

研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2008～2009
 課題番号：20700670
 研究課題名（和文） 植物の水利用様式からみた気候変化が小笠原諸島の固有植生に及ぼす影響の解明
 研究課題名（英文） Effects of climate changes on the water relations of endemic vegetation in the Ogasawara Islands.
 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・准教授
 研究者番号：60377083

研究成果の概要（和文）：

本研究の目的は小笠原諸島の乾性低木林において、乾燥ストレスに対する構成種の生理的な応答プロセスを明らかにし、乾燥化の影響を評価することである。本研究の結果から、シマイスノキは蒸散を抑制することで、季節的な乾燥ストレスに耐えて生育していた。また、季節的な乾燥ストレスによりシマイスノキの生長期間が短縮されていた。今後乾燥化がさらに進行した場合、水文気候条件に応答した構成種の水利用様式の変化や生育期間の短縮を通じて、気候変化の影響を受けると考えられた。

研究成果の概要（英文）：

To evaluate the effects of long-term climate changes on endemic vegetation in the Ogasawara Islands, we examined the relationships between seasonal drought and the physiological properties of endemic tree species, such as water relations and growth period. The seasonal variations of sap flow and conductance showed that the transpiration rates of endemic tree species were depressed in severe drought conditions and that the endemic tree species changed their water relations to resist the seasonal drought. Moreover, the leaf water potential of endemic species was rapidly decreased with the depletion of soil water in seasonal drought periods, and the growth period was shortened compare to that in the wetter area. These results suggested that the recent drying trend would change the water relations and growth of endemic tree species, and, therefore, that the long-term climate change could be risk factors affecting the endemic vegetation of the Ogasawara Islands.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成20年度	2,400,000	720,000	3,120,000
平成21年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：自然地理学

科研費の分科・細目：総合領域・地理学

キーワード：小笠原諸島, 夏季乾燥期, 蒸散量, 水文気候条件, 水利用様式, 生長期間

1. 研究開始当初の背景

現在も継続している気候変動は 21 世紀中に生態系を大きく変化させると考えられており (IPCC 2001), 既に生態系への影響が現れつつある (e. g. Parmesan & Yohe 2003). 小笠原諸島では 20 世紀後半から乾燥傾向にあり, 固有種を多く含んだ独特の生態系への影響が危惧される (吉田ほか 2006). 世界遺産への登録を目指す小笠原諸島の貴重な生態系を保全するためには, 気候変動が生態系に及ぼす影響を評価し, 変化を予測することが急務である.

生育環境と植物との相互作用は水を媒介とした生理プロセスに支配されることから, 気候変動が植生へ及ぼす影響は構成種の生理的な制約に基づいて予測できる (Jentsch et al. 2007). 申請者はこの点に着目し, 長期的な気候変化が小笠原諸島の固有植生である亜熱帯性低木林に与える影響を解明する目的で, 水文気候環境と構成種の土地利用様式についての観測研究を行ってきた. その結果, 水文気候環境の実態が明らかになり (飯島ほか 2004, 吉田ほか 2006), また季節的な乾燥ストレスと植生構造の対応関係を示した (吉田ほか 2002). これらのことは, 季節的な乾燥ストレスが構成種の生理的な制約となっており, 今後の気候変化が亜熱帯性低木林へ影響を及ぼすことを示唆する.

これらの研究成果で示唆した夏季に卓越する季節的な乾燥ストレスが構成種の生理プロセスを強く制限していることが事実であれば, 将来のさらなる乾燥化は亜熱帯性低木林の構造や分布に大きく影響する可能性が考えられる. したがって, 長期的な気候変化による亜熱帯性低木林への影響を評価するためには, これまでの成果を発展させ, 季節的な乾燥ストレスに対する応答様式について, その植生構造に与えるプロセスを含めて明らかにする必要がある.

2. 研究の目的

本研究の目的は, 上述した背景に基づき, 小笠原諸島において夏季に卓越する季節的な乾燥ストレスに対する生理的な応答プロセスを解明し, それに依拠して今後予想される気候変化が亜熱帯性低木林に与える影響を解明することである. この目的のために, 夏季に卓越する季節的な乾燥ストレスと構成種の生理的な応答プロセスに深く関連した土地利用様式について着目し, 次のような目的に基づき調査研究を行った.

(1) 近年の水文気候環境の変化

吉田ら (2006) の成果を踏まえて, 最新の観測データについての解析を加え, 最近 10 年間の父島における水文気候環境の変化, 特に乾燥化の状況について検討した. また, 小笠原諸島の島嶼生態系に影響を与えた 2004 年の乾燥環境に着目し, その特徴を明らかにした. そして, 20 世紀後半より進行しつつある水文気候環境の変化が小笠原諸島の島嶼生態系に与える影響について考察した.

(2) 季節的な乾燥ストレスが構成種の生理プロセスに与える影響

これまで, 小笠原諸島に成立する乾性低木林の構造は水文気候環境と対応することが明らかにされている. これは, 構成樹種が季節的な乾燥ストレスに適応し, 水利用様式を変化させた結果として生じたと考えられる. そこで, 水文気候環境に対応した乾性低木林の構成樹種の水利用様式を明らかにするため, 優占種であるシマイスノキの蒸散量の季節変化について解析した.

(3) 季節的な乾燥ストレスが固有樹種の生長に与える影響

季節的な乾燥は植物の生長を制約し, 地域の植生構造に影響する (Adams and Kolb 2005). したがって, 気候の乾燥化が小笠原諸島の固有植生に与える影響を評価するためには, 夏季に卓越する季節的な乾燥に対する植物の生長の応答について明らかにする必要がある. そこで, 今後の乾燥化による小笠原諸島の植生への影響を評価するため, 季節的な乾燥ストレスとシマイスノキの生長との関連を明らかにした.

3. 研究の方法

(1) 近年の水文気候環境の変化

最近の父島の水文気候環境を明らかにするために, 1998 年から 2007 年までの 10 年間の日別値の観測データ (日平均の気温, 相対湿度, 現地気圧, 風速と, 日積算日射量, 日降水量) から「ポテンシャル蒸発量」と「気候湿潤度 (Wetness Index)」(近藤・徐, 1997) を算出した. 父島気象観測所の観測データを用いたポテンシャル蒸発量および気候湿潤度の算出は, 吉田ら (2002) の方法に従った. また, 各観測データの欠測値については飯島ら (2004) と同様の方法により補完した. 本研究で算出したポテンシャル蒸発量は月別および年別にまとめ, また気候湿潤度は月合計および年合計のポテンシャル蒸発量と降水量から求め, 解析に用いた.

(2) シマイスノキの蒸散量の季節変化

シマイスノキの蒸散量の季節変化について、乾性低木林が分布する小笠原諸島父島の初寝山において調査を行った。茎熱収支法による蒸散流量センサーをシマイスノキ *Distylium lepidotum* (樹高 1 m) の主幹に設置し、蒸散流量の連続観測を行った。また、ポロメータを用いて気孔コンダクタンスを夏季の乾燥期を含めて定期的に測定した。同地点には 1999 年より総合気象観測装置を設置しており、得られた気象観測データと併せて蒸散量の季節変化を解析することにより、シマイスノキの水利用様式と水文気候環境との関連性を考察した。

(3) シマイスノキの幹生長の季節変化

夏季乾燥期の土壤水分量が異なる地点でシマイスノキの幹生長の季節変化を比較し、土壤水分条件が幹生長に与える影響について考察した。乾性低木林が分布する父島東部の初寝山 (215m a. s. l) と東平 (226m a. s. l) に観測点を設け、土壤水分量とシマイスノキの幹生長量について連続観測を行った。土壤水分量 (体積含水率%) は TDR 式土壤水分計により 10cm 深で測定した。シマイスノキの幹生長量は 2 個体の主幹にデンドロメータを設置し、連続観測した。夏季に卓越する季節的な乾燥環境を把握するため、初寝山の気象観測データを用いた。本研究では 2004~2008 年までの観測データを使用した。

4. 研究成果

(1) 近年の水文気候環境の変化

1998 年から 2001 年までは気候湿度 (年降水量/年ポテンシャル蒸発量) が 1.0 前後で乾燥と湿潤状態が釣り合った状況であったが、2005 年をのぞく 2002 年以降は気候湿度が 1.0 を下回り、乾燥する傾向にあった。2004 年は、アジアモンスーンの北上が早く、北太平洋 (小笠原) 高気圧がよく発達したため強い乾燥環境に晒され、乾燥期間が 5 ヶ月以上の長期間継続した。他の研究成果から、同時期に乾性低木林の主要な構成種であるシマイスノキの葉の水ポテンシャルが低下し、幹の肥大生長が抑制されていることが分かっており、また、2004 年の春から夏にかけては、小笠原諸島の複数の島で河川が涸れ、固有昆虫種の地域個体群が消滅したことが報告されている。これらのことは、2004 年における厳しい乾燥環境の卓越は土壤水分量の低下や流出量の減少を通じて、小笠原諸島の島嶼生態系に影響を与えたことを示唆する。小笠原諸島における 20 世紀後半からの乾燥化は 2001 年以降も進行しており、今後、2004 年のような強い乾燥年が起因となって、小笠原諸島における島嶼生態系の急激な変化を引き起こすことが予想された。

(2) シマイスノキの蒸散量の季節変化と水文気候環境

シマイスノキの蒸散量は大気飽差に対応した季節変化が認められ、夏季には冬季に比べ蒸散流量が減少した。夏季にはたびたび土壤水分量が 30% 以下に低下し、乾性低木林の構成種は乾燥ストレスに晒されていた。乾燥ストレスを受けていない期間 (土壤水分量が 30% 以上の期間) では、シマイスノキの蒸散量は大気飽差と対応し、大気飽差の増大にともない蒸散流量が増加した。一方で、乾燥ストレスに晒される期間 (土壤水分量が 30% 以下の期間) では、シマイスノキの蒸散量は大気飽差と対応せず、乾燥ストレスを受けていない期間と比較して少なかった。また、乾燥ストレスに晒される期間にはシマイスノキの気孔コンダクタンスは減少した。これらのことから、乾性低木林の優占種であるシマイスノキは蒸散を抑制し、水利用様式を変化させることで季節的な乾燥ストレスに耐えて生育していると考えられた。

(3) 乾燥ストレスと幹生長の季節変化

初寝山と東平の両地点とも幹生長の開始は 5 月中旬で年々変動は小さかったが、幹の生長期間の終了は地点間で異なっていた。2006 年には両地点で同時期の 6 月下旬に幹の生長期間が終わったが、2007 年と 2008 年には東平に比べ初寝山の方が早かった。特に 2008 年には東平では 7 月 28 日まで幹生長が観測されたのに対し、初寝山では 6 月 21 日には幹生長がみられなくなり、1 ヶ月も短くなった。

厳しい乾燥環境が卓越し、土壤の水ポテンシャルが低下すると樹木の生長期間が終了することが多くの研究で示されている (例えば、Royce and Barbour 2001 など)。初寝山では夏季乾燥期に土壤水分量が 20% 以下となり、土壤の水ポテンシャルが急速に低下していた。このことから、夏季乾燥期の土壤の水ポテンシャルの低下がシマイスノキの幹生長の終了を早める直接的な原因であると考えられた。実際、初寝山では土壤水分量が 20% 以下になるとシマイスノキの幹生長が終了し、その後は幹が収縮して乾燥ストレスを受けていた。

これらから、季節的な乾燥により土壤水分量が著しく低下する場所では、シマイスノキの生長期間が短縮されることが明らかとなった。生長期間の短縮により相対的な生長量が減少することから、今後も乾燥化傾向が継続した場合、乾性低木林の構成樹種の生長量がさらに低下し、その結果として群落高などの植生構造が変化することが予想された。

以上のことから、小笠原諸島において夏季に卓越する季節的な乾燥は固有樹種の生理的なプロセスを制限する直接要因となっていることが明らかとなった。今後も乾燥化がさらに進行した場合、水文気候条件に応答した構成種の水利用様式の変化とそれに関連した生育期間の短縮を通じて、構成樹種の生長量の低下やさらには植生構造の変化などが生じ、小笠原諸島の固有植生は長期的な気候変化の影響を受けることが強く予想された。

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4件)

- ① 吉田圭一郎・飯島慈裕、小笠原諸島における最近10年間の水文気候環境、陸水学雑誌、査読有、70巻、2009、13-20
- ② Yoshida, K.、A Recent Review of Vegetation Science in Japanese Geography、Geographical Review of Japan、査読有、81巻、2008、375-383
- ③ Yoshida, K.、Iijima, Y.、and Oka, S.、Hydroclimatic conditions that affect the subtropical dry scrub of Ani-jima Island、Ogasawara Research、査読無、35号、2010、印刷中。
- ④ 吉田圭一郎、小笠原諸島の植物相と植生(特集 小笠原諸島の地図)、地図情報、査読無、107巻、2008、16-20

[学会発表] (計2件)

- ① 吉田圭一郎・飯島慈裕、夏季乾燥期が小笠原固有樹種の生長に与える影響、日本地理学会 2009年秋季学術大会、査読無、2009年10月24日、琉球大学
- ② 吉田圭一郎・飯島慈裕・見塩昌子、小笠原諸島父島の乾性低木林における水文気候条件とシマイスノキ蒸散量の季節変化、第56回日本生態学会大会、査読無、2009年3月19日、岩手県立大学

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・准教授
研究者番号：60377083

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし