

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 7 日現在

機関番号：13701

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2015

課題番号：24780147

研究課題名(和文) 付着根型つる植物の光屈性と空間獲得戦略

研究課題名(英文) Phototropism and spatial pattern of root climber

研究代表者

加藤 正吾 (Kato, Shogo)

岐阜大学・応用生物科学部・准教授

研究者番号：20324288

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：付着根型つる植物イワガラミとツルアジサイの2種は樹幹表面を利用するが、イワガラミとツルアジサイの支持宿主選好性は、支持宿主到達までの2種の林床の光環境に対する分布の差異によって決定されていると考えられた。

イワガラミの匍匐シュートは、成長とともにより強い負の光屈性を示した。一方、テイカカズラは明期と暗期の屈性にはっきりとした違いはみられず、テイカカズラの匍匐シュートの屈性反応は、成長をともしない部位にも生じていた。付着根型つる植物の匍匐シュートには少なくとも2種類のメカニズムの負の光屈性が存在していることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：Root climbers (*Schizophragma hydrangeoides* and *Hydrangea petiolaris*) use trunk tree face. The supporting host preference was decided by a difference of the distribution for the light environment of the forest floor until supporting host arrival.

The creeping shoot of *Schizophragma hydrangeoides* showed stronger negative phototropism with growth. On the other hand, in the phototropism of a light period and the dark period, *Trachelospermum asiaticum* was not seen in the clear difference and produced the phototropism of the creeping shoot without the growth. There was the negative phototropism of at least two kinds of mechanisms in creeping shoot of root climber.

研究分野：森林生態学

キーワード：付着根型つる植物 負の光屈性 テイカカズラ イワガラミ 暗期

1. 研究開始当初の背景

つる植物は、森林群集の要素の一つというだけでなく、森林において独特な生態的位置を占めている。しかしながら、これまで森林群集の主な解析対象とはされてこなかった。また、付着根型つる植物は、森林群落に見られる植物でありながら、異形葉性の生態的役割やその適応的意義についてほとんど解明されていない。

近年、温帯において、探索枝の林床における分布、個体や枝に関するアロケーション、種子の発芽特性、つる植物と支持樹木との関係についての研究が行われているが、付着根型つる植物の生活史全体の空間獲得戦略を検討するという試みはなされていない。一般樹木種は、発芽場所における他個体との位置関係で受動的に光環境が決定されるのに対して、林床で発芽し樹木に登攀する付着根型つる植物は、その生活史の光環境は能動的とも言えるものである。森林群落の中で、光資源競争からみたつる植物の振る舞いは、“生涯”の光合成生産量が最大になるように、自ら形を変えていると考えられる。

2. 研究の目的

この研究構想は、『つる植物が正の光屈性だけを持つ限りは、永遠にホスト樹木を見つけれない』という疑問点に端を発している。

これまでに、研究代表者は、常緑の付着根型つる植物のキツタ、テイカカズラ等の負の光屈性について実験室内で明らかにしてきた。つる植物は発芽した場所(林床)から支持樹木の根元へ自力で到達するという生活史を持つがゆえに、とくに付着根型つる植物の支持樹木への到達前後の成長特性は空間獲得に重要な役割を果たしていると考えられ、この空間獲得の結果は分布の差異をもたらしていると考えられる。本研究では、付着根型つる植物イワガラミとツルアジサイ2種の空間獲得戦略を明らかにするため、林床と樹幹上での分布を検討した。また、付着根型つる植物のイワガラミとテイカカズラの負の光屈性の特性を詳細に明らかにすることを試みた。

3. 研究の方法

(1) イワガラミとツルアジサイの空間分布

①林床

岐阜県下呂市に位置する岐阜大学応用生物科学部附属岐阜フィールド科学教育研究センター位山演習林でおこなった。調査地を同演習林の常緑針葉樹のトドマツ人工林(1970年植栽、標高1100m、平均傾斜12.9°)とした。トドマツ人工林の林床に、0.45m×18m(8.1m²)の調査プロットを設置した。この調査プロットを15cm×15cmに区切った区画をセルとした。

落葉付着根型つる植物であるイワガラミとツルアジサイを調査対象とした。両種の匍匐茎から直立茎が分枝する位置を、イワガラ

ミとツルアジサイの分布位置とし、両種の直立茎の位置と数を各セルで記録した。

光環境の測定には感光フィルムの光透過率の変化を利用し、積算光量子束密度を推定した。土壌水分環境の測定には、土壌体積含水率計を用い、各セルの土壌体積含水率(%)とした。

②樹幹

同調査地のトドマツ人工林に調査プロット(25m×25m)を設置し、胸高直径8cm以上の支持ホスト候補木113本を対象木とし、樹幹上に登攀する2種の登攀個体および高さを記録した。また、林床における2種の直立茎の有無は調査プロットを1m×1mに区切った区画(625区画)で記録した。光環境として、調査プロットの林床1m毎の格子点上と支持ホスト候補木113本の根元(地上高0m)、地上高1m、地上高3mにおいて感光フィルムで測定した。ほぼすべてのイワガラミとツルアジサイが斜面下側に登攀していたため、支持ホスト候補木の斜面下側を測定場所とした。

(2) 付着根型つる植物の負の光屈性

①イワガラミの負の光屈性

光屈性の実験にはイワガラミの匍匐シュートを用い、一方向から人工光を照射した。デジタルカメラでフラッシュを使用せず、シュートをインターバル撮影した。シュート先端の座標は1時間ごとの写真から計測した。実験個体への光条件は、シュートの根元の光量子束密度が60 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、90 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ (以下、順にPPFD60、PPFD90とする)になるように光源との距離を調節して設置した。日長条件は、14時間日長と24時間連続照射とし、14時間日長では、各光強度で12個体ずつ、24時間連続照射では各光強度で10個体ずつ供試した。暗期中のシュート先端の動きは明期終了時と次の明期開始時のシュート先端を結んだ直線とした。

②イワガラミとテイカカズラの負の光屈性における伸長過程

付着根型つる植物のイワガラミとテイカカズラの匍匐シュート12本それぞれに一方向から人工光を照射した。光条件はシュートの根元の光量子束密度が80 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ とし、12時間日長とした。シュート先端の座標の測定は先の方法と同様とした。屈曲度を定義し、解析を行った。

4. 研究成果

(1) 付着根型つる植物イワガラミとツルアジサイの空間分布

①林床

林床において、イワガラミの分布は幅広い光環境に分布したが、ツルアジサイの分布はより明るい光環境に分布が偏っていた。付着根型つる植物2種は同じ樹幹表面を利用す

るが、林床の光環境に対する分布が、異なっていた（図-1）。これらの結果は、林床の光環境に対する2種の分布の差異が、支持ホスト選好性に影響する可能性を示唆していた。

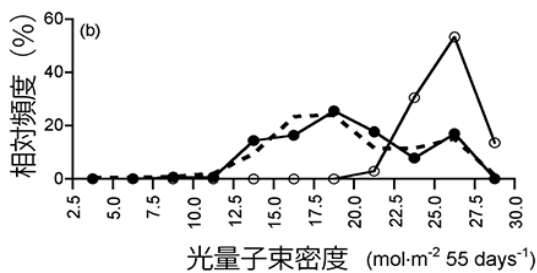


図-1. イワガラミとツルアジサイの分布
●: イワガラミ、○: ツルアジサイ、破線: 林床の光環境

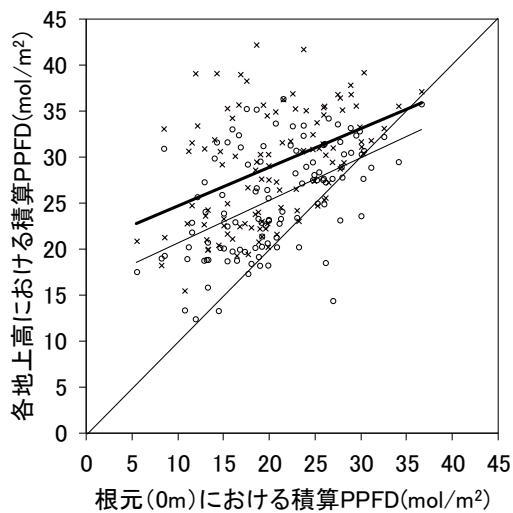


図-2. 支持ホスト候補木の地上高0mと地上高1mおよび地上高3mとの光環境の関係
×地上高3m (太線)、○地上高1m (細線)

②樹幹

支持ホスト候補木 113本のうち、つる植物2種の登攀するホストは60本であり、イワガラミが登攀していた支持ホスト木は45本、ツルアジサイが登攀していた支持ホスト木は12本、うち両種が登攀するホストは3本であった。林床では、イワガラミの直立茎は広範囲に分布していたが、ツルアジサイの直立茎は一部に偏って分布する傾向があった。

支持ホスト候補木の地上高0mの積算PPFDと地上高1m、3mの積算PPFDとの間の関係は、ともに正の相関関係を示したが、傾きは1より小さな値を示した(地上高1m、 $p < 0.01$; 地上高3m、 $p < 0.01$ 、図-2)。また、地上高1mの積算PPFDと地上高3mの積算PPFDの間には正の相関関係が認められた($p < 0.01$ 、図-1)。

支持ホスト根元のイワガラミとツルアジサイの分布には、光環境による差異が認めら

れ、ツルアジサイの方がより明るい場所に分布していた。一方、2種の樹幹上の分布には、光環境による差異は認められなかった。イワガラミとツルアジサイの支持ホスト選好性は、支持ホスト到達までの2種の林床の光環境に対する分布の差異によって決定されていると考えられた。

(2) 付着根型つる植物の負の光屈性

①イワガラミの負の光屈性

14時間日長の実験では、14日目の平均移動距離は、PPFD60では-39.2mm、PPFD90では-93.4mmだった。また、PPFD60では9個体、PPFD90では11個体が、周期的に明期中に、正の光屈性から負の光屈性へ切り替えが生じていた。シュート先端は明期開始時から光源方向へ移動するが、約9.5時間後には正の光屈性から負の光屈性への切り替わりが生じ、その後は明期終了時まで光源と反対方向へ移動する。負の移動速度を明期と暗期と比較したところ、明期中の負の移動速度より、暗期中の負の移動速度のほうが速かった(図-3)。24時間連続照射のシュートはいずれの光の強さにおいても周期的な正負の光屈性を示さず、徐々に光源とは反対の方向に移動した。7日間の24時間連続照射のシュート移動距離は、14時間日長の7日目のシュートの移動距離より小さかった。

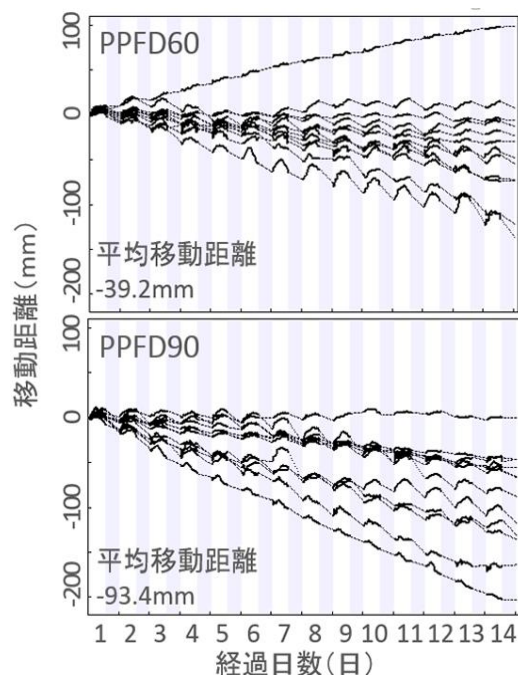


図-3. イワガラミの光屈性にもなう移動距離
灰色の帯: 暗期

イワガラミの匍匐シュートの光屈性はベクトルを用いて次のように考えることができる。明期開始時には正の光屈性のベクトルが大きいが、光照射とともに負の光屈性も生じる。十分な光照射によって負の光屈性のベクトルが正の光屈性のベクトルを上回るこ

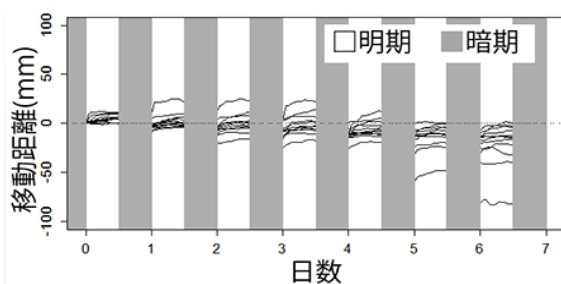
とで、明期中にも負の光屈性を示すが、明期中に正の光屈性のベクトルは消失しない。暗期による正の光屈性のベクトルが消失した後も、負の光屈性のベクトルが一定時間継続し、暗期中の負の光屈性のベクトルの大きさは、明期中の正の光の強さに比例する。

このことより、イワガラミの匍匐シュートは、より強い負の光屈性を示す夜間に支持ホストに到達することが明らかになった。

②イワガラミとテイカカズラの負の光屈性における伸長過程

イワガラミの匍匐シュートは明期に正の光屈性、暗期に負の光屈性を示した。節間ごとに解析すると、シュート先端から数えて2節間目が最も活発に伸長しており、負の光屈性を示していた。伸長量を調べると、明期の伸長量よりも暗期の伸長量が大きな値をとる傾向にあった。イワガラミの匍匐シュートは、暗期に活発な伸長成長をともなって負の光屈性を示していた。一方、テイカカズラは明期と暗期の屈性にはっきりとした違いはみられなかった。節間ごとに解析すると、シュート全体を通して屈曲がみられ、伸長成長の停止している根元に近い節間も正や負の光屈性を示した。テイカカズラの匍匐シュートの屈性反応は、成長をとまなわない部位にも生じていた(図-4)。イワガラミとテイカカズラの負の光屈性はシュートの伸長パターンが異なることから、付着根型つる植物の匍匐シュートには少なくとも2種類のメカニズムの負の光屈性が存在していることが明らかとなった。

(a) イワガラミ



(b) テイカカズラ

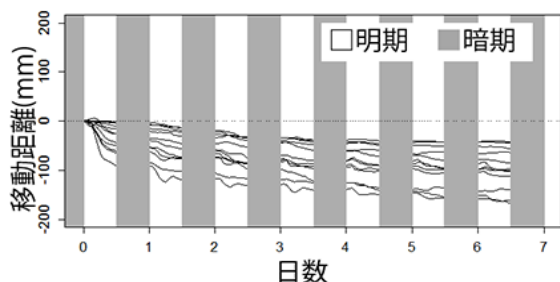


図-4 移動距離の推移
灰色の帯：暗期

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

- ① Kato S., Morito H., Hanaoka S., & Komiyama A. (2014) Relationship between distribution of erect shoots in two root-climbing lianas *Schizophragma hydrangeoides* and *Hydrangea petiolaris* (Saxifragaceae) and light environment on the forest floor. *Jpn J For Environ* 56 (1), 49-54, 2014、査読有、
<http://ci.nii.ac.jp/naid/110009839147>

〔学会発表〕(計5件)

- ① 秋吉由佳・川窪伸光・小見山章・加藤正吾、付着根型つる植物の負の光屈性に成長はともなうのか?、2016年3月22日、仙台国際センター(宮城県・仙台市)
- ② 秋吉由佳・川窪伸光・小見山章・加藤正吾、イワガラミ登攀シュートの負の光屈性、中部森林学会、2014年10月25日、名古屋大学(愛知県・名古屋市)
- ③ 加藤正吾・亀井翔太郎・川窪伸光・小見山章、イワガラミ匍匐シュートの負の光屈性、中部森林学会、2014年10月25日、名古屋大学(愛知県・名古屋市)
- ④ 亀井翔太郎・川窪伸光・小見山章・加藤正吾、イワガラミ匍匐シュートの負の光屈性における暗期の必要性、第45回種生物学シンポジウム、2013年11月30日、亀の井ホテル(大分県・別府市)

- ⑤ 中垣静香・小見山章・加藤正吾、林床から樹幹上の光環境と付着根型つる植物2種の分布、中部森林学会、2013年10月19日、岐阜大学(岐阜県・岐阜市)

〔その他〕

- ① 加藤正吾 (2016) 光屈性研究の本質的理解 教養ブックレット Vol.9 : 20-21 『学問との出会い』 ISSN 2189-3578、2016
- ② 加藤正吾 (2012) 付着根型・吸盤型つる植物の負の光屈性へのいざない、フェノロジー研究 No.47 : 14-19

6. 研究組織

(1) 研究代表者

加藤 正吾 (KATO, Shogo)

岐阜大学・応用生物科学部・准教授

研究者番号 : 2 0 3 2 4 2 8 8