

都市域の緑道におけるチョウ類の種組成と 植生構造および周辺環境条件との関連性

横田 樹広¹・那須 守²・小堀 洋美³

¹ 清水建設株式会社 技術研究所 (〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17)
E-mail:s-yokota@shimz.co.jp

² 正会員 清水建設株式会社 技術研究所 (〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17)
E-mail:nasu@shimz.co.jp

³ 東京都市大学教授 環境情報学部 (〒224-0015 横浜市都筑区牛久保西3-3-1)
E-mail:kobori@yc.musashi-tech.ac.jp

都市内環境において種多様性に配慮したコリドーを整備するための要件を把握することを目的として、緑地を連結する緑道が一体的に整備された港北ニュータウン(横浜市都筑区)において、チョウ類成虫の種組成と緑道の内部環境および周辺環境条件との関連性について分析した。200mのルート区分86を単位とし、ハビタットタイプに応じた種群タイプの数に寄与する林縁性種群の分布と緑道の内部・周辺環境条件との関係を分類回帰木により分析した結果、周辺100m圏の公園緑地割合、樹林パッチまでの最短距離や緑道内下層植生の階層多様度が寄与した。また、共分散構造モデルを用いて要因間の関係を把握した結果、緑道内草本植生(とくに草本の階層多様度)が7割以上と最も大きく寄与し、副次的に緑道内樹木植生、周辺環境条件が寄与した。

Key Words : urban, ecological network, butterflies, species diversity, remote sensing.

1. 研究の背景と目的

都市市街地における生物多様性の維持・向上のためには、残存自然環境の適正な保全・管理とともに、街路や民有地、河川等を活用した連続的な緑道の整備やその質の向上が有効であり、近年その誘導施策¹⁾も策定されてきている。より効果的な環境軸形成のための配置・デザインやその指標の検討にあたっては、パッチとしての残存自然環境とマトリクスとしての市街地環境との関係性、およびその中の生息環境の連続性の効果を検討する必要がある。既往研究(とくに鳥類を対象とした事例が先行)において、パッチにおける生息種の種組成に与えるマトリクスの影響^{2,3,4)}や、生息環境の連結性の影響^{5,6)}に関する検討がなされてきている。これらの研究は、主にランドスケープレベルにおいて、地域間の環境傾度の差異と種組成の関係を明らかにしている事例が多く、広域的な都市環境における立地の生態系の位置づけを明確にするための方法論として展開が期待される。一方で、特定の地域におけるコリドー整備を対象とする場合、サイトレベルの目標設定(たとえば事業地域の設定やコリド

ー計画案の評価)にあたっては、地域内の微小な土地被覆のモザイクや、そのなかでの生息環境の連結性が、種組成の分布に与える影響を把握する必要がある^{7,8)}。

そこで本研究では、都市市街地のマトリクス環境におけるコリドー要素としての緑道に注目する。一定の地域内で連続的に立地や形態が変化する緑道において、種組成と、緑道内部の植生構造および周辺環境条件との関連性について検討することを目的とした。ここで、緑道は、市街地内において連続する植栽が整備された街路環境に加え、街路樹や民有地の植栽等の連続的配置によって潜在的なコリドーとしての機能を有すると考えられる街路環境を含め、生息生物の種組成や種多様性にとくに関連する環境条件を把握することとした。

調査対象生物には、チョウ類を選択した。チョウ類は種の生活史やその生態に関する知見が多く蓄積されており、群集構造の分析による環境評価の事例^{9,10,11)}も多い。とくに、コリドーとの関連では、海外においてヘッジロー等を対象とした生息環境の把握に関する研究事例¹²⁾が多く、都市における緑道への応用可能性が考えられる。また、幼虫の食草・食樹や成虫の吸蜜源などの特定環境

への依存性の高さ¹³⁾から、市街地の緑地や植栽においても生息可能性が高く、都市住民の関心の対象となりやすいことから、小規模な緑地や植栽を含めた都市の生物生息環境のネットワークを評価・計画するうえで有効な指標生物と考えられる¹⁴⁾⁵⁾。

2. 研究対象地

(1) 対象地域

研究対象地は、港北ニュータウン（横浜市都筑区）とした。本地域には、ニュータウン造成時に保全や公園整備がなされた斜面樹林を中心として、それらを連結する緑道が5区間全長14.5kmにわたりネットワーク状に創出され、「グリーンマトリクスシステム」として連続した緑地が整備されている。斜面樹林および緑道の周辺環境は、地域に応じて市街地内に畑地、社寺林・屋敷林、竹林などが混在して分布することから、モザイク的に残存する二次的自然を含めた都市市街地における緑道の立地条件を検討するうえでも適していると考えられる。

(2) ルート区間の設置

研究対象地域において、立地・環境条件の異なる長さ200mのルート区間を計86設置し、調査および分析の対象

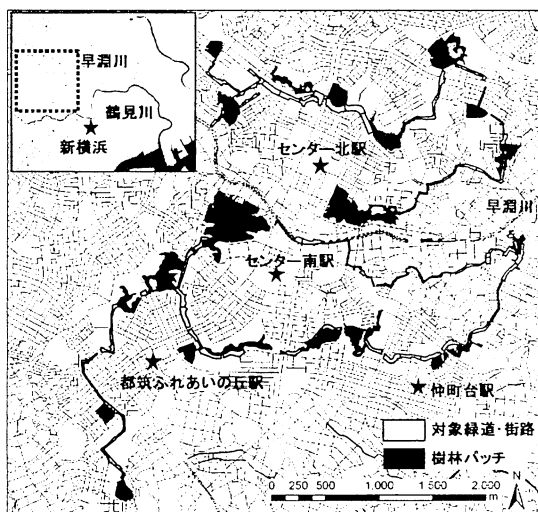


図-1 研究対象地

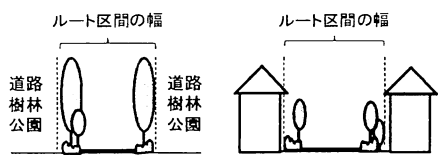


図-2 ルート区間の幅

空間の単位とした（図-1）。ルート区間は、市街地内に創出された既存の緑道および連続的な植生を有する街路に設置した。既存の緑道に設置したルート区間は、緑道内歩道部を中心として、緑道整備により植栽がなされている範囲を対象とし、緑道外周部が民有地等の小規模な植栽に隣接している場合はそれを含み、道路・公園緑地・樹林・家屋等に隣接している場合は、隣接境界の内側までを対象領域とした（図-2）。また、連続的な植生を有する街路に設置したルート区間は、街路上にルートを中心を設置し、街路およびそれに面した街路樹・街路植栽と民有地等の小規模な植栽を対象領域とした。なお、ルート区間の設置および現地調査のためのベースマップとして、25cm解像度空中写真オルソフォトデータ（2002年5月パスコ社撮影）を使用した。

3. 研究の方法

(1) チョウ類成虫の分布調査

チョウ類成虫の分布調査は、2007年4月30日～10月31日の期間に、各ルート区間を4回ずつ巡り、ラインセンサス法¹⁶⁾により実施した。調査は、時速約2kmで歩行しながら、左右、前方、上方約5mの範囲内で目撃したチョウ成虫の出現地点・種名・個体数・出現地点・行動を重複がないよう配慮して記録した。種名は必要に応じて捕獲して確認し、出現地点を記録した。調査は晴天または薄曇の日に、9時から16時にかけて、日中の高温時を避けて実施した。また、時間帯によるチョウの出現の違いに配慮し、各回のルート区間の調査時間帯が偏らないよう調査時間と行程を設定した。ルート区間の調査と同時に、緑道に連続する樹林パッチにおいても、樹林周縁および内部をできる限りでくまなく巡るラインセンサスにより、同様の方法で出現種を調査し、その種数を把握した。

(2) 緑道内植生構造の調査・分析

各ルート区間の領域を対象として、チョウ類調査期間において、植生の立体構成および特定餌資源の分布について調査を実施した。植生の立体構成は、ルート区間内の草本層および木本層について、高さの階層ごとの緑被分布範囲をベースマップに描画して植生界ポリゴンを記録し、その緑被率を目視により記録した。草本層は、高さ0.5m以下の低茎草本層、高さ0.5～1m、高さ1～2mの高茎草本層の3階層に分けて把握した。木本層に関しては、亜高木層および高木層を明確に分けることが困難であったため、低木・植込み層および中高木層の2階層について、植生界ポリゴンを記録し、樹種タイプ（落葉広葉樹

／常緑広葉樹／針葉樹／竹類）ごとの緑被率を記録した。階層ごとの植生界および緑被率はGISデータとして整備し、ルート区間ごとに、階層多様度 H' を草本層のみ、草本層と低木層、草本層・低木層・中高木層のそれぞれについて算出した。また、中高木層について、ルート区間ごとに、樹冠周縁長、樹種タイプの多様度 H' 、および中高木層樹冠と草本層との隣接長を算出した。以下、 H' はShannonの多様度指数を指し、次式(1)により算出される。

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \quad (1)$$

ここで、生物群集の多様度指数 H' の算出においては、 S は群集に含まれる種の数、 p_i は種 i の個体数が群集の全個体数に占める割合である。本研究では、階層多様度 H' の算出において、 S を階層数、 p_i を各階層の緑被率とした。また、樹種タイプの多様度 H' の算出において、 S を樹種タイプの数、 p_i を樹種タイプごとの緑被率とした。

一方、特定餌資源として、出現チョウ類のうち幼虫の餌資源が限られるチョウ類の食草・食餌樹木の把握を行った。対象とした餌資源は、ミカン科（アゲハチョウ類）、エノキ（ゴマダラチョウ等）、クスノキ（アオスジアゲハ等）、クズ（ウラギンシジミ等）、カナムグラ（キタテハ等）、サルトリイバラ（ルリタテハ等）、アブラナ科（モンシロチョウ等）、ススキ（チャバネセセリ等）、アズマネザサ（キマダラセセリ等）、スミレ類（ツマグロヒョウモン等）とした。ルート区間ごとに、各餌資源の分布地点・ポリゴンを記録し、1：単一餌資源が単木・小群落で分布、2：単一餌資源が樹木群・パッチ状群落で分布、3：複数餌資源が単木・小群落レベルで混在、4：複数餌資源が樹木群・パッチ状群落で分布、の4段階で評価した。

(3) 周辺環境条件の分析

GISおよびリモートセンシングを用いて、ルート区間の周辺環境条件について分析した。分析のためのデータは、標高データとして10mメッシュ標高データGISMAP Terrain（北海道地図株式会社）、夏季・冬季の土地被覆データとしてQuickbird衛星マルチスペクトルデータ（2005年6月25日および2007年1月7日撮影、空間解像度約2.8m、日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社）、土地利用データとして数値地図-5000土地利用（2000年1：5000土地利用ベクターデータ、国土地理院）を使用した。なお、夏季・冬季のQuickbird衛星データは、いずれも10mメッシュ標高データを用いてオルソ補正を行ったうえで使用した。これらをもとに、ルート区間ごとに、最近傍の樹林パッチまでの最短距離（10mDEMにより地

形の凹凸を配慮した最短距離）、周辺100m圏の土地利用面積割合（山林荒地、農地、造成中地、公園緑地、河川）および土地利用多様度 H' 、周辺100m圏の夏季・冬季のNDVI平均値、ルート区間内の夏至・秋分時の日平均日射量（10mDEMより算出）をそれぞれ算出した。ルート区間の周辺環境条件の分析範囲は、都市マトリクスにおける樹林性チョウ類の分布が周辺100m圏の落葉広葉樹林割合に影響されるという既往研究⁷⁾を参考とし、また、連続する200mのルート区間からのバッファー領域の重複をできる限りで少なくすることに配慮し、100m圏とした。GIS・リモートセンシングデータの分析にはArcGIS 9.1（ESRI社）およびTNT mips 9.3（MicroImages社）およびSAGA1.2（SAGA user group association）を使用した。また、以上の変数に加え、周辺環境条件の変数として、チョウ類成虫調査結果をもとに、「各ルート区間から最近傍の樹林パッチにおけるチョウ類出現種数」を算出し、使用した。

(4) チョウ類の種組成および種多様性の要因分析

a) チョウ類種組成と植生構造・周辺環境条件の関連性

出現チョウ類の種組成のうち、とくに種多様性に影響すると考えられる種群の分布を規定する環境条件を把握することを目的として、ルート区間を単位として、種組成と植生構造および種多様性の関係に関する分析を行った。まず、ルート区間ごとの出現種・個体数データをもとに、TWINSPANにより種群タイプの分類を行った。TWINSPANにおいては、出現個体数の分割レベルは0,2,5,8,12とし、分割の最小グループサイズは3、最大分割レベルは5とした。なお、サンプル数が少なく分布が偏る種は、偶発的な出現の可能性が除去できず、分析に先立ち除外した。また、ルート区間を問わず、都市内の路傍においても出現する種については、種多様性の指標となる可能性が低いと考え、同様に分析対象から除外した。これらの種の選定にあたっては文献¹⁰⁾を参照した。

ここで本研究では、ルート区間におけるチョウ類の種多様性に作用する環境条件をハビタット条件の差異に応じて検討するため、上記分類により抽出される「（ハビタットタイプに応じた）種群タイプの数」により指標する。本研究では、ルート区間における種群タイプの数にとくに影響が大きいと考えられる林縁性種群を複数抽出し、ルート区間ごとの林縁性種群の出現パターンと、植生構造および周辺環境条件との関連性を分類回帰樹木（Classification and Regression Trees；CART）を用いて分析した。分析には、PC-ORD 5（MjM Software Design社）およびSPSS 15.0J Classification Trees（SPSS社）を用いた。

b) 種多様性に寄与する植生構造と周辺環境条件の関係

出現チョウ類の種多様性に対する緑道の植生構造と周

辺環境条件の寄与度を把握し、それぞれの関係を明らかにするため、以下の分析を行った。まず、出現種数を目的変数、植生構造および周辺環境条件を説明変数とした重回帰分析を行った。また、植生構造および周辺環境条件の変数について、因子分析により主因子を抽出した。これらをもとに、各環境条件より出現種数および種群タイプ数を説明する共分散構造モデル (Structural Equation Model ; SEM) を作成し、因果関係の把握を試みた。SEMによる分析には、Amos 6 (SPSS社) を使用した。

4. 分析の結果

(1) チョウ類種組成と植生構造・周辺環境条件の関連性

86のルート区間で確認されたチョウ類成虫は40種2332個体であった。また、緑道に連続する樹林パッチを含めた調査地全体で、43種4114個体のチョウ類を記録した。43以上のルート区間で出現が確認された種 (ヤマトシジミ、ナミアゲハ、イチモンジセセリ、キチョウ、モンシロチョウの5種)、および2以下のルート区間でのみ出現が確認された種 (アサギマダラ、テングチョウ、トラフシジミ、ムラサキツバメ、アカシジミ、クロヒカゲ、ツマキチョウ、コジャノメ、アカタテハの9種) を除外し、残りの26種を対象にTWINSPANによる種群タイプの分類を行った結果を図-3に示す。確認種は8つの種群タイプに分類され、それらはさらに、林内～林縁グループ (林内・樹冠を中心に見られる種群タイプ)、林縁～植栽グループ (林縁および屋敷林等の植栽木に主に見られる種群タイプ)、林縁～草地グループ (開けた林縁草地や林内に主に見られる種群タイプ)、開放草地グループ (開けた草地に主に見られる種群タイプ) に分けられた。

このうち、図-3において、開放草地グループの種群は、他のグループに比べて、ルート区間における出現の有無に最も偏りが大きい (特定のルート区間にしか見られない) グループであった。本種群の出現は、ルート区間におけるまとまった規模の開放草地の有無によるところが大きいと考えられる。一方で、ルート区間において、植生構造や周辺環境条件の違いによるチョウ類の種多様性 (ここでは種群タイプの数により指標) の違いは、開放草地グループ以外の3グループの種群の出現の仕方の違いによる影響が大きいと考えられた。また、これら3グループの種群は、いずれも林縁環境との関連が大きい種や種群 (以下、林縁性種群; 文献¹⁸⁾に依拠) を包含し、異なるグループに分類される林縁性種群の出現状況が、種群タイプの数に影響していると考えられた。そこで、開放草地グループ以外の3つのグループより、とくに林縁環境との関連が大きいと思われる指標種群を抽出した。林内～林縁グループの指標種群としてウラギンシジミ・ムラサキシジミ・ナミヒカゲ、林縁～屋敷林グループの指標種群としてコムスジ・ヒメジャノメ・ゴマダラチョウ、林縁～草地グループの指標種群としてルリタテハ・サトキマダラヒカゲ、を抽出した。ここで、それぞれのルート区間において確認された種の組合せについて、林縁性種群の出現パターンをもとに、4タイプに分類した (Type1: いずれか1グループの指標種群のみ出現, Type2: 林内～林縁グループの指標種群とともに林縁～屋敷林グループの指標種群が出現, Type3: 林内～林縁グループの指標種群とともに林縁～草地グループの指標種群が出現, Type4: 3つのグループすべての指標種群が出現)。また、これら林縁性種群がいずれも出現しないケースをType0とした。出現パターンを目的変数、植生構造・周辺環境条件を説明変数としてCARTによる分析

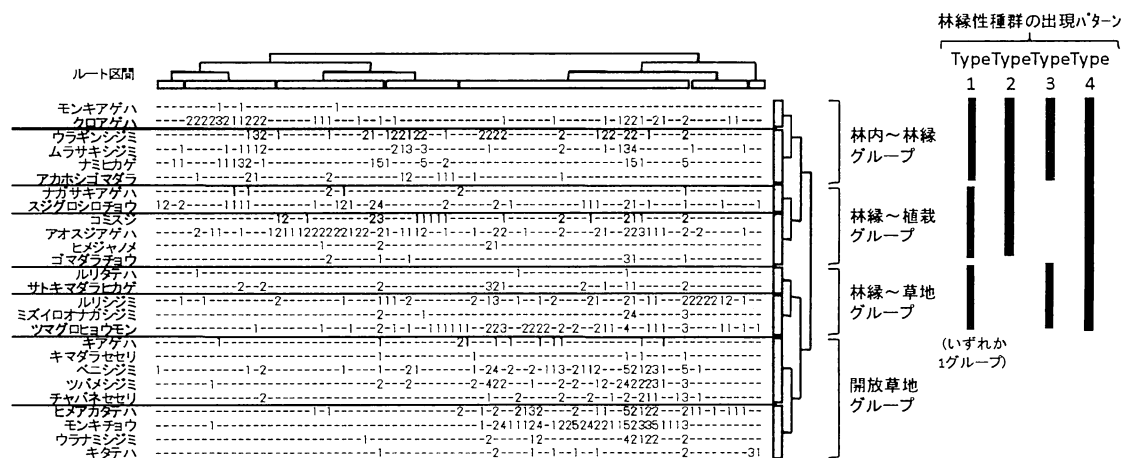


図-3 TWINSPANによる種群タイプの分類結果

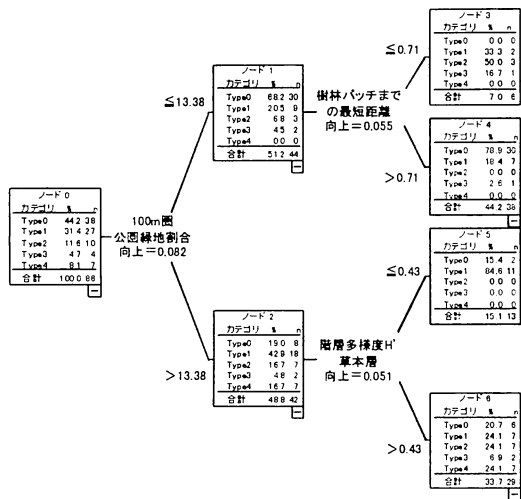


図-4 林縁性種群の出現要件 (Type0を含めた場合)

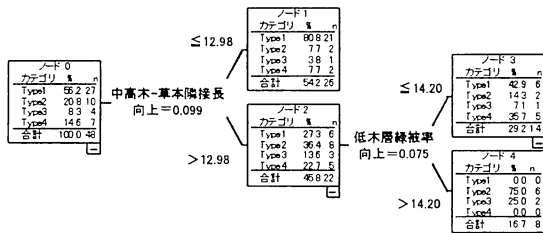


図-5 林縁性種群の出現要件 (Type0を除く場合)

を行った結果を図-4および図-5に示す。Type0～Type4を目的変数として、林縁性種群の出現条件を分析した結果 (図-4)、最上位の条件として周辺100m圏の公園・緑地面積割合、次いで、樹林パッチまでの最短距離、草本層の階層多様度H'が抽出された。一方、Type1～Type4を目的変数として、林縁性種群の出現パターンの要因を分析した結果 (図-5)、最上位の条件として草地-中高木隣接長、次いで、低木層緑被率が抽出された。

(2) 種多様性に寄与する植生構造と周辺環境条件の関係
ルート区間において確認された種数を目的変数、植生構造および周辺環境条件を説明変数とした重回帰分析の結果 (表-1)、最も作用した変数として、草本層・低木層・中高木層の階層多様度H'が抽出された。また、植生構造および周辺環境条件について、因子分析 (主因子法、Kaiserの正規化を伴うプロマックス回転; スクリーンプロットを基準に4因子に限定) を行った結果 (表-2)、主要な因子として、草本層の階層構造、中高木層の緑被率、周辺の緑被率が抽出された。これをもとに、各環境条件より出現種数および種群タイプ数を説明する

表-1 重回帰分析の結果
(目的変数: 種数, 説明変数: 植生構造および周辺環境条件)

変数	非標準化係数B	標準誤差	標準化係数β	t	有意確率
階層多様度H'					
草本-低木-中高木	3.38	1.34	0.24	2.52	0.01
最近傍樹林パッチの出現種数	0.14	0.68	0.18	2.01	0.05
草本緑被率0-0.5m	0.12	0.30	0.35	3.93	0.00
ルート区間面積	0.00	0.00	0.20	2.33	0.02
定数	-2.42	1.68		-1.44	0.15

表-2 因子分析の結果 (主因子法, プロマックス回転, 4因子に制限)

変数	因子			
	1	2	3	4
階層多様度H' 草本-低木-中高木	.849	-.130	.115	-.037
階層多様度H' 草本-低木	.795	.026	.092	.148
階層多様度H' 草本	.726	-.114	-.021	.048
草本緑被率0.5-1m	.689	.116	-.087	-.108
ルート区間面積	.504	.358	-.064	.148
最近傍樹林パッチの出現種数	.490	-.037	.214	-.253
中高木-草地隣接長	.383	.264	.069	-.004
草本緑被率1-2m	.374	-.276	-.250	.032
草本緑被率0-0.5m	.370	-.114	.109	.044
針葉樹面積割合	-.194	.092	.047	.151
中高木緑被率	-.186	.831	-.024	.191
落葉広葉樹面積割合	-.183	.783	-.047	.079
常緑広葉樹面積割合	-.124	.764	.071	-.109
100m西園地割合	-.209	-.633	.358	.028
100m西公園緑地割合	.307	.563	.030	-.063
100m西河川割合	.112	-.540	-.267	-.082
低木層緑被率	-.245	.449	-.040	-.200
樹林/パッチまでの最短距離	-.345	-.414	.003	-.020
100m西土地利用多様度H'	-.198	-.335	.155	-.169
主要な食草・食樹の分布	.205	-.330	.138	.172
中高木層周縁長	.028	.180	-.004	-.142
100m西冬季NDVI平均	.172	-.011	.948	-.018
100m西夏季NDVI平均	.201	.183	.857	-.088
100m西山林・荒地割合	-.130	-.207	.801	.132
100m西造成中地・空地割合	.403	-.046	-.429	-.101
平均日射量 (夏至)	.049	.131	-.374	-.052
平均日射量 (秋分)	-.020	-.014	-.053	.022
竹林面積割合	.031	-.165	-.075	1.016
中高木層植生多様度H'	.012	.248	.211	.479

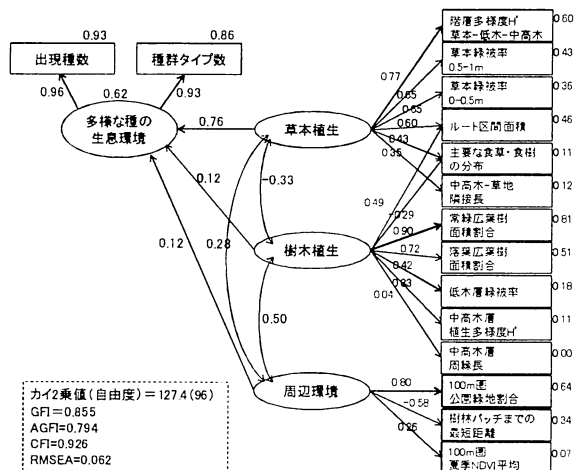


図-6 SEMにより得られたモデルのパス図

共分散構造モデルとして得られた結果 (GFI=0.855, AGFI=0.794, CFI=0.926, RMSEA=0.062) を図-6に示す。多様な種の生息環境の指標として、種群タイプ数と出現種数はほぼ同等の指標となった。環境条件ごとの主要因子

として草本植生、樹木植生、周辺環境とに分け、出現種数および種群タイプ数への寄与度の差を比較した結果、草本植生が0.76と最も寄与度が大きく、次いで樹木植生(0.12)と周辺環境(0.12)が同程度に寄与した。また、草本植生においては草本層-低木層-中高木層の階層多様度が、樹木植生においては常緑広葉樹面積割合が、周辺環境においては100m圏公園緑地面積が、最も寄与度の大きい条件となった。

5. 考察

(1) チョウ類種組成と植生構造・周辺環境条件の関連性

林縁性種群の出現要件の分析結果(図-4および図-5)より、緑道のチョウ類の種組成において、周辺環境条件として、樹林パッチに隣接しているか、周辺における公園緑地面積割合が高い立地において、コアとなるパッチ樹林から移動する林縁性種群の出現可能性が高く、階層の発達した下層植生を伴う緑道の整備により、その生息可能性が向上することが考えられた。また、林縁性種群において種多様性の指標となる種群(ウラギンシジミ・ムラサキシジミ・ナミヒカゲ、コムスジ・ヒメジャノメ・ゴマダラチョウ、ルリタテハ・サトキマダラヒカゲ)の増加のためには、パッチ樹林周辺で連続した林縁環境を保全するとともに、市街地内においても長区間にわたり草地と接する樹木群を創出することで、多様な林縁性チョウ類のハビタットを連続的に確保し、緑道全体における生息環境の多様性を向上させることが必要と考えられた。林内を利用する種群(ナミヒカゲなど)の生息環境を街路環境において創出するためには、樹冠により林内環境に類似した環境が形成されるような植栽構成とすることが有効と考えられる。また、マント・ソデ群落やエノキ等の先駆性樹種を利用する林縁性種群(コムスジ、ゴマダラチョウなど)の生息環境として、草地と連続する樹木群の創出において、その境界部の植生を発達させるとともに、まとまった樹木群におけるギャップ草地を創出することも、多様な種群の生息環境の確保として有効と考えられた。

(2) 種多様性に寄与する植生構造と周辺環境条件の関係

緑道におけるチョウ類の種多様性を生息環境と対応して把握する際、種群分類により得られる種群タイプの数は、種数と同様に有効な指標と考えられた。植生構造および周辺環境条件のうち、出現種数および種群タイプ数に最も影響の大きい環境条件は、草本層-低木層-中高木層の階層多様度であった(表-1、図-6)。本研究の対象地域では、緑道の主要な要素を草本植生、樹木植生、周

辺環境に分けたとき、まず緑道内部における草本植生の環境条件が大きく作用することが考えられ、緑道の周辺環境や樹木植生の環境条件に比べて大きく影響することが示唆された。これは、緑道として整備されているルート区間の幅・面積が異なるにも関わらず、ほぼ全てのルート区間に十分な中高木の植栽がなされており、林内・林縁を利用する種群にとっては、幼虫の食草・食樹、成虫の吸蜜源・生息環境の観点からも、草本層・低木層の植生の豊かさの方が生息環境として影響されやすいことが考えられた。

周辺環境条件との関連においては、公園緑地との連続、最近傍の樹林パッチまでの距離が、緑道における林縁性種群の出現や全種数に影響する結果を得た(図-4)。また、ルート区間の種数に影響する要因として、「ルート区間から最近傍の樹林パッチにおけるチョウ類の出現種数」も抽出された(表-1)。これらより、樹林パッチとの連結の効果は、全ルート区間についてみたときは緑道内部の植生構造に比べて小さいが、樹林パッチと連結性の高いルート区間が、移動もしくは産卵環境としてより多様な種群に利用される可能性が示唆された。既往の研究⁷⁾において、本研究とほぼ同じ対象地域において、樹林パッチの鳥類の種多様性が緑道との連結により高められる可能性が示されているが、チョウ類に関しては、樹林パッチからの個体群の移入・分散の環境として、樹林パッチとの連結が緑道自体の種多様性のポテンシャルを高めている可能性が考えられた。したがって、市街地内においては、樹林パッチと既存の屋敷林や公園緑地等の樹木群を連結するかたちで緑道整備を図ることが、チョウ類の種多様性の向上に有効であると考えられる。民有地・公共地を問わず、樹林パッチと連結して残る植栽樹木群は優先的に保全し、樹林パッチとの結節環境として緑道整備に積極的に取り入れることが有効と考えられる。

今後、異なる地域の緑道における種組成と植生構造・周辺環境条件との関係を把握し比較することにより、地域に応じた緑道整備のために重要な環境条件に関する知見を得ることが課題となる。一方で、これらの知見を都市市街地における中・長期的な緑地整備のシナリオ評価等に活用することにより、エコロジカルネットワーク計画技術として展開を図ることも今後の課題である。

謝辞：本研究は、(財)国土技術研究センターの平成19年度研究開発助成を受けて実施したものです。ここに記して御礼申し上げます。また、調査を共同実施した東京都市大学小堀研究室の学生の皆様に篤く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 東京都都市整備局：環境軸ガイドライン，80pp，2007。
- 2) Hobbs, E.R. : Species richness of urban forest patches and implications for

- urban landscape diversity. *Landscape Ecology* 1, 141-152, 1988.
- 3) Dunford, W. and Freemark, K. : Matrix matters: effects of surrounding land uses on forest birds near Ottawa, Canada. *Landscape Ecology* 20, 497-511, 2004.
- 4) 鶴川健也・加藤和弘: 都市域の樹林地および樹林地を取り巻く区間の環境条件と鳥類群集の関係. ランドスケープ研究 70(5), 487-490, 2007.
- 5) Taylor, P. D., Fahrig, L., Henein, K. and Merriam, G. : Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos* 68, 571-573, 1993.
- 6) Clergeau, P. and Burel, F. : The role of spatio-temporal patch connectivity at the landscape level: an example in a bird distribution. *Landscape and Urban Planning* 38, 37-43, 1997.
- 7) 森本豪・加藤和弘: 緑道による都市公園の連結が越冬期の鳥類分布に与える影響. ランドスケープ研究 68(5), 589-592, 2005.
- 8) 一ノ瀬友博: 大阪市中心部の街路樹と越冬期の鳥類の出現状況の関係. ランドスケープ研究 69(5), 537-540, 2006.
- 9) 夏原由博: 都市近郊の環境傾度に沿ったチョウ群集の変化. ランドスケープ研究 63(5), 515-518, 2000.
- 10) 川村みゆき・大窪久美子: チョウ類群集及び植物との関係からみた立地環境の異なる水田地域の生息地としての評価. ランドスケープ研究 65(5), 547-552, 2002.
- 11) Collinge, S.K., Prudic, K.L. and Oliver, J.C. : Effects of local habitat characteristics and landscape context on grassland butterfly diversity. *Conservation Biology* 17, 178-187, 2003.
- 12) Dover, J. and Sparks, T. : A review of the ecology of butterflies in British hedgerows. *Journal of Environmental Management* 60, 51-63, 2000.
- 13) Dennis, R.L.H., Shreeve, T.G. and Van Dyck, H. : Towards a functional resource-based concept for habitat: a butterfly biology viewpoint. *Oikos* 102, 417-426, 2003.
- 14) 田中蕃: 蝶を指標とする環境評価法としてのER. 昆虫と自然 27(8), 14-21, 1992.
- 15) New, T.R. : Are Lepidoptera an effective 'umbrella group' for biodiversity conservation? *Journal of Insect Conservation* 1, 5-12, 1997.
- 16) 石井実: チョウ類のトランセクト調査. 日本産蝶類の衰亡と保護第2集, 91-101, 1993.
- 17) 横田樹広・武内和彦: 高解像度緑被モニタリングによる都市内小規模緑被の分布把握とチョウ類を指標とした生態系ネットワーク機能の評価. 都市計画学会論文集 41(3), 361-366, 2006.
- 18) 日本環境動物昆虫学会編: チョウの調べ方. 文教出版, pp. 288, 1998.

RELATIONSHIP AMONG SPECIES COMPOSITION OF BUTTERFLIES, VEGETATION STRUCTURE AND SURROUNDING ENVIRONMENT IN URBAN GREENWAYS

Shigehiro YOKOTA, Mamoru NASU and Hiromi KOBORI

In order to grasp the environmental factors on species composition in corridors of urban area, we surveyed the butterfly communities along continuous greenways connecting urban woodlots in Kouhoku New Town, located in the suburb of Yokohama city. We surveyed the distribution of butterflies and vegetation structure in route units with 200m length, and measured surrounding environmental factors in 100m buffer of each route unit by using GIS data and Quickbird satellite images. As a result of the analysis by CART on the relationship between the distribution of forest-edge butterflies and the internal or surrounding environmental factors of route units, park area ratio or minimum distance to the closest woodlot patch in surrounding area and structural diversity of internal vegetation were effective for the appearance of those index species for species diversity. By using SEM, we constructed the model to explain the species diversity by internal and surrounding environmental factors of greenways, and the factors on grass covers in greenways, especially structural diversity of grass vegetation, were extracted as fundamental environmental factors for the diversity of species groups, and the conditions of tree vegetation and surrounding environment were extracted as secondary factors on species diversity in greenways.