

アーバンフォレストWEBセミナー第2回

米国のアーバンフォレスト戦略とi-Treeについて

令和3年7月3日(土)

平林 聡, Ph.D.

米国農務省Forest Service/The Davey Tree Expert Company

主催：（一社）街路樹診断協会

イン트로ダクション

- i-Tree開発組織について

アーバンフォレスト戦略とは？

- 定義と歴史

アーバンフォレスト戦略のためのi-Tree活用

- i-Tree Eco/Canopyデモ

世界および日本の動向

- 実質的な国際標準、日本での適用例

イン트로ダクション

- i-Tree開発組織について

アーバンフォレスト戦略とは？

- 定義と歴史

アーバンフォレスト戦略のためのi-Tree活用

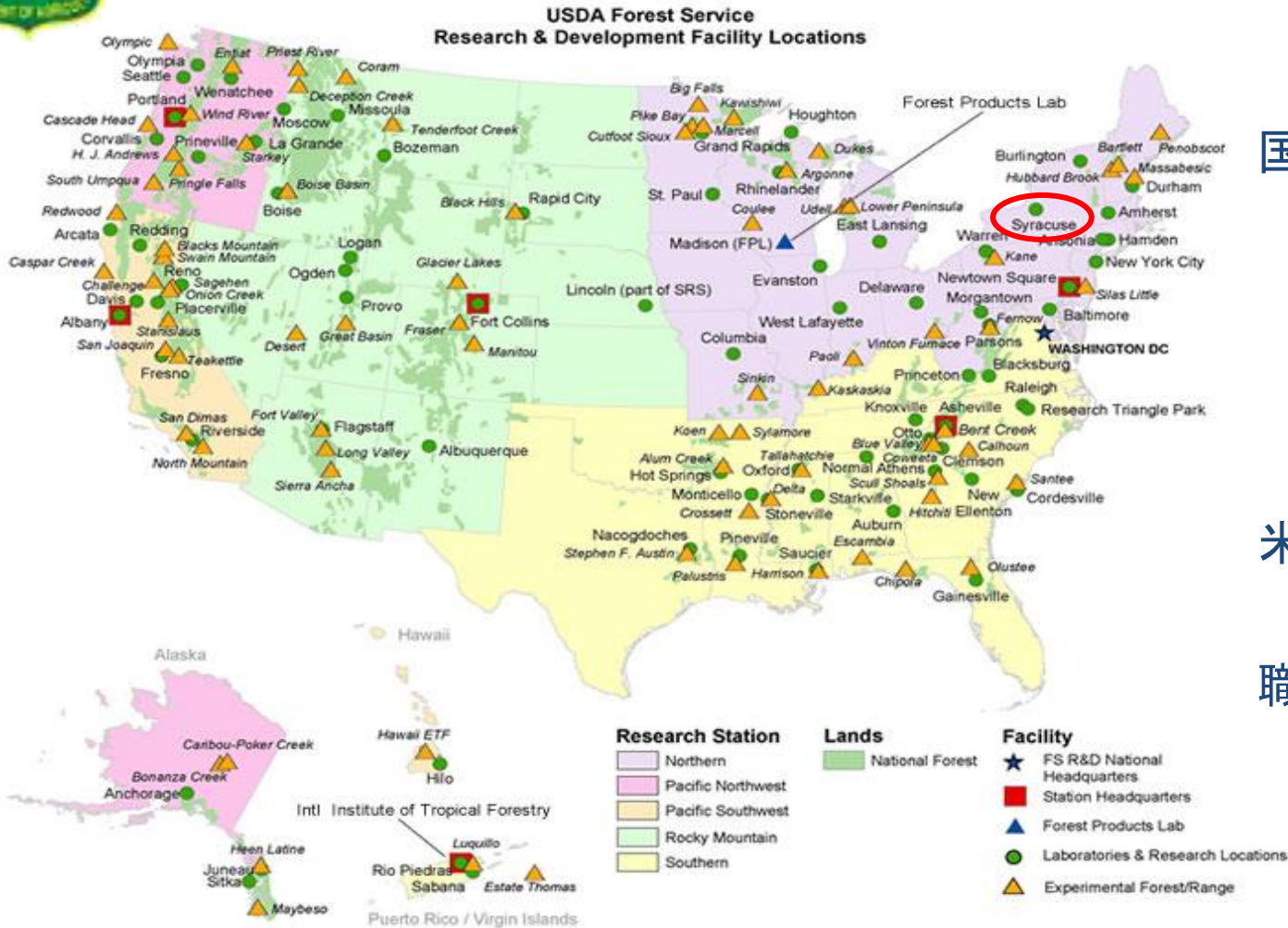
- i-Tree Eco/Canopyデモ

世界および日本の動向

- 実質的な国際標準、日本での適用例



US Department of Agriculture Forest Service



国有林・緑地の管理
 国有林150カ所
 国有緑地20カ所
 面積は780,000 km²
 (国土の約25%)

米国5地域に研究機関

職員: 約35,000人

消防士: 約10,000人

法務: 約700人

科学者; 約500人



The Davey Tree Expert Company

- John Davey (樹木医)により1880年設立
- 本社：オハイオ州セント
- 従業員：約10,000人
- 社員持ち株式会社として全米9位の規模

政府

- 樹木、低木、芝の維持管理
- 大木の伐採
- 土地管理
- 植生管理

電力・ガス会社

- 樹木、低木、芝の維持管理
- 大木の伐採
- 土地管理
- 植生管理

住居

- 樹木、低木、芝の維持管理
- 大木の伐採
- 土地管理
- 植生管理

商業

- 樹木、低木、芝の維持管理
- 大木の伐採
- 土地管理
- 植生管理

Davey Resource Group

- GIS/IT ソリューション
- 土地開発ソリューション
- 天然資源コンサル
- プロジェクト管理

The Davey Institute

- **生態系サービス**
- 教育
- 昆虫学
- 景観園芸学
- 植物病理学

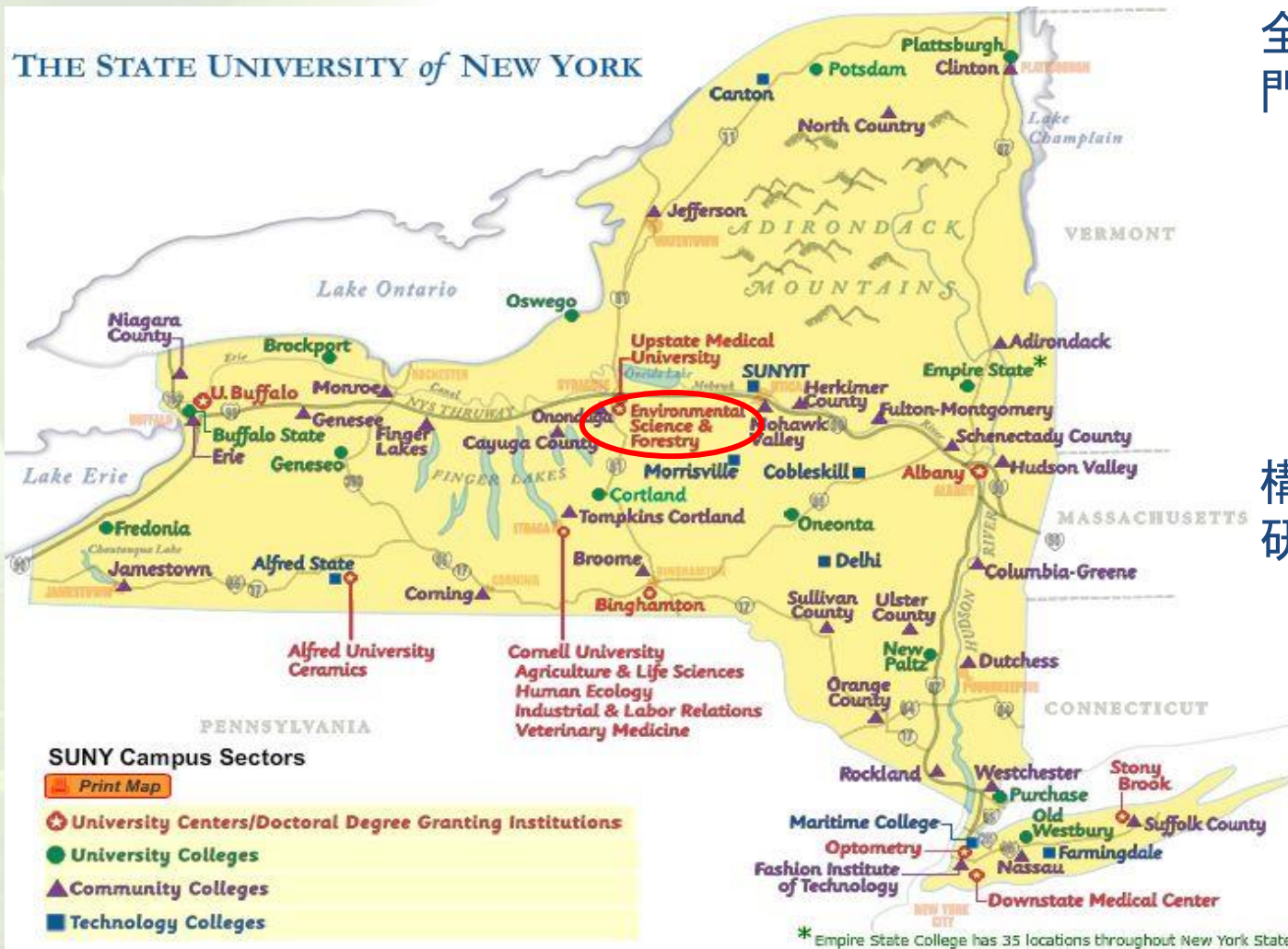
Davey Tree
Surgery Company

Davey of Canada
Ltd.

Standing Rock
Insurance Co.

The Care of Trees,
Inc

Wolf Tree, Inc



全米最大の環境・森林学専門大学

学部 : 24プログラム

: 1700人

大学院 : 30プログラム

: 600人

構内にフォレストサービスの研究機関

* Empire State College has 35 locations throughout New York State

- 🌳 インTRODクシヨン
 - i-Tree開発組織について

- 🌳 アーバンフォレスト戦略とは？
 - 定義と歴史

- 🌳 アーバンフォレスト戦略のためのi-Tree活用
 - i-Tree Eco/Canopyデモ

- 🌳 世界および日本の動向
 - 実質的な国際標準、日本での適用例

アーバンフォレスト戦略とは？



戦略

- ✓ 長期的・全体的展望に立った闘争の準備・計画・運用の方法

アーバンフォレスト (Urban Forest)

- ✓ 市町村・樹木栽培の範囲を越えて森林全体の統合された管理
- ✓ 都市の森林の全体的展望に焦点

1965年以前は...

- ✓ Municipal Forestry (市町村の森林)
- ✓ Municipal Arboriculture (市町村の樹木栽培)



個々の樹木
に焦点

米国でのアーバンフォレストの歴史*



Urban Forestry 用語誕生

- カナダのトロント大学

1965

1960's
誕生

1970's
黎明期

1980's
発展期

1990's
過渡期

2000-10's
全盛期

商業ベースでの急速な発展

- ロサンゼルスでのMillion Tree
キャンペーン
- Citizen Foresterスキーム

i-Tree リリース

- 構造・機能・価値の定量化
- 維持管理、計画立案、費用対効果分析
- 市民への情報提供・啓発

2006

業界団体による認知・採用

- International Society of Arboriculture
- Society of American Foresters - Urban
Forestry Working Group 設立
- American Society of Landscape
Architects
- National Arborist Association

1978

第1回アーバンフォレスト 会議

- 農務省Forest Service
- SUNY-ESF

予算カット

- アーバンフォレストの金銭的価値化（健康管理、水質改善、省エネ、資産価値）に重点
- 環境対策費の大幅な節約と回避された支出を説明

* Johnston, M. (1996) A brief history of urban forestry in the United States, Arboricultural Journal, 20(3): 257-278.

- 🌳 インTRODクシヨン
 - i-Tree開発組織について

- 🌳 アーバンフォレスト戦略とは？
 - 定義と歴史

- 🌳 **アーバンフォレスト戦略のためのi-Tree活用**
 - **i-Tree Eco/Canopyデモ**

- 🌳 世界および日本の動向
 - 実質的な国際標準、日本での適用例

無料提供されるi-Treeツール群



東京都を正式サポート：千代田区の街路樹データを使ったデモ

現地



Ecoサーバー

数理モデル

森林構造解析

炭素貯蔵・固定

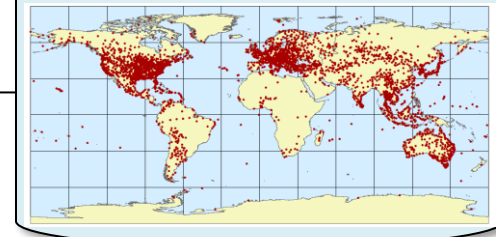
冷暖房需要低減

大気汚染物質削減

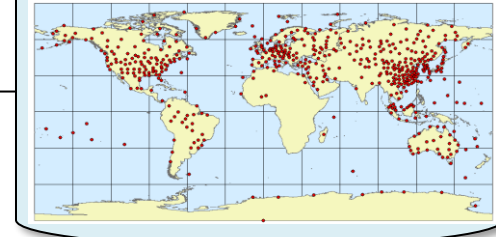
健康被害低減

雨水流出量削減

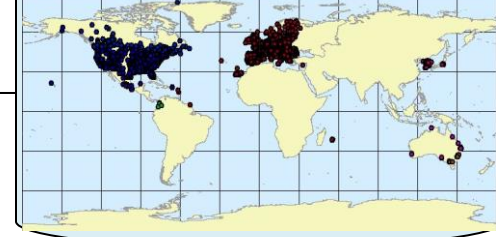
気象データベース



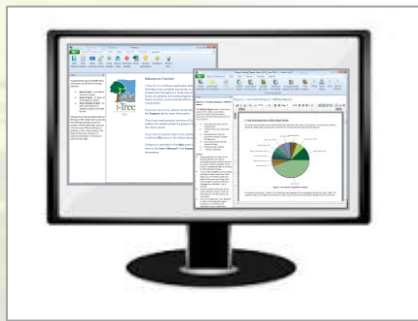
高層気象データベース



大気質データベース



Ecoクライアント



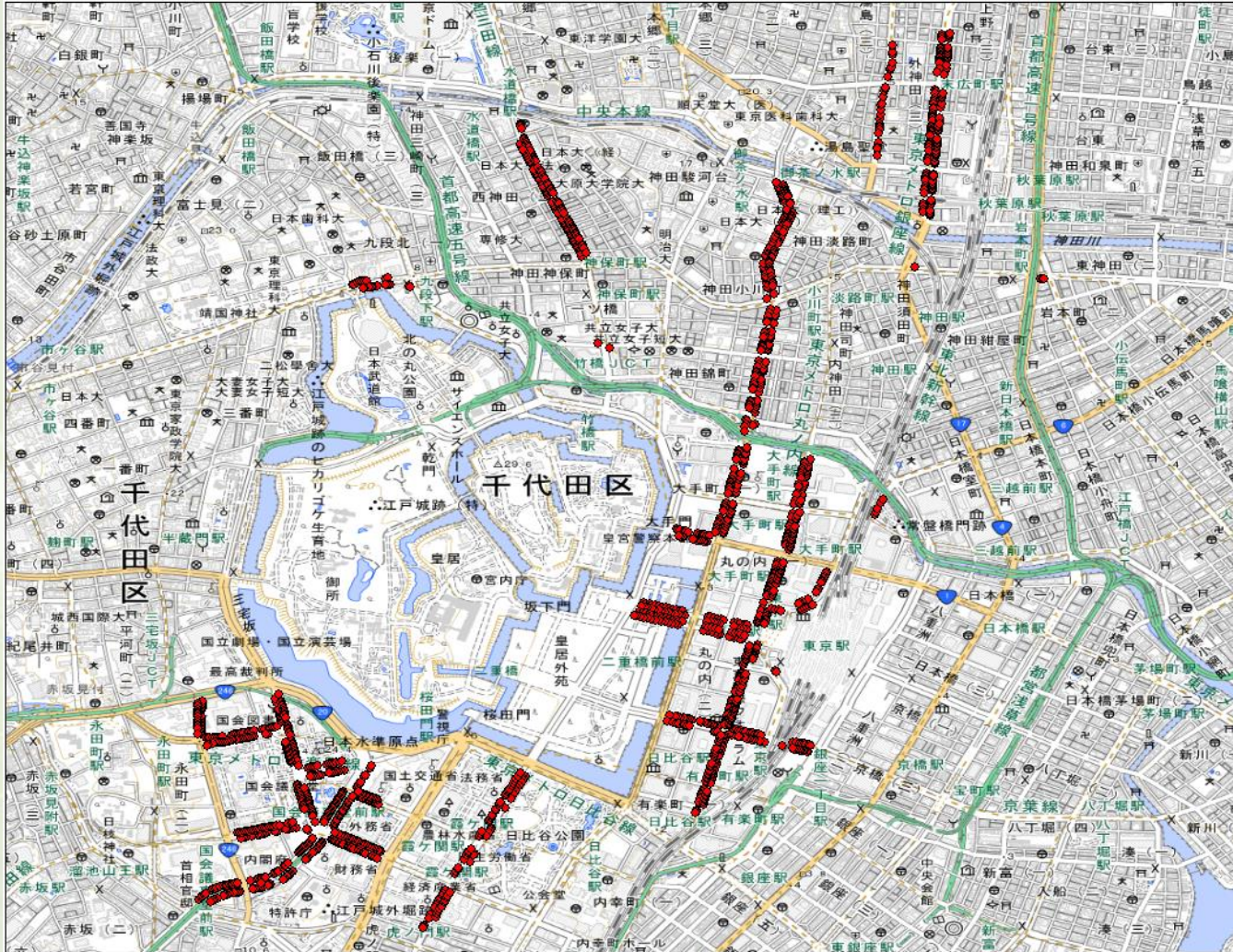
樹種
データベース

病気・害虫
データベース

場所関連
データベース

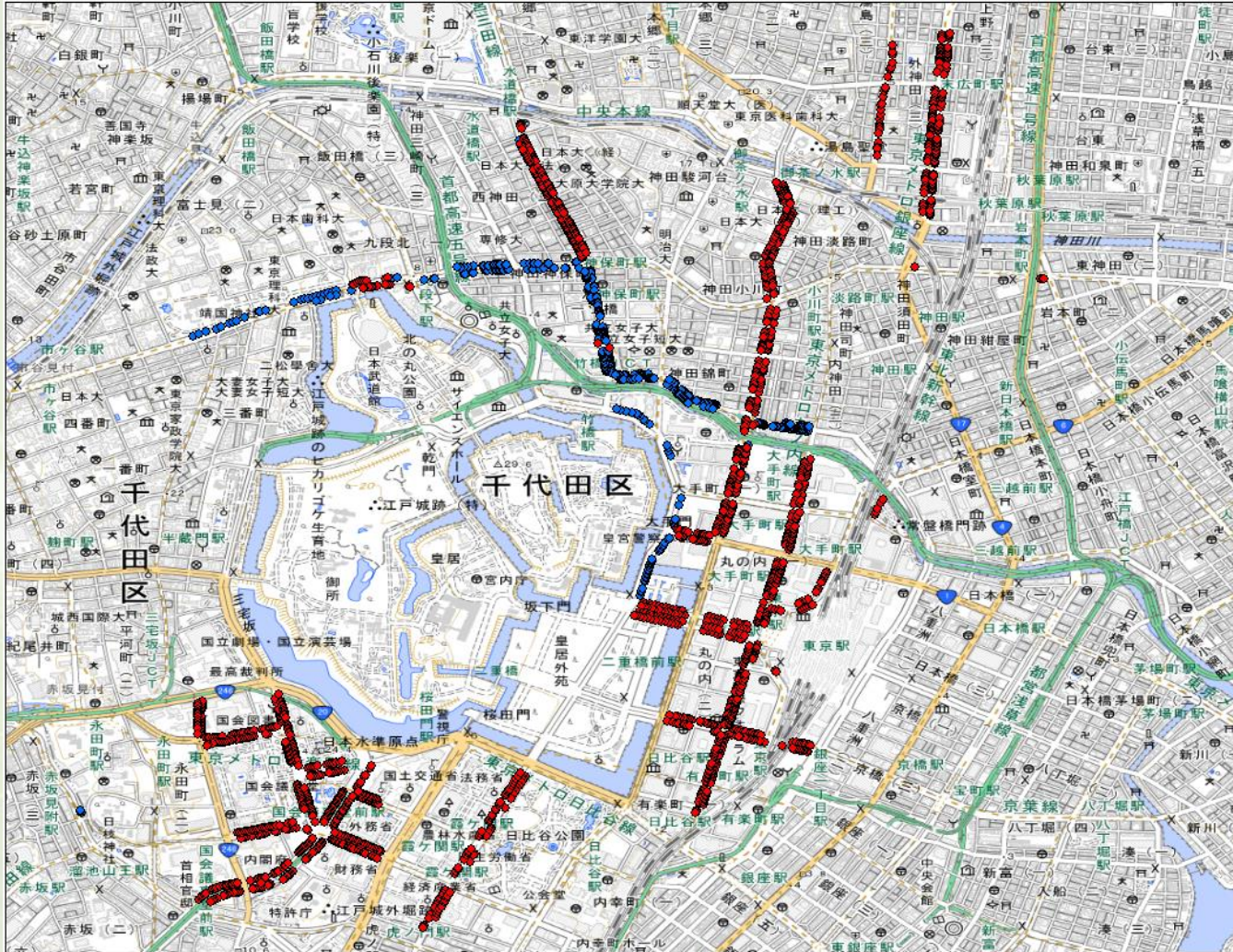
人口統計
データベース

各樹種の空間的分布



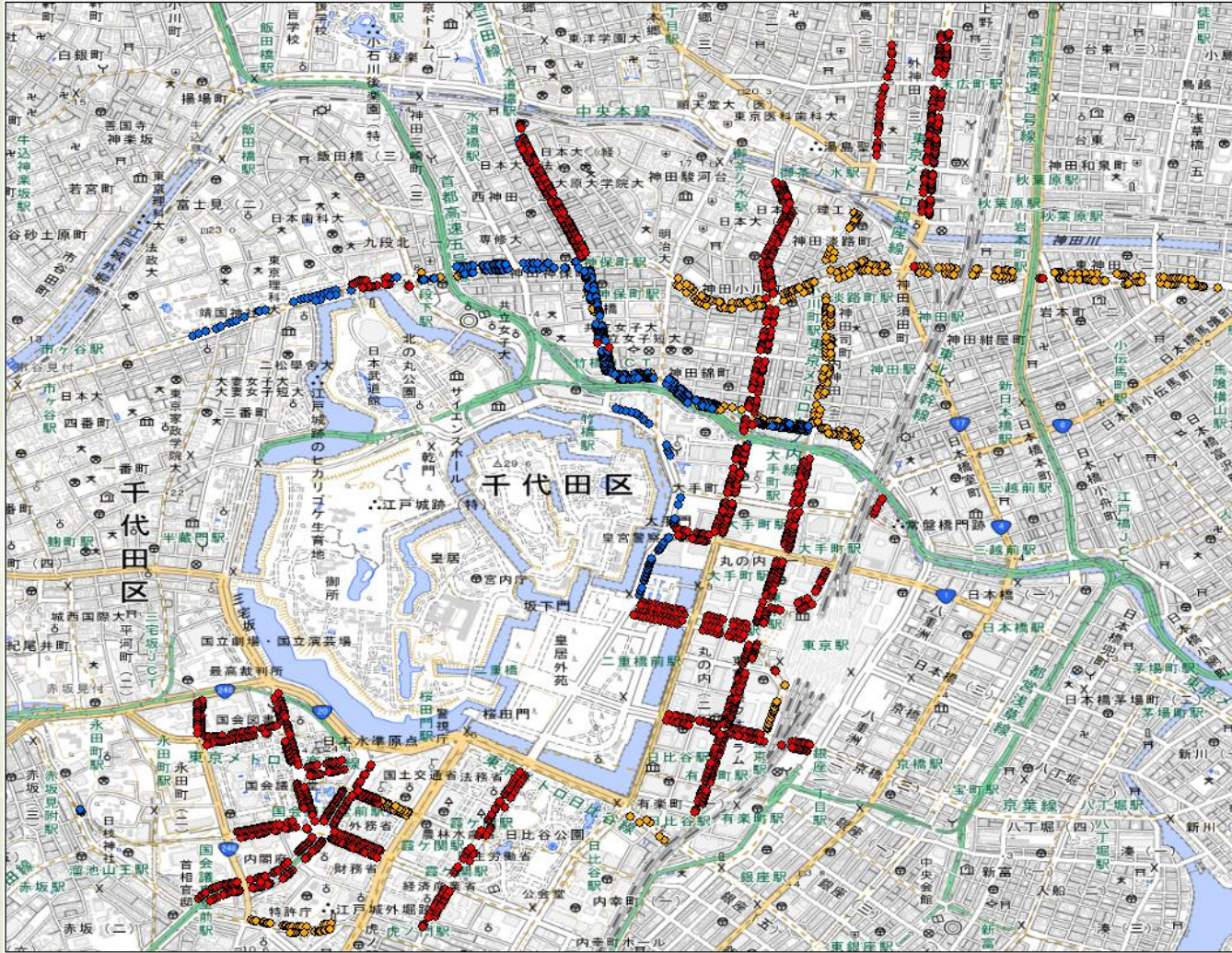
イチョウ : 1487本

各樹種の空間的分布



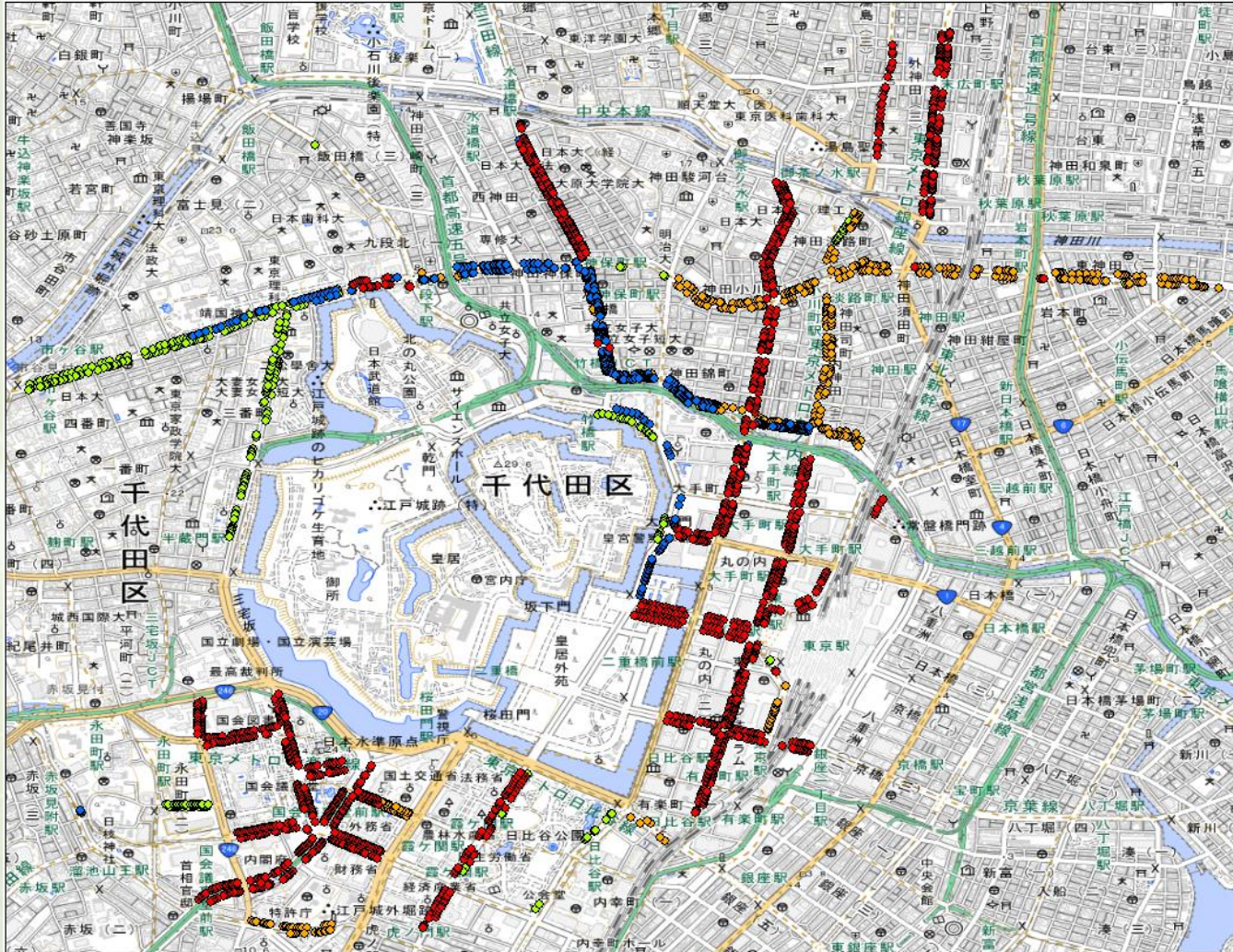
イチョウ	: 1487本
ベニバナ	
トキワマンサク	: 798本

各樹種の空間的分布



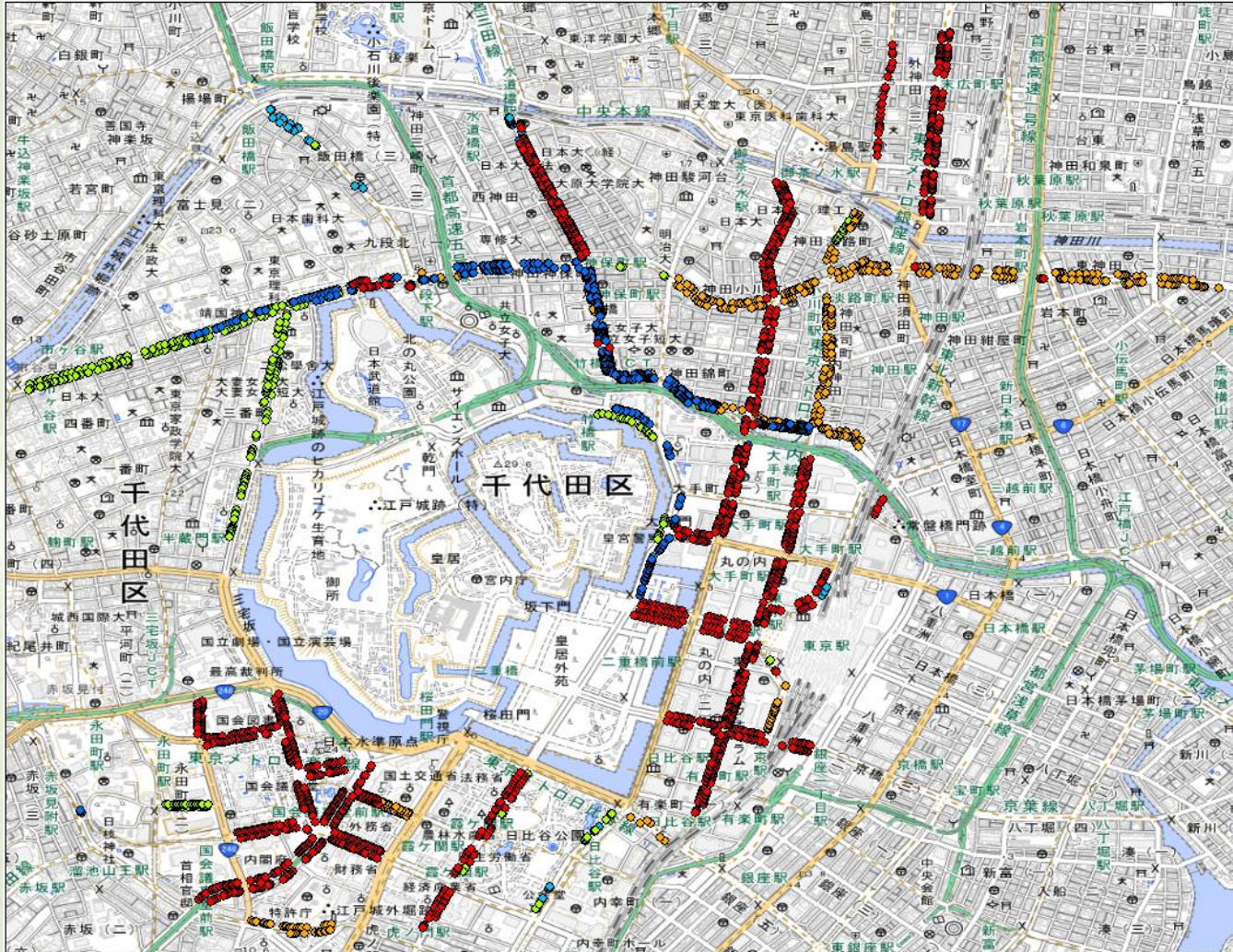
イチョウ	: 1487本
ベニバナ	
トキワマンサク	: 798本
スズカケノキ	: 548本

各樹種の空間的分布



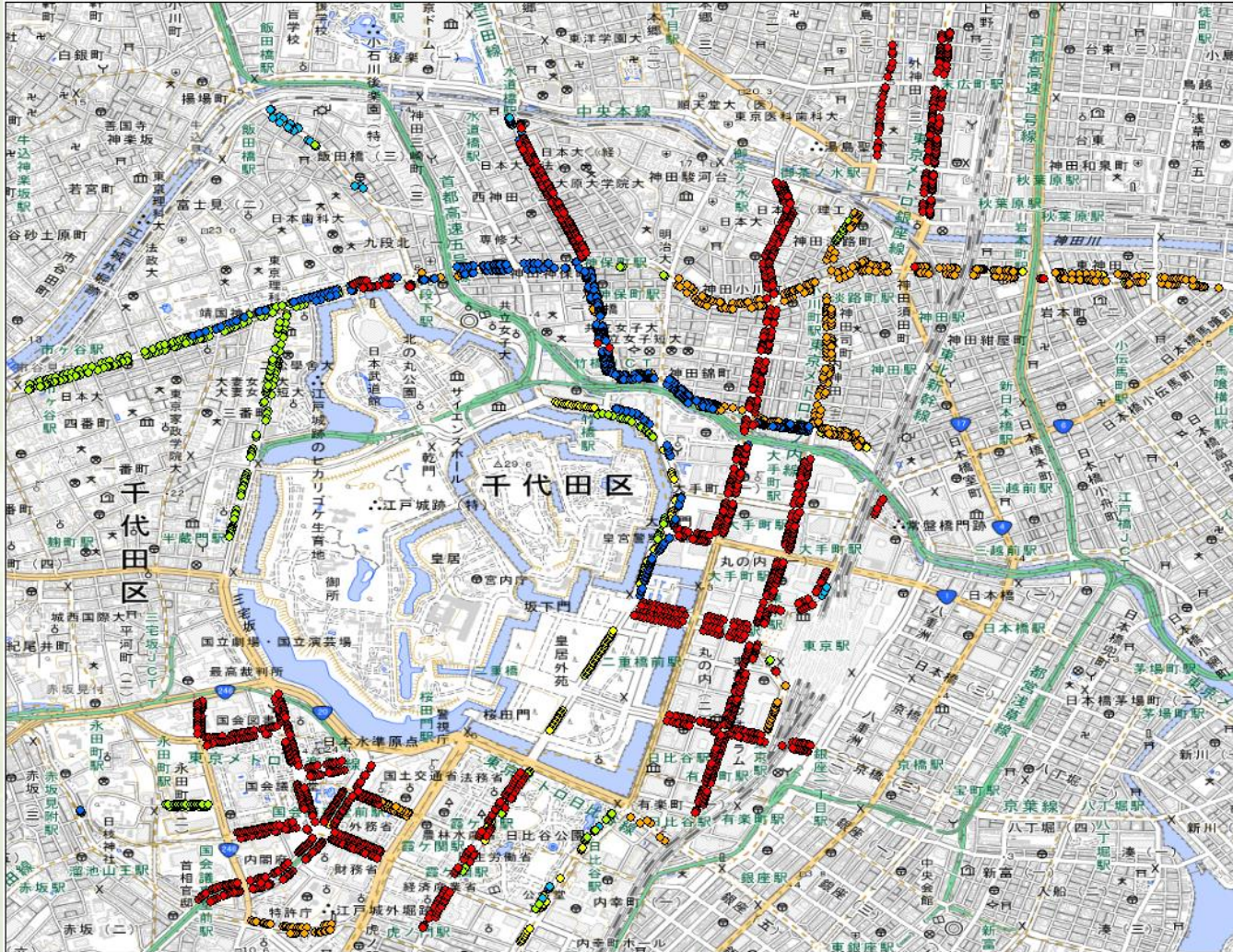
イチョウ	: 1487本
ベニバナ	: 798本
トキワマンサク	: 548本
スズカケノキ	: 360本
サクラ類	: 360本

各樹種の空間的分布



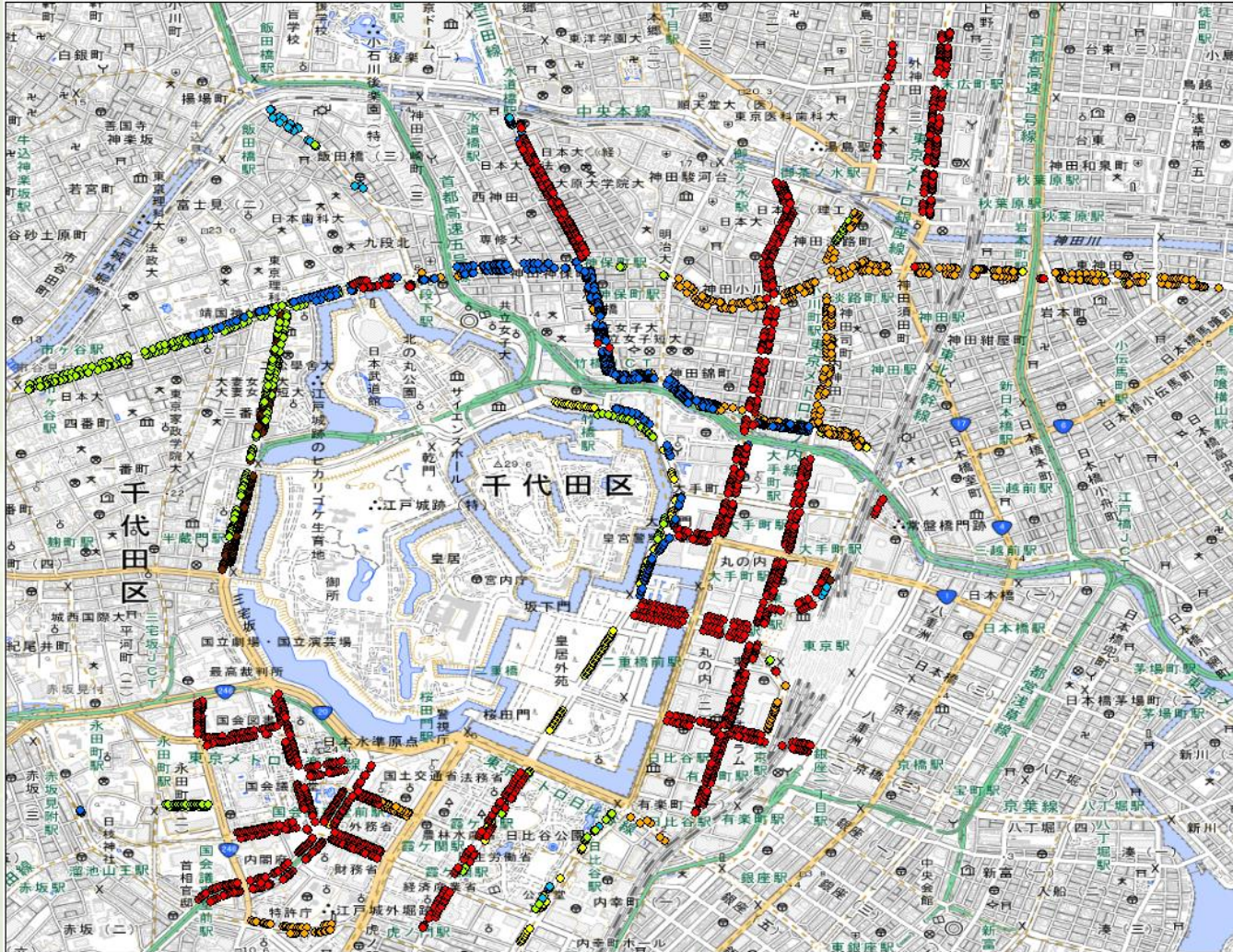
イチョウ	: 1487本
ベニバナ	
トキワマンサク	: 798本
スズカケノキ	: 548本
サクラ類	: 360本
ツバキ類	: 331本

各樹種の空間的分布



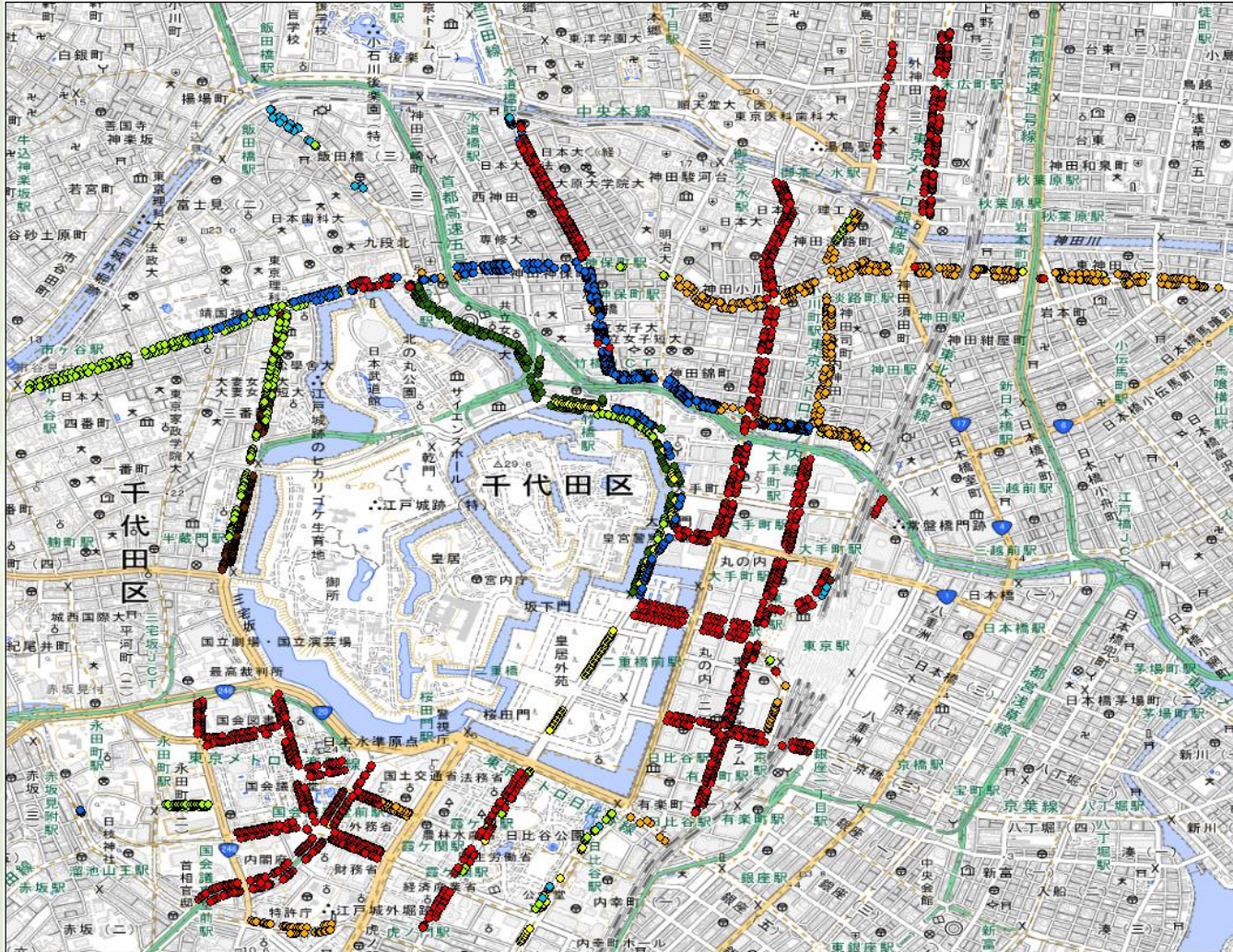
イチョウ	: 1487本
ベニバナ	
トキワマンサク	: 798本
スズカケノキ	: 548本
サクラ類	: 360本
ツバキ類	: 331本
ソヨゴ	: 242本

各樹種の空間的分布



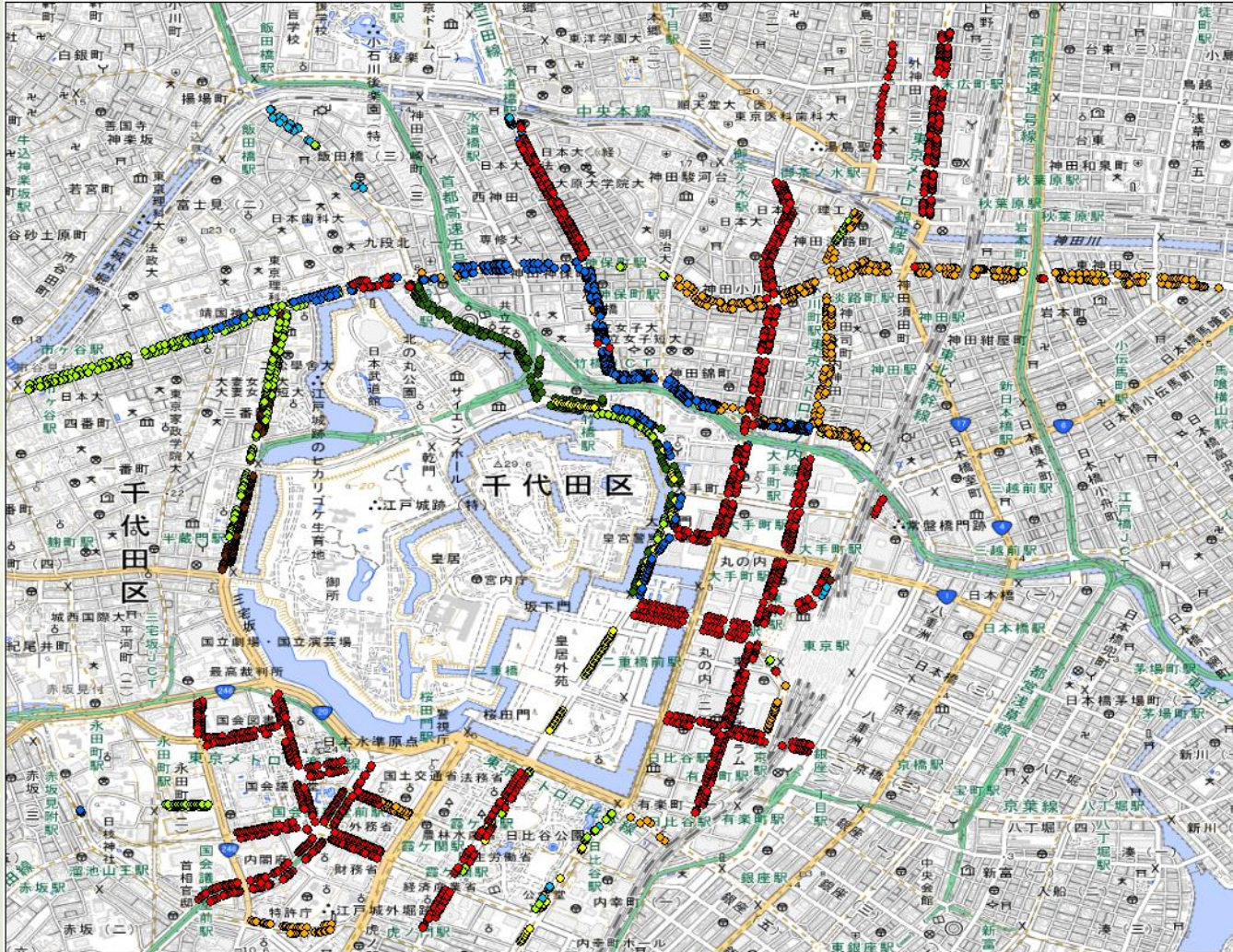
イチョウ	: 1487本
ベニバナ	
トキワマンサク	: 798本
スズカケノキ	: 548本
サクラ類	: 360本
ツバキ類	: 331本
ソヨゴ	: 242本
モッコク	: 293本

各樹種の空間的分布



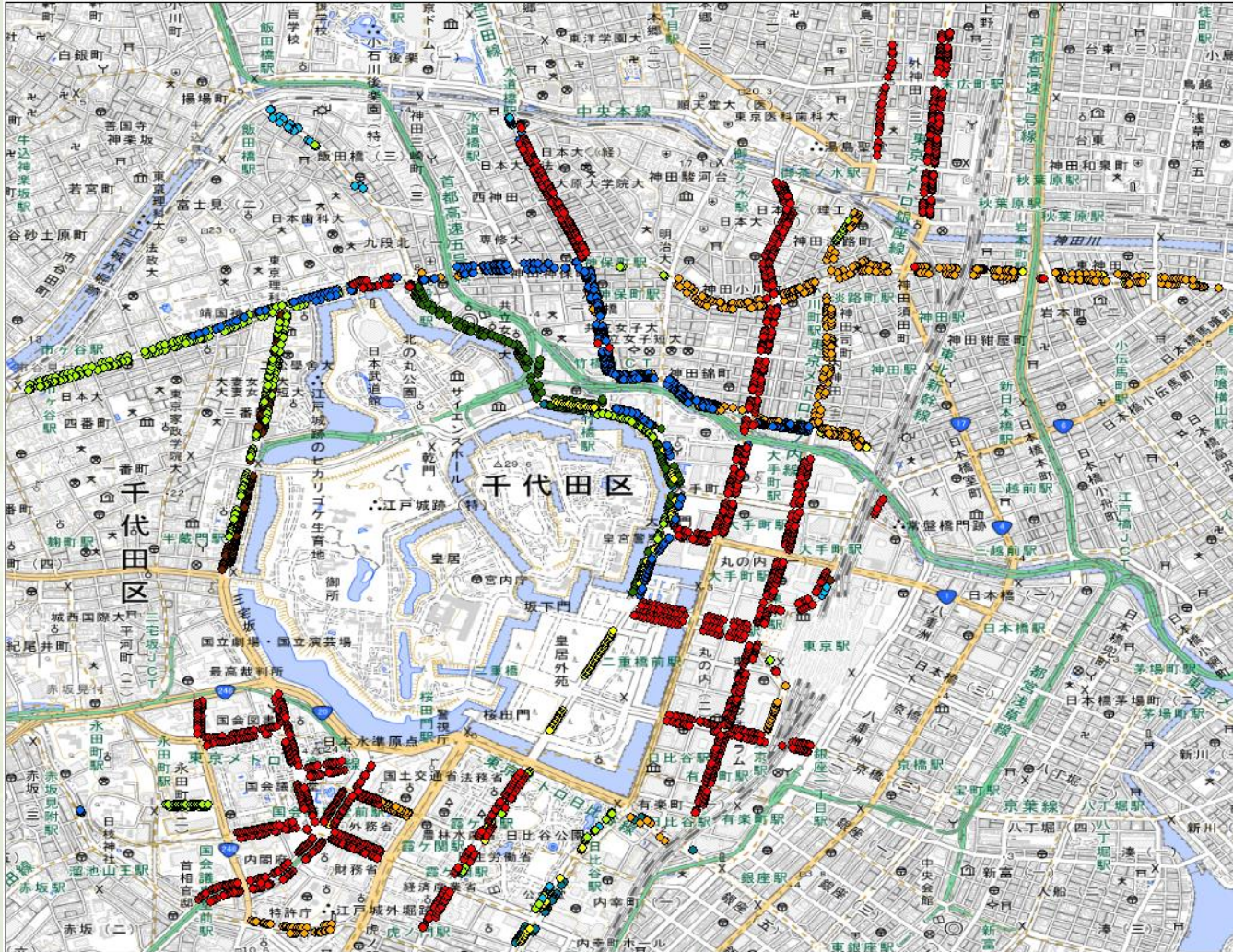
イチョウ	: 1487本
ベニバナ	
トキワマンサク	: 798本
スズカケノキ	: 548本
サクラ類	: 360本
ツバキ類	: 331本
ソヨゴ	: 242本
モッコク	: 293本
エンジュ	: 210本

各樹種の空間的分布



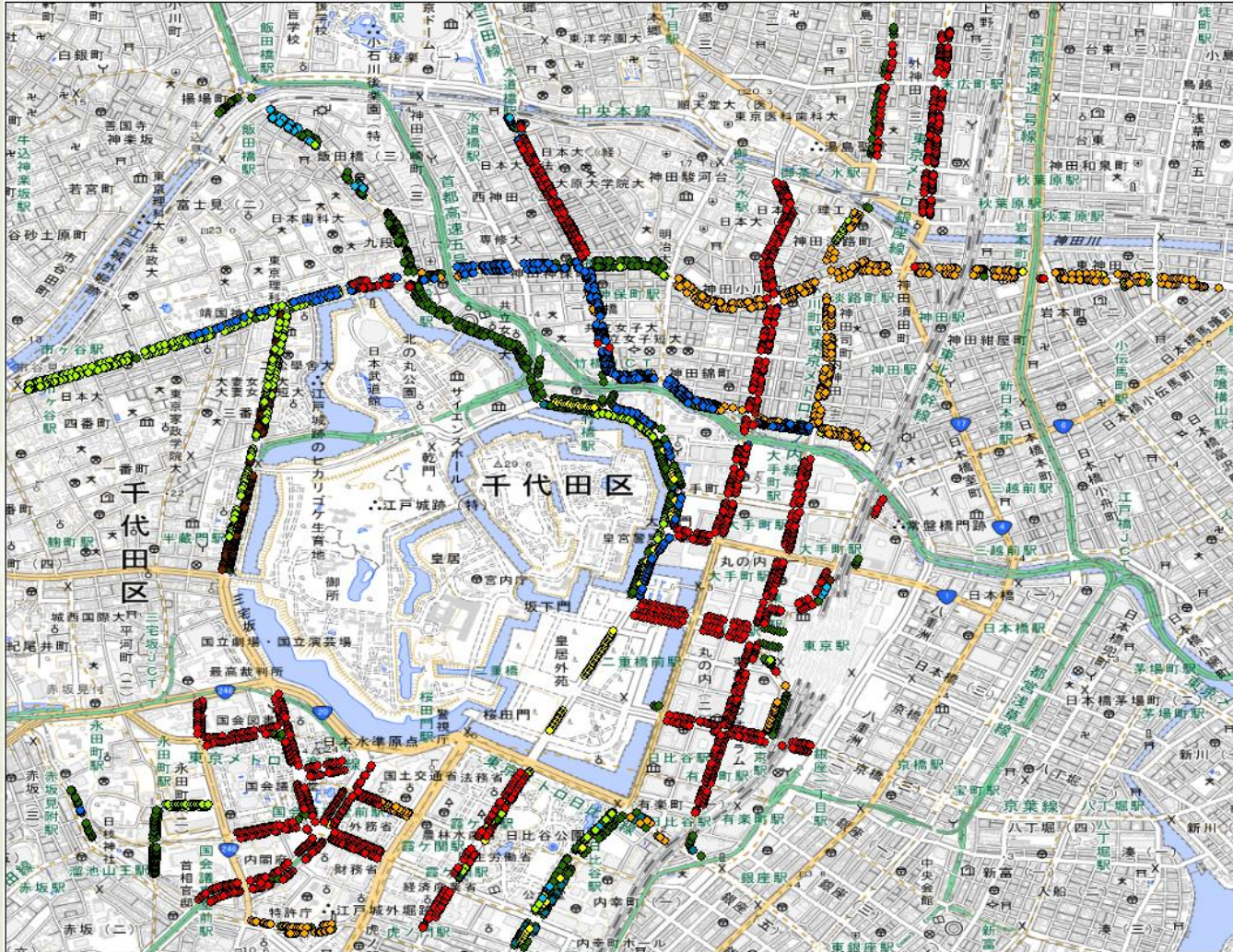
イチョウ	: 1487本
ベニバナ	
トキワマンサク	: 798本
スズカケノキ	: 548本
サクラ類	: 360本
ツバキ類	: 331本
ソヨゴ	: 242本
モッコク	: 293本
エンジュ	: 210本
トキワヤマボウシ	: 208本

各樹種の空間的分布



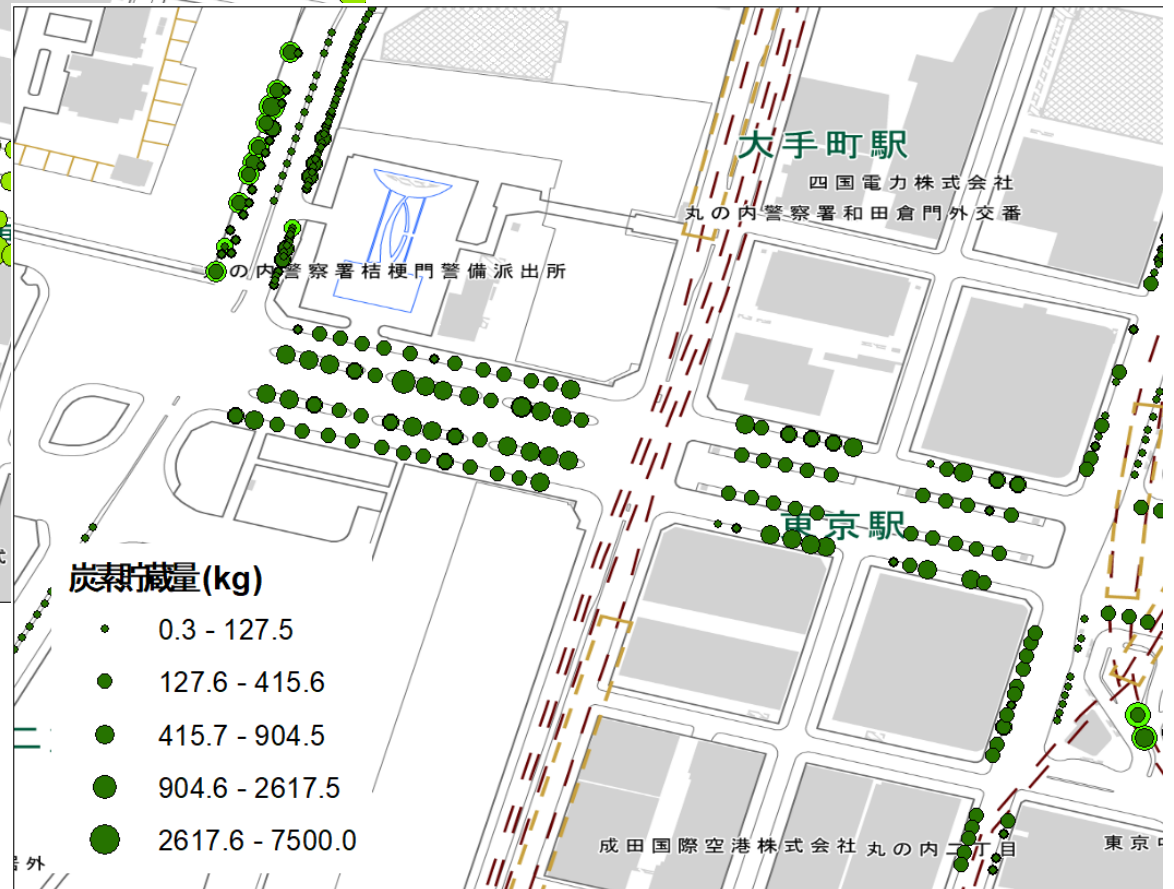
イチョウ	: 1487本
ベニバナ	
トキワマンサク	: 798本
スズカケノキ	: 548本
サクラ類	: 360本
ツバキ類	: 331本
ソヨゴ	: 242本
モッコク	: 293本
エンジュ	: 210本
トキワヤマボウシ	: 208本
ムクゲ	: 199本

各樹種の空間的分布



イチョウ	: 1487本
ベニバナ	
トキワマンサク	: 798本
スズカケノキ	: 548本
サクラ類	: 360本
ツバキ類	: 331本
ソヨゴ	: 242本
モッコク	: 293本
エンジュ	: 210本
トキワヤマボウシ	: 208本
ムクゲ	: 199本
その他	: 2063本
合計	: 6739本

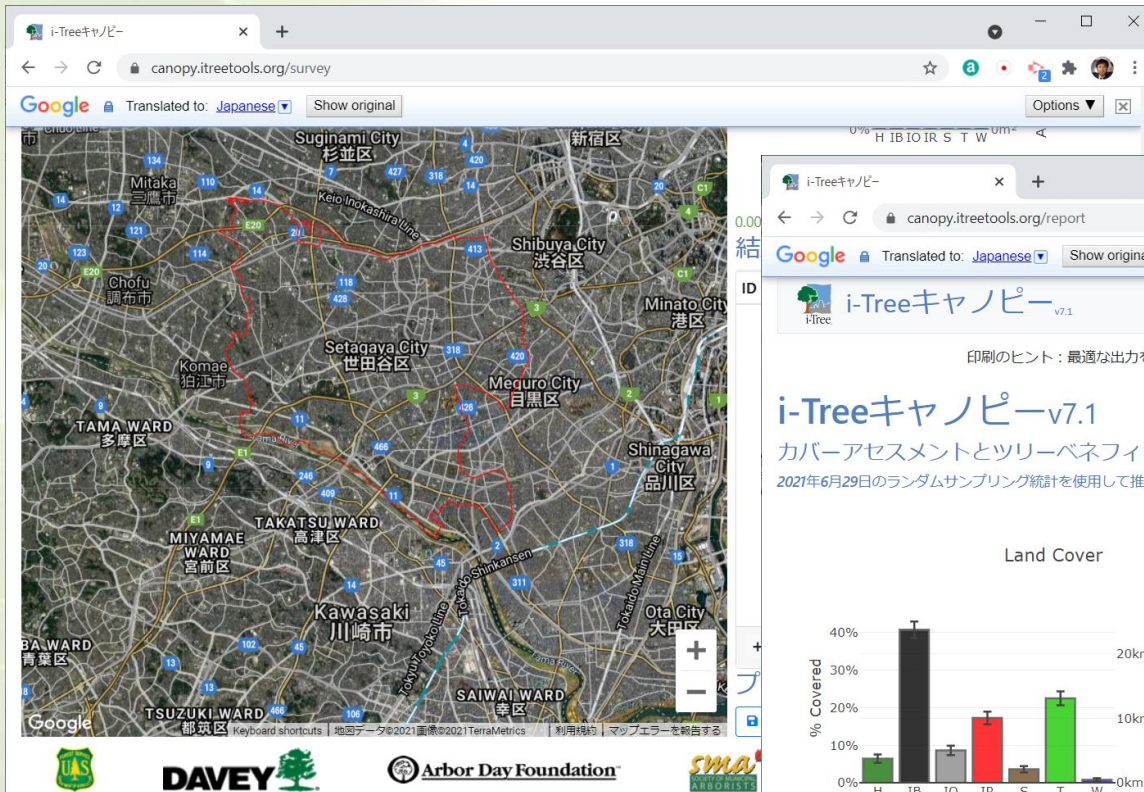
樹木構造・生態系サービスの空間的分布



i-Tree Canopy



- 🌳 原単位を設定することで日本でも利用可能
- 🌳 世田谷区を利用したデモ



i-Tree Canopy: 原単位について



生態系サービス	原単位	参照文献	
炭素	炭素貯留	71.33 t/ha	環境省 (2016) 生物多様性及び生態系サービスの総合評価報告書 付属書.pdf 国立環境研究所 (2021) 日本国温室効果ガスインベントリ報告書：表 6-16
	炭素固定	2.728 t/ha/yr	日本国政府 (2015) 「気候変動に関する国際連合枠組条約」に基づく第2回日本国隔年報告書
	貨幣価値	10,600 円/t	国土交通省 (2008) 公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針 (共通編) : P.22
大気汚染	CO削減	0.13 g/m ² /yr	Hirabayashi, S. (2021) Technical specifications of urban forests for air purification: A case study in Tokyo, Japan, Trees, forests and people 2021 v.4 pp. 100078
	NO ₂ 削減	1.87 g/m ² /yr	
	O ₃ 削減	4.75 g/m ² /yr	
	PM _{2.5} 削減	0.36 g/m ² /yr	
	SO ₂ 削減	0.30 g/m ² /yr	
	NO ₂ 貨幣価値	26.8 円/kg	小川和雄, 三輪誠, 嶋田知英, 小川進 (2000) 日本における緑地の大気浄化機能とその経済評価. 埼玉県環境科学国際センター報 (資料) : P.4
	SO ₂ 貨幣価値	124.4 円/kg	
雨水	樹冠遮断	97.87 l/m ² /yr	中谷美沙子・平林聡 (未発表) リモートセンシングデータを用いたアーバンフォレストによる雨水流出削減量の推定
	流出削減	1726.4 l/m ² /yr	
	貨幣価値	719円/m ² /yr	川口将武ら (2021) 大阪府吹田市の樹木健全度調査を用いたi-Tree Ecoによる街路樹の貨幣価値推定. ランドスケープ研究 (オンライン論文集) 14: 1-12

インTRODクシヨN

- i-Tree開発組織について

アーバンフォレスト戦略とは？

- 定義と歴史

アーバンフォレスト戦略のためのi-Tree活用

- i-Tree Eco/Canopyデモ

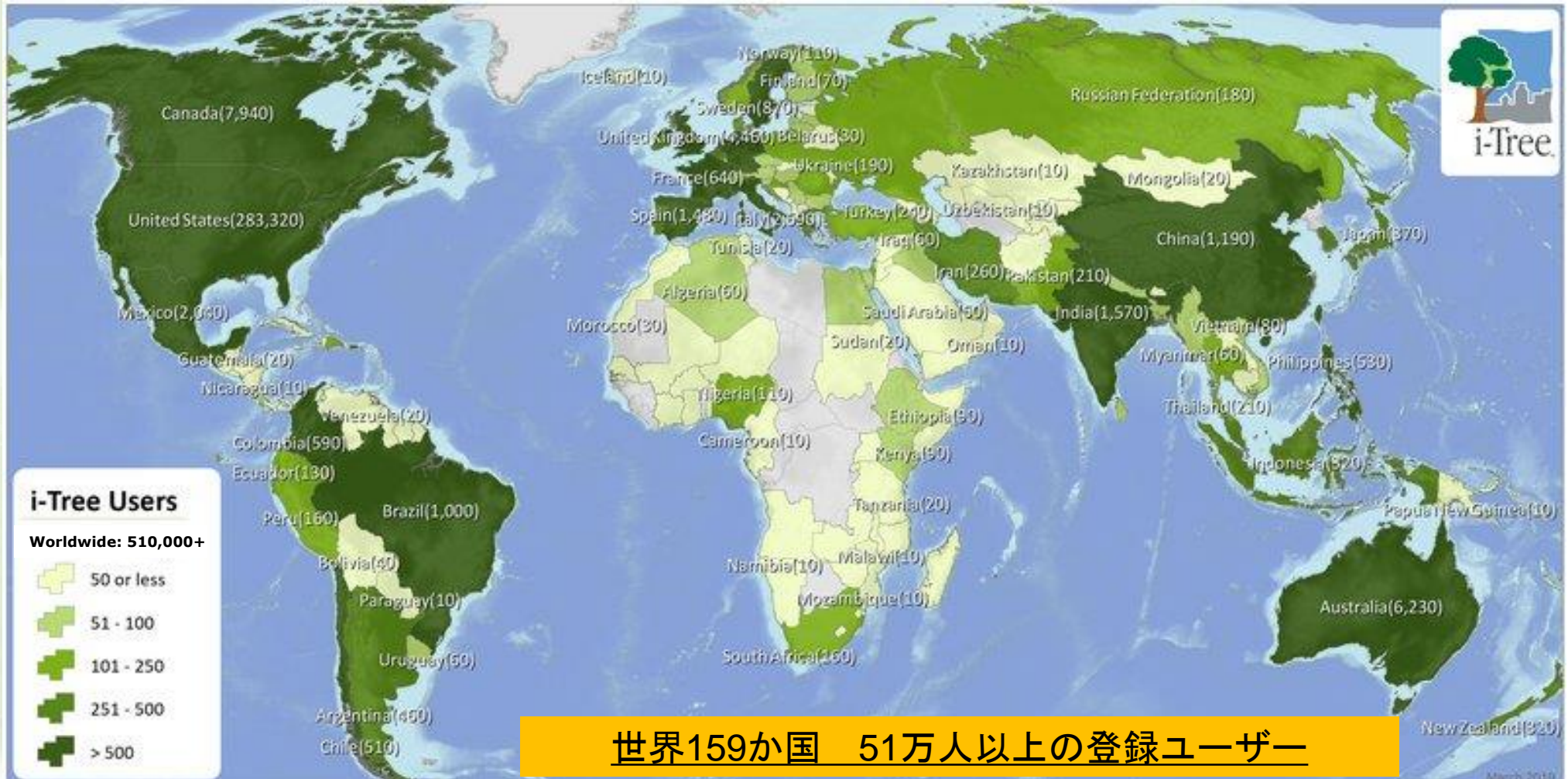
世界および日本の動向

- 実質的な国際標準、日本での適用例

世界のユーザー登録数



- 全世界の共通指標で森林の機能と価値を評価可能
- 多項目の機能について評価可能



i-Tree Ecoの日本での適用事例



No.	評価対象地	公開 (A)	実施年	樹木種類	実施組織 (B)	結果 提示先(B)	評価項目(C)							
							SP	SV	CO ₂	AP	MC	AR	EG	UV
1	千葉県柏ピレシ	済 ¹³⁾	2020	街区の樹木	学	学・民	○		○	○				
2	千葉県白井市	未	2020	仮定の樹木	産	産	○		○	○				
3	東京都53区市町村	済 ¹⁴⁾	2020	街区の樹木	産	官・学				○				
4	東京都千代田区	未	2020	街路樹	官	官	○	○	○	○		○		
5	東京都中央区	未	2020	街路樹	官	官	○	○	○	○		○		
6	東京都港区	未	2020	街路樹	官	官	○	○	○	○		○		
7	東京都足立区	未	2019	街路樹	官	官	○		○	○		○		○
8	東京都大丸有地区	済 ¹⁵⁾	2020	街区の樹木	産	民	○		○	○	○	○		
9	東京都砧公園	済 ¹⁶⁾	2015	公園樹木全体	学	学	○		○			○		
10	東京都二子玉川ライズ	済 ¹⁷⁾	2018	外構・屋上樹木	産	産	○		○	○				○
11	神奈川県川崎市川崎区	済 ¹⁸⁾	2015	街路樹	産	官・学	○		○	○	○	○	○	
12	京都府京都市中京区	済 ¹⁹⁾	2018	街路樹	学	官・学	○		○	○	○	○	○	
13	京都府京都市	済 ²⁰⁾	2018	街路樹	学	官・学	○		○	○	○	○	○	
14	京都府京都市	実	2021	街区の樹木	学	官・学	○		○	○		○		
15	大阪府吹田市	済 ²¹⁾	2018	街路樹	学	官・学	○	○	○	○	○	○		
16	香川大学	済 ²²⁾	2020	大学構内樹木	学	官・学	○		○	○				
17	香川県高松市	実	2021	街路樹	学	官・学	○	○	○	○				

凡例 A: 済(公開済・数字は参考文献)、未(未発表)、実(評価実施中)

B: 産(民間企業)、官(政府・地方公共団体等)、学(大学などの教育機関・研究機関)、民(一般市民)

C: ○は該当する項目の評価が実施されたことを示す。項目はSP(樹種数)、SV(樹木補償額)、CO₂(炭素貯留・固定量)、AP(大気汚染物質除去)、MC(大気汚染物質除去に伴う医療費削減)、AR(雨水流出量削減)、EG(冷暖房使用量削減)、UV(紫外線軽減)

大阪府吹田市・京都府京都市での本格的な解析

■ 研究論文

大阪府吹田市の樹木健全度調査を用いた i-Tree Eco による街路樹の貨幣価値推定

Estimation of monetary value of street trees by i-Tree Eco using tree health surveys in Suita City, Osaka Prefecture

川口 将武* 平林 聡** 平瀬 耕*** 加我 宏之*** 赤澤 宏樹****
Masatake KAWAGUCHI Satoshi HIRABAYASHI Koh HIRASE Hiroyuki KAGA Hiroshi AKAZAWA

Abstract: Street trees in Japan are beginning to be renewed in the face of various problems caused by the enlarged diameter of trees as well as aged trees. In order to promote the renewal without attenuating the value of the current street trees, it is necessary to construct a method that improves the accuracy of tree assessment by employing data easily obtained in Japan and parameters optimized for Japan. In this study, we analyzed the tree structure and estimated tree compensation values based on the tree soundness research data for the street trees in Suita City, Osaka Prefecture. In addition, we quantified and monetized the ecosystem services provided by the street trees by estimating 1) carbon storage, 2) carbon sequestration, 3) air pollutant removal, 4) health incidence and medical cost reductions, and 5) rainwater runoff reduction. As a result, the total number of trees analyzed throughout the city turned to be 8,796, comprised of 100 species. For reference purposes, the estimates are: compensation value of about 770.52 million yen, 1) 1,377 tons, about 20.47 million yen, 2) 90.0 tons, about 1.86 million yen/year, 3) 961.1 kg/year, 4) 26.5 cases/year, about 11.58 million yen/year, and 5) 8917.7 m³/year, about 6.41 million yen/year.

Keywords: street trees, tree soundness research, i-Tree Eco, monetary value

キーワード: 街路樹, 樹木健全度調査, i-Tree Eco, 貨幣価値

1. はじめに

我が国の街路樹は、美しい都市景観の主要素として、昭和の大合併やニュータウン開発など、大きな都市整備の機会を中心に整備されてきた。昭和の大合併から約 50 年、日本最初の大規模ニュータウン開発から約 60 年が経った現在、街路樹の大径木化による歩行空間の圧迫や、剪定や落ち葉清掃など維持管理の労力および経費の負担の増大といった課題が生じている。このような課題に対して、既存街路樹の間引きや、比較的大きく育たない樹種への転換などの措置が日本各地でとられ始めている¹⁾。

一方で、全国の自治体において、中長期的な街路樹の育成や維持管理を定めた計画は少なく、限られたガイドラインやマニュアルに沿って維持管理がなされている²⁾。このような状況で、前述した樹種転換などの措置がとられることによって、街路樹の有する環境保全、景観向上、緑陰形成、交通安全、防災といった多様な機能が一時的または長期的に減衰し、そこから様々な環境リスクおよびそれに伴う健康リスクを負う可能性がある。施設等に代表される市民要望等の社会的要因、予算削減等の経済的要因も加わって、維持管理の負担軽減の観点で街路樹の再整備が進むことも想定される中、現在の街路樹が有する生態系サービスの価値、もしくは街路樹そのものが有する価値を把握し、適切なバランスにて街路樹の更新を進めることが求められる。

街路樹を含めた緑の価値算出手法には、代表的なものとしてトラベルコスト法、ヘッドック法、仮想評価法 (CVM)、コンジョイント分析などがあり、直接測定できない公共財の価値を試算してきた。トラベルコスト法を用いて、吉田ら³⁾は観光農園の保健休養機能に対する価値を、庄子⁴⁾は自然公園の訪問価値を試算しているが、本手法は定性的な価値を総合的に把握できる反面、

的活用を行っている。本手法は、市街地の中での緑の価値を相対的に抽出するもので、街路樹の市場価値の算出に通じているが、生態系サービスの価値といった市場が認識しにくい価値の推定はできない。仮想評価法やコンジョイント分析についても同様で、内藤ら⁵⁾が集合住宅内植栽地の経済的価値を、上野ら⁶⁾が緑の保全に関わる住民ボランティア育成事業の価値を、武田ら⁷⁾が都市公園の経済価値を、松本ら⁸⁾が CVM を用いて街路樹の景観価値を試算しているが、これらの手法はアンケートの設計や被験者によって精度が異なり、社会インフラとしての街路樹の価値を正確に把握するには課題が残されている。存在価値の上に利用価値が重なる街路樹の価値については、まず微気象調節や炭素蓄積といった存在価値を定量的に試算することによって、社会基盤としての価値の把握の一般化が進むと考えられる。

近年、街路樹を含めたグリーン・インフラストラクチャーが注目され⁹⁾、その生態系サービスの定量的・経済的な評価方法が研究されている¹⁰⁾。国外では EnviroAtlas¹¹⁾ や InVEST¹²⁾ 等の評価・可視化ツールが政策決定や維持管理において活用されている。国内では都市の森林地の生態系サービスについての事例的な研究や¹³⁾、算定方法による景観評価と経済評価の向上に関する研究がなされている¹⁴⁾、いずれも目的に応じた学術的なデータ収集や分析が必要であり、既に自治体が持っているデータを用いた総合的な価値算出は行われていない。既存データを活用した研究としては、自治体が記録している市民要望といった質的データを用いたテキストマイニング手法があるが¹⁵⁾、街路樹の維持管理に関する社会的要因およびその対応策の検討に留まっている。

街路樹の総合的な価値を把握する手法として、米国 Forest Service を中心に開発された i-Tree Eco (以下、Eco と記す) が世界的に採用されるようになった。Eco は、Eco を中心に利



Article

Estimation of Ecosystem Services Provided by Street Trees in Kyoto, Japan

Xiaoyang Tan^{1,*}, Satoshi Hirabayashi² and Shozo Shibata^{1,3}

¹ Graduate School of Global Environmental Studies, Kyoto University, Kyoto 606-8501, Japan; shibata.shozo.6n@kyoto-u.ac.jp

² The Davey Institute, 5 Moon Library, SUNY-ESF, Syracuse, NY 13210, USA; satooshi.hirabayashi@davey.com

* Correspondence: tang.xiaoyang.266@st.kyoto-u.ac.jp

Abstract Street trees are integral components of urban green infrastructure. The importance of benefits provided by street trees has motivated the development of various tools to quantify the value of ecosystem services. The i-Tree Eco is a widely applied method for quantifying urban forest structure, ecosystem services, and values. Since its first release in 2006, i-Tree Eco has been successfully utilized in over 100 countries around the world. This study described one of the first applications of the i-Tree Eco international project in Kyoto, Japan, by customizing the models and parameters to enhance the accuracy of analysis results. Kyoto's street trees are prominently dominated by Ginkgo (*Ginkgo biloba* L.), Trident Maple (*Acer buergerianum* Miq.), Japanese Zelkova (*Zelkova serrata* (Thunb.) Makino.), Tuliptree (*Liriodendron tulipifera* L.), Flowering dogwood (*Comus florida* L.), London Planetree (*Platanus × acerifolia*), Plum/cherry (*Prunus* spp.), and Weeping willow (*Salix babylonica*), which account for 92% of the 1230 sample trees and deliver ecosystem service benefits at US\$71,434.21 annually or US\$58.07/tree/year. The annual value of each function was estimated at US\$41.34/tree for carbon storage and sequestration, US\$3.26/tree for stormwater runoff reduction, US\$11.80/tree for adverse health mitigation effects, and US\$1.67/tree for energy savings. The street tree species of Kyoto city that produce the highest average annual benefits are among the largest trees currently in the population, including *P. × yedoensis* (US\$225.32/tree), *Z. serrata* (US\$123.21/tree), *S. babylonica* (US\$80.10/tree), and *P. × acerifolia* (US\$65.88/tree). Our results demonstrated a comprehensive understanding of street trees benefits for Kyoto city, providing baseline information for decision-makers and managers to make effective urban trees management decisions, developing policy, and setting priorities.

Keywords: ecosystem services; i-Tree Eco customization; street trees; tree benefit value



Citation: Tan, X., Hirabayashi, S., Shibata, S. Estimation of Ecosystem Services Provided by Street Trees in Kyoto, Japan. *Forests* 2021, 12, 311. <https://doi.org/10.3390/f12030311>

Academic Editor: Paolino Alessandro

Received: 7 January 2021

Accepted: 5 March 2021

Published: 7 March 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland.

日本へのi-Treeの導入について



🌳 予算を確保の上、The Davey Tree Expert Companyへ発注することで日本全国または都市の正式サポートが可能

🌳 参考：

➤ 東京都のみのサポート（i-Tree Eco）

✓ 費用：150万円

✓ 2019年10月：受託のためのミーティング

✓ 2020年4月：東京正式サポート版i-Tree Ecoリリース

➤ 韓国全土のサポート（i-Tree Eco/Design/Canopy/MyTree）

✓ 費用：\$40,000 × 5年

✓ 期間：2018年—2022年

ご清聴ありがとうございました

[お問い合わせ : Satoshi.Hirabayashi@davey.com](mailto:Satoshi.Hirabayashi@davey.com)