

地球一括計上

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		
担当研究機関	環境省 国立研究開発法人国立環境研究所 農林水産省 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構農業環境変動研究センター		
研究期間	平成25－29年度	合計予算額 (当初予算額 ベース)	52,700千円 (うち29年度 9,710千円)
研究体制	(1) 生態応答の長期観測と温暖化の影響評価に関する研究 (国立研究開発法人国立環境研究所) (2) 指標生態系物理環境の長期観測と気候変化の評価 (国立研究開発法人農業環境技術研究所)		
研究概要	<p>1. 序 (研究背景等)</p> <p>地球温暖化対策を的確かつ早急に策定するため、アジア陸域生態系の温暖化影響の長期観測が必要である。「平成24年度の我が国における地球観測の実施方針」では「生態系・生物多様性に対する気候変動の影響」を時系列的に把握することが求められている。特に、「発展途上国における環境の変化が著しいこと、気候変動などによる影響が早期に顕在化する可能性が高いことなどから早急に観測体制を構築する必要がある」とされている。また、「地球観測の推進戦略」では「アジア、とくに東アジア・東南アジア及びオセアニアを中心とする地域との連携をより一層強化する」ことが強調されている。</p> <p>そこで、本研究では、多様な気候と生態系を持つアジア陸域において、温暖化影響を強く受け、その影響を敏感に検出できる指標生態系の構造・機能と植物多様性に関する長期観測ネットワークの基幹を構築し、特にデータ蓄積が不足しているアジア草原・高山帯・熱帯林(いずれも環境の変動に脆弱な極限環境)に関する植物の季節相と多様性を重視した温暖化影響を早期かつ包括的に評価するとともに予測手法を開発する。その結果から全球地球観測システム (GEOSS) や生物多様性観測ネットワーク (BON) などに生態系の管理と環境保全、生物多様性保護に資するデータ・知見及び評価方法を提供する。</p> <p>2. 研究目的</p> <p>本研究では、アジアの指標生態系における温暖化の進行と影響を把握するため、下記を目的とする。</p> <p>(1) 指標生態系の温暖化影響の長期観測</p> <p>アジアの陸域において、極限環境に位置し、温暖化への応答が顕著かつ早期に現れる可能性の高い生態系を、温暖化の「指標生態系」として気候変化とそれが生態系に及ぼす影響を長期モニタリングする。具体的に、中国の青海海北、チベット当雄、モンゴルのKBU、日本の乗鞍岳及びマレーシアのパソ、計4カ国5地点で植物種フェノロジー・種多様性及び個体数の変化、生態系の炭素・水とエネルギーフラックスの観測を行う。</p> <p>(2) 指標生態系の物理環境の長期観測</p> <p>上記の5つサイトで、生態系の温暖化影響を評価するために必要不可欠な生物気象環境変化を把握する。具体的に、それぞれのサイトにおいて、大気環境 (気温、降水、日射等) と土壌の水分温度環境の長期観測、一部のサイトでは炭素収支に関連する長期観測も行う。</p> <p>(3) 指標生態系の観測ネットワークの確立と温暖化早期評価手法の開発</p> <p>上記の5つサイト及びその他の協力サイトと連携し、アジア温暖化影響の観測ネットワークの確立を目指す。また、衛星データと上記のサイトからの観測データを併用し、アジア陸域生態系の広範囲な温暖化影響の評価も行う。これらの結果から、気候変動による種ごとの生物季節動態、種多様性及び生態系機能 (炭素循環など) に関する統合的評価手法を開発し、全球地球観測システム (GEOSS) や生物多様性観測ネットワーク (BON) などに生態系の管理と環境保全、生物多様性保護に資するデータや評価方法を提供する。</p> <p>3. 研究の内容・成果</p> <p><u>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・ネットワークの運営</u>：本研究では、平成26年度までアジア陸域の多様な生態系における温暖化の進行と温暖化影響を把握するため、計4カ国5つの観測サイトにおいて、生物物理環境と生態系影響に関する観測システムを構築した。こ</p>		

これらの観測サイトは赤道に近いマレーシアの熱帯雨林から北緯47度近いモンゴル乾燥草原まで、海平面に近い低地熱帯林から標高5500mの高山草原まで、多様な指標生態系の大気と土壤環境、植物種多様性、個体群動態、フェノロジー及び物質循環の変化を継続に観測した。

指標生態系における温暖化影響評価・適応策への展望：全ての観測サイトの定常的なモニタリングは順調に進展し、各サイトから主に下記のような成果を得た。

- ①モンゴル・KBUサイトにおいては、草原生態系の微気象、種組成、個体群動態及びフェノロジーに関する観測データの蓄積が行われ、放牧の影響が明らかとなった。
- ②中国・青海サイトにおいては、異なる標高において、植物種多様性や炭素収支に及ぼす放牧の影響を明らかにした。これらの成果は、草原生態系における放牧管理による草原の適応策の可能性を示すものである。
- ③中国・チベットの当雄では、世界的に唯一な高標高かつ広い標高幅を有する温暖化モニタリングを継続した。高山植物の展葉期とモンスーンの高い相関が明らかとなり、その共同研究の成果は関連メディアにも報道された。チベット草原において、クッション植物の個体サイズが大きくなると、周囲の植物種数も多くなることがわかった。温暖化に対する植物種の応答の違いや、クッション植物の多様性への貢献の解明は、今後の多様性変化とそれに対する保全優先種選定など、適応策を検討する上で貴重な情報となる。
- ④マレーシア・パソにおいては、熱帯林における稚樹の種間個体数の消長に関する長期観測データの不足は熱帯林更新の予測を妨げている。本研究における長期調査と写真撮影により蓄積された基礎データを解析することにより、各サイトにおける植物種数の低下傾向が示された。また、熱帯林の林床植物は高CO₂を有効に利用できるため、林床の暗い環境下での物質生産に高CO₂が貢献していることを解明し、森林生態系に関して、温暖化による地上CO₂変化の影響を考慮することによる影響評価の高度化への展望を得た。
- ⑤日本・乗鞍岳においては、消雪後における気象条件により植生の活動開始時期が決定される可能性が明らかとなった。こうした変化は新緑や紅葉等、観光利用に影響を与える可能性があり、利用面での適応策を検討する情報となることが期待される。
- ⑥アジアの温暖化影響評価を広域に展開するため、各サイトを含む衛星データの解析を行い、草原のフェノロジーの解析を向上させるための新しい解析方法を開発した。具体的には、植生指数の複数年の時系列データのノイズを取り除くことにより、長期的な植物フェノロジー変化の傾向の検出可能性を向上させることに成功した。



図1. アジア温暖化の指標生態系における長期モニタリング・ネットワーク

4. 考察

広大なアジア陸域生態系においては、これまで温暖化に関する長期観測は散在的なものが多く、観測項目も揃っていないかった。例えば、高山生態系では温暖化に伴う希少種の減少が危惧されるが、こ

これらの生態系に関する情報が極度に不足していた。本研究によって、緯度的にも標高的にもまたは気候区分や植生タイプにおいても多様なアジア陸域の生態系に関して、温暖化影響を強く受け、その影響を敏感に検出できると考えられる指標生態系を設定し、この地域全体の温暖化影響を把握するためのモニタリングが可能となった。一部の研究観測は各国の研究協力者に依頼し、ネットワークも構築することができた。また、衛星観測手法を開発することにより、4カ国5サイトの観測結果の広域展開が可能となった。

これらによって、指標生態系の変化について検討し、放牧管理、多様性変化とそれに対する保全優先種選定、林床の高CO₂影響など、温暖化影響評価の高度化や今後の適応計画に貢献できる成果をいくつか得ることができた。

一方で、5年間の期間では、例えばチベット高原における気温上昇のトレンドと逆の傾向が出てしまうなど、影響が明瞭に検出できない場合もあった。温暖化影響を着実に検出し、それに基づいた影響評価を行い、適応策へとつなげるためには、本研究の取り組みを継続して長期モニタリングを継続して行う必要がある。

5. 波及効果

(1) 本研究により、アジア指標生態系に関する長期観測ネットワークの基幹を構築することができた。観測ネットワークは、アジア陸域の温暖化影響の評価に対して、データ蓄積の不足を解消し、特に脆弱生態系の観測空白を埋めることに貢献している。また、今後のアジア広範囲の温暖化影響に関する観測と評価、そして適応策立案に対して、本研究の成果と開発した方法の応用が期待される。

(2) アジアモンスーンとチベット高原植物展葉期の関係を明らかにした共同研究成果は、**Scientific Reports**で発表され、一部の中国語新聞に報道されている。2017年に国際生態学会でシンポジウムを開催し、本研究の成果を広く知らせることができた。

(3) 全球地球観測システム (GEOSS) や生物多様性観測ネットワーク (BON) などに対して、生態系の管理と環境保全、生物多様性保護に関する観測データ・知見及び評価方法を提示し、今後その応用、特に温暖化適応策への貢献が期待される。