

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 1 日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21570014

研究課題名（和文） ササ類の群集構造と機能の解析

研究課題名（英文） Ecological studies in structure and function of dwarf bamboo community

研究代表者

堀 良通（HORI Yoshimichi）

茨城大学・理学部・教授

研究者番号：30125801

研究成果の概要（和文）：アズマネザサが多様な環境に生育する要因を解析した。厳しい環境では、地上部を小さくし、葉の割合を高め物質生産効率を高めた。良い条件下では密生した大型地上部を形成し、競争力を増した。茨城県北部の落葉林でのアズマザサ、ミヤコザサ、スズタケの3種が同じ場所に生育している。ミヤコザサとスズタケの分布は、生育場所と生育場所から最も近い沢との標高差約30mを境として、スズタケは沢に近い場所に、ミヤコザサは尾根部に分布した。アズマネザサはスズタケが分布しない全域に分布し、環境適応の広さを示した。

研究成果の概要（英文）： In stress and/or disturbed conditions, the morphological plasticity of *Pleiolobus chino* improved the efficiency of matter production. In cool temperate forests in the northern Ibaraki Prefecture three dwarf bamboos (*Sasa nipponica*, *Sasamorpha borealis*, *Sasaella ramosa*) grew. The distribution of *S. nipponica* and *S. borealis* was separated by ca. 30 m of the relative elevation (difference elevation between the habitat and the nearest swamp to the habitat). *S. ramosa* was distributed in the study site where *S. borealis* did not grow. *S. ramosa* showed high plasticity of morphological and ecophysiological traits.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

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：アズマネザサ、アズマザサ、スズタケ、ミヤコザサ、形態的可塑性、生産構造、最大光合成速度、分布

1. 研究開始当初の背景

日本の林床植生の種多様性及び森林更新にササ類は重要な影響を及ぼしている。日本の草原、森林、耕作放棄地等でササが生育していない場所は稀であり、しかもササの生育状況は他の植物の生態に極めて重要な影響を及ぼす。ササの生態に関する研究はチシマザサの物質生産の先駆的研究（Oshima 1961, 1962、県ら 1968、堀ら 1998）をはじめとして多くの物質生産に関する研究がなされてきた。一方、ササが森林の更新の妨害植生であるとの観点から、ササの動態と森林の更新を関連づけた研究もなされている（Nakasizuka 1988）。また、里山の保全・管理にはササの管理が不可欠であることや、アズマネザサの群落高と林床植物の種数の間には負の関係（Iida & Nakashizuka 1995）が明らかにされている。このように、ササの動態が林床植生に決定的な影響を及ぼしていることは明らかである。しかし、林床のササの動態を二次林の管理状態、季節性、林床植物種の空間分布、ササ地上部の構造の可塑性、生理生態など多面的な生態学的観点から明らかにした研究はほとんどない。一方、草地学の研究分野においても、草地学が畜産動物の飼料としての草本植物を主たる研究材料としていること、欧米にササが生育していない等の理由により、ササの生態学的研究はほとんど行われていない。このような状況のもとで、本研究は北関東に広く分布するアズマネザサ、スズタケ、アズマザサ、ミヤコザサの主要4種のササ群落を構造と機能の面から解析する。

2. 研究の目的

本研究は関東地方の平野から低山に広く分布するアズマネザサと関東北部の山間部に広く分布するスズタケ、アズマザサ、ミヤコザサの4種のササに関して生態学的な研究を行うことを目的とする。研究は2つの主要課題からなる。すなわち、アズマネザサに関するものと、スズタケ、アズマザサ、ミヤコザサの3種に関するものである。

(1) アズマネザサ

水戸市のコナラ林及びスギ林において、光環境及び林床管理の強度と地上部構造の関係を調べ、地上部構造がアズマネザサの耐陰性と競争能力にどのような効果をもたらすかを解析する。

(2) アズマザサ、スズタケ、ミヤコザサ

茨城県北部の落葉広葉樹林では、スズタケ、アズマザサ、ミヤコザサの3種が局所的に単独に生育している状態から混生している状態まで様々な状態で生育している。本調査地において、3種の分布状況、3種の生理生態、林床のササが林床植物の種多様性に与える影響を解析する。

3. 研究の方法

(1) アズマネザサ

① 調査区の設定

コナラ林及びスギ林において次の3ヶ所を調査区とした。松枯れ跡地：強光、刈取り経験なし（強光・なし区）、スギ林：弱光・刈取り経験なし（弱光・なし区）、コナラ林：強光・刈取り後8年経過（強光・あり区）。

② 稈長、地上部バイオマス、地下部バイオマ

スの測定

③ 刈り取り処理

各調査区で地上部を根際から刈り、1年後に稈長、地上部バイオマスを測定。

(2) アズマザサ、スズタケ、ミヤコザサ

① 調査区の設置

多様な地形と伐採跡地の開放地を含むように多様な林分を含む調査区 (630m×420m) を設置した。調査区の標高は 613~685m であった。この調査区を、30m×30m のメッシュ (294 メッシュ) に区分し、メッシュごとに隣接するプロット間の距離が 15m になるように4ヶの 1m x 1m の調査プロットを設置した (1176 プロット)。

② 微地形

すべての調査プロットを GPS で記録し、その座標データを平面直角座標に変換した。これを国土地理院で配布されている調査地の 10m メッシュの標高データに重ねて、標高データを算出した。これとは別に記録した調査地の沢の座標データを、標高データに重ねて、プロットと沢との標高差と斜面距離を算出した。

③ 土壌含水率

冬季に調査区内の土壌 12 cm 深の土壌含水率を、TDR 型土壌水分測定器で測定した。測定は調査プロットの中央で行った。測定は降雨のあと数日後の土壌水分が安定した日に行った。

④ 植生調査

夏季に、3種のササ群落の1ヶ所において、それぞれの群落ごとに、各2ヶ所で草本種及び樹高 1m 以下の木本種の出現頻度の調査を行った。それぞれの場所で 5m×5m の調査区を設置し、0.5m×0.5m のコドラートごとに出現種の調査を行った。

⑤ 光合成速度

光合成速度は、携帯型光合成蒸散測定装置 (Li-6400) に LED 冷光光源チャンバーを接続して測定した。光強度は、光合成速度が光飽和する $1800 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ の光強度から徐々に暗くして暗黒条件まで測定した。二酸化炭素濃度は $380 \mu\text{mol mol}^{-1}$ に設定した。湿度と葉温は設定せず、周囲の環境と同条件とした。測定は当年葉で林冠の葉の展葉期 (5, 6 月)、繁葉期 (7~9 月)、落葉期 (10~12 月) の森林の3季節相に行った。測定場所は、アズマザサとミヤコザサは林床と開放地の2ヶ所、スズタケは谷の上部と下部の2ヶ所でいずれも林床であった。

⑥ 葉の全窒素量

光合成の測定に用いた葉を採取し、葉面積を測定した後、乾燥させた葉を粉末状に粉碎し、全窒素全炭素分析装置 (SUMIGRAPH) で測定した。

⑦ データ解析

3種のササの分布と、微地形 (標高、比高、斜面距離) との関係は多変量回帰木で解析した。

4. 研究の成果

(1) アズマネザサ

アズマネザサの地上部形態の著しい可塑性を示した。強光・刈取りなし条件下では稈長は 5m 以上、一方、弱光や刈取り条件下では 1m 以下になった (図 1)。C/F (非同化部重/同化部重) 比は、強光・刈取りなし条件下では約 11、弱光や刈取り条件下では約 2 以下になった。生育好条件下では地上部を著しく大きく、かつ密生し、競争能力を増した。一方、生育悪条件下では、C/F 比を小さくし物質生産の効率を高めた。これらを、Grime(1977)の C-S-R 戦略でアズマネザサを類型化した (図 2)。アズマネザサは多様な環

境条件下で生育可能であると理解された。

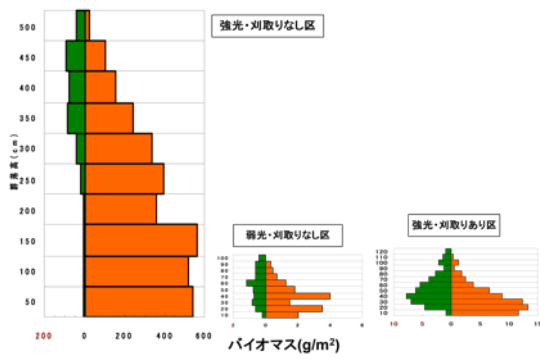


図1 アズマネザサの生育環境別の生産構造図

	強光条件下	弱光条件下
刈取りなし	競争型	ストレス耐性型
刈取りあり	攪乱耐性型	—

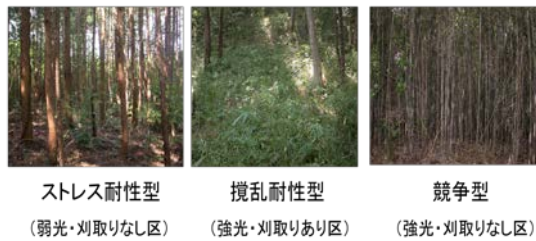
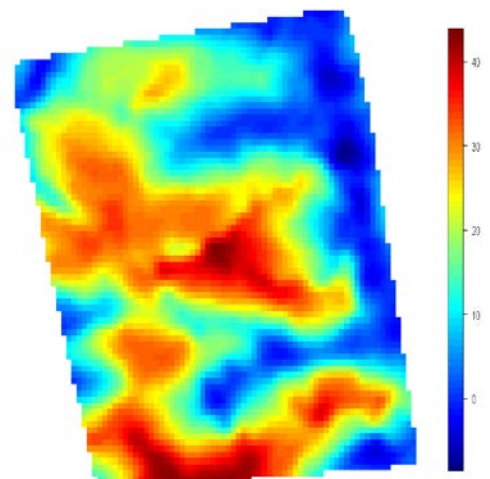


図2 アズマネザサの環境別の生活史戦略

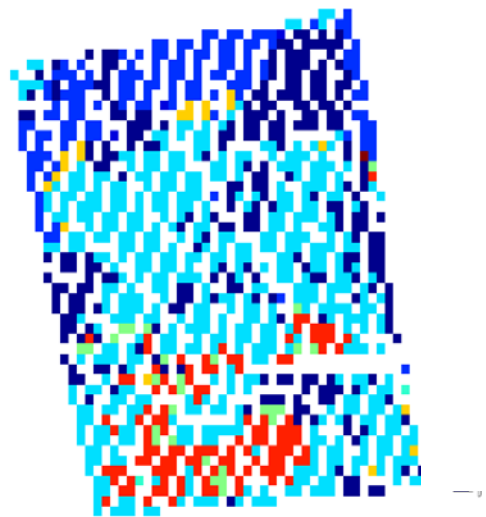
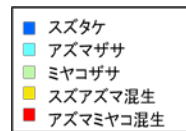
(2) アズマザサ、スズタケ、ミヤコザサ

① 3種の分布

1176プロットにおいて、アズマザサが690、スズタケが180、ミヤコザサが154プロットに出現した(図3)。スズタケは主に林内の沢沿い、ミヤコザサは林内の山頂部、尾根部、開放地に分布した。アズマザサはスズタケの分布域を除く調査地全体に分布した。3種の分布域と標高には関係がなく、沢との標高差(比高)とに関係が見られた(図4)。3種の分布の多い比高は、アズマザサは5~35m、スズタケは5~20m、ミヤコザサは20~35mであった。比高と土壌含水率には有意な負の相関関係があった($r^2 = -0.31, p < 0.05$)。



標高差の地形図



3種の分布

図3 生育地の標高差(比高)と3種の分布状態

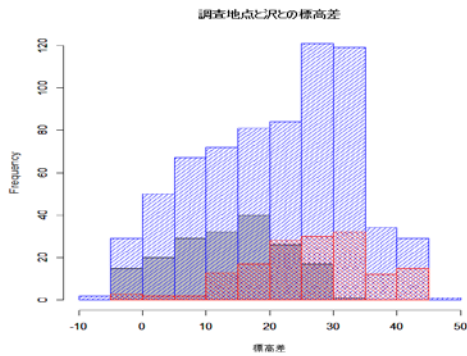


図4 3種の分布域と標高差との関係
(赤: ミヤコザサ, 青(濃): ミヤコザサ, 青(薄): スズタケ)

② ササの林床植生への影響

林床植物の出現種数はササの存在の影響を強く受けた。出現種数は、アズマザサでは15種、ミヤコザサでは14種、スズタケでは3種となり、出現種数は著しく少なかった。

③ 生理生態

最大光合成速度 (A_{max}) は、アズマザサとミヤコザサでは、開放地が林床より大きい値を示し、両種とも光環境の良い開放地の方が生育に適していることを示した (図5)。繁葉期に開放地のアズマザサと、ミヤコザサで、それぞれ 15.6 ± 1.7 , $12.1 \pm 0.4 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ と最大値を示した。2種の A_{max} に違いが見られ、開放地のミヤコザサは展葉期から落葉期を通して $10 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 以上の値であったが、開放地のアズマザサは展葉期、落葉期はそれぞれ 7.34 , $8.63 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ と開放地のミヤコザサより小さかった。この違いは、アズマザサの気孔コンダクタンスや葉の窒素含量の可塑性の大きさとミヤコザサの葉寿命の短さによるものと考えられる。2種の林床での A_{max} は、展葉期、繁葉期、落葉期を通して、アズマザサはそれぞれ 7.0 ± 3.5 , 6.5 ± 3.3 , $9.1 \pm 0.1 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ であり、ミヤコザサはそれぞれ 6.9 ± 2.0 , 7.4 ± 0.7 , $8.5 \pm 0.3 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ と似た傾向を示した。しかし、約 $2.4 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 以下の

気孔コンダクタンスでは、ミヤコザサがより大きい A_{max} を示し、林床でのミヤコザサの光合成能力の大きさを示した。一方、林床のアズマザサは光合成の窒素利用効率 (PNUE) が大きかった。また、葉面積当たりの葉乾重 (LMA) や C/F 比といった形態的特性は光環境による可塑性の大きさを示し、林床での高い適応能力を示した。スズタケの A_{max} の季節変化は2種と大きく異なり、光条件の良くない林床での生育に適していることを示した。展葉期、繁葉期において、2種より小さく (沢沿い下部の展葉期、繁葉期でそれぞれ、 2.2 ± 0.3 , $4.7 \pm 1.1 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 、沢沿い下部の展葉期、繁葉期の沢沿それぞれ、 2.6 ± 1.1 , $6.9 \pm 1.0 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)、落葉期に大きく増加した (沢沿い下部、上部それぞれ 10.0 ± 0.3 , $11.1 \pm 0.7 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)。また、スズタケは PNUE の小ささ、LMA の大きさから、林床での生育に適していることを示した。

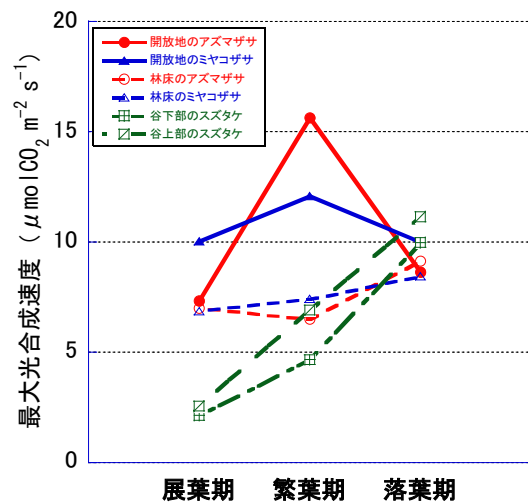


図5 3種の最大光合成速度の季節変化

本研究成果は、①アズマザサの種々の環境圧に対する適応を、形態的可塑性の観点から明らかにした。アズマザサのような形態的可塑性の大きな植物は著しく少なく、生活史戦略における形態的可塑性を評価する点

で極めて重要である。また、ササの管理方策にも重要な指針を与える。②同所的に生育しているアズマザサ、ミヤコザサ、スズタケの局所分布の差異が沢との標高差によっていること、種及び生育場所で生理生態的反応が異なっている事を明らかにした。これらの成果は、従来の分布の定性的知見を定量化した。さらに、水環境と光環境が3種の種間関係に及ぼす影響に関する理解に貢献した。

今後は地上部構造の可塑性の意義、及び水環境と光環境が3種の種間関係に及ぼす影響の機構について研究を深める事が重要である。

5. 主な発表論文等

(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2件)

- ① Shiyomi M., Akiyama T. (他8名、6番目)、A grassland ecosystem model of the Xilingol steppe, Inner Mongolia, China、Ecological Modelling、222巻、2073-2083、2011、査読有
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304380011001657>
- ② 中山智絵、安田泰輔、中野隆志、堀良通、富士山野尻草原における草原-森林エコトーンが多変量回帰木を用いた検出、富士山研究、5巻、15-19、2011、査読有
<http://www.yies.pref.yamanashi.jp/pla-eco/mfr/mokuji/5%20pdf/Nakayama%20et%20al.pdf>

[学会発表] (計5件)

- ① 青田崇志、金子悠哉、橋本和成、堀良通、小川群落保護林に生育する3種のササ

(アズマザサ、ミヤコザサ、スズタケ)の生理生態的特性、第59回生態学会大会、2012.3.20、大津

- ② 金子悠哉、青田崇志、橋本和成、堀良通、小川群落保護林に生育する3種のササ(アズマザサ、ミヤコザサ、スズタケ)の分布と微地形の関係、第59回生態学会大会、2012.3.19、大津
- ③ 中山智絵(他6名、5番目)、隣接した草原-森林間での多変量回帰木によるエコトーンの検出、第58回生態学会大会、2011.3.10、札幌

[その他]

ホームページ等

<http://info.ibaraki.ac.jp/scripts/websearch/index.htm>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

堀 良通 (HORI Yoshimichi)

茨城大学・理学部・教授

研究者番号：30125801

(2) 研究分担者

山村 靖夫 (YAMAMURA Yasuo)

茨城大学・理学部・教授

研究者番号：50202388

(4) 協力研究者

中野 隆志 (NAKANO Takashi)

山梨県環境科学研究所・主任研究員

研究者番号：90342964

安田 泰輔 (YASUDA Taisuke)

山梨県環境科学研究所・研究員

研究者番号：40372106