

機関番号：24403

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20580038

研究課題名 (和文) チョウの行動特性から捉えた屋上緑化空間の生息ポテンシャル評価に関する研究

研究課題名 (英文) Study on Evaluation of the Viability of Butterflies in Green Rooftop Spaces Based on their Behavioral Characteristics

研究代表者 上甫木 昭春 (KAMIHOGI AKIHARU)
(大阪府立大学・生命環境科学研究科・教授)

研究者番号：70152858

研究成果の概要 (和文)：屋上緑化空間にナミアゲハを誘引するには、屋上部の多様な緑被構造に加えて、地上部からの緑視認性や緑化階層に配慮することが重要であることが明らかとなった。また、屋上部でのナミアゲハ幼虫の生存にも、地上からの高さが影響を与えているとともに、屋上側壁の有無などによる寄主植物の視認性が影響していることが分かった。さらに、建物の垂直壁面に設置した誘引材には、ナミアゲハの飛行の速さを抑制し、壁面に近づける効果があることより、屋上空間へのチョウの誘引に有効な壁面緑化のあり方としては、種の飛行特性や建物周辺の緑化状況に応じた壁面緑化が必要であると類推された。

研究成果の概要 (英文)：This study revealed that the type of greenery on the roof of buildings, the visibility of rooftop greenery from the ground, and the height of buildings with green rooftops serve as factors for luring Asian swallowtails, or *Papilio xuthus*, to green rooftop spaces of buildings. It was also found that the height of buildings with green rooftops and the visibility of rooftop greenery from the ground have positive effects on the viability of Asian swallowtail larvae on the rooftop, while the presence of fences or nets on the roof has negative effects on it, specifically hampering the visibility of the insects flying around ground to the roof. Inducements for the insect to come close to the vertical wall of buildings, such as masking tape applied to the vertical wall, helped control the flying speed of Asian swallowtails and lured the insect to vertical walls. It can be deduced from these findings that greening building wall surfaces with consideration for the flying characteristics unique to the species and the type of greenery around the building can be effective in luring butterflies to the green rooftop of buildings.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008	1,500,000	450,000	1,950,000
2009	1,200,000	360,000	1,560,000
2010	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農学・園芸学・造園学

キーワード：緑地計画

1. 研究開始当初の背景

都市化に伴う緑地の減少、グランドレベルでの緑地空間の確保が益々困難になって来ている現状や、近年、屋上緑化を義務づける自治体が増え、立体都市公園制度が施行されたことなどを併せると、都市域において、グランドレベルの緑地空間の代替地としての屋上緑化のあり方を探ることは、極めて緊急な課題になっているといえる。屋上緑化には、一般にヒートアイランド現象の緩和、雨水の一次貯留機能、生態系の創出、景観の向上および心理効果など多面的・複合的な意義が認められている。このような状況の中で、屋上部における人々にとっての休憩利用や景観の創出や、高層屋上庭園において多様な昆虫相が確認されているが、まだその事例は少ないとともに、屋上緑化が周辺地上部の生物相にとっての生息空間としてどのように機能しているのかといった検討はなされていない。すなわち、本来は屋上緑化空間も地上部を中心とした都市緑地のネットワークと一体となって整備される必要があるが、周辺地上部の緑地との関係性に着目した計画整備指針は明らかになっていない。ここで、都市域における人々と生物との係わり合いに着目すると、日常生活の中での自然との触れ合いはますます重要な課題になってきており、居住者の生物に対する嗜好からみた緑地保全に係わる研究などにおいて、どこにいても構わない・好まれる生物としてチョウ、トンボ、ヒバリなどがあげられている。このような、その場所に居合わせた人に親しみと安らぎを与え、その場の景観的な主役になりうる生物を仮に「景観動物」と定義すると、極めて都市的な空間である屋上空間において、緑の存在だけではなく、人々に対してより質の高い潤いを創出するために、屋上空間にお

ける景観動物の生息の可能性を探る必要があるといえる。

2. 研究の目的

本研究では、上記の景観動物としてチョウを選定し、屋上空間における生物の生息の可能性を探ることとした。なお、チョウを対象とする理由としては、チョウは先述した「景観動物」の中で、極めて都市的な空間である屋上緑化空間でも生息が期待される代表的な存在であること、チョウは一般に植物に沿った行動特性を有しており、よりきめ細かく緑地の有機的なネットワークを把握することができると考えたからである。そのためには、チョウの行動特性を明らかにする必要があるが、自然地域での分布特性や行動特性は蓄積されているが、都市域においては、都市公園や都市近郊の緑地におけるチョウ類群集を用いた環境評価は行われているものの、都市域の学校ビオトープに飛来するチョウの行動調査などの研究は始まったばかりである。特に、都市域における垂直方向（地上部～屋上部）の行動特性についてはデータが少なく、都市域における地上部と屋上部との一体的な緑地ネットワークによる野生動物の生息環境を計画整備するための知見を得ることが課題といえる。以上の考え方にに基づき、本報告書では(1)屋上空間へのチョウの飛来状況、(2)屋上空間におけるチョウの生息ポテンシャルの評価、(3)壁面の緑化修景による屋上空間への誘引状況について記載する。

3. 研究の方法

(1) 屋上空間へのチョウの飛来状況の研究手法

調査対象地には、屋上緑化の階層と緑被タ

イブの違いに着目し、上村ビル(9階・草本)、長和ビル(9階・低木)、大成ビル(9階・高木)、竹中ビル(10階・高木)、淀川ビル(7階・高木)、生協ビル(4階・草本)の6ヶ所を選定した。まず、ナミアゲハの産卵状況の調査では、それぞれの屋上緑化空間においてミカンの苗木を概ね緑被面積 20 m²につき1本の割合で設置し、6月下旬から8月上旬の1ヶ月間、苗木に産卵された卵及び幼虫の数を記録した。環境特性の調査は、「周辺環境」として周辺 500m 圏域の土地利用を、地上部から屋上への誘引条件と考えられる「連結環境」として緑化階層に加え、地上部の高木延長、地上部からの緑視認性を、「屋上環境」として緑被別構成とフェンス・ネットの状況を把握し、産卵状況との関係性を探った。さらに、苗木ごとの産卵数に影響する要因を探るために、苗木の周辺 3m 圏域の、高木緑被割合、フェンス・ネットの存在などを把握し、ビルごと連結環境と併せて重回帰分析を行った。

(2) 屋上空間におけるチョウの生息ポテンシャルの評価の研究手法

ここでは、緑地と多様な階層と屋上形態を持つ建物に着目し、大阪府立大学中百舌鳥キャンパス内(約 25.9 ha)を調査対象地とした。まず、現況特性の調査として、建物、緑地などの空間特性と、地上部でのアゲハ類の出現状況を7月上旬から9月上旬で計10日(午前、午後)、ルートセンサス法を用いて把握した。次に、屋上空間におけるナミアゲハの飛来状況を把握するため、7月上旬から9月上旬の2ヶ月間、ナミアゲハの寄主植物であるミカンの苗木を植えたプランターを様々な階層、形態の屋上部に50地点、またそれに対応するように地上部の緑地、空地などに50地点、計100地点に設置し、おおむね1週間おきにミカンに付着した卵及び幼虫の数を記録し

た。さらに、屋上空間におけるナミアゲハの生存状況を把握するため、8月上旬から9月上旬の1ヶ月間、全調査ミカンの各プランターに10個体ずつ、計1000個体のナミアゲハの1齢幼虫を人為的に付着し、おおむね4日おきに寄主植物の葉や茎に付着した幼虫の数と成長(1齢~5齢)を記録した。そして、生息ポテンシャルの評価要因として設定した「周辺環境」(各地点10m・20m圏域内のタイプ別緑地)、「連結環境」(階層、屋上側壁の有無、壁面への樹木の隣接状況)とナミアゲハの飛来状況及び生存状況との関係を解析した。

(3) 壁面面の緑化修景による屋上空間への誘引状況の研究手法

調査対象地は大阪府立大学中百舌鳥キャンパス内の生命環境科学部棟南東側エリアとし、誘引素材と誘引材の設置箇所を選定するための予備調査を行い、それぞれ合成樹脂素材の緑色養生テープ、正面玄関中央の壁面を選定した。壁面特性を探る実験区として、①対照区(誘引材を設置しない)、②ネット区(緑色のネットを設置)、③上面テープ区(上面に養生テープを施したネットを設置)、④全面テープ区(全面に養生テープを施したネットを設置)、⑤クズ区(全面に養生テープを施し、クズを絡ませたネットを設置)、造花区(全面に養生テープを施し、上面に造花を施したネットを設置)の6区を設定した。チョウの行動特性を把握するため、10~15時に出現したチョウを追跡する一頭追跡調査を各実験区3日ずつ計18日行い、種名、飛行ルート、飛行の高さ、飛行の速さを記録した。個体数が多かったナミアゲハとアオスジアゲハを対象として、行動特性と空間特性および壁面特性との関係を解析した。

4. 研究成果

(1) 屋上空間へのチョウの飛来状況の結果と考察

<ビル別にみた産卵状況と環境特性との関係性> : 全てのビルは周辺 500m 圏域の土地利用における市街地が 80%以上であり、都市域に立地したビルであるといえる。ビル別の産卵状況をみると、大成ビルにおける平均産卵数 18.0 個、最大産卵数 32 個が最大であり、上村ビルおよび長和ビルでは産卵がみられなかった。同じ階層 (9 階) の上村ビル、長和ビル、大成ビルに着目すると、高木が存在する大成ビルでのみ産卵が確認され、高木の存在が産卵を促す傾向がみられた。また、同じ緑被タイプ (草本中心) の上村ビル、生協ビルに着目すると、緑化階層が 9 階の上村ビルでは産卵がみられなかったが、4 階の生協ビルでは産卵 (平均 6.6 個) が確認され、緑化階層が低い方が産卵されやすい傾向がみられた。高木が存在し緑化階層が比較的高い大成ビル、竹中ビル、淀川ビルに着目すると、地上部からの緑視認性 (ビル隣接地上部から見える緑の水平距離) が 13.5m と最も大きい大成ビルでは平均産卵数が 18.0 個、9.0m の淀川ビルでは平均産卵数が 2.7 個、地上部から緑が視認できなかった竹中ビルでは平均産卵数が 0.3 個であったことから、地上部からの緑視認性が大きくなると産卵数が大きくなる傾向がみられた。以上から、ナミアゲハの産卵には高木植栽、緑化階層、地上部からの緑視認性が関係していると思われる。

<苗木別にみた産卵状況と環境特性との関係性> : 苗木ごとの産卵数に影響する要因について前述の結果と既往論文を踏まえ説明変数を選択し、8 通りにおいて重回帰分析を行った。まず回帰式別にみると、説明変数が「高木緑被割合」、「フェンス・ネットの存在」、「緑化階層」、「地上部からの緑視認性」の回帰式において修正済決定係数が 0.409 で最大

であり、標準偏回帰係数による産卵数への寄与度の関係は「地上部からの緑視認性」(0.643) > 「フェンス・ネットの存在」(-0.484) > 「緑化階層」(-0.336) > 「高木緑被割合」(0.010) であった。次に、説明変数別にみると「地上部からの緑視認性」は全ての回帰式で有意 ($p < 0.01$) で比較的高い標準偏回帰係数がみられたが、「地上部の高木延長」(ビル隣接地上部における高木の樹高合計) は、どの回帰式でも有意な説明変数として認められなかった。以上から、苗木ごとのナミアゲハの産卵には地上部からの緑視認性が最も強く影響し、次いでフェンス・ネットの存在、緑化階層、高木緑被割合の順に影響していることが明らかとなった。

<まとめ> : 以上のことから、都市域の屋上緑化空間にナミアゲハを誘引するには、屋上環境の緑被タイプのあり方だけでなく、連結環境としての地上部からの緑視認性や緑化階層に配慮することが重要であることが明らかとなった。緑化階層が高いビルでは、高木を屋上の外縁部に植栽し、地上部からの緑視認性を高めることが重要であり、次に、フェンス・ネットは可能な限り高さを抑え、寄主植物を植栽する場合はフェンス・ネットから離すことが重要である。さらに、屋上緑化空間での人々の利用に際してナミアゲハとの接触機会を増大させるため、草本よりも低木・高木といった樹木や吸蜜植物を植栽することが重要であると考えられる。

(2) 屋上空間におけるチョウの生息ポテンシャルの評価の結果と考察

<ナミアゲハの飛来状況> : 産卵数をみると、屋上部では計 416 個、平均 8.32 個、最大 33 個の産卵がみられ、0 個が 22 地点 (44%)、1~10 個が 8 地点 (16%)、11~20 個が 13 地点 (26%)、21~30 個が 6 地点 (12%)、31 個以上が 1 地点 (2%) であった。A2 棟

やA3棟、B1棟など比較的大きな緑地帯や街路樹を持つ広幅員な通路沿いの建物において産卵され易い傾向がみられた。また、地上部では計1028個、平均20.56個、最大119個の産卵がみられ、0個が9地点(18%)、1~10個が11地点(22%)、11~20個が16地点(32%)、21~30個が1地点(2%)、31~50個が5地点(10%)、51個以上が8地点(16%)であった。白鷺門通りや中もず門通りといった広幅員な通路沿いの緑地の林縁部において産卵が良く行われていた。次に、クロス集計により産卵状況と周辺環境の関係をみると、産卵と10m圏域内の緑地との関係で、地上部において有意な関係がみられ、緑地「0~50%未満」において産卵「14個以上」の割合が52.4%、緑地「70%以上」において産卵「0個」の割合が55.6%と高い割合を占めており、地上部では周辺の高木を中心とした緑被率が大きくなりすぎると産卵されにくい傾向がみられた。一方、屋上部の産卵状況と周辺環境との有意な関係はみられなかった。また、産卵状況と連結環境の関係をみると、階層別にナミアゲハの平均産卵数を比較した結果、「2階」15.13個、「3階」10.8個、「4階」5.14個、「6階」0.88個と階層が高くなるほど産卵数が小さくなる傾向がみられ、特に3階-4階、4階-6階の間で有意な差がみられた。さらに階層毎に屋上側壁の有無別に平均産卵数を比較した結果、3階においては「壁なし」14.5個で、「壁あり」5.25個に比べて産卵数が大きくなっていた。なお、壁面への樹木の隣接状況と産卵との間においては有意な関係はみられなかった。

<ナミアゲハの生存状況>：生存率をみると、終齢幼虫(5齢)となったのは屋上部では44.0%、地上部では17.8%であった。次に、生存状況と周辺環境の関係をみると、屋上部、地上部のいずれにおいても有意な関係はみ

られなかった。また、生存状況と連結環境の関係をみると、階層別にナミアゲハ幼虫の生存率を比較した結果、「2階」12.5%(16.2~30.0%：1齢以降の減少率。以下同様)、「3階」41.5%(10.5~23.5%)、「4階」47.9%(8.5~19.3%)、「6階」75.0%(3.8~8.8%)が終齢幼虫となったため、階層が高くなるほど減少率が小さくなり、幼虫の生存率が高くなる傾向がみられた。さらに階層毎に屋上側壁の有無別に平均生存数を比較した結果、3、4階においてそれぞれ「壁あり」6.5個体、6.0個体では「壁なし」2.58個体、1.75個体に比べて生存数が大きくなっていた。なお、壁面への樹木の隣接状況と生存との間においては有意な関係はみられなかった。

<まとめ>：以上より、屋上部の生息ポテンシャルの評価要因としては、①屋上部におけるナミアゲハの産卵や幼虫の生存と階層との関係がみられたことから、地上からの高さが最も影響を与えていること、②屋上側壁の有無によって産卵数や幼虫の生存数に変化がみられたことから、屋上部の寄主植物の視認性の有無が影響していることが明らかとなった。

(3) 壁面の緑化修景による屋上空間への誘引状況の結果と考察

<空間特性との関係>：調査対象地の玄関部、植栽帯、車道部の3ゾーンに着目すると、ナミアゲハとアオスジアゲハの飛行の高さは、玄関部ではそれぞれ4.3mと6.3m、植栽帯では4.1mと5.3m、車道部では4.8mと6.5mとなり、全てのゾーンでアオスジアゲハの方が有意に高い傾向が見られた。植栽帯に着目すると、植栽帯の樹高が約5mであることから、ナミアゲハは樹木を横に、アオスジアゲハは樹木を下に見て飛行する特徴が伺えた。同種の各ゾーン間では有意差は見られなかった。飛行の速さに関しては、速い個体の割

合がナミアゲハでは車道部で 39.1%と最も高く、次いで玄関部が 35.0%、植栽帯が 7.1%となった。アオスジアゲハでは、車道部で 38.6%と最も高く、次いで玄関部が 24.7%、植栽帯が 3.6%となった。両種とも車道部や玄関部は植栽帯よりも速い個体の割合が有意に多かった。

<壁面特性との関係>：誘引材を設置した前面の玄関部における実験区別での行動特性を述べる。飛行の高さをみると、ナミアゲハでは対照区と比べてネット区で有意に高くなったが、他の壁面特性間では有意差は見られず、誘引材の効果はないといえた。アオスジアゲハでは対照区と比較して高さが上昇した区も減少した区もあり、明確な傾向は見られなかった。飛行の速さに関しては、速い個体の割合をみると、ナミアゲハはクズ区(0%)、全面テープ区(4.7%)、造花区(5.9%)では速い個体はほとんど見られず、対照区(35.0%)、ネット区(32.4%)、上面テープ区(22.6%)で速い個体の割合が有意に多かった。アオスジアゲハでは明確な傾向は見られなかった。1F 正面入口上部に設置されている屋根(3.3m)を目安として、壁面から 3.3m未満を飛行した個体の割合をみると、ナミアゲハでは対照区(5.6%)やネット区(5.9%)よりも全面テープ区(18.5%)、クズ区(34.8%)、造花区(37.5%)で壁面に近い飛行を行う個体の割合が有意に多かった。アオスジアゲハでは明確な傾向は見られなかった。誘引材に引き寄せられたと思われる誘引行動を示した個体の割合をみると、ナミアゲハでは全面テープ区で 17.2%、クズ区で 11.5%、上面テープ区で 6.1%となり、他の実験区では顕著な誘引行動は見られなかった。主に養生テープによって誘引行動がもたらされ、造花はあまり効果がなかった。

<まとめ>：以上より、両種とも地表面がア

スファルトで舗装された空間を相対的に速く飛行し、植栽帯において、ナミアゲハは樹木を横に見ながら飛行し、アオスジアゲハは樹木を下に見て飛行する傾向が読み取れた。また、本研究で垂直壁面に設置した誘引材には、樹木を横に見るナミアゲハの飛行の速さを抑制し、壁面に近づける効果があることがわかった。これより、屋上空間へのチョウの誘引に有効な壁面緑化のあり方としては、種の飛行特性や建物周辺の緑化状況に応じた壁面緑化が必要であると類推される。具体的には、ナミアゲハには建物周辺の植栽の樹高より上部の壁面の緑化、アオスジアゲハには壁面をテラス状にして緑化するなど上から緑を視認できる構造の有効性について今後検討する必要があると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 1 件)

植田拓也・宇和川恵美・村田菜美(2010. 12. 4)：屋上空間へのチョウの誘引に有効な壁面緑化のあり方に関する研究：平成 22 年度日本造園学会関西支部大会・鳥取大会、鳥取環境大学

[図書] (計 1 件)

上甫木昭春(2009)：地域生態学からのまちづくり(3.1 都市域でのナミハゲハの行動特性、p 42-46)：学芸出版社

6. 研究組織

(1) 研究代表者

上甫木 昭春(KAMIHOGI AKIHARU)
(大阪府立大学・生命環境科学研究科・教授)
研究者番号：70152858

(2) 研究分担者

石井 実(ISHII MINORU)
(大阪府立大学・生命環境科学研究科・教授)
研究者番号：80176148
平井 規夫(HIRAI NORIO)
(大阪府立大学・生命環境科学研究科・助教)
研究者番号：70305655