

## S-1 21世紀の炭素管理に向けたアジア陸域生態系の統合的炭素収支研究

## テーマI ボトムアップ（微気象・生態学的）アプローチによる

## 陸域生態系の炭素収支解析に関する研究

## (2) 草原・農耕地生態系における炭素収支の定量的評価に関する研究

## 2) 青海・チベット高原の土壤炭素蓄積量に及ぼす温暖化影響のモデリング評価

独立行政法人国立環境研究所 生物圏環境研究領域 生理生態研究室

唐艶鴻

&lt;研究協力者&gt; 独立行政法人国立環境研究所

羅天祥

平成14～18年度合計予算額 6, 879千円

(うち、平成18年度予算額 1, 598千円)

※上記予算額には、間接経費1, 588千円を含む

[要旨] 青海・チベット高原の土壤炭素蓄積量に及ぼす温暖化影響のモデリング評価を行うため、高い標高地域の気候条件・土壤窒素・植生タイプ・植物生長が土壤炭素蓄積量に及ぼす影響を解明する必要がある。本研究では、チベット高原の高山草原群落、低木群落と亜熱帯森林群落を含めた地域の現地調査データを利用し、土壤炭素蓄積量に及ぼす気候的、生物的要因との関係を究明した。その結果、まず、チベット高原における草原と低木群落の土壤有機炭素量は、降水量の増加に伴い増加するが、気温の変化との明瞭な相関が見られなかった。しかし、森林生態系では、土壤有機炭素の蓄積量は気温の低下に伴い増えるが、降水量の変化からの影響が少ないことがわかった。つぎに、土壤有機炭素の蓄積量は、草本群落の葉の平均寿命と明瞭な関係が見られなかったが、森林群落では葉面積指数とともに高くなる傾向があることが示された。さらに、土壤有機炭素の蓄積量は、すべての植物群落において、年間気温と降水量より、葉群の平均寿命と葉面積指数との相関が高いことがわかった。これらの結果から、青海・チベット高原の土壤有機炭素蓄積量は、広大な草原地域では、温暖化に伴う温度の上昇より降水環境の変化に注目する必要がある。また、高原全体の土壤炭素蓄積量に及ぼす諸要因の中で、過放牧や森林伐採による地上部バイオマスの減少や、温暖化に伴う植物群落の遷移の影響も再評価する必要がある。

[キーワード] 炭素収支、温暖化、土壤炭素、植物群落、温帯草原

## 1. はじめに

チベット高原の炭素動態と温暖化影響を把握するためには、まず、草原生態系の土壤炭素と植物の蓄積量を明らかにする必要がある。本研究ではこれまでの調査データを利用し、青海・チベット高原全体における主な植物群落についての土壤炭素蓄積量とさまざまな環境要因との関係を明らかにし、広範囲の土壤炭素動態の解明へのモデリング研究にパラメータを提供するとともに、高原炭素収支への温暖化影響を検討することが目的である。

青海・チベット高原の約半分以上の地域は草原植生に覆われ、その他の植生も、とりわ

け草原植生と入り雑じる低木植生もかなり大きな面積を占める。また、高原の東南地域は発達した森林植生がある。本研究プロジェクトは草原植生地域の炭素収支を中心として行われてきたが、温暖化に伴う草原群落からほかの低木群落や森林植生に遷移することが予想される。青海・チベット高原全体の炭素収支を解明するため、温暖化に伴う植物群落の遷移の影響も検討しなければならない。そこで、本研究は、草原群落、低木群落と森林群落を含めた青海・チベット高原の炭素蓄積データを利用して、土壌炭素蓄積に及ぼす植物群落や環境要因の影響を検討した。

## 2. 研究目的

本研究の目的は、(1) 青海・チベット高原の土壌炭素蓄積量に及ぼす温暖化影響のモデリング評価を行うため、高い標高地域の気候条件・土壌窒素・植生タイプ・植物生長が土壌炭素蓄積量に及ぼす影響を解明することである。一方、(2) 高山草原生態系を含めたチベット高原の生態系の炭素蓄積能力（生産力）に及ぼす土壌栄養の影響を明らかにする。

## 3. 研究方法

チベット高原中央部の広い緯度と経度をカバーする地域で、植生に関連するパラメータや土壌炭素、窒素などの調査が2000年に実施された。植物の完全展葉期間中の7月と8月に、葉寿命の葉特性、各種植物群落の地上または地下部の乾燥重量あたりの葉炭素と窒素濃度、土地ヘクタールあたりの地上バイオマス、根バイオマス、葉面積指数、推定された純生産力、葉の窒素含有量に関連するパラメータ、更に上記の調査地域に採取した植物の最大根圏深度内の土壌有機炭素、全窒素、利用可能な窒素濃度などの測定を行った。一方、気象観測やGPS位置情報（緯度、経度、標高）によるシミュレートされた2.5'×2.5'気温降水量データベースも構築した。詳しいデータと測定方法は平成17年度の報告書に参照できる。

## 4. 結果・考察

### (1) 土壌炭素密度と標高

降水量の高い（年平均降水量が1300mm以上）コンガ東山脈では、森林群落の土壌炭素密度は標高が高くなるに従って著しく増加したが、降水量の低い（年降水量が1000mm以下）西斜面では標高に伴う土壌炭素密度の変化は明瞭ではなかった。一方、降水量の低い地域で発達した低木と草原植生では、土壌炭素の明瞭な標高差は示されなかった。したがって、標高に伴う土壌炭素密度の変化パターンは、年降水量や植生タイプによって変わる。

### (2) 土壌炭素密度と年平均気温・年平均降水量

土壌炭素密度の、年平均気温や降水量への依存性は植物群落の種類によって大きく変わる。森林土壌の有機炭素密度は、年平均気温や7月の平均気温の低下に伴い増加するが、降水量との相関はなかった。一方、低木と草原の土壌炭素プールは、年間降水量の増加とともに増加したが、気温との相関性は明らかでない。

### (3) 土壌炭素密度と地上・地下バイオマスの炭素密度

土壌の炭素（または窒素）密度は、植物の地下部の炭素または窒素密度と有意な相関が認められなかった（表1）が、森林土壌の炭素密度は、地上部の炭素または窒素密度の増加に伴い増加することがわかった。

表1 異なる植物群落の土壌有機炭素・窒素密度とバイオマス炭素・窒素蓄積の間の直線関係

土壌炭素・窒素	地上バイオマス炭素密度 (Mg C ha <sup>-1</sup> )	地上バイオマス窒素密度 (Mg N ha <sup>-1</sup> )	地下バイオマス炭素密度 (Mg C ha <sup>-1</sup> )	地下バイオマス窒素密度 (Mg N ha <sup>-1</sup> )
森林 (n = 12)				
土壌有機炭素密度 (Mg ha <sup>-1</sup> )	<b>0.6792*</b>	<b>0.6432*</b>	-0.4067	-0.4648
土壌全窒素密度 (Mg ha <sup>-1</sup> )	0.5014	0.4973	-0.3726	-0.4742
土壌利用可能窒素密度 (kg ha <sup>-1</sup> )	<b>0.7062*</b>	<b>0.7121**</b>	-0.3786	-0.3837
土壌有機C/N比	0.4482	0.3622	-0.1148	0.0117
低木・草原群落 (n = 9)				
土壌有機炭素密度 (Mg ha <sup>-1</sup> )	0.6247	0.6520	0.2716	0.1196
土壌全窒素密度 (Mg ha <sup>-1</sup> )	<b>0.8668**</b>	<b>0.8603**</b>	0.1878	-0.0133
土壌利用可能窒素密度 (kg ha <sup>-1</sup> )	<b>0.8019**</b>	<b>0.7764*</b>	0.2968	0.0779
土壌有機C/N比	0.1580	0.1965	0.4329	0.3551

注： \* = r有意水準P < 0.05、\*\* = r有意水準P < 0.01

## 5. 本研究により得られた成果

### (1) 科学的意義

本研究は、これまでの既存データを利用し、青海・チベット高原における草原生態系から森林生態系まで幅広い植生の炭素蓄積量、および炭素蓄積に及ぼす生物学的、気候的、土壌栄養の影響を詳しく評価できた。この成果は、温暖化に伴う植生変化の影響（気温が高くなると草原植生は森林植生に交代されるとこともある）の評価に極めて興味深い成果を提供した。また、本研究は、親課題にある温暖化に伴う草原生態系の炭素収支の変化へのモデリング研究にも重要な知見を提供できた。

### (2) 地球環境政策への貢献

本研究は現時点では具体的地球環境政策への貢献がないが、温暖化に伴う植生の変化が炭素収支への影響を予測するための知見は、今後の温暖化研究や環境政策の利用が期待できる。

## 6. 引用文献

なし

## 7. 国際共同研究等の状況

本研究は、国際交流研究制度を利用し、羅天祥を招聘して実施した。また中国科学院チベット研

研究所と共同研究を実施している。

8. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

なし

(2) 口頭発表 (学会)

なし

(3) 出願特許

なし

(4) シンポジウム、セミナーの開催

なし

(5) マスコミ等への公表・報道等

なし