

気候変動対策における植物の役割：科学的認識の変遷と政策的議論の歴史に関する包括的分析

1. 序論：気候変動言説における「植物の役割」の周縁化と再評価の要請

気候変動対策を巡る現代の国際的な議論やメディアの言説において、化石燃料からの脱却、再生可能エネルギーの導入、電気自動車(EV)の普及、あるいは二酸化炭素回収・貯留(CCS)といった工学的・技術的解決策が支配的な地位を占めている。その一方で、地球の炭素循環の根幹を担う植物や森林などの「陸上生態系(自然吸収源)」の役割に関する議論は、その潜在的な気候緩和能力に比して、不自然なまでに過小評価されてきた。この「植物の役割に関する議論が少ない」という認識は、直感的な感覚に留まらず、近年の定量的なメディア言説分析や気候資金のフロー分析によって実証的に裏付けられている¹。

この傾向は単なる偶然ではなく、気候変動政策の歴史的な発展過程において形成された構造的な問題である。具体的には、国際気候交渉(特に京都議定書)における政治的妥協の産物としての不透明な算定ルール、炭素排出・吸収の測定や持続性に関する科学的・技術的境界、バイオマスエネルギーの炭素中立性を巡る重大な誤謬、そして技術主導型の解決策を好む現代の新自由主義的な経済的パラダイムが複雑に絡み合っている¹。

本報告書は、気候変動対策における植物の役割に関する議論の歴史を網羅的かつ多角的に分析するものである。地球の深淵なる歴史における生物学的炭素隔離の起源に始まり、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)における科学的認識の進化、京都議定書における「抜け穴」と批判された算定ルールの変遷、そして近年の「自然に基づく解決策(NbS: Nature-based Solutions)」の台頭とそれに立ちはだかる資金的・言説的な障壁に至るまで、詳細な考察を展開する。

2. 生物学的炭素隔離の深淵な歴史と科学的認識の確立

植物による炭素吸収の役割を正當に評価するためには、人為的な気候変動が顕在化する以前の、地球の炭素循環の長大な歴史に遡る必要がある。地球上に存在する総炭素量は、恐竜が地上を闊歩していた数百万年前から現在に至るまで不変である。しかし、その炭素の分布(大気、海洋、地殻、生物相などの貯蔵庫間の割合)は、植物をはじめとする生物学的プロセスによって劇的に変化してきた⁷。

2.1 光合成による炭素隔離の起源と石炭紀の地球環境変化

生物学的炭素隔離(Biological Carbon Sequestration)は、主に光合成という生化学的プロセスを通じて発生する。地球が誕生して約45億4千万年の歴史の中で、大気組成はダイナミックに変容してきた。初期の地球大気には遊離酸素が存在せず、二酸化炭素(CO_2)やメタン(CH_4)が高濃度で

存在していた。光合成は38億年前の太古代 (Archean Eon) の初頭にバクテリアにおいて出現したと考えられており、その後シアノバクテリアが太陽光のエネルギー (通常400~700 nmの光放射) を用いて水分子を分解し、 CO_2 を炭水化物 ($[CH_2O]_n$) に還元し、副産物として酸素 (O_2) を放出する「酸素発生型光合成」を獲得した⁸。このプロセスが、大気と海洋から CO_2 を徐々に除去し、今日のような好気性生物が生存可能な大気組成を形成する第一歩となった。

植物の役割が地球の気候システムに最も劇的な影響を与えたのは、約3億年前の石炭紀 (Carboniferous period) である。この時代、シダ植物や種子植物の祖先からなる巨大な「石炭の森 (coal forests)」が沿岸部や内陸の湿地に世界規模で繁茂した⁸。当時の温暖湿潤な気候と高濃度の CO_2 (約600 ppm) は光合成を著しく加速させた。植物が枯死した後、その有機物は湿地の堆積物に埋没し、分解されることなく泥炭、褐炭、そして最終的に石炭へと変化した⁸。

この石炭紀における莫大な規模の生物学的炭素隔離は、地球の炭素バランスを根本から書き換えた。当時の植物は年間約100ギガトンの CO_2 を大気から除去したと推定されており、大気中の CO_2 濃度は600 ppmから100 ppm付近まで急落した。これは、地球全体が完全に氷結する「スノーボールアース (全球凍結)」を引き起こす可能性のある閾値 (50 ppm) に極めて近い水準であった⁸。今日、人類が経済活動の基盤として燃焼させている化石燃料の大部分は、この時代に植物が数百万年かけて大気中から隔離し、地殻に封じ込めた「過去の太陽エネルギーと炭素」の物理的蓄積に他ならない⁸。

2.2 現代科学における炭素循環の定量的把握と「地球の呼吸」

人類が化石燃料を大量に燃焼させ、同時に土地利用を変化させた結果、過去1000万年間安定していた大気中 CO_2 濃度 (過去100万年の平均は約220 ppm、産業革命前は約280 ppm) は、2024年現在で424 ppmにまで急上昇している⁸。この人為的な炭素排出の増大に対し、植物が果たす「炭素シンク (吸収源)」としての役割が科学的に定量化されたのは20世紀半ばのことである。

1958年、チャールズ・キーリング (Charles Keeling) 博士がハワイのマウナロア観測所で開始した CO_2 濃度の継続的観測は、「キーリング曲線 (Keeling curve)」として広く知られている⁹。この曲線が示す年間変動のギザギザの波形は、北半球における春・夏期の植物の成長 (光合成による大規模な CO_2 吸収) と、秋・冬期の落葉・枯死・分解による CO_2 放出という「地球の呼吸」を明確に捉えたものであり、気候変動科学において植物の役割を視覚的に証明した最初期の決定的な証拠となった⁹。

現在の地球全体の炭素循環において、化石燃料の燃焼等による人為的な CO_2 排出 (2023年時点で約59ギガトン) に対し、植物をはじめとする陸上生態系は約6.6ギガトンの CO_2 換算量を吸収・隔離している⁸。このように、植物は地球の気候安定化において不可欠な役割を果たしているが、吸収量を排出量が圧倒的に上回る不均衡が生じており、このギャップを埋めるための政策的対応が急務

となっている⁸。

3. 気候変動政策およびIPCC評価報告書における植物・生態系の扱いの進化

植物や土地利用変化が気候システムに与える影響についての認識は、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の歴代の評価報告書を通じて段階的に深まってきた。初期の報告書では化石燃料による工業的排出の側面に強い焦点が当てられていたが、科学的理解が進むにつれて、陸上生態系の複雑なフィードバック機構が気候モデルに統合されていった。

IPCC報告書	発表年	陸上生態系・植物・土地利用に関する主な科学的認識の進展	出典
FAR (第1次)	1990年	物理的・生物地球化学的プロセスと炭素循環の基本構造を定義。しかし、土地利用変化によるバイオマス燃焼エアロゾルなどの影響はまだ認識されていなかった。	10
SAR (第2次)	1996年	バイオマス燃焼から生じる煤(スス)や有機物などの炭素質エアロゾルが、硫酸塩エアロゾルに匹敵する気候への影響(放射強制力)を持つことを定量的に評価。	10
TAR (第3次)	2001年	過去50万年に及ぶ温室効果ガス濃度の歴史的文脈における現在の異常性を指摘。生態系と気候の相互作用の理解	10

		が深まる。	
AR4 (第4次)	2007年	土地表面の植生変化が地球のアルベド(日射反射率)を変化させ、放射収支に影響を与える根本的な要因であることを明記。	10
AR5 (第5次)	2013年	森林伐採などの土地利用変化が人為的 CO_2 排出の主要な推進要因であり、農業が CH_4 および N_2O の主要要因であることを特定。土地利用変化によるアルベド変化の放射強制力をより高い確信度で評価。	11
SRCCL (特別報告書)	2019年	「気候変動と土地に関する特別報告書」。気候変動の緩和・適応双方における持続可能な土地管理(植林、森林減少の抑制、土壌炭素隔離など)の不可欠性を包括的に分析した初の分野横断的報告書。	12
AR6 (第6次)	2022年	各国の「自国が決定する貢献(NDCs)」に基づく2030年の緩和目標の約4分の1が、土地ベースの緩	12

		和策(森林吸収源などに依存していることを確認。	
--	--	-------------------------	--

この変遷から明らかなように、初期の科学的関心は化石燃料による「排出源(Source)」に集中していたが、時を経るにつれて植物が担う「吸収源(Sink)」としての機能や、森林破壊がもたらす排出、さらには植生変化がアルベドや生物起源揮発性有機化合物(BVOC)の排出を介してもたらす物理的・化学的気候フィードバックの重要性が政策的にも認知されるようになった¹⁰。特に、森林から農地への歴史的な転換がBVOCの排出減少をもたらし、これがエアロゾル効果やメタンの寿命変化を通じて放射強制力に複雑な影響を与えていることが徐々に解明されている¹⁴。

4. 京都議定書からパリ協定へ：LULUCFルール of 論争と「抜け穴」の歴史

気候変動対策の中で植物の役割の議論が「不十分」あるいは「政治的妥協の産物」として冷ややかな目で見られがちであった最大の理由は、1997年に採択された京都議定書における「土地利用、土地利用変化及び林業(LULUCF: Land Use, Land-Use Change and Forestry)」部門の算定ルールを巡る激しい論争と、その制度設計に内包された不透明性にある。

4.1 京都議定書における第3.3条と第3.4条の枠組み

1992年の国連気候変動枠組条約(UNFCCC)に続き、1997年のCOP3で採択された京都議定書は、先進国(附属書I国)に対して法的拘束力のある排出削減目標を設定した¹⁷。この際、産業構造の転換による急激な排出削減の負担を軽減したい一部の先進国(特に広大な国土と森林面積を持つ

国々)からの強い政治的要請により、生物学的吸収源(森林など)による CO_2 吸収量を自国の排出削減目標の達成にカウントする仕組みが導入された²⁰。

京都議定書におけるLULUCFの算定は、主に以下の2つの条項によって規定された。

- 第3.3条:1990年以降の直接的な人為的活動による新規植林(Afforestation)、再植林(Reforestation)、および森林減少(Deforestation)に伴う排出量と吸収量を義務的に算定する²¹。
- 第3.4条:1990年以前から存在する既存の森林の管理(Forest Management)、農地管理、放牧地管理、植生回復などの活動による排出量と吸収量については、第1約束期間においては任意(選択制)とされた²²。

4.2 算定方式の非対称性:「Gross-Net」対「Net-Net」の論争

LULUCFルールは、国際的な環境NGOや気候科学者から「排出削減義務を回避するための会計上のトリック(Accounting trick)」であると厳しく批判された²⁴。その批判の核心には「Gross-Net方式」と「Net-Net方式」という算定手法の不整合があった。

算定方式	定義とメカニズム	適用される主な活動	問題点と批判
Gross-Net (グロス・ネット)	基準年(1990年)のLULUCF部門の排出・吸収量を目標設定のベースに含めず(Gross)、約束期間中の排出・吸収量のみを計上する(Net)方式。	新規植林、再植林、森林減少(第3.3条)、森林管理(第3.4条)	基準年においてすでに広大な森林を持ち、大量の炭素を吸収している国が、特段の追加的な気候変動対策を行わなくても、単に既存の森林が成長を続けているだけで莫大な「吸収クレジット」を獲得できる ²¹ 。
Net-Net (ネット・ネット)	基準年と約束期間の双方におけるLULUCFの排出・吸収量を比較し、その差分のみを算定する方式。	農地管理、放牧地管理、植生回復(第3.4条)	基準年と比較した純粋な「変化量」を測るため環境保全の観点からは厳格だが、森林管理には適用されなかったため制度全体に不整合が生じた ²² 。

Gross-Net方式の導入は、広大な森林資源を有する国家にとって極めて有利な制度設計であった。気候行動ネットワーク(Climate Action Network)は、特定の参照レベル(Reference level)の設定アプローチが、過去の平均値(1990-2008年)と比較して年間最大4億5,100万トン(451 Mt)もの排出増加を許容する巨大な抜け穴になっていると指摘した⁵。これは、先進国が途上国に対しては森林破壊の削減を求めながら、自国については伐採による排出増を会計上隠蔽できることを意味し、他部門での実質的な排出削減努力を著しく損なう「ロギング・ループホール(伐採の抜け穴)」であると糾弾された⁵。

さらに、自然攪乱(山火事、干ばつ、害虫被害など)による森林からの大規模な炭素排出を「不可抗力(Force Majeure)」として算定から除外できるという規定も設けられ、これがアカウンタビリティを著しく低下させる要因となった⁵。気候変動の進行に伴い、これらの自然攪乱のリスクが高まっているに

もかかわらず、その排出を帳簿から消し去ることができる制度は、大気中の実際の CO_2 濃度変化と政治的な会計帳簿との間に大きな乖離を生み出した。

後年、オーストラリアなどが過去の京都議定書の余剰クレジット(キャリアオーバー・クレジット)を利用してパリ協定の目標を達成しようとした動きも、国際社会や他国政府から「会計の抜け穴(Accounting loophole)を利用した倫理的ではない手段」として強い非難を浴びた²⁹。マドリッドで開催された気候会議等において、約100カ国がこの実践の禁止を求めた事実は、初期の炭素会計がいかに信頼を欠いていたかを示している³¹。

このように、初期の国際枠組みにおける「植物の役割」は、真正な気候変動の緩和メカニズムというよりも、各国の政治的交渉ツールや目標達成を容易にするためのバッファとして利用された側面が強く、これが後年まで森林吸収源や植物ベースの気候対策に対する国際社会の懐疑的な視線を決定づける結果となった²⁰。

5. バイオエネルギーにおける重大な算定エラー:「Searchinger Error(2009)」

気候政策における植物の扱いを巡り、科学界と政策決定者の間に最も大きな波紋を呼んだ事件の一つが、バイオエネルギー(バイオ燃料や木質バイオマス)の炭素中立性に関する会計上の誤謬の指摘である。

欧州連合排出量取引制度(EU ETS)や京都議定書のルール、そしてアメリカの気候変動法案においては、バイオマス燃焼による CO_2 排出は、植物が成長過程で同量の CO_2 を大気中から吸収しているという前提の下、煙突や排気管からの排出を「ゼロ(カーボンニュートラル)」として扱うという原則が採用されていた³⁴。

しかし、2009年にプリンストン大学のティモシー・サーチンガー(Tim Searchinger)博士ら13名の著名な科学者が『Science』誌に発表した論文「Fixing a Critical Climate Accounting Error」は、この会計ルールに致命的な欠陥があることを実証した⁶。サーチンガーらは、バイオ燃料を生産するために既存の森林、草地、泥炭地を伐採・転換した場合の「土地利用変化(Land Use Change)に伴う膨大な炭素排出」が会計上完全に無視されていることを指摘した⁶。

この論文が明らかにしたのは、バイオエネルギーの使用そのものは化石燃料と同等の CO_2 を排出するにもかかわらず、原料となるバイオマスの調達過程での森林破壊が「排出ゼロ」として扱われるという矛盾である⁶。この「会計上の誤り(Accounting Error)」を放置すれば、世界的な炭素排出キャップが厳格化されるにつれて、見せかけの削減を求めて熱帯林などの大規模な伐採が奨励されるという、環境に対して壊滅的な逆効果をもたらす歪んだインセンティブが生じることが数学的に示された⁶。

この発見は、単なる科学的議論を超えて、バイオ燃料を巡る政治経済的言説に多大な影響を与えた³⁷。バイオ燃料農園の開発に伴う途上国での土地収奪(ランドグラブ)、人権問題、植民地主義的な搾取、食料価格の高騰といった複合的な問題と結びつき、植物を単なる「代替燃料の原料」として扱う政策の危険性が浮き彫りになった³⁷。この一連の議論は、気候政策において植物や生態系を評価する際には、一部の機能だけを切り取るのではなく、生態系全体での炭素の動態(ライフサイクル・アセスメント)を厳格に評価することの重要性を政策立案者に突きつけた³⁵。

6. パラダイムシフト:「自然に基づく解決策(NbS)」と「自然気候解決策(NCS)」の台頭

前述のようなLULUCFの政治的妥協やバイオエネルギーの会計的批判、そして技術的解決策への過度な偏重への反省を踏まえ、2010年代後半から、植物や生態系の役割を正当に評価し、気候変

動緩和と適応の核心に位置づけ直す新たな動きが加速した。この潮流を決定づけたのが「NbS」および「NCS」という概念の確立である。

6.1 「自然に基づく解決策(NbS)」の定義と広がり

「自然に基づく解決策(NbS: Nature-based Solutions)」という用語は、2009年に国際自然保護連合(IUCN)によって提唱され、その後の10年間で段階的に政策枠組みに浸透し、2019年の国連気候行動サミットを契機に国際的な政策用語として完全に定着した⁴²。IUCNはNbSを、「気候変動、食料・水への安全保障、災害リスク、生物多様性の損失といった社会的課題に対して、自然の生態系および改変された生態系を保護、持続可能に管理、回復させることにより、人々の幸福と生物多様性の双方に利益をもたらす行動」と定義している⁴⁴。

NbSの最大の特徴は、単なる CO_2 の吸収・隔離(気候緩和)に留まらず、気候変動への適応(例: マングローブ林による高潮・波浪被害の軽減、都市の緑の屋根や壁面緑化によるヒートアイランド現象の緩和)、水資源の保全、生物多様性の回復といった複数の「コベネフィット(相乗便益)」を生み出す点にある⁴⁴。

6.2 ブルーカーボン(Blue Carbon)の概念の進化

NbSの一環として、特に海洋および沿岸生態系が隔離する炭素は「ブルーカーボン」と呼ばれ、こちらも2009年頃から急速に注目を集めるようになった⁴⁹。マングローブ林、海草藻場、塩性湿地などは、陸上の森林と比較して面積は小さいものの、はるかに速い速度で炭素を吸収し、その炭素を土壌中に数千年にわたって極めて安定的に貯留(隔離)する能力を持つ⁵¹。

初期の国家温室効果ガスインベントリ(NGGI)では、ブルーカーボン生態系に蓄積される炭素に関する知識が不足していたため評価対象外であったが、科学的進展に伴い、IPCCが2013年に「沿岸湿地の温室効果ガス算定に関する補足ガイドライン」を発行した⁵²。これにより、各国の自国が決定する貢献(NDCs)に沿岸湿地の保全や回復が正式に組み込まれる道が開かれた。現在では、セーシェルやモザンビーク、シエラレオネなど多くの国が、マングローブの回復目標などをNDCsに含めており、パリ協定第6条に基づく国際炭素市場においても、ブルーカーボン・クレジットは極めて重要な要素となりつつある⁵³。

6.3 Griscornら(2017)による「自然気候解決策(NCS)」の衝撃

気候変動対策における植物の役割に関する科学的議論において、近年の最も重要なマイルストーンの一つが、2017年にBronson W. Griscornらが『米国科学アカデミー紀要(PNAS)』に発表した「Natural Climate Solutions(NCS)」に関する論文である²。

彼らの研究は、森林、湿地、草地、農地の保護・管理・回復という自然の力を最大限に活用した場合の気候緩和ポテンシャルを精緻に定量化した。その結果、気候変動を2°C未満に抑えるために2030年までに必要な排出削減量の「3分の1以上(約37%に相当する最大23.8ギガトン CO_2 換算/年)」を、コスト効率の高い自然気候解決策(NCS)によって提供可能であることが示された⁵⁷。

しかし同時に、Griscornらは、これほどの巨大なポテンシャルがあるにもかかわらず、陸上の炭素隔離を目的とした取り組みには、世界の気候変動緩和資金のわずか「2.5%」しか投じられていないとい

う衝撃的な事実を浮き彫りにした⁵⁹。この論文は、気候変動対策において植物の役割が圧倒的に過小評価され、極端な資金不足に陥っていることを実証的に証明し、国際的な政策議論にパラダイムシフトをもたらす強力な触媒となった⁵⁹。

7. メディア言説と政策決定プロセスにおける「技術的偏重」の構造

ユーザーが指摘する「気候変動対策の中で、植物の役割の議論が少ない」という認識は、メディアの言説分析や政策研究のデータによって完全に裏付けられている。なぜNbSや植物の役割は、再生可能エネルギー、電気自動車(EV)、あるいは工学的な二酸化炭素回収・貯留技術(CCSやDAC)と比較して、議論の俎上に上りにくいのか。その理由は、以下の複合的な要因によるものである。

7.1 メディア報道における圧倒的な技術的偏重

近年のメディアや政治的言説の定量分析によれば、環境対策の報道は圧倒的に「テクノロジー」と「経済的合理性」に偏っている。カナダにおける2025年の全国メディア分析(ReClimate Report)によれば、気候解決策に関する報道において、電気自動車(EV)に関する報道が春季だけで1,155件に上ったのに対し、自然保護や自然に基づく解決策に関する報道はわずか32件であった⁴。また、パイプラインに関する議論が1,957件、天然ガスが1,493件であったのに対し、風力発電は188件に留まり、さらにまだ実用化段階にある水素エネルギーやCCSの報道が、既の実証されている太陽光発電や自然の炭素吸収源に関する報道を上回る傾向が確認されている⁴。

アメリカにおけるメディア分析でも、ニューヨーク・タイムズなどの「エリート層向けメディア」と地方の「ハートランド・メディア」の間で気候変動報道の量に著しい乖離があることが示されている⁶²。気候政策の支持を集めるためには、再生可能エネルギーの導入による「エネルギー安全保障」や「雇用創出」といった枠組み(フレーム)が好まれ、植物や森林の保全は「環境的な慈悲(Environmental benevolence)」として周辺化される傾向が強い³。

気候変動解決策の類型	メディア・政策言説における扱い	背景にある価値観とフレームワーク
技術的解決策 (再エネ、EV、CCS、BECCS)	圧倒的に多い(主流・支配的)	「技術的セキュリティ」や「経済的セキュリティ」といった新自由主義的な言説と親和性が高い。既存の資本主義的・産業的構造を大きく変えることなく気候目標を達成できる「テクノロジー至上主義(エコモダニズム)」に基づくため、政策立案者や産業界から強い支持を得やすい ³ 。

<p>植物・自然ベース (NbS、NCS、森林保全、アグロフォレストリー)</p>	<p>非常に少ない(周位的・補完的)</p>	<p>経済的な即効性が見えにくく、メディア報道では「環境的な慈悲」や単なる「景観保全」として扱われがちである。構造的な変化(土地利用規制や先住民の権利保護)を伴うため、既存の権力構造と摩擦を生みやすく、議論が避けられる傾向にある²。</p>
--	------------------------	---

7.2 MRV(測定・報告・検証)の困難さと「非永続性」の懸念

政策立案者や投資家が植物の役割に多額の資金を投じることを躊躇する最大の科学的・技術的理由は、その効果の不確実性と測定の困難さにある。DAC(直接大気回収)やCCSといった工学的技術による炭素隔離は、どれだけの CO_2 が地中に圧入されたかを物理学的・工学的に正確に測定でき、厳格な法規制の下で数千年にわたる永続性が保証しやすいと(少なくとも理論上は)考えられている¹。

対照的に、植物や土壌による生物学的炭素隔離は、複雑で動的な生態系システムに依存しているため、以下のような固有の課題を抱えている。

1. 非永続性(Non-permanence / Reversal risk): 気候変動による気温上昇そのものが植物にストレスを与え、干ばつや巨大な山火事、害虫の大規模発生を引き起こす。これにより、長年隔離されてきた炭素が一瞬にして大気中に再放出されるリスクがある。温暖化が進行すれば、炭素吸収源であった森林が逆に炭素排出源に転じるリスクが常に存在する¹。
2. 追加性とリーケージ(Additionality and Leakage): ある特定の地域で森林を保護し炭素クレジットを発行しても、世界的な木材需要や農地需要が変わらなければ、単に別の地域の森林が伐採されるだけ(リーケージ)であり、地球全体としての真の「追加的」な炭素削減分を証明することが極めて困難である⁶⁵。
3. サイト特異性(Site-specificity): NbSは地域ごとに気候、土壌、生態学的条件が全く異なるため、太陽光パネルやEVのような工業製品のように標準化し、急速にスケールアップすることが難しい⁶⁵。

7.3 グリーンウォッシュへの警戒と生物多様性のトレードオフ

さらに、植物を利用した対策(特に単純な「植林」活動)は、化石燃料企業や大規模農業法人による「グリーンウォッシュ(環境配慮を装うごまかし)」の隠れ蓑として長年利用されてきた歴史があるため、環境活動家や生態学者からも極めて厳しい視線が注がれている⁶⁵。

過去には、炭素クレジットを獲得するためだけに、本来は森林ではない地域(貴重な固有種が生息する草地や、炭素貯留量の多い泥炭地)に、成長の早い外来種の単一樹種(モノカルチャー)を大規模に植林する事例が多発した。これは短期的・一時的な炭素吸収量こそ増やすかもしれないが、地域の生物多様性を破壊し、先住民や地域コミュニティの土地の権利を奪い、水資源を枯渇させると

いう「不適応 (Maladaptation)」を世界各地でもたらした⁶⁷。

真のNbSは「多様な生態系の回復」と「地域社会の包摂」を伴うべきであるが、現在の炭素市場（ボランタリー・カーボン市場）の商業的論理は、測定しやすい「単一樹種の炭素量」だけを追求する傾向があり、これがNbS全体の信用を貶める要因となっている³²。

8. 資金調達のギャップと政策実装に向けた今後の課題

こうした歴史的経緯と複雑な技術的・言説的背景により、植物を利用した気候変動対策は、その巨大なポテンシャルにもかかわらず、極めて深刻な資金不足に直面している。

国連環境計画 (UNEP) が発行した「適応ギャップ報告書 (Adaptation Gap Report) 2024」によれば、途上国における気候変動適応に向けた資金の不足額は年間1,870億ドルから3,590億ドルに上る⁷¹。技術的インフラ（コンクリートによる防波堤の建設など）への投資が優先される一方で、マングローブの植林や湿地の再生といったNbSは、インフラの代替手段として費用対効果ははるかに高く、長期的には強靱性をもたらすにもかかわらず、国際的な気候適応資金の10%未満しか割り当てられていないのが現状である²。

また、UNEPの別の報告書によれば、NbSに対する現在の投資額（年間約1,540億ドル）の約83%は各国政府の公的資金（助成金等）に依存しており、民間投資の割合はわずか17%に過ぎない⁷²。2025年までに必要な年間3,840億ドルの投資目標を達成するためには、民間資本の大規模な流入が不可欠であるが、前述の「測定の困難さ (MRVの課題)」や「ボランタリー・カーボン市場におけるクレジットの品質への懸念」が、企業や機関投資家が資金を投じる際の大きな障壁となっている³²。

それでも近年では、Trillion Trees (1兆本の木) イニシアチブに見られるように、単なる「植林」から、景観レベルでの「生態系の保護・管理・自然再生 (Assisted Natural Regeneration)」へとアプローチの質的転換が図られている⁷⁵。また、190カ国の1,500以上の政策を分析した2025年の「NbS Policy Tracker」によれば、パリ協定のNDCsにNbSを組み込む国は増加傾向にあり（全体の84%）、特に監視・報告・検証 (MRV) の枠組みを規定する政策が前年から倍増するなど、政府の姿勢は「抽象的なコミットメント」から「具体的な運用枠組みの構築」へと徐々に移行しつつある⁴⁸。しかし、依然としてNbS政策に具体的な実施予算を紐づけている国は全体の32%に過ぎず、先住民の権利や知見を政策に組み込んでいる割合も20%未満と低迷しており、政策の意図と実際の影響との間には依然として大きな溝が存在している⁷⁶。

9. 結論：全体最適化に向けた「植物の役割」の再定義

ユーザーが指摘する「気候変動対策の中で、植物の役割の議論が少ない」という認識は、科学的無知によるものではなく、歴史的経緯、政策的な算定ルールの歪み、メディアの技術的偏重、そして新自由主義的な解決策への志向を如実に反映した、極めて正確かつ鋭い現状認識である。

気候変動問題の初期において、植物や陸上生態系は、先進国が化石燃料の消費という根本原因から目を背けさせるための「炭素オフセットの言い訳」や、京都議定書における「会計上の抜け穴 (LULUCFのGross-Net算定)」として政治的に利用された歴史があり、これが議論の健全な発展を長期にわたって阻害した⁵。さらに、植物の生態系機能は複雑で、結果が数値化しにくく、気候変動そのものによる排出反転リスク (山火事等) を伴うため、明確で測定可能な「工学的・技術的アプローチ

(再エネ、EV、CCSなど)」の影に隠れがちであった¹。

しかし、Griscomらの研究(2017)が決定づけたように、化石燃料からの迅速な脱却(Decarbonization)を最優先としつつも、植物を通じた自然気候解決策(NCS/NbS)を同時に最大化しなければ、パリ協定が掲げる1.5°Cあるいは2°C目標の達成は不可能である⁵⁷。植物は単なる「炭素の貯蔵庫」ではなく、生物多様性の保全、水資源の確保、極端な気象現象からの災害リスクの軽減、そして人類の健康と地域社会のレジリエンスを根底から支える、代替不可能な多面的な機能を有している⁶⁷。

今後の気候変動政策における最大の課題は、技術的解決策と自然ベースの解決策を「対立(あるいは代替)」するものとして捉える硬直した二項対立から脱却し、両者を統合した包括的なシステムアプローチを構築することである⁴⁸。そのためには、科学的根拠に基づいた厳格なMRV基準の実装、単一樹種の植林によるグリーンウォッシュの徹底的な排除、そして何よりも、生態系の管理者である先住民や地域社会の権利と知見を尊重する包摂的なガバナンス体制の確立が急務である⁶⁷。植物と自然生態系の果たす役割を正当に評価し、適正な資金を振り向けることこそが、地球規模の気候危機と生物多様性危機の双方を同時に解決し得る、唯一の持続可能な道筋である。

引用文献

1. Nature based solutions vs. permanent carbon dioxide removal in to neutralise emissions under SBTi - what is the "science-based" approach? : r/climatechange - Reddit, 5月 9, 2026にアクセス、
https://www.reddit.com/r/climatechange/comments/1q42ut4/nature_based_solutions_vs_permanent_carbon/
2. Why Are Nature-Based Solutions on Climate Being Overlooked? - e360-Yale, 5月 9, 2026にアクセス、
https://e360.yale.edu/features/why-are-nature-based-solutions-on-climate-being-overlooked?_hsenc=p2anqtz--xscofjkzvev105d2pavk9ni_lyyvwzigcfcort6tirtcaw5y24lpsgrwjos98dr1bvzxf
3. "Climate-Solutions Polarization": A Value-based Approach to Understanding Polarization Dynamics around Biomass in Dutch Media Discourse - Taylor & Francis, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17524032.2024.2376688>
4. Climate Change and Policy Rollbacks in Canada's National Media, 2025, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://reclimate.ca/wp-content/uploads/2025/11/Re.Climate-Media-Analysis-2025-Report.pdf>
5. Memo to Ministers: Close the LULUCF Loophole! - Climate Action ..., 5月 9, 2026にアクセス、
<https://climatenetwork.org/2010/12/07/memo-to-ministers-close-the-lulucf-loop-hole/>
6. Fixing a Critical Climate Accounting Error, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.pfpi.net/wp-content/uploads/2011/03/Searchinger-et-al-2009.pdf>
7. The carbon story - British Geological Survey, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.bgs.ac.uk/discovering-geology/climate-change/the-carbon-story/>

8. Biological Carbon Sequestration: From Deep History to the Present ..., 5月 9, 2026にアクセス、<https://www.mdpi.com/2673-4834/5/2/10>
9. The Changing Carbon Cycle - UCAR Center for Science Education, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://scied.ucar.edu/learning-zone/climate-change-impacts/changing-carbon-cycle>
10. Historical Overview of Climate Change Science - Intergovernmental ..., 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4-wg1-chapter1.pdf>
11. Chapter 2 : Land–Climate interactions, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.ipcc.ch/srccl/chapter/chapter-2/>
12. Preface — Special Report on Climate Change and Land, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.ipcc.ch/srccl/preface-2/>
13. Chapter 7: Agriculture, Forestry, and Other Land Uses (AFOLU) - Intergovernmental Panel on Climate Change, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/chapter/chapter-7/>
14. Special Report on Climate Change and Land — IPCC site, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.ipcc.ch/srccl/>
15. Climate Change and Land, 5月 9, 2026にアクセス、
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2022/11/SRCCL_Full_Report.pdf
16. 10 Big Findings from the 2023 IPCC Report on Climate Change - World Resources Institute, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.wri.org/insights/2023-ipcc-ar6-synthesis-report-climate-change-findings>
17. The Paris Agreement & UNFCCC REDD+ - Coalition for Rainforest Nations, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.rainforestcoalition.org/the-paris-agreement-unfccc-redd/>
18. History of the Convention - UNFCCC, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://unfccc.int/process/the-convention/history-of-the-convention>
19. Success or failure? The Kyoto Protocol's troubled legacy - Climate Foresight, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.climateforesight.eu/articles/success-or-failure-the-kyoto-protocols-troubled-legacy/>
20. Accounting of GHG emissions and removals from forest management: a long road from Kyoto to Paris - PMC, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5768587/>
21. A synopsis of land use, land-use change and forestry (LULUCF) under the Kyoto Protocol and Marrakech Accords - Global Carbon Project, 5月 9, 2026にアクセス、
https://www.globalcarbonproject.org/global/pdf/Schlamadinger_etal_2007.pdf
22. Advice on LULUCF accounting policy changes for forestry | ClimateXChange, 5月 9, 2026にアクセス、
https://www.climateexchange.org.uk/wp-content/uploads/2023/09/forestry_lulucf_accounting_policy_changes.pdf
23. LULUCF Guide, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://ca1-clm.edcdn.com/assets/lulucfguide.pdf?v=1679477965>

24. Affidavit of Dr Olia Glade - Climate Change Commission, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.climatecommission.govt.nz/assets/JR-Documents/Affidavit-of-Dr-Olia-Glade.pdf>
25. SPECIAL BULLETIN - Humane World for Animals Australia, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://hsi.org.au/wp-content/uploads/2020/10/HSI-Special-Bulletin-Truth-in-Targets-Complete.pdf>
26. Japan Rejects Kyoto Protocol Renewal | PDF - Scribd, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.scribd.com/doc/44474711/We-ll-never-accept-2nd-Kyoto-period-says-Japan-sparking-doubts-on-KP-s-survival>
27. Impacts on the EU 2030 climate target of including LULUCF in the climate and energy policy framework - Öko-Institut, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.oeko.de/oekodoc/2320/2015-491-en.pdf>
28. CARBON FARMING: - Institute for Agriculture and Trade Policy (IATP), 5月 9, 2026にアクセス、
https://www.iatp.org/sites/default/files/2023-01/2022%20carbon%20farming_2_final.pdf
29. Australia's Kyoto Credit Loophole - The Australia Institute, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://australiainstitute.org.au/about/australias-kyoto-credit-loophole/>
30. How Will Australian Superannuation Portfolios Reach Net Zero? - OPUS at UTS, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://opus.lib.uts.edu.au/bitstream/10453/190536/1/thesis.pdf>
31. Climate Change consolidated, 5月 9, 2026にアクセス、
https://alogstudycentre.com.au/wp-content/uploads/2021/03/Climate-change_consolidated_M.R.-Flint_28Mar21-1.pdf
32. How Forests Can Revitalize Carbon Markets | BCG, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.bcg.com/publications/2025/how-forests-can-revitalize-carbon-markets>
33. The Collapse of the Kyoto Protocol and the Struggle to Slow Global Warming, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.cfr.org/books/collapse-kyoto-protocol-and-struggle-slow-global-warming>
34. Study: Accounting error undermines climate change laws - Princeton University, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.princeton.edu/news/2009/10/22/study-accounting-error-undermines-climate-change-laws>
35. Fixing a Critical Climate Accounting Error - Energy Justice Network, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.energyjustice.net/files/biomass/searchinger.pdf>
36. 10.22.2009 - Error in climate treaties could lead to more deforestation - Berkeley News, 5月 9, 2026にアクセス、
https://newsarchive.berkeley.edu/news/media/releases/2009/10/22_bio_energy.shtml
37. The Contentious Political Economy of Biofuels | Global Environmental Politics | MIT Press, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://direct.mit.edu/glep/article/15/1/21/14786/The-Contentious-Political-Economy-of-Biofuels>

38. Governing the transition to a biofuels economy in the US and EU: Accommodating value conflicts, implementing uncertainty* | Policy and Society | Oxford Academic, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://academic.oup.com/policyandsociety/article/31/4/295/6422272>
39. The Problematic of Biofuels for Development - ResearchGate, 5月 9, 2026にアクセス、
https://www.researchgate.net/publication/303910024_The_Problematic_of_Biofuels_for_Development
40. Fixing a Critical Climate Accounting Error - RAEL, 5月 9, 2026にアクセス、
http://rael.berkeley.edu/old_drupal/sites/default/files/Fixing_Critical_Climate_Accounting_Error-Science-10-23-2009.pdf
41. Policy image resilience, multidimensionality, and policy image management: a study of US biofuel policy | Journal of Public Policy | Cambridge Core, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-public-policy/article/policy-image-resilience-multidimensionality-and-policy-image-management-a-study-of-us-biofuel-policy/61C275DAB4027AEEA89B1ADC51815E64>
42. 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.reforestaction.com/en/magazine/what-are-nature-based-solutions#:~:text=Defined%20by%20the%20IUCN%20in,climate%20change%20and%20bio%20diversity%20erosion.>
43. What are Nature-based Solutions? - Reforest'Action, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.reforestaction.com/en/magazine/what-are-nature-based-solutions>
44. Nature-based Solutions | IUCN, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://iucn.org/our-work/nature-based-solutions>
45. Nature-based solutions - Wikipedia, 5月 9, 2026にアクセス、
https://en.wikipedia.org/wiki/Nature-based_solutions
46. What are Nature-based Solutions?, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.naturebasedsolutionsinitiative.org/what-are-nature-based-solutions/>
47. Toolbox on Financing Nature-Based Solutions - Climate Policy Initiative, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2024/09/Report-Toolbox-on-Financing-Nature-Based-Solutions.pdf>
48. What are nature-based solutions to climate change? - LSE, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/explainers/what-are-nature-based-solutions-to-climate-change/>
49. 5月 9, 2026にアクセス、
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6451379/#:~:text=Blue%20Carbon%20is%20a%20term,other%20ecosystem%20services%20they%20provide.>
50. Dimensions of Blue Carbon and emerging perspectives - PMC, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6451379/>
51. What is Blue Carbon? - NOAA's National Ocean Service, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://oceanservice.noaa.gov/facts/bluecarbon.html>
52. Understanding blue carbon | NOAA Climate.gov, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/understanding-bl>

[ue-carbon](#)

53. The Ocean - UNFCCC, 5月 9, 2026にアクセス、<https://unfccc.int/topics/ocean>
54. BLUE CARBON AND NATIONALLY DETERMINED CONTRIBUTIONS, 5月 9, 2026にアクセス、
https://bluecarbonpartnership.org/wp-content/uploads/2022/12/Blue_Carbon_ND_C_Guidelines.pdf
55. Blue carbon, red states, and Paris Agreement Article 6 - Frontiers, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.frontiersin.org/journals/climate/articles/10.3389/fclim.2024.1355224/full>
56. A Review of the Nationally Determined Contributions of Commonwealth Coastal and Island Countries for Ocean-Based Actions and Commitments - AWS, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://production-new-commonwealth-files.s3.eu-west-2.amazonaws.com/s3fs-public/2023-02/BLUEIN~1.PDF>
57. Natural Climate Solutions: How nature can fight climate change, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.nature.org/en-us/what-we-do/our-insights/perspectives/natural-climate-solutions/>
58. Natural climate solutions, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://forestclimateworkinggroup.org/wp-content/uploads/2018/09/Griscom-et-al-2017-PNAS-Natural-Climate-Solutions.pdf>
59. Natural climate solutions, Griscom 2017, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://bio4climate.org/article/natural-climate-solutions-griscom-2017/>
60. Natural Climate Solutions must embrace multiple perspectives to ensure synergy with sustainable development - Frontiers, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.frontiersin.org/journals/climate/articles/10.3389/fclim.2023.1216175/full>
61. Nature-based climate solutions require a mix of socioeconomic and governance attributes, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9768352/>
62. The growing divide in media coverage of climate change - Brookings Institution, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.brookings.edu/articles/the-growing-divide-in-media-coverage-of-climate-change/>
63. AND POST-TRUMP 1 An Analysis of Renewable Energy Frames in the News Media Pre, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1301&context=commssp>
64. Risking delay: the storylines of (bioenergy with) carbon capture and storage in Swedish parliamentary discourse - Frontiers, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.frontiersin.org/journals/climate/articles/10.3389/fclim.2024.1514753/full>
65. Nature-Based Solutions: An Introduction - ClimaTalk, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://climatalk.org/2024/10/29/nbs-nature-base-solution-biodiversity/>

66. The Carbon Cycle - NASA Science, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://science.nasa.gov/earth/earth-observatory/the-carbon-cycle/>
67. Rethinking Nature-Based Solutions: Unintended Consequences, Ancient Wisdom, and the Limits of Nature - MDPI, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.mdpi.com/2073-445X/14/6/1272>
68. Expose 'greenwashing' but do not ignore nature-based solutions to climate change - insists Oxford expert, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.ox.ac.uk/news/2022-06-24-expose-greenwashing-do-not-ignore-nature-based-solutions-climate-change-insists>
69. Narratives around nature-based solutions, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.naturebasedsolutionsinitiative.org/news/narratives-around-nature-based-solutions/>
70. Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges - PMC, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7017763/>
71. Bridging the adaptation finance gap: the role of nature-based solutions for climate resilience, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://weadapt.org/knowledge-base/nature-based-solutions/bridging-the-adaptation-finance-gap-the-role-of-nature-based-solutions-for-climate-resilience/>
72. Doubling Down on Nature, 5月 9, 2026にアクセス、
https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/d/o/Doubling_Down_on_Nature_State_of_NBS_2025.pdf
73. Nature-based Solutions - United Nations Environment Programme Finance Initiative, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.unepfi.org/nature/nature/nature-based-solutions/>
74. Assessing Nature-based Solution Investments for Urban Resilience | Penn IUR - University of Pennsylvania, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://penniur.upenn.edu/publications/assessing-nature-based-solution-investments-for-urban-resilience>
75. Trillion Trees 2024 Impact Report, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://trilliontrees.org/2024-impact-report/>
76. New data shows governments move from commitment to operational frameworks for nature-based solutions - Nature4Climate, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://nature4climate.org/new-data-shows-governments-move-from-commitment-to-operational-frameworks-for-nature-based-solutions/>
77. The Potential, and Risks, of Nature-Based Climate Solutions - Kleinman Center for Energy Policy - University of Pennsylvania, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://kleinmanenergy.upenn.edu/commentary/podcast/the-potential-and-risks-of-nature-based-climate-solutions/>
78. Implementing Nature-based Solutions to tackle the climate crisis, conserve resources, and benefit people and the environment - DOI.gov, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://www.doi.gov/sites/doi.gov/files/nature-based-solutions-ppa-brief.pdf>
79. Why efforts to address climate change through nature-based solutions must support both biodiversity and people | Royal Society, 5月 9, 2026にアクセス、
<https://royalsociety.org/news-resources/projects/biodiversity/nature-based-solutions/>

[ons/](#)