

自然教育園内に生育する ソメイヨシノ (*Prunus* × *yedoensis*) の 花卉に含まれる金属元素の特徴

黒沢佑樹¹・坂上伸生²・萩原信介³・渡邊眞紀子¹

Characteristics of metallic elements contained in petal of the Yoshino cherry tree (*Prunus* × *yedoensis*) growing in the Institute for Nature Study

Yuki Kurosawa¹, Nobuo Sakagami², Shinsuke Hagiwara³ and Makiko Watanabe¹

はじめに

サクラは日本人にとって国花のように扱われ、街路樹や公園樹木として生育する親しみのある樹木である。大都市東京にも上野恩賜公園や隅田公園など数々のサクラの名所がある。東京都建設局(2011)によれば過去5年間における都立公園等の使用樹種上位10種の高木部門において、平成21年度ではソメイヨシノ (*Prunus* × *yedoensis*) が三番目に多く使われており、19, 20年度ではサクラ類が一番多く使われていた。また、東京の主要街路樹種の内、サクラ類は平成22年時点では三番目に多く、現在4万本以上のサクラが街路樹として東京都内に植栽されている。

公園樹木や街路樹の植栽環境に関して、多くの研究がおこなわれており、大貫ほか(1992)は、街路樹の生育する植え枘土壌について、人為的踏圧による表層土壌の硬化から通気性・透水性の確保が難しい状況にあると述べており、岡崎ほか(1981)は、表層土の乾燥とコンクリート礫によるCa溶出から街路土壌のアルカリ化を指摘している。公園緑地に関しては、真田(1993)が落葉・落枝の回収による腐植層(A₀層)の欠落と養分供給が断たれることを指摘しており、武田ほか(2006)も、同様の指摘に加え、土壌の理化学的特性が公園ごとの造成方法に強く影響されると述べている。植物中には様々な元素が存在し、主に大気中から摂取するC, H, Oを除く植物の必須元素は、三大栄養素であるN, P, Kを含めすべて土壌から吸収される。それらの元素の量は植物によって固有のものであるが、その量に偏りが出ると、植物は過剰症もしくは、欠乏症という症状を起こす。都市の土壌に関して、辰巳(1975)は都市化と植物の生育環境の面で最も重要な問題は、土壌のアルカリ化による植物の養分吸収機構への影響であると述べている。

¹ 首都大学東京都市環境科学研究科, Tokyo Metropolitan University, Graduate School of Urban Environmental Science

² 茨城大学農学部, Ibaraki University, College of Agriculture

³ 国立科学博物館附属自然教育園, National Museum of Nature and Science, Institute for Nature Study

今回、大都市「東京」の中心部にあって豊かな自然が残る自然教育園を対象にソメイヨシノの花弁の金属元素分析をおこなった。別に採取した都内各地の花弁の金属元素分析データと併せて、都市と自然を兼ね備えた環境で生育するソメイヨシノがどのような特徴を示したかを報告する。

研究 方 法

2011年4月5日に教育管理棟の入口付近にあるソメイヨシノ (*Prunus × yedoensis*) を、4月12日に中央湿地、武蔵野植物園にあるソメイヨシノを対象に花の採取をおこなった(図1, 2)。教育管理

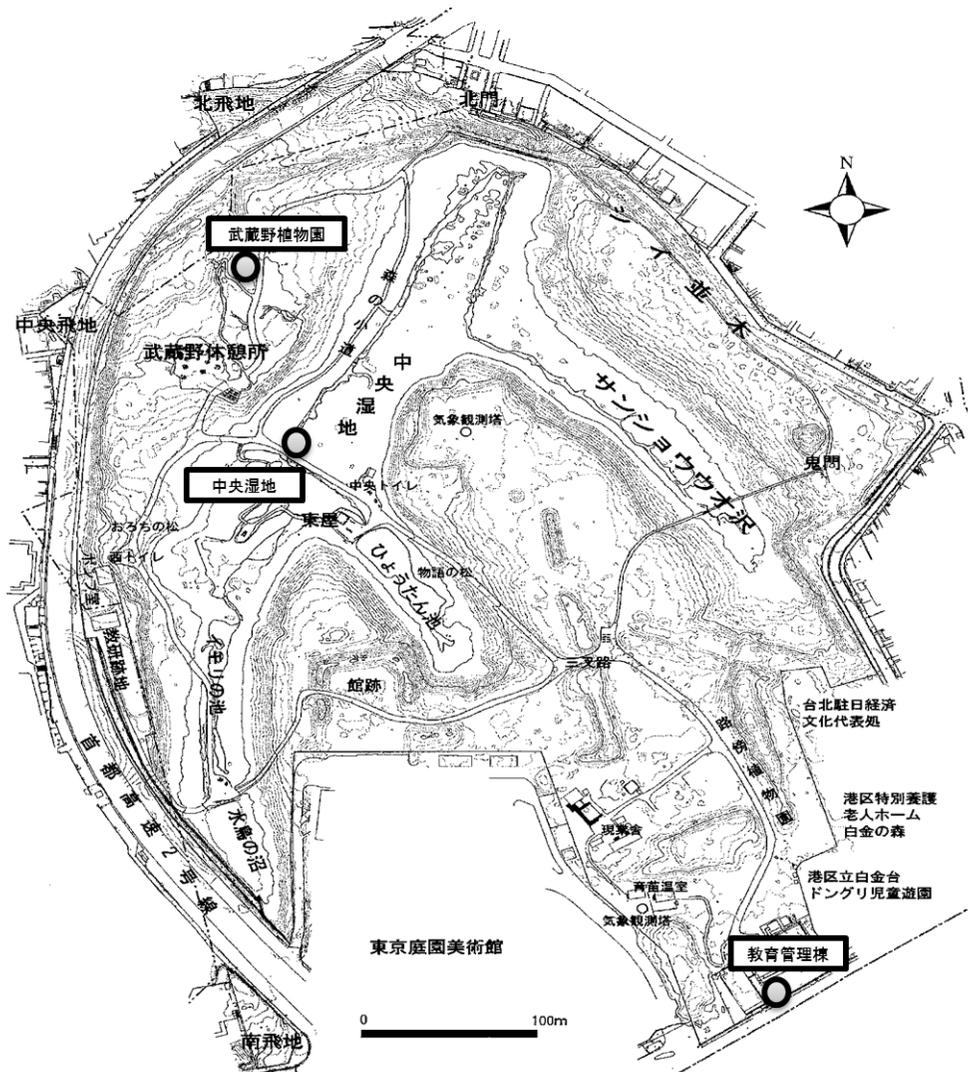


図1. 自然教育園内のソメイヨシノの花弁の採取地点.

棟のソメイヨシノでは、採取部位による違いを把握するために枝別に採取し、中央湿地、武蔵野植物園のソメイヨシノでは、ランダムに採取した。採取した花はその日のうちに花卉と萼にわけ、洗浄し、冷凍保存した。冷凍保存したサンプルは、その後、凍結乾燥し、乾燥した試料（約20枚）を100kNで加圧成型し、エネルギー分散型蛍光X線元素分析装置（EDX - 700HS, 島津製作所）により、真空条件で花卉中に含まれる元素の半定量分析をおこなった（印加電圧50kV, 積算時間450sec.）。試料形状を一定とすることが困難であるため、1地点に対して4回以上の測定を繰り返し、平均値を得た。半定量分析は、装置付属プログラムのFP法により、各元素のピーク強度（kV × cps/μA）に対して、予め設定された感度係数を掛け合わせるにより、半定量値を求めたものである。



a. 教育管理棟



b. 武蔵野植物園



c. 中央湿地

図2. 自然教育園内のソメイヨシノ. a. 写真左上（教育管理棟：2011年4月5日撮影），b. 写真右上（武蔵野植物園：2011年4月12日撮影），c. 写真下（中央湿地：2011年4月12日撮影）

また、東京都内のソメイヨシノの花弁の半定量分析データ（126 地点）を基に自然教育園内のソメイヨシノの特徴を検討した（図3）。このデータは、2010年3月27日～4月19日の期間に採取したソメイヨシノ76本124サンプルの花弁と、2011年4月3日～4月19日の期間に採取したソメイヨシノ57本63サンプルの花弁を、上記と同様の方法で測定し得られたものである。首都大学東京（南大沢キャンパス）では、開花期間中の元素組成の変化を見るために同じ樹木から毎日採取した。本数とサンプル数が合致しないのは、このように同じ樹木から複数の花弁を採取したためである。それらは平均して一つの樹木あたりのデータとした。また、本数の合計が133本であるのは、両年とも花弁の採取を実施した樹木が7本あったためであり、それらも平均した値を用いることにした。

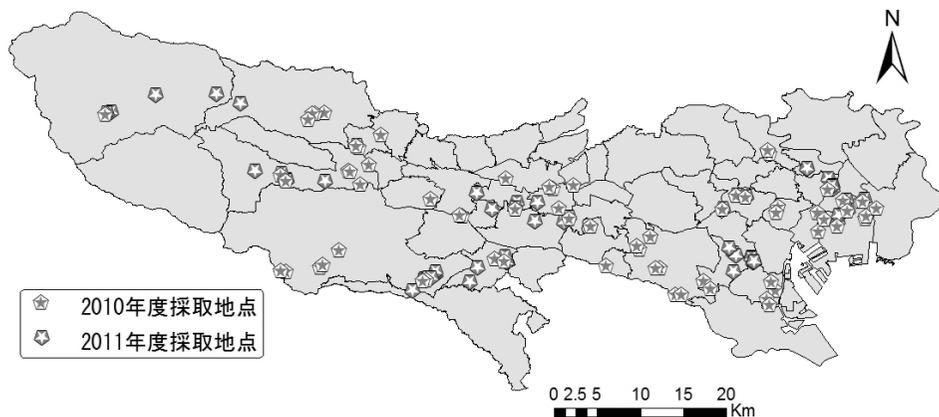


図3. 東京都におけるソメイヨシノの花弁の採取地点。（2010年に76本、2011年に57本の樹木から採取した。）

結果および考察

1. 花弁中に含まれる元素

EDXによるソメイヨシノの花弁に含まれる元素分析から、K, Ca, S, P, Si, Fe, Mn, Zn, Rbの9元素が検出された。教育管理棟入口のソメイヨシノにて枝ごとに採取、測定した結果を表1に、中央湿地、武蔵野植物園のソメイヨシノの測定結果を表2に示す。教育管理棟入口に植栽されたソメイヨシノの花弁の半定量値は、Kで70.3～71.7, Caで14.8～16.2, Sで5.1～5.7, Pで4.6～5.1, Siで2.0～2.3, Feで0.47～0.64, Mnで0.12～0.19, Znで0.058～0.068, Rbで0.034～0.047（単位はwt.％）となった。これらの数値は、含有量の半定量値であり組成比の比較は可能であるが、個々の元素の濃度ではないため、地点間で比較することはできない。さらに、首都大学東京（南大沢キャンパス）のソメイヨシノを対象に、開花期間中の花弁に含まれる元素組成の変化を調べた結果、開花日が進むにつれて組成に変化が見られ、とくにFe, Siについては開花期間中の変化が大きいことが示された（図4）。したがって、教育管理棟、中央湿地、武蔵野植物園のソメイヨシノに含まれるFe, Si, S, P, Mnなどの元素については顕著な差は認められないと判断される。ただし、Rbについては中央湿地が武蔵野植物園と教育管理棟に比べて低くなる傾向が認められた。

表 1. 採取部位別のソメイヨシノの花弁に含まれる元素の半定量値 (wt.%)

	採取した		K	Ca	S	P	Si	Fe	Mn	Zn	Rb	計
	高さ	枝の方角										
教育管理棟	5.5m	N	71.7	15.6	5.3	4.6	2.1	0.48	0.12	0.062	0.034	100.0
		SE	71.3	14.8	5.7	5.0	2.3	0.62	0.19	0.059	0.046	100.0
	1.5m	SW	71.2	16.2	5.1	4.8	2.0	0.47	0.14	0.058	0.034	100.0
		NW	70.3	16.2	5.4	5.1	2.0	0.64	0.16	0.068	0.043	100.0

表 2. 自然教育園内のソメイヨシノの花弁に含まれる元素の半定量値 (wt.%)

	K	Ca	S	P	Si	Fe	Mn	Zn	Rb	計
教育管理棟	71.1	15.7	5.4	4.9	2.1	0.55	0.15	0.062	0.039	100.0
武蔵野植物園	68.8	16.9	5.4	5.1	2.6	0.98	0.14	0.074	0.047	100.0
中央湿地	74.2	11.7	5.1	5.2	2.5	1.09	0.15	0.070	0.029	100.0

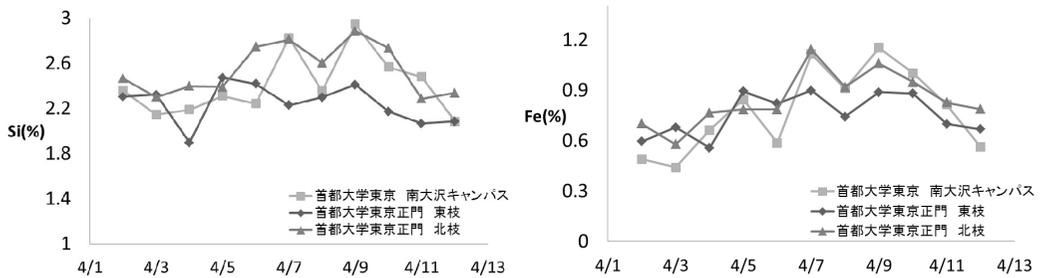


図 4. 開花期間中における花弁中に含まれる Fe, Si の半定量値 (wt.%) の変化.

2. 自然教育園のソメイヨシノの花弁の特徴

東京都内のソメイヨシノの花弁の元素データをもとに自然教育園内のソメイヨシノの特徴を記す。東京都内のソメイヨシノにおいても、自然教育園で確認された9元素 (K, Ca, S, P, Si, Fe, Mn, Zn, Rb) が検出された (黒沢ほか, 2009)。なお、ICP 発光分析法を用いて名古屋市内でソメイヨシノの花弁の元素含有量を調べた勝木ほか (1998) によれば、上記の S, Si 以外の元素を含めて 41 元素が花弁から検出されている。表 3 に東京都 126 地点で採取したソメイヨシノの花弁中の 9 元素の含有量の平均値、中央値、標準偏差および変動係数 (標準偏差 / 平均値 × 100) を示す。また、図 5 は、変動係数の最も低い K に対する Ca, Mn, Zn, Rb について 126 地点を各元素の組成比を値の小さい順に並び替えたものである。図 5 の中に自然教育園内のソメイヨシノの位置づけを示す。その結果、武蔵野植物園、中央湿地、教育管理棟の並びで順位を記すと、Ca/K は (102, 2, 81), Mn/K は (33, 29, 49), Zn/K は (103, 69, 61), Rb/K は (122, 88, 115) となった。Mn/K, Rb/K, Zn/K は、3 地点とも近い順位にあり、自然教育園という環境を特徴づける元素となった。Ca/K は中央湿地が離れる結果となった。ただし、Mn/K に関しては、多くの地点が近い値 (0.002) であることがわかった。それに対して、Rb/K は他の地点と比較しても高い値であり、自然教育園を特に特徴づける元素であった。中央湿地の Ca/K は自然教育園内でも低い値を示していたが、全データの中でも特に低い値を示していたことが明らかとなった。

表 3. 東京都内 (126 地点) のソメイヨシノの花弁に含まれる元素の半定量値 (wt.%)

	K	Ca	S	P	Si	Fe	Mn	Zn	Rb
平均値	70.6	15.4	5.4	5.2	2.3	0.78	0.19	0.066	0.024
中央値	70.6	15.4	5.4	5.2	2.3	0.74	0.17	0.065	0.020
標準偏差	1.9	1.8	0.5	0.5	0.2	0.29	0.08	0.011	0.011
変動係数(%)	2.6	11.6	8.5	8.8	10.1	37.4	42.5	17.3	47.8

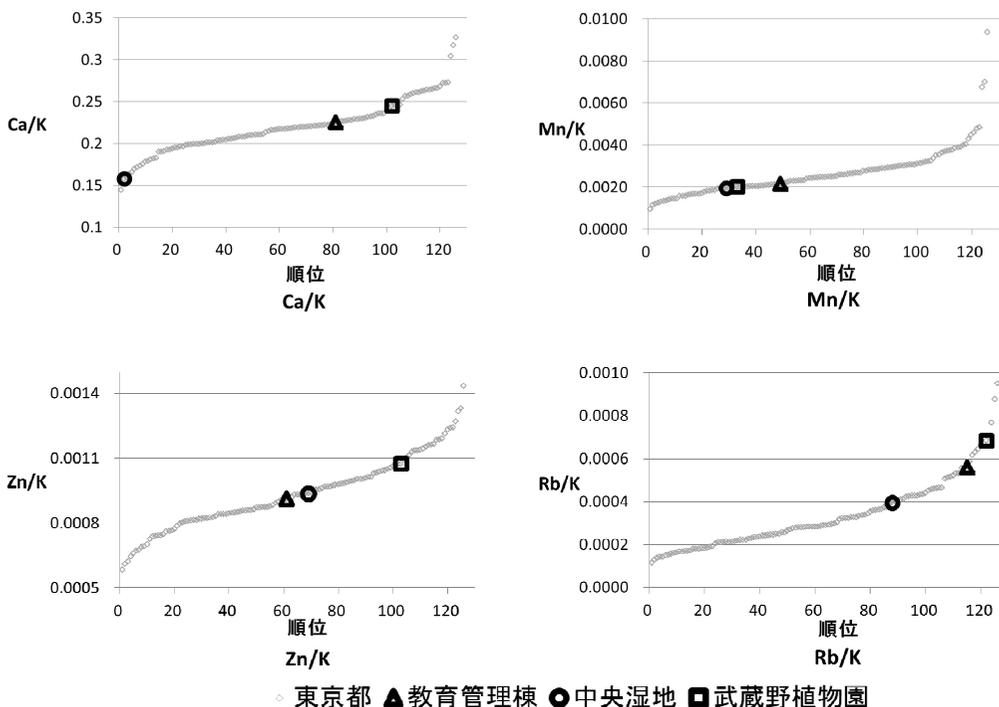


図 5. 東京都内のソメイヨシノの花弁 (126 地点) に含まれる金属元素の K 組成比とその順位.

3. 自然教育園と都心域のソメイヨシノとの比較

図 6 に自然教育園およびその周辺の金属元素 (K 組成比) の空間分布を示す。各図の凡例は、1 標準偏差ごとに 1 つ段階が上がるように色別に示し、あるレンジの中央に平均値がくるように設定した (図中の緑のレンジの中央値が平均値)。Zn/K について見ると、都心域の中心から北東部では、Zn/K は平均値以上の地点が多く、高い傾向を示したが、自然教育園内の中央湿地や教育管理棟は平均的な値であった。Mn/K について見ると、都心域は平均あたりの値が多く、自然教育園内のソメイヨシノも平均ほどの値となった。Rb/K については、東京都内の東西方向に延びる台地・丘陵地で比較的值が大きくなる傾向がみられ、都心域の多くの地点で平均以下の値を示す傾向にあった。自然教育園内のソメイヨシノの Rb/K は、平均以上を示した。以上のことから、自然教育園内のソメイヨシノの特徴として、Mn/K については、都心域と同調する傾向を見せたが、Zn/K は、都心域の中では他地点と比べて低く、Rb/K は都心域の中で高い傾向を示した。

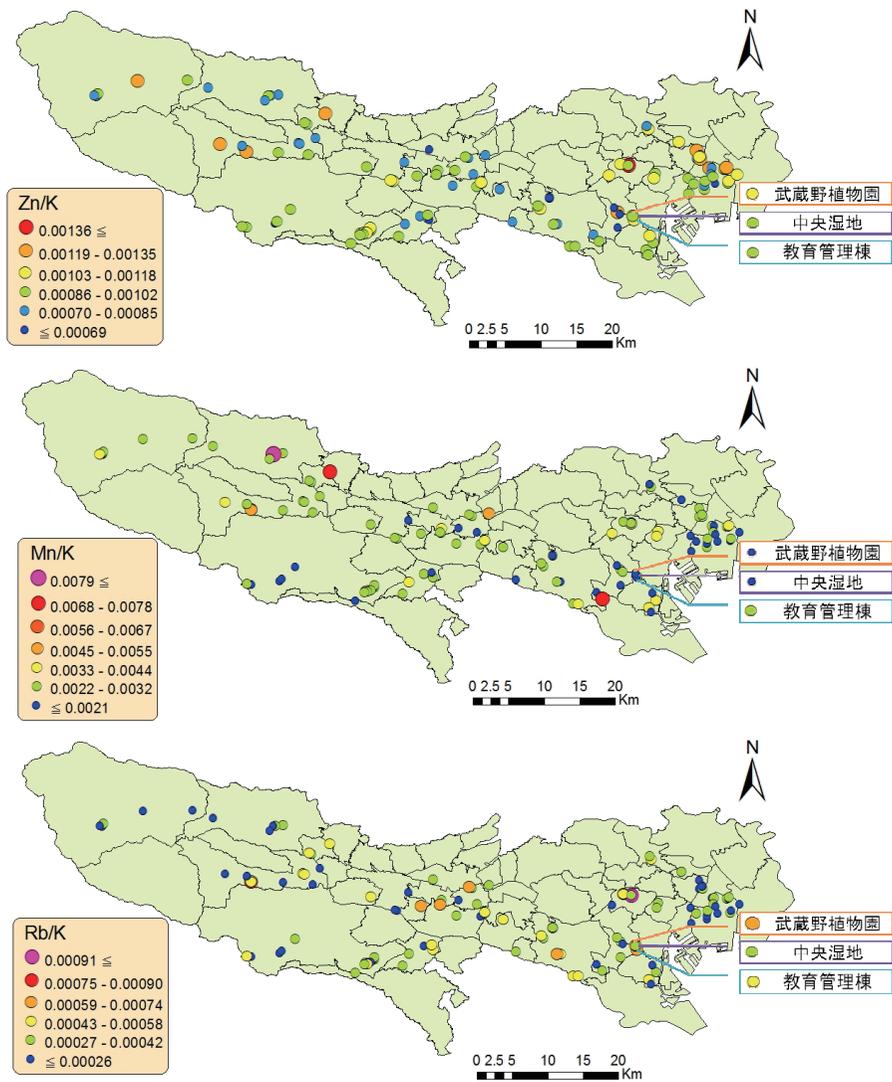


図6. 都心域におけるソメイヨシノの花弁に含まれるZn, Mn, RbのK組成比の分布。(緑が、東京都全域の平均値を含む凡例である。)

ま と め

今回のソメイヨシノの花弁の半定量分析から、自然教育園内の3本のソメイヨシノは、おおむね類似した元素組成をしていたことがわかった。特に、MnやZn, Rbは、自然教育園内で比較すれば似た傾向を示すが、東京都他の地点とは異なる特徴を示していることが明らかとなった。また、中央湿地で採取した花弁は、Ca/Kが低い傾向を示したが、これは東京都全域のソメイヨシノと比較しても低い値であった。また、自然教育園周辺の都心域のソメイヨシノと比べると、Mn/Kについては、都心域と同調する傾向を見せたが、Zn/Kは、都心域の中では他地点と比べて低く、Rb/Kは都心域

の中で高い傾向を示した。ソメイヨシノの花弁中の金属元素組成は、土壌中の金属元素組成や土壌 pH などの影響による金属の挙動が反映されていると考えられる。造成・客土や建物などの構造物の影響ばかりでなく、都市域ではソメイヨシノが植栽された土壌中に、周辺のアスファルトやタイヤの摩耗に伴う粉塵を起源とする Fe, Zn などの金属が添加される可能性もある。今後は、土壌性状の特徴と合わせて、自然教育園のソメイヨシノの花弁の特徴づけをおこない、豊かな自然が残る自然教育園の自然度についてさらに検討していきたい。

謝 辞

国立科学博物館附属自然教育園には調査の便宜を図っていただき感謝の意を表する。

引 用 文 献

- 勝木富美恵・保倉明子・岩畑大悟・生熊崇人・小栗佐知子・原口紘亮. 1998. 誘導結合プラズマ質量分析法及び誘導結合プラズマ発光分析法によるサクラ試料の多元素定量分析. 分析化学, 47(11): 835-844.
- 黒沢佑樹・坂上伸生・渡邊眞紀子. 2009. 都市土壌に生育するサクラ花弁の金属元素の特徴. 第4回日本櫻学会研究発表会要旨集, 19. 日本櫻学会, 東京.
- 岡崎正規・山根一郎・石田裕二・宮田千. 1981. 街路土壌アルカリ化と重金属汚染. 農業土木学会誌, 49(9): 13-17.
- 大貫直子・松本 聡. 1992. 街路樹のおかれている環境. 造園雑誌, 56: 39-44.
- 真田 勝. 1993. 街路樹・公園緑地の土壌の実態と保全. 北方林業, 45(11): 23-26.
- 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: 2-13.
- 辰巳修三. 1975. 緑地環境機能論. 274pp. 地球社, 東京.
- 東京都建設局. 2011. 緑化に関する調査報告書 その38. 81pp. 東京都建設局公園緑地部計画課, 東京.