息密度を、多摩試験地、桜ヶ丘公園および近畿地方の里山林環境である三草山、「しあわせの村」、神出山田自転車道A区間、同B区間で生息密度を図5に比較した。多摩試験地と桜ヶ丘公園

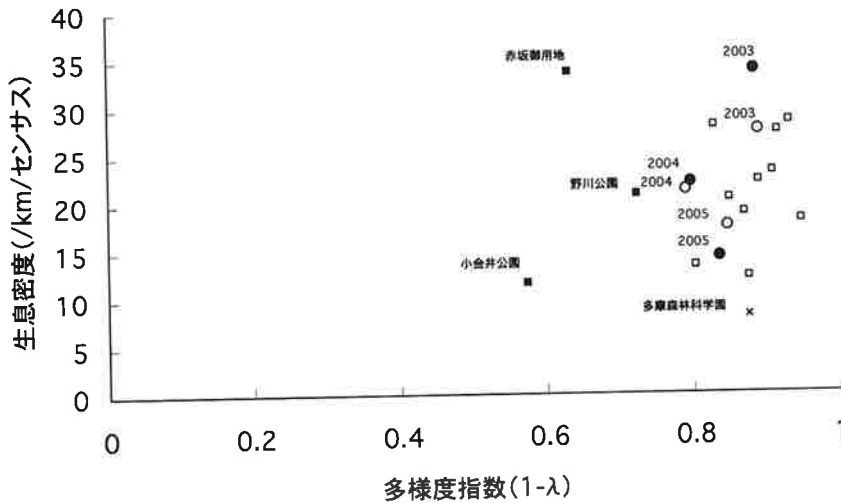


図4 多摩試験地(●), 桜ヶ丘公園(○), 近畿地方の里山林(□), 東京都内の都市緑地(■)および高齢林である多摩森林科学園(x)のチョウ類群集の多様度指数と生息密度の関係。近畿地方の里山林は三草山4箇年分(石井ら, 1995; Nishinaka and Ishii, 2006, 2007), 神戸市しあわせの村3箇年分(竹中ら, 2004), 神戸市神出山田自転車道路沿いの2区間(関谷, 1998), 都内の都市緑地は赤坂御用地(吉田・安藤, 2002), 野川公園と小金井公園(吉田ら, 2004), 多摩森林科学園は松本(2007a)による。

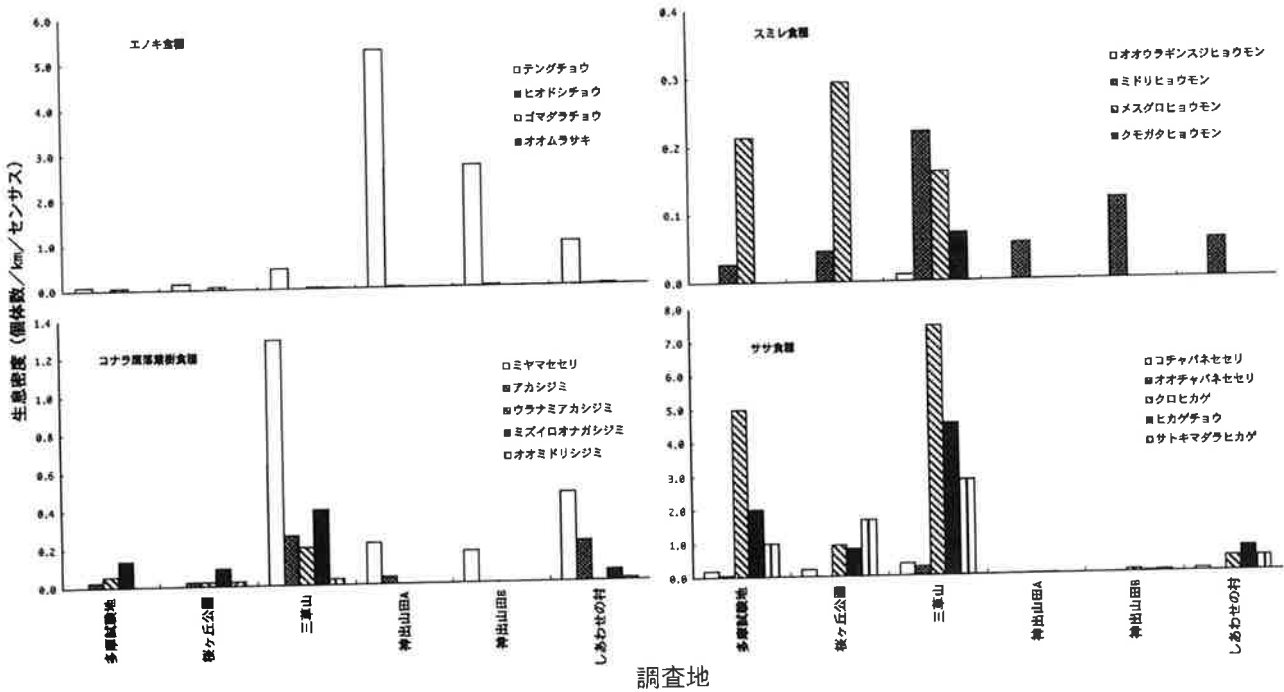


図5 多摩試験地, 桜ヶ丘公園および大阪府能勢町三草山(Nishinaka and Ishii, 2006), 神戸市神出山田自転車道路沿いのA区間とB区間(関谷, 1998), 神戸市「しあわせの村」(竹中ら, 2004)のエノキ食, 落葉性コナラ属食, スミレ食, ササ食の森林性チョウ類の生息密度の比較。