森林で沿岸域を守る－防災・減災技術の開発に向けて－

Protecting Coastal Zones with Forests: Toward the Development of Disaster Risk Reduction Technology

主な内容　Contents

1. 主要な経過と視点　Concept setting and the back ground
2. マングローブと関係要素間の構造　Mangrove and the related factors
3. マングローブ林域の分布と状況 Mangrove forest distribution and the meanings
4. ベトナム国カンザ地区から学ぶ「今其処にマングローブ林がある多様な意味」
Study from the Can Cio Mangrove in Vietnam “Various meanings of the forest redeveloped there”
5. 経験値を総括して将来の可能性を評価する仕組み
Systematic evaluation the future by summarizing experience

森林総合研究所REDDプラス・海外森林防災研究開発センター

令和３年度国際セミナー　　20220126　オンライン

宮城豊彦（東北学院大学名誉・㈱ｱﾄﾞﾊﾞﾝﾃｸﾉﾛｼﾞｰ・ISME・国環研・日特建設・地域情報ｶｽﾀﾏｲｽﾞ ﾕﾆｯﾄ）

Toyohiko MIYAGI（Tohoku-gakuin Univ., Advantechnology, ISME, NIES, Nittoc, Geo-Env. Mapping Unit）

1. 主要な経過と視点　Concept setting and the back ground
過去47年間を振り返る　Looking back on the past 47 years

Academic secter (1970s)

Inter. Symp. Biology and Management of Mangroves. Vol.1,2. (1975) Walsh, Snedaker, Teas. East/West Center, Hawaii. Chapman: Salt Marshes and Salt Deserts (1974), Mangrove Vegetation(1976), Kikuchi et al., (1978,1980)

ISME Inauguration (1990) by Swaminathan, Khoda and Baba at Yokohama, Japan Society for Mangroves (1990)

UNESCO MAB Biosphere Reserve Certificate CanGio Vietnam (2000) Nam & Shin

16th Cosmos International Award (2008) Phan Nguyen Hong (Teacher of Vietnam)

Development of REDD+ begins in Japan (2012~)

東南アジアでのエビ養殖池が爆発的拡大、やがて中米・南米・南アジアに拡散し、現在に至る。 Shrimp ponds have exploded in Southeast Asia, spreading around the world to the present day.

各地で植林が始まる。 Planting begins in various places

エビ養殖拡大がマングローブ生態系破壊に繋がることへ反省、マングローブ林伐採禁止の機運が高まる。 Momentum for banning logging increases

マングローブ林の環境保全機能・CO2 吸収機能・沿岸生態系保全機能が注目 Environmental conservation, CO2 sink, and coastal ecosystem conservation functions of mangrove forests attract attention

人間に未知の迷宮が、理解を経て利益を生む対象に変わり、地球・沿岸環境に果たす役割が注目される。

It has come to be expected that the troublesome one, becomes an object of the profit, and plays the role which plays the earth and the coast further.

2. マングローブと関係要素間の構造
Mangrove and the related factors

沿岸域とは
どんな場所か
How the place

陸ー海相互作用が発現　Interaction the land and ocean
多様な自然が併存　潮間帯・浅海域・低湿地　Multi environments
人間活動と重複　生活・生産空間　Overlapping with human habitat
環境インパクトが強く発現　Strong environmental impacts

林と生態系
Tree Forest

熱帯・亜熱帯　Tropical to subtropical core
潮間帯上半部のニッチ　Narrow niche
森林生態系　旺盛な生産力・多様な生物相
白亜紀に起源、現在の森林は2千年前から
海面・環境変動で位置・規模・構造を変化
人為作用が最大の外的営力

人との関係は
Related to
human

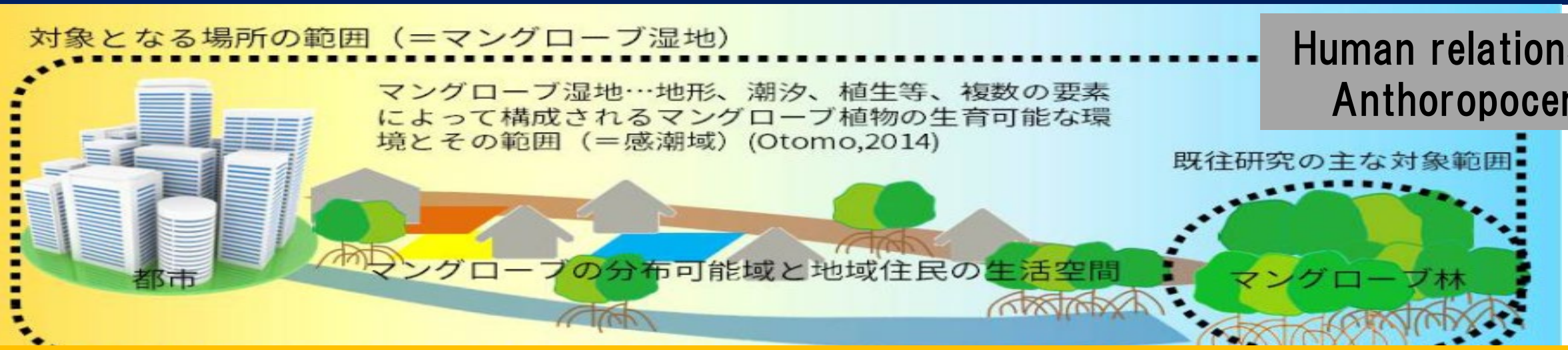
ヒューマンハビタットと重なる
文明の発達とともにある
人類の生業・生活を保障
当初は自然資源を利用、
次にその土地の利用と環境破壊、
そして防災・減災機能へ

Location/Forest/Human impact

Vegetation: Seed dispersal Forest structure
Site(Location): Land / Tide / Chemical condition
Human relation: Usage, Destruction Conservation
Human impact scale in size/time and the quality

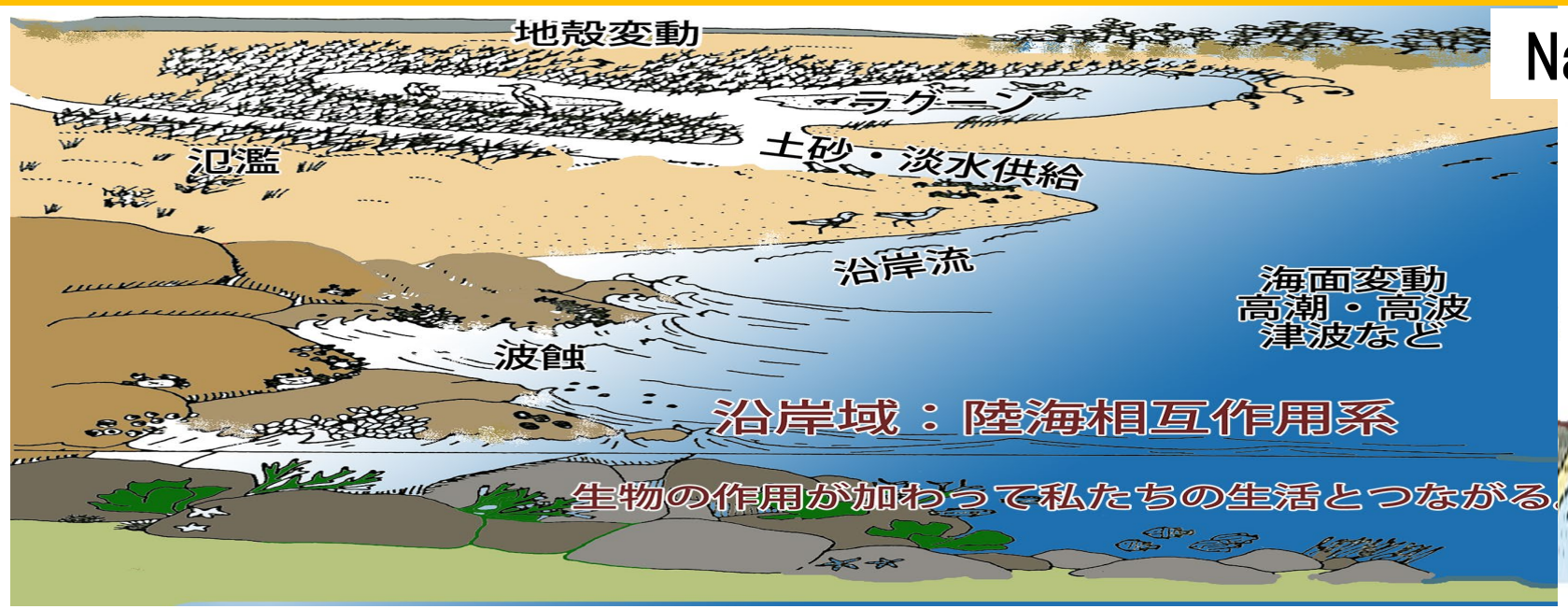
人間とは随分と自己合理化して我々を扱う生物だ！　地質学者は今を人新世（Anthropocene ）と言うようだ！

2. 特に人為との関り With the special references from Human behavior

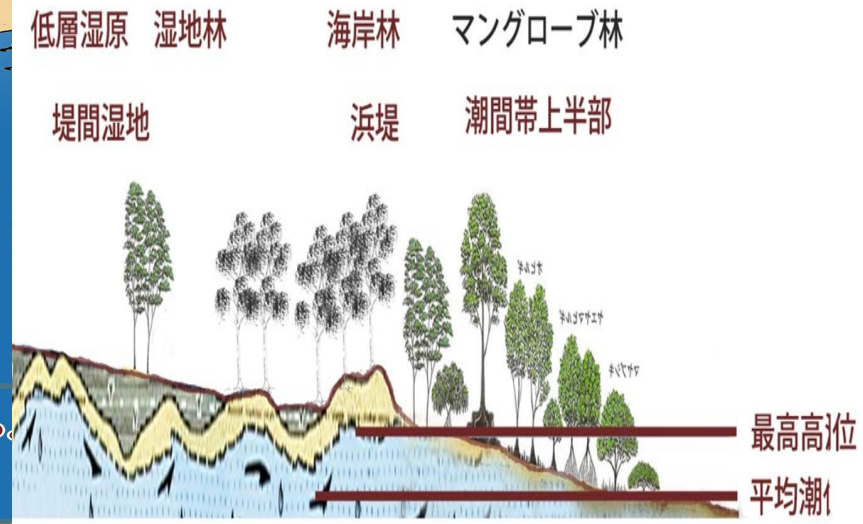


Human relations at Anthoropocene

Human impacts overlap at the mangrove ecosystems. **Human impact must evaluate as the main stake holder.**



Natural condition

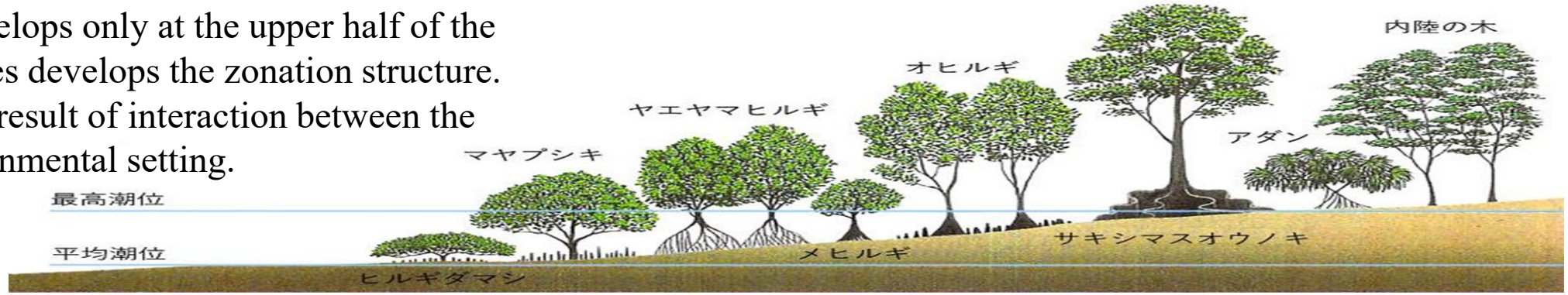


3. マングローブ林域の分布と状況 Mangrove forest distribution and the meanings

場所：潮間帯上半部での地形形成作用・潮汐条件　Site condition: Tidal zone mechanizm and the landform setting

植物：種の生理・生態戦略が森林と環境を創り　Vegetation: habitat strategy and the resul

Mangrove habitat develops only at the upper half of the tidal range. The species develops the zonation structure. Is the evidence as the result of interaction between the species and the environmental setting.



The landform setting for mangrove vegetation categorize into three major site characteristics.

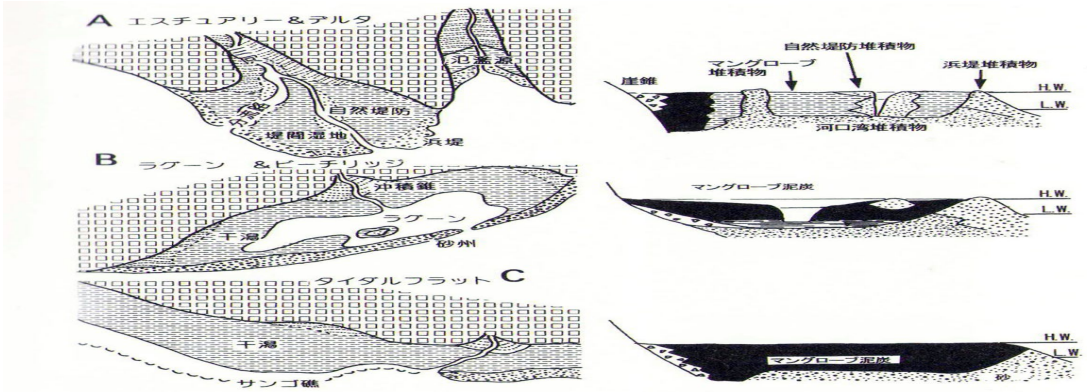


図 1－5　マングローブ林が立地する地形場の 3 類型

The habitat types establish and keep through the water dynamics contribution.

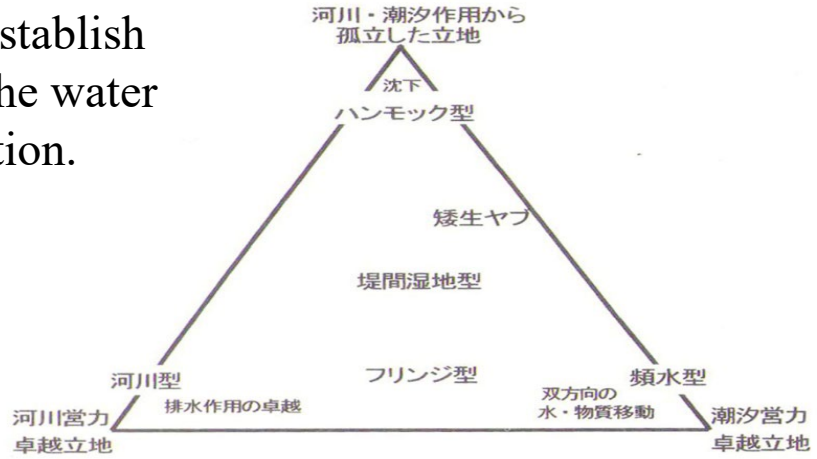
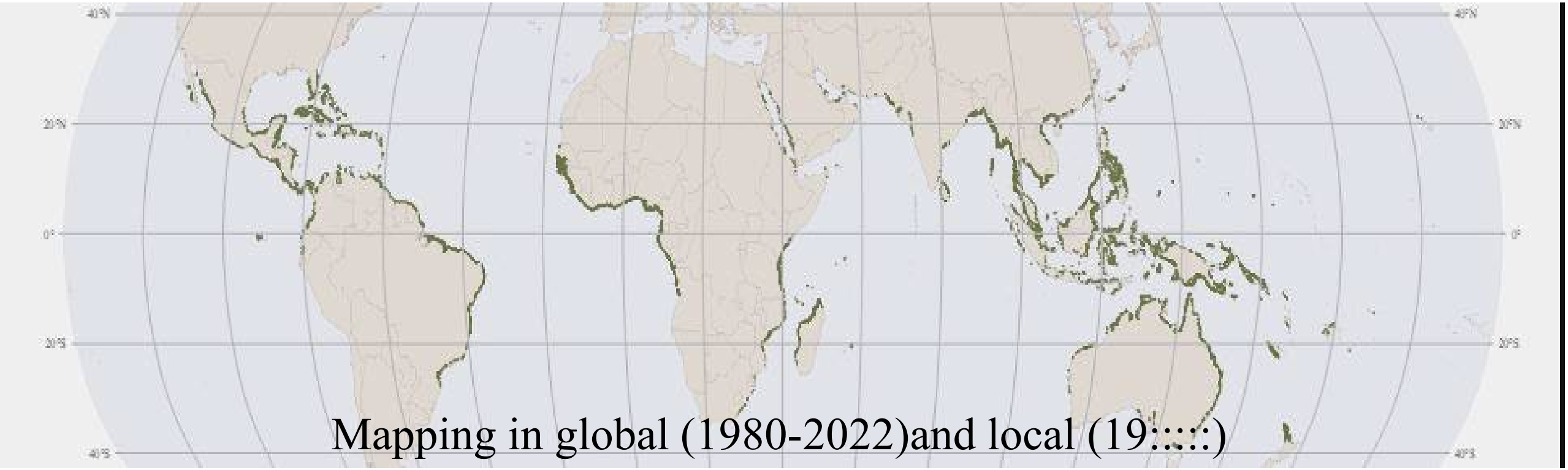


図 1－4　マングローブ林のタイプと地形営力の位置づけ
(Woodroffe 1992)

相互作用：多彩な森林生態系を存続　Interaction：develops the forest and keep the variety

3. マングローブ林域の分布の状況
Mangrove forest distribution and the meanings



過去半世紀の状況

・マングローブ生態系理解多角化。

・激しい破壊と再生の併存。

・実態把握技術の急速な進歩とデータ整備で高精度で、実態把握が可能。

多くの分布状況把握が実施

地図作成のステップ（基本）

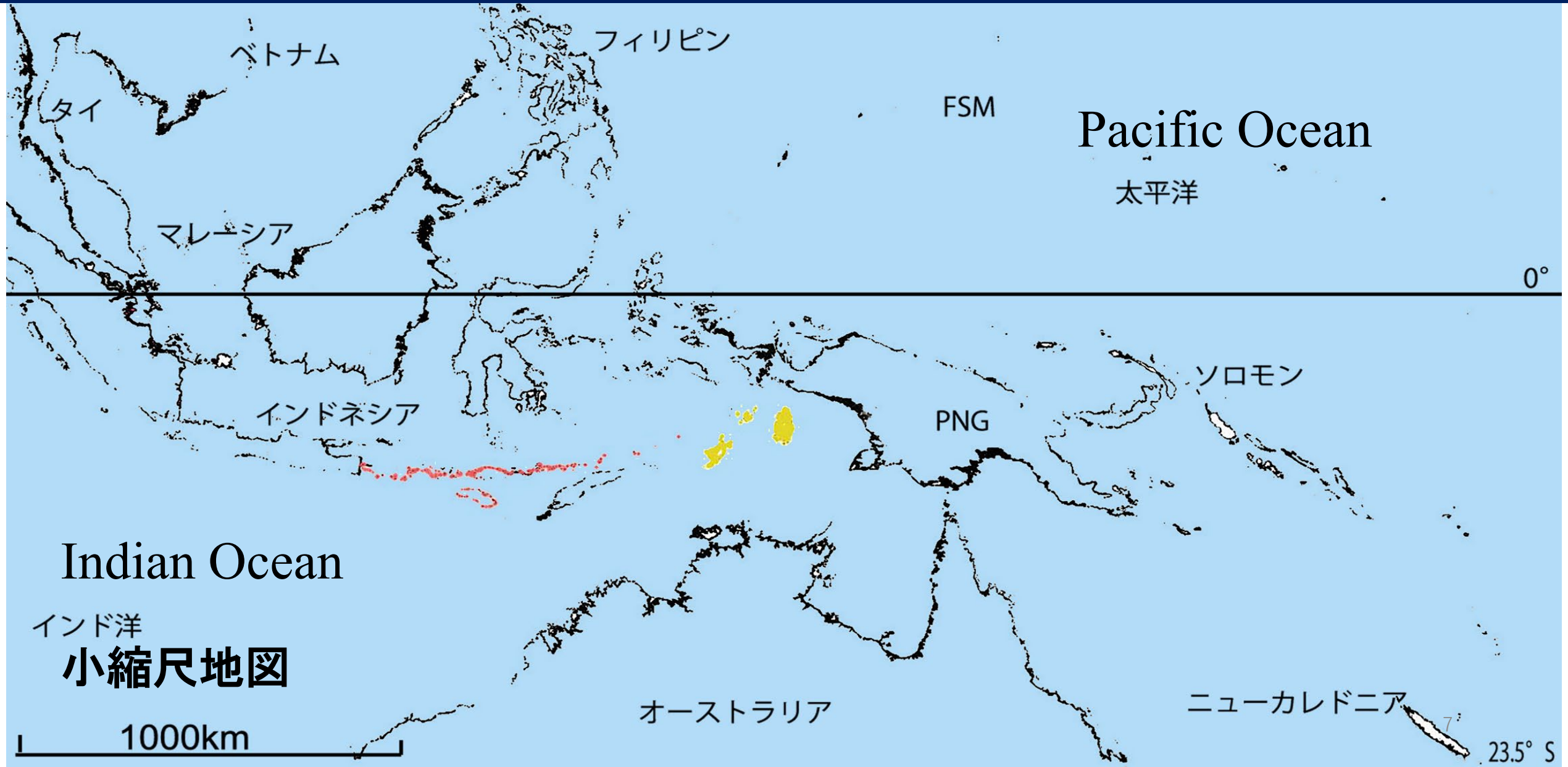
1.衛星画像（Landsat)の解析が主流

–NDVI特性から比較的解りやすいとされる。

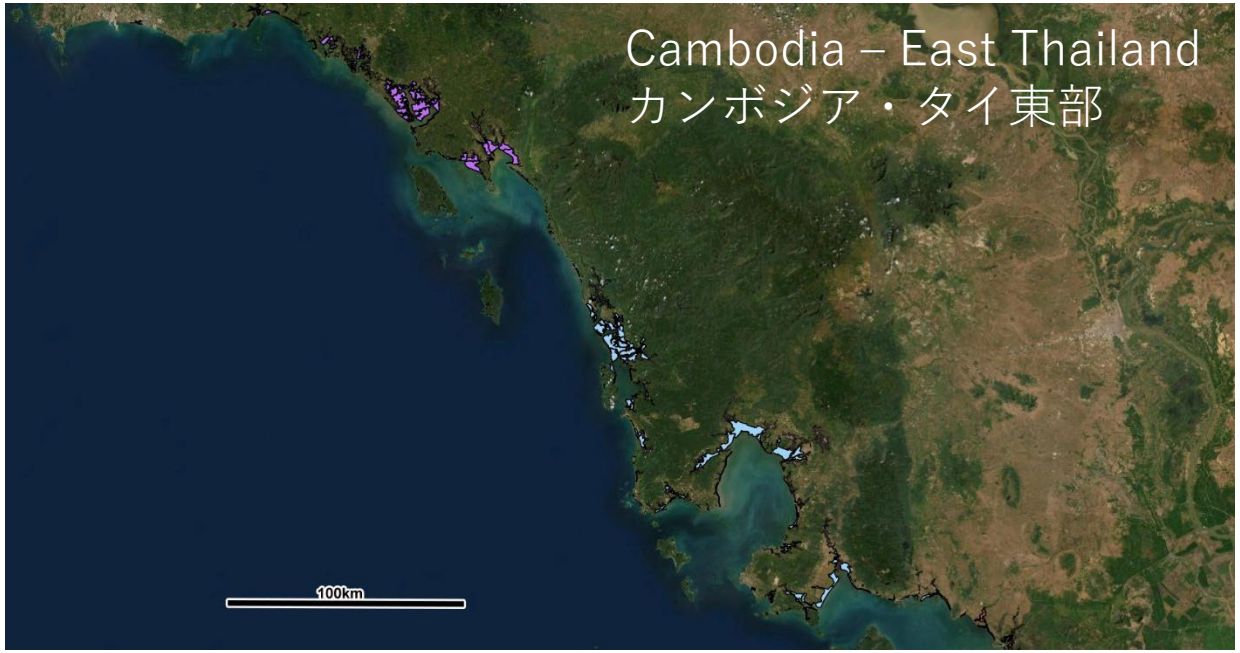
–陸生植生との境界線を引くのが難しい。

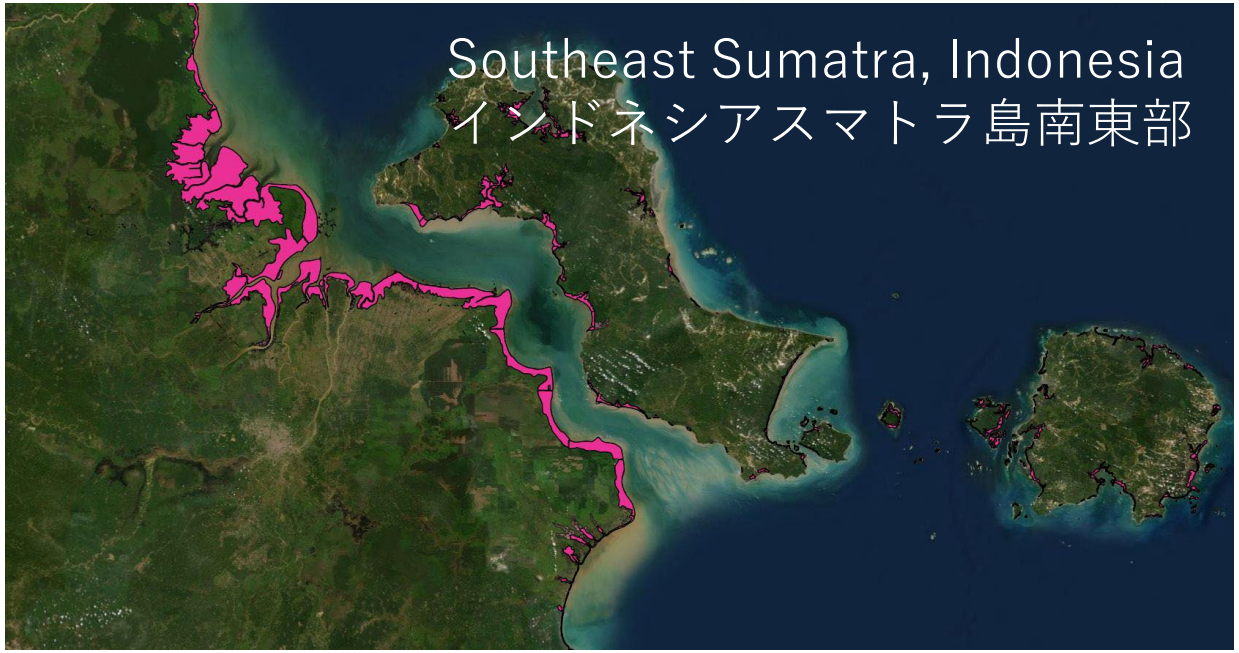
2. 何に着眼し・どう把握し・何を学ぶか Mangrove forest distribution and the meanings

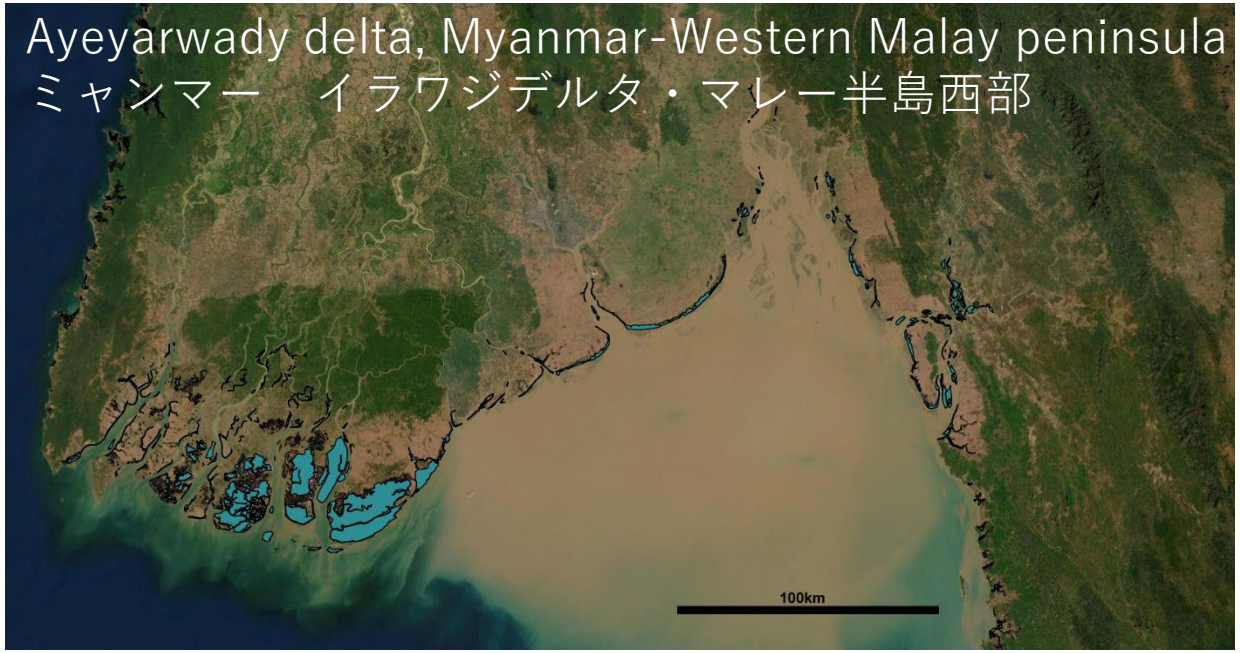
実態把握：マングローブ林分布実体 Forest distribution at present



分布：各地のマングローブ林 Distribution in particular area







分布実体：土地改変・流域改変・浸食堆積

Distribution: Land / the cover change and mangrove devastation

インドネシア　ジャワ島北岸約500㎞が、100年来、広範・激しい海岸浸食下にある。マングローブ林を伐採して、沿岸低地の水系・水文・潮汐環境が変わったようだ。ここでの森林回復には人為の強い関与が必要か。

The northern coast of Java island has been under extensive and intense coastal erosion in last 100 years. The mangrove forest is cut down, and the water system, hydrology, and the tidal environment seem to have changed. Is strong human involvement necessary for forest recovery.

種子散布・種間競争欠如・人為が長く森林を維持
乾燥地帯のマングローブ林(Avicennia)

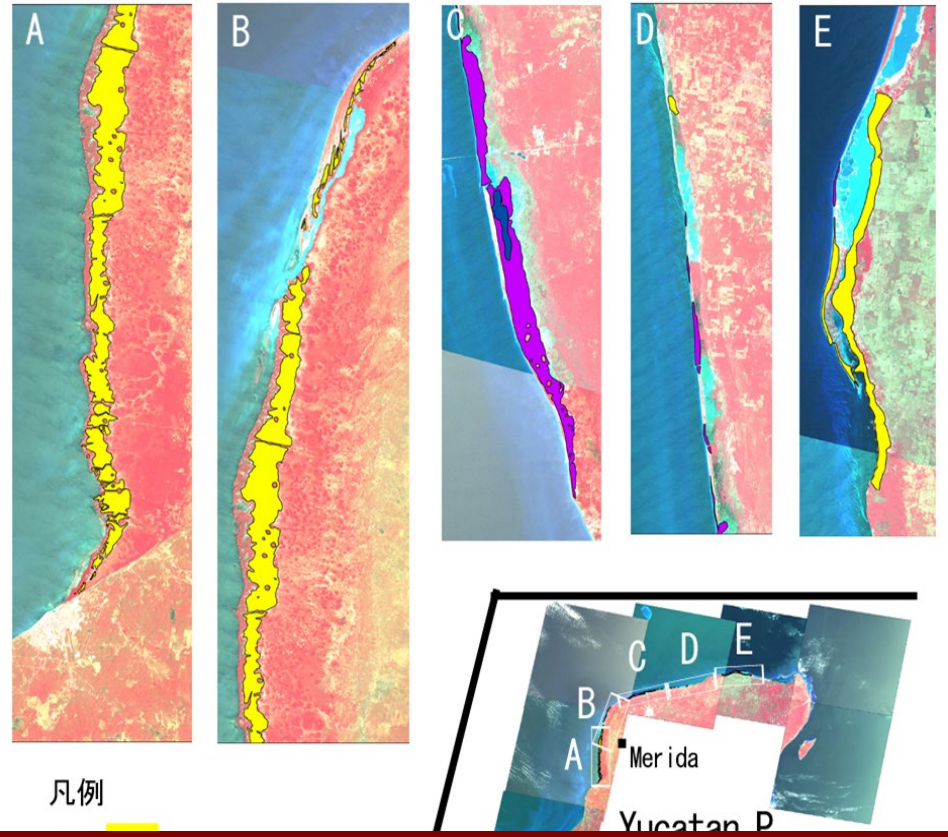
Strategy of seed spraying, lack of species competition, artificial maintenance of forests more than 1000 yrs. Avicennia distribution area of arid regions

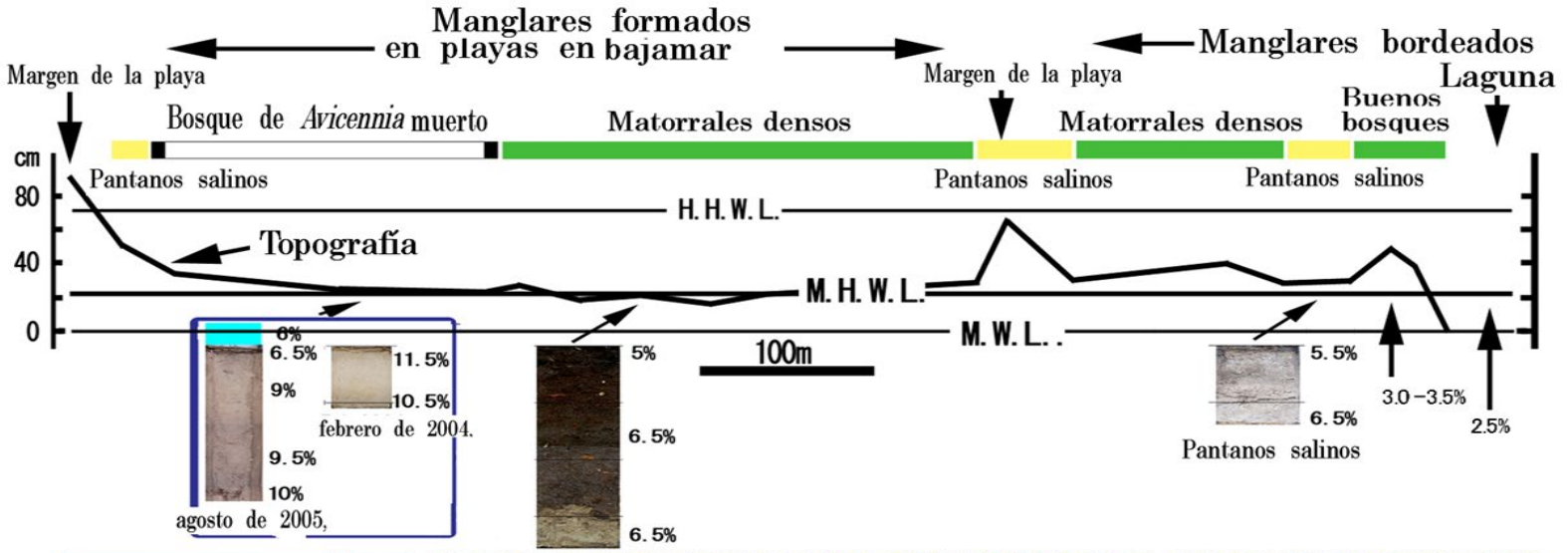
Avicennia dominant forest stretch along the 2500km coast at western Eulasia.

In Avicennia area seems the forest formation strategies in which species characteristics are adapted to niches are performed. At present, natural expansion is active with afforestation.

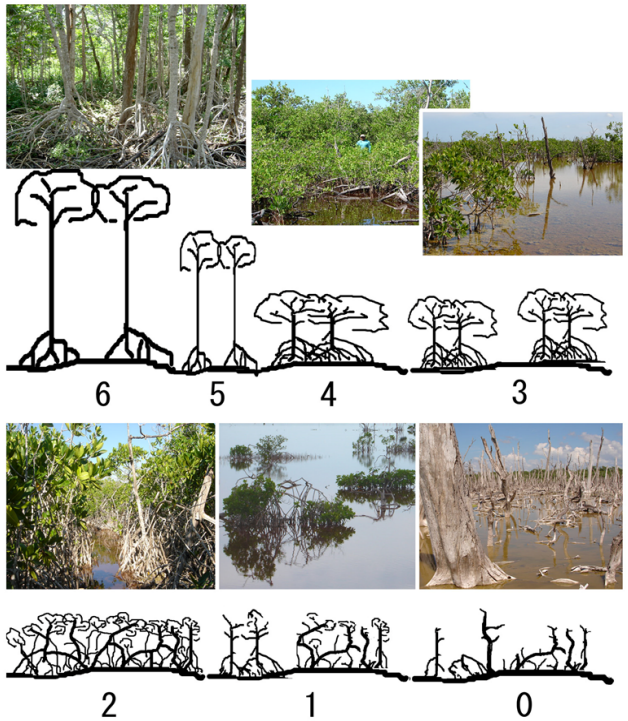
辛うじて森林回復潜在性が保たれた地域 メキシコ国ユカタン半島の沿岸枯死林の原因と環境修復の結果

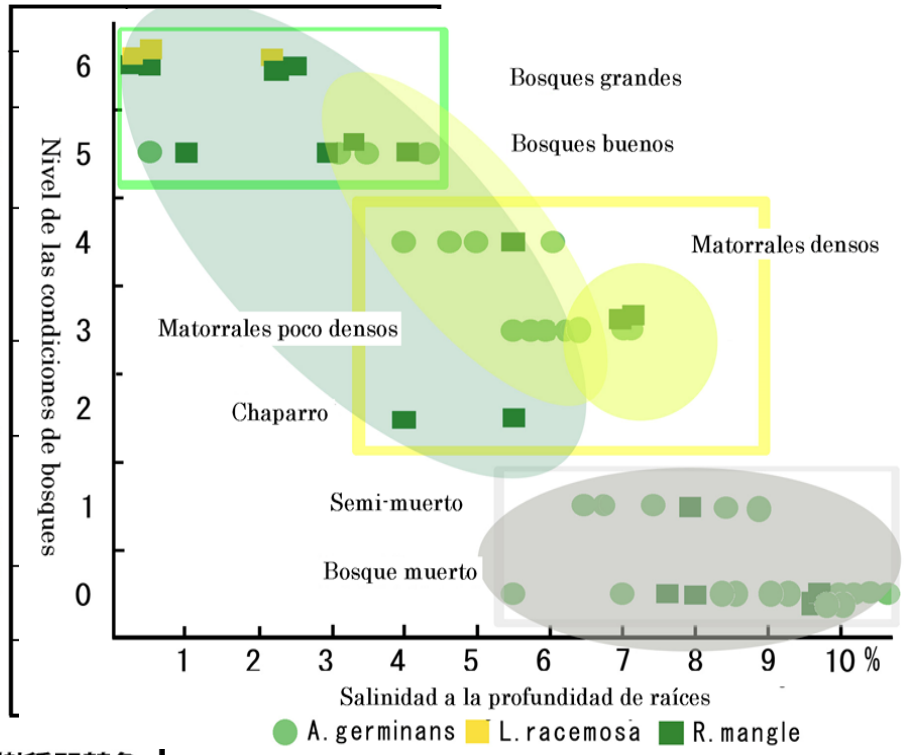
An area the potential of forest recovery has barely been maintained. Causes of coastal dry forests in the Yucatan Peninsula, Mexico and results of environmental restoration.

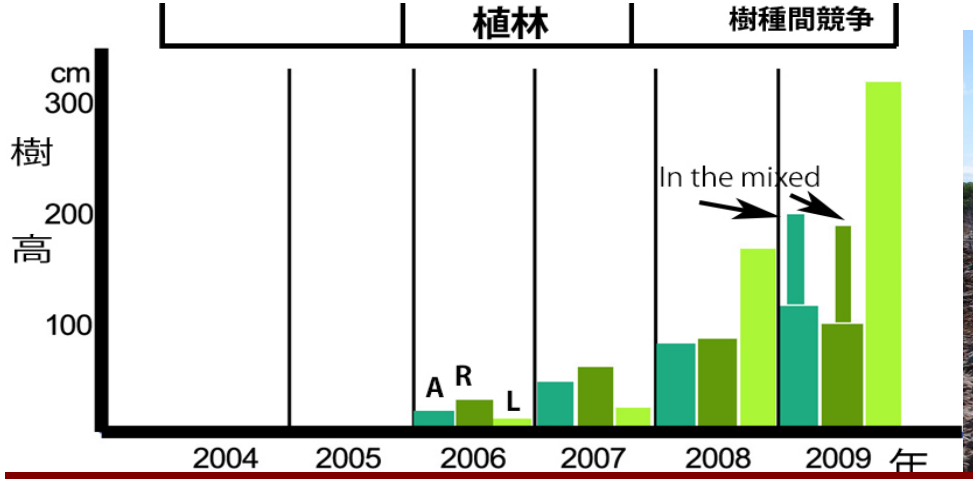




The dry forest was expanded at about 300 km along the coast. Restoration has been attempted for 20 years. For 15 years, the cause of the withering forest was investigated and environmental restoration measures were taken, and the afforestation was successful. At present, the expansion of the forest is seen besides the afforestation area.







The tidal condition was restored. Avicennia and Rhizophora plantation carried. Immediately after, Laguncuralia invaded, and apparently it became a pure forest by growth that surpasses afforestation trees. However, afforestation trees have also grown in the forest, and it is now a mixed forest.

4. ベトナム国カンザ地区から学ぶ「今其処にマングローブ林がある多様な意味」

Learning from The CanGio District of Vietnam "There are mangrove forests here and there are various meanings"

Fact

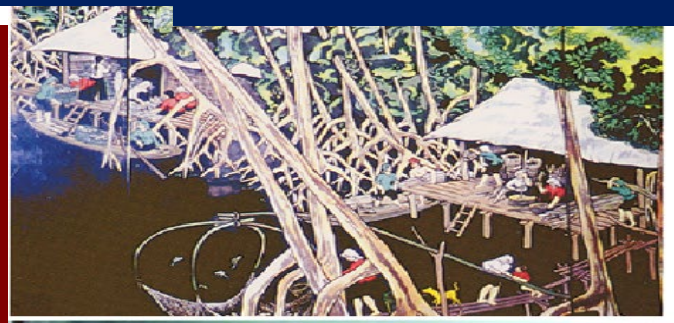
It is still difficult to grasp the actual situation on site compared to the forest in the land area to know the actual situation of the mangrove forest area.

CanGio District, Vietnam: The first mangrove plantation to be recognized as a UNESCO/MAB Biosphere Reserve Area.

There was afforestation though defoliants were sprayed in the war and it was destroyed.

40 years ago, we carried seeds from kamau and planted them, but now we ship them to Camau (V.N. Nam)

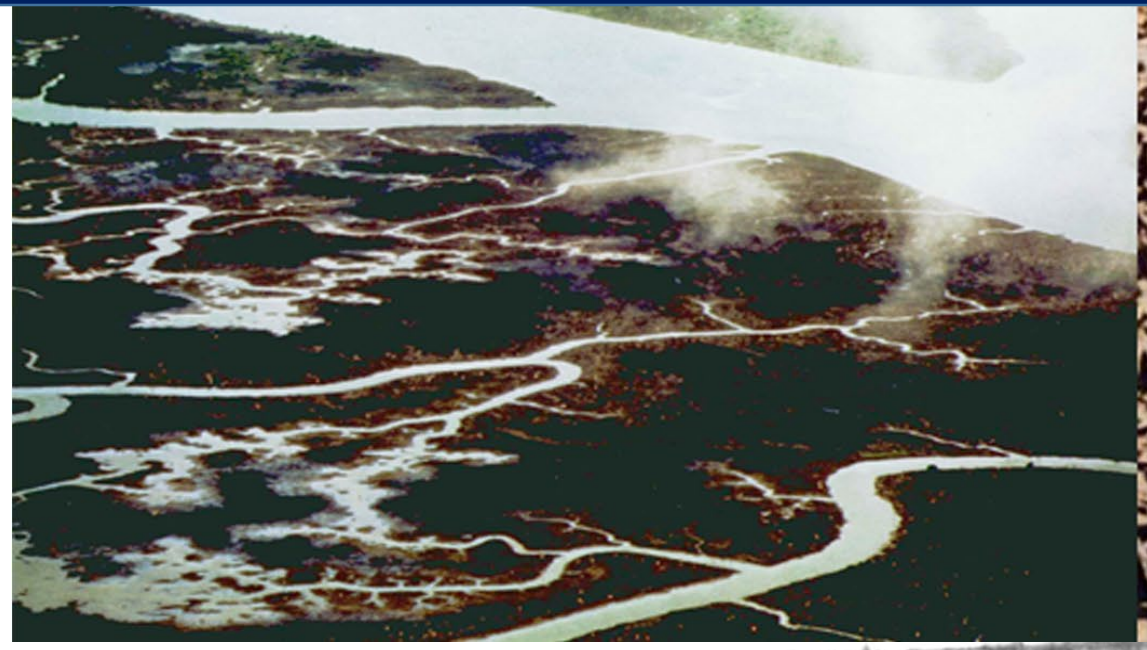
Understand the clever mechanism of people, tidal environments, and mangroves from this forest

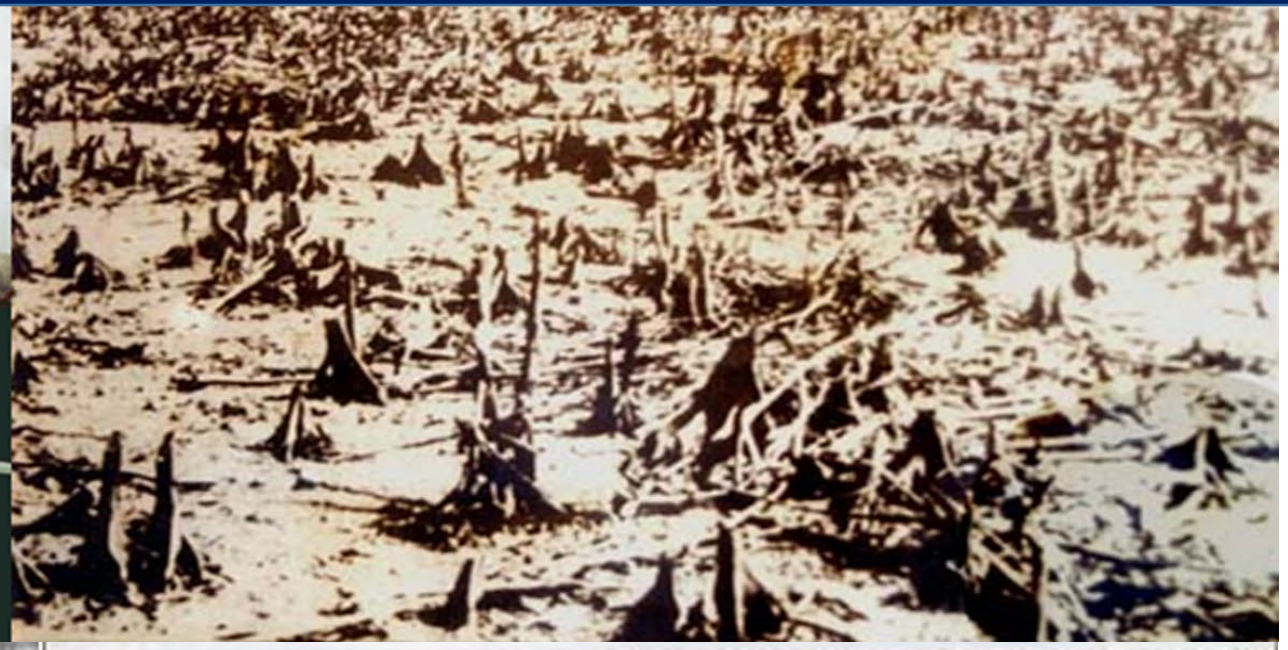


マングローブ林域の被覆の変化
戦争前・枯葉材破壊時・修復の理解

Changes the mangrove cover at Can Gio area. Understanding before the war, at the time of destruction, and restoration process.

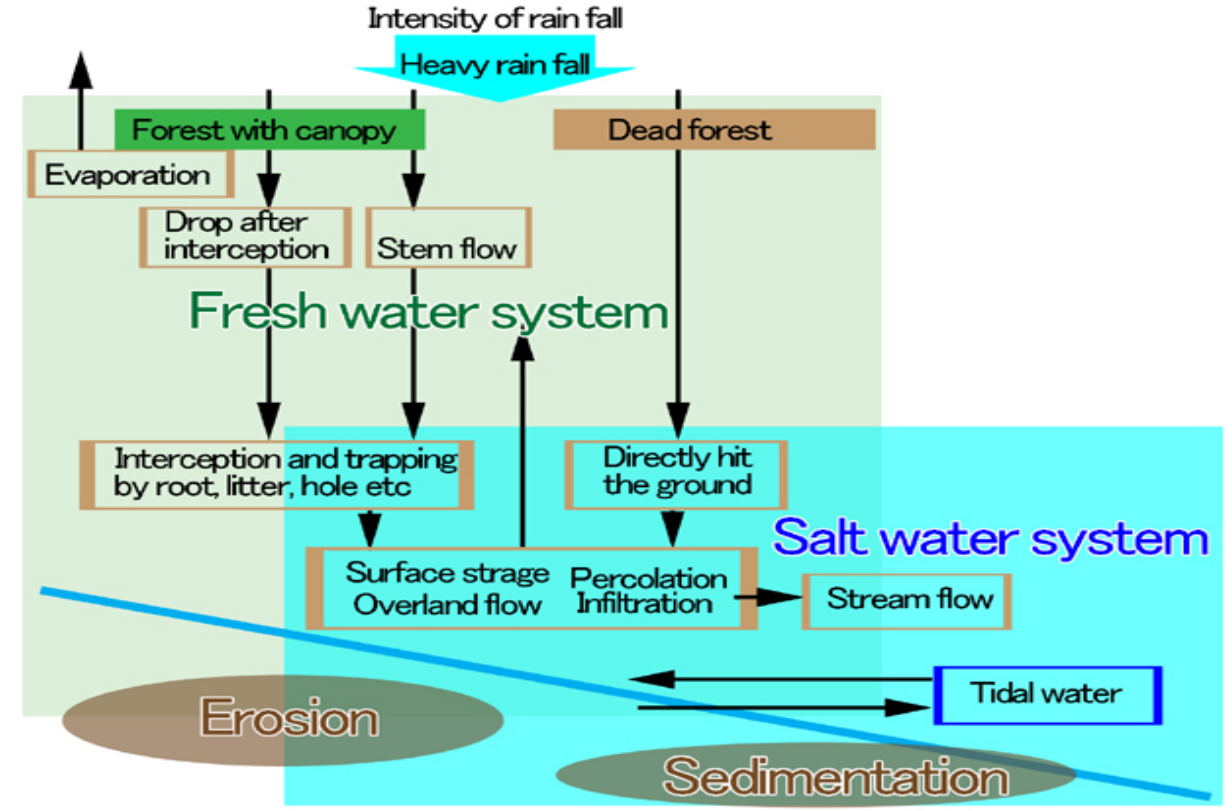
Fact: Vegetation and land changes in early stage of restration at Can Gio
土地自然変化メカニズム：枯葉剤散布後と植林開始初期の現場



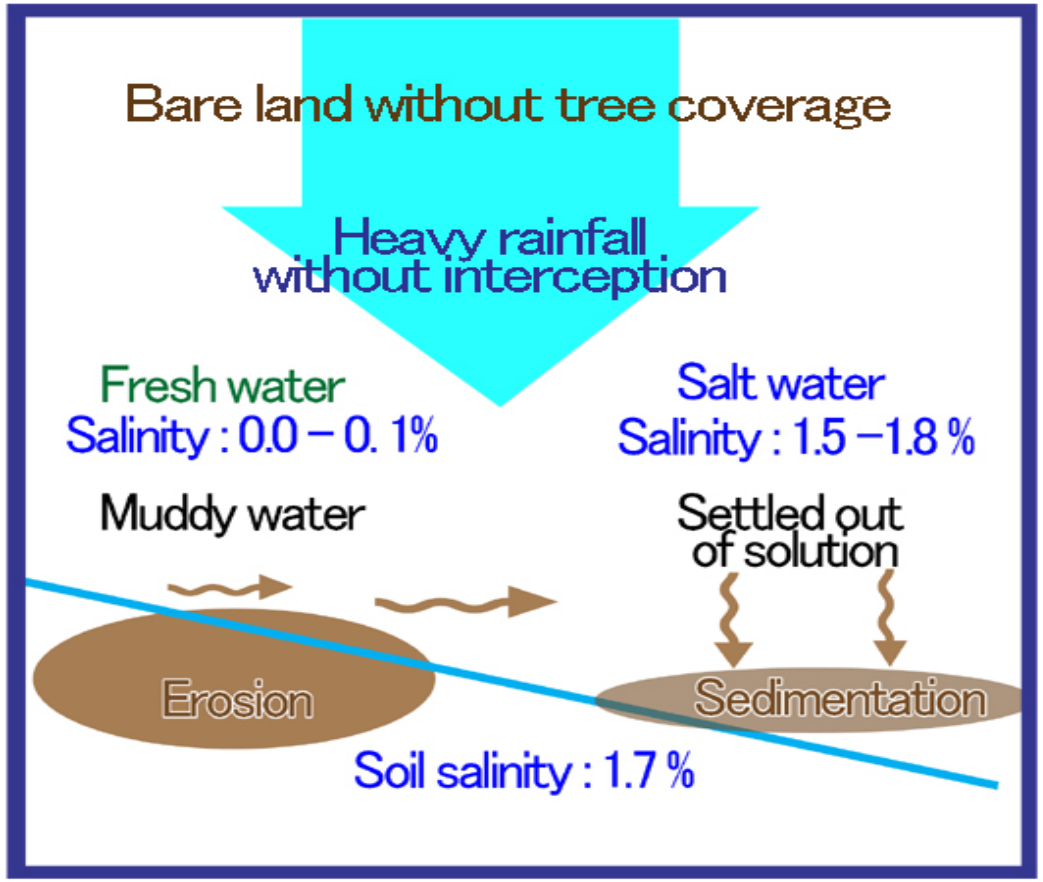


Fact: Mechanism fact: 土地自然変化: 枯葉剤による森林喪失から植林初期:

Extensive / intense surface erosion due to bare grounding and precipitation in the adjacent inter-tidal area

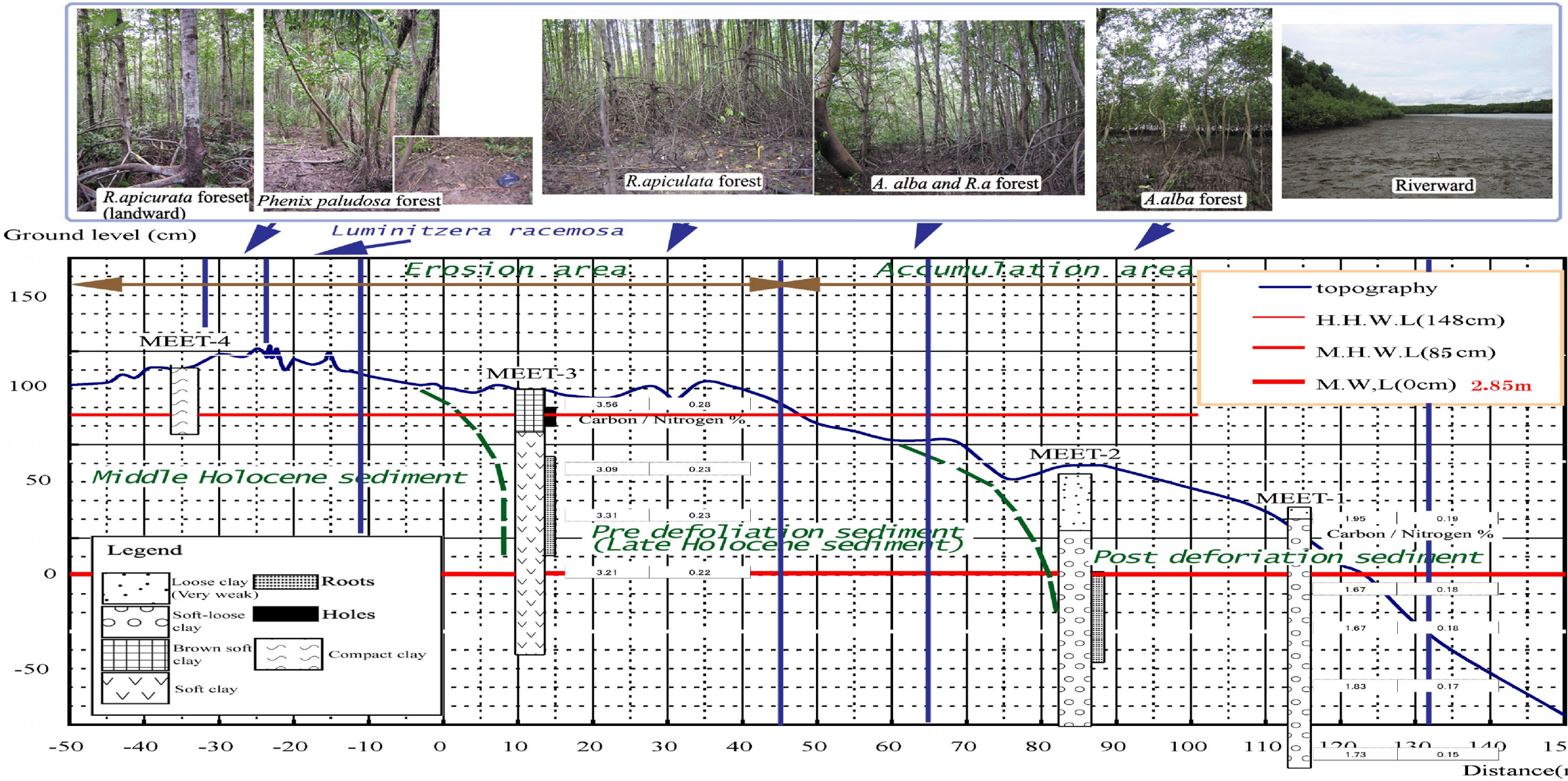


Erosion and sedimentation process and water movement in mangrove habitat

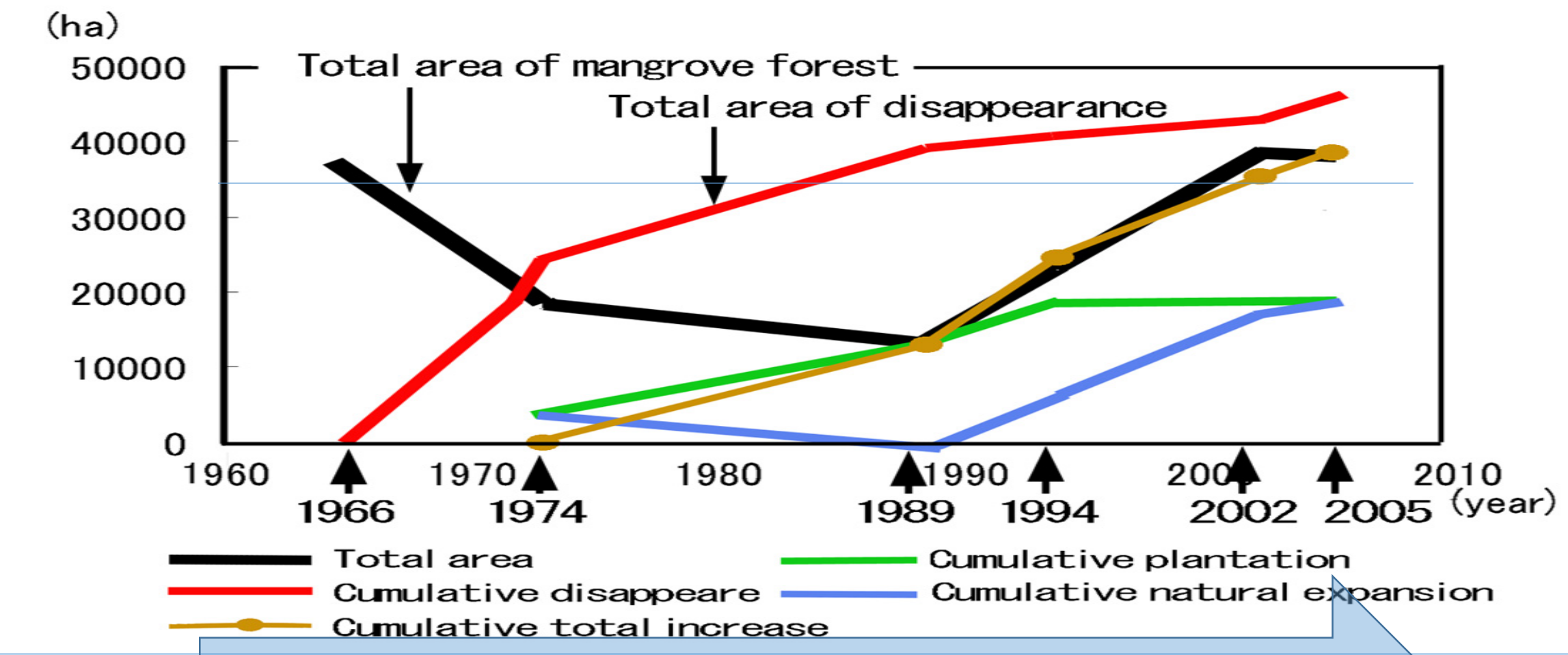


The system and main factors of water flow in and around the mangrove forest (left). An idea of the erosion sedimentation processes at the dead forest with special references of the soft clay deposit, salinity, rainfall intensity and forest coverage.

Fact: Result of ecosystem reform Land/Sediment/Forest



Fact: Spatial cover changes in Can Gio Mangrove area



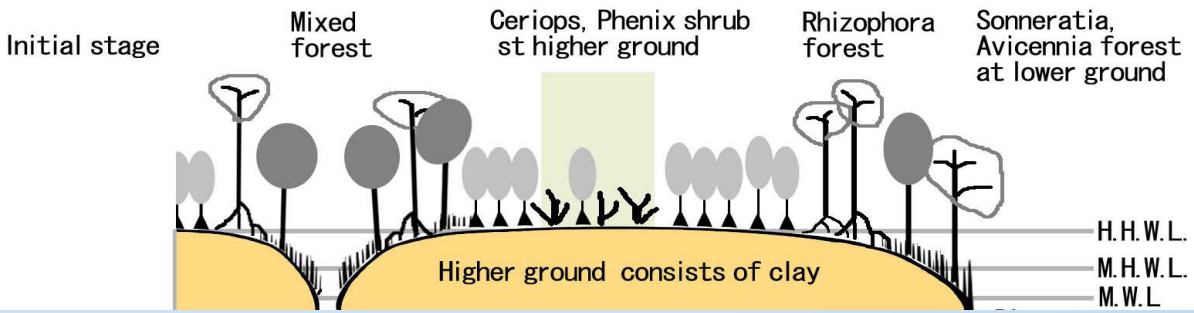
Natural	Defoliation	Plantation/Cuting	Plantation/Natural expansion	Restructure
自然林	枯葉剤	植林と燃料消費	自然増加と植林	再編成

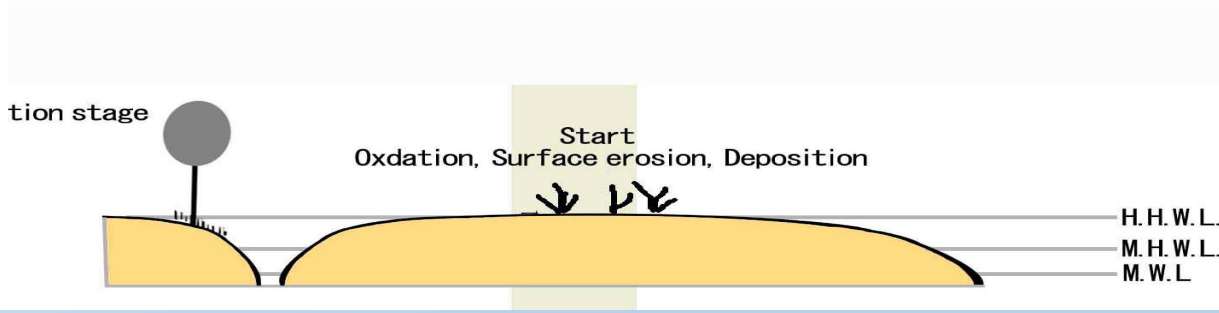
1974年から計画的に進んだ植林は1994年にはほぼ完了。自然拡大は1990年頃に顕在化、2002年までは顕著、その後微減

ここでは人と自然がどう作用しているかを理解できる。

カンザでは自然林・枯死・植林・再生林と推移する過程で土地・海・人・森林の相互作用による変化過程が確認できた。　このメカニズムエビデンスを現代的ニーズを考えることに適用する。

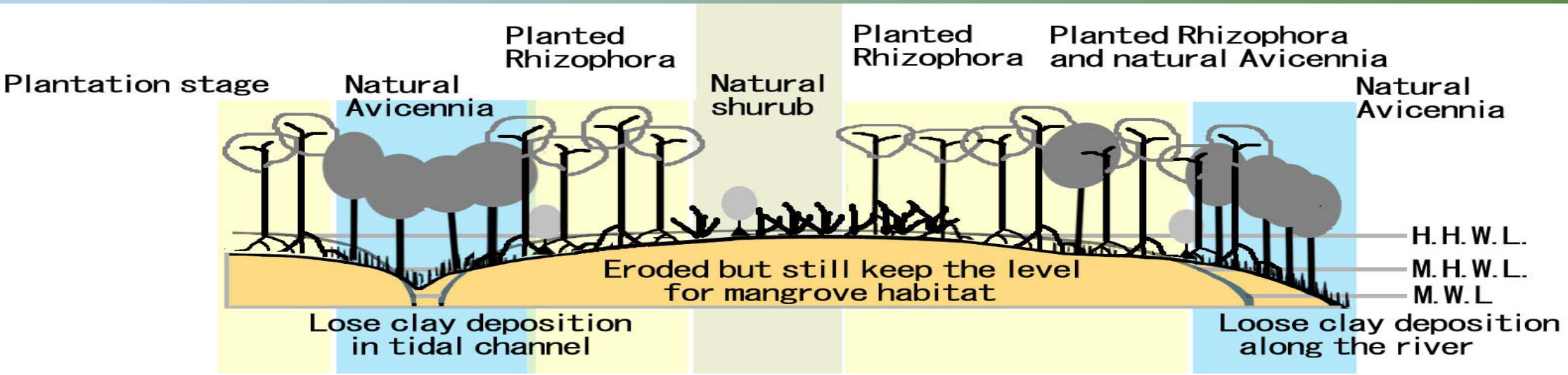
Change process by the interaction of land, ocean, people, and forest was confirmed in the process of transitioning with natural forest, withering, afforestation, and regeneration forest. Will pay to apply this mechanism evidence to considering modern strategy.





森林破壊 ➡ 土壌浸食・地形堆積物の再編発生 ➡ 植林で被覆回復・土地安定化 ➡ 自然林拡大

Rhizophora plantation ＋ Avicennia natural habitation



5. 経験値を総括して将来の可能性を評価仕組み

Systematic evaluation the future by summarizing experience

人新世において自然メカニズム依存性が強いマングローブに期待される防災・減災への工夫

ダイレクトセンシングの着眼：全球に使える MEP（Mangrove Ecosystem Potential） Sheetの構築を企図

・広域・詳細マッピング（オープンソース型精密データの整備）

・森林とその土地・人の行為をセンシングする必要・求められる精度と作成可能な精度　・データベースの構造整理・データの信頼性検証・時空間的/予算的な制約性を考慮すべきか

経験値を重ねて

過去50年の実態把握経験値を基に、この地生態系に期待される潜在性を評価

では、具体的に何をどのように使って、

5. 自然メカニズム依存性が強いマングローブに期待される防災･減災への工夫

畢竟　培ったフィールド理解を一般化する物差しを生み出すことが必用！

今の森林の実際を客観化して把握することが大前提となろう

経験値：調査の成果・植林・環境破壊と修復・種群特性と種間競争

実態把握の定量化が可能：個体・群落・土地・水文・潮汐プロセスの可視化・DB化

分布・森林構造・林床構造：リモセン・GIS（オープンソース型Ortho画像DB）LiDER

地形：AW3D, SRTM（潮間帯の把握は課題）

堆積物：不攪乱コアの取得と定量分析の定式化（ほぼ達成）

潮汐・水文条件（潮汐幅は確定知、評価軸の設定未完）

マングローブ林域

環境管理指針の構築・環境制御機能の評価

グリンインフラ/グレイインフラのベストマッチングの実現へ

森林で沿岸域を守る－防災･減災技術の指針も整備される

5. 自然メカニズム依存性が強いマングローブに期待される防災・減災への工夫

森林の破壊・修復・再生と沿岸の防災機能の充実

科学的な興味

- 従来の科学
  生物メカニズムの理解
- 環境概念の導入
  外部条件・相互作用に拡張
- 現在は
  外部条件・森林・人相互作用のシミュレーションへ

人は目的合理的に

森と人との関係

- 森林・関連資源利用
  樹木・魚介・生活空間
- 特定資源収奪的利用
  埋め立、養殖池造成、植林
- 環境・防災機能への興味
  沿岸防災、CO2、造林漁業

・グリングレイインフラのベストマッチ達成へ

防災減災とグレイグリンインフラのベストマッチとは
其処にある森林を森のままで人のために活かし続ける発想

提案 Recommendation in the Anthropocene Era

人新世の今は、土地・自然・人為の健全性指標を把握し、地生態系維持の潜在的可能性を評価して、グリン・グレイインフラのベストマッチングを実現すべき

Mangrove Ecosystem Health Inspection Sheet MEGA for Green Infra/Gray infra Best Matching

- マングローブ林
  Mangrove Forest
- 隣接を含む環境
  Environments
- 人間社会
  Human Society

- 自然ベースグリンインフラ
  Nature Base Green Infra.
  (High Vulnerability)
- 人為ベースグレイインフラ
  Human Impact as Gray Infra.
  (High Adaptability)

ベストマッチング
Best Matching
要素間健全性の維持
System Health Agreement

健全性を評価して調和を実現
Coordination and arrangement

提案 Recommendation How evaluate the Health
土地・自然・人為の健全性指標を把握し、地生態系維持の潜在的可能性を評価
Mangrove Ecosystem Health Inspection Sheet MEGA

評価軸

半世紀の調査経験から

評価の具体的項目と単位
端的な評価項目に絞る　可視的・共通理解

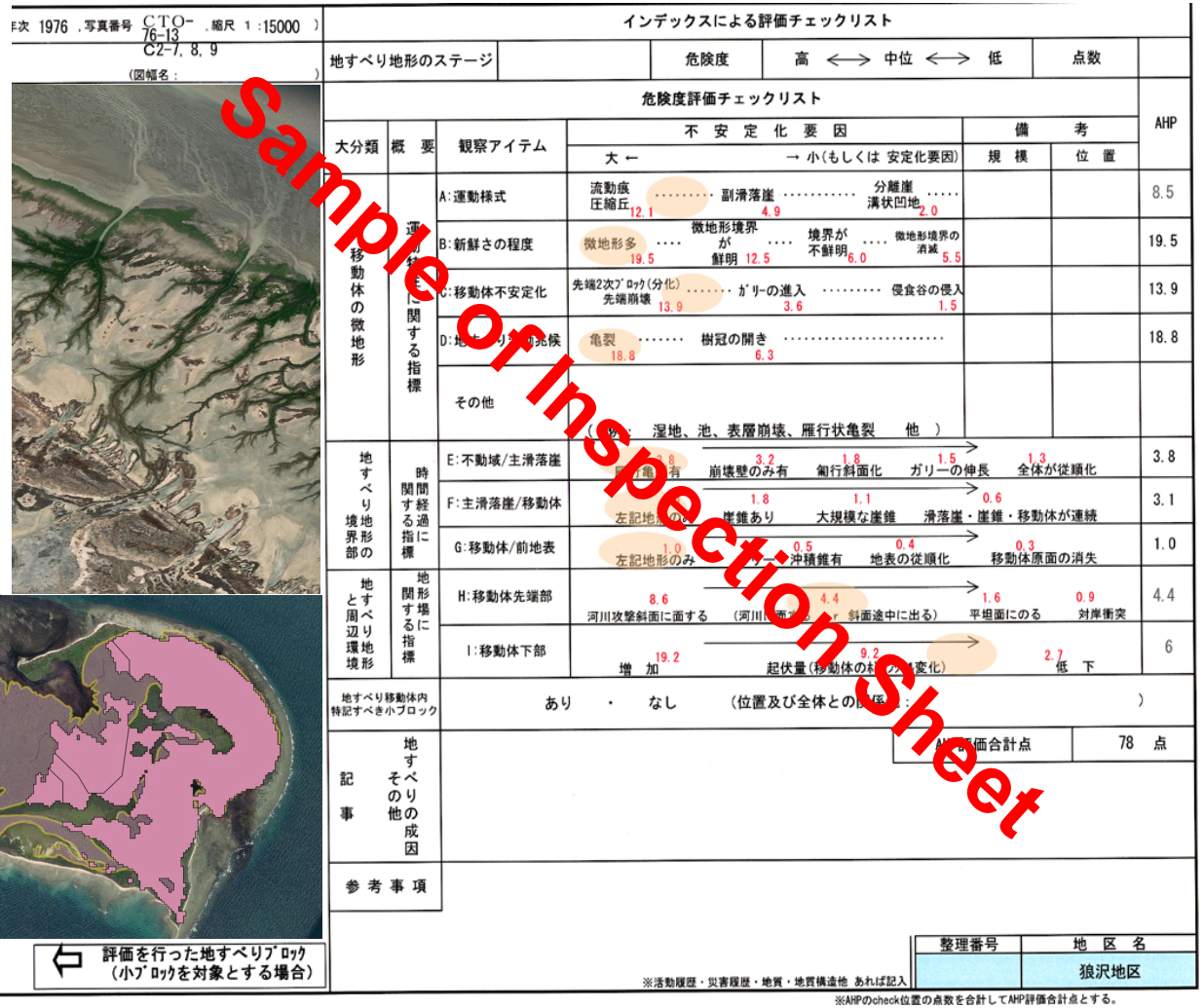
評価シートの構造
Ex. AHP Inspection Sheetのように

健全性評価の視点
重みづけの評点

- M : Mangrove
  - 森林の総観（面積・林帯幅・森林断面・林冠断面etc.）
  - 森林の構造(種構成・断面構造・最大樹高・最頻DBHetc.)
- E : Environmental
  - 海況条件:潮汐(大ー微小)、塩分、波、沿岸流etc.
  - 気候条件:温度、降水/蒸発　雨季/乾季
- G : Geomorphic
  - 地形条件:地形場と微地形、地形変化傾向、林床堆積物
  - 改変の可否系列:土地安定度ー利用自由度
- A : Artificial
  - 改変の系列:未利用ー森林改変ー土地・環境改変
  - 改変の規模・頻度:ー時的・局所的ー広域・広範・永続的
  - 改変の意思:個人的・生活的ー政策的

個別のマングローブ林域の健全度を人為も勘案して把握しておくことが必用ではないか。現状把握とはこのような評価軸を持つこと。その上で植林の潜在力・防災/減災機能・自然変化のガイドラインを構築できる。

評価を行った地すべりブロック
（小ブロックを対象とする場合）



Sample of Inspection Sheet

F次 1976 ，写真番号 CTO-76-13 C2-7, 8, 9 ，縮尺 1 :15000 ）
（図幅名：　　）

インデックスによる評価チェックリスト

地すべり地形のステージ		危険度	高 ←→ 中位 ←→ 低	点数	

危険度評価チェックリスト

大分類	概要	観察アイテム	不安定化要因（大 ← → 小(もしくは 安定化要因)）	備考 規模	備考 位置	AHP
移動体の微地形	運動特性に関する指標	A:運動様式	流動痕 圧縮丘 12.1 …… 副滑落崖 4.9 …… 分離崖 溝状凹地 2.0			8.5
		B:新鮮さの程度	微地形多 19.5 …… 微地形境界が鮮明 12.5 …… 境界が不鮮明 6.0 …… 微地形境界の消滅 5.5			19.5
		C:移動体不安定化	先端2次ブロック(分化) 先端崩壊 13.9 …… ガリーの進入 3.6 …… 侵食谷の侵入 1.5			13.9
		D:地[illegible]兆候	亀裂 18.8 …… 樹冠の開き 6.3 ……			18.8
		その他	（例： 湿地、池、表層崩壊、雁行状亀裂　他 ）			
地すべり地形境界部の	時間経過に関する指標	E:不動域/主滑落崖	[illegible] 1.8 有 → 崩壊壁のみ有 3.2 → 匍行斜面化 1.8 → ガリーの伸長 1.5 → 全体が従順化 1.3			3.8
		F:主滑落崖/移動体	左記地[illegible] → 崖錐あり 1.8 → 大規模な崖錐 1.1 → 滑落崖・崖錐・移動体が連続 0.6			3.1
		G:移動体/前地表	左記地形のみ 1.0 → [illegible]ー沖積錐有 0.5 → 地表の従順化 0.4 → 移動体原面の消失 0.3			1.0
地すべり周辺環境地形	地形場に関する指標	H:移動体先端部	河川攻撃斜面に面する 8.6 → （河川[illegible]面 4.4 斜面途中に出る） → 平坦面にのる 1.6 → 対岸衝突 0.9			4.4
		I:移動体下部	増加 19.2 → 起伏量(移動体の[illegible]変化) 9.2 → 低下 2.7			6
地すべり移動体内特記すべき小ブロック			あり ・ なし （位置及び全体との[illegible]係 : ）			
記事	地すべりの成因その他					
参考事項						

地すべり評価合計点　78 点

整理番号	地区名
	狼沢地区

※活動履歴・災害履歴・地質・地質構造他 あれば記入

※AHPのcheck位置の点数を合計してAHP評価合計点とする。

今は「人新世：Antoropocene」であろう。であれば
Integrate な土地自然人為システムを構築することが求められる。
今の森林の実際を把握すること
今そこにある生態系のメカニズムを損なわない付き合い方を確立すること

It is "Anthropocene" now.
If so, we should build the ideal form of a land, nature, and human system in accordance with this phase.。
Assess the potential of maintaining local ecosystems by understanding land, nature, and human health indicators

Thank you for your kind attention!