

平成30年 5月18日
 国立大学法人 千葉大学、国立研究開発法人 海洋研究開発機構

2000年代の陸域CO₂吸収量が過去100年間で最大！ 過去の大規模土地利用変化から回復した植生が原因の一つ ～陸域生態系による大気CO₂増加の緩和プロセスに新たな理解～

■ 概要

千葉大学環境リモートセンシング研究センター近藤雅征特任助教が率いる国際研究グループは、全球を対象とした陸域炭素収支^{注1}のシミュレーション解析から、陸域の二酸化炭素（以下、CO₂）の吸収量が1960年代から増加傾向にあり、2000年代において過去100年間で最大となったことを明らかにしました。この主要な原因の一つが、過去の大規模な土地利用変化から回復した植生に起因しており、特に30-50年前に土地利用変化が活発であったアメリカ、ヨーロッパ諸国、中国の植生が現在において大気CO₂の大きな吸収源になっていることを検出しました。本研究は、植生の再成長によるCO₂吸収量を全球で定量化した世界で初めての事例であり、近年の地球温暖化に関連した炭素循環プロセスの理解において重要な役割を担うと期待されます。本研究結果は「*Geophysical Research Letters*」誌（AGU Publication）に2018年5月17日付けで掲載されます。

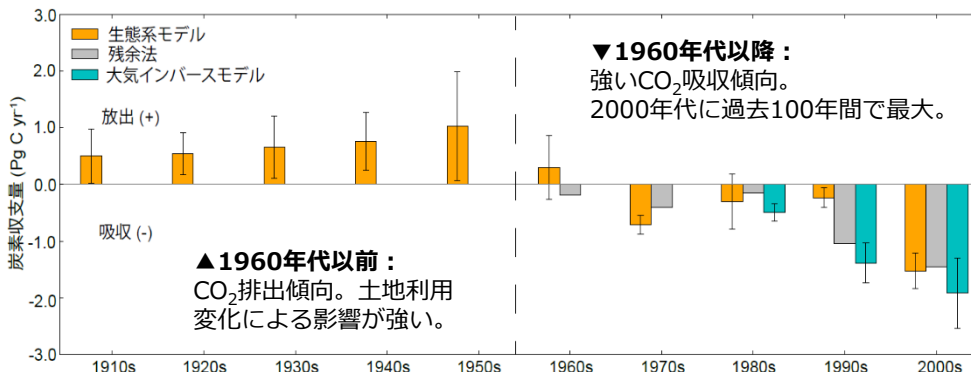
■ 背景

2000年代以降、化石燃料の燃焼によるCO₂排出量は増加しているにもかかわらず、大気に貯留するCO₂の増加率は以前に比べ緩やかになっています。これは陸域、海洋へのCO₂吸収量の増加が原因で、さまざまな物質循環のプロセスが関与しています。陸域のCO₂吸収量の増加においては、光合成を活性化させるCO₂施肥効果^{注2}、気候変動による効果などの様々な要因がありますが、それらの寄与は明らかになっていません。これらに加え、最近では、過去から現在までの土地利用変化による植生の変化が近年のCO₂吸収量の増加に関与しているとも考えられています。陸域のCO₂吸収量の増加現象の理解に向けて、さまざまなCO₂吸収のプロセスによる寄与を統合的に把握する研究が必要とされています。

■ 本研究の成果

本研究では、複数の推定手法（生態系モデル^{手法1}、大気インバースモデル^{手法2}、残余法^{手法3}）用い、過去100年間の陸域CO₂吸収量の傾向を把握し、そのメカニズムの解明に向けた要因解析を行いました。

その結果、1960年代以前の全球の陸域炭素収支は主に土地利用変化の影響によりCO₂排出傾向にありましたが、1960年代からCO₂吸収傾向に転じ、2000年代で過去最大の吸収量となっていることがそれぞれの手法で一致しました（図1）。陸域炭素収支がCO₂吸収に転じた背景には、過去50年間に活発化した特有のプロセスが関与していると考えられます。



▲図1：過去100年における年代毎の全球の陸域炭素収支量。推定は、生態系モデル、インバースモデル、残余法によるもの。

本研究は環境省環境研究総合推進費（課題番号：2-1401）、
 (独) 環境再生保全機構環境研究総合推進費（課題番号：2-1701）の成果です。

本件に関するお問い合わせ・取材のお問い合わせ
 千葉大学環境リモートセンシング研究センター特任助教 近藤 雅征（こんどう まさゆき）
 TEL: 043-290-3860 メール: Mkondo@chiba-u.jp

近年のCO₂吸収量の増加の主要な要因を探るため、生態系モデルによる炭素収支の推定結果を用い2000年代と1960年代-1990年代平均値の差をとることで空間分布を調査しました。結果として、

- ①地球規模の広範囲において1960年代-1990年代に比べ2000年代ではCO₂吸収量が多かった (図2)
- ②CO₂吸収量の増加の原因として、特に熱帯地域におけるCO₂施肥効果による影響が強かった (図3)
- ③しかし、特定の地域におけるCO₂吸収量の増加はCO₂施肥効果だけでは説明できず、土地利用変化から回復した植生による影響が強い (図4)
- ④特に北アメリカ東部、ヨーロッパ、中国など、過去に大規模な土地利用変化が行われ、その後、植林・森林管理が行われている地域ではCO₂吸収量の増加が顕著だった (図2, 4)

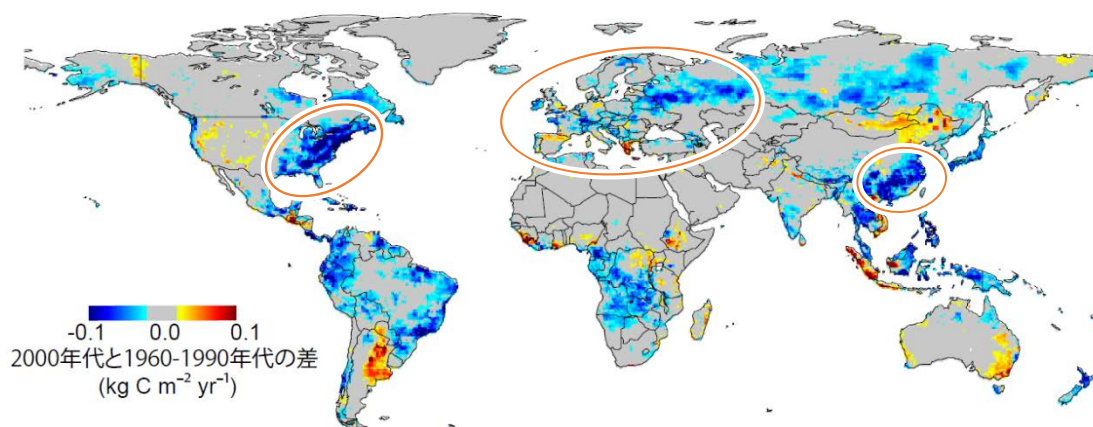
ということがわかりました。

本研究の結果は、陸域CO₂吸収量の増加においてCO₂施肥効果が最も強く寄与していることを確認したものの、特定の地域においては過去の土地利用変化から回復した植生の影響が重要であることを示唆しています。植生の再成長による影響はCO₂施肥効果に比べ影響範囲が限定的ですが、2000年代の全球におけるCO₂吸収量の増加(1960年代-1990年代の平均値に対し)の約26%を占めており、今後の炭素循環において重要になると考えられます。

■今後の展望

本研究により、過去の土地利用変化から回復した植生によるCO₂吸収が現在の炭素収支へ大きく影響を及ぼしていることがわかりました。この結果から、現在も土地利用変化が活発な熱帯地域において、土地利用変化を抑制し管理することで、更なる植生の再成長によるCO₂吸収量の増加が期待されます。今後は、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)注3第6次報告書への貢献に向けて更なる詳細な陸域炭素循環の研究を行うことが重要です。特にCO₂施肥効果、植生の再成長の効果がいつまで持続するのか把握し、陸域におけるCO₂吸収量の増加の今後の行方を知ることが必要だと考えられます。

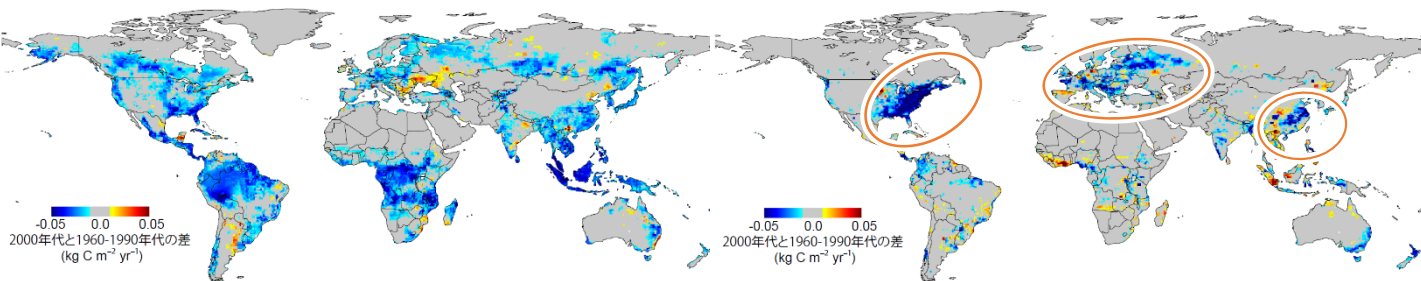
炭素収支量 注：炭素収支 = CO₂施肥効果 + 気候変動効果 + 土地利用変化によるCO₂排出 + 植生再成長



▲図2：2000年代と1960年代-1990年代における炭素収支の差の空間分布。負の値(青)は2000年代が1960年代-1990年代よりも強いCO₂吸収傾向であることを示す。結果は生態系モデルによる推定。

CO₂施肥効果

植生再成長



▲図3：2000年代と1960年代-1990年代におけるCO₂施肥効果によるCO₂吸収量の差。結果は生態系モデルによる推定。

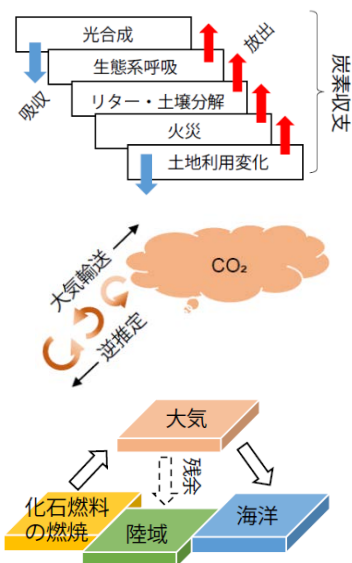
▲図4：2000年代と1960年代-1990年代における植生回復によるCO₂吸収量の差。結果は生態系モデルによる推定。

■ 研究手法

手法1) 生態系モデル：陸域炭素循環に関わる個々のプロセスを理論的・半経験的に計算し、炭素収支量を算出する数値モデル。大気CO₂濃度データ、気象データ、土地利用変化データを入力とする。炭素収支の変動に関わる要因を個別に評価することができる。本研究では4つの生態系モデルのアンサンブル平均による推定を利用した。

手法2) 大気インバースモデル：CO₂が陸面・海面から大気に輸送される過程を計算する大気輸送モデルを用いて、大気CO₂観測データから陸面・海面の炭素収支を逆推定する数値モデル。本研究では6つの大気インバースモデルのアンサンブル平均による推定を利用した。

手法3) 残余法：化石燃料消費によるCO₂排出量、大気CO₂濃度の変化、大気-海洋の炭素収支の推定値を差し引き、その残余を陸域炭素収支とする手法。本手法は全球スケールにのみ適用できる。



■ 注釈解説

注1) 陸域炭素収支：大気-陸面におけるCO₂の正味交換量。光合成によるCO₂吸収量と生態系による呼吸、土壌有機物の分解、森林火災や土地利用変化によるCO₂排出量との差。陸面では人為的に排出されたCO₂のうちおよそ30%を吸収しており、気候変動の将来予測においては大気-陸面でのCO₂の正味交換量の正確な把握が必要とされている。

注2) CO₂施肥効果：大気CO₂濃度の増加に伴って植生による光合成量が増加する効果。その結果、生態系によるCO₂吸収量が増加する。

注3) 気候変動に関する政府間パネル (IPCC)：人為的温室効果ガス排出に伴う地球温暖化現象の対策のため、科学的知見の集約・評価を執り行う国際的政府機関。

■ 論文情報

題名： Plant regrowth as a driver of recent enhancement of terrestrial CO₂ uptake

著者名： Kondo M. (近藤雅征), Ichii K., Patra P. K., Poulter B., Calle L., Koven C., Pugh T. A. M., Kato E., Harper A., Zaehle S., Wiltshire A.

雑誌： 「*Geophysical Research Letters*」 2018年5月17日 : doi:10.1029/2018GL077633