

機関番号：18001  
 研究種目：基盤研究(C)  
 研究期間：2008～2010  
 課題番号：20580158  
 研究課題名(和文) マングローブ実生の湛水ストレス耐性と生態的地位との関係  
 研究課題名(英文) Relationship between flooding-tolerance and the ecological niche in mangrove seedlings

研究代表者  
 渡辺 信 (WATANABE SHIN)  
 琉球大学・熱帯生物圏研究センター・准教授  
 研究者番号：10396608

研究成果の概要(和文)：生態ニッチ確立の初期段階において、マングローブ実生が生存するためには通気層が未発達な根における無酸素呼吸によるエネルギー獲得が重要と考えられた。樹種によっては実生が水没してから早い段階で根の通気層が形成されることから、無酸素呼吸から有酸素呼吸に移行するタイミングが樹種間の生存競争に影響を及ぼすと考えられた。一方で、壮齢期のオヒルギが優先するマングローブ林では一年を通じた湛水頻度は低く、樹種間相互の被陰による光不足がマングローブ樹種間の競争に大きな影響を及ぼすことが示唆された。

研究成果の概要(英文)：It was thought that the energy acquisition in the root with aerenchyma was important for mangrove seedlings to survive at the early stage of the ecology niche establishment. Because the aerenchyma formation was observed at the roots of some mangrove species at the early stage, it was thought that the timing shifted from anaerobic respiration to aerobic respiration influenced the struggle for existence among mangrove species. On the other hand, in a mature stand dominated by *Bruguiera gymnorhiza*, that the frequency of flooding was low suggested shading has more influence than flooding on the struggle among mangrove species.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：森林学・森林科学

キーワード：森林生態・保護・保全・マングローブ

## 1. 研究開始当初の背景

マングローブとは、熱帯・亜熱帯の沿岸や河口域の潮間帯に生育する森林を構成する植物の総称である。マングローブは世界中の熱帯・亜熱帯の河口域に広く分布し、汽水域の魚介類の生息場所となり生物多様性の幅を広げると同時に、その地域に住む人々に食料、薪炭等を供給している。また、防風防潮林、海岸線の土砂の流失防止など、防災機能の面からも重要な役割を果たしており、2004年のスマトラ沖大地震に伴う津波被害では、マングローブの防災機能の高さが再認識される契機となった。またマングローブ林床に蓄積した土壌有機物は還元状態にあるため、分解されずにマングローブ泥炭として長期間堆積することから、地下部での炭素固定能力の見直しが進められている。その一方で、近年地球温暖化による急激な海面上昇が予測されており、潮間帯に生育するマングローブ生態系は海面上昇速度に林分更新が追いつかず、大きな影響を受けることが懸念されている。

マングローブは海水が流入する汽水域に分布することから、以前より塩ストレス耐性とそれに伴う浸透ストレス耐性に関する研究が非常に多く行われてきた。しかし、マングローブ樹木の更新の要である実生の湛水ストレス耐性に関しては、その特殊な形状をした根系による形態的な適応として概ね解釈されているせいか、生理学的手法による研究例は少ない。マングローブが生育する土壌は湛水ストレスによる還元状態にあり、土壌から根系への酸素供給が困難な環境、すなわち根系のエネルギー獲得が困難な環境である。実生段階のマングローブ樹木は、形態的な適応が不十分なため、生理的な適応範囲を超える過度の湛水ストレス環境下では枯死に至ると考えられる。換言すると、実生段階での

湛水ストレス耐性の差は、個々の実生の定着可能な環境を限定する要因であるだけでなく、種毎の生態的地位（ニッチ）を決定づける重要な要因と考えられる。

## 2. 研究の目的

本研究では、地球温暖化による海面上昇がマングローブの更新に及ぼす影響を評価する為に必要なマングローブ実生の湛水ストレス耐性機構を明らかにすると同時に、マングローブ林を構成する主なマングローブ樹木の湛水ストレス耐性を評価し、その耐性能力の差とマングローブ生態系における生態的地位との関係を明らかにすることを目的とする。

## 3. 研究の方法

沖縄県八重山郡西表島に生育する代表的なマングローブ樹木3種、ヤエヤマヒルギ (*Rhizophora stylosa*)、メヒルギ (*Kandelia candel*)、オヒルギ (*Bruguiera gymnorhiza*)を野外調査及び栽培実験の対象材料とした。これらのマングローブ樹木は、汽水域の沖合から内陸にかけて、帯状に配列することが知られている。西表島に分布するマングローブ林に調査プロットを設置し、マングローブ実生の個体群動態を把握する。実生の湛水状況と成長の様子を定点撮影し、画像解析により定量化を行い、先の個体群動態と湛水ストレスとの関連を把握する。これと並行して実生の成長段階毎にサンプリングを行い、根の通気組織が形成される様子を顕微鏡で観察、画像を記録する。樹種毎の実生成長と共に根系でのエネルギー供給が無酸素呼吸から有酸素呼吸へ移行する過程及び樹種毎の湛水ストレス耐性能力の違いを明らかにするために、調査プロットで採取した種子あるいは散布体を用い、温室内で異なる

水位の湛水ストレス環境下での栽培実験を行った。湛水ストレスに対する適応として、エチレン合成とアルコール発酵に関与する遺伝子発現を調べた。

#### 4. 研究成果

汽水域に分布するマングローブ樹木の湛水状態を把握するために、マングローブ林にプロットを設置、フィールドに固定したデジタルカメラでインターバル定点撮影を行い、マングローブ実生が潮汐により湛水する状況を画像データとして取得した。得られた画像から実生成長と湛水時間を定量化し、水環境の変化と樹種毎の湛水ストレスの度合いを調べた。その結果、実生が散布された環境によっては24時間以上水没することから、ニッチを確立する上で通気層が未発達な段階での実生の根では、無酸素呼吸によるエネルギー獲得が重要と考えられた。根の携帯観察から樹種によっては比較的早い段階で根の通気層が形成されることが確認され、無酸素呼吸から有酸素呼吸に移行するタイミングが重要であることが示唆された。複数のマングローブ樹種より、湛水ストレスに暴露された際の無気呼吸関連遺伝子群及びエチレン合成関連遺伝子群の一部の核酸配列をクローニングした。サザンブロットング解析を行い、各々のコピー数を確認した結果、無酸素呼吸のキーエンザイムであるアルコール脱水素酵素の遺伝子コピー数は最大で2個、エチレン合成のキーエンザイムである1-アミノシクロプロパン 1-カルボン酸合成酵素の遺伝子コピー数は最大で2個と推察された。このプローブを用いて湛水頻度が異なる環境下で生育した植物体の遺伝子発現解析を樹種毎に進めている。

湛水ストレスだけでなく、被陰による光量不足がマングローブ樹種毎の生態的地位決

定とどのように関係するのかを明らかにするために、沖縄県西表島のマングローブ林を対象とした生態生理学的調査を進めた。西表島船浦湾周辺のオヒルギとヤエヤマヒルギを構成樹種とする林内に設置した調査プロットにおいて、野外に設置したプロットの毎木調査、コンパス測量、レベル測定、土壌含水率を調べ、複数箇所から土壌を採取し、化学成分の分析を行った。また、樹種毎の枝下高が顕著に異なる場所の光量子束密度を測定した。その結果、壮齢期のオヒルギが優先するマングローブ林では一年を通じた湛水頻度は低く、種間相互の被陰による光不足がマングローブ樹種間の競争に大きな影響を及ぼすことが示唆された。ヤエヤマヒルギは被陰環境下で枝が枯れあがり、林内での占有面積が小さくなるのに対し、オヒルギは被陰環境下でも枯れ上がることなく且つ中層、下層の若齢木の成長が継続することによりニッチを広げると考えられた。

#### 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0件)

[学会発表] (計4件)

- 1 渡辺信・Trevor Jones・江面浩・馬場繁幸、マングローブ樹木の湛水及び被陰耐性と生態的地位との関係、日本生態学、2011.3.9、札幌コンベンションセンター
- 2 Shin Watanabe, Trevor Jones, Hiroshi Ezura, Shigeyuki Baba Relationship between flooding-tolerance in mangrove seedlings and the ecological niche

in Iriomote island, Plant Biology  
2010, 2010. 8. 1-3, Montreal, Canada

- 3 渡辺信・江面浩・馬場繁幸、マング  
ローブ実生の湛水ストレス耐性と生  
態的地位との関係、日本生態学会東  
京大会、2010. 3. 16、東京大学
- 4 渡辺信、江面浩、馬場繁幸、西表島  
におけるマングローブ実生の湛水ス  
トレス耐性、日本植物細胞分子生物  
学会藤沢大会 2009. 7. 30-31、日本大  
学

[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

渡辺 信 (WATANABE SHIN)

琉球大学・熱帯生物圏研究センター・准教授

研究者番号：10396608

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

馬場 繁幸 (BABA SHIGEYUKI)

琉球大学・熱帯生物圏研究センター・教授

研究者番号：30117585

江面 浩 (EZURA HIROSHI)

筑波大学・遺伝子実験センター・教授

研究者番号：30117585