

# 生態環境計測学 2016.12.21 の質問・補足

回答者 : 植山

1. 熱収支の季節変化について再度、説明してください。

[Answer]

生態系が純放射量( $Rn$ )として受け取ったエネルギーは、次式で示されるように顕熱フラックス( $H$ )、潜熱フラックス( $LE$ )、地中熱流量( $G$ )として大気や地中に分配される。

$$Rn = H + LE + G$$

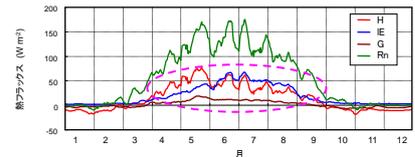


図 1. アラスカ・クロトウヒ林における熱フラックスの季節変化

地表面に植物が存在し蒸散に利用できる水が土壌に存在する場合、蒸散によって潜熱フラックスへエネルギーは分配される。蒸散の日変化、季節変化によって潜熱フラックスは時間変化する。例えば、アラスカの森林の場合は、融雪後に液体水が利用できるようになると、蒸散が行われるようになり、生態系は潜熱への分配が多くなる。また、季節の推移による展葉、落葉などの植物季節、或いは乾燥などの水ストレスの強度によっても、潜熱フラックスへの分配率は変化する。そのため、顕熱フラックスと潜熱フラックスの比率（ポアエン比）から、植物活性を類推することが出来る。土壌面に到達したエネルギーの一部は、地中熱流量として地面へ伝導する。森林などの葉面積が大きな群落の場合、森林土壌に到達するエネルギーは少ないため地中熱流量は無視できるほどに小さいが、粗な群落の場合は地中熱流量が大きくなる。アラスカの場合は、積雪による断熱効果のため冬季の地中熱流量は小さい。

2. 生育期間の長さとして森林の CO<sub>2</sub> 吸収量に関して補足してほしい

[Answer]

生態系スケールでの年間光合成量は、個葉の光合成能力、葉量、そして、樹木が葉をつけている期間によって決まる。落葉樹林の年間光合成量は、展葉から落葉までの期間、即ち生育期間の長さによって決定することがさまざまな森林での長期観測から分かっている (Baldocchi, 2008)。生育期の長さとして CO<sub>2</sub> 吸収量との関係は、落葉樹林の吸収量の年次間差を決定する要因でもあり、落葉樹林間の CO<sub>2</sub> 吸収量を決定する要因でもある。

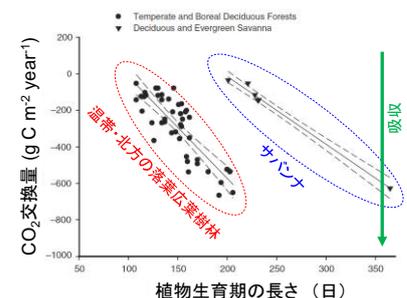


図 2. 様々な森林で計測された年間 CO<sub>2</sub> 吸収量と生育期の長さ (Baldocchi, 2008)

## 引用文献

Baldocchi, D. 2008. 'Breathing' of the terrestrial biosphere: lessons learned from a global network of carbon dioxide flux measurement systems. *Australian J. Botany*, 56, 1-26.

3. フラックスの日変化、季節変化、年次変化について、対象とする時間スケールが異なると異なる環境要因が重要となるという点についてイメージがしにくい。

[Answer]

図3は、コサイン波を用いて作成された擬似的な信号（例えば、CO<sub>2</sub>フラックスとする）の変動である。ここで、図3aは、この信号の3年間の変動である。また、図3bは、この3年の中からA, B, Cの3期間について2日間を抜き出して日変化を表したものである。図3bで示される日変動の振幅量が季節によって変化することで図3aの季節変化が作られている（例えば、冬季にCO<sub>2</sub>フラックスの日変化が小さくなり、夏季に大きくなるなど）。ここで、信号値の日変化の振幅量が図3cのピンクの要因（例えば気温）によって変化するものとした場合、信号の季節変化を決定する要因としてピンクの要因の変動(図3c)が重要であるといえる。また、信号が長期的に変動する黄色の要因(図3c)（例えば、CO<sub>2</sub>濃度）によって影響を受けていれば、年を追うごとに黄色の増加に対応して信号値も徐々に高くなる。このように、日変化を決定する要因以外（例えば、日射量）に、季節変化に影響する要因（ピンク；例えば、気温）、年次変化に影響する要因（黄色；例えば、CO<sub>2</sub>濃度）が存在し、対象とする時間スケールによって信号の変化に強く影響する要因が異なることがある。

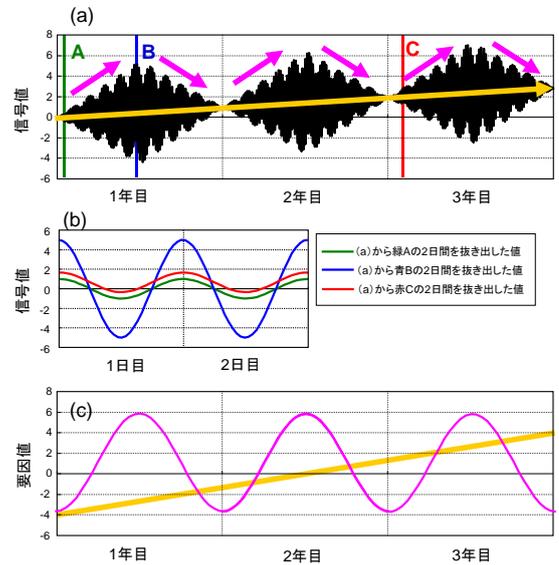


図3. 異なる周期の変動。(a)信号値の3年間の変化 (b)信号値の2日間の変化、(c) 信号値に影響を

4. 炭素循環フィードバックに不確実性が高い理由は？

[Answer]

生物に由来する様々なプロセスが複雑に影響しているため、個別の関係性や相互作用を野外や室内の実験から全て明らかにすることが困難である。例えば、土壌微生物の有機物分解速度（従属栄養呼吸）は個々の微生物の量や特性によって変化するが、個別の微生物の振る舞いを全て特定することは困難である。異常気象が生じたときの植物や微生物の応答や、将来の気候化において生態系がどのように順化するかなどは、現状の観測のみからでは正確に評価することが難しい。長い時間スケールでは、極相に達した生態系が火災、風害、虫害などの攪乱によってどのように枯死し、それがどのくらいの次時間をかけてCO<sub>2</sub>として大気に戻るかについても、短期間の観測のみからでは正確に評価することが難しい。このように、生態系にかかわる様々なプロセスを、様々な時間スケールで精緻化する必要があるため、現状の陸域炭素循環や炭素循環フィードバックの理解については大きな不確実性が残されている。