

建物と生物の共生に向けた取り組み ～鳥対策技術の研究開発～

株式会社竹中工務店 北野雅人、宮田弘樹、中楯哲史、福田久展、瓜谷真幸、木村敏朗
NIPエンジニアリング株式会社 山崎誠

1. はじめに

1-1. 生物多様性への配慮に関する社会的動向

持続可能な開発目標(SDGs)の国連における採択や ESG 投資、グリーンインフラの国内における盛り上がりなどを背景に、都市の生物多様性の保全に注目が集まっている。生物多様性に配慮した企業の取り組みでよく見られるのは、地域の生物多様性に配慮して自社保有地を緑地化することである。ABINC 認証や SEGES 等の認証制度に代表されるように、近年では生物多様性への影響を緑地規模だけでなく質的にも評価されるようになってきている。これらの認証制度の取得は不動産価値の向上等に繋がることから、緑地を造ることが単なる CSR の取り組みではなく、実際の利益に還元される仕組みが整ってきた。さらに、自社所有地を緑地化し植物を身近に感じ、緑地を訪れる生きものと接する環境を造ることによって、リラックス効果等の心理面・精神面に与える好影響など、その建物でのワーカーの生活の質にもプラスの影響を与えることも分かってきている(生態系サービス)¹⁾。今後、身近に緑地を造る取り組みはますます増加するだろう。

1-2. 生物との軋轢(生物被害)

一方で、緑地を造ることで生物の生息空間が増加することは間違いなく、それにより被る負の生態系サービスも増加する。近年、医薬品や食品等の製造施設等では、とりわけ虫類の製造物への異物混入が企業の存続にも影響し得る重大問題に発展する事例が多発している。鳥類の糞害や鼠等の哺乳類による糞害、咬害などは建築種に関わらず広く発生しており、日常的な社会問題となっている。ところが、例えば虫類では、人の健康被害や環境汚染を引き起こす薬剤に頼った防除は推奨されておらず、また鳥類や哺乳類でも、捕獲等を禁止する鳥獣保護法の厳罰化等の背景もあり、被害が生じたからといって安易に薬剤散布や生物の捕獲・駆除等に頼ることは社会的に認められづらい風潮となっている。

1-3. 生物との共生

虫類では、過度な薬剤散布などに頼らず的確な対策手法の選択・実施によって虫害をコントロールする IPM(総合的病害虫管理)と呼ばれる自然にやさしい手法が推奨されている²⁾。一方でその他の生物については、系統だった管理手法等が確立しておらず、暗中模索の取り組みが繰り返されている。海外の広大な土地が確保できるような地域では、生物の生息空間となる生物多様性保全地区と人の活動空間となる開発地区で広域なゾーニングが可能かもしれないが、日本国内の特に都市部では十分な隔離距離を確保できないため困難である。両者の利用空間が重なるほど軋轢が深刻化し、薬剤散布や生物の捕獲・駆除等に繋がりがやすくなるため、結果的に生物にとっても好ましくない状況となる(エコロジカルトラップ³⁾)。生物多様性の保全と生物被害対策の両立は難しいテーマである。しかし、被害を及ぼす可能性のある生物種とその生態、発生し得る被害程度等を正しく理解し、両者の空間に可能な限り緩衝エリアを設け

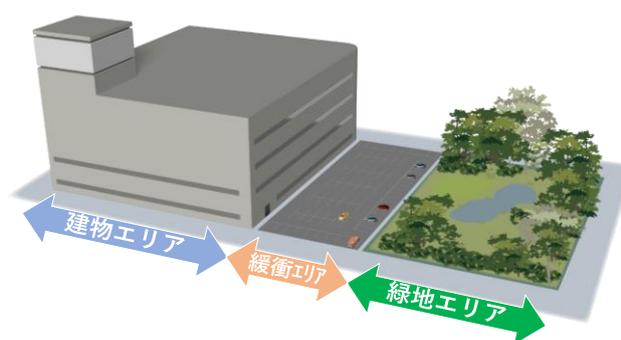


図1 建物および外構における生物との共生

つつ、緑地エリアでは生物から選好される環境を作りこみ、建物エリアでは生物の生息に好適な環境を減らすことで、生物を緑地エリアに留め生物被害を低減させることは可能である(図 1)。本稿では、生態系ピラミッドの上位種である等の理由から、生物多様性を保全する上で指標となることが多く⁴⁾、かつ生物被害の対象種としてもあらゆる建築種で問題になることが多い鳥類を対象を絞り、鳥類との共生を実現するための考え方や、鳥類を傷つけずに建物から忌避させる新しい技術を紹介する。

2. 建物における鳥の被害

建物における鳥の被害で最も多いのは、営巣(産卵・育雛のため巣を作る)または埒(ねぐら、夜間に寝る所)利用されることによって生じる糞害である(図 2)。建物外壁等への糞の付着による建物意匠性への影響や、糞に含まれる病原菌による人に対する衛生被害(クリプトコッカス病など)が挙げられる。次に多いのが、建材(目地シール、シート防水、耐火被覆等)への破壊行為である(図 2)。そのほとんどがカラスによるもので、貯食と呼ばれる余った食べ物を隠す行動や、単に興味本位の遊びによって建材が嘴で突かれ破壊され、防水性能や耐火性能に深刻なダメージを引き起こす。破壊により脱落した建材等の落下による人や車等への損傷リスクについてもしばしば問題となる。小鳥類の集団埒については、糞害のみならず極端な集団化による騒音や不快感などが問題点として挙げられている。図 3 に社内で収集した被害事例数を鳥種ごとに示したが、建物に害を与える主な鳥はドバトとカラス類で、スズメ・ムクドリ等の小鳥類がそれに次いでいる。



図 2 建物等の鳥害

(左:ドバトの糞害、中央:ムクドリの糞害、右:カラス類の破壊行為)

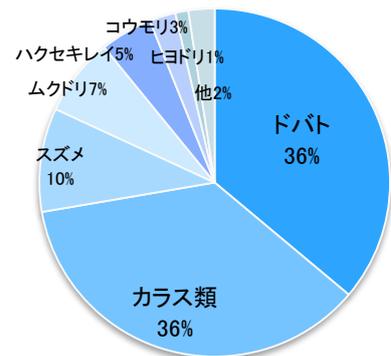


図 3 建物に害を与える種(83 件)

3. 既存の知見・技術の活用

表 1 に鳥種ごとの営巣場所の特性を記載した。巣のタイプは隙間タイプ(鉄骨の隙間などに営巣)、棚状タイプ(隙間にも営巣するが、梁等の上部に空間がある箇所でも営巣)、巣置きタイプ(樹木や高層の足場メッシュ等に巣材を乗せ営巣)に分類し³⁾、巣を作りやすい場所(建物⇔樹木)を記載した。建物が鳥に営巣・埒利用されるフェーズになって初めて被害として認識されるようになるケースが多い。一旦被害が顕在化すると捕獲・殺処分等の高度な対策をせざるを得なくなり、結果的に生物にとってもエコロジカルトラップとなってしまうことから、両者にとって好ましくない。生物多様性保全と生物被害対策の両立を実現するためには、緑地エリアでは営巣場所として選好される環境を構築し、建物エリアでは営巣場所や遊び場所として好適な環境を無くすことで、鳥が建物を利用するメリットを相対的に小さくし、緑地エリアで営巣等するように誘導することが重要である。

表 1 被害を与える鳥の生態

分類	ハト類				カラス類		小鳥類	
	ドバト	ハシブトガラス ハシボソガラス	スズメ ムクドリ	ハシブトガラス ハシボソガラス	スズメ ムクドリ	ハクセキレイ	ハクセキレイ	
巣タイプ	棚状タイプ	巣置きタイプ	隙間タイプ	棚状タイプ	隙間タイプ	棚状タイプ	棚状タイプ	
巣の場所	主に建物	樹木・建物	樹木・建物	主に建物	樹木・建物	主に建物	主に建物	
営巣特性	・雨風の凌げて人の手が届かない 建物隙間に営巣	・樹上に営巣する が近年建物への 営巣も増加	・樹洞や建物隙間に 営巣 ・巣箱を利用	・雨風の凌げて人の手が届かない 建物隙間に営巣	・雨風の凌げて人の手が届かない 建物隙間に営巣	・雨風の凌げて人の手が届かない 建物隙間に営巣	・雨風の凌げて人の手が届かない 建物隙間に営巣	

3-1. 緑地エリアの環境を整える

カラス類はもともと樹木に造巣することが多く、スズメやムクドリも樹木の洞等に営巣する種である。緑地エリアに営巣しやすい樹種や樹高の樹木を植栽したり(カラス類ならば営巣木としてスダジイ、ヒマラヤスギ、クスノキ等で、かつ樹高 20m 程度の樹木を選好⁵⁾)、巣箱も利用できるスズメやムクドリのために樹木に巣箱を架けたりすることも、鳥の緑地エリアへの誘導としては効果的であろう(図 4)。鉄塔に営巣し停電被害を引き起こすカラス類に対して、停電発生リスクの少ない場所に営巣を促す誘導カゴを設置した事例もある⁶⁾。またもともと切り立った崖等に営巣することから、似た構造を持つビルなどの建物に営巣するドバトを、人が利用する建物外で営巣させるために、海外では人工の営巣用構造物を設けている事例もある。ただしドバトの行動圏は比較的広く⁷⁾、意匠性や衛生上問題になりづらい高架下等で営巣できるため、必ずしも代替の営巣構造物を設けることは必要ないかもしれない。



図 4 巣箱を利用するスズメ

3-2. 建物エリアの環境を整える

隙間タイプや棚状タイプ(表 1)の鳥は一般に人の手や視線が届かず雨風の凌げる隙間・空間を好んで営巣する。建物には壁と屋根・庇等との接合部や、設備機器または配管等の周辺などに隙間ができやすく、営巣場所として好適な空間となってしまう。構造上不可欠な隙間や空間もあるが、あまり重要な意味を持たず設計の自由度が高い箇所もあり、計画段階で鳥の被害を想定していれば営巣に適した箇所を無くすことは可能である。またカラス類の破壊行為に関しては、好んで突く建材があり、それらを利用しないことで被害を低減できるだろう。

表 2 に被害が見られることが多い各箇所とそれぞれの対策を示した。工場等で多い鉄骨で下から保持するタイプの庇下には鉄骨周辺の隙間に営巣されやすいため、庇タイプを変更することでリスクは激減する。電気機器やケーブルラック、ダクト周りも同様に隙間や空間を無くす、または逆に隙間幅を広げることによってリスクを低減できるだろう。また破壊行為の対象となる耐火被覆やシート防水等は嘴で穴を掘れる程度の柔らかさや厚みのある建材が選択的に突かれるため、例えば耐火被覆であれば吹付の耐火被覆ではなく耐火塗料を、屋上防水であればシート系加硫ゴムではなくアスファルト系やシート系塩ビタイプを選定することが被害をおこしにくい秘訣である。

表 2 建物計画で考慮できる対策

検討箇所	庇下		電気機器周り		ケーブルラック	
対象種	ドバト・小鳥類		小鳥類		ドバト・小鳥類	
対策方法	・上から吊るタイプの庇にする		・埋め込み式の照明器具等を選択する		・カバーを外し屋外仕様のケーブルを利用する	
対策前後	対策前	対策後	対策前	対策後	対策前	対策後
						
検討箇所	ダクト		耐火被覆		屋根防水	
対象種	ドバト・小鳥類		カラス類		カラス類	
対策方法	・隙間を作らないか、逆に十分広く確保する		・耐火塗料を利用する		・アスファルト系やシート系塩ビタイプを利用する	
対策前後	対策前	対策後	対策前	対策後	対策前	対策後
						

4. 新技術の開発(屋上外周部への止まり対策)

ドバトやカラス類は、高くて見晴らしが良く、下を見下ろせる建物屋上外周部等を休息場所や見張り場所として好んで止まる習性がある。屋上外周部に止まり糞を落とすことで外壁への意匠性上の問題となる上、好んで止まるうちに建物に定着し営巣等に移行しやすくなるため、3章で述べた営巣場所の直接的対策だけでなく、ドバトやカラス類に関しては屋上外周部への止まり対策が建物への定着を防ぐ上で極めて重要である。そのためドバトやカラス類の止まり対策技術は数多く展開されている。

4-1. 既存技術の課題

屋上外周部における既存の止まり対策は、薬剤や防鳥ワイヤー、スパイク(剣山状の器具)、電気ショック等を設置する方法(図5)が主流だが、鳥の保全と建物意匠性の保持、設備性能の維持の3点において技術開発の余地が十分に残されている。薬剤は粘着性が強く、羽等に付着すると飛翔できなくなる可能性があるし、スパイクや電気ショック等の対策も製品によっては鳥に外傷を与えるリスクがあることから、現状では鳥に対して物理的損傷を与える可能性のない対策は少ない(鳥の保全上の問題)。また、屋上外周部は建物ファサードを構成する重要な箇所となるが、地上部から建物を見上げた際に鳥対策の器具が視覚内に入ってしまうことで、建物外観の意匠性に影響を与えてしまうことから、設計者や建築主のニーズに応えられていない(意匠性の問題)。さらに、屋上外周部に設置することが多い避雷導体と既存の防鳥器具は、どちらも最上部に設置する必要があるため、両者の機能を同時に満たすことが出来ていないという課題もある(図6、設備性能上の問題)。



図5 既往技術一覧

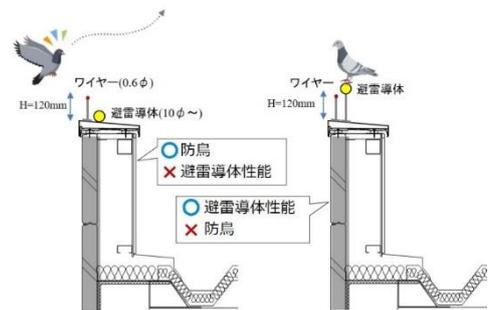


図6 避雷導体との取り合いの問題点

4-2. 新技術”TORINIX™”

新技術の開発にあたり重視したのは、鳥を傷つけることなく忌避させることである。可能性のある技術をピックアップし、その中でも特に高い忌避効果と持続性が確認できた「エア吹出し」技術を選択し、音や風の刺激で鳥を驚かせ忌避させる対策に焦点を絞り技術開発を開始した。室内実験や風速シミュレーション、モックアップ実験を通して、機器性能をブラッシュアップし、最終的には実際のプロジェクトに適用し実地での性能検証を行った。技術開発の詳細を以下に説明する。

(1) 実験と風速シミュレーション

ドバトとカラス類に対して様々な条件の基で実験を行い、「エア吹出し」技術の忌避効果を明らかにした。忌避効果は風速の強さに比例して高まり、高さ10cmの風速が8m/s以上の時にはほぼ100%忌避し飛び立つ結果となった(図7、n=171)。必要風速が人の肌に当たった際の刺激の強さは、風が当たっている刺激は感じるものの痛みを感じるレベルではなく、あくまで吹出しに伴い発する音とソフトな刺激によって

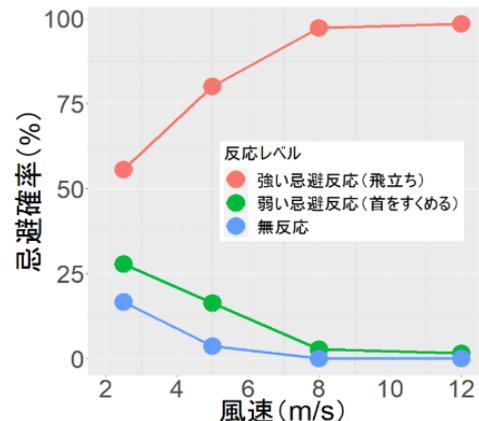


図7 風速と忌避確率

驚かせることを主目的とした要素技術であり、繰り返しの実験中も全く傷つくことなく元気に飛び回っていた。また作動継続時間は10秒以内に飛び立つ確率が99.2%であり(n=353)、作動継続時間を決定する根拠とした。必要風速を確保するための吹出し穴径や、配管径、配管長については、風速シミュレーションソフトによる解析結果(図8)を基に、モックアップ実験による精度検証を経て、配管スペックを決定した(吹出し穴径:1φ、配管径:外径16φ・内径12φ、配管長10m)。

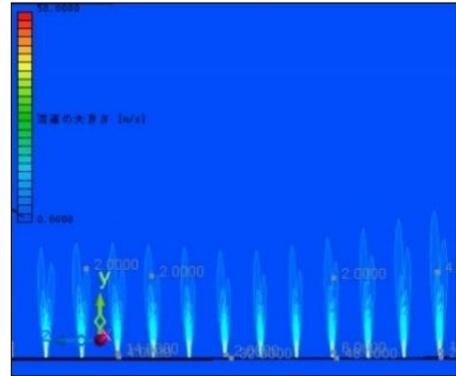


図8 風速シミュレーション

(2)プロジェクトへの適用と効果のモニタリング

適用は日新化工株式会社エイコウ製菓新工場で行った。建物周辺の環境は樹林帯や農耕地帯が広がる立地となっており、周辺の工場や物流センターではドバトやカラス類の被害が見られるなど機器の性能を評価する上で適した条件が揃っていた。本工場の屋上外周部にて、エア吹出し管および充填管、センサー等から構成されるTORINIXを設置し機器を稼働させた(図9)。吹出し管として利用した配管は、避雷導体として認可される実断面積70mm²以上のアルミパイプを利用することで避雷導体としての基準をクリアした。吹出し管に圧縮空気を供給し(エアは工場内の生産機器を駆動させるコンプレッサーより引込み利用)、ドバトとカラス類の飛来をセンサーが検知するとエアが吹出されるシステムである。吹出し管は笠木の直上に密着して取付けたため、地上部からは見えず建物外観の意匠性も損なわない(図10)。

機器の設置後1年半、動画やセンサー稼働データを抽出し、忌避効果の確認を行った。モニタリングの結果、ドバト・カラスの飛来を検知したケースでは100%忌避に成功していた(n=30、図11に忌避の瞬間を示した)。工場に隣接した樹林地がカラス類の埒になっていたため、1年目の秋期には埒入りする前に建物に一時的に飛来するケースが頻繁に確認されたものの(図12)、飛来の際に効果的に追い払うことに成功しており、その結果として糞害や破壊行為等が起こることなく建物を守ることができている。

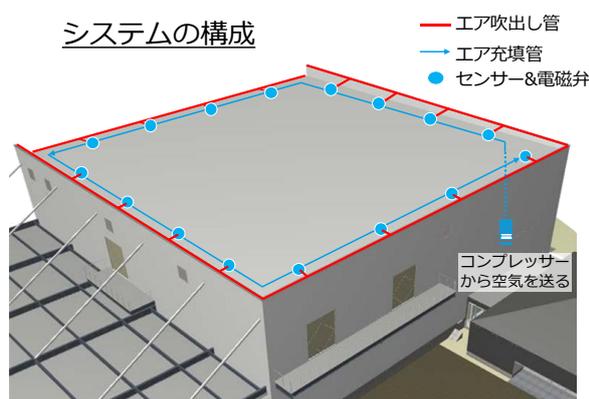


図9 システム構成図

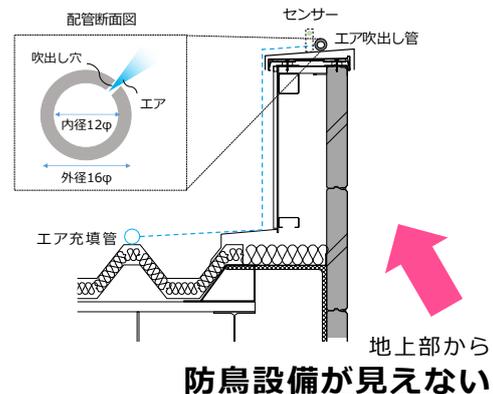


図10 断面図



図11 カラス類がTORINIXを忌避した瞬間

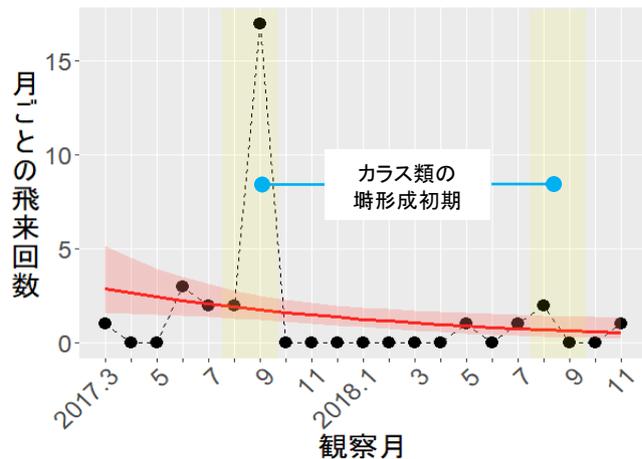


図 12 飛来頻度の時系列解析(赤い線が月ごとの飛来推定値、赤い範囲は推定値の 95%信頼区間)

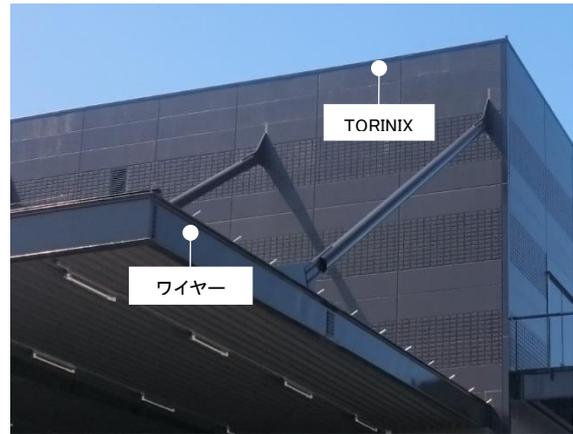


図 13 TORINIX と防鳥ワイヤーの外観の比較

慣れによる効果低減の有無がキーポイントであったが、飛来頻度の時系列解析では、月経過につれ飛来頻度がむしろ減少しており、慣れによる効果低減は見られていない(図 12)。また対照として設けた防鳥ワイヤー区画にはしばしばカラス類が飛来しており、ワイヤーよりも忌避効果が高いことが示唆されている。外観の比較としては、既存の防鳥ワイヤーはステイが地上部から見えてしまうが、TORINIX は視覚内に入らず、すっきりとした外観となっている(図 13)。

5. おわりに

生物の生息空間の質を向上させるためには、まとまった規模の緑地を確保すること、もしくは分断された緑地間に小規模緑地を繋ぎ飛び石上にネットワークを形成することが重要であるとされている。移動性の高い生物に配慮するためには、今後は個別の建物においてだけでなく、街単位のような広域スケールでの取り組みに拡張していく必要があるだろう。

今回紹介したドバトやカラス類だけでなく、近年ではカモメ類等の鳥類や、タヌキやアライグマ等の哺乳類も都市に進出しており、人間生活との間で新しい軋轢が生じるケースも報告されている。これらの生物は、人による餌付けや人が出すごみを餌資源としており、人が都市部に呼び寄せてしまっているとも言えるだろう。結果として人が呼び寄せているからには、共存して暮らしていけるように努力する責任があるのではないだろうか。当社では今後も生物の生態的知見や情報の蓄積等を通して、生物と人間の共生に繋がる研究や技術開発を進めていきたい。

【参考文献】

- 1) J. P. L. Savard, et al. : “Biodiversity concepts and urban ecosystems”, Landscape and Urban Planning, 48(3-4), pp.131-142, 2000
- 2) 宮田弘樹他 : ポーラ美術館における虫害管理について, 文化財の虫菌害, 64, pp.20-24, 2012
- 3) 三上修 : 鳥類による人工構造物への営巣: 日本における事例とその展望, 日本鳥学会誌, 68(1), pp.1-18, 2018
- 4) J. F. Chace, and J. J. Walsh : “Urban effects on native avifauna: a review”, Landscape and Urban planning, 74, pp.46-69, 2006
- 5) 黒沢令子他 : 東京におけるカラス類の繁殖状況, Strix, 21, pp.167-176, 2003
- 6) 電力中央研究所 : 送電鉄塔におけるカラスの営巣利用の実態とカラス用対策品の効果, 研究報告: V11011, 2012
- 7) E. Rose et al. : “Spatio-temporal use of the urban habitat by feral pigeons (*Columba livia*)”, Behavioral Ecology and Sociobiology, 60, pp.242-254, 2006