

# 都市の生態系ネットワークに関する実験的研究

都市における緑のコリドー機能について

小田原 卓郎  
(技術研究所)

林 豊  
(技術研究所)

米村 惣太郎  
(技術研究所)

西尾 伸也  
(技術研究所)

## Urban Ecological Network

Ecological Corridor function of the greenery in a city

by Takuro Odawara , Yutaka Hayashi , Sotaro Yonemura and Shinya Nishio

### Abstract

Recently, cities have been promoting the planting of trees. However, little wildlife inhabits these areas of greenery, and the few species that do are few in number. Bio-corridors of trees provide wildlife with paths into areas of urban greenery. For these bio-corridors and areas of urban greenery to become an effective ecological network, however, people need to know about them. Therefore, in a large-scale institution construction or urban redevelopment, consideration to an ecosystem network and greening become essential. Until now, the function and value of these urban ecological networks have not been verified. In order to acquire fundamental knowledge that can be used when planning ecological networks, the authors investigated how butterflies and wild birds use bio-corridors. The investigation showed that butterflies and wild birds need uninterrupted paths of greenery for their movements. An experiment with butterflies revealed that their movements have a height component that is provided by continuous corridors of greenery. The results of this study show that urban ecosystems are effective when linked by bio-corridors of uninterrupted greenery. Moreover, these bio-corridors can help revive and maintain a city's urban ecosystem. The study also showed that rooftop biotopes are effective habitats for certain species when linked to a bio-corridor that provides the height component needed by certain species.

### 概 要

最近の都市は、緑化が進められてきてはいるものの、動物相は貧弱で数も少ない。これらを解決するためには、ビオコリドー（動物たちの移動路）としての緑化を行い、都市の中に点在する緑や自然を連絡するとともに郊外の豊かな自然と結び、生態系ネットワークを形成することが課題とされている。このため、都市再開発や大型施設建設などでは、緑化や生態系ネットワークへの配慮が必要不可欠なものになってきた。しかし、実際には都市の中の緑に関してコリドー的な見地からの検証は行われていない。そこで、エコロジカルネットワークの計画・整備に関わる基本的な知見を得ることを目的として、チョウと野鳥を対象に、都市における緑のコリドー機能に関する調査を行った。その結果、チョウや鳥にとっては、連続した緑が移動経路として非常に重要であることが示された。また、チョウを対象に高さ方向への誘導に関する実験を実施し、高さ方向へも緑の連続性が移動経路として効果的であることが判った。これにより、連続的に緑を配置することで生態系ネットワークの充実がはかれ、都市の生態系の復元・維持に貢献できると同時に、高さ方向へのコリドー機能の付加により屋上ビオトープなどへの効果的な生物誘致が行えるものと期待される。

### § 1 . はじめに

最近の都市では、ヒートアイランド対策として街路樹の整備や屋上緑化などが進められ、豊かな緑化空間が整えられてきている。しかし、動物相は貧弱で偏っており、また生息数も少なく、健全な生態系が構築されているとはいえない。健全で豊かな自然生態系を回復するためには、都市の中に点在する緑や自然を結び、さらには郊外の豊かな自然へとつながる野生動物のための連絡・移

動路（ビオコリドー、以下「コリドー」と略す）が必要とされている。道路網が人のためのインフラであるのと同様、コリドーによって形づくられる生態系の連絡網すなわち生態系ネットワークは、自然生態系の基盤を形成する環境インフラといえる。自然共生や都市の自然再生が叫ばれるなか、地域開発や大規模施設建設などにおける緑化や生態系ネットワークへの配慮は必要不可欠で、地域の自然環境や生態系の保全・復元に貢献できる技術の重要性が増してきている。

そこで、今回、生態系ネットワークの計画・整備に関わる基本的な知見を得ることを目的として、以下の調査および実験を行ったので、それらの結果について報告する。

チョウに関する緑の平面的コリドー機能

チョウに関する高さ方向へのコリドー整備効果

都市の鳥に関する緑のコリドー機能

なお、対象動物としてチョウおよび鳥を選んだのは、

- ・都市の自然生態系復元の初期段階として、比較的小さな場所でも生息可能な昆虫や鳥に注目したピオトープやコリドーの整備が考えられること
- ・昆虫類は、生態系ピラミッドの中間位置で底辺と上位とをつなぐ役割を担っており、豊かな自然生態系を構築する上で欠かせない存在であること
- ・生態系ピラミッドの上位にあって虫などを捕捉する鳥の存在は健全な生態系を維持していく上で重要な役割を果たすこと
- ・両者共に都市域の生態系を構成している馴染み深い生き物であること
- ・視認しやすく、調査方法もある程度確立していること

などの理由による。

## § 2 . チョウに関する緑のコリドー機能

### 2.1 都市域におけるチョウの生息状況調査

#### 2.1.1 目的および調査方法

チョウ類の分布に関する今井・夏原の研究<sup>1)</sup>によれば、「生息場所がパッチ状に分布する場合は種の供給地からの距離が短いほどチョウの種数が多く、大阪市とその近郊では山から遠ざかるにつれて種数が少なくなる傾向がうかがえる」とされ、チョウ類の生息と分布拡大にはコリドー的な機能が重要な役割を果たすことが示唆されている。一方、山から遠く離れた都市部においては、大きな公園緑地が種の供給地としての役割を果たしていると考えられる。

そこで、都市域における生態系ネットワーク形成の観点から、チョウの活動空間・移動経路を把握する目的で、都市においてチョウが主にどのような場所を利用しているか調査を行った。

調査の概要は以下のとおりである。

- ・調査方法：ラインセンサス法  
(所定ルートを一定速度で歩きながら出現した種や個体の数をカウントする方法)
- ・調査場所：東京都江東区木場公園および周辺
- ・調査期間：2002年7月～8月  
(晴天日を選び、延べ8回実施)

### 2.1.2 調査結果

#### 1) 調査対象地域の植栽状況

木場公園は約24万㎡の公園緑地で、周辺はオフィスビルや一般住宅、集合住宅、商店および工場などが混在し小さな路地も多い典型的な下町である。

図-1に、調査地域の生態的構造としての緑被率(IKONOS衛星画像に基づく画素内緑被率)を地図上に色分けして示した。調査地域の緑の状況は次のとおりであった。

木場公園の樹種はクスノキ、サクラ、マテバシイ、シラカシ等が主体である

主要道路の街路樹にはプラタナス、マテバシイ、タブノキ、ケヤキが多い

オフィス周辺はクスノキ、ケヤキ、ツツジが主体で、住宅街に比べて単調な植栽である

住宅街の植物は多彩で、地植えや鉢植えのミカン科樹木も見られるが、オフィス周辺と異なりクスノキは少ない

#### 2) 調査対象地域におけるチョウの分布

図-2に調査範囲とチョウの確認地点を示した。調査は、調査範囲内の全ての道路を対象とした。調査結果は次のとおりであった。

チョウは樹林地の外辺にあたる部分すなわち林縁的環境に多く見られた

チョウの確認地点は、公園緑地(木場公園)を中心に、線状に広がっていた

チョウは、街路樹や建物周辺の植込み、生垣など、緑のある場所で多く確認された

緑があっても、建物が建て込んだ小さな路地にはチョウが少なかった

公園内では多くの種類のチョウが確認されたが、住宅街ではナミアゲハ(幼虫の食餌植物;ミカン科樹木)、オフィス周辺ではアオスジアゲハ(幼虫の食餌植物;主にクスノキ)が多く、両方で最も普通に見られるチョウはヤマトシジミ(幼虫の食餌植物;カタバミ)であった

図-1と図-2を比較すると、チョウの分布は、ほとんどが緑の分布域に含まれた。そして、木場公園を中心に広がるチョウ確認地点は、ランダムに広がっているわけではなく、多くのチョウが生息する木場公園と緑が連続する場所であった。

#### 2.1.3 考察

調査結果から、以下のことがいえる。

A) チョウの分布は緑の分布に依存しており、チョウのスムーズな移動と分布拡大には、特に「緑の連続性」が重要である。

種の供給源となる近隣のピオトープや大きな公園緑地と緑を連続させれば、街なかにチョウを呼

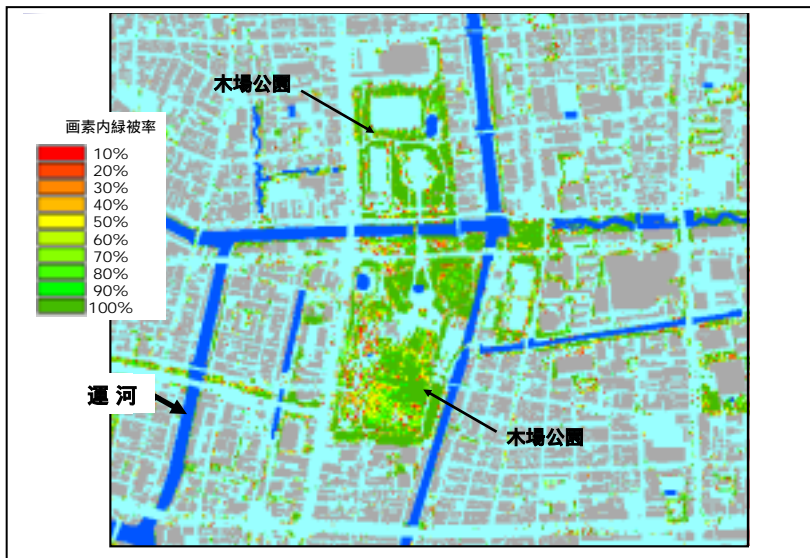


図 - 1 木場公園周辺の緑被率



図 - 2 チョウの生息場所 (木場公園周辺)

び戻すことが可能と考えられる。

- B) 公園緑地に連なる街路樹や生垣のある所は、規模が小さくてもチョウが確認できるため、これらはコリドールの機能を果たすと考えられる。
- C) 緑の連続性という点では、チョウに見える範囲で緑が分布することが必要である。  
チョウは、緑が多くても家屋が建て込んで見通しの悪い路地では少なく、やや大きめの道路や水路沿いなど比較的開けた場所で多く見られたことから、チョウは目に付きやすい緑を目指して飛来するものと推察される。
- D) アオスジアゲハのほとんどはクスノキ周辺で、またナミアゲハはミカン科樹木の多い住宅街で確認された。特に、ミカン科樹木では地植え・鉢植

えを問わずアゲハの卵や幼虫が確認された。これらから、チョウの種類と分布は食餌植物の存在とも関連が強く、チョウのためのコリドー機能向上や誘導・誘致に対して、食餌植物の果たす役割が極めて大きいことが示唆される。

## 2.2 チョウの移動経路に関する検討

### 2.2.1 目的および検討内容

コリドー機能に着目すれば、チョウの移動経路の予測ができ、それによってピオトープなどへの飛来の可能性を検討できるとともに、誘導・誘致のための効果的な緑化も行えるようになると考えられる。そこで、これを検証することを目的に、横浜市みなとみらい21地区(以下、「MM21」と記す)の中央分離帯上にナミアゲハを誘致対象に計画された食餌植物植栽によるチョウのピオトープ(以下「誘致植栽」と記す)について、

計画地周辺の事前調査  
ナミアゲハの分布と移動経路(誘致植栽への飛来ルート)に関する予測検討  
誘致植栽設置後の事後調査(チョウの分布調査による移動経路と分布予測の検証)

を行った。

### 2.2.2 事前調査

#### 1) 調査方法

- ・方法 : 定性調査法(観察法)
- ・調査区域: 図 - 3 に示す調査範囲
- ・調査日 : 2002年8月29日(晴)

#### 2) 調査結果

MM21 は典型的な都市域の埋立地で、周囲を運河で囲まれ、一部を除いて自然的要素の少ない人工的環境が形成されている。MM21 およびその周辺における植栽と、チョウ生息の状況について実施した事前調査の結果は、以下のとおりであった。

#### < MM21 >

- 草地は少なく、その多くが芝生で、訪花植物は貧弱であった
- 沿道の緑地帯は芝生、花壇、低木で構成され、見通しは良い
- 街路樹がほぼ全ての通りに配置されていた
- 街路樹の主体は、海岸線に並行する通りはクスノキ、これと交差する海岸線に直角な通りはイチヨウ、ケヤキ、ソメイヨシノで構成されていた

街路樹の根元植栽は訪花植物のツツジ、シャリンバイが主体であった

アオスジアゲハなど6種のチョウとその幼虫の食餌植物を確認した(表 - 1。内3種は繁殖も確認) ナミアゲハの食餌植物であるミカン科の樹木は存在しなかった

ミカン科樹木を食餌植物とするナミアゲハ、クロアゲハ等は確認できなかった

< JR 根岸線西側の旧来地域 >

店舗と住宅街主体で、大きな公園緑地や林がある植物は多様でミカン科の樹木も分布していた  
チョウの種類は豊富で、ミカン科樹木を食餌植物とするナミアゲハ、クロアゲハも多い

表 - 1 事前調査で確認されたMM21のチョウと食餌植物

チョウ	確認された食餌植物
アオスジアゲハ	クスノキ、タブノキ、ゲッケイジュ
モンシロチョウ	ナズナ、スカシタゴボウ、ハボタン、アリッサム、フウチョウソウ
ヒメアカタテハ	ヨモギ、タンポポ、ハハコグサ
ヤマトシジミ	カタバミ
ウラナミシジミ	クズ
イチモンジセセリ	チガヤ、エノコログサ、ヨシ

### 2.2.3 ナミアゲハの分布と飛来ルートの予測

#### 1) 検討方法

予測を行うに当たって、現地の事前調査とこれまでの調査経験から、ナミアゲハの行動形態と生息要因を次のように仮定した。

- 成虫の発生源となる食餌植物(ミカン科樹木)から距離が離れるほど分布確率は下がる
- チョウ道の長さは最大 200~300m 程度といわれているので、分布確率の高い距離を食餌植物から 250m までとする
- 訪花植物に誘引される距離を片幅 20m とする
- 街路樹を利用する距離を片幅 10m とする
- 高い建物は回避すると仮定し、分布範囲から除外する
- ナミアゲハが好む照度(チョウ道の照度; 相対照度で 10~50%)があり、暗すぎる場所や明るすぎる場所は好まない<sup>4) 5)</sup>ので、海域は最も利用頻度が低く、主に陸域を利用するものとする

上記の仮定に経験的に重み付けを行い、ナミアゲハの生息要因の寄与度を『ミカン科植物>訪花植物>街路樹>陸域>高層建物 海域』の順と考え、これらを

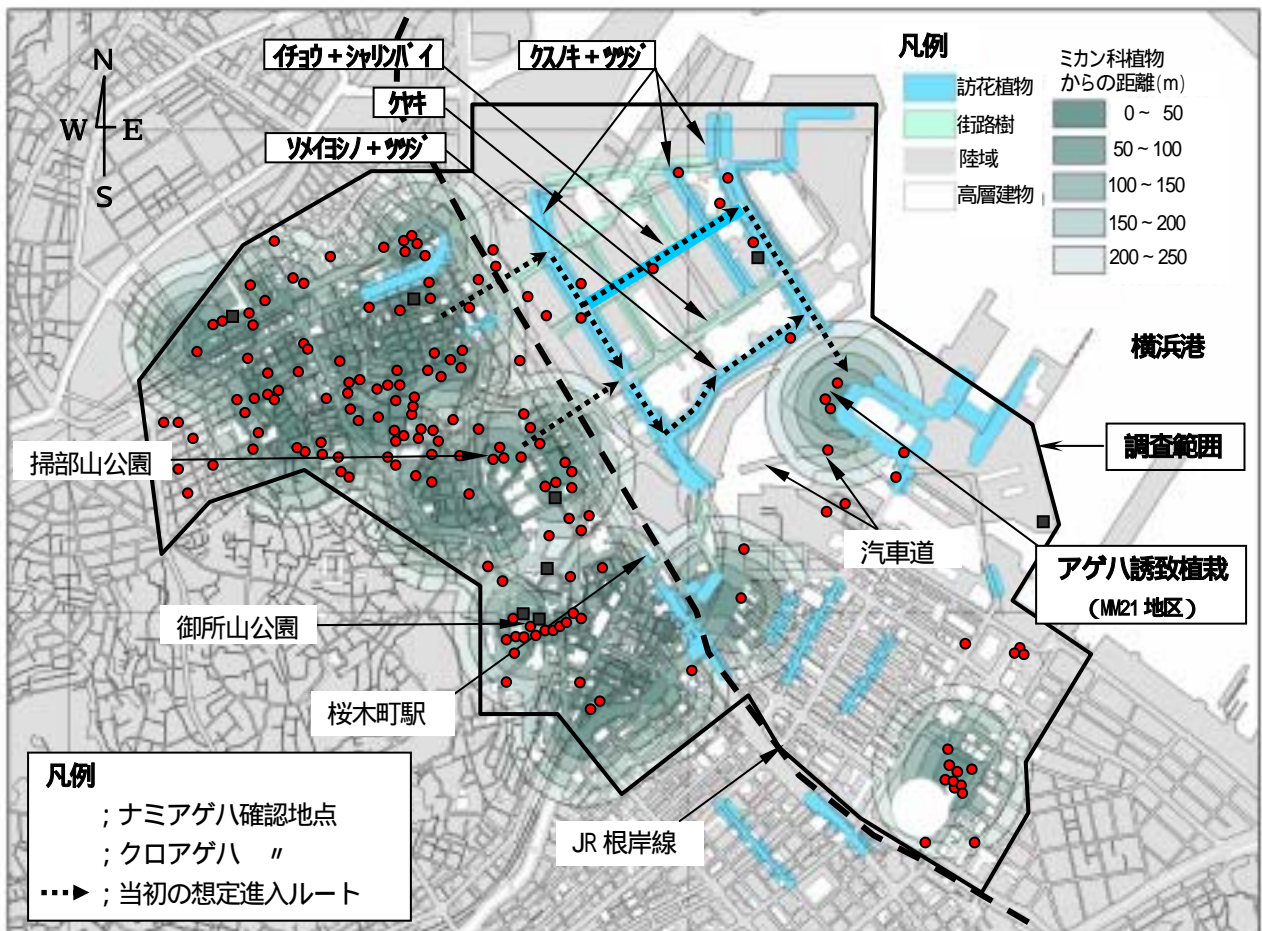


図 - 3 横浜MM21 地区周辺のナミアゲハ・クロアゲハの分布

色分けして地図上に落とし込むことにより、ナミアゲハの分布と誘致植栽までの飛来ルートの予測を行った。  
2) 検討結果

図 - 3 に予測結果を示す。なお、同図には事後調査結果(赤丸 と黒四角)も合わせて示してあるが、これについては次項で述べる。

ナミアゲハの分布予測の結果は「色分け」で示した。図 - 3 の地図の白い部分は海域、灰色部分が陸域である。また、陸域の白抜き部分は、チョウの回避対象とした建物部分である。図中の濃い青灰色部分の中心には、ナミアゲハの食餌植物であるミカン科の樹木が存在する。そして、そこからの距離を50mごとに5段階に区分し、距離が離れるほど濃い青灰色から薄い青灰色になるように食餌植物からの距離を同心円状に示した。また、MM21 周辺の訪花植物の分布は水色で、連続する主要な街路樹は浅黄色で示してある。これらで色付けした部分が予測される基本的なナミアゲハの分布域であり、濃く色付けされた部分ほど高い分布の可能性を示している。

同図からわかるように、MM21 には誘致植栽(予定)以外に食餌植物は存在しない。一方、JR 根岸線の西側には多くの食餌植物があり、この地域が飛来するアゲハの供給源になると考えられた。

しかし、ナミアゲハの飛来ルートについては、供給源から誘致植栽部に直接まっすぐに飛来するとは考えにくい。理由は、前章で記したようにチョウと緑の分布には高い相関が見られるがこの間には連続する緑がないこと 供給源と誘致植栽は最も近い場所でも直線距離で約800m離れチョウが好まない広く明るすぎる開放水面(運河)が直線ルートをさえぎっていることなどである。これに対し、誘致植栽の北西側MM21 地域にはほぼ全ての道路に街路樹が植えられ、格子状に連続する緑を形成しており、その最西端部は食餌植物の分布地から200~300mの範囲まで達している。さらに、これらの街路樹の根元には、アゲハ類の訪花植物であるツツジとシャリンバイも植栽されている。

これらから、事前調査ではMM21 にはナミアゲハとその食餌植物であるミカン科樹木は確認できなかったが、街路樹と訪花植物によって連続的な緑が形成されているMM21 北西区域を経由した飛来が期待でき、食餌植物中心の植栽によるナミアゲハの誘致・定着は可能と考えた。すなわち、MM21 誘致植栽への飛来ルートに関しては、以下の移動経路が推測された。

アゲハは御所山公園と掃部山公園ならびに周辺の住宅街を主な発生源(供給地)とし、  
まず MM21 北西区域の西端の街路樹を目指して進入して来る。  
次に、最も西側の「クスノキ+ツツジ(訪花植

物)」に沿って移動し、東方向海側に向う道路の街路樹「イチヨウ+シャリンバイ(訪花植物)」あるいは「ソメイヨシノ+ツツジ(訪花植物)」の植栽に到達する。

その後、これらの「街路樹+訪花植物」に誘導されて海側に向かって移動し、海岸線に並行する最も海側の大通りの「クスノキ+ツツジ(訪花植物)」に行き当たり、最終的に、この「クスノキ+ツツジ(訪花植物)」をつたって誘致植栽まで到達する。

この予測した飛来ルートは、図 - 3 に「破線矢印」で示した。

#### 2.2.4 事後調査

誘致植栽の整備は2003年に行われ、ナミアゲハの食餌植物としてミカン6本、キンカン3本、カラタチ64本が植えられた。そこで、2005年にナミアゲハの分布予測と誘致植栽への想定飛来ルートを検証するための事後調査を行った。なお、アゲハはこの時点で既に誘致植栽を利用して繁殖していると考えられたが、MM21の食餌植物は誘致植栽に限られているので出現個体の多くは未だJR根岸線西側からの進入個体と考えられること 大きな環境変化がなければ移動経路は変わらずMM21の誘致植栽を発生源とするアゲハも同じ経路を利用すると考えられること などから当初予測の検証が可能と判断した。

##### 1) 調査方法

- ・方法 : ラインセンサス法
- ・調査区域 : 図 - 3 に示した調査範囲
- ・調査日 : 2005年4/28、5/20、6/9、6/17、6/28、9/14、10/28(計7回)

##### 2) 調査結果

図 - 3 に、ナミアゲハの分布と飛来ルートの当初予測に重ねて、事後調査で確認したアゲハ(同じミカン科樹木を食餌植物とするナミアゲハ、クロアゲハ)の確認地点を示した。

#### 2.2.5 考察

図 - 3 から判るように、アゲハは当初の予測分布域および予測飛来ルート沿いに多く分布していた。特に、飛来ルートとして使用しない(通らない)としたところでは確認されなかった。以上のことから、ナミアゲハの分布と飛来ルート予測図を作成した際の仮定が、検証されたものとする。なお、ナミアゲハの分布予測域のうち、桜木町駅から南の部分では実際の確認数が少なかった。この地域は飲食店などを中心とした繁華街であり、食餌植物の誘引効果よりも人や車の多さからの忌避要因の方が上回っていたためと考えられるが、忌避要因についての評価方法は今後の課題である。

参考として、ナミアゲハとクロアゲハ以外の、都市域でも普通に見られるチョウの分布状況を図 - 4 に示した。

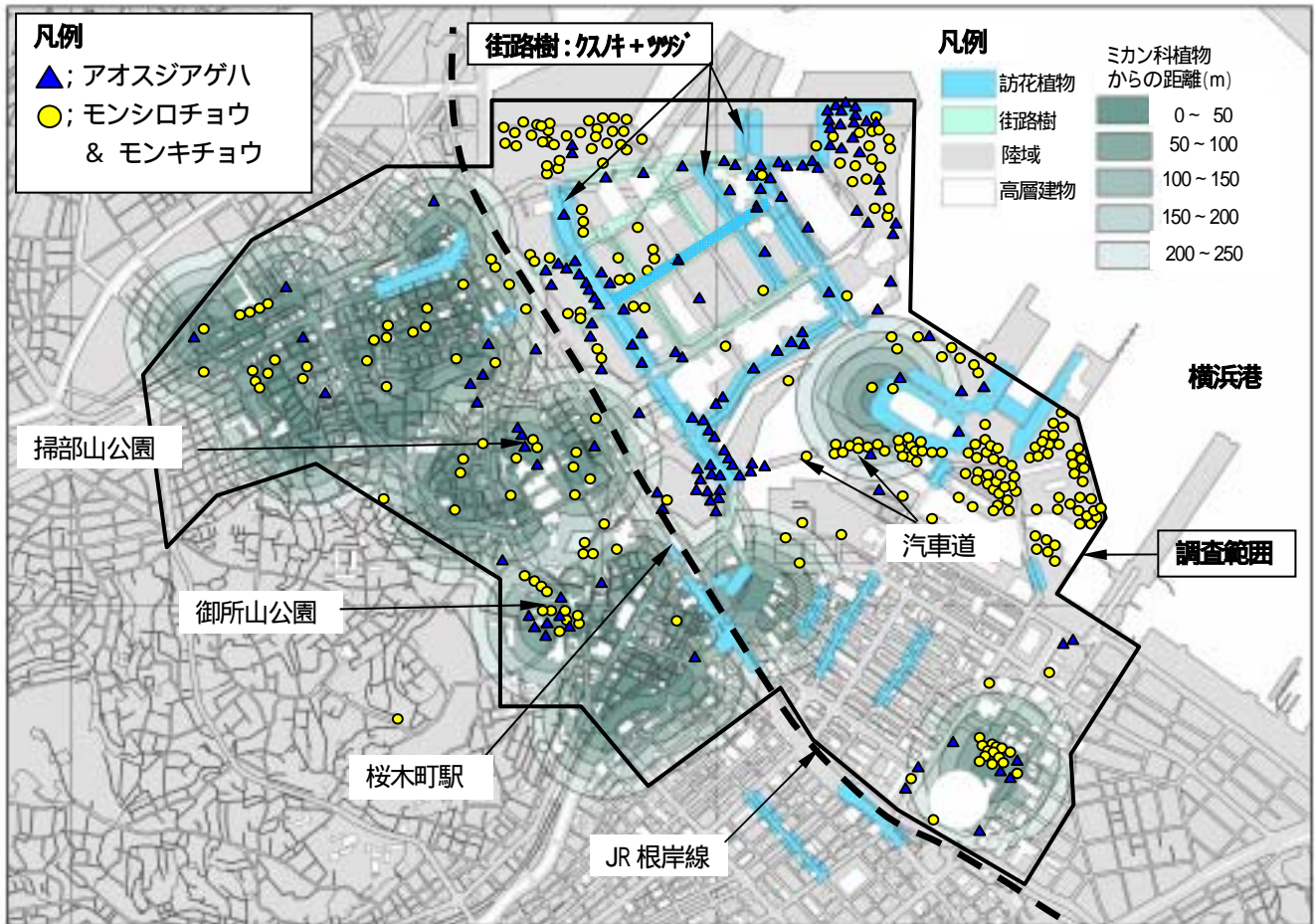


図 - 4 横浜MM21 地区周辺のチョウの分布 (アオスジアゲハ、モンシロチョウ、モンキチョウ)

アオスジアゲハはMM21 で多く確認されたが、JR 根岸線より西側では少ない。西側地域には食餌植物のクスノキが少ないが、MM21 には街路樹、建物周辺植栽として多くのクスノキが植えられており、アオスジアゲハの分布も食餌植物の密度に比例すると考えられる。一方、モンシロチョウ、モンキチョウは全体に広く分布したが、MM21 に関しては特定の場所 (草地、公園等) に集中して見られた。これは、モンシロチョウやモンキチョウが開けた明るい場所を好む草原性のチョウであるため、限られた芝地や未整備の低茎草地に集まったものと考えられる。

### § 3 . チョウに関する高さ方向へのコリドー整備実験

#### 3.1 実験の目的

チョウなどの飛翔性動物や壁面を移動できる動物については、平面的な通常のコリドーの他に、例えば地上付近からビルの屋上のピオトープなどに向かう、3 次元的な「高さ方向」(垂直方向) へのコリドーといったものも考えられる。

最近ではヒートアイランド対策として屋上の緑化が注

目されてきており、今後ますます屋上緑化や屋上ピオトープの整備が進むと考えられる。緑化された屋上は、特に都市域における飛翔動物にとって、生態系ネットワーク形成の上で重要な役割を果たすことが期待される。しかし、ほとんどの動物は地上付近が主要な生活の場であり、飛翔動物といえども、常に建物の屋上のような高い所を飛んでいるわけではない。ここに、下 (地上付近) から上に向かう高さ方向へのコリドー整備の意味が出てくる。

これはコリドーに関する新しい発想であり、従来このような考えは見られなかった。

そこで、地上から屋上緑化などへ向かう高さ方向へのコリドー整備に関し、ベランダ緑化のコリドー機能と生物誘導効果を把握するための実験を行った。実験の主な目的は次のとおりである。

#### ベランダ緑化のチョウ誘致効果

(緑化配置の違いがチョウのベランダ緑化利用に及ぼす影響)

#### ベランダ緑化の屋上へのチョウ誘導効果

(ベランダ緑化の有無や配置がチョウの屋上植栽利用に及ぼす影響)

チョウの利用に対する高さの影響  
ベランダ緑化のビオトープ機能

3.2 実験方法

3.2.1 場所

実験には、東京都世田谷区砧にあるRC3階建ての集合住宅4棟（清水建設砧第8アパート～第11アパート）のベランダおよび屋上を利用した。

この地域は緑豊かな住宅街である。周辺には3～4階建ての建物はあるものの、同建物は当該地付近では最も高い部類に入る。

3.2.2 期間

実験は2003年7月から2004年11月にかけて実施した。データ取得のための調査は、チョウの成虫の活動時期を考慮し、2003年は7～11月、2004年は4～11月とした。

3.2.3 実験内容

実験では、アゲハ（ナミアゲハとクロアゲハ）を対象に、屋上およびベランダのプランター植栽における食餌植物への産卵数とサイズごとの幼虫数をカウントし、産卵利用回数（産卵に訪れた回数）を算出した。また合わせて、アゲハ以外の動物の植栽利用についても調べた。

実験における屋上/ベランダへの植栽設置は、ベランダ緑化の程度（配置パターン）による差を把握するために、

独立配置：

近接する上下左右のベランダには植栽部を配置しない単独・独立型での設置

・・・2階、3階、屋上の各2箇所

隔階配置：

同じ縦の列の中間階ベランダと屋上に設置

・・・2階と屋上の組み合わせ2箇所

連続配置：

同じ縦の列のベランダ全てと屋上に植栽を設置

・・・1、2、3階および屋上の組み合わせ2箇所

の3パターンを設定した。植栽プランターの設置箇所は、1階ベランダ2箇所、2階ベランダ6箇所、3階ベランダ4箇所および屋上6箇所の合計18箇所である。

なお、ベランダおよび屋上の植栽は、アゲハの食餌植物と吸蜜植物を主体に、それぞれ1箇所あたりL80cm×W30cm×H30cmの大きさの植栽プランター3基と30cm×H30cmの鉢植え植栽1基を設置した（写真-1）。植栽内容は以下の組み合わせとし、樹種と大きさは統一した。

<プランター2基>

ユズ（アゲハ食餌・訪花植物）×各3本

下草；クローバ（モンキチョウ食餌・訪花植物）

カタバミ（ヤマトシジミ食餌・訪花植物）

<プランター1基>

ランタナ（訪花植物）×3本

コマツナ、キャベツ（モンシロチョウ食餌植物）



写真-1 実験用プランター植栽

■ は植栽配置箇所、数字は部屋番号を示す

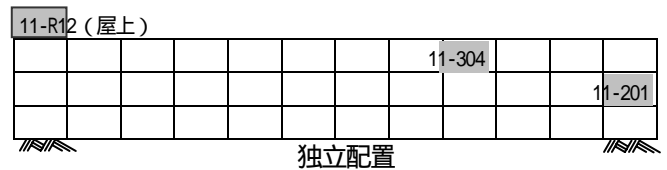
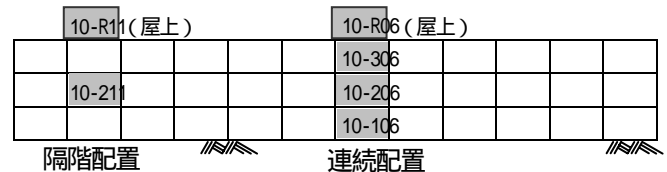
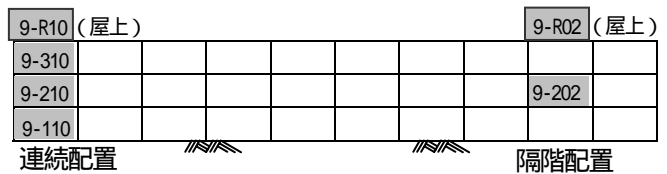


図-5 実験場所と植栽配置パターン

<鉢植え1基>

カラスザンショウ（アゲハ食餌植物）×1本

図-5に、実験の植栽配置（正立面）を示す。なお、図中の設置場所の数字“ - x ”は、 が建物番号、の数字は階数を、 x は部屋列を表しており、例えば8-301と記したものは第8アパートの1列目3階を示す。各建物は約20mの等間隔で同じ向きに建てられ、ベランダは全て南向きである。

### 3.3 実験結果

#### 3.2.1 設置植栽へのアゲハの産卵利用状況

ナミアゲハとクロアゲハを対象に調査した屋上およびベランダのプランター植栽における産卵利用状況(全体)を図-6に示す。調査は、2003年7~11月および2004年4~11月の約13ヵ月間、ほぼ週1回の頻度で行った。

なお、図-6の\*印部分には植栽プランターは配置していない。

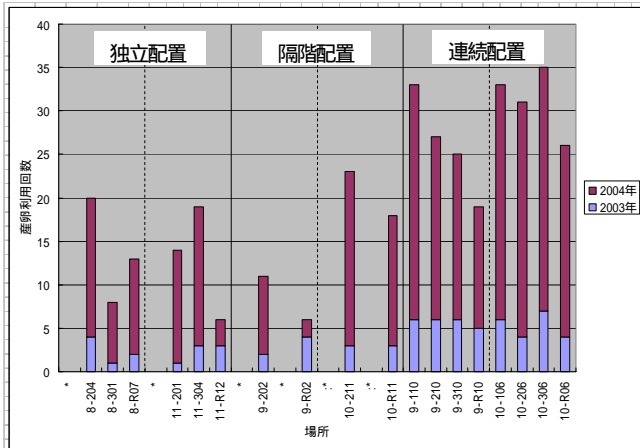


図-6 アゲハの産卵利用回数(誘致植栽全体)

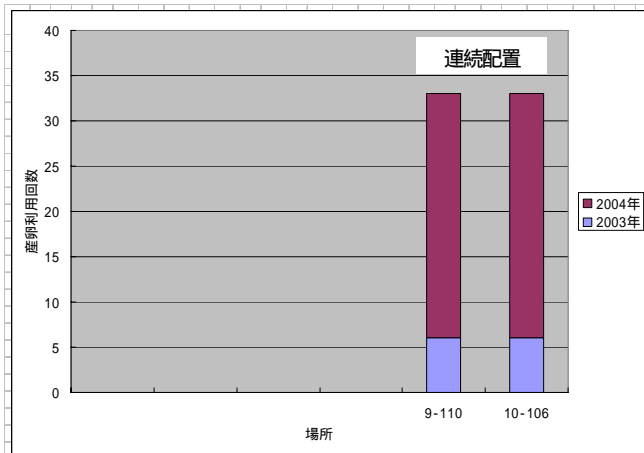


図-7 1Fベランダ植栽の産卵利用回数

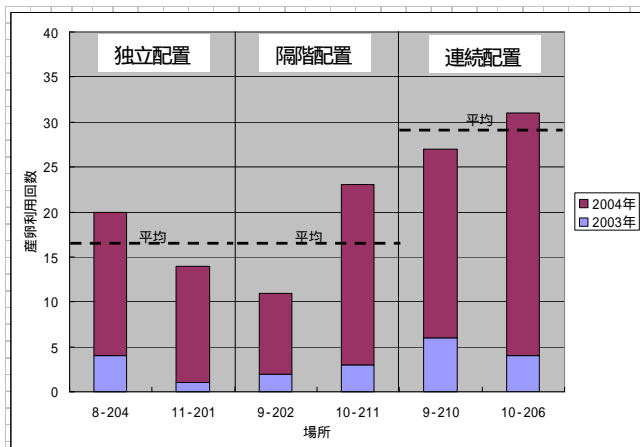


図-8 2Fベランダ植栽の産卵利用回数

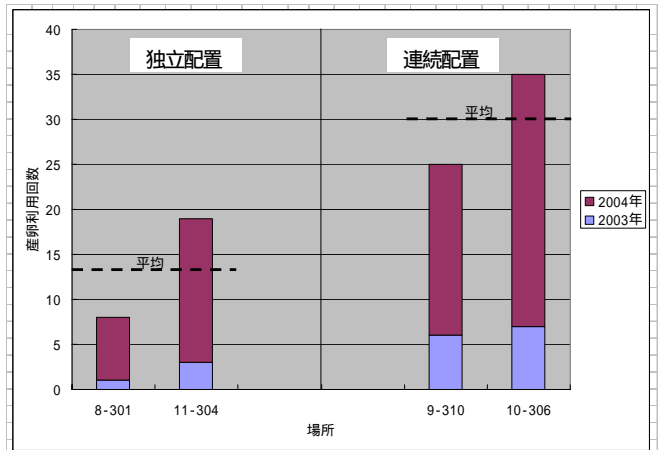


図-9 3Fベランダ植栽の産卵利用回数

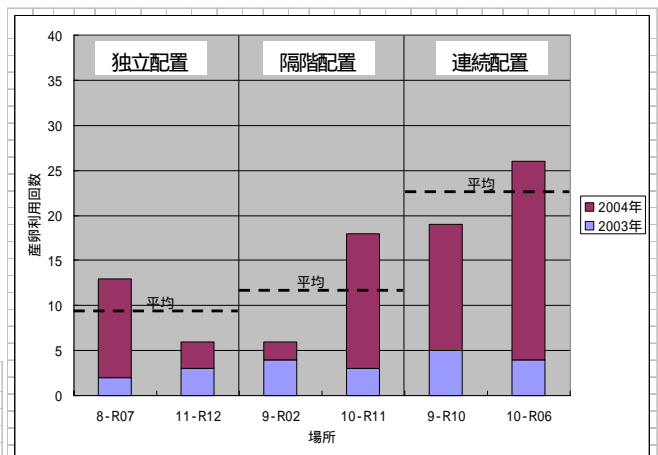


図-10 屋上植栽の産卵利用回数

設置した食樹プランターの産卵利用回数は全体で延べ367回、平均は1箇所当たり約20回で、1箇所当たりの利用回数の最高値は35回以上、最低6回であった。

図-7~図-10には、フロアごとのアゲハの産卵利用回数を分示した。1階ベランダでは連続配置の列にのみ植栽を設置し、他の配置は行っていない。また、隔階配置では、2階ベランダと4階に相当する屋上との組み合わせで実験を行っており、1階と3階の組み合わせは行っていない。

縦方向同列や近くの他のベランダには植栽を設置せず単独で配置した「独立配置」と、縦方向の同列の中間階(2階ベランダ)および屋上に植栽を設置した「隔階配置」の比較では、2階ベランダ植栽の産卵利用回数の平均は独立配置17回に対し隔階配置でも17回、屋上植栽では独立配置の10回に対し隔階配置が12回であり、同一階での差はほとんど見られなかった。これに対し、縦方向同列の1階から屋上まで全階に植栽を設置した「連続配置」の場合、2階ベランダでは独立配置と隔階配置の約1.7倍に当たる平均29回の産卵利用が、また屋上植栽でも1.9~2.4倍の産卵利用が確認された。3階部分については、隔階配置のデータはないが、単独配置の平均利用回



数 14 回に対して連続配置では 30 回と、大きな差が見られた。すなわち、「連続配置」における産卵利用回数は、「単独配置」および「隔階配置」と比較すれば、各階とも平均で約 2 倍の値を示した。

### 3.3.2 ベランダ植栽を利用した動物

実験期間中にベランダおよび屋上に設置したプランター植栽を利用した動物を表 - 2 に示す。

植栽への産卵に関してはアゲハ（ナミアゲハとクロアゲハ）についてのみ調査を行ったが、チョウの食餌植物は 5 種類のチョウを対象に選定し植栽している。その結果、食餌植物による誘致対象としての 5 種類のチョウは、全ていずれかの植栽部分で確認することができた。また、表中のほとんどの動物は、プランター植栽の配置には関係なく植栽を設置した各階で確認されている。ただし、モンキチョウの利用は 1 階部分でしか確認できなかった。また、ヤモリはベランダでは確認されたが、屋上では全く見られなかった。

なお、表 - 2 の備考欄に記したが、チョウ類の幼虫であるイモムシ類は、その多くがアシナガバチに捕食されており捕食の痕跡も多数見られた。また、鳥類による捕食の状況は確認できなかったものの、幼虫が数日の間に激減した場所では、アシナガバチの捕食痕跡以外に、同時期に小鳥の糞が多く見られたことからスズメやシジュウカラなどによる捕食もかなりあると思われる。

実験場所の敷地内では表に示した以外にも多くの動物が見られ、プランター植栽を利用した可能性はあるが、それらについては利用を確認していないので同表には記載していない。

## 3.4 考察

### 3.4.1 ベランダ緑化のチョウ誘致効果について

設置した食餌植物プランターの全てにおいてアゲハの産卵が見られたことから、“食餌植物”あるいは“食餌植物と訪花植物の組み合わせ”によるベランダ緑化は、チョウ類の誘致に効果があると判定される。

ただし、ベランダ緑化の配置比較では、連続配置の場合、単独配置および隔階配置と比べて、各階とも平均で約 2 倍の産卵利用回数であった（図 - 8 ~ 図 - 10）。このことから、チョウ類の誘致に関しては、小さな植栽が単独あるいは大きく間隔を開けて配置されるより、連続配置のようにまとまった緑が効果的と考えられる。また、単独配置と隔階配置ではほとんど差が見られず（図 - 8 および図 - 10）実験を行った建物の 1 フロア当たりの高さから換算すれば、チョウは高さ方向で 5m 以上の間隔がある緑化は一体のまとまった緑とは見なししていないと思われる。これらは、今後も詳細な研究が必要であるが、緑化空間の整備や植栽配置に際して考慮すべき事項といえる。

表 - 2 屋上・ベランダ植栽の利用動物（ を利用）

利用動物	利用物 / 利用場所等			備考
	植物	植栽 基盤 (土)	プランタ / 壁/ 隙間	
昆虫類	ナミアゲハ		蛹化	吸蜜、繁殖
	クロアゲハ		蛹化	吸蜜、繁殖
	モンシロチョウ		蛹化	吸蜜、繁殖
	モンキチョウ			吸蜜、繁殖
	ヤマトジミ			吸蜜、繁殖
	ヒメアカタテハ			吸蜜
	イチモンジセセリ			吸蜜
	ヨウガ			
	イダシヤク SP			
	コアシナガバチ			イモムシ類捕食
	ミツバチ			
	ハナバチ SP			
	ハナアブ SP			
	アブラムシ SP			
	ヤマトサカゲル			アブラムシ等捕食
	ナミントウ			〃
	ナホシントウ			〃
	カメムシ SP			
	ナカメ			
	コアオハナムグリ			
オオカマキリ				
カネタキ				
ハサミムシ				
クオアリ				
爬虫類	ヤモリ			
鳥類	スズメ			砂浴び等
	シジュウカラ			
	ハシブトガラス			食物隠し行動
その他	ハイトクモ SP			
	クモ SP			
	巻貝 SP			

### 3.4.2 緑化配置と屋上へのチョウ誘導効果

ベランダ緑化による屋上へのチョウ誘導効果については、産卵利用回数の比較では単独配置と隔階配置の差は見られず、隔階配置での誘導効果は期待できない。一方、連続配置における屋上植栽では、単独配置および隔階配置と比べて約 2 倍という高い産卵利用が確認されている（図 - 10）。

このことから、高さ方向・屋上へのチョウ類の誘導に関しては、ベランダ緑化の連続的配置が効果的であることが判る。

### 3.4.3 チョウに対する高さの影響について

高さの影響に関しては、階が上がるほど利用頻度は減少する傾向が見られた。すなわち、2 階ベランダ（図 - 8）と屋上（図 - 10）とを比較した場合、屋上植栽の利用は 2 階に比べて単独配置で約 4 割、隔階配置で約 3 割の低下が見られた。一方、連続配置部分に関しては、2 階と 3

階の利用回数に差は見られないものの、屋上は2・3階より2割ほど低下している。また、連続配置においては1階と2階の差はほとんどない。

これらから、チョウは飛翔力を有してはいるものの、普段の生活圏が地上付近であり、ビル建物の屋上など高所に向かう飛行には抵抗感を伴うものと推測される。しかし、ベランダ緑化のように緑を配置すれば抵抗感は緩和され、特に緑に連続性を持たせることで緩和効果は高まると考えられる。また、連続配置の結果からは、緑の連続性があれば階高3階のベランダ辺り(高さ7m程度)までは余り大きな抵抗を感じることはなく、3階以上4階までの辺り(高さ8~10m程度)が抵抗感の増大ポイントになると考えられる。

#### 3.4.4 ベランダ植栽のビオトープ機能について

実験用の屋上・ベランダ緑化は写真-1に示したようにプランターのみわずかな植栽であったが、そこを繁殖の場とする虫たちとそれらを捕食する上位動物などが見られ、食物連鎖の生態系ピラミッドが形成されていることが確認された。したがって、ベランダの緑化は、主な対象動物を絞り込みその動物が利用する環境につくり込むことで、ごく小規模であっても、ビオトープとしての機能を果たすことができるものと考えられる。

#### 3.4.5 高さ方向へのコリドー整備の可能性

実験の結果を要約すると次の通りである。

ベランダ緑化はチョウ類など小動物の誘致に効果がある

チョウの屋上植栽の利用回数は、屋上だけに単独で緑を配するより、その直下の各階のベランダを連続的に緑化した場合の方が多し

縦方向への緑の連続配置は、チョウの高さ方向への移動に対する抵抗感を緩和する

小規模ベランダ緑化でもビオトープ機能を持ち、バッタ、カマキリなど飛翔力の低い動物も壁面をつたい高所まで移動してくる

以上から、高さ方向への連続的なベランダ緑化は、チョウに対して縦のコリドーとしての役割を果たし、他の昆虫を主体とする小動物に対してもコリドー的機能を発揮しうる可能性をもつと考えられる。また、緑の連続性という点において、壁面緑化も連続的なベランダ緑化と同様の効果を発揮するものと思われる。

なお、チョウの多くは樹の梢に沿って飛ぶ傾向があり、“草地 低木 高木”というふうに徐々に高い場所に行くのが普通である。したがって、緑化植栽を行ったベランダや壁面の近くに草地や植え込みなどがあり、それらに続いて建物際に大きな樹木が植えられていれば、高所への誘導効果はより高まると考えられる。

## § 4 . 鳥に関する「連続する緑」のコリドー機能

### 4.1 調査の目的

一般に、「歩行性動物や飛翔力の弱い動物には連続する帯状のコリドーが必要であるが、飛翔力の高い鳥類等は適当な間隔で飛び石状に生息適地(ビオトープ)を造り自力で移動するのに任せればよい」というような考え方がある。しかし、前章までの研究から、飛翔力のあるチョウでも、移動や分布には緑の連続性が大きく関わることが分かってきた。そこで、比較的コリドーへの依存度が少ないと考えられている鳥類について、「連続する緑」の「鳥のコリドー」としての可能性を把握し、コリドー整備の計画・検討の基礎資料とすることを目的に調査を行った。

### 4.2 調査地域と調査方法

#### 4.2.1 調査地域

調査を行った地域は、東京都世田谷区の北沢川緑道(総延長約10km、幅4~10m)および烏山川緑道(総延長約7km、幅4~10m)とその周辺である。

同地域を主な調査地として選定した理由は、住宅の庭などまとまった緑が数多く点在しており、「点としての緑」が多い住宅街と「帯状/線状に連続する緑」の緑道との比較が容易であることによる。また、極端に緑の少ない地域を選定した場合には、単純に緑があるというだけで緑道に鳥が集中することも考えられ、緑の連続性を評価することに無理が生じると考えたためである。

図-11に調査地域を示す。

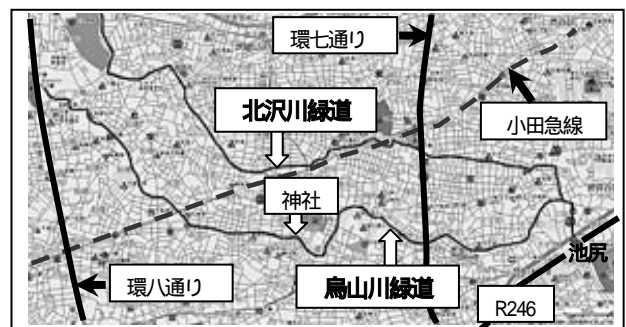


図-11 調査地域略図

#### 4.2.2 調査方法

##### 1) 調査方法

調査はラインセンサス方式で行い、出現した野鳥(飼い鳥が野生化したドバト、ワカケホンセイインコを含む)の種類と個体数をカウントした。

##### 2) 調査対象(場所と範囲)

調査は緑道とその周辺道路を対象とした。理由は、地域環境が同一の中で、緑の連続する緑道がコリドー

的役割を果たしているか否かを、緑道同様に飛翔空間の開けた周辺道路と比較対照して判断するためである。したがって、緑道との比較対照道路は、原則として緑道から2~3ブロック離れてほぼ並行し、緑道同様に交通量が少ない住宅街の道路を選定した。

調査範囲は、緑道および道路の左右5m程度(住宅の庭等は道路から見える範囲) 高さは周辺建物または電柱・電線まで(概略高さ15m以下の範囲)とし、単に上空を通過しただけの鳥は除いた。

### 3) 調査時期

調査は2003年12月6日~2004年1月12日に実施した。このうち、緑道の調査は5日間(2003年12/6、12/13、12/20、12/21、2004年1/12)でセンサス距離は延べ22.3km、比較の一般道の調査は6日間(2003年12/6、12/13、12/14、12/20、12/21、2004年1/12)で距離は延べ21.7kmであった。

## 4.3 調査結果

調査結果を表-3に示す。

調査対象地域における鳥類の出現個体数は、緑道(烏山川緑道, 北沢川緑道)では調査距離100m当たり4.9個体(4.9個体/100m)が見られたのに対し、そこから2~3ブロックしか離れていない住宅街では半分以下の2.0個体/100mしか確認できなかった。さらに、交通量の影響を把握するために、人と車両の交通量の多い主要幹線道路(R246)沿いの調査も実施したが、ここでは1.3個体/100mしか確認できなかった。また、神社境内に関しては、約300m区間の調査であったが、11個体/100mという多さであった。

鳥の種類については、緑道内で17種が確認されたのに対し住宅街では12種で、これも緑道の方が5割ほど多かった。ちなみに、R246では3,600mの間で4種類が確認

されたにとどまった。

## 4.4 考察

調査結果からは、次のことが考察される。

周辺の住宅街と比較して、緑道では鳥類の種数で約1.4倍、100m当たりの出現個体数すなわち生息密度において約2.5倍という違いを示した。このことから、緑道のような細長い緑地空間でも鳥類の利用頻度は高く、移動能力に優れた鳥類に対してもコリドーは有効で、緑の連続性が果たす役割は大きいと考えられる。

鳥類は、主要幹線道路のように人や車の多い場所や人工的な環境には少なく、神社境内の生息密度が高かった。したがって、神社のように高密度の緑を有する静かな緑地環境は、細長いコリドーにおいて、休息場所など拠点的な役割を受け持つと考えられる。

## §5. おわりに

都市域の生態系ネットワークの整備に関わる基本的な知見を得ることを目的として、チョウと鳥を対象に緑のコリドー機能に関する調査研究を行った。得られた知見の要点は以下のとおりである。

- A) チョウ類の移動・分布拡大には緑の連続性が重要である
- B) チョウ類の誘致には、食餌植物を含むまとまった緑の配置が効果的である
- C) チョウ類に対して、ベランダ緑化の縦列の連続的配置は高さ方向へのコリドーとしての機能を発揮し、屋上緑化への誘導に効果がある

表-3 緑道および周辺道路における鳥類の分布状況

鳥名 (野鳥以外も含む)	スズメ	シジュウカラ	カワラヒワ	メジロ	ジョウビタキ	ウグイス	アオジ	ヒヨドリ	ムクドリ	ツグミ	コゲラ	ハクセキレイ	キセキレイ	キジバト	トバト	ワカケホンセイインコ	オナガ	ハシブトガラス	カルガモ	出現種数 / 個体数合計	100m当たり出現個体数	備考
調査場所 緑道 (烏山川 & 北沢川緑道) 延べ5日 22,300m	429	30	2	22	2	1	240	102	12	2	5	2	12	100			14	60	18	17種 / 1093個体	4.9 (3.2~6.9)	烏山川緑道 14種、603個体、12600m 北沢川緑道 14種、490個体、9700m
住宅街一般道路 (世田谷区) 延べ6日 18,100m	179	6	1	15	1			90	15			2					5	40		12種 / 371個体	2.0 (1.3~4.3)	
主要幹線道路 (R-246、池尻~渋谷) 1日 (AM & PM) 1,800m x 2回 = 3,600m	6							2							36			3		4種 / 47個体	1.3	
*参考 神社(世田谷八幡)境内 約300m	8							5						3	11	4		2		6種 / 33個体	11.0	

D) 緑の配置が高さ方向に5m以上の間隔が開くと、チョウの移動についての連続性が途絶える傾向が見られる

E) チョウ類にとって、高さ方向に緑の連続性があれば、階高3階程度まで(高さ7m程度まで)の建物は余り大きな抵抗要因とはならず、高さ8~10m程度が抵抗要因の増大ポイントとなる

F) 鳥類も緑道のような緑が連なる空間を好む傾向があり、都市において緑の連続性が果たす役割は大きく、鳥類にもコリドーは有効と考えられる

本研究から、飛翔力を持つ移動能力の高いチョウや鳥も、緑の連続性に強く依存する傾向が明らかとなった。

これまで、都市域における緑の機能と生き物の関係について、特に動物の移動路としてとらえ研究されたもの

は少ない。コリドーとか緑の回廊という言葉が一般化しつつあるが、イメージのみが先行していたきらいもある。

今後、本研究の知見を活かし、生態系ネットワークの充実を図り都市の生態系の復元・維持に貢献すると共に、屋上ビオトープなどへの効果的な生きもの誘致に役立てていきたい。

#### 謝辞

本研究にあたり、京都大学大学院農学研究科環境デザイン学研究室の森本幸裕教授には貴重なアドバイスをいただきました。また、NPO 法人よこはま水辺環境研究会には多大なご協力をいただきました。末筆ながら深く感謝いたします。

#### <参考文献>

- 1) 今井長兵衛,夏原由博:大阪市とその周辺の緑地のチョウ相の比較とシマの生物地理学の適用,日本環境動物昆虫学会,環動昆第8巻第1号,1996
- 2) 西尾伸也,小田原卓郎,林豊:都市域におけるエコロジカルネットワークの形成,土木学会第57回年次学術講演会概要集,2002.10
- 3) 日本甲虫学会 編:原色日本昆虫図鑑 上・下,保育社,1955
- 4) 日高敏隆 著:高校生に贈る生物学3、チョウはなぜ飛ぶか〔新版〕,岩波書店,1998
- 5) 福田晴男+高橋真弓 著:蝶の生態と観察,築地書館,1988