

報告 (Report)

シデコブシ林における他樹種除伐及び皆伐が
初期萌芽再生・土壌間隙水の化学特性に及ぼす影響について

南 基泰¹⁾・愛知真木子¹⁾・高橋勇夫²⁾

Effects of logging of other tree species and clear-cutting on early sprout regeneration in a *Magnolia stellata* (Magnoliaceae) stand and on chemical characters of soil pore water in its habitat

Motoyasu MINAMI¹⁾, Makiko AICHI¹⁾ and Isao TAKAHASHI²⁾

摘 要

愛知県春日井市の湿潤な斜面に自生し、他樹種の被圧によってほとんどが徒長してしまっているシデコブシ *Magnolia stellata* (モクレン科, Magnoliaceae) 林の再生を試みた。再生法を検討するために他除伐区(シデコブシ以外のすべての樹木を除伐)、皆伐区(シデコブシも含めたすべての樹木を伐採)及び無伐採区(対照区としてすべての樹木を伐採しないで放置)の合計3区を設け、2008年から2010年の3年間にわたって初期の萌芽再生状況と土壌間隙水の化学特性を比較した。更に、試験開始10年後の2017年の再生状況についても併せて報告し、シデコブシ林再生保全法について提言した。2008年から2010年の初期段階で、他除伐区では生殖成長(開花・結実)が促進されることが明らかとなったが、生存率は皆伐区よりも低く、無伐採区と同程度となった。他除伐区の生存率が低くなったのは、表土侵食によって主幹が転倒するケースが多発したためであった。そこで、表土侵食防止柵や転倒防止策を施したが、2010年以降も表土侵食による転倒を防止することはできなかった。そのため、試験開始10年後の2017年には、皆伐区が他除伐区よりも生存しているシデコブシが多く、萌芽率及び結実率も上回った。2008年から2010年の3年間の土壌間隙水の化学特性は、すべての試験区においてpHは調査期間を通して酸性で、毎年落葉後の12月以降に低下する傾向にあった。一方、EC及び硝酸イオンはすべての試験区において落葉後の12月以降に高く、開花後の4月以降に低くなった。また、試験期間を通してすべての試験区においてEC(30~283 μ S/cm)及び硝酸イオン(0.1~19.0 μ M)共に比較的高く推移し、貧栄養な状態ではなかった。本試験地のような湿潤な斜面に生育する徒長したシデコブシ林再生のためには、他樹種を除伐するよりもシデコブシを含めたすべての樹種を皆伐する再生法の方が適していた。

キーワード：シデコブシ、他樹種除伐、皆伐、初期萌芽再生、土壌間隙水

Abstract

We attempted to regenerate the endemic species *Magnolia stellata* (Magnoliaceae) stand, most of whom has been spindly growth by pressure of other tree species, naturally grown on wet slope at Kasugai city of Aichi Prefecture in Japan. To study methods of regeneration of *M. stellata* stands, three experimental plots (a logging plot, in which all tree species except *M.*

¹⁾ 〒487-8501 愛知県春日井市松本町1200 中部大学応用生物学部 (連絡著者 南基泰 E-mail : minami@isc.chubu.ac.jp), College of Bioscience & Biotechnology, Chubu University, 1200 Matsumoto-cho, Kasugai City, Aichi Prefecture, 487-8501 Japan (Corresponding Author Dr. Motoyasu MINAMI, E-mail; minami@isc.chubu.ac.jp)

²⁾ 〒487-0031 愛知県春日井市廻間町681-112 みどりのまちづくりグループ, Midori no machi dukuri group, 681-112 Hazama-cho, Kasugai City, Aichi Prefecture, 487-0031 Japan

stellata were logged, a clear-cutting plot, in which all tree species including *M. stellata* were logged, and a control plot, in which all tree species were left, with none cut down) were established to compare early sprout regeneration and the chemical characters (pH, EC and nitrate ion concentration) of soil pore water over three years, from 2008 to 2010. In addition, we report on regeneration in 2017, 10 years after the start of these experiments, and propose methods for preservation of *M. stellata* stands. During the early stage from 2008 to 2010, although reproductive growth (flowering and fruiting) was promoted in the logging plot, the survival rate was lower than in the clear-cutting plot and about the same as in the control plot. The cause of the low survival rate in the logging plot was due to the turnover of main trunks due to topsoil erosion. Although an erosion prevention fence was installed and turnover preventive measures for the main trunks were implemented, it was not possible to prevent turnover due to topsoil erosion in the logging plot after 2010. Therefore, in 2017, there were more surviving *M. stellata* in the clear-cutting plot than in the logging plot, and they also had higher sprouting and fruiting rates. Regarding the chemical characters of soil pore water during this experimental period, pH in all experimental plots remained acidic, and tended to decline every December after leaf fall. On the other hand, EC and nitrate ion concentration in all experimental plots were highest every December after leaf fall and tended to decrease every April after flowering. During the experimental period in all experimental plots, both EC (30–283 $\mu\text{S}/\text{cm}$) and nitrate ion concentration (0.1–19.0 μM) were higher, so soil pore water was not poorly nutritious. These experiments revealed that for preservation of a spindly *M. stellata* stand on a wet slope, clear-cutting can be more effective for regeneration conservation than logging all tree species except *M. stellata*.

Key words: *Magnolia stellata*, logging of other tree species, clear-cutting, early sprout regeneration, soil pore water

(2017年8月23日受付；2017年11月10日受理)

はじめに

周伊勢湾地域に固有、準固有または隔離分布する東海丘陵要素(植田, 1989)の中でも、特にシデコブシ *Magnolia stellata* (Siebold et Zucc.) Maxim. (モクレン科 Magnoliaceae) は、早春に可憐な花を咲かせることから、この地域の湿地生態系の象徴種となっている。しかし、多くの自生地で存続が危惧されていることから、環境省レッドリスト2017には準絶滅危惧種として指定されている(環境省, 2017)。また自生地の多くが里山林であるため造成などの開発から取り残されたシデコブシが、かえって多くの人々に認知されるようになったことから保全意識が高まり、結果として東海丘陵要素の中でも最も盛んに保全活動が行われている(例えば、日本シデコブシを守る会, 1996; 市川, 2007)。シデコブシの主な衰退要因は、土地改変による自生地消失と、主な自生地となっている里山林の未利用による遷移進行である(日本シデコブシを守る会, 1996)。特に、近年では遷移進行に伴い自生地に進入してきた他樹種に被圧され衰退していつている(日本シデコブシを守る会, 1996; 玉木ら, 2014; Matsushita *et al.*, 2016)。

中部大学が立地する愛知県春日井市においても、かつては東部丘陵の湿地や沢筋などの各所にシデコブシが自生していたが、現在では廻間町、玉野町、木附町及び西尾町の一部でしか生育確認できない状況となっている(春日井市, 2017a)。現在、春日井市に残存しているシデコブシ自生地の多くは国

定公園や県有林野地内にあり、「春日井市自然環境の保全を推進する条例」(春日井市, 2017b)に基づき春日井市指定希少野生動植物種に指定され、採取、損傷、譲渡は禁止されている。そのため、今後は開発行為による自生地の消失や不法な採取は、ある程度は防げることが期待できる。しかし、自生地である里山林の遷移進行に伴い進入してきた他樹種との競合による衰退については、対策が取られているとはいえない。春日井市内で最もよく知られているシデコブシ林は、廻間町の築水池周辺のものである(春日井市, 2017a)。この群落は、春日井市少年自然の家に隣接し、人目につきやすいことから、早くから保全対策は施されてきた。一方、西尾町のシデコブシ林については(日本シデコブシを守る会, 1996)、2つのゴルフ場と中央自動車道に挟まれた人目につきにくい箇所であることから、これまで保全対策は施されてこなかった。そのため、遷移進行による他樹種の進入によって、ほとんどのシデコブシは被圧され、自立できないほどに徒長し、開花も確認できない状況となっていた。そこで、中部大学と春日井市で環境保全活動をしている「みどりのまちづくりグループ」が、このシデコブシ林の再生保全に取り組むことになった。このように他樹種との競合によって衰退したシデコブシ林再生のためには、他樹種の除伐が効果的であると報告されている(Matsushita *et al.*, 2016)。しかし、シデコブシ以外の他樹種のみを除伐していく作業は煩雑であり、高度な伐採技術が必要である。また、シデコブシは主幹が伐採されても、再生力が旺盛なため萌芽枝を出して株立ちする(日本シ

デコブシを守る会, 1996; 後藤ほか, 1998; 広木, 2002)。そこで, 本研究ではシデコブシ以外の他樹種を除伐するだけでなく作業効率の面から, 玉木ほか (2014) と同様にシデコブシを含むすべての樹種を皆伐する方法についても検討した。

本研究では, 他樹種の除伐や皆伐による初期のシデコブシ林再生の有効性を, 3年間にわたって生存率及び萌芽再生状況で評価した。また, シデコブシ群落の再生には光環境の改善が重要な要因となることから (Matsushita *et al.*, 2016), 伐採による光環境の改善指標として天空率を測定した。さらに, 伐採によって光環境が改善された森林では生物活性が高まるので (陽, 1994), 土壌有機物が急激に分解され腐植となる (井上, 1994)。そのため, 本試験地においてもシデコブシの萌芽再生に伴い自生地の土壌間隙水の化学特性が変化することが予測された。そこで, 他樹種の除伐や皆伐による土壌間隙水の化学特性の変化とその推移についても調査した。シデコブシ自生地の土壌水は酸性・貧栄養と報告されていることから (広木, 2002), 本試験では土壌間隙水の pH と電気伝導度 (EC) に加えて, 硝酸イオン (NO_3^-) 濃度についても測定することとした。硝酸イオンを測定した理由は, EC の値だけで貧栄養と評価することはできないことから, 窒素についても測定する必要があることが指摘されているからである (広木, 2002)。また, シデコブシ自生地は湿潤であることから酸化的であるので (木佐貫ほか, 2006), 土壌中の主な無機窒素はアンモニウムイオンではなく, 硝酸イオンであると考えられたためである (愛知ほか, 2013)。

樹木の再生保全法を検討する場合, 3年間の調査は短すぎる感もある。しかし, シデコブシは伐採後の萌芽再生能力が旺盛であること (日本シデコブシを守る会, 1996; 後藤ほか, 1998; 広木, 2002), 実際に再生保全に取り組んでいる人々のモチベーション維持や活動をしているのは高齢者が多いことから再生保全策の妥当性を初期に判断する指標が必要である。このような理由から, 本試験報告は3年間の調査結果であるが, 今後のシデコブシ林再生保全のための重要な知見となると判断できたので, 本報告を行うこととした。また, 2017年現在の萌芽再生状況についても併せて報告し, シデコブシ林再生保全策について提言する。

試験地及び方法

試験地概要

本試験地は, すでに日本シデコブシを守る会 (1996) によって報告されている愛知県春日井市西尾町 (北緯 $35^{\circ}19'$, 東経 $137^{\circ}02'$, 海拔高度192 m) のヒノキ金池に流入するほぼ東西に流れている沢の南向き斜面のシデコブシ自生地 (約5,740 m^2 , 全長約140 m, 幅約41 m, 平均傾斜勾配 24°) とした。試験に先立ち本試験地のシデコブシについて毎木調査を実施し

た結果, 254ジェネット (栄養繁殖集合体) が自生していた。なお, シデコブシの多くは根元から萌芽して株立ちしており, 主幹と萌芽枝の区別がつかないので, Matsushita *et al.* (2016) に従い本報告でもジェネット (栄養繁殖集合体) としてカウントした。

本試験地は新第三紀層よりなり (中部植生研究グループ, 1977), 湧水が涵養して斜面全域が常に湿潤な状態となっているが, シデコブシ以外に高木層としてアラカシ *Quercus glauca* Thunb. var. *glauca*, コナラ *Q. serrata* Murray var. *serrata*, ネジキ *Lyonia ovalifolia* (Wall.) Drude var. *elliptica* (Siebold et Zucc.) Hand.-Mazz., リョウブ *Clethra barbinervis* Siebold et Zucc., 低木層としてアセビ *Pieris japonica* (Thunb.) D. Don ex G. Don var. *japonica*, コバノミツバツツジ *Rhododendron reticulatum* D. Don ex G. Don などが混生していた。

萌芽再生調査

本試験では, 他除伐区 (72ジェネット, 以降同様) (シデコブシ以外のすべての樹木を伐採), 皆伐区 (77) (シデコブシも含めたすべての樹木を伐採) 及び無伐採区 (88) (対照区としてすべての樹木を伐採しないで放置) の合計3区 (いずれの試験区も約1,880 m^2 , 全長約47 m, 幅約40 mとした) を設けた (Fig.1)。他除伐区及び皆伐区の伐採作業は2008年2~3月に実施し, その後の萌芽再生状況については2008年4月から2010年11月までの間一カ月毎に毎木調査を行った。なお本試験地は, 県有林野地であるため, 県有林野地内作業の許可を得て実施した (許可番号: 20県有林第33号, 21県有林第40-1号及び22県有林第20-1号)。

天空率

魚眼レンズ (Fisheye Converter FC, Nikon) をセットしたデジタルカメラ (COOLPIX, Nikon) を各試験区の中心に三脚を用いて地表より高さ15 cm となるように設置し, 2008年伐採直後に地平線を含む全天空 (画角180度) を撮影した。撮影した画像は全天写真解析プログラム (CanopOn2) (竹中, 2009) を用いて, 樹林や下層植生などを除いた天空率 (%) を算出した。天空率が100%の場合には地平線を含む全方向に天空を遮断するもの (樹林, 下層植生など) がなく, 0%の場合には天空がすべて塞がれていることになる。

土壌間隙水の採水法及び化学的特性の測定法

土壌間隙水は, 減圧ポーラスカップ法 (ミズツール, DIK-839, 大起理工工業) を用いて2008年5月から2010年12月までの間一カ月毎に各試験区内の斜面上部と下部の2地点で採水した。試料水は保冷庫に保存し, 研究室に持ち帰った後, 直ちに pH 及び EC を測定した。pH は Twin pH (B-212, 堀場製作所) (ガラス電極法, 測定範囲 pH 2-12, 自動2点校正機能), EC は Twin Cond (B-173, 堀場製作所) (交流2極法, 測定範

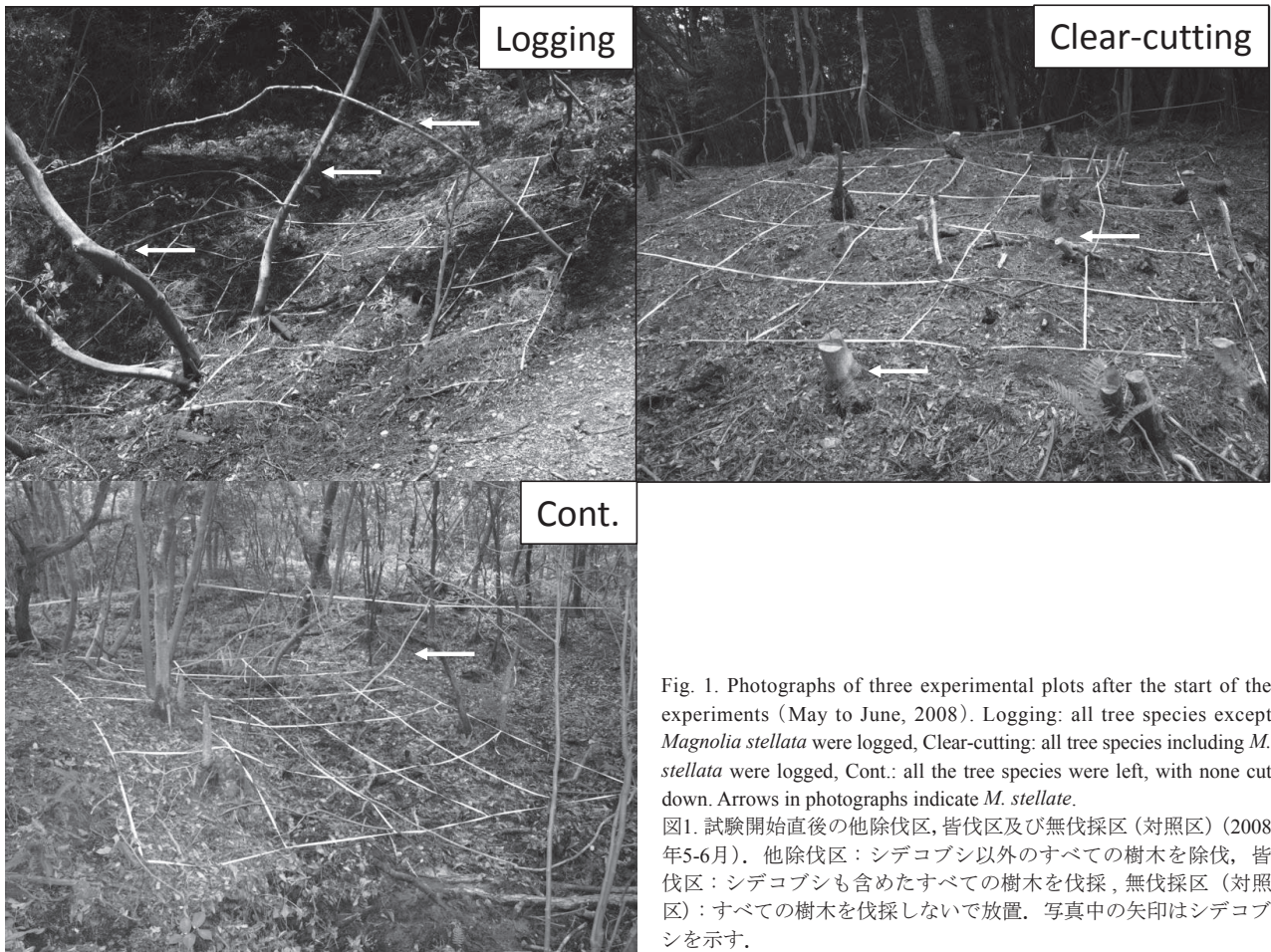


Fig. 1. Photographs of three experimental plots after the start of the experiments (May to June, 2008). Logging: all tree species except *Magnolia stellata* were logged, Clear-cutting: all tree species including *M. stellata* were logged, Cont.: all the tree species were left, with none cut down. Arrows in photographs indicate *M. stellata*.

図1. 試験開始直後の他除伐区, 皆伐区及び無伐採区(対照区)(2008年5-6月). 他除伐区: シデコブシ以外のすべての樹木を伐採, 皆伐区: シデコブシも含めたすべての樹木を伐採, 無伐採区(対照区): すべての樹木を伐採しないで放置. 写真中の矢印はシデコブシを示す.

囲0-19.9 mS/cm, 自動校正機能)を用いて測定した(愛知ほか, 2013). 硝酸イオン(NO_3^-)濃度測定用試料水については, 測定まで冷凍保存(-80°C)し, 測定直前に自然解凍した. 硝酸イオン濃度は, ジアゾカップリング法を用いた酸化窒素分析装置 ENO-20(株式会社エイコム)を用いて定量した(愛知ほか, 2013). 本試験では, pH, EC 及び硝酸イオン共に, 各試験区の斜面上部とその下部の2地点の平均値を各月の値とした.

結 果

初期萌芽再生状況

2008~2010年の初期萌芽再生状況を試験区ごとに, 以下に示した(Table 1).

他除伐区: 2008年の生存率83%(60/72ジェネット, 以降同様)はすべての試験区で最も低くなり, その後も低下し, 2010年には79%(57/72)となった. しかし, 2010年には開花率50%(36/72)及び結実率39%(28/72)共に, すべての試験区中で最も高くなった.

皆伐区: 皆伐された2008年の段階で92%(71/77)が萌芽再

生した. しかし, 2008年, 2009年共に萌芽枝では葉が展開しただけで, 花芽形成は確認できなかった. 本試験区で開花が確認できたのは皆伐後3年目の2010年で, 開花率13%(10/77)はすべての試験区中で最も低くなったが, 生存率84%(65/77)は反対に最も高くなった.

無伐採区: 2008年の生存率は94%(83/88)であったが, その後毎年枯死するジェネットが確認されたため, 2010年には77%(68/88)とすべての試験区中で最も低くなった. しかし, 2010年に生存していたすべてのジェネットは萌芽再生し, 開花率19%(17/88)及び結実率3%(3/88)となった.

天空率

2008年伐採直後の各試験区の天空率は, 皆伐区が23%と最も高く, 次いで他除伐区18%, 無伐採区6%となった.

土壌間隙水の化学特性とその推移

土壌間隙水の化学特性とその推移について, pH (Fig. 2), EC (Fig. 3) 及び硝酸イオン (Fig. 4) ごとに, 以下に示した.

pH: 2008年5月以降いずれの試験区も低くなり, 同年8月には2008年で最も低くなった(他除伐区5.3, 皆伐区5.2, 無伐

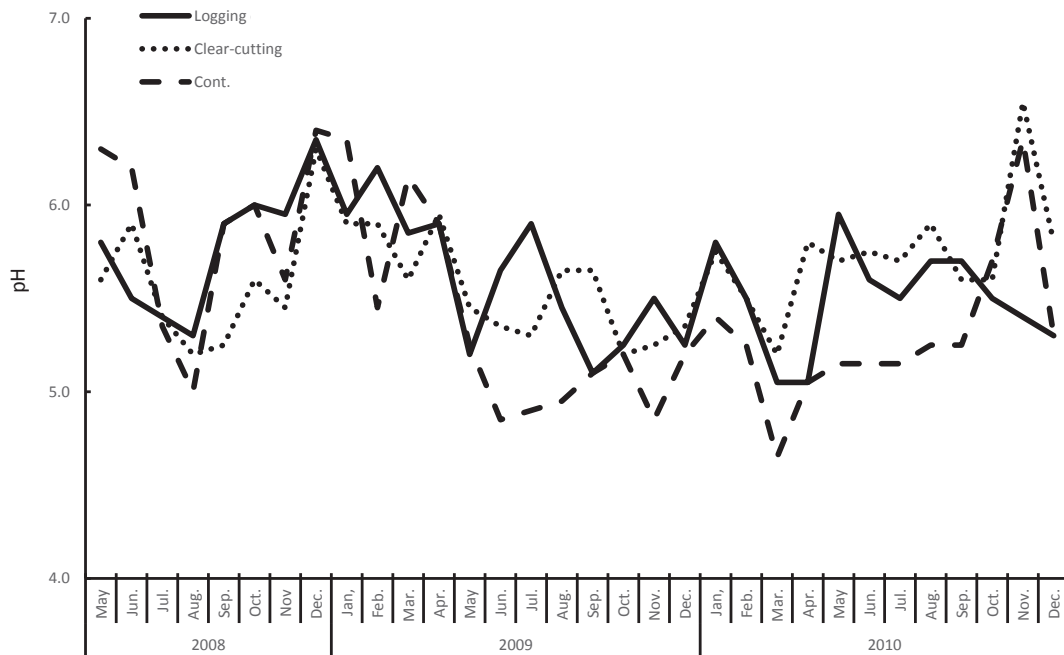


Fig. 2. Seasonal fluctuations in pH of soil pore water in three experimental plots over three years (2008 to 2010). Logging: all tree species except *Magnolia stellata* were logged, Clear-cutting: all tree species including *M. stellata* were logged, Cont.: all the tree species were left, with none cut down.

図2. 他除伐区, 皆伐区及び無伐採区 (対照区) における土壌間隙水 pH の季節推移 (2008年から2010年). 他除伐区: シデコブシ以外のすべての樹木を除伐, 皆伐区: シデコブシも含めたすべての樹木を伐採, 無伐採区 (対照区): すべての樹木を伐採しないで放置.

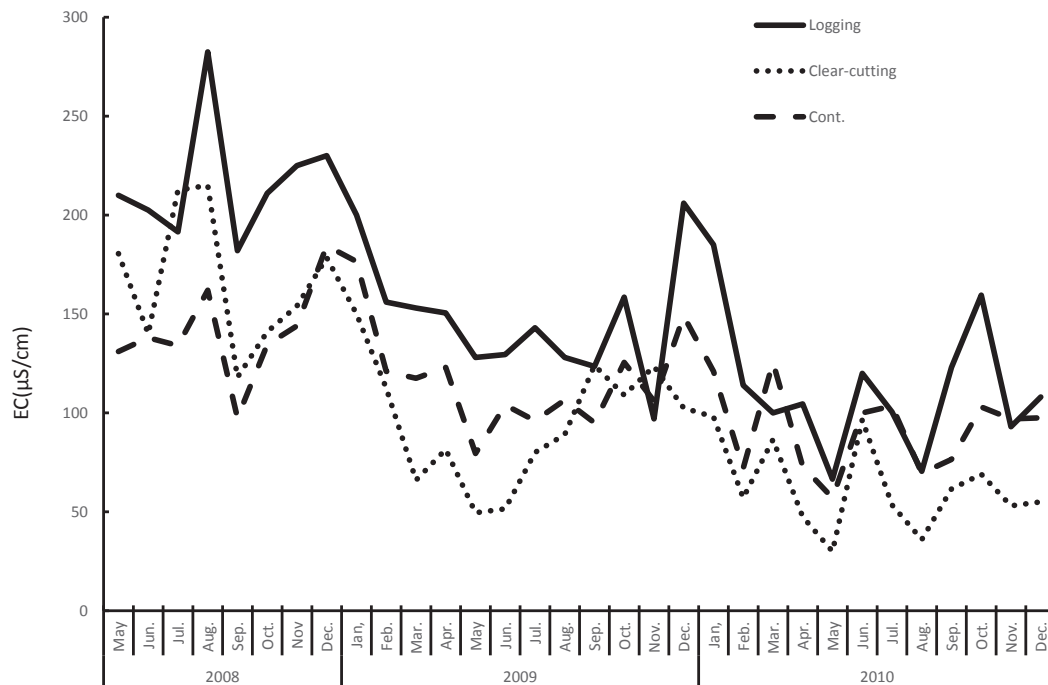


Fig. 3. Seasonal fluctuations in EC of soil pore water in three experimental plots over three years (2008 to 2010). Logging : all tree species except *Magnolia stellata* were logged, Clear-cutting: all tree species including *M. stellata* were logged, Cont.: all the tree species were left, with none cut down.

図3. 他除伐区, 皆伐区及び無伐採区 (対照区) における土壌間隙水 EC の季節推移 (2008年から2010年). 他除伐区: シデコブシ以外のすべての樹木を除伐, 皆伐区: シデコブシも含めたすべての樹木を伐採, 無伐採区 (対照区): すべての樹木を伐採しないで放置.

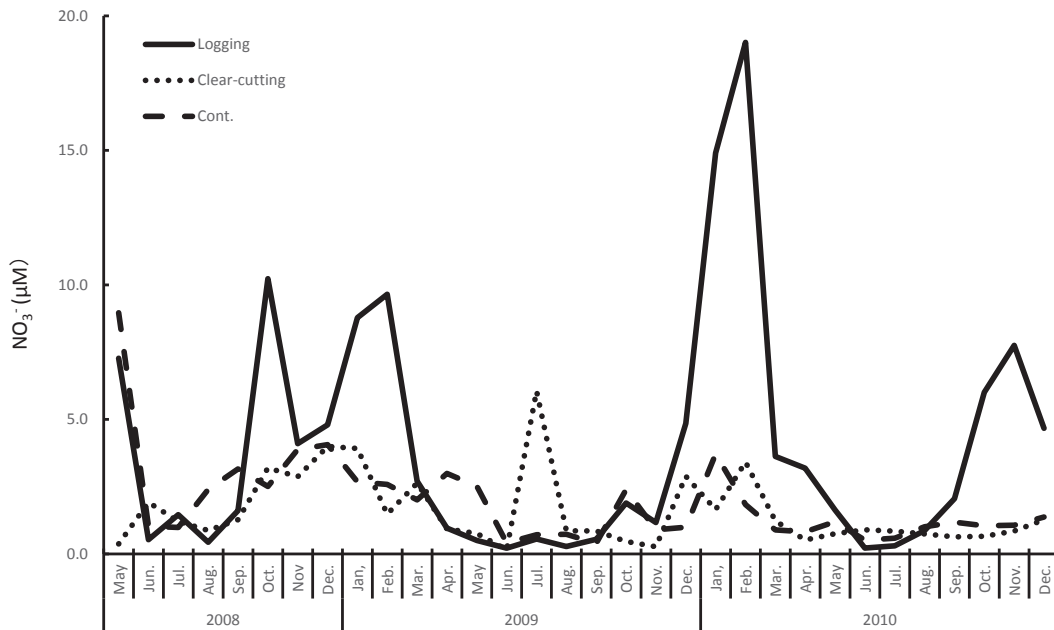


Fig. 4. Seasonal fluctuations in nitrate ion (NO_3^-) concentration of soil pore water in three experimental plots over three years (2008 to 2010). Logging: all tree species except *Magnolia stellata* were logged, Clear-cutting: all tree species including *M. stellata* were logged, Cont.: all the tree species were left, with none cut down.

図4. 他除伐区、皆伐区及び無伐採区（対照区）における土壌間隙水中の硝酸イオン濃度の季節推移（2008年から2010年）。他除伐区：シデコブシ以外のすべての樹木を伐採、皆伐区：シデコブシも含めたすべての樹木を伐採、無伐採区（対照区）：すべての樹木を伐採しないで放置。

採区5.0)。その後、増減があるものの同年12月には他除伐区6.4、皆伐区6.3、無伐採区6.4と高くなった。2009年5月～2010年9月までは他除伐区5.1～6.0、皆伐区5.2～5.9が、無伐採区4.7～5.4よりも高く推移した。2010年11月には他除伐区5.4は低いままであったが、皆伐区6.6、無伐採区6.4共に試験期間中で最も高くなり、同年12月にはいずれも低くなった。EC:2008年5～12月は他除伐区182～283 $\mu\text{S}/\text{cm}$ が最も高く、次いで皆伐区118～215 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、無伐採区98～185 $\mu\text{S}/\text{cm}$ となった。2009年1月以降は皆伐区と無伐採区が逆転したが、その後も他除伐区67～206 $\mu\text{S}/\text{cm}$ が最も高く推移した。すべての試験区において開花後の4月以降に低く、落葉後の12月以降に高くなる増減を繰り返すものの、試験期間を通して徐々に低くなり、いずれの試験区も2008年5月よりも2010年12月の方が低くなった（他除伐区：2008年5月210 $\mu\text{S}/\text{cm}$ から2010年12月108 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、皆伐区：2008年5月181 $\mu\text{S}/\text{cm}$ から2010年12月55 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、無伐採区2008年5月131 $\mu\text{S}/\text{cm}$ から2010年12月98 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ）。

硝酸イオン:2008年5月は他除伐区7.3 μM 、無伐採区9.0 μM 共に、皆伐区0.4 μM よりも著しく高くなったが、その後は他除伐区、無伐採区共に急激に低くなった。試験期間中の6～9月には、皆伐区0.1～1.9 μM （2009年7月の6.1 μM を除く）、無伐採区0.4～3.2 μM と低くなり、反対に10月～翌年2月には皆伐区0.3～4.0 μM 、無伐採区0.9～4.1 μM と高くなる傾向があった。一方、他除伐区でも試験期間中の6～9月には皆伐区、

無伐採区と同様に0.2～2.1 μM まで低くなる傾向にあったが、10月～翌年2月には他除伐区のみが1.2～19.0 μM と顕著に増加する傾向にあった。

2017年現在の再生状況

2017年に試験開始10年経過したので、各試験区の萌芽率及び累積結実率（2008～2017年の間に結実が確認されたジェネット）について再調査を実施した（Table 2）。他除伐区の萌芽率58%（42/72）は、皆伐区86%（66/77）よりも著しく低くなった。また、累積結実率も他除伐区53%（38/72）が、皆伐区82%（63/77）よりも著しく低くなった。一方、無伐採区の萌芽率は47%（41/88）、累積結実率は24%（21/88）と、いずれも他除伐区、皆伐区よりも低くなった。

考 察

他樹種の除伐効果

他除伐区の天空率は18%と無伐採区の6%よりも高くなり、光環境が改善されたため、本試験でも生殖成長を促進する効果が認められた（Setsuko *et al.*, 2008; Matsushita *et al.*, 2016）。また、他樹種の除伐による枯死の防止効果については、Matsushita *et al.* (2016) によると除伐を行わなかった場合には2003～2011年の9年間で57ジェネット中6ジェネットが枯死したが、他樹種を除伐した場合には枯死は確認されなかった

シデコブシ林における他樹種除伐及び皆伐が初期萌芽再生・土壌間隙水の化学特性に及ぼす影響について

Table 1. Effects of logging of other tree species and clear-cutting on early sprout regeneration in *Magnolia stellata* stand over three years (2008 to 2010)

表1. 他樹種除伐及び皆伐がシデコブシの初期萌芽再生に及ぼす影響について (2008年から2010年)

Plots ¹⁾ /Year	Survival (%) ²⁾			Sprouting (%) ²⁾			Flowering (%) ²⁾			Fruiting (%) ²⁾		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010
Logging	83(60/72)	79(57/72)	79(57/72)	83(60/72)	79(57/72)	79(57/72)	33(24/72)	28(20/72)	50(36/72)	21(15/72)	28(20/72)	39(28/72)
Clear-cutting	92(71/77)	91(70/77)	84(65/77)	92(71/77)	91(70/77)	84(65/77)	0(0/77)	0(0/77)	13(10/77)	0(0/77)	0(0/77)	3(2/77)
Cont.	94(83/88)	90(79/88)	77(68/88)	94(83/88)	90(79/88)	77(68/88)	30(26/88)	8(7/88)	19(17/88)	7(6/88)	6(4/88)	3(3/88)

¹⁾ Logging; all tree species except *M. stellata* were logged, Clear-cutting; all tree species including *M. stellata* were logged, Cont.; all the tree species were left, with none cut down.
²⁾ Number in parentheses indicate the following; number of genets which survival, sprouting, flowering or fruiting confirmed during the relevant year/ number of genets confirmed before the start of this experiment in 2008.
¹⁾ 他伐採区：シデコブシ以外のすべての樹木を除伐，皆伐区：シデコブシも含めたすべての樹木を伐採，無伐採区（対照区）：すべての樹木を伐採しないで放置。
²⁾ カッコ内の数値は以下を示す（当該年に生存，萌芽，開花もしくは結実が確認されたジェネット数/2008年試験開始前に生存が確認されたジェネット数）。

と報告している。しかし，本試験では2008年から2010年の3年間の間に，他除伐区において72ジェネット中15ジェネットが枯死した（Table 1）。このように Matsushita *et al.* (2016) の報告よりも多くのシデコブシが枯死した理由は，転倒によるものであった。本試験地のほとんどのシデコブシは徒長していたため，除伐前は他樹種に支えられた状態で生育していた。その上，他樹種が除伐されたことによって，吸水されなくなった土壌水によって過湿状態となったため，土壌の支持力が失われ自立できない状態となった。そこで，自立できないシデコブシに対しては添え木の転倒防止策を施したが，添え木を施したシデコブシも根系が浮き上がり枯死してしまった（Fig. 5）。また，雨水による表面侵食や，それがさらに発達した雨裂侵食（溝状の侵食）（井上，1994）が多発し，根系が露出したり，ジェネットが流亡したりしてしまったことも，他除伐区の生存率が低くなった原因であった。

皆伐効果

皆伐区においては，主幹は伐採されていて，再生した萌芽枝も細かった。そのため，土壌が過湿状態になっても，他除伐区のように転倒や根系の浮き上がりはなかったため，ほとんどの萌芽株は生存できた（Fig. 5）。しかし，他除伐区よりも少なかったが，皆伐区でも雨裂侵食（井上，1994）が発生したため，土壌ごと流亡し枯死するジェネットがあった。シデコブシは，萌芽枝を形成して主幹はつねに若いシュートに置き換わることによって，樹体を維持するような更新の特徴を有す（浅井・広木，1997；後藤ほか，1998）。そのため主幹の後継のためには萌芽枝の役割は大きく，シデコブシ群落の更新に大きく貢献しているとされている（浅井・広木，1997；後藤ほか，1998）。本試験においても主幹が除伐された2008年の段階で皆伐区でも萌芽再生が確認でき，その後旺盛に萌芽枝が再生した。しかし，主幹が伐採されたジェネットが開花・結実が確認されるまでには3年を要した（Table 1）。

土壌間隙水の化学特性

広木（2002）によると，シデコブシ自生地の土壌水は pH

Table 2. Effects of logging of other tree species and clear-cutting on sprouting and fruiting rate (%) in *Magnolia stellata* stand in 2017, 10 years after the start of these experiments

表2. 他樹種除伐及び皆伐から10年後（2017年）のシデコブシの萌芽率・結実に及ぼす影響について

Plots ¹⁾ / Item	Sprouting (%) ²⁾	Fruiting (%) ³⁾
Logging	58(42/72)	53 (38/72)
Clear-cutting	86(66/77)	82 (63/77)
Cont.	47(41/88)	24 (21/88)

¹⁾ Logging; all tree species except *M. stellata* were logged, Clear-cutting; all tree species including *M. stellata* were logged, Cont.; all the tree species were left, with none cut down.
²⁾ Numbers in parentheses are as follows (number of genets in which sprouting was confirmed in 2017/ number of genets in which sprouting was confirmed before the start of this experiment in 2008)
³⁾ Numbers in parentheses are as follows (number of genets in which fruiting was confirmed during 2008 to 2017/ number of genets in which sprouting was confirmed before the start of this experiment in 2008)
¹⁾ 他伐採区：シデコブシ以外のすべての樹木を除伐，皆伐区：シデコブシも含めたすべての樹木を伐採，無伐採区（対照区）：すべての樹木を伐採しないで放置。
²⁾ カッコ内の数値は次に示す通りである。（2017年に萌芽が確認されたジェネット数/2008年試験開始前に萌芽が確認されたジェネット数）。
³⁾ カッコ内の数値は次に示す通りである。（2008-2017年の間に結実が確認されたジェネット数/2008年試験開始前に萌芽が確認されたジェネット数）。

が3.9～5.8の酸性と報告されている。本試験でも，調査期間を通して pH は他除伐区5.1～6.4，皆伐区5.2～6.6，無伐採区4.7～6.4と酸性で推移した（Fig. 2）。しかし，EC については他除伐区67～283 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，皆伐区30～215 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，無伐採区57～185 $\mu\text{S}/\text{cm}$ の範囲で推移し（Fig. 3），すべての試験期間を通じて広木（2002）が報告した11～50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ よりも高く推移した。一方，硝酸イオンについては，石井ほか（2001）が愛知県屋川川上流域のシデコブシ自生地では，ほとんど検出されなかったと報告している。しかし，本試験では他除伐区0.2～19.0 μM ，皆伐区0.1～6.1 μM ，無伐採区0.4～9.0 μM と推移した（Fig. 4）。このように既報（石井ほか，2001；広木，2002）の EC や硝酸イオンは，本試験結果よりもいずれも低いことが報告されている。この理由については，既報（石井ほか，2001；広木，2002）の調査地は，いずれも砂礫質，花崗岩，濃飛流紋岩に成立した湧水湿地であったため，本試験地のような森林ではなかったことから腐植が少なかったことが原因と考えられた。

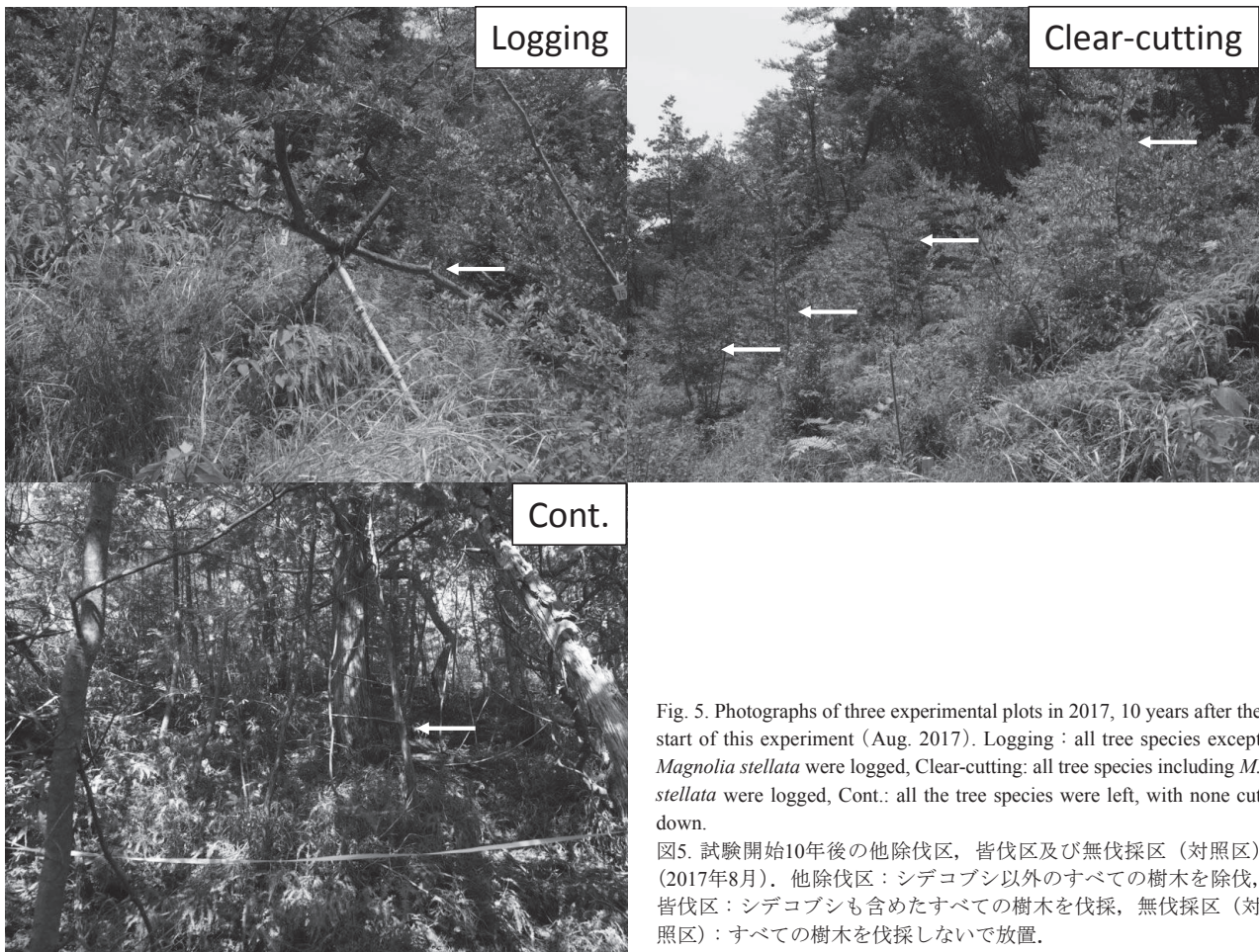


Fig. 5. Photographs of three experimental plots in 2017, 10 years after the start of this experiment (Aug. 2017). Logging : all tree species except *Magnolia stellata* were logged, Clear-cutting: all tree species including *M. stellata* were logged, Cont.: all the tree species were left, with none cut down.

図5. 試験開始10年後の他除伐区, 皆伐区及び無伐採区 (対照区) (2017年8月). 他除伐区: シデコブシ以外のすべての樹木を除伐, 皆伐区: シデコブシも含めたすべての樹木を伐採, 無伐採区 (対照区): すべての樹木を伐採しないで放置.

現在, 貧栄養な環境に生育しているシデコブシも, かつては肥沃な場所にも生育していたことが記録されている (日本シデコブシを守る会, 1996)。そのため, 現在は多くのシデコブシが貧栄養な環境に生育しているのは, 競争力の強い他樹種との競争に負け, 肥沃な場所から湿潤な環境に追いやられてしまったためという考えがある (日本シデコブシを守る会, 1996; 広木, 2002)。さらに, 同じ東海丘陵要素に含まれているトウカイコモウセンゴケ *Drosera tokaiensis* (Komiya et C. Shibata) T. Nakamura et K. Ueda subsp. *tokaiensis* 自生地の土壌間隙水は, EC が23~188 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 硝酸イオンが0~148 μM だったことから, 幅広い栄養条件に対する適応性があると考えられている (愛知ほか, 2013)。これまで, 東海丘陵要素の衰退要因の一つに自生地環境の富栄養化があるといわれてきたが (例えば, 植田1993), 本試験地は決して貧栄養な状態だったとはいえなかった。従って, 東海丘陵要素保全のためには, 植物種ごとに栄養条件に対する感受性の種特異性を明らかにし, 自生地の水管理をしていく必要があると考えられた。

土壌間隙水の化学特性の変遷

伐採によって光環境が改善された森林では生物活性が高まるので (陽, 1994), 土壌有機物が急激に分解され腐植となる (井上, 1994)。いずれの試験区でも毎年落葉後の12月以降に pH が低下する傾向にあったのは, 秋に落葉した葉が分解し有機酸が生成・集積したためと考えられた (山本, 1994)。また, EC 及び硝酸イオンが同じように12月以降に高くなったのも落葉した葉の分解に由来するもので, 開花後の4月以降に低くなるのは葉の展開に伴い吸収が盛んになったためと考えられた。また, いずれの試験区でも EC 及び pH の低下が同じ時期となったのは, 交換性塩基 (カリウムイオン, カルシウムイオンなど) が水素イオンの置換によって, 腐植に保持されたことが要因となった可能性が考えられた (和田, 1984)。一方, 他除伐区の EC, 硝酸イオンが全試験期間を通じて他の試験区よりも高く, 特に硝酸イオンが落葉後に突出して高くなった。これは, 他除伐区の光環境が改善され生物活性が高くなったためと思われる (陽, 1994)。また, EC はすべての試験区において低下する傾向にあった。本試験期間中は, シデコブシ林のある斜面よりも上部やその周辺部において, 土地改変や植生遷移などがなかった。このこと

から、ECの低下は外的というよりは内的な要因によるものと考えられた。しかし、シデコブシ体内の無機塩類の定量や、土壌成分の溶脱について検討はしていないので、EC低下の原因については不明である。

いずれにしても、本試験では土壌間隙水の無機塩類、シデコブシ体内の無機塩類の定量や、土壌成分の溶脱について検討はしていないので、土壌間隙水の化学特性変遷についてはいずれも推測の域を出ない。そのため、このような化学特性の変遷がシデコブシ自生地特有のものなのかを、今後は検討していく必要があると考えられた。

他除伐と皆伐の再生効果比較（2017年現在）

他除伐区及び皆伐区共に、枯死の原因は転倒もしくは侵食による流亡が原因で、立ち枯れたジェネットは確認されなかった。一方、無伐採区では立ち枯れがあったが、いずれも他樹種の被圧によるものであった。そのため、土壌間隙水の化学特性について2010年以降は調査していないが、土壌間隙水の変動による生理的な原因による枯死はなかったと考えられた。2010年以降も他除伐区及び皆伐区で発生した表層侵食や雨裂侵食による表土流亡防止柵の設置や転倒防止策は継続的に実施した。皆伐区でも雨裂侵食によるシデコブシの枯死が認められたが、それ以上に他除伐区ではジェネットが転倒し枯死した。そのため、試験開始10年後の2017年には、皆伐区の方が他除伐区よりも萌芽率・結実率共に上回る結果となった。シデコブシ林を再生保全するためには、被圧している他樹種を除伐するような、人為的な干渉による光環境の改善はシデコブシ群落の更新にとって不可欠であると考えられている（広木，2002；Matsushita *et al.* 2016）。本試験においても、他樹種を除伐することは、そのまま放置する無伐採よりも再生効果があることが確認できた。しかし、徒長したシデコブシが多い群落や、湿潤な斜面に生育している群落の場合は、他樹種を除伐することによって、シデコブシが倒伏し枯死する場合もある。シデコブシは、かつては雑木の一つとして、薪などに使用され、造林のために何年かに一度伐採されていたが、萌芽再生能力が旺盛なため群落の再生は可能と報告されている（日本シデコブシを守る会，1996）。また、後藤ほか（1998）の報告によるとシデコブシは萌芽枝を形成して主幹はつねに若いシュートに置き換わることによって、樹体を維持するような更新の特徴を有すとしている。以上のことから、本試験地のような湿潤な斜面に生育するほとんどが徒長したシデコブシ林再生保全のためには、他樹種を除伐するよりも皆伐をする方が良策と考えられた。

シデコブシ林再生保全活動への提言

シデコブシ林再生保全のためには、再生保全対象となるシデコブシの樹勢、生育地土壌環境を考慮し、他樹種の除伐もしくは皆伐のどちらかを選択するか、場合によっては両方を

組み合わせることによって実施するのが良策と考えられた。一方では、シデコブシ林の更新は萌芽再生に依存していて、実生やそれに由来する幼木などによる更新は観察されていないとされている（後藤ほか，1998）。本試験地でも実生は確認できたが、数年で消失し、幼木は確認できなかった。しかし、シデコブシ自生地の皆伐は萌芽更新を促し、皆伐時の表土攪乱と皆伐後の光環境の大幅な改善が埋土種子による実生更新も促すと報告されている（玉木ほか，2014）。また、シデコブシの果実は鳥散布型の液果であり、種子は母樹から離れた場所に散布される（浅井・広木，1997）。従って、今後は実生によるシデコブシ林の再生保全の可能性についても併せて検討していく必要があると考えられた。

謝 辞

本研究は、愛知県県有林事務所の許可のもと、かすがい環境まちづくりパートナーシップ会議かすがいみどりのまちづくりグループの活動の一環として行ったものである。関係各位のご理解とご協力に感謝する。

引用文献

- 愛知真木子・味岡ゆい・上野薫・寺井久慈・南基泰（2013）：東海丘陵要素植物群の無機窒素栄養に対する種特異性。湿地研究，**3**：3-14。
- 浅井直人・広木詔三（1997）：シデコブシの繁殖特性と生育環境。情報文化研究，**5**：101-115。
- 中部植生研究グループ（1977）：丘陵地形よりなる市域。春日井市の植生調査報告，p.11，春日井市環境部環境保全課，春日井。
- 石井陽介・山下美咲・竹中千里・廣木詔三（2001）：愛知県瀬戸市海上の森における湿地の水質について。中部森林研究，**49**：33-34。
- 市川廣利（2007）：「シデコブシ先生」の植物日記，文芸社，東京。
- 井上隆弘（1994）：林地土壌・土壌保全。土壌・植物栄養・環境辞典，松坂泰明・栗原淳（編），pp.168-170，博友社，東京。
- 春日井市（2017a）：シデコブシ自生地（<http://www.city.kasugai.lg.jp/shimin/bunka/bunkazai/midokoro/sidekobui.html>），最終閲覧日2017年12月29日。
- 春日井市（2017b）：指定希少野生動植物種（<http://www.city.kasugai.lg.jp/shimin/gomi/shizen/siteikisyousyu.html>），最終閲覧日2017年12月29日。
- 後藤稔治・浜島繁隆・菊池多賀夫（1998）：萌芽に依存するシデコブシ個体群の更新。植物地理・分類研究，**46**：205-209。

- 環境省 (2017) : 環境省レッドリスト2017 (<http://www.env.go.jp/press/files/jp/105449.pdf>), 最終閲覧日2017年11月1日.
- 木佐貫博光・斎場勇治・武田明正 (2006) : 異なる土壌水分条件がシデコブシ2年生実生苗の葉のフェノロジーおよび水分生理に与える影響. 日本林学会誌, **88** : 508-514.
- 竹中明夫 (2009) : 全天写真解析プログラム CanopOn2 (<http://takenaka-akio.org/etc/canopon2/>) 最終閲覧日2017年11月1日.
- 広木詔三 (2002) : 東海地方の植生の特色. 里山の生態学 その成り立ちと保全のあり方, 広木詔三 (編), pp.41-122, 名古屋大学出版会, 名古屋.
- Matsushita, M., Setsuko, S., Tamaki, I., Nakagawa, M., Nishimura N. and N. Tomaru (2016) Thinning operations increase the demographic performance of the rare subtree species *Magnolia stellata* in a suburban forest landscape. *Landscape Ecology and Engineering*, **12**:179-186.
- 日本シデコブシを守る会 (1996) : 春日井市のシデコブシ自生地. シデコブシの自生地, pp.139-140, 日本シデコブシを守る会, 瑞浪.
- Setsuko, S., Tamaki, I., Ishida, K. and Tomaru N (2008) : Relationships between flowering phenology and female reproductive success in the Japanese tree species *Magnolia stellata*. *Botany*, **86**:248-258.
- 玉木一郎・野村勝重・野村礼子・楯千江子・小木曾未佳・宮上佳弘 (2014) : シデコブシ自生地の皆伐後1年目の萌芽・実生更新. 日本林学会誌, **96** : 193-199.
- 植田邦彦 (1989) : 東海丘陵要素の植物地理 I. 定義. 植物地理・分類研究, **40** : 190-202.
- 植田邦彦 (1993) : 低湿地とその植物たち. 里山の自然をまもる, pp.69-102, 築地書館, 東京.
- 和田光史 (1984) : 酸性の起源. 新土壌学, p.87, 朝倉書店, 東京.
- 山本一彦 (1994) : 土壌酸性の原因. 土壌・植物栄養・環境事典, 松坂泰明・栗原淳 (監修), p.85, 博友社, 東京.
- 陽捷行 (1994) : 土壌生態系への自然インパクト「光・気温」. 土壌・植物栄養・環境事典, 松坂泰明・栗原淳 (監修), p.370, 博友社, 東京.
- (担当編集委員 : 野崎健太郎, 椋山女学園大学教育学部)