



独立行政法人
森林総合研究所

研究の“森”から

No.166



ケヤマハンノキの窒素固定能力 —大気の二酸化炭素濃度上昇の影響—

ケヤマハンノキの窒素固定能力

ケヤマハンノキは、カバノキ科ハンノキ属の樹木で日本各地、さらに中国～東シベリアにかけて広く分布する落葉広葉樹です。葉は秋の落葉時でも緑色を保ち、ほとんど紅葉しない一風変わった樹木です。また、ケヤマハンノキはマメ科植物のように、根に微生物（フランキアと呼ばれる放線菌の仲間）との共生による根粒（写真1）を形成し、大気中の窒素を栄養分として利用できるように変換する特殊な能力を持っています（窒素固定能力）。



写真1 ケヤマハンノキの根粒

研究を行った背景

現在、大気中の二酸化炭素（CO₂）濃度の上昇が地球温暖化の主な原因として問題になっています。一般に、樹木の成長は、高CO₂濃度の環境下（以下、高CO₂下とする）である程度促進されますが、成長を持続するためには窒素養分が充分にあることが必要です。ところが、森林（生態系）の窒素養分は限られるため、成長が続くとこの窒素養分が足りなくなり成長阻害を招くことが懸念されます。そこで、ハンノキ属の樹木などが持つ窒素固定能力が、高CO₂下における生態系への窒素養分の供給源として期待されています。しかし、高CO₂環境がケヤマハンノキの根粒菌形成に及ぼす影響は未解明でしたので、以下のような実験をおこないました。

明らかにしたいこと

この研究では、高CO₂下におけるケヤマハンノキの窒素固定機能について、以下の4つの疑問を解くことを目的としました。

- Q 1. 高CO₂下では、1個体あたりに形成される根粒の量が増えるのだろうか？
- Q 2. 通常、土壌中の窒素が多い場合、根粒形成が少なくなるのですが、高CO₂下でも土壌中の窒素が多い時に根粒形成が抑制されるのだろうか？
- Q 3. 高CO₂下では、1個体あたりの窒素固定量が増加するのだろうか？
- Q 4. 吸収した窒素は主に落葉として土壌に送られますが、高CO₂下で、落葉の中の窒素量が変化するのだろうか？

調べた方法

森林総合研究所北海道支所（札幌市羊ヶ丘）の環境調節実験施設自然光室において実験をおこないました（写真2）。材料には、ポットに植栽したケヤマハンノキの苗を用いました（写真3）。大気のCO₂濃度を現在の360ppm（以下、通常とします）と、現在の2倍を想定して720ppm（以下、高CO₂とします）に設定しました。また、土壌中の窒素量を3



写真2 環境調節実験施設自然光室



写真3 ケヤマハンノキのポット植栽苗

段階設定しました。毎週、1ポットあたりに与える窒素量（N）を52.5、5.25、0 mgとしました（それぞれ、高N、低N、無Nと呼びます）。実験開始から100日後に、各処理から苗木を6個体ずつ刈り取り、葉・枝・幹・根・根粒の重量と窒素含量を調べました。また、落葉中の窒素含量も調べました。

調べた結果

Q 1 に対する答え：高 CO₂ 下で、ケヤマハンノキ 1 個体あたりの根粒重量が増加しました（図 1）。ただし、個体の総重量も高 CO₂ 下で増加しており、個体重量と根粒重量の比率は、通常と高 CO₂ で違いがありませんでした（図 2）。

Q 2 に対する答え：個体あたりの根粒重量は、CO₂ 処理によらず窒素を多く与えた苗（高N）で低下しました（図 2）。この結果から、高 CO₂ 下でも、土壌の窒素量が多い場合に根粒形成が制限されることがわかりました。

Q 3 に対する答え：ケヤマハンノキ 1 個体あたりの窒素増加量は、高 CO₂ 下で増加する傾向を示しました（図 3）。窒素を与えなかった処理区（無N）では、増加した窒素の全てが窒素固定由来とみなせます。そのため、1 個体あたりの窒素固定量も高 CO₂ 下で増加傾向にあることがわかりました。

Q 4 に対する答え：落葉の単位面積あたりに含まれる窒素量は高 CO₂ 下でも変化しませんでした（図 4）。ケヤマハンノキ 1 個体あたりの葉面積は高 CO₂ 下で増加していたので、高 CO₂ 下では落葉を通じて土壌へ供給される窒素量が増加することがわかりました。

まとめ

以上より、高 CO₂ 下では、ケヤマハンノキの成長が促進され、根粒重量が増加し、その結果、1 個体あたりの窒素固定量が増加することがわかりました。

ただし、落葉中の炭素と窒素の割合（C / N 比と呼びます）は、高 CO₂ 下で 14% 増加しました。落葉の C / N 比が高くなると、落葉の分解速度が遅くなる場合があります、その窒素養分を樹木が速やかに利用できなくなることも考えられます。今後、この点を明かにする必要があります。

本稿の内容は、Phyton 誌（45 巻 4 号 125－131）に掲載されました。

＜実行課題＞アア a111

タワー観測を中心とした温帯域における生態系パラメタリ
ゼーションの研究
飛田博順（北海道支所）

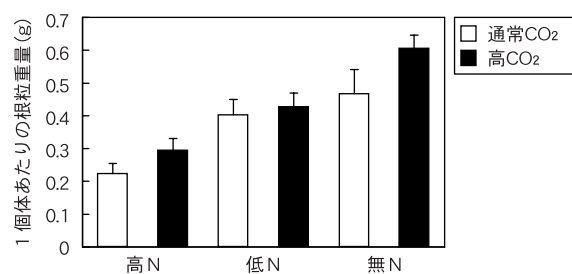


図 1 異なる CO₂ 濃度と土壌窒素量で生育したケヤマハンノキの根粒重量

土壌窒素量に関わらず高 CO₂ 下で個体あたりの根粒重量が大きい（有意水準 5 %）。高 N、低 N、無 N は、それぞれ 1 ポットあたり 52.5、5.25、0 mg の窒素（N）を与えた。

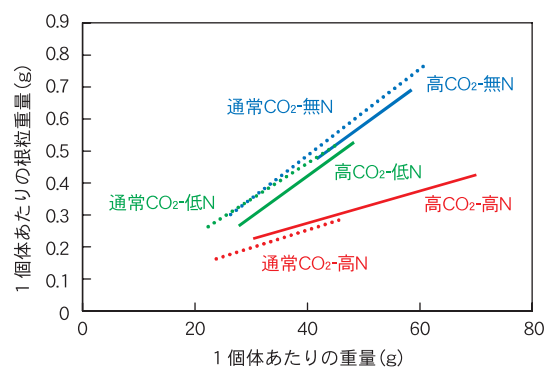


図 2 個体重量と根粒重量の関係

点線は通常の CO₂ 濃度、実線は高 CO₂ 濃度を示す。個体あたりの根粒重量は、CO₂ 処理によらず窒素を多く与えた苗（高 N）で低下した。

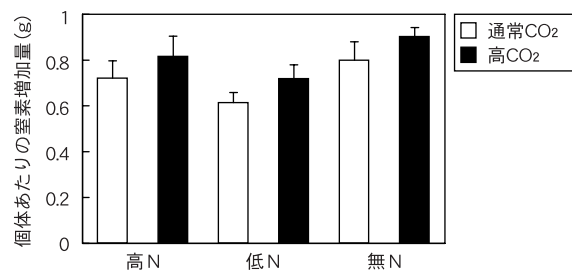


図 3 個体あたりの窒素増加量

個体あたりの窒素増加量は、高 CO₂ 下で増加した（有意水準 5 %）。

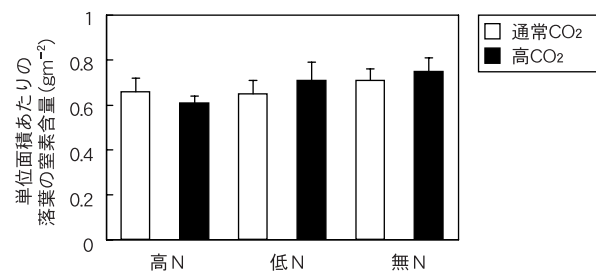


図 4 落葉に含まれる窒素量（単位面積あたり）

落葉に含まれる窒素量は通常 CO₂ 下と高 CO₂ 下で有意差がない。