

## 小笠原諸島で分布拡大した外来樹種アカギに対する伐倒処理と薬剤処理の組み合わせ A combined approach of cutting and herbicide application to control the invasive tree species *Bischofia javanica* Blume on the Ogasawara Islands

伊藤武治\*1・葉山佳代\*2

Takeharu ITOU\*1, Kayo HAYAMA\*2

\* 1 森林総合研究所四国支所

Shikoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, Kochi 780-8077

\* 2 小笠原環境計画研究所

Ogasawara Environmental Planning Laboratory, Ogasawara, Tokyo 100-2211

**要旨:** 過去に大陸につながったことがない小笠原諸島では、独自の進化が起り固有種に富む生態系が成り立っているが、外来樹種であるアカギの侵略的分布拡大が問題になっている。アカギは東南アジアに広く分布する常緑の高木で、1900年代初期に薪炭材として小笠原に導入された。私たちは、外来樹種アカギ駆除のためグリホサート系除草剤を用いた手法を確立し、その手法を用いた事業による駆除が実施されている。しかし、駆除に必要な薬剤量が、対象木の胸高直径に対して指数関数的に増大することが問題であった。さらに小笠原の脆弱な環境を考慮すると、より少ない薬剤量で効果的にアカギを駆除する手法の確立が望まれる。本研究では、薬剤と伐倒の組み合わせによる薬剤量の低減の可能性を探った。その結果、伐倒前に薬剤を注入した場合に比べて伐倒直後に薬剤を注入した場合は効果がばらつき、薬剤を低減できる可能性は低いと考えられた。一方、伐倒後に萌芽が発生した個体に薬剤を注入した場合には薬剤量低減の可能性が見られた。今後は、処理個体数を増やして効果の検討を行う必要がある。

**キーワード:** 侵略的移入種, アカギ, 除草剤, 伐倒, グリホサート

**Abstract:** The Ogasawara Islands, an archipelago in the Northwestern Pacific Ocean, are not connected to other continents. Therefore, these islands consist of abundant endemic ecosystems. However, there has been a decline in endemic tree populations due to a rapid spread of the invasive tree species *Bischofia javanica* Blume. The species, a native to Southeast Asia, was transplanted during the early 1900s and used as fuelwood. In our previous study, we had developed and recommended the use of glyphosate herbicides to eliminate the invasive tree species. Currently, this approach is employed in various public work projects. However, the required herbicide quantity increases exponentially with the diameter at breast height of the tree. Further, the ecosystems in the Ogasawara Islands are fragile; therefore, the quantity of herbicide applied has to be limited. In the present study, we examined the possibility of reducing the herbicide quantity via a combined approach of cutting and herbicide application. The efficacy of herbicide application before cutting was confirmed. In contrast, the efficacy of herbicide application immediately after cutting varied widely, and the possibility of reducing the herbicide quantity was relatively low. It is noteworthy that a reduction in the quantity of herbicide applied to regenerating individuals with sprouts after cutting exhibited promising results. Henceforth, we will be conducting studies to evaluate the efficacy of this combined approach in a larger sample size.

**Key-word:** invasive species, *Bischofia javanica* Blume, herbicide, cutting, glyphosate

### I はじめに

小笠原諸島は、日本の本州の南約 1000km に位置する島々からなる。主な島は父島および母島であり、面積は約 20km<sup>2</sup> 程度しかない。小笠原諸島は約 5000 万年前に赤道付近で形成され、大陸に陸続きになることなく大洋の中を移動してきたとされる(8)。そのため、ガラパゴス

やハワイなどに見られるような、固有種が多く種の多様性に富んだ森林が形成されており、小笠原は世界自然遺産に登録されている。現在、世界的に外来種の問題が起こっており、小笠原でも例外ではない。小笠原諸島に人間が定住を始めたのは 1830 年以降といわれ、多くの人的影響を受けてきた(8)。さらに近年開発が進み、観光客

や物資の流入の増加に伴い多くの問題が起きており、島嶼固有の生態系および生物多様性が脅かされている。これらの問題の一つにアカギ(*Bischofia javanica* Blume)による在来・固有樹種の生育更新阻害があげられる。

アカギはトウダイグサ科に属する常緑高木種で、インドや中国、ヒマラヤ、台湾、沖縄、インドシナ、タイからマレーシア、オーストラリア北東部や太平洋サモアやトンガに天然分布する(4)。しかし、小笠原にはもともと存在しない外来種であり、1900年代初期に薪炭用材として導入されたものが広まったとされている(10)。アカギの種子は鳥散布されシードバンクを形成し、発芽後の実生は耐陰性が高く、暗い林床で更新の機会を伺う稚幼樹群を形成するとされている(7)。さらに、上部の林冠ギャップの形成により強光にさらされた場合の対応能力が高く(11)、初期成長も早く、萌芽能力も高い。そのため台風などの攪乱でギャップが形成された場合に、在来・固有樹種に対して優位に生育が出来、結果、在来・固有樹種と置き換わってしまうものと考えられる。そのため、アカギ上木を枯殺するとともに、その稚樹の更新を抑制することで、在来・固有樹種の生育更新を促進することが急務とされている。

アカギの上木の枯殺手法は、グリホサート系の除草剤をドリル穴に注入して封印する方法(ドリル法)が確立されており(3)、事業にも活用されている(5)。この手法を用いることにより、従来の伐倒や巻き枯らしといった多大な労力をかけずに、一回の処理でアカギの上木を枯殺することが可能になった。しかし、胸高直径を用いたアロメトリー式をもとに薬剤量を決定している結果、大径木になるほど指数関数的に必要とする薬剤量が増大する事が欠点であった。さらに、固有種に富んだ島嶼生態系は脆弱であり、グリホサート系除草剤の安全性が高い(1)ことを考慮しても、使用する薬剤量を低減しておくことが望ましい。そのため、本研究においては、薬剤と伐倒の組み合わせによる薬剤量の低減の可能性を探った。

## II 方法

**1. 調査地** 本研究は、小笠原母島の長浜試験地(26°67'N, 142°15'E)で行った。試験地の標高は約200mでアカギが優占する林分であった。

**2. 調査項目** 伐倒だけでは萌芽再生してしまうとされているアカギ上木に対して、薬剤を組み合わせた駆除方法を検討するため、伐倒前および伐倒後に薬剤を注入する試験を行った。また、萌芽更新も問題となっているため、萌芽再生個体に対する薬剤処理についても検討した。

伐倒と薬剤の組み合わせ処理は、1)伐倒のみ(対照区)、2)伐倒1ヶ月前にドリル法で事前処理(原液100%濃度)、3)伐倒直後にドリル法で処理(薬剤を25%濃度に水で希釈したもの)、4)伐倒直後にドリル法で処理(原液100%濃度)の4通りを設定した。

萌芽再生した個体を用いた薬剤処理試験は、上記の試験後、伐倒のみの処理後に萌芽枝が再生したアカギ個体の一部(16個体)を用い、ドリル法で処理を行った。薬剤注入量は、1)水道水(対照区)、2)薬剤を12.5%濃度に水で希釈したもの、3)薬剤を25%濃度に水で希釈したもの、4)薬剤濃度100%のもの4段階に設定した。

なお、薬剤はラウンドアップハイロード®を用い、注入量は上木の枯殺に必要な量(3)を基準とした。25%および12.5%濃度処理は、薬剤を水で希釈し、希釈した液体を基準量にあわせて注入処理した。

切株の生存率が少なくなるにしたがって発生する萌芽枝数が減少する傾向が観察されたため、それぞれの試験における薬剤の判定は、約1年経過後の切株の生存率および萌芽の再生量を目安にした。

切株の生存率は、ナタで切株に複数箇所切り口をつけ、目視によりその部位の生存具合を判定し、それらの生存部位の切株全体に対する比率から、生存、75%生存、66%生存、50%生存、33%生存、25%生存および枯死とした。

萌芽の再生量については、まず萌芽枝の発生の有無を記録した。また、発生した萌芽枝の乾燥重量を萌芽枝の基部直径と樹高を測定して求めた(2)。アロメトリー式は、式(1)に示されたとおりであった。

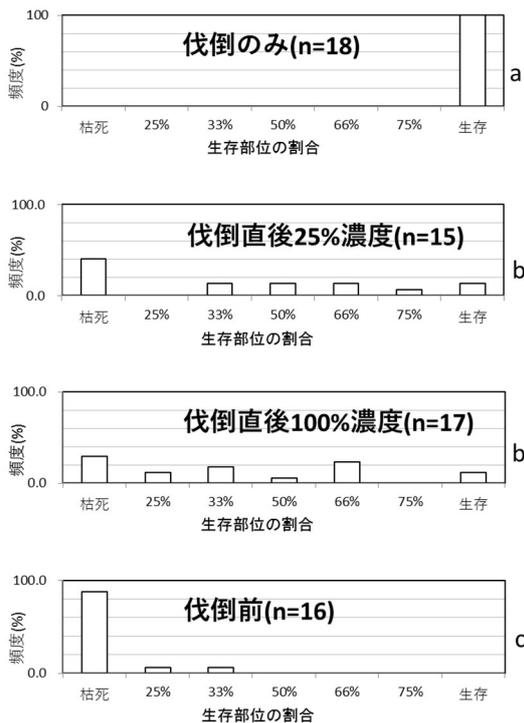
$$\log[\text{乾燥重量(g)}] = 0.98 \times \log[\text{円錐近似体積(cm}^3\text{)}] - 0.53 \quad (R^2 = 0.98) \quad (1)$$

伐倒と薬剤の組み合わせ試験による切株の生存率の頻度分布、それぞれの処理における切株あたりの全発生萌芽枝の総乾燥重量の頻度分布に対して、フィッシャーの正確検定により多重比較を行った。多重比較はjs-STAR 8.0.1(9)の出力結果をプログラム R 3.3.2(6)上で実行し、Benjamin & Hochberg による補正を行った。

## III 結果と考察

伐倒と薬剤の組み合わせ試験による切株の生存率の頻度分布を図-1に示した。伐倒のみを行った個体のすべてから萌芽が発生し生存していた。このことは、伐倒処理だけではアカギを枯死させることができず、むしろ萌芽更新を促進する可能性が示されたものであると考えられる。伐倒後25%および100%濃度でドリル処理を行っ

た個体では、生存～25%生存までの十分に薬効が発現したとはいえない個体の割合が高かった。伐倒1ヶ月前にドリル法で事前処理を行った個体では、87.5%の個体で枯死が確認された。生存率の頻度分布を多重比較した結果、5%水準では伐倒のみに対して薬剤処理は一定の効果があると考えられる。しかし、伐倒後の処理ではいずれの濃度でも生存率から十分に薬効が発現したとはいえない個体の割合も高く、著しい効果があるとは言えなかった。



図一 伐倒と薬剤の組み合わせ試験による切株の生存率の頻度分布。

右端の a, b, c は多重比較の結果を示す。

Fig.1 Frequency distribution of survival rates of stumps by the combination test of cutting and herbicide

発生した萌芽枝の乾燥重量を式(1)で得られたアロメトリー式から推定し、それぞれの処理における切株あたりの全発生萌芽枝の総乾燥重量の頻度分布を図-2に示した。伐倒のみでは、合計重量で1000g以上と旺盛な萌芽枝を発生する多くの個体(約28%)で観測された。萌芽発生量の頻度分布を多重比較した結果、伐倒直後25%と伐倒直後100%の間、伐倒直後100%と伐倒前処理の間では有意差が検出されなかった。それ以外の組み合わせでは有意差が検出された( $p < 0.05$ )。しかしながら、伐倒直後に行った2通りの薬剤処理を比べると、100～1000gと多量の萌芽枝を発生する個体がそれぞれ約13%と6%

観測された。切株に対する薬効の発現とあわせると、伐倒直後にドリル処理を行った場合は、顕著な効果が得られなかったため、薬剤量を低減できる可能性は低いものと考えられる。一方、伐倒前に薬剤を処理した個体では、萌芽枝の発生は見られなかったことから、伐倒前に処理をしておくことが望ましいものと考えられる。

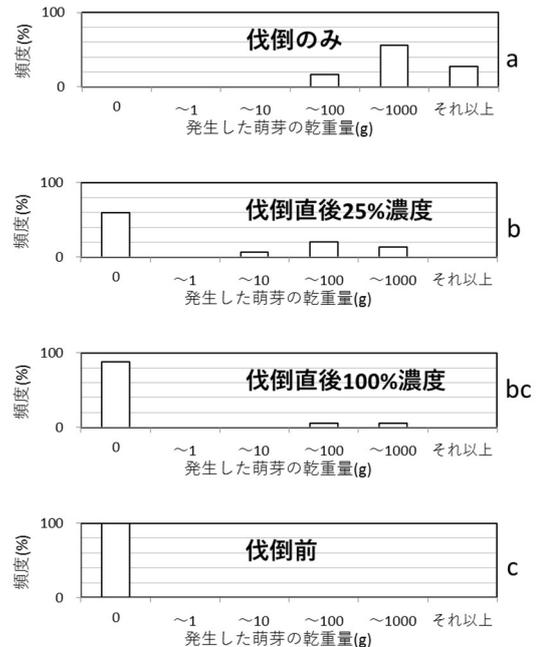


図-2 発生した萌芽枝の乾燥重量の頻度分布。右端の a, b, c は多重比較の結果を示す。

Fig.2 Frequency distribution of dry weight of sprouts after application.

伐倒して1年経過後に、萌芽枝が再生していた根株にドリル処理を行ったアカギについて、根株の生存率の頻度分布を図-3に示した。対照区(水道水)では25%の個体が枯死したが、生存した個体の萌芽枝は順調に生存し続けた。薬剤処理した個体は、いずれの濃度でも100%生存の状態の個体は無く、薬剤濃度が上がるにつれて枯死率が上昇する傾向が見られた。根部の木部は薬剤処理時には表層は壊死しており、その状態は薬剤処理後も変化しなかった。また、薬剤処理を行ったすべての個体で、濃度の違いに関わらず発生していたすべての萌芽枝が枯死し、処理後に新たな萌芽枝の発生は観察されなかった。

IV おわりに

以上の試験結果を踏まえて、伐倒処理と薬剤処理の組み合わせの可能性を処理のタイミング別に分けて示すと次のように整理できる。まず、伐倒の1ヶ月前にあらかじめドリル法で処理をしておく方法では、切株の生存部位も最も小さく、萌芽枝も発生せず、最も高い効果が確

認められた。今後は薬剤量を低減した試験を行って、効果の検証を行う必要がある。また、伐倒直後にドリル法処理を行う方法では、効果が低いことが確認された。そして、伐倒後1年経過し萌芽再生を行っている根株にドリル処理を行う方法では、高い効果が確認され、薬剤量低減の可能性も示唆された。今回の試験ではくり返し数が4と少なかつたため、今後は、処理個体数を増やして検討を加えていく必要がある。

今回の試験の結果から、人の立ち入る場所など伐倒の必要性が事前に分かっている場合は、伐倒に先立ち、遅くとも1ヶ月前にはあらかじめドリル法で処理を行うのが望ましいことが示された。しかし、すでに伐倒を行ってしまった場合は、ある程度の期間をおいて萌芽更新を待ってから、ドリル法を行う方が効果的かつ薬剤量の使用も低減できる可能性があると考えられる。

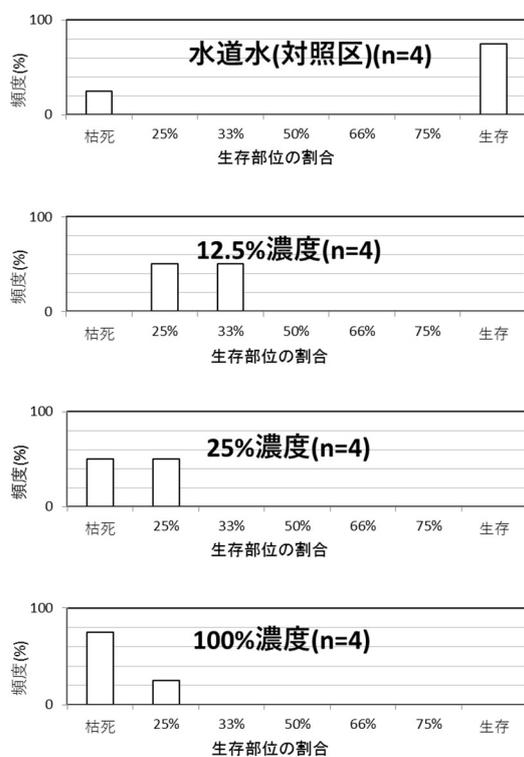


図-3. 萌芽発生後に処理した切株の生存率の頻度分布

Fig.3 Frequency distribution of survival rates of stumps by the application after sprouting.

**謝辞:** 本研究を行うにあたり、母島在住の星善男氏および梅野ひろみ氏の協力を得た。ここに感謝を申し上げる。本研究は、環境省の委託プロジェクト「帰化生物の影響排除による小笠原森林生態系の復元研究」(H12~16)および環境省請負業務「小笠原地域自然再生推進計画調査アカギ対策検討調査」(H17~18)の一環で行われた。なお、本報告は伊藤(3)の博士論文の第4章のデータを用いた。

#### 引用文献

- (1) FRANZ, J.E., MAO, M.K. and SIKORSKI, J.A. (1997) Glyphosate: A Unique Global Herbicide. American Chemical Society, Washington, DC., 653pp
- (2) 伊藤武治 (2005) アカギ巻き枯らし処理時の萌芽. 第116回日本森林学会大会講演要旨集 1E16
- (3) 伊藤武治 (2015) 小笠原諸島の侵略的外来種アカギに対する薬剤を用いた排除手法に関する研究. 東京大学博士論文, 88pp
- (4) LI, B., GILBERT, M. G. (2008) 16. BISCHOFIA. Flora of China 11: 217-218
- (5) 大津佳代・伊藤武治 (2007) 小笠原諸島弟島におけるアカギ根絶の取り組み. 関東森林研究 58: 251-252
- (6) R Development Core Team (2016) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>. (2016年2月参照)
- (7) 清水善和 (1988) 小笠原諸島母島桑ノ木山の植生とアカギの侵入. 地域学研究 1: 31-46
- (8) 清水善和 (1998) 小笠原自然年代記. 岩波書店, 東京, 158pp
- (9) 田中敏・中野博幸 (2017) js-STAR version 8.0.1j. <http://www.kisnet.or.jp/nappa/software/star/index.htm> (2017年8月参照)
- (10) 豊島恕清 (1938) 小笠原島の植生並熱帯有用植物に就て. 林業試験報告 36: 1-251
- (11) YAMASHITA, N., TANAKA, N., HOSHI, Y., KUSHIMA, H. and KAMO, K. (2003) Seed and seedling demography of invasive and native trees of subtropical Pacific islands. J Veg Sci 14: 15-24