

プレプリント 2020年6月2日

# 江戸時代から続く大都市に残存する里山景観の植物相を用いた緑地評価

平川 幸子・小池 文人<sup>1</sup>

横浜国立大学 大学院環境情報学府

Yukiko Hirakawa and Fumito Koike: Remnant rural plants in an early modern metropolis

**要旨:**江戸(東京)は中世には里山地域であったと考えられるが近世に入って1600年代に都市化され、それ以降は世界有数の大都市であり続けた。このような東京都心の緑地における里山植物相の残存を調べ、残存種による緑地評価を試みた。江戸の東南部に相当する東京都港区の緑地と、現代まで里山景観が継続した神奈川県大井町の大磯丘陵ほかの里山地域、および近代以降に造成された埋め立て地に立地する公園において調査区域を設定し、植物相を調査した。土地利用の履歴は古地図により1600年代までさかのぼり調査し、緑地の履歴を、(a)近世の里山が、近代を経て現代まで里山として継続した地域、(b)近世に都市内の大規模な藩邸として利用され、近代では宮家御用地、現代では公園などとして利用されてきた地域、(c)近世には都市内の寺社境内や小規模な屋敷などとして利用され、現代は公園になっている地域、(d)近代以降の埋め立てにより造成された公園、の4タイプに分類した。個々の種が残存可能な緑地の履歴を回帰モデルによりもとめたところ、近世に大規模な藩邸として利用され、近代では宮家御用地、現代では公園などとして利用されてきた履歴を持つ緑地にはクサイチゴ、タチツボスミレ、アオイスミレ、シロバナタンポポが残存しており、江戸時代における大規模な下屋敷にはこれらの種の野生個体群が存在したと考えられる。より人為的攪乱が大きいと想定される江戸時代の寺院境内や小規模な武家屋敷などにまで残存する種はカントウタンポポであった。これらの種は新たに造成された緑地には出現しない。残存がより困難な種を高得点として緑地を評価した結果、自然教育園、有栖川宮記念公園、青山霊園の順に得点が高く、芝公園はこれに次ぐものであった。埋め立て地に立地する台場公園や芝浦中央公園は低得点であった。ただしひとつの緑地でも内部の区域による差が大きく、緑地内では樹林の多い区域に多くの残存種がみられた。緑地の持つ文化的な価値の評価方法のひとつとして、このような歴史的残存種の利用は有意義であると考えられる。

**Abstract:** Remnant native plants since early modern metropolis Edo (Tokyo) were estimated, and current green spaces were evaluated based on these remnant species. We studied wild plant composition in remnant green spaces of historical city area of Tokyo, and compared them with current rural landscape and green spaces in new reclaimed lands. The detected remnant species naturally growing in early modern Edo city were *Rubus hiusutus*, *Viola hondoensis*, *Viola grypoceras* and *Taraxacum albidum*. They were often found in current large parks former residence of daimyo feudal lord in early modern period. *Taraxacum platycaroum* was found at green tracts of early modern temple and small sized samurai residences.

**キーワード:** 江戸, 近世, 都市公園, 里山の植物, 大名屋敷

**Key Words:** Early modern, Edo metropolis, Residence of a feudal lord, Remnant rural plant population, Urban park

<sup>1</sup>〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-7. Graduate School of Environment and Information Sciences, Yokohama National University, 79-7 Tokiwadai, Hodogaya-ku, Yokohama 240-8501, Japan. (hirakawa-yukiko-bn@ynu.jp; koike-fumito-nx@ynu.ac.jp)

## I. はじめに

野生生物と共存し、日常的に自然と接することができる環境は、大都市では得がたいものとなっている。人口が集中する地域での緑地は周囲に居住する人々にとって重要であるが、このような自然は都市の歴史の中で、人間社会との関わりとともに形成され、維持されてきたものである。

自然の恵みを人類に提供してくれる生態系サービスの重要性が指摘され、都市の中の自然もヒートアイランド緩和や雨水浸透による都市型洪水の調整、騒音の遮断や大気浄化などや、心のストレス緩和などのサービス機能を持つが(Millennium Ecosystem Assessment 2007)、歴史的背景を持つ自然は、歴史のある音楽や絵画に相当するような文化的価値を持っている。このように歴史のある都市の中で存続してきた自然の歴史的・文化的価値を認識するためには、そこに残存する野生生物種を明らかにするアプローチも重要であり、ヨーロッパでは近世の1600年代から継続する樹林を ancient woodland とよび、そのような樹林において統計的に多く出現する残存種を ancient woodland indicator species (AWIS)として緑地評価のための環境指標として利用している(Wulf 1997; Gao et al. 2012)。

里山は樹林と草地、耕地、細流などによって構成される景観である。そこには雑木林などの樹林の植物のほか、林縁や草地、土手などに生育する草地の植物、水田や細流に生育する湿地の植物、耕地雑草などで構成される植物相が存在している(田端1997, 武内2001, 根本2014など)。このような植物の中には都市の発達によって失われやすい種も多く(菅原・小池2012)、樹林の植物の中には継続して樹林であった場合にのみ生育し、いったん樹林を耕地に開墾した

後に再び樹林化されると欠落する種も知られている(Kobayashi and Koike 2010)。

刈草を肥料として用いる里山のシステムは中世に成立したと考えられている(水野 2015)。現在の東京にあたる地域の中世における土地利用の詳細な情報はないが、近世初期に江戸城の周辺を描いた地図にも竹藪や樹林がみられ(作者不明 1602)、現在の都心に当たる地域も中世末において里山景観であったと考えられる。近世には日本の首都として市街地が発達することで、江戸(東京)都市圏は68万人を超える人口を持つ世界でも有数の大都市となり(Berry 1990)、明治維新後における近代の産業革命を経て現代まで継続して都市圏が発達してきた。このような長い歴史を持つ大都市のなかで、里山の生物相の多くは失われてきたが、一部は緑地の中に残存し続けた可能性がある。

本研究は近世の江戸時代においても都市であった東京南西部の都心を材料とし、都市化以前の里山地域の植物相の中から近世・近代・現代を通じて残存してきたであろう野生植物種の検出を行い、この結果を用いた緑地評価方法を試みた。

## II. 方法

まず近世から都市であった地域の大規模な緑地において草本層の植生を把握した。次に現在まで残存する里山景観の植物相を検出するため、野外調査により現在の緑地において樹林の林床植物から草地植物、耕地雑草などを含む草本層の植物相を調査し、植物種の出現パターンと近世以降の緑地の履歴との関係を解析した。また比較対象として、現在も里山が存続する郊外の里山地域と、埋め立てにより新たに造成され、残存種が存在しえない緑地を含めて解析した(図1)。都市化傾度においては、自然の多い地域に全ての種を含む生物相が存在し、人間活動が盛んになるに従って種が欠落してゆく「入れ子構造」(nestedness)をとる分類群が多いことが報告されている(Fernandez-Juricic 2000)。都市の土地利用履歴においても、大規模な緑地が安定して継続された履歴においては多くの種が残存しやすいと考えられるが、歴史の中で強度の踏みつけ(Sikorski et al. 2013)や建物の建築などが行われ生物相が失われた場合は、孤立性の高い都市環境下では欠落種の回復が困難であると考えられる。そのため比較的人為的な影響が弱い履歴から、より影響が強い履歴、さらに埋め立て地のような残存種が存在しえない履歴に至る履歴の傾度(履歴傾度)の中で、里山景観に出現する種が減少してゆく入れ子構造をとると考えられる(図2)。

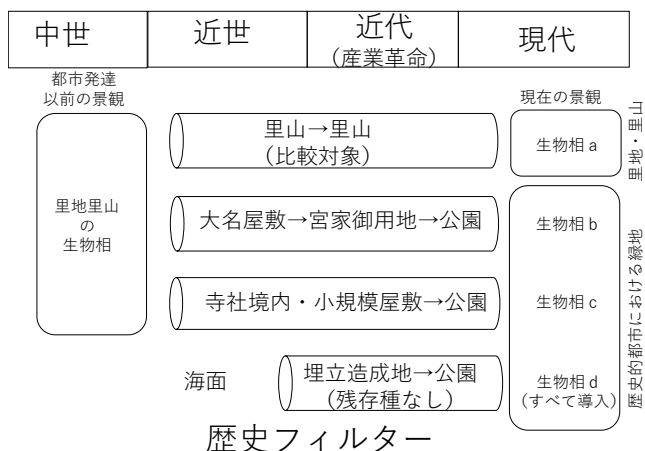


図1 歴史的都市の緑地に残存する里山植物を検出する研究のアプローチ

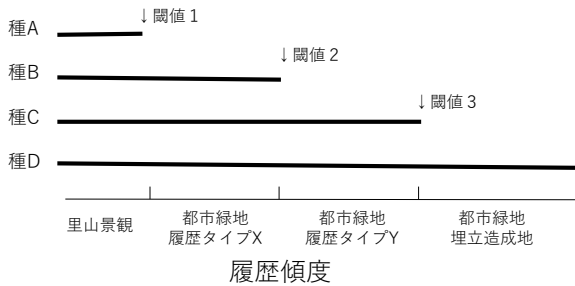


図2 種の出現における入れ子構造の模式図. この中で種Dは残存種ではない.

この研究ではこのような入れ子構造に従う出現パターンを持つ種を里山植物相の残存種として検出し、出現する限界の閾値(occurrence threshold)となる履歴をもとめた.

### 1. 調査地域

この研究では近世から都市圏が継続して存在してきた東京都港区を調査地とした. この地域における大規模な緑地として、近世の大名下屋敷であった青山霊園、国立科学博物館附属自然教育園(以下自然教育園)、有栖川宮記念公園(以下有栖川公園)と、寺院境内であった芝公園を調査地として選択した(図3, 図4, 表1). また中規模の緑地の中で大名下屋敷に由来する高輪森の公園と、小規模の武家屋敷に由来する六本木西公園、さらに近代以降に海を埋め立てて造成された緑地として、同じく港区にある台場、台場海浜公園、台場レインボー公園、芝浦中央公園を調査対象とした.

また比較対象として本来の里山景観における生物相を知る目的で、南関東にあり海岸に比較的近く東京からの地理的距離も近い神奈川県足柄上郡大井町山田地区(以下、山田地区)の大磯丘陵と、現代になって1960年代に周辺が都市化した里山である東京都国分寺市国分寺姿見の池緑地保全地域(以下、姿見の池)を調査地とした.

### 2. 現在の植物相と環境

近世から都市であった緑地の植生を把握するため、青山霊園、自然教育園、有栖川公園、芝公園の樹林や草地の草本層において2012年から2013年にかけての早春と夏の植物社会学的調査を行い、調査票への出現回数が5回以上の種について表操作により群落を区分した.

現在まで残存する里山景観の植物相を検出するための調査では、里山景観の植物相として樹林の植物や草地の植物、湿地の植物、耕地雑草など、里山景観に生育するすべての種を対象とした. 歴史を把握可能な空間スケールはコドラートでなく緑地全体で

あり、またコドラート調査では欠落することが多い出現頻度が低い種も研究対象とするため、小スケールのコドラートを利用した植生調査ではなく、より大きな空間スケールでの植物相調査を行った.

保全すべき群集タイプに典型的に出現する生物相が保全状況の評価のために重要であるとの研究も存在するため(Helm et al. 2015)、草本層の植物社会学的調査にて各群落タイプに典型的に出現した種や、関東地方の都市や農村に存在する植生の代表的な種の中から、植物相調査の対象種を選択した(宮脇1986). また都市の緑地で保全対象となっている稀少な種については、環境省レッドリストの絶滅危惧I類とII類(環境省2015)および東京都区部における重要な種(絶滅危惧IA類、準絶滅危惧、情報不足)(東京都2010)で港区に分布する種も対象とした.

調査対象として抽出された種は、湿地・水辺に生育することが多いヌマトラノオ、ハンゲショウ、カサスゲ、土手や草地の種であるチカラシバ、カントウタンポ

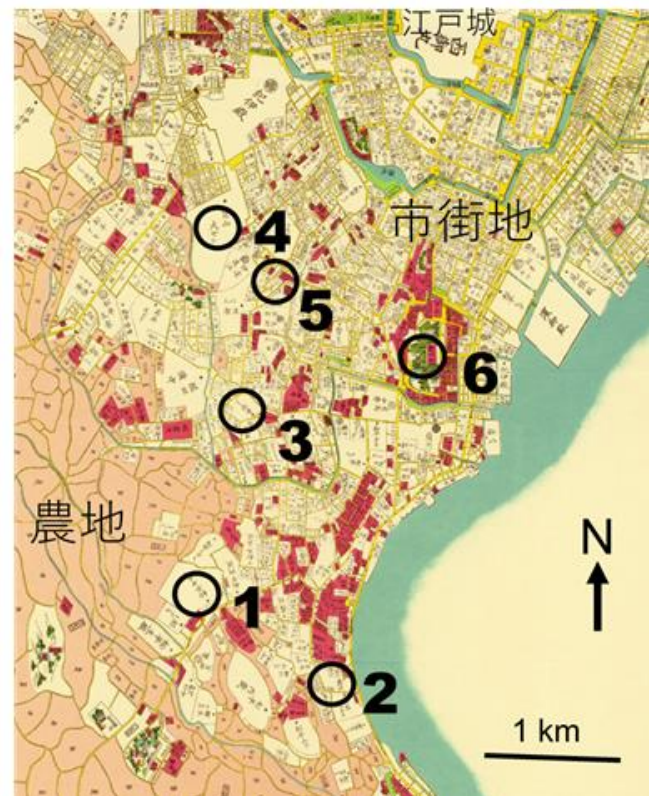


図3 調査対象の中で近世に都市であった地域の緑地の分布. 1:自然教育園, 2:高輪森の公園, 3:有栖川公園, 4:青山霊園, 5:六本木西公園, 6:芝公園. 背景は安政江戸図(作者不明1859, 国際日本文化研究センター所蔵)で白背景は市街地, 淡色は農地, 濃色は寺院.

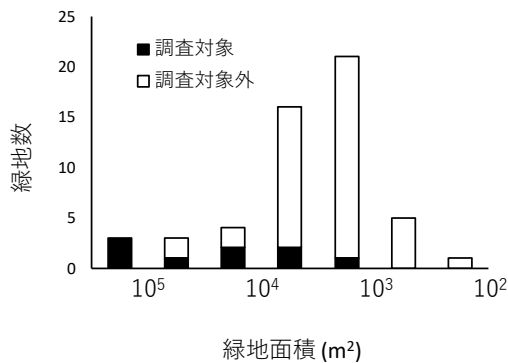


図4 調査地域である東京都港区内の緑地面積の頻度分布

ポ, シロバナタンポポ, カントウヨメナ, キツネノマゴ, スミレ, ツルボ, キランソウ, スギナ, ネジバナ, ノアザミ, ヒョドリジョウゴ, ススキ, 林縁の種であるアオイスミレ, タチツボスミレ, ニリンソウ, キンミズヒキ, オオハナワラビ, カラスウリ, クサイチゴ, チヂミザサ, トネアザミ, ヤブマオ, 樹林下に生育することが多いウラシマソウ, タマノカンアオイ, キンラン, シュンラン, ミズヒキ, ジャノヒゲ, ベニシダ, ヤブラン, ナキリスゲ, 急斜面や海岸に多いツワブキ, イノモトソウ, オニヤブソテツ, 耕地や花壇などの雑草であるキュウリグサ, イヌタデ, エノコログサ, ミドリハコベ, ツユクサ, メシバ, ヤハズエンドウ, コヒルガオ, 岩石の隙間などにみられるギンゴケであった。

緑地における生物相の消失と追加には土地利用圧による絶滅のほかに, 人為的な公園植栽や植栽種の野生化, 花壇などの整備にともなう雑草の侵入, マトリックスである市街地の石垣などに生育可能な種による緑地への侵入など, 種を追加する方向の変化もある(図5). そのため園芸的な取引が行われていて公園に植栽される可能性が高い種や, 緑地以外の市街地のコンクリート壁などに自然個体群が存在する種は残存種の候補からあらかじめ取り除いた。造園的な植栽種については, 大手の通信販売サイトであるアマゾン・コム(www.amazon.com)の日本向けサイトにて植物種名と「苗」のキーワードで検索し(2016年9月確認), 掲載されている件数(販売本数が異なるロットは1件と数える)および1件で販売されている最大の本数(ポット数)を種レベルで調べた。このサイトは種苗の通信販売の中では後発であるが主要な種は網羅しており, 野生種の葉芸品種(斑入りなど)のようなマニア向けの商品が少ないため, 造園目的で販売されている商品について種レベルでの件数を数えやすい利点がある。このサイトで掲載件数5件以上かつ1件あたり販売ポット数が最大30以上であったキツタ, ジャノヒゲ, ツワブキ, ヤブランは造園植栽種として対象から除外した。またイノモトソウとオニヤブソテツは

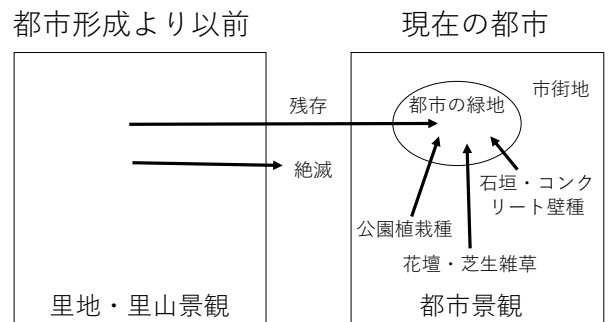


図5 絶滅の過程と, 入れ子構造を示さないと考えられる導入・侵入種

鉄道駅や石垣, コンクリート壁の隙間など土壌のない市街地にも生育し(松倉・犀川 2007), 市街地から緑地への移住も考えられるため対象種から削除した。路傍や花壇などの雑草は, 都心の道路植栽枡などに関する十分な情報が得られなかったため事前の削除は行わなかった。

調査対象の緑地は面積が大きく異なり, またひとつの緑地の中に森林が主となる区域と, 花壇や芝生が主となる区域など景観が異なる区域が混在するため, 景観が一樣でなるべく類似した面積の領域に分割して野外調査を行った(平均面積 2.9 ha, 標準偏差 2.2 ha)(表1). 2016年3月から5月にかけて各調査区域をおよそ3回から5回, 計8時間から20時間くまなく歩き, 調査対象種を探索し, 発見の有無を記録した。ニリンソウやウラシマソウなどが落葉する夏期以降を避けるため, 田中&小池(2010)による関東地方の里山景観の生物季節区分における「生物学的早春(季節II)」と「生物学的春(季節III)」に調査を行っているが, この時期には「生物学的夏(季節IV)」や「生物学的秋(季節V)」に開花結実する種も着葉しているため, 十分な調査時間を確保することによりこれらの種も発見可能であった。

緑地における現在の環境の影響を取り除くことで過去の歴史の影響をより正確に検出するため, 現在において高木の樹冠が地面を覆う割合を現樹冠率として定量化した。Googleの画像に自作の点格子板を重ねて高木の樹冠とそれ以外の芝生や花壇, 草地などの草本植生との比を求めた(https://www.google.co.jp/maps/, 2016年9月確認)。現樹冠率が高い場合は樹林として管理・利用されており, 低い場合は芝生や花壇などの開けたオープンな環境として利用されている。

### 3. 土地利用履歴の文献調査

中世における植生の分布に関する情報は限られており(水野 2015), ヨーロッパでは中世の城郭建設に

おける固有の構造を利用して出現種と土地利用履歴との対応を調べるなどの試みもおこなわれているが (Closset-Kopp and Decocq 2015), 一般性の高いアプローチは知られていない. それに続く近世以降では面的な地図情報が得られるようになり, 日本やイギリスなどにおける古地図のほか, 北アメリカでの入植者の登録に利用された地図などが利用される. 江戸においても外縁を把握することが可能な都市圏全域の地図が1600年代に作成され, 時代を追って改定されたものが出版されてきた (東京都立図書館, 年代順江戸図の変遷 [www.library.metro.tokyo.jp/Portals/0/16/pdf/7edozuhensenkaitei.pdf](http://www.library.metro.tokyo.jp/Portals/0/16/pdf/7edozuhensenkaitei.pdf), 2017年3月参照).

この研究では, 近世の最も古い江戸の都市圏全域の地図である寛永江戸全図 (作者不明 1642-1643) のほか, 新添江戸之図 (作者不明 1657), 明暦江戸大絵図 (作者不明 1658年), 江戸図正方鑑 (温 1693), 明和江戸図 (作者不明 1771), 安政江戸図 (作者不明 1859), 萬延江戸図 (高井・出雲寺 1860) を参照した. これらの地図には大規模な藩邸や寺社が掲載されているほか, 田畑が何も表記されないため藩邸や寺院以外として把握される場合も多いが, 中には明示的に屋敷以外の田畑を記載したものが存在する (図3). さらに近世末における, より詳細で小規模な屋敷などを掲載した地図情報として, 江戸切絵図も参照した (景山 1850a, 1850b, 戸松 1851, 1853, 1854).

近代以降においては, 比較対象の里山を含めて全調査地域が二万分の一縮尺の迅速測図 (陸軍参謀局 1880-1886) に収録されており, 近世末と近代初期の情報としてこれを利用した. この地図には畑や水田, 樹林, 市街地などが詳細に表記されているが, 明治維新直後の変化が顕著であった都心などを除けば, 近世においても同様の土地利用が継続されていたと考えられている (小椋 1996). 近代なかばの1900年における土地利用は旧版の一万分の一地形図や五万分の一地形図 (いずれも大日本帝国測量部) を利用した. また近代の末にあたる1940年においては旧版の五万分の一地形図と1940年代前半の陸軍撮影および1946年アメリカ軍撮影の空中写真を用いた. それ以降の現代では多様な空中写真が利用できるため, これをもとに判別した (国土地理院 地図・空中写真閲覧サービス <http://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do#1>, 2017年3月参照).

本研究ではこのような地理情報を用いて, 1640年から1860年にかけての近世と, 1900年, 1940年, 1980年までの40年ごと, および現在の2016年の5時点の土地利用を調査した.

緑地の管理や一般市民による踏み込みの強度は生物種の存続に大きく影響するが, 近世における大名屋敷などの内部における管理や利用状況に関する地図情報はきわめて乏しいため, 履歴は緑地単位で扱った. 本研究では近世から続く都市緑地の履歴をおおまかに2タイプに分けた. 近世の大規模な下屋敷が近代の宮家の御用地や現代の公園などとして利用されてきた緑地と, 寺院境内や小規模な武家屋敷のように, より公共のアクセスが容易であったり, 建物が密集していた可能性のある緑地に分けて, その後の解析を行った.

#### 4. 残存種を検出する統計解析

都市に孤立する緑地の野生生物個体群が過去から継続して存在して来たものであることを明らかにするための研究方法は発展途上である. 遺伝子を用いた場合, 里山植物の遺伝子多型には地方により偏りが見られることも多いため (佐伯ほか 2012; Saeki et al. 2015), 周辺地域と異なり遠隔地に見られるものが都市緑地に出現した場合には他地方からの導入個体群であると推定できる. しかし個体数のボトルネックの検出は可能であるものの, 当該緑地に継続して存続してきたことを遺伝子情報のみにより決定論的に証明することは難しい.

この研究では緑地への植物種の出現パターンにおいて, 埋め立て地に出現する種やランダムに出現する種を除去し, 里山に出現する傾向のある種を検出するため, 入れ子構造の解析を用いた. しかし, これまで入れ子構造の顕著さを表す尺度としてさまざまな解析手法が開発されてきたものの (Fleishman et al. 2007), 多くの方法は種×調査地の単純な行列をデータとしており, 履歴や植生タイプなどの複数の要因を同時に解析するには適していない. 実際にはひとつの公園であっても樹林として管理される地域や, 芝生として管理される地域が混在し, 里山景観であっても樹林地の他に水田畦畔などの草地的環境が混在するため, その影響を取り除く必要がある. また従来の解析方法では生物相全体の出現パターンの解析が行われ, 個々の種の入れ子構造への適合度の評価は行われてこなかった. このため, この研究では履歴要因以外の樹林-草地環境の影響をとり除きながら, 個々の種がどの程度の履歴傾度の水準まで残存するのかを定量的に検出する目的で, 履歴タイプを表すダミー変数 (この論文では履歴変数と呼ぶ) とともに樹林環境を表す変数を用いて, 以下のロジスティック回帰モデルによる解析を行った.

$$\text{出現確率 } i = \exp(X_i) / (1 + \exp(X_i)) \quad \text{式 1}$$

$$X_i = a_i \text{ 履歴変数} + b_i \text{ 樹林草地環境} + c_i \text{ 調査区域面積} + d_i$$

解析対象種  $i$  の在・不在を目的変数とし、調査区域をひとつのレコードとした。調査区域の面積はなるべく均一になるよう分割を行っているが、完全な等面積にすることは困難であるため回帰モデルに変数として加えて影響を除去した。出現数が 3 調査区域以上の種について解析を行い、赤池情報量規準 (AIC) (Akaike 1973) で変数選択を行った。

里山の植物相が最も残存しやすい履歴は、現在も里山そのものである履歴タイプであるが、それに続くものが大名屋敷から緑地となったタイプであるのか、社寺や小規模屋敷から緑地となったタイプであるのかは自明ではない (図2の履歴タイプ X と履歴タイプ Y)。

これを確かめるため、里山の植物が残存しやすい履歴の順位を先述の回帰分析のモデル選択によってもとめた。回帰モデルにおける履歴変数の値について、最も残存しやすい里山景観が継続した調査区域を 4 とし、残存種が存在しない埋め立の履歴変数を 1 とした。中間的な履歴については、近世に大名屋敷であったものを 3、社寺や小規模屋敷であったものを 2 とする候補 1 と、逆に社寺や小規模屋敷であったものを 3、大名屋敷であったものを 2 とする候補 2 とを比較した。樹林草地環境や調査面積の影響を取り除くため樹林草地環境や調査区域面積も含めたロジスティック回帰を行ない、全解析対象種の AIC 合計が最少となる組み合わせパターンを探索した。

履歴傾度 (図2) の中で個々の種が残存できる限界を検出する解析では、履歴変数として里山の植物相が残存する側の履歴を 1、残存が困難な側の履歴を 0 としたダミー変数を作成してロジスティック回帰分析を行った。たとえば図2の例において「里山景観」と「履歴タイプ X」に履歴変数=1 を、「履歴タイプ Y」と「埋め立て造成地の緑地」に履歴変数=0 を与えた回帰では、種 B において履歴変数が重要な要因として検出されるが、種 A や種 C、種 D ではこの履歴変数の効果は弱いものになる。また新たな埋め立て地に立地して残存種が存在し得ない緑地の履歴変数を 0 とし、現在の里山を含めたそれ以外の緑地の履歴変数を 1 とすれば、この変数が有意で回帰係数が正である種は、古くから陸地であった緑地のみ出現することがわかる。このように履歴変数への値の与え方を変えることにより異なった閾値を持つ種を検出できる。花壇や路傍などの雑草や、植栽、客土、根鉢への混入、マニアの植え込み、などにより意図的・非意図的に導入される確率が高い種は新たな緑地にも出現す

るため、この解析によって統計的に削除される (図2)。これらの回帰においても影響を除くため樹林草地環境や調査区域面積を含めた回帰を行なった。

この解析では履歴傾度に従って種の出現確率が減少し (図2)、かつ履歴変数の重要度を示す  $\Delta$  AIC が 2.0 以上である場合に入れ子構造に従う種であるとみなした。なお  $\Delta$  AIC はベストモデルから履歴変数を取り除いた場合の AIC の適合度の低下を表し、これが大きければ履歴が重要な要因であるが、一般に  $\Delta$  AIC が 2.0 を超えるものを重要な要因とみなすことが多い (Saito and Koike 2013)。

このようにして検出された種を指標種として利用し、出現種に得点を与えて残存植物種による緑地評価を試みた。履歴情報は緑地全体の属性であるが、指標種の分布は細かな空間スケールで取得可能であるため、ひとつの緑地を細分した調査区域ごとの評価を行なった。

### III. 結果

#### 1. 緑地の履歴

1603 年に江戸幕府が成立した 40 年後の江戸時代初期において、今回の調査が行われた江戸南西部では渋谷川の東側を外縁として武家屋敷や社寺等が成立していた (作者不明 1642-1643, 1657)。その後 1690 年頃までには江戸南部の高輪周辺の海岸や、白金から目黒不動にかけての街道沿いに屋敷街が張り出してきた (温 1693) (図3)。このような土地利用は、その後の近世を通じてあまり変化していない (作者不明 1771, 1859; 温 1693; 高井・出雲寺 1860)。近世の終わり頃における行政的な領域としての江戸の範囲は文政江戸朱引図 (江戸幕府 1818) に示されている。江戸城を中心にして墨線は江戸町奉行の管轄範囲であり、朱線は不明者の手配などを行う範囲であった。包含関係は交差しているが、両者に共通して属する地域が都市圏と考えられ、1690 年以降の屋敷街と一致するとともに、近代初期の 1878 年に制定された東京 15 区とほぼ一致する。今回調査した都心における埋め立て地以外の緑地 (自然教育園、高輪森の公園、有栖川公園、青山霊園、芝公園、六本木西公園) はすべてこの範囲内にある (図3)。

調査した緑地の中で、自然教育園は近世において白金から目黒にかけて屋敷街が張り出していた江戸市街のはずれにあり、調査対象の下屋敷の中でも遅く 1600 年代の後半に設けられたが、近世末においても広大な農地と接していた (図3) (作者不明 1859 年)。松平家 (讃岐) 下屋敷であり (表 1)、近代には軍の火薬庫として利用されたあと皇室の御料地とされ、

表1 調査対象の緑地と近世以降の歴史. 履歴タイプは a:比較対象の里山, b:大名屋敷から宮家御用地などを経て公園, c:社寺・小規模屋敷などから公園, d:埋め立て地から公園

調査地名 面積(調査区数)	1690-1860年 江戸図・迅速測 図*3	1900年 大日本帝國陸 地測量部地形 図*4	1940年 国土地理院地 形図*4, 空中 写真*5	1980年 空中写真*5	2016年 実地調査	履歴 タイプ
里山(大井町) 25ha (4区)	里山	里山	里山	里山	里山	a
国分寺姿見の池 1.1ha(1区)	里山	里山	里山	住宅地に囲 まれた里山	住宅地に囲ま れた緑地保全地域	a
自然教育園 約20ha(5区)	松平家(高松藩) 下屋敷*1, 2	火薬庫	宮内省御料地	自然の教育・ 研究施設	自然の教育・研 究施設	b
高輪森の公園 0.49ha (1区)	島津家(薩摩藩) 下屋敷*1, 2	宮家の御用地	宮家の御用地	公園	公園	b
有栖川宮記念公園 6.7ha(3区)	南部家下屋敷 *1, 2	宮家の御用地	公園	公園	公園	b
青山霊園 26.4ha(6区)	青山家下屋敷 *1, 2	公的な墓地	公的な墓地	公的な墓地	公的な墓地	b
芝公園 12.3ha(5区)	増上寺境内*1, 2	公園	公園	公園	公園	c
六本木西公園 0.2ha (1区)	小規模屋敷等 *1, 2	郵政省官舎	郵政省官舎	公園	公園	c
台場公園 5.1ha(3区)	海面-台場*1	台場	国の史跡	公園	公園	d
台場海浜公園 2.01ha (1区)	海面*1	海面	海面	公園	公園	d
台場レインボー公園 1.1ha (1区)	海面*1	海面	港湾施設	港湾施設	公園	d
芝浦中央公園 4.5ha (3区)	海面*1	海面	下水処理場	公園	公園	d

\*1 寛永江戸全図(作者不明 1642-43), 新添江戸之図(作者不明 1657), 明暦江戸大絵図(作者不明 1658), 江戸図正方鑑(温 1693), 明和江戸図(作者不明 1771), 安政江戸図(作者不明 1859), 萬延江戸図(高井・出雲寺 1860); \*2 景山(1850ab), 戸松(1851, 1853, 1854); \*3 迅速測図(陸軍省参謀局 1880-1886); \*4 国土地理院五万分一地形図旧版; \*5 国土地理院地図・空中写真閲覧サービス (<http://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do#1>)

現代に入ってからには国立研究機関の自然に関する教育・研究施設として制限付きで見学者を受け入れている。また展示用等として一部で在来植物が植栽されている(桜井 1981; 萩原ほか 2002)。高輪森の公園も品川に向けて屋敷街が張り出していた江戸市街のはずれにあり, 自然教育園と同様に 1600 年代の後半に設けられた島津家(薩摩)下屋敷である。近代には明治の元勲の屋敷とされたあと宮家の御用地として利用され, 1975 年から自然に接するための公園として日中のみ公開されている。有栖川宮記念公園は比較的古くから屋敷街が発達した地域の中に位置する南部家下屋敷であり, 近代には宮家の御用地として利用されてきたが, 近代末の 1934 年から公園とな

った。当初は昼間のみの開放であったが, 現在は夜間も開放されている(内藤 1997)。青山霊園は比較的古くから存在する青山家下屋敷であり, 屋敷街の中に残る河川沿いの田に接していた。近代に入って 1874 年から公共墓地となった(田中 1981)。

近世の芝公園は比較的古くから続く市街地に囲まれた増上寺の境内であった(表 1)。近代にはいつて 1873 年より日本で最初の公園のひとつとして一般に公開されたが, 現在は中心部に寺院, ホテル, テレビ塔などが立地するため植生は周辺部に分断されている。六本木西公園は近世において小規模な武家屋敷等からなる屋敷街の中にあつた。近代以降は郵政省の官舎として利用されていたが, 現代に入って

1979年に公園化され、遊具と植栽をそなえた小規模な街区公園として利用されている。

近代には関東大震災(1923年)や第2次世界大戦の空襲(1944-1945年)による大火災があり、東京の南東部は焼失したが、大規模な緑地は火止まり線になることもあって六本木西公園を除き今回の調査地域では著しい焼失はない。

埋め立て地に立地する公園の中で、台場公園は近世末の1853年に海を埋め立てた砲台として造成され、1926年から史跡となった(表1)。台場レインボー公園は近代の1930年代頃に埋め立てられ、台場海浜公園は現代に入って1960年代に埋め立てられた。公園ではあったが、多数の一般市民による利用が始まったのは1995年の鉄道の開通以降である。芝浦中央公園は1930年代に埋め立てられた土地にある下水処理場の屋上を利用して1980年以降に整備された人工地盤の公園である。

現代まで続く里山景観として比較対照とした山田地区と姿見の池は、いずれも近代のはじめの迅速測図(陸軍省参謀局 1880-1886)において田や畑とナラ林やマツ林が混在する里山景観であった(表1)。山田地区は現在も里山景観であるが(大井町町史編纂・編集委員会2002)、姿見の池は1960年代に周辺に宅地が広がり始め、1980年代までには周囲が宅地化され都市内に残存する緑地となった。

今回の調査地の履歴をタイプ分けし、近世から現代まで里山であった山田地区と姿見の池を履歴タイプaとした(表1)。自然教育園、高輪森の公園、有栖川公園、青山霊園は、江戸時代には大名などの大規模な下屋敷である。明治維新後も墓地である青山霊園や宮家の御用地などとして一般庶民のアクセスが少ない時期が続いたが、その後公園化された。この研究ではこれらの緑地を履歴タイプbとした。その他の緑地として芝公園は近世には寺社の境内であり一般庶民のアクセスが可能な場所も存在したと考えられる。また六本木西公園は小面積の地割で近世にも建物が密集しやすく明治時代以降にも官舎などとして高度の利用が継続したと考えられる。これらの緑地を履歴タイプcとした。台場公園など、おおむね近代以降の埋め立て地であり、現代以降に市民が訪れる公園となった緑地を履歴タイプdとした。

## 2. 緑地の履歴タイプと植物相

近世から都市であった都心の大規模緑地(青山霊園、自然教育園、有栖川公園、芝公園)の草本層植生は5タイプに区分された(Appendix1)。A群落はアズマネザサとともに、ミズヒキやヤブミョウガなどの林床草本植物が多い群落であり、これらの種が欠落しチジミザサやクサイチゴ、アズマネザサが残存したタイ

プがB群落であった。C群落はさらに種が少ないがアズマネザサのほかアオキやタビラコがみられた。D群落はアズマネザサに加えてメシバやセイヨウタンポポ、カタバミのほかヤブガラシやカントウタンポポ、カラスノエンドウなどが出現し種数が多かった。E群落にはアズマネザサが出現せずメシバ、セイヨウタンポポ、カタバミ、タビラコ、ドクダミなどが出現した。

植物相に関する野外調査により全32調査区域の中で3調査区域以上に出現した種は27種であった(Appendix2)。ロジスティック回帰を用いた履歴傾度の探索では、里山景観の野生植物相が残存しやすい履歴タイプの順位(図2の横軸上の並び)として、履歴タイプa(比較対象の里山)、履歴タイプb(大名屋敷から宮家御用地などを経て公園)、履歴タイプc(社寺・小規模屋敷などから公園)、履歴タイプd(埋立地から公園)を仮定した場合のAICは872.17であり、履歴タイプbとcの順位を入れ替えたデータセットでのAICである907.09と比較して明瞭に小さく、植物相データの入れ子構造をより強く反映していたため、以後の解析ではa-b-c-dの履歴傾度を採用した(表2)。

里山であり続けた緑地(履歴タイプa)に出現するが履歴にかかわらず都心の緑地にあまり出現しない種としてノアザミが検出された(表3、図6)。近世に大名屋敷であった緑地(履歴タイプb)にまで出現し、それ以降の履歴傾度の緑地への出現が少ない種はクサイチゴ、タチツボスミレ、アオイスミレ、シロバナタンポポであった。カントウタンポポは近世の社寺境内や小規模屋敷などの履歴タイプcにまで出現していた。このモデル選択では調査面積はいずれの種においても選択されなかったが、現樹冠率は4種で選択され、クサイチゴ、タチツボスミレ、アオイスミレでは樹林に多く出現していた。シロバナタンポポは影響の大きさを示す $\Delta$ AIC値が微小であった(表3)。

履歴傾度に対して弱い入れ子構造を示す種としては(履歴変数の重要度、 $2.0 > \Delta$ AIC  $\geq 1.0$ )、履歴タイプaまで残存するミズヒキ( $\Delta$ AIC=1.68)や、履歴タイプbまで残存するオオハナワラビ( $\Delta$ AIC=1.25)、ススキ( $\Delta$ AIC=1.21)、カラスウリ( $\Delta$ AIC=1.00)があった。ヤブマオは履歴タイプcまで出現する傾向があった( $\Delta$ AIC=1.21)。

## 3. 検出された種による緑地評価

緑地を細分した調査区域ごとの残存植物による緑地評価として、里山が継続してきた緑地に存在する種(ノアザミ)を3点、近世に大名屋敷であった緑地にまで残存する種(クサイチゴ、タチツボスミレ、アオイスミレ、シロバナタンポポ)を2点、社寺境内や小規模の屋敷等にまで残存する種(カントウタンポポ)を1点と



表2 野生植物の残存しやすさに関する履歴傾度の探索結果. 履歴タイプの並び順(候補1と候補2)に対応する履歴変数と, これを用いたよるロジスティック回帰におけるモデル全体のAICを示す. AICの値が小さいほど適合が良い. この解析では出現生物相が全体として単調に減少する並び順においてAICが最も小さくなる. a-dは履歴タイプ(表1).

残存しやすさの履歴傾度の候補	比較対象の里山(a)	大名屋敷から公園(b)	社寺・小規模屋敷などから公園(c)	埋め立て地から公園(d)	AICの合計
候補1	4	3	2	1	872.17
候補2	4	2	3	1	907.09

表3 残存可能な履歴タイプの限界の検出結果. 種におけるベスト回帰モデルの回帰係数を示す. 目的変数は種の在不在であり, 説明変数は履歴変数, 現樹冠率, 調査面積である. 表中の数字は回帰係数であり, 括弧内には当該変数をベストモデルから除去した場合のAICの変化である $\Delta$ AIC(値が大きいほど重要)を示す. 履歴の影響が確かな種(履歴変数の $\Delta$ AICが2.0以上)を表示した. 履歴タイプはa:比較対象の里山, b:大名屋敷から宮家御用地などを経て公園, c:社寺・小規模屋敷などから公園, d:埋め立て地から公園.

種名	履歴変数の推定値				調査面積	現樹冠率	切片	モデルAIC
	タイプa	タイプb	タイプc	タイプd				
ノアザミ	3.47 (7.78)	0	0	0	-	-	-2.0794	27.841
クサイチゴ	3.84 (11.62)	3.84 (11.62)	0	0	-	12.2 (3.69)	-11.52	31.632
タチツボスミレ	2.68 (4.66)	2.68 (4.66)	0	0	-	11.66 (4.23)	-11.101	34.382
アオイスミレ	2.70 (3.82)	2.70 (3.82)	0	0	-	16.34 (7.68)	-14.804	30.729
シロバナタンポポ	19.61 (8.57)	19.61 (8.57)	0	0	-	-7.09 (0.24)	-14.948	30.682
カントウタンポポ	3.31 (8.29)	3.31 (8.29)	3.31 (8.29)	0	-	-	-1.609	31.732

して得点を計算した(表4). 評価値が高かったのは里山のモデルとした大井町山田地区(12.0 $\pm$ 2.2, 調査地区の評価値平均 $\pm$ 標準偏差)と国分寺姿見の池(12.0)であり, 自然教育園(11.4 $\pm$ 2.1), 有栖川公園(11.0 $\pm$ 1.0), 高輪森の公園(11.0), 青山霊園(8.7 $\pm$ 3.5), 六本木西公園(7.0), 芝公園(5.2 $\pm$ 4.9), 芝浦中央公園(1.7 $\pm$ 2.9), お台場の諸公園(1.7 $\pm$ 1.5)の順であった. 緑地全体としては履歴傾度(表2)の通りであるが, 同一の緑地の中であっても芝公園などでは評価値の標準偏差が大きく, 調査区域ごとに大きな違いが見られた. 調査区域の面積と評価点の相関係数は $r=-0.07$ であり面積は重要な要因でなかったが, 樹冠率とは正の相関があり( $r=0.38$ ,  $P<0.05$ ), 樹林の多い区域に里山の植物相が多い傾向があった.

#### IV. 考察

##### 1. 近世の大都市における里山植物相の残存

生育地の履歴と野生植物の関係については伝統的な農山村景観における研究が多いが(Wulf 1997; Cousins & Eriksson 2002; Otani & Koike 2005; Vega

et al. 2010; Gao et al. 2012), 近世から続く大都市圏の緑地において都市化以前から残存する可能性のある種を検出したのはこの研究が初めてである.

残存種として検出されたクサイチゴやアオイスミレ, タチツボスミレが出現するA群落は(Appendix1), アズマネザサも多いが林床植物の種数も多いため, 林縁や適度な林床管理が行なわれている樹林内の植生であると考えられる. 多くの種が欠落したB群落にもクサイチゴは出現しており, アオイスミレやタチツボスミレと比較して生育地の劣化に耐えることができる可能性がある. またカントウタンポポが出現したD群落は, アズマネザサも多く出現するが背の低い草地の植物や一年草も多いため, 強い強度で刈り取られ低い草高が維持された明るい草地と考えられる.

近世の下屋敷は庭園や野菜畑などとして利用されていたとされ(稲次 1995, 児玉・品川歴史館 2004), 下屋敷街であった地域でも近代初期の迅速測図では畑や水田などが混在してみられた(陸軍省参謀局 1880-1886). 下屋敷として利用する土地の割り当ては1600年代の終わりには終了していたものの(作者

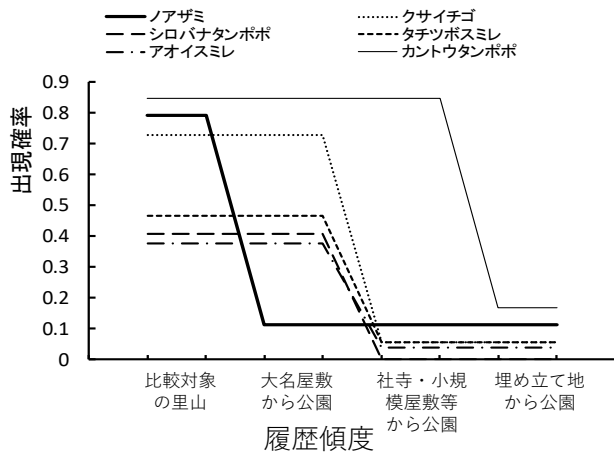


図6 検出された残存種の出現確率. 調査区域面積や現樹冠率を全調査区の平均値としている.

不明 1657; 温 1693), 規模の大きな下屋敷の中には自然の里山の樹林もそのまま取り込まれて庭園の一部などとして利用され, この樹林生態系が近世や近代を通じて現在まで, 大都市内に残存し続けてきた可能性がある. カントウタンポポは踏みつけの強いシバ草地に生育することもあり, 強度の草刈りや踏み付けなど人為攪乱が強かったと考えられる社寺境内や小規模な屋敷から公園となった緑地にも生育可能であったと思われる. ただしシロバナタンポポは関西原産で人為的に導入されたとの説もあり今後の検討が必要である(神奈川県植物調査会 2001).

市街地を超えた緑地間での野生植物の移住距離は限られた種で測定されているのみで(Komuro and Koike 2005), 多くの種を網羅した情報は得られていないが, 種子散布様式からの推定ではタチツボスマレとアオイスマレは自動散布とそれに続く二次的なアリ散布であり, 種子散布距離は3m以内と予想されている(Culver and Beattie 1978; 浜 2002). シロバナタンポポやカントウタンポポは風散布であるが, タンポポ類の風散布シミュレーションにおいて 100m を超えて散布された種子は 0.1%程度であり(Tackenberg et al. 2003), 100m 以上の遠距離移住は希であろう. 背が低い低木であるクサイチゴは周食散布型の鳥散布であり, 同じ種子散布様式の高木では 300m 程度の移住距離を持つことも多いが, 低木では移住距離が短い可能性もある(Komuro and Koike 2005).

近世の下屋敷街では, 先述のように屋敷の内部に樹林や草地などの生育可能地が存在し, 野生植物個体群はあまり孤立していなかった可能性も高い. 明治維新後の近代に入り多くの下屋敷が解消されるとともに密集した市街地が増加し(大日本帝國陸地測量部 1916), 生育地の孤立化が進んだと考えられる. 現在の東京都の緑地分布では, 移住距離の長い高

表 4 緑地を細分した調査区域ごとの残存植物による緑地評価. 履歴タイプaに出現する種を3点, 履歴タイプ a と b に出現する種を2点, 履歴タイプ a, b, c に出現する種を1点とし, 調査区域における出現種の合計値を評価点とした.

調査地名	評価点	面積 (ha)	現樹冠率	履歴タイプ
大井町山田_二次林斜面	10	1.05	0.73	a
自然教育園_D	10	5.34	0.89	b
自然教育園_C	9	3.5	0.9	b
青山霊園_C	7	3.75	0.69	b
西国分寺姿見の池	7	1.21	0.7	a
自然教育園_A	7	4.5	0.78	b
高輪森の公園	7	1.63	0.68	b
有栖川公園_A	7	1.37	0.84	b
有栖川公園_C	7	1.52	0.87	b
自然教育園_B	6	3.39	0.58	b
大井町山田_寺社林	6	0.6	0.77	a
大井町山田_水田	6	0.33	0.56	a
青山霊園_B	6	5.56	0.67	b
有栖川公園_B	5	3.07	0.77	b
青山霊園_A	5	1.79	0.78	b
青山霊園_E	5	8.85	0.63	b
大井町山田_畑	4	0.45	0.56	a
芝公園_D	3	1.53	0.73	c
青山霊園_D	3	6.02	0.61	b
芝公園_C	3	2.42	0.84	c
六本木西公園	3	0.38	0.86	c
青山霊園_F	3	0.47	0.67	b
自然教育園_E	1	6.61	0.77	b
芝公園_B	1	4.89	0.78	c
台場公園	1	3.98	0.58	d
芝浦中央公園_C	0	4.8	0.6	d
お台場レインボー公園	0	0.84	0.71	d
芝公園_A	0	6.14	0.49	c
芝公園_E	0	3.37	0.72	c
お台場海浜公園	0	1.35	0.47	d
芝浦中央公園_A	0	1.15	0.77	d
芝浦中央公園_B	0	1.9	0.74	d

木性周食散布種であっても緑地間の自由な移住が困難であることがシミュレーションにより明らかになっているため(Koike 2006), 今回検出された種の個体群は, 現在では孤立的に残存していると考えられる.

これまで近世の都市における野生植物の残存を調べた研究はほとんどないが, 京都市街の緑地では森林分断化とタチツボスマレの遺伝子頻度の関係の研究が行われており(Toma et al. 2015), 近世から市街地に囲まれていた京都御所(大日本帝國陸地測量部 1892, 1895)などで確認された野生タチツボスマレ個体群は近世から残存したものである可能性がある.

## 2. 緑地の管理に向けて

近世において世界的な大都市であった江戸には、大規模な下屋敷において里山に生育する野生植物相が存在していたことが示唆される。このような野生植物個体群は都市の歴史の中で、近世の幕藩体制(大名屋敷)や近代の皇室制度(御用地)、現代の民主化(公園)と続く人間社会の変化の中で維持され、現在も世界最大の都市圏である東京の中心部にあるいくつかの緑地に残存しており、歴史的な価値を持つ貴重なものといえる。このような歴史的背景を含めた野生生物についての理解は、地域の住民にとっても興味深く有意義なものであろう。都市の中の自然の価値としてヒートアイランド緩和や雨水浸透による都市型洪水の調整、騒音の遮断や大気の浄化、心のストレス緩和などのサービス機能があるが、歴史的背景を持つ自然もまた、歴史のある音楽や絵画に相当するような文化的価値として楽しむことができる。

今回検出された歴史的な里山植物個体群はおよそ350年前から都市内に取り込まれて維持されてきたと考えられ、これからの数百年においても維持されるべきものである。人間社会との歴史的な関わりの中で維持されてきたものであるため、人為的な植栽を行った場合には、このような歴史性が失われ、花壇の栽培植物と同様の位置づけのものになる。

歴史的な個体群を維持するには、建築工事や過度のふみつけなどによる生息地の悪化や消失、草刈りなどの管理が不足することによる草原や林縁性種の消失、などに注意する必要があるが、緑地の内部でも場所により残存状況が大きく異なることから(表4)(Toma et al. 2015)、残存してきた里山植物相の分布を十分調査した上での公園管理が求められる。加えて、これまであまり注意されてこなかったが、人為的な植栽による歴史性の消失も避ける必要がある。このような歴史的な個体群は、都市の一般市民が身近なケースを利用して野生個体群の保全について学ぶときの教材としても適当なものかもしれない。

## 謝辞

各公園や自然教育園、里山地域などの調査に便宜を図っていただいた方々や、野外調査を補助していただいた方々、研究のさまざまな局面でアドバイスをいただいた方々に感謝する。

## 引用文献

Akaike, H. 1973, Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. Petrov, B. N., and Casiki, F. (eds.), Proceedings of the 2nd International Symposium on Information Theory, Akadimiai Kiado, Budapest: 267-281.

Berry, B.J.L. 1990. Urbanization. The earth as transformed by human action: Global and regional changes in the biosphere over the past 300 years (Turner, BL et al eds), 103-119. Cambridge University Press with Claek Universuty, Cambridge.

Cousins, S. A. O. and Eriksson, O. 2002. The influence of management history and habitat on plant species richness in a rural hemiboreal landscape. Sweden. Landscape Ecology 17: 517-529.

Closset-Kopp, D and Decocq, G 2015. Remnant artificial habitats as biodiversity islets into forest oceans. Ecosystems 18: 507-519.

Culver DC, Beattie AJ 1978. Myrmecochory in Viola: dynamics of seed-ant interactions in some west Virginia species. Journal of Ecology 66:53-72.

大日本帝國陸地測量部 1892. 2万迅速図・仮製図, 京都.

大日本帝國陸地測量部 1895. 2万迅速図・仮製図, 伏見.

大日本帝國陸地測量部 1916. 1万分1地形図, 三田.

江戸幕府. 1818. 江戸朱引図(東京都公文書館所蔵 [http://www.soumu.metro.tokyo.jp/01soumu/archives/0712edo\\_hanni.htm](http://www.soumu.metro.tokyo.jp/01soumu/archives/0712edo_hanni.htm))

Fernandez-Juricic, E. 2000. Bird community composition patterns in urban parks of Madrid: The role of age, size and isolation. Ecological Research 15: 373-383.

Fleishman, E., Donnelly, R., Fay, J.P., Reeves and R.2006. Applications of nestedness analyses to biodiversity conservation in developing landscapes. Landscape and Urban Planning 81: 271-281.

Gao, T., Qiu, L., Hammer, M., and Gunnarsson, A. 2012. The Importance of temporal and spatial vegetation structure information in biotope mapping schemes: A case study in Helsingborg, Sweden. Environmental Management 49: 459-472.

浜栄助 2002. 増補 原色日本のスマイル. 誠文堂新光社, 東京.

Helm, A., Zobel, M., Moles, A. T., Szava-Kovats, R. and Pärtel, M. 2015. Characteristic and derived diversity: implementing the species pool concept to quantify conservation condition of habitats. Diversity and Distributions 21: 711-721. doi:10.1111/ddi.12285

稲次敏郎. 1995. 庭園倶楽部—日本庭園の「ありやう」を求めて—. 学芸出版社, 京都.

- 景山致恭. 1850a. 増補改訂柴口南西久保愛宕下之図(江戸切絵図). 尾張屋清七, 江戸(国立国会図書館所蔵 <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/1286662/1>).
- 景山致恭. 1850b. 芝三田二本棋高輪邊絵図(江戸切絵図). 尾張屋清七, 江戸(国立国会図書館所蔵 <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/1286663/1>).
- 神奈川県植物調査会 2001. 神奈川県植物誌 2001. 神奈川県立生命の星・地球博物館, 箱根環境省. 2015. レッドデータブック 2014 8 植物(維管束植物). ぎょうせい, 東京.
- Kobayashi, Y. and Koike, F. 2010. Separating the effects of land-use history and topography on the distribution of woody plant populations in a traditional rural landscape in Japan. *Landscape and Urban Planning* 95: 34-45.
- Koike, F. 2006. Assessment and control of biological invasion risks: Introduction. *Assessment and Control of Biological Invasion Risks* (Koike, F. et al. eds), pp.4-12. SHOUKADOH Book Sellers, Kyoto, Japan and IUCN, Gland, Switzerland.
- 児玉幸多・品川歴史館. 2004. 江戸大名下屋敷を考える. 雄山閣, 東京.
- Komuro, T. and Koike, F. 2005. Colonization by woody plants in fragmented habitats of a suburban landscape. *Ecological Applications* 15: 662-673.
- 松倉愛・犀川政稔(2007) 東京の石垣とシダ植物. 東京学芸大学紀要(自然科学系), 59: 69-75.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2007. 生態系サービスと人類の将来—国連ミレニアムエコシステム. 横浜国立大学 21 世紀 COE 翻訳委員会 (翻訳). オーム社, 東京
- 水野章二. 2015. 里山の成立 中世の環境と資源. 吉川弘文館, 東京.
- 宮脇昭. 1986. 日本植生誌 関東. 至文堂, 東京.
- 内藤修平. 1997. 「有栖川記念公園」港区移管後の記録. *都市公園* 137: 42-51.
- 根本正之. 2014. 雑草社会がつくる日本らしい自然. 築地書館, 東京.
- 荻原信介・倉俣武男・藤本沙由美・安部代始子・近田文弘. 2002. 自然教育園の種子植物. *自然教育園報告* 34: 1-83.
- 小椋純一. 1996. 植生からよむ日本人のくらし. 雄山閣出版, 東京.
- Ohtani, S. and Koike, F. 2005. Implications of 19th-century landscape patterns for the recovery of *Fagus crenata* forests. *Applied Vegetation Science* 8: 125-132.
- 大井町町史編纂・編集委員会. 2002. 大井町史別編 自然 植物. 神奈川県大井町.
- 温清軒. 1693. 江戸図正方鑑. 佐藤四郎右衛門, 江戸(国際日本文化研究センター所蔵 <http://tois.nichibun.ac.jp/chizu/images/0904243.html>).
- 陸軍省参謀局. 1880-1886. 第一軍管地方迅速測図原図(歴史的農業景観閲覧システム <http://habs.dc.affrc.go.jp/>).
- Saeki, I. Koike, F. and Murakami, N. 2015. Comparative phylogeography of wetland plants in central Honshu, Japan: Evolutionary legacy of ancient refugia. *Botanical Journal of Linnean Society* 179: 78-94. DOI: 10.1111/boj.12301.
- 佐伯いく代, 飯田晋也, 小池文人, 小林慶子, 平塚和之. 2012. 里山の指標種ワレモコウの遺伝的変異. *緑化工学会誌* 38: 115-120.
- Saito, M. and Koike, F. 2013. Distribution of wild mammal assemblages along an urban-rural-forest landscape gradient in warm-temperate East Asia. *PLoS ONE* 8: e65464. doi:10.1371/journal.pone.0065464.
- 桜井信夫. 1981. 自然教育園(東京公園文庫). 東京都公園協会, 東京.
- 作者不明 1602. 別本慶長江戸図. (東京都立図書館 [http://www.library.metro.tokyo.jp/digital\\_library/collection/the11/tabid/1955/Default.aspx](http://www.library.metro.tokyo.jp/digital_library/collection/the11/tabid/1955/Default.aspx))
- 作者不明. 1642-1643. 寛永江戸全図. (文京区立図書館 [http://dl.lib.city.bunkyo.tokyo.jp/det.html?data\\_id=819](http://dl.lib.city.bunkyo.tokyo.jp/det.html?data_id=819))
- 作者不明. 1657. 新添江戸之図. 太郎右衛門, 江戸(国際日本文化研究センター所蔵 <http://tois.nichibun.ac.jp/chizu/images/0904235.html>).
- 作者不明. 1658. 明暦江戸大絵図
- 作者不明. 1771. 明和江戸図. 須原屋茂兵衛, 江戸(国際日本文化研究センター所蔵 <http://tois.nichibun.ac.jp/chizu/images/0904037.html>).
- 作者不明. 1859. 安政江戸図. 須原屋茂兵衛, 江戸(国際日本文化研究センター所蔵 <http://tois.nichibun.ac.jp/chizu/images/0903468.html>).
- Sikorski, P., Szumacher, I., Sikorska, D., Kozak, M. and Wierzba, M. 2013. Effects of visitor pressure on understory vegetation in Warsaw forested parks (Poland). *Environmental Monitoring and Assessment* 185: 823-836.

菅原のえみ・小池文人 2012. 指標植物を用いた長距離トランセクト法による関東地方周辺における広域の里地里山評価. 保全生態学研究 17:15-24.

田端英雄 1997. 里山の自然. 保育社, 東京.

Tackenberg, O., Poschlod, P., Kahmen, S. 2003. Dandelion seed dispersal: The horizontal wind speed does not matter for long-distance dispersal—it is updraft! Plant Biology 5: 451-454.

高井蘭山・出雲寺万次郎. 1860. 萬延江戸図. 岡田屋嘉七, 江戸 (国際日本文化研究センター所蔵 <http://tois.nichibun.ac.jp/chizu/images/0903468.html>).

武内和彦 2001. 二次的自然としての里地・里山. 里山の環境学 (武内・鷺谷・恒川 編), pp.1-9. 東京大学出版会, 東京.

田中傑. 1994. 青山霊園 (東京公園文庫). 東京都公園協会, 東京.

田中涼子・小池文人. 2010. 里山に生育する植物種のフェノロジーを基にした生物学的季節区分. 植物地理・分類研究 58:21-37.

Toma, Y., Imanishi, J., Yokogawa, M., Hashimoto, H., Imanishi, A., Morimoto, Y., Hatanaka, Y., Isagi, Yuji and Shibata, S. 2015. Factors affecting the genetic diversity of a perennial herb *Viola grypoceras* A. Gray var. *grypoceras* in urban fragmented forests. Landscape Ecology 30:1435-1447.

戸松昌訓. 1851. 東都麻布之絵図 (江戸切絵図). 尾張屋清七, 江戸 (国立国会図書館所蔵 <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/1286665/1>).

戸松昌訓. 1853. 東都青山絵図 (江戸切絵図). 尾張屋清七, 江戸 (国立国会図書館所蔵 <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/1286667/1>).

戸松昌訓. 1854. 白金絵図 (江戸切絵図). 尾張屋清七, 江戸 (国立国会図書館所蔵 <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/1286664/1>).

東京都. 2010. 「東京都の保護上重要な野生生物種」(本土部)2010 年度版～東京都レッドリスト～. 東京都, 東京.

Vega, L., Koike, F. and Suzuki, M. 2010. Conservation study of *Myrsine seguinii* in Japan: Current distribution explained by past land use and prediction of distribution by land use planning simulation. Ecological Research 25: 1091-1099.

Wulf, M. 1997. Plant species as indicators of ancient woodland in northwestern Germany. Journal of Vegetation Science 8: 635-642.

Yokohari, M., Takeuchi, K., Watanabe, T., and Yokota, S. 2000. Beyond greenbelts and zoning: A

new planning concept for the environment of Asian mega-cities. Landscape and Urban Planning 47:159-171.

Appendix1 国立科学博物館附属自然教育園, 有栖川宮記念公園, 青山霊園, 芝公園における草本層の常在度表. 2012年から2013年にかけての早春と夏の調査による. 明らかに栽培中の植物を除き野生化したと判断したものを含めた. 出現回数が5調査票以上の種を解析し, 常在度10%以上の出現を示す.

種名	A 群落	B 群落	C 群落	D 群落	E 群落
	21 調査票	50 調査票	26 調査票	12 調査票	123 調査票
ミズヒキ	III				
ヤブタバコ	III				
ヤブミョウガ	II				
アオイスマレ	II				
ヤブラン	II				
アオキ	II		I		
イヌタデ	I				
タチツボスマレ	I				
ジャノヒゲ	I				
ベニシダ	I				
キンミズヒキ	I				
ヒヨドリジョウゴ	I				
ドクダミ	I	I			I
チヂミザサ	III	II			
クサイチゴ	II	I			
アズマネザサ	III	IV	I	II	
ヤブスゲ				I	
ヤブガラシ				I	
エノコログサ				I	
カントウタンポポ				I	
カラスノエンドウ				I	
ハコベ類				I	
メシバ				III	I
セイヨウタンポポ				II	I
カタバミ				II	I
タビラコ			I		I

常在度10%未満の種: マンリョウ, ヌスビトハギ, タイアザミ, ウバユリ, ハグロソウ, チャ, イロハモミジ, クズ, ニオイスマレ, スダジイ, ツユクサ, キツタ, クワクサ, アブラチャン, サルトリイバラ, ムクノキ, ヤブマオ, キチジョウソウ, エビネ, イヌザクラ, ケヤキ, ハンゲシヨウ, ウラシマソウ, サネカズラ, ヤブソテツ, イイギリ, アケビ, エノキグサ, シヤガ, イタドリ, オンシダ, カラスウリ, アカフユノハナワラビ, ノハカタカラクサ, イノモトソウ, イノコヅチ, セリ, カナムグラ, トランオスズカケ, カタクリ, シロダモ, トウバナ, オニヤブソテツ, カキドオシ, キジムシロ, シュロ, イヌショウマ, スギナ, シバ, ススキ, ムラサキサギゴケ, ノビル, オオバコ, タガラシ, ハナニラ, ヤマグワ, オヒシバ, ヘクソカズラ, ウシハコベ, ヨモギ, アラカシ, ヒルガオ, シラカシ, ヒメムカシヨモギ, マテバシイ, アレチノギク, ヘビイチゴ, ガマズミ, キランソウ, シキミ, オランダミミナグサ, ネズミモチ, ミツマタ, スズメノカタビラ, アカカタバミ, オニタビラコ, ギンゴケ, コウライシバ, ギンギン属, ナズナ, チチコグサ, サモドキ, カヤツリグサ属, クサギ, トボシガラ, ハナカタバミ, オニノゲシ, イヌムギ, ハルジオン, スズメノヤリ, タネツケバナ, シロバナタンポポ, ノゲシ, オオイヌフグリ, ヤエムグラ, ウラジロチチコグサ, キュウリグサ, ホトケノザ.

Appendix2 調査区域における種の出現. 出現区域数が3以上の種を示す.

調査地名	ノアザミ	ミズヒキ	クサイチゴ	シロバナタンポポ	タチツボスミレ	アオイスマレ	オオハナワラビ	ススキ	カラスウリ	カントウタンポポ	ヤブマオ	キンミズヒキ	ベニシダ	ナキリスゲ	ウラシマンソウ	キラソソウ	コヒルガオ	スギナ	カントウヨメナ	カサスゲ	メヒシバ	ミドリハコベ	ヤハズエンドウ	キュウリグサ	イスタデ	エノコログサ	ツユクサ
大井町山田_二次林斜面台地	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
自然教育園_D	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
自然教育園_C	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
青山霊園_C	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0
西国分寺姿見の池	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0
自然教育園_A	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
高輪森の公園_斜面台地	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
有栖川公園_A	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
有栖川公園_C	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0
自然教育園_B	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
大井町山田_社林	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
大井町山田_水田	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
青山霊園_B	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
有栖川公園_B	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
青山霊園_A	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0
青山霊園_E	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1
大井町山田_畑	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
芝公園_D	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
青山霊園_D	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
芝公園_C	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0
六本木西公園	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1
青山霊園_F	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
自然教育園_E	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
芝公園_B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1
お台場_台場公園	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
芝浦中央公園_C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
お台場_1レインボー公園	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1
芝公園_A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
芝公園_E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0
お台場_2 お台場海浜公園	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
芝浦中央公園_A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
芝浦中央公園_B	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0