

事後評価 結果個票

課題番号	環 1351
課題名	アジア陸域の指標生態系における温暖化影響の長期モニタリング研究
実施期間（年度）	2013～2017
研究実施府省庁名	環境省、農林水産省
研究機関名	(国研) 国立環境研究所、(国研) 農業・食品産業技術総合研究機構
研究代表者名	山野 博哉

1. 研究の概要

アジア陸域は、多様な気候と生態系を持ち、温暖化の影響も多岐であることが予想される。当該地域の温暖化影響を包括的かつ早急に把握するため、本研究では、温暖化影響が比較的検出されやすい生態系（指標生態系）に注目し、温暖化影響の長期観測を行う。本研究プロジェクトは2013年度から実施し、これまで4カ国5箇所の観測サイトにおいて、観測機器の整備、保守または新しい観測機器の設置を行い、観測を開始した。構築した長期モニタリング・ネットワークは、赤道に近いマレーシア熱帯雨林から北緯47度以北のモンゴルステップ草原まで、海平面に近い低地林からチベット高原の5500mまで、アジア陸域の多様な環境と植生を含む。本研究で得られた成果は以下の通りである。1) 長期モニタリング研究として、外国の観測サイトについて定常的なモニタリングは順調に進んでおり、これらのデータの解析によって長期的な気象環境の変動と生態系構造と機能の変化との関係が解明されつつある。乗鞍岳では、植生調査地の再設置が無事完了し、継続的にデータ収集されており今後の解析が期待される。2) チベット高原（当雄サイト）では、草本植物の展葉期はモンスーン気候との高い関連性があることが示された。3) 熱帯林林床の稚樹は、林内の高CO₂を効率的に利用することで、資源が乏しい暗光環境での成長を補償している事が示唆された。今後は、多様な樹種の応答特性を明らかにし、気候変動が熱帯林の更新に与える影響を明らかにする。4) モンゴル草原では、草原植物種多様性に対する放牧の影響が年々変化していることが明らかになった。植物多様性に及ぼす放牧の影響を明らかにするためには、長期的観測を今後も継続する必要があることが示唆された。5) 衛星画像解析で問題となっていた、積雪ノイズを取り除く手法を開発し、植生フェノロジーに対する高山域での温暖化影響をより詳細に抽出することが可能になった。

2. 評点

総合評点：4.00（5点満点）

事後評価 結果個票

課題番号	農 1443
課題名	東アジアにおける森林動態観測ネットワークを用いた森林炭素収支の長期変動観測
実施期間(年度)	2014~2017
研究実施府省庁名	農林水産省
研究機関名	(国研) 森林研究・整備機構、(国研) 国際農林水産業研究センター
研究代表者名	佐藤 保

1. 研究の概要

(1) 森林動態観測ネットワークによる森林炭素収支の長期モニタリング体制の構築

気候変動予測研究や森林炭素収支の変動把握に貢献するために、森林総合研究所と国際農林水産業研究センターが共同で森林動態観測ネットワークを構築し、森林の生態系炭素蓄積量に関連する長期モニタリングデータの収集を開始した。緯度及び経度方向の温度や乾湿度で示される環境傾度の違いに基づいた4つの主要森林タイプ(北方林、熱帯季節林、熱帯降雨林、熱帯湿地林)において、固定試験地での毎木調査によって算出した森林炭素蓄積量のデータを整理した。基本的に高緯度から低緯度に移動するに従い、炭素蓄積量の増加が認められた。熱帯降雨林(PasohおよびSemangkok)では200Mg C/haを超える炭素蓄積量があり、極めて高い値を示した。一方、北方林であるTuraでは地下部を含めても炭素蓄積量は10Mg C/ha以下であった。地上部現存量および純一次生産量の年々変動を比較した結果、大規模な攪乱の影響を受けていないSemangkokおよびPasoh試験地では、過去20年間の変動幅は極めて小さかった。一方、択伐履歴がある林分と未択伐の林分を比較したBukit Soeharto試験地では、2014年頭のEl Niñoの影響により、攪乱強度の異なる区画の純一次生産量に差が認められなかった。毎木調査の対象外となっているタケや草本層の現存量を測定し、炭素プールに占める割合を求めた。Mae Klong試験地では、4種のタケが分布しており、その現存量は調査開始時(1992年)から一貫して増加する傾向にあった。また、過去に3種が別々の年に一斉開花しているが、その際の現存量の減少率は、全体的な現存量の増加傾向に比べると影響が小さいと見られた。Kratie試験地にて、林床植生の地上部現存量が樹木の地上部現存量に占める割合は約10%であった。矮性のタケが優占する斜面下部のプロットの地下部現存量は樹木と同等以上の割合を占める可能性が高く、森林全体の総現存量に占める林床植生の割合は斜面下部では30-40%程度に達すると考えられた。熱帯降雨林であるPasoh試験地の1992年からの落下種子データから、3~6年周期で計5回(1996、2002、2005、2009、2014年)の一斉開花が認められた。花芽形成が見られる1月から3月の時期に14日間以上の連続した乾燥ストレスがあった年と一斉開花の発生年に一致が見られた。土壌の乾燥と一斉開花の周期の関係をみると、湿潤な年でリセットがかかり、次の強めの乾燥ストレスがかかった時に一斉開花が生じる傾向が見られた。このことから、湿潤な年を挟まないと、連続して乾燥ストレスがかかっても一斉開花は生じない可能性が示唆された。以上のことから、花芽形成に影響を与える時期(マレー半島西側の森林であれば1月から3月の時期)の降水量把握が重要であると考えられた。

(2) モニタリングデータを活用した炭素収支測定手法の高度化

炭素蓄積量の測定には、労力と費用がかかるため、長期モニタリングを実施する上での障害と

なりうる。一定の精度を確保しなければ、モニタリングの意義が失われるため、測定精度を維持するモニタリング体制の確立と、それを可能とする推定精度を低減させない測定手法の開発が必要である。森林生態系の炭素プールの構成要素のひとつである粗大有機物（枯死した倒木など）に着目し、労力が異なる二つの測定手法（プロットインベントリ法およびライトランセクト法）を用いて、異なる 3 つ森林タイプ（熱帯季節林、熱帯降雨林、熱帯湿地林）での推定結果を比較・検討した。熱帯季節林の Kratie 試験地においてサンプル区内の粗大有機物量の測定に要した時間は、ライトランセクト法で平均 20 分であり、プロットインベントリ法の 3 分の 1 程度の時間しか必要としなかった。また、熱帯降雨林の Semangkok 試験地の実測データを基にした仮想データによる推定結果の比較では、プロットインベントリ法で平均 56.51 Mg/ha となり、ライトランセクト法で求めた平均 45.43Mg/ha より大きな値を示した。マングローブ林の群集動態データから求めた枯死量と測定された粗大有機物量の関係から、測定手法の妥当性を検討した結果、ライトランセクト法で求めた粗大有機物量と地上部の年間枯死脱落量との間には正の相関関係が認められた。支持根や潮汐による流出の影響があるマングローブ林では、ライトランセクト方法による粗大有機物量の測定が有効であるが、精度を上げるためにも継続して推定する事が重要であると考えられた。これらの手法比較から、ライトランセクト法は短時間で効率的に粗大有機物量を測定できる有効な手法であるが、森林タイプによってはプロットインベントリ法を用いた方が良い可能性が示された。通常、倒木枯死量の調査では、直径 10cm を測定基準の下限に設定することが多いが、この下限値を 20cm に引き上げた際に測定値に差が生じるかを検討した。熱帯季節林と熱帯降雨林での倒木枯死量の多くは直径 20cm 未満の太さであり、本数割合でみると全体の 50~70%を占めていた。一方でこれら 20cm 未満の倒木枯死が重量全体に占める割合は 5~17%程度であった。熱帯降雨林の異なる試験地のデータをまとめて、直径 20cm 以上の CWD 量と全量の関係を見たところ、高い相関関係 ($r^2 = 0.98$ 以上) が認められた。この関係を利用して、直径 20cm 以上の重量から全量を推定した結果、全量の実測値との間に有意差は認められなかった。直径 20cm 未満の倒木枯死は本数が多いことから、測定基準を 20cm に設定することで倒木枯死量測定の省力化が図れると考えられた。

2. 評点

総合評点：4. 00 （5点満点）

事後評価 結果個票

課題番号	農 1531
課題名	気候変動が世界各地のコメ収量に及ぼす影響を予測するための耕地環境ストレスモニタリング
実施期間(年度)	2015~2017
研究実施府省庁名	農林水産省
研究機関名	(国研) 農業・食品産業技術総合研究機構、(国研) 国際農林水産業研究センター
研究代表者名	吉本 真由美

1. 研究の概要

(1) 世界の高温稲作地帯における高温と乾燥ストレスモニタリング

近年、世界の高温稲作地域では、開花期高温不稔などの高温障害が発生しており、今後の地球温暖化や降水パターンの変化などの気候変化でさらに激化することが懸念されている。しかし、高温障害に直接関与する水田群落内の微気象は群落上とは異なり、そのギャップが高温障害の発生要因の解明や正確なリスク評価を妨げている。このため本研究では、電源の確保が難しい途上国の水田でも高精度で群落内の気温・湿度を測定できる自立型群落微気象測定装置(MINCER)により、広範囲の気候を含む国内外11サイト(インド、スリランカ、フィリピン、ミャンマー、中国、台湾、日本、アメリカ合衆国、セネガル、ベナン、ガーナ)の水田を観測対象とした、群落内微気象と高温障害のモニタリングネットワーク(MINCERnet)を構築した。全サイトの開花日・開花時刻、群落内外の気温・湿度、不稔率等からなるデータセットを作成し解析を行ったところ、気候の違いにより群落内外のギャップが大きく異なることが明らかとなった。乾燥気候では群落蒸発散による冷却効果が大きいため、開花時間帯の群落内気温は群落上より低いが、湿潤気候では冷却効果が小さく、群落内気温の方が高くなる場合もあった。群落微気象モニタリング結果を用いて、既存の穂温推定モデルIM2PACTを改良した。モデルで推定した穂温は、湿潤な気候の中国やアメリカ合衆国等で群落内気温より高くなり、極乾燥条件のセネガルでは穂温が群落内気温より低くなった。これに伴い、穂温でみると最も高温なサイトは中国であり、ついでフィリピン、アメリカ合衆国、ガーナの順となり、群落上や群落内の気温のサイト間順位と異なることが明らかとなった。共通品種IR64の不稔率と温度変数との関係を調べたところ、群落上気温よりも、群落内気温、穂温との関係性が高く、穂温と最も高い相関関係($r=0.96$)が得られた。また、高温不稔発生の温度閾値は、従来の群落上の一般的な気温を説明変数とした場合には $34\sim 35^{\circ}\text{C}$ と報告されていたが、穂温を説明変数とした場合には $30\sim 31^{\circ}\text{C}$ 付近に存在する可能性が示唆された。穂温を指標とすることで、耐性品種導入による不稔率低減効果や感受性品種での不稔率増大を定量的に評価することが可能となった。高温・乾燥ストレス試験のプロトコルが完成し、開花期の落水処理による群落内の昇温・乾燥化という微気象変化をMINCERにより高精度で測定できた。落水処理による不稔率の増大の8割程度が、処理に伴う穂温の上昇で説明できる可能性が示唆され、乾燥ストレスが群落微気象や穂温を介して高温不稔に及ぼす影響を世界で初めて明らかにした。

(2) 干ばつ・冠水ストレス常襲地帯での水田群落内モニタリングとイネ生育データの集積解析

水環境が不安定なガーナ国北部地域において、水管理、品種、および、施肥法の違いがイネの群落微気象環境と生育収量に及ぼす影響を明らかにした。具体的には、高温ストレスに最も感受

性の高い出穂期間中の日最高気温が、乾季作で平均34.5～35.0度と極めて高い温度を示すものの、いずれの品種においても高温ストレスにともなう不稔の発生は軽微であった。この要因として、乾季作では、活発な蒸発散と雨季作に比べて開花時刻が平均36分早まることにより、開花中の最高群落温度が28.4～30.6度まで低下し、高温ストレスが回避されたことを示した。幼穂分化期から出穂期にかけて水ストレスを与えた場合に、常時湛水に比べて籾収量が10～15%低下するものの、MINCERによる連続的な群落温度の計測から、同時期の軽微な水ストレスによる収量低下は、開花時間（午前）中の高温ストレスよりも、午後の気孔閉鎖と夜温上昇にともなう光合成活性の低下および呼吸量の増加にともなう可能性が示された。また、ケイ素の施用は不稔率への有意な効果はないものの、現地主要品種のJasmine85に対して25～26%の安定した増収効果を示した。すなわち、(1)平均気温が極めて高いガーナ北部の乾季作においても、開花時刻の早期化と活発な蒸発散にともなう群落温度の低下により高温ストレスが回避できていること、(2)開花期間中の群落温度や不稔率に対して、出穂前の軽微な水ストレスの直接的な影響は比較的小さいこと、(3)対象地域における主要品種の高温ストレス感受性はIR64と差異はないこと、(4)ケイ素の施用がイネ増収に寄与し、その効果は品種特異的であることが明らかになった。これらの成果は、2件の国際シンポジウム「MARCO サテライトワークショップ2015－気候を横断する耕地微気象観測網によるイネ高温障害リスク評価の革新－」（2015年11月つくば市開催）および「気候変動下のイネの高温障害にたちむかう国際観測ネットワークMINCERnet」（2018年1月つくば市開催）で公表された。

2. 評点

総合評点：4. 25 （5点満点）