

令和元年6月15日現在

機関番号：13801

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2018

課題番号：16K14938

研究課題名(和文)ブナ林のマスティング現象は実生の生存率を高めるのか？

研究課題名(英文) Does heavy masting enhance survivorship of seedlings in beech forest?

研究代表者

飯尾 淳弘 (Iio, Atsuhiko)

静岡大学・農学部・准教授

研究者番号：90422740

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：新潟県苗場山のブナ林において、大量一斉結実(マスティング)が林分構造と林内の光環境、林床植生の光合成量に与える影響を調べた。マスティングは、林分の葉面積を凶作時の約半分まで低下させるが、それは個葉面積の低下が原因であった。こうした構造の変化は実の集中する陽樹冠で主に起こり、実のつかない陰樹冠では起こらなかった。マスティングにともなう林内光環境と光合成量の変化をモデルで予測したところ、樹冠上層の光合成量は葉面積の低下によって大きく低下する一方で、樹冠下層や林床植生の光合成量は光環境の改善によって2～3倍も増加した。マスティングは、林床植生の維持や階層構造の発達に貢献する可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

マスティング(大量一斉結実)による林分葉面積の低下が、樹冠下層や林床の光環境を改善し、階層構造の発達や林床植生の維持に貢献する可能性を示した。本研究の学術的意義は、これまで繁殖戦略として理解されていたマスティング現象に、3～10年周期で、薄く広く林床に光を供給する、いわばギャップとしての役割があることを示したことにある。

研究成果の概要(英文)： Masting impact on stand structure, light environment and photosynthesis was examined in mature beech stands on Mt. Naeba, Japan. Heavy masting decreased stand leaf area to the half of that in non-masting year, due to decrease in individual leaf size. This structural change mainly occurred in sunlit part of the canopy where many fruits are born. We have estimated the masting impact on within-stand light environment and photosynthesis with process-based model. Although the reduction of leaf area decreased stand photosynthesis by 20%, photosynthesis at lower part of the canopy and understory vegetation increased 2-3 times compared to that in non-masting year. This result implies that masting may contribute to maintain branches in lower part of canopy and understory vegetation.

研究分野：森林生理生態学

キーワード：マスティング ブナ 葉面積 光環境 光合成量

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

日本の冷温帯を代表するブナは、3~10年の周期で大量に同調して結実すること(マスティング)が知られている。マスティングには大量の養分を必要とするため、葉量やシュートの伸長成長、幹の肥大成長などが低下し、林分構造が大きく変化すると考えられる。特に、葉量の低下は、樹冠下層や林床の光環境を改善するため、下枝や稚樹の光合成量を高め、階層構造の発達や林床植生の維持に貢献している可能性がある。つまり、マスティングには、ブナ自身の繁殖の成功率を高める効果だけでなく、下枝や稚樹の維持による林分構造の複雑化や次世代個体の育成する効果があるかもしれない。しかし、マスティングに関する研究のほとんどは、その発生メカニズムや繁殖戦略としての意義の解明に集中しており、本研究のように林分構造の変化とそれともなう内部光環境、光合成量の変化に注目した研究はこれまでになかった。

2. 研究の目的

マスティングが樹冠構造の複雑化や次世代個体の維持に果たす役割を明らかにするため、マスティングにともなうブナ林の生産構造の変化を調べる。具体的には、

(1) マスティングによる林冠構造の変化を、葉面積やシュート伸長量など、内部光環境に関する要素に注目して調べる

(2) (1)の構造変化にともなう内部光環境と光合成量の変化をモデルで再現し、マスティングともなう樹冠下層や林床植生の光環境および光合成量の増加量を定量的に評価する。

3. 研究の方法

新潟県苗場山の標高 550m と 1500m にあるブナ老齢林において、2016~2018 まで以下の調査を行った；

(1) 林分レベルの結実量と葉面積指数(LAI)の測定： リタートラップ法で測定した。両試験地ともに、2016 と 2017 年は凶作だったが、2018 年に並~豊作程度(約 650 個/m²)の結実があった。解析時には、2014、2015 年に行った予備調査のデータと、2005 年の大豊作時のデータを加えた。

(2) 個体レベルの結実量の調査： ドローンと地上からの目視調査で、林冠を構成する個体の結実量を 5 段階で評価した。

(3) 結実による枝構造の変化： 結実量の異なる個体の陽樹冠と陰樹冠から、長さ 40cm の枝を計 45 本採取し、結実にともなう個葉面積、シュートあたりの葉数、シュート伸長量、比葉面積(SLA)の変化を調べた。

(4) 光合成、呼吸特性の調査： 林冠木および稚樹の光-光合成曲線を携帯型ガス交換測定装置で7~8月に測定した。

(5) モデルの構築： (1)~(4)の情報を統合して、ブナ林の光環境と光合成量の3次元空間分布を予測するモデルを構築した。入力データとして必要な、葉面積の3次元空間分布についてはレーザースキャナーで測定した。また、結実数の空間分布を、樹冠アクセス鉄塔を利用して直接調べた。

4. 研究成果

(1) 結実にともなう枝および林分構造の変化

枝の形態調査の結果、陽樹冠のでは結実によって、個葉の面積が小さく、主軸のシュートが短くなる、主軸以外のシュートの長さや葉の数、葉の厚さは変化しない、葉面積は、個体やシュートレベルの結実量ではなく、枝レベルの結実量に応じて低下することがわかった(図1)。また、結実のない陰樹冠では、こうした構造の変化は起こらないことがわかった。さらに、葉面積が低下した枝では葉の相互被陰が緩和されて、受光効率(葉群の投影面積と全葉面積の比)が増加することもわかった。

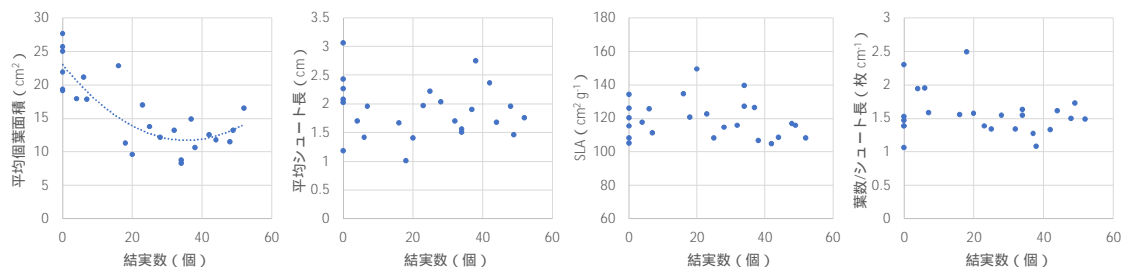


図1 結実にともなう陽樹冠の枝構造の変化

林分の葉面積指数(LAI)も、結実量の増加にともない低下する傾向を示し、マスティング時には凶作時の約半分にまで低下した(図2)。しかし、結実量あたりのLAIには大きなばらつきが見られた。例えば、2018年の550mと1500m試験地を比較すると、林分の結実量はほぼ同じ(650個/m²/年)であったが、1500m試験地ではLAIが前年(凶作)から約30%低下したのに対して、550m試験地ではLAIはむしろ増加した(図2矢印)。個体レベルの結実量に注目すると、

1500m 試験地では 550m 試験地と比べて、大豊作と凶作個体の頻度が高かった。枝の結実量と葉面積の関係は、種子数 20 個を境に急激に低下していることから（図 1）、林分結実量が同じであっても、大豊作個体が多いほど LAI の低下が大きくなるのかもしれない。結実にともなう林分構造変化を予測するには、林分ではなく、枝や個体レベルの結実状況に注目する必要がある。

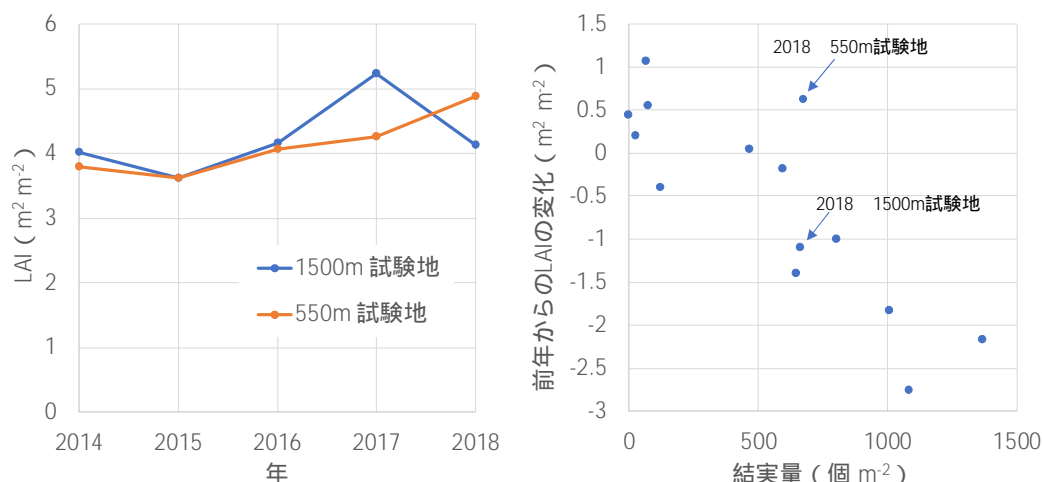


図 2 結実による林分葉面積指数の変化

(2) マスティングが林内光環境と林冠および林床植生の光合成量に与える影響の評価

(1) の結果をもとに、樹冠光合成量予測モデルを用いて、マスティング時と凶作時の林内の光環境と樹冠部および林床植生の光合成量をそれぞれ予測し、その変化量からマスティングがブナ林の生産構造に与える影響を評価した。このモデルは、25cm のボクセル（立方体）で表現された凶作時の 3 次元的葉面積分布、ブナおよび林床植物の光 - 光合成曲線、林外の光量子束密度 (PPFD) から、樹冠および林床の光環境、光合成量の 3 次元的変化を 30 分間隔で出力する。マスティングによる樹冠構造の変化について、まず、凶作時の樹冠の相対 PPFD (rPPFD) を推定し、rPPFD から各ボクセルの結実量と葉の光合成能力を決定する。次に、結実量と枝葉面積の変化の関係（図 1）から、各ボクセルの葉面積の低下量を決定し、PPFD と葉の光合成能力、光合成量を再計算する。なお、個葉の光合成能力は、マスティングの直接的な影響を受けないことが、これまでの研究でわかっている。林分の結実量として大豊作時のデータ（1000 個 m⁻²）を利用した（図 2）。

550m 試験地の夏の晴天日におけるモデルの予測結果を図 3 に示す。マスティングによって林分葉面積は凶作時の半分にまで低下した（図 3 左）。結実は明るい場所に集中するため、樹冠上部の葉面積が特に大きく低下した。その結果、樹冠内部まで光が透過するようになり、森林全体で rPPFD が上昇している（図 3 中央）。その上昇の程度は樹冠中層で最も大きく、凶作時の 2 倍以上も増加した。それより下では、結実のない亜高木や低木、林冠木の下層に光を吸収されるために rPPFD の増加幅は小さくなり、林床（地上高 5m 以下）における増加量は 7%（凶作時と比べて 4 割の増加）であった。マスティングによる葉面積の低下は、樹冠上部の光合成量を約 80%も低下させた（図 3 右）。その一方で、葉面積の低下がなく、上層の葉が減ったことで光が入射するようになった中下層の光合成量は、凶作時の 2~4 倍以上も増加した。ただし、もともと葉の少ない中下層の光合成量が森林全体に占める割合は小さいため、森林全体の光合成量はマスティングによって 23%低下した。

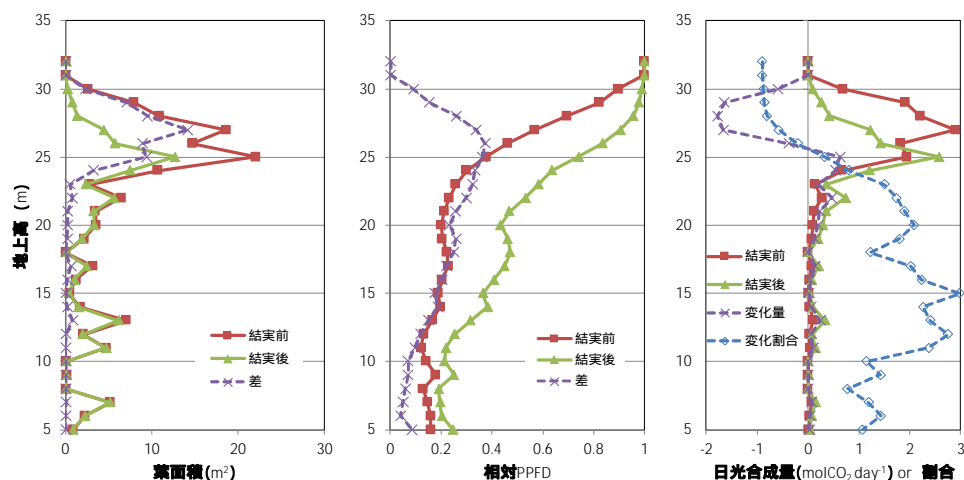


図3 マスティングによる葉面積、光環境、光合成量の変化の予測結果

以上の結果より、マスティング現象は林冠木の葉面積と光合成量を大きく低下させるが、普段被陰されている亜高木、低下、林床植生の光環境を改善し、その光合成量を2倍以上も増加させる可能性が示された。3～10年の周期で起こるマスティングは、倒木の発生後数十年維持される林冠ギャップや、毎年必ず発生するフェノロジカルギャップと比べると、林床植生の光合成量の増加に果たす役割は小さいだろう。しかし、マスティングによる葉量の減少はブナ林全体で起こるため、低木や林床植生に薄く広く光を供給する。これは、低木や林床植物の林床での待機可能時間を増加させ、繁殖や林冠ギャップに出会う確率を高めるかもしれない。また、樹冠中下層で光合成の増加量が最大になったことから、陰樹冠層の維持にも貢献すると予想される。階層構造の発達、生物多様性の維持や森林生産量の増加に重要と考えられている。マスティングには樹冠構造を複雑化させる効果もあるかもしれない。

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計3件)

飯尾淳弘、樹冠と枝内の光勾配に対する光合成能力の変化 能力推定にはどの光を使う？
第130回日本森林学会、2019年3月

鶴賀 太一、飯尾 淳弘、結実によるブナの枝葉構造と林分 LAI の変化、第130回日本森林学会、2019年3月

飯尾 淳弘、望月貴治、マスティングによるブナ林の樹冠構造と内部光環境、光合成量の変化、第129回日本森林学会、2018年3月

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

特になし

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：水永 博己

ローマ字氏名： Mizunaga Hiromi

所属研究機関名：静岡大学

部局名：農学部

職名：教授

研究者番号(8桁)：20291552

研究分担者氏名：片畑 伸一郎

ローマ字氏名： Katahata Shinichrou

所属研究機関名：岐阜大学

部局名：応用生物科学部

職名：助教

研究者番号(8桁)：80648395

(2)研究協力者

なし

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。