

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 12 日現在

機関番号：82105

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K07493

研究課題名(和文) 逆境を糧にする外来樹木の「切ったら増える」生理的プロセスの解明

研究課題名(英文) Park pruning prompts a competitive reversal of an invasive tree in urban forest of Japan

研究代表者

山下 直子 (Yamashita, Naoko)

国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・主任研究員 等

研究者番号：70353901

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：外来樹木トウネズミモチを対象として、攪乱後の適応度と生理的回復過程を明らかにすることを目的とした。葉の最大光合成速度は、トウネズミモチよりも在来種アカメガシワが高かったが、伐採後の萌芽葉では差はなかった。在来種と比べてトウネズミモチは主軸と太根でのデンプン含量が多く貯蔵されており、刈り払い後の萌芽枝の成長が早かった。トウネズミモチの刈り払いは、逆に在来種を被圧する可能性があり、本来は外来種を抑制することを目的とした人為的管理によって、実際は外来種の成長や繁殖力が高まり、かえって分布域が拡大している可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：We compared fitness-related traits of *Ligustrum lucidum* against two co-occurring native species: a pioneer tree (*Mallotus japonicus*) and an understory tree (*Eurya japonica*) under pruned and un-pruned settings. Under simulated forest edge without pruning, *Ligustrum* had lower stem growth and *Amax* (maximum photosynthetic rate) than *Mallotus*, suggesting that native species can competitively suppress invasive expansion. With pruning, however, *Ligustrum* resprouted vigorously in both spring and summer with significantly higher apical growth and total shoots than *Mallotus* and *Eurya* in forest edge and interior, respectively. Also, with similar *Amax* between resprouts of *Ligustrum* and *Mallotus*, we see a reversal of competitive advantage in favor of *Ligustrum* in forest edge. The competitiveness of *Ligustrum* clearly increased with human disturbance in the form of park pruning. Such management practice can inadvertently enhance the invasiveness of exotic species in urban settings.

研究分野：樹木生理生態

キーワード：外来種 攪乱 適応度 萌芽

1. 研究開始当初の背景

近年、都市緑地や里山において環境整備のため刈り払い等が行われている場所で外来種が優占し、そこを繁殖源としてさらに周辺の自然林へ侵入しているケースが報告されている。本来は外来種を抑制することを目的とした人為的管理によって、実際は外来種の成長や繁殖力が高まり、かえって分布域が拡大している可能性があるが、人為が具体的にどのようなメカニズムで外来種に有利に作用しているのかは明らかにされていない。外来種が侵入に成功するか否かを決定する要因は、環境ストレスへの耐性や資源要求など外来種そのものの性質と、被食・捕食関係や競争能力など所的に存在する他の生物との相互作用がある(Richards et al., 2006)。自然界に存在する生物のみならず、人間活動も外来種の侵入性に大きな影響を及ぼしていると考えられ、道脇や公園等でおこなわれている刈り払い等の人為的管理によって、外来種の成長や繁殖力が高まり、かえって分布域が拡大している可能性がある。

トウネズミモチは、都市緑化を目的として1960年代に導入され、現在は国内各地に逸出が確認されたことから、外来生物法において要注意外来生物に指定されている(環境省2004)。しかし、被害に関わる知見が不足しており、情報の集積が求められているのが現状である。本種は、日本以外でもオーストラリアやニュージーランド、南アフリカ、フロリダに導入されており、現在アメリカでは、在来種への影響が懸念される種の1つとされている(吉岡、2005)。外来種は侵入初期の拡大速度は遅いが、その後急速に速まると言われている。トウネズミモチは現状では侵入の初期段階と位置付けられており(橋本2007)、この段階で侵略性の評価を的確におこなうことにより、今後の拡散・定着・拡大を抑制し駆除効果を高めることが期待できる。

2. 研究の目的

トウネズミモチは人手が加えられていない場所の個体よりも、刈り払い等が行われている場所の個体のほうが旺盛に成長しているという実態があり(西川2013)、本種の侵略性は人為的攪乱によって高まっていると推測される。刈り払い等によって枝葉が切られた後に萌芽枝を伸長させるためには、近隣の枝や地下部に十分な養分が貯蔵されており、その転流がいち早く行われている必要がある。また、一般に萌芽枝は成長を優先させるために光合成系に資源を多く投資することから、被食に対する葉の防御が手薄となり食害を受けやすい傾向がある。したがって、新たに伸長した枝葉の食害を最小限に抑えて高い光合成能力を発揮することが、切られた後の成長を有利にするのに重要であると思われる。

そこで本研究では、トウネズミモチと競合

する在来種について、枝や根における光合成産物の貯蔵量、伐採後の萌芽枝の成長、葉の光合成能力を明らかにすることによって、刈り払いという人為的攪乱後に外来種の適応度が增大するかを明らかにする。

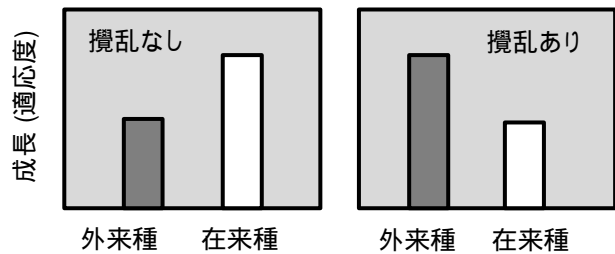


図1. 人為的攪乱に対する適応度の違い(仮説)

3. 研究の方法

野外調査は滋賀県大津市の月の輪大池公園および隣接する社寺林で行った。公園と神社には一部伐採区があり、伐採による人為的な管理が定期的に行われている。

野外において外来種トウネズミモチがどのような光環境下に侵入し、定着しているかを明らかにするために、トウネズミモチが生育している場所の全天写真を撮影し、開空度による光環境の測定を行った。撮影データは全天写真解析プログラム Canopon2 (<http://takenaka-akio.org/etc/canopon2/>)を使用して、分析を行った。

異なる光環境に対するトウネズミモチ、アカメガシワ、ヒサカキの葉の生理的特性を明らかにするために最大光合成速度、クロロフィル量、LMA、窒素含有量を測定した。最大光合成速度の測定には携帯型光合成蒸散測定装置 LI-6400 (LI-COR USA)を使用し、CO₂濃度はReferenceを380ppm、湿度50%、葉温は野外では光合成適温23~25°に設定した。測定対象の葉はシュートの最頂点から3~6枚目の完全に展開して、あまり食害を受けていない良好なものを選んだ。トウネズミモチとアカメガシワ、ヒサカキの葉内に含まれるクロロフィルの測定は、(Porra et al 1989)の測定法に従った。葉の採取はシュートの最頂点から3~6枚目のシュート完全に展開して、食害を受けていない良好なものを選んだ。採取した葉は直径6mmのリーフディスクで抜き取り、その生重量を測定してから、エッペンチューブに入れ、ジメチルホルムアミド(DMF)を1ml加えた。抽出液は冷蔵庫で一晩放置した後、吸光度計を用いて、663nmと646.8nmの吸光度で測定し、クロロフィル量(μgChl/ml)を算出した。

LMA (g/cm²)と窒素の測定は、シュートの最頂点から3~6枚目の完全に展開した葉をサンプリングしておこなった。1個体から3枚葉を選び、採取した葉は直径6mmのリーフディスクで抜き取り、乾燥機で24時間乾燥させ、乾燥重量を測定した。乾燥葉は元素分析計 NCH-22F (Sumika Chemical Analysis

Service Japan)を使用し、葉の窒素含有量を測定した。

各樹種の萌芽特性を把握するために、龍谷大学瀬田キャンパス内のオープンな光環境下において、トウネズミモチとアカメガシワ、ヒサカキの苗木の伐採試験を行った。野外における人為的な伐採を模倣するために、トウネズミモチとアカメガシワ、ヒサカキ個体の地面から 15cm 位置を切断し、その後発生する萌芽枝の成長を測定した。

トウネズミモチと同所的に存在する在来種における各器官の光合成産物の貯蔵量を明らかにするために、各樹種の苗木を当年葉、当年枝、太根、細根、葉齢 2 年以上の古い葉、枝齢 2 年以上の古い枝にわけて乾燥させた後に粉碎し、デンプン、可溶性全糖含量の測定を行った。可溶性全糖の定量は、フェノール硫酸法、デンプンの定量は、グルコース CII-テストワコーにより行った。

4. 研究成果

滋賀県大津市の里山林に分布する個体群について調査した結果、トウネズミモチは、林縁から林内にかけて光環境に左右されずその出現が確認された。また、林縁環境においては陽樹である在来種アカメガシワより、樹高成長や最大光合成速度が上回ることはなく、強光下で繁茂していく可能性は低いと思われた。しかし、林内環境においてヒサカキと耐陰性は変わらないことが示唆されたため、弱光下での生存および強光下で陽樹からの被圧にも耐えられることが推測される。

トウネズミモチの侵入場所の光環境を開空度を用いて評価し、各定着地における近隣の在来樹木との成長率の違いから、トウネズミモチの侵略性を推測した。トウネズミモチが生育する場所の開空度は、陽樹であるアカメガシワと陰樹であるヒサカキの生育地の中間の明るさであり、地際径の相対成長速度も、中間的な値を示しており、在来のパイオニア種であるアカメガシワを上回るような成長量ではなかった(図 2)。最大光合成速度は、トウネズミモチよりも在来種アカメガシワが高かったが、伐採後の萌芽葉では差はなくなり、さらに林縁林内関係なくシュート伸長はトウネズミモチがアカメガシワ、ヒサカキを上回った。各器官のデンプン含量は、シロダモ > トウネズミモチ > ネズミモチ > ソヨゴ > アカメガシワの順で多く、全体として落葉樹よりも常緑樹で高い傾向であった。器官別にみると、太根(径 2mm 以上) > 主軸 > 古い葉(葉齢 2 年以上) > 古い枝(枝齢 2 年以上)の順で多かった。一方、糖は、ソヨゴ > トウネズミモチ > ネズミモチ > シロダモ > アカメガシワの順で多く、器官別では、当年枝 > 当年葉 > 古い葉の順で多く、より移動性の高い糖は、光合成器官である葉や当年

の枝に多い傾向であった。在来種と比べてトウネズミモチは主軸と太根でのデンプン含量が多く貯蔵されており、刈り払いにより地上部が失われた際にも、これらの光合成産物を利用し再生できることが示唆された。

伐採後の萌芽枝の伸長成長を調べた結果、萌芽はトウネズミモチがアカメガシワとヒサカキに比べて最も早く反応し、総伸長は実験期間中(234 日)、他樹種(アカメガシワ、ヒサカキ)を常に上回っていた($P < 0.001$, 図 2)。実験終了時の最大シュート伸長も他樹種より明らかに高かった($P < 0.001$, 図 3)。萌芽初期は、光獲得や他種との資源競争が激しい時期と考えられる。トウネズミモチは他樹種よりも高いシュート伸長を見せ、今後、生存を有利に進める可能性が示唆された。伐採後のシュートの本数と伸長の関係から、ヒサカキは比較的短いシュートを多量に生産して、それが総シュート生産の大部分を占めているのに対して、トウネズミモチは短いシュートに偏ることなく長いシュートも多く発生させていた。ヒサカキはお互いのシュートが重なり、自己被陰にあると考えられたが、トウネズミモチは短いシュートと長いシュートが局在することにより、自己被陰をある程度回避し効率よく光を獲得できるようシュートが配置されていると考えられた。伐採後の萌芽数からヒサカキは萌芽力が高いと考えられるが、その後のシュート伸長から予想される光獲得や生育の効率などの形態的特性においては、垂直方向、水平方向ともにトウネズミモチのシュート伸長は他樹種を上回っていた。伐採後に展開した葉の A_{max} 、葉の窒素含有量、光合成窒素利用効率(PNUE)は、トウネズミモチとアカメガシワに有意な差は見られなかった。伐採しないコントロールの葉の A_{max} はアカメガシワがトウネズミモチを上回っており、伐採後に再生した萌芽枝の葉は高い生理的能力をもつことが明らかとなった。

本研究により、刈り払いを行わない場合は在来種のアカメガシワが空間を占拠したが、刈り払いを行うとトウネズミモチの萌芽枝の成長が早いため、アカメガシワより先に空間を閉めてしまうことが明らかとなった。トウネズミモチの刈り払いは、逆に在来種を被圧する可能性があり、トウネズミモチの萌芽力が顕著に高いことから、かえって本種の勢力を伸ばす結果になることが予想される。トウネズミモチは外来生物法において要注意外来生物に指定されたことから、各地で駆除のための刈り払いが行われている。里山林や都市近郊林では環境整備のための樹木の伐採が定期的に行われており、トウネズミモチのシュートには光環境に関係なく伐採跡が確認された。そのような伐採後のトウネズミモチの萌芽力は、季節に関わらず高く、特に林縁におけるアカメガシワとの比較では、ト

ウネズミモチは陽樹と変わらない生理的特性を示し、形態的にはアカメガシワよりも旺盛な伸長を示し、強光下でアカメガシワを被圧する可能性が示唆された。

以上の結果からトウネズミモチの刈り払いは逆に在来種を被圧する可能性があるため、都市近郊林等の環境整備事業は、画一的に進めない、駆除効果を確認しつつ進めることが重要であると思われる。

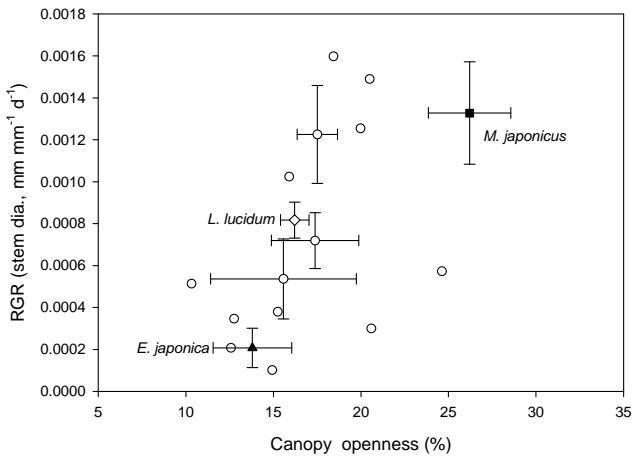


図2. 都市近郊林におけるトウネズミモチ (*L. lucidum*)と、同所的に分布する在来樹木16種の地際径の成長と生育地の開空度との関係 (Lei et al., 2016)。

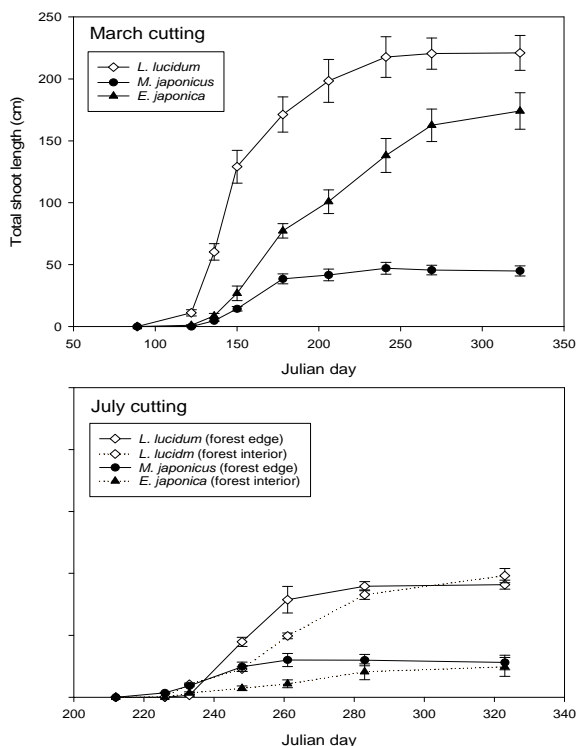


図3. トウネズミモチ (*L. lucidum*)と、在来樹種 (アカメガシワ: *M. japonicus*、ヒサカキ: *E. japonica*) の主軸切断後に発生したシュートの成長パターン (Lei et al., 2016)。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 2件)

Lei T.T., Nishikawa, N., Yamashita, N. (2016) Park pruning prompts a competitive reversal of an exotic tree, *Ligustrum lucidum*, in urban forests of Japan. *Urban Ecosystems*, 19:1103-1118.

DOI 10.1007/s11252-016-0539-z

Yamashita, N., Okuda, S., Suwa, R., Lei, T.T., Tobita, H., Utsugi, H., Kajimoto, T.(2016) Impact of leaf removal on initial survival and growth of container-grown and bare-root seedlings of Hinoki sypress (*Chamaecyparis obtusa*). *Forest Ecology and Management* 370:76-82.

DOI: 10.1016/j.foreco.2016.03.054

[学会発表](計 2件)

山下直子、奥田史郎、中尾勝洋、藤井栄、渡邊仁志、飛田博順、宇都木玄、梶本卓也(2018)スギ・ヒノキコンテナ苗における主軸切断の影響 萌芽枝の成長と樹形変化 第129回日本森林学会大会学術講演集 p258

山下直子、奥田史郎、田中真哉、高橋裕史、中尾勝洋、諏訪鎌平、吉永秀一郎(2017)滋賀県東近江市における広葉樹二次林の林分構造を規定する要因の検討 日本生態学会第64回全国大会講演要旨 P2-B-050

[図書](計 1件)

山下直子 第16章 中山間地における広葉樹資源の循環的利用と森林再生 東近江市の里山から考える (牛尾洋也、吉岡祥充、清水万由子 編著)琵琶湖水域圏の現状と可能性 里山学から見る p210-221. 晃洋書房 2018年

[産業財産権]

出願状況(計 0件)

取得状況(計 0件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山下直子 (Yamashita, Naoko)
国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・主任研究員 等
研究者番号: 70353901

(2) 連携研究者

レイ トーマス (Lei, Thomas)
龍谷大学・理工学部・教授
研究者番号: 00388159