中国の管理モウソウチク林における維持管理・生産および林分構造 —江蘇省宜興市における調査事例—

孫 鵬 程^{*,1}・貫 名 涼²・柴 田 昌 三²

本研究は、中国の管理モウソウチク林における維持管理・生産および林分構造の現状と課題を明らかにすることを目的とした。江蘇省宜興市を調査地として56の竹林管理主体に対する聞き取り調査と管理竹林での林分調査を実施した。その結果、原竹とタケノコの両方を得ることを目的として、竹林で定期的な粗放管理が行われており、管理主体によって竹林での施業と林分構造に差異があった。林分調査からは粗放管理によって、平均稈密度は4,348本/ha、平均DBHは9.6cm、胸高断面積合計は30.38 m²/haであり、稈は一様分布していることが明らかとなった。さらに、稈密度が高くなるにつれて、DBHと新竹率は減少し、稈が集中またはランダム分布に近くなる等、林分指標間の関係も示された。今後、管理者の高齢化と管理コストの上昇により一部の立地条件の悪い竹林では管理が放棄され、比較的良好な立地条件にあり管理コストの低い竹林だけで管理の維持が可能となることが示唆された。持続性を担保できる竹林資源管理・利用の方策を策定する際には、竹林管理主体間の管理方法の差異および竹林施業と林分構造間の関係を理解する必要があると考えられた。

キーワード：モウソウチク、竹林管理、林分構造、宜興市

Pengcheng Sun,^{*,1} Ryo Nukina,² Shozo Shibata² (2020) Management, Production and Stand Structure of Managed Moso Bamboo Forests in China: A Case Study in Yixing City, Jiangsu Province. J Jpn For Soc 102: 244-253 The objective of this research is to clarify the present situation of management and stand structure of Moso bamboo forests in China by questionnaire survey with 56 management entities and stand structure investigation in managed bamboo forests in Yixing City, Jiangsu. Our results revealed the existence of extensive management for the purpose of harvesting both bamboo culms and shoots, and the differences of management operations and stand structure of bamboo forests between management entities. The stand structure of managed bamboo forests were revealed: 4,348 culm/ha as mean density, 9.6 cm as culm diameter, 30.38 m²/ha as stand basal area, and the culm stand was close to regular distribution. Moreover, the relationship between the stand indices showed some trends: as spatial density increase, the mean DBH and percentage of new culm continuously decreases inversely and the culm stand gets closer to random or clustered distribution. In addition to the aging of the management entities, and rising of labor cost may cause the negligent of management particularly in the bamboo grove that are remote from the woodland path. When we formulate sustainable bamboo forest resource management and utilization, it is considered to be necessary to understand the different characteristics among bamboo forest management entities, and the relationship between management and stand structure.

Key words: Moso bamboo, bamboo forest management, stand structure, Yixing City

I. は じ め に

竹類は森林資源の一つとして、世界に約70属、1,200種が分布し、主に熱帯と亜熱帯地域に分布しているとされる。中国は特に竹資源の豊かな国で、竹林総面積は720万haであり、約35属、400種の竹類が分布し（江 2002）、主に北緯40度以南の浙江、江西、安徽、福建および広西など7省に集中分布している（楊 2012）。中国の竹産業の産出額は1981年の3.49億元から1999年には200億元まで伸び、農村地域の経済発展の重要な一環となっている（江 2002）。中国の竹林は環境保全や地域の持続可能な発展にも価値があることが認められており（Andrew *et al.* 2017；楊 2012）、竹産業の持続的な発展には、重要な意義があると考えられる。

中国国内レベルの竹産業に関する多くの既往研究では、竹産業発展にみられる地域的格差の存在、竹資源の管理・生産水準の低下などに関して全国共通の課題が報告されている（李ら 2017, 2005；楊 2012）。

地域レベルの竹産業の研究に関しては、モウソウチクの

主産地である浙江省や福建省などの南部地域における事例研究（Andrew *et al.* 2017；柳ら 2018；王 2016；呉 2007）が多くみられ、それらの研究はマクロな分析視点から地域の竹産業の現状と方向性を捉えて、個別農家や生産合作社の竹林管理水準と生産効率の低下（李ら 2005）などの課題を提示している。施ら（1998）は中国における竹に関する研究の蓄積に地域間格差が著しいことに言及しているが、特に竹材の年間生産量が1,000万本未満の江蘇、貴州および河南省などの地域（李ら 2017）における竹資源の生産・利用、竹林経営管理、竹産業などに関する新たな事例研究が少なく、中心的な産地以外の地域研究が求められている。

竹資源の持続的経営・管理は竹産業の基盤と考えられ、竹林管理・生産の先進国である日本では、国内の各地域における竹林管理・生産者を対象とした事例研究（岩井 2005；中島 2001, 2002；田村 1994 など）が数十年前から進められてきた。しかし、中国では、浙江省（王ら 2012；蔣ら 2015）以外では、個別農家を対象とした地域研究は少ない。ミクロな視点による、竹資源の管理主体と

* 連絡先著者（Corresponding author）E-mail: sun.pengcheng.37s@st.kyoto-u.ac.jp

¹ 京都大学大学院農学研究科 〒606-8502 京都府京都市左京区北白川追分町（Graduate School of Agriculture, Kyoto University, Kitashirakawa Oiwake-cho, Sakyo-ku, Kyoto, Kyoto 606-8502, Japan）

² 京都大学大学院地球環境学堂 〒606-8501 京都府京都市左京区吉田本町（Graduate School of Global Environmental Studies, Kyoto University, Yoshida-Honmachi, Sakyo-ku, Kyoto, Kyoto 606-8501, Japan）
（2019年10月29日受付；2020年6月9日受理）

しての個別農家などを対象とした事例研究の蓄積はいまだ十分ではないと考えられる。

上述のように、現在では、竹資源経営・管理水準の低下は中国国内各地域における共通の課題となっているが、地域別の竹資源の経営・管理などの研究の蓄積に関しては、地域間格差もみられる。したがって、中国の竹産業や竹資源の経営・管理の現状を把握するためには、引き続き各地域における最新の事例研究を蓄積していくことの重要性が高い。

さらに、個別農家などの管理主体の竹林管理方法や年間の作業スケジュール、そして管理の対象になっている竹林の林分構造を同時に把握、分析した研究は少なく（黄ら 2008）、竹林における適切な管理および竹資源の有効利用には、竹林の林分構造と資源量を正しく把握する必要がある（Kleinn and Morales 2006；井上ら 2010）。

一方、近年の中国では、竹産業に関わる国際的交流や協力の重要性を論述した報告（李ら 2007, 2005；楊 2012）もみられるようになってきている。中国においても、日本の竹産業（任 2015）や世界各国の竹産業の現状（包・李 2005）に関する研究が行われているが、日本では、特に中国の竹資源の経営・管理に関する研究が少ない。中国の竹資源の経営・管理の実情を知ることが、日本の竹林管理・利用の在り方を考える上で有益な情報になると考えられる。

そこで本研究では、中国江蘇省宜興市にある管理モウソウチク林を対象として取り上げ、聞き取り調査によって竹林管理の現状を把握し、プロット調査によって林分構造を明らかにするとともに、対象地域の竹林の経営・管理と生産の実態を詳細に提示することで、宜興市における竹資源の経営・管理の現状と課題を明らかにすることを目的とした。

II. 調査地と方法

1. 調査地域の概要

宜興市は江蘇省の最南端、浙江省に接する地域に位置し、面積約 1,996.6 km²、総人口 108.19 万人の地域である（宜興市 オンライン）。年平均気温は 16.1℃、年平均降雨量は 1,294.6 mm で、亜熱帯モンスーン気候帯に属している（江蘇省気象庁 オンライン）。森林面積 40,000 ha 弱のうち、モウソウチク林面積は 13,260 ha、立竹本数は約 2,400 万本であり、江蘇省全体のモウソウチク林総面積の 58%、立竹本数の 44% 強を占めている。主に市南部丘陵地帯における太華鎮（以下 T 鎮）と湖父鎮（以下 K 鎮）に集中分布している（単・馬 1997）。

竹資源の産業利用に関しては、宜興市は 2000 年前後に、欧米輸出向けを中心とする竹フローリングなどの竹建材の生産をきっかけとして、当時国内最大級の竹建材加工と輸出を行う地区となり、その後、竹カーテン、竹家具などの生産も本格化した。国内のモウソウチク主産地（浙江省、福建省、江西省など 10 産地前後）の中でも、竹資源の伝統的利用から産業型開発利用への転換が最も早く認められた地区である（張 2002）。

これらに加えて、竹資源の観光利用の事例として、「宜

興竹海風景区」がある。風景区は宜興市中心部から南西に 31 km、江蘇、安徽、浙江三省との境界部に位置し、東西の幅は 400 km、総面積約 1.5 万 ha に及ぶものである。そのほとんどがモウソウチクの純林によって構成されており、中国華東地区で最も面積が広いモウソウチク純林の分布地域である（劉 2018）。

2. 調査対象地の概要

中国では、2008 年から「集団林権制度改革」政策が全土で実施され、現在では、多様な林業経営形態が形成されている（平野 2013）。宜興市には世帯請負経営の農民世帯（以下 個別農家）を中心に、林業生産合作社（以下 生産合作社）、法人経営など、多様な竹林管理主体が存在している。一方、それら主体の竹林管理に関する既往研究はなく、今後の林地経営の多様化・流動化に伴い、各経営主体の経営・管理の現状把握および評価を行うことが必要と考えられる。そこで本研究は個別農家、生産合作社および法人経営という三つの竹林管理主体を調査対象とし、主体ごとの竹林管理および管理竹林の林分構造を把握することとした。なお、本研究において、「林業生産合作社」とは、農民專業合作社の一種であり、農家世帯請負経営制度を前提として、農林産物の生産・経営および関連サービスの提供などを行う 5 名以上の農民主体により自発的に成立した地区性合作經濟組織（農民專業合作社法 2006）のことであった。

個別農家は主に T 鎮と K 鎮に集中的に分布している。T 鎮では市の竹産業の中心地域であり、竹材 1 次加工工場、竹フローリングなどの竹材および竹材 1 次加工品を大量に必要としている加工業者が集中的に分布しているため、周辺に原竹生産を中心としたモウソウチク林を管理している個別農家が多数存在している。一方、K 鎮には「竹海風景区」の周辺に、多くの農家民宿や農家レストラン、農林体験施設などに相当する「農家楽」（方・山本 2016）が集中的に分布している。1998 年の「竹海風景区」の成立に伴い、従来の專業竹林経営農家が農家楽へと経営の中心を転換した。現在では、タケノコと竹材の双方を生産するためにモウソウチク林を管理している個別農家が多く存在している。

生産合作社に関しては、K 鎮にある 2011 年に設立された「宜興市里塢生態養殖專業生産合作社」という原竹・タケノコの生産を中心とした林業生産合作社を調査した。組合員約 170 人はすべて地元の兼業農家である。2017 年 2 月時点で、生産合作社は 107 ha のモウソウチク林と小面積の胡桃林を経営・管理している。

法人経営主体に関しては、市の中心部から西へ 5 km 市郊地区に位置し、比較的広い面積の竹林を管理している「南岳山莊」という市民への農林体験の提供を行っている経営主体を調査した。周辺地域には、約 157 ha の天然モウソウチク林が現存し、2001 年から山莊の法人経営者が地元の政府と契約して、そのうちの約 76 ha の竹林を観光・タケノコ掘り体験の目的で経営・管理している。

3. 調査方法

主な調査方法は、宜興市における竹資源の管理・利用に関する歴史資料や統計データの整理、竹林管理主体（合計 56 主体）への聞き取り調査および管理竹林（7 カ所）にお

ける林分調査である。図-1 に調査対象地域の位置を示す。

中国では一般市民を対象にした調査が極めて困難なこと(艾ら 2013), さらに農村部における農家の住所が不明確なこと, 高齢者に対する意識疎通が困難なことなどから, 郵送等の方式でアンケート調査を行うのは極めて困難であると想定した。そのため, T 鎮と K 鎮にある地域の林政・森林資源管理, 森林資源調査等の役割を果たしている林業工作所の責任者に調査の意図を説明した上で, 地元の竹林と農家の実情に精通した地元出身の 2 人の担当者 (T 鎮出身 1 人, K 鎮出身 1 人) を同行者として派遣してもらい, 村での聞き取り調査を行った。具体的には各竹林経営主体の許可を得た上で, 竹林管理に関する質問票を用いた聞き取り調査を行った。また, モウソウチク純林分布地域における個別農家の小面積の管理竹林の位置とアクセスルートを空中写真 (Provincial geomatics of Jiangsu 発行の 2014 年 1 月に撮影した 1/2,000 の空中写真) や林道地図などで確認することが困難であったため, 竹林管理者に同行してもらい竹林まで案内してもらおうと同時に, 対象竹林における林分調査を行った。聞き取り調査と林分調査は 2016 年 9 月から 2018 年 2 月の間に実施した。

質問票を用いた聞き取り調査に関しては, 2016 年 9 月に法人経営主体 (1 戸), 2017 年 2 月に生産合作社 (1 戸), 2017 年 7 月から 9 月までに個別農家 (54 戸), 合計 56 主体を対象に行った。質問票の調査項目は主に, 1) 管理竹林の面積, 2) 竹林労働者の人数, 3) 竹林施業の内容, 時期およびコスト, 4) 原竹・タケノコの生産・出荷に関するものであった。調査地と調査対象の概要を表-1 に示す。

図-1. 調査地の位置と各竹林管理主体の分布

表-1. 経営形態別の調査対象と所在地の概況

調査地	管理主体	調査主体数	村の数	全世帯数	竹林合計面積 (ha)
T 鎮	世帯請負経営	41	7 (調査村数: 7)	6,773	4,480
K 鎮	世帯請負経営	13	7 (調査村数: 5)	7,464	2,400
	生産合作社	1			
市郊地区	法人経営	1	—	—	157

宜興市統計局「宜興年鑑 2016」, 「太華鎮鎮誌」, 「湖父鎮誌」の三つの資料を参考にした。モウソウチク林の面積は 1995 年時点, 調査地の全世帯数および村の数は 2015 年時点の状況を示したものである。

林分調査に関しては, 個別農家 (5 主体), 法人経営 (1 主体), 生産合作社 (1 主体) の管理竹林から合計 7 カ所の管理竹林を選択して調査した。7 カ所の調査対象林ではそれぞれ三つの方形プロットを設定した。聞き取り調査によると法人経営や生産合作社以外の個別農家が管理している竹林の面積のほとんどが 3 ha 以下であったため, 加久ら (2014) の調査方法を参考にして 10 m × 10 m の方形プロットとした上で, プロットの経緯度, 標高, 傾斜を記録した。久米村ら (2009) に従い, 調査プロット内のタケノコおよび倒伏竹類以外の立竹を対象に毎竹調査 (稈密度, 平均 DBH, 稈齢, 稈の位置の測定) を実施した。具体的にはまず, 直径巻尺を用いて 0.1 cm 単位で稈の DBH を測定した。管理者により竹稈に発生した年が記載されていた場合はその年を稈齢として記録した。新竹・枯竹の確認に関しては, 新鮮な稈鞘があるものを 1 年生 (新竹), 調査時点で立ち枯れおよび稈折れなどで枯死しているが稈と根がつながっているものを枯竹とした (高田ら 2017)。プロットの林縁に接する横と縦方向に 10 m の巻尺 2 本を x-y 軸に設置し, 各稈の根元の x, y 座標を 0.1 m 単位で稈の位置を測定した。

4. 解析

林分調査結果に関しては, 各調査プロットの林分の差異を明らかにするため, プロットごとに胸高断面面積合計, DBH 変動係数 (以下 CV), 新竹率 (1~2 年生の稈の割合), 枯竹率, 推定稈重をそれぞれ計算した。

今回の調査では竹稈を伐倒することができなかったため, 各プロットの地上部現存量に関する稈重, 枝重および葉重の測定はできなかった。そのため, 稈重を推定するために, 周 (1998) の記述に従って宜興市でサンプルとして伐採された 300 本のモウソウチクの DBH, 稈重, 枝葉重に対する測定から得られた稈重 (W) と DBH (D) 関係の計算式

$$W = 0.1527D^{2.1756} \quad (1)$$

を用いて各プロットにおける稈の DBH に応じた稈重を推定した。

各プロット内の稈の DBH の分布状況を把握するため, CV (標準偏差 / 平均値) を算出した。この係数は小さいほど稈径のばらつき度合いが小さいことを示す。

稈の空間分布様式の解析方法に関しては, m - m^* 回帰分析法 (Iwao 1968) を用いた。 m は区画当たり稈本数の平均値を示し, m^* は区画当たり稈本数の平均こみあい度を示す。 m^* は

$$m^* = \frac{\sum_{i=1}^n x_i(x_i - 1)}{\sum_{i=1}^n x_i} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{\sum_{i=1}^n x_i} - 1 \quad (2)$$

によって算出した。

m - m^* 回帰分析法においては, m と m^* は

$$m^* = \alpha + \beta m \quad (3)$$

の計算式で線形関係となる。切片 $\alpha+1$ の値は稈分布の基本単位の平均サイズを示し、 α 値が大きくなるに従い分布の基本単位となる集団のサイズが大きくなる。 β 値は稈分布の集中度を示している。 $\beta=1$ のときはランダム分布、 $\beta<1$ のときは一様分布、 $\beta>1$ のときは集中分布していることを示している。なお、調査プロット面積の拡大により稈の分布様式が変化する可能性があるが、本研究では既往研究（上田・沼田 1961；阿久津ら 2012）と同じ調査プロット面積（10 m×10 m）で、竹林における稈の空間分布を調べた。

さらに、竹林施業を中心とした密度管理（柴田 2003）、すなわち稈の伐採基準と伐採強度による稈密度の変化が稈の DBH、CV、新竹率などの林分指標にどのような影響を与えているのを明らかにするため、稈密度と稈の DBH、CV および新竹率などの林分指標間の関係を Pearson の相関分析によって解析し、各林分指標の間に線形の関係を確認した場合は回帰分析により回帰式を求めた。なお、調査した 21 プロットの中で 7 プロットで枯立稈はわずかに確認されただけであったため、枯竹率と他の林分指標値間の相関分析は行わなかった。統計処理には統計ソフト SPSS 22.0（IBM SPSS Statistics Version 22）を用いた。

III. 結 果

1. 竹林の管理と生産

1) 管理主体別の原竹・タケノコ生産の現状

竹林管理責任者 56 人のうち 55 人が男性、1 人が女性であり、50 代が最も多く、経営者の平均年齢は 55.7 才であった（図-2）。竹林労働従事者数に関しては、法人経営では 7～8 人、管理竹林の面積が比較的広い生産合作社では 10 人以上、個別農家では 1～2 人で、平均は 1.9 人であった（図-3）。管理竹林の面積をみると、法人経営主体が 76 ha、生産合作社が 107 ha の竹林を管理していた。一方、ほとんどの個別農家は 3 ha 以下の竹林を管理していたが、5～10 ha の比較的広い面積の竹林を管理している個別農家もみられた。また、個別農家の竹林経営・管理の今後の意向に関しては、94% が管理をそのまま維持する、6% が竹林を他人に譲渡する意向があることが示された。

56 管理主体における原竹とタケノコの年間平均生産量の関係を図-4 に示す。調査では、すべての管理主体が原

竹の生産をしていたことを確認した。原竹の年間平均生産量に関しては、法人経営主体が 560 本/ha、生産合作社が 200 本/ha、個別農家が 969 本/ha であった。また、調査では 56 主体のうち 22 主体がタケノコ生産も行っていたことが確認された。法人経営主体のタケノコ年間平均生産量が 5.25 t/ha、次いで生産合作社が 3.00 t/ha、個別農家の平均が 2.23 t/ha であった。

2) 竹林施業

竹林施業の内容に関しては、54 戸の個別農家のうち、53 戸が除草作業を、54 戸が間伐作業を、9 戸が施肥作業を行っていた。法人経営主体に関しては、除草、地下茎管理（中国における一部の地域では 8 月に一部の地下茎の先端をタケノコとして掘り出す作業によって地下茎管理を行っている（周 1998））および間伐作業を行っていた。生産合作社に関しては、除草と間伐のみの作業が行われていた。なお、調査の結果、竹林における間伐では、1～3 年生の稈は伐採せず、4 年生の稈を選択的に伐採し、5 年生以上の稈を皆伐することで、全伐出量を竹林総蓄積量の 1/4 前後にするのを基準としていることが示された。このことは、周（1998）が示した竹林の稈齢構造と竹材の性質を考慮した竹材の伐採基準と一致していた。施業頻度をみると、個別農家は主に年 1 回の除草と施肥、2 年に 1 回の間伐作業を行っていた。法人経営主体は主に年 1 回の除草と地下茎管理作業および 2 年に 1 回の間伐作業を、生産合作社は年 1 回の除草と不定期の間伐作業を行っていた。管理主体の竹林施業時期の分布を表-2 に示す。除草作業は主に 6～8 月に、間伐作業は主に 9～12 月に行われる傾向が認められた。施肥作業はタケノコ収穫後の 4～5 月と地下茎の伸長後で同時にタケノコの収穫後でもある 11～12 月の二つの時期に行われていた。

3) 竹林施業コスト

56 管理主体の各竹林施業のコストを図-5 に示す。人件費などを含む除草作業のコストに関しては、年間 75,000 円/ha 未満が多くみられた。施肥作業に関しては、多くの個別農家が自家製のたい肥および市販のたい肥（8～10 円/kg）を中心に施用しているため、コストは比較的安く抑えられていた。伐採・搬出作業のコストは竹林の立地条件（林道からの距離、傾斜、標高など）により大きく変動しており、伐採などの施業を外注しなかった 2 主体以外では、お

図-2. 竹林管理者の年齢分布

図-3. 56 の竹林管理主体の雇用以外の竹林労働従事者数の分布

図-4. 56 の竹林管理主体における原竹とタケノコの年間平均生産量の関係

表-2. 56 の竹林管理主体の各作業時期の分布

主体整理番号	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1			+	+	□	□			▲	▲	+	+
2			+	□	□					▲	▲	+
3			+	+	□	□				▲	▲	
4				+	+			□	□	▲	▲	▲
5				+	+			□	□	▲	▲	▲
6			+					□		▲	▲	▲
7				□	□				▲	▲	+	+
8						□	□		▲	▲		
9						□				▲		
10			+	+		▲	▲		□	□		
11* (生産合作社)						□	□			▲	▲	
12				+	+				□	□	▲	
13						□	□		▲	▲	▲	
14								□		▲	▲	▲
15						□	□		▲	▲	▲	
16*						□	□			▲	▲	
17*								□	▲	▲	▲	▲
18*								□	▲	▲	▲	
19*								□	▲	▲	▲	
20*								□	▲	▲	▲	▲
21*								□	▲	▲	▲	
22									□	▲	▲	▲
23*									□	□	▲	▲
24								□		▲	▲	▲
25*								□		▲	▲	▲
26*								□		▲	▲	▲
27*								□		▲	▲	▲
28								□		▲	▲	▲
29			□	□						▲	▲	
30						□	□			▲	▲	
31						□	□				▲	
32									▲			
33*						□	□		▲			
34*						□	□		▲	▲	▲	▲
35*						□	□		▲	▲		
36						□	□			▲		
37*						□				▲	▲	
38						□	□			▲	▲	
39*						□	□			▲	▲	
40						□	□			▲		
41						□	□			▲		▲
42 (法人)						□	□	○		▲	▲	
43						□	□			▲	▲	▲
44						□	□			▲		
45								□	□	▲		
46*								□	□	▲	▲	
47								□	□	▲		
48						□	□			▲	▲	▲
49*						□	□			▲		
50*						□	□			▲	▲	
51*						□	□	□	□	▲	▲	
52							□			▲		
53							□			▲	▲	
54						□	□			▲	▲	
55							□	□		▲	▲	
56						□	□			▲	▲	▲

除草 □
 施肥 +
 伐採 ▲
 地下茎管理 ○

主体整理番号の11番は生産合作社、42番は法人のことを示す。除草作業については、1主体が行っていない(32番)。伐採作業については、番号に*が付いている主体(合計20主体)は表で示した主な伐採期以外の時期においても行っていた。

よそ50,000～157,500円/haの範囲内であり、90,000～135,000円/haが多かった。主体別の管理作業コストの差異に関しては、生産合作社は他の管理主体より比較的高い伐採と除草コストを示しており、竹林の立地条件が主な原因と考えられた。また、法人経営主体の管理している竹林はアクセスの良い都市近郊に位置するため比較的低い伐採コストを示している一方で、タケノコ掘り体験と竹林景観維

図-5. 56 の竹林管理主体の施業コスト

①横軸に示した主体の番号は表-2と対応したものである。②1元≈15.6円(2018年6月20日時点の為替レート)。③伐採について、2主体の施業コストが不明であったため、図中ではコストを0円として示した。④除草について、1主体が施業を行っていないため、図中ではコストを0円として示した。⑤地下茎管理のコストは全主体において不明であったため、図には示さなかった。

持のため除草作業のコストが比較的高かった。また図-5の伐採と除草コストの関係について、相関分析を行った結果正の相関が認められた(Pearsonの相関係数 $r=0.620$, $p<0.001$)ことから、伐採コストの高い竹林において除草コストも概ね高かった。

4) 原竹・タケノコの流通

原竹は主に伐採作業直後に搬出されており、個別農家および法人経営主体で生産された原竹は、主に9～11月の間にT鎮および隣接する浙江省にある竹材仲卸業者を経由して、地元および省外の竹材1次加工工場やフローリング工場などに出荷されていた。生産合作社は1年を通して不定期に伐採を行っており、搬出された原竹は主に隣接する浙江省の竹材1次加工工場へ、また細い程(DBH 5.0 cm前後)は中国の東南沿海地域へのノリの養殖材として出荷されていた。タケノコの流通に関しては、T鎮の個別農家は4月および11～12月の間に掘り出されたタケノコのほとんどを干物に加工し、自家消費していた。生産合作社では4月および10月中旬に生産されたタケノコの70～80%が干物に加工されて自家消費され、残りのうちは生鮮食品として約10%が地元の飲食店や市場に、10%前後が地元のタケノコ缶詰工場へ出荷されていた。法人経営主体は4～5月、7～8月(地下茎タケノコ)および11～12月の三時期にタケノコを生産し、主に施設の宿泊者およびタケノコ掘り体験の観光客に販売していた。

2. 管理竹林の林分構造

1) 林分概況

21プロットの標高、傾斜を表-3に示す。全プロットは $N31^{\circ}9' \sim N31^{\circ}20'$, $E119^{\circ}32' \sim E119^{\circ}45'$ の範囲内に分布していた。標高の範囲は20～502 m、傾斜度は2～32°の間であった。また、プロット18は標高500 mを超える山の頂部に位置するため、高い管理コストや管理者の高齢化に伴い近年はあまり手入れがされておらず、放置に近い状態であったが、それ以外のプロットはすべて定期的に管理されていた。

全プロットの稈密度、稈のDBH、CV、新竹・枯竹率、

胸高断面積合計、推定稈重を表-4に示す。全調査プロットにおける稈密度の平均は4,348本/haであった。そのうち、1～2年生稈（新竹）の平均密度は938本/haで、全稈の21.6%を占めていた。枯竹は21プロットのうち7プロットのみで出現し、平均本数は全稈密度の2.8%であった。稈の平均DBHは9.6cm、各プロットの稈の平均DBHは5.8～11.3cmに分布し、極端に細い（DBH 5.0cm以下）または太い稈（DBH 13.0cm以上）の本数は少なかった。プロットごとの稈平均DBHには差が認められたが、プロット18を除くと各プロット間の稈平均DBHの差は小

表-3. 調査プロットの位置

主体	PLOT	標高 (m)	傾斜 (°)
法人経営	P-1	34	20
	P-2	20	11
	P-3	25	5
生産合作社	P-4	186	32
	P-5	175	22
	P-6	49	29
個別農家	P-7	160	22
	P-8	184	19
	P-9	102	2
	P-10	250	18
	P-11	254	20
	P-12	232	2
	P-13	200	27
	P-14	394	7
	P-15	467	32
	P-16	117	8
	P-17	280	31
	P-18	502	26
	P-19	246	30
	P-20	211	25
	P-21	231	5

各プロットの経度緯度（度分秒）はJ-Stage電子付録の表-1で示す。

表-4. 各プロットの林分指標値

主体	PLOT	立竹密度 (本/ha)	平均 DBH (cm)	DBH 変動係数 (CV)	新竹率 (%)	枯竹率 (%)	胸高 断面積 合計 (m ² /ha)	推定稈重 (t/ha)
法人 経営	P-1	4,300	11.1	0.13	37.2	2.3	42.19	125.75
	P-2	3,400	11.3	0.09	23.5	0	33.21	98.75
	P-3	4,000	10.8	0.13	35.0	0	37.39	110.93
生産 合作社	P-4	6,000	7.8	0.25	16.7	1.7	28.61	80.59
	P-5	3,500	10.7	0.12	20.0	0	31.93	94.52
	P-6	3,600	8.7	0.14	22.2	1.7	21.88	62.55
世帯 請負 経営	P-7	2,300	10.0	0.14	34.8	0	18.41	53.92
	P-8	3,100	10.9	0.17	16.1	0	30.03	89.56
	P-9	3,700	10.6	0.12	18.9	0	32.86	97.02
	P-10	4,900	8.7	0.15	24.5	0	29.66	84.78
	P-11	4,200	10.7	0.12	30.9	0	38.04	112.54
	P-12	4,000	9.4	0.13	23.0	0	28.15	81.49
	P-13	3,100	8.8	0.17	41.9	0	19.31	55.39
	P-14	5,000	8.9	0.21	14.0	0	32.78	94.74
	P-15	5,500	7.9	0.24	14.5	12.7	28.89	82.09
	P-16	3,700	10.1	0.12	10.8	0	29.80	87.26
	P-17	4,100	7.7	0.17	7.3	7.3	19.45	54.47
	P-18 (放置)	11,300	5.8	0.23	2.7	24.8	31.45	84.46
	P-19	3,800	11.6	0.11	18.4	0	40.46	121.31
	P-20	3,700	9.9	0.15	13.5	0	29.24	85.57
	P-21	3,700	10.7	0.11	27.0	8.1	34.14	101.11
平均値		4,348	9.6	0.15	21.6	2.8	30.38	88.51
標準偏差		1,750	1.5	0.04	9.9	6.0	6.39	19.85

さかった。また、CVの平均値は0.15、平均胸高断面積合計は30.38 m²/ha、推定稈重は88.51 t/haであった。

2) 稈齢構成

法人経営主体が管理している竹林（表-3のP-1、P-2およびP-3）では各竹稈に発生した年が直接書きこまれていたため、稈齢構成を分析した。他の管理主体においては書きこみがなかったため、稈齢構成の分析は行わなかった。P1～P3の稈齢構成を図-6に示す。その結果、三つのプロットにおける稈齢構成が近いことが示され、平均して、1～2年生稈が48.8%、3～4年生稈が15.5%、5年生稈が32.2%、6年生以上稈が3.5%であった。周（1998）が記した集約管理下にある竹材・タケノコ混用生産林の適切な年齢構成は1～2年生稈30.0%、3～4年生稈37.0%、5～6年生稈30.0%、7～8年生稈3.0%であり、これに類似しているといえる。三つのプロットではともに3～4年生の稈の比率が比較的低い結果となったが、2012～2013年は凶作年で新稈の発生数が少なかったとの管理者による情報からこれが原因と考えられた。なお、調査は伐採時期（10～12月）前の8月に実施したため、5年生および6年生以上の稈が間伐されず林内に残っている状態であった。

3) 稈の空間分布

全調査プロットにおける稈の空間分布の調査結果を図-7に示す。また、稈の空間分布様式に関する $m-m^*$ 回帰分析法を用いた解析の結果を表-5に示す。全21プロットのうち、4プロットが集中分布（ $\beta > 1$ ）、4プロットがランダム分布（ $\beta \approx 1$ ）、13プロットが一様分布（ $\beta < 1$ ）であり、一様分布に偏っている傾向が示された。さらに、すべてのプロットにおける稈の分布単位を示す α 値がかなり低い値（ < 1 ）を示したことから、全プロットにおける稈の分布単位が小さい、すなわち間伐によって、地下茎の萌芽成長により近い距離に2本以上の稈が成立することがほとんどないような管理が行われていることが示された。全般に、主に小さい分布単位で稈が一様分布している傾向があるという解析結果になった。

4) 各林分指標間の相関

稈密度、稈平均DBH、CV、新竹率間の関係をみるために、これらの指標の相関分析を行った。その結果、稈密度と稈平均DBHの間には、高い負の相関が認められ（Pearsonの相関係数 $r = -0.712$, $p < 0.001$ ）、稈密度の増加に伴い平均DBHが低下することが示された。また、稈密度と新竹率の間にも、負の相関が認められ（Pearsonの相関係数 r

図-6. プロット1～3における稈の稈齢構成

$= -0.516$, $p=0.017$), 稈密度の増加に伴い新竹率が低下する傾向がみられた。次いで, 稈密度と CV の間には, 高い正の相関が認められ (Pearson の相関係数 $r=0.629$, $p=0.002$), 稈密度の増加に伴い稈 DBH のばらつきが上昇することが示された。さらに, 稈平均 DBH と CV の間には, 高い負の相関が認められ (Pearson の相関係数 $r=-0.809$, $p<0.001$), 平均 DBH の増加に伴い DBH のばらつきが低下することが示された。最後に, 稈の平均 DBH と新竹率

の間には, 正の相関が認められ (Pearson の相関係数 $r=0.475$, $p=0.029$), 平均 DBH の増加に伴い新竹率が増加する傾向がみられた。それ以外の林分指標間には明らかな相関がみられなかった。

稈密度の変化に伴う平均 DBH, 新竹率, CV の変化を図-8 に示す。上述の相関が認められた林分指標に回帰分析により求めた回帰式は, 以下のようになった。

稈密度 (X) と平均 DBH (Y)

$$Y = 1.679X^{-0.403} \quad (R^2 = 0.546) \quad (4)$$

稈密度 (X) と新竹率 (Y)

$$Y = 125.395X^{-1.349} \quad (R^2 = 0.460) \quad (5)$$

稈密度 (X) と CV (Y)

$$Y = 0.069X^{0.533} \quad (R^2 = 0.360) \quad (6)$$

IV. 考 察

1. 管理主体と竹林維持・管理の現状

竹林管理者の平均年齢は 55.7 才で 50 代が最も多かったが, 竹林労働従事者数の平均は個別農家では 1.9 人であり, 後継者が少ないことが示唆された。日本の竹林所有・管理者の年齢を調査した既存の研究 (田村 1994; 中島 2002; 田中 2016; 鈴木ら 2010) と同様に, 高齢化の傾向が認められた。竹林所有・管理者の高齢化が放置竹林増加の一つの要因であり (栗田・包清 2010; 鈴木 2008; 高田ら 2017), 竹林における日常的労働力の不足および管理後

表-5. 稈の空間分布の m^* - m 回帰分析の結果

PLOT	$m^* = \alpha + \beta m$			分布様式
	β	α	R^2	
1	1.6856	-0.3698	0.9897	集中
2	1.0306	-0.1899	0.9987	ランダム
3	0.9459	0.0465	0.9978	一様
4	1.0892	-0.0165	0.9964	ランダム
5	0.9019	0.0891	0.9987	一様
6	0.9192	0.1939	0.9975	一様
7	0.8753	0.1954	0.9877	一様
8	0.9081	-0.0401	0.9993	一様
9	1.1109	0.4603	0.9799	集中
10	0.9986	0.2272	0.9971	ランダム
11	0.9416	0.1964	0.9962	一様
12	1.1385	0.2554	0.9961	集中
13	0.9042	0.3811	0.9954	一様
14	1.2552	0.2190	0.9988	集中
15	1.0077	0.1548	0.9995	ランダム
16	0.9698	-0.0315	0.9996	一様
17	0.9194	0.6065	0.9876	一様
18	0.9809	0.1651	0.9996	一様
19	0.9152	-0.0145	0.9971	一様
20	0.9495	0.2024	0.9987	一様
21	0.8753	0.2091	0.9948	一様

図-7. 調査 21 プロットにおける稈の空間分布

図-8. 稈密度の変化に伴う各林分指標の変化

継者の減少により、現在管理されている竹林は今後、日常的な維持・管理の頻度が低下する可能性が高いと考えられる。

竹林施業に関しては、管理主体によって施業時期に差がみられる一方で、施業内容に関しては、法人管理主体以外の生産合作社および個別農家の間にほとんど差異が認められなかった。すなわち、日本の集約的な竹林管理にみられるような根伏せ、土入れ、裏止めなどの竹林施業（柴田 2003）は認められなかった。これは、鈴木（2008）の千葉県大多喜町タケノコ生産林における調査で報告された粗放的管理の仕組みと類似したものであり、宜興市における現行の竹林施業はタケノコあるいは原竹のいずれかに特化した集約的な施業の仕組みとはいえないと考えられる。以上のことから、T 鎮と K 鎮地域における管理モウソウチク林では、竹材とタケノコの両方を得ることを目的とした定期的な粗放管理が行われていることが明らかになった。

2. 原竹とタケノコの生産

上述の管理によって、原竹の平均生産量は 948 本/ha であり、その伐出量は調査竹林における平均稈密度 4,348 本/ha のおよそ 1/5 であった。このことから、中国の竹材用林における一般的伐出量（竹林稈密度の約 1/4）（周 1998）より少ないことが明らかになった。タケノコの平均生産量はおよそ 2.40 t/ha で、1981～1986 年の宜興市のタケノコ専用林における平均生産量 29.90 t/ha（周 1998）の 1/10 であった。また、観光産業が発達していた K 鎮にある個別農家および市街地の法人経営者のタケノコ生産量は、T 鎮の個別農家より多かった。一方、竹材の工業利用が発達している T 鎮における個別農家では原竹生産が中心であり、タケノコの生産は自家消費のみでわずかであった。以上のことから、宜興市の管理竹林における原竹およびタケノコの生産は管理主体別および地域別に差があり、原竹とタケノコともに、生産量は既存の研究（周 1998）に記された数値より少ない結果となった。

以下では、このような原竹とタケノコの生産に影響を与える諸要因について検討する。まず、竹材代替品の流行による需要減少と原竹買取価格の低迷（今回の聞き取り調査により地元の原竹買取価格は 2011 年の 10,950 円/t 前後から 2016 年の約 7,000 円/t まで低下したとの情報が得られた）が起き、青果タケノコの需要低迷により干物に加工されたタケノコが調査地で多くみられたことなどから、竹林管理主体の生産意欲が低下していることが考えられた。次に、タケノコの掘出作業コストに関してみると、2016 年時点では専門家を雇用する場合は 1 人 3,500～5,500 円/日であり、竹林の地形、標高、傾斜などの立地条件によりコストがさらに増加する可能性もあるが、1 日 100 kg 前後のタケノコを掘り出すことが可能であった。しかし前述のような粗放的な管理によって生産されたタケノコは高価なものではなく（今回の聞き取り調査により 2016 年時点では、早掘りが 160～210 円/kg、普通掘りが 30～60 円/kg）、雇用などのコストから考えると収益性が低いことがわかった。

原竹の伐採・搬出コストに関しては、伐採および林道までの搬出作業はすべて人力でなされており、1 人 1 回の搬送量は概ね 150 kg（DBH 8.4 cm のモウソウチク 8 本程度）

であった。専門家を雇用するコストは 1 人 4,700～9,500 円/日（平均として 7,100 円/日）、竹林の立地条件と林道までの搬送距離によりコストが増加する可能性もあり、原竹販売総収入の半分以上を占めていた。その雇用コストは浙江省安吉県の 1 人 6,200 円/日（丁 2019）と大きな差がみられなかった。一方で、日本では、山口県の放置竹林での伐採作業を行う労働者の賃金が 12,000 円/日（上村 2014）、石川県における竹林（稈密度 4,400～5,900 本/ha）での整備には、伐採・運搬等を含む人件費はおよそ 11,100～16,300 円/日（石川県農林総合研究センター 2015）などの事例があげられる。現時点では、日本の竹材の伐採・運搬に関わる人件費が中国より高い傾向が示唆された。

以上 3 つの事象から、需要低迷による生産意欲の低下、そして、タケノコ掘出しおよび竹材伐採・搬出作業に関わる人件費の増加が原竹とタケノコの生産を制限する二つの要因と考えられた。大野ら（2002）は集落や市街地から離れた場所から順次管理放棄されることによって竹林の拡大が進行していることを報告しており、本調査地においても、竹林管理コストの増加や管理者の高齢化により林道から離れた竹林の管理頻度が低下し、放棄される可能性が高いことが危惧される。

3. 管理モウソウチク林の林分構造

粗放管理されたモウソウチク林に関する調査の結果、稈密度が 4,348 本/ha、平均 DBH が 9.6 cm、推定稈重が 88.51 t/ha であることが明らかになった。稈密度に関しては、周（1998）が提案した粗放管理のモウソウチク林の適切な稈密度（5,550～6,750 本/ha）と集約管理のモウソウチク林の適切な稈密度（2,250～3,000 本/ha）との中間に位置していたが、柴田（2010）の提案した混用林の適切な稈密度（4,000～5,000 本/ha）と一致していた。また、宜興市に隣接する浙江省全域の混用林における 2012 年時点の平均稈密度である 2,245～2,500 本/ha（王ら 2012）より高いことも明らかになった。さらに、既往研究（廬 1992）では、宜興市 T 鎮および周辺地域における 22 カ所のプロット（1 カ所当たりの面積約 333 m²）における林分調査の結果として、稈密度が約 3,450 本/ha、平均 DBH が 9.2 cm、稈重量が 66.93 t/ha という報告もある。本研究結果と比較すると、1992 年から 2016 年の間に、宜興市の管理モウソウチク林の稈密度、平均 DBH および稈重量はともに増加していることが明らかになった。平均 DBH の増加はわずかであったが、稈密度には 898 本/ha という著しい増加が認められ、前述したように原竹伐採量が過去と比べ減少したことが主な原因と推測される。さらに、伐採の強度と頻度は竹林の稈密度に影響する最も大きな要因と考えられる。前述した標高の高いあるいは林道から遠く離れた竹林の伐採コストは非常に高いことから、それらの竹林では伐採の強度と頻度が比較的低く、稈密度が比較的高い傾向がみられた（表-2 と表-3 から、高標高や急傾斜のプロット（P-4、P-10、P-14、P-15、P-18）における稈密度が比較的高い傾向がある）。

CV は、竹林資源利用率に関わる一つの重要な指標として把握する必要がある（鄒 2012）と考えられる。本調査

で得られた 21 プロットの稈の CV (表-4) と既往研究 (陸 2009) の結果 (低海拔に位置する粗放管理されたパルプ用モウソウチク林の稈密度が 3,600 本/ha, 稈の CV が 0.11) を比較してみると, P-2 以外すべてのプロットにおける稈の CV が 0.11 を上回り, さらに稈密度が比較的高いプロット (P-4, P-8, P-13, P-14, P-15, P-17 および P-18) における稈の CV は 0.11 より著しく大きいことが認められ, 稈径のばらつき度に関しては既往研究と大きな差異がみられた。前述したように宜興市は竹材 1 次加工業者や竹製品加工業者が多数存在しているため, それらの業者は同一基準の竹素材を大量, かつ安定的に必要としていることを考えると, 稈径の均質度が高い林分の維持を目的とする竹林施業の検討が必要であろう。

竹稈の空間分布は竹林の林分構造を評価し, 持続可能な竹林経営・管理に関わる一つの重要な指標であり (黄ら 2008), 小面積林分の空間構造を正確に把握することは, 林分の持続的経営・管理および特化した生産にあたって非常に重要である (Pommerening 2006)。本調査では, 宜興市の粗放管理された竹林における稈は, 主に小さい分布単位で一様分布している傾向があることが明らかとなった。鄧ら (2011) は浙江省の人為的干渉のない天然モウソウチク林 (枯立稈を含む稈密度が 6,520 本/ha) において稈が集中分布していたことを報告している。顧ら (2016) は福建省の集約経営されたモウソウチク林 (稈密度 5,516 本/ha) における稈がランダム分布していたことを報告している。また, 朱ら (2014) は粗放管理されたモウソウチク林 (稈密度 3,663 本/ha) における稈が一様分布に近いことを示した。本調査では稈密度が比較的高い (4,000 本/ha 以上) プロット (P-1, P-4, P-10, P-12 および P-15) における稈が集中またはランダム分布することを示し, 一方, 稈密度が比較的低い (4,000 本/ha 以下) プロット (P-2, P-3, P-5, P-6, P-7, P-8, P-13, P-16, P-19, P-20 および P-21) における稈が一様分布することを示した。以上のことから, 本研究で得られた結果は上述の既存研究の分析結果と一致しており, 稈密度の高い林分における稈が集中あるいはランダム分布, 稈密度の低い林分における稈が一様分布を示すことが明らかになった。稈の分布様式に差異が生じる原因に関しては, 竹林の立地や土壌などの自然条件のほか, 主に原竹・タケノコの収穫, あるいは土返し作業といった人為的管理を通じて土壌の異質性が改善される (朱ら 2014) ことによると考えられる。

林分平均 DBH の大小は土壌水分など生育条件の影響を受ける (豊田ら 2005) とされるように, 各林分指標は生育地の自然環境の影響により変動するため, 各林分指標間の相互関係を検証する必要もあると考えられる。本調査で得られた各林分指標の関係については, 図-8 に示したように, 稈密度が大きくなるにつれて, 稈の DBH および新竹率は低くなり, CV は高くなった。上述の林分指標間の関係は, 王ら (2018) がモウソウチクの DBH と立竹密度は, Yoda *et al.* (1963) の生物個体群の密度効果に関する 3/2 乗則に準じて, 林分密度の増加により稈間競争が始まる段階から, 稈密度が大きくなるにつれて, 稈の DBH は低く

なると指摘した内容と一致していた。そのほかの既存研究 (Zhang *et al.* 2007; 童ら 2002; 陳ら 2007, 2001) においても稈密度と稈の DBH 間の関係には同様の結果が示されている。

V. 結 論

本研究では 56 の竹林管理主体に対する聞き取り調査および 7 か所 (合計 21 プロット) の管理モウソウチク林における林分調査を通じて, 宜興市の管理モウソウチク林における管理と生産の現状, 詳細な林分構造の把握および各林分指標間の関係を検証することができた。さらに, 個別農家, 生産合作社および法人経営という三つの異なる管理主体の間では, 竹林の管理, 生産および竹林の林分構造 (表-6) にそれぞれ差異があることを明らかにした。生産合作社と個別農家に比べて, 法人経営主体の管理するモウソウチク林では比較的優れた林分指標が認められた (表-6)。宜興市では, 山間部に分布している混用モウソウチク林よりも, 都市近郊に位置したタケノコ生産を主目的とした観光体験モウソウチク林において, 利用目的に応じた適切な竹林管理が行われていることがわかった。一方で, 原竹・タケノコの買い上げ価格と需要の低迷, 管理コストの増加などの影響から, 原竹・タケノコの生産量は過去より減少している。このことは 1992 年から 2016 年の間に管理モウソウチク林の稈密度が 898 本/ha 増加していることと一致していると考えられた。竹林の立地条件が伐採, 除草などの施業コストに影響する大きな要因と考えられ, 立地条件が比較的悪い (アクセスしにくい, 林道から遠く離れ, 標高の高いところに位置するなど) 竹林の施業コストが高くなるため, 管理頻度の低下, あるいは林分構造の劣化などにつながる管理放棄が発生する可能性があると考えられる。それに対して, 比較的良好な立地条件 (林道から近い, 平坦地, 低標高のところに位置する) によって管理コストが低い竹林は今後, 伐採などの人件費が激増しない限りでは管理がそのまま維持される可能性が高いと考えられる。また, 宜興市では原竹およびタケノコの両方を生産する竹林混用林が多くみられた。今後, 竹材・タケノコの需要が低迷し続けるなどの課題に直面し, 日本のように高品質のタケノコまたは竹材の生産に特化した林分の造成・維持に関する新たな管理方策を検討する必要性が生じる際には, 本研究で提示した管理モウソウチク林の林分の現状および各林分指標間の関係などの検討が有用であると考えられる。

表-6. 主体別にみた管理モウソウチク林の各林分指標

主体	林分指標					
	平均稈 密度 (本/ha)	DBH (cm)	DBH 変動係数 (CV)	新竹率 (%)	枯竹率 (%)	胸高 断面積 合計 (m ² /ha)
法人経営	3,900	11.1	0.12	31.9	0.8	37.59
生産合作社	4,400	9.1	0.17	19.6	1.1	27.47
世帯請負経営	4,400	9.4	0.16	19.9	3.5	29.51
推定 稈重 (t/ha)						111.81 79.22 85.71

表-6 で示した各林分指標値は表-3 の主体別各プロットの林分指標の平均を求めたものである (例えば法人経営主体の管理したモウソウチク林の平均稈密度はプロット 1, プロット 2, プロット 3 における稈密度の平均を求めたものである)。

今回の調査では、調査の参加人数および期間などの制約があったため、各調査プロットの傾斜度、標高以外の立地条件に対する調査および分析は行わなかった。竹林の林分構造は、維持管理の影響を受けるのみならず、標高、傾斜度、斜面方位など、様々な要素にも左右されるため、竹林の立地条件を考慮したより精緻な解析が期待される。

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: 139-151
- 艾海提江買買提・比屋根哲・都里昆阿合買提 (2013) 中国と日本における大学生の自然・緑地景観に対するイメージ・評価の相違, 新疆農業大学と岩手大学における事例調査. 日林誌 95: 297-304
- Andrew F, Kin WC, Zhao HZ, Li Y (2017) Sustainability, space and supply chains: The role of bamboo in Anji Country, China. J Rural Stud 49: 128-139
- 包 英爽・李 智勇 (2005) 国外竹産業的發展現状及趨勢. 世界竹藤通訊 3(4): 40-42
- 陳 双林・呉 柏林・張 德明・盛 方清・胡 建軍 (2001) 筍材両用毛竹林冠層結構及其生産力功能研究. 林業科学研究 14(4): 349-355
- 陳 宝昆・楊 宇明・張 国学・孫 茂盛・石 明 (2007) 雲南東南部天然沙羅竹林分結構規律的研究. 竹子研究彙刊 26(2): 11-18
- 単 樹模・馬 湘泳 (1997) 江蘇省誌・地理誌. 江蘇省地方誌編集委員会. 江蘇古籍出版社. 第10章 2-3
- 鄧 英英・湯 孟平・徐 文兵・陳 永剛・婁 明華・趙 明水 (2011) 天目山近自然毛竹純林の竹稈空間結構特徴. 竹子研究彙刊 30(1): 11-16
- 方 琳・山本信次 (2016) 中国浙江省における大学生の農村・農家楽に対する意識の現状. 杭州市桐廬県の農村における農家楽の将来的発展のための課題. 日林誌 98: 295-300
- 顧 琪・陳 霜霜・彭 悅・黃 偉量・王 舒棕・秦 鵬・洪 為・王 福昇 (2016) 集約経営模式下毛竹的空間分布格局. 南京林業大学学報 40(1): 162-168
- 黃 麗霞・袁 位高・黃 建花・朱 錦茹・潘 愛華・周 侃侃・林 海礼・溫 莉娜 (2008) 不同経営方式下毛竹林的林分空間結構比較研究. 浙江林業科技 28: 48-51
- 平野悠一郎 (2013) 中国の集団林権制度改革の背景と方向性. 林業経済 66(8): 1-17
- 井上昭夫・菅 秀雄・北原文章 (2010) タケにおける材積式の今日的意義. 森林技術 814: 30-31
- 石川県農林総合研究センター (2015) 竹の伐採から加工までの低コスト生産の試み (2015-2-17). 石川県農林総合研究センター林業試験場業務資料
- 岩井吉彌 (2005) 竹材およびタケノコ生産の変遷と課題—鹿児島を事例として—. 森林応用研究 14: 1-8
- Iwao S (1968) A new regression method for analysis the aggregation pattern of animal populations. Res Popul Ecol 10: 1-20
- 江沢 慧 (2002) 世界竹藤. 遼寧科技出版社. p-3
- 蔣 靈華・毛 朝明・呉 恒祝・段 慶新・方 仲相 (2015) 浙江省松陽県毛竹林経営現状調査と分析. 世界竹藤 13(5): 28-34
- 上村 巧 (2014) 伐採や搬出の手間は? コストは?. (竹林整備と竹材・タケノコ利用のすすめ方. 全国林業改良普及協会編, 全国林業改良普及協会). 176-187
- 江蘇省気象庁 (オンライン) 江蘇省気象局公式サイト www.jsmb.gov.cn 「宜興氣候概要 2012.4.1」(参照 2016-11-13)
- Kleinn C, Morales HD (2006) An inventory of Guadua (*Guadua angustifolia*) bamboo in the coffee region of Colombia. Eur J For Res 125: 361-368
- 久米村明・寺岡行雄・竹内郁雄 (2009) 放置モウソウチク林の林分構造と地上部現存量. 鹿児島大学農学部演習林研究報告 36: 1-8
- 栗田 融・包清博之 (2010) 地域景観の保全に資する地域住民の利用可能性からみた竹の活用条件に関する考察. ランドスケープ研究 73(5): 659-662
- 加久美雪・藤原道郎・大藪崇司・澤田佳宏・山本 聡 (2014) 兵庫県淡路島における竹稈重の推定にもとづく持続的な竹稈の燃料利用と竹林管理の可能性. 環境情報科学術研究論文集 28: 19-24
- 李 智勇・王 登举・樊 宝敏 (2005) 中国竹産業發展現状及其政策分析. 北京林業大学学報 (社会科学版) 4(4)
- 李 嵐・朱 霖・朱 平 (2007) 中国竹資源及竹産業發展現状分析. 南方農業 11(1): 6-9
- 劉 少才 (2018) 華東第一竹海: 宜興竹海. 南方農業 12(10): 1-4
- 柳 麗娜・潘 建平・田 立斌・董 国庭・張 宏亮 (2018) 浙江省安吉県毛竹林業園区現状調査と分析. 世界竹藤 16(2): 49-52
- 陸 新邦 (2009) 毛竹紙漿竹林均一度及整齐度研究. 湖北林業科技 158: 15-18
- 廬 義山・徐 宜良・李 聖厚 (1992) 江蘇毛竹林生産力類型区的劃分及分析. 江蘇林業科技(3): 1-5
- 中島章文 (2001) 都市近郊における竹林の管理・経営の実態—京都市近郊のタケノコ生産地を事例にして. 森林応用研究 10-1: 1-7
- 中島章文 (2002) 竹材生産者の現状と竹林管理の実態—京都市府亀岡市を事例として. 森林応用研究 11-1: 1-6
- 農民專業合作社法 (2006) 中華人民共和國第10屆全國人民代表大會常務委員會. 中国法制出版社
- 大野朋子・加我宏之・下村泰彦・増田 昇 (2002) 岸和田市における竹林の変容形態と集落・市街地との関係性に関する研究. ランドスケープ研究 66: 547-550
- Pommerening A (2006) Evaluating structural indices by reversing forest structure analysis. For Ecol Manag 224(3): 266-277
- 任 敬軍 (2015) 近百年日本竹産業興衰史研究. 世界竹藤 13(2): 43-46
- 施 必青・方 偉・王 学勤 (1998) 我国毛竹研究文献分析. 竹子研究彙刊 17(4): 71-74
- 柴田昌三 (2003) モウソウチクと日本人. 日緑工業誌 28(3): 406-411
- 柴田昌三 (2010) 竹資源の新たな有効利用のための竹林施業. 森林科学 58: 15-19
- 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. 植生学会誌 25: 13-23
- 鈴木重雄・正本英紀・井坂利章・古川順啓・東 彰一・大田直友・鎌田磨人 (2010) 徳島県阿南市における竹林所有者と住民の竹林拡大に対する課題認識の差異. 景観生態学 15(1): 1-10
- 高田真莉子・逢沢峰昭・中山ちさ・大久保達弘 (2017) 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. 宇大演報 53: 27-41
- 田中美香 (2016) 栃木県茂木町の「美土里館」における竹の伐採と活用の実態. ランドスケープ研究 (オンライン論文集) 19: 83-90
- 田村和也 (1994) 竹材生産者の現状: 施業方法と流通構造の関連について. 日林関西支論: 3
- 丁 峰 (2019) 「規模経営讓竹林増効」. 2019-12-24 安吉県新聞記事 <http://ajnews.zjol.com.cn/ajnews/system/2019/12/24/032083966.shtml> (参照 2020-4-1)
- 童 書振・盛 緯彰・張 建国 (2002) 杉木林分密度効応研究. 林業科学研究 15(1): 66-75
- 豊田信行・得 居輝・松岡真悟 (2005) モウソウチクの林分構造と混交による樹木の生長変化. 愛媛県林技研報 23: 29-34
- 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. 京都大学農学部演習林報告 33: 1-26
- 王 宏・応 葉青・王 晞月 (2012) 浙江毛竹林生態経営技術的PRA-DPSIR 評価. 世界竹藤 10(5): 1-6
- 王海霞 (2016) 江西竹産業發展現状と対策. 世界竹藤 14(2): 43-46
- 王 平・林 樹燕・範 亭亭・張 玉・李 芳・凡 美玲・方 水元・王 福昇・董 麗娜・時 培建 (2018) 南京紫金山毛竹平均胸径と立株之間的関係. 安徽農業科学(7): 106-108
- 吳清榮 (2007) 浅析福建省永泰県竹業經營現状与發展对策. 世界竹藤 5(1): 34-37
- Yoda K, Kira T, Ogawa KH, Hozumi K (1963) Self-thinning in overcrowded pure stands under cultivated and nature conditions. J Biol 14: 107-129
- 楊 開良 (2012) 我国竹産業發展現状与对策. 經濟林研究 30(2): 140-143
- 宜興市 (オンライン) 中国宜興市政府公式サイト. www.yixing.gov.cn 「宜興概況 2015.7.27」(参照 2016-10-2)
- 張 剛 (2002) 宜興建材竹産業刮起市場旋風. 中国建材 10: 67-68
- Zhang JW, Oliver WW, Ritchie MW (2007) Effect of stand densities on stand dynamics in white fir (*Abies concolor*) forest in northeast California. For Ecol Manag 244: 50-59
- 周 芳純 (1998) 竹林培育和利用. 南京林業大学「竹類研究」編集委員会
- 鄒 躍国 (2012) 毛竹林種群結構特徵變化的海拔効応研究. 竹子研究彙刊 31: 17-21
- 朱 強根・金 愛武・婁 艷華・唐 世剛・邱 永華 (2014) 毛竹種群空間格局及分株間関連性, 重複空間点格局分析. 世界竹藤 12(5): 1-8