

群馬県における竹林の分布と林分構造を基にした荒廃の指標化 Distribution and indexing of the degree of wilderness based on stand structure of bamboo forests in Gunma Prefecture

高田 真莉子¹・逢沢 峰昭¹・中山 ちさ²・大久保 達弘¹
Mariko TAKADA¹, Mineaki AIZAWA¹, Chisa NAKAYAMA², Tatsuhiko OHKUBO¹

¹ 宇都宮大学農学部森林科学科 〒 321-8505 宇都宮市峰町 350
¹Department of Forest Science, Faculty of Agriculture, Utsunomiya University,
350 Mine-machi, Utsunomiya, Tochigi 321-8505, Japan

² 群馬県林業試験場 〒 370-3503 群馬県榛東村大字新井 2935
²Gunma Prefectural Forestry Experiment Station, 2935 Arai, Shintou-mura, Gunma 370-3503, Japan

要 旨

近年、群馬県では放置竹林の拡大や荒廃が問題化しており、県民税を導入した伐採事業が進められている。この中で、群馬県の竹林の分布面積・増加地域の把握と、事業の優先順位を検討する上で竹林の荒廃の指標化が必要と考えられる。本研究では、群馬県の 1980 年代初期と現在の植生図とオルソフォトを用いて竹林分布図を作成し、竹林の分布と面積変化を明らかにするとともに、4 箇所の放置マダケ林と 1 箇所の管理マダケ林で林分構造（立竹密度、全稈密度、枯竹率、立竹直径の変動係数（直径 CV））を調査し、荒廃度について検討した。解析の結果、群馬県の現在の竹林は 888.6 ha であり、1980 年代初期の 76.1 ha から約 12 倍に増加しており、竹林の拡大率は平均 1.3%/年 で、手入れ不足の人工林や広葉樹林、耕作放棄地等にタケが侵入・拡大していた。マダケ林調査の結果、放置林と管理林では立竹密度は変わらないものの、全稈密度と枯竹率は、放置林で 28,622 本/ha と 37.3% と、管理林の 17,467 本/ha と 1.1% より著しく高かった。また、直径 CV は放置林で高かった。よって、マダケ林の荒廃は、全稈密度、枯竹率、直径 CV の高さで評価できると考えられた。

キーワード：放置竹林、管理竹林、枯竹率、マダケ、全稈密度

ABSTRACT

Increases in area and wilderness of abandoned bamboo forests are becoming a serious problem in Gunma Prefecture, and clearcutting countermeasures have been deployed using prefectural tax expenditures. Estimation of distribution and increasing area of bamboo forests and evaluation of the degree of wilderness of the forests for deciding priority order of countermeasures are thus necessary. Therefore, in this study, we comparatively examined the distribution and change of bamboo forests between the early 1980s and the present by using vegetation maps and aerial orthoimages. In addition, we investigated the stand structure, including living culm density, total (living and dead) culm density, percentage of dead culm, and coefficient of variation (CV) of living culm diameters, for evaluation of the degree of wilderness in four abandoned and one managed *Phyllostachys bambusoides* forests in Gunma Prefecture. The results showed that the area of bamboo forests in Gunma Prefecture in the early 1980s was 76.1 ha and that presently was 888.6 ha, indicating an approximately twelve-fold increase in the forest area. The expansion ratio of bamboo forests was 1.3%/year on average, with expansions occurring in areas such as unmanaged artificial forests, unmanaged broad-leaved forests, and abandoned farms. Stand structure survey indicated that total culm density and the percentage of dead culm in the abandoned forests were considerably higher than those observed in the managed forests; moreover, CV of living culm was also larger CV value in the abandoned forests. This result suggests that total culm density, percentage of dead culm, and CV of living culm diameters are useful indices for evaluating the degree of wilderness of abandoned *P. bambusoides* forests.

Key words: abandoned bamboo forest, managed bamboo forest, percentage of dead culm, *Phyllostachys bambusoides*, total culm density

はじめに

タケはタケノコ採取や建築、加工材料等多くのことに利用できることから、西日本を中心に江戸時代より栽培・管理が行われてきた(後藤ら 2008)。タケ類の中でもモウソウチク *Phyllostachys pubescens* Mazel ex Houz. は中国からの導入種であり主にタケノコ栽培に利用され、マダケ *Phyllostachys bambusoides* Siebold et Zucc. は日本の在来種で主に竹材生産に利用されてきた(鳥居・奥田 2010)。しかし、全国的にプラスチック製品の普及によって竹材製品は衰退した。加えて 1960～1970 年代初めに発生したマダケの一斉開花によりマダケが枯死したことをきっかけに、竹材不足から竹材製品が作られなくなり、竹離れがおきた。さらに、1980 年以降は安価な輸入タケノコが急増したことから、モウソウチクのタケノコ栽培は減少し、栽培農家の高齢化も進んだことから竹林が放置されるようになった。また、1960 年頃から薪や木炭が使われなくなると、里山を利用したり、手入れをする人が減少し、竹林を含めた里山全体が管理されなくなった(静岡県環境森林部 2004; 橋本 2014)。以上のような様々な要因が重なり、竹林は管理を放置され、増加した。特に近年では、西日本各地の里山において、放置された竹林の拡大が発生しており(鳥居・井鷲 1997; 西川ら 2005; 鈴木 2010)、景観の悪化や公益的機能の低下が指摘されるなど問題化している(石賀ら 2001; 日浦ら 2004; 島田・谷 2005; 篠原ら 2014)。

群馬県は明治期末には東日本第 2 位(全国第 7 位)のマダケの生産量を誇った(齋藤 1910)ほか、全国有数の養蚕県で、養蚕道具にマダケ材が重用されたことからマダケ材が多い。しかし、竹材製品の衰退に加え、養蚕業の衰退によって、マダケ材の需要も減少したことで竹林は管理放棄され拡大している(大森 2014)。現在、群馬県では「緑の県民税」を利用した放置竹林の伐採が行われている。平成 27 年度において、竹林整備で県民税を利用している市町村は全市町村の約半数を占める(群馬県 2015)など、多くの市町村で荒廃した竹林の問題を抱えている。群馬県における 2012 年時の竹林面積は 1,000 ha と概算されている(林野庁 2016)が、県内のどこに多いのか、どこで拡大しているのかといった情報は乏しい。

タケ類に関する研究は、1950 年代以降、竹林の生産性を向上させることを目的として、竹林の構造や生理に関する研究が多く行われてきた(沼田 1955; 上田ら 1959; 内村 1973)。また、1990 年代以降は西日本を中心に航空写真や衛星写真を用いた放置竹林の拡大に関する研究が多く行われてきた(鳥居 1998; 鈴木 2010)。竹林が引き起こす様々な問題は管理が行われなくなったことによる竹林の構造の変化があげられる(後藤ら 2008)。しかし、竹林内部の荒廃に関する研究は少なく、特にマダケ林を対象とした研究はほとんど行われていない。放置竹林に対して税事業を進めるに当たり、竹林の立竹密度や枯竹率、直径階分布、といった林分構造に着目して竹林の荒廃を指標化できれば、どの竹林に対して優

先的に事業を進めるのかを検討する上で有用と考えられる。また、これまでの竹林の生態学的な研究では、密度管理や現存量の推定という点で、立竹(以下、立竹は生存率を指す)密度を対象としており、枯竹密度について考慮されていない(例えば、内村 1973; Isagi *et al.* 1993; 後藤ら 2008)。しかし、相観としての混み具合を示す、立竹密度と枯竹密度の合計数(以下、本研究では全稈密度と呼ぶ)は景観的な荒廃の指標となりうることも考えられる。

そこで本研究では、群馬県の 1980 年代初期と現在の植生図とオルソフォトを用いて竹林分布図を作成し、竹林の分布と面積変化を明らかにするとともに、放置されたマダケ林と管理されたマダケ林の林分構造として、立竹密度、全稈密度、枯竹率、立竹の直径階分布の変動係数を調査し、荒廃の指標化について検討した。

なお、「荒廃」という語は「荒れて、廃れる」という意味であって、本来は分布拡大している竹林の修飾語としては不適切といえる。ただ、これまで多くの研究者が慣用的に「荒廃」という語を使用してきたのは、枯れ程の多い景観的に見苦しい竹林に対して、「荒廃」というイメージが結びついたためかと思われる。「竹林の荒廃」という表現は、既に研究分野内である程度定着しているため、本論文でも「荒廃」という語を用いるが、生物学的または生態学的に必ずしも「廃れている」ことを意味するものではない。

調査地および方法

群馬県における竹林の分布と面積変化 竹林の面積と植生の変化

本研究では、まず、環境省自然環境局生物多様性センターが公開している自然環境情報 GIS データの「自然環境保全基礎調査第 2～3 回植生調査(環境省生物多様性センター 2015)」および「自然環境保全基礎調査第 6～7 回植生調査(環境省生物多様性センター 2015)」から得られた植生図を用いた。この植生図の群馬県の範囲において、Qgis (QGis Development Team 2015) を用いて凡例が「竹林」のものを抽出し、竹林面積の算出および竹林分布図の作成を行った。また、市町村ごとに集計するために国土数値情報平成 27 年行政区域データ(国土交通省 2015)の群馬県を使用した。次に、第 6～7 回植生調査の植生図のない上野村、南牧村、神流町および下仁田町の全域と安中市、富岡市、甘楽町、藤岡市の一部については、群馬県林政課が 2012 年、2013 年に撮影・作成したオルソフォト 436 枚を用いて、高崎(1966)や鳥居・奥田(2010)を参考に竹林の目視判読を行った。なお、群馬県では竹は竹材用としての需要が高かったため、拡大した竹林の大部分はマダケといわれる(大森 2014)が、モウソウチクやマダケ、ハチクなどの種は区別せず、すべて竹林として判読を行った。竹林判読後、Qgis を用いて竹林を線で囲い、分布図のレイヤを作成した。その後、面積の算出を行った。使用データの詳細は付表-1、付表-2 に示した。

さらに、第6～7回植生調査から抽出した竹林を第2～3回植生調査と比較し、第6～7回植生調査において竹林拡大のみられた箇所の第2～3回植生調査時における土地被覆を求め、土地被覆ごとに面積を算出した。なお、本研究では、植生図の作成年にばらつきがあるため、第2～3回植生調査の竹林を「1980年代初期(1979～1984)」の竹林、第6～7回植生調査の竹林とオルソフォトから判読した竹林を「現在(2007～2013)」の竹林として比較を行った。

竹林面積拡大速度

群馬県における竹林の年間拡大率を以下の式(鳥居・井鷲 1997; 阿久津ら 2012)を用いて算出した。

$$\text{竹林拡大率 (\%/year)} = \left[\left(\frac{At_1}{At_2} \right)^{\frac{1}{t_2-t_1}} - 1 \right] \times 100$$

ここで、 At_1 はある対象林分における 1980 年代初期の竹林面積、 At_2 はその対象林分の現在の竹林面積、 t_1 は 1980 年代初期の調査年、 t_2 は現在の調査年を表す (t_1 および t_2 は対象林分ごとの植生図作成年またはオルソフォト撮影年を利用)。Qgis 上で、1980 年代初期の竹林と現在の竹林を重ね合わせ、同一の位置に存在するものを対象とした。その際、複数の林分が合体して 1 つの竹林となったものや、1 つの竹林が分裂したと思われるものに関しては除外した。拡大率を対象林分ごとに求め、それらの平均値を群馬県における竹林の拡大率とした。

マダケ林の林分構造調査 調査マダケ林

群馬県における竹林の分布調査の結果から竹林が多く分布し、かつ踏査の結果、多くの放置マダケ林のみられた群馬県安中市西上秋間、安中市松井田町人見、太田市菅塩町、太田市長手町においてマダケ林の林分構造調査を行った。さらに、放置マダケ林の対照林分として渋川市北橋町八崎の竹林公園を管

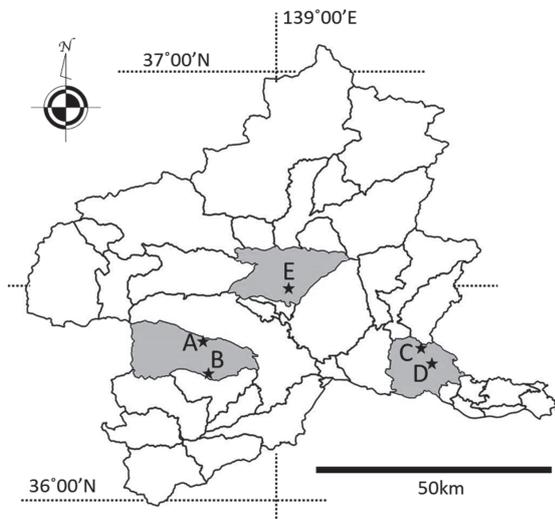


図-1 調査地位置

安中市西上秋間 (A)、安中市松井田町人見 (B)、太田市菅塩町 (C)、太田市長手町 (D)、渋川市北橋町竹林公園 (E)

理マダケ林として調査した(図-1)。調査対象とした竹林の位置や気象データは表-1に示した。安中市西上秋間は山間部の茶臼山(標高596m)のふもとにあり、近年5～10年の間に針葉樹林にタケが侵入・急増した場所である。松井田町人見は市街地に位置し、1980年前後は雑木林に一部竹林が存在するのみであったが、10年ほどで拡大・竹林化した。太田市菅塩町は八王子丘陵の南西部にあり、1980年頃まではクワ畑として利用されてきたが2000年頃からタケが拡大し、2～3年ほどで竹林化した。長手町は金山の西に位置し、果樹園として利用されてきたが2000年頃からタケが拡大し、2～3年ほどで竹林化した。渋川市北橋町八崎は利根川と吾妻川の合流地点の南東に位置し、1945年頃から竹材林、屋敷林として使用されていたが、一度放棄された。しかし2010年から再び毎年間伐を実施し、現在はタケノコ生産林を目標に管理が行われている。なお、本研究ではタケノコ採取や稈の伐採が行われていないマダケ林を放置マダケ林(図-2A～D)、行われているマダケ林を管理マダケ林とした(図-2E)。

表-1 調査対象とした竹林の位置と気象データ

調査地	緯度経度	竹林の管理状況	年平均気温(°C)*	年間降水量(mm)*
西上秋間	36°21'N 138°49'E	放置マダケ林	14.0	1378.3
人見	36°17'N 138°49'E	放置マダケ林	14.0	1378.3
菅塩	36°21'N 139°20'E	放置マダケ林	14.5	1301.1
長手	36°18'N 139°21'E	放置マダケ林	14.5	1301.1
北橋	36°29'N 139°01'E	管理マダケ林	15.0	1258.3

*気象庁の過去20年間(1996～2015)のデータ(気象庁2015)を基に算出;西上秋間と人見は上里見観測所、菅塩と長手は桐生観測所、北橋は前橋地方気象台の気象データを使用

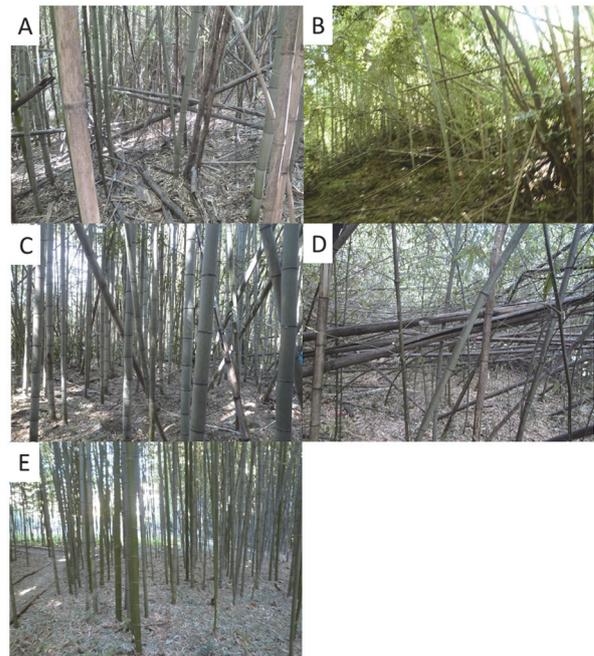


図-2 調査地の様子

安中市西上秋間 (A)、安中市松井田町人見 (B)、太田市菅塩町 (C)、太田市長手町 (D)、渋川市北橋町竹林公園 (E)。

A～Dは放置マダケ林、Eは管理マダケ林。

毎木調査

各調査地に 5 m×5 m のプロットを西上秋間は 3 箇所、その他の調査地は各 2 箇所、合計 11 箇所に設置した。各プロットの傾斜、方位等の概要は付表-3 に示した。稈高 1.3 m 以上のタケ類、木本植物を毎木調査の対象とした。タケ類は生存、枯死に関わらず種名と胸高稈直径（以下 DBH）、生存竹は加えて稈年齢と稈高（自然高；付図-1）を計測した。稈年齢は新鮮な稈鞘があるものを 1 年生（新竹）、古い稈鞘があるものを 2 年生とし、1 年生と 2 年生以外のものを 3 年生以上とした（図-3）。木本植物は生存、枯死に関わらず種名と DBH、生存木は樹高も測定した。



図-3 マダケの稈年齢

データ解析

各マダケ林において立竹密度、全稈密度、枯竹率（全稈に対する枯竹の割合）、立竹の胸高断面積合計を計算した。なお、枯竹とは、枯死年に関わらず、調査時点で立ち枯れおよび幹折れなどで枯死しているが幹と根がつながっているものとした。また、各プロット内の立竹の DBH の分布状況を調査するため、立竹の DBH の変動係数（標準偏差 / 平均値）を算出した。変動係数が小さいほど稈径のばらつきが小さいことを示す。

毎木調査の結果を、林分の平均 DBH と本数密度の関係を示した以下の内村（1973）のマダケ林の管

理曲線上に位置づけ、この曲線上の値との偏差を調べ、調査竹林の管理状況を評価した。

$$\log_{10} \rho_{35} = 4.5481 - 1.9705 \log_{10} DBH$$

ここで、 ρ_{35} は、最大本数密度曲線の 35% で管理した際の密度であり、枯竹や倒れが生じにくくなる理想のマダケの密度である（内村 1973）。DBH は当該林分の立竹稈の平均 DBH である。

結果

竹林の分布図

1980 年代初期の群馬県における竹林面積は 76.1 ha で、各竹林面積は平均 0.96 ha（最小 0.23 ha～最大 4.28 ha）であった。植生図から抽出した現在の竹林面積は 614.7 ha で、各竹林面積は平均 0.91 ha（最小 0.03 ha～最大 7.95 ha）であり、オルソフォトから判読したものは 273.8 ha で、各竹林面積は平均 0.20 ha（最小 0.01 ha～最大 3.23 ha）であり、現在の竹林面積は合計 888.6 ha であった（図-4）。1980 年代初期は安中市、高崎市、藤岡市の一部に存在するだけであったが、現在では群馬県の南部を中心に広い地域に分布していた。市町村別竹林面積の結果を表-2 に示した。竹林の拡大面積が最も大きい市町村は安中市で、1980 年代初期は 14.5 ha であったが、現在は 168.0 ha で、153.5 ha 増加していた。現在最も竹林面積が大きい市町村は高崎市で 175.2 ha であった。各市町村の面積に占める割合では甘楽町が最も高く、約 1.8% を竹林が占めていた。竹林の平均拡大率は 1.3%/年（最小 -2.1%～最大 5.9%）と増加がみられた。

現在竹林に変わった土地被覆は合計 873.3 ha であった。過去の土地利用の内訳はスギ・ヒノキ植林が 24.2%、畑地雑草群落が 22.7%、クヌギ・コナラ群集が 15.7% であった（図-5）。

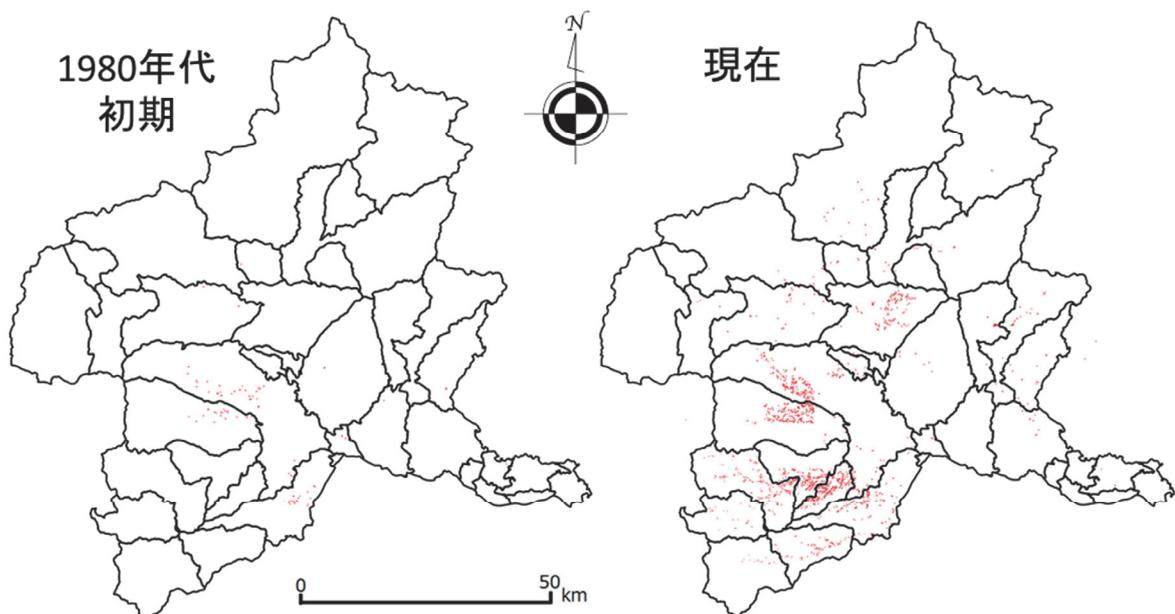


図-4 群馬県における 1980 年代初期と現在の竹林の分布（赤部分）

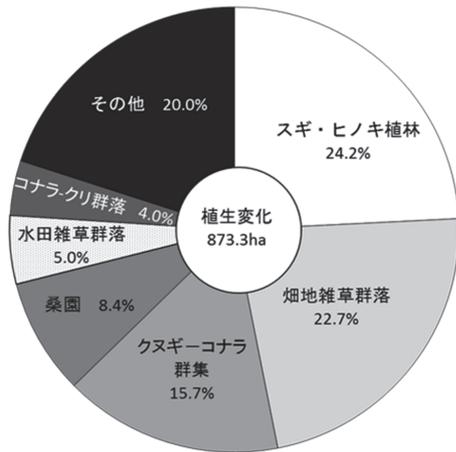


図-5 群馬県における現在の竹林の1980年代初期の土地被覆の内訳

表-2 市町村別の竹林拡大面積

市町村	竹林面積(ha)		拡大面積(ha)	現在の竹林面積割合 (%)
	1980年代初期	現在		
安中市	14.5	168.0	153.5	0.608
高崎市	25.8	175.2	149.4	0.381
甘楽町	0.0	105.1	105.1	1.793
渋川市	0.0	84.1	84.1	0.350
富岡市	0.0	70.8	70.8	0.576
藤岡市	22.6	72.9	50.3	0.404
下仁田町	0.0	38.5	38.5	0.205
東吾妻町	1.1	36.7	35.6	0.145
桐生市	4.3	28.9	24.7	0.105
みどり市	0.0	21.2	21.2	0.102
神流町	0.0	13.7	13.7	0.119
みなかみ町	0.0	12.4	12.4	0.016
中之条町	0.0	10.9	10.9	0.025
沼田市	0.0	8.6	8.6	0.019
榛東村	0.0	6.5	6.5	0.231
太田市	0.0	5.8	5.8	0.033
玉村町	3.3	8.5	5.1	0.328
高山村	1.1	5.9	4.9	0.092
前橋市	1.1	5.3	4.2	0.017
昭和村	0.0	2.9	2.9	0.045
片品村	0.0	2.7	2.7	0.007
吉岡町	0.0	1.3	1.3	0.064
長野原町	0.0	1.1	1.1	0.008
上野村	0.0	1.0	1.0	0.005
館林市	0.0	0.7	0.7	0.012
板倉町	0.0	0.0	0.0	0.000
大泉町	0.0	0.0	0.0	0.000
川場村	0.0	0.0	0.0	0.000
草津町	0.0	0.0	0.0	0.000
千代田町	0.0	0.0	0.0	0.000
嬭恋村	0.0	0.0	0.0	0.000
南牧村	0.0	0.0	0.0	0.000
明和町	0.0	0.0	0.0	0.000
伊勢崎市	1.2	0.0	-1.2	0.000
邑楽町	1.2	0.0	-1.2	0.000
全体	76.1	888.6	812.4	0.140

マダケ林の林分構造

各調査マダケ林の立竹密度、全稈密度、枯竹率、立竹平均幹径および稈年齢割合を表-3に示した。全プロットがマダケ林で単一種からなっていた。放置マダケ林の立竹密度、全稈密度、枯竹率およびDBHの平均値は、それぞれ17,467本/ha、28,622本/ha、37.3%、5.4cmであり、管理マダケ林では17,600本/ha、17,800本/ha、1.1%、5.8cmであった。立竹に占める新竹の割合は放置マダケ林で平均6.7%、管理マダケ林で13.5%であった(表-3)。

各調査地の胸高直径階分布を図-6に示した。西上秋間(A1~A3)では枯竹が多く、立竹は全直径階に偏りなく分布していた。人見(B1~B2)では径の太いたけが存在しているが、その多くが枯死していた。菅塩(C1~C2)では径の小さいたけが多く、本数も多かった。長手(D1~D2)では新竹は無いが、枯竹が少なく、一山型分布をしていた。北橋(E1~E2)では径の細いたけは存在せず、3~8cmの間に集中して分布していた。放置マダケ林の立竹DBHの変動係数は0.19~0.74(平均0.52)、管理マダケ林では平均0.26であった(表-3)。放置マダケ林でも長手では変動係数が小さく、胸高直径階分布が管理マダケ林と類似していた。

本調査地は管理密度35%の本数からの偏差の値は、放置マダケ林では、西上秋間の149本/ha~菅塩の-104,565本/haと大きくばらついた。北橋の管理マダケ林では、3,341~9,104本/haであった(表-3)。

考察

群馬県の竹林の分布と面積変化

現在と1980年代初期の竹林面積(表-2)を比較すると、総面積は約12倍に増加していた。新たに出現した竹林は2,048箇所あり、1980年代初期の竹林数79箇所の約26倍となった。安中市、渋川市および太田市のすべての竹林がマダケであったことから、群馬県の竹林の多くはマダケ林と考えられる。マダケ林はモウソウチク林に比べ、林分内で樹木と混交した状態を長期間維持でき、拡大方向や速度が不規則であるとされている(鳥居ら2005)。よって、群馬県における竹林の出現数の急増は鳥居ら(2005)でも指摘されているように、1980年代初期の植生図では確認できない小規模のマダケが拡大し、林冠層を優占したためと考えられる。

染矢ら(2010)が全国の3次メッシュ内の大型のマダケ属の有無と、環境要因(暖かさの指数、年間降水量、最深積雪量、表層地質、斜面傾斜角、森林率、農地率、宅地率)から一般化線形モデルによって推定した竹林分布確率と比較すると、群馬県における現在の竹林位置は、竹林分布確率の高い場所と一致しており、今後も分布確率の高い場所で竹林の拡大が進行していくと考えられる。一方で、邑楽町や吉岡町などは分布確率が高いにもかかわらず、竹林面積は少なかった。オルソフォトで判読した竹林の平均面積は0.20haであることから、群馬県では1ha未満の竹林が多いと考えられ、植生図には記載されなかった可能性がある。また、植生図では実際

表-3 調査したマダケ林の毎木調査の結果

調査地	プロット	立竹密度 (本/ha)	全稈密度 (本/ha)	枯竹率 (%)	立竹平均 DBH(cm)	立竹DBH 変動係数	BA (m ² /ha)	稈年齢割合 (%)			35%管理密度 からの偏差 (本/ha)
								新竹	2年生	3年生 以上	
放置マダケ林											
西上秋間	A1	14,400	23,200	37.9	5.1	0.56	38.6	2.8	11.1	86.1	149
	A2	11,600	35,200	67.0	5.3	0.59	34.6	13.8	6.9	79.3	-1,610
	A3	18,800	29,600	36.5	5.8	0.51	61.7	0.0	0.0	100.0	7,740
人見	B1	16,800	27,200	38.2	6.0	0.74	72.6	14.3	11.9	73.8	6,454
	B2	17,600	30,400	42.1	6.4	0.39	66.1	9.1	11.4	79.5	8,490
菅塩	C1	19,600	34,000	42.4	1.7	0.67	6.7	8.2	30.6	61.2	-104,565
	C2	24,400	34,800	29.9	3.0	0.66	24.0	11.5	13.1	75.4	-16,145
長手	D1	16,000	22,800	29.8	6.4	0.34	56.7	0.0	2.5	97.5	6,890
	D2	18,000	20,400	11.8	8.6	0.19	108.5	0.0	0.0	100.0	12,911
平均値		17,467	28,622	37.3	5.4	0.52	52.2	6.7	9.8	83.5	
(標準偏差)		(5,815)	(5,561)	(14.6)	(2.0)	(0.18)	(30.1)	(6.1)	(9.4)	(13.5)	
管理マダケ林											
北橋	E1	18,400	18,800	2.1	6.3	0.24	61.2	17.4	15.2	67.4	9,104
	E2	16,800	16,800	0.0	5.3	0.28	39.2	9.5	16.7	73.8	3,341
平均値		17,600	17,800	1.1	5.8	0.26	50.2	13.5	15.9	70.6	
(標準偏差)		(1,131)	(1,414)	(1.5)	(0.7)	(0.03)	(15.6)	(5.6)	(1.0)	(4.5)	

DBH, 胸高稈直径; BA, 胸高断面積合計。35%管理密度は内村(1973)の管理密度曲線より求めた。

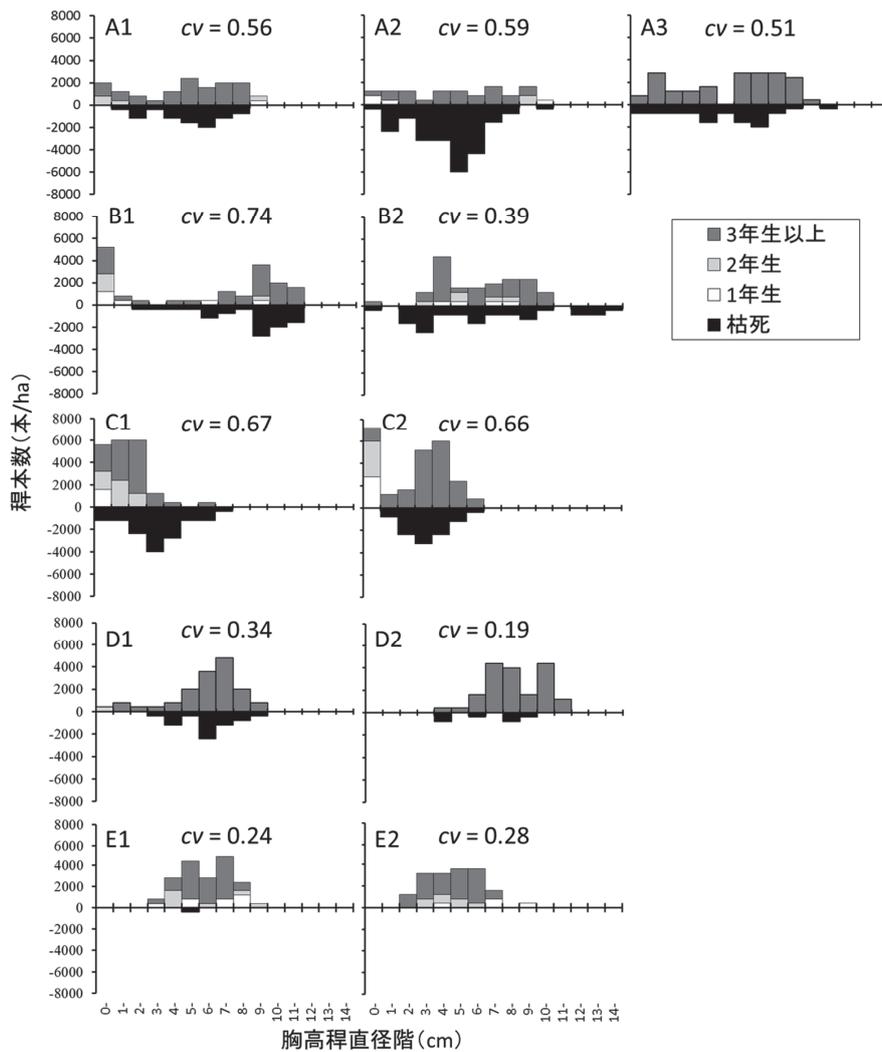


図-6 調査したマダケ林の胸高稈直径階分布と立竹胸高稈直径の変動係数 (cv)
安中市西上秋間 (A)、安中市松井田町人見 (B)、太田市菅塩町 (C)、太田市長手町 (D)、
渋川市北橋町竹林公園 (E)。A~Dは放置マダケ林、Eは管理マダケ林。

には微小な竹林が分布しているにもかかわらず、その記載漏れ等があることが指摘されている（染矢ら 2010）。したがって、現在の竹林をより詳細に知るためには使用データを群馬県全域のオルソフォトに統一して判読を行うとともに、目視判読は高い分類精度をもつが、経験にもとづく技術力が必要であるため（鈴木 2013）、自動分類と組み合わせた方法も検討する必要がある。一方で、日本の竹林のほとんどが人為的植栽に由来することを考えると、植栽されていない場所では、環境要因の条件が満たされていない場合でも必ずしも分布するとは限らないことも考えられる。このことも分布確率と実際の分布の不一致をもたらしている要因の一つと考えられる。

竹林の拡大率は、群馬県全体で平均 1.3%/年であり、群馬県において竹林が拡大していることが明らかになった。ただ、篠原ら（2014）の値を用いて本研究の式で計算した全国 31 地域におけるモウソウチク林の拡大率の平均は 3%/年（最小 -4%～最大 11%）であり、本調査地はこれに比べて小さかった。これは植生図や空中写真判読のみでは、マダケのように林冠下で生存しているものは判読できないため、過少評価されたためと考えられる。また、モウソウチクとマダケの種の違いを反映している可能性もある。

竹林化する前の土地被覆は植林地や畑、落葉広葉樹林であり、近年管理不足や放棄地として問題となっているものが多かった（図-5）。モウソウチク林では、落葉広葉樹や畑、針葉樹林への侵入が多く報告されており（西川ら 2005；鈴木 2008；鈴木 2010）、群馬県の竹林においても同様の結果だった。群馬県の特徴としては、桑園への侵入率も高い。大森（2014）は、安中市において、養蚕業の衰退とともに桑園も管理放棄され、竹材用として小規模にあったマダケがより群落高の低い桑園に侵入し、落葉広葉樹と競合、排除して一気に広がったことを指摘しており、群馬県全体でも同様の傾向が考えられる。

マダケ林の林分構造と荒廃の指標化

群馬県内で調査した放置マダケ林の平均立竹密度は $17,467 \pm 5,815$ 本/ha で、後藤ら（2008）の岐阜県の放置マダケ林の平均立竹密度 $18,419 \pm 9,057$ 本/ha と同程度であった。また、北橋の管理マダケ林の平均立竹密度 $17,600/\text{ha} \pm 1,131$ 本/ha と違いはなかった。また、内村（1973）の 35% の管理曲線上と比較しても、管理マダケ林が 35% の管理曲線上に近いということではなく（表-3）、立竹密度は管理の有無とは対応していなかった。一方、平均枯竹率は、群馬県の放置マダケ林では 37.3%、管理マダケ林では 1.1% と著しい違いがみられた。また、枯竹率と関係して全稈密度は放置マダケ林では $28,622$ 本/ha、管理マダケ林では $17,800$ 本/ha と大きな違いがみられた。この放置マダケ林の値は、後藤ら（2008）の岐阜県の放置マダケ林の枯竹率（平均 14.9%）から計算した平均全稈密度 $15,772$ 本/ha よりも著しく大きく、群馬県の放置マダケ林は枯竹が多く混入して荒廃していることを示している。後藤ら（2008）は、マダケ林の林分構造はモウソウチク林に比べ林分によって違

いがかなり大きい、マダケ林の荒廃の指標として、枯竹率が 30% 以上を挙げている。本研究の結果にこれを加味すると、マダケ林の荒廃が進んでいることを目安として、全稈密度が 2 万本/ha を超え、かつ枯竹率が 30% 以上が指標値になると考えられる。

このような全稈密度が極めて高い本調査地の放置マダケ林では、新竹割合（立竹に対する新竹の割合）は平均 6.7% であり、京都の放置マダケ林の 5～10%（上田・沼田 1961；渡辺・井上 1990）と同程度であった。しかし、この値は本調査地の北橋の管理マダケ林の 13.5% や京都の管理マダケ林の新竹割合の 12%（非番年）～18%（出番年）（上田 1963）より低かった。このように、放置マダケ林において新竹割合が低くなる理由としていくつかの可能性が考えられる。一つは全稈密度が高くなり空間的制約から新竹の発生が抑制される可能性である。二つ目は、イノシシによる捕食などで、新竹割合が低くなった可能性である。三つ目は、放置マダケ林では枯竹が多く全稈密度が高いため、結果的に新竹割合が低くなる可能性である。四つ目は、管理マダケ林では、枯竹だけでなく、生きた稈（高齢になった稈）も伐採するため、結果的に新竹割合が高くなる可能性である。特に一つ目の可能性については、空間分布構造を考慮した解析・検討が必要となる。

本調査によって得られた立竹 DBH の変動係数は、放置マダケ林では、平均 0.52 と管理マダケ林の 0.26 に比べて大きく、稈径のばらつきが大きいことが示された。マダケの胸高直径階分布は、一斉枯死直後の数年間は L 字型を示すが、しだいに正規分布に移行し、さらに栽培管理されたマダケ林になると目標とする直径階に集中するようになる（渡辺 1987）。菅塩は L 字型に近い分布を示した。これは、聞き取り調査の結果、菅塩の調査地近辺では 2014 年の豪雪で雪害が発生したとのことから、雪害でマダケの倒竹が多く発生し、径の細いタケが発生したためと考えられる。一方、長手では放置マダケ林にもかかわらず、管理マダケ林と似た変動係数が 0.19～0.34 と小さい DBH 分布を示した。太田市ではイノシシがタケノコを採食していることが報告されている（姉崎ら 2011）。また、長手に設置したプロットの周辺にはイノシシの掘り起しの跡があったこと、1、2 年生のタケがほとんどないことから、鳥取県（鳥取県農林水産部 2008）、千葉県（岩澤 2011）、和歌山県（法眼ら 2010）で報告されているようにイノシシにタケノコが食べられたためと考えられる。このように、放置マダケ林における高い立竹 DBH の変動係数は、マダケ林の荒廃の指標の一つとなると考えられ、この際、変動係数 0.5 が一つの目安となると考えられる。

以上から、マダケ林の荒廃の進行は、全稈密度が 2 万本/ha 以上、かつ枯竹率が 30% 以上を指標値とすることで評価できる。この指標は本数を数えればよいのでより実用的である。さらに、この指標に、立竹の DBH の測定が可能ならば、立竹 DBH の変動係数 0.5 以上を 3 つ目の指標として加えることで、より荒廃が進んでいる竹林と判断できる。

群馬県では2014年から、ぐんま緑の県民税を利用し、放置竹林の皆伐等が行われている。開始から2年間で80箇所以上の竹林を整備しており、今後も多くの竹林が皆伐されると予想される。その際、上述のように、全稈密度2万本以上かつ枯竹率30%以上（可能な場合は立竹DBHの変動係数0.5以上）を指標とした荒廃程度を基に、優先度の高い竹林から伐採を行うことで、荒廃した竹林の除去が可能と考えられる。

一方で、放置マダケ林でも、西上秋間や人見では、枯竹率は高いものの、立竹密度という点では、内村（1973）の管理曲線上の偏差では、北橋の管理マダケ林と違いのないマダケ林もみられた。これらのマダケ林は、枯竹を伐採・除去するだけ、あるいは多少の立竹の伐採を加えることで、比較的容易に竹材生産が可能な稈密度に誘導できることが期待される。大正2年に上梓された坪井（1913）には、明治36年に碓井郡細野村と同郡秋間村より、第5回国内勸業博覧会に出品されたマダケが、良質であることが評価され、竹として二等賞となったが、県下各地にマダケ林が多いにもかかわらず、未だ十分な管理が行き届いておらず、残念であることが記されている。群馬県の地域景観を代表する森林としてのマダケ林の整備も推進すべきである。

謝辞

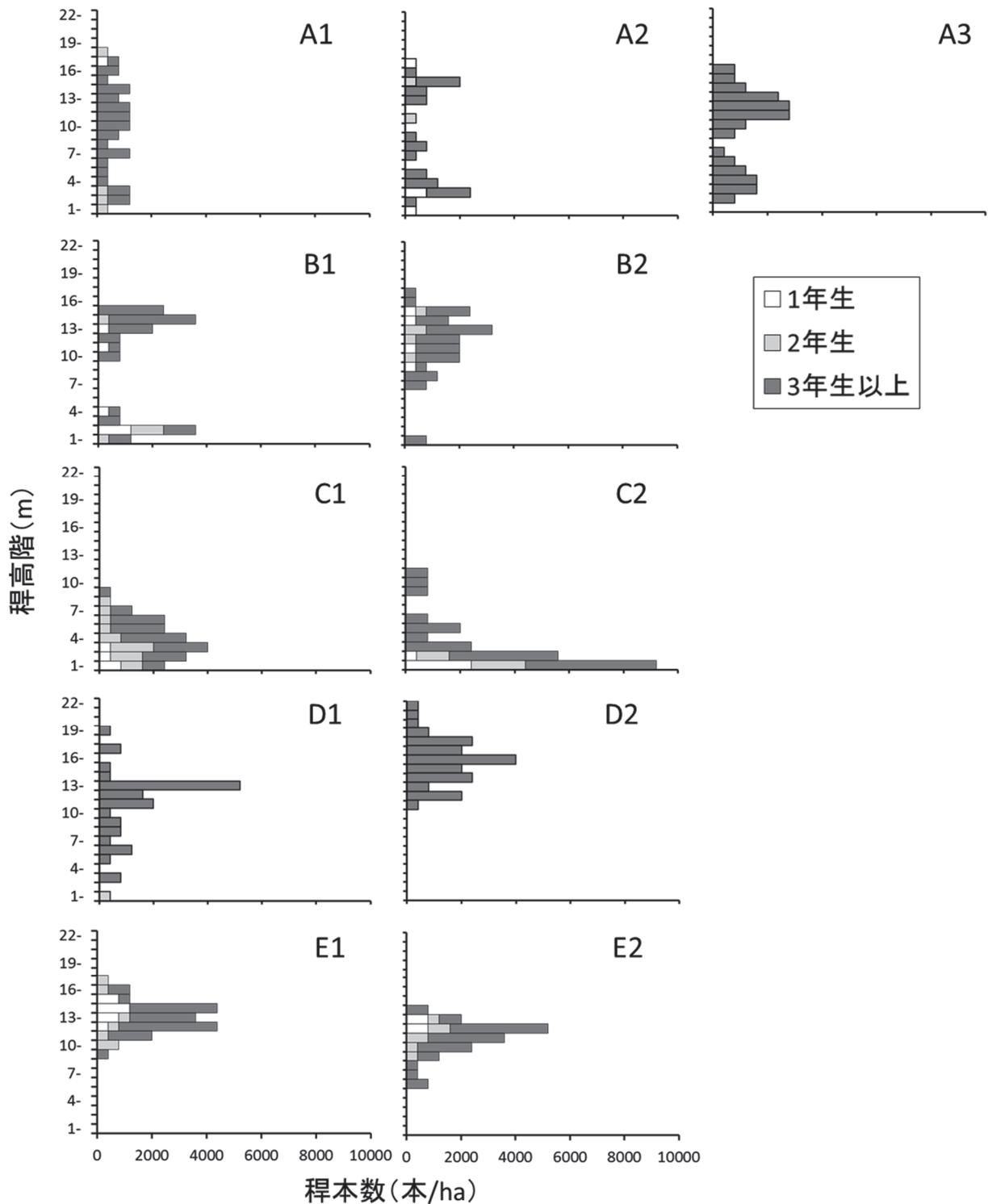
本研究を行うにあたり、安中市役所産業部林政課の佐藤康弘氏、太田市役所農政部農業政策課の鈴木宏和氏、長谷川和広氏、桑子尚氏、渋川市役所農政部農林課の茂木昭利氏、たちばな竹の里フェスティバル実行委員会塩谷博氏には調査許可だけでなく、昔の調査地の様子や、市が行っている竹林対策等の貴重なお話を聞かせていただいた。また、群馬県環境森林部林政課の真木翔平氏にはオルソフォトの交付に際して懇切なご対応をいただいた。2名の査読者の方より、たいへん有益なコメントをいただいた。現地調査において、森林生態学・育林学研究室の皆様には多くのご協力をいただいた。この場を借りて心よりお礼申し上げます。

引用文献

阿久津瞳・逢沢峰昭・松英恵吾・大久保達弘（2012）栃木県那須烏山市におけるモウソウチク林の分布と周辺群落への侵入。宇大演報 48：139-152。
 姉崎智子・高山広規・坂庭浩之・石田忠義（2011）群馬県太田市八王子丘陵において捕獲されたメスのイノシシの胃・腸内容物と利用生息環境。群馬県自然史博物館研究報告 15：137-145。
 後藤誠二郎・巳 嘎那・河合洋人・張 福平・渡辺 修ほか（2008）アロメトリー式から求めた地上部現存量と林分構成による放棄竹林の構造解析。システム農学 24：223-232。
 群馬県（2015）平成27年ぐんま緑の県民基金市町村提案型事業個所（採択箇所）について（<http://www.pref.gunma.jp/04/e3000148.html>）。（2016.9.19 アクセス）

橋本佳延（2014）タケに関する生物多様性の問題 [1] - タケの生態と利用 -。農業および園芸 89：653-664。
 日浦啓全・有川 崇・ドゥラドゥルガバハドゥール（2004）都市周辺山麓部の放置竹林の拡大にともなう土砂災害危険性。日本地すべり学会誌 41：323-334。
 法眼利幸・山元浩之・井沼 崇・貴志 学・森口幸宜（2010）平成22年度和歌山県農林水産総合技術センター研究成果情報（http://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/070109/seika/h22/H22seikajoho_08.pdf）。（2016.9.19 アクセス）
 Isagi Y, Kawahara T, Kamo K (1993) Biomass and net production on a bamboo *Phyllostachys bambusoides* stand. Ecol Res 8: 123-133。
 石賀裕明・道前香緒里・小寺洋導・拝藤幸太（2001）竹林侵入による土壌組成の変化と環境問題。島根大学地球資源環境学研究報告 20：83-86。
 岩澤勝巳（2011）イノシシからタケノコを守る - 簡易電気柵と竹防護柵の設置方法 -。千葉県。環境省生物多様性センター（2015）第2～3回自然環境保全基礎調査植生調査（<http://www.biodic.go.jp/trialSystem/shpddl.html>）。
 環境省生物多様性センター（2015）第6～7回自然環境保全基礎調査植生調査（<http://gis.biodic.go.jp/webgis/>）。
 気象庁（2015）<http://www.data.jma.go.jp>。（2016.9.19 アクセス）
 国土交通省（2015）国土数値情報平成27年行政区域データ（<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N03.html>）（2016.9.19 アクセス）
 西川僚子・村上拓彦・吉田茂二郎・光田 靖・長島啓子ほか（2005）隣接する土地被覆別にみた竹林分布変化の特徴。日林誌 87：402-409。
 沼田 真（1955）竹林の群落構造と遷移 - 竹林の生態学的研究 第1報 -。千葉大学文理学部紀要 1：221-231。
 沼田 真（1962）竹林の生態学。日生態誌 12：32-40。
 大森威宏（2014）群馬県南西部・安中市大谷地区の竹林の拡大過程について。群馬県立自然史博物館研究報告 18：151-156。
 QGIS Development Team (2015) QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project (<http://www.qgis.org/>). (2016.9.19 アクセス)
 林野庁（2016）平成27年度森林・林業白書。
 齋藤勝蔵（1910）苦竹淡竹孟宗竹栽培法。京都府山林會，京都。
 島田博匡・谷 秀司（2005）三重県の里山における主要群落の林分構造と種組成。三重県科学技術振興センター林業研究部研究報告 17：19-44。
 篠原慶規・久米朋宣・市橋隆自・小松 光・大槻恭一（2014）モウソウチク林の拡大が林地の公益的機能に与える影響 - 総合的理解に向けて -。日林誌 96：351-361。

- 静岡県環境森林部森林総室（2004）竹林整備読本。静岡県環境森林部森林総室自然ふれあい室。
- 染矢 貴・竹村紫苑・宮本 駿・鎌田磨人（2010）自然環境情報 GIS と国土数値情報を用いた日本全域の竹林分布と環境要因の推定。景観生態学 15：41-54。
- 鈴木 圭（2013）第7章リモートセンシングを用いた森林面積の把握手法。 https://www.ffpri.affrc.go.jp/redd-rcd/ja/reference/03/201311_basic_chap07.pdf（2016.9.19 アクセス）
- 鈴木重雄（2008）タケノコ生産地域における竹林の分布拡大過程－千葉県大多喜町の事例－。植生誌 25：13-23。
- 鈴木重雄（2010）竹林の分布拡大過程における土地利用履歴の影響－広島県竹原市小吹集落の事例－。地理学評論 Series A 83：524-534。
- 高崎正義（1966）空中写真の見方と使い方－空中写真判読－。全日本建設技術協会。
- 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。
- 鳥居厚志（1998）空中写真を用いた竹林の分布拡大速度の推定－滋賀県八幡山および京都府男山における事例－。日生態誌 48：37-47。
- 鳥居厚志・奥田史郎・酒井 敦（2005）竹林の分布拡大パターン－モウソウチクとマダケの比較－。第52回日本生態学会講演要旨集：237。
- 鳥居厚志・奥田史郎（2010）タケは里山の厄介者か？。森林科学 58：2-5。
- 鳥取県農林水産部鳥獣対策センター（2008）竹林の伐採処理技術。 http://www.pref.tottori.lg.jp/secure/258826/chikurin_bassai.pdf（2016.9.19 アクセス）
- 坪井伊助（1913）実験竹林造成法。岐阜県山林会。
- 上田弘一郎・斉藤達夫・上田晋之助（1959）竹林の肥培に関する研究（第1報）：三要素試験について。京大演報 28：13-36。
- 上田弘一郎・沼田 真（1961）原生竹林の更新とその生態学的研究。京大演報 33：27-54。
- 上田弘一郎（1963）有用竹と筍－栽培の新技术－。博友社。
- 内村悦三（1973）マダケ林の本数管理と生産力について。富士竹類植物園報告 18：16-29。
- 渡辺政俊（1987）生態的立場からみた竹林施業に関する基礎的研究：特別研究報告。日本の竹を守る会特別研究報告。
- 渡辺政俊・井上雅晴（1990）放任マダケ細竹林の構造。富士竹類植物園報告 34：11-19。



付図-1 調査したマダケ林の釋高階分布
 安中市西上秋間 (A)、安中市松井田町人見 (B)、太田市菅塩町 (C)、太田市長手町 (D)、渋川市北橘町竹林公園 (E)。
 A～Dは放棄マダケ林、Eは管理マダケ林。

付表-1 植生図使用データ

第6～7回植生調査			第2～3回植生調査		
植生図名	作成年	備考	植生図名	作成年	
松井田	2000(2007一部修正)		軽井沢	1979	
富岡	2000(2007一部修正)		富岡	1979	
軽井沢	2013		榛名山	1984	
三ノ倉	2013		御代田	1970	
下室田	2000(2007,2011一部修正)				
本庄	2000(2007部分修正)		桐生及び足利	1983	
深谷	2001(2007部分修正)		高崎	1983	
伊勢崎	2000(2007部分修正)		深谷	1983	
上野境	2001(2007部分修正)		前橋	1983	
大胡	2001(2007部分修正)				
桐生	2001(2007部分修正)				
館林	2001(2007部分修正)				
古河	2001(2007部分修正)		古河	1983	
佐野	2001(2007部分修正)				
下野藤岡	2001(2007部分修正)				
			金峰山	1979	
			十国峠	1979	
			万場	1979	
妻沼	2001(2007部分修正)				
館林	2001(2007部分修正)		富岡	1979	1979
足利南部	2001(2007部分修正)		万場		
佐野	2001(2007部分修正)				
妻沼	2001(2007部分修正)				
足利南部	2001(2007部分修正)		深谷	1983	
深谷	2001(2007部分修正)				
妻沼	2001(2007部分修正)				
桐生	2001(2007部分修正)		桐生及び足利	1983	
足利北部	2001(2007部分修正)		深谷	1983	
上野境	2001(2007部分修正)				
足利南部	2001(2007部分修正)				
追貝	2011				
皇海山	2011	補助画像EARTH CLIP(SPOT5 2002.10.2)			
鎌田	2011				
丸沼	2011				
男体山	2010(2011部分修正)	補助画像環境省植生図1:50,000			
至仏山	2009(2007,2011部分修正)	補助画像環境省植生図1:50,000	追貝	1979	
三平峠	2009(2007,2011部分修正)	補助画像環境省植生図1:50,000	男体山	1979	
		補助画像アクリーグ(株)カラーの白黒焼き、日光11号、縮尺15,000、環境省1:50,000植生図	燧ヶ岳	1979	
川俣温泉	2009(2007,2011部分修正)		藤原	1970	
尾瀬ヶ原	2009(2007,2011部分修正)	補助画像環境省植生図1:50,000			
		補助画像環境省植生図1:50,000、植生図備考：平成19年度「第7回調査(生物多様性調査)福島県会津駒ヶ岳地区及び田代山帝釈山地区生物多様性調査」における植生図を調整			
燧ヶ岳	2009(2007部分修正)				
追貝	2011				
沼田	2011		追貝	1979	
後閑	2011		沼田	1984	
藤原湖	2011				
鎌田	2011				
			万場	1979	
富岡	2000(2007一部修正)		富岡	1979	
大胡	2001(2007部分修正)				
桐生	2001(2007部分修正)				
足利北部	2001(2007部分修正)				
鼻毛石	2001(2007,2011部分修正)		足尾	1979	
大間々	2001(2007,2011部分改正)		桐生及び足利	1983	
番場	2001(2007,2011部分修正)		沼田	1984	
赤城山	2011		前橋	1983	
上野花輪	2011				
沢入	2011	補助画像アクリーグ2004			
高平	2011				
上野花輪	2011				
袈裟丸山	2011				
大前	2013				
上野草津	2013		草津	1979	
子雨	2013				
伊香保	2011				
金井	2011		中之条	1984	
上野中山	2011		沼田	1984	
渋川	2001(2007,2011部分修正)		榛名山	1984	
鯉沢	2011		前橋	1983	
赤城山	2011				
沼田	2011				
松井田	2000(2007一部修正)		富岡	1979	
			万場	1979	
			御代田	1979	

付表-1 植生図使用データ (続き)

市町村名	2次メッシュ No.	第6~7回植生調査			第2~3回植生調査		
		植生図名	作成年	備考	植生図名	作成年	
昭和村	543960	鯉沢	2011				
	543961	赤城山	2011				
	543970	沼田	2011		沼田	1984	
	543971	高平	2011				
榛東村	543847	下室田	2000(2007,2011一部修正)				
	543857	伊香保	2011		榛名山	1984	
	543940	前橋	2001(2007部分修正)		前橋	1983	
	543950	渋川	2001(2007,2011部分修正)				
高崎市	543837	富岡	2000(2007一部修正)				
	543845	軽井沢	2013				
	543846	三ノ倉	2013				
	543847	下室田	2000(2007,2011一部修正)				
	543855	浅間隠山	2013		軽井沢	1979	
	543856	榛名湖	2013		高崎	1983	
	543857	伊香保	2011		富岡	1979	
	543920	藤岡	2000(2007部分修正)		榛名山	1984	
	543930	高崎	2000(2007部分修正)		前橋	1983	
	543931	伊勢崎	2000(2007部分修正)				
	543940	前橋	2001(2007部分修正)				
高山村	543867	金井	2011		中之条	1984	
	543877	上野中山	2011		沼田	1984	
館林市	543923	妻沼	2001(2007部分修正)				
	543924	館林	2001(2007部分修正)				
	543925	古河	2001(2007部分修正)		古河	1983	
	543933	足利南部	2001(2007部分修正)		深谷	1983	
	543934	佐野	2001(2007部分修正)				
	543935	下野藤岡	2001(2007部分修正)				
玉村町	543930	高崎	2000(2007部分修正)		高崎	1983	
	543931	伊勢崎	2000(2007部分修正)				
千代田町	543923	妻沼	2001(2007部分修正)		深谷	1983	
嬭恋村	543843	車坂峠	2013				
	543844	浅間山	2013				
	543853	嬭恋田代	2013		上田	1979	
	543854	北軽井沢	2013		軽井沢	1979	
	543863	四阿山	2013		草津	1979	
	543864	大前	2013		須坂	1979	
	543873	御飯岳	2013				
	543874	上野草津	2013				
	543836	松井田	2000(2007一部修正)		富岡	1979	
富岡市	543837	富岡	2000(2007一部修正)		御代田	1979	
	543864	大前	2013				
中之条町	543865	長野原	2013				
	543866	群馬原町	2013				
	543867	金井	2011				
	543874	上野草津	2013				
	543875	子雨	2013		岩菅山	1979	
	543876	中之条	2013		草津	1979	
	543877	上野中山	2011		四方	1979	
	553804	岩菅山	2013		中之条	1984	
	553805	野反湖	2013				
	553806	四方	2013				
	553815	佐武流山	2013				
	553816	三国峠	2013				
	長野原町	543845	軽井沢	2013			
		543854	北軽井沢	2013		軽井沢	1979
		543855	浅間隠山	2013		草津	1979
		543864	大前	2013			
543865		長野原	2013				
南牧村					十国峠	1979	
					富岡	1979	
					万場	1979	
					御代田	1979	
沼田市	543877	上野中山	2011				
	543901	追貝	2011				
	543960	鯉沢	2011				
	543961	赤城山	2011				
	543970	沼田	2011		足尾	1979	
	543971	高平	2011		追貝	1979	
	553900	後閑	2011		中之条	1984	
	553902	皇海山	2011	補助画像EARTH CLIP(SPOT5 2002.10.2)	男体山	1979	
	553910	藤原湖	2011		沼田	1984	
	553912	丸沼	2011				
	553972	袈裟丸山	2011				

付表-1 植生図使用データ (続き)

市町村名	2次メッシュ No.	第6～7回植生調査			第2～3回植生調査	
		植生図名	作成年	備考	植生図名	作成年
東吾妻町	543855	浅間隠山	2013			
	543856	榛名湖	2013			
	543857	伊香保	2011		軽井沢	1979
	543865	長野原	2013		草津	1979
	543866	群馬原町	2013		中之条	1984
	543867	金井	2011		榛名山	1984
	543875	子雨	2013			
藤岡市	543876	中之条	2013			
	543910	鬼石	2011		高崎	1983
	543920	藤岡	2000(2007部分修正)		富岡	1979
前橋市	543930	高崎	2000(2007部分修正)		万場	1979
	543931	伊勢崎	2000(2007部分修正)		寄居	1983
	543940	前橋	2001(2007部分修正)			
	543941	大胡	2001(2007部分修正)		高崎	1983
	543950	渋川	2001(2007,2011部分修正)		前橋	1983
	543951	鼻毛石	2001(2007,2011部分修正)			
	543960	鯉沢	2011			
	543961	赤城山	2011			
みどり市	543942	桐生	2001(2007部分修正)			
	543951	鼻毛石	2001(2007,2011部分修正)			
	543952	大間々	2001(2007,2011部分修正)		足尾	1979
	543963	沢入	2011	補助画像アクリーグ2004	桐生及び足利	1983
	543973	足尾	2011	補助画像アクリーグ2004(主判読画像)	前橋	1983
	543962	上野花輪	2011			
	543972	袈裟丸山	2011			
みなかみ町	543876	中之条	2013			
	543877	上野中山	2011			
	543970	沼田	2011			
	553806	四万	2013			
	553807	猿ヶ京	2011	補助画像EARTH CLIP(SPOT5 2002.10.2,17)		
	553816	三国峠	2013		越後湯沢	1979
	553817	水上	2011	補助画像EARTH CLIP(SPOT5 2002.10.17)	追貝	1979
	553827	茂倉岳	2011	補助画像EARTH CLIP(SPOT5 2002.10.17)	四万	1979
	553837	巻機山	2011	補助画像EARTH CLIP(SPOT5 2002.10.17)	中之条	1984
	553900	後閑	2011		沼田	1984
	553910	藤原湖	2011		八海山	1979
	553911	鎌田	2011		藤原	1979
	553920	藤原	2011			
	553921	至仏山	2009(2007,2011部分修正)	補助画像環境省植生図1:50,000		
	553930	奥利根湖	2011	補助画像EARTH CLIP(SPOT5 2002.10.2)		
553931	尾瀬ヶ原	2009(2007,2011部分修正)	補助画像環境省植生図1:50,000			
553940	兔岳	2011				
明和町	543924	館林	2001(2007部分修正)			
	543923	妻沼	2001(2007部分修正)		古河	1983
吉岡町	543857	伊香保	2011			
	543940	前橋	2001(2007部分修正)		榛名山	1984
	543950	渋川	2001(2007,2011部分修正)		前橋	1983

第6～7回植生調査と第2～3回植生調査の植生図名は対応していない。

付表-2 オルソフォト使用データ

市町村名	安中市		上野村				神流町					
	写真No.	撮影年	写真No.	撮影年	写真No.	撮影年	写真No.	撮影年	写真No.	撮影年		
	09b731	2012	09JB463	2013	09JB741	2013	09JB943	2013	09JB452	2013	09JB674	2013
	09b732	2012	09JB531	2013	09JB742	2013	09JB944	2013	09JB454	2013	09JB681	2013
	09b733	2012	09JB532	2013	09JB743	2013	09JB951	2013	09JB461	2013	09JB682	2013
	09b734	2012	09JB533	2013	09JB744	2013	09JB952	2013	09JB463	2013	09JB683	2013
	09b741	2012	09JB534	2013	09JB751	2013	09JB953	2013	09JB464	2013	09JB684	2013
	09b742	2012	09JB541	2013	09JB752	2013	09KB041	2013	09JB472	2013	09JB691	2013
	09b743	2012	09JB542	2013	09JB753	2013	09KB042	2013	09JB473	2013	09JB692	2013
	09b744	2012	09JB543	2013	09JB754	2013			09JB474	2013	09JB694	2013
	09b751	2012	09JB544	2013	09JB761	2013			09JB481	2013	09JB771	2013
	09b752	2012	09JB551	2013	09JB762	2013			09JB482	2013	09JB772	2013
	09b753	2012	09JB552	2013	09JB763	2013			09JB483	2013	09JB773	2013
	09b754	2012	09JB553	2013	09JB764	2013			09JB484	2013	09JB774	2013
	09b831	2012	09JB554	2013	09JB771	2013			09JB491	2013	09JB871	2013
	09b832	2012	09JB561	2013	09JB773	2013			09JB492	2013	09JB871	2013
	09b833	2012	09JB563	2013	09JB822	2013			09JB493	2013	09JB872	2013
	09b834	2012	09JB622	2013	09JB824	2013			09JB494	2013	09JB871	2013
	09b841	2012	09JB624	2013	09JB831	2013			09JB561	2013	09JC403	2013
	09b842	2012	09JB631	2013	09JB832	2013			09JB562	2013	09JC501	2013
	09b843	2012	09JB632	2013	09JB833	2013			09JB563	2013	09JC503	2013
	09b844	2012	09JB633	2013	09JB834	2013			09JB564	2013	09JC601	2013
	09b851	2012	09JB634	2013	09JB841	2013			09JB571	2013		
	09b852	2012	09JB641	2013	09JB842	2013			09JB572	2013		
	09b853	2012	09JB642	2013	09JB843	2013			09JB573	2013		
	09b854	2012	09JB643	2013	09JB844	2013			09JB574	2013		
	09b932	2012	09JB644	2013	09JB851	2013			09JB581	2013		
	09b941	2012	09JB651	2013	09JB852	2013			09JB582	2013		
	09b942	2012	09JB652	2013	09JB853	2013			09JB583	2013		
	09b951	2012	09JB653	2013	09JB854	2013			09JB584	2013		
			09JB654	2013	09JB861	2013			09JB591	2013		
			09JB661	2013	09JB862	2013			09JB592	2013		
			09JB662	2013	09JB863	2013			09JB593	2013		
			09JB663	2013	09JB864	2013			09JB594	2013		
			09JB664	2013	09JB871	2013			09JB661	2013		
			09JB673	2013	09JB873	2013			09JB662	2013		
			09JB731	2013	09JB931	2013			09JB664	2013		
			09JB732	2013	09JB932	2013			09JB671	2013		
			09JB733	2013	09JB941	2013			09JB672	2013		
			09JB734	2013	09JB942	2013			09JB673	2013		
合計(枚)	28		83				58					

市町村名	甘楽町		下仁田町				富岡市		南牧村				藤岡市					
	写真No.	撮影年																
	09JB093	2013	09JB833	2013	09JB131	2013	09JB354	2013	09JB853	2013	09JB143	2013	09JB432	2013	09JB293	2013	09JC403	2013
	09JB094	2013	09JB834	2013	09JB132	2013	09JB361	2013	09JB854	2013	09JB144	2013	09JB433	2013	09JB294	2013	09JC404	2013
	09JB182	2013	09JB921	2013	09JB133	2013	09JB362	2013	09JB951	2013	09JB222	2013	09JB434	2013	09JB373	2013	09JC411	2013
	09JB184	2013	09JB922	2013	09JB134	2013	09JB363	2013	09JB952	2013	09JB224	2013	09JB441	2013	09JB374	2013	09JC413	2013
	09JB191	2013	09JB923	2013	09JB141	2013	09JB364	2013	09JB061	2013	09JB231	2013	09JB442	2013	09JB382	2013	09JC501	2013
	09JB192	2013	09JB924	2013	09JB142	2013	09JB371	2013	09JB062	2013	09JB232	2013	09JB443	2013	09JB383	2013	09JC502	2013
	09JB193	2013	09JB931	2013	09JB143	2013	09JB373	2013	09JB063	2013	09JB233	2013	09JB444	2013	09JB384	2013	09JC504	2013
	09JB194	2013	09JB932	2013	09JB144	2013	09JB452	2013	09JB064	2013	09JB234	2013	09JB451	2013	09JB391	2013	09JC511	2013
	09JB274	2013	09JB933	2013	09JB151	2013	09JB454	2013	09JB071	2013	09JB241	2013	09JB452	2013	09JB392	2013		
	09JB281	2013	09JB934	2013	09JB152	2013	09JB461	2013	09JB072	2013	09JB242	2013	09JB453	2013	09JB393	2013		
	09JB282	2013	09JB941	2013	09JB153	2013	09JB462	2013	09JB073	2013	09JB243	2013	09JB454	2013	09JB394	2013		
	09JB283	2013	09JB942	2013	09JB154	2013	09JB463	2013	09JB074	2013	09JB244	2013	09JB463	2013	09JB394	2013		
	09JB284	2013	09JB943	2013	09JB161	2013	09JB464	2013	09JB081	2013	09JB251	2013	09JB531	2013	09JB471	2013		
	09JB291	2013	09JB944	2013	09JB162	2013	09JB471	2013	09JB082	2013	09JB253	2013	09JB532	2013	09JB472	2013		
	09JB292	2013	09JB951	2013	09JB163	2013	09JB473	2013	09JB083	2013	09JB254	2013	09JB541	2013	09JB473	2013		
	09JB293	2013	09JB952	2013	09JB164	2013			09JB084	2013	09JB312	2013	09JB542	2013	09JB474	2013		
	09JB294	2013	09JB953	2013	09JB171	2013			09JB093	2013	09JB314	2013	09JB551	2013	09JB481	2013		
	09JB371	2013	09JB954	2013	09JB172	2013			09JB161	2013	09JB321	2013	09JB552	2013	09JB482	2013		
	09JB372	2013	09JB021	2013	09JB173	2013			09JB162	2013	09JB322	2013	09JB561	2013	09JB483	2013		
	09JB373	2013	09JB022	2013	09JB174	2013			09JB171	2013	09JB323	2013			09JB484	2013		
	09JB374	2013	09JB023	2013	09JB231	2013			09JB172	2013	09JB324	2013			09JB491	2013		
	09JB381	2013	09JB024	2013	09JB232	2013			09JB173	2013	09JB331	2013			09JB492	2013		
	09JB382	2013	09JB031	2013	09JB241	2013			09JB174	2013	09JB332	2013			09JC104	2013		
	09JB383	2013	09JB032	2013	09JB242	2013			09JB181	2013	09JB333	2013			09JC113	2013		
	09JB384	2013	09JB033	2013	09JB243	2013			09JB182	2013	09JB334	2013			09JC201	2013		
	09JB391	2013	09JB034	2013	09JB251	2013			09JB183	2013	09JB341	2013			09JC202	2013		
	09JB471	2013	09JB041	2013	09JB252	2013			09JB184	2013	09JB342	2013			09JC203	2013		
	09JC003	2013	09JB042	2013	09JB253	2013			09JB191	2013	09JB343	2013			09JC204	2013		
	09JC101	2013	09JB043	2013	09JB254	2013			09JB193	2013	09JB344	2013			09JC211	2013		
	09JC103	2013	09JB044	2013	09JB261	2013			09JB271	2013	09JB351	2013			09JC213	2013		
	09JC104	2013	09JB051	2013	09JB262	2013			09JB272	2013	09JB352	2013			09JC301	2013		
	09JC113	2013	09JB052	2013	09JB263	2013			09JB273	2013	09JB353	2013			09JC302	2013		
	09JC201	2013	09JB053	2013	09JB264	2013			09JB274	2013	09JB354	2013			09JC303	2013		
	09JC202	2013	09JB054	2013	09JB271	2013			09JB281	2013	09JB421	2013			09JC304	2013		
	09JC203	2013	09JB061	2013	09JB272	2013			09JB282	2013	09JB422	2013			09JC311	2013		
			09JB063	2013	09JB273	2013			09JB283	2013	09JB423	2013			09JC313	2013		
			09JB122	2013	09JB274	2013			09JB371	2013	09JB424	2013			09JC401	2013		
			09JB124	2013	09JB352	2013			09JB372	2013	09JB431	2013			09JC402	2013		
合計(枚)	35		91				38		57				46					

オルソフォト合計(枚) 436

付表-3 毎木調査プロットの概要

調査地	プロット	最大傾斜 (°)	方位角 (°)	開空度 (%)	植被率 (%)	優占種	管理の有無
西上秋間	A1	19	117	7.7	1	ジャノヒゲ・ヤブラン	無
	A2	19	123	6.6	1	ジャノヒゲ	無
	A3	19	117	6.7	1	シラカシ・ジャノヒゲ	無
人見	B1	3	298	8.1	25	アオキ	無
	B2	2	292	6.4	25	アオキ	無
菅塩	C1	7	125	7.1	25	テイカカズラ	無
	C2	5	145	8.7	25	ジャノヒゲ	無
長手	D1	7	297	8.8	10	ヤブツバキ	無
	D2	1	308	7.7	10	ヤブツバキ・ジャノヒゲ	無
北橋	E1	0	114	6.8	1	シラカシ・シロダモ	有
	E2	2	139	8.1	1	シラカシ	有