

平成 21 年 4 月 9 日現在

研究種目：基盤研究（B）  
 研究期間：2006 - 2008  
 課題番号：18405028  
 研究課題名（和文）中国の自然マングローブ保護区における主要樹種の遺伝的多様性と繁殖実態の調査  
 研究課題名（英文）Investigation on genetic diversity and reproductive characteristics of dominant mangrove species in mangrove nature reserves of China  
 研究代表者  
 練 春蘭（LIAN CHUNLAN）  
 東京大学・アジア生物資源環境研究センター・准教授  
 研究者番号：40376695

研究成果の概要：核マイクロサテライト（SSR）マーカーと葉緑体 SSR マーカーを用い、中国のマングローブ生息域のほぼ全域において、代表的なマングローブ 7 種（*Acanthus ilicifolius*、ツノヤブコウジ、ヒルギダマシ、オヒルギ、メヒルギ、ヒルギモドキ、ヤエヤマヒルギ）の集団遺伝構造を明らかにした。また、7 樹種のうち、代表的メヒルギ集団を対象にして、空間遺伝構造、交配様式、花粉・胎生種子の散布様式を調べ、マングローブの集団内の繁殖特性を詳細に明らかにした。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	4,800,000	1,440,000	6,240,000
2007 年度	3,500,000	1,050,000	4,550,000
2008 年度	2,300,000	690,000	2,990,000
年度			
年度			
総計	10,600,000	3,180,000	13,780,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：林学・森林工学

キーワード：マングローブ、生物保全、遺伝的多様性、マイクロサテライトマーカー、集団遺伝的構造、繁殖特性

## 1. 研究開始当初の背景

マングローブ林は、熱帯・亜熱帯の河口や海岸沿い汽水域に形成される湿地生態系で、高い生産性を持つ。沿岸海洋環境の保護機能を持つマングローブ林は、薪炭林や観光、漁業資源としても重要な役割を果たしている。しかし、近年、大規模な養殖地の開発、農地や塩田への転用が進んでおり、マングローブ林の面積は世界規模で急激に減少している。これに伴い、マングローブ林における遺伝的多様性も急速に失われているものと考えられている。

世界で約 80 種あるマングローブ植物のうち、中国には 26 種が知られており、主に海南省、広東省、広西省、福建省の沿岸域に分布している。世界のマングローブ林と同様に、中国のマングローブ林もこの 40 年間で 3 分の 2 の面積が失われ、危機的状況にある。現存する 17,885ha のマングローブ林の 80 パーセントは二次林で、いずれも断片化が進んでいる。こうしたマングローブ林を保全・維持するためには現存する林分の遺伝的多様性やそれぞれのマングローブ植物の繁殖様式を調べる必要がある。

## 2. 研究の目的

本研究では、中国大陸における14ヶ所のマングローブ自然保護区に生育する主要樹種の遺伝マーカーをそれぞれ作製し、それらのマーカーを用いて、1) 主要樹種の個体群における遺伝構造、父性・母性解析などによる個体群の遺伝的空間構造、花粉・種子散布による遺伝子流動の特徴と繁殖特性を解析するとともに、2) 14ヶ所の自然保護区に広く生育する樹種について個体群間の地理的遺伝分化や遺伝的多様性を解析し、中国大陸におけるマングローブ生態系の遺伝的全容を明らかにする。

## 3. 研究の方法

(1) 中国南沿岸域に分布する、代表的なマングローブ7種 (*Acanthus ilicifolius*、ツノヤブコウジ、ヒルギダマシ、オヒルギ、メヒルギ、ヒルギモドキ、ヤエヤマヒルギ) を対象に、核マイクロサテライト (SSR) マーカーと葉緑体 SSR (cpSSR) マーカーを用いて、中国の分布域全体の集団遺伝構造や遺伝的多様性を調べた。

(2) マングローブの詳細な繁殖特性を解明するため、メヒルギ集団内の空間遺伝構造、交配様式、花粉・胎生種子の散布様式を調べた。

## 4. 研究成果

(1) 詳細な集団遺伝解析などには、多型性が高く共優性でしかも再現性が高い SSR マーカーの利用が不可欠であるが、今回研究対象とした7種の中には SSR マーカーが開発されていない樹種も含まれる。そこで、*Acanthus ilicifolius*、ツノヤブコウジ、ヒルギモドキとヒルギダマシの計4種から、47の核 SSR マーカーと17の cpSSR マーカーを新たに作成し、その特性を明らかにした。

(2) SSR マーカーを用い、中国のマングローブ生息域のほぼ全域において、マングローブ7種の集団遺伝構造を調べた。解析集団数は *Acanthus ilicifolius* 6、ツノヤブコウジ 14、ヒルギダマシ 10、オヒルギ 9、メヒルギ 10、ヒルギモドキ 6、ヤエヤマヒルギ 15 である。cpSSR で識別可能な葉緑体ハプロタイプは種毎に3-11タイプあり、メヒルギ(10)とヒルギダマシ(11)以外は5ハプロタイプ以下しか認められなかった。また、いずれの種でも限られたハプロタイプが各集団で優占していたことから、各集団は限られた祖先によって成立した可能性が考えられる。核 SSR マーカーでの解析の結果、7種のマングローブはいずれも集団内の遺伝的多様性が低いことがわかった。集団内の近交係数はすべての

種で有意に高かったことから、近親交配が集団内の多様性低下を加速している可能性が考えられる。いずれの種でも集団間の遺伝的分化は有意であり、花粉や種子の散布を通しての集団間の遺伝的交流が極めて少ないことが示唆された。これまで、マングローブにおける集団遺伝研究は一種のみを扱ったものばかりであったが、本研究は同所的に生育するマングローブ複数種を同時に解析し、共通する遺伝構造を初めて明らかにした。

(3) マングローブの集団内の繁殖特性を詳細に明らかにするため、代表的なメヒルギ集団を対象にして、空間遺伝構造、交配様式、花粉・胎生種子の散布様式を調べた。0.55haの調査区を設定し、その中に分布する全ての成木(2062本)と調査区内に設定された4つの実生プロット内の実生(177本)から葉サンプルを採取した。また、花粉散布パターンを調べるため、調査区内の11母樹から378個の胎生種子サンプルも採取した。各サンプルについて、核 SSR と cpSSR マーカーを用いて遺伝子型を決定し、空間遺伝構造と花粉・胎生種子の散布パターンを明らかにした。その結果、調査区内の成木集団では12葉緑体ハプロタイプが同定されたものの、上位5タイプによって成木個体の98.7%が占められていた。成木の分布には、cpSSR と核 SSR マーカーのいずれの解析においても空間遺伝構造が存在することがわかった。花粉と胎生種子の散布距離が非常に短かったことが(花粉平均15.2m、胎生種子平均9.4m) 集団内の空間遺伝構造の要因と考えられる。以上の結果から、この集団は限られた祖先が長距離散布によって定着し、その後集団内で成長した母樹が近距離の種子散布を繰り返すことで成立したものと推測される。

## 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8件)

Geng QF, Kimura MK, Lian CL, Tao JM, Hogetsu T Isolation and characterization of chloroplast microsatellite markers in four mangrove species, *Aegiceras corniculatum*, *Avicennia marina*, *Acanthus ilicifolius* and *Lumnitzera racemosa*. Conservation Genetics (OnlineEarly). 査読有  
Geng QF, Lian CL, Goto S, Tao JM, Kimura M, Islam MDS, Hogetsu T 2008 Mating system, pollen and propagule dispersal, and spatial genetic structure in a high-density population

of the mangrove tree *Kandelia candel*. Molecular Ecology, 17, 4724-4739. 査読有

Islam MS, Lian CL, Geng QF, Kameyama N, Hogetsu T 2008 Chloroplast microsatellite markers for the mangrove tree species *Bruguiera gymnorrhiza*, *Kandelia candel*, and *Rhizophora stylosa*, and cross-amplification in other mangrove species. Conservation Genetics, 9, 989-993. 査読有

Geng QF, Lian CL, Tao JM, Hogetsu T 2008 Development of microsatellite markers for two nonviviparous mangrove species, *Acanthus ilicifolius* and *Lumnitzera racemosa*. Molecular Ecology Resources, 8, 377-380. 査読有

Geng QF, Lian CL, Tao JM, Li SQ, Hogetsu T 2007 Isolation and characterization of ten new compound microsatellite markers for a mangrove tree species, *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. (Avicenniaceae). Mol. Ecol. Notes, 7, 1208-1210. 査読有

Geng QF, Lian CL, Tao JM, Qiu RL, Hogetsu T 2006 Development of microsatellite markers in a mangrove tree species *Aegiceras corniculatum* (Myrsinaceae). Molecular Ecology Notes, 6, 1231-1233. 査読有

Lian C, Wadud MA, Geng QF, Shimatani K, Hogetsu T 2006 An improved technique for isolating codominant compound microsatellite markers. J Plant Research, 119, 415-417. 査読有

Islam MS, Tao JM, Geng QF, Lian CL, Hogetsu T 2006 Isolation and characterization of eight compound microsatellite markers in a mangrove tree *Kandelia candel* (L.) Druce. Molecular Ecology Notes, 6, 1111-1113. 査読有

[学会発表](計 4 件)

Geng Qifang, 練春蘭, Wadud Md. Abdul, 宝月 岱造. 2006. Compound microsatellite anchored markers (CMA markers): A simple technique of codominant marker development. 第117回日本森林学会大会. 東京.

耿其芳, 練春蘭, 陶建敏, 宝月 岱造. 2007. Patterns of genetic diversity of seven mangrove tree species in South China. 第118回日本森林学会大会. 九州.

耿其芳, 練春蘭, 林康英, 許方宏. 2008. 中国高橋マングローブ自然保護区におけるメヒルギの繁殖特性. 第119回日本森林学会大会. 東京

練春蘭, 宝月 岱造, 後藤 晋. 2009. An overview on combining use of nuclear and chloroplast DNA markers for estimating pollen and seed dispersal in tree species. 第120回日本森林学会大会. 京都

[図書](計 0 件)

[産業財産権]

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

[その他]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

練 春蘭 (LIAN CHUNLAN)

東京大学・アジア生物資源環境研究センター・准教授

研究者番号: 40376695

(2) 研究分担者

宝月 岱造 (HOGETSU TAIZO)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授

研究者番号: 10107170

後藤 晋 (GOTO SUSUMU)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・准教授

研究者番号: 60323474

(3) 研究協力者

耿 其芳 (GENG QIFANG)

東京大学・アジア生物資源環境研究センター・大学院生

陶 建敏 (TAO JIANMIN)

中国南京農業大学園芸学院・准教授

仇 荣亮 (QIU RONGLIANG)

中国中山大学環境科学院・教授

黄 金城 (HUANG JINCHENG)

中国海南省林業局・副局長

李 華 (LI HUA)

中国海南省林業局・主任

李 仕強 (LI SHIQIANG)

中国広西自治区農業局・主任  
林 康英 (LIN KANGYIN)  
中国広東省湛江紅樹林自然保護区管  
理局・局長  
許 方宏 (XU FANGHONG)  
中国広東省湛江紅樹林自然保護区管  
理局・副局長  
林 広璇 (LIN GUANGXUAN)  
中国広東省湛江紅樹林自然保護区管  
理局・技官職員  
王 愛国 (WANG AIGUO)  
南京農業大学生命科学学院・大学院生  
鄧 小鹏 (DENG XIAOPENG)  
南京農業大学生命科学学院・大学院生  
周 蓓蓓 (ZHOU PEIPEI)  
南京農業大学園芸学院・大学院生  
程 群康 (CHENG QUNKANG)  
南京農業大学園芸学院・大学院生