

資料

放置竹林における強度抜き伐りの労働生産性および伐竹後の竹再生^{*1}

濱田肇次^{*2}

はじめに

竹材を効率的かつ持続的に生産する方法として、10m 帯状伐採は 1,600 本/ha 仕立ての抜き伐りよりも労働生産性が高く、伐竹後に再生する竹の胸高直径も伐竹前よりもやや小さくなる程度で、問題ないとされている（濱田 2023）。しかしながら、より生産性の高い竹林を早期に回復させるには、高い労働生産性を維持しつつ、再生する竹の数が多く、胸高直径が小径化しない伐竹方法を検討する必要がある。

そこで、10m幅帯状伐採と 1,600 本/ha 仕立ての抜き伐りの中間的伐竹方法として、800 本/ha 仕立ての強度抜き伐りを実施し、竹材生産に係る労働生産性と再生する竹の成立本数や胸高直径を調べた。また、放置竹林では枯竹処理や枝条処理に掛かる時間短縮のために、これらを棚積みするスペースの設置が必要とされていることから（濱田 2023）、試験区の両脇 3m に棚積みスペースを設け、その効果についても調査したので、その結果について報告する。

調査地と方法

調査は、始良市蒲生町白男にあるモウソウチクの放置竹林（傾斜 31°、南向き斜面）で実施した。試験区は、斜面方向に 20m、斜面水平方向に 10m の方形で、10m 幅の帯状伐採区（10m 幅帯区）および対照区の 1,600 本/ha 仕立ての抜き伐り区（抜き伐区）、その中間の 800 本/ha 仕立ての強度抜き伐り区（強度抜き伐区）の 3 試験区とした（図 1）。各試験区の両脇には枯竹・枝条処理の時間短縮のための 3m 幅の棚積みスペースを設けた（写真 1）。また、抜き伐区および強度抜き伐区では 1~2 年生の竹が試験区に均等に残るように選竹・伐竹した。

2021 年 12 月に伐竹業者 4 名で 3 試験区の伐採・造材・

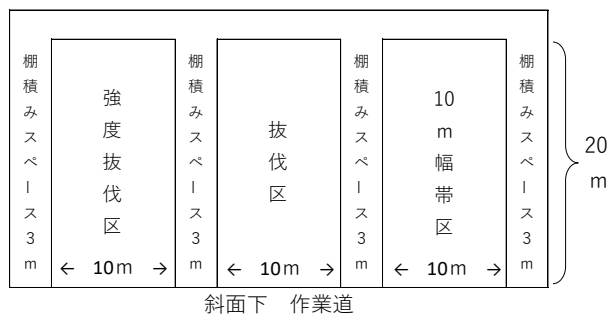


図 1 試験区配置図



写真 1 棚積み状況（手前：伐採区、奥：棚積みスペース）

搬出を行い、その作業をビデオカメラで撮影し、映像を解析して作業区分ごとの時間を計測した。作業区分は伐採作業（枯竹処理、選竹、伐倒、竹移動、移動）、造材作業（枝条処理、竹移動、玉切り、移動）、搬出作業（運搬車積込、運搬、トラック積込）、作業外（休憩等）の 4 区分とした。伐採・造材作業はチェーンソー、ナタ、ノコギリを使用し、時にロープを使用して、全て斜面上方向に伐倒した。枯竹処理は枯竹を 2~3m に切断し、棚積みスペースに積む工程、枝条処理は伐倒した竹を元口から枝払いし、末口径 5cm で切断し、枝条を棚積みスペースに積む工程、竹移動は元口を先頭に作業道まで斜面を滑らせる工程、玉切りは集積された竹稈をトラック積込に適した 3.5m 間隔で切断する工程、搬出作業は林内運搬車（最大積載量 1,200kg）

*1 Hamada, T. : Labour productivity and restoration under intensive selective cutting in an uncultivated *Phyllostachys pubescens* stand.

*2 鹿児島県森林技術総合センター資源活用部

*2 Kagoshima Pref. Forestry Technology Center. Forest Resource Application div.,Aira 899-5302 Japan.

に玉切りされた竹材を人力で積み込み、約 180m 先のクレーン付き 3.5t トラックまで運搬し積み込む工程を計測した。また、竹材の重量はチップ工場のトラックスケールを利用して計測した。

伐竹後、1 月から 4 月の発筍期には発筍数やイノシシやシカ等による食害数、止まりタケノコ数、新竹数、新竹の胸高直径を計測した。

結果と考察

表 1 に各試験区における伐竹前の立竹数と伐竹数、伐竹後の立竹数を示す。3 試験区全体の立竹本数は 351 本（5,850 本/ha）であり、このうち枯竹は 73 本（21%）、生竹の胸高直径は 13.1±1.4cm（平均±標準偏差）であった。抜伐区は生竹 92 本中 33 本（36%）を残して全て伐竹、強度抜伐区は生竹 108 本中 16 本（15%）を残して全て伐竹した。10m 幅帯区は全て伐竹し、3 試験区で生竹 229 本、枯竹 73 本の合計 302 本を伐竹した。

表 2 に 3.5m に玉切りした竹材をチップ工場に搬入するまでの林内運搬車・トラックの運搬回数と竹材積載量を示す。伐竹した立竹 302 本から 3.5m に玉切りした竹材を 802 本、9,390kg 搬出した。林内運搬車で竹材を 4 回運搬した量がトラック 1 回分の積載量となり、合計で林内運搬車 12 回、トラック 3 回の運搬となった。林内運搬車の平均積載本数と平均積載量は 66.8 本/台と 783kg/台、竹材 1 本あたり重量は 11.7kg/本、立竹 1 本あたりの竹材搬出重量は 31.1kg/本となった。

濱田（2023）が放置竹林で実施した伐竹・搬出工程調査では、平均胸高直径 11.7cm の立竹 332 本を伐竹し、3.5m に玉切りした竹材 731 本、7,250kg を今回の調査と同じ林内運搬車で 9 回運搬しており、その平均積載本数と平均積載量は 83.5 本/台と 827kg/台であった。今回の調査結果は、濱田（2023）よりも平均積載本数で 16.7 本/台少なく、平均積載量で 44kg/台少なかった。このことは、今回伐竹した生竹の平均胸高直径が 13.1cm であり、濱田（2023）で伐竹した生竹よりも約 1.4cm 大きいことに起因することは容易に想像できる。竹林の胸高直径が大きくなると竹材搬出重量は増えるが、林内運搬車への一度の積載量は減少する。この場合、林内運搬車への積込時間も短くなれば、運搬に掛かる時間を相殺できるが、今回の調査と濱田（2023）の林内運搬車への積込時間は平均 27 分で変わらなかった。このため、運搬車への積載量を増やすために、林内運搬車に積み込む前に丸竹を割って減容化する方法（向井ら 2009）や稈に圧力を掛けて節ごと潰す方法（福岡県森林林業技術センター 2011）が試みられているが、

表 1 各試験区の立竹数と伐竹数

	伐竹前立竹数		伐竹数		伐竹後立竹数	
	生竹	枯竹	生竹	枯竹	生竹	枯竹
抜伐区	92	21	59	21	33	0
強度抜伐区	108	21	92	21	16	0
10m幅帯区	78	31	78	31	0	0
計	278	73	229	73	49	0

表 2 林内運搬車・トラックの運搬回数と竹材積載量

チップ工場搬入	林内運搬車積載本数				トラック積載	
	1回目	2回目	3回目	4回目	本数	重量(kg)
1回目	70	72	64	69	275	3,280
2回目	64	76	71	64	275	3,070
3回目	68	65	52	67	252	3,040
計					802	9,390
					林内運搬車平均積載本数	66.8本/台
					林内運搬車平均積載重量	783kg/台
					3.5m長竹材 1本あたりの重量	11.7kg/本
					立竹 1本あたりの竹材搬出重量	31.1kg/本

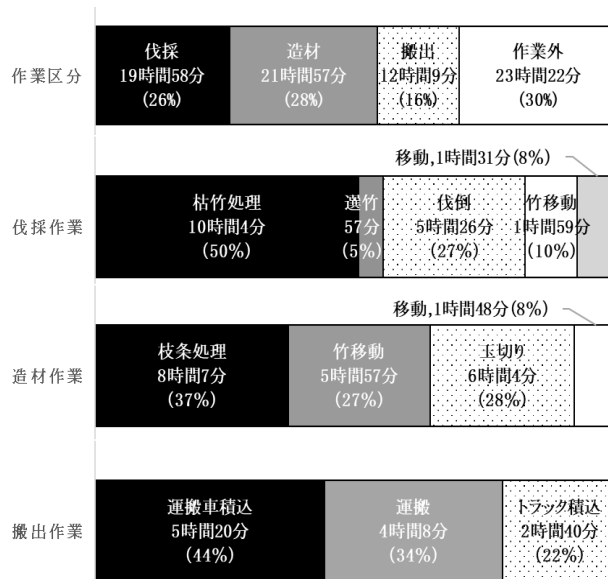


図 2 各作業区分と作業別の作業時間

表 3 各試験区の伐採・造材の作業効率と労働生産性

試験区	伐採	造材	伐採造材		
	作業効率 (秒/人本)	作業効率 (秒/人本)	作業効率 (秒/人本)	生産性 (本/時)	労働生産性※ (kg/人時)
抜伐区	246	283	529	6.8	212
強度抜伐区	252	271	523	6.9	214
10m幅帯区	217	236	453	7.9	247

※労働生産性は表 2 の立竹 1 本あたりの竹材搬出重量 31.1kg と生産性から算出。

普及する段階には達していない。現段階では、林内運搬車の複数台使用や作業道の効率的な配置等の工夫が重要になると考える。

図2に試験区全体の枯竹処理からトラックへの竹材の積み込みまでの作業時間を示す。拘束時間は77時間26分（8.6人工）であり、そのうちの伐採作業に19時間58分（26%）、造材作業に21時間57分（28%）、搬出作業に12時間9分（16%）費やした。各作業区分で最も時間を費やした功程は、伐採作業では枯竹処理、造材作業では枝条処理、搬出作業では運搬車積込であり、この中でも、枯竹処理が10時間4分と最も長く、全体の拘束時間の13%占めた。試験区の放置竹林では、全竹の21%が枯竹であり、枝条部とともに枯竹の処理方法の改善が労働生産性の向上に大きく関係してくると推察された。

表3に各試験区の伐採・造材の作業効率と労働生産性を示す。伐採の作業効率は10m幅帯区が217秒/人本と最も高く、造材の作業効率も10m幅帯区が236秒/人本と最も高かった。強度抜伐区の伐採と造材の作業効率は、10m幅帯区よりも抜伐区に近い値となり、労働生産性についても、強度抜伐区は214kg/人時で、10m幅帯区より33kg/人時低く、抜伐区の212kg/人時に近い値を示した。これらのことから、800本/ha仕立ての強度抜き伐りは10m幅帯状伐採に比べて効率的な伐採・造材方法であるといえず、1,600本/仕立ての抜き伐りとほぼ同じ労働生産性しか期待できない結果となった。

表4に各試験区の伐竹後2年間のたけのこの発生密度と新竹の成立密度を示す。伐竹後1年目の試験区は豊年で、たけのこ発生数は抜伐区で17.5本/100㎡、強度抜伐区と10m幅帯区で約20.0本/100㎡であった。伐竹後2年目の調査地は凶年で、抜伐区で2.5本/100㎡、強度抜伐区と10m幅帯区で5.5本/100㎡であった。3試験区全体について、獣による食害は、豊年でたけのこ発生数の3%、凶年で30%であり、止まりタケノコの発生率は豊年で40%、凶年で7%であり、試験区間での差は無かった。伐竹後2年間の新竹の成立密度は抜伐区で12.0本/100㎡、強度抜伐区で16.5本/100㎡、10m幅帯区で13.5本/100㎡であった。強度抜伐区と10m幅帯区のたけのこの発生密度や新竹の成立密度が抜伐区に比べ高くなった要因については、伐採圧の高い場所の方が竹の生存本能を刺激し、地下茎の芽子の肥大数を増やしたと考えられるが、さらなるデータの積み重ねが必要である。

表5に各試験区の伐竹前の生竹と伐竹後の新竹の平均胸高直径を示す。伐竹後1年目の新竹の平均胸高直径は、たけのこが多く発生した強度抜伐区が9.3cm、10m幅帯区が9.1cmであり、抜伐区の10.8cmより小さくなった。し

表4 各試験区のたけのこと新竹の密度 単位：本/100㎡

区分		抜伐区	強度抜伐区	10m幅帯区
生竹	伐竹前 立竹	46.0	54.0	39.0
	伐竹後 立竹	16.0	8.0	0.0
たけのこ	伐竹後 発生	17.5	20.5	20.0
	1年目 止まりタケノコ	7.5	8.0	7.5
	食害	0.0	0.0	1.5
	伐竹後 発生	2.5	5.5	5.5
	2年目 止まりタケノコ	0.0	0.5	0.5
	食害	0.5	1.0	2.5
新竹	伐竹後1年目 成立	10.0	12.5	11.0
	伐竹後2年目 成立	2.0	4.0	2.5
	小計	12.0	16.5	13.5
	伐竹後1年間の枯竹発生	0.5	1.5	0.5
伐竹後2年目の立竹		27.5	23.0	13.0

たけのこの発生と食害にはイノシシによる採掘痕跡を含む。

表5 各試験区の生竹の平均胸高直径 単位：cm

区分	抜伐区	強度抜伐区	10m幅帯区
伐竹前生竹	13.1±1.5	13.2±1.4	13.0±1.5
伐竹後1年目新竹	10.8±2.6	9.3±2.9	9.1±3.1
伐竹後2年目新竹	7.4±2.8	9.1±3.5	10.8±1.5

値は平均±標準偏差

かしながら、伐竹後2年目の新竹の平均胸高直径は、1年目とは逆に抜伐区が7.4cmで最も小さくなり、10m幅帯区が10.8cmと最も大きくなった。伐竹後2年目の新竹の成立本数は1年目の20~32%しかなく、伐竹後1、2年目における新竹の胸高直径の変動は、伐竹方法の違いよりも豊凶の影響を受けている可能性もある。胸高直径の大きさは効率的かつ持続的な竹材生産と密接な関係があることから、新竹調査を継続して実施する予定である。

800本/ha仕立ての強度抜き伐りには10m幅帯状伐採と同程度の高い労働生産性や10m幅帯状伐採でみられた新竹の小径化を防止できる効果を期待したが、労働生産性は1,600本/仕立ての抜き伐りと変わらず、新竹の小径化防止効果もはっきりしなかった。

なお、今回の試験では、枯竹・枝条処理の時間短縮を図るため、試験区の両脇3mに棚積みスペースを設けた。濱田（2023）が実施した棚積みスペースを設けない試験区とは場所や条件が異なるので単純に比較できないが、伐採方法が同じ抜伐区および10m幅帯区を比較すると、両区とも労働生産性の向上がみられたことから、放置竹林で竹材生産を行う際に伐採区の両脇に3m幅の棚積みスペースを設けることは、労働生産性を向上させる有効な方法であるといえる。また、造材作業で最も時間の掛かる枝払いについても、枝払い回数を削減する方法を検討して、省力化に繋げたいと考えている。

引用文献

福岡県森林林業技術センター（2011）チップ生産の手引き：14
濱田肇次（2023）放置竹林における帯状伐採の作業工程および伐採後の竹再生．鹿児島県森林技術総合研報 24：21-24.
向井伸生・上村巧・佐々木達也・伊藤崇之・近藤稔（2009）

竹割りによる稈の減容．第120回日本森林学会大会学術講演集：Pb1-41
谷山徹・木村光男・坪田幸徳・古川均（2010）伐採方向の違いによるタケ帯状伐採の生産性とコストの比較．森林利用学会誌 25（2）：111-114
上村巧・佐々木達也・伊藤崇之・鳥居厚志（2013）平坦地のモウソウチク林における帯状伐採の作業性．森林利用学会誌 28（1）：51-58