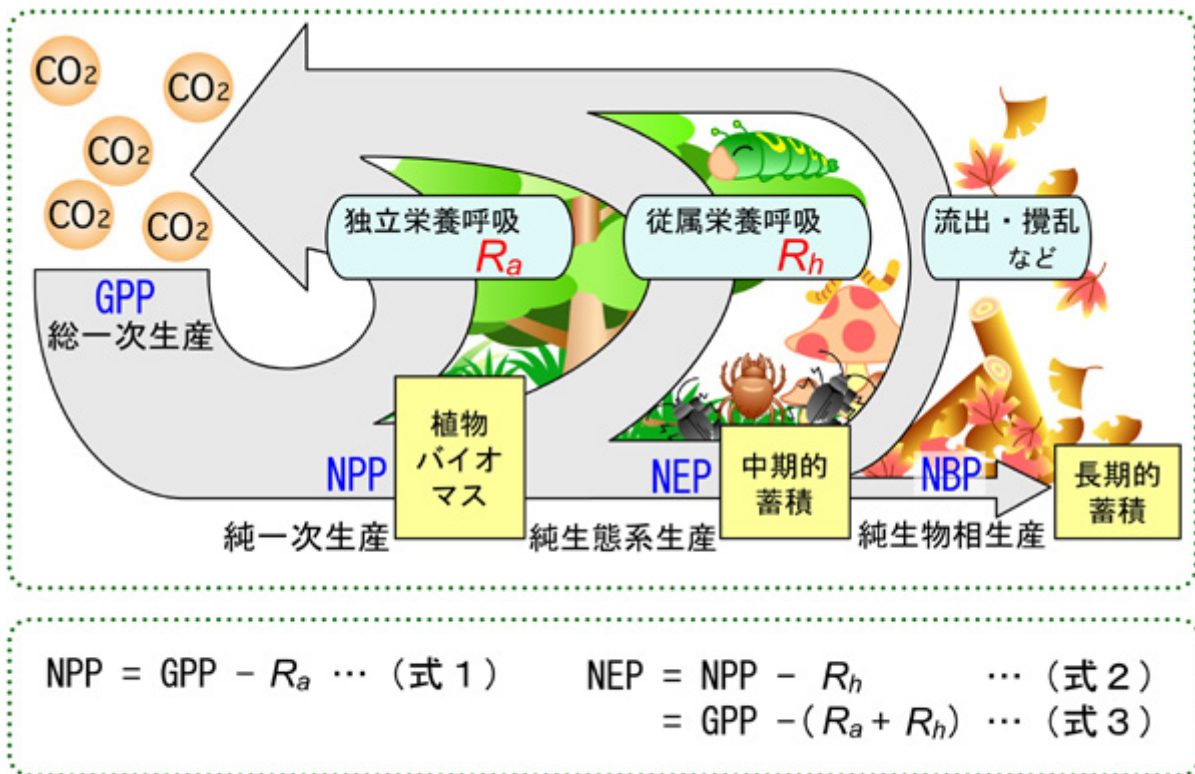


2. 陸域生態系における炭素循環

地球全体の陸域生態系における炭素循環を図に示しました。植物の光合成によって生産され有機物量を総一次生産 (GPP) といいます。GPP の一部は植物の呼吸 (独立栄養呼吸・ R_a) によって大気へ戻され、残りは葉や幹などの新たな植物組織 (植物バイオマス) となります。この植物体の成長量 (GPP) から R_a を引いたものを純一次生産 (NPP) といいます。植物体は、やがて被食、枯死、脱落して土壌有機物となり、そのほとんどが微生物や動物などの呼吸 (従属栄養呼吸・ R_h) によって大気へ戻されます。NPP から R_h を引いたものを純生態系生産 (NEP) といいます。残った土壌有機物のうち、一部は、降水などによって流出したり、森林火災などの環境攪乱によって失われたりしますが、残りは土壌炭素などとして長期的に蓄積されます。このようにして、炭素は大気と陸域生態系を循環しています。



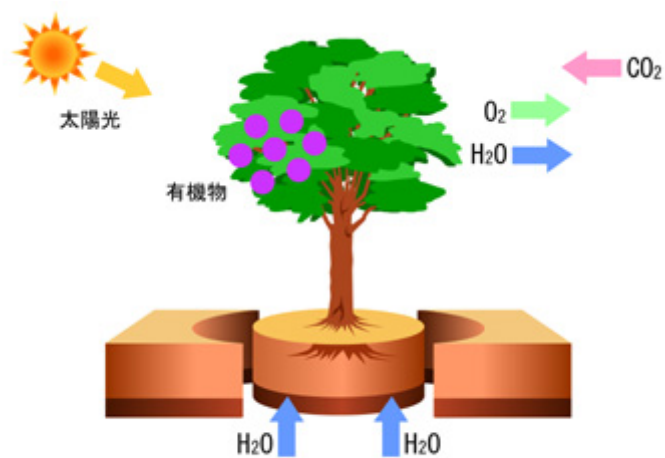
出典：IPCC Special Report on Land Use, Land-Use Change And Forestry

図 地球全体の陸域生態系における炭素循環

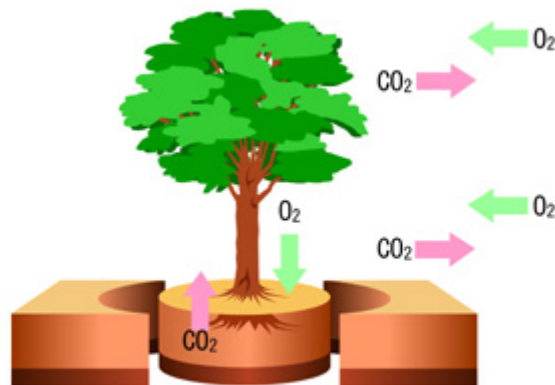
2. 1 植物による炭素固定・放出

植物の光合成によって得られた有機物は、葉・枝・幹・根などの各器官に移動して貯留されたり、成長のエネルギーとして使われたりします。

一方、植物は葉・枝・幹・根などの全ての器官において呼吸を行っており、枝や根の先端など、生長活動が活発な部位ほど呼吸量が大きくなります。光合成と呼吸の割合は樹種や樹齢、環境によって大きく変化し、一般的に老齢木になると、枝・幹・根などの非同化器官がバイオマス全体に占める割合が大きくなり、光合成生産量の増加が呼吸量の増加を下回ることにより、植物体の生長量である純一次生産（NPP）は減少します



© 2006, (株)国立環境研究所



© 2006, (株)国立環境研究所

図 植物の光合成による炭素固定(上)と植物の呼吸による炭素放出(下)

出典：国立環境研究所地球環境研究センター「見て、読んで、理解する 地球温暖化資料集」

2. 2 純一次生産 : NPP

純一次生産 (NPP) は、光合成による有機物生産量から植物の呼吸 (独立栄養呼吸量) を差し引いた量、つまり植物体の見かけ上の光合成生産量です。図にリモートセンシング技術を用いて推定した純一次生産の世界分布を示します。また、表には主な植生帯の NPP を示します。図中の色の濃い部分は NPP が大きい地域を示しており、特に緑地のある熱帯域や温帯域で大きいことが分かります。これらをまとめて、陸域全体の NPP は年間約 60PgC と推定されています。この値は、大気観測などの様々な観測によって推定される値とほぼ一致していますが、いずれの方法による推定値も大きな不確かさが存在しているため、相互に検証を行いながら研究を進めています。

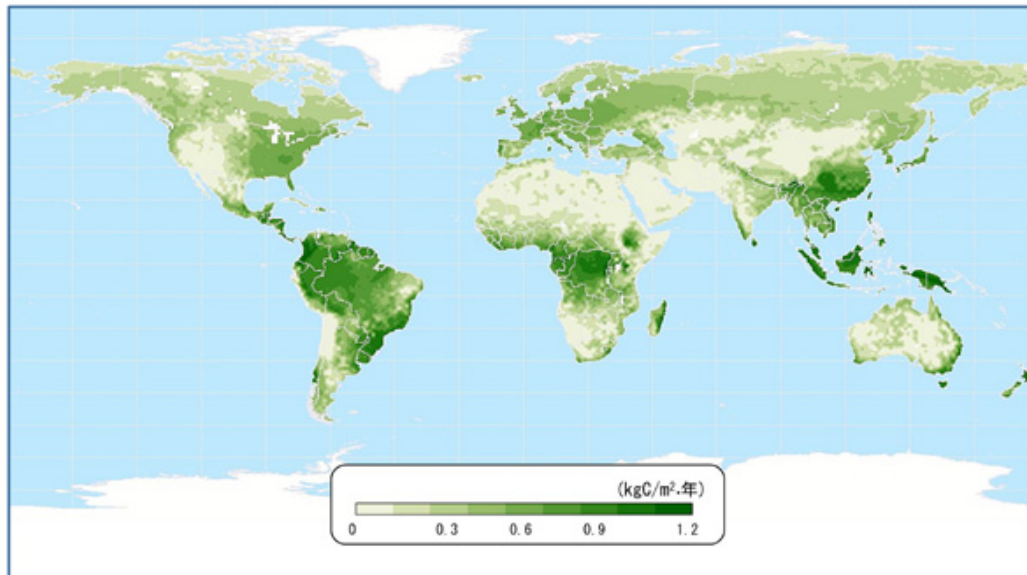


図 純一次生産(NPP)の分布

出典 : Center for Sustainability and the Global Environment (SAGE) at the University of Wisconsin-Madison

表 様々な生物圏における年間NPP

生物圏	単位面積当たりNPP (gC/m ² ・年)	面積 (10 ¹² m ²)	生物圏全体のNPP (PgC/年)
熱帯林	1240	17.6	21.9
温帯林	780	10.4	8.1
北方林	190	13.7	2.6
熱帯サバンナ及び草地	660	22.5	14.9
温帯草地及び低木地	560	12.5	7.0
砂漠及び半乾燥地	80	45.5	3.5
ツンドラ	50	9.5	0.5
農耕地	260	16.0	4.1
全体		147.7	62.6

出典：IPCC Climate Change2001 The Scientific Basis

2. 3 土壌による炭素放出

植物に固定された炭素のうち、落葉・枯死などにより土壌へ還元された有機物は、やがて動物や微生物による分解を受け、一部は土壌中に残存して土壌炭素となります。また、一部は微生物の呼吸などを通してCO₂として大気に放出されます。これを一般に、土壌呼吸といいます。土壌呼吸量は、土壌の炭素含有率や含水率をはじめ、土質、温度などによって大きく影響を受けます。土壌中では、有機物の分解や植物根の呼吸により放出されるCO₂の一部が土壌水中に無機炭酸として溶解、溶存態無機炭素（DIC）として流出するほか、土壌有機物の一部も溶存態有機炭素（DOC）や粒子態有機炭素（POC）として土壌水中に溶解または浮遊し、地下水・渓流水などを通して系から流出します。

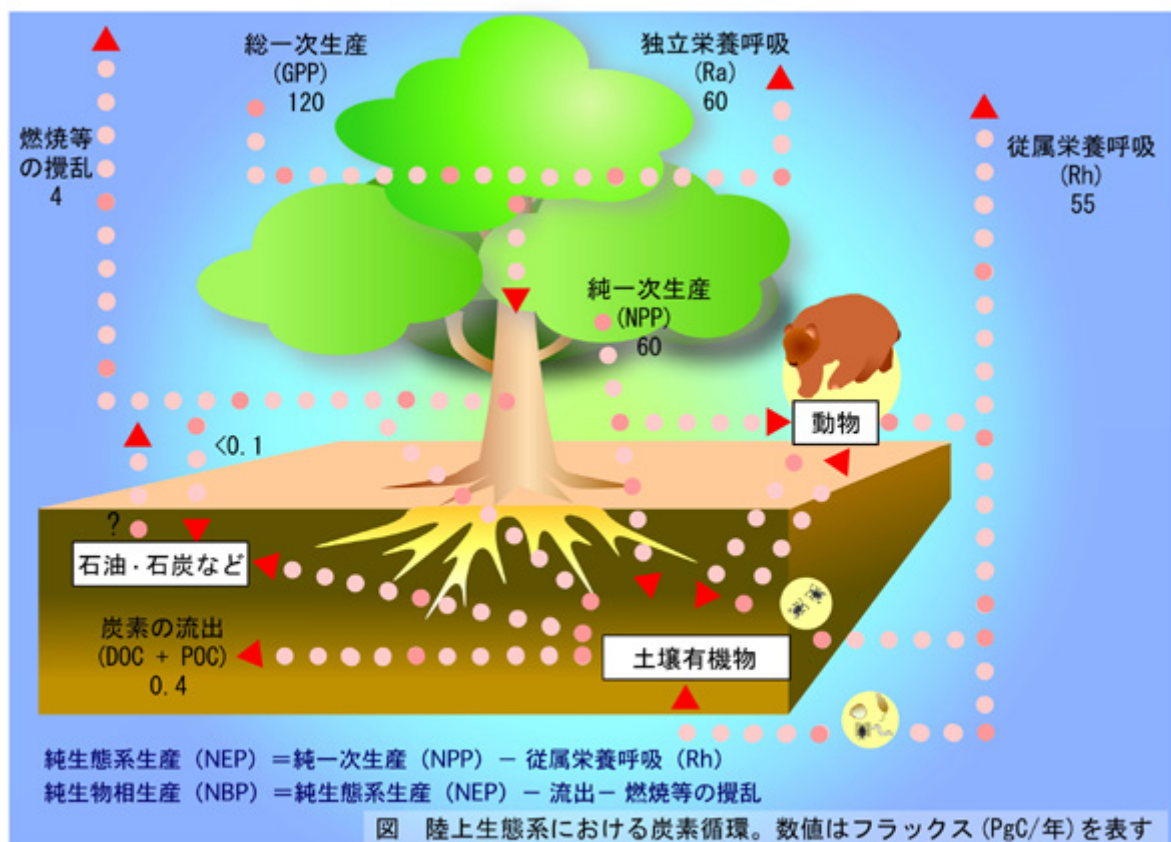


図 土壌呼吸による二酸化炭素の放出と炭素の流出

出典：国立環境研究所地球環境研究センター「見て、読んで、理解する 地球温暖化資料集」

2. 4 陸域生態系全体における炭素収支

地球全体の陸域生態系における炭素循環を図に示しました。植物の光合成によって生産された有機物（年間約 120PgC）のうち、約半分は植物自身の呼吸によって CO₂ として大気に戻され、残りは葉や幹などの新たな植物組織となります。この植物体の見かけ上の生産量（純一次生産）は、陸域生態系全体で年間約 60PgC と見積もられています。植物体となった有機物のうち約 90%は、動物による被食、枯死、脱落などにより土壌有機物となったあと、微生物や動物などの呼吸によって大気へ戻されます。また、残った土壌有機物は土壌炭素として残りますが、そのうち一部は降水などによって流出します。



出典：IPCC Climate Change 2001, The Scientific Basis

2. 5 植物・土壌における炭素蓄積

陸域生態系において、炭素は主に植物と土壌に蓄積されています。地球全体で見ると、植物と土壌に蓄積されている炭素の総量は約 2500PgC で、その約 4 割は北方林と熱帯林に存在しています。また、土壌に蓄積されている炭素量は、植物に蓄積されている量の約 4 倍と見積もられています。この中で注目すべきことは、熱帯林では植物と土壌における炭素蓄積量は同量程度であるのに対し、北方林などでは土壌中の炭素蓄積量の割合が大きいことです。

これは、高緯度帯で気温が低いほど土壌の有機物分解が遅く、土壌に炭素が蓄積されやすくなるのが主な原因と考えられています。現在、陸域生態系に蓄積されている炭素が環境変化に対してどのような応答を示すかということに大きな関心が寄せられています。

表 各生態系の面積及び炭素蓄積量 (10¹²m²)

生物圏	面積 (10 ¹² m ²)	炭素蓄積量 (PgC)		
		植物	土壌	合計
熱帯林	17.6	212	216	428
温帯林	10.4	59	100	159
北方林	13.7	88	471	559
熱帯サバンナ	22.5	66	264	330
温帯草原	12.5	9	295	304
砂漠及び半砂漠	45.5	8	191	199
ツンドラ	9.5	6	121	127
湿原	3.5	15	225	240
農耕地	16.0	3	128	131
合計	151.2	466	2,011	2,477



出典：IPCC Climate Change2001 The Scientific Basis