

グリホサート系除草剤の竹切株注入による再生竹の抑制効果と空間分布

渥美幸大・池田虎三・江崎功二郎

要旨：近年、全国各地で放置された竹林の分布拡大が著しく、竹の侵入により林木の枯死や森林機能を低下させることが問題になっている。このような竹林の侵入拡大を防止するために発生源の駆除は重要な課題である。伐採後の竹切株にグリホサート系除草剤を注入する処理は、竹の再生抑制効果を期待できる技術である。本研究ではこの技術の特性を明らかにするために、無処理区と竹切株注入区を設置し、竹の再生抑制効果および空間分布について調査を行った。その結果、この処理によって75%以上の竹の再生を抑制できることが示された。また、空間分布の解析から注入区で発生した新筍や小竹は、周囲から侵入した地下茎を起源にする可能性が推測された。

キーワード：除草剤、空間分布、再生竹、竹切株注入、抑制効果

I はじめに

近年、全国各地で放置された竹林の分布拡大が著しく、人工林や里山広葉樹林などの森林への竹の侵入により林木の枯死を招いている（鳥居・井鷲、1997；鳥居、1998；2016；西川ら、2005；今治ら、2013ほか）。竹林化の進行は、土壌保水力や生物多様性などの森林機能を低下させる要因としても懸念されている（背嵐ら、1989；日浦ら、2004；篠原ら、2014）。竹の侵入拡大を防止するために発生源の駆除は重要な課題であるが、親竹を駆除しても竹が再生する（河原ら、1987；藤井ら、2005ほか）ため、発生源を根絶やしにする技術が求められている（江崎、2013）。

竹林を駆除するために行う伐倒駆除は地下茎に及ぼすダメージが小さいため、伐採後に再生竹が発生し（河原ら、1987；藤井ら、2005ほか）、竹を根絶やしにするまで3～5年以上の刈り払いを継続する必要がある（野中、2003；伊藤、2007；藤井・重松、2008；佐渡・山田、2008）。一方、除草剤による駆除は竹稈の枯殺だけでなく、除草剤が地下茎にも影響を及ぼすため、早期に再生竹の発生を抑制する効果が期待されている（荒生・大石、2001；宮崎・西尾、2007；江崎ら、2012）。

グリホサートアンモニウム塩の竹稈注入処理において、藤山（2005）は注入竹から地下茎を通じて新筍の発生を抑制すること、伊藤（2007）は処理竹の根元から約3mの地下茎に影響を及ぼし、新筍の発生を抑制した例を報告している。宮崎・西尾（2007）は竹伐採後の竹切株にグリホサートアンモニウム塩の注入を行い、無処理区との比較から再生竹が抑制される可能性を示唆した。伊藤（2007）は、グリホサートカリウム塩の竹切株の注入により、地下茎の変色が最大で4m以上にも

及んだことを報告し、池田（2016）は竹切株注入による再生抑制効果を明らかにし、刈り払い作業と比較して、大幅なコスト削減効果があることを示した。

本研究では、無処理区と竹切株注入区（以下、注入区）を設置し、この処理における竹の再生抑制効果についての詳細を明らかにするとともに、親竹伐採後に発生した再生竹の空間分布について調査を行った。

本研究を実施するにあたり、坂尻町林道組合の皆様には、試験地の設置についてご配慮頂いた。厚くお礼申し上げます。また、本研究は農林水産省・食品産業科学技術研究推進事業[侵略的拡大竹林の効率的駆除法と植生誘導技術の開発]によって実施した。

II 試験地および試験方法

1 試験地

試験地は、石川県白山市坂尻町地内の竹林448m²である。試験地の外周にある幅員約2mの作業道が、その周囲の竹林と試験地を隔絶している（図-1）。

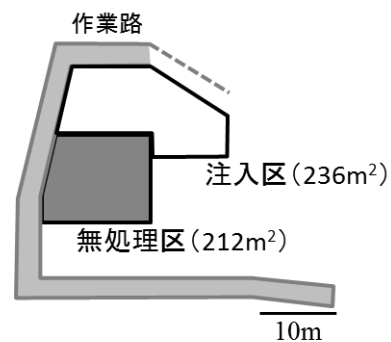


図-1 調査地の概要

試験地を伐採のみの無処理区 (212 m²) および除草剤処理する竹切株注入区 (236 m²) (以下、注入区) に分け、さらにそれらを 1 × 1 m メッシュで区切ってプロット (以下、プロット) を設置した。無処理区および注入区の親竹本数は、それぞれ 207 本および 163 本で、地際直径はそれぞれ 13.2 cm (SD: ±2.5) および 13.7 cm (SD: ±2.2) であった

2 調査方法

試験地の親竹伐採は、2015 年 9 月 29 日および 12 月 8 日に行い、除草剤注入は 10 月 13 日および 12 月 9 日に実施し、その後伐採した竹は試験地外でチップ化した。竹切株注入区では宮崎・西尾 (2007) および池田 (2016) の手順に従って、親竹の竹切株にグリホサートカリウム塩 (商品名: ラウンドアップマックスロード原液) 5 ml/本を注入した。

翌年の 2015 年に発生した竹は新筍と小竹に分類し、新筍は地際直径 2.0 cm 以上で主に春期に発生したと思われるもの、小竹は地際直径 2.0 cm 未満で主に夏期に発生したものとした。これら再生竹の発生がほぼ終了した 2016 年 9 月から各区およびプロットごとにそれぞれの発生本数と地際直径を測定した。また、イノシシの食害によって地際直径を正確に測定できなかった新筍があったため、各区の平均地際直径はこれらを除いて算出した。

新筍および小竹発生率は調査地ごとの新筍および小竹本数を親竹本数で除して求め、サイズは考慮しなかった。注入区および無処理区における親竹本数に対するそれらの発生本数の差を χ^2 検定によって解析した。また、親竹と新筍の地際直径の差を一元配置分散分析によって解析した。

また、無処理区において新筍と小竹の空間分布

の特徴を明らかにするために、新筍の発生が小竹の発生に及ぼす影響を χ^2 検定によって解析を行った。

III 結果

1 竹切株注入による竹の再生抑制効果

無処理区および注入区における新筍の発生本数はそれぞれ 57 本および 7 本であった (表-1; 2)。新筍の地際直径は、それぞれ 7.0 cm (SD: ±2.6) および 7.2 cm (SD: ±1.8) で、ともに親竹より有意に小さくなった ($p < 0.01$)。しかし、新筍の地際直径に各区の間に差は認められなかった ($p > 0.05$)。

無処理区および注入区における新筍の発生本数はそれぞれ 27.5% (57/207) および 4.3% (7/163) になったため、注入区の新筍再生抑制効果は 84.4% になった (表-2)。一方、小竹の発生本数はそれぞれ 157 本および 35 本であった。発生本数はそれぞれ 75.8% (157/207) および 21.5% (35/163) になったため、竹切株注入区の新筍再生抑制効果は 71.7% になった。また、新筍と再生竹を合計したものを再生竹とすると、竹の再生率はそれぞれ 103.4% (214/207) および 25.8% (42/168) になり、注入区の新筍再生抑制効果は 75.1% になった。

2 再生竹の空間分布

各区におけるプロットごとの新筍および小竹の発生数とその分布について図-2 に示す。

1) 無処理区の分布

無処理区における新筍の発生プロット割合は 22.6% (48/212) であり (表-3 無処理区)、プロットあたり平均新筍数は 0.27 本 (SD: ±0.54, min-max: 0-3) であった。

また、小竹の発生プロット割合は 29.2% (62/212) であり (図-3 無処理区)、プロットあ

表-1 親竹、新筍および小竹の本数とサイズ

	本数	地際直径 (cm)	SD	**
親竹	207	13.2	± 2.5	a
無処理区 新筍*	57(48)	7.0	± 2.6	b
小竹	157	<2		
親竹	163	13.7	± 2.2	a
注入区 新筍	7	7.2	± 1.8	b
小竹	35	<2		

* イノシシによって食害された新筍 9 本は除いた 48 本で計算した。

** 表中の異なる記号 a, b は有意差を示す (一元配置分散分析)。

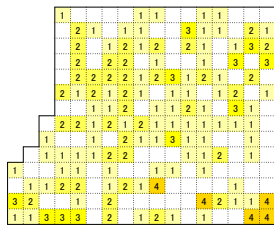
表-2 新筍および小竹の再生抑制効果

	発生本数	発生率 (%)*	抑制効果 (%)**	
新筍	無処理区	57	27.5	—
	注入区	7	4.3	84.4
小竹	無処理区	157	75.8	—
	注入区	35	21.5	71.7
新筍+小竹	無処理区	214	103.4	—
	注入区	42	25.8	75.1

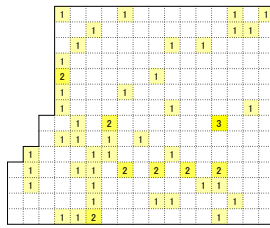
* 発生率 = 発生数/親竹本数

** 抑制効果 = 100% - 注入区の発生率/無処理区の発生率

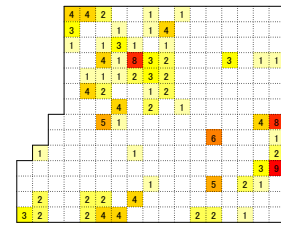
無処理区



親竹(n=207)

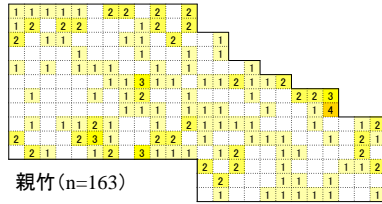


新筍(n= 57)

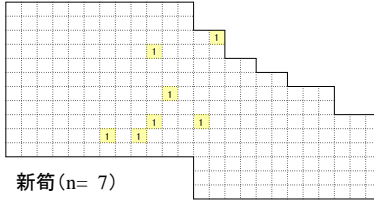


小竹(n=157)

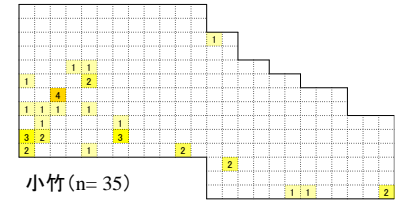
注 入 区



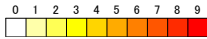
親竹(n=163)



新筍(n= 7)



小竹(n= 35)



図ー 2 新筍と小竹本数の空間分布

図中の数字は発生本数を示す。

たり平均新筍数は 0.74 本 (SD: ±1.50、min-max: 0-9) であった。新筍の発生が確認されたプロットにおける小竹の発生割合 18.8% (9/48) は、新筍の発生が確認されなかったプロットの小竹の発生割合 32.3% (53/164) より有意に低くなった (p<0.01)。

一方、新筍の発生が確認されなかったプロット割合は 77.4% (164/212)、小竹の発生が確認されなかったプロット割合は 70.8% (150/212) であった (表ー 3 無処理区、図ー 3 無処理区)。これらはともに 70%以上の値を示したが、プロット内で小竹は新筍より集中的に発生する傾向があった (図ー 3 無処理区)。

2) 注入区の分布

注入区における新筍の発生プロット割合は 3.0% (7/236) であり (表ー 3 注入区)、プロットあたり平均新筍数は 0.03 本 (SD: ±0.17、min-max: 0-1) であった (図ー 3 注入区)。また、小竹の発生プロット割合は 9.3% (22/236) であ

り、プロットあたり平均新筍数は 0.15 本 (SD: ±0.53、min-max: 0-4) であった。

新筍の発生が確認されなかったプロット割合は 97.0% (229/236) および小竹の発生が確認されなかったプロット割合は 90.7% (214/236) であった (表ー 3 注入区、図ー 3 注入区)。これらはともに無処理区より高い値を示し、再生本数だけでなく空間的にも処理の効果が認められた。また、無処理区と同様に小竹はより集中的に発生する傾向が示された (図ー 3 注入区)。

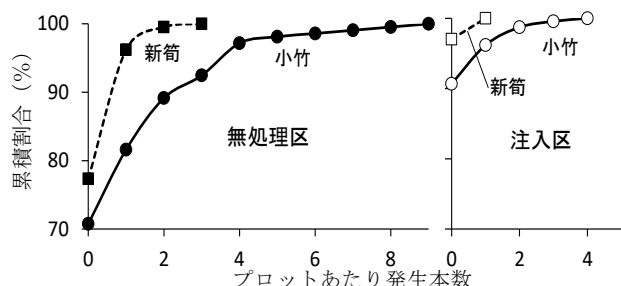
IV 考察

1 竹切株注入による竹の再生抑制効果

竹切株注入による新筍および小竹を合わせた再生抑制効果は 75.1% であった (表ー 2)。宮崎・西尾 (2007) が設置した竹切株注入区および皆伐区における親竹および再生竹の本数から竹の再生抑制効果を計算すると、その効果は 99.8% になり、同様に池田 (2016) のデータでも 99.8% であった。

表ー 3 新筍および小竹の発生プロット数

	新筍	小竹		計
		あり	なし	
無処理区	あり	9	39	48
	なし	53	111	164
	計	62	150	212
注入区	あり	1	6	7
	なし	21	208	229
	計	22	214	236



図ー 3 新筍と小竹のプロット発生本数の累積割合

本研究結果はこれらの先行研究より劣る結果となったが、この処理は竹の再生抑制効果において75%以上の期待値をもつことが明らかになった。

親竹の伐採を秋以降に行うと、翌春にサイズダウンした新筍が発生することが知られている（片野田、2007；柳瀬ら、2007 ほか）。9月および12月の伐採によって、無処理区で発生した新筍の地際直径も有意に小さかった（表-1）。竹切株注入区に発生した新筍でも同様に親竹よりサイズダウンしており、無処理区との違いもなかった（表-1）。さらに、竹切株注入区に発生した新筍は隣接する無処理区から線的に発生する傾向があった（図-2）。宮崎・西尾（2007）は、注入区において注入処理した竹切株とつながっていない地下茎が竹を発生させる可能性を示唆している。そのため、本研究でも注入区で発生した新筍は注入処理した竹切株とつながっていない無処理区起源の地下茎から発生したことが推測された。

伊藤（2007）は除草剤を注入した竹切株につながっている地下茎によって数メートルの範囲に除草剤が影響することを明らかにしている。本研究においては、注入区における小竹の発生は無処理区との境界付近で集中する傾向があった（図-2）。注入区の中でも無処理区との境界に近い箇所では除草剤の影響がない無処理区起源の地下茎が入り込んでおり、新筍と同様に小竹が発生しやすい状況であったことが推察された。

2 再生竹の空間分布

各調査区の親竹の分布はほぼ一様に分布する傾向にあった（図-2）。また、無処理区で発生した新筍の分布もある程度一様であったが、線的に発生する傾向があった。このことから、当年の新筍を発生させるポテンシャルをもつ一連の地下茎が存在する可能性が考えられた。また、新筍の発生があった場所では小竹の発生が抑えられている傾向があり（表-3）、小竹の発生場所においてはより集中的に発生する傾向があった（図-3 無処理区）。伐採後に発生するササ状の小竹は、林床まで届く日光を効率良く利用することが可能で、林冠がカバーされた竹林ではほとんど発生しない（井鷲・河原、1987；藤井ら、2005）。そのため、新筍と小竹の空間分布は伐採跡地でお互いが効率良く光合成を行うことができるように、新筍の発生場所から離れた空間を補完するように小竹の発生

が集中したと思われた。

3 技術普及と課題

これまで除草剤による竹林の駆除は、竹稈に除草剤を注入するという手法が用いられてきたが、竹の再生抑制効果はあまり期待できなかった（藤山、2005；伊藤、2007；江崎ら、2012 ほか）。しかし、本研究で用いた竹切株注入処理は、除草剤の竹稈への移行が少なく地下茎に比較的高い濃度で移行するため、より高い竹の再生抑制効果が期待できる。本研究では、無処理区が隣接したにもかかわらず75%の竹の再生抑制効果を発揮した。そのため、この技術を利用することによって、より早期に竹林の駆除が達成できる可能性がある。また、この技術は除草剤の注入量や注入本数を減らして処理することも考えられ、将来にわたってコストの向上が図れる可能性をもつ。

しかし、除草剤を注入していない竹林が隣接すると、除草剤の効果が十分に発揮されにくく、そのまま放置すると竹林の再生が拡大する可能性がある。竹林を根絶やしにするためには、すべての竹を注入対象にすることや処理後の定期的な見回りによる再生竹駆除などの管理が必要になるであろう。

引用文献

- 荒生安彦・大石 剛（2001）造林地に侵入したモウソウチクの除草剤による駆除方法の検討．林業と薬剤 157：15-21.
- 江崎功二郎（2013）竹林の駆除技術．植調 47(7)：3-9.
- 江崎功二郎・千木 容・八神徳彦・石田洋二・北村里外史・枷場英代・末野正俊・高田一郎・間明弘光（2012）塩素酸系除草剤によるモウソウチクの駆除．林業と薬剤 201：14-19.
- 藤井義久・重松敏則（2008）継続的な伐竹によるモウソウチクの再生力衰退とその他の植生の回復．ランドスケープ研究 71(5)：529-534.
- 藤井義久・重松敏則・西浦千春（2005）北部九州における竹林皆伐後の発生過程．ランドスケープ研究 68(5)：689-692.
- 藤山正康（2005）竹類防除に拡大登録された「ラウンドアップハイロード」．林業と薬剤 174：10-19.
- 日浦啓全・有川 崇・ドウラ ドウルガ バハドゥ

- ール (2004) 都市周辺山麓部の放置竹林の拡大にともなう土砂災害危険性. J. of the Jpn. Landslide Soc. **41**(4) : 1-12.
- 池田虎三 (2016) 薬剤の伐痕注入による竹林の効率的な駆除方法. 中森研 **64** : 55-56.
- 今治安弥・上田正文・和口美明・田中正臣・上松明日香・糟谷信彦・池田武文 (2013) モウソウチク・マダケの侵入がスギ・ヒノキ人工林の水分生理状態に及ぼす影響. 日林誌 **95**:141-146.
- 井鷲裕司・河原輝彦 (1987) マダケ林における間伐後 2 年間の再生竹の直径分布. Bamboo Journal **5** :75-78.
- 伊藤孝美 (2007) 薬剤注入によるモウソウチクの反応. 林業と薬剤 **179** : 9-14.
- 片野田逸朗 (2007) スギ・ヒノキ人工林に侵入したモウソウチクの再生様式に対応した施行方法の検討. 鹿児島県林試研報 **10** : 19-32.
- 河原輝彦・加茂皓一・井鷲裕司 (1987) 伐採後のモウソウ竹林の発生経過. Bamboo Journal **5** : 63-74.
- 宮崎祐子・西尾起一 (2007) 竹林の拡大防止法としての竹切株への薬剤注入試験. 奈良県森技セ研報 **36** : 67-69.
- 西川僚子・村上拓彦・吉田茂二郎・光田 靖・長島啓子・溝上展也 (2005) 隣接する土地被覆別にみた竹林分布変化の特徴. 日林誌 **87** : 402-409.
- 野中重之 (2003) 竹の侵入と対策 (1). 林業と薬剤 **163** : 20-24.
- 佐渡靖紀・山田隆信 (2008) 竹林適正管理技術の開発—モウソウチク林皆伐継続調査—. 山口林指セ平成 18 年度研究年報 : 1-4.
- 背嵐哲央・丸真喜子・大森美紀・西井武秀 (1989) 竹林群落の構造と遷移の特性—雑木林の竹林化—. 金沢大学教育学部紀要 (自然科学編) **38** : 25-40.
- 篠原義規・久米朋宣・市橋隆自・小松 光・大槻恭一 (2014) モウソウチク林の拡大が林地の公益的機能に与える影響—総合的理解に向けて—. 日林誌 **96** : 351-361.
- 鳥居厚志 (1998) 空中写真を用いた竹林の分布拡大速度の推定 : 滋賀県八幡山および京都府男山における事例. 日生態誌 **48** : 37-47.
- 鳥居厚志 (2016) 竹を巡る課題と普及啓発の方途. 森林技術 **891** : 2-6.
- 鳥居厚志・井鷲裕司 (1997) 京都府南部地域における竹林の分布拡大. 日生態誌 **47** : 31-41.
- 柳瀬隆史・竹内郁雄・寺岡行雄 (2007) モウソウチク林での季節伐採と伐採幅の違いが翌年の竹再生におよぼす影響. 九州森林研究 **60**:55-58.