

自然教育園内に存在する土塁の土質特性

村田智吉^{1,*}・川井伸郎²・遠藤拓洋³・矢野 亮³・田邊玲奈³・渡邊眞紀子⁴

¹国立研究開発法人国立環境研究所, ²株式会社クレアテラ, ³国立科学博物館附属自然教育園, ⁴東京都立大学

**Tomoyoshi Murata¹, Nobuo Kawai², Takumi Endo³, Makoto Yano³, Rena Tanabe³, Makiko Watanabe⁴:
Soil properties of the earthworks in the Institute for Nature Study. Miscellaneous Reports of the
Institute for Nature Study (53): 43–48, 2021.**

¹National Institute for Environmental Studies, ²Createrra Inc., ³The Institute for Nature Study, ⁴Tokyo Metropolitan University

はじめに

自然教育園には複数の土塁が現存し、中世の居館との関連が示唆されるものから明治期の軍火薬庫との関連があるものなど、様々な歴史を包含している。現在多くの土塁上には多種多様な植物が生存し、貴重な二次的自然の構成要素として保全されている（鶴田・坂元 1978, 桜井 1981, 加瀬 1994）。

また、園内北側を取り囲む外周土塁の一部は、園中央部に位置する谷戸状の谷部を堰き止めるように築造されている。比高差および斜面傾斜角が大きく、且つ、豪雨や排水等の影響を受けやすいため、一部が崩落を繰り返しており、周辺の樹木等に対して影響を与え始めていることが指摘されている（田代ら 2020）。近年、突発的に発生する豪雨等は、土塁の侵食、さらにはそれにとまなう土塁の形状や土質の変化をもたらす可能性がある。周辺樹木等の倒木の可能性も懸念されていることから、土塁の土質構造（平山ら 1978, 岡本 1984, 川井ら 2013）および土塁の現状（田代ら 2020, 長田ら 2021）については詳細に把握する必要がある。

土塁の構造調査については、北側外周土塁の一部を調査した岡本（1984）の報告があるものの、自然教育園内に存在する他の多数の土塁については、未だ詳細が理解されていない。土塁形状に関する詳細調査はすでに田代ら（2020）、長田ら（2021）によって開始されたところであるが、土塁の土質に関する詳細調査についても令和2年度から3年間の計画で開始した。ここに初年度の調

査結果について報告を行う。

土塁の分布と土壌調査地点の概要

調査地点は過去の土壌調査事例等に基づき（平山ら 1978, 岡本 1984, 浜田ら 1990, 魚井ら 2012, 川井ら 2013）、利用履歴や築造の時期、目的などが推定されている土塁を中心に本年度は3か所（北側外周土塁、館跡土塁、火薬庫跡土塁）を選定した。これらはすでに田代ら（2020）、長田ら（2021）によって、土塁斜面の傾斜角度の大きい箇所として報告がなされている地点から選定した。加えて、対照地として自然地形を残していると推定される台地部の平坦面から1か所を選定した（図1）。

土壌調査方法

各地点の頂部においてルートオーガー（半割パイプ形の採取器具、外径φ3cm、内径φ2.5cm）を用いて深度別に土壌の採取を行い、土塁の築造に用いられた土質材料や堆積状態などを調査した（写真1, 2）。下層の土質が土塁の強度に重要であると考えたため、本採取器具で採取可能な深さ2.8mまでを調査深度とした。

採取試料は、現地において土色の違いや層界などをもとに深さごとに切断、回収し、それぞれ今後の分析のためにビニール袋に入れて実験室内に持ち帰った。

*E-mail: tmurata@nies.go.jp

なお、土塁の掘削調査については、文化庁および東京 のもと実施した。
都港区教育委員会の許可を得て、同教育委員会の立会い

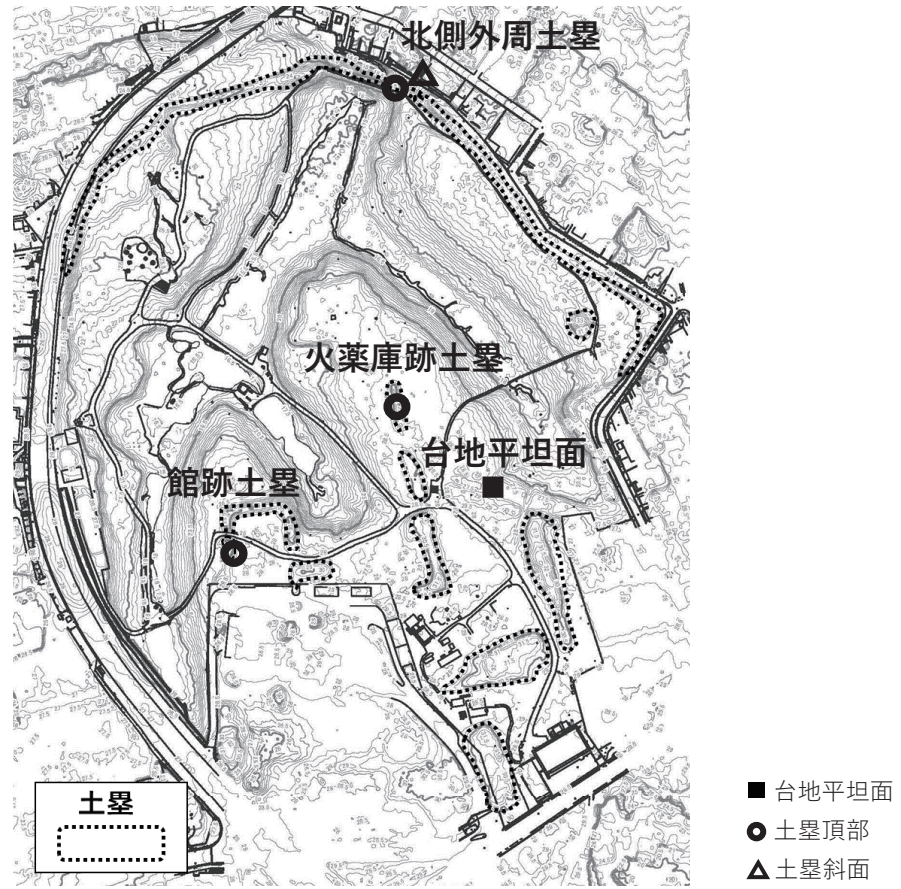


図1. 土質調査地点.



写真1. 館跡周辺に築造された土塁（土塁高はおよそ3m）.



写真2. ルートオーガーによる土壌試料掘削工程.

土塁を構成する土壌の土質特性

採取した土壌試料について標準土色帖をもとに土色を判定した結果を柱状図として示した(図2)。土色は、土壌に混入する有機物の含有量とその形態(黒色味)、鉄の含有量とその風化程度(黄色味や赤色味)に影響を受けながら変化するものと考えられる。また、自然教育園内に分布する土壌は、すべて火山灰を起源とする黒ボク土と考えられる。

1. 台地平坦面

概ね自然の堆積状態を維持していると考えられる台地平坦面を今回の基準断面とした。まず表層から深さ45cmまでは黒色味が非常に強く(7.5YR2/2~2/3)、有機物含有量が高いと思われる土壌が堆積していた。その

直下の深さ45cm~55cmまでは黒色味がやや弱くなり、上下の層位との漸移的な層と思われる暗褐色(7.5YR3/4)な土色を呈していた。さらにその下層の深さ120cmまでは、有機物含有量の少ない褐色の土層(7.5YR4/4)が厚く堆積していた。深さ120cm~150cmまでの間には、褐色(7.5YR4/4)の土塊が混じる暗褐色(7.5YR3/4)な層が存在した。断定はできないが、おそらくこの層位は過去に表層環境下にあった頃、植物の旺盛な繁茂が多量の有機物を土壌に還元した結果生成したものと思われる(こういう層位を埋没腐植層という)。深さ150cmから270cmまでは、有機物含有量の少ない褐色の土層(7.5YR4/4)が厚く堆積していた。

黒色味の強い層位の厚さについて、武蔵野台地表面上に立地する明治神宮の事例と比較してみたい。金子ら(1991)の報告では、黒ないし黒褐(7.5YR2/1~2/2)の

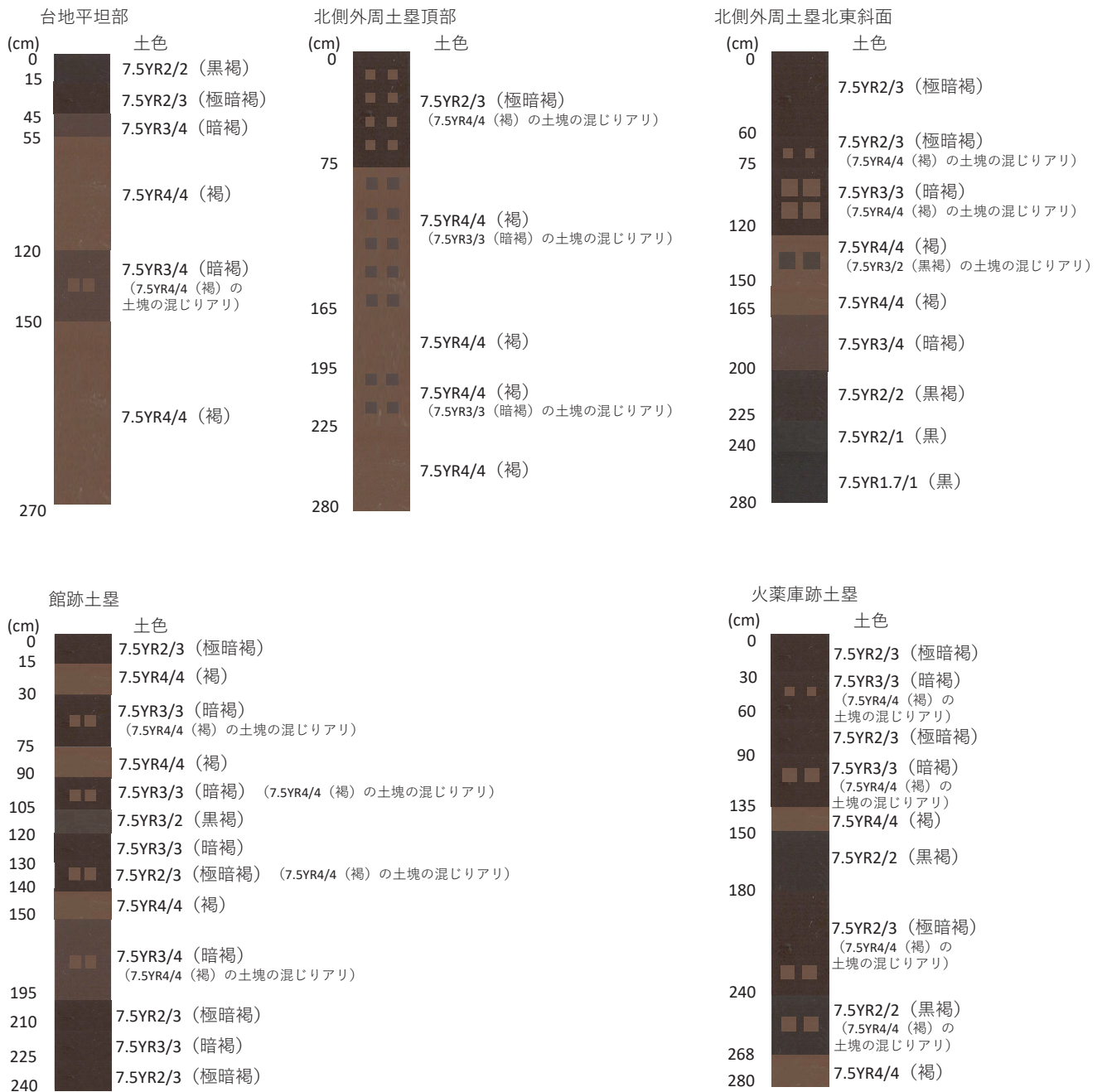


図2. 各調査地点における土色の柱状図.

層位が表層約80cm, 極暗褐(7.5YR2/3)な層位がその直下に約40cm, 計深さ120cmまで堆積しており, 自然教育園台地上の45cmよりもはるかに厚い(川井ら2013に柱状図掲載)。このことから, 自然教育園内の黒土層は過去の土地利用によっていくらか剝削を受けている可能性が考えられる。

要約すると, 台地平坦面では表層45cm程度には黒色味のある腐植層が存在し, それ以深では褐色のローム層が約300cm深まで厚く堆積していた。但し, 深さ120cm~150cmあたりには, 過去の植生の繁茂に起因

すると考えられる暗褐色の埋没腐植層が存在した。また, 現表層部分は過去の土地利用により, かなり剝削を受けている可能性も考えられた。

2. 北側外周土壘

北側外周土壘は比高差が大きく(8m程度), ルートオーガーによる土壌採取法では深層の情報が得難いと考えたため, 頂部に加え, 斜面上でも調査を実施した。調査地点は, 谷の堰き止め部ではなく, やや東側にずれた土壘頂部および頂部より1m程度低い北東斜面上で行った。

土塁頂部では、有機物含量の高い極暗褐色層位(7.5YR2/3)が深さ75cmまで認められたが、台地平坦面とは異なり、その後深さ280cmまでほぼ全層において、褐色のローム層(7.5YR4/4)に暗褐色土壌(7.5YR3/3)が混ざる様相で堆積していた。一方、斜面上では、深さ60cmまで極暗褐色層位(7.5YR2/3)が堆積し、その後は深さ150cmに至るまで、極暗褐色～暗褐色層位が徐々に褐色(7.5YR4/4)のローム層に遷移する漸移層の様相を呈していた。その後、深さ200cmから280cmまでは、再度黒色味の非常に強い層位(7.5YR1.7/1～2/2)が厚く堆積していた。これほどの黒色味の強い土壌は、自然教育園内の現表層からはあまり見られない。今後の調査で明らかにしていきたいところだが、この下層から現われた黒色味の強い土壌は、盛土で埋没した本来の台地表層部に相当するのかもしれない。つまり、この層位の直上に堆積していた褐色ローム層までが盛土材料と思われる。

岡本(1984)の報告によると、北側外周土塁の園内部分の地形的に最も低い谷の堰き止め部を調査したところ、基底部には褐色のローム層とその直上に旧地表と思われる層位が堆積していることを確認している。そして、このローム層を掘り込んで排水用の木製暗渠が布設されていた。つまり、河川を堰き止めた土塁ではなく、あくまで台地面の低位な箇所、もしくは斜面を盛土で覆土して構築した土塁と考えられる。しかし、外周土塁全体を見渡して深部のどこまでが盛土で覆土されているかを地形のみから判別することは難しい。今後さらに深部の土質について調査を積み重ねていきたい。

3. 館跡土塁

館跡土塁は北側外周土塁に比べると比高差が小さく2～3m程度とみられ、また、田代ら(2020)、長田ら(2021)の報告より、その形状はかなり急傾斜をなしており、また崩壊が進んでいることが認められている。本土塁も北側外周土塁同様に、かつての表層付近にあった黒色味の強い土壌が多く用いられていた。しかし、北側外周土塁と異なり、深さ方向に頻繁に土色に変化していた。また、層厚10cm～15cmの褐色(7.5YR4/4)のローム層が、何層か狭在していた。このような層位構成を持つ意味は不明だが、黒土層のみを積み上げただけでは強度に難があるため、褐色のローム層を基盤補強のために狭在させた可能性も考えられる。黒土層は有機物含有量が高く、物理的に団粒を形成しやすいことから、空隙率の多い土層となりやすい。一方、褐色のローム層は、粘土含有量が高く緻密な構造を作りやすいため、基盤の安定化に有

利な土質と考えられる。

4. 火薬庫跡土塁

火薬庫跡土塁の比高差は館跡土塁と類似して、2～3m程度とみられる。田代ら(2020)、長田ら(2021)が報告している通り、本土塁の斜面は急傾斜をなしているものの、館跡土塁と異なり、四方が比較的直線的なきれいな形状を保持している。また、他の土塁よりも全体的に黒色味が強い土層が多く、表土付近にあった土壌が大半の起源と考えられる。褐色ローム層は135cm～150cmと下端部の268cm～280cmにわずかに観察されたが、土塁の強度を補うような構造ではなかった。

5. まとめ

以上、台地平坦面が自然堆積状態を表していると考えれば、教育園一帯の土壌堆積状態は黒土層が表層から50cm程度、そしてその直下には厚い褐色のローム層が堆積していることが確認された。一方、北側外周土塁では、表層60～75cmには極暗褐色～暗褐色黒土層の下に黒土混じりの褐色ローム層が深さ165～200cmあたりまで厚く盛土されていた。そして盛土の基底部は本来の台地部に相当するのではないかと予想された。また、館跡土塁、火薬庫跡土塁では盛土された層位全体が黒色味の強い土壌を主体としていたことから、自然教育園内外の周辺に分布していたであろう表層土を集めて築造したのではないかと想像されるが、外周土塁と異なり、なぜ黒土主体の土質材料で築造したのかは定かではない。

今後の計画と展望

今後は、地形解析班の詳細な調査結果をふまえながら、自然教育園内に存在する概ねすべての土塁について、鉛直方向の土質調査を進めていく。また、採取した各土壌試料についての化学分析(有機物含量、有機物の形態分析、砂画分の鉱物組成等)も行い、各地点、各層位の土壌の起源や土質の詳細についても考察を進めていく。

謝 辞

自然教育園、文化庁および東京都港区教育委員会の関係者の皆様には、本調査に対しご協力とご配慮をいただき心より感謝申し上げます。

引用文献

- 浜田龍之介・田中治夫・村田智吉・坂上寛一. 1990. 自然教育園内のハイドロカタナの土壌 (1) —水分条件と断面形態. 自然教育園報告, 21: 87-96.
- 平山良治・山崎美津子・坂上寛一・浜田竜之介. 1978. 自然教育園の土壌図. 自然教育園報告, 8: 39-59.
- 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: 92-98.
- 加瀬文雄. 1994. 白金館址と柳下氏. 港区立郷土博物館研究紀要, 3: 1-17.
- 川井伸郎・村田智吉・田中治夫. 2013. 自然教育園における歴史的な人為からの土壌の再生. 自然教育園報告, 44: 25-36.
- 川井伸郎・村田智吉・渡邊眞紀子・田中治夫. 2016. 自然教育園における土壌有機物の炭素安定同位体比とメラニックインデックスからみる人為改変の歴史. 自然教育園報告, 47: 53-60.
- 長田強志・田代崇・村田智吉・遠藤拓洋・渡邊眞紀子. 2021. 自然教育園内の土塁斜面にみられる地形変化の解析. 自然教育園報告, 34: 49-54.
- 岡本東三. 1984. 自然教育園 (旧白金御料地) 外周土塁の調査. 自然教育園報告, 15: 33-42.
- 桜井信夫. 1981. 『自然教育園』. 東京都公園協会監修東京公園文庫, 郷学舎, 22, p88.
- 田代 崇・長田強志・村田智吉・遠藤拓洋・矢野 亮・渡邊眞紀子. 2020. 自然教育園内における土塁の地形的特性. 自然教育園報告, 33: 7-12.
- 鶴田総一郎・坂元正典. 1978. 自然教育園沿革史. 自然教育園報告, 8: 1-19.
- 魚江夏子・渡邊眞紀子・村田智吉. 2012. 自然教育園における鉛直方向の土壌硬度と土地利用履歴との関係. 自然教育園報告, 43: 37-45.