竹の利活用推進に向けて

平成 30 年 10 月

林野庁

第	1 :	章 はじめに	1 –
第	2	章 竹の現状	2 -
	1	竹の種類と性質 / / / / / / / / / / / / / / / /	2 –
		(1) 竹の種類	2 –
		(2) 竹の性質	3 –
	2	竹林の面積 (3 –
		(1) 竹林面積の推移	3 –
		(2) 適切に管理されない竹林の増加	4 –
	3	竹材の生産量	5 –
第	3:	章 竹林の整備について	7 –
	1	竹材、たけのこ生産竹林の管理	7 –
	2	竹林の整備	7 –
		(1) 竹林拡大のメカニズム	7 –
		(2) 竹林の分類等	8 –
		(3) 管理されていない竹林の整備	8 –
	3	竹の伐採・搬出の方法とコスト 8	8 –
		(1) 伐採搬出機械	8 –
		(2) 竹材の生産性とコスト試算事例!	9 –
		(3)低コスト化への課題	9 –
	4	竹林整備の課題 10	0 –
第	4:	章 竹の利用について 1½	2 –
	1	従来型の竹利用 12	2 –
		(1) 竹材 12	2 –
		(2)竹炭 13	3 –
		(3)竹酢液 13	3 –
	2	近年の竹の利用 14	4 –
		(1) パルプ 14	4 –
		(2) バイオマス燃料 15	5 –
	3	竹材利用の課題10	
		(1) 竹材生産 10	6 –
		(2) 竹材利用1	7 –
第	5	章 竹利用の方向性 18	8 –
	1	竹林の利用 18	8 –
		(1) 竹林利用の前提条件 18	8 –
		(2) 竹林の利用・整備の方向性 18	
		(3) 竹林の利用・整備の主体 19	
	2	13 13713 14 12413 13 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14	
		(1) 竹の工業的利用の事例 20	
		(2) 竹製品や食料利用の新たな展望2	
_		(3) 竹利用の検討方向 2	
参:	考	文献(順不同)-23	3 –

第1章 はじめに

食卓に春の訪れを感じさせてくれるたけのこ、軽くてしなやかな竹製品など、竹は日本人にとって身近な資源である。カゴやザルなどの日用品のほか、和の文化である茶道の道具にも竹製品が利用されてきた。

また、たけのこは古事記に記述があり、奈良時代の竹製品が正倉院に保存されていたり、当時の遺跡に排水溝に利用されたと見られる竹が発見されている。

このように、竹は古の時代より我々の暮らしに役立てられてきた。

しかしながら、竹製品がプラスチック製品などで代替されるとともに、竹材や竹製品、たけのこの輸入が増加し、生産者が高齢化してきたこともあり、国内における竹材、たけのこの両方の生産が衰退していった。竹稈(ちくかん)は短期間で成長するが、その後、光合成により得られた有機成分はそれぞれの稈の直径・稈高の成長に充てられるのではなく地下茎に蓄えられ、地下茎が伸びて新たなたけのこの発生から稈の成長に充てられる。このことは、個々の樹木が集合した森林とは異なる。また、竹林だけでなく、周囲の森林にも人手が入りにくくなったことから、森林に入った竹の伐採等の手入れがなされないため竹林が拡大していく。これが周辺への竹の侵入の原因であり、元の植生の衰退により森林の公益的機能の発揮に支障を生じることも懸念されている。

こうしたことから、竹を利用することで竹林・森林整備への関心を高めることが竹問題の解決の一つの方法であり、従来とは異なる新たなアプローチで竹の利用を進める動きが見られ始めている。例えば、竹をパルプ原料にしたマテリアル利用や、バイオマス発電燃料としての利用である。こうした新たな取組を進めるためには、竹林の整備と竹の利用が総合的に可能な仕組みづくりが重要である。

このため、竹の利用に向けて、竹の生態、伐採・搬出、利用等の情報を収集し、更に各分野の関係者と意見交換を行い、竹の利活用についての現状を整理するとともに、今後の竹利用の拡大について期待できるアプローチ等について取りまとめた。

第2章 竹の現状

1 竹の種類と性質

(1) 竹の種類

世界のタケ亜科植物(タケ類及びササ類)は、1,400 種類以上にのぼるといわれ、 東アジア中心とする温帯性タケ類、アジア・アフリカ・中南米の汎熱帯性タケ類、及 び草本性タケ類からなる。

我が国のタケ亜科植物は、日本列島に自然に分布する種に加え、古い時代以来の外国からの導入種で帰化もしくは長期にわたり一定の地域で栽培利用の歴史のあるものを含むと131分類群に分類される。

我が国で利用されている主な有用種は以下のとおりである。

ア マダケ (真竹、苦竹)

稈は高さ 20m、直径 15 cmに達し、節は二重の膨らみとなる。基部から先端まで通直で円錐形の樹形となり、モウソウチクやハチクと比べ、葉のサイズが大きい。

稈は曲げ、張力、弾力、割裂性などに優れているため竹細 エや伝統工芸品の素材として使われる。竹材としての主な産 地は大分県、山口県。



イ モウソウチク (孟宗竹)

程は高さ 20m、直径 20cm に達し、節は一重となる。湿潤な環境を好み、山間部の斜面では沢筋に沿って生育し、稈は 先端部がうな垂れ、ゆるく湾曲する樹形となり遠方からも識 別可能である。

材は花器や細工物の一部に使われる。たけのこは生鮮食品として重宝されている。竹材としての主な産地は鹿児島県、 熊本県。



ウ ハチク (淡竹、甘竹)

稈は高さ 20m、直径 15 cmに達し、成熟すると灰緑色となる。また、節は二重の膨らみとなる。ハチクは稈の柔軟性に劣り、強風に遭って弓なりにたわむと元に戻らず湾曲しやすい。

材は繊細で細く割りやすいため、茶せんの材料として使われる。



資料: 林野庁 HP ((ア)~(ウ)写真)

(2) 竹の性質

竹は、常緑性の多年生植物であり、毎年地下茎の節にある芽子から新しい竹を発生させ、数ヶ月で成竹になる。竹には形成層がなく樹木のような肥大成長がない。竹の寿命は最高で30年程度、地下茎は10年程度である。

3~4年目の地下茎が最もたけのこの生産力が高く、5年目を過ぎると生産力が減少するほか、豊作と凶作がおおむね隔年に現れる。

材としては稈の上下方向に平行して維管束が配列されているので、繊維方向の強度が高く、そして維管束に沿って割裂しやすい。また、表皮は硬く、緻密、ろう成分がある。

2 竹林の面積

(1) 竹林面積の推移

我が国の国土面積 3,780 万 ha のうち、森林面積は 2,508 万 ha であり、国土の約 3 分の 2 が森林となっている。

我が国における竹林面積は、平成 24 (2012) 年には約 16 万 ha (全森林の 0.6%) となっており、九州や中国地方等の西日本に多く分布している(図-1、表-1)。また、長期的に微増傾向で推移している(図-2)。

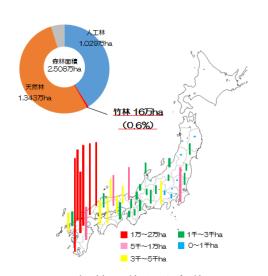


図-1 竹林面積と分布状況

(平成 24(2012)年 3月 31 現在) 資料: 林野庁「森林資源の現況」

表-1 竹林面積の多い府県

(単位:千 ha)

		H19年 竹林面積		増減
1	鹿児島県	16. 2	16.0	▲0. 2
2	大分県	13. 5	13.6	0. 1
3	福岡県	11.9	12. 9	1.0
4	山口県	12. 1	12.1	_
5	島根県	10. 1	10. 9	0. 9
6	熊本県	10. 6	10. 4	▲0. 2
7	千葉県	6. 1	6.0	▲0. 1
8	宮崎県	4. 9	5. 5	0.6
9	京都府	5. 6	5. 5	▲0.1
10	岡山県	5. 1	5. 4	0.3
	全国計	159. 2	161.4	2. 2

注:数値は各年の3月31日現在 資料:林野庁「森林資源の現況」

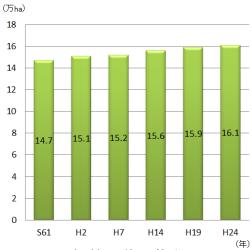


図-2 竹林面積の推移

注:数値は各年の3月31日現在 資料:林野庁「森林資源の現況」

一方、全国約1万6千点にプロットを設定した標本調査(森林生態系多様性基礎調査)によると、竹林と竹が25%以上侵入している森林を合わせた面積は全国で約42万haと推計される。

(2) 適切に管理されない竹林の増加

昭和 30 年代以降、薪炭用材の伐採等を通じて維持・管理されてきた里山林等の森林は、石油やガスへの燃料転換や化学肥料の使用の一般化に伴って利用されなくなり、藪化の進行等がみられる。

竹林についても、竹かご等の生活用品や造園建築資材等の原材料としての竹材生産、食用としてのたけのこ生産等に利用されることにより維持・管理されていたが、昭和40年代には、マダケの一斉開花による枯死を契機とした竹材輸入量の増加やプラスチック製品の普及、昭和50年代のたけのこの輸入量の増加等により利用されなくなり、次第に放置されるようになっていった(図-3)。

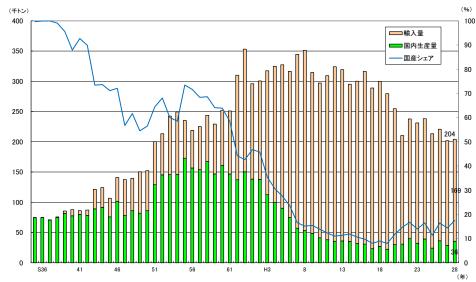


図-3 たけのこの生産量と輸入量の推移

資料:農林水産省統計表

今日では、竹やたけのこ生産等を通じて適切に管理されている竹林がある一方、 管理がされていないことから、竹の生産力が低下した竹林の増加や竹林と接する土 地の管理もされないことによる里山林等への竹の侵入が生じている。



管理された竹林



放置竹林



周辺森林への侵入

(左:モウソウチク、右:マダケ)

資料:全日本竹産業連合会(放置竹林)、林野庁 HP・業務資料(管理された竹林、周辺森林への侵入)

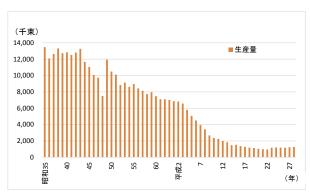
3 竹材の生産量

竹材は、日常雑貨等の原材料として広く使用されており、昭和 35(1960)年の生産量は 1,347 万東であったが、昭和 42(1967)年以降、マダケの一斉開花による枯死のため供給量が激減した。これを契機とした竹材輸入量の増加やプラスチック製品の普及により、国内の竹材生産は著しく減少し、平成22(2010)年の生産量は96万束※となった(図ー4)。

このような中、平成 23 (2011) 年以降、製紙用としての竹材利用が一部地域で本格化したことなどから、生産量全体は若干増加し、最近の年間生産量は約 120 万東程度で推移している一方で、輸入竹材は減少が続いている(図 – 5)。

また、最近の都道府県別の生産量では、製紙需要のある鹿児島県が全体の約6割を生産するなど、九州地方が上位を占めている(表-2)。

※1 東当たり 30kg に換算



図ー4 国内の竹材生産量の推移

資料:林野庁「特用林産基礎資料」

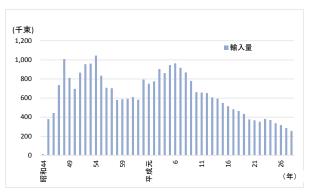


図-5 竹材の輸入量の推移

資料:農林水産省統計表

表-2 竹材生産量の上位県

	H27年生產	重量(千束)	H28年生產	生量(千束)	前年比	シェア
1	鹿児島	777.9	鹿児島	802.3	103%	63%
2	熊本	195.8	熊本	198.2	101%	16%
3	大分	67.1	大分	60.0	89%	5%
4	山口	57.7	福岡	45.1	102%	4%
5	福岡	44.2	山口	35.3	61%	3%
	全国計	1,235.3	全国計	1,272.2	103%	

資料:林野庁「特用林産基礎資料」

第3章 竹林の整備について

1 竹材、たけのこ生産竹林の管理

竹材やたけのこを生産している竹林は、それぞれ最良の竹材やたけのこが得られるように管理されている。

竹材生産を目的とするマダケ林の場合には、竹材として最も適した性質を持つ 4~5年生の稈が秋に伐採収穫される。これと併せて、より老齢の稈や枯死稈も一緒に処理される。翌春には、秋に伐採された稈と同数の稈が仕立てられる。一般的に管理されている竹林では、生産される稈の太さに応じて、例えば大径の竹材生産林では、6,000本/ha程度に維持される。なお、管理放棄されたマダケ林では、稈密度は枯死稈も含めると10,000~20,000本/haになる。

モウソウチク林は、たけのこ生産と主に農業利用される竹材生産の組み合わせによる利用を考える場合には、 $4,000\sim5,000$ 本/ha 程度の密度で管理される。たけのこ生産に特化した場合には、 $2,000\sim3,000$ 本/ha という低密度に維持される。管理放棄されたモウソウチク林では、枯死稈も含めると $10,000\sim12,000$ 本/ha 程度の高密度になる。

なお、親竹の伐採は、地下部でたけのこが大きくなる時期から出筍した竹が成熟する までの期間となる春から初夏以外の時期に行うことが望ましい。

2 竹林の整備

(1) 竹林拡大のメカニズム

竹材やたけのこの生産を行っていた竹林の管理が放棄され、伐採が行われなくなると、生育している竹の密度が高くなり、また、枯死竹も残ることから、林内が薄暗くなり、人が入ることもままならないような状態になる。

竹は、地下茎を周囲へ伸ばし、地下茎からたけのこを発生させて分布を広げていく。 竹の地下茎の伸長は、1年間で2~3m程度、最大では7~8mにも達するという報告が ある。

この地下茎を周囲に伸ばすという竹の特徴と、竹林及び周囲の森林等において管理が行き届かなくなった場合には、たけのこの収穫や竹の伐採等の手入れが行われないことによって、現在竹林である箇所から周囲に竹が侵入(進出)していくことになる。

森林に地下茎が侵入すると、やがてたけのこが発生する。たけのこは地下の貯蔵養分を使って伸長するので、暗い林床でも一人前のサイズまで成長することができる。

稈は、大きいもので高さが20m以上にもなることから、侵入した場所の植生より竹が高くなる場合には、竹より高さが低い樹木が衰退し後継樹も育たなくなり、竹が優占することとなる。

このように、竹が優占している森林では、植物種の多様性が大きく損なわれるとともに、森林として有している様々な公益的機能の発揮に支障を生じることも懸念されている。

(2) 竹林の分類等

竹林のすべてにおいて竹が周辺に侵入・拡大しているわけではなく、現在も管理されている竹林は多くある。竹林拡大等による植生の衰退を招いている竹林、すなわち、対策を講じるべき竹林を見出すために、竹林を態様別に管理竹林、放置竹林、拡大竹林、木竹混交林に分類することが提案されている。このカテゴリー毎の内容は、以下のとおりである。

- 管理竹林は、管理が適切に行われている竹林である。
- ・ 放置竹林は、かつて管理されていた竹林であるが、現在は管理がされていない竹林である。過去の一定期間、竹林として維持されていたため、管理の再開によって、元の竹林に再生することが可能である。
- 拡大竹林は、元々竹林でなかった場所が竹林化した場所である。
- 木竹混交林は、竹林でなかった場所に竹が侵入しつつある場所である。

荒廃して見える竹林には、放置竹林、拡大竹林と木竹混交林があり、この違いは過去の土地利用履歴を知ることにより判断できる。

この4つの分類のうち植生の衰退を招いているのは、拡大竹林と木竹混交林であり、 竹林整備を行う優先順位が高い。

(3) 管理されていない竹林の整備

放置竹林を元の管理竹林に戻すには、1のような管理竹林における密度となるよう、 竹林を整備することが重要である。

竹の侵入により植生の衰退が生じている森林を元の姿に戻す場合には、まず、現に 生育している竹の伐採を行うこととなるが、竹は地下茎に栄養分を蓄えているため、 地上に出ている部分を伐採した後でも新竹が生えてくる。管理されていない竹林では、 枯死稈も含めれば 10,000 本/ha 以上が繁茂しているが、伐採後に再生してくる竹は更 に多くなることもある。毎年竹の伐採を続けた場合でも再生竹が数年間は生え、伐採 後6年目でも相当数の新竹が生える場合もある。

再生竹は、サイズが小さいものが多くなる傾向があるが、葉の量は多く光合成に よって栄養を地下茎に蓄える能力は高いため、数年間は伐採を続けるなどの対応が必 要である。

竹を駆逐する方法には、伐採する方法の他に、除草剤による方法もある。竹の枯殺を目的とする除草剤としては、グリホサート系除草剤と塩素酸系除草剤が登録されている。具体的には、竹稈又は切株1本ずつに除草剤を注入する方法及び土壌に散布する方法がある。これら除草剤による駆逐では、竹の再生を抑える効果も認められている。

竹林の森林化には、植栽等により次世代の樹木を造成するとともに、再び竹林に戻らないよう、竹の再生能力を認識した上で、継続的な見回りと管理が不可欠となる。

3 竹の伐採・搬出の方法とコスト

(1) 伐採搬出機械

竹は中空で軽いといっても1本あたり数十キログラムもあり、人力で扱うのは重労働である。しかし、木材の伐採、搬出等に用いる林業機械で扱うには竹は軽量であり、

大抵の林業機械は出力的に過大となりコスト高の原因となる可能性がある。このため、できるだけ小型の林業機械、例えば、林内作業車やミニグラップル、ポータブルウインチなどを効果的に組み合わせて使用することが重要である。

(2) 竹材の生産性とコスト試算事例

過去に行われた竹の伐採、搬出の生産性及びコストの試算事例について以下に示す。概要は表-3のとおりであり、作業方法は能率の高い皆伐(帯状伐採を含む)で 行った。

傾斜がおおむね 20 度を超えると人の移動や伐採等の作業は行いにくくなるが、伐採した竹が自然滑落する。調査した愛媛県の急傾斜地では、竹を自然滑落させることができ、集材機械を使用していなかった。また、愛媛県と茨城県では小型集材機械を使用し、山口県では大型の林業機械を用いて実施した。全箇所とも、チップ化は梢端部のみとし、稈部はチップ化せずそのまま搬出している(チップ生産量は重量ベースで全体の 30~50%)。

コスト試算は伐採からチップ化までの直接費を対象とし、労務費 12,000 円/人日、機械経費の算出は機械を定価購入することとして統一した。それぞれの作業における生産性とコストは図ー6のとおりとなる。現地の地形条件や作業方法が様々なので生産性とコストにも幅があり、生産性は 0.7~3.8wet-t/日、コストは 6,000~46,000 円/wet-t という結果となった。

各事例の特徴は下記のとおりである。

- ・ 愛媛県の自然滑落を利用した集材地は、集材機械を使用しないことから最も低 コストであり、10,000円/wet-tを下回る事例が見られた。
- 愛媛県の単線循環式集材地は、集材の低い生産性により高コストとなった。
- ・ 茨城県のポータブルウインチ集材地は、集材作業が容易であったが、機械を使用したため、自然滑落よりも若干コスト高となった。
- 山口県のスイングヤーダ集材地は、大型機械を多く使用することにより高い生産性を示した反面、機械経費が嵩み高コストとなった。

伐採、集材、造材、粉砕の工程別にコストの状況を見ると、梢端部のチップ化が最もコストがかかる作業であった。生産費の総額が低い自然滑落とポータブルウインチを活用した事例では、チップ化が全体の約半分程度のコストを占めている。

(3) 低コスト化への課題

本報告で取り上げた事例からは、機械の利用を減らす、又はできるだけ小型の機械を使用することにより全体のコストを低減できる可能性が示されている。一方、大量の竹材を短期間に供給する必要がある場合には、大型機械を利用し、生産性を高める必要がある。この場合には低コスト化を図るために、作業能率と機械稼働率を高める工夫が必要となる。また、チップ化のコストを下げることが全体のコスト低減に非常に効果があり、そのために竹に適した高能率でトラブルの少ないチッパを選定・開発することが必要である。

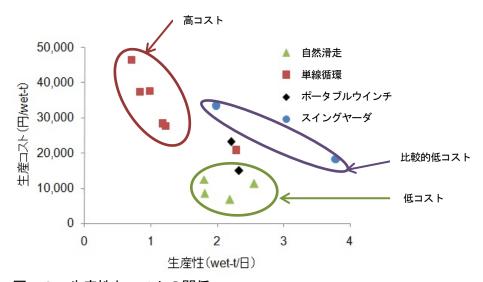
現状では、竹の伐採搬出コストは高く、竹資源を持続的に利用していくことは課題が多い。一方、竹は伐採しても地下茎から自然に再生し、他の植物に被圧される心配がないといった優れた特徴を有し、林木のような再造林や育林の費用が不要となるた

め、適切な機械作業方法の検討や竹専用機械の開発などを通じて竹独自の低コスト化の取組を続けていくことが必要である。

表-3 竹伐出コスト試算の現場と作業条件

TO 10 TO 4 11		27 T27 ID		+ 12 12	
現場所在地]	愛媛県	愛媛県	茨城県	山口県
作業方法		带(5~10m)	帯(5~10m)	带(3m)	皆伐
傾斜		急	緩~急	平坦	緩~急
集材方向		下げ荷	上げ荷・下げ荷	_	上げ荷・下げ荷
	伐倒	チェーンソー	チェーンソー	チェーンソー	チェーンソー
生田松岩	集材	自然滑落 (機械不使用)	林内作業車ウインチ (単線循環式)	ポータブルウインチ	スイングヤーダ
使用機械	造材	チェーンソー	チェーンソー	チェーンソー	チェーンソー
	粉砕	チッパ(中型)	チッパ(中型)	チッパ(小型・中型)	チッパ(大型)
	その他	_	グラップル(中型)	_	グラップル(大型)

資料: 森林科学 No. 58



図ー6 生産性とコストの関係

注:コストの記載は林野庁 資料:森林科学 No.58

4 竹林整備の課題

竹林の整備についてまとめると、以下のとおりとなる。

- 竹材やたけのこを生産している竹林は、密度管理がなされており、毎年秋~冬にかけ一定の竹の供給が可能である。
- 管理が放棄された竹林は、枯死稈も含めると10,000本/haを超える高密度となる。
- 竹は、地下茎を周囲に伸ばし分布を広げる。侵入した場所の植生より竹の稈高が高くなる場合には竹が優占する。
- 竹林拡大等により植生の衰退を招いているのは、拡大竹林と木竹混交林であり竹 林整備を行う優先順位が高い。
- 竹を駆逐する方法には、現に生育している竹や再生する竹を継続的に伐採する方

法、除草剤による方法がある。

- ・ 竹林の森林化には、樹木の植栽とともに、継続的な見回りと管理が必要。
- ・ 現状の竹の伐採搬出コストは高いため、機械作業方法の検討や機械開発を進める こと等により低コスト化の取組を続けることが必要。

現在、適切に利用され、管理されている竹林であっても、例えば、竹林や周辺森林所有者の高齢化や所有者の交代による管理意欲の減退等により、竹林及び周辺森林等の手入れが疎かになれば、その場所のみならず、周辺への竹の侵入が始まり、竹林の拡大に繋がる。こうならないためには早めの対応が必要である。

また、拡大竹林や木竹混交林の森林化等には継続的な対応が必要であることから、コスト面も考慮しつつ、計画的な対応方策について地域で検討していくことが重要である。この際、竹林管理マニュアル(日本特用林産振興会)等を参考に進めることが有効である。

第4章 竹の利用について

従来型の竹利用

(1) 竹材

私たち日本人と竹との関わりの歴史は古く、縄文時代 の遺跡から竹を素材とした製品が出土している。このこ とからも、我が国では古来より竹を有用な植物として利 用してきたことがうかがわれる。

竹は、軽くて加工性の高い素材であるため、農業や漁 業でもごく身近な資材として、作物の収穫に用いる背負 いカゴ、野菜洗いや水切りなどに使うザル、養殖用の浮 竹など、用途に合わせて使いやすい形や大きさに加工さ れ、いろいろな形で利用されてきた。



竹製のザル



竹製のカゴ (左:たけのこ堀り用、右:買い物用)



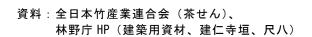
竹製のほうき・熊手 ノリ養殖用の浮竹



資料:全日本竹産業連合会(ザル、カゴ、ほうき・熊手)、林野庁 HP(ノリ養殖用の浮竹)

また、家屋には、土壁の下地や外装材、 内装材にいたるまで、所々に竹が使われ ていた。さらに、竹材は、日本文化を代 表する茶道や華道の道具、笛や尺八など の楽器、竹刀や弓などの武道具など、様々 な用途に用いられている。

このように、従来からの竹材の利用用 途は、建築資材をはじめ、カゴ類、ザル 類、提灯、物干し竿など生活用品からエ 芸品等と多様である(表-4)。しかし、 最近の国内竹材の需要は、代替資材の普 及や、安価な海外製品にとって代わり大 幅に減少している。





建仁寺垣



茶せん

表一4 竹材の従来用途の例

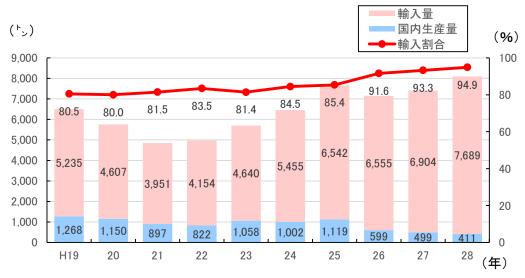
区分	主な用途	
日常雑貨	カゴ、ザル、串、団扇、扇子、物差し、食器類、竹ぼうき、すだれ、物干し竿、傘、竹光等	
建設·建築用品等	外装材、内装材、竹足場、海苔竹、漁礁等	
造園用資材	垣根、植木支柱等	
伝統工芸品	茶道用具、生け花用具、尺八、笛、弓矢、竹刀、釣り竿等	

資料:林野庁業務資料

(2) 竹炭

竹炭は、木炭よりもカリウムやナトリウム等のミネラル成分が非常に多く含まれており、さらに多孔質であるため、土壌改良効果や消臭効果に優れている。近年、土壌 改良資材や消臭剤としての利用が増え、更なる利用促進が期待されている。

なお、我が国における竹炭の生産量は平成 28(2016)年で 411 トンとなっており、消費量の約 95%を輸入品が占めている(図-7)。



図ー7 竹炭の国内生産量と輸入量の推移

資料:林野庁「特用林産基礎資料」

(3) 竹酢液

竹材を炭化する際の煙から採取した竹酢液は、その 80~90%は水分で、残りの 10~20%が有機化合物であり、酸類、アルコール類、フェノール類等の成分で構成されている。主に土壌改良用や消臭用等として利用されている。

また、竹酢液の生産量は、平成 15 (2003) 年まで増加傾向で推移していたが、同年の 農薬取締法改正により農薬指定の規制が厳格化されたことから、対象から除外され減 少していたが、近年は約 200 kℓ程度で推移している(図-8)。



図-8 竹酢液の国内生産量の推移

資料:林野庁「特用林産基礎資料」

2 近年の竹の利用

我が国における竹の利用については、従来からの丸竹・割竹、竹炭や竹酢液としての利用のほか、成分抽出などの新たな利用方法が研究・開発されており、マテリアルとしての竹の活用が大いに期待されている。ここでは、近年、需要量を伸ばしているパルプと一部地域で取組が始まっているバイオマス燃料としての利用について記述し、その他の工業的利用に関する研究・開発については後述する。

(1) パルプ

パルプは、主に木材から分離した植物繊維で紙を作るための原料である。繊維の長い針葉樹からは強度が必要な紙袋や包装材などに適した丈夫な紙が製造され、繊維の短い広葉樹からは印刷に適した紙が製造される。竹材から製造される紙は、針葉樹由来の紙と広葉樹由来の紙の中間的な特徴をもつと言われており、中国、東南アジアでは、なじみのある存在である。

しかし、竹材は、材質が空洞で硬く嵩張ること、竹林が小規模分散していることなどから、伐採、搬出、チップ加工等は木材と比較して効率が悪く、安定的な集荷が容易ではなかった。そのため、我が国では製紙原料としての利用は定着していなかったが、近年、たけのこ生産林の竹材を活かした原料材の安定的な確保の取組により需要量を伸ばしている事例も出てきている。

【事例 鹿児島県における竹材利用の取組】

鹿児島県薩摩川内市に工場を持つ企業では、竹材の パルプ化に向けた取組を進め、平成 10(1998)年に竹パ ルプ 10%を木材パルプに配合した紙の試験生産に着手 し、平成 21(2009)年には竹 100%の紙の生産技術を確 立した。

これにより、たけのこの主要産地である鹿児島県では、たけのこ生産者等が、竹林の維持管理によって伐採する竹材を近隣のチップ工場へ運び、製紙に必要な竹材が同社工場に供給されるようになった。



チップ工場への搬入



竹チップ



製紙工場への搬入



製紙化

また、鹿児島県内では、竹林の健全な育成やたけのこ生産等の地域活性化の ために、竹林の改良や竹材の搬出等に対する支援に取り組んでいる地方公共団 体も見受けられる。

資料:中越パルプ工業(株)HP

(2) バイオマス燃料

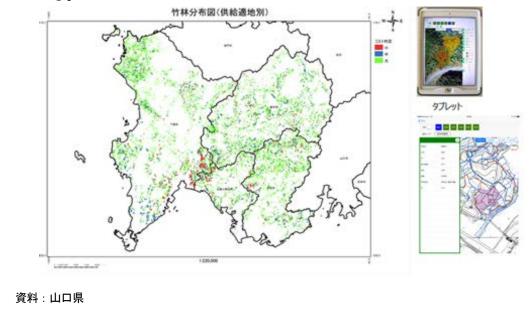
竹はカリウムを多量に含んでおり、大型のボイラーで燃焼させると灰が溶解するため、それが固まって炉内に「クリンカ」という塊を生成する特性がある。さらに塩素濃度も高いため耐火物や伝熱管を腐食させやすい。つまり、燃焼炉を傷めやすいため、従来の技術ではバイオマス発電などの燃料としては不向きとされている。

このような性質の竹ではあるが、これを燃料としたバイオマス発電については、竹の有効活用という視点から竹林整備の推進に資するものとして大きな期待が寄せられ、一部地域においては、企業と連携した技術開発や制度的支援により、取組を進めている例が出てきている。

【事例 山口県における竹のエネルギー利用に向けた取組】

山口県では、竹林の拡大が顕在化し、森林の適正管理等の観点からその対策が課題となっており、これまで未利用であった竹材を地域で循環可能なエネルギー資源として活用を図る取組を精力的に進めている。同県は、航空レーザー測量と森林 GIS を組合せた正確な竹林の位置情報の把握や竹林からの伐出等の低コスト化、効率化に関する実証事業を実施し、竹林の分布状況や資源量、低コストで供給可能な竹林の解析を行っている。関連情報は同県のホームページ「やまぐち森林総合情報システム」上で一部公開され、タブレット端末「竹資源情報収集・活用支援システム」により現地で利用可能となっている。

また、同県の取組に着目した企業は、竹バイオマス専焼炉による発電事業を行うため山陽小野田市に進出し、ドイツの会社と共同で、クリンカの生成を抑制する特殊な燃焼炉を開発し、竹専焼バイオマス発電所(1,999kw)の建設を進めている。



3 竹材利用の課題

(1) 竹材生産

従来型の竹材利用に際しては、竹材の使用目的に応じた適切な方法で生産された竹材が必要である。竹材の生産には「伐り子」と呼ばれる竹製品に適した竹を選定する目利きの技術を有する者が求められる。「伐り子」になるには、「引きずり3年、伐竹5年」というような経験が必要といわれているが「伐り子」は高齢化により年々減少しており、竹材生産のためには、伐り子の育成が課題となっている。

(2) 竹材利用

竹材の利用やたけのこ生産が大きく減少し、放置竹林や拡大竹林が地域によっては 問題となっている。これらの竹林を整備する際に発生する竹材を有効利用することが できれば、その費用の一部又はすべてを賄うことができ、雇用の場の確保やたけのこ 林の再整備による6次産業化の進展等に繋がることから、竹に関する取組については 期待が寄せられているところである。

しかしながら、これらの竹林の竹材利用については、労力の割に利用目的にかなう質の竹材の出材量が少なく、出材経費が多大となり、採算ラインに乗せることは容易ではない状況となっている。

また、利用側ではマテリアル利用やエネルギー利用のための技術開発や低コスト化を進めているところであり、これまで以上に竹材の購入価格を上げることは難しい状況にある。

このような中で、鹿児島県において竹材生産量が増加しているのは、竹材利用を行う企業が、たけのこ農家等の出材しやすい様に竹材の受け入れ時期や量を限定せず決まった単価で買い取る仕組みとしていること、更に市町村により竹材の搬出等に対する支援が行われていることが理由と考えられる。

つまり、放置竹林等を利用していくためには、採算性が悪いため行政による支援が必要な状況であることから、自立した経営に向けた製品の需要開拓や高付加価値化、 伐採から製品製造までのコストの削減が課題となっている。

第5章 竹利用の方向性

竹を利用した産業の展開にあたって、生産コスト、製造コストの低減を図ることと併せて、さらに重要なことは高付加価値な製品市場を形成することである。

以下は、現在の技術レベルで可能性を秘めている利用方法である。併せて今後の展望 等を付記する。

1 竹林の利用

(1) 竹林利用の前提条件

木材については、自給率が平成 28 (2016) 年には昭和 61 (1986) 年以来の 35%水準まで回復しており、国産材の利用が進展している。これは、高性能林業機械が効率的に利用できる路網の整備と当該機械の導入の推進等により、生産性が向上し原木の安定供給体制が構築されたことと、国産材針葉樹の合板等への利用、木質バイオマス発電の燃料用の利用など、原料生産コストに見合った利用先が確保されたことが大きな要因である。竹についても、資源として継続的に利用していくためには、伐採・搬出する費用と、竹林の産物から得られる収入とを比較して、利益をあげられる構造となっているかがポイントであり、低コスト生産・供給体制の構築が必要である。

(2) 竹林の利用・整備の方向性

伐採・搬出する費用は、低コスト化に向けた作業能率の向上、竹に適した高能率の チッパによる現地でのチップ化・運搬が対応策として考えられ、路網に近接する箇所 での伐採・搬出が必須条件と考えられる。ただし、木材の場合と異なり、空洞がある 竹の伐採などは、機械化による生産性向上の効果を得にくい面があり、竹の利用だけ のために路網を整備してその利用区域を拡大していくことは、費用対効果の面では効 率的とは言えない。

一方で、竹林は、竹だけではなくたけのこを収穫できるという森林にはない特徴を もっている。また、たけのこ生産のためには、その生産に適する密度に調整するため の竹林整備を行うことから、伐採される竹も利用することができる。

このようなことから、伐採・搬出する費用の低減と、竹林から得られる収入の確保 の観点から、竹利用を進める条件として適している区域は、

- 路網が整備されている区域の周囲の竹林
- たけのこ生産や竹生産を行っている管理竹林などであり、それぞれの条件を満たす竹林は重なりが多いと考えられる。

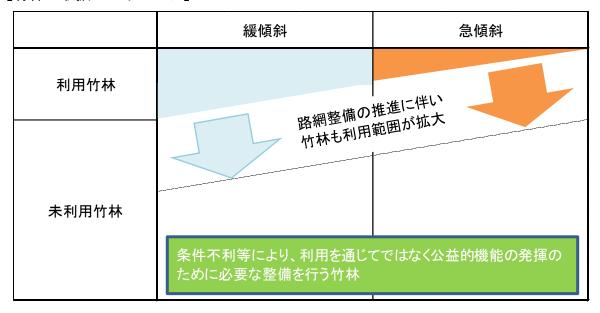
今後の森林管理に係る新たな森林経営管理制度では、森林所有者が自ら手入れ等を 行うことが困難な森林について、林業経営に適する森林は、意欲と能力のある林業経 営者が経済ベースで活用し、適さない森林は、市町村が公的に管理を行うこととして いる。

竹林の取扱いも経済ベースでの活用に適する箇所とそうでない箇所を分けて考えることが重要であり、急峻で手入れが行われず、たけのこ生産にも竹生産にも向いていない竹林は、整備し利用まですると、ますます経費負担が大きくなるため、公益的機能の発揮の観点から必要な整備を行うことに主眼を置くことが妥当と考えられる。このように、竹林の取扱いについては、伐採・搬出コストが低い管理竹林など、た

けのこや竹の生産による利用を通じた整備が行われる竹林と、条件不利で公益的機能 発揮の観点からの森林化に向けて整備を行う竹林の2つに分けて考えていくことが 重要と考えられる。

なお、エネルギー利用等のために大量の竹が必要な場合、条件不利地の竹林の利用が考えられるが、そのためには地域の合意による追加的な公的支援を要する。一方で、森林整備のための路網整備の推進等を通じ、竹の伐採・搬出コストを低減することにより、たけのこや竹を生産し、経済ベースでの活用に適する竹林の拡大を図ることも重要と考えられる。

【竹林の取扱いのイメージ】



(3) 竹林の利用・整備の主体

管理竹林においては、竹林所有者とたけのこや竹の生産者により必要な管理が行われている。

一方、放置竹林や拡大竹林、木竹混交林においては、様々なケースが考えられるが、補助事業等も活用して、条件不利地で公益的機能の発揮のために必要な整備は竹林所有者に代わって公的主体により実施されていたり、地域住民やボランティア団体などにより、竹林の整備や整備と併せて地域資源として利用する取組もみられる。特に、こうした団体による竹林整備においては、活動の持続性が課題となっており、整備と併せて少額でも収益が上がる取組を実施したり、竹やたけのこなどを地域で活用するといった活動を組み合わせていくことがポイントである。

このように、竹林の形態によって、様々な主体による利用・整備を進めることが重要である。

2 竹利用の検討方向

(1) 竹の工業的利用の事例

ア 繊維化

(繊維利用)

竹パルプのセルロース部分をアルカリ薬品などで処理することにより、レーヨンを製造することができる。

シャクのような新上の別数り 竹のやわらかタオル (MAS) (MAS) (MAS) (MAS)

竹から作られたタオル 資料: エシカルバンブー(株)HP

(樹脂利用)

同志社大学先端複合材料研究センターにおいて、抽出した竹繊維とポリプロピレン繊維 (PP) を結合し、専用のアルコールで処理することにより、柔軟性と強度がある樹脂が開発されている。このようなバイオマス資源との複合繊維は「バイオマス・プラスチック」と呼ばれ、PP 単体での性能を補完し、さらに変色に強いなどの特性もあり、自動車の内装材やヘッドライトカバー、フロントグリルなどに利用されはじめ、今後のさらなる利用が期待されている。



竹繊維 資料:同志社大学 藤井客員研究員



竹繊維を使用した小型乗用車用リアパーティション(裏面)

(新素材)

竹を原料として新素材のセルロースナノファイバー(CNF: Cellulose Nano Fiber)を製造する技術が開発されている。

CNF は、植物の主成分であるセルロースをナノサイズ(1ナノメートルは百万分の1ミリメートル)まで細かくすることで、鋼鉄の5倍の強さで5分の1の軽さの繊維となるのが特徴である。軽量で高強度という特徴を活かして合成樹脂等に添加することで、軽量・高強度な複合材料を作る研究が進められ、一部で実用化が進んでいる。



竹由来の CNF を使った高音質スピーカ 資料: 同志社大学 藤井客員研究員

イ 抽出液等

竹の抽出液は、抗菌・抗ウィルス性等の高い有望な資材となる可能性があることが研究機関等において検証され、抗菌性や消臭機能等の特徴を活かした用途開発が行われている。

また、竹酢液をベースとした洗剤や防虫液 等が製品化されている。



竹由来の洗濯洗剤 資料:エシカルバンブー(株)HP

(2) 竹製品や食料利用の新たな展望

伝統的な竹製品の需要について、国内の現状では急速な拡大が望みにくいが、海外向けの販売に取り組む事業者も現れている。「クール・ジャパン」による日本の魅力の海外への発信等により、平成29(2017)年の外国人訪日者数は3,000万人に迫るなど、日本への関心が高まっている中で、需要の拡大にもつながることが期待される。

こうしたなか、日本の「技」である竹工芸品が欧米で認知されつつあり、海外のアート収集家などによって美術館などで竹工芸を紹介する特別展などが開催され、人気を集めている。もともとは生活用具としての竹工芸品であるが、欧米では抽象画や彫刻と一緒に住宅に飾られるなど、美術的な価値が高いとして評価されている。また、国内の竹産業に携わる団体が地方自治体などと共に、海外の美術館が開く日本の美術展に出品したり、竹工芸作家の企画展を開催したりするなど、日本の竹工芸の国際化に向けた取組も行われている。

一方、食用利用については、新しい竹林の産物利用の一つとして、現在ほとんどが輸入に頼っているメンマの代替品として、収穫時期が過ぎた伸びたたけのこを利用する取組がある。1m程度に伸びたたけのこであっても採取して塩漬け・発酵させることでメンマ風の食品を作ることができる。伸びたたけのこの採取は、土から掘りとる作業が不要であることに加え、採取時期が通常のたけのこよりも幅があり、特段の加工施設もいらないため、地域住民の活動における収入対策として、徐々に取組が拡がっている。

この取組により「国産メンマ」あるいは「穂先タケノコ」といった新ジャンルが確立されつつあり、食品産業や外食産業から注目されている。

(3) 竹利用の検討方向

竹の利用推進については、まずは継続的な利用・整備が可能な条件の竹林から産出される竹を有効利用していくことが重要であり、この場合は、限られた供給量となることを前提として、できるだけ、たけのこの生産といった竹林の産物利用を関連させながら、従来型の竹製品への加工等や、小規模バイオマス施設の燃料利用などに活用することが考えられ、竹資源を複合的にカスケード利用するモデル的な取組を進めていくことが重要である。

一方で、現状のコスト構造では、路網から遠いなどの条件が不利な竹林や拡大竹林等を大規模に伐採して竹を資源として利用することは様々な課題が山積している状況であるが、新たな動きである竹の工業的利用やメンマの材料として今まで使われな

かった収穫時期を過ぎたたけのこを利用することで、新規の市場開拓や付加価値の向上を図ることにより竹林の収益性向上の可能性がある。

このためには、竹資源のカスケード利用、新しい利用方法や伐採等の低コスト化など、個別に行われてきた様々な取組の成果を関係者間で共有し、効率的に取り組むことが重要であり、そのためには、各種情報が集約され、多くの関係者で情報共有できる場の構築が必要である。このため、竹に関する様々な者が自由に閲覧できる竹利用に関する情報プラットフォームの開設が有効と考えられる。

さらに、将来の更なる利用拡大に向けて、伐採・搬出のコストを低減する竹専用機械の開発や、新たな市場展開、高付加価値化を図るための用途開発を進めていくことが重要である。

参考文献 (順不同)

第2章

- 小林幹夫. (平成 29 (2017) 年). 原色植物分類図鑑 日本のタケ亜科植物.北 隆館.
- 大原偉樹. (平成 24 (2012) 年). 日本最長寿のタケの紹介とタケノコのあれこれ. 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所関西支所研究情報 No106.
- 社団法人日本林業技術協会 編. (平成 13 (2001) 年). 森林·林業百科事典. 丸善.

第3章

- 鳥居厚志・奥田史郎. (平成 22 (2010) 年). タケは里山の厄介者か? (特集 拡がる竹の生態特性とその有効利用への道). 森林科学 No58.
- 鈴木重雄. (平成 22 (2010) 年). 竹林は植物の多様性が低いのか? (特集 拡がる竹の生態特性とその有効利用への道). 森林科学 58.
- 柴田昌三.(平成 22 (2010)年). 竹資源の新たな有効利用のための竹林施業(特集 拡がる竹の生態特性とその有効利用への道). 森林科学 58.
- 伊藤崇之・村上勝・谷山徹.(平成22(2010)年). 竹利用のキーは伐出のコスト (特集 拡がる竹の生態特性とその有効利用への道). 森林科学 No58.
- 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所(平成 30 (2018) 年). 広がる竹林をどうしよう?という時に 放置竹林の把握と効率的な駆除技術. 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所関西支所.

第4章

杉浦銀治・鳥羽曙・谷田貝光克 監修. (平成 16 (2004) 年). 竹炭・竹酢液の つくり方生かし方. 創森社.