

平成 30 年 6 月 29 日現在

機関番号：12401

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H05219

研究課題名(和文)単一種のマングローブの植林による生態系と景観の改変の実態把握と改善法の開発

研究課題名(英文)The alteration of ecosystem and landscape due to mono-specific planting of mangroves and the improvement of the plantation method

研究代表者

浅枝 隆 (ASAEDA, Takashi)

埼玉大学・理工学研究科・教授

研究者番号：40134332

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,400,000円

研究成果の概要(和文)：マングローブの植林には、多くの場合、潜在的優占種であるかどうかにかかわらず、*Rhizophora*属の種が利用される。本研究では、*R. Stylosa*が長期間植林され続けた、フィリピン、セブ市沖の島において、植林もしくは自然のマングローブ林の個体数、他種の混在率等を調べ、他の報告と共に整理した。その結果、生存率が高い場合には、ほぼ*R.*属の種で占められる単一種の林が作られること、30-50年後には、1000-2000本/haの密度に収束すること等が明らかになった。また、*R.*属の種以外の植林を行う場合には、予め、溶解性のポットで育成、その後、地面に植えることで高い生存率が得られることがわかった。

研究成果の概要(英文)：Tree density and species of mangrove forests were investigated at the central Philippine islands, both at planted forests of *Rhizophora stylosa* and natural ones. It is elucidated that the nearly 100% was occupied by planted species at planted sites, compared to low percentage of natural forests. The tree density of planted forest deliberately decreased with average tree height by natural self-thinning and has regressed to 1000-2000 ind/ha at maximum after 50 years.

研究分野：応用生態工学

キーワード：マングローブ植林 セブ サンゴ礁 栄養塩ストレス 海岸保全 海岸生態系 *Rhizophora stylosa* *Avicennia marina*

1. 研究開始当初の背景

マングローブ林は、本来、様々な動物が生息、産卵場や幼少期の生息場となり、極めて生産性の高い生態系である。また、マングローブ林及びその土壌は炭素分に富み、海岸における二酸化炭素の吸収量の14%はマングローブに依っている、津波や高潮時にはマングローブ林が防波堤の機能を果たし、背後の地域の災害を大きく減らす、海と陸域の間に形成されることから、陸域から流入するごみや土砂など様々な浮遊物を捕捉、水質浄化効果が極めて高い、マングローブ林は様々な建築材として利用できる、さらに、マングローブ林は、高い観光ポテンシャルを有しているなど、多くの生態系サービスを有している。

ところが、1980年から2005年間の25年間に、農業地の開発のための埋め立て、養殖地の確保のために、世界のマングローブ林の20%が失われた。

他方、近年、マングローブ林に対して、わが国のNPOを初め、世界の様々なセクターによって、各地で盛んにマングローブの植林が行われている。

ところが、このマングローブの植林に対して、いくつかの大きな問題が生じている。

1) 多くのマングローブの植林サイトでは、植林された苗木のうち、数パーセントしか生存しないなど、苗木の生存率が極めて低い。

2) 他方、場所によっては、植林された苗木の大半が生育、多くの場合、30 cm 50 cm間隔といった狭い間隔で植林がなされることから、極めて密なマングローブ林が形成されている。

3) 植林に際し、胎生種子が一年中いつでも入手できること、胎生種子のサイズも手ごろで植え易いこと、更に、植えた後の生存率が高いことから、本来の優占種にはかわらず、ヒルギ属の単一種、特に、東南

アジアでは、ヤエヤマヒルギ *Rhizophora stylosa* が選択され植林されている。そのため、多様性の低い、ヒルギ属単一種による群落が多くみられ、場合によっては、景観さえも全く異なったものになっている。

こうした現象は、気候変動に伴って台風や高潮災害の甚大化に伴って、兎角、見落とされがちである。しかし、単一種群落の弊害が明らかになるにつれ、今後大きな社会問題として取り上げられていく可能性が高い。

2. 研究の目的

本研究では、こうした背景の下、マングローブのあるべき植林法の開発を目的に、単一種のマングローブの形成が著しい、フィリピン中央部セブ市沖の Olango 島と Banacon 島を対象に観測を行って、現状のマングローブ植林の植林後の状況把握、将来予測を行ったものである。

3. 研究の方法

植林樹木の形態、生存率の把握

1) 組織的に植林が行われた場所では、植林時期が明確で正確な樹齢がわかる。こうした場所において5m×5mの広さのコドラートを設け、樹種や樹高、胸高直径、樹木密度等を測った。これより、樹齢を胸高直径や樹高の関数として求めた。また、植林からの経過年数に伴う生存率を把握した。

2) マングローブ樹種分布の把握

湾中央部の南北方向や東西方向、湾北部の標高の高い場所等、重要な場所に沿ったトランセクトを設け、地元住民の協力の下、自然のマングローブ、植林された場所を明確にし、100m程度おきのコドラートを設定、コドラート内の種の頻度、また、樹高等より求められる樹齢に応じた樹木密度等の分布を測定した。

これらのデータと1)のデータを用いて、冠水頻度に応じた種構成の変化、自然のマングローブと植林された場所での種構成や種の多様性、樹齢分布等の比較検討を行う。さらに、植林されたマングローブが時間経過とともに生ずる遷移の過程を分析した。

3) 競合要素の把握

2)の計測と同時に、コドラート内で、既存の樹木による射影率、さらに、支持根に覆われる面積を測定する。この結果より、自然のマングローブ林と植林を行った場所での透過日射量や土壌表面の被覆率等を求め、自然のマングローブ林と植林された場所の競合の程度を比較検討する。

4) 他の種の植林法の開発

フィリピンのこの地方で優占する種は、*Avicennia marina* 及び *Sonneratia alba* である。実験では、ポットを用いて種子を発芽させ、植えやすいように加工して、現地へ移植する方法を開発した。

4. 研究成果

1) 植林されたマングローブ林と自然のマングローブ林の樹木密度

現状では、マングローブの植林には主に *Rhizophora* 属の苗木が利用される。その際、生存率を高めるにはある程度の密度で植える必要があり、多くの場合数10cm間隔で格子状に植えられている。他方、多くの植物種では、生長の過程で自己間引きが行われ、生長と共に密度は減少する。そのため、植林時の密度が高い場合でも、徐々に適切な密度に漸近していく。ところが、マングローブの場合、生長速度が極めて遅く、良好な条件の下では生長段階での個々の個体の枯死率は低い。そのため、自己間引きされる割合は少ない。ところが、植林された苗木の多くが生存したまま成長を続けると、特に、通常植林に用いられる *Rhizophora* 属の場合、直立した形状であることから、

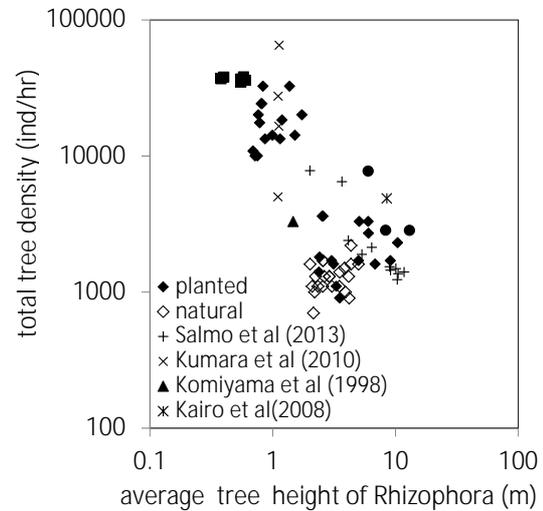


図1 自然のマングローブ林のコドラートと植林された場所のコドラートの個体密度の比較

極めて密な群落をつくってしまい、他種の進入が阻害されるだけでなく、同種に対しても、様々な悪い影響が懸念される。そのため、マングローブ植林にあたっては、長期間経過した後の密度、他種の占める割合は、植林の成功、失敗を占う上で極めて重要な指標である。本研究においては、観測地のマングローブを含む、植林後、ある期間経過した群落の樹木密度を整理、その結果から、長期間たった後の密度、また、他の種類の進入の可能性について予想した。図1は、今回観測された、自然、もしくは植林された場所に設置されたコドラート中の全てのマングローブ樹木の個体密度を、比較的生存率の高かった他の植林の報告と比較して示したものである。

ここで、自然のものは、様々な種の混合であり、平均樹高を用いて整理している。他方、植林されたものは、樹高はほぼ同じであり、本観測の場合はほぼすべて *Rhizophora stylosa*、他の報告も *Rhizophora* 属の種の樹木で占められている。生存率の高い場合には、自然のものでも、このように比較的高い個体密度になっているものの、同じ平均樹高の場合を比較すると、自然のものよりも植林されたものの方が、はるかに密度が高くなってい

る。

2) 植林された *Rhizophora* 属の種の長期的密度変化

図2は、*Rhizophora* 属の種について、植林を行った後の経過年数（樹齢）に対する、密度を示したものである。植林を行った後、3年程度は、個々の樹木の樹冠同士が離れており、お互いの干渉はない。そのため、植林された個体群の中での競争はなく、条件が良ければ密度は変化しない。しかし、その後は、お互いに樹冠が接する様になり、日射をめぐる競争が始まる。そのため、条件がよく、生存率が最も高い場合においても、密度が徐々に減少していく。ところが、20 - 30年を経過した後は、1000 - 2000個体/haの密度に収束する。樹高は10mを超える高さになっており、この密度では、樹冠は折り重なり、明らかに過剰な密度である。そのため、開けた場所があると樹木はその方向に向かって傾いたり、個々の樹木の幹が極めて細くなる等、不健康な状態になっていることが確認された。

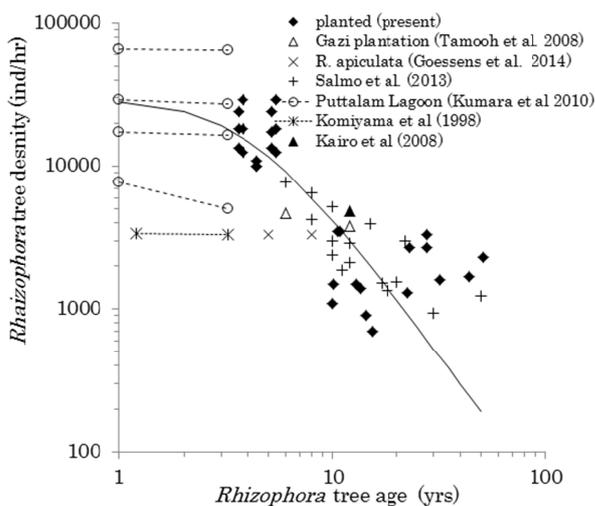


図2 植林後の経過日数と残存する個体の密度
破線で示されシンボルは時間経過に伴う密度の減少、細線は、間引きの傾向を示す

3) 植林された種以外の種の侵入

植林を行った種以外の侵入の度合いを調べるために、図3に、植林後の平均樹高に対

し、植林を行った *R. stylosa* が全体に占める割合の変化を示す。

自然のマングローブ林の場合、*Rhizophora* 属の割合は0 - 80%と広くばらつくのに対し、植林されたマングローブ林では、植林後の樹高の低い間は、植林された *Rhizophora* のみであるが、2 - 5年程度たった時点では、植林された種の割合が多少下がる。しかし、その後は、直立に伸びる *Rhizophora* 属の種の個体が隣接、天空を覆ため、他種の生長は妨げられ、その後は、概ね、100%に近い値を維持していることがわかる。すなわち、一旦密なマングローブ林が形成されると、他の種の侵入は限られ、単一の種によるマングローブ林が形成されることが示される。

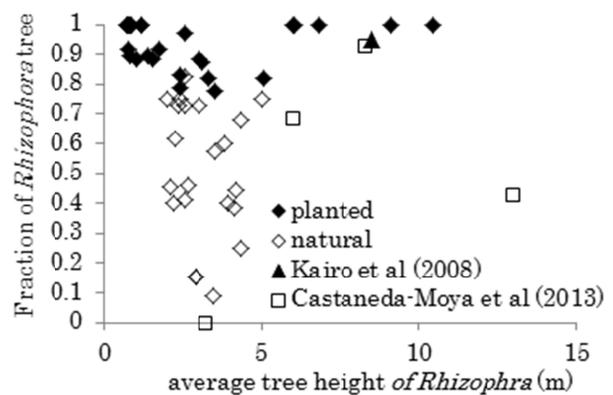


図3 植林された *Rhizophora* の平均樹高と全マングローブ林(1m以上)の中で *Rhizophora* の占める割合の関係

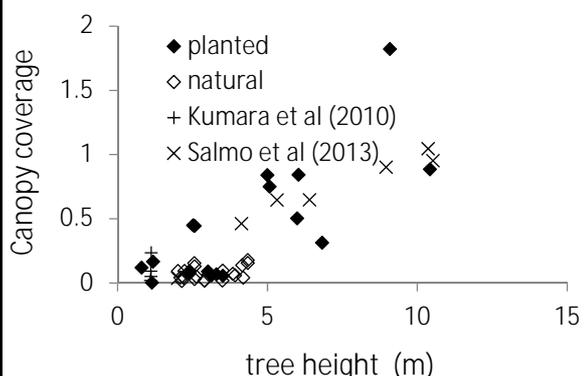


図4 植林された *Rhizophora* の平均樹高と天空の遮蔽率との関係

このときの樹幹に覆われた天空率を示したものが図4である。樹高が5m程度までの間は、縦冠で覆われた天空の割合は50%以下

であり、この程度の天空遮蔽率の間は、まだ、他の種の侵入も可能であるものの、それ以上遮蔽率が高くなると、他の種の侵入が妨げられてくると考えられる。

4) Rhizophora 属以外の植林法の開発と普及活動

マングローブ植林には、通常、植林後の生存率が高いことから、大きな胎生種子を有する Rhizophora 属の種が利用される。ところが、場合によっては、本来の優占種が Avicennia 属である場合も多い。そのため、ここでは、Avicennia marina の植林法を開発した。様々な試行の結果、Avicennia marina の場合、種子をじかに植えた場合にはほとんどの種子が枯死した。ところが、ポット内で管理した状態では高い割合で生存したことから、時間と共に溶存する紙で作成されたポットに植え、10 - 20cm 成長した段階で、ポットごと植え直すという手法を導入した。その結果、ほぼ全ての種子が生存、その後、生長した。

こうして開発された方法を基に、現地の The University of San Jose- Recoletos 大学の学生を対象に、マングローブの重要性、生物多様性の重要性、植林の有り方を講義の後、現地で開発した方法の植林実習を行い普及を図った。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 2件)

T. Asaeda, A. Barnuevo, K. Sanajaya, M.D.Fortes, Y. Kanesaka, E. Wolanski, Mangrove plantation over a limestone reef & #8211; Good for ecology?, Estuarine, Coastal and Shelf Science, 査読有, vol.173, 57-64pp, DOI:10.1016/j.ecss.2016.02.017

A. Barnuevo, T. Asaeda, K. Sanajaya,

Y. Kanesaka, M. Fortes, Drawbacks of mangrove rehabilitation schemes: Lessons learned from the large-scale mangrove plantations., Estuarine Coastal and Shelf Science, 査読有 vol.198,432-438pp, DOI:10.1016/j.ecss.2017.02.2015

[学会発表](計 2件)

T. Asaeda, A. Barnuevo, K. Sanajaya, M.D.Fortes, Y. Kanesaka, E. Wolanski, Secondary succession trends of mangrove species in planted R. stylosa forest, 9th International Association for Landscape Ecology World Conference, 2015

T. Asaeda, A. Barnuevo, K. Sanajaya, M.D.Fortes, Y. Kanesaka, E. Wolanski, The long period consequences of dense mono-specific planting of Rhizophora stylosa, ECSA 55 Unbounded boundaries and shifting baselines, 2015

[図書](計 0件)

[産業財産権]

出願状況(計 0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

取得状況(計 0件)

名称:

発明者:

権利者：

種類：

番号：

取得年月日：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6．研究組織

(1)研究代表者

浅枝 隆 (ASAEDA, Takashi)
埼玉大学・理工学研究科・教授
研究者番号：40134332

(2)研究分担者

山口 雅利 (MASATOSHI, Yamaguchi)
埼玉大学・理工学研究科・准教授
研究者番号：20373376

ラシッド エムディハルノオル
(Rashid MD HarunOR)
埼玉大学・理工学研究科・助教
研究者番号：80643262

(3)研究協力者

()