

# マングローブ生態系修復のための 植林技術開発について

関西電力株式会社

○関西電力の地球温暖化防止への取り組み

○マングローブとは

○マングローブ生態系修復のための植林技術開発

- ・植林技術開発
- ・植林による地域社会への貢献
- ・リモートセンシングの植林技術への応用
- ・マングローブ津波抑制効果

○まとめと今後の予定

## 関西電力の地球温暖化防止への取り組み ～ニューERA（イーラ）戦略～

### ニューERA（イーラ）戦略とは

社会の持続可能な発展、つまり「経済成長Economy」、「エネルギー・セキュリティEnergy」、「環境保全Environment】の3つのEの同時達成を目指し、ニューERA戦略のE, R, Aの各方策バランス良く進め、地球環境を守るためにの長い取り組みを推進しています。

Efficiency:社会全体のエネルギー利用の効率化

Reduction:電力供給における温室効果ガス排出量の削減

Activities Abroad:地球温暖化に向けた海外での取り組み



## 関西電力の地球温暖化防止への取り組み

### Activities Abroad

—地球温暖化防止にむけた海外での取り組み—



## マングローブとは

海水と淡水が混じりあう沿岸域、河口域に生育するヒルギ科を中心とした植物群の総称。  
(オヒルギ、メヒルギ、ヒルギダマシなど。)



支柱根

### マングローブの機能

- 高い炭素蓄積能力 地中での炭素固定能力が高い (AIMS共同研究より)
- 生態系への寄与 有機物を生産し、付近の生態系へ付与
- 環境保全機能 陸からの土砂、泥流の流出抑制
- 防災機能 海からの潮風、高波を緩和

分布図



マングローブ生育範囲

○緯度で南北32~38度の範囲にあり、日本では鹿児島県(メヒルギ)を北限とし、沖縄県(種子島~西表島)に分布しています。

○2000年でのマングローブの総面積は、1,465万300haで1980年に比べ26%減少した。(年間1%減少している)

○マングローブは熱帯林の約1.5%(沿岸域に生息)

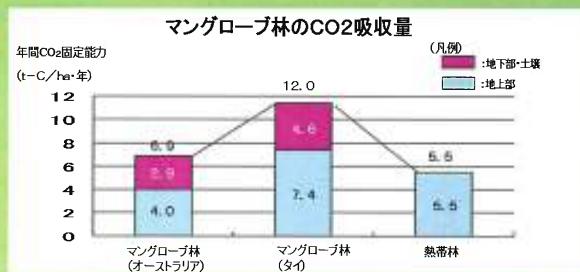
## オーストラリア海洋科学研究所との国際共同研究

○1996年度～1997年度  
オーストラリア・ヒンチンブルック

○1998年度～1999年度  
タイ国・チュンポン

### 研究概要

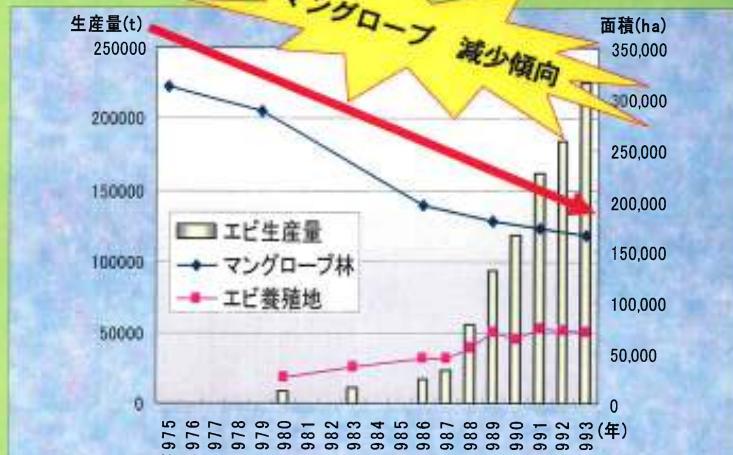
年間有機炭素集積速度、マングローブの炭素蓄積量調査  
(日中の光合成量調査、土壌調査、根の掘取り調査、リモートセンシング手法)

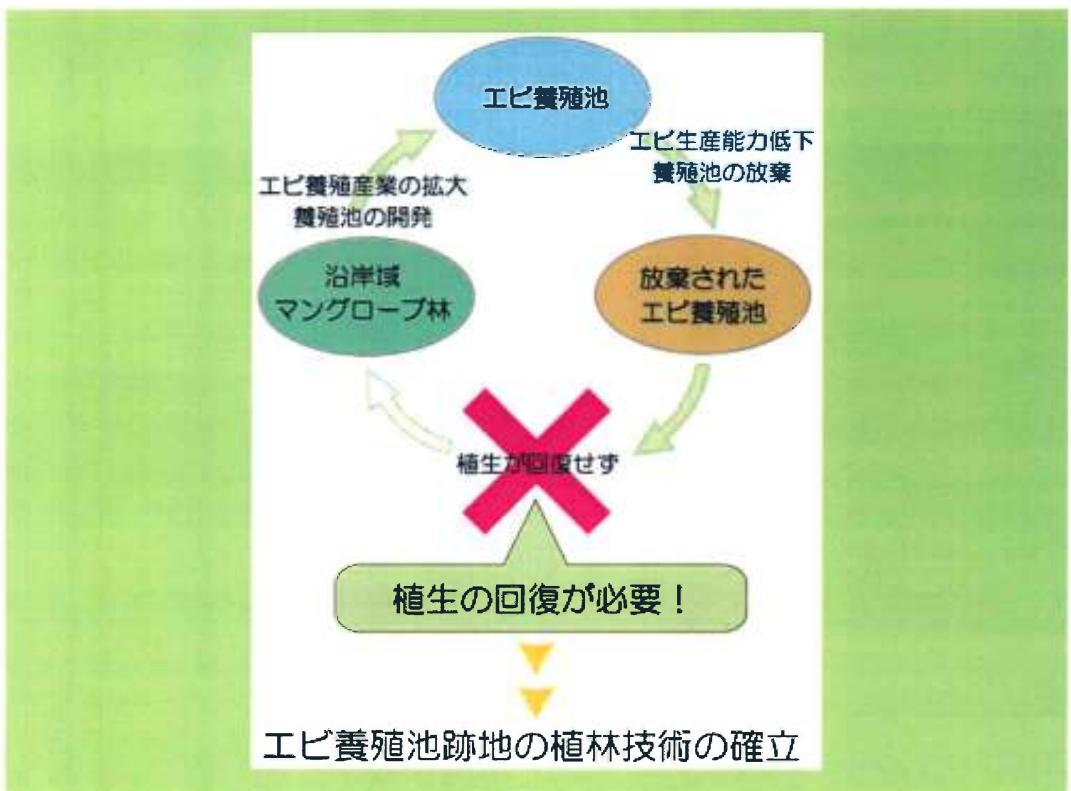


→ マングローブ林：熱帯林に匹敵するCO<sub>2</sub>固定能力を持ち、炭素を蓄える貯蔵庫としても極めて有望

## 背景1：タイにおけるマングローブ林面積の推移

エビ養殖産業の発展 → 沿岸域の開発に伴う  
マングローブの伐採





エビ養殖池跡地（ドンサック）

## 背景2：海岸線の侵食問題

沿岸域の無計画な開発による干潟の堆積環境の変化



マングローブが枯死し、海岸線の侵食が加速



干潟跡



海岸線侵食地

海岸線侵食の防止のため立地環境変化の激しい場所でも植生可能な植林技術の確立

## マングローブ生態系修復のための植林技術開発

研究体制（3者の共同研究）

関西電力株式会社

株式会社環境総合テクノス

タイ政府 天然資源環境省 海洋沿岸資源局

研究期間

平成12年10月～平成19年3月（約6年半）



試験地

タイ国内：エビ養殖池跡地

（カノン、ソンクラ、ドンサック）

干潟（カノン、サムソンクラム、ソンクラ）

海岸線侵食地（サムサコン）

植林面積：合計 約100ha

## マングローブ生態系修復のための植林技術開発 <各研究項目>

### ○植林技術開発研究

- ・エビ養殖池跡地の植林技術開発
- ・海岸線侵食地での植林技術開発
- ・ソンクラ湖での植林技術開発

### ○植林による地域社会への貢献

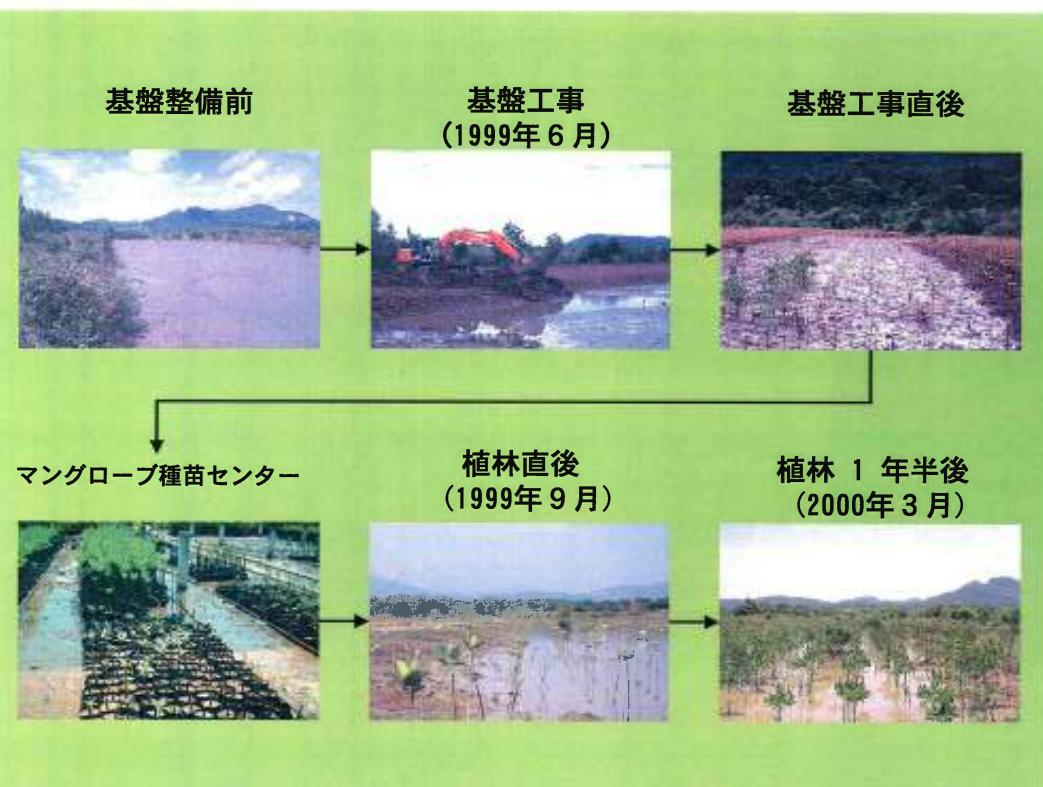
- ・マングローブ域の持続的養殖システム
- ・ノコギリガザミの孵化技術開発および漁獲量調査
- ・マングローブ材の有効利用に関するライフサイクル分析

### ○リモートセンシングの植林技術への応用

- ・地上部バイオマス測定
- ・マングローブ植林の適地判定

### ○マングローブ津波抑制効果

インド洋大津波の被害を受けた地域において、マングローブと他樹種との被害状況の違いを分析



## 研究1：エビ養殖池跡地の植林技術開発



## 研究1：エビ養殖池跡地の植林技術開発

植林地：近隣のエビ養殖池からの排水による土砂堆積により地盤高が  
高くなり立地環境が悪化し、植生の回復困難

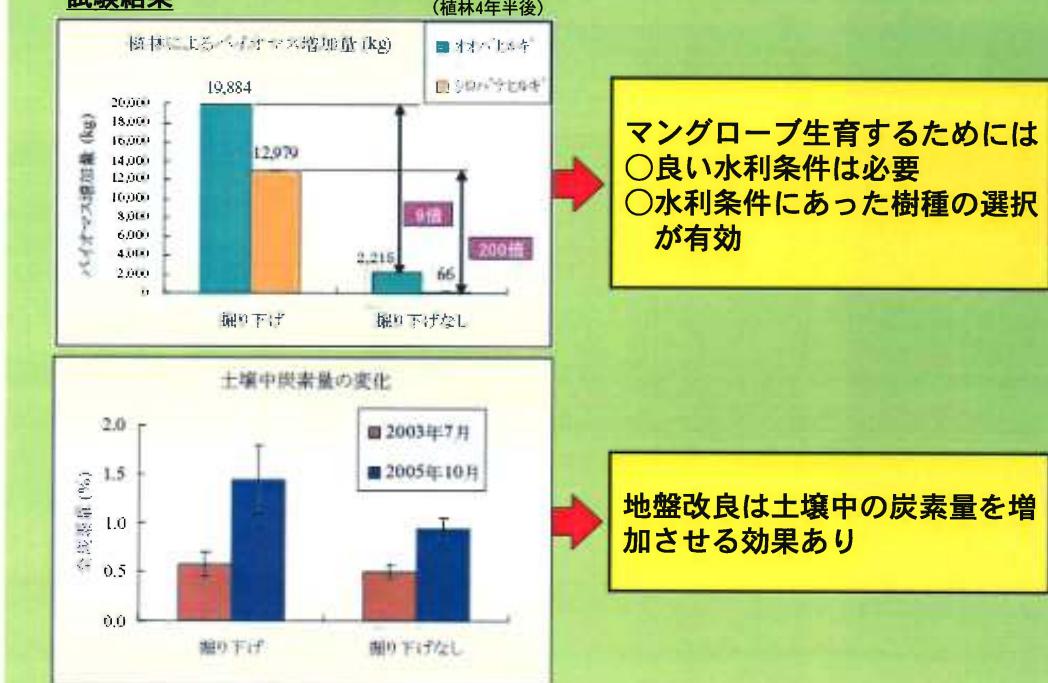
### 試験方法

土壌基盤を30cm掘り下げ  
堰の造成 → 水利条件を回復  
土砂の流入を防止



## 研究1：エビ養殖池跡地の植林技術開発

### 試験結果



## 研究2：海岸線侵食地での植林技術の確立

タイ湾北西部沿岸地域は海岸線が、年間20m後退し、  
海岸線侵食問題が深刻化

↓  
マングローブの苗の初期成長を早め、根と土壤の活着を  
促進し、土壤基盤を強化



## 研究2：海岸線侵食地での植林技術の確立

### 試験方法

#### 土壤改良資材の使用

##### 1. NPK

(農業などで使われる一般的な肥料)

##### 2. ココナツヤシ繊維

(有機物に富み、苗畑でも使われる資材)

##### 3. 腐植酸

(高分子の有機酸、施肥効果が高い)



NPK



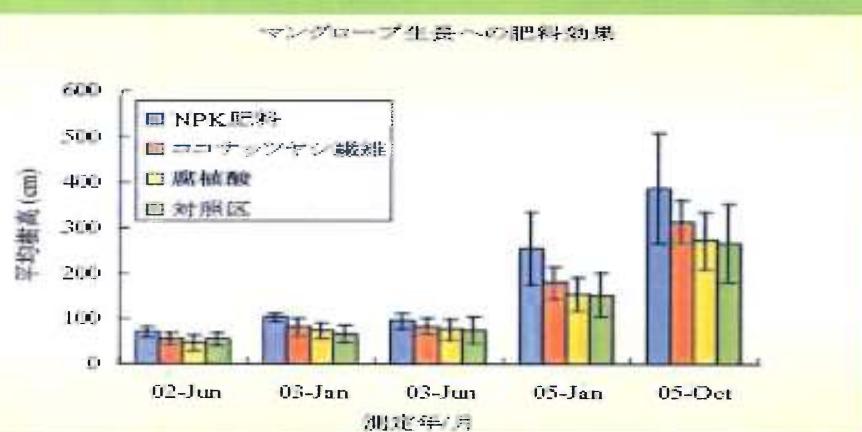
ココナツヤシ繊維



腐植酸

## 研究2：海岸線侵食地での植林技術の確立

### 試験結果



- 土壤改良資材は成長速度を速めるのに有效
- 特にNPK肥料が効果的
- 資材の効果は内陸部に近いほど顕著

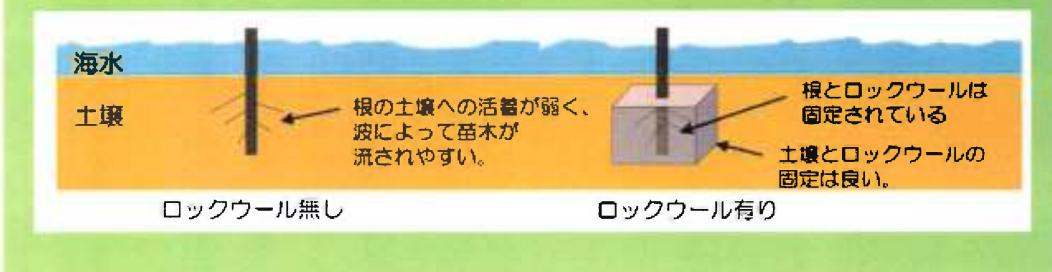
### 研究3：ソンクラ湖での植林技術の確立

#### ・ソンクラ湖：

アジア最大の湖であるが、開発や海岸侵食により、マングローブが減少し、湖の生態系の変化が見られる。

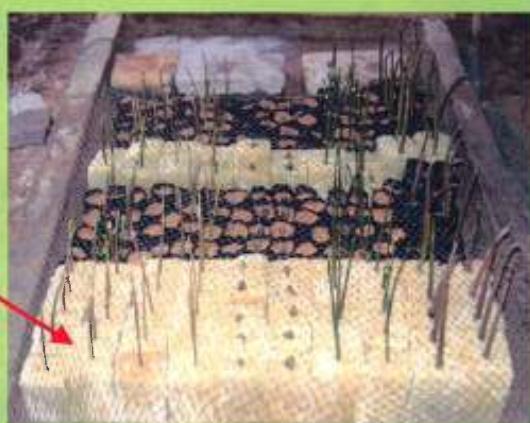
#### 試験方法

1. 自生種で通常より高い苗木（ソネラチアカシオラシス）の選択
2. 塩分濃度の低い時期に植林（10~1月 塩分濃度1%以下）
3. ロックウールの使用  
(根の周囲にロックウールを巻きつけ、活着効果を増加)



### 研究3：ソンクラ湖での植林技術の確立

#### ロックウールによる活着効果向上



### 研究3：ソンクラ湖での植林技術の確立

#### 試験結果

ロックウールを巻きつけたものは陸地に近い方で一定の活着効果が見られた



干涸での植林

5年後



植林後5年経過

植林6ヵ月後、植林した樹種全体の生存率は70%であった

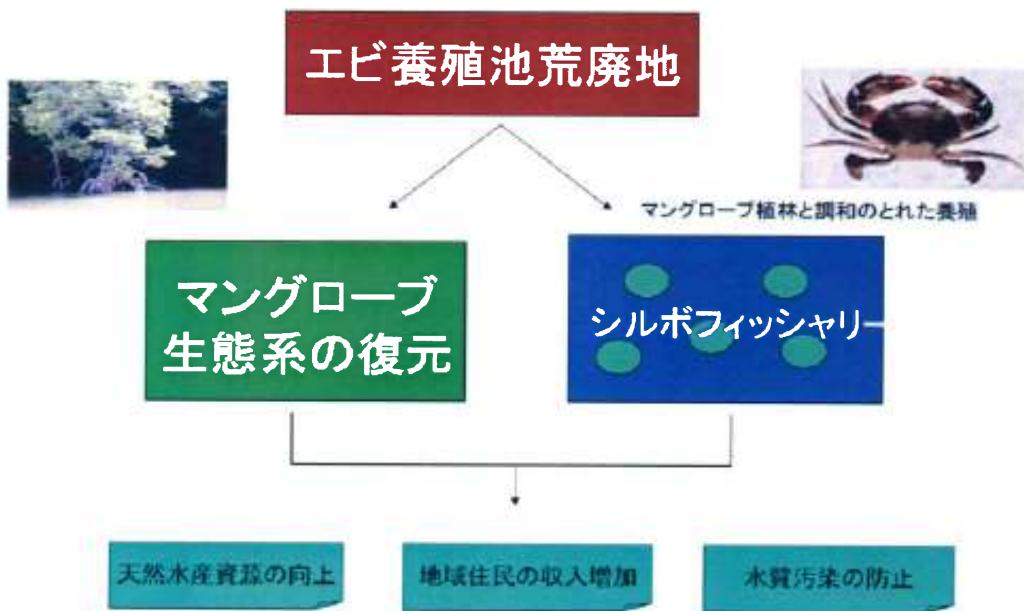
### 植林による地域社会への貢献

シルボフィッシャリーとは林業 (Silvo) と漁業 (fishery) の合成語で、林業と漁業が共存する状態をシルボフィッシャリーという。



シルボフィッシャリー試験地

## 研究1：マングローブ域の持続的養殖システム シルボフィッシュリーのコンセプト

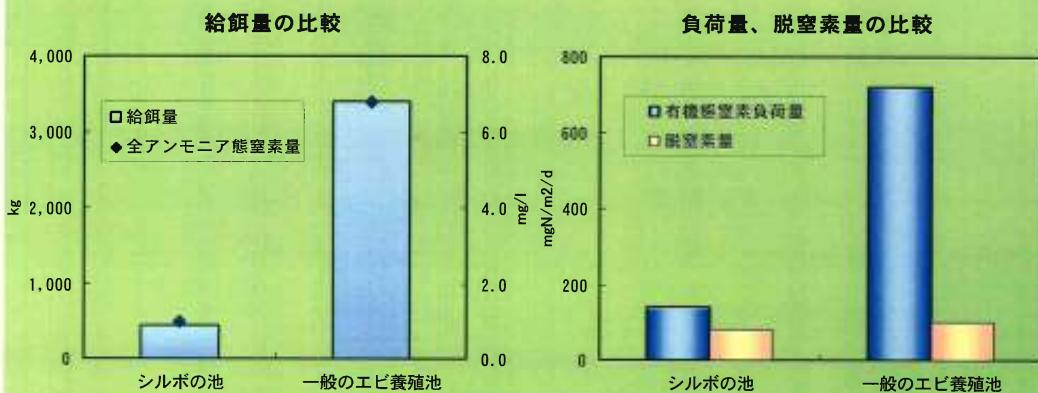


タイ国ナコンシタマラットで  
シルボフィッシュリーを営んでいる地元住民



## 研究1：マングローブ域の持続的養殖システム 調査内容

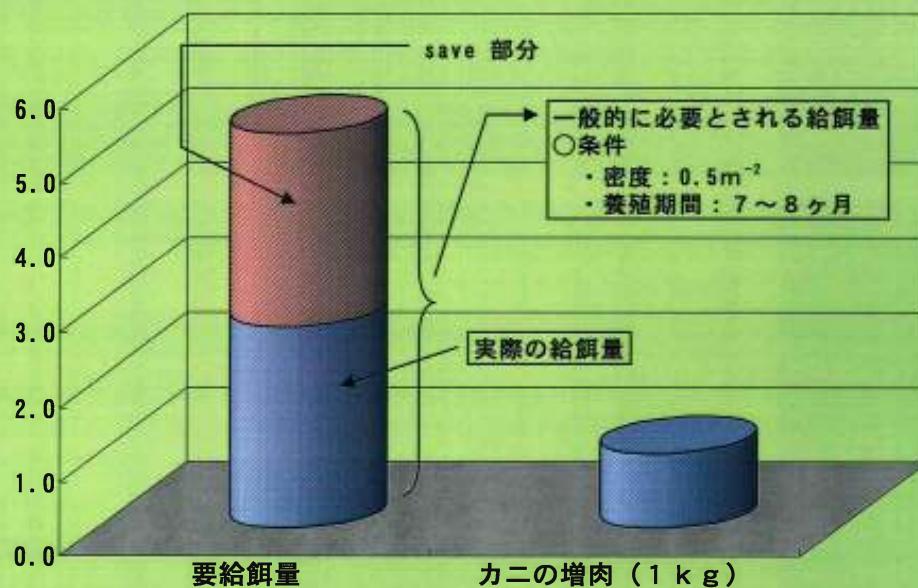
### 27年間シルボフィッシュを続けている池を調査



**シルボフィッシュ池の調査結果**

- 給餌量が大幅に少ない
- 全アンモニア態窒素が大幅に低い
- 自然浄化能力が高い

### ノコギリガザミが1kg増肉するのに必要な給餌量 (kg)



## 研究2：ノコギリガザミ類の孵化技術開発および漁獲量調査

対象：ノコギリガザミ（大型で成長が早く単価が高い）

- ・孵化技術について技術開発・技術交流  
　孵化に必要な条件（孵化場の水槽底の砂量、適正温度）調査  
　ノコギリガザミの漁獲量調査  
　→持続可能な漁獲量システム構築の基礎データを採取



ノコギリガザミ

## 研究3：マングローブ材の有効利用に関するライフサイクル分析

### 調査内容

マングローブ炭（植林～炭焼き～販売）のライフサイクル分析（LCA）  
実施

ケース1：植林した場合

ケース2：炭利用のため10年サイクルで高密度植林

### 調査結果

炭生産地（サムソンクラム）の聞き取り調査を実施し、CO<sub>2</sub>排出量、雇用、社会経済効果をライフサイクル分析したところ、持続的な炭生産は、いずれもメリット有り



マングローブ炭焼き小屋



炭製造の様子

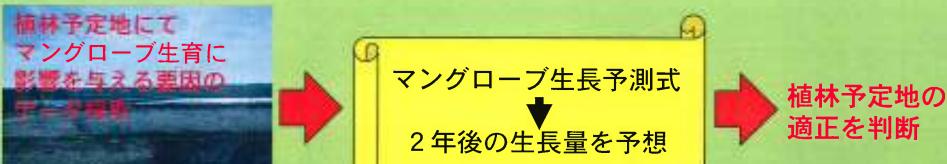
## リモートセンシング（無線ヘリ）の植林技術への応用

### 研究1：地上部バイオマスの推定



### 研究2：マングローブ植林の適地判定

#### 植林適地判定システム（特許出願済み）



植生回復のために必要な対策が明らかとなり、マングローブ植生を回復させることが可能

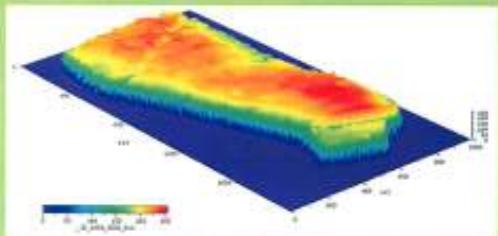
荒廃地



## 研究2：マングローブ植林の適地判定

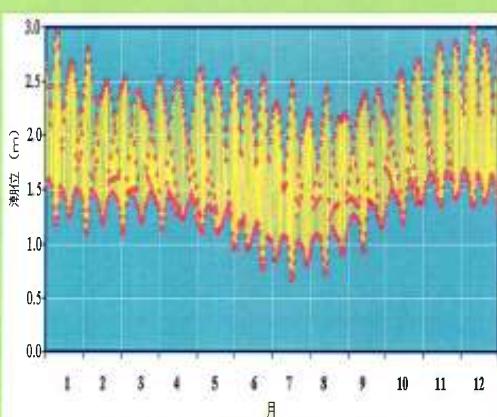


GPS測量

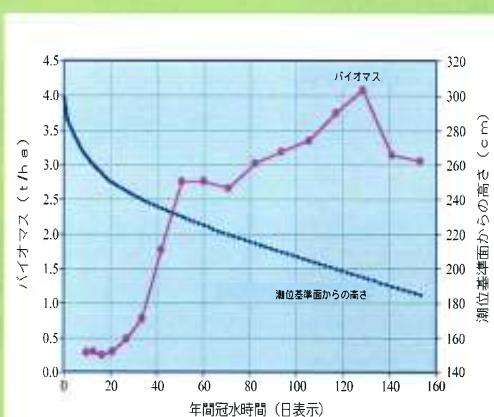


植林地比高の3Dイメージ

## 研究2：マングローブ植林の適地判定



サムイ島における年間の潮位変化



年間冠水時間とバイオマスの関係

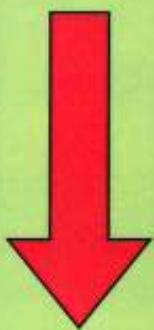
年間冠水時間が50日を下回ると急激にバイオマスの低下がみられた

## 研究2：マングローブ植林の適地判定

### 植林適地判定システム開発

マングローブの生育に影響を与える因子を抽出

(要因：土地の地盤高、硬度、体積水分率、pH、塩分濃度、炭素比率、酸化還元電位、全炭素量、全窒素量、Ca・Mg・K・Na濃度など計13要因)



	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4
比高	-0.83	0.09	-0.11	0.12
土壤硬度	-0.66	-0.43	-0.29	0.29
体積水分率	0.61	0.60	0.32	-0.07
酸化還元電位	0.20	-0.06	-0.02	-0.94
pH	-0.70	0.39	-0.24	-0.30
塩分濃度	0.70	0.47	0.27	0.08
全炭素	0.80	-0.55	0.03	0.09
全窒素	0.58	-0.70	-0.16	-0.11
炭素率	0.83	-0.41	0.11	0.16
交換性Ca	0.14	-0.42	-0.80	-0.17
交換性Mg	0.64	0.48	-0.47	0.21
交換性K	0.24	0.56	-0.72	0.11
交換性Na	0.70	0.25	-0.38	-0.04
固有値	5.15	2.67	1.88	1.21
累積寄与率	39.60	60.10	74.60	83.90

マングローブの2年後の樹高を予測する式を確立

マングローブ生長予測式(2年後)(H)

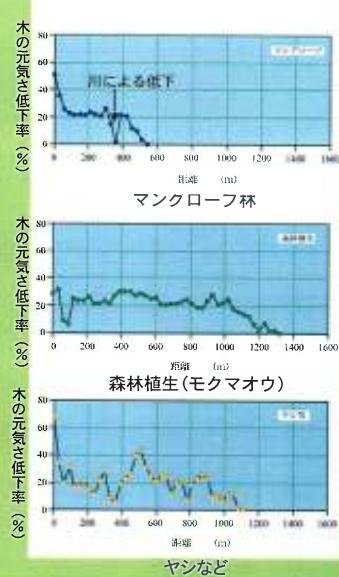
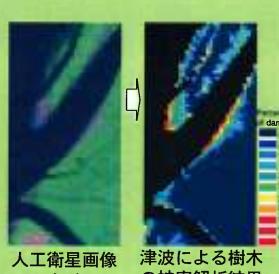
$$H=58.30+13.96 \times PC1+5.24 \times PC3 \quad (r^2=0.65)$$

## マングローブ林の津波被害抑制効果（他の樹種との比較）の検証

### 津波被害新聞記事



津波被害を受けた地域の人工衛星画像を分析（木の元気さを測定）し、森林の津波被害の状況を樹種別に解析した結果を、下記のグラフに示す。



2004年12月のインド洋大津波クラスで津波被害を無くすのに必要な植林幅：マングローブ林520m、ヤシなど1110m、モクマオウ1320m)

マングローブ林の津波被害抑制効果は他の樹種と比較して2倍以上

## 人工衛星Landsat画像によるインド洋大津波被害の状況 [タイ プーケット島北方150km地点]

津波前 (2004年3月17日)



津波後 (2004年12月30日)



(人工衛星の画像はタイ王国天然資源環境省提供)

(赤色：荒廃地、緑色：森林)

多くの森林、家屋が大きな被害を受けた

インド洋大津波は、2004年12月26日インド洋スマトラ沖で発生した大地震により、発生し東南アジア一帯に多くの被害をもたらした。



## マングローブ生態系修復のための植林技術開発 <まとめ>

### ○植林技術開発研究

様々な条件にて植林を実施し、マングローブ生長に大きく影響を与える13種類の要因を明らかにした。それらを元に生長を予測することで、植林に適した土地であるか否かを診断するシステムを開発。

### ○地域社会への貢献

環境保全や持続的な養殖を可能にする「シルボフィッシュリー」システムを考案した。このシステムは政策立案に資する情報としてタイ国政府に提供。

### ○リモートセンシングによるマングローブ植林地のCO<sub>2</sub>固定量評価

無線ヘリで撮影した画像からマングローブのCO<sub>2</sub>固定量を、高い精度（90%前後）で測定する技術を開発。

### ○マングローブ津波抑制効果

マングローブの津波抑制効果が他と比較して高いことを確認。

インド洋大津波にクラスの津波被害を大幅に抑制するのに必要な植林幅

マングローブ 約500m

他樹種では約1000m以上



「マングローブ生態系修復のための植林技術開発」は平成17年3月に終了したが、得られた多くの技術、成果は多くの国々で活かされ、地球温暖化防止、地域環境保全に貢献するものと期待しています。

関西電力株式会社  
〒530-8279 大阪府吹田市立之島3丁目6番16号  
TEL 06-6441-8821(大代表)  
<http://www.kedo.co.jp>