第 41 回環境システム研究論文発表会講演集　2013 年 10 月

都市生態系ネットワーク評価システム「UE-Net®」の開発と緑化計画への適用

横田 樹広[1]・林 豊[1]・那須 守[1]・米村 惣太郎[1]・
小田 信治[2]・小松 裕幸[2]・神成篤司[2]・渡辺高史[2]

[1]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: s-yokota@shimz.co.jp

[2]清水建設株式会社　環境・技術ソリューション本部（〒104-8370 東京都中央区京橋2-16-1）
E-mail: shinji.oda@shimz.co.jp

都市緑化による波及効果を空間的・定量的に評価することを目的とした評価システム「UE-Net®」を開発し，実際の緑化計画に適用した．高解像度人工衛星データをもとに，指標種の生息に重要な緑被分布指数を算出し，事業地周辺地域における指標種の生息適性と，緑化による波及効果を定量評価した．シジュウカラを指標に評価した結果，１）緑化地が周辺のネットワークを補完的に連結するケース，２）緑化地が最も生息適性の高い緑地として機能するケース，３）緑化地と連続されることにより周辺緑地の生息適性を向上するケース，４）段階的に生態系ネットワークを新規創出するケース，のそれぞれの効果を空間的に定量化できた．

Key Words : *ecological network, habitat, urban greening,evaluation system, landscape planning*

1. 研究の背景と目的

「都市と生物多様性（Cities and Biodiversity）」は，生物多様性条約締約国会議（CBD-COP）における重要な議題であり，2010年COP10では自治体の行動計画策定が決議に盛り込まれ，都市のインフラ整備等に生物多様性への配慮を組み込むことが奨励された．また2012年COP11では，「都市化と生物多様性」に関する統合的な報告書が発表され，都市の生物多様性指標の策定・適用が進められている．なかでも，都市における生態系ネットワークの形成は，我が国の生物多様性国家戦略における広域連携施策のひとつとして位置づけられ，自治体の生物多様性地域戦略や緑の基本計画等の上位計画においても，自然環境形成の指針となっている．

生態系ネットワークは，残存する良好な自然環境をコアとして，既存の緑地や新たに創出される緑地を連続的に整備することで，生物の生息環境（移動経路や餌場，繁殖場等）として機能させ，それらを広域的に担保することによって生態系の維持・回復を図る計画指針である．とくに緑地の細分化や均質化が進んだ都市部においては，緑地自体の質を高めるとともに，創出する緑地と既存の緑地との間の空間的配置についても配慮した緑化計画が求められる．すなわち，創出する緑地の質に関しても，周辺の緑地との関係性のなかで，補完的あるいは一体的に生物生息環境として機能するよう配慮することが重要である．これらの生態系配慮は，緑化計画の上流段階において，迅速かつ確実に盛り込まれることが望まれる．そのための手段として，緑化計画の質について客観的指標にもとづいて評価することが求められる．

緑化計画における周辺生態系への配慮度を評価する方法としては，配慮の有無を定性的に評価して計画の質を総合的に評価する認証制度（CASBEE[1]，SEGES[2]など）がある．また，緑地自体の質について定量的に評価する方法として，特定の生物の生息場としての価値を時系列的に評価する方法（JHEP[3] など）や，緑化地内での生物多様性効果を評価する方法[4,5]が開発・適用されている．一方で，創出する緑地による周辺地域の生態系ネットワークへの効果について，緑地の質や空間的配置の視点から定量的に評価する方法についてはこれまでなかった．

そこで本研究では，都市部を対象に，緑化の計画段階で迅速に生態系ネットワーク状況を分析し，緑化計画の波及効果を定量的に評価する評価システム「UE-Net®」（Urban Ecological Network Simulation System）を開発した．開発した評価システムを位置・規模・配置の異なる複数の緑化計画において適用することで，緑化計画の波及効果の評価可能性について検討することを目的とした．

2. 都市生態系ネットワーク評価システム「UE-Net®」の開発

(1) 評価システムの概要

「UE-Net®」評価システムは，広域スケールで事業地の生態系ネットワークにおける位置を可視化するとともに，周辺街区スケールで緑化計画による生態系ネットワークへの効果を定量的に評価することを目的としている．評価は，米国の生息場評価手続きであるHEP（Habitat Evaluation Procedure）の手法を応用している．都市生態系回復の指標種を草地，樹林，水辺の環境に応じて選定し，それらにとっての現況の生息適地のネットワーク状況と，緑化計画による波及効果を定量的に評価する（**図-1**）．これにより，事業地の立地に応じて，環境の規模，配置，質の異なる計画案の波及効果を比較評価する．

指標種の生息適性の評価では，高解像度人工衛星データを用いて，事業地周辺の緑被分布状況を迅速かつ客観的に情報化する．また，異なる環境に応じた指標種に注目し，緑被の質の視点も含めて，周辺の緑被と事業地での緑化計画を評価する．これにより，事業地周辺の自然環境の構成や分布を踏まえ，環境の多様性や種の多様性に配慮した緑化計画を可能とすることを狙いとしている．

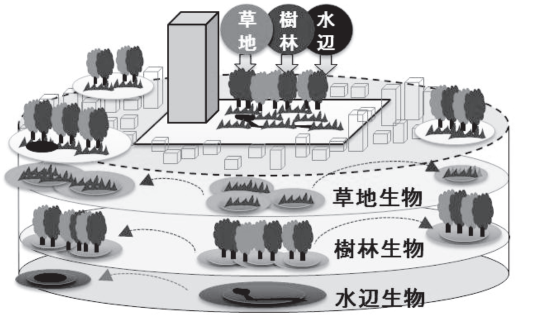


図-1　「UE-Net®」評価システムの考え方

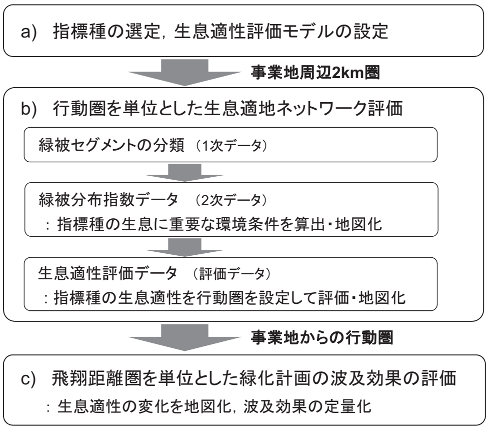


図-2　「UE-Net®」の実施プロセス

表-1　都市緑地規模に応じた指標種の設定

陸鳥		生息に必要な緑地面積α（ha）		
		α＜0.25ha	0.25≦α＜1.0ha	1.0ha≦α
生息環境	1：樹木地	オナガ　キジバト ヒヨドリ　**シジュウカラ** **メジロ**	ー	カケス　コゲラ エナガ　シメ マヒワ　シロハラ
	2：耕作地 草地・藪	ジョウビタキ　カワラヒワ スズメ　ムクドリ　ツグミ	**モズ**　**ホオジロ** **カシラダカ**	**ウグイス** **アオジ**

水鳥		生息に必要な水辺面積α（m²）	
		α＜1000m²	1000m²≦α
生息環境	1：湖沼 静止水面	**カルガモ**　**コガモ**	カイツブリ　マガモ　ハシビロガモ オナガガモ　ヒドリガモ バン　オオバン
	2：水辺・湿地 (流水辺含む)	**コサギ**　**ハクセキレイ** **カワセミ**	ダイサギ　ゴイサギ　アオサギ

チョウ類		生息に必要な緑地面積α(ha)		
		α＜5	5≦α＜10	10≦α
生息環境	1：樹林	アオスジアゲハ ナミアゲハ スジグロシロチョウ キチョウ	クロアゲハ **ムラサキシジミ** ルリシジミ ウラギンシジミ	オナガアゲハ ナガサキアゲハ テングチョウ コミスジ ルリタテハ ゴマダラチョウ
	2：草地	イチモンジセセリ モンシロチョウ モンキチョウ ベニシジミ ツバメシジミ ヤマトシジミ ツマグロヒョウモン	ウラナミシジミ キタテハ	キマダラセセリ キアゲハ **ヒメアカタテハ** アカタテハ ジャノメチョウ ヒメジャノメ

(2) 実施プロセス

「UE-Net®」評価システムは，東京都江東区内の事業所（清水建設技術研究所）におけるビオトープ計画への適用をもとに開発し，現状では，東京および近郊都市部における事業に適用可能なシステムとなっいる．

「UE-Net®」実施プロセスは**図-2**の3つの段階より成る．

a) 指標種の選定と生息適性評価モデルの設定

都市の自然回復の目標となる指標種（鳥類またはチョウ類）を環境に応じて選定する．既往の文献[6)~13)]をもとに，都市の緑地規模やその内部環境に応じて，生息が期待できる生物種について整理した（**表-1**）．また，東京都江東区内における主要な緑道沿いの鳥類調査（越冬期と繁殖期に各3回，年間計6回）を実施した．これらの結果をもとに，評価システムにおける標準的な指標種として，鳥類に関して，モズ（草地目標種），シジュウカラ・メジロ（樹林目標種），カワセミ・コサギ（水辺目標種）を選定した．チョウ類については，ヒメアカタテハ（草地目標種），ムラサキシジミ（樹林目標種）を選定した．

選定した指標種ごとに，生息適性のために重要な緑被の条件をモデル化する．モデル化にあたっては，餌場，隠れ場，繁殖場など，HSI（Habitat Suitability Index）モデルのSI（Suitability Index）にあたる環境条件を，文献情報をもとに選定し，人工衛星データから分析できるランドスケープレベルの緑被分布指数として設定する．ここでの緑被分布指数は，指標種にとって重要となる緑被の規

模，配置，質に関する条件であり，緑被分布を広域的に評価できる変数として選定する．
たとえばシジュウカラの生息適性の評価のための緑被分布指数として，文献等[14)~18)]をもとに，V1：樹木面積，V2：250m圏の樹木面積，V3：落葉広葉樹の面積割合，V4：高木面積割合を設定した（図-3）．V1は，当該緑地自体の規模，V2は周辺緑地の配置における当該緑地の位置，V3・V4は当該緑地の質に関する指数として設定した．また，V2における250m圏は，文献情報をもとにした小型鳥類の行動圏として設定した．

緑被分布指数は，事業地周辺の評価対象範囲内におけるすべての緑被における計測値から，相対的に評価する．いずれも大きい値ほど好適な条件であり，面積に関する指数は対数変換値，面積割合に関する指数は逆正弦変換値を用いて，評価対象範囲における最適値が1となるような線形回帰により，相対評価する．

生息適性評価モデルは，重要となる緑被の規模，配置，質に関する緑被分布指数と，これらの値を等価で積み上げて平均（相加平均）する評価モデルとして設定した．

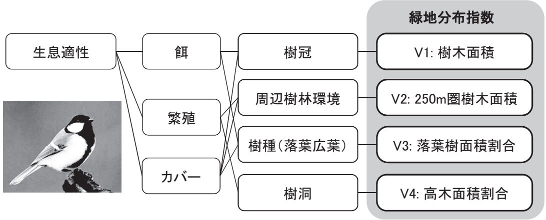


図-3　シジュウカラの生息適性評価のための緑被分布指数

b)　行動圏を単位とした生息適地ネットワーク評価

高解像度人工衛星データを用いた緑被分析をもとに，指標種ごとに，事業地周辺地域における生息適性を図化した「生息適地ネットワーク図」を作成する．使用する人工衛星データは，街路樹や民家の植栽等も把握できるレベルの解像度のデータとして，WorldView-2（地上解像度0.5m）またはQuickbird-2（地上解像度0.6m）のパンシャープンデータを使用する．

生息適地ネットワーク評価の対象範囲は，事業地周辺2km圏とする．指標種ごとに，2km圏内のすべての緑被を対象として，緑被分布指数を分析し，緑被ごとの生息適性を評価する．

まず，衛星データのセグメンテーションにより土地被覆セグメントを作成し，セグメント内のNDVI平均値の閾値を設定することで，緑被セグメントを抽出する．全ての緑被セグメントを対象として，セグメント内のNDVI平均値，輝度（Brightness）をもとに，教師付き分類によって，落葉樹，常緑・針葉樹，高茎草地，低茎草地に4分類した．樹木セグメントに関しては，面積10m^{2}以上の樹冠を有する樹木セグメントを高木とみなした．また，水域のデータについては，国土地理院数値地図2500の水域界データを緑被分類データに重ね合わせた．緑被分類精度は，ランダムサンプル地点200地点の分類正答率70%以上を確保した．

指標種ごとに，評価対象範囲内の全ての緑被セグメントについて，緑被分布指数を算出し，生息適性評価値を求める．緑被分布指数および生息適性評価値は，評価対象範囲内の最適値を1として0～1に相対化する．

たとえばシジュウカラの生息適性の評価にあたっては，評価モデルにもとづき，緑地の規模に関する変数としてV1：樹木面積（対数値），緑地の配置に関する変数としてV2：250m圏の樹木面積（対数変換値），緑地の質に関する変数としてV3：落葉樹広葉樹の面積割合（逆正弦変換値）およびV4：高木面積割合（逆正弦変換値）の相対評価値を算出する．緑被分布指数を，等価の重みづけで相加平均し，生息適性を算出した．

指標種の行動圏として設定した緑被からの距離圏（小型鳥類で250m）に対して，その生息適性評価値を乗じた距離圏を，緑被からの潜在的行動圏とした．全ての緑被の潜在的行動圏に，その生息適性評価値を割り当てることで，対象とする指標種の生息適地ネットワーク図を作成する．隣接する緑被ごとに潜在的行動圏が重複する場合は，大きい方の生息適性評価値を採用する（図-4）．

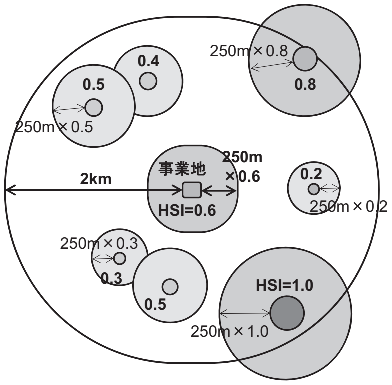


図-4　行動圏を単位とした広域的な生息適性評価

c)　飛翔距離圏を単位とした緑化計画の波及効果の評価

指標種ごとに，緑化計画を実施した場合の緑被分布に基づいて，緑被分布指数を再計算し，緑化後の生息適性を評価する．その際の評価は，創出する緑地を含めて2km圏内で再度相対評価する．生息適性評価モデルにおいて，配置に関する緑被分布指数（V2　：250m圏の樹木面積）については，創出される新規緑被の効果として，周辺地域の緑被においても算出値が増加し，その効果によって生息適性が向上する．また，創出する緑地が既存の緑地に対して最も好適となるケースにおいては，創出

する緑地の生息適性を最適値＝1として，緑化前の周辺緑地の生息適性評価値を再評価する．

緑化効果の波及効果の評価は，事業地からの指標種の行動圏（小型鳥類で250m圏）を対象とする．その範囲内で，個々の緑被からの飛翔距離圏（一定）に生息適性評価値を割り当てる．シジュウカラ等の小型鳥類の場合，個々の緑被からの1回の飛翔距離圏を50mとして設定し，緑被ごとに算出した生息適性評価値を割り当てる．250m圏を対象に，緑化後の緑被分布に基づく生息適性評価値の積算値を，緑化前の生息適性評価値の積算値＝1に対して相対評価し，緑化計画の波及効果とする．飛翔距離圏50m圏が重複する場合は，生息適性の大きい方の評価値を採用する（図-5）．

たとえば清水建設技術研究所ビオトープにおける緑化計画では，緑化予定地の全面を草地にするA案，草地と落葉樹林を50%ずつ創出するB案，水辺を確保した残りの土地で草地と落葉樹林を創出するC案の3案を設定し，それぞれについて，波及効果を評価した（図-6）．

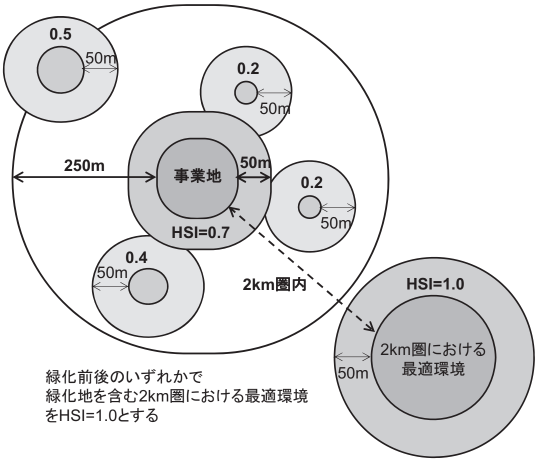


図-5　飛翔距離圏を単位とした緑化計画の波及効果の評価

その結果，種の多様性への効果を重視しし，水辺・草地・樹林の複合的環境を創出するC案を採用した．

3.　緑化計画への適用方法

実際の緑化計画における波及効果の評価可能性を検討することを目的として，東京近郊都市部における複数の開発事業の緑化計画に本システムを適用した．これらの緑化計画は，いずれも主として樹木群を創出する計画であることから，すべての緑化計画に共通した指標種としてシジュウカラを選定して評価した．各事業地周辺における緑化前のシジュウカラの生息適地ネットワークに対して，それぞれの緑化計画の波及効果がどのように表されるか，そのパターンの違いについて確認した．

(1)　緑化計画の設定

生態系ネットワーク形成における創出緑地の位置づけが異なる以下の4つの緑化計画を対象とした．いずれも樹木群に加えて草地環境等も交えて複合的な環境創出を図っているが，ここではシジュウカラを指標として，樹木群による緑化部分のみに注目する．なお，それぞれの事業地は十分に離れた土地に立地し，事業地から2km圏の範囲はお互いに重複していない．

a)　飛び石的な緑地の創出

創出する緑地が，指標種の餌場・隠れ場としての飛び石的な生息場として機能することを意図し，計約2,000m^{2}の樹木群を新規創出する緑化計画である．緑化前の事業地周辺には，主要道路沿いの街路樹帯および周辺街区の外構緑地が分布している．

b)　新たなコアとなる緑地の創出

創出する緑地における営巣可能性も含めて，事業地周辺地域において中核的な生物生息場として機能することを意図し，計約56,000㎡の大規模な新規樹林を創出する

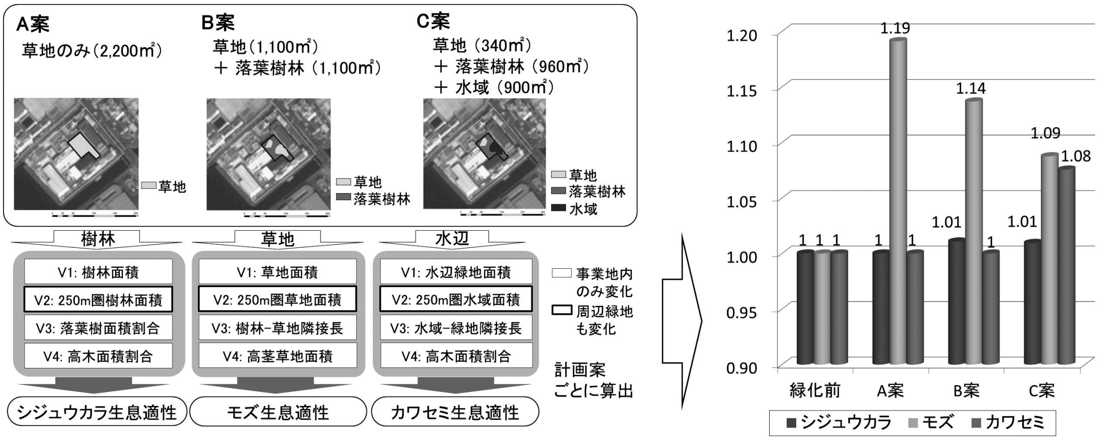


図-6　ビオトープ計画複数案の設定（左）と波及効果の評価評価（右）

緑化計画である．緑化前の事業地周辺には，崖線沿いの斜面樹林や民有地の植栽樹木が分布している．

c) 連続的な緑地の創出

既存緑地のリニューアルにより，周辺環境とのつながりをもたせ，連続的な生息場として機能させることを意図した，計約7,700m^{2}の樹木群を創出する計画である．緑化前の事業地周辺には，計画地北側を中心に，集合住宅地や公園の樹木群が点在している．

d) 段階的な緑地の創出

段階的な街区整備に伴い，各街区の緑化が将来的に一体的な生息場として機能するよう，緑地を段階的に整備していく事業であり，当該事業地で計約11,000m^{2}の樹木群，隣接街区を含めて最終的に計約2,2000m^{2}の樹木群を創出する緑化計画である．

(2) 緑被分布指数のデータベース化

東京近郊都市部を対象としたWorldView-2パンシャープンデータ（2010年5月11日撮影）による緑被分類データを用いて，地域内のすべての樹林を抽出し，シジュウカラの生息適性評価のための緑被分布指数V1～V4の算出値をデータベース化した．求めた緑被分布指数をもとに，それぞれの事業地周辺2km圏内の樹林について，緑被分布指数の相対評価値を線形回帰により算出した．それらの相加平均によって，シジュウカラの生息適性評価値を算出し，事業地周辺2km圏ごとに，最適環境が1となるように相対化した．

(3) 緑化計画の波及効果の評価

上記a)～d)の緑化計画について，各事業地から250m圏内の樹林を対象として，緑化計画の前後におけるシジュウカラの生息適性を相対評価し，1回の飛翔距離圏50mに生息適性評価値を割り当てた（重複領域は高い方の値を採用）．それぞれの緑化計画の波及効果の評価として，事業地から250m圏を対象として，緑化前後における「生息適性評価値×面積」を集計し，緑化前における集計値を1としたときの緑化後の集計値を算出した．

4. 緑化計画への適用結果

(1) 緑被分布指数のデータベース化

東京都心部周辺のすべての樹林を対象に，シジュウカラについて，生息適性評価モデルにおける緑被分布指数をデータベース化し，範囲内の緑地ごとの生息適性を相対評価することで，生息適地ネットワーク図を作成した．（図-7）．その結果，明治神宮において生息適性が最も高い生息適性評価値となった．

緑被分布指数をデータベース化することにより，事業地ごとに周辺距離圏を切り出し，範囲内での生息適性を相対評価し直すことで，迅速に緑化計画の波及効果を評価することが可能となった．

(2) 緑化計画の波及効果の評価

シジュウカラを指標として，前章a)～d)の緑化計画の波及効果を評価した結果を図-8に示す（事業地および緑化計画の範囲は非表示）．

a) 飛び石的な緑地の創出

緑化前においても緑化後においても，現状の計画地西側における街路樹帯で，シジュウカラの生息適性が最も高い状態が維持される結果を得た．創出される樹木群によって，東側街路樹帯との間の東西方向のネットワーク軸が強化され，東側街路樹帯自体の生息適性も高まることが予測された．

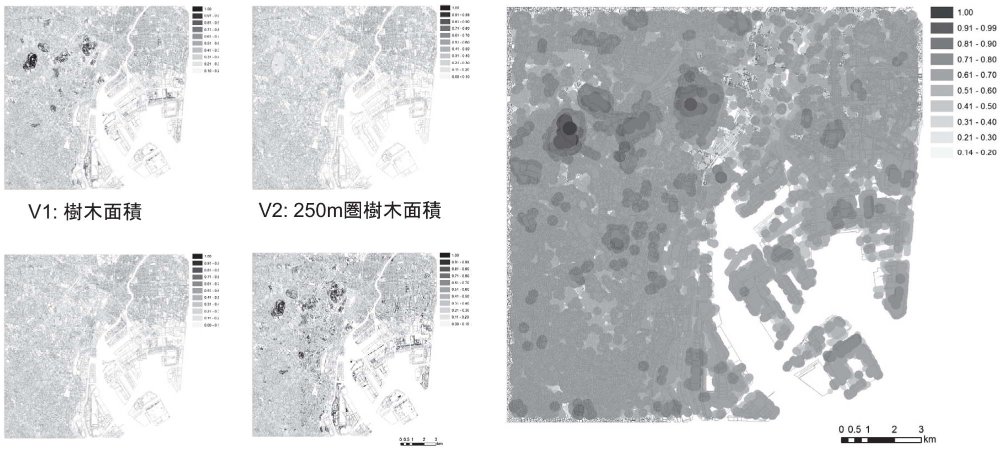
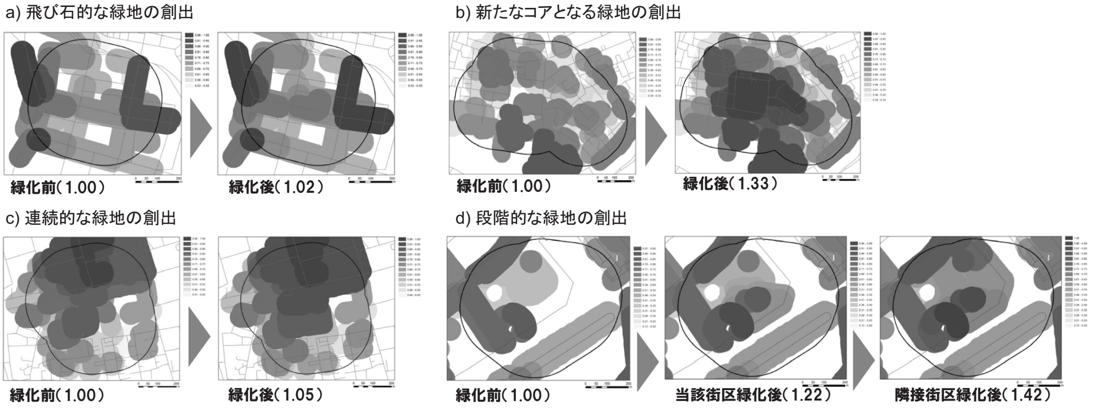


図-7 シジュウカラを指標とした緑被分布指数のデータベース化と生息適地ネットワーク図（色が濃いほど好適）



※ 黒線は事業地から250m圏を示す。
※ すべての緑化計画について、その範囲は非表示としている。

図-8 シジュウカラを指標とした緑化計画ごとの波及効果の評価（色が濃いほど好適）

250m圏全体での生息適性は，周辺の緑のネットワークの骨格は大きくは変わらないため，緑化前比1.02倍と数値的には高くならない結果となった．以上のことから，本緑化計画は，現状の生態系ネットワーク軸を補完する波及効果が高い計画であることが表現された．

b) 新たなコアとなる緑地の創出

緑化後，創出される新規樹林において生息適性が最大となる結果を得た．緑化前に最も好適な環境であった南側斜面樹林と連続されることで，地域のコアとなる生息適地が創出されることが予測された．

250m圏全体での生息適性は，これまで建蔽地だった土地に新たに創出される樹林の影響で，周辺に分布している小規模な民有緑地等における生息適性も高まるため，緑化前比1.33倍と高い値を示した．以上のことから，本緑化計画は，直接的な生息適地の創出効果が最も期待できる計画であることが表現された．

c) 連続的な緑地の創出

緑化後，計画地北側における集合住宅地内の樹木群において生息適性が最大となる結果を得た．事業地内の緑地のリニューアルにより，事業地自体における生息適性も変化するが，創出する樹木群により近傍の生息適地のネットワーク状況がより拡大する．その結果，集合樹宅地内の樹木群において生息適性がさらに高まり，より好適な生息適地となることが予測された．

250m圏全体での生息適性は，飛び石的な緑地と同様に，周辺の緑の連続性の骨格は大きくは変わらないため，緑化前比1.05倍と，高い値にはならない結果となった．以上のことから，本緑化計画は，事業地近傍における生態系ネットワークを拡大させる波及効果が高い計画であることが表現された．

d) 段階的な緑地の創出

将来，当該街区に加えて隣接街区が緑化された後に，当該街区における創出緑地の生息適性が最も高くなる結果を得た．段階的な緑地創出によって，新規に創出された樹木群が街区内で連続し，将来的には一体的な生息適地として好適な環境が創出されることが予測された．

250m圏全体での生息適性は，これまで人工造成地・裸地であった街区内に連続的な樹木群が創出されていくことから，緑化前に対して，当該街区緑化後に1.22倍，隣接街区緑化後に1.42倍と高い値となった．以上のことから，本緑化計画は，周辺地域内での新たな生態系ネットワークを創出する波及効果が見込まれる計画であることが表現された．

5. 考察

(1) 評価システムのメリット

a) 生態系ネットワークの迅速かつ客観的な可視化

高解像度人工衛星データを用いて，指標種ごとに重要となる緑被分布指数と生息適性評価モデル，およびそれにより評価された生息適地ネットワーク図をあらかじめ整備することで，事業地周辺における迅速かつ客観的な生態系ネットワーク状況の把握が可能である．周辺地域内のすべての緑被を相対評価することによって，指標種を保全や誘致の目標として，事業地の位置や環境特性を相対的に把握することができる．

b) 緑化計画における配慮項目の明確化

緑化の規模・配置やその質を検討するプロセスにおいて，指標種に応じて配慮すべき環境条件を明確化し，緑被分布指数として緑化計画の波及効果の評価自体に組み込んでいる．そのため，緑化計画において指標種の生息条件に配慮した効果が，周辺地域における生息適性の向

上効果として定量的に評価される．このことによって，緑化計画の質自体を分かりやすく効果的に高めることが期待できる．

また，複数の指標種を目標として，複数の計画案の効果を評価できることで，生物に応じた効果の違いを踏まえた緑化計画（例えば，特定の環境のつながりに寄与するか，環境の多様性を重視するか，等）が可能である．

c) 時系列的な波及効果の予測

緑化計画の波及効果の評価にあたっては，緑化前後における行動圏内の生息適性の変化を，時間的にも相対化して定量化している．現状の緑被の価値に対する将来の緑被の価値を相対化することで，緑化計画がどの時点でのどのような効果をもたらすかを，ビジュアルかつ定量的に表現できる．これによって，緑化の事業者が，創出する緑地がもたらす効果を周辺地域に対して開示できる．また，例えば事業地での緑化計画において，周辺街区での別の事業者による緑化と一体的な効果を生じるように配慮することが可能である．将来的な生態系ネットワーク形成にむけた地域レベルでの合意形成の基盤情報としての活用が期待できる．

(2) 評価プロセスにおける課題

a) 生息適性評価モデルの妥当性確保

現状の生息適性評価モデルは，指標種を問わず，緑被分布指数の相対評価値の積み上げ値を算出し，線形回帰により相対評価するモデルである．また，緑被の規模，位置，質を評価する緑被分布指数の間の重みも，一律して等価である．しかし，指標種が特定の環境条件のみを強く嗜好する場合や，一定以上の環境条件が揃わない限り生息が見込まれない場合は，これらの設定そのものがそぐわない可能性がある．

生息適性の評価結果を，現地レベルで検証するための方法が課題となる．清水建設技術研究所ビオトープでは，周辺の運河沿いにおけるシジュウカラの生息地点において，生息適性評価値の平均値が一定値（0.7）以上であることを確認しているが，2km圏全体を面的に検証するには至っていない．とくに，生息適性評価値の低い緑被も含めた検証の仕方も含め，検証データの積み重ねとその仕組みが課題である．

b) 緑化計画の波及効果の評価の妥当性確保

同様に，緑化計画の実施後に，波及効果の事前評価結果を検証することも必要となる．そのためには，緑化計画の実施前から，周辺地域も含めた指標種の生息状況に関するモニタリング体制を整備することが重要となる．

清水建設技術研究所ビオトープでは，ビオトープ整備後に指標種および飛来種のモニタリングを継続し，1年目にシジュウカラ・モズ，4年目にカワセミの飛来を確認できたが，それらの周辺地域における生息状況の変化に関しては把握しきれていない．周辺地域における波及効果を実証するための継続的なモニタリング方法を検討し，実施することが課題となる．

参考文献

1) 吉崎真司(2008): CASBEEにおける緑環境の評価. 日本緑化工学会誌 34(2), 350-354.
2) 上野芳裕(2008): みどりの果たす社会的役割と評価-SEGESによる評価システム. ランドスケープ研究 72(3), 268-271.
3) 日本生態系協会(2010): ハビタット評価認証制度 考え方と基準（JHEP認証シリーズガイドライン）ver2.0. 43pp.
4) 内池智広, 渡邉千佳子, 中村忠昌, 須田真一, 日置佳之(2012): 施設計画のための生物多様性簡易評価ツールの開発. 日本緑化工学会誌 38(1), 254-257.
5) 増澤直(2011): 民間企業事業所緑地の生物多様性ポテンシャル評価の試行. 日本緑化工学会誌 36(3), 390-391.
6) 伊藤休一, 美濃伸之, 一ノ瀬友博(2004): 生物生息地の構造・組成・動態の観点に基づく生息環境評価地図の作成手法, 都市計画報告集 No.2, 108-113.
7) 一ノ瀬友博, 加藤和弘(2003): 都市域の小規模樹林地と都市公園における越冬期の鳥類の分布に影響する要因, ランドスケープ研究 66(5), 631-634.
8) 鵜川健也, 加藤和弘(2007): 都市域の樹林地および樹林地を取り巻く空間の環境条件と鳥類群集との関係, ランドスケープ研究 70(5), 487-489.
9) 平野敏明, 遠藤孝一, 仁平康介, 金原啓一, 樋口広芳(1985): 宇都宮市における樹木率と鳥の種数との関係, Strix 4, 33-42.
10) 樋口広芳, 塚本洋三, 花輪伸一, 武田宗也(1982): 森林面積と鳥の種数との関係. Strix 1, 70-78.
11) 青島正和(2009): 都市の小規模緑地に鳥類が来る条件. 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北), 871-872.
12) 夏原由博(2000): 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.
13) 楠本良延, 山本勝利, 大黒俊哉, 井手任(2006): 景観構造に関する調査・情報システムとそれを利用したチョウ類の生息ポテンシャル評価. 農村計画学会誌 25, 281-286.
14) 日本生態系協会(2008): シジュウカラのHSIモデル.
http://www.ecosys.or.jp/activity/JHEP/download/index.html
15) 藤巻裕蔵(2010): 北海道中部・南東部におけるシジュウカラとゴジュウカラの繁殖期の生息状況. 森林野生動物研究会誌 35, 1-6.
16) 井上奈緒子, 夏原由博(2005): 樹木面積率の異なる都市緑地におけるシジュウカラの繁殖成功の比較. ランドスケープ研究 68(5), 551-554.
17) 百瀬浩, 伊勢紀, 橋本啓史, 森本幸裕, 藤原宣夫(2004): 都市環境の広域的評価の指標種としてのシジュウカラ生息分布予測モデル. ランドスケープ研究 67(5), 491-494.
18) 橋本啓史・夏原由博((2002): ロジスティック回帰をもちいた都市におけるシジュウカラの生息環境適合度モデル, ランドスケープ研究 65(5), 539-542.

（2013. 7. 19受付）

DEVELOPMENT OF "URBAN ECOLOGICAL NETWORK SIMULATION SYSTEM (UE-Net)" AND ITS APPLICATION TO URBAN GREENING

Shigehiro YOKOTA, Yutaka HAYASHI, Mamoru NASU, Sotaro YONEMURA, Shinji ODA, Hiroyuki KOMATSU, Atsushi KANNARI and Takashi WATANABE

Urban ecological network simulation system "UE-Net" was developed to realize the spatial and quantitative evaluation of the ecological effect of urban greening, and was applied to the green planning in urban developments. The system evaluates the potential habitat suitability of indicator species in the surrounding area of the development site, and visualizes the effect of green plans to the surrounding ecological network. By applying the "UE-Net" system to the different types of green plans, those ecological networking effects were visualized and classified into 4 types as follows, 1) the created green connects and reinforces the present habitat network around the site, 2) the created green functions as the best potential habitat, 3) the created green improves the habitat suitability of connected adjacent greens, and 4) step-by-step greening forms the newly developed ecological network in the surrounding area.