

アカマツ林におけるササ群落の CO₂ 吸収量の推定

竹山 優花 (筑波大学 生物学類) 指導教員: 廣田 充 (筑波大学 生命環境系)

【背景・目的】

森林生態系は、基本的に CO₂ の吸収源である。これは、森林を構成する植物全体の光合成によって固定される CO₂ 量が、生態系全体から放出される CO₂ 量よりも多いことを意味する。森林生態系の CO₂ 吸収に多大な影響を及ぼす植物は、林冠を構成する樹木と林床を覆う林床植生に大別することができる。しかし、多くの研究では、森林全体あるいは樹木の CO₂ 吸収量や総光合成量を対象としており、林床植生のそれらを対象とした知見はほとんどない。林床植生は、森林を構成する植物全体からすると、そのバイオマスは決して大きくはない。しかし、常緑性であったり密生したりすることもあり、林床植生の CO₂ 吸収量や総光合成量が無視できない可能性もある。そこで私は、日本の冷温帯林の林床に密生するササ群落による CO₂ 交換量の推定は、当該生態系の炭素動態を正確に理解するうえで重要と考え、ササ群落の CO₂ 交換量の定量化を目的とし、本研究を行った。

【調査地と方法】

筑波大学菅平高原実験所 (長野県上田市) の冷温帯二次林内の、林床にクマイザサ (*Sasa senanensis*) が優占するアカマツ林で調査を行った。

(1) ササ群落の CO₂ 交換速度と微気象要因の計測

2017 年の 7 月から 11 月にかけて、アカマツ林内のササ群落を対象として、自作した大型透明チャンバー (縦: 0.45 m × 横: 0.45 m × 高さ: 1.7 m, n=5~6) と CO₂ センサーを用いた密封法で、ササ群落と大気間の CO₂ 交換速度を計測した。CO₂ 交換速度は、約 1 ヶ月に 1 回の頻度で早朝、朝、昼、夕方の日変化を計測した。ササ群落による光合成の光応答と、ササ群落総生産 (GPP_{sasa}) を推定するために、寒冷紗と暗幕を用いて光条件を変えつつ、CO₂ 交換速度を計測した。なお、本研究では大気から林床方向への CO₂ の流れ、つまり CO₂ 吸収を負の値で示す。ササ群落の CO₂ 交換速度の計測と平行して、ササ群落上部の気温、相対湿度、光合成有効放射束密度 (PPFD)、深さ 5 cm の土壌温度 (以下、5 cm 地温) の 4 つの微気象要因を自動連続計測した。

(2) ササ群落の光合成速度と林床呼吸速度の推定

光合成速度と呼吸速度は、各々光強度及び温度と相関があり、それぞれの相関は非直角双曲線と指数式で近似することができる。そこで本研究では、連続計測している光強度と温度データから CO₂ 交換速度を推定するために、計測した CO₂ 交換速度、PPFD と 5 cm 地温を用いて、既知の以下の 2 つの式に合うようなパラメータ (a, b, c, d) を推定した。

- 林床純生産量 = GPP_{sasa} + 林床呼吸量
- $GPP_{sasa} = (a \cdot b \cdot PPFD) / (a + b \cdot PPFD)$
- 林床呼吸量 = $c \cdot \exp(d \cdot 5 \text{ cm 地温})$

(a: ササ群落の最大光合成速度、b: 光-光合成曲線の初期勾配、c: 基底呼吸速度、d: 呼吸速度の温度係数)

【結果】

透明チャンバーで計測するササ群落と大気間の CO₂ 交換速度は、ササ群落の光合成による CO₂ 吸収と林床部の呼吸による CO₂ 放出の差し引きで表される純生産速度を表す。この純生産速度は、-10~24 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹ の範囲で日変化のみならず季節変化を示し、林床植生として CO₂ の吸収源だけでなく放出源になることもあった (図 1)。測定した CO₂ 交換速度と微気象要因の関係から推定された 1 年間の累積 GPP_{sasa} は -31.3 mol CO₂ m⁻² yr⁻¹、累積林床呼吸量は 56.0 mol CO₂ m⁻² yr⁻¹ となり、その差し引きから推定された累積純生産量は 24.7 mol CO₂ m⁻² yr⁻¹ となり、本研究期間の林床植生は CO₂ 放出源となっていた (図 2)。今回得られた年間累積 GPP_{sasa} は、森林全体の総光合成量の約 1% を占めると推定され、ササ群落の生産量は小さいことが明らかとなった。

【考察】

調査を行ったアカマツ林の林床植生の CO₂ 交換速度は、林床の光環境と温度環境の影響を受けて時間変動が大きいことに加えて、この林床植生は CO₂ の放出源である可能性が示唆された。放出源となった原因として、GPP_{sasa} を推定した際、積雪によってササの光合成は約 4 ヶ月間ゼロとしたことや、例年よりもササの光合成活性が低かったことが考えられた。春季や積雪直前で GPP_{sasa} が増加したことから、今回測定できなかった時期の光合成速度によっては、吸収源に転じる可能性もある。

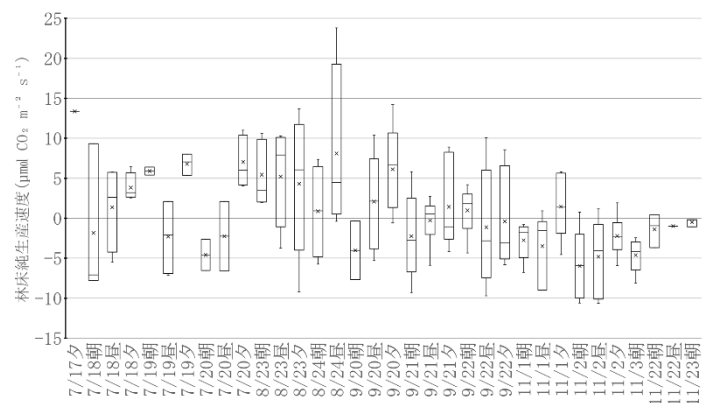


図 1: 本調査地林床の純生産速度の時間変化

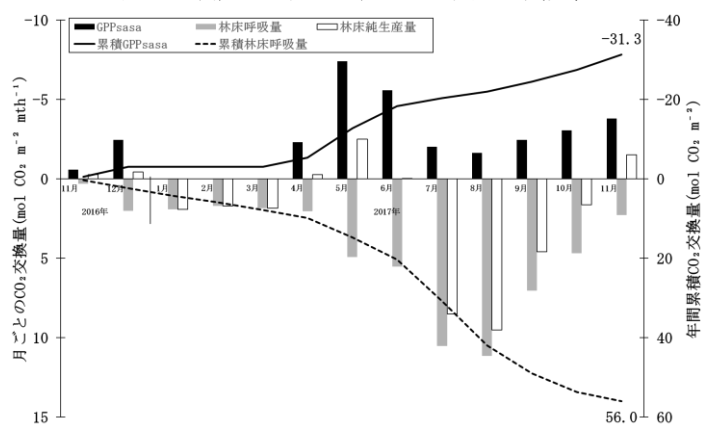


図 2: 1 年間のササ CO₂ 交換量の推定値