

点過程解析による新竹の分布メカニズムの解析

後藤誠二郎(国環研)・河合洋人(岐阜大)・西條好迪(岐阜大)・秋山 侃(岐阜大)・
栗屋善雄(岐阜大)・梁 乃申(国環研)

要旨:モウソウチクは江戸時代より栽培・管理され、林産物として活用されてきた。しかし、高度成長期以降、経営環境の悪化に伴い管理が行われず放置されたままの竹林が増加し様々な問題が現れてきた。竹林の主要な管理方法である間伐は費やす労力・時間ともに大きな負荷のかかる作業である。また、タケの稈は地下茎で繋がっており、新しい稈の発生する位置が既存の稈に影響される可能性が考えられる。間伐によって竹林の林分状況を適切な状態に維持するためには、稈の位置関係や個体群動態を正確に把握する必要がある。そこで、本研究では管理放棄されたモウソウチク竹林において、模擬的に管理竹林を設定し、放置された場合と管理された場合で、新しい稈がどのような位置関係で発生するかについて点過程解析を用いて解析・考察を行った。その結果、竹林では前年に発生した個体とは一定間隔において分布する傾向が見られたが、前々年発生した個体とは集中分布する傾向が見られた。間伐による管理を行うことにより、管理区の分布パターンは放置区の分布パターンよりもランダムに近い傾向を示すことが多くなり、竹林の個体群密度に偏りが生じないようにコントロールできたと考えられる。

キーワード:モウソウチク, 点過程解析, 管理竹林, 放置竹林

I はじめに

日本には多くのタケ類が生息しており、その中で最も広く分布している種がモウソウチク(*Phyllostachys pubescens* Mazel ex Houzeau de Lehale)であり、食用としてのタケノコ採取や材を利用する目的で、九州から西日本を中心に江戸時代より栽培・管理が行われてきた。竹林の主要な管理方法は間伐であり、発生後4, 5年経過した竹を間伐し、密度を調節する事により竹林は維持される。しかし、1970年代以降、竹林経営の不採算化により竹林の管理が行われなくなると、各地で荒廃した竹林が現われると同時に、周囲の森林に竹林が侵入し生育範囲を拡大している現状が報告されている(2), (3), (6), (7)。

モウソウチクは栄養繁殖を行う種であり、地下茎の節にある腋芽から地上部である稈を発生させ、個体数を増やしている。そのため、地上における稈の分布のメカニズムを把握し、適切に竹林を維持するためには、地下茎がどのように分布しているかを把握する必要がある。しかし、地下茎の分布を非破壊的な方法で把握することは非常に難しく、稈の発生位置を予想する事はほぼ不可能である。

そこで本研究では、管理竹林と放棄竹林の両条件下において、地上にある稈の位置から、点過程解析を用いて竹林の空間構造を解析し、新竹発生のメカニズムおよびその相互関係について考察を行なった。

II 調査地概要及び調査方法

岐阜県岐阜市北部の椿洞に成立する、管理が行われなくなつてから約15年経過したモウソウチク放棄竹林を対象とした。調査地は面積が約5haの北東向きで平均斜度約10度の斜面に位置していた。2004年12月に、50m×30mの調査区を設定し、斜面上部を放置区(25m×30m)としてそのまま放棄した状態(6900本/ha)を維持し、下部は間伐(間伐率:約45%)を行い管理区(25m×30m)として設定し実験を開始した。管理区については、3000本/haを目安として、2005年と2006年の秋に間伐(間伐率:約20%)を行った。2007年については、管理区の立竹密度が管理目安とほぼ同じであったため、間伐は行なわなかった。間伐方法は調査区を5m×5mの小区画に区切り、各小区画の本数が目標密度になるように伐採を行った。間伐を行う際には、実験開始前に発生した個体を優先的に間伐し、実験開始後に発生した個体のみの場合はランダムに伐採を行った。

新竹の調査は毎年の発生が終了する7月以降に行い、新竹の座標位置を記録した。調査は2004年の調査開始時および2005年、2006年、2007年、2008年の計5回行った。

III 解析方法

調査して得た稈の位置情報に基づいて点過程解析を行った。点過程とは、一般に確率的不確かさを含んだ規則で点が分布しているときの分布規則のことをいい、その分布パターンを解析

Seijiro GOTO(National Institute for Environmental Studies), Hiroto KAWAI(Gifu Univ.), Yoshimichi SALJOH(Gifu Univ.), Tsuyoshi AKIYAMA(Gifu Univ.), Yoshio AWAYA(Gifu Univ.), Naishen LIANG(National Institute for Environmental Studies). Analysis of distribution of new bamboo shoot using point process approach.

する統計量の一つにPair correlation 関数 $g(r)$ がある(4)。これは、ある一つの点から距離 r の円周上の点の密度を求め、全体の点の密度で割り標準化したPair correlation 値を、距離 r ごとに求めることで得られる関数である。 $g(r)$ の値は点がランダムに分布している場合、 $g(r) = 1$ となる。点の分布が何箇所かに集中している場合、小さい距離 r に対して $g(r) > 1$ になる。逆に、点が一定間隔をあけて分布している場合 $g(r) < 1$ になる。解析プログラムは ppa-r を用いて行った(4)。解析範囲は管理区と放置区が隣接する各 5mの範囲を除いた両区それぞれ 20m×30mで行なった。解析距離は実験開始時のみ 50cm間隔で10mまで、それ以外については1m間隔で10mまで解析を行った。

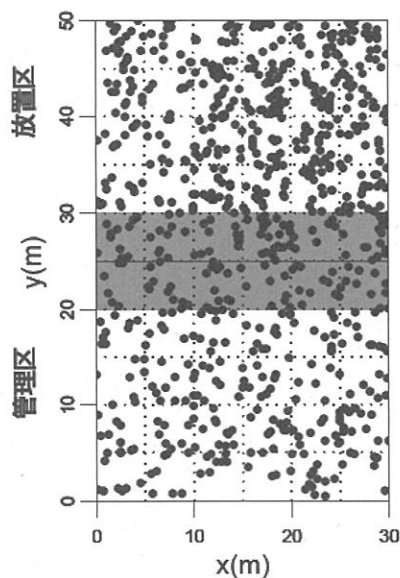


図-1. 実験開始時における全個体の分布図
シャドウ部分は緩衝帯として解析から除外した。

IV 結果と考察

調査開始時における、管理区と放置区の稈の分布図を図-1に示した。分布図を見ただけでは、その分布状態がどのような規則性を持っているのかを判別することは非常に難しい。そこで、調査開始時点におけるPair correlation 関数 $g(r)$ を求め、図-2に示した。放置区における関数 $g(r)$ は、距離0.25mで1.29、0.75mでは1.20、1.25mで1.11であった。この結果から、稈の近く約1mの範囲内に他の稈がゆるやかに集中して分布していることが判明した。2m以上離れている個体同士はランダムに分布していた。実験開始時の放置区は15年近く間伐等の管理が行なわれなかった状態である。その結果として、ゆるい集中分布を示しているという事は、過去に新竹の発生や死亡など個体群密度を調節する何らかのイベントに集中性があった可能性が考えられる。管理区についてみると、 $g(r)$ は距離0.25mで1.03、

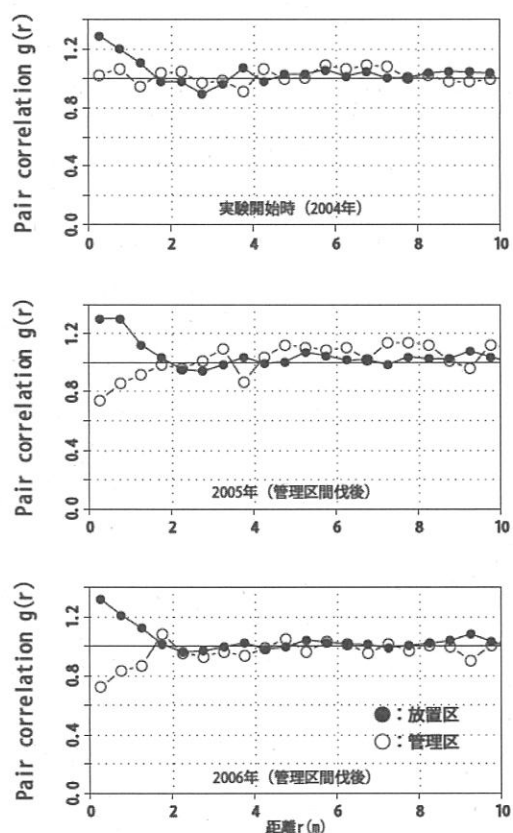


図-2. 実験開始時、2005年および2006年間伐後における管理区および放置区のPair correlation 関数 $g(r)$

0.75mでは1.07、1.25mで0.95であった。間伐を行った結果、いずれの距離においても稈がランダムに近い分布パターンになったことが分かった。2005年と2006年の間伐後の $g(r)$ 値から、距離が2mまでは放置区では集中分布をしており、管理区では間伐の効果により一定間隔で分布する傾向がみられた。距離が2m以上離れると、放置区でも管理区でもランダムに分布していた。

次に各年に発生した新竹について、管理区と放置区それぞれの分布図を図-3に示した。2007年は発生本数が少なかつたため、放置区では新竹が集中して分布している事が分布図のみから判断することができる。しかし、他の年度ではやはり一見ただけでは分布パターンを把握することは難しい。また、前年や前々年に発生した稈との位置関係は分布図を見ただけでは判断できない。通常、竹は種子繁殖をほとんど行わず、繁殖はほぼ100%栄養繁殖によるものであり、地下茎の節にある芽が春先に萌芽し新しい稈に生長していく。そのため、新しく発生した稈は地下茎によって他の稈と必ず繋がっている。そこで、まず前年度に発生した稈との位置関係についてPair correlation 関数 $g(r)$ を求め、図-4に示した。その結果、2005年と2006年に発生した個体同士の位置関係についてみると、管理区では、

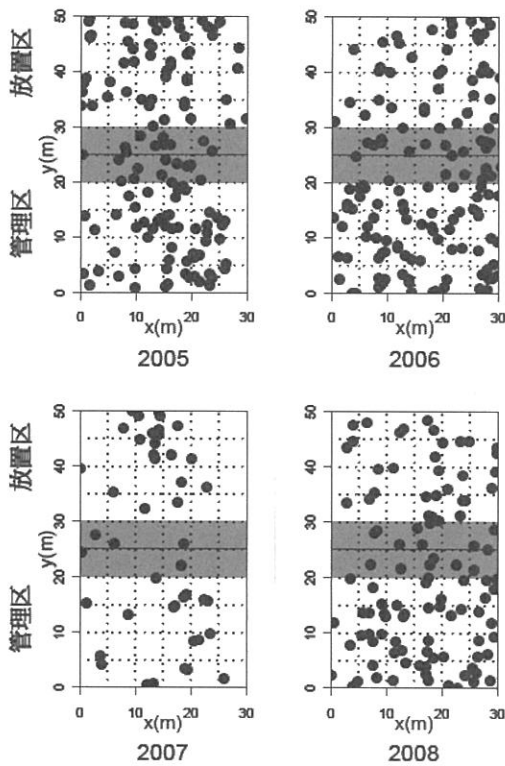


図-3. 2005年、2006年、2007年および2008年に発生した新竹の分布図

$g(r)$ 値は 0.5m で 0.73, 1.5m では 0.79 であった。 $g(r)$ 値が 1.0 以下であることから、2m 以内のごく近い距離では両年の個体はある一定間隔を持って分布していることがわかった。さらに、4m 以上離れた場所の個体同士はほぼランダムな位置関係であった。放置区では、いずれの距離においても $g(r)$ 値が 1.0 以下であった。このことから、両年の個体の位置関係は一定の間隔において分布している傾向が見られた。2006年と2007年に発生した個体の位置関係についてみると、管理区では $g(r)$ 値は 0.5m で 0.26, 1.5m では 0.86 であり、1m 以内には両年の個体はあまり分布しておらず、2m を離れた距離からはランダムに近い分布をしていた。放置区における $g(r)$ 値は 0.5m で 0.71, 1.5m では 0.97, 2.5m で 0.63 であった。7m~8m 付近で $g(r)$ 値が 1.0 を超えていたが、どの距離においても $g(r)$ 値は 1.0 以下である場合が多く、両年の個体は一定の距離間隔で分布している傾向が見られた。2007年と2008年に発生した個体の位置関係についてみると、管理区では 2m 以内のごく近い範囲で $g(r)$ の値は 1.0 以下であることから、ゆるやかに一定間隔で分布しており、3m 以上離れた場所ではほぼランダムな位置関係であった。この傾向は、2005年-2006年の位置関係とよく似ていた。放置区では、0.5m では 0.56, 1.5m では 1.25 であったが、3.5m ではまた 1.0 を下回る 0.73 であった。一定間隔において分布する傾向からやや集中した分布を経てランダムに近い分布に推移していた。

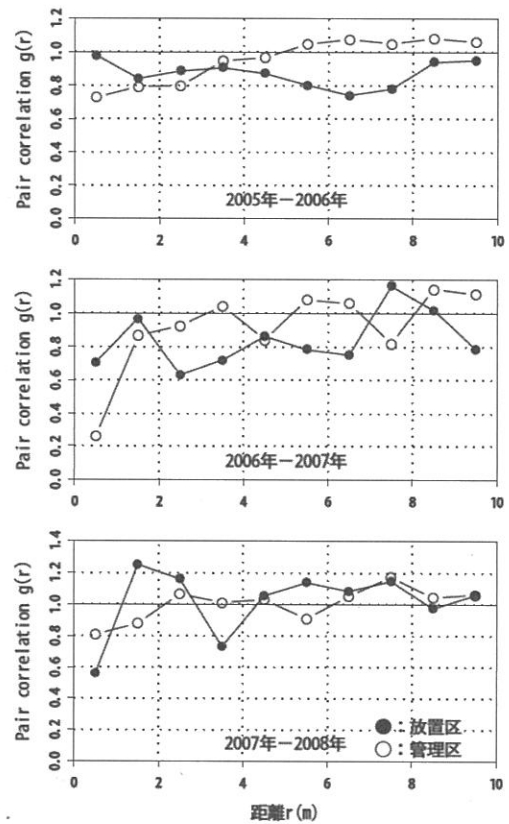


図-4. 前年に発生した個体との位置関係を求めた Pair correlation 関数 $g(r)$

前年度に発生した個体同士の位置関係は、管理区ではいずれの年度の組み合わせにおいても、間伐による管理の効果で距離が 2m 以内のごく近い範囲では、一定間隔の距離があった位置関係であり、それ以上の距離にある個体同士の位置関係は比較的ランダムに近い分布をしていることが判明した。放置区では、年によって傾向が異なっていたが、ランダムな位置関係であることは少なく、一定間隔において分布する傾向が多くみられた。

次に、前々年に発生した新竹との位置関係について、関数 $g(r)$ を求め、図-5に示した。その結果、2005年と2007年に発生した個体の位置関係は、管理区では $g(r)$ 値は 0.5m で 0.91, 1.5m では 1.19, 2.5m で 1.49 であった。距離が 1m~6m の範囲では両年に発生した個体同士は比較的近い位置に分布していることがわかった。放置区では、 $g(r)$ 値は 0.5m で 1.26, 1.5m では 1.92, 2.5m で 1.19 であり、管理区と同様に両年の個体同士が比較的近い距離に位置していることが判明した。2006年と2008年に発生した個体の位置関係についてみると、管理区では $g(r)$ 値は 0.5m で 1.25, 1.5m では 0.92, 2.5m で 1.09 であった。距離が 1m 未満の接近する範囲内では、両年に発生した個体はゆるやかに集中して分布する傾向がみられたが、2m 以上離れた

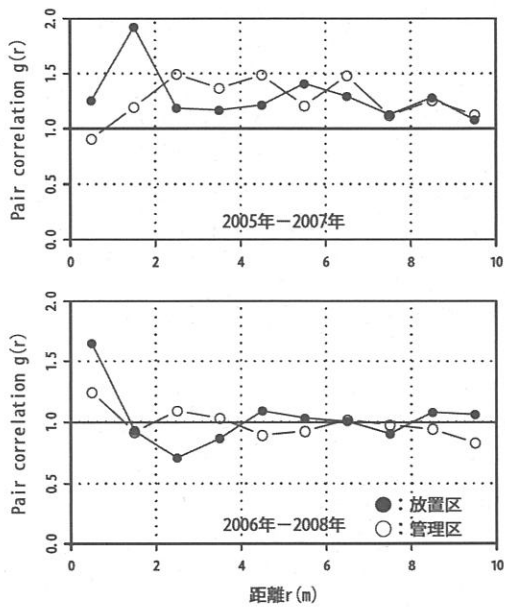


図-5. 前々年に発生した個体との位置関係について求めた Pair correlation 関数 $g(r)$

た距離ではランダムな位置関係にあることが判明した。放置区では、 $g(r)$ 値は 0.5m で 1.65, 1.5m で 0.93, 2.5m では 0.72 であり、管理区と同様に非常に近い距離では集中して分布しているが、少し離れた距離からはランダムな関係で位置していることが判明した。前々年に発生した個体同士の位置関係は、2005 年-2007 年と 2006 年-2008 年とで傾向が異なっていた。但し、ごく近い距離では接近して分布する傾向が見られた。2008 年に発生した個体と 3 年前、2005 年に発生した個体との位置関係について図-6 に示した。管理区ではほぼランダムな位置関係にあった。放置区では、ランダムよりは少し一定間隔をおいて分布している傾向が見られた。

2006 年と 2007 年に発生した新竹の発生位置と発生前の全個体の位置関係: 関数 $g(r)$ について図-7 に示した。2006 年、2007 年のどちらの年でも、管理区では間伐によって近い距離では一定間隔で分布する傾向が見られ、2m 以上離れた個体との位置関係はランダムに近い分布をしていた。放置区では、距離に関係なくランダムに近い位置関係であった。自然状態といえる放置区において、前年や前々年の個体との位置関係と異なり、個体群でみた場合にはランダムに発生している要因としては、全体の個体数が多いことや老齢な個体も多く生育していたこと等が考えられる。

V まとめ

放置区についてまとめると、近い距離では前年に発生した個体との位置関係は一定間隔をおいて分布する傾向が見られたのに対して、前々年に発生した個体とは接近して分布している

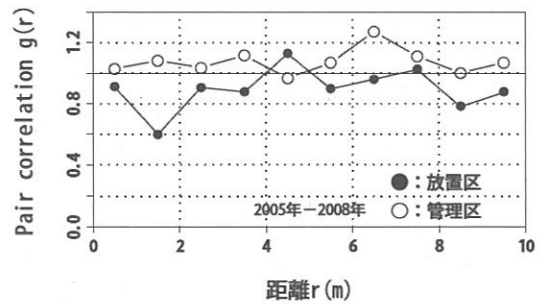


図-6. 3 年前に発生した個体との位置関係について求めた Pair correlation 関数 $g(r)$

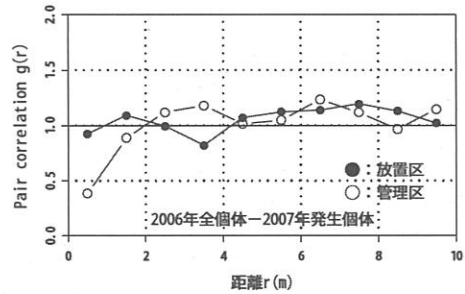
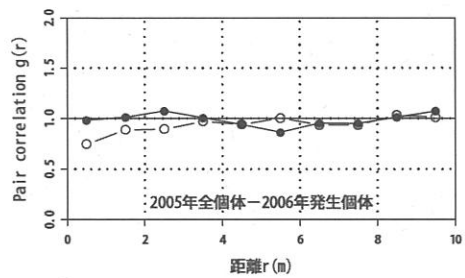


図-7. 2006 年と 2007 年に発生した個体とその発生前の全個体との位置関係について求めた Pair correlation 関数 $g(r)$

傾向がみられた。距離が離れた個体とは、ランダムからゆるやかに一定間隔をおいて分布する傾向がみられた。

管理区についてみると、近い距離では前年に発生した個体とは一定間隔をおいて分布していたが、前々年に発生した個体とは接近した位置に分布している傾向が見られた。距離が離れた個体とは前年、前々年の両年の個体ともにランダムな位置関係である場合が多くみられた。間伐による管理を行うことにより、管理区の分布パターンは放置区と比較して近距離では一定間隔で分布し、離れた個体同士はランダムに近い分布パターンを示すことが多くなり、竹林の個体群密度に偏りが生じないようにコントロールできたと考えられる。

地上からは、どの稈とどの稈が同じ地下茎で繋がっているか

は判別できないが、竹林として集団で見た場合、接近して分布していることは地上部での光競合等、生育に不利益を被る可能性が高い。しかし、モウソウチクの葉が2年に一度葉替わりを起こすことから考えると、2年前の個体と接近して発生するということは、竹林全体においては光を効率的に利用することが可能になるとも考えられる。

多くの放棄竹林において、密集してタケが分布し枯竹や割竹が折り重なり荒廃している風景が見られるが、他の稗と接近して発生する傾向が明らかになった事からも、竹林を適切な状態に維持するためには、定期的な間伐が不可欠であると考えられる。本研究で行ったような、齢の古い個体を優先的に間伐すると同時に、齢の近い個体同士ではランダムに間伐を行うような方法であっても、ほぼ毎年定期的な間伐を行うことにより、目標密度を維持するには十分である事が判明した。

また、個体の発生と関連する地下茎の伸長が急傾斜地では遅い可能性が示唆されている事(1)から、傾斜等の微地形を考慮した上で個体の分布と個体間の相関を明らかにする必要がある。さらに、間伐した個体の位置が次年度以降の新竹の発生位置に影響を与えるか等を解析することによって、より詳細に間伐方法の影響について明らかにする事ができると思われる。

VI 引用文献

- (1) 林加奈子・山田俊弘 (2008) 竹林の分布拡大は地形条件に影響されるのか?. 保全生態学研究 13: 55-64.
- (2) 片野田逸郎 (2003) 蒲生町西浦地域における竹林拡大の実態. 九州森林研究 56: 82-187.
- (3) 片野田逸郎 (2004) ヒノキ人工林に侵入したモウソウチクの葉群とヒノキ樹冠との関係. 九州森林研究 57: 99-103.
- (4) 島谷健一郎 (2001) 点過程による樹木分布地図の解析とモデリング. 日生態誌 51: 87-106.
- (5) 竹中明夫 (2004) 点過程解析用プログラム ppa-r: pair correlation 関数を計算する,
In http://takenaka-akio.cool.ne.jp/etc/pair_cor/index.html
- (6) 鳥居厚志・井鷲裕司 (1997) 京都府南部地域における竹林の分布拡大. 日生態誌 47: 31-41.
- (7) 張 福平・秋山 侃・魏 永芬・西條好迪・河合洋人・巴嘎那 (2006) 衛星複合画像を用いた竹・樹木混生林の判読. 写真測量とリモートセンシング 45(2), 5-15.

