

# マングローブの再生 — 植えるか、植えないか? —



この10年、マングローブの植林は盛んに行われるようになりました。しかし、その一方で、植林が善意で行われたにも関わらず、失敗に終わることが多いことも明らかになってきました。植林されたマングローブが自然の中で生育するための適切な条件を整え、マングローブを再生させるための効果的な方法が開発されています。そのような方法で再生されたマングローブは、生残率や機能が向上し、より回復力が高まります。このリーフレットは、マングローブの再生に携わるすべての人が抱く「植えるか、植えないか」という問いを再考し、再生の成功に貢献することを目的としています。



## キーメッセージ

- 世界の多くの地域でマングローブが消失・劣化しており、それに伴い海岸保護や漁業の強化などの価値ある生態系サービスが失われています。世界の多くの場所でマングローブの再生が必要とされています。
- マングローブの植林は一般的となりましたが、活動の多くはマングローブ林の機能の回復に失敗しています。私たちはこれらの経験から学ぶことができます。
- マングローブの再生に成功すると、大規模かつ多様で、機能的な自立したマングローブ林が確立され、自然と人々に恩恵をもたらします。
- 生態学的マングローブ再生の原則を適用し、生物物理学的および社会経済的な条件を整えれば、再生は自然と進むでしょう。樹種と生育場所の適合性が最適化され、樹種の生残率や成長速度が向上し、より多様で回復力のあるマングローブ林が形成されます。
- 植林は自然の再生過程を手助けし、より豊かにすることができる場合があります。しかし、マングローブの生育地ではない場所やマングローブの自然な加入が見られる地域については、植林活動を避ける必要があります。

## 世界はマングローブを必要としている

マングローブ林は、過剰伐採、汚染、農業・養殖業・都市化のための土地利用の転換、石油・ガス産業、インフラ開発など、多くの開発による脅威にさらされています。世界の多くの地域で、マングローブがその価値ある生態系サービスとともに失われています。

一般的には、失われたマングローブを再生するよりも、損失自体を未然に防ぐ方が費用対効果は高いと言われていますが、必ずしもそうとは限りません。世界中のさまざまな地域では、劣化したマングローブ林の再生が必要とされています。適切な方法でマングローブ林を再生することができれば、沿岸の安全、漁業や水産養殖、炭素の固定などの生態系サービスも向上させることができるでしょう。

## マングローブの植林は盛んに行われているが、必ずしも効果があるとは限らない

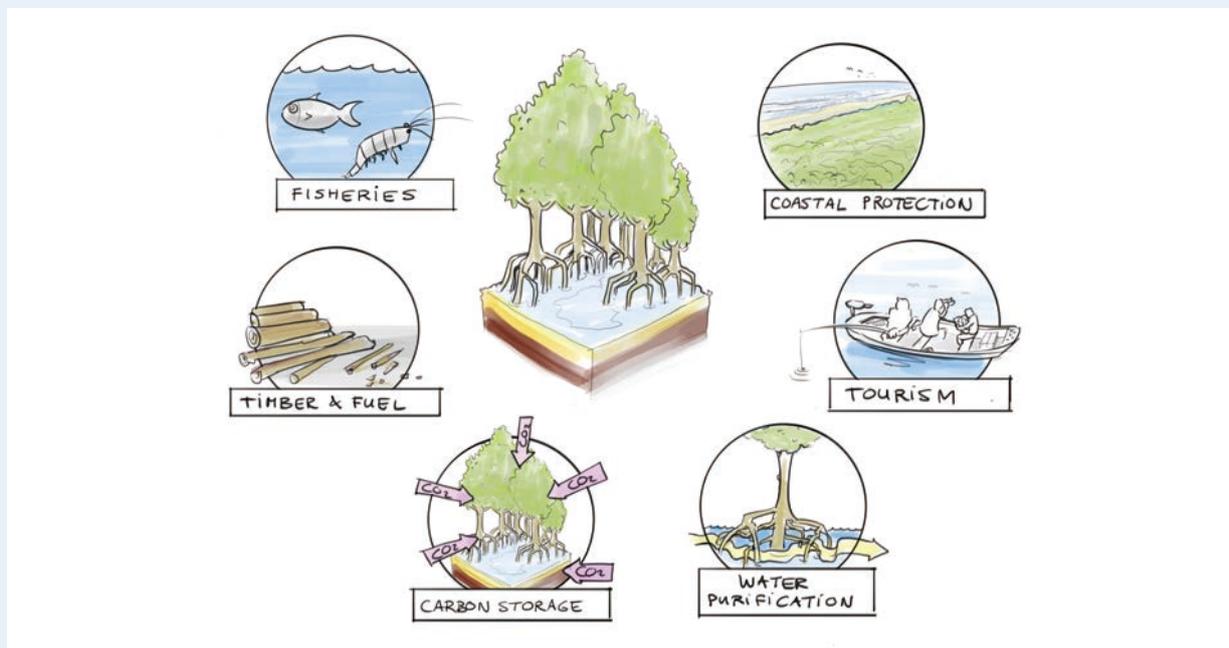
2004年に発生したスマトラ島沖地震による津波以降、マングローブの重要性が広く認識されるようになりました。行政、NGO、民間企業、学生、宗教指導者などがマングローブを植えたり、植林のための資金を集めたりすることで、マングローブの植林は非常に盛んになってきました。世界中で数十万ヘクタールものマングローブが活発に植林されていますが、残念なことに、植林活動の多くは機能的なマングローブ林を効果的に回復させることができていません。私たちはこれらの経験から学ぶことができます。

度重なる失敗には、以下のような要因があります。

- 地域社会が関与していない、保全の考えを支持していない、代替の生計手段がないなどの理由で、社会経済的条件が適切でない地域での植林の場合です。例えば、地域社会が水産養殖に依存している場合、マングローブはすぐに魚介類の養殖池に再転換されてしまうケースがあります。
- 単種植林の場合、マングローブ林としての機能が発揮できず、恩恵が限られ、低い回復力となります。
- 不適切な場所に不適切な樹種を植えることによって、枯死したり、成長が遅くなったりします。例えば、1日に何時間も冠水している場所や、潮間帯よりもさらに陸側の場所、波当たりが強く浸食されやすい場所などです。このように、土壌特性や水質が適切でない場所に植林するケースも考えられます。
- 将来的に回復したマングローブが土砂や水の流れを阻害する可能性がある場所に植林することは、より大規模な回復を妨げる要因にもなりえます。
- マングローブ減少の根本的な原因となった環境変化が改善されていない場所への植林も考えられます。
- 自然の状態でマングローブが形成されている場所に植林することは、そこに元々形成されていたマングローブの遷移に影響を与え、自然の回復を妨げる可能性もあります。
- 潮間帯の干潟や海草藻場、砂浜など、それまでマングローブが生育していなかった場所に植林することで、貴重な生態系にダメージを与える可能性も考えられます（ボックス3参照）。



## ボックス1. 生態学的に再生されたマングローブは、生残率が高く、効果的に機能するのはなぜか？



自然のマングローブ林は、陸から海にかけて異なる種が帯状に分布する。これは、すべての樹種が、冠水、波浪、塩分濃度といった環境条件に対し、同等の耐性をもっているわけではないからである。自然状態のマングローブの遷移は、パイオニア種の加入から始まり、それが多くの種によるコロニー形成を促進する。植林の多くの場合、植林された種はパイオニア種ではないため、帯状分布やコロニー形成のプロセスを経ない。植林よりも、むしろ生物物理学的および社会経済的な条件を整えれば、自然にマングローブの再生は進む。マングローブは植林をしなくても、潮の流れによって種子などが分散し、自然に定着・生育する。そのようなプロセスが進めば、樹種と生育環境が最適化され、生残率は高まり、成長が促進される。これにより、多様で弾力性のあるマングローブ林が形成される。いくつかのケースで

は、マングローブの植林が自然再生のプロセスを補完・促進する場合もある。複数の樹種が帯状分布を示すよう適切に再生されたマングローブ林は、根の形態、木の大きさ、葉や果実が非常に多様で、それぞれが異なる機能を果たし、多様な動物相の再形成を促す。その結果、さまざまな食料や資材(木材、飼料、蜂蜜、果物、魚)、生態系サービス(海岸保護の強化、炭素貯蔵、水質浄化、資源回復による漁業の強化)を享受することができる。また、生態学的に再生されたマングローブ林は変化への耐性も強い。海草藻場やサンゴ礁など他の生態系との連続性が再構築されれば、その恩恵はさらに強化されるだろう。

## マングローブ林再生の成功例とは？

通常、マングローブ林再生の成功は、現実的には植林された苗木の数や短期間での生残率によって定義されます。しかし、植林当初は高い生残率を示したものの、モニタリング終了後、長期的には高い死亡率を示している例が多く存在します。また、不自然な密度で生育している単一種の樹木が、生育不全に陥っている例もあります。このようなマングローブは、海岸保護や漁業の強化、その他の利益をもたらすことはありません。マングローブ林の再生を成功させるためには、多様な利益をもたらすことができるよう、大規

模かつ多様、機能的かつ自立的なマングローブ林を確立することが必要です(ボックス1参照)。これらを念頭に置き、自然や人々にとって望ましい利益がどの程度回復し、維持されるかで、成功を測る方がよいでしょう。このような考え方に基づく成功の測り方にはさまざまな方法がありますが、少なくとも2か所の評価場所において、多様性の質と量、植生構造、生態学的プロセスを評価し、変動を把握することが必要です。

## マングローブの再生を成功させるための原則

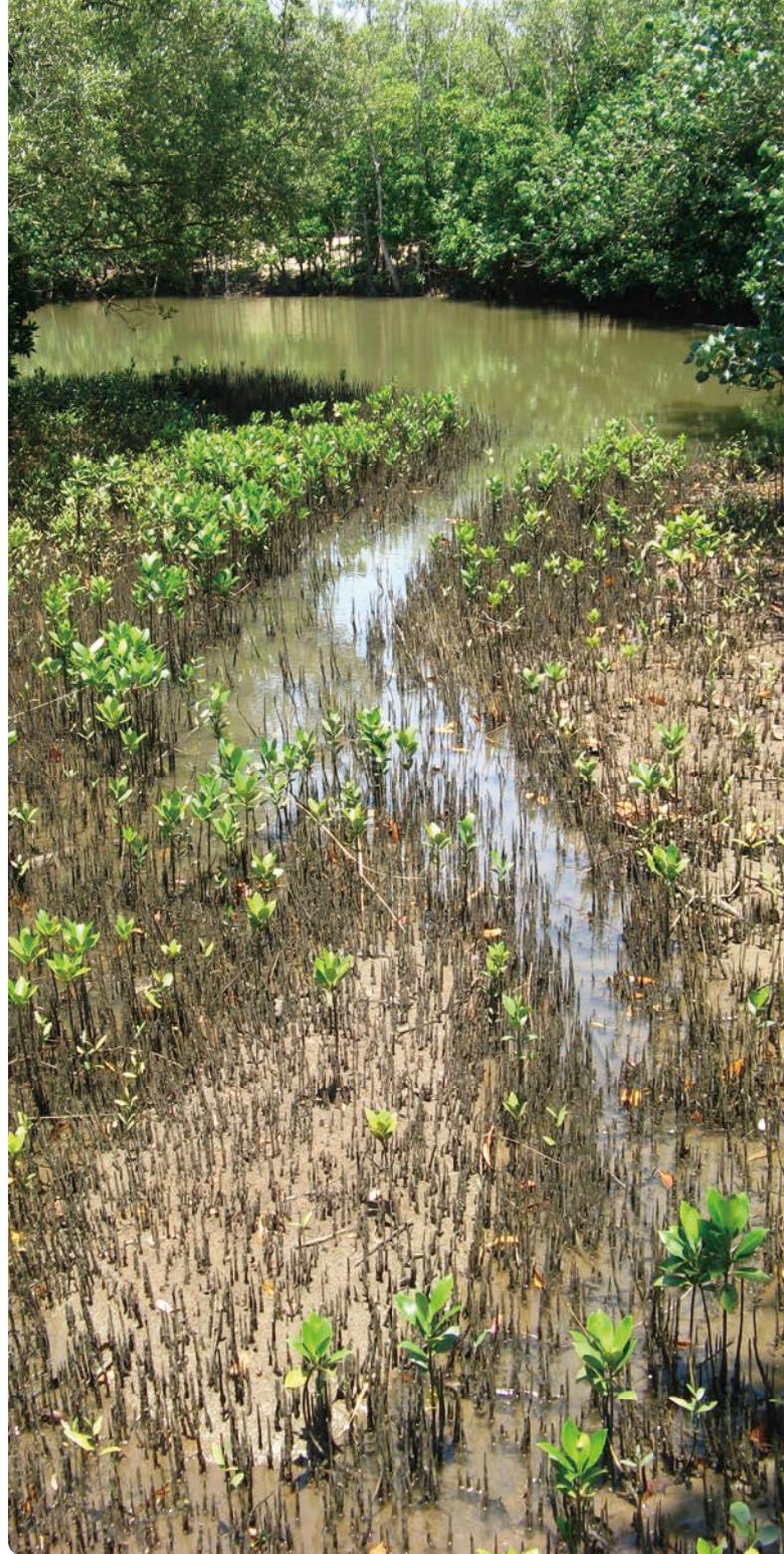
マングローブの再生に対する情熱を、もっとも効果的に具体的な活動に結びつけるためには、以下の2つの原則が重要です(ボックス1参照)。

### 1. マングローブの再生のための生物物理学的条件が適切であることを確認する

マングローブは、土地の利用方法の転換、供給される淡水の変化、砂泥などの堆積物の消失、その他の要因によって、消失や劣化することがあります。これらの現象は、地方のインフラ開発および遠方の沿岸域や河川での開発工事と関連している場合もあります。その結果、マングローブは従来の分布地に生育できなくなる可能性があります。健全なマングローブ林の再生は、マングローブの生育に必要な生物物理学的条件が整って初めて可能になります。大変な作業ですが、非常にやりがいのある活動です。養殖場跡地を再生する場合は、地盤の整地と水文学的な水の流れの回復が必要です。戦略的に養殖池の堤防を取り除き、かつての水路システムを復元することで実現できます。急速に侵食されているインドネシア、ベトナム、スリナム沿岸の泥質の海岸線では、透水性の構造物を設置することで波の影響を軽減し、砂泥を捕捉し、マングローブの自然回復を可能にしています(ボックス2参照)。

### 2. マングローブの再生を可能にする社会経済的条件を確保する

マングローブが地域の人々によって取り除かれた過程があるならば、容易に再発する可能性があります。それを防ぐためには、社会経済的な根本原因に対処する必要があります。可能であれば、再生されたマングローブ林が持つ生態系サービスを利用して、地域の人々が持続的に利益を得る経済的な仕組みを開発する必要があります。それによりマングローブ再生のためのビジネスが強化されます。土地の所有権と使用権を確立する必要があり、マングローブ再生への強い想いと管理の実現可能性の両方が必要です。成功するプロジェクトは、地域社会に力を与え、地方自治体を巻き込み、政策や計画によって地域の活動が強化されることを保証します(ボックス4参照)。



この2つの原則は、「生態学的マングローブ再生」のアプローチの基礎となるものです。このアプローチは、科学に基づいています。厳密に言えば、「再生(レストレーション)」という言葉は、以前の生態系を再確立するためのものであり、「機能回復(リハビリテーション)」は、必ずしも攪乱前の状態を再確立することではなく、生態系の機能や遷移のプロセスを回復することを指します。生態学的マングローブ再生に関わる活動は、植林のみによる再生とは大きく異なり、生態学、水文学、沿岸力学、社会学など、さまざまな分野の専門家や複数の利害関係者が関わる協調的プログラムの一部でなくてはならないことに留意してください。



## ボックス 2. マングローブ再生のための底泥トラップ用の透水性構造物

健全なマングローブの泥質海岸は、波が砂泥などの堆積物を侵食し、潮汐が砂泥を供給するという動的平衡状態にある。マングローブの気根は、砂泥を捕らえ安定化させることに役立っている。現在、熱帯の泥質海岸の多くは、土地利用の転換、構造物による攪乱、海面上昇、地盤沈下などの結果、劇的な海岸浸食に直面している。沿岸の管理者は、海岸浸食を防ぐために硬質構造物を設置する傾向にあるが、これらの対応は砂泥の供給や流出プロセスのバランスを崩し、さらなる海岸浸食を引き起こす可能性がある。海岸浸食を食い止め、より安定した海岸線を取り戻すためには、砂泥の損失プロセスを逆転させることが必要である。方法の一つとして、その地域で得られる竹や小枝などの材料で製作され

た透水性構造物を海岸線の前面に設置する。なぜなら透水性構造物は海水を通すため、波を跳ね返すのではなく減衰させる効果がある。その結果、波は海岸線に達する前に高さエネルギーを失い、砂泥が構造物の背後に沈降する。つまり、海岸浸食のプロセスが抑制され、海岸線が形成されると、マングローブは流出せずに再定着することができる。やがて、マングローブ自体が波を減衰させ、砂泥を捕らえるようになり、海岸浸食を防ぐことができる。現在、この技術はメコンデルタ（ベトナム）、デマク（インドネシア）、パラマリボ（スリナム）の海岸で適用されている。





## いつ植えて、いつ植えてはいけないのか。

生態学的マングローブ再生は、生物物理学的な環境条件の復元を通して自然に再生が進むことに依拠しているため、ほとんどの場合、植林は必要ありません。しかし、植林が有効な場合もあります。植林は今なお人気のある取り組みであるがゆえに、避けられない場合もあります。そのような場合、植林の努力を有益なものにし、失敗や環境破壊につながらないようにする必要があります。同時に、生態学的マングローブ再生に関する能力開発も必要になるでしょう。

### 次のような条件下では、植林が有効な場合があります。

- 近くにソースとなる親木がない、あるいはそれらの集団と水文学的な繋がりがなく（種子や散布体の分散が阻害されている）ために、種子や散布体の自然供給が制限されている場合には、植林や播種が必要となる場合があります。これは、マングローブの劣化が広範囲に及んだ海岸線によく見られるケースです。
- ある地域から失われた特定の貴重種を再導入するための植林、いわゆる「エンリッチメント・プランティング」も行われることがあります。
- 植林は、教育や文化的活動を目的とした価値もあります。生命の象徴として、植林は関係者全員の間で永続的な約束と当事者意識を生み出すことができます。

- 海岸浸食の激しい地域では、残存した堤防にマングローブを植えることで、堤防の浸食を遅らせることができ、短期的な救済措置となります。
- 植林が必要と判断された場合、植林する場所とその場所に適切な種の適合がきわめて重要です。マングローブの非生息地や自然な加入が見られる場所は、常に避ける必要があります（ボックス3参照）。

生態系の再生が最優先の目的でない場合でも、マングローブの植林は役割を果たすことができます。例えば、持続可能な木材・材木の供給源とするための植林です。また、水産養殖と組み合わせてマングローブを植えること（シルボフィッシュリー）で、養殖業に追加的な利益をもたらすこともしばしば行われます。養殖池の堤防に沿って植えられたマングローブ列は「本物」のマングローブ林を作り出すことはできませんが、堤防の安定化、雑木や飼料の生産、日陰の創出など、地域規模で重要な利益をもたらす可能性があります。

地域社会は、苗床の管理や植え付けから収入を得ることができるかもしれませんが、もしかしら彼らのプライドや所有権の多くは、植林の取り組みに結びついていくかもしれません。生態学的マングローブ再生は、地域社会を実質的に巻き込むための方法を模索する必要があります。例えば、砂泥などの堆積物を捕捉するための透水性構造物の建設、播種、モニタリング、再生したマングローブの保護などです。それと同時に、回復したマングローブに負荷をかけないように、持続可能な生計手段を開発する必要があります。

### ボックス3. どこに植えてはいけないのか？

マングローブが生育できる場所には、潮間帯の開けた干潟や砂地、サンゴ礁、海草藻場が存在し、多くの絶滅危惧種や固有種を含む甲殻類、軟体動物、サンゴ、鳥類、哺乳類、ウミガメ類などの高い種多様性を支えている。これらの場所は生産性が高く、底生無脊椎動物などの非常に高いバイオマスを支え、生産的な沿岸漁業や沖合漁業を支えている。また、ガンカモ類、シギ・チドリ類、カモメ類など、何十億羽もの渡り鳥にきわめて重要な餌場を提供している。世界の主要なフライウェイのいくつかの場所では、干潟などの生息地は、渡り鳥にとってきわめて重要な休息場や餌場となる「ボトルネックサイト」としての役割を担っている。数万から数百万羽の水

鳥を支えている場所としては、モッタマ湾(ミャンマー)、パナマ湾、バンドルギン(モーリタニア)、マニラ湾、タイ内湾、メコンデルタ(ベトナム)などが含まれる。野生生物の生息地としてその価値が認識されているいくつかの場所は、すでに保護地域、ラムサール条約登録湿地、世界遺産に指定されている。マングローブの植林によって、これらの国際的に重要な地域の環境を変えてしまうことは、野生生物の重要な生息地を破壊し、さらなる減少を招くことになりかねない。



## ボックス4. インドネシアにおける生態学的マングローブ再生の優良事例

1990年から2004年にかけて、インドネシア・南スラウェシ島の低地環礁であるタナケケ島では、1,200ヘクタールのマングローブ林が養殖池に転換された。養殖池の生産性が低下したため、住民たちはマングローブが持つ漁業の強化や暴風雨からの保護機能の価値に注目しマングローブを再生させる必要性を認識した。

2010年、ランタンペオ村は40ヘクタールの養殖池を、水文学的修復と生態系強化を組み合わせた生態学的マングローブ再生に利用できるようにした。その後5年間で6つの村が加わり、戦略的な堤防の除去、滞の再現、定期的な種子などの散布、最小限の植林などの活動を組み合わせ、現在では530ヘクタール以上のマングローブ林が効果的に再生された。いずれの場所でも、水文環境改善後1年以内に自然の再加入が始まり、3年目には1ヘクタール当たり苗木2,500本以上の密度に達した。

再生事業の直接的な費用は、設計、実施、管理、モニタリングの合計で69万ドル、1ヘクタール当たり1,300ドルであった。WRIとIUCNが開発したRestoration Opportunities Assessment Methodologyを用いて、さらに大きなスケール(2,000から20,000ヘクタール)での導入が検討されており、規模を拡大することによるメリットとしてコスト削減が期待できる。

地域社会に基づく生態学的マングローブ再生は、現在、南スラウェシ州およびインドネシアの国家マングローブ戦略の優良事例として正式に組み込まれている。インドネシア環境林業省は、ゴロンタロ州のタンジュンパンジャン自然保護区において、土地利用が転換された4,000ヘクタールのマングローブを再生するために必要なアプローチとして、この手法を推奨した。





## どのようにすればマングローブ再生の成功をサポートできるのか？

- ・ 生態学的マングローブ再生のアプローチを取り入れ、マングローブを植える前にもう一度考えてみる。
- ・ 複数の専門家や利害関係者を巻き込み、地域の知見と科学的な専門知識をリンクさせる。
- ・ 再生の目的と照らし合わせて、その成功を監視し評価する。
- ・ 早期に問題を発見し、必要に応じて是正措置をとる。知識、経験、教訓を共有し、広める。



## 参考文献

- ▶ Brown B (2006). 5 Steps to Successful Ecological Restoration of Mangroves. Mangrove Action Project, Indonesia.
- ▶ Brown B, Fadillah R, Nurdin Y, Soulsby I & Ahmad R (2014). Case Study: Community Based Ecological Mangrove Rehabilitation in Indonesia. S.A.P.I.EN.S 7(2).
- ▶ Dale PER, Knight JM, Dwyer PG (2014) Mangrove Rehabilitation: a Review Focusing on Ecological and Institutional issues. Wetlands Ecology and Management 22: 587–604.
- ▶ Erfteimeijer PLA & Lewis III R (1999) Planting mangroves on intertidal mudflats: habitat restoration or habitat conversion? Presentation at Ecotone VIII Seminar Enhancing coastal restoration for the 21st century. Ranong & Phuket, 23-29 May 1999
- ▶ Lewis III R (2005) Ecological engineering for successful management and restoration of mangrove forests. Ecological Engineering 24 (2005) 403–418.
- ▶ Lewis III R & Brown B (2014). Ecological Mangrove Rehabilitation – a Field Manual for Practitioners. Mangrove Action Project, USA.
- ▶ Primavera JH & Esteban JMA (2008). A Review of Mangrove Rehabilitation in the Philippines: Successes, Failures and Future Prospects. Wetlands Ecology and Management 16(5): 345–358.
- ▶ Ruiz-Jaen MC & Mitchell Aide T (2008) Restoration Success: How Is It Being Measured? Restoration Ecology 13(3): 569–577.
- ▶ Primavera JH, Savaris JP, Bajoyo BE, Coching JD, Curnick DJ, Golbeque RL, Guzman AT, Henderin JQ, Joven, RV, Loma RA & Koldewey HJ (2012) Manual on Community-based Mangrove Rehabilitation. Mangrove Manual Series No. 1 London, 240 pp.
- ▶ Primavera JH, Yap WG, Savaris JP, Loma RA, Moscoso ADE, Coching JD, Montilijao CL, Poignan RP & Tayo ID (2013). Manual on Mangrove Reversion of Abandoned and Illegal Brackishwater Fishponds – Mangrove Manual Series No. 2. London, 108 pp.
- ▶ Spalding M, mclvor A, Tonneijck F, Tol S and van Eijk P (2014) Mangroves for coastal defence. Guidelines for coastal managers & policy makers. Published by Wetlands International and the Nature Conservancy. 42 pp.
- ▶ Winterwerp JC, Erfteimeijer PLA, Suryadiputra N, van Eijk P & Liquan Zhang L (2013) Defining Eco-Morphodynamic Requirements for Rehabilitating Eroding Mangrove-Mud Coasts. Wetlands 33: 515–526.
- ▶ [www.wetlands.org/publications/building-with-nature-for-coastal-resilience/](http://www.wetlands.org/publications/building-with-nature-for-coastal-resilience/)

### 謝辞

このリーフレットの原典は、ウォータールー財団、オランダ持続可能な水基金、オッター財団の協力のもと、「Building with Nature Indonesia」プロジェクトのパートナーによって作成されました。英語版のリーフレットを元に、日本国際湿地保全連合 (Wetlands International Japan) が和訳版を作成しました。

### 写真

Pieter van Eijk, Jane Madgwick, Yus Rusila Noor, Peter Prokosch, Marcel Silvius, Bas Tinhout, Bregje van Wesenbeeck, Ken-ichi Yokoi

### 本文イラスト

Joost Fluitsma/JAM Visueel Denken

### 問い合わせ先

#### 日本事務所

+81-3-5614-2150  
info@wi-japan.org

#### Femke Tonneijck

Programme Manager Coastal Wetlands  
+31 318 660 937  
femke.tonneijck@wetlands.org



**Deltares**

