開園 40 年の東京港臨海部海上公園における緑地管理の差異が 土壌理化学性に及ぼす影響

前田健蔵^{*1)}・戸田浩人²⁾・崔 東壽²⁾

- 1) 東京農工大学大学院農学府 Graduate school of Agri., Tokyo Univ. of Agri. & Tech.
- 2) 東京農工大学大学院農学研究院 Institute of Agri. Graduate school of Tokyo Univ. of Agri. & Tech.

摘要: 開園後約 40 年経過した東京港海上公園の 6 公園の公園林土壌を対象に、有機物除去作業と来園者の利用状況を踏まえた緑地管理の差異が土壌理化学性に及ぼす影響を調査した。有機物を放置し、一般の来園者の立ち入りを禁止することで人為的な影響力を排除した緑地管理下の土壌では、他の緑地管理下の土壌と比べて、容積重と固相が小さく、炭素および窒素濃度が高い傾向にあった。また海上公園は他の都市緑地土壌に比べて交換性塩基含有量が多く、 $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ 及び有効態リン濃度が高い傾向にあった。その要因として公園造成に用いられた盛土が養分豊富であったとともに、造成地周囲からの粉塵の影響があると推察された。

キーワード: 都市緑地, 土壌理化学性, 交換性塩基, 有効態リン

MAEDA, Kenzo, TODA, Hiroto and CHOI, Dongsu: **Effects of landscape management type on physicochemical properties of soil in Tokyo Port Parks which opened 40 years ago**

Abstract: We investigated the effects of landscape management, defined by organic matter removal and visitor usage, on the physicochemical properties of soils in Tokyo Port Parks (TPP). The bulk density and solid phase ratio were lower and carbon and nitrogen concentrations tended to be higher in the soil of a sanctuary zone than in the soil of other landscape management types. The concentration of exchangeable cations, available phosphate and $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ in TPP soils tended to be higher than those in other urban parks. It was inferred that high exchangeable cations were included in the original soils for park development and that TPP had been exposed to dust from the surrounding area.

Key words: urban landscape, soil physicochemical properties, exchangeable cation, available phosphate

1. はじめに

東京湾岸エリアの多くは、終戦後東京港の港湾施設の再興を目的に本格的に埋立造成され、その後の高度経済成長期を支える新しい港湾施設の建設や物流集約拠点の整備が進められた²⁾。一方、都市開発で失われた自然環境と人と海との関わりを取り戻すことを目標に、昭和 50 年から東京港臨海部海上公園（以下海上公園）が開園し、現在では 38 公園、陸域面積約 310 ha（明治神宮の約 4.4 倍）にまで拡充されている¹⁵⁾。

東京港の南部に位置する大井・昭和島地区の海上公園は開園後 40 年が経過した現在、道路沿いの常緑広葉樹は 20 m を超える高木に成長し、高密度の近自然的公園林と生態系が形成され始めている。海上公園の緑地に創出された生態系を安定的に維持していくためには、森林の健全な生育が必要であり、そのためには基盤となる土壌の情報が重要である。海上公園と多摩川の対岸に位置する川崎臨海工業地帯の環境保全林においては、土壌の上層と下層の質の差が比較的大きく、

樹木の成長に伴い根が不良な土壌下層に達すると成長が鈍くなることなどが報告されている³⁾。特に造成地の人工林や都市緑地の土壌は一般的に貧栄養であるため、樹木の生育には土壌理化学性の良否が大きく影響する。

大規模な都市緑地における土壌成熟化に関する既往研究には、万博記念公園造成直後から同じ場所を 30 年間継続的にモニタリングした研究⁸⁾、森林造営後 70 年間ほぼ自然のままの状態で保存されてきた明治神宮の土壌発達過程を、造営前の土地利用形態の違いから考察した研究⁴⁾、皇居東御苑の雑木林造成後 10 年後の土壌変化を土壌採取地の土壌と比較した研究¹⁰⁾、東京西部地区や関西・名古屋地区の都市公園の土壌特性を調査し類型化した研究^{12,13)}などがある。ただし内陸部の都市緑地の土壌研究がほとんどであり、湾岸地域の埋立地に造成された都市緑地の土壌の発達過程についての研究例は少ない。また、埋立地土壌は内陸部の公園と比べて、造成前の利用履歴が少なく比較的単純な構造をしているため、開園後の緑地管理の違いによる土壌発達過程への影響が明瞭になると推測される。そこで海上公園内の緑地管理の差異比較

* 連絡先著者（前田健蔵）（Corresponding author）：〒183-8509 東京都府中市幸町3-5-8 E-mail : kenzo.maeda@hotmail.co.jp

図-1 調査地の位置 (国土地理院地図から転載)
 1.昭和島北緑道公園, 2.コンテナふ頭公園, 3.八潮北公園,
 4.若洲海浜公園, 5.みなとが丘ふ頭公園, 6.東京港野鳥公園

Fig. 1 The location of study sites

と、30年経過した万博記念公園ならびに70年経過した明治神宮との比較をし、明治神宮と同じように人為的な管理をできるだけ排除した緑地管理の効果についての検証を試みた。

2. 研究方法

2.1 調査地の概要

昭和50～55年に東京都港湾局が東京農工大とともに実施した土壌調査時¹⁴⁾にすでに開園していた昭和島北緑道公園(大田区, 1975年開園)とコンテナふ頭公園(品川区, 1975年開園), 当時まだ公園予定地であった八潮北公園(品川区, 1979年開園)と若洲海浜公園(江東区, 1990年開園)に加えて、40年前に土壌調査が行われていないが、上記4公園と同時期に開園し、現在大井地区で最も自然度が高いみなとが丘ふ頭公園(品川区, 1977年開園)と東京港野鳥公園(大田区, 1978年(西園)1990年(東園)開園)の計6公園を調査対象とした(図-1)。以下本論文では、各公園名称を昭和島, コンテナ, 八潮北, 若洲海浜, みなとが丘, 野鳥公園とする。昭和50年代の海上公園整備では、建設残土の上に神奈川県相模原市や厚木市の畑土や宅地造成土(関東ロームか黒土)を厚さ70cmで全面客土, 実際は圧密沈下などを見込み、2割増しの84cmで施工するのが標準的な工法であった。ただし当時の竣工図から昭和島は20～50cm, 若洲海浜は30cmと標準の半分程度の客土であることがわかっている。

2.2 土壌採取地点と緑地管理の設定

土壌試料採取地点は、開園後の公園造成による攪乱の可能性が低く高木の優占する公園林エリアから選定した。土壌試料採取地点数は、昭和島から4か所, コンテナから3か所, 八潮北から5か所, 若洲海浜から10か所, みなとが丘から3か所, 野鳥公園から6か所の計31地点である。

土壌試料採取地点における緑地管理を、リター量に影響する地表面からの有機物除去作業と踏圧に影響する公園林立地

図-2 緑地管理の分類

Fig. 2 The category of landscape management

a) 散策区 Walking area, b) 園路そば (開放的) Open area
 c) 園路そば (閉鎖的) Closed area, d) 保護区 Sanctuary

写真-1 緑地管理の状況

Photo 1 Landscape management condition

状況の2軸で特徴付けた(図-2)。公園管理担当者からの聞き取りなどに基づき、有機物除去作業を、林床部も除去する地点(全部除去)、近傍の園路のみを除去し林床はそのままの地点(園路除去)、一般の園路も近くになくほぼ放置する地点(放置)の3つに分類した。そして公園林の立地条件は、自由に歩くことを前提とした地点(散策区)、園路そばで開放的なため入りやすい地点(開放的)、園路そばで閉鎖的な地点(閉鎖的)、保護されていて一般の来園者は入れない地点(保護区)の4つに分類した(写真-1)。31土壌試料採取地点を当てはめると、6タイプに分類された。ただし左下の全部除去・散策区は昭和島の1地点のみしか該当しなかったため、結果・考察からは除外し、全部除去・開放的、全部除去・閉鎖的、園路除去・開放的、園路除去・閉鎖的、放置・保護区の5緑地管理を対象とした(図-2)。

2.3 土壌分析方法

2017年2月に昭和島, コンテナ, 八潮北, 3月に若洲海浜, 4月に野鳥公園(東園), 8月に野鳥公園(西園), 9月にみ

などが丘で土壌断面調査と理化学性を調べるための試料採取を層位ごとに行った。

2.3.1 土壌断面調査と土壌採取

31 地点のうち、若洲海浜では 2 か所、他 5 公園では 1 か所ずつの計 7 地点で深さ 70~80 cm の土壌断面調査を行った。全 31 地点において第 1 層 (0~5 cm)、第 2 層 (5~15 cm)、第 3 層 (15~25 cm) の 3 層の深さから、100 ml 採土円筒を用い物理性分析用の非攪乱土壌と化学性分析用に攪乱土壌を採取した。

2.3.2 土壌物理性分析

採取した非攪乱土壌試料の重量を測定後、試料を 24 時間飽水し重量測定してから、24 時間自然状態で脱水処理し、さらに素焼吸収板で 24 時間脱水処理した後、重量測定 (pF2.7) した^{1,9)}。その後土壌を採土円筒から取り出し、60 °C の熱風乾燥器で 3 日間乾燥させ、礫、根、細土に選別し、高温乾燥器 (105 °C) で 24 時間乾燥し絶乾重量を求め、容積重、三相組成、粗孔隙 (pF2.7 の時に気相になっている孔隙) と細孔隙 (pF2.7 の時に液相になっている孔隙) を明らかにした。

2.3.3 土壌化学性分析

採取した攪乱土壌を 60 °C の熱風乾燥器で 3 日間乾燥させ、2 mm 篩にかけた細土を用いて化学特性分析を行った。pH(H₂O) はガラス電極法 (東亜電波工業 HM-7E) を用いた。全リンは湿式灰化した後、有効態リンはオルセン法を用いて抽出した後、硫酸モリブデン法により吸光光度計 (SHIMADZU UV-1600PC) を用いて測定した。風乾細土を粉碎しさらに 1 mm 篩にかけた後、CN コーダー (Yanaco CN CORDER MT-700) を用いて全炭素含有量と全窒素含有量を測定した。セミマイクロ Schollenberger 法を用いて交換性塩基 (カルシウム (Ca)、マグネシウム (Mg)、カリウム (K)、ナトリウム (Na)) を抽出した後、原子吸光装置 (HITACHI 170-10) を用いて各交換塩基含有量を測定した。

2.3.4 内陸部の都市緑地土壌との比較

佐々木ら⁸⁾が万博記念公園で行った調査結果のうちマサ土別、大阪層群別の表層 (0~5 cm) と中層 (20~25 cm) の土壌理化学性データ、および金子ら⁴⁾が明治神宮で行った調査結果のうち A₁ 層 (厚さ平均 11 cm) と A₂ 層 (厚さ平均 36 cm) それぞれの 3 地点における平均値を比較対象として用いた。

3. 結果と考察

3.1 土壌断面形態

土壌断面調査を行った 7 地点すべてで土壌表面から順に、腐食に富む黒~暗褐色の A 層、褐色で公園造成盛土の影響が残っている B 層、褐色~灰褐色の公園造成前の埋立土 C 層の 3 層構造を示していた。A 層の厚さは、昭和島、コンテナ、若洲海浜で 10~15 cm、みなとが丘と野鳥公園で 25 cm、八潮北で 40 cm 程度であった。造成後約 70 年経過した明治神宮樹林地で A 層の厚さは 50~120 cm 程度であり⁴⁾、また造

成後 30 年経過した万博記念公園樹林地で A 層の厚さは 3~8 cm 程度であると報告されている⁸⁾。開園後 30~40 年経過した海上公園はこれら 2 公園の中間的な A 層の厚さを持ち、多くの裸地の状態から万博記念公園土壌より早く、そして明治神宮土壌に近い速度で A 層の発達が進行していると考えられた。

3.2 土壌の物理的特性

容積重の平均値は、全部除去・開放的では第 1 層 70.7 g/100ml、第 3 層で 76.8 g/100ml、放置・保護区では第 1 層 43.6 g/100ml、第 3 層で 55.6 g/100ml であり、いずれも深くなると高くなる傾向を示し、より保護的な緑地管理の同じ深さで 21.2~27.1 g/100ml 低下した (図-3a)。5 つの緑地管理すべてが明治神宮 (33~52 g/100ml) と万博記念公園 (80~137 g/100ml) の間の値を示した。

固相の平均値は、容積重の傾向を反映し、全部除去・開放的では第 1 層 31.5 %、第 3 層 37.8 %、放置・保護区では第 1 層 18.8 %、第 3 層 22.4 % となり、いずれも深い層で高い傾向を示し、より保護的な緑地管理の同じ深さで 12.7~15.4 % 低下した (図-3b)。緑地管理の中で最大値の全部除去・開放的は万博記念公園 (28~50 %) に近く、最小値の放置・保護区は明治神宮 (14~20 %) に最も近い値を示した。

粗孔隙の平均値は、全部除去・開放的では第 1 層 39.0 %、第 3 層で 37.8 %、放置・保護区では第 1 層 46.9 %、第 3 層で 41.0 % であった (図-3c)。園路除去・閉鎖的の第 1 層を除き、深度による変化は小さく、緑地管理間の差異も約 8 % と小さかった。放置・保護区と園路除去・閉鎖的の 2 つの緑地管理が万博記念公園のマサ土エリア (41~44 %)、明治神宮 (40~50 %) に近い値を示した。

また透水性と保水性のバランスが緑地管理と深さによってどう変化するかを確認するために、粗孔隙に対する細孔隙の比を図-4 に示した。第 1 層では園路除去・閉鎖的の 0.43 を除き他 4 緑地管理が 0.73~0.80、第 2 層では全部除去・開放的の 0.59 を除き他 4 緑地管理が 0.71~0.77 と緑地管理間の差は小さかった。第 3 層では全部除去の 2 緑地管理が 0.58~0.65 と低い値を示し、園路除去 2 緑地管理と放置・保護区が 0.80~0.89 と高い値を示した。園路除去・閉鎖的の第 1 層を除き、万博記念公園のマサ土エリア (0.38~0.62) と大阪層群エリア (0.91~1.05) の間の値を示し、放置・保護区は明治神宮 (0.73~0.99) と近い値を示した。全部除去の第 3 層における低比率 (粗孔隙の割合の増加) は、公園造成時の客土が他 3 緑地管理より薄く、第 3 層付近に含まれる礫などにより大きな孔隙が増加したことが要因の一つと考えられる。

3.3 土壌の化学的特性

3.3.1 全炭素含有量と全窒素含有量

全炭素含有量の平均値は、全部除去・開放的では第 1 層 41 mg/g、第 3 層で 21 mg/g、放置・保護区では第 1 層 182 mg/g、第 3 層で 54 mg/g であった (図-3d)。全窒素含有量の平均

図-3 緑地管理別の土壌理化学的の土壌深度変化と都市緑地比較

Fig. 3 Vertical changes in physicochemical properties and comparison with 2 urban parks

値は、全部除去・開放的では第1層 3.1 mg/g, 第3層で 1.4 mg/g, 放置・保護区では第1層 13.4 mg/g, 第3層で 3.8 mg/g であった (図-3e)。炭素・窒素ともに、どの緑地管理も深くなると低下した。第1層では林床の有機物を除去しない3つの緑地管理と除去する2つの緑地管理の間に、炭素で 141 mg/g, 窒素で 10.3 mg/g と大きな差が見られたが、第3層では5つの緑地管理間の差は、炭素で 33 mg/g, 窒素で 2.4 mg/g と小さくなった。また全炭素含有量, 全窒素含有量ともに、5緑地管理の中で最小値の全部除去・開放的は万博記念公園 (炭素 2~32 mg/g, 窒素 0.2~3.0 mg/g) に近く、最大値の放置・保護区は明治神宮 (炭素 72~178 mg/g, 窒素約 5~11 mg/g) に最も近い値を示した。

C/N 比の平均値は第1層で 13.3~14.6, 第3層で 12.7~15.0 の範囲内であり、大きな差はみられず、5つの緑地管理とも万博記念公園 (6.9~12.7) と明治神宮 (15.4~16.0) の

間の値を示し、土壤有機物の分解特性に顕著な差はないと考えられた (図省略)。

3.3.2 pH(H₂O)と交換性塩基

pH(H₂O)の平均値は、有機物を全部除去する2つの緑地管理が pH6.5~7.0 と高めの値を、林床の有機物を除去しない3つの緑地管理が pH5.6~6.3 と低めの値を示し、有機物分解に伴う有機酸の影響が示唆された。また5つの緑地管理すべてが明治神宮 (pH5.0~5.1) より高い値を示したが、放置・保護区と園路除去・閉鎖的は万博記念公園 (pH5.6~5.8) に近い値であった (図-3f)。

交換性塩基量合計 (Exch. Ca+Mg+K+Na) の平均値は第1層で 29~64 cmol/kg であり、第2層, 第3層では 15~32 cmol/kg の範囲であった (図-3g)。これらは明治神宮 (4~10 cmol/kg) と万博記念公園 (7~16 cmol/kg) と比較し大きな値である。これが上述の高い pH(H₂O)をもたらししている

図-4 粗孔隙に対する細孔隙の比率

Fig. 4 The ratio of soil microporosity to soil macroporosity

原因と考えられる。

ここで 40 年前の調査では調査地点ごとに上層の深さが異なっていたため、公園ごとに上層位厚さの平均値を求め、現在の第 1～3 層の交換性塩基量を各々の公園別の上層位厚さに対応する値に換算（加重平均）してから 40 年前の状況と比較した。40 年前すでに開園していた 2 つの公園では、昭和島（0-11 cm 深さ）が 1975～77 年の 27 cmol/kg に対し現在は 32 cmol/kg、コンテナ（0-27 cm 深さ）が 1975～77 年の 20 cmol/kg に対し現在は 31 cmol/kg であり、開園直後が現在よりは 5～11 cmol/kg 程度低いものの、すでに高レベルであった¹⁴⁾。また、40 年前まだ埋立直後で公園予定地であった 2 つの公園では、八潮北（0-22 cm 深さ）が 1975 年の 42 cmol/kg に対し現在は 48 cmol/kg、若洲海浜（0-23 cm 深さ）が 1976～78 年の 35 cmol/kg に対し現在は 21 cmol/kg であり、埋立土も交換性塩基量合計が高レベルであった¹⁴⁾。

以上のことから、交換性塩基が高い要因の一つとして、盛土材料に多く含まれていた可能性がある。さらに、公園造成地の基盤にコンクリート塊、瓦礫、貝殻片などが多く含まれ交換性塩基が多い埋立土が緑地造成の盛土に混入したことが考えられる。Takahashi et al.¹¹⁾は都市化の進んだ（道路率の高い）地域の都市緑地土壤は交換性塩基量、特に Ca の量が高いことを報告している。高橋ら¹⁰⁾は、皇居東御苑造成後 10 年間で交換性塩基、特に交換性 Ca が顕著に増加した原因の一つに、道路粉塵による大気中からの Ca 供給量にあることを報告している。また、佐久間⁷⁾は伐採部における土木作業によって供給された粉塵が原因で、林縁部の L/F 層の交換性塩基、特に Ca が増加したことを報告している。海上公園においても、定常的な都市の道路粉塵に加え、湾岸地区で継続的に進められた埋立工事、道路工事、物流施設建築工事などにより巻きあげられた大量の粉塵などが、公園林の樹高が低く土壤表面が大気にさらされているかなりの期間、影響を与えた可能性は高いと推定される。

3.3.3 全リンと有効態リン

図-5 pH(H₂O)と有効態リン／全リンの関係

Fig.5 The relationships between pH(H₂O) and the percentage of available phosphate to total phosphate

全リンの平均値は、第 1 層では全部除去・開放的で最も低く 0.79 mg/g、放置・保護区で最も高く 1.59 mg/g であり（図-3h）、森林土壌⁵⁾の B_D 型の上限ならびに B_L 型と同レベルの高い含有量であった。有効態リンは、第 1 層では全部除去・開放的で最も低く 0.012 mg/g、園路除去・開放的で最も高く 0.037 mg/g であった（図-3i）。また全リンに対する有効態リンの割合は 0.5～3.5 % と高く B_L 型 A₁ 層とほぼ同レベルであった。また、全サンプルの pH(H₂O) と全リンに対する有効態リンの割合の関係には弱い正の相関が見られた（図-5）。リンは一般的に pH(H₂O) が低く酸性に傾くとアルミニウムや鉄と結合するため、pH(H₂O) が中性付近で有効態リンの比率は高くなることが知られており⁶⁾、有効態リンの多さは海上公園の高い pH を反映した結果といえる。

3.4 緑地管理の差異による土壤理化学性への影響

緑地管理による土壤理化学性の差異を把握するために、上述の土壤理化学性項目の第 1～3 層（0-25 cm）の加重平均値と標準偏差（SD）を表-1 にまとめた。また多重検定（Tukey の方法）を用いて、5 緑地管理間の有意差（5 % 以下）を判定した結果を表-1 に記述した。

容積重と固相は開放的<閉鎖的<保護区の順に大きくなり、固相は放置・保護区と全部除去・開放的の緑地管理間に有意差が認められた。全炭素含有量と全窒素含有量は全部除去<園路除去<放置の順に大きくなり、放置・保護区と全部除去・開放的の緑地管理間に有意差が認められた。pH(H₂O) は全部除去>園路除去≒保護区の順に小さくなり、放置・保護区と園路除去・閉鎖的が全部除去の 2 つの緑地管理との間に有意差が認められた。全リンは開放的<閉鎖的<保護区の順に大きくなり、放置・保護区と開放的の 2 つの緑地管理間に有意差が認められた。以上のことから、容積重、固相、全炭素含有量、全窒素含有量、pH(H₂O)、全リン 6 項目では緑地管理ごとの平均値の大小関係には傾向が見られ、容積重以外 5 項目では放置・保護区と全部除去・開放的の間に有意差

表-1 緑地管理別の土壌理化学性の第1~3層(0-25 cm)の加重平均値と標準偏差(SD)

Table 1 The average and SD of physicochemical properties of soil by landscape management (of 0-25 cm depth)

緑地管理	容積重 (g/100ml)	固相率 (%)	粗孔隙率 (%)	全炭素 (mg/g)	全窒素 (mg/g)	C/N比	pH(H ₂ O)	全リン (mg/g)	有効態リン (mg/g)	交換性塩基 Ca Mg K Na (cmol _c /kg)
全部除去 平均	74.8	36.0 a	39.0	25.2 a	1.8 a	14.7	6.81 a	0.64 a	0.012	25.28 1.85 0.91 0.11
開放的 SD	14.3	8.2	3.1	4.0	0.3	0.8	0.22	0.11	0.004	6.67 0.17 0.12 0.04
全部除去 平均	58.8	27.8 ab	43.2	49.1 ab	3.4 ab	14.3	6.88 a	0.96 ab	0.016	27.53 2.68 0.86 0.23
閉鎖的 SD	7.8	6.4	1.0	11.4	0.7	1.0	0.06	0.20	0.003	2.13 0.50 0.16 0.07
園路除去 平均	62.8	27.5 ab	40.4	65.9 ab	4.7 ab	13.4	6.15 ab	0.80 a	0.019	25.80 3.74 1.05 0.33
開放的 SD	14.0	6.4	4.8	39.6	2.6	1.3	0.44	0.29	0.016	17.80 1.77 0.54 0.16
園路除去 平均	53.6	24.4 ab	45.2	63.4 ab	4.7 ab	13.5	5.75 b	0.95 ab	0.011	18.25 2.97 0.87 0.33
閉鎖的 SD	6.7	3.6	3.6	11.2	1.1	0.8	0.42	0.11	0.007	7.98 0.89 0.26 0.16
放置 平均	51.5	21.6 b	43.9	96.5 b	7.1 b	13.8	5.80 b	1.22 b	0.010	27.43 3.46 0.96 0.20
保護区 SD	4.6	1.9	2.5	13.8	1.0	0.7	0.33	0.17	0.002	10.77 0.55 0.32 0.05

異なるアルファベットは Tukey の多重検定法による有意差 ($p < 0.05$) を表す。未記載は、いずれの緑地管理間にも有意差がないことを示す。

が認められ、他の3つの緑地管理はその中間的な位置づけであった。

一方、粗孔隙、有効態リン、交換性塩基の3項目の平均値には緑地管理間で有意差は認められず踏圧、有機物処理の差異だけで単純には説明できなかった。特に交換性塩基は造成に用いられた盛土が元々持っていた特性、造成工事状況、開園後の公園周辺の環境から影響を受けている可能性が示唆され、それが pH(H₂O)、有効態リンに反映され、緑地管理方法の差異よりも大きな影響を与えていると推定される。

4. おわりに

造成された埋立地は一般に貧栄養であると考えられているが、海上公園の0-20 cm 程度の表層部は順調に土壌として発達しており、特に公園林を保護区として森林の物質循環を保全した場所で著しいことが確認できた。今後は今回得られた海上公園の基本的な土壌理化学性が樹木の地上部、地下部に与える影響および土壌動物や土壌微生物を含めた土壌生態系を総合的に評価することが必要である。また、都市緑地の粉塵等による土壌への塩基の付加が有効態リンや窒素無機化さらには植生の変遷や水質などに及ぼす影響の解明は、物質循環研究に基づく都市緑地管理への貢献につながると考える。

謝辞: 本研究を行うにあたり、東京都港湾局臨海開発部海上公園課、東京都港湾局東京港管理事務所、大田区都市基盤整備部、品川区防災まちづくり課、東京港埠頭株式会社、日比谷アメニス海上南部地区グループの皆様にご便宜を図っていただきました。また森林生態学研究室の諸氏に調査研究の協力をいただいた。ここに記して御礼申し上げます。なお、本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金(基盤研究 B, 16H02996)「都市の価値向上を目指した生態機能活用型の緑地管理に関する総合研究」により行われた。

引用文献

- 1) 土壌物理性測定法委員会(1980) 土壌物理性測定法. 養賢

堂, 505pp

- 2) 遠藤 毅(2004) 東京都リン海域における埋立地造成の歴史. 地学雑誌, 113(6): 785-801.
- 3) 原田洋・石川孝之(2014) 環境保全林. 東海大学出版, 28-31pp.
- 4) 金子真司・田中永晴・高橋正通(1991) 明治神宮の土壌—都市の中の自然土壌—. 森林立地, 33(2): 92-98.
- 5) 河田 弘(2004) 森林土壌学概論. 博友社, 399pp
- 6) 松中照夫(2003) 土壌学の基礎 生成・機能・肥沃度・環境. 農文協, 389pp
- 7) 佐久間敏雄(1987) 苫小牧演習林の土壌. 北海道大学農学部演習林研究報告, 44(2): 749-759.
- 8) 佐々木剛・森本幸裕・今西純一(2007) 施工後30年経過した大規模造成樹林地の林分構造と土壌条件. ランドスケープ研究, 70(5): 413-418.
- 9) 椎名乾治・野中仙三郎(1971) 毛管連絡切断含水量について. 土壌物理学会土壌の物理性, 第24号: 14-16.
- 10) 高橋輝昌・生原喜久雄・峰松浩彦(2001) 表土移植工法により造成された皇居東御苑の雑木林土壌の理化学的性質の変化. 日本緑化学会誌, 27(2): 430-435.
- 11) Takahashi, T., Kanazawa, Y., Kobayashi, T., Zabowski, D., and Harrison, R. (2015) The effects of urbanization on chemical characteristics of forest soil in Tamagawa basin, Japan. Landscape Ecol. Eng., 11: 139-145.
- 12) 武田美恵・渡邊眞紀子・立花直美(2006) 東京西部における都市公園土壌の特性と生成因子に基づく類型化. ペドロジスト, 50(1): 2-12.
- 13) 武田美恵・渡邊眞紀子・立花直美(2007) 都市土壌の持続的保全・管理に向けた類型手法の適用性. 日本建築学会環境系論文集, 614: 93-98.
- 14) 東京都港湾局(1981) 東京港臨海部緑化のための土壌および植生調査報告書, 297pp
- 15) 東京都港湾審議会(2016) 海上公園を中心とした水と緑のあり方について答申. 平成28年5月, 東京都港湾局 HP. http://www.kouwan.metro.tokyo.jp/jigyo/mizutomidori/post_4.html (参照:2017年9月7日)

(2018年6月18日受理)