

陸と海の生態系からみる環境循環

2017年12月19日

長野県地球温暖化防止活動推進員・気象予報士)宮澤

<テーマと SDGs の関係>

目標 14(海洋資源): 持続可能な開発のために海洋・海洋資源を保全し、持続可能な形で利用する。

目標 15(陸上資源): 陸域生態系の保護、回復、持続可能な利用の促進、持続可能な森林の経営(以下、略)

<生態系とは> **陸上の場合:** **・生産者:** 光合成植物 **・消費者:** 動物等 **・分解者:** 微生物

生態系の出発点は、生産者です。陸上の場合、光合成植物が、ほぼ唯一の生産者です。人類を含めたあらゆる動物はそれを消費するだけですので、生産者がいなければ、生存できません。

分解者は、植物や動物を分解して、生産者のための原料や栄養素として、環境に戻します。そのようにして、生態系は循環していきます。

<有機物生産量:陸上> 総生産量と純生産量があります。植物の呼吸(自己消費)分を差し引いた正味の

生産量で見ていく必要があります。 ※一般に、主要元素である炭素量で議論されます。(炭素循環等)

・総生産量(GPP: Gross Primary Production) = 光合成量

・純生産量(NPP: Net Primary Production) = 総生産量(GPP) - 呼吸量(R)

代表的な数値(炭素量)は、

総生産量 GPP = 1100 億トン(大気⇒植物) 呼吸量 R = 500 億トン(植物⇒大気)

純生産量 NPP = GPP - R = 600 億トン/年

比較: 大気中の CO2→炭素量 1980 年頃 346ppm **7,400 億トン**、現在 400ppm **8,550 億トン**

計算上、約 13 年で、大気中の CO2 がすべて入れ替わります。**植物の力はすごいですね。**

比較:人間活動(CO2 の放出:炭素量で)

	1985 年	2013 年
化石燃料	60 億トン/年	91 億トン/年
森林伐採	20 億トン/年	9 億トン/年
合計	80 億トン/年	100 億トン/年

⇒海洋吸収、森林吸収の増加を差し引くと、**大気蓄積は、50 億トン/年** この量を、どう思いますか？

<有機物の行方> 以下は、単位は乾燥重量です。

植物の生産量: 約 1,200 億トン/年 →動物の摂食量: 約 80 億トン/年 わずか **6.7%**です。

大部分は、**落葉・落枝**となります。これを「**リターフォール**」と言います。

動物の利用が少ない理由:

生物量の 90%は木材。セルロース、リグニン、ヘミセルロースでできており、**堅い組織、難消化。**

生産量の大部分は、葉。葉の細胞壁であるセルロース、ヘミセルロース、リブニンも**難消化性。有毒物質**も多い。

リターフォールは、土壌動物や微生物が利用します。(分解する。)

リターフォールは、土壌を形成します。

リターフォールの分解速度: $L=L_0 \times \exp(-kt)$

L: ある時点のリターフォール量、L0: 分解開始時のリターフォール量、k: 無機化速度、t: 時間

→95%分解時間は、上式より、 **$3/k$** となります。低緯度地方ほど、分解速度が速い。

例) **北海道:常緑針葉樹林** k=0.1 →**95%分解時間:30 年**

マレーシア:熱帯多雨林 k=2.98 →**95%分解時間:1 年**

<陸上生態系の炭素量>

	生産速度 (トン/ha/年)	植物量 (トン/ha)	有機土壌量 (トン/ha)	炭素量(蓄積量)合計 (トン/ha)
熱帯林	7.5	150	70	220
温帯林	5.9	110	130	240
亜寒帯林	3.3	85	175	260

低緯度では、供給は大きい、分解はそれ以上に大きい。定量的には、**供給量は 3 倍、分解速度は 30 倍。**

地球全体では、供給が分解を上回り、少しずつ、**自然蓄積量が増加**していますが、量はわずかです。

→4.5 億トン/年、生産量の 0.75% だけです。一方で、森林破壊で、10~20 億トン/年が失われています。

<海の生態系> 生産者: 植物プランクトン 消費者: 魚類等 分解者: 微生物

陸上の植物と同じ役割を担うのが、植物プランクトンです。ほぼ唯一の生産者です。

海のやっかいなところは、光合成をするための太陽の光は、表層しか届かないことです。

海洋の純生産量(NPP) = 植物プランクトンの純生産量

フィルターで捕集しますが、フィルターを通過するピコプランクトンの存在や、植物プランクトンが自ら溶存有機物を排出することが分かってきて、数値は上方修正されてきました。

面積比率	単位面積当り NPP	純生産量(NPP)	
外洋域: 90%:	130gC/m ² /年	420 億トン/年	再生+拡散 遅い。
沿岸域: 9.9%:	250gC/m ² /年	90 億トン/年	再生+混合、陸からの供給。速い。
湧昇域: 0.1%:	420gC/m ² /年	1.5 億トン/年	再生+湧昇 さらに速い。
TOTAL:		約 510 億トン/年	←陸上の生態系と同レベル

※再生: 微生物による分解 有機態 N・P → 無機態 N・P (NH₄⁺、NO₃⁻、PO₄³⁻)

<生食食物連鎖> 表層: 外洋域、沿岸域、湧昇域で異なります。

★外洋域: ナノ植物プランクトン(小型鞭毛藻類) → 小型動物プランクトン(捕食性原生動物) → 大型動物プランクトン(肉食性甲殻類) → 巨大動物プランクトン(ヤムシ、オキアミ) → プランクトン捕食者(ハダカイワシ、サンマ) → 魚類捕食者(イカ、サケ、マグロ) **6 段階**

★沿岸域(表層): 小型植物プランクトン(大型珪藻類、渦鞭毛藻類)、ナノ植物プランクトン → 大型動物プランクトン(捕食性動物プランクトン) → プランクトン捕食者(ニシン) → 魚類捕食者(サケ、スケトウダラ) **4 段階**

★沿岸域(底層): 小型植物プランクトン(大型珪藻類、渦鞭毛藻類)、ナノ植物プランクトン → 底生捕食者(アサリ、カキ、多毛類) → 底生肉食者(マダラ) → 魚類捕食者(サケ、スケトウダラ)

★湧昇域(1): 大型植物プランクトン(大型珪藻類、渦鞭毛藻類) → プランクトン捕食者(カタクチイワシ) **2 段階**

★湧昇域(2): 大型植物プランクトン(大型珪藻類、渦鞭毛藻類) → 巨大動物プランクトン(ナンキョクオキアミ) → プランクトン捕食者(クジラ) **3 段階**

	栄養段階数	E	魚類生産割合(%)
外洋域	6	10%	1.0%
沿岸域	4	15%	68.6%
湧昇域	2~3	20%	30.5%

E: エネルギー(物質)の変換効率(生態的効率) E = 1つ上の生産量/ある段階の生産量 = 10~20%
n段階の生産量 P_n = NPP × E⁽ⁿ⁻¹⁾ 例) 外洋: 130 × (0.1)⁶

<微生物食物連鎖(微生物ループ)> 表層

POC(粒子状有機炭素)(懸濁体) 表層: 100mgC/m³ 深層: 10mgC/m³

DOC(溶存有機炭素): 表層: 800mgC/m³ 深層: 400mgC/m³ ←大量にあります。

出発点: 溶存有機物 → 細菌 0.2~0.6 μm (10³~10⁶ cells/ml)

→ 原生動物(鞭毛虫類、繊毛虫類) ※2 段階くらいある。 → (生食食物連鎖へ) 動物プランクトン → 魚

したがって、生食食物連鎖に比べて、+3~4 段階増える。→魚の生産への寄与は小さい。ただし、微生物食物連鎖は、再生への寄与が大きい。有機体窒素・リンを無機態に分解 → 消費者が利用できるようにしています。

<深海食物連鎖>

表層の植物プランクトン → 動物プランクトン → 糞・死骸 → 深海へ(マリンスノー) これが餌となって、多様な生物が生息しています。ほかに、回遊による表層 → 深海への移動がある。(EX オキアミ)

表層から深海への有機物の移動は、NPP の数%~10%程度

栄養塩 P・N の量は、海面(0m)よりも深海(1000m)の方がはるかに多い。深海 → 表層へ戻すしくみ → 湧昇流

<熱水噴出孔群集> ※マクロベントス: 0.5mm 以上の底生生物の総称

通常の海底のマクロベントス: 0.1~300g 湿重/m²

熱水噴出孔群集のマクロベントス: 数 100Kg 湿重/m² 桁違いに多い。

<ハオリムシ:(チューブワーム)>

H₂S、CH₄ の供給で長期生存: 細胞内共生: トロフォソーム と呼ぶ組織(身体全体の 40~60% を占める。

→ 硫酸酸化細菌(= 化学合成細菌) → 化学エネルギー → 有機物生成(光合成と同様の化学式になる。)