

## はじめに

本書では、主に陸域の地球環境変動の過去、現在、未来について、地域スケールから全球スケールにおけるプロセスとメカニズムを生態学的な視点から解説する。過去の地球環境変動を復元するためには、花粉分析や樹木年輪セルロースの同位体分析など、現在の地球環境変動のプロセスとメカニズムを解明するためには、現地気象観測、現地生態調査、植物生理実験、リモートセンシング、理論モデル解析やシミュレーション・モデル開発など、そして、未来の地球環境変動を予測するためには、モデル・シミュレーション予測など、多岐にわたる研究分野が必要である。研究対象も大気、土壌、植生、陸域生態系、気候、エネルギー・水・物質循環、二酸化炭素やメタンなどの温室効果ガス収支など多岐にわたる。また森林伐採や土地利用変化など人間活動が地球環境変動に及ぼす影響も重要であり、地球環境変動の研究には人文社会科学的な側面も含まれなければならない。本書では、以上の地球環境変動の自然科学的な基礎と最新の話題を主に解説し、人文社会科学的側面は最後に触れることとする。

本書は12章から構成されているが、それぞれの章はほぼ独立したトピックを扱っており、基礎からやさしく解説し一章ごとに読み切りでそのトピックが理解できるように構成した。しかし、実際の地球環境変動は、これら全12章で扱われる様々なプロセスが複雑に絡み合い相互作用した結果である。したがって、地球環境変動を理解するためには、広い視野で総合的に研究を展開することが望まれるのである。地球環境の変動に関する学問分野はまだ新しく、未解明の問題も多い。地球環境変動に関わる生物、物理、化学、地学の基礎から以上のような多岐にわたる内容を詳しく解説した本書が、地球環境変動について学びたい者や今後研究を進展させていこうとする者の指針となれば幸いである。

本書を通しての共通の基礎概念としての生態系 (ecosystem) について簡単に説明したい (原, 2013)。生態系においては、生物は生産者、消費者、分解者の3つに分けることができる。生産者とは光合成を行う植物のことであり、消費者とはその植物を食べる動物あるいは植食動物を食べる動物のことである。また、それら植物と動物の死骸を分解するのが分解者の微生物である。光合成とは、エネ

ルギー源に光（自然生態系では太陽エネルギー）を用い、炭素源として無機物である二酸化炭素からブドウ糖やデンプンなどの有機物を生産する植物の葉の中の葉緑体で起こっている反応である。このような植物の活動を一次生産といい、生産された有機物量のことを一次生産量という。植物の一次生産により生産された有機物は、人間をはじめ全ての生物の生活のためのエネルギー源となっている。したがって、植物の一次生産は生態系における物質の循環とエネルギーの流れの原動力であり、地球環境変動に大きく関わっている。

一次生産量には総一次生産量（gross primary production : GPP）と純一次生産量（net primary production : NPP）の2種類がある。植物が一定の時間内に光合成により生産した有機物の総量を総一次生産量という。また、この時間内に呼吸によって二酸化炭素や水といった無機物に分解された有機物の量を呼吸量という。総一次生産量から呼吸量を引いた値を純一次生産量という。純一次生産量のうち、多くは植物の生長にまわされるが、一部は消費者である動物により摂食されたり枯死・脱落したりする。したがって、純一次生産量から被食量と枯死・脱落量を差し引いたものが植物群集の生長量となる。以上で述べた総一次生産量と純一次生産量は、通常、ある地域（たとえば、ある調査地の一つの植物群集、日本全体、熱帯林など；また地球全体の場合もある）の単位時間あたりの有機物乾燥重量、炭素量あるいはエネルギー量で表される。これに対し、単位土地面積あたり単位時間あたりの量は、総一次生産力（gross primary productivity : GPP）、純一次生産力（net primary productivity : NPP）と呼ばれる。本書ではこのように統一してこれらの用語を用いているが、文献によっては、上記の「・・・生産量」は単に「・・・生産」と呼ばれることもあり、また「・・・生産力」を「・・・生産量」と呼ぶこともあるので、それぞれの場合に使われている単位に注意する必要がある（特に、略号ではともにGPPとNPPになるので注意が必要である）。以上に対し、ある時点に存在する単位土地面積あたりの有機物量はバイオマス（biomass；現存量、あるいは生物体量）と呼ばれる。つまり、植物群集の生長量を時間積分したものがバイオマスである。

つぎに本書でもよく使われる単位について簡単に説明しておきたい。 $10^3$ はK（kilo キロ）、 $10^6$ はM（mega メガ）、 $10^9$ はG（giga ギガ）、 $10^{12}$ はT（tera テラ）、 $10^{15}$ はP（peta ペタ）と表される。地球規模の炭素量などを表す場合、学術論文などではPg（ペタ・グラム）がよく用いられるが、書物などではGton（ギガ・ト

ン) が用いられることも多い。1ton=1,000Kg=1,000,000g なので、1Pg=1Gton である。また、PgC と C を付けることによって炭素の量であることを表す (CH<sub>4</sub> を付ければメタンの量)。

国連の機関である「気候変動に関する政府間パネル (IPCC)」の第 4 次評価報告書 AR4 が出版されたのは 2007 年であった。その第 5 次評価報告書 AR5 は 2013 ~ 2014 年に出版される。本書がこの第 5 次評価報告書と時を同じくして出版されるのは、絶好のタイミングと言えよう。これら評価報告書で陸域生態系の環境変動に関する部分の基礎になっているのが、まさに本書で解説している事柄なのである。

本書の査読に関しては各章の著者同士でお互いに行ない、本書を通して基礎概念や専門用語の統一をできる限り行った。また本書の編集にあたっては、共立出版の山本藍子氏、野口訓子氏、編集者の研究室秘書の若土もえさんをはじめ多くの方々にお世話になった。心より感謝申し上げたい。

北海道大学低温科学研究所 原 登志彦