

自己評価報告書

平成 23 年 4 月 13 日現在

機関番号：32658

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008～2011

課題番号：20370015

研究課題名（和文）植物のアーキテクチャ：伸長成長と力学的安定性のトレードオフ

研究課題名（英文）Plant architecture: trade-off between stem elongation and mechanical stability

研究代表者

廣瀬 忠樹（HIROSE Tadaki）

東京農業大学・国際食料情報学部・教授

研究者番号：90092311

研究分野：植物生態学

科研費の分科・細目：基礎生物学・生態環境

キーワード：植物・アーキテクチャ・伸長成長・力学的安定性・資源利用

1. 研究計画の概要

植物の高さや分枝、葉の配置などの受光体制や力学的安定性に係わる植物の外部形態をアーキテクチャという。異なる光環境が植物のアーキテクチャに与える影響を、メタマーを単位にして解析する。メタマーとは1つの節間と葉から構成される植物成長の単位である。植物のアーキテクチャは伸長成長と力学的安定性のトレードオフによって決まることを仮説に、トレードオフが成立する機構を、メタマーの伸長成長と力学的安定性に係わる特性を解析することにより明らかにする。また、アーキテクチャが植物の葉群動態、光合成、成長、繁殖に与える影響を明らかにする。以上を目的に研究を進めている。

2. 研究の進捗状況

(1) 東京農業大学の実験圃場（東京）に設置した網室において、ポットを用いてシロザを砂耕栽培した。ポット間隔を広くとることにより低密度個体、密に配置することにより高密度個体を得た。これら個体について、主軸と分枝、メタマーの長さや直径を計測することにより、密度による光環境の違いが植物のアーキテクチャに与える影響を解析した（Nishimura et al. 2010）。

(2) オオオナモミを密度を変えて育成すると、受光量によりアーキテクチャは大きく変化した。しかし窒素吸収量と乾物成長量に大きな差はなかった。その機構を成長解析と窒素利用効率の解析により明らかにし、あわせて両手法の統合を試みた（Watarai et al.）。メタマーの伸長と力学的安定性については現在データ解析中である。茎の弾性係数は茎の乾重

密度と相関がある。高密度個体は同一の乾重密度で比べると高い弾性係数をもつことを見いだした。

(3) 窒素固定する通常の品種と固定しない突然変異の2系統のサイズの成長と種子生産に与える大気CO₂濃度の影響について行った実験データを解析した。窒素固定系統はCO₂濃度上昇により窒素固定が促進され収量を大きく増加させたが、非固定系統は有意な増加は認められなかった（Oikawa et al. 2010）。同じ実験によって得た葉の動態のデータは解析が終わり、論文執筆中である。

(4) 世界で広く使われている植物の窒素利用効率の概念を再検討した。平均滞留時間は、吸収した窒素量あたりの積算植物窒素量として改めて定義する必要があることを論証した（Hirose 2011）。上記(2)はこの新たに定義された概念を用いて植物の成長を解析したものである。この概念は個葉レベルの窒素利用効率、葉群動態の解析に応用することが可能である（Hirose in review; Hirose & Oikawa in review）。

3. 現在までの達成度

おおむね順調に進展している。

（理由）

植物を高密度で育成すると伸長成長が促進され、低密度で育てると伸長成長は抑制され、分枝が促進される。このような植物のアーキテクチャの違いをメタマーに着目して解析した。光環境に応じて、乾物成長における窒素利用効率、光利用効率は異なってくる。その生態学的意義を論じた論文（Nishimura et al. 2010）は本年3月、日本生態学会論文賞を受賞した。同様の実験系で植物の成長を窒素利用

の観点から解析した論文 (Watari et al.)は、現在準備中である。これは窒素利用効率概念を再検討し、従来の窒素平均滞留時間の定義を改めるべきことを提案した論文 (Hirose 2011) に基づいたものである。群落状態で育てると孤立個体に比べ、伸長成長が促進されて力学的に不安定になっていくことを、茎の座屈安全率を算出して検証した。これは論文準備中である。したがって伸長成長と力学的安定性のトレードオフの仮説にもとづく研究はおおむね順調に推移しているといえる。本研究において着想を得た、窒素利用効率と平均滞留時間の新しい定義は葉レベルの窒素利用効率の解析 (Hirose in review)、葉群動態の解析 (Hirose & Oikawa in review)の論文を生み出したことは当初計画した以上の成果である。今後この方面への研究の展開が期待できる。

4. 今後の研究の推進方策

(1) 本年度は研究の最終年度に当たることから、低密度と高密度で育成した植物の茎の伸長成長と力学的安定性を検証するため解析を進め、論文を完成させる。
(2) 今後の研究につなげるものとして、オオオナモミとイネを用いて植物の分枝(分げつ)とその自律性、葉群動態と繁殖収量に関する実験を行う。本研究で着想された窒素利用効率と平均滞留時間の理論を展開し、アーキテクチャ・成長・資源利用における、双子葉植物と単子葉植物の対比、雑草(自然選択)と作物(人為選択)の対比をねらった研究へと発展させる。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計5件)

Hirose T. Nitrogen use efficiency revisited. *Oecologia* (in press) DOI 10.1007/s00442-011-1942-z (2011) 査読有

Nagashima H, Hikosaka K. Plants in a crowded stand regulate their height growth so as to maintain similar heights to neighbors, even when they have potential advantages in height growth. *Annals of Botany* (in press) 査読有

Hikosaka K, Kunugasa T, Oikawa S, Onoda Y, Hirose T. Effects of elevated CO₂ concentration on seed production in C₃ annual plants. *Journal of Experimental Botany* 62:1523-1530 (2011) 査読有

Nishimura E, Suzaki E, Irie M, Nagashima H, Hirose T. Architecture and growth of an annual plant *Chenopodium album* in different light climates. *Ecological Research* 25:383-393 (2010) 査読有

Oikawa S, Miyagi K, Hikosaka K, Okada M, Matsunami T, Kokubun M, Kinugasa T, Hirose T. Interactions between elevated CO₂ and N₂-fixation determine soybean yield – a test using non-nodulated mutants. *Plant and Soil* 330:163-172 (2010) 査読有

[学会発表](計2件)

中村和輝・及川真平・廣瀬忠樹 施肥がイネの分げつと葉群動態に与える影響。日本生態学会大会、2011年3月8日、札幌

西村依里子・須崎絵美・入江満美・長嶋寿江・廣瀬忠樹 異なる光環境で生育した植物のアーキテクチャと成長・資源利用。日本生態学会大会、2011年3月16日、東京