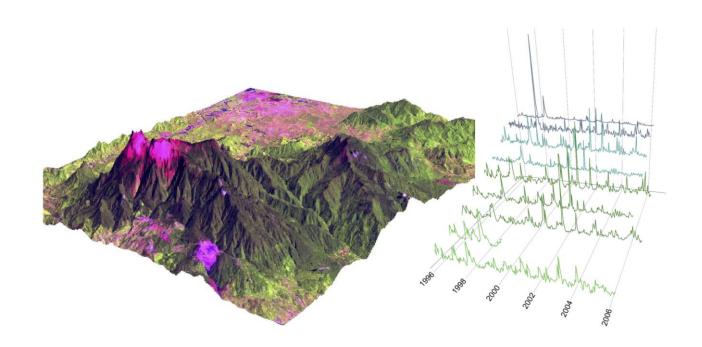
赤道熱帯降雨林の植物季節の1年周期性を発見 一無季節熱帯に12ヶ月の周期性が存在する―

概要

ます。

赤道付近の熱帯降雨林帯では気候的な季節性が見られないことから、熱帯降雨林の植物には1年周期の季節変化が存在しないと思われてきました。京都大学大学院農学研究科北山兼弘教授、同白眉センター潮雅之特定准教授、北海道大学大学院地球環境科学院相場慎一郎教授らの研究グループは、北ボルネオのキナバル山で熱帯降雨林の観測を10年間継続し、樹木成長には明確な12ヶ月の周期性があることを見いだしました。さらに、因果関係を特定できる独自の解析法を考案し、今回得られた長期観測データに適用したところ、熱帯収束帯の移動に伴う日平均気温の微妙な年内変動が12ヶ月の周期性を引き起こしていることが示されました。この結果から、樹木はわずかな気温変化に反応し、葉の展開や落下を同調的かつ周期的に生じさせることで、新葉に依存する植食性昆虫や落葉を分解する土壌微生物にまで影響を及ぼしていると考えられます。また、地球温暖化が日平均気温の年内変動に影響を及ぼすことで、熱帯降雨林にかく乱を引き起こす可能性も示唆され

本成果は、2020 年 10 月 5 日に英国の国際学術誌「Journal of Ecology」にオンライン掲載されました。



1. 背景

赤道付近の<u>熱帯降雨林帯</u>(注1)では気候的に明瞭な1年周期の季節性が存在しません。これまで熱帯降雨林の植物については、エルニーニョ現象に関連して数年以上の間隔をあけて起こる一斉開花結実現象が注目されてきましたが、一年周期の季節変化は存在しないと思われてきました。葉の展開や落葉といった栄養成長の季節的変化が存在しない生態系では、植物は常に植食者による食害にさらされるほか、落葉の分解により供給される土壌栄養塩をめぐり微生物などの分解者と激しく競争することになります。しかし、何らかの周期的な変動によって葉量や土壌栄養塩量が大きく変動する場合、植食者や分解者は資源を利用しきれないため、植物は食害や競争をある程度回避することができます。東南アジアの赤道熱帯では、植物の季節変化に影響を及ぼす気象は、熱帯収束帯(注2)の移動や西太平洋と東太平洋を結ぶ大気循環と言った大きなスケールでの大気現象、さらに山の斜面に沿った上昇気流・下降気流と言った小さなスケールでの現象の相互作用として変化します。そこで、本研究グループは、マレーシア・サバ州(北ボルネオ)にある東南アジアの最高峰キナバル山(標高 4095 m)の斜面に9つの森林観測サイトを設置し、気象と熱帯降雨林の植物季節に関する観測を行いました。

2. 研究手法・成果

キナバル山は麓から山頂付近まで連続的に原生林に覆われている、世界でも希な熱帯山岳です。このため、標高帯毎に原生林の植物季節と気象の関係を調べることが可能です。また、土壌タイプも多様です。土壌タイプの違いは肥沃度の違いを引き起こし、植物季節に影響を及ぼす可能性があることから、気象と土壌の相互作用を観察することも可能です。

各サイトで得られた 10 年分の時系列データに \overline{y} フーリエ解析 (注 4) と呼ばれる周波数解析を適用したところ、標高や土壌タイプにかかわらず、ほとんどの森林で葉リター量に明確な 12 ヶ月の周期性が認められました。このことは、局所的な気象、土壌、生物条件ではなく、より大きな地域的スケールでの気象が 12 ヶ月の周期性を駆動していることを示しています。そこで、要因間で周期性が同期していても、その中から因果関係を特定することができる、 \overline{y} Spectrum convergent \overline{y} Cross mapping (注 5) という統計的手法を開発し、これを用いて葉リター生産量の明確な 12 ヶ月周期を駆動する気象要因を調べました。その結果、日平均気温が葉リター生産量の 12 ヶ月周期を最も強く駆動していることがわかりました。

北ボルネオ付近では、熱帯収束帯が毎年規則的に 5 月と 10 月に真上を通過することで気温の微妙な年内変動を引き起こし、これが樹木の成長の 12 ヶ月周期を引き起こしている、と考えられます。そのような環境下では、樹木が展葉や落葉を多種間で同調的かつ周期的に変動させることが適応的だと考えられます。なぜなら、同調的・周期的な展葉は植食者(昆虫など)を飽食させる一方、同調的・周期的な落葉は分解者(土壌微生物など)との養分をめぐる競争を和らげる効果をもたらすからです。

3. 波及効果、今後の予定

このように、樹木の栄養成長の周期性は植食者や微生物に食物連鎖を通じた影響を及ぼすため、気温の微妙な周期性は赤道熱帯降雨林の動態に強い影響を及ぼしていると考えられます。従って、現在進行している地球温暖化は日平均気温の年内変動に影響を及ぼし、熱帯降雨林の動態を乱してしまうのかもしれません。熱帯では土地利用の変化による森林減少が急激に生じています。これは人間が引き起こす目に見えるトップダウンの影響ですが、温暖化は目に見えない形で熱帯林生態系にボトムアップの影響を与える可能性があります。

4. 研究プロジェクトについて

本プロジェクトは以下の経費を使って維持されてきました。環境省地球環境研究総合推進費 B-52 及び B-11 (北山);科研費 18KK0206 (北山);科研費 19H02998 (相場);京都大学白眉プロジェクト (潮)。

<用語解説>

注1) 熱帯降雨林帯

赤道を中心とし北緯 10°と南緯 10°の間に形成される、高温で多雨な植生帯。

注2) 熱帯収束帯

赤道付近に形成される、北東貿易風と南東貿易風が収束する低気圧地帯。上昇気流が発達し、多雨帯を形成する。年間を通した太陽の南北の動きに合わせて、南北に移動する。

注3) リター(落葉落枝)

樹木から地表に落下する、葉や枝の枯死体や花や果実などの繁殖器官。ここでは、主に葉リターについて調べています。

注4) フーリエ解析

時系列データを異なる周期を持つ波の重ね合わせとして変換し、波の波長と振幅を定量化する解析手法。

注5) spectrum convergent cross mapping

適切に区切った時系列データの断片にフーリエ解析を順次適用して得られる、1年周期の強さの時系列データ を利用して、周期が同調した時系列データ間の因果関係を検出する解析手法。本研究で開発された。

<研究者のコメント>

私たちがこの研究を進めている間に、調査地周辺では多くの熱帯林が土地利用によって失われていきました。 観測地点は保護区として厳正に保護されています。本研究は、温暖化がこれまで私たちが気付かなかった連鎖 反応を通して熱帯林に影響を与えることを示唆します。開発の影響を除去して生態系の変動を調べることがで きる保護区の存在は、本研究のような基礎的な研究を行うために必要不可欠です。

<論文タイトルと著者>

タイトル: Temperature is a dominant driver of distinct annual seasonality of leaf litter production of equatorial tropical rain forests (気温が駆動する赤道熱帯降雨林のリター生産の明瞭な年周期性)

著 者: Kanehiro Kitayama, Masayuki Ushio & Shin-ichiro Aiba4

掲載誌:Journal of Ecology DOI:10.1111/1365-2745.13500

<参考図表>



観測が行われた、北ボルネオのキナバル山南面の写真(写真 北山兼弘)