

京都・嵯峨野におけるマダケ林の開花枯死 からの回復について

渡辺政俊*・上田晋之助*・上田弘一郎**

まえがき

京都の高雄、嵐山、そして嵯峨野など洛西一帯は文学の故郷ともいわれ、古都の面影を今日に残す歴史的にも貴重な地域である。なかでも嵯峨野には、皇女斎宮が寂しく過したと伝えられる「野宮」、芭蕉の門人向井去来が住んだ「落柿舎」、素朴に苔むした墓石群のある「二尊院」、平家物語にある「祇王寺」、その他滝口寺、化野念仏寺などがあり、これらを辿って行く小柴垣の美しい竹林の道は文学の宝庫であり、歴史の道でもある。ちなみに、この嵯峨野路を訪れる人々は年間1,800万人ともいわれ、小柴垣の道を辿る古都の美しい自然と情緒深いたたずまいは訪れる人々の心を引きつけづにはいない。

たまたま1966年には「古都における歴史的風土の保存に関する特別措置法」(以下、古都保存法という)が制定され、この嵯峨野一帯もこの法律にもとづいて歴史的風土特別保存地区に指定された。京都市ではこれを受けて直ちに京都市歴史的風土保存計画が策定され、この地区では数多い歴史的建造物、遺跡等と一帯となっている自然環境を保護するために、土地形質の変更、木竹の伐採等が重点的に規制されることになった。

ところが、1970年頃、この嵯峨野の自然に最も大きい役割を演じてきたマダケ (*Phyllostachys bambusoides* Sieb. et Zucc.) の美林に一大異変が生じた。すなわち、その頃マダケ林が全面的に開花枯死したため、静寂な古都の自然が破壊され、景観が一変するに至った。このような事態は嵯峨野の人々や訪れる人々を大きく落胆させ、またこの事実は新聞等で報道されるなど、大きな社会問題に発展していった。このため京都市では筆者らにその対策を求め、この竹林の早期回復に着手するとともに、それに必要な調査を実施することとなった。

調査の対象となった開花マダケ林は、嵐山から嵯峨野路をわずかに進んだ野宮神社に隣接しており、一般に「野宮の竹林」と称せられる有名な竹林で、嵯峨野路のなかでも重要な位置にある。したがって、この竹林では早期回復に最重点が置かれ、そのために必要な基礎的対策が構じられてきた。しかしこのような竹林の性質上、その回復や生産の向上に悪影響をおよぼすような調査の実施は適当を欠くことになり、このため調査を進める上には不十分な点多かった。しかし、これまでの回復状況はかなり良好であるところから、これまでの調査資料を取りまとめ、ここに報告することにした。

なお、本調査の実施には農林省林業試験場関西支場の鈴木健敬氏および内村悦三氏に多大のご協力をいただいた。また、京都市風致課古都保存係、吉原諄一氏および野宮神社宮司懸野身文氏には温かいご理解をいただいた。さらに、本稿をまとめるにあたり、本学演習林上賀茂試験地主任赤井龍男博士および大畠誠一博士に終始適切な助言を賜わった。ここに、これらの方々へ厚く感謝の意を表する。

* 京都大学農学部附属演習林 ** 京都大学名誉教授

1 竹林の開花状況と回復対策

調査の対象とした野宮のマダケ林は神社裏の 0.24 ha と、巾員約 3 m の散策路を隔てて隣接する 0.38 ha の併せて 0.62 ha の面積よりなっている。このマダケ林の1970年秋の林相をみると、全立竹が完全に枯死、落葉し、林冠が開放されて、竹林としてはすでに崩壊した状態であった。このため林床にはクズ、ノイバラ、タラノキなどの陽性植物が旺盛に繁茂し、ふみ入ることも容易でない林相であった。この状況から判断して、このマダケ林の開花は1967～68年頃からすでに急速に進行していたものと思われる。この竹林に対して、1971年に開花枯死竹の皆伐が実施され、その翌年の1972年になってようやく再生竹や新生竹の保育管理に着手された。また、部分的には改めて竹苗の植え付けも併行された。しかし、これらの開花回復対策の導入は開花後4～5年も経過した後のように思われることから、その適切な時期を逸した感があり、これが今後の回復にどのような影響をもたらすか憂慮されたところである。

一般に、マダケ林が開花した場合、開花枯死竹の早期伐採を進めて、地下茎中の養分の不必要な消耗を防ぎ、できるだけ多くの再生竹の発生を促すとともに、その保育のための除草や施肥が必要¹⁾である。野宮マダケ林の保育対策が時期的に遅れた原因の一つに古都保存法の適用があげられる。すなわち、歴史的風土特別保存地区においては、極端にいい方をすれば一木一草も切ることが許されないとも判断できる内容を持つからである。この法律が竹林の保育にも厳守されるとするならば、例え健全な竹林といえども嵯峨野の景観にふさわしい林相の維持は困難であり、ましてや開花によって崩壊した竹林の回復は絶望である。美しい竹林を維持するためのポイントは新しい、活力のある若い竹を多く立て、その竹林の活発な物質循環をはかることである。したがって、竹林に対するこの法律の適用には老竹の伐採等について十分な考慮が必要である。

こうした経緯のなかで、1972年より徹底的な除草と施肥の保育が採り入れられた。除草は主として草刈鎌による刈り払い作業によって行なわれたが、クズ等の繁茂が甚しかった初期には予備試験の後、イネ科以外の植物に効果のある除草剤の撒布とクズ枯殺剤の施用も併行され、徹底的な除草が実施された。肥料は主として化成肥料を用い、毎年春に林内へ均等にばらまいた。施肥量は年度によって多少の差はあったが、10 a 当りの成分施与量で N: 20 kg, P₂O₅ および K₂O: 各々 10 kg とし、他に時期を違えて珪酸カルシウム: 9 kg を6年間にわたって施用した。なお、1977年には油かすを10 a 当り 50 kg (N: 2.6 kg, P₂O₅: 1.3 kg, K₂O: 0.8 kg) 施用した。

2 調査の方法

開花竹林の回復のための保育の成果を記録することを目的として、主として林床植生の移り変わりや再生竹、新生竹の生長量の増加などについて経年的調査を実施した。まず1973年5月、竹林の開花前の生育状態を推測するため、伐り株の直径を調査した。つぎに、固定調査区として林内に15×2 m のベルト・トランセクトを設定し、そのプロット内に生立するすべての再生竹、開花竹および新生竹の年令、本数、直径、開花状況などを調査、記録した。また、当時の林床にはクズが一面に広がっており、草刈鎌による刈り払いに多大の労力を要することから、薬剤による除去を考慮するための予備試験を実施した。そして1974年5月、回復施業を導入した第1年目の効果を調査した。

保育管理開始後3年を終えた1975年5月、きわめて順調な回復がみられたので、その時点における現存量の推定を試みた。しかし、この竹林の重要性を配慮し、新生竹の伐倒調査はわずか4本にとどめざるを得なかった。また、新生竹の発生量も増加したことから、1973年に設定した調査区を20×2 m の40 m² に改めた。そして、1976年5月には3年目の生育調査を行なった。

1977年の生育期を終えた時点で、この竹林の調査は5年間継続されたことになり、また保育管理後

6年目になる。その時点の竹林では保育管理の効果が新生竹の発生量増加に現われ、ある程度の伐倒調査が可能になったので、新生竹10本を伐り、各部分量の測定を行ない、現存量を推定した。ただし、前章でも述べたように、この竹林は特殊な背景を持つため、満足できるだけのサンプリングが望めなかったため、これまでに発表された資料で補足せざるを得なかった。

ここで、本稿で用いられている竹の名称とその説明を加えておきたい。マダケにおける開花後の無性繁殖による更生過程は複雑であるが、一般的な過程を示すと図-1 のようである。すなわち、開花年に達した竹 (A) は数年のうちに枯死し、この竹に連なる地下茎 (a) も枯死に至る。しかし、地下茎 (a) は完全に枯死する直前に、残されたすべての養分を使ってようやくにして細い矮小竹 (B) を生ずる。これは再生竹と呼ばれ、その形態は太くて長い枝に大きい葉を付けるのでササに似ている。このササ状の再生竹は開花するものとしなないものがあるが、普通2~4年程度で枯死する。再生竹は1~2年後に地下部の稗基よりやや大きい竹 (C) を生長させる。この竹は普通正常な形態を持つが開花するので寿命は短い。したがってこの竹 (C) も再生竹であるが、本稿では開花竹と呼ぶことにする。開花竹 (C) は開花しながらも緑葉を付け、自己の同化作用によって養分を造り出し、その稗基より新地下茎 (b) を生長させる。この新地下茎は一般にかなり細いものであるが、生長力は旺盛で、開花地下茎 (a) より世代を交替した新世代の地下茎である。したがって、この新地下茎より発生する竹 (D) は正常な形態を有し、もはや開花しない。これは新世代の竹であり、新生竹と呼ぶ。

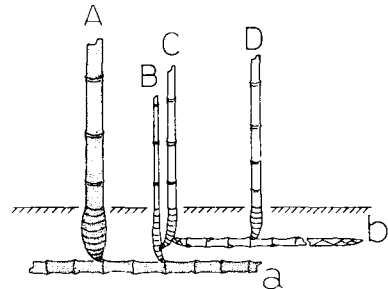


図-1 マダケの無性繁殖による開花回復の過程。A は開花令に達したために開花した竹 (枯死)、B はササのような形態の再生竹、C は開花再生竹、D は世代の交替後に発生した新生竹、a は開花令に達した地下茎 (枯死)、b は世代の交替を終えた新世代の地下茎。

3 植生の移り変わり

竹林が全面的に開花枯死すると林分が完全に崩壊し、雑木や雑草の繁茂が甚しくなる。特に、陽光を一杯に受けた林床ではつる性の植物、例えばクズが恐るべき速度で侵入し、陽性木本植物のタラノキ、コウゾなどと激しくからみ合い、あたかもジャングルの様相を呈する。マダケ林の開花枯死の場合、無性繁殖によって自力で次代を更新する。この過程で林床に数多くのササ状の再生竹が発生するが、これこそ次代更新の荷ない手であり、その育成こそ開花竹林の早期回復の条件である。したがって、これが甚しく被圧される状態ではその竹林の更新は困難となる。

野宮マダケ林が全面枯死によって皆伐された直後の林床には陽性のクサギ、タラノキなどの木本植物が急速に侵入し、それらの樹木にクズが強烈に巻きつき、林床の全面を約2mの高さでおおい、またその間隙にはヒメジョオン、イタドリなどの草本植物が高く繁茂していた。こうした状況から、1973年には刈り払い除草と除草剤の撤布、クズ枯殺剤の施用が数回実施された。その効果は顕著に現われ、これまで最も旺盛であったクズはその勢力を甚しく減じ、逆に再生竹や新生竹が目立ちはじめた。また木本のタラノキやクサギは姿を消し、他の植物も矮生化した。このような効果は刈り払い、除草剤のいずれにおいても高く、マダケの生育にもきわめて効果的であった。

1974年夏の植生には前年の徹定的な除草の効果がはっきり現われた。樹木では高さ50~60cm程度のエノキ、マユミ、イヌツゲなどの崩芽枝群に変わり、つる性植物で最も恐れられていたクズは完

全に消え、わずかにカズラ類、アケビ類が林床につるを伸ばす程度となった。また林床にはイネ科の植物が多くなってきた。このことから、新世代の新生竹が順調に増加してきて、林床への陽光を次第に減じている様子がうかがえた。

保育を始めてから4年を経過した1975年夏の植生では、カズラ類やヤマフジなどのつる性植物が毎年の刈り払いの影響を受けて細々と生きている程度になり、木本のエノキ、マユミなどは矮小となって株立ちの形態で生存していた。特に、草本植物ではツユクサ、チジミザサなどの日陰に生育するものが多くなってきており、マダケ新生竹の繁茂によって林床への光量がかなり減少していることを反映した。これらのことから、保育4年目にして陽性植物が衰退して陰性植物に変わり、下生えがマダケの生育に直接影響をおよぼす恐れがなくなったといえる。

1978年5月上旬の調査時には新生竹の本数密度が高くなり、林冠はほぼうっ閉した。したがって、林床は肥よくやや湿地の日陰によくみられるハウチャクソウが優占した。その他カズラ類、アケビ類も多少はみられたが、種類構成はすっかり単純となった。

野宮マダケ林における過去5ヶ年間の植生の移り変わりをみると、開花後の保育管理がおくれたにもかかわらず、比較的短期間で竹林の一般的な植生に回復し、種類構成も安定させることに成功したといえる。その理由として、一つには徹底した除草を実施し、再生竹や新生竹の保育に努めたこと、他には除草した下草を林内にくまなく残したうえ、肥培管理によって地力の維持と増進に努めたことにより林分を早期にうっ閉させることができたことがあげられよう。

4 開花回復途上にあるマダケ林の相対生長関係

竹林が開花によって崩壊し、その後無性繁殖によって再び開花前の林相に復帰していく過程を量的に追跡することは生態学的にも、栽培技術的にもきわめて重要である。そこで野宮マダケ林について、竹林群落の生長量を測定し、その回復過程を生産力で示そうとした。

一般に、植物群落の生長量は一定期間における現存量の増加量で表われ、現存量の推定には相対生長法則が適用される。この法則は生長系の2つの部分 x と y 、あるいは全体 x とその部分 y との間に

$$y = ax^h \dots \dots \dots (1)$$

の関係があるとき成り立ち、 a は比例定数、 h は相対生長係数とよばれている。そこで、開花によって世代を更新して生まれた新生竹について、その相対生長関係をみると次のようである。

まず、胸高直径(D)と竹稈長(H)の関係は両対数グラフ上で直線の関係となり(図-2)、(1)式より竹稈の $D \sim H$ 関係は相対生長関係にあることが認められている。しかし、1975年に調べた竹稈個体(H_1)、1978年に調べた2年生の個体(H_2)および同1年生の個体(H_3)によって各々異なる直線関係が見い出され、次の関係式でほぼ満足した。

$$H_1 = 2.7158D^{0.6656} \dots \dots \dots (2)$$

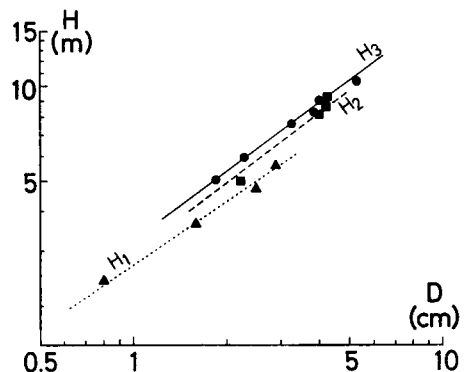


図-2 新生竹の胸高直径(D)と竹稈長(H)の関係。 H_1 は1973~74年の生立竹、 H_2 は1975~77年の多年生竹、 H_3 は1975~77年の各々の年に発生した新竹。

$$H_2 = 2.9874D^{0.7306} \dots\dots\dots (3)$$

$$H_3 = 3.2681D^{0.7258} \dots\dots\dots (4)$$

これらの $D \sim H$ 関係から、開化回復途上に生立する新生竹の形は、その進行経過によって明らかに異なることがわかる。すなわち、竹稈長は回復初期の新生竹ほど相対的に小さく、いかえると、回復が進行するほど竹稈長が大きくなる関係が見い出される。(4) 式で示された1977年の1年生竹の $D \sim H$ 関係は、先に渡辺・上田³⁾が調べた京都府下のマダケ林での関係(4')式とほぼ似た関係であった。

$$H = 3.4815D^{0.7114} \dots\dots\dots (4')$$

このことから、野宮マダケ林の1年生竹稈の $D \sim H$ 関係のみについてみれば、1977年にはほぼ回復したものとえよう。

竹稈の形が回復の進行状態によって異なることが明らかになったことから、 D^2H を一つの生長因子として各部分との相対生長関係を検討するためには、この点の配慮が必要となる。そこで、竹稈乾重量 (w_s)、枝乾重量 (w_B) および葉乾重量 (w_L) と D^2H の関係を調べるにあたり、1973、74年の新生竹については(2)式、1975~77年の多年生竹に(3)式、そして同1年生新生竹に(4)式を適用し、それぞれ D^2H 値を求めた。

このようにして $w_s \sim D^2H$ 、 $w_B \sim D^2H$ 、 $w_L \sim D^2H$ 関係を図示すると、図-3、図-4、図-5となる。まず $\log w_s \sim \log D^2H$ 関係は直線で近似できるが、回復の進行状態によって直線の分離が認められ、それぞれ次の関係式でほぼ満足する。

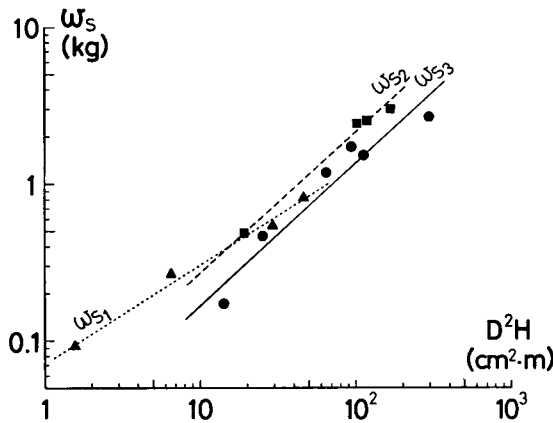


図-3 新生竹の D^2H と竹稈乾重量 (w_s) の関係。
 w_{s1} 、 w_{s2} 、 w_{s3} は図-1 に順ずる。

$$w_{s1} = 0.0712(D^2H)^{0.6275} \dots\dots\dots (5)$$

$$w_{s2} = 0.035(D^2H)^{0.8937} \dots\dots\dots (6)$$

$$w_{s3} = 0.0212(D^2H)^{0.9058} \dots\dots\dots (7)$$

すなわち、 $w_{s1} \sim D^2H$ 関係において、 $a=0.07$ 、 $h=0.6$ が示すように、回復初期の新生竹稈は個体の大きさが小さいけれども相対的に重いことを示している。このことは、 $D \sim H$ 関係にみられる竹稈の生育型のちがいを裏付けしている。 w_{s2} および w_{s3} と D^2H の関係にみられるちがいは、1年生竹と2年生竹の比重のちがいによるものである。例えば、マダケ竹稈についての比重の測定値では、接地面で1年生0.69、2年生0.82、枝下位置0.78、0.9となっており、1年生竹と2年生竹の比重のちがいは大きい。したがって、開化回復途上にある竹林のように、1年生竹が大きい割合を占める竹林においては年令による比重のちがいに留意する必要がある。

枝の重量 (w_B) と D^2H の関係は図-4のような直線の関係となり、また w_S の場合と同様に、回復の進行状態によって異なる関係で表わされた。

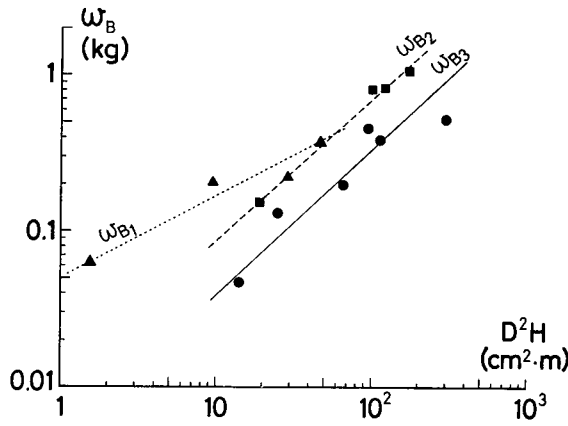


図-4 新生竹の D^2H と枝乾重量 (w_B) の関係。
 w_{B1} , w_{B2} , w_{B3} は図-2に順ずる。

$$w_{B1} = 0.0499(D^2H)^{0.529} \dots\dots\dots (8)$$

$$w_{B2} = 0.0107(D^2H)^{0.907} \dots\dots\dots (9)$$

$$w_{B3} = 0.0046(D^2H)^{0.9303} \dots\dots\dots (10)$$

また、葉の重量 (w_L) と D^2H の関係も同様に次の関係式でほぼ近似した (図-5)。

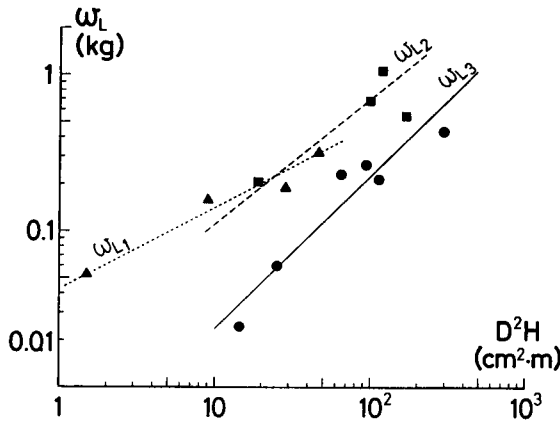


図-5 新生竹の D^2H と葉乾重量 (w_L) の関係。
 w_{L1} , w_{L2} , w_{L3} は図-2に順ずる。

$$w_{L1} = 0.0426(D^2H)^{0.5201} \dots\dots\dots (11)$$

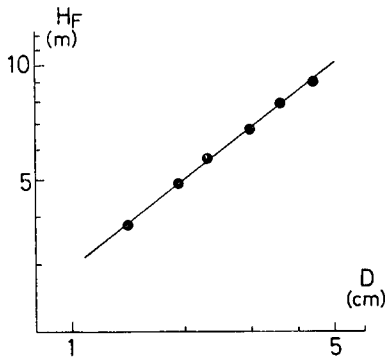
$$w_{L2} = 0.0177(D^2H)^{0.7965} \dots\dots\dots (12)$$

$$w_{L3} = 0.0026(D^2H)^{0.972} \dots\dots\dots (13)$$

図-4と図-5より、 $w_B \sim D^2H$, $w_L \sim D^2H$ の関係は開花回復の進行過程によってより一層大きく異なる。すなわち、1973~74年の新生竹では $h=0.5$ の値を示すように、小さい個体ほど相対的に大きい枝葉量を持つ関係がみられる。これは、開花などによって竹林が崩壊した後に発生する新生竹は特異な相対生長関係にあることを示している。沼田⁵⁾は開花竹林における再生竹や新生竹の形態について、小型の竹が枝下を低く地表面をうまくおおうのは、実に巧妙な社会的適応であると述べているように、

(8)式および(11)式の関係は開花回復途上にある新生竹の生態的特徴をよく表わしているといえる。また、1975~77年に生立していた新生竹の w_B と w_L における1年生竹と2年生竹のちがいは、内村も指摘しているように、マダケ林一般にみられる傾向といえる。すなわち、1年生竹はタケノコから成竹した時の葉量をそのまま保持するが、2年生以上では環境条件、特に本数密度に対応した葉量を持つ。なお葉は毎年の枝条分岐によって更新されることから、枝・葉ともに増加することになる。

つぎに、開花竹(図一1のC)の相対生長関係を検討する。ただし、開花竹は新世代の地下茎や新生竹を生産するための基礎的な役割を果しており、開花竹といえどもその伐倒は好ましくない。しかし、本調査地では現実には0.1~0.3本/m²の密度で生立しており、現存量として無視できない。そこで、沼田が千葉県下の開花マダケ林を調べた資料より、開花竹の $D \sim H$ 関係を求めたところ(図一6)、次の近似式が得られ、(3)式の野宮マダケ林の2年生の新生竹とほぼ同関係にあることを認めた。



図一6 開花竹の胸高直径(D)と竹稈長(H_F)の関係。(沼田⁵⁾の資料より図化)

$$H_F = 2.9573 D^{0.7682} \dots \dots \dots (3')$$

ここで、 H_F は特に開花竹の竹稈長とした。(3')式から、野宮マダケ林の開花竹現存量の推定には沼田の資料を適用することにした。

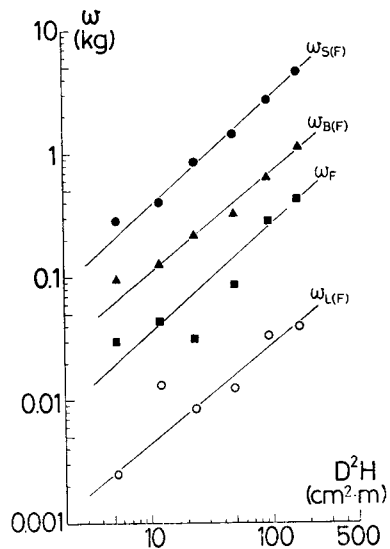
(3')式より竹稈長(H_F)を推定し、さらに D^2H を算出して各部分重との関係を見ると図一7となり、それぞれ次の関係式で近似できた。

$$w_{S(F)} = 0.0463 (D^2H)^{0.8948} \dots \dots \dots (14)$$

$$w_{B(F)} = 0.016 (D^2H)^{0.8189} \dots \dots \dots (15)$$

$$w_{L(F)} = 0.0007 (D^2H)^{0.8068} \dots \dots \dots (16)$$

$$w_F = 0.0045 (D^2H)^{0.887} \dots \dots \dots (17)$$



図一7 開花竹の D^2H と竹稈乾重量($w_{S(F)}$)、枝乾重量($w_{B(F)}$)、葉乾重量($w_{L(F)}$)、花乾重量(w_F)の関係。(沼田⁵⁾の資料より図化)

ただし、 $w_{S(F)}$ は開花竹の竹稈乾重量、 $w_{B(F)}$ は枝乾重量、 $w_{L(F)}$ は葉乾重量そして w_F は花乾重量である。

この他、再生竹の現存量の推定には相対生長の法則の適用が考えられるが、開花竹林の回復に働く再生竹の役割は大きく、その上調査初期の本数は比較的少なかったことから、数本を伐倒し、平均値を求めるにとどめた。

以上、開花回復の途上にある野宮マダケ林の相対生長関係はマダケの生育型のちがいをよく表わしている。すなわち、 $D \sim H$ 関係に代表されるように、回復初期の生育型では、竹稈は直径の大きさに

比して竹稈長の低い、いわゆるずんぐりした形をしており、また枝・葉量も極端に多い。しかし回復が進行するにつれてマダケ本来の生育型に移行していく過程が相対生長関係によってよく理解できる。

5 現 存 量

野宮マダケ林の開花時期を1967～68年と考えると、本調査を開始した1973年は開花後5年程度経過していることになる。その1973年の林相はいわゆるマダケ林というよりも、むしろ草地に小形のマダケが点存していたと表現できるものであった。表一1に示すように、1973年のマダケの本数密度は1.2本/m²で、その57%が再生竹で占められ、わずかに0.3本/m²の新生竹が生立するに過ぎない。しかし、その後のマダケの本数密度は1974年1.4、75年1.8、77年2.2本/m²と毎年高まり、保育管理の効果がはっきりとみられた。この経緯を再生竹についてみると、その本数密度は1973年0.7、74年0.6、75年0.3本/m²と低下し、76年には完全にその姿を消した。したがって、再生竹の役目は開花後約8年であったといえる。開花竹の密度はあまり高くなく、1973年で0.2本/m²に過ぎず、全生立竹の19%で、その後は減少するばかりであった。開花竹を最後に認めたのは1976年で、その後の生立はなかった。このような結果から、野宮マダケ林の開花現象は開花開始後9年間続いたことになる。

竹林の回復度は新世代の新生竹の立竹量で示されることが適切であろう。1973年における新生竹の本数密度はわずかに0.3本/m²、全生立竹に占める比は24%であった。その後毎年増加し、1974年には0.7本/m²で47%、75年1.5本/m²で78%、そして76年には1.8本/m²で97%となり、調査開始後4年、開花開始後約9年にして、無性繁殖による次代の更新を終了したことになる。また、新生竹の平均胸高直径も1976年には2.6cmとなり、保育管理を採り入れた後の形質の好転はめざましいといえる。

さて、一般に植物群落の現存量は乾重で示される場合が多い。そこで、野宮マダケ林の現存量を前章で述べた相対生長関係より推定すると、表一2のとおりとなる。ところで、回復途上にあるマダケ林では、竹稈個体の形や各部分の重量はその竹林の回復の進行状態によって異なることから、現存量の推定にはこの点を考慮した操作が必要であった。まず、1973と74年の新生竹については、その生育型に大きなちがいがないと仮定し、(5)式によって竹稈重(w_{S1})、(8)式で枝重(w_{B1})、(11)式で葉重(w_{L1})を推定した。1975～77年の新生竹については多年生竹と1年生竹に分け、多年生竹では(6)式で竹稈重(w_{S2})、(9)式で枝重(w_{B2})、(12)式で葉重(w_{L2})を、また1年生竹では(7)式で竹稈重(w_{S3})、(9)式で枝重(w_{B3})、(13)式で葉重(w_{L3})をそれぞれ推定した。ただし、開花竹については回復の進行状態によってその生育型に大きなちがいがいないものとし、各年次を通じて竹稈重、枝重、葉

表一1 全立竹本数、直径などの移り変わり

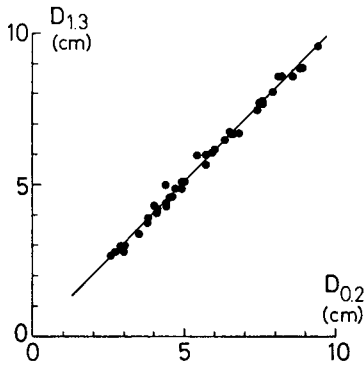
年次	生育型	本数密度 (本/m ²)	本数比 (%)	平均胸高直径 (cm)	胸高断面 積合計 (m ² /ha)
1973	新生竹	0.3	24.3	0.94	0.23
	開花竹	0.23	19	0.83	0.19
	再生竹	0.7	56.7		
	計	1.23	100		0.42
1974	新生竹	0.67	46.5	1.12	0.73
	開花竹	0.2	13.9	1.77	0.63
	再生竹	0.57	39.6		
	計	1.44	100		1.36
1975	新生竹	1.45	78.4	2.13	5.72
	開花竹	0.1	5.4	1.78	0.26
	再生竹	0.3	16.2		
	計	1.85	100		5.98
1976	新生竹	1.83	97.3	2.64	10.67
	開花竹	0.05	2.7	1.95	0.15
	計	1.88	100		10.82
1977	新生竹	2.2	100	2.90	15.93

重、花重をそれぞれ(14), (15), (16), (17)式によって推定した。再生竹については、沼田⁵⁾や内村⁶⁾が指摘しているように、葉形は大小いろいろあり、一様に扱いにくい点はあるが、ここでは4本の試料より得た地上部平均乾重 56.77 g を竹稈・枝・葉の重量比率34:44:22の結果にもとずき現存量を推定した。

表一2 現存量の移り変わり

年次	部分 生育型	竹 稈	枝	葉	花	地上部
		w_S (ton/ha)	w_B (ton/ha)	w_L (ton/ha)	w_F (ton/ha)	w_T (ton/ha)
1973	新生竹	0.331	0.212	0.18		0.723
	開花竹	0.288	0.086	0.004	0.028	0.406
	再生竹	0.155	0.182	0.123		0.46
	計	0.774	0.48	0.307	0.028	1.589
1974	新生竹	0.985	0.603	0.509		2.097
	開花竹	1.209	0.343	0.014	0.114	1.68
	再生竹	0.131	0.147	0.1		0.378
	計	2.325	1.093	0.623	0.114	4.155
1975	新生竹	5.583	1.786	1.315		8.684
	開花竹	0.428	0.126	0.006	0.043	0.603
	再生竹	0.07	0.078	0.053		0.201
	計	6.081	1.99	1.374	0.043	9.488
1976	新生竹	12.567	3.489	3.315		19.371
	開花竹	0.26	0.073	0.003	0.025	0.361
	計	12.827	3.562	3.318	0.025	19.732
1977	新生竹	23.163	7.131	6.946		37.24

このような手法によって推定した1973年から77年までの各年次におけるマダケの現存量をみると、現存量がどのように増加してきたかよく理解できる(表一2)。すなわち、1973年の調査開始時における全地上部(w_T)はわずかに1.6 ton/haであったのが、5年後には37 ton/haとなり、その増加量はきわめて大きい。各部分量の増加も顕著で、なかでも同化器官である葉量(w_L)は1975年から77年にかけてきわめて大きい増加を示した。そして、1977年の現存量はそれぞれ w_S : 23, w_B : 7, w_L : 7 ton/haとなり、その合計(w_T)は栽培マダケ林の不良林あるいは中位林程度に位置づけされるものである。ここで注目したいのは葉量である。先に推定した栽培マダケ林の現存量では、平均胸高直径7 cm級でも6 ton/ha程度であった。これからみても、この竹林の葉量7 ton/haは異状に大きいことになる。このことについて沼田⁵⁾は、新生竹の葉量は一般の成竹の2倍以上のことがしばしばあるという。したがって、この竹林における大きな葉量はマダケの開花回復における生態的適応性が持たらず特殊な生育型に起因するものといえよう。つぎに、現存量について竹稈、枝、葉および花の各部分の重量配分比をみると、1973年は49:30:19:2であったが、以後竹稈の占める割合が大きくなり、77年には62:19:19:0となった。地上部の重量配分比については、関東の良林で竹稈、枝、葉の比率70:15:15、九州で70:13:17ともいわれている。このことから、野宮マダケ林では回復がさらに進行し、竹稈が少なくとも70%を占める方向に進むものと思われる。なお、本調査で推定した現存量は竹林の主構成種であるマダケのみであって、特に調査開始時に大部分を占めていた雑木、雑草については推定できる資料が得られなかった。



図一八 京都地方で生育するマダケ竹稈の根元直径 ($D_{0.2}$) と胸高直径 ($D_{1.3}$) の関係。

表一三 開花前の推定現存量

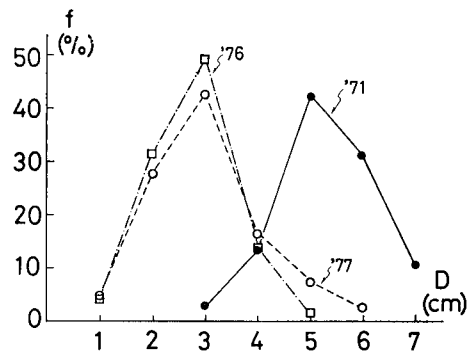
生立竹本数 (本/ha)	7,600
平均胸高直径 (cm)	5.18
胸高断面積合計 (m^2/ha)	17.316
竹稈現存量 (w_s) (ton/ha)	26.5
枝現存量 (w_B) (ton/ha)	6.2
葉現存量 (w_L) (ton/ha)	2.3
地上部現存量 (w_T) (ton/ha)	35.0

ここで、野宮マダケ林の開花直前の現存量を推定し、開花後の現存量と比較する。この竹林の開花直前の現存量を推定できる資料は1971年皆伐の切り株の直径のみである。そこで、京都地方で得られたマダケ40個体について胸高直径 ($D_{1.3}$) と根元直径 ($D_{0.2}$) の関係を調べた結果、林分のちがいに関係なく図一八のように、(18)式のきれいな比例関係が成立した。

$$D_{1.3} = 1.025D_{0.2} + 0.033 \dots\dots\dots (18)$$

(18) 式によって推定した胸高直径 (D) を用い、(4) 式より竹稈長 (H) を推定、それらによって D^2H を算出した。この D^2H を用い、京都地方の栽培マダケ林における相対生長関係より野宮マダケ林の開花直前の現存量を推定すると、表一三となる。すなわち、平均胸高直径 5 cm で地上部量 35 ton/ha は栽培マダケ林として中位林程度である。ここで表一二に示した1977年の現存量と1971年のそれを比較すると、ほとんど差がない。いいかえると、野宮マダケ林は量的には完全に開花直前の状態に回復していたことになる。しかし、これは単に量的な評価であって、竹林の経済的な見地での評価ではない。

竹林の経済的評価は竹稈直径の大きい、利用度の高い竹材の生産性を基礎になされるはずである。そこで、1971年の推定胸高直径の頻度分布 (f) と最近2カ年の同分布を比較すると図一九となる。これによって明らかのように、回復の速度は顕著であっても、経済的回復にはまだかなりの時間が必要であることがわかる。さらに、表一三の現存量は開花直前のものであり、通常開花に向かう竹林はいわゆる「下りやぶ」と称され、竹稈の生産量は下降状態になる。したがって、野宮マダケ林本来の現存量は1971年に評価された量よりかなり大きかったことも考えられる。こうした点を考慮すると、開花からの完全な復帰までにはなお一層の時間を要するものと考えられる。



図一九 1971年の皆伐株より推定した開花直前の生立竹と、開花後7~8年経過した1976、77年の新生竹の胸高直径 (D) 階別本数頻度 (f) 分布。

6 生長量と現存量比

一般に、ある時刻からある時刻までの間における現存量の変化は群落生長量と定義される²⁾。したがって、本調査については各年次の現存量(表一2)の毎年の量的変化が生長量である。ただし、ここではマダケの地上部のみ²⁾の生長量であって、地下部を含まない。さて、1974年5月の時点と75年5月の時点との増量を74年の生長量、同様に75年5月と76年5月の増量を75年の生長量などと計算すると、表一4の生長量となる。すなわち、地上部の生長量はこの4年間で2.6 ton/ha・yrから17.5 ton/ha・yrと年々増大した。その最も大きい増加は竹稈で、1.6, 3.8, 6.7, 10.3 ton/ha・yr といった、あたかも指数関数的速度を示した。この生長速度をみても、この5カ年で開花前の現存量にまで見事に回復していった状況がよく理解できる。

表一4 生長量と現存量比

年次	生長量 (ton/ha・yr)					現存量比 (R_y) (倍)				
	竹稈 w_s	枝 w_B	葉 w_L	花 w_F	地上部 w_T	竹稈 w_s	枝 w_B	葉 w_L	花 w_F	地上部 w_T
1974	1.551	0.613	0.315	0.086	2.565	3.0	2.78	2.03	4.07	2.61
1975	3.755	0.897	0.752	-0.071	5.333	2.62	1.82	2.11	-0.37	2.28
1976	6.747	1.572	1.944	-0.018	10.245	2.11	1.79	2.41	-0.58	2.08
1977	10.336	3.569	3.628	-0.025	17.508	1.81	2.0	2.09	-	1.89

つぎに、保育管理を施した後の5カ年間について、現存量が毎年どのような倍率で増えてきたかをみるため、現存量比(R_y)を求めた。ここでいう現存量比(R_y)とは、ある年次の現在量(Y_t)を基準(1.0)としたとき、その次年の現存量(Y_{t+1})が Y_t の何倍になっているかを示すもので、

$$R_y = Y_t / Y_{t+1} \dots\dots\dots (19)$$

によって算出した。すなわち、 $R_y=1.0$ を示すときは、その竹林の生長量はコンスタントであることを表わす。(19)式より、野宮マダケ林について1974~77年における各年次の R_y を求めると表一4のようである。このなかで、1974年の R_y は竹稈で3倍を記録し、地上部全体では2.6倍に達した。竹稈の R_y は以後順次低下し、1977年には1.8倍となった。しかし葉では、むしろコンスタントに約2倍を維持しており、これは今後の生長量にどのように表われるか注目すべき現象である。全地上部の R_y は竹稈のそれとともに低下してきているが、1977年でもなお1.9倍を示しており、これは毎年地上部の現存量が倍々に増えていく傾向である。竹林の栽培上の言葉に「上りやぶ」、「下りやぶ」というのがある。「上りやぶ」は竹材の生産量が年々増えていく竹林を指し、「下りやぶ」はその逆の時にいわれる。この言葉を現存量比で表わすと、その比が1.0以上の竹林は「上りやぶ」であり、1.0以下の竹林が「下りやぶ」に相当する。開花竹林が回復していく状態は当然「上りやぶ」であるが、これを野宮マダケ林についていうと、現存量比1.9はきわめて旺盛な「上りやぶ」ということになる。この「上りやぶ」の傾向が今後何年間維持されるか明らかでないが、この竹林が現存量ではすでに開花前のそれに達していることから、今後の現存量は相当な速度で大きくなることを示しているといえる。

7 新竹発生量(生産量)

竹林の総生産量はある期間に生産される地上部と地下部の総量である。しかし、竹稈には樹木によ

うな肥大生長も伸長生長もなく、地上部で生産される部分は葉と葉鞘基のみである。したがって、毎年発生する新竹発生量は地上部生産量の大部分を占めることになる。このこともあって、新竹発生量はそのままその竹林の地上部生産量として考えることもできよう。しかし、厳密な意味ではやはり誤解を招く恐れもあるので、ここでは新竹発生量として扱うことにする。

表一5 新竹発生量（生産量）の移り変わり

年次	生育型	本数 (本/ ha・yr)	平均胸高直径 (cm)	胸高断面 積合計 (m ² / ha・yr)	乾重量 (生産量) (ton/ha・yr)				
					竹稈 w_s	枝 w_B	葉 w_L	花 w_F	地上部 w_T
1973	新生竹	3,000	0.94	0.23	0.331	0.212	0.18		0.723
	開花竹	1,667	0.96	0.17	0.264	0.077	0.003	0.025	0.369
	再生竹	667			0.009	0.017	0.012		0.038
	計	5,334		0.4	0.604	0.306	0.195	0.025	1.13
1974	新生竹	4,333	1.24	0.57	0.749	0.449	0.378		1.576
	開花竹	1,333	2.38	0.61	1.194	0.318	0.013	0.113	1.638
	計	5,666		1.18	1.943	0.767	0.391	0.113	3.214
1975	新生竹	9,000	2.48	4.49	4.129	1.301	0.851		6.281
	開花竹	250	1.1	0.02	0.013	0.01	0.001	0.003	0.027
	計	9,250		4.51	4.142	1.311	0.852	0.003	6.308
1976	新生竹	8,500	2.87	5.96	5.891	1.413	0.892		8.196
1977	新生竹	3,500	4.15	5.13	6.703	1.651	1.158		9.512

野宮マダケ林における1973年から5カ年間の新竹発生量の移り変わりは表一5のとおりである。まず、生育型よりみると、再生竹の発生は1973年にのみ認められ、開花竹林の回復過程における第一段階（図一1のB）の過程は1973年で終わったことを裏づけている。つぎに、開花竹の発生は1975年まで認められることから、回復過程の第二段階（図一1のC）はこの年で終了したことを示している。同時に、1975年には新生竹の発生本数が急激に多くなり、この時点でこの竹林の次代の更新が終わり、新世代に入ったことを表わしている。

さて、開花竹林の回復の評価は新生竹の発生量にあるといえる。そこで、まず新生竹の発生本数をみると、1975年をピークとして以後減少の傾向を示している。これは直径が次第に大きくなるために生ずる現象であって、その傾向は1977年の直径の増大で顕著にみられた。これは、平均直径の小さい竹林では新竹の本数が多くなり、直径の大きい竹林ではその本数は少くなる、という生理的原因によるものである。この調査地の場合では、平均直径 2.5 cm の1975年に最高の発生本数となり、それ以後の本数増加は直径の増大とともに逆に減少している。このような傾向は、現在まで一度も整理伐や収穫がなされなかったことに起因していると思われ、このままでは京都の原生竹林でみられたような、平均直径 4.2 cm、新竹発生本数 860本/ha、胸高断面積合計 1.67 m²/ha のきわめて低い生産性の竹林へ移行していくことも考えられる。

つぎに、新竹発生量を乾重量で表わし、その移り変わりをみると、地上部全体では1975年から77年に向って増加し、1977年には 9.5 ton/ha・yr に達した。竹稈では1975年から4.1, 5.9, 6.7 ton/ha・yr と増加している。いま、1977年の 6.7 ton/ha・yr についてみると、マダケの中位林程度¹⁾の新竹発生量といえる。すなわち、マダケ中位林のそれは生重で9 ton/ha・yr といわれており、単純に含水率40%と見積ると乾重で5.4 ton/ha・yr である。したがって、野宮マダケ林の新竹発生量はこの5年間でい

かに増加したかを理解することができる。なお、新竹の竹程、枝、葉の部分別重量配分比は1973年に53:27:18(2は花)であったものが、5年後には70:17:13となった。この配分比については現存量についての配分比62:19:19および1年生竹の葉量は多年生竹よりも少ないことを考えあわせると、今後この程度の配分比で安定に向かうものと思われる。

5章で述べたように、竹林の経済的評価は直径でなされるであろう。そこで、各年次に発生した新生竹について、個体別に胸高直径をプロットすると、図-10のとおりである。図が示すように、平均直径は1975年から急激に大きくなり、ばらつきはあるものの、その平均直径は順調に大きくなっている。特に、個体の最大直径の増大は顕著で、1977年にはついに開花直前の平均胸高直径 5.2 cm より大きい個体が発生し、逆に細い新竹の発生本数は次第に減ずる傾向をみせている。

このように、野宮マダケ林の新竹発生状況はきわめて良好といえ、現時点でもすでに利用度の高い形質の新竹が発生してきており、現時点においても収穫を対象とした施業の導入が必要である。

お わ り に

野宮マダケ林は嵯峨野路のなかにあって、常に美しく、静寂で、古都の面影に映える「歴史的風土特別保存地区」にふさわしい林相でなくてはならない。その竹林が開花によって突然崩壊し、その将来が案じられたのであったが、1972年からの保育によって散策路を行く人々の心をかなり魅了させるふん囲気をかもし出すまでに回復できた。さらに、今回の調査によって、保育管理、特に除草と肥培によって予想以上の地力増進の可能性が見い出され、これからの適切な管理技術の導入によって、開花以前のマダケ林よりも美観の上でも、また栽培の上にも優れた竹林に生まれ変わる要因が見い出された。

しかし、これまでの調査結果から今後の栽培上の方向を考えると、現在、この竹林の事情に合致する美しく、かつ生産性の高い林相のマダケ林に仕立て得るかどうかの岐路にあるといえる。特筆するまでもなく、竹林の栽培には竹の生理生態的特徴を最大に生かした竹林の若返り法の採用が必要である。すなわち、現在生立している竹で、開花枯死から回復の過程において重要な役割を果し、そして現在老令となっているものはもはや生産に寄与する能力を失っている。したがって、これらを整理伐し、併せて最も理想的な管理密度の保持に留意しなければならぬ。すなわち、これからがこの野宮マダケ林の方向性を決定づける最も重要な時期を迎えることになる。

引 用 文 献

- 1) 上田弘一郎：有用竹と筍，博友社，1963
- 2) 依田恭二：森林の生態学，築地書館，1971

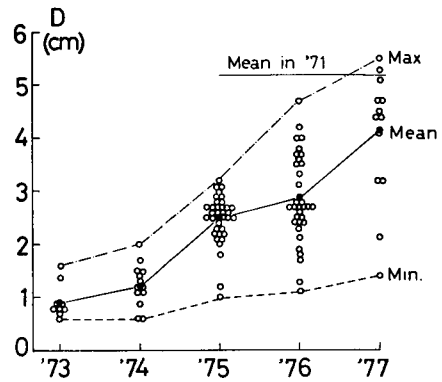


図-10 新竹の発生年次別直径分布。'71の実線は皆伐直前の生立竹の平均直径。

- 3) 渡辺政俊・上田弘一郎：マダケ林の構造について，富士竹園報，**21**，9～26，1976
- 4) 平田満藏：苦竹の幹形・比重・灰分量及び化学成分に就て，日林雑誌 **9** (5)，5～20，1927
- 5) 沼田 真：マダケ林の開花の生態Ⅱ，富士竹園報 **10**，58～64，1965
- 6) 内村悦三：マダケ林の育成とその開花林の保育に関する林学的研究，熊本県林試研報 **1**，1972
- 7) 竹内叔雄：竹の研究，養賢堂，1932
- 8) 沼田 真：竹林植生調査法—生態—野外調査法4，千葉大臨海研報 **9**，1967
- 9) 上田弘一郎・沼田 真：原生竹林の更新とその生態的研究，京大演報 **33**，27～54，1961



雑木，雑草によって完全に被圧された再生竹
(1972年夏)



再生竹，新生竹の保育管理としての施肥
(1973年春)



1975年夏の役目を終えた再生竹（中央）



1975年に発生した高密度の新生竹



開花枯死から完全に立ち直った林相（1977年）



再びよみがえった小柴垣の散策路（1978年春）