

マダケの竹切株注入法の薬剤注入時期及び簡素化に関する研究
Appropriate season and simple methods for injecting weed-killer into bamboo stump
in *Phyllostachys bambusoides*

飯田玲奈・中山ちさ*

I はじめに

近年、タケの駆除方法として、竹林皆伐後の切株に除草剤を注入する方法（以下、切株注入法）の研究が行われてきた（宮崎・西尾（2007）；池田（2016）；渥美ら（2017）；江崎・池田（2018）。本県ではマダケ林について、2014年から2017年にかけて切株注入法による薬剤注入時期の違いによる再生タケ抑制効果を調査した。加えて、作業の効率化及び低コスト化を図るため、簡易な道具を用い、かつ薬剤注入時に開けた穴を塞がない場合の再生タケ抑制効果を調査した。

II 方法

1 薬剤注入時期の検証

（1）調査地

調査地は、沼田市秋塚地内（方位N80W、標高475m、傾斜10°、以下、沼田調査地）、高崎市吉井町東谷地内（方位S70E、標高320m、傾斜33°、以下、吉井調査地）及び太田市西長岡町内（方位S40E、標高90m、傾斜4°、以下、太田調査地）のマダケ林とした。

（2）試験区の設定及び処理方法

試験区は、薬剤区及び対照区を設けた。対照区は、地際で皆伐し薬剤注入は行わなかった。薬剤区は、地際で皆伐した約1か月後に薬剤注入を行った。太田調査地については、薬剤区に加え、皆伐後翌日に薬剤注入を行った区（以下、直後区）も設けた。図-1に薬剤注入方法を示す。切株注入については、マダケを地際で皆伐後、切株の節間にドリルで1箇所穴を開け、シリンジを用いて供試薬剤原液を10ml注入した。薬剤注入後、穴は粘着テープでふさいだ。供試薬剤はグリホサートカリウム塩48%液剤（製品名：ラウンドアップマックスロード除草剤、日産化学株式会社）を用いた。

表-1に各調査地で実施した処理内容及び時期を示す。沼田調査地及び吉井調査地については、20m×20mの方形枠内に同一の処理を施し、中央部の10m×10mを調査区とした（図-2）。太田調査地についてはマダケ林約0.28haを対照区、薬剤区、薬剤直後区の3区画に分け処理を施し、任意の場所10m×10mを調査区とした（図-3）。



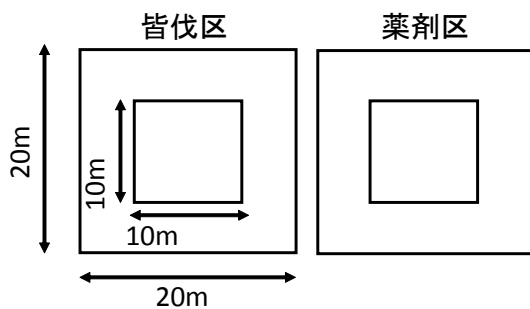
図-1 薬剤注入方法

*森林環境部環境局自然環境課（環境省自然環境局野生生物課鳥獣保護管理室派遣）（兼）東京事務所

表－1 各調査地で実施した処理の内容及び時期

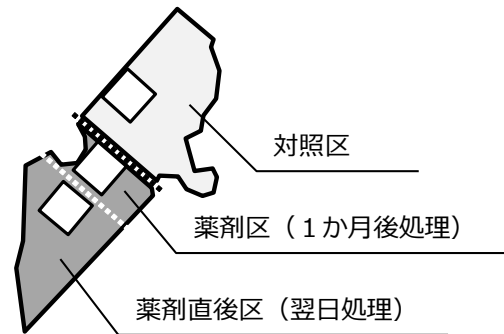
調査地	試験区分	皆伐 (時期)	切株注入法 (時期)	刈払い (時期)	薬剤葉面散布 (時期)
沼田	対照区	2014年2月	-	-	-
沼田	薬剤区	2014年2月	2014年3月(伐採から1か月後)	-	-
吉井	対照区	2015年7月	-	-	-
吉井	薬剤区	2015年7月	2015年8月(伐採から1か月後)	-	2015年9月
太田	対照区	2014年12月	-	2015年6月	-
太田	薬剤区	2014年12月	2015年1月(伐採から1か月後)	2015年6月	2015年9月
太田	直後区	2015年11月	2015年1月(伐採の翌日)	-	2015年9月

※ - は各処理を実施していないことを示す



図－2 沼田調査地及び吉井調査地の概要図

*中央部の10m×10mは調査区



図－3 太田調査地の概略図

(白抜き四角は調査区)

(3) 調査方法

切株注入後の調査は、沼田調査地については2014年5月から7月にかけて、吉井調査地及び太田調査地については2015年から2017年の毎年5月から8月にかけて行い、試験区の新稈の本数を計数し、1haあたりの新稈密度を算出した。また、試験区を中央部で4分割し、各区画で自然高の最も高い稈について測定を行い、その平均値を算出し群落高とした。吉井調査地及び太田調査地については、2017年7月に中央部10m²に占める竹の被覆割合（以下、竹の植被率）及びマダケ以外の植物種の各階層についてBraun-Blanquet(1964)の全推定法を用いた被・群度階級により植生調査を行った。

2 薬剤注入作業省力化の検証

(1) 調査地

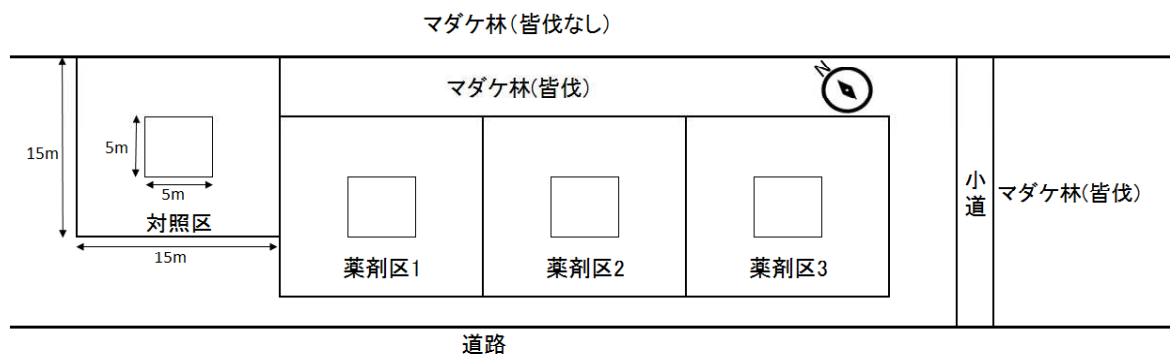
調査地は中之条町蟻川地内（標高470m、方位N10E、傾斜23°。以下、中之条調査地）のマダケ林とした。2017年10月に標準地調査（10m×10m）を行った結果、地際直径が平均55.2±26.81mm、高さが平均14.2±2.77m、本数密度が16,900本/haであった（±は標準偏差を示す）。

(2) 試験区の設定及び処理方法

図－4に調査地の概略図を示す。試験区は、1区画15m×15mとし、薬剤区1、2、3及び対照区を設け、中央部の5m×5mを調査区とした。対照区は、地際で皆伐し薬剤注入は行わなかった。薬剤区は、薬剤注入時の穴を塞がない切株注入法を実施した。

表－2に処理の内容及び時期ならびに切株注入に要した処理時間を、図－5に薬剤注入方法を示す。薬剤区1は、ポンチ（素材に穴を開けるために用いる棒状の工具）及び金槌で切株の節に穴を開け、

ピストルオイラーを用いて供試薬剤原液を5ml注入した。薬剤区2及び3は、作棒（農作業に用いる鉄状の棒）及び金槌で切株の節に穴を開け、ピストルオイラーを用いて供試薬剤原液を5ml注入した。薬剤区3は、切株上の落葉及びタケの切り屑等を、作棒で穴を開ける前に予め掃除機で取り除いた。薬剤注入道具の費用はスーパーポンチ特大約800円、H93cm作棒約700円、金槌約1,500円、ピストルオイラー約750円で薬剤区1の計約3,050円、薬剤区2及び3の計約2,950円である。



図－4 中之条調査地の概略図

※中央部5m×5mは調査区

表－2 処理の内容及び時期ならびに切株注入処理時間

調査地	試験区	皆伐	薬剤切株注入	処理時間* (秒/本)
中之条町	对照区	2017年11月	—	—
中之条町	薬剤区1	2017年11月	2017年12月 (伐採から約2週間後)	7.8
中之条町	薬剤区2	2017年11月	2017年12月 (伐採から約2週間後)	11.3
中之条町	薬剤区3	2017年11月	2017年12月 (伐採から約2週間後)	12.6

注：－は各処理を実施していないことを示す。*処理時間は穴開けから薬剤注入を終えるまでに要した2人工での平均時間（薬剤区3はゴミ吸い取り時間も含む）。



図－5 薬剤注入方法（左：薬剤区1、右：薬剤区2及び薬剤区3）

注：薬剤区3はゴミ吸い取り後に図の処理を実行

(3) 調査方法

調査は、処理後翌年の2018年5月～8月に行い、新稈の本数を計数し、1haあたりの新稈密度を算出した。また、新稈の稈高及び地際直径の計測を行った。処理後、マダケ以外の植物の再生状況を知るため、マダケ以外の植物種の各階層についてBraun-Blanquet(1964)の全推定法を用いた被・群度階級により植生調査を行った。

Ⅲ 結果

1 薬剤注入時期の検証

表－3に沼田調査地における処理前後の本数密度、地際直径及び稈高を示す。薬剤区は、処理後7月に発生した新稈密度が4,500本/haと処理前の本数密度より約7割減り、平均群落高は1.4mと矮性化し、稈高は対照区の4.9mより低かった。対照区の新稈密度は処理前の親竹密度の約1.6倍となった。

表－3 沼田調査地における処理前後の本数密度、地際直径及び稈高

試験区	処理前 (2014年3月)			処理後 (2014年7月)	
	親竹密度	地際直径	稈高	新稈密度	群落高
	(本/ha)	(mm)	(m)	(本/ha)	(m)
対照区	13,800	68.6	14.0	36,500	4.9
薬剤区	15,500	75.1	15.0	4,500	1.4

表－4に吉井調査地及び太田調査地における処理前後の本数密度及び群落高を示す。処理後3年目の新稈密度は、吉井調査地では薬剤区において、太田調査地では直後区において最も低かった。対照区の新稈密度は、吉井調査地では2017年7月に、太田調査地では2016年7月に減少に転じたが、これは既存の密生したタケにより新稈が生える空間が限られてきたためであった。群落高は、吉井調査地、太田調査地ともに、処理後1年目は処理前より低くなったが、処理後3年目は処理後2年目より1.8m以上高くなった。

表－4 吉井調査地及び太田調査地における処理前後の本数密度及び群落高

調査地	試験区	処理前		2015年7月		2016年7月		2017年7月	
		親竹密度	稈高	新稈密度	群落高	新稈密度	群落高	新稈密度	群落高
		(本/ha)	(m)	(本/ha)	(m)	(本/ha)	(m)	(本/ha)	(m)
吉井	対照区	9,400	14.0	12,000	3.4	17,800	3.4	8,900	5.2
吉井	薬剤区	11,100	15.0	9,500	1.5	5,100	1.5	3,800	6.1
太田	対照区	7,400	14.0	76,000	2.0	52,500	2.9	11,300	5.4
太田	薬剤区	16,100	14.0	25,000	2.2	15,900	2.6	23,000	5.3
太田	直後区	8,800	14.0	5,700	2.0	3,100	1.9	10,500	4.4

2015年9月に吉井調査地の薬剤区、太田調査地の薬剤区及び直後区において薬剤葉面散布を行った結果、2016年5月の発筍期の調査開始までに、薬剤散布した全ての稈が枯死した。しかし、両調査地ともに、その後に新たな稈が発生した。

図－6に吉井調査地及び太田調査地における試験区別の植被率を示す。吉井調査地においては、マダケの植被率は薬剤区で低く、草本層の植被率は薬剤区で高かった。木本類の種数(つる性植物を除く)は、薬剤区で多かった。薬剤区では亜高木層が見られた。薬剤区の高木層についてはマダケ皆伐前から存在していた。

太田調査地については、マダケの植被率は直後区において最も低く、草本層の植被率は、直後区で最も高かった。対照区及び薬剤区においては、2015年6月に刈払いを行ったため、亜高木層以上の高さの植物は見られず、直後区においても亜高木層以上の高さの植物は見られなかった。木本類の種数

(つる性植物を除く)は、直後区で多かった。

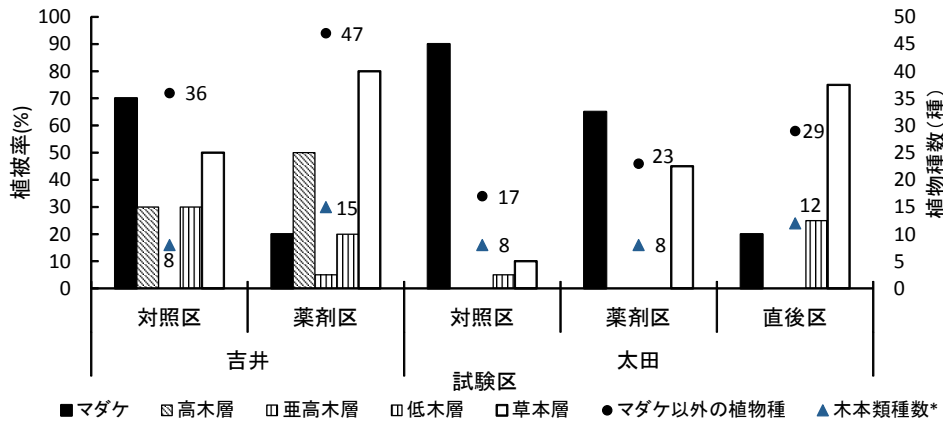


図-6 吉井調査地及び太田調査地における2017年7月の試験区別植被率
*つる性植物を除く

2 薬剤注入作業省力化の検証

処理前後の新稈密度、処理後の新稈サイズ、タケ及び草本層の植被率、マダケ以外の植物種数を表-5に示す。新稈密度は、薬剤区2及び3で処理前の親竹密度より低くなった。処理後の新稈サイズは、対照区で最も大きかった。どの試験区においても、処理後の新稈サイズは処理前の親竹サイズより小さかった。

処理後翌年7月のタケの植被率は薬剤区で低く、草本層の植被率は薬剤区で高かった。マダケ以外の植物種数は薬剤区1～3で対照区より多く確認され、マダケ以外の植物種への薬害は認められなかった。付表に処理後翌年に確認された植物種を示す。つる性を除く木本類は、対照区で1種、薬剤区1及び2で4種、薬剤区3で10種であり、薬剤区で木本類種数が多かった。

表-5 処理前後の新稈密度、処理後の新稈サイズ、タケ及び草本層の植被率、植物種数

試験区	2017年11月	2018年5月	2018年7月					
	新稈密度 (本/ha)	新稈密度 (本/ha)	新稈密度 (本/ha)	地際直径 (mm)	稈高 (m)	タケ 植被率 (%)	草本層 植被率 (%)	植物種数* (種)
対照区	16,900	43,600	99,200	9.9	2.0	100	10	11
薬剤区1	10,178	10,000	12,800	6.6	1.2	20	90	20
薬剤区2	12,311	1,600	2,000	6.1	1.1	15	90	20
薬剤区3	12,489	1,600	3,600	6.1	0.9	10	85	26

IV 考察

1 薬剤注入時期の検証

全ての調査地において、処理後翌夏のマダケ本数は対照区よりも減少したことから、処理時期とされる夏季、秋季(日産化学株式会社, 2018)に加え、3月(春季)、1月(冬季)においても切株注入法による再生タケ抑制効果が期待できると考えられた。渥美ら(2017)は10月及び12月に竹切株注入試験を行い、再生タケの抑制効果を示しており、本試験においても冬季における再生タケ抑制効果

が認められた。また、太田調査地では、薬剤区より直後区の新稈密度が低く、薬剤区が対照区に隣接していたことが一因とも考えられるが、切株注入法は皆伐後からできるだけすぐ実施した方が再生タケの発生本数を抑制できる可能性が示唆された。

吉井調査地及び太田調査地における、新稈密度及び群落高の年次経過から、切株注入処理及び処理後翌夏に薬剤葉面散布を行っても、その後管理を行わなければ、新稈密度及び群落高は回復することが示唆された。マダケ類では、9から10年生の地下茎はほとんど芽子がなくなり、やがて枯死にいたるが、竹は新しく地下茎が伸びひろがるうえ、皆伐などの特殊な場合には、一年生地下茎の芽子のほか年齢に関係なくタケノコとなる伸長芽子を生ずる（上田，1963）。切株注入法を活用することにより、刈払いに要する労力は軽減できると考えられるが、タケを駆除するためには、複数年にわたる管理が必要であると考えられた。

マダケ以外の植物種数については、吉井調査地及び太田調査地ともに、対照区よりも切株注入区（薬剤区及び直後区）において多く確認される傾向にあり、マダケの新稈密度が減少したことにより、光環境が改善され、他植物が侵入しやすくなったと考えられた。太田調査地の薬剤区においては、マダケの植被率が草本層の植被率より高かったが、これは薬剤区が対照区に隣接していたためと推察され、全面的な処理を行えば、再生タケの抑制効果は高まり、マダケ以外の植物種が増加すると考えられた。

2 薬剤注入作業省力化の検証

本調査から、穴を塞がない切株注入法においても、再生タケの発生は抑制できると考えられた。また、薬剤区3においても、新稈密度は処理前より低くなったことから、切株上に溜まったゴミを取り除かなくても再生タケの抑制効果はあると考えられた。また、試験時期が12月（冬季）であったが、再生タケの抑制効果が認められた。薬剤区1は、対照区に隣接していたため、薬剤区2及び薬剤区3よりも再生タケの抑制効果が劣ったと考えられ、全面的な処理を行えば、効果は高まると考えられた。

切株注入後翌年に出現した植物種においては、薬剤区で種数が多かった。これは、吉井調査地の薬剤区及び太田調査地の直後区と同様に、再生タケの発生本数が少なかったことにより光条件が改善されたためと考えられた。また、マダケ以外の植物種への薬害は認められなかったが、切株注入法の環境負荷は極めて小さいこと（江崎・池田，2018）、薬剤処理時期が、マダケの竹稈中の含水率が減る11月から1月（上田，1963）に当たり、ほとんどの切株が、薬液注入時に穴から薬液が漏れ出るほどの水を溜めていなかったことが一因と考えられた。

3 総合考察

切株注入法については、タケが水を吸い上げる春季から夏季にかけて行う場合、稈の水を抜かないと薬剤注入時に薬剤が外へあふれ出る可能性がある。水を抜く手間及び本試験の結果を踏まえると、冬季に薬剤注入を行うことも選択肢の一つであると考えられた。

対照区の皆伐後翌年のタケの再生量は膨大であり、再生タケの刈払いに労力及び年数を要することが推察された。一方、薬剤区は再生タケが抑えられるため、刈払いの労力が減り、作業効率が上がると考えられた。大宮ら（2013）、近藤ら（2014）、大宮ら（2015）、豊田（2016）は、竹林皆伐後に再生したタケを刈り続ける場合、現地にも出現した木本類を残したり、広葉樹を植栽したりすると、早期にタケを衰退させることができることを示している。従って、切株注入法を行った後は、出現した木本類を残した刈払いを行えば、マダケの本数密度を早期に減少させることができると考えられた。

V おわりに

本試験の結果、切株注入法は、春季及び冬季においても処理後翌夏の新稈発生本数を抑えられるこ

と、切株注入は皆伐後からできるだけすぐ行った方がよいこと、処理後翌夏に発生した新稈に対して薬剤葉面散布を行えばさらに新稈発生本数を抑えられることが示された。しかし、薬剤処理後の管理を何もしない場合、条件によっては徐々に新稈本数が増え、かつ新稈サイズが大きくなることが示唆され、薬剤処理後も管理が必要であると考えられた。また、薬剤注入時の穴を塞がない方法について、新稈発生の抑制効果が認められた。

切株注入法を行う際は、農薬としての使用方法を守り、処理竹から15m以内に発生した竹の子を2年間食用に供しないことや、縄囲いや立て札により、タケノコが採取されないようにすることが必要である（日産化学株式会社，2018）。今後は、タケの利用を広げつつ、侵入タケに困っている箇所においては、切株注入法などの薬剤処理を選択するなどし、利用と駆除を上手く使い分ける取組みが必要である。

謝辞

本研究にあたり、沼田市役所、太田市役所、中之条町役場、竹林所有者の皆様、黒澤要太郎氏、松村清氏、田島一郎氏、飯田雄三氏、吾妻環境森林事務所には試験地の提供及び調査に多大なるご協力をいただいた。吾妻森林組合、昭和森林株式会社には現場での作業に多大なるご協力をいただいた。関俊二氏には植物種の同定にご協力いただいた。また、当時職員の皆様には皆伐作業及び調査とりまとめにご協力いただいた。この場を借りて厚く御礼申し上げる。

引用文献

- 渥美幸大・池田虎三・江崎功二郎（2017），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，石川県林試研報48，1-5
- 江崎功二郎・池田虎三（2018），再生竹を抑制する技術「竹切株注入法」，現代林業2018.2，34-38
- 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
- 近藤晃・加藤徹・伊藤愛（2014），モウソウチク林の皆伐後における再生竹の持続的な刈り取りが広葉樹林化に及ぼす影響，静岡県農林技術研究所研究報告第7号，71-76
- 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
- 日産化学株式会社（2018），よくあるご質問ラウンドアップマックスロード使い方 枯らし方，<https://www.roundup.jp.com/faq/maxload/use/wither/#q132>（参照2018-11-28）
- 大宮徹・小林裕之・中島春樹・長谷川幹夫（2013），多雪地におけるモウソウチク林皆伐後の管理と再生する広葉樹の更新初期段階の動態，富山森研研報5，26-33
- 大宮徹・小林裕之・中島春樹・長谷川幹夫（2015），多雪地におけるモウソウチク林皆伐後初期段階の植生の推移，富山森研研報7，22-37
- 豊田信行（2016），タケを伐り続けると？－写真とキャプションで綴る－，森林技術No. 891，16-18
- 上田弘一郎（1963），有用竹と筍－栽培の新技術，314pp，株式会社博友社，東京

付表 中之条調査地において処理後翌年に確認された植物種

試験区		対照区	薬剤区 1	薬剤区 2	薬剤区 3		
マダケ高さ (m)		2.0	1.1	1.1	0.9		
マダケ被度 (%)		100	20	15	10		
低木層高さ (m)		-	-	-	2.0		
低木層被度 (%)		-	-	-	5		
草本層高さ (m)		70	85	60	75		
草本層被度 (%)		10	90	80	90		
調査面積		25	25	25	25		
調査年月日		2018/7/30	2018/7/30	2018/7/30	2018/7/30		
出現種数		11	20	20	26	出現回数	
ミズヒキ	<i>Persicaria filiformis</i>	H	2・2	2・2	2・2	2・2	4
フジ	<i>Wisteria floribunda</i>	H	2・1	1・1	3・2	1・1	4
ツユクサ	<i>Commelina communis</i>	H	1・2		1・2	2・2	3
センダングサ	<i>Bidens biternata</i>	H	2・2	+		1・2	3
ニガナ	<i>Ixeridium dentatum</i> <i>ssp.dentatum</i>	H	・	+	1・1	1・1	3
アキノノゲシ	<i>Lactuca indica</i>	H	・	1・1	1・1	1・2	3
イヌホオズキ	<i>Solanum nigrum</i>	H	・	1・1	1・1	2・1	3
ヒメジョオン	<i>Erigeron annuus</i>	H	・	1・1	1・1	2・1	3
フキ	<i>Petasites japonicus</i>	H	・	1・1	・	1・2	2
ハキダメギク	<i>Galinsoga quadriradiata</i>	H	・	1・1	・	1・2	2
ケヤキ	<i>Zelkova serrata</i>	H	・	1・1	・	1・1	2
ヒヨドリジョウゴ	<i>Solanum lyratum</i>	H	・	1・1	・	2・2	2
オニグルミ	<i>Juglans mandshurica</i>	H	・	2・1	・	1・1	2
ニガクサ	<i>Teucrium japonicum</i>	H	・	・	3・2	2・1	2
オオバジャノヒゲ	<i>Ophiopogon japonicus</i>	H	・	・	1・2	2・1	2
マグワ	<i>Morus alba</i>	H	・	・	1・1	1・1	2
ウリノキ	<i>Alangium platanifolium</i>	H	・	・	1・1	1・1	2
コボタンヅル	<i>Clematis apiifolia</i> var. <i>biternata</i>	H	・	1・1	1・1	・	2
メギ	<i>Berberis thunbergii</i>	H	・	1・1	1・1	・	2
オニドコロ	<i>Dioscorea tokoro</i>	H	2・2	・	2・2	・	2
ヒメムカシヨモギ	<i>Conyza canadensis</i>	<u>S</u> H	2・1	・	・	<u>2・1</u>	2
ベニバナボロギク	<i>Crassocephalum crepidioides</i>	H	2・1	1・2	・	・	2
チヂミザサ	<i>Oplismenus undulatifolius</i>	H	・	3・3	・	・	1
ミョウガ	<i>Zingiber mioga</i>	H	・	3・3	・	・	1
カナムグラ	<i>Humulus scandens</i>	H	・	・	・	2・2	1
サンショウ	<i>Zanthoxylum piperitum</i>	H	・	・	・	2・1	1
マタタビ	<i>Actinidia polygama</i>	H	・	・	・	2・1	1
アオミズ	<i>Pilea pumila</i>	H	2・1	・	・	・	1
アキノタムラソウ	<i>Salvia japonica</i>	H	・	1・2	・	・	1
ハリギリ	<i>Kalopanax septemlobus</i>	H	1・1	・	・	・	1
オカトラノオ	<i>Lysimachia clethroides</i>	H	1・1	・	・	・	1
ハナタデ	<i>Persicaria posumbu</i>	H	1・1	・	・	・	1
ヌルデ	<i>Rhusjavanica</i>	H	・	・	1・1	・	1
カラハナソウ	<i>Humulus lupulus</i> var. <i>cordifolius</i>	H	・	・	1・1	・	1
ドクダミ	<i>Houttuynia cordata</i>	H	・	・	1・1	・	1
アカソ	<i>Boehmeria silvestrii</i>	H	・	・	1・1	・	1
クズ	<i>Amphicarpaea lobata</i>	H	・	・	1・1	・	1
トクサ	<i>Equisetum hyemale</i>	H	・	・	1・1	・	1
クマヤナギ	<i>Berchemia racemosa</i>	H	・	・	・	1・1	1
キリ	<i>Paulownia tomentosa</i>	H	・	+	・	・	1
キツネノカミソリ	<i>Lycoris sanguinea</i>	H	・	+	・	・	1
エノキ	<i>Celtis sinensis</i>	H	・	・	・	+	1
イタヤカエデ	<i>Acer pictum</i>	H	・	・	・	+	1
イロハモミジ	<i>Acer palmatum</i>	H	・	・	・	r	1
シラカシ	<i>Quercus myrsinifolia</i>	H	・	・	・	r	1

注：Sは低木層、Hは草本層。