

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 15 日現在

機関番号：12701

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24700946

研究課題名(和文)気候変化が外来植物の生物学的侵入に与える影響に関する生物地理学的研究

研究課題名(英文)A biogeographical study on the effects of climate change on biological invasion by alien plant species

研究代表者

吉田 圭一郎(Yoshida, Keiichiro)

横浜国立大学・教育人間科学部・教授

研究者番号：60377083

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では水文気候条件の異なる島嶼(琉球列島, 小笠原諸島, およびハワイ諸島)を対象に, 外来植物ギンネムの生物学的侵入に着目し, ギンネム優占林の遷移パターンからその影響を明らかにした。その結果, ギンネムの生物学的侵入による影響には気候条件を背景とした地理的な差異が認められた。特に, 乾燥した環境下では, 湿潤熱帯に分布の中心をもちギンネム優占林を置換することができる種群が欠如することで, ギンネムの維持更新が可能になると考えられた。現在, 小笠原諸島ではギンネムの生物学的侵入による影響は限定的であるが, 乾燥化がさらに進行することで, より広範囲でギンネム群落が持続する可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：In this study, we compared the successional patterns in abandoned fields that were invaded by *Leucaena leucocephala* on three subtropical archipelagoes (Ryukyu, Ogasawara, and Hawai'i), to examine the relationship between climatic condition and biological invasion. The results show the significant differences among the regions in the successional pattern following invasion. According to comparison of the successional pattern of *Leucaena* forests among three islands, *L. leucocephala* would be more competitive under the drier climatic condition. Because the fast-growing secondary trees which replace directly *Leucaena* forests are absent, and consequently, *Leucaena* forests can regenerate. The impacts of the biological invasion by *L. leucocephala* are at present limited in the Ogasawara Islands. However, as a drying trend of climate progress, the distribution of *Leucaena* forests would be expanded, and *Leucaena* forests may persist continuously on the drier sites in the Ogasawara Islands.

研究分野：植生地理学

キーワード：外来植物 気候変化 生物学的侵入 生物地理 ハワイ諸島 小笠原諸島 琉球列島

### 1. 研究開始当初の背景

外来植物の生物学的侵入 (biological invasion) はグローバルな環境問題の一つである (Mooney et al. 1989, Vitousek et al. 1997). 特に, 太平洋島嶼では外来植物の生物学的侵入が顕著にみられ (Mueller-Dombois & Fosberg 1998), 外来植物の分布予測やその影響評価に関して, これまで数多くの研究が行われてきた (Daehler et al. 2004 や Kawakami & Okochi 2010 など).

最近, 外来植物の生物学的侵入が気候変化に影響を受けることが明らかになりつつある (Dukes & Mooney 1999). 特に, 乾湿条件の変化は外来植物の侵入定着や分布拡大に有利に働くとされ (Davis et al. 2000), 長期的な気候変化を考慮した外来植物への対策が急務となっている.

これまでに申請者は, 世界自然遺産の小笠原諸島を対象として, 次のような長期的な気候変化の実態と, 外来植物の生物学的侵入について明らかにした.

小笠原諸島は 20 世紀後半より乾燥傾向にある. 1943 年以前に比べ 1968 年以降の降水量は約 20% 減少しており (吉田ほか 2006), この乾燥化の進行は小笠原諸島の生態系に影響を与えていることを示した (吉田・飯島 2009).

小笠原諸島の島嶼生態系が外来植物ギンネムの生物学的侵入により影響を受けている. 中米の乾燥サバナを起源とするギンネムの生物学的侵入がみられ, ギンネム林内では在来種の更新を阻害し, 二次遷移を偏向させた (吉田・岡 2000).

これらのことから, もし, 外来植物の生物学的侵入が気候変化に影響を受けることが事実であれば, 小笠原諸島でギンネムの生物学的侵入による影響が今後さらに大きくなることを示唆する. したがって, 世界自然遺産小笠原諸島の貴重な生態系を保全するためには, 長期的な気候変化による生物学的侵入への影響を考慮した評価や予測を行う必要がある. そのためには, これまでの申請者の研究成果をさらに発展させて, 「気候の乾燥化により外来植物の生態系への影響は大きくなるのか?」という仮説を検証する必要がある.

### 2. 研究の目的

本研究では, 上述した仮説を検証するため, 水文気候条件の異なる北西太平洋の島嶼 (琉球列島, 小笠原諸島, ハワイ諸島) を調査地として, 生物学的侵入による影響の生物地理学的な比較 (biogeographical comparison) を行う. まず, 1) 既存データや新たに取得するデータに基づいて, それぞれの島嶼での主要な外来植物であるギンネムの生物学的

侵入について明らかにする. 特に, ギンネム林の分布拡大パターンやギンネム優占林成立後の二次遷移パターンに着目して, 在来生態系への影響について検討する. 次に, 2) 外来植物の分布拡大パターンや, ギンネム優占林成立後の二次遷移パターンを基準に, 島嶼間での差異を明らかにする. 特に, 乾湿傾度との対応関係に着目した生物地理学的な比較を行い, 水文気候条件と外来植物の生物学的侵入による影響との関連性を検討するとともに, そのメカニズムについて考察する. そして, 3) 島嶼間の生物地理学的な比較から, 外来植物の生物学的侵入と水文気候条件との関連性の有無を明らかにし, 気候変化による外来植物の生物学的侵入への影響について検討する. 特に, 小笠原諸島において今後予想される気候の乾燥化がギンネムの生物学的侵入による生態系への影響をどのように変化させるのか? について考察する.

### 3. 研究の方法

本研究の調査対象地は, 琉球列島, 小笠原諸島, およびハワイ諸島の北西太平洋の亜熱帯島嶼である. 本研究ではまず, 琉球列島と小笠原諸島でのこれまでの成果に加え, ハワイ諸島とで侵略的な外来植物であるギンネムについて調査研究を行い, その生物学的侵入による在来植生への影響を把握する. 次に, 北西太平洋の亜熱帯域 (琉球列島からハワイ諸島) での乾湿条件に沿った傾度分析を行い, 外来植物の生物学的侵入による影響と乾湿傾度との関連性について明らかにする. そして, 明らかになった空間的な乾湿条件との関連性に基づき, 小笠原諸島における今後の気候の乾燥化にともなう外来植物による影響の時間的な変化について考察することを目指した.

#### (1) ギンネムの空間分布とその変化

島嶼スケールでのギンネムの生物学的侵入による影響を明らかにするため, 全ての島嶼において空中写真判読からギンネムの空間分布を明らかにした. また, 本研究で今後の予測を行う小笠原諸島については, 過去の空中写真も判読し, 過去 60 年間のギンネム分布の変化を明らかにするとともに, GIS を援用してその分布変化パターン立地条件 (特に乾湿条件) との関連性について解析した.

#### (2) ギンネム優占林, およびギンネム優占林を置換した林分の植生構造と種組成

ギンネムの生物学的侵入による影響を評価するため, ギンネム優占林が成立してから 30 年以上経過した林分を対象に植生調査を行った. ハワイのオアフ島では新規にデータを取得して, 琉球列島では過去に取得したデータに新規の調査データを付加して解析を行った. 小笠原諸島については過去に取得した調査データから本研究の内容に整合するものを用いて解析した.

対象となる林分に、100～200m<sup>2</sup>の調査プロットを設けて、プロット内の樹高 1.5m 以上の個体を対象に毎木調査を行うとともに、林床植生を含めた出現種などを記載した。

### (3) ギンネムによる生態系への影響と水文気候条件との関連性の解析

ギンネムの分布変化パターンの解析結果とギンネム優占林が成立してから 30 年以上経過した林分の植生調査結果から、ギンネムの生物学的侵入による在来植生への影響について各島嶼で検討する。次に、調査を行った島嶼間での生物地理学的な比較を行い、水文気候条件に沿った傾度分析からギンネムの生物学的侵入による影響と乾湿傾度との対応関係を明示する。

### (4) 気候の乾燥化にともなう外来植物による影響の変化の解明

生物地理学的な比較の結果に依拠して、気候の乾燥化にともなう外来植物による影響の時間的な変化を推察する。そして、乾燥化が進行している小笠原諸島での今後の外来植物の生物学的侵入による生態系への影響を評価する。

## 4. 研究成果

空中写真判読から、調査を行った全ての島嶼において、ギンネムが二次遷移初期に密な一斉林を形成していたことが確認された。全ての島嶼において広い範囲でギンネム優占林がみられたが、琉球列島では、ギンネム優占林の分布は比較的新しく放棄された場所に限られており、また、ハワイのオアフ島では、ギンネム優占林は年降水量 1000mm 以下のやや乾燥した地域が分布の中心であった。

小笠原諸島では 1947 年にごくわずかであったギンネム優占林が 1968 年までに急速に拡大した。しかし、その後は二次遷移の進行にともない遷移後期種によって置換され、現在まで徐々にその分布が縮小した(図 1)。GIS を援用して、一般化線形モデルによりギンネムの分布変化パターンと自然環境との関連性について検討した結果、ギンネム優占林の分布拡大には過去の人為的な攪乱と強い関連性が認められた。また、谷部などのより湿潤な場所では、ギンネム優占林が遷移後期種に置換されやすい傾向が見出された。

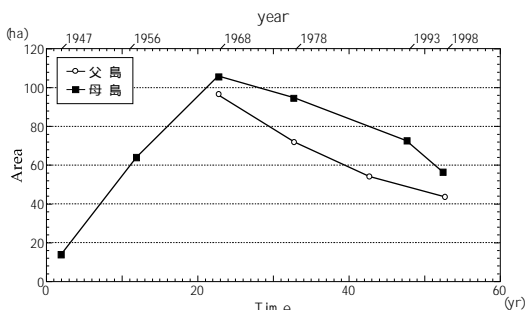


図 1 小笠原諸島におけるギンネム林の 50 年間の変化

植生調査の結果、ハワイのオアフ島ではギンネム優占林は成立後 30 年以上経過した現在でも、ほとんど全ての場所でギンネムが優占していた。ギンネム以外の樹種の優占度は小さく、また下層における被度も低かった。また、草本を含めた出現種の大半が外来植物であり、ハワイのオアフ島におけるギンネム優占林では在来植物の定着や更新が制限されていることが明らかになった。一方、琉球列島では、ギンネム優占林は成立から 30 年の間に在来の遷移後期種に置換されており、ギンネムはほとんどみられなかった。また、小笠原諸島においても同様に、多くのギンネム優占林が遷移後期種に置換され、別の外来植物が優占する林分が成立していた(図 2)。

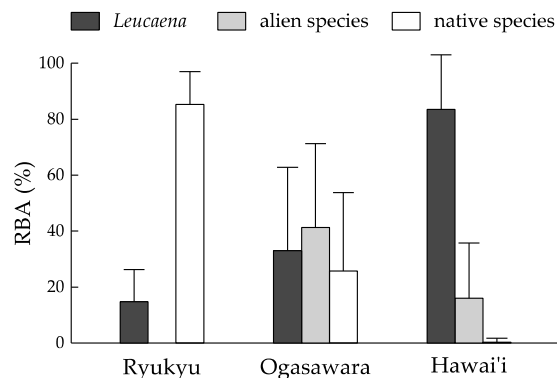


図 2 ギンネム林成立後 30 年以上経過した林分におけるギンネム・在来樹種・外来樹種の相対優占度 (%)

ギンネム優占林成立後の二次遷移パターンに着目し、ギンネムの生物学的侵入による影響について生物地理学的な比較を行った結果、外来植物ギンネムの生物学的侵入による生態系への影響には地理的な差異が認められた。すなわち、全ての島嶼では共通して侵入初期にギンネムが密生する優占林を形成するにも関わらず、その後の遷移パターンは島嶼間で異なっており、ハワイ諸島ではギンネム優占林が長期間にわたり維持更新して、ギンネムの生物学的侵入による影響がより大きくなっていった。これらのことは、外来植物の侵入可能性 (invasibility) が島嶼間で異なっており、同一の外来植物であっても在来生態系に与える影響には地理的な差異が存在する可能性があることを示している。

このギンネムの生物学的侵入による影響の地理的な差異には水文気候条件、特に乾湿条件が関わっていると考えられた。ギンネムが優占する林分は、ハワイのオアフ島の風下側のような乾燥環境が卓越する地域で長期間維持される一方で、琉球列島などの降水量がやや多い湿潤な島嶼では、湿潤熱帯に分布の中心をもつ別の樹種により置換されていた。このことは、在来種や外来種という区分に関わらず、乾湿傾度を背景としたギンネムと競合し、ギンネム優占林を置換できるよう

な種群の有無が、ギンネムの生物学的侵入による影響の地理的な差異の重要な要因であることを示唆している。

現在、小笠原諸島の耕作放棄地に成立したギンネム優占林のほとんどは、谷部などの湿潤な場所を中心に別の樹種に置換されており、ギンネムの生物学的侵入による影響は限定的である。しかしながら、上述したように水文気候条件と外来植物の生物学的侵入による影響とは関連が認められ、特にギンネムの生物学的侵入による影響はその原産地（熱帯サバナ）と類似する気候下でより大きくなると考えられる。したがって、近年顕在化しつつある乾燥化がさらに進行した場合、乾燥しやすい場所（尾根や土壌の薄い斜面など）を中心に現在よりも広範囲でギンネム優占林が持続する可能性がある。今後は、こうした気候変化を考慮した外来植物の生物学的侵入による影響の評価を行い、外来植物の適切な管理策やその影響に対する具体的な保全策を提案していく必要がある。

#### 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）

〔学会発表〕（計4件）

吉田圭一郎、太平洋島嶼における外来植物による影響の地理的差異、日本地理学会 2014 年度秋季学術大会、2014 年 9 月 20 日、富山大学（富山県・富山市）

Koide, D., Yoshida, K., Daehler, C., and Mueller-Dombois, D., An upward shift of vascular plants during the last 40 years on the island of Hawaii, Island Biology 2014, 2014/7/8, University of Hawaii at Manoa, Honolulu (USA)

Tsuneki, S., Kato, H., Yoshida, K., Saeki, S., Yoshimura, K., Ishida, A., Detecting ecological speciation in the genus *Persea* on the Bonin Islands, Japan, Island Biology 2014, 2014/7/8, University of Hawaii at Manoa, Honolulu (USA)

吉田圭一郎、小笠原諸島における乾湿傾度に沿った樹木携帯の変化とその生態水文学的なプロセス、日本進化学会 第 14 回東京大会（招待講演）、2012 年 8 月 21 日、首都大学東京（東京都・八王子市）

〔図書〕（計1件）

吉田圭一郎、世界自然遺産「小笠原諸島」における植生破壊と再生の環境史、宮本真二・野中健一編「ネイチャー・アンド・ソサイエティ研究 第1巻 自然と人間の環境史」、2014、237-254

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

吉田 圭一郎 (YOSHIDA, Keiichiro)  
横浜国立大学・教育人間科学部・教授  
研究者番号：60377083

##### (4) 研究協力者

Daehler, C. Curtis  
(University of Hawaii at Manoa)