

速報

街路樹の根返り抵抗力の推定について*1

黒川 潮*2・鈴木 覚*3・北村兼三*2・壁谷直記*2

黒川 潮・鈴木 覚・北村兼三・壁谷直記：街路樹の根返り抵抗力の推定について 九州森林研究 69：139－140，2016 街路樹は都市の景観や微気象環境の改善に好ましい存在であるが、台風や竜巻等の強風を受けて転倒した際は交通を阻害するなど悪影響を与える。街路樹が強風によって樹木が動揺する際の根返りに対する抵抗力は林地に生えている通常の樹木と異なることが考えられる。本研究では、街路樹として用いられる樹種について、根返り抵抗力の検討を行った。根返り抵抗力の計算に当たっては樹種ごとの根の分布と引き抜き抵抗力を使用した。街路樹については、植樹柵により根の伸張範囲が制限されるため、その範囲内における根の本数および直径について文献で調査した。また引き抜き抵抗力は既往の成果を用いた。街路樹で用いられる4樹種について抵抗モーメントの推定を行い、植樹柵がない場合と比べどの程度根返り抵抗力が低下しているか検討した結果、植樹柵の中のみ根を張る場合は値が60～80％程度に低下すること、歩道下には自由に伸ばし、道路下には入らない場合は、植樹柵の中のみ根を張る場合と比べ値の低下は少ないことが明らかとなった。

キーワード：根返り抵抗力、モーメント、樹木根系、街路樹

I. はじめに

竜巻は局所的に猛烈な突風をもたらし、森林や建物に多大な被害を与える。著者らは、樹木被害状況から簡便に竜巻強度を推定する手法の開発に取り組んでおり、被害発生風速と相関する樹木属性を探索し、被害樹木の属性から竜巻強度を評定できる、簡便に利用可能な手法を検討している。この中で、樹種の違いによる直根の有無、根鉢の広がりや深さなど根系の形状に応じた値が得られるよう、根返り抵抗モーメント推定手法の開発を行っている。竜巻は都市でも発生していることから、本研究では特に通常の根系分布状態とは異なることが想定される街路樹に着目した。街路樹は都市の景観や微気象環境の改善に好ましい存在であるが、台風や竜巻等の強風を受けて転倒した際は交通を阻害するなど悪影響を与える。街路樹は根系の成長が阻害される状況で植樹されることが多く（写真－1）、強風によって樹木が動揺する際の根返



写真－1. 街路樹

りに対する抵抗力は林地に生えている通常の樹木と異なることが考えられる。そのため、街路樹の根返り抵抗モーメントが根系の成長が妨げられない通常の場合と比較してどの程度の強度となるか検討を行った。

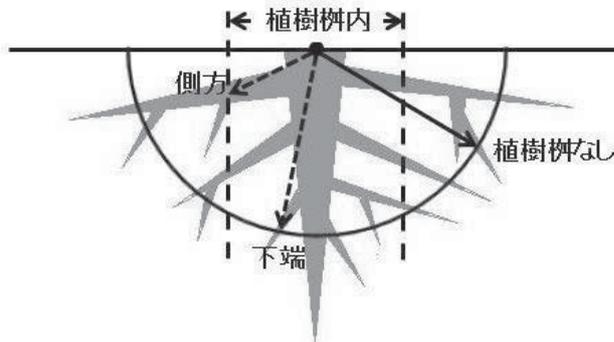
II. 根返り抵抗モーメント算出方法

根返り抵抗モーメントは以下の手順で算出される。1つの根株から根返り抵抗モーメント計算に必要な根がn本伸びているとき、それぞれの根における根返り抵抗モーメント M_i は(1)式で算出される。

$$M_i = P_i \times d_i \quad (i = 1 \sim n) \quad (1)$$

ここで、 P_i ：根の引き抜き抵抗力、 d_i ：根株中心から根返り抵抗モーメントを計算する位置までの距離、である。

P_i は、根の直径と相関関係があることがわかっており（阿部、1997）、それぞれの根の直径を D_i とすると、以下の式で表される。



図－1. 根返り抵抗モーメント計算位置
(実線：植樹柵なし、点線：植樹柵内)

*1 Kurokawa, U., Suzuki, S., Kitamura, K. and Kabeya, N.: Estimated method of the resistance force of root wedging for tree uprooting in a street tree.

*2 森林総合研究所九州支所 Kyushu Res. Ctr., For. & Forest Prod. Res. Inst., Kumamoto 860-0862, Japan.

*3 森林総合研究所 For. & Forest Prod. Res. Inst., Ibaraki 305-8687, Japan.

$$P_i = aD_i^b \quad (a, b: \text{係数}) \quad (2)$$

d_i は、植樹樹のない通常の場合においては根株中心から図-1の実線までの距離となるが、植樹樹を設置した場合、根系の成長が妨げられることにより、せん断距離は側方において根株中心から点線の位置までとなり、下端においては植樹樹を示した点線内において、実線で示した位置までの距離となる。

以上より、樹木の根株における根返り抵抗モーメント M は M_i の合力として算出され、(3)式の通りとなる。

$$M = \sum M_i \quad (i=1 \sim n) \quad (3)$$

Ⅲ. 結果と考察

根返り抵抗モーメントの検討に当たっては、街路樹として用いられているハナミズキ、シラカシ、ケヤキ、ソメイヨシノといった4つの樹種を対象とした。それぞれの樹種における P_i (kN) は北原 (2010) の結果に基づき以下の通りとした。

$$\text{ハナミズキ} : P_i(\text{kN}) = 25.3 D_i^{1.54} \quad (4)$$

$$\text{シラカシ} : P_i(\text{kN}) = 28.4 D_i^{1.56} \quad (5)$$

$$\text{ケヤキ} : P_i(\text{kN}) = 34.3 D_i^{1.87} \quad (6)$$

$$\text{ソメイヨシノ} : P_i(\text{kN}) = 20.4 D_i^{1.51} \quad (7)$$

このうち、シラカシとソメイヨシノに関しては既往の文献において P_i と D_i に関する(2)式の係数 a , b の値が示されていなかったため、シラカシに関しては同じブナ科コナラ属のコナラ、ソメイヨシノに関しては同じバラ科サクラ属のウワミズザクラの値を使用した。

植樹樹の寸法に関しては、江戸川区 (2009) の植栽基準によると、街路樹 (高木) の植樹幅員は原則として 0.76 m 以上となるよう求めている。また深さに関しては植栽土壌として 800 mm の客土を行うこととしている。そのため本研究で検討対象とする植樹樹は 76 cm 四方で深さ 80 cm とした。

各樹種における根系分布に関しては苜住 (2010) の結果を基に、植樹樹のない場合は根株中心からの距離が 80 cm の位置、植樹樹がある場合は前述の寸法の位置にある根の本数を数え、それぞれの根の直径を推定した。そのため本研究で計算した根返り抵抗モーメントについては二次元で検討した値となる。

各樹種について算出した根返り抵抗モーメント (kN・m) の計算結果を表-1に示す。植樹樹内の値に関しては根系の成長が植樹樹内のみに制限される場合と、道路の下方方向に伸びる根だけが制限され、それ以外は自由に成長する場合の2通りあるため、前

者を植樹樹内、後者を片側のみとした。植樹樹がない場合の計算結果を比較すると、ケヤキが他の樹種と比べて約4倍の値となっている。これはケヤキの引き抜き抵抗力が他の樹種と比べて大きな値となっており、根の直径も太かったためと考えられる。各樹種における植樹樹内での計算結果は、植樹樹がない場合と比較して値が約6~8割に低下しており、風倒の危険性が高いと推定される。一方で、片側みの場合は値の低下は少なくなっており、根系成長の自由度が増す分根返り抵抗モーメントが増加しているものと考えられる。

さらに根系の形態と分布に着目すると、水平根型かつ浅根型であるハナミズキ、シラカシの根返り抵抗モーメントは、斜出根・垂下根型かつ中間型のシラカシ、ソメイヨシノと比較して植樹樹内での値が大きく低下している事がわかる。このため、水平根型かつ浅根型の樹種については、植樹樹内に植栽することで根返り抵抗モーメントが他の根系の形態・分布を持つ樹種と比べ値の低下が大きくなるものと推定される。

Ⅳ. おわりに

実際の植樹樹内の根系分布については、本研究で参考とした資料と比較して、成長にあたり制限を受けるため状態が異なっていると想定される。今後、現実データの蓄積により、街路樹の根系分布及び現場試験による根返り抵抗力の測定を行い、手法の精度を検証する予定である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 26450219 の助成を受けたものです。ここに記して謝意を表します。

引用文献

阿部和時 (1997) 森林総研研報 373 : 105 - 181.
 江戸川区 (2009) 新しい街路樹デザイン, 81 pp, 江戸川区, 東京.
 苜住昇 (2010) 最新樹木根系図説 各論, 1101 pp, 誠文堂新光社, 東京.
 北原曜 (2010) 水利科学 311 : 11 - 37.
 (2015年11月2日受付; 2015年12月7日受理)

表-1. 根返り抵抗モーメント計算結果 (単位: kN・m) と根系の形態・分布 (根系の形態, 垂直分布, 水平分布については苜住 (2010) を参照)

樹種	植樹樹なし	植樹樹内	片側のみ	根系の形態	垂直分布	水平分布
ハナミズキ	1.23	0.72 (58%)	1.02 (83%)	中・大径の 水平根型	浅根型	分散型
シラカシ	1.24	0.83 (67%)	0.92 (74%)	小・中径の 斜出根・垂下根型	中間型	集中型
ケヤキ	4.82	2.93 (61%)	4.40 (91%)	小・中径の 水平根型	浅根型	分散型
ソメイヨシノ	1.33	1.12 (84%)	1.30 (98%)	中・大径の 垂下根・斜出根型	中間型	中間型