

論文

モウソウチク林における帯状伐採後の再生経過と発生稈の枯死*¹浦めぐみ*² · 寺岡行雄*³ · 竹内郁雄*³

浦めぐみ・寺岡行雄・竹内郁雄：モウソウチク林における帯状伐採後の再生経過と発生稈の枯死 九州森林研究 64：21-25, 2011
 鹿児島県さつま町の放置竹林において2005年7月、9月、2006年3月に伐採幅（5m, 10m, 20m, ただし20mは9月伐採なし）の帯状伐採を行い、伐採後5年間の再生経過と発生稈の枯死について検討した。伐採後初期にはサイズの小さな稈が多く発生し、伐採後年数が経つにしたがって、発生稈は伐採前のサイズに近づくことが確認され、伐採後5年目と伐採前の胸高直径に有意差はみられなかった。伐採後5年間で伐採時期による影響は明確でなかったが、伐採幅は胸高直径、稈高、発生稈密度に影響を与え、伐採幅が広がるほど小さくなる傾向がみられた。伐採前に対する伐採後5年間の胸高断面積合計の割合は、5m > 10m > 20mの順であった。枯死稈のサイズは全プロットで生存稈と比較して小さかった。また、枯死は伐採後1～2年目の発生稈に多かったことが確認され、伐採後5年間は枯死稈が再生量に与える影響は小さいことが確認された。

キーワード：モウソウチク, 枯死, 再生, 伐採時期, 伐採幅

I. はじめに

近年管理されなくなった竹林が増加し、隣接する造林地や耕作地などへの竹の侵入が問題となっている（鳥居, 2003）。その一方で、竹は伐竹しても毎年新しい竹が発生するため再生可能な資源として注目されている。その一つとして、竹パルプを原料とした紙生産がある。そこでは従来の竹製品に必要とされる弾力性、硬さ、耐久性を重視する、伐採時期を限定した採材では採算が合わず、一年を通しての竹材の安定的・持続的な供給システムが必要とされる。また、これまでタケノコ生産や竹林改良事業などで行われてきた択伐や間伐による竹材搬出では、大量の需要が見込まれる竹パルプ生産等に対して供給量が不足すると考えられる。また採材コストを考えると採算性をあげる必要があり、従来の採材方法とは異なる皆伐の必要性が高まると考えられ、放置竹林を竹材生産の場として施業・管理することが求められる。

竹林伐採の再生に関する研究としては、間伐強度の違いが竹林の再生におよぼす影響を明らかにするための研究（井鷲・河原, 1987）や、竹林の取り扱いの違いが与える影響を明らかにするための研究（河原ほか, 1987）、伐竹が竹林拡大に及ぼす効果を把握するための研究（藤井ほか, 2006）、フローリング用加工材の生産を目的とした研究（藤本ほか, 2008）等がある。これらの研究から、竹林は弱度の間伐より強度の間伐の方が、また間伐よりも皆伐の方が伐採後に小さな稈を多く発生させることが明らかにされている。また、親竹との距離が伐採後の発生稈のサイズに影響していることも示唆されている。しかし、これらの研究では、伐採時期や伐採幅を変えた時の、その後の竹林の再生について解明していない。本報告では、竹材の持続的利用を目指した竹林管

理のために、鹿児島県さつま町の放置モウソウチク林において伐採幅と伐採時期を離れた帯状伐採を行い、伐採後5年間の再生経過および伐採後の発生稈の枯死について検討した。

II. 調査地と調査方法

調査地は鹿児島県さつま町にある標高125m、面積が約2haのモウソウチク林で、約20年間手入れのされていない私有林である。この竹林内に伐採の時期と伐採の幅を変えて帯状伐採を行った。5m幅伐採区（以下、5m幅）は傾斜角26°の西向き斜面に斜面長約25m、10m幅伐採区（以下、10m幅）は傾斜角28°の東向き斜面に斜面長約25m、20m幅伐採区（以下、20m幅）は傾斜角24°の南西向き斜面に斜面長約30mで設定した。伐採は2005年7月と9月、2006年3月に実施し（以下、7月伐採、9月伐採、3月伐採）、計8プロットを設定した（図-1）。以下、各プロットを区別するため、5m幅の7月伐採ならばP5-7のように表記する。

伐採前の調査は、各伐採幅の斜面方向が異なるため、2005年に伐採幅ごとに150, 200, 300m²の調査区を設け、胸高直径、稈高、枝下高について、毎木調査を行った。そして2006～2010年の5年間、伐採後の発生稈の確認と稈の枯死の確認を毎年8月に行った。各プロット内に発生した新竹の位置、胸高直径、稈高、枝下高の測定を行った。なお胸高直径は地上1.3m前後で節と節の間部をmm単位で、稈高と枝下高は超音波方式の樹高測定器と測桿を用いて0.1m単位で測定した。ただし、いわゆる回復笹（内村, 2005）と言われるササ状のものは除き、稈高が2m以上のものを調査対象とした。

*¹ Ura, M., Teraoka, Y. and Takeuchi, I.: Regeneration process and culm mortality under belt cutting in bamboo *Phyllostachys Pubescens* stand.

*² 鹿児島大学大学院農学研究科 Grad. Sch. Agric., Kagoshima Univ., Kagoshima 890-0065

*³ 鹿児島大学農学部 Fac. Agri., Kagoshima Univ., Kagoshima 890-0065

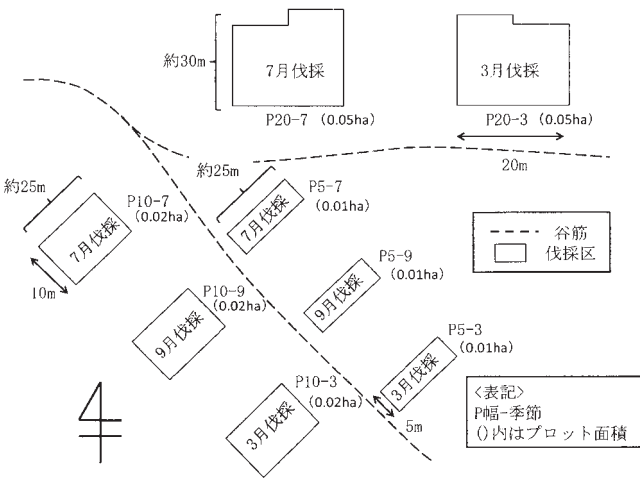


図-1. プロットの概略

竹林の程現存量と程の胸高断面積合計の間には相関関係がある(久米村ほか, 2009; 奥田ほか, 2006)。そこでデータ解析にあたり、伐採後5年間の生存程の胸高断面積合計 (m²/ha) が伐採前の胸高断面積合計に占める割合を竹林再生の指標とした。伐採後発生した程(発生程)のうち、現在も生存している程を生存程、枯死した程を枯死程と定義した。伐採前の林分概況および伐採後の経過年、伐採幅、伐採時期別に程の平均胸高直径、平均程高のそれぞれにおいて正規性が認められたので、これらの違いをt検定または一元配置分散分析を用いて検討した。有意差が認められた場合は多重比較を行った(Tukey-Kramer法)。また、生存程と枯死程における平均胸高直径と平均程高の違いはMann-WhitneyのU検定を用いて検討した。さらに、伐採区の胸高直径と程高の関係について回帰の有意性、平行性の検定を行った。統計処理には統計処理ソフトSPSS 11.0Jを用いた。

Ⅲ. 結果と考察

1. 伐採前の林分概況

伐採前の林分概況を表-1に示す。程の立竹密度は5,130~5,550本/haであった。平均胸高直径に有意差は認められなかった。平均程高と枝下高は10m幅がやや大きく、5m幅の胸高断面積合計および現存量の値は、他の二つに比べてやや低かった。

2. 平均胸高直径

伐採区の伐採後1年目の平均胸高直径は9.0~11.0cm、2年目は5.1~10.4cm、3年目は9.7~12.6cm、4年目は10.8~12.9cm、5年目は11.7~13.6cmであった。伐採幅毎でみた伐採後5年間の伐採時期の違いによる平均胸高直径は、伐採後1年目のP20-7とP20-3および伐採後3年目のP10-7とP10-3の間以外には、有意差は認められなかった(t検定, Tukey-Kramer法, $p > 0.05$)。

伐採時期毎に伐採幅で平均胸高直径を比較したところ、7月伐採では11組、9月伐採では5組、3月伐採では15組の比較が可能であった。7月伐採では、5組に有意差がみられ、いずれも伐採幅の狭い方が大きかった。9月伐採では2組で有意差がみられ

表-1. 伐採前の林分概況

伐採幅 (m)	立竹密度 (本/ha)	平均胸高直径 (cm)	平均程高 (m)	平均枝下高 (m)	断面積合計 (m ² /ha)	地上部現存量 (t/ha)
5	5,130	12.0 ± 2.3	16.5 ± 2.4a	8.4 ± 1.9a	59.1	88.23
10	5,200	12.9 ± 1.5	17.7 ± 2.2bc	10.5 ± 1.4b	67.4	121.06
20	5,550	12.3 ± 1.9	16.8 ± 2.2ac	9.2 ± 1.8c	69.5	121.89

※±は標準偏差を示す
平均胸高直径に関して、伐採幅の間に有意差なし(一元配置分散分析, $p > 0.05$) 平均程高、平均枝下高に関しては異なるアルファベットは有意差があることを示す(Tukey-Kramer法, $p < 0.05$)

た。いずれも5m幅と10m幅間の比較で、2年目は10m幅が、3年目は5m幅の方が有意に大きかった。3月伐採では、5m幅と10m幅の間に有意差はみられなかった。5m幅と20m幅、10m幅と20m幅の間の7組で有意差がみられ、いずれの場合も伐採幅の狭い方が胸高直径は有意に大きかった(表-2)。伐採時期毎にみたとき、平均胸高直径は伐採幅の広いプロットで有意に小さい場合が多かった。伐採後5年間の経過年の前後で平均胸高直径をみたところ、全部で28組比較ができた。そのうち13組で有意差が認められた。13組中11組は伐採後の年数が長い方が胸高直径は大きかった。また、P20-7では、伐採後2年目から5年目まで、毎年胸高直径は大きくなった(表-3)。これらの結果から、带状伐採後の発生程は伐採後年数が経つにしたがい大きくなる傾向が示唆された。特に伐採後2年目から3年目にかけては、全ての解析できた組合せ(プロット)で、胸高直径は有意に大きくなった。

全8プロットにおける伐採後5年目の程の胸高直径と伐採前の程の胸高直径に、有意差は認められなかった(t検定, $p > 0.05$)。このことから、伐採後5年目には程の胸高直径は伐採前の状態に戻ったと考えられる。

3. 平均程高

伐採後1年目の平均程高は10.1~15.0m、2年目の平均程高は8.2~15.0m、3年目は12.3~15.4m、4年目は12.8~15.4m、5年目は14.5~16.6mであった。それぞれの伐採幅での各年の平均程高の伐採時期による差は、伐採後3年目のP20-7とP20-3の間で有意であったが、その他の場合は有意でなかった(t検定, $p > 0.05$)。伐採時期毎に伐採幅で平均程高を比較したところ、31組中15組で有意差がみられた。いずれの場合も、伐採幅の広いプロットの方が程高は低く(表-2)、伐採幅は程高に負の影響を持っていることが示唆された。

伐採前の生存程と伐採後5年間の各年の発生程の胸高直径と程高の関係を図-2に示す。いずれの場合も、両者は直線で回帰できた(回帰の有意性の検定, $p < 0.05$)。伐採後毎年回帰直線の傾きは、いずれの年も伐採前のものと有意差があった(回帰の平行性の検定, $p < 0.05$)。傾きは伐採後4年目に一度増加したが、5年目に再度減少し、年数の経過とともに伐採前の傾きに近づいた。切片は伐採後4年目を除けば、伐採後に年数が経過するにしたがって大きくなっていった。程高は伐採区全体でみると伐採後1、2年目に対して3年目が有意に高く、3年目に対して4、5年目が有意に高かった(片側t検定, $p < 0.01$)。これらのことから、伐採後年数が経過して次第に伐採前の状態に近づいていることが

表-2. 伐採時期毎に伐採幅で比較した平均胸高直径と平均程高の検定結果

調査項目	伐採幅の対		7月伐採					9月伐採					3月伐採				
	a	b	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
平均胸高直径	5 m	10m	>					-	<	>			-	-	-	-	-
	5 m	20m	>		>>								>	>	>>	-	>>
	10m	20m	-	-	>>	-	>						-	>>	>>	-	>>
平均程高	5 m	10m	>>					-	-	>>			>	-	-	-	-
	5 m	20m	>>		>								>>	>>	>	-	>>
	10m	20m	-	>>	>		>						-	>>	>	-	>>

> は危険率 5%, >> は危険率 1% で b より a が有意に大きいことを示す。空欄はサンプルがなく、検定ができなかった箇所 (P5-7 の 2 年目は発生程が 2 本で 1 本が枯死のため除く), - は有意差がなかったことを示す (片側 t 検定, $p > 0.05$)

表-3. 伐採後 5 年間の経過年の前後でみた平均胸高直径の検定結果

経過年の対		P5-7	P5-9	P5-3	P10-7	P10-9	P10-3	P20-7	P20-3
1年目	2年目		-	-	-	-	-	-	>>
2年目	3年目	<<	-	<<	<	<<	<	<<	
3年目	4年目		-	-	-	>	<	<	
4年目	5年目	-	<	-	-	<<	<	-	

< は危険率 5%, << は危険率 1% で n 年より n+1 年が有意に大きいことを示す。空欄はサンプルがなく、検定ができなかった箇所, - は有意差がなかったことを示す (片側 t 検定, $p > 0.05$)

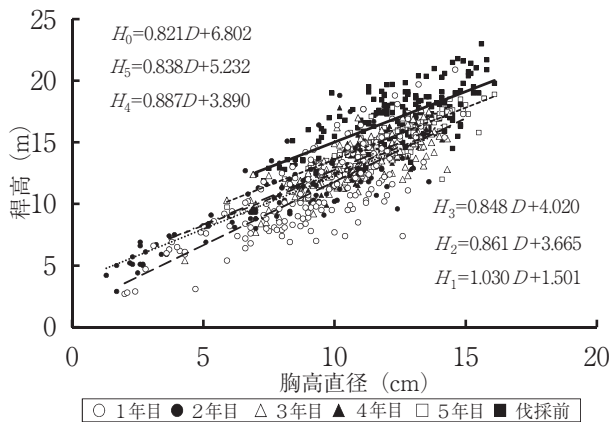


図-2. 伐採区の胸高直径と程高の関係
 H_0 : 伐採前の程高, H_i : 伐採後 i 年目の程高

示唆された。しかし、伐採前の程高は伐採後 5 年間の各年度の発生程の程高より有意に高かった (片側 t 検定, $p < 0.01$)。胸高直径とは異なり、程高は伐採前の状態まで 5 年間では回復していないと推察された。

4. 発生程密度

各伐採時期での伐採幅と発生程密度の関係を図-3 に示す。竹は発筈数に豊凶を生じることが知られている (青木, 1957)。伐採後 1, 3, 5 年目の発生程密度は 480~1,343 本/ha, 伐採後 2, 4 年目は 0~1,203 本/ha であった。P20-3 の 2 年目の発生程が 1,203 本/ha と高かったことを除けば、裏年の平均発生程密度は 276 本/ha と低かった。このことから、伐採後 1 年目は表年で、2 年ごとに豊凶を繰り返していることが明らかとなった。伐採後 5 年間の合計の発生程密度は 2,068~3,813 本/ha であった。7 月伐採の 3, 5 年目と 9 月伐採の全ての年で、伐採幅が広がるほど発生程密度は低くなった。一方、7 月伐採の 1, 2, 4 年目では発生程密度は伐採幅とともに増加 (2, 4 年目) するか、著しく変わらなかった (1 年目)。

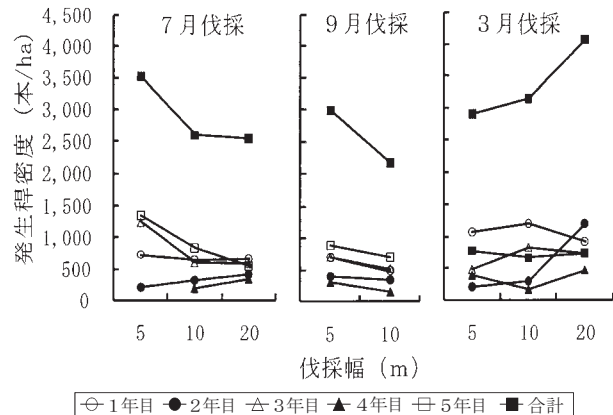


図-3. 伐採時期での伐採幅と発生程密度の関係

親竹から地下茎への光合成産物の貯蔵は 7 月~11 月に盛んで、芽子は秋に肥大し始める (上田, 1970; 内村, 2005)。そのため 7, 9 月伐採では地下茎の貯蔵養分は充分でなく、再生のための養分は林縁区から得なければならなかったと考えられる。竹の地下茎の年間伸長量として、熊本県のタケノコ専用竹林で 1.10~2.65 m/年, 地下茎 1~7 年生の平均は 1.81 m/年 (野中, 1987), 岐阜県のモウソウチク-ハチク混生林で 0.02~3.63 m, 平均 1.27 ± 0.90 m (河合ほか, 2008) などが報告されている。これらの報告から、林縁区の親竹からの地下茎の伸長量が、伐採幅が広がるにしたがって発生程密度が減少したことに関係していると推察される。地中の状態を確認してはいないが、伐採幅が狭いほど両側の林縁区からの地下茎の伸長とそれに伴う養分供給が早く行われ、より多くの程が発生したと考えられる。

一方、3 月伐採では、毎年度伐採幅と発生程密度の間に明確な関係はみられなかった。他の伐採時期とは違って、3 月伐採の時点では、既に伐採竹から地下茎への養分の蓄積が終了していたため、伐採幅が広がっても発生程密度が減少しなかったのではないかと推察される。

5. 胸高断面積合計

伐採幅や伐採時期でみた胸高断面積再生割合との関係を図-4 に示す。胸高断面積再生割合は、5 m 幅では伐採時期による差はみられなかったが、10 m 幅と 20 m 幅では、3 月伐採の値がほかの伐採時期に比べて高かった。そして、7 月伐採と 9 月伐採を比較すると、5, 10 m 幅のいずれも 9 月伐採の方が低かった。また、胸高断面積再生割合は、いずれの伐採時期でも伐採幅とともに低

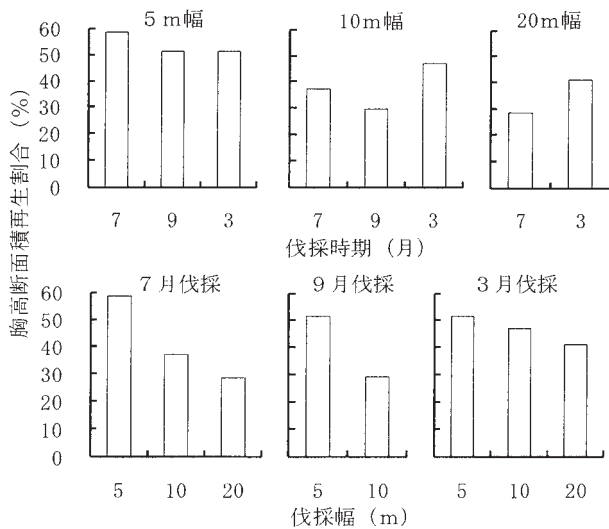


図-4. 伐採幅や伐採時期でみた胸高断面積再生割合との関係

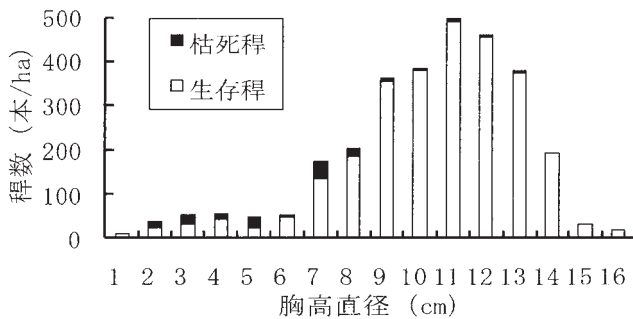


図-5. 伐採後5年間の発生桿の胸高直径の頻度分布

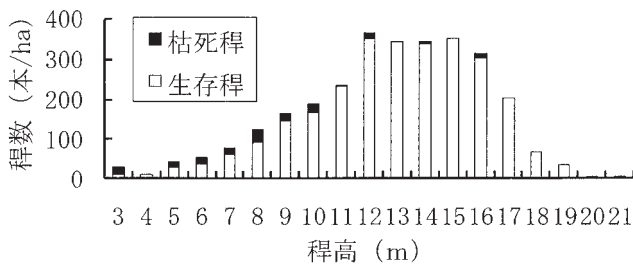


図-6. 伐採後5年間の発生桿の桿高の頻度分布

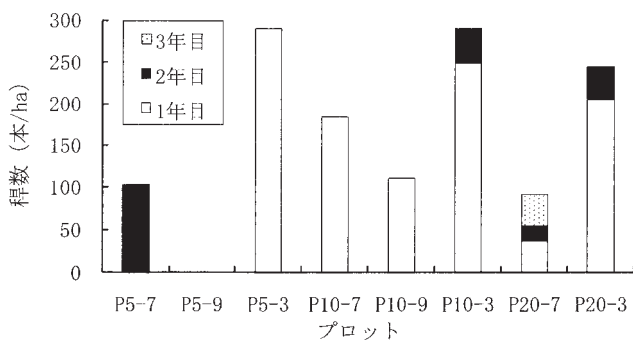


図-7. 発生年度別の枯死桿数

下した。その要因としては、平均胸高直径と平均桿高と同じく、狭い伐採幅の方が地下茎の伸長による養分供給の可能性が高かったことが考えられる。

6. 胸高直径および桿高の頻度分布

伐採後5年間の発生桿の胸高直径の頻度分布を図-5に示す。生存桿の胸高直径のピークは9~11 cm 階にみられた。枯死桿の胸高直径は2.4~12.6 cm で、7 cm 階をピークとした分布を示し、多くの桿が胸高直径の小さい階に集中していた。生存桿と枯死桿の胸高直径に有意差が認められた (Mann-Whitney の U 検定, $p < 0.05$)。

伐採後5年間の発生桿の桿高の頻度分布を図-6に示す。生存桿の桿高のピークは12~15 m階にみられた。中間値は13.3 mで、桿高の分布は高い階に偏倚していた。枯死桿の桿高は2.7~15.9 m、中間値は7.7 mで、10 m以下の桿が約7割を占め、生存桿の方が枯死桿より高かった (Mann-Whitney の U 検定, $p < 0.05$)。

全プロットにおいて、枯死桿は生存桿より胸高直径が小さく、桿高が低かった。間伐を実施した場合、胸高直径5 cm 未満の桿は林冠に達しないため、光不足で枯死する (藤本ほか, 2008)。したがって、サイズの小さな桿が林縁の残存した桿および桿高の高い桿に被圧され、枯死したと考えられる。

7. 発生年度別にみた枯死桿数

発生年度別にみた枯死桿数を図-7に示す。枯死は7プロットで確認された。各プロットの伐採後5年間の枯死桿数は0~290本/haであった。P20-7で伐採後3年目に発生した桿が枯死したが、それ以外のプロットでは、枯死桿は伐採後1, 2年目に発生したものであった。2年目に発生した桿2本のうち1本が枯死したP5-7を除く6プロットでは、伐採後1年目に発生した桿の枯死が全体の40~100%を占め、P5-7, 9とP20-7以外の5プロットでは、1年目の発生桿のうち2割以上が枯死していた。伐採後の時間経過とともに桿高が高くなるため、低い竹が被圧され枯死する (河原ほか, 1987)。本研究でも、伐採後1~2年目は発生桿の桿高が低く、伐採後3年目以降の発生桿は、毎年桿高が高くなった (表-2, 図-2)。伐採後初期の発生桿の胸高直径が小さく、桿高が低かったことが、この時期に発生した桿の高死亡率の原因の一つであると考えられる。また、枯死桿数が伐採後5年間の発生桿密度に占める割合は0~10%と、ほとんどのプロットが1割未満であった。そして、各年の枯死桿数が発生桿数を上回ることなく、現段階において桿密度に与える枯死の影響は大きくないと考えられる。

IV. まとめ

伐採後5年間の竹林の再生経過を調査した結果、発生桿は年数が経つにしたがって、平均胸高直径および平均桿高が大きくなる傾向が推察された。これは、伐採直後は地下茎が休眠芽を大量に発生させ、早期の葉量の増大を図るために地下茎の養分を使うため、伐採後初期は桿のサイズは小さく、次第に元の大きさに近づいたからだと考えられた。また、どのプロットにおいても、伐採後5年目と伐採前の胸高直径の間に有意差はみられなかったが、

伐採後5年目の稈高は伐採前の稈高より有意に低く、伐採から5年を経過しても、伐採の影響から十分に回復していないと考えられた。

7月伐採と9月伐採では、伐採幅が広がるほど発生稈密度が減少する傾向がみられた。これは、地下茎の伸長成長および養分の供給に影響を与えていると推察された。胸高断面積再生割合は、どの伐採時期においても、5m幅、10m幅、20m幅と伐採幅が広がるにしたがって低くなっていった。伐採後5年が経った時点では、5m幅伐採のみ伐採前の胸高断面積合計の50%を超えた。これは、平均胸高直径と平均稈高の場合と同様に、地下茎の伸長成長による影響があったためだと考えられた。

以上のことから、竹林を帯状伐採する際は、伐採幅を狭く設定する方がよいと考えられた。また、伐採幅を広く設定した場合は、伐採を3月に実施した方が、他の時期に伐採を行うよりも早く再生する可能性が示唆された。しかし、胸高断面積合計から推定される稈現存量は、伐採後5年間では伐採前のおよそ半分の状態までしか再生していなかったため、輪伐期は5年よりも長くなると考えられた。

さらに、枯死稈は生存稈より胸高直径が小さく、稈高が低い稈であることが確認された。そして、枯死稈のほとんどが伐採後1～2年目に発生したものであった。伐採後すぐに発生した稈のサイズは小さかったため、伐採後年数が経過し発生したサイズの大きな稈および林縁の生存稈によって被圧されて枯死したと推察された。帯状伐採後5年間は、枯死稈が再生量に与える影響は小さいことが確認された。今後、サイズの小さな生存稈が多く枯死するのではないかと予想されるが、枯死の傾向に変化が見られるかどうか継続的な調査が必要である。

謝 辞

「タケ資源の持続的利用のための竹林管理・供給システムの開発」(代表：鳥居厚志)および平成18年度科研費補助金「竹林バイオマスの農業・畜産業への有効活用による地域資源循環バランス」(代表：岩元泉：課題番号18580333)の支援のもとに行われました。また、現地調査全般に御支援を頂いた鹿児島県さつま町関係各位に併せて感謝申し上げます。

引用文献

- 青木尊重 (1957) 九大演習林集報 8 : 32 pp, 56 pp.
 藤井義久ほか (2006) ランドスケープ研究 68 (5) : 689-692.
 藤本浩平ほか (2008) 高知県森技研報 33 : 41-55.
 井鷲裕司・河原輝彦 (1987) Bamboo Journal 5 : 75-78.
 河原輝彦ほか (1987) Bamboo Journal 5 : 63-74.
 河合洋人ほか (2008) 日林誌 90 (3) : 151-157.
 久米村明ほか (2009) 鹿大演報 36 : 1-8.
 野中重之 (1987) 富士竹類植物園報告 31 : 43-51.
 奥田史郎ほか (2006) 森総研平成18年度研究成果選集 : 42-43.
 鳥居厚志 (2003) 日緑工誌 28 (3) : 412-416.
 上田弘一郎 (1970) 竹と人生, 56-57 pp, 明玄書房, 東京.
 内村悦三 (2005) タケと竹を活かす, 18 pp, 47 pp, 50 pp, 全国林業改良普及協会, 東京.

(2010年10月23日受付; 2011年2月17日受理)