
2. 発表論文等

この章に掲載した論文等は各団体から転載の許可を得て掲載しております。

なお、著作権は各団体に帰属するため、転載を禁じます。

2.1 論文・技術報告等

- 1) 緑地が有する雨水貯留浸透機能の評価方法に関する調査研究37
- 2) 島根県三瓶山麓の火入れ草原におけるヤマナラシの萌芽による更新特性41

緑地が有する雨水貯留浸透機能の評価方法に関する調査研究

金 甫炫*¹⁾・大石智弘²⁾

- 1) 国土交通省 国土技術政策総合研究所
2) 内閣府 沖縄総合事務局 開発建設部

摘要: グリーンインフラ (GI) は、インフラとしての効果が定量的に示されることによって一層の活用が期待され、このことは緑地を導入する場合も同様である。本研究は、緑地が有する雨水貯留浸透機能の評価について、既存研究等の文献調査を行い、評価の考え方を整理した上で、都市緑地の評価に適した方法と浸透能の設定方法等について検討を行った。その結果、地表面貯留、浸透等の評価ができる降雨損失モデルと浸透量を有効降雨から差し引く方法、実測によって土地被覆毎の最終浸透能を補足する方法等が緑地の評価に適していると考えられた。

キーワード: グリーンインフラ, 公園, 緑地, 雨水貯留浸透, 最終浸透能

1. はじめに

国土強靱化年次計画 2020¹⁰⁾では、氾濫を防ぐための対策として「しみこませる」、「ためる」ことをグリーンインフラ (以後 GI) 関係施策と併せて推進することとしている。令和 3 年 5 月 10 日に公布された特定都市河川浸水被害対策法等の一部を改正する法律²⁰⁾でも、雨水の貯留浸透機能を有する都市部の緑地の保全は、氾濫をできるだけ防ぐための対策の一つとされている等、GI や緑地が有する雨水貯留浸透機能は、流域治水などの防災減災において、期待が高まっている。

緑地が有する雨水貯留浸透機能に関する研究は、森林や農地等においては、研究が進んでいる。例えば、森林や他の地被を持つ場所における地表流下や浸透の態様究明と個別の地被を持つ浸透能を具体的に明らかにするための実験¹⁵⁾や林地と畑地で冠水型試験機を用いて最終浸透能を測定し、圃場整備に伴う水田浸透量の変化を分析した研究¹³⁾、土地利用や水田の耕作状態が異なる複数の小流域での水文観測に基づき、中山間水田の耕作放棄が流出特性に及ぼす影響を評価した研究²³⁾などがある。

都市部の緑地においては、多様な形態を有する都立公園の表層土壌の浸透特性を把握するために芝地、落葉樹林地、常緑樹林地といった形態別の現場浸透実験を実施した研究⁶⁾や区立公園を対象に水文観測を行い、雨水涵養に係る機能を把握

することによって、緑地の質としての種組成の差異が雨水涵養機能に与える影響を明らかにした研究²²⁾などがある。一方、都市部の緑地を対象とした研究は少なく、より多様な場所でデータを蓄積すること等が課題とされている。

雨水の流出抑制等に関わる緑地の機能について、高見は¹⁷⁾「降水の一部は植生によって遮断され、植生の蒸散によって空中へ、反面、地表を覆っている植生により、地表からの蒸発が抑制される。また、植生の生育によって土壌の浸透を増加させ、流出を緩和させる」と説明しており、緑地は、遮断、蒸散、蒸発抑制、浸透等、流出抑制に資する多様な機能を有している。本研究では、緑地が有する貯留浸透機能に着目し、文献調査から、評価の考え方や方法等について検討を行った。

2. 緑地が有する貯留浸透機能評価の考え方

緑地の貯留浸透機能を評価するためには、同様の機能を有する既存の貯留浸透施設等の計画や解析手法で緑地がどのような位置付けになっているか、どのように評価されているかを把握する必要がある。

貯留浸透施設の計画において、緑地や公園は、広場、緑地、池等を利用して雨水を貯留する地表面貯留施設²¹⁾として位置付けられることが多く、浸透施設として位置付けている事例は、ほとんど見られない。

河川や下水道計画に多く利用されている流出解析は、降雨の流出現象を明確にし、予測するためのものであり、有効降雨を流出係数により算出する方法や道路や公園等の土地利用状況に応じた凹地貯留や浸透による損失を表現する降雨損失モデル等を適用している。

雨水排水計画においては、流出係数を用いて緑地の浸透機

表-1 工種別基礎流出係数の標準値

工種別	流出係数	工種別	流出係数
屋根	0.85~0.95	間地	0.10~0.30
道路	0.80~0.90	芝樹木の多い公園	0.05~0.25
その他不透面	0.75~0.85	勾配の緩い山地	0.20~0.40
水面	1.00	勾配の急な山地	0.40~0.60

* 連絡先著者 (Corresponding author) : 〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地 E-mail : kim-b92tb@milit.go.jp

能を評価している。河川砂防技術基準⁹⁾によると下水道計画では原則として、表-1の工種別基礎流出係数及び工種構成から総括流出係数を求めることとし、中小河川計画の手引き(案)⁴⁾では、標準値を示し土地利用ごとの流出係数を用いて、当該河川の土地利用面積で加重平均し、流域平均の流出係数を設定している。

降雨損失モデル¹²⁾は、地表面貯留、浸透、蒸発散等による降雨の損失をモデル化し、降雨量から地表面に流出する、有効降雨を算定することができるため、緑地の多様な機能の評価への活用も期待できる。

このような手法について、計画規模を超える局地的な大雨に対する新たな雨水管理計画策定に係る調査検討会⁷⁾では、「都市化の進展に伴い、現時点の土地利用状況が計画策定時の想定と異なることから、計画策定時の流出係数により設定した管渠断面の能力が不足している場合があるとの課題があり、ストックを活用した浸水対策を実施するためには、土地利用状況や雨水の地表面流出のメカニズム等を精緻に反映した降雨損失モデルを活用し、再現性の高い評価を実施することが望まれる」と施設計画の見直しの考え方を示している。

しかし、降雨損失モデル等による検討は、一般的な手法ではあるが、解析に必要な水文・気象情報、水理地質特性や土地利用状況等のデータが十分に蓄積されているケースが少なく、データの整備や解析モデルの構築には時間とコストを要する⁸⁾ため、簡便な評価方法も活用されている。

その一つが雨水浸透効果の概算方法(簡便法)⁸⁾である。この方法は、対象降雨に対し流出係数を考慮した、有効降雨ハイエトグラフを作成し、浸透によるベースカット分をピーク雨量や、有効降雨の総雨量の低減効果として流出抑制効果を評価する方法である。そして、緑地の情報を取り入れることで、緑地の保全や創出による効果も評価することができる。その他、施設整備後のピーク流出量の目標値が決まっている場合は、浸透施設の必要量を評価する方法¹¹⁾等もあるが、緑地の場合、整備前後の目標値が定められていないため、上記簡便法のように降雨損失のパラメータに組み込みやすい雨水浸透量を有効降雨から差し引く方法が緑地の評価に適した方法の一つであると考えられる。

3. 緑地への雨水浸透量を算出する方法

雨水浸透量を有効降雨から差し引く方法等、流出解析に緑地による浸透量を取り入れる際には、土地被覆毎の最終浸透能が求められる。

3.1 土地被覆毎最終浸透能の設定

土地被覆毎の最終浸透能は、既存の調査研究等で示している文献値を利用する方法や現地でも実測した結果を利用する方法等によって設定することができる。

文献値を利用する方法は、表-2のような各文献での調査結果を参考値として利用することができるが、各文献での詳しい調査方法や現地の状況等を確認した上で、調査条件が類似

した結果を参考とすることが望ましく、表-3のような実測した結果に影響を及ぼす要因も確認する必要がある。

現地でも実測する方法は、文献値と現地の条件が異なる時や文献で整理されていない土地被覆の浸透能を実測して設定する方法であるが、様々な計測手法があるため、緑地での調査に適した手法を選択することが望ましい。

表-2 文献値から最終浸透能を抽出整理した例(単位:mm/h)

土地被覆分類	実測方法	平均値	中央値	幅
落葉	散水 ²²⁾	223	223	215~230
広葉樹林	冠水 ^{14,24)}	812	736	60~1,900
常緑	散水 ²²⁾	144	144	144
広葉樹林	冠水 ¹⁶⁾	186	94	50~400
針葉	散水 ^{5,25)}	255	253	39~467
樹林	冠水 ^{1,24)}	354	310	307~422

表-3 実測結果に影響を及ぼすと考えられる要因

要因	内容	
樹林地における大きな雨滴	樹林地では、樹冠を通過した大きな雨滴の衝撃で形成される土壌クラストの影響により、最終浸透能が低下する。通常の散水型透水試験の場合、大きな雨滴が生じないために最終浸透能が実態より過大評価になる可能性がある ⁹⁾ 。	
表層の状態	<p>下層植生 リター (地面に堆積した葉、枝等)</p> <p>踏み固め 等人為的 表層条件 の変化</p>	<p>地表の下層植生、リターが乏しい樹林地では、雨滴衝撃による最終浸透能低下の影響が大きい。林内の大きな雨滴を再現した実験で、地表が裸地化したヒノキ林では最大最終浸透能が 39 mm/h まで低下する結果が得られている⁹⁾。</p> <p>運動場、間地、盛土・造成地の場合、実験ケースによって最大最終浸透能が 0 mm/h となる結果も得られている。踏み固め等の人為的な表層条件の変化によって、最大最終浸透能が大きく低下する可能性がある^{2,3,14)}。</p>
土質	表層地質の孔隙率が高いほど浸透能が大きくなる傾向がある。 同じ土地被覆条件でも、粒形の大きいローム層や砂礫層では浸透能が大きくなる傾向がある一方で、沖積低地や人工改変地等では、浸透能が小さくなる傾向がある ²⁾ 。	
表層下の条件	<p>地形</p> <p>地下水位</p>	<p>同じ土地被覆条件でも、地形条件が低地・台地の場合には丘陵地の場合より最終浸透能が小さくなる傾向にある。 低平地では地盤高が地下水面の高さに近い場合が多いことが、最終浸透能の小ささに影響している可能性がある²⁾。</p> <p>地下水位の高い土地は、浸透能力が減少する。浸透能力への影響度合いは、地下水位と浸透施設の底面との距離によって決まり、地下水位は周期的に変動する(低水位期、高水位期)。</p>
降雨条件	<p>降雨強度</p>	<p>樹林地のような浸透能が大きい土地では、降雨量の増加に伴い最終浸透能が増加する。最終浸透能は降雨強度が十分大きい場合の結果(最大最終浸透能)であり、数十 mm/h 程度の降雨時における実際の最終浸透能はより小さくなると考えられる。任意の降雨強度条件における最終浸透能の計測結果から、最大最終浸透能を推定する手法が提案されている^{5,19)}。</p>

※その他

農地については、散水型浸透能試験を行った事例は、見られなかったため、当該土地被覆における最終浸透能は、現地計測等により別途検証することが望ましい^{3,24)}。

そして、営農状況によっても、土地被覆の状況は様々であるため、現地計測によって、最終浸透能を計測することが望ましい。

3.2 浸透能の実測方法

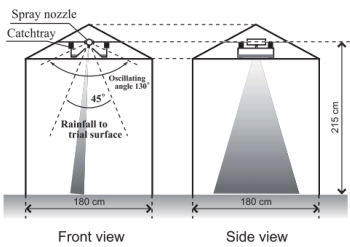
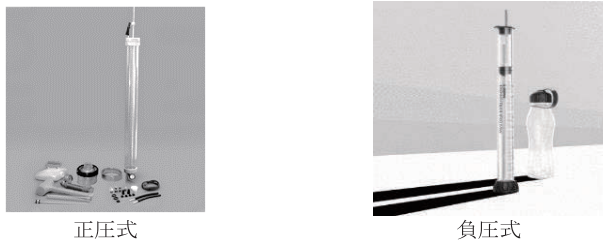
現地での実測は、降雨時に緑地が発揮する浸透能の計測を目的とするため、地中ではなく地表面の浸透能を計測することが望ましく、測定装置の精度や結果の補正方法等も考慮した上で、目的にあった装置を選択することが望ましい。

表-4 は、地表面の浸透能を計測できる測定装置の例であり、それぞれの特徴と実測する際の条件等について整理した。

散水型は、十分大きい降雨強度で散水し、最終浸透能を計測する方法と検討対象とする降雨強度の条件で散水し、最終浸透能を計測する方法がある。前者は、実測結果を補正¹⁹⁾することで検討対象とする降雨強度における浸透能を推定することができる。このような方法は、実際の降雨に近い条件での計測ができ、比較的に精度の高い方法と考えられるが、測定装置が大きく、使用する水の量が多い等、運搬及び設置に労力を必要とする。

冠水型は、実測した後、結果を GPI 法¹⁸⁾で補正して得られる現場飽和透水係数から最終浸透能を設定する方法と実際の降雨と類似した負圧式の冠水型浸透計で実測し、結果を Zhang²⁶⁾の方法で補正して得られる現場飽和透水係数から最終浸透能を設定する方法がある。冠水型は、様々な測定装置があるが、コンパクトで運搬及び設置が容易なものが多い。しかし、下草、落葉の除去、勾配等がある場合は、地表面を水平に均す必要がある等、現況を維持した状態での調査が難しく、雨滴衝撃による浸透能低下の影響が評価できないため、浸透能が過大評価になる可能性もある。

表-4 地表面の浸透能を計測できる測定装置の例

項目	散水型	冠水型
測定装置の例		
	振動ノズル式降雨実験装置 ⁴⁾	※Soilmoisture Equipment Corp の HP より Guelph Pressure Infiltrometer ※METER Group Inc. JAPAN の HP より Mini Disc Infiltrometer
緑地で浸透能を実測する際の条件	下草、落葉の除去等の攪乱は不要であり、ほぼ現状を維持した状態で実測することができる。 林内雨と同等の雨滴径、落下速度、雨滴衝撃力を生成する。 装置が大きいため、設置する場所と機材を搬入するルートを確認する必要がある。	装置底部のディスクを設置する際に、地表面を均すために、下草、落葉の除去等の攪乱が必要。 地表面の整地が困難な場合は、均一な砂を撒いて均す等の対応を行った後に設置する。 斜面上で計測する場合は地表面を水平に均す必要がある。
実測方法	水を土壌に散水し、発生する表面流出量を計測して浸透量を評価する。	一定の圧力水頭条件（正圧）で浸透能を計測する。 GPI 法 ¹⁸⁾ を用いることにより、透水係数を推定する。
計測精度	実際の降雨に近い条件で計測するため、比較的計測精度が高い。	一定の圧力水頭条件（負圧）で浸透能を計測する。 Zhang ²⁶⁾ の方法を用いることにより、透水係数を推定する。 雨滴衝撃による浸透能低下の影響を評価できず、浸透能が過大評価になる可能性がある。
簡便性	使用する水の量が多く、装置が比較的大きなことから、計測に労力を要する。	簡易に計測可能と考えられる。

3.3 浸透量を有効降雨から差し引く方法

GI や緑地、雨水貯留浸透施設の設置や改修等を検討する対象地の土地被覆毎の最終浸透能が設定されると、雨水浸透量を算出し、浸透によって損失した降雨量からピーク流出量の増減を比較することで、GI や緑地による雨水浸透機能を定量的に評価することができる。

例えば、表-5 のように面積が 2.8 ha の地域で、降雨強度が 116 mm/h の場合、有効降雨のピーク雨量は、97.4 mm/h であるが、芝地と植栽地が喪失し、裸地が 1.28 ha 増えると、有効降雨のピーク雨量は、111.4 mm/h となり、流出量が 14 mm/h 増えることになる。なお、この方法では、最終浸透能の設定において、任意の降雨強度における最終浸透能を推定する方法¹⁹⁾を採用し、下表の補正值を最終浸透能として設定した。

表-5 緑地による降雨損失の算定例

a 土地被覆毎の雨水浸透量の算定				
土地被覆	面積 ha	最終浸透能 mm/h		雨水浸透量 m ³ /s = 1/360 × 補正值 × 面積
		文献値	補正值	
建物	0.35	0	0	0
道路	1.03	0	0	0
裸地	0.14	9	9	0.0035
芝地	0.96	21	21	0.0560
植栽地	0.32	144	96	0.0854

b 有効降雨のピーク雨量の算定			
算定方法	現在	芝・植栽地喪失	
・降雨損失			
= 雨水浸透量 ÷ 面積 × 360	18.6 mm/h	4.6 mm/h	
・降雨強度	116.0 mm/h	116.0 mm/h	
・有効降雨のピーク雨量			
= 降雨強度 - 降雨損失	97.4 mm/h	111.4 mm/h	

4. まとめと考察

緑地を氾濫防止の対策とするためには、他の水害対策施設（浸透貯留施設等）を検討する際にも組み合わせて評価することが望ましい。河川や下水道計画においては、流出係数や降雨損失モデル等を用いて緑地を評価しており、降雨損失モデルは、緑地による遮断、蒸散、蒸発抑制、浸透等の機能も考慮可能であるため、緑地の評価に適していると考えられる。しかし、解析に求められる情報が多く、時間やコスト等の負担が生じるため、簡便な方法も活用されており、流域や地域に降った雨水が緑地等に浸透した量を算定し、有効降雨から差し引く方法等がある。このような評価をするために必要な情報が、土地被覆毎の最終浸透能である。最終浸透能は、既存の調査研究事例の結果を参考値として使用することも可能であるが、既存の調査研究での土地被覆分類は少なく、検討する現地の条件が異なる場合は、現地実測によって最終浸透能を補正することが望ましい。現地実測は、実際の降雨に近い条件で実測ができる散水型と簡便な実測が可能な冠水型等があり、検討する降雨強度に合わせて補正をすることも可能である。

このような評価方法は、緑地の保全、または水害対策施設の計画において、緑地が果たす機能を定量的に示すことができる。しかし、同じ土地被覆であっても、緑地の状態によって最終浸透能が大きく異なる場合もあり、緑地が過大・過小評価される恐れがある。そして、既存緑地や公園が果たしている雨水貯留浸透機能の維持、または回復のための診断方法としても活用が期待できる。

緑地の状況を把握するための現場実測方法は、測定装置の普及を通じて、各装置の活用方法や調査結果等の情報を集約する等、一定の精度を確保しながら、簡便に実施できる方法や類似した対象地の調査結果を活用する方法等について情報を共有していく必要がある。

引用文献

- 1) 阿部友幸 (2017) 水士保全に配慮した林業を～浸透能のほなし～. 光珠内季報, 181: 1-4.
- 2) 安藤義久 (1991) 都市域の浸透能と地形・土質・土地利用との対応関係. 水工学論文集, 35: 123-128.
- 3) 安藤義久・管 明芳・岡本哲夫・浅羽晴夫 (1982) 関東ローム丘陵・台地における土地利用別の浸透能. 水利科学, 26(5): 1-23.
- 4) 一般財団法人国土技術研究センター中小河川計画検討会 (1999) 中小河川計画の手引き(案). 一般財団法人国土技術研究センター, p. 162.
- 5) 加藤弘亮・恩田裕一・伊藤 俊・南光一樹 (2008) 振動ノズル式降雨実験装置を用いた荒廃ヒノキ人工林における浸透能の野外測定. 水文水資源学会誌, 21(6): 439-448.
- 6) 北野茂夫 (1999) 都立公園の表層浸透特性. 東京都土木技術研究所年報, 平成 11 年度: 77-88.
- 7) 国土交通省水管理・国土保全局下水道部計画規模を超える局的な大雨に対する新たな雨水管理計画策定に係る調査検討会 (2015) 新たな雨水管理計画策定手法の論点集 (案). 国土交通省, p. 9.
- 8) 国土交通省都市・地域整備局下水道部河川局治水課 (2010) 雨水浸透施設の整備促進に関する手引き (案). 国土交通省, p. 13-21.
- 9) 国土交通省水管理・国土保全局 (2014) 河川砂防技術基準調査編. 国土交通省, 第 3 章第 2 節 p. 11.
- 10) 国土強靱化推進本部 (2020) 国土強靱化年次計画 2020. 内閣官房, p. 11.
- 11) 公益社団法人日本下水道協会 (2019) 下水道施設計画・設計指針と解説 2019 年版. 公益社団法人日本下水道協会, p.234.
- 12) 公益財団法人日本下水道新技術機構 (2005) 流出解析モデルに関する研究. 下水道新技術研究所年報, 2005 年度: 158.
- 13) 前川俊清・丸山利輔 (1983) 圃場整備に伴う水田浸透量の变化. 農業土木学会誌, 51(10): 951-957.
- 14) 守田 優・安藤義久・和泉 清 (1988) 都市河川流域の表層浸透特性. 第 32 回水理講演会論文集, 59-64.
- 15) 村井 宏・岩崎勇作 (1975) 林地の水および土壌保全機能に関する研究(第 1 報). 林業試験場研究報告, 274: 23-84.
- 16) 高橋 裕・安藤義久・盛谷明弘 (1985) 流域地表面の浸透能測定法の相互比較. 水利科学, 29(1): 35-44.
- 17) 高見 寛 (1980) 開発と水文環境アセスメント技法. 鹿島出版会, p. 23.
- 18) 竹下祐二・三木愛実・池田 結 (2021) 法簡易型変水位透水試験による現場飽和透水係数の原位置測定方法. 土木学会論文集 C 地圏工学, 77 (3): 314-324.
- 19) 田中茂信・時岡利和 (2007) 現地散水試験による流出・浸透特性の把握手法に関する検討. 土木学会第 62 回年次学術講演会公演概要集第 II 部門: 5-6.
- 20) 特定都市河川浸水被害対策法等の一部を改正する法律 (令和 3 年法律第 31 号). 国土交通省ホームページ. https://www.mlit.go.jp/river/kasen/ryuiki_hoan/index.html (参照: 2022 年 2 月 4 日).
- 21) 東京都都市整備局 (2016) 公共施設における一時貯留施設等の設置に係る技術指針. 東京都都市整備局, p. 4.
- 22) 吉田 葵・林 誠二・石川幹子 (2013) 都市緑地における種組成の変異が雨水涵養機能に与える影響に関する研究. 新宿区おとめ山公園を対象として, 都市計画論文集, 48(3): 1011-1016.
- 23) 吉田武郎・増本隆夫・堀川直紀 (2011) 中山間水田の耕作放棄が小流域の流出特性に及ぼす影響. 農業農村工学会大会講演会講演要旨集, 2011 年度: 236-237.
- 24) 吉井貴紀・市川 勉 (2008) 熊本地下涵養域の林地, 畑地における浸透能力について. 東海大学紀要産業工学部, 1: 67-73.
- 25) 湯川典子・恩田裕一 (1995) ヒノキ林において下層植生が土壌の浸透能に及ぼす影響(1)散水型浸透計による野外実験. 日本森林学会誌, 77(3): 224-231.
- 26) Zhang, R. (1997) Determination of soil sorptivity and hydraulic conductivity from the disk infiltrometer. Soil Science Society of America Journal, 61(4): 1024-1030. (2022 年 8 月 3 日受理)

島根県三瓶山麓の火入れ草原におけるヤマナラシの萌芽による更新特性

久保満佐子^{*1)}・世古大貴¹⁾・飯塚康雄²⁾・井上雅仁³⁾

1) 島根大学生物資源科学部 Faculty of Life and Environmental Science, Shimane University

2) 国土交通省国土技術政策総合研究所 National Institute for Land and Infrastructure Management, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

3) 島根県立三瓶自然館 Shimane Nature Museum of Mt. Sanbe

摘要: 火入れが行われている草原には既に木本が生育しており、それらの萌芽は遷移の進行に重要な役割を果たす。そこで、毎年火入れが行われている島根県三瓶山麓の火入れ草原においてヤマナラシの萌芽による更新特性を調べた。2 m×2 m の調査区を設定し、ヤマナラシの水平根と根萌芽、焼けた幹や根株からの萌芽の分布を調べた結果、調査区のアマナラシに当年生実生はなく、全て根萌芽および萌芽であった。長いものは10 m以上の根系で12株が繋がっていた。水平根は地表下1 cm付近に多く、根萌芽を発生させる水平根の太さは3 mmほどであった。前年の萌芽幹が太く多い方が当年の萌芽本数は多かった。また、枯死した根株は生存する根株より水平根が太い傾向があった。毎年の火入れにより地上部が焼失する中で、生産力の高い根株が存続していると考えられた。本調査地のヤマナラシは、細い伸長する水平根から根萌芽を発生させて分布を拡大し、火入れにより地上部が焼失するとその修復のために萌芽を発生させ、ススキ草原の中で存続していた。

キーワード: 水平根, 根萌芽, 半自然草原, 火入れ, 萌芽, ヤマナラシ

KUBO Masako, SEKO Hiroki, IIZUKA Yasuo and INOUE Masahito: **Sprouting traits of Japanese aspen in an annually burned grassland at the foot of Mt. Sanbe, Shimane Prefecture**

Abstract: Sprouting plays an important role in the succession of woody plants in fire-managed grasslands. In this study, we investigated the sprouting traits of Japanese aspen (*Populus tremula* var. *sieboldii*) in an annually burned grassland at the foot of Mt. Sanbe in Shimane Prefecture, Japan. We established a 2 m×2 m study plot and surveyed the distribution of roots, root sprouts, and sprouts from burned stems and rootstocks within the plot. The longest root per individual was >10 m long and included 12 rootstocks. The horizontal roots were mainly found at a depth of ca. 1 cm below the soil surface, and current root sprouts were generated from ca. 3 mm diameter roots. Rootstocks with many large stems arising from sprouts generated in the previous year produced many current-year sprouts. Dead rootstocks tended to have thicker roots than living rootstocks. Highly productive rootstocks appeared to have survived annual burning of the aboveground plant parts. The results indicate that in this grassland, *P. tremula* var. *sieboldii* persists despite annual burning via regrowth through sprouting, and expands its distribution through new root sprouts generated from thin, elongating horizontal roots.

Key words: horizontal roots, root sprout, semi-natural grassland, fire management, sprout, *Populus tremula* var. *sieboldii*

1. はじめに

古来より日本人は火入れを行い草原を維持してきたが²²⁾、草原の中には既に樹木が生育し、管理が停止すると低木林へと遷移する^{1,10)}。その速度は環境により異なることが予想されるが、火入れ後の初期の樹林化には樹木の萌芽が重要な役割を果たす^{7,16,19,20)}。一般に樹木の萌芽は山火事や伐採などの攪乱を契機に発生し、幹や根元からの萌芽と、水平根の分布を拡大させて発生する根萌芽がある²³⁾。根萌芽を発生させる

樹種では、水平根により繋がりが単一個体で優占群落を形成することがある^{3,16,24,29)}。

火による熱エネルギーの地中への影響は地表に比べると小さく、このため地中表層にある樹木の根冠は火入れ後の更新に重要な役割を果たす^{6,10)}。火入れの際の温度については、落葉広葉樹林における焼畑では、地表温度は400℃以上になるが、地中2.5 cmで236℃、5 cmで78℃になることが報告されている²⁶⁾。大径木が燃料となっていない火入れでは、地中2.5 cmで53℃、5 cmで39℃、10 cmで29℃が報告

*連絡先著者 (Corresponding author) : 〒690-0877 島根県松江市西川津町 1060 E-mail : kubom@life.shimane-u.ac.jp

されている¹¹⁾。さらにススキ草原の火入れでは、地上は200℃以上になるが地中2cmで38℃、5cmで15℃であり、地中2cm以下では土壤中の生物への影響は小さい^{6,10)}。しかし、地上部に比べて地下部の調査が困難であることから^{5,12)}、土壤中の根系の分布や根萌芽の発生様式などの詳細は不明な点が多い。火入れに対する樹木の根萌芽による分布拡大や萌芽による個体の維持方法を知ることは、草原の管理停止による樹林化を予測する上で重要である。

そこで本研究では、島根県三瓶山麓の火入れ草原に生育するヤマナラシ *Populus tremula* L. var. *sieboldii* (Miq.) Kudô の根系の分布と根萌芽および焼けた幹や株からの萌芽の特性を調べた。本草原ではススキ *Miscanthus sinensis* Andersson が優占する中でヤマナラシが多く生育する¹⁴⁾。ヤマナラシの属するハコヤナギ属の多くが根萌芽を持つことが報告されており^{2,17)}、ヤマナラシも山火事後に根萌芽で純林を形成するが¹⁶⁾、継続した火入れに対する本種の根萌芽や萌芽の特性は明らかではない。本研究では、ヤマナラシを掘り出して水平根と根萌芽、萌芽の分布を図化し、可能な限り標本を採取して水平根の太さと長さ、根萌芽と萌芽を発生させている水平根と根株の形態と体積を調べ、継続した火入れに対する根萌芽および萌芽による更新特性を明らかにする。

2. 調査地と調査方法

2.1 調査地

調査地は島根県大田市にある三瓶山麓の西の原である(図-1)。三瓶山麓では遅くとも1643年には放牧が開始され、明治初期には約3,000頭の牛が放牧されていた⁸⁾。全山を覆いつくす草原景観が高く評価され、1963年に大山隠岐国立公園に編入されたが^{18,25)}、農業構造の変化に伴い放牧が衰退し、さらに植林が行われると共に放棄された草原は遷移が進行して大部分は樹林化した^{9,25)}。その後、1988年に発生した山火事を契機に、不審火による失火や延焼の防止と草原景観の維持を目的として、1989年より毎年3月下旬に約40haのススキ草原で火入れが行われるようになった²⁷⁾。ただし、2010年は悪天候、2011年は東日本大震災支援のため火入れは中止され、2019年は部分的に火入れが行われなかった。2021年は3月23日に火入れが行われた。

西の原では主にススキやネザサ *Pleiblastus argenteostriatus* (Regel) Nakai f. *glaber* (Makino) Murata、トダシバ *Arundinella hirta* (Thunb.) Tanaka などのイネ科草本が優占する。その中にオミナエシ *Patrinia scabiosifolia* Link、マツムシソウ *Scabiosa japonica* Miq. var. *japonica*、センブリ *Swertia japonica* (Schult.) Makino 等の草本植物やオキナグサ *Pulsatilla cernua* (Thunb.) Berchtold et J. Presl、スズサイコ *Vincetoxicum pycnostelma* Kitag.、タスキマメ *Crotalaria sessiliflora* L. などの絶滅危惧種も生育している。木本はヤマナラシやツクシハギ *Lespedeza homoloba* Nakai、アキグミ *Elaeagnus umbellata* Thunb. var. *umbellata*、ネムノキ *Albizia julibrissin* Durazz. などが多い。西の原(標高約430m)から約18km離れた島根県飯南町赤名(標高約444m)の

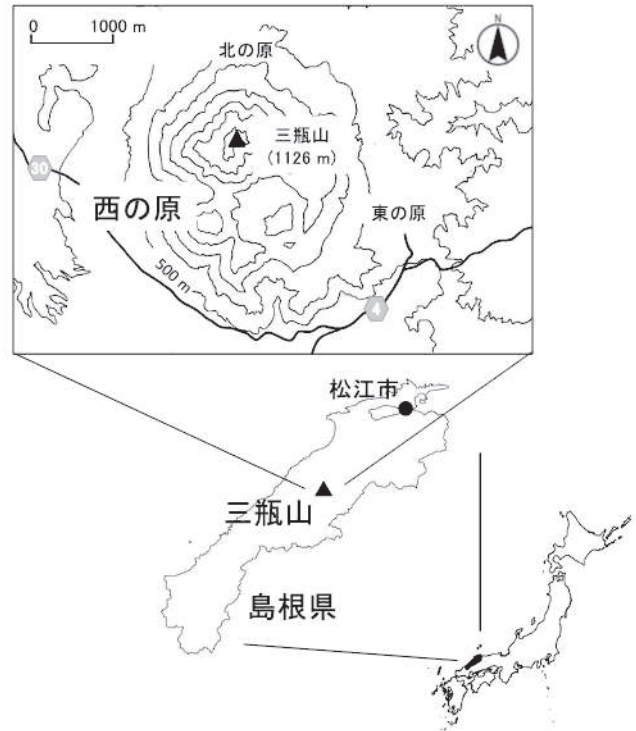


図-1 調査地

Fig. 1 Study site

アメダスデータによると、1991~2020年の年平均降水量は2,044.9mm、年平均気温は11.7℃である¹⁵⁾。暖かさの指数は90.7℃・月、寒さの指数は-12.2℃・月である。

2.2 調査方法

2.2.1 調査区の設定

火入れから約2ヶ月後の2021年5月14日に西の原の絶滅危惧種が確認されない場所で、2m×2mの調査区を設定した。本草原ではヤマナラシが生育していない場所やヤマナラシがイネ科草本より優占している場所があるため、ヤマナラシが中程度の密度で分布している場所に調査区を設定した。調査前年以前に更新したヤマナラシは火入れにより焼けて立ち枯れた状態で残存していたため、その量から目視で判断した。

調査区に生育するヤマナラシの全ての調査当年の萌芽(以下、当年萌芽)に番号をつけ、位置を記録した。根株や瘤状の塊(以下、根株)など、同じ場所から発生している複数の当年萌芽に関しては一つの番号をつけ、当年萌芽の本数を数えた。さらに、立ち枯れているヤマナラシは調査前年以前に発生した萌芽(以下、前年萌芽)とし、当年萌芽を発生していない前年萌芽にも番号をつけ位置を記録した。全てのヤマナラシは、水平根から発生した根萌芽と地上部が焼けた幹の根元やその根株から発生した萌芽であった。

2.2.2 根系の掘り出し

ヤマナラシの根系の分布を明らかにするため、全てのヤマナラシを掘り出した。ヤマナラシの根系は主に地表下20cmまでに分布していたが、より深い場所まで伸長している場合

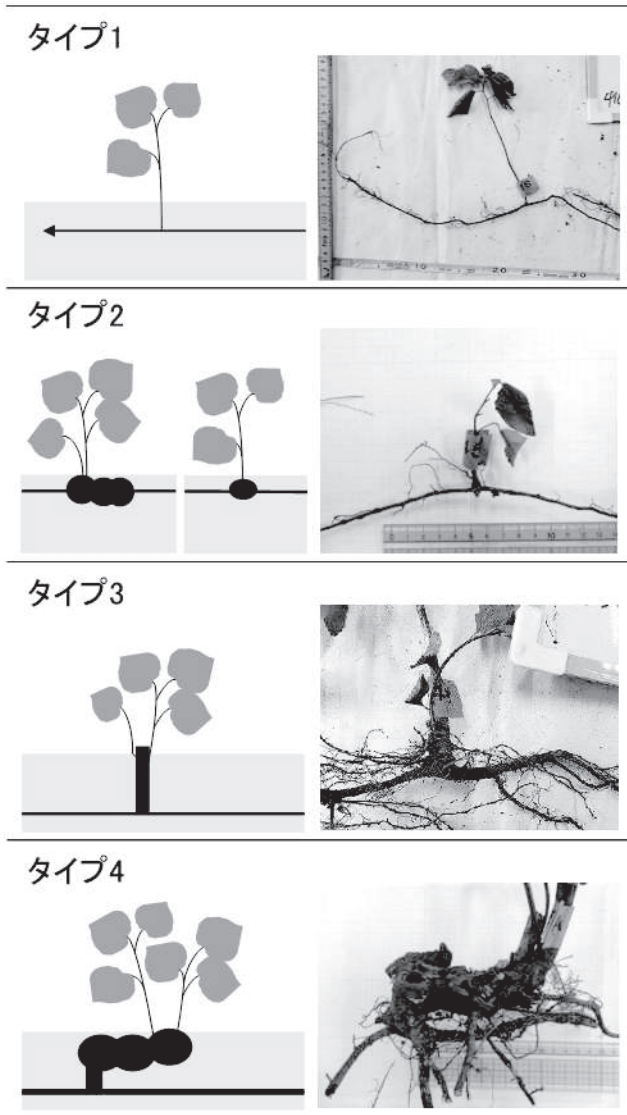


図-2 根系の形態
左は模式図、右は標本の写真を示す。

Fig. 2 Root system morphology
The left and right panels show schematic diagrams and photographs of the specimens, respectively.

もあり、可能な限り掘削した。また、調査区内で番号をつけたヤマナラシの水平根が調査区外へ伸長している場合は、その末端まで追跡した。このため、水平根で繋がっている調査区外ヤマナラシについても番号をつけ、調査の対象とした。本調査で掘り出した根系には、地中に斜めに伸長するものもあったが、用語として、根株と区別しやすいように水平根を用いた。

根萌芽および萌芽の発生する地中の深さを明らかにするため、掘り出し作業中に当年萌芽の発生している深さを可能な限り測定した。1つの根株から複数本の当年萌芽が発生している場合は、最も深い位置を測定した。ただし、当年萌芽は深さ1 cm未満の表層から多く発生し、それらは全て0.5 cmとした。各根株がもつ水平根の基部と末端の深さ、末端の状

態を可能な限り記録した。末端の状態は成長、枯死、切断の3つに区分した。成長は末端が直径2 mm以下で先端が白く細くなっているもの、枯死は先端が細くならず終了しているもの、切断は掘り出し作業中に切断したものとした。主要な水平根の分布と末端の状態は、ヤマナラシの根株の位置と共に紙面に図化した。さらに、当年萌芽をもたない枯死した根株（以下、枯死根株）と当年萌芽をもつ根株（以下、生存根株）を区別して図に記した。掘り出しは2021年5月14日から8月10日に行い、2 mm未満の水平根で繋がっている根株が多かったため、切断しないよう主に手で掘り進めた。掘り出したヤマナラシは標本として可能な限り持ち帰った。

2.2.3 水平根の分類と測定

持ち帰ったヤマナラシの標本は屋内（高根県松江市）で保存し、自然乾燥してから水平根と根株の形態を調べた。まず、ヤマナラシの標本の水平根と根株を観察し、その形態を以下の4つに分類した（図-2）。前年萌芽を持たず、調査年より前に萌芽を発生した痕跡のない水平根、つまり調査年に初めて根萌芽を発生した水平根をタイプ1とし、それ以外は前年以前に発生した萌芽をもつ、またはその痕跡をもつ根株でタイプ2, 3, 4とした。このためタイプ1は根萌芽で根株を持たず、タイプ2, 3, 4は幹や根株からの萌芽であり根株をもつ。ただし便宜上、用語としてはタイプ1も含めて根株として表記する。さらに、タイプ2は水平根の途中に瘤状になっている根株または瘤が連続して水平方向に拡がっている根株、タイプ3は垂直方向に伸びている幹を含む根株、タイプ4はタイプ2と3を併せ持つ根株とした。

根株の大きさが萌芽の発生に関係するのかを明らかにするため、タイプ2, 3, 4については、根株を円筒形に近似して長辺、短辺および高さを測定し、体積(cm^3)を求めた。前年萌芽を持つ根株については、前年萌芽の本数やサイズが当年萌芽と関係するのかを明らかにするため、前年萌芽の根元直径を2方向で測定して平均した。前年萌芽が2本以上ある場合は、根元直径が最大のもの測定した。各根株がもつ水平根の基部の直径と、末端もしくは繋がっている根株までの長さを測定した。ただし、基部で2 mm未満の水平根は細根として除き、全ての水平根の直径を2方向で測定して平均した。他の根株や当年萌芽（タイプ1）と繋がっている水平根は2 mm未満のものも長さを測定し、直径を1 mmとした。また、一つの根株がもつ水平根の直径が全て2 mm未満の場合、最長のもの測定した。

3. 結果

3.1 水平根の分布

調査区に生育する全てのヤマナラシとそれらと繋がっている調査区外ヤマナラシの水平根の分布と根株の位置を図-3に示した。水平根で繋がっているヤマナラシを1個体とすると、全ての根系を掘り出すことのできた17個体と途中で切断した26個体の合計43個体が確認された。さらに、生存根株が82株、枯死根株が20株の合計102株が確認された。当年萌芽は1株あたり1~6本あり、合計135本、生存根株

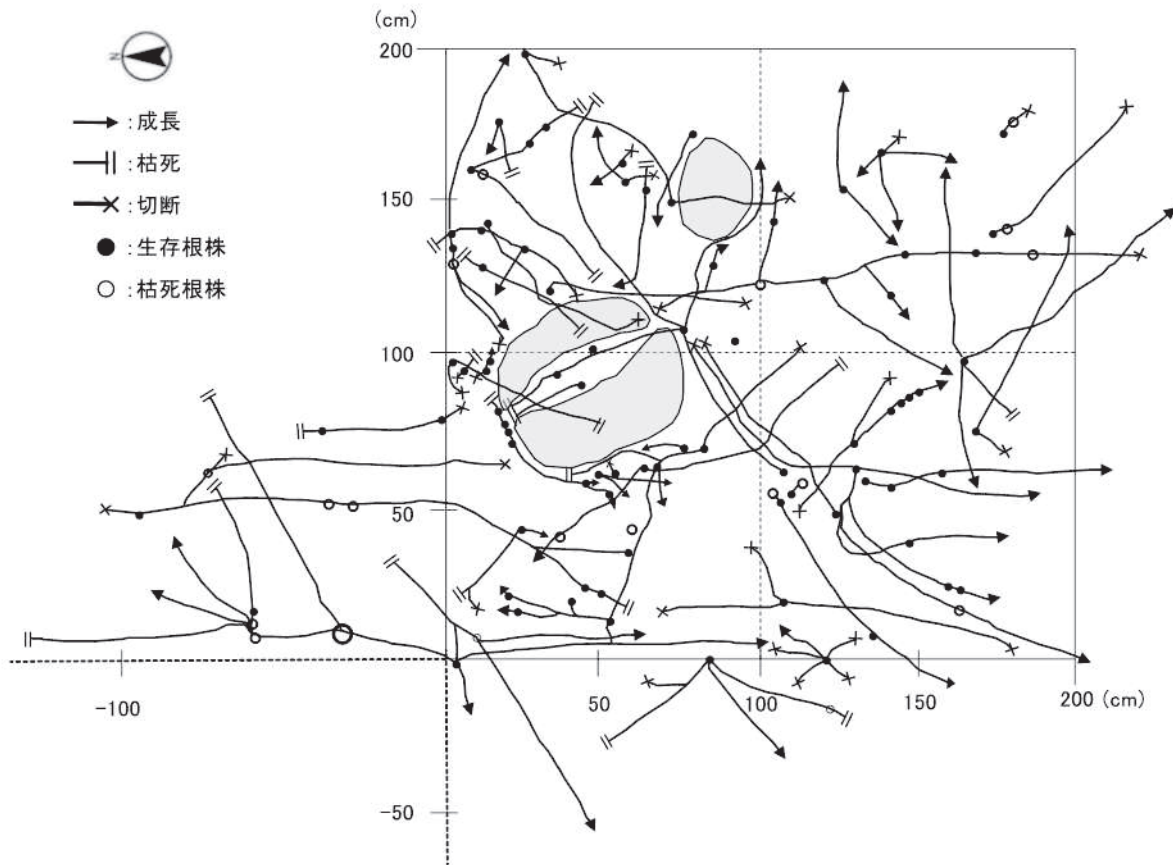


図-3 ヤマナラシの水平根の分布と根株の位置
 生存根株は根株をもたないタイプ1も含む。左下の大きな○は最大の根株体積をもつ枯死根株を表す。調査区内にある灰色の楕円状の物体は岩を表し、岩の外側から伸長してきている水平根は全て岩の下を通過していた。

Fig. 3 Distribution of horizontal roots and rootstocks
 The horizontal roots include type 1 (without rootstock). The large open circle in the lower left represents the largest volume of dead rootstock. The gray ellipses in the study plot represent rocks; all horizontal roots extending from the outside were under the rocks.

あたり 1.6 ± 1.1 本 (平均 \pm 標準偏差, 以下同様) であった。

図-3 と持ち帰った標本から根系の長さを測定すると、ヤマナラシの根系は合計 219 本あり、合計の長さは 6,456 cm、1 本あたり平均 29.5 ± 22.3 cm (1~110 cm) であった。切断せずに掘り出した個体の水平根の長さは最短 24 cm、最大 323 cm であった。水平根の長さが最も長かった個体は、途中で切断したものの、合計 1,068 cm であった。つまり、短い個体で 24 cm、長い個体では 10 m 以上の水平根で繋がっていた。

3.2 水平根の土壤深

途中で切断することなく末端まで掘り出すことのできた水平根のうち、基部と末端の両方の土壤深が測定できた水平根 ($n=66$) では、基部の深さが平均 1.9 ± 0.9 cm、末端の深さが平均 5.6 ± 4.7 cm であった (図-4)。基部の深さは表層 (0.5 cm) から 1 cm が 61% を占め、深いものは 10 cm であった。末端は深さ 10 cm までに多く、最大は 22 cm であったが、これは地表から高さ約 30 cm の岩の上に生育する根株から発生していた。一方、切断した根系は最も深い場所で 31 cm であった。

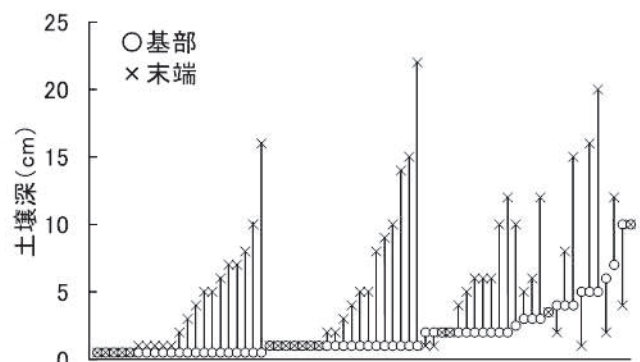


図-4 水平根の基部と末端の土壤深
 基部と末端の両方の土壤深を測定した水平根を対象とした ($n=66$)。データは基部の土壤深が浅い順に並んでいる。

Fig. 4 Soil depths corresponding to the beginning and end of horizontal roots ($n=66$). Data are presented in decreasing order with respect to onset depth.

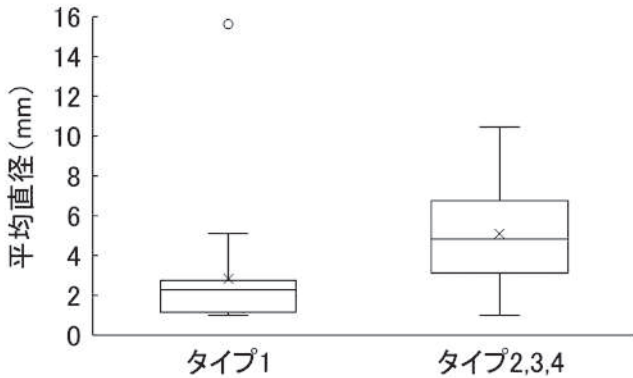


図-5 タイプ1とタイプ2, 3, 4の水平根の平均直径 (mm) タイプ1 ($n=22$) はタイプ2, 3, 4 ($n=47$) より有意に小さかった (U 検定, $p<0.001$)。×は平均値, ○は外れ値を表す。

Fig. 5 Mean diameter (mm) of horizontal roots in the type 1 and type 2-4.

The mean diameter of type 1 horizontal roots ($n=22$) was significantly smaller than that of types 2-4 ($n=47$) (Mann-Whitney U test, $p<0.001$). The crosses show mean values and the circles show outliers.

ヤマナラシの当年萌芽 (根萌芽と萌芽の両方を含む) は、表層に露出した根株の塊から発生するものから、深さ 4 cm の水平根から発生するものまであり、測定できた当年萌芽 ($n=68$) の発生する土壌深は平均 0.9 ± 1.0 cm であった。

3.3 根株の形態別水平根の直径

当年萌芽をもつ水平根の形態を観察した結果、タイプ1は24株、タイプ2は27株、タイプ3は25株、タイプ4は16株あった。生存根株はタイプ1が24株、タイプ2が16株、タイプ3が19株、タイプ4が14株、標本の破損により不明が9株、枯死根株はタイプ2が11株、タイプ3が6株、タイプ4が2株、不明が1株であった。調査および測定の間中の標本の破損や紛失により全ての標本は測定できず、測定できた項目の標本を対象として解析を行ったため、以下の各解析の標本数は異なる。

調査年に初めて発生した根萌芽であるタイプ1と調査年より前から萌芽を発生させているタイプ2, 3, 4の水平根の平均直径を比較すると (図-5)、タイプ1は平均 2.8 ± 3.1 mm ($n=22$)、タイプ2, 3, 4は平均 5.1 ± 2.5 mm ($n=47$) でタイプ1の平均直径が有意に小さかった (U 検定, $p<0.001$)。タイプ1の水平根の82%が3 mm以下であり、最も太かった15.7 mm (図-5の外れ値)の水平根は、タイプ2の生存根株と枯死根株の間3 cm、つまり根株と根株を接続する水平根で発生していた。

3.4 根株あたりの当年萌芽本数

測定できた項目の標本を対象として、タイプ2, 3, 4の当年萌芽本数と関連する要因を調べた結果 (図-6)、根株体積とは相関がなかった ($p=0.920$, $n=49$)。当年萌芽本数は、前年萌芽本数 ($r=0.479$, $p<0.001$, $n=49$) と前年萌芽の根元最大直径 ($r=0.404$, $p<0.01$, $n=40$) と正の相関があったが、根系の最大直径 ($r=0.303$, $p<0.05$, $n=47$) とは弱

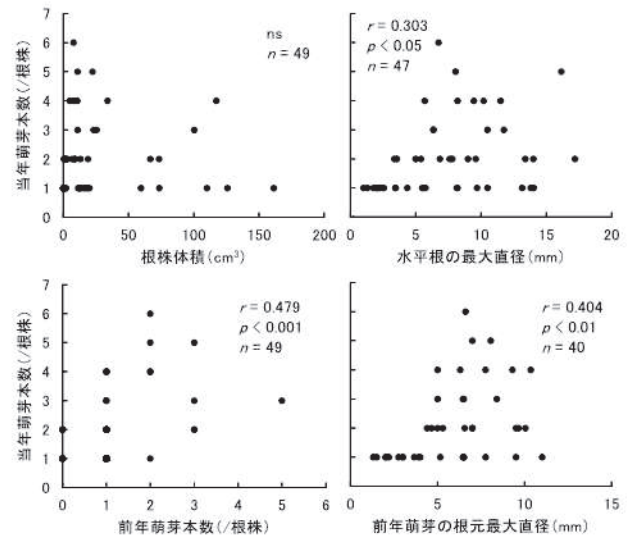


図-6 当年萌芽本数と根株体積、水平根の最大直径、前年の萌芽本数、前年萌芽の根元最大直径の関係

Fig. 6 Relationships between the number of sprouts in the current year and the rootstock volume, maximum diameter of horizontal roots, number of sprouts in the previous year, and maximum diameter of the sprouts in the previous year.

い相関であった。ただし散布図からは、水平根の最大直径と前年萌芽の根元最大直径が5-10 mmで当年萌芽本数が多い傾向がみられた。

3.5 生存根株と枯死根株の体積

測定できた項目の標本を対象として、生存根株 (タイプ2, 3, 4) と枯死根株の体積 (cm^3) を比較したが (図-7)、有意な差はなかった (U 検定, $p=0.597$, 生存根株: 平均 24.7 ± 38.8 cm^3 , $n=49$, 枯死根株: 平均 17.6 ± 39.1 cm^3 , $n=19$)。ただし、小さい枯死根株は消失して確認できなかった可能性がある。水平根の平均直径は、有意ではなかったが、枯死根株 (平均 6.4 ± 2.8 mm, $n=20$) が生存根株 (平均 5.1 ± 2.4 mm, $n=53$) より大きい傾向があった (U 検定, $p=0.098$)。

4. 考 察

毎年火入れが行われている本草原では、ヤマナラシの当年生実生はなく、全て水平根からの根萌芽 (タイプ1) または焼けた幹や根株からの萌芽 (タイプ2, 3, 4) で更新していた (図-2, 3)。ヤマナラシの水平根の基部は地表下1 cm程度に多く、水平根のほとんどが20 cm以内の浅い場所にあった (図-4)。北海道の山火事跡地では、ヤマナラシは1年生の水平根から発生する根萌芽が多く、根系の75%は地表下20 cm以内に伸長していることが報告されている¹⁶⁾。本調査地のヤマナラシは、伸長している直径3 mm以下の水平根から根萌芽を発生させて分布を拡大すると共に (図-5)、火入れにより地上部が焼失した部位からは萌芽を発生させてその位置を維持していた (図-6)。萌芽の元となる芽は、若い根系では偶発的に多く発生するのに対し、古い根系では攪乱による物理的損傷や光環境の変化などの外生的要因により

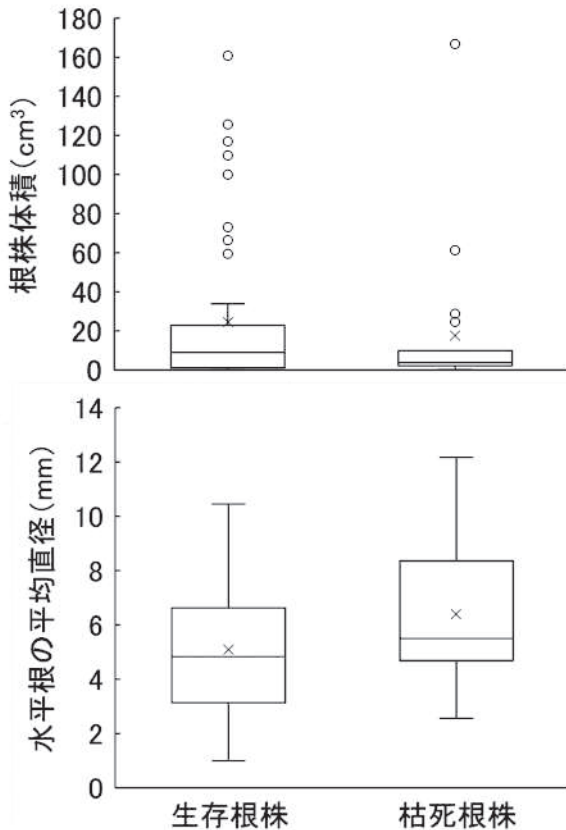


図-7 生存根株と枯死根株の根株体積と水平根の平均直径
生存根株 ($n=49$) と枯死根株 ($n=19$) の体積に有意な差はなかった (U 検定, $p=0.597$)。水平根の直径は枯死根株 ($n=20$) が生存根株 ($n=53$) より大きい傾向があった (U 検定, $p=0.098$)。×は平均値, ○は外れ値を表す。

Fig. 7 Rootstock volume and mean diameter of horizontal roots in surviving and dead rootstocks. & There was no significant difference in volume between surviving ($n=49$) and dead rootstocks ($n=19$) (Mann-Whitney U test, $p=0.597$). Horizontal root diameters tended to be larger for dead rootstock ($n=20$) than for surviving rootstock ($n=53$) (Mann-Whitney U test, $p=0.098$). The crosses denote mean values and circles denote outliers.

発生する傾向がある²⁹⁾。ヤマナラシは伸長する細い水平根から根萌芽を発生させ、火入れという攪乱を要因として太い水平根や根株から萌芽を発生させて根株個体を維持していると考えられる。

根株の形態で区分すると (図-2), 火入れ草原におけるヤマナラシの根萌芽と萌芽による更新戦略は以下のように考えられる。まず、伸長する細い水平根から根萌芽 (タイプ 1) が発生し、発生した根萌芽は 1 年目の火入れで地上部が焼けて水平根のみが生残する。翌春に生残した水平根や根株から萌芽を発生させる。水平根が地表の浅い場所にある場合は火入れにより萌芽の根元まで焼けて根株は瘤状になり、2 年目以降もこの状態が続くと根株は水平方向へ肥大成長する

(タイプ 2)。一方、水平根が比較的深くにある場合は、幹の根元は生残しているため垂直方向に長い根株が形成される (タイプ 3)。さらに 2 年目以降の新しい萌芽の発生位置の土壤深によって、水平もしくは垂直方向へと肥大成長の方向は異なる (タイプ 4)。

根萌芽を発生させる樹種では、表層の水平根から発生させること、特に細い水平根から発生させることが報告されている。スルデ *Rhus javanica* L. var. *chinensis* (Mill.) T. Yamaz. は地表下 3 cm 前後にある太さ 2.5~5 mm の水平根から、タラノキ *Aralia elata* (Miq.) Seem. は地表下 8 cm 付近にある直径 5 mm 前後の水平根から根萌芽を発生させ直径 10 mm 以上の太い水平根からは発生させない²⁸⁾。アカメガシワ *Mallotus japonicus* (L.f.) Müll. Arg. の水平根は地表下 2~4 cm 程度にあり、根萌芽の発生は直径 4 mm 以下の水平根に多い⁴⁾。ヤマナラシの根系は浅根性で地表近くを横走する性質を持ち¹³⁾、地表近くに水平根を分布させることで、地上部の変化に反応するよう適応していることが推察される⁴⁾。山火事跡地では、ヤマナラシの根萌芽の水平根は最も浅くて地表下 3 cm に分布することが報告されている¹⁶⁾。ススキ草原では火による熱エネルギーの地中への影響は小さいため^{6,10)}、本調査地のヤマナラシは浅い場所の水平根でも被害を受けにくく、根萌芽の分布はより表層に多かったことが予想される。

最初に発生する根萌芽 (タイプ 1) は細い水平根から多く発生していたが、根株を維持する萌芽 (タイプ 2, 3, 4) の当年萌芽本数は、調査前年に萌芽本数が多く、太い萌芽をもつ根株が多かった (図-6)。ただし、水平根の最大直径と前年萌芽の根元最大直径は、中程度のサイズで萌芽力が高い可能性もある。また、枯死根株の水平根の直径は生存根株のものより太い傾向があった (図-7)。前年の展葉が多く光合成による生産量が多い根株は翌年に当年萌芽を多く生産し、そうした根株は維持されやすいことが予想される。しかし、火入れにより毎年地上部が焼失するため、当年萌芽の再生力には限りがあり、ある程度の太さを越えた水平根の根株は枯死したと考えられる。毎年火入れが行われている本調査地では、前年の生産力が高く、地上部の萌芽と地下部の根系の両方を維持できる根株のみが継続して萌芽を発生させていると考えられる。

根系を切断することなく掘り出したヤマナラシの個体の根系長の合計は最短 24 cm であり (図-2)、この個体は根萌芽由来と考えられる水平根の上に根株 (タイプ 3) があつた。本調査では根系を切断することなく全てを掘り出すことはできなかったが、ヤマナラシは母樹と分離した根株が多いことが予想された。樹種によっては根萌芽が母樹から分離することが報告されている²⁹⁾。本調査地のヤマナラシは 2 mm 程度の水平根で繋がっている根株も多く、毎年火入れにより水平根の成長への資源配分が限られていることが予想される。ヤマナラシは母樹から根萌芽への物質転流があることが予想されるが²⁾、母樹と繋がっている水平根を維持できない場合は母樹から分離して生育すると考えられる。また、直径 2 mm 程度の水平根は、損傷などの外的要因を受けて分離しや

すいことも予想される。

本調査対象としたヤマナラシの根株で最大の根株体積 (167.1 cm³) は、10 m 以上の水平根でつながっている個体に含まれる枯死根株であった (図-3)。この枯死根株に含まれる複数の萌芽幹の枯死痕の直径を測定すると最大 30 mm であり、調査前年以前の萌芽の根元最大直径の約 2 倍、平均 (6.0 mm) の 5 倍であった。本調査地では毎年 3 月に火入れが行われているが、2010 年と 2011 年は火入れが行われなかったため、その間にヤマナラシが成長した可能性がある。この萌芽幹の痕跡が火入れのない 3 年間で成長したものとすると、3 年間の母樹の貯えが元となり、その後継続的に発生した萌芽や根萌芽により水平根が維持されてきたと考えられる。起源となる根株が枯死しても、本調査地のヤマナラシは水平根により 10 年以上個体が維持されていることになる。萌芽や根萌芽の成長には光環境が重要になるが^{21, 23)}、本調査地のヤマナラシは 8 月には高さ約 100 cm になり、優占種のススキを超える¹⁴⁾。草原の明るい光環境で根萌芽の成長にも適した環境だったと考えられる。ただし、いずれの萌芽様式をとったとしても、最初に草原に侵入するのは種子からの実生更新によるため、この起源に関しては今後の課題として残る。

謝辞：島根大学生物資源科学部の川口英之准教授、橋本哲准教授、山下多聞准教授、藤巻玲路助教には多くのご助言を頂きました。同学部の尾崎嘉信氏、葛西絵里香氏には調査器具を提供して頂きました。同学部の江上昌希氏、懸野友晴氏、武井郁也氏、村松瞭氏、赤松彩音氏、大達結月氏には快く調査を手伝って頂きました。本調査を進めるにあたり、環境省大山隠岐国立公園松江管理官事務所および大田市役所産業振興部農林水産課の皆様にお世話になりました。心より御礼申し上げます。

引用文献

- 1) Ahlgren, I.F. and Ahlgren, C.E. (1960) Ecological effects of forest fires. *Bot. Rev.*, 26: 483-533.
- 2) Byle, N.V. (1964) Detection of functional intraclonal aspen root connections by tracers and excavation. *For. Sci.*, 10: 386-396.
- 3) 玉泉幸一郎・飯島康夫・矢幡 久 (1991) 海岸クロマツ林内に生育するニセアカシアの根萌芽の分布とその形態的特徴, 九州大学農学部演習林報告, 64: 13-28.
- 4) 林 寿則・鈴木伸一・矢ヶ崎朋樹 (2008) 山火事跡地におけるアカメガシワの根萌芽について, 生態環境研究, 15: 43-38.
- 5) 平野恭弘・野口享太郎・大橋瑞江 (2020) 森の根の生態学, 共立出版, 351 pp.
- 6) Iizumi, S. and Iwanami, Y. (1965) Some measurements of burning temperatures in the mountain grassland at Kawatabi in North-eastern Japan. *Sci. Rep. Res. Inst., Tohoku Univ. Ser. D, Agr.*, 16: 33-46.
- 7) 飯泉 茂・岩波悠紀 (1967) 野火後のキツネヤナギとヤマハギの再生状況, 東北大学農学研究報告, 19: 17-23.
- 8) 井上雅仁 (2014) 山野の利用がなくなった島根の植生景観～たたら製鉄と三瓶山草原を例に～, ベドロジスト, 58: 84-87.
- 9) 井上雅仁・高橋佳孝 (2010) 管理放棄により樹林化した草原跡地における管理再開が草原性植物の再生に及ぼす影響, ランドスケープ研究, 73: 759-762.
- 10) Ito, M. and Iizumi, S. (1960) Temperatures during grassland fires and their effect on some species in Kawatabi, Miyagi Prefecture. *Sci. Rep. Res. Inst., Tohoku Univ. Ser. D, Agr.*, 11: 109-114.
- 11) 鎌田磨人・中越信和・高橋史樹 (1987) 焼畑の火入れが埋土種子の発芽に及ぼす影響, 日本生態学会誌, 37: 91-100.
- 12) 苅住 昇 (1958) 林木の根系に関する文献, 日本林学会誌, 40: 202-223.
- 13) 苅住 昇 (2010) 最新樹木根系図説, 誠文堂新光社, 2060 pp.
- 14) 川本裕哉・久保満佐子・井上雅仁・針本翔太 (2022) 三瓶山麓西の原の火入れ草原における樹木の生育状況, 島根県立三瓶自然館研究報告, 20: 19-22.
- 15) 気象庁, “過去の地点気象データ検索”, 気象庁ホームページ, <https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php> (参照: 2022 年 3 月 28 日).
- 16) 小平元次 (1937) ヤマナラシの分葉更新に就て, 日本林学会誌, 19: 473-482.
- 17) Koop, H. (1987) Vegetative reproduction of trees in some European natural forests. *Vegetatio*, 72: 103-110.
- 18) 内藤和明・高橋佳孝 (2002) 三瓶山の半自然草地における生物多様性保全, 日本草地学会誌, 48: 277-282.
- 19) 内藤俊彦・菅原亀悦・飯泉 茂 (1978) 宮城県御殿山における山火によるコナラ-クリ林の被害とその再生状況, 吉岡邦二博士追悼論文集出版会編, 吉岡邦二博士追悼植物生態論集, 東北植物生態談話会, pp. 478-488.
- 20) 中越信和・中根周歩・今出秀樹・根平邦人 (1981) アカマツ林の山火跡地における植生回復 I. 初期段階の種組成, 構造及び現存量, 広島大学総合科学部紀要, 6: 69-113.
- 21) 小川みふゆ・福嶋 司 (1996) 奥日光のオオシラビソ林におけるシウリザクラの根萌芽および実生の動態, 日本林学会誌, 78: 195-200.
- 22) 大滝典雄 (1997) 草原と人々の営み, 一の宮町史編纂委員会, 249 pp.
- 23) 酒井暁子 (1997) 高木性樹木における萌芽の生態学的意味—生活史戦略としての萌芽特性—, 種生物学研究, 21: 1-12.
- 24) 崎尾 均 (2009) ニセアカシアの生態学, 文一総合出版, 335 pp.
- 25) 小路 敦・須山哲男・佐々木寛幸 (1999) 仮想市場評価法 (CVM) による野草地景観の経済的評価, 日本草地学会誌, 45: 88-91.
- 26) 宿 聚田・片桐成夫・金子信博・長山泰秀 (1995) 焼畑造林のための火入れにともなう土壌温度の変化及び有機物の灰化について, 日本林学会関西支部論文集, 4: 53-54.
- 27) 高橋佳孝・米屋宏志・大滝典雄 (2003) 放牧牛を用いた火入れ草地の防火帯作り, 日本草地学会誌, 49: 406-412.
- 28) 竹原明秀・平吹喜彦 (1987) 山火事被災後のタラノキの再生・生長様式, root sprouts による再生, 飯泉 茂編, 林野火災の生態, 林野火災研究グループ, pp. 223-229.
- 29) Zimmermann, M.H. and Brown, C.L. (1971) Trees -structure and function-, Springer-Verlag, 336 pp.

(2022 年 9 月 12 日 受理)

2.2 学会・シンポジウム要旨

3) 樹木腐朽診断機器によるデータと腐朽程度の関係①.....	51
4) 樹木腐朽診断機器によるデータと腐朽程度の関係②.....	53
5) 樹木腐朽診断機器によるデータと腐朽程度の関係③.....	55
6) 静岡県西伊豆町宮ヶ原天神社のスダジイにおける倒伏検証と今後との対策検討.....	57
7) 国営昭和記念公園シンボルツリーの保全対策.....	59
8) 都市の緑農環境が有する機能に関する調査研究.....	61

樹木腐朽診断機器によるデータと腐朽程度の関係①

～腐朽空洞率と断面性状の比較～

高村聡・高田恵一・永石憲道・石井匡志・有賀一郎・山下得男
野上一志（街診協）・飯塚康雄（国総研）・山田利博（東大）

1. はじめに

都市樹木は倒木事故を起こす危険性が心配される。倒木の原因は様々あるが、材が腐ることによって強度が低下し、平常の気象条件での風圧による負荷に耐え切れず折損することなどがとくに問題視される。そこで、倒木事故を未然に防ぐために、樹木の腐朽程度を調べるさまざまな腐朽診断機器が開発されている。腐朽診断機器による腐朽程度の評価のための研究は、幹の断面に対して腐朽診断機器データから算出する腐朽空洞率を比較することが多いが、異なる腐朽程度になる断面の部位ごとに実際の腐朽程度と各腐朽診断機器データを比較した事例は少ない。

そこで本研究では、材の部位ごとの樹木腐朽診断機器による測定結果と腐朽程度や断面性状を比較することを目的とした。

2. 材料と方法

東京都内の街路樹であるケヤキ 1 本(胸高周囲長:84.5 cm, 樹高:8.5 m)を対象とした。幹を地際から 25, 45, 65, 85 cm の高さ毎に断面を計 4 つ設定した。各断面において、貫入抵抗測定器(レジ)やガンマ線樹木腐朽診断器(ツリーガンマ)、多点式応力波速度測定器(アーボソニック 3D)、多点式音響波樹木内部診断器(ドクターウッズ)、レーダーを用いた反射診断(ツリースキャン)、弾性波樹木診断装置(ピカス)などの腐朽診断機器を用いて計測を行った。計測後に、各断面を 10cm 厚にて水平に切り出し、断面写真などを記録した。

そのうち、レジによる測定結果から得られた腐朽空洞率と実際の断面性状を比較するために、目視による腐朽程度の分類(色、表面性状、分布)および、ピロディンを使用した材の腐朽度合いや材質密度の測定を行った。得られた結果と腐朽空洞率との比較を行うことで、断面性状との関係性を明らかにしていく。

目視での性状確認および腐朽度合い

4 断面の円板から、腐朽診断機器の計測方向に合わせて十字に直行して、3 cm 間隔で 3 cm 四方のサンプルブロックを切り出し、目視による性状の確認を行った。ピロディンによる等間隔での測定を行った結果を重ね合わせることで、腐朽度合いや材質密度の測定結果と比較を行った。

レジのデータ処理方法

レジの測定結果から腐朽空洞率を求めるとともに、波形グラフをサンプルブロックと比較した。

3. 結果と考察

サンプルブロックの断面性状から、目視では腐朽と捉えられる変化を確認することができた反面、レジのデータでは腐朽と空洞の判別が困難であるとの結果となった。同箇所では材の健全⇄腐朽の間の漸变的な性状、強度の変化が生じていることが確認された。

樹木腐朽診断機器によるデータと腐朽程度の関係②

～部位ごとの機器データと材質密度の比較～

高田恵一・永石憲道・高村聡・石井匡志・有賀一郎・山下得男
野上一志(街診協)・飯塚康雄(国総研)・山田利博(東大)

1. はじめに

都市樹木は倒木事故を起こす危険性が心配される。倒木の原因は様々あるが、材が腐ることによって強度が低下し、平常の気象条件での風圧や自重による負荷に耐え切れず折損することなどがとくに問題視される。そこで、倒木事故を未然に防ぐために、樹木の腐朽程度を調べるさまざまな腐朽診断機器が開発されている。腐朽診断機器による腐朽程度の評価のための研究は、幹の断面に対して腐朽診断機器データから算出する腐朽空洞率を比較することが多いが、異なる腐朽程度になる断面の部位ごとに実際の腐朽程度と各腐朽診断機器データを比較した事例は少ない。

そこで本研究では、部位ごとの樹木腐朽診断機器によるデータから腐朽程度を推測するための手法を検討することを目的とした。

2. 材料と方法

東京都内の街路樹であるケヤキ1本(胸高周囲長:84.5 cm, 樹高:8.5 m)を対象とした。地際から25, 45, 65, 85 cmの高さ毎に幹の断面を計4つ設定した。各断面において、貫入抵抗測定器(レジ)やガンマ線樹木腐朽診断器(ツリーガンマ)、多点式応力波速度測定器(アーボソニック3D)などの腐朽診断機器を用いて計測を行った。計測後に、各断面を凡そ10 cm厚にて水平に切り出し、断面写真などを記録した。

木材の腐朽が進むと、質量が減少する。そこで、部位ごとの腐朽程度を示すために材質密度を用いた。以下に、材質密度の求め方と主な機器のデータ処理方法を示す。

材質密度

4断面の円板から、レジの計測方向に合わせて十字に直交して幅3 cmの木片を切り出し、さらに凡そ3 cm四方のブロック(樹皮は含まない)に切り分けた。これを部位のサンプル単位として、レジの貫入位置からサンプリング中心位置の距離を記録した。部位サンプルの体積を測定した後、乾重を測定し、乾重を体積で除して材質密度を求めた。

レジのデータ処理方法

レジデータには年輪の波形が現れる。一方で、材の腐朽が進むと主に年輪を構成する早材と晩材の抵抗値の差異がなくなっていく。そこで、抵抗値の波形の周波数を求めた。

アーボソニックのデータ処理方法

断面写真に想定断面図を重ね合わせて、目視により材密度サンプリング中心と重なる想定断面図の位置を判断し、音波伝達速度を求めた。

3. 結果と考察

レジのデータ処理による結果から、波形を目視して腐朽と判断した計測箇所と周波数の落ち込む計測箇所の一致が認められた。レジの抵抗値から求める年輪の波形の周波数は部位ごとの腐朽程度を判断する数値基準となる可能性を見出すことができた。

樹木腐朽診断機器によるデータと腐朽程度の関係③

～機器データと材質密度の相関～

永石憲道・高村聡・高田恵一・石井匡志・有賀一郎・山下得男
野上一志（街診協）・飯塚康雄（国総研）・山田利博（東大）

1. はじめに

都市における身近な樹木の倒木事故を未然に防ぐことを目的として、樹木の腐朽程度を調べるさまざまな腐朽診断機器が開発されてきた。腐朽診断機器による腐朽程度の評価の研究は、目視による幹の実断面の腐朽程度の属人的な分類、評価を、腐朽診断機器データから算出する腐朽空洞率や機器ごとの想定断面図（CT 等値線図等）と比較することにより精度検証が進められてきたが、現時点、断面部位の特定の箇所における材質の腐朽部の材質密度と比較した報告はこれまでほぼ行われていない。

そこで本研究では、生立木の時点で取得された各樹木腐朽診断機器によるデータと、計測後に切り出して求めた断面部位ごとの腐朽程度の性状評価、密度を比較し、それぞれの相関関係について求め、結果を考察することを目的とした。

2. 材料と方法

東京都道の街路樹、ケヤキ(胸高周囲長:84.5 cm, 樹高:8.5 m)を対象として、幹を地際から 25, 45, 65, 85 cm の高さで計 4 つの水平断面を設定した。

生立木での各高さにおいて、貫入抵抗測定器(レジ)、ガンマ線樹木腐朽診断器(ツリーガンマ)、多点式応力波速度測定器(アーボソニック 3D)、多点式音響波樹木内部診断器(ドクターウッズ)などの腐朽診断機器による計測を行った。各腐朽診断機器によるデータについては、後述の切り分けサンプルと整合する位置となる 3cm 間隔の数値に調整した。

計測後、各高さ 10cm 厚に切り出した円板から、髓部で十字に直交する 3 cm 幅の帯状試料 8 本を切り出し、それらの交点を基準に間隔 3 cm、厚み 3cm、およそ 3cm 四方 (27cm³) となるサンプルブロック (76 個) に切り分けた。切り分けられたサンプルブロックについて即時に体積、生重を記録し、後に乾重を測り、材質密度を求めた。サンプルブロック毎に目視による性状評価 (被験者 7 名樹木医) を行った。

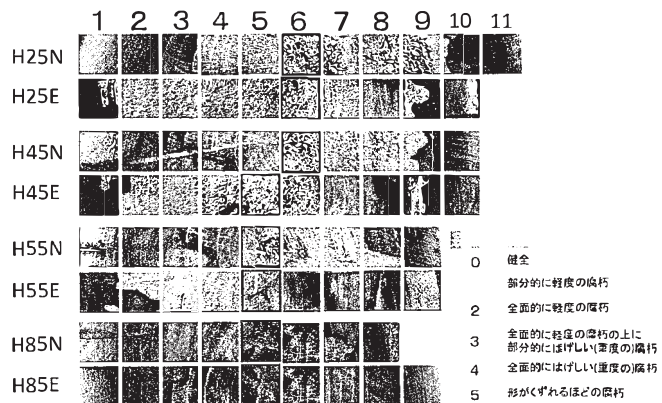


図 切り分けたサンプルブロックと被害度の判定基準

3. 結果と考察

部位ごとの腐朽程度の性状評価、密度および、各腐朽診断機器の数値との間にはそれぞれ強い相関が見られた。生立木腐朽による部位ごとの材質密度低下のあらましが掲出された腐朽診断機器により推定できることが明らかとなった。

謝辞: 本報告を含む 3 連の報告をまとめるにあたり、試料および資料のご提供を頂いた東京都建設局公園緑地部様に感謝いたします。

【ポスター発表 P-6】

静岡県西伊豆町宮ヶ原天神社のスダジイにおける倒伏検証

と今後との対策検討

片岡 日出美(HARDWOOD (株))・飯塚康雄(国土技術政策総合研究所)
森広志・昆悠二郎(HARDWOOD (株))・木村治美(有) FOREST)
佐藤一将(株) 石井造園

1. はじめに

2021年10月10日15時頃、静岡県西伊豆町宮ヶ原天神社の御神木スダジイ(推定樹齢300年)が倒伏した。当該樹木は、外観から確認できる樹勢衰退の進行を危惧した地域住民と西伊豆町役場からの依頼を受け、同年9月7日に機器(PiCUS)を使用した腐朽診断を行ったばかりの出来事であった。

国内における巨木や老木木についての管理手法に関する研究はあまり進んでおらず、倒伏した樹体の調査例は少ない。一方で、巨木・老木木の維持・保全に対する樹木医の役割は大きく、地道な実態調査による症例データの蓄積が求められている。

本発表は、倒伏についての発生要因を調査・検証した結果を報告するものである。

2. 材料と方法

当該樹木スダジイは、1989年10月に西伊豆町指定天然記念物に指定されており、樹高28m、胸高幹周7.8m、枝張り25mの巨木である。生育状況は、老木としての活力はやや不良で、樹体は大きく傾斜している。倒伏前の外観診断の様子からは、枯れ枝が多数発生し、根元数カ所に開口があり、子実体も確認されていた。周囲は、スギ・ヒノキの人工林に囲まれ、地表面は根株に触れる位置まで社殿と前庭のコンクリートが打設されていた。機器診断PiCUSによる主幹の腐朽割合は、GL+180cmで78%、GL+120cmで89%であった。

倒伏後の検証として、根系の生育状況調査及び材の健全度調査(レジストグラフ)、樹体の傾斜、植栽基盤調査(山中式土壌硬度計・長谷川式簡易透水試験器)、植栽周辺環境等を行った。

3. 結果と考察

主因は、樹体を支えるための根系盤が小さかったこと、樹冠が偏り、樹体が谷側に傾斜したことで判断した。具体的には、①根域を十分に確保するための植栽地が狭小であったこと、②土層の深さ1.5m程度にある粘性土が根系伸長を阻害したこと、③植栽基盤が切土造成であり土壌が貧養分であったことにより樹体を支持できるまでの根系伸長が妨げられたこと、④隣接樹林の影響を受けて樹冠が偏り、樹体が谷側に著しく傾斜したことであった。また、副因としては、樹幹内部に確認されたシマサルノコシカケが原因と考えられる大きな空洞が根株にまで進行し根系の腐朽が進行した一方で、樹冠は大きく成長を続け根元にかかる荷重が増加したことがあげられた。

今後は、倒伏の予兆を把握する診断手法を再検討し、適切な倒伏対策を含めた巨木の保全対策の立案に寄与できるよう努めていきたい。

【ポスター発表 P-17】

国営昭和記念公園シンボルツリーの保全対策

近田由希子 (国土交通省関東地方整備局国営昭和記念公園事務所)
飯塚康雄 (国土交通省国土技術政策総合研究所)

1. はじめに

国営昭和記念公園は東京都立川市と昭島市にまたがって位置し、総面積 180ha におよぶ豊かな自然環境の中で多彩なレクリエーション活動の場となっている。2023 年に開園 30 周年を迎える。公園の中央に位置する「みんなの原っぱ」には、整備前から存在し、その樹姿が美しかったことからシンボルツリーとして移植せずにそのまま活用されたケヤキの巨樹がそびえ立っている。その存在感は整備後の成長によって大きくなり、現在では昭和記念公園を代表する景観を形成し、来園者を魅了している。

ケヤキは、現在幹周 458cm、樹高 21.5m、枝張り 28m に達し (2022 年計測)、順調に肥大成長を続けている (図)。しかし、2021 年に根株から露出した根系にかけて複数のベッコウタケが確認されたことで、一部の根系に腐朽が進行していることが推察された。そのため、ベッコウタケ病による根系の腐朽を最小限に抑え、将来にわたって健全な樹勢を維持することが求められている。

本発表は、保全対策を検討するための現況把握と実施した保全対策の内容を報告するものである。

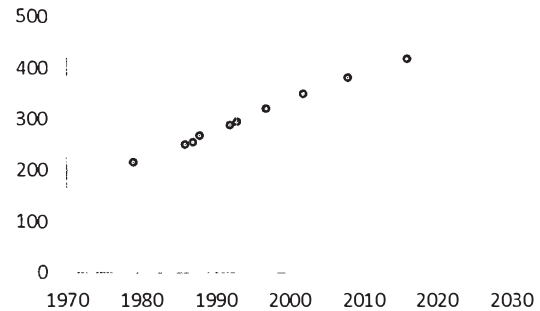


図 ケヤキの幹周成長

2. 現況把握の方法

土壌調査は、土壌貫入硬度試験、現場透水性試験、化学分析 (pH、EC、アンモニア態窒素、硝酸態窒素、可給態リン酸、交換性カリウム、交換性カルシウム、交換性マグネシウム、可給態鉄、交換性マンガン) を行った。根系調査は、ベッコウタケによる木材腐朽の状態をレジストグラフにより把握するとともに、根系の伸長状況を地中レーダーにより推測した。

3. 結果と考察

土壌調査の結果、表層から深さ 1m までに固結した土壌が確認されたが、深さ 30cm 程度の透水性には問題が見られなかった。また、pH は 7 程度であったものの EC は 0.1mS/cm 以下と小さく、他の土壌成分にも不足しているものが見られた。樹冠下は踏圧による土壌の固結や流出による根株の板根や根系が露出し、人為的な損傷が見られたためベッコウタケ菌はこれらの傷から感染したと考えられたが、レジストグラフによる調査では根株および露出した根に明らかな材の劣化は確認されなかった。根系伸長は、樹冠を投影した土壌面の外側まで表層の根が多いと推測された。

以上の結果から、樹勢の維持を目的とした土壌改良を 3 年程度に分けて実施することとした。第 1 回目は、土壌改良資材を既存土 : 黒土 : 鹿沼土 : 牛糞 : 堆肥等を 3 : 2 : 3 : 1.5 : 0.5 の配合とし、根元から 5m の位置で幅 1m 深さ 30cm を目安にエアスコップにより掘削し、改良土に置き換えた。改良後は柵で囲い根の損傷や踏圧を防止するようにした。また土壌改良時に根系の確認を行い、根系の健全度を確認した。

都市の緑農環境が有する機能に関する調査研究

The research on function of Green & Agricultural environment

登録番号
P21



(※1) 緑農環境とは
都市農地や緑地的・農的に利用される空地地等、農地を含めて都市に内在する多様なみどり

金 甫炫 KIM Bohyun 大石 智弘 OHISHI Tomohiro

○国土交通省 国土技術政策総合研究所 社会資本マネジメント研究センター 緑化生態研究室研究官
○内閣府 沖繩総合事務局 開発建設部公園・まちづくり調整官 首里城復興整備推進室長

国土交通省
国土技術政策総合研究所
National Institute for Land and Infrastructure Management

1 はじめに

近年、人口減少・少子高齢社会を迎え、空き地・空き家問題等も発生する中、市街地の緑を活かしながら、コンパクトで魅力的な都市空間の形成、多様なライフスタイルを実現できるまちづくりを進めることが課題となっている。

このような中、都市農業振興基本法の制定及び都市農業振興基本計画の閣議決定、都市緑地法の改正、都市農地の賃借の円滑化に関する法律の制定等により、都市農地は「宅地化すべきもの」から都市に「あるべきもの」として扱われ、今後、地方公共団体においては、「緑農環境(※1)」を保全・活用しながら課題の解決に取り組むことが重要と考えられる。

本研究は、都市にあるべきものとして期待されている都市農地や緑地的・農的に利用される空地地等、都市に内在する多様な緑農環境が有する機能について事例調査を行い、各事例が発揮している機能を農空間の確保、人材育成、地域理解の促進、防災空間の確保、景観の改善、コミュニティ、レクリエーションの7つに分類した。

3 緑農環境が有する機能

緑農環境の保全・活用の取組が発揮している機能には、雨水貯留浸透、熱環境緩和、生物多様性等、環境共生や都市の環境負荷緩和に資する機能を含め多様な機能がある。

本研究では、緑農環境が有する多様な機能の内、地域活動や安全・安心、魅力的なまちづくり等、利用者や地域住民が効果を認識しやすい身近なものや、各事例の特徴を示しやすいものとして、下記の7つの機能を設定した。

Various 7 functions



農空間の確保

農地を農地として担保することで、都市における緑被地の確保、農空間の確保につながる効果



人材育成

専門家による指導や農的活動の場と機会を提供することで、担い手育成や確保、農の普及啓発等の効果



地域理解の促進

農を身近に感じてもらうことで、砂埃や害虫の発生等、周辺住民が感じる農環境に対する負の印象を緩和する効果



防災空間の確保

農地や空地を災害時等のオープンスペースとして確保することで、安全で暮らしやすいまちづくりに寄与する効果



景観の改善

放棄地等、景観が悪かった場所にごみ拾いの実施等、人の手が入ることで景観改善効果を得る。また、人が出入りすることで不法投棄の防止や管理不足等による治安の悪化を抑制し、防犯等の効果



レクリエーション

農作業や花壇管理、イベント参加等を通して、子供の成長、健康増進、観光振興、福祉の充実等の効果



コミュニティ形成

高齢化、過疎化、空洞化が進む地域において、共同作業の場として活用することで、人が集まり、交流促進、賑わい創出に繋がる効果

2 研究方法

国土技術政策総合研究所で実施した調査研究(※2)で収集した事例リストから、41事例を抽出し、収集した内容から把握できた機能を分類した。

事例の抽出は、国や自治体の制度を活用した取組、福祉や観光等、多角的な取組を展開している事例、多様な主体との連携による事例、1年以上継続した事業等を基準として行った。

各事例の情報は、WEBや文献調査、ヒアリングから得られた情報を基本とし、本研究でもとめた内容(取組内容、機能分類等)について、各事例の活動主体へ電話やメール等で確認を行った。

(※2) 国総研で実施した調査研究
・都市における緑農環境保全の取組に関する調査、平成31年3月
・都市における緑農環境保全活用の効果的な推進手法に関する調査、令和2年2月

4 保全・活用計画への活用

本研究で調査した事例は、ほとんどが複数の機能を発揮していた。

その中には、下記の①のように目的とした機能がさらに周辺地域に広がった事例や②想定していなかった機能に発展した事例もあり、機能の拡大や変化が確認できた。さらに、③目的とした機能が他の機能に支えられ継続できた事例もあり、継続的に様々な機能を発揮していくためには、それぞれの機能の関係も考慮して緑農環境の保全・活用を行うことが効果的であると考えられる。

Relationship between functions

①複数の場所への展開



農空間を保全したことによって、人々が農に関わる活動をすることができ、農に対する認識が改善され、さらなる活動空間を求めることで、新たな農空間の確保につながる。

②複数の機能に発展



緑や農に関わるレクリエーションやイベントから、地域コミュニティが形成され、活動の場を求め空き地等の管理に関わることで、まちの景観や治安が改善される。

③複数の機能との連携



例えば、農空間の確保という機能は、地域コミュニティや人材育成等の機能と連携し、より継続的に機能する。さらに、場所があることで、コミュニティや人材育成も継続することができる。

Use multiple function of Green & Agricultural environment

緑農環境を活用する上で、それぞれが発揮している機能を可視化(認識)することは、計画目標の設定のみならず、機能の維持やさらなる向上等にもつながることが期待できる。

①複数の場所への展開

農空間を保全したことによって、人々が農に関わる活動をすることができ、農に対する認識が改善され、さらなる活動空間を求めることで、新たな農空間の確保につながる。

②複数の機能に発展

緑や農に関わるレクリエーションやイベントから、地域コミュニティが形成され、活動の場を求め空き地等の管理に関わることで、まちの景観や治安が改善される。

③複数の機能との連携

例えば、農空間の確保という機能は、地域コミュニティや人材育成等の機能と連携し、より継続的に機能する。さらに、場所があることで、コミュニティや人材育成も継続することができる。

農空間の確保

農地を農地として担保することで、都市における緑被地の確保、農空間の確保につながる効果

人材育成

専門家による指導や農的活動の場と機会を提供することで、担い手育成や確保、農の普及啓発等の効果

地域理解の促進

農を身近に感じてもらうことで、砂埃や害虫の発生等、周辺住民が感じる農環境に対する負の印象を緩和する効果

防災空間の確保

農地や空地を災害時等のオープンスペースとして確保することで、安全で暮らしやすいまちづくりに寄与する効果

景観の改善

放棄地等、景観が悪かった場所にごみ拾いの実施等、人の手が入ることで景観改善効果を得る。また、人が出入りすることで不法投棄の防止や管理不足等による治安の悪化を抑制し、防犯等の効果

レクリエーション

農作業や花壇管理、イベント参加等を通して、子供の成長、健康増進、観光振興、福祉の充実等の効果

コミュニティ形成

高齢化、過疎化、空洞化が進む地域において、共同作業の場として活用することで、人が集まり、交流促進、賑わい創出に繋がる効果

緑農環境の活用

緑や農に関わるレクリエーションやイベントから、地域コミュニティが形成され、活動の場を求め空き地等の管理に関わることで、まちの景観や治安が改善される。

まちなか防災空地

神戸市は密集市街地の延焼防止空間の確保のため、災害時は一時的避難場所や消防活動用地等の防災活動の場として、平時は広場・ポケットパーク等の交流の場として空き地を整備する「まちなか防災空地事業」を推進する。市、土地所有者、まちづくり協議会等の3者協力を基に、まちづくり協議会等が行う整備に対し市が支援する。

HELLO GARDEN

千葉大学OGによるコミュニティが地域住民とお金に頼らず楽しい時間を生み出す実験広場をつくるため、住宅地の空き地を活用して広場を開放・運営する。誰もが広場を活用できるよう、ハード面ではフェンスを撤去し、ソフト面では持ち寄りによるアライメント・ワークショップ等様々なイベント・ワークショップを開催してオープン広場づくりを目指す。

武蔵野市立農業ふれあい公園

主にJAや市が開設した農業塾の武蔵野市はかつての農の景観が残る都市計画公園内の生産緑地を確保し、農業体験ができる公園として整備した。公園計画時に市が開催した市民ワークショップの参加者が団体を設立して公園の管理運営を担い、市民に対して農や食に関する体験プログラムを運営する。

杉並区立成田西ふれあい農業公園

杉並区は、農家による体験型農園として長年に親しまれた生産緑地の買取申請を受け、これまでの活用状況を踏まえて農業公園を整備した。農業公園では区の変遷事業により共同事業体すきなみ農業ふれあい村が各種プログラムを実施しながら、種屋の整備修繕した生を対象に継続的に公園での農作業や運営に関わる人材を育てる。

