

二国間交流事業 共同研究報告書

令和5年4月20日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[日本側代表者所属機関・部局]

独立行政法人国立科学博物館・植物研究部

[職・氏名]

研究主幹・國府方 吾郎

[課題番号]

JPJSBP 120208202

1. 事業名 相手国: インドネシア (振興会対応機関: LIPI) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) 消滅の危機にあるブリトゥン島の荒野林における植物保全に関する緊急研究

(英文) An urgent research for plant conservation in heath forests under extinction crisis on Belitung Island

3. 共同研究実施期間 2020年4月1日～2023年3月31日 (3年0ヶ月)

4. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

Bogor Botanic Gardens, Indonesian Institute of Sciences・Research staff・Iyan Robiansyah

5. 委託費総額(返還額を除く)

本事業により執行した委託費総額		3,677,451 円
内訳	1年度目執行経費	1,782,201 円
	2年度目執行経費	1,895,250 円
	3年度目執行経費	0 円

6. 共同研究実施期間を通じた参加者数(代表者を含む)

日本側参加者等	5名
相手国側参加者等	4名

* 参加者リスト(様式 B1(1))に表示される合計数を転記してください(途中で不参加となった方も含め、全ての期間で参加した通算の参加者数となります)。

7. 派遣・受入実績

	派遣		受入
	相手国	第三国	
1年度目	0	0	0
2年度目	0	0	0
3年度目	3	0	0

* 派遣・受入実績(様式 B1(3))に表示される合計数を転記してください。

派遣: 委託費を使用した日本側参加者等の相手国及び相手国以外への渡航実績(延べ人数)。

受入: 相手国側参加者等の来日実績(延べ人数)。カッコ内は委託費で滞在費等を負担した内数。

8. 研究交流の概要・成果等

(1) 研究交流概要(全期間を通じた研究交流の目的・実施状況)

①目的

「荒野林」(heath forest) とは、酸性・貧栄養のケイ素土壌に成立する自然の林でインドネシアとマレーシアを中心とした熱帯アジアに点在している(図1)。荒野林は熱帯アジアで一般的な高木密林とは対照的な低木疎林で、その殺伐とした外観から現地では不毛の地を意味する「kerangas ケランガス」と呼ばれている。

一方、荒野林には食虫植物ウツボカズラなど酸性・貧栄養土壌の特殊環境に応答・適応を遂げた植物が自生しており、荒野林は生物多様性創出に貢献する「進化の場」として高い生物学的価値を有すると考えられている。



図1. 荒野林の外観(インドネシアのブリトゥン島)。

ボルネオ島とスマトラ島に挟まれたバンカーブリトゥン州に属するブリトゥン島はインドネシアで荒野林が最も集中する地域で、それが島の最大の生態的特徴となっている。しかし、同島は世界有数のスズ産地で、その採掘開発によって荒野林の大半が消滅してしまっている。更に、同島は国家レベルの観光経済特区に指定され、2019年3月からリゾート開発計画が本格的に開始された(同国経済担当調整省発表)。現在、インドネシアの生物関連の研究者は、「不毛の地」と誤認されやすいブリトゥン島の荒野林がその生物学的価値が認識されないまま、優先的な開発によって消滅してしまう危険性を憂慮している。それを回避するため、インドネシア科学院(LIPI)はブリトゥン島延いては同国の生物多様性保全のため荒野林の保全とその生物学的価値の発信を担う新植物園「東ブリトゥン植物園」の設立を計画している。

代表者の國府方は、日本の琉球列島に点在する荒野林に産する絶滅危惧植物の保全・系統分類研究を2010年から継続的に行い、これまでに日尼間で隔離分布を示す最近縁の2種(種群)も見出した。本研究はインドネシアの中枢植物園であるボゴール植物園(インドネシア科学院所属)から、ブリトゥン島の荒野林の緊急かつ効果的な保全と東ブリトゥン植物園マスタープラン創設を目的とした共同研究の打診を國府方が受けたことで立案された。

以上の背景を踏まえ、本研究では次の3つを目的とする。

- ①ブリトゥン島における荒野林の植物保全と生物学的価値の明確化
- ②多機能的な東ブリトゥン植物園設立に向けたマスタープランの創設
- ③若手研究者養成を視野に入れたインドネシアと日本における国際共同研究の促進

②実施状況

当初、研究交流として、日本側参加者がインドネシアに渡航し、ブリトゥン島における荒野林の野外調査の実施、共同ワークショップの開催、東ブリトゥン植物園設立に向けたマスタープランの創設を予定していた。また、インドネシア側参加者が来日し、琉球列島における荒野林において研修を兼ねた共同野外調査を実施する予定であった。しかし、コロナ禍の影響を受け、ブリトゥン島での野外調査を断念せざるを得ないことになった。一方、2023年2月に共同ワークショップ(先方の都合により、名称を「Garden Talk Seminar」とした)をインドネシアのボゴールで開催した。また、インドネシア滞在中、東ブリトゥン植物園計画、今後の共同研究に関する打ち合わせを行った。

(2)学術的価値(本研究交流により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果)

インドネシアと日本の荒野林の比較、その構成種の比較も本研究の目的の一つであり、日本の荒野林に産する植物の調査・研究も対象となる。当初の予定ではインドネシア参加研究者が来日し、共同調査をする必要であったがコロナ禍の影響を受けて実現できなかったが、國府方は日本側参加研究者とともに、その予備研究として、琉球列島の荒野林とその構成種に関する分類学的研究および保全生物学的研究を行った。

A)スナヅルの2変種の分類研究

スナヅル (*Cassytha filiformis* クスノキ科) は汎熱帯に広域分布する半寄生植物で、日本では九州南部、琉球列島、小笠原諸島に分布する。その日本産の広義スナヅル種内の分類に関して、有毛の茎をもち、琉球列島の伊平屋島、伊是名島、沖縄島の荒野林に産する個体を変種のケスナヅル (*C. filiformis* var. *duripraticola*) として区別する見解と (その場合、狭義スナヅルの学名は *C. filiformis* var. *filiformis* となる)、その変種を認めない見解がある。



図1. 樹木に寄生するケスナヅル

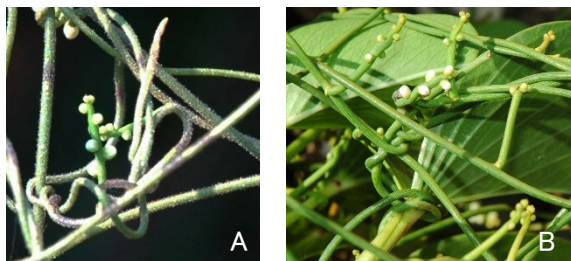


図2. ケスナヅル (A) と スナヅル (B).

この広義スナヅルの分類見解を検討するため、日本、から採集した広義スナヅルを対象に、茎の毛の有無の比較、葉緑体 DNA の trnK 領域の比較、MIG-seq によって得られた SNPs データを用いたネットワーク解析、STRUCTURE 解析、系統解析を行った。

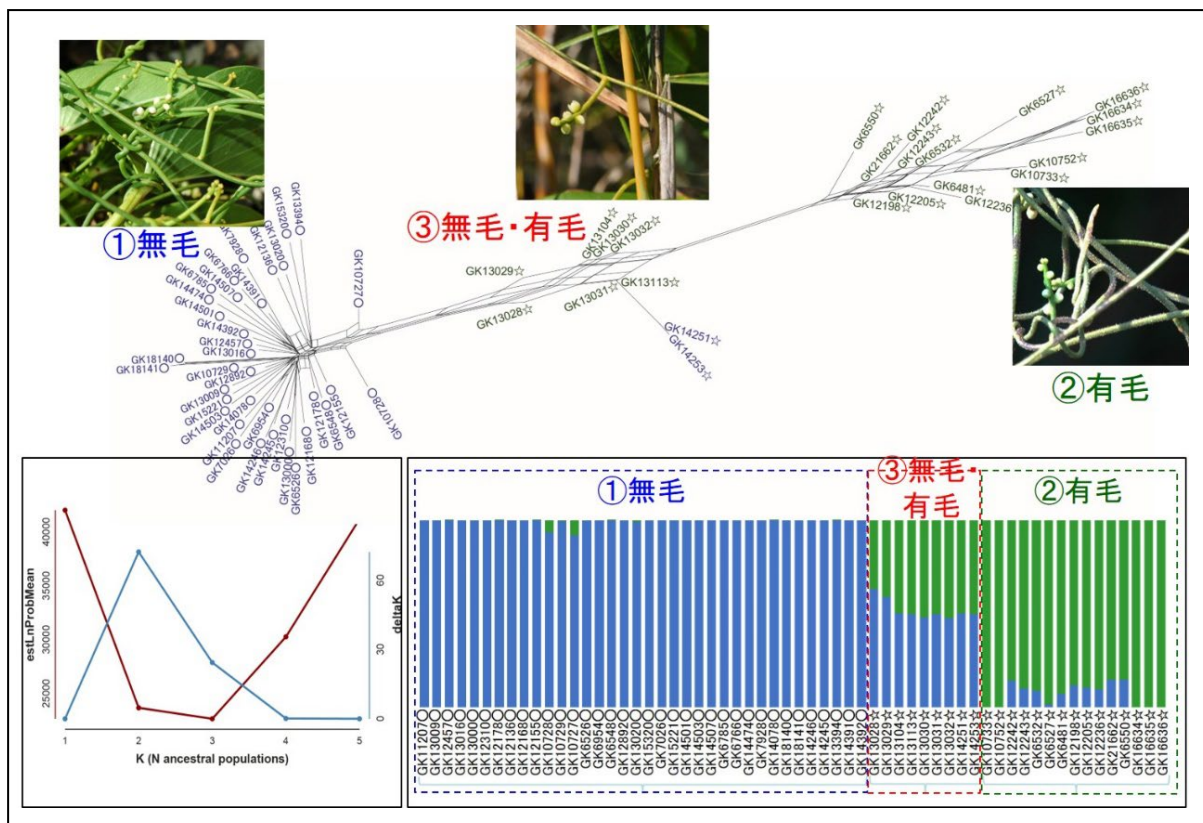


図3. SNPs データを用いた NJ ネットワーク解析・STRUCTURE 解析

ネットワーク解析の結果、①無毛の茎をもつ個体からなるグループ、②有毛の茎をもつ個体からなるグループ、③その中間に位置し、有毛の茎をもつ個体、無毛の茎をもつ個体が混在するグループの3つが確認された(図3)。STRUCTURE解析の結果、グループ③はグループ①と②の雑種であることが推定された。また、雑種と推定された個体を除いて系統解析を行ったところ、茎の毛の有無と強く相関したクレードが認められた。以上より、広義スナヅルにおいて、茎の毛の有無は系統関係を反映している形質であり、無毛の茎をもつ個体をスナヅル(*C. filiformis* var. *filiformis*)、有毛の茎をもつ個体をケスナヅル(*C. filiformis* var. *duripraticola*)とする分類見解(初島1976)を支持する結果となった。また、その両変種間の雑種が認められ、ハプロタイプの比較結果から全てがケスナヅルを母方とする雑種であることが示された。さらに雑種のなかでも茎の毛の有無は個体間あるいは集団間で異なることが示された。

ケスナヅルは環境種指定の絶滅危惧種(絶滅危惧Ⅱ類)であり、今回の研究において、分類学的に非絶滅危惧種のスナヅルとは明瞭に区別され、独立した変種として扱うことが適当と判断されたことは保全生物学的にも意義がある。

(國府方吾郎・柿嶋聡・石井千賀子・鐘國芳・横田昌嗣. スナヅルとケスナヅルは区別すべきか ―茎の毛の比較と分子系統解析に基づく分類考察―. 日本植物分類学会第22回大会(千葉, 要旨集, p. 51). 2023)

B) 琉球列島の新たな荒野林の確認

これまでに琉球列島では奄美大島、伊平屋島、伊是名島、沖縄島、座間味島、久米島に荒野林が確認されている。一方、國府方は日本側参加者とともに、琉球列島における更なる荒野林の有無を調査した。

その結果、琉球列島 慶良間諸島の渡嘉敷島に大規模な荒野林があることを発見した。その荒野林は貧栄養、酸性土壌で、琉球列島の他の荒野林と同様にリュウキュウマツ、シバニッケイ、ギーマなどの植物によって構成されていた。また、荒野林を定義する指標の一つとする場合もある食虫植物のコモウセンゴケ(*Drosera spatulata* モウセンゴケ科)も生育していた。更に、荒野林に特産し、環境省指定の絶滅危惧種であるイトスナヅル(*Cassytha pergracilis* クスノキ科; 絶滅危惧ⅠA類; 図6)、オオマツバシバ(*Aristida takeoi* イネ科; 絶滅危惧ⅠB類; 図7)の自生も確認された。

現在、この荒野林は国立公園の第3特別地域となっており、道路工事などの影響を受ける心配はないが、遊歩道のある景勝地として利用されているため、観光客の踏みつけによって影響を受ける可能性がある。今後、関係機関と情報共有し、保全対策を講じる予定である。

(以上、未発表データ)



図4. 渡嘉敷島の荒野林。



図5. 渡嘉敷島の荒野林で確認されたコモウセンゴケ。



図6. 渡嘉敷島の荒野林で確認されたイトスナヅル。



図7. 渡嘉敷島の荒野林で確認されたオオマツバシバ。

(3)相手国との交流(両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果)

2023 年 2 月 12～18 日、日本側参加者の國府方・中村・伊東がインドネシアに渡航し、共同研究セミナー「Garden Talk Seminar」での参加・講演、ボゴール植物園における自生地外保全の視察、ボゴール標本館におけるブリトゥン島の荒野林に産する植物の標本調査を行った。

A) 共同セミナー

2023 年 2 月 14 日、國府方とインドネシア側代表者の Iyan Robiansyah 氏がホストとなり、共同セミナー「Garden Talk Seminar “Research and Conservation in Botanical Garden for Heath Forest Plants”」をボゴールにおいて開催した (図8)。

共同セミナーでは、ボゴール植物園関係者など約 70 名が参加し、元ボゴール植物園長の Didik Widyatmoko 氏が特別ゲスト 兼 進行役として参画した。まず、Andes Hamurabi Rozak 氏 (Research Center for Plant Conservation, Botanic Gardens and Forestry センター長) が開会挨拶し、この共同研究の重要性をセミナー参加者に説明した。

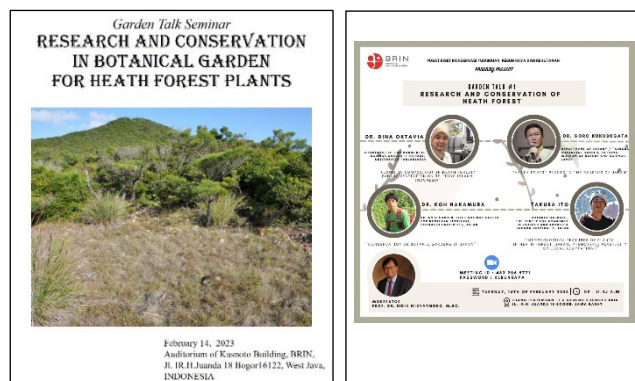


図 8. Garden Talk Seminar の要旨集抜粋

続いて、インドネシアの荒野林を研究し、東ブリトゥン植物園計画の主要メンバーである Dina Okatavia 氏がブリトゥン島を中心としたインドネシアの荒野林の概要に関する発表を行った。その後、國府方が琉球列島の荒野林の概要と構成種に関する発表、伊東が琉球列島の荒野林における適応進化に関する発表、中村が日本の植物園における保全事業に関する発表を行った (図9)。

Schedule		
No	Agenda	Time
1	MC	09.00-09.10
2	Opening remark Dr. Andes Hamurabi Rozak Head of Research Center for Plant Conservation, Botanic Gardens and Forestry – BRIN Dr. Didik Widyatmoko (Moderator)	09.10-09.15
	Session 1	
3	Presenter 1 Dr. Dina Oktavia Department of Environmental Science, Graduate School, Universitas Padjadjaran, Indonesia Heath forest plants in Indonesia	09.15-09.45
4	Presenter 2 Dr. Goro Kokubugata Department of Botany / Tsukuba Botanical Garden, National Museum of Nature and Science, Japan Heath forest plants in the Ryukyus of Japan	09.45-10.05
5	Q&A	10.05-10.30
	Session 2	
6	Presenter 3 Dr. Takuro Ito Botanic Garden, the Center for Academic Resources and Archives, Tohoku University, Japan Morphological features of plants in heath forest, Japan —Phenotypic plasticity or local adaptation?—	10.30-10.50
7	Presenter 4 Dr. Koh Nakamura Botanic Garden, Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University, Japan Conservation in botanic gardens in Japan	10.50-11.10
8	Q&A	11.10-11.40
9	MC - Closing	11.40-11.50



図 9. Garden Talk Seminar のプログラムと國府方 (上)・中村 (中)・伊東 (下)の講演の様子。

セミナー終了後、國府方、伊東、中村、Robiansyah、Okatavia、Widyatmoko、Rozak、他関係者と今後の共同研究、東ブリトゥン植物園に関する打ち合わせを行った。コロナ禍の影響で実施できなかった本研究の計画は今後に実施する方針を確認し、継続してブリトゥン島の荒野林の保全を目的とした共同研究を進めることで合意した。

その打ち合わせにおいて、東ブリトゥン植物園計画に関してコロナ禍による混乱の影響で計画が進んでいないが、計画が中止になっていない旨の説明を受けた。それを踏まえて、前述の通り、「Garden Talk Seminar」において日本の植物園と保全を目的とした植物園について講演を行い、今後の東ブリトゥン植物園計画に貢献する情報提供と意見交換を行った。



図9. 打合せの集合写真(左より Widyatmoko、Robiansyah、國府方、Rozak、Okatavia)。

B) ボゴール植物園に自生地外保全の視察

ボゴール植物園では、Robiansyah 氏が中心となり、ブリトゥン島を含めたインドネシアの絶滅危惧植物の自生地外保全を行っている。2023 年 2 月 15 日、國府方・中村・伊東はその自生地外保全を視察し、ブリトゥン島に分布する絶滅危惧種 *Hopea bilitonensis* (フタバガキ科) などの栽培状態を見学した。あわせて植物園の栽培スタッフと荒野林産植物の栽培に関する情報交換、今後の協力体制に関する打ち合わせを行った (図 10)。



図 10. *Hopea bilitonensis* の栽培状態を見学する中村と伊東。

C) ボゴール標本館における標本調査

2023 年 2 月 17 日、ボゴールの隣町チビノンにあるボゴール標本館において、ブリトゥン島の荒野林に産する植物の標本調査を行った (図 11)。その結果、これまで琉球列島の固有植物とされ、荒野林に特産するケスナヅル (*Cassytha filiformis* var. *duripraticola* クスノギ科) と形態的に同定されるブリトゥン島とセレベス島で採集された標本を発見した(図 12)。この発見により、ケスナヅルは日本固有植物ではなく、日本とインドネシアに隔離分布する植物である可能性が高いことが示唆された (未発表)。近日中に、インドネシア側参加者がブリトゥン島を訪れ、採集地点付近の現地調査を行う予定である。



図 11. ボゴール標本館。

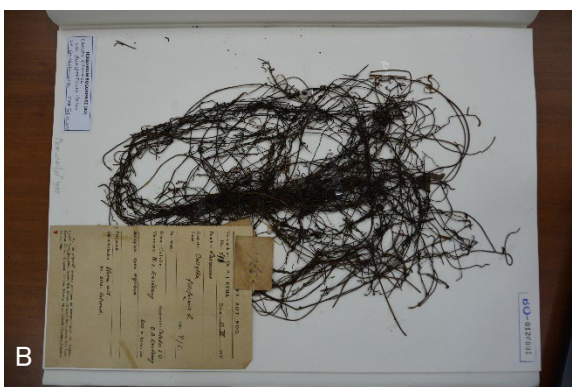
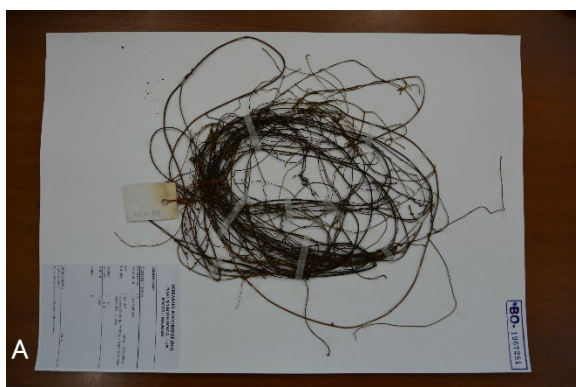


図 12. 形態的にケスナヅルと同定されたブリトゥン島産 (A) とセレベス島産 (B) の標本。

(4)社会的貢献(社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決資する等の社会的貢献はどのようにあったか)

前述の共同セミナーでは、植物園ボランティアなど一般市民の参加があり、一般社会への発信にも貢献した。また、ボゴール植物園で現在展示中のウツボカズラやモウセンゴケなどの食虫植物スペシャルコレクションの展示に貧栄養土壌という荒野林の特殊環境の解説を加え、それを荒野林の生物学的重要性の発信に結び付けることを提案し、ボゴール植物園からも賛同を得た。食虫植物が人気のある植物であることは万国共通で、この人気を活用した社会発信は効果的と考える。



図 13. ボゴール植物園の食虫植物コレクション.

(5)若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取組、成果)

本研究では、日本側参加研究者のなかに、若手研究者の伊東が含まれている。伊東は、これまで多肉植物であるセダムの乾燥適応に関する研究などを行い、もともと植物の適応分化に興味を持っていたが、今回のインドネシア渡航を通して彼が荒野林という特殊環境が保全生物学および進化生物学的に重要なことを学んでくれたと確信している。

インドネシア側参加者の若手研究者 Enggal Primananda 氏は、Robiansyah 氏とともに我々のインドネシア滞在中の調整、同行などをしてくれた(図 14)。インドネシア滞在中、我々、特に伊東と深く交流した。この経験が日尼双方の若手研究者の今後の国際交流につながることを多いに期待している。



図 14. ボゴール植物園の絶滅危惧植物温室での集合写真(左より國府方、Primananda、Robiansyah、伊東)。

本研究の参加者ではないが、共同セミナーの参加に参加したインドネシアのパダン州立大学の若手研究者 Wita Yulianti 氏から荒野林の研究をしたいとの希望を受けた。現在、彼女の日本留学に向けて相談しているところである。

(6)将来発展可能性(本事業を実施したことにより、今後どのような発展の可能性が認められるか)

今回、コロナ禍で十分な研究成果は上げられなかったが、インドネシアに渡航して対面で話し合うことで、本研究はインドネシアの保全に必須で、学術的および社会的にも必要であることを再認識した。インドネシア側参加者もブリトゥン島の荒野林に興味と危機感を持っており、我々との共同研究を希望している。今後、本研究の方針は変更せず、適応進化の解明など新たな課題を加えてブラッシュアップし、他の助成プログラムなども検討しつつ展開していきたい。

(7)その他(上記(2)～(6)以外に得られた成果があれば記載してください)

該当なし。