

これまでに実施した森林再生実証調査（①～④） 及び「森林再生技術データベース」の紹介

No.	制限要因	実施国	実証調査のテーマ	調査実施者 (代表者)
①	土壌不良	コンゴ民主共和国	サバンナ地域でのアグロフォレストリー：バイオチャーによる砂質土壌の改良	日本森林技術協会
②	淡水湿地	タイ	低湿地の造林事業に適用できる造林技術開発	東京大学 (小島克己教授)
③	海岸砂丘	フィリピン	ヤシ殻マルチ等を利用した海岸砂丘林造成技術の開発	オイスカ
④	沿岸湿地	全世界	立地条件及び荒廃要因に応じたマングローブ再生ガイドブックの作成	国際航業

国際緑化推進センター（JIFPRO） 仲摩 栄一郎

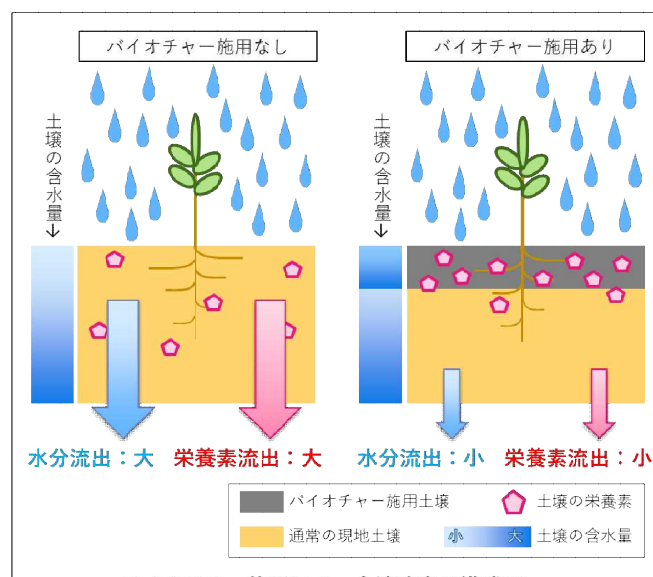
1

① サバンナ地域でのアグロフォレストリー： バイオチャーによる砂質土壌の改良

目的

対象国：コンゴ民主共和国、委託先：日本森林技術協会

- バイオチャーの施用によって土壌を改良し、植栽木の生存率や成長速度を高める
- アグロフォレストリーの農業生産も高める



バイオチャーによる土壌改良が植栽木、農作物に及ぼす効果は？

2

不良土壌のサバンナ地域での造林事業に適用可能な造林技術： バイオチャー（炭）施用が植栽木、農作物に及ぼす効果



Acacia mangium



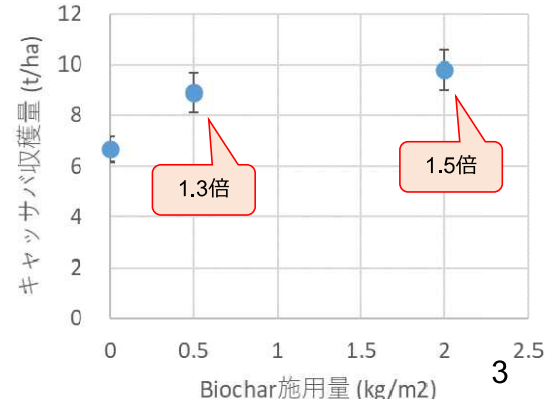
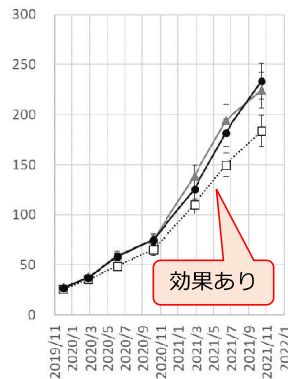
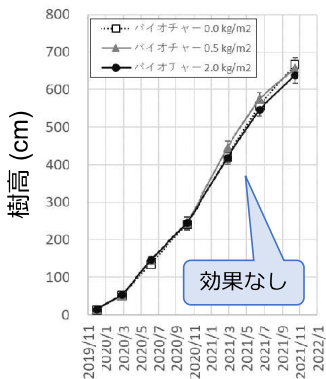
Milletia laurentii



植栽木への効果は樹種により異なる

農作物には、顕著な効果あり

バイオチャーによる土壌改良は、成長改善の効果が見込める。ただし、樹種によりその効果に差異がある。



② 低湿地の造林事業に適用できる造林技術開発

対象国：タイ、委託先：東京大学アジア生物資源環境研究センター

目的

- 低湿地という環境ストレス条件下では、造林樹種が限定 (*Melaleuca cajuputi*)
- 生物多様性の観点からも、その他の在来樹種の造林可能性を調査
- 苗畑において養成中の苗木に「湛水馴化処理」を施し、湿地条件へ適応させ、
- 低湿地に植栽した後の生残率と初期成長の向上を図る。



苗畑での湛水馴化処理

3~4カ月間かけて馴化



低湿地における植栽試験

水位の異なる季節別に植栽

適応メカニズムを科学的に解明

苗畑	茎や根の通気組織の発達
	水位上昇に対する光合成・気孔コンダクタンスの変化
植栽地	植栽後の光合成・気孔コンダクタンスの変化
	植栽木の生残率と成長（湛水馴化処理による改善）

低湿地造林に利用可能な在来樹種に関する情報、及び「湛水馴化処理」の効果

分類	調査結果	種数	樹種名
A	湛水馴化処理なしでも、十分な生残率が確保	5	<i>Syzygium cinereum</i> , <i>Syzygium sp.</i> (現地名: チヤマオナム) 等
B	湛水馴化処理の効果により、十分な生残率が確保	4	<i>Syzygium oblatum</i> , <i>Syzygium kunstleri</i> 等
C	湛水馴化処理の効果はあるが、生残率が不十分	5	<i>Syzygium polyanthum</i> , <i>Alstonia spathulata</i> 等
D	湛水馴化処理の効果がなく、生残率が不十分	2	<i>Horsfieldia crassifolia</i> , <i>Nephelium maingayi</i>



図. 湛水馴化処理による茎や根の通気組織の変化 (*Syzygium sp.*)

- 上記の他に、低湿地における造林候補樹種として期待できる2樹種を選抜
- 湿地造林可能樹種である *Melaleuca cajuputi* の育苗・植栽法を「森林再生テクニカルノート」で公開

③ ヤシ殻マルチ等を利用した海岸砂丘林造成技術の開発

目的

対象国：フィリピン、委託先：（公財）オイスカ

- 砂地のため保水性が低い海岸砂丘において、植栽直後の活着率を向上させる
 - 現地で廃棄されているヤシ殻を使ったマルチングによる保水効果の検証
 - 植栽後の速やかな根系発達が期待できるコンテナ苗の検証



台風等による高波防止に造林による防波堤が必要



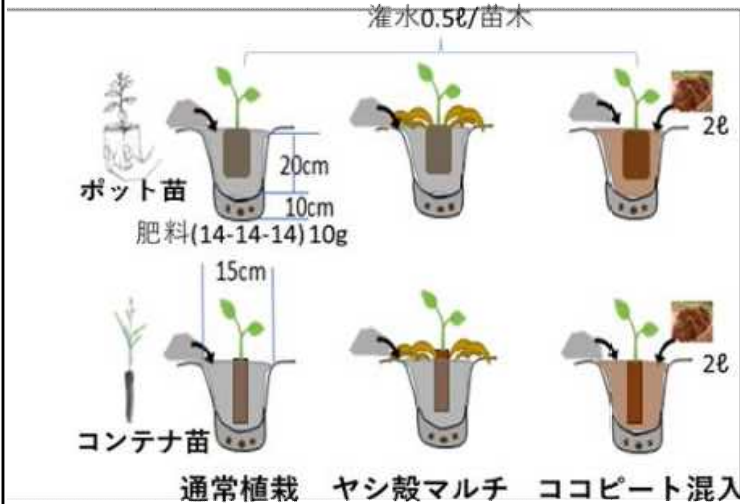
フィリピンではヤシ殻は未利用で大量に廃棄



ヤシ殻をそのままマルチに使用

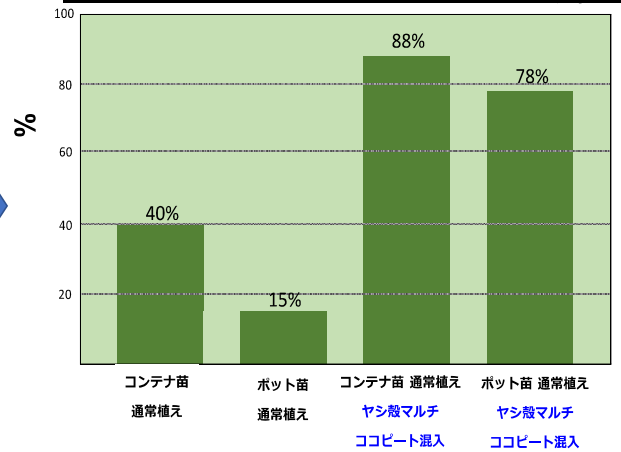
砂質土壌での造林事業に適用可能な造林技術： ヤシ殻マルチやココピート保水材の効果

□ 以下の処理で、海岸砂丘に自生する3樹種*の活着率を比較検証



*: クロヨナ (*Millettia pinnata*)、モモタマナ (*Terminalia catappa*)、オオハマボウ (*Hibiscus tiliaceus*)

植栽後1年経過時点の活着率
(クロヨナ (*Millettia pinnata*))



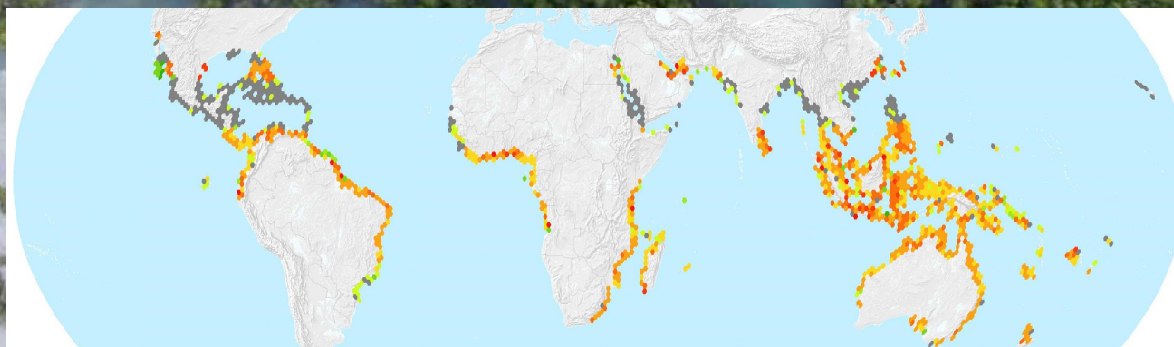
クロヨナでは、ココピート及びヤシ殻マルチ
処理により活着率が80%近くまで向上 7

④ 立地条件及び荒廃要因に応じた 「マングローブ再生ガイドブック」の作成

目的

対象国：全世界、委託先：国際航業

- 近年、マングローブを含む沿岸生態系（ブルー・カーボン等）の重要性が再認識
- マングローブ再生に関する最新の文献、及び実践現場からの知見を整理・分析
- 民間企業やNGOが、マングローブの再生に取り組むにあたっての技術的な指針（ガイドブック）を作成



全世界でのマングローブの増加、又は減少率 (1996-2016) (Global Mangrove Alliance, 2021)



立地条件及び減少・劣化要因に応じたマングローブ再生技術指針（ガイドブック）

1. マングローブの分布、立地、樹種特性
2. マングローブの減少・劣化と再生へ向けた取り組み
3. 立地条件及び減少・劣化要因に応じたマングローブの再生方法
4. 既存の「マングローブ再生マニュアル」及び再生事例の紹介
5. 参考文献・資料



(Global Mangrove Alliance, 2021)

最新の文献・資料をレビューした上で、**マングローブ再生の実務経験**に基づいて、初心者にも分かり易く解説!!

森林再生技術データベース

<https://jifpro.or.jp/tpps/>

- 各実証試験の進捗状況を紹介
- 森林再生に関する記事（論文）を簡単な解説付きで紹介
- 既存の森林再生技術をレビューし、環境ストレス別に整理した「技術集」として提供

<実証試験の進捗状況>

今日のミッション新発見

樹種の異なる2つの実証地を比べるには高いコストがかかります。今回はマニュアル実証地（土壌改良用オーガー）と改良用オーガーは何かを比較したいのですが、土が硬くて、作業する村人も耕作層で作業スピードはあまり遅くはないです。このままでは改良用マシンで改良層が浅くならないかと心配している。専ら運動部（スチール）のマシンで「改良層のエンジン振動機でやってみよう」と言うので、半信半疑で購入（仮に立地から改良層）する予定に、マシンではエンジン振動機は振動機が振動する中に埋めるために埋めると、これが実際とサクサク埋め、改良作業は巨額に達しました。何より驚きなのは、このエンジン振動機が1万円程で買えたこと。しかも電圧でアマゾン並みの日記録。シンプルで無難なので少しエンジンにいいことあるかなと感想も書きます。もし近くで安く購入し入れれば助かります。

エンジン改良機
改良機
エンジン改良機とトラック



Technical Note for Tree Planting Practices
森林再生テクニカルノート
海外植林活動のための技術データベース



English / 日本語
森林再生テクニカルノート（TPPs）は、途上国の劣化が進んだ森林や開発後に放棄され荒廃した土地等において、効果的な森林の再生に大きく貢献する技術集です。

by



公益財団法人
国際緑化推進センター

技術集

実証試験
近況報告

記事紹介
現地から

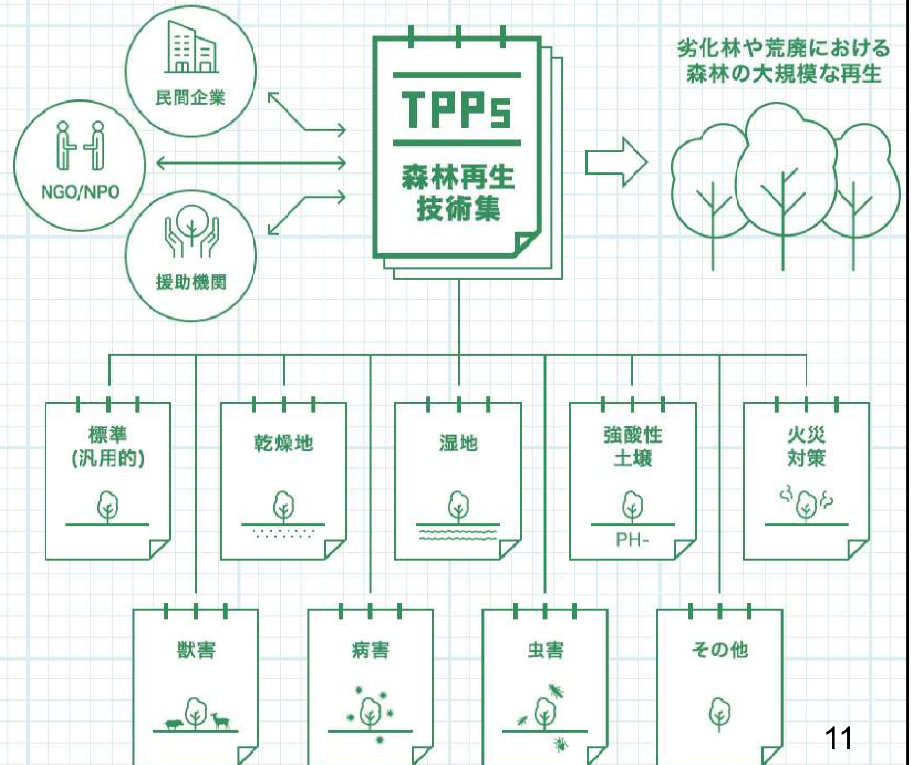
サイト内検索

「森林再生技術集」

- ✓ 標準（汎用的）技術
- ✓ 乾燥地対策
- ✓ 湿地対策
- ✓ 強酸性土壌対策
- ✓ 火災対策
- ✓ 獣害対策
- ✓ 病害対策
- ✓ 虫害対策
- ✓ その他

TPPs 活用イメージ

Concept Image



長根苗

長根苗の発想・着眼点

乾燥・半乾燥地では、土壌表層の水分が欠乏ぎみであるため、植栽後に土壌深部に早くアクセスできる長根苗 (long tap root) の優位性がよく知られている (Smith, 1950, Bainbridge, 2007, Canadell & Zedler, 1995; Padilla & Pugnaire, 2007)。

長根苗長根苗の発想・着眼点は、植栽時にある程度長い根を作っておけば、乾季に入った時点で根が土壌深部の水分にアクセスしやすく高い活着率が見込めるだろうというものである。



ミャンマーにおけるM-STAR長根苗の技術開発

森林再生技術集 (例1)

保育ブロック

保育ブロックの発想・着眼点

乾燥地の多くでは、多量の灌水を行う手法で緑化が行われている。しかし、貴重な水を消費し永続的な管理の必要なこの手法では、自立した自然形成は望めない。そこで、根系を地中深くまで伸張させ効率よく土壌中の水分を吸収させることで、樹木が乾燥地でも自立して生存できる技術として「保育ブロック」を開発した。保育ブロックは、土や有機物を混ぜ合わせ筒状に成形した土壌ブロックであり、筒状の形状により植物の根を地中深くまで誘導することができる。また、粘土や肥料を配合することで、樹木に効率よく水分や養分を供給し、発芽や初期生長を保護し、根系の発達を促進させることができる（写真1）。



写真1 ケア子砂浜に植栽した保育ブロック苗の根系
植栽後3ヶ月で約30cmの根長が確認された

湛水造林候補樹種の選抜と湛水馴化処理による育苗

湛水馴化処理とは

湛水馴化処理は、植栽直前に苗木を湛水状態に置くことで、通気組織の形成等を誘導し植栽地の湛水条件に適合した苗木を育成する方法で、東京大学の研究グループが開発した方法である。育苗ポットが浸る深さのプール状の苗床にポット苗を数ヶ月置く（「[Melaleuca cajuputiの育苗・植栽法](#)」を参照）。湛水馴化処理により湿地に造林した場合の活着率が增加する樹種があるが、その効果は樹種により異なることがわかっている。

湛水馴化処理は、苗木に根圏低酸素ストレスを与える処理であり、湿地林に自生する樹種であってもストレスになる。ほとんどの湿地生でない樹種は、湛水馴化処理中に弱ってしまい健全な苗木が育たないが、湿地生種の中にも同様の樹種がある。湛水馴化処理による苗木生産ができない樹種に関しては、湿地造林の植栽候補樹種としないのが賢明である。



苗畑における湛水馴化処理苗

マルチング

マルチングの発想・着眼点

マルチングとは、苗木の根元周囲の地面を刈り取った草や小枝等の有機物、小石などで被うことをいい、マルチともいわれる。乾燥・半乾燥地の場合、地表からの蒸発を抑えることが主目的である。マルチングにより地面に直射日光があたらないようにし、地温の上昇を抑え、蒸発を遮断し、土壌をできるだけ温った状態にして苗木の活着や初期成長を促す。苗木周囲の雑草繁茂を防止し、雨滴による土壌流出を抑制する効果も期待できる。マルチングは乾燥気候だけでなく、湿潤な気候でも行われる。



写真1. ココヤシの殻によるマルチング By Vijayanrajapuram - Own work, CC BY-SA 4.0, Link

森林再生技術集 (例4)

バイオチャー@コンゴ民主共和国 By 日本森林技術協会

バイオチャーによる土壌改良

アフリカ大陸のサバンナ地域は、保水力・保肥力が低い不熟土壌が広く分布しており、過度の利用（農業、薪炭材利用等）により土壌劣化が進行しているエリアがあります。

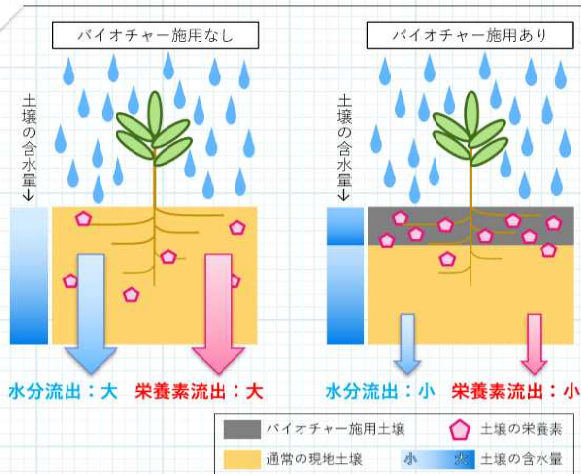
これらの地域の自然植生は、主に草本サバンナや灌木サバンナ等であり、造林を成功させるには何らかの技術導入が必要です。

現地の農業では、炭灰による草木灰の施用や堆肥の施用が行われています。

1. 高い気温（有機物の分解が速い）
2. 雨期の高い降水量（栄養素の流出が速い）

といった環境条件により、その効果は短期間で失われてしまうという問題があります。

そこで、難分解性の資材であるバイオチャーを利用して土壌を改良し、造林を行う技術を開発しています。



バイオチャー施用による土壌改良の模式図

森林再生技術集 (例5)

超吸水性高分子材SAP（植栽時）

SAP（植栽時）の発想・着眼点

紙おむつなどに使われる超吸水性高分子材を土壌の保水材として利用し、乾燥地や半乾燥地における農林業の水管理に役立てようとするものである。林業が緑化関係では、植林に際して、超吸水性高分子材を土壌と混合することにより、乾季においても土壌を湿潤な状態に保ち、苗木の活着率を高めたり、苗木の成長を促進したり、給水量や頻度を減らしたりすることが期待される。

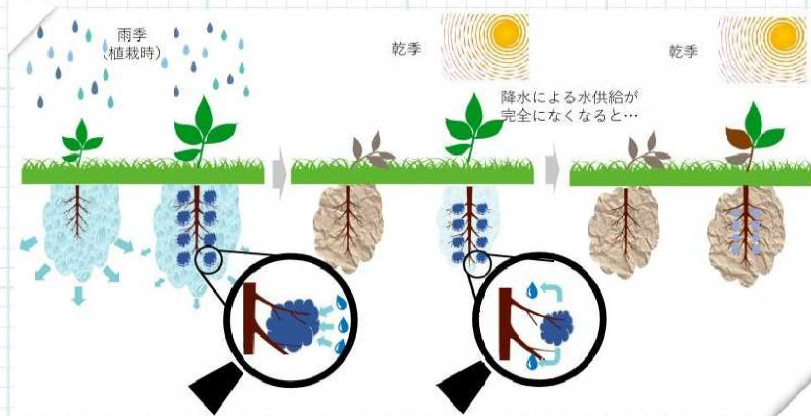


図1. SAP未使用時(左)とSAP使用時(右)の土壌の状態の模式図

17

森林再生技術集 (例6)

適用条件でさがす

生育ステージでさがす

適用実績でさがす

キーワードでさがす

HOME > 適用実績のある国でさがす > アジア > インド > 集水工法・マイクロキャッチメント工法

集水工法・マイクロキャッチメント工法

マイクロキャッチメントの発想・着眼点

降水量が少なく環境の厳しいところでは、植栽本数は少し減っても確実に苗木を活着させるため、土手を作るなど地形を改変して雨水を誘導する技術（water harvesting）が適用される。この作業は乾燥地で広く行われており、多くの参考文献がある(1, 2)。地形の特徴、利用できる資材などによりさまざまなタイプの集水工法がある。広い面積に対して大規模に長いトレンチや石組みでアラスを作ったりすることがあるが、別途項目（テラス工法）で解説する。



ミャンマーマンダレー州の植林地における開放式単離並列型（下図参照）の作成作業風景と降雨がたまった様子。

森林再生技術集 (例7)

18

客土

客土の方法・効果

客土とは、その土地の利用目的に問題のある土壌が分布する場合、他所から問題のない土壌を運んでくることである。森林再生と緑化のためには、植物の生育可能な土壌を客土する。客土した土壌を混合して問題を緩和できる場合もある。しかし、強酸性土壌を土壌だけで中和するには多量の土壌が必要である。普通、緑化植物の根系が強酸性土壌に達しないよう、土壌を厚く盛り、露出した酸性硫酸塩土壌を深くに埋める。

植物の根系は数10cm~1mに達するため、客土だけで対応する場合にはかなりの土量が必要である。そのため、中和処理（土壌改良の項参照）やシートによる遮蔽と組み合わせる土層厚を薄く抑える工法が各種開発され、特殊な工法は、特許が取得されている（植生基盤材の項参照）。さらに、斜面が急な場合、土壌流出の防止や斜面を安定化させる砕工や筋工等を組み合わせる客土するのが一般的である。



インドネシア石炭採掘跡地における客土

森林再生技術集 (例8)

19

林野火災

近年、自然及び人為的な要因により、大規模な山火事が発生しており、森林が焼失している（写真1）。自然（稲妻）火災や人為による伝統的な火入れは、森林生態系の安定性と多様性の改善に寄与している。しかしながら、近年の土地、森林利用が変化した結果、火災の質も変化しており、しばしば森林生態系の劣化が火災により引き起こされている。さらに、森林やその他の植生の焼失は、地域、地方及び地球規模の環境で異なるレベルで影響を及ぼしている。大規模な森林火災からの煙は、空、陸上及び沿岸海上交通の安全性を低下させ、人間の健康問題にも影響している。森林と居住地域の境界で発生する火災は、人間の生活や財産、その他の価値のあるものを損なう場合がある（ITTO 1997）。さらに、山火事の二次被害として、土壌流出、地すべり、侵入種の導入及び水質劣化等が報告されている（Mhawej et al 2015）。

温帯及び寒帯地域の大多数の国は、適切な火災管理行動を可能にするシステムを整備している。しかし、熱帯等の一部の国・地域では、高温や乾燥等の自然条件、並びに、指針策定の欠如及び資金調達の不備のために、消防・消火管理に対する体系的なアプローチがまだ不十分である（FAO 2002）。



写真1. 山火事の様子（出所）USDA.gov

森林再生技術集 (例9)

20

繋げ、「緑の地球」を次世代へ！

ご清聴ありがとうございました！



国際緑化推進センター

<https://jifpro.or.jp/>