

ISSN 2434-2815

No.13

JISE REPORT

国際生態学センター 調査研究レポート

2025年10月

公益財団法人 地球環境戦略研究機関 国際生態学センター

関東地方照葉樹林3群集の主要優占樹種の果実の特性 原田 洋・林 寿則	1
都市域に堆積する落ち葉の燃焼性状その2 －火炎近傍及び輻射熱に対する発炎－ 林 寿則	3
鉱山跡地での生態系回復事業について 目黒 伸一	7
ビエンチャン特別市グリーン政策における生物多様性配慮アクション強化プログラム －中間成果と今後の課題 矢ヶ崎 朋樹	11
特 集 IGES-JISE 市民環境フォーラム 災害後の植生回復－歴史に学ぶ戦災樹木と被災地の植生復元－	
災害後の植生回復 －歴史に学ぶ戦災樹木と被災地の植生復元－ 林 寿則	16
戦災樹木・被災樹木の調査と保全・活用について 根岸 尚代	17
仙台市砂浜域における津波後 10 年間の植物群集の変化 富田 瑞樹	20
植物のしなやかな回復に学ぶ海辺の防災・復興まちづくり 平吹 喜彦	22
災害時の樹木の防火機能とその活用について 林 寿則	25

関東地方照葉樹林3群集の主要優占樹種の 果実の特性

原田 洋 (元 IGES 国際生態学センター)・林 寿則 (IGES 国際生態学センター)

1 はじめに

関東地方の暖温帯域には、照葉樹林が分布し、その中核になるのがイノデータブノキ群集、ヤブコウジースダジイ群集、シラカシ群集の3群集である。これら3群集のシダ植物、高木と低木、種組成についてはすでに報告している(原田・尾崎, 2021a; 2021b; 2021c)。今回は主要高木樹木の果実に着目し(図1)、その特性について考察した。

2 調査方法

日本植生誌関東(宮脇編, 1986)、神奈川県内の市町単位で作成された報告書(宮脇ほか, 1971a; 1971b; 1972; 1973など)、原田・林, 2019を参考に、群集ごとに主要高木樹種4種ずつを選択し、それらの果実を解析した。

3 結果

選択された各4種は原則として潜在自然植生の主要高木種である。但し、関東地方のように人為的な影響が強く及んでいるところでは、残存自然林にも多くの二次的要素の高木が侵入していることを考慮し、対象種は表1の各4種とした。

本来のヤブコウジースダジイ群集なら高木層にはスダジイが優占し、また、シラカシ群集ならシラカシが優占しているため、これら優占種の果実の分析だけでよいわけだが、必ずしもこれらが優占していないこともあるので、第2優占種や第3優占種として、表1のように4種を対象種として選択した。

表 1. 3群集の主要高木種とその果実

群 集	主要高木種	果 実
イノデータブノキ群集	タブノキ	液果-漿果
	エノキ	液果-石果
	ムクノキ	液果-石果
	ミズキ	液果-石果
ヤブコウジースダジイ群集	スダジイ	乾果-堅果
	アラカシ	乾果-堅果
	アカガシ	乾果-堅果
	ウラジロガシ	乾果-堅果
シラカシ群集	シラカシ	乾果-堅果
	アラカシ	乾果-堅果
	ケヤキ	乾果-瘦果
	イヌシデ(アカシデ)	乾果-小堅果

果実は熟したときに水分の少ない乾果と、水分の多い液果に分けることができる(表1)。イノデータブノキ群集の4種はいずれも液果である。さらに細分化すると、タブノキは漿果、エノキ、ムクノキ、ミズキの3種は石果に分類される。

ヤブコウジースダジイ林群集の4種は乾果で、いずれも堅果に区分される。なお、果皮がかたく熟しても裂開しないブナ科、コナラ属の果実は「どんぐり」と総称される。

シラカシ群集のカシ2種は堅果(ドングリ)、ケヤキは乾果の中の瘦果(乾果-小堅果との区分もある)、とイヌシデ(または、アカシデ)は乾果の中の小堅果に区分される。

イノデータブノキ群集は液果、ヤブコウジースダジイ群集とシラカシ群集は乾果をつける樹木が主体となっている。

4 考 察

タブノキをはじめ液果の樹木は沖積地や斜面下部の適潤地を好むようである。

液果は鳥に食べられ、種子が運ばれるという鳥散布型が中心である。ムクノキやミズキは鳥が好



図1. 果実のいくつか

んで食べる果実のベスト5に入る樹木であるといわれている。一方、ドングリはネズミやリスによる動物散布も少しはあるが、人口密度が高い関東地方の暖温帯域では、ドングリのような大きな堅果を運搬する動物の個体数は多くはない。となると動物散布の頻度は低くなり、重力散布が主体となり、地形が散布に大きく影響することになる。多くは自動的に転がって移動する重力散布が主体である。また、瘦果のケヤキは葉のついた短い枝とともに落下し、風によって散布される。同じ小堅果のイヌシデ（または、アカシデ）は果包に包まれ、風によって移動しやすい。ドングリのような堅果や風散布の種子は、斜面上部や台地上のほうが分布拡大に有利である。3群集の生育場所の違いは、果実（液果と乾果）の分布特性に関係していると推測できる。

引用文献

原田 洋・林 寿則. 2019. 神奈川県における

潜在自然植生3群集の種組成についての考察. JISE REPORT, (2):10-13.

原田 洋・尾崎光彦. 2021a. 関東地方暖温帯域に残存する自然林3群集におけるシダ植物についての考察. JISE REPORT, (6):7-9.

原田 洋・尾崎光彦. 2021b. 関東地方暖温帯域に残存する自然林3群集を構成する高木および低木についての考察. JISE REPORT, (7):14-16.

原田 洋・尾崎光彦. 2021c. 関東地方暖温帯域に残存する自然林3群集を構成する種組成についての考察. JISE REPORT, (7):17-18.

宮脇 昭（編著）. 1986. 日本植生誌 関東. 641pp.

宮脇 昭ほか. 1971a. 逗子市の植生. 151pp.

宮脇 昭ほか. 1971b. 藤沢市の植生. 117pp.

宮脇 昭ほか. 1972. 横浜市の植生. 143pp.

宮脇 昭ほか. 1973. 鎌倉市の植生. 114pp.

都市域に堆積する落ち葉の燃焼性状その2

—火炎近傍及び輻射熱に対する発炎—

林 寿則 (IGES 国際生態学センター)

1 | はじめに

樹木は可燃物であるが、燃え難い性質（難燃性）を併せ持っている。樹木が燃え難い大きな理由として、その枝葉に多量の水分が含まれている点が挙げられる。既存データ並びに加熱乾燥式水分計による実験に基づき、各種樹葉 213 種の含水率を整理した林（2009）によれば、樹木生葉の含水率は 42.9～88.0% の範囲に及び、その平均値は 62.4% であったことを報告している。なお、樹葉含水率とアルコールランプ加熱による発炎との関係について調査した石田・斉藤（2001）によれば、含水率が 20% 以下になると発炎する樹葉が観察されるようになり、10% 以下に低下すると、ほぼ全ての樹種の葉が炎を上げたことを報告している。

都市域に堆積する落ち葉の含水率について報告した第 1 報（都市域に堆積する落ち葉の燃焼性状に関する研究 その 1：林，2024）では、一般的に街路樹や公園樹等として植栽されている 12 種の落ち葉の含水率は、8.2～24.0% の範囲にあり、含水率 60% 以上の生葉に比べ、都市域に堆積する落ち葉の発火危険性は高いことを指摘した。東京都火災動向によると（東京消防庁，2023）、たばこを出火原因とする火災の内、建物以外から出火した火災では、出火箇所の 42.9% が「道路・公園等」で、着火物については「ゴミ屑」40.8% に次いで「枯草・落葉・立木等」が 24.2% となっている。実際に 2023 年 11 月には、静岡県内の小学校敷地に堆積していた落ち葉から出火した火災事故が報道されるなど、焚火やタバコの不始末、あるいは、林野火災・地震火災の延焼等によって落ち葉が発火し、その他の可燃物や隣接する建築物等へ燃え広がる可能性は決して小さくない。これまで、林野火災を対象とした林床堆積物の発火危険性に関する研究は複数認められるが、都市域に観察される落ち葉の含水率や発火危険性について

論じた報告は少ない。そこで、本報（都市域に堆積する落ち葉の燃焼性状に関する研究 その 2）では、一般的に都市域の公園・広場や街路樹などに緑化用樹木として植栽されている樹種（12 種）を対象として、落下した後に自然乾燥・堆積している落ち葉の火炎近傍及び輻射熱に対する発炎性について比較実験を行った。

2 | 実験方法

横浜市西区及び保土ヶ谷区内の公園・学校・街路空間等において、既に地表に落下、堆積している 12 種（アカマツ、スギ、イチヨウ、ソメイヨシノ、ハナミズキ、ケヤキ、スズカケノキ、ユリノキ、クスノキ、スダジイ、タブノキ、シラカシ）の落ち葉を各樹種 10 枚ずつ採集した。

火炎近傍における落ち葉の発炎性に関する実験では、カセットコンロ（小池化学(株)パルエース PV-35M）の五徳の上に金網を設置し、コンロの炎が金網に接しない高さを維持したまま各種落ち葉を炎の上方に一枚ずつ置き（写真 1）、有炎燃焼の有無と発炎するまでの時間を記録した。また、輻射熱に対する発炎性に関する実験では、小型電気炉（SHIROTA RF-1）により炉内温度を 550℃ に設定し、落ち葉 1 枚を炉内に入れて（写真 2）有炎燃焼の有無と発炎までの時間を計測した。

両実験共に 12 種類の樹種について 1 樹種あたり 10 枚の落ち葉について実験を行い比較した。

3 | 結果

火炎近傍の実験では、落ち葉を金網に載せると全ての落ち葉が速やかに白煙を立ち上げた。その後、アカマツやスギでは、全ての検体（10 枚）が 5 秒以内の短い時間で発炎した（表 1，図 1）。スダジイやタブノキが発炎したケースでは、パチ



写真 1. 火炎近傍における落ち葉の燃焼実験



写真 2. 輻射熱に対する落ち葉の燃焼実験

表 1. 火炎近傍における落ち葉の有炎燃焼の有無

●：発炎あり 空白：発炎なし

No	樹種	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	発炎確率(%)
1	アカマツ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100.0
2	スギ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100.0
3	ユリノキ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100.0
4	イチヨウ	●	●	●	●		●		●	●	●	80.0
5	スダジイ	●	●	●		●	●	●	●	●		80.0
6	ハナミズキ	●	●	●	●		●	●		●	●	80.0
7	ソメイヨシノ	●	●	●		●	●	●			●	70.0
8	タブノキ		●	●	●	●	●		●		●	70.0
9	モミジバスズカケノキ			●	●	●	●	●			●	60.0
10	クスノキ		●		●	●		●	●			50.0
11	ケヤキ	●	●				●				●	40.0
12	シラカシ		●		●			●			●	40.0

表 2. 輻射熱に対する落ち葉の有炎燃焼の有無

●：発炎あり 空白：発炎なし

No	樹種	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	発炎確率(%)
1	アカマツ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100.0
2	スギ	●	●	●	●	●	●	●	●		●	90.0
3	ソメイヨシノ	●	●		●	●		●	●	●		80.0
4	クスノキ	●		●	●		●	●	●			70.0
5	タブノキ	●		●	●	●				●		60.0
6	イチヨウ	●	●				●		●		●	60.0
7	ユリノキ	●	●			●			●		●	50.0
8	ハナミズキ			●						●	●	30.0
9	モミジバスズカケノキ				●						●	20.0
10	シラカシ	●		●								20.0
11	スダジイ	●						●				20.0
12	ケヤキ											0.0

パチと音を立てながら燃焼したが、イチヨウは音を立てることなく発火した。ケヤキは、半分以上の検体が白煙を上げて黒変または無炎燃焼するが発炎確率は40%に留まった。

火炎近傍において、10回全てで発炎した樹種はアカマツ、スギ、ユリノキ。発炎確率50%以下だったのは、クスノキ、ケヤキ、シラカシであった。なお、全体(12種×10回=120回)の発炎確率は72.5%(87回)となった(表1)。

火炎近傍において、発炎に至るまでの時間が極端に短い樹種はスギで10回共に、1秒程度で発炎した。次いで、ケヤキ、スダジイ、アカマツは5秒以内などで、発炎するまでの時間が長い樹種は、モミジバスズカケノキ(23秒)、ハナミズキ(18秒)、ユリノキ(18秒)、ソメイヨシノ(16秒)であった(図1)。

輻射熱実験では、落葉を炉内に挿入すると炉内温度は初期設定した550℃から540～545℃程度に直ちに低下し、その後は540～550℃の範囲に

維持された。落ち葉の反応としては、アカマツやスギなど90%以上発炎燃焼する樹種と、ケヤキのように水蒸気を発生しながら葉が黒変するものの、炎を上げない無炎燃焼に留まる樹種などがあつた。

輻射熱に対して、全てで発炎した樹種はアカマツで、同じく常緑針葉樹のスギは90%の発炎確率となった。発炎確率50%以下だったのは、ユリノキ、ハナミズキ、モミジバスズカケノキ、シラカシ、スダジイとなり、ケヤキは0%であった。なお、全体の発炎確率は50.8%であった(表2)。

輻射熱に対して、発炎に至るまでの時間が短い樹種は、ユリノキ、モミジバスズカケノキ、ソメイヨシノ、タブノキが4秒程度、イチヨウ、クスノキが5秒程度であった。

発炎するまでの時間が長い樹種はアカマツで18秒程度、次いでシラカシ(9秒)、ハナミズキ(8秒)などとなった。

2つの加熱形態(火炎近傍、輻射熱)に対して、

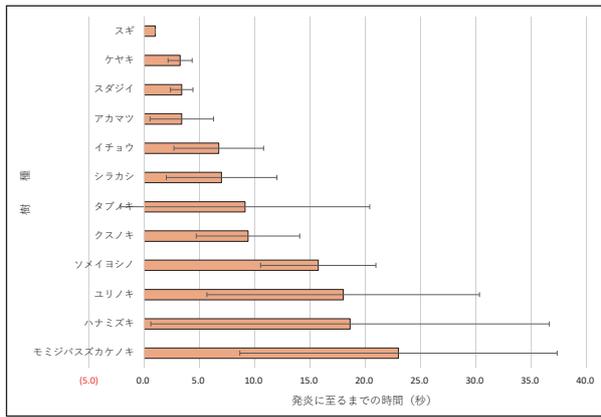


図 1. 火炎近傍における落ち葉の発炎に至る時間
(エラーバーは標準偏差を表す)

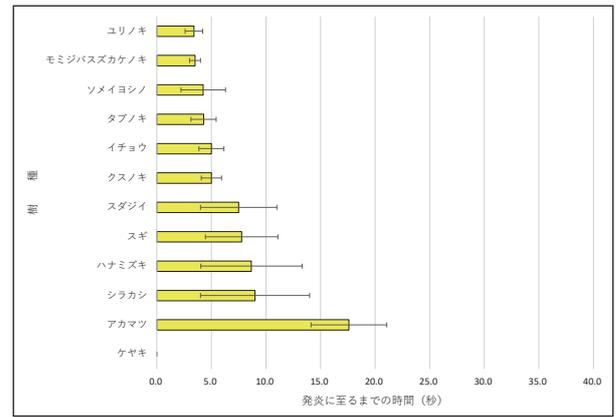


図 2. 輻射熱に対する落ち葉の発炎に至る時間
(エラーバーは標準偏差を表す)

ともに発炎確率が高い樹種は、アカマツ、スギ、次いで、ソメイヨシノ、タブノキなどで、発炎確率が低い樹種は、ケヤキ、シラカシであった。

2つの加熱形態（火炎近傍、輻射熱）に対して、ともに発炎に至る時間が短い傾向があったのはイチョウとタブノキであった。ともに長い傾向があったのはハナミズキであった。火炎近傍の場合と輻射熱の場合とで、発炎に至るまでの時間が大きく異なる樹種は、スギ、アカマツ、スダジイとユリノキであった（図2）。

4 | 考察

いずれの実験でも、加熱された落ち葉からは直ちに白煙が発生したケースが多かった。本実験に導入された12種の落ち葉の含水率は、8.2～24.0%の範囲にあることが報告されており（林, 2024）、発生した白煙は、落ち葉に残存した僅かな水分が加熱により水蒸気となって空气中に放出されたものと判断された。

林野の林床堆積物の含水率と火災危険性については、含水率が26%以上あると火災の発生危険は小さいが、11～13%になるとマッチで容易に着火するようになり、さらに含水率が8～10%以下になると危険となり、含水率が2～7%程度まで低下すると火災の危険性は著しく高くなるとの報告がある（山下, 2006）。なお、林野（アカマツ林とコナラ林）に堆積するA0層（0～15cm）の含水率を調査した松本・新島（1993）によれば、アカマツ林では18.9～49.5%、コナラ林では20.5～37.2%と報告しており、都市域に堆積する落ち葉より高い値となっている。これは、保水性を有する土壌が存在することによって林床堆積物が乾燥し難いためと考えられた。ま

た、スギ林とコナラ林のリターの乾燥程度について報告した津田（1987）によれば、特に秋から翌春にかけては、降雨時や降雨直後は、どちらの林もリター含水率が高いが、その後、晴天になると、コナラ林の方が林床に届く直射日光量が多くなるためリターは乾燥状態に戻りやすく、林野火災の危険性が高いと指摘している。都市域では土壌の存在しない舗装上に落ち葉が堆積する状況も多く、さらに、整枝剪定等により一般林野に比べて森林の開空度が高い。従って、林床（または舗装面）に到達する日射量が増大し、落ち葉からの蒸散量も多くなるなど、急速に乾燥化が進みやすい条件がそろっている。今回、採集した落ち葉の平均含水率は13.1%であり、既存の研究報告及び本実験からも、都市域に堆積する（放置された）落ち葉の発炎の危険性は小さくないと判断された。

「火炎近傍並びに輻射熱に対する発炎確率の高さ」と「発炎に至るまでの時間の短さ」＝「危険性が高い」とすると、アカマツとスギの落ち葉は、ともに発炎確率が90%以上で、火炎近傍での発炎に至る時間も短いことから、相対的に火災（発火や延焼）の危険性が高い落ち葉であると判定された（図3.4）。アカマツやスギは、その他の広葉樹に比べて葉に樹脂や精油含有量が多く含まれており（谷田貝, 1996）、落ち葉になってもこの成分が残存していること、また、秋田（1954）が、木材の形状と着火性について、尖った部分や角が加熱される場合は、平面の加熱に比べて熱が伝わりやすく、着火が容易になることを報告しており、樹脂成分と葉の形態に起因して、発炎性が高くなっていると考えられた。

一方、火炎近傍及び輻射熱に対して発炎確率が低かったのはケヤキとシラカシであるが、いずれ

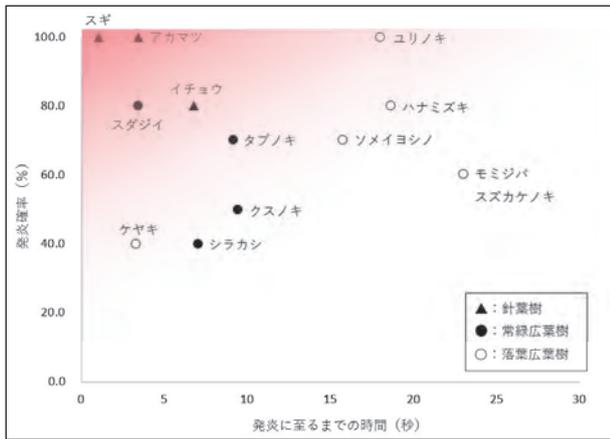


図3. 火炎近傍の落ち葉の発炎確率と発炎するまでの時間の関係

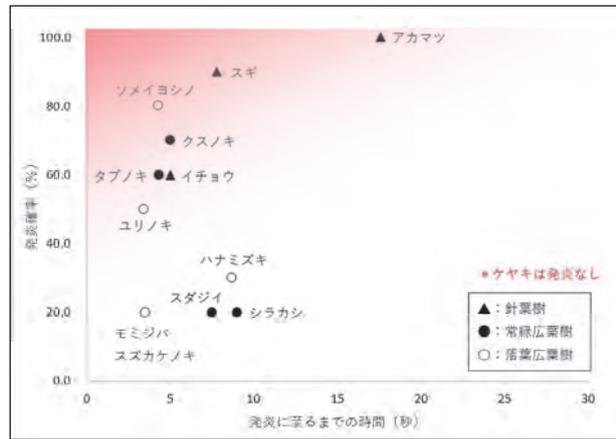


図4. 輻射熱 (550°C) に対する落ち葉の発炎確率と発炎するまでの時間の関係

も無炎燃焼は発生しており、また、ケヤキが火炎近傍で発炎したケースでは、発炎に至るまでの時間が短かったことから（4秒）、火災の危険性が低いとの評価は当たらないと判断された。なお、ケヤキの落ち葉が輻射熱に対して一度も発炎しなかったが、その理由は明らかではない。

イチョウは一般に防火樹としての評価が高いが、落ち葉の状態での燃え難さは認められなかった。イチョウの生葉は、含水率が高いことが知られているが（林, 2009）、落葉して水分が失われると難燃性は低下することが明らかになった。

今回の12種の実験の結果、落ち葉の発炎性は樹種ごとに異なっていること、また、火炎近傍では直ちに発火炎上するが、輻射熱に対しては発火までの時間が長い種、あるいはその逆のケースも発生するなど、加熱形態によっても落ち葉の燃焼性状は異なることが確認された。

自然再生（土壌環境形成、生物多様性保全など）のためには落ち葉を除去せず林内に戻すことも必要であるが、特に都市域の住居周辺や避難場所付近では除去を含めた落ち葉の適切な管理について検討する必要があると考えられた。なお、火炎近傍や輻射熱以外の火災延焼要因（熱気流や火の粉）に対する落ち葉の耐火性についても検証する必要がある。

引用文献

秋田一雄. 1954. 木材の着火と引火 (2). 消研報 (2) : 2-

林 寿則. 2009. 樹葉含水率に関する統計資料. 生態環境研究, 16(1) : 71-75.

林 寿則. 2024. 都市域に堆積する落葉の燃焼性状その1 - 含水率と脱水時間について -. JISE REPORT, (11) : 7-9.

石田真奈美・齊藤庸平. 2001. 樹葉の接炎耐火性能に関する研究. 日本造園学会関西支部大会研究発表要旨集, 53-54.

松本久二・新島溪子. 1993. アカマツ林及びコナラ林における落葉落枝の分解と大型土壤動物の季節変動. 森林総研研報, 364:51-68.

東京消防庁. 2023. 令和5年版火災の実態. 297pp.

津田 智. 1987. 燃料としてのリターの乾燥と湿度の関係. 日産科学振興財団助成「林野火災の拡大機構とその跡地における生態機能の回復過程に関する研究」研究報告集 林野火災の生態 : 83-90.

谷田貝光克. 1996. 植物が放出する香りとその働き. 都市緑化技術(20):13-16.

山下邦博. 2006. 大規模森林火災の危険性. Re.27(4) : 43-50.

鉱山跡地での生態系回復事業について

目黒 伸一 (IGES 国際生態学センター)

1 | はじめに

世界各地に荒廃地はあるが、鉱山にまつわる自然回復は、多くの環境条件の中でも困難を極める状況の一つと言える。写真にあるようにほぼ無毒の鉱物掘削でさえも土の掘り出しにより、地上に晒された土塁¹がそのまま放置され、植物に覆われない土壌表面が多く生み出される。乾燥や特異な土壌立地では自然の遷移に任せた植生回復には多大な時間を要するため放置されている場合が多々ある。

古い鉱山跡地ではさらに植生回復は難しくなる。その主な理由は、鉱山開発の掘削と精錬に必要とされる火力のため森林伐採によって周囲の植生が劣化し、さらには精錬過程に排出される、捨て石と呼ばれる鉱山廃棄物やスラグなどのズリ山ができる。その堆積物は無毒化され、しかし植物にとっての養分をほぼ持ち合わせていないか、あるいは場合によっては強酸性を呈する土捨て場になってしまっていることもある。

銀や銅の精錬過程では硫酸などの酸性副産物が生成され、二次利用されるが、それでも過去には空气中に亜硫酸ガスが漂い、土中にも浸透し、ま

た捨て石により、土壌が強酸性を示すようになることがある。これらの廃棄物処理を誤ると深刻な鉱毒問題へと発展し、かつて起こったような人々の健康を害することになる。

このような背景から 2006 年に明治からの歴史を持つ秋田県小坂町にある銅精錬所を所有する DOWA ホールディングスの方々が国際生態学センターへ足を運び、相談に来られた。これまでにスギやニセアカシアによる植林や牧草吹付による緑化を進めてきた(宮前 2021)が、今後はより自然性の高い森づくりに取り組んでいきたい、については協力願えないだろうかとのことであった。宮脇方式による緑化は既に国内外で数多く行われていたが、鉱山跡地での例はまだなかった。

現地へ赴くと案内された最も厳しい立地では pH 3.5 の強酸性を示し、枯れあがった植栽された単木の広葉樹もあった。また、緑化対象地の土壌はカラミと呼ばれるスラグの山や不要になった鉱石の捨て石場などで栄養十分な覆土は望めなかった。精錬過程で出てきた養分を洗い流した浄化された土や周辺の火山性土壌(地元ではシラスと呼ぶ)を用いるしかなかった。



写真 1. オーストラリア Coober Pedy の鉱山掘削現場 (左: 遠景、右: 近景)

委託された会社の協力で大型ダンプでそれらの土壌を運搬していただき、スラグ山や捨て石の上に被せて表層土壌を確保した。カラミはケイ酸塩と金属酸化物を多く含んでいるため養分は、ほぼなく、排水は良いため夏季の高温化が危惧され、土壌の厚さを試行しながらの植栽を行った。

植栽後のマルチング材には藁のほか、当地周辺に多く植栽されているスギから杉皮チップや木材チップを多く用いることとした。当該地の潜在自然植生を把握するため八甲田山山麓など周辺調査を行い、その求め得る群集確定につとめた。その調査結果をもとに当時、少なかった地元ポット苗業者が生産・供給可能な樹種を選定した。

DOWA ホールディングスの強力なサポートによりの毎年地元の生徒・学生から老人会、社員、さらにはBリーグの秋田ノーザンハピネッツの選手（過去の日本代表チーム主将を含む）まで幅広い方々が参加されて植樹祭が開かれた。

2 | 成長動態

このようにカラミ、捨て石、そして通常土壌の開放地植栽地を対照区として植栽された樹木の成長を追跡したモニタリング調査を行った。植栽は2006年から始められ今回取り上げられた最も新しい調査区は2008年であった。植栽後10年以上経たぬ山跡地における植栽木の生育に関する調査結果はMeguro2012、Meguro & Ozaki2020などに詳細が記されている。成長量などは植栽条件によって差異が認められるものの、いずれの植栽地においても良く活着しており（写真2、3）、この方式による厳しい環境である山跡地における植生回復が可能であることが証明された。

また、植栽地における樹木の成長による土壌状態はどのようになっているのかを2019年に調べてみた。土壌調査地は捨て石堆積場、カラミ山、コントロールとしての対象地など生長量調査を行っている地点11カ所で表土を採取した。マルチング材が混じらないよう留意し、リター層の下の土壌を採取してある。ただし、土壌採取はA層からサンプルをとるように試みたが、森林の発達具合を土壌養分から判断する材料とするためO層の腐食層をやや含んでいる。

調査項目は、含水率、pH、全炭素量（C）、全窒素量（N）およびC/N比である。含水率はJIS A 1203 土の含水比試験方法を、pHはJGS 0211-2009 土懸濁液のpH試験方法を用いた。全炭素



写真2. 植栽前のカラミ山



写真3. 植栽15年後のカラミ山

および全窒素はそれぞれ土壌環境分析法 V.9.A.a 乾式燃焼法および土壌環境分析法 V.8 乾式燃焼法にしたがい測定した。土壌養分に関し、全炭素・全窒素の前処理については、土壌以外の物質（落葉や根）は、目視で取り除けるものは取り除き、2 mm の篩を通過させ、その後、微粉碎をし、供試している。全炭素・全窒素の分析は2連以上で実施し、基準（約5%）を満たさない場合には、追加で反復を実施し、そのうち、最も近い2連を分析結果として、採用している。土壌の測定結果を下の表に示す。

A層の最上部を中心に土壌を採取したこともあり、比較的腐植量の多い結果となった。植栽地に用いた覆土用土壌のほとんどが、火山灰や浄化土などあまり養分が豊富ではないものを用いている。そのため樹木の生育が危惧されたが、下の写真のように土壌中には根が多く入るようになってきている。樹木の生長に伴い、落葉が地面に供給・分解され、樹木生長への養分になっている。

植栽地のpHは6.2～7.2であり、中性であった。土壌水分、炭素、窒素の量は調査区で変動しているものの、カラミと捨て石で違いは明確ではなかった。また、対照区（control）の土壌プロパティもカラミ、捨て石のレンジ内であった。C/N



写真 4. 土壌採取の様子



写真 5. 植栽地の土壌の様子

表 1. 土壌調査結果

		含水比 (%)	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	N (g/kg)	C (g/kg)	腐植 (g/kg)	C/N比
1-2	捨て石	76.8	7.0	5.8	6.0	104	179	17.3
5	捨て石	65.4	7.0	5.6	2.8	48.1	83	17.2
8	カラミ	80.6	7.0	5.7	5.4	84	144	15.5
10	カラミ	56.6	7.2	5.9	3.9	66.4	114	17.0
11	カラミ	85.5	6.8	5.5	5.4	89.8	154	16.6
13	対照区	41.7	7.2	5.9	2.2	44.5	77	20.2
14	カラミ	71.5	6.7	5.4	4.7	95.1	164	20.2
15	捨て石	43.3	6.9	5.7	3.2	54.6	94	17.1
17	カラミ	89.2	6.2	5.0	4.4	104	179	23.6
19	カラミ	59.5	6.6	5.4	3.1	68.4	118	22.1
20	カラミ	70.0	6.3	5.0	4.6	77.3	133	16.8

基準値					
良		5.6~6.8		1.2<	50<
可		4.5~5.5、6.9~8.0		0.6~1.2	10~50
注意		4.0~4.5、8.0~8.3			
不良		4.0以下、8.3以上		0.6>	10>
		日本緑化センター (2014)		日本緑化センター (2014)	日本緑化センター (2014)

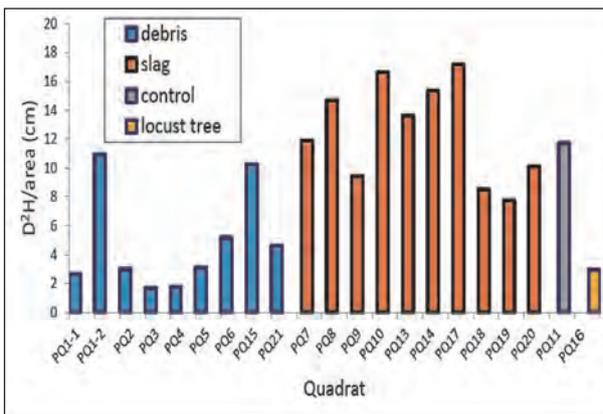


図 1. 調査区における材積量 (Meguro & Ozaki, 2020)

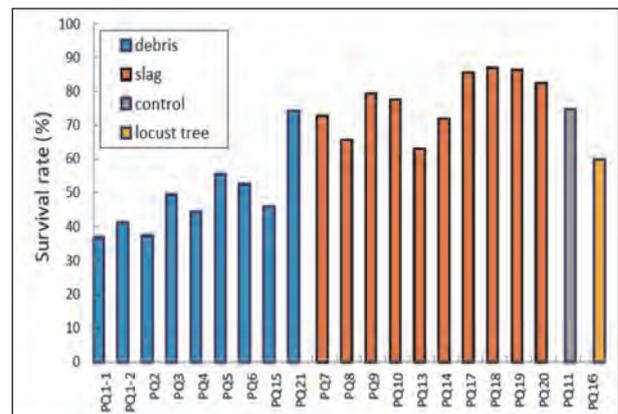


図 2. 調査区における植栽木の生存率 (Meguro & Ozaki, 2020)

比 10-25 が良好な土壌とされており、いずれのサイトでもその範囲には入っていた。

また、捨て石調査区で酸性度が特に高い傾向は認められなかった。カラミと捨て石では明確ではないが、カラミの方がやや生長がよい傾向があるように見えた (図 1)。また、カラミの方が捨て石よりも植えられた樹木の生存率が高くなって

いた (図 2)。結果として、カラミ山の植栽地の方が捨て石より、より鬱蒼とした相観になっている。風の通りやすさに起因する乾燥や温度低下といった因子がその原因と考えられる。カラミ山における樹木の方が、捨て石よりも生育樹木がより細長い形状をし、樹木間の光獲得のためより伸長方向への生長が促されている段階にある。

3 | おわりに

当地はかつて煙害対策として蜜源植物でもあるニセアカシアを積極的に導入していた。当初はその高い窒素固定能を利用して、劣化土壌を改良する目的であったが、外来樹種であるニセアカシアはその旺盛な繁殖力と短命なライフスパンによる倒木が問題となっており、自然性の高い苗を植えて林層転換を目指している植栽地もある。

2025年7月時点で21万本以上の植栽がなされ、これまでに鉱山跡地の宮脇方式の森づくりでは世界にない規模の例となっている。地域への還元はもとより、より質の高い循環型社会の一環として、科学的アプローチとともにこの緑化事業が続けられ発展していくことを願っている。

引用文献

- 国土交通省都市・地域整備局公園緑地・景観課緑地環境室 監修. 2014. 植栽基盤整備技術マニュアル. 169pp. 日本緑化センター.
- Meguro, S. 2012. Reforestation of mining devastated land in Akita prefecture, Japan. *Eco-habitat*. 19.1-9.
- Meguro, S. & Ozaki, M. 2020. Growth behavior of trees planted under various conditions on mine-devastated land based on the concept of potential national vegetation in Akita, Japan. *Eco-habitat*. 26.37-52.
- 宮前 崇. 2021 緑をよみがえらせた小坂鉱山煙害地復旧治山事業. *水利科学*. 379. 130-143.

ビエンチャン特別市グリーン政策における 生物多様性配慮アクション強化プログラム —中間成果と今後の課題

矢ヶ崎 朋樹 (地球環境戦略研究機関 国際生態学センター／横浜国立大学 総合学術高等研究院)

はじめに

ラオス人民民主共和国（以下、ラオス）はインドシナ半島の内陸に位置するアジア有数の後発開発途上国である。そのラオスでは、1940年代に国土の70%以上を覆っていたとされる森林が1990年代には40%台まで減少したとされ、ラオス政府は再び70%の森林率^{*1}を目指そうと新たな国家森林戦略（National Forestry Strategy to the Year 2035）を打ち出している。ラオスの首都ビエンチャン特別市（2024年人口：約102万9,000人；面積：3,920 km²）^{*2,3}では、1995年から2015年の20年間で、森林率は69.2%から57.4%と減少してきている^{*4}。同市の緑化政策の実施に責任を持つビエンチャン特別市農林業事務所及び林業セクションは、市域を対象として起草された「樹木の植栽に関する戦略的行動計画」を着実に実行するため、近年急速に拡大しつつある開発地域・市街化地域をターゲットとして、敷地の20%を植樹で覆い、「森林率70%目標」を達成させるための諸施策に取り組んでいる。その計画案では、2024年1月1日から2028年12月30日までの5年間、「オフィス、公共公園、道路沿いに3,008,510本の樹木の苗木を植樹する」ことが打ち出されている。しかし、この草案では、植栽の主たる対象は「観賞用の樹木」であり、地域の生物多様性への配慮が不十分となっている。都市緑化や森林回復に係る数値目標（例えば、緑被率や森林率）は政策の達成度ををはかるための重要な指標であるが、仮に目標を達成できたとしても、それらの植生が地域固有の生物多様性を回復させ、地域の人々のニーズを満たしうる環境を創出するものでなければ意味がない。政策立案者と地域住民・研究者を含む様々なステークホルダーが連携し、人間の幸福や経済性・生物多様性の利益をバランスさせた緑化政策の実現と社会実装を進

めていく必要がある。

2024年5月8日、地球環境戦略研究機関（IGES）とラオス人民民主共和国のビエンチャン特別市農林業事務所（Provincial Agriculture and Forestry Office, Vientiane Capital : VCPAFO）は基本合意書（MOU）を取り交わし、都市緑化分野の各種事業を推進すべく、向こう5年間協働していくことを正式に約束した^{*5}。IGES国際生態学センター（JISE）は、その協働事業の実施者として、これまでにVCPAFOおよびパートナー機関との連携強化を進め、同市内における生物多様性に配慮した各種の活動「生物多様性配慮アクション強化プログラム」を展開してきている。本稿では、本プログラムの目的を述べ、中間成果と今後の課題についてまとめている。

対象地の概要

ビエンチャン特別市は、ラオス人民民主共和国の首都であり、総面積の約30%を森林が占め^①、恵まれた自然環境を有している。しかし、1990年代以降、市内の森林面積は減少傾向にあり^{*4}、経済活動の拡大と都市開発に伴い、さらなる土地の劣化（写真1）と森林伐採の懸念が強まっている。VCPAFOは同市の農業・林業政策を実施し、苗木の生産と植樹を促進してきているが、様々な



写真1. 裸地が広がる沿道（緑化対象地）



写真 2. 強風（竜巻）による立木倒壊

問題を抱えている。これには、道路沿いに植えた緑化木（苗木）の枯損や、立木（中・高木）の退行・倒壊が含まれる（写真 2）。森林減少の背景には、農業用地の拡大や林業開発に伴う森林伐採などが挙げられる。

目的と方法

本プログラムは、ビエンチャンの生物多様性に配慮した都市緑化と自然再生を可能にするために、①苗木生産システム、②人材育成（スタッフ能力開発）、③環境教育の取組強化を進めていく。

これらの活動のうち、苗木生産については、ビエンチャン特別市林業セクション（Provincial Forestry Section, Vientiane Capital: VCPFS）が分担・協働する（写真 3）。樹木の生育立地・生態学的特性や地域のニーズを踏まえながら、将来



写真 3. 在来樹種の苗木生産（下は *Dipterocarpus obtusifolius* の果実と育成中の幼苗）



写真 4. マメ科樹木 *Dalbergia cochinchinensis*



写真 5. フタバガキ科樹木 *Dipterocarpus alatus*

の植樹地に適したラオス国内の在来樹種²⁾（写真 4、写真 5）を現地踏査により特定し、その中から採種・利用可能な樹種を中心に、年間 5 万本の苗木生産システムの確立を目指す。

環境教育の取組では、ランドスケープ描画法による生物多様性教育プログラム^{*6)}を同市内小学校児童（4・5 年生）を対象に実施し、自然体験と生物との関わりを大人・児童がともに学ぶ機会を創出していく。

結果（中間成果）

活動開始から約 1 年半が経過し、徐々に発展的な動きが見られるようになってきている。活動初期において本プログラムが貢献した主な注目すべき動きは以下の通りである（図 1）。

- ① 連携協働先 VCPFS との合意形成に基づき、従来よりも高い苗木生産目標を設定し、年間 5 万本の樹木苗の生産システムを構築できた。この新たな生産目標は、同市林業セクションが当初掲げていた生産目標（年間 21,000 本）のおよそ 2.38 倍に相当する。
- ② 育苗スタッフが苗圃管理作業の改善に積極的に取り組んでいる（就労意欲の向上）。
- ③ 村落や学校、民間事業者、行政（他部門）からの苗木提供要請が届き、在来樹種の植樹（育



写真 6. ランドスケープ描画法^{*6}に基づいた小学校への生物多様性教育と学習支援機会の提供。

成苗木の出荷)が新たに行われるようになってきている。

- ④ VCPFS (農林業部門) と学校 (教育部門) との分野・部門横断的 (統合的) な協働 (写真 6) が進められ、現地の実情に応じた持続的な活動モデルを具体的に特定することができた。本プログラムは、小学校における栽培教育 (教科「理科」「環境」) との親和性が高く、農林業部門と教育部門の関係者による合意形成が進み、学校苗圃づくり (モデル案) の計画が具体的に進展した。

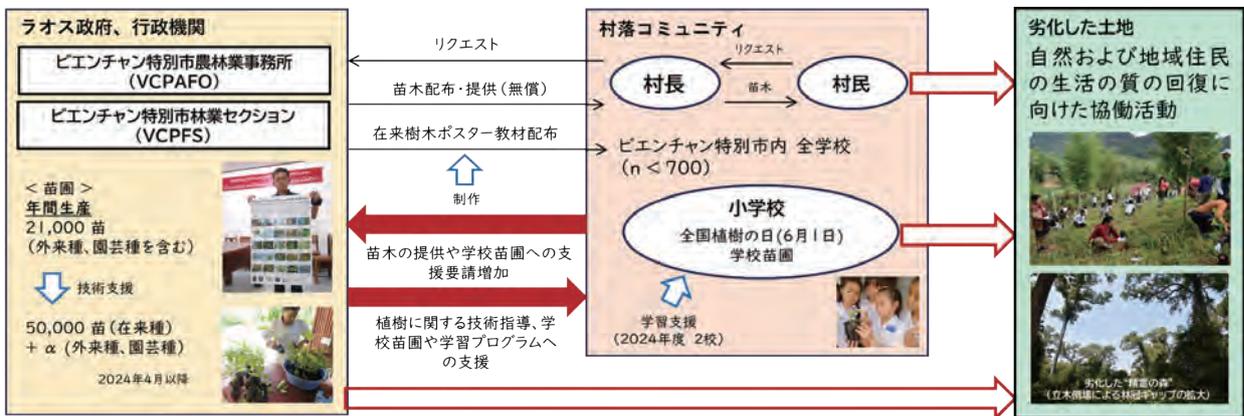
今後の課題

本プログラムは、活動初年度において、フタバガキ科を含むラオス国内産樹木の計 26 種、50,100 苗の年間生産体制を構築し、当初掲げていた目標「フタバガキ科樹木等、年間 5 万本生産体制の構築」を達成できた。今後は、劣化した土地において、育成苗木を活用した植樹活動を展開し、自然および地域住民の生活の質の回復に向けた協働活動 (図 1) を進めていくことが課題であ

る。なお、現在の樹木苗生産体制では、当初目標 (年間 5 万生産) の樹種内訳として、現地のニーズを踏まえて外来種・導入種が若干含まれている。本プロジェクトでの苗木育成における外来種・導入種の扱いについては、それらが侵略的外来種^{*7}でない限り、育成対象樹種から除外しない方針であるが、将来的には、本プログラムの目標数 (5 万本/年) はすべて在来樹種となるよう生産体制を構築していく計画である。

本来、「生物多様性への配慮」には、生物多様性の 3 つのレベル (「種間の多様性」「種内の多様性 (遺伝子の多様性)」「生態系の多様性」)^[3] に応じて様々な配慮が含まれる。本プログラムは、在来種の育苗や植樹、環境教育を通して在来種への意識を高めることから始める取組であり、現時点で「種内の多様性 (遺伝子の多様性)」や「生態系の多様性」の配慮までは十分カバーできていない。また、地域性種苗の考え方もラオス国内の現場ではまだ十分普及・定着していない。これらの多様性への配慮をさらに促すためには、本プログラムとはまた別のアプローチが必要である。

いま一つの重要課題として、育成苗木の出荷後 (植樹後) におけるモニタリングのしくみづくりを挙げておきたい。ラオスでは、6 月 1 日が国民の祝日 (全国植樹の日 National Tree-planting Day) に制定されており、全国的に植樹が奨励されている。しかし、植樹後に苗木が成長しているか否かを確認・追跡するしくみは整っていない。これまでに VCPFS の苗圃より出荷されたフタバガキ科樹木 (*Dipterocarpus alatus*) の植栽ケースでは、「(植樹サイトが) 植樹後に洪水で 1 週間近く水没し、すべて枯れてしまった」との情報 VCPFS に寄せられているが、実態 (詳細) は不



← 本プログラムによる新たなアプローチ ← 本プログラムから導かれた新たな動き ← 今後期待される動き

図 1. 本プログラムによる新しいアプローチと注目すべき動き：地域の自然と生活の質を回復するための持続可能かつ自立した協働の実現に向けて (模式図)。



図 2. プロジェクトを通じて日本とラオスの国際関係を強化する (模式図).

明なままである。今後、植樹の不成功事例をこれ以上増やさないためにも、生態学的な視座から植樹地の自然特性や適性を診断し、その土地に相応しい植栽樹種（適地適木）を判断できる専門技術者の育成が不可欠である。また、そのような専門技術者がラオス国内の植樹活動の各種の意思決定（とくに植樹地や樹種の選定）のプロセスに関与できるしくみづくりもあわせて必要である。

本年（2025年）は、日本とラオス人民民主共和国の外交関係樹立70周年にあたる。この記念すべき年を契機として、JISEは、農林業や環境教育分野における実践的な連携をさらに推進し、両国の知見や技術を活かし、国レベル、地域レベル、コミュニティレベルにおける信頼関係の強化に努めていく。さらなる協働は、両国間の友好的なパートナーシップを基盤とした「地域循環共生圏 Regional Circulating and Ecological Sphere: R-CES」の醸成に貢献しうる。農産物・林産物の輸出入（貿易相手国同士）の関係だけでなく、森林再生や都市緑化に関する知識・技術といった無形資源の交換を通じて、両国の環境改善と人々の生活の質の向上の実現に取り組んでいきたい。

謝辞

本プログラムの活動は、経団連自然保護基金（KNCF）の一部支援を受けて実施されている。関係各位の支援に対し、心より御礼申し上げたい。

引用文献

- * 1 : Lao PDR. 2024. Lao PDR Forestry Strategy to 2035 and Vision to 2050. Final Draft (English version). [unpublished draft]
- * 2 : Lao Statistics Bureau's website. LAOSIS: Laos Statistical Information Service. (Online) <https://laosis.lsb.gov.la/> [2025年7月1日参照]
- * 3 : Vientiane Capital, Lao PDR. 2023. Green City Action Plan Vientiane Capital (2023-2030). 77pp.
- * 4 : Vongpraseuth, T. 2020. Reality of Urbanization and Urban Master Plan of Vientiane Capital, Lao PDR: Issues and Prospects. ASRJETS, 70 (1): 1-15.
- * 5 : 矢ヶ崎朋樹. 2024. ビエンチャン特別市農林業事務所と都市緑化事業の協働に係る基本合意書を締結. JISE Newsletter, 97: 3.
- * 6 : 矢ヶ崎朋樹・ラタナボンコット ブンチャン. 2022. 小学生向け多文化共生・国際関係・生物多様性学習プログラムの開発—ランドスケープ描画法の提案. JISE REPORT 8: 3-13.
- * 7 : Lowe S., Browne M., Boudjelas S., De Poorter M. 2000. 100 of the World's Worst Invasive Alien Species: A selection from the Global Invasive Species Database. Published by The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN), 12pp.

注釈

- [1] VCPAFO 資料（2023年）による。
- [2] 植物種の在来種／外来種の判定および学名については、英国キュー王立植物園「Plants of the World Online」(<https://powo.science.kew.org/>) によった。
- [3] 「生物の多様性に関する条約 第2条 用語」の和訳表記（文部科学省 https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu1/005-1/shiryu/020701j.pdf）による。

IGES 国際生態学センター 市民環境フォーラム

災害後の植生回復 — 歴史に学ぶ戦災樹木と被災地の植生復元 —

2025年6月19日(木) 13:30-16:20 (オンライン開催)

主催：公益財団法人 地球環境戦略研究機関 国際生態学センター (IGES-JISE)

後援：自然環境復元学会 (NRCS)

プログラム

開会挨拶

IGES 国際生態学センター センター長 鈴木伸一

企画説明

IGES 国際生態学センター 主任研究員 林 寿則

講 演

1. 戦災樹木・被災樹木の調査と保全活用について
…… 根岸尚代 (日本大学 生物資源科学部 アグリサイエンス学科 助教)
2. 津波攪乱後から復旧事業後の海岸植生の変遷について
…………… 富田瑞樹 (東京情報大学 総合情報学部 総合情報学科 教授)
3. 植物のしなやかな回復に学ぶ海辺の防災・復興まちづくり
…………… 平吹喜彦 (東北学院大学 名誉教授)
4. 災害時の樹木の防火機能とその活用について
…………… 林 寿則 (IGES-JISE 主任研究員)

ディスカッション・質疑応答

…………… 根岸尚代・富田瑞樹・平吹喜彦 / 進行：林 寿則

閉会挨拶 IGES 国際生態学センター …………… センター長 鈴木伸一

災害後の植生回復

—歴史に学ぶ戦災樹木と被災地の植生復元—

林 寿則 (IGES 国際生態学センター)

本年は終戦から 80 年の節目を迎えている。また、阪神淡路大震災から 30 年、東日本大震災からは 14 年が経過した。近年では 2016 年に糸魚川市で大規模火災、2024 年には能登半島地震、そして本年 2 月から 3 月にかけて、岩手県大船渡市他、日本各地で山林火災が発生するなど、災害に対するハード・ソフト両面の対策は早急に対応すべき案件となっている。また、戦争体験者ならびに被災経験者の減少が進む中、災害の記憶や体験を次世代に繋いでいくことも喫緊の課題として位置付けられる。

災害に限らず家族や親しい人、財産を亡くした記憶は消えないが、その一方で、災害は忘れた頃にやってくるという言葉がある。植物もまた、災害によって枯死したり、失われてしまった植生景観がある一方で、災害で受けた損傷や焼け跡を残しながら生存している植物があり、また、枯死した個体のタネや挿し木から再生したり、さらには、植生が回復して新たな景観へと移り変わっていく場所もある。普段、私達の周りに存在している植物の中には、過去に災害を受けた個体や植生、あるいは災害に関連した言い伝えを持つ樹木等が数多く存在していると考えられる。しかし、象徴的な個体や災害の節目となる時期以外に注目される機会はほとんどなく、こうした植物の歴史について考える機会も極めて少ない。そこで、様々な災害を受けて形成された植生景観の中で私たちは暮らしていることを再認識するとともに、被災した植物資源を活用した防災教育、災害教訓の継承につなげられないかという思いから、このフォーラムを企画した。

なお、本フォーラムでは、戦災と自然災害の双方を含めて「災害」という表現を用いた。その上で、「植物に刻まれた災害の歴史」に焦点を当て、災害を受けた植物や植生の調査・研究に取り組んでいる 3 名の演者から、「災害の傷跡を持ちながら

生存している戦災樹木の存在について」、「津波災害後の自然再生ならびに復旧事業後の植生の変遷について」、そして「海辺の防災・復興・植物のしなやかな再生」というテーマで情報を発信し、参加者の皆様と現場の実態を共有しながら議論を進めていくことを目指した。

根岸尚代先生からは、戦災樹木の定義、東京 23 区内及び函館市内に存在する戦災樹木の調査手法やその分布特性等についての解説があり、今後は戦災樹木のデータ整備や保全技術の開発、防災教育への活用を進めていくとの報告があった。

富田瑞樹先生の講演では、仙台市の海岸植生に対する津波被害の実態、そして、2012 年から 2022 年に渡る詳細な現地調査に基づき、砂浜から海岸防災林域における被災後の植生の変遷、復旧事業の影響等について研究報告が行われた。

平吹喜彦先生からは、海岸域の自然立地的環境に応じた植生復元の様子について、多くの植物写真とともに報告があり、さらに、自律的に再生する植物の強靱でしなやかな回復力を活用した沿岸域の国土強靱化、グリーンインフラ整備に関する解説も行われた。

“植物に刻まれた災害の歴史”について、異なる視点からのご講演を通して、災害を受けた植物の存在に目を向け、こうした植物資源を災害遺産または生物的遺産として位置付けるとともに、地域の自然的・社会的特性に根ざした防災対策や災害教訓の伝承へ結び付けていくことの大切さを改めて認識した。

本フォーラムの開催趣旨にご賛同いただき、ご講演をお引き受けいただいた根岸尚代先生、富田瑞樹先生、平吹喜彦先生、誠にありがとうございました。そして、フォーラムにご参加いただいた皆様ならびにご後援をいただいた自然環境復元学会に御礼を申し上げます。

戦災樹木・被災樹木の調査と 保全・活用について

根岸 尚代（日本大学生物資源科学部）

1 | はじめに

第二次世界大戦の終結から80年の節目を迎える本年、我々は如何にして戦争の記憶を継承すべきかについて、より一層切実に捉えていく必要がある。戦争を実際に体験した世代の高齢化は避けられず、語り部は減少の一途をたどり、最終的には失われてしまう。こうした事態に直面しているのは日本だけでなく、先の大戦関係国において共通しており、各国ともに、解決に向けた従来とは異なるアプローチが求められている。

ほどなく来たる、戦争を体験していない世代だけで構成される社会において、記憶継承の一助となりうるのは戦争遺跡や遺産である。しかしながら、とりわけスクラップ・アンド・ビルドの激しい日本の都市においては、戦争に関する建造物や遺跡の多くはすでに姿を消しており、我々が日常生活でそれらを身近に感じる機会はほとんど失われている。

こうした状況下でありながら、戦時の記憶を樹幹や枝に有し、現在も青々とした葉を茂らせて生き続けている「戦災樹木」という存在が、この80年もの間、日本全国の都市に残存しており、これらが次世代の戦争の語り部となり得るであろうことを明らかにしてきた。その研究経緯や調査方法、さらに、それらの遺産をどのように保全活用していくべきかについて概説する。

2 | 研究の経緯

東京大空襲では、1945年3月10日未明、米軍の空爆により、木造家屋を焼き払うことに特化して開発された焼夷弾が大量投下された下町は火の海と化し、10万人以上の命が奪われたとされる。その甚大な被害を受けた城東3区（現在の江東、墨田、台東区）において、この焼夷弾由来の火災

による損傷を有する戦災樹木が果たしてどの程度残存しており、また損傷痕や状況に特異な点を有するの否か等についての客観的なデータを取得し、戦災樹木の実態を正確に把握することを目的として研究は開始された（根岸・菅野 2015）。

研究を進めていくなかで、東京大空襲だけを対象とするのではなく、1945年5月25日前後の山の手空襲に加え、100を優に超える空襲を受けている東京23区全体に範囲を拡げ、戦災樹木における全体像を把握すべきであるという考えに至った（菅野・根岸 2020）

さらには、東京大空襲以降、米軍による空襲は、名古屋、大阪、神戸、横浜などの大都市への絨毯爆撃へと移行し、こうした大都市をほぼ焦土と化した後、人口10～20万人の中小都市が標的となり、終戦の日まで日本各地への空爆が繰り返されている。そのため全国的に戦災樹木が存在している可能性が浮上した。そのなかで、まずは戦災焼失戸数が1万5千戸以上であることを基準として選定した調査対象地である、函館、名古屋、福井、和歌山、高松、鹿児島における調査を実施した。函館における調査では、凶らずも空襲被害だけでなく、度重なる都市火災（直近のものだけでも1907、1921、1934年がある）により損傷した被災樹木の存在があぶり出されることとなる（根岸・菅野 2017）。

また、東京都および全国における戦災樹木の調査を並行して進めるなかで、1923年9月1日に発生した関東大震災における震災樹木にも複数本遭遇する。我が国の災害の歴史を語るうえで避けることのできない、近代日本の首都圏に未曾有の被害をもたらした地震災害である。これまでに出会った震災樹木は戦災樹木でもあり、二重に被災しているという点においても非常に貴重な歴史遺産である（写真1）。関東大震災における主な死因は、震災後の火災や家屋倒壊による圧死であり、



写真1. 関東大震災による震災樹木であり、戦災樹木でもあるイチョウの列植

耐震性の低い木造家屋であったことが被害拡大の要因の一つとされている。そこで、震災樹木の損傷も火災由来であることから、戦災樹木の調査により培われた手法の適用可能性を探ることとなった。(Negishi, Kanno 2023)。

3 | 調査方法

戦災樹木における調査は、概ね以下のように行われる。まず、(1) 戦災史、郷土資料などの文献調査を行い、(2) すでに戦災樹木であることがわかっている樹木の来歴を確認し、(3) 資料をもとにした未知の戦災樹木を特定する。さらに、(4) 管理者および所有者へのヒアリング調査、並びに(5) 樹木の生育状態および損傷状況の記録と保全方法を検討する。

函館大火による被災樹木では、上記の調査方法の適用に加え、街路樹や歴史的建造物に付随する樹木画像等の情報収集において、函館市中央図書館により供されているデジタル・アーカイブに残る郷土資料に活路を見出すこととなった。調査当時の2016年でさえ、1907年発生の大火から100年以上を経っていたことから、直接の証言を得ることは不可能であったためである。

関東大震災による震災樹木においては、これまでに戦災樹木でしか確認されていなかった、歴史的な事象由来の損傷を有することを前提とした樹木の永続的な保全活用を図る場合における、音響トモグラフィーによる非破壊的樹木腐朽診断データ収集方法(根岸・菅野 2022)を適用させ、新たなデータ取得に成功している。

4 | 戦災樹木について、現在までに明らかになっていること

東京都城東3区での調査を経て、23区全体における戦災樹木の分布特性において明らかになっているのは以下のとおりである。まず、戦災樹木の約70%は社寺地に集中的に残存していること。それらは広大な緑地であることが多く、また御神木などとして保護されてきた大樹が存在していたためとみられる。次に、戦災焼失エリアの縁辺部に偏在しており、マクロな視点からみると帯状に、ミクロな視点からでは線に残存していることがみてとれる。所有者からのヒアリングや多くの戦争体験記、各地の伝承等にもあるとおり、樹木が焼け止まりとして機能し延焼を防いだことが明らかである。また、戦災樹木が皇居を中心として東側に多く残存していることなどから、米軍による人為的な作戦行為の差が大きく影響していることもみてとれる。

5 | 今後の展望

以上のように、樹幹や枝に残り続けている「焼け焦げ」や「空洞」「傾き」にみられる戦災樹木の特徴は、単なる損傷ではなく、戦災の状況を詳細に語りうる記憶そのものである。適切な保全管理を施すことで、人間の寿命よりも遥かに長くその地に生き続けることのできる樹木の「戦争の記憶の語り部」としての歴史的価値を、多くの人に認識してもらえるような情報伝達方法についても検討する必要がある。

管理者および所有者世代の価値観の変化にさらされ、人知れず伐採され姿を消してしまった戦災樹木や被災樹木も決して少なくない。これら樹木に対する彼らの意識を繋ぎ止めて永続的な維持管理につなげるためにも、音響トモグラフィーによる樹木内部腐朽診断により得られるような、平易で親しみやすく、かつ納得しやすい画像データ(写真2)などを効果的に用いて、理解を得られるような手法の開発を継続していく。また、戦争による損傷を有する樹木に対する保護制度において先を行く広島、長崎の被爆樹木の例を参考に、ゆくゆくは戦災樹木独自の保護制度を確立させることで、戦災樹木の認知度を向上させ、より一層の保全活用に繋がるものと考えている。

さらに、未知の戦災樹木を探索するなかで遭遇した、各地域特有の災害による被災および震災樹木においても、「不可逆的な歴史遺産」である可能性を潰すことなく、樹木の存在を寛容に受け入れていけるような都市樹木のあり方と併せて、引

き続き検討していくことが求められている。

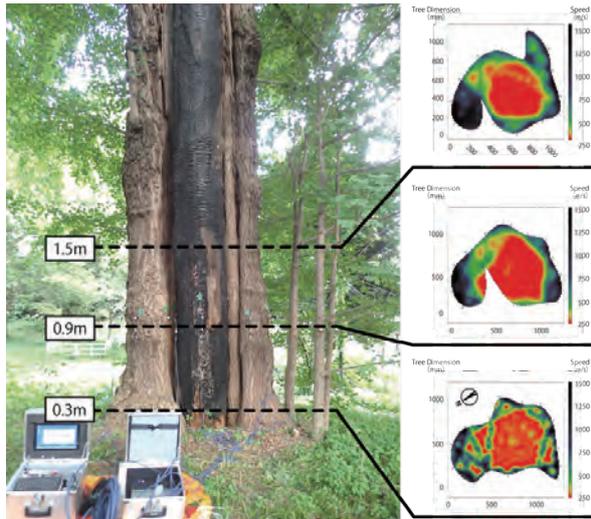


写真2. 音響トモグラフィーによる非破壊的樹木腐朽診断データ（イチョウ）の一例

全国の戦災樹木に関する調査は現在も継続中であり、様々な媒体を用いて、各地域在住の方々からの情報を積極的に募っている。近年までの研究成果は一冊の書籍にまとめられているため（菅野2023）、ぜひそれを参考に、自分の身の回りの都市環境を構成している歴史や樹木に目を向けて、自分の足で近隣の戦災樹木や被災樹木を見に行っていたきたい。樹木が静かに、しかし雄弁に語りかけてくる、戦争や災害の記憶という重みを直

に感じることはできるはずである。

引用文献

- 根岸尚代・菅野博貢, 2015. 東京都城東3区における戦災樹木の残存状況と損傷状態に関する研究. ランドスケープ研究, 78(5): 687-692
- 菅野博貢・根岸尚代, 2016. 東京都城東3区における戦災樹木の現状と保全に関する一考察. ランドスケープ研究, 79(5): 471-476
- 根岸尚代・菅野博貢, 2017. 函館大火による被災樹木および戦災樹木の残存状況の把握と探索方法についての一考察. ランドスケープ研究, 80(5): 473-478
- 菅野博貢・根岸尚代, 2020. 東京都23区に残存する戦災樹木の分布特性についての一考察. ランドスケープ研究, 83(5): 575-578
- 根岸尚代・菅野博貢, 2022. 音響トモグラフィーによる戦災樹木の非破壊的腐朽診断. ランドスケープ研究, 85(5): 433-438
- Takayo Negishi・Hirotsugu Kanno, 2023. Earthquake and War-Damaged Trees in Urban History: Non-Destructive Tree Diagnosis Using Sonic Tomography. Land, 12(10): 1931 (<https://doi.org/10.3390/land12101931>)
- 菅野博貢, 2023. カラー版 甦る戦災樹木. 株式会社さくら舎: pp368

仙台市砂浜域における津波後10年間の植物群集の変化

富田 瑞樹 (東京情報大学)

1 はじめに

攪乱は群集構造を決定する主要因のひとつである。気候変動化において攪乱体制の大きな変化が予想される現在、攪乱からの群集の再生過程を長期的に記録することは生態系のレジリエンスを明らかにする上で重要である (Turner and Seidl 2023)。東北地方太平洋沖地震に続いて発生した津波によって大規模に攪乱された宮城県仙台市沿岸部の砂浜域における植物群集は、津波とその後の復旧工事による人為というタイプの異なる攪乱によって、その組成や構造が大きく変化している。

本稿では、これらの攪乱からの、植物群集の再生過程を明らかにすることを目的として、津波から1年が経過し、復旧工事が本格化し始めた2012年と、その後6年が経過し、復旧工事が一段落した2018年、さらに4年が経過した2022年に植生調査を実施した例を紹介する。

2 調査方法

汀線から内陸にかけての環境傾度と人為が植物群集に与える影響を明らかにするために、2012年6月23日に仙台市宮城野区岡田新浜の砂浜域において、汀線に平行する620mの調査線を4本設置した。それぞれの調査線沿いに約20m間隔で2m四方の方形区を設置し、その位置をGPSで記録するとともに、植生調査を実施した (図1)。調査線は汀線側から順に、砂浜域1、砂浜域2、防潮堤前面域 (旧防潮堤後面の洗掘域)、防災林域の4領域に区分される。砂浜域1および砂浜域2は、津波後の人為が少ない一方、潮風や飛砂の影響を強く受ける。防潮堤前面域は、防潮堤復旧時に仮設された作業道や、洗掘抑制のための防潮堤表尻部の捨石、一部で実施された防潮堤の覆砂試験等の人為と、潮風や飛砂の影響が及ぶ領

域である。防災林域は防潮堤の後背部で、津波前の砂丘上に成立していた低樹高のクロマツ林域に該当し、津波後の海岸防災林復旧事業による盛土の影響が顕著な領域である。GPSの記録をもとに、2018年6月29～30日および2022年6月10日に植生調査を実施した。各調査年における調査線ごとの方形区数は22～32であり、3回の調査の総方形区数は362である。なお、出現種のうち、澤田ほか (2007) に記載されている種を砂浜植物種、米倉・梶田 (2003) に帰化種として掲載されている種を帰化種とした。



図1. 調査年ごとの立地の変遷と調査地点。背景はGoogle Earthの画像を改変したもの。

3 | 結果と考察

3回の調査で74種の維管束植物が確認され、2012年には45種、2018年には40種、2022年には52種が出現した。3回とも出現した種は24種であり、コウボウムギ、ハマボウフウなどの砂浜植物の他に、セイタカアワダチソウ、ハリエンジュなどが確認された。4領域で比較すると、種数と帰化種数の推定値は、防災林域、防潮堤前面域、砂浜域2、砂浜域1の順に高い一方、砂浜植物種数の推定値は、防潮堤前面域が他の領域に比べてやや高かった(図2, 3, 4)。特に帰化種数は、防災林域において1.49/4m²から3.49/4m²と10年間で大きく増加した一方、砂浜域1においては0.29/4m²から0.06/4m²と減少しており、防潮堤の海側に比べると潮風や飛砂の影響が少なく、人為による影響の大きい防災林域で帰化種が分布を拡大した一方、砂浜域では減少したことが示された。また、種数と砂浜植物種数はいずれの領域においても10年間で増加していた。植生高は、2012年から2022年までに主に防災林域でやや増加した一方、植被率は砂丘域2と砂丘域1において顕著に増加した。

これらの結果から、4領域における砂浜植物の分布と、防災林域における帰化植物の分布が10年間で拡大していることが示され、津波による攪乱後の砂浜植物群集の再生と、人為の顕著な防災林域への帰化植物の侵入・定着が並行していると考えられた。

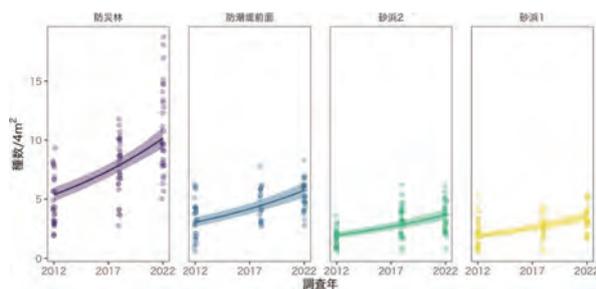


図2. 4領域における種数の10年間の変化。実線と網掛けはポアソン回帰による回帰線と95%信頼区間をそれぞれ表す。

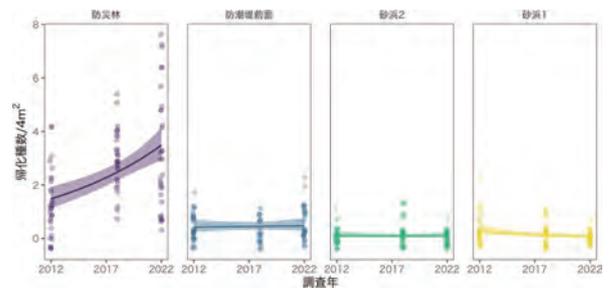


図3. 4領域における帰化種数の10年間の変化。実線と網掛けはポアソン回帰による回帰線と95%信頼区間をそれぞれ表す。

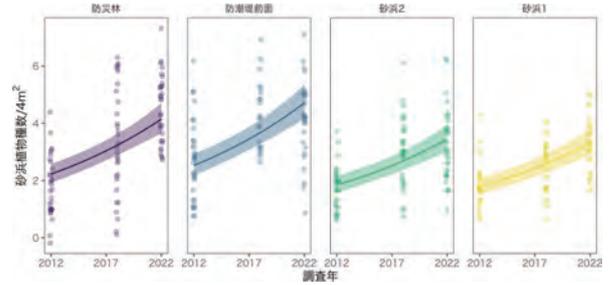


図4. 4領域における砂浜植物種数の10年間の変化。実線と網掛けはポアソン回帰による回帰線と95%信頼区間をそれぞれ表す。

引用文献

- 澤田佳宏・中西弘樹・押田佳子・服部保. 2007. 日本の海岸植物チェックリスト. 人と自然, 17: 85-101.
- Turner, M. G. and Seidl, R. 2023. Novel disturbance regimes and ecological responses. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst., 54: 63-83.
- 米倉浩司・梶田忠. 2003-. 「BGPlants 和名-学名インデックス」(YList), <http://ylist.info>

植物のしなやかな回復に学ぶ 海辺の防災・復興まちづくり

平吹 喜彦（東北学院大学・南蒲生 / 砂浜海岸エコトーンモニタリングネットワーク）

1 | はじめに

2025年6月19日、「災害後の植生回復－歴史に学ぶ戦災樹木と被災地の植生復元」をテーマに掲げて、IGES-JISE 市民環境フォーラムが開催された。私は、「植物のしなやかな回復に学ぶ海辺の防災・復興まちづくり」という題目で、東北地方太平洋沖地震・津波（東日本大震災）の発災以降、仙台湾南部海岸域で継続してきた景観生態学的な学術調査と論考、そしてその成果に根ざした防災・復興まちづくり支援活動から得られた知見を紹介した。

取り上げた4つのトピックとそれぞれのキーワードは、以下の通りである。

- (1) 海辺を「砂浜海岸エコトーン・里浜」としてとらえる：ランドスケープ、海・陸・川が相接する推移域、揺らぎのある成帯構造、生物種・立地多様性、生態系サービス、伝統知
- (2) 巨大攪乱後、自律的に再生する海辺の植生・生態系：巨大地震・津波と復興事業それぞれの生態学的ふるまい（攪乱体制）、自生種と自然立地の残存・発現（生物学的遺産）、生態系レジリエンスを生み出す不均一性・連環性・冗長性
- (3) 海岸植物の「しなやかな生きざま（生活史戦略）」：砂丘植物、塩性湿地植物、後背湿地植物、ストレス・自然攪乱耐性、セーフサイト、地下器官系、種子生態
- (4) 防災・復興まちづくり事業に導入すべき「生態系レジリエンス」：地域の自然特性に根ざした課題解決（NbS）、健全な生態系・海辺の創生、統合的沿岸管理、住民主体、合意形成、協働、順応的（臨床的）対応

2 | 「砂浜海岸エコトーン・里浜」という視座

エコトーン（ecotone）とは、「ふたつ以上の、

異なる生態学的特徴を有する空間領域が接しあう境界域」のことである。自然界では、大気や水、地形といった物理化学的要素が生み出す環境傾度に沿って、植生や生態系は次々と置き換わっていくが、その境界は「時空間的な揺らぎを伴いながら、生物種や立地が不均一に交錯する推移域」となることが一般的である。

「海・陸・川が相接する推移域」としての砂浜海岸エコトーン（平吹ほか、2011、2012；平吹、2021）は、その典型と言える。ヒトが大規模・画一的に防災施設を建造したり、干拓や盛土、区画整備による土地改変を行って、「直線的で、強固かつ均一な境界」を構築していなければ、「汀線や水際と並列するように、微地形－植生－生態系ユニットの縞状配列（成帯構造、カテナ）」が認識できる。

また、里浜とは、海岸エコトーンとその周縁域で営まれてきた「地域の自然資源や災害脆弱性を見定め、長い歳月にわたって育まれてきた暮らし・文化を内包するコミュニティ、あるいはそれらが展開される空間領域」のことである。1960年代以降の経済グローバル化・高度経済成長によって、自給自足（地産地消）や資源循環に象徴される里浜の変貌・衰退が著しいが、近年、持続可能な地域づくりを推進する思想や伝統知の拠り所として、再評価が進んでいる（岡・平吹、2021；原ほか、2021）。

3 | 仙台湾南部海岸に観る立地・植生のパターンとプロセス

事例地域とした仙台湾南部海岸は、宮城県の仙台市と山元町の間、延長およそ65kmにわたって連なる自然度の高い砂浜海岸エコトーンである。

基本的に、湾岸は前浜、後浜、砂丘（小丘と丘間低地の複合体）から構成される浜堤によって縁取られ、最大で標高は7mほど、奥行きは500m

に及ぶ。一方、七北田川、名取川、阿武隈川などの河口部には大きな潟湖が形成されており、干潮時には広大な干潟が出現する。この領域では、海水・汽水・淡水と泥・砂・礫といった異なる基質、および潮位・波浪・水流・潮風・飛砂などの変動が多様な立地を生み出し、しかも縞状・斑状に生起を繰り返している。こうした動的環境が、鋭敏なハビタット選択性を持ち合わせている海岸植物（砂丘植物、塩性湿地植物、後背湿地植物の総称）の種それぞれに、「根を張る場（セーフサイト）」を頻繁にシフトさせながらの、生育・繁殖と種の存続」を可能にしてきた。

ヒトにとっては甚大な災害にもなる「低頻度で、日和見的に発生する大規模な洪水、暴浪、暴風、高潮、地震、津波といった攪乱」は、しばしば砂浜海岸エコトーンの本質、とりわけ(1)立地・植生様態から指標される攪乱脆弱性(災害リスク)と、(2)生態系に内在する「攪乱強度を低減し、損傷から自律的に再生する機能(生態系レジリエンス)」を読み解く希少な機会となる。

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震・津波は、数百年に一度の稀有な巨大攪乱とされ、仙台湾南部海岸地域も未曾有の痛手を受けた。しかし同時に、砂浜海岸エコトーン・里浜の植生・生態系に関する詳細調査は(南蒲生/砂浜海岸エコトーンモニタリングネットワーク、<https://sites.google.com/site/ecotonesendai> 2025年6月29日最終閲覧; 岡・平吹, 2021; 原ほか, 2021)、以下3点の興味深い事象を見い出している(写真1・2)。

- (1) 大地震による激震と地盤の沈下・液状化、大津波による表土の剥離・堆積、植物体の損傷・流亡が、この海辺本来の変化に富んだ自然立地、ないしは人工的な構造物・土地改変の様態に応じて、不均一に生じたこと。
- (2) とりわけ内陸側のクロマツ海岸林で多くの植物体が生残し、また裸地化した砂丘・湿地の各所でも地下器官や埋土・流入種子を端緒とする自律的再生がすばやく進んだこと。「壊滅的」と表現されるこの攪乱跡地においてさえ、植生・生態系の自己再生を担う「生物学的遺産」が、適材適所で駆動したこと。
- (3) 砂浜海岸エコトーンが元来内包している不均一性・連環性・冗長性が、こうした攪乱応答や生態系レジリエンスを発現させる根幹であること。



写真1. 攪乱直後の堆砂と植生の損傷・生残状況。海側の砂丘領域で、2011年6月10日撮影。



写真2. 列状に生残した高木群と、倒木林冠欠所で再生する自生植物。内陸側の後背湿地領域で、2014年5月9日撮影。

被災した砂浜海岸エコトーンでは、多くの行政セクターが防災に主眼を置いた復興事業を、それぞれが所管するエリアで迅速に推進した。そして数年後、広大な砂丘と後背湿地の大半が重機の走行・圧密跡地、内陸域から搬入された土石を締め固めた盛土、コンクリート構造物に覆われる立地となった。こうした人工改変地では、順応的な保全・保護対策も導入されはしたものの、全体として先駆的な帰化植物や内陸植物、あるいは植栽樹木が卓越する植生に推移している(平吹, 2021; 黒沢ほか, 2023)。

4 | 防災・復興まちづくりにおける生態系レジリエンスの最大化

1960年代以降、「経済価値が低く、開発を促進すべき遊休地・原野」とみなされた砂浜海岸エコトーン・里浜では、災害リスクを低減する技術と資金を投入しながら、人工的な土地利用への転換が進んだ。そして、残存したクロマツ植林の管理

や砂丘・湿原・干潟生態系の保全は、おざなりとなりがちだった。

気候変動や海水準上昇、大規模な洪水・地震・津波の発生、人口減少、財政逼迫といった社会課題が深刻化する近年、海辺の災害リスクは確実に高まっている。元来、衣食住や安らぎ、祭礼、観光、災害の防止・低減などに直結するいくつもの恩恵（生態系サービス）をもたらしてくれた砂浜海岸エコトーン・里浜の自然は、自ら存続可能な統合的システムであり、貴重な社会基盤（生態系インフラストラクチャー、グリーンインフラストラクチャー）である（日本学術会議統合生物学委員会・環境学委員会合同自然環境保全再生分科会、2014；大沼、2015；岩浅・西田、2017）。ふるさとの海辺に根を張り、世代を重ねてきた海岸植物は、その生活史を保障する固有で多様な立地、さらには共生・共存する動物や菌類を含めた「健全な」生態系とともに、持続可能な地域の創生を実現するためのかけがえのないパートナーである。

引用文献

- 原慶太郎・菊池慶子・平吹喜彦（編著）. 2021. 自然と歴史を活かした震災復興 持続可能性とレジリエンスを高める景観再生. 257pp. 東京大学出版会.
- 平吹喜彦. 2021. 砂浜海岸エコトーンの攪乱応答とレジリエンス. 『自然と歴史を活かした震災復興 持続可能性とレジリエンスを高める景観再生』（原慶太郎・菊池慶子・平吹喜彦編）, 25-59. 東京大学出版会.
- 平吹喜彦・原慶太郎・富田瑞樹. 2012. 砂浜海岸エコトーンの復興デザイン. BIOCITY（ビオシティ）, 52: 34-40. （株）ブックエンド.
- 平吹喜彦・富田瑞樹・菅野洋・原慶太郎. 2011. 東日本大震災・大津波で被災した仙台湾砂浜海岸エコトーンとその植生状況. 薬用植物研究, 33（2）: 45-57.
- 岩浅有記・西田貴明. 2017. 人口減少・成熟社会におけるグリーンインフラストラクチャーの社会的ポテンシャル. 日本生態学会誌, 67: 239-245.
- 黒沢高秀・岡浩平・松島肇・平吹喜彦. 2023. 宮城県内の東日本大震災津波被災地で行われた海岸防災施設の復旧事業における生物多様性保全に関する事業や取り組み. 応用生態工学, 25: 141-159.
- 日本学術会議統合生物学委員会・環境学委員会合同自然環境保全再生分科会. 2014. 復興・国土強靱化における生態系インフラストラクチャー活用のすすめ. v + 17pp.
- 岡 浩平・平吹喜彦（編著）. 2021. 大津波と里浜の自然誌. 118pp. 蕃山房.
- 大沼あゆむ. 2015. 人口減少下での持続可能な海岸管理政策について —防災と自然保護をめぐって. 環境経済・政策研究, 8（2）: 11-17.

災害時の樹木の防火機能とその活用について

林 寿則 (IGES 国際生態学センター)

1 | 関東大震災時の火災と樹木の関係

今から102年前の1923年(大正11)9月1日に発生した関東大震災では、東京・横浜を中心に大火災が発生し、当時の東京市の約43%が焦土と化した((財)東京都公園協会(編), 1989)。震災直後に避難場所の安全性に関する調査や火災と樹木との関係について調査が実施され、避難場所の面積や樹木の燃焼状況や耐火性、さらに、避難場所の樹木の植栽状況に関する報告が行われた。

避難場所の面積と安全性に関する報告では、面積1ha以下の公園等は多くの犠牲者を出し、10ha以上の公園・広場は安全性が高いことが報告された(図1)。安全と危険が混在した面積1ha以上10ha以下の広場の被害状況と樹木との関連については、湯島公園や深川岩崎邸のように面積が相対的に小さくても、その外周が喬大な樹木に囲まれていた場所では火災の火熱を遮蔽して多くの避難者を収容した(表1)。

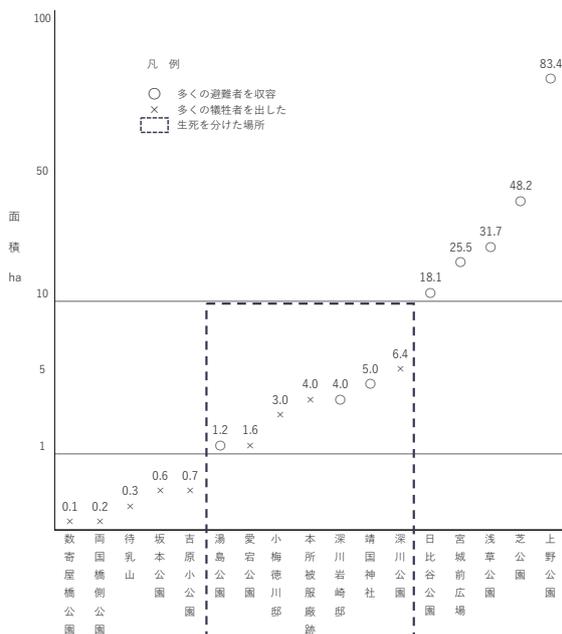


図1. 避難場所の面積と安全性 (岩河, 1984 より作成)

表1. 関東大震災時の公園・広場の被害と樹木の状況(田中, 1923; 河田・柳田; 1924; (財)東京都公園協会(編), 1989より作成)

場所	面積ha	安全	被害状況	樹木の状況等
湯島公園	1.2	○	樹木の耐火力充分で、社殿他建物を保護	外周にシラカシ、シイノキ、アオキ、ヤツデ等が密生し、中央部にはイチョウ大木あり。
小梅徳川邸	3.0	×	本部付近に数百の焼死者あり	周囲に植込みと木柵、一部に池あり。
本所被服廠跡(横綱町公園)	4.0	×	避難した95%(38,000余人)焼死	周囲には鉄骨の板壁あり、樹木ほとんどなし。火災旋風が発生した。
深川岩崎邸(清澄庭園)	4.0	○	避難した約20,000人を保護	外周は土塀、土塀上にシイノキやタブノキ等並木あり。部内は喬大な樹木に囲み、池もある。
深川公園	6.4	×	多くの焼死者を出す。シイ、アオキに囲まれた給馬堂は焼け残る。	クロマツ、ヒノキ、スギなど認められるが、高木乏しく、鬱蒼とした樹林は少ない。

以上のように、関東大震災時の避難場所としては、10a以上の空地や樹木に囲まれた空間において、避難場所の安全性が高かったことが報告された。なお、樹種の防火機能に関しては、特にイチョウやスダジイの防火機能の高さに関する記述が多く残されている。ここでは、公園植栽や街路樹として多く活用されているイチョウやスズカケノキに関する記載の一部を紹介する。

「緑葉を有する時期に於てはイテフ大木の並木は防火能力頗る偉大なるものなり。」

(河田・柳田, 1923)

「喬大なるシヒ、イテウ等の樹木は浅草公園、芝公園、湯島天神等に於て見る如く其防火の効力顕著なり。」

(田中, 1923)

「私は此機会にイテフの木の御利益をも宣伝したい。そもそも今回浅草公園内の観音堂其他が助かったのは全くイテフの御蔭である。」

(本多, 1923)

「肉の厚い常緑潤葉樹や公孫樹、篠懸木などの抵抗力の強かったことは明かである。」

(井下, 1923)

「明治四十二、三年に初めて「すずかけ」を植えたのですが、それは大部大きくなっていて、この並木が火を喰い止めていたんです。」

(都市公園編集部, 1957)

2 震災復興計画における近代街路樹整備

当時の東京市においては、東京市区改正条例公布（1888）、都市計画法公布（1919）等により近代都市計画が進められており、街路樹整備に関しても、1900年初頭より本格的な議論が進められていた。1906年に東京市は福羽逸人と白澤保美に街路樹の樹種選定に関する研究を委託した。街路樹の適性としては、成長の早いこと、樹形が美しいこと、病害虫の少ないこと、緑陰効果が高いことなどが議論された結果、スズカケノキ、イチョウ、ユリノキなど10種が選定され、苗木の育成にも取り掛かっていた（東京都建設局，2023）。こうした中、1923年（大正12年）に関東大震災が発生し、帝都復興計画においてこれら樹種の提案が引き継がれていくことになった。なお、樹木の防火機能については、震災直後に農務省山林局（田中八百八）等による樹木の耐火性に関する調査が行われており、イチョウ、ヤナギ、シュロ、トネリコが最も優れ、スズカケノキ、ユリノキ、ポプラ、ミズキ、ニセアカシア、トネリコがこれに続くという調査報告を出している（田中，1923）。

帝都復興事業においてはスズカケノキやイチョウなどが街路樹として多用されたのは、街路樹の早期回復・近代建築との調和とともに、農務省山林局の調査結果を重んじた結果と考えられる。さらに、当時の街路樹植栽に影響力を持っていた井下清（当時の東京市公園課長）もイチョウの防火性を高く評価しており、結果的に長大なイチョウの街路樹を都心部の防火帯として機能させようとしたと考えられる（武内・米瀬，1996）。

3 戦後から現代の街路樹整備

震災復興期の社会経済情勢の中では、街路樹整備が省みられることは少なく、街路樹整備が本格化した時期（1951-1958）の植栽本数を見ても約5,000本にとどまっており、植栽樹種もスズカケノキ、イチョウ、ヤナギ、サクラなど震災復興期の樹種選定が基本的に踏襲されたものと言える（武内・米瀬，1996）。

なお、近年の東京都の街路樹の樹種と本数を見ると（表2）、ハナミズキの台頭が顕著であるが、震災復興時代に大量に植栽されたイチョウやスズカケノキなどが現代においても上位にある。

表2. 東京都の街路樹（東京都建設局，2022）

順位	樹種	本数
1	ハナミズキ	62,007
2	イチョウ	59,733
3	サクラ類	43,100
4	トウカエデ	35,540
5	ケヤキ	28,952
6	プラタナス類	22,285
7	クスノキ	18,684
8	マテバシイ	16,526
9	ヤマモモ	13,145
10	コブシ	11,533

4 樹木の防火機能に関する実験

既往研究により、一般に葉が厚く樹葉含水率の高い樹種は燃え難いという評価がされている。また、状況証拠の積み重ねとなるが、災害直後の現場検証により防火機能が認められた樹種が挙げられている。しかしながら、植物は、二次製品とは異なり、同じ樹種であっても形態や性質が均一ではないことから、防火機能を定量的に評価することは難しい。ここでは、限定的な条件ではあるが様々な樹木配置を想定してその防火機能に関する実験結果を紹介する。

樹木の防火機能に関する比較実験1（写真1）では、火源中心から4mの位置に4つのタイプの樹木を配置して、その背後の受熱量を比較した。樹木を設置しない場合に比べ、樹木がある場合には、樹木背後の受熱量は低減しているが、特に常緑広葉樹（アオキ、ヤブツバキ、スタジイを密に配置した場合の樹木背後の受熱量の低減効果が高かった（図2）。樹木の防火機能に関する比較実験2（写真2）では、火源中心から1mの位置に2つのタイプの樹木を配置して、その背後の受熱量を比較した結果（図3）、以下のような結論を得た。

- (1) 無風状態では、接炎しなければ、樹木が発火炎上する可能性は小さい。
- (2) 接炎して樹木が燃焼した場合、背後の放射受熱量が増大するケースと低減効果が持続するケースに分かれた。常緑広葉樹密植タイプで



写真 1. 樹木の防火機能に関する比較実験 1



写真 2. 樹木の防火機能に関する比較実験 2

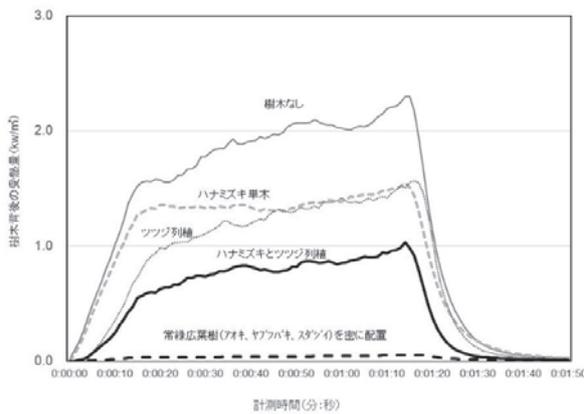


図 2. 樹木が放射熱を低減する効果の比較 (林ほか, 2012)

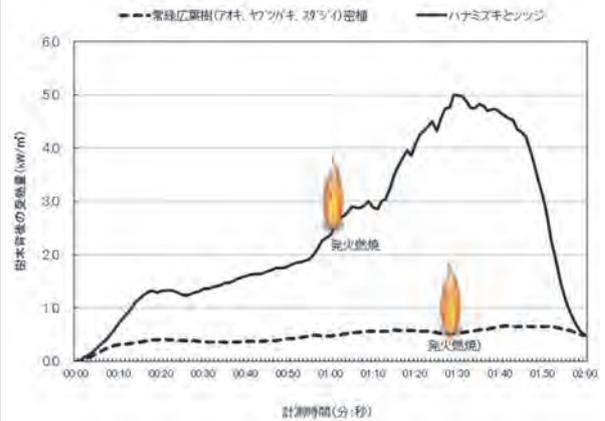


図 3. 樹木の防火機能に関する比較実験 (林ほか, 2012)

は、前面が発火燃焼した場合でも火炎が背後まで燃え広がらず、樹木背後の遮熱効果が持続した (林ほか, 2012)。

(3) 防火植栽としては、

- ① 樹木を接炎させないような適正な空地を設けること (空地と樹林の多重構造など)
- ② 火熱を低減させるには、高木から低木まで密度が高く、幅のある植栽配置が有効と考えられた。*冬季にも葉を有する常緑広葉樹の活用を検討する。

5 | 都市防災対策への活用・展開

関東大震災では広場や公園緑地が火災の延焼を防止したことから、帝都復興計画では防火帯や避難場所としての機能を有する震災復興 52 小公園が整備された (東京市施行)。その設計思想として、この小公園は耐震強度の高い不燃建築物で建設された復興小学校に隣接して計画され、小公園の 3～4 割は樹林や花壇で残りの大半が広場に充

てられた。なお、小公園の周囲は防火と自然教育のために火災に強い多種類の常緑広葉樹を配し、噴水等、水の活用を行うなどの防災的配慮がされた (安場, 1998; 内閣府, 2009)。こうした設計思想を現代に顕在化した事例としては、公園と一体化した杉並第十小学校がある。また、防災公園の整備事例には千葉県市川市の大洲防災公園があ



写真 3. 防火植栽の事例 (千葉県市川市 大洲防災公園)

り、その公園外周部はイチヨウやスダジイ、シラカシなどの防火植栽が配置され、卓越風や公園内への避難経路に対応したスリット状の配植パターンとなっているなど（写真3）、これまでの知見を活かした防火樹木の活用が図られている。

引用文献

- 林 寿則・篠原雅彦・松島早苗・藤原一絵. 2012. 火炎近傍の樹木による背後での受熱量の低減効果に関する実験研究. 日緑工誌, 38(1):33-38.
- 本多静六. 1923. 大地震大火事に対する安全策. 庭園 5(10) : 2-10.
- 井下 清. 1923. 救護テントより－公園と樹木の働きと被害－. 庭園 5(10) : 14-18.
- 岩河信文. 1984. 樹木の防火機能に関する研究. 建築研究報告, 105pp.
- 河田 杰・柳田由藏. 1923. 火災と樹林並樹木トノ関係. 林業試験彙報 特別号. 33pp. 農商務省山林局.
- 内閣府. 2009. 災害教訓の継承に関する専門調査会報告書 1923 関東大震災【第3編】第1章 帝都復興の展開. 内閣府ウェブサイト https://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/kyoukunno-keisyou/rep/1923_kanto_daishinsai_3/pdf/5_v1_chap1.pdf 【2025年6月18日参照】
- 武内和彦・米瀬泰隆. 1996. 東京における街路樹の樹種変遷と環境思想. 国際交通安全学会誌, 22(1) : 24-31.
- 田中八百八. 1923. 大正の大地震及大火と帝都の樹園. 農商務省山林局.
- 都市公園編集部. 1957. 「(座談会) 東京の街路樹の思い出」. 都市公園 9(11):62-68.
- 東京都建設局, 2022. 東京の道路緑化状況. 東京都建設局ウェブサイト <https://www.kensetsu.metro.tokyo.lg.jp/documents/d/kensetsu/000063172> 【2025年6月18日参照】
- 東京都建設局, 2023. 街路樹の歴史. 東京都建設局ウェブサイト <https://www.kensetsu.metro.tokyo.lg.jp/park/ryokuka/hyoushi/hyoushi4> 【2025年6月18日参照】
- 安場浩一郎. 1998. 震災復興 52 小公園の計画思想に関する研究. ランドスケープ研究, 61(5) : 429-432.
- (財)東京都公園協会(編). 1989. 東京公園史話. 260pp. (財)東京都公園協会.

JISE REPORT No.13

2025年10月1日印刷
2025年10月10日発行

発行：公益財団法人地球環境戦略研究機関国際生態学センター：IGES-JISE
<https://jise.jp/jp/> ; E-mail: jise@iges.or.jp
〒240-0115 神奈川県三浦郡葉山町上山口 2108-11

印刷：株式会社彩流工房
〒231-0862 神奈川県横浜市中区山手町 24-11 徳永山手ビル 201号
TEL : 045-222-7611 FAX : 045-222-7612

