

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月 31日現在

機関番号：17701

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2009～2012

課題番号：21405004

研究課題名（和文） 熱帯地域における保護区の生物多様性保全に関する研究

研究課題名（英文） Study of Biodiversity in Reserved Areas in Tropical Zone

研究代表者

鈴木 英治 (SUZUKI EIJI)

鹿児島大学・大学院理工学研究科・教授

研究者番号：10128431

研究成果の概要（和文）：

インドネシア西ジャワ州の保護区で主に移入種の問題を研究した。30種余の移入種が出現したが、草本層では *Clidemia hirta*, *Eupatorium* spp、高木層では *Maesopsis eminii* が多く増加が懸念された。場所によってキナノキとチークも拡大していた。自然林再生のため植栽される *Schima wallichii* は西ジャワの調査地間で遺伝的類似性が高く、植林が遺伝子組成を攪乱する可能性は低いと考えられた。

研究成果の概要（英文）：

We studied the issue of invasive plants into nature reserve area of West Java, Indonesia. We found about 30 invasive plants, *Clidemia hirta*, *Eupatorium* spp. in herb layer, and *Maesopsis eminii* in tree layer seemed to threaten the native vegetation. Quinine and teak do also in some areas. *Schima wallichii* which is often planted to reconstruct native vegetation was diversified weakly in the region, thus the possibility that plantations disturb the genetic diversity seemed to be low.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,600,000	780,000	3,380,000
2010年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2011年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2012年度	2,000,000	600,000	2,600,000
年度			
総計	9,000,000	2,700,000	11,700,000

研究分野：基礎生物学

科研費の分科・細目：資源保全学・自然保全学

キーワード：熱帯林、侵入植物、生物多様性、自然保護区、インドネシア

## 1. 研究開始当初の背景

熱帯地域が生物多様性の宝庫であることはよく認識されているが、それは急速に減少しつつあり、その対応策を考えることが急務となっている。その場合に広大な熱帯地域全

体を同じように保護するよりも、生産林、保安林、自然保護地域などに区分して合理的に管理していくことが現実的である。そこで多様性の保全という観点で最も重要な地域は、国立公園等の保護区である。しかし、保護区

の管理にも多くの問題がある。そのような問題の一つとして、意図的あるいは偶然に外国から侵入してきた植物 (Invasive plants) がある。熱帯は新熱帯と旧熱帯に別れ、それぞれが独自に長い進化の歴史を持っているので、両地域の植物相は大きく異なるが、現在の環境は類似しているために一方の地域から侵入してきた植物が非常に繁茂して、その地域が持つ本来の生物相を圧迫することが起こりやすい。保護区でも管理状態が悪い地域でこれらの植物がすでに侵入しており、保護区としての価値のある多様性の高い森林の再生の大きな障害になっていることがある。また、最近では過去の伐採などにより劣化した地域の再生を促進するために、移入種を切り取ったり、自生種を植栽するなどの事業も、地域によっては行われるようになってきた。しかし、多くの場合一旦侵入した移入種を取り除くことは、非常に労力がかかることが多い。また自生種を植林する場合考慮すべきこととして、同じ種であっても地域によって遺伝的組成が異なる場合、良かれと思って行う植樹活動によって遺伝的組成が変わったり劣化する心配もある。本研究ではこれらの問題を扱うために、以下の研究目的を設定した。

## 2. 研究の目的

(1) 侵入植物の分布拡大状況の現状を調査し、将来地域の生物多様性を脅かす危険性があるかを検討する。

(2) 侵入植物が繁茂している場所での自然植生の回復を促進するためには、刈り取り、等の事業が効果的か検討する。

(3) 自生種の植栽が、その種の遺伝子組成の変化や劣化を起こさないかを検討する。

## 3. 研究の方法

図1に示す4地域で、以下の5テーマの調査

を行った。海岸部の PG は標高 0–100m であるが、他の地域は山地で、標高 1000m 前後の場所が多い。



図1 調査地. HS:ハリムン-サラック国立公園。GP:ゲデ・パングラング国立公園。TP:タンクバン普拉フ自然保護区。PG:パンガンダラン自然保護区

### (1) 移入種の分布状況調査

移入種が全体として、どのように分布を広げてきたかを調べるために、ハリムン-サラック山国立公園 (HS) とゲデ・パングラング国立公園 (GP) で、6か所合計25.2kmに渡り、道沿いに片側5m両側で10mの範囲で分布調査を行った。

### (2) キナノキの侵入状況調査

キナノキ (*Cinchona* spp.) は中南米原産のアカネ科低木だが、マラリアの薬 (キニーネ) となるので 19 世紀から 20 世紀前半には多くの農園が作られた。その後工業的に薬生産が可能になったため、放置された地域が多いが、ガラパゴスやハワイでは高密度に広く分布を拡大し、自生植物の脅威になっており、IUCN の世界の百大有害移入種になっている。一時は世界一のキニーネ産地であったインドネシアでも、キナノキが国立公園等に分布を拡大しているので、その分布状況をゲデパングラング国立公園と、バンドンの近くのタンクバン普拉フ自然保護区周辺で調査した。

### (3) チークの分布拡大調査

優良材として有名なチーク (*Tectona*

*grandis* クマツヅラ科) はインドシナ半島などに自生しジャワ島には古くから導入された。パンガンダラン自然保護区は 500ha 弱の小島が砂洲によってジャワ島につながった陸繋島だが、その接続部に 20 世紀半ば頃にチークが植栽されたために、保護区内部に広まりつつある。直径 5cm 以上のチークについて、保護区全体で分布状況を調べた。

#### (4) *Calliandra calothyrsus* の駆除方法の検討

*C. calothyrsus* (マメ科) は、HS の荒廃地の一部で繁茂し、天然林への回復の妨げとなっている外来種である。この植物を駆除して自然林を再生できるかを実験的に検証するために、繁茂している場所で、地上部刈り取り、根まで刈り取り、自然林内の表土播きだし、自生種苗木植栽を組み合わせた 8 通りの実験を、5m × 5m の調査区を 5 回繰り返して 40 個設定して実施した。周辺の自然林、古い *Calliandra* 林の植生調査、表土播きだしに使った土壌の埋土種子量を調べるための、土壌発芽実験も行った。

#### (5) イジュの遺伝的多様性

日本南部からインドネシアまで広く分布するイジュ (*Schima wallichii* ツバキ科 ヒメツバキ属) は、HS や GP など自然林再生のためよく植栽されている。しかし植林によって遺伝的多様性が減少する恐れがある。そこで同地域の 6 ヶ所から合計 359 個体、比較のため奄美大島で 32 個体から DNA サンプルを得て、ISSR 解析により自然林と植栽樹の遺伝的多様性を調べた。

## 4. 研究成果

### (1) 移入種の分布状況調査

判別困難なイネ科、シダ類を除いて 31 種の移入の分布を調べた。高さ 1–2m の草本層では *Clidemia hirta* と *Eupatorium inulifolium* などが多かった。低木では *Calliandra calothyrsus* が HS で多かったが GP では少なかった。*Calliandra* は 3–(4) で駆除実験を行ったことから分かるように生育地では沖縄に侵入したギンネムのように密生し、自生種がほとんど生育できない状態を作り出す。しかし、機会散布で分散する種子の分散距離が短いためか、薪や家畜の餌用に村周辺などに植栽された場所から離れると、ほとんど出現しなくなった。高木になる種類ではアフリカ原産の *Maesopsis eminii* がよく出現していた。本種は造林樹種として植栽されたが、動物散布の果実を作るので、サルなどによって種子が運ばれると考えられ、植栽地から離れた自然林にも時々出現した。まだ顕著に優占している場所はないが、将来的には一番問題になるかもしれない。他に木本性の移入種としては *Piper aduncum* がデータを取っていないが 1990 年台には HS で部分的に密生していたが、現在は単発的にしか存在しなくなった。逆にノボタン科の *Bellucia pentamera* が増加しつつあるようだ。

### (2) キナノキの侵入状況

キナノキは *Cinchona pubescens* と *C. ladgeriana* が西ジャワではよく植えられてきた。前者の方が生育がよいのだが薬成分は後者の方が多いため、前者を台木として後者の接ぎ木苗を植えることがほとんどであったようだ。放置された後には、*C. pubescens* が栽培地外に広がるのに対して、*C. ladgeriana* は、TP で少し広がっていたが他の地域ではほとんど見られなかった。羽をもち微細な種子を多数作って風散布で分布を拡大するほか、萌芽力が強く、細くて柔らか

い茎が倒れては発根する方法で、一旦定着した場所では無性的にも広がるができる。西ジャワでは地域によっては植えられた場所から数百 m 以上分布を拡大し、かなり密生することもあった。しかし高さが 10m 程度の低木なので、全体としてはあまり大きな脅威とはなっていないように考えられた。

### (3) チークの分布拡大

PG の保護区全体で直径 5cm 以上のチークは 2280 本見出された。全体としては、植栽されたチーク林の近くに多かった。ただし、この保護区は古い二次林に野生草食動物が生育できるようにかつて人為的に草原を作っていたのだが、チークが明るい所を好んで生育するので、閉鎖林内には生育せず、開けた以前の放牧地に多かった。放牧地周辺ではチーク優占林が形成され、またおそらくチークが持つアレロパシー効果のために、共存する自生種が少なかった。すでに自然林が成林している部分については、チークはあまり脅威にならないが、開けた部分では自生種による森林と同等かそれ以上の高さで寿命を持つチーク林ができてしまうので、森林構造を大きく変えることになる。

### (4) *Calliandra calothyrsus* の駆除方法の検討

地上部を刈り取っただけでは翌年には刈り取り以前と同じくらい繁茂し、効果はほとんどなかった。根まで掘り取るとある程度抑制効果があったが、完全に掘り取ることが難しいことと、種子から発芽して再生するものもあり、完全ではなかった。自然林から採集した表土を播きだして自然林由来の苗を増やす実験はほとんど効果がなかった。自然林の表土の埋土種子を温室で播きだして発芽状況を調べたが、先駆的な草本類が発芽する

ばかりで、自然林の実生はほとんど出現せず埋土種子が少ないと考えられた。*Calliandra* は村人が日常的に薪などに利用する目的で栽培が始まったものであり、多少の刈り取りでは減ることがなく、他の種も誤って刈り取ってしまうとかえって *Calliandra* の繁茂につながり、結局人為的に駆除することは非常に困難と考えられた。植栽したイジュ等の苗も、*Calliandra* が繁茂するとその下に隠れてしまい成長は遅かった。

しかし、古くに *Calliandra* 林が植えられたが他の高木性樹種も生育している場所では、他の樹種が生育するにつれて、低木性の *Calliandra* は衰退する傾向がみられた。分散能力はあまり高くなく数十年の長期的にみれば衰退するようであるから、大きな労力をかけて駆除する必要があるほど問題になる種ではないように考えられた。

### (5) イジュの遺伝的多様性

採取した中で合計 282 個体分の試料について 158 種類の ISSR 断片の泳動バンドを得ることができた。このうちの 98% にあたる 155 種類のバンドに多型が見られた。

クラスター分析をするとジャワと奄美は明瞭に別グループになった。ジャワのサンプルではサラック山の Cidahu が少し異質であったが、全体としては 50km ほどの範囲にあるこの地域では、あまり明瞭な地域分化は見いだされなかった。すなわち、ジャワ州の調査地間では遺伝的な相違が小さく、遠距離での遺伝子交換が起こっていると推定される。この種が極相林だけでなく山火事後の二次林にもよく出現し、微細で羽をもつ種子が風散布によって遠くに運ばれやすい性質を持っているために、遺伝的分化が起こりにくいのであろう。またこのことは、人為的植栽による遺伝子の均質化や特殊化の恐れが小さ

いことを示唆する。ただし、Cidahu の集団は他の集団と遺伝的に若干だが異なっていた。まだ十分な調査地を調べてはいないので、ジャワ島の他の地域をはじめとする未調査の集団の中にさらに独特な遺伝型を持つ集団が存在する可能性はある。西ジャワグループと日本の奄美グループの間には遺伝的な相違があった。地理的に離れた分布の辺縁の間では遺伝的分化が進んでいるだろう。

## (6)まとめ

道端雑草的な植物は数多く西ジャワ州にも侵入しているが、これは世界のどこでも見られる現象であり、駆除することも実際問題としては難しいし、自然林にはほとんど影響しないので、あまり考慮する必要はないだろう。木本性の移入種の方が、本来の自然植生内に侵入するので脅威になりやすい。

本調査を行った西ジャワ州は大部分が湿潤熱帯雨林気候に入り、場所によっては年間降水量 4000mm を越す。そのために、元から存在する植生の種多様性が高く、森林の構造も山地林であっても最大樹高 50m に近い森林になる。ジャワでも乾燥した東部にある Baluran 国立公園では *Acacia nilotica* が繁茂して重大な問題になっているという。キナノキの繁茂が乾燥気候のガラパゴスなどでは自生種の重大な脅威になっているが、西ジャワではそれほど大きな問題には見えなかった。移入種の影響はその種が持っている性質だけでなく、侵入した地域の持つ性質によっても大きく変わると考えられよう。おそらく西ジャワ州の保護区を攪乱するという点で今後一番問題になる種は、高木性の上に動物によって種子が遠くに運ばれる *Maesopsis eminii* であろう。一時繁茂が著しかった *Piper aduncum* は減少気味であり、最近では *Bellucia pentamera* が増えているようであっ

た。移入種も時間とともに移り変わりが起きるので、今後も継続的な観察が必要である。

## 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 1 件)

① Rosleine D, Suzuki E (2012) Secondary Succession at Abandoned Grazing Sites, Pangandaran Nature Reserve, West Java, Indonesia. *Tropics* 21:91-103 査読有  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/tropics/21/3/21\\_91/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/tropics/21/3/21_91/_pdf)

[学会発表] (計 7 件)

① 鈴木英治・Zaenal Mutaqien・Dian Rosleine・工藤芳文 (2013. 6. 15) アカネ科移入種キナノキ (*Cinchona* spp.) の西ジャワにおける分布拡大. 日本熱帯生態学会 (福岡) .

② 中園遼平, Rosleine D., 鈴木英治 (2011. 5. 28) インドネシア西ジャワ州パンガンダラン自然保護区へのチーク *Tectona grandis* の侵入. 日本熱帯生態学会 (那覇) .

③ 工藤芳文, Zaenal Mutaqien, 鈴木英治 (2011. 3. 9) 西ジャワ州における国立公園の移入種の分布調査. 日本生態学会 (札幌) .

[その他]

ホームページ等

<<http://biodiversity.sci.kagoshima-u.ac.jp/suzuki/index.htm>>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

鈴木 英治 (SUZUKI EIZI)

鹿児島大学 大学院理工学研究科・教授

研究者番号 : 10128431

(2) 研究分担者

宮本 旬子 (MIYAMOTO JUNKO)  
鹿児島大学 大学院理工学研究科・  
准教授  
研究者番号：40244222

相場 慎一郎 (AIBA SHIN-ICHIRO)  
鹿児島大学 大学院理工学研究科・  
准教授  
研究者番号：60322319

(3) 研究協力者

Zaenal Mutaqien  
LIPI チボダス植物園・研究員

Dian Rosleine  
バンドン工科大学生命工学研究科・助手

工藤 芳文 (KUDO YOSHIFUMI)  
鹿児島大学理工学研究科・大学院生

中園 遼平 (NAKAZONO RYOHEI)  
鹿児島大学理工学研究科・大学院生

亀井 愛美 (KAMEI AIMI)  
鹿児島大学理工学研究科・大学院生