

豊川森の健康診断より見た流域人工林の混み具合

稲田 充 男

東三河森林計画区を対象に「豊川森の健康診断」と称して、豊川流域の上下流住民と研究者、行政が連携し、流域の人工林の現況を調査している。すでに4回行われており、その調査結果から豊川流域の人工林の混み具合について検討した。混み具合の指標として「胸高断面面積合計」「形状比」「相対幹距」「収量比数」を用いた。それぞれの判定基準により調査林分の混み具合を区分すると、健全または適正と判断される林分は全体の2～3割で、7～8割の林分が過密・超過密状態であった。多くの林分が過密・超過密の状態であり、手入れ不足で間伐が遅れていると思われ、その結果、林内照度の低下、下草植生の消失、土壌の流出、水源かん養機能や生物多様性の低下などの影響が懸念される。

キーワード：間伐，収量比数，相対幹距

I はじめに

森の健康診断は2005年6月4日「第1回矢作川森の健康診断」（第1回矢作川森林の健康診断実行委員会2005）が実施されて以来、森の健康診断は全国各地で精力的に行われている。これは、矢作川方式とでもいうべき「簡易な測定器具でインパクトのある結果を導き出す」という発想が多くの人に支持された結果である。2007年1月13日には豊田市で「森の健康診断」全国会議も開催され、各地の調査結果が報告された。

東三河においては「豊川森の健康診断」と称して、豊川流域の上下流住民と研究者、行政が連携し、流域の人工林の現況を調査している。すでに4回（2006年11月5日新城市，2007年11月4日豊川下流域（豊橋市・豊川市・蒲郡市），2008年11月2日設楽町，2009年11月8日東栄町）行われており、それぞれ当該地域の人工林を対象に「森の健康診断」が実施された。本報告では、この4回の調査から見てきた豊川流域の人工林の混み具合について報告する。

II 「森の健康診断」とは

「森の健康診断」は矢作川水系森林ボランティア協議会（以下、矢森協）が主となり作り上げたもので、簡単な方法で調査対象の人工林の植生調査、植栽木の本数や直径、斜面方位や標高などを調べ、対象林分の密度管理計画を考えようとするものである。「森の健康診断」

という言葉は矢森協の丹羽健司氏により特許庁に商標登録（登録番号：第5148758号）されている。ちなみにその内容（商品及び役務の区分並びに指定商品又は指定役務）は「森林に関する事業の経営の診断または助言，森林に関する事業の管理」「森林に関する事業のための募金」「森林に関するイベントの企画・運営または開催，森林に関するセミナーの企画・運営または開催，森林に関する知識または技能の教授，森林に関する刊行物の制作・貸与または供覧，森林に関するビデオの制作・配給または上映，森林に関するビデオメディアの貸与」「自然環境に関する調査または研究，林業に関する調査または研究」となっている。

森の健康診断の調査は植栽木以外の植物や立地，地表面の状態などを調べる植生調査と植栽木の大きさや本数を調べる混み具合調査から成り立っている。

調査対象林分の選定は対象地域の地図上で行う。その手順は次の通りである。

- ・地図に2km間隔で南北方向および東西方向に直線を引き，交点を求める。
- ・交点部分が人工林であればそれを調査候補地とする。
- ・当日の参加者人数，現地へのアクセシビリティなどを考慮し調査対象地を決定する。

現地での植生調査は5m×5mの正方形プロットを設定し，次の項目を測定する。

- ・標高・斜面方位・傾斜角
- ・中層木（高さ1.3m以上の植栽木以外のすべての樹木）の種類，直径およびその被覆率
- ・下層植生の種数およびその被覆率
- ・落葉層の被覆率および腐植層の被覆率

また，混み具合調査は半径5.65mの円形プロットを設定し，プロット内の植栽木の胸高直径，上層樹高，平均樹高，相対幹距，形状比などを測定する。

なお，詳細については，矢森協が中心になって構築したウェブサイト「森の健康診断 <http://mori-gis.org/>」を参照されたい。

Ⅲ 調査地域の概要

豊川は，愛知県東部，東三河地域を南北に流れ，三河湾に注ぐ，幹川流路延長77km，豊川放水路を含めた総延長は222.6km，流域面積は724km²の一級河川である。源流は，北設楽郡設楽町鷹巣山，上流部は寒狭川と呼ばれ，新城市にて当貝津川，巴川，海老川，宇連川と合流する。下流部豊川の流量を，上流部豊川とともに支える宇連川には上流部に鳳来湖（宇連ダム），朝霧湖（大島ダム）の二つのダム湖があり，また振草導水路，佐久間導水路によって天竜川水系と繋がっている。それぞれの導水路には，東栄町大入川・大千瀬川，豊根村佐久間湖（佐久間ダム）から導水されている（豊川用水総合事業部2009，愛知県地域振興部土地水資源課2009）。

豊川流域の植生分布は，標高800mを境に上部は落葉広葉樹と温帯性常緑針葉樹の混交林，下部は常緑広葉樹林が潜在自然植生であると考えられているが，実際はスギ・ヒノキの植林地が大部分を占めている。この地域は愛知県の定める東三河森林計画区に相当し，地域面積は171,987ha，内109,448haが森林であり，63.6%の森林率である（愛知県農林水産部農林

基盤担当局林務課2009)。東三河森林計画区は設楽地区（設楽町・東栄町・豊根村）、新城地区（新城市）、東三河地区（豊橋市・豊川市・蒲郡市・田原市）に分けられており、地区別形態別森林構成は表1の通りである。なお、表中の数値は末尾で四捨五入しており、内訳と計は必ずしも一致しない。

表1 東三河森林計画区地区別形態別森林構成

設楽地区 地区面積 55,327ha (100%)	森林面積 50,560ha (91.4%)	民有林面積 44,843ha (81.1%)	人工林面積 35,870ha (64.8%)
		その他 (10.3%)	その他 (16.2%)
	その他 (8.6%)		
新城地区 地区面積 49,900ha (100%)	森林面積 41,648ha (83.5%)	民有林面積 40,778ha (81.7%)	人工林面積 30,566ha (61.3%)
		その他 (1.7%)	その他 (20.5%)
	その他 (16.5%)		
東三河地区 地区面積 66,760ha (100%)	森林面積 17,239ha (25.8%)	民有林面積 15,883ha (23.8%)	人工林面積 10,526ha (17.8%)
		その他 (2.0%)	その他 (8.0%)
	その他 (74.2%)		

IV 混み具合の指標

矢森協が実施している「矢作川森の健康診断」では人工林の混み具合を「胸高断面積合計」「形状比」「相対幹距」で判断している。「豊川森の健康診断」でも同様の指標で判断している（第一回豊川森の健康診断実行委員会2007）が、その判定基準は若干異なり、以下の通りである。

「胸高断面積合計」とは、人の胸の高さ（胸高）で測った樹木の断面積を1ha分すべて合計したもので、生育条件で多少の誤差はあるものの、その値は樹木が成長して混み合った状態の森林では80m²/ha～100m²/haくらいになり、最高でも100m²/haを超えることは滅多にない。よって、林分の混み具合の指標としての胸高断面積合計は一般に50m²/ha以下であれば林分の混み具合は適正、50m²/ha～80m²/haで過密、80m²/ha～100m²/haで超過密であると判断する。

「形状比」とは樹高÷胸高直径として計算される値で、樹木の形を表現するものである。その値は太さのわりに背が高い、ひよろ長い樹木ほど大きくなる。林分が混んでいると肥大成長（直径成長）は妨げられるが、伸長成長（樹高成長）への影響は少ない。よって、密な林分ほどひよろ長い樹木が多くなり、形状比は大きくなる。また、形状比が80以上になると風雪害などの危険が増すといわれており、ここでは形状比が70以下を健全な状態、70～80を中庸、80を超えると不健全な状態と判断する。

「相対幹距」とは平均樹幹距離÷中心木樹高として計算される値で、相対幹距比ともいう。この値は樹高が同じであれば本数が多ければ多いほど小さくなる。また、本数が同じであれば樹高が高いほど小さくなる。ここでは相対幹距が14%以下であれば対象林分は超過密状態であり、14%～17%で過密状態、17%～20%で適正な状態であると判断する。

また、「豊川森の健康診断」では、独自の指標として「収量比数」を採用している。林分密度を表現する手立てとして、林分の測定値を直接密度の尺度とした絶対的林分密度と、ある基準林分の数値に対する相対値で表す相対的林分密度とがある。胸高断面積合計や形状比は絶対的な密度であり、収量比数や相対幹距は相対的な密度である。

「収量比数」とは、ある樹高で十分蓄積された段階の最多密度の林分材積に対して、同じ樹高のある密度の林分材積の割合をいうものである。すなわち、最多密度のときの収量比数を1.0とし、混み具合に応じて0.9, 0.8, 0.7, …となる。この収量比数は地域ごと、樹種ごとに作成されている林分密度管理図より求めることができる。調査地域のスギ林に対しては「南関東・東海地方スギ林分密度管理図」、ヒノキ林に対しては「関東・中部地方ヒノキ林分密度管理図」、ともに林野庁・社団法人日本林業技術協会が調製したもの（愛知県林務課1967）があり、これらを用いた。なお、スギ・ヒノキ混交林については構成割合の多い樹種の密度管理図を用いた。

それぞれの林分密度管理図に描かれている曲線式は次の通りである。

「南関東・東海地方スギ林分密度管理図」

$$V = (0.082249H^{-1.372921} + 3681.6H^{-2.867826} / N)^{-1} \quad (1-1)$$

$$HF = 0.808545 + 0.402345H + 0.140882N^{1/2}H / 100 \quad (1-2)$$

$$G = V / HF \quad (1-3)$$

$$dg = 200(G/(\pi N))^{1/2} \quad (1-4)$$

$$d = -0.000379 + 0.981298dg - 0.028497N^{1/2}H / 100 \quad (1-5)$$

$$Ry = V / VRf \quad (1-6)$$

$$VRf = (0.082249H^{-1.372921} + 3681.6H^{-2.867826} / NRf)^{-1} \quad (1-7)$$

$$\log NRf = 5.391307 - 1.494905 \log H \quad (1-8)$$

「関東・中部地方ヒノキ林分密度管理図」

$$V = (0.035147H^{-1.080773} + 4711.2H^{-2.922892} / N)^{-1} \quad (2-1)$$

$$HF = -0.052817 + 0.472577H + 0.123506N^{1/2}H / 100 \quad (2-2)$$

$$G = V / HF \quad (2-3)$$

$$dg = 200(G/(\pi N))^{1/2} \quad (2-4)$$

$$d = -0.115479 + 0.984423dg \quad (2-5)$$

$$Ry = V / VRf \quad (2-6)$$

$$VRf = (0.035147H^{-1.080773} + 4711.2H^{-2.922892} / NRf)^{-1} \quad (2-7)$$

$$\log NRf = 5.7384 - 1.842121 \log H \quad (2-8)$$

ただし、

- V : haあたり幹材積 (m^3/ha)
- H : 上層樹高 (m)
- N : haあたり本数 (本/ha)
- HF : 林分形状高 (m)
- G : haあたり断面積 (m^2/ha)
- dg : 断面積平均直径 (cm)
- d : 平均胸高直径 (cm)
- Ry : 収量比数
- VRf : 最多密度におけるhaあたり幹材積 (m^3/ha)
- NRf : 最多密度におけるhaあたり本数 (本/ha)

である。

収量比数による判断基準として、収量比数が0.8以下を適正、0.8～0.9を過密、0.9を超えると超過密であるとした。

V 混み具合の診断結果

「豊川森の健康診断」は4回実施されており表2の通りである。

表2 「豊川森の健康診断」概要

	調査実施日 (結果報告会)	対象地域	調査林分数
第一回	2006年11月5日 (2007年3月3日)	新城市	20 (スギ林 9, ヒノキ林 8, 混交林 3)
第二回	2007年11月4日 (2008年3月1日)	豊橋市・豊川市 ・蒲郡市	18 (スギ林 3, ヒノキ林 14, 混交林 1)
第三回	2008年11月2日 (2009年3月1日)	設楽町	21 (スギ林 6, ヒノキ林 12, 混交林 3)
第四回	2009年11月8日 (2010年3月7日)	東栄町	17 (スギ林 10, ヒノキ林 6, 混交林 1)

個々の調査林分に関する詳細な測定結果については、それぞれの結果報告会で報告済みまたは報告される予定である。

それぞれの調査結果に対して、上記の判定基準に従って、それぞれの人工林の混み具合を判定すると、表3の通りである。ただし、第一回調査の形状比については、欠損値があり20林分中19林分の結果である。

表3 基準別混み具合判定結果

胸高断面積合計			
回	適正	過密	超過密
第一回	5 (25%)	12 (60%)	3 (15%)
第二回	8 (44%)	9 (50%)	1 (6%)
第三回	9 (43%)	10 (48%)	2 (10%)
第四回	3 (18%)	10 (59%)	4 (24%)
計	25 (33%)	41 (54%)	10 (13%)

形 状 比			
回	健全	中庸	不健全
第一回	0 (0%)	5 (26%)	14 (74%)
第二回	7 (39%)	7 (39%)	4 (22%)
第三回	3 (14%)	6 (29%)	12 (57%)
第四回	2 (12%)	5 (29%)	10 (59%)
計	12 (16%)	23 (31%)	40 (53%)

相 対 幹 距			
回	適正	過密	超過密
第一回	3 (15%)	5 (25%)	12 (60%)
第二回	7 (39%)	3 (17%)	8 (44%)
第三回	4 (19%)	4 (19%)	13 (62%)
第四回	0 (0%)	7 (41%)	10 (59%)
計	14 (18%)	19 (25%)	43 (57%)

取 量 比 数			
回	適正	過密	超過密
第一回	2 (10%)	10 (50%)	8 (40%)
第二回	2 (11%)	9 (50%)	7 (39%)
第三回	5 (24%)	10 (48%)	6 (29%)
第四回	3 (18%)	6 (35%)	8 (47%)
計	12 (16%)	35 (46%)	29 (38%)

豊川森の健康診断，第一回の「中流域」，第二回の「下流域」，第三回・第四回の「上流域」をとりまとめると，どの判断基準を採用するにしても，健全または適正と判断される林分は全体の2～3割で，7～8割の林分が過密・超過密状態にあることがわかる。すなわち，多くの林分が過密・超過密であり，手入れ不足で，間伐が遅れていることがわかる。

森の健康診断で調査する林分は，調査地選定の手順で示したように，比較的アクセシビリティの高いところである。容易にアクセスできる林分であるにもかかわらず，このように手入れが行き届いていない林分が多いということは，調査林分より奥地の森林やアクセスが困難な人工林が好ましい状態であるとは言い難い。間伐の遅れた人工林では，林内が暗くなり下草が消失し，土壌の流出が進み，水源かん養機能や生物多様性などが低下する。現在「森（人工林）」も「人（作業員）」も高齢化しており，ただ手をこまねいて現状を見ているだけでは不十分である。早急に何らかの手だてを施す必要があることは明らかである。

VI おわりに

間伐について，全国森林組合連合会のウェブサイト (<http://www.zenmori.org/>) に次のように説明している。

「間伐とは混みあった森林から曲がったり弱ったりしているスギやヒノキなどの針葉樹を抜きぎり，森林の中を明るく保ち，真っ直ぐ育てる為に必要な作業です。間伐を行わない森林では樹木の生長がにぶく，根を張ることも難しくなります。森林の中は暗いため下生えも

生えないので、水源涵養力、土壌保全能力の低い森林になります。」

いま日本の森林（主に戦後の拡大造林による人工林）は間伐が行われなかったために、森林はその生命力を失いかけていっているといわれている。森の健康診断は間伐遅れの人工林の現状を把握するための作業で、この作業をとおし、正しい現状認識に基づいて間伐遅れの森林をどのようにするのがよいか考えようというものである。

このように平成の現在、間伐遅れの人工林が大問題になっているが、かつては乱伐が問題となったことがある。明治時代の林業の教科書に、森林に対する各種の害の中で気象害、病虫害に並んで「乱伐の害」というのが書かれてあった。三溝謹平編の『林業読本』（明36.8）に「第二十六課 乱伐ノ害」に次のように書かれていた。

「林地の如何を察せず唯自己眼前の欲望を達せんとして林木を伐採し、これが植栽を為さざるものを称して乱伐と云う。それ乱伐は森林経済の保続を損し林地を荒廢に陥らし、即ち降雨は漸次土地を崩壊流出して所謂地肉を剥ぎ岩骨を奪はるるものなり。而して此等の泥土岩塊の如きは河川の下流に至りて其水勢の稍（やや）過緩なる所に至れば次第に沈殿して河底を高め、以て洪水氾濫の害を起さしむるものとす。中国地方に於ける河流の如きは其好例にして河床は却（かえつ）て平地より高きを見るなり。森林の荒廢せる地方に於いては如何に人力を以て河川の兩岸に堅牢なる堤防を築くと雖も、到底洪水の害を防ぐこと能わざるべし。故に河を修めんとすれば先ず山を理るに如かず。周人伯陽父曰く国は山川に依る山崩れ河竭（つき）るは亡ぶるの徴なり川源塞れば国必ず亡ぶと、乱伐豈（あに）慎まざるべけんや。」

（もちろん原文は旧仮名遣いであり、漢字や仮名なども原文とは異なる。できるだけ原文を損なわないように、句読点、読みなどを補った。）

乱伐の危険性を訴え、森林の状態を的確に把握し、いかに森林を健全な状態で仕立てなければならぬかが述べられている。乱伐が森林の地力の低下を招き、国土保全機能をいかに損なうか、短い文章の中に的確に語られている。同じことが今の人工林についてもいえるのではないだろうか。間伐遅れや手入れ不足が地力低下を招き、結果として森林の機能低下が懸念されている。「伐り過ぎ」から「伐らなすぎ過ぎ」へとその内容は変わっても、どちらにしても健全な人工林育成のためにも適切な森林管理は最重要課題である。森林も人材も高齢化している現在、早急に何らかの対策が望まれる。

それにしても、便利な時代になったものである。我々の学生時代には到底拝めそうになかったような古い本がインターネットをとおして読むことができる。上記の文献は国立国会図書館のデジタルライブラリー（<http://kindai.ndl.go.jp/>）で閲覧できる。情報や知識の獲得は時と場所を選ばない。いつでもどこでも可能になった。インターネットにさえ繋がっていれば、何でも分かったような気になってしまう。しかし、問題は現場で起こっている。ディスプレイを眺めているだけでは分からないことはたくさんある。そんな時代だからこそ、実際に森の健康診断に参加することには意義がある。「豊富な情報」と「現場での経験」、この両輪がそろってはじめて「あるべき未来」が見えてくるのではないかと思っている。

【引用文献】

- 愛知県地域振興部土地水資源課（2009）「いいのんとよかわ」,
<http://www.pref.aichi.jp/tochimizu/mizu/toyogawa/toppage.html>
- 愛知県農林水産部農林基盤担当局林務課（2009）「林業関係の統計資料について」,
<http://www.pref.aichi.jp/rinmu/>
- 愛知県林務課（1967）収穫予想表，1-143.
- 全国森林組合連合会（2009）「豊かな森を育てるために 間伐」,
<http://www.zenmori.org/>
- 第一回豊川森の健康診断実行委員会（2007）第一回豊川森の健康診断報告書，109pp
- 第1回矢作川森林の健康診断実行委員会（2005）矢作川森の健診2005，206pp.
- 豊川用水総合事業部（独立行政法人水資源公団）（2009）「水の恵みを生かす豊川用水」,
<http://www.water.go.jp/chubu/toyokawa/>
- 三溝謹平（1903）林業読本，80pp
- 森の健康診断（2009）「森の健康診断の調査の概要」,
<http://mori-gis.org/>