

論文

放置モウソウチク林における帯状伐採後6年間の更新と隣接林分への伐採の影響^{*1}浦めぐみ^{*2}・寺岡行雄^{*3}

浦めぐみ・寺岡行雄：放置モウソウチク林における帯状伐採後6年間の更新と隣接林分への伐採の影響 九州森林研究 77：71－75, 2024 本研究では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（5 m幅、10 m幅、20 m幅）と伐採時期（7月、9月、3月）の異なる帯状伐採を行い、伐採後6年が経過した時点での林分の状況と、帯状伐採が隣接する林分へ及ぼす影響について検討した。その結果、生存稈密度は5 m幅や3月伐採の伐採区が他の伐採区より概して高く、発生稈の平均胸高直径は20 m幅が5 m幅、10 m幅の3月伐採に対して有意に小さいことが確認された。各伐採区の再生割合は29.8～53.8%だったが、伐採前に対して小さい程が多く存在していることがわかった。伐採区、林縁区、対照区の比較から、枯死稈は生存稈に対してそれぞれ有意に小さかったが、発生稈と生存稈の平均胸高直径は対照区、林縁区、伐採区の順で大きかった。対照区に対して林縁区の発生稈密度はわずかに低く、稈サイズに有意差がみられたことから、伐採が隣接林分に対して影響を与えていることが示唆された。

キーワード：放置竹林、モウソウチク、帯状伐採、更新、枯死

I. はじめに

近年放置竹林を整備して資源利用しようという動きが、各地方自治体やNPO法人等においてみられる。事業利用のためのバイオマス資源としての期待に応えるには、一定量の効率的な竹材生産が求められるため、皆伐作業が適している。竹林は地下茎を通じて養分の供給を行っているため、着実な再生が期待される手法として小面積皆伐が考えられる。小面積皆伐による持続的な竹材供給を計画するには、放置竹林を再び伐採して材を取獲するまでの更新期間（輪伐期）と、連進帯状皆伐作業法のような伐採列区の配置を設定する必要がある。そのためには、親竹からの養分供給が得られる伐採面積を算出するための伐採幅の異なる伐採（帯状伐採）の更新状況、竹資源の通年供給を考える際に基礎となる伐採時期の異なる伐採の更新状況及び隣接する林分への伐採の影響等に関する情報が必要となる。浦ほか（2011）は、単年度で比較すると伐採幅の違いが伐区内の発生稈の稈サイズに影響し、また伐採時期の違いが発生稈密度に影響しているとしている。また、伐採5年目までの結果として、伐採幅が大きくなるほど稈サイズが小さくなり、発生稈密度も下がることが明らかとなっている。しかし、再び伐採を行う時点における竹稈全体の本数や稈サイズに伐採設定の違いが及んでいるのかは明らかにされていない。

そこで本報告では、伐採幅と伐採時期の異なる帯状伐採を行った放置モウソウチク林において、浦ほか（2011）の調査結果に加え伐採後6年が経過した時点での更新状況をもとにして、伐採区全体と隣接林分及び対照林分での伐採の有無によって新竹の発生に影響があるかどうか明らかにすることを目的とした。

II. 調査地と方法

調査対象地は浦ほか（2011）と同じ、鹿児島県さつま町にある

放置モウソウチク林（標高125 m、面積約2 ha）である。伐採前の林分概況を表-1に示す。管理されないまま約20年間経ったときに、この竹林内で伐採の時期と伐採の幅を変えて帯状伐採を行った。5 m幅伐採区（以下、5 m幅）は傾斜角26°の西向き斜面に斜面長約25 m、10 m幅伐採区（以下、10 m幅）は傾斜角28°の東向き斜面に斜面長約25 m、20 m幅伐採区（以下、20 m幅）は傾斜角24°の南西向き斜面に斜面長約30 mで設定した。伐採は竹稈の新葉の展開完了時、夏季の光合成を経た時期、発筍の直前である時期を選択し、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ヶ所を設定した（図-1）。以下、各伐採区を区別するため、5 m幅の7月伐採ならばP5-7のように表記する。本報告では隣接林分に与える伐採の影響を明らかにするため、伐採区（総面積0.21 ha）から斜面方向に5～10 m離れた幅5 mを対照区（12ヶ所、総面積0.08 ha）、伐採区と対照区の間幅5 mの区間を林縁区（16ヶ所、総面積0.13 ha）とした。

伐採前の調査は、最初の伐採前の2005年7月に各斜面で150、200、300 m²の調査区を設けて立竹密度、胸高直径、稈高を測定した。伐採後の調査は2006～2011年の毎年8月に、各伐採区、林縁区、対照区内に発生した新竹について、胸高直径の測定と枯死稈の確認を行った。なお胸高直径は地上1.3 m前後で節と節の間部をmm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2 m以上のものを調査対象とした。

表-1. 伐採前の林分概況

立竹密度 (本/ha)	胸高直径 (cm)	稈高 (m)	断面積合計 (m ² /ha)
5,370	12.4 ± 2.0	17.0 ± 2.3	66.8

注) ±は標準偏差を示す

^{*1} Ura, M. and Teraoka, Y.: Regeneration state for 6-years and affection on adjacent stand under strip cutting system in unmanaged bamboo *Phyllostachys pubescens* stands.

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

^{*3} 責任著者 鹿児島大学農学部 Fac. Agric., Kagoshima Univ., Kagoshima 890-0065

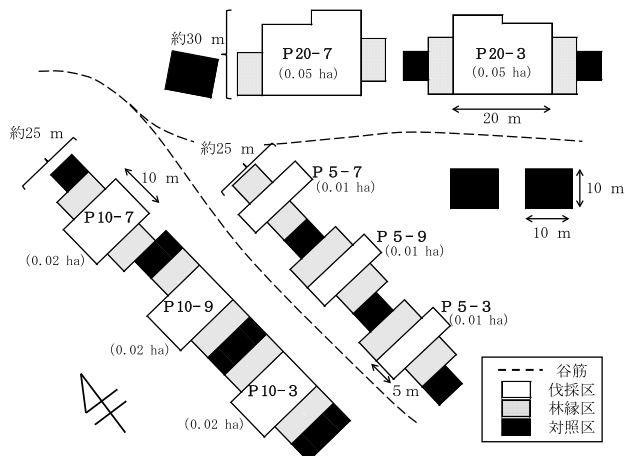


図-1. 試験地の概略
注：() 内は伐採区の面積

伐採後発生した程（発生程）のうち、6年目の調査の際に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。各伐採区の生存程の平均胸高直径の違いを検討するために多重比較（Steel-Dwass法）を、伐採前と各伐採区の平均胸高直径に関しては、それぞれMann-WhitneyのU検定を行った。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（奥田ほか、2006；久米村ほか、2009）。そこでデータ解析にあたり、伐採区の生存程の胸高断面積合計（ m^2/ha ）が伐採前の生存程の胸高断面積合計に占める割合（胸高断面積再生割合）を竹林再生の指標とした。

次に、伐採幅や伐採時期などの実験設定に対して、伐採の有無という要因が隣接林分に与える影響を明らかにするため、伐採区を統一したものと林縁区や対照区とを比較した。伐採区、林縁区、対照区の伐採後6年目での程密度（生存程、枯死程）について χ^2 検定で分析した。伐採区、林縁区、対照区の生存程と枯死程の平均胸高直径の違いを検討するため、多重比較（Steel-Dwass法）を行った。伐採区、林縁区、対照区のそれぞれにおいて、生存程と枯死程の平均胸高直径についてMann-WhitneyのU検定を行った。また、伐採後1年目から6年目までの発生程数、枯死本数、胸高直径及び程高について、伐採区、隣接区、対照区ごとに取りまとめ、胸高直径と程高については伐採区、隣接区、対照区での違いをSteel-Dwass法により分析した。さらに、伐採前と1年目から6年目までの発生年度間の平均胸高直径と平均程高の違いをSteel-Dwass法により検定した。なお、すべての統計処理にはExcel統計2008を用いた。

Ⅲ. 結果と考察

1. 伐採区別の更新状況

(1) 生存程密度

各伐採区の伐採後6年後の生存程密度は1,994～4,037本/haであった（図-2）。P20-3の生存程密度が特出して高かったが、これは他の伐採区では生存程密度が低い凶年である2年目の発生程密度が高かったためと推察される（浦ほか、2011）。また、5m幅の生存程密度が他の伐採幅より概して高かった。これは、

伐採幅が狭いことにより更新初期に隣接林分からの養分の供給が早く行われたことが影響していると考えられる（浦ほか、2011）。

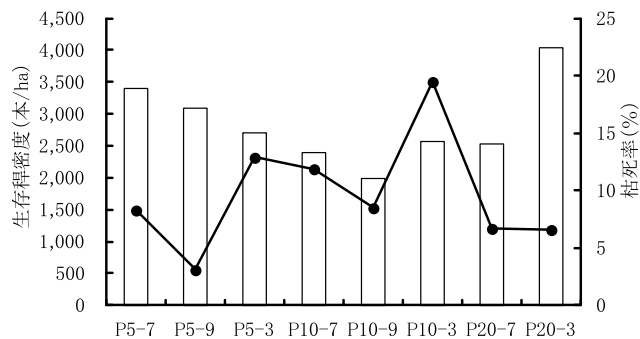


図-2. 伐採区別の生存程密度と枯死率

(2) 平均胸高直径

伐採区別の生存程の平均胸高直径を図-3に示す。P20-7またはP20-3の平均胸高直径に対して有意に大きい伐採区が3つあった以外、平均胸高直径の差は確認されなかった（Steel-Dwass法, $p < 0.05$ ）。これは、20m幅の伐採後の発生程の平均胸高直径が、5m幅や10m幅に対してほぼ毎年有意に小さかったためと考えられる（浦ほか、2011）。

また、伐採前と各伐採区の程の平均胸高直径はそれぞれ有意な差があり（Mann-WhitneyのU検定, $p < 0.05$ ）、6年間の総発生程の程サイズは伐採前に対して全体的に小さいことが示唆された。

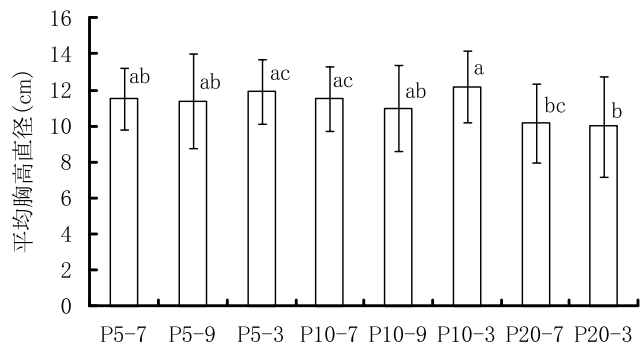


図-3. 伐採区別の生存程の平均胸高直径

注) 垂線は標準偏差を示す。異なるアルファベットは平均値に有意差があることを示す（Steel-Dwass法, $p < 0.05$ ）。

(3) 枯死率

各伐採区の6年間の発生程の枯死率は3.1～19.5%であった（図-2）。20m幅では伐採時期による枯死率の違いはみられなかったが、5m幅、10m幅では3月、7月、9月伐採の順に枯死率が高かった。3月伐採は程サイズの小さい程が多く発生した更新初期の発生程密度が高く（浦ほか、2011）、それらが枯死したためと考えられる。6年間の枯死程の内訳は、浦ほか（2011）と同様に、更新1～3年目の発生程の割合が高く、生存程に対して小さい程が枯死していたことが確認された。

(4) 胸高断面積再生割合

各伐採区の胸高断面積再生割合（以下、再生割合）を図-4に示す。更新6年目の時点での再生割合は29.8～53.8%であった。

5m幅の再生割合は44.8~53.8%と、他の伐採幅と異なり、各伐採時期の再生割合は総じて高かった。10m幅、20m幅では3月伐採の再生割合がそれぞれ46.0%、51.4%とほかの伐採区に比べて高くなっており、6年目の生存率の胸高断面積を追加しても、5年目まで(浦ほか, 2011)と傾向は変わらなかった。

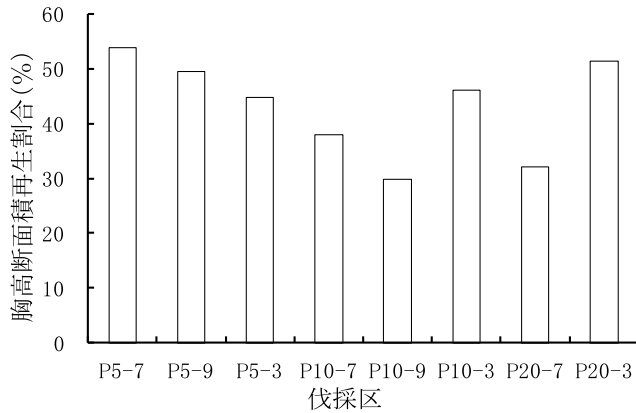


図-4. 伐採区別の胸高断面積再生割合

注) 垂線は標準偏差を示す。異なるアルファベットは平均値に有意差があることを示す (Steel-Dwss 法, $P < 0.05$)。

また、各伐採区の伐採前の立竹密度に対する生存率密度の割合は37.1~63.5%であった。いずれの伐採区も、稈密度の割合が再生割合より高かったが、前述のように、伐採後は稈サイズが小さいものが多く発生したため、それぞれの再生割合が低くなったと考えられる。6年間の全ての竹稈を総合した結果、5m幅ではサイズの大きい稈が発生したこと、または3月伐採では更新初期に多くの稈が発生したことが、後年の高い発生率密度やサイズの大きな竹稈の発生に影響を与え、その結果として6年間全体の高い再生割合(図-4)に寄与したものと推察される。

2. 伐採区、林縁区、対照区の比較

次に、伐採幅や伐採時期などの実験設定に対して、伐採の有無という要因が隣接林分に与える影響を分析するため、全ての伐採区をひとまとめにしたものと林縁区や対照区とを比較した。

(1) 稈密度

伐採区、林縁区、対照区の伐採6年後の総発生率(生存率+枯死率)密度と枯死率を図-5に示す。また、発生年別の発生率・枯死率の密度、胸高直径及び稈高を表-2に示す。伐採区、林縁区、対照区の6年間の総発生率密度は、それぞれ3,151、2,566、2,857本/haであり、有意差が認められた(χ^2 検定, $p < 0.01$)。枯死率はそれぞれ9.0、5.9、2.8%であった。

伐採区、林縁区、対照区間における生存率数と枯死率数はそれぞれ有意差が認められ、伐採区は林縁区や対照区に対して枯死が発生しやすいことが示唆された(χ^2 検定, $p < 0.01$)。隣接する林縁区の稈密度に対して伐採の影響が何年目まで影響するのかは断定できないが、林縁区における発生率密度の低下の可能性を示唆している。

(2) 竹稈のサイズ

伐採区、林縁区、対照区の6年間の発生率及び生存率の平均胸高直径と稈高にはそれぞれにおいて有意差が認められた(図-6,

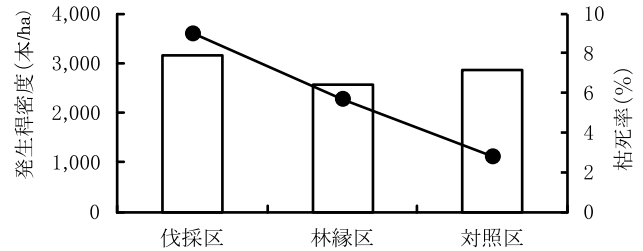


図-5. 伐採区、林縁区、対照区の総発生率密度と枯死率

表-2. 伐採区、林縁区、対照区の発生年別の発生率・枯死率密度、胸高直径及び稈高

発生年	発生率数 (本 /ha)			枯死率数 (本 /ha)		
	伐採区	林縁区	対照区	伐採区	林縁区	対照区
1年目	788	687	811	227	60	57
2年目	532	211	137	44	60	23
3年目	672	830	743	15	8	0
4年目	290	91	80	0	15	0
5年目	715	709	971	0	0	0
6年目	169	38	114	0	8	0
合計	2,866	2,415	2,777	285	151	80

発生年	胸高直径 (cm)			稈高 (m)		
	伐採区	林縁区	対照区	伐採区	林縁区	対照区
1年目	9.2±2.7a	11.5±2.2b	12.6±2.1c	11.0±3.4a	15.0±3.2b	16.8±2.4c
2年目	8.1±3.0	8.1±3.9	10.2±3.1	10.7±3.1a	13.2±5.2b	15.1±4.3b
3年目	10.8±2.0a	11.9±1.8b	12.9±1.8c	13.2±2.1a	15.4±2.2b	16.4±2.0c
4年目	11.1±1.8	11.7±2.5	11.5±0.8	13.8±2.1a	15.9±3.2b	16.8±2.3b
5年目	12.2±1.7a	13.0±1.6b	13.3±1.3b	15.4±1.7a	16.7±1.5b	16.7±1.0b
6年目	12.2±2.1	12.0±2.2	11.4±3.2	14.5±2.1	15.1±2.6	15.0±2.9
生存率	10.7±2.5a	12.0±2.3b	12.9±1.8c	13.2±2.9a	15.7±2.8b	16.7±1.8c
枯死率	6.7±2.6a	8.8±3.0b	7.8±1.9ab	8.8±3.1a	12.2±2.9b	10.8±3.5ab

注) 胸高直径については平均値±標準偏差を示す。

異なるアルファベットは平均値に差があることを示す (Steel-Dwss 法, $p < 0.05$)。

$p < 0.05$)。発生率と生存率については伐採区の平均胸高直径が林縁区と対照区に対して有意に小さく、林縁区の平均胸高直径は対照区に対して有意に小さかった。枯死率については伐採区の平均胸高直径が林縁区に対して有意に小さかった。また、1年目から6年目までの変化についてみると、伐採区、林縁区、対照区の平均胸高直径は、更新後1、3、5年目において伐採区が林縁区と対照区に対して有意に小さく、1、3年目においては林縁区の平均胸高直径は対照区に対して有意に小さかった(表-2) ($p < 0.05$)。平均稈高では、更新後1~5年目までは有意差が認められ、いずれの年も伐採区が林縁区と対照区に対して有意に小さく、林縁区は1、3年目において対照区の平均稈高に対して有意に小さかった ($p < 0.05$)。

新竹が発生するには親竹から供給されて地下茎に蓄えられた養分が必要であるが(上田, 1970)、更新初期の伐採区には親竹がないため、養分は林縁区から補われたと推察される。そのため、林縁区の親竹一本当たりの養分の供給範囲が広がると考えられ、これにより、林縁区の総発生率密度が対照区に対して概して低く、竹稈のサイズが小さくなったことに繋がったと推察される。

伐採区、林縁区、対照区の平均胸高直径と平均稈高の発生年度間の検定結果を表-3に示す。伐採区の平均胸高直径は、年数の経過にしたがって大きくなる傾向がみられ(表-2)、更新5、6年目には伐採前の平均胸高直径に対して有意差は確認されなかった

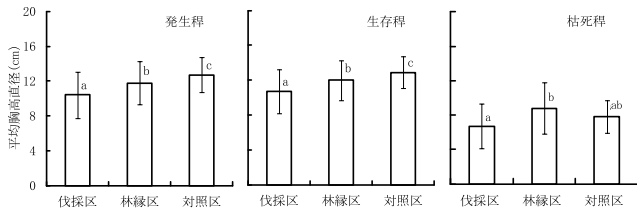


図-6. 伐採区, 林縁区, 対照区の発生稈と生存稈および枯死稈の胸高直径

($p > 0.05$)。林縁区では伐採前の平均胸高直径(表-1)に対して1, 2年目の平均胸高直径が有意に小さかった。対照区では伐採前の平均胸高直径に対して有意に小さい発生年は確認されなかった。林縁区と対照区では, 発生稈密度の高い豊年(1, 3, 5年目)の平均胸高直径は大きく, そうでない凶年(2, 4, 6年目)は小さいといった, 発生稈密度の豊凶に合わせた平均胸高直径の変動がみられた。

伐採区と林縁区の平均稈高は更新1~5年目において有意差が認められた(表-2, $p < 0.05$)。伐採区の平均稈高は, 伐採後年数の経過にしたがって高くなる傾向はあるが, 発生6年目においても伐採前の平均稈高(表-1)に対して有意に小さかった(表-3)。林縁区では伐採前に対して1~3年目の平均稈高が有意に小さかった。対照区では伐採前の平均稈高に対して有意差がある発生年は確認されなかった。

平均胸高直径に関しては更新5年目には伐採前に対して有意差は確認されなかったものの, 平均稈高に関しては更新6年目においても伐採前の平均稈高に対して有意に小さかった。このことから, 放置竹林を伐採後, 竹稈の胸高直径と稈高の大きさは順次回復していく(阿部・柴田, 2009)ものの, 異なる早さで回復する可能性が考えられる。

表-3. 伐採区, 林縁区, 対照区での平均胸高直径と平均稈高の発生年度間の検定結果

調査区	伐採前	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目
平均胸高直径	伐採区	a	b	b	c	cd	a
	林縁区	a	b	c	ab	abe	de
	対照区	ab	abc	ad	be	bd	cef
平均稈高	伐採区	a	b	b	c	cd	e
	林縁区	a	b	b	b	ab	a
	対照区	ns	ns	ns	ns	ns	ns

注) 各調査区での異なるアルファベットは平均値に差があることを示す(Steel-Dwass法, $p < 0.05$), “ns”は有意差がないことを示す。

伐採区, 林縁区および対照区における生存稈と枯死稈の間で, 平均胸高直径はそれぞれ有意差があることが認められ(Mann-WhitneyのU検定, $p < 0.01$)。伐採区だけでなく, 林縁区と対照区でも稈サイズが小さい方が枯死していた。伐採前の状態にまで回復していない6年目の時点まで, 各伐採区では更新初期の枯死率が高かった。

竹稈の枯死の要因に, 林冠が開けたことによる風倒が考えられたが, 伐採区, 林縁区, 対照区の生存稈・枯死稈の位置(図-7)より, 発生稈が伐採区に近いところで枯死しているという傾向は認められなかった。この傾向は, 全ての伐採区においても同様で

あった。また, 伐採実施前の発生稈と伐採実施後の発生稈の枯死の状態はどちらも倒伏ではなく, 立ち枯れであった。そのため, 通常の人工林でみられるように伐採後に残存木が風倒によって枯死したのではなく, 更新初期の発生稈の胸高直径が小さく, 稈高が低かったこと(浦ほか, 2011)から, 河原ほか(1987)が指摘するように, 周囲の稈高がより高い稈から被圧され枯死したと考えられる。

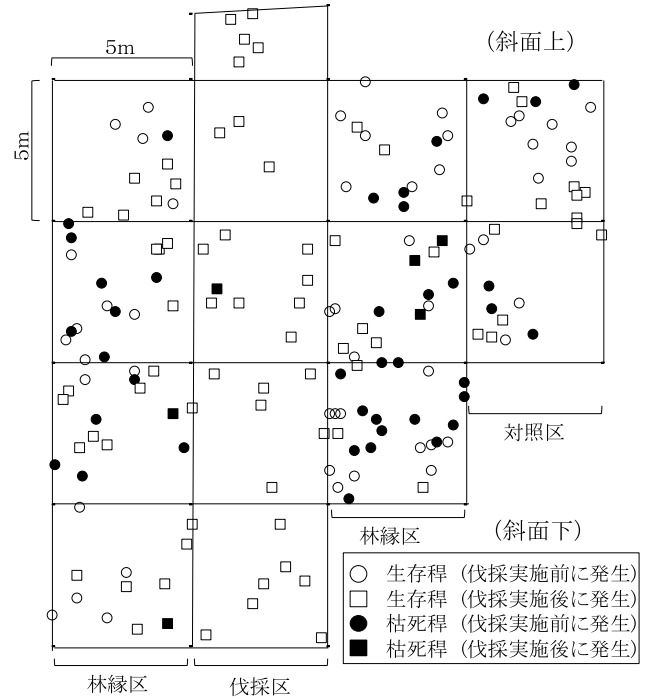


図-7. 生存稈・枯死稈の位置図の一例(P5-9)

一方, 伐採区だけでなく, 林縁区と対照区でも稈サイズが小さい方が枯死していた(表-2)。林縁区と対照区では, タケノコ発生数の豊凶に合わせた平均胸高直径の変動がみられ, 豊年に胸高直径が大きい竹稈が出現し, 凶年に小さい竹稈が発生した。林縁区で豊年より凶年の枯死率が高かったのは, 凶年に稈サイズが小さいものが発生していたためと推察される。対照区でも枯死が確認されたが林縁区のような傾向と異なっていたことから, 一定の枯死は発生すると考えられる。

IV. おわりに

本報告は放置モウソウチク林を伐採し, 6年経過した時点での林分状況を調査したものである。伐採区の6年間の更新状況から, 胸高断面積合計から判断しても6年では元の状態には更新完了せず, 更新が早いプロットでも伐採前の5割程度しか回復していなかった。伐採面積の違いに関わらずに伐採を行うならば, 3月での伐採がその後の更新が早いと推察される(浦ほか, 2011)。本報告では放置竹林の状態を100%とした基準で再生の完了を判断しているが, 竹材の収穫目標によっては再生割合が100%より低い段階での伐採(輪伐期)を決定することも考えられる。林縁区は稈密度や平均胸高直径において, 伐採区や対照区と異なる傾向

を示し、帯状伐採が隣接する竹林の竹稈の発生に影響を及ぼしている可能性がある。そして伐採列区の連続によって、伐採区の親竹となる林縁区の稈数と稈サイズの減少が生じ、伐採区の稈数の減少が危惧される。したがって、実際に帯状伐採での伐採列区を設定するときは、伐採区の連続を避ける必要があると考えられる。

謝辞

本研究の一部は令和2年度JSPS科研費JP20K06346「放置竹林をバイオマス資源として循環利用するための皆伐後の再生過程」として行いました。ご支援に感謝いたします。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

- 阿部佑平・柴田昌三 (2009) 日緑工誌 35 : 57 - 62
 河原輝彦ほか (1987) Bamboo J. 5 : 63 - 74
 久米村明ほか (2009) 鹿大演報 36 : 1 - 8
 奥田史郎ほか (2006) 森総研平成 18 年度研究成果選集 : 42 - 43
 内村悦三 (2005) タケ・ササ図鑑. 219 pp, 創森社
 上田弘一郎 (1970) 竹と人生. 420 pp, 明玄書房, 東京.
 浦めぐみほか (2011) 九州森林研究 64 : 21 - 25
 (2023 年 9 月 22 日受付 ; 2024 年 1 月 16 日受理)